



資歷架構  
Qualifications  
Framework

# 機電業

## 電機工程《能力標準說明》 為本教材套

低壓裝置安裝及保養維修  
(專業處理)(三級)

第一版

## 目錄

低壓裝置安裝及保養維修（行業認知、實務技能、專業處理）（三級） 教材套指引概要	5 - 21 頁
低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引	22 - 35 頁
能力單元「EMELDE320A 設計特定的電機控制及起動電路」	
● 教學指引	36 - 41 頁
● 教學資料範例	42 - 64 頁
• 附件 A-01 能力單元說明	43 頁
• 附件 A-02 教材範例樣本	46 - 64 頁
● 評核指引	65 - 75 頁
• 附件 A-03 評核試題範例樣本	67 - 71 頁
• 附件 A-04 評核試題範例（實務技能）樣本	72 - 75 頁
能力單元「EMELDE321A 設計基本的低壓電力供應系統」	
● 教學指引	76 - 81 頁
● 教學資料範例	82 - 115 頁
• 附件 B-01 能力單元說明	83 頁
• 附件 B-02 教材範例樣本	86 - 115 頁
● 評核指引	116 - 128 頁
• 附件 B-03 評核試題範例樣本	119 - 123 頁
• 附件 B-04 評核試題範例（實務技能）樣本	124 - 128 頁
能力單元「EMELIN308A 安裝特定設計的電機控制及起動電路」	
● 教學指引	129 - 134 頁
● 教學資料範例	135 - 159 頁
• 附件 C-01 能力單元說明	136 - 137 頁
• 附件 C-02 教材範例樣本	140 - 159 頁
● 評核指引	160 - 170 頁
• 附件 C-03 評核試題範例樣本	163 - 165 頁
• 附件 C-04 評核試題範例（實務技能）樣本	166 - 170 頁
能力單元「EMELIN310A 根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝」	
● 教學指引	171 - 176 頁
● 教學資料範例	177 - 197 頁
• 附件 D-01 能力單元說明	181 - 197 頁
• 附件 D-02 教材範例樣本	178 頁
● 評核指引	198 - 209 頁
• 附件 D-03 評核試題範例樣本	201 - 205 頁

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 附件 D-04 評核試題範例（實務技能）樣本</li> </ul>	206 - 209 頁
<p>能力單元「EMELIT306A 檢查、驗收及調試的低壓電力系統」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 教學指引</li> <li>● 教學資料範例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 附件 E-01 能力單元說明</li> <li>• 附件 E-02 教材範例樣本</li> </ul> </li> <li>● 評核指引 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 附件 E-03 評核試題範例樣本</li> <li>• 附件 E-04 評核試題範例（實務技能）樣本</li> </ul> </li> </ul>	<p>210 - 215 頁</p> <p>216 - 240 頁</p> <p>217 - 218 頁</p> <p>221 - 240 頁</p> <p>241 - 251 頁</p> <p>245 - 246 頁</p> <p>247 - 251 頁</p>
<p>能力單元「EMELOR207A 執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 教學指引</li> <li>● 教學資料範例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 附件 F-01 能力單元說明</li> <li>• 附件 F-02 教材範例樣本</li> </ul> </li> <li>● 評核指引 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 附件 F-03 評核試題範例樣本</li> </ul> </li> </ul>	<p>252 - 257 頁</p> <p>258 - 296 頁</p> <p>259 - 260 頁</p> <p>263 - 296 頁</p> <p>297 - 304 頁</p> <p>300 - 304 頁</p>
<p>能力單元「EMELOR306A 維修電機設備系統的控制及起動電路」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 教學指引</li> <li>● 教學資料範例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 附件 G-01 能力單元說明</li> <li>• 附件 G-02 教材範例樣本</li> </ul> </li> <li>● 評核指引 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 附件 G-03 評核試題範例樣本</li> <li>• 附件 G-04 評核試題範例（實務技能）樣本</li> </ul> </li> </ul>	<p>305 - 310 頁</p> <p>311 - 330 頁</p> <p>312 頁</p> <p>315 - 330 頁</p> <p>331 - 341 頁</p> <p>334 - 336 頁</p> <p>337 - 341 頁</p>
<p>能力單元「EMCUOR309A 維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 教學指引</li> <li>● 教學資料範例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 附件 H-01 能力單元說明</li> <li>• 附件 H-02 教材範例樣本</li> </ul> </li> <li>● 評核指引 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 附件 H-03 評核試題範例樣本（筆試：多項選擇題）</li> <li>• 附件 H-04 評核試題範例樣本（筆試：撰寫報告）</li> </ul> </li> </ul>	<p>342 - 347 頁</p> <p>348 - 362 頁</p> <p>349 - 350 頁</p> <p>353 - 362 頁</p> <p>363 - 370 頁</p> <p>366 - 369 頁</p> <p>370 頁</p>
<p>能力單元「EMCUSH305A 調查一般工業意外」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 教學指引</li> <li>● 教學資料範例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 附件 I-01 能力單元說明</li> </ul> </li> </ul>	<p>371 - 376 頁</p> <p>377 - 393 頁</p> <p>378 頁</p>

• 附件 I-02 教材範例樣本	381 - 393 頁
● 評核指引	394 - 403 頁
• 附件 I-03 評核試題範例樣本（筆試）	397 - 401 頁
• 附件 I-04 評核試題範例樣本（口試）	402 - 403 頁
● 附件 J-01 「綜合期末考試」評核試題範例樣本	404 - 424 頁

## 低壓裝置安裝及保養維修

### （行業認知、實務技能、專業處理）（三級）教材套

#### 指引概要

##### 1A. 教學概念及用途

低壓裝置安裝及保養維修（行業認知、實務技能、專業處理）（三級）教材套分成 3 個範疇，各包括多項能力單元：

##### 低壓裝置安裝及保養維修（行業認知）：

- 評估直流及單相交流電路的表現（EMELDE314A）（9 學分）
- 評估三相交流電路的表現（EMELDE315A）（6 學分）
- 運用尋找故障技巧，找出故障根源（EMCUOR301A）（3 學分）
- 記錄機電工程質素問題（EMCUQM306A）（3 學分）

##### 低壓裝置安裝及保養維修（實務技能）：

- 設計基本的低壓電力供應系統（EMELDE321A）（6 學分）
- 繪畫簡單低壓電力系統的供電規劃單線圖（EMELDE208A）（3 學分）
- 根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝（EMELIN310A）（3 學分）
- 檢查、驗收及調試的低壓電力系統（EMELIT306A）（6 學分）
- 應用電氣裝置及佈線圖則及資料，進行機電安裝及測試工作（EMCUIN306A）（4 學分）
- 設計特定的電機控制及起動電路（EMELDE320A）（9 學分）
- 安裝特定設計的電機控制及起動電路（EMELIN308A）（9 學分）
- 選擇常用材料，進行機電工程工作（EMCUDE318A）（3 學分）
- 維修電機設備系統的控制及起動電路（EMELOR306A）（9 學分）
- 維修發電機控制、保護及顯示裝置（EMCUMA206A）（4 學分）

### 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）：

- 設計基本的低壓電力供應系統（EMELDE321A）（6 學分）
- 設計特定的電機控制及起動電路（EMELDE320A）（9 學分）
- 安裝特定設計的電機控制及起動電路（EMELIN308A）（9 學分）
- 執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養（EMELOR207A）（6 學分）
- 根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝（EMELIN310A）（3 學分）
- 檢查、驗收及調試的低壓電力系統（EMELIT306A）（6 學分）
- 維修電機設備系統的控制及起動電路（EMELOR306A）（9 學分）
- 維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障（EMCUOR309A）（9 學分）
- 調查一般工業意外（EMCUSH305A）（3 學分）

教材套為有意規劃相關機電業培訓的人士或團體（即教材套的「使用者」），就上述 3 個範疇內的各項能力單元，提供培訓課程的設計、規劃等的建議。

本教材套為資歷架構第 3 級，為已具備低壓電力裝置工作知識及工藝水平的人士而設，例如已從事相關工作 3 年或以上、或曾修讀相關的資歷架構第 2 級課程的人士。此課程幫助上述人士鞏固並提升已有的行業知識、工藝水平、以及專業處理的知識。

## 1B. 教材套的對象

本教材套的對象是有意規劃相關機電業培訓的人士或團體，包括培訓機構（例如學校）及僱主（例如私人公司及企業）。使用者如有意規劃資歷架構第 3 級的相關機電業培訓，即可參考本教材套。

使用者在詳閱本教材套後，應能有效地理解各能力單元課程之教學要求、條件、內容等等要點，從而減省課程發展的成本，且能確保課程質素。

## 1C. 能力單元、範疇的組合

使用者在參考本教材套時，可按自身需要及資源，在上述的能力單元中，以不同方式組合成不同的課程。以下是可能的模式：

#### a. 抽取部份能力單元作為獨立課程

使用者可以選擇只抽取一個能力單元，並設計成獨立的課程，例如以能力單元「記錄機電工程質素問題（EMCUQM306A）（3 學分）」為獨立課程，重點教授及相關課題的知識，以提升學員（或員工）關於工程記錄、質素管理等課題。

使用者亦可抽取一個以上的能力單元，組合為獨立課程，例如以「設計基本的低壓電力供應系統（EMELDE321A）（6 學分）」及「根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝（EMELIN310A）（3 學分）」，整合為一個以實務技能為教授重點的課程。

如抽取一個以上的能力單元，應注意各能力單元的課題是否有所關聯，以及是否連貫。

#### b. 以整個範疇設計成課程

使用者可以按照教材套的規劃，以整個範疇設計成課程，例如將「專業處理」內的所有能力單元整合為一個課程。

#### c. 包含整個教材套範疇的課程

使用者如有需要而又具備充足資源的話，當然亦可以開辦一個包含上述 3 個範疇內所有能力單元的課程；然而由學分甚多，整個課程的長度、所需的資源亦將成正比。

#### d. 在各範疇內抽取不同能力單元，整合成課程

使用者可在 3 個範疇中，各自抽取適合的能力單元，並整合為一個課程，例如「行業認知」的「運用尋找故障技巧，找出故障根源（EMCUOR301A）（3 學分）」，加上「實務技能」的「檢查、驗收及調試的低壓電力系統（EMELIT306A）（6 學分）」，以及「專業處理」的「執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養（EMELOR207A）（6 學分）」，組成一個以維修保養為重點的課程。

同樣，使用者應注意各能力單元的課題是否有所關聯，以及是否連貫。

## 2. 建議教學對象

如前所述，本教材套為資歷架構第 3 級，為已具備低壓電力裝置工作知識及工藝水平的人士而設，故本指引建議其教學對象之條件如下：

- 年滿 18 歲或以上；及以下其中一項：
  - 曾從事機電相關行業 3 年或以上，或；
  - 已修畢機電相關的資歷架構 2 級或上課程（例如以下範疇課程：電路理論、電學原理、電力器具實務安裝、電氣佈線、工程科學、電機設計及控制、電機安裝、電力技工基礎訓練等等）；或
  - 「過往資歷認可第二級」機電業相關範疇的資歷
- 使用者亦可視需要，加上其他教學對象的條件，例如相關的基礎專業資格等。

\*上述條件為參考之用，培訓機構可視實際情況，在合理情況下調整教學對象之條件

\*本指引假設教學對象現已從事機電行業，故未有要求進行色覺測試，惟從事電力裝置工作者應具有正常色覺。如培訓機構認為有需要，應自行加上「通過色覺測試」作為其中一項收生條件

\*18 歲的年齡條件為建議，以配合業內公開考試（例如建造業議會的中級工藝測試）。如培訓機構認為此條件並不合適，可自行調整，惟應留意相關的法例規定，如《僱用青年（工業）規例》及《僱用兒童規例》等。

使用者應該注意，以上述教學對象的條件而言，曾從事機電相關行業 3 年或以上或具備過往資歷認可第二級資歷的學員，已經有相關應用機電的經驗；相反，只是已修畢機電相關的資歷架構 2 級或上課程的學員可能缺乏應用機電的經驗，而兩類學員的學術背景可能存在差異，特別是對數理方面的認識差異較大。這兩批學員在學習進度上可能存在一定的差異。

使用者如在同一培訓課程中設定此等收生條件，本教材套建議同一班別的學員應該具備相似的人學條件。換言之，如使用者的資源許可，應該盡可能安排不同程度的學員入讀不同班別，以便統一各學員的學習進度。如使用者將條件不同的學員置於同一班別之中，則必須特別留意各學員的學習進度，適時為條件或進度較差的學員提供協助（例如額外的培訓時數、更多的自學材料等等）；以確保所有學員能參與課程的教學活動。

### 3. 建議工種面向及工作內容

教材套並不限定教學對象在修畢教材套所設計的培訓課程後所能從事的工種，使用者可審視自身和教學對象的需求，設定合適的工種作為培訓的目標之一。就本教材套內所包含之能力單元而言，以下工種或職位皆是可能的面向及其工作內容：

工種面向	工作內容
電工 / 電氣打磨裝配工	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 安裝、測試、保養和維修電力裝置，包括依據規例及規格敷設電線；裝配、組合、設置、安裝、保養及修理各類電氣裝置及設備（製冷/空調/通風設備的電力控制、低壓掣櫃及控制板除外）</li> <li>● 符合機電工程署核準的電業工程人員可簽署及發出電氣安裝及檢測完工證明書</li> </ul>
機電業技術員	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 單獨或在資深工程師的指導下，執行技術性工作，從事設計、發展、製造、安裝、測試、調試、及修理電機設備及系統</li> <li>● 符合機電工程署核準的電業工程人員可簽署及發出電氣安裝及檢測完工證明書</li> </ul>
機電維修員	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 單獨或在資深工程師的指導下，執行技術性工作，從事安裝、測試、調試、操作、日常保養及修理電機設備及系統</li> <li>● 符合機電工程署核準的電業工程人員可簽署及發出電氣安裝及檢測完工證明書</li> </ul>
機電工程科文 / 管工 / 監督員	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 執行監督職務，如策劃及分配工作予工人及受訓者</li> <li>● 監督有關設備及系統的製造、查驗、品質控制、安裝、測試、調試、操作、保養及修理</li> <li>● 組織及督導若干組或若干隊技工或其他工人</li> <li>● 符合機電工程署核準的電業工程人員可簽署及發出電氣安裝及檢測完工證明書</li> </ul>
電氣佈線工 / 控制板裝配工 / 電纜接駁技工	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 控制板裝配、電纜接駁、電氣佈線及電氣裝配等</li> <li>● 符合機電工程署核準的電業工程人員可簽署及發出電氣安裝及檢測完工證明書</li> </ul>

以上工種面向及工作內容只屬參考，使用者應在設計課程時自行設定培訓的工種面向。

#### 4. 建議教學目標

使用者在按自身條件設定課程的工種面向及工作內容後，可設定課程的教學目標，例如：

- 讓學員明白機電工程的專業知識，能執行低壓電力裝置的裝配、檢查、維修及保養的實務技術，並能達到相關專業守則的要求，以勝任機電工程技術人員的職位。

或：

- 以培訓機電維修員為目標，使學員能夠單獨或在有資歷工程師的指導下，執行技術性工作，從事安裝、測試、調試、操作、日常保養及修理電機設備及系統；並且掌握機電工程署核準的電業工程人員可簽署及發出之電氣安裝及檢測完工證明書所要求的條件。

或：

- 培訓學員成為機電工程科文 / 管工 / 監督員，能夠執行監督職務，如策劃及分配工作予工人及受訓者；以及監督有關設備及系統的製造、查驗、品質控制、安裝、測試、調試、操作、保養及修理。

等等。

使用者在設定切合自身條件的教學目標後，即為課程的整體設計定立方向。

## 5. 建議預定學習成效

使用者在依據教材套設計課程時，如打算採用多於一個能力單元，應自行設定綜合的預定學習成效 (Programme Intended Learning Outcomes, PILOs)，同時配合前述的工種面向及工作內容，為整個課程訂立確切的目標。以下為 3 個範疇綜合預定學習成效的建議例子，使用者可作參考，並按照自身的條件和教學對象作出調整或重新設定：

「行業認知」 綜合預定學習成效	讓學員在完成培訓後，能夠獨自完成以下工作內容： <ul style="list-style-type: none"><li>● 運用基本電路理論，為電力工程的要求作出分析</li><li>● 就電力工程的分析作出記錄及提出報告，並符合機電工程署核準的電業工程人員可簽署及發出之電氣安裝及檢測完工證明書所要求的條件</li><li>● 根據上的分析及報告要求，進行記錄，以協助更高級工程技術人員監控電力工程質素</li></ul>
「實務技能」 綜合預定學習成效	讓學員在完成培訓後，能夠就低壓電力供應系統、電機控制及起動電路、後備發電機等常見電力設備獨自完成以下工作內容： <ul style="list-style-type: none"><li>● 設計、規劃及繪畫接線安裝及圖則</li><li>● 按照設計及圖則進行安裝</li><li>● 進行驗收測試、故障檢查、維修</li><li>● 在過程中選用正確的物料</li></ul>
「專業處理」 綜合預定學習成效	讓學員在完成培訓後，能夠就低壓電力供應系統、電機控制及起動電路、後備發電機等常見電力設備，以符合機電工程署核準的電業工程人員可簽署及發出之電氣安裝及檢測完工證明書所要求的條件，獨自完成以下工作內容： <ul style="list-style-type: none"><li>● 檢視其設計、規劃及繪畫接線安裝及圖則是否符合專業要求</li><li>● 檢視其安裝工作方法及過程是否符合專業要求</li><li>● 檢視其驗收測試、故障檢查、維修等工作方法及過程是否符合專業要求</li><li>● 檢視上述工作過程中的安全準則，並且能夠為此進行記錄及報告</li></ul>

## 6. 教學順序

教材套建議 3 個範疇之教學順序如下：



上述順序之理念為，學員應先掌握必要知識及電路理論；然後視乎使用者的培訓需要，選擇是先加強學員的實務能力，還是先加強學員對專業處理守則的了解。使用者如採用不同範疇的能力單元，應視自身需要，決定合適的教學順序，以使整個課程在教學上能循序漸進。

## 7. 各教材套的關連及組合建議

「實務技能」及「專業處理」教材套的能力單元互有重疊，包括以下的能力單元：

- 設計基本的低壓電力供應系統（EMELDE321A）（6 學分）
- 設計特定的電機控制及起動電路（EMELDE320A）（9 學分）
- 安裝特定設計的電機控制及起動電路（EMELIN308A）（9 學分）
- 根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝（EMELIN310A）（3 學分）
- 檢查、驗收及調試低壓電力系統（EMELIT306A）（6 學分）
- 維修電機設備系統的控制及起動電路（EMELOR306A）（9 學分）

使用者在使用這兩個教材套時，應留意「實務技能」及「專業處理」的分別：「實務技能」以教授工藝方法為主；而「專業處理」則以教授機電業的相關專業守則、法例要求、或其他相關的規範等等的專業知識。

因此，即使兩個教材套有上述的能力單元重疊之處，但在教學面向及內容上應該有所分別——「實務技能」的教學面向重視工藝方法，內容如能力單元所述；「專業技能」則應該重視能力單元的內容如何為到機電業的相關專業守則、法例要求、或其他相關的規範等等的專業處理規則所規定。

以下列表是一個例子，展示「實務技能」及「專業處理」教材套裡面的重疊能力單元在使用上會有什麼分別：

	「實務技能」教材套的情況	「專業處理」教材套的情況
預定培訓工種面向	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 電工 / 電氣打磨裝配工</li> <li>◇ 機電業技術員</li> <li>◇ 機電維修員</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 機電工程科文 / 管工 / 監督員</li> </ul>
簡略的預定學習成效	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 設計、安裝、檢查、維修電力設備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 協助監督電力設備工程，使之合符專業標準（包括設計、安裝、檢查、維修等工程）</li> </ul>
教學對象	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 已具備相關理論知識的人員</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 已具備相關理論知識及基礎實務技能的人員</li> </ul>
導師資歷要求	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 實務資歷較為重要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 實務資歷及督導資歷同樣重要</li> </ul>

教學內容	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 較多實務練習</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 較多關於法例要求、專業標準、行業守則的教授</li> <li>◇ 實務練習主要目的是使學員明白上述專業要求，而非實際安裝維修等技巧</li> </ul>
評核內容	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 關於設計、安裝、檢查、維修電力設備的實務技能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 關於判斷電力工程是否符合專業標準（包括設計、安裝、檢查、維修等工程）的能力</li> </ul>

上述列表僅為參考，使用者如果會同時使用「實務技能」及「專業處理」教材套裡面的重疊能力單元，應該自行設計兩者在培訓上的分別，以適合自身需要。

不過，使用者必需注意，如若單獨使用部份能力單元而並不採用整個範疇的教材套，使用者必然只能達成整個範疇的部份教學目標及學習成效，因而未能涵蓋低壓電力裝置的「行業認知」、「實務技能」、「專業處理」的整體工種面向、工作內容等目標及成效。

以下是主要的考慮因素：

1. 使用者希望培訓的工種面向以及預定的教學目標的涵蓋範圍大小：  
如若希望培訓計劃能夠涵蓋某個工種的全部職能內容培訓，則可能盡量選用較多的能力單元比較理想；如若只希望強化某個工種的某項職能，則可視使用者的培訓需要選取能力單元
2. 使用者的培訓對象的背景及資歷程度高低：  
如若培訓對象是行業資歷尚淺的人士（例如入職培訓），則培訓的內容可能需要盡量全面，可能選用較多的能力單元比較理想；如若培訓對象已具備一定的行業資歷，則可視使用者的培訓需要選取能力單元
3. 使用者願意及能夠投放的培訓資源及時間多寡：  
如若使用者具備充足的資源及時間，設計全面、包含多個能力單元的培訓計劃當然是比較理想；如若使用者並未具備如此的條件，則需要選取特定的能力單元作出重點培訓

使用者在抽取能力單元時始終必需注意，所抽取的能力單元組合應能配合個別工種的實際能力要求。下頁所列的是部份可能的例子，以及該等組合方式的可能原因：

考慮因素 1 的兩種假設情況：

<u>情況一</u>	
培訓的工種面向	機電工程科文 / 管工 / 監督員
預定的教學目標	<p>培訓學員成為機電工程科文 / 管工 / 監督員，能夠執行監督職務，如策劃及分配工作予工人及受訓者；以及監督有關設備及系統的製造、查驗、品質控制、安裝、測試、調試、操作、保養及修理。</p> <p>（即希望培訓計劃能夠涵蓋機電工程科文 / 管工 / 監督員的全部職能內容）</p>
建議選取的能力單元	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「行業認知」教材套內的所有能力單元</li> <li>● 「實務技能」教材套內的所有能力單元</li> <li>● 「專業處理」教材套所有能力單元</li> </ul>
原因	<p>機電工程科文 / 管工 / 監督員應該同時具備一般機電工程人員的所有知識及技能。</p> <p>「行業認知」及「實務技能」教材套的所有能力單元皆為機電工程人員所應該具備的基本知識及技能，如若希望進行全面培訓的話，有必要涵蓋所有的能力單元。</p> <p>由於機電工程科文 / 管工 / 監督員處於監督或協助監督的職位之上，如若想得到全面的培訓，「專業處理」教材套內的所有能力單元亦應該包含在內。即使該等能力單元與「實務技能」教材套的能力單元有所重疊，使用者亦應該依然採用，但在培訓時注重「專業處理」的面向。</p>

<u>情況二</u>	
培訓的工種面向	電動機維修員
預定的教學目標	<p>以培訓「電動機維修員」為目標，使學員能夠單獨或在有資歷工程師的指導下，執行技術性工作，從事測試、調試、操作、日常保養及修理電動機設備及系統；並且掌握機電工程署核準的電業工程人員可簽署及發出之電氣安裝及檢測完工證明書所要求的條件。</p> <p>（即只希望培訓計劃能夠涵蓋「機電維修員」的部份職能內容）</p>
建議選取的能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「行業認知」教材套內的所有能力單元</li> </ul>

<p>單元</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「實務技能」教材套內的以下能力單元： <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 檢查、驗收及調試的低壓電力系統（EMELIT306A）（6 學分）</li> <li>◇ 設計特定的電機控制及起動電路（EMELDE320A）（9 學分）</li> <li>◇ 安裝特定設計的電機控制及起動電路（EMELIN308A）（9 學分）</li> <li>◇ 選擇常用材料，進行機電工程工作（EMCUDE318A）（3 學分）</li> <li>◇ 維修發電機控制、保護及顯示裝置（EMCUMA206A）（4 學分）</li> </ul> </li> <li>● 「專業處理」教材套的以下能力單元： <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養（EMELOR207A）（6 學分）</li> <li>◇ 維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障（EMCUOR309A）（9 學分）</li> <li>◇ 調查一般工業意外（EMCUSH305A）（3 學分）</li> </ul> </li> </ul>
<p>原因</p>	<p>「電動機維修員」的職能不一定要求具備「低壓裝置安裝及保養維修（三級）」內的全部知識及技能，然而依然需要掌握機電工程的理論知識，因此「行業認知」教材套的所有能力單元有必要涵蓋。</p> <p>至於「實務技能」教材套，使用者則可以只挑選關於電動機的能力單元。</p> <p>由於「電動機維修員」不必然處於監督的職位之上，因此「專業處理」教材套內與「實務技能」教材套重疊的能力單元並不一定需要涵蓋。然而，為了使培訓計劃更全面，「專業處理」教材套內的上述能力單元理應涵蓋。</p>

考慮因素 2 的兩種假設情況：

情況一	
培訓的工種面向	電工 / 電氣打磨裝配工
預定的教學對象	只滿足最低限度的條件，有重新培訓的必要
建議選取的能力單元	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「行業認知」教材套內的所有能力單元</li> <li>● 「實務技能」教材套內的所有能力單元</li> <li>● 「專業處理」教材套的以下能力單元： <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養（EMELOR207A）（6 學分）</li> <li>◇ 維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障（EMCUOR309A）（9 學分）</li> <li>◇ 調查一般工業意外（EMCUSH305A）（3 學分）</li> </ul> </li> </ul>
原因	<p>「行業認知」及「實務技能」教材套的所有能力單元皆為電工 / 電氣打磨裝配工的基本知識及技能，如若學員資歷不足，希望進行全面培訓的話，有必要涵蓋所有的能力單元。</p> <p>由於電工 / 電氣打磨裝配工不必然處於監督的職位之上，加上本身資歷就不足的學員並不應該在完成培訓後就立即擔任監督的職位；因此「專業處理」教材套內與「實務技能」教材套重疊的能力單元並不一定需要涵蓋。然而，為了使培訓計劃更全面，「專業處理」教材套內的其餘能力單元理應涵蓋，以便與學員灌輸專業標準的要求。</p>

情況二	
培訓的工種面向	機電業技術員
預定的教學對象	教學對象是某機電工程公司的新聘任員工；已具備一定的行業資歷，包括行業的知識及實務工作經驗，然而尚未熟習新公司的專業標準
建議選取的能力單元	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「專業處理」教材套的所有能力單元</li> </ul>
原因	教學對象已具一定的知識和實務資歷，不必重覆培訓，但對於新公司處理機電工程的專業標準未必熟悉，因此使用者應該使用「專業處理」教材套的所有能力單元，加入自身的專業標準，設計培訓計劃

	予新員工，使之掌握新公司的專業處理方法及標準。
--	-------------------------

考慮因素 3 的兩種假設情況：

<u>情況一</u>	
培訓的工種面向	機電維修員
使用者的情況、資源	假設使用者是一所大型機電工程培訓機構，希望開辦資歷架構第 3 級的低壓裝置安裝及保養維修培訓課程予只具備最低限度資歷的行內從業員進修。使用者具備豐富的資源，具打算開辦長時數的兼讀制課程。
預定的教學目標	以培訓機電維修員為目標，使學員能夠單獨或在有資歷工程師的指導下，執行技術性工作，從事安裝、測試、調試、操作、日常保養及修理電機設備及系統；並且掌握機電工程署核準的電業工程人員可簽署及發出之電氣安裝及檢測完工證明書所要求的條件。  (即希望培訓計劃能夠涵蓋機電維修員的全部職能內容)
預定的教學對象	只滿足最低限度的條件，有提供完整培訓的必要
建議選取的能力單元	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「行業認知」教材套內的所有能力單元</li> <li>● 「實務技能」教材套內的所有能力單元</li> <li>● 「專業處理」教材套所有能力單元</li> </ul>
原因	<p>機電維修員即使專注於維修工作，但依然必須具備一般機電工程人員的所有知識及技能。</p> <p>「行業認知」及「實務技能」教材套的所有能力單元皆為機電工程人員所應該具備的基本知識及技能，如若希望進行全面培訓的話，有必要涵蓋所有的能力單元。</p> <p>雖然機電維修員並不必然處於監督或協助監督的職位之上，而且資歷程度較低的學員即使在完成培訓後亦未必能立即勝任監督或管理的職位；但正因為學員的資歷不足，有必要將「專業處理」教材套內內的所有能力單元包含在內，盡可能鞏固學員對機電工程的專業要求，建立良好的專業處理手法及態度</p>

<u>情況二</u>	
培訓的工種面向	電氣佈線工

<p>使用者的情況、資源</p>	<p>假設使用者是一所小型機電工程培訓機構，希望開辦電氣佈線工程的短期兼讀制課程，為已具備一定資歷的業內人士提供進修培訓</p>
<p>預定的教學目標</p>	<p>使已具備一定行業資歷的學員能夠單獨或在有資歷工程師的指導下，執行電氣佈線工作；並且掌握機電工程署核準的電業工程人員可簽署及發出之電氣安裝及檢測完工證明書所要求的條件</p> <p>（即只希望培訓計劃能夠涵蓋電氣佈線工的職能內容，而且假設學員已具備一定的知識及實務資歷）</p>
<p>預定的教學對象</p>	<p>已具備一定的行業資歷（包括行業知識及實務技能），然而對於電氣配線工作有加強訓練需要的人員</p>
<p>建議選取的能力單元</p>	<p>「實務技能」教材套內的以下能力單元：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 設計基本的低壓電力供應系統（EMELDE321A）（6 學分）</li> <li>✧ 繪畫簡單低壓電力系統的供電規劃單線圖（EMELDE208A）（3 學分）</li> <li>✧ 根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝（EMELIN310A）（3 學分）</li> <li>✧ 應用電氣裝置及佈線圖則及資料，進行機電安裝及測試工作（EMCUIN306A）（4 學分）</li> <li>✧ 選擇常用材料，進行機電工程工作（EMCUDE318A）（3 學分）</li> </ul>
<p>原因</p>	<p>由於使用者並不打算設計長時數的課程，而且教學對象已具備一定的資歷，因此「行業認知」教材套內的能力單元不一定需要再次教授。同樣，由於時數設計上不允許加入太多教學內容，且電氣佈線工不一定具備監督職能，加上教學對象已經對行內的專業標準有一定掌握，因此「專業處理」教材套內的能力單元不一定需要涵蓋。</p> <p>由於電氣佈線只屬機電工程內的一項工作分類，因此使用者只需選取「實務技能」教材套內相關的能力單元即可，而且可以在上述能力單元之中，略去部份教學內容，只專注於電氣佈線的內容。</p>

## 8. 教材套內容及使用說明

本指引內依「行業認知」、「實務技能」、「專業處理」3個範疇及其各能力單元之別，細分為多份指引：

- 該範疇之綜合教學指引 1 份
- 每一個能力單元皆具備「教學指引」、「教學資料範例」、「評核指引」各 1 份

「教學指引」包括以下內容：

- 教學目標
- 建議教學對象
- 導師資歷建議
- 教學模式
- 教學地點及設備要求
- 教學物資清單

「教學資料範例」包括以下內容：

- 能力單元說明
- 參考資料建議
- 教材範例

「評核指引」包括以下內容：

- 評核模式
- 試題範例

使用者宜先閱讀此「指引概要」，理解本指引之目的及整體教學設計，然後參閱 3 大範疇之綜合指引，理解各個範疇之教學設計及內容；最後才參閱所需之能力單元教學及評核指引，理解各能力單元之課程設計及應備條件。

使用者如欲開辦上述課程，應在閱覽本指引時，對比其中之教學條件及要求，與培訓機構自身之條件和資源，以便設計出適合其實際情況而又符合本指引之要求的課程。

## 9. 編撰團隊

本指引由機電工程協會（香港）有限公司之「資歷架構《能力標準說明》為本教材套——低壓裝置安裝及保養維修（行業認知、實務技能、專業處理）（三級）」編撰團隊所編撰，其成員包括：

- 聶國標工程師
- 何錦華先生
- 李潤鴻工程師
- 郭家偉先生

# 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

## 綜合指引

### 1. 教學概念及大綱

低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）包含以下 9 個能力單元：

- 設計特定的電機控制及起動電路（EMELDE320A）（9 學分）
- 設計基本的低壓電力供應系統（EMELDE321A）（6 學分）
- 安裝特定設計的電機控制及起動電路（EMELIN308A）（9 學分）
- 根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝（EMELIN310A）（3 學分）
- 檢查、驗收及調試的低壓電力系統（EMELIT306A）（6 學分）
- 執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養（EMELOR207A）（6 學分）
- 維修電機設備系統的控制及起動電路（EMELOR306A）（9 學分）
- 維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障（EMCUOR309A）（9 學分）
- 調查一般工業意外（EMCUSH305A）（3 學分）

9 項能力單元可結合成一系列之課程，供現已從事低壓電力裝置工作之人士修讀，提升低壓電力裝置工作之專業處理知識及技能。

各個能力單元雖能設計成獨立課程，具有一定彈性；但使用者亦可以上述 9 項能力單元為基礎去開辦課程，亦即將 9 項能力單元設計為一個包含 9 個主題的課程，以提供較為全面及完整的教學內容。

9 項能力單元的教學大綱建議如下，使用者如若抽取部份能力單元使用，應該注意各能力單元的教學綱要，使之依然符合「專業處理」的範疇：

能力單元	教學綱要
設計特定的電機控制及起動電路 （EMELDE320A） （9 學分）	<ul style="list-style-type: none"><li>● 掌握電工常用的工具/手工具及配件的名稱、用途、特性及規格</li><li>● 正確操作、使用及選擇一般電工常用的工具/手工具及配件</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 掌握常用單相及三相基本電路及電路的有關配件的結構、原理、常用規格、特性、應用及電路工作原理</li> <li>● 應用電路的工作原理和特性，解決常用單相及三相基本電路的問題</li> <li>● 根據已有單相及三相基本電路及趣味電路之電路圖，選擇適當配件，接駁及排故有關電路，並符合相關電力條例</li> <li>● 選擇適當之單相及三相基本電路於電力工程上，有需要時可作出簡單的建議及改動</li> </ul>
設計基本的低壓電力供應系統 (EMELDE321A) (6 學分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 明瞭常用基本電控電路及電控電路的工作原理、特性，並選擇應用於不同的電力工程</li> <li>● 明瞭常用基本電控電路及電控電路的有關配件的結構、原理及常用規格</li> <li>● 根據已有基本電控電路之電路圖，選擇適當配件，接駁及排故有關電路，並符合相關電力條例</li> <li>● 選擇適當之基本電控電路於電力工程上，有需要時可作出建議及改良</li> </ul>
安裝特定設計的電機控制及起動電路 (EMELIN308A) (9 學分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 明瞭及掌握小型電動機外殼及轉子拆卸的正確程序</li> <li>● 明瞭及掌握小型電動機軸承拆卸的正確程序</li> <li>● 明瞭及掌握小型電動機軸承安裝的正確程序</li> <li>● 明瞭及掌握小型電動機外殼及轉子安裝的正確程序</li> <li>● 明瞭及掌握小型電動機於更換軸承後進行測試的程序及方法</li> </ul>
根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝 (EMELIN310A) (3 學分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 掌握電氣安裝工作環境下的安全守則</li> <li>● 掌握各種手動、電動工具的使用方法</li> <li>● 明瞭及掌握用戶供電系統，包括單相 和 三相</li> <li>● 明瞭及掌握電線之種類，包括規格、用途、大小單位、載流量、耐壓值、顏色編碼等</li> <li>● 掌握各式螺栓、螺絲之規格 - 包括公/英制機器牙螺絲、木牙螺絲及鋼牙螺絲等</li> <li>● 掌握各種量度工具的使用方法，例如卷尺、直尺、角尺、平水尺、彈線盒等</li> </ul>
檢查、驗收及調試的低壓電力系統 (EMELIT306A) (6 學分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 明瞭及掌握各種測試儀器的使用方法，包括萬用錶、連續性測試錶、500V 或以上的絕緣測試錶、對地環路阻抗錶、漏電斷路器測試錶等</li> <li>● 明瞭及掌握金屬線槽系統及其電路之測試，有關工作守則及相關條例</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 明瞭電力工程完工、維修及加改後，有關電力檢查、測試及發出證明書的步驟</li> <li>● 明瞭於執行電力檢查時，必須檢查的項目及有關步驟</li> <li>● 明瞭於執行電力測試時，必須測試的項目及有關步驟</li> </ul>
執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養（EMELOR207A）（6 學分）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 明瞭及掌握各種測試儀器的使用方法，包括萬用錶、連續性測試錶、500V 或以上的絕緣測試錶、對地環路阻抗錶、漏電斷路器測試錶等</li> <li>● 明瞭電力工程完工、維修及加改後，有關電力檢查、測試及發出證明書的步驟</li> <li>● 明瞭及掌握低壓電力系統的運行測試程序</li> <li>● 明瞭於執行電力檢查時，必須檢查的項目及有關步驟</li> <li>● 明瞭於執行電力測試時，必須測試的項目及有關步驟</li> </ul>
維修電機設備系統的控制及起動電路（EMELOR306A）（9 學分）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 明瞭及掌握電動機安裝及調較工作</li> <li>● 明瞭及掌握電動機外殼的拆卸及重裝工作</li> <li>● 明瞭及掌握電動機聯軸器的安裝及調較工作</li> <li>● 明瞭及執行更換電動機已損壞的軸承的工作</li> <li>● 明瞭常用單相及三相基本電路及工作原理、特性</li> <li>● 選擇適當之單相及三相基本電路於電力工程上，有需要時可作出建議及改良</li> </ul>
維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障（EMCUOR309A）（9 學分）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 明瞭交流發電機各主要系統的結構、功能和工作原理</li> <li>● 明瞭磁電效應及交流發電機的發電原理</li> <li>● 明瞭交流發電機控制系統及保護系統的工作原理</li> <li>● 明瞭交流發電機的運行測試程序</li> <li>● 明瞭交流發電機的保養步驟及注意事項</li> <li>● 在清晰指引下，完成交流發電機的簡單日常保養工作；及在督導下，有效地協助更高級之技術人員處理及監控交流發電機維修、測試及複雜的保養工作</li> </ul>
調查一般工業意外（EMCUSH305A）（3 學分）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 明瞭找出及分析意外的真正原因的方法</li> <li>● 明瞭調查意外的步驟及技巧</li> <li>● 明瞭分析意外的成因的方法</li> <li>● 明瞭如何撰寫意外報告</li> <li>● 明瞭工業意外的事例</li> <li>● 明瞭有關的危害與及安全工作程序，以防止意外的</li> </ul>

	發生
--	----

**指引重點：**

各能力單元可獨立成科；亦可合併為一整合課程。

## 2. 預期學習成效

在「低壓裝置安裝及保養維修（行業認知、實務技能、專業處理）教材套指引概要」中，「專業處理」部份的綜合預期學習成效建議如下：

讓學員在完成培訓後，能夠就低壓電力供應系統、電機控制及起動電路、後備發電機等常見電力設備，以符合機電工程署核準的電業工程人員可簽署及發出之電氣安裝及檢測完工證明書所要求的條件，獨自完成以下工作內容：

- 檢視其設計、規劃及繪畫接線安裝及圖則是否符合專業要求
- 檢視其安裝工作方法及過程是否符合專業要求
- 檢視其驗收測試、故障檢查、維修等工作方法及過程是否符合專業要求
- 檢視上述工作過程中的安全準則，並且能夠為此進行記錄及報告

使用者如單獨採用「專業處理」部份設計課程，則可自行調整預期學習成效。由於「專業處理」部份包含 9 個能力單元，建議使用者可將預期學習成效整理類以下頁列表所示的設計，以釐清各單元所預期達到的學習成效：

能力單元	預期學習成效 二 檢視其設計、 規劃及繪畫接 線安裝及圖則 是否符合專業 要求	預期學習成效 二 檢視其安裝工 作方法及過程 是否符合專業 要求	預期學習成效 三 檢視其驗收測 試、故障檢 查、維修等工 作方法及過程 是否符合專業 要求	預期學習成效 四 檢視上述工作 過程中的安全 準則，並且能 夠為此進行記 錄及報告
設計特定的電機控制及起 動電路（EMELDE320A）	✓			
設計基本的低壓電力供應 系統（EMELDE321A）	✓			
安裝特定設計的電機控制 及起動電路 （EMELIN308A）		✓		✓
根據圖則內容，進行低壓 電力系統及連帶裝置的安 裝（EMELIN310A）		✓		✓
檢查、驗收及調試的低壓 電力系統 （EMELIT306A）			✓	✓
執行簡單低壓電力系統及 連帶裝置的運行、維修及 保養（EMELOR207A）			✓	✓
維修電機設備系統的控制 及起動電路 （EMELOR306A）			✓	✓
維修柴油引擎及發電機 的控制及保護設備之故障 （EMCUOR309A）			✓	✓
調查一般工業意外 （EMCUSH305A）				✓

### 3. 建議教學對象

本教材套為資歷架構第 3 級，為已具備低壓電力裝置工作知識及工藝水平的人士而設，故本指引建議其教學對象之條件如下：

- 年滿 18 歲或以上；及以下其中一項：
  - 曾從事機電相關行業 3 年或以上，或；
  - 已修畢機電相關的資歷架構 2 級或上課程（例如以下範疇課程：電路理論、電學原理、電力器具實務安裝、電氣佈線、工程科學、電機設計及控制、電機安裝、電力技工基礎訓練等等）；或
  - 「過往資歷認可第二級」機電業相關範疇的資歷
- 使用者亦可視需要，加上其他教學對象的條件，例如相關的基礎專業資格等。

\*上述條件為參考之用，培訓機構可視實際情況，在合理情況下調整教學對象之條件

\*本指引假設教學對象現已從事機電行業，故未有要求進行色覺測試，惟從事電力裝置工作者應具有正常色覺。如培訓機構認為有需要，應自行加上「通過色覺測試」作為其中一項收生條件

\*18 歲的年齡條件為建議，以配合業內公開考試（例如建造業議會的中級工藝測試）。如培訓機構認為此條件並不合適，可自行調整，惟應留意相關的法例規定，如《僱用青年（工業）規例》及《僱用兒童規例》等。

使用者應該注意，以上述教學對象的條件而言，曾從事機電相關行業 3 年或以上或具備過往資歷認可第二級資歷的學員，已經有相關應用機電的經驗；相反，只是已修畢機電相關的資歷架構 2 級或上課程的學員可能缺乏應用機電的經驗，而兩類學員的學術背景可能存在差異，特別是對數理方面的認識差異較大。這兩批學員在學習進度上可能存在一定的差異。

使用者如在同一培訓課程中設定此等收生條件，本教材套建議同一班別的學員應該具備相似的人學條件。換言之，如使用者的資源許可，應該盡可能安排不同程度的學員入讀不同班別，以便統一各學員的學習進度。如使用者將條件不同的學員置於同一班別之中，則必須特別留意各學員的學習進度，適時為條件或進度較差的學員提供協助（例如額外的培訓時數、更多的自學材料等等）；以確保所有學員能參與課程的教學活動。

#### 4. 導師資歷建議

本範疇內之各能力單元課程兼備技術知識及實務技能層面，本指引建議其導師資歷如下：

- 電機工程高級文憑或以上、或相關學科之同等或以上學歷；及
- 具 10 年相關工作經驗，其中應包括教學或相關督導經驗

或：

- 持機電工程署認可之 B 級電力工程註冊人員資格或以上；及
- 具 12 年或以上的相關工作經驗，其中應包括教學或相關督導經驗

\*上述條件為參考之用，使用者可視實際情況，在合理情範圍調整導師資歷

\*如使用者欲調整導師資歷的要求，應盡量確保導師持有相關學科的高級文憑或以上的學歷、或由機電工程署認可之相關電力工程註冊人員資格；並確保導師具備一定的工作及教學或督導經驗，以保證導師對教學內容的知識水平均具有足夠的程度。

##### 指引重點：

可視乎資源狀況調整導師資歷，但必須確保導師具備足夠的相關知識，例如持有相關學科之高級文憑學歷、相關電力工程註冊人員資格、工作經驗等。

## 5. 教學順序

若如上述所假定的教學對象條件，則學員應已具備低壓電力裝置工作的基本知識及工藝水平，亦已具備一定的相關工作經驗，本指引建議 9 項能力單元之教學順序如下：



學員應先由低壓電力裝置工程的相關設計技術理論的專業處理開始，進而學習相關安裝、檢查、維修的專業處理技能。完成後，學員可學習調查工業意外的專業技能。

**指引重點：**

先了解設計、安裝；再學習檢查、維修；最後學習調查工業意外。

## 6. 評核方式

設若使用者打算如上述所言，將 9 項能力單元組織成一有系統之課程，則整個課程的評核方式應留意以下要點：

- 由於本範疇內之各能力單元課程偏重實務技能層面，因此考核內容應以評估學員對於所教授的專業處理技能的掌握為主
- 評核方式應能持續地評估每一學員的學習進度
- 為檢視教學進度，每一能力單元課程均設期中考試（持續評核），各單元課程之持續評核方式可參閱該等單元之教學及評核指引
- 在 9 項能力單元課程授課完畢後，設一綜合期末考試，以評估學員對整個課程的學習成果。綜合期末考試的試題範例樣本可參閱附件 J-01。

使用者應自行設計適合自身需要及教學對象的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 設立期中、期末的實務考試
- 模擬的專業處理工作項目
- 就每一次的練習進行評分
- 設立工作實習，在實際工作中進行評估

使用者亦應留意，本範疇內之各能力單元課程兼備技術知識及實務技能層面。使用者在設計課程時，亦應評核學員對兩者的掌握程度。除實務技能外，使用者應自行設計適合自身需要及教學對象就技術知識的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 口試（例如模擬一工程項目的小組討論或面見，要求學員參與，設定評分標準）
- 筆試考核（設定筆試題目，考核學員的相關知識）
- 其他（例如實務演示、視像記錄等）

上述例子可混合使用。無論採用何種評核方式，使用者應考慮 9 項能力單元的教學內容，且顧及其資歷架構第 3 級之水平；在設計評核方式時，應切合這些面向，包括能有效地測試學員對相關技術知識的掌握。

設若使用者打算將某能力單元設計成獨立課程，則評核模式及內容可參閱各能力單元課程之「評核指引」。

綜合期末考試可結合 9 項能力單元的教學內容，互相呼應，整體地考核學員之學習成果。但由於「專業處理」包括 9 個能力單元，涵蓋的範疇頗為廣闊，並不必然能夠單靠一次的測試即能全部考核。使用者可考慮以下幾種做法：

- 在每一能力單元課程完結時，均進行一項相關評核項目，以確保學員對該能力單元的掌握已達至合格程度；
- 採用綜合期末考試，但在設計及準備試題庫時，應就每個課題皆準備至少 1 題評核項目；進行綜合期末考試前，以隨機方式或其他公平的方式，抽取一定數量的評核項目，以考核學員；
- 如使用者為公司，正在設計在職培訓，也可免去特定的考試，改以員工的在職表現、或實際工作項目進行評核；
- 混合上述各種方式的評核方法

設計評核方式時，應留意評核項目必需切合預期學習成效，確保兩者能充份配對。以本指引所建議的預期學習成效及評核方式而言，兩者的配對如下：

	預期學習成效	一	二	三	四	五	六	七	八	九
評核項目										
1		✓	✓	✓						
2					✓	✓				
3						✓	✓	✓		
4							✓	✓	✓	✓
..... (如有更多評核項目，可繼續延伸下去)										

**指引重點：**

評核方式可根據使用自身所需、教學對象的條件、資歷級別第 3 級、專業處理的要求、預期學習成效等等條件去作出設計。

## 7. 「專業處理」範疇的面向

如前所述，「專業技能」應該重視能力單元的內容如何為到機電業的相關專業守則、法例要求、或其他相關的規範等等的專業處理規則所規定。

「專業處理」所涉及的專業守則、法例要求、或其他相關的規範等等包括但不止於以下的例子：

### A. 電力（線路）規例工作守則

機電工程署的《電力（線路）規例工作守則》為業界提供了相當詳盡的專業守則及相關法例的要求，在 2015 年版本中，本指引建議以下項目應該被納入於「專業處理」範疇的教學內容：

- 附錄 13：電力線路測試記錄表樣本及核對表（樣本）
- 附錄 14：參考資料（列載了各項機電工程署認可的相關國際標準）
- 附錄 15：帶電工作的安全
- 附錄 16：工程許可證 / 測試許可證（高壓）樣本

### B. 機電工程的相關法例

視乎使用者的教學需要，以下法例內容亦可納入於「專業處理」範疇的教學內容：

法例章節	條例/ 規例名稱
59	工廠及工業經營條例
59A	工廠及工業經營規例
59B	密閉空間規例
59C	噴砂打磨特別規例
59D	應呈報工場的急救設備規例
59F	石礦場(安全)規例
59G	木工機械規例
59I	建築地盤(安全)規例
59J	起重機械及裝置規例
59L	砂輪規例
59N	易燃液體的噴塗規例
59O	載貨升降機規例

59P	乾電池規例
59Q	機械的防護及操作規例
59R	槍彈推動打針工具規例
59S	保護眼睛規例
59W	電力規例
59Z	安全主任及安全督導員規例
59AD	石棉規例
59AF	安全管理規例
398	職業安全健康局條例
406	電力條例
449	機動遊戲機(安全)條例
502	消防安全(商業處所)條例
509	職業安全及健康條例
618	升降機及自動梯條例

### C. 僱傭相關法例

由於「專業處理」教材套為資歷架構第 3 級，教學對象及內可能已經涉及管理工作，因此以下法例亦有可能納入於「專業處理」範疇的教學內容之內：

- 往香港以外地區就業合約條例 《香港法例第 78 章》
- 僱員補償援助條例 《香港法例第 365 章》
- 僱員補償保險徵款條例 《香港法例第 411》
- 僱員補償條例 《香港法例第 282 章》
- 破產欠薪保障條例《香港法例第 380 章》
- 勞資關係條例 《香港法例第 55 章》
- 僱傭條例 《香港法例第 57 章》
- 小額薪酬索償仲裁處條例《香港法例第 453 章》
- 職業性失聰《補償》條例《香港法例 469 章》
- 肺塵埃沉著病《補償》條例《香港法例第 360 章》

### D. 環境保護法

同上，由於「專業處理」教材套為資歷架構第 3 級，教學對象及內可能已經涉及管理工作，可能需要備教授相關的環境保護規範，以進行相關的工程管理；因此以下法例亦有可能納入於「專業處理」範疇的教學內容之內：

- 《水污染管制條例》 《香港法例第 358 章》及其附屬規例

- 《空氣污染管制條例》《香港法例第 311 章》及其附屬規例
- 《噪音管制條例》《香港法例第 400 章》及其附屬規例

#### E. 電力公司的「供電則例」

除上述法例外，使用者亦應視乎教學需要，考慮將本港兩間電力分司——中電及港燈——的「供電則例」納入於「專業處理」範疇的教學內容之內。

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELDE320A

#### 「設計特定的電機控制及起動電路」

### 教學指引

#### 1. 預期學習成效

依據本單元之能力單元指引，本單元課程之預期學習成效應為讓學員：

- 按照電機設備控制及起動的特定操作要求，設計所需的控制、保護及起動電路

上述乃本能力單元的預期學習成效，如使用者在設計課程時會整合「專業處理」內的所有能力單元，則除本能力單元的預期學習成效外，亦應設定「專業處理」的綜合預定學習成效，相關指引可見《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的相關部份。

使用者亦可視自身需要，調整預期學習成效。

#### 2. 建議教學對象

由於本能力單元對教學對象並無特別前設，因此本指引建議教學對象同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第3部份所列之要求。

#### 3. 導師資歷建議

導師資歷同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第4部份。

#### 4. 教學模式及時數

此能力單元以教授電機控制及起動電路的設計為授課重心，較為偏重理論講授；視乎使用者的課程設計、學員的水準等因素，課堂面授與學員自學時間的比例較為彈性。另外，由於本能力單元未必涉及實務練習，師生比例的要求較為具彈性，但使用者亦應確保導師及其他教學人員的人手足以監督學員安全地進行練習。綜合上述所言，本指引建議教學模式如下：

- 建議教學模式為：課堂面授
- 能力單元總學習時數為：90 小時
- 課堂面授與學員自學時間的比例建議為：1:2 - 2:1
- 建議面授時數為：30 小時 - 60 小時
- 建議自學時數為：30 小時 - 60 小時
- 建議評核時數：3 小時（包含於面授時數之內）
- 建議師生比例上限為：1:30

如依照上述設計，此能力單元的學習時數可設計如下：

建議學習時數			總學習時數	資歷學分
面授時數	自學時數	評核時數 (包含於面授時數之內)		
40	50	3	90	9

上述模式為建議；使用者可就收生條件、導師資歷、導師意見等各項因素，調整各項比例至切合實際情況之合理水平。

除上述的建議安排外，使用者亦可視自身條件及需要，調整教學模式。例如使用者如為公司或晚間培訓機構，則可考慮將課程設計為非全日制，雖然整體培訓日數可能會延長，卻能方便教學對象修讀課程。設若使用者能安排全日制上課，而教學對象亦能配合，則可考慮設計全日制課程，有助縮短整體課程日數。

使用者亦可視教學對象的條件及背景，調整教學時數的分配。例如若學員的程度較為初級，則可考慮增加面授時數，並減少自學時數；若學員程度較高，則可考慮減少面授時數，增加自學時數。惟使用者如希望增加自學時數，應該注意實務練習相對地較難以自學的方式進行；如在設計本能力單元課程時較為偏重實務練習的話，則應該避免過多的自學時數；或要設計能夠進行自學的課程內容，作為彌補。

**指引重點：**

課堂面授及實習、面授與自學時數比例、教學模式等可視乎需要調整。

## 5. 教學地點及設備要求

本能力單元以技術知識為主，授課模式主要為面授講學，因此本指引建議教學地點及設備之基本要求如下：

- 配備一般講課設備（如白板及粗體筆、投影機、投影螢幕、電腦、擴音系統、椅子、桌子等）之課室
- 課室面積以能容納所有師生而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

若受限於資源或空間，使用者可在設計課程時，將理論知識部分和實務技能部分（如有）安排於不同之課室進行；惟本指引建議使用者安排兩個部分之上課地點為同一課室，而課室之設備及條件又能同時滿足兩個部分之需求為佳，以便導師在上課時可以直接配之實物進行講解，提高教學成效。

**指引重點：**

課室應配備基本講課設備，並足以提供師生舒適的空間。

本能力單元之建議教學物資如下：

物資名稱	數量	備註
電動機	足夠講解、練習及考核之用	使用者應視乎課程設計，準備足夠之左述物資，以供導師授課講解、學員於課堂練習以及實務考試之用
按鈕	足夠講解、練習及考核之用	
接觸器	足夠講解、練習及考核之用	
三相熔斷開關	足夠講解、練習及考核之用	
熔斷器	足夠講解、練習及考核之用	
電動機的相關量度工具	足夠講解、練習及考核之用	
基本電工物料	足夠講解、練習及考核之用	
電工工具	足夠講解、練習及考核之用	

## 6. 面授及自學時數安排

使用者應自行設計及決定每一節課堂或培訓時段的時數，以此安排面授時數、自學時數、以及每個時段內所教授的課題。以下是一個課時安排的例子：

	課堂或培訓時段	面授時數	自學時數
	第 1 節	4	5
	第 2 節	4	5
	第 3 節	4	5
	第 4 節	4	5
	第 5 節	4	5
	第 6 節	4	5
	第 7 節	4	5
	第 8 節	4	5
	第 9 節	4	5
	第 10 節	4	5
總計		40	50

## 7. 學習活動、自學活動安排

學習活動指使用者應該在課堂面授時段進行的教學活動。

由於使用者來自不同背景，培訓的目的及設計不可能相同，因此本指引不會規定學習活動內容，使用者需自行設計適合的學習活動。以下是一些建議及例子：

一般而言，可行的學習活動包括但不限於：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析
- 設計模擬個案分析
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所
- 邀請嘉賓進行專門講解

無論使用者是培訓機構或是行內企業，皆可考慮設計上述學習活動。以下在設計本能力單元的學習活動時可參考的活動例子：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析  
（例如抽取使用者過往的工程個案，要求學員進行分析）
- 設計模擬個案分析  
（例如設計模擬工程項目，要求學員就項目內容分析是否符合專業要求）
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所  
（例如在實際工作場所中進行實習）
- 邀請嘉賓進行專門講解

（例如邀請曾監管工程的資深專業人員分享經驗）

自學活動應該限於學員能夠獨自於家中安全進行的學習活動。

使用者應自行設計自學活動的安排，如有需要亦應為自學活動編製教材。以下是自學活動的例子：

- 溫習教學筆記
- 閱覽補充資料、參考資料
- 於指定網站瀏覽補充資料、參考資料
- 一些簡單習作，例如工作紙、不納入評核計分的問題集；形式可參考「評核指引」及試題樣本
- 觀看一些關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

以本能力單元而言，自學活動建議（但不限於）如下：

- 溫習教學筆記
- 閱覽於「教學資料範例」所列的參考資料
- 閱覽機電工程署於網上刊登及出版的相關刊物
- 供電商於網上刊登及出版的相關刊物
- 參考「評核指引」及試題樣本製作的問題習作
- 觀看關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELDE320A

#### 「設計特定的電機控制及起動電路」

#### 教學資料範例

##### 1. 能力單元說明

本能力單元之授課範圍理應如資歷架構秘書處所編撰之「EMELDE320A 設計特定的電機控制及起動電路」能力單元說明內所定；請參閱下頁的能力單元說明（附件 A-01）。

能力單元說明雖然劃定了教學範圍，但使用者亦可視乎自身需要進行一定的調整。例如若使用者是公司，希望以教材套為藍本設計在職培訓現職的員工，則可調整教學範圍至適合其公司自身的面向，包括所採用的工程規格、圖則、術語、裝置、器材工具、分工結構、員工的溝通方式等等，使設計更切合其公司的工作需求。設若使用者是教學組織，並未有特定某一確切職位的在職培訓，則可制定較為廣闊的教學範圍，不必重點針對某一系統的知識。

本能力單元之教學順序可跟從其能力單元說明之順序，但如使用者認為有需要，亦可更改順序至合適的狀況。

附件 A-01

「EMELDE320A 設計特定的電機控制及起動電路」能力單元說明

1. 名稱	設計特定的電機控制及起動電路
2. 編號	EMELDE320A
3. 應用範圍	於電機設備系統的控制設計工作上，按照電機控制及起動的特定操作要求，設計合適的電機控制、保護及起動電路。並在控制櫃內及櫃面，妥善安排電路元件的配置、佈線及電路接線端編碼。
4. 級別	3
5. 學分	9
6. 能力	<p style="text-align: center;"><u>表現要求</u></p> <p>6.1 各類電機控制電路的操作知識</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 掌握各類單相和三相電機設備系統的操作要求</li> <li>◆ 掌握各類控制及保護電路的工作原理及相關元件的工作特性</li> <li>◆ 掌握各類電機起動電路的工作原理及相關元件的技術要求</li> <li>◆ 掌握電機設備的控制及起動電路的圖則繪製技巧</li> </ul> <p>6.2 設計特定的電機控制、保護及起動電路</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 設計單相和三相電機控制、保護及起動電路，工作包括： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 設計及繪畫電機控制、保護及起動電路圖則，例如：電力控制、電氣互鎖、順序控制及起動電路等</li> <li>• 設計及繪畫控制櫃電路元件配置、佈線及電路接線端編碼圖表</li> <li>• 計算控制、保護及起動電路所需的物料數量及評估其容量級別</li> </ul> </li> </ul> <p>6.3 電機設備控制、保護及起動電路的專業處理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 能遵照電力（線路）規例工作守則，設計各類電機設備的控制、保護及起動電路</li> </ul>
7. 評核指引	<p>此能力單元的綜合成效要求為：</p> <p>(i) 按照電機設備控制及起動的特定操作要求，設計所需的控制、保護及起動電路。</p>
8. 備註	

## 2. 教學材料

依據本指引之教學設計，本單元之面授課堂時數與學員自學時數之比例為 1:2 – 2:1，視乎使用者的課程設計，學員可能會有較多時間進行自學。因此，除教學筆記外，使用者亦可加入其他教學材料，讓教材更為豐富，以下是該等材料的可能例子：

- 示範錄像
- 模擬的工作圖則
- 相關的規例及工作守則
- 網上的公開資料
- 實物教具或其圖片

以下所列之參考資料乃為教學一方所設，其程度之深及範圍之廣未必切合本能力單元所需，培訓機構若要以下列資料為基礎編撰教材，應配合教學對象之條件及本能力單元之涵蓋範圍作出調整，並需留意版權問題。部分參考資料可能未有中文譯本，培訓機構如以該等資料為基礎編撰教材，應將其內容轉譯為中文，以切合教學對象之程度。

本能力單元之建議參考資料如下：

1. 《電力（線路）規例工作守則》（必須為最新版本），可於機電工程署網站免費下載，此指引編寫時之最新版本為 2015 年版
2. 《馬達應用電口路 101 選》。鄭振東譯。建興文化事業有限公司。
3. 《電動機控制》。陳文耀。復文書局。
4. 《最新電力測量儀器用法圖解（第一冊）》。成發電機機械工程公司。
5. 《電機自動控制工業配線實務》。簡詔群、簡子傑。文笙書局股份有限公司。

### 3. 教學筆記範例

下頁是一份教學筆記範例（附件 A-02）的樣本，使用者在編撰教材時可作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的教材。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

### 4. 教材內容與應用

本指引建議教學內容應該盡量配合預定培訓工種的工作內容，本能力單元的教材在內容上亦應該能配合應用於預定培訓工種的工作內容，以本能力單元的教學內容而言，以下是其中一種應用方式的例子：

- ◆ 使電工 / 電氣打磨裝配工 / 電氣佈線工 / 控制板裝配工 / 電纜接駁技工 / 機電業技術員 / 機電維修員 / 機電工程科文 / 管工 / 監督員 / 機電工程科文 / 管工等工種人員，在進行工程工作時，能夠於電機設備系統的控制設計，按照電機控制及起動的特定操作要求，設計合適的電機控制、保護及起動電路。並在控制櫃內及櫃面，妥善安排電路元件的配置、佈線及電路接線端編碼。

使用者應該設計適合自身需要的應用方式，但以本能力單元而言，以下關鍵課題必需涵蓋：

- ◇ 電機控制電路
- ◇ 電動機控制原則
- ◇ 電氣控制電路圖
- ◇ 電器元件的圖形符號
- ◇ 電氣控制電路佈線圖
- ◇ 電氣控制原理電路

## 附件 A-02

### 能力單元 EMELDE320A 「設計特定的電機控制及起動電路」

#### 教學筆記範例樣本

## 1. 電機設備系統的操作要求

### 電氣控制保護

電氣控制系統除了能滿足生產機械加工業要求外，還要保證設備長期、安全、可靠和無故障地運行。但生產機械設備在工作時，電動機在運行過程中，電動機很難避免有電氣短路、過載、過電流等事故發生；但供電系統也不可避免會出現停電或電壓突然過低等現象，電氣控制能自動切斷電源停止運轉，以防止電氣設備和機械設備的損壞事故。

合適而可靠的電氣控制保護電路能夠保護電動機在發生上述事故時能在特定時間內停止運行。

### 短路保護

當電動機繞組和導線的絕緣損壞，或者控制電器及線路損壞發生故障時，線路將出現短路現象，產生強大短路電流，使電動機、電器元件，導線等電氣設備嚴重損壞。因此，當發生電路短路故障時，保護電器必須立即動作，迅速切斷電源。但這種保護不應受啟動電流而動作。常用的短路保護電器元件是熔斷器(Fuse)和微斷路(MCB)。

### 過載保護

過載是指電動機的運行電流大於其額定電流。當電動機負載過大，起動操作頻繁或缺相運行時，會使電動機的運行電流長時間超過其額定電流，電動機繞組過熱，溫升超過允許值，導致電動機的絕緣損壞。因此，當電動機過載時，保護電器應動作切斷電源，使電動機停止運行，避免電動機造成損壞。保護電動機過載較常採用是熱繼電器。有關熱繼電器說明，參考前述的章節。

常用的超載保護電器是熱繼電器。當電動機的工作電流等於額定電流時，熱繼電器不動作，電動機正常工作，當電動機短時超載或超載電流較小時，熱繼電器不動作，或經過較長時間才動作，當電動機超載電流較大時，串接在主電路中的熱元件會在較短時間內發熱彎曲，使串接在控制電路中的常閉觸點斷開，先後切斷控制電路和主電路的電源，使電動機停轉。

## 欠壓保護

當電網電壓(端電壓)突然降低時，電動機便在欠壓下運行。由於電動機載荷沒有改變，所以欠壓下電動機的轉矩會下降，定子繞組中的電流會增加。因為電流增加的幅度尚不足以使熔斷器和熱繼電器動作。如不採取保護措施，時間一長將會使電動機過熱損壞。另外，欠壓將引起一些電器釋放，使電路不能正常工作，也可能導致人身傷害和設備損壞事故。因此，應避免電動機欠壓下運行。

接觸器和電壓繼電器是欠壓保護的電器。只有少數控制系統才裝設有電壓繼電器，由於接觸器已兼有欠壓功能，所以不必再加設電壓繼電器。一般當端電壓突然降低到額定電壓的 85% 以下時，接觸器線圈吸力減小到小於復位彈簧的拉力，動鐵心被迫釋放，其主觸點和自鎖觸點同時斷開，切斷主電路和控制電路電源，使電動機停止運轉。

## 失壓保護

失壓保護又稱零壓保護。生產機械在工作時，由於某種原因電源電壓突然消失，電動機停止運轉，生產機械的運動部件也隨之而停止運轉。當電源電壓恢復正常時，電動機便會自行起動運轉，很可能造成人身傷害和設備損壞事故，因此，必須採取失壓保護措施。

在電氣控制線路中，採用接觸器作失壓保護電器。當電源電壓消失時，接觸器線圈的電流消失，電磁吸力減少，動鐵心釋放，觸點反復位，切斷主電路和控制電路電源。

當電源電壓恢復正常，操作人員若不重新按下起動按鈕，則電動機就不會自行起動，做到失壓保護。

## 過流保護

為了限制電動機的起動或制動電流，在直流電動機的電樞繞組中或在繞線式交流感應電動機的轉子繞組中要串入附加的限流電阻。如果在起動或制動時，附加電阻被短接，將會造成很大的起動或制動電流，使電動機或機械設備損毀。因此，對直流電動機或繞線式交流感應電動機常常採用過流保護。

過流保護常用電磁式過電流繼電器來實現。當電動機過流值達到電流繼電器的動作設定值時，繼電器動作，使串接在電路中的常閉觸點斷開切斷控制電路，

電動機隨之脫離電源停止運轉，達到了過流保護的目的。

### 失磁保護

直流電動機必須在磁場有一定強度下才能起動正常運轉。若在起動時，電動機的勵磁電流太小，產生的磁場太弱，將會使電動機的起動電流很大；若電動機在正常運轉過程中，磁場突然減弱或消失，電動機的轉速會迅速升高，甚至發生「飛車」。因此，在直流電動機的電氣控制線路中要採取失磁保護。失磁保護是在電動機勵磁回路中串入失磁繼電器(即是欠電流繼電器)來實現。在電動機起動運行過程中，當勵磁電流值達到失磁繼電器的動作值時，繼電器就吸合，使串接在控制電路中的常開觸點閉合，允許電動機起動或維持正常運轉；但當勵磁電流減小很多或消失時，失磁繼電器就釋放，其常觸點斷開，切斷控制電路，接觸器線圈失電，接觸器釋放，電動機便斷電停止運轉。

### 電動機控制原則

生產機械的電氣控制線路都是根據生產工業過程的控制要求設計的，而生產工業過程必然伴着一些物理量的變化，如行程、時間、速度、電流等。這就需要某些電器能準確地測量和反映這些物理量的變化，並根據這些物理量的變化對電動機實現自動控制。電動機控制的一般原則有行程控制原則、時間控制原則、速度控制原則和電流控制原則。

#### 1. 行程控制原則

根據生產機械運動部件的程或位置，利用位置開關控制電動機的工作狀態稱為行程控制原則。行程控制原則是生產機械電氣自動化中應用最多和作用原理最簡單的一種方式。

#### 2. 時間控制原則

利用時間繼電器按一定時間間隔來控制電動機的工作狀態稱為時間控制原則，如電動機的減壓起動、制動及變速過程中，利用時間繼電器按一定的時間間隔改變線路的接線方式，以自動完成電動機的各种控制要求。

在這裡，換接時間的控制信號由時間繼電器發出，換接時間的長短則根據生產工業要求或者電動機的起動、制動及變速過程的持續時間來設定時間繼電器的動作時間。如星-角減壓起動控制線路就是按時間原則來控制的。

#### 3. 速度控制原則

根據電動機的速度變化，利用速度繼電器等電器來控制電動機的工作狀態稱為速度控制原則。反映速度變化的電器有多種。直接測量速度的電器有速度繼電

器、小型測速發電機。間接測量電動機速度分兩類：對用於直流電動機用其感應電動勢來反映，通過電壓繼電器來控制；對於繞線式交流感應電動機可用轉子頻率反映，通過頻率繼電器來控制。反接制動控制線路就是利用速度繼電器來進行速度控制的。

#### 4. 電流控制原則

按電流原則組成的電動機控制電路，就是當電動機的電流發生變化時，利用電流繼電器來控制電動機的運行狀態。

在生產自動控制過程中，根據生產需要，常常要參照負載或機械力的大小來進行控制。機械負載或機械力在感應電動機中或直流他激電動機中往往與電流成正比，因此測量電流值，就能反映負載或機械力的大小。

電流控制原則主要用於串勵電動機與繞線轉子感應電動機的分級啟動、制動，並作為電路的過電流或欠電流保護。所應用的電器元件主要是電流繼電器，由它所構成的電路連鎖較複雜，受各種參數的影響較大，可靠性也較差。

## 2. 設計及繪畫電機控制、保護及起動電路圖則

### 電氣控制電路圖中有關電器元件的圖形符號(Symbols)

將實際電器元件的圖形簡化成符號，用在電氣控制電路原理圖中。各電器元件在每國家的業界會有其特定的標準符號。在了解電氣控制電路圖的繪製方法及原則前，必須先要了解各電器元件的圖形符號。

在香港，機電工程署的電力（線路）規例工作守則中；附錄 8 - 電氣圖表的，主要應用在固定電力裝置，而有關電氣控制方面，香港業界為了規範工程的標準，每個工程項目的規格書中會定明採用電器圖形符號的標準。本課程所採用的電器符號是參照中國國家標準規定的電器圖形符號，而中國國家標準和 IEC 標準是相同，也是香港業界較常採用的其中一種。

### 電氣控制電路圖的繪製方法及原則

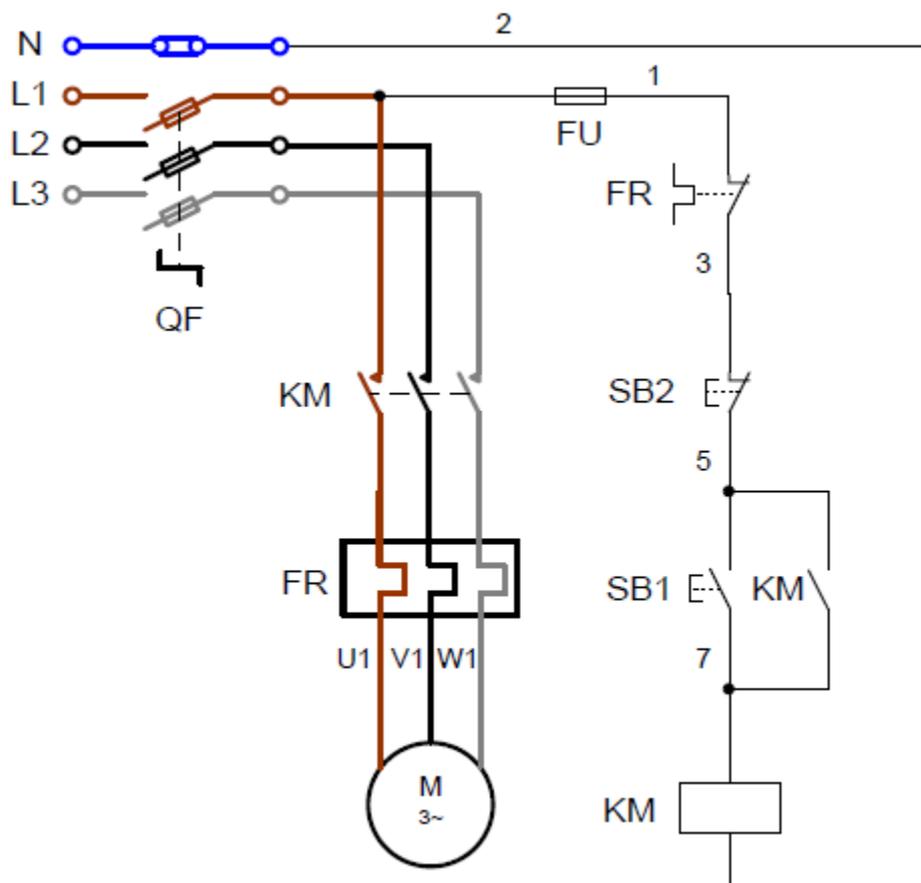
電氣控制電路圖一般分為電氣控制電路原理圖(Schematic Diagram)和電氣控制電路佈線圖(Wiring Diagram)兩類。

#### 1. 電氣控制電路原理圖(Schematic Diagram)

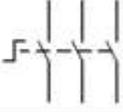
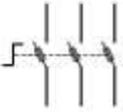
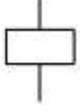
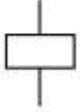
為了規範和有效地解讀電氣控制電路原理圖，在繪製和解讀電氣控制電路原理

圖時一般應遵循以下原則：

- 電氣控制電路原理圖分為兩個部份：主電路和輔助電路。
- 主電路是指受力的動力裝置及控制、保護電器的支路等，它是由主熔斷開關、接觸器的主觸點、熱繼電器的熱元件以及電動機組成。主電路通過的電流是電動機的工作電流，電流一般較大。主電路一般要求劃在電路圖左側並垂直繪製。
- 控制電路(又稱輔助電路)是整個控制電氣電路中除主電路以外的電路，其流過的電流比較少。它是由主令電器(按鈕等)的觸點、接觸器的線圈及輔助觸點、繼電器的線圈及觸點、熱繼電器的觸點和指示燈等電器元件組成。輔助電路應垂直繪製在電路圖的右側。
- 控制電路中所有電器元件應按工作順序排列，並須要繪劃在兩條電源母線之間。
- 按照垂直順序繪圖原則，控制電路中的耗能元件應劃在電路圖的下方，而電器的觸點要求繪劃在耗能元件的上方。其佈置應順序從上而下，從左至右排列。如下圖所示。



電器控制電路原理圖

類別	名稱	圖形符號	文字符號
斷路器	三極微型斷路器 / 三極模製外殼斷路器		MCB / MCCB
開關	三極隔離開關		QS
開關	三極熔斷開關		QF
熔斷器	熔斷器		FU
電氣連接	中性連接端子		NK
接觸器	線圈		KM
接觸器	常開主觸點		KM
接觸器	常開輔助觸點		KM
繼電器	線圈		KA

常用電器元件圖形及文字符號

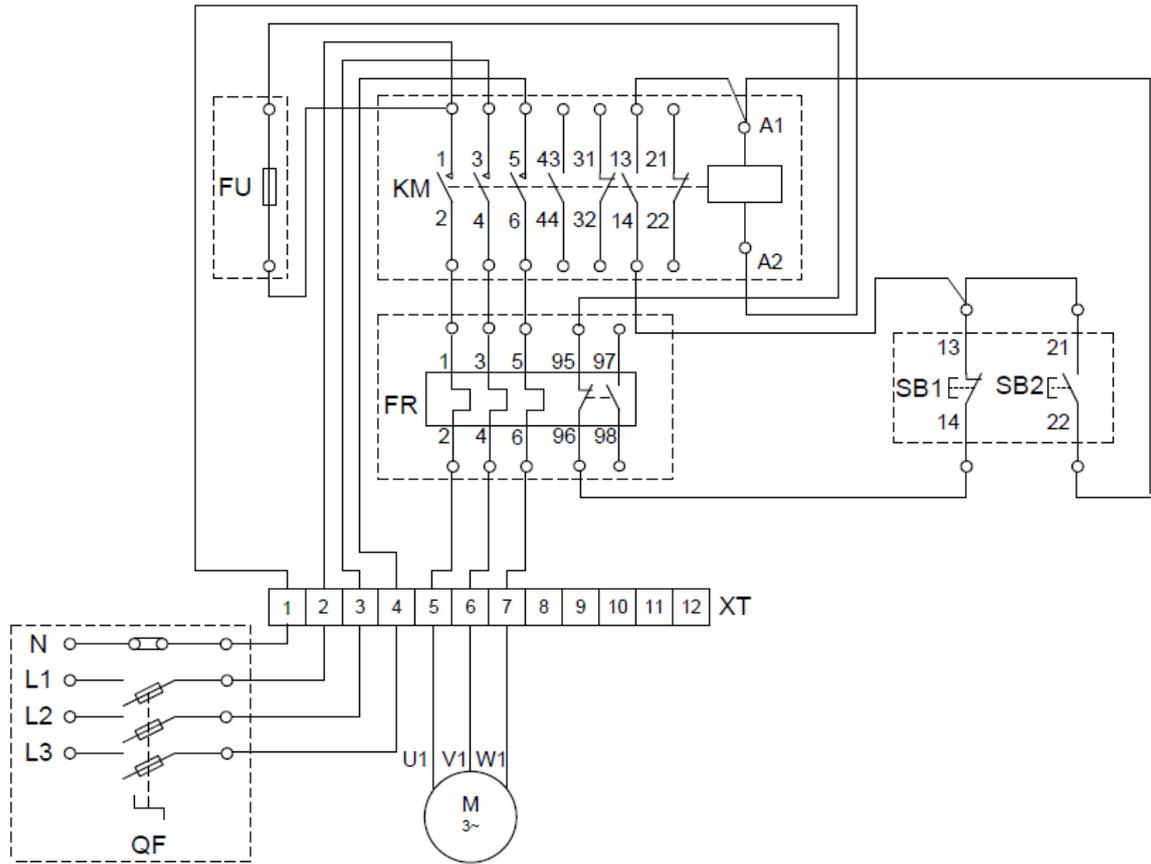
- 此外也可以採用水平順序繪圖原則，那麼控制電路中的耗能元件便會劃在電路圖的右方，而電器的觸點將會繪劃在耗能元件的左方。其佈置應順序從左至右，從自上而下排列。如下圖 2-2 所示。
- 在電路圖中，所有連接線能顯示電器元件與電路的功能和動作順序。因此，電工程人員便能了解整個電氣控制系統的操作原理。並對電業工程人員進行排除故障時非常有用。

- 在電路原理圖中，各電器的觸點位置都按電路未通電或電器未受外力作用的常態繪製。
- 在電路原理圖中，所有電器元件不應劃實際外形圖，而是按照香港電機工程業界一般原則規定的電器圖形符號。所有圖形符號必須要有清楚註解說明圖表(LEGEND)。
- 在電路原理圖中，各個電器元件在控制電路中的位置，應根據前述的順序原則安排，當同一電器元件的不同部件(如接觸器、繼電器的線圈、觸點)分散在不同位置時，為了表示是同一電器元件，要在電器元件的不同外標注同一文字符號。對於同類的多個電器元件，要在文字符號後面加數字序號來區別，如兩個接觸器，可用 KM1、KM2 文字來區別。
- 回路標號，每經過一個電氣元件，都用一個阿拉伯數字表示。標示的數字稱之為回路標號。一般情況下，控制電路用奇數 1、3、5……和偶數 2、4、6……表示不同支路各個連接點；在主電路中各電器元件的 L11、L12……，L21、L22……，L31、L32……，表示主電路中各電器元件的不同連接點。對安裝與維修時十分有用。
- 為了方便電業工程人員進行排除故障，按照香港電機工程業界一般原則，在電路圖中，所有連接各個電器元件接線端子的導線還須要加標記編號套管(「珠子」)。
- 在繪製電路圖時，應盡可能減少線條數量和避免線條交叉。對於直接有電聯系的交叉導線連接點，在導線交叉劃上實心小黑圓點表示。而沒有直接有電聯系的交叉導線則不能劃上實心小黑圓點。

## 2. 電氣控制電路佈線圖(Wiring Diagram)

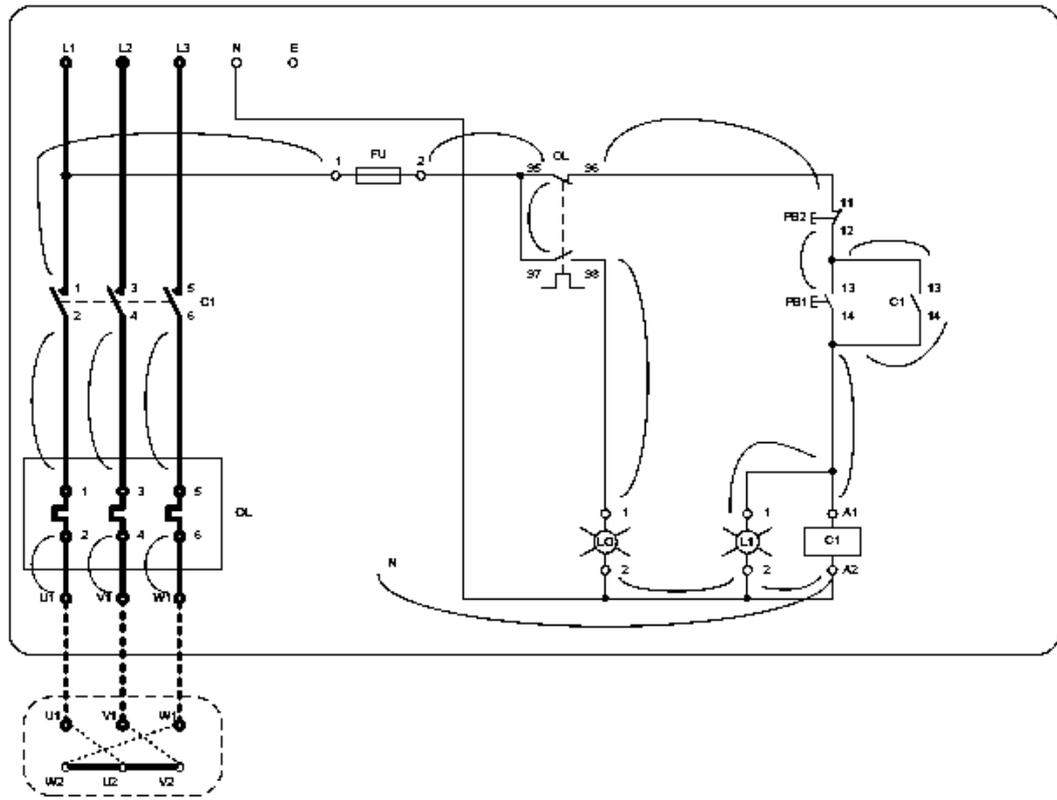
電氣控制電路佈線圖(Wiring Diagram)是按照電器元件的實際位置和實際接線繪製，是表示各電器元件和整套裝置之間的連接關係，是安裝電器元件、接線、線路檢查和維修的依據。根據最合理電器元件佈置和連接導線以最經濟的原則來安排。

電氣控制電路佈線圖用來表明生產機械的各電器設備、元件之間的接線關係，並標示出所需的數據，如接線端子編號、連接線編號等，如下圖所示。因此電業工程人員便能一致性進行安裝電器元件和連接導線，也方便進行檢查和維修。

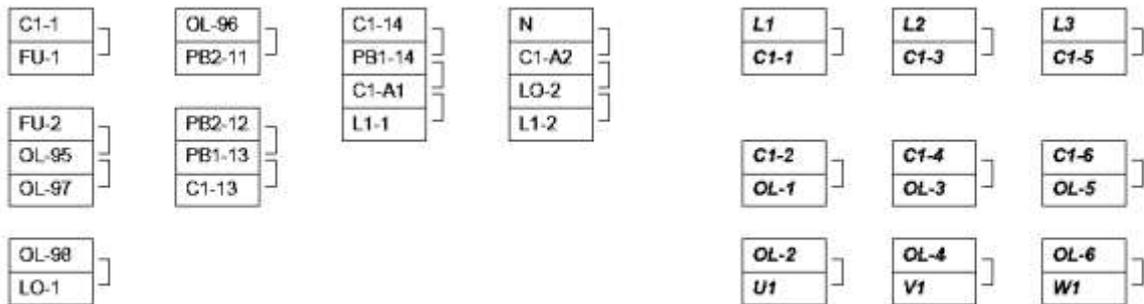


電氣控制電路佈線圖

為了生產一致，電業工程人員亦會依照佈線圖和佈線表進行安裝及佈線。



佈線圖



佈線表

電氣控制系統圖是電氣線路安裝、調試、使用與維護的理論依據，主要包括電氣原理圖、電氣安裝接線圖、電器元件布置圖。

系統中各所用電氣設備的電氣控制原理，用以指導電氣設備的安裝和控制系統的調試運行工作。

## 電氣控制原理電路的基本設計方法

電氣控制原理電路設計的方法有分析設計法和邏輯設計法。

### 1、分析設計法

分析設計法是根據生產工藝的要求選擇適當的基本控制環節(單元電路)或將比較成熟的電路按其聯鎖條件組合起來，並經補充和修改，將其綜合成滿足控制要求的完整線路。當沒有現成的典型環節時，可根據控制要求邊分析邊設計。優點是設計方法簡單，無固定的設計程序，它容易為初學者所掌握，在電氣設計中被普遍採用;缺點是設計出的方案不一定是最佳方案，當經驗不足或考慮不周全時會影響線路工作的可靠性。

### 2、邏輯設計法

邏輯設計法是利用邏輯代數來進行電路設計，從生產機械的拖動要求和工藝要求出發，將控制電路中的接觸器、繼電器線圈的通電與斷電，觸點的閉合與斷開，主令電器的接通與斷開看成邏輯變量，根據控制要求將它們之間的關係用邏輯關係式來表達，然後再化簡，做出相應的電路圖。

優點是能獲得理想、經濟的方案。缺點是這種方法設計難度較大，整個設計過程較複雜，還要涉及一些新概念，因此，在一般常規設計中，很少單獨採用。

## 電氣原理圖設計的基本步驟

- (1)根據確定的拖動方案和控制方式設計系統的原理框圖。
- (2)設計出原理框圖中各個部分的具體電路。設計時按主電路、控制電路、輔助電路、聯鎖與保護、總體檢查反覆修改與完善的先後順序進行。
- (3)繪製總原理圖。
- (4)恰當選用電器元件，並制訂元器件明細表。

## 原理圖設計的一般要求

### 1、電氣控制原理應滿足工藝的要求

在設計之前必須對生產機械的工作性能、結構特點和實際加工情況有充分的了解，並在此基礎上來考慮控制方式，起動、反向、制動及調速的要求，設置各種聯鎖及保護裝置。

### 2、控制電路電源種類與電壓數值的要求

對於比較簡單的控制電路，往往直接採用交流 380V 或 220V 電源，不用控制電源變壓器。對於比較複雜的控制電路，應採用控制電源變壓器，將控制電壓降到 110V 或 48V、24V。對於操作比較頻繁的直流電力傳動的控制電路，常用 220V 或 110V 直流電源供電。直流電磁鐵及電磁離合器的控制電路，常採用 24V 直流電源供電。

交流控制電路的電壓必須是下列規定電壓的一種或幾種：

6V，24V，48V，110V(優選值)，220V，380V，50Hz。

直流控制電路的電壓必須是下列規定電壓的一種或幾種：

6V，12V，24V，48V，110V，220V。

### 3、確保電氣控制電路工作的可靠性、安全性

(1)電器元件的工作要穩定可靠，符合使用環境條件，並且動作時間的配合不致引起競爭。

複雜控制電路中，在某一控制信號作用下，電路從一種穩定狀態轉換到另一種穩定狀態，常常有幾個電器元件的狀態同時變化，考慮到電器元件總有一定的動作時間，對時序電路來說，就會得到幾個不同的輸出狀態。這種現象稱為電路的「競爭」。而對於開關電路，由於電器元件的釋放延時作用，也會出現開關元件不按要求的邏輯功能輸出的可能性，這種現象稱為「冒險」。

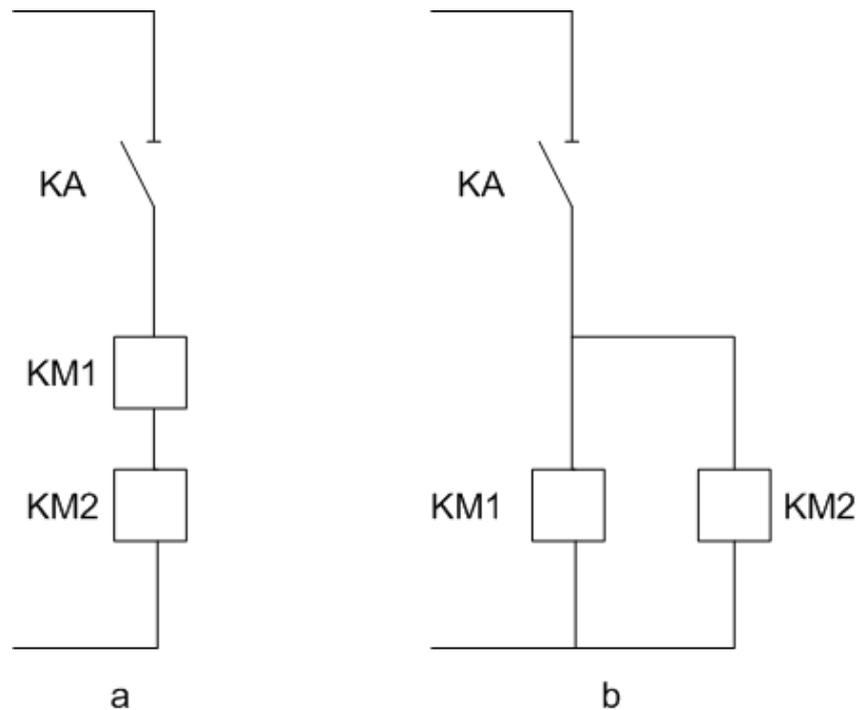
「競爭」與「冒險」現象都將造成控制電路不能按照要求動作，當電器元件的動作時間可能影響到控制電路的動作時，需要用能精確反映元件動作時間及其互相配合的方法(如時間圖法)來準確分析動作時間，從而保證電路正常工作。

(2)電器元件的線圈和觸點的連接應符合國家有關標準規定

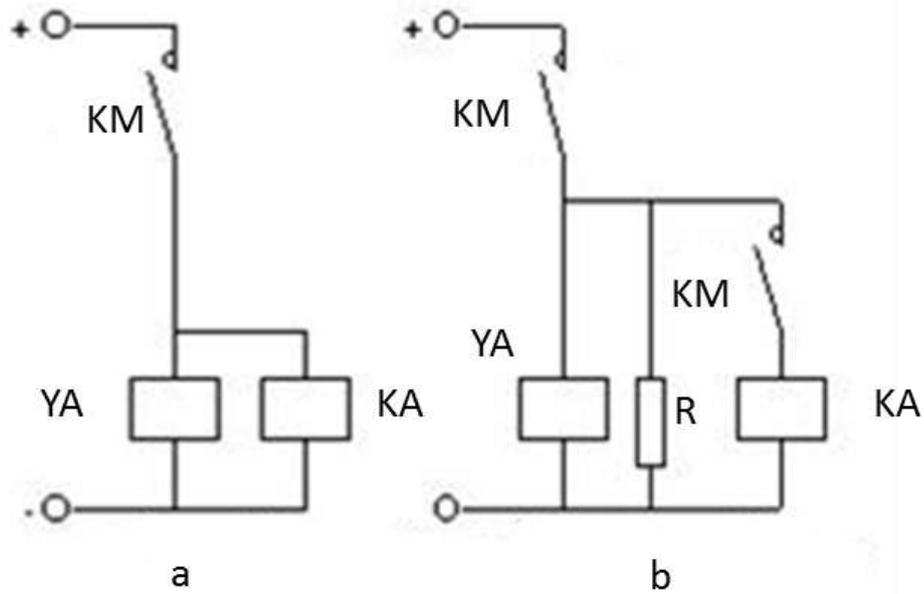
電器元件圖形符號應符合 IEC 中的規定，繪製時要合理安排版面。例如，主電路一般安排在左面或上面，控制電路或輔助電路排在右面或下面，元器件目錄表安排在標題上方。

在實際連接時，應注意以下幾點：

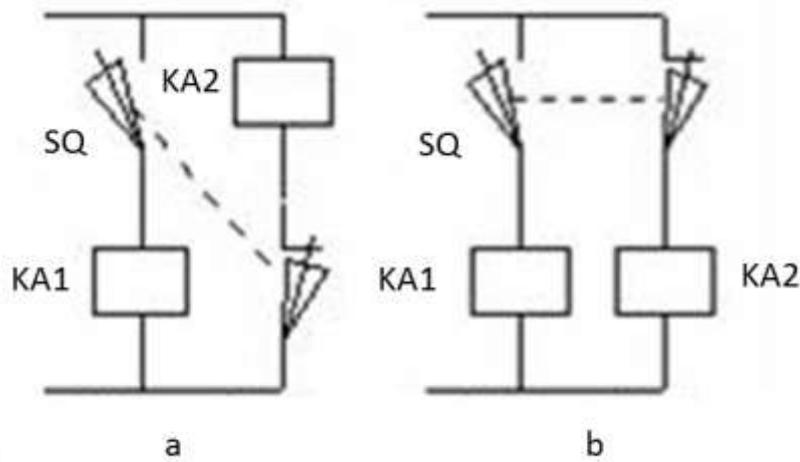
①正確連接電器線圈。交流電壓線圈通常不能串聯使用，即使是兩個同型號電壓線圈也不能採用串聯後，接在兩倍線圈額定電壓的交流電源上，以免電壓分配不均引起工作不可靠。



在直流控制電路中，對於電感較大的電器線圈，如電磁閥、電磁鐵或直流電機勵磁線圈等，不宜與同電壓等級的接觸器或中間繼電器直接並聯使用。當觸點 KM 斷開時，電磁鐵 YA 線圈兩端產生較大的感應電動勢，加在中間繼電器 KA 的線圈上，造成 KA 的誤動作。為此在 YA 線圈兩端並聯放電電阻 R，並在 KA 支路串入 KM 常開觸點，就能可靠工作。



②合理安排電器元件和觸點的位置。對於某些迴路，電器元件或觸點位置互換時，並不影響其工作原理，但在實際運行中，影響電路安全並關係到導線長短，如下圖 a 的接法既不安全又浪費導線。圖 b 所示的接法較為合理。

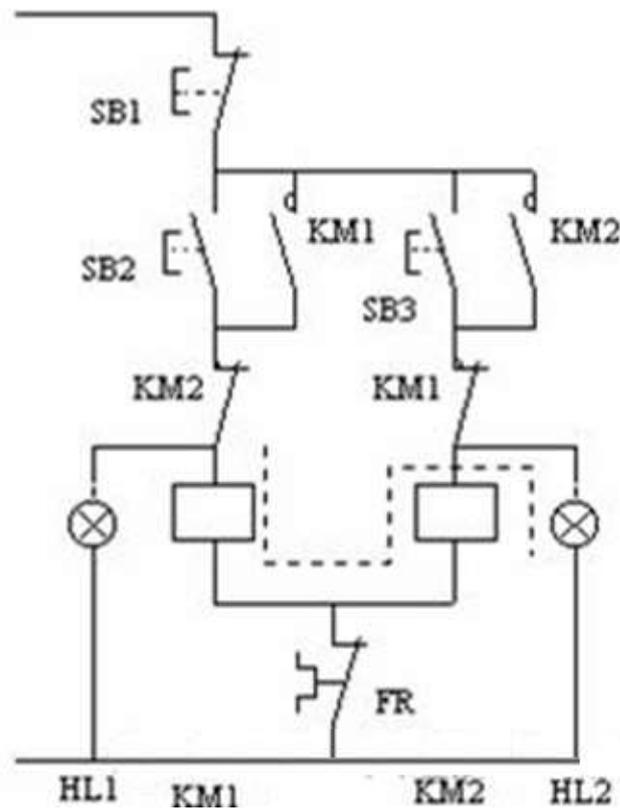


③防止出現寄生電路。寄生電路是指在控制電路的動作過程中，意外出現不是由於誤操作而產生的接通電路。下圖是一個具有指示燈和過載保護的電動機正反向控制電路。正常工作時，能完成正反向起動、停止與信號指示。但當 FR 動作斷開後，電路出現了如下圖中虛線所示的寄生電路，使接觸器 KM1 不能可靠釋放而得不到過載保護。如果將 FR 觸點位置移到 SB1 上端就可避免產生寄生電路。

④儘量減少連接導線的數量，縮短連接導線的長度。

⑤控制電路工作時，應盡量減少通電電器的數量，以降低故障的可能性並節約電能。

⑥在電路中採用小容量的繼電器觸點來斷開或接通大容量接觸器線圈時，要分析觸點容量的大小，若不夠時，必須加大繼電器容量或增加中間繼電器，否則工作不可靠。



#### 4、應具有必要的保護環節

控制電路在事故情況下，應能保證操作人員、電氣設備、生產機械的安全，並能有效地制止事故的擴大。為此，在控制電路中應採取一定的保護措施，必要時還可設置相應的指示信號。

#### 5、操作、維修方便

控制電路應從操作與維修人員的工作出發，力求操作簡單、維修方便。

#### 6、控制電路力求簡單、經濟

在滿足工藝要求的前提下，控制電路應力求簡單、經濟。儘量選用標準電氣控制環節和電路，縮減電器的數量，採用標準件和儘可能選用相同型號的電器。

## 電氣控制線路分析的內容

電氣控制線路是電氣控制系統各種技術資料的核心文件。分析的具體內容和要求主要包括以下幾個方面：

### 1、設備說明書

設備說明書由機械(包括液壓部分)與電氣兩部分組成。在分析時首先要閱讀這兩部分說明書，了解以下內容：

- 1)設備的構造，主要技術指標，機械、液壓和氣動部分的工作原理。
- 2)電氣傳動方式，電動機和執行電器的數目、型號規格、安裝位置、用途及控制要求。
- 3)設備的使用方法，各操作手柄、開關、旋鈕和指示裝置的佈置及作用。
- 4)同機械和液壓部分直接關聯的電器(行程開關、電磁閥、電磁離合器和壓力繼電器等)的位置、工作狀態以及作用。

### 2、電氣控制原理圖

這是控制線路分析的中心內容。原理圖主要由主電路、控制電路和輔助電路等部分組成。

在分析電氣原理圖時，必須與閱讀其它技術資料結合起來。例如，各種電動機和電磁閥等的控制方式、位置及作用，各種與機械有關的位置開關和主令電器的狀態等，只有通過閱讀說明書才能了解。

### 3、電氣設備總裝接線圖

閱讀分析總裝接線圖，可以了解系統的組成分佈狀況，各部分的連接方式，主要電氣部件的佈置和安裝要求，導線和穿線管的型號規格。這是安裝設備不可缺少的資料。

### 4、電氣元件佈置圖與接線圖

這是製造、安裝、調試和維護電氣設備必須具備的技術資料。在調試和檢修中可通過佈置圖和接線圖方便地找到各種電器元件和測試點，進行必要的調試、檢測和維修保養。

## 電氣原理圖閱讀分析的方法與步驟

在仔細閱讀了設備說明書，了解了電氣控制系統的總體結構、電動機和電器元件的分佈狀況及控制要求等內容之後，便可以閱讀分析電氣原理圖了。

### 1、分析主電路

從主電路入手，根據每台電動機和電磁閥等執行電器的控制要求去分析它們的控制內容，控制內容包括起動、方向控制、調速和制動等。

### 2、分析控制電路

根據主電路中各電動機和電磁閥等執行電器的控制要求，逐一找出控制電路中的控制環節，利用前面學過的基本環節的知識，按功能不同劃分成若干個局部控制線路來進行分析。分析控制電路的最基本方法是查線讀圖法。

### 3、分析輔助電路

輔助電路包括電源顯示、工作狀態顯示、照明和故障報警等部分，它們大多由控制電路中的元件來控制的，所以在分析時，還要回過頭來對照控制電路進行分析。

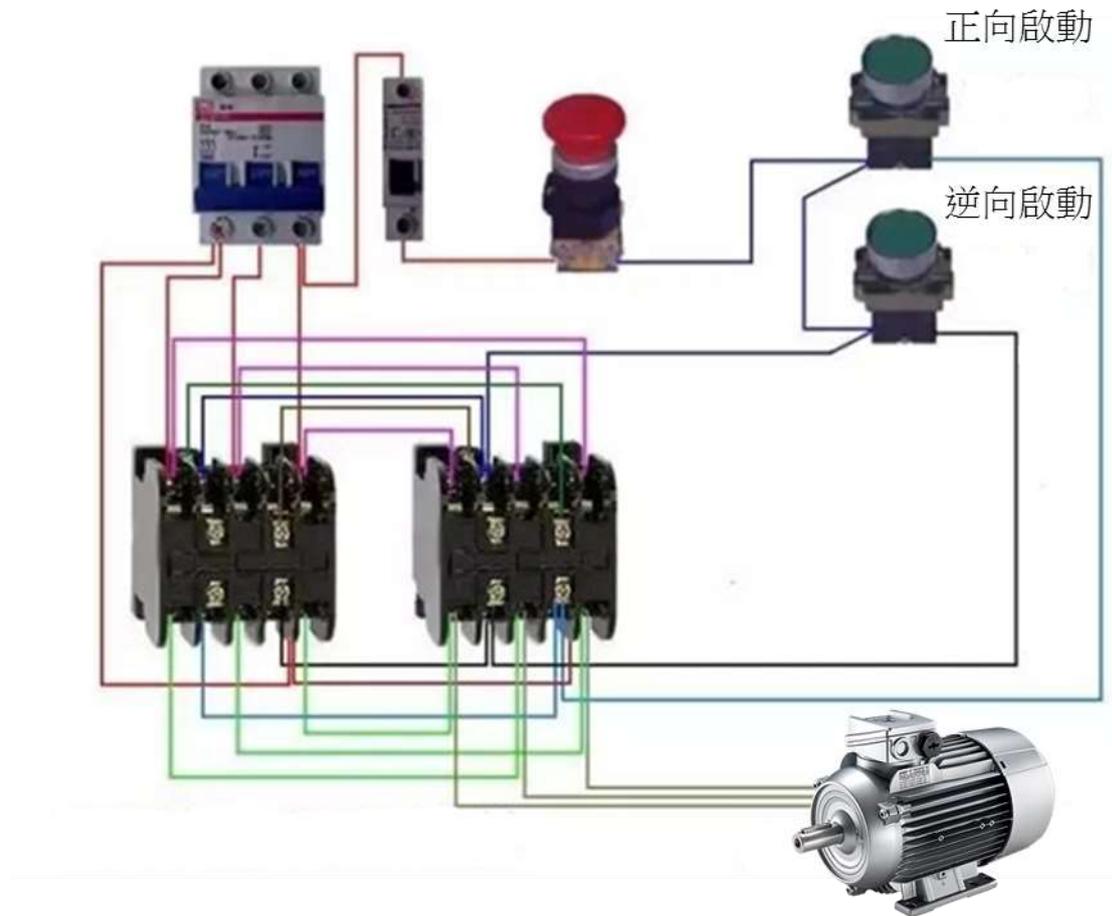
### 4、分析聯鎖與保護環節

機床對於安全性和可靠性有很高的要求，實現這些要求，除了合理地選擇拖動和控制方案以外，在控制線路中還設置了一系列電氣保護和必要的電氣聯鎖。

### 5、總體檢查

經過「化整為零」，逐步分析了每一個局部電路的工作原理以及各部分之間的控制關係之後，還必須用「集零為整」的方法，檢查整個控制線路，看是否有遺漏。特別要從整體角度去進一步檢查和理解各控制環節之間的聯繫，理解電路中每個元件所起的作用。

### 三相電正反轉接線圖



電機要實現正反轉控制，將其電源的相序中任意兩相對調即可（我們稱為換相），通常是 V 相不變，將 U 相與 W 相對調節器，為了保證兩個接觸器動作時能夠可靠調換電動機的相序，接線時應使接觸器的上口接線保持一致，在接觸器的下口調相。

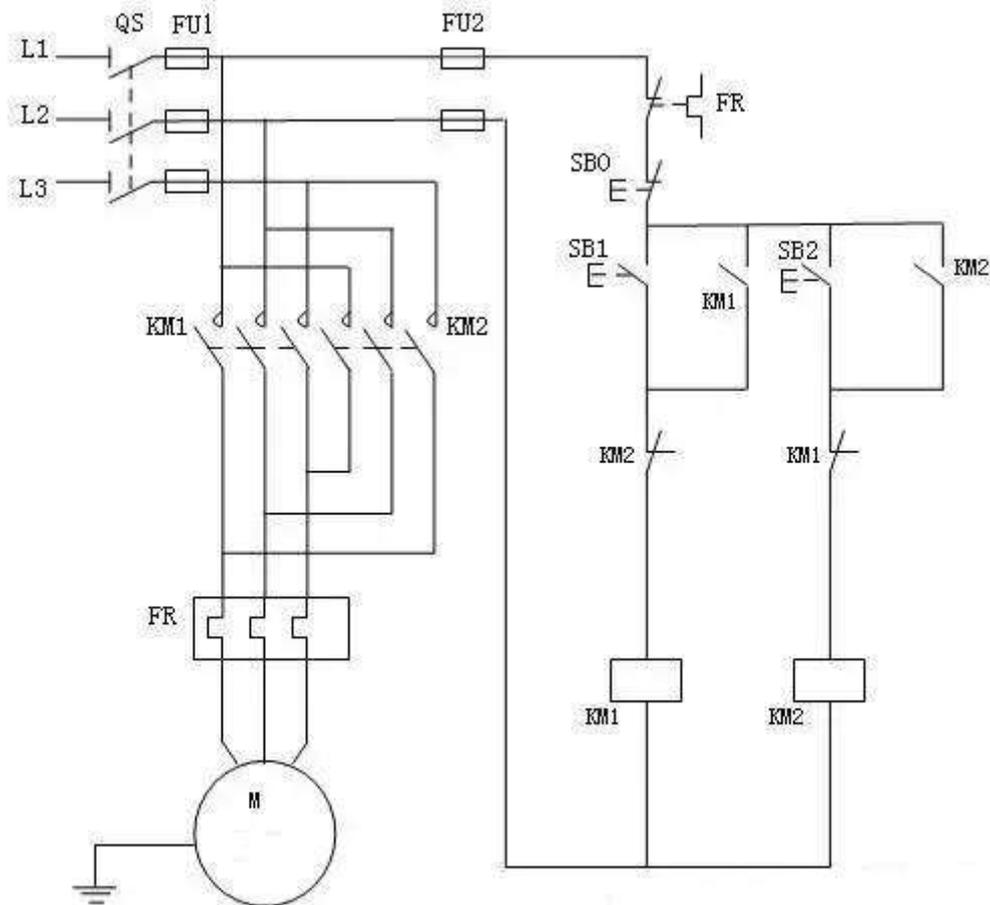
由於將兩相相序對調，故須確保二個 KM 線圈不能同時得電，否則會發生嚴重的相間短路故障，因此必須採取聯鎖。

電機要實現正反轉控制，將其電源的相序中任意兩相對調即可（我們稱為換相），通常是 V 相不變，將 U 相與 W 相對調節器，為了保證兩個接觸器動作時能夠可靠調換電動機的相序，接線時應使接觸器的上口接線保持一致，在接觸器的下口調相。

由於將兩相相序對調，故須確保二個 KM 線圈不能同時得電，否則會發生嚴重的相間短路故障，因此必須採取聯鎖。為安全起見，常採用按鈕聯鎖（機械）與接觸器聯鎖（電氣）的雙重聯鎖正反轉控制線路（如下圖所示）；使用了按鈕

聯鎖，即使同時按下正反轉按鈕，調相用的兩接觸器也不可能同時得電，機械上避免了相間短路。

另外，由於應用的接觸器聯鎖，所以只要其中一個接觸器得電，其長閉觸點就不會閉合，這樣在機械、電氣雙重聯鎖的應用下，電機的供電系統不可能相間短路，有效地保護了電機，同時也避免在調相時相間短路造成事故，燒壞接觸器。



### 三相異步電動機正反轉控制原理圖正向啟動過程

按下啟動按鈕 SB2，接觸器 KM1 線圈通電，與 SB1 並聯的 KM1 的輔助常開觸點閉合，以保證 KM1 線圈持續通電，串聯在電動機迴路中的 KM1 的主觸點持續閉合，電動機連續正向運轉。

### 三相異步電動機正反轉控制原理圖停止過程

按下停止按鈕 SB1，接觸器 KM1 線圈斷電，與 SB2 並聯的 KM1 的輔助觸點斷開，以保證 KM1 線圈持續失電，串聯在電動機迴路中的 KM1 的主觸點持續斷

開，切斷電動機定子電源，電動機停轉。

三相異步電動機接觸器聯鎖的正反轉控制的電氣原理圖，為了保證一個接觸器得電動作時，另一個接觸器不能得電動作，以避免電源的相間短路，就在正轉控制電路中串接了反轉接觸器 KM2 的常閉輔助觸頭，而在反轉控制電路中串接了正轉接觸器 KM1 的常閉輔助觸頭。當接觸器 KM1 得電動作時，串在反轉控制電路中的 KM1 的常閉觸頭分斷，切斷了反轉控制電路，保證了 KM1 主觸頭閉合時，KM2 的主觸頭不能閉合。

同樣，當接觸器 KM2 得電動作時，KM2 的常閉觸頭分斷，切斷了正轉控制電路，可靠地避免了兩相電源短路事故的發生。

聯鎖（或互鎖）：在一個接觸器得電動作時，通過其常閉輔助觸頭使另一個接觸器不能得電動作的作用叫聯鎖（或互鎖）。實現聯鎖作用的常閉觸頭稱為聯鎖觸頭（或互鎖觸頭）。

三相異步電動機接觸器聯鎖的正反轉控制的優點：工作安全可靠。

缺點：操作不便。因電動機從正轉變為反轉時，必須先按下停止按鈕後，才能按反轉啟動按鈕，否則由於接觸器的聯鎖作用，不能實現反轉。為克服此線路的不足，可採用按鈕聯鎖或按鈕和接觸器雙重聯鎖的正反轉控制線路。

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELDE320A

#### 「設計特定的電機控制及起動電路」

#### 評核指引

##### 1. 評核方式

如前所述，使用者可自行設計適合自身需要及教學對象的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 口試（例如模擬一工程項目的小組討論或面見，要求學員參與，設定評分標準）
- 筆試考核（設定筆試題目，考核學員的相關知識）
- 其他（例如實務演示、視像記錄等）

使用者在設計課程時，亦應評核學員對這些知識的掌握程度。使用者應自行設計適合自身需要及教學對象就實務技能的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 設立期中、期末的實務考試
- 模擬的實務技能工作項目
- 就每一次的實務技能練習進行評分
- 設立工作實習，在實際工作中進行評估

上述例子可混合使用。無論採用何種評核方式，使用者必需考慮本能力單元的教學內容既以技術知識為主，亦包括實務技能；且應顧及其資歷架構3級之水平。在設計評核方式時，應切合這些面向，包括能有效地測試學員對能力單元的內容的掌握。以此為邏輯，筆試會是較為主要的評核方式。

以下是以筆試作為評核模式的示範例子：

- 評核模式為：筆試

## 2. 評核方式設計範例

為檢視學員之學習進度是否有所增長，進而檢視教學成果，本指引建議在整個教學過程中，設兩次筆試評核，一次為期中考試（即持續評核）；另一次為期末考試。筆試之模式建議如下：

- 筆試內容為：多項選擇題
- 題目數量為：每次至少 10 題
- 使用者應準備試題庫，預先編撰足夠數量之試題，確保每次筆試時，題目不至過份重複；建議試題庫之題目數量應為實際考試題目數量之 4 倍

無論評核模式如何，試題內容應配合教學進度。此外，試題內容亦理應配合教學內容及本能力單元所涵蓋之知識範圍。

另外，為確保評核質素，使用者應定時檢討試題內容，視乎需要更新試題，以確保所考核之內容為該領域之最新知識，貼近業界現況；本指引建議培訓機構至少每一年進行一次試題檢討。

## 3. 評核項目與預定學習成效

設計評核方式時，應留意評核項目必需切合預期學習成效，確保兩者能充份配對。以本能力單元的預期學習成效及筆試的評核方式而言，兩者的配對如下：

評核項目	<u>預期學習成效一</u> 按照電機設備控制及起動的特定操作要求，設計所需的控制、保護及起動電路	<u>預期學習成效二</u> (如使用者自訂其他預期學習成效)
評核項目一 (例如：持續評估——實務試 / 筆試等)	✓	
評核項目二 (例如：期末考試——實務試)	✓	✓
..... (如有更多評核項目，可繼續延伸下去)		✓

#### 4. 評核試題範例

下頁是本指引所建議的評核方式（筆試）的試題範例樣本（附件 A-03），使用者可用作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的評核內容。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

另外，本能力單元同樣出現於《低壓裝置安裝及保養維修（實務技能）（三級）》之中，由於兩者的面向不同，評核設計理應有所不同。為了令到使用者有更完整的理解，本指引收錄了本能力單元於「實務技能」中所建議的實務試題範例樣本（附件 A-04），以供使用者參考。

附件 A-03

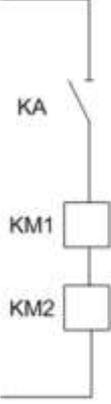
能力單元 EMELDE320A 「設計特定的電機控制及起動電路」

評核試題範例樣本

評分準則建議：每答對一題得 1 分，視乎試卷的題目數量，以答對全部題目的 50%或以上為合格

編號	試題	答案
Q1	常用的短路保護電器元件是?  A. 漏電斷路器 (RCD) B. 模殼斷路器 (MCCB) C. 熔斷器(Fuse) D. 熱繼電器 (Thermal Relay)	C
Q2	當電網電壓(端電壓)突然降低時，電動機便在欠壓下運行。由於電動機載荷沒有改變，所以欠壓下電動機的轉矩會_____，定子繞組中的電流會_____。  A. 下降, 減少 B. 下降, 增加 C. 上升, 減少 D. 上升, 增加	B
Q3	電動機控制的一般原則有?  A. 行程控制原則. B. 時間控制原則 C. 速度控制原則 D. 以上皆是	D

編號	試題	答案
Q4	<p>控制電路中所有電器元件應按_____排列，並須要繪劃在_____之間。</p> <p>A. 大小，兩條電源母線 B. 工作順序，兩條電源母線 C. 大小，相線與地線 D. 工作順序，相線與地線</p>	B
Q5	<p>按照垂直順序繪圖原則，控制電路中的耗能元件應劃在電路圖的_____，而電器的觸點要求繪劃在耗能元件的_____。</p> <p>A. 下方，下方 B. 下方，上方 C. 上方，下方 D. 上方，上方</p>	B
Q6	<p>電氣控制電路佈線圖(Wiring Diagram)是按照電器元件的_____和_____繪製，是表示各電器元件和整套裝置之間的連接關係。</p> <p>A. 邏輯位置、邏輯接線 B. 邏輯位置、實際接線 C. 實際位置、邏輯接線 D. 實際位置、實際接線</p>	D

編號	試題	答案
Q7	<p>電氣原理圖設計的基本步驟是?</p> <p>i. 設計出原理框圖中各個部分的具體電路。設計時按主電路、控制電路、輔助電路、聯鎖與保護、總體檢查反覆修改與完善的先後順序進行。</p> <p>ii. 恰當選用電器元件，並制訂元器件明細表。</p> <p>iii. 繪製總原理圖。</p> <p>iv. 根據確定的拖動方案和控制方式設計系統的原理框圖。</p> <p>A. iv,i, ii, iii B. i,ii, iii, iv C. iv,i, iii, ii D. ii, iii, i, iv</p>	C
Q8	<p>在以下實際連接時，有甚麼問題?</p>  <p>A. 沒有標明線路 B. 交流電壓線圈通常不能串聯使用 C. 沒有標明電流 D. 沒有標明元件編號</p>	B

編號	試題	答案
Q9	三相非同步電動機轉子的旋轉轉速_____旋轉磁場的旋轉轉速。  A. 不等於 B. 等於 C. 相當於 D. 無關係於	A
Q10	低壓斷路器可以帶負荷操作，其原因是？  A. 有分、合按鈕 B. 主觸頭配有滅電弧裝置 C. 用長手柄操作 D. 有壓電保護	B

### 附件 A-04

### 能力單元 EMELDE320A 「設計特定的電機控制及起動電路」

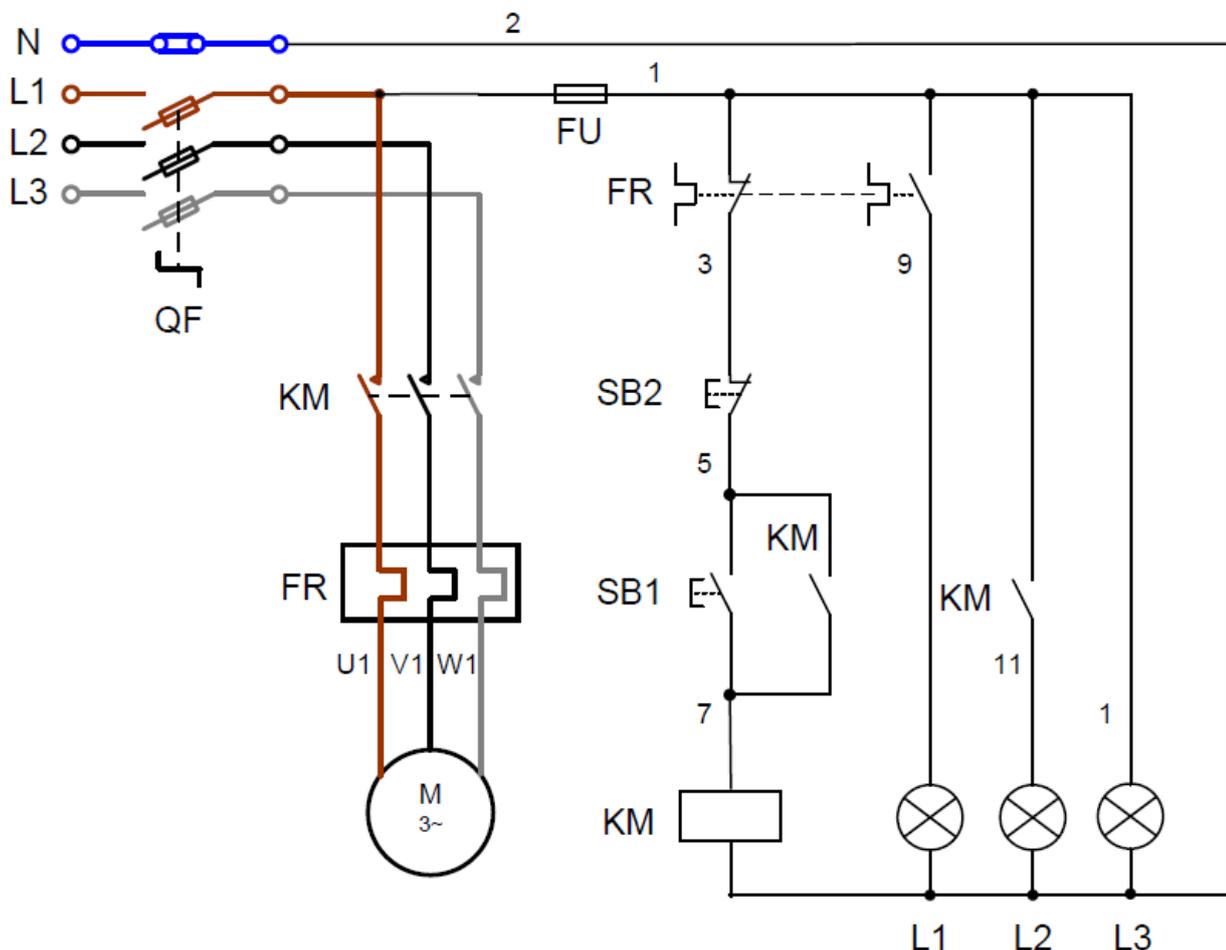
### 評核試題範例（實務技能）樣本

實務題工作要求：

1. 請根據下頁的控制電路原理圖的要求，在 3 小時內選擇適當控制元件，執行設計與安裝有關的控制電路；
2. 接駁控制箱之電線至三相電動機
3. 元件安裝在控制箱內必須佈置合理，安裝要正確及穩固；
4. 導線佈置要平直、整齊和連接在各元件接線端子上要緊固；
5. 功能測試通電前，自行檢查所有元件的安裝及接線，確保正確無誤，並進行絕緣電阻測試；
6. 根據測試程序，安全進行功能測試；
7. 執行功能測試，觀察電路工作及電動機的運行情況；
8. 執行測量及記錄相關數據，撰寫測試報告；
9. 若功能測試失敗，自行檢查並執行排除故障，排除故障後再次進行測試；
10. 完成後由導師評分。

電路要求特性：

- 如功能測試報告乙部所列



### 測試報告

編號	測試項目	測試結果	備註
甲	通電前檢查		
1	檢查所有選用的控制元件及導線，正確使用。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
2	按圖完成所有電路安裝，並已重覆檢查無誤。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
3	執行目視檢查，整體安裝沒有危險情況。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
4	各導線與元件端子之間緊固連接，並沒有短路現象。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
5	各導線與元件端子之間絕緣良好。其絕緣電阻值：	MΩ	
6	調校過載繼電器的電流設定值	A	
乙	通電測試(功能測試)		
1	連接三相電源，檢查端子電壓。	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
2	按下啟動按鈕 SB1，接觸器 KM1 吸合，電動機運行。	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
3	檢查自鎖電路，電動機保持運行。	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
4	按下停止按鈕 SB2，接觸器 KM1 釋放，電動機停轉。	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
5	測試過載繼電器	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
6	檢查各指示燈	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
7	檢查電動機起動及運行情況	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
8	量度三相運行電流值	___ / ___ / ___ A	

評分標準：

評核項目	序號	百分比%	已達要求		尚未達要求
			超過 75% 表現達致要求	超過 50% 表現達致要求	少於 50% 表現達致要求
電路功能	1	20	測試正確	第二次測試才正確	超過第二次測試才正確
電線大小	2	20	大小正確		大小錯誤
電線顏色	3	10	顏色正確		顏色錯誤
配件或零件	4	10	與電路要求一致		與電路要求不同
電路接駁	5	10	接線位穩固		接線位鬆脫
	6	10	掣箱內留有適當長度導線		掣箱內未留有適當長度導線
	7	10	導體及絕緣體無破損	導體及絕緣體發現一處破損	導體及絕緣體發現多處破損
	8	5	並無接線位過量去皮	有一處接線位過量去皮	多處接線位過量去皮
	9	5	電線直位及彎位處理正確	電線直位及彎位有一處處理不正確	電線直位及彎位有多處處理不正確
需要扣分情況 (輸入總項數)	D1	-10%	工作時，未能保持場地整齊，工具及工料亂放		
	D2	-20%	工作未有注意安全		
	D3	-20%	測試未有注意安全		
	D4	-10%	完工後沒有清理場地，工具及材料沒有放置妥當		

## 設備、材料、工具及場地建議

- 以下是本試題樣本所需要的設備、材料及工具列表
- 使用者應就每次考核的學員人數而準備足夠數量的物資
- 考核場地的要與實務教學場地的要求相同，然而使用者應考慮是否安排學員分批進行考核；或是於一次考核中安排多位導員擔任評核員，以使每位學員得到充足且公平的觀察及評價

材料:	儀器	工具
電線 襯管（外牙軟喉咀） 迫母 接駁套管 杯臣及梳結喉管接駁 開關掣 螺絲 過路箱 面板已開孔之控制箱 DIN 路軌 單位膠箱 電工絕緣膠布 1.1kW 三相電動機 繼電器 過載繼電器 延時時間繼電器 切換開關 端子 指示燈 電線 接觸器 保險絲 開關按鈕	萬用錶 交流電流鉗錶	穿線帶 拉尺 螺絲批 電纜剪 開線鉗 斜剪鉗 平咀鉗 尖咀鉗 電工鎚銼 鐵鋸 金屬銼 手提電鑽

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELDE321A

#### 「設計基本的低壓電力供應系統」

### 教學指引

#### 1. 預期學習成效

依據本單元之能力單元指引，本單元課程之預期學習成效應為讓學員：

- 能詮釋由低壓配電地底電纜直接供電的低壓電力系統之基本設計概念
- 能執行低壓電力裝置的基本配電及最終電路設計

上述乃本能力單元的預期學習成效，如使用者在設計課程時會整合「專業處理」內的所有能力單元，則除本能力單元的預期學習成效外，亦應設定「專業處理」的綜合預定學習成效，相關指引可見《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的相關部份。

使用者亦可視自身需要，調整預期學習成效。

#### 2. 建議教學對象

由於本能力單元對教學對象並無特別前設，因此本指引建議教學對象同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第3部份所列之要求。

#### 3. 導師資歷建議

導師資歷同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第4部份。

#### 4. 教學模式及時數

此能力單元以教授基本低壓電力供應系統的設計為授課重心，較為偏重理論講授；視乎使用者的課程設計、學員的水準等因素，課堂面授與學員自學時間的比例較為彈性。另外，由於本能力單元未必涉及實務練習，師生比例的要求較為具彈性，但使用者亦應確保導師及其他教學人員的人手足以監督學員安全地進行練習。綜合上述所言，本指引建議教學模式如下：

- 建議教學模式為：課堂面授
- 能力單元總學習時數為：60 小時
- 課堂面授與學員自學時間的比例建議為：1:2 - 2:1
- 建議面授時數為：20 小時 - 40 小時
- 建議自學時數為：20 小時 - 40 小時
- 建議評核時數：3 小時（包含於面授時數之內）
- 建議師生比例上限為：1:30

如依照上述設計，此能力單元的學習時數可設計如下：

建議學習時數			總學習時數	資歷學分
面授時數	自學時數	評核時數 (包含於面授時數之內)		
30	30	3	60	6

上述模式為建議；使用者可就收生條件、導師資歷、導師意見等各項因素，調整各項比例至切合實際情況之合理水平。

除上述的建議安排外，使用者亦可視自身條件及需要，調整教學模式。例如使用者如為公司或晚間培訓機構，則可考慮將課程設計為非全日制，雖然整體培訓日數可能會延長，卻能方便教學對象修讀課程。設若使用者能安排全日制上課，而教學對象亦能配合，則可考慮設計全日制課程，有助縮短整體課程日數。

使用者亦可視教學對象的條件及背景，調整教學時數的分配。例如若學員的程度較為初級，則可考慮增加面授時數，並減少自學時數；若學員程度較高，則可考慮減少面授時數，增加自學時數。惟使用者如希望增加自學時數，應該注意實務練習相對地較難以自學的方式進行；如在設計本能力單元課程時較為偏重實務練習的話，則應該避免過多的自學時數；或要設計能夠進行自學的課程內容，作為彌補。

**指引重點：**

課堂面授及實習、面授與自學時數比例、教學模式等可視乎需要調整。

## 5. 教學地點及設備要求

本能力單元以技術知識為主，授課模式主要為面授講學，因此本指引建議教學地點及設備之基本要求如下：

- 配備一般講課設備（如白板及粗體筆、投影機、投影螢幕、電腦、擴音系統、椅子、桌子等）之課室
- 課室面積以能容納所有師生而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

若受限於資源或空間，使用者可在設計課程時，將理論知識部分和實務技能部分（如有）安排於不同之課室進行；惟本指引建議使用者安排兩個部分之上課地點為同一課室，而課室之設備及條件又能同時滿足兩個部分之需求為佳，以便導師在上課時可以直接配之實物進行講解，提高教學成效。

**指引重點：**

課室應配備基本講課設備，並足以提供師生舒適的空間。

本能力單元之建議教學物資如下：

物資名稱	數量	備註
金屬線槽	足夠講解、練習及考核之用	使用者應視乎課程設計，準備足夠之左述物資，以供導師授課講解、學員於課堂練習以及實務考試之用
PVC 喉及鋼喉	足夠講解、練習及考核之用	
13A 電力插座	足夠講解、練習及考核之用	
燈座及燈泡	足夠講解、練習及考核之用	
單相配電箱	足夠講解、練習及考核之用	
錶前掣	足夠講解、練習及考核之用	
仟瓦時錶	足夠講解、練習及考核之用	
基本電工物料	足夠講解、練習及考核之用	
電工工具	足夠講解、練習及考核之用	

## 6. 面授及自學時數安排

使用者應自行設計及決定每一節課堂或培訓時段的時數，以此安排面授時數、自學時數、以及每個時段內所教授的課題。以下是一個課時安排的例子：

	課堂或培訓時段	面授時數	自學時數
	第 1 節	3	3
	第 2 節	3	3
	第 3 節	3	3
	第 4 節	3	3
	第 5 節	3	3
	第 6 節	3	3
	第 7 節	3	3
	第 8 節	3	3
	第 9 節	3	3
總計		30	30

## 7. 學習活動、自學活動安排

學習活動指使用者應該在課堂面授時段進行的教學活動。

由於使用者來自不同背景，培訓的目的及設計不可能相同，因此本指引不會規定學習活動內容，使用者需自行設計適合的學習活動。以下是一些建議及例子：

一般而言，可行的學習活動包括但不限於：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析
- 設計模擬個案分析
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所
- 邀請嘉賓進行專門講解

無論使用者是培訓機構或是行內企業，皆可考慮設計上述學習活動。以下在設計本能力單元的學習活動時可參考的活動例子：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析  
（例如抽取使用者過往的工程個案，要求學員進行分析）
- 設計模擬個案分析  
（例如設計模擬工程項目，要求學員就項目內容分析是否符合專業要求）
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所  
（例如在實際工作場所中進行實習）
- 邀請嘉賓進行專門講解

（例如邀請曾監管工程的資深專業人員分享經驗）

自學活動應該限於學員能夠獨自於家中安全進行的學習活動。

使用者應自行設計自學活動的安排，如有需要亦應為自學活動編製教材。以下是自學活動的例子：

- 溫習教學筆記
- 閱覽補充資料、參考資料
- 於指定網站瀏覽補充資料、參考資料、專業指引等
- 一些簡單習作，例如工作紙、不納入評核計分的問題集；形式可參考「評核指引」及試題樣本
- 觀看一些關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

以本能力單元而言，自學活動建議（但不限於）如下：

- 溫習教學筆記
- 閱覽於「教學資料範例」所列的參考資料；以及「綜合指引」第7部份所涵蓋的專業指引、法例資料等
- 閱覽機電工程署於網上刊登及出版的相關刊物
- 供電商於網上刊登及出版的相關刊物
- 參考「評核指引」及試題樣本製作的問題習作
- 觀看關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELDE321A

#### 「設計基本的低壓電力供應系統」

#### 教學資料範例

##### 1. 能力單元說明

本能力單元之授課範圍理應如資歷架構秘書處所編撰之「EMELDE321A 設計基本的低壓電力供應系統」能力單元說明內所定；請參閱下頁的能力單元說明（附件 B-01）。

能力單元說明雖然劃定了教學範圍，但使用者亦可視乎自身需要進行一定的調整。例如若使用者是公司，希望以教材套為藍本設計在職培訓現職的員工，則可調整教學範圍至適合其公司自身的面向，包括所採用的工程規格、圖則、術語、裝置、器材工具、分工結構、員工的溝通方式等等，使設計更切合其公司的工作需求。設若使用者是教學組織，並未有特定某一確切職位的在職培訓，則可制定較為廣闊的教學範圍，不必重點針對某一系統的知識。

本能力單元之教學順序可跟從其能力單元說明之順序，但如使用者認為有需要，亦可更改順序至合適的狀況。

附件 B-01

「EMELDE321A 設計基本的低壓電力供應系統」能力單元說明

1. 名稱	設計基本的低壓電力供應系統
2. 編號	EMELDE321A
3. 應用範圍	用於電力工程有關的設計、安裝及項目管理工作上，能執行由低壓配電地底電纜直接供電的低壓供電系統之基本設計，包括相關的供電安排和保護及控制電路。
4. 級別	3
5. 學分	6
6. 能力	<p style="text-align: center;"><u>表現要求</u></p> <p>6.1 詮釋低壓供電系統之基本設計 ◆ 詮釋由低壓配電地底電纜直接供電的低壓電力系統之電路安排、保護及控制電路、佈線方法、各類最終電路等基本設計概念，例如：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 電路分隔、電路組織管理、電路分類等</li> <li>• 過流保護和接地故障保護</li> <li>• 接地系統</li> <li>• 電流需求量計算和電纜的選擇</li> <li>• 明線佈線系統</li> <li>• 暗線佈線系統</li> <li>• 環形和放射式插座電路</li> <li>• 各類照明電路等</li> </ul> <p>6.2 根據低壓電力系統設計要求，執行低壓電力裝置的基本配電及最終電路設計 ◆ 按低壓電力系統設計與及法定要求，執行各類低壓電力裝置的基本配電及最終電路設計，例如： 供電安排、保護及控制電路、佈線方法、接地系統、各類最終電路等</p>
7. 評核指引	<p>此能力單元的綜合成效要求為：</p> <p>(i) 能詮釋由低壓配電地底電纜直接供電的低壓電力系統之基本設計概念；及</p> <p>(ii) 能執行低壓電力裝置的基本配電及最終電路設計。</p>
8. 備註	

## 2. 教學材料

依據本指引之教學設計，本單元之面授課堂時數與學員自學時數之比例為 1:2 – 2:1，視乎使用者的課程設計，學員可能會有較多時間進行自學。因此，除教學筆記外，使用者亦可加入其他教學材料，讓教材更為豐富，以下是該等材料的可能例子：

- 示範錄像
- 模擬的工作圖則
- 相關的規例及工作守則
- 網上的公開資料
- 實物教具或其圖片

以下所列之參考資料乃為教學一方所設，其程度之深及範圍之廣未必切合本能力單元所需，培訓機構若要以下列資料為基礎編撰教材，應配合教學對象之條件及本能力單元之涵蓋範圍作出調整，並需留意版權問題。部分參考資料可能未有中文譯本，培訓機構如以該等資料為基礎編撰教材，應將其內容轉譯為中文，以切合教學對象之程度。

本能力單元之建議參考資料如下：

1. 《電力（線路）規例工作守則》（必須為最新版本），可於機電工程署網站免費下載，此指引編寫時之最新版本為 2015 年版
2. 《電力裝置實用手冊——第三版》。2007。陳樹輝。萬里機構。
3. 《低壓掣櫃》。港九電器工程電業器材職工會。
4. 《電源電路設計要領》。陳連春。建興出版社。

### 3. 教學筆記範例

下頁是一份教學筆記範例（附件 B-02）的樣本，使用者在編撰教材時可作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的教材。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

### 4. 教材內容與應用

本指引建議教學內容應該盡量配合預定培訓工種的工作內容，本能力單元的教材在內容上亦應該能配合應用於預定培訓工種的工作內容，以本能力單元的教學內容而言，以下是其中一種應用方式的例子：

- ◆ 使電工 / 電氣打磨裝配工 / 電氣佈線工 / 控制板裝配工 / 電纜接駁技工 / 機電業技術員 / 機電維修員 / 機電工程科文 / 管工 / 監督員 / 機電工程科文 / 管工等工種人員，在進行工程工作時，能夠於電力工程有關的設計、安裝及項目管理工作中，執行由低壓配電地底電纜直接供電的低壓供電系統之基本設計，包括相關的供電安排和保護及控制電路。

使用者應該設計適合自身需要的應用方式，但以本能力單元而言，以下關鍵課題必需涵蓋：

- ◇ 電路分類
- ◇ 電路的分隔
- ◇ 電路的基本要求線路
- ◇ 最終電路
- ◇ 電流需求量
- ◇ 接地安排
- ◇ 導體
- ◇ 接頭及連接
- ◇ 電纜線芯的識別

## 附件 B-02

### 能力單元 EMELDE321A 「設計基本的低壓電力供應系統」 教學筆記範例樣本

（以下內容節錄自《電力（線路）規例工作守則》）

#### 1. 電路類別

電路類別分為四類，“第 1 類電路”、“第 2 類電路”、“第 3 類電路”及“第 4 類電路”。根據機電工程署之《電力（線路）規例工作守則》2015 年版有以下定義：

##### 5A 電路類別

(a) 線路規例內界定了下列 4 類電路：

- (i) “第 1 類電路” (category 1 circuit) 指在低壓操作的電路，但不包括第 3 類電路；
- (ii) “第 2 類電路” (category 2 circuit) 指電訊、無線電、電話、聲音播送、警鐘、鈴、傳呼系統或數據輸送所使用並由安全電源供電的電路，但不包括第 3 類電路；
- (iii) “第 3 類電路” (category 3 circuit) 指緊急照明設備、出口指示牌、空氣加壓系統及消防裝置(包括火警探測裝置、火警鐘、消防泵、消防員升降機及排煙設備) 所使用的電路；
- (iv) “第 4 類電路” (category 4 circuit) 指高壓電路。

(b) 上文(a) (ii) 節所指的安全電源是：

- (i) 符合 BS EN 61558 或等效規定的雙重絕緣的安全隔離變壓器，其次級繞組與地絕緣，而其額定輸出電壓須不超過 55 伏特；或
- (ii) 一種電源，其所提供的安全程度與(i) 節所指的安全隔離變壓器所提供的安全程度相等(例如繞組能提供相等隔離的電動發電機)；或
- (iii) 與較高壓的電路分開的一種電源，其所提供電力的電壓，須不高逾特低壓。

(c) 用作連接內置式緊急照明器的電池充電器至正常主電路的電纜，不應視作第 3 類電路的緊急照明電路。

## 5B 第 1、2 及 3 類電路的分隔

### (1) 概要

- (a) 低壓電路應與特低壓電路分隔。
- (b) 火警鐘及緊急照明電路，應按照 BS 5839 及 5266 或等效規定，與所有其他電纜分隔以及彼此之間應要分隔。
- (c) 電訊電路應按照 BS 6701、BS EN 50174 或等效規定作分隔。

### (2) 第 1 類與第 2 類電路(連外殼)

- (a) 第 1 類與第 2 類電路(連外殼) 的分隔，應符合表 5(1) 所列的其中一項允許安排。
- (b) 在導管、管道、管通或線槽系統內，如果第 1 類及第 2 類電路的控制器或出口安放在同一線盒、開關板或面板上，則應在電纜之間和這兩類電路的連接口之間，設置堅固的分隔屏障或障礙物。

### (3) 第 3 類與第 1 及 2 類電路(連外殼)

- (a) 第 3 類與第 1 及 2 類電路(連外殼) 的分隔，應符合表 5(2) 所列的其中一項允許安排。
- (b) 第 1 類電路的電纜，不得與第 3 類電路的電纜，放入同一導管、管道或管通內。
- (c) 第 1 類及第 3 類電路，不得使用同一多芯電纜、軟電纜或軟電線。

### (4) 無外殼或裝設於地底的第 1、2 及 3 類電路

第 1、2 及 3 類電路的電纜，如果無外殼設置或裝設於地底，則應遵守下列規定：

- (a) 第 1、2 與 3 類電路之間，應最少維持 50 毫米的水平及垂直分隔距離。
- (b) 對裝設於地底或線坑內的電纜，如果不能維持 50 毫米的分隔距離，則若能在第 1、2 與 3 類電路之間放置混凝土板而分隔距離不少於 25 毫米，也可接受。混凝土板的闊度和長度應使各條電路在任何一點環繞該混凝土板的最短路徑，都能超逾 75 毫米。
- (c) 第 1、2 及 3 類電路明敷線路的跨越點，應設置跨橋以分隔電路；該橋應以耐用的絕緣材料製造，厚度不少於 6 毫米。跨橋在跨越點每一邊，應最少有 25 毫米與有關電路的電纜重疊。

#### 5C 第 4 類電路與其他類別電路的分隔

- (a) 第 4 類電路的電纜，不得與其他類別電路的電纜，放入同一導管、管道或線槽內。
- (b) 第 4 類電路及其他類別電路，不得使用同一多芯的電纜、軟電纜、或軟電線。
- (c) 第 4 類電路的電纜如果裝設於地底或並無外殼設置，應遵守下列各點規定：
- (i) 第 4 類電路與其他類別電路之間，應最少維持 300 毫米的水平或垂直分隔距離。
- (ii) 對裝設於地底的電纜，如果不能維持 300 毫米的分隔距離，則若能在各條電路之間放置混凝土板，雖分隔距離較短，也可接受。混凝土板應最少有 50 毫米厚，而其闊度和長度應使各條電路在任何一點環繞該混凝土板的最短路徑，都能超逾 180 毫米。

**表 5(1)**

分隔第 1 類與第 2 類電路 (連外殼) 的允許安排

安裝方法	須符合的條件
不同導管、管道、管通或線槽	——
同一導管、管道或管通	第 2 類電路電纜的絕緣，應符合第 1 類電路的最高電壓的要求
同一線溝或線槽	(a) 第 2 類電路的電纜，應與第 1 類電路的電纜有效分隔；或 (b) 第 2 類電路電纜的絕緣，應符合第 1 類電路的最高電壓的要求
同一多芯電纜、軟電纜或軟電線	(a) 第 2 類電路的線芯，應使用具有第 1 類電路線芯同等載流量的接地金屬隔層，與第 1 類電路的線芯分隔；或 (b) 第 2 類電路線芯的絕緣，不論個別或整體地，應符合第 1 類電路的最高電壓的要求

**表 5(2)**

分隔第 3 類與第 1 及 2 類電路 (連外殼) 的允許安排

安裝方法	須符合的條件
不同導管、管道、管通或線槽	——
同一線溝或線槽	(a) 第 3 類電路的電纜，應以連續分隔物與其他類別電路分隔，同時每個共同出口皆應設有這些分隔物；或 (b) 如第 3 類電路採用礦物絕緣電纜或性能符合 BS 6387 的電纜，則通常無須設這種分隔物。

(此部份引用自機電工程署之《電力（線路）規例工作守則》2015 年版「守則 6」)

#### 6A 裝置須分為若干電路

- (a) 電力裝置應按需要或實際情況分為若干電路，而每一電路應分別作保護及控制。
- (b) 額定值在 100 安培或以上的總開關掣，應在附近展示主配電系統的電路圖。

#### 6B 電路的基本要求

##### (1) 保護

(a) 每一電路應設有防止過流的保護器件，其啟動的電流值須密切配合所連接或預定連接的用電器具的電流需求量以及所連接導體的載流量。這個安排將確保一旦發生故障時，保護器件可即時按適當的電流值協動，從而避免引起危險，如非這樣，電纜或用電器具便會受到損壞。

(b) 在合理及實際可行的情況下，應避免因其中一條電路發生故障，而引致裝置的任何不相關部分也被切斷電力供應。建議採用的措施如下：

- (i) 裝置的固定照明設備應安排由兩條或以上的最終電路供電。
- (ii) 照明最終電路應與電力電路作電氣性分隔，但可接駁至電鈴變壓器或電

鐘。

(iii) 廚房用的電力電路應與其他電源電路作電氣性分隔。

(c) 若有關設計是從多於一個變壓器取得電力，則應因應供電商的要求提供總輸入斷路器彼此之間的互連設施。所有輸入及互連線路斷路器皆應為四極式，以切斷所有帶電導體(即相及中性導體)，並有電氣性及機械性連鎖，以免與供電商的變壓器出現並聯運行的情況。

(註：聯動鎖裝置是其中一種可接受的機械式連鎖。如一個裝置使用多於一套聯動鎖裝置，每套鎖匙均應不同，並且每一鎖匙只能插入其控制的開關掣板。備用的鎖匙不應容易獲取。)

## (2) 控制

每一電路應裝設能在負載下截斷電源以及能夠隔離的設備，俾在進行電氣性維修及測試時，不會影響其他電路。

## (3) 識別

(a) 每一電路的保護器件，應加以清楚標示或識別，使人容易辨認有關器件的額定值以及各器件所保護的電路。

(b) 三相裝置內的每一插座應永久標誌着適當的相位識別(例如：L1、L2 及 L3 等)。

(4) 主要電路的電氣性分隔緊急照明、滅火器具及消防員升降機的最終電路，應彼此及與其他電路作電氣性分隔。

## (5) 負荷分配

三相供電裝置的單相負荷，應在各相位間均勻及合理地分配。

## (6) 中性導體的安排

(a) 單相電路的中性導體，不可與其他電路共用。

(b) 三相電路的中性導體，只可在三相四線系統中與有關相位共用。

(c) 如為多相電路，中性導體至少應有相導體的載流量，以配合正常操作情況下可能出現的不平衡或諧波電流。就平衡的三相供電系統而言，如第三諧波電流或三倍數的諧波電流所產生的總諧波失真率超逾基波電流的 15%，應考慮 BS 7671 附錄 11 所載的校正因數。

## 6C 環形最終電路的安排

(a) 每一環形電路的電路導體，應照環形方式安裝，即由配電箱內的電路起源點開始，接駁至與環形電路連接的插座終端，再返回電路的同一起源點，見圖 6(1) 所示。

(b) 每一環形電路的電路保護導體(由內藏環形電路的所有導線的金屬護層或外殼構成者除外)，應照環形方式安裝，把兩端皆連接至電路起源點的接地終端。

(c) 如裝設兩條或以上的環形最終電路，由該等電路供電的插座和器具，應均勻及合理地分配至各別環形最終電路上。

## 6D 使用符合附錄 1 所載規定的 5 安培或 15 安培插座的最終電路

(a) 應使用放射式最終電路。

(b) 每一 5 安培及 15 安培插座，應由額定值分別為 5 安培及 15 安培的高斷流量熔斷器或微型斷路器分別連接及保護。

## 6E 使用符合附錄 2 所載規定的 13 安培插座的最終電路

### (1) 概要

(a) 應使用環形或放射式最終電路。

(b) 該電路，可包括其支脈電路，可供電予永久連接的器具和數目不限的插座，但供電樓宇面積則以表 6(1) 所示為限。圖 6(2) 為一條典型的電路。

### (2) 支脈電路

(a) 符合表 6(1) 規定的最終電路，可連接數目不限的有熔斷器支脈電路，但無熔斷器支脈電路的數目，則不可超逾永久連接該電路的插座與固定器具的合計數目。

(b) 每一無熔斷器支脈電路，只應供電予一個單頭或雙頭插座、或一件永久連接的器具。這一條支脈電路，應在插座終端或接線箱或配電箱的電路起源點，與電路接連。

(c) 有熔斷器支脈電路，應經由一個內有熔斷器的連接盒與電路連接，該熔斷器的額定值，不得超逾構成該支脈電路的電纜載流量，而且在任何情況下都不得超逾 13 安培。

### (3) 獨立電路

下列各項須由獨立電路供電：

- (a) 廚房內的插座及固定用具；
  - (b) 電熱水器；
  - (c) 永久連接的戶內空間加熱器；及
  - (d) 空氣調節機。
- (4) 永久連接的器具

除符合 BS EN 61558-2-5 或等效規定的鬚刨供電裝置外，器具如永久地連接(即並非使用插頭與插座) 至依照表 6(1) 安排的某一條最終電路上，應設一個額定

值不超逾 13 安培的熔斷器加以個別保護，並應在易於接觸的位置設一開關掣加以控制，或設一個額定值不超逾 16 安培的微型斷路器加以個別保護。見圖 6(3) 所示。

6F 使用符合附錄 3 所載規定的 5 安培、15 安培或 30 安培工業用插座的最終電路

(1) 插座

這屬於保護型不能倒置的插座。沒有插座鍵和鍵槽的插座，供無熔斷器的插頭使用，而該插座必須專用一條放射式最終電路。有插座鍵和鍵槽的插座，則供有熔斷器的插頭之用。

(2) 已為人接受的慣例

(a) 可使用放射式或環形最終電路。

(b) 由該電路供電的器具的電流需求量，視乎器具種類及操作需求而定，但不應超逾過流器件的額定值。在評估電流需求量上，永久連接的器具並不計算參差額。

(c) 過流保護器件的額定值不應超逾 32 安培。

(d) 插座的數目可以不受限制。

(e) 由一有熔斷器支脈電路供電的插座，其總電流需求量不應超逾 16 安培。

(f) 有熔斷器的支脈電路，應通過一個內有熔斷器的連接盒與電路接上，盒內熔斷器的額定值，不得超逾構成該支脈電路的電纜的載流量，而且在任何情況下都不得超逾 16 安培。

(g) 不應使用無熔斷器的支脈電路。

(h) 永久與電路連接的器具，應設一個額定值不超逾 16 安培並有開關掣的熔斷器，或設一個額定值不超逾 16 安培的微型斷路器，加以個別保護及控制。

(i) 這一類的電路安排，見圖 6(4) 所示。

6G 使用符合附錄 4 所載規定的 16 安培工業用插座的最終電路

(1) 插座這些設有鎖扣器件的工業用插座，可供戶內或戶外使用，並可配合單相或三相供電。

(2) 已為人接受的慣例

(a) 只應使用放射式最終電路。

(b) 有熔斷器或無熔斷器的支脈電路皆不可使用。

(c) 由該電路供電的器具的電流需求量，視乎器具的種類及操作需求而定，但

不應超逾過流保護器件的額定值。

- (d) 過流保護器件的額定值不應超逾 20 安培。
- (e) 插座的數目可以不受限制。
- (f) 這一類的電路安排，見圖 6(5) 所示。

6H 使用符合附錄 4 所載規定的 32 安培、63 安培或 125 安培工業用插座的最終電路

(1) 插座

這些設有鎖扣器件的工業用插座，可供戶內或戶外使用，並可配合單相或三相供電。

(2) 已為人接受的慣例

- (a) 只應使用專用的放射式最終電路。
- (b) 每一最終電路的插座數目不應多於一個。
- (c) 過流保護器件的額定值，不應超逾插座的額定值或構成該電路的電纜的載流量。

6I 高壓線路的保護要求應根據生產商的資料設定高壓裝置的保護器件，並需妥善設計以確保故障消除時間在器具的額定值範圍內。

**表 6(1)**

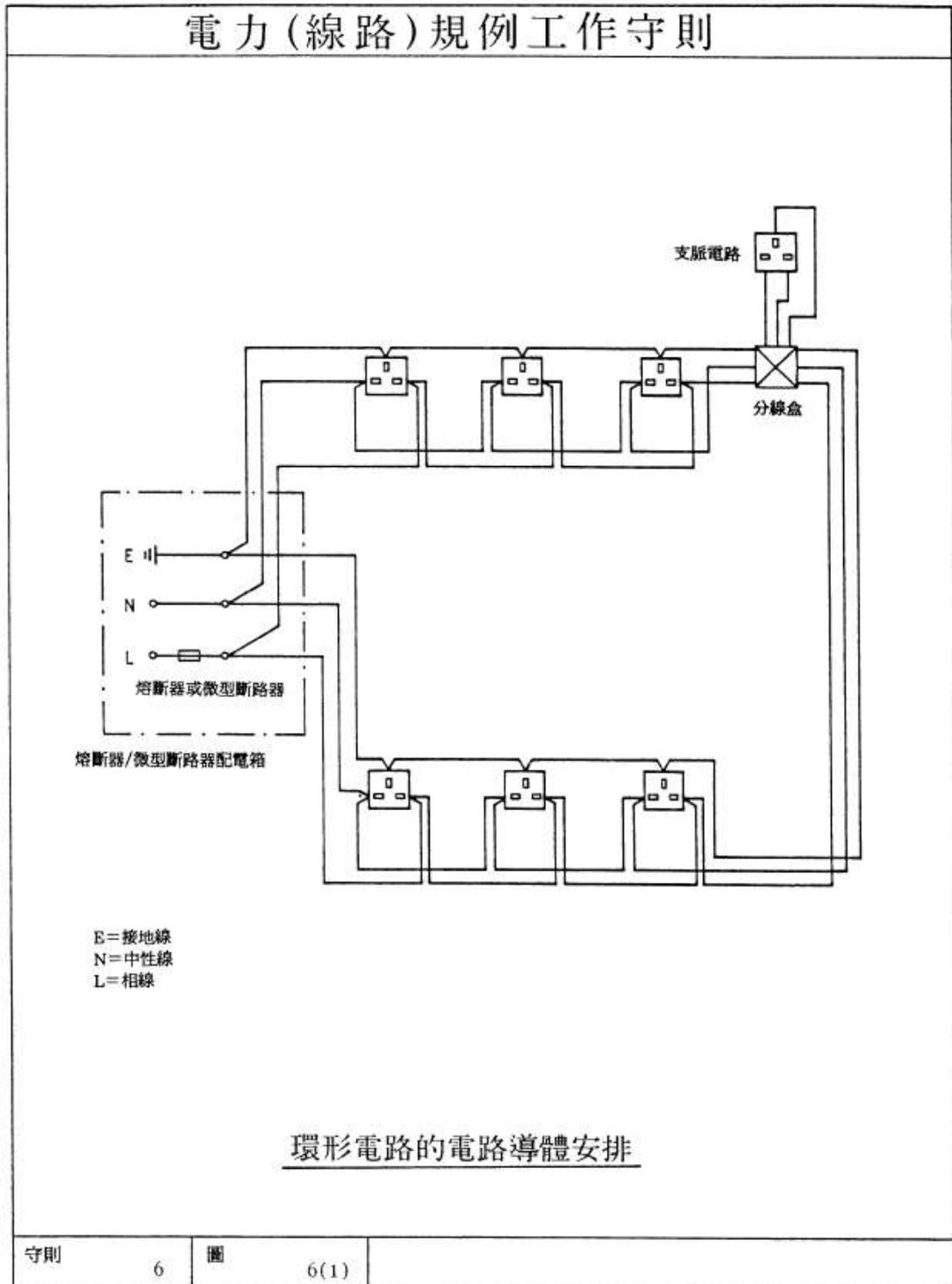
使用符合附錄 2 所載規定的 13 安培插座的最終電路

電路類別	過流保護器件 (高斷流容量熔斷器或微型斷路器) 的額定值	電路及無熔斷器支脈電路所採用的橡膠或聚氯乙烯絕緣電纜中銅導體的最小截面積 (見註)	最大的供電樓宇面積
	(安培)	(平方毫米)	(平方米)
A1 環形	30 或 32	2.5	100
A2 放射式	30 或 32	4	50
A3 放射式	20	2.5	20

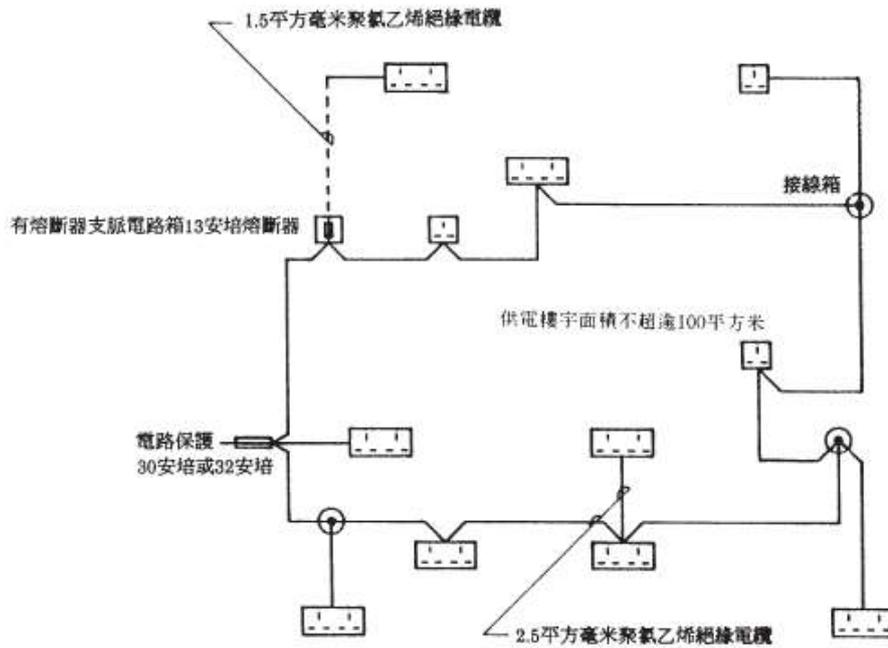
註：1. 如果超過一條電路的電纜捆偏在一起，或環境溫度高於 30°C，電纜的截面積便應跟據相關的校正因數(見附錄 5) 增加，使導體大小與下列的載流量配合：

- (i) A1 或 A3 類別電路不少於 20 安培
- (ii) A2 類別電路不少於 30 安培或 32 安培

2. 有熔斷器支脈電路的導體大小，應取決於由該支脈電路供電的總電流需求  
量，而該需求量以 13 安培為限。如該支脈電路供電予插座，則橡膠或聚氯乙烯  
絕緣電纜中銅導體的最小截面積為 1.5 平方毫米。



## 電力（線路）規例工作守則



使用13安培插座的典型最終電路

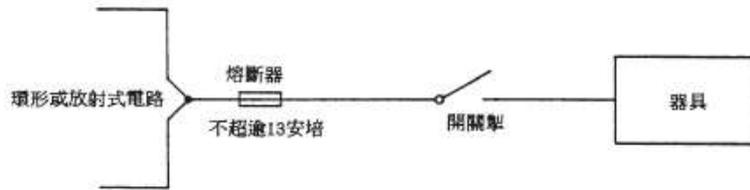
守則

6

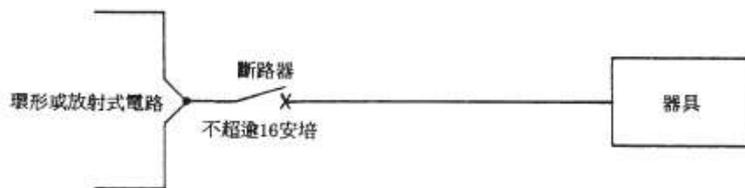
圖

6(2)

## 電力（線路）規例工作守則



(A) 熔斷器保護



(B) 斷路器保護

與使用13安培插座的最終電路永久連接的器具

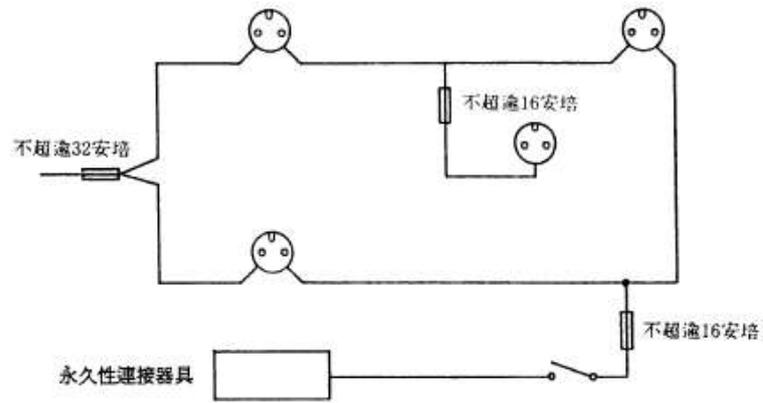
守則

6

圖

6(3)

## 電力（線路）規例工作守則



(A) 環形電路



(B) 放射式電路

使用5安培、15安培或30安培工業用插座最終電路的電路安排

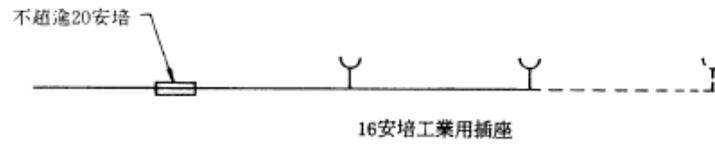
守則

6

圖

6(4)

## 電力（線路）規例工作守則



使用16安培工業用插座最終電路的電路安排

守則

6

圖

6(5)

(此部份引用自機電工程署之《電力（線路）規例工作守則》2015 年版「守則 7」)

## 守則 7 電流需求量

### 7A 電路的電流需求量

每一電路的電流額定值，不應低於該電路的電流需求量。

### 7B 電流需求量的決定

#### (1) 概要

本守則所提供有關決定電流需求量的資料和數值，只擬作為一般指引，因為若要就每一類電力裝置訂明所用的適當容許參差額，是不可能做到的。

#### (2) 非同時或周期性負荷的電路

電路如供應非同時或周期性負荷，即任何時間內只有其中一種負荷在使用中，則在決定該電路的電流需求量時，應按其中最大的負荷來計算。

#### (3) 最終電路

應採用下列方法來決定每一最終電路的電流需求量：

(a) 依照守則 6 設計的標準最終電路，電流需求量應與其過流保護器件的額定值相同。

(b) 上文(a) 節以外的最終電路的電流需求量，應按所連接或預定連接的用電器具的下列假定電流需求量總和計算：

(i) 放射式最終電路的每一插座，應假定以其額定電流值為需求量；

(ii) 照明供電點應假定以所連接的負荷為需求量，而每一燈座最少為 100 瓦特；

(iii) 電鐘、鬚刨插座、電鈴變壓器、以及額定值不超過 5 伏安的用電器具，可以不計；

(iv) 放電照明以伏安計算的需求量，應假定為該電燈的額定瓦特乘以不少於 1.8 的數字；而此乘數(1.8) 是假定電路的功率因數已提高至不少於 0.85 滯後，並已顧及控制設備損耗及諧波電流等因素；及

(v) 所有其他固定器具，應假定以額定或正常電流為需求量。

(4) 設有多個最終電路的電路

設有多個最終電路的電路，其電流需求量應按表 7(1) 所列的容許參差額，乘以連接該電路的所有器具的總電流需求量來作決定，而不應以依照第(3) 段計算所得的個別最終電路的電流需求量相加來計算。

使用表 7(1) 時，應留意下列各點：

- (a) 表 7(1) 只應適用於每相電流需求量不超逾 400 安培的裝置。
- (b) 每相電流需求量超逾 400 安培的裝置，應按適當情況由 B 級或 C 級註冊電業工程人員來評估容許參差額。
- (c) 在表 7(1) 內，容許參差額的數字乃按電流需求量或用電器具額定滿載電流的百分率列出。
- (d) 表 7(1) 不適用於工廠及工業經營的裝置。這類裝置的容許參差額，將視乎廠房與機械類別及其操作要求而定。

**表 7(1)**

容許參差額

此表只適用於每相電流需求量不超逾 400 安培的裝置。

須應用參差額計算的 導體或開關設備的用途	房產類別		
	個別家庭裝置，包括 一幢大廈內的個別居住單位	小型商店、倉庫、辦公室及商業樓宇	小型酒店、宿舍、賓館等
1. 照明	總電流需求量的 66%	總電流需求量的 90%	總電流需求量的 75%
2. 發熱及電力 (參閱下列第 3 至 10 項)	總電流需求量首 10 安培的 100% + 超過 10 安培後的 50% 電流需求量	最大用具滿載電流的 100% + 其餘用具滿載電流的 75%	最大用具滿載電流的 100% + 次大用具滿載電流的 80% + 其餘用具滿載電流的 60%
3. 煮食用具	10 安培 + 煮食用具滿載電流減去 10 安培後的 30% + 5 安培 (如用具內裝有插座)	最大用具滿載電流的 100% + 次大用具滿載電流的 80% + 其餘用具滿載電流的 60%	最大用具滿載電流的 100% + 次大用具滿載電流的 80% + 其餘用具滿載電流的 60%
4. 電動機 (除升降機的電動機外，見第 8 項)	——	最大電動機滿載電流的 100% + 次大電動機滿載電流的 80% + 其餘電動機滿載電流的 60%	最大電動機滿載電流的 100% + 其餘電動機滿載電流的 50%

須應用參差額計算的 導體或開關設備的用途	房產類別		
	個別家庭裝置，包括 一幢大廈內的個別居住單位	小型商店、倉庫、辦公室及商業樓宇	小型酒店、宿舍、賓館等
5. 熱水器 (即熱式)	最大用具滿載電流的 100% + 次大用具滿載電流的 100% + 其餘用具滿載電流的 25%	最大用具滿載電流的 100% + 次大用具滿載電流的 100% + 其餘用具滿載電流的 25%	最大用具滿載電流的 100% + 次大用具滿載電流的 100% + 其餘用具滿載電流的 25%
6. 熱水器 (自動調溫控制)	無容許參差額		
7. 貯熱式空間加熱裝置	註：必須確保在無應用參差額下，配電箱的額定值足以承受與其接連的總負荷。		
8. 升降機的電動機	註：由根據《升降機及自動梯條例》(香港法例第 618 章) 註冊的升降機工程師訂定有關的要求。		
9. 水泵	最大水泵電動機滿載電流的 100% + 其餘水泵電動機滿載電流的 25%。		
10. 空氣調節機	樓宇內最大空氣調節機滿載電流的 100% + 其餘空氣調節機滿載電流的 40%	最大用電點電流需求量的 100% + 其餘每一用電點電流需求量的 75%	最大用電點電流需求量的 100% + 其餘每一用電點電流需求量的 75%
11. 按照守則 6D 的最終電路安排	最大電路電流需求量的 100% + 其餘每一電路電流需求量的 30%	最大電路電流需求量的 100% + 其餘每一電路電流需求量的 40%	
12. 按照守則 6E 的最終電路安排	最大電路電流需求量的 100% + 其餘每一電路電流需求量的 40%	最大電路電流需求量的 100% + 其餘每一電路電流需求量的 50%	
13. 除以上所列項目外的同類固定裝置，如雪櫃、冰箱等	最大用電點電流需求量的 100% + 其餘每一用電點電流需求量的 40%	最大用電點電流需求量的 100% + 其餘每一用電點電流需求量的 75%	最大用電點電流需求量的 100% + 主要房間 (如飯廳) 內每一用電點電流需求量的 75% + 其餘每一用電點電流需求量的 40%

### (3) 照明及通風

(a) 每一開關掣房／電力分站應有足夠照明，在地面量度的照明度最少要達 150 勒克斯而垂直面亦要有不少於 120 勒克斯的平均照明度，使人能夠適當操作有關電力器具。如果開關掣房／電力分站內的電力器具須在電源電力故障時操作，則應提供足夠、不依賴總線電源的緊急電力照明，而且最少能夠維持 30

分鐘時間。如果所提供的照明度只達上述的最低水平，則在進行維修時應額外提供照明。

(此部份引用自機電工程署之《電力（線路）規例工作守則》2015 年版「守則 12」)

## 守則 12 接地安排

### 12A 概要

(a) 裝置應有接地安排使到：

- (i) 該裝置可由本身的接地極加以保護；及
- (ii) 該裝置的總接地終端可接駁至供電商所提供的接地設施(如下列守則 12B 所述)。

(b) 於線路規例生效(1992 年 6 月 1 日) 之前已連接電源的裝置，其接地安排應採取下列一種或多於一種的方式：

- (i) 裝置由本身的接地極加以保護；
- (ii) 裝置的總接地終端連接至供電商所提供的接地設施；或
- (iii) 裝置的總接地終端連接至某一共同接地導體，而該導體乃連接至接地極或供電商所提供的接地設施。

### 12B 連接供電點的接駁

#### (1) 由變壓器供電

當電力供應是直接來自供電商在某裝置所在房產內裝設的變壓器，該裝置的總接地終端應經由一導體或一共同的導體，接駁至供電商在供電點(例如：過牆接駁裝置或輸入電路斷路器上的總電纜終端的附近) 所設置的接駁終端。

#### (2) 由地底電纜供電

當電力供應是來自供電商的電纜，而該電纜在供電點的電纜終端設有外露非帶電金屬部分，例如金屬電纜終端盒、金屬電纜封套、電纜裝甲或金屬護套等，則裝置的總接地終端應經由供電商所設置的接駁終端，與這些外露非帶電金屬部分互相接駁。

#### (3) 拆除接駁以符合規例 11 的規定

上文第(1) 及(2) 段所指的接駁如用以防止出現危險的對地電勢，則即使拆除接

駁，有關裝置仍要符合線路規例第 11 條(對地漏電及接地故障電流) 的各項規定。

#### (4) 守則 12B 的適用

守則 12B 只適用於線路規例生效日期(1992 年 6 月 1 日) 或該日之後完成的或重大改裝的裝置。

### 12C 接地極

#### (1) 接地極的類別

(a) 接地極的材料及結構，應能抵受腐蝕所造成的損壞。下列各類接地極可以接受：

- (i) 接地棒或喉管；
  - (ii) 接地帶或線；
  - (iii) 接地板；
  - (iv) 鋼筋混凝土，包括板樁。
- (b) 氣體及供水喉管的金屬件，不應用作接地極。

#### (2) 接地棒

- (a) 銅接地棒的總直徑，不應小於 12.5 毫米。
- (b) 使用不銹鋼或鍍鋅鋼等類材料的接地棒，總直徑不應小於 16 毫米。
- (c) 接地棒插入的一端，可以裝上一個堅硬的鋼頭。
- (d) 如需加長接地棒，應以耦合器把每截接地棒連接起來。
- (e) 安裝額外的接地棒時，適宜使每截接地棒之間保持 3.5 米或大於插入長度兩倍的距離。所有依照此方式安裝的接地棒，應使用大小適合的接地導體加以連接，該導體應藏於聚氯乙烯管道內，且埋藏於地面之下的深度最少為 600 毫米。

#### (3) 接地帶

- (a) 接地帶應採用截面積不小於 25 毫米 × 3 毫米的銅帶。
- (b) 如需把數條接地帶作並聯連接，以達至低的接地電阻，可以採取平行線方式或以某一點為中心的放射式安裝。

#### (4) 接地板

接地板應使用不少於 3 毫米厚而面積不超過 1 200 毫米 × 1 200 毫米的銅板。

#### (5) 接地極的安裝

接地極的安裝應按適當情況符合《供電電纜(保護) 規例》的規定。

(此部份引用自機電工程署之《電力（線路）規例工作守則》2015 年版「守則 13」)

### 守則 13 導體、接頭及連接

#### 13A 電纜導體的選擇和大小

##### (1) 概要

導體的載流量不應小於其通常載送的最大電流需求量，並能抵受預期故障電流，而且適合在有關裝置所在環境及其設計電壓值操作。

##### (2) 決定電纜導體大小時須考慮的因素

決定電纜導體大小時，一般應考慮下列因素：

- (a) 導體材料；
- (b) 絕緣材料；
- (c) 電纜安裝地點的環境溫度；
- (d) 安裝方法；
- (e) 電纜是否受隔熱材料影響；
- (f) 保護器件的使用及類別；
- (g) 由電路起源點至負荷的電壓降；
- (h) 就第四類電路而言，請參照製造商的建議；及
- (i) 就第一類電路而言，帶電導體的截面積應如下：
  - (i) 使用聚氯乙烯絕緣聚氯乙烯護套銅電纜的明敷線路，不小於 1.5 平方毫米；
  - (ii) 裝於導管、管道、管通或線槽內的單芯聚氯乙烯絕緣銅電纜，不小於 1.0 平方毫米；
  - (iii) 鋁導體不小於 16 平方毫米；
  - (iv) 軟電纜及軟電線，不小於 0.5 平方毫米。

##### (3) 決定電纜導體大小的方法

(a) 在決定電纜導體大小上，一般應依照下列的步驟而行：

- (i) 確定有關電路的設計電流量。
  - (ii) 選擇適當的過流保護器件(參閱守則 9)。
  - (iii) 確定所需導體的載流量，方法是以過流保護器件的標稱設定值或電流額定值作為被除數，使除以各項適當的校正因數。
- 有關環境溫度、電纜組合、隔熱及保護器件類別的典型校正因數，見載於附錄 5。
- (iv) 根據所需的載流量而選擇大小適當的導體。附錄 6 按聚氯乙烯／交聯聚乙烯絕緣電纜不同的安裝方式列出其各種大小銅導體的載流量。至於其他種類的電纜，應參考 BS 7671 或 IEC 60364。
  - (v) 應檢查電路所產生的電壓降，使正常使用情況下任何固定用電器具在終端處的電壓值，應高於該類器具按照有關認可標準而定的最低界限。如果有關的固定用電器具並非按照認可標準而設，則其終端處的電壓值應定於不會損害該器具安全運作的數值。

如果在裝置的電源點與固定用電器具之間的電壓降不超過供電標稱電壓的 4%，則作符合上述規定論。在電動機的起動時間內以及對其他高啟動電流的器具而言，較大的電壓降亦可接受，但電壓值的差異，必須是在該類器具按有關認可標準所定的界限範圍內，或者如無認可標準作為根據，則以製造商的建議為依歸。

附錄 6 的表中亦列出每 1 米長聚氯乙烯／交聯聚乙烯絕緣電纜(銅導體) 每 1 安培的電壓降。如果以上述方式決定的電壓降並不合乎要求，應採用較大的導體。

(b) 附錄 12 所載的例子，說明決定電纜導體大小的步驟。

(4) 一般裝置所使用電纜導體的典型截面積

就下列情況的一般裝置而言，符合表 13(1) 的銅導體截面積，一般可以接受：

- (a) 環境溫度不超過 35°C；
- (b) 只有一條電路，該電路可由數條單芯電纜或一條多芯電纜組成；
- (c) 對於在表面直接用線夾固定的電纜，各組單芯電纜或多芯電纜的間距，不小於隔鄰的一組電纜中最大一條電纜的直徑兩倍；
- (d) 並非以半封閉式熔斷器為保護器件；及
- (e) 電纜並不接觸任何隔熱物。

## 13B 基本防護

(1) 電氣性絕緣的保護

- (a) 帶電導體應完全用絕緣物遮蓋，而所用的絕緣物必須：
- (i) 能夠持久抵受使用時可能受到的機械、電氣、熱及化學方面的影響；及
  - (ii) 只在加以破壞的情況下才可移去。
- (b) 若絕緣物是在安裝有關裝置時才加上，其絕緣品質應該通過適當的試驗來確定，這些試驗要相等於認可標準就同類典型試驗器具而訂立的試驗。
- (c) 非浸漬的紙張、石棉、織物、木材或壓麻等材料，不應用作絕緣。
- (d) 如容許在低壓裝置中使用絕緣帶，其厚度最少應為 0.21 毫米。

## (2) 其他方式的保護

IEC 60364 或 BS 7671 所指定的其他基本防護措施，均可接受。

## 13C 接頭及連接

- (a) 電纜終端或接頭的每一連接口，應該：
- (i) 機械及電氣性能良好；
  - (ii) 設有防止潮濕、機械性損壞及任何可能產生的震盪的防護；
  - (iii) 不會對連接口的固定件產生太大的機械性應力；
  - (iv) 不會對電纜導體造成任何損壞；
  - (v) 適合所連接導體的大小與種類；及
  - (vi) 按所在處電路的電壓作適當絕緣。
- (b) 在製作電纜接頭或終端時，不應把線芯內多股絞合導體的任何導體剪去。
- (c) 非軟電纜的接頭，應使用錫焊、銅焊、或燒焊方式，或使用機械性線夾，或壓縮型式。機械性線夾及壓縮式插口應套緊所有導線。
- (d) 軟電纜或軟電線的接頭，應使用合適的電纜耦合器。
- (e) 礦物絕緣電纜的終端應使用適當的附件及製造商所建議的適當工具來做。
- (f) 電纜封套應妥善收緊，但不可損壞電纜外部的護套或裝甲。
- (g) 有關製作電纜接頭及終端工藝方面的詳細要求，載於守則 25D。
- (h) 除下列各項外，所有連接口及接頭皆應有接觸途徑，以便進行檢查、測試及維修，
- (i) 以絕緣化合物填充或封裝的接頭；

- (ii) 在一條引線與發熱元件(例如天花或樓板暖氣系統、管面加熱系統) 之間的連接口；
- (iii) 以燒焊、錫焊、銅焊或壓縮工具製作的接頭。

### 13D 電纜的其他要求

#### (1) 低壓用途電纜的電壓級別

- (a) 符合 BS EN 50525-2-31 的聚氯乙烯絕緣無護套電纜，其電壓級別應為 450/750 伏特。
- (b) 聚氯乙烯絕緣、有聚氯乙烯護套、截面積不超過 35 平方毫米並符合 BS 6004 的電纜，電壓級別應為 300/500 伏特。至於截面積超過 50 平方毫米並符合 BS 6346 的電纜，電壓級別應為 600/1 000 伏特。
- (c) 符合 BS 6346 的聚氯乙烯絕緣、有聚氯乙烯護套的裝甲電纜，不論大小，電壓級別應為 600/1 000 伏特。
- (d) 符合 BS 7211 的交聯聚乙烯絕緣無護套或有聚氯乙烯護套電纜，其電壓級別應為 450/750 伏特；符合 BS 5467 的同類型電纜，其電壓級別則應為 600/1 000 伏特。
- (e) 符合 BS 5467 及 6724 的交聯聚乙烯絕緣、有聚氯乙烯護套的裝甲電纜，電壓級別應為 600/1 000 伏特。

#### (2) 電纜線芯的識別

(a) 在固定線路裝置中非軟電纜的每一線芯或裸導體，應在其終端位(最佳為導體的全段) 加上適當的標誌、顏色或編號，以作識別。作識別用途的標誌和編號，必須清晰、耐用及與絕緣體的顏色有明顯分別。在終端位使用適當顏色的軟帶、套管或圓片皆可以接受。所使用的顏色和／或編號，應符合表 13(2) 的規定。

(b) 軟電纜或軟電線的每一線芯：

- (i) 如果在單相電路使用，整條線芯的相導體應為棕色，而中性導體則為藍色；
- (ii) 如果在多相電路使用，各相導體可用 L1、L2 及 L3 的編號代表；若有中性導體，則以 N 代表。

(c) 每一電纜保護導體應專用黃和綠二色代表。

#### (3) 直接埋藏地下的電纜識別

電纜如直接埋藏於地底，應沿着整條電纜的路線以覆蓋瓦或標示帶加以識別。

在覆蓋瓦或標示帶上應標明“危險 —— 電纜”字樣。

**表 13(1)**

在守則 13A(4) 所列出的一般裝置情況下  
採用的聚氯乙烯銅導體的最小截面積 (以平方毫米計)

電流 額定值 (安培)	一相兩線							三相四線									
	5	15	20	30	60	80	100	5	15	20	30	60	100	150	200	300	400
封閉 環境	1.0	2.5	2.5	4	16	25	35	1.0	2.5	2.5	6	16	35	70	120	240	400
直接 夾放	1.5	2.5	2.5	4	10	16	25	1.5	2.5	2.5	4	10	25	50	70	150	240

**表 13(2)**

固定線路中非軟電纜及裸導體的識別

功能	顏色代碼		編號
	舊顏色	新顏色	
單相電路的相線	紅 (或黃或白或藍)	棕	L
三相電路的相線一	紅	棕	L1
三相電路的相線二	黃 (或白)	黑	L2
三相電路的相線三	藍	灰	L3
中性線	黑	藍	N
保護導線	黃和綠	黃和綠	—

(此部份引用自機電工程署之《電力（線路）規例工作守則》2015 年版「守則 14」)

守則 14 線路裝置的外殼

14A 一般要求

(1) 以外殼作為保護導體

(a) 電纜、匯流排槽及開關及控制組件的金屬外殼，如用作保護導體，應符合

下列條件：

- (i) 截面積不小於按照守則第 11C(2)(e) 所決定，或根據 BS EN60439-1 或等效規定進行測試所核定的數值；
  - (ii) 能達至和保持電氣連續性，使有保護以防機械、化學或電化學性質的損壞；及
  - (iii) 可供其他保護導體接上任何一個預定的分線點。
- (b) 導管、線槽或管通如用作保護導體，每一附件的接地終端應以大小適當的獨立保護導線與有關線盒或外殼內的接地終端互相連接。

## (2) 外殼的支承

所有導管、管通及線槽裝置應予適當支承，其種類應適合正常使用情況下可能發生的機械性損壞危險，或有足夠保護以防這類損壞。

## (3) 防火障

- (a) 導管、管道、管通或線槽如穿過地板和牆壁等類作為隔火障的結構物，所造成的孔穴應按照 BS 476：第 20 部或等效規定的隔火程度加以密封。
- (b) 電纜、導管或導體如裝設於穿過隔火結構物的線溝、管道、管通、線槽或閘井之內，應設置適合的內隔火障，以防火勢蔓延。

## 14B 鋼導管系統

### (1) 建造

- (a) 有公制螺紋的鋼導管及配件(軟導管除外) 應採厚料及縱向焊接的類別，並要符合 BS 4568、BS EN 60423、BS EN 61386、IEC 60423、IEC 61386 或等效規定。所用的任何硬導管，外標稱直徑最小應為 16 毫米而壁厚最少為 1.4 毫米。
- (b) 軟性的鋼導管應符合 BS EN 61386、IEC 61386 或等效規定。此外，軟導管如暴露於各種天氣或處於潮濕環境中，應採用有聚氯乙烯護套的金屬導管。
- (c) 所有鋼導管、導管配件及內藏電氣附件的金屬線盒，內外的表面皆應有防腐蝕的保護。

### (2) 裝置

- (a) 鋼導管裝置在機械及電氣性能方面皆應保持連續性，並有效接地，而且符合 BS 4568、BS EN 60423、BS EN 61386、IEC 60423、IEC 61386 或等效規定。
- (b) 導管裝置內要有足夠數目、大小適合的適配線盒，以便輕易地把電纜拉入

而不會造成損壞。

(c) 軟性鋼導管不應用作保護導體，並應有大小適合的獨立電路保護導體使接地得以連續。

(d) 導管應妥為安裝，以防止任何部分積聚凝結的濕氣或水分。

#### 14C 鋼線槽系統

##### (1) 建造

(a) 用作裝嵌鋼線槽及配件的鋼板，其最小厚度要符合表 14(1) 所示的要求，並應符合 BS 4678：第 1 部或等效規定所指定的要求。

(b) 裝於地板之下的線槽，應符合 BS 4678：第 2 部或等效規定，並應按下列情況採用合適的鋼板裝配：

- (i) 如線槽不超過 100 毫米闊，鋼板的厚度不應小於 1.2 毫米；
- (ii) 如線槽超過 100 毫米闊，鋼板的厚度不應小於 1.6 毫米；及
- (iii) 如作為分隔及連接材料之用，鋼板的厚度不應小於 1.0 毫米。

(c) 建造鋼線槽裝置時應盡可能全部採用製造商所指定的標準配件，例如 T 形或角形的構件、連接器等。

(d) 所有鋼線槽及配件應作防腐蝕保護。

##### (2) 裝置

(a) 鋼線槽裝置在機械及電氣性能方面皆應保持連續性，並且有效接地。

(b) 為達至電氣連續性，應用一條大小適中的保護導線(如銅帶)，把線槽毗連的兩端連接起。

(c) 線槽裝置的每一進口應設於適當位置，以防止入水及／或加以保護以免入水。

#### 14D 塑膠或聚氯乙烯(PVC) 導管或線槽

##### (1) 建造

(a) 硬性的塑膠或聚氯乙烯導管及導管配件，強度應足以抵受安裝情況下所產生的應力，並應符合 BS 4607：第 1 及 2 部、BS EN 61386、IEC 61386 或等效規定。

(b) 可彎曲的導管應採用自行熄滅的塑膠材料，並應符合 BS 4607：

第 3 部或等效規定。

(c) 使用絕緣材料製造的適配線盒及內藏電氣附件的線盒，應符合 BS 4662 或等效規定，而且盒壁的厚度最小為 2 毫米。

## (2) 裝置

(a) 安裝塑膠或聚氯乙烯導管或線槽系統，應考慮到在安裝情況下所可能承受的環境溫度，只有在能夠適應環境溫度的極端變化情況下，才應安裝。當有關裝置的正常操作溫度可能高逾 60°C 時，不應採用硬聚氯乙烯導管或線槽。

(b) 聚氯乙烯或塑膠導管系統或線槽的任何外露非帶電金屬部分，應採用大小適合的保護導體接地，以維持有效的連續性。塑膠或聚氯乙烯導管系統如設於金屬導管系統之間，應於鋼導管／線槽以及最接近有適當終端的線盒之處接地。

(c) 硬聚氯乙烯導管的支承及安裝方法，應顧及該導管在正常操作情況下，會因氣溫轉變而出現縱向膨脹及收縮。

## 14E 外殼的電纜容量

### (1) 一般要求

拉入或放入線路裝置外殼之內的電纜數目要適當，以免對電纜或外殼造成任何損壞。

### (2) 電纜容量的決定

內藏單芯聚氯乙烯絕緣電纜(如屬高壓電纜請參照製造商的建議) 的導管及線槽，其電纜容量可採下述的“單元系統”方法來決定：

(a) 直線延伸不超過 3 米長的導管

(i) 每條使用的電纜，應按表 14(2)(a) 所載求取適當的電纜因數。

(ii) 把所得的電纜因數全部加起，然後與表 14(2)(b) 所載的導管因數互相比較。

(iii) 如果導管因數相等於或大於電纜因數總和，則該導管的大小可視為適合。

(b) 直線延伸超過 3 米長的導管，或任何長度有彎位或曲位的導管：

(i) 每條使用的電纜，應按表 14(3)(a) 所載求取適當的電纜因數。

(ii) 把所得的電纜因數全部加起，然後與表 14(3)(b) 所載的導管因數互相比較，並顧及導管延伸長度和其中彎位數目。

(iii) 如果導管因數相等於或大於電纜因數總和，則該導管的大小可視為適合。

(iv) “彎位”一詞是指 90° 的彎位，而一對曲位則相等於一個彎位。

(c) 任何長度的線槽

(i) 每條使用的電纜，應按表 14(4)(a) 所載求取適當的電纜因數。

- (ii) 把所得的電纜因數全部加起，然後與表 14(4)(b) 所載的線槽因數互相比較。
- (iii) 如果線槽因數相等於或大於電纜因數總和，則該線槽的大小可視為適合。
- (d) 電纜的種類和截面積以及線槽的大小，如果並沒有在表 14(4)(a) 及表 14(4)(b) 內列出，則放入線槽內的電線數目不應令空間因數超出 45%。  
(註：空間因數是指整組電纜截面積之和(包括絕緣物和護套)與安放這些電纜的線槽的內截面積的比例(以百分率表示)。非圓形電纜的實際截面積是以電纜主軸的長度作為圓直徑來求取。)

#### 14F 匯流排槽系統的外殼及電軌系統

有關匯流排槽系統的外殼的要求，載於守則 26B。電軌系統應符合 BS EN 61534 系列的規定。

#### 14G 工藝

- (a) 在導管上作彎位時，不應使其原本的截面形狀過度弄歪，或使導管有所損壞。
- (b) 在安裝導管、線槽或其他外殼時，應把內面及兩端任何芒刺、銳邊及突出的部分除去。
- (c) 在安裝之後如果金屬外殼表面的保護塗層受損，應在其表面再塗上油漆或其他適當的塗料以防止腐蝕。
- (d) 有關安裝導管及線槽工藝方面的細節，載於守則 25 內。

**表 14(1)**

金屬線槽的槽殼材料最小厚度

額定大小 (毫米 × 毫米)	槽殼材料的最小厚度 (毫米)
50 × 50	1.0
75 × 50	1.2
75 × 75	1.2
100 × 75	1.2
150 × 100	1.4
150 × 150	1.6

**表 14(2)**

直線延伸及不超過 3 米長導管的  
電纜因數和導管因數

(a) 電纜因數

導體種類	導體截面積 (平方毫米)	因數
實心	1	22
	1.5	27
	2.5	39
絞合	1.5	31
	2.5	43
	4	58
	6	88
	10	146

(b) 導管因數

導管直徑 (毫米)	因數
16	290
20	460
25	800
32	1 400

**表 14(3)**

超逾 3 米長或有彎位或曲位導管  
的電纜因數和導管因數

(a) 電纜因數

導體種類	導體截面積 (平方毫米)	因數
實心或絞合	1	16
	1.5	22
	2.5	30
	4	43
	6	58
	10	105

(b) 導管因數

導管延伸 長度 (米)	導管直徑 (毫米)																			
	16	20	25	32	16	20	25	32	16	20	25	32	16	20	25	32				
	直線				一個彎位				二個彎位				三個彎位				四個彎位			
1	已於表 14(2) (a) 及 (b) 內列出				188	303	543	947	177	286	514	900	158	256	463	818	130	213	388	692
1.5					182	294	528	923	167	270	487	857	143	233	422	750	111	182	333	600
2					177	286	514	900	158	256	463	818	130	213	388	692	97	159	292	529
2.5					171	278	500	878	150	244	442	783	120	196	358	643	86	141	260	474
3					167	270	487	857	143	233	422	750	111	182	333	600				
3.5	179	290	521	911	162	263	475	837	136	222	404	720	103	169	311	563				
4	177	286	514	900	158	256	463	818	130	213	388	692	97	159	292	529				
4.5	174	282	507	889	154	250	452	800	125	204	373	667	91	149	275	500				
5	171	278	500	878	150	244	442	783	120	196	358	643	86	141	260	474				
6	167	270	487	857	143	233	422	750	111	182	333	600								
7	162	263	475	837	136	222	404	720	103	169	311	563								
8	158	256	463	818	130	213	388	692	97	159	292	529								
9	154	250	452	800	125	204	373	667	91	149	275	500								
10	150	244	442	783	120	196	358	643	86	141	260	474								

**表 14(4)**

任何長度線槽的電纜因數和線槽因數

(a) 電纜因數

導體種類	導體截面積 (平方毫米)	因數
實心	1.5	7.1
	2.5	10.2
絞合	1.5	8.1
	2.5	11.4
	4	15.2
	6	22.9
	10	36.3

(b) 線槽因數

線槽大小 (毫米 × 毫米)	因數
50 × 37.5	767
50 × 50	1 037
75 × 25	738
75 × 37.5	1 146
75 × 50	1 555
75 × 75	2 371
100 × 25	993
100 × 37.5	1 542
100 × 50	2 091
100 × 75	3 189
100 × 100	4 252

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELDE321A 「設計基本的低壓電力供應系統」

#### 評核指引

##### 1. 評核方式

如前所述，使用者可自行設計適合自身需要及教學對象的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 口試（例如模擬一工程項目的小組討論或面見，要求學員參與，設定評分標準）
- 筆試考核（設定筆試題目，考核學員的相關知識）
- 其他（例如實務演示、視像記錄等）

使用者在設計課程時，亦應評核學員對這些知識的掌握程度。使用者應自行設計適合自身需要及教學對象就實務技能的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 設立期中、期末的實務考試
- 模擬的實務技能工作項目
- 就每一次的實務技能練習進行評分
- 設立工作實習，在實際工作中進行評估

上述例子可混合使用。無論採用何種評核方式，使用者必需考慮本能力單元的教學內容既以技術知識為主，亦包括實務技能；且應顧及其資歷架構3級之水平。在設計評核方式時，應切合這些面向，包括能有效地測試學員對能力單元的內容的掌握。以此為邏輯，筆試會是較為主要的評核方式。

以下是以筆試作為評核模式的示範例子：

- 評核模式為：筆試

## 2. 評核方式設計範例

為檢視學員之學習進度是否有所增長，進而檢視教學成果，本指引建議在整個教學過程中，設兩次筆試評核，一次為期中考試（即持續評核）；另一次為期末考試。筆試之模式建議如下：

- 筆試內容為：短答題
- 題目數量為：每次至少 5 題
- 使用者應準備試題庫，預先編撰足夠數量之試題，確保每次筆試時，題目不至過份重複；建議試題庫之題目數量應為實際考試題目數量之 4 倍

無論評核模式如何，試題內容應配合教學進度。此外，試題內容亦理應配合教學內容及本能力單元所涵蓋之知識範圍。

另外，為確保評核質素，使用者應定時檢討試題內容，視乎需要更新試題，以確保所考核之內容為該領域之最新知識，貼近業界現況；本指引建議培訓機構至少每一年進行一次試題檢討。

## 3. 評核項目與預定學習成效

設計評核方式時，應留意評核項目必需切合預期學習成效，確保兩者能充份配對。以本能力單元的預期學習成效及筆試的評核方式而言，兩者的配對如下：

評核項目	<u>預期學習成效一</u> 能詮釋由低壓配電地底電纜直接供電的低壓電力系統之基本設計概念	<u>預期學習成效二</u> 能執行低壓電力裝置的基本配電及最終電路設計	<u>預期學習成效三</u> (如使用者自訂其他預期學習成效)
評核項目一 (例如：持續評估——實務試 / 筆試等)	✓	✓	
評核項目二 (例如：期末考試——實務試)		✓	✓
..... (如有更多評核項目，可繼續延伸下去)			✓

#### 4. 評核試題範例

下頁是本指引所建議的評核方式（筆試）的試題範例樣本（附件 B-03），使用者可用作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的評核內容。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

另外，本能力單元同樣出現於《低壓裝置安裝及保養維修（實務技能）（三級）》之中，由於兩者的面向不同，評核設計理應有所不同。為了令到使用者有更完整的理解，本指引收錄了本能力單元於「實務技能」中所建議的實務試題範例樣本（附件 B-04），以供使用者參考。

附件 B-03

能力單元 EMELDE321A 「設計基本的低壓電力供應系統」

評核試題範例樣本

評分準則建議：每題 10 分，視乎試卷的題目數量，以獲得全部題目的 50%分數或以上為合格。

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字可以取得括號內分數）
Q1	甚麼是低壓電器？	在交流額定電壓 1200V，直流額定電壓 1500V 及以下的電路中起通斷、保護、控制或調節作用的電器	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 交流額定電壓 1200V 以下 (5 分)</li> <li>● 直流額定電壓 1500V 以下 (5 分)</li> </ul>
Q2	甚麼是“第 3 類電路” (category 3 circuit) ？	第 3 類電路 (category 3 circuit) 指緊急照明設備、出口指示牌、空氣加壓系統及消防裝置(包括火警探測裝置、火警鐘、消防泵、消防員升降機及排煙設備) 所使用的電路	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 緊急照明設備 (2.5 分)</li> <li>● 出口指示牌 (2.5 分)</li> <li>● 空氣加壓系統 (2.5 分)</li> <li>● 消防裝置 (2.5 分)</li> </ul>
Q3	電路的基本保護要求，在合理及實際可行的情況下，應避免因其中一條電路發生故障，而引致裝置的任何不相關部分也被切斷電力供應。建議採用甚麼措施？	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 裝置的固定照明設備應安排由兩條或以上的最終電路供電</li> <li>● 照明最終電路應與電力電路作電氣性分隔，但可接駁至電鈴變壓器或電鐘</li> <li>● 廚房用的電力電路應與其他電源電路作電氣性分隔</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 由兩條或以上的最終電路供電 (2.5 分)</li> <li>● 電氣性分隔 (2.5 分)</li> <li>● 廚房用的電力電路 (2.5 分)</li> <li>● 照明最終電路 (2.5 分)</li> </ul>
Q4	單相電路及三相電路中性導體是如何安排？	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 單相電路的中性導體，不可與其他電路共用</li> <li>● 三相電路的中性導體，只可在三相四線系統中與有關相位共用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 單相不可與其他電路共用 (4 分)</li> <li>● 三相四線系統 (4 分)</li> <li>● 有關相位可共用 (2 分)</li> </ul>

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字可以取得括號內分數）
Q5	甚麼屋內設備或器具須由獨立電路供電？	<p>下列各項須由獨立電路供電：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 廚房內的插座及固定用具</li> <li>● 電熱水器</li> <li>● 永久連接的戶內空間加熱器</li> <li>● 空氣調節機</li> <li>● 永久連接的器具</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 廚房內的插座及固定用具 (2 分)</li> <li>● 電熱水器 (2 分)</li> <li>● 永久連接的戶內空間加熱器 (2 分)</li> <li>● 空氣調節機 (2 分)</li> <li>● 永久連接的器具 (2 分)</li> </ul>
Q6	最終電路的電流需求量，應按所連接或預定連接的用電器具的假定電流需求量總和計算，請說明放射式最終電路、照明供電點及所有其他固定器具等的假定電流需求量總和計算。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 放射式最終電路的每一插座，應假定以其額定電流值為需求量</li> <li>● 照明供電點應假定以所連接的負荷為需求量，而每一燈座最少為 100 瓦特</li> <li>● 電鐘、鬚刨插座、電鈴變壓器、以及額定值不超逾 5 伏安的用電器具，可以不計</li> <li>● 放電照明以伏安計算的需求量，應假定為該電燈的額定瓦特乘以不少於 1.8 的數字；而此乘數(1.8) 是假定電路的功率因數已提高至不少於 0.85 滯後，並已顧及控制設備損耗及諧波電流等因素</li> <li>● 所有其他固定器具，應假定以額定或正常電流為需求量。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 放射式其額定電流值為需求量 (2 分)</li> <li>● 照明供電點每一燈座最少為 100 瓦特 (2 分)</li> <li>● 不超逾 5 伏安的用電器具，可以不計 (2 分)</li> <li>● 功率因數已提高至不少於 0.85 滯後 (2 分)</li> <li>● 額定或正常電流為需求量 (2 分)</li> </ul>
Q7	列舉三種接地極的類別。	<p>下列各類接地極可以接受：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 接地棒或喉管</li> <li>● 接地帶或線</li> <li>● 接地板</li> <li>● 鋼筋混凝土，包括板樁</li> </ul>	<p>任何兩個關鍵字</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 接地棒或喉管 (5 分)</li> <li>● 接地帶或線 (5 分)</li> <li>● 接地板 (5 分)</li> <li>● 鋼筋混凝土，包括板樁 (5 分)</li> </ul>

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字可以取得括號內分數）
Q8	決定電纜導體大小時，列舉其中五個一般考慮因素。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 導體材料</li> <li>● 絕緣材料</li> <li>● 電纜安裝地點的環境溫度</li> <li>● 安裝方法</li> <li>● 電纜是否受隔熱材料影響</li> <li>● 保護器件的使用及類別</li> <li>● 由電路起源點至負荷的電壓降</li> </ul>	<p>任何五個關鍵字</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 導體材料 (2 分)</li> <li>● 絕緣材料 (2 分)</li> <li>● 電纜安裝地點的環境溫度</li> <li>● 安裝方法 (2 分)</li> <li>● 電纜是否受隔熱材料影響 (2 分)</li> <li>● 保護器件的使用及類別 (2 分)</li> <li>● 由電路起源點至負荷的電壓降 (2 分)</li> </ul>
Q9	電纜終端或接頭的每一連接口，列舉四個應有條件或情況。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機械及電氣性能良好</li> <li>● 設有防止潮濕、機械性損壞及任何可能產生的震盪的防護</li> <li>● 不會對連接口的固定件產生太大的機械性應力</li> <li>● 不會對電纜導體造成任何損壞</li> <li>● 適合所連接導體的大小與種類</li> <li>● 按所在處電路的電壓作適當絕緣</li> </ul>	<p>任何四個關鍵字</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 機械及電氣性能良好 (2.5 分)</li> <li>● 設有防止潮濕、機械性損壞及任何可能產生的震盪的防護 (2.5 分)</li> <li>● 不會對連接口的固定件產生太大的機械性應力 (2.5 分)</li> <li>● 不會對電纜導體造成任何損壞 (2.5 分)</li> <li>● 適合所連接導體的大小與種類 (2.5 分)</li> <li>● 按所在處電路的電壓作適當絕緣 (2.5 分)</li> </ul>

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字可以取得括號內分數）
Q10	簡述環形最終電路的安排。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 每一環形電路的電路導體，應照環形方式安裝，即由配電箱內的電路起源點開始，接駁至與環形電路連接的插座終端，再返回電路的同一起源點</li> <li>● 每一環形電路的電路保護導體(由內藏環形電路的所有導線的金屬護層或外殼構成者除外)，應照環形方式安裝，把兩端皆連接至電路起源點的接地終端</li> <li>● 如裝設兩條或以上的環形最終電路，由該等電路供電的插座和器具，應均勻及合理地分配至各別環形最終電路上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電路起源點開始 (2 分)</li> <li>● 環形電路連接的插座終端 (2 分)</li> <li>● 返回電路的同一起源點 (2 分)</li> <li>● 電路保護導體兩端連接至電路起源點的接地終端 (2 分)</li> <li>● 兩條或以上的環形最終電路合理地分配至各別環形最終電路上 (2 分)</li> </ul>
Q11	試列舉三種常見之低壓用途電纜及其電壓級別。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 符合 BS EN 50525-2-31 的聚氯乙烯絕緣無護套電纜，其電壓級別應為 450/750 伏特</li> <li>● 聚氯乙烯絕緣、有聚氯乙烯護套、截面積不超逾 35 平方毫米並符合 BS 6004 的電纜，電壓級別應為 300/500 伏特。至於截面積超逾 50 平方毫米並符合 BS 6346 的電纜，電壓級別應為 600/1 000 伏特</li> <li>● 符合 BS 6346 的聚氯乙烯絕緣、有聚氯乙烯護套的裝甲電纜，不論大小，電壓級別應為 600/1 000 伏特</li> <li>● 符合 BS 7211 的交聯聚乙烯絕緣無護套或有聚氯乙烯護套電纜，其電壓級別應為 450/750 伏特；符合 BS 5467 的同類型電纜，其電壓級別則應為 600/1 000 伏特</li> <li>● 符合 BS 5467 及 6724 的交聯聚乙烯絕緣、有聚氯乙烯護套的裝甲電纜，電壓級別應為 600/1 000 伏特</li> </ul>	必然列舉出答案所列的其中三項內容，只能列舉出兩項者得 6 分；只能列舉出一項者得 3 分

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字可以取得括號內分數）
Q12	設計鋼導管須考慮那些標準？	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有公制螺紋的鋼導管及配件(軟導管除外) 應採厚料及縱向焊接的類別，並要符合 BS 4568、BS EN 60423、BS EN 61386、IEC 60423、IEC 61386 或等效規定。所用的任何硬導管，外標稱直徑最小應為 16 毫米而壁厚最少為 1.4 毫米</li> <li>● 軟性的鋼導管應符合 BS EN 61386、IEC 61386 或等效規定。此外，軟導管如暴露於各種天氣或處於潮濕環境中，應採用有聚氯乙烯護套的金屬導管</li> <li>● 所有鋼導管、導管配件及內藏電氣附件的金屬線盒，內外的表面皆應有防腐蝕的保護</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 公制螺紋的鋼導管英制或國際標準 (2 分)</li> <li>● BS 4568、BS EN 60423、BS EN 61386、IEC 60423、IEC 61386 (2 分)</li> <li>● 軟性的鋼導管 (2 分)</li> <li>● 內外的表面皆應有防腐蝕的保護 (4 分)</li> </ul>
Q13	裝於地板之下的線槽，應符合 BS 4678：第 2 部或等效規定，並應按甚麼情況採用合適厚度的鋼板裝配？	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 如線槽不超過 100 毫米闊，鋼板的厚度不應小於 1.2 毫米</li> <li>● 如線槽超過 100 毫米闊，鋼板的厚度不應小於 1.6 毫米</li> <li>● 如作為分隔及連接材料之用，鋼板的厚度不應小於 1.0 毫米</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 不超過 100 毫米闊 (2 分)</li> <li>● 1.2 毫米 (2 分)</li> <li>● 超過 100 毫米闊 (2 分)</li> <li>● 1.6 毫米 (2 分)</li> <li>● 分隔鋼板的厚度不應小於 1.0 毫米 (2 分)</li> </ul>

## 附件 B-04

### 能力單元 EMELDE321A 「設計基本的低壓電力供應系統」

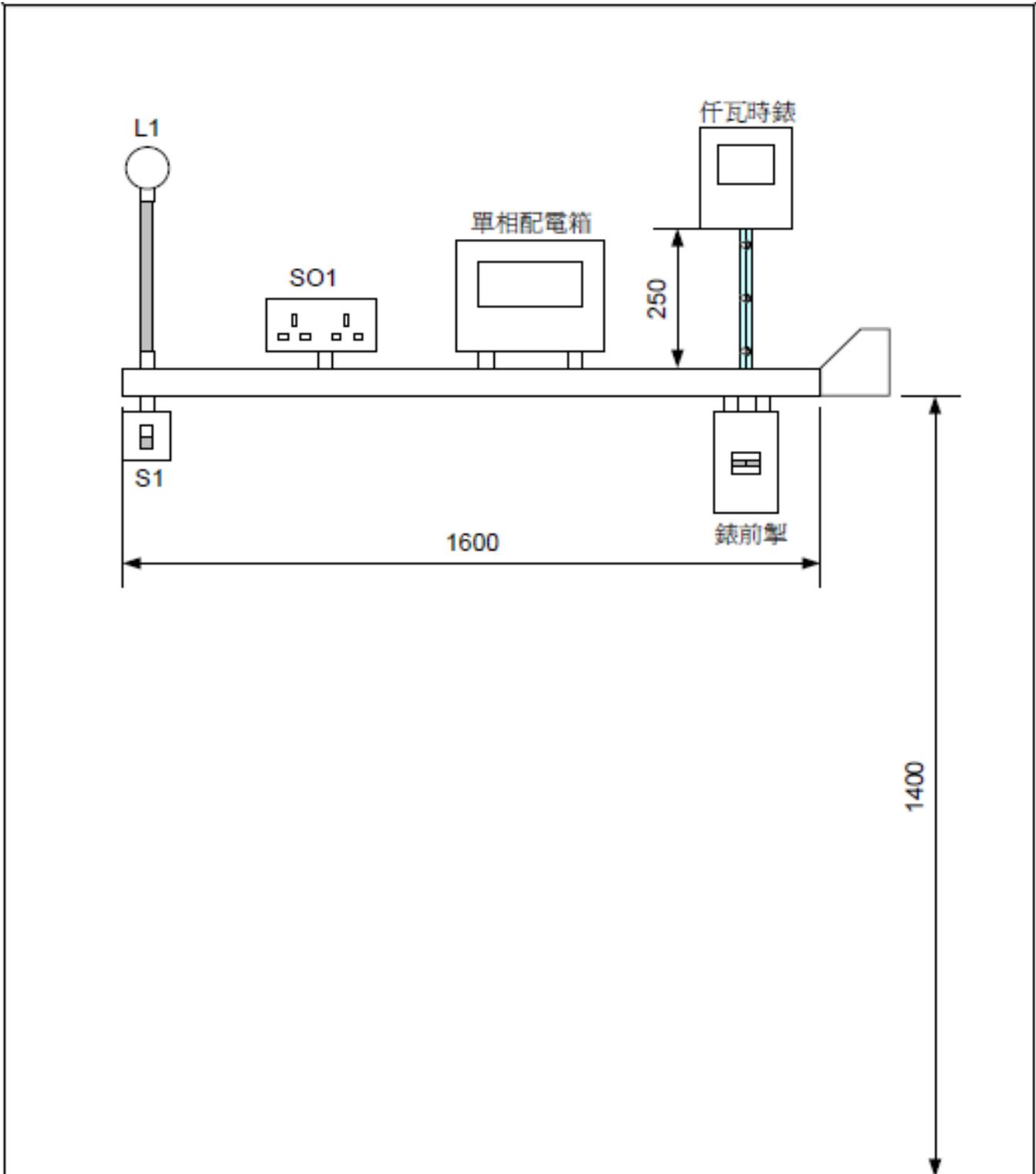
#### 評核試題範例（實務技能）樣本

實務題工作要求：

1. 根據下頁工作圖紙要求設計，在 3 小時內評估有關電路之金屬線槽的路徑、電線於金屬線槽的數量、顏色、大小和走向，並選擇適當配件；
2. 灰色的喉管表示用不限尺寸的舊鋼喉，灰色有點的喉管表示用不限尺寸的舊 PVC 喉，未有標明的尺寸可自由決定；
3. 根據圖中之尺寸製作金屬線槽系統及其他附加佈線系統；
4. 根據圖中尺寸進行金屬線槽系統安裝及穿線，誤差率須為  $\pm 5\text{mm}$ ，須在適當地方加上支撐；
5. 製作及安裝金屬線槽系統工序及要求均須符合工作守則及相關條例之要求；
6. 進行相關之完工電力測試，並撰寫有關報告表；
7. 完成後再由導師評分。

電路要求特性：

- 單相電力用戶單位外之仟瓦時錶經線槽用穿 25mm 膠圈方法以明線方法佈線，錶前掣用暗線；
- 電力用戶單位內之單相配電箱附有總掣（60A）、水氣掣及 6 條斷路器；
- S1 為控制燈位（L1）「亮」或「熄」的主開關；
- 可供  $50\text{m}^2$  供電樓面面積之孖位 13 安培插座 SO1 一個。



電力線路測試記錄表：

電路編號	保護器件		導體截面面積		測試結果								
					電氣連續性		絕緣電阻		極性	接地故障 環路 阻抗 (Zs)	功能測試		
	類別	額定 值  (A)	相導 體  (mm <sup>2</sup> )	保護 導體  (mm <sup>2</sup> )	保護 導體  (Ω)	環形 電路  (Ω)	L-L  (MΩ)	L-E  (MΩ)			(Y/N)	(Ω)	漏電斷 路器時 間  (ms)
A-燈電路						***							
B-插座電路						***							
測試儀器										配電箱編號			
測試者										日期			

評分標準：

評核項目	序號	百分比%	已達要求		尚未達要求
			超過 75% 表現達致要求	超過 50% 表現達致要求	少於 50% 表現達致要求
電路功能	1	20	測試正確	第二次測試才正確	超過第二次測試才正確
電線大小	2	20	大小正確		大小錯誤
電線顏色	3	10	顏色正確		顏色錯誤
配件或零件	4	10	與電路要求一致		與電路要求不同
電路接駁	5	10	接線位穩固		接線位鬆脫
	6	10	掣箱內留有適當長度導線		掣箱內未留有適當長度導線
	7	10	導體及絕緣體無破損	導體及絕緣體發現一處破損	導體及絕緣體發現多處破損
	8	5	並無接線位過量去皮	有一處接線位過量去皮	多處接線位過量去皮
	9	5	電線直位及彎位處理正確	電線直位及彎位有一處處理不正確	電線直位及彎位有多處處理不正確
需要扣分情況 (輸入總項數)	D1	-10%	工作時，未能保持場地整齊，工具及工料亂放		
	D2	-20%	工作未有注意安全		
	D3	-20%	測試未有注意安全		
	D4	-10%	完工後沒有清理場地，工具及材料沒有放置妥當		

## 設備、材料、工具及場地建議

- 以下是本試題樣本所需要的設備、材料及工具列表
- 使用者應就每次考核的學員人數而準備足夠數量的物資
- 考核場地的要與實務教學場地的要求相同，然而使用者應考慮是否安排學員分批進行考核；或是於一次考核中安排多位導員擔任評核員，以使每位學員得到充足且公平的觀察及評價

材料:	儀器	工具
電線	連續性測試器	電動切割工具
襯管（外牙軟喉咀）	萬用錶	屈喉機
迫母	絕緣電阻錶	鋼尺
接駁套管	插座極性測試器	絞刀
杯臣及梳結喉管接駁	接地極電阻測試器	喉板
掣箱	相至地環路測試器	穿線帶
掣面	電流式漏電斷路器的測 試器	拉尺
仟瓦時錶		角尺
錶前掣		板手
漏電斷路器		彈弓
配電箱		螺絲批
開關掣		電纜剪
插座		開線鉗
燈泡		斜剪鉗
燈座		平咀鉗
鋼喉管		尖咀鉗
金屬線槽及槽蓋		電工鎚銼
螺絲		鐵鋸
過路箱		金屬銼
單位膠箱		手提電鑽
喉碼		令梳
無牙梳結		
電工絕緣膠布		

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELIN308A

#### 「安裝特定設計的電機控制及起動電路」

### 教學指引

#### 1. 預期學習成效

依據本單元之能力單元指引，本單元課程之預期學習成效應為讓學員：

- 能夠按照圖則，安裝及接駁各類電機設備的控制、保護及起動電路
- 能夠執行各類電機設備的控制及起動電路的電氣及操作測試

上述乃本能力單元的預期學習成效，如使用者在設計課程時會整合「專業處理」內的所有能力單元，則除本能力單元的預期學習成效外，亦應設定「專業處理」的綜合預定學習成效，相關指引可見《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的相關部份。

使用者亦可視自身需要，調整預期學習成效。

#### 2. 建議教學對象

由於本能力單元對教學對象並無特別前設，因此本指引建議教學對象同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第3部份所列之要求。

#### 3. 導師資歷建議

導師資歷同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第4部份。

#### 4. 教學模式及時數

此能力單元以教授電機控制及起動電路的安裝為授課重心，較為偏重實務技能；視乎使用者的課程設計、學員的水準等因素，課堂面授所佔的課時比例可能較高。另外，由於本能力單元涉及實務練習，使用者應確保導師及其他教學人員的人手足以監督學員安全地進行練習。綜合上述所言，本指引建議教學模式如下：

- 建議教學模式為：課堂面授
- 能力單元總學習時數為：90 小時
- 課堂面授與學員自學時間的比例建議為：2:1
- 建議面授時數為：60 小時
- 建議自學時數為：30 小時
- 建議評核時數：4 小時（包含於面授時數之內）
- 建議師生比例上限為：1:20

如依照上述設計，此能力單元的學習時數可設計如下：

建議學習時數			總學習時數	資歷學分
面授時數	自學時數	評核時數 (包含於面授時數之內)		
60	30	4	90	9

上述模式為建議；使用者可就收生條件、導師資歷、導師意見等各項因素，調整各項比例至切合實際情況之合理水平。

除上述的建議安排外，使用者亦可視自身條件及需要，調整教學模式。例如使用者如為公司或晚間培訓機構，則可考慮將課程設計為非全日制，雖然整體培訓日數可能會延長，卻能方便教學對象修讀課程。設若使用者能安排全日制上課，而教學對象亦能配合，則可考慮設計全日制課程，有助縮短整體課程日數。

使用者亦可視教學對象的條件及背景，調整教學時數的分配。例如若學員的程度較為初級，則可考慮增加面授時數，並減少自學時數；若學員程度較高，則可考慮減少面授時數，增加自學時數。惟使用者如希望增加自學時數，應該注意實務練習相對地較難以自學的方式進行；如在設計本能力單元課程時較為偏重實務練習的話，則應該避免過多的自學時數；或要設計能夠進行自學的課程內容，作為彌補。

**指引重點：**

課堂面授及實習、面授與自學時數比例、教學模式等可視乎需要調整。

## 5. 教學地點及設備要求

本能力單元偏重實務技能，授課模式主要為實務教授及練習，因此本指引建議教學地點及設備之基本要求如下：

- 實務技能課室面積以能容納所有師生及器材而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

本能力單元除實務技能外，亦有講授理論知識之需要，為應付此部分之教學需求，本指引建議相關理論知識部份之教學地點應具備以下條件：

- 配備一般講課設備（如白板及粗體筆、投影機、投影螢幕、電腦、擴音系統、椅子、桌子等）之課室
- 課室面積以能容納所有師生而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

若受限於資源或空間，使用者可在設計課程時，將理論知識部分和實務技能部分安排於不同之課室進行；惟本指引建議使用者安排兩個部分之上課地點為同一課室，而課室之設備及條件又能同時滿足兩個部分之需求為佳，以便導師在上課時可以直接配之實物進行講解，提高教學成效。

**指引重點：**

課室應配備基本講課設備，並足以提供師生舒適的空間。

本能力單元之建議教學物資如下：

物資名稱	數量	備註
電動機	足夠講解、練習及考核之用	使用者應視乎課程設計，準備足夠之左述物資，以供導師授課講解、學員於課堂練習以及實務考試之用
電動機的相關量度工具	足夠講解、練習及考核之用	
基本電工物料	足夠講解、練習及考核之用	
電工工具	足夠講解、練習及考核之用	

## 6. 面授及自學時數安排

使用者應自行設計及決定每一節課堂或培訓時段的時數，以此安排面授時數、自學時數、以及每個時段內所教授的課題。以下是一個課時安排的例子：

	課堂或培訓時段	面授時數	自學時數
	第 1 節	4	2
	第 2 節	4	2
	第 3 節	4	2
	第 4 節	4	2
	第 5 節	4	2
	第 6 節	4	2
	第 7 節	4	2
	第 8 節	4	2
	第 9 節	4	2
	第 10 節	4	2
	第 11 節	4	2
	第 12 節	4	2
	第 13 節	4	2
	第 14 節	4	2
	第 15 節	4	2
總計		60	30

## 7. 學習活動、自學活動安排

學習活動指使用者應該在課堂面授時段進行的教學活動。

由於使用者來自不同背景，培訓的目的及設計不可能相同，因此本指引不會規定學習活動內容，使用者需自行設計適合的學習活動。以下是一些建議及例子：

一般而言，可行的學習活動包括但不限於：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析
- 設計模擬個案分析
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所
- 邀請嘉賓進行專門講解

無論使用者是培訓機構或是行內企業，皆可考慮設計上述學習活動。以下在設計本能力單元的學習活動時可參考的活動例子：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析  
（例如抽取使用者過往的工程個案，要求學員進行分析）
- 設計模擬個案分析  
（例如設計模擬工程項目，要求學員就項目內容分析是否符合專業要求）
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所  
（例如在實際工作場所中進行實習）
- 邀請嘉賓進行專門講解

（例如邀請曾監管工程的資深專業人員分享經驗）

自學活動應該限於學員能夠獨自於家中安全進行的學習活動。

使用者應自行設計自學活動的安排，如有需要亦應為自學活動編製教材。以下是自學活動的例子：

- 溫習教學筆記
- 閱覽補充資料、參考資料
- 於指定網站瀏覽補充資料、參考資料、專業指引等
- 一些簡單習作，例如工作紙、不納入評核計分的問題集；形式可參考「評核指引」及試題樣本
- 觀看一些關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

以本能力單元而言，自學活動建議（但不限於）如下：

- 溫習教學筆記
- 閱覽於「教學資料範例」所列的參考資料；以及「綜合指引」第7部份所涵蓋的專業指引、法例資料等
- 閱覽機電工程署於網上刊登及出版的相關刊物
- 供電商於網上刊登及出版的相關刊物
- 參考「評核指引」及試題樣本製作的問題習作
- 觀看關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELIN308A

#### 「安裝特定設計的電機控制及起動電路」

#### 教學資料範例

##### 1. 能力單元說明

本能力單元之授課範圍理應如資歷架構秘書處所編撰之「EMELIN308A 安裝特定設計的電機控制及起動電路」能力單元說明內所定；請參閱下頁的能力單元說明（附件 C-01）。

能力單元說明雖然劃定了教學範圍，但使用者亦可視乎自身需要進行一定的調整。例如若使用者是公司，希望以教材套為藍本設計在職培訓現職的員工，則可調整教學範圍至適合其公司自身的面向，包括所採用的工程規格、圖則、術語、裝置、器材工具、分工結構、員工的溝通方式等等，使設計更切合其公司的工作需求。設若使用者是教學組織，並未有特定某一確切職位的在職培訓，則可制定較為廣闊的教學範圍，不必重點針對某一系統的知識。

本能力單元之教學順序可跟從其能力單元說明之順序，但如使用者認為有需要，亦可更改順序至合適的狀況。

附件 C-01

「EMELIN308A 安裝特定設計的電機控制及起動電路」能力單元說明

1. 名稱	安裝特定設計的電機控制及起動電路
2. 編號	EMELIN308A
3. 應用範圍	於安裝或維修地點，根據特定設計的電機控制、保護及起動電路圖則，掌握各類電機設備的控制及起動電路的操作原理。在掣櫃或控制箱內，能安裝電機設備的控制及起動電路元件，並執行其接線工作。
4. 級別	3
5. 學分	9
6. 能力	<p style="text-align: center;"><u>表現要求</u></p> <p>6.1 電機控制電路的操作、佈置及安裝知識</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 明白各類單相和三相電機設備控制、保護及起動電路的工作原理</li> <li>◆ 掌握電機設備的控制、保護及起動電路圖則，例如： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 電機設備的操作控制、保護及起動電路圖</li> <li>• 控制櫃內的元件配置及佈線圖</li> </ul> </li> <li>◆ 掌握電機設備的控制、保護及起動電路元件的佈置及安裝方法</li> </ul> <p>6.2 安裝特定設計的電機控制及起動電路</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 安裝及接駁電機設備的控制、保護及起動電路，工作包括： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 根據工程圖則及安裝要求，估算安裝操作控制、保護及起動電路的物料數量，元件包括：按鈕開關、過載保護器、限位開關、繼電器、接觸器和時間掣等</li> <li>• 對各類單相和三相電動機設備，執行其特定設計電力控制、電氣互鎖和順序控制及起動電路的安裝及線路接駁</li> <li>• 執行後備發電機的聯動和起動控制電路的安裝及線路接駁</li> <li>• 執行各類電機設備的控制、保護及起動電路的電氣及操作測試</li> </ul> </li> </ul>

	<p>6.3 安裝特定設計的電機設備控制及起動電路的專業處理</p> <p>◆ 能遵照電力（線路）規例工作守則，安全地安裝及接駁各類電機設備的控制、保護及起動電路</p>
<p>7. 評核指引</p>	<p>此能力單元的綜合成效要求為：</p> <p>(i) 能夠按照圖則，安裝及接駁各類電機設備的控制、保護及起動電路；及</p> <p>(ii) 能夠執行各類電機設備的控制及起動電路的電氣及操作測試。</p>
<p>8. 備註</p>	

## 2. 教學材料

依據本指引之教學設計，本單元之面授課堂時數與學員自學時數之比例為 1:2 – 2:1，視乎使用者的課程設計，學員可能會有較多時間進行自學。因此，除教學筆記外，使用者亦可加入其他教學材料，讓教材更為豐富，以下是該等材料的可能例子：

- 示範錄像
- 模擬的工作圖則
- 相關的規例及工作守則
- 網上的公開資料
- 實物教具或其圖片

以下所列之參考資料乃為教學一方所設，其程度之深及範圍之廣未必切合本能力單元所需，培訓機構若要以下列資料為基礎編撰教材，應配合教學對象之條件及本能力單元之涵蓋範圍作出調整，並需留意版權問題。部分參考資料可能未有中文譯本，培訓機構如以該等資料為基礎編撰教材，應將其內容轉譯為中文，以切合教學對象之程度。

本能力單元之建議參考資料如下：

1. 《電力（線路）規例工作守則》（必須為最新版本），可於機電工程署網站免費下載，此指引編寫時之最新版本為 2015 年版
2. 《馬達應用電口路 101 選》。鄭振東譯。建興文化事業有限公司。
3. 《電動機控制》。陳文耀。復文書局。
4. 《最新電力測量儀器用法圖解（第一冊）》。成發電機機械工程公司。

### 3. 教學筆記範例

下頁是一份教學筆記範例（附件 C-02）的樣本，使用者在編撰教材時可作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的教材。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

### 4. 教材內容與應用

本指引建議教學內容應該盡量配合預定培訓工種的工作內容，本能力單元的教材在內容上亦應該能配合應用於預定培訓工種的工作內容，以本能力單元的教學內容而言，以下是其中一種應用方式的例子：

- ◆ 使電工 / 電氣打磨裝配工 / 電氣佈線工 / 控制板裝配工 / 電纜接駁技工 / 機電業技術員 / 機電維修員 / 機電工程科文 / 管工 / 監督員 / 機電工程科文 / 管工等工種人員，在進行工程工作時，能夠於安裝或維修地點，根據特定設計的電機控制、保護及起動電路圖則，掌握各類電機設備的控制及起動電路的操作原理。在掣櫃或控制箱內，能安裝電機設備的控制及起動電路元件，並執行其接線工作。

使用者應該設計適合自身需要的應用方式，但以本能力單元而言，以下關鍵課題必需涵蓋：

- ◇ 電氣原理圖
- ◇ 基本控制電路電動機的保護
- ◇ 電動機起停控制電路
- ◇ 電動機星角形減壓起動電路
- ◇ 機櫃照明
- ◇ 自保持控制電路

## 附件 C-02

### 能力單元 EMELIN308A 「安裝特定設計的電機控制及起動電路」 教學筆記範例樣本

#### 1. 掌握電機設備的控制、保護及起動電路圖則

##### 電氣原理圖

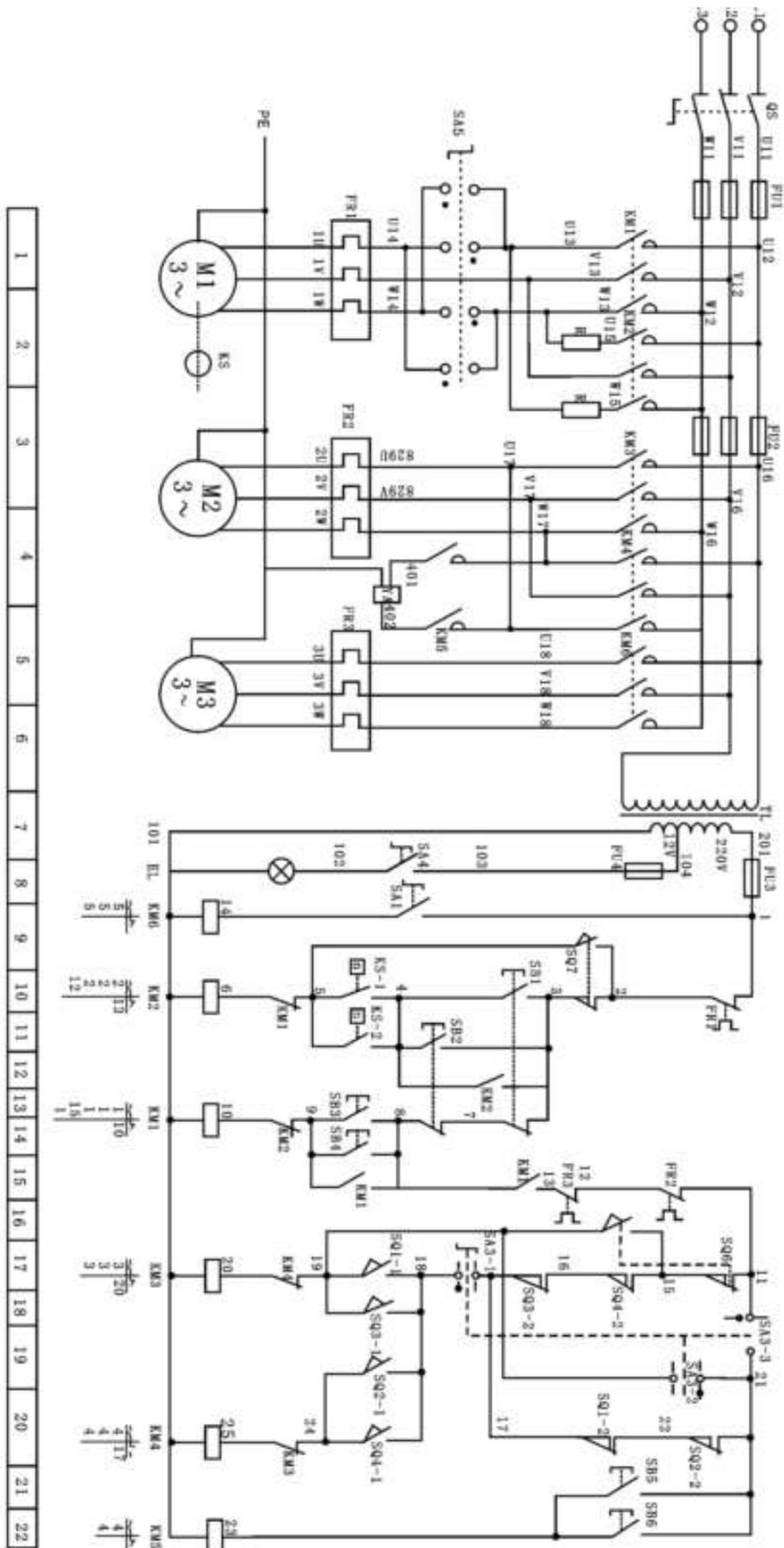
用圖形符號和項目代號表示電路各個電器元件連接關係和工作原理圖主電路、控制電路和信號電路應分開繪出。表示出各個電源電路的電壓值、極性或頻率及相數。

主電路的電源電路一般繪製成水平線，受電的動力裝置（電動機）及其保護電器支路用垂直線繪製在圖的左側，控制電路用垂直線繪製在圖面的右側，同一電器的各元件採用同一文字符號表明。所有電路元件的圖形符號，均按電器未接通電源和沒有受外力作用時的狀態繪製。

循環運動的機械設備，在電氣原理圖上繪出工作循環圖。轉換開關、行程開關等繪出動作程序及動作位置示意圖表。

由若干元件組成具有特定功能的環節，用虛線框括起來，並標註出環節的主要作用，如速度調節器、電流繼電器等。

電路和元件完全相同並重複出現的環節，可以只繪出其中一個環節的完整電路，其餘的可用虛線框表示，並標明該環節的文字號或環節的名稱。



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

原則：

外購的成套電氣裝置，其詳細電路與參數繪在電氣原理圖上。電氣原理圖的全部電機、電器元件的型號、文字符號、用途、數量、額定技術數據，均應填寫在元件明細表內。

為閱圖方便，圖中自左向右或自上而下表示操作順序，並盡可能減少線條和避免線條交叉。將圖分成若干圖區，上方為該區電路的用途和作用，下方為圖區號。在繼電器、接觸器線圈下方列有觸點表以說明線圈和觸點的從屬關係。

分析和設計控制電路時應注意以下幾點：

- (1) 使控制電路簡單，電器元件少，而且工作又要準確可靠。
- (2) 儘可能避免多個電器元件依次動作才能接通另一個電器的控制電路。
- (3) 必須保證每個線圈的額定電壓，不能將兩個線圈串聯。

### 基本控制電路電動機的保護

電動機常用的保護環節：短路保護、過電流保護、過載保護、失壓和欠壓保護，弱磁保護及超速保護等。

短路保護是因短路電流會引起電器設備絕緣損壞產生強大的電動力，使電動機和電器設備產生機械性損壞，故要求迅速、可靠切斷電源。通常採用熔斷器和過流繼電器等。

欠壓是指電動機工作時，引起電流增加甚至使電動機停轉，失壓(零壓)是指電源電壓消失而使電動機停轉，在電源電壓恢復時，電動機可能自動重新起動(亦稱自起動)，易造成人身或設備故障。常用的失壓和欠壓保護有：對接觸器實行自鎖；用低電壓繼電器組成失壓、欠壓保護。

過載保護是為防止三相電動機在運行中電流超過額定值而設置的保護。常採用熱繼電器 FR 保護，也可採用自動開關和電流繼電器保護。

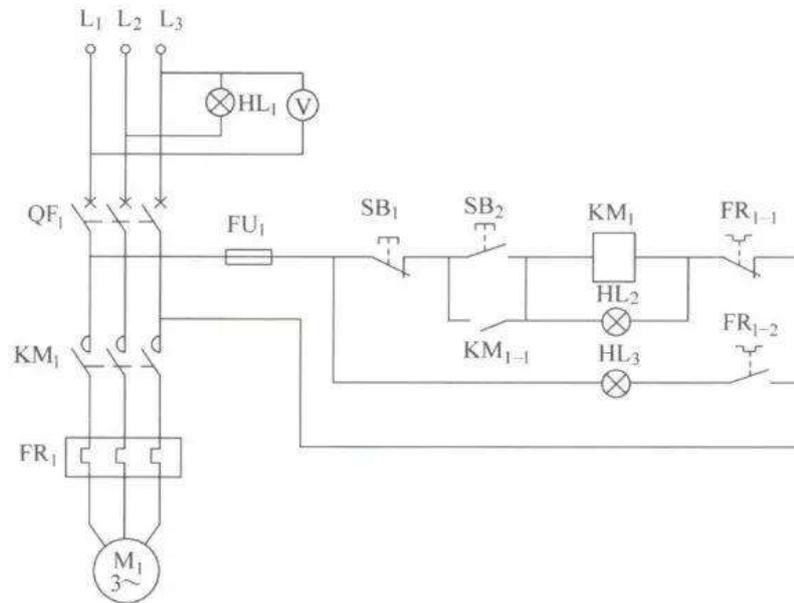
### 控制櫃內電路的一般排列和標註規律

為便於檢查三相動力線佈置的對錯，三相電源 L1、L2、L3 在櫃內按上中下、左中右或後中前的規律佈置。L1、L2、L3 三相對應的色標分別為棕、黑、灰，在製作電氣控制櫃時要盡量按規範佈線。



## 電動機起停控制電路

該電路可以實現對電動機的起停控制，並對電動機的過載和短路故障進行保護，電動機起停控制電路如下圖所示。



電動機起停控制電路

L1、L2、L3 是三相電源，信號燈 HL1 用於指示 L2 和 L3 兩相有無電源，電壓表 V 指示 L1 和 L3 相之間的線電壓，熔斷器 FU1 用於保護控制電路（二次電路）避免電路短路時發生火災或損失擴大。

合上斷路器 QF1，二次電路得電，按下起動按鈕（綠色）SB2，交流接觸器 KM1 的線圈通電，交流接觸器的主觸點 KM1 的輔助觸頭 KM1-1 閉合，電動機 M1 通電運轉。由於 KM1-1 觸頭已閉合，即使起動按鈕 SB2 抬起，KM1 的線圈也將一直有電。

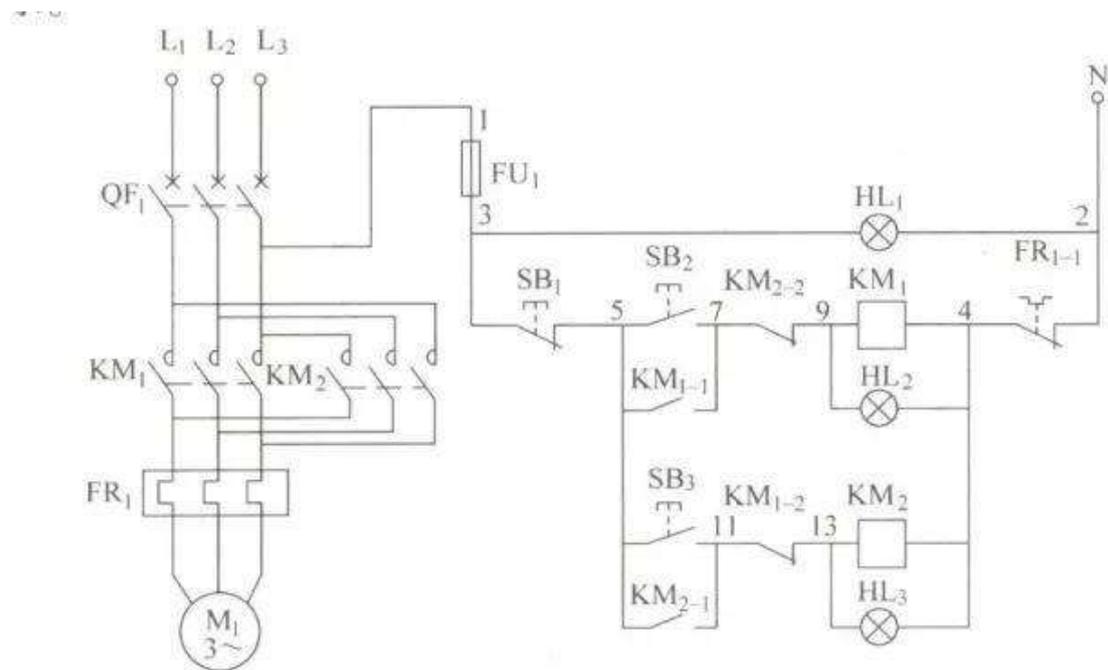
KM1-1 的作用是自鎖功能，即使 SB2 抬起也不會導致電動機的停止，電動機起動運行。按下停止按鈕 SB1，KM1 的線圈斷電，KM1-1 和 KM1 觸頭放開，電動機停止，由於 KM1-1 已經斷開，即使停止按鈕 SB1 抬起，KM1 的線圈也仍將處於斷電狀態，電動機 M1 正常停止。

當電動機內部或主電路發生短路故障時，由於出現瞬間幾倍於額定電流的大電流而使斷路器 QF1 迅速跳閘，使電動機主電路和二次電路斷電，電動機保護停止。當電動機發生過載時，電動機電流超出正常額定電流一定的百分比，熱繼電器 FR1 發熱，一定時間後，FR1 的常閉觸頭 FR1-1 斷開，KM1 線圈斷電，

KM1-1 和 KM1 主觸頭斷開，電動機保護停止。KM1 線圈得電時，HL2 指示燈亮說明電動機正在運行，KM1 的線圈斷電後 HL2 燈滅，說明電動機停止運行。當 FR1 發生過載動作，常開觸頭 FR1-2 閉合，HL3 燈亮說明電動機發生了過載故障。

### 電動機正、反轉控制電路

該電路能實現對電動機的正、反轉控制，並有短路和過載保護措施。電動機正、反轉控制電路如下圖所示。



電動機正、反轉控制電路

接觸器 KM2 線圈吸合後，因為將 L1 和 L3 兩相電源線進行了對調，實現了電動機的反轉運行。信號燈 HL1 指示電源線 L3 和零線 N 之間的相電壓。

按下正轉起動按鈕 SB2，交流接觸器 KM1 線圈得電吸合，主觸頭 KM1 和常開輔助觸頭 KM1-1 閉合，電動機 M1 正向運轉。

KM1 的常閉輔助觸頭 KM1-2 斷開，此時即使按下反轉起動按鈕 SB3，由於 KM1-2 的隔離作用，交流接觸器 KM2 的線圈也不會吸合，KM1-2 起安全互鎖作用。

電動機正向起動後，反向控制交流接觸器 KM2 觸頭不會吸合，避免了由於 KM1 和 KM2 的觸頭同時吸合而出現電源線 L1 和 L3 直接短路的現象。

按下停止按鈕 SB1，交流接觸器 KM1 斷電，主觸頭 KM1 和輔助觸頭 KM1-1 斷開，KM1-2 閉合，電動機 M1 停止運行。

按下反向起動按鈕 SB3，交流接觸器 KM2 的觸頭吸合，主觸頭 KM2 和輔助觸頭 KM2-1 閉合，由於 KM2 將電源線 L1 和 L3 進行了對調，電動機 M1 反向運轉，KM2 的常閉輔助觸頭 KM2-2 斷開，KM1 的線圈電路斷開，此時即使正向起動按鈕 SB2 按下，KM1 也不會吸合，KM2-2 起安全互鎖作用。

當電動機或主電路發生短路故障時，幾倍於電動機額定電流的瞬間大電流使斷路器 QF1 立即跳閘斷電。當電動機發生過載故障時，熱繼電器 FR1 的常閉觸頭斷開，使 KM1 或 KM2 斷電，從而使電動機停止。

1、2、3、4、5、7、9、11、13 為電路連接標記，稱為線號，同一線號的電線連接在一起。線號的一般標註規律是：用電裝置（如交流接觸器線圈）的右端按雙數排序，左端按單數排序。

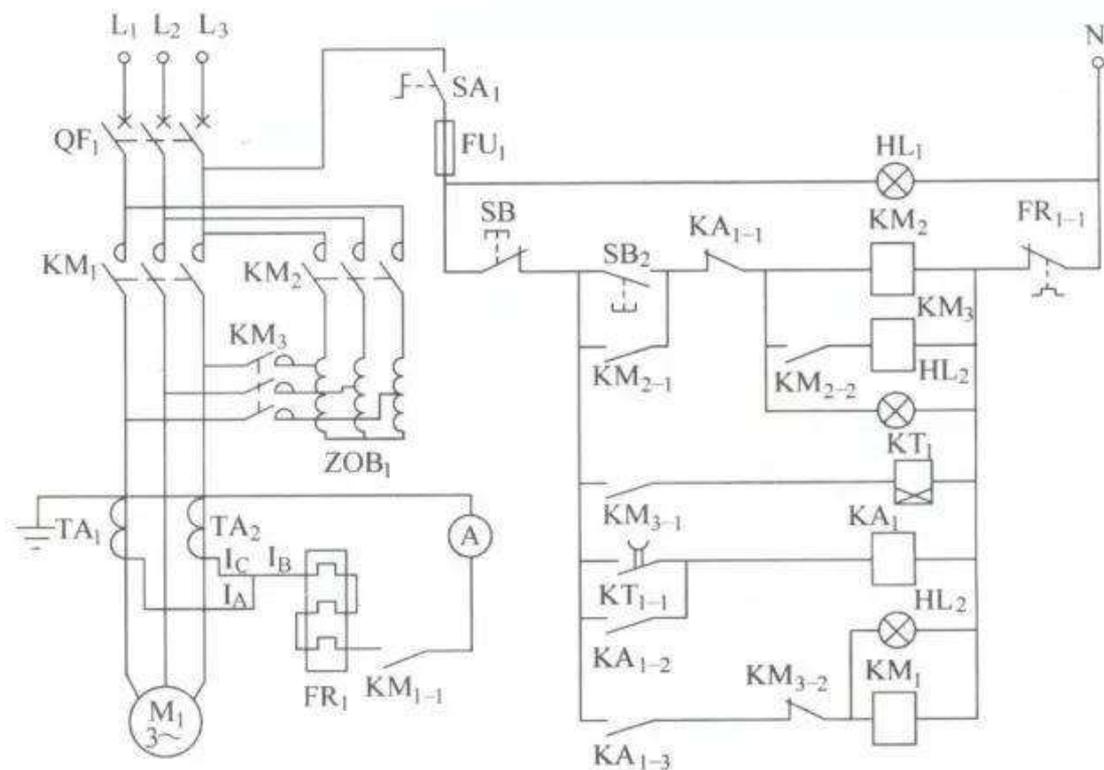


KM3-1 觸頭吸合後延時繼電器 KT1 開始計時，延時一定時間後，KT1-1 觸頭吸合，中間繼電器 KA1 的線圈得電，KA1-2 觸頭閉合，KA1 自保持，KA1-1 斷開，KM2 和 KM3 線圈斷電斷開，KM3-1 斷開，KT1 斷電斷開，KA1-3 觸頭閉合，KM3-2 閉合，KM1 吸合，交流電動機 M1 全壓運行，至此電動機進入正常運行狀態。

交流表 A 通過電流互感器 TA1 隨時檢測電動機上 L3 相的交流值，在減壓起動過程中，如果發現起動電流已接近額定電流時，也可由人工按下全壓切換按鈕 SB3，提前是把電動機切換到全壓運行。

延時繼電器 KT1 和 KT2 的時間設定，以電動機從起動開始到起動電流接近額定電動機的時間為基礎，一般不會超過 30s。

KT2 的作用是在 KT1 出現故障時仍能斷開 KM2 和 KM3 線圈，切換到 KM1 運行，一般情況下，KT2 可以不要。HL1 為電源指示，HL2 為減壓起動指示，HL3 為正常運行指示。



電動機自耦減壓起動電路

在上圖中，當電動機電流大於 160A 時已經沒有這麼大的熱繼電器，這時要利用電流互感器 TA1、TA2 和 0-5A 小功率的熱繼電器 FR1 組成電動機過載保護電路。

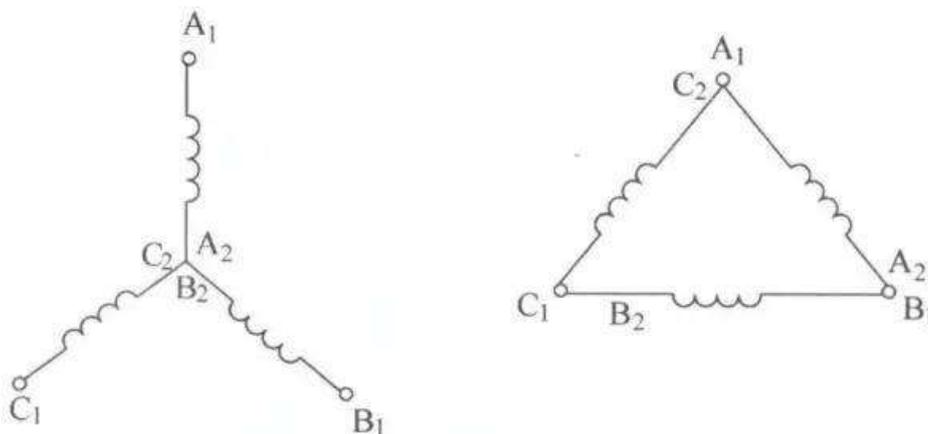
電動機 M1 的三相電流  $I_U$ 、 $I_V$ 、 $I_W$  相量之和為零，即  $I_A+I_B+I_C=0$ ，得  $I_B=-(I_A+I_C)$ ，所以圖 5 中兩個電流互感器的電流之和等於中間相的電流。

讓該電流三次流過熱繼電器 FR1 的主端子，產生與三相電流全接入時同樣的發熱效果，減壓起動時 KM1-1 不吸合，熱繼電器內不通過起動電流，正常運行後觸頭 KM1-1 吸合，熱繼電器投入運行，電流表 A 指示中間相的電流值。

注意電流互感器要和電流表配對使用，如電流互感器為 100/5 的，那麼電流表就應該選擇 5/100 的，使電流表直接顯示電動機的實際電流值。

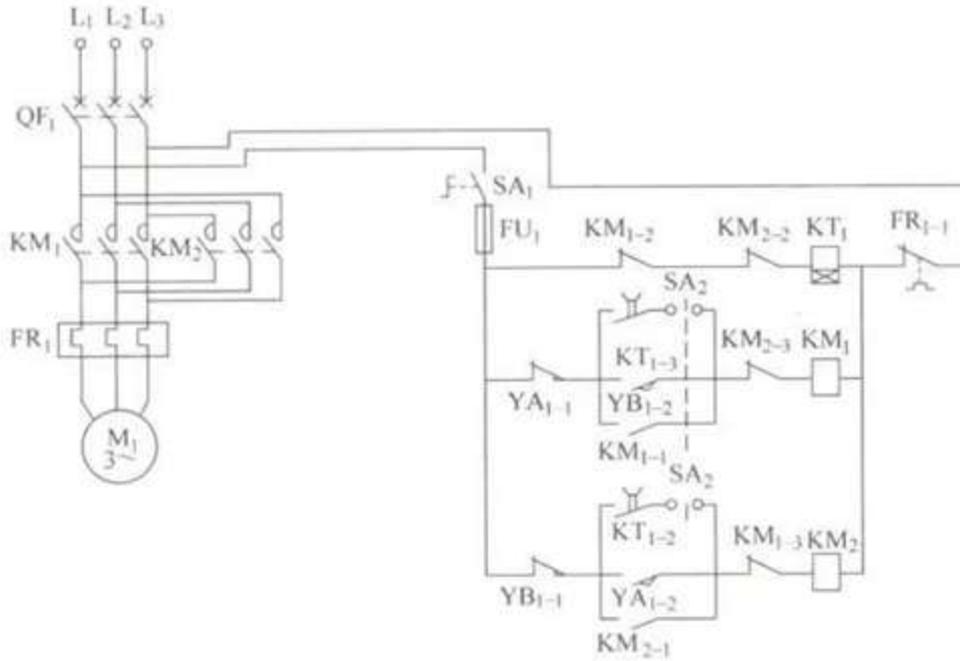
### 電動機星—三角形減壓起動電路

三相交流電動機有星形聯結和三角形聯結兩種接法，如下圖所示。一般小功率的電動機為星形聯結，大功率的電動機為三角形聯結。對於需要減壓起動的大功率電動機，把三角形聯結改為星形聯結時，由於繞組上的電壓由原來的 AC380V 降低為 AC220V，所以起動電流將有較大的降低。



三相交流電動機的星形和三角形聯結





電動機自動往復運行電路

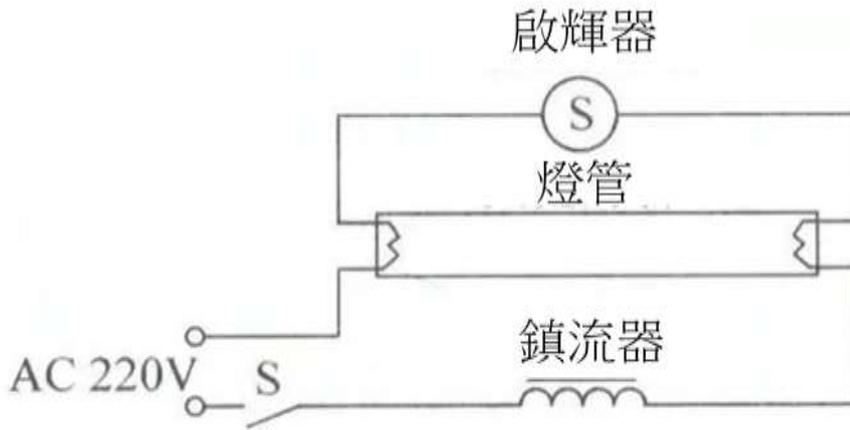
YA1-1 和 YA1-2 是一端的限位開關（例如 YBLX-19）YA 的常閉觸頭和常開觸頭，YB1-1 和 YB1-2 是另一端限位開關 YB 的常閉觸頭和常開觸頭，延時繼電器 KT1 設定為 5s。

合上斷路器 QF1，合上電源開關 SA1，轉換開關 SA2（例如 LW6）轉到-45°，選擇優先向左運動，假設工件開始處於中間某一位置，由於 YA1-2 和 YB1-2 常開觸頭處於斷開狀態，KM1 和 KM2 不吸合，電動機不動作，KM1-2 和 KM2-2 閉合，延時繼電器 KT1 通電，5s 時間後 KT1-1 閉合，KM1 吸合，電動機先向左運行，KM1-1 閉合，KM1 自保持，KM1-2 斷開，KT1 斷電，KT1-1 斷開。

當電動機到達限位開關 YA 時，YA1-1 斷開，KM1 斷電，電動機停止，YA1-2 閉合，KM2 吸合，電動機向右運動；當工件到達限位開關 YB 時，YB1-1 斷開，KM2 斷電，電動機停止運動；YB1-2 閉合，KM2-3 閉合，KM1 吸合，電動機向左運動，以此往復運動。開關 SA1 斷開，電動機徹底停止運動，當 SA2 旋轉+45°，選擇優先向右運動，過程基本相同。

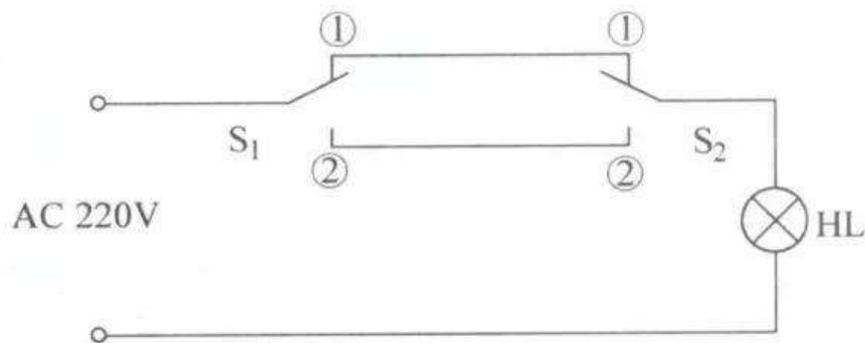
## 機櫃照明

有一些電控櫃要求在門打開時（或是夜間）能提供照明，如果採用熒光燈照明，日光燈照明電路如下圖所示。



照明電路

照明電路由燈管、啟輝器、鎮流器和開關組成。當我們需要從兩個地方都能進行開關照明燈時，其電路如下圖所示。



兩個地方都能開關照明燈的電路

S1 和 S2 分別是安裝在兩處的兩個開關。當 S2 在①位置上時，在 S1 位置的人通過把 S1 開關扳到不同的位置就可以隨意開關照明燈 HL。

S1 扳到①位置上時，等 HL 亮，S1 在②位置上時，HL 燈滅，S1 位置的人可以正常開關燈。如果 S2 在②位置上，則 S1 位置的人把 S1 扳到②位置上時照明燈 HL 亮，S1 扳到①位置時 HL 燈滅。

在 S2 位置的人控制電燈的原理同 S1 位置的原理一樣。

## Y-△（星三角）降壓啟動控制線路-接觸器應用接線圖

Y-△降壓啟動適用於正常工作時定子繞組作三角形連接的電動機。由於方法簡便且經濟，所以使用較普遍，但啟動轉矩只有全壓啟動的三分之一，故只適用於空載或輕載啟動。

### 星形—三角形降壓啟動控制線路

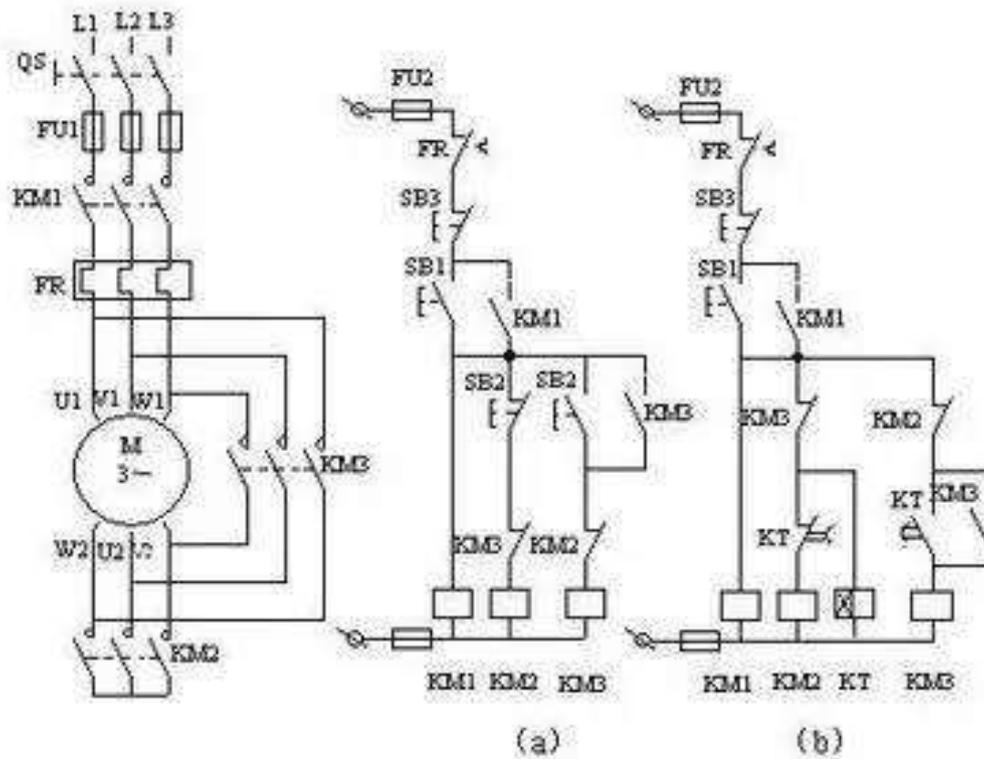
星形—三角形（Y—△）降壓啟動是指電動機啟動時，把定子繞組接成星形，以降低啟動電壓，減小啟動電流；待電動機啟動後，再把定子繞組改接成三角形，使電動機全壓運行。Y—△啟動只能用於正常運行時為△形接法的電動機。

#### 1. 按鈕、接觸器控制 Y—△降壓啟動控制線路

下圖 a 的部份為按鈕、接觸器控制 Y—△降壓啟動控制線路。線路的工作原理為：按下啟動按鈕 SB1，KM1、KM2 得電吸合，KM1 自鎖，電動機星形啟動，待電動機轉速接近額定轉速時，按下 SB2，KM2 斷電、KM3 得電並自鎖，電動機轉換成三角形全壓運行。

#### 2. 時間繼電器控制 Y—△降壓啟動控制線路

下圖 b 的部份為時間繼電器自動控制 Y—△降壓啟動控制線路，電路的工作原理為：按下啟動按鈕 SB1，KM1、KM2 得電吸合，電動機星形啟動，同時 KT 也得電，經延時後時間繼電器 KT 常閉觸頭打開，使得 KM2 斷電，常開觸頭閉合，使得 KM3 得電閉合併自鎖，電動機由星形切換成三角形正常運行。



### 串電阻（或電抗）降壓起動控制線路

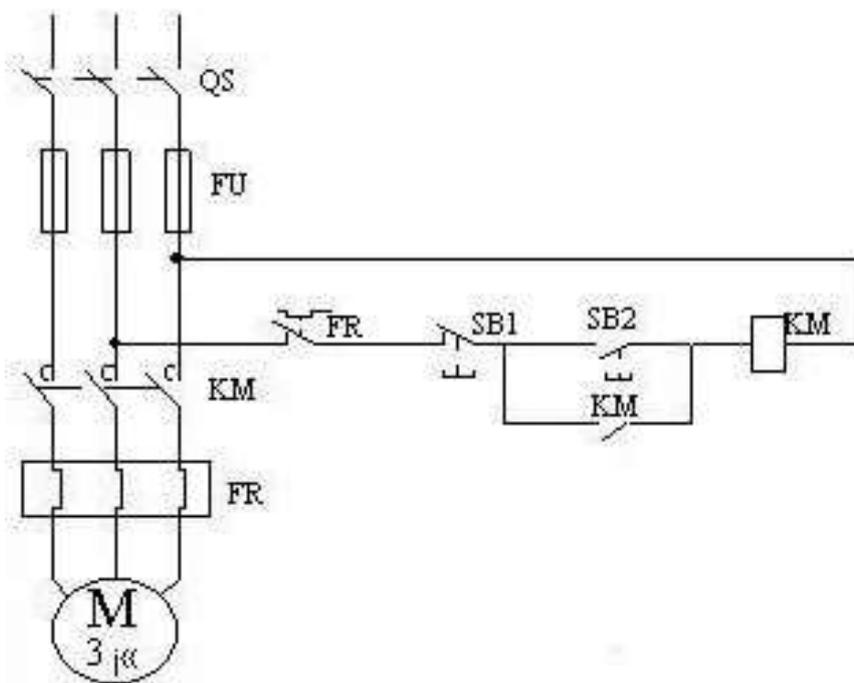
在電動機起動過程中，常在三相定子電路中串接電阻（或電抗）來降低定子繞組上的電壓，使電動機在降低了的電壓下起動，以達到限制起動電流的目的。一旦電動機轉速接近額定值時，切除串聯電阻（或電抗），使電動機進入全電壓正常運行。這種線路的設計思想，通常都是採用時間原則按時切除起動時串入的電阻（或電抗）以完成起動過程。在具體線路中可採用人工手動控制或時間繼電器自動控制來加以實現。



下降。同時，每次起動都要消耗大量的電能。因此，三相鼠籠式異步電動機採用電阻降壓的起動方法，僅適用於要求起動平穩的中小容量電動機以及起動不頻繁的場合。大容量電動機多採用串電抗降壓起動。

### 電動機單向起動控制線路

下圖是電動機單向起動控制線路的電氣原理圖。這是一種最常用、最簡單的控制線路，能實現對電動機的起動、停止的自動控制、遠距離控制、頻繁操作等。



主電路由隔離開關 QS、熔斷器 FU、接觸器 KM 的常開主觸點，熱繼電器 FR 的熱元件和電動機 M 組成。控制電路由起動按鈕 SB2、停止按鈕 SB1、接觸器 KM 線圈和常開輔助觸點、熱繼電器 FR 的常閉觸頭構成。

### 自保持控制電路（或稱自鎖電路）

下圖所示為三相感應電動機單向全壓啟動、停止控制電路，稱為三相感應電動直接啟動控制電路，利用接觸器，實現自保持控制電路的控制原則。

主電路由熔斷開關 QF、接觸器 KM 主觸點、熱繼電器 FR 的熱元件和電動機 M 組成。

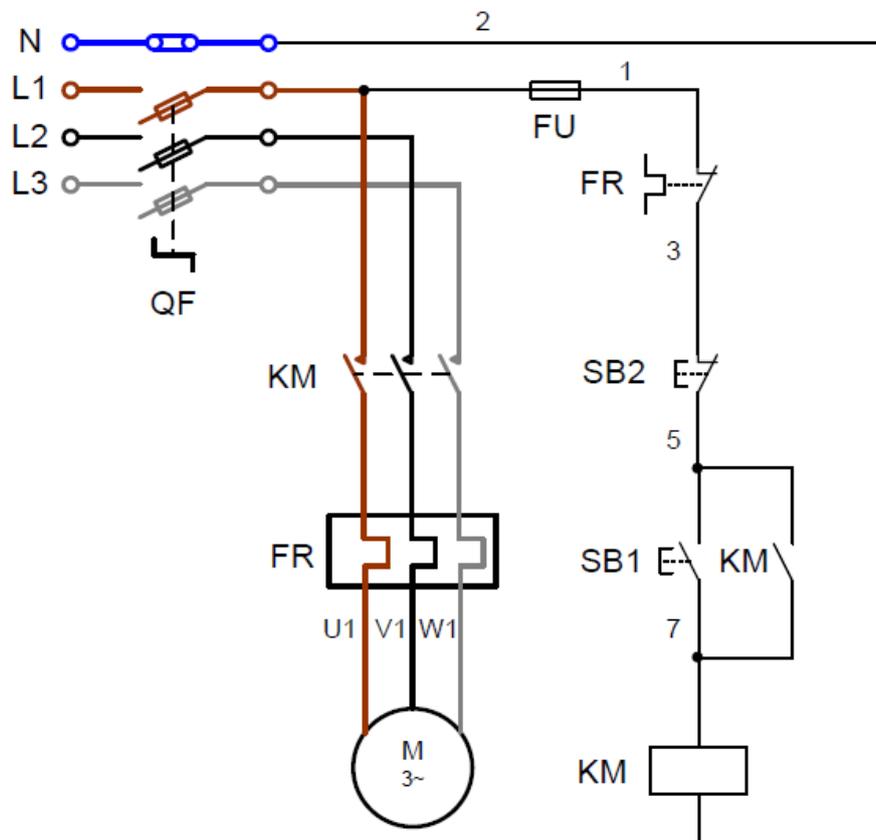
控制電路由熱繼電器 FR 的常閉觸點、停止按鈕 SB2、啟動按鈕 SB1、接觸器 KM 的線圈及其輔助常開觸點組成。這是個最基本的啟動、停止及具有過載保

護的控制電路。

啟動時，合上熔斷開關 QF，按下啟動按鈕 SB1，則接觸器 KM 線圈得電吸合（往後元件只用文字符號去稱呼），其主觸點閉合，電動機接通電源開始啟動運行，同時與啟動按鈕 SB1 並聯的 KM 的輔助常開觸點也閉合，使 KM 線圈經兩條路徑得電。

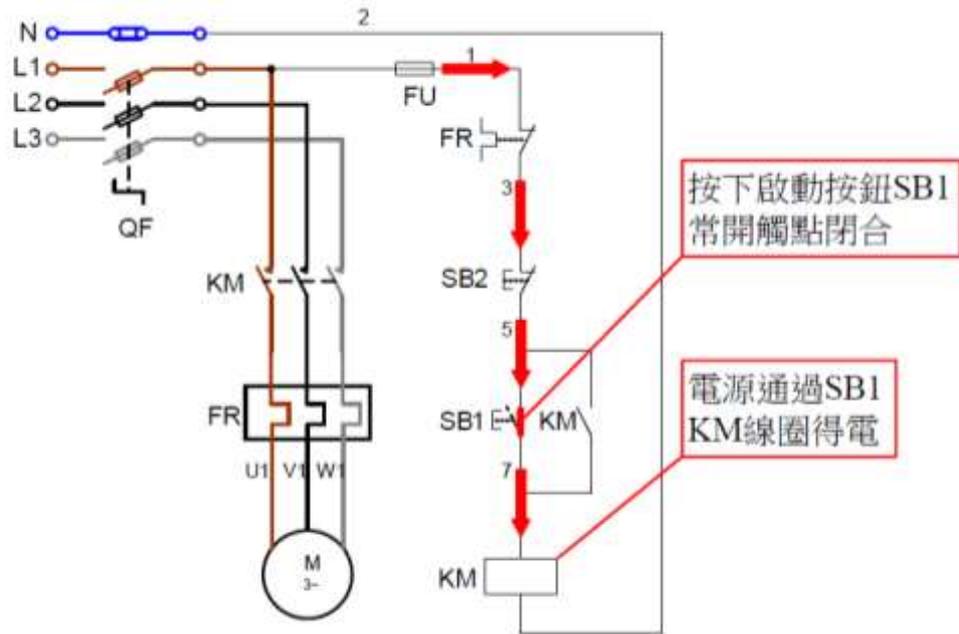
這樣當鬆開 SB1 時，SB1 自動復位斷開，KM 線圈通過其自身輔助常開觸點和停止按鈕 SB2 的串聯支路繼續保持得電，從而保持電動機連續運轉。這種依靠接觸器自身輔助常開觸點保持線圈得電的電路，稱為自鎖控制電路或自保持控制電路，而起自鎖作用的輔助常開觸點被稱為自鎖觸點或自保持觸點。

要使電動機停止轉動，只要按一下停止按鈕 SB2 即可。按下 SB2，切斷 KM 線圈電路，使 KM 線圈失電釋放，則 KM 主觸點斷開電源，電動機停轉，同時輔助常開觸點也斷開，控制電路解除自鎖，控制回路也不能再自行啟動，鬆開 SB2 後，KM 線圈已不能再依靠自鎖觸頭得電了，因為原先閉合的自鎖觸點已在 SB2 復位之前斷開。若要使電動機重新運轉，則必須進行第二次啟動，再次按下啟動按鈕 SB1。

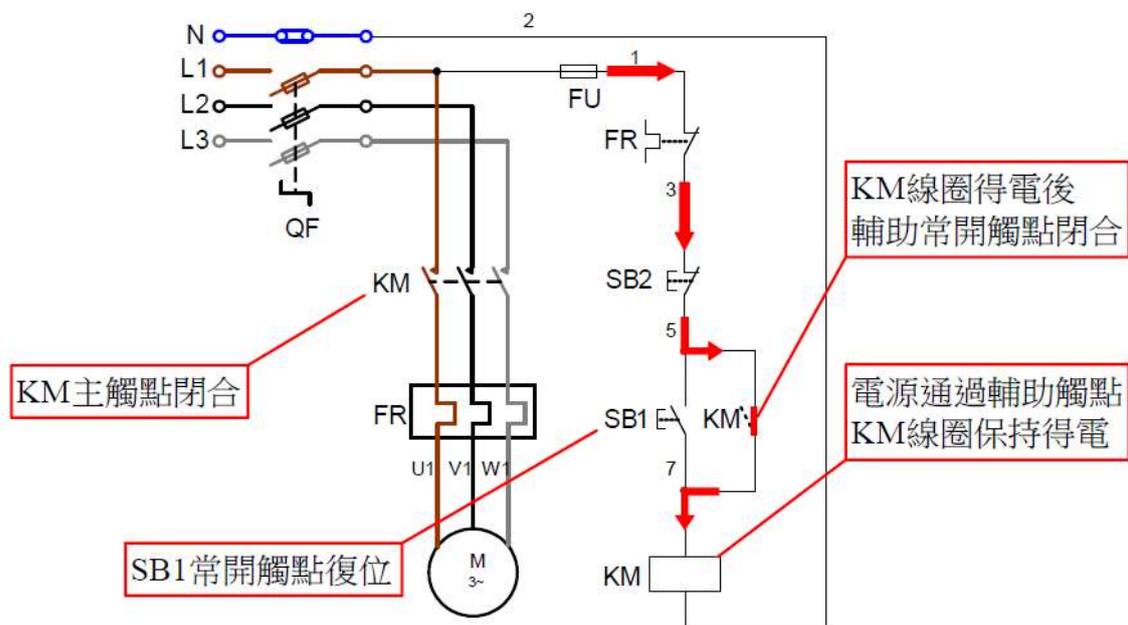


三相感應電動直接起動控制電路

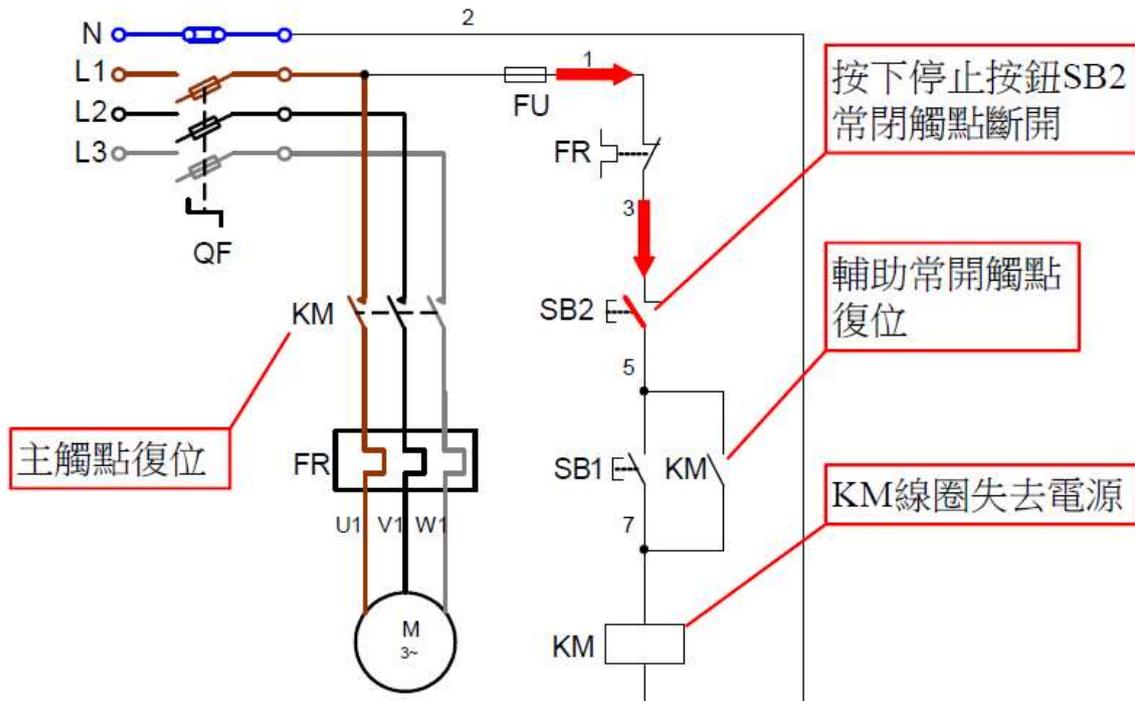
工作原理如下：



啟動：合上熔斷開關 QF→按下啟動按鈕 SB1 →KM 線圈得電



KM 線圈得電後：→KM 主觸點閉合 →電動機 M 得電運轉。  
→KM 輔助觸點閉合，自鎖 →保持電動機 M 運轉。  
注意：啟動按鈕 SB1 常開觸點復位後電動機保持運轉。



停止：按下停止按鈕 SB2 → KM 線圈斷電釋放 → KM 自鎖觸點斷開，解除自鎖，同時 KM 主觸點也斷開 → 電動機 M 停轉。

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELIN308A

#### 「安裝特定設計的電機控制及起動電路」

### 評核指引

#### 1. 評核方式

如前所述，使用者可自行設計適合自身需要及教學對象的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 口試（例如模擬一工程項目的小組討論或面見，要求學員參與，設定評分標準）
- 筆試考核（設定筆試題目，考核學員的相關知識）
- 其他（例如實務演示、視像記錄等）

使用者在設計課程時，亦應評核學員對這些知識的掌握程度。使用者應自行設計適合自身需要及教學對象就實務技能的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 設立期中、期末的實務考試
- 模擬的實務技能工作項目
- 就每一次的實務技能練習進行評分
- 設立工作實習，在實際工作中進行評估

上述例子可混合使用。無論採用何種評核方式，使用者必需考慮本能力單元的教學內容雖然以實務技能為主；但由於「專業處理」的面向，除實務技能外，亦應考核學員的專業技術知識。使用者亦應顧及其資歷架構3級之水平。在設計評核方式時，應切合這些面向，包括能有效地測試學員對能力單元的內容的掌握。

如若以實務試作為評核模式，可參考《低壓裝置安裝及保養維修（實務技能）（三級）教材套》中，相同能力單元的評核指引部份。本指引則以筆試作為評核模式的例子，以供使用者參考。

以下是以筆試作為評核模式的示範例子：

- 評核模式為：筆試

## 2. 評核方式設計範例

為檢視學員之學習進度是否有所增長，進而檢視教學成果，本指引建議在整個教學過程中，設兩次評核，一次為期中考試（即持續評核）；另一次為期末考試。筆試之模式建議如下：

- 筆試內容為：短答題
- 題目數量為：每次至少 5 題
- 使用者應準備試題庫，預先編撰足夠數量之試題，確保每次筆試時，題目不至過份重複；建議試題庫之題目數量應為實際考試題目數量之 4 倍

無論評核模式如何，試題內容應配合教學進度。此外，試題內容亦理應配合教學內容及本能力單元所涵蓋之知識範圍。

另外，為確保評核質素，使用者應定時檢討試題內容，視乎需要更新試題，以確保所考核之內容為該領域之最新知識，貼近業界現況；本指引建議培訓機構至少每一年進行一次試題檢討。

## 3. 評核項目與預定學習成效

設計評核方式時，應留意評核項目必需切合預期學習成效，確保兩者能充份配對。以本能力單元的預期學習成效及筆試的評核方式而言，兩者的配對如下：

評核項目	<u>預期學習成效一</u> 能夠按照圖則，安裝及接駁各類電機設備的控制、保護及起動電路	<u>預期學習成效二</u> 能夠執行各類電機設備的控制及起動電路的電氣及操作測試	<u>預期學習成效三</u> (如使用者自訂其他預期學習成效)
評核項目一 (例如：持續評估——實務試 / 筆試等)	✓	✓	
評核項目二 (例如：期末考試——實務試)		✓	✓
..... (如有更多評核項目，可繼續延伸下去)			✓

#### 4. 評核試題範例

下頁是本指引所建議的評核方式（筆試）的試題範例樣本（附件 C-03），使用者可用作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的評核內容。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

另外，本能力單元同樣出現於《低壓裝置安裝及保養維修（實務技能）（三級）》之中，由於兩者的面向不同，評核設計理應有所不同。為了令到使用者有更完整的理解，本指引收錄了本能力單元於「實務技能」中所建議的實務試題範例樣本（附件 C-04），以供使用者參考。

附件 C-03

能力單元 EMELIN308A 「安裝特定設計的電機控制及起動電路」

評核試題範例樣本

評分準則建議：每題 10 分，視乎試卷的題目數量，以獲得全部題目的 50%分數或以上為合格。

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字可以取得括號內分數）
Q1	舉出四種基本控制電路電動機的保護。	短路保護、過電流保護、過載保護、失壓和欠壓保護，弱磁保護及超速保護等。	任何四個關鍵字 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 短路保護 (2 分)</li> <li>● 過電流保護(2 分)</li> <li>● 過載保護(2 分)</li> <li>● 失壓和欠壓保護(2 分)</li> <li>● 弱磁保護(2 分)</li> <li>● 超速保護(2 分)</li> </ul>
Q2	簡述電機起動及控制電路熔斷器的作用及其製成物料。	一種簡單的短路或嚴重過載保護電器，其主體是低熔點金屬絲或金屬薄片製成的熔體。	任何兩個關鍵字 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 短路保護 (5 分)</li> <li>● 嚴重過載保護電器 (5 分)</li> <li>● 低熔點金屬絲 (5 分)</li> <li>● 金屬薄片製成的熔體 (5 分)</li> </ul>
Q3	簡述在起動電路中，時間繼電器有甚麼功用。	可以設定時，一種接觸頭延時接通或延時斷開的控制電器。	任何兩個關鍵字 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 設定時間(5 分)</li> <li>● 延時接通(5 分)</li> <li>● 延時斷開(5 分)</li> <li>● 控制電器(5 分)</li> </ul>

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字可以取得括號內分數）
Q4	在設計電氣工作中，電氣原理圖有甚麼作用？	電氣原理圖是用來表示電路各電氣元器件中導電部件的連接關係和工作原理的電路圖。	任何兩個關鍵字 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 表示電路電氣元件(5 分)</li> <li>● 導電部件(5 分)</li> <li>● 連接關係(5 分)</li> <li>● 工作原理(5 分)</li> </ul>
Q5	簡述電動機中的零壓保護。	為了防止電網失電後恢復供電時電動機自行起動的保護叫做零壓保護。	任何兩個關鍵字 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 電網失電 (5 分)</li> <li>● 恢復供電 (5 分)</li> <li>● 電動機自行起動 (5 分)</li> <li>● 保護 (5 分)</li> </ul>
Q6	簡述電路和電動機工作中欠壓保護。	在電源電壓降到允許值以下時，為了防止控制電路和電動機工作不正常，需要採取措施切斷電源，即稱為欠壓保護。	任何兩個關鍵字 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 電源電壓降(5 分)</li> <li>● 允許值以下(5 分)</li> <li>● 防止控制電路和電動機工作不正常(5 分)</li> <li>● 切斷電源(5 分)</li> </ul>
Q7	簡述三相電源中的星形接法。	三個繞組每一端接三相電壓的一相，另一端接在一起。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 三個繞組每一端(5 分)</li> <li>● 每一相，另一端接在一起(5 分)</li> </ul>
Q8	簡述三相電源中的三角形接法。	三個繞組首尾相連，在三個聯接端分別接三相電壓。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 三個繞組首尾相連(5 分)</li> <li>● 三個聯接端分別接三相電壓(5 分)</li> </ul>
Q9	為甚麼電動機需要減壓起動及如何接駁電動機達至減壓起動？	在電動機容量較大時，將電源電壓降低接入電動機的定子繞組，起動電動機的方法。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電動機容量較大 (2.5 分)</li> <li>● 電源電壓降低 (2.5 分)</li> <li>● 接入電動機 (2.5 分)</li> <li>● 定子繞組 (2.5 分)</li> </ul>

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字可以取得括號內分數）
Q10	主電路及輔助電路的在接駁電氣裝置及電流上的分別是甚麼？	主電路是從電源到電動機電路或線路末端的電路，是強電流通過的電路。輔助電路是指小電流通過電路。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電源到電動機電路 (2.5 分)</li> <li>● 電源到線路末端的電路 (2.5 分)</li> <li>● 強電流通過的電路 (2.5 分)</li> <li>● 小電流通過電路 (2.5 分)</li> </ul>
Q11	電器元件位置圖在安裝工作中有甚麼作用？	電器元件佈置圖是用來表明電氣原理中各元件的實際安裝位置的圖。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電氣原理 (5 分)</li> <li>● 各元件的實際安裝位置 (5 分)</li> </ul>
Q12	設計電機控制及起動電路電器元件接線圖是按照甚麼來繪製？	電氣安裝接線圖是電氣原理圖的具體實現形式，用規定的圖形符號按電器元件的實際位置和實際接線來繪製。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電氣原理圖 (2.5 分)</li> <li>● 具體實現形式 (2.5 分)</li> <li>● 規定的圖形符號 (2.5 分)</li> <li>● 電器元件的實際位置和實際接線 (2.5 分)</li> </ul>
Q13	為什麼起動電路需要有短路保護及其如何保護電路？	短路時電路會產生很大的短路電流和電動力而使電氣設備損壞。需要迅速切斷電源。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 很大的短路電流 (2 分)</li> <li>● 電氣設備損壞(4 分)</li> <li>● 需要迅速切斷電源 (4 分)</li> </ul>
Q14	舉出兩種基本控制電路電動機的保護元件。	常用的短路保護元件有熔斷器和自動開關。電機允許短時過載，但長期過載運行會導致其繞組溫升超過允許值，也要斷電保護電機。常用的過載保護元件是熱繼電器。	<p>任何兩個關鍵字</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 短路保護 (5 分)</li> <li>● 熔斷器 (5 分)</li> <li>● 自動開關 (5 分)</li> <li>● 過載保護元件 (5 分)</li> <li>● 熱繼電器 (5 分)</li> </ul>
Q15	電機起動時電流很大，為何熱繼電器不會動作？	由於熱繼電器的熱元件有熱慣性，不會變形很快，電機起動時電流很大，而起動時間很短，大電流還不足以讓熱元件變形引起觸點動作。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 熱元件有熱慣性 (2.5 分)</li> <li>● 不會變形很快 (2.5 分)</li> <li>● 起動時間很短 (2.5 分)</li> <li>● 大電流還不足以讓熱元件變形引起觸點動作 (2.5 分)</li> </ul>

## 附件 C-04

### 能力單元 EMELIN308A 「安裝特定設計的電機控制及起動電路」

#### 評核試題範例（實務技能）樣本

實務題工作要求：

1. 根據下頁控制電路原理圖的要求，在 3 小時內選擇適當控制元件，執行設計與安裝有關的控制電路；
2. 元件安裝在控制箱內必須佈置合理，安裝要正確及穩固；
3. 導線佈置要平直、整齊和連接在各元件接線端子上要緊固；
4. 功能測試通電前，自行檢查所有元件的安裝及接線，確保正確無誤，並進行絕緣電阻測試；
5. 根據測試程序，安全進行功能測試；
6. 執行功能測試，觀察電路工作及電動機的運行情況；
7. 執行測量及記錄相關數據，撰寫測試報告；
8. 若功能測試失敗，自行檢查並執行排除故障，排除故障後再次進行測試；
9. 完成後由導師評分。

電路要求特性：

- 如功能測試報告乙部所列。



### 測試報告

編號	測試項目	測試結果	備註
甲	通電前檢查		
1	檢查所有選用的控制元件及導線，正確使用。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
2	按圖完成所有電路安裝，並已重覆檢查無誤。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
3	執行目視檢查，整體安裝沒有危險情況。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
4	各導線與元件端子之間緊固連接，並沒有短路現象。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
5	各導線與元件端子之間絕緣良好。其絕緣電阻值：	MΩ	
6	調校過載繼電器的電流設定值	A	
乙	通電測試(功能測試)		
1	連接三相電源，檢查端子電壓。	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
2	按下啟動按鈕 SB1，接觸器 KM1 吸合，電動機運行。	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
3	檢查自鎖電路，電動機保持運行。	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
4	按下停止按鈕 SB2，接觸器 KM1 釋放，電動機停轉。	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
5	測試過載繼電器	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
6	檢查各指示燈	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
7	檢查電動機起動及運行情況	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
8	量度三相運行電流值	___ / ___ / ___ A	

在適當方格加上「✓」記號

評分標準：

評核項目	序號	百分比%	已達要求		尚未達要求
			超過 75% 表現達致要求	超過 50% 表現達致要求	少於 50% 表現達致要求
電路功能	1	20	測試正確	第二次測試才正確	超過第二次測試才正確
電線大小	2	20	大小正確		大小錯誤
電線顏色	3	10	顏色正確		顏色錯誤
配件或零件	4	10	與電路要求一致		與電路要求不同
電路接駁	5	10	接線位穩固		接線位鬆脫
	6	10	掣箱內留有適當長度導線		掣箱內未留有適當長度導線
	7	10	導體及絕緣體無破損	導體及絕緣體發現一處破損	導體及絕緣體發現多處破損
	8	5	並無接線位過量去皮	有一處接線位過量去皮	多處接線位過量去皮
	9	5	電線直位及彎位處理正確	電線直位及彎位有一處處理不正確	電線直位及彎位有多處處理不正確
需要扣分情況 (輸入總項數)	D1	-10%	工作時，未能保持場地整齊，工具及工料亂放		
	D2	-20%	工作未有注意安全		
	D3	-20%	測試未有注意安全		
	D4	-10%	完工後沒有清理場地，工具及材料沒有放置妥當		

## 設備、材料、工具及場地建議

- 以下是本試題樣本所需要的設備、材料及工具列表
- 使用者應就每次考核的學員人數而準備足夠數量的物資
- 考核場地的要與實務教學場地的要求相同，然而使用者應考慮是否安排學員分批進行考核；或是於一次考核中安排多位導員擔任評核員，以使每位學員得到充足且公平的觀察及評價

材料:	儀器	工具
電線	萬用錶	穿線帶
襯管（外牙軟喉咀）	交流電流鉗錶	拉尺
迫母		螺絲批
接駁套管		電纜剪
杯臣及梳結喉管接駁		開線鉗
開關掣		斜剪鉗
螺絲		平咀鉗
過路箱		尖咀鉗
面板已開孔之控制箱		電工錘銼
DIN 路軌		鐵鋸
單位膠箱		金屬銼
電工絕緣膠布		手提電鑽
1.1kW 三相電動機		
繼電器		
過載繼電器		
延時時間繼電器		
切換開關		
端子		
指示燈		
電線		
接觸器		
保險絲		
開關按鈕		

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELIN310A

#### 「根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝」

### 教學指引

#### 1. 預期學習成效

依據本單元之能力單元指引，本單元課程之預期學習成效應為讓學員：

- 能列出所需執行的安裝項目和時間表
- 能掌握工地之實際情況和限制
- 能夠按電力裝置安裝圖則的內容及要求細則，進行低壓電力裝置的安裝工作

上述乃本能力單元的預期學習成效，如使用者在設計課程時會整合「專業處理」內的所有能力單元，則除本能力單元的預期學習成效外，亦應設定「專業處理」的綜合預定學習成效，相關指引可見《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的相關部份。

使用者亦可視自身需要，調整預期學習成效。

#### 2. 建議教學對象

由於本能力單元對教學對象並無特別前設，因此本指引建議教學對象同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第3部份所列之要求。

#### 3. 導師資歷建議

導師資歷同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第4部份。

#### 4. 教學模式及時數

此能力單元以教授低壓電力系統及連帶裝置的安裝為授課重心，技術知識及實務技能兼備；視乎使用者的課程設計、學員的水準等因素，決定課堂面授所佔的課時比例。另外，由於本能力單元涉及實務練習，使用者應確保導師及其他教學人員的人手足以監督學員安全地進行練習。綜合上述所言，本指引建議教學模式如下：

- 建議教學模式為：課堂面授
- 能力單元總學習時數為：30 小時
- 課堂面授與學員自學時間的比例建議為：1:2 - 2:1
- 建議面授時數為：10 - 20 小時
- 建議自學時數為：10 - 20 小時
- 建議評核時數：2 小時（包含於面授時數之內）
- 建議師生比例上限為：1:20 - 1:30

如依照上述設計，此能力單元的學習時數可設計如下：

建議學習時數			總學習時數	資歷學分
面授時數	自學時數	評核時數 (包含於面授時數之內)		
15	15	2	30	3

上述模式為建議；使用者可就收生條件、導師資歷、導師意見等各項因素，調整各項比例至切合實際情況之合理水平。

除上述的建議安排外，使用者亦可視自身條件及需要，調整教學模式。例如使用者如為公司或晚間培訓機構，則可考慮將課程設計為非全日制，雖然整體培訓日數可能會延長，卻能方便教學對象修讀課程。設若使用者能安排全日制上課，而教學對象亦能配合，則可考慮設計全日制課程，有助縮短整體課程日數。

使用者亦可視教學對象的條件及背景，調整教學時數的分配。例如若學員的程度較為初級，則可考慮增加面授時數，並減少自學時數；若學員程度較高，則可考慮減少面授時數，增加自學時數。惟使用者如希望增加自學時數，應該注意實務練習相對地較難以自學的方式進行；如在設計本能力單元課程時較為偏重實務練習的話，則應該避免過多的自學時數；或要設計能夠進行自學的課程內容，作為彌補。

**指引重點：**

課堂面授及實習、面授與自學時數比例、教學模式等可視乎需要調整。

## 5. 教學地點及設備要求

本能力單元兼備技術知識及實務技能，授課模式主要為課堂面授、實務教授及練習，因此本指引建議教學地點及設備之基本要求如下：

- 實務技能課室面積以能容納所有師生及器材而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

本能力單元除實務技能外，亦有講授理論知識之需要，為應付此部分之教學需求，本指引建議相關理論知識部份之教學地點應具備以下條件：

- 配備一般講課設備（如白板及粗體筆、投影機、投影螢幕、電腦、擴音系統、椅子、桌子等）之課室
- 課室面積以能容納所有師生而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

若受限於資源或空間，使用者可在設計課程時，將理論知識部分和實務技能部分安排於不同之課室進行；惟本指引建議使用者安排兩個部分之上課地點為同一課室，而課室之設備及條件又能同時滿足兩個部分之需求為佳，以便導師在上課時可以直接配之實物進行講解，提高教學成效。

**指引重點：**

課室應配備基本講課設備，並足以提供師生舒適的空間。

本能力單元之建議教學物資如下：

物資名稱	數量	備註
電動機	足夠講解、練習及考核之用	使用者應視乎課程設計，準備足夠之左述物資，以供導師授課講解、學員於課堂練習以及實務考試之用
電動機的相關量度工具	足夠講解、練習及考核之用	
基本電工物料	足夠講解、練習及考核之用	
金屬線槽	足夠講解、練習及考核之用	
電工工具	足夠講解、練習及考核之用	

## 6. 面授及自學時數安排

使用者應自行設計及決定每一節課堂或培訓時段的時數，以此安排面授時數、自學時數、以及每個時段內所教授的課題。以下是一個課時安排的例子：

	課堂或培訓時段	面授時數	自學時數
	第 1 節	3	3
	第 2 節	3	3
	第 3 節	3	3
	第 4 節	3	3
	第 5 節	3	3
總計		15	15

## 7. 學習活動、自學活動安排

學習活動指使用者應該在課堂面授時段進行的教學活動。

由於使用者來自不同背景，培訓的目的及設計不可能相同，因此本指引不會規定學習活動內容，使用者需自行設計適合的學習活動。以下是一些建議及例子：

一般而言，可行的學習活動包括但不限於：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析
- 設計模擬個案分析
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所
- 邀請嘉賓進行專門講解

無論使用者是培訓機構或是行內企業，皆可考慮設計上述學習活動。以下在設計本能力單元的學習活動時可參考的活動例子：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析  
（例如抽取使用者過往的工程個案，要求學員進行分析）
- 設計模擬個案分析  
（例如設計模擬工程項目，要求學員就項目內容分析是否符合專業要求）
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所  
（例如在實際工作場所中進行實習）
- 邀請嘉賓進行專門講解

（例如邀請曾監管工程的資深專業人員分享經驗）

自學活動應該限於學員能夠獨自於家中安全進行的學習活動。

使用者應自行設計自學活動的安排，如有需要亦應為自學活動編製教材。以下是自學活動的例子：

- 溫習教學筆記
- 閱覽補充資料、參考資料
- 於指定網站瀏覽補充資料、參考資料、專業指引等
- 一些簡單習作，例如工作紙、不納入評核計分的問題集；形式可參考「評核指引」及試題樣本
- 觀看一些關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

以本能力單元而言，自學活動建議（但不限於）如下：

- 溫習教學筆記
- 閱覽於「教學資料範例」所列的參考資料；以及「綜合指引」第7部份所涵蓋的專業指引、法例資料等
- 閱覽機電工程署於網上刊登及出版的相關刊物
- 供電商於網上刊登及出版的相關刊物
- 參考「評核指引」及試題樣本製作的問題習作
- 觀看關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELIN310A 「根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝」

#### 教學資料範例

##### 1. 能力單元說明

本能力單元之授課範圍理應如資歷架構秘書處所編撰之「EMELIN310A 根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝」能力單元說明內所定；請參閱下頁的能力單元說明（附件 D-01）。

能力單元說明雖然劃定了教學範圍，但使用者亦可視乎自身需要進行一定的調整。例如若使用者是公司，希望以教材套為藍本設計在職培訓現職的員工，則可調整教學範圍至適合其公司自身的面向，包括所採用的工程規格、圖則、術語、裝置、器材工具、分工結構、員工的溝通方式等等，使設計更切合其公司的工作需求。設若使用者是教學組織，並未有特定某一確切職位的在職培訓，則可制定較為廣闊的教學範圍，不必重點針對某一系統的知識。

本能力單元之教學順序可跟從其能力單元說明之順序，但如使用者認為有需要，亦可更改順序至合適的狀況。

附件 D-01

「EMELIN310A 根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝」能力單元說明

1. 名稱	根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝
2. 編號	EMELIN310A
3. 應用範圍	用於電力工程有關的安裝工作上，能掌握電力裝置安裝圖則的內容，進行由低壓配電地底電纜直接供電的低壓電力系統及連帶裝置的安裝工作。
4. 級別	3
5. 學分	3
6. 能力	<p style="text-align: center;"><u>表現要求</u></p> <p>6.1 認識電力裝置安裝圖則的內容及要求細則 ◆ 在常見情況下，掌握簡單電力裝置安裝圖則的內容及要求細則，並進行分析及列出所需執行的安裝項目和時間表</p> <p>6.2 掌握工地之實際情況和限制，以執行低壓電力裝置的安裝工作 ◆ 能夠根據工地實際情況和限制，以執行由低壓配電地底電纜直接供電的低壓電力系統及連帶裝置的安裝工作，包括：一般佈線系統、供電設備、驅動系統、保護及控制系統、供電質素控制系統、接地系統、避雷系統、照明系統等</p> <p>6.3 安裝低壓配電裝置的專業處理 ◆ 能根據法例及行業的安全指引，確保低壓配電裝置可以被安全使用</p>
7. 評核指引	<p>此能力單元的綜合成效要求為：</p> <p>(i) 能列出所需執行的安裝項目和時間表；</p> <p>(ii) 能掌握工地之實際情況和限制；及</p> <p>(iii) 能夠按電力裝置安裝圖則的內容及要求細則，進行低壓電力裝置的安裝工作。</p>
8. 備註	

## 2. 教學材料

依據本指引之教學設計，本單元之面授課堂時數與學員自學時數之比例為 1:2 – 2:1，視乎使用者的課程設計，學員可能會有較多時間進行自學。因此，除教學筆記外，使用者亦可加入其他教學材料，讓教材更為豐富，以下是該等材料的可能例子：

- 示範錄像
- 模擬的工作圖則
- 相關的規例及工作守則
- 網上的公開資料
- 實物教具或其圖片

以下所列之參考資料乃為教學一方所設，其程度之深及範圍之廣未必切合本能力單元所需，培訓機構若要以下列資料為基礎編撰教材，應配合教學對象之條件及本能力單元之涵蓋範圍作出調整，並需留意版權問題。部分參考資料可能未有中文譯本，培訓機構如以該等資料為基礎編撰教材，應將其內容轉譯為中文，以切合教學對象之程度。

本能力單元之建議參考資料如下：

1. 《電力（線路）規例工作守則》（必須為最新版本），可於機電工程署網站免費下載，此指引編寫時之最新版本為 2015 年版
2. 《低壓掣櫃》。港九電器工程電業器材職工會。
3. 《電力裝置實用手冊——第三版》。2007。陳樹輝。萬里機構。
4. 《最新電力測量儀器用法圖解（第一冊）》。成發電機機械工程公司。
5. 《電氣識圖》。呂慶榮。化學工業出版社。
6. *Guide to the Wiring Regulations 17th Edition*. IEE Wiring Regulations. (BS 7671: 2008)

### 3. 教學筆記範例

下頁是一份教學筆記範例（附件 D-02）的樣本，使用者在編撰教材時可作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的教材。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

### 4. 教材內容與應用

本指引建議教學內容應該盡量配合預定培訓工種的工作內容，本能力單元的教材在內容上亦應該能配合應用於預定培訓工種的工作內容，以本能力單元的教學內容而言，以下是其中一種應用方式的例子：

- ◆ 使電工 / 電氣打磨裝配工 / 電氣佈線工 / 控制板裝配工 / 電纜接駁技工 / 機電業技術員 / 機電維修員 / 機電工程科文 / 管工 / 監督員 / 機電工程科文 / 管工等工種人員，在進行工程工作時，能掌握電力裝置安裝圖則的內容，進行由低壓配電地底電纜直接供電的低壓電力系統及連帶裝置的安裝工作。

使用者應該設計適合自身需要的應用方式，但以本能力單元而言，以下關鍵課題必需涵蓋：

- ◇ 接地系統
- ◇ 接地安排
- ◇ 保護導體
- ◇ 過載保護
- ◇ 佈線系統
- ◇ 電線/纜的安裝方法
- ◇ 安全裝置

## 附件 D-02

### 能力單元 EMELIN310A

「根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝」

### 教學筆記範例樣本

## 1. 認識電力裝置安裝圖則的內容及要求細則

### 接地系統

- 接地需要 (The need of earthing)
  - 保持電氣系統中任何部份對地電壓均固定；
  - 當電路發生故障而漏電時，容許電流通過大地作為迴路而使保護器件操作，將電源切斷；
  - 保持電器用具的金屬外殼對地的電位差為「零」伏特，以免帶電部分接殼時發生觸電危險；
  - 電器用具產生靜電時，會因放電而產生火花，造成危險，最簡單而可靠的方法就是接地將電導入大地，消除其積聚的危險；
  - 將產生無線電干擾的電器用具裝在已接地的金屬屏蔽體內，可使干擾的影響減小。
  
- 供電系統 / 接地系統的分類(Type of supply / earthing system)

供電系統的類型以每組 3 至 4 個字母來表達。

#### 第一個字母表示供電部分的接地安排：

- T：表示供電部分的一點或多點直接接地。
- I：表示供電部分與地沒有直接連接，或經故障限流電阻接地。

#### 第二個字母表示電氣裝置的接地安排：

- T：所有的外露非帶電金屬部分都直接接地。
- N：所有的外露非帶電金屬部分都直接接駁至供電部分的地。

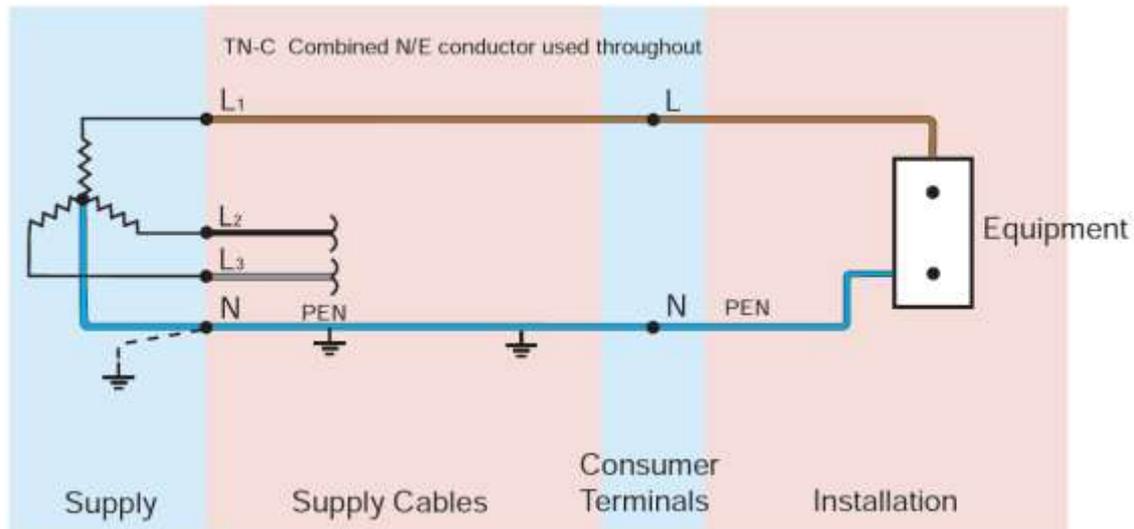
#### 第三個及第四個字母表示供電接地導體的安排：

- S：中性線(Neutral)和接地導體各自獨立
- C：中性線和接地導體為同一導體。

## ● TN-C 系統

特點：

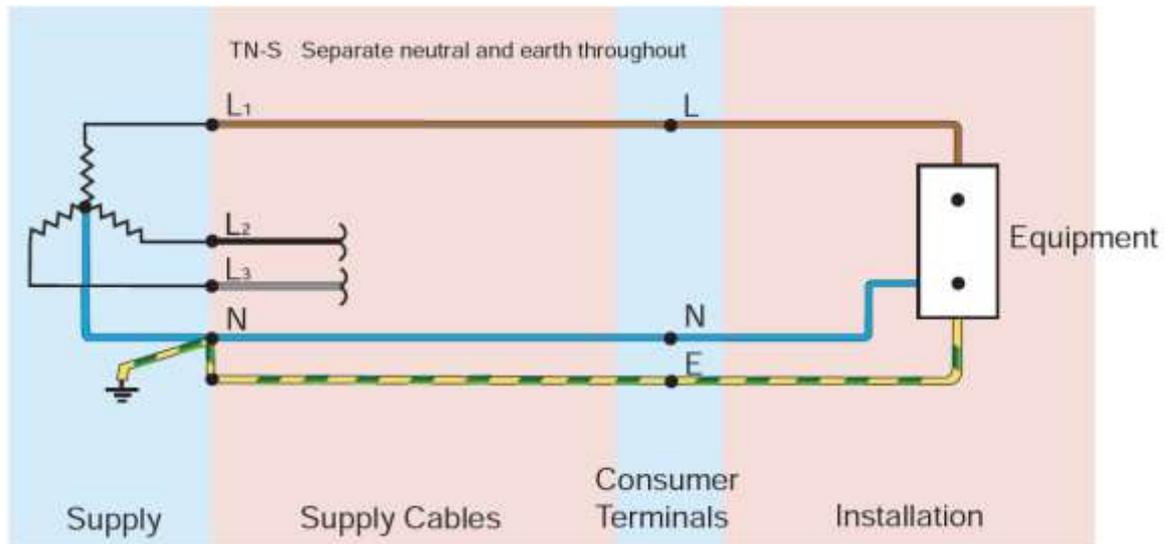
- 整個系統的中性和保護性功能均結合在一條導體內。
- 所有外露非帶電金屬部份均連接至 PEN 導體。
- 接地的同芯佈線是 TN-C 系統的例子。但欲採用這種佈線，必須先獲取有關當局特別授權。



## ● TN-S 系統

特點：

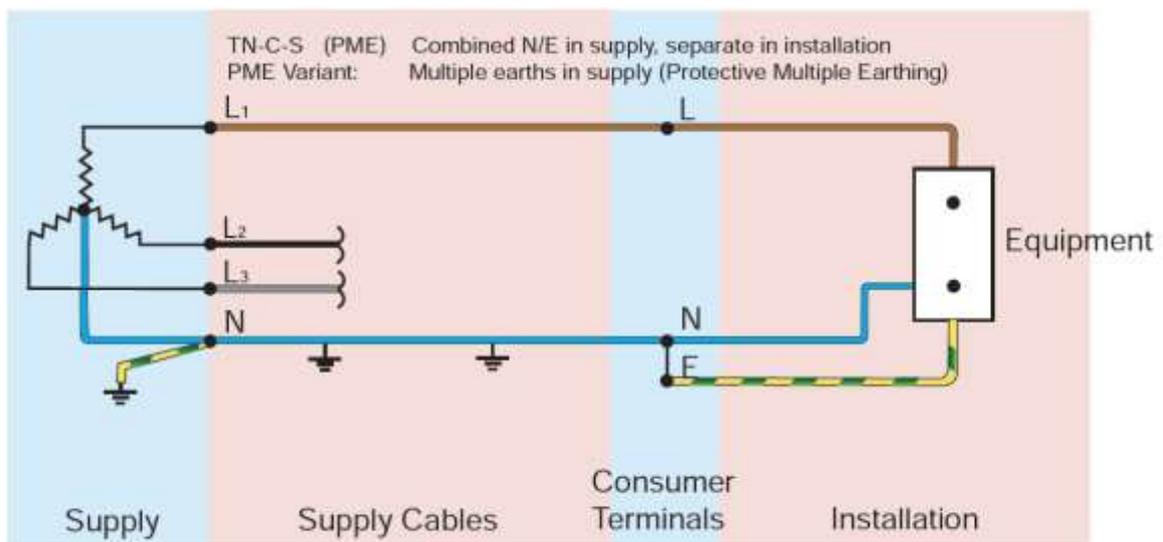
- 整個系統有分開的中性導體和保護導體。
- 可採用供應裝置電力的電纜之金屬外套或另一分開的導體作保護導體 (PE)。
- 裝置的所有外露非帶電金屬部分均經過裝置的總接地終端連接至該保護導體。



- TN-C-S 系統

特點：

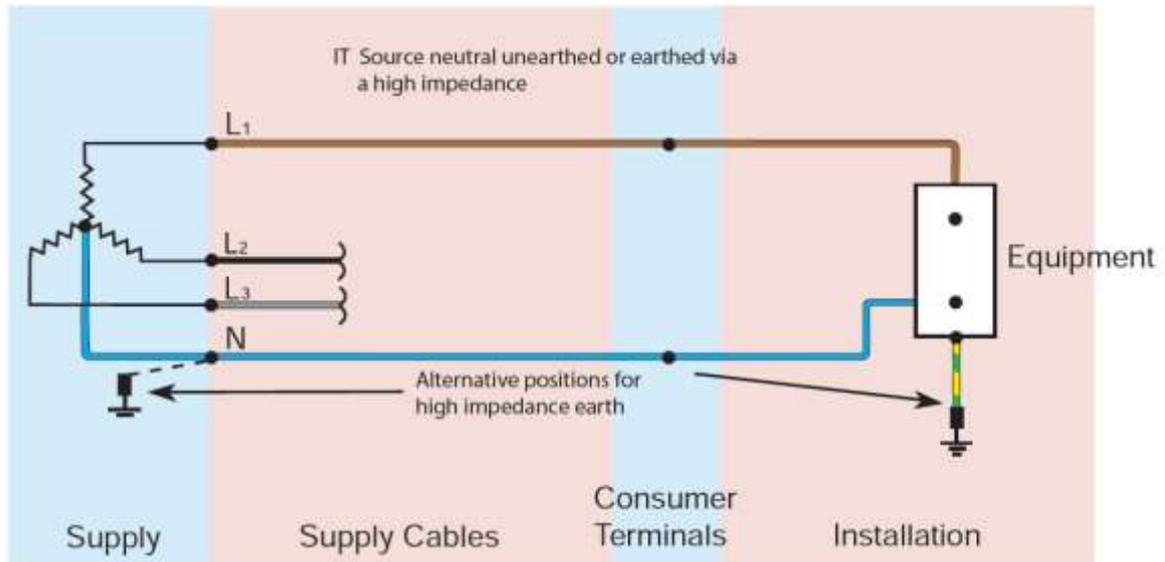
- 系統內一部分的中性和保護性功能結合在一條導體內。
- 供電是 TN-C；裝置內的安排是 TN-S。
- 又稱作保護性多重接地，而 PEN 導體則為中性和接地(CNE)合併導體。
- 供電系統的 PEN 導體在幾個地點接地，並可能有需要在用戶裝置或附近裝設接地極。
- 裝置的所有外露非帶電金屬部分均經過總接地終端和中性終端連接 PEN 導體，該等終端要連繫在一起。



## ● IT 系統

特點：

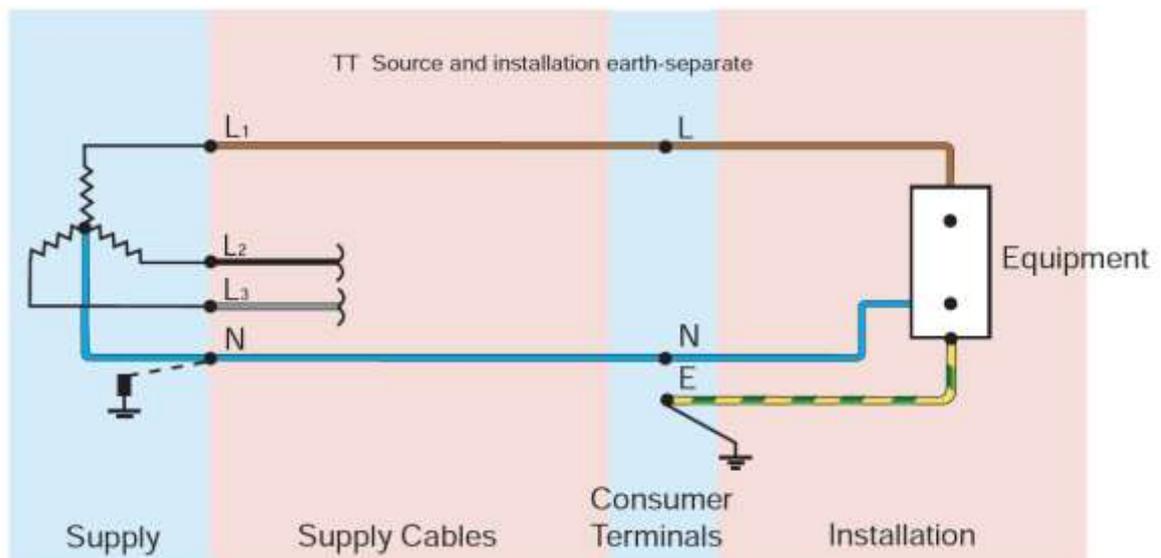
- 裝置的所有外露非帶電金屬部分均連接至接地極。
- 電源可透過一刻意安裝的接地阻抗連接至地，或與地隔離。



## ● TT 系統 (此為香港現時採用的供電系統)

特點：

- 用戶須自行裝設接地極，該接地極與電源的接地必須作電氣性獨立。
- 裝置的所有外露非帶電金屬部分均連接至用戶的接地極。
- 供電商自行裝設接地極，該接地極與用戶的接地必須作電氣性獨立。



- 接地安排 (Earthing arrangement)

### 接地安排的種類

接地安排包括：

- 接地極；
- 接地導線；
- 總接地終端；
- 電路保護導線；
- 總等電位接駁導線；及
- 輔助等電位接駁導線。

- 接地極的類別 (Type of earth electrode)

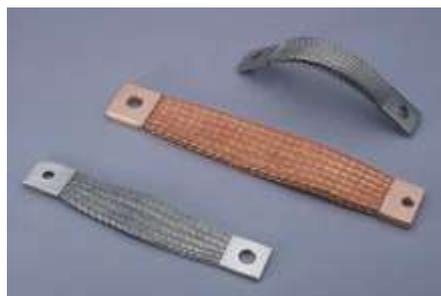
### 銅接地棒

銅接地棒的總直徑，不應小於 12.5 mm；不銹鋼或鍍接地棒，總直徑不應小於 16mm。



### 接地帶

接地帶的截面積應不小於 25 mm x 3 mm 的銅帶；或線。



## 接地板

接地銅板應使用不小於 3 mm 厚，而面積不超過 1200mm x 1200 mm 的。銅板埋在地下的深度最少 500 mm。



### 其他安排：

- 固定裝置須要有有效的接地安排，包括與接地極連接；
- 由電力公司變壓器直接供電的固定裝置，其總接地終端須接至電力公司提供的接駁終端；
- 由電力公司地下電纜供電，而該電纜在供電點的終端有外露非帶電金屬部份，則固定裝置的總接地終端須接至該外露非帶電金屬部份；
- 上二項的接駁即使終斷該固定裝置仍須符合對地漏電電流和接地故障電流的規定。

### 採用 TT 系統時應滿足的要求：

- 採用 TT 系統，除變壓器低壓側中性點直接接地外，中性線不得再行接地，且應保持與相線（火線）同等的絕緣水平。
- 為了防止機械斷線，中性線截面積應滿足以下要求：
- 相線的截面積  $S$ ： $S \leq 16$  平方毫米 中性線截面積  $S_0$ ： $S_0 = S$ （與相線一樣）；
- 相線的截面積  $S$ ： $16 < S \leq 35$  平方毫米 中性線截面積  $S_0$ ： $S_0 = 16$ ；
- 相線的截面積  $S$ ： $S > 35$  平方毫米 中性線截面積  $S_0$ ： $S_0 = S/2$ （相線的一半）
- 電源進線開關應隔離（能斷開）中性線，漏電保護器必須隔離（能斷開）中性線
- 必須實施剩餘電流保護（即必須安裝漏電保護開關），剩餘電流總保護和是及時切除低壓電網主幹線和分支線路上斷線接地等產生較大剩餘電流的故障

- 配電變壓器低壓側及出線迴路，均應裝設過電流保護，包括：短路保護和過負荷保護

接地線的作用：

- 當設備發生漏電時，漏電電流可以通過大地回流到變壓器的中性點，可以降低帶點的設備外殼電壓，降低人觸及設備外殼被電擊的危險程度
- 當發生單相接地故障時，接地電流通過大地流回變壓器中性點，使得接地電流很大，促使線路保護器可靠動作（特別是整定值符合規範的漏電保護器），切斷電源

TT 系統的缺點：

- 當電氣設備的金屬外殼帶電（相線碰殼或設備絕緣損壞而漏電）時，由於有接地保護，可以大大減少觸電的危險性。但是，低壓斷路器（自動開關）不一定能跳閘，造成漏電設備的外殼對地電壓高於安全電壓，屬於危險電壓。
- 當漏電電流比較小時，即使有熔斷器也不一定能熔斷，所以還需要漏電保護器作保護，因此 TT 系統難以推廣。
- TT 系統接地裝置耗用鋼材多，而且難以回收、費工時、費料。

現在有的建築單位是採用 TT 系統，施工單位借用其電源作臨時用電時，應用一條專用保護線，以減少需接地裝置鋼材用量。把新增加的專用保護線接地線和工作中性線 N 分開，其特點是：

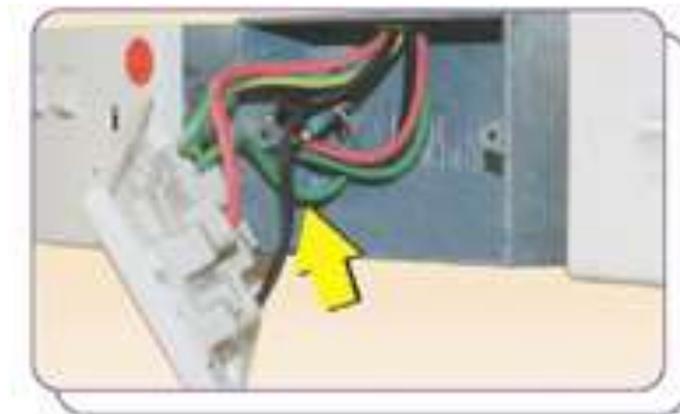
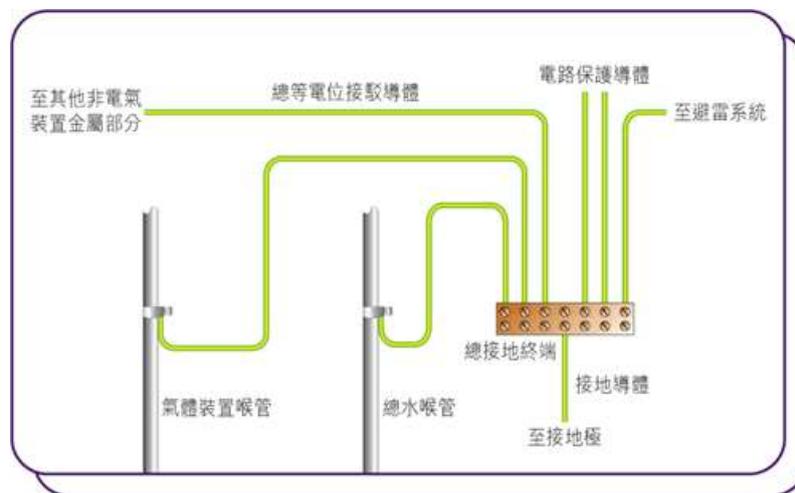
- 共用接地線與工作中性線沒有電的聯繫；
- 正常運行時，工作中性線可以有電流，而專用保護線沒有電流；
- TT 系統適用於接地保護占很分散的地方。

## ● 保護導體 (Protective Conductor)

保護導體的類別：

- 獨立的導線或電纜；
- 電纜的金屬護套或裝甲；
- 帶電電纜的一部份；
- 硬性鋼導管、線槽或管通；或
- 線路系統的金屬外殼；

- 電氣性連續待導體支承系統；
- 除上述外，其他的外露非帶電金屬部份不能用作其他器具的保護導體；
- 若保護導體由導管、線槽、管通、或電纜的金屬護套或裝甲組成，每一附件的接地終端與有關的線盒或其他外殼的接地終端間，須以一條獨立的保護導體連接(該附件包括插座的線盒)；
- 用作電路保護導體的匯流排槽緊接的分節，應以大小適合的保護導體(例如銅帶或連桿)連接。若匯流排槽製造商保證使用所提供的連接附件可確保匯流排槽鄰接的分節持續接地，則可免除這要求；
- 任何長度的軟性導管，皆應設有獨立而且大小適合的電路保護導體，確保設於該導管兩端之間的裝置持續接地。



插座之保護銅線

## ● 過流保護

### 過載與保護裝置的選擇

過流的定義是電流超過電路的額定值或導體的載流量。

過載(Over Load)是過流的其中一種情況，但過載發生時，通常電路仍是良好的。常見的情況是因為電路接駁太多負荷引致或因電動機起動產生電湧（起動電流約 1.5 至 6 倍運行電流）。

但「過流」常泛指電路的短路故障引起之巨大電流。短路故障電流是帶電導體與外露非帶電金屬部分或非電力裝置金屬部分間直接接觸所發生的電流。而短路故障分為「相對相短路」和「相對地短路」。短路電流和接地故障電流統稱故障電流。

電力(線路)規例工作守則要求，每一電路必須由一個或多個器件保護。在發生過流(Over current)或故障電流(Fault current)時，可自動和及時切斷電源，防止危險的產生。

常用保護裝置包括：

- 熔斷器(FUSE, 菲士)
- 微型斷路器 (Miniature Circuit Breaker, MCB) BSEN 60898
- 模製外殼斷路器 (Moulded-case Circuit Breaker, MCCB) BS4752
- 電流式漏電斷路器(Residual Current Circuit Breaker, RCCB) IEC61008

### 過載保護

- 主要目的是防止電路導體的溫度持續地上升，而引致絕緣、接頭、終端或導體周圍產生危險性損壞前將電流切斷。但在特殊情況下，例如電動機起動時，過載保護是可允許有短暫的過載電流，但當然起動次數是有限制的。
- 器件的電流設定值，不應低於電路的設計電流值。
- 器件的電流設定值，不應超出電路的任何導體的最低載流量。
- 使器件的有效操作電流，不應超出電路的任何導體的最低載流量的 1.45 倍。
- 若使用同一保護器件保護並聯導體，可按有關並聯導體載流量的總和計算。但這些導體必須：
  - a. 類別、長度、截面積和排列方法相同；
  - b. 全長並無分支電路；
  - c. 妥為安排，使能載送頗大程度上的等量電流。

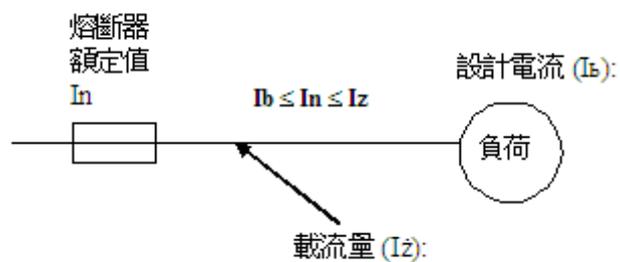
## 過載保護器件的選擇

過載保護器件的操作特性應符合下列各點：

- (a) 其標稱電流或電流設定值( $I_n$ )不小於電路的設計電流( $I_b$ )；
- (b) 其標稱電流或電流設定值( $I_n$ )不超過電路的任何導體的最低載流量( $I_z$ )；及
- (c) 有效啟動電流 ( $I_2$ )不超過電路的任何導體的最低載流量 ( $I_z$ )的 1.45 倍。

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

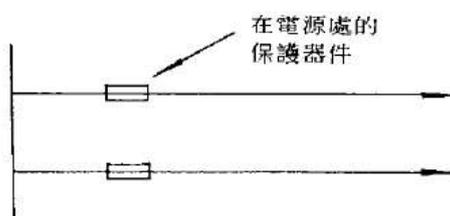
$$I_2 \leq 1.45 I_z$$



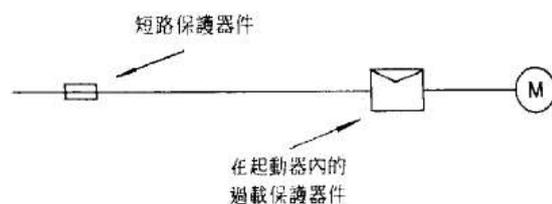
如果過載保護的斷流容量較預期短路電流為少，必須加上故障保護器件，確保其通泄能量不會超過過載保護器件的容量。通泄能量：故障電流由開始至達到保護器件中斷為止所產生的熱能量 ( $I^2t$ )。

## 過載保護器件的位置

用作過載保護的器件，應設於裝置內導體載流量數值減少的位置。載流量的減少是由於截面積、安裝方法、電纜或導體種類、或環境情況改變所致（如下圖 (a)）。



圖(a) 過載保護器件的一般位置



圖(b) 過載保護器件的另一可接受的位置

如短路保護器件達不到過載保護要求，可沿途另外安裝一過載保護器件，以達

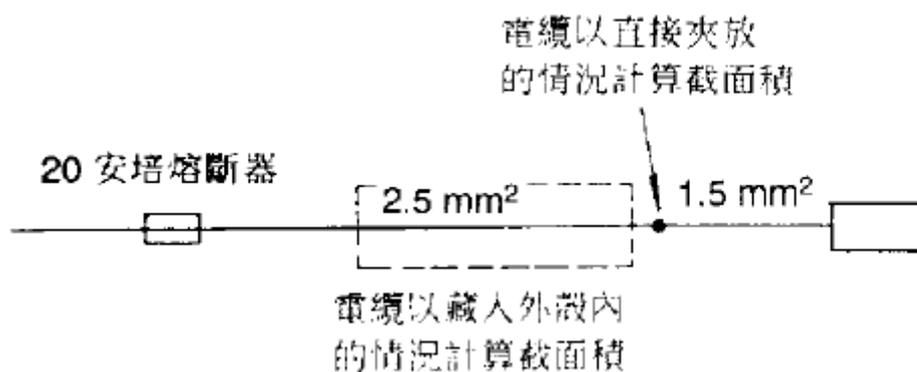
到準確過載保護的目的。

### 並聯導體的過載保護

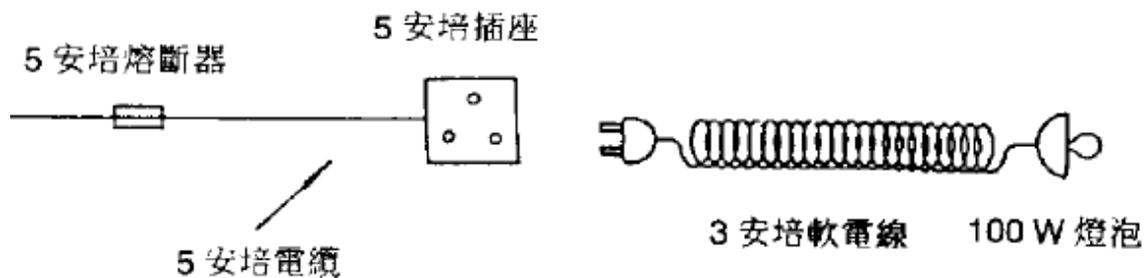
若並聯導體用單一個保護器件作過載保護，其  $I_z$  數值等於各導體載流量的總和。這情形不適用於環型最終電路。

免除過載保護器件的情況：

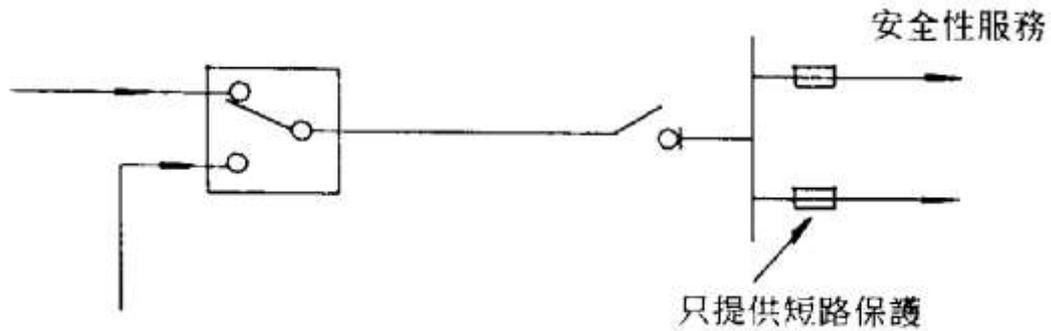
(a) 如在下圖中，若 20A 熔斷器能有效保護  $1.5\text{mm}^2$  電線的過載情況，過載保護器件便可被免除。



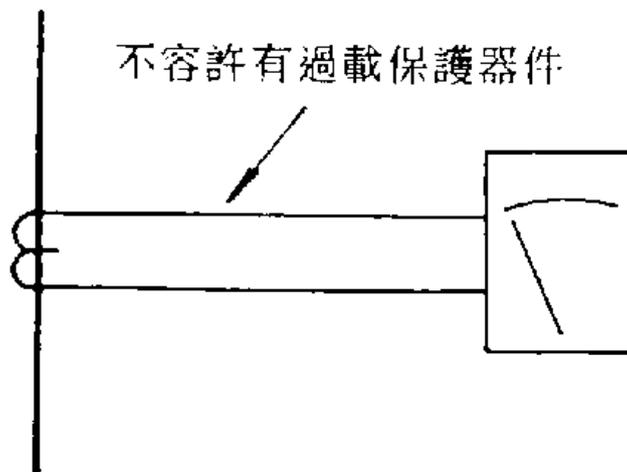
(b) 由於負荷或電源的特性，導體不會載送過載電流，如下圖：檯燈的軟線等。



(c) 電路供應的器具會因電路的意外開啟而造成比較過載情況更大的危險，例如安全服務的供電、起重用的電磁鐵。



(d) 電流互感器的二次側電路。



### 防止直接觸電的保護方法

用障礙物作為保護目的是防止人體直接接觸到帶電的帶電體、電線、電源等。  
保護方法：

- 絕緣 - 使用絕緣物將帶電部份完全遮蔽，防止觸摸。
- 障礙板或外殼 - 使用障礙板或外殼將帶電部份分隔，防止觸及帶電體。
- 障礙物 - 設置障礙物以防止無意間觸及或接近帶電體。
- 接觸範圍外 - 用作防止無意間接觸帶電部份。間隔距離需足夠令人遠離帶電體。

### 安全裝置

- 保險絲 - 保險絲通常是設有預定電流熔解值的銅線。當進入的電流超過預定的熔解值，保險絲便會熔解及截斷，以防止過量的電流造成超負荷情

況。保險絲必須要安裝在帶電線(火線)上。如需更換保險絲，必須更換同一電流溶解值的保險絲。

- 斷路器 - 斷路器是利用電磁場的原理製成。進入的電流可令斷路器內的線圈產生磁力，當電流超過預定值(即起負荷)時，磁力增大至足以令斷路器的連接打開，截斷電源。
- 地線接駁 - 裝有地線接駁的目的是當有漏電情形下，提供低阻抗通路予故障電流在接地後放電。即當觸電時，電流經地線流走而避免進入人體造成傷害。
- 雙重絕緣 - 裝有雙重絕緣的電器除本身有基本絕緣外，還有一層獨立絕緣體包著以加強保護。雙重絕緣均附有[回]形標記。如電器是雙重絕緣種類便不需要接駁地線，因為雙重絕緣已可提供足夠的保護。
- 漏電斷路器 - 漏電保護又叫殘餘電流保護或接地故障電流保護。漏電斷路器的作用原理主要在於監察電路中的「中性線」及「帶電線」的運作情況。當電路出現不平衡時，即經「帶電線」流入電器的電流不是全部由「中性線」流回，部份電流從其他途徑流走（漏電）。
- 漏電斷路器立即探測到這種不平衡現象而在數微秒的時間內將電源切斷。動作電流值不宜超過 30 毫安培。
- 特低電壓 - 使用特低電壓 50 伏特以下的電動工具，就算有觸電的情況，人體所受的傷害亦可減到最少。如用特低電壓，便不一定需要地線的接駁。

## 佈線系統

佈線系統主要分為兩類：

- 明線系統及；
- 暗線系統。

### 明線系統(Surface Wiring)：

- 將有護套電纜直接夾放在或用線碼釘在牆身表面(非金屬表面)。依照《電力（線路）規例工作守則》附錄 7 安裝方法 1。
- 依照《電力（線路）規例工作守則》附錄 7 之指定安裝方法 12 至 14。

### 暗線系統

- 明喉 (Surface Conduit)：

將無、有護套電纜藏於牆上或天花板上的金屬或非金屬(燈喉)導管內。《電力（線路）規例工作守則》附錄 7 之指定安裝方法 3 及 5。

- 暗喉 (Concealed Conduit) :

將無、有護套電纜藏於金屬或非金屬導管內然後埋於牆裡或地台內。《電力（線路）規例工作守則》附錄 7 之指定安裝方法 4、6 及 7。

- 明線槽 (Surface Trunking) :

將無、有護套電纜藏在牆上或懸空的線槽內。《電力（線路）規例工作守則》附錄 7 之指定安裝方法 8。

- 暗線槽 (Concealed trunking) :

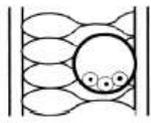
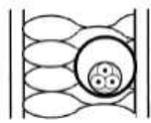
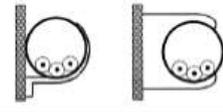
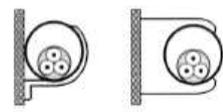
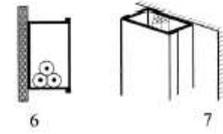
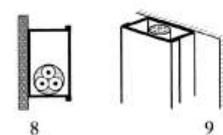
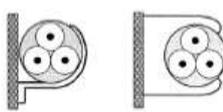
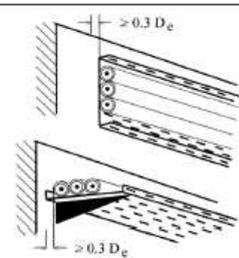
將電纜藏在牆內或地台下的金屬線槽內。《電力（線路）規例工作守則》附錄 7 之指定安裝方法 9 及 10。

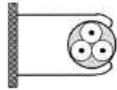
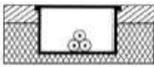
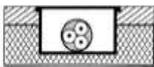
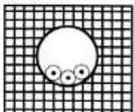
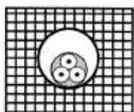
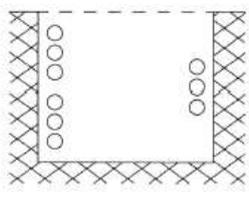
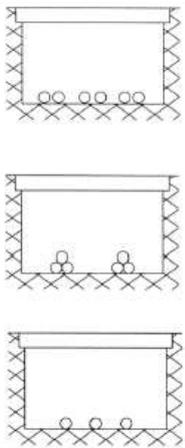
- 暗藏電纜 (Concealed Wiring) :

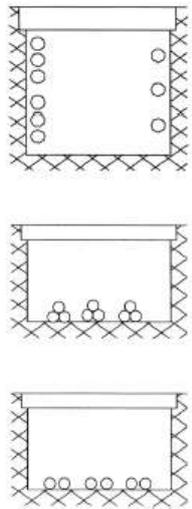
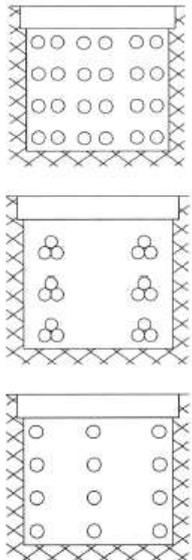
暗藏電纜通常以有保護層的裝甲電纜埋藏在地底，因地線體積較大故不能藏入牆內。（注意：若將 PVC/PVC 電纜直接藏入牆內，這種裝置方法不為電力公司所接納，原因是 PVC 外皮電纜機械保護性較弱，會引起危險。）

## 電線/纜的安裝方法

（以下內容引用自《電力（線路）規例工作守則》2015年版「附錄7」）

安裝方法		說明	決定載流量的適當參考方法
編號	舉例		
1		無護套電纜藏於隔熱牆內的導管內而牆身內層的傳熱導數不少於 $10\text{W/m}^2\text{K}$ (#1)	A
2		多芯電纜藏於隔熱牆內的導管內而牆身內層的傳熱導數不少於 $10\text{W/m}^2\text{K}$ (#1)	A
4		無護套電纜裝設於木質或磚石上的導管內，或裝設於與牆身距離少於導管直徑 0.3 倍的導管內 (#1)	B
5		多芯電纜裝設於木質或磚石上的導管內，或裝設於與牆身距離少於導管直徑 0.3 倍的導管內 (#1)	B
6 7		無護套電纜裝設於木質或磚石上的線槽內 6 – 水平延伸 (#2) 7 – 垂直延伸 (#1) (#2)	B
8 9		多芯電纜裝設於木質或磚石上的線槽內 8 – 水平延伸 (#2) 9 – 垂直延伸 (#1) (#2)	B
20		單芯或多芯電纜： – 固定於（直接夾放）或與牆身距離少於電纜直徑 0.3 倍的木質或磚石牆上 (#1)	C
21		單芯或多芯電纜： – 直接固定於木質或磚石天花板之下	C (用這安裝方法可能會產生較標準情況下高的環境溫度)
31		單芯或多芯電纜： – 於疏孔線架上 水平或垂直延伸 (#1) (#3)	E 或 F

安裝方法		決定載流量的適當參考方法	
編號	舉例 說明		
33		單芯或多芯電纜： — 與牆身距離多於電纜直徑 0.3 倍	E、F 或 G (#4)
34		單芯或多芯電纜： — 在托架上 (#1)	E 或 F
50		無護套電纜裝設於在樓板內的嵌入式電纜線槽內	B
51		多芯電纜裝設於在樓板內的嵌入式電纜線槽內	B
59		無護套電纜或單芯電纜裝設於磚石內的導管而磚石的傳熱阻率不多於 2K.m/W (#5)	B
60		多芯電纜裝設於磚石內的導管而磚石的傳熱阻率不多於 2K.m/W (#5)	B
117		電纜承托於開放式或有通風的地下混凝土線坑內的牆上而其間隔如下：— — 單芯有護套電纜置於流動空氣中 (任何電纜下面承托的金屬物不佔用超過平面面積 10%) — 2 或 3 條電纜垂直上下放置，電纜表面之間的距離至少等於電纜的總直徑；電纜表面與牆身之間的距離不少於電纜的直徑的一半 — 2 或 3 條電纜水平放置，間隔如上	E 或 F
118		電纜藏於在至少闊 450 毫米，深 300 毫米的封蔽式線坑內。此尺寸包括 100 毫米坑蓋 — 2 至 6 條單芯電纜表面相隔距離不少於一條電纜的直徑 — 1 或 2 組 3 條單芯電纜三角放置 — 1 至 4 條兩芯電纜或 1 至 3 條三或四芯電纜相距不少於 50 毫米	E 或 F 用表 A5(6) 所示的額定值因數

安裝方法		決定載流量的適當參考方法	
編號	舉例	說明	
119		<p>電纜藏於在至少闊 450 毫米，深 600 毫米的地下混凝土線坑內。此尺寸包括 100 毫米坑蓋</p> <p>6 至 12 條單芯電纜以 2 或 3 個扁平排列組合放在線坑的垂直旁壁上，電纜之間相距一條電纜的直徑，且電纜組合之間相距不少於 50 毫米</p> <p>或</p> <p>2 至 4 組 3 條單芯電纜三角放置，且放置組合之間相距不少於 50 毫米</p> <p>或</p> <p>4 至 8 條兩芯電纜或 3 至 6 條三或四芯電纜相距不少於 75 毫米</p> <p>所有電纜距離線坑旁壁不少於 25 毫米</p>	E 或 F 用表 A5(6) 所示的額定值因數
120		<p>電纜藏於在至少闊 600 毫米，深 760 毫米的地下混凝土線坑內。此尺寸包括 100 毫米坑蓋</p> <p>12 至 24 條單芯電纜：</p> <p>以 2 或 3 條電纜為一組合扁平排列，電纜之間相距一條電纜的直徑，且電纜組合之間水平或垂直相距不少於 50 毫米</p> <p>或</p> <p>單芯電纜三角放置，且放置組合之間水平或垂直相距不少於 50 毫米</p> <p>或</p> <p>8 至 16 條兩芯電纜或 6 至 12 條三或四芯電纜水平或垂直相距不少於 75 毫米</p> <p>所有電纜距離線坑旁壁不少於 25 毫米</p>	E 或 F 用表 A5(6) 所示的額定值因數

- #1 必須注意在電纜垂直延伸時通風是否受阻。環境溫度在上方垂直分段可能會較高。
- #2 在附錄 6 就安裝方法 B 給予的數值是單一線路的。如果有多於一個線路在線槽內，有關於表 A5(3) 的組合因數，將不論是否有內部障礙或分隔，皆為適用。
- #3  $D_e$  是多芯電纜的外圍直徑
- $2.2 \times$  電纜直徑，如果三條單芯電纜是三角放置，或；
  - $3 \times$  電纜直徑，如果三條單芯電纜是扁平放置
- #4 表 A5(3) 的因數亦可使用。
- #5 磚石的傳熱阻率不多於  $2K.m/W$ 。所指磚石包括混凝土、灰泥或同類材料 (不包括隔熱材料)

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELIN310A

「根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝」

### 評核指引

#### 1. 評核方式

如前所述，使用者可自行設計適合自身需要及教學對象的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 口試（例如模擬一工程項目的小組討論或面見，要求學員參與，設定評分標準）
- 筆試考核（設定筆試題目，考核學員的相關知識）
- 其他（例如實務演示、視像記錄等）

使用者在設計課程時，亦應評核學員對這些知識的掌握程度。使用者應自行設計適合自身需要及教學對象就實務技能的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 設立期中、期末的實務考試
- 模擬的實務技能工作項目
- 就每一次的實務技能練習進行評分
- 設立工作實習，在實際工作中進行評估

上述例子可混合使用。無論採用何種評核方式，使用者必需考慮本能力單元的教學內容雖然以實務技能為主；但由於「專業處理」的面向，除實務技能外，亦應考核學員的專業技術知識。使用者亦應顧及其資歷架構3級之水平。在設計評核方式時，應切合這些面向，包括能有效地測試學員對能力單元的內容的掌握。

如若以實務試作為評核模式，可參考《低壓裝置安裝及保養維修（實務技能）（三級）教材套》中，相同能力單元的評核指引部份。本指引則以筆試作為評核模式的例子，以供使用者參考。

以下是以筆試作為評核模式的示範例子：

- 評核模式為：筆試

## 2. 評核方式設計範例

為檢視學員之學習進度是否有所增長，進而檢視教學成果，本指引建議在整個教學過程中，設兩次評核，一次為期中考試（即持續評核）；另一次為期末考試。筆試之模式建議如下：

- 筆試內容為：短答題
- 題目數量為：每次至少 5 題
- 使用者應準備試題庫，預先編撰足夠數量之試題，確保每次筆試時，題目不至過份重複；建議試題庫之題目數量應為實際考試題目數量之 4 倍

無論評核模式如何，試題內容應配合教學進度。此外，試題內容亦理應配合教學內容及本能力單元所涵蓋之知識範圍。

另外，為確保評核質素，使用者應定時檢討試題內容，視乎需要更新試題，以確保所考核之內容為該領域之最新知識，貼近業界現況；本指引建議培訓機構至少每一年進行一次試題檢討。

## 3. 評核項目與預定學習成效

設計評核方式時，應留意評核項目必需切合預期學習成效，確保兩者能充份配對。以本能力單元的預期學習成效及筆試的評核方式而言，兩者的配對如下：

評核項目	<u>預期學習成效一</u> 能列出所需執行的安裝項目和時間表	<u>預期學習成效二</u> 能掌握工地之實際情況和限制	<u>預期學習成效三</u> 能夠按電力裝置安裝圖則的內容及要求細則，進行低壓電力裝置的安裝工作	<u>預期學習成效四</u> （如使用者自訂其他預期學習成效）
評核項目一 （例如：持續評估——實務試 / 筆試等）	✓	✓		
評核項目二 （例如：期末考試——實務試）		✓	✓	
…… （如有更多評核項目，可繼續延伸下去）	✓	✓	✓	✓

#### 4. 評核試題範例

下頁是本指引所建議的評核方式（筆試）的試題範例樣本（附件 D-03），使用者可用作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的評核內容。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

另外，本能力單元同樣出現於《低壓裝置安裝及保養維修（實務技能）（三級）》之中，由於兩者的面向不同，評核設計理應有所不同。為了令到使用者有更完整的理解，本指引收錄了本能力單元於「實務技能」中所建議的實務試題範例樣本（附件 D-04），以供使用者參考。

附件 D-03

能力單元 EMELIN310A 「根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝」

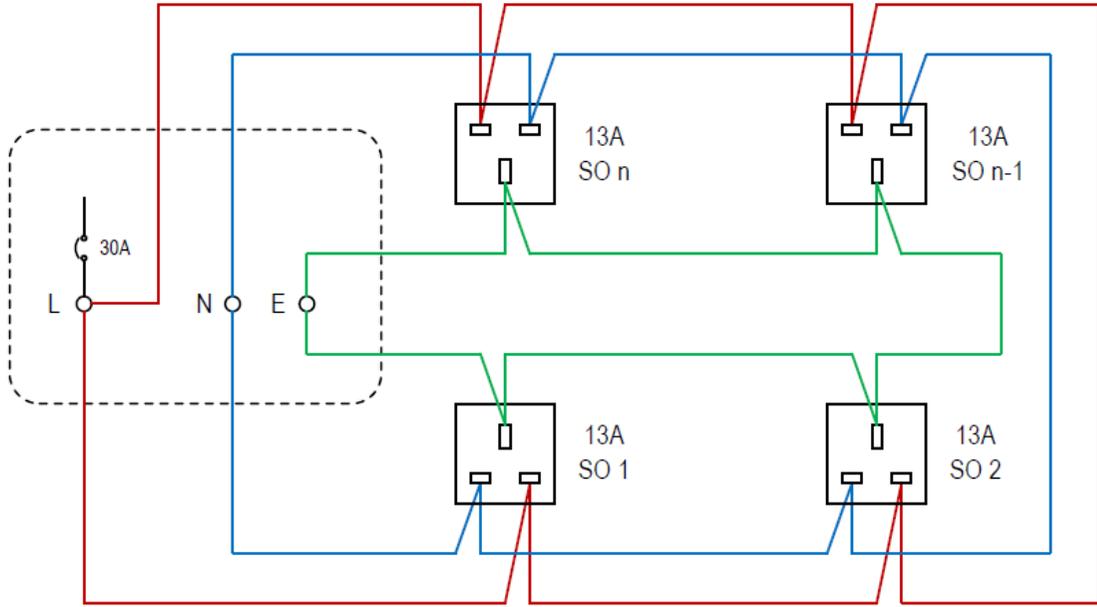
評核試題範例樣本

評分準則建議：每題 10 分，視乎試卷的題目數量，以獲得全部題目的 50%分數或以上為合格。

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字可以取得括號內分數）
Q1	列出 5 種可作為隔離設備的器具。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 隔離器（切斷器）(Isolator)</li> <li>● 隔離開關掣或稱開關隔離掣</li> <li>● 熔斷鏈桿(Fuse Link)</li> <li>● 插頭及插座(Plug and Socket)</li> <li>● 電纜耦合器(Cable Coupler)</li> <li>● 斷流熔斷器(Fuse cut-outs)</li> <li>● 餘差電流操作保護器（例如 RCCB 和 RCBO）</li> <li>● 觸點距離符合要求的熔斷開關掣及開關熔斷器(Fuse Switch and Switch Fuse)</li> <li>● 觸點距離符合要求的斷路器(Circuit Breakers)（包括微型斷路器、模製外殼斷路器及電流式漏電斷路器）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 答中其中五個關鍵字（2 分）</li> </ul>
Q2	若進行機械性維修時會有灼傷或因機械移動而受傷的危險，須設有可關閉電源的設備，以作機械性維修之用。此項要求包括供電予那些器具的電路？	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電動機</li> <li>● 電力加熱器具</li> <li>● 可能引起機械性意外的電磁器具</li> <li>● 照明器</li> <li>● 使用電能時可能引起機械性或過熱危險的任何其他器具</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 答中其中四個關鍵字（2.5 分）</li> </ul>

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字 可以取得括號內分數）
Q3	用以關閉電源作機械性維修的器件應具備甚麼條件？	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 能夠由人手操作</li> <li>● 明確顯示出操作狀態即「閉合」或「斷開」的位置</li> <li>● 妥為選擇或安裝以防止無意或自動地再閉合</li> <li>● 能夠切斷裝置中有關部分的滿載電流</li> <li>● 可容易接觸以便操作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 答中其中四個關鍵字（2.5 分）</li> </ul>
Q4	試列舉適合用作機械性維修的器具。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 開關掣</li> <li>● 斷路器</li> <li>● 啟動接觸器的控制開關掣</li> <li>● 插頭及插座</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 答中其中兩個關鍵字（5 分）</li> </ul>
Q5	試分析線碼佈線的優點及缺點。	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 安裝成本低</li> <li>● 容易加裝、改裝位置</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 防火防潮能力低</li> <li>● 外表不美觀</li> <li>● 容易防礙傢俱擺設</li> <li>● 機械保護能力差，耐用程度不足</li> </ul>	<p>答中 優點其中一個關鍵字 （5 分） 缺點其中兩個關鍵字 （2.5 分）</p>

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字 可以取得括號內分數）
Q6	試分析金屬架加線碼的優點及缺點。	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 散熱良好</li> <li>● 減低線坑內或隧道內的牆身濕氣影響電纜</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 不美觀</li> <li>● 安裝困難</li> </ul>	<p>答中 優點其中一個關鍵字 （5 分） 缺點其中一個關鍵字 （2.5 分）</p>
Q7	MCB 採用兩種引發跳脫功能，試列出並加以簡述。	<p>熱脫扣式：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 構造是利用電流通過一發熱元件，使一雙金屬受熱彎曲，</li> <li>● 並開啟一接點彈簧，使接點跳開。</li> <li>● 當電路發生短路時，此電熱效應不能產生即時(Instantaneous)保護作用。</li> <li>● 熱力控制當電路過載時，雙金屬片需一段加熱時間才能開路，用於過載時觸發電路</li> </ul> <p>磁脫扣式：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 構造利用一活動的鐵芯或鐵枝，封閉在一個密封氣管內，使其能產生瞬時或延遲效應。</li> <li>● 管外繞有線圈，當有大電流通過線圈時便產生磁力使管內的鐵枝移動，同時閉合磁路</li> <li>● 短路電流時也能使到外部的銜鐵被吸下，開啟彈簧，使接點跳開。</li> <li>● 磁力控制當電路過載時磁力線圈立刻吸索鐵片而引致開路，適用於短路時觸發電路</li> </ul>	<p>答中：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 熱脫扣式其中兩個關鍵字（2.5 分）</li> <li>● 磁脫扣式其中兩個關鍵字（2.5 分）</li> </ul>

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字 可以取得括號內分數）
Q8	<p>試繪製一個 13 安培插座環形電路 (13A Socket Outlet Ring Circuit)，並加以說明最大之供電面積、保護裝置類別、保護裝置額定值及電線接駁插座方式</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 13A 環形插座電路可供最大之供電面積可達 100 平方米</li> <li>● 保護裝置額定值為 30A，電線為 2.5 平方毫米</li> <li>● 電路如圖示，它的特點是一個環狀電路，電流透過兩組（左、右）電線分別流進插座</li> <li>● 它還有一個優點是假若電路一組出現開路問題，也可由另一組電線繼續供電</li> <li>● 根據工作守則規定，插座必須由漏電斷路裝置 RCD 保護，從而防止觸電的危險</li> </ul>	<p>答中其中四個要點 (2.5 分)</p>

編號	試題（每題 10 分）	答案	評分標準（答中關鍵字 可以取得括號內分數）
Q9	甚麼是輔助接駁導體？何時需要「輔助接駁」？	<p>輔助接駁導體定義：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 輔助接駁導體可說是總等電位接駁導體的延續，主要是將等電位區域伸延。</li> <li>● 輔助接駁是連接「非電氣裝置金屬部分」及其附近分隔距離不超過 2 米的「外露非帶電金屬部分」或其他「非電氣裝置金屬部分」</li> </ul> <p>根據工作守則 11F(a) 部份，在總等電位接駁所形成的區域之內，應在符合下列情況的金屬部分上個別作輔助等電位接駁，使維持等電位區域：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 非電氣裝置金屬部分；及</li> <li>2. 與外露非帶電金屬部分或其他非電氣裝置金屬部分可同時接觸得到；及</li> <li>3. 並非採用永久可靠、而且具極低阻抗的金屬對金屬接頭作電氣性的總等電位接駁。</li> </ol>	輔助接駁導體的定義各 2 分；輔助接駁導體的三項安裝條件各 2 分

#### 附件 D-04

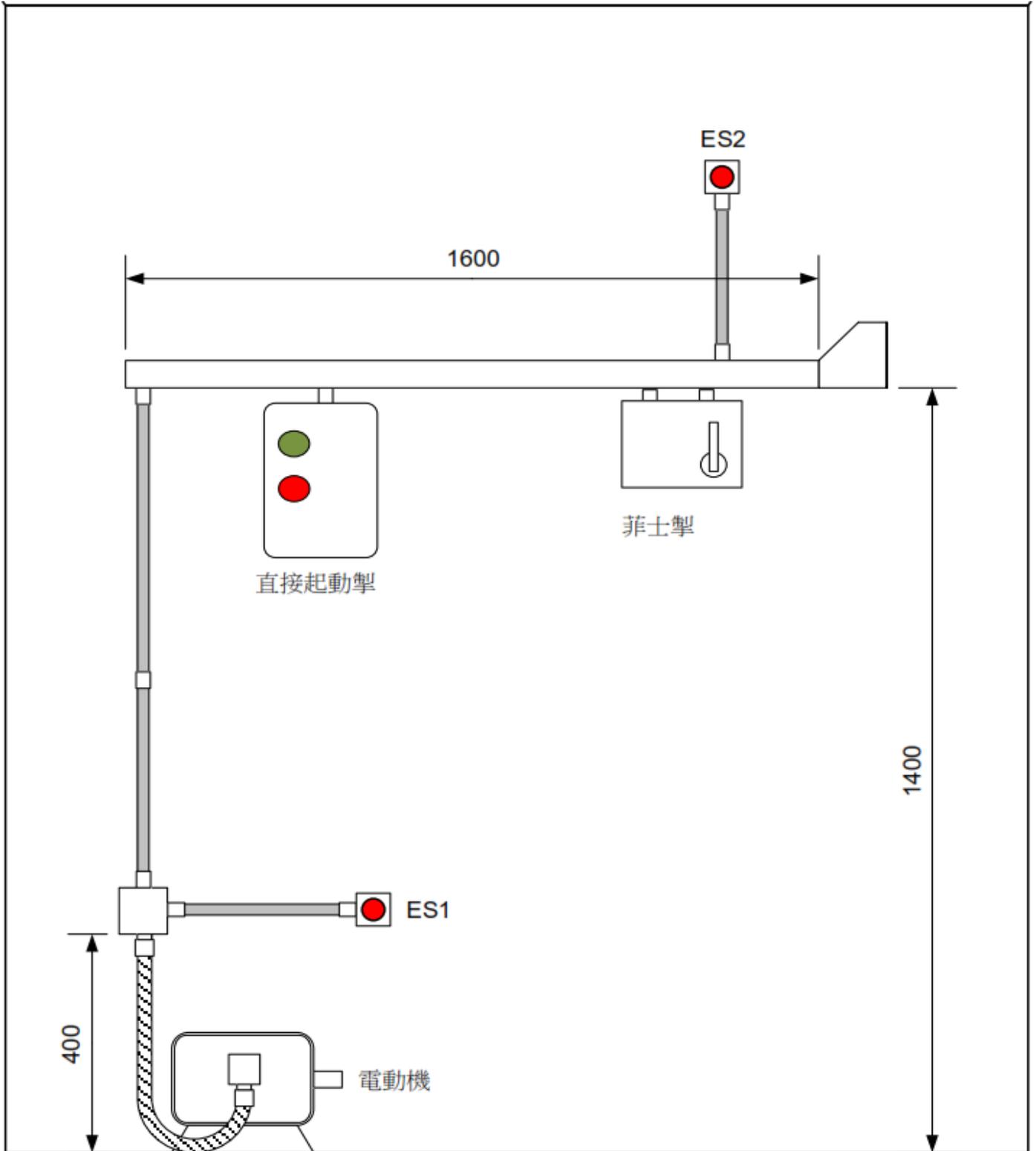
### 能力單元 EMELIN310A 「根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝」 評核試題範例（實務技能）樣本

實務題工作要求：

1. 根據下頁設計圖之要求，在 3 小時內評估有關電路之金屬線槽的路徑、電線於金屬線槽的數量、顏色、大小和走向，並選擇適當配件；
2. 灰色的喉管表示用不限尺寸的舊鋼喉，未有標明的尺寸可自由決定；
3. 根據圖中之尺寸製作金屬線槽系統及其他附加佈線系統；
4. 根據圖中尺寸進行金屬線槽系統安裝及穿線，誤差率須為  $\pm 5\text{mm}$ ，須在適當地方加上支撐；
5. 製作及安裝金屬線槽系統工序及要求均須符合工作守則及相關條例之要求；
6. 進行相關之完工電力測試，並撰寫有關報告表；
7. 完成後再由導師評分。

電路要求特性：

- 電動機為可移動裝置，須由軟喉管供電；
- 30A 菲士掣提供三相三線電源給直接起動器，當直接起動器之「起動」掣按下後，370W 電動機作單向轉動，使用者放手後，電路也能給予記憶，電動機繼續作單向轉動；
- 當有使用者按下「停止」掣後，電動機失電並慢慢停止轉動；
- 控制電路須設有二個緊急停止掣，當有緊急情況時，只需按下緊急停止掣 ES1 或 ES2，電動機將停止轉動，其功能與直接起動器之「停止」掣相同。



評分標準：

評核項目	序號	百分比%	已達要求		尚未達要求
			超過 75% 表現達致要求	超過 50% 表現達致要求	少於 50% 表現達致要求
電路功能	1	20	測試正確	第二次測試才正確	超過第二次測試才正確
電線大小	2	20	大小正確		大小錯誤
電線顏色	3	10	顏色正確		顏色錯誤
配件或零件	4	10	與電路要求一致		與電路要求不同
電路接駁	5	10	接線位穩固		接線位鬆脫
	6	10	掣箱內留有適當長度導線		掣箱內未留有適當長度導線
	7	10	導體及絕緣體無破損	導體及絕緣體發現一處破損	導體及絕緣體發現多處破損
	8	5	並無接線位過量去皮	有一處接線位過量去皮	多處接線位過量去皮
	9	5	電線直位及彎位處理正確	電線直位及彎位有一處處理不正確	電線直位及彎位有多處處理不正確
需要扣分情況 (輸入總項數)	D1	-10%	工作時，未能保持場地整齊，工具及工料亂放		
	D2	-20%	工作未有注意安全		
	D3	-20%	測試未有注意安全		
	D4	-10%	完工後沒有清理場地，工具及材料沒有放置妥當		

### 設備、材料、工具及場地建議

- 以下是本試題樣本所需要的設備、材料及工具列表
- 使用者應就每次考核的學員人數而準備足夠數量的物資
- 考核場地的要與實務教學場地的要求相同，然而使用者應考慮是否安排學員分批進行考核；或是於一次考核中安排多位導員擔任評核員，以使每位學員得到充足且公平的觀察及評價

材料	儀器	工具
電線	萬用錶	電動切割工具
襯管（外牙軟喉咀）	交流電流鉗錶	屈喉機
迫母		鋼尺
接駁套管		絞刀
杯臣及梳結喉管接駁		喉板
掣箱		穿線帶
配電箱		拉尺
菲士箱		角尺
急停掣		板手
直接起動開關掣		彈弓
插座		螺絲批
燈泡		電纜剪
燈座		開線鉗
鋼喉管		斜剪鉗
金屬軟喉管		平咀鉗
金屬線槽及槽蓋		尖咀鉗
螺絲		電工鎚銼
過路箱		鐵鋸
單位膠箱		金屬銼
喉碼		手提電鑽
無牙梳結		令梳
電工絕緣膠布		
1.1kW 三相電動機		

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELIT306A

#### 「檢查、驗收及調試的低壓電力系統」

### 教學指引

#### 1. 預期學習成效

依據本單元之能力單元指引，本單元課程之預期學習成效應為讓學員：

- 能夠按照指定的合約條款、圖則、檢查、驗收及調試計劃書等資料，明白檢查、驗收及調試有關工作項目
- 能執行低壓電力系統及連帶裝置的檢查、驗收及調試工作
- 能夠根據指定的檢查、驗收及調試結果，判斷所檢驗之裝置是否合格

上述乃本能力單元的預期學習成效，如使用者在設計課程時會整合「專業處理」內的所有能力單元，則除本能力單元的預期學習成效外，亦應設定「專業處理」的綜合預定學習成效，相關指引可見《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的相關部份。

使用者亦可視自身需要，調整預期學習成效。

#### 2. 建議教學對象

由於本能力單元對教學對象並無特別前設，因此本指引建議教學對象同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第3部份所列之要求。

#### 3. 導師資歷建議

導師資歷同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第4部份。

#### 4. 教學模式及時數

此能力單元以教授低壓電力系統及連帶裝置的檢查、驗收及調試為授課重心，技術知識及實務技能兼備；視乎使用者的課程設計、學員的水準等因素，決定課堂面授所佔的課時比例。另外，由於本能力單元涉及實務練習，使用者應確保導師及其他教學人員的人手足以監督學員安全地進行練習。綜合上述所言，本指引建議教學模式如下：

- 建議教學模式為：課堂面授
- 能力單元總學習時數為：60 小時
- 課堂面授與學員自學時間的比例建議為： 1:2 - 2:1
- 建議面授時數為： 20 - 40 小時
- 建議自學時數為：20 - 40 小時
- 建議評核時數：小時（包含於面授時數之內）
- 建議師生比例上限為：1: 20 - 1:30

如依照上述設計，此能力單元的學習時數可設計如下：

建議學習時數			總學習時數	資歷學分
面授時數	自學時數	評核時數 (包含於面授時數之內)		
30	30	3	60	6

上述模式為建議；使用者可就收生條件、導師資歷、導師意見等各項因素，調整各項比例至切合實際情況之合理水平。

除上述的建議安排外，使用者亦可視自身條件及需要，調整教學模式。例如使用者如為公司或晚間培訓機構，則可考慮將課程設計為非全日制，雖然整體培訓日數可能會延長，卻能方便教學對象修讀課程。設若使用者能安排全日制上課，而教學對象亦能配合，則可考慮設計全日制課程，有助縮短整體課程日數。

使用者亦可視教學對象的條件及背景，調整教學時數的分配。例如若學員的程度較為初級，則可考慮增加面授時數，並減少自學時數；若學員程度較高，則可考慮減少面授時數，增加自學時數。惟使用者如希望增加自學時數，應該注意實務練習相對地較難以自學的方式進行；如在設計本能力單元課程時較為偏重實務練習的話，則應該避免過多的自學時數；或要設計能夠進行自學的課程內容，作為彌補。

**指引重點：**

課堂面授及實習、面授與自學時數比例、教學模式等可視乎需要調整。

## 5. 教學地點及設備要求

本能力單元兼備技術知識及實務技能，授課模式主要為課堂面授、實務教授及練習，因此本指引建議教學地點及設備之基本要求如下：

- 實務技能課室面積以能容納所有師生及器材而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

本能力單元除實務技能外，亦有講授理論知識之需要，為應付此部分之教學需求，本指引建議相關理論知識部份之教學地點應具備以下條件：

- 配備一般講課設備（如白板及粗體筆、投影機、投影螢幕、電腦、擴音系統、椅子、桌子等）之課室
- 課室面積以能容納所有師生而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

若受限於資源或空間，使用者可在設計課程時，將理論知識部分和實務技能部分安排於不同之課室進行；惟本指引建議使用者安排兩個部分之上課地點為同一課室，而課室之設備及條件又能同時滿足兩個部分之需求為佳，以便導師在上課時可以直接配之實物進行講解，提高教學成效。

**指引重點：**

課室應配備基本講課設備，並足以提供師生舒適的空間。

本能力單元之建議教學物資如下：

物資名稱	數量	備註
金屬線槽	足夠講解、練習及考核之用	使用者應視乎課程設計，準備足夠之左述物資，以供導師授課講解、學員於課堂練習以及實務考試之用
PVC 喉及鋼喉	足夠講解、練習及考核之用	
13A 電力插座	足夠講解、練習及考核之用	
燈座及燈泡	足夠講解、練習及考核之用	
四位三相配電箱	足夠講解、練習及考核之用	
錶前掣	足夠講解、練習及考核之用	
仟瓦時錶	足夠講解、練習及考核之用	
基本電工物料	足夠講解、練習及考核之用	
電工工具	足夠講解、練習及考核之用	

## 6. 面授及自學時數安排

使用者應自行設計及決定每一節課堂或培訓時段的時數，以此安排面授時數、自學時數、以及每個時段內所教授的課題。以下是一個課時安排的例子：

	課堂或培訓時段	面授時數	自學時數
	第 1 節	3	3
	第 2 節	3	3
	第 3 節	3	3
	第 4 節	3	3
	第 5 節	3	3
	第 6 節	3	3
	第 7 節	3	3
	第 8 節	3	3
	第 9 節	3	3
	第 10 節	3	3
總計		30	30

## 7. 學習活動、自學活動安排

學習活動指使用者應該在課堂面授時段進行的教學活動。

由於使用者來自不同背景，培訓的目的及設計不可能相同，因此本指引不會規定學習活動內容，使用者需自行設計適合的學習活動。以下是一些建議及例子：

一般而言，可行的學習活動包括但不限於：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析
- 設計模擬個案分析
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所
- 邀請嘉賓進行專門講解

無論使用者是培訓機構或是行內企業，皆可考慮設計上述學習活動。以下在設計本能力單元的學習活動時可參考的活動例子：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析  
（例如抽取使用者過往的工程個案，要求學員進行分析）
- 設計模擬個案分析  
（例如設計模擬工程項目，要求學員就項目內容分析是否符合專業要求）
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所  
（例如在實際工作場所中進行實習）
- 邀請嘉賓進行專門講解

（例如邀請曾監管工程的資深專業人員分享經驗）

自學活動應該限於學員能夠獨自於家中安全進行的學習活動。

使用者應自行設計自學活動的安排，如有需要亦應為自學活動編製教材。以下是自學活動的例子：

- 溫習教學筆記
- 閱覽補充資料、參考資料
- 於指定網站瀏覽補充資料、參考資料、專業指引等
- 一些簡單習作，例如工作紙、不納入評核計分的問題集；形式可參考「評核指引」及試題樣本
- 觀看一些關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

以本能力單元而言，自學活動建議（但不限於）如下：

- 溫習教學筆記
- 閱覽於「教學資料範例」所列的參考資料；以及「綜合指引」第7部份所涵蓋的專業指引、法例資料等
- 閱覽機電工程署於網上刊登及出版的相關刊物
- 供電商於網上刊登及出版的相關刊物
- 參考「評核指引」及試題樣本製作的問題習作
- 觀看關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELIT306A

#### 「檢查、驗收及調試的低壓電力系統」

#### 教學資料範例

##### 1. 能力單元說明

本能力單元之授課範圍理應如資歷架構秘書處所編撰之「EMELIT306A 檢查、驗收及調試的低壓電力系統」能力單元說明內所定；請參閱下頁的能力單元說明（附件 E-01）。

能力單元說明雖然劃定了教學範圍，但使用者亦可視乎自身需要進行一定的調整。例如若使用者是公司，希望以教材套為藍本設計在職培訓現職的員工，則可調整教學範圍至適合其公司自身的面向，包括所採用的工程規格、圖則、術語、裝置、器材工具、分工結構、員工的溝通方式等等，使設計更切合其公司的工作需求。設若使用者是教學組織，並未有特定某一確切職位的在職培訓，則可制定較為廣闊的教學範圍，不必重點針對某一系統的知識。

本能力單元之教學順序可跟從其能力單元說明之順序，但如使用者認為有需要，亦可更改順序至合適的狀況。

附件 E-01

「EMELIT306A 檢查、驗收及調試的低壓電力系統」能力單元說明

1. 名稱	檢查、驗收及調試的低壓電力系統
2. 編號	EMELIT306A
3. 應用範圍	用於低壓配電地底電纜直接供電的簡單電力供電系統上，能執行低壓電力系統及連帶裝置之檢查、驗收及調試工作。
4. 級別	3
5. 學分	6
6. 能力	<p style="text-align: center;"><u>表現要求</u></p> <p>6.1 認識低壓電力配電系統的結構，以及各部份裝置或電路保護器件之檢查、驗收及調試要點</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 認識由低壓配電地底電纜直接供電的低壓電力系統及連帶裝置之驗收及調試文件的內容，文件包括：合約細則、圖則、檢查、驗收及調試計劃書、電力設備製造商之檢查及調試手冊等資料</li> <li>◆ 認識低壓電力系統有關之裝置或器件的檢查、驗收及調試要點和合格準則</li> </ul> <p>6.2 執行簡單的檢查、驗收及調試工作</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 對由低壓配電地底電纜直接供電的低壓電力系統及連帶裝置，包括各類開關、匯流排箱、配電箱、總線、供電質素控制系統、操作控制系統、接地系統、避雷系統、照明系統等設備，能協助執行基本檢查、驗收及調試工作，包括使用各類測試錶，例如：萬用錶、鉗錶、絕緣阻值測試錶、接地故障環路阻抗錶等</li> </ul> <p>6.3 檢查、驗收及調試低壓電力系統的專業處理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 對低壓電力系統及連帶裝置的檢查、驗收及調試所完成的報告，根據客戶的要求及國際標準所列明的規格，來判斷所檢驗之裝置是否達致合格</li> </ul>

7. 評核指引	此能力單元的綜合成效要求為： (i) 能夠按照指定的合約條款、圖則、檢查、驗收及調試計劃書等資料，明白檢查、驗收及調試有關工作項目； (ii) 能執行低壓電力系統及連帶裝置的檢查、驗收及調試工作；及 (iii) 能夠根據指定的檢查、驗收及調試結果，判斷所檢驗之裝置是否合格。
8. 備註	

## 2. 教學材料

依據本指引之教學設計，本單元之面授課堂時數與學員自學時數之比例為 1:2 – 2:1，視乎使用者的課程設計，學員可能會有較多時間進行自學。因此，除教學筆記外，使用者亦可加入其他教學材料，讓教材更為豐富，以下是該等材料的可能例子：

- 示範錄像
- 模擬的工作圖則
- 相關的規例及工作守則
- 網上的公開資料
- 實物教具或其圖片

以下所列之參考資料乃為教學一方所設，其程度之深及範圍之廣未必切合本能力單元所需，培訓機構若要以下列資料為基礎編撰教材，應配合教學對象之條件及本能力單元之涵蓋範圍作出調整，並需留意版權問題。部分參考資料可能未有中文譯本，培訓機構如以該等資料為基礎編撰教材，應將其內容轉譯為中文，以切合教學對象之程度。

本能力單元之建議參考資料如下：

1. 《電力（線路）規例工作守則》（必須為最新版本），可於機電工程署網站免費下載，此指引編寫時之最新版本為 2015 年版
2. 《低壓掣櫃》。港九電器工程電業器材職工會。
3. 《電力裝置實用手冊——第三版》。2007。陳樹輝。萬里機構。
4. 《最新電力測量儀器用法圖解（第一冊）》。成發電機機械工程公司。
5. 《電氣識圖》。呂慶榮。化學工業出版社。
6. *Guide to the Wiring Regulations 17th Edition*. IEE Wiring Regulations. (BS 7671: 2008)

### 3. 教學筆記範例

下頁是一份教學筆記範例（附件 E-02）的樣本，使用者在編撰教材時可作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的教材。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

### 4. 教材內容與應用

本指引建議教學內容應該盡量配合預定培訓工種的工作內容，本能力單元的教材在內容上亦應該能配合應用於預定培訓工種的工作內容，以本能力單元的教學內容而言，以下是其中一種應用方式的例子：

- ◆ 使電工 / 電氣打磨裝配工 / 電氣佈線工 / 控制板裝配工 / 電纜接駁技工 / 機電業技術員 / 機電維修員 / 機電工程科文 / 管工 / 監督員 / 機電工程科文 / 管工等工種人員，在進行工程工作時，能夠於低壓配電地底電纜直接供電的簡單電力供電系統上，執行低壓電力系統及連帶裝置之檢查、驗收及調試工作。

使用者應該設計適合自身需要的應用方式，但以本能力單元而言，以下關鍵課題必需涵蓋：

- ◇ 低壓電力配電系統的結構
- ◇ 首次檢查
- ◇ 定期檢查
- ◇ 測試
- ◇ 發出證明書的程序

## 附件 E-02

### 能力單元 EMELIT306A 「檢查、驗收及調試的低壓電力系統」 教學筆記範例樣本

#### 1. 認識低壓電力配電系統的結構，以及各部份裝置或電路保護器件之檢查、 驗收及調試要點

（此部份引用自機電工程署之《電力（線路）規例工作守則》2015 年版「守則 19」）

#### 守則 19 首次檢查、測試及發出證明書

##### 19A 簽發電力裝置完工證明書

###### (a) 簽發有關設計的證明書

當現有裝置在新工作、改裝或增設工作設計完成後，在安裝之前，應由一名註冊電業工程人員簽發證明書，證實有關設計符合線路規例的規定。

###### (b) 簽發有關裝置的證明書

當裝置完成後，或當現有裝置的修理、改裝或增設工程完成後，應由一名註冊電業工程人員檢查、測試及簽發證明書，證實線路裝置已依照有關設計完成，並且符合線路規例的規定。

(c) 如果安裝、改裝或增設工作是由同一名電業工程人員負責設計、檢查及測試，該人應按照(a) 及(b) 節的規定簽發設計和安裝工作兩者的證明書。

(d) 當某一裝置進行修理、改裝或增設工作，只有裝置中受影響部分才需檢查、測試及發出證明書。

(e) 上文(a) 及(b) 節所規定簽發的證明書，應使用署長所指定的表格(即完工證明書)。

##### 19B 完工證明書

(a) 為符合規例第 19(1) 及 19(2) 條的規定，註冊電業工程人員及承辦商在電力裝置完成後，或在現有裝置的修理、改裝或增設工作完成後，應簽發完工證明書（即表格 WR1 而非表格 WR1(A)）予擁有人。

簽發證明書的工作應於該裝置通電使用前完成。

(b) 茲建議，為使接通電力供應的申請盡快得到處理，可將上述證明書的副本送交有關的供電商。

(c) 當某一電力裝置由多過一個部分組成，而個別的部分並非由同一名註冊電業工程人員作檢查及測試時，亦可由一名註冊電業工程人員簽發單一份證明書（即表格 WR1）使包括該裝置的其中一些部分或所有部分，但他必須已收到由負責各有關部分的註冊電業工程人員簽發的適當證明書（即表格 WR1(A)）。簡言之，表格 WR1 是簽發給固定電力裝置擁有人，而表格 WR1(A) 則是簽發給註冊電業工程人員。

(d) 每份證明書應按該證明書所規定，由註冊電業工程人員及／或註冊電業承辦商加以簽署。如果在電力條例第 35(3) 條許可的情況下沒有聘用註冊電業承辦商，則負責聘用該名註冊電業工程人員進行工作的電力裝置擁有人，應以註冊電業承辦商的身分簽署，其後並應承擔註冊電業承辦商的責任。

(e) 完工證明書的格式可向機電工程署客戶服務部索取或於網頁下載（網址為 [www.info.gov.hk/forms](http://www.info.gov.hk/forms)）。

（此部份引用自機電工程署之《電力（線路）規例工作守則》2015 年版「守則 20」）

## 守則 20 定期檢查、測試及發出證明書

### 20A 規例第 20(1) 條所指定的固定電力裝置

設於下列類別房產內任何允許負載量的固定電力裝置，須最少每年作一次檢查、測試及領取證明書：

#### (1) 公眾娛樂場所

香港法例第 172 章《公眾娛樂場所條例》下所界定的公眾娛樂場所，包括可暫時或長期地容納公眾人士以供一次或多次演出公眾娛樂節目的任何地方、建築物、搭建物或結構物；這類節目包括任何音樂會，舞台劇，舞台表演，或音樂、戲劇或舞台劇性質的娛樂節目或節目的任何部分，任何電影放映，講座，講故事，馬戲表演，圖片、照片或書籍展覽，舞蹈、魔術或雜耍表演，雜技表演，異常的人或動物展覽，任何運動表演或競賽，任何賣物會，設計供遊樂用

途的旋轉木馬、摩天輪或其他機動遊戲。

(2) 製造或貯存危險品的房產

(a) 供製造或貯存下列按香港法例第 295 章《危險品(通用及豁免)規例》(前稱《危險品(類別)規例》) 分類的危險品的房產：

- 第 1 類 —— 爆炸品及炸藥
- 第 2 類 —— 壓縮氣體
- 第 3 類 —— 腐蝕性物質
- 第 4 類 —— 有毒物質
- 第 5 類 —— 散發易燃蒸氣的物質
- 第 6 類 —— 與水起相互作用後會產生危險的物質
- 第 7 類 —— 強烈助燃物質
- 第 8 類 —— 隨時可燃燒的物質
- 第 9 類 —— 有可能自燃的物質
- 第 9A 類 —— 獲豁免不受危險品條例第 6 至 11 條規限的可燃品
- 第 10 類 —— 其他危險物質

(b) 上述類別房產例子計有：危險品倉庫、危險品貯藏缸、氣體站、汽油及柴油的加油站、及石油氣站等。

(3) 高壓固定電力裝置

(a) 房產內加設有高壓固定電力裝置，而這些裝置是由高壓電源直接供電，須最少每年作一次檢查、測試及領取證明書。這類裝置的例子如下：

- (i) 由擁有人控制的高壓開關掣房及電力分站(如設於大型商業樓宇內者)；
- (ii) 大型機械及設備等類高壓固定裝置。

(b) 由低壓電源供電的高壓靜電器具及高壓放電照明，如霓虹招牌，並不視作高壓固定裝置，而只被視為低壓裝置的一部分。

20B 規例第 20(2) 條、20(3) 條及 20(4) 條所指定的固定電力裝置

(1) 工廠及工業經營內的固定電力裝置，當額定電壓為低壓而允許負載量超逾 200 安培(單相或三相) 時，須最少每五年作一次檢查、測試及領取證明書。

(2) 凡固定電力裝置設於不是守則 20A 或 20B(1) 所指的房產，當額定電壓為低壓而允許負載量超逾 100 安培(單相或三相) 時，須最少每五年作一次檢查、測試及領取證明書。這類裝置的例子計有：上升總線，保護導體，接地設施，以

及升降機、水泵、房產內公用地方的公共照明和其他公用服務設施的電力供應，以及住宅房產及辦公室內的固定電力裝置等。

(3) 設於下列其中一種房產內的低壓固定電力裝置，應最少每五年作一次檢查、測試及領取證明書：

- (a) 酒店或賓館；
- (b) 醫院或留產院；
- (c) 學校；
- (d) 《教育條例》(香港法例第 279 章) 第 2 條所列院校，包括工業學院及大學的房產；
- (e) 幼兒中心；及
- (f) 署長認為在發生電力意外時會引致嚴重災害的房產，署長可將通知書郵寄或遣專人送達該房產的擁有人，以指明該房產。

#### 20C 定期測試證明書

(1) 須定期就裝置進行測試的擁有人應於測試證明書日期(即由註冊電業承辦商在表格 WR2 上簽署的“簽署日期”)起計的 2 星期內，將該證明書呈交署長加簽。擁有人將證明書呈交署長時，須就每份證明書繳交現行規例規定的加簽費。

(2) 當某一電力裝置由多過一個部分組成，而個別的部分並非由同一名註冊電業工程人員作檢查及測試時，亦可由一名註冊電業工程人員簽發單一份證明書使包括該裝置的其中一些部分或所有部分，但他必須已收到由負責各有關部分的註冊電業工程人員簽發的適當證明書。

(3) 測試證明書應使用署長所指定的表格，有關證明書的格式可向機電工程署客戶服務部索取或於網頁下載(網址為 [www.info.gov.hk/forms](http://www.info.gov.hk/forms))。

(4) 所有須定期測試的裝置，如於線路規例生效日期(1992 年 6 月 1 日)或該日之前接通電力供應，皆視為已於該日期作檢查、測試及領取證明書。

(此部份引用自機電工程署之《電力（線路）規例工作守則》2015年版「守則21」)

## 守則 21 檢查、測試及發出證明書的程序

### 21A 低壓電力裝置的檢查

應進行目視檢查，以證實所安裝的電力器具是否正確選擇並按照線路規例以及本守則的規定裝設，而且沒有明顯的損壞。目視檢查應按適當情況包括下列項目的檢驗：

- (a) 工作空間、接觸途徑及維修設施是否足夠；
- (b) 導體的連接；
- (c) 導體的識別；
- (d) 導體的大小相對於載流量及電壓降值是否足夠；
- (e) 所有器具是否正確連接，尤其是插座、燈座、隔離器、開關掣、電流式漏電斷路器、微型斷路器、及保護導體；
- (f) 是否設有防火障及防止熱效應的保護措施；
- (g) 防止直接觸及帶電部分的方法(在適當的情況下包括距離的量度)，即將帶電部分絕緣以作保護、或設障礙物或外殼以作保護；
- (h) 是否設有適當的隔離及開關器件；
- (i) 保護及指示器件的選擇和調校；
- (j) 電路、熔斷器、保護器件、開關掣、隔離器及終端的標誌；
- (k) 因應不利環境情況的器具及保護措施的選擇；
- (l) 是否具備危險及警告性的告示；
- (m) 是否具備圖表、指示及其他同類的資料；
- (n) 作保護或開關用途的單極器件，是否僅與相導體連接；
- (o) 故障防護的方法；
- (p) 如何防止彼此產生不利影響；
- (q) 是否設有低電壓保護器件；
- (r) 裝設的方法。

### 21B 低壓電力裝置的測試

#### (1) 安全

進行測試時應採取防護措施，而所用的測試方法應要妥善，即使測試中的電路出現故障，也不會對任何人或財產造成危險。

#### (2) 測試的次序

- (a) 以下項目如與裝置有關，最好依照所示的次序進行測試：
- (i) 保護導體(包括總等電位接駁及輔助等電位接駁) 的連續性；
  - (ii) 環形最終電路導體的連續性；
  - (iii) 絕緣電阻；
  - (iv) 極性；
  - (v) 接地極電阻；
  - (vi) 接地故障環路阻抗；
  - (vii) 各項保護器件的功能；
  - (viii) 各項器件的功能。

(b) 當任何測試顯示出有不符合規定之處時，則該項測試及先前測試的結果，亦可能受到所顯示的缺點影響，因此應該在矯正該項缺點後重複進行測試。

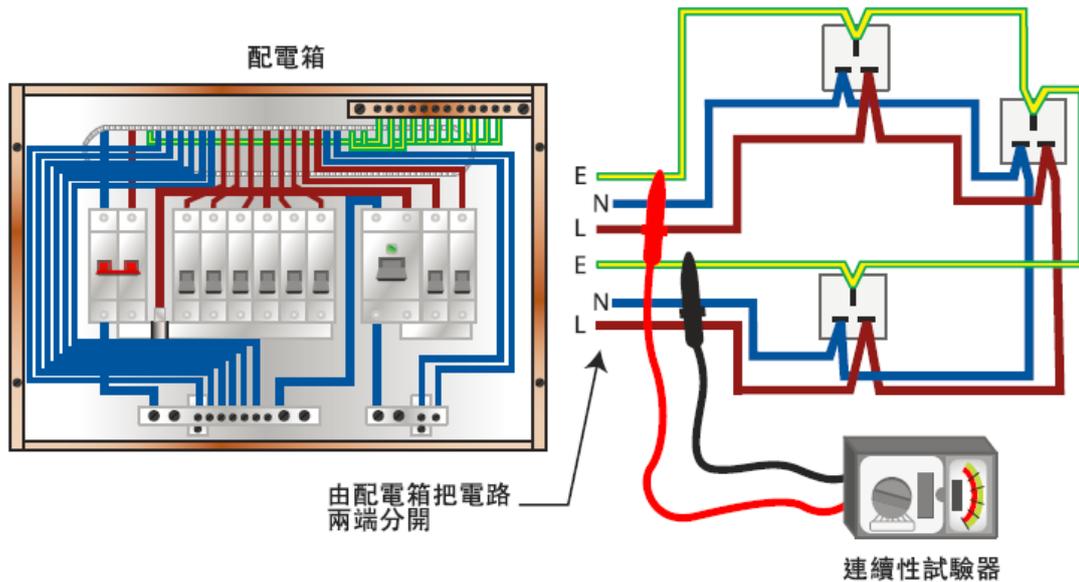
### (3) 保護導體的電氣連續性

每一保護導體，包括用作等電位接駁的所有導體及任何非電氣裝置金屬部分，皆應作連續性測試。進行測試時，應在總線的位置把中性及保護導體互相連接，然後使用連續性試驗器在每一用電位的地線與中性線之間進行檢驗，該處所顯示的讀數應接近零。

### (4) 環形最終電路的電氣連續性

(a) 環形電路應由配電箱開始作測試。應把構成相導體的兩條電纜的兩端分開，而所作的連續性測試應顯示出兩者之間的讀數接近零；在構成中性導線的兩條電纜以及構成保護導線的兩條電纜之間，亦作同樣的測試(見圖 21(1))。

### 電力（線路）規例工作守則



(註：符合守則21B(4)(b)才可使用本方法)

### 最終電路的電氣連續性測試

守則

21

圖

21(1)

(b) 上文(a) 節的測試方法，只適用於測試前曾全面檢查確保整條環形電路並無互連 (即多環路) 的情況。否則，應採用 BS 7671 指引 3 第 3 部所指定的測試方法。

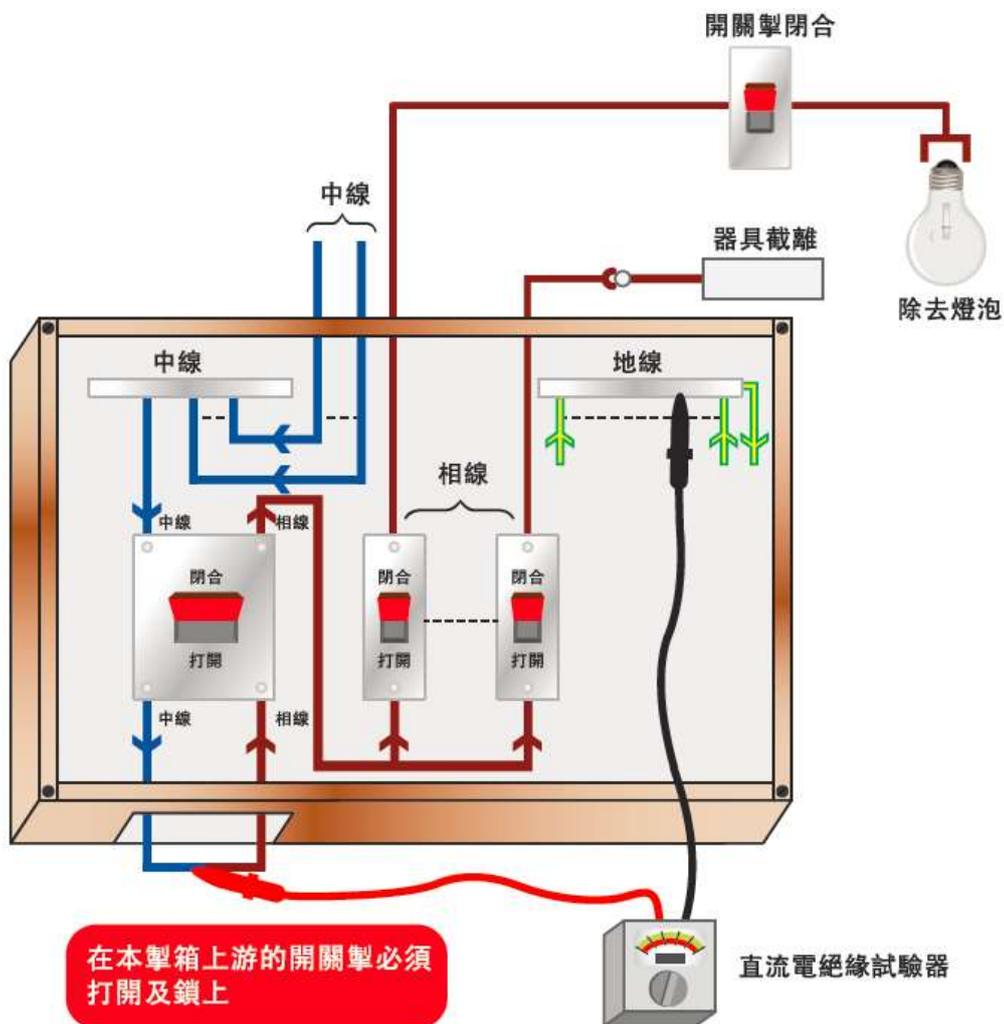
(5) 絕緣電阻

(a) 應使用合適的直流電絕緣試驗器來量度絕緣電阻。應小心確保測試中器具的絕緣能夠抵受測試電壓而不致損壞。

(b) 應分開測試主開關掣板及每個配電電路。對大型裝置進行這種測試時，可以把裝置的用電位分成多組。就此而言，“用電位”一詞包括每一用電點和每一開關掣。如插座、用具或照明器附有的開關掣，則可視作一個用電位。

(c) 在量度時，當所有熔斷連桿妥善裝好，所有開關掣和斷路器(如有可能，包括總開關掣) 定於閉合位置，以及線路的所有極或相皆已作電氣性連接時，其對地的絕緣電阻不應低於表 21(1) 所列的適當數值，見圖 21(2)A 及 21(2)B 所示。

### 電力（線路）規例工作守則



在本掣箱上游的開關掣必須  
打開及鎖上

直流電絕緣試驗器

1. 位於配電箱內的總掣處於閉合狀態
2. 微型斷路器處於閉合狀態
3. 所有接地及等電位接駁必須妥善接好
4. 接地導體在測試時必須接駁至總接地匯流排

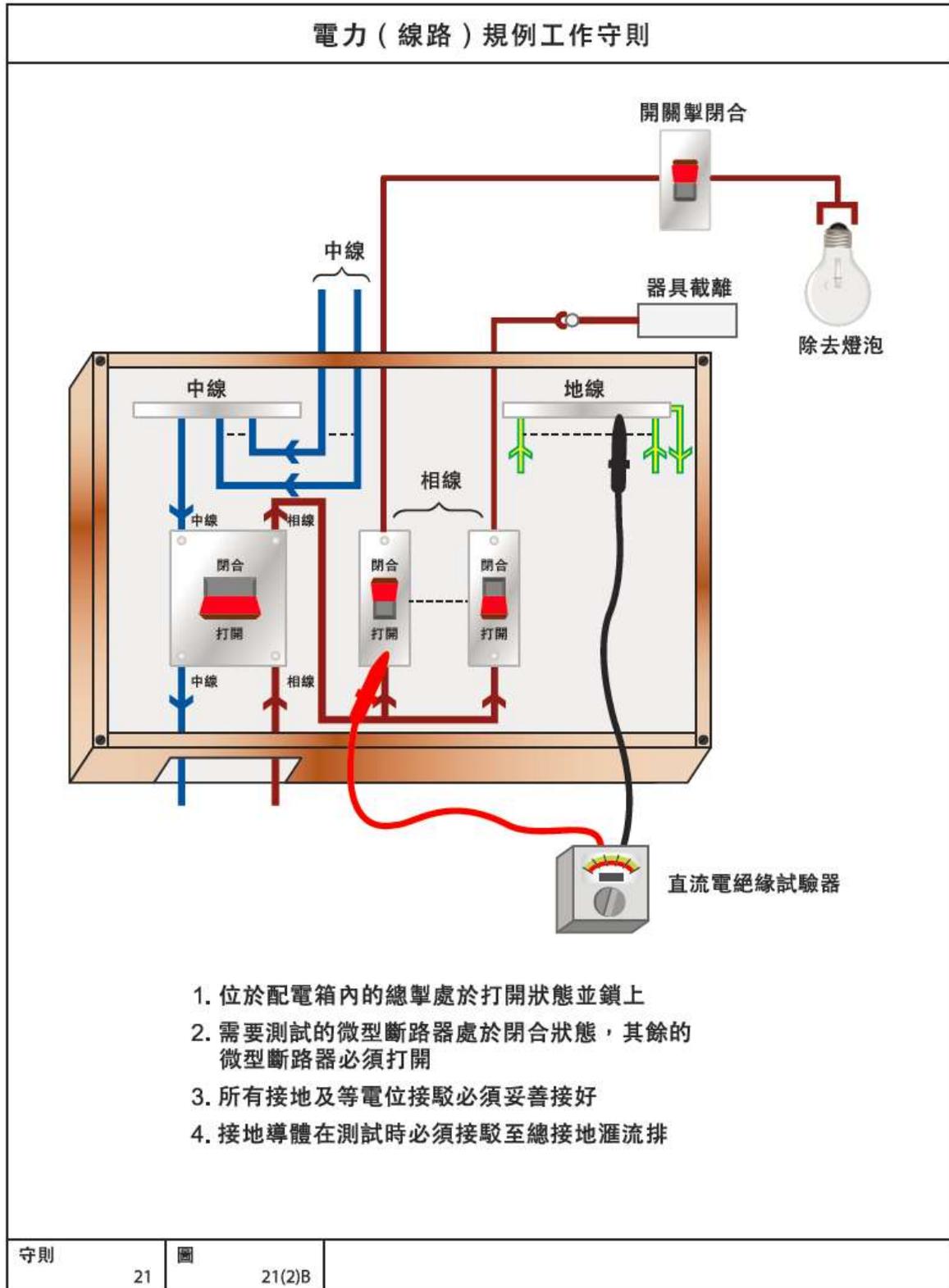
\* 以上圖則只就相線及中線對地之量度作說明，若有關量度的數值不能令人滿意，應分開再量度相線對地及中線對地。

守則

21

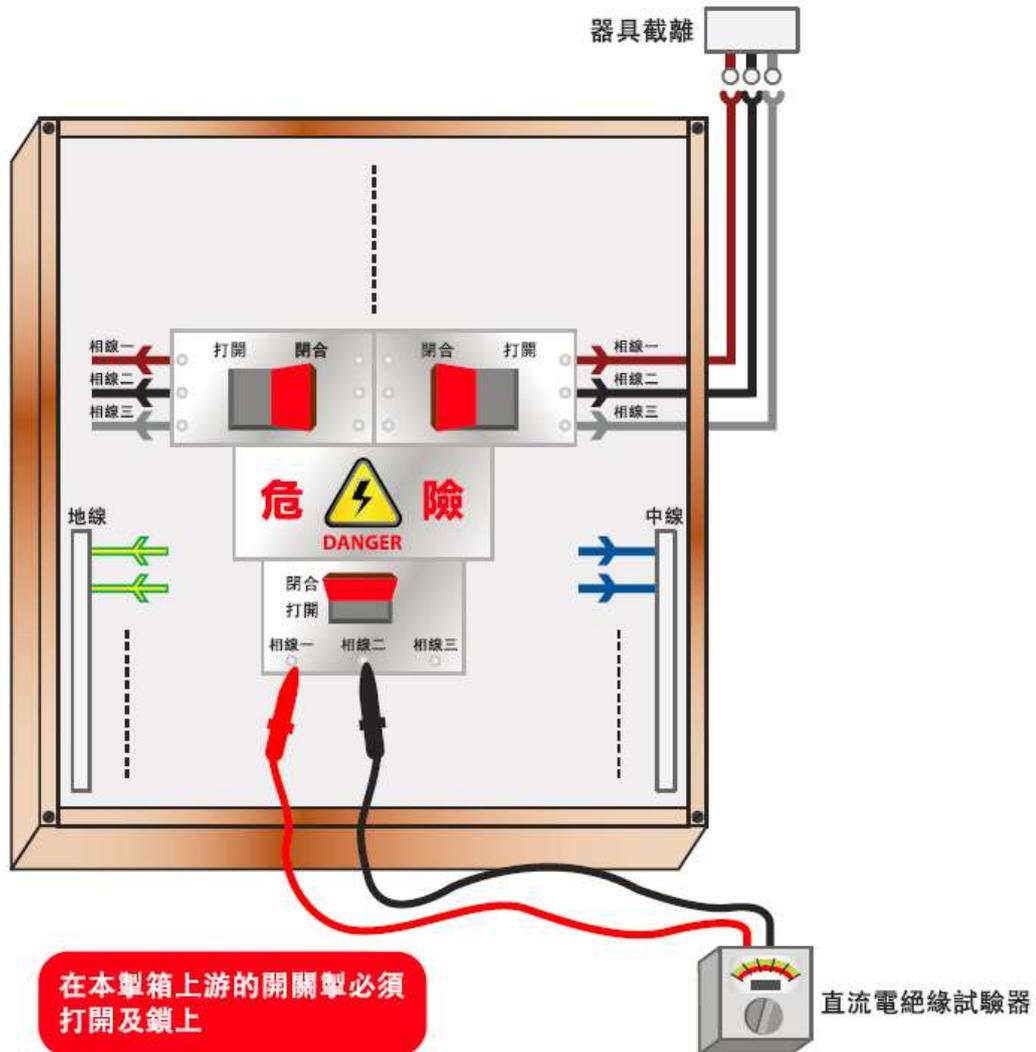
圖

21(2)A



(d) 在量度所有連接至電源的任何一相或極的各導體，及所有連接至另一相或極的各導體時，一如圖 21(3)A 及 21(3)B 所示，絕緣電阻不應低於表 21(1) 所列的適當數值。

### 電力（線路）規例工作守則



在本掣箱上游的開關掣必須  
打開及鎖上

1. 總模製外殼斷路器處於閉合狀態
2. 微型斷路器處於閉合狀態
3. 所有接地及等電位接駁必須妥善接好
4. 接地導體在測試時必須接駁至總接地滙流排

\* 於相線一及相線三、相線一及中線、相線一及地線、相線二及相線三、相線二及中線、相線二及地線、相線三及中線、相線三及地線與中線及地線重覆測試。

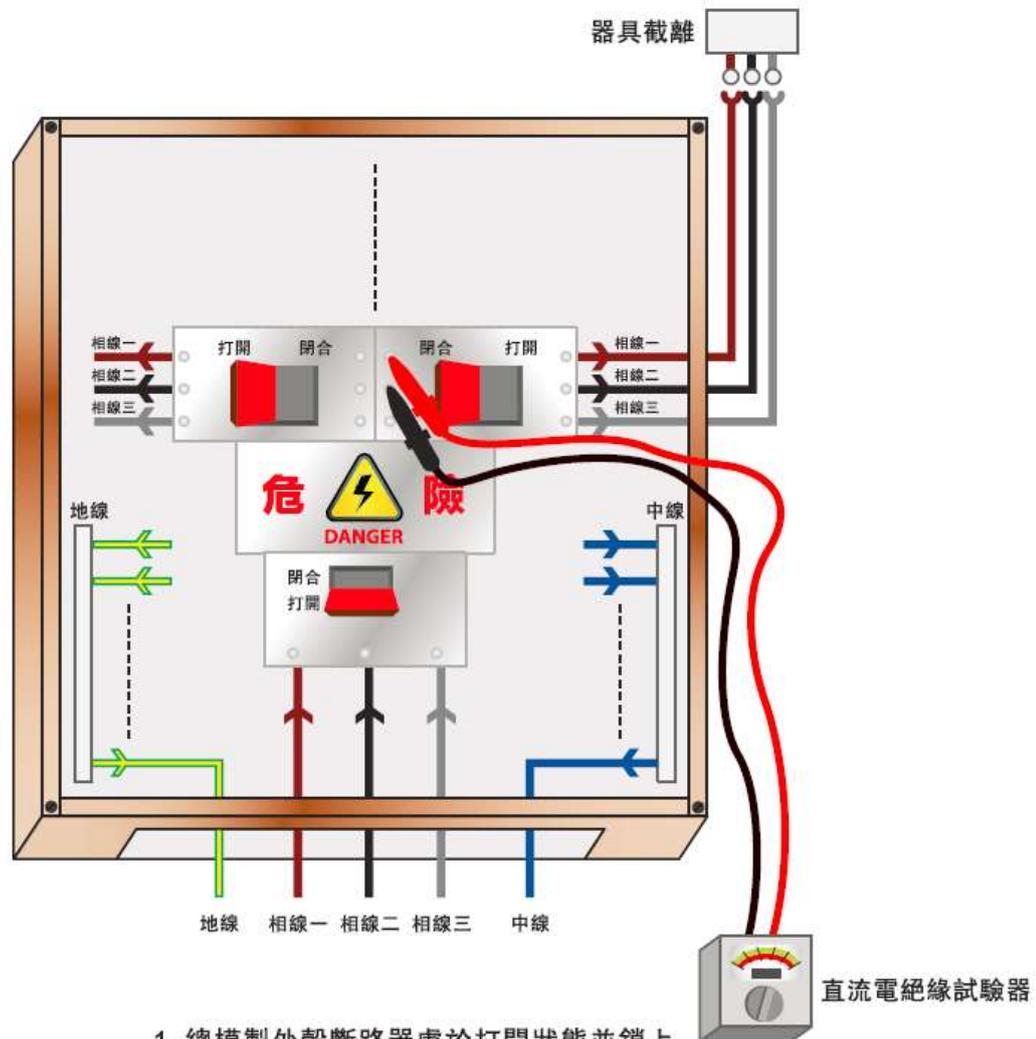
守則

21

圖

21(3)A

### 電力（線路）規例工作守則



1. 總模製外殼斷路器處於打開狀態並鎖上
2. 需要測試的微型斷路器處於閉合狀態，其餘的微型斷路器必須打開
3. 所有接地及等電位接駁必須妥善接好
4. 接地導體在測試時必須接駁至總接地匯流排

\* 於相線一及相線三、相線一及中線、相線一及地線、相線二及相線三、相線二及中線、相線二及地線、相線三及中線、相線三及地線與中線及地線重覆測試。

守則

21

圖

21(3)B

(e) 在進行測試中：

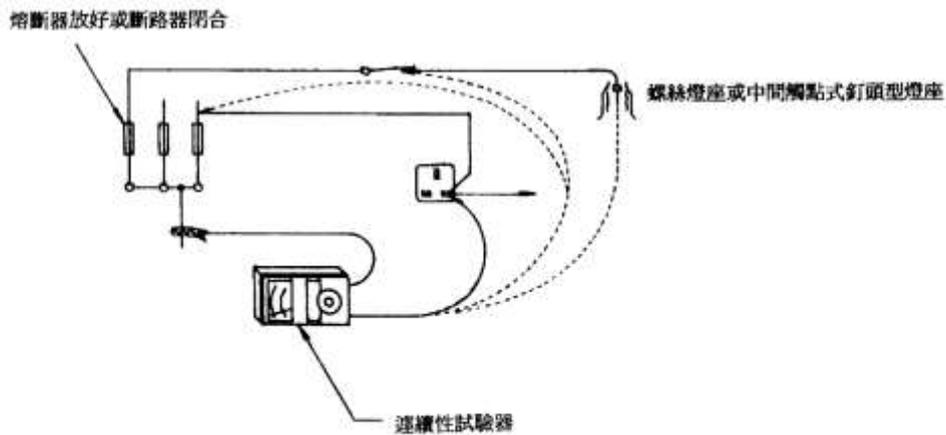
- (i) 在可行情況下，所有燈泡應該除去，所有用電器具(包括插座上的負載) 應要分離，以及所有用以控制燈泡或其他器具的就地開關掣應該閉合；
- (ii) 如果不可能除去燈泡及／或不可能把用電器具截離，則用以控制這些燈泡及／或器具的就地開關掣應該斷開；
- (iii) 連接該裝置的電子器件應按適當情況加以隔離或短路，使不致因測試電壓而損壞。
- (iv) 如電路備有對電壓敏感的儀器，則測試時應先把相導體和中性導體連接在一起，然後量度絕緣電阻。

(f) 當器具須截離以便進行測試，而該器具的外露非帶電金屬部分須連接至保護導體時，該器具的外露非帶電金屬部分與所有帶電部分之間的絕緣電阻應另行量度，而所得的最低絕緣電阻值不應低於 1 兆歐。

(6) 極性

(a) 應進行極性測試(例如圖 21(4) 所示) 以證實：

## 電力（線路）規例工作守則



### 極性測試

守則	21	圖	21(6)
----	----	---	-------

- (i) 每一熔斷器、單極控制及保護器件，只連接至相導線；
  - (ii) 符合 IEC 60238 的中間觸點式釘頭型燈座及螺絲燈座，如在中性導線接地的電路中，已將其外部或螺絲觸點連接至該中性導線；及
  - (iii) 線路已正確地連接至各插座及同類的附件。
- (註：外露非帶電金屬部分須正確接地。)

## (7) 接地極電阻

(a) 應使用適當的接地極電阻測試器以量度接地極電阻。以穩定的 50 赫茲交流電流，通過接地極 T 和輔助接地極 T1 之間，而 T 與 T1 的相隔距離，乃依照該測試器製造商的建議而定(但任何情況下彼此相隔不應少於 20 米)，然後把另一輔助接地極 T2 (可以把一條金屬棒插於地上) 置於 T 與 T1 中間，接地極 T 的實測接地極電阻，就是 T 與 T2 之間的電壓降值除以 T 與 T1 之間電流值。

(b) 電力裝置若設有四個或以上的接地極，而且各接地極差不多排成直線，不超過 15° 偏差的大致方向以及適當的相隔距離(即鄰近接地極的距離不少於測試器製造商所建議，但任何情況下彼此相隔不應少於 20 米)；上述的接地極可輪流用作輔助接地極，以便量度接地極的電阻值。

(c) 如已接駁電源，亦可使用下列方法量度接地極電阻值。環路阻抗測試器應接駁至裝置供電點的相導體和接地極之間，把接駁接地極的連桿打開，然後進行測試。這項阻抗讀數可視為接地極的電阻值。

## (8) 接地故障環路阻抗

(a) 接地故障環路阻抗的數值，應使用相至地環路測試器來量度，其刻度應以歐姆計算。

(b) 接地故障環路阻抗值不應超過守則 11 所規定。

(c) 在開始測試前，必須檢查接地導體及所有相關的接地連接物是否妥善，以及是否已截離與供電商的接地設施連接的接駁。在進行阻抗測試當中，尤其是如果在測試時間內須把對地漏電保護器件截離時，應該採取措施確保除了進行測試的人外，沒有人正在使用該裝置。

## (9) 所有器件(包括保護器件) 的功能

### (a) 電流式漏電斷路器的測試

(i) 檢驗電流式漏電斷路器的功能時，應使用一個電流式漏電斷路器的測試器，模擬接地故障的情況，以證明該斷路器是否有效操作。此外，亦應測試該斷路器的內置測試按鈕是否妥善發揮功能。下文分段(ii) 及分段(iii) 已載列其中一項測試方法。符合有關國家／國際標準的其他測試方法，亦可予接納。

(ii) 應在電流式漏電斷路器接駁至負載那邊受保護電路的相導體和連接電路保

護導體之間進行測試。測試期間應把負載截斷。

(iii) 至於符合 IEC 61008 規定的一般電流式漏電斷路器或符合 IEC 61009 規定的帶過電流保護的剩餘電流動作斷路器，若漏電電流量相等於電流式漏電斷路器額定斷路電流的 50%，則不應開啟斷路器；若漏電電流量相等於電流式漏電斷路器額定斷路電流的 100%，則應在少於 300 毫秒的時間內開啟斷路器，若為「S 類別」(或選擇性) 的斷路器，由於已具備時間延誤裝置，故應於 130 毫秒至 500 毫秒之間斷路。

(b) 其他保護器件，例如微型斷路器、模製外殼斷路器、空氣斷弧斷路器、熔斷器開關掣、開關熔斷器及保護繼電器等，應按適當情況以人工操作方式加以檢驗。

(c) 各項器具，如隔離器、開關掣及指示器件等，應以人工操作方式檢驗其功能。

(d) 次級注電試驗

(i) 應進行次級注電試驗，以核實保護繼電器的過載及故障電流保護特性。

(ii) 試驗的方法，是把不同強度的交流電注入繼電器，並量度繼電器的操作時間。應核對繼電器的操作時間與製造商的資料文件所載者是否相符。注入交流電的波形及準確性須符合製造商所訂明的要求。

(iii) 應遵行守則 4G 所訂明有關在低壓裝置上進行工作的安全預防措施措施。

(10) 在危險環境的裝置的額外檢驗

應按適當情況，對危險環境的裝置進行下列的額外檢驗：

(a) 如果情況適合，應檢查有關的地方以確保“不含氣”狀態，然後才進行絕緣及接地故障環路阻抗的測試。

(b) 所有器具已按照守則 15 所述各類情況適當加以防護，而器具所採的一類防護措施，不應因安裝方法而有損其完整性。任何更改均不得使器具失去防護作用。

(c) 器具須保持清潔，沒有塵埃、微粒及有害雜質積聚。器具應避免產生濕氣凝結作用。

(d) 應檢驗所有燈泡、熔斷器及可更換的零件，確保其額定值及所採用類別適當。

(e) 所有器具的表面溫度，應與所用的一類防護措施相稱。

#### 21C 高壓電力裝置的檢查

應按照守則 21A 所列載有關低壓裝置的方法，對高壓裝置進行檢查，並且按適當情況額外檢驗下列項目：

- (a) 高壓開關掣房／電力分站的每一入口，是否設有適合的上鎖設施；
- (b) 保護導體的連續性，尤其是所有外露非帶電金屬部分的接駁；及
- (c) 閘門、匙箱等是否設有掛鎖設施。

#### 21D 高壓電力裝置的測試

##### (1) 安全

- (a) 進行測試時應採取防護措施，包括守則 4G 及 4H 所提到的適用措施，而且所用的測試方法應要妥善，即使測試中的電路出現故障，也不會對任何人或財產造成危險。
- (b) 進行高壓測試的地方應以屏障或欄柵圍封，並豎立適當告示／指示以防未經准許進入。負責人員須於整段測試期間在場，並在測試進行時持續監察現場的情況。

##### (2) 測試要求

- (a) 高壓裝置的測試，應以有關的認可標準、製造商的建議、操作及維修指示作為參考。
- (b) 若程序涉及移除電路總接地裝置，即有關測試是以測試許可證進行，接地裝置(除非沒有上鎖裝置，例如可移動接地裝置) 應穩固鎖上。負責工作人士應保存這些鎖的鎖匙，並按要求移除及放回接地裝置。
- (c) 檢查高壓器具上的帶電電壓及相序的工作只可由負責工作人士進行，如有需要，可由已接受檢查帶電電壓及相序的特別訓練的人士，按照負責工作人士的口頭指示提供協助。

(d) 應向負責工作人士發出測試許可證以進行高壓測試。該負責工作人士須在整段測試期間在場。

## 21E 註冊電業工程人員須留意的事項

### (1) 簽署證明書

(a) 註冊電業工程人員必須親自進行或在場監督有關測試和檢查，並對檢測結果感到滿意，方可在檢測證明書上簽名。

(b) 當檢測是由其他註冊電業工程人員進行時，只限符合下列情況才可在檢測證明書上簽名：

- (i) 他已收到由其他註冊電業工程人員核證檢測結果的有關證明書；
- (ii) 他對檢測結果感到滿意；
- (iii) 他信納所收到的證明書是由適當級別的註冊電業工程人員填寫和簽發，並符合線路規例的規定；及
- (iv) 他已採取合理措施肯定有關測試及檢查確已進行。

### (2) 測試、檢查及發出證明書的日期

各項測試及檢查的實際日期與發出證明書日期不同，亦可接受。不過，註冊電業工程人員為了可以信納有關檢測結果正確，必須確保有關保護及控制器件的最後檢查、絕緣電阻測試及功能測試的進行日期，盡可能接近發出證明書的日期(即由註冊電業工程人員在表格 WR2 上簽署的“簽署日期”)。守則 21 所列載的其他測試及檢查則可於合理時間內進行，通常以不超過發出證明書的日期(即由註冊電業工程人員在表格 WR2 上簽署的“簽署日期”)前一個月為限，不過要採取適當預防措施，確保在這段期間內有關檢測的結果並無受到任何影響。

### (3) 應檢查及測試的項目

初次測試及定期測試所須檢查及測試的項目，見載於守則 22D。

(4) 應遵守的有關條例及規例

進行檢查時亦應留意有關電力裝置的其他法律規定，特別包括：

- (a) (i) 消防條例
- (ii) 消防(裝置及設備) 規例
  
- (b) (i) 消防安全(商業處所) 條例
- (ii) 消防安全(建築物) 條例
  
- (c) (i) 工廠及工業經營條例
- (ii) 工廠及工業經營(電力) 規例
- (iii) 建築地盤(安全) 規例
- (iv) 工廠及工業經營(在壓縮空氣中工作) 規例
- (v) 工廠及工業經營(噴射易燃液體) 規例
- (vi) 工廠及工業經營(貨物搬運) 規例
  
- (d) (i) 危險品條例
- (ii) 危險品(一般) 規例

(5) 為測試目的而把裝置通電

註冊電業工程人員在發出有關證明書之前，把裝置或裝置的其中部分通電以作測試，可獲接受。

(6) 應採用的標準符號

電路圖內應按適當情況採用附錄 8 的標準符號。

21F 在連接至電力公司變壓器的主配電板進行定期檢查、測試及發出證明書工作的停電安排

(a) 為保障電業工程人員的個人安全及避免電力意外發生時影響到大廈的電力供應，在連接至電力公司變壓器的主配電板進行定期檢查、測試及發出證明書工作時，應先截斷電力公司的電力供應。

(b) 就上述主配電板提交 WR2 時，亦須一併附上電力公司的臨時停電記錄(例如電力公司的相關信件或收據等)。

(c) 大廈業主、業主立案法團及物業管理公司可聯絡電力公司，查看定期檢查、測試及發出證明書的工作可否安排與電力公司的設備保養工作同時進行，以避免重複停電，從而減少對大廈住戶的滋擾。

(d) 此外，註冊電業承辦商亦應與大廈業主、業主立案法團及物業管理公司緊密合作，制定能配合大廈運作需要的停電安排及臨時措施，以減低定期檢查、測試及發出證明書工作對大廈住戶的滋擾。

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELIT306A

#### 「檢查、驗收及調試的低壓電力系統」

### 評核指引

#### 1. 評核方式

如前所述，使用者可自行設計適合自身需要及教學對象的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 口試（例如模擬一工程項目的小組討論或面見，要求學員參與，設定評分標準）
- 筆試考核（設定筆試題目，考核學員的相關知識）
- 其他（例如實務演示、視像記錄等）

使用者在設計課程時，亦應評核學員對這些知識的掌握程度。使用者應自行設計適合自身需要及教學對象就實務技能的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 設立期中、期末的實務考試
- 模擬的實務技能工作項目
- 就每一次的實務技能練習進行評分
- 設立工作實習，在實際工作中進行評估

上述例子可混合使用。無論採用何種評核方式，使用者必需考慮本能力單元的教學內容雖然以實務技能為主；但由於「專業處理」的面向，除實務技能外，亦應考核學員的專業技術知識。使用者亦應顧及其資歷架構3級之水平。在設計評核方式時，應切合這些面向，包括能有效地測試學員對能力單元的內容的掌握。

如若以實務試作為評核模式，可參考《低壓裝置安裝及保養維修（實務技能）（三級）教材套》中，相同能力單元的評核指引部份。本指引則以筆試作為評核模式的例子，以供使用者參考。

以下是以筆試作為評核模式的示範例子：

- 評核模式為：筆試

## 2. 評核方式設計範例

為檢視學員之學習進度是否有所增長，進而檢視教學成果，本指引建議在整個教學過程中，設兩次評核，一次為期中考試（即持續評核）；另一次為期末考試。筆試之模式建議如下：

- 筆試內容為：模擬工作項目
- 題目數量為：每次至少 1 個工作項目
- 使用者應準備試題庫，預先編撰足夠數量之試題，確保每次筆試時，題目不至過份重複；建議試題庫之題目數量應為實際考試題目數量之 4 倍

無論評核模式如何，試題內容應配合教學進度。此外，試題內容亦理應配合教學內容及本能力單元所涵蓋之知識範圍。

另外，為確保評核質素，使用者應定時檢討試題內容，視乎需要更新試題，以確保所考核之內容為該領域之最新知識，貼近業界現況；本指引建議培訓機構至少每一年進行一次試題檢討。

### 3. 評核項目與預定學習成效

設計評核方式時，應留意評核項目必需切合預期學習成效，確保兩者能充份配對。以本能力單元的預期學習成效及筆試的評核方式而言，兩者的配對如下：

評核項目	<u>預期學習成效一</u> 能夠按照指定的合約條款、圖則、檢查、驗收及調試計劃書等資料，明白檢查、驗收及調試有關工作項目	<u>預期學習成效二</u> 能執行低壓電力系統及連帶裝置的檢查、驗收及調試工作	<u>預期學習成效三</u> 能夠根據指定的檢查、驗收及調試結果，判斷所檢驗之裝置是否合格	<u>預期學習成效四</u> （如使用者自訂其他預期學習成效）
評核項目一 （例如：持續評估——實務試 / 筆試等）	✓		✓	
評核項目二 （例如：期末考試——實務試）	✓	✓	✓	
…… （如有更多評核項目，可繼續延伸下去）		✓	✓	✓

### 4. 評核試題範例

下頁是本指引所建議的評核方式的試題範例樣本（附件 E-03），使用者可用作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的評核內容。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

另外，本能力單元同樣出現於《低壓裝置安裝及保養維修（實務技能）（三級）》之中，由於兩者的面向不同，評核設計理應有所不同。為了令到使用者有更完整的理解，本指引收錄了本能力單元於「實務技能」中所建議的實務試題範例樣本（附件 E-04），以供使用者參考。

## 5. 評核試題範例注意事項

- 本試題樣本只供參考之用；使用者於理解試題設計後，應自行發展及設計切合自身實際情況的試題。
- 本試題樣本只可視為評核設計內的其中一個可能的考核項目；使用者應自行制定適合自身情況的評核設計、考核項目的內容及數量、考核的所需時間等細節。
- 本試題樣本雖為模擬工作項目，但使用者可自行加入實物測試的要求；而本指引假設使用者在開辦課程時，已準備好能力單元內所涉及的教學設備、裝置、物料、工具等，因此不再重覆列出試題所需之物資清單。
- 同樣，本試題樣本雖設有評分準則及設有合格分數的百分比，惟只作為示範試題設計之用。使用者可參考本指引所提供之評分準則，在自行設計試題後，制定相應之評分準則，或設一評分表，細列學員於各考核項目之得分；並制定合格水平及條件。

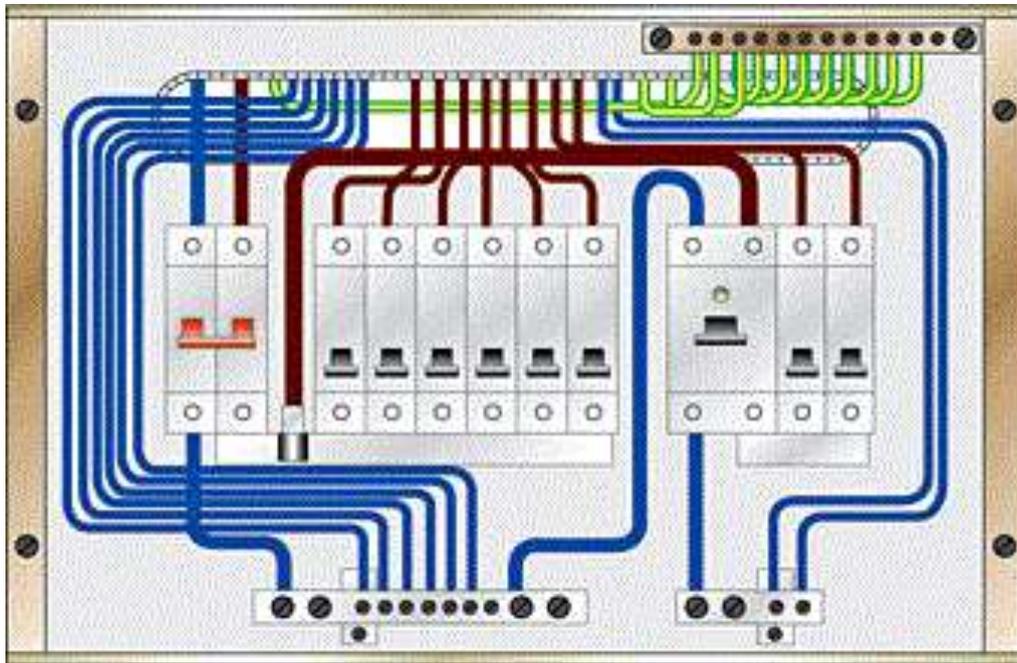
### 附件 E-03

#### 能力單元 EMELIT306A 「檢查、驗收及調試的低壓電力系統」

#### 評核試題範例樣本

模擬工作項目要求：

在某新住宅大廈的承建商安排下，你接到一項檢查、驗收及調試工作，內容為一單位下圖之新安裝的單相九位配電箱，就列表中為該配電箱的最終用電，學員需配合適當的微型斷路器並分配入各分支電路上，包括填寫下頁附表內的微型斷路器的載流量及電纜最小尺寸，以及在完成後繪畫一幅樹狀圖，最後為單相九位配電箱提供檢查、驗收及調試方法。



客飯廳燈	客飯廳 13 安培插座
主人房燈	主人房 13 安培插座
客房燈	客房 13 安培插座
廚房燈	廚房 13 安培插座
廁所燈	客飯廳冷氣
廚房抽氣扇	主人房冷氣
廁所抽氣扇	客房冷氣

	總掣	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
保護器件類別										
載流量										
電纜尺寸										
線路名稱										

評分標準：

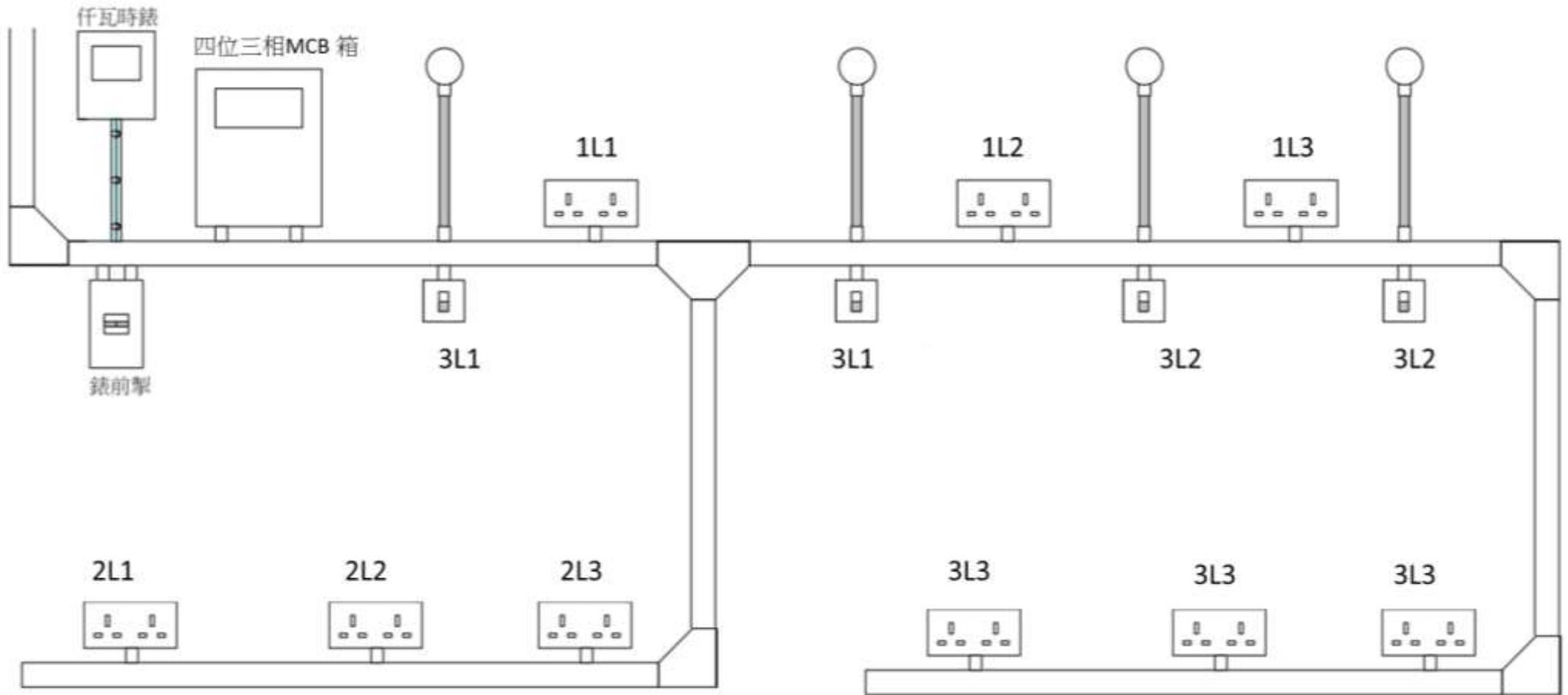
	評核項目	項目佔總分的比率	評分要求
1	最終用電的分配	40%	每一冷氣獨立分配位數 (10%) 照明獨立分配位數 (10%) 每一房間獨立分配位數 (10%) 選用合適保護器件類別如 MCB 或 RCD (10%)
2	繪畫樹狀圖	30%	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 清楚繪畫出整個配電箱各保護器件的額定電流 (10%)</li> <li>● 標示適合電纜尺寸 (5%)</li> <li>● 清楚標示線路名稱 (5%)</li> <li>● 適合估算載流量 (10%)</li> </ul>
3	檢查、驗收及調試方法	40%	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 目視檢查 (5%)</li> <li>● 測試的次序 (30%)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) 保護導體(包括總等電位接駁及輔助等電位接駁) 的連續性；</li> <li>(ii) 環形最終電路導體的連續性；</li> <li>(iii) 絕緣電阻；</li> <li>(iv) 極性；</li> <li>(v) 接地極電阻；</li> <li>(vi) 接地故障環路阻抗；</li> <li>(vii) 各項保護器件的功能；</li> <li>(viii) 各項器件的功能。</li> </ul> </li> <li>● 電流式漏電斷路器的測試 (10%)</li> </ul>

#### 附件 E-04

#### 能力單元 EMELIT306A「檢查、驗收及調試的低壓電力系統」 評核試題範例（實務技能）樣本

實務題工作要求：

1. 選擇適當儀器及器材，在 3 小時內，根據對下頁的實習電路圖進，行以下檢查、驗收及調試：
  - a) 保護導體的電氣連續性測試
  - b) 環形最終電路的電氣連續性測試
  - c) 絕緣電阻測試
  - d) 極性測試
  - e) 接地故障環路阻抗測試
  - f) 電流式漏電斷路器的測試
2. 實習電路的檢查、驗收及調試沒有指定完成的次序，學員根據材料及配件供應情況，分別完成有關要求及填寫電力線路測試記錄表即可；
3. 完成後由導師評分。





評分標準：

評核項目	序號	百分比%	已達要求	尚未達要求
			超過 50% 表現達致要求	少於 50% 表現達致要求
使用儀器	1	15	使用適當儀器	未使用適當儀器
保護導體的電氣連續性測試	2	15	完成並填寫表格	未完成
環形最終電路的電氣連續性測試	3	15	完成並填寫表格	未完成
絕緣電阻測試	4	15	完成並填寫表格	未完成
極性測試	5	15	完成並填寫表格	未完成
接地故障環路阻抗測試	6	15	完成並填寫表格	未完成
電流式漏電斷路器的測試	7	10	完成並填寫表格	未完成

## 設備、材料、工具及場地建議

- 以下是本試題樣本所需要的設備、材料及工具列表
- 使用者應就每次考核的學員人數而準備足夠數量的物資
- 考核場地的要與實務教學場地的要求相同，然而使用者應考慮是否安排學員分批進行考核；或是於一次考核中安排多位導員擔任評核員，以使每位學員得到充足且公平的觀察及評價

儀器
連續性測試器
萬用錶
絕緣電阻錶
插座極性測試器
接地極電阻測試器
相至地環路測試器
電流式漏電斷路器的測試器

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELOR207A 「執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養」

#### 教學指引

##### 1. 預期學習成效

依據本單元之能力單元指引，本單元課程之預期學習成效應為讓學員：

- 按預定的保養計劃，對簡單低壓電力系統及連帶裝置，執行定期的檢查及保養工作
- 能夠排除預設裝置的故障

上述乃本能力單元的預期學習成效，如使用者在設計課程時會整合「專業處理」內的所有能力單元，則除本能力單元的預期學習成效外，亦應設定「專業處理」的綜合預定學習成效，相關指引可見《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的相關部份。

使用者亦可視自身需要，調整預期學習成效。

##### 2. 建議教學對象

由於本能力單元對教學對象並無特別前設，因此本指引建議教學對象同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第3部份所列之要求。

##### 3. 導師資歷建議

導師資歷同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第4部份。

#### 4. 教學模式及時數

此能力單元以教授執行低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養為授課重心，技術知識及實務技能兼備，但基於「專業處理」的傾向，可能較為偏向理論知識方面的授課模式。使用者可視乎課程設計、學員的水準等因素，決定課堂面授所佔的課時比例。另外，如若本能力單元涉及實務練習，使用者應確保導師及其他教學人員的人手足以監督學員安全地進行練習。綜合上述所言，本指引建議教學模式如下：

- 建議教學模式為：課堂面授
- 能力單元總學習時數為：60 小時
- 課堂面授與學員自學時間的比例建議為：1:2 - 2:1
- 建議面授時數為：20 - 40 小時
- 建議自學時數為：20 - 40 小時
- 建議評核時數：3 小時（包含於面授時數之內）
- 建議師生比例上限為：1:20 - 1:30

如依照上述設計，此能力單元的學習時數可設計如下：

建議學習時數			總學習時數	資歷學分
面授時數	自學時數	評核時數 (包含於面授時數之內)		
30	30	3	60	6

上述模式為建議；使用者可就收生條件、導師資歷、導師意見等各項因素，調整各項比例至切合實際情況之合理水平。

除上述的建議安排外，使用者亦可視自身條件及需要，調整教學模式。例如使用者如為公司或晚間培訓機構，則可考慮將課程設計為非全日制，雖然整體培訓日數可能會延長，卻能方便教學對象修讀課程。設若使用者能安排全日制上課，而教學對象亦能配合，則可考慮設計全日制課程，有助縮短整體課程日數。

使用者亦可視教學對象的條件及背景，調整教學時數的分配。例如若學員的程度較為初級，則可考慮增加面授時數，並減少自學時數；若學員程度較高，則可考慮減少面授時數，增加自學時數。惟使用者如希望增加自學時數，應該注意實務練習相對地較難以自學的方式進行；如在設計本能力單元課程時較為偏重實務練習的話，則應該避免過多的自學時數；或要設計能夠進行自學的課程

內容，作為彌補。

**指引重點：**

課堂面授及實習、面授與自學時數比例、教學模式等可視乎需要調整。

## 5. 教學地點及設備要求

本能力單元兼備技術知識及實務技能，授課模式主要為課堂面授、實務教授及練習，因此本指引建議教學地點及設備之基本要求如下：

- 實務技能課室面積以能容納所有師生及器材而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

如若只涉及教授理論知識，則教學地點應具備以下條件：

- 配備一般講課設備（如白板及粗體筆、投影機、投影螢幕、電腦、擴音系統、椅子、桌子等）之課室
- 課室面積以能容納所有師生而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

若受限於資源或空間，使用者可在設計課程時，將理論知識部分和實務技能部分安排於不同之課室進行；惟本指引建議使用者安排兩個部分之上課地點為同一課室，而課室之設備及條件又能同時滿足兩個部分之需求為佳，以便導師在上課時可以直接配之實物進行講解，提高教學成效。

**指引重點：**

課室應配備基本講課設備，並足以提供師生舒適的空間。

本能力單元之建議教學物資如下：

物資名稱	數量	備註
《電力（線路）規例工作守則》	可考慮為每位學員提供 1 本	使用者應視乎課程設計，準備足夠之左述物資，以供導師授課講解、學員於課堂練習之用
《低壓電氣裝置指南》	可考慮為每位學員提供 1 本	
《電工基礎知識》	可考慮為每位學員提供 1 本	

## 6. 面授及自學時數安排

使用者應自行設計及決定每一節課堂或培訓時段的時數，以此安排面授時數、自學時數、以及每個時段內所教授的課題。以下是一個課時安排的例子：

	課堂或培訓時段	面授時數	自學時數
	第 1 節	3	3
	第 2 節	3	3
	第 3 節	3	3
	第 4 節	3	3
	第 5 節	3	3
	第 6 節	3	3
	第 7 節	3	3
	第 8 節	3	3
	第 9 節	3	3
	第 10 節	3	3
總計		30	30

## 7. 學習活動、自學活動安排

學習活動指使用者應該在課堂面授時段進行的教學活動。

由於使用者來自不同背景，培訓的目的及設計不可能相同，因此本指引不會規定學習活動內容，使用者需自行設計適合的學習活動。以下是一些建議及例子：

一般而言，可行的學習活動包括但不限於：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析
- 設計模擬個案分析
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所
- 邀請嘉賓進行專門講解

無論使用者是培訓機構或是行內企業，皆可考慮設計上述學習活動。以下在設計本能力單元的學習活動時可參考的活動例子：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析  
（例如抽取使用者過往的工程個案，要求學員進行分析）
- 設計模擬個案分析  
（例如設計模擬工程項目，要求學員就項目內容分析是否符合專業要求）
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所  
（例如在實際工作場所中進行實習）
- 邀請嘉賓進行專門講解

（例如邀請曾監管工程的資深專業人員分享經驗）

自學活動應該限於學員能夠獨自於家中安全進行的學習活動。

使用者應自行設計自學活動的安排，如有需要亦應為自學活動編製教材。以下是自學活動的例子：

- 溫習教學筆記
- 閱覽補充資料、參考資料
- 於指定網站瀏覽補充資料、參考資料、專業指引等
- 一些簡單習作，例如工作紙、不納入評核計分的問題集；形式可參考「評核指引」及試題樣本
- 觀看一些關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

以本能力單元而言，自學活動建議（但不限於）如下：

- 溫習教學筆記
- 閱覽於「教學資料範例」所列的參考資料；以及「綜合指引」第7部份所涵蓋的專業指引、法例資料等
- 閱覽機電工程署於網上刊登及出版的相關刊物
- 供電商於網上刊登及出版的相關刊物
- 參考「評核指引」及試題樣本製作的問題習作
- 觀看關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELOR207A 「執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養」

#### 教學資料範例

##### 1. 能力單元說明

本能力單元之授課範圍理應如資歷架構秘書處所編撰之「EMELOR207A 執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養」能力單元說明內所定；請參閱下頁的能力單元說明（附件 F-01）。

能力單元說明雖然劃定了教學範圍，但使用者亦可視乎自身需要進行一定的調整。例如若使用者是公司，希望以教材套為藍本設計在職培訓現職的員工，則可調整教學範圍至適合其公司自身的面向，包括所採用的工程規格、圖則、術語、裝置、器材工具、分工結構、員工的溝通方式等等，使設計更切合其公司的工作需求。設若使用者是教學組織，並未有特定某一確切職位的在職培訓，則可制定較為廣闊的教學範圍，不必重點針對某一系統的知識。

本能力單元之教學順序可跟從其能力單元說明之順序，但如使用者認為有需要，亦可更改順序至合適的狀況。

附件 F-01

「EMELOR207A 執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養」能力單元說明

1. 名稱	執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養
2. 編號	EMELOR207A
3. 應用範圍	用於由低壓配電地底電纜直接供電的低壓電力系統之運行、故障維修及保養工作上，能按照保養計劃，執行簡單低壓電力系統及連帶裝置保養工作，並進行一般故障維修及電力設備運行操作等。
4. 級別	2
5. 學分	6
6. 能力	<p style="text-align: center;"><u>表現要求</u></p> <p>6.1 瞭解由低壓配電地底電纜直接供電的簡單低壓電力系統及連帶裝置的運作過程及基本維修及保養概念</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 根據維修及保養工作守則和相關電路圖，瞭解由低壓配電地底電纜直接供電的簡單低壓電力系統及連帶裝置的操作、維修及保養程序和方法，包括：清潔、運行、整理、檢驗、測試、維修、零件更換、和填寫記錄等</li> <li>◆ 明白各種供電圖/控制電路圖/單線圖內的代表符號、列表數據的意義、電路運作流程等</li> <li>◆ 明白一般電力裝置使用之材料，如電纜、導管、線槽、保護裝置元件、斷路器、接觸器、上升總線等規格及使用方法等</li> <li>◆ 瞭解運行日誌，明白填寫日常記錄情況</li> </ul> <p>6.2 進行定期保養及測試工作，並能執行故障排除及作出改善措施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 根據預定的計劃和程序，對簡單低壓電力系統及連帶裝置，進行定期保養工作，包括：清潔、裝卸、整理、配件更換、檢驗、測試、調校和填寫記錄等工作</li> <li>◆ 對有故障的簡單低壓電力裝置，能夠利用簡單儀器，按電路圖則/說明書等，透過檢查，量度，追蹤等方法，找出低壓電力系統及連帶裝置故障所在</li> <li>◆ 能排除故障，並能找出造成故障原因，採取措施，以防止同類故障再次發生</li> </ul>

	6.3 運行、維修及保養低壓配電裝置的專業處理	◆ 能根據法例及行業的安全指引，確保低壓配電裝置可以被安全使用
7. 評核指引	此能力單元的綜合成效要求為： (i) 按預定的保養計劃，對簡單低壓電力系統及連帶裝置，執行定期的檢查及保養工作；及 (ii) 能夠排除預設裝置的故障。	
8. 備註		

## 2. 教學材料

依據本指引之教學設計，本單元之面授課堂時數與學員自學時數之比例為 1:2 – 2:1，視乎使用者的課程設計，學員可能會有較多時間進行自學。因此，除教學筆記外，使用者亦可加入其他教學材料，讓教材更為豐富，以下是該等材料的可能例子：

- 示範錄像
- 模擬的工作圖則
- 相關的規例及工作守則
- 網上的公開資料
- 實物教具或其圖片

以下所列之參考資料乃為教學一方所設，其程度之深及範圍之廣未必切合本能力單元所需，培訓機構若要以下列資料為基礎編撰教材，應配合教學對象之條件及本能力單元之涵蓋範圍作出調整，並需留意版權問題。部分參考資料可能未有中文譯本，培訓機構如以該等資料為基礎編撰教材，應將其內容轉譯為中文，以切合教學對象之程度。

本能力單元之建議參考資料如下：

1. 《電力（線路）規例工作守則》（必須為最新版本），可於機電工程署網站免費下載，此指引編寫時之最新版本為 2015 年版
2. 《初級維修電工技術》。機械工業出版社。
3. 《電工基礎知識》。孫名林。港九電器工程電業器材職工會。
4. 《設備保養管理》。陳永甦編。徐氏基金會。
5. 《電氣識圖》。呂慶榮。化學工業出版社。
6. 《電機維修入門》。張軍。安徽科學技術出版社。
7. 《低壓電氣裝置指南》。王鎮輝。港九電器工程電業器材職工會。

### 3. 教學筆記範例

下頁是一份教學筆記範例（附件 F-02）的樣本，使用者在編撰教材時可作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的教材。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

### 4. 教材內容與應用

本指引建議教學內容應該盡量配合預定培訓工種的工作內容，本能力單元的教材在內容上亦應該能配合應用於預定培訓工種的工作內容，以本能力單元的教學內容而言，以下是其中一種應用方式的例子：

- ◆ 使電工 / 電氣打磨裝配工 / 電氣佈線工 / 控制板裝配工 / 電纜接駁技工 / 機電業技術員 / 機電維修員 / 機電工程科文 / 管工 / 監督員 / 機電工程科文 / 管工等工種人員，在進行工程工作時，能夠於由低壓配電地底電纜直接供電的低壓電力系統之運行、故障維修及保養工作上，按照保養計劃，執行簡單低壓電力系統及連帶裝置保養工作，並進行一般故障維修及電力設備運行操作等。

使用者應該設計適合自身需要的應用方式，但以本能力單元而言，以下關鍵課題必需涵蓋：

- ◇ 低壓掣櫃
- ◇ 巡視檢查及維護
- ◇ 絕緣電阻
- ◇ 交流耐壓試驗
- ◇ 測試證明書
- ◇ 記錄備置及保存

## 附件 F-02

### 能力單元 EMELOR207A

#### 「執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養」

#### 教學筆記範例樣本

### 1. 瞭解由低壓配電地底電纜直接供電的簡單低壓電力系統及連帶裝置的運作過程及基本維修及保養概念

#### 低壓掣櫃

低壓掣櫃是低壓電力供電系統中用於進行電能分配、控制、計量以及連接線纜的配電設備，一般電力供應、變壓站所都是用高壓開關櫃，然後經變壓器降壓低壓側引出到低壓掣櫃，低壓掣櫃在到各個用電的配電盤，控制箱，開關箱，裡面就是通過將一些開關、斷路器、熔斷器、按鈕、指示燈、儀錶、電線之類保護器件組裝成一體達到設計功能要求的配電裝置的設備。

#### 低壓掣櫃工作原理

配電箱是按電照氣接線要求將開關設備、測量儀錶、保護電器和輔助設備組裝在封閉或半封閉金屬櫃中或屏幅上，構成低壓掣櫃。掣櫃正常運行時可借助手動或自動開關接通或分斷電路；故障或不正常運行時可借助保護電器切斷電路或報警。借測量儀錶可顯示運行中的各種參數，還可對某些電氣參數進行調整，對偏離正常工作狀態進行提示或發出信號。

#### 低壓掣櫃保養方法

檢修時應從變壓器低壓側開始。掣櫃斷電後，清潔櫃中灰塵，檢查母線及引下線連接是否良好，接頭點有無發熱變色，檢查電纜頭、接線樁頭是否牢固可靠，檢查接地線有無銹蝕，接線樁頭是否緊固。所有二次回路接線連接可靠，絕緣符合要求。

檢查抽屜式開關時，抽屜式開關櫃在推入或拉出時應靈活，機械閉鎖可靠。檢查抽屜櫃上的自動空氣開關操作機構是否到位，接線螺絲是否緊固。清除接觸器觸頭表面及四周的汙物，檢查接觸器觸頭接觸是否完好，如觸頭接觸不良，必要時可稍微修銼觸頭表面，如觸頭嚴重燒蝕（觸頭點磨損至原厚度的 1/3）即應更換觸頭。電源指示儀錶、指示燈完好。

檢修電容櫃時，應先斷開電容櫃總開關。用 10mm<sup>2</sup> 以上的一根導線逐個把電容器對地進行放電後，外觀檢查殼體良好，無滲漏油現象，若電容器外殼膨脹，應及時處理，更換放電裝置、控制電路的接線螺絲及接地裝置。合閘後進行指示部分及自動補償部分的調試。

受電櫃及聯絡櫃中的斷路器檢修：先斷開所有負荷後，用手柄搖出斷路器。重新緊固接線螺絲，檢查刀口的彈力是否符合規定。滅弧柵有否破裂或損壞，手

動調試機械聯鎖分合閘是否準確，檢查觸頭接觸是否良好，必要時修銼觸頭表面，檢查內部彈簧、墊片、螺絲有無鬆動、變形和脫落。

### 低壓掣櫃運作的一般要求

- 低壓配電裝置及低壓電器應選用合乎電力工作守則內的 BS/EN 標準的電器產品。
- 低壓配電裝置的各項技術參數須滿足運行的需要。低壓配電裝置所控制的負荷必須分路，避免多路負荷共用一個開關控制。
- 低壓配電裝置的饋電回路應根據負荷性質，將重要負荷與一般負荷分別單獨控制。
- 低壓配電裝置應編號，主控電器應編統一操作號。饋線電器應標明負荷名稱，並應標示在低壓系統類比圖板上。
- 低壓配電裝置各級電器保護元件的選擇和整定，均應符合動作選擇性的要求。
- 低壓配電裝置上的儀錶和信號燈應齊全完好，儀錶量程與互感器的規格與容量相配合。
- 凡裝有低壓電源自投系統的配電裝置，定期進行傳動試驗，檢驗其動作的可靠性，在兩個電源的聯絡處，應有明顯標示。
- 低壓配電裝置與自發電設備的聯絡裝置動作應可靠，未經供電檢查部門許可批准，自發電設備不得投入電網運行。
- 低壓配電裝置的操作走廊、維護走廊均應鋪設絕緣墊。通道上不得堆放雜物。
- 低壓配電裝置室內應有固定式照明，燈具齊全完好，開關應設在出入口處。有重要負荷和重要用電場所的配電裝置室應設應急照明和事故照明。

### 低壓配電裝置巡視檢查及維護

- 低壓配電裝置應定期進行巡視檢查，檢查週期與高壓配電裝置相同。巡視檢查情況及發現問題應記入巡視記錄。進入電池室、柴油發電機房、儲油室應提前開啟排風機，2 分鐘後才允許進入，並禁止吸煙。

低壓配電裝置和低壓電器巡視檢查的內容如下：

- 主、分路的負荷情況與儀錶指示是否對應；
- 電路中各部連接點有無過熱現象；
- 三相負荷是否平衡，三相電壓是否相同，檢查電路末端的配電裝置電壓降是否超出規定；
- 各配電裝置和低壓電器內部，有無異聲、異味；
- 帶滅弧罩的低壓電器，三相滅弧罩是否完整無損；
- 檢查空氣開關、磁力起動器和接觸器的電磁鐵芯吸合是否正常，有無線圈過熱或雜訊過大；
- 在易受外力震動和多塵場所，應檢查電器設備的保護罩有無鬆動現象和是否清潔。

- 雨天，檢查室外按鈕等電器及防護箱是否滲漏雨水；
- 低壓絕緣子有無損傷和歪斜，母線銅巴固定介子有無鬆脫；
- 配電裝置與低壓電器的表面是否清潔，接地連接是否正常良好；
- 低壓配電裝置的室內門窗是否完整，通風和環境溫度、濕度，是否符合電氣設備特性要求，雨天屋頂有無滲漏水現象；
- 低壓配電裝置室內照明是否正常，室內外的維護通道是否保持暢通。

對低壓配電裝置和低壓電器在高峰負荷、異常天氣或發生事故後，應進行特殊巡視，巡視重點如下：

- 處於高峰負荷時，應檢查電氣設備是否過負荷，各連接點發熱是否嚴重；
- 雷雨後應檢查變(配)電所有無漏水，電線、電線溝內是否進水；
- 設備發生事故後，應重點檢查熔斷器和各種保護設備的動作情況，以及事故範圍內的設備有無燒傷或毀壞情況。
- 低壓配電裝置應定期進行清掃維修，清掃維修一般一年不少於兩次，並應安排在雷雨季前和高峰負荷期前進行。
- 低壓配電裝置和低壓電器清掃維修的專案及要求如下：
- 低壓空氣斷路器故障掉閘後，按生產廠家說明書要求檢修觸頭及滅弧柵，清除內部灰塵和金屬細末及炭質；
- 帶負荷切合的低壓刀閘，每半年應檢查一次觸頭，並在刀閘口塗以導電膏；
- 頻繁操作的交流接觸器，每三個月至少校查一次觸頭和清掃滅弧柵，測量吸合線圈的電阻是否符合規定值；
- 空氣斷路器及交流接觸器的主觸頭壓力彈簧是否過熱失效，否則應更換備件；
- 檢查空氣斷路器與交流接觸器的動、靜觸頭是否對準，三相是否同時閉合，並調節觸頭彈簧使三相一致；
- 檢查空氣斷路器的觸頭及交流接觸器的觸頭接觸壓力，檢查動、靜主觸頭斷開後的距離，均應符合生產廠家的規定；
- 檢查空氣斷路器觸頭及交流接觸器的觸頭，如磨損厚度超過 1mm 時，應更換備件。被電弧燒傷嚴重者，應予磨平打光；
- 檢查空氣斷路器的電磁鐵及交流接觸器的電磁鐵吸合是否良好，有無錯位現象。若短路環燒損則應更換，吸合線圈的絕緣和接頭有無損傷或不牢固現象；
- 校驗交流接觸器的吸引線圈，在線路電壓為額定值 85%-105%時，應能可靠工作，當電壓低於額定值的 40%時，應能可靠釋放；
- 校驗空氣斷路器的分勵脫扣器及失壓脫扣器，在線路電壓為額定值 75%-105%時，應能可靠工作，當電壓低於額定值的 35%時，失壓脫扣器應能可靠釋放；
- 對無填料式熔斷器，每半年應作一次緊固接觸點的檢查，插座刀口應塗導電膏，熔斷器事故動作後，應檢查熔管內部燒損情況，清除積炭，必要時更換備件；
- 檢查低壓電器的輔助觸頭有無燒損現象，通過的負荷電流有無超過它的額定數值；

- 檢查空氣斷路器和磁力起動器在熱元件的連接點處有無過熱現象。熱元件的環境溫度與被保護設備的環境溫度是否一致；
- 檢查熔斷器的熔絲與實際負荷是否配合；
- 對裝有電源聯鎖的低壓電器，應做傳動試驗。

### 低壓配電裝置的預防性試驗

下表是一個低壓配電裝置的試驗專案，包括了週期和要求：

序號	項目	週期	要求	說明
1	絕緣電阻	設備大修時	1) 配電裝置的每一段絕緣電阻不應小於 0.5MΩ 2) 電力佈線絕緣電阻一般不小於 0.5MΩ	1) 採用 1000V 兆歐表； 2) 測量電力佈線的絕緣電阻時應將熔斷器、用電設備、電器和儀錶等斷開。
2	配電裝置的交流耐壓試驗	設備大修時	試驗電壓為 1000V	1) 配電裝置耐壓為各相對地，48V 及以下的配電裝置不做交流耐壓試驗； 2) 可用 2500V 兆歐表試驗代替。
3	檢查相位	更換設備或接線時	各相兩端及連接回路的相位應一致	
配電裝置是指掣櫃（櫃）、操作盤及載流裝置。				

## 低壓配電裝置異常運行及故障處理

- 低壓母線和設備連接點超過允許溫度時，應迅速停下次要負荷，以控制溫度上升，然後再停缺陷設備進行檢修。遇異常現象時，除作緊急停電外，應報告電氣主管上級。
- 各種電器觸頭和接點過熱時，應檢查觸頭壓力或接觸連接點緊固程度，消除氧化層，打磨接點，調整壓力，擰緊連接處。
- 電磁鐵雜訊過大，應檢查鐵心接觸面是否平整、對齊，有無污垢、雜質和鐵心銹蝕，檢查短路環有無斷裂，檢查電源電壓是否降低等，然後採取檢修措施。
- 低壓電器內發生放電聲響，應立即停止運行，取下滅弧罩或外殼，檢查觸頭接觸情況，並搖測對地及相間絕緣電阻是否合格。
- 如滅弧罩或滅弧柵損壞或掉落，即便是一相，均應停止該設備運行，待修復後方准使用。
- 三相電源發生缺相運行或電流互感器二次開路時，應及時停電進行處理。
- 使用不同型號空氣斷路器發生越級掉閘時，應校驗定值配合是否正確。
- 室外電器、控制箱操作前應遙測絕緣，以防漏水或絕緣老化短路，不合格應立即檢修或更換元器件。

### 檢修內容及步驟：

- 檢修前一天應由物業維修部發文通知業主、專櫃停電時間。
- 檢修時應從變壓器低壓側開始，掣櫃斷電後，清潔櫃中灰塵，檢查母線及引下線連接是否良好，接頭點有無發熱變色，檢查電纜頭，接線樁頭是否牢固可靠，檢查接地線有無銹蝕，接線樁頭是否緊固，所有二次回路接線連接可靠，絕緣符合要求。
- 檢查抽櫃式開關時，抽屜式開關櫃在推入或拉出時應靈活、機械、閉鎖可靠，檢查抽屜櫃上的自動空氣開關操作機構是否到位，接線螺絲是否緊固，清除接觸器觸頭表面及四周的汙物，檢查接觸器觸頭接觸是否完好，如觸頭接觸不良，必要時可稍微修銼觸頭表面，電源指示儀錶，指示燈完好。
- 檢查電容櫃時，應先斷開電容櫃總開關，用 10mm<sup>2</sup> 以上的一根導線逐個把電容器對地進行放電後，外觀檢查殼體良好，無滲漏現象。
- 受電櫃及聯絡櫃中斷路器檢修：先斷開所有負荷後，用手柄旋出斷路器，重新緊固接線螺絲，檢查刀口的彈力是否符合規定，滅弧柵有否破裂或損壞，手動調試機械聯鎖分合閘是否準確，檢查觸頭接觸是否良好。

### 掣櫃的檢修：

- 操作前應按下列步驟進行：逐個斷開低壓側的負荷，斷開高壓側的斷路器，合上接地開關，並鎖好高壓開關鎖好高壓開頭櫃，並在開關把手上掛上“禁止合閘，有人工作”的標識牌，連上另一路供電聯絡櫃，並務必斷開檢修櫃一路的總低壓櫃斷電器。
- 保養電容櫃時，應先斷開電容器總開關，用 10mm<sup>2</sup> 以上的導線把電容器逐

個放電，然後檢查接觸器，電容器接線螺絲，接地裝置是否良好，檢查電容器有無膨脹現象，並用吸塵器清潔櫃內灰塵。

- 所有保養項目保養完畢後，將各低壓開關置於分閘位置，拆除安全裝置，檢查工作現場有無遺留工具、物品。斷開高壓側接地開關，合上真空斷路器，觀察變壓器投入運行無誤後向低壓掣櫃逐個送電。
- 停電後應驗電，在低壓斷路器電源側掛設接地線。
- 操作高壓側開關時，應穿絕緣靴，戴絕緣手套，並有專人監護。

## 低壓掣櫃的測試要求

（此部份引用自機電工程署之《電力（線路）規例工作守則》2015 年版）

### 守則 20C 定期測試證明書

- (1) 須定期測試裝置的擁有人應於測試證明書上日期起計的 2 星期內，將該證明書呈交署長加簽。擁有人將證明書呈交署長時，要繳交現行規例規定的加簽費。
- (2) 當某一電力裝置由多過一個部分組成，而個別的部分並非由同一名註冊電業工程人員作檢查及測試時，亦可由一名註冊電業工程人員簽發單一份證明書使包括該裝置的其中一些部分或所有部分，但他必須已收到由負責各有關部分的註冊電業工程人員簽發的適當證明書。
- (3) 測試證明書應使用署長所指定的表格，有關證明書的格式可向機電工程署客戶服務部索取或於網頁下載(網址為 [www.info.gov.hk/forms](http://www.info.gov.hk/forms))。
- (4) 所有須定期測試的裝置，如於線路規例生效日期(1992 年 6 月 1 日)或該日之前接通電力供應，皆視為已於該日期作檢查、測試及領取證明書。

#### 檢查及測試(Inspection and Testing)

新建成的樓宇的電力裝置做妥後，或經過長時間使用、更改、加建等，都必須經過檢查及測試，以確保所有電力設備操作正常，符合安全標準、電力條例或為電力公司接納。

### 21A 低壓電力裝置的檢查

應進行目視檢查，以證實所安裝的電力器具是否正確選擇並按照線路規例以及本守則的規定裝設，而且沒有明顯的損壞。目視檢查應按適當情況包括下列項目的檢驗：

- (a) 工作空間、接觸途徑及維修設施是否足夠；
- (b) 導體的連接；
- (c) 導體的識別；
- (d) 導體的大小相對於載流量及電壓降值是否足夠；
- (e) 所有器具是否正確連接，尤其是插座、燈座、隔離器、開關掣、電流式漏電斷路器、微型斷路器、及保護導體；
- (f) 是否設有防火障及防止熱效應的保護措施；
- (g) 防止直接觸及帶電部分的方法(在適當的情況下包括距離的量度)，即將帶電

部分絕緣以作保護、或設障礙物或外殼以作保護；

- (h) 是否設有適當的隔離及開關器件；
- (i) 保護及指示器件的選擇和調校；
- (j) 電路、熔斷器、保護器件、開關掣、隔離器及終端的標誌；
- (k) 因應不利環境情況的器具及保護措施的選擇；
- (l) 是否具備危險及警告性的告示；
- (m) 是否具備圖表、指示及其他同類的資料；
- (n) 作保護或開關用途的單極器件，是否僅與相導體連接；
- (o) 故障防護的方法；
- (p) 如何防止彼此產生不利影響；
- (q) 是否設有低電壓保護器件；
- (r) 裝設的方法。

## 21B 低壓電力裝置的測試

### (1) 安全

進行測試時應採取防護措施，而所用的測試方法應要妥善，即使測試中的電路出現故障，也不會對任何人或財產造成危險。

### (2) 測試的次序

(a) 以下項目如與裝置有關，最好依照所示的次序進行測試：

- (i) 保護導體(包括總等電位接駁及輔助等電位接駁)的連續性；
- (ii) 環形最終電路導體的連續性；
- (iii) 絕緣電阻；
- (iv) 極性；
- (v) 接地極電阻；
- (vi) 接地故障環路阻抗；
- (vii) 各項保護器件的功能；
- (viii) 各項器件的功能。

(b) 當任何測試顯示出有不符合規定之處時，則該項測試及先前測試的結果，亦可能受到所顯示的缺點影響，因此應該在矯正該項缺點後重複進行測試。

### (3) 保護導體的電氣連續性(Continuity of protective conductor)

每一保護導體，包括用作等電位接駁的所有導體及任何非電氣裝置金屬部分，皆應作連續性測試。進行測試時，應在總線的位置把中性及保護導體互相連接，然後使用連續性試驗器在每一用電位的地線與中性線之間進行檢驗，該處所顯示的讀數應接近零。

## 低壓電力裝置的檢查測試的記錄備置及保存

### 守則 22 備置及保存記錄

#### 22A 由須定期檢查、測試及發出證明書的電力裝置擁有人保存記錄

(a) 規例第 20 條(見守則 20) 所指須定期測試的電力裝置擁有人，有責任保存最近期的測試證明書，並可隨時出示以供署長查閱。

(b) 規例第 20(1)(c) 條(見守則 20A) 所指明的高壓固定電力裝置的擁有人，亦應備妥一份書面簡報，說明對該裝置進行測試及維修工程時每次曾採取的安全措施，以供檢查。

## 22B 由註冊電業承辦商備置及保存記錄

(a) 註冊電業承辦商有責任備置及保存有關記錄，適當載明他本人及其僱員曾進行的所有電力工程，這些記錄須保存最少 5 年或自他註冊為電業承辦商的日期起保存(如少於 5 年者)。

(b) 註冊電業承辦商又應確保在完成工程時，把有關記錄的一份副本送交電力裝置的擁有人。

## 22C 記錄的類別

(a) 為符合守則 22B 的規定，就守則 22D 的幾份核對表所詳載的各個項目進行檢查及測試時，採用附錄 8 所示的單線簡圖及符號，並在每一項目側旁記下簡單的測試結果，連同電力線路測試記錄表內所載的測試資料(樣本載於附錄 13)，可以接受作為正式的記錄。

(b) 為符合守則 22A(b) 的規定，採用有關工程許可證的記錄及維修記錄簿方式，可以接受。

## 22D 核對表

### (1) 應採用的核對表

視乎下文(a) 及(b) 節所示的不同要求而定，有關記錄如能顯示依據附錄 13 內編號 1 至 4 核對表的各個項目進行檢測的結果，一般可以接受。

要求	應採用的核對表
(a) 為在下列日期接通電源的低壓裝置進行定期檢查及測試：	
(i) 1985 年 1 月 1 日之前	1
(ii) 1985 年 1 月 1 日或該日之後但在 1992 年 6 月 1 日之前	1 及 2
(iii) 在 1992 年 6 月 1 日或該日之後	1、2 及 3
(b) 於低壓電力裝置完成任何電力工程之後進行的檢查和測試	1、2、3 及 4

### (2) 測試次序

如使用一個核對表以上，應依照守則第 21B(2)(a) 條所列有關的次序對各項目進行測試。核對表內各測試項目側旁的記錄，並不顯示測試的先後次序。

### (3) 高壓裝置核對表

對於須最少每年作一次檢查、測試及領取證明書的高壓電力裝置，載有按照附錄 13 核對表 5 檢測項目進行的檢測結果的記錄，一般已可接受。但在適當情況下，有關的認可標準就高壓電力裝置的測試，以及製造商就高壓電力裝置的完工測試和定期測試所提出的建議，亦應予以採用。

### (4) 核對表內容

(a) 附錄 13 的各份核對表載列多個重要項目，供每次檢測後予以記錄，但這些項目通常只屬作記錄用途的最低要求。負責進行檢測的註冊電業工程人員，應就核對表所示填上測試結果和主要項目的額定值，並須就所列的檢測項目逐項加以證明和填上日期。如果有關註冊電業工程人員存於記錄內的正式簽名側旁已加上他本人的簡簽樣本，則他在進行上述證明工作時可以用簡簽。當核對表所列的任何項目不適用於須予檢測的裝置時，註冊電業工程人員亦應證明情況如此；他可使用英文字母縮寫“N/A”或“不適用”來代表。註冊電業工程人員又應確保所有其他有關的檢測結果同樣正確記錄。所有檢測結果應該全面；如有需要，檢測結果可分開記錄，並隨核對表夾附。

(b) 對危險環境裝置進行檢測時，應在有關核對表內，加上守則第 21B(10) 條所列的檢測項目

（以下部份引用自機電工程署之《電力（線路）規例工作守則》2015 年版）

## 附錄 11

### 開關設備的內部間隔排列形式

#### 符號

匯流排(包括配電匯流排)

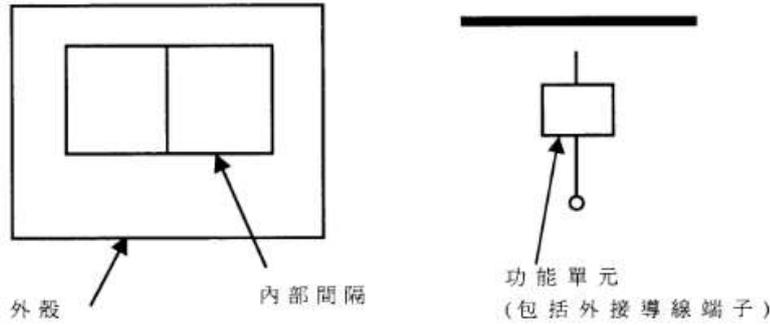
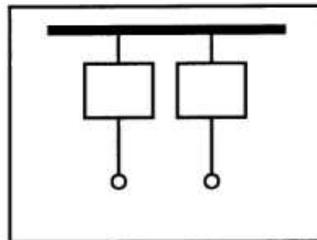


圖 A11(1) — 使用的符號

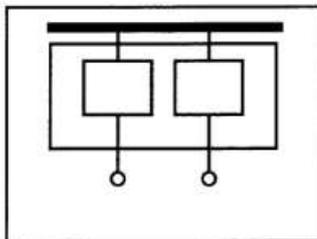
#### 形式 1

沒有內部間隔

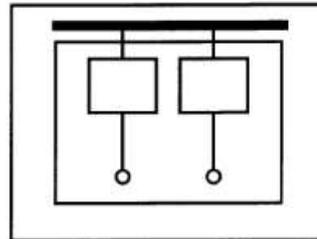


#### 形式 2

分隔匯流排和功能單元



形式 2a：  
沒有分隔端子和匯流排

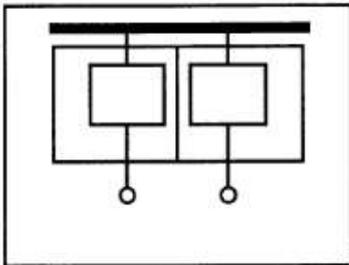


形式 2b：  
分隔端子和匯流排

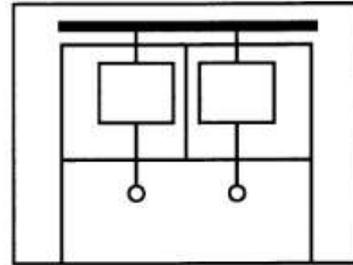
圖 A11(2) — 形式 1 和 2

### 形式 3

分隔匯流排和功能單元  
+  
分隔功能單元  
+  
分隔端子和功能單元



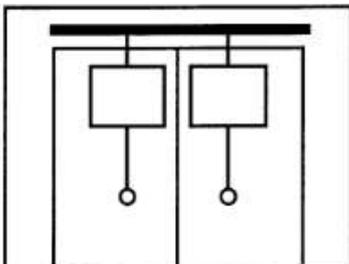
形式 3a：  
沒有分隔端子和匯流排



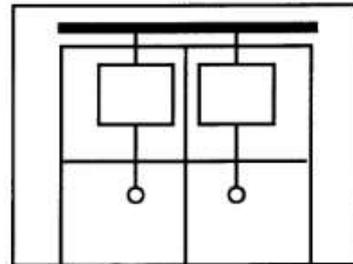
形式 3b：  
分隔端子和匯流排

### 形式 4

分隔匯流排和功能單元  
+  
分隔功能單元  
+  
分隔端子和功能單元



形式 4a：  
端子與相關的功能單元  
在同一間隔內



形式 4b：  
端子與匯流排  
及相關的功能單元分隔

圖 A11(3) — 形式 3 和 4

(註：上述資料摘錄自 IEC 60439，詳情請參閱有關標準。)



## B) 核對表

(註：下列五份核對表的用法，請參閱守則 22)

### 核對表 1——新低壓裝置核對項目或 1985 年 1 月 1 日前接駁電力供應的 低壓裝置定期測試的核對項目

裝置地址：\_\_\_\_\_

測試者／日期  
(如不適用，請填“不適用”  
或“N/A”)

#### (a) 開關掣板、斷路器及總開關掣

- |   |       |
|---|-------|
| (i) 並無足以影響安全的可見損毀。                                      | _____ |
| (ii) 已提供安全接觸途徑。   | _____ |
| (iii) 已為每一斷路器、總開關掣及熔斷器<br>承座裝設最新、清楚易讀及耐用的標<br>誌，列明額定值。  | _____ |
| (iv) 已為每一斷路器及總開關掣裝設清楚<br>易讀及耐用的識別標誌。                    | _____ |
| (v) 已展示最新的電路圖，顯示總配電系<br>統。                              | _____ |
| (vi) 中性線電路內已裝上大小適當的連<br>桿。                              | _____ |
| (vii) 所有接觸得到的帶電部分均已用絕緣<br>板或接地金屬件作屏障。                   | _____ |
| (viii) 在有需要情況下，所有斷路器的過載<br>及故障電流保護特性已用次級注電試<br>驗儀器核實。   | _____ |
| (ix) 相／中性／地之間量度所得的最低絕<br>緣電阻值為 _____ 兆歐 (不小於 1 兆<br>歐)。 | _____ |

	測試者／日期 (如不適用，請填“不適用” 或“N/A”)
(x) 所有外露非帶電金屬部分已有效接地，而最大接地故障環路阻抗值為 _____ 歐姆。	_____
(b) 匯流排槽系統，包括上升總線	
(i) 並無足以影響安全的可見損毀。	_____
(ii) 主電纜／導線的兩端，以及終端的地方已有標誌標明相位。	_____
(iii) 金屬導管或線槽所有接頭機械性能良好，保持電氣連續性，及有防蝕保護。	_____
(iv) 所有接觸得到的帶電部分已用絕緣板或接地金屬件作屏障。	_____
(v) 相／中性／地之間量度所得的最低絕緣電阻值為 _____ 兆歐 (不小於 1 兆歐)。	_____
(vi) 所有金屬導管或線槽已有效接地，而最大接地故障環路阻抗值為 _____ 歐姆。	_____
(c) 電錶板／箱	
(i) 並無足以影響安全的可見損毀。	_____
(ii) 已提供安全接觸途徑。	_____
(iii) 所有外露非帶電金屬部分已有效接地，而最大接地故障環路阻抗值為 _____ 歐姆。	_____
(d) 架空電纜	
(i) 並無足以影響安全的可見損毀。	_____

測試者／日期  
(如不適用，請填“不適用”  
或“N/A”)

- (ii) 距離地面的最低高度為 \_\_\_\_\_ 米 (在  
有車輛來往的地方之上的電纜不低於  
5.8 米，在其他地方不低於 5.2 米或  
不低於最大的高度限制，即 \_\_\_\_\_  
米)。
- (iii) 相／中性／地之間量度所得的最低絕  
緣電阻值為 \_\_\_\_\_ 兆歐 (不小於 1 兆  
歐)。
- (iv) 每一鋼杆的所有連帶金屬件已有效接  
地。
- (e) 主電纜
- (i) 並無足以影響安全的可見損毀。
- (ii) 已保護電纜免受機械性損毀。
- (iii) 電纜兩端已裝設正確的相位標記。
- (iv) 線芯之間及線芯與地之間量度所得的  
最低絕緣電阻值為 \_\_\_\_\_ 兆歐 (不小  
於 1 兆歐)。
- (v) 所有外露金屬部分，包括電纜裝甲，  
已有效接地，而最大接地故障環路阻  
抗值為 \_\_\_\_\_ 歐姆。
- (f) 配電箱
- (i) 並無足以影響安全的可見損毀。
- (ii) 中性線電路內並無安裝熔斷器。
- (iii) 所有帶電部分已用絕緣板或接地金屬  
件作屏障。
- (iv) 配電箱上已裝設相位標記。
- (v) 相／中性／地之間量度所得的絕緣電  
阻值不小於 1 兆歐。
- (vi) 所有外露金屬部分已有效接地。

測試者／日期  
(如不適用，請填“不適用”  
或“N/A”)

(g) 最終電路

- (i) 並無足以影響安全的可見損毀。
- (ii) 所有可能受損的無裝甲電纜已用鋼導管／線槽保護。在有需要的情况下，已加上管箍及橡膠護孔環。
- (iii) 所選導線的大小配合用作保護有關電路的熔斷器／微型斷路器的額定值。
- (iv) 沿最終電路的電纜沒有任何一類電纜接頭。
- (v) 金屬導管或線槽所有接頭機械性能良好，保持電氣連續性，及有防蝕保護。
- (vi) 臨時裝置，敷設在地面或依附台架的電纜，已用適當支承物固定。
- (vii) 相／中性／地之間量度所得的絕緣電阻值不小於 1 兆歐。
- (viii) 所有金屬導管、線槽、開關盒及外露金屬部分已有效接地。
- (ix) 電流式漏電斷路器運作正常。
- (x) 已檢查每一插座的接地故障環路阻抗值及極性。

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(h) 電動機

- (i) 並無足以影響安全的可見損毀。
- (ii) 相／中性／地之間量度所得的絕緣電阻值不小於 1 兆歐。
- (iii) 所有外露非帶電金屬部分已有效接地。

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(i) 接地

- (i) 並無足以影響安全的可見損毀。

\_\_\_\_\_

	測試者／日期 (如不適用，請填“不適用” 或“N/A”)
(ii) 線路裝置所有外露非帶電金屬部分， 已用適當保護導體接上接地終端。	_____
(iii) 水管／氣體喉管／管道的接駁／接地 連接物已妥善接好。	_____
(j) 霓虹招牌	
(i) 並無足以影響安全的可見損毀。	_____
(ii) 消防員開關掣已清楚標示。	_____
(iii) 所有密封在接地金屬箱內的高壓電力 器具，已裝上“危險”及“DANGER” 警告性告示。	_____
(iv) 所有帶電部分已用絕緣板或接地金屬 件作屏障。	_____
(v) 高壓電纜已用玻璃或玻璃瓷穩固地支 承。	_____
(vi) 低壓電路的相／中性／地之間的絕緣 電阻值為____兆歐(不小於1兆歐)。	_____
(vii) 所有外露金屬件已永久及有效地接駁 及接地，而在低壓供電點量度得的最大 接地故障環路阻抗值為____歐姆。	_____

**核對表 2——新低壓裝置的額外核對項目，或在 1985 年 1 月 1 日或該日  
之後但早於 1992 年 6 月 1 日接駁電力供應的低壓裝置定期  
測試的核對項目**

裝置地址：\_\_\_\_\_

測試者／日期  
(如不適用，請填“不適用”  
或“N/A”)

(a) 接地

- (i) 已在所有主要接地及接駁連接口裝設警告性告示“安全接地終端——切勿移去”及“SAFETY EARTH CONNECTION—DO NOT REMOVE”  
\_\_\_\_\_
- (ii) 總等電位接駁導線已有效連接供水總管、氣體總管、其他服務喉管／管通及建築構架的外露非帶電金屬部分。  
\_\_\_\_\_
- (iii) 外露非帶電金屬部分及非電氣裝置金屬部分之間已有效地提供輔助等電位接駁。  
\_\_\_\_\_
- (iv) 安裝在等電位區域外的固定電力器具的外露非帶電金屬部分已有效接地，並能在所須的時間內截斷電源。  
\_\_\_\_\_
- (v) 安裝在等電位區域內的固定電力器具的外露非帶電金屬部分已有效接地，並能在所須的時間內截斷電源。  
\_\_\_\_\_
- (vi) 總接地終端已有效地連接總等電位接駁。  
\_\_\_\_\_
- (vii) 避雷系統已有效地連接總等電位接駁。  
\_\_\_\_\_

**核對表 3——新低壓裝置的額外核對項目，或在 1992 年 6 月 1 日或該日  
之後接駁電力供應的低壓裝置定期測試的核對項目**

裝置地址：\_\_\_\_\_

測試者／日期  
(如不適用，請填“不適用”  
或“N/A”)

(a) 電力分站

- (i) 電力分站每一入口已裝設警告性告示  
“危險——電力分站，未經授權不得  
內進”及“DANGER—SUBSTATION,  
UNAUTHORISED ENTRY  
PROHIBITED”以符合守則 17A(1)。 \_\_\_\_\_
- (ii) 高壓電力分站已設有適當關鎖設施以  
符合守則 4F(1)(c)。 \_\_\_\_\_
- (iii) 已裝設適當照明以符合守則 4F(3)(a)。 \_\_\_\_\_
- (iv) 已裝設適當通風設施以符合守則  
4F(3)(a)。 \_\_\_\_\_
- (v) 出入口暢通無阻以符合守則 4F(2)(c)。 \_\_\_\_\_

(b) 開關掣房

- (i) 開關掣房每一入口已裝設警告性告示  
“危險——有電，未經授權不得內進”  
及“DANGER—ELECTRICITY,  
UNAUTHORISED ENTRY PRO-  
HIBITED”以符合守則 17A(2)。 \_\_\_\_\_
- (ii) 高壓開關掣房已設有適當關鎖設施。  
以符合守則 4F(1)(c)。 \_\_\_\_\_
- (iii) 已裝設適當照明以符合守則 4F(3)(a)。 \_\_\_\_\_
- (iv) 已裝設適當通風設施以符合守則  
4F(3)(a)。 \_\_\_\_\_
- (v) 出入口暢通無阻以符合守則 4F(2)(c)。 \_\_\_\_\_

測試者／日期  
(如不適用，請填“不適用”  
或“N/A”)

(c) 開關掣板、斷路器及總開關掣

電力裝置的供電點（即開關掣板、斷路器  
或配電箱所在處），已貼有最新的定期進  
行檢查及測試的告示以符合守則 17D。

\_\_\_\_\_

(d) 配電箱

(i) 每一配電箱的面板上已設有警告性告  
示“危險”及“DANGER”以符合守則  
17A(3)。

\_\_\_\_\_

(ii) 內藏電流式漏電斷路器的總配電箱所  
在處或附近設有定期進行測試的告示  
以符合守則 17E。

\_\_\_\_\_

附註：註冊電業承辦商及註冊電業工程人員應確保其負責的固定電力裝置能符合《電力（線路）  
規例》工作守則的有關要求，而不是只在核對表內所表示的項目。

**核對表 4——新低壓裝置的額外核對項目**

裝置地址：\_\_\_\_\_

測試者／日期  
(如不適用，請填“不適用”  
或“N/A”)

(a) 開關掣板、斷路器及總開關掣

(i) 已提供安全接觸途徑及適當間隙空間以符合守則 4E。 \_\_\_\_\_

(ii) 供電電源數目：\_\_\_\_\_ 及每一供電電源額定值：\_\_\_\_\_

(iii) 供電商核准的最大負荷：\_\_\_\_\_

(iv) 已裝上適當聯鎖系統，防止兩個或以上的供電電源並聯運行，如從超過一個電源取得電力供應，而且是互聯的，已裝上四極式輸入及互連線路斷路器以符合守則 6B(1)(c)。 \_\_\_\_\_

(v) 在裝有後備發電機的地方，已設置電氣及機械性聯鎖的四極轉換器件以符合守則 8A(1)(d)。 \_\_\_\_\_

(vi) 總開關掣的斷流容量為 \_\_\_\_\_ 千安，而所有斷路器／互聯器件可以抵受預期故障電流以符合守則 9C。 \_\_\_\_\_

(vii) 保護繼電器已校準，並已適當校準各條電路的過流保護器件以符合守則 21A(i)。 \_\_\_\_\_

(viii) 保護繼電器已採用保護型變流器。 \_\_\_\_\_

(ix) 已為每一電路提供隔離設備以符合守則 8A(1)(c)(i)。 \_\_\_\_\_

(x) 已檢查斷路器及總開關掣的運作以符合守則 21B(9)。 \_\_\_\_\_

	測試者／日期 (如不適用，請填“不適用” 或“N/A”)
(xi) 已檢查控制、指示及警報功能以符合守則 21B(2)(viii)。	_____
(xii) 總匯流排與熔斷器／微型斷路器之間並無使用尺寸過小的導線以符合守則 13A(3)。	_____
(xiii) 熔斷器／微型斷路器與電路中最低額定值導線相配以符合守則 9B。	_____
(xiv) 已裝設適當電纜終端以符合守則 25D。	_____
(xv) 電纜導線已按正確相位連接以符合守則 21A(b)。	_____
(xvi) 用單極器件作保護，或開關設備只連接至相導線以符合守則 10B。	_____
<b>(b) 匯流排槽系統，包括上升總線</b>	
(i) 上升總線的電流額定值為_____安培。	_____
(ii) 上升總線、橫向總線及電錶箱所在位置可由公共地方到達。	_____
(iii) 已在匯流排槽穿過用作防火障的樓板或牆壁處裝設防火障以符合守則 14A(3)。	_____
(iv) 穿過防煙門廊的電纜已用足夠防火效能的外殼保護。	_____
(v) 無護套電纜已用導管、線槽或管通保護以符合守則 15。	_____
(vi) 匯流排槽系統、電纜及管通已妥為支承以符合守則 14A(2)。	_____
(vii) 裝甲電纜已用適當電纜封套妥善地終接於金屬包殼或線槽以符合守則 25D(7)。	_____

	測試者／日期 (如不適用，請填“不適用” 或“N/A”)
(viii) 已使用適當線耳將電纜封端以符合守則 13C 及 25D。	_____
(ix) 與銅導體連接的鋁導體已作防蝕處理以符合守則 25D(7)(d)(ii)。	_____
(x) 在熔斷器終端盒內作分線用的熔斷器已裝有絕緣載具以符合守則 26B(6)(e)。	_____
<b>(c) 架空電纜</b>	
(i) 電杆之間裝有載送鋼纜，以防止電纜受到應力以符合守則 16A 及 16H。	_____
(ii) 跨越汽車通道的電纜用堅固的鋼杆懸承以符合守則 26K(3)(b)(ii)。	_____
(iii) 架空電纜已用適當絕緣物支承以符合守則 16B。	_____
(iv) 在終端杆上及在架空電纜改向的每一杆上已安裝適當的繫緊線以符合守則 16G(1)。	_____
(v) 架空電纜與地面、道路及障礙物保持最低的離地高度以符合守則 16E(2)(a)、(b) 及 (c)。	_____
<b>(d) 主電纜</b>	
(i) 主供電電纜每一線芯的截面積為 _____ 平方毫米。並聯電纜 (如有連接者) 的數目為 _____。	_____
(ii) 裝甲電纜使用適當電纜封套妥善地終接於金屬包殼或線槽以符合守則 25D(7)。	_____
(iii) 穿過防煙門廊的電纜已用足夠防火效能的外殼保護。	_____

	測試者／日期 (如不適用，請填“不適用” 或“N/A”)
(iv) 無護套電纜已用導管、線槽或管通保護以符合守則 15。	_____
(v) 電纜及管通已妥為支承以符合守則 14A(2)。	_____
(vi) 配電箱或匯流排的電纜用線耳封端以符合守則 4，守則 13C 及守則 25D。	_____
(vii) 主電纜按正確極性連接。	_____
<b>(e) 配電箱</b>	
(i) 已提供安全接觸途徑及適當間隙空間以符合守則 4E。	_____
(ii) 配電箱穩固地安裝在適當支承物上以符合守則 14A(2)。	_____
(iii) 每一配電箱已裝設一個適當開關掣來控制以符合守則 8A(1)(a)。	_____
(iv) 已為三相配電箱裝設相位障以符合守則 21A(g)。	_____
(v) 微型斷路器的斷流容量為 _____ 千安(符合守則 9)。	_____
(vi) 備有適當工具(如有需要)將熔斷器由熔斷器箱取出以符合守則 9E(d)。	_____
(vii) 電路按照電路圖的指示接上微型斷路器或熔斷器以符合守則 6A(b)。	_____
<b>(f) 最終電路</b>	
(i) 所有熔斷器及單極開關掣只連接相導線而且極性正確。	_____
(ii) 緊急照明及消防裝置的線路與其他線路分隔以符合守則 5B(1)(b)。	_____

	測試者／日期 (如不適用，請填“不適用” 或“N/A”)
(iii) 低壓電路與特低壓電路分隔以符合守則 5B(1)(a)。	_____
(iv) 電路中所有相及中性電纜均已捆紮，並放入同一導管內以符合守則 25A(1)(f)。	_____
(v) 外露絕緣無護套電纜已予保護以符合守則 15。	_____
(vi) 假天花板內的線路設導管／線槽或金屬護套作保護以符合守則 25(C)(1)(f)。	_____
(vii) 安裝在距離地板不超過 1.5 米的插座，採用符合指定規格的保護活門式。	_____
(viii) 為免發生危險，並無插頭安裝在接近水龍頭、氣體開關掣或煮食爐處以符合守則 25E(d)。	_____
(ix) 地板上的插頭用適當的蓋罩保護以符合守則 25E(b)。	_____
(x) 並無安裝兩腳插座。所有插座已與保護導線及帶電導線連接，並終接於正確終端。	_____
(xi) 放射式最終電路使用符合守則 6D 的 5 安培／ 15 安培插座。	_____
(xii) 最終電路使用符合守則 6E 的 13 安培插座。	_____
(xiii) 最終電路使用符合守則 6F、6G 或 6H 的工業用插座。	_____
(xiv) 電路保護導體由外殼構成，另在插座的接地終端及連帶金屬盒之間設有獨立的保護導體以符合守則 11D(3)。	_____

	測試者／日期 (如不適用，請填“不適用” 或“N/A”)
(xv) 電路保護導體並非由外殼構成，另設有保護導體連接插座的接地終端以符合守則 11D(3)。	_____
(xvi) 已為所有插座設置額定餘差啟動電流值不超過 30 毫安的電流式漏電斷路器以符合守則 11B(b)(i)。	_____
(xvii) 已為每一固定電力用具裝設隔離設備以符合守則 8A(1)(c)。	_____
(xviii) 放電燈的所有扼流圈、起動器及電容器藏入一個已接地且適當通風的金屬盒內以符合守則 26H(4)(c)。	_____
(xix) 相導體連接螺絲型燈座的中間觸點以符合守則 21B(6)(ii)。	_____
(xx) 浴室內只設置由安全電源供電的開關掣，或由絕緣繩或絕緣杆操作的開關掣，或具有大表面面積絕緣按鈕的按鈕式開關掣以符合守則 26A(3)(d)。	_____
(xxi) 符合 BS EN 61558-2-5 或等效規定的鬚刨供電裝置以符合守則 26A(3)(e)。	_____
(xxii) 浴室的插座安裝在第 2 區外 (即距離浴盆或浴缸 0.6 米以外的地方)，並由餘差協動電流不超過 30 毫安的電流式漏電斷路器或符合 BS EN61558 的隔離變壓器保護以符合守則 26A(3)(j)。	_____
(xxiii) 並無任何固定照明器或設有無護罩的發熱元件的固定加熱器安裝在使用浴室或淋浴間人士可接觸到的範圍內以符合守則 26A(3)(h)。	_____

測試者／日期  
(如不適用，請填“不適用”  
或“N/A”)

- |   |       |
|---|-------|
| (xxiv) 電路凡供電給有外露非帶電金屬部分並裝設於完工地板水平 2.25 米以內的電力器具，應由餘差啟動電流值不超過 30 毫安的電流式漏電斷路器加以保護以符合守則 26A(3)(a)。 | _____ |
| (xxv) 暴露於各種天氣中的電力用具皆為防濺式以符合守則 15A。  | _____ |
| (xxvi) 安裝在室外的照明器、開關掣、插座及插頭、電纜耦合器皆為防濺式以符合守則 15A。   | _____ |
| (xxvii) 公眾容易接觸到的一般／工地照明由安全電源供電以符合守則 26K(3)。   | _____ |
| (xxviii) 公眾不易接觸到而且並非由安全電源供電的一般／工地照明，已用額定餘差啟動電流值不超過 30 毫安的電流式漏電斷路器保護。                            | _____ |

測試者／日期  
(如不適用，請填“不適用”  
或“N/A”)

(g) 電動機

- (i) 每一電動機已裝設一個就地開關掣來控制以符合守則 8A(4)(a)。
- (ii) 在電動機突然重行啟動可能構成危險的情況下，已裝有防止其突然啟動的設備以符合守則 8A(4)(c)。
- (iii) 軟導管已用適當的黃銅管箍作封端以符合守則 25A(2)(b)(i)。
- (iv) 電動機內的發熱線如由獨立電源供電，其終端已加以屏隔，並已裝設警告性告示。

---

---

---

---

(h) 接地

- (i) 所使用的接地棒的最小直徑為 12.5 毫米 (銅) 或 16 毫米 (鍍鋅或不銹鋼) 以符合守則 12C(2)(a) 及 (b)。
- (ii) 銅接地帶的截面積不少於 25 毫米 × 3 毫米以符合守則 12C(3)(a)。
- (iii) 銅接地板厚度不少於 3 毫米，而面積不超過 1200 毫米 × 1200 毫米以符合守則 12C(4)。
- (iv) 並無氣體／供水喉管作接地極之用以符合守則 12C(1)(b)。
- (v) 已在總接地終端所在處設置測試連桿。
- (vi) 使用的保護導線的最小尺寸必須符合表 11(1) 的規定。

---

---

---

---

---

---

	測試者／日期 (如不適用，請填“不適用” 或“N/A”)
(vii) ____ 平方毫米 (不小於 150 平方毫米銅等值) 的接駁導線，用作連接供電商變壓器的接地終端以符合守則 11G(b)。	_____
(viii) ____ 平方毫米 (不小於 150 平方毫米銅等值) 的接駁導線，用作連接供電商變壓器的接地終端以符合守則 11G(b)。	_____
(ix) ____ 平方毫米 (不小於 150 平方毫米銅等值) 的接駁導線，用作連接供電商地底電纜的外露非帶電金屬部分以符合守則 11G(b)。	_____
(x) 構成保護導體一部分的金屬線槽的接口處，已設置銅連桿以符合守則 14A。	_____
(xi) 所有軟導管皆已獨立設置保護導體以符合守則 11D(3)(b)。	_____
<b>(f) 避雷裝置</b>	
(i) 避雷網／引下線／接地體均接合良好以符合守則 26I 所列出的相關標準。	_____
(ii) 接合處及連接點在機械及電氣方面均屬妥善以符合守則 26I 所列出的相關標準。	_____
(iii) 提供總接地終端的連接裝置以符合守則 26I 所列出的相關標準。	_____
(iv) 提供測試接頭以符合守則 26I 所列出的相關標準。	_____
(v) 接地棒，若屬銅質，直徑最少為 12.5 毫米；若屬電鍍或不銹鋼，則直徑最少為 16 毫米以符合守則 12C(2)(a) 及 (b)。	_____

	測試者／日期 (如不適用，請填“不適用” 或“N/A”)
(vi) 銅接地帶，截面積不得少於 25 毫米 × 3 毫米以符合守則 12C(3)(a)。	_____
(vii) 銅接地板厚度不少於 3 毫米，而面積不超過 1200 毫米 × 1200 毫米以符合守則 12C(4)。	_____
(viii) 不得使用氣體喉管／水喉管作為接地極以符合守則 12C(1)(b)。	_____
(ix) 截斷與總接地終端的連接後，所量度得的接地終端網絡電阻不得超過 10 歐姆以符合守則 26I 所列出的相關標準。	_____
(x) 並無跡象顯示防雷系統會因侵蝕而變壞。	_____
(j) 高壓放電照明 (霓虹招牌)	
(i) _____ 安培控制開關掣裝有可拆除把手或關鎖設施以符合守則 26H(2)(b)。	_____
(ii) 已設置消防員開關掣，而“關”位置在上以符合守則 8B(4)(g)(ii)。	_____
(iii) 長度在 1 米以上，用以連接燈與變壓器的高壓電纜，已有金屬護套或裝甲。	_____
(iv) 用作高壓連接的導線，如屬裸露或只略作絕緣者，已用玻璃管保護。	_____
(k) 警告性告示及標誌	
(i) 電力分站及開關掣房已按照守則 17 放置警告性告示。	_____
(ii) 所有開關設備、配電箱及電力器具已適當加上標誌以符合守則 17。	_____

	測試者／日期 (如不適用，請填“不適用” 或“N/A”)
(iii) 所有開關設備、配電箱及電力器具已適當加上標誌以符合守則 4D(1)。	_____
(f) 電力裝置包含新舊顏色電線的警告性告示	
(i) 已按照守則 17 及附錄 18 設置警告性告示。	_____
(ii) 已按照附錄 18 在新電線近接駁處附近加上適當標籤，以識別單相電路的新舊顏色電線或導體。	_____
(iii) 已按照附錄 18 在新舊電線近接駁處附近加上適當標籤，以識別三相電路的新舊顏色電線或導體。	_____
(iv) 導體已按照守則 13D(2) 適當地識別。	_____

附註：註冊電業承辦商及註冊電業工程人員應確保其負責的固定電力裝置能符合《電力（線路）規例》工作守則的有關要求，而不是只在核對表內所表示的項目。

**核對表 5——高壓裝置核對項目**

(註：如屬低壓裝置／器具，請參閱本附錄其他核對表)

裝置地址： \_\_\_\_\_

測試者／日期  
(如不適用，請填“不適用”  
或“N/A”)

(a) 開關掣板及斷路器

- |  |       |
|--|-------|
| (i) 並無足以影響安全的可見損毀以符合守則 21A。                    | _____ |
| (ii) 已提供安全接觸途徑及適當間隙空間以符合守則 4E。                 | _____ |
| (iii) 完成的工程已正確記錄在記錄簿內以符合守則 4H(2)(d)。           | _____ |
| (iv) 已為每一斷路器及總開關掣裝設清楚易讀及耐用的識別標誌以符合守則 4D(1)。    | _____ |
| (v) 已展示最新的電路圖以符合守則 6A(b)。                      | _____ |
| (vi) 所有接觸得到的帶電部分均已用絕緣板或接地金屬件作屏障以符合守則 4C(2)(b)。 | _____ |
| (vii) 所有外露非帶電金屬部分已有效接地以符合守則 11D。               | _____ |
| (viii) 接地系統已有效連接以符合守則 12。                      | _____ |
| (ix) 已在主要接駁連接口展示警告性告示以符合守則 17B。                | _____ |
| (x) 所有保護器件均操作正常並已正確調校以符合守則 21B(9)。             | _____ |
| (xi) 閘門已設有掛鎖設施以符合守則 21C(c)。                    | _____ |

測試者／日期  
(如不適用，請填“不適用”  
或“N/A”)

- (xii) 已按情況根據有關的認可標準及製造商的建議進行維修測試，並備有測試報告(絕緣電阻測試、加壓測試、銅巴接點電阻測試、絕緣油的電介質強度測試等)以符合守則 21D(2)。
- \_\_\_\_\_
- (b) 主電纜
- (i) 並無足以影響安全的可見損毀以符合守則 21A。
- \_\_\_\_\_
- (ii) 已保護電纜免受機械性損毀，並有適當支承以符合守則 25C。
- \_\_\_\_\_
- (iii) 所有外露金屬部分，包括電纜裝甲，已有效接地以符合守則 11D。
- \_\_\_\_\_
- (iv) 已按情況根據有關的認可標準及製造商的建議進行維修測試，並備有測試報告(絕緣電阻測試、加壓測試等)以符合守則 21D(2)。
- \_\_\_\_\_
- (c) 變壓器／電動機
- (i) 並無足以影響安全的可見損毀以符合守則 21A。
- \_\_\_\_\_
- (ii) 所有接觸得到的帶電部分均已用絕緣板或接地金屬件作屏障以符合守則 4C(2)(b)。
- \_\_\_\_\_
- (iii) 已提供足夠通風設備，以避免溫度過高以符合守則 4F(3)。
- \_\_\_\_\_
- (iv) 已按情況根據有關的認可標準及製造商的建議進行維修測試，並備有測試報告(絕緣電阻測試、加壓測試、絕緣油的電介質強度測試等)以符合守則 21D(2)。
- \_\_\_\_\_

測試者／日期  
(如不適用，請填“不適用”  
或“N/A”)

(d) 接地

(i) 已在所有主要接地及接駁連接口裝設警告性告示“安全接地終端——切勿移去”及“SAFETY EARTH CONNECTION—DO NOT REMOVE”以符合守則 17B。

\_\_\_\_\_

(ii) 接地導體尺寸適當。

\_\_\_\_\_

(e) 直流電電池系統

(i) 電池系統的情況。

\_\_\_\_\_

(ii) 已量度每個蓄電池單位的電壓。

\_\_\_\_\_

(f) 操作及測試工具及器具

(i) 已提供適當的工具及器具，以作開關及隔離之用。

\_\_\_\_\_

(ii) 已提供適當的自行測試用高壓測試器，以確定器具已不帶電。

\_\_\_\_\_

附註：註冊電業承辦商及註冊電業工程人員應確保其負責的固定電力裝置能符合《電力（線路）規例》工作守則的有關要求，而不是只在核對表內所表示的項目。

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELOR207A 「執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養」

#### 評核指引

##### 1. 評核方式

如前所述，使用者可自行設計適合自身需要及教學對象的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 口試（例如模擬一工程項目的小組討論或面見，要求學員參與，設定評分標準）
- 筆試考核（設定筆試題目，考核學員的相關知識）
- 其他（例如實務演示、視像記錄等）

使用者在設計課程時，亦應評核學員對這些知識的掌握程度。使用者應自行設計適合自身需要及教學對象就實務技能的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 設立期中、期末的實務考試
- 模擬的實務技能工作項目
- 就每一次的實務技能練習進行評分
- 設立工作實習，在實際工作中進行評估

上述例子可混合使用。無論採用何種評核方式，使用者必需考慮本能力單元的教學內容既以技術知識為主，亦包括實務技能；且應顧及其資歷架構 2 級之水平。在設計評核方式時，應切合這些面向，包括能有效地測試學員對能力單元的內容的掌握。以此為邏輯，筆試會是較為主要的評核方式。

以下是以筆試作為評核模式的示範例子：

- 評核模式為：筆試

## 2. 評核方式設計範例

為檢視學員之學習進度是否有所增長，進而檢視教學成果，本指引建議在整個教學過程中，設兩次筆試評核，一次為期中考試（即持續評核）；另一次為期末考試。筆試之模式建議如下：

- 筆試內容為：多項選擇題
- 題目數量為：每次至少 10 題
- 使用者應準備試題庫，預先編撰足夠數量之試題，確保每次筆試時，題目不至過份重複；建議試題庫之題目數量應為實際考試題目數量之 4 倍

無論評核模式如何，試題內容應配合教學進度。此外，試題內容亦理應配合教學內容及本能力單元所涵蓋之知識範圍。

另外，為確保評核質素，使用者應定時檢討試題內容，視乎需要更新試題，以確保所考核之內容為該領域之最新知識，貼近業界現況；本指引建議培訓機構至少每一年進行一次試題檢討。

## 3. 評核項目與預定學習成效

設計評核方式時，應留意評核項目必需切合預期學習成效，確保兩者能充份配對。以本能力單元的預期學習成效及筆試的評核方式而言，兩者的配對如下：

評核項目	<u>預期學習成效一</u> 按預定的保養計劃， 對簡單低壓電力系統 及連帶裝置，執行定 期的檢查及保養工作	<u>預期學習成 效二</u> 能夠排除預 設裝置的故 障	<u>預期學習成效三</u> (如使用者自訂 其他預期學習成 效)
評核項目一 (例如：持續評 估——實務試 / 筆試等)	✓		✓
評核項目二 (例如：期末考 試——實務試)	✓	✓	✓
..... (如有更多評核 項目，可繼續延 伸下去)		✓	✓

#### 4. 評核試題範例

下頁是本指引所建議的評核方式（筆試）的試題範例樣本（附件 F-03），使用者可用作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的評核內容。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

附件 F-03

能力單元 EMELOR207A

「執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養」

評核試題範例樣本

評分準則建議：每答對一題得 1 分，視乎試卷的題目數量，以答對全部題目的 50%或以上為合格。

編號	試題	答案
Q1	並聯電容器不能提高以下哪一項？  A. 用電設備功率因數 B. 線路功率因數 C. 電壓品質 D. 供電設備出力	A
Q2	電能表屬於甚麼式測量儀錶？  A. 累積 B. 指針 C. 比較 D. 平衡電橋	A
Q3	人體阻抗由甚麼組成？  A. 電容和電感 B. 電阻和電容 C. 電阻和電感 D. 純電阻	B
Q4	電動機的機械特性是甚麼關係？  A. 轉速與電壓 B. 轉速與電流 C. 電壓與轉矩 D. 轉速與轉矩	D
Q5	從工作原理上看，電能表屬於甚麼系儀錶？  A. 感應 B. 電磁 C. 電動 D. 磁電	A

編號	試題	答案
Q6	由公共低壓配電網配電的照明負荷，多少安培(Ampere)以上應採用三相四線配電？  A. 100 A B. 20 A C. 50 A D. 30 A	D
Q7	電流錶的量程應當按工作電流的甚麼倍數左右選取？  A. 2 倍 B. 1.5 倍 C. 2.5 倍 D. 1 倍	B
Q8	工作絕緣是甚麼？  A. 可觸及的導體與帶電體之間的絕緣 B. 帶電體與地之間的絕緣 C. 保證設備正常工作所需的絕緣 D. 不可觸及的導體與可觸及的導體之間的絕緣	C
Q9	懷疑電動機定子繞組存在接地故障時，應在退出運行後使用甚麼儀器進行測量判斷？  A. 萬用表及電橋 B. 電流錶 C. 電壓表 D. 兆歐表	D
Q10	高靈敏度電流型漏電保護裝置是指額定漏電動作電流多少毫安 mA 及以下的漏電保護裝置？  A. 10 mA B. 30 mA C. 6 mA D. 15 mA	B

編號	試題	答案
Q11	隔離開關在合閘狀態時，正確的安裝方位是操作手柄的甚麼方向？  A. 左 B. 下 C. 上 D. 右	C
Q12	當電線線路較長時，宜按甚麼確定導線截面？  A. 允許電流 B. 機械強度 C. 允許電壓損失 D. 經濟電流密度	C
Q13	就對被測電路的影響而言，電壓表的內阻應是甚麼？  A. 愈小越好 B. 愈大越好 C. 大小均可 D. 適中為好	B
Q14	用萬用表 100V 檔測量 80V 的電壓，該萬用表滿刻度值為 500V，則指標指示值為多少？  A. 500V B. 80V C. 400V D. 100V	C
Q15	絕緣材料的絕緣強度高是指甚麼？  A. 機械強度高 B. 耐老化性能好 C. 耐受的電場強度高 D. 耐熱性能好	C

編號	試題	答案
Q16	<p>以下那項屬於低壓掣櫃檢查要求？</p> <p>(1) 檢查相序、相色。 (2) 檢查配電、控制、保護、聯鎖和計量回路的接線鬆緊以及固定。 (3) 對照圖紙檢查端子編號。 (4) 檢查計量表具零位和量程。 (5) 檢查保護整定值範圍。</p> <p>A. (1), (2), (3), (4) B. (1), (2), (3), (5) C. (1), (2), (4), (5) D. 以上皆是</p>	D
Q17	<p>以下那個不是低壓掣櫃緊固要求？</p> <p>A. 緊固配電回路接線。 B. 緊固控制、保護、聯鎖和計量回路接線。 C. 緊固圖紙。 D. 緊固低壓掣櫃及其所安裝低壓電器固定。</p>	C
Q18	<p>每一保護導體，包括用作等電位接駁的所有導體及任何非電氣裝置金屬部分，皆應作連續性測試。進行測試時，應在總線的位置把中性及保護導體互相連接，然後使用連續性試驗器在每一用電位的地線與中性線之間進行檢驗，該處所顯示的讀數應接近多少？</p> <p>A. 10 B. 4 C. 1 D. 0</p>	D
Q19	<p>註冊電業承辦商有責任備置及保存有關記錄，適當載明他本人及其僱員曾進行的所有電力工程，這些記錄須保存最少年期？</p> <p>A. 1 年 B. 2 年 C. 5 年 D. 10 年</p>	C

編號	試題	答案
Q20	根據 IEC 60439 開關設備的內部間隔排列形式，有多少種常見種類？  A. 1 B. 2 C. 4 D. 8	C

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELOR306A

#### 「維修電機設備系統的控制及起動電路」

### 教學指引

#### 1. 預期學習成效

依據本單元之能力單元指引，本單元課程之預期學習成效應為讓學員：

- 能夠按照電路元件的耗損或損壞情況，修理及保養各類電機設備的控制、保護及起動電路
- 能夠按照圖則，執行各類電機設備的控制、保護及起動電路的電氣及操作測試

上述乃本能力單元的預期學習成效，如使用者在設計課程時會整合「專業處理」內的所有能力單元，則除本能力單元的預期學習成效外，亦應設定「專業處理」的綜合預定學習成效，相關指引可見《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的相關部份。

使用者亦可視自身需要，調整預期學習成效。

#### 2. 建議教學對象

由於本能力單元對教學對象並無特別前設，因此本指引建議教學對象同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第3部份所列之要求。

#### 3. 導師資歷建議

導師資歷同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第4部份。

#### 4. 教學模式及時數

此能力單元以教授維修電機設備系統的控制及起動電路為授課重心，技術知識及實務技能兼備，但基於「專業處理」的傾向，可能較為偏向理論知識方面的授課模式。使用者可視乎課程設計、學員的水準等因素，決定課堂面授所佔的課時比例。另外，如若本能力單元涉及實務練習，使用者應確保導師及其他教學人員的人手足以監督學員安全地進行練習。綜合上述所言，本指引建議教學模式如下：

- 建議教學模式為：課堂面授
- 能力單元總學習時數為：90 小時
- 課堂面授與學員自學時間的比例建議為： 1:2 - 2:1
- 建議面授時數為： 30 - 60 小時
- 建議自學時數為：30 - 60 小時
- 建議評核時數：4 小時（包含於面授時數之內）
- 建議師生比例上限為：1: 20 - 1:30

如依照上述設計，此能力單元的學習時數可設計如下：

建議學習時數			總學習時數	資歷學分
面授時數	自學時數	評核時數 (包含於面授時數之內)		
40	50	4	90	9

上述模式為建議；使用者可就收生條件、導師資歷、導師意見等各項因素，調整各項比例至切合實際情況之合理水平。

除上述的建議安排外，使用者亦可視自身條件及需要，調整教學模式。例如使用者如為公司或晚間培訓機構，則可考慮將課程設計為非全日制，雖然整體培訓日數可能會延長，卻能方便教學對象修讀課程。設若使用者能安排全日制上課，而教學對象亦能配合，則可考慮設計全日制課程，有助縮短整體課程日數。

使用者亦可視教學對象的條件及背景，調整教學時數的分配。例如若學員的程度較為初級，則可考慮增加面授時數，並減少自學時數；若學員程度較高，則可考慮減少面授時數，增加自學時數。惟使用者如希望增加自學時數，應該注意實務練習相對地較難以自學的方式進行；如在設計本能力單元課程時較為偏重實務練習的話，則應該避免過多的自學時數；或要設計能夠進行自學的課程

內容，作為彌補。

**指引重點：**

課堂面授及實習、面授與自學時數比例、教學模式等可視乎需要調整。

## 5. 教學地點及設備要求

本能力單元兼備技術知識及實務技能，授課模式主要為課堂面授、實務教授及練習，因此本指引建議教學地點及設備之基本要求如下：

- 實務技能課室面積以能容納所有師生及器材而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

如若只涉及教授理論知識，則教學地點應具備以下條件：

- 配備一般講課設備（如白板及粗體筆、投影機、投影螢幕、電腦、擴音系統、椅子、桌子等）之課室
- 課室面積以能容納所有師生而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

若受限於資源或空間，使用者可在設計課程時，將理論知識部分和實務技能部分安排於不同之課室進行；惟本指引建議使用者安排兩個部分之上課地點為同一課室，而課室之設備及條件又能同時滿足兩個部分之需求為佳，以便導師在上課時可以直接配之實物進行講解，提高教學成效。

**指引重點：**

課室應配備基本講課設備，並足以提供師生舒適的空間。

本能力單元之建議教學物資如下：

物資名稱	數量	備註
電動機	足夠講解、練習及考核之用	使用者應視乎課程設計，準備足夠之左述物資，以供導師授課講解、學員於課堂練習以及實務考試之用
電動機的相關量度工具	足夠講解、練習及考核之用	
基本電工物料	足夠講解、練習及考核之用	
電工工具	足夠講解、練習及考核之用	

## 6. 面授及自學時數安排

使用者應自行設計及決定每一節課堂或培訓時段的時數，以此安排面授時數、自學時數、以及每個時段內所教授的課題。以下是一個課時安排的例子：

	課堂或培訓時段	面授時數	自學時數
	第 1 節	4	5
	第 2 節	4	5
	第 3 節	4	5
	第 4 節	4	5
	第 5 節	4	5
	第 6 節	4	5
	第 7 節	4	5
	第 8 節	4	5
	第 9 節	4	5
	第 10 節	4	5
總計		40	50

## 7. 學習活動、自學活動安排

學習活動指使用者應該在課堂面授時段進行的教學活動。

由於使用者來自不同背景，培訓的目的及設計不可能相同，因此本指引不會規定學習活動內容，使用者需自行設計適合的學習活動。以下是一些建議及例子：

一般而言，可行的學習活動包括但不限於：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析
- 設計模擬個案分析
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所
- 邀請嘉賓進行專門講解

無論使用者是培訓機構或是行內企業，皆可考慮設計上述學習活動。以下在設計本能力單元的學習活動時可參考的活動例子：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析  
（例如抽取使用者過往的工程個案，要求學員進行分析）
- 設計模擬個案分析  
（例如設計模擬工程項目，要求學員就項目內容分析是否符合專業要求）
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所  
（例如在實際工作場所中進行實習）
- 邀請嘉賓進行專門講解

（例如邀請曾監管工程的資深專業人員分享經驗）

自學活動應該限於學員能夠獨自於家中安全進行的學習活動。

使用者應自行設計自學活動的安排，如有需要亦應為自學活動編製教材。以下是自學活動的例子：

- 溫習教學筆記
- 閱覽補充資料、參考資料
- 於指定網站瀏覽補充資料、參考資料、專業指引等
- 一些簡單習作，例如工作紙、不納入評核計分的問題集；形式可參考「評核指引」及試題樣本
- 觀看一些關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

以本能力單元而言，自學活動建議（但不限於）如下：

- 溫習教學筆記
- 閱覽於「教學資料範例」所列的參考資料；以及「綜合指引」第7部份所涵蓋的專業指引、法例資料等
- 閱覽機電工程署於網上刊登及出版的相關刊物
- 供電商於網上刊登及出版的相關刊物
- 參考「評核指引」及試題樣本製作的問題習作
- 觀看關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELOR306A

#### 「維修電機設備系統的控制及起動電路」

#### 教學資料範例

##### 1. 能力單元說明

本能力單元之授課範圍理應如資歷架構秘書處所編撰之「EMELOR306A 維修電機設備系統的控制及起動電路」能力單元說明內所定；請參閱下頁的能力單元說明（附件 G-01）。

能力單元說明雖然劃定了教學範圍，但使用者亦可視乎自身需要進行一定的調整。例如若使用者是公司，希望以教材套為藍本設計在職培訓現職的員工，則可調整教學範圍至適合其公司自身的面向，包括所採用的工程規格、圖則、術語、裝置、器材工具、分工結構、員工的溝通方式等等，使設計更切合其公司的工作需求。設若使用者是教學組織，並未有特定某一確切職位的在職培訓，則可制定較為廣闊的教學範圍，不必重點針對某一系統的知識。

本能力單元之教學順序可跟從其能力單元說明之順序，但如使用者認為有需要，亦可更改順序至合適的狀況。

附件 G-01

「EMELOR306A 維修電機設備系統的控制及起動電路」能力單元說明

1. 名稱	維修電機設備系統的控制及起動電路
2. 編號	EMELOR306A
3. 應用範圍	於掣櫃或控制箱內，根據電機系統控制、保護及起動電路圖則，並能檢測電路元件的耗損或損壞情況，執行修理及保養電路元件工作。
4. 級別	3
5. 學分	9
6. 能力	<p style="text-align: center;"><u>表現要求</u></p> <p>6.1 電機控制電路的操作、修理及保養知識</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 明白各類單相和三相電機設備控制、保護及起動電路的工作原理</li> <li>◆ 掌握電機設備的控制、保護及起動電路圖則，例如： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 電機設備的操作控制、保護及起動電路圖</li> <li>• 控制櫃內的元件配置及佈線圖</li> </ul> </li> <li>◆ 掌握電機設備的控制、保護及起動電路元件的修理及保養方法</li> </ul> <p>6.2 執行電機設備控制電路的修理及保養方法和程序</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 根據電機設備的控制、保護及起動電路的電路元件的耗損或損壞情況，執行修理及保養工作，包括：檢驗、測試、清理、修改、更換、調校等</li> <li>◆ 執行維修後的電路電氣及操作測試</li> </ul> <p>6.3 電機設備控制及起動電路的專業處理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 能遵照電力（線路）規例工作守則，安全地修理及保養各類電機設備的控制、保護及起動電路</li> </ul>
7. 評核指引	<p>此能力單元的綜合成效要求為：</p> <p>(i) 能夠按照電路元件的耗損或損壞情況，修理及保養各類電機設備的控制、保護及起動電路；及</p> <p>(ii) 能夠按照圖則，執行各類電機設備的控制、保護及起動電路的電氣及操作測試。</p>
8. 備註	

## 2. 教學材料

依據本指引之教學設計，本單元之面授課堂時數與學員自學時數之比例為 1:2 – 2:1，視乎使用者的課程設計，學員可能會有較多時間進行自學。因此，除教學筆記外，使用者亦可加入其他教學材料，讓教材更為豐富，以下是該等材料的可能例子：

- 示範錄像
- 模擬的工作圖則
- 相關的規例及工作守則
- 網上的公開資料
- 實物教具或其圖片

以下所列之參考資料乃為教學一方所設，其程度之深及範圍之廣未必切合本能力單元所需，培訓機構若要以下列資料為基礎編撰教材，應配合教學對象之條件及本能力單元之涵蓋範圍作出調整，並需留意版權問題。部分參考資料可能未有中文譯本，培訓機構如以該等資料為基礎編撰教材，應將其內容轉譯為中文，以切合教學對象之程度。

本能力單元之建議參考資料如下：

1. 《電力（線路）規例工作守則》（必須為最新版本），可於機電工程署網站免費下載，此指引編寫時之最新版本為 2015 年版
2. 《初級維修電工技術》。機械工業出版社。
3. 《低壓掣櫃》。港九電器工程電業器材職工會。
4. 《電力裝置實用手冊——第三版》。2007。陳樹輝。萬里機構。
5. 《電源電路設計要領》。陳連春。建興出版社。
6. 《初級維修電工技術》。機械工業出版社。
7. 《實用維修電工手冊》。上海科學技術出版社。

### 3. 教學筆記範例

下頁是一份教學筆記範例（附件 G-02）的樣本，使用者在編撰教材時可作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的教材。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

### 4. 教材內容與應用

本指引建議教學內容應該盡量配合預定培訓工種的工作內容，本能力單元的教材在內容上亦應該能配合應用於預定培訓工種的工作內容，以本能力單元的教學內容而言，以下是其中一種應用方式的例子：

- ◆ 使電工 / 電氣打磨裝配工 / 電氣佈線工 / 控制板裝配工 / 電纜接駁技工 / 機電業技術員 / 機電維修員 / 機電工程科文 / 管工 / 監督員 / 機電工程科文 / 管工等工種人員，在進行工程工作時，能夠於掣櫃或控制箱內，根據電機系統控制、保護及起動電路圖則，並能檢測電路元件的耗損或損壞情況，執行修理及保養電路元件工作。

使用者應該設計適合自身需要的應用方式，但以本能力單元而言，以下關鍵課題必需涵蓋：

- ◇ 電氣控制保護
- ◇ 電氣控制電路圖
- ◇ 電器元件的圖形符號
- ◇ 電動機控制電路的排除故障
- ◇ 電壓測量法
- ◇ 電阻測量法

## 附件 G-02

### 能力單元 EMELOR306A 「維修電機設備系統的控制及起動電路」

#### 教學筆記範例樣本

## 1. 電機控制電路的操作、修理及保養知識

### 電氣控制保護

電氣控制系統除了能滿足生產機械加工業要求外，還要保證設備長期、安全、可靠和無故障地運行。但生產機械設備在工作時，電動機在運行過程中，電動機很難避免有電氣短路、過載、過電流等事故發生；但供電系統也不可避免會出現停電或電壓突然過低等現象，電氣控制能自動切斷電源停止運轉，以防止電氣設備和機械設備的損壞事故。

合適而可靠的電氣控制保護電路能夠保護電動機在發生上述事故時能在特定時間內停止運行。

### 短路保護

當電動機繞組和導線的絕緣損壞，或者控制電器及線路損壞發生故障時，線路將出現短路現象，產生強大短路電流，使電動機、電器元件，導線等電氣設備嚴重損壞。因此，當發生電路短路故障時，保護電器必須立即動作，迅速切斷電源。但這種保護不應受啟動電流而動作。常用的短路保護電器元件是前述的熔斷器(Fuse)和微斷路(MCB)。

### 過載保護

過載是指電動機的運行電流大於其額定電流。當電動機負載過大，起動操作頻繁或缺相運行時，會使電動機的運行電流長時間超過其額定電流，電動機繞組過熱，溫升超過允許值，導致電動機的絕緣損壞。因此，當電動機過載時，保護電器應動作切斷電源，使電動機停止運行，避免電動機造成損壞。保護電動機過載較常採用是熱繼電器。有關熱繼電器說明，參考前述的章節。

常用的超載保護電器是熱繼電器。當電動機的工作電流等於額定電流時，熱繼電器不動作，電動機正常工作，當電動機短時超載或超載電流較小時，熱繼電器不動作，或經過較長時間才動作，當電動機超載電流較大時，串接在主電路中的熱元件會在較短時間內發熱彎曲，使串接在控制電路中的常閉觸點斷開，先後切斷控制電路和主電路的電源，使電動機停轉。

### 欠壓保護

當電網電壓(端電壓)突然降低時，電動機便在欠壓下運行。由於電動機載荷沒有改變，所以欠壓下電動機的轉矩會下降，定子繞組中的電流會增加。因為電流增加的幅度尚不足以使熔斷器和熱繼電器動作。如不採取保護措施，時間一長將會使電動機過熱損壞。另外，欠壓將引起一些電器釋放，使電路不能正常工作，也可能導致人身傷害和設備損壞事故。

因此，應避免電動機在欠壓下運行。實現欠壓保護的電器是接觸器和電壓繼電器。只有少數控制系統才裝設有電壓繼電器，由於接觸器已兼有欠壓功能，所以不必再加設電壓繼電器。一般當端電壓突然降低到額定電壓的 85% 以下時，接觸器線圈吸力減小到小於復位彈簧的拉力，動鐵心被迫釋放，其主觸點和自鎖觸點同時斷開，切斷主電路和控制電路電源，使電動機停止運轉。

### 失壓保護

失壓保護又稱零壓保護。生產機械在工作時，由於某種原因電源電壓突然消失，電動機停止運轉，生產機械的運動部件也隨之而停止運轉。當電源電壓恢復正常時，電動機便會自行起動運轉，很可能造成人身傷害和設備損壞事故，因此，必須採取失壓保護措施。

在電氣控制線路中，採用接觸器作失壓保護電器。當電源電壓消失時，接觸器線圈的電流消失，電磁吸力減少，動鐵心釋放，觸點反復位，切斷主電路和控制電路電源。

當電源電壓恢復正常，操作人員若不重新按下起動按鈕，則電動機就不會自行起動，實現了失壓保護。

### 過流保護

為了限制電動機的起動或制動電流，在直流電動機的電樞繞組中或在繞線式交流感應電動機的轉子繞組中要串入附加的限流電阻。如果在起動或制動時，附加電阻被短接，將會造成很大的起動或制動電流，使電動機或機械設備損毀。因此，對直流電動機或繞線式交流感應電動機常常採用過流保護。

過流保護常用電磁式過電流繼電器來實現。當電動機過流值達到電流繼電器的動作設定值時，繼電器動作，使串接在電路中的常閉觸點斷開切斷控制電路，電動機隨之脫離電源停止運轉，達到了過流保護的目的。

### 失磁保護

直流電動機必須在磁場有一定強度下才能起動正常運轉。若在起動時，電動機的勵磁電流太小，產生的磁場太弱，將會使電動機的起動電流很大；若電動機在正常運轉過程中，磁場突然減弱或消失，電動機的轉速會迅速升高，甚至發生「飛車」。因此，在直流電動機的電氣控制線路中要採取失磁保護。失磁保護是在電動機勵磁迴路中串入失磁繼電器（即是欠電流繼電器）來實現。在電動機起動運行過程中，當勵磁電流值達到失磁繼電器的動作值時，繼電器就吸合，使串接在控制電路中的常開觸點閉合，允許電動機起動或維持正常運轉；但當勵磁電流減小很多或消失時，失磁繼電器就釋放，其常觸點斷開，切斷控制電路，接觸器線圈失電，接觸器釋放，電動機便斷電停止運轉。

### 電動機控制原則

生產機械的電氣控制線路都是根據生產工業過程的控制要求設計的，而生產工業過程必然伴着一些物理量的變化，如行程、時間、速度、電流等。這就需要某些電器能準確地測量和反映這些物理量的變化，並根據這些物理量的變化對電動機實現自動控制。電動機控制的一般原則有行程控制原則、時間控制原則、速度控制原則和電流控制原則。

### 1. 行程控制原則

根據生產機械運動部件的行程或位置，利用位置開關控制電動機的工作狀態稱為行程控制原則。行程控制原則是生產機械電氣自動化中應用最多和作用原理最簡單的一種方式。

### 2. 時間控制原則

利用時間繼電器按一定時間間隔來控制電動機的工作狀態稱為時間控制原則，如電動機的減壓起動、制動及變速過程中，利用時間繼電器按一定的時間間隔改變線路的接線方式，以自動完成電動機的各种控制要求。在這裡，換接時間的控制信號由時間繼電器發出，換接時間的長短則根據生產工業要求或者電動機的起動、制動及變速過程的持續時間來設定時間繼電器的動作時間。如星-角減壓起動控制線路就是按時間原則來控制的。

### 3. 速度控制原則

根據電動機的速度變化，利用速度繼電器等電器來控制電動機的工作狀態稱為速度控制原則。反映速度變化的電器有多種。直接測量速度的電器有速度繼電器、小型測速發電機。間接測量電動機速度分兩類：對用於直流電動機用其感應電動勢來反映，通過電壓繼電器來控制；對於繞線式交流感應電動機可用轉子頻率反映，通過頻率繼電器來控制。反接制動控制線路就是利用速度繼電器來進行速度控制的。

### 4. 電流控制原則

按電流原則組成的電動機控制電路，就是當電動機的電流發生變化時，利用電流繼電器來控制電動機的運行狀態。

在生產自動控制過程中，根據生產需要，常常要參照負載或機械力的大小來進行控制。機械負載或機械力在感應電動機中或直流他激電動機中往往與電流成正比，因此測量電流值，就能反映負載或機械力的大小。

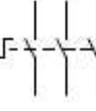
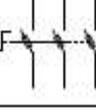
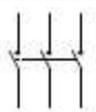
電流控制原則主要用於串勵電動機與繞線轉子感應電動機的分級啟動、制動，並作為電路的過電流或欠電流保護。所應用的電器元件主要是電流繼電器，由它所構成的電路連鎖較複雜，受各種參數的影響較大，可靠性也較差。

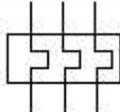
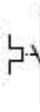
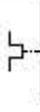
## 電氣控制電路圖中有關電器元件的圖形符號(Symbols)

在香港，機電工程署的電力(線路)規例工作守則中；附錄 8 - 電氣圖表的，主要應用在固定電力裝置，而有關電氣控制方面，香港業界為了規範工程的標準，每

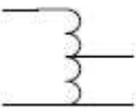
個工程項目的規格書中會定明採用電器圖形符號的標準。本課程所採用的電器符號是參照中國國家標準規定的電器圖形符號，而中國國家標準和 IEC 標準是相同，也是香港業界較常採用的其中一種，如下表所示。

表 2-1 常用電器元件圖形及文字符號

類別	名稱	圖形符號	文字符號
斷路器	三極微型斷路器 / 三極模製外殼斷路器		MCB / MCCB
開關	三極隔離開關		QS
開關	三極熔斷開關		QF
熔斷器	熔斷器		FU
電氣連接	中性連接端子		NK
接觸器	線圈		KM
接觸器	常開主觸點		KM
接觸器	常開輔助觸點		KM
接觸器	常閉輔助觸點		KM
繼電器	線圈		KA

繼電器	常開觸點		KA
繼電器	常閉觸點		KA
積熱過載繼電器	熱元件		FR
	常開觸點		FR
	常閉觸點		FR
通電延時 時間繼電器 (ON Delay)	通電延時 線圈		KT
	延合瞬斷 常開觸點		KT
	延斷瞬合 常閉觸點		KT
	瞬動常開觸點		KT
	瞬動常閉觸點		KT

斷電延時 時間繼電器 (OFF Delay)	斷電延時 線圈		KT
	瞬斷延合 常閉觸點		KT
斷電延時 時間繼電器 (OFF Delay)	瞬合延斷 常開觸點		KT
按鈕	常開按鈕		SB
	常閉按鈕		SB
	複合按鈕		SB
按鈕	急停按鈕(自鎖式)		SB
選擇掣	旋鈕開關		SA
指示燈	指示燈		L
限位開關	常開按鈕		SQ
限位開關	常閉按鈕		SQ

限位開關	複合按鈕		SQ
電動機	三相感應電動機		M
電動機	三相繞線轉子感應 電動機		M
變壓器	自耦式變壓器		Tx

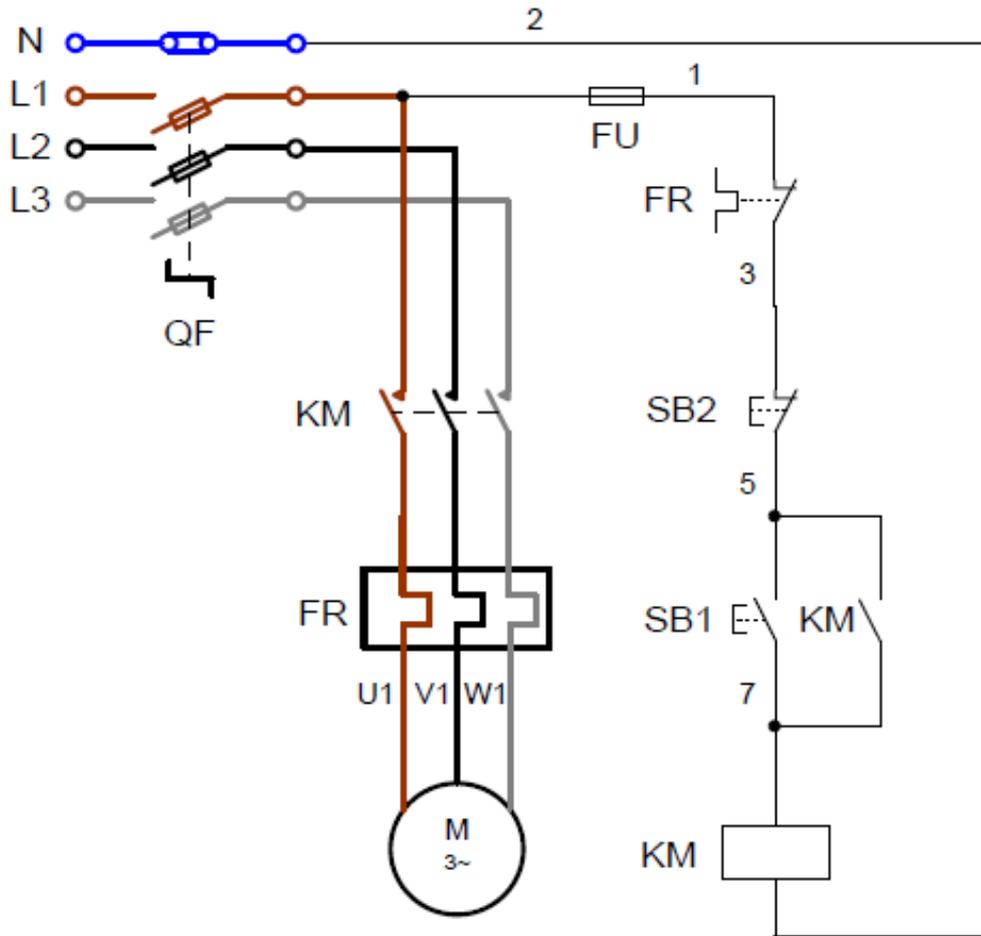
### 電氣控制電路圖的繪製方法及原則

電氣控制電路圖一般分為電氣控制電路原理圖(Schematic Diagram)和電氣控制電路佈線圖(Wiring Diagram)兩類。

- 電氣控制電路原理圖(Schematic Diagram)

為了規範和有效地解讀電氣控制電路原理圖，在繪製和解讀電氣控制電路原理圖時一般應遵循以下原則：

- 電氣控制電路原理圖分為兩個部份：主電路和輔助電路。
- 主電路是指受力的動力裝置及控制、保護電器的支路等，它是由主熔斷開關、接觸器的主觸點、熱繼電器的熱元件以及電動機組成。主電路通過的電流是電動機的工作電流，電流一般較大。主電路一般要求劃在電路圖左側並垂直繪製。
- 控制電路是整個控制電氣電路中除主電路以外的電路，其流過的電流比較少。它是由主令電器(按鈕等)的觸點、接觸器的線圈及輔助觸點、繼電器的線圈及觸點、熱繼電器的觸點和指示燈等電器元件組成。輔助電路應垂直繪製在電路圖的右側。
- 控制電路中所有電器元件應按工作順序排列，並須要繪劃在兩條電源母線之間。按照垂直順序繪圖原則，控制電路中的耗能元件應劃在電路圖的下方，而電器的觸點要求繪劃在耗能元件的上方。其佈置應順序從上而下，從左至右排列。如下圖所示。



電氣控制電路原理圖

此外也可以採用水平順序繪圖原則，那麼控制電路中的耗能元件便會劃在電路圖的右方，而電器的觸點將會繪劃在耗能元件的左方。其佈置應順序從左至右，從自上而下排列。如下圖所示。

在電路圖中，所有連接線能顯示電器元件與電路的功能和動作順序。因此，電業工程人員便能了解整個電氣控制系統的操作原理。並對電業工程人員進行排除故障時非常有用。

在電路原理圖中，各電器的觸點位置都按電路未通電或電器未受外力作用的常態繪製。

在電路原理圖中，所有電器元件不應劃實際外形圖，而是按照香港電機工程業界一般原則規定的電器圖形符號。所有圖形符號必須要有清楚註解說明圖表 (LEGEND)。

在電路原理圖中，各個電器元件在控制電路中的位置，應根據前述的順序原則安排，當同一電器元件的不同部件(如接觸器、繼電器的線圈、觸點)分散在不同位置時，為了表示是同一電器元件，要在電器元件的不同外標注同一文字符號。對於同類的多個電器元件，要在文字符號後面加數字序號來區別，如兩個接觸器，可用 KM1、KM2 文字來區別。

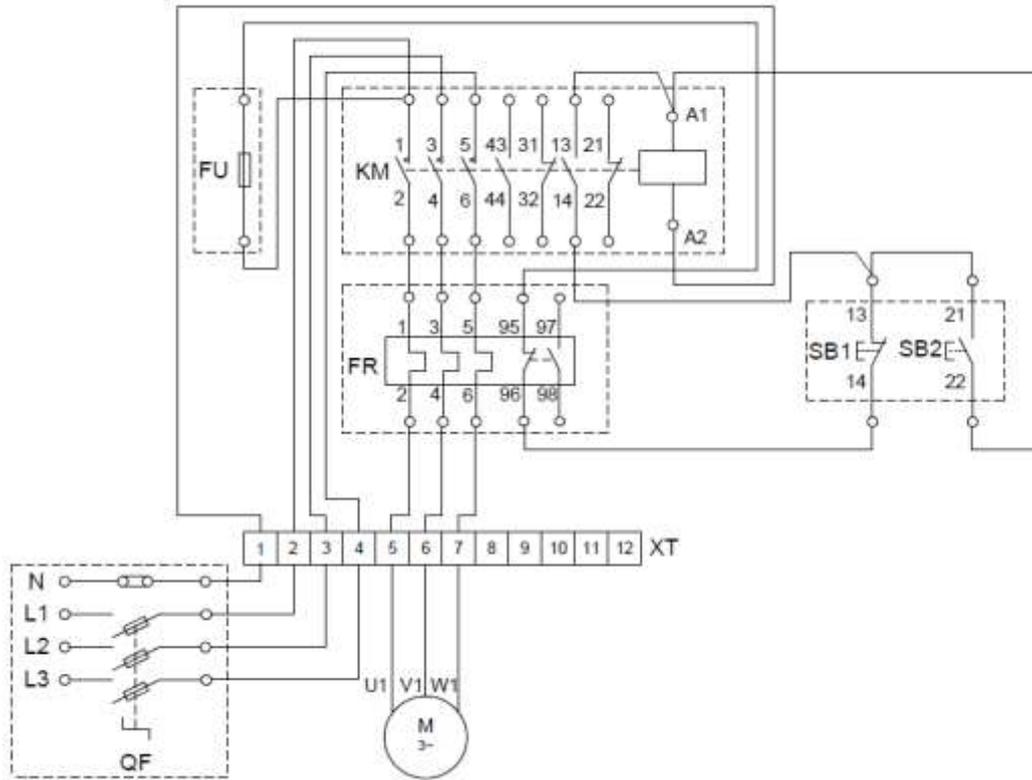
迴路標號，每經過一個電氣元件，都用一個阿拉伯數字表示。標示的數字稱之為迴路標號。一般情況下，控制電路用奇數 1、3、5……和偶數 2、4、6……表示不同支路各個連接點；在主電路中各電器元件的 L11、L12……，L21、L22……，L31、L32……，表示主電路中各電器元件的不同連接點。對安裝與維修時十分有用。

為了方便電業工程人員進行排除故障，按照香港電機工程業界一般原則，在電路圖中，所有連接各個電器元件接線端子的導線還須要加標記編號套管(“珠子”)。在繪製電路圖時，應盡可能減少線條數量和避免線條交叉。對於直接有電聯系的交叉導線連接點，在導線交叉劃上實心小黑圓點表示。而沒有直接有電聯系的交叉導線則不能劃上實心小黑圓點。

- **電氣控制電路佈線圖(Wiring Diagram)**

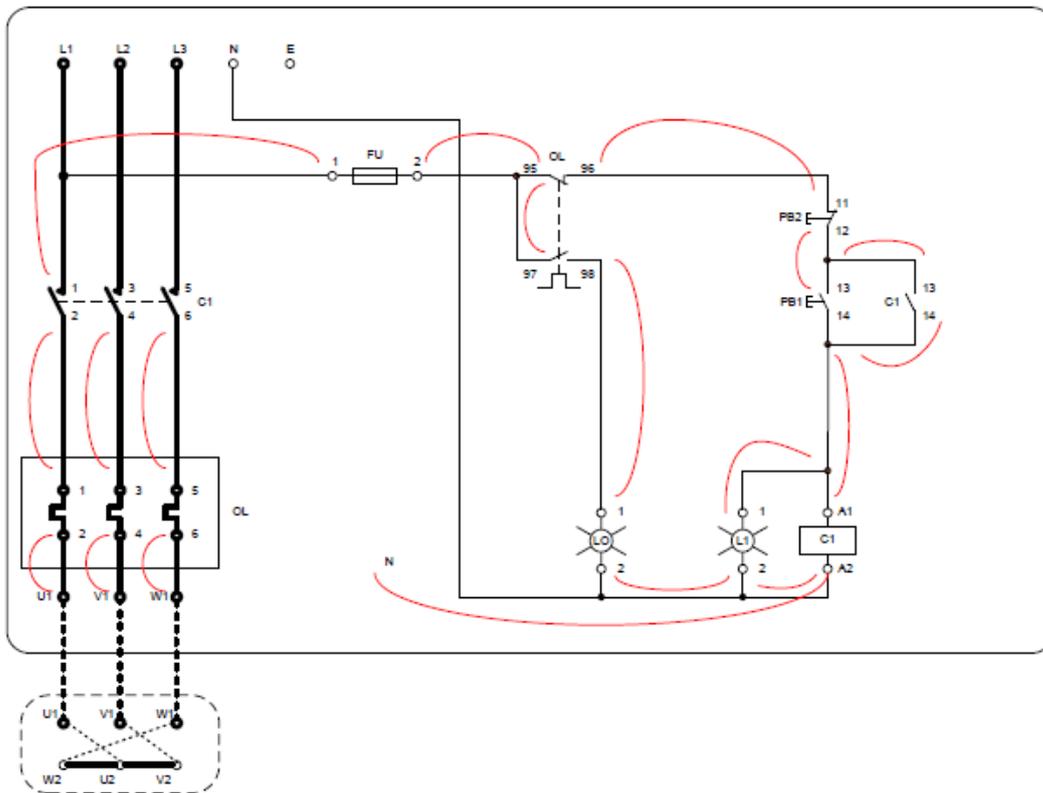
電氣控制電路佈線圖(Wiring Diagram)是按照電器元件的實際位置和實際接線繪製，是表示各電器元件和整套裝置之間的連接關係，是安裝電器元件、接線、線路檢查和維修的依據。根據最合理電器元件佈置和連接導線以最經濟的原則來安排。

電氣控制電路佈線圖用來表明生產機械的各電器設備、元件之間的接線關係，並標示出所需的數據，如接線端子編號、連接線編號等，如圖 2-2 所示。因此電業工程人員便能一致性進行安裝電器元件和連接導線，也方便進行檢查和維修。

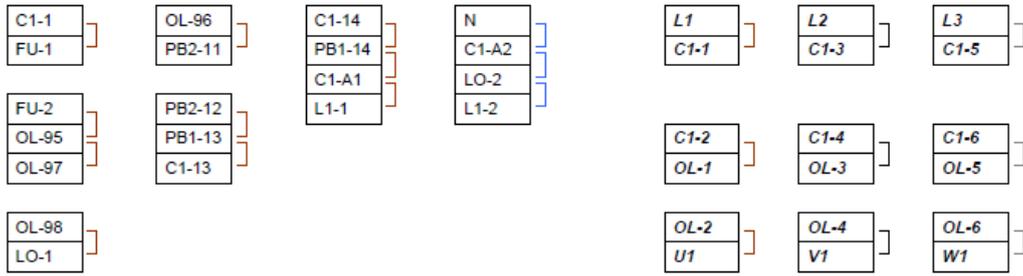


氣控制電路佈線圖

為了生產一致，佈線圖和佈線表供給電業工程人員進行安裝及佈線。

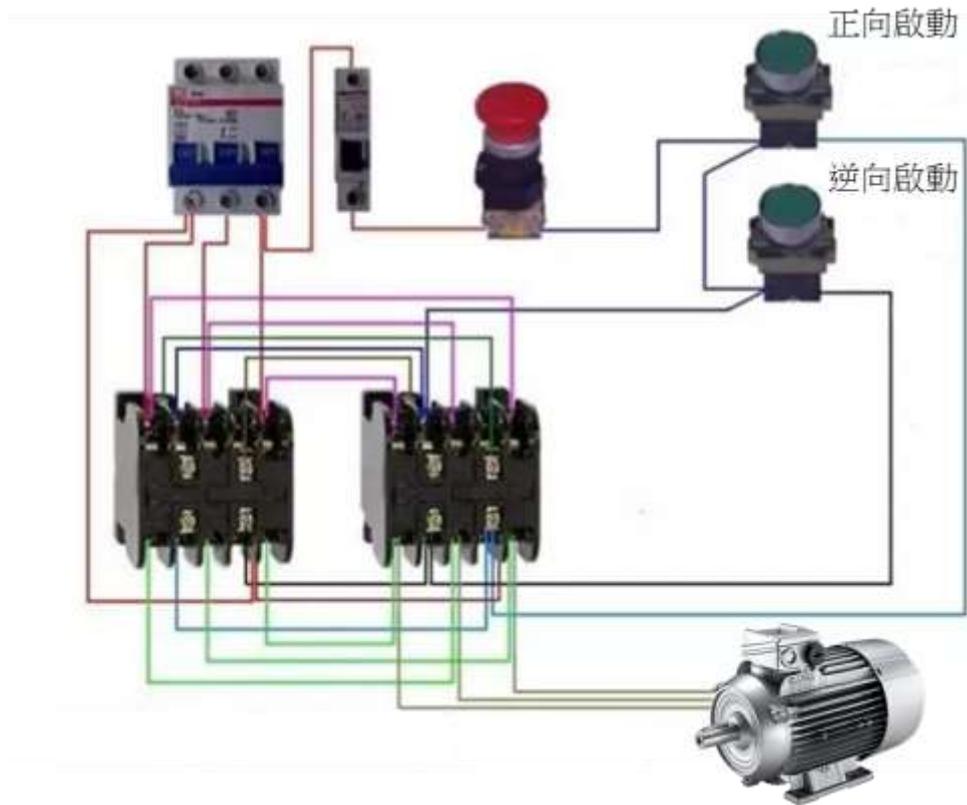


佈線圖



佈線表

### 三相電正反轉接線圖



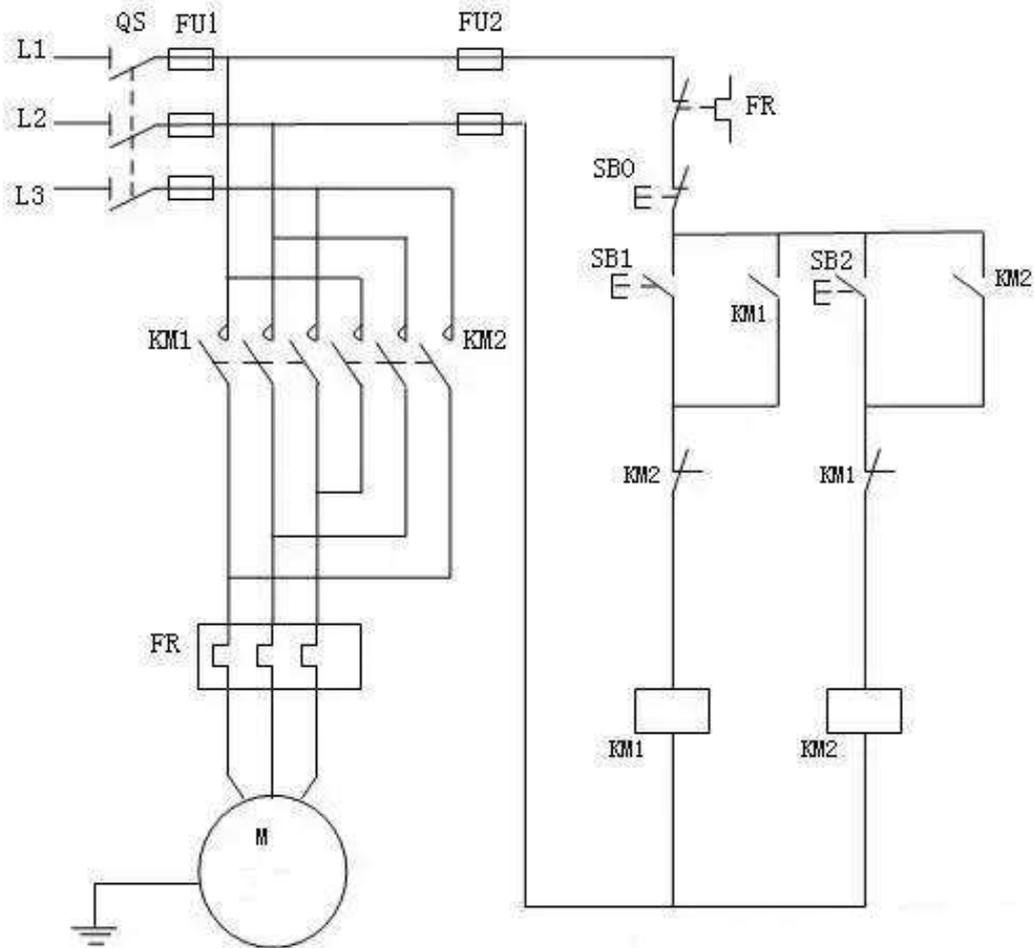
電機要實現正反轉控制，將其電源的相序中任意兩相對調即可（我們稱為換相），通常是 V 相不變，將 U 相與 W 相對調節器，為了保證兩個接觸器動作時能夠可靠調換電動機的相序，接線時應使接觸器的上口接線保持一致，在接觸器的下口調相。由於將兩相相序對調，故須確保二個 KM 線圈不能同時得電，否則會發生嚴重的相間短路故障，因此必須採取聯鎖。

電機要實現正反轉控制，將其電源的相序中任意兩相對調即可（我們稱為換相），通常是 V 相不變，將 U 相與 W 相對調節器，為了保證兩個接觸器動作時能夠可靠調換電動機的相序，接線時應使接觸器的上口接線保持一致，在接觸器的下口調相。

由於將兩相相序對調，故須確保二個 KM 線圈不能同時得電，否則會發生嚴重的相間短路故障，因此必須採取聯鎖。

為安全起見，常採用按鈕聯鎖（機械）與接觸器聯鎖（電氣）的雙重聯鎖正反轉控制線路（如下圖所示）；使用了按鈕聯鎖，即使同時按下正反轉按鈕，調相用的兩接觸器也不可能同時得電，機械上避免了相間短路。

另外，由於應用的接觸器聯鎖，所以只要其中一個接觸器得電，其長閉觸點就不會閉合，這樣在機械、電氣雙重聯鎖的應用下，電機的供電系統不可能相間短路，有效地保護了電機，同時也避免在調相時相間短路造成事故，燒壞接觸器。



### 三相異步電動機正反轉控制原理圖正向啟動過程

按下起動按鈕 SB2，接觸器 KM1 線圈通電，與 SB1 並聯的 KM1 的輔助常開觸點閉合，以保證 KM1 線圈持續通電，串聯在電動機迴路中的 KM1 的主觸點持續閉合，電動機連續正向運轉。

### 三相異步電動機正反轉控制原理圖停止過程

按下停止按鈕 SB1，接觸器 KM1 線圈斷電，與 SB2 並聯的 KM1 的輔助觸點斷開，以保證 KM1 線圈持續失電，串聯在電動機迴路中的 KM1 的主觸點持續斷開，切斷電動機定子電源，電動機停轉。

三相異步電動機接觸器聯鎖的正反轉控制的電氣原理圖，為了保證一個接觸器得電動作時，另一個接觸器不能得電動作，以避免電源的相間短路，就在正轉控制電路中串接了反轉接觸器 KM2 的常閉輔助觸頭，而在反轉控制電路中串接了正轉接觸器 KM1 的常閉輔助觸頭。當接觸器 KM1 得電動作時，串在反轉控制電路中的 KM1 的常閉觸頭分斷，切斷了反轉控制電路，保證了 KM1 主觸頭閉合時，KM2 的主觸頭不能閉合。同樣，當接觸器 KM2 得電動作時，KM2 的常閉觸頭分斷，切斷了正轉控制電路，可靠地避免了兩相電源短路事故的發生。

聯鎖（或互鎖）：在一個接觸器得電動作時，通過其常閉輔助觸頭使另一個接觸器不能得電動作的作用叫聯鎖（或互鎖）。實現聯鎖作用的常閉觸頭稱為聯鎖觸頭（或互鎖觸頭）。

三相異步電動機接觸器聯鎖的正反轉控制的優點：工作安全可靠。

缺點：操作不便。因電動機從正轉變為反轉時，必須先按下停止按鈕後，才能按反轉啟動按鈕，否則由於接觸器的聯鎖作用，不能實現反轉。為克服此線路的不足，可採用按鈕聯鎖或按鈕和接觸器雙重聯鎖的正反轉控制線路。

## 電動機控制電路的排除故障

正確分析和妥善處理一般機械設備控制電路中出現的故障，首先要檢查出產生故障的部位和原因，然後依照正確的檢修步驟及方法進行排除故障。

### ● 一般電氣故障的檢修步驟

#### 1. 故障檢查

檢修前要進行故障調查。當機械設備發生故障後，首先應向操作者了解故障發生前後的狀況，再根據控制电路的工作原理來分析發生故障的原因。切勿未經排除故障就再通電給系統。進行故障檢查，首先進行全面目視檢查，檢查各電器元件有否受到損毀、短路或接地等故障所導致的燒焦或不正常的徵狀。

#### 2. 電氣分析

參考該機械設備的電氣原理圖進行分析，初步判斷故障產生的部位，逐步縮小故障範圍，直至找到故障點並加以排除。

#### 3. 斷電檢查

檢查前須先關掉機械設備總電源並鎖上斷路器或開關掣及張貼警告告示，然後根據故障可能產生的部位，逐步找出故障點。檢查時應先檢查電源線輸入處有否損傷而引起電源接地、短路等現象，熱繼電器是否動作，然後檢查電器外部有無損壞，連接導線有無斷路、鬆動，絕緣有否過熱或燒焦。

#### 4. 通電檢查

斷電檢查仍未找到故障時，而肯定沒有電路接地、短路等情況，可作通電檢查。通電檢查法是指機械設備當發生電氣故障後，根據故障的性質，在條件允許的情況下，通電檢查故障發生的部位和原因。在通電檢查時，必須配上合適的個人防護裝備，並且要遵守安全操作規程，不得隨意觸動帶電部分。

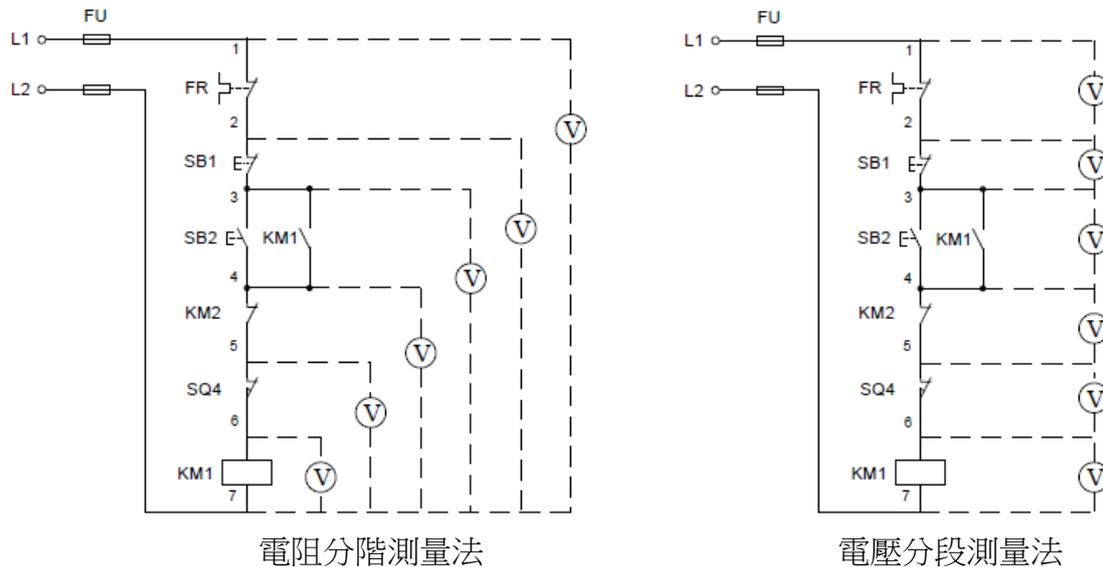
## 電壓測量法

檢查時將萬用錶擋的位元開關轉到交流電壓 500V（視乎系統的控制電路電壓而定）。

### ● 電壓分階測量法

電壓的分階測量法（元件端子對回路電壓），如下圖所示。

檢查時，首先用萬用錶測量 1 和 7 兩點間的電壓，然後按住起動按鈕 SB2 不鬆開，此時將「黑」錶棒接到 7 號線上，「紅」錶棒按 2、3、4、5、6 標號依次測量，若電路電壓為 380V。分別測量 7-2、7-3、7-4、7-5、7-6 各階之間的電壓。電路正常的情况下，各階的電壓值均為 380V，假如測到 7-6 無電壓，則說明行程開關 SQ 的常閉觸點(5-6)斷路。



### ● 電壓分段測量法

電壓的分段測量法(元件端子對端子電壓)，如上圖所示。

檢查時先用萬用錶測試 1、7 兩點之間，電壓值為 380V，說明電源電壓正常。電壓的分段測試法是將「紅」、「黑」兩根錶棒逐段測量相鄰兩標點 1-2、2-3、3-4、4-5、5-6、6-7 間的電壓。

如電路正常，按 SB2 後，除 6-7 兩點間的電壓為 380V 外，其他任何相鄰兩點間的電壓值均為零。

在按下起動按鈕 SB2，接觸器 KM1 不能吸合，說明發生了斷路故障，此時可用電壓表逐段測試各相鄰兩點間的電壓；如測量到某相鄰兩點間的電壓為 380V 時，說明這兩點間有斷路故障。

## 電阻測量法

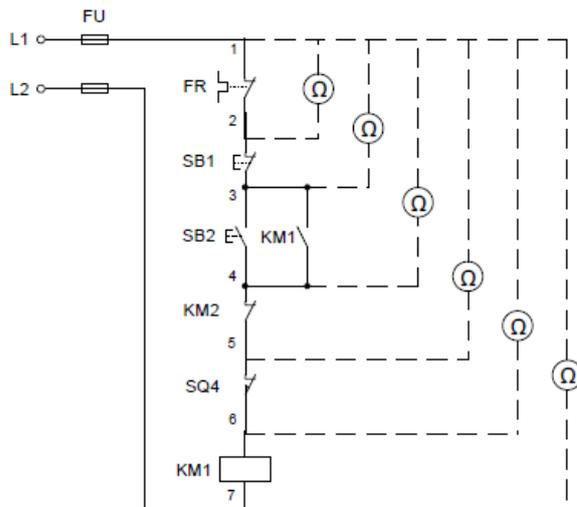
### ● 電阻分階測量法

電阻分階測量法，如上圖所示。按下起動按鈕 SB2，接觸器 KM1 不能吸合，則該回路有斷路故障。

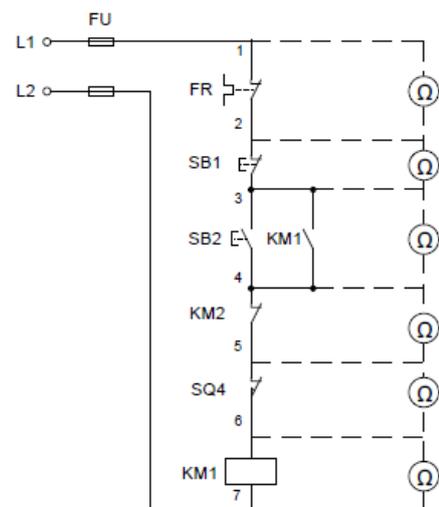
用萬用錶的電阻擋檢測前應先斷開電源，然後按下 SB2 不放，先測量 1-7 兩點間的電阻，如電阻值為無窮大，說明 1-7 之間的電路斷路；然後分階測量 1-2、1-3、1-4、1-5、1-6 各點間的電阻值。若電路正常，則該兩點間的電阻值為「0」；當測量到某標號間的電阻值為無限大，則說明錶棒剛跨過的元件端子或連接導線斷路。

### ● 電阻分段測量法

電阻分段測量法，如下圖所示。檢查時先切斷電源，按下起動按鈕 SB2，然後依次逐段測量相鄰兩標號點 1-2、2-3、3-4、4-5、5-6 間的觸頭或連接導線。當測得 2-3 兩點間電阻為無窮大時，說明停止按鈕 SB1 或連接 SB1 的導線斷路。



電阻分階測量法



電阻分段測量法

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMELOR306A

#### 「維修電機設備系統的控制及起動電路」

### 評核指引

#### 1. 評核方式

如前所述，使用者可自行設計適合自身需要及教學對象的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 口試（例如模擬一工程項目的小組討論或面見，要求學員參與，設定評分標準）
- 筆試考核（設定筆試題目，考核學員的相關知識）
- 其他（例如實務演示、視像記錄等）

使用者在設計課程時，亦應評核學員對這些知識的掌握程度。使用者應自行設計適合自身需要及教學對象就實務技能的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 設立期中、期末的實務考試
- 模擬的實務技能工作項目
- 就每一次的實務技能練習進行評分
- 設立工作實習，在實際工作中進行評估

上述例子可混合使用。無論採用何種評核方式，使用者必需考慮本能力單元的教學內容既以技術知識為主，亦包括實務技能；且應顧及其資歷架構3級之水平。在設計評核方式時，應切合這些面向，包括能有效地測試學員對能力單元的內容的掌握。以此為邏輯，筆試會是較為主要的評核方式。

以下是以筆試作為評核模式的示範例子：

- 評核模式為：筆試

## 2. 評核方式設計範例

為檢視學員之學習進度是否有所增長，進而檢視教學成果，本指引建議在整個教學過程中，設兩次筆試評核，一次為期中考試（即持續評核）；另一次為期末考試。筆試之模式建議如下：

- 筆試內容為：短答題
- 題目數量為：每次至少 5 題
- 使用者應準備試題庫，預先編撰足夠數量之試題，確保每次筆試時，題目不至過份重複；建議試題庫之題目數量應為實際考試題目數量之 4 倍

無論評核模式如何，試題內容應配合教學進度。此外，試題內容亦理應配合教學內容及本能力單元所涵蓋之知識範圍。

另外，為確保評核質素，使用者應定時檢討試題內容，視乎需要更新試題，以確保所考核之內容為該領域之最新知識，貼近業界現況；本指引建議培訓機構至少每一年進行一次試題檢討。

### 3. 評核項目與預定學習成效

設計評核方式時，應留意評核項目必需切合預期學習成效，確保兩者能充份配對。以本能力單元的預期學習成效及筆試的評核方式而言，兩者的配對如下：

評核項目	<u>預期學習成效一</u> 能夠按照電路元件的耗損或損壞情況，修理及保養各類電機設備的控制、保護及起動電路	<u>預期學習成效二</u> 能夠按照圖則，執行各類電機設備的控制、保護及起動電路的電氣及操作測試	<u>預期學習成效三</u> (如使用者自訂其他預期學習成效)
評核項目一 (例如：持續評估——實務試 / 筆試等)	✓		✓
評核項目二 (例如：期末考試——實務試)	✓	✓	✓
..... (如有更多評核項目，可繼續延伸下去)		✓	✓

### 4. 評核試題範例

下頁是本指引所建議的評核方式（筆試）的試題範例樣本（附件 G-03），使用者可用作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的評核內容。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

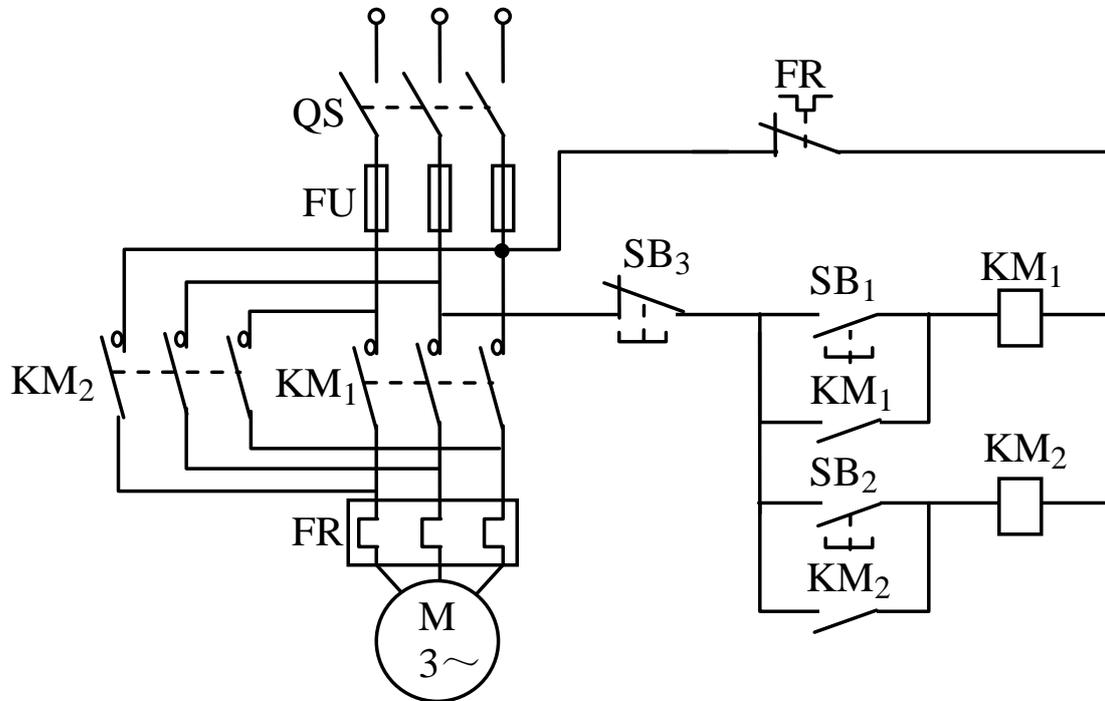
另外，本能力單元同樣出現於《低壓裝置安裝及保養維修（實務技能）（三級）》之中，由於兩者的面向不同，評核設計理應有所不同。為了令到使用者有更完整的理解，本指引收錄了本能力單元於「實務技能」中所建議的實務試題範例樣本（附件 G-04），以供使用者參考。

附件 G-03

能力單元 EMELOR306A 「維修電機設備系統的控制及起動電路」

評核試題範例樣本

評分準則建議：以取得全部題目的分數的 50%或以上為合格。



請參考上圖電路，並回答以下問題：

1. 請說明該如何觸發正向起動過程，使電動機連續正向運轉？（10分）
2. 請說明該如何觸發切斷電動機定子電源，電動機停轉的停止過程？（10分）
3. 請說明該如何觸發反向起動過程，使電動機連續反向運轉？（10分）
4. 請說明在上圖控制電路中，如何進行帶電氣聯鎖的正反轉控制電路？（10分）
5. 請說明在上圖控制電路中，電動機轉向時存在甚麼問題？（10分）
6. 請說明在上圖控制電路中，如果同時按下 SB1 和 SB2，有甚麼需要特別注（10分）

參考答案：

編號	答案	評分標準
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 按下起動按鈕 SB1</li> <li>● 接觸器 KM1 線圈通電，與 SB1 並聯的 KM1 的輔助常開觸點閉合以保證 KM1 線圈持續通電</li> <li>● 串聯在電動機回路中的 KM1 的主觸點持續閉合</li> <li>● 電動機連續正向運轉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 完全正確 (10 分)</li> <li>● 三項正確 (7.5 分)</li> <li>● 兩項正確 (5 分)</li> <li>● 一項正確 (2.5 分)</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 按下停止按鈕 SB3</li> <li>● 接觸器 KMI 線圈斷電，</li> <li>● 與 SBI 並聯的 KM1 的輔助觸點斷開，以保證 KMI 線圈持續失電，</li> <li>● 串聯在電動機回路中的 KMI 的主觸點持續斷開，切斷電動機定子電源，電動機停轉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 完全正確 (10 分)</li> <li>● 三項正確 (7.5 分)</li> <li>● 兩項正確 (5 分)</li> <li>● 一項正確 (2.5 分)</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 按下起動按鈕 SB2，</li> <li>● 接觸器 KM2 線圈通電，</li> <li>● 與 SB2 並聯的 KM2 的輔助常開觸點閉合，以保證 KM2 線圈持續通電，</li> <li>● 串聯在電動機回路中的 KM2 的主觸點持續閉合，電動機連續反向運轉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 完全正確 (10 分)</li> <li>● 三項正確 (7.5 分)</li> <li>● 兩項正確 (5 分)</li> <li>● 一項正確 (2.5 分)</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 將接觸器 KM1 的輔助常閉觸點串入 KM2 的線圈回路中，</li> <li>● 保證在 KMI 線圈通電時 KM2 線圈回路總是斷開的；</li> <li>● 將接觸器 KM2 的輔助常閉觸點串入 KM1 的線圈回路中，</li> <li>● 保證在 KM2 線圈通電時 KMI 線圈回路總是斷開的</li> <li>● 接觸器的輔助常閉觸點 KMI 和 KM2 保證了兩個接觸器線圈不能同時通電，</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 完全正確 (10 分)</li> <li>● 四項正確 (8 分)</li> <li>● 三項正確 (6 分)</li> <li>● 兩項正確 (4 分)</li> <li>● 一項正確 (2 分)</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電路在具體操作時，若電動機處於正轉狀態要反轉時必須先按停止按鈕 SB3，</li> <li>● 使聯鎖觸點 KMI 閉合後</li> <li>● 按下反轉起動按鈕 SB2 才能使電動機反轉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 完全正確 (10 分)</li> <li>● 四項正確 (8 分)</li> <li>● 三項正確 (6 分)</li> <li>● 兩項正確 (4 分)</li> <li>● 一項正確 (2 分)</li> </ul>

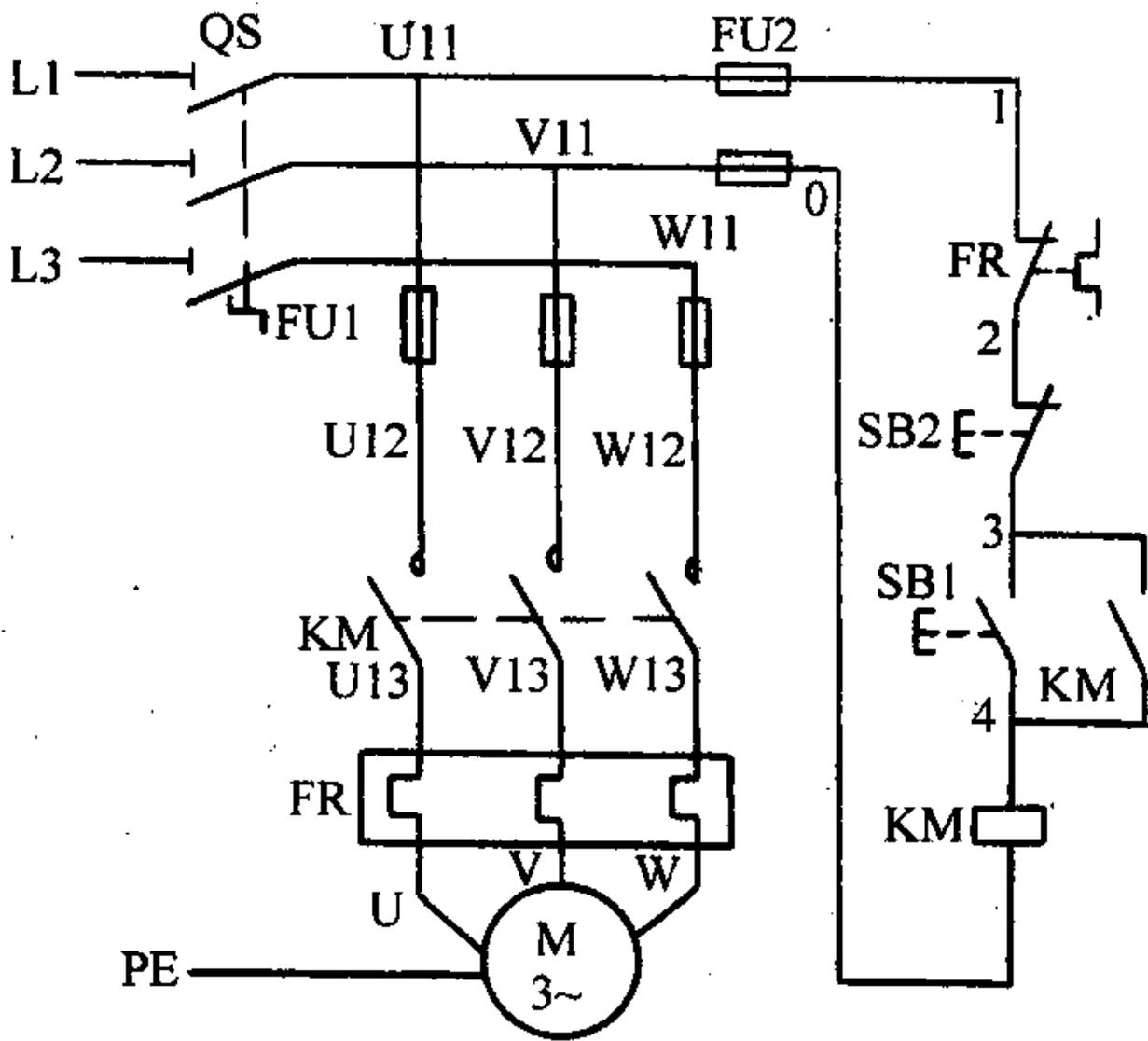
	<ul style="list-style-type: none"><li>● 若電動機處於反轉狀態要正轉時必須先按停止按鈕 SB3，</li><li>● 使聯鎖觸點 KM2 閉合後按下正轉起動按鈕 SB1 才能使電動機正轉</li></ul>	
6	<ul style="list-style-type: none"><li>● KM1 和 KM2 線圈不能同時通電，</li><li>● 因此不能同時按下 SB1 和 SB2，</li><li>● 也不能在電動機正轉時按下反轉起動按鈕，</li><li>● 或在電動機反轉時按下正轉起動按鈕。</li><li>● 如果操作錯誤，將引起主回路電源短路</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 完全正確 (10 分)</li><li>● 四項正確 (8 分)</li><li>● 三項正確 (6 分)</li><li>● 兩項正確 (4 分)</li><li>● 一項正確 (2 分)</li></ul>

#### 附件 G-04

#### 能力單元 EMELOR306A 「維修電機設備系統的控制及起動電路」 評核試題範例（實務技能）樣本

實務題工作要求：

1. 請選擇適當儀器，在 3 小時內自行維修實習電路；
2. 實習電路沒有指定完成的次序，學員可根據材料及配件供應情況，分別完成有關要求的電路即可；
3. 根據下頁的電路圖工作原理，自行測試有關接駁電路的結果是否與原設計相同；
4. 完成後由導師評分。



測試要求：

對照三相電動機連續控制線路圖，用萬用表 R×100 電阻擋測量電路，完成下表：

測試狀態	測量點	電阻值	測量結果
按下 SB1 不放	0-4		
	0-3		
	0-2		
	0-1		
壓下 KM 觸點 不放	0-4		
	0-3		
	0-2		
	0-1		
測量 結論	A 板_____（填能或否）實現三相籠型非同步電動機連續控制，即合上 QS 後，按下 SB1，KM_____，電動機 M_____。		

三相電動機連續控制線路檢測表

評分標準：

評核項目	序號	百分比%	已達要求	尚未達要求
			超過 50% 表現達致要求	少於 50% 表現達致要求
選用儀器	1	15	選用適當儀器	未選用適當儀器
維修步驟	2	30	按步驟進行	偏離步驟進行
維修安全意識	3	15	維修時注意安全	未有注意安全
排除故障技巧	4	20	正確適當儀器排除故障	錯誤使用儀器排除故障
工藝	5	20	接駁之電路電線整齊	接駁之電路電線雜亂無章

設備、材料、工具及場地建議

- 以下是本試題樣本所需要的設備、材料及工具列表
- 使用者應就每次考核的學員人數而準備足夠數量的物資
- 考核場地的要與實務教學場地的要求相同，然而使用者應考慮是否安排學員分批進行考核；或是於一次考核中安排多位導員擔任評核員，以使每位學員得到充足且公平的觀察及評價

材料:	儀器	工具
電線 襯管（外牙軟喉咀） 迫母 接駁套管 杯臣及梳結喉管接駁 螺絲 無牙梳結 電工絕緣膠布 1.1kW 三相電動機 繼電器 過載繼電器 延時時間繼電器 切換開關 端子 指示燈 電線 接觸器 保險絲 開關按鈕	萬用錶 絕緣電阻錶 交流電流鉗錶	穿線帶 拉尺 螺絲批 電纜剪 開線鉗 斜剪鉗 平咀鉗 尖咀鉗 電工鎚銼 鐵鋸 金屬銼 手提電鑽

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMCUOR309A

#### 「維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障」

### 教學指引

#### 1. 預期學習成效

依據本單元之能力單元指引，本單元課程之預期學習成效應為讓學員：

- 能夠根據故障徵兆，在合理時間內找出一個柴油引擎控制及保護設備的故障
- 能夠根據故障徵兆，在合理時間內找出一個發電機控制及保護設備的故障
- 能夠有效處理及移除柴油引擎及發電機的控制及保護設備的故障
- 能夠編寫簡單維修報告

上述乃本能力單元的預期學習成效，如使用者在設計課程時會整合「專業處理」內的所有能力單元，則除本能力單元的預期學習成效外，亦應設定「專業處理」的綜合預定學習成效，相關指引可見《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的相關部份。

使用者亦可視自身需要，調整預期學習成效。

#### 2. 建議教學對象

由於本能力單元對教學對象並無特別前設，因此本指引建議教學對象同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第3部份所列之要求。

#### 3. 導師資歷建議

導師資歷同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第4部份。

#### 4. 教學模式及時數

此能力單元以教授維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備為授課重心，技術知識及實務技能兼備，但基於「專業處理」的傾向，可能較為偏向理論知識方面的授課模式。使用者可視乎課程設計、學員的水準等因素，決定課堂面授所佔的課時比例。另外，如若本能力單元涉及實務練習，使用者應確保導師及其他教學人員的人手足以監督學員安全地進行練習。綜合上述所言，本指引建議教學模式如下：

- 建議教學模式為：課堂面授
- 能力單元總學習時數為：90 小時
- 課堂面授與學員自學時間的比例建議為： 1:2 - 2:1
- 建議面授時數為： 30 - 60 小時
- 建議自學時數為：30 - 60 小時
- 建議評核時數：4 小時（包含於面授時數之內）
- 建議師生比例上限為：1: 20 - 1:30

如依照上述設計，此能力單元的學習時數可設計如下：

建議學習時數			總學習時數	資歷學分
面授時數	自學時數	評核時數 (包含於面授時數之內)		
45	45	4	90	9

上述模式為建議；使用者可就收生條件、導師資歷、導師意見等各項因素，調整各項比例至切合實際情況之合理水平。

除上述的建議安排外，使用者亦可視自身條件及需要，調整教學模式。例如使用者如為公司或晚間培訓機構，則可考慮將課程設計為非全日制，雖然整體培訓日數可能會延長，卻能方便教學對象修讀課程。設若使用者能安排全日制上課，而教學對象亦能配合，則可考慮設計全日制課程，有助縮短整體課程日數。

使用者亦可視教學對象的條件及背景，調整教學時數的分配。例如若學員的程度較為初級，則可考慮增加面授時數，並減少自學時數；若學員程度較高，則可考慮減少面授時數，增加自學時數。惟使用者如希望增加自學時數，應該注意實務練習相對地較難以自學的方式進行；如在設計本能力單元課程時較為偏重實務練習的話，則應該避免過多的自學時數；或要設計能夠進行自學的課程

內容，作為彌補。

**指引重點：**

課堂面授及實習、面授與自學時數比例、教學模式等可視乎需要調整。

## 5. 教學地點及設備要求

本能力單元兼備技術知識及實務技能，授課模式主要為課堂面授、實務教授及練習，因此本指引建議教學地點及設備之基本要求如下：

- 實務技能課室面積以能容納所有師生及器材而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

如若只涉及教授理論知識，則教學地點應具備以下條件：

- 配備一般講課設備（如白板及粗體筆、投影機、投影螢幕、電腦、擴音系統、椅子、桌子等）之課室
- 課室面積以能容納所有師生而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

若受限於資源或空間，使用者可在設計課程時，將理論知識部分和實務技能部分安排於不同之課室進行；惟本指引建議使用者安排兩個部分之上課地點為同一課室，而課室之設備及條件又能同時滿足兩個部分之需求為佳，以便導師在上課時可以直接配之實物進行講解，提高教學成效。

**指引重點：**

課室應配備基本講課設備，並足以提供師生舒適的空間。

本能力單元之建議教學物資如下：

物資名稱	數量	備註
柴油引擎及發電機	足夠講解、練習及考核之用	使用者應視乎課程設計，準備足夠之左述物資，以供導師授課講解、學員於課堂練習以及實務考試之用
相關量度工具	足夠講解、練習及考核之用	
基本電工物料	足夠講解、練習及考核之用	
電工工具	足夠講解、練習及考核之用	

## 6. 面授及自學時數安排

使用者應自行設計及決定每一節課堂或培訓時段的時數，以此安排面授時數、自學時數、以及每個時段內所教授的課題。以下是一個課時安排的例子：

	課堂或培訓時段	面授時數	自學時數
	第 1 節	4	4
	第 2 節	4	4
	第 3 節	4	4
	第 4 節	4	4
	第 5 節	4	4
	第 6 節	4	4
	第 7 節	4	4
	第 8 節	4	4
	第 9 節	4	4
	第 10 節	4	4
	第 11 節	5	5
總計		45	45

## 7. 學習活動、自學活動安排

學習活動指使用者應該在課堂面授時段進行的教學活動。

由於使用者來自不同背景，培訓的目的及設計不可能相同，因此本指引不會規定學習活動內容，使用者需自行設計適合的學習活動。以下是一些建議及例子：

一般而言，可行的學習活動包括但不限於：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析
- 設計模擬個案分析
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所
- 邀請嘉賓進行專門講解

無論使用者是培訓機構或是行內企業，皆可考慮設計上述學習活動。以下在設計本能力單元的學習活動時可參考的活動例子：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析  
（例如抽取使用者過往的工程個案，要求學員進行分析）
- 設計模擬個案分析  
（例如設計模擬工程項目，要求學員就項目內容分析是否符合專業要求）
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所  
（例如在實際工作場所中進行實習）
- 邀請嘉賓進行專門講解

（例如邀請曾監管工程的資深專業人員分享經驗）

自學活動應該限於學員能夠獨自於家中安全進行的學習活動。

使用者應自行設計自學活動的安排，如有需要亦應為自學活動編製教材。以下是自學活動的例子：

- 溫習教學筆記
- 閱覽補充資料、參考資料
- 於指定網站瀏覽補充資料、參考資料、專業指引等
- 一些簡單習作，例如工作紙、不納入評核計分的問題集；形式可參考「評核指引」及試題樣本
- 觀看一些關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

以本能力單元而言，自學活動建議（但不限於）如下：

- 溫習教學筆記
- 閱覽於「教學資料範例」所列的參考資料；以及「綜合指引」第7部份所涵蓋的專業指引、法例資料等
- 閱覽機電工程署於網上刊登及出版的相關刊物
- 供電商於網上刊登及出版的相關刊物
- 參考「評核指引」及試題樣本製作的問題習作
- 觀看關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMCUOR309A

#### 「維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障」

### 教學資料範例

#### 1. 能力單元說明

本能力單元之授課範圍理應如資歷架構秘書處所編撰之「EMCUOR309A 維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障」能力單元說明內所定；請參閱下頁的能力單元說明（附件 H-01）。

能力單元說明雖然劃定了教學範圍，但使用者亦可視乎自身需要進行一定的調整。例如若使用者是公司，希望以教材套為藍本設計在職培訓現職的員工，則可調整教學範圍至適合其公司自身的面向，包括所採用的工程規格、圖則、術語、裝置、器材工具、分工結構、員工的溝通方式等等，使設計更切合其公司的工作需求。設若使用者是教學組織，並未有特定某一確切職位的在職培訓，則可制定較為廣闊的教學範圍，不必重點針對某一系統的知識。

本能力單元之教學順序可跟從其能力單元說明之順序，但如使用者認為有需要，亦可更改順序至合適的狀況。

附件 H-01

「EMCUOR309A」維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障」能力單元說明

1. 名稱	維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障
2. 編號	EMCUOR309A
3. 應用範圍	於維修站或外勤地點，維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障。
4. 級別	3
5. 學分	9
6. 能力	<p style="text-align: center;"><u>表現要求</u></p> <p>6.1 柴油引擎及發電機的控制及保護設備之構成及工作原理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 明白柴油引擎及發電機的控制及保護設備的構成及工作原理</li> </ul> <p>6.2 尋找及修理柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 維修柴油引擎及發電機的控制設備之故障 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 根據故障徵兆及運用對柴油引擎及發電機的控制設備工作原理之理解，根查控制設備，包括以下各項，以找出故障根源： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 柴油引擎調速控制裝置</li> <li>• 發電機磁場控制電路及設備</li> <li>• 發電機負載調節系統及控制電路</li> <li>• 輔助發電機控制電路</li> <li>• 電池組控制電路</li> <li>• 斷路器及繼電器</li> </ul> </li> <li>• 在找出故障設備或元件後，修理故障</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 維修柴油引擎及發電機保護裝置的故障             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 維修柴油引擎及發電機的保護裝置，包括以下設備：                 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 引擎及發電機超速保護電路裝置</li> <li>• 引擎過熱警告裝置</li> <li>• 水溫錶</li> <li>• 發電機過載保護裝置</li> </ul> </li> <li>• 量度發電機輸出數據</li> <li>• 在找出故障設備及元件後，修理故障</li> </ul> </li> </ul> <p>6.3 維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備的專業處理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 根據安全指引和實務守則，從事柴油引擎及發電機的控制及保護設備的維修工作</li> <li>◆ 能按柴油引擎及發電機的控制及保護設備部件損耗情況，編寫簡單維修報告</li> </ul>
7. 評核指引	<p>此能力單元的綜合成效要求為：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) 能夠根據故障徵兆，在合理時間內找出一個柴油引擎控制及保護設備的故障；</li> <li>(ii) 能夠根據故障徵兆，在合理時間內找出一個發電機控制及保護設備的故障；</li> <li>(iii) 能夠有效處理及移除柴油引擎及發電機的控制及保護設備的故障；及</li> <li>(iv) 能夠編寫簡單維修報告。</li> </ul>
8. 備註	<p>此能力單元適合培訓機電工程有關柴油發電機的工作人員。此能力單元之學分值假設該人士已擁有基本維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備的能力。</p>

## 2. 教學材料

依據本指引之教學設計，本單元之面授課堂時數與學員自學時數之比例為 1:2 – 2:1，視乎使用者的課程設計，學員可能會有較多時間進行自學。因此，除教學筆記外，使用者亦可加入其他教學材料，讓教材更為豐富，以下是該等材料的可能例子：

- 示範錄像
- 模擬的工作圖則
- 相關的規例及工作守則
- 網上的公開資料
- 實物教具或其圖片

以下所列之參考資料乃為教學一方所設，其程度之深及範圍之廣未必切合本能力單元所需，培訓機構若要以下列資料為基礎編撰教材，應配合教學對象之條件及本能力單元之涵蓋範圍作出調整，並需留意版權問題。部分參考資料可能未有中文譯本，培訓機構如以該等資料為基礎編撰教材，應將其內容轉譯為中文，以切合教學對象之程度。

本能力單元之建議參考資料如下：

1. 《電力（線路）規例工作守則》（必須為最新版本），可於機電工程署網站免費下載，此指引編寫時之最新版本為 2015 年版
2. 《實用維修電工手冊》。上海科學技術出版社。
3. 《低壓電氣裝置指南》。王鎮輝。港九電器工程電業器材職工會。
4. 《實用維修電工手冊》。上海科學技術出版社。
5. 《最新電力測量儀器用法圖解（第一冊）》。成發電機機械工程公司。
6. 《發電機變壓器繼電保護整定算例》。中國電力出版社。
7. 《柴油發電機組使用與維修》。趙新房。人民郵電出版社。

### 3. 教學筆記範例

下頁是一份教學筆記範例（附件 H-02）的樣本，使用者在編撰教材時可作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的教材。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

### 4. 教材內容與應用

本指引建議教學內容應該盡量配合預定培訓工種的工作內容，本能力單元的教材在內容上亦應該能配合應用於預定培訓工種的工作內容，以本能力單元的教學內容而言，以下是其中一種應用方式的例子：

- ◆ 使電工 / 電氣打磨裝配工 / 電氣佈線工 / 控制板裝配工 / 電纜接駁技工 / 機電業技術員 / 機電維修員 / 機電工程科文 / 管工 / 監督員 / 機電工程科文 / 管工等工種人員，在進行工程工作時，能夠於維修站或外勤地點，維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障。

使用者應該設計適合自身需要的應用方式，但以本能力單元而言，以下關鍵課題必需涵蓋：

- ◇ 發電機房管理規定
- ◇ 試機的一般程序
- ◇ 柴油發電機組常見故障現象
- ◇ 發電機組保養項目
- ◇ 故障檢修

## 附件 H-02

### 能力單元 EMCUOR309A 「維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障」 教學筆記範例樣本

#### 1. 尋找及修理柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障

##### 發電機房管理規定

- 發電機房內一切設施由物業維修部人員負責監管、定期保養及模擬操作運行，須定期進行操作運行記錄，遇上電業工程人員解決不了的問題應報告物業維修部人員處理。
- 發電機房內一切設備操作均由物業維修部人員負責，其它人員不得操作，無關人員一概不得進入機房。
- 發電機在正常情況下選擇操作在“自動/或者手動”檔的位置，因此在未經物業維修部主管或以上級別人員准許下不可擅自轉檔。
- 每月最少進行發電機的無負荷運行測試一次，每半年最少進行有負荷運行測試一次。
- 發電機的散熱水箱、風扇、及帶動鏈帶等應經常處於最佳狀態。
- 發電機的油缸及出入風口應經常保持滿油及無阻塞狀態。
- 遇測試發電機時若影響公司的正常電力供應，應先得管理處及物業維修部主管同意方可進行。
- 發電機上的塵埃及雜物應作定期性的清理，以免因運作時產生高熱而引致火警。

##### 發電機維修保養制度

- 檢查各連接件是是否可靠，各運動件是否靈活，皮帶緊度是否合適。
- 檢查冷卻水是否加滿，接頭是滲漏，冷卻水防銹處理藥物是否足夠。
- 檢查機油是否夠，是否有滲漏。
- 檢查蓄電池是否足夠，起動回路是否有鬆動。
- 燃油是否足夠，接頭是否有鬆動。
- 用盤動棒盤動一周以上。
- 每次檢修後用手動輸油泵排除燃油系統中的空氣。

##### 試機的一般程序

通過搖轉曲軸、扳動飛輪、起動機器等，對舊柴油機作仔細檢查。試機具體的檢查步驟如下：

- 搖轉曲軸，使噴油嘴供油。如噴油嘴發出清脆的聲音，說明噴油嘴和柱塞副性能尚好；如輪室內無“嘩”等異常的響聲，則說明齒輪的磨損不嚴重。
- 上下扳動飛輪，如無響聲，說明曲軸主軸莖與軸瓦之間間隙不大。
- 扳轉飛輪，使活塞接近下止點，然後左右晃動飛輪，如無「嗒嗒」聲，說明連杆軸莖與瓦之間的磨損不嚴重。

- 使氣缸減壓，搖轉曲軸，當去除減壓時，如活塞的反彈力大，飛輪迅速回轉，說明氣缸、活塞、活塞環的磨損程度小。在搖轉曲軸時，機油壓力錶的指針應不低於 1 或機油批示紅標能很快升起，手下壓應費力。
- 起動機器。如容易起動，排煙無色或淺灰，轉速穩定無雜音，說明舊柴油機的技术狀況是好的。
- 柴油發電機組的測試過程，最好全部在柴油發電機控制器中進行操作和跟蹤監測氣壓、油壓等方面資料的變化。

#### 輕微故障檢修（使用時間：3000-4000 小時）

- 檢查柴油發電機組氣門，柴油發電機組氣門座等磨損程度，必要時進行柴油發電機組修理或更換
- 檢查柴油發電機組 PT 泵，噴油器的工作狀況，必要時進行修理、調校
- 檢查、調整柴油發電機組連杆及各緊固螺絲的扭力矩
- 檢查、調整柴油發電機組氣門間隙
- 調整柴油發電機組的噴油器行程
- 檢查調整風扇充電機皮帶的張緊度
- 清洗進氣支管的積炭
- 清洗中冷器芯
- 清洗整個柴油發電機組機油潤滑系統
- 清洗搖臂室、油底殼的油泥及金屬鐵屑

#### 中等程度故障檢修（使用時間：6000-8000 小時）

- 含柴油發電機組小修項目
- 分解發動機（除曲軸外）
- 檢查缸套、活塞、活塞環、進排氣門、等曲柄連杆機構、配氣機構、潤滑系統、冷卻系統的易損零件，必要時更換
- 檢查柴油發電機組燃料供給系統，調校油泵油咀
- 發電機電球修理檢測，清淨油污沉積物，潤滑電球軸承

#### 重大程度故障檢修（使用時間：9000-15000 小時）

- 含柴油發電機組中修項目
- 解體全部柴油發電機組的發動機
- 更換氣缸體、活塞、活塞環、大小軸瓦、曲軸止推墊、進排氣門
- 調校油泵、噴油器、更換泵芯、噴油頭
- 更換柴油發電機組的增壓器大修包、水泵修理包
- 校正連杆、曲軸、機體等部件，必要時修復或更換
- 電機定子，轉子除塵
- 檢測定子，轉子線圈各項絕緣特性
- 檢測，恢復發動機控制線路
- 檢測發動機高水溫、低油壓保護功能，對損壞件予以更換
- 檢測控制台各儀錶，啟動開關

## 柴油發電機組常見故障現象及解決方法

### 柴油機不能起動的常見原因

柴油機正常運轉的先決條件是霧化良好的柴油能準確及時地噴入燃燒室內，並且燃燒室裡的壓縮空氣要達到足夠的溫度才能著火、爆發。要滿足這兩個條件，就必須在柴油機起動時有足夠高的轉速和使氣缸內有一定的溫度。柴油機不能起動時，應從起動工作、柴油機燃油供給系統和壓縮等方面尋找原因。

- 環境溫度太低。在氣溫低的情況下，應做好柴油機的預熱工作，否則不易起動。
- 起動轉速低。對於手搖起動的柴油機來說，應逐漸加大轉速，然後將減壓手柄扳到非減壓位置，使氣缸內有正常的壓縮。如果減壓機構調整不當或是氣門頂住了活塞，往往會感到搖動時很費力。特點是曲軸轉到某一部位就轉不動了，但能退回來。此時，除了檢查減壓機構外，還應查看正時齒輪嚙合關係是否正確。而對於使用電起動機的柴油機，如果起動轉速極其緩慢，大多是因為起動機無力，並不說明柴油機本身有故障。應對電器線路方面進行詳細檢查，判斷蓄電池是否充足電，各導線連接是否緊固及起動機工作是否正常。

### 從發動機排氣的顏色判斷發動機的技術狀態

發動機工作時，燃料在氣缸內燃燒後生成廢氣排出機外。當發動機工作正常和燃料完全燃燒時，廢氣中主要有水蒸氣（H<sub>2</sub>O）、二氧化碳（CO<sub>2</sub>）和氮氣（N<sub>2</sub>），廢氣一般呈淺灰色。當燃料不完全燃燒或發動機工作不正常時，廢氣中還會有碳氫化合物（HC）、一氧化碳（CO）、氮氧化合物（NO<sub>x</sub>）和碳粒等有害物質存在，使廢氣的顏色呈現白色、黑色或藍色。發動機排氣的顏色能反映燃料燃燒狀況和發動機技術狀態。

#### ● 排氣冒黑煙

排氣中的黑煙主要是燃料不完全燃燒的碳粒。因此，燃油供給系統燃料的過量供給，進氣系統空氣量減少，缸體、缸蓋與活塞構成的燃燒室的密封性差，噴油器噴射品質差等因素都會使燃料燃燒不完全，從而使排氣冒黑煙。排氣冒黑煙主要有以下原因：

- 高壓油泵供油量過大或各缸供油量不均勻
- 氣門密封不嚴，造成漏氣，氣缸壓縮壓力低
- 空氣濾清器進氣道阻塞、進氣阻力大，使進氣量不足
- 缸套、活塞、活塞環嚴重磨損
- 噴油器工作不良
- 發動機超負荷運轉

- 噴油泵供油提前角過小，燃燒過程後移到排氣過程進行
- 汽油電噴系統控制失效故障等
- 排氣冒白煙

排氣中的白煙主要是未充分霧化和燃燒的燃油顆粒或水汽，因此，凡是導致燃油無法霧化或水進入氣缸內都會使排氣冒白煙。主要有以下原因：

- 氣溫低且氣缸壓力不足，燃油霧化不好，特別是冷起動初期排氣冒白煙
- 缸墊損壞，冷卻水滲入氣缸內
- 缸體裂，冷卻水滲入氣缸內
- 燃油中含水量大等冷起動時排氣冒白煙，發動機暖機後白煙消失應視為正常，若車輛正常運行時仍冒白煙則為故障，應通過觀察水箱內冷卻水是否不正常消耗，各缸工作是否正常，油水分離器是否水量過多等進行檢查和分析，排除故障部位

- 排氣冒藍煙

排氣中的藍煙主要是機油過量竄入燃燒室參與燃燒的結果。因此，凡是導致機油竄入燃燒室的原因都會使排氣冒藍煙。主要有以下原因：

- 活塞環斷
- 油環上回油孔被積碳堵塞，失去刮油作用
- 活塞環開口轉到一起，造成機油從活塞環開口上竄
- 活塞環磨損嚴重或被積碳卡滯在環槽內，失去密封作用
- 氣環上下方向裝反，把機油刮入氣缸內燒掉
- 活塞環彈力不夠，品質不合格
- 氣門導管油封裝配不當或老化失效、失去密封作用
- 活塞、缸筒嚴重磨損

發動機排煙一般應在發動機暖機狀態時檢查，通過發動機低速、中速、高速及加速過程中排煙顏色的變化進行分析。

發電機組用了一段時間後發現其餘一切正常但功率下降

主要原因是：

- 空氣篩檢程式太髒，吸入空氣不夠，這時須清洗或更換空氣篩檢程式
- 燃油過濾裝置太髒，噴油量不夠，須更換或清洗
- 點火時間不正、須調整

後聲音判斷故障

發動機汽缸內的異響可歸納為活塞敲缸聲、活塞銷敲擊聲、活塞頂撞擊缸蓋聲、活塞頂撞擊聲、活塞環敲擊聲、氣門敲擊聲及汽缸爆震聲等幾種

活塞頂與汽缸蓋的撞擊聲  
活塞頂撞擊汽缸蓋的異響為「嗒嗒嗒」連續不斷的金屬敲擊聲，高轉速時尤為明顯。

其異響聲源在汽缸上部，其聲音堅實有力，且汽缸蓋有震動。其主要原因有以下幾種。

- 曲軸軸承、連杆軸承及活塞銷孔嚴重磨損，配合間隙嚴重超標，在活塞行程變換的瞬間，活塞在慣性力的作用下，頂部撞擊汽缸蓋
- 因更換活塞時誤裝其他類似規格的活塞，或偽劣產品，其活塞銷孔中心線至活塞頂面的距離大於原活塞，使活塞到達上止點時，由於超高而碰撞汽缸蓋

活塞環部位的異響  
活塞環部位的異響主要有活塞環的金屬敲擊聲、活塞環的漏氣響聲及積碳過多引起的異常響聲。

- 活塞環的金屬敲擊聲響。發動機長期工作後，汽缸壁遭到磨損，但汽缸壁上部與活塞環接觸不到的地方卻幾乎保持著原幾何形狀與尺寸，這就使汽缸壁生成了一個臺階。如果用的是舊缸墊或是更換的新缸墊偏薄，工作中的活塞環就會與缸壁臺階相碰撞，發出一種鈍啞的「撲撲」的金屬碰擊聲。若發動機轉速升高，該異響也會隨之增大。另外，若活塞環折斷或活塞環與環槽間隙過大，也會引起較大的敲擊聲
- 活塞環的漏氣響聲。活塞環彈力減弱，開口間隙過大或開口重疊，汽缸壁拉有溝槽等均會造成活塞環漏氣。其聲響為一種「嘶嘶」聲，嚴重漏氣時則發出“撲撲”的聲音。其診斷方法是，在發動機水溫達到 80℃ 以上時熄火，這時可向缸內注入少許新鮮乾淨的機油，搖轉曲軸數圈後，重新啟動發動機，此時若異響消失，但不久後又出現，則可斷定為活塞環漏氣
- 積碳過多的異常響聲。積碳過多時，缸內傳出的異響是一種尖銳的聲音，由於積碳被燒紅，發動機有點火過早的症狀，而且不易熄火。活塞環部位積碳的形成，主要是由於活塞環與汽缸壁密封不嚴，開口間隙過大，活塞環裝反，環口重合等原因，造成潤滑油上竄，高溫高壓氣體下竄，在活塞環部位燃燒，致使形成積碳甚至粘住活塞環，使活塞環失去彈性與密封作用。一般更換規格合適的活塞環後，此故障即可排除

敲缸聲，指的是活塞在工作行程開始的瞬間，或者是活塞上行時，活塞在汽缸內產生的擺動，其頭部和裙部與汽缸壁相碰撞而發出的「當當」、「嗒嗒」的異常聲響。如果是「當當」聲響，多為汽缸壁潤滑不良所引起，此時可向缸內滴入少許機油，再啟動發動機，若異響減輕或消失，即說明異響確為潤滑不良造成的。如果是「嗒嗒」聲響，同時排氣管冒藍煙，一般是由於活塞與汽缸壁間隙過大的緣故。產生上述情況的主要原因有以下幾方面：

- 若只在冷車啟動後有這種現象。運轉達正常水溫時即自行消失，是因為活塞

與缸壁配合間隙偏大，冷車時活塞又有收縮，使兩者配合間隙進一步增大，從而出現明顯的敲擊聲。機溫升高後，活塞膨脹，間隙趨於正常值，故異響消失。這種情況短期內不會出現大的問題

- 機油牌號與要求不符，發動機在熄火較長時間後，再次啟動時，機油黏稠，流動性差，短時間內汽缸壁上不能形成良好油膜，活塞與缸壁直接相碰撞而產生敲缸。在運轉一段時間後，潤滑油黏度正常，缸壁上形成一層油膜，異響則減弱或消失。只要合理選用潤滑油，並在啟動前對發動機曲軸箱進行預熱，用混合油潤滑，則在啟動前多踩幾次啟動杆，以使機件粘附更多的潤滑油，此種情況即可避免
- 進入汽缸的混合氣不能正常燃燒，產生早燃或爆燃，或者發動機無負荷時猛加油門的瞬間，均會產生活塞與汽缸壁碰擊的聲響。應保持發動機在正常溫度下工作，採用符合辛烷值要求的汽油，並適當調整點火時間
- 活塞裙部磨損、圓柱度誤差過大，活塞上行時，其頂部會撞擊汽缸壁，活塞與汽缸嚴重磨損。可分解後進行檢查，根據情況採取相應的修理措施
- 因連杆彎扭，活塞銷與銷孔偏斜，曲柄銷與活塞銷兩軸心線不平行等，也會引起活塞在缸內偏斜運行而撞擊汽缸壁。這種情況只能分解後進行檢查，確診後更換相應機件

### 活塞銷的敲擊聲響

活塞銷與活塞銷孔、活塞銷與連杆小頭襯套（或軸承）間隙過大，則會發出一種尖銳、清脆、音調甚高的「嗒嗒嗒」的金屬敲擊聲，類似用小手錘敲擊鐵鑽的聲。其規律是發動機冷車啟動時不響，溫度升高後則發響，且溫度越高越響。若將點火時間前調，聲響則加快並加大。若使火花塞斷火，響聲則減弱或消失。

有的發動機不僅活塞銷與銷孔間隙大，活塞銷與連杆小頭襯套（或軸承）間隙也大，這種情況下發出的敲擊聲音比較複雜，會出現連續的「嗒嗒」響聲。

造成此故障的原因除工作中的磨損使間隙變大外，裝配中由於活塞銷、活塞銷孔與連杆小頭襯套三者材質分別為鋼、鋁、銅，其膨脹係數差異很大，稍有馬虎，工作中三者間隙就會因受熱膨脹不一而變大，造成相互間的撞擊。而且，當間隙增大後，活塞銷的軸向竄動量亦隨之增大，銷的圓柱端面會撞擊銷環，又增加了汽缸內的一種異響。

### 氣門的異響

- 排氣門漏氣的異響，可在排氣管消聲器處聽到，如輪胎嚴重漏氣時的聲音。氣門漏氣可在化油器上口空氣篩檢程式處聽到。原因是氣門與座圈的工作面嚴重磨損或燒蝕，出現凹槽和斑點，不能嚴密封閉。

- 氣門彈簧折斷時的異常響聲因氣門安置方式而異。側置式氣門彈簧折斷後，工作時發出「嚓嚓」的響聲，若拆下氣門室蓋會聽得更清晰。頂置式氣門彈簧折斷後，氣門自動下沉，會與活塞發生撞擊，並出現「當當」的敲擊聲。後者若不及時熄火，會造成頂爛活塞、折斷連杆，甚至更為嚴重的損失
- 氣門積碳過多也會引起異常響聲，因為積碳過多，碳層呈熾熱狀，活塞溫度高，活塞環槽、活塞銷孔的間隙增大，從而發出異響。該故障往往伴有機溫過高、發動機不易熄火或不能熄火等現象。其原因是混合油中機油比例超標或油底殼機油大量竄入燃燒室，應進一步查明具體原因並予以排除
- 燃燒室發出的異響當發動機負荷增加時，有的發動機從汽缸部位發出聲響，與正常運轉時的聲響有所不同，甚至還伴有加速性能變差的現象。這種異響音量較大，在距發動機 5-6m 處都可聽到，在突然加速時異響尤為明顯，即可把它視為發動機爆震的徵兆。當可燃混合氣在汽缸內過快燃燒時，其瞬間釋放出大量的熱量，導致汽缸內壓力急劇升高，高壓氣體強烈地衝擊著活塞頂、汽缸蓋和汽缸壁，引起爆震。產生爆震的主要原因有，發動機過熱，點火時間過早，燃燒室內積碳過多，汽油的辛烷值過低，所用火花塞熱值偏低，不符要求等。

### 柴油發電機組保養項目與週期表

下表是一組柴油發電機組保養項目與週期的範例：

系統	保養工作	內容	每天	每週	每月	每6個月	每年或每250小時
潤滑系統	檢查	是否漏油	○	○	○	○	○
		發動機機油油位	○	○	○	○	○
	更換	機油濾清器				○	○
		發動機機油				○	○
潤滑系統	清洗	曲軸箱呼吸器				○	
冷卻系統	檢查	是否漏油	○	○	○	○	○
		散熱器阻塞			○	○	○
		軟管和接頭			○	○	○
		冷卻液量		○	○	○	○
		防凍防蝕劑			○		○
		皮帶情況和張緊程度				○	○
	加潤滑脂	風扇和張緊皮帶輪				○	○
	檢查	驅動皮帶輪和水泵				○	○
	更換	冷卻液	每一年				
	清洗	冷卻系統					
進	檢查	是否油氣			○	○	○

系統	保養工作	內容	每天	每週	每月	每6個月	每年或每250小時	
氣系統		空氣濾清器阻力		○	○	○	○	
		管件和接頭				○	○	
	更換	空氣濾清器濾芯					○	
燃油系統	檢查	是否滲漏	○	○	○	○	○	
		燃油量		○	○	○	○	
		泵噴咀					○	
		燃油管及接頭				○	○	
		燃油泵			○	○	○	
	排放	油箱內沉澱			○	○	○	
	更換	柴油濾				○	○	
	檢查	噴咀	每二年					
	調整	橫臂及氣門					○	
排氣系統	檢查	是否漏氣			○	○	○	
		排氣阻力			○	○	○	
電氣系統	檢查	充電發電機皮帶狀況及張緊程度			○	○	○	
		蓄電池電液液面		○	○	○	○	
		電液比重			○	○	○	
		保護開關及報警器		○	○	○	○	

系統	保養工作	內容	每天	每週	每月	每6個月	每年或每250小時
		起動電機螺旋 栓及接頭					○
發動 機其 它部 分	檢查	不正常振動		○	○	○	○
		與機座緊固程 度					○
	清洗	發動機					

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMCUOR309A

#### 「維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障」

### 評核指引

#### 1. 評核方式

如前所述，使用者可自行設計適合自身需要及教學對象的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 口試（例如模擬一工程項目的小組討論或面見，要求學員參與，設定評分標準）
- 筆試考核（設定筆試題目，考核學員的相關知識）
- 其他（例如實務演示、視像記錄等）

使用者在設計課程時，亦應評核學員對這些知識的掌握程度。使用者應自行設計適合自身需要及教學對象就實務技能的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 設立期中、期末的實務考試
- 模擬的實務技能工作項目
- 就每一次的實務技能練習進行評分
- 設立工作實習，在實際工作中進行評估

上述例子可混合使用。無論採用何種評核方式，使用者必需考慮本能力單元的教學內容既以技術知識為主，亦包括實務技能；且應顧及其資歷架構 2 級之水平。在設計評核方式時，應切合這些面向，包括能有效地測試學員對能力單元的內容的掌握。以此為邏輯，筆試會是較為主要的評核方式。

以下是以筆試作為評核模式的示範例子：

- 評核模式為：筆試

## 2. 評核方式設計範例

為檢視學員之學習進度是否有所增長，進而檢視教學成果，本指引建議在整個教學過程中，設兩次筆試評核，一次為期中考試（即持續評核）；另一次為期末考試。筆試之模式建議如下：

- 筆試內容為：多項選擇題
- 題目數量為：每次至少 10 題
- 使用者應準備試題庫，預先編撰足夠數量之試題，確保每次筆試時，題目不至過份重複；建議試題庫之題目數量應為實際考試題目數量之 4 倍

除多項選擇題外，本指引亦包含另一份筆試模式的示範，內容為一項模擬個案的撰寫報告工作，詳見試題範例樣本（附件 H-04）。

無論評核模式如何，試題內容應配合教學進度。此外，試題內容亦理應配合教學內容及本能力單元所涵蓋之知識範圍。

另外，為確保評核質素，使用者應定時檢討試題內容，視乎需要更新試題，以確保所考核之內容為該領域之最新知識，貼近業界現況；本指引建議培訓機構至少每一年進行一次試題檢討。

### 3. 評核項目與預定學習成效

設計評核方式時，應留意評核項目必需切合預期學習成效，確保兩者能充份配對。以本能力單元的預期學習成效及筆試的評核方式而言，兩者的配對如下：

評核項目	<u>預期學習成效一</u> 能夠根據故障徵兆，在合理時間內找出一個柴油引擎控制及保護設備的故障	<u>預期學習成效二</u> 能夠根據故障徵兆，在合理時間內找出一個發電機控制及保護設備的故障	<u>預期學習成效三</u> 能夠有效處理及移除柴油引擎及發電機的控制及保護設備的故障	<u>預期學習成效四</u> 能夠編寫簡單維修報告	<u>預期學習成效五</u> (如使用者自訂其他預期學習成效)
評核項目一 (例如：持續評估——實務試 / 筆試等)	✓			✓	
評核項目二 (例如：期末考試——實務試)		✓		✓	✓
..... (如有更多評核項目，可繼續延伸下去)			✓		✓

### 4. 評核試題範例

下頁是本指引所建議的評核方式（筆試）的試題範例樣本（附件 H-03 及 H-04），使用者可用作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的評核內容。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

附件 H-03

能力單元 EMCUOR309A 「維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障」

評核試題範例樣本

多項選擇題

評分準則建議：每答對一題得 1 分，視乎試卷的題目數量，以答對全部題目的 50%或以上為合格。

編號	試題	答案
Q1	發電機在額定運行情況下，定子線圈溫度最高不超過多少°C？  A. 130 B. 120 C. 140 D. 150	B
Q2	發電機在額定運行工況下，轉子線圈溫度最高不超過多少°C？  A. 130 B. 120 C. 140 D. 150	A
Q3	系統頻率經常保持在 50HZ 運行，偏差不超過多少 Hz？  A. ±0.1 B. ±0.2 C. ±0.5 D. ±1.0	B
Q4	發電機在額定負荷下連續運行時，熱風溫度不得超過多少°C？  A. 60 B. 65 C. 70 D. 80	C

編號	試題	答案
Q5	<p>在額定負荷下連續運行時，發電機三相電流之差不過多少%？</p> <p>A. 25 B. 15 C. 5 D. 1</p>	B
Q6	<p>發電機升壓試驗過程中三相定子電流均應該是？</p> <p>A. 大於零 B. 為額定值 C. 接近或等於零 D. 小於零</p>	C
Q7	<p>發電機升壓過程中當定子電壓達額定值時，發電機定子三相電壓應該是？</p> <p>A. 平衡 B. 等於零 C. 接近或等於零 D. 小於零</p>	A
Q8	<p>發電機升流試驗具備的條件之一是發電機出口端已設置可靠的什麼？</p> <p>A. 三相短路線 B. 單相短路接地線 C. 三相短路接地線 D. 電力接地線</p>	A
Q9	<p>發電機組與甚麼配套使用可實現停電後發電機組自啟動、自動轉換至備用電源供電，電力恢復後自動轉換至主用電源供電、發電機組自動停機？</p> <p>A. UPS B. MCCB C. ACB D. ATS</p>	D

編號	試題	答案
Q10	<p>發電機組與什麼聯合使用可實現長時間不間斷供電？</p> <p>A. ATS B. UPS C. PLC D. MCB</p>	B
Q11	<p>柴油機是以柴油為燃料的內燃機，是將柴油的甚麼能轉化為機械能的設備？</p> <p>A. 動能 B. 位能 C. 光能 D. 化學能</p>	D
Q12	<p>以下哪項不是潤滑油的作用？</p> <p>A. 潤滑作用 B. 穩定作用 C. 清潔作用 D. 防銹、防腐蝕</p>	B
Q13	<p>冷卻液的作用：冷卻帶走發動機工作過程中產生的部分不可利用的<u>(1)</u>，降低發動機<u>(2)</u>，確保各部件能夠持續穩定工作。</p> <p>A. (1) 動能 (2) 效率 B. (1) 動能 (2) 熱量 C. (1) 熱量 (2) 溫度 D. (1) 動能 (2) 熱量</p>	C
Q14	<p>充電發電機及控制回路，在柴油機<u>(1)</u>期間給蓄電池<u>(2)</u>。</p> <p>A. (1) 運行 (2) 放電 B. (1) 運行 (2) 充電 C. (1) 停止 (2) 放電 D. (1) 停止 (2) 充電</p>	B

編號	試題	答案
Q15	發電機是將___能轉換成電能的裝置。  A. 勢能 B. 機械能 C. 位能 D. 化學能	B
Q16	發電機的結構是由固定的_(1)_和旋轉的_(2)_組成。  A. (1) 轉子 (2) 定子 B. (1) 繞組 (2) 齒輪 C. (1) 定子 (2) 轉子 D. (1) 齒輪 (2) 繞組	C
Q17	發電機銘牌上標明的額定電壓是指交流電的什麼？  A. 瞬時值 B. 最大值 C. 平均值 D. 有效值	D
Q18	電機繞組線圈兩個有效邊之間所間隔的槽數稱為？  A. 極距 B. 第一節距 C. 槽距 D. 合成節距	B
Q19	電機檢修時浸漆工藝的過程順序為？  A. 預烘、乾燥、浸漆 B. 乾燥、預烘、浸漆 C. 預烘、浸漆、乾燥 D. 浸漆、預烘、乾燥	C
Q20	電機繞組預烘後，須等溫度下降到適當值浸漆，這個溫度是？  A. 10-20℃ B. 30-40℃ C. 60-70℃ D. 90-100℃	C

#### 附件 H-04

#### 能力單元 EMCUOR309A 「維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障」

#### 評核試題範例樣本

#### 個案研究——撰寫檢查報告

#### 模擬個案內容

假設你負責某大型商場電機維修工作，在某工作日上午十時收到物業管理值班人員通知有發電機故障，發電機房一號內有四組分發電機，其中發電機組 Genset-02 不能啟動，收到警報信息為蓄電池故障，物業管理人員要求你到現場維修。你在上午十時三十分到現場後，進行檢查及發現蓄電池電解液水位過低，並為其進行維修。完成維修後物業管理人員要求你編寫簡單維修報告並詢問以下內容

1. 故障描述
2. 故障原因
3. 維修方法

就上述情況，請提供一簡單維修報告以作紀錄。

#### 評分標準（總分 100，取得 50%即為合格）

填寫內容	可取得分數
● 發生故障日期	5%
● 維修的性質，即緊急或正常維修	5%
● 發電機的詳細資料	5%
● 單個系統是否符合規範是否運作	5%
● 故障詳細描述	10%
● 對完成的問題或目的的詳細描述	10%
● 機器/設備說明以及維修說明	10%
● 每個機器/組件使用的材料清單	10%
● 故障原因	10%
● 維修方法	
■ 切斷發電機自動控制開關，主開關置於停止位置，拆除蓄電池正負級電源線，確認發電機不能啟動。	10%
■ 檢查蓄電池電解液水位，不足時應依其濃度加入硫酸溶液或蒸餾水。	10%
■ 發電機空載運轉一小時，觀察各儀表指示和機組運轉是否正常。	10%

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMCUSH305A

#### 「調查一般工業意外」

### 教學指引

#### 1. 預期學習成效

依據本單元之能力單元指引，本單元課程之預期學習成效應為讓學員：

- 能遵照處理意外守則要求，處理及調查工業意外，作出改善方案，並能撰寫意外調查報告。

上述乃本能力單元的預期學習成效，如使用者在設計課程時會整合「專業處理」內的所有能力單元，則除本能力單元的預期學習成效外，亦應設定「專業處理」的綜合預定學習成效，相關指引可見《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的相關部份。

使用者亦可視自身需要，調整預期學習成效。

#### 2. 建議教學對象

由於本能力單元對教學對象並無特別前設，因此本指引建議教學對象同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第3部份所列之要求。

#### 3. 導師資歷建議

導師資歷同《低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套綜合指引》的第4部份。

#### 4. 教學模式及時數

此能力單元以教授調查一般機電工程的工業意外為授課重心，較為偏重理論講授；視乎使用者的課程設計、學員的水準等因素，課堂面授與學員自學時間的比例較為彈性。另外，由於本能力單元未必涉及實務練習，師生比例的要求較為具彈性，但使用者亦應確保導師及其他教學人員的人手足以監督學員安全地進行練習。綜合上述所言，本指引建議教學模式如下：

- 建議教學模式為：課堂面授
- 能力單元總學習時數為：30 小時
- 課堂面授與學員自學時間的比例建議為：1:2 - 2:1
- 建議面授時數為：10 小時 - 20 小時
- 建議自學時數為：10 小時 - 20 小時
- 建議評核時數：2 小時（包含於面授時數之內）
- 建議師生比例上限為：1:30

如依照上述設計，此能力單元的學習時數可設計如下：

建議學習時數			總學習時數	資歷學分
面授時數	自學時數	評核時數 (包含於面授時數之內)		
15	15	2	30	3

上述模式為建議；使用者可就收生條件、導師資歷、導師意見等各項因素，調整各項比例至切合實際情況之合理水平。

除上述的建議安排外，使用者亦可視自身條件及需要，調整教學模式。例如使用者如為公司或晚間培訓機構，則可考慮將課程設計為非全日制，雖然整體培訓日數可能會延長，卻能方便教學對象修讀課程。設若使用者能安排全日制上課，而教學對象亦能配合，則可考慮設計全日制課程，有助縮短整體課程日數。

使用者亦可視教學對象的條件及背景，調整教學時數的分配。例如若學員的程度較為初級，則可考慮增加面授時數，並減少自學時數；若學員程度較高，則可考慮減少面授時數，增加自學時數。惟使用者如希望增加自學時數，應該注意實務練習相對地較難以自學的方式進行；如在設計本能力單元課程時較為偏重實務練習的話，則應該避免過多的自學時數；或要設計能夠進行自學的課程內容，作為彌補。

**指引重點：**

課堂面授及實習、面授與自學時數比例、教學模式等可視乎需要調整。

## 5. 教學地點及設備要求

本能力單元以技術知識為主，授課模式主要為面授講學，因此本指引建議教學地點及設備之基本要求如下：

- 配備一般講課設備（如白板及粗體筆、投影機、投影螢幕、電腦、擴音系統、椅子、桌子等）之課室
- 課室面積以能容納所有師生而不至擠迫為佳；建議人均空間應達 1.1 平方米或以上

若受限於資源或空間，使用者可在設計課程時，將理論知識部分和實務技能部分（如有）安排於不同之課室進行；惟本指引建議使用者安排兩個部分之上課地點為同一課室，而課室之設備及條件又能同時滿足兩個部分之需求為佳，以便導師在上課時可以直接配之實物進行講解，提高教學成效。

**指引重點：**

課室應配備基本講課設備，並足以提供師生舒適的空間。

本能力單元之建議教學物資如下：

物資名稱	數量	備註
《電力（線路）規例工作守則》	可考慮為每位學員提供 1 本	使用者應視乎課程設計，準備足夠之左述物資，以供導師授課講解、學員於課堂練習之用
勞工處刊物《電力工作意外致命個案集》	可考慮為每位學員提供 1 本	
職業安全健康局刊物《電力安全須知》	可考慮為每位學員提供 1 本	

## 6. 面授及自學時數安排

使用者應自行設計及決定每一節課堂或培訓時段的時數，以此安排面授時數、自學時數、以及每個時段內所教授的課題。以下是一個課時安排的例子：

	課堂或培訓時段	面授時數	自學時數
	第 1 節	3	3
	第 2 節	3	3
	第 3 節	3	3
	第 4 節	3	3
	第 5 節	3	3
總計		15	15

## 7. 學習活動、自學活動安排

學習活動指使用者應該在課堂面授時段進行的教學活動。

由於使用者來自不同背景，培訓的目的及設計不可能相同，因此本指引不會規定學習活動內容，使用者需自行設計適合的學習活動。以下是一些建議及例子：

一般而言，可行的學習活動包括但不限於：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析
- 設計模擬個案分析
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所
- 邀請嘉賓進行專門講解

無論使用者是培訓機構或是行內企業，皆可考慮設計上述學習活動。以下在設計本能力單元的學習活動時可參考的活動例子：

- 課堂導師講授
- 導師、學員互相進行提問解答
- 使用實例個案分析  
（例如抽取使用者過往的工程個案，要求學員進行分析；或搜集香港以往發生過的工業意外案例，要求學員進行分析）
- 設計模擬個案分析  
（例如設計模擬工程項目，要求學員就項目內容分析是否符合專業要求）
- 展示實物進行講解
- 導師使用實物示範演練
- 播放有關實務工作的影片然後作討論分析
- 學員在導師指導下使用實物練習
- 學員分組進行討論然後進行匯報
- 參觀實際工作場所  
（例如在實際工作場所中進行實習）

- 邀請嘉賓進行專門講解  
（例如邀請曾監管工程的資深專業人員分享經驗）

自學活動應該限於學員能夠獨自於家中安全進行的學習活動。

使用者應自行設計自學活動的安排，如有需要亦應為自學活動編製教材。以下是自學活動的例子：

- 溫習教學筆記
- 閱覽補充資料、參考資料
- 於指定網站瀏覽補充資料、參考資料、專業指引等
- 一些簡單習作，例如工作紙、不納入評核計分的問題集；形式可參考「評核指引」及試題樣本
- 觀看一些關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

以本能力單元而言，自學活動建議（但不限於）如下：

- 溫習教學筆記
- 閱覽於「教學資料範例」所列的參考資料；以及「綜合指引」第7部份所涵蓋的專業指引、法例資料等
- 閱覽機電工程署於網上刊登及出版的相關刊物
- 供電商於網上刊登及出版的相關刊物
- 參考「評核指引」及試題樣本製作的問題習作
- 觀看關於工藝方法、步驟、實物、工具的照片或影片

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMCUSH305A 「調查一般工業意外」

#### 教學資料範例

##### 1. 能力單元說明

本能力單元之授課範圍理應如資歷架構秘書處所編撰之「EMCUSH305A 調查一般工業意外」能力單元說明內所定；請參閱下頁的能力單元說明（附件 I-01）。

能力單元說明雖然劃定了教學範圍，但使用者亦可視乎自身需要進行一定的調整。例如若使用者是公司，希望以教材套為藍本設計在職培訓現職的員工，則可調整教學範圍至適合其公司自身的面向，包括所採用的工程規格、圖則、術語、裝置、器材工具、分工結構、員工的溝通方式等等，使設計更切合其公司的工作需求。設若使用者是教學組織，並未有特定某一確切職位的在職培訓，則可制定較為廣闊的教學範圍，不必重點針對某一系統的知識。

本能力單元之教學順序可跟從其能力單元說明之順序，但如使用者認為有需要，亦可更改順序至合適的狀況。

附件 I-01

「EMCUSH305A 調查一般工業意外」能力單元說明

1. 名稱	調查一般工業意外
2. 編號	EMCUSH305A
3. 應用範圍	在職業安全及健康工作上，對機電工程有關工業意外加以調查，作出改善方案，並能撰寫意外調查報告。
4. 級別	3
5. 學分	3
6. 能力	<p style="text-align: center;"><u>表現要求</u></p> <p>6.1 一般工業意外的調查 ◆ 明白調查工業意外的程序，包括：按意外類別調查及記錄肇事、收集資料及向有關部門呈報意外</p> <p>6.2 工業意外的處理 ◆ 調查機電工程有關的工業意外</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 能遵照處理意外守則要求，處理及調查機電工程有關的工業意外，工作包括：知會各有關方面 僱主、勞工處、警方、事主家庭、填寫申報表、調查及記錄肇事人物、地點、時間、有關機械、過程及原因等</li> <li>• 採用客觀調查方法及技巧，收集資料。調查工作包括：現場調查、傷者/證人面見問話、電話問話、問卷等</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 向有關部門呈報意外</li> <li>◆ 協助有關部門調查意外</li> <li>◆ 改善方案 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 作出改善方案，減低同類工業意外發生</li> <li>• 瞭解工業意外成因及預防方法</li> </ul> </li> <li>◆ 撰寫意外調查報告 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 瞭解所需文件格式及用詞，撰寫意外調查報告</li> </ul> </li> </ul>
7. 評核指引	<p>此能力單元的綜合成效要求為：</p> <p>(i) 能遵照處理意外守則要求，處理及調查工業意外，作出改善方案，並能撰寫意外調查報告。</p>
8. 備註	此能力單元之學分值假設人士已擁有基本職業安全知識。

## 2. 教學材料

依據本指引之教學設計，本單元之面授課堂時數與學員自學時數之比例為 1:2 – 2:1，視乎使用者的課程設計，學員可能會有較多時間進行自學。因此，除教學筆記外，使用者亦可加入其他教學材料，讓教材更為豐富，以下是該等材料的可能例子：

- 示範錄像
- 模擬的工作圖則
- 相關的規例及工作守則
- 網上的公開資料
- 實物教具或其圖片

以下所列之參考資料乃為教學一方所設，其程度之深及範圍之廣未必切合本能力單元所需，培訓機構若要以下列資料為基礎編撰教材，應配合教學對象之條件及本能力單元之涵蓋範圍作出調整，並需留意版權問題。部分參考資料可能未有中文譯本，培訓機構如以該等資料為基礎編撰教材，應將其內容轉譯為中文，以切合教學對象之程度。

本能力單元之建議參考資料如下：

1. 《電力（線路）規例工作守則》（必須為最新版本），可於機電工程署網站免費下載，此指引編寫時之最新版本為 2015 年版
2. 勞工處刊物：《電力工作意外致命個案集》
3. 職業安全健康局刊物：《電力安全須知》
4. 《香港電工工地手冊》。王鎮輝。港九電器工程電業器材職工會。
5. 《工業安全風險評估》。王世煌。揚智出版社。

### 3. 教學筆記範例

下頁是一份教學筆記範例（附件 I-02）的樣本，使用者在編撰教材時可作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的教材。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

### 4. 教材內容與應用

本指引建議教學內容應該盡量配合預定培訓工種的工作內容，本能力單元的教材在內容上亦應該能配合應用於預定培訓工種的工作內容，以本能力單元的教學內容而言，以下是其中一種應用方式的例子：

- ◆ 使電工 / 電氣打磨裝配工 / 電氣佈線工 / 控制板裝配工 / 電纜接駁技工 / 機電業技術員 / 機電維修員 / 機電工程科文 / 管工 / 監督員 / 機電工程科文 / 管工等工種人員，在進行工程工作時，能夠以職業安全及健康的管理角度，對機電工程有關工業意外加以調查，提出改善方案，並能撰寫意外調查報告。

使用者應該設計適合自身需要的應用方式，但以本能力單元而言，以下關鍵課題必需涵蓋：

- ◇ 意外成因
- ◇ 人為因素
- ◇ 不安全環境
- ◇ 工具及設備而起的意外
- ◇ 製造危險的狀態
- ◇ 安全衛生管理缺陷

## 附件 I-02

### 能力單元 EMCUSH305A 「調查一般工業意外」

#### 教學筆記範例樣本

## 1. 一般工業意外的調查

### 意外的成因

根據國際勞工組織職業健康及安全百科全書的定義，意外是一個突然，出乎意料而可能引致受傷的事件。一般意外的成因包括：

#### 環境的危險

- 隨意放置物品:將用具、工具亂放在
- 使用需要修理的設備、用具：如破損的台階、梯子、生鏽的器具，電線絕緣體破損易漏電等
- 光線不佳：夜晚時燈光昏暗

#### 人為的因素

- 生理情況：身體生病、老年、憂傷、勞累、衰弱等
- 粗心大意：如未有妥善處理火種、運用工具、進行事後清理等
- 匆忙：匆忙而發生碰撞或疏忽等事故
- 其他：如未有將器具整理妥當，或使用不當的器具具等

#### 電工行業的人為的因素及不全安環境

- 未經足夠訓練或許可而擅自開動機器
- 棄置全防護設備不用或將之移去
- 使用不安全工具或機器
- 以不安全方法搬運或移動物件
- 工場內嬉戲
- 場地,燈光或通氣系統不妥當
- 缺乏隔離和防護設備
- 提供使用之工具有毛病或不適用於該工作
- 進出口通道未清理或阻塞
- 缺乏提供個人防護用具

香港勞工處已將所發生之意外成因分為二十三類別：

- 受困於物件之內或物件之間
- 提舉或搬運物件之時受傷
- 滑倒、絆倒或在同一高度跌倒

- 人體從高處墮下
- 與固定或不動的物件碰撞
- 與移動的物件碰撞
- 踏在物件上
- 暴露於有害物質中或接觸有害物質
- 觸電或接觸放出的電流
- 受困於倒塌或翻側的物件
- 遭墮下的物件撞擊
- 受困於倒件撞擊
- 解及開動中的機器或解及以機器製造中的物件
- 遇溺
- 火警燒傷
- 爆炸受傷
- 被手工具所傷
- 泥土傾瀉受傷
- 窒息
- 觸及灼熱表面或物質
- 被動物所傷
- 於工作場所暴力事件中受傷
- 其他類別

由於工具、設備而起的意外的大部份可能原因：

- 物件本身的缺陷
- 設計不良
- 構成材料瑕疵、老化、疲勞、達到使用年限
- 故障未修理
- 其他等
- 物件之防護措施的缺陷
- 未加保護、保護不充分
- 未設絕緣、絕緣不良
- 未加遮蔽、遮蔽不完善
- 區劃表示不良、其他等。物件之放置、作業場所的缺陷
- 物體放置不當、堆積方法不當、物體依靠方法不當
- 未保留通路、，妨礙消防器材、電器開關等操作使用
- 機械、用具、器具等配置不當
- 其他等

由於防護具、服裝等的缺陷：

- 未穿著符合其作業環境之安全鞋、防護手套、護目鏡、安全帶等
- 未禁止使用手套（棉紗手套）
- 未穿著符合其工作環境之工作服（穿著不整齊、不安全動作）
- 其他

由於作業環境的缺陷：

- 採光照明不良、換氣不良及其他衛生環境不良
- 潮濕環境之電氣作業
- 其他

外來、自然的不安全狀態：

- 外在物體本身之缺陷、保護措施之缺陷、物體放置方法之缺陷
- 作業場所之缺陷、交通上之危險
- 急斜面作業、河川行水區內作業等自然環境危險等

作業方法的缺陷（指揮監督者之不當指示）

- 採用不適當之機械器具、裝置、使用不適當之工具、器具
- 技術上(製程操作)、作業指示錯誤
- 加班超時、連續作業超過肉體上之負荷等
- 其他無法歸類者

安全裝置失效：

- 拆下安全裝置使其失效
- 調整安全裝置失誤
- 拆卸其他保護裝置

安全措施沒有啟動：

- 突然起動機械裝置
- 未確認手勢即開動機械或機具
- 防止危險之措施沒有實施
- 不安全地存放
- 儲放位置有傾斜之危險
- 堆積超高標示荷重
- 大小、形狀不規則混存放置

製造危險的狀態：

- 鄰走道堆積貨物超過肩高
- 危險物品混合存放
- 規定之物品更換為不安全者

穿著、使用保護具、服裝不當：

- 安全帽不正確戴用
- 大赤膊、穿涼鞋及服裝不整等

接近危險場所等：

- 開放邊線使用合梯、腳立式施工架
- 進入吊掛物下方
- 進入工業機器人操作範圍等

機械、裝置用使用於其指定用途以外：

- 挖土機作為起重吊掛機具使用
- 堆高機貨叉作施工架使用
- 移動式起重機作高空作業車使用

運轉中之機械、裝置等之清除、注油、檢點等動作未做足：

- 穿孔機作業中清除鑽屑
- 未切斷電源從事機械、裝置保養

車輛系機械運轉、操作失敗：

- 超速、超載行駛。
- 錯誤行為（誤動作、動作失誤）
- 支撐物件方式錯誤
- 板手向外推動

其他不安全行為等：

- 從成堆貨物中抽取物件
- 惡作劇、嬉戲打鬧

安全衛生管理缺陷：

- 從災害發生之基本模式中，人接觸、暴露於能量、危險物或有害物，雖由不安全狀態與不安全動作引起，包括僱主方面之安全管理政策、管理計劃及決心、安全衛生程序提供防護器材及服務，以及勞工個人因素、團體態度、週邊環境因素等管理上之缺陷

## 防止意外的基本概念

預防意外之守則

工程控制方法：

- 不使用危險物質
- 選擇危險性較低之物質
- 隔離有害因素
- 以通風方法控制濃度
- 局部抽氣

#### 工作習慣控制方法

- 訓練
- 使用個人防護設備

#### 衛生守則及設備之控制之法：

- 提供更衣室及清潔設施
- 劃定飲食之區域
- 健康檢查
- 工地管理

#### 跟進程序及調查

調查工作意外及事故，有助於找出有關意外或事故的成因，從而發展出適當的改善措施，防止意外或事故再次發生。此外，通過統計及分析工作意外及事故的數據，我們更可以找出機構中發生意外事故的趨勢以及找出這些趨勢的成因。利用這些統計分析結果，機構可以作出較全面及針對性的預防措施，避免類似個案於工作間再次發生。

調查意外或事故屬於安全管理制度中反應性監測系統的一部份，即是由意外或事故而引發的，目的是監測及檢討安全管理制度中出現的錯誤及建議改善措施。當中的要點包括意外或事故的報告及調查、完成調查報告、建議防止意外再次發生的措施以及意外數字的統計分析。

#### 意外或事故的報告

意外或事故的確認及報告可以包括以下各項：

- 受傷及健康受損的個案
- 其他損失，例如財物受損
- 可能會引致受傷、健康受損或損失的閃失事故
- 存在於工作地點的危險
- 在巡查或審核時發現安全管理制度的弱點或遺漏。

以上各項均能提供機會予機構作安全表現上的檢討、從錯誤中學習及改善安全管理系統和危機管理。調查所得的資料對鞏固機構的安全管理制度有很大的幫助。無論是真正造成損失或者是可能引致損失的過案均有調查的價值，機構藉

此可查找預防的方法，防止更嚴重的事故發生。

以下各點均可促進報告的準確性：

- 為員工提供訓練，讓員工明白報告意外或事故的原因及目的
  - 應培養員工善於觀察及負責任的處事態度，及強調做好控制措施以防止事故發生的重要性
  - 在意外的報告及調查方面，機構應建立在公正環境之下坦誠溝通的文化，避免傾向於找出意外的原因
  - 互相參照和核對急救治療、健康紀錄、保養或火警報告及保險索償，以找出漏報意外或事故的情況
- 僱主/承建商/處所佔用人需關注的安全要點
    - 遵從法例的要求，僱用註冊電業承辦商及註冊電業工程人員進行電力工作（詳情可參閱香港法例第 406 章《電力條例》）
    - 進行風險評估，制定、實施及維持安全工作系統，包括遵守《電力（線路）規例工作守則》的規定，隔離電源和推行工作許可證制度
    - 制定適當的工作安全規則及安全工作程序
    - 提供所需的絕緣裝備，並確保電工正確使用這些裝備
    - 提供電力安全訓練和清晰的指示給予電工
    - 採取足夠的管理控制和嚴格監管，防止電工工作時作出危險行為
- 電工工人需關注的安全要點
    - 必須提高「電力安全」的意識，並遵從隔離電源及工作許可證制度的安全程序，避免帶電工作
    - 不應高估個人能力或貪求省時方便，拒絕隔離電源而帶電工作
    - 電源隔離後，應把電源開關掣鎖上及張貼警告告示，以防止其他人士干擾該電源，亦應測試有關電力器具已不帶電
    - 如受到外界壓力阻止隔離電源，應向僱主尋求協助
    - 在有需要時，充分使用合適的絕緣裝備，如絕緣手套及絕緣地墊等
    - 其他工人應盡量配合，遵守安全措施，切勿干擾電源及無牌進行電力工作
- 用戶、物業管理公司或業主立案法團需關注的安全要點
    - 確保電力工程或工作是由註冊電業承辦商及註冊電業工程人員進行。
    - 支持、鼓勵和配合電工不帶電工作，以減低發生意外的風險。
    - 物業管理公司和業主立案法團亦應預早通知受工程影響的用戶，勸喻他們作出配合，減低因停電而造成的影響

## 個案事例分析

### 個案一

一名工人在進行消防設備維修工程時因光管底盤發生故障而觸電死亡

#### ● 事發情況

- 一幢工業大廈正進行消防設備維修工程，包括更換大廈各處的電水泵、進水閘、火警鐘和消防喉轆。死者是該項工程的次承判商所僱用的工人。
- 意外發生當日，死者的僱主吩咐死者準備工程所需的物料。在下午約五時三十分，他到達該大廈的一個單位進行視察。在下午約五時四十五分，在同一單位內的員工聽到「砰」的一聲巨響，他們發現死者倒臥在前門的地上，不省人事，在他兩腿之間留有一把木梯。死者被送往醫院後證實死亡，而死因為觸電。

#### ● 個案分析

- 該單位前門出口通往一條走廊，除靠近上述出口已安裝消防喉轆和喉管的小部分地方之外，整條走廊均已裝上假天花。假天花由假天花板和金屬承托格子組成。金屬承托格子以鋼線懸掛在混凝土天花板上，但它並沒有連接附加的等電位接地導線。
- 該走廊共有五個光管底盤，全部均由一個開關掣控制。光管底盤以鋼線懸掛在混凝土天花板上，並垂吊在假天花板之上的位置，而假天花板的一些鋼線則觸及光管底盤的金屬外殼。
- 光管底盤由沒有地線的雙芯電線作供電電線，而底盤的金屬外殼亦沒有連接任何電路保護導線。電源是 220 伏特的交流電。
- 測試結果顯示，第 1 號光管底盤(前門出口第一個底盤)發生故障，引致光管底盤的電源與金屬外殼發生短路。由於假天花板與金屬外殼相連，在開啟該底盤電源後，金屬外殼與假天花板的金屬承托格子一同帶電。
- 由於死者當時獨自工作，沒有人目擊意外發生時的情況。不過，相信在意外發生時，光管底盤的故障引致該底盤的金屬外殼與假天花板的金屬承托格子帶電。當死者站在梯子上檢查消防裝置時，身體與光管底盤的外殼或假天花板的金屬承托格子接觸，當他接觸到附近其他接地的金屬部分（可能是消防喉轆的喉管），於是形成完整的漏電電路，漏電電流經過他的身體，導致他觸電死亡。

#### ● 防止意外的可行方法

- 光管電路和光管底盤應妥為維修保養，以防漏電
- 光管底盤的金屬外殼應有效地連接電路保護接地導線
- 假天花板的金屬承托格子應連接一條附加接地導線

## 呈報工作意外

### ● 呈報工作地點意外

根據香港法例第 509 章《職業安全及健康條例》第 13 條規定，如在工作地點發生意外，而造成僱員死亡或遭受嚴重身體傷害，或引致僱員在三天內喪失工作能力，該意外必須予以呈報。

「意外」包括對任何人的健康造成具損害性的影響的事件；「工作地點」指有僱員工作的任何地方，但不包括以下任何一項：

- 位於公眾地方的飛機或船隻
- 當經設計為運載人、動物或貨物的載具或使用作如此運載用途的載具位於任何公眾地方時，通常由該載具的司機佔用的座位或位置
- 在其內的僱員均屬家庭傭工的住宅處所
- 只有自僱人士工作的地方
- 屬規例為施行本段而訂明的種類的任何其他地方

### ● 呈報工作地點意外的人士

工作地點負責人必須就意外作出呈報。工作地點負責人是指受僱於該工作地點工作的僱員的僱主；如該僱主沒有對該工作地點的有關部分或方面行使任何程度的控制權，則工作地點負責人指該工作地點的佔用人。

「佔用人」就任何處所或工作地點而言，包括具有對該處所或工作地點有任何程度控制權的任何人，並尤其包括根據任何租契或合約，就以下事宜承擔責任的人：

- 處所的維修或修葺；或
- 任何置於處所的作業裝置或物質的安全或沒有因任何置於處所的作業裝置或物質的狀況或使用而對健康產生的危險；或
- 提供、維修或修葺進出處所的途徑

### ● 呈報工作地點意外的方式

#### 如意外造成僱員死亡或遭受嚴重身體傷害

「嚴重身體傷害」就任何人而言，包括任何導致該人進入醫院或診所接受治療或觀察的身體傷害。

- 在意外發生後的 24 小時內，將該意外通知一名勞工處職業安全主任。
- 如發出的意外通知不是載有下文所規定資料的書面報告，則必須在意外發生日後 7 天內，以書面向一名勞工處職業安全主任報告該意外。

### 如意外（造成僱員死亡或遭受嚴重身體傷害的意外除外）引致僱員在三天內喪失工作能力

「喪失工作能力」就任何意外的受害人而言，指該受害人永久或暫時喪失以任何身分工作的能力，而若無發生該意外的話，該受害人本應有能力以該身分工作。（如意外的通知已按照香港法例第 282 章《僱員補償條例》第 15 條發出，則無須為意外作出上述的書面報告。）

在意外發生日期後的 7 天內，以書面向一名勞工處職業安全主任報告該意外。

- 如意外受害人在意外呈報後死亡
- 在獲悉受害人死亡後的 24 小時內，以口頭或書面向一名勞工處職業安全主任及向最接近該工作地點的警署的負責警務人員報告該宗死亡

書面報告須載有以下資料：

- 有關處所佔用人的姓名或名稱及其主要營業地址；
- 受害人的僱主的姓名或名稱及其主要營業地址〔如該僱主不是該處所的佔用人〕；
- 意外受害人的姓名、住址、性別、身分證號碼、年齡（如知道的話）及職業（如有的話）；
- 在工作地點進行的工業、商業或其他活動的細節；
- 該意外的詳情，包括身體傷害和是否隨之而導致死亡或喪失工作能力，以及在意外發生時受害人正進行的活動。

### 危險事故

「危險事故」指下列任何一類的事故：

- 靠機械動力推動的旋轉器皿、輪、磨石或磨輪解體。
- 起重機械倒塌或失靈（鏈式吊索或纜吊索折斷的事故除外）。
- 任何符合以下幫助的爆炸或火警：
  - 對任何工作地點的結構或對任何工作地點的作業裝置或物質造成損害的；及
  - 導致在該工作地點進行的日常工作不能繼續的。
- 任何電力作業裝置的電力短路或電力失靈，而該短路或失靈：
  - 隨後引發爆炸或火警，或是與爆炸或火警有關連的；或
  - 對該作業裝置造成結構損毀而該短路、失靈、爆炸、火警或損毀導致該作業裝置的運作停頓或令作業

裝置不能使用

- 用以在大於大氣壓力下貯存一種或多於一種氣體（包括空氣）或壓縮氣體而 成的液體或固體的接收器或容器發生爆炸。
- 在工作地點所在處所的屋頂、牆壁、地板、地面、構築物或地基完全或部份倒塌。
- 石礦場內的覆蓋層、工作面、傾卸場或築堤整個或部分倒塌。
- 推土機、傾卸車、挖土機、平土機、貨車或鏟泥搬土機的翻倒或與 任何物體相撞；或用以處理石礦場內的物質的非固定機器的翻倒或與任何物體相撞。

## 意外或事故的調查

並非所有事件都需要同等程度的深入調查。調查人員應制訂不同程度事故的處理程序。對於引致嚴重受傷、健康受損和重大損失的意外以及會引致廣泛或嚴重受傷的潛在危險應該集中力量調查。整個調查過程應包括：

- 安全表現低於標準的原因；
- 確定安全管理制度的潛在缺點；
- 從意外及事故中檢討及學習；
- 防止意外再次發生；及
- 確保機構改善至達到法例及調查報告的要求。

調查包括四個主要步驟：

- 搜集有關意外或事故的證據（例如照片）、資料搜集，包括：事件之資料數據，如姓名、地址、性別、年歲職業、工作經驗、意外發生日期、時間、地點、受傷情況等等。意外之情況：如機器型號、意外地點之尺寸、高度、或空氣流通度、毒氣含量等。如有安全器具、有關該等器具之資料。
- 組織及研究有關證據
- 將調查結果與有關法律、行業及機構本身表現標準比較以得出結論；及
- 實行調查結果內的建議並進行跟進

意外事故調查的一般流程：

初步調查：

一旦緊急處理完成後，事故調查小組就應該進行初步的搜證工作。初步調查小組的重責大任為確保一些易隨著時間消失或是敏感資料適當的保存，小組成員應儘可能快速的完成調查工作，因為事故證人記憶和某些證據會隨著時間改變。事業單位可以根據後果嚴重性作為意外事故調查的分類，並且在公司內部訂定何種等級的意外事故該以何種工具、分析方法進行調查。

組成調查小組：

大多數意外事件與傷害、化學氣體外洩或是嚴重的生產中斷有關，原則上每件意外事件都應該徹底的調查，但即使是大型的事業單位也會因經費和人力資源的限制，無法針對每一件事件進行深入的調查。有鑑於此，將意外事件調查依照後果嚴重性和牽涉層面分級調查，不同程度的事件，調查小組的組成也略有不同。

資料收集：

- 人為性證據：只要可能與意外相關的人員，都可以考慮是否該進行進一步的訪談，如目擊者的陳述。
- 物理性證據：所有與意外現場相關的資訊，如設備、零件、殘骸等，在移動任何物品前，必須先拍照存證、量測；破碎的設備、殘骸和原料的樣本經由專家學者做更進一步的分析。
- 文件性證據：包含手寫文件和電子資料，如紀錄、報告、程序和相關文件等。

發展時間序列：

將事故發生的情境，藉由時間序列排序協助證據收集和判定意外事故的造成因素。

根本原因分析：

依事故的類型，決定根本原因分析的方法，如為何樹分析技術可經由個人或小規模的調查小組，針對某一單純的事件予以調查，而牽涉層面較複雜的事故，則可利用如失誤樹技術分析。

報告和建議：

回歸管理系統改善缺失，避免同一或類似事件再次發生。

### 調查報告書的編寫

標準的報告形式能有效地協助相關人士進行上述的意外調查程序，並能協助有關的管理人員安排必須的跟進行動及制訂先後次序。意外或事故調查報告應該：

- 準確地搜集資料及使用統一的格式將資料表達；
- 統一的格式有助分析及確認意外的共同原因、特點和趨勢，而這些分析資料都是在調查個別事件時難以察覺的；
- 記錄有用的資料，以供將來參考，包括記錄調查所需時間及有關費用；及
- 協助機構從個別或連串事件進行檢討及改善。
-

意外、健康受損及事故報告應涵蓋以下主要資料：

- 傷者的資料，包括年齡、性別、經驗、訓練等；
- 意外或事故的結果，例如：受傷或健康受損、財物破壞、工序受到干擾，以及其嚴重性；
- 機構對事件的即時處理情況，例如現場情況是否即時受到處理及控制、是否確保現場環境不會導致進一步的傷害、對急救的反應能力是否足夠、有否正確地遵從緊急應變措施；
- 環境的描述，包括地點、時間及現場情況；
- 引致任何受傷、健康受損或其他損失的直接原因；
- 根本的原因，例如：工地預防措施、危機控制系統及管理制度的失誤；及
- 防止意外或事故再次發生的建議。
- 

應確保有機制決定實施建議措施的優先次序，並監察執行的情況，以防止意外或事故再次發生。機構亦應該根據意外和事故調查後所收集的資料進行統計分析。分析結果可讓管理層識別意外常見的原因、特徵及趨勢。這些分析提供的資料具有很高參考價值，讓管理層檢討機構的安全管理制度及制訂相應的行動計劃。

下頁為「呈報危險事故表格」的樣本。

**DANGEROUS OCCURRENCE REPORT FORM**

呈報危險事故表格

To : The Commissioner for Labour, Labour Department  
致 : 勞工處處長

In accordance with Regulation 18 of the Factories and Industrial Undertakings Regulations, I submit below details of a dangerous occurrence:-

茲根據工廠及工業經營規例第十八條，謹向 貴處呈報以下之危險事故:-

Name and Address of Industrial Undertaking 工業經營之名稱及地址	
Date and Time of the Dangerous Occurrence 危險事故發生之日期及時間	
Nature of the Dangerous Occurrence 危險事故之性質	
Circumstances 危險事故之現場情況	
Structural/Plant Damage 樓宇／機器或設備受損壞之程度	
Casualties * 有沒有人受傷 *	
Extent of Work Suspended 工作停止程度	

\* In case of injury, the accident reporting form (Form 2) must be followed within seven days.  
如有人受傷，必須於事故發生後七天內以表格 2 向勞工處呈報。

Signature

簽署 \_\_\_\_\_

Position

職位 \_\_\_\_\_

Date

日期 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(CHOP OF COMPANY)  
(公司蓋印)

Note : This form must be sent to an Occupational Safety Officer of Labour Department within 24 hours after the dangerous occurrence concerned.

註 : 此表格必須在有關的危險事故發生後的 24 小時內向勞工處職業安全主任呈報。

## 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）教材套

### 能力單元 EMCUSH305A 「調查一般工業意外」

#### 評核指引

##### 1. 評核方式

如前所述，使用者可自行設計適合自身需要及教學對象的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 口試（例如模擬一工程項目的小組討論或面見，要求學員參與，設定評分標準）
- 筆試考核（設定筆試題目，考核學員的相關知識）
- 其他（例如實務演示、視像記錄等）

使用者在設計課程時，亦應評核學員對這些知識的掌握程度。使用者應自行設計適合自身需要及教學對象就實務技能的評核項目，以下是部份可行的例子：

- 設立期中、期末的實務考試
- 模擬的實務技能工作項目
- 就每一次的實務技能練習進行評分
- 設立工作實習，在實際工作中進行評估

上述例子可混合使用。無論採用何種評核方式，使用者必需考慮本能力單元的教學內容既以技術知識為主，亦包括實務技能；且應顧及其資歷架構 2 級之水平。在設計評核方式時，應切合這些面向，包括能有效地測試學員對能力單元的內容的掌握。以此為邏輯，筆試會是較為主要的評核方式。

以下是以筆試作為評核模式的示範例子：

- 評核模式為：筆試

## 2. 評核方式設計範例

為檢視學員之學習進度是否有所增長，進而檢視教學成果，本指引建議在整個教學過程中，設兩次筆試評核，一次為期中考試（即持續評核）；另一次為期末考試。筆試之模式建議如下：

- 筆試內容為：多項選擇題
- 題目數量為：每次至少 10 題
- 使用者應準備試題庫，預先編撰足夠數量之試題，確保每次筆試時，題目不至過份重複；建議試題庫之題目數量應為實際考試題目數量之 4 倍

除多項選擇題外，本指引亦包含另一份口試模式的示範，內容為一項模擬意外個案的小組討論，詳見試題範例樣本（附件 I-04）。

無論評核模式如何，試題內容應配合教學進度。此外，試題內容亦理應配合教學內容及本能力單元所涵蓋之知識範圍。

另外，為確保評核質素，使用者應定時檢討試題內容，視乎需要更新試題，以確保所考核之內容為該領域之最新知識，貼近業界現況；本指引建議培訓機構至少每一年進行一次試題檢討。

### 3. 評核項目與預定學習成效

設計評核方式時，應留意評核項目必需切合預期學習成效，確保兩者能充份配對。以本能力單元的預期學習成效及筆試的評核方式而言，兩者的配對如下：

評核項目	<u>預期學習成效一</u> 能遵照處理意外守則要求，處理及調查工業意外，作出改善方案，並能撰寫意外調查報告	<u>預期學習成效二</u> (如使用者自訂其他預期學習成效)
評核項目一 (例如：持續評估——實務試 / 筆試等)	✓	
評核項目二 (例如：期末考試——實務試)	✓	✓
..... (如有更多評核項目，可繼續延伸下去)		✓

### 4. 評核試題範例

下頁是本指引所建議的評核方式（筆試）的試題範例樣本（附件 I-03）以及評核方式（口試）的試題範例樣本（附件 I-04），使用者可用作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的評核內容。（本指引提供之樣本只作參考之用，並不涵蓋本能力單元之所有教授範圍）

附件 I-03

能力單元 EMCUSH305A 「調查一般工業意外」

評核試題範例樣本

筆試——多項選擇題

評分準則建議：每答對一題得 1 分，視乎試卷的題目數量，以答對全部題目的 50%或以上為合格。

編號	試題	答案
Q1	以下那項不是電工行業的人為（僱員）的因素及不全安 環境人為的因素？  A. 未經足夠訓練或許可而擅自開動機器 B. 棄置全防護設備不用或將之移去 C. 使用不安全工具或機器 D. 工場內談話	D
Q2	以下哪項不是物件本身的缺陷引致危險？  A. 設計不良 B. 構成材料瑕疵、老化、疲勞、達到使用年限 C. 外觀欠佳 D. 故障未修理	C
Q3	以下哪項不是防護具？  A. 安全鞋 B. 棉紗手套 C. 護目鏡 D. 安全帶	B
Q4	以下哪項不是安全裝置失效？  A. 拆下安全裝置使其失效 B. 調整安全裝置失誤 C. 拆卸其他保護裝置 D. 拆卸運行指示燈	D

編號	試題	答案
Q5	<p>以下哪些方法有助減少工程意外？</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i. 不使用危險物質</li><li>ii. 選擇危險性較低之物質</li><li>iii. 隔離有害因素</li><li>iv. 以通風方法控制濃度</li></ul> <p>A. i, ii 及 iii B. i, ii 及 iv C. ii, iii 及 iv D. 以上皆是</p>	D
Q6	<p>意外或事故調查報告的次序為？</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i. 意外或事故的報告及調查</li><li>ii. 建議防止意外再次發生的措施</li><li>iii. 意外數字的統計分析</li><li>iv. 完成調查報告</li></ul> <p>A. i, ii, iii, iv B. i, ii, iv, iii C. i, iv, ii, iii D. ii, iii, i, iv</p>	C
Q7	<p>意外或事故的確認及報告不包括以下哪一項？</p> <p>A. 受傷及健康受損的個案 B. 受影響的工程進度 C. 可能會引致受傷、健康受損或損失的閃失事故 D. 存在於工作地點的危險</p>	B
Q8	<p>以下各點並不能促進調查報告的準確性？</p> <p>A. 為員工提供訓練 B. 應培養員工善於觀察及負責任的處事態度 C. 為員工提供金錢 D. 互相參照和核對急救治療、健康紀錄、保養或火警報告及保險索償</p>	C

編號	試題	答案
Q9	<p>「工作地點」指有僱員工作的任何地方，但不包括以下哪一項？</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i. 位於公眾地方的飛機或船隻</li><li>ii. 當經設計為運載人、動物或貨物的載具或使用作如此運載用途的載具位於任何公眾地方時，通常由該載具的司機佔用的座位或位置</li><li>iii. 在其內的僱員均屬家庭傭工的住宅處所</li><li>iv. 只有自僱人士工作的地方</li><li>v. 屬規例為施行本段而訂明的種類的任何其他地方</li></ul> <p>A. i, ii, iii, iv B. i, ii, iv, iii C. i, iv, ii, iii D. 以上皆不是</p>	D
Q10	<p>如意外造成僱員死亡或遭受嚴重身體傷害，在意外發生後的多少小時內，將該意外通知一名勞工處職業安全主任？</p> <p>A. 6 小時 B. 12 小時 C. 24 小時 D. 48 小時</p>	C
Q11	<p>如意外造成僱員死亡或遭受嚴重身體傷害，如發出的意外通知不是載有下文所規定資料的書面報告，則必須在意外發 生日期後的多數少天內，以書面向一名勞工處職業安全主任報告該意外？</p> <p>A. 1 日 B. 7 日 C. 14 日 D. 28 日</p>	B
Q12	<p>以下哪一項不是工作地點意外書面報告的必要資料？</p> <p>A. 受害人的僱主的姓名或名稱及其主要營業地址〔如該僱主不是該處所的佔用人〕 B. 意外受害人的姓名、住址、性別、身分證號碼 C. 意外受害人的職位及薪金 D. 在工作地點進行的工業、商業或其他活動的細節</p>	C

編號	試題	答案
Q13	<p>「危險事故」指下列哪一類的事故：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 靠機械動力推動的旋轉器皿、輪、磨石或磨輪解體</li> <li>ii. 起重機械倒塌或失靈（鏈式吊索或纜吊索折斷的事故除外）</li> <li>iii. 任何符合以下幫助的爆炸或火警</li> <li>iv. 任何電力作業裝置的電力短路或電力失靈，而該短路或失靈</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. i, ii, iii, iv</li> <li>B. i, ii, iv, iii</li> <li>C. i, iv, ii, iii</li> <li>D. 以上皆是</li> </ul>	D
Q14	<p>意外或事故的調查並非所有事件都需要同等程度的深入調查，機構應制訂不同程度事故的處理程序，對於下列那一項不需要集中力量調查？</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. 嚴重受傷</li> <li>B. 商譽受損</li> <li>C. 重大損失的意外</li> <li>D. 會引致廣泛或嚴重受傷</li> </ul>	B
Q15	<p>意外或事故的調查，整個調查過程應不包括下列哪項？</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. 安全表現低於標準的原因</li> <li>B. 確定安全管理制度的潛在缺點</li> <li>C. 從意外及事故中檢討及學習</li> <li>D. 賠償金額</li> </ul>	D
Q16	<p>調查包括的四個主要步驟次序為？</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 實行調查結果內的建議並進行跟進。</li> <li>ii. 搜集有關意外或事故的證據</li> <li>iii. 將調查結果與有關法律、行業及機構本身表現標準比較以得出結論</li> <li>iv. 組織及研究有關證據</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. i, ii, iii, iv,</li> <li>B. i, iii, iv, ii</li> <li>C. ii, iv, iii, i</li> <li>D. ii, i, iv, iii</li> </ul>	C

編號	試題	答案
Q17	搜集有關意外或事故的證據，以下哪一項不是第一組為事件之資料數據？  A. 姓名 B. 身高 C. 意外發生日期、時間、地點 D. 受傷情況	B
Q18	搜集有關意外或事故的證據，以下哪一項不是第二組為事件之資料數據？  A. 機器型號 B. 意外地點之尺寸、高度 C. 空氣流通度、毒氣含量等 D. 機器使用時間	D
Q19	以下哪項不是意外事故進行調查主要六項作業之一？  A. 初步調查 B. 組成調查小組 C. 資料收集 D. 作出賠償	D
Q20	以下哪項不是意外事故進行調查中所需的資料？  A. 人為性證據 B. 邏輯性證據 C. 物理性證據 D. 文件性證據	B

附件 I-04  
能力單元 EMCUSH305A 「調查一般工業意外」  
評核試題範例樣本  
口試——小組討論

考核方式：

建議學員四人一組，討論時間為 20 分鐘，根據後頁的「評分標準」為每位學員評分；總分為 100 分，合格分數為 50 分

討論題目：

某電工要把裝設在假天花內的舊電線更換。他用右手把舊電線從喉通內拉出時，左手握着假天花的金屬支架。在拉線時，他右手觸及在附近一條絕緣體損壞了的電線，引至觸電。



圖片錄自勞工處刊物《地盤意外個案簡析》2013 年 2 月版本

就上述工業意外，討論以下內容並嘗試整理討論結果：

- 意外原因
- 安全情況
- 電氣佈線工及電氣裝配工應該做甚麼
- 電氣佈線工及電氣裝配工不應該做甚麼
- 管工和負責人須注意事項

## 評分標準

評分內容	分數
參與討論程度	積極參與 (25 分) 一般參與 (15 分) 不積極參與 (5 分) 不參與 (0 分)
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 意外原因                             <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 沒有切斷電源進行工程</li> <li>■ 部分電線的絕緣體損壞</li> </ul> </li> </ul>	得出兩個以上結論 (15 分) 得出兩個結論 (10 分) 得出一個結論 (5 分)
安全情況 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 關上電力總掣，加以上鎖</li> <li>● 鎖匙由工程負責人保管，並掛上警告告示</li> <li>● 配備足夠的防護裝備</li> </ul>	得出兩個以上結論 (15 分) 得出兩個結論 (10 分) 得出一個結論 (5 分)
電氣佈線工及電氣裝配工應該做甚麼 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 開工前留意電力總掣是否已關上及加以上鎖，並掛上警告告示</li> <li>● 測試與工程有關的電力裝置是否帶電</li> <li>● 接受適當安全訓練</li> </ul>	得出兩個以上結論 (15 分) 得出兩個結論 (10 分) 得出一個結論 (5 分)
電氣佈線工及電氣裝配工不應該做甚麼 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 在電力總掣未關上而進行工程</li> <li>● 未對電力裝置進行「帶電測試」而進行工程</li> <li>● 未有配備足夠的防護裝備就開始工作</li> </ul>	得出兩個以上結論 (15 分) 得出兩個結論 (10 分) 得出一個結論 (5 分)
管工和負責人須注意事項 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 採取「工作許可證制度」，以確保電源供應已被切斷才進行電力工程</li> <li>● 提供安全資料、指示及督導，保障施工安全</li> <li>● 在使用電力的工作地點當眼處，張貼法定《觸電急救法》告示</li> <li>● 提供適當安全及急救訓練</li> </ul>	得出兩個以上結論 (15 分) 得出兩個結論 (10 分) 得出一個結論 (5 分)

## 附件 J-01

### 低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）（三級）

#### 「綜合期末考試」評核試題範例樣本

下頁是本指引所建議的「綜合期末考試」的試題範例樣本，使用者可用作參考。該樣本只作參考之用，使用者就實際情況，自行編撰合理的評核內容。

#### 評核試題範例注意事項

- 本試題樣本只供參考之用；使用者於理解試題設計後，應自行發展及設計切合自身實際情況的綜合試題。
- 本試題樣本只可視為其中一個嘗試涵蓋「低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）」教材套內所有 9 個能力單元的評核設計，並非絕對及唯一方式；使用者應自行制定適合自身情況的評核設計、考核項目的內容及數量、考核的所需時間等細節。
- 本試題樣本建基於「低壓裝置安裝及保養維修（專業處理）」教材套內之 9 個能力單元而設，然而 9 個能力單元的內容範圍甚廣，樣本內的試題所涵蓋的內容並未完全包括 9 個能力單元的所有學習內容。
- 為避免考核時間過長，本指引並不建議使用者以一次評核向學員考核全程 9 個能力單元的所有內容；反而應判斷 9 個能力單元的重點，設計出涵蓋不同重點的試題，建立一定數量的試題庫，然後在進行綜合考試前，以抽籤或其他公平的方式，抽取合理數量的試題，作為該次考試的考核內容。
- 同樣，本試題樣本雖設有評分準則及設有合格分數的百分比，惟只作為示範試題設計之用。使用者可參考本指引所提供之評分準則，在自行設計試題後，制定相應之評分準則，或設一評分表，細列學員於各考核項目之得分；並制定合格水平及條件。
- 本試題樣本有 2 部份，所分別對應的能力單元如下：

## 第 1 部份：多項選擇題

題目	對應能力單元
1-5	設計基本的低壓電力供應系統（EMELDE321A）（6 學分）
6-10	設計特定的電機控制及起動電路（EMELDE320A）（9 學分）
11-15	安裝特定設計的電機控制及起動電路（EMELIN308A）（9 學分）
16-20	執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養 （EMELOR207A）（6 學分）
21-25	根據圖則內容，進行低壓電力系統及連帶裝置的安裝 （EMELIN310A）（3 學分）
26-30	檢查、驗收及調試的低壓電力系統（EMELIT306A）（6 學分）
31-35	維修電機設備系統的控制及起動電路（EMELOR306A）（9 學分）
36-40	調查一般工業意外（EMCUSH305A）（3 學分）
41-45	維修柴油引擎及發電機的控制及保護設備之故障（EMCUOR309A） （9 學分）

建議考試時間：1 小時

評核標準：共 45 題，每題 1 分，得 23 分或以上為合格。

## 第 2 部份：個案研究

題目	對應能力單元
1	設計基本的低壓電力供應系統（EMELDE321A）（6 學分）
	設計特定的電機控制及起動電路（EMELDE320A）（9 學分）
	安裝特定設計的電機控制及起動電路（EMELIN308A）（9 學分）
	維修電機設備系統的控制及起動電路（EMELOR306A）（9 學分）
2	調查一般工業意外（EMCUSH305A）（3 學分）
3	執行簡單低壓電力系統及連帶裝置的運行、維修及保養 （EMELOR207A）（6 學分）

建議考試時間：4 小時

評核標準：共 3 題，各 100 分，得 50 分或以上為合格。

第 1 部份：多項選擇題

題號	問題內容	答案
1.	保護接零適用於那種類的電網?  A. IT B. TN C. TT D. NT	B
2.	在 TN 系統中，若設備絕緣完好，但金屬外殼對地電壓不為零，則可能是那一設備斷開?  A. 保護接零 B. 保護接地 C. 工作接地 D. 重複接地	D
3.	保護接地電阻的阻值不超過多少歐姆?  A. 1 歐姆 B. 4 歐姆 C. 6 歐姆 D. 10 歐姆	B
4.	熔斷器起甚麼保護?  A. 超載 B. 短路 C. 接地 D. 以上皆有	B
5.	熱繼電器主要起甚麼保護?  A. 短路 B. 超載 C. 接地 D. 以上皆有	B

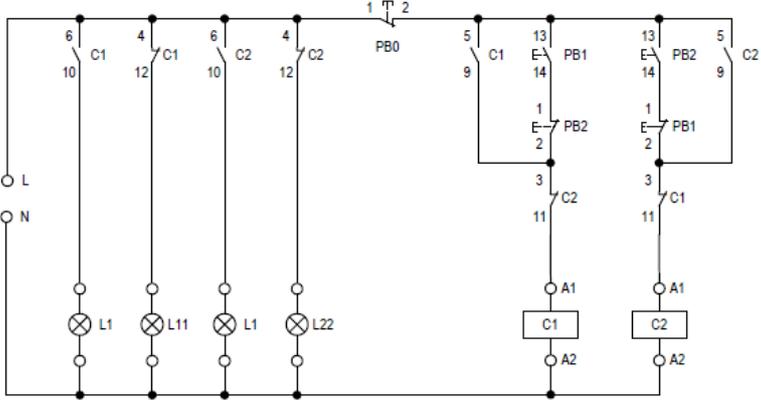
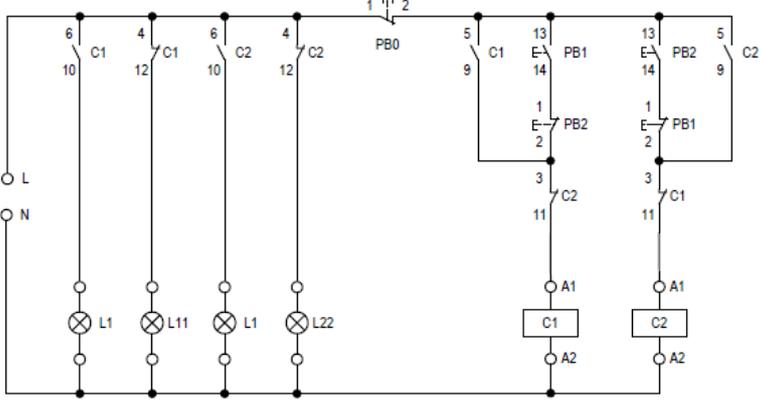
題號	問題內容	答案
6.	<p>失壓保護是指甚麼?</p> <p>A. 電壓降至額定電壓 50%時脫扣</p> <p>B. 電壓降至額定電壓 10%時脫扣</p> <p>C. 停電時自動脫扣</p> <p>D. 電壓大於額定值時脫扣</p>	C
7.	<p>任意換三相電動機_____接線，就可實現正反轉控制。</p> <p>A. 一相</p> <p>B. 兩相</p> <p>C. 三相</p> <p>D. 相線及中性線</p>	B
8.	<p>失壓（欠壓）是當電源消失或低於某一數值時，能自動斷開線路的一種保護裝置。當電壓恢復時，設備應怎樣?</p> <p>A. 可以自動啟動</p> <p>B. 不可以自動啟動</p> <p>C. 可能自動啟動，也可能不自動啟動</p> <p>D. 一定要自動啟動</p>	B
9.	<p>三相非同步電動機的啟動性能主要指啟動轉矩倍數、啟動時間、啟動設備及甚麼的簡易可靠性?</p> <p>A. 最大電流倍數</p> <p>B. 啟動電流倍數</p> <p>C. 最大轉矩倍數</p> <p>D. 啟動電壓倍數</p>	B
10.	<p>非同步電動機的調速方法有變頻調速、_____及改變轉差率調速。</p> <p>A. 降壓調速</p> <p>B. 變極調速</p> <p>C. 轉子回路串電阻調速</p> <p>D. 升壓調速</p>	B

題號	問題內容	答案
11.	<p>三相非同步電動機啟動完成，轉子轉速達到額定轉速時，與定子電源頻率相比，轉子電流的頻率_____。</p> <p>A. 為零 B. 較低 C. 較高 D. 沒有分別</p>	B
12.	<p>三相非同步電動機的轉子鐵芯是電動機_____的一部分。</p> <p>A. 電路 B. 電阻 C. 主磁路 D. 外觀</p>	C
13.	<p>三相非同步電動機的額定功率是指電動機額定運行時的甚麼？</p> <p>A. 總輸入功率 B. 軸端輸出的機械功率 C. 電磁功率 D. 重點</p>	B
14.	<p>在三相非同步電動機中，若每極每相槽數為 <math>q</math>，將相鄰的 <math>q</math> 個線圈串聯成組，稱它為甚麼？</p> <p>A. 極相組 B. 槽距電角 C. 相繞組 D. 電磁功率</p>	A
15.	<p>如果三相非同步電動機不經常直接啟動，其額定容量不能超過變壓器容量的_____。</p> <p>A. 30% B. 40% C. 50% D. 60%</p>	A

題號	問題內容	答案
16.	<p>對頻繁操作的交流接觸器，每多少個月進行一次檢查?</p> <p>A. 3 個月 B. 6 個月 C. 12 個月 D. 18 個月</p>	A
17.	<p>當遇上甚麼環境因素時，要加強對低壓配電裝置的巡視?</p> <p>A. 溫度較高 B. 濕度較大 C. 灰塵較大 D. 二氧化碳濃度較高</p>	A
18.	<p>組合開關處於斷開位置時，應使手柄在甚麼位置。</p> <p>A. 垂直 B. 45 度 C. 水平 D. 135 度</p>	C
19.	<p>剩餘電流動作保護器的動作電流值達到或超過給定電流值時，將自動作出?</p> <p>A. 重合閘 B. 切斷電源 C. 合上電源 D. 給出報警信號</p>	B
20.	<p>剩餘電流動作保護裝置進行動作特性試驗時，應採用甚麼的試驗方法?</p> <p>A. 專用測試儀器 B. 相線對地短路 C. 動物作為試驗物 D. 萬用錶</p>	A

題號	問題內容	答案
21.	<p>一般照明電路電壓是以下哪種？</p> <p>A. 直流電壓 110 伏 B. 交流電壓 380 伏 C. 交流電壓 220 伏 D. B. 交流電壓 415 伏</p>	C
22.	<p>照明電路中開關應接在（ ）上。</p> <p>A. 零線 B. 火線 C. 保護線 D. 無要求</p>	B
23.	<p>根據電力守則，新安裝的三相電的導線必須採用甚麼顏色？</p> <p>A. L1 紅色，L2 黃色，L3 藍色，N 黑色 B. L1 棕色，L2 黑色，L3 灰色，N 藍色 C. L1 橙色，L2 白色，L3 灰色，N 藍色 D. L1 紅色，L2 白色，L3 綠色，N 藍色</p>	B
24.	<p>三相星形接法，其相電壓為 220V，而線電壓為_____伏</p> <p>A. 220 B. 110 C. 380 D. 415</p>	C
25.	<p>帶電工作中，斷開導線時，應先斷開？</p> <p>A. 接地線 B. 火線 C. 中性線 D. 水線</p>	B

題號	問題內容	答案
26.	<p>在以下線路的中性線不允許裝設熔斷器。</p> <p>A. 三相四線制 B. 三相三線制 C. 單相三線制 D. 以上皆是</p>	A
27.	<p>低壓斷路器運行應巡視檢查的項目包括以下那項?</p> <p>A. 外觀檢查 B. 觸頭有無過熱 C. 二次回路指示燈信號是否吻合 D. 以上皆是</p>	D
28.	<p>選擇斷路器時，應考慮以下那項等。</p> <p>A. 使用場所 B. 防護等級 C. 使用類別 D. 以上皆是</p>	D
29.	<p>剩餘電流動作保護裝置允許在那種系統中使用?</p> <p>i. TN-C ii. TN-S iii. TN-C-S iv. TT</p> <p>A. i,ii,iii B. i,iii,iv C. i,ii,iv D. ii,iii,iv</p>	D
30.	<p>低壓配電屏在安裝或檢修後，投入運行前應用兆歐表測量絕緣電阻，其值應不小於_____兆歐姆(MΩ)</p> <p>A. 0.5 B. 0.3 C. 0.1 D. 1.0</p>	A

題號	問題內容	答案
31.	<p>下電路圖中，當按鈕『PB2』按下後再復位，『C2』電磁接觸器會_____，而『L22』指示燈會_____。</p>  <p>A. 吸索；熄滅 B. 吸索；亮起 C. 復位；熄滅 D. 復位；亮起</p>	A
32.	<p>下電路圖中，當按鈕『PB0』按下後再復位，『L1』指示燈會_____，『L2』指示燈會_____。</p>  <p>A. 亮起；亮起 B. 亮起；熄滅 C. 熄滅；亮起 D. 熄滅；熄滅</p>	D
33.	<p>下電路圖中，若按鈕『PB1』及『PB2』同時按下，『C1』電磁接觸器會_____，而『C2』電磁接觸器會_____。</p>	D

	<p>A. 吸索；吸索 B. 吸索；復位 C. 復位；吸索 D. 復位；復位</p>	
<p>34.</p>	<p>三相控制主電路的保險絲主要用作_____。</p> <p>A. 短路保護 B. 過載保護 C. 欠壓保護 D. 失壓保護</p>	<p>A</p>
<p>35.</p>	<p>在一控制電路上排故時發現一個交流 220V 電磁接觸器線圈的輸入端『A1』及輸出端『A2』都有 220V 電壓，你會覺得下列哪一個故障原因最大？</p> <p>A. 電磁接觸器的線圈繞毀開路 B. 電磁接觸器的線圈繞毀短路 C. 中性線回路中斷 D. 電磁接觸器的線圈錯誤地安裝了一個 380V 電壓規格的線圈</p>	<p>B</p>

題號	問題內容	答案
36.	絕大部分的觸電傷亡事故是由_____造成的。  A. 電擊 B. 電磁感應 C. 雷電 D. 靜電	A
37.	在一般情況下，取_____mA 為人體所能忍受而無致命危險的最大電流。  A. 30 B. 20 C. 16 D. 10	A
38.	直接接觸觸電是設備及線路正常運行時，觸及_____而發生的觸電現象。  A. 帶電體 B. 設備外殼 C. 絕緣體 D. 接地	A
39.	絕緣是用絕緣材料把帶電體_____起來，防止人體觸及或過分接近帶電體造成觸電事故。  A. 封閉 B. 連接 C. 隔離 D. 遮罩	A
40.	致命電流值一般為多少?  A. 50mA B. 36mA C. 40mA D. 30mA	A

題號	問題內容	答案
41.	<p>在_____線路的中性線允許裝設熔斷器。</p> <p>A. 三相四線制 B. 三相三線制 C. 並聯 D. 串聯</p>	A
42.	<p>直流發電機是利用甚麼工作原理?</p> <p>A. 歐姆定律 B. 電磁感應原理 C. 右手螺旋定則 D. 左手螺旋定則</p>	B
43.	<p>直流發電機的換向器與電刷配合，可將電樞繞組內的_____變換為電刷上的直流電動勢。</p> <p>A. 交流電動勢 B. 直流電動勢 C. 變電動勢 D. 電感電動勢</p>	A
44.	<p>維修發電機需要進行以下那項?</p> <p>i. 檢查發動機傳動皮帶組； ii. 檢查燃油供油情況； iii. 檢查啟動系統的線路和蓄電池的接線； iv. 發電機組控制櫃內部接線的檢查；</p> <p>A. i , ii , iii, iv B. ii , i , iii, iv C. i , iii , ii, iv D. 以上皆是</p>	D
45.	<p>蓄電池的性能和容量試驗中，電池劣化到定額容量的_____時必須換掉，</p> <p>A. 70 % B. 80 % C. 90 % D. 100 %</p>	B

## 第 2 部份：個案研究

題目 1：操作與維護自動水泵控制系統	
模擬個案內容	<p>假設你正進行一項工程項目，在某大廈進行安裝一個食水泵控制系統，系統安裝完成後，進行完工測試與檢查，並須要呈交系統操作手冊給客戶。</p> <p>系統裝有兩台食水泵，分別由兩台 4kW 的四極三相感應電動機推動。</p>
工作內容	<p>A. 根據控制電路原理圖（圖 J-1 及圖 J-2），說明括弧內[ 1-20 ]各控制元件的符號、名稱及有關功能（30 分）</p> <p>B. 設計控制箱面板（26 分）</p> <p>C. 根據控制電路原理圖（圖 J-1 及圖 J-2），列出控制系統的功能(24 分)</p> <p>D. 編寫控制系統測試與檢查核對表。（20 分）</p>

圖 J-1

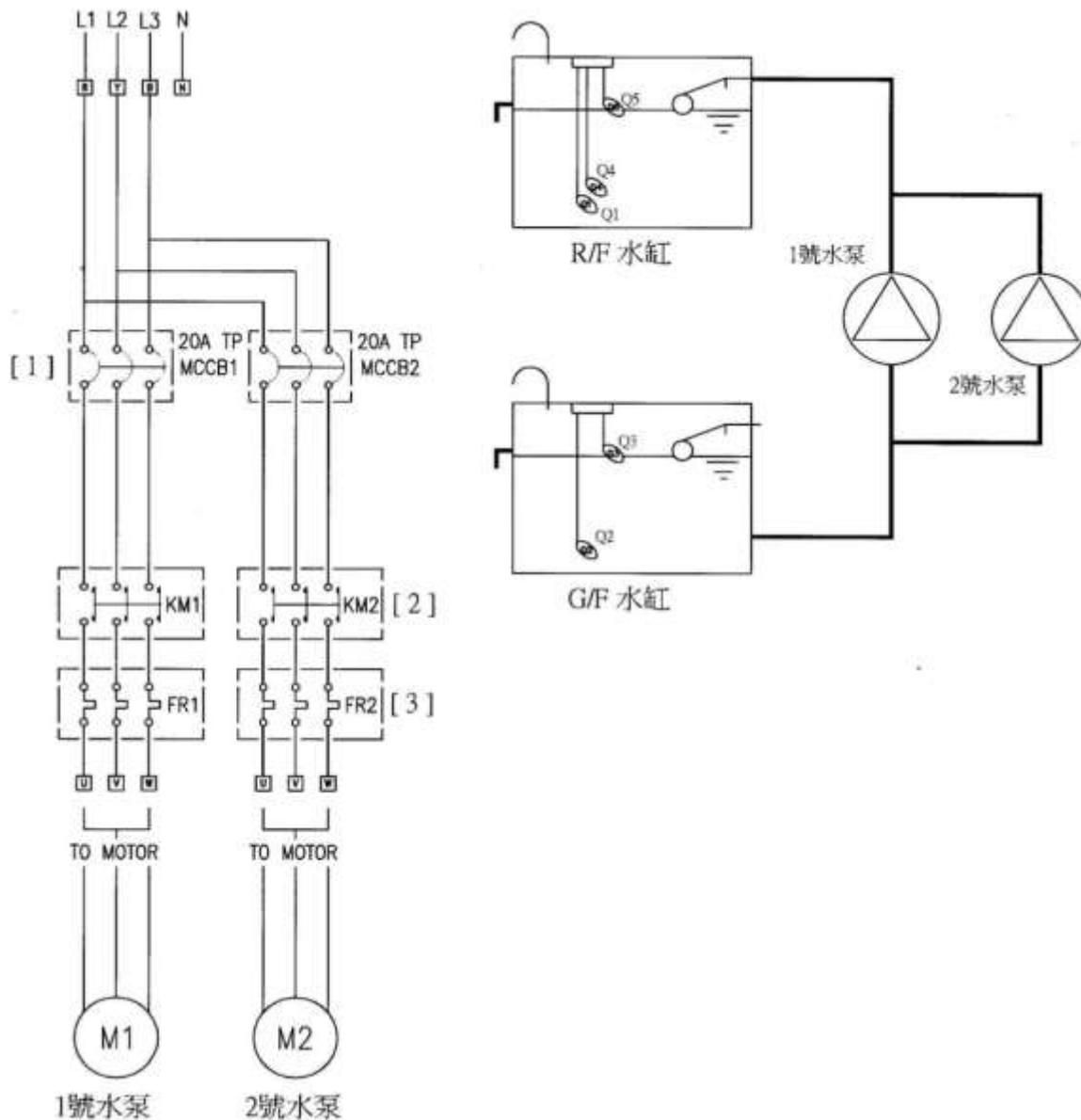
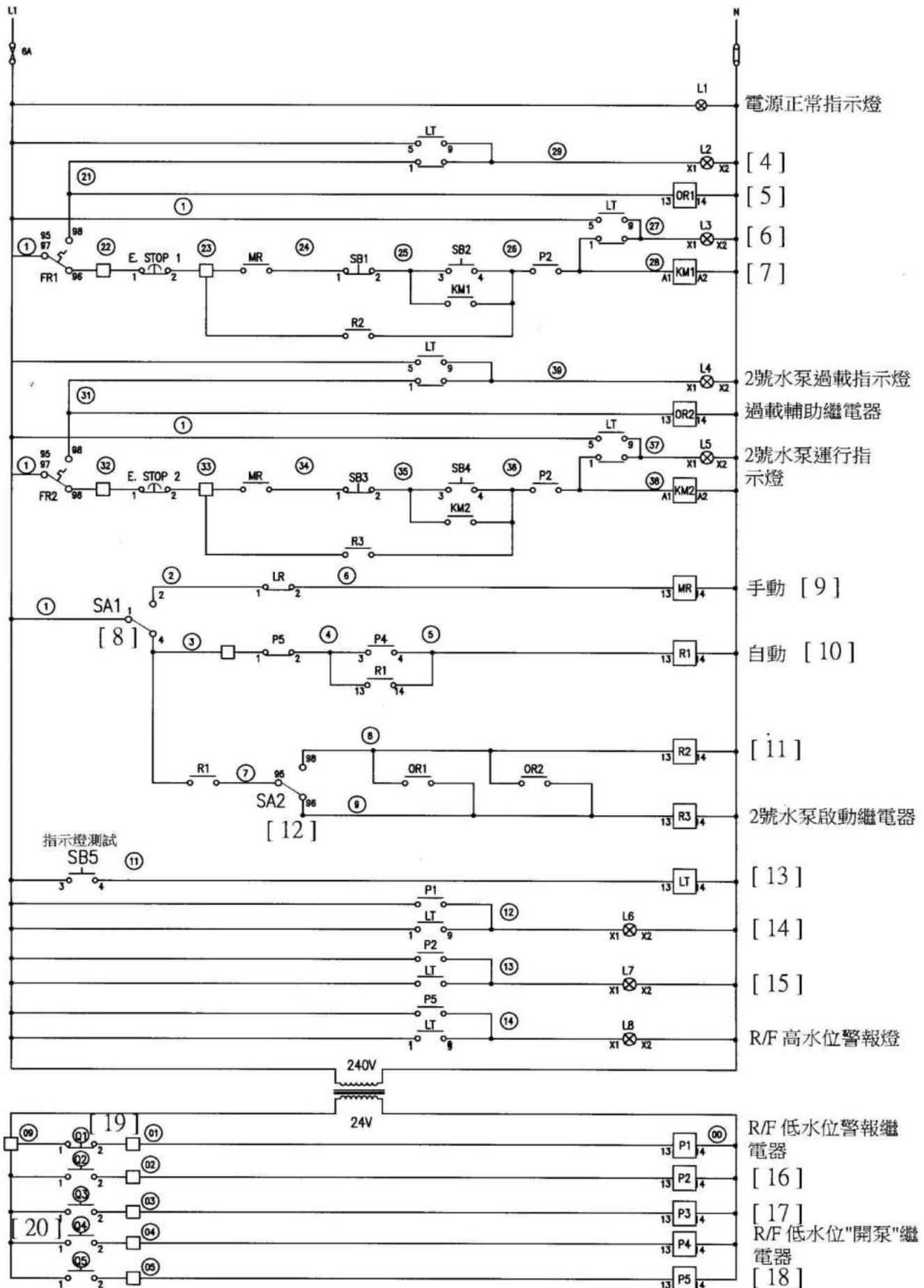


圖 J-2



## 參考答案及評分準則

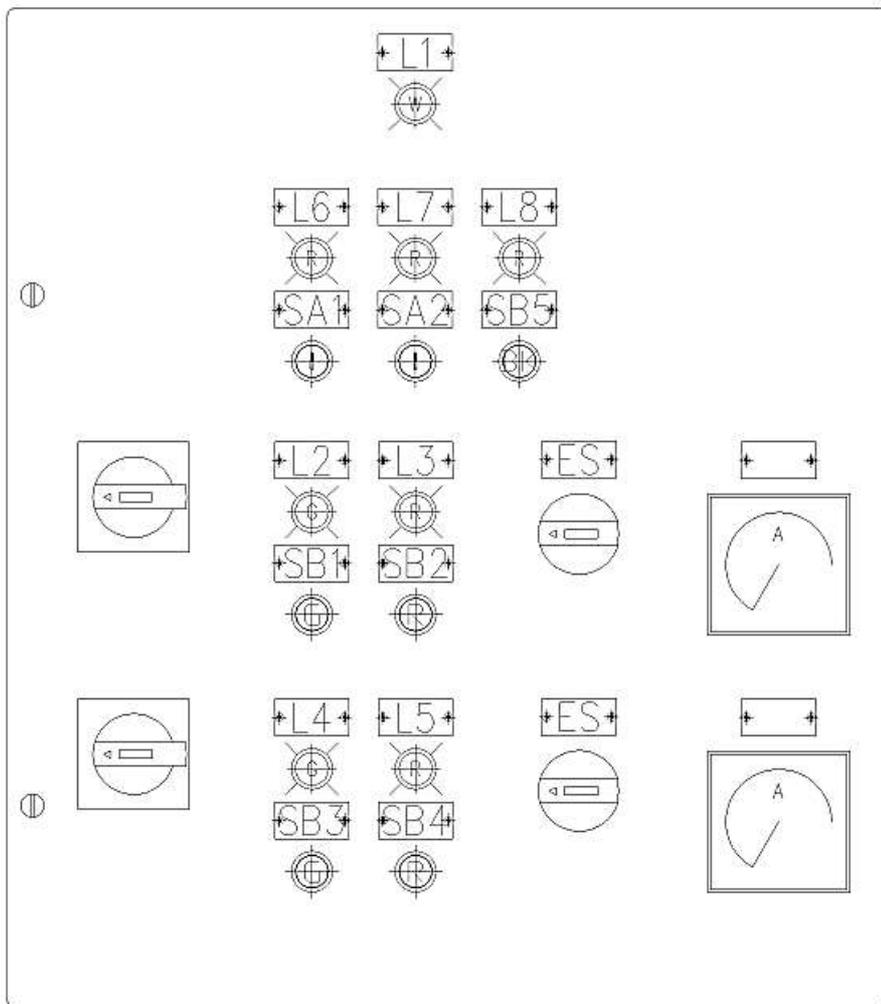
工作內容 A：

括弧內[ 1-20 ]各控制元件的符號、名稱及有關功能；每一項正確說明得 1.5 分，共 30 分

控制元件	名稱	作用
1	模製外殼斷路器	在電流超過跳脫設定後自動切斷電流。
2	接觸器	啟動電動機
3	熱繼電器	當電流過高或者因負載電流超過設定時，就會啟動過載繼電器而斷迴路，只能作為控制電動機的過載保護，不能作為短路保護。
4	測試指示燈	1 號水泵過載指示燈
5	過載輔助繼電器	1 號水泵過載輔助繼電器
6	指示燈	1 號水泵運行指示燈
7	接觸器	1 號水泵啟動接觸器
8	選擇制	自動/手動選擇制
9	繼電器	手動操作繼電器
10	繼電器	自動操作繼電器
11	繼電器	1 號水泵啟動繼電器
12	選擇制	1 號水泵/2 號水泵選擇制
13	繼電器	試燈繼電器
14	警報燈	R/F 低水位警報燈
15	警報燈	G/F 低水位警報燈
16	繼電器	G/F 低水位繼電器
17	繼電器	G/F 高水位繼電器
18	繼電器	R/F 高水位繼電器
19	浮動開關(常閉接點)	外來停止
20	浮動開關(常開接點)	外來啟動

工作內容 B：

以下每個標示及其數量正確獲 1 分，共 26 分。



在控制面板中，須清楚標示出以下各部分：

1. 指示燈紅色 x 3、
2. 指示燈琥珀色 x 2、
3. 指示燈白色 x 1
4. 指示燈綠色 x 2
5. MCCB 模製外殼斷路器 x 2
6. E-STOP 急停掣 x 2
7. Key Switch 選擇掣 x 2
8. Start Button 按鈕 (綠色 x 2)
9. Stop Button 按鈕 (紅色 x 2)
10. Lamp Test Button 試燈掣 (黑色 x 1)
11. Current Ampere Meter 安培計 x 2

工作內容 C：

每個功能 4 分，共 24 分。

1. 切換水泵
2. 自動啟動
3. 自動停止
4. 過載與自動轉換水泵
5. 緊急停止
6. 手動啟動與停止水泵

工作內容 D：

以下甲部每個測試項目結果正確得 2 分；乙部每個測試項目結果正確得 1 分，共 20 分。

### 測試報告

編號	測試項目	測試結果	備註
甲	通電前檢查		
1	檢查所有選用的控制元件及導線，正確使用。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
2	按圖完成所有電路安裝，並已重覆檢查無誤。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
3	執行目視檢查，整體安裝沒有危險情況。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
4	各導線與元件端子之間緊固連接，並沒有短路現象。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
5	各導線與元件端子之間絕緣良好。其絕緣電阻值：	MΩ	
6	調校過載繼電器的電流設定值	A	
乙	通電測試(功能測試)		
1	連接三相電源，檢查端子電壓。	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
2	按下啟動按鈕 SB1，接觸器 KM1 吸合，電動機運行。	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
3	檢查自鎖電路，電動機保持運行。	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
4	按下停止按鈕 SB2，接觸器 KM1 釋放，電動機停轉。	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
5	測試過載繼電器	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
6	檢查各指示燈	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
7	檢查電動機起動及運行情況	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
8	量度三相運行電流值	___ / ___ / ___ A	

題目 2：工業意外	
模擬個案內容	<p>假設在你參與的一項工程中，一名電工因接觸帶電電線而觸電死亡。</p> <p>死者為一名電工，受僱於一間電力承辦商。在意外當日，其他裝修工人在下午茶時間休息，而死者則繼續工作。當時他正在把電源線接駁到一部安裝在地下正門出口捲閘的電動馬達上。在接駁電線前，死者前往安裝在單位後面及通往閣樓樓梯旁的配電盤，關閉輸往該配電盤的電源。然後，他便到閣樓獨自進行電線接駁工作。其他工人在下午茶時間休息過後，到地下恢復工作，約 30 分鐘後，他們在閣樓發現死者觸電死亡。</p>
工作內容	<p>A. 對於上述個案，請分析及描述四個意外原因。(60 分)</p> <p>B. 對於上述個案，請描述所汲取的四個教訓。(40 分)</p>

## 參考答案及評分準則

### 工作內容 A：

參考答案	評分標準 答中關鍵字取得括號內分數
<p>1. 電力公司的電源連接安裝在該單位後的一道牆上的主配電盤。單位內的所有電路均由此配電盤供電。電路裝有斷路器保護，但配電盤上並無標記分辨清楚各個電路。配電盤亦裝有金屬蓋以作保護斷路器之用。因設計關係，金屬蓋因其本身重量使之經常關閉，但金屬蓋並無提供上鎖裝置以防止斷路器被其他工人干擾。</p>	<p>電力公司的電源 (3) 主配電盤 (3) 電路裝有斷路器保護 (3) 無標記分辨清楚各個電路 (3) 金屬蓋並無提供上鎖裝置 (3)</p>
<p>2. 在下午茶休息時間，供應地下及閣樓的臨時電燈電源已關閉。在下午茶休息時間後，其他工人並無嘗試找出電源被關閉的原因或檢查是否有工人正進行電力工作，其中一名裝修工人開啟該配電盤的電源，為所有電燈及其他用電的機器供電。</p>	<p>供應地下及閣樓的臨時電燈電源已關閉(3) 無嘗試找出電源被關閉的原因(3) 無檢查是否有工人正進行電力工作(3) 開啟該配電盤的電源(3) 所有電燈及其他用電的機器供電(3)</p>
<p>3. 配電盤安裝在地下，死者的工作地點則在閣樓，因供應閣樓臨時電燈的電源已關閉，致使閣樓非常黑暗，其他在地下工作的工人因此未能注意到死者，亦誤以為閣樓並無人在工作。當死者進行接駁工作時，因電線突然帶電而觸電死亡。</p>	<p>配電盤安裝在地下 (3) 工作地點則在閣樓 (3) 臨時電燈的電源已關閉 (3) 閣樓非常黑暗誤以為閣樓並無人在工作 (3) 進行接駁工作因電線突然帶電而觸電死亡 (3)</p>
<p>4. 無採取措施安排鎖上配電盤，以防止其他工人觸碰；現場並無張貼告示，通知他人電力工作正在進行；無明確的工作時間表及清楚的指示，協調在同一地點進行不同業務的承辦商之工作；亦無適當的監控系統，以監察工人及規管他們的行為，藉以有效地指出和及時糾正不安全情況。工人缺乏安全意識，安全知識亦不足。</p>	<p>無採取措施安排鎖上配電盤 (3) 現場並無張貼告示 (3) 無明確的工作時間表及清楚的指示 (3) 無適當的監控系統 (3) 工人缺乏安全意識 (3)</p>

**工作內容 B：**

參考答案	評分標準 答中關鍵字取得括號內分數
1. 有關電力工作應由註冊電工在合資格人員的監督下進行，該等合資格人員應具備豐富的安全知識及意識，並採取合適的安全措施防止意外發生。	電力工作應由註冊電工在合資格人員的監督下進行 (2) 具備豐富的安全知識及意識(2) 採取合適的安全措施(2)
2. 在進行有關電力工作時，電力系統的所有帶電部分的電源應被關閉及隔離，其開關掣亦應上鎖及在工作期間鎖上，並張貼適當的警告訊號及告示，讓其他人知悉電力工作正在進行中。	電力工作時電力系統的所有帶電部分的電源應被關閉及隔離(2) 其開關掣亦應上鎖及在工作期間鎖上(2) 張貼適當的警告訊號及告示(2) 知悉電力工作正在進行中(2)
3. 應提供合適絕緣保護設備予進行電力工作的工人使用，並採取步驟(監督或其他方式)確保工人全面及正確使用有關保護設備。	提供合適絕緣保護設備予進行電力工作的工人使用(1) 採取步驟(2) 工人全面及正確使用保護設備(1)
4. 應設立完善安全管理系統，這系統包括 (i) 實工作危害評估計劃，因應風險評估結果而建立安全工作程序，以防止意外發生。應特別注意協調工作地點內由多個承辦商同時進行之多項工作； (ii) 找出所有工人及監督人員(包括由次承建商所聘請的人員)的安全訓練需要，提供適當的訓練，以確保工作人員的安全；及 (iii) 因應將進行的工作，向工人提供足夠的資料及清楚指示；並應設有適當的監察系統，確保工人依從安全程序施工。	實工作危害評估計劃(2) 風險評估結果(2) 建立安全工作程序(2) 特別注意協調工作地點(2) 多個承辦商同時進行之多項工作(2) 找出所有人員的安全訓練需要(2) 提供適當的訓練(2) 向工人提供足夠的資料及清楚指示(2) 設有適當的監察系統(2) 依從安全程序施工(2)

題目 3：電掣房的管理	
模擬個案內容	假設在你在一項工程中，需要管理一個電掣房，請就工作內容的問題提出解答。
工作內容	<p>A. 有一位清潔工友要進入電掣房清理廢物，向你提出請求，假設你為有關電掣房負責人，甚麼情況下你容許該工友進入電掣房? (30 分)</p> <p>B. 一位電工學徒接到工作安排，需進入電掣房「打掣」，假設你為有關電掣房負責人，甚麼情況下你容許該學徒進入電掣房「打掣」? (30 分)</p> <p>C. 假設一名註冊電業工程人員將一堆電線，為了節省搬運時間，該工友放置於運作中的電掣房，如果你為有關電掣房負責人，你不容許他放置電線入內，試提供提供合理解釋。(30 分)</p>

### 參考答案及評分準則

工作內容問題	參考答案	評分標準 答中關鍵字取得括號內分數
A	根據《電力（線路）規例》，電力分站或開關房的擁有人與負責人，須確保防止未經許可的人進入其電力分站或開關房。一般人經有關電掣房負責人許可後便可進入。然而，只有註冊電業工程人員或在註冊電業工程人員監督下的人，才可進行電力工作。	電力（線路）規例(2) 電力分站(2) 開關房 (2) 擁有人 (4) 負責人 (4) 未經許可的人進入 (4) 進入其電力分站或開關房。(6) 一般人經有關電掣房負責人許可後便可進入(6)
B	由於「打掣」並不是電力工作，所以無需由註冊電業工程人員進行。但需要註冊電業工程人員在現場監察。然而，倘若電力裝置發生故障，用戶須安排註冊電業承辦商及註冊電業工程人員檢查及妥為維修。	打掣不是電力工作(6) 無需由註冊電業工程人員進行(6) 註冊電業工程人員在現場監察(6) 電力裝置發生故障安排註冊電業承辦商(6) 註冊電業工程人員(6)
C	按照《電力（線路）規例工作守則》第4F(4)條的規定，開關掣房／電力分站除了放置用以操作及維修開關的設備外，不得作貯存用途。	電力（線路）規例(2) 第 4F(4)條 (3) 開關掣房(5) 電力分站(5) 放置用以操作開關的設備(5) 維修開關的設備(5) 不得作貯存用途(5)