

電氣作業危害預防

主 講 人： 陳 炯 堯

COAPRE

財團法人

職業災害預防及重建中心

大 綱

壹、電的基本知識

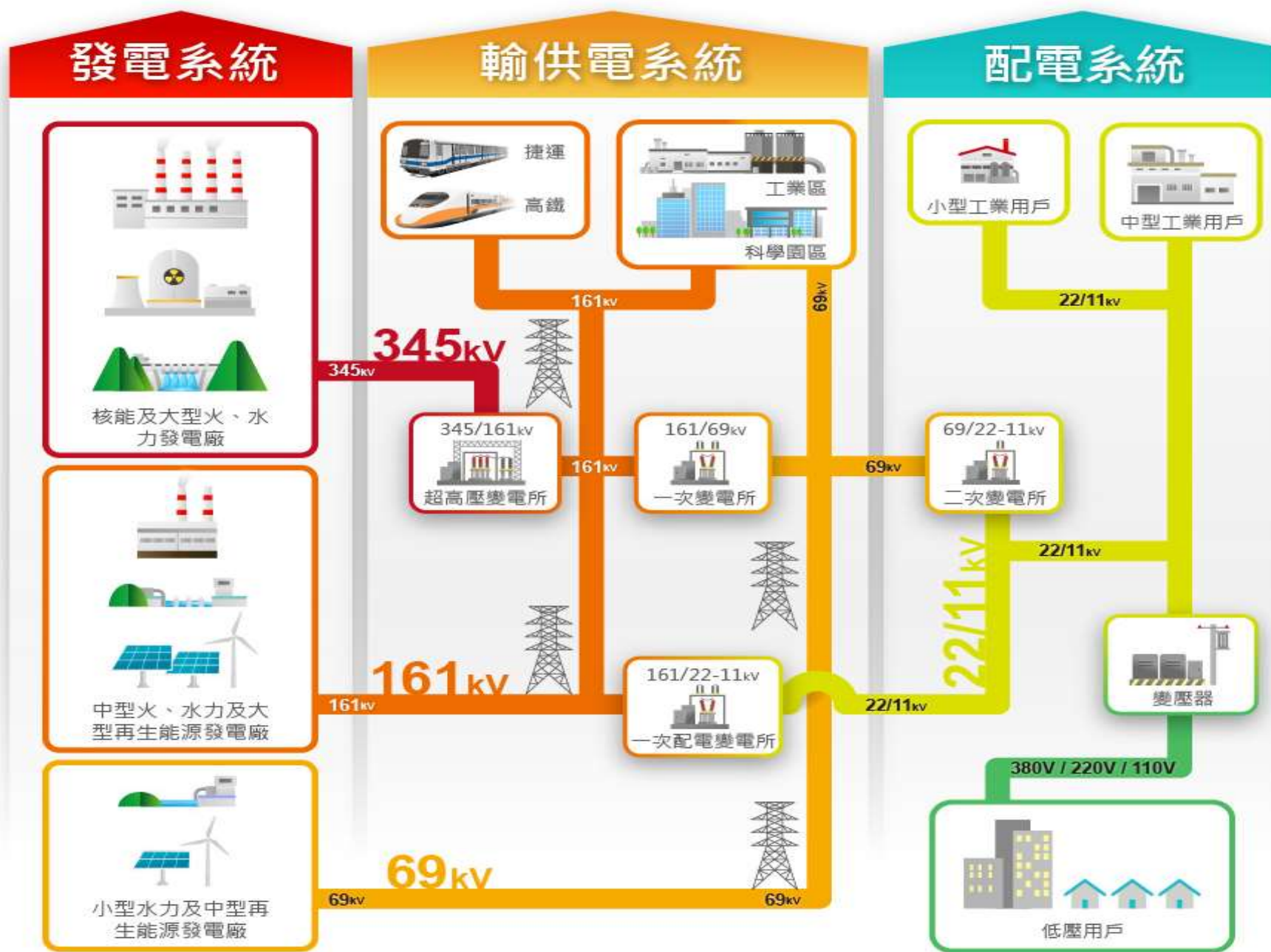
貳、電氣災害原因

參、電氣安全防護

肆、案例醒思

伍、結語

壹、電的基本知識



壹、電的基本知識 (續)

- ▶ 完整的電路包括：電源 (source)、負載 (load)(通稱為設備、器具)、導線 (lead)。
- ▶ 電源：來自其他形式能量的轉換，包括位能 (水力發電)、熱能 (火力發電)、核能 (核能發電)、光能 (太陽能)、風能 (風力發電) 及化學能 (電池) 等。
- ▶ 電壓的類別：低壓 (600 V 以下)、高壓 (大於 600V ~ 22.8KV)、特高壓 (大於 22.8KV)。
- ▶ 靜電為物體摩擦、剝離、感應產生電荷或天空中雲層累積之電荷。

貳、電氣災害原因

- ◆ 接觸到帶電體。
- ◆ 電路異常產生之大電流：如短路、閃絡(Flash over)、接地、超載。
- ◆ 電弧與電氣火花：如高壓放電之電弧、開關投入與開啟或接點動作時產生火花或弧光。
- ◆ 電熱設備或器具裝置操作、使用不當。
- ◆ 電氣設備爆炸引起火災、積污導電火災。
- ◆ 靜電放電火花引起電氣火災、爆炸。

貳、電氣災害原因 (續)

電氣災害類型：

- 感電（觸電）災害
- 電弧灼傷
- 電氣火災
- 電氣設備爆炸
- 靜電危害

貳、電氣災害原因 (續)

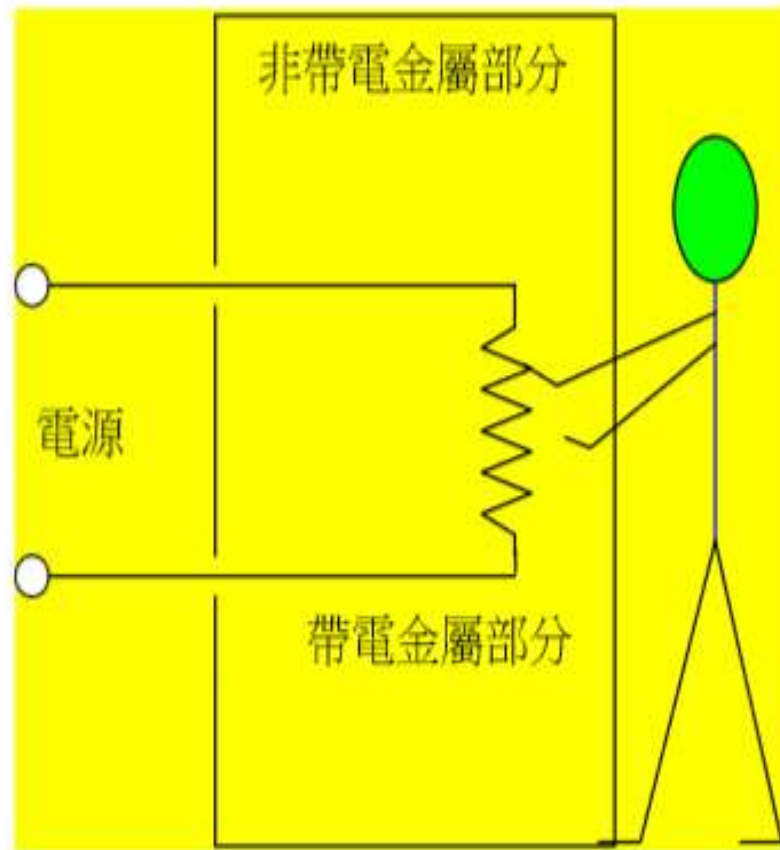
- ◆ 人體**碰觸**到電時，即形成阻抗
 - ◆ 接觸點(電流**流入點**，即電流流入皮膚阻抗)
 - ◆ **身體**通過電流的部位之**內部**阻抗
 - ◆ 接觸點(電流**流出點**之阻抗)
- ◆ **電流**＝**電壓**／**電阻**。(即 $I = V/R$)

貳、電氣災害原因 (續)

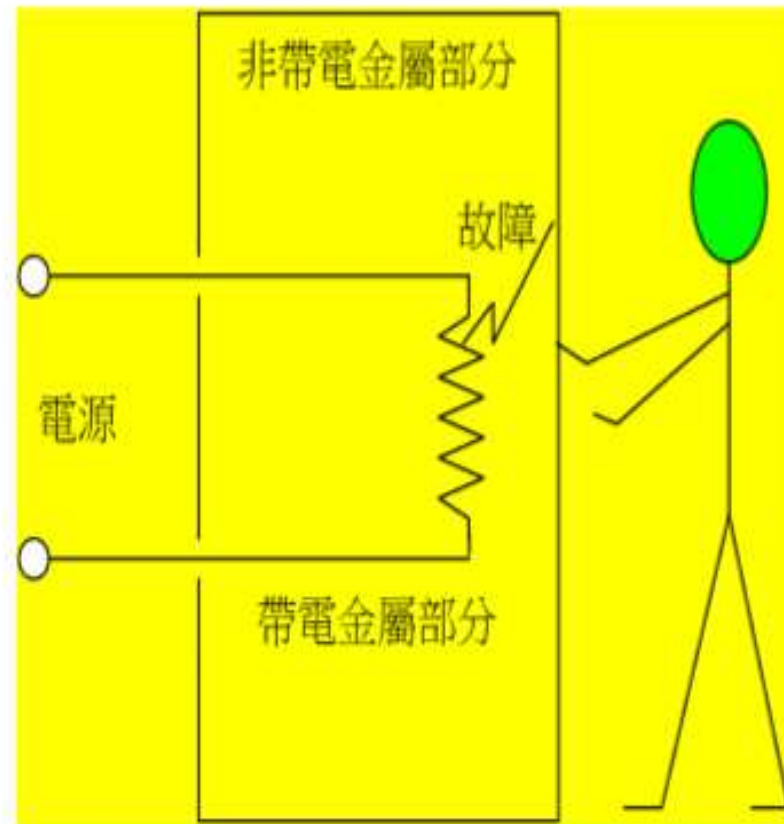
◆ 感電或觸電：

- ◆ 作業中碰觸帶電部位
- ◆ 觸及漏電電氣設備、器具漏電的部位
- ◆ 觸及電氣設備、器具損傷露出帶電的部位
- ◆ 觸及電氣配線、開關裸露之導體
- ◆ 電焊時觸及夾柄帶電部位

貳、電氣災害原因 (續)



直接觸電事故



間接觸電事故

貳、電氣災害原因 (續)

電流對人體的影響

- ◆ 電流通過人體產生能量，引起人體組織損傷，嚴重局部壞死或全身傷害。
- ◆ 感電易因電流流通人體心臟而引起心室顫動造成死亡。

貳、電氣災害原因

(續)

- ◆ 一般人於通過微量電流後即感覺出有電流經過身體，對通過人體的電流與其所造成的傷害，可區分為：
 1. 感知電流值：人感覺電流通過，稍感刺痛。
 2. 可脫逃電流值：肌肉仍可自由活動，但會伴有痛苦感，不過尚可不靠他力而能脫逃。

貳、電氣災害原因

(續)

3. 無法脫逃電流值：肌肉發生痙攣，**需靠**他力而脫逃，此時有相當的**痛苦感**，持續下去人會失去意識，呼吸困難而窒息。必須擺脫電氣設備，立即施以人工呼吸。
4. 休克電流值：導致**肌肉硬化**，**呼吸困難**。
5. 心臟麻痺電流值：心臟失去血液循環的機能，而引起**心臟麻痺**，**呼吸停止**。

貳、電氣災害原因

(續)

電流對人體的影響

感 電 影 響	電流(mA)			
	直流		60Hz 交流	
	男	女	男	女
感知電流：開始有刺激	5.2	3.5	1.1	0.7
可脫逃電流：肌肉尚可自由活動	62	41	9	6
無法脫逃電流：肌肉無法自由活動	74	50	16	10.5
休克電流：肌肉收縮、呼吸困難	90	60	23	15
心臟麻痺電流值：心室痙攣、呼吸停止	500	500	100	100

貳、電氣災害原因 (續)

電氣火災

- ◆ 電路或電氣設備過載、短路、接觸不良等產生高熱。
- ◆ 電熱器、乾燥箱之發熱體靠近易燃物。
- ◆ 積污導電。

貳、電氣災害原因

(續)

電弧灼傷

- ◆ 線路或電氣設備發生短路、接地、閃絡。
- ◆ 產生電弧，灼傷人體。

貳、電氣災害原因 (續)

靜電危害

- ◆ 靜電現象是一種帶電現象。
- ◆ 固體物質大面積的摩擦。
- ◆ 固體物質粉碎攪拌。
- ◆ 產生靜電可能引起爆炸和火災。

參、電氣安全防護

隔離

- 使工作者不易碰觸帶電設備或線路。
- 與工作者分開或保持距離。

參、電氣安全防護 (續)

接地

- ◆ 電氣設備金屬外殼接地，可將漏電電流引導至大地，避免發生漏電感電危險。
- ◆ 工作停電時，應檢電確認已停電妥，再使用短路接地器具確實短路，並使用接地短路器予以接地。

參、電氣安全防護 (續)

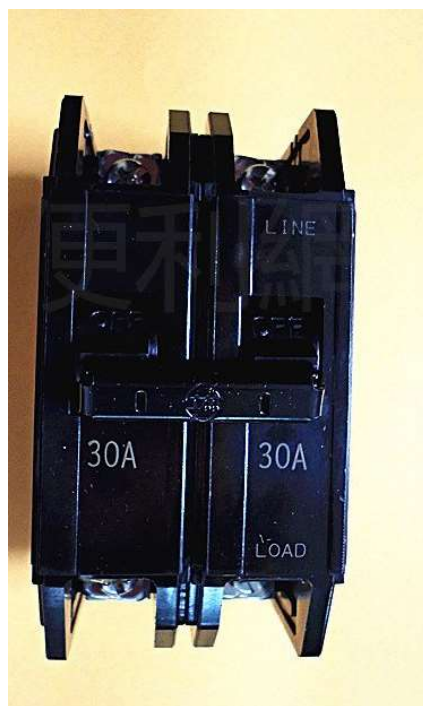
電氣設備安全保護裝置

- ◆ 無熔絲開關
- ◆ 漏電保護裝置
- ◆ 低壓熔絲
- ◆ 過電流保護裝置

參、電氣安全防護（續）

無熔絲開關

- ◆ 電路過載及短路時，跳脫達到保護效果。



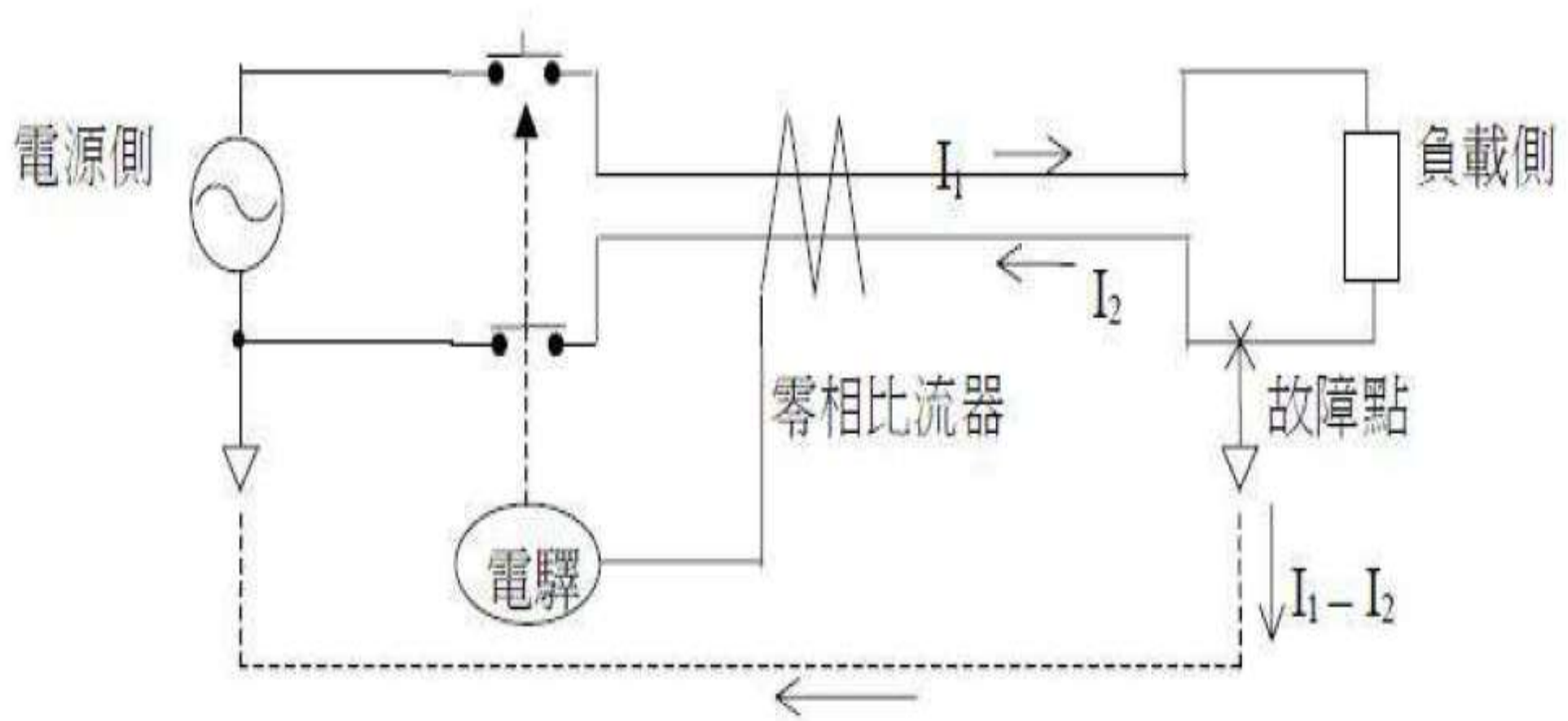
參、電氣安全防護（續）

漏電保護裝置

- ◆ 電氣設備或線路發生漏電，開關即自動切斷電源。



參、電氣安全防護 (續)



漏電斷路器動作原理

參、電氣安全防護 (續)

- ▶ 感電事故防止對策
 - ▶ 採用安全電壓或小電壓法。
 - ▶ 遙控操作方式。
 - ▶ 電氣設備接地。
 - ▶ 裝置漏電斷路器。
 - ▶ 活電掩蔽、使用防護具。

參、電氣安全防護 (續)

- ▶ 防止靜電引起之電擊、火災、爆炸
 - ▶ 抑制或減少摩擦、混合、剝離、碾碎、射出。
 - ▶ 導體接地：蓄積電荷洩漏至大地。
 - ▶ 轉動部分接地、噴射機組接地。
 - ▶ 移動性容器或裝置接地。
 - ▶ 增加溼度。
 - ▶ 使用靜電防止劑。
 - ▶ 穿著防止產生靜電之衣服、鞋子。

參、電氣安全防護 (續)

職業安全衛生設施規則 252條

- ▶ 雇主對於有發生靜電致傷害勞工之虞之工作機械及其附屬物件，應就其發生靜電之部份施行接地，使用除電劑、或裝設無引火源之除電裝置等適當設備。

參、電氣安全防護 (續)

防爆電氣設備

防爆燈具

- 一般照明用途(固定/手持)
- 緊急照明燈、避難逃生指示燈
- 建築外部障礙警示燈

防爆電動機

- 一般旋轉電機類
- 旋轉電機驅動之線性致動器、閥件或其他裝置等

防爆開關箱

- 具有機械性啟斷接點裝置(如NFB、機械式繼電器等)做為電力或訊號迴路切換用途，且箱體外殼具有可供人員操作之電氣開關切換裝置(按鈕、旋鈕、拉桿...等)之完整設備
- 插頭插座組
- 採用機械性啟斷接點裝置做為訊號迴路切換用途之**限位/極限/微動開關**



參、電氣安全防護 (續)

職業安全衛生設施規則 177 條

- ▶ 雇主對於作業場所有易燃液體之蒸氣、可燃性氣體或爆燃性粉塵以外之可燃性粉塵滯留，而有爆炸、火災之虞者，應依危險特性採取通風、換氣、除塵等措施外，並依下列規定辦理：
 - 一、指定專人對於前述蒸氣、氣體之濃度，於作業前測定之。

參、電氣安全防護 (續)

職業安全衛生設施規則 177 條

二、蒸氣或氣體之濃度達爆炸下限值之百分之三十以上時，應即刻使勞工退避至安全場所，並停止使用煙火及其他為點火源之虞之機具，並應加強通風。

三、使用之電氣機械、器具或設備，應具有適合於其設置場所危險區域劃分使用之防爆性能構造。

前項第三款所稱電氣機械、器具或設備，係指包括電動機、變壓器、連接裝置、開關、分電盤、配電盤等電流通之機械、器具或設備及非屬配線 或移動電線之其他類似設備。

參、電氣安全防護 (續)

職業安全衛生設施規則

第 177-1 條

雇主對於有爆燃性粉塵存在，而有爆炸、火災之虞之場所，使用之電氣機械、器具或設備，應具有適合於其設置場所危險區域劃分使用之防爆性能構造。

第 177-2 條

雇主對於前二條所定應有防爆性能構造之電氣機械、器具、設備，於中央主管機關公告後新安裝或換裝者，應使用符合中央主管機關指定之國家標準、國際標準或團體標準規定之合格品。前項合格品，指經中央主管機關認可公告之機構實施型式認證合格，並張貼認證合格標識者。

參、電氣安全防護 (續)

- 選用防爆電氣設備首先須劃分出危險場所區域等級。
- 危險場所區域等級，危險場所可區分為 0 區(zone 0)、1 區(zone 1) 以及 2 區(zone 2)等 3 個區域等級。
- 區域等級決定於爆炸性混合氣(explosive gas-air mixture)之發生頻率及存在時間。
- 3 個不同風險等級的區域分別為：
 - 0 區：可能連續或長時間存在爆炸性混合氣場所。(>1000 hrs./yr.)
 - 1 區：在正常狀態下，有可能存在爆炸性混合氣之場所。(10~1000 hrs./yr.)
 - 2 區：在正常狀態下不會存在爆炸性混合氣，即使會也只是很短的時間(<10 hrs./yr.)。

參、電氣安全防護 (續)

▶ 防爆電氣設備之構造種類：

- ▶ (一) 耐壓 (d) 防爆構造
- ▶ (二) 加強安全 (e) 防爆構造
- ▶ (三) 本質安全 (i) 防爆構造
- ▶ (四) 正壓 (p) 防爆構造

參、電氣安全防護 (續)

▶ 防爆電氣設備之構造種類：(續)

- ▶ (五) 充填 (q) 防爆型
- ▶ (六) 油中 (o) 防爆構造
- ▶ (七) 澆封型 (m) 防爆構造
- ▶ (八) 無火花 (n) 型防爆構造
- ▶ (九) 特殊 (s) 防爆構造

參、電氣安全防護 (續)

電焊作業基本安全



- 1. 電焊機設備的安全措施
- 2. 作業人員本身的安全措施
- 3. 進行作業的安全檢查措施

參、電氣安全防護 (續)

• 電焊機設備的安全措施

一般電焊機一次電源為單相交流 220V，二次輸出電壓(未裝防電擊裝置)大約在 55~85V。為電焊作業安全，避免人員發生感電，在一次電源側需加裝漏電斷路器，在二次輸出側必需有防電擊裝置，使二次輸出，在未起弧電焊前，電壓由 55~85V 降至 25V 以下，以免未焊待機時，誤觸夾嘴發生感電。

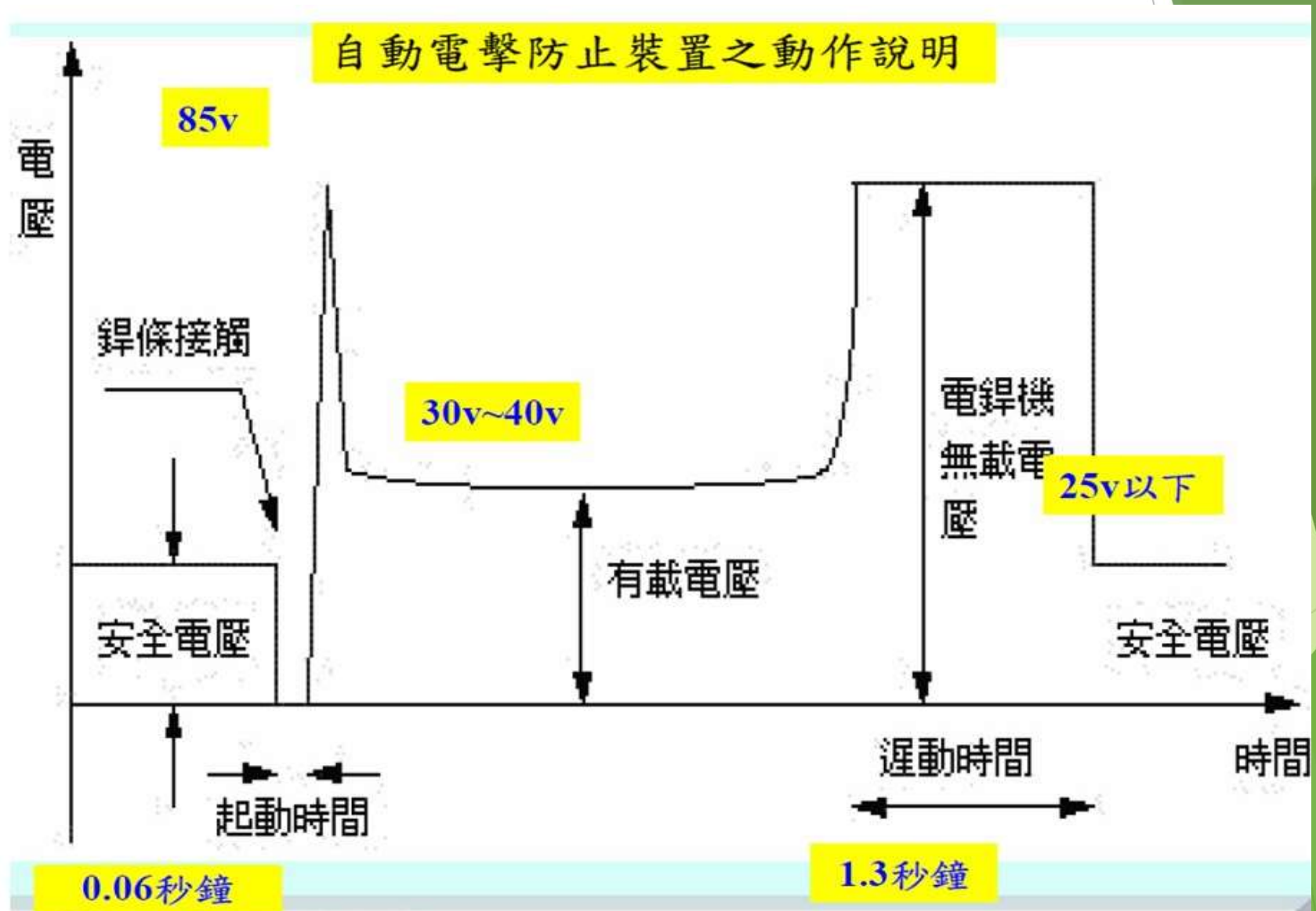


一次電源側



二次輸出側

參、電氣安全防護 (續)



參、電氣安全防護 (續)

作業人員本身的安全措施

□ 1. 乾淨的電焊作業防護手套。

□ 2. 電焊作業護目鏡。



□ 3. 安全帽、棉質長袖衣褲、安全鞋。

參、電氣安全防護 (續)

進行作業的安全檢查措施

□ 1. 電焊機及一二次側電線絕緣檢查。

□ 2. 設備是否有接地。

□ 3. 漏電斷路器功能測試。

□ 4. 防電擊裝置功能測試。

□ 5. 電焊機焊把要保持乾淨與良好絕緣。



焊把前端積滿焊渣形成帶電

肆、案例醒思

資料來源：

勞動部職業安全衛生署（職災訊息）

<https://www.osha.gov.tw/48110/48417/48427/lpsimplelist>

案 例 一

1/10

一、事故發生概況：

1. 112年8月2日8時 OO 電業工程有限公司領班曾員偕同工作班柯員(罹災者)等員工10人，前往OO鄉從事高壓導線破皮更換作業施工(預計停電時間08時30分～17時00分)。

案 例 一

2/10

一、事故發生概況：

2. 到達現場後，領班曾員去執行停電

作業，現場班員自行討論各自要施

工的桿位及準備材料，柯員分配至

#84 電桿工作。

一、事故發生概況：

3. 於8時31分領班曾員與台灣電力股份有限公司OO區營業處檢驗員孔OO聯繫停電操作事宜，約 9 時許完成電桿區間之停電作業。

一、事故發生概況：

4. 9時20分許，曾員回到#86電桿處並口頭告知班員停電完成，隨即填寫工具箱會議紀錄，行經過 #84電桿時，發現柯員身體靠安全帶及輔助繩繫住，呈仰躺狀態(疑似感電)，遂緊急將柯員救援下桿，呼叫救護車送醫急救，於當日10時51分急救無效死亡。

二、 事故原因分析：

1. 直接原因：

勞工從事高壓電纜線更換工程，發生
逆送電遭電擊，造成**右手掌、左側胸**
電擊傷，感電致心因性**休克死亡**。

案 例 一

6/10

二、 事故原因分析：

2. 間接原因： 不安全狀況

電路開路(即停電)後，於停電區段

更換高壓電纜線作業，未使用短路

接地器具確實短路，並加接地。

二、 事故原因分析：

3. 基本原因：

- (1) 未依照安全作業標準程序辦理。
- (2) 未落實承攬管理。
- (3) 未執行職業安全衛生管理計畫。

案 例 一

8/10

三、 事故現場示意圖：



三、事故現場示意圖：



四、災害防止對策：

1. 停電作業時，應檢電確認其已停電，
並使用短路接地器具確實短路。
2. 共同作業時應採：(1)設協議組織，.. (2)工作之連繫與調整。(3)
工作場所之巡視。 ..

案 例 二

1/9

一、事故發生概況：

1. 112 年 10 月 16 日 8 時許，負責人黃員與葉員（罹災者）、卓員、葉某等共 4 人抵達現場後，即至逆變器設備區之工作平台從事太陽能模組送至逆變器線組之驗電、理線及接線工作。

案 例 二

2/9

一、事故發生概況：

2. 下午約 1 時許，黃員於現場巡視工作進度及檢視工作事項葉某於第 1 逆變器設備區之工作平台上從事接線作業；
卓員與葉員（罹災者）一同至第 2 逆變器設備區之工作平台上作業，**卓員**負責從事**驗電**作業，**葉員**負責從事**理線**作業。

一、事故發生概況：

3. 2 時 6 分許，蹲於卓員右側之葉員身體突然向前傾並碰觸卓員右手臂，當下卓員右手臂瞬間有麻痺感故反射向左移動，葉員則順勢躺在工作平台，右下半身懸空於工作平台外，卓員看見葉員左手仍拉電線且已流鼻血，剛欲伸手撥開電線時，葉員即失去重心並自工作平台墜落至地面。

一、事故發生概況：

4. 卓員立即大喊：「救命」，遠處之黃員聽見呼叫聲，趕至現場後發現葉員已側躺於地面且無意識，立即撥打 119。
5. 經救護車將葉員送往衛生福利部屏東醫院搶救，再轉送長庚醫療財團法人高雄長庚紀念醫院急救後，仍於 10 月 17 日 9 時 51 分死亡。

二、災害原因分析：

1. 直接原因：

罹災者遭直流電壓 748 伏特電擊
後再自距地高約 4.8 公尺逆變器
設備區之工作平台開口處墜落至地
面，導致傷重死亡。

二、災害原因分析：

2. 間接原因：不安全狀況：

- (1) 勞工從事高壓電路理線等活線作業時，
未使作業勞工戴用絕緣用防護具。
- (2) 對於進入營繕工程工作場所作業人員，
未提供適當安全帽，並使其正確戴用。
- (3) 逆變器設備區之工作平台設置之護欄，
未具有腳趾板等構材。

二、 事故原因分析：

3. 基本原因：

- (1) 未依照安全作業標準程序辦理。
- (2) 未落實承攬管理。
- (3) 未執行職業安全衛生管理計畫。

三、事故現場示意圖：



第 2 逆變器設備區之工作平台

四、災害防止對策：

1. 活線作業時，應戴絕緣用防護具。
2. 進入工作場所，應戴適當安全帽。
3. 共同作業時應採：(1)設協議組織，..
(2)工作之連繫與調整。(3)工作場所之巡視。 ..

一、事故發生概況：

1. 112 年7月18日，林員在彰化市○○鄉太陽光電岸場工作，林員將第7列與第8列太陽能電池正負極導線串接。
2. 之後，第7列第16行負極導線端落入海水，第8列第16行正極導線端在水面載浮載沉，產生正極導線短路火花，林員側伏在太陽能電池，準備重新對導線端包覆絕緣膠帶。

案 例 三

2/9

一、事故發生概況：

3. 太陽能板受林員側伏重量影響，致浮台部分沈入海水中，造成負極導線與太陽能電池金屬外殼產生電氣性連通。
4. 林員以右手拉起正極導線，左手持老虎鉗剪下正極導線時發生感電。

一、事故發生概況：

5. 電流由太陽能電池**正極導線**→**老虎鉗**→
罹災者**左手**(流進)→罹災者**右腳膝蓋及**
頸部(流出)→太陽能**電池金屬外殼**→**海**
水→太陽能電池**負極導線**。

6. 災害發生後送彰濱秀傳醫院急救，於同
日仍因傷重不治死亡。

二、災害原因分析：

1. 直接原因：

罹災者林員左手持老虎鉗剪下太陽能電池正極導線發生感電，造成電擊傷致心臟驟停及呼吸機能障礙，致心因性休克死亡。

二、災害原因分析：

2. 間接原因：

使勞工從事高壓電路之檢查、修理等
活線作業時，未使作業勞工戴用絕緣
用防護具。

二、 事故原因分析：

3. 基本原因：

(1) 未依照安全作業標準程序辦理。

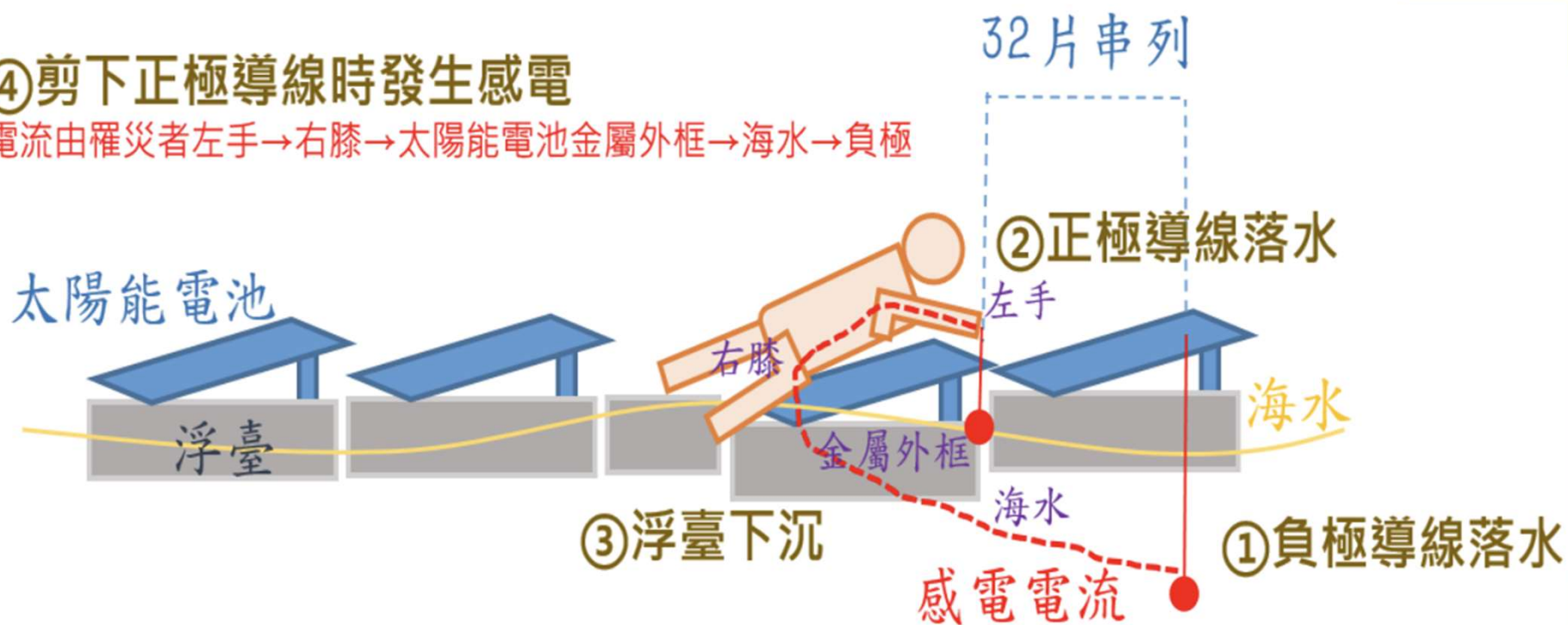
(2) 未落實承攬管理。

(3) 未執行職業安全衛生管理計畫。

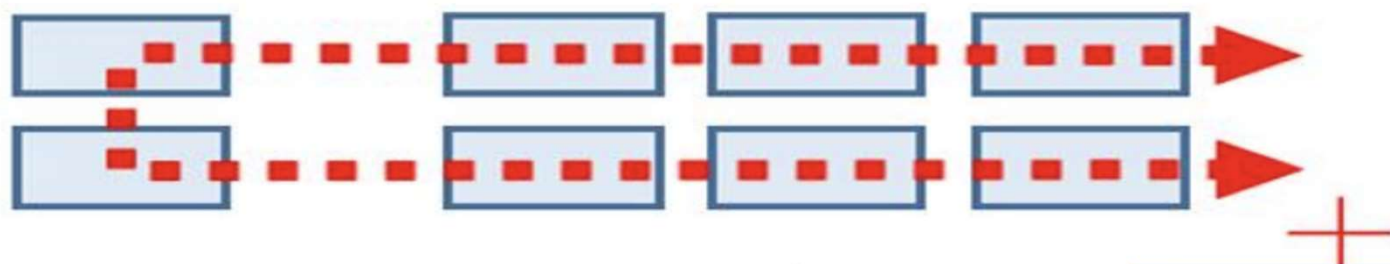
三、 事故現場示意圖：

④剪下正極導線時發生感電

電流由罹災者左手→右膝→太陽能電池金屬外框→海水→負極



太陽能電池串列(32片)正極與負極之間電壓約1211伏特



案 例 三

8/9

三、事故現場示意圖：



四、災害防止對策：

1. 活線作業時，應戴絕緣用防護具。
2. 應依照安全作業標準程序辦理。
3. 應訂定職業安全衛生管理計畫。
4. 應執行工作環境之辨識、評估及控制。

案 例 四

1/9

一、事故發生概況：

1. 112年10月8日上午8時許，台南市左鎮泓○工程有限公司，領班童員帶領蔡員及葉員(罹災者)共3人抵達本工程工地，欲進行**套管基樁作業**。

一、事故發生概況：

2. 當日由童員駕駛移動式起重機將機具就定位後，試用鑽掘機**抓土斗**時發現其**故障**無法開合，所以3人就開始從事鑽掘機**抓土斗故障排除作業**，現場先將鑽掘機抓土斗內部鋼索滑軌轉軸及鋼索取出，重新調整後再放回去，工作至12時30分許，蔡員和童員二人到旁邊休息。

案 例 四

3/9

一、事故發生概況：

3. 當時葉員1人於工區**焊接**鑽掘機抓土斗

內部鋼索滑軌**轉軸**，並於焊接作業**完**

成後**收拾電焊機導線(含焊接炳)**，於

12時50分許，蔡員聽到葉員發出「**嗯**」

一 聲就面朝下趴躺在地上。

一、事故發生概況：

4. 蔡員先跑去關掉旁邊的柴油發電機，
蔡員和童員再合力將葉員臉部翻過來，
並由童員打電話給119，待救護車到場
後，立即將罹災者葉員送往醫院急救，
延至當日14時15分死亡。

二、災害原因分析

1. 直接原因：

罹災者進行焊接線路之收線作業時，
遭受**電焊機電擊**，致傷重死亡。

二、災害原因分析

2. 間接原因：不安全狀況：

(1) 對電焊作業使用之**焊接柄**，**未有**相當之**絕緣耐力**。

(2) 對勞工於鋼架等致有觸及高導電性接地物之虞之場所，作業時所使用之交流電焊機，**未有自動電擊防止裝置**。

二、 事故原因分析：

3. 基本原因：

- (1) 未依照安全作業標準程序辦理。
- (2) 未落實承攬管理。
- (3) 未執行職業安全衛生管理計畫。

案例四 8/9

三、事故現場示意圖：



四、災害防止對策：

1. 電焊作業使用之**焊接柄**，應有相當之**絕緣耐力及耐熱性**。
2. 交流電焊機，應有**自動電擊防止裝置**。
3. 應依照**安全作業標準**程序辦理。
4. 應實施職業**安全衛生管理**、設置職業**安全衛生人員**。

伍、結語

- ◆ 有電、無電看不見。
- ◆ 停電作業時：檢電、掛接地。
- ◆ 活線作業：充份掩蔽、確實使用防護具。
- ◆ 使用自動電擊防止裝置之交流電焊機。
- ◆ 使用安全電氣設備、防止感電事故。
- ◆ 消弭靜電防範電擊、火災、爆炸災害。

謝謝聆聽
敬請指教