

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

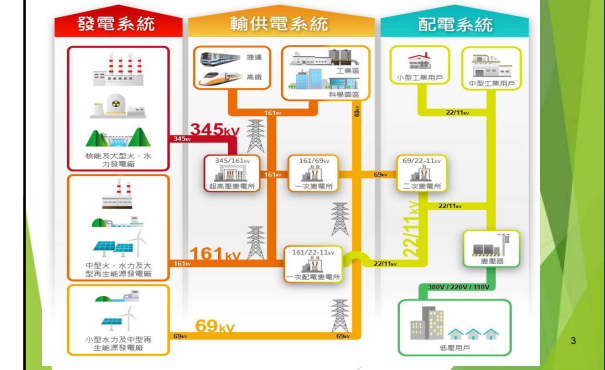
1

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

2

壹、電的基本知識



3

3

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。

4

4

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。

5

5

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

6

6

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 $I = V/R$)

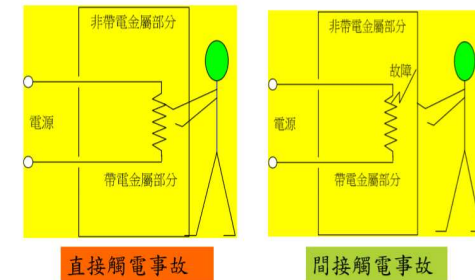
7

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

8

貳、電氣災害原因 (續)



9

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。

10

10

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：人體感覺電流通過，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，不過尚可依靠他力而能脫逃。

11

11

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**，此時有相當程度的痛苦感，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：會導致肌肉硬化，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。

12

12

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

13

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**。

14

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。

15

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**。

16

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**。

17

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。

18

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

19

19

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。



20

20

參、電氣安全防護 (續)

漏電保護裝置

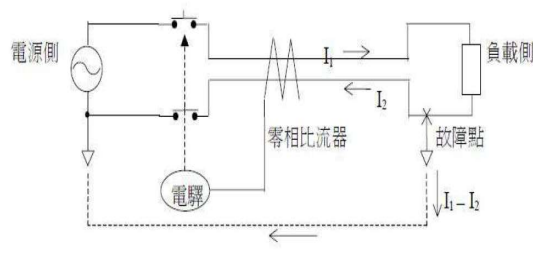
- ◆ 電氣設備或線路發生**漏電**，開關即**自動切斷**電源。



21

21

參、電氣安全防護 (續)



漏電斷路器動作原理

22

22

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

23

23

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

24

24

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。

25

25

參、電氣安全防護 (續)

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

- 具有機械性遮斷接點裝置(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
- 採用機械性遮斷接點裝置做為訊號迴路切換用途之限位/極限/微動開關

26

26

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。

27

27

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。

28

28

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。

29

29

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和範圍。
- 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.)。

30

30

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

31

31

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

32

32

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

33

33

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

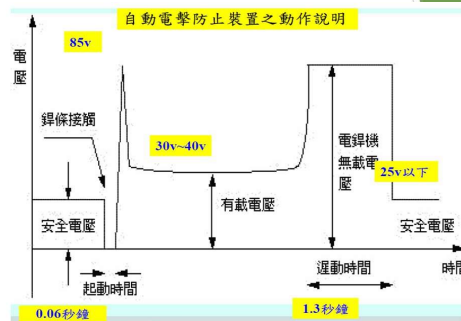


二次輸出側

34

34

參、電氣安全防護 (續)



35

35

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



正確電焊作業例圖

36

36

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

37

37

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>

38

38

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)。

39

39

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。

40

40

案 例 一

3/10

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。

41

41

案 例 一

4/10

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。

42

42

案 例 一

5/10

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。

43

43

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。

44

44

案 例 一

7/10

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。

45

45

案 例 一

8/10

三、 事故現場示意圖：



46

46

案 例 一

9/10

三、 事故現場示意圖：



47

47

案 例 一

10/10

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。

48

48

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。

49

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。

50

案 例 二 3/9

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。

51

案 例 二 4/9

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。

52

案 例 二 5/9

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。

53

案 例 二 6/9

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。

54

案 例 二

7/9

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。

55

案 例 二

8/9

三、事故現場示意圖：



56

案 例 二

9/9

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。

57

案 例 三

1/9

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。

58

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。

59

案 例 三

3/9

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。

60

案 例 三

4/9

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。

61

61

案 例 三

5/9

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防護具。

62

62

案 例 三

6/9

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。

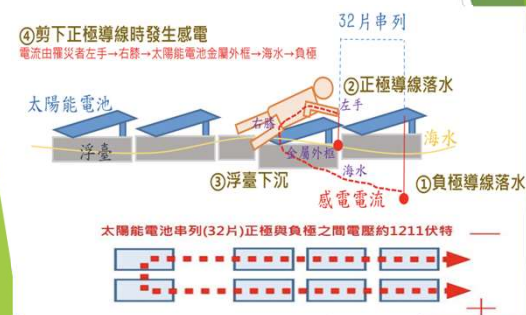
63

63

案 例 三

7/9

三、事故現場示意圖：



64

64

案 例 三

8/9

三、事故現場示意圖：



65

65

案 例 三

9/9

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. 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。

66

66

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**。

67

案 例 四 2/9

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。

68

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(含焊接柄)**，於12時50分許，蔡員聽到葉員發出「**噁**」一聲就面朝下趴躺在地上。

69

案 例 四 4/9

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。

70

案 例 四 5/9

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。

71

案 例 四 6/9

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**。

72

案 例 四

7/9

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。

73

73

案 例 四

8/9

三、事故現場示意圖：



74

74

案 例 四

9/9

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。

75

75

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。

76

76

謝謝聆聽
敬請指教

77

77