

大林廠林蒲儲運課D-34原油槽

原油槽密封圈遭雷擊引發火警事故

報告人:李榮源

事故背景

2001.6.6永安液化天然氣廠，控制室因受到巨大感應電流衝擊，造成六座運轉中之二級泵跳車及控制室分散式控制系統當機，天然氣暫停輸出。

2008.9.25大林廠煉一組第11蒸餾工場因雷擊造成UPS 供電中斷，工場暫停進料，系統改循環操作。

2008.9.25大林廠D-41油槽因受雷擊引發火警，密封圈三處被燒毀。

2010.8.5/2012.04台塑六輕儲油槽遭雷擊，冒煙著火。

2020.05馬來西亞亨源煉油廠油槽火災。

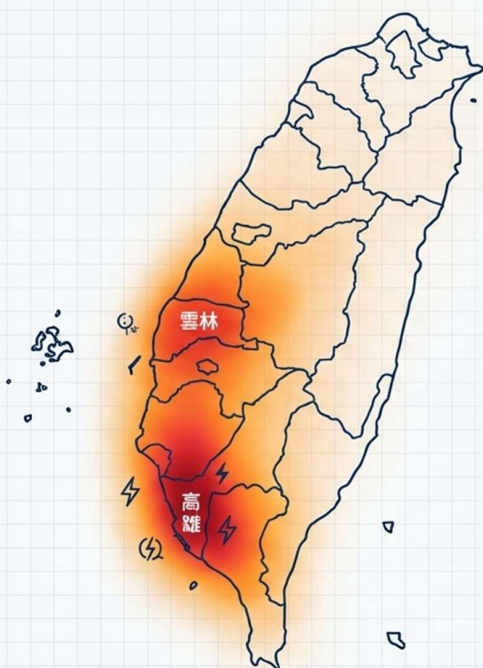
2021.03印尼巴龍根煉油廠火災炸毀了3座儲油槽、迫使周遭千人緊急撤離，延燒超過36小時。

2022.08古巴油槽遭雷擊引大火 釀1死121傷17消防員失蹤。

2025.5.11大林廠D-34油槽因受雷擊引發火警。

3

石化廠面臨的雷擊威脅



宏觀風險：台灣石化廠面臨的雷擊威脅

高雄市 落雷總量

36,319 次

(近三年累積，位居全國第三)

台灣地區 閃電密度

50 次 / 平方公里 / 年

(屬於中高度風險區域)

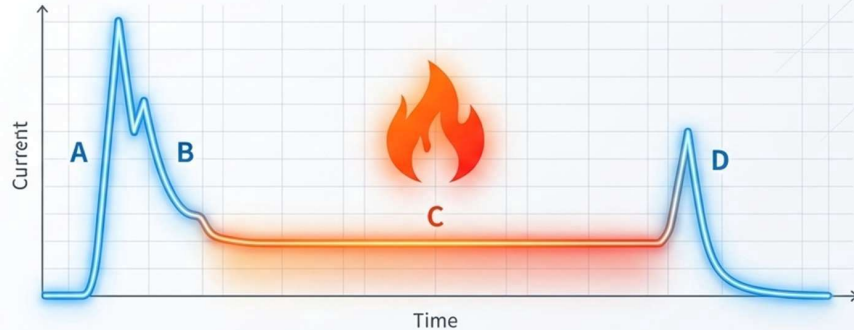
氣候變遷加劇

地表面溫度每上升 1°C，地表閃電活動即**增加 5~6%**

4

外雷擊電流成長分析

物理機制：雷擊引燃的 A-B-C-D 波形殺手



成分 A (快速期)

電流極大 (200KA)，但時間極短 (<500 μ s)，不足以產生高熱累積。

成分 C (長期殺手)

電流較低 (200~800A)，但持續時間極長 (0.25~1秒)。電荷轉移量高達 200 庫倫。

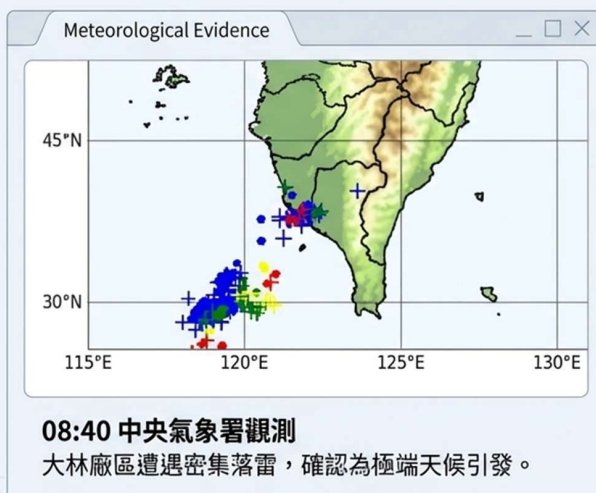
物理結論

成分 C 持續時間長、熱累積量大，是引燃密封圍油氣的真正元凶。傳統觀念認為『電流大才會起火』是致命誤解。

5

傳統接地無法保證外浮頂油槽絕對安全

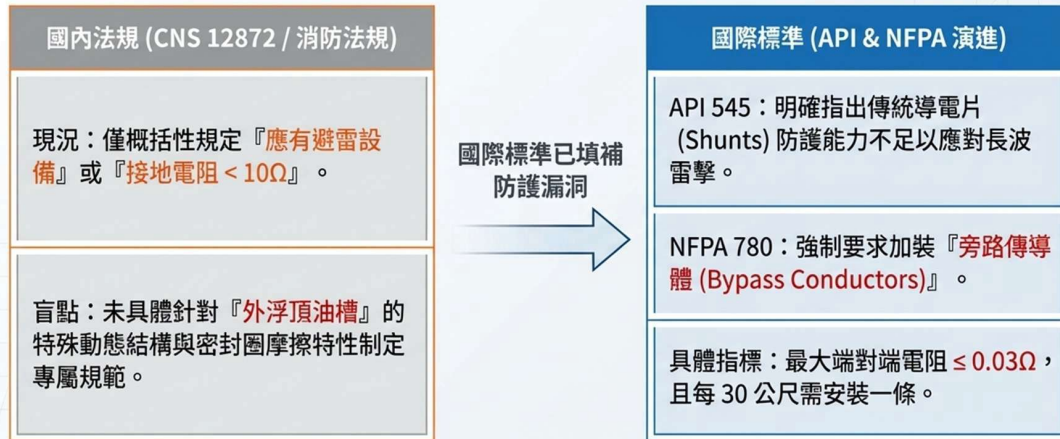
關鍵鐵證：無可避免的天候威脅與精準打擊



調查結論：極端氣候下，單憑傳統接地設施已無法保證外浮頂油槽之絕對安全。

避電設備的法規要求

規範檢驗：國內外防護法規的落差與演進



7

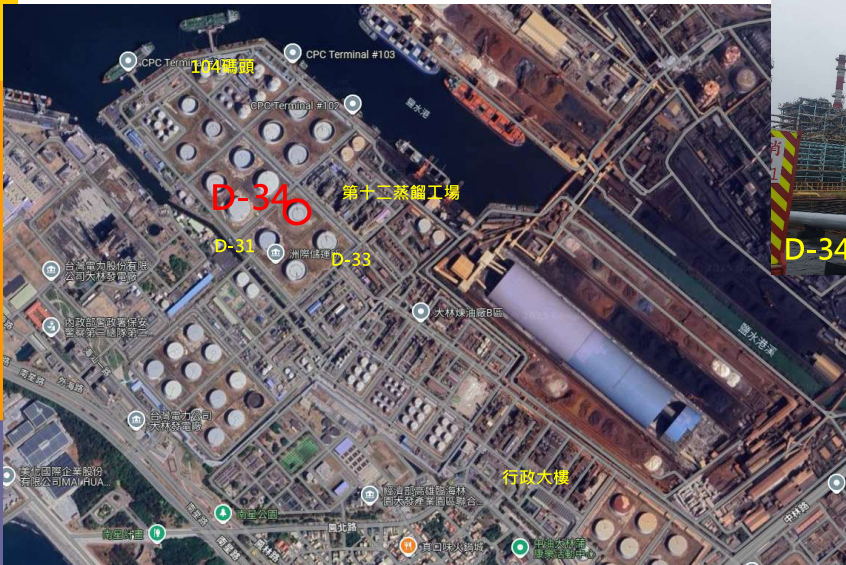
事故概況

實證案例：大林煉油廠 D-34 原油槽事故重現



8

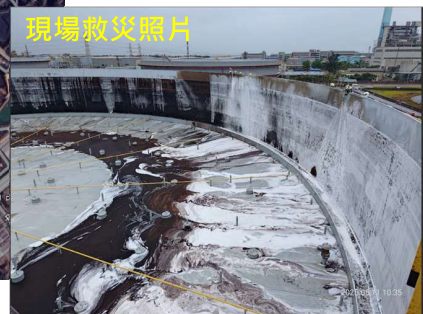
事故位置



D-34油槽位置圖

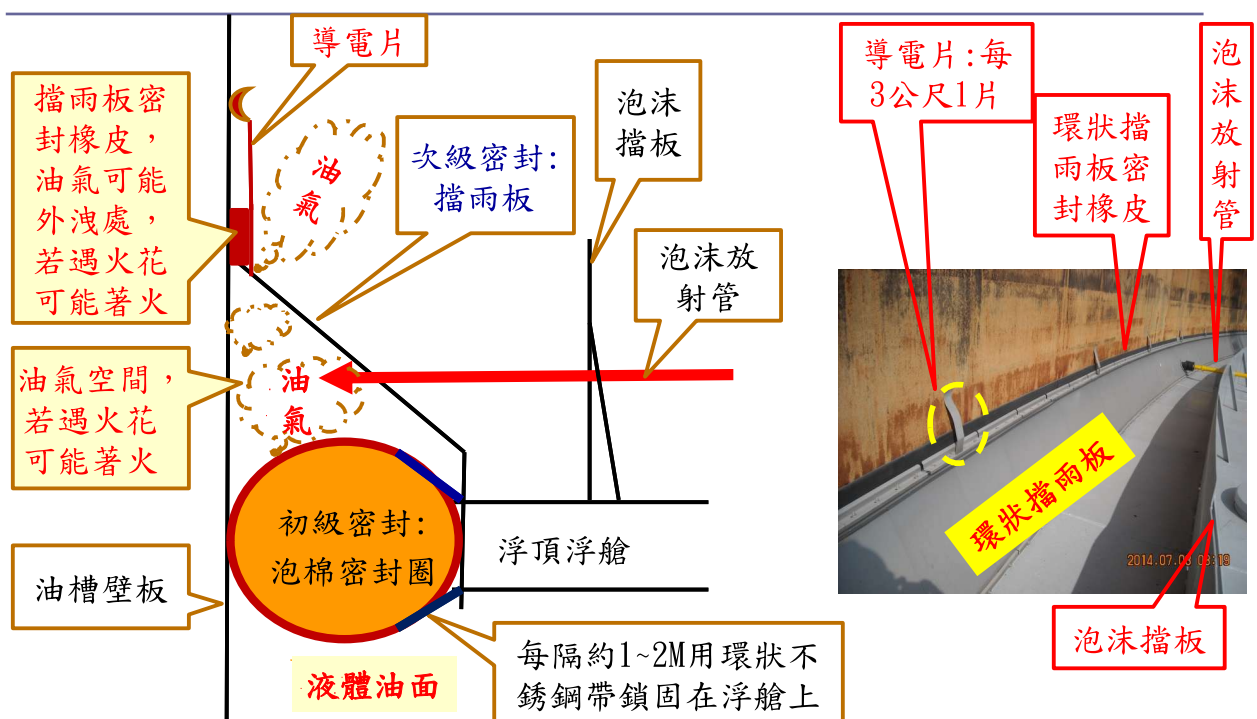


D-34油槽外觀圖



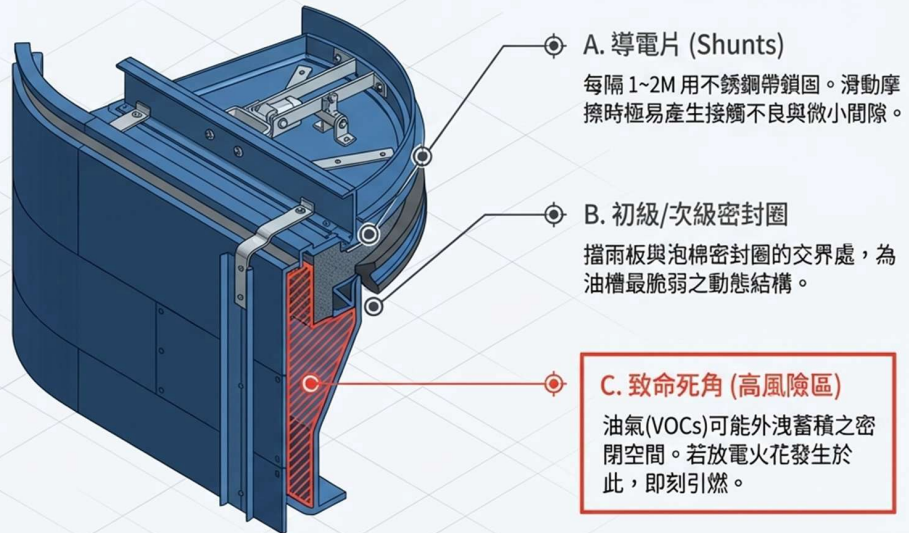
現場救災照片

大林廠外浮頂油槽密封圈結構



外浮頂油槽致命死角

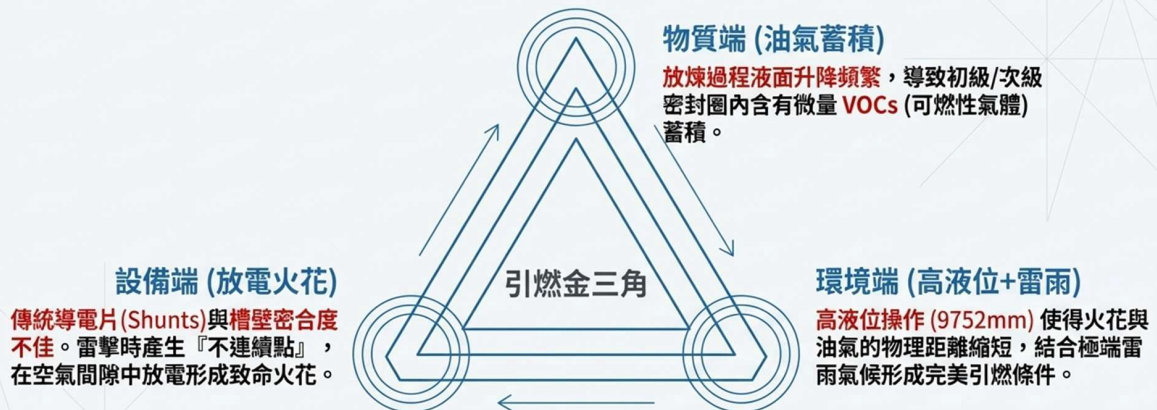
結構解析：外浮頂油槽的致命死角



11

根因分析

根因分析：為何有接地設施依然著火？

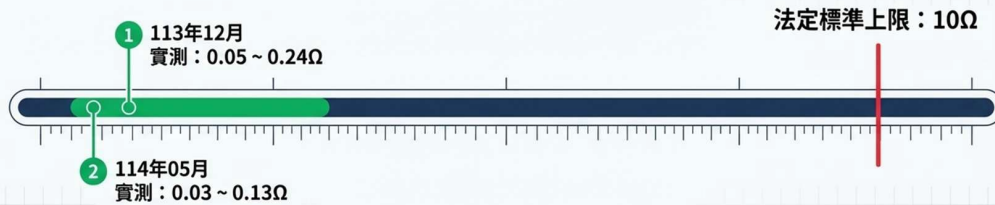


核心盲點：傳統導電片在滑動摩擦中必然產生微小間隙，當雷擊長波(成分C)通過時，這段間隙就是引燃密封圈油氣的終極火花源。

12

大林油槽的接地電阻合規但？

實務驗證：現場接地電阻量測結果



工程實測結論

大林廠 RGA 系統安裝後，整體阻抗遠遠低於法定 10Ω 限制，趨近於 NFPA 要求的極致標準 (0.03Ω)。

證明其能以最快速度導散雷擊巨量電荷，徹底消弭密封圈放電火花風險。

13

RGA的必要性

終極解方：RGA 自動伸縮式旁路傳導體

1. 恆定極低阻抗

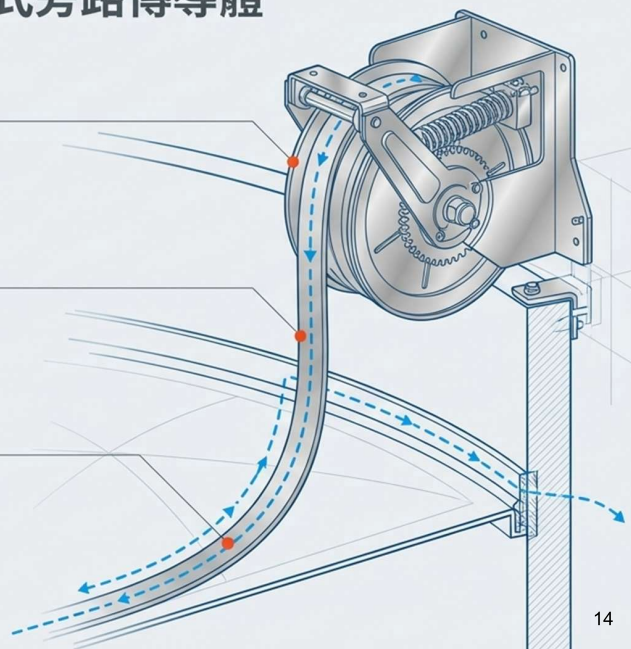
無論液位高低，始終保持最短安全連線，迅速導散雷擊電流。

2. 自動伸縮設計

彈簧式捲軸安裝於槽壁，扁平纜線隨浮頂升降，避免鬆弛或扯斷。

3. 完全避開危險區

提供雷擊電流一條獨立的高速公路，電流絕不經過充滿 VOC 油氣的密封圈間隙。



14

大林廠外浮頂油槽防雷對策

風險評估與建置優先序 (大林廠決策框架)



科學化決策邏輯

不採盲目全面施工。而是依據『區域雷擊頻率密度』與『放煉操作頻繁度』交叉評估安全需求，精準排定 RGA 旁路傳導體之採購與安裝期程。

15

外浮頂油槽防雷對策

總結：全面建構外浮頂油槽防雷對策



16

製程事故簡報大綱

- 循環泵馬達接線箱短路導致全廠停爐事故
- 供電工場第二空氣中心高壓儀器空氣壓力下降導致五輕緊急停爐廢氣燃燒塔大量排放事故報告
- 供電工場第一變電所北匯流排短路發生火災局部停電事故報告

17

高廠公用組西區發電工場

循環泵馬達接線箱短路導致全廠停爐事故

報告人:李榮源

18

事故背景

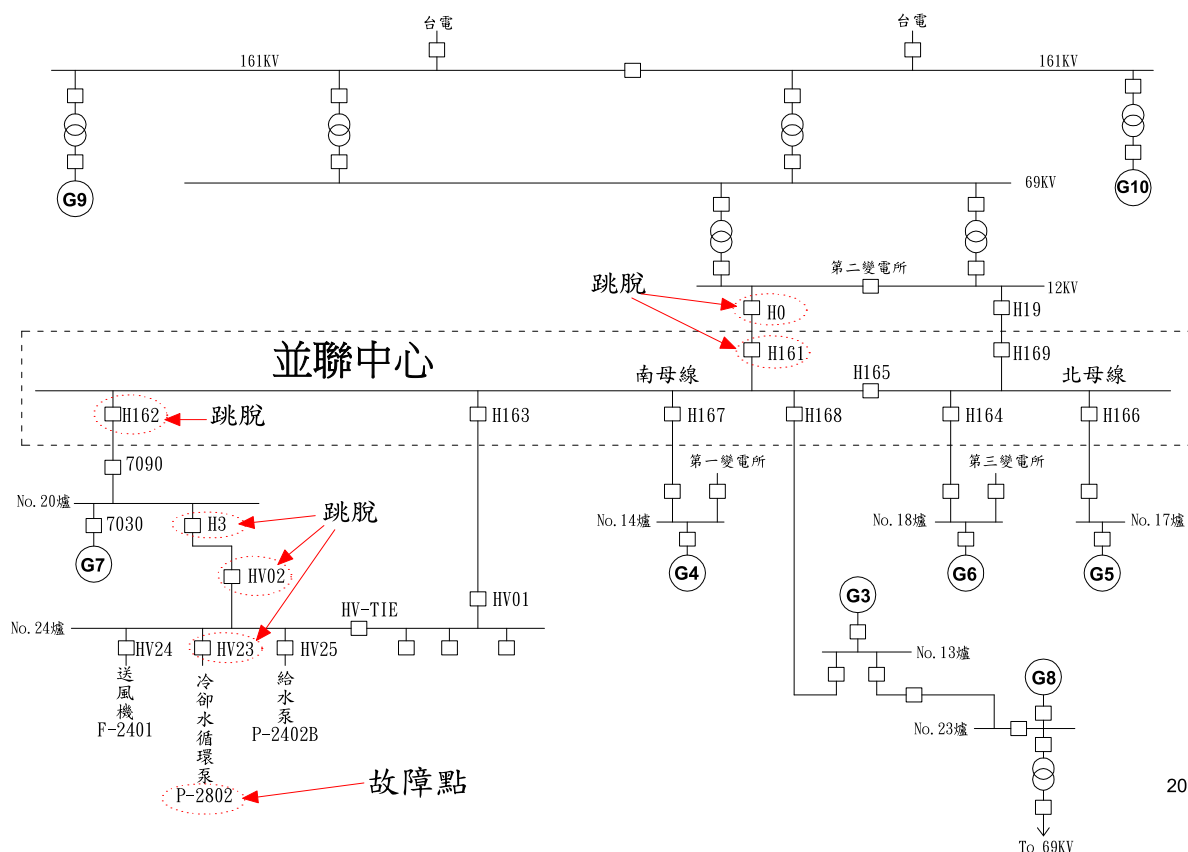
- 由於考慮短路容量超過設備設計值，所以並聯中心平時運轉以單線與第二變電所並聯運轉較為安全，即平時運轉並聯中心僅利用H0、H161或H19、H169與第二變電所並聯。
- B17鍋爐、G5發電機大修、B20鍋爐大修更新空氣預熱器、B21鍋爐因空氣預熱器齒輪箱故障停爐檢修中、G9發電機因表面冷凝器銅管更新停機中。

運轉鍋爐及發電機

- B18、B23、B24鍋爐及G3、G6、G7、G8、G10發電機運轉，蒸汽供應量約700 T/Hr，自發電量約100MW，購電量約42MW。

19

事故發生示意圖



20

事故概況(1/3)

- 發生時間：2007.05.02 上午05:50
- 事件地點：西區發電工場
- 發生經過：
 - 一、96年5月2日05:50AM NO.28冷卻水塔冷卻水循環泵P-2802馬達，因原廠馬達接線箱配線不良、馬達接線箱環境潮溼，定期檢查雖然由電氣室作耐壓試驗，但因馬達接線盒位置高(約3M無搭架無法施工)，接線盒不易打開檢查保養等因素導致馬達接頭三相短路，導致HV23、HV02、H3、H162、H161及H0等高壓開關因瞬間電流電驛作動而跳脫、NO.24鍋爐跳爐及G7發電機跳機。

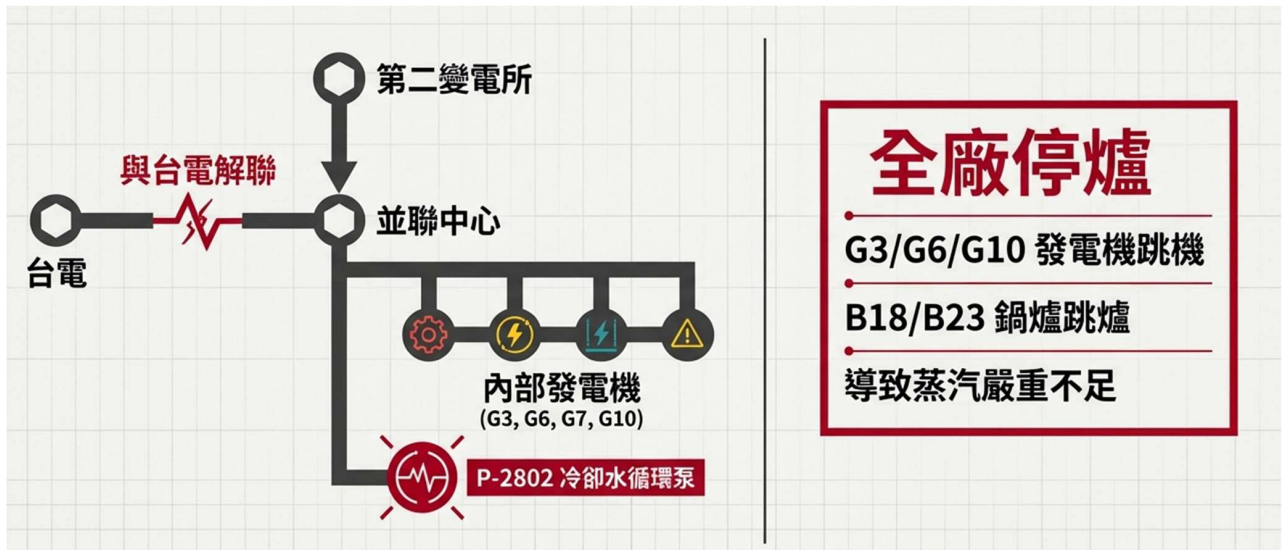
21

事故概況(2/3)

- 二、因161跳脫並聯中心與台電解聯，並聯中心由發電機單獨供電運轉中。
- 三、供電工場緊急與東區發電工場聯繫，要求與台電同步並聯，東區發電工場並聯並未成功。
- 四、西區發電工場為搶救蒸汽不足情況下，先將故障點P-2802冷卻水循環泵隔離後，緊急重新開爐，由於西區發電工場同仁在發電機單獨供電運轉情況下，先啟動F-2401送風機、再啟動鍋爐給水泵P-2402B，由於鍋爐給水泵P-2402B係屬大型馬達且啟動電流為平日運轉電流6-7倍，造成頻率降，引起G3、G6、G10發電機跳機，B18、B23鍋爐跳爐導致全廠停爐。

22

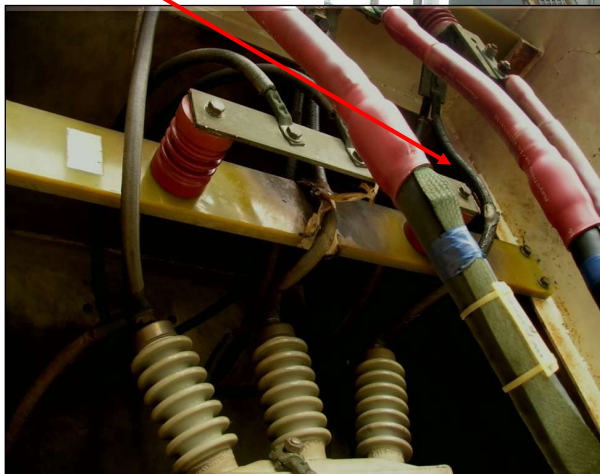
事故概況(3/3)



23

事故位置照片

電源連接至電容器之連接線和馬達Y接銅排接觸



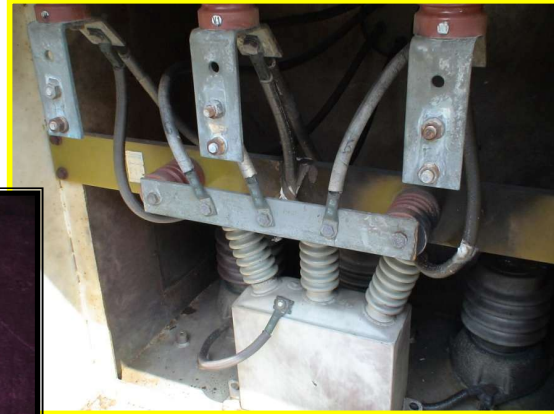
位置高(約3M無搭架無法施工)

24

事故位置照片



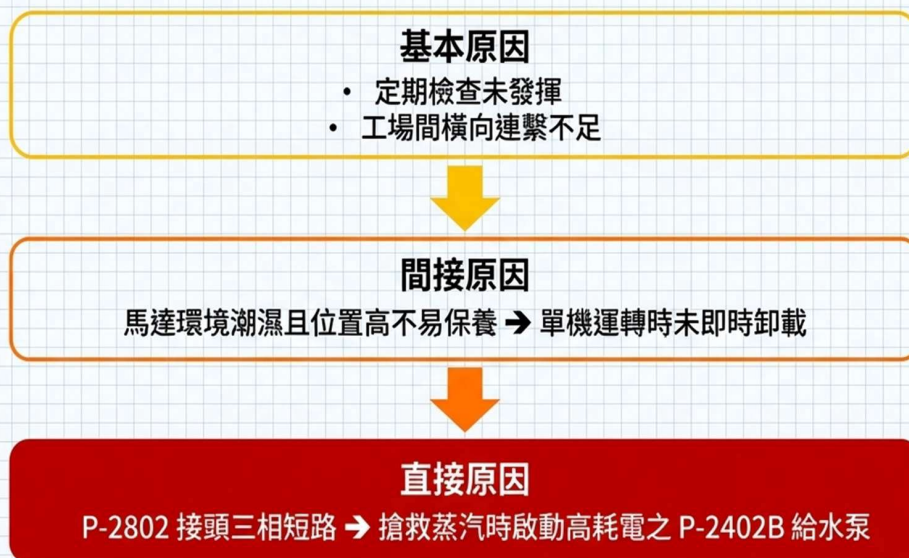
避雷器故障損毀



接線箱環境潮溼，生鏽情況

25

根因分析-單一馬達接線短路到全廠停爐



致命的骨牌效應：電氣硬體故障與緊急操作時的跨區溝通脫節，將局部短路放大為全廠災難。

26

改善對策-阻斷連鎖失效機制



硬體與環境改善

- 檢修 11.4KV 大馬達接線方式
- 改善現場潮濕，防範空氣游離短路



系統與設定優化

- 重新檢視瞬時電流跳脫設定值
- 將 H161/H169 警報增接至發電工場控制室



橫向管理與應變

- 發電機單機運轉時，嚴格執行負載卸離
- 強化供電與東/西/南區發電工場的橫向連繫與演練

27

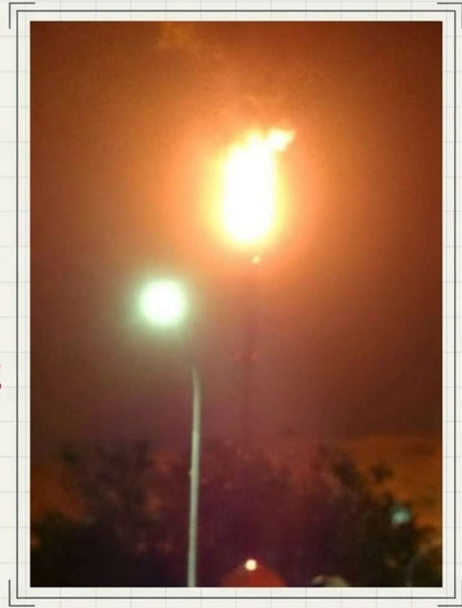
高廠公用組供電工場

高壓儀器空氣壓力下降導致五輕緊急
停爐廢氣燃燒塔大量排放事故報告

報告人:李榮源

28

事故概況



鉅額財損：修護費用約 3,260 萬新台幣
環保裁罰：吞下 2 張環保局舉發單

發生地點：第二空氣中心電氣室



第二空氣中心電氣室



無警報傳回！：
現場保險絲熔斷，
但控制室毫無察覺

隱形的斷點：直流充電機盤
(460VAC/110VDC) 保險絲熔斷

根因分析-缺乏備援且無監控



單點失效的代價：缺乏備援且無遠端監控，使一個小保險絲癱瘓了整座煉油廠。

31

改善對策-消除單點失效及監控盲點

潛在漏洞		改善對策	
[漏洞] 單一充電機盤故障即斷電		[對策] 汰舊換新並增設一套「互相備援」系統	
[漏洞] 故障時控制室無從得知		[對策] 警報訊號強制實體拉線至控制室	
[漏洞] 儀器空氣失壓應變混亂		[對策] 修訂失壓緊急停爐 SOP，增設全廠廣播系統並定期演練	
[漏洞] 巡檢敏感度不足		[對策] 巡邏紀錄表新增專屬檢點項目	

32

高廠公用組第一變電所

北匯流排短路 發生火災局部停電事故報告

報告人:李榮源

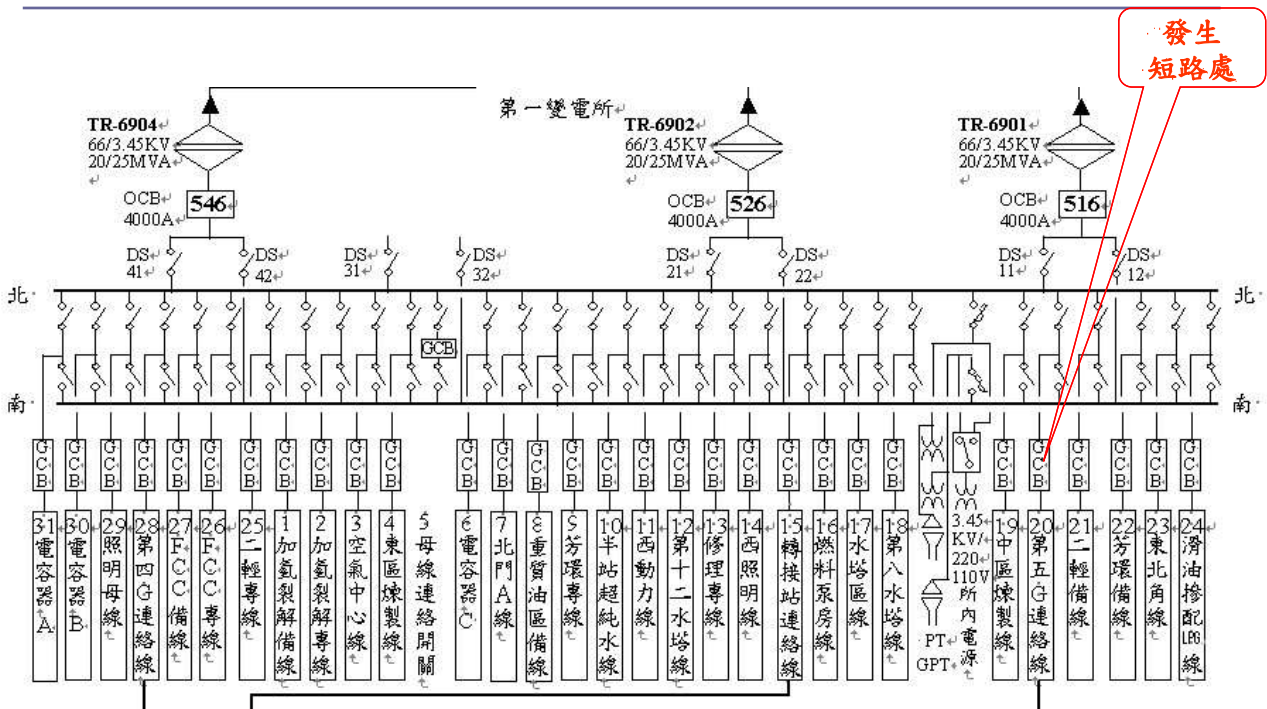
33

事故概況

- 發生時間：2013年10月17日 20:07
- 事件地點：第一變電所 北匯流排
- 發生經過：
 - 一、2013年10月17日 20:07 第一變電所3.3KV北匯流排因H20盤 - G5(五號發電機)連絡線斷路器(GCB)一次側發生三相短路，上游供電的2台主斷路器(OCB)跳脫，導致廠內部分工場局部停電，第一變電所開關室內引起小型A類火災。
 - 二、20:20至第一變電所了解實際情況，發現第一變電所北匯流排之一次側聯絡線銅排絕緣被覆燒熔，濺及置放於現場之備用器材箱，引燃箱內之包裝紙。經以乾粉初步消除輕微燃燒物熱源，並將器材箱移除至室外。
 - 三、21:20 現場狀況排除，消防隊人員撤離。

34

位置簡圖



35

發生地點(1/2)



一變開關室 - 宏觀現場



熱損害特寫：銅排與絕緣

核心熔毀

短路電弧高溫直接燒熔銅排與絕緣被覆



燃燒殘骸：備用器材

延燒媒介

火花濺落，引燃放置於現場的備用器材箱與包裝紙

36

發生地點(2/2)

●第一變電所南匯流排



●一變匯流排電源引入處



37

根因分析-設備檢點及5S未落實

基本原因

- 未針對電木絕緣劣化進行特檢
- 開關室未設巡邏點
- 違規放置易燃物

間接原因

銅排碰觸絕緣不良之開關箱體電木板 → 產生強烈電弧



直接原因

三相短路引發火警，進而延燃備品包裝紙

潛藏的火藥庫：設備老化加上糟糕的現場內務，將單純的電氣閃絡升級為實體火災。

38

改善對策-根除火災因子及強化巡視

 立即性危害排除	 長期制度化管埋
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 全面淨空：立即清除第一變電所開關室室內所有備品與易燃物 ✓ 劣化更新：清查所有銅排穿箱孔，絕緣劣化之電木板全數更新 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 高頻率巡邏：增設專屬巡邏箱，嚴格要求操作同仁「每小時」巡邏一次開關室 ✓ 停電檢修排程：配合各工場停爐期間，安排輪流停電，實施深度的電木板絕緣特檢

39

全廠電氣事故-共通性根因與系統啟示

事故案例	故障組件	表面觸發點	深層脆弱點
循環泵短路	馬達接線箱	潮濕/短路	維護死角（高處盲區） + 跨課聯繫脫節
空氣失壓	直流充電盤	保險絲熔斷	單點失效 + 警報盲區（無回饋）
匯流排火災	開關電木板	絕緣劣化	老化盲區（未定檢） + 內務管理鬆散

核心洞察：真正的敵人不是設備老化，而是「看不見的盲區」——無警報的故障、無法觸及的接線盒、以及無人巡視的開關室。

40

感電事故簡報大綱

- 南部採購中心辦公室天花板施工承攬商感電事故
- 高雄煉油廠點銲施工發生感電事故
- 台電公司配電外線電氣工程人員遭電弧灼傷事故
- 台水公司承攬商勞工接觸漏電器具線路致感電死亡事故
- 高雄廠南區發電工場高壓開關電弧灼傷事故

41

南部採購中心

南部採購中心辦公室天花板施工承攬
商感電事故

報告人:李榮源

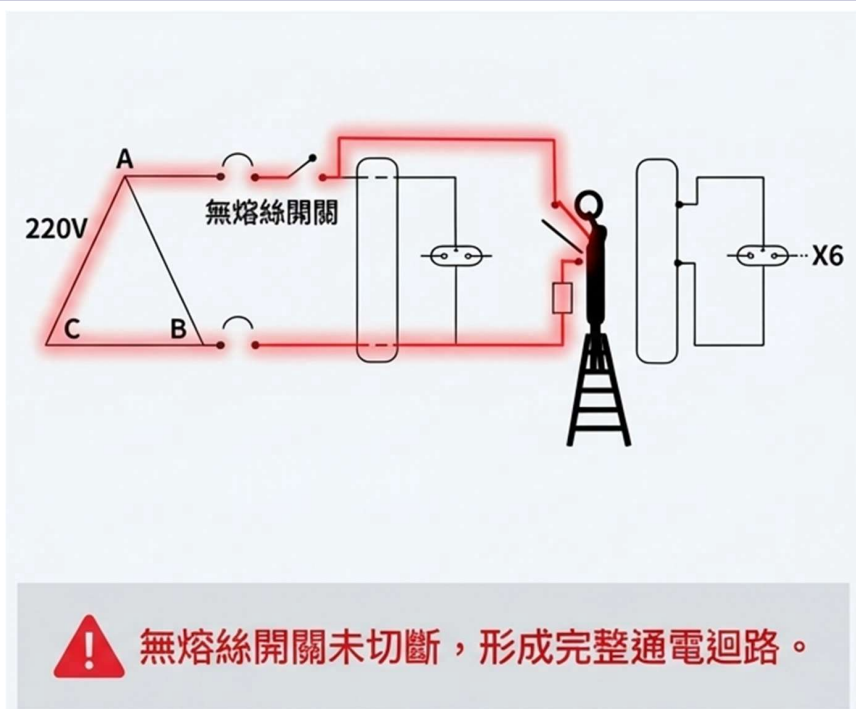
42

事故概況

- 發生時間：2009年06月27日 09:45
- 事件地點：南部採購中心辦公室
- 發生經過：
 - 一、2009年6月27日（星期六）南部採購中心辦公室（煉製事業部工程大樓二樓280室）進行天花板輕鋼架施工，於9:00承攬商必奇營造公司勞工安全衛生人員林君等二人先向轄區採購三組申請工作許可證後至該組辦公室進行施工，但因未確實切斷電源。
 - 二、於9:45林君跨站於A字型鋁梯第四層（約1.2米）兩側（圖1、圖2），徒手拆除日光燈具快速接頭電源線並托移燈具而發生感電墜落，9:46採購三組許君即刻打110叫高廠救護車送往國軍左營總醫院治療。11:10高廠電工課派員前往檢查電源及燈具，於16:00其家屬要求轉往高雄市阮綜合醫院治療。

43

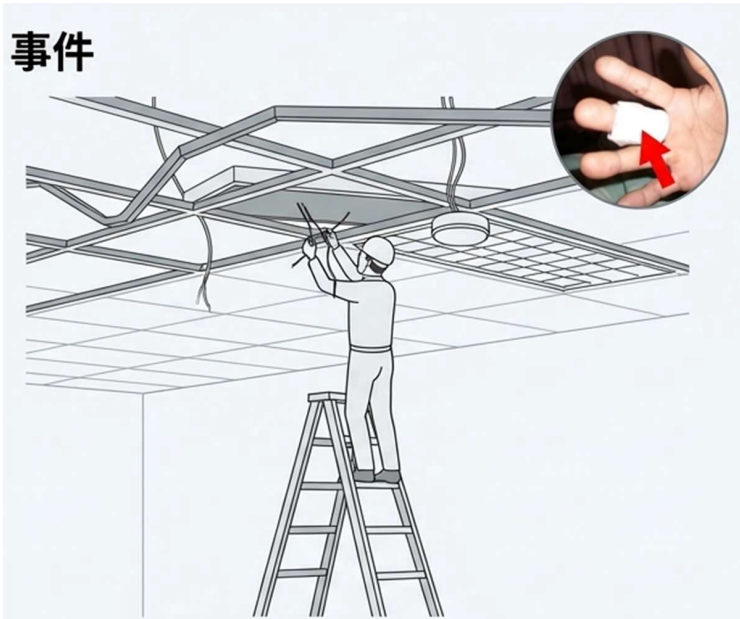
事故現場電氣示意圖(圖1)



44

發生地點(圖2)

事件



施工人員徒手拆除日光燈具快速接頭，右手誤觸裸露電線接頭致感電墜落。

45

電流流入點(圖3)



46

根因分析(1/2)

- **直接原因:**

第一承攬商人員右手誤觸裸露電線接頭（圖3）致感電墜落。

- **間接原因：**

1. 施工前未切斷分電盤無熔絲電源開關，且未以檢電器具量測電源確認有無帶電。
2. 工作許可證簽發，主簽人未簽無效。

47

原因分析(2/2)

- **基本原因：**

1. 施工人員用電常識不足缺乏安全意識。
2. 未事先要求電工人員配合拆除燈具。
3. 工作許可證簽發，未經主簽人核可，即行施工，未落實工作許可制度。

48

改善對策

- 工作許可證簽發，須經主簽人核可，方可施工。
- 進行天花板輕鋼架施工，必要時須先請電氣人員檢查無安全顧慮後才施工。
- 進行天花板輕鋼架施工，移動燈具前應切斷無熔絲電源開關，並使用檢電器具量測確認無電後方准施工。
- 落實工作許可證簽發作業，並對相關單位人員教育宣導。

49

高廠注油工場

高雄煉油廠點銲施工發生感電事故

報告人:李榮源

50

事故概況(1/2)

- 發生時間：2009年08月11日 16:20
- 事件地點：注油工場灌裝地區
- 發生經過：

一、2009年08月11日(星期二)16:20承攬商喬喜公司承攬高雄煉油廠中小工程零星配管工作，其員工黃君在注油工場灌裝地區旁高度約6.1米之管架上(圖1)實施追蹤蒸汽管組裝工作，當時黃君左手拿追蹤管固定環，右手持鐸把，欲將固定環鐸在管線上(圖2)，在起弧瞬間發生感電，黃君覺得手腳抽筋身體不適，立刻由同組工作人員詹君從管架上背下，自行送國軍左營總醫院治療。黃君經醫生治療後抽筋情況已紓解，意識清楚，醫師建議留院觀察。

51

事故概況(2/2)

二、8月12日08:30高雄煉油廠電工課課長等前往現場檢測電機，結果如下：

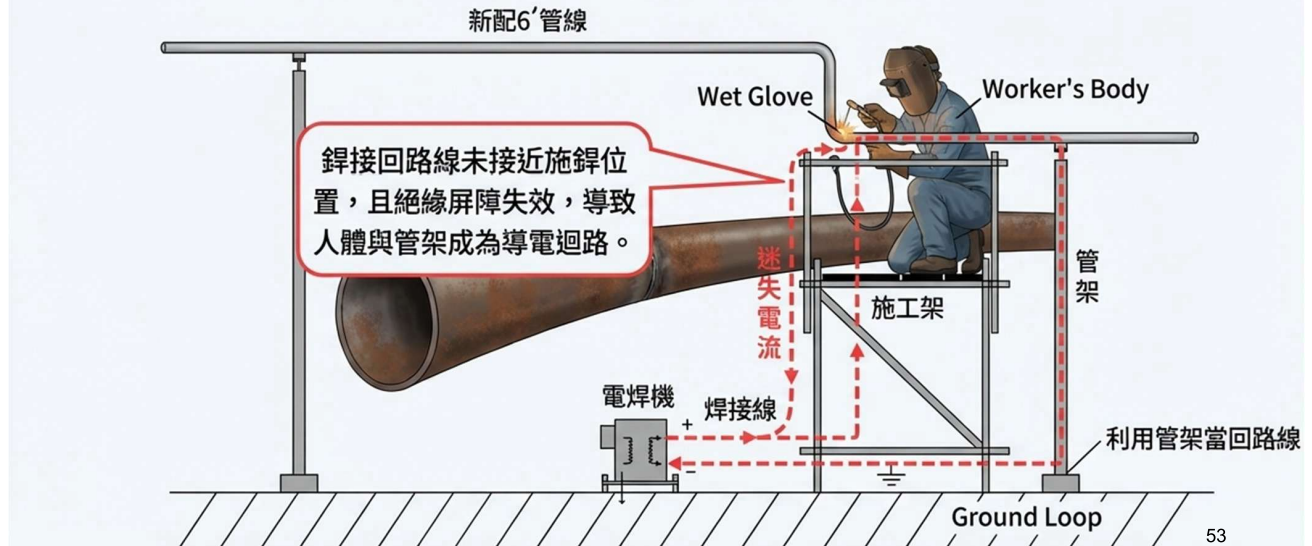
- 1.臨時電源有漏電斷路器，2009年08月11日(星期二)16:20承攬商喬喜公司承攬高雄煉油廠中小工程零星配管工作，其員工黃君在注油工場灌裝地區旁高度約6.1米之管架上(圖1)實施追蹤蒸汽管組裝工作，當時黃君左手拿追蹤管固定環，右手持鐸把，欲將固定環鐸在管線上(圖2)，在起弧瞬間發生感電，黃君覺得手腳抽筋身體不適，立刻由同組工作人員詹君從管架上背下，自行送國軍左營總醫院治療。黃君經醫生治療後抽筋情況已紓解，意識清楚，醫師建議留院觀察。作動正常。
- 2.電焊機有自動防止電擊裝置，作動正常。
- 3.起弧前電壓18伏特，起弧瞬間70伏特，情況正常。
- 4.電焊機外殼接地電阻 0.1Ω ，情況正常。
- 5.電焊機絕緣電阻 $100M\Omega$ ，絕緣良好。

8月14日13:20高雄煉油廠電工課課長會同該廠蘇督導再前往現場檢測鐸把，發現鐸把絕緣不良(圖3)，正常使用之鐸把應如(圖4)所示。黃君實施電焊時手套潮溼，鐸把靠近握把側之端面，因鐸渣堆積造成絕緣不良而感電，其感電路線如(圖5)所示。

事故現場示意圖(圖1、2、5)

管架上的迷失電流：潮濕與絕緣破壞

勞工於6.1米管架實施蒸氣管點銲，起弧瞬間(70V)發生感電。



53

事故現場示意圖(圖3、4)

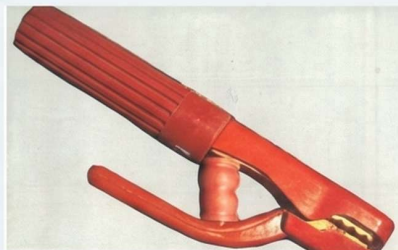
銲渣堆積破壞物理絕緣，潮濕手套大幅降低人體電阻。

⚠️ 絕緣失效 (Insulation Failure)



潮濕手套
(Wet Gloves)

✅ 標準防護 (Standard Protection)



乾燥手套與絕緣鞋
(Dry Gloves & Insulated Shoes)



54

根因分析

■ 直接原因:

點焊時發生感電。

■ 間接原因：

1. 錫渣堆積在錫把之握把前緣造成絕緣不良。
2. 焊接時穿戴潮濕之手套。

■ 基本原因：

1. 承攬商員工之電焊安全訓練不足，疏忽潛在危險。
2. 自動檢查項目不完善。

55

改善對策

- 錫把應列入自動檢查項目、嚴格禁止錫接時穿戴潮濕手套、應穿著絕緣安全鞋。
- 修護組召集用電承攬商及相關監造人員，由電工課課長進行用電安全教育宣導。
- 要求承攬商將本事故案例作為工作人員勤前教育教材。

註1：電焊機回路線須接近施錫位置再行錫接，避免產生迷失電流。

56

台水公司承攬商勞工接觸漏電器具線路致感電死亡事故

報告人:李榮源

57

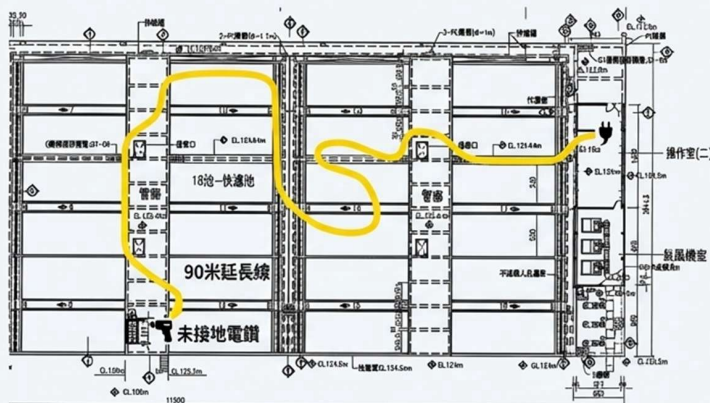
事故概況

- 發生時間：2009年08月23日 13:40
- 事件地點：台水公司寶山淨水場
- 發生經過：
 - 一、2009年8月23日(星期日)台水公司北區工程處之寶山第三期擴建工程承攬商勞工簡君，於寶山淨水場進行竣工後之快濾池滲水初驗缺點改善(該工程2009年7月9日竣工)工作，因現場沒有電源，簡君以90公尺延長線接至鼓風機及反洗抽水機操作室之110V插座提供電鑽使用(圖1)
 - 二、13:40簡君被發現倒臥於水管廊內(圖2)，左腿旁邊遺留一個電鑽工具及延長線，死者經相驗並解剖化驗結果，認定因電流穿過心臟，導致心因休克死亡。

58

事故現場示意圖(圖1、2)

承攬商於淨水場快濾池拉設90米延長線供電鑽使用。作業結束未斷電即收拾工具，致接觸漏電設備死亡。



① 水管廊內潮濕地面 ② 電纜暴露有破皮風險 ③ 未接地電鑽

機制：電鑽未接地，且線路暴露於潮濕地面，導致金屬外殼帶電。

59

根因分析(1/2)

■ 直接原因:

承攬商勞工接觸漏電器具線路致感電死亡。

■ 間接原因：

- 1.使用電鑽之接用電源線路未經漏電斷路器保護。
- 2.電纜線有破皮狀況及置放於地上，且電鑽未接地。
- 3.未先斷電即收拾電動工具，致接觸漏電器具線路造成感電。
- 4.作業勞工身體潮濕仍進行作業。

60

原因分析(2/2)

■ 基本原因：

1. 作業勞工對於危險作業認知與訓練不足。
2. 作業勞工未落實台水公司電氣工程施工說明書內有關一般電器安裝之規定，亦未落實自動檢查制度，安全紀律與安全管理有改善空間。

61

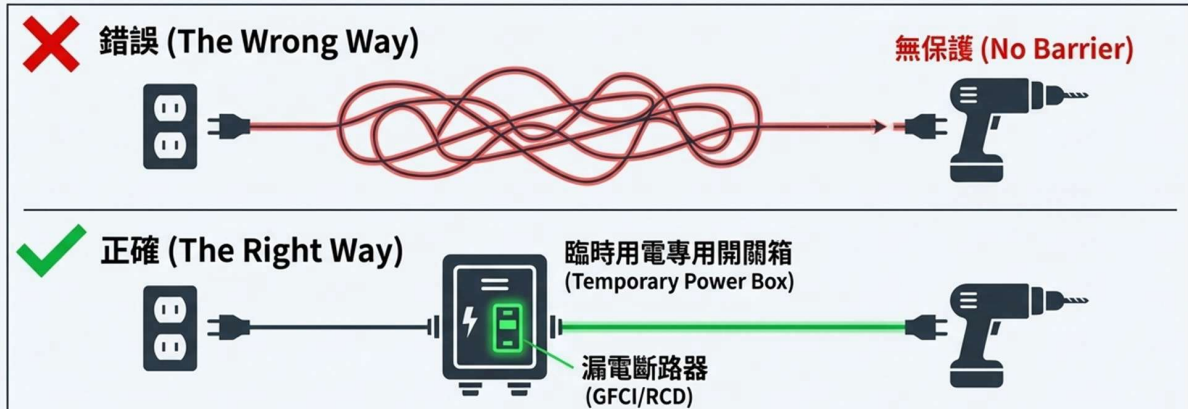
改善對策

- 加強查核承攬商，並要求落實台水公司電氣工程施工說明書內有關一般電器安裝之規定。
- 設置臨時用電專用開關箱（包含箱體、漏電斷路器、接地等），教導如因工作需接用電線，應即插裝臨時用電專用開關箱。
- 將竣工後之安全衛生管制事項與作為，納入承攬危害告知及協議組織會議中宣導。
- 全面清查台水公司及承攬作業各項電氣設備計 6,598 件/處缺失，限期改善並列入督導查核重點。

62

缺失的漏電斷路器

現場無專用電源，便宜行事直接跨接插座，導致漏電時無系統保護。



- 1.收拾電動工具應先斷電。
- 2.設置臨時用電專用開關箱（包含箱體、漏電斷路器、接地等），教導如因工作需接用電線，應即插裝臨時用電專用開關箱。

63

台電公司

台電公司配電外線電氣工程人員遭電 弧灼傷事故

報告人:李榮源

64

事故概況(1/2)

- 發生時間：2010年02月26日 10:03
- 事件地點：台電公司台北市區營業處
- 發生經過：
 - 一、2010年2月26日(星期五)台電公司台北市區營業處維護組線二課黃領班帶領班員曾君、蔡君、李君等3人到達忠孝東路3段1號，會同台北科技大學營繕部門人員1人，進入位於忠孝東路圍牆邊之地面配電場，進行確認當天晚間工作停電作業前之自動負載選擇開關面板指示是否在經常或備用之位置及確認環路是否與原設計圖資料相符合等工作。

65

事故概況(2/2)

- 發生經過：
 - 二、黃領班實施工具箱會議後，約於上午10:03由班員曾君打開右側高壓開關（三相22.8KV）箱門（高約120公分、寬約103公分）（如事故現場示意圖1），另蔡君、李君分別在其後方，李君先看到1隻老鼠在高壓開關前方之防護遮板上方爬行後鑽入高壓開關箱內部，即告知曾君、蔡君有老鼠，此時該隻老鼠在內部亂竄，疑似在右側及中間相匯流排帶電體之間造成短路引起電弧向外噴出(圖2)，致站於箱門邊3位班員反應不及遭受電弧灼傷，當時黃領班站在較遠處正與台北科技大學營繕部門人員協調當晚停電相關工作，未受波及，立即將3人緊急送台北市立聯合醫院仁愛院區救治，並於下午4時轉送馬偕紀念醫院燒燙傷中心醫治。

66

事故現場示意圖(圖1)

準備停電作業確認前，開啟高壓開關箱門。老鼠竄入匯流排造成相間短路，電弧向外噴發灼傷正面3人。



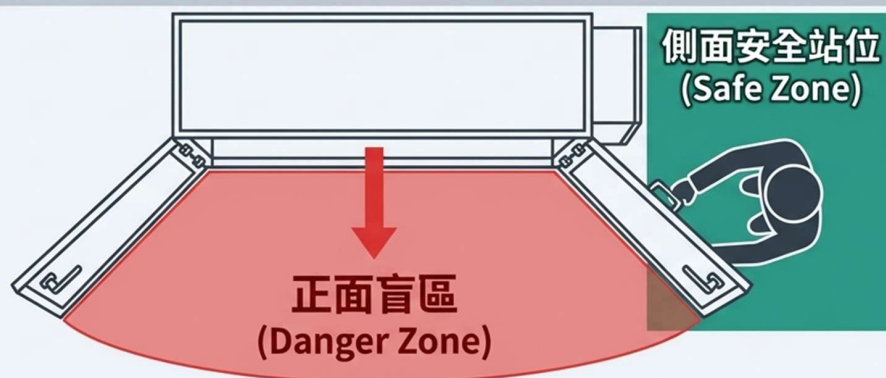
機制

高壓帶電體因異物(老鼠)跨接，瞬間產生極高溫與膨脹壓力的電弧。

67

事故現場示意圖(圖2)

動物防治措施破功是遠因，但「正面開門」的習慣是直接造成嚴重灼傷的主因。



防護守則

1. 側面站位 (Side Positioning)：開啟高壓盤門時，身體務必位於側面，嚴禁直立於正面盲區。
2. 蟲獸封堵：落實地下配電盤與管溝的防鼠/蛇孔洞封堵。
3. 警覺撤離：發現內部有異狀或異音，立刻關閉箱門並退避。

68

根因分析

■ 直接原因:

因老鼠竄入高壓匯流排，造成相間短路，致3名員工臉部及雙手遭電弧灼傷。

■ 間接原因：

防止老鼠進入開關箱之措施不週全，致老鼠進入開關箱內爬行碰觸開關，造成短路。

■ 基本原因：

施工人員對打開高壓開關箱門之危險警覺意識不足。

69

改善對策

- 領班除於工作前應向全體班員詳細解說各種潛在危險因素及應採取之安全措施外，靠近供電中之設備時更應全體保持高度警覺及危險意識，發現異狀有立即危險時，應即關閉箱門，退避至安全地點。
- 同一工作點儘量避免3人以上同時作業，將傷害降至最低，並視現場環境狀況，必要時隨時穿戴防護具，確保生命安全
- 應依作業技術手冊中之「地下配電線路設備蟲獸害防治」，加強防止鼠、蛇類等進入高壓開關箱之措施；於既設線路巡視或檢點發現有蟲獸等小動物出沒跡象及可能出入之配電場(室)要立即提報，防堵蟲獸等進入之所有路徑。
- 要求工作人員應先站於開關箱側面，再開啟高壓開關箱門，以防範類似事故發生。
- 工作人員如發現開關箱內部有鼠、蛇類或其他動物等異狀，應隨時保持高度警覺並採取因應措施，避免遭電弧灼傷。

70

高雄煉油廠

高雄煉油廠電工人員電弧灼傷事故

報告人:李榮源

71

事故概況

- 發生時間：2007年03月07日 10:25
- 事件地點：南區發電工場11KV高壓盤
- 發生經過：
 - 一、高雄煉油廠南區發電工場NO.23鍋爐2007年進行大修，1月30日11KV高壓盤作HV-TIE開關右半側(G3側)停電工作(附圖一)，電工課檢查發現有比壓器 (PT)絕緣劣化，3月6日換新後送電加壓。南區發電工場於2007年3月7日(星期三)早上08:13續作左半側(G8側)開關(含HV-TIE)檢查(圖1)，8:45電工課鄭總領班及技術員康君、黃君等三員確認檢查範圍及各盤之情況，誤認為HV-TIE高壓盤因雙迴路供電之關係該開關盤上半部主接點有帶電，下半部主接點沒帶電。

72

事故概況(1/2)

■ 發生經過：

- 二、9:15開始由HV16負載盤開始檢查，10:00周工程師至現場協助處理，10:25檢查至HV-TIE高壓盤時，由鄭總領班及黃君等兩人合力將高壓開關(GCB)抽出，然後由鄭總領班進行箱體檢查，進行箱體檢查時鄭總領班施工中誤認下半部主接點是在停電狀態，以雙手壓按自動隔離金屬蓋板連桿後，發現手電筒照射方向偏右，所以右手離開連桿去移動手電筒，此時因右手移開連桿，所以隔離金屬蓋板右邊偏高，鄭總領班基於自然反應，用右手至左邊將隔離金屬蓋板向下拉，致右手指和主接點距離已小於安全距離產生電弧，同時電流由主接點經手至蓋板接地，造成右手小指灼傷。

73

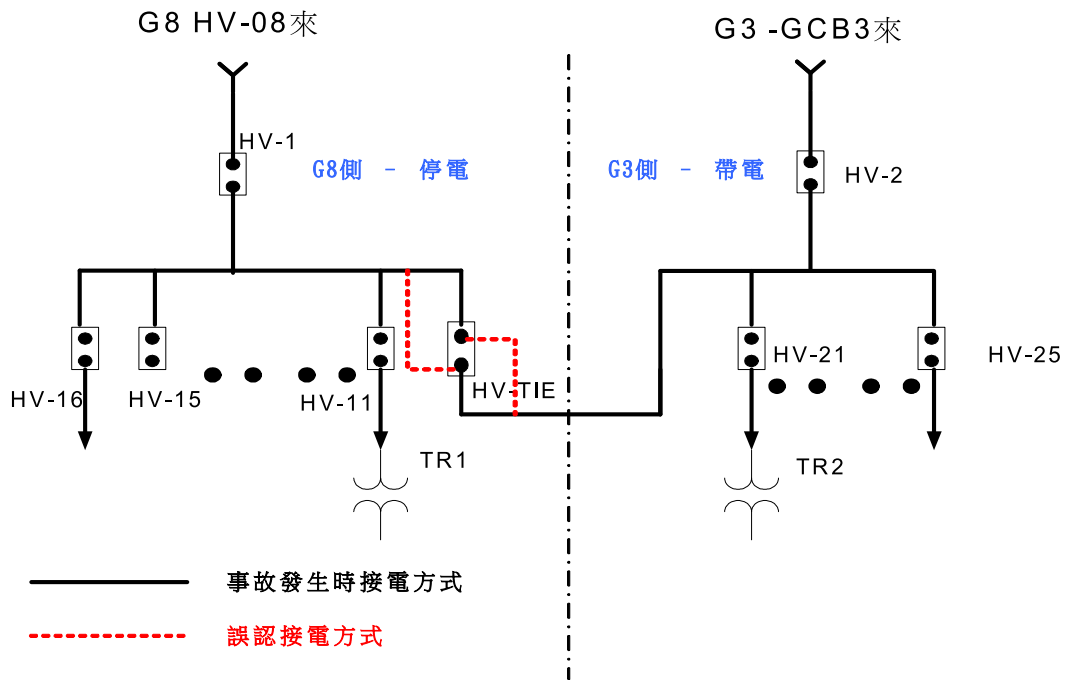
事故概況(2/2)

■ 發生經過：

- 三、發生事故時感電電流使得23號爐HV-2高壓盤GCB3開關過電流接地保護電驛51N 作動造成HV-2開關跳脫(照片1)，根據51N當時設定值為0.5A 0.1秒推算，故障當時之接地電流應大於0.5A，若此電流流經人心臟必定造成心臟麻痺。事故發生時鄭總領班人員清醒並未昏迷，由此判斷故障電流並未流經心臟。
- 四、觀察HV-TIE高壓盤後，發現開關主接點及隔離金屬蓋板有燒毀之痕跡(照片2)，顯示故障時主接點及隔離金屬蓋板間絕緣遭到破壞造成接地瞬間產生電弧。

74

事故現場示意圖(圖1)



75

發生地點-高壓配電盤外觀(照片1)

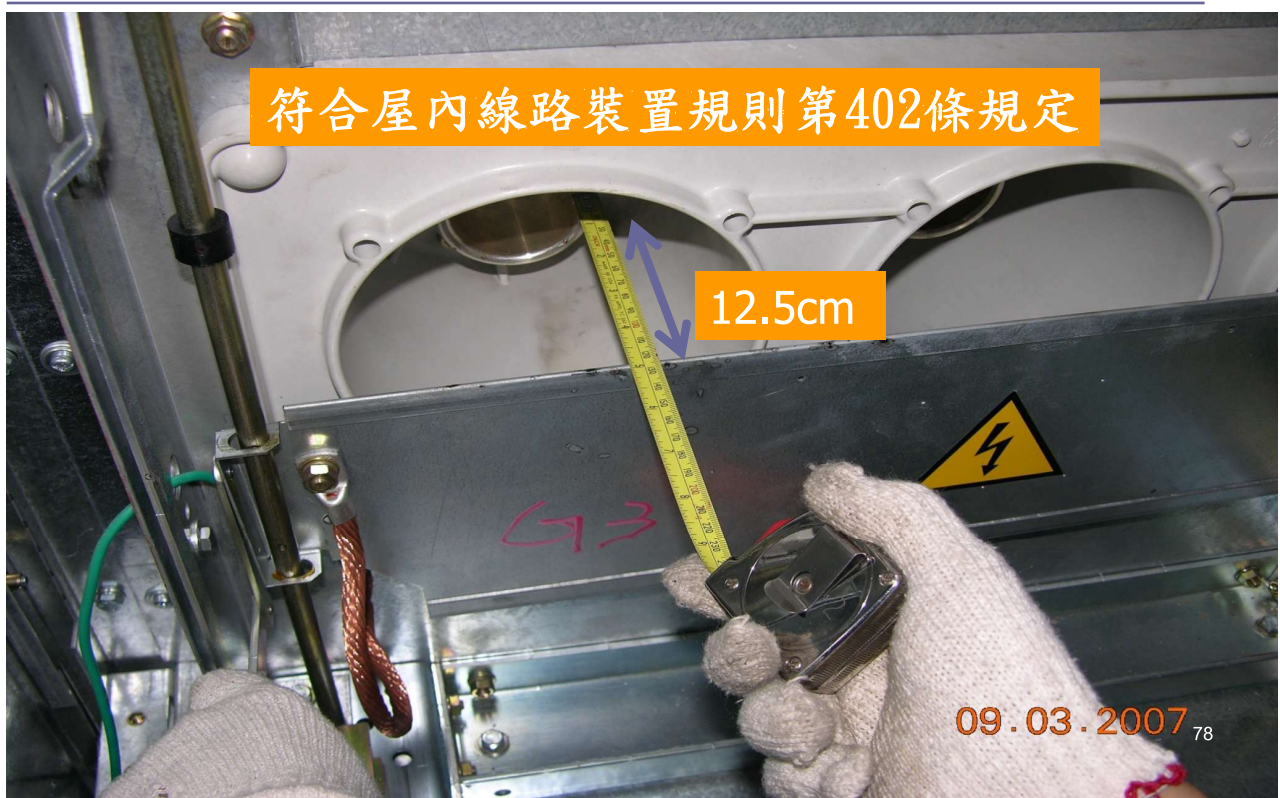


76

發生地點-高壓配電盤內觀(照片2)



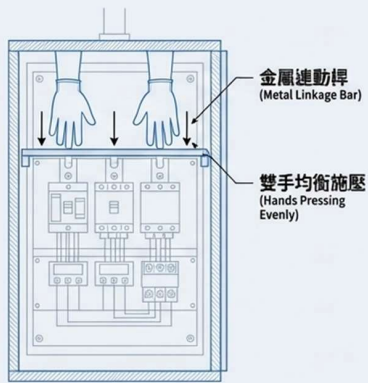
發生地點-高壓配電盤安全距離 (照片3)



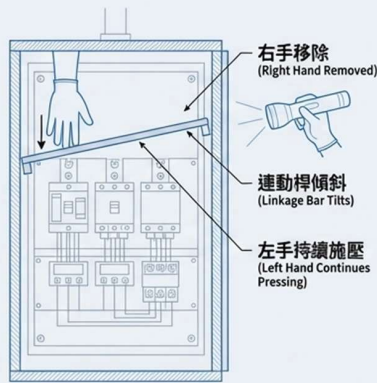
發生地點-高壓配電盤安全距離

死亡半徑 11 公分：高壓活電環境的空間重構

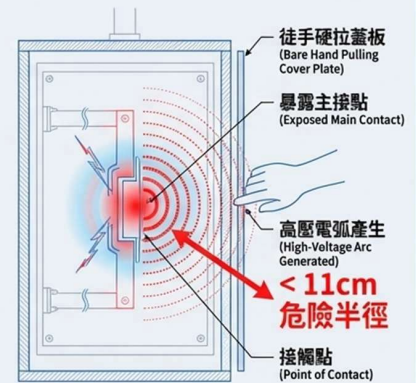
Step 1: 錯誤的起始動作



Step 2: 致命的放手



Step 3: 瞬間擊穿



出於自然反應，人員直接用徒手硬拉隔離金屬蓋板。右手小指與帶電主接點距離瞬間縮短至小於 11 公分（安全距離不足）。高壓電瞬間擊穿空氣，產生接地電弧。

79

發生地點-灼傷外觀(照片4)



80

根因分析(1/2)

■ 直接原因:

施工人員進行高壓盤蓋板檢查工作時，因右手指和主接點距離已小於安全距離，使得電流由主接點經手至蓋板接地，造成右手小指灼傷。

■ 間接原因：

1. 不安全環境或狀況：

上、下半部之主接點之接電方式與一般習慣性之高壓電盤接電方式不同，又未標示，造成人員誤判。

81

根因分析(2/2)

■ 間接原因：

2. 不安全行為：

- (1). 作業人員施工時未進一步確認右半側(G3側)開關(含HV-TIE)切離帶電之部分是完全斷電。
- (2). 蓋板傾斜時，作業人員未利用連桿，而用手直接拉隔離金屬蓋板，造成手指和主接點距離小於安全距離。
- (3). 進行高壓電氣設檢修前未進行驗電工作。

■ 基本原因：

1. 對高壓電作業未指派兩人配合進行作業。
2. 未訂定高壓電盤HV-TIE停電檢查之安全作業標準。

82

改善對策

- 對高壓電開關盤電源連接完成後應於主接點隔離金屬蓋板上標示高壓電電源來源，避免造成人員誤判。
- 高壓盤檢查原則上以全部停電為原則。
- 電工人員進行高壓電氣設檢修前應先進行驗電確認有無帶電。
- 對施工人員加強訓練，箱體檢視時應兩人以上配合進行作業。
- 增訂高壓電盤HV-TIE停電檢查安全作業標準，以供遵行。

83

備註

- 比壓器 (PT):PT(Potential Transformer)是一種儀表及控制專用之裝置，因若針對高電壓直接作量測或控制是件困難及危險的事，所以電氣之量測及控制常將高電壓及大電流轉換成低電壓及小電流，比壓器就是將高電壓變成低電壓之設備，它分成一次側及二次側，一次側為高電壓側連接於電源，二次側為低電壓連接於儀表及控制設備。
- 高壓開關(GCB):GCB(Gas Circuit Breaker)是利用六氟化硫(SF₆)作絕緣及消弧之高壓開關，因六氟化硫(SF₆)絕緣強度約為空氣之2.5倍，所以此種開關具有體積小之優點，此種開關已被大量使用。
- HV-TIE: HV-TIE為高壓連絡盤，一般化學工場為求供電系統穩定，會採取雙迴路供電，正常供電下工場之負載分別由兩迴路分別供應，若電力系統其中有一迴路故障或其他因素無法供電時，則由另一迴路經此連絡盤供電至負載，此盤正常工作時為開路且兩端均帶有電壓。

結語

系統性盲點剖析：災難醞釀的冰山理論



水面之上 (直接/表面原因)：

- 不安全行為 (徒手拉扯金屬蓋板、未驗電)
- 設備損壞與狀態異常 (錯送 440V 電壓、安全距離 < 11cm)

水面之下 (間接/根本原因)：

- 環境與設計缺陷：無中隔板設計、非常規的高壓盤接電方式卻無標示。
- 管理與文化缺失：未訂定高壓電盤停電檢查之標準作業程序 (SOP)、未指派兩人配合監督作業、作業前風險評估失效。

85

解決安全衛生的困境

前線防禦：個人的「四不一沒有」轉化清單

✘ 對自己身心狀態：【不瞭解】	➡	✔ 必須【要瞭解】
✘ 對工作現場危害：【不清楚】	➡	✔ 必須【要清楚】
✘ 對公司標準作業：【不遵守】	➡	✔ 必須【要遵守】
✘ 對法令安全要求：【不細讀】	➡	✔ 必須【要細讀】
✘ 對現場工作夥伴：【沒有關心】	➡	✔ 必須【要關心】 (落實兩人制)

工安是救人的工作。您的用心，勞工安心；維持紀律，才能永保安康。

86

敬請批評指教，謝謝！

