

用電安全

※電氣危害案例與成因

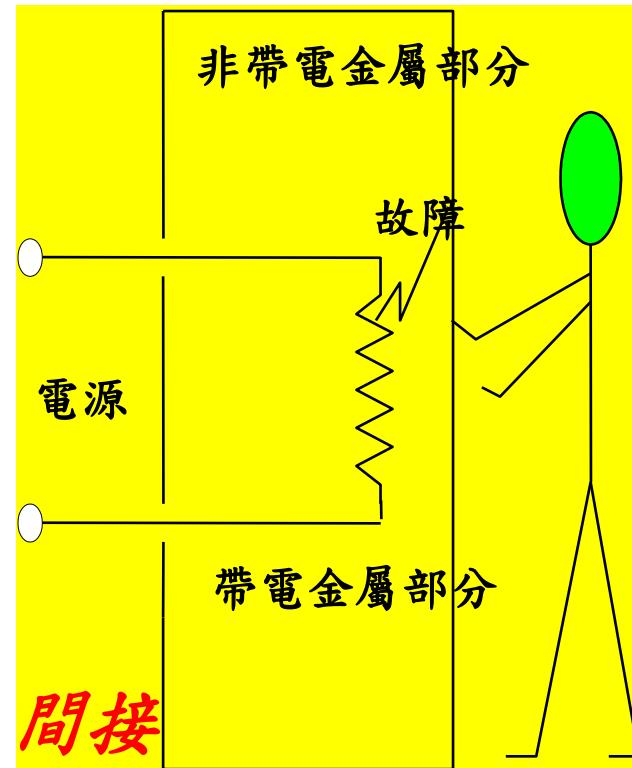
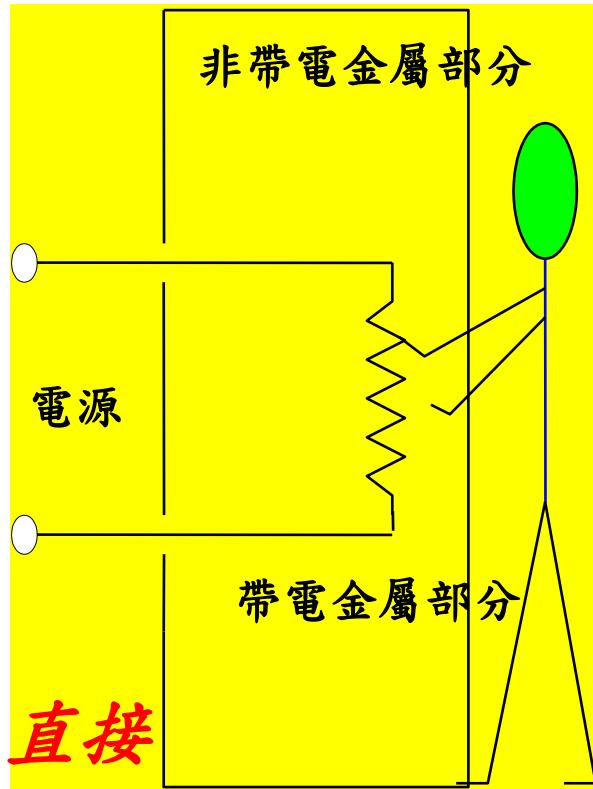
※職場電氣安全實務

感電災害

※電流通過人體所受到的一種衝擊現象謂之感電

※人體的某一部位碰觸到帶電體，使之形成一電氣回路而引起

感電事故分類



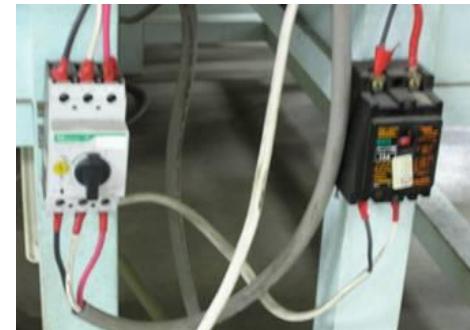
感電的反應

電流值	反應
0.5mA以下	無反應
1~8mA	有震盪的感覺，不痛，筋肉未失去控制可自行脫離。
8~15mA	感受疼痛的震盪，筋肉未失去控制時，可自行脫離。
15~20mA	感受疼痛的震盪，臨近筋肉失去控制，不能自行脫離。
20~50mA	疼痛，筋肉嚴重收縮，呼吸困難。
50~100mA	心筋局部顫動。
100~200mA	嚴重灼傷，心筋嚴重顫動，受電擊期間胸筋嚴重收縮。
200mA以	已感到甚痛苦，並有死亡之可能。

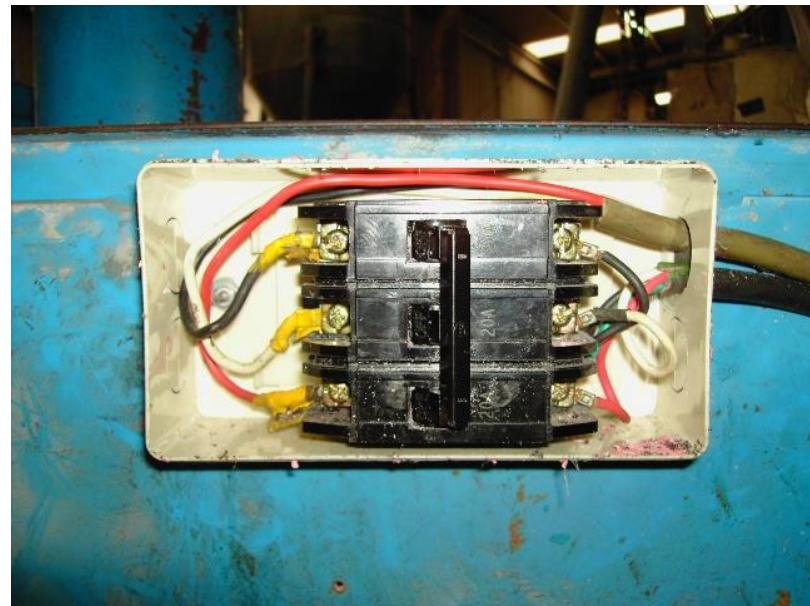
感電災害成因

碰觸帶電體

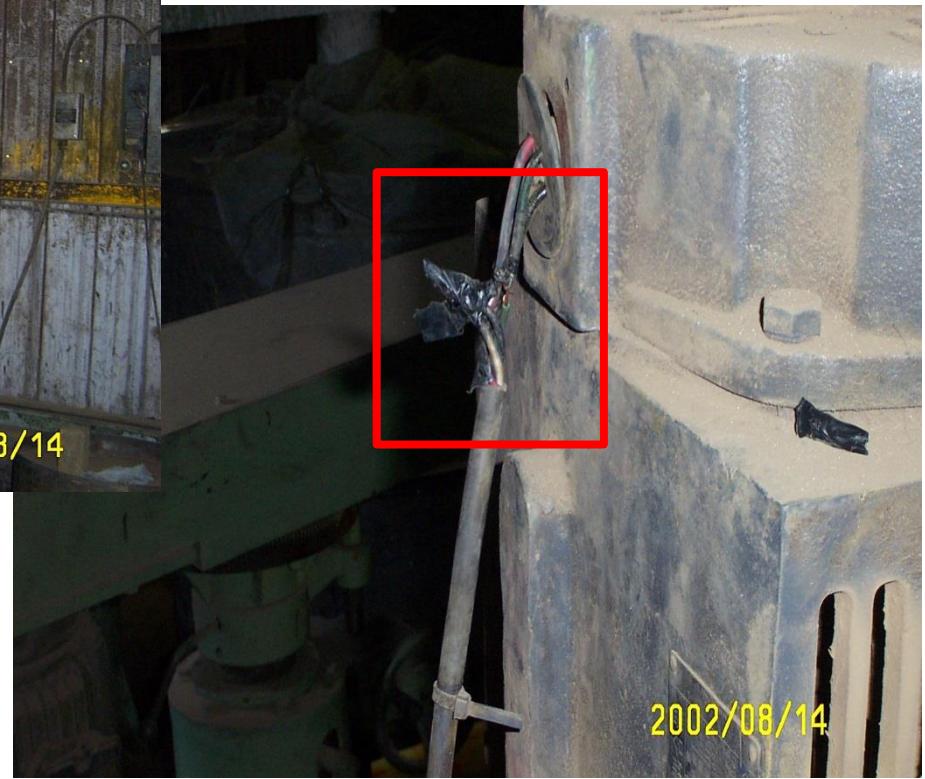
- 裝(拆)電線作業，碰觸低壓裸露電線、帶電端子或匯流排
- 一般作業中，碰觸低壓裸露電線或帶電端子
- 外力磨(刮)破電線，且同時碰觸其帶電電線
- 操作電源插頭或開關時碰觸裸露電線或帶電端子
- 電鋸作業時，碰觸電鋸條或電鋸夾頭帶電部位



無熔絲開關裸露帶電部



電線接續點包紮不良感電事故



機台電源線出入口破皮感電事故



感電災害成因

漏電

- 動力機械設備或一般電器設備的馬達
- 照明燈具、電源開關及移動式或攜帶式電動機具
- 配線處理不良
- 臨時配線線路破皮



加熱器機台感電災害案例



加熱器主要裸露帶電部份
(目前加磁蓋)

塑膠押出機漏電之感電職災

擺攤賣衣服觸電亡 漫畫店招牌是元兇

檢測現場鐵架、鐵門、鐵製品上測出約210伏特，追查源頭發現，二樓漫畫店招牌電源開關懸空浮置，而外露之帶電部分碰觸到鐵門、鐵架，只要把招牌電源關閉，電壓便消失，確認漫畫店招牌電源是「禍首」。

台北地檢署調查認為，店家對招牌電源開關負有檢測維修義務，但卻疏於注意，未將電源開關固定，也沒將開關外露帶電部分以絕緣膠帶包紮隔離，依過失致死罪起訴店老闆

員工遭電擊 老闆判賠千萬

高市1家汽車美容洗車場老闆，因未確實做好洗車場安全設備，導致其僱用18歲的陳姓洗車工人在作業時，不慎因漏電而遭電擊呈為植物人。遭高雄地院判處須給付高達1314萬餘元損害賠償。

高壓充電電路之安全界限距離

※1.1KV以上，22KV以下 >20公分

※22KV以上，33KV以下 >30公分

※33KV以上，66KV以下 >50公分

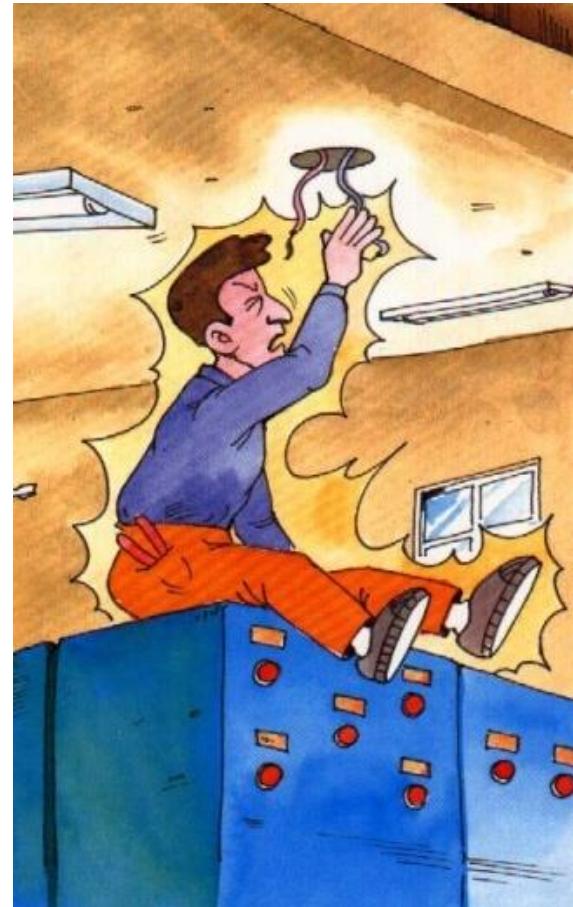
※66KV以上，77KV以下 >60公分

※77KV以上，110KV以下 >90公分

感電災害成因

作業疏失

- 未穿戴防護具或使用活線作業用器具而進行活線作業
- 停電作業中誤送電
- 停電及檢電作業不確實
- 線路誤接
- 不正確的啟動電氣開關設備，如隔離開關及斷路器之操作順序錯誤



如何預防感電

從事電機工作與維修人員，成天與電路打交道，難免一不小心遭受到輕微電擊，如何預防，係為首要重點。

通常約95%之感電，均係由手誤觸火線，再經人體至腳底而至大地所致。

然因目前日常生活與工作中均已穿著膠底鞋子，而鞋底之絕緣電阻非常良好，故感電機會大為減少，因此從事電機維修的工作人員，尤應特別注意鞋子之清潔與乾燥，因手對腳(鞋底)之絕緣電阻的大小，關係到感電之嚴重程度。為著減少感電事故，最最重要的就是鞋子的絕緣，必須保持膠底周圍之清潔與乾燥。



絕緣梯



- 1.請將梯子之四腳穩立於地板平面上。
- 2.使用前請勿攀連梯。
- 3.請穿上防滑的鞋子。
- 4.請至身體於梯子兩側直桿之間，以保持平衡。
- 5.梯子僅供一人使用。請勿超載，請勿敲擊梯子或以重物壓梯桿，以免變形。
- 6.請勿攀附收好梯子，勿任由兒童攀登，以免發生危險。
- 7.梯子若有損壞，應送經銷商維修，切勿自行處理。

SGS安檢通過
使用荷重200kg

導線連接不當， 是發生火災的罪魁禍首

- 導線之連接甚為重要，連接不良將會造成溫度上升而危及導線之絕緣，且經一段歲月，很可能造成線路短路漏電、欠相，倘若不幸引燃周圍之易燃物，將可能引發火警之重大災害。

電氣設備故障導致火災

- 研究生在成功校區的研究室操作電腦，看到對面材料系實驗室內有火光及濃煙，立即報案(損失300萬元)。
- 原因：事發前一天材料系臨時停電，復電時疑電風扇葉片卡住，導致葉片馬達過熱而燃燒，並波及實驗室設備。

電線過載導致火災

- 實驗室一位助理於94年7月22日晚上十點鐘左右離開時，並將門鎖關好。7月23日早上約7:30左右電線著火，其燃燒之濃煙逐漸上升至天花板，感應到火災偵測器，而啟動警報器。
- 原因：該實驗室係由教室改用，因實驗室電氣設備逐漸增加，致**超過原來電氣線路負荷容量**，而因電線著火引起火災。

插頭受壓迫短路起火

電風扇插頭與電源線間
，因插座設置位置不良
，導致沙發椅長期壓迫
電源線插頭，造成插頭
後方電源線過熱，進而
引發短路起火燃燒。



冷氣機保護開關失效起火

分離式冷氣機啟動後，因壓縮機故障等使壓縮機過載、過熱，過載保護器不斷啟動保護跳脫。因過載保護器反覆頻繁作動，造成過載保護器內金屬彈性失效持續送電運轉，高溫造成過載保護器旁電源線被覆受損短路，導致室內無熔絲開關過載跳脫。因用者連續強制送電，使得壓縮機上方配線繼續短路引發火花及高溫。



除濕機起火

除濕機內部電路板上控制壓縮機運轉的繼電器元件品質不良產生故障起火。



資料來源：<http://tw.myblog.yahoo.com/fci-joseph>

電線火災原因

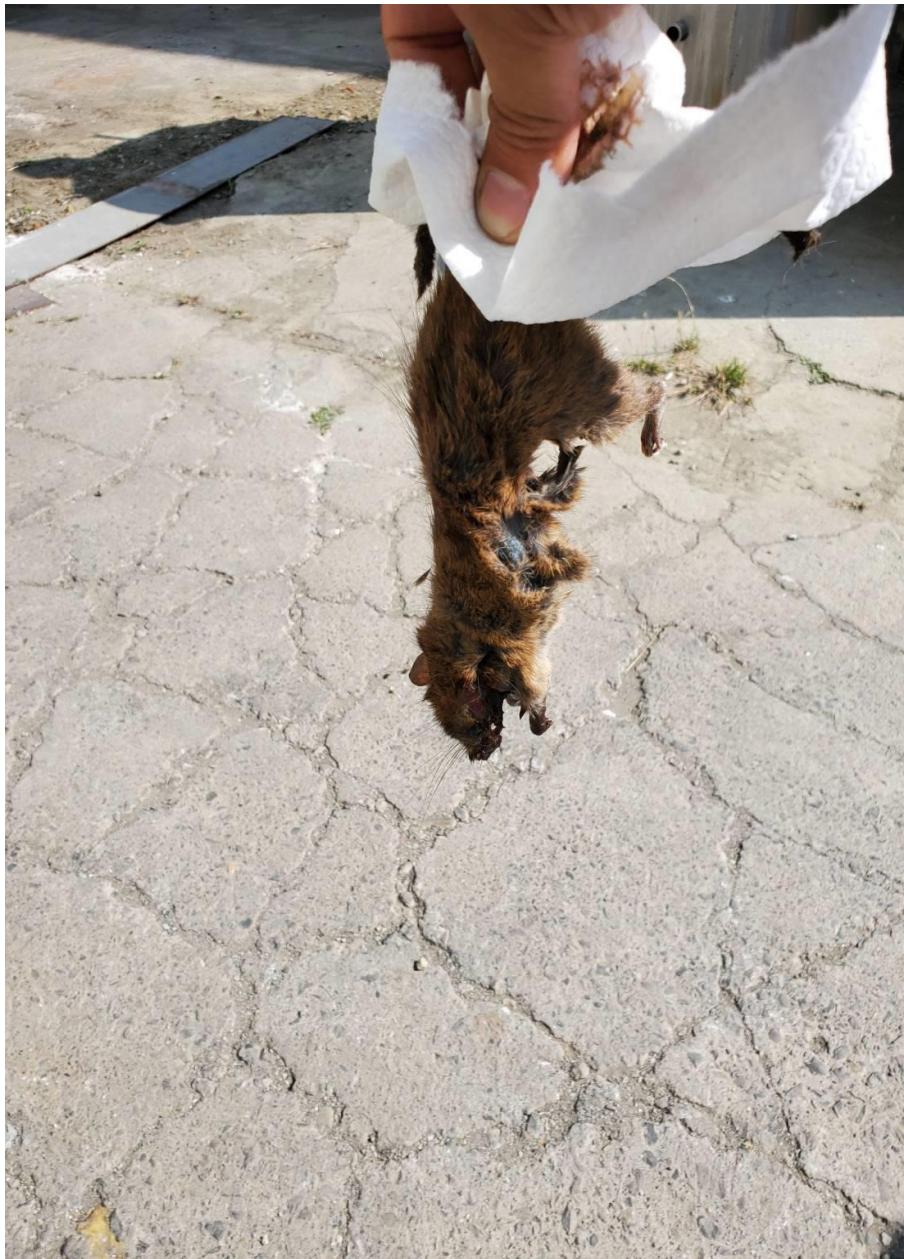
- 短路
 - 絶緣損傷 (固定釘、高溫、機械力、動物)
 - 絶緣劣化 (積污導電、石墨化現象)
 - 局部組抗增加 (半斷線、接觸不良、氧化亞銅增殖現象)
- 過載：
 - 線材不當
 - 延長線、擴充插座
 - 保險絲、無熔絲開關不當
- 漏電

電線火災成因

絕緣損傷

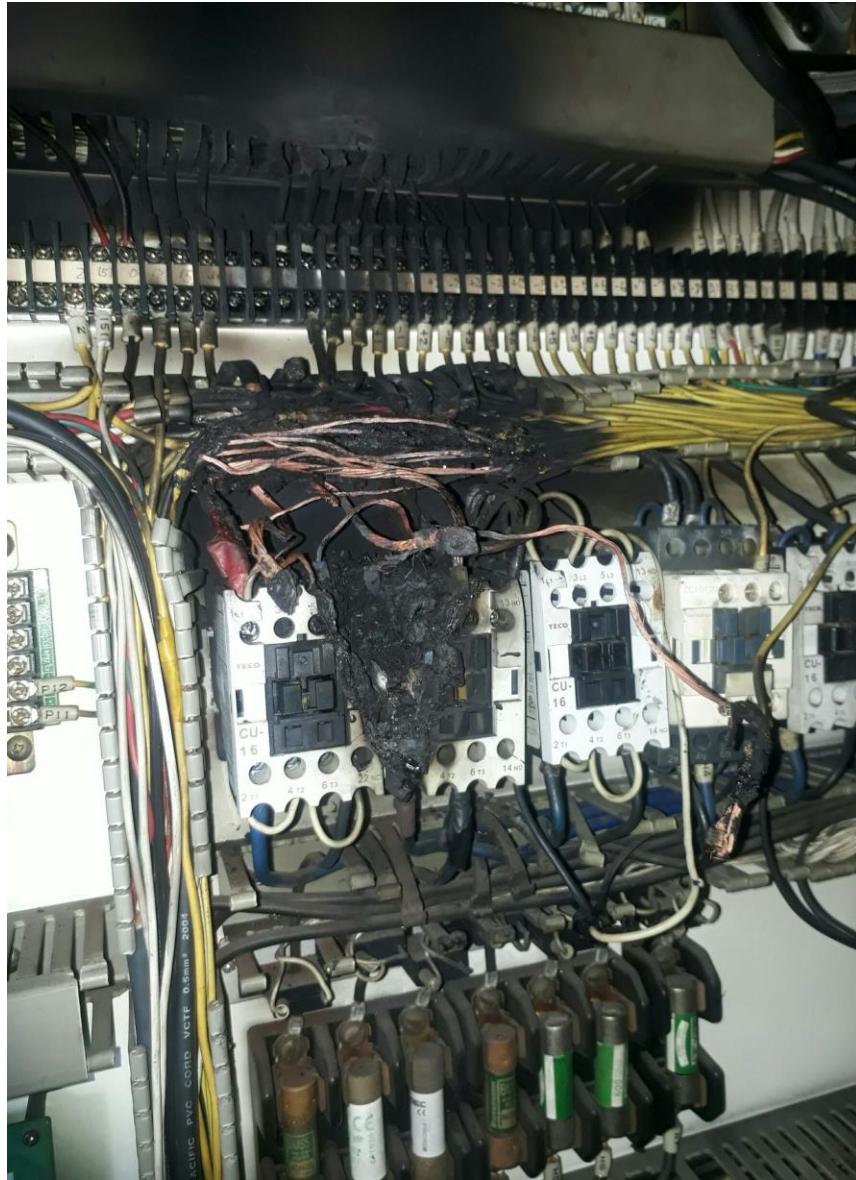
- 固定釘
 - 釘子、騎馬釘、釘書
針
- 高溫
 - 電熱器、熱水器、電
鍋、烤箱
- 機械力
 - 車輛、家具、廚櫃、
設備
- 動物
 - 老鼠





因老鼠啃咬造成絕緣損傷 進而線路短路引起火災



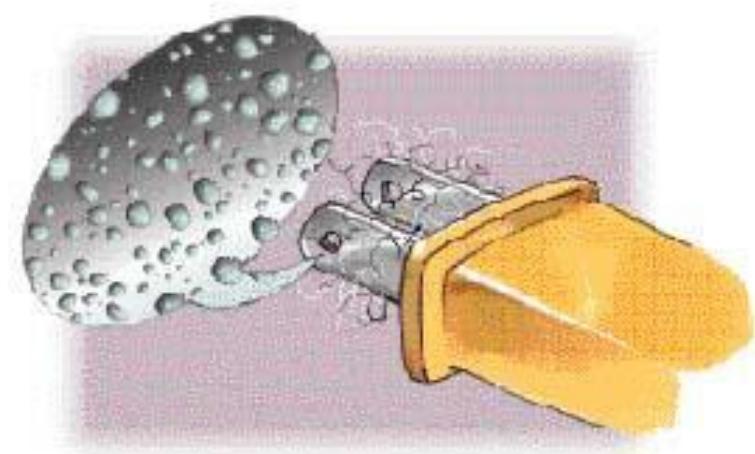




電線火災成因

絕緣劣化

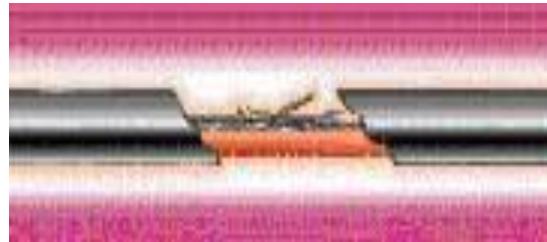
- 積污導電
 - 絶緣物表面附著灰塵及水分產生沿面放電而炭化
- 石墨化（金原）現象
 - 有機絕緣物(橡膠、木材)受電氣火花而炭化



電線火災成因

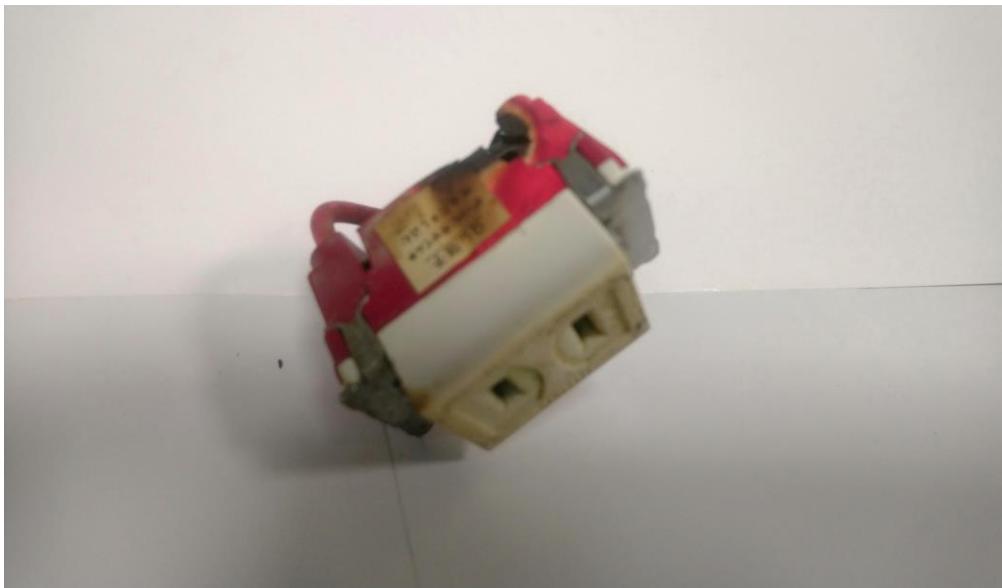
局部阻抗增加

- 半斷線
 - 拉扯
 - 重壓
- **接觸不良**
 - 電線接續處螺絲未鎖緊或連接不牢固
 - 電線接續處絕緣不良
- **氧化亞銅增殖發熱現象**
 - 銅受高溫(開關、線圈層間短路、接觸點阻抗增加、半斷線)



插頭破損







室內配線是否會老舊，是否必要 更新，否則會引起電線走火

電線會老舊嗎？只有戶外電線的PVC皮，因受日曬幾十年，PVC皮才有可能老化，在室內的PVC電線，一般均可耐用一輩子。

而PVC內之銅線，因其物理特性非常穩定，故保有幾百年不壞之身，絕不可道聽塗說，銅線用久了，其內電阻會增加，且會惡性循環，終至引起過熱，而可能引起電線走火。

電氣安全實務

- 正確安裝電氣設施
- 加裝安全保護裝置
- 正確使用電氣設備
- 電氣安全管理

正確安裝電氣設施

使用經檢驗合格之電器設備與線路



R30001
標準檢驗局
檢驗合格標識



標準檢驗局
檢驗合格標識

採用加強保護之雙重絕緣電器設備



“雙重絕緣標誌”回”

隔離

使帶電的電氣設備或線路與工作者分開或保持距離，使勞工不易碰觸

- 明確劃定標示電氣危險場所，必要時可加護圍或上鎖，並禁止未經許可之人員進入
- 電氣機具之帶電部分有接觸之虞時，可加設護圍、護板、護罩或架高使人不易碰觸
- 適當的配線與配管



16



變壓器帶電部份隔離保護



安全電壓

職業安全衛生設施規則

- 良好導體機器設備內之檢修工作所用之手提式
 照明燈，其使用電壓不得超過24V，且導線須
 為耐磨損及有良好絕緣，並不得有接頭
- 自動電擊防止裝置未焊接時輸出電壓25V以下
 (異常時不超過30V)

電源開關箱



防止外力壓傷線路



不正確



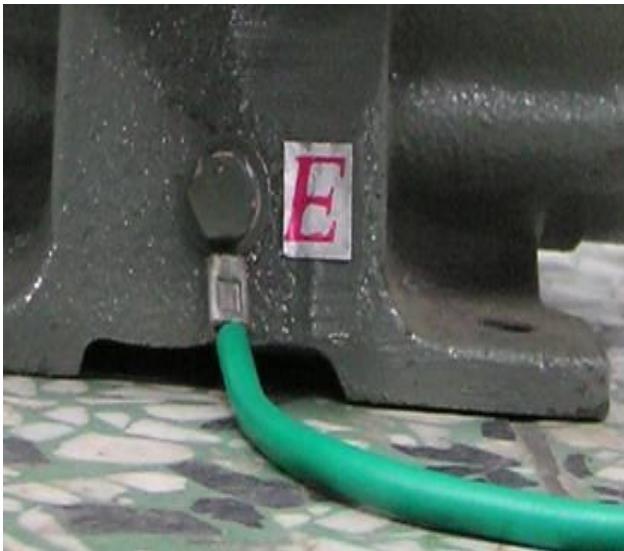
正確

開關帶電部份隔離保護



設備接地保護

電氣設備外殼做好接地保護措施



馬達外殼接地



飲水機外殼接地

保護功能：電器絕緣劣化、損壞等因素而發生漏電時，避免或減低人員發生感電危險

電氣設備怎樣接地才安全？

1. 設備未實施接地



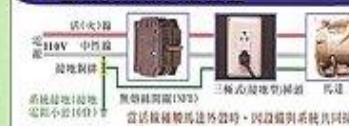
當話機觸碰馬達外殼時，兩導外營電流為110V。

2. 設備單獨接地(設備與系統分開接地)



當話機觸碰馬達外殼時，漏電電流約為 $(10/(100+10)+1)/10$ A。無警報開關(MCB)不動作，而馬達外殼電壓為 $110\times 100/(100+10)=100V$ 。

3. 設備與系統共同接地



當話機觸碰馬達外殼時，因設備與系統共用接地，故相線短路開關

使黑燈跳開(MCB)動作而斷電，因此馬達外殼不帶電。

4. 設備單獨接地，且加裝漏電斷路器



當話機觸碰馬達外殼時，漏電電流約為 $110/(100+10)+1/10$ A，漏電斷路器(LDB)於0.1秒內動作斷電，馬達外殼不帶電。

5. 設備與系統共同接地，且加裝漏電斷路器



當話機觸碰馬達外殼時，沒裝置系統共用接地，產生對地現象之漏電流，使漏電斷路器(LDB)於0.1秒內動作斷電，馬達外殼不帶電。

IOSH 勞工安全衛生研究所
INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH

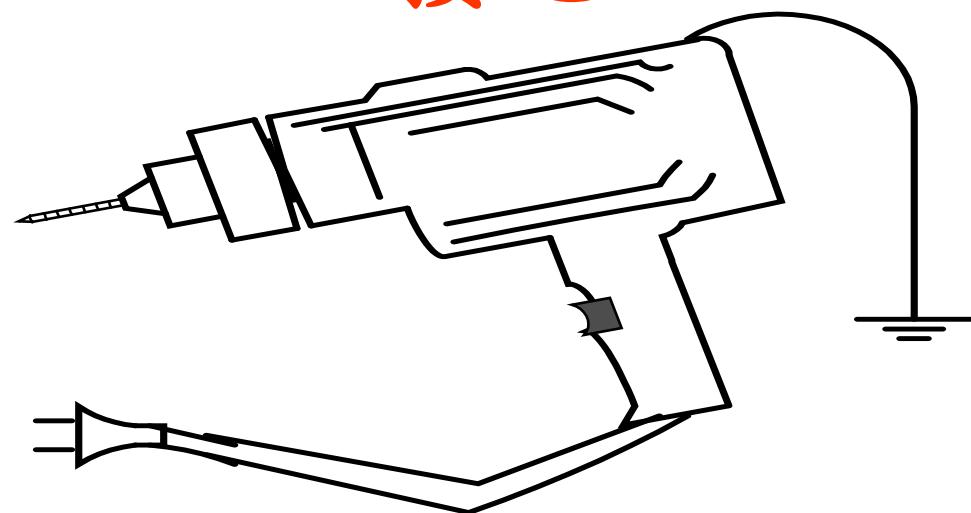
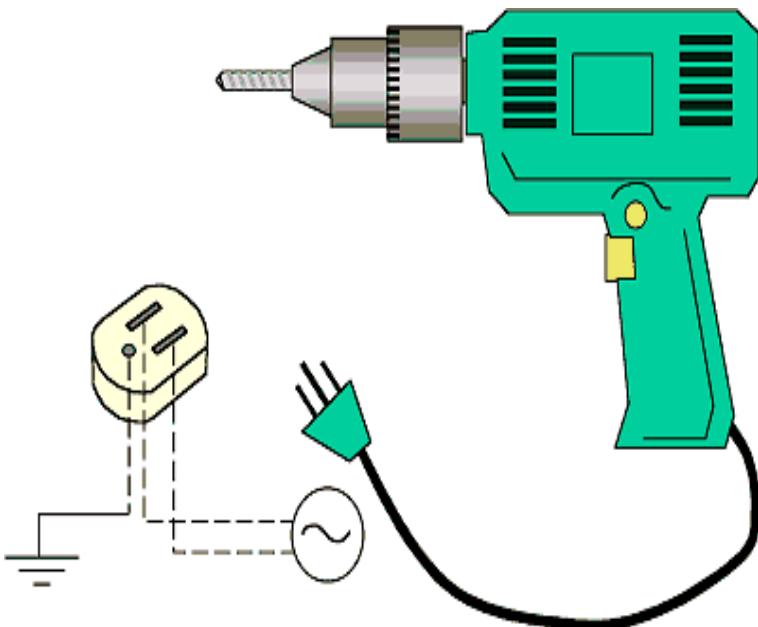
危險

安全

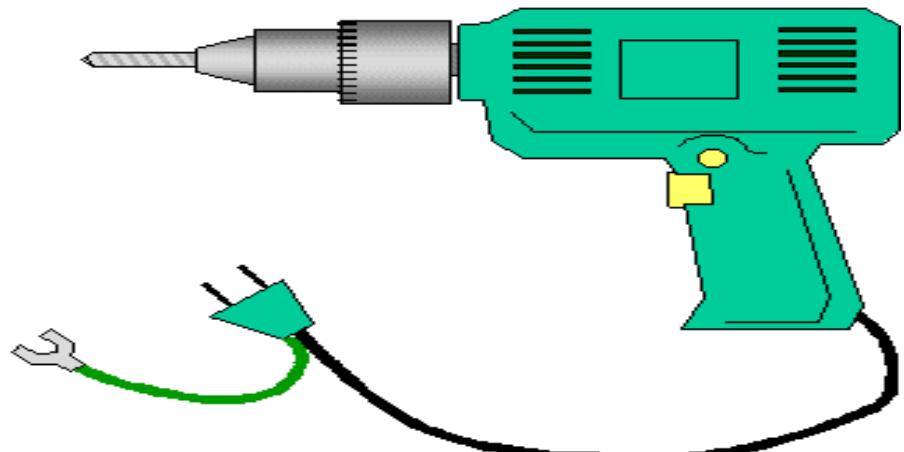


以外部專用接地線
接地

以電源線插頭
接地



以插頭上專用線接地



設備接地

- 電業法用戶用電設備裝置規則

- 低壓電動機之外殼。
 - 金屬導線管及其連接之金屬箱。
 - 非金屬管連接之金屬配件如配線對地電壓超過150伏或配置於金屬建築物上或人可觸及之潮濕處所者。
 - 電纜之金屬外皮。
 - X射線發生裝置及其鄰近金屬體。
 - 對地電壓**超過150伏之其他固定設備**。
 - 對地電壓**在150伏以下之潮濕危險處所之其他固定設備**。
 - 對地電壓**超過150伏移動性電具**。但其外殼具有絕緣保護不為人所觸及者不在此限
 - 對地電壓**150伏以下移動性電具**使用於潮濕處所或金屬地板上或金屬箱內者，其非帶電露出金屬部分需接地。

有接地量測為224.5V(該處接地沒做好)，良好接地之接地電阻應小於 10Ω

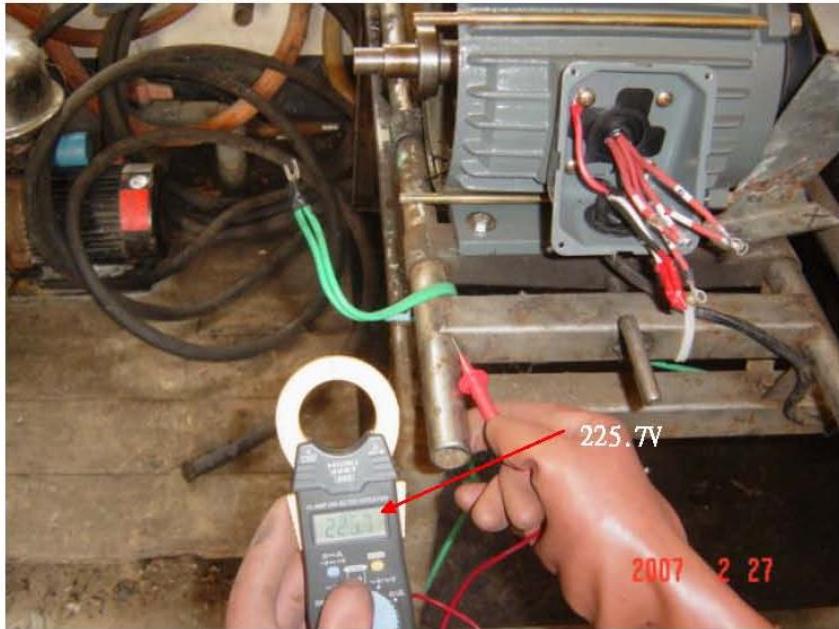


圖 11 馬達外殼沒有接地時，測量馬達外殼對遠處路燈燈桿（當作參考位準）間之電壓為 225.7V

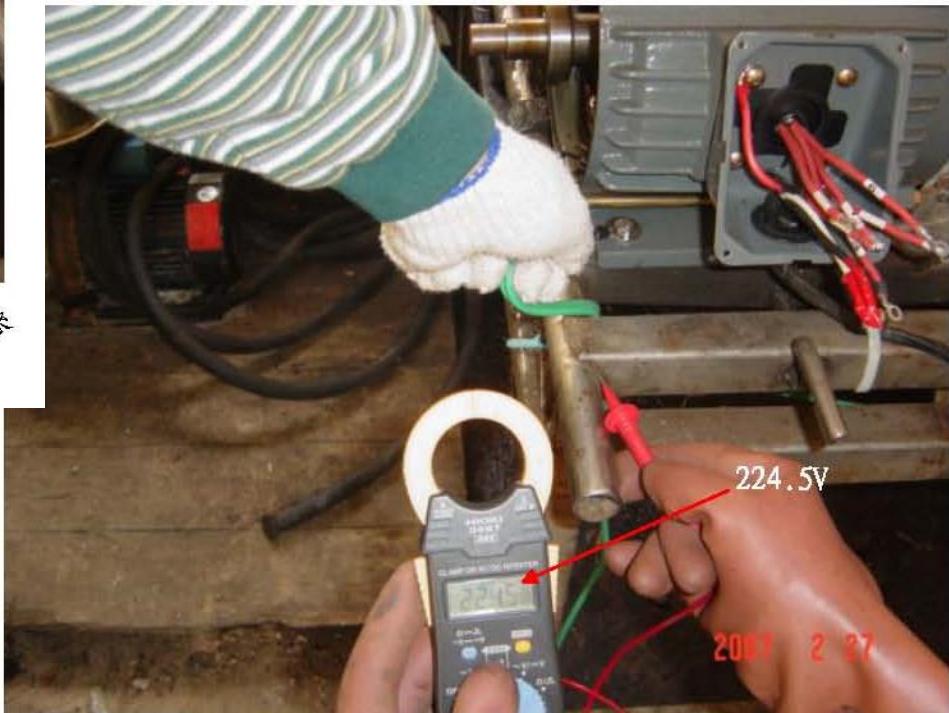


圖 12 馬達外殼有接地時，測量馬達外殼對遠處路燈燈桿（當作參考位準）間之電壓為 224.5V

接地電阻量測儀器



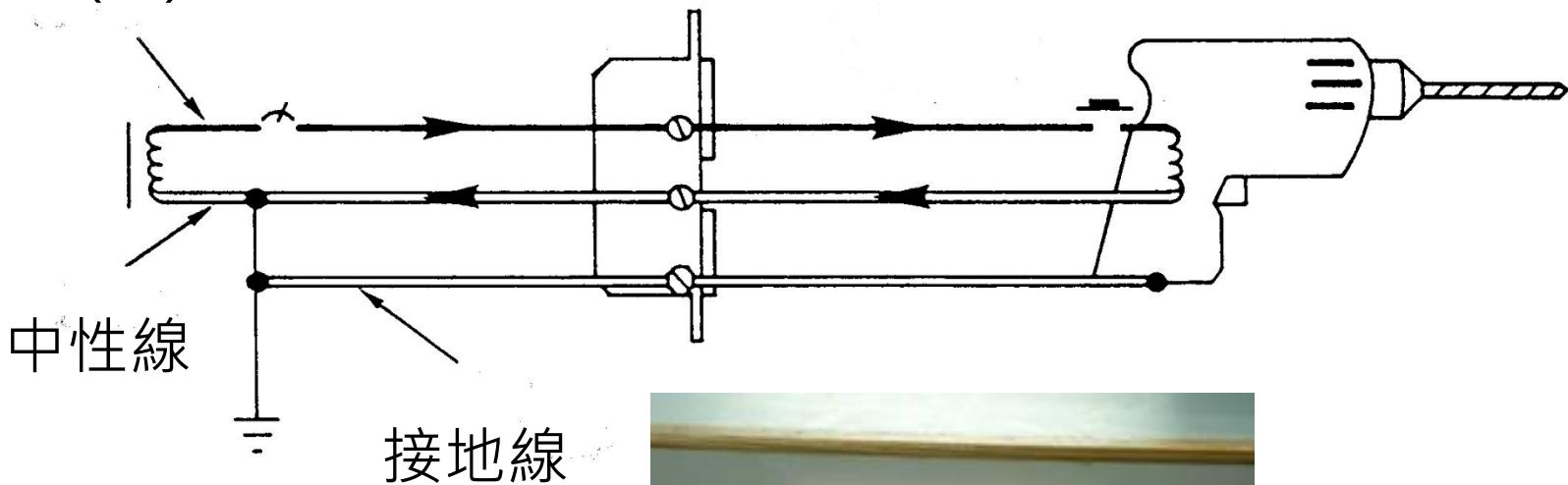
接地電阻量測 1.75Ω



接地電阻量測 $>1500\Omega$

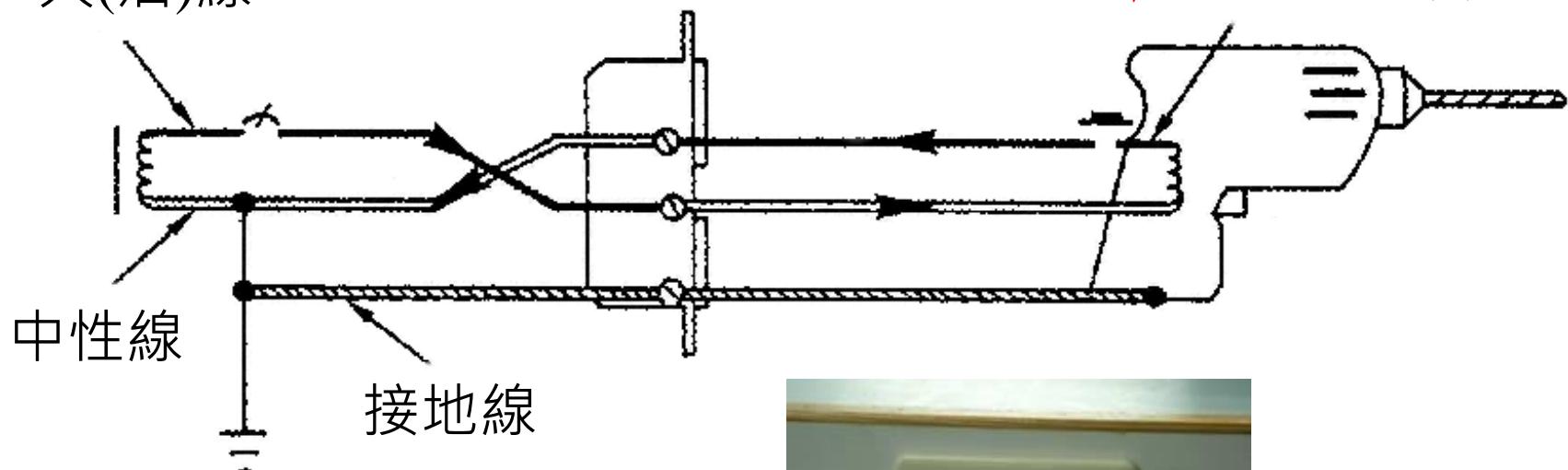
線路極性正確

火(活)線



火線與中性線反接

如接地故障電鑽繼續運轉



加裝安全保護裝置

低壓熔絲(Fuse)



保護功能：過載及短路保護

注意事項：熔絲不可任意加大容量

無熔絲開關(NFB、MCCB)

動力回路用



一般回路用



保護功能：過載及短路保護

注意事項：開關容量不可任意加大

同樣是3P/50A的NFB為何價格差異大



無熔絲開關跳脫處理

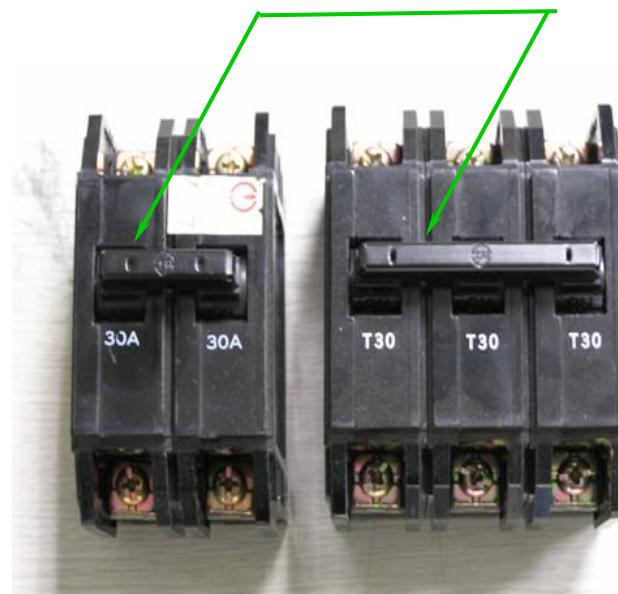
跳脫原因：

短路或用電量超過開
關額定電流

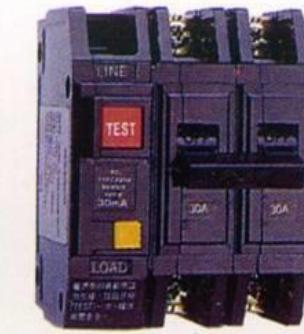
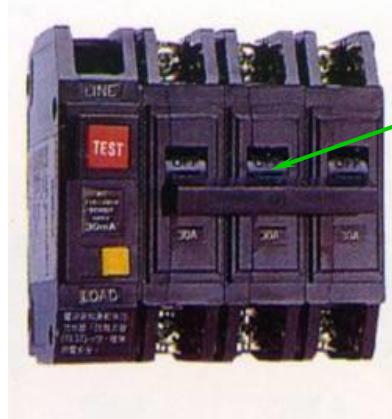
處理步驟：

檢查電路是否超載使
用，察明原因排除後
再行復歸(Reset)

無熔絲開關跳脫
把手呈水平狀態



漏電斷路器(ELCB、RCD、GFCI)



三相

單相

保護功能：電器漏電保護

使用場所：潮濕處所如浴室、廚房、飲水機、路燈、臨時用電及電熱水器等

漏電斷路器規格

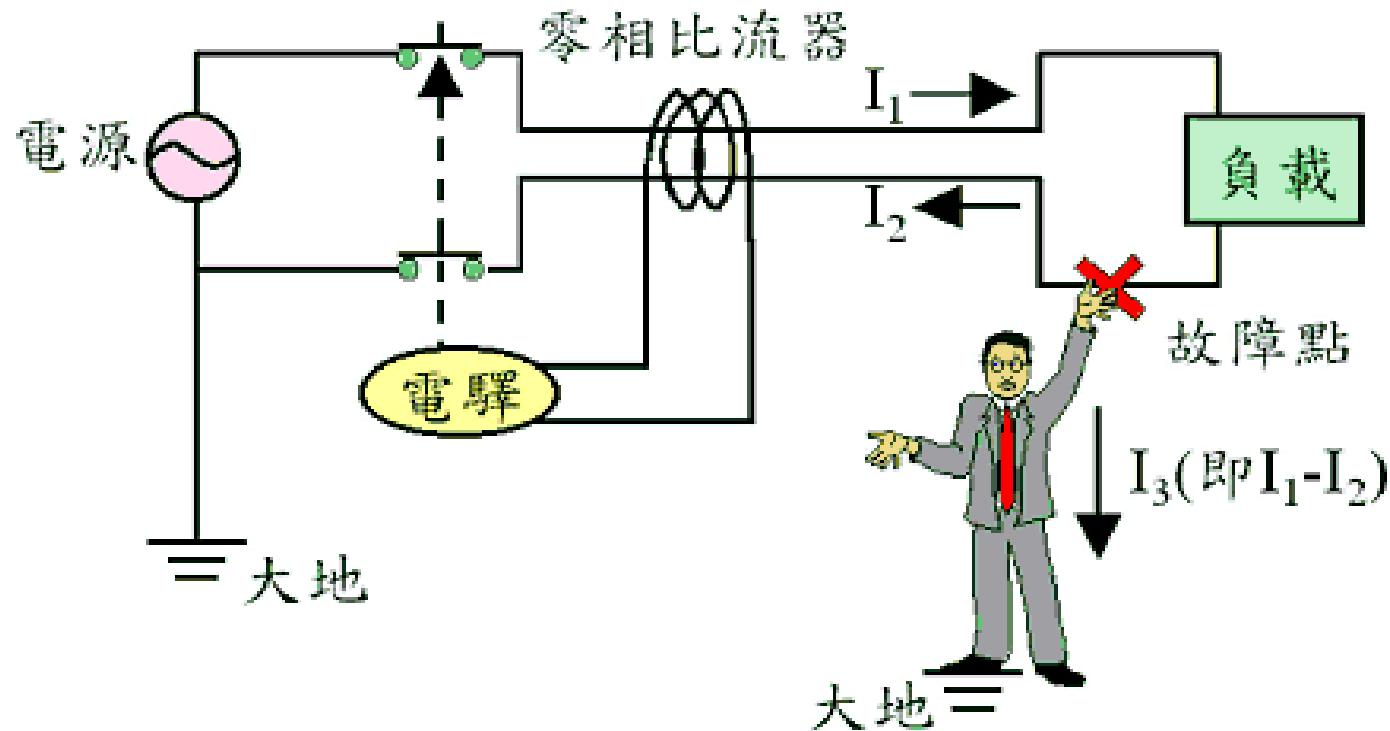
- 感度電流、跳脫時間、漏電保護專用及含過電流保護功能

額定電流50A

額定感度電流30mA
動作時間0.1秒以內



漏電斷路器動作說明



漏電斷路器相關法規

- 安衛法職業安全衛生設施規則
 - 對地電壓在150伏特以上之移動性或攜帶式電動機具
 - 濕潤場所、金屬板上或鋼架上等導電性良好場所使用移動式或攜帶式電動機具

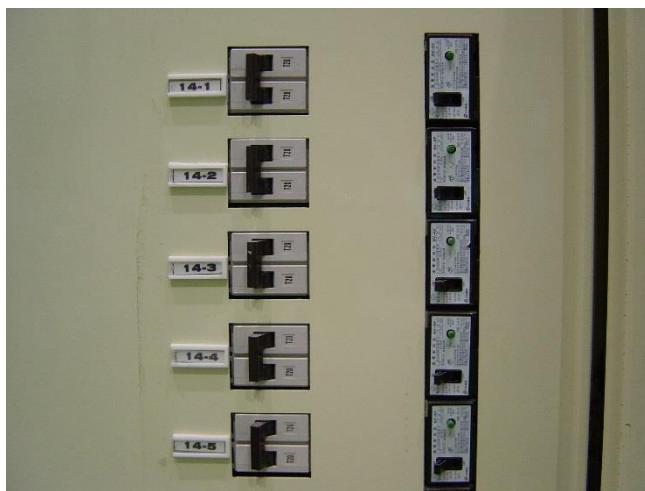
漏電斷路器相關法規

- 電業法用戶用電設備裝置規則
 - 建築或工程興建之臨時用電設備
 - 游泳池、噴水池等場所水中及周邊用電設備
 - 公共浴室等場所之過濾或給水電動機分路。
 - 灌溉、養魚池及池塘等用電設備。
 - 辦公處所、學校和公共場所之飲水機分路。
 - 住宅、旅館及公共浴室之電熱水器及浴室插座分路。
 - 住宅場所陽台之插座及離廚房水槽1.8公尺以內之插座分路。
 - 住宅、辦公處所、商場之沉水式用電設備。
 - 設在金屬桿或金屬構架之路燈、號誌燈、廣告招牌燈。
 - 人行地下道、路橋用電設備。
 - 慶典牌樓、裝飾彩燈。
 - 由屋內引至屋外裝設之插座分路。
 - 遊樂場所之電動遊樂設備分路。
 - 裝置於潮濕場所之電路。

未裝漏電斷路器 判賠兩百六十八萬

負責水電維修的某企業負責人，熟悉洗車間是潮濕場所，應裝置漏電斷路器，但評估後僅採用「無熔絲開關」及「接地方式」，致漏電案發時無法斷電，法官認定與被害人死亡具有相當因果關係，應負損害賠償責任，判賠兩百六十八萬。

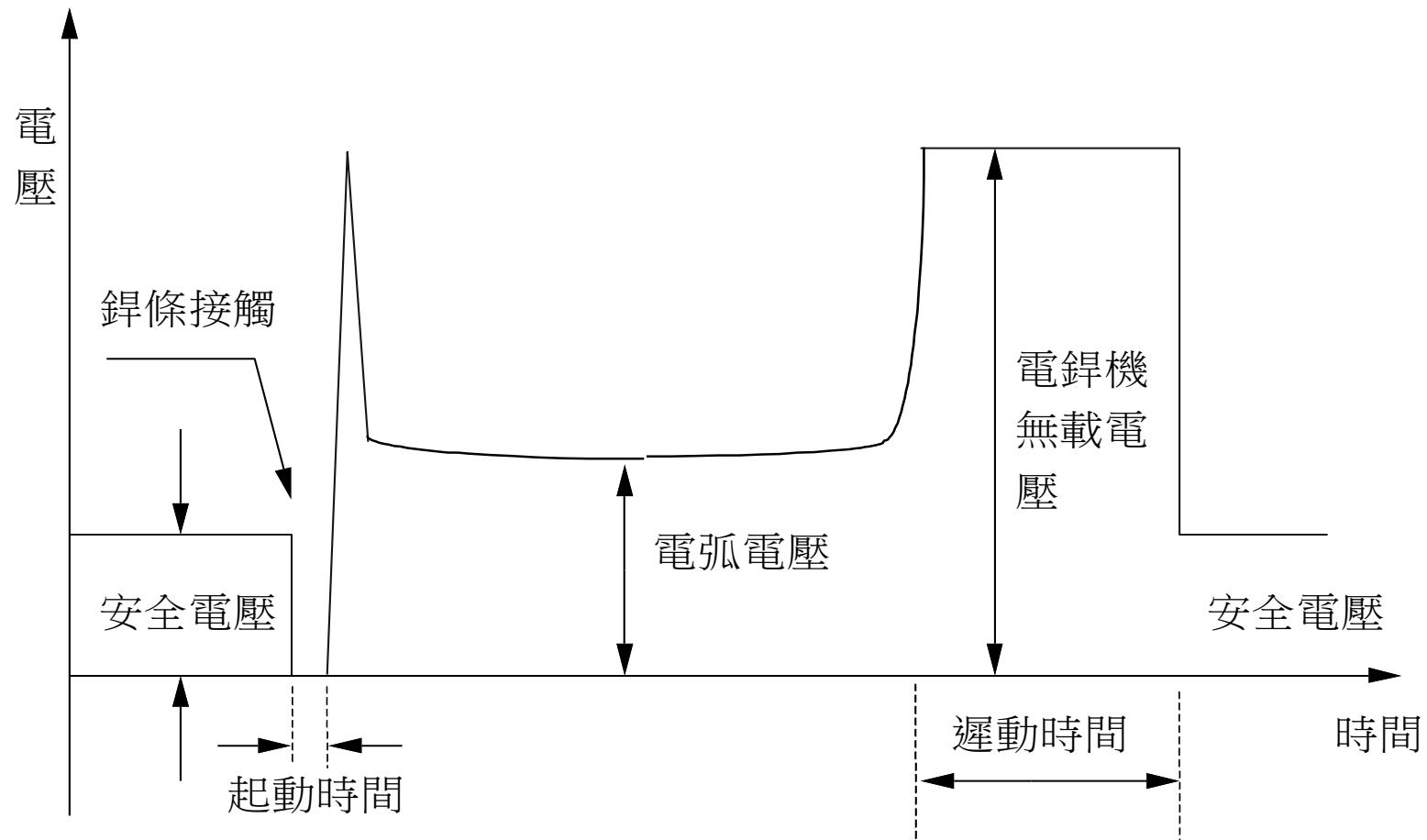
漏電斷路器安裝例



自動電擊防止裝置



自動電擊防止裝置之動作說明



自動電擊防止裝置相關法規

- 安衛法職業安全衛生設施規則
 - 於良導體機器設備內之狹小空間，或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鋸機，應有自動電擊防止裝置。但採自動鋸接者，不在此限
- CNS-4782
 - 交流電弧電鋸用電擊防止裝置之國家標準，

正確使用電氣設備

使用新電器時應
詳細閱讀說明書



電氣設備使用前應知道設備使用電壓及
消耗電力，避免誤用電壓及過負荷使用

頻率
60HZ

額定電壓
AC220V



電功率
10KW

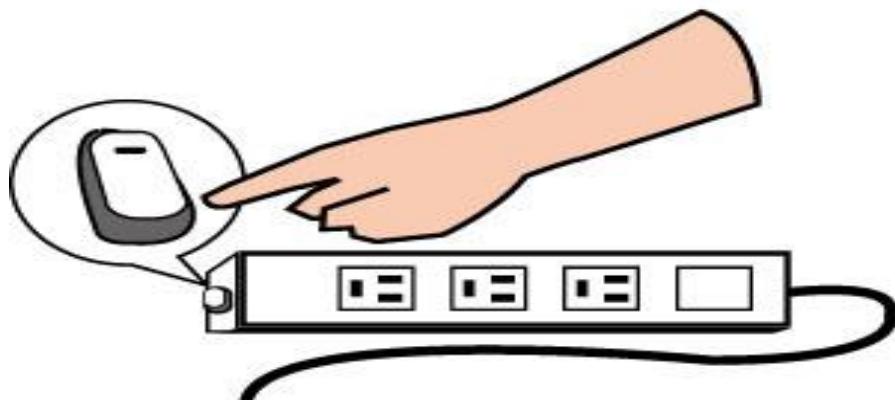
額定電流
27A

三相電源

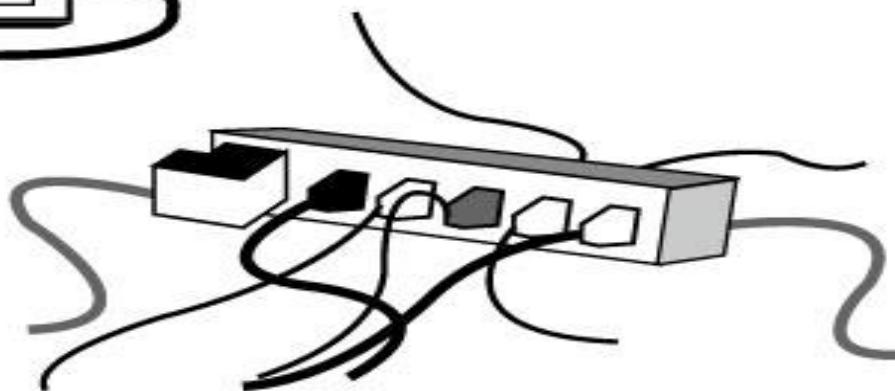
電線若有發燙或異味產生時，此為過載現象，應立即停止使用



延長線以臨時用為原則，並應採用具有過載保護開關



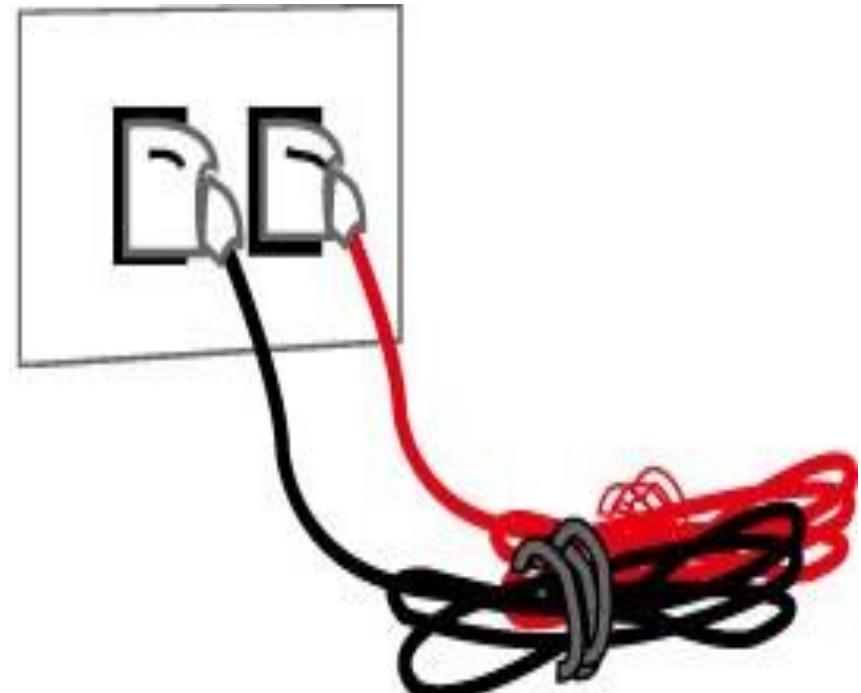
過載保護開關



不可將耗電量大之電器
插頭插在同一延長線上

保持良好散熱環境

- 電線不可緊密綑綁
- 設備通風口等不可蓋住
- 冰箱等箱體會發熱之設備應與牆面保持適當間距



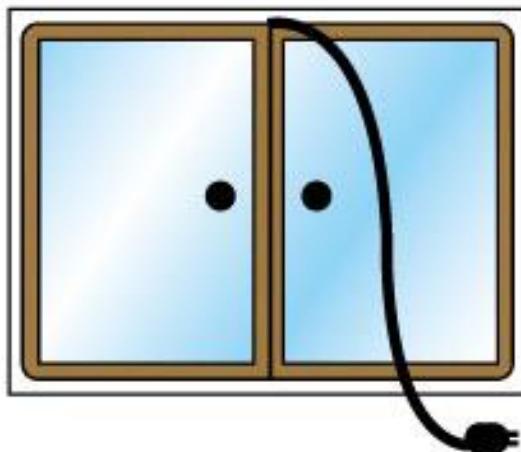
延長線使用時未拉扯開，在高負載狀況
下散熱不良，致使插座及軸心熔解



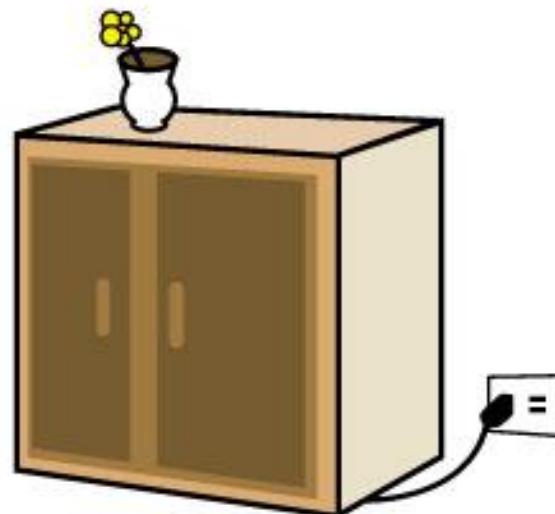
值得推薦的延長線



電線應避免外在機械力之擠壓，
而發生斷線或絕緣損壞



電線不可直接穿越門窗



電線不可壓在傢具下方

- 電線不可用釘子、騎馬釘或訂書針固定
- 電源線被覆有受損、裂縫的情形應立即更換
- 電線儘可能避免中途連接，否則應依規定確實連接



圖片來源：<http://www.klfd.gov.tw>

插頭插座不可破裂焦黑或鬆動
潮濕雙手勿碰觸開關



電氣安全管理

- 適當照明及工作空間。
- 電氣室或開關箱前不得堆放物品。
- 不用之電線或設備應移除。
- 電氣箱或開關箱之設備線路應有連接標示圖，開關及斷路器應有用途標示。
- 任何不明之線路應視為活線。
- 熟悉電氣設備操作方法及順序。

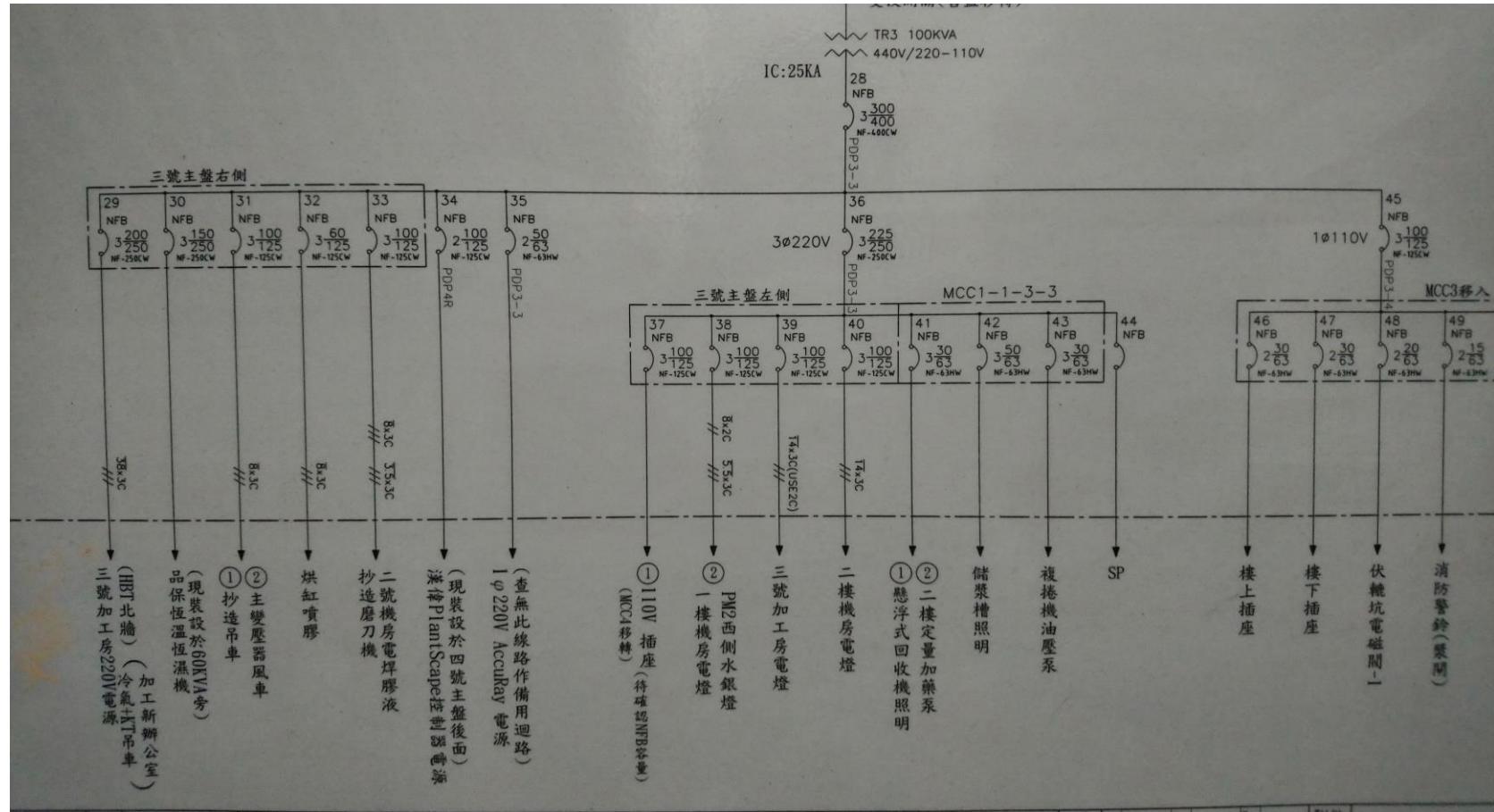
配分電箱需上鎖並貼警示牌



無熔絲開關編號、標示用途



製作電力系統單線圖便於查修施工



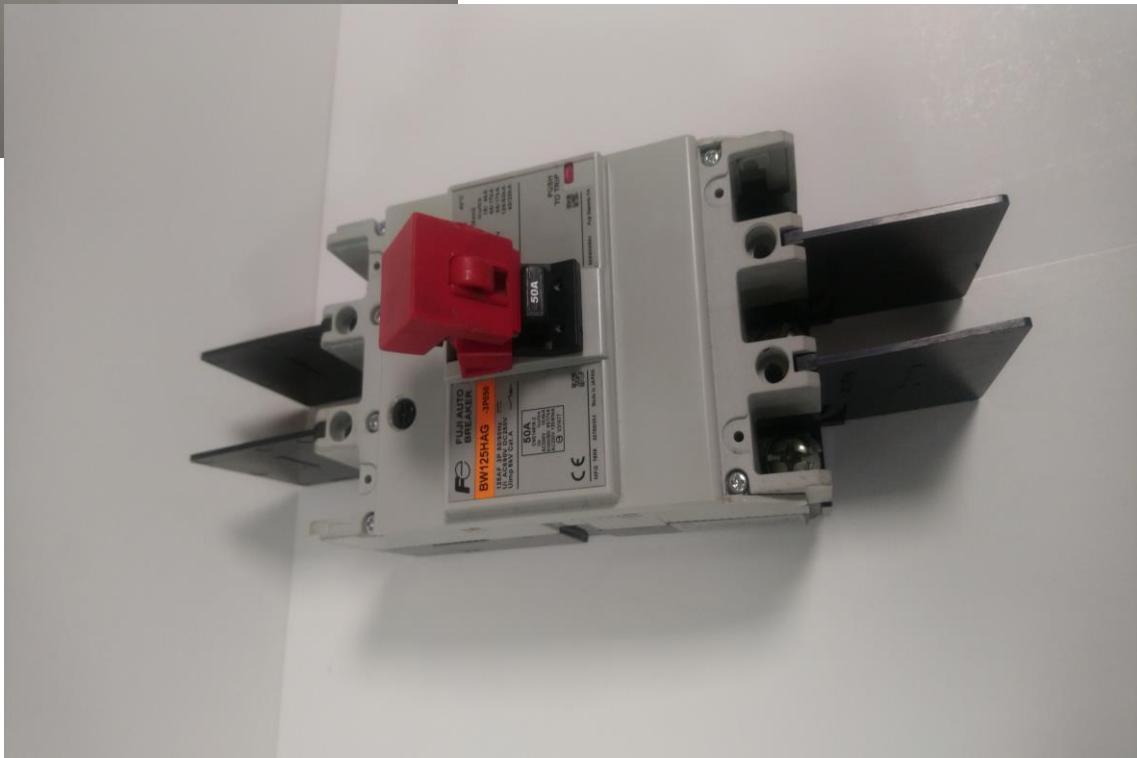
電氣安全管理

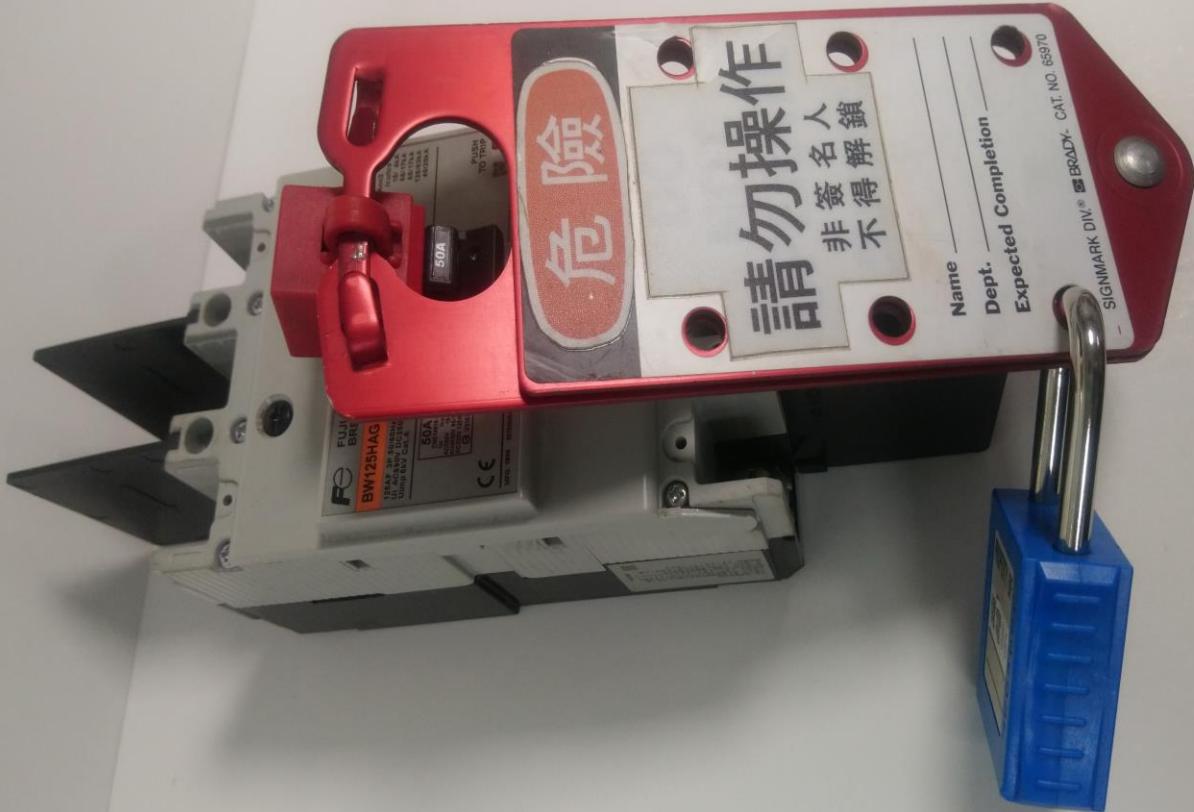
- 電氣作業應以停電作業為主。
- 停電作業時應按照停電作業之程序，依情形實施必要之「上鎖、標示、監視」、「放電」、「檢電」、「接地」及「護圍」。
- 對電氣設備及線路應實施自動檢查或定期檢查（例如受電盤及分電盤之動作試驗、用電設備絕緣情形、接地電阻、自備屋外配電線路等應每年定期檢查一次）。



關閉電源、掛牌、上鎖







611E與611



無熔絲開關跳脫後T相無法關斷



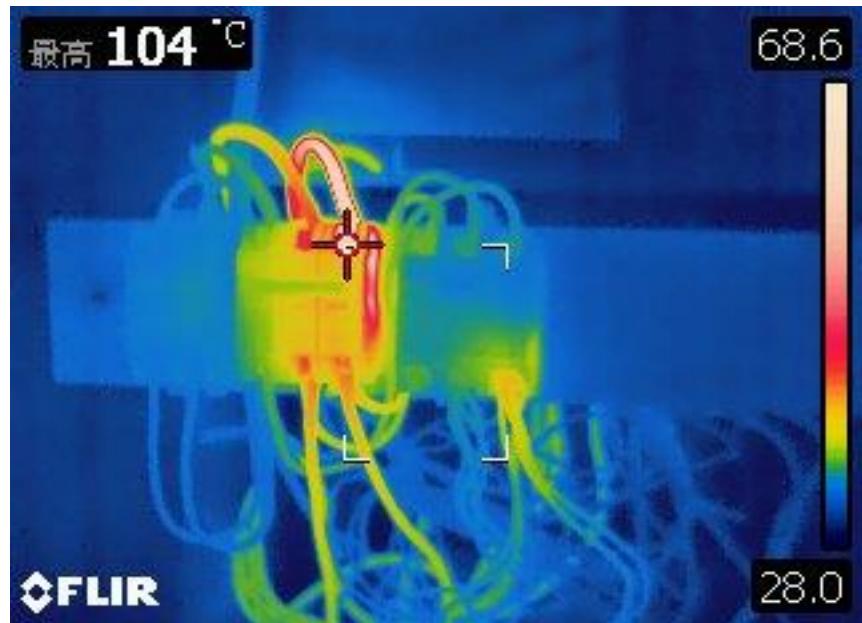
配分電箱應如何保養

配分電箱絕大部份在組裝裝配均未採用扭力板手或扭力起子，以至於很可能平均約有5%左右之鎖接螺絲，會有鎖接不良鬆動或鎖接太緊之情況發生。然鬆動至接觸不良並非立即發生，而是緩慢地惡化，先是螺絲緩慢地鬆動，溫度略微提高，再經相當時間後，溫度高至70°C以上時，絕緣PVC皮變色，若不即時處理，將使銅線氧化變黑至接觸不良，繼之偶爾出現火花，致使銅線逐漸被熔蝕變小，產生高溫造成斷續接觸或三相電動機欠相，最終可能燒毀或引起火災。

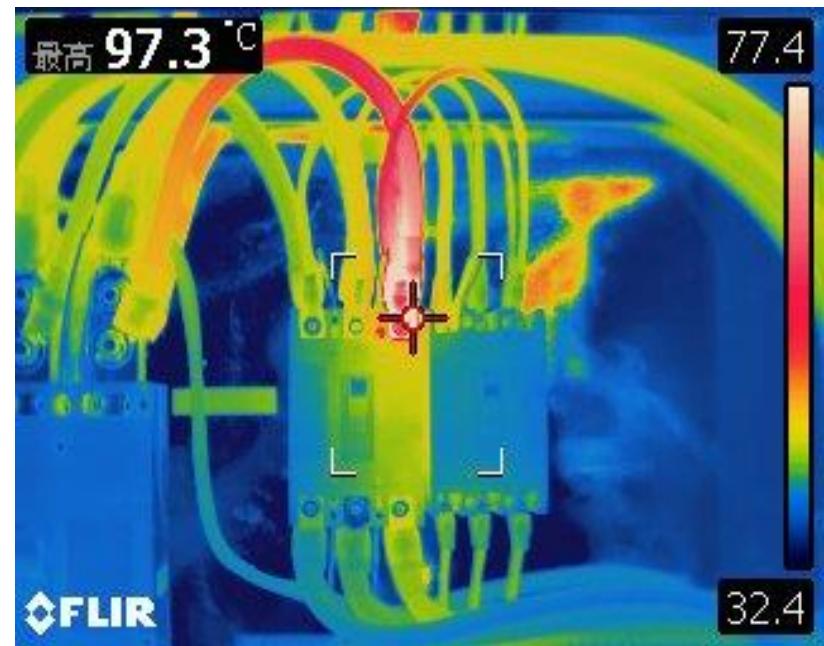
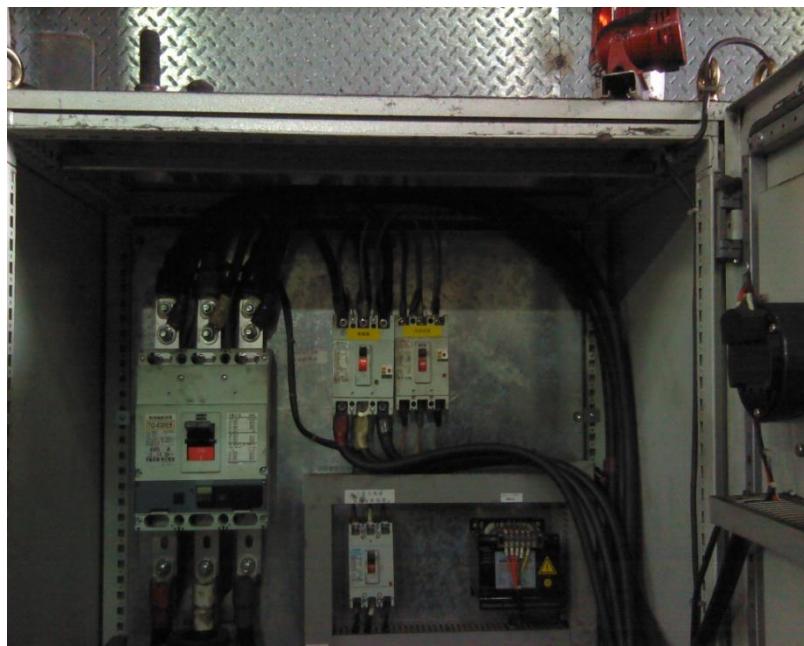
最簡易的方法為目視檢查與觸摸感溫，但鬆動初期溫度較低較難查覺。現今可利用紅外線攝影機的輔助，將潛在危害點檢測出來。

紅外線攝影機的應用

使用紅外攝影機拍攝電氣設備及線路，檢測潛在之危害。



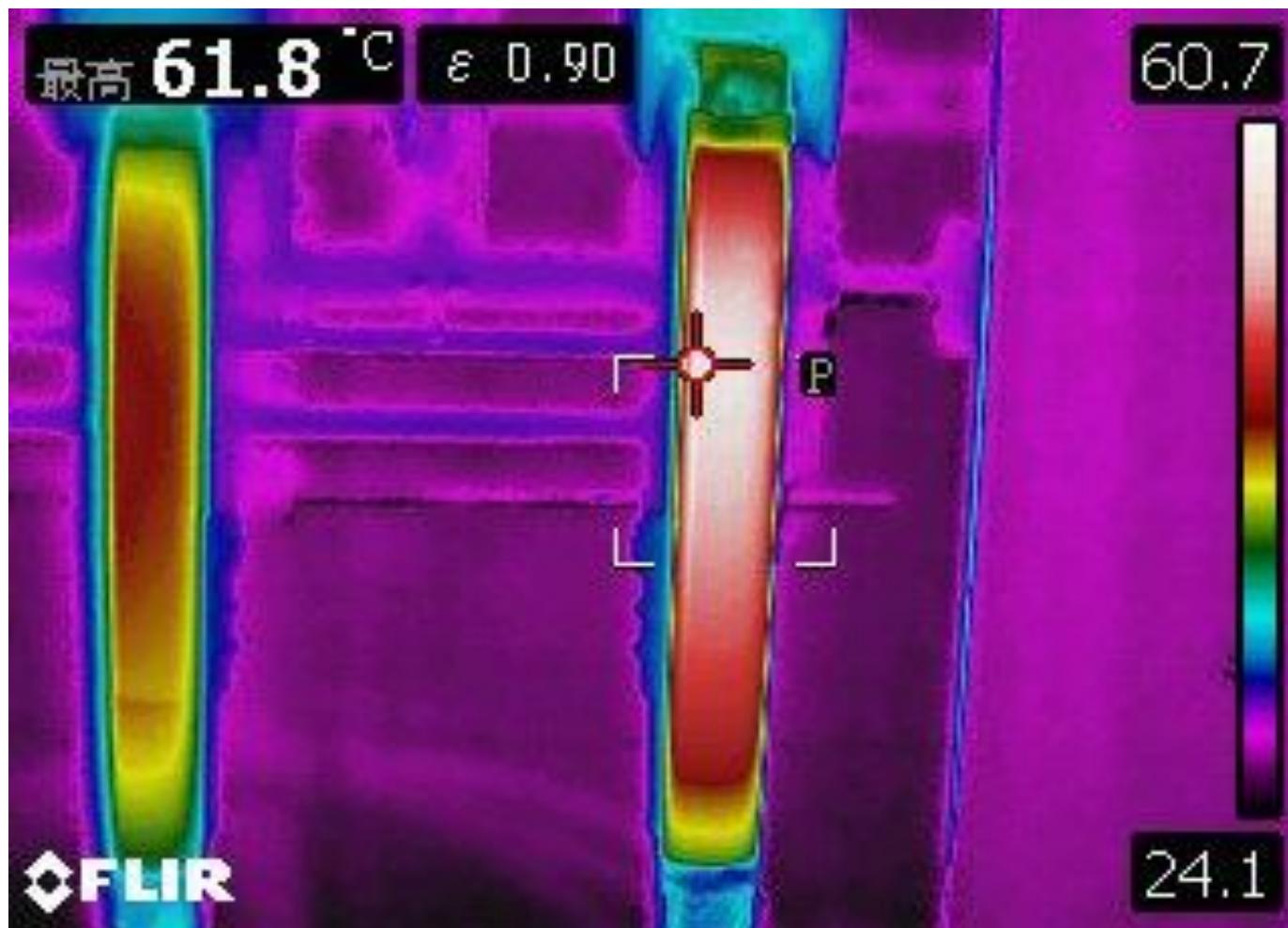
紅外線攝影機的應用



紅外線攝影機的應用



紅外線攝影機的應用



紅外線攝影機的應用



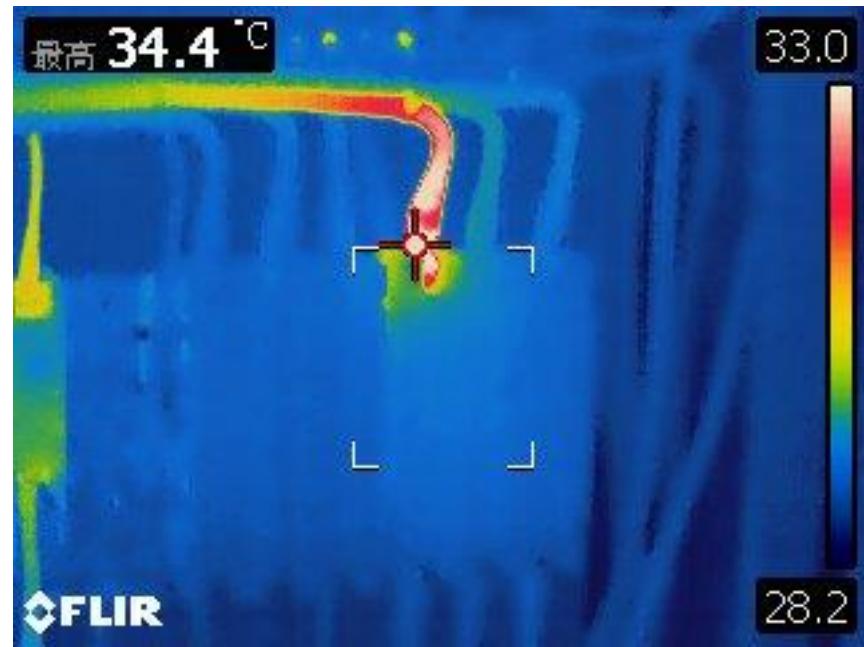
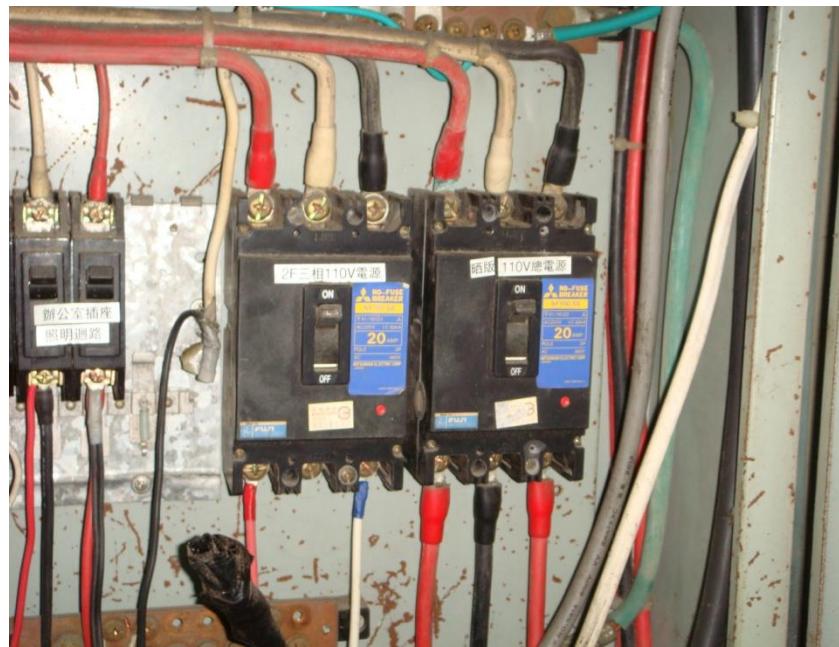
紅外線攝影機的應用



紅外線攝影機的應用



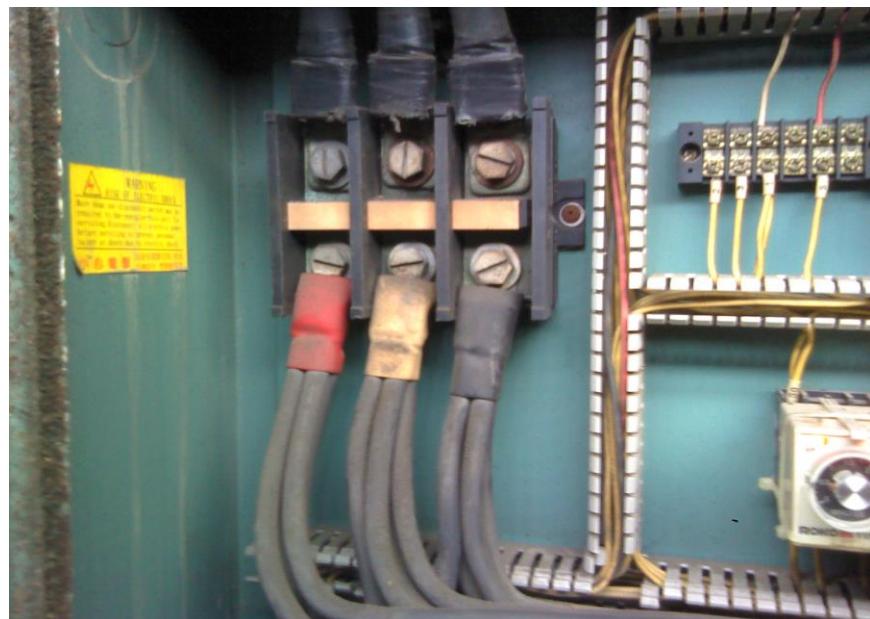
紅外線攝影機的應用



紅外線攝影機的應用



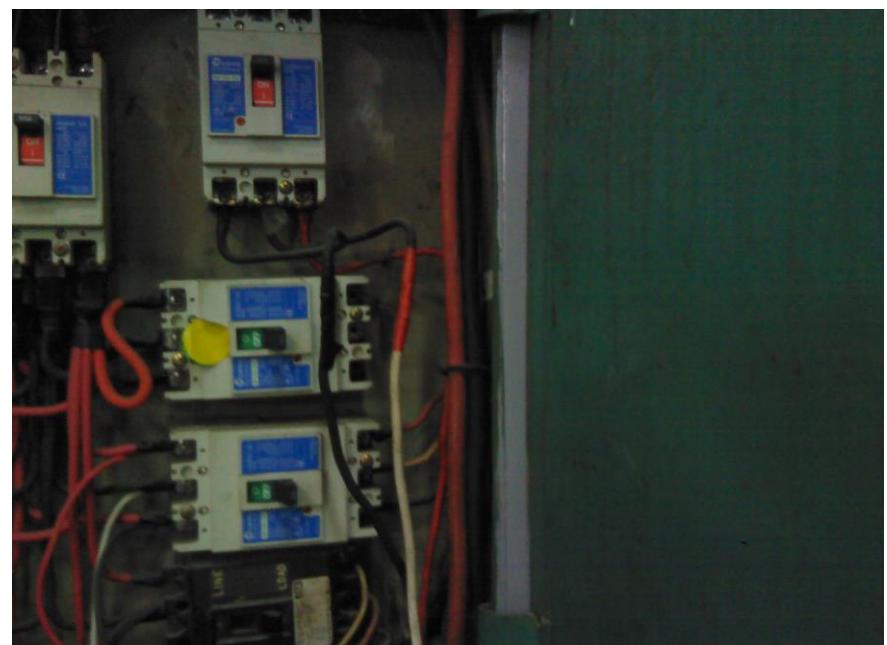
紅外線攝影機的應用



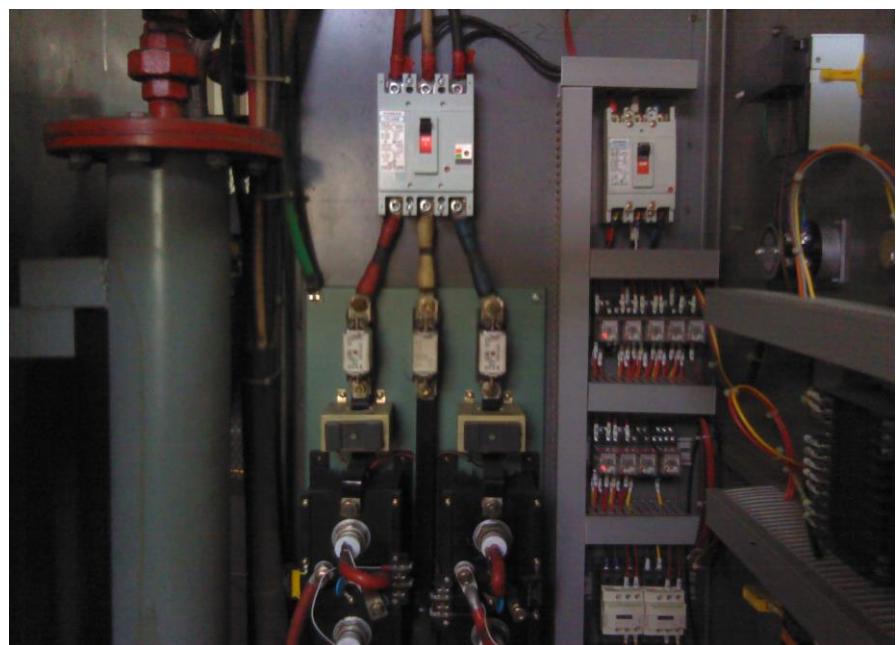
紅外線攝影機的應用



紅外線攝影機的應用



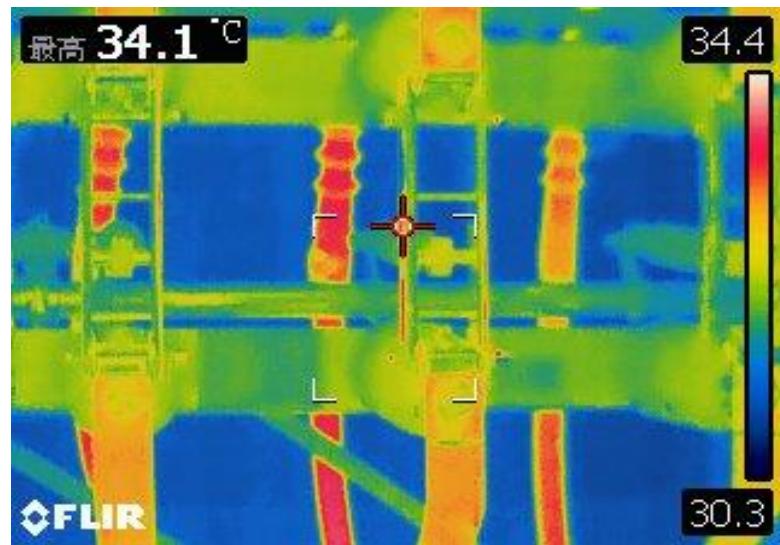
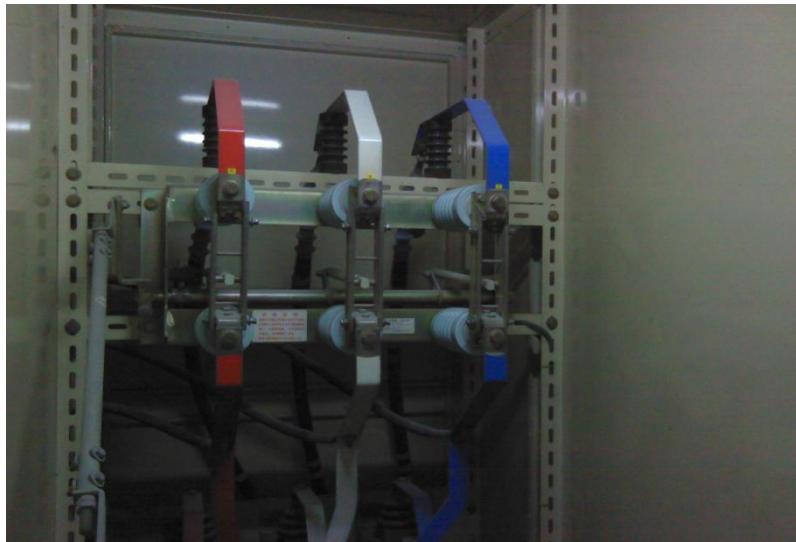
紅外線攝影機的應用



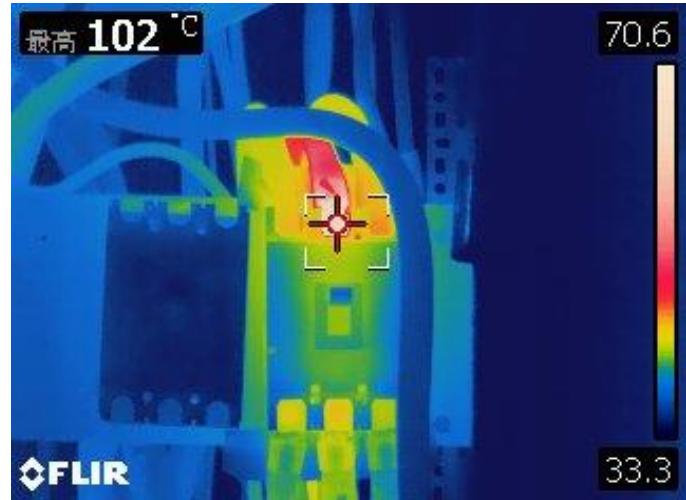
紅外線攝影機的應用



紅外線攝影機的應用



紅外線攝影機的應用



溫度異常等級

異常等級

等級說明

參考

溫度偏離常態，但不影響安全，可列為維修保養時檢查點。

注意

溫度已偏離常態，但不會有立即危害，應注意或標示維修保養時檢查，並定期追蹤檢測溫度是否異常變化。

定期改善

溫度已超過警界值，需進行改善處理，改善後應進行複檢。

立即改善

溫度已超過危險值，應儘速處置，改善後應進行複檢。

電力輸配線路負載

絕緣電線之種類	絕緣物容許溫度°C
1.PVC電線	60°C
2.RB電線(天然橡膠之混合絕緣物)	60°C
3.耐熱PVC電線	75°C
4.PE電線 (POLYETHYLENE)	75°C
5.SBR電線(STYRENE BUTADIENE RUBBER)	75°C
6.人造橡膠電線(BUTYL RUBBER)	80°C
7.EP橡膠電線(ETHYLENE PROPYLENE RUBBER)	90°C
8.交連PE電線(CROSSLINKED POLYETHYLENE)	90°C

電氣安全管理

- 設置專任電氣技術人員或委託用電設備檢驗維護業。
- 非合格之電氣技術人員不得任意裝設及維修電氣器材。
- 加強一般電氣安全之教育。

日常巡檢

1. 機台線槽、線路、壓條有無破損。
2. 插座/插頭是否完整，有無破損焦黃之現象。
3. 開關帶電金屬部份是否有裸露。
4. 開關箱或開關之環境有無潮濕或油污。

定期巡檢

1. 檢視開關箱內中隔板是否裝置良好。
2. 電氣室或開關箱前不得堆放物品。
3. 配分電箱需上鎖並貼警示牌。
4. 無熔絲開關需編號及標示用途。

敬 請 指 教

謝 謝