



電氣安全

大綱

10.1 電氣災害的種類

10.2 電氣災害的原因及防範對策

10.3 電氣安全訓練

本章重點摘要



電能是最乾淨的能源，且使用範圍最廣泛，舉凡動力加熱、冷卻、照明、揚聲幾乎都需要用電，由於其使用之頻繁，電氣災害亦時有所聞，因此其安全問題也格外重要。要防範電氣災害必先瞭解電的特性，及造成災害之原因，尋求對策始能奏效。



10.1 電氣災害的種類



一、感電

➤ 人體遭受電擊，是由於電流流經人體。電流的大小與電壓和電阻有關，依據歐母定律。

- $[V = I R]$
- 式中V：為電壓，單位為伏特(Volt, V)
- I：為電流，單位為安培(Ampere, A)
- R：為電阻，單位為歐姆(Ohm, Ω)



電壓一定時，人體的電阻愈小流經身體的電流愈大，其危險性也愈高。電流對人體的影響，除了電流量之外，尚取決於下列因素。

- 1.電流流經人體的路線，如流經心臟比流經手腳危險。
- 2.電流流經人體的時間，時間愈長愈危險。

其他要素包括年齡、體型、身體狀況及電的頻率等。表10-1為電流對人體的影響。



二、電氣火花及電弧

- 1.強烈電氣火花造成眼睛傷害。
- 2.電弧高熱灼傷甚至死亡。

三、爆炸

- 1.電氣火花、電弧以及各種靜電火花，引燃可爆性物質，引起爆炸。
- 2.電路遮斷容量不足，引起爆炸者。
- 3.電線通過電流過大，造成過載引起導線爆炸。
- 4.電氣設備內部短路，引起密閉的電氣設備本身爆炸。



表 10-1 電流對人體的影響

電流 (MA)						感電結果
直流		交流				
		60Hz		10,000Hz		
男	女	男	女	男	女	
1	0.6	0.4	0.3	7	5	手能輕微感覺電流存在
5.2	3.5	1.1	0.7	12	8	感知界限
9	6	1.8	1.2	17	11	電擊：不痛，肌肉控制不致喪失
69	41	9	6	55	37	電擊：會痛，肌肉控制不致喪失
76	51	16	10.5	75	50	電擊：人能脫離電路的界限電流
90	60	23	15	94	63	電擊：疼痛，嚴重的肌肉收縮，呼吸困難
500	500	100	100			電擊：達3秒鐘之後，可能造成心室心肌纖維不規則的快速收縮



四、火災



➤ (一)電氣火災，例如

- 1.電線超過安全電流，發熱起火者。
- 2.電線或器具的接觸不良，發熱起火者。
- 3.高壓電線絕緣不良，有渦電流或漏電而發熱起火者。
- 4.高壓電線與外物電近，引起加熱起火者。
- 5.保險絲熔斷或自動開關的啟斷時，所產生的火花引起周圍的易燃物著火。

➤ (二)類似電氣火災，例如

- 1.易燃物質觸及電熱或燈泡等發熱體的電氣器具，而引起火災。
- 2.誤用發熱體的電氣器具，或忘記關掉開關，而引起火災。
- 3.以鐵銅線代替開關的保險絲，而變成無保護電路所引起的火災。

10.2 電氣災害的原因及防範對策

- 欲防範電氣災害必須先瞭解電氣災害之原因，採取各種防範對策，此外作業員接受電氣安全教育訓練亦不可缺少。惟有如此方能徹底杜絕電氣災害。

10.2.1 感電

- 造成感電的原因是由於電流流經人體，刺激人體的神經肌肉，使細胞膜內外側之電位差起變化。造成收縮、麻痺、阻礙其正常動作機能。其影響程度視通過人體之部位、電流多寡與時間長短而異。



其作用情形如下：

- 一、手感知會麻木的電流，平均約為1mA。
- 二、手無法隨意脫開帶電體的感電電流，男生16mA、女生10.5mA。
- 三、妨礙正常的心跳，致使心室內的心肌纖維不規則的快速收縮，男生23mA、女生15mA。
- 四、感電電流100mA以上會立即死亡。

要避免感電，就必須避免電流通過人體。避免感電的方法如下列所述：





一、降低電壓，以策抑低感電電流

- ▶ 降低電源電壓：在勞工安全衛生設施規則第228條規定，在良導體機器設備內之檢修工作所用照明燈具，其使用電壓不得超過24伏特。另外電焊機附有自動電擊防止裝置，不在銲接時其裸露的焊棒握把電壓會自動降低為30伏特以下。



二、提高電阻，以策避免感電

- 人體處於潮溼的環境容易感電，是由於潮溼環境下人體的電阻小，在一定的電壓下流經人體的電流大，危險性也愈大。如果相反，絕緣人體即可避免感電。
- 使用絕緣手套及絕緣靴從事活線作業，可防止感電。電氣設備如採用雙重絕緣亦可減低感電機會。



三、裝置漏電斷路器

- ▶ 漏電斷路器能於電路系統中發生漏電現象時立即切斷電源。工人也許會遭電擊，但在漏電斷路器的保護之下，電流與電擊時間的總合影響將不會傷害一個健康正常的人。

四、電氣接地

- ▶ 接地可保護人體免於受到電路或設備異常的電流、電壓觸擊的危險。接地可分為系統接地與設備接地兩種（圖10-1，10-2）。



▶ 系統接地為將配線或輸電系統攜帶電流的一條導線實施接地；設備接地為將配線系統未攜帶電流的金屬部分如導線、開關盒實施接地，或將使用的器具如手提鑽連接到系統。接地之後，系統與設備的對地電位差為零。接地的目的有下列三項：

- 1.防止感電：設備漏電時，將漏電由接地線流入大地，避免人員誤觸漏電設備，電流流經人體而感電。
- 2.防止機械損壞：雷擊、靜電等造成的異常電壓，會造成電氣設備絕緣破損，機械損壞。接地可使過高的電流由地線流入大地。
- 3.防止火災及爆炸：為防高壓產生放電，造成易燃或易爆物質引發火災爆炸。

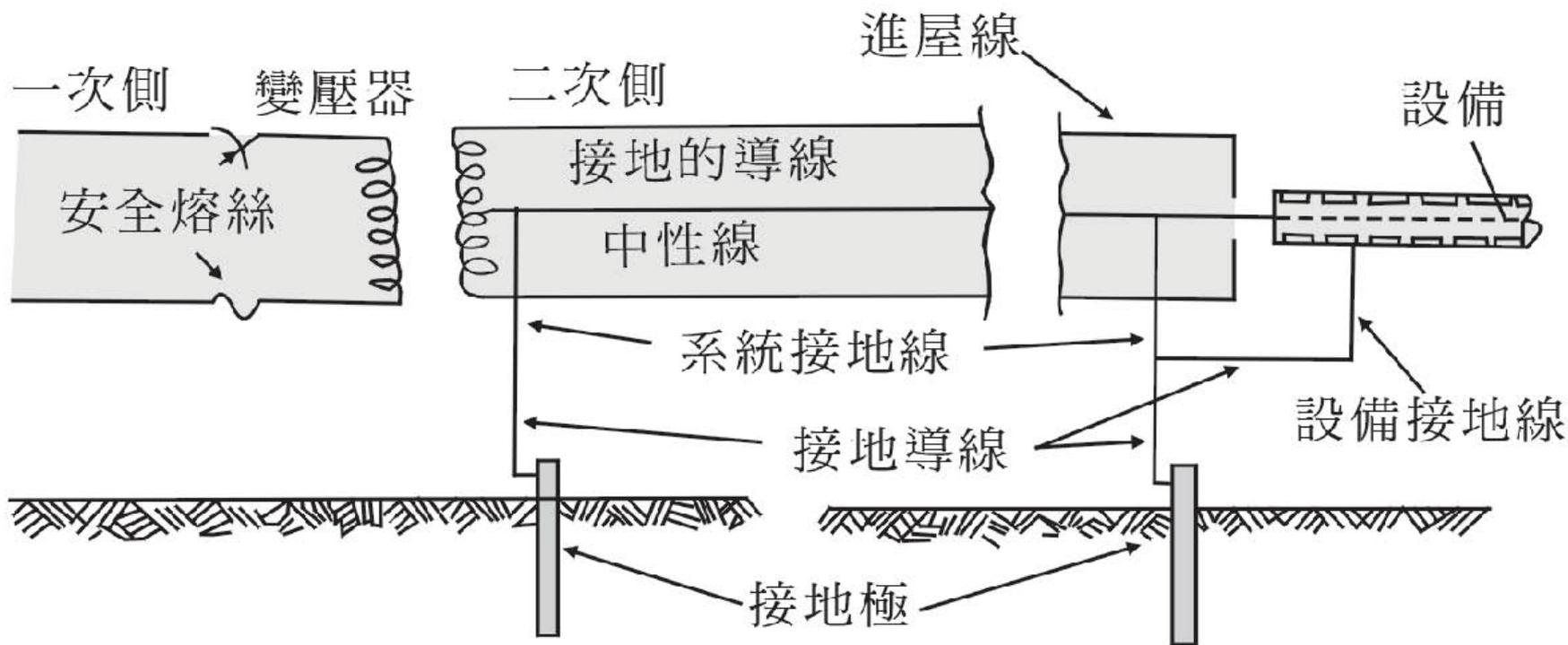


圖 10-1 系統接地

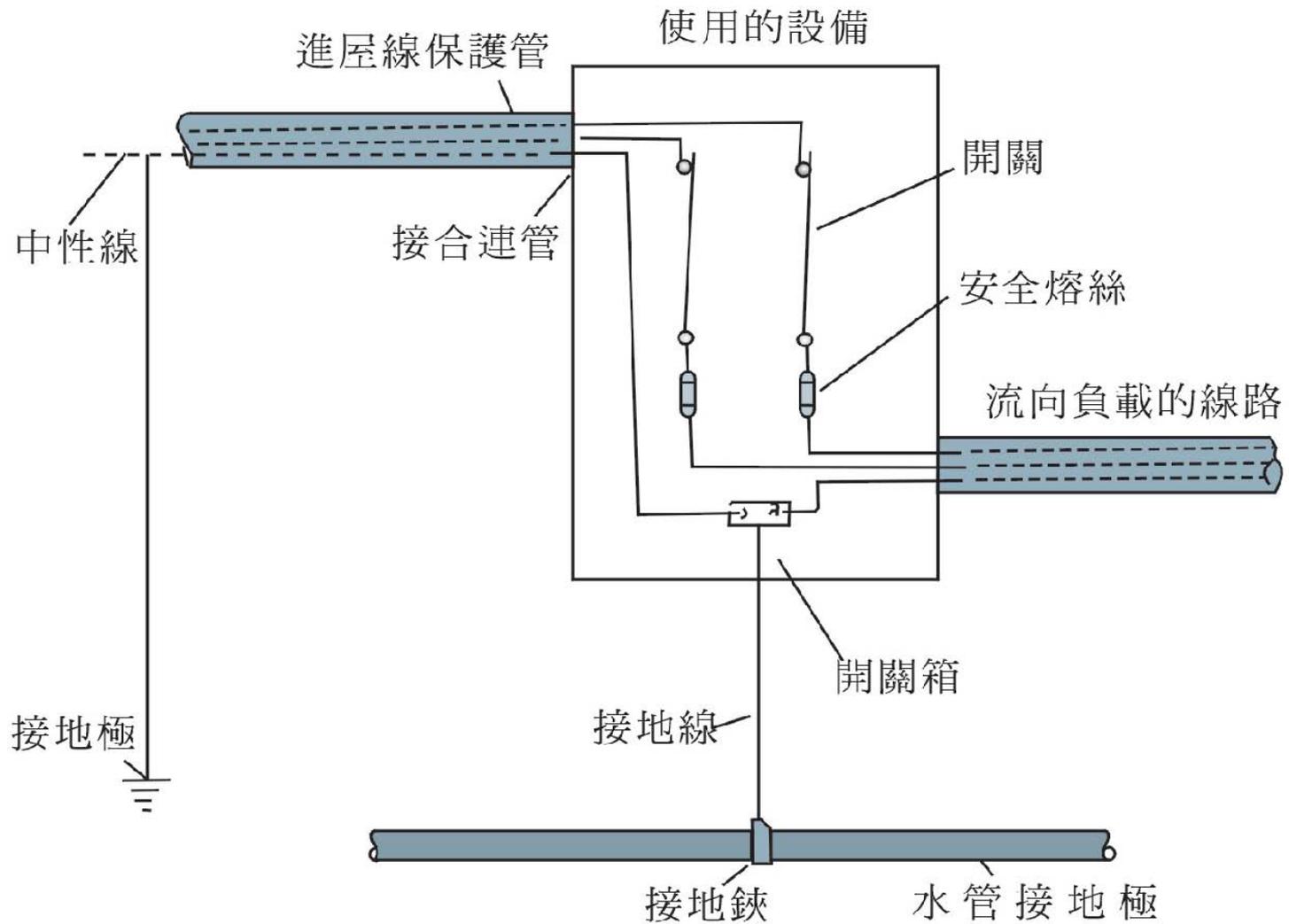


圖 10-2 設備接地





10.2.2 電氣火災及爆炸

- 電氣火災約佔所有工業火災的20%。發生電氣火災常是因電氣設備安裝在危險場所造成，或電氣設備故障或過載而發熱引燃易燃易爆物，防止電氣火災及爆炸之方法如下列所述：



一、防爆電氣設備的配線與安裝

- 防爆型電氣設備，如開關、插座、熔絲、變壓器、斷路器、電阻器、整流器、電抗器、馬達、照明燈具、電熱器等，的配線，裝置或調整，須依照危險場所的等級，作業環境，作業性質而考慮其安全性，選擇適當的防爆裝置。
- 1.第一種危險場所
 - 指在正常操作情況下可能成為危險環境的場所。正常操作是指機器、裝置等正常運轉，製品的取出，蓋子的啟閉等正確操作，容許繼續運轉的狀況。在此種場所的低壓電氣配線需使用具有耐壓防爆性能的金屬管配線或使用電纜線。絕緣電線必須使用合乎標準的材料。



➤ 2.第二種危險場所

- 指在異常情況下，有可能成為危險環境的場所，例如可燃性物質在正常的情況下，有可能成為危險環境的場所。該等場所的低壓電氣配線必須使用金屬管配線或電纜配線。其絕緣電線金屬導管及其配件，亦需符合國家規定。
- 高壓電氣配線必須使用電纜，且原則上不能裝設於第一種危險場所。

二、選擇適當的防爆裝置

- 在裝設防爆裝置之前，應先調查可能存在的發火源，認清危險場所的種類，以選擇適當的防爆裝置。





表 10-2 照明設備的防爆型式選擇範例

項 目	危險場所 電器設備 防爆類型	1 種		2 種	
		耐壓 防爆	安全 增 防爆	耐壓 防爆	安全 增 防爆
1	固定型白熾燈	○	×	○	○
2	攜帶型白熾燈	△	—	○	—
3	固定型螢光燈	○	×	○	○
4	高壓力水銀蒸氣燈	○	×	○	○
5	附電池攜帶型燈	○	—	○	—
6	指示燈等	○	×	○	○



表 10-3 馬達防爆保護類型的選擇

項目	危險場所 防爆類型 電器設備	第 1 種危險場所			第 2 種危險場所		
		耐壓	內壓	安全增	耐壓	內壓	安全增
		防爆型	防爆型	防爆型	防爆型	防爆型	防爆型
1	三相鼠籠式感應馬達 LT	○	○	△	○	○	○
	HT	△	△	×	○	○	○
2	三相繞線式感應馬達 LT	△	△	—	○	○	○*
	HT	×	×	—	○	○	○*
3	單相鼠籠式無電觸點 LT 感應馬達 HT	○		×	○		○
4	單相鼠籠式有電觸點 LT 感應馬達 HT	○		—	○		○*



表 10-3 馬達防爆保護類型的選擇 (續)

項目	危險場所 防爆類型 電器設備	第 1 種危險場所			第 2 種危險場所		
		耐壓	內壓	安全增	耐壓	內壓	安全增
		防爆型	防爆型	防爆型	防爆型	防爆型	防爆型
5	有制動器鼠籠式感應LT馬達	△**		×	○		△
6	罐式(CANNEDTYPE)LT感應馬達	○	○	×	○	○	○
7	有滑環的三相同步馬達 HT	×	×	—	△	△	△*
8	無電刷三相同步馬達 HT	△	△	×	○	○	○
9	三相反饋式(reaciton LT) 同步馬達	○		×	○		○
10	三相(magnet 式 LT)同步馬達	○		×	○		○
11	單相有電觸點反饋式 LT 同 步馬達	○		—	○		○*
12	單相無電reaction T觸點式同 步馬達	○		×	○	○	○
13	直流馬達 LT	△	△	—	○	○	—
14	渦流聯結器 (有滑環) LT		△	—		○	△*
15	渦流聯結器 (無刷式) LT	△	△	×	○	○	○

[註]：○表示適合，△表示避免，×表示不適合，—表示構造上不存在，空白表示不實際或不正常，LT表示低壓電，HT表示高壓電





三、裝置本質安全的電氣設備

- 本質安全(Intrinsic Safety)電氣設備及其相關裝置必須由公開認可的機構確認如中央標準局，美國防火協會等，以確保本質安全特性。
- 本質安全的電氣設備可裝置在較危險的場所，如存有易燃易爆的液體或粉體、纖維的地方。這些設備，包括配線，即使在異常的情況下，也不會釋出足夠的電能引燃空氣中的易燃易爆物。



四、裝置過載斷路器

- ▶ 當機器設備故障或過載時可能引起設備或配線高熱，而引燃周圍的易燃易爆物，因此對於電源供應開關須裝置過載斷路器，當配線的電流超過安全值時，斷路器能自動切斷電源。

10.3 電氣安全訓練



工廠內機電組或消防保全的員工，甚至一般的工人，應告知一般的電氣安全事項。一般員工應告知電流危害的種類和狀況。與電氣設備作業有關的工作人員，應瞭解電氣危害急救要領，警告標誌，安全標籤的使用，防護具，電氣安全工作守則等。建立正確的電氣安全觀念，方能導正種種不安全的動作、行為，避免不慎引發的電氣災害事故。

本章重點摘要



電氣災害的種類包括：感電、電氣火花灼傷、火災爆炸等，欲防範電氣災害應先瞭解電的種種特性，及致災原因，並針對事故原因採取適當的防範對策。諸如種種電氣安全裝置、防爆裝置、本質安全電氣設備，皆配合安全上的需要而裝設。除此之外人員的教育訓練亦不可少者，導正不安全的動作、行為，始能確實杜絕電氣災害的發生。

