



電力安全探討及建議

Ir WS Tam

討論內容

1. 觸電討論
2. 較常見的觸電意外事故
 - 單相（相對地）觸電
 - 兩相（相與相）觸電
 - 跨步電壓觸電
 - 漏電觸電
3. 觸電保護措施
 - 電路隔離
 - 保護接地
 - 安全電壓
 - 漏電保護
4. 電力安全措施
5. 建議加強電力安全事項



1. 觸電討論

1.1 觸電後可能後果:

- 直接: 觸電至傷/亡
- 間接: 高空工作時因觸電意外發生時失足跌傷/亡

1.2 觸電主要原因:

- 違章帶電工作
- 觸及帶電設備或漏電設備的外殼時而引起觸電

1. 觸電討論

1.3 工地潛在觸電危險的地方：

- 不論工地大或小
- 地面或高空工作
- 只要有金屬安裝設備及附近有電氣設備的地方
(如有窗框，臨時金屬工作臺架，機電設備，假天花金屬支撐架等地方)

1.4 觸電意外受害者：

- 電工
- 非電工(其他在工地施工人員)
- 總括是每一個施工人員



2. 較常見觸電意外事故

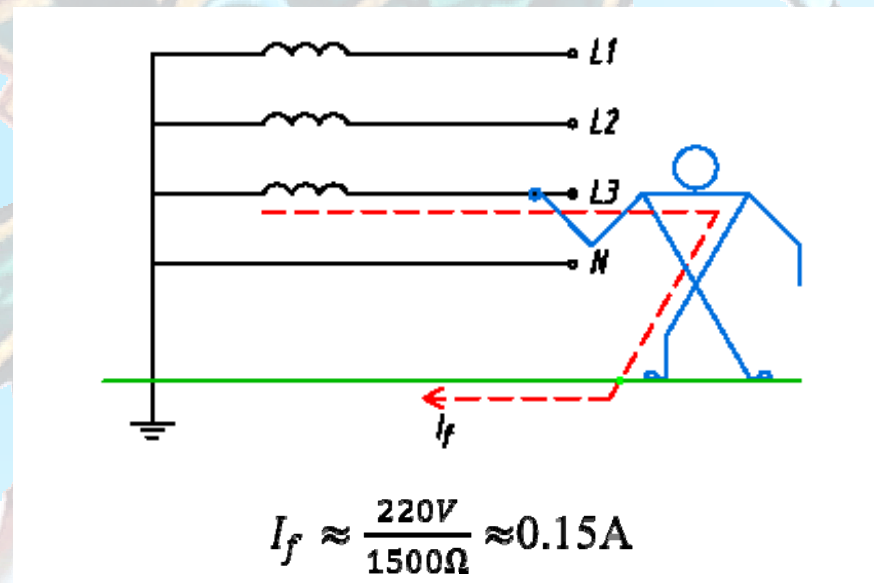
2.1 單相（相對地）觸電：

人體的某部位觸及一相帶電體而電流由帶電體通過人體流至人體接地體上所引起的觸電

類似案例：帶電工作時不慎觸電

保護措施：

- 戴絕緣手套（絕緣電阻 $\geq 0.5\text{M}\Omega$ ）
- 穿絕緣鞋
- 保護接地
- 漏電保護器



*人體電阻約 $500\Omega \sim 3500\Omega$

2. 較常見觸電意外事故

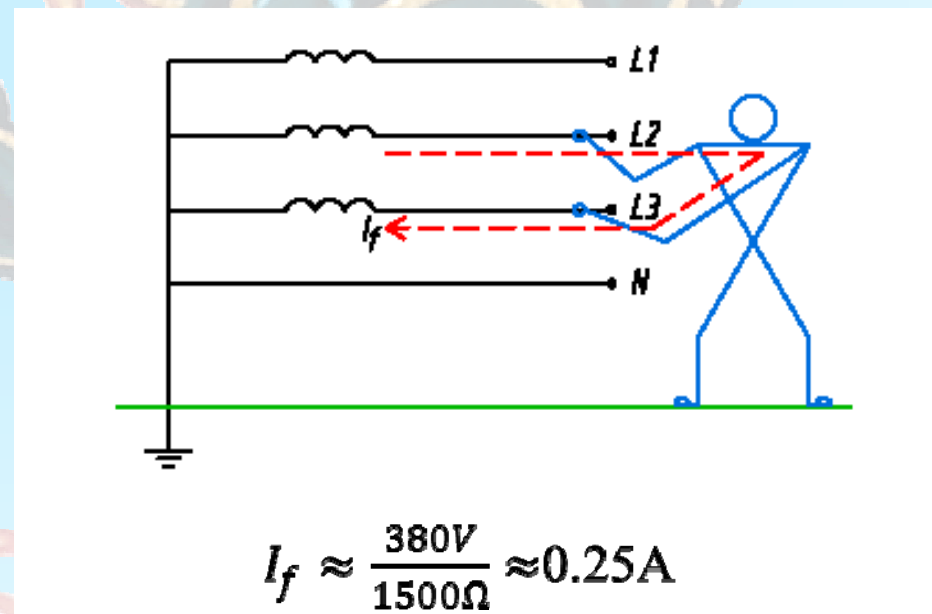
2.2 兩相（相與相）觸電：

電流由一根導線通過人體流至另一根導線所引起的觸電

類似案例：帶電工作時不慎觸電

保護措施：

- 戴絕緣手套



2. 較常見觸電意外事故

2.3 跨步電壓觸電：

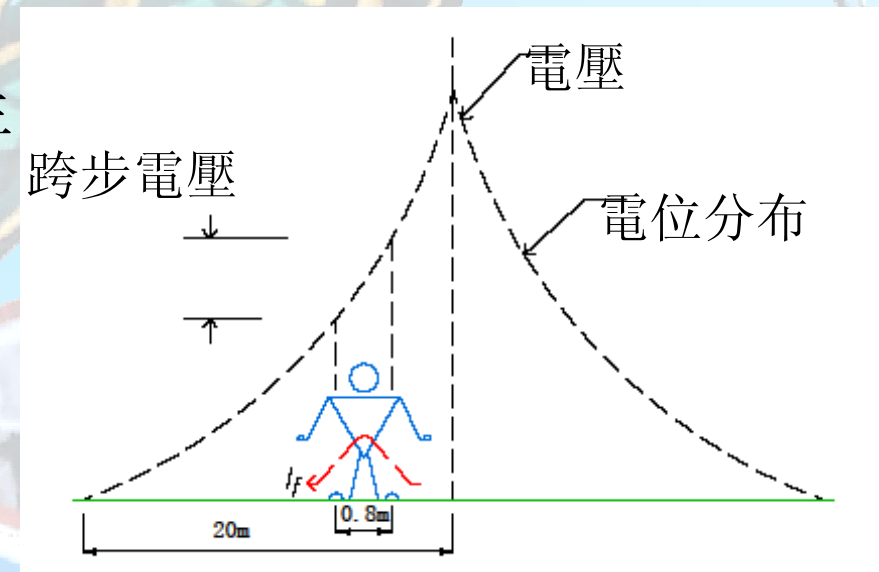
在帶電設備或帶電導體發生接地故障之處，會有故障電流經設備或導線流入大地形成電場，如果雙腳在電場區分開站立，會產生電位，這是跨步電壓。當人體接觸跨步電壓時，電流會流過人體，造成跨步電壓觸電

類似案例：

電氣設備絕緣損壞而帶電導線發生接地故障

保護措施：

- 穿絕緣鞋



2. 較常見觸電意外事故

2.4 漏電事故:

帶電導線與非帶電金屬物接觸而導致非帶電金屬物帶電 (例如相線碰殼), 電流會經帶電金屬物流過人體到接地

漏電事故主要原因:

- 電線接駁不好導致導線鬆脫裸露而碰殼
- 電線/纜的絕緣層受破損
- 電氣設備陳舊或其絕緣老化、設備受潮或工具電線受損
- 電氣設備陳舊或其絕緣老化、振動後容易發生漏電或相線碰殼
- 電氣設備被水滲影響而絕緣功能減低
- 地線工藝不良

3. 觸電保護措施

3.1 預防觸電保護措施:

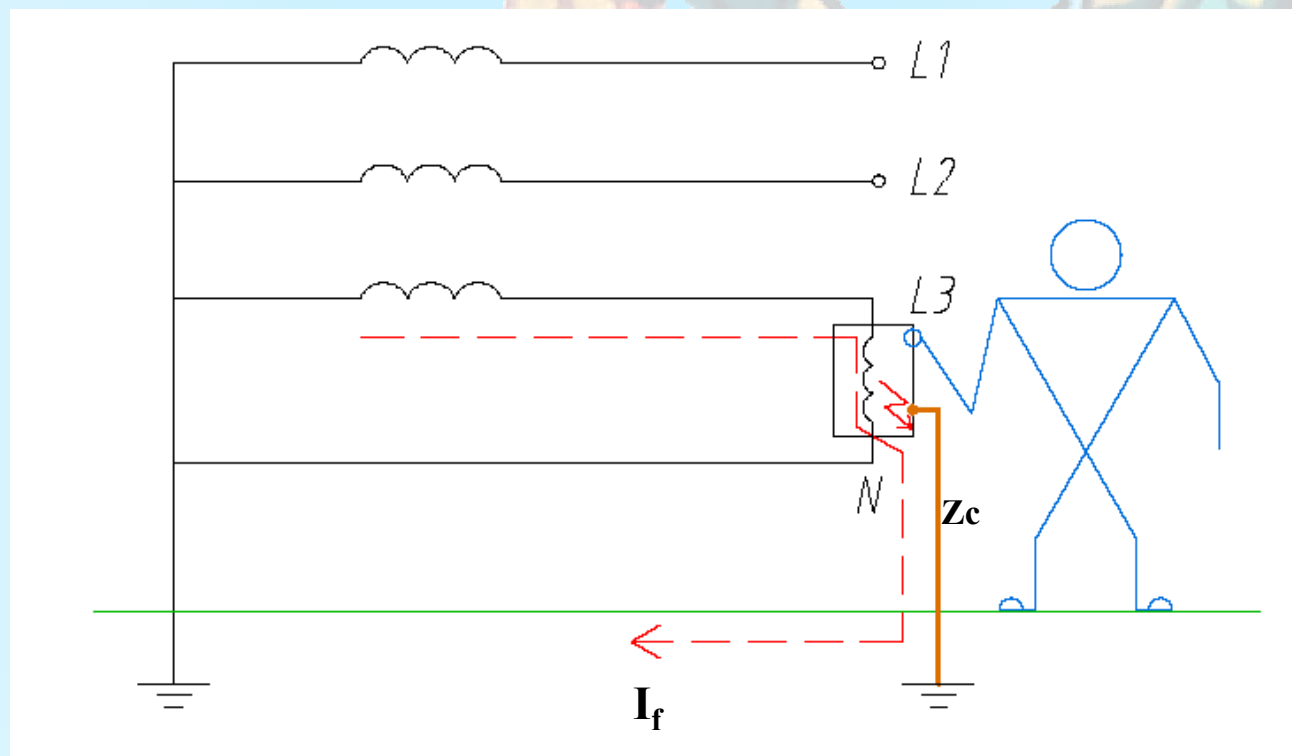
- 電路隔離: 絕緣手套及絕緣鞋
- 保護接地
- 安全電壓 (50V a.c.)
- 漏電保護器 (30mA 0.4s)



3. 觸電保護措施

3.2 保護接地:

防止電氣裝置的金屬外殼、配電裝置等帶電危及人體安全而進行的接地



$$I_f \times Z_c \leq 50V$$

3. 觸電保護措施

保護接地導體面積:

A. 電路保護導體 Circuit Protective Conductor
 - (依照電力(線路)規例工作手則表11(2)至11(7)或按計算)

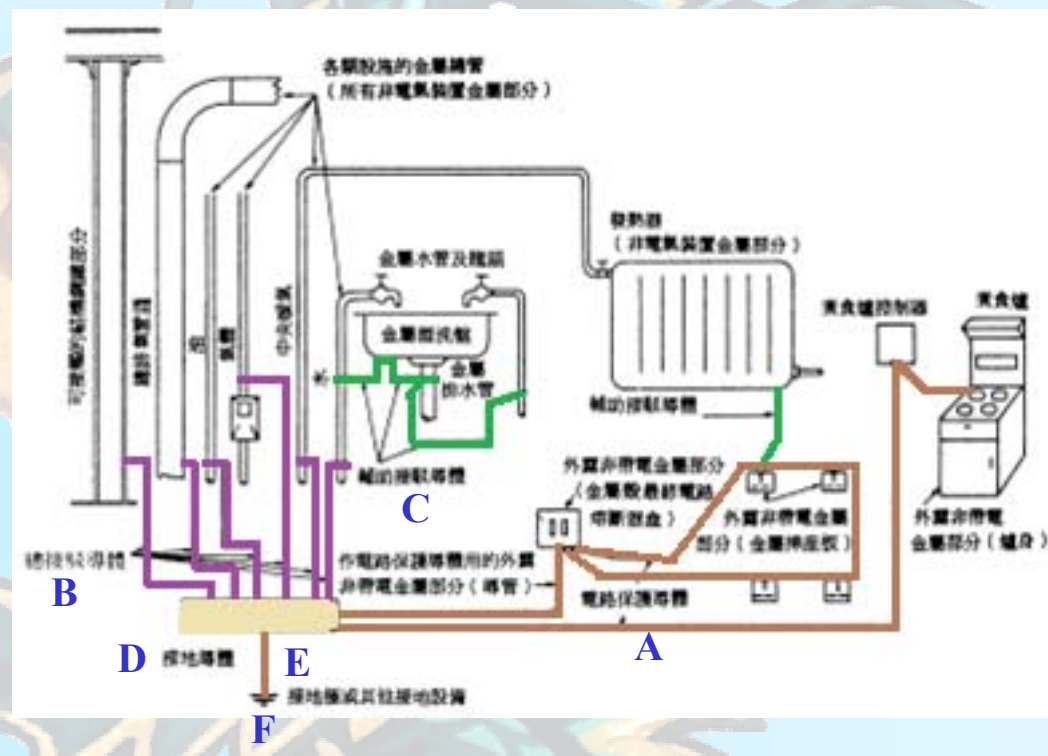
B. 總等電位接駁導體 Equipotential Bonding
 - 不小於接地導體(E)面積一半
 - $6\text{mm}^2 \leq S$ (不需超過 25mm^2)

C. 輔助接駁導體 Supplementary Bonding
 - (見表 11(1))

D. 總接地終端 Main Earthing Terminal
 - (面積不小於 150mm^2)

E. 接地導體 Earthing Conductor
 - 2.5mm^2 (有機械性及防腐保護)
 - 16mm^2 (有機械性但沒有防腐保護)
 - 25mm^2 (沒有機械性及沒有防腐保護)

F. 接地極 Earth Electrode
 - (按設計)



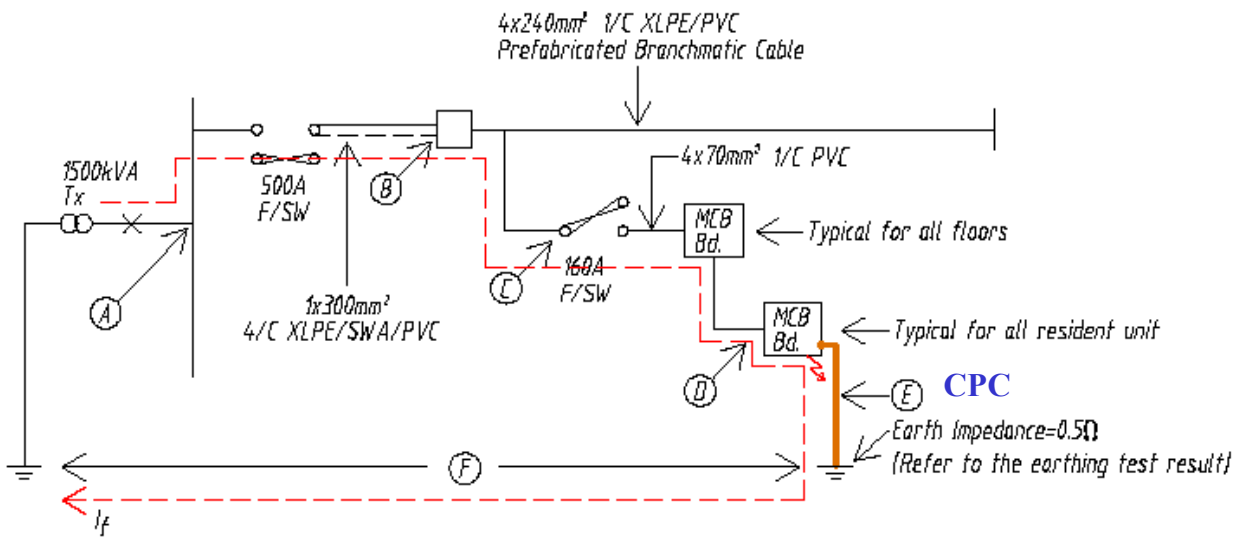
獨立保護導體的最小截面積

安裝方法	聚氣乙烯絕緣 (平方毫米)		裸露 (平方毫米)	
	銅	鋁	銅	鋁
明敷線路	2.5 (有護套) 4.0 (無護套)	16	>6	16
藏於導管或線槽	1.0	16	1.0	16

表 11(1)

3. 觸電保護措施

電路保護導體(CPC)計算：



Location	Cable	Cable Length	Volt Drop (V/A/m)	Equivalent Impedance Per Phase
Point "A"	-	-	Fault Level at "A" = 24MVA Fault Current at "A" = $24 \times 10^6 / (\sqrt{3} \times 380)$	$220V / 36.5 \times 10^3$ = 0.006 Ω
Point "B"	1x300mm² 4/C XLPE/SWA/PVC	20m	$= 0.185 \times 10^{-3}$ $= 3.7 \times 10^{-3}$ (for 20m)	$= 3.7 \times 10^{-3} / \sqrt{3}$ = 0.00214 Ω
Point "C"	4x70mm² 1/C PVC	3m	$= 0.6 \times 10^{-3}$ $= 0.0018V/A$ (for 3m)	$= 0.0018 / \sqrt{3}$ = 0.00104 Ω
Point "D"	2x16mm² 1/C PVC	7m	$= 2.8 \times 10^{-3}$ (per phase) $= 0.0196V/A$ (for 7m)	= 0.0196 Ω
Point "E"	To be Calculated	-	-	-
Point "F"	Earth Impedance	-	= 0.5Ω	0.5 Ω
Total:				= 0.529 Ω

$I_f = 220V / 0.529\Omega = 415A$

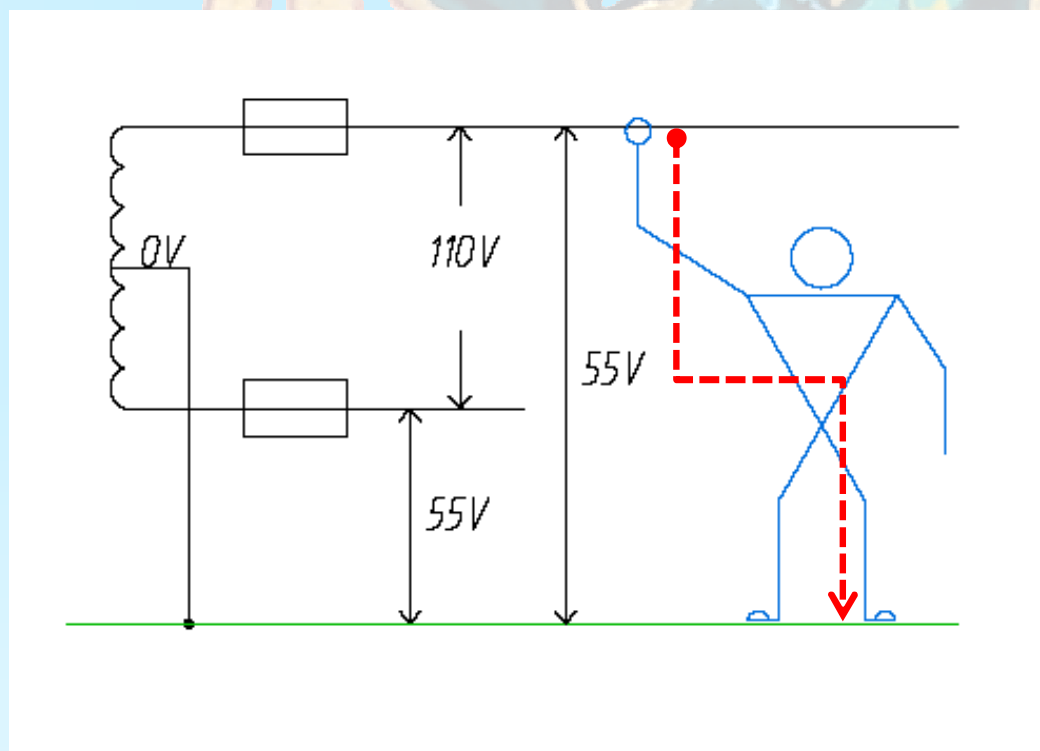
Using $K^2 S^2 \geq I^2 t$
 $S \geq \sqrt{(I^2 t / K^2)}$
 $S \geq \sqrt{((415^2 \times 5) / 115^2)}$
 $S \geq 8.1mm^2$

**Fixed Electrical Equipment:
Protective Device Tripping Time ≤ 5s**

3. 觸電保護措施

3.3 110 V中接地(雙繞組變壓器)供電:

- 公眾易接觸到的照明裝置
- 工地電氣工具如臨時照明, 電弧焊, 電鑽, 抽水機, 磨光機等等



3. 觸電保護措施

3.4 漏電保護器:

漏電對人體的影響視乎通過人體電流的大小和通電時間長短

人體對電流的反映:

8 - 10mA 手擺脫電極已感到困難,有劇痛感(手指關節)

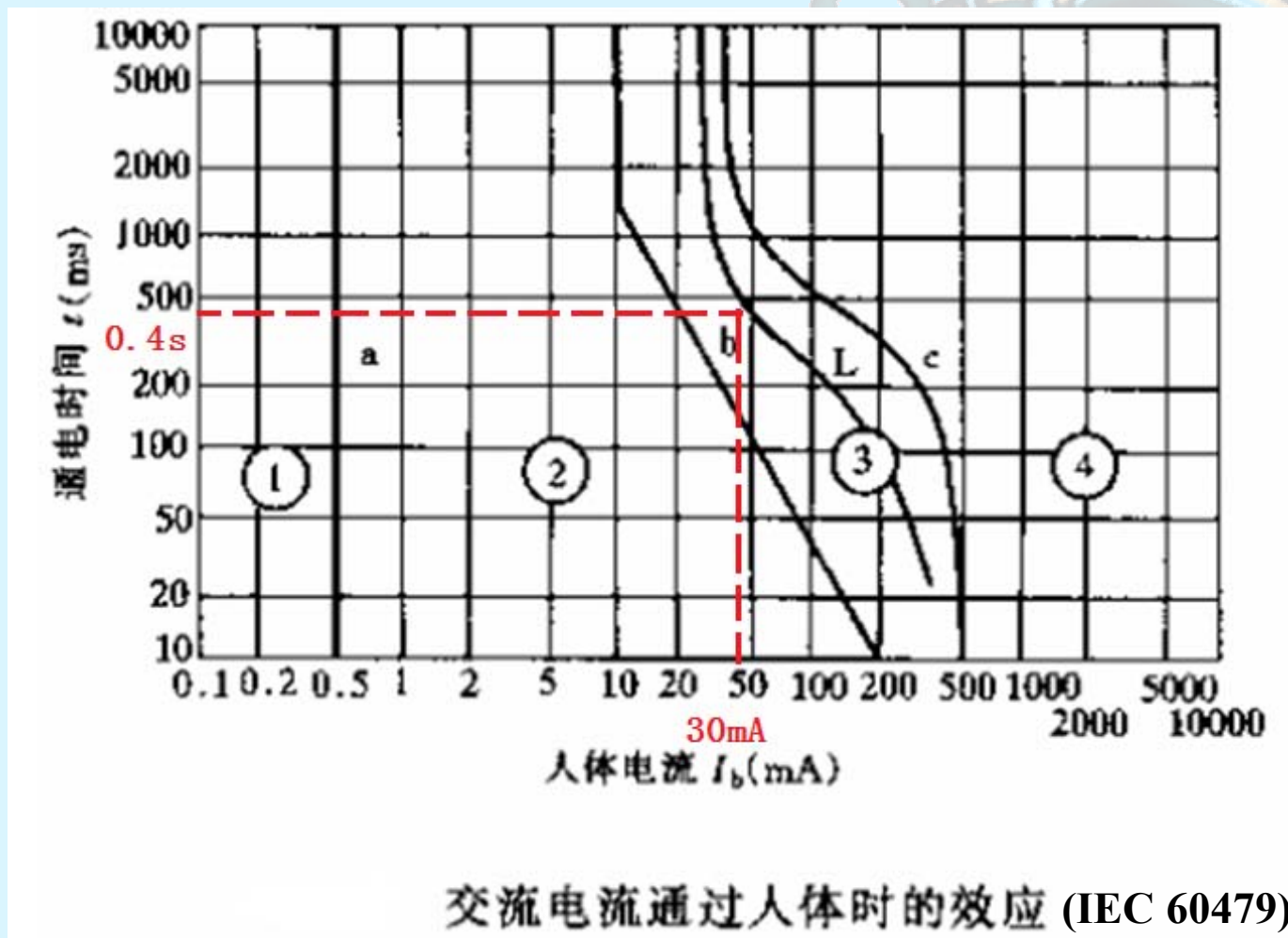
20 - 25mA 手迅速麻痹,不能自動擺脫電極,呼吸困難

50 - 80mA 呼吸困難,心房開始震顫

90 - 100mA 呼吸麻痹,三秒鐘後心臟開始麻痹,停止跳動

- 50mA的電流通過人體10s，可足以使人致命

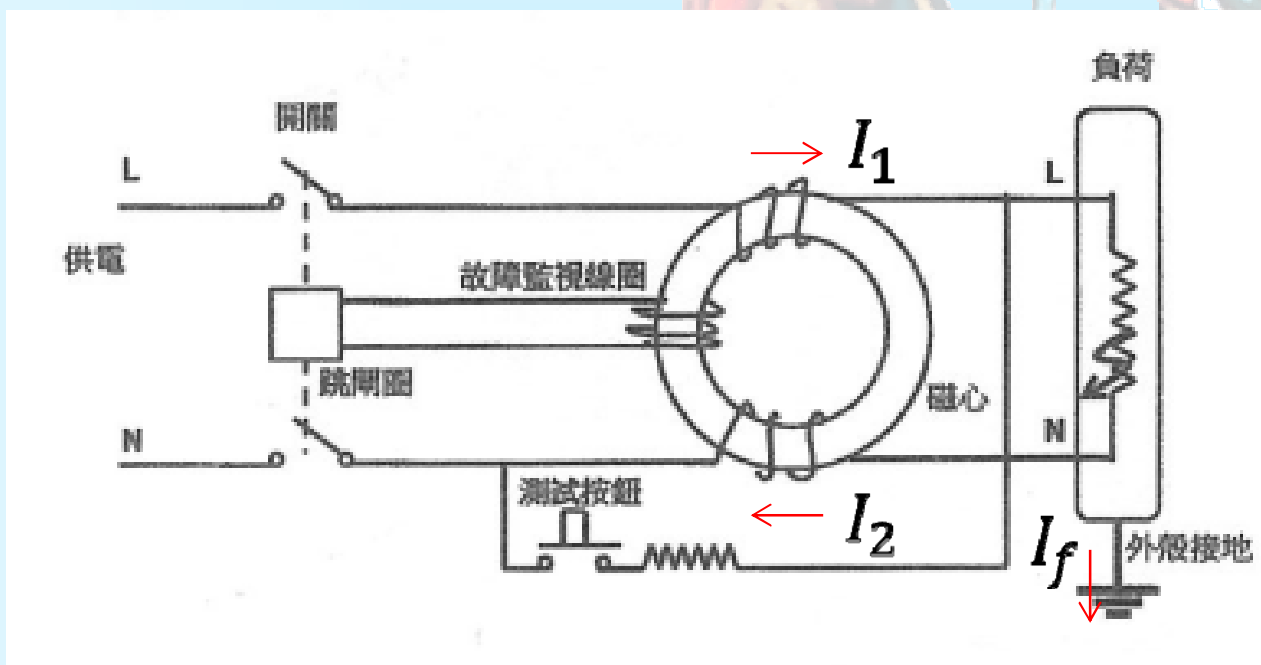
3. 觸電保護措施



在有防止觸電保護裝置的情況下，人體允許通過的電流一般可按30mA 0.4s考慮

3. 觸電保護措施

漏電保護器：



正常情況：

$$I_1 = I_2$$

$$I_f = 0$$

故障情況：

$$I_2 = I_1 - I_f$$

$$\therefore I_2 \neq I_1$$

Rated RCD Current (mA)	5	10	20	30	100	300	500	1000	2000
Zs (ohm)	10000	5000	2500	1667	500	167	100	50	25

Zs = Max. Earth Fault Loop Impedance

觸電保护措施:

單相觸電保護

兩相觸電保護

跨步電壓觸電
保護

漏電保護

✓ 絕緣手套

✓ 絕緣手套

✓ 絕緣鞋

✓ 絕緣手套

✓ 絕緣鞋

✓ 絕緣鞋

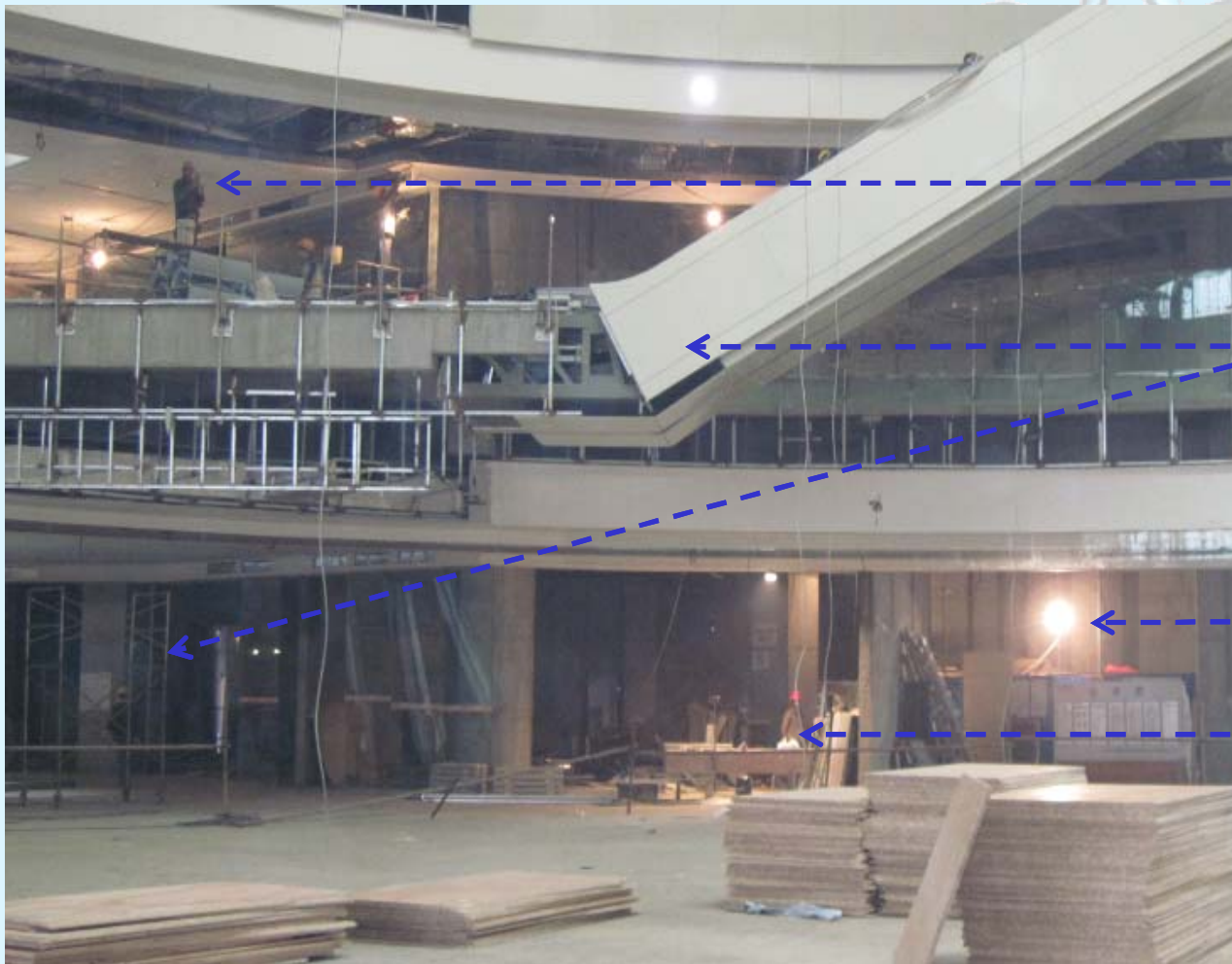
✓ 保護接地

✓ 保護接地

✓ 漏電保護器

✓ 漏電保護
器

✓ 安全電壓



● 380/220V 供電配置
漏電保護器

● 所有非帶電金屬提供
保護接地

● 110V 供電給臨時
照明及設備安裝工
具

● 工地施工人員穿絕
緣鞋(安全鞋)

工地電力安全措施

4. 電力安全措施

- 用電技術措施
- 施工安全措施
- 管理措施



4. 電力安全措施

4.1 用電技術措施:

- 保護接地
- 110V中接地 (雙繞組變壓器)供電
- 漏電保護器



4. 電力安全措施

4.2 施工安全措施:

- 對各種電氣設備按規定進行定期檢查，如發現絕緣損壞，漏電和其他故障，應及時處理；對不能修復的設備，應予以更換
- 不帶電工作，工作前將相關電源關上，將電掣鎖上及掛上警告牌
- 如必須帶電工作時，應使用各種安全防護工具，如戴絕緣手套，穿絕緣鞋等，並設專人評估風險
- 清楚用電線路, 使用的臨時電線不能隨意拖拉
- 所有金屬接地須在永久電開啓前完成及驗測

4. 電力安全措施

4.3 管理措施:

- 施工現場一切電氣作業必須由持證電工施工
- 臨時線路裝置要指定電工裝拆、檢查和管理禁止非電工人員亂裝亂拆電氣設備
- 增強對小型工程或裝修工程的電力安全監管 (小型工程或裝修工程為減少麻煩，接線不規範，保護接地、漏電保護器缺失，設備外殼極易帶上故障電壓，施工人員在這特殊場所、特殊供電系統條件下，也就更容易產生電擊危險)

5. 建議加強電力安全事項

5.1 用電技術方面:

- 除380/220V供電外，加大110V臨時供電使用範圍及30mA漏電保護器使用範圍

5.2 施工方面:

- 加強金屬接地要求意識，提供方便接地點及設施利便施工人員將金屬設備接地(如臨時金屬工作柵架，未完成金屬設備等等)
- 加強在2至3米工作人員墮下時的頭部保護

5.3 管理方面:

- 在綠咭課程中增加基本電氣安全知識
- 機電工程處的電力資訊站發報有關電氣工業意外資訊（lesson learnt），不限於死亡過案，也包括重傷或特殊過案
- 在工地適當位置提供用電安全提示牌(如“切勿帶電工作”，“金屬常接地”等等)



謝謝!