



港九電器工程電業器材職工會

接地故障保護裝置 全攻略

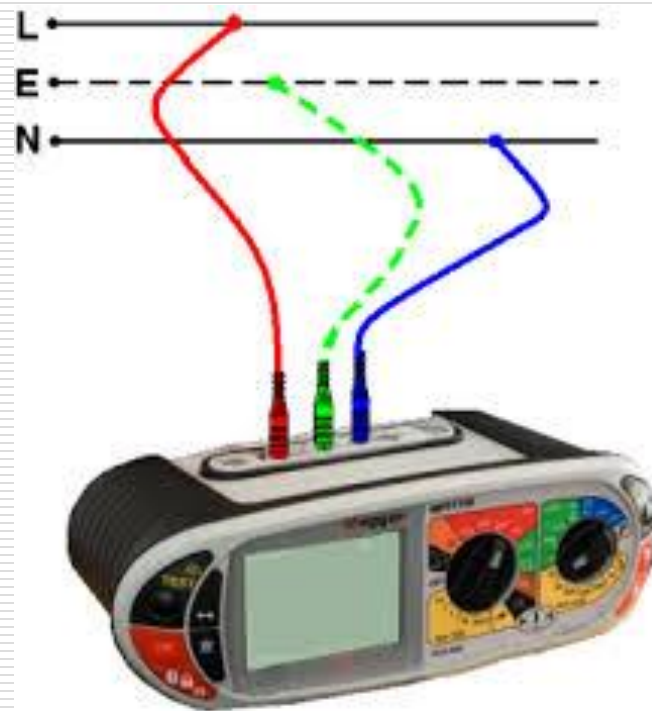


接地故障保護裝置全攻略

接地故障環路阻抗值

- 出現在守則11 – “對地漏電電流及**接地故障電流**”
- 為什麼守則規定需要測試**接地故障環路阻抗值**？

1. 確認接地保護導體(**俗稱水線**)的存在；
2. 判斷接地保護系統的導電能力是否處於安全水平。





接地故障保護裝置全攻略



當接地故障出現的時候 --- 守則規定的保護要求

守則11B(b)

- (ii) 電路如供電予等電位區域內的固定器具，在每一用電點的接地故障環路阻抗，須能使電流在 0.4 秒 (註 1) 內被切斷。
- (iii) 電路如供電予等電位區域外的固定器具，在每一用電點的接地故障環路阻抗，須能使電流在 0.2 秒 (註 2) 內被切斷。

(註： 1. 超逾 32 安培的電路、第 3 類電路、供電予不易為公眾接觸且必要性器具的電路、或供電予維生系統的電路，電流可於 5 秒內被切斷。

2. 超逾 32 安培的電路、第 3 類電路、供電予不易為公眾接觸且必要性器具的電路、或供電予維生系統的電路，電流可於 0.4 秒內被切斷。)



接地故障保護裝置全攻略



當接地故障出現的時候 --- 守則規定的保護要求

11B 基本要求

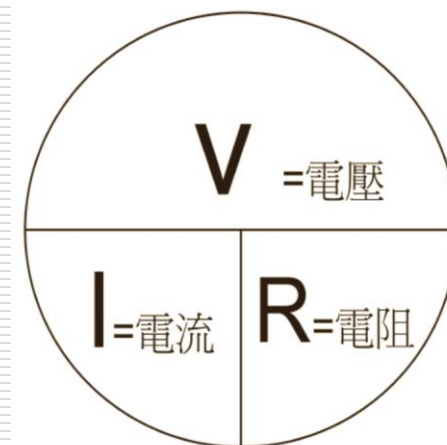
- (a) 自動切斷電流的保護器件，其特性應與裝置的接地安排及有關電路的相應阻抗互相配合，使在發生接地故障期間，存於該裝置任何一處外露非帶電金屬部分的電壓，以及存於可同時接觸到的外露非帶電金屬部分與非電氣裝置金屬部分之間的電壓，強度及持續時間皆不致引起危險。

- 電學基本定理 $I = V \div R$
- 如果電壓值(V)不變，而電阻(抗)值(R, **Z**)越小的時候，產生的電流(I)將會越大：

$$I = 220V/1\Omega = 220A$$

$$I = 220V/0.1\Omega = 2,200A$$

$$I = 220V/0.01\Omega = 22,000A$$





接地故障保護裝置全攻略



當接地故障出現的時候 --- 守則規定的保護要求

- 因此接地故障環路阻抗值(俗稱水氣)夠不夠，基本在於量度出來的數值，是不是不超過守則列明的數值。
- 數值不超過規定，水氣謂之夠。相反，水氣便不夠；
- 至於如何在現有的水氣數值下，把電力裝置做到符合規定，便是今次講座的介紹內容。

(c) 自動切斷電流的保護器件，應按適當情況選用下列一種或幾種類型：

- (i) 符合線路規例第 9 條的過流保護器件；
- (ii) 電流式漏電斷路器或同等效用的器件。



接地故障保護裝置全攻略



守則對下列5款不同的保護裝置規定了最大
接地故障環路阻抗值

1. BS-88 Part 2 Fuse [0.4秒 表11(8); 5秒 表11(11)]
2. BS-1361 Fuse [0.4秒 表11(9); 5秒 表11(12)]
3. IEC 60898 (MCB) [表11(10)]
4. IEC 60947-2 MCCB (包括可調式MCCB) [表11(13)]
5. RCD 電流式漏電斷路器 [表11(14)]



接地故障保護裝置全攻略



過流保護器件的最大接地故障環路阻抗值

表 11(11)

當電路以符合 BS 88-2 的一般用途 (gG) 及電動機電路應用 (gM) 熔斷器 - 熔斷器系統 E (螺栓連接) 及系統 G (夾緊式) 保護而標稱電壓為 220 伏特時在 5 秒內切斷電源的最大接地故障環路阻抗

熔斷器額定值 (安培)	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
Zs (歐姆)	44.0	20.9	12.2	6.87	4.00	2.82	2.20	1.76	1.29	1.00	0.78	0.55	0.42	0.32	0.26	0.18

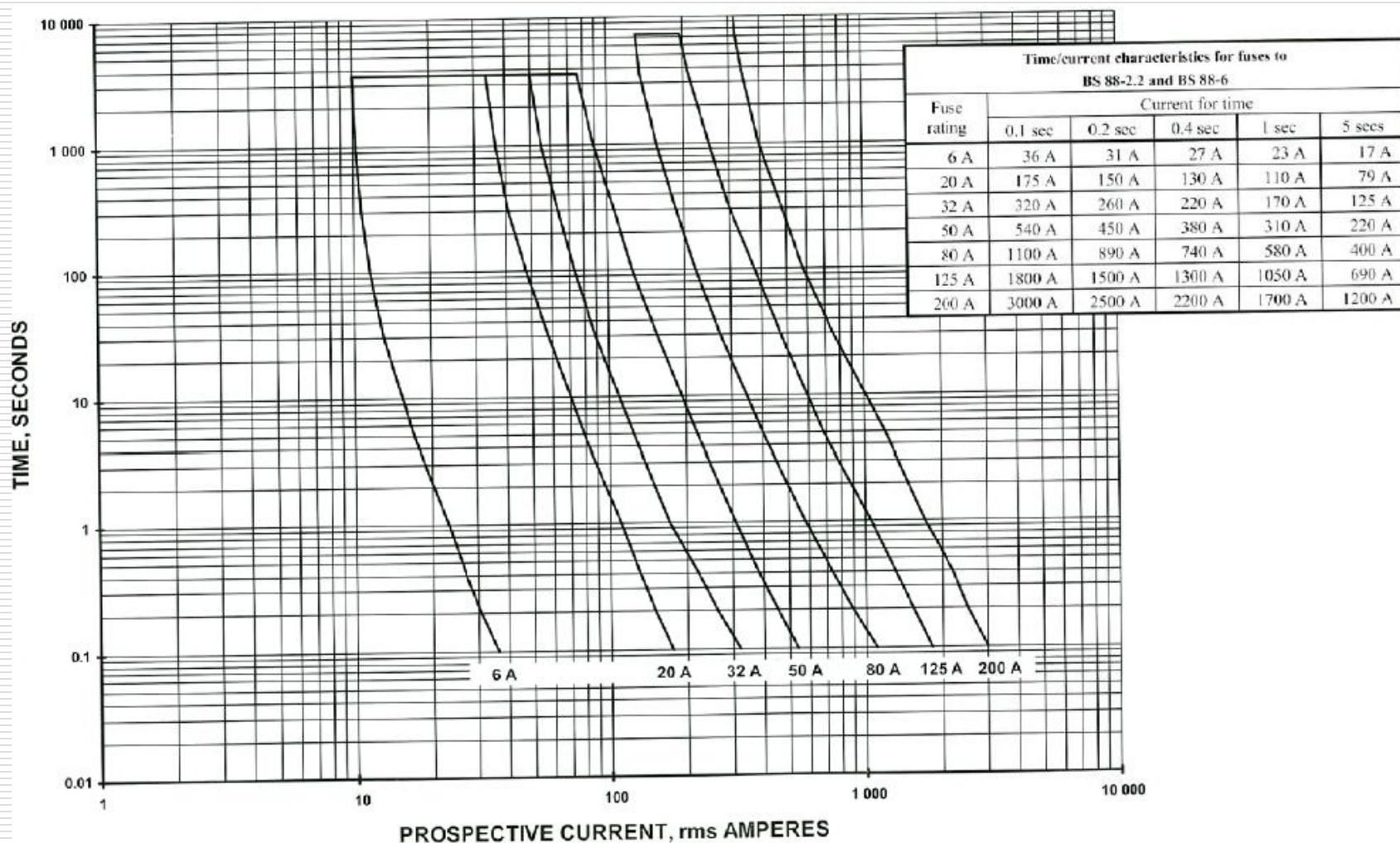
註：表內的計算基於對地的標稱電壓為 220 伏特及僅供參考之用，請參照製造商的資料。





接地故障保護裝置全攻略

過流保護器件的最大接地故障環路阻抗值





接地故障保護裝置全攻略

過流保護器件的最大接地故障環路阻抗值

表 11(11)

當電路以符合 BS 88-2 的一般用途 (gG) 及
電動機電路應用 (gM) 熔斷器 - 熔斷器系統 E (螺栓連接) 及
系統 G (夾緊式) 保護而標稱電壓為 220 伏特時在 5 秒內
切斷電源的最大接地故障環路阻抗

熔斷器額定值 (安培)	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
Zs (歐姆)	44.0	20.9	12.2	6.87	4.00	2.82	2.20	1.76	1.29	1.00	0.78	0.55	0.42	0.32	0.26	0.18

註：表內的計算基於對地的標稱電壓為 220 伏特及僅供參考之用，請參照製造商的資料。

Time/current characteristics for fuses to BS 88-2.2 and BS 88-6					
Fuse rating	Current for time				
	0.1 sec	0.2 sec	0.4 sec	1 sec	5 secs
6 A	36 A	31 A	27 A	23 A	17 A
20 A	175 A	150 A	130 A	110 A	79 A
32 A	320 A	260 A	220 A	170 A	125 A
50 A	540 A	450 A	380 A	310 A	220 A
80 A	1100 A	890 A	740 A	580 A	400 A
125 A	1800 A	1500 A	1300 A	1050 A	600 A
200 A	3000 A	2500 A	2200 A	1700 A	1200 A

電學基本定理 $I = V \div R$

$$I = 220V / 1200A = 0.1833\Omega$$

$$I = 220V / 400A = 0.55\Omega$$



接地故障保護裝置全攻略

過流保護器件的最大接地故障環路阻抗值

表 11(11)

當電路以符合 BS 88-2 的一般用途 (gG) 及
電動機電路應用 (gM) 熔斷器 - 熔斷器系統 E (螺栓連接) 及
系統 G (夾緊式) 保護而標稱電壓為 220 伏特時在 5 秒內
切斷電源的最大接地故障環路阻抗

熔斷器額定值 (安培)	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
Zs (歐姆)	44.0	20.9	12.2	6.87	4.00	2.82	2.20	1.76	1.29	1.00	0.78	0.55	0.42	0.32	0.26	0.18

註：表內的計算基於對地的標稱電壓為 220 伏特及僅供參考之用，請參照製造商的資料。



32M50

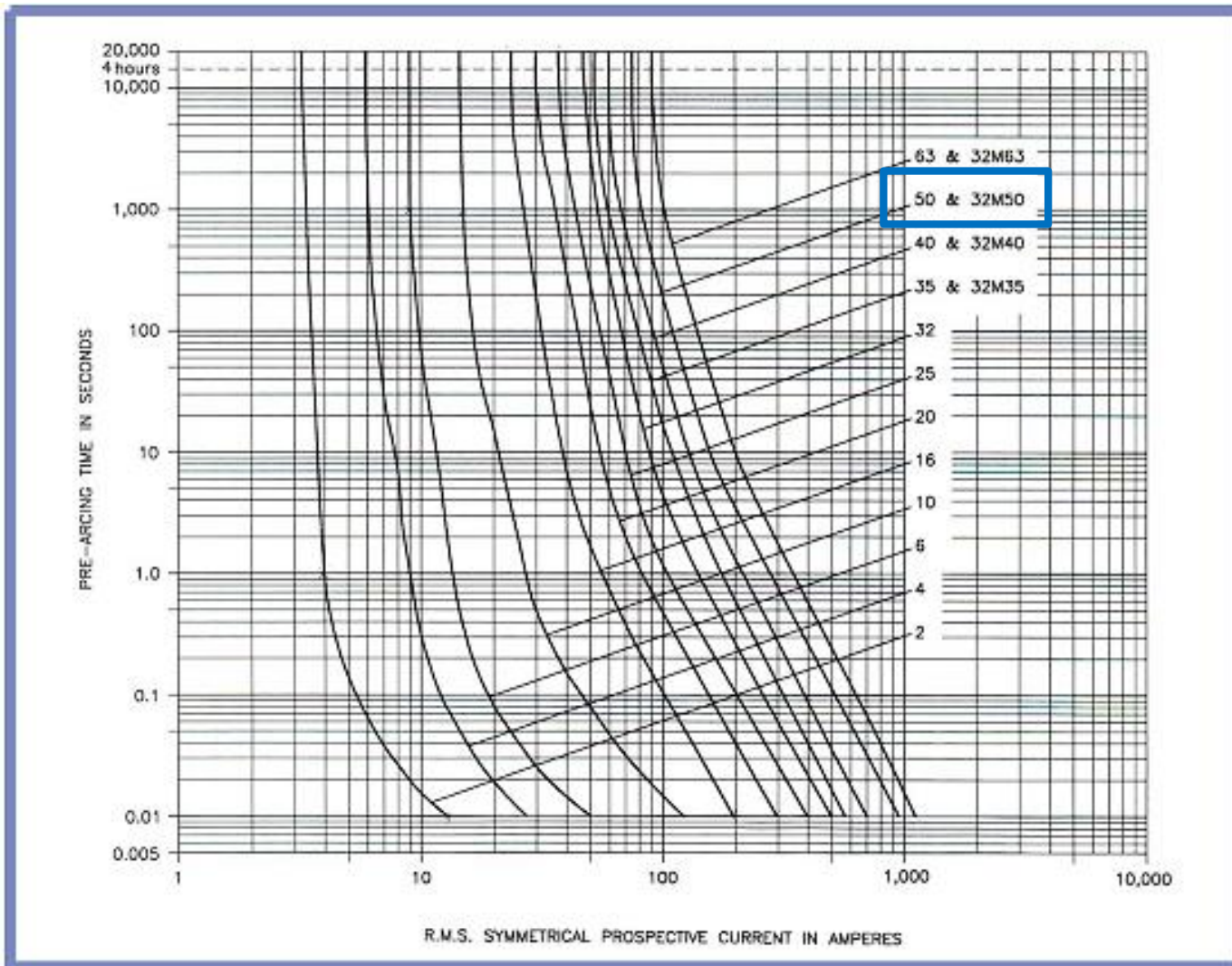
32A ?

50A ?



接地故障保護裝置全攻略

過流保護器件的最大接地故障環路阻抗值



32M50

32A ? ☒

50A ? ☒



接地故障保護裝置全攻略



過流保護器件的最大接地故障環路阻抗值

表 11(12)

當電路以符合 BS 1361
或等效規定的家庭用途熔斷器保護而標稱電壓為 220 伏特時
在 5 秒內切斷電源的最大接地故障環路阻抗



熔斷器額定值 (安培)	5	15	20	30	45	60	80	100
Zs (歐姆)	15.7	4.8	2.7	1.8	0.92	0.67	0.48	0.35



接地故障保護裝置全攻略



過流保護器件的最大接地故障環路阻抗值

表 11(10)

當電路以符合 IEC 60898 或等效規定的
微型斷路器保護而標稱電壓為 220 伏特時
在 0.2 秒、0.4 秒及 5 秒內切斷電源的最大接地故障環路阻抗



額定值 (安培)	6	10	16	20	32	40	50	63	80	100
B 類微型斷路器及 RCBO 的 Z_s (歐姆)	7.33	4.4	2.75	2.2	1.38	1.1	0.88	0.70	0.55	0.44
C 類微型斷路器及 RCBO 的 Z_s (歐姆)	3.67	2.2	1.38	1.1	0.69	0.55	0.44	0.35	0.28	0.22

註：表內的計算基於對地的標稱電壓為 220 伏特及僅供參考之用，請參照製造商的資料。



接地故障保護裝置全攻略

MCB的最大接地故障環路阻抗

額定電流：**B**20A

起動電流： $20\text{A} \times \mathbf{5} = 100\text{A}$

故障阻抗： $220\text{V}/100\text{A} \leq 2.2\Omega$

額定電流：**C**20A

起動電流： $20\text{A} \times \mathbf{10} = 200\text{A}$

故障阻抗： $220\text{V}/200\text{A} \leq 1.1\Omega$

額定電流：**B**50A

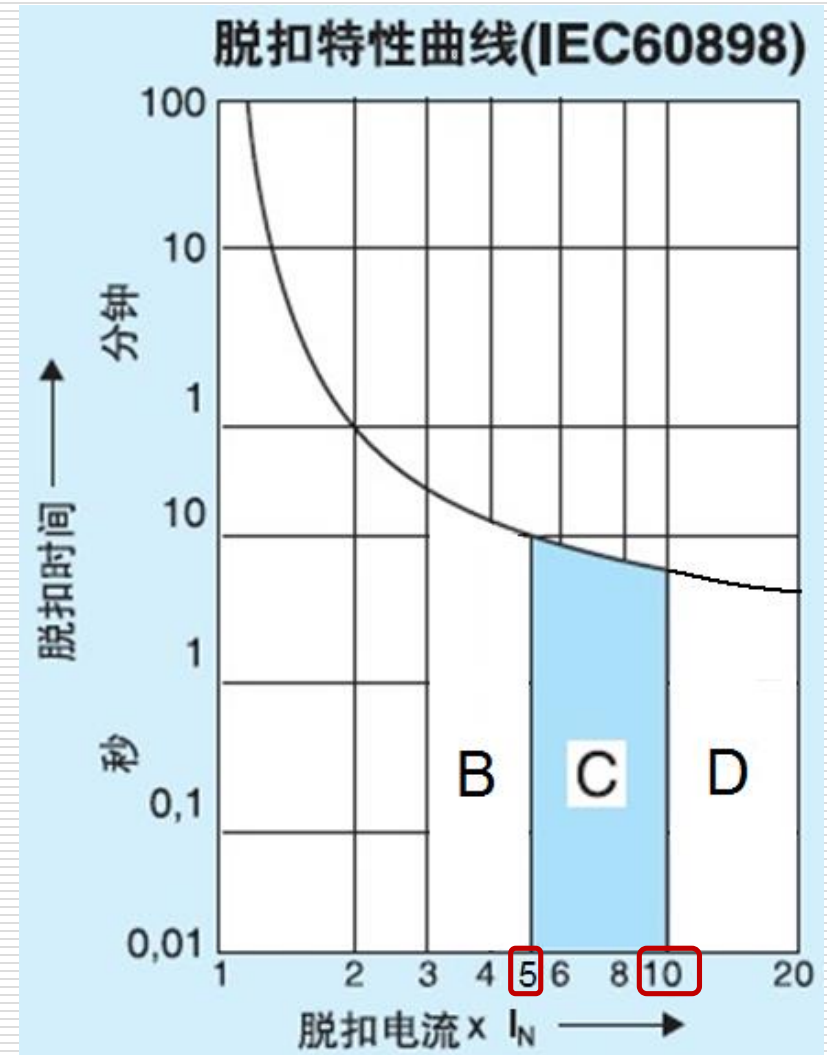
起動電流： $50\text{A} \times \mathbf{5} = 250\text{A}$

故障阻抗： $220\text{V}/250\text{A} \leq 0.88\Omega$

額定電流：**C**50A

起動電流： $50\text{A} \times \mathbf{10} = 500\text{A}$

故障阻抗： $220\text{V}/500\text{A} \leq 0.44\Omega$





接地故障保護裝置全攻略



過流保護器件的最大接地故障環路阻抗值

表 11(13)

當電路以符合 IEC 60947-2
或等效規定的模製外殼斷路器保護而標稱電壓為 220 伏特時
在 5 秒內切斷電源的最大接地故障環路阻抗



模製外殼斷路器額定值 (安培)		30	50	60	100	150	200	250	300	400
不可調校的模製外殼斷路器 Zs (歐姆)		0.56	0.44	0.42	0.125	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
可調校的模製外殼 斷路器 Zs (歐姆)	磁力調校度 = “低”	—	—	—	—	—	—	0.1	0.08	0.06
	磁力調校度 = “高”	—	—	—	—	—	—	0.05	0.04	0.03



接地故障保護裝置全攻略

當用戶的接地故障環路阻抗值(Z_s)大於CoP守則11中表11(8)~11(13)列出的規定數據時, 總開關的安排方式, 如果只簡單地使用上述各種 ---

過流保護器

便不能滿足規例的要求。一般是裝設：

剩餘(餘差)電流保護器/裝置



接地故障保護裝置全攻略

剩餘(餘差)電流保護器/裝置包括下列：

1. RCD (Residual-Current Device)剩餘電流動作保護器
[水氣制,包括俗稱的水總]
2. RCBO (Residual Current Circuit Breaker, c/w
Overcurrent Protection)帶過流保護的剩餘電流動作斷路器
[包括俗稱的老鼠尾]
3. RCCB (Residual Current Circuit Breaker, w/o
Overcurrent Protection)不帶過流保護的剩餘電流動作斷路器
[俗稱齋水]
4. E/F IDMTR (Inverse Definite Minimum Time Relay)
反時限最小定時接地故障繼電器[俗稱水氣錶]



接地故障保護裝置全攻略



接地故障保護 --- 規例的要求

11J 電流式漏電斷路器

(1) 電流式漏電斷路器的使用

- (a) 當電路的預期接地故障電流不足以在守則 11B(b) 所指定的時間內啟動過流保護器件，應裝設電流式漏電斷路器。
- (b) 下列的情況尤應以電流式漏電斷路器作保護：
 - (i) 插座電路；
 - (ii) 由架空電纜系統供電的電力裝置。

26A(3) 浴室內的電力器具

- (a) ...電路凡供電給有外露非帶電金屬部分的電力器具，而該器具裝設於完工地板水平2.25米以內，應由一個或多個餘差啟動電流不超過 30 毫安的電流式漏電斷路器加以保護。



接地故障保護裝置全攻略



電流式漏電斷路器的最大接地故障環路阻抗

表 11(14)

當電路以電流式漏電斷路器作
保護時的最大接地故障環路阻抗

電流式漏電斷路器額定餘差 啟動電流 (毫安)	5	10	20	30	100	300	500	1000	2000
Zs (歐姆)	10000	5000	2500	1667	500	167	100	50	25

IEC 61008	家用和類似用途的不帶過電流保護的剩餘電流動作斷路器 (RCCB)
IEC 61009	家用和類似用途的帶過電流保護的剩餘電流動作斷路器 (RCBO)

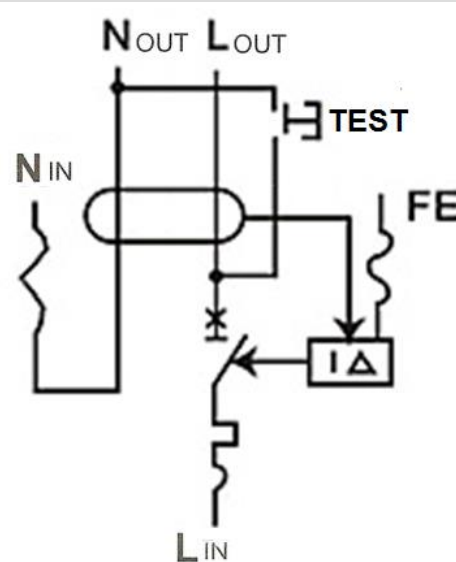


接地故障保護裝置全攻略

接地故障保護 --- 規例的要求

(2) 電流式漏電斷路器的要求

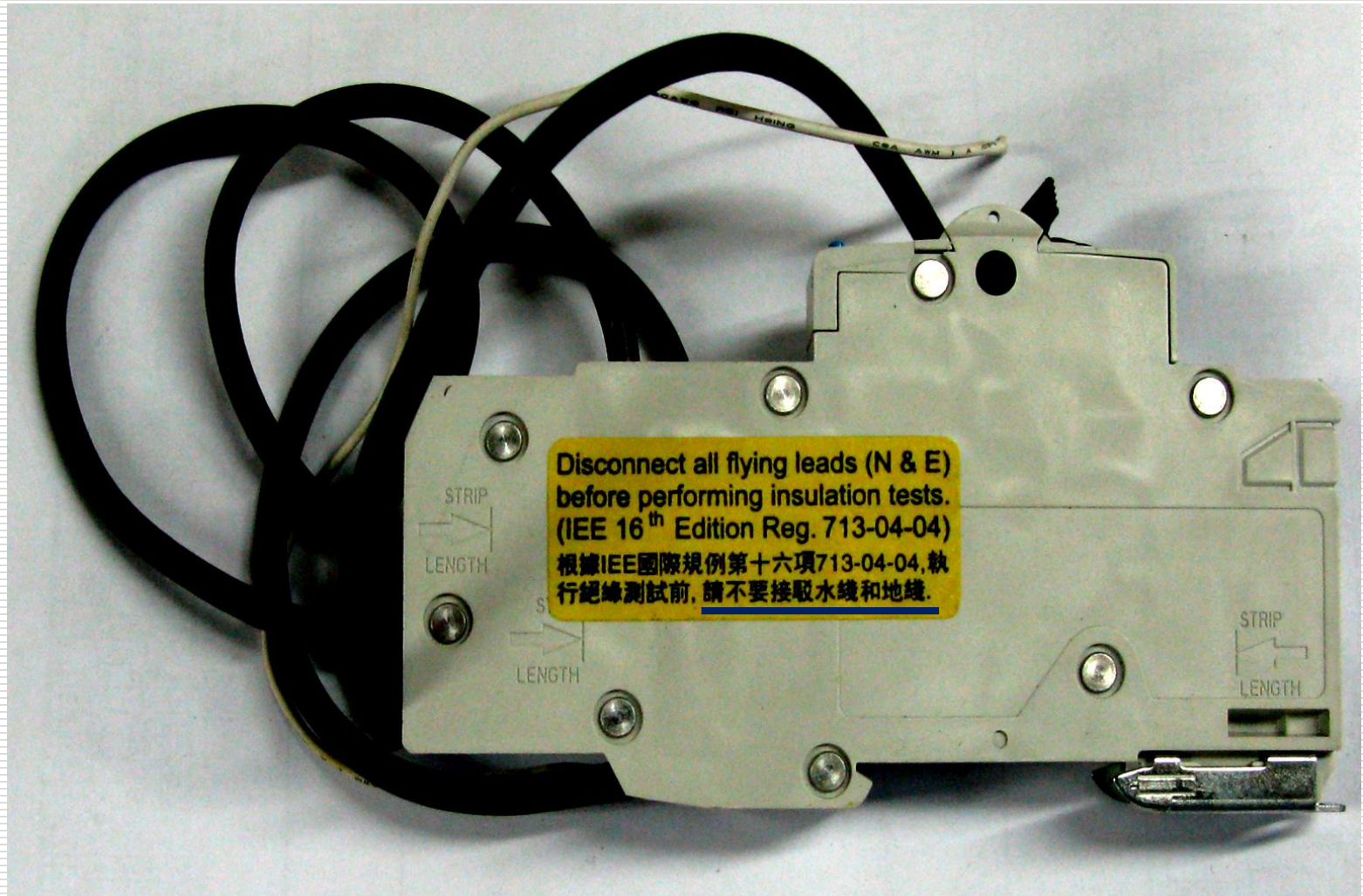
- (a) 如按照守則 11J(1) 的規定裝設電流式漏電斷路器，該器件應符合下列情況：
- (i) 額定啟動電流 (安培) 及接地故障環路阻抗 (歐姆) 的乘積不超過 50 伏特 (同時參閱守則 11I(b))；及
 - (ii) 能夠切斷電路所有相導體。





接地故障保護裝置全攻略

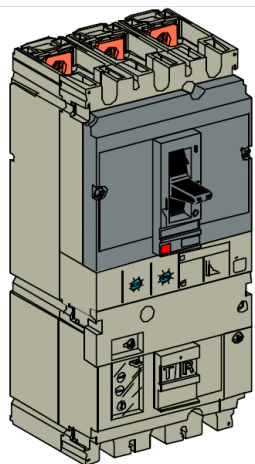
接地故障保護 --- 規例的要求





接地故障保護裝置全攻略

接地故障保護 --- 規例的要求



26K 為建築或拆卸地盤、或維修及測試而提供的臨時供電裝置

(d) 對地漏電保護

- (i) 此類裝置應在主輸入位置裝設電流式漏電斷路器作保護，以防對地漏電。
- (ii) 電流式漏電斷路器的啟動電流應適當，即把該電流值 (以安培計) 乘以接地故障環路阻抗值 (以歐姆計) 時，乘積不超過25 伏特。

26Q 展覽、表演、攤位及節日燈飾的臨時電力裝置

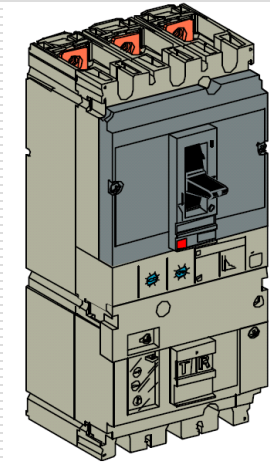
(b) 對地漏電保護

- (i) 每一插座電路及所有最終電路 (緊急照明設備除外)，應裝設符合 BS EN 61008 或等效規定、額定餘差啟動電流值不超過 30 毫安的電流式漏電斷路器，以作保護。
- (ii) 供電予臨時結構物的電纜的起源點應安裝額定餘差啟動電流值不超過 300 毫安的電流式漏電斷路器。該斷路器應裝有符合 BS EN 60947-2 的延時設備，或屬於符合 BS EN 61008-1 或 BS EN 61009-1 的「S類別」(或選擇性) 斷路器，以區別保護最終電路的電流式漏電斷路器。



接地故障保護裝置全攻略

1. 接地故障保護使用剩餘(餘差)電流保護器/裝置



內置接地故障保護功能的斷路器

a. 瞬時跳脫特性($t_o < 0.1$ 秒)的RCD

b. 可調校跳脫時間($t_o < 5$ 秒)的RCD

高速型

延时型

额定电流灵敏度 $I_{\Delta n}$ (mA)

(30) 100 · 200 · 500
可选择

$5I_{\Delta n}$ 时的最大动作时间 (s)

0.04

额定电流灵敏度 $I_{\Delta n}$ (mA)

(100 · 200 · 500)
可选择

$2I_{\Delta n}$ 时的最大动作时间 (s)

(0.45 · 1.0 · 2.0)
可选择

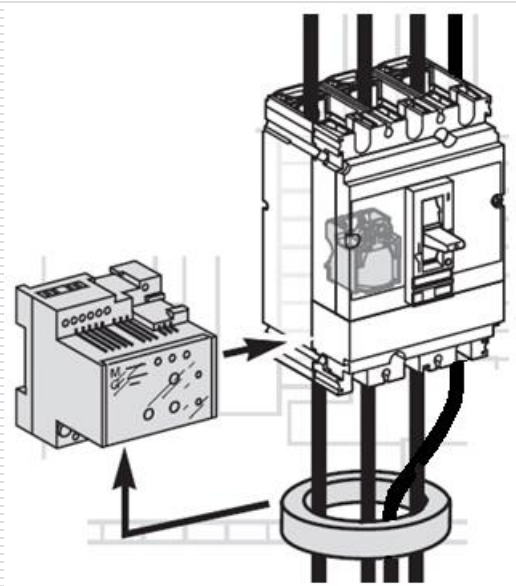
$2I_{\Delta n}$ 时的惯性不动作时间 (s)

(0.1 · 0.5 · 1.0)

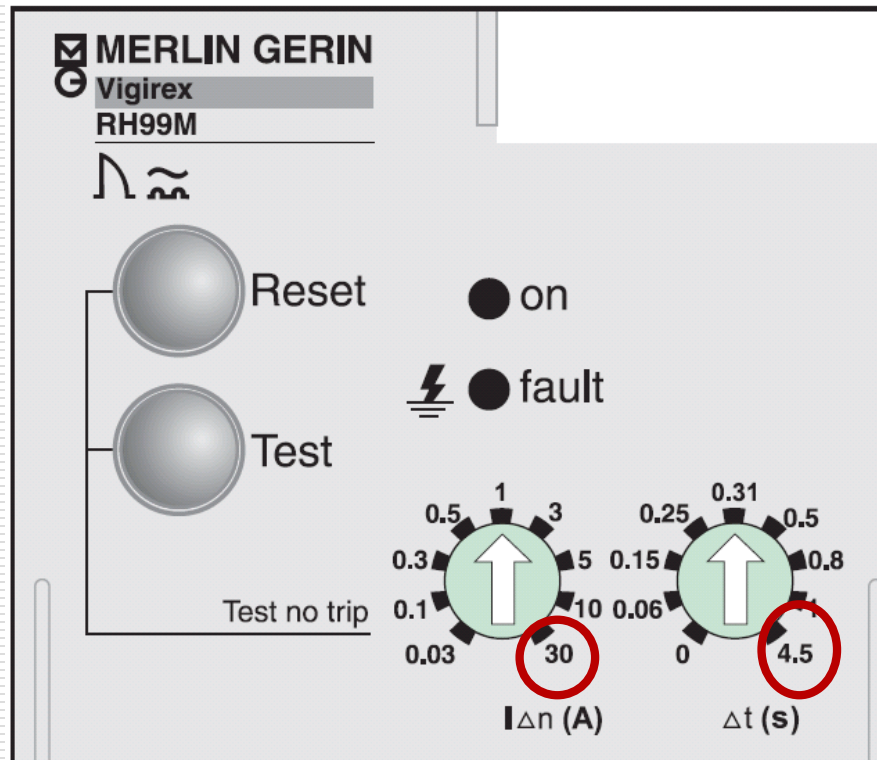


接地故障保護裝置全攻略

2. 可調校的接地故障保護



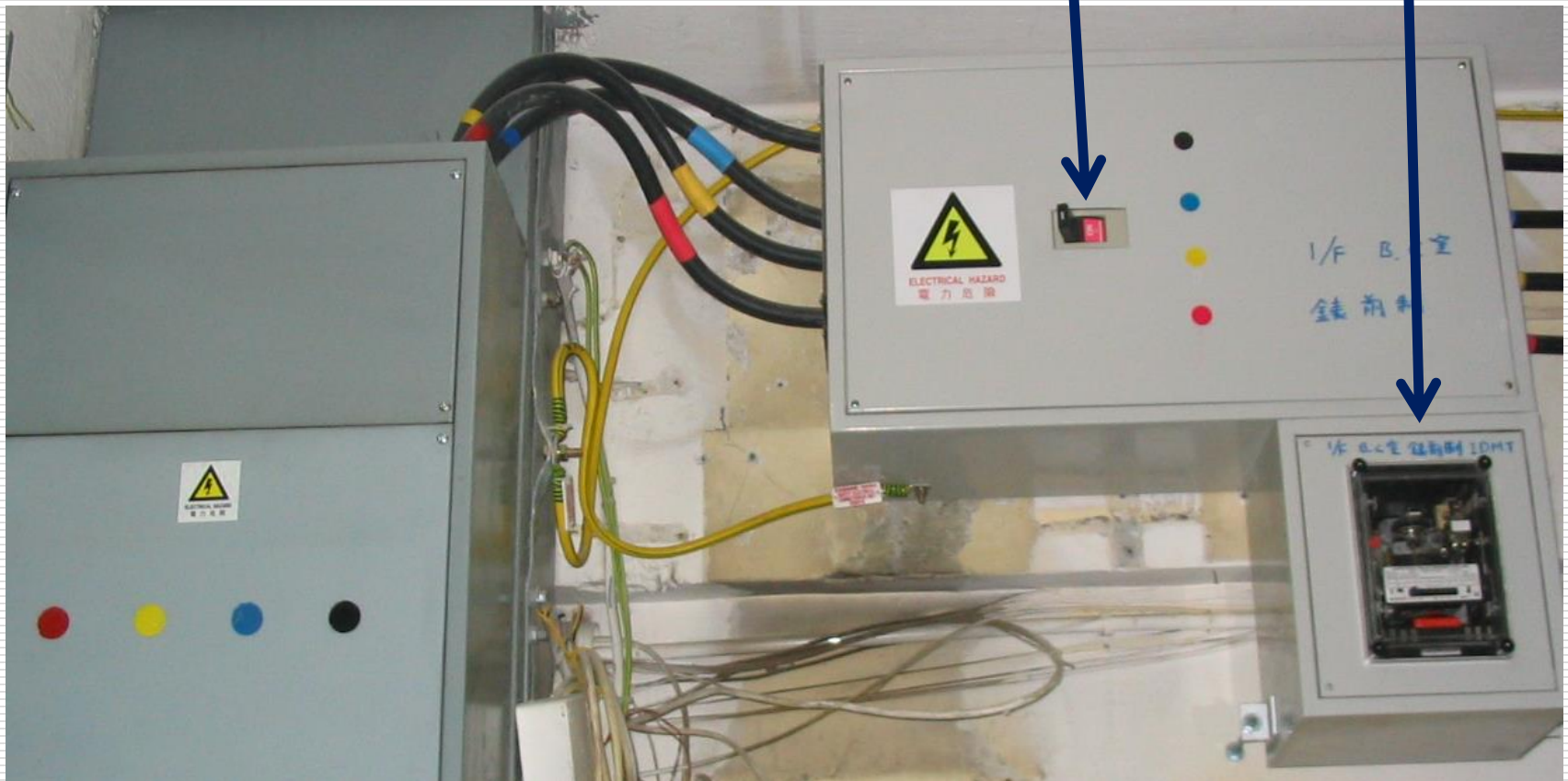
2.1 接地故障繼電器(ELR)+ 零序變流器(ZCT)+ 模製外殼斷路器(MCCB)





接地故障保護裝置全攻略

2.3 可調校的接地故障保護裝置 --- 保護繼電器(IDMT Relay) + 保護變流器(PCT) + 模製外殼斷路器(MCCB)





接地故障保護裝置全攻略

接地故障保護 --- 可調式模製外殼斷路器(MCCB) 的使用

當遇到接地環路阻抗值非常接近守則11中表11(8)~11(13)列出的規定數據時，可以考慮使用可調式模製外殼斷路器(MCCB)。



下列幻燈片將會介紹如何使用可調式模製外殼斷路器來符合守則規定的要求。



接地故障保護裝置全攻略



接地故障保護 --- 使用模製外殼斷路器(MCCB)

表 11(13)

當電路以符合 IEC 60947-2
或等效規定的模製外殼斷路器保護而標稱電壓為 220 伏特時
在 5 秒內切斷電源的最大接地故障環路阻抗



模製外殼斷路器額定值 (安培)	30	50	60	100	150	200	250	300	400
不可調校的模製外殼斷路器 Zs (歐姆)	0.56	0.44	0.42	0.125	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04

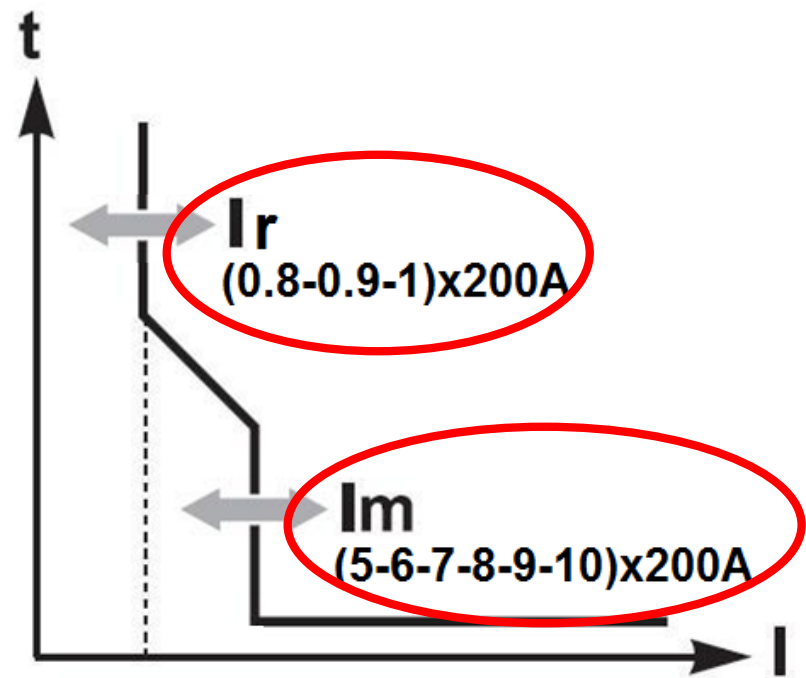
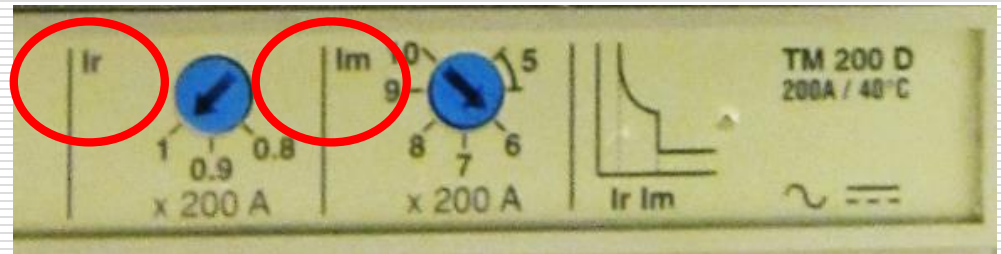
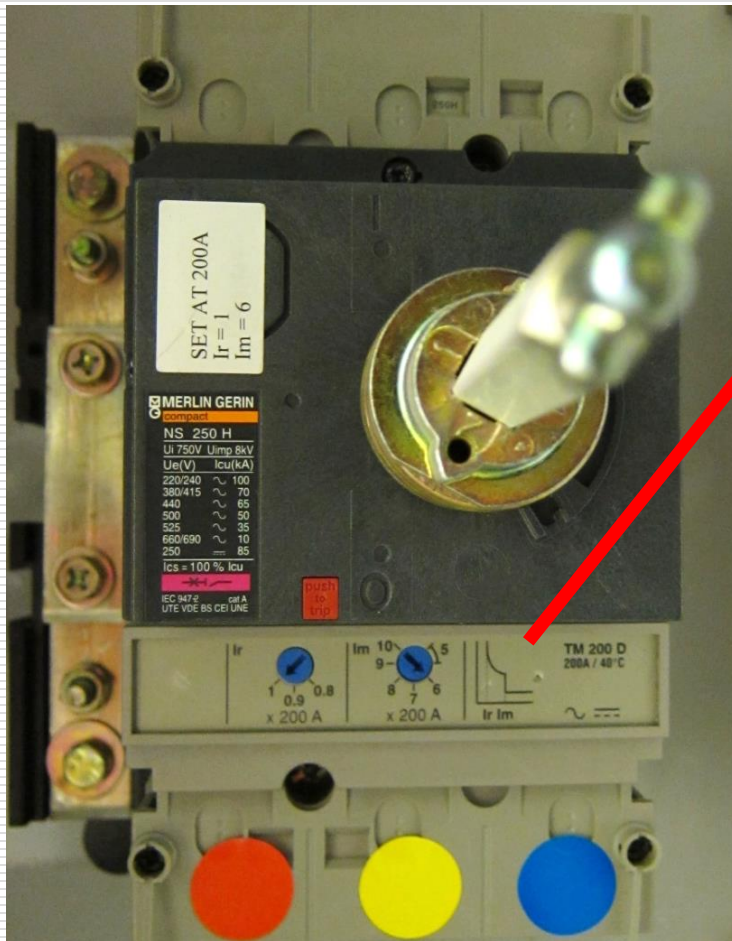
註：表內的計算基於對地的標稱電壓為220 伏特及僅供參考之用，請參照製造商的資料。

參照製造商的資料



接地故障保護裝置全攻略

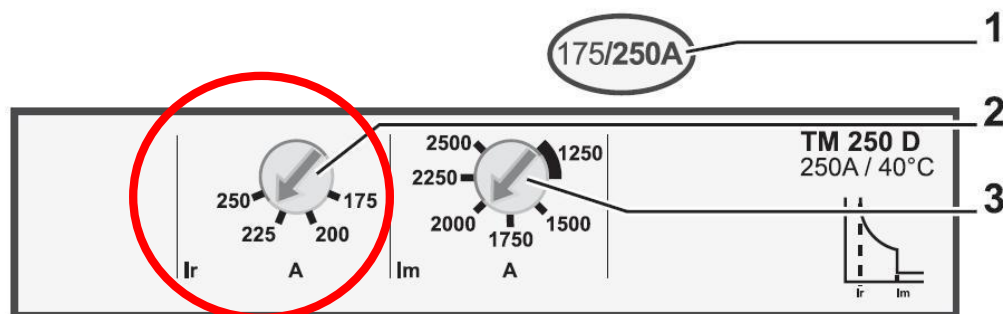
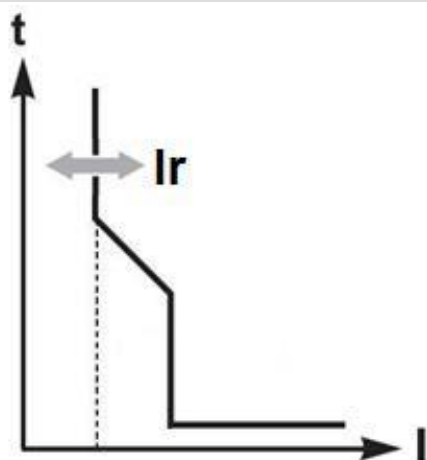
接地故障保護 --- 使用模製外殼斷路器(MCCB)





接地故障保護裝置全攻略

接地故障保護 --- 使用模製外殼斷路器(MCCB)(熱磁脫扣類型產品)



- 1 TM-D 热磁脱扣单元的调节范围
- 2 调节旋钮，用于设置热保护阈值 I_r
- 3 调节旋钮，用于设置磁保护阈值 I_m

过电流保护的 标准设置

IEC 60947-2 标准规定了断路器限值的脱扣特性。
下表总结了 IEC 60947-2 标准推荐的断路器保护功能：
长延时保护

反时限型的长延时保护（带有 I^2t 常数）：

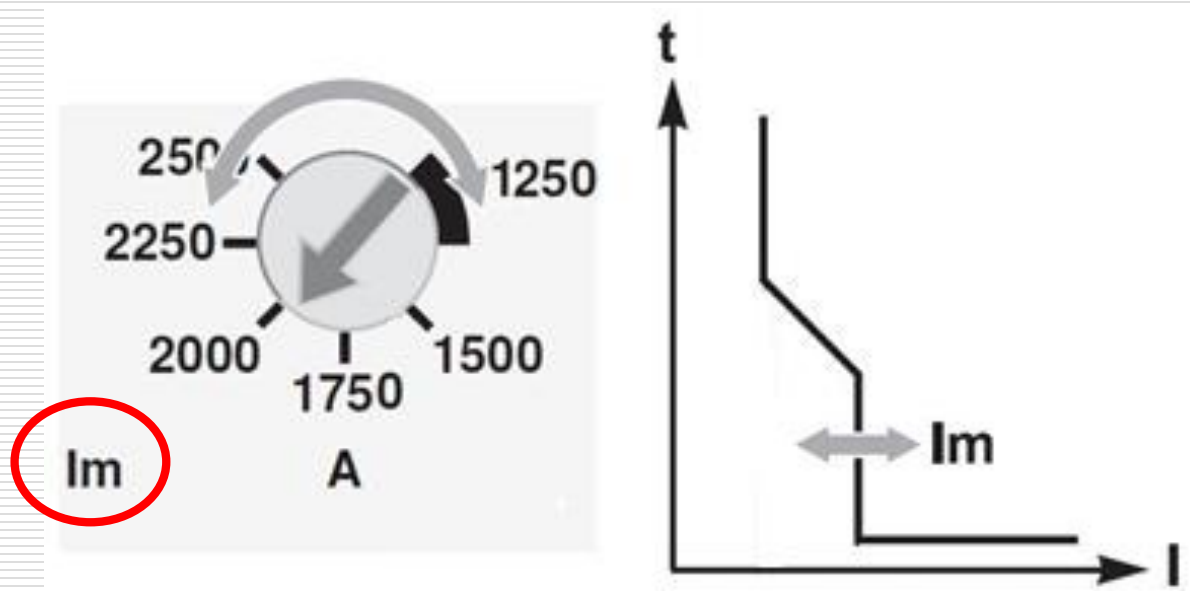
- 对于低于 105% I_r 的电流不脱扣
- 对于以下电流，脱扣时间要小于两小时：
 - 120% I_r ，对于电子脱扣单元
 - 130% I_r ，对于热磁脱扣单元

对于更高的故障电流，脱扣时间与故障电流值成反比。



接地故障保護裝置全攻略

接地故障保護 --- 使用模製外殼斷路器(MCCB)(熱磁脫扣類型產品)



过电流保护的 标准设置

瞬时保护

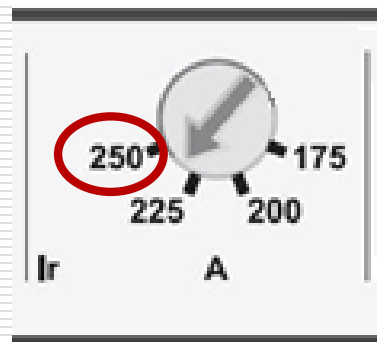
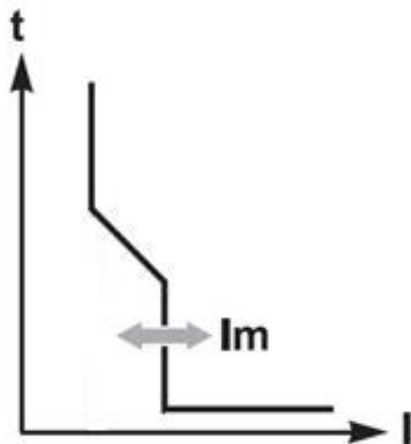
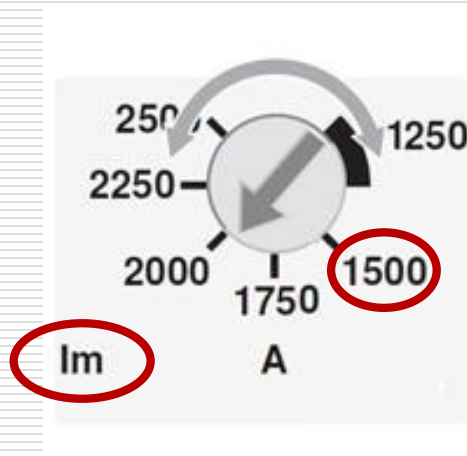
瞬时保护与时间无关：

- 电流低于瞬时设定的 80% 时不脱扣
- 电流等于瞬时设定的 120% 时脱扣
脱扣时间小于 0.2 秒。

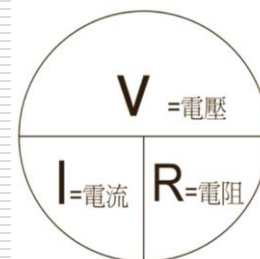


接地故障保護裝置全攻略

接地故障保護 --- 使用模製外殼斷路器(MCCB)(熱磁脫扣類型產品)



設定電流：250A



電學基本定理 $R = V \div I$

过电流保护的
标准设置

瞬时保护

瞬时保护与时间无关：

- 电流低于瞬时设定的 80% 时不脱扣
- 电流等于瞬时设定的 120% 时脱扣

脱扣时间小于 0.2 秒。

I_m 設定：1500A (6x I_r)

起動電流：1500A x 1.2 = 1800A

故障阻抗：220V / 1800A ≤ 0.12Ω

跳脫時間：< 0.2秒



接地故障保護裝置全攻略

接地故障保護 --- 使用模製外殼斷路器(MCCB)(熱磁脫扣類型產品)

表 11(13)

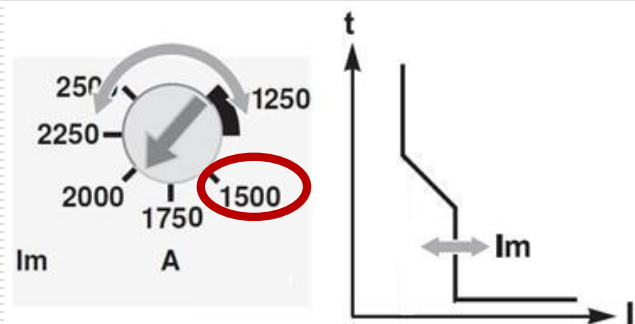
當電路以符合 IEC 60947-2
或等效規定的模製外殼斷路器保護而標稱電壓為 220 伏特時
在 5 秒內切斷電源的最大接地故障環路阻抗

模製外殼斷路器額定值 (安培)		30	50	60	100	150	200	250	300	400
不可調校的模製外殼斷路器 Zs (歐姆)		0.56	0.44	0.42	0.125	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
可調校的模製外殼 斷路器 Zs (歐姆)	磁力調校度 = “低”	-	-	-	-	-	-	0.1	0.08	0.06
	磁力調校度 = “高”	-	-	-	-	-	-	0.05	0.04	0.03

當電路以符合 BS 88

第 2 及 6 部或等效規定的一般用途熔斷器保護而標稱電壓為 220 伏特時
在 5 秒內切斷電源的最大接地故障環路阻抗

熔斷器額定值 (安培)	6	10	16	20	32	50	60	80	100	160	200	250	315	400
Zs (歐姆)	12.9	7.1	4.0	2.8	1.8	1.0	0.83	0.55	0.40	0.24	0.18	0.15	0.1	0.09



額定電流：**250A**

Im設定：1500A(6xIn)

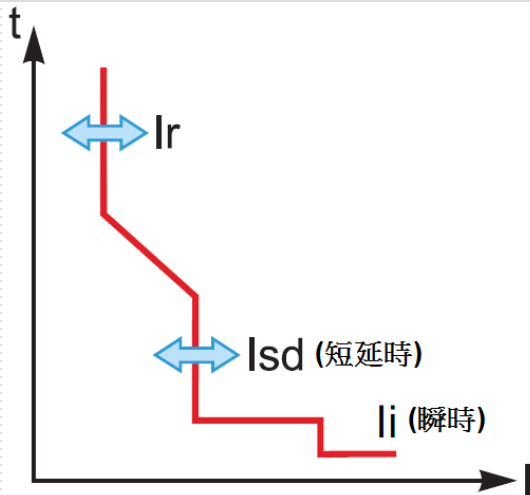
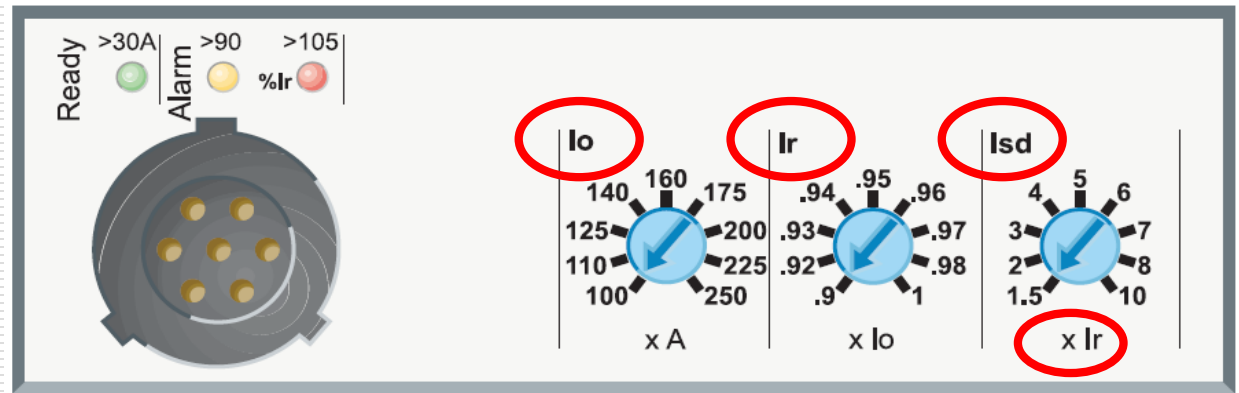
故障阻抗：

220V/1800A ≤ 0.12Ω



接地故障保護裝置全攻略

接地故障保護 --- 使用模製外殼斷路器(MCCB)(電子脫扣類型產品)



S₀ 帶有固定延時的短路短延時保護

脫扣電流設定值(A)

$I_{sd} = I_r \times \dots$

1.5 2 3 4 5 6 7 8 10

精度 $\pm 10\%$

延時(ms)

tsd

不可調

非脫扣時間

20

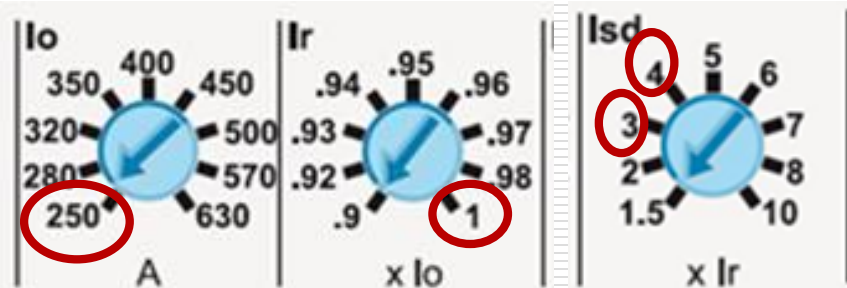
最大分斷時間

80



接地故障保護裝置全攻略

接地故障保護 --- 使用模製外殼斷路器(MCCB)(電子脫扣類型產品)



S₀ 帶有固定延时的短路短延时保护

脱扣电流设定值(A)
精度 ±10 %

$I_{sd} = I_r \times \dots$ 1.5 2

延时(ms)

tsd 不可调

非脱扣时间 20

最大分断时间 80

I_r (滿載電流)設定：250A (250A×1)

I_{sd} (短延時)設定：1000A (4× I_r)

起動電流：1000A × 1.1 = 1100A

故障阻抗：220V/1100A ≤ 0.2Ω

跳脫時間：≤0.08秒

I_{sd} (短延時)設定：750A(3× I_r)

起動電流：**750A×1.1=825A**

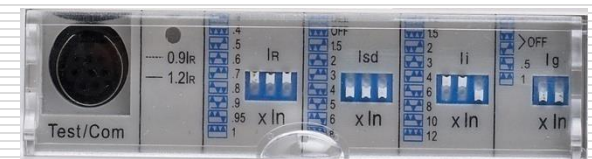
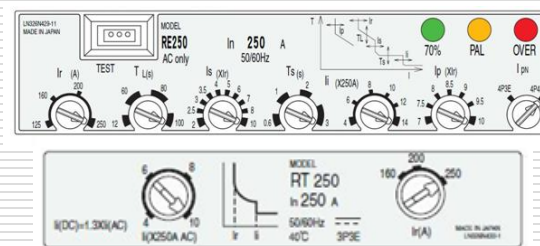
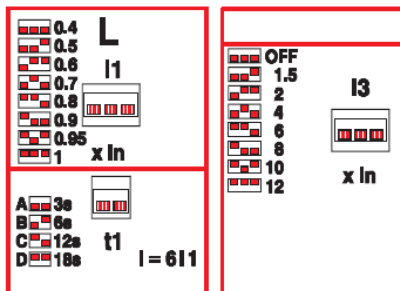
故障阻抗：**220V/825A≤0.26Ω**



接地故障保護裝置全攻略

講座舉例的各項產品，並不是為某一品牌的產品推廣。
其他市場上的品牌，也有供應相同功能的產品。

有關的設定和計算，必須參考廠商的相關產品資料





接地故障保護裝置全攻略

選用比較(1)

在符合《工作守則》有關Zs的規定情況下(200~250A)

	價錢比例	安裝位置 要求	技術要求
熔斷器(明裝)開關	相差不大	相差不大	簡單 根據《工作守則》資料
熱磁脫扣可調式 MCCB	相差不大	相差不大	較高 需要了解產品特性 需要 <u>向監管機構提交</u> 1. 產品資料 2. 技術數據 3. 跳掣曲線



接地故障保護裝置全攻略

選用比較(2)

Zs 未能符合《工作守則》有關的規定情況下(250~400A)

較	價錢比例	安裝位置 要求	技術要求	試驗
MCCB配合 IDMT繼電器	~1.3x	比較大	高 需要了解 繼電器設定	次級注電試驗
電子脫扣可調式 MCCB	1x	一般	較高 需要了解 產品特性 需要 <u>向監管機構提交</u> 1. 產品資料 2. 技術數據 3. 跳掣曲線	無需特別試驗



接地故障保護裝置全攻略

提交資料舉例 (部份資料)

MCCB 的設定和計算：

$$I_o = 320A,$$

$$I_r = I_o \times 0.95 = 304A$$

$$I_{sd} = 4 \times I_r = 1216A,$$

啟動電流 (Pick-up current with accuracy factor +10%) = 1338A

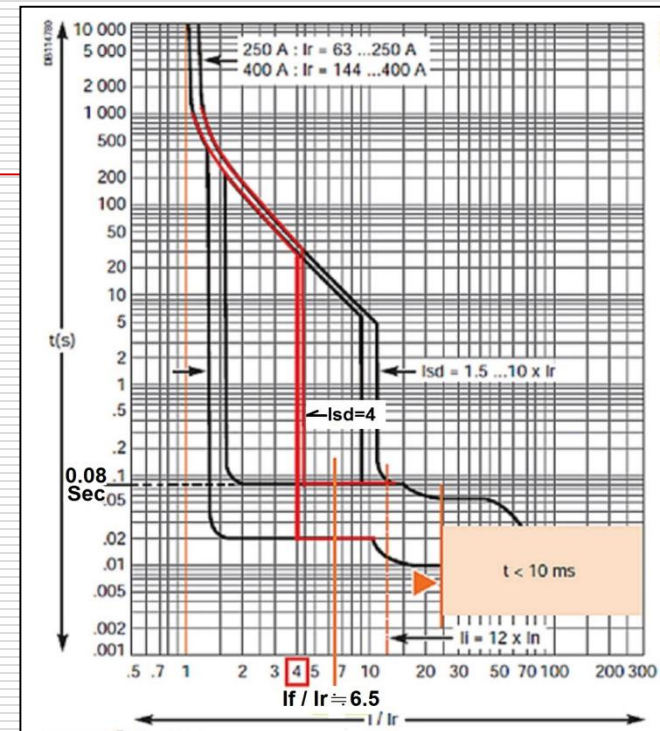
裝置接地故障資料和計算：

現行裝置的接地故障環路阻抗值(Z_s) = 0.11 Ohm

接地故障時出現的故障電流(I_f)= 220V / 0.11Ohm

$$= 2000A (\approx 6.5 \times I_r)$$

$$2000A > 1338A$$







接地故障保護裝置全攻略

使用可調式保護器的注意要點

1. 調定的數據，應清楚和穩妥地展示在接近保護器的地方
2. 盡可能使調定的數據，不容易受到無意的干擾

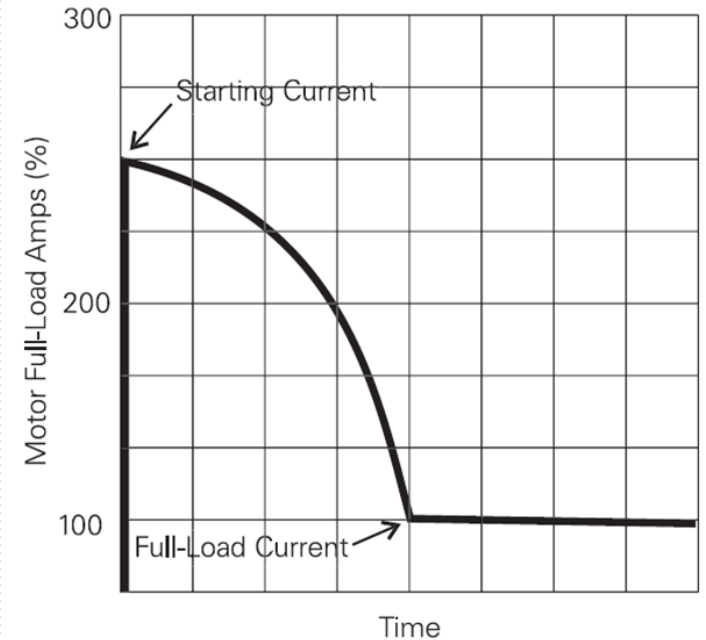
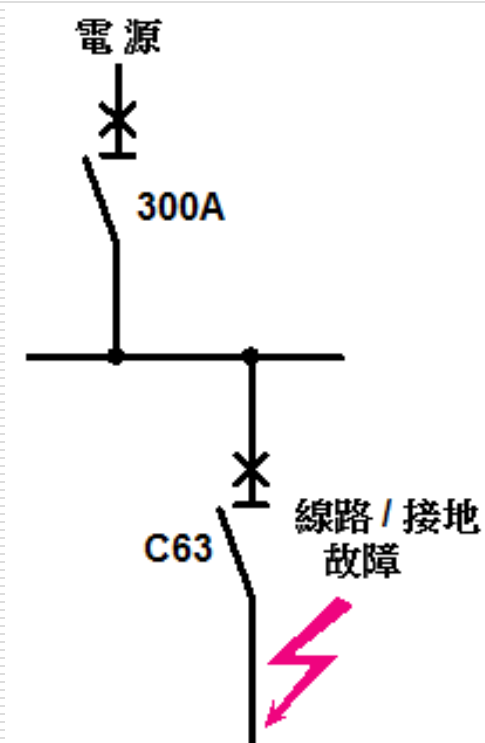




接地故障保護裝置全攻略

使用電子脫扣類型MCCB的注意要點

1. 裝置中電動機的起動電流會不會影響到MCCB跳掣？
2. 保護裝置的層級協調？





接地故障保護裝置全攻略

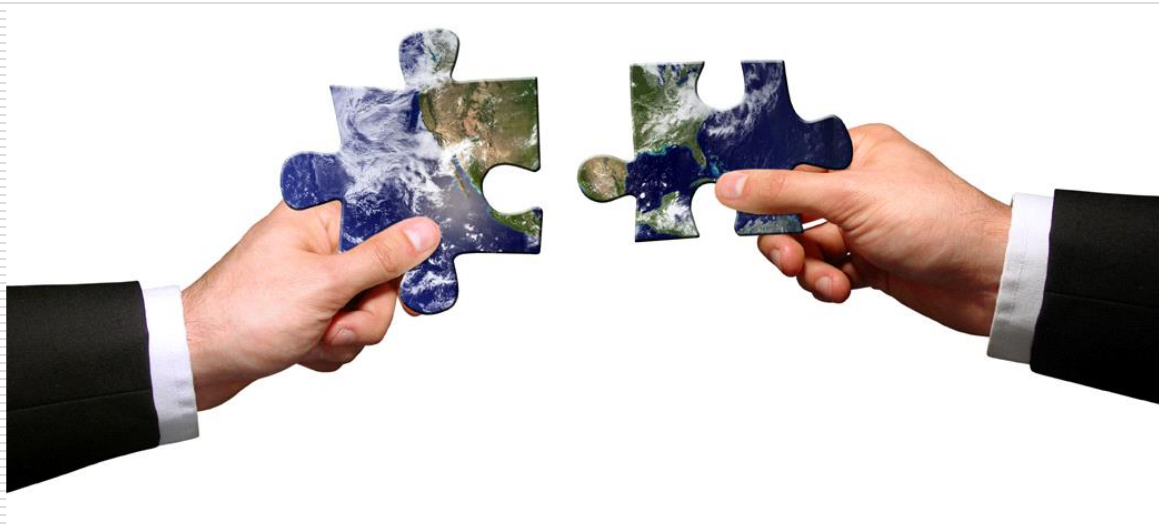
提問及討論





接地故障保護裝置全攻略

謝謝



技術支援熱線：2393 9955

WhatsApp：5939 6500

網址：<http://www.eeunion.org.hk>

電郵：info@eeunion.org.hk