

歡迎

訂閱港燈的「e-電工快訊」。在這新一期的「e-電工快訊」，我們將為你闡述低壓總開關保護系統設計的重點。

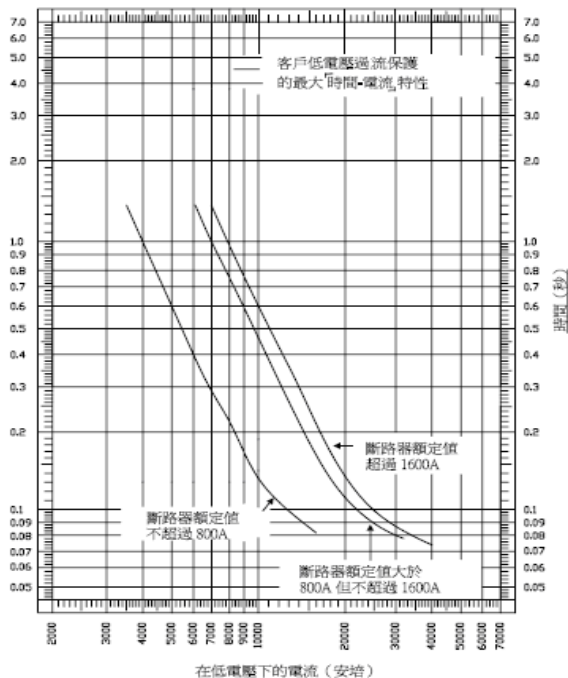
我們希望能為你提供方便及有用的參考資料。如果你有任何建議，歡迎你發電郵給我們(電郵地址：mail@hec.com.hk)或聯絡我們的客戶裝置組(電話 2887 3455)，讓我們的服務質素作進一步的提升。

客戶低壓總開關保護系統設計

客戶低壓總開關須設有自動斷路裝置，在相間故障及接地故障時提供保護。有關保護設備的型號及設定，須與港燈的供電保護設備互相配合。客戶低壓總開關過流保護，必須配合港燈變壓器高壓的保護設備，而其操作時間，不能超過港燈可接受的最大「時間－電流」曲線特性，如圖一所示。此外，保護設備的特性亦須與接地故障環路阻抗互相配合，在接地故障時，必須在 5 秒內將電源截斷。

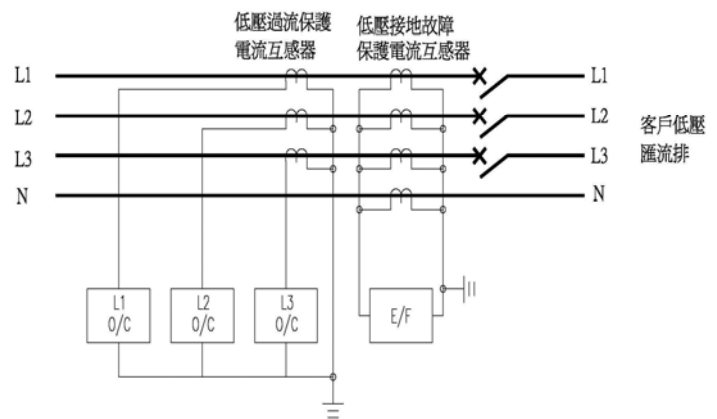
戶的過流保護繼電器和接地故障保護繼電器是共用同一組保護電流互感器，則應採用高輸出的保護電流互感器和低負載的接地故障保護繼電器，以防止保護電流互感器於低壓裝置發生故障時出現飽和的情況，導致保護繼電器不能正常操作。

除上述方法外，也可使用兩組保護電流互感器分別接駁至過流保護繼電器及接地故障保護繼電器，如圖二所示。



圖一：客戶低壓總開關保護設備的可接受過流保護「時間－電流」特性

根據現行規例，當電力供應是來自供電變壓器時，客戶的接地系統應接駁至港燈的接地系統。因此，低壓裝置的接地故障電流將會有顯著的增加，而最高值可與相間故障電流相等，即四萬安培。如果客



圖二：客戶低壓總開關保護設備的保護電流互感器安排建議

就保護系統設計時所需考慮的因素包括：保護設備的設定及操作特性、保護電流互感器是否有足夠的輸出等。以下，我們將透過一個設計例子來闡述有關客戶低壓總開關保護系統的設計，以供參考。

步驟一：評核保護設備的設定

有關客戶總開關／保護繼電器及保護電流互感器的資料／設定，請分別參閱表一及表二。

總開關	總開關設定值(In)	1600A
	總開關內置即時跳閘電流設定值(I)	$I = I_n \times 10 = 16000A$
過流保護繼電器	操作桿設定範圍	2.5 - 10 A
	時間倍率設定範圍	0.1 - 1
	操作桿設定值	5 A
	時間倍率設定值	0.1
	電流額定值	5A
	額定值電流下的負載	3VA
	在操作桿設定值下的保護繼電器阻抗 (Ro)	0.027Ω
接地故障保護繼電器	操作桿設定範圍	0.5 - 2 A
	時間倍率設定範圍	0.1 - 1
	操作桿設定值	0.5 A
	時間倍率設定值	0.1
	電流額定值	5A
	額定值電流下的負載	3VA
	在操作桿設定值下的保護繼電器阻抗 (Re)	3.12Ω

表一：客戶總開關及保護繼電器的資料／設定

保護電流互感器資料：				
功能	比率	伏安培及等級	保護電流互感器電阻值(Rs)	接駁導線電阻值(Rp)
過流保護	1600/5	13VA10P15	0.5Ω	0.053Ω
接地故障保護	1600/5	13VA10P15	0.5Ω	0.053Ω
飽和電壓: 48 V				

表二：保護電流互感器資料

步驟二：評核保護電流互感器的輸出

我們須計算在電力裝置發生故障時，過流及接地故障保護電流互感器是否有足夠的輸出，以防止保護電流互感器出現飽和的情況，導致保護繼電器不能正常操作。計算詳情請參閱表三：

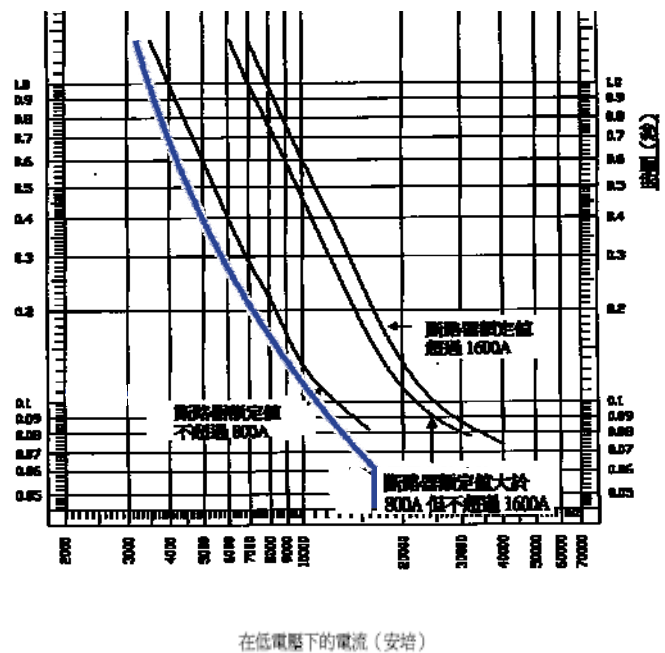
總開關設定值	$I_n = 1600 A$
總開關內置即時跳閘電流設定值	$I = I_n \times 10 = 16000 A$
保護電流互感器比率	$I_r = 1600/5 = 320$
保護電流互感器電阻值	$R_s = 0.5 \Omega$
連接保護電流互感器的導體電阻值	$R_p = 0.053 \Omega$
在操作桿設定值下的過流保護繼電器阻抗	$R_o = 0.027 \Omega$
在操作桿設定值下的接地故障保護繼電器阻抗	$R_e = 3.12 \Omega$
過流保護電流互感器輸出	$= (I / I_r) \times (R_s + R_p + R_o)$ $= (16000 / 320) \times (0.5 + 0.053 + 0.027) = 29.0 V$
接地故障保護電流互感器輸出	$= (2 \times I_n / I_r) \times (R_s + R_p + R_e)$ $= (2 \times 1600 / 320) \times (0.5 + 0.053 + 3.12) = 36.7 V$

表三：過流及接地故障保護電流互感器輸出電壓摘要

根據表二所選用的保護電流互感器的飽和電壓是48V。從上述數據證明其建議的電流互感器，在相間及接地故障下有足夠的輸出以符合保護的要求。

步驟三：評核過流保護是否可配合港燈變壓器高壓的保護設備

將建議設定值下的過流保護「時間 - 電流」曲線特性繪製在上文的圖一上，如圖三所示。結果顯示該過流保護設備的操作時間不超過港燈可接受的最大「時間 - 電流」曲線特性。



圖三：1600A 客戶總開關過流保護操作特性曲線

步驟四：評核保護設備特性是否可配合接地故障環路阻抗

保護設備的特性須與接地故障環路阻抗互相配合，在接地故障時，必須在5秒內將電源截斷。就以上設計例子，假設該電力裝置的接地故障環路阻抗是 $Z_s \Omega$ ，接地故障電流便等如 $220V / Z_s \Omega (A)$ 。我們可根據有關的接地故障電流值、接地故障保護繼電器的設定值及其「時間 - 電流」曲線特性，查核及確保在接地故障時，保護設備能在5秒內操作，將電源截斷。

綜合以上計算／評核結果，上述保護設備的設定及操作特性符合有關要求，並在電力裝置發生故障時，能在規定的時間內正常操作。

為協助註冊電業承辦商／工程人員評核客戶總開關的保護系統是否符合有關要求，我們很樂意就他們的設計作出適當的建議。註冊電業承辦商／工程人員可提交總開關保護系統的設計摘要，以便我們作出考慮。設計摘要可參考港燈的「接駁電力供應指南」第四章。