



兼顧EMI/PCB布局/應用模擬
高速傳輸介面設計邁大步

新通訊

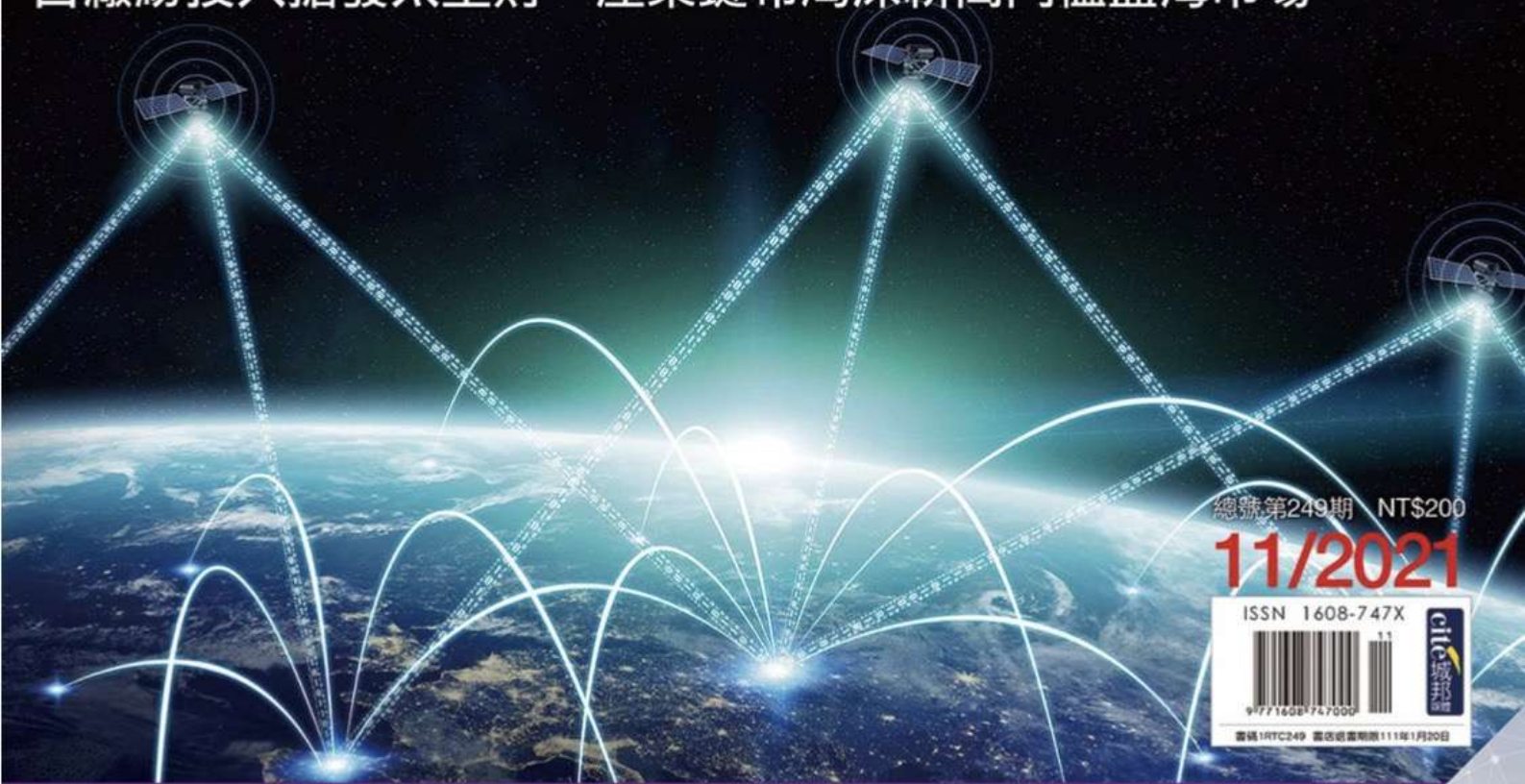
Communication
Components
Magazine
元 件 雜 誌

► www.2cm.com.tw

► 掌握通訊產業脈動

衛星通訊上軌道

商轉應用漸入佳境 低軌道衛星打造環球立體通訊網
台廠紛投入搶發太空財 產業鏈布局深耕高門檻藍海市場



總號第249期 NTS200

11/2021

ISSN 1608-747X



零售1NTC249 廣告送禮期限111年1月30日

技術博學堂

體現無線資源共享經濟
網路切片放大5G優勢

嵌入式RTOS華麗變身
作業系統翻轉IoT開發

趨勢大追擊

迎戰供需失衡大斷鏈時代
技術策略化解供應鏈危機

更安全且互補各無線技術
UWB問鼎定位測距



線上供應超過
1040 萬款產品

DIGIKEY.TW



完善802.3bt電源端設計 乙太網供電揮別火災風險

文 | Bob Card

根據美國國家防火協會(NFPA)資料顯示，電氣和照明設備是引起美國商業火災的第三大源頭。典型根源是老舊或有缺陷的電線、超載的電路、鬆動的連接、故障保險絲、不平衡的電力負荷以及許多其他電氣或雷擊問題，導致過熱、產生火花，最終引發火災。

主電源透過三根絕緣銅線傳輸長短距離的交流電：火線、中性線和接地。火線帶有交流電勢差(120VAC或230VAC)。中性線接通電路並保持在或接近地電位或0V。地線是一條安全線，在發生故障時將電路接地。簡而言之，與保險絲和斷路器一起，主電源將其銅線總質量的33%(即接地線)用於安全，如圖1所示。



圖1 左邊為2.5mm²實心銅質電源線的橫截面；右邊是相同比例的23AWG實心銅質CAT6電纜

乙太網路供電(PoE)在電源設備(PSE)和受電設備(PD)之間，透過乙太網路電纜傳輸短距離(最多100公尺)直流電。根據PoE標準，最多使用八根銅線傳輸直流電，包括返回路徑。簡而言之，PoE並沒有將任何銅線用於安全。從道理和架構上說，PoE標準將安全控制從銅線(主電源)轉移到矽上。這裡有兩個好處，包括矽比銅便宜許多，而且矽可以進行程式編碼，銅則無法。

2-Pair電源對比4-Pair電源

乙太網路使用RJ45連接器，它有八個觸點，這些觸點被分為四個差分(Diff)對，如圖2所示。在10BASE-T(10Mbps)和100BASE-TX(100Mbps)網路中，四個差分對中，只有兩個用於傳輸資料，剩下兩個差分對沒有使用。在1Gbps乙太網路中，所有四個差分對都用於資料傳輸。

利用現有的10/100/1000M乙太網路基礎設施，IEEE 802.3af(PoE)提供350mA/對，最大57V；IEEE 802.3at(稱為PoE 1)提供600mA/對，最大57V。利用這些未使用的線對提供電力，實現替代A或B兩種替代模式：

Standard	Maximum Power		
	Type	PSE output	PD input
802.3af (PoE 1)	1	15.4 W	13 W
802.3at (PoE 1)	2	30 W	25.5 W
802.3bt (PoE 2)	3	60W	51W
	4	90 W	71.3 W

(2-pair power):
802.3af (350mA/ pair) & 802at (600mA/ pair)
Mode A: Pair 2 and 3
Mode B: Pair 1 and 4

(4-pair power):
802.3bt (960mA pair)
Pair 1, 2, 3 and 4

圖2 2-pair電源對比4-pair電源

1.替代方案A(PSE)或模式A(PD)，在不同的線對2和線對3上傳輸電力。

2.替代方案B(PSE)或模式B(PD)，在不同的線對1和線對4上傳輸電力。

同時，PoE 2或IEEE 802.3bt使用所有四個不同的線對，以960mA/線對運行4-pair電源，最大為57V，使得電源端最大可傳輸90W功率。

IEEE 802.3bt(90W)分類

乙太網路聯盟(Ethernet Alliance)將這四種類型進一步劃分為八個不同的類別，如圖3所示。對於電源設備來說，每個PoE 2類別(5~8)依次遞增15W功率；對於受電設備來說，每個PoE 2類別依次遞增11W功率；更精細的類別與類型劃分可優化多埠PSE的能效，為連接的PD提供各種功率，特別是隨著連接的PSE埠數量增加，能效提升更為明顯。

IEEE 802.3af/at/bt供電階段

PSE和PD之間的PoE供電遵循檢測、分

Standard	Class Number	Type	Power	
			PSE output ¹⁾ Power (W)	PD input ²⁾ Power (W)
802.3af (PoE)	0	1	15.4	12.95
	1	1	4	3.84
	2	1	7	6.49
	3	1	15.4	12.95
802.3at (PoE 1)	4	2	30	25.5
802.3bt (PoE 2)	5	3	45	40
	6	3	60	51
	7	4	75	62
	8	4	90	73

1) Maximum power delivered
2) Maximum cable loss included.

Backward Compatible

圖3 IEEE 802.3bt分類

類、啟動、運行、斷開連接等五個不同的階段，如圖4所示。

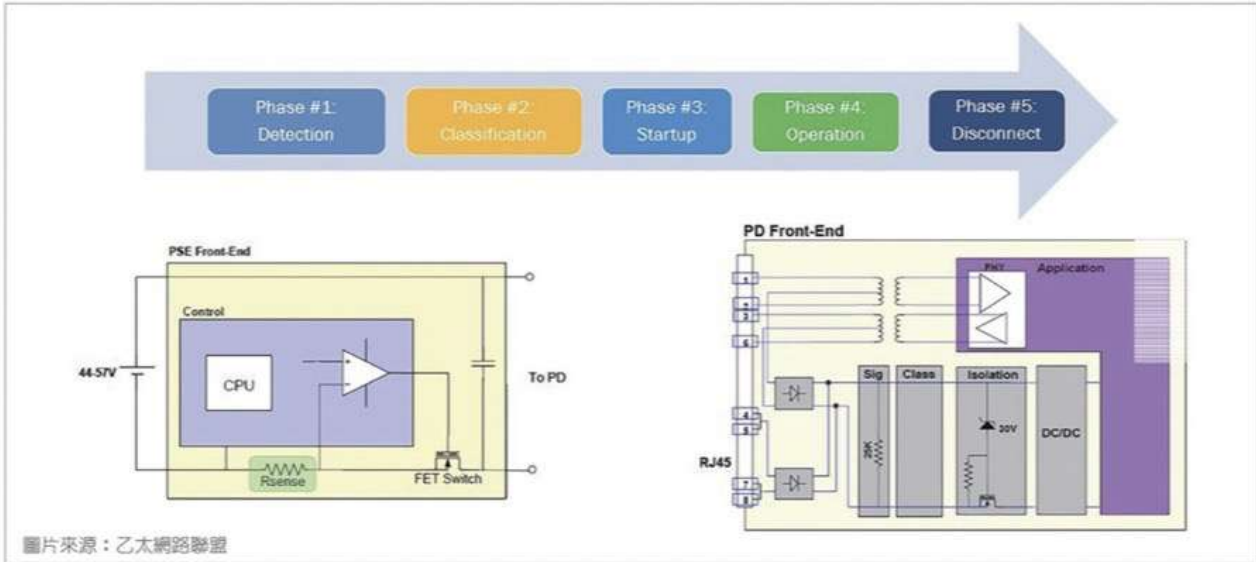
PSE包含一個與返回電流路徑串聯的Rsense電阻，用於測量由PD抽取的電流。PD上還有一個25k的下拉特徵電阻，用於通知PSE進行檢測。

第1階段：檢測

當PSE和PD透過乙太網路電纜連線時，PD向PSE提供一個25kΩ的下拉電阻，如圖4右圖所示，PSE在500ms的時間內進行兩次電流測量：

- 施加電壓2.8V並測量I
- 施加電壓10V並測量I

透過計算 $\Delta V / \Delta I$ ，若PSE測量出的電阻值為19至26.5KΩ，PSE可接受檢測為有



圖片來源：乙太網路聯盟

圖4 PoE供電階段

Requested Class	Event 1	Event 2	Event 3	Event 4	Event 5
Class 1	1	1	1	/1/	/1/
Class 2	2	2	2	/2/	/2/
Class 3	3	3	3	/3/	/3/
Class 4	4	4	4	/4/	/4/
Class 5	4	4	0	0	/0/
Class 6	4	4	1	1	/1/
Class 7	4	4	2	2	2
Class 8	4	4	3	3	3

圖5 PD產生的類別特徵

- 類別簽名2：17mA至20mA
- 類別簽名3：26mA至30mA
- 類別簽名4：36mA至44mA

該圖抓取在每個類別事件(列)期間需要的類別簽名(行)，以確定PD類別(1~8)。例如類別7的PD將在類別事件1期間，提供40mA；在類別事件2期間，提供40mA；在類別事件3至5期間，提供18mA。PSE在每個時間事件期間測量PD的汲電流，以了解PD的類別。

PSE負責向線路施加如下圖6中描述的電壓，而PD負責抽取相應的五種不同類別簽名的電流。

· 自動分類

如圖5所示，類別事件1比其他類別事件要長。這是802.3bt特有的，而802.3at或802.3af則沒有這種情況。如果PD也符合802.3bt，則PD可以在類別事件1的81ms內，改為類別簽名0(1到4mA)，這通知802.3bt PSE，PD也是802.3bt並支援自動分類。

效，否則PSE必須視為檢測無效。進行差分測量的好處為任何周圍的雜訊(產生雜訊的源稱為Aggressor，侵害源)對每次測量都是共模的，因此將被抑制(共模抑制)。

第2階段：分類

在分類階段，PD向PSE宣布其要求的類別簽名(Signature)或功率要求。如圖5所示，分類階段被分為五個類別事件或時隙：

- 類別簽名0：1mA至4mA
- 類別簽名1：9mA至12mA

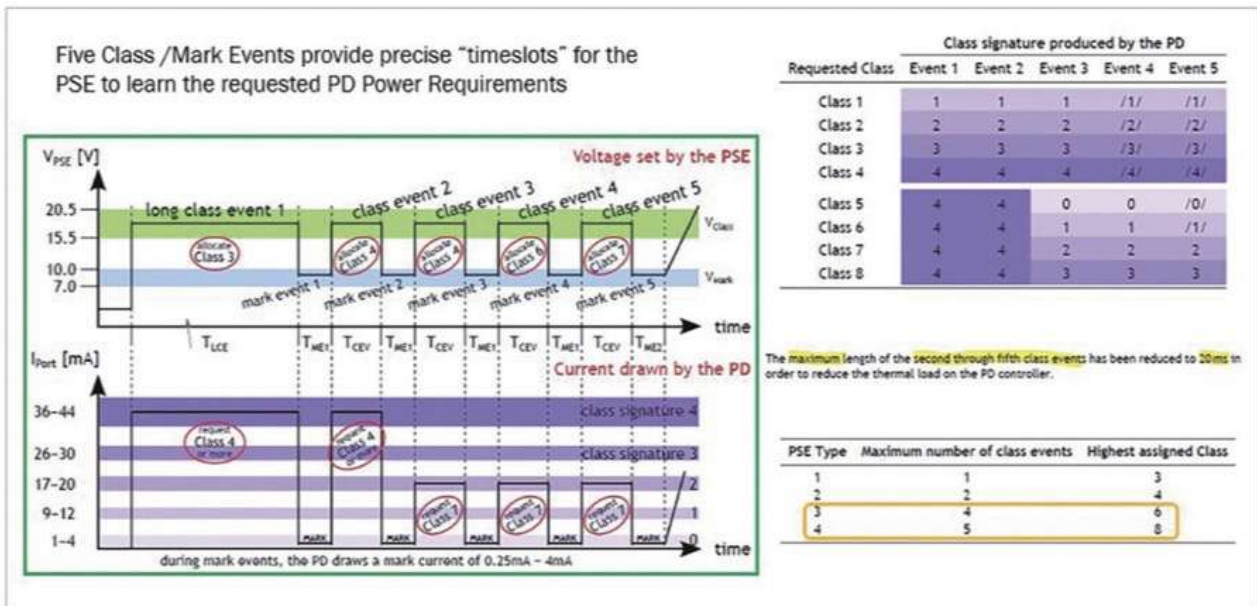


圖6 類別簽名和電流水準

在PD通電後，PD按其最大功率運行約1.2秒。PSE測量PD的功率並增加一些餘量，這個新的功率水準，就是PSE優化之後提供給PD的功率。

自動分類優化PSE的功率分配。例如一個PD在運行期間需要最大65W的功率，該PD將向PSE確認自己為類別8級，以保證PD獲得65W。如果沒有自動分類，PSE將分配90W，以確保PD獲得65W。有了自動分類，PSE可能只測量：66.5W(短電纜長度，線損大約1.5W)，+1.75W餘量=68.25W配電。

和原來的90W相比，節省功率21.75W或25%。雖然這看起來不大，但如果PSE交換機有8個802.3bt埠，自動分類可以優化每個埠(根據線纜長度不同，線損也不同)，進而節省數百瓦的總能效。

第3階段：啟動

在啟動階段，PSE負責將類別1至類別4

的浪湧電流限制在450mA，類別5至類別8的浪湧電流限制在900mA。

在啟動階段，PD負責將類別1至類別6的負載電流限制在400mA，類別7至類別8的負載電流限制在800mA。

第4至5階段：運行至斷開連接和維持功率特徵

電源保持簽名(MPS)是一個保持運行的功能，其中PD從PSE抽取週期性的電流脈衝，以通知PSE，PD還沒有斷開連接。如果PSE在每隔400ms後沒有收到PD的MPS，那麼PSE必須斷開PD的電源。

IEE 802.3bt PD應用框圖

圖7描述一個典型802.3bt受電設備的應用圖。從左到右，變壓器將乙太網路10/100/1000M資料交流耦合到附近的處理器。全波整流是由GreenBridge 2完成，比傳統的矽二極

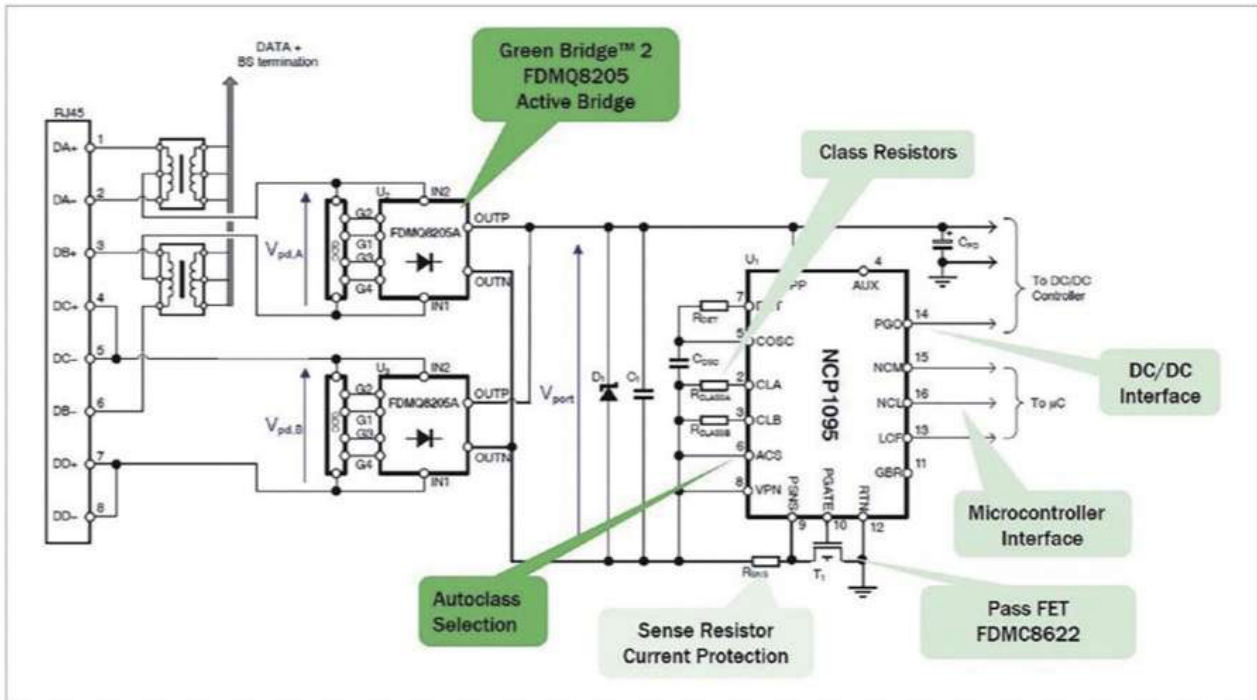


圖7 802.3bt應用框圖

體橋消耗的功率更少。有廠商如安森美(ON Semiconductor)的PD介面晶片NCP1095(引腳7)，提供25kΩ的檢測下拉電阻，而引腳2和3透過Class類別(外接電阻值)確定PD的功率要求，在連接後的分類事件中傳達給PSE。引腳6、8、9和10分別透過外部Rsense和MOS管門極共同控制浪湧和提供過電流保護(OCP)。在引腳13、15和16上提供與外部處理器的3位元(Bit)的狀態資訊。引腳14(PGO)在PoE電源輸出穩定時通知下游DC/DC元件。引腳4允許NCP1095從本地輔助電源上電，而引腳6控制自動分類，這是802.3bt的一個新功能。

針對PSE進行編碼或可有效防止火災

相對來說，保險絲、斷路器和接地

線，對於防止電氣火災沒那麼靈活，特別是與IEEE 802.3bt的功能相比。IEEE 802.3bt所提供的供電功能，如分類、自動分類、浪湧控制和MPS，要優越得多。例如在布電的情況下，隱藏在牆壁或天花板中的齧齒動物容易引起電氣火災，而沒有任何警告。相比之下，若PD沒有每隔400ms向PSE提供一個MPS，PSE就會自動切斷PD的電源。

因此可以想像，對PSE進行編碼，以協助意外斷開，這將向IT部門觸發一個早期警告標誌，有可能防止建築物火災等災難性事件。同時，分類和自動分類智慧地分配一個負載所需的確切功率，這是一種安全且高效的配電方式。就像前面提到的，矽比銅便宜得多，矽可以編碼，但銅無法。

(本文作者為安森美先進方案部門美國行銷經理)