

資料中心和網路機房的動態功率變化

第 43 號白皮書

版本 3

作者 James Spitaels

> 摘要

資料中心和網路機房的功率要求隨計算負載的變化而瞬息萬變。這種變化的幅度已經在增長，並且隨著電源管理技術在伺服器 and 通信設備中的部署會繼續急劇增長。這種變化帶來了可用性和管理方面的新問題。

目錄

簡介	2
動態功率變化的幅度	2
與動態功率變化相關的問題	3
管理動態功率變化	4
結論	5
資源	6

簡介

資料中心和網路機房消耗的總電源功率是已安裝的 IT 設備所消耗功率的總和。在以前，這類設備的耗電量隨計算負載或工作模式的不同，只會發生極小的變化。

為延長筆記本電腦的電池供電時間，需要對處理器的電源消耗進行管理。電源管理技術的應用使筆記本電腦處理器在負載較小的情況下可節電高達 90%。隨著此項技術的逐漸成熟，人們已開始將其移植到伺服器的設計中。其結果是當新開發的伺服器的工作負載隨時間發生變化時，其耗電量可能會隨之發生顯著變化。

當功率隨時間發生變化時，隨之而來的是資料中心和網路機房設計和管理方面的各種新問題。在幾年以前，這種問題是可以忽略的。現在，問題已到達不容忽略的程度，並且問題的嚴重性還在不斷加劇。

這種耗電量波動會導致在資料中心和網路機房環境中發生意外的不良後果，包括斷路器跳脫斷開、過熱和冗餘電源系統中的冗餘功能喪失。這種情況給資料中心和網路機房的設計和操作人員帶來了新的挑戰。

動態功率變化的幅度

在整個 20 世紀 90 年代，幾乎所有伺服器所消耗的功率都接近於恆定。造成伺服器功率變化的主要因素是磁碟機的旋轉以及溫控風扇的速度變化。處理器和記憶體子系統上的計算負載所導致的功率變化很小，在總耗電量中可以忽略不計。在典型的小型公司或企業伺服器中，總功率變化一般在 5% 左右，並且這種變化幾乎與計算運行狀態無關。

要大幅度降低耗電量，需要 BIOS、晶片組、處理器和作業系統之間協調配合。在這樣一個電源受到管理的系統中，每當處理器的使用率低於 100% 時，作業系統就會執行空間執行緒，使處理器進入低功率狀態。處於低功率狀態的時間量與系統上的計算負載成反比（例如，當 CPU 的使用率為 20% 時，處理器將有 80% 的時間處於低功率狀態）。

不同的供應商和不同種類的處理器採用不同的方法來實現低功率狀態。但是，最常見的方法包括減少或停止時鐘和減少或停止對處理器、晶片組和記憶體的各個部件供電。

最近，處理器供應商開始引入可在 CPU 執行任務時節省電力的方法。這些方法包括改變處理器的時鐘頻率和電壓大小，以便更好地匹配處理器在非空閒狀態下的工作負載。

需要注意的是，任何在一定條件下減小處理器耗電量的方法，所減小的都是系統平均耗電量。最大耗電量不會改變，並且每一代新 CPU 都有耗電量升高的趨勢。另外，您還必須認識到，當處理器耗電量在伺服器總耗電量中所占比例較大時，由計算負載造成的伺服器總耗電量的變化也會相應變大（按百分比計）。因此，具有多處理器的伺服器和磁碟機很少的伺服器（如，刀鋒伺服器），其動態功率變化百分比最高。

表 1 給出了幾種伺服器的實際測量值，並顯示出在電腦上載入不同的計算負載時，測量到的 AC 電源變化。

表 1
伺服器的實際
動態功率變化

平臺	處理器	小負載消耗	大負載消耗	變化百分比
Dell PowerEdge 1150	Dual Pentium III - 1000	110 W	160 W	45%
Intel Whitebox	Pentium 4 - 2000	69 W	142 W	106%
IBM BladeCenter HS20 整主機殼 — 14 個刀鋒伺服器	Dual Xeon 3.4 GHz	2.16 kW	4.05 kW	88%
HP BladeSystem BL20pG2 整主機殼 — 8 個刀鋒伺服器	Dual Xeon 3.06 GHz	1.55 kW	2.77 kW	79%

與動態功率變化 相關的問題

動態功率變化導致以下新問題的產生：

分支電路超載

在多數時間下，大部分伺服器都在小計算負載下運行。對於具有電源管理功能的伺服器而言，這意味著伺服器將消耗少於潛在耗電量的功率。但是，大多數資料中心和網路機房的安裝或維護人員並沒有意識到其通常觀察到的伺服器耗電量可能遠小於高計算負載下的潛在耗電量。這種情況可能會導致資料中心或網路機房的操作人員或 IT 工作人員無意地將過多的伺服器連接到分支電路中。

當分支電路中伺服器的最大耗電量總和超過分支電路的額定值時，就有可能發生超載。在這種情況下，這些伺服器將會正常運行，直到條件發生變化，即足夠多的伺服器同時在大負載下運行。導致此類超載的計算條件很少發生，因此系統可能會連續數周甚至數月無故障地正常運轉。

在由於上述情況而導致的超載條件發生期間，分支電路將在高於電路額定值的電流下工作。在資料中心或網路機房環境中，此情況造成的最嚴重後果是分支電路斷路器可能跳脫斷開並中斷對計算設備的供電。毫無疑問，這是我們最不希望發生的情況。此外，由於這種供電中斷是發生在計算負載很高的時間段，因此計算設備有可能正在處理大量事務，這意味著故障很有可能發生在最不希望發生的時間點上。

過熱

在資料中心和網路機房中，計算設備所消耗的所有電能都會變成熱量散發出來（PoE 交換機是個例外，它將大部分功率透過乙太網電纜傳輸到 VOIP 電話、Wi-Fi 接入點和其他受電設備）。當計算設備的耗電量因計算負載而變化時，其熱量輸出也會變化。如果資料中心某一處設備的耗電量突然增加，就會在資料中心出現局部熱點。資料中心製冷系統的製冷能力可能已根據典型功率耗散情況進行了分配，因此局部區域的功率倍增可能導致不可預期的溫度上升，而這種溫度上升在設計製冷系統時並未考慮。這可能導致設備在過熱時關機，工作異常或者使設備的保修失效。

冗餘喪失

很多伺服器都具有雙冗餘電源輸入，而具有最高可用性的資料中心和網路機房正是利用這一特性為伺服器提供雙路供電。當其中一條供電線路上的任何一點徹底無法供電時，這些系統仍然可獲得電能並繼續運行。在正常運行條件下，電腦設計為讓兩條供電線路平均分擔負載。

當其中一條供電線路發生故障時，伺服器的全部負載就會轉移到剩下的另一條供電線路上。這會導致供電線路上的負載倍增。因此，對於為雙路供電系統中的設備供電的 AC 電源分支電路而言，其負載必須小於額定載流量的 50%。這樣，它才有足夠的剩餘能力在必要時承擔全部負載。

當負載呈現出動態變化的耗電量時，確保分支電路的負載小於其額定值的 50% 變得更加困難。系統在安裝時已經過測試並且分支電路確實是在其額定值的 50% 之下運行。但是，當未來某個時刻出現高計算負載時，系統就有可能開始在大於額定值的 50% 的條件下運行。

如果雙路供電系統的分支電路出現負載超過自身能力的 50% 的情況，那麼系統就喪失了冗餘功能。如果一條供電線路發生故障，第二條供電線路會立即超載並可能發生上一節所述的斷路器跳脫斷開情況。同樣，由於這種供電中斷是發生在計算負載很高的時間段，因此計算設備有可能正在處理大量事務，這意味著冗餘功能喪失很有可能發生在最不希望發生的時間點上。

掩蓋問題

具有動態耗電的設備可能只占資料中心或網路機房總耗電量的很小部分。如果資料中心的 5% 設備具有 2 比 1 的動態功率變化，其他設備消耗恆定的功率，那麼在主供電線路或配電單元處測量到的資料中心總功率只會變化 2.5%。這種測量結果會誤導操作人員，使其確信不會有重大的動態功率變化問題發生。實際上，發生斷路器跳脫斷開、過熱或冗餘功能喪失的風險是非常大的。因此，很有可能問題已存在但經驗豐富的操作人員並未察覺。

管理動態功率變化

為減少上述問題的發生，資料中心和網路機房的設計、管理人員必須針對動態耗電量這一新情況採取必要的應對措施。解決這一問題的方法有很多，下面評述了其中的幾種：

為每台伺服器提供專用分支電路

如果每台伺服器都有獨立的分支電路，分支電路超載就不會發生。這是因為設計方案假定每一台伺服器都透過專用分支電路供電運行。此方法解決了分支電路超載問題和冗餘功能喪失問題。雖然它沒有解決過熱問題，但該問題通常不是最大的風險所在。但是，對於部署了小型伺服器（如 1U 或 2U 伺服器）的工作環境，由於每一機架所需分支電路的數量極其巨大，因此這是一個非常複雜而又昂貴的解決方案。在極端的情況下，裝滿了雙線 1U 伺服器的機架可能需要 84 個分支電路，這意味著需要兩個大型電路斷路器配線板。當使用較大型的伺服器或刀鋒伺服器時，此解決方案更加實用。

建立最壞情況下的安全容限標準並在安裝時測量相容性

多數資料中心和網路機房操作人員都有負載容限標準，通常以占全部負載分支電路額定值的百分數表示。所選擇的典型值一般在分支電路額定值的 60% 到 80% 之間，75% 被認為是兼顧電源容量、成本和可用性的最理想折衷值。要確認與標準的相容性，應對實際分支電路進行測量並確保其符合標準。注意，當系統具有動態變化的耗電量時，由於在測量時很難知道計算負載的情況，使用此方法會面臨嚴峻的問題。最好的方法是在測量時將大計算負載加在有保護的設備上，以確保在最壞的情況下也能符合標準。

建立最壞情況下的安全容限標準並計算相容性

在另一種情況中，保留一份連接到每個分支電路的設備的詳細清單，以及公佈的或測量出的設備最大負載資料，然後將負載相加以確保特定分支電路沒有過載。各設備的最大負載資訊可從其設備製造商處獲得（通常會將負載誇大），或從 UPS 選擇器應用程式獲得。這類應用程式可在 [APC 網站](#) 上找到。保留詳細的分支電路清單是大型高可用性資料中心的工作慣例。但是，這需要操作員能做到時刻準確掌握每個分支電路中所插入的設備。對於大多數網路機房和較小的資料中心，由於對用戶沒有足夠的控制，因此不能確保使用者不會移動設備、交換設備的位置，或將設備插入其他的插座中。因此，對於很多安裝場所，此方法是不切實際的。

可以將這些容限值進一步降低以便為動態功率的增加做好準備。例如，安全容限規格可以定為當設備在空閒狀態下運行時，測量到的分支電路負載不能超過分支電路額定值的 35%。

建立最壞情況下的安全容限標準並即時監控相容情況

在此情況中，建立安全容限並透過自動監控系統對所有分支電路進行即時連續監控。當分支電路負載開始進入安全容限區域時，發出警告。例如，如果使用 60% 的分支電路負載標準，則當負載超過 60% 時就會發出警告。所建立的安全容限應該確保操作人員能夠提前獲得有關問題區域的警告，並且在電流超載情況發生前有足夠的時間來採取糾正措施。此方法可與前面所述的其他方法配合使用。它的最大優點在於其適用於用戶可能在資料中心管理員不知情的情況下安裝、移動設備或將設備插入其他插座的情況。這種情況在網路機房、配置室和中等安全的資料中心時有發生。此方法還可對即將發生的冗餘功能喪失發出警告。它是資料中心管理員管理多變環境中的動態功率變化的最有力工具。

結論

隨著時間的推移，耗電量隨負載變化而顯著變化的 IT 負載在網路機房或資料中心所占的百分比正在不斷增加。這種情況給資料中心基礎設施操作人員帶了許多不曾預料到的問題。因此，需要對以前用於減小超載風險的措施加以改進以便適應新的情況。對於要在其中安裝大量伺服器的新設施和現有設施而言，正確的規劃和監控分支電路功率是確保其可用性的關鍵所在。



關於作者

James Spitaels 是施耐德電氣資訊科技事業部的資深諮詢工程師。James 在伍斯特理工學院（Worcester Polytechnic Institute）獲得電氣工程學士學位和碩士學位。在 James 加入公司的十六年，他參與開發了了多項 UPS、通訊產品、架構和協定以及設備機櫃和配電產品。同時他還領導多項產品開發團隊。James Spitaels 擁有四項與 UPS 和電源產品相關的美國國家專利



資源

點擊圖示打開相應
參考資源連結



流覽所有 白皮書
whitepapers.apc.com



流覽所有 TradeOff Tools™ 權衡工具
tools.apc.com



聯絡我們

關於本白皮書內容的回饋和建議請聯絡：

資料中心科研中心
DCSC@Schneider-Electric.com

如果您是我們的客戶並對資料中心專案有任何疑問：

請與所在地區的 施耐德電機 銷售代表聯絡，或登錄：
www.apc.com/support/contact/index.cfm