

刀鋒伺服器在現有資料中心的應用策略

第 125 號白皮書

版本 2

作者 Neil Rasmussen

> 摘要

刀鋒伺服器運行環境的功率密度實際上超過了以往任何資料中心的供電和製冷能力。在現有的資料中心中安裝刀鋒伺服器無疑將會帶來一系列的挑戰，也會出現多種安裝方案，令你難以抉擇。這份白皮書闡述了如何對這些方案進行評估，選取最佳的功率和散熱方案，成功地應用刀鋒伺服器。

目錄

簡介	2
核心問題	2
應用刀鋒伺服器的五種不同方法	2
刀鋒伺服器應用流程	3
確定現有設施的制約因素	5
確定用戶的需求和偏好	7
應用方法的選擇	7
結論	11
資源	12

簡介

刀鋒伺服器與傳統伺服器相比有著巨大的優勢—改善處理能力的同時每台伺服器消耗更少的電力。

但是，隨著更小的占地面積，刀鋒伺服器也更密集的安裝，這就導致在每個機櫃中，刀鋒伺服器的耗電量將達到普通資料中心機櫃耗電量的 20 倍，而產生的熱量也將高達一般機櫃的 20 倍。在現有資料中心安裝刀鋒伺服器會使現有的供電和製冷系統承擔很大的壓力。要想應用刀鋒伺服器，必須對資料中心的供電和製冷設備進行升級，否則這些本可以安裝在一個機櫃中的刀鋒伺服器必須得分散在多個機櫃中。

應用刀鋒伺服器有許多種方法。本白皮書根據使用者具體的需求和限制條件為用戶確定最適合的供電和製冷策略提供了指導。

核心問題

對於目前大部分現有資料中心來說，與安裝刀鋒伺服器相關的核心問題都與供電和製冷分配有關。大部分資料中心都具有原始的供電和製冷能力，但不具備把這些輸送到高密度區域的設備。不幸的是，許多用戶直到他們打算應用刀鋒伺服器時才意識到這些問題。出現這種情況是因為任何一個資料中心都沒有專門的檔和儀器為使用人員提供有關資料中心特定區域內的功率密度能力的資訊。有關這些問題的技術原因在本文和文章最後的應用參考中有詳細說明，這裡只做一下概要說明：

冷卻氣流不足： 刀鋒伺服器每千瓦的額定功率每分鐘大約需要 120CFM 的冷空氣。大部分資料中心只能為每個機櫃提供 200–300CFM/分鐘的冷空氣相當於一個滿配置的刀鋒伺服器機櫃所需冷卻氣體的十分之一，這就把每個機櫃的功率限定在 2 kW 以下。如果冷空氣不足，刀鋒伺服器只能吸入自身排出的熱空氣，最後導致機器過熱。**這是目前刀鋒伺服器應用中存在的最大問題，也是幾乎所有刀鋒伺服器應用中存在的問題。**

電力分配不足： 目前一般的資料中心的配電系統遠遠不能滿足刀鋒伺服器的電力需求。這個問題有三種表現形式：1) 從地板下或機櫃頂部引入的電源線資料不夠或型號不對；2) 附近的配電單元 (PDU) 負載能力不足；3) 斷路器位置的數量不夠。任何上述問題都會妨礙資料中心提供高密度電源供應的能力。

需要說明一下，上述兩個關鍵問題中，製冷分配問題是主要制約因素。因此，本材料討論的焦點問題就是選擇冷卻架構。電力結構將在選定的冷卻架構後進行說明，而且要根據具體的刀鋒伺服器品牌的不同而有所不同。具體說明參照本材料後面的參考資料 2、5、6 和 7。

應用刀鋒伺服器的五種不同方法

為刀鋒伺服器製冷有五種基本方法。一旦選中了其中一種方法，可以用多種不同產品和方法來具體實施。這些方法在第 46 號白皮書《超高密度機櫃和刀鋒伺服器冷卻策略》中有詳細說明，表 1 中進行了概述。

 資源連結
第 46 號白皮書
高密度機櫃和刀片伺服器冷卻策略

表 1

五種冷卻高密度機櫃的方法的應用

方法	優點	缺點	適用範圍
1 分散負載 將設備分散到多個機櫃中以降低負載峰值	在任何地點都管用，不需要進行規劃 多種情況下基本上都適用	高密度設備必須分散放置，甚至要比方法 2 更分散 佔用更多的地面空間 資料線的連接可能會有麻煩	現有的資料中心——高密度設備只是總負載的一小部分
2 轉借製冷 提供均衡的製冷能力，同時允許借用利用率不高的製冷能力	不需要添加新設備 多種情況下基本上都適用	僅限於大約 2 倍的设计功率密度 佔用更多的地面空間 需要按多項複雜的規則實施	現有的資料中心——高密度設備只是總負載的一小部分
3 輔助製冷 提供均衡的製冷能力，同時增加輔助冷卻設備	哪裡需要高密度什麼時候需要高密度可自由掌握 延緩資本投入 高效率 地面空間利用率較好	僅限於每個機櫃約 10 kW 機櫃和房間必須提前設計好，支持這種方法	新建機房或機房改造 混合環境 事先沒有規劃高密度設備的位置
4 設定高密度區 在資料中心設一個高密度區	最大限度地提高了功率密度 地面空間的利用率達到最佳 高密度設備無需分散放置 高效率	需要事先規劃一個高密度區域，或為設置高密度區預留空間 必須將高密度設備隔離出來	功率密度為每個機櫃 10–25 kW 高密度設備需要與其它設備同在一個機房 新建機房或機房改造
5 整個機房 為機房中每個機櫃提供高密度冷卻能力	具有前瞻性，能夠應付未來需求	投資巨大，運營費用高達其它方法的 4 倍 可能會導致昂貴的機房設施利用率不高	有限的空間，極多的高密度設備

要應用刀鋒伺服器，必須選擇其中一種方法。這種選擇要基於目前設施的制約因素以及使用者的需要和偏好。

刀鋒伺服器應用流程

應用刀鋒伺服器的物理環境的準備過程分為以下幾個步驟：

- 識別現有設施的制約因素
- 驗證用戶的需求和偏好
- 確定合適的供電和製冷方案
- 設計和實施方案

圖 1 為這一流程的示意圖。本流程圖顯示了工作流程的不同步驟以及每個步驟的結果。這個流程包括兩個主要的迴圈過程，在這兩個迴圈流程中，現有機房的制約因素和用戶的需求及偏好通過一次次的反復而確定。這對於做適當的調整和進行恰當的權衡是非常

必要的。通常情況下，經過對機房狀況的審視和相關的權衡之後，最初的制約因素和用戶的優先選擇會有所變化。最常見的是，當用戶完全理解這種方法的結果後，他們對於高密度地放置刀鋒伺服器的選擇或要求往往會動搖。這一分析發生在流程圖的迴圈 2 中。

另一種常見的情況是對目前的設施進行評估時發現的問題很容易得到解決，提高了資料中心應付刀鋒伺服器對於供電和製冷的需求。這些調整發生在流程圖的迴圈 1 中。

下一節中更詳細地介紹了選擇設計方案的各個不同流程。

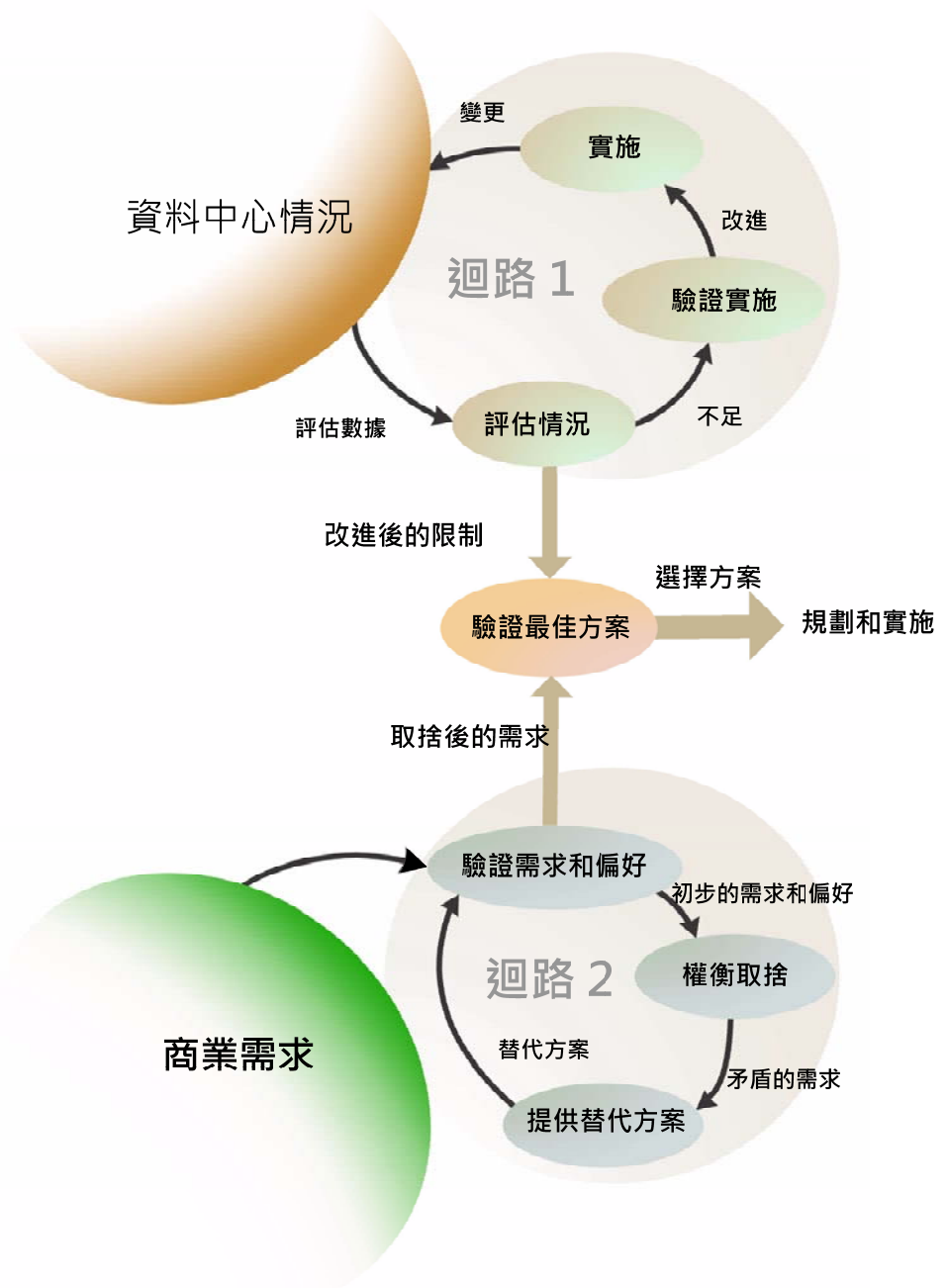


圖 1
確定刀鋒伺服器正確應用到現有資料中心的方法的流程圖

確定現有設施的制約因素

現有的資料中心有多種無法改變的硬性制約因素。這些制約條件可能會影響某些刀鋒伺服器應用方案的選擇，具體表現為以下幾種：

精密供電能力。資料中心可能不具備足夠的剩餘 UPS 供電力能力，無法為推薦的刀鋒伺服器安裝方案供應足夠的電力。

精密製冷能力。資料中心可能沒有足夠的剩餘精確製冷能力，無法為推薦的刀鋒伺服器安裝方案提供足夠的製冷能力。這一限制條件是指機房空調原有製冷能力，而不是空氣分配系統的能力。

地面空間限制。資料中心的地面空間可能有限，或者可用於安裝刀鋒伺服器的地面空間非常有限。如果地面空間嚴重不足，用戶在方案的選擇上可能沒有太多的選擇餘地。

無通風吊頂。機房吊頂可能沒有壓力通過裝置。房間可能高度有限，沒有安裝通風吊頂的可能。這一制約條件可能讓你無法選擇某些設計方案。

高架地板的限制。地板現在墊起的高度可能不足 2 英尺，而且／或者部分空間被導線或管線佔用。這可能會限制高架地板的空氣分配能力，影響你對某些設計方案的選擇。

承重限制。資料中心的地板可能有地面負荷限重，特別是有地板墊高的情況下。這可能會讓你無法選用某些設計方案。

在現有的資料中心中，這些限制條件通常沒有相關的檔說明，而且也不是顯而易見，因此，必須對這些條件進行評估。

現有條件的評估

對資料中心現有條件進行評估對於應用刀鋒伺服器非常重要。如果需要安裝的刀鋒伺服器數量僅為一個機櫃或者更少，這項評估工作可能不需要做得太細緻。但是，如果要安裝的刀鋒伺服器數量較多，就必須大大提高這項評估的深度和細緻程度。

在評估中，需要收集有關供電和製冷系統的能力的各種資料，包括銘牌容量，但更重要的是實際容量。此外，必須對現有的負載情況進行評估，以確定負載量和物理分佈。最重要的是，必須對資料中心的供電和製冷分配系統進行調研，以便對系統為高密度負載提供電力和製冷的能力進行量化。

在某些情況下應用刀鋒伺服器的複雜程度較高，那麼用電腦模型來對資料中心進行類比是很有必要的，這樣做一方面可以確定一下目前狀況，更重要的是可以對設計方案進行驗證。圖 2 中展示了這樣的模型實例。

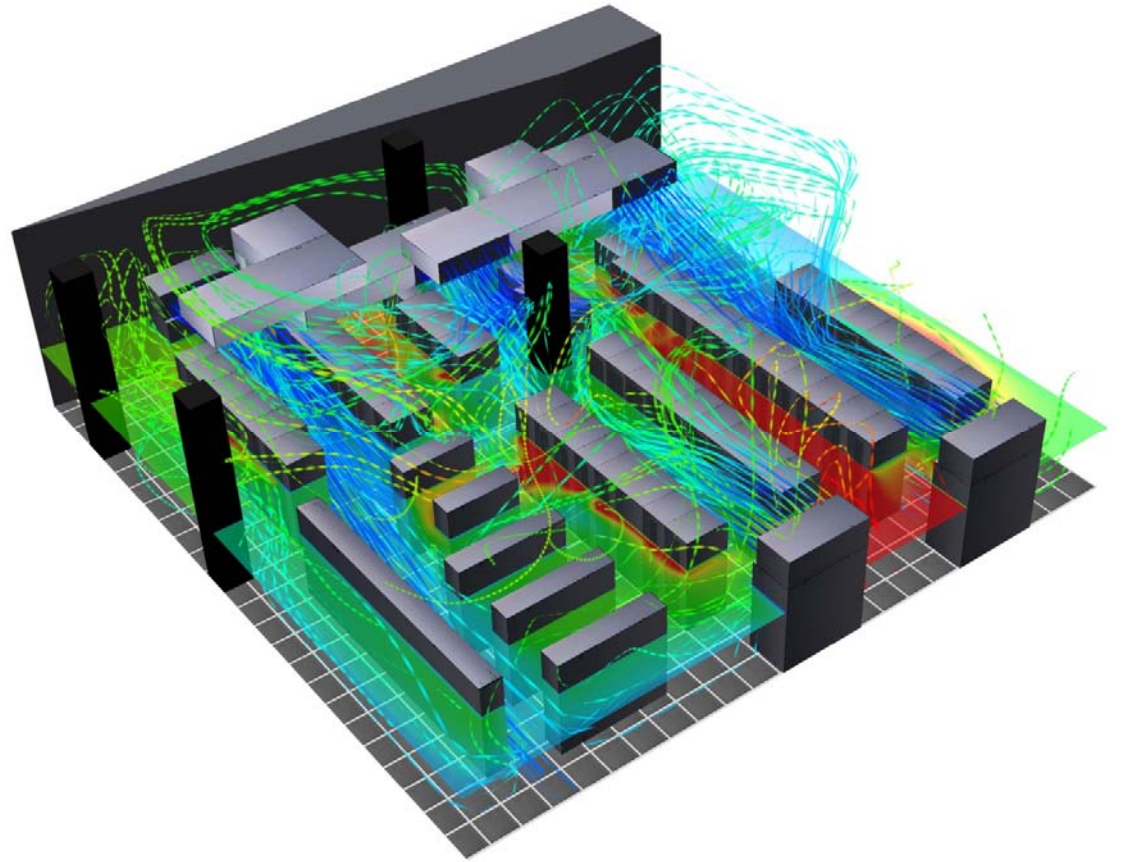


圖 2

三維計算流體力學模型顯示資料中心的氣流和溫度
(施耐德電機專業服務部提供)

所有的資料中心管理人員掌握一些資料中心評估方面的基本知識是很有必要的。對於複雜的、高成本或高風險的安裝，建議由專業人員進行這些評估。施耐德電機以及其它一些廠商提供專業的資料中心評估服務。

確定改進措施－基本的資料中心衛生環境

資料中心目前的狀況常常包含許多弱點，在採取下一步的措施之前必須首先找到並糾正這些弱點，因為它們會影響與刀鋒伺服器安裝相關的資料。這些問題包括：

- 缺少盲板
- 高架地板有洩漏或送風系統有洩露。
- 回風配置不當
- 地面磚通風配置不當
- 地板下有沒用的線纜
- 空調溫度設定不當

這些問題在第 42 號白皮書《解決高密度服務應用產生的製冷問題的十個步驟》和第 49 號白皮書《資料中心和機房中可避免的影響製冷性能的錯誤》中有詳細說明。

資源連結
第 42 號白皮書

解決高密度服務應用產生的散熱問題的十個步驟

資源連結
第 49 號白皮書

資料中心和機房中可避免的影響散熱性能的錯誤

確定用戶的需求和偏好

除了設施的硬性制約條件外，用戶往往有一些軟性限制因素或者說偏好。這些限制條件可能是無法改變的，或者考慮到屈從這些限制需要付出的代價太高，用戶可能會有所動搖。用戶的這些需求或偏好可能會把一些刀鋒伺服器應用方案排除在外。這些需求包括：

不間斷運行。用戶最重要的需求可能是安裝過程中要盡可能不干擾現有資料中心的正常運行，將對運行中的 IT 設備帶來的風險降至最低。例如，沒有可利用的例行停機時間。

系統完成安裝後要具有高可用性。使用者另一個最重要的需求可能是要求系統完成安裝後要具有盡可能高的可用性。這就要求供電和製冷系統具有冗餘度，而且系統要經過測試確保冗餘度。

託管伺服器（高密度放置）。使用者可能會強烈要求最大密度地堆放刀鋒伺服器。其中原因包括：

- 系統是一套示範系統
- 希望盡可能地節約占地空間
- 有規章或法定條文要求所有伺服器放置在一個小區域內
- 簡化資料線路
- 想把 IT 設備進行合理的分組（如把所有的 Web 伺服器放在一起）
- 資料中心的不同區域歸不同的人所有
- 簡化設備管理（如升級）
- 感覺這樣會省錢（通常是錯誤的）

請注意，以飽和的密度進行安裝費用可能會很高，而且需要對現有的資料中心進行改造，影響資料中心的正常運行。強烈建議在決定採用高密度配置方案前考慮一下其它方案，包括分散負載，

為接下來的安裝做準備 — 這可能是一系列刀鋒伺服器安裝程式的第一步，目前的安裝應為未來的安裝奠定基礎，而且不應妨礙到將來的安裝和應用。

時間 — 用戶可能要求刀鋒伺服器儘快安裝到位。如果是這種情況，那麼規劃、簽約和設施修建可能都不太現實。

成本 — 盡可能地降低成本可能是用戶安裝刀鋒伺服器時的首選。這也為安裝工作指出了明確方向。

應用方法的選擇

瞭解了現有設施的制約因素並且在用戶的各種需求和偏好間進行了適當取捨之後，就可以從前面所述的五種基本方法中做出選擇了。刀鋒伺服器的應用方法的選擇是基於製冷問題的，因為這些問題是實際系統中最主要制約因素。確定應用方式後，電力供應問題也就隨之確定了。

影響應用方式的最主要的不確定因素就是刀鋒伺服器的密度問題。許多使用者更願意將刀鋒伺服器以最大密度安裝。在現有的資料中心環境中這往往不是一個恰當的選擇。實際上大部分刀鋒伺服器都採用模組化的機架結構，可以以較低的密度在機櫃中安裝。例

如，IBM BladeCenter™ 採用獨立的機架，一個機櫃中可以安裝 1 到 6 個刀鋒不等。雖然降低安裝密度看上去沒有充分發揮刀鋒伺服器的優勢，但實際上系統的成本、可用性和安裝速度都有所提升，特別是在現有的資料中心環境中安裝刀鋒伺服器的情況。

目前的許多資料中心設計的功率密度為每個機櫃 2kW 甚至更低。在這樣的環境中按每個機櫃 10 – 30kW 的功率安裝刀鋒伺服器時，這些刀鋒伺服器需要消耗大量的電力和製冷功能，這與機房最初的設計不成比例。正因為這個原因，在現有資料中心中安裝刀鋒伺服器時節省空間通常是沒有實際好處的。因此，在現有資料中心分散放置刀鋒伺服器是既實用又划算的。**以飽和密度安裝刀鋒伺服器通常只是在專為支援高密度方案新建的機房設施中比較划算，安裝規模極大或者對空間的要求極其嚴格。**

因此，刀鋒伺服器安裝的核心選擇就是刀鋒伺服器安裝的分散程度 — 即每個機櫃中安裝多少個刀鋒。用戶選擇的刀鋒伺服器的品牌和型號可能會制約刀鋒的分散程度，例如，一些刀鋒伺服器採用獨立的機架，這種設備就易於分散安裝。而另外一些刀鋒伺服器採用一種底板系統，這種系統使得分散安裝不切實際。要瞭解有關這個問題的更全面更詳細的討論，參見與具體刀鋒伺服器品牌相關的“應用說明”。按照前面所述的五種主要刀鋒伺服器應用方法規劃好刀鋒伺服器的應用密度後，其結果如表 2。

表 2

各應用方法中不同刀鋒伺服器密度下的刀鋒伺服器應用標準


機櫃中伺服器主機殼數量	分散負載	轉借冷卻能力	輔助製冷	設定高密度區	整個房間
1	大多數資料中心能夠容納	所有資料中心都能容納	所有資料中心都能容納。允許刀鋒伺服器機櫃毗連	與其它方案相比成本不划算	與其它方案相比成本不划算
2	只有資料中心具備超強製冷分配能力的情況下才可以	大多資料中心能夠容納，機櫃毗連可能會受限制	所有資料中心都能容納。允許刀鋒伺服器機櫃毗連	與其它方案相比成本不划算。應為新的區域設定更高的密度目標	與其它方案相比成本不划算。應為整個房間設定更高的密度目標
3	不切實際：功率密度超出一般資料中心的能力	大多資料中心能夠容納，但多數情況下機櫃毗連不切實際	需要熱空氣回流壓力通風系統或管道系統。允許機櫃毗連	精心設計墊高的地板的製冷系統	與其它方案相比成本不划算，應為整個房間設定更高的密度目標
4	不切實際：功率密度超出一般資料中心的能力	資料中心必須具備超強製冷分配能力，必須嚴格按規則實施	根據刀鋒伺服器和輔助供熱方案的具體情況而定	需要廢熱排氣系統	需要廢熱排氣系統，需要對整個房間進行改造
5	不切實際：功率密度超出一般資料中心的能力	不切實際：功率密度超出一般資料中心的能力	不切實際：功率密度超出了已知的輔助製冷設備的能力	需要廢熱排氣系統	需要廢熱排氣系統，需要對整個房間進行改造
6	不切實際：功率密度超出一般資料中心的能力	不切實際：功率密度超出一般資料中心的能力	不切實際：功率密度超出了已知的輔助製冷設備的能力	只有面積極小的情況下考慮此方案。成本可能極高。需要制定嚴格的規則。	達到該密度成本極高。需要對整個房間進行改造。需要配置熱空氣交換系統。
	最低成本	最低成本	每個機櫃 1k-2k 美元	每個機櫃 10k-20k 美元	每個機櫃 20k-60k 美元
	成本增加				
	容易	需要規劃安裝流程	安裝不影響正常運行	大面積安裝、重設管道和線路	整個機房需要停止運行進行改造
	複雜程度增加				

表 2 表明，在 30 種不同的功率密度和應用方法組合中，有大約 11 種首選組合和 7 種臨界的組合——共 18 種比較切合實際的應用方式組合。要選擇最佳方案，必須把數千種用戶的偏好、制約因素和現有的條件等資料與這 18 種應用方式組合進行比對。這種比對需要進行廣泛的分析，遵循許多規則，這一過程可以像軟體運算一樣進行。但本白皮書中不做詳細敘述。

在開發工具進行這種分析的過程中，施耐德電機提供了在實際工作中經過長期觀察得出的一些關鍵的經驗：

- 如果在房間中需要安裝的刀鋒伺服器機櫃超過總機櫃數量的 25%，那麼現有的資料中心的電力和製冷系統可能需要進行全面改造。這說明如果安裝數量達到這個限度，使用者就需要重建一個機房，否則就得把資料中心關閉一段時間進行系統改造。
- 如果現有的資料中心計畫安裝 1 到 5 個刀鋒伺服器機櫃，那麼為了將對資料中心正常運轉的影響降到最低，同時降低安裝成本，以飽和密度的 25% 或 50% 的數量（如每個機櫃中最多放置 3 個機架）進行安裝最合適。對大多數資料中心來說，實現非常高的功率密度所需的成本比增加幾個機櫃位置所需的空間成本要高得多。
- 現在的資料中心一般都是為系統設備整體提供製冷和電力供應，輔助製冷方案能夠以較低的成本提高應用密度，同時達到可預測的製冷效果。

不推薦的方法

下面列舉了資料中心管理人員平時經常會採用的一些方法和做法，但這些方法是有缺陷的，對解決問題幫助不大，而且往往會使情況更糟。

降低空氣溫度 — 使用者通常會通過調低機房空調的溫度設定來降低機房的空氣溫度，以解決資料中心中出現的一些熱點。這是用戶操作最容易也是最差的做法。採取這種做法會降低空調系統的能力，大大增加增濕器的水消耗量，大大降低資料中心的運行效率（結果還會讓你帳單上的電費增加）。所有這些都會發生，而問題根本得不到解決，因為這是氣流的問題，而不是空氣溫度的問題。

地板格柵 — 另外一個看似合理的措施就是把墊高地板的通風地磚換成氣孔更大的格柵。這種格柵的樣子不是我們所熟悉的帶孔的地磚，而是有點象火爐篋子。這種方法對於孤立的機櫃會有幫助，但會有嚴重的副作用——特別是大量使用這種地磚的情況下。在資料中心使用這種地磚通常會導致其它區域的氣流減少，但更重要的是這些格柵會引起地磚間的氣流發生重大的不可預測的變化。這一問題在第 46 號白皮書《超高密度機櫃和刀鋒伺服器的製冷策略》中有詳細說明。

機櫃頂部風扇 — 在機櫃頂部安裝風扇的情況非常普遍——儘管這些風扇對於一個設計完好的 IT 機櫃中一點好處也沒有。伺服器過熱的原因並不在於機櫃內部，而是在於伺服器前部進入口處的熱空氣。這些風扇只能是產生更多的熱量，甚至會降低一個設計優良的資料中心的製冷能力。許多使用者在目的不明確的情況下按照傳統的規格確定風扇的規格。也有一些與機櫃配套的有效的風扇輔助設備，這些設備在第 42 號白皮書《解決應用高密度伺服器引起的散熱問題的十個步驟》中有更詳細的說明。

單立機櫃 — 有時候用戶會把機櫃從整排機櫃中單列出來，試圖在一定範圍內降低機櫃密度，讓通風地磚的氣流能夠更多地接觸到機櫃。但是這種方法使得設備排出的熱氣在機櫃周圍回流到伺服器的進氣口。整體效果並不是很好。更好的方法是讓機櫃處於熱通道和冷通道的安排中，在刀鋒伺服器機櫃之間用帶隔板的不加負載的機櫃隔開，加寬冷通道，使用輔助製冷設備和／或熱通道密封系統來增強製冷性能。

資源連結 第 46 號白皮書

超高密度機櫃和刀鋒伺服器的散熱策略

資源連結 第 42 號白皮書

解決應用高密度伺服器引起的散熱問題的十個步驟

結論

在現有資料中心中應用刀鋒伺服器會給資料中心的電力和製冷系統帶來壓力，這種壓力不容忽視。有多種方法可以用來給刀鋒伺服器提供電力或製冷功能。針對某一具體安裝的最好的方法要根據現有設計的制約條件和資料中心管理人員的需求和偏好而定。

本白皮書概要闡述了涉及刀鋒伺服器應用的相關事宜和選擇。本文中描述了根據現有資料中心的制約因素和用戶需求來選擇應用方法的流程。

大多數使用者不瞭解高密度放置刀鋒伺服器的後果。當他們考慮到這些方案以及優勢之後，在現有設施中分散安裝刀鋒伺服器會更有吸引力，因為這樣節省成本和時間，能夠減少對現有資料中心正常運轉的干擾。



關於作者

Neil Rasmussen 是施耐德電機旗下 IT 事業部—APC 的高級創新副總裁。他負責為全球最大的用於關鍵網路設備（電源、製冷和機櫃等基礎設施）科技方面的研發預算提供決策指導。

Neil 擁有與高密度資料中心電源和製冷基礎設施相關的 19 項專利，並且出版了電源和製冷系統方面的 50 多份白皮書，其中大多白皮書均以十幾種語言印刷出版。近期出版的白皮書所關注的重點是如何提高效率。他是全球高效資料中心領域聞名遐邇的專家。Neil 目前正投身於推動高效、高密度、可擴展資料中心解決方案專項領域的發展，同時還擔任 APC 英飛系統的首席設計師。

1981 年創建 APC 前，Neil 在麻省理工學院獲得學士和碩士學位，並完成關於 200MW 電源托克馬克聚變反應堆的論文。1979 年至 1981 年，他任職於麻省理工學院林肯實驗室，從事飛輪能量儲備系統和太陽能電力系統方面的研究。



資源

點擊圖示打開相應
參考資源連結



超高密度機櫃和刀鋒伺服器製冷策略

第 46 號白皮書



高密度機櫃供電方案

第 29 號白皮書



避免在資料中心和機房中影響製冷

性能的錯誤

第 49 號白皮書



解決應用高密度伺服器引起的製冷

問題的十個步驟

第 42 號白皮書



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