通過 98% 超高效整流模組減少碳排放和節省能源支出

直流電源效率白皮書

簡介

近幾十年來，全球範圍內移動通信業務一直保持增長態勢，並且增長速率不斷加快。為應對迅猛增長的資料量和不斷產生的新興業務需求，需要大規模投資建設大量的基站、電信設備和廣泛分佈的網路基礎設施。在通信網路中，電源系統為所有設備的安全可靠運行提供能源保障，儘管新一代的通訊設備相比以往更為節能高效，但是在業務規模迅速增長的背景下，通信系統的設備總功耗依然在增加。Cisco 調查報告顯示，2016 年全球移動通信資料規模是 7.2×10^{18} 位元組/月（即72億GB），而到了2021年，這個數字將達到49×10^{18} 位元組——這相當於人類目前所有文本信息量的10倍。巨量資料的產生、傳輸和儲存將對人類生存的環境產生重大影響。預計到2020年，智能手機間接產生的溫室氣體（以CO_2計）年排放量將超過1.25×10^{8} 噸。

在節能減排成為共識的當下，簡單增加基站和電源設備數量的做法是不可持續的。因此，無論是設備供應商還是電信營運商都在致力於減少包括電源及其備份系統在內的、通信網路中每一個環節的能源損耗。在過去十年內，運營商大量使用的96 ~ 97%效率的通信電源整流模組，為通信網站的節能減排做出了卓越貢獻。

維諦持續致力於提升電源效率、減少能源損耗，如今在整流模組效率方面取得重大突破。新一代 eSure™ 整流模組R48-3500E4 採用最新電力電子技術和氮化鎵（GaN）器件，效率曲線平穩高效，可優化任何負載條件下的節能效果並降低營運成本，實現了98%超高整流效率和更高的功率密度。與上一代96%高效整流模組相比，整流過程中的功率損耗可降低50%。在能源成本不斷上升的全球趨勢下，98%效率整流模組以其具備投資回報週期短、環保高效等特點。

歷史發展

通信網路對直流電源系統的要求是保障通訊網站和電信設備的持續可靠運行，即便是在惡劣的自然環境和不穩定的交流電網中，通信電源依然能夠保障電信網路的平穩運行。

得益於20世紀後期電子技術的進步，整流模組和直流電源系統的轉換效率得到了極大的改善，從20世紀60年代的80%，到90年代達到了92%（見圖1）。當時技術研發的重點是降低營運成本，並通過抑制器件過熱從而在提升整流模組的可靠性。過去的二十年間，我們致力於幫助運營商達成“綠色環保”企業的目標——節能減排。在過去十餘年推出的 96 - 97% 高效整流模組在網路能源中的應用，已經助力運營商在節能減排方面取得顯著效果。

為什麼能夠實現98%超高效率？

實現 98% 的超高效率需要最新的電子技術和高度智慧的伺服控制演算法。開關電源工作時通過切換電子器件的開關狀態以實現電源的轉換。開關電源中功率損耗大部分在開關的切換過程中產生。目前高效整流模組採用的MOSFET（金屬氧化物半導體場效應電晶體）是一種矽基開關。

儘管研發專家多年以來不斷改善MOSFET的開關效率，但矽基開關器件基本特性就是功率損耗會隨著開關頻率的增加而呈指數增長。減少MOSFET功率損耗的一個辦法是將多個MOSFET並聯使用，同時降低開關器件的切換頻率，這樣就能夠抵消切換過程中的功率損耗從而實現更高的能源轉換效率，而上述方案將導致高昂的成本以及較低的功率密度。新一代98% 超高效整流模組採用最新的GaN FET 開關技術，其基礎材料氮化鎵具有比矽基器件更為優異的開關特性——開關損耗只有過去的1/3，開關速度提升了5倍。GaN開關應用於整流模組中，使電源效率更高，工作時模組內部溫度更低（因而更可靠），功率密度比傳統矽基MOSFET器件高出 4 倍。同時為了應對輸入電壓、負載和溫度等不斷變化的工作條件給電源系統帶來的挑戰，維諦新一代的整流模組採用了先進的智慧伺服控制方案，確保GaN開關根據需要，時刻保持在最佳切換頻率，在各種條件下都能使整流效率保持在高位。

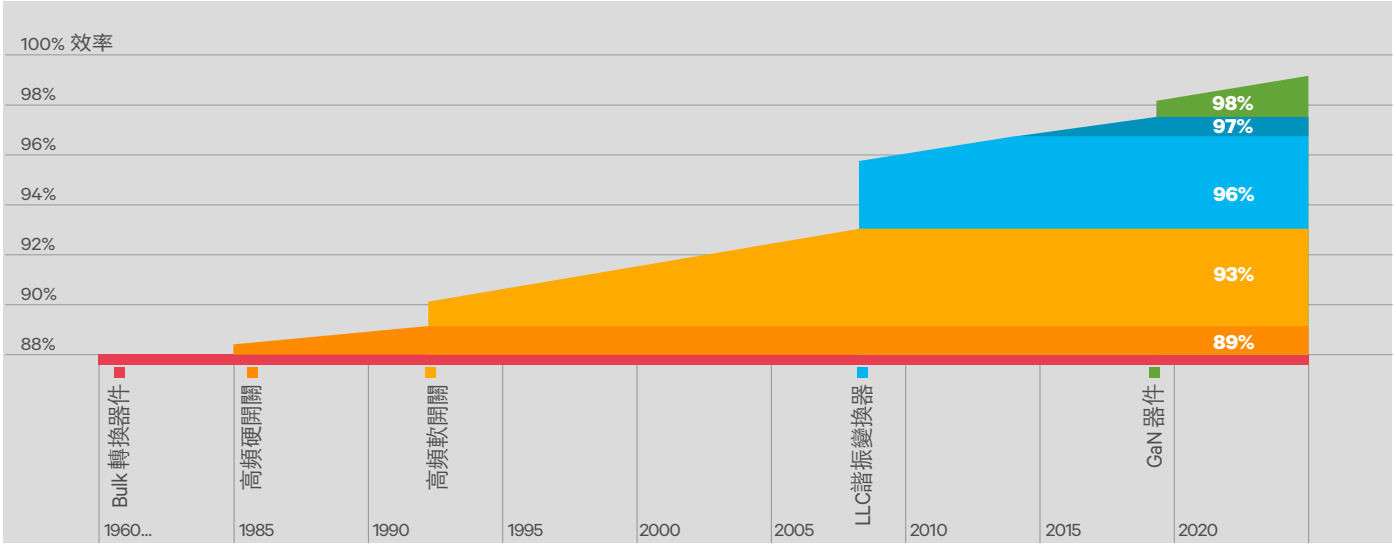


圖1: 通信電源整流效率發展趨勢

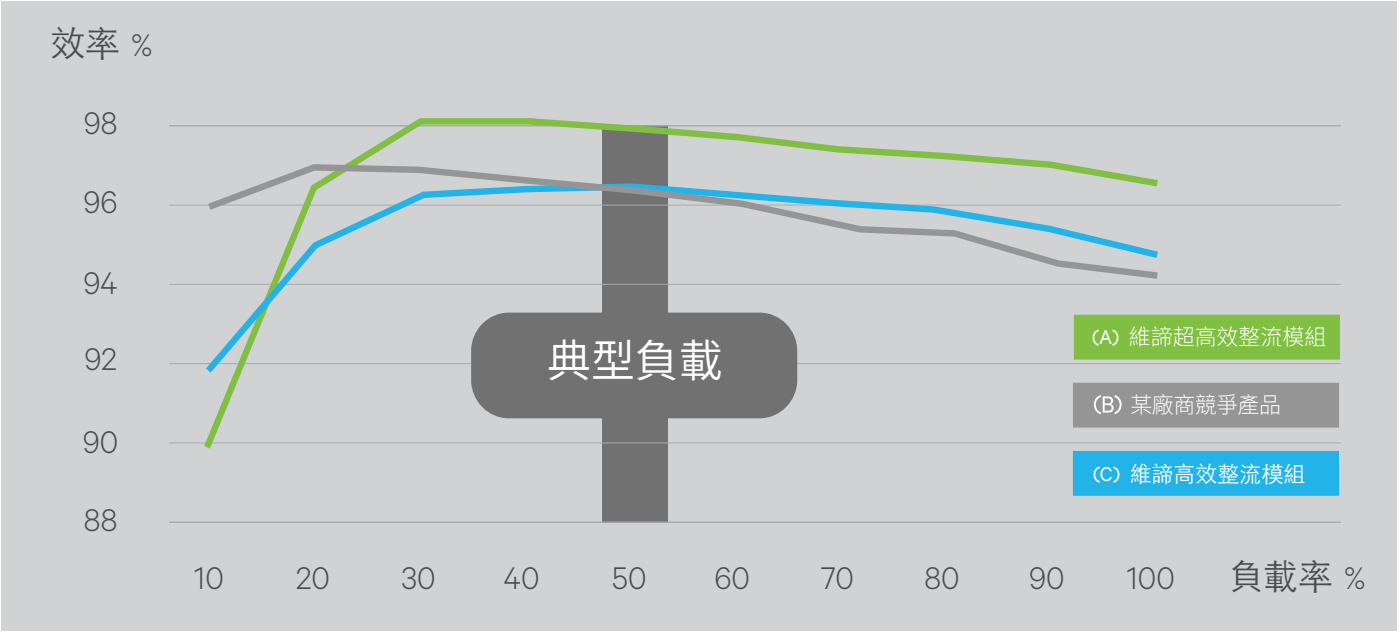


圖2: 整流模組效率曲線對比

峰值效率VS實際運行效率

在實際應用中，效率曲線是決定整流模組實際工作效率的最重要因素。因此在將電源效率從92%或96%提升到98%時，不能只以最高整流效率作為決策依據。只有當電源系統實際負載率處於效率曲線的峰值區間，才會產生顯著的效益。

圖2 將其它廠商公佈的97% 峰值效率曲線 (曲線B) 與Vertiv 96% 效率曲線 (曲線C) 進行了比較。如曲線所示，與其他廠商的97% 整流模組相比，維諦技術96% 整流模組在50% - 100% 負載率運行時效率反而更高。以上比較表明在考慮98% 超高效整流模組 (曲線A) 時，應確保實際工作的負載率處在模組效率曲線的峰值效率區間。為確保以最高效率運行並最大限度地節約能源，Vertiv在系統控制器中集成了ECO節能工作模式。

ECO節能工作模式-低成本升級改造方案

超高效整流模組的投資回報週期主要取決於能源成本。從長遠來看，自超高效整流模組投入使用的第一天開始，就會產生積極影響和事實上的節能。這意味著減少能源消耗、二氧化碳排放量的降低。

從工程技術角度來看，升級目前所有整流模組效率低於 98% 的網站並不難，問題在於取得長期收益之前需要大額投資。由於企業用戶面臨財務報告的壓力，有時很難做出通過前期大規模投資來優化未來長期營運成本的決定。

這種情形下，ECO節能工作模式將起到關鍵性作用。我們在前文已經闡述了在整流模組和直流電源系統運行的負載率要與峰值效率區間匹配的重要性。

在大部分時間內，通信網站電源的負載率在 50% 或者更低，剩下的超過 50% 的功率作為冗餘，或在負載高峰時段以及電池充電時短時間工作。這就產生一個問題：如果高負載率執行時間很短，為什麼要全部使用 98% 超高效整流模組？ 實際上通過 ECO 模式，我們可以實現電源最小總投資金額。在 ECO 模式下，例如 98% 超高整流模組數量與原整流模組數量各占50%，只要系統以50% 或更低的負載率運行，監控就會發出指令，將效率較低的整流模組置於休眠模式，如圖 3A 所示。當需要更大功率時（峰值負載，電池充電或其他原因）， 根據需要啟動休眠的整流模組（見圖 3B ）。在啟動休眠模組時，為避免衝擊電流，電池組將為通信設備供電。

ECO模式帶來的好處是：系統大部分時間僅運行 98% 的超高整流模組。這樣可以最大限度地減少能量損失和二氧化碳排放，但只有 50% 的投資用於 98% 的高效整流模組。對照效率曲線，ECO模式節省的費用是顯而易見的。圖4 顯示了全部配置96% 效率整流模組的系統與配置效率 96% 和 98% 整流模組各 50% 之間的效率差異。雖然單獨採用模組混合方案可以節省能源，但ECO模式依然能夠提升電源系統效率，特別是在較低負載時可以最大限度地節省成本。



圖3A：ECO模式下，98%超高效模組工作，96%高效整流模組休眠



圖3B：高負載率時，所有模組都正常工作

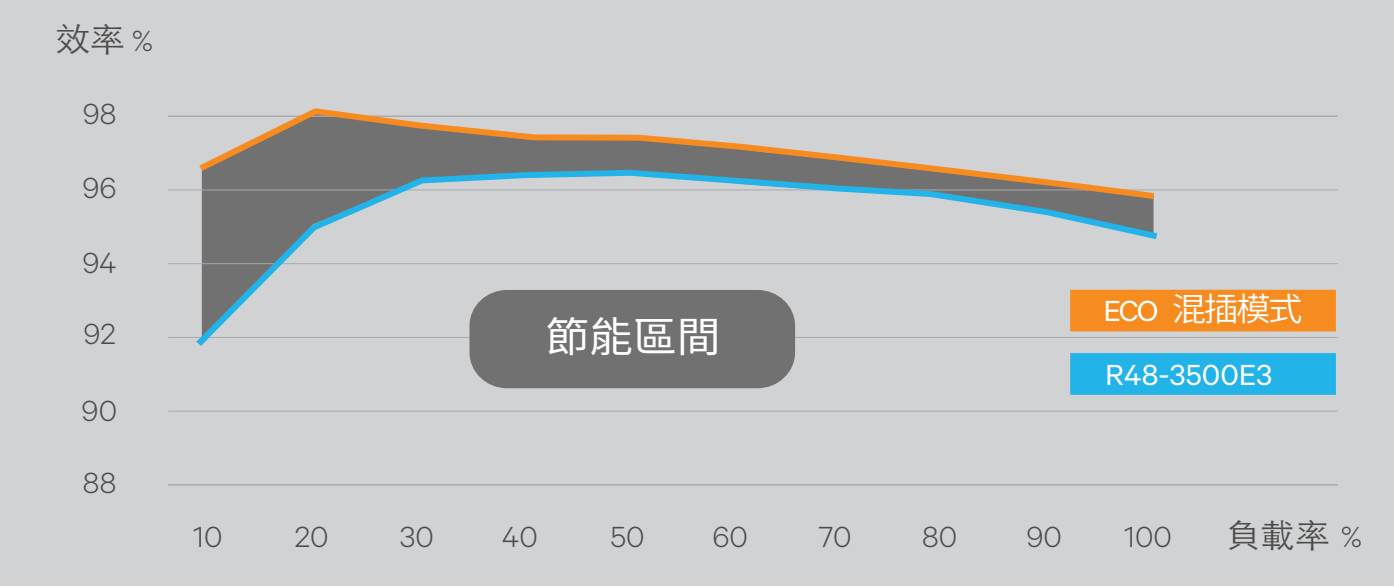


圖4: 96%高效整流器和ECO模式效率比較



圖5: 節能效果比較: 92% VS 98%

電源升級改造面臨的困難

目前全球大部分基站中仍然使用 92% 或更低效率的整流模組。這些網站產生了大量能源損耗，導致過多的熱量產生和二氧化碳排放。從改善財務和保護環境的角度來看，對現存的電源系統升級改造是值得去做的事情，但是要讓以上決定落地還要考慮諸多因素。

升級現有基站電源系統可能遇到的問題：

- 設計壽命到期後故障率增加
- 設計冗餘不足
- 能源轉換效率低
- 電源容量不足
- 場地空間有限

圖5 中的示例顯示了25 套配置92% 整流模組的系統運營成本，以及升級到98% 超高效整流模組所節省的費用，單套系統容量為15kW，負載率為40%。模組升級所帶來的電費節省以及碳排放減少是非常顯著的。當然節省的能源支出取決於運營商及所在地區的電力成本，但無論在何處，使用超高效整流模組都能夠產生顯著的節能效果，這一點是不會變的。

與配置更低效率整流模組的傳統網站（例如前面的示例）相比，對於使用96% 高效整流模組網站的升級改造更加難以實現（圖5）。在這種情況下，Vertiv 建議利用 ECO 模式，僅替換部分整流模組。由於 98% 整流模組支援混插模式，可以輕鬆更換部分現有的 96% 整流模組，以提高效率、節省能源並減少碳排放。ECO 節能工作模式使現有的高效網站能夠以最小的資金投入為用戶提供極具吸引力的節能效益。



圖6: 節能效果比較: 96% VS 98%

為使對比更為簡潔直觀，圖6中的案例所有輸入資料與圖5相同，區別只在於整流模組效率變為96%。即便是在沒有開啟ECO 節能模式的情形下，依然能夠產生顯著的節能收益。無論巨集站還是電源容量更小的微站/室分站，將其網路能源基礎架構升級到98% 超高效率都會對生態環境和企業利潤產生積極的回報。

現存基站電源升級改造

對於微站/室分站，最簡單的方法可能是更換整個電源系統。而對於較大的核心網站，整體更換現有能源系統費時費力、成本高企，因此更換整流模組、監控和其他電子設備的方案可行性更高。

為了以最小的投資實現電源系統升級，Vertiv新一代98%超高效整流模組支援與現有的96%整流模組混插工作。 我們還在開發新的解決方案，以使新一代超高效模組能與我們的前幾代整流模組相容。這將使部分網站的升級變得更加簡單。此外，更換下來的整流模組可用作備件。在大多數情況下，Vertiv可以通過直接更換整流模組實現對原有電源系統的升級改造。

整個過程支援線上操作，更換整流模組和通訊設備時，所有直流負載無需切斷，電池電纜也無需改動。

與完全更換電源系統相比，多效模組混插改造方案具有更低的成本和較低的風險，而預期壽命和功能與新電源系統相差無幾。從這個意義上講，使用98% 超高效整流模組將有助於加快部署時間、縮短投資回報週期。

節能效益跟蹤管理

為了最大限度地減少電源系統中的能耗，需要對 98% 超高效整流模組進行前期投資，但這項投資將持續降低營運成本並減少二氧化碳排放。為了證明該項投資的合理性，有必要對節能效果進行測量和驗證。在部分國家，存在政府支援和財政補貼的節能計畫，其中特定領域和項目的能效提升能夠獲取相應額度的稅收抵扣。為獲得這些補貼，企業需要對節能措施產生的效益進行精確的評估和報告。然而，準確獲取節能資料並不容易。

通過對電源升級改造前後的設備負載和能耗進行計量，可以評估新方案的節能效益。但通訊網站的總能耗受到包括新增設備、整流模組效率、溫度、負荷變化等多種因素的影響，為獲取更為精確直觀的節能資料，假定基站其他工作參數和條件不變，只考慮電源效率提升這一個變數帶來的節能效果，即在當前條件下測量新的 98% 整流模組的實際能耗並與原有的整流模組效率（96%，92% 等）作比較。

為了簡化計算過程，Vertiv 已將效率跟蹤管理工具內置到NetSure 監控單元（NCU）中。操作時只需從下拉式功能表中選擇整流模組，NCU 就可以計算出新的 98% 超高效整流模組的節能收益和節能趨勢。如果啟用了ECO 模式功能，NCU 將識別模式切換並準確呈現更佳的節能效果，顯示過去24 小時、周、月、年和總執行時間的節能收益，如圖7 所示。因此，無論您是需要獲取過去一段時間的節能資訊，還是呈現未來節能趨勢，NetSure監控單元（NCU）都能即時滿足用戶即時查看的需求。

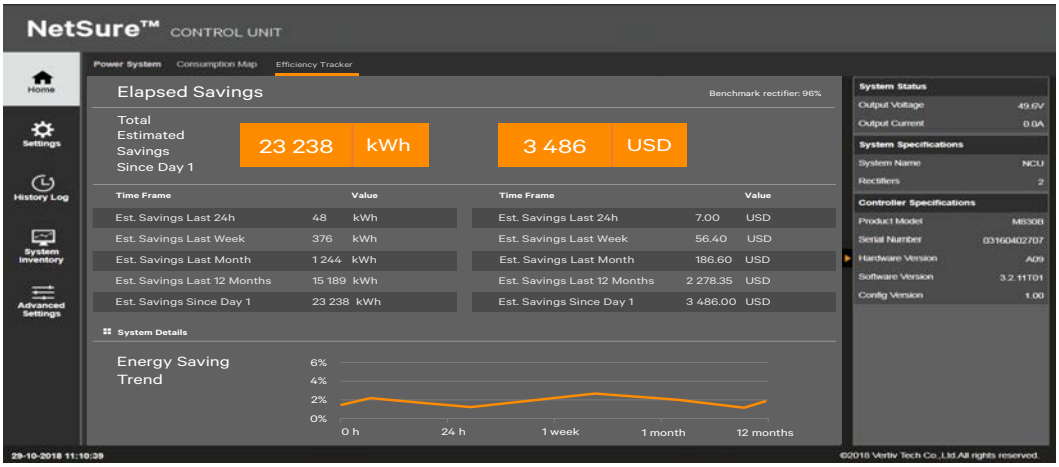


圖7：效率跟踪管理工具

除了NCU內置的效率跟蹤管理工具外，Vertiv還在企業官方網站上開發了線上效率計算器（www.dcpowerefficiency.com）。您可以在該網頁輸入待改造網站的電源參數，以預先瞭解使用 98% 超高效模組後能夠節省多少能源和費用。隨著移動資料規模不斷增加，採用超高效整流模組、實施以控制運營成本為目的的能效戰略逐漸成為趨勢。

總結

穩步增長的移動物聯網業務、激增的邊緣計算需求、不斷擴展的物聯網應用，以及 5G 網路的出現，都說明在靠近終端使用者側存在巨大的計算需求。這意味著未來將建設海量的通訊基站以及配套的電源系統，並且這種建設趨勢沒有任何放緩的跡象。

以發展的眼光看待當前電源系統建設，能源效率的重要性比以往任何時候都更為突出。引入效率為 98% 的直流電源模組，在接下來的十年裡將帶來重大突破——電源效率將穩定在96%～97%。

當計畫新建網站和升級改造原有基站設備時，效率的微小提升也許看起來無關緊要，但是累積起來可以大量節省 OPEX 並減少溫室氣體排放。

新一代的整流模組將產生多大的效益？這取決於許多因素，但如今的技術可以通過精確計算節約的能源成本，從而輕鬆計算您的投資收益。

最重要的是：任何能夠提高電源效率和降低能耗的措施都意義重大！新一代超高效整流模組是近十年來的一次重要技術突破，它能夠在寬負載範圍內將功率損耗降低50%，從而優化CAPEX 和OPEX，為用戶產生持續收益。

While every precaution has been taken to ensure accuracy and completeness herein, (business unit) assumes no responsibility, and disclaims all liability, for damages resulting from use of this information or for any errors or omissions.
Specifications are subject to change without notice.



VertivCo.com

© 2019 Vertiv Co. All rights reserved. Vertiv™, the Vertiv logo are trademarks or registered trademarks of Vertiv Co. All other names and logos referred to are trade names, trademarks or registered trademarks of their respective owners. While every precaution has been taken to ensure accuracy and completeness herein, Vertiv Co. assumes no responsibility, and disclaims all liability, for damages resulting from use of this information or for any errors or omissions. Specifications are subject to change without notice.