白皮書

大型醫療設備的供電保障

目錄

一、大型醫療設備供電保障的重要性 2

1.1 醫院產業對供電可靠性的誤解 3

1.2 大型醫療設備的供電特性 4

1.2.1 MRI 4

1.2.2 DR 和CT 4

二、如何提高成像品質 5

三、UPS 的選擇 5

總結 7

一、大型醫療設備供電保障的重要性

先進的醫療設備能夠有效的提高醫院的醫療品質，幫助患者快速準確地診療，因此人們總是對更先進的技術孜孜以求。大型醫療設備，比如 計算機斷層掃描 CT、 磁共振 MRI、數字減影血管造影 DSA、醫用直線加速器 LA、單光子發射電腦斷層掃描SPECT-CT 等，越來越成為醫院的標準配置。

醫療設備應用的初期，技術並不成熟，精度遠遠不及現在，而且相關的設計人員缺乏對電源品質重要性的認知，因此設備大多是直接由市電供電的，幾乎沒有什麼供電可靠性和品質可言。從上世紀 70年代開始，以 CT為代表的大型高精度影像設備開始在醫院應用，各種奇怪的故障也開始隨之出現。經過調查發現，電源品質問題是導致故障的重要原因之一。最初的解決辦法是在設備前端加裝瞬態電壓抑制器 TVSS。這樣確實改善了一部分問題。

進入 90 年代後，發達國家開始採用穩壓電源進一步改善 CT 和 MRI 的供電電源質量，在當時，確實解決了部分問題，取得一定的效果。國內 90 年代同期引進這種方案後，這種前端配穩壓電源的方式一直是最常採用的經濟型供電方案。自 2000 年以來，大型醫療設備的精密度越來越高，對供電質量，特別是 EMC（電磁兼容）的要求也越來越高，同時，UPS 的價格也逐漸被醫院所接受，越來越多的醫院開始在醫療設備前端對整機配備高品質的 UPS。這對醫療設備的保護、成像品質的提高起到了關鍵作用。

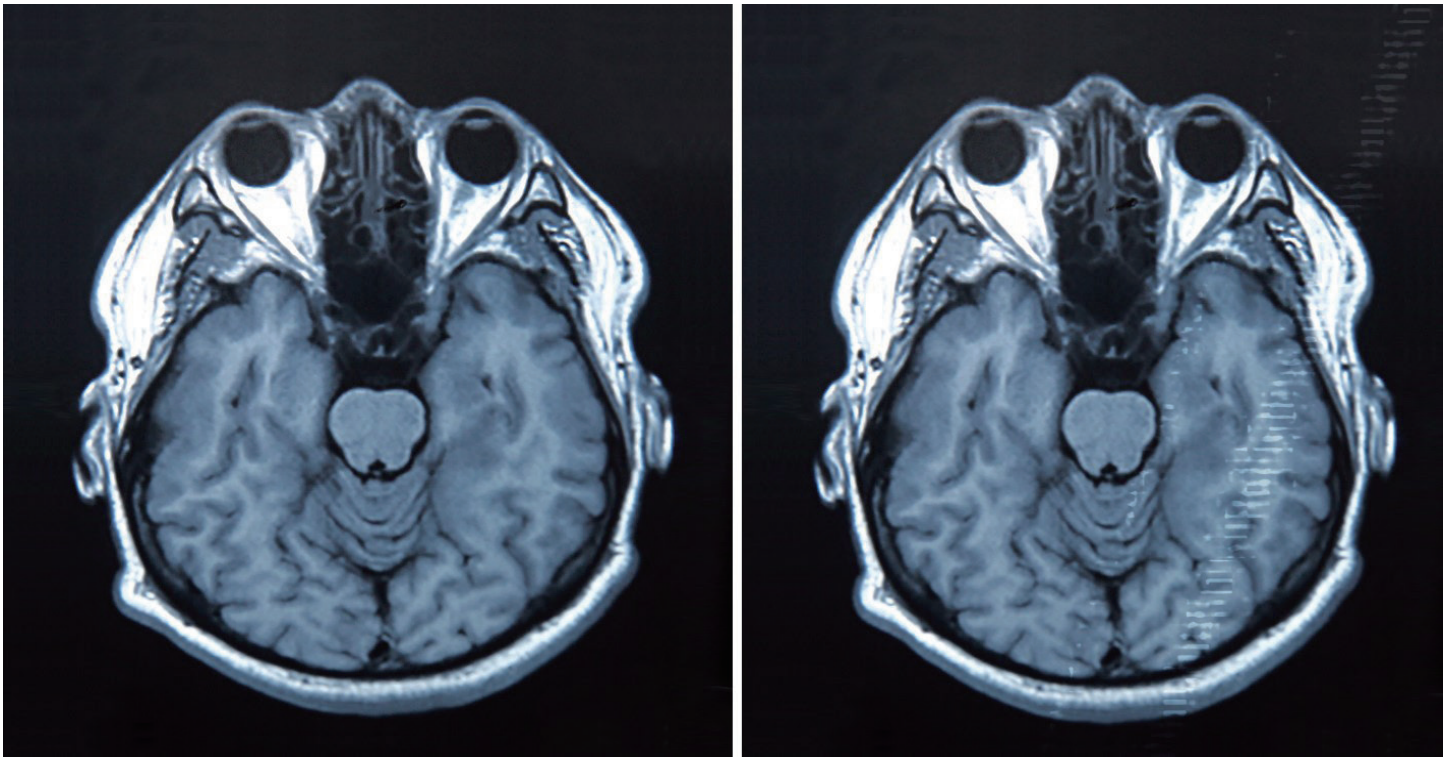


圖 1 電能質量劣化導致的帶狀偽影

一般來說，產生偽影輕則需要安排醫患重新掃描，降低醫院工作效率，重則可能導致醫生的誤判，因此電力品質的重要性不言而喻。

此外，醫院斷電也是一大問題。首先，DR、CT、MRI、造像儀、LA、PET、生物分析儀等醫療設備都有電腦控制單元，系統的突然斷電，容易導致工作站硬盤產生故障，甚至造成重要醫療數據丟失。嚴重時，會瞬間產生巨大電流使得 CPU 主機板、顯示器等被燒毀。其次，對於部分醫療設備而言，即使很短暫的停電，複位後仍然需要長時間的預熱，嚴重耽誤診療時間，而一些高精密度的部件則可能因此損壞，造成巨大的損失。

1.1醫院產業對供電可靠性的誤解

目前產業內一部分人對於醫院供電可靠性存在明顯的誤區：

誤區 1 ：認為目前市電的品質足夠好，不會影響設備的正常使用。

事實上，市電的電壓暫降和電壓中斷問題不可避免。

電壓暫降是指電網 RMS 電壓值下降幅度介於額定電壓的 10% 至 90% 之間，持續時間在半個週期到 1 分鐘之間。導致電壓暫降的原因有很多，主要受雷擊、強勁風勢、絕緣汙閃等自然環境因素影響，引發電力系統保護和自動裝置動作，或受大型施工機械違規進入電力設施保護區引起放電等。受電網環境複雜性的影響，電壓暫降目前是無法消除的問題。

電壓中斷是指一相或多相供電電壓消失降為零。電壓中斷的原因有很多，常見的原因包括：自然災害（颱風、暴雨、雷電、地震），人為因素（施工破壞、偷盜、誤操作、高峰限電），設備故障（老化、越級跳閘），外力因素（異物短路、重物倒壓）等。除了人為計劃停電外，其他原因都具有不確定性和不可抗性。

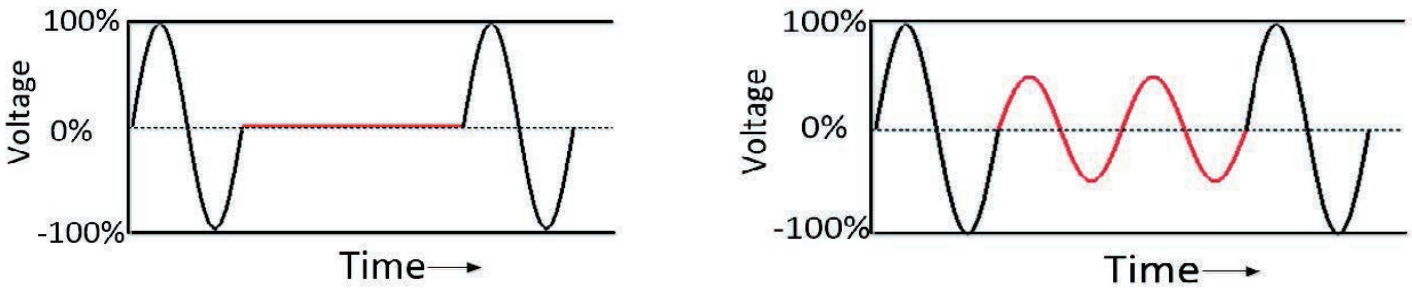


圖 2 電壓暫降和電壓中斷

除此之外，市電還存在其他常見的供電品質問題包括：電壓和頻率的偏差、諧波、三相不平衡、暫時過電壓等，這些問題都會影響醫療設備的正常工作。

誤區 2 ：認為醫院如果採用多迴路供電，醫院是不會停電的。

如果多迴路供電的上級是同一個變電站，一旦該變電站出現停電故障，那麼醫院依然會面臨停電事故。

誤區 3 ：認為醫院只要配備柴油發電機，醫院供電就可以得到足夠的保障。

市電停電後，切換至柴油發電機需要一定的時間。即使油機切換成功，在切換期間，仍需醫護人員去查看，以確保關鍵生命支持設備的複位、重啟、正常工作。

1.2 大型醫療設備的供電特性

1.2.1 MRI

MRI 利用磁共振原理，重建出人體信息。其特點是對人體沒有輻射損傷，影像信息豐富，但是更易受到偽影干擾。產生偽影的主要原因包括電源品質、EMI、溫濕度控制不佳等，這些因素都會導致射頻信號或磁場受到干擾。

MRI 除了必須對掃描間做磁屏蔽之外，還對周邊以及室內環境有嚴格要求，通常離磁體中心點 7.5 m 以內不得有電梯等大型運動金屬體，離磁體中心點 1.1 m 以內不得有任何鐵磁質物質，因此，MRI 的主機（射頻控制器及功放單元）、穩壓電源或 UPS、恆溫恆濕空調等均放在設備間內。

MRI 掃描時所需瞬時功率較大，會產生較大的瞬時衝擊電流，瞬時壓降大。所以 MRI 系統的供電電源要求直接從醫院主變電站獨立饋線至磁共振專用配電機櫃，線徑選擇應預留一定的功率充裕量；線長、內阻、距離、三相不平衡度需滿足設備廠家要求。推薦使用專用變壓器，容量為 200 KVA 以上。

另需提供一路小功率輔助電源專供主機溫控器 TCU、設備空調，以保證 MRI 磁體在停電期間的正常控制溫度。停電後，核磁冷頭如果不能正確複位，會導致磁體溫度上升，磁體內液氦揮發。嚴重時會引起失超，設備要整機返廠維修，造成重大損失。

MRI 操作臺的電腦也需要連續穩定不間斷供電，以確保存儲設備中的影像數據不會因為意外停電而丟失。

1.2.2 DR 和 CT

一個典型的 DR 的供電要求：電壓波動幅度：≤ 10%，供電功率：≥ 50 KW，電源內阻：≤ 0.3 Ω,接地電阻：≤ 4.0 Ω。DR 的球管輸入電路一般由整流器、高頻逆變器、升壓器和高壓整流器構成，以確保得到純淨的高壓直流電。因為該電路用了很多功率電子器 件，對 EMI 比較敏感，其前端的供電設備（穩壓電源或 UPS ）必須通過 EMC 檢驗。

典型的 DR 供電原理框圖如下：

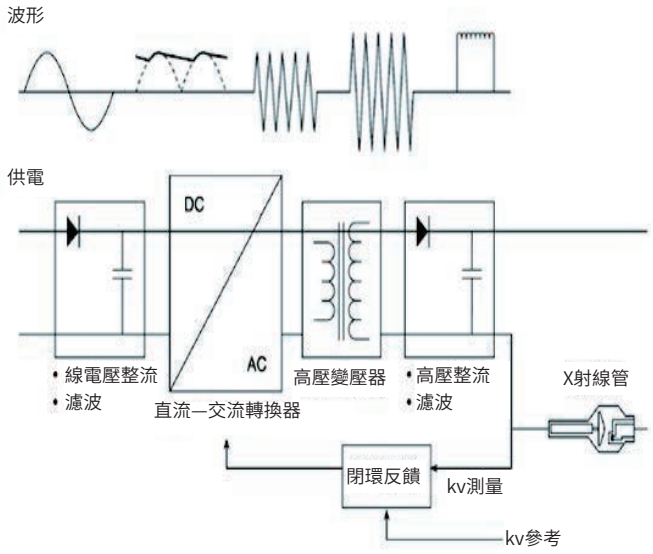


圖 3 DR 電路結構

DR的核心技術體現在平板探測器上，它是一種精密設備，對 DR 的成像品質起著決定性的作用。現在很多 DR 內部都有專門的溫度檢測控制單元，正常情況下即使關機，探測器也必須一直供電，以保證恒定的溫度和濕度(20- 24；30%~70% RH)。如果斷電，溫度模組就停止工作。而探測器升溫是很緩慢的過程，要求通電至少 4 個小時後才能達到穩定的校準狀態。如果夜裡斷電第二天再開機做檢查，很難在一開始的時候就使探測器處於穩定的狀態，存在造成圖像品質問題的隱患。

CT 也是使用 X 光成像，但是要複雜得多，所以其對電源和環境的要求比 DR 高得多。

二、如何提高成像品質

- 良好的接地：醫療設備上的接地端與房屋建築物的接地線可靠連接。接地工作方式及接地電阻必須符合廠家規定或標準要求， 接地電阻越小越好。
- 電源隔離變壓器：降低電源干擾。超聲波設備對 RF（射頻）噪音非常敏感。RF 既可以傳導也可以輻射。採用隔離變壓器能夠一定程度的緩解該類問題
- 屏蔽：屏蔽可以用來阻止診療室內部有害射線的外漏，如 DR、LA 等；還可以用來阻擋外界的干擾，如 MRI。 如果彩色超音波的外部電磁環境比較差，也可以採用這一方法。
- 優化供電電源。高品質的在線式 UPS 能夠提供純淨正弦波電源，提高成像清晰度。

三、UPS 的選擇

穩定的高品質的正弦波電源對於醫療設備的清晰成像、精確定位有直接的影響。有些醫療設備對電能的動態需求波動較大。比如：某典型 CT 連續工作時需要的電功率約 20 KW, 但是瞬時功率要求 90 KW 以上，每分鐘出現多次峰值，每次持續時間幾十微秒或更多，同時要求在此峰值功率輸出期間，電壓波動範圍不得超過額定電壓的 6%；某些心血管成像設備的動態特性要求更高， 連續工作時需要的功率約 5 KW，瞬態功率需求可以達到 170 KW，持續時間 10-40 us，然後又回到 5 KW，每分鐘重複 12 次。很多 UPS 不能適應這種負載特點，這要求輸入 UPS 具有很好的動態響應特性。

有些醫療設備則在不同的工作模式下也有不同的電功率需求。以 MRI 為例，掃描人體不同部位時，設定不同，所需的電源功率也不同。腦部和肩部掃描對比如下：

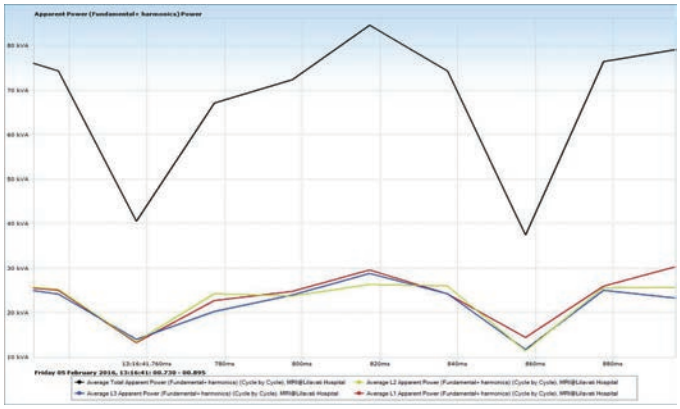


圖 4 MRI 對腦部掃描時電源功率需求波形

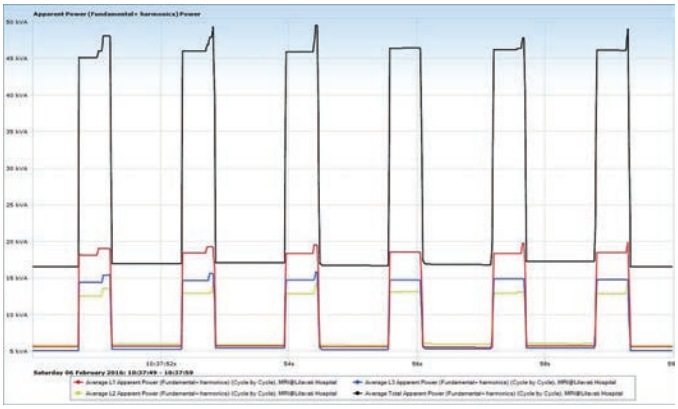


圖 5 MRI 對肩部掃描時電源功率需求波形

可以看出，該 MRI 對腦部進行掃描時電功率需求變化相對較為平緩，而掃描肩部時則需較強的動態特性。

另外，MRI 在掃描過程中會產生大量的諧波，對 UPS 輸出提出更高的要求。通過實測發現，某主流品牌 3.0 TMRI 的諧波總量 THDi 約30%～40%，如圖 6

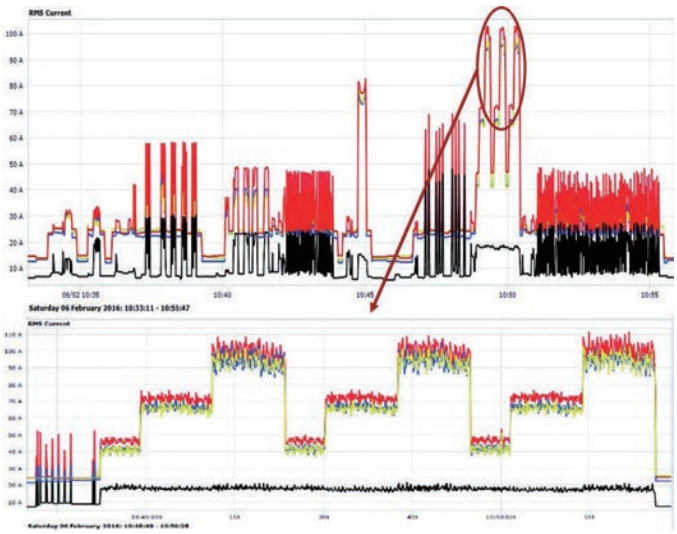


圖 6 MRI 掃描時輸入電流波形

因此，給這些大型醫療設備配備的 UPS 必須滿足瞬時功率和連續功率的需求，且在任何狀態下，UPS 的輸出電壓都必須保持穩定。

這也就要求 UPS 逆變器的動態響應特性必須要能夠滿足大型醫療設備的動態負載要求。簡單地把醫療設備額定功率翻倍，並據此選擇 UPS的容量，並非可靠的做法。如果 UPS 的容量（輸出功率，包括輸出有功功率和無功功率）不夠或者動態響應能力不足，醫療設備在功率到達峰值的時候，其輸入電壓會超出額定電壓範圍，從而導致偽影、鎖死、甚至系統故障。但是，並非所有的醫療設備都是動態負載，核醫學、PET、超聲波具有基本穩定的負載特性，所以選擇UPS 相對容易一些。

此外，還有幾點需要注意：

1. 如果 UPS 的 EMC 設計、製造工藝不佳，UPS 裡的逆變器就可能成為干擾源。
2. 某些大型醫療設備包含較大功率電動機，電機啟動時可能需要較大的啟動電流，並且電動機是感性負載，這類設備通常需要配備比設備標稱功率大得多的 UPS。

綜上所述，醫院大型醫療設備對於電力品質和供電連續性要求較高，採用穩定可靠的 UPS 是一個有效的解決辦法，但是各類設備的性能和參數不同，因此配置時，要和 UPS 廠家確認詳細實驗方法。

廠家配置前端 UPS 時，需要瞭解醫療設備的電氣和機械參數。包括：

1. 連續功率需求
2. 瞬態功率需求（含峰值功率，每次持續時間，需求頻率）
3. 電壓調整要求（波動範圍等）
4. 其他要求（佔地、承重等）

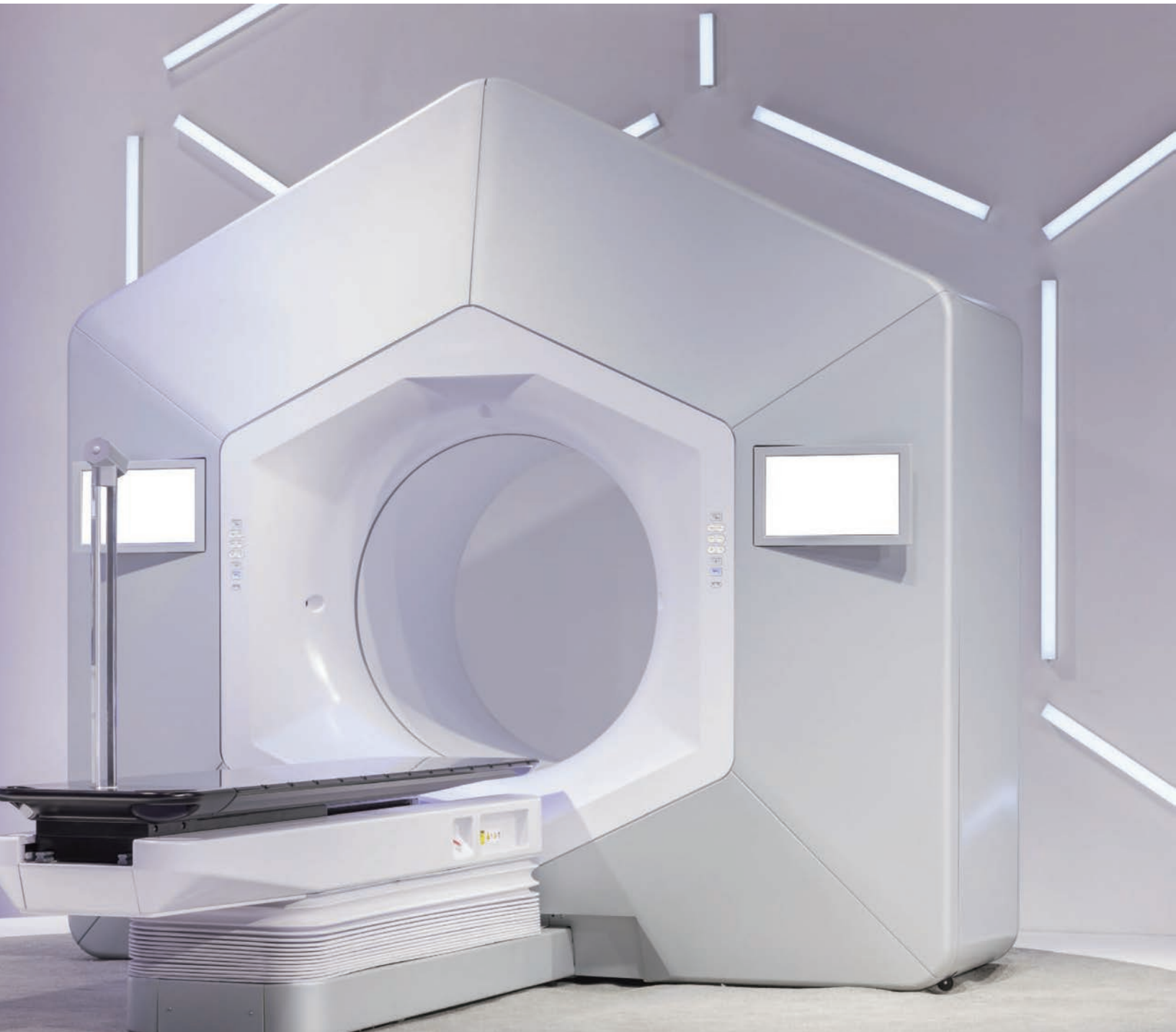
近年來, 越來越多的醫院已經意識到給 MRI 整機配備大功率 UPS 的價值，但是仍有很多設計沿襲舊的習慣，僅僅給 MRI 的控制單元配備小 UPS，主機用穩壓電源。

這兩種方案的優劣對比如下：

	前端整機大 UPS	穩壓電源+控制單元小 UPS
優勢	1.輸出電力品質高，成像效果好 2.不怕短時停電	成本較低
劣勢	1.成本略高 2.電池擺放、承重問題	1. 對抑制電網瞬態干擾幾乎沒有幫助 2. 電磁干擾很大，影響成像效果 3. 無停電後備能力，即使分鐘級停電後重啟，MRI 仍需要一段時間降溫 4. 目前國內的小 UPS 市場魚目混雜，普遍可靠性不高

總結

科技的進步推動大型醫療設備的技術發展。隨著設備精密度的提高，其對供電品質的要求也逐漸提升。本白皮書致力於為醫院產業客戶提供最佳的可靠供電方案，保障大型醫療設備的正常運行，提高影像設備的成像質量。從設備的供電原理和需求特性的角度出發，建議醫療行業客戶根據需求升級供電方案，採用整機配備大UPS的方案，成就最佳費效比。



VERTIV.

Architects of continuity™

恒久在線・在線未来

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.