



VERTIV™
维谛技术

白皮书

大型医疗设备的供电保障

目录

一、大型医疗设备供电保障的重要性.....	2
1.1 医院行业对供电可靠性的误解.....	3
1.2 大型医疗设备的供电特性.....	4
1.2.1 MRI.....	4
1.2.2 DR 和 CT.....	4
二、如何提高成像质量.....	5
三、UPS 的选择.....	5
总结.....	7

一、大型医疗设备供电保障的重要性

先进的医疗设备能够有效的提高医院的医疗质量, 帮助患者快速准确地诊疗, 因此人们总是对更先进的技术孜孜以求。大型医疗设备, 比如 计算机断层扫描 CT、磁共振 MRI、数字减影血管造影 DSA、医用直线加速器 LA、单光子发射计算机断层扫描 SPECT-CT 等, 越来越成为医院的标准配置。

医疗设备应用的初期, 技术并不成熟, 精度远远不及现在, 而且相关的设计人员缺乏对电源质量重要性的认知, 因此设备大多是直接由市电供电的, 几乎没有什么供电可靠性和质量可言。从上世纪 70 年代开始, 以 CT 为代表的大型高精度影像设备开始在医院应用, 各种奇怪的故障也开始随之出现。经过调查发现, 电源质量问题是导致故障的重要原因之一。最初的解决办法是在设备前端加装瞬态电压抑制器 TVSS。这样确实改善了一部分问题。

进入 90 年代后, 发达国家开始采用稳压电源进一步改善 CT 和 MRI 的供电电源质量, 在当时, 确实解决了部分问题, 取得一定的效果。国内 90 年代同期引进这种方案后, 这种前端配稳压电源的方式一直是最常采用的经济型供电方案。自 2000 年以来, 大型医疗设备的精密度越来越高, 对供电质量, 特别是 EMC (电磁兼容) 的要求也越来越高, 同时, UPS 的价格也逐渐被医院所接受, 越来越多的医院开始在医疗设备前端对整机配备高品质的 UPS。这对医疗设备的保护、成像品质的提高起到了关键作用。

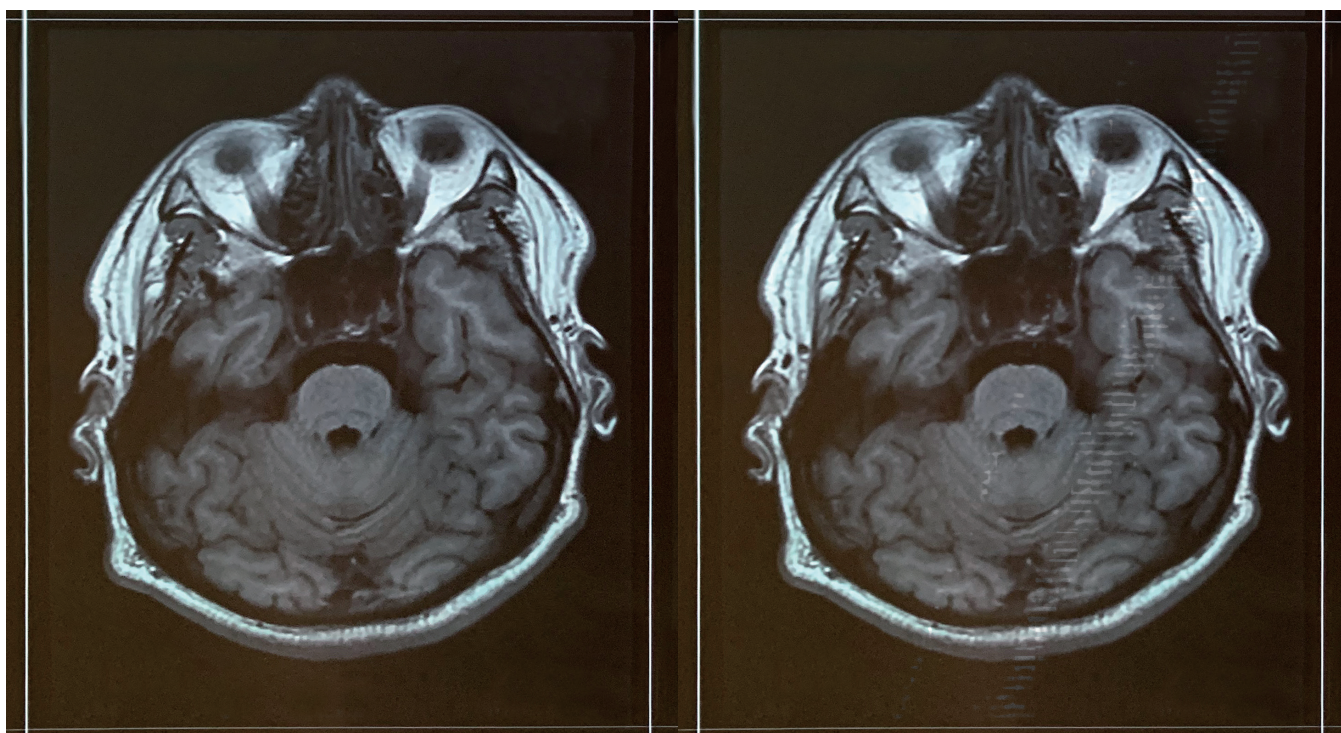


图 1 电能质量劣化导致的带状伪影

一般来说,产生伪影轻则需要安排医患重新扫描,降低医院工作效率,重则可能导致医生的误判,因此电能质量的重要性不言而喻。

此外,医院断电也是一大问题。首先,DR、B超、CT、MRI、造影仪、LA、PET、生物分析仪等医疗设备都有电脑控制单元,系统的突然断电,容易导致工作站硬盘产生坏道,甚至造成重要医疗数据丢失。严重时,会瞬间产生巨大电流使得CPU主板、显示器等被烧毁。其次,对于部分医疗设备而言,即使很短暂的停电,复位后仍然需要长时间的预热,严重耽误诊疗时间,而一些高精密度的部件则可能因此损坏,造成巨大的损失。

1.1 医院行业对供电可靠性的误解

目前行业内一部分人对于医院供电可靠性存在明显的误区:

误区 1: 认为目前市电的质量足够好,不会影响设备的正常使用。

事实上,市电的电压暂降和电压中断问题不可避免。

电压暂降是指电网 RMS 电压值下降幅度介于额定电压的 10% 至 90% 之间,持续时间在半个周期到 1 分钟之间。导致电压暂降的原因有很多,主要受雷击、大风舞动、绝缘闪络等自然环境因素影响,引发电力系统保护和自动装置动作,或受大型施工机械违规进入电力设施保护区引起放电等。受电网环境复杂性的影响,电压暂降目前是无法消除的问题。

电压中断是指一相或多相供电电压消失降为零。电压中断的原因有很多,常见的原因包括:自然灾害(台风、暴雨、雷电、地震),人为因素(施工破坏、偷盗、误操作、高峰限电),设备故障(老化、越级跳闸),外力因素(异物短路、重物倒压)等。除了人为计划停电外,其他原因都具有不确定性和不可抗性。

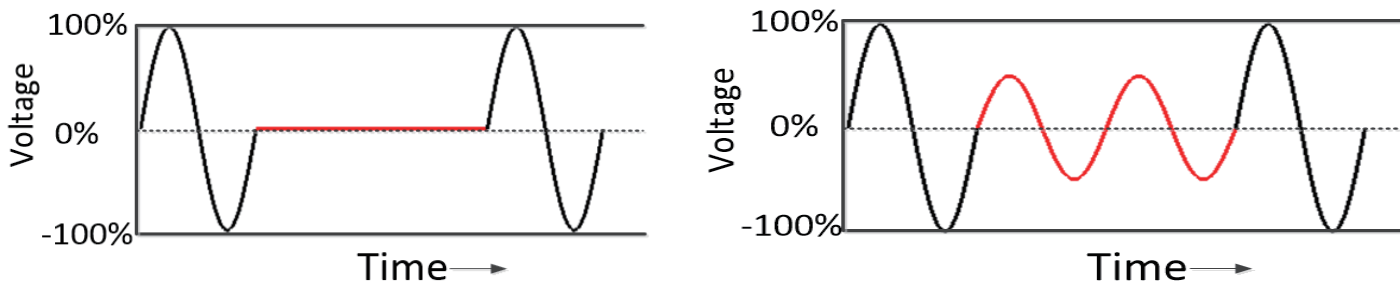


图 2 电压暂降和电压中断

除此之外,市电还存在其他常见的供电质量问题包括:电压和频率的偏差、谐波、三相不平衡、暂时过电压等,这些问题都会影响医疗设备的正常工作。

误区 2: 认为医院如果采用多回路供电,医院是不会停电的。

如果多回路供电的上级是同一个变电站,一旦该变电站出现停电故障,那么医院依然会面临停电事故。

误区 3: 认为医院只要配备柴油发电机,医院供电就可以得到足够的保障。

市电停电后,切换至柴油发电机需要一定的时间。即使油机切换成功,在切换期间,仍需医护人员去查看,以确保关键生命支持设备的复位、重启、正常工作。

1.2 大型医疗设备的供电特性

1.2.1 MRI

MRI 利用磁共振原理，重建出人体信息。其特点是对人体没有辐射损伤，影像信息丰富，但是更易受到伪影干扰。产生伪影的主要原因包括电源质量、EMI、温湿度控制不佳等，这些因素都会导致射频信号或磁场受到干扰。

MRI 除了必须对扫描间做磁屏蔽之外，还对周边以及室内环境有严格要求，通常离磁体中心点 7.5m 以内不得有电梯等大型运动金属体，离磁体中心点 1.1m 以内不得有任何铁磁质物质，因此，MRI 的主机（射频控制器及功放单元）、稳压电源或 UPS、恒温恒湿空调等均放在设备间内。

MRI 扫描时所需瞬时功率较大，会产生较大的瞬时冲击电流，瞬时压降大。所以 MRI 系统的供电电源要求直接从医院主变电站独立馈线至磁共振专用配电柜，线径选择应预留一定的功率裕量；线长、内阻、距离、三相不平衡度需满足设备厂家要求。推荐使用专用变压器，容量为 200KVA 以上。

另需提供一路小功率辅助电源专供主机温控器 TCU、设备空调，以保证 MRI 磁体在停电期间的正常控制温度。停电后，核磁冷头如果不能正确复位，会导致磁体温度上升，磁体内液氦挥发。严重时会引起失超，设备要整机返厂维修，造成重大损失。

MRI 操作台的电脑也需要连续稳定不间断供电，以确保存储设备中的影像数据不会因为意外停电而丢失。

1.2.2 DR 和 CT

一个典型的 DR 的供电要求：电压波动幅度： $\leq 10\%$ ，供电功率： $\geq 50\text{KW}$ ，电源内阻： $\leq 0.3\ \Omega$ ，接地电阻： $\leq 4.0\ \Omega$ 。DR 的球管输入电路一般由整流器、高频逆变器、升压器和高压整流器构成，以确保得到纯净的高压直流电。因为该电路用了很多功率电子器件，对 EMI 比较敏感，其前端的供电设备（稳压电源或 UPS）必须通过 EMC 检验。

典型的 DR 供电原理框图如下：

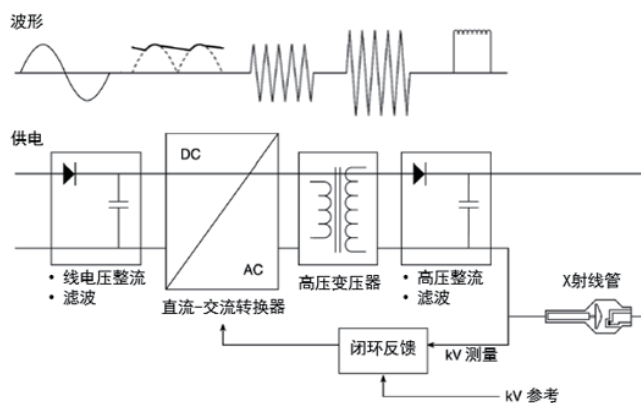


图 3 DR 电路结构

DR 的核心技术体现在平板探测器上，它是一种精密设备，对 DR 的成像质量起着决定性的作用。现在很多 DR 内部都有专门的温度检测控制单元，正常情况下即使关机，探测器也必须一直供电，以保证恒定的温度和湿度（20-24；30%~70%RH）。如果断电，温度模块就停止工作。而探测器升温是很缓慢的过程，要求通电至少 4 个小时后才能达到稳定的校准状态。如果夜里断电第二天再开机做检查，很难在一开始的时候就使探测器处于稳定的状态，存在造成图像质量问题的隐患。

CT 也是使用 X 光成像，但是要复杂得多，所以其对电源和环境的要求比 DR 高得多。

二、如何提高成像质量

- 良好的接地: 医疗设备上的接地端与房屋建筑物的接地线可靠连接。接地工作方式及接地电阻必须符合厂家规定或标准要求, 接地电阻越小越好。
- 电源隔离变压器: 降低电源干扰。超声波设备对 RF (射频) 噪音非常敏感。RF 既可以传导也可以辐射。采用隔离变压器能够一定程度的缓解该类问题
- 屏蔽: 屏蔽可以用来阻止诊疗室内部有害射线的外泄, 如 DR、LA 等; 还可以用来阻挡外界的干扰, 如 MRI。如果彩超的外部电磁环境比较差, 也可以采用这一方法。
- 优化供电电源。高品质的在线式 UPS 能够提供纯净正弦波电源, 提高成像清晰度。

三、UPS 的选择

稳定的高品质的正弦波电源对于医疗设备的清晰成像、精确定位有直接的影响。有些医疗设备对电能的动态需求波动较大。比如: 某典型 CT 连续工作时的电功率约 20 kW, 但是瞬时功率要求 90 kW 以上, 每分钟出现多次峰值, 每次持续时间几十微秒或更多, 同时要求在此峰值功率输出期间, 电压波动范围不得超过额定电压的 6%; 某些心血管成像设备的动态特性要求更高, 连续工作时的功率约 5 kW, 瞬态功率需求可以达到 170 kW, 持续时间 10-40 us, 然后又回到 5 kW, 每分钟重复 12 次。很多 UPS 不能适应这种负载特点, 这要求输入 UPS 具有很好的动态响应特性。

有些医疗设备则在不同的工作模式下也有不同的电功率需求。以 MRI 为例, 扫描人体不同部位时, 设定不同, 所需的电源功率也不同。脑部和肩部扫描对比如下:

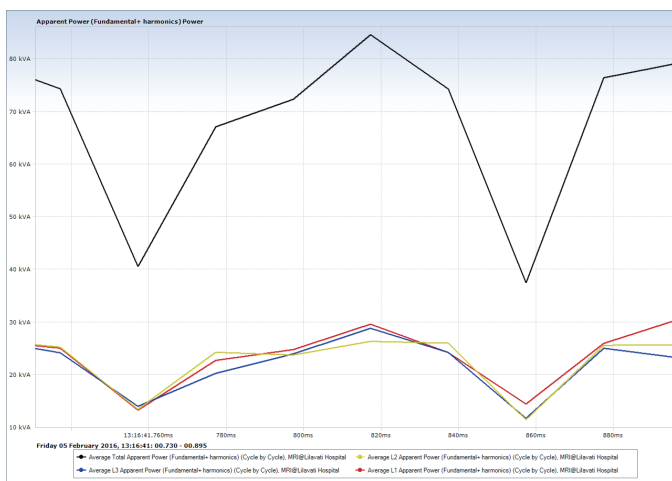


图 4 MRI 对脑部扫描时电源功率需求波形

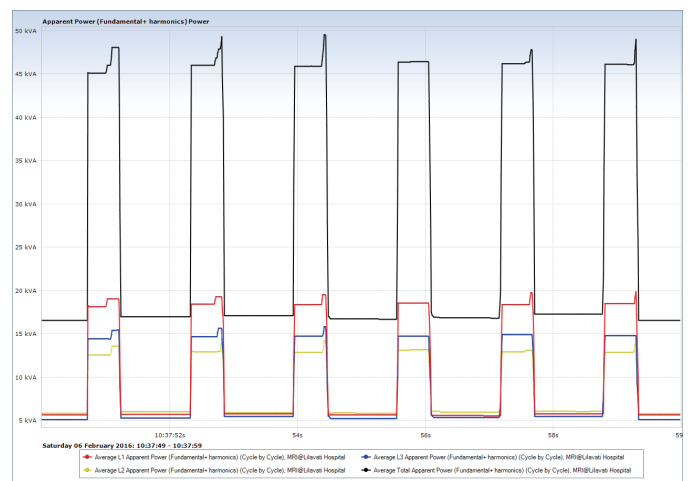


图 5 MRI 对肩部扫描时电源功率需求波形

可以看出, 该 MRI 对脑部进行扫描时电功率需求变化相对较为平缓, 而扫描肩部时需较强的动态特性。

另外, MRI 在扫描过程中会产生大量的谐波, 对 UPS 输出提出更高的要求。通过实测发现, 某主流品牌 3.0 TMRI 的谐波总量 THDi 约 30%~40%, 如图 6

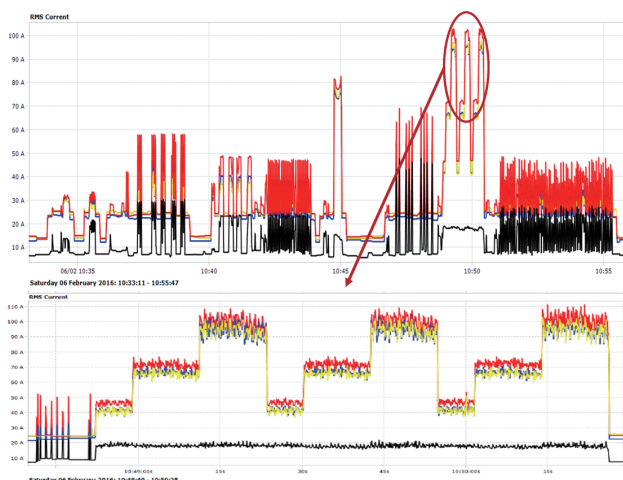


图 6 MRI 扫描时输入电流波形

因此，给这些大型医疗设备配备的UPS必须满足瞬时功率和连续功率的需求，且在任何状态下，UPS的输出电压都必须保持稳定。这也这就要求UPS逆变器的动态响应特性必须要能够满足大型医疗设备的动态负荷要求。简单地把医疗设备额定功率翻倍，并据此选择UPS的容量，并非可靠的做法。如果UPS的容量（输出功率，包括输出有功功率和无功功率）不够或者动态响应能力不足，医疗设备在功率到达峰值的时候，其输入电压会超出额定电压范围，从而导致伪影、锁死、甚至系统故障。但是，并非所有的医疗设备都是动态负载，核医学、PET、超声波具有基本稳定的负载特性，所以选择UPS相对容易一些。

此外，还有几点需要注意：

1. 如果UPS的EMC设计、制造工艺不佳，UPS里的逆变器就可能成为干扰源。
2. 某些大型医疗设备包含较大功率电动机，电机启动时可能需要较大的启动电流，并且电动机是感性负载，这类设备通常需要配备比设备标称功率大得多的UPS。

综上所述，医院大型医疗设备对于电能质量和供电连续性要求较高，采用稳定可靠的UPS是一个有效的解决办法，但是各类设备的性能和参数不同，因此配置时，要和UPS厂家确认详细实验方法。

厂家配置前端UPS时，需要了解医疗设备的电气和机械参数。包括：

1. 连续功率需求
2. 瞬态功率需求（含峰值功率，每次持续时间，需求频率）
3. 电压调整要求（波动范围等）
4. 其他要求（占地、承重等）

近年来，越来越多的医院已经意识到给MRI整机配备大功率UPS的价值，但是仍有很多设计沿袭旧的习惯，仅仅给MRI的控制单元配备小UPS，主机用稳压电源。

这两种方案的优劣对比如下：

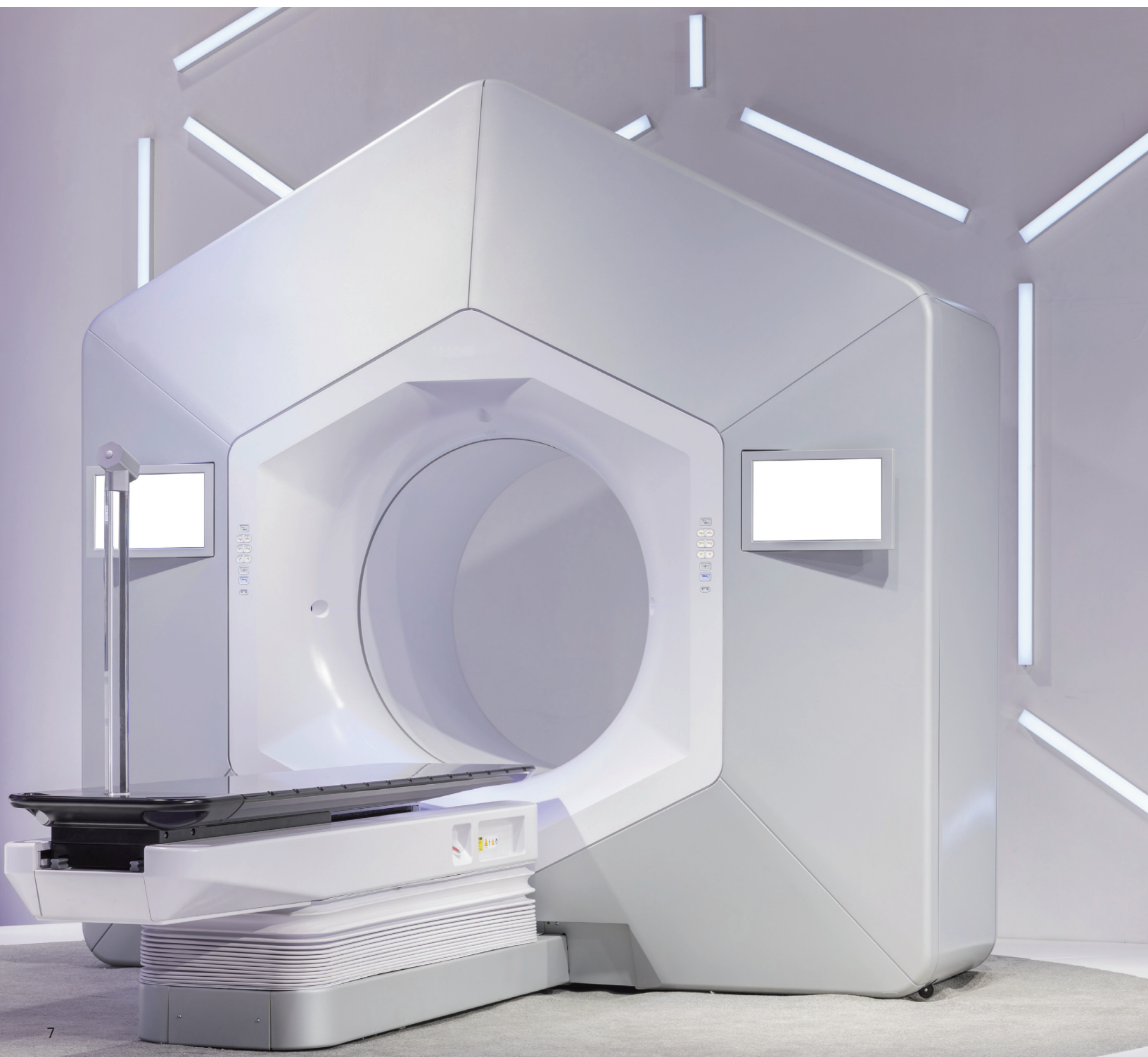
前端整机大UPS

稳压电源+控制单元小UPS

优势	1. 输出电能质量高，成像效果好 2. 不怕短时停电	成本较低
劣势	1. 成本略高 2. 电池摆放、承重问题	1. 对抑制电网瞬态干扰几乎没有帮助 2. 电磁干扰很大，影响成像效果 3. 无停电后备能力，即使分钟级停电后重启，MRI仍需要一段时间降温 4. 目前国内的小UPS市场鱼龙混杂，普遍可靠性不高

总结

科技的进步推动大型医疗设备的技术发展。随着设备精密度的提高，其对供电质量的要求也逐渐提升。本白皮书致力于为医院行业客户提供最佳的可靠供电方案，保障大型医疗设备的正常运行，提高影像设备的成像质量。从设备的供电原理和需求特性的角度出发，建议医疗行业客户根据需求升级供电方案，采用整机配备大UPS的方案，成就最佳费效比。



Architects of continuity™

恒久在线·共筑未来 ▶▶



维谛技术有限公司

电话：86-755-86010808

邮编：518055

售前售后电话：

400-887-6526

400-887-6510



扫码关注