

# 医院配电系统的谐波综合治理探讨

杨 丽

(天津市儿童医院总务科, 天津 300000)

**摘 要** 医院是综合性服务场所, 其配电系统的构成复杂, 在运行中的谐波来源多、危害大, 如通信质量不佳、线损大、设备异常, 都影响了医院工作的正常开展。正是由于医学谐波的较大危害, 当前的配电系统设计中非常重视谐波综合治理, 有关人员结合谐波来源、特点等, 优化了配电系统, 大大提高了配电系统的可靠性、稳定性。基于此, 本文以医院配电系统为研究对象, 重点研究了谐波综合治理的措施, 旨在对实际工作具有指导与借鉴意义。

**关键词** 医院配电系统; 谐波问题; 综合治理

中图分类号: TM935

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)05-0019-03

随着医疗卫生事业的进步, 医院的医疗水平显著提高, 为满足人们多方面的就诊需求, 医院内配备有各种专业化医疗设备, 这些设备在运行中离不开电力, 也就对医院配电系统的设计提出了严格要求。但结合目前各医院配电系统的运行情况, 许多配电系统都存在谐波干扰问题, 影响了医院内的通信、设备使用, 造成的负面影响较大。为在当前的条件下提高医院配电系统的科学性, 相关人员在设计配电系统时需强化谐波治理, 采用多样化治理手段。

## 1 医院配电系统谐波源及其特点

### 1.1 医疗设备

医院内包含多种医疗设备, 这些设备中的电子器件较多, 当医疗设备处于工作状态下时产生的谐波污染较大。结合目前医院内的设备配备情况, CT 机、核磁共振仪、直线加速器、X 线机、心血管造影机 DSA、数字造影仪 DSI 等, 这些设备在疾病诊断方面发挥了重要的作用, 但同样存在谐波污染。

以 CT 机为例, 其在当下的医疗诊断中有着不可替代的作用, 设备购买的费用高, 当机器处于工作状态时, 高频高压发生器将三相交流电整流为直流, 并联逆变器逆变为一定的交流, 最后在倍压整流下产生超过 30kV 的稳定高压再完成供电任务, 在此工作期间同时存在整流、逆变过程, 谐波污染大, 在较为严重的情况下总谐波畸变率甚至在 30% 左右<sup>[1]</sup>。

核磁共振仪设备在工作时利用的是核磁共振原理, 磁场与射频脉冲的共同作用下人体组织内进动氢核发生振动同步形成射频信号, 由计算机处理电磁波, 绘制人体组织内精确的立体图像, 用于诊疗分析。核磁共振

作用下交变磁场、无线电射频脉冲都会诱发谐波污染。

在医院内部直线加速器也必不可少, 本质上为利用微波电磁场加速电子的设备, 多用于肿瘤放射治疗。直线加速器运行期间, 磁控管、速调管均需脉冲高压, 而这一方面的需求由脉冲调制器来负责, 脉冲调制器属于软性管, 经由直流高压电源能对充电变压器、脉冲形成电容器完成谐振充电。如在实际的工作中对电压稳定度有严格标准, 调制器中还需配备符合要求的脉冲电压稳定装置。系统工作中的高频电源、直流高压电源产生过程、脉冲调制器、脉冲电压稳定装置运行过程均伴随着一定的谐波污染, 电流总谐波畸变率较高, 基本保持在 40%~50% 之间。

X 线机属于瞬时性负荷设备, 在设备处于工作状态下电压非常高, 甚至可达上百千伏, 变压器原边将增加 60kW~70kW 的瞬时电荷。光球管、高压整流器作为 X 线机中的关键构成, 在机器工作期间高压整流器整流桥的谐波干扰大, 再加上 X 线机的瞬时工作特性大, 谐波污染突出, 谐波畸变率高达 30%~50%。

### 1.2 信息通信设备

信息化时代到来后, 医院都在积极转变其发展方向, 迈向了数字化阶段, 许多大型医院基本都建立了信息化管理系统, 该系统的性能优越, 功能齐全, 内部包含医疗信息子系统、临床信息子系统、视频教育远程医疗子系统等, 系统内配备的计算机、网络连接设备种类繁多, 在计算机、网络设备等的运行中, 谐波电流大。

UPS 先将市电整流为直流电, 两路分别给电池充电、为逆变器供电, 以通过这一方式使直流电转变为

稳压、稳频、纯净的 50Hz 交流电, 向负载供电。如市电存在异常现象, 如在故障或无故停电的情况下, 逆变器改由电池供电, 以维持用电设备的正常工作。当市电正常工作时 EPS 由市电输出供电, 并同步给电池充电, 如市电停电或电压偏低, 直接由电池经由逆变器向负载供电<sup>[2]</sup>。不论是 EPS 还是 UPS, 其中都有 IGBT、PWM 技术, 在整流、逆变中的谐波污染无法避免。以大功率 UPS 为例, 在整流装置为三相全控桥 6 脉冲整流器阶段, 总谐波畸变率较大, 基本在 30%~40% 之间。

### 1.3 电器设备

医院内包含的电器类型非常多, 这些电器设备在工作时同样伴随着一定的谐波, 如电梯、空调、变频水泵、照明设备等。在医院工作中, 很多区域内安装有荧光灯, 在使用这类型灯具时的谐波电流大, 如多个荧光灯接成三相四线进行负载, 中线上一般会流过 3 次谐波电流。此外, 医院内也配备有变频空调、风机, 同样也是谐波来源, 产生 5 次、7 次谐波污染。

## 2 谐波的危害

### 2.1 降低设备的使用寿命

医院配电系统的构成复杂, 如缺乏谐波治理, 将大大缩短有关设备的使用寿命, 因为长时间在谐波影响下, 部分设备的元件被损坏, 绝缘材料电应力持续增大, 变压器、电容器的涡流损耗异常大, 变压器金属绕组无法保持正常, 存在过热、大噪声问题, 绝缘老化严重, 在未达到设计使用寿命的情况下这些设备就要被淘汰。

### 2.2 增加线损

医院配电系统的运行过程中, 谐波电压及电流的产生具有持续性, 很难在短时间内彻底消除, 这就导致谐波电流、谐波电压将在电网内发生累积作用, 引起线路、部分部件的损坏, 导致变压器带载能力显著降低, 线损问题严重。

### 2.3 影响通信

谐波的存在也会干扰通信环境, 如医院配电系统未及时治理谐波污染, 将会影响到院内的正常通行。谐波长度不具有固定性, 有大有小, 而这些会影响通信过程中的长波与短波, 造成通信噪声, 如距离较短, 则对应较大的通信噪声, 医院内涉及的语音、视频信号传输都将受较大干扰。

### 2.4 引发误动作

医院配电系统的谐波也会引起设备误动, 导致其

动作失效, 难以发挥设备应有的功能, 特别是对机电型继电器来说更是如此, 这类型继电器受谐波干扰较大, 如存在谐波影响, 继电器无法高效、准确区分谐波、零序电流, 保护动作失效几率较大, 经常因为保护动作错误而造成重大事故。

## 3 医院配电系统的谐波治理策略

### 3.1 抑制谐波干扰

医院工作中为促进配电系统的高效运转, 减小谐波干扰, 有关人员在设计配电系统时可从电气设备物理空间、谐波源相关参数等考虑。要从根本上抑制谐波干扰, 设计人员可从以下方面处理问题: (1) 科学配电, 非线性负荷与电源端的距离应尽量小; 隔离非线性、线性负荷供电, 使它们分别有自己的供电母线; (2) 设计配电系统时, 有关人员应考虑电容器设置的合理性, 电容器功能与型号需符合要求, 但不同参数和运行特点的电容器之间的距离应达到标准, 距离不可过大也不可过小; 选用兼具谐波互补功能的专业设备, 用集中布置方式来发挥该设备在抑制谐波方面的作用<sup>[3]</sup>。(3) 配备符合要求的非调谐谐波电抗器, 此电抗器与无功功率补偿回路之间应保持串联连接方式, 用此电抗器抑制谐波, 但如选用这一方式, 谐振的作用导致系统谐波异常增大, 对系统运行的干扰较大, 需将 L-C 串联支路的谐波频率控制在合理范围内, 或者在一些特殊的情况下应串联特点型号的电抗器。(4) 变频设备与被控设备的距离不应过远, 不得在谐波干扰源周围布置核心设备, 否则可能无法消除谐波影响, 使不同设备的布局位置正确, 为设备运行创造良好的条件。(5) 配备 D, Yn11 型三相变压器。

### 3.2 谐波治理设计

抑制谐波干扰虽然有一定作用, 但从根本上来看属于被动远离谐波的方式, 具有一定的适用条件, 无法治理、减小谐波。为此, 医院供电系统的谐波综合治理中, 可选用主动治理方式: (1) 选用高性能、高质量的有源滤波器, 但此方式并非适用于全部条件, 公共连接点或系统装置内部接点处的谐波电压异常大或谐波源功率因数异常高的情况下能取得良好的应用效果, 具体就是要在恰当的位置布设大功率整流设备。配电系统工作时可能存在这一情况: 非线性负荷容量占比高, 自然因数大, 此时为应对谐波干扰, 变压器低压配电母线侧可增设有源滤波器; 仅有少量非线性负荷的关键设备, 可分散、就近在电气设备上配备有源滤波器<sup>[4]</sup>。(2) 配备无源滤波器, 但此种方式也有

其特定的应用环境,如大型稳定非线性负荷、自然功率因数偏低的单相非线性负荷、为连续的 3 次谐波源时,均可选择这一谐波治理手段,具体的安装中可采取并联方式,在谐波位置就近安装。(3)采取无源滤波器、有源滤波器混合使用的方式,一般在大容量、3 次以上谐波含量高、频率特性复杂、负荷稳定的谐波源中能达到预期目标。

### 3.3 谐波补偿装置的容量估算

医院配电系统的谐波治理方面,关键要优化系统整体和局部,并做好有关设备的选型及配备。有关人员在实际的工作中应综合多种因素估算谐波电流值,在此前提下配备专业化设备,也可参考行业内的有关标准,做好技术经济对比与评估。如选用无源谐波抑制方式时,有关人员可参考无功容量每千乏折算成电流,在此基础上按照 0.2~0.3 系数折算得到谐波抑制电流,实际的工作中若非线性负荷相对较多,折算系数一般取 0.2。采用有源滤波装置的情况下,为保障有源滤波装置的作用,有关人员需采用恰当的方式精准估算谐波电流值,在此基础上选择恰当型号的有源滤波器。

以某公共建筑为例,变电所变压器为 SCB11、1000kVA、10/0.4kV D, Yn11 型号,  $U_k$  为 6%, 负载率  $K_1$  为 0.8, 通过行业标准,  $THDi$  为 20%, 结合谐波电流相关公式,再参考变压器容量来设计消谐式无功补偿,选择 30%~40% 的变压器容量补偿量,也就是率先选择 300kvar 消谐式无功补偿,电流为 433A,以系数 0.2 折算也就是抑制 86.6A 的谐波电流<sup>[5]</sup>。但在配电系统内即使配备有消谐式无功补偿,也无法完整消除谐波干扰,单纯采用消谐式无功补偿将无法达到良好的谐波治理效果,相关人员还需结合实际情况来配备有源滤波器,如可选用 100A~150A 的三相有源滤波器。

### 3.4 消谐式补偿装置中合理选取串联电抗器电抗率

如在治理医院配电系统的谐波时采取的是配备消谐式补偿装置方式,在实际的工作中有关人员需综合更多因素来配备恰当的串联电抗器。具体的选型工作难度大,需考虑更多方面,如需结合电网条件、电容器参数等,经由专业化计算与分析来选型。通常情况下,选型时的基本原则为能消除主要数的谐波,并能减小其他次数谐波所引发的电压升高而超出电容器能承受范围的现象。结合行业内的现行标准,有关人员在确定电抗器电抗率时可采用以下方式:

(1) 单纯对涌流有限制的情况下,一般选用 0.1%~

1.0% 之间的电抗器,但在此过程中却需要考虑回路连接线的长短程度,以此来确定最大值、最小值。(2)如医院配电系统运行过程中 3 次谐波含量较多且超出了相关标准,配备串联 12% 的电抗器。(3)如电网中的 5 次谐波含量较多且严重超出了标准后,选用串联 4.5%~5.0% 的电抗器。(4)如配电系统中同时存在 3 次、5 次谐波,且这些谐波的含量高,严格超出了正常值,选择 12% 和 4.5%~5.0% 的电抗器,将两种电抗器混合使用。结合实际的工作情况,选择两种电抗器的前提条件就是电抗器组数相对较多,如能科学采用混合方式,不仅能大大降低成本,还能保障良好的谐波治理效果。(5)如配电系统内 3 次、5 次谐波含量都相对偏小,不需串联电抗器。

### 3.5 利用无谐波污染的绿色变频器

医院配电系统的谐波治理中,也可在系统中配备绿色变频器,这类型变频器的无谐波污染,输入与输出电流均为正弦波,在变频器工作时输入功率因数的控制相对便捷,能获取工频点随意控制的输出频率,内部的交流电抗器不仅可科学抑制谐波,更能减小电压瞬时尖波对整流桥的干扰。

## 4 结语

谐波对医院配电系统的负面影响较大,为从根本上减小谐波对系统的这一干扰,各医院需结合谐波源、特点及危害,采取多样化方式来治理、抑制谐波,从根本上提高医院配电系统的运行可靠性。

## 参考文献:

- [1] 左宏基,陈宏军,徐峰亮,等.基于 BP 神经网络建模的并联型有源电力滤波器谐波综合治理控制算法[J].电力电容器与无功补偿,2022,43(01):50-56.
- [2] 胡燕春,杨帆,杜敏智.110kV 良田站谐波问题研究与治理建议[J].自动化技术与应用,2022,41(02):86-91.
- [3] 田书娅,贾清泉,林丽娟,等.面向谐波和电压综合治理的电压检测型 APF 与 SVG 协同配置[J].电力系统自动化,2021,45(24):149-157.
- [4] 张震霄,赵建勇,年珩,等.基于电力电子调压器的电网综合治理控制策略[J].电气传动,2022,52(04):49-55.
- [5] 范明,庞录朝,赵忠林.分布式协同的配电台区电能质量综合治理策略[J].电力电子技术,2022,56(06):87-90.