

医院配电系统谐波治理及补偿

第一部分 谐波分析

医院配电系统一般是 10/0.4kV 主变压器，主要负载为电子医疗精密设备、照明及变频通风设备、计算机及 UPS 等。其中大部分为单相非线性负荷，低压电网上谐波严重，主要谐波源可分为下面几种：

1、通风设备：为了节约能源，大部分医院均采用变频风机及空调。变频器是非常重要的谐波源，其总谐波电流畸变率达 33%以上，会产生大量 5、7 次等的谐波污染电网。

2、照明设备：由于医院内部使用大量的荧光灯具，因此会引起严重的谐波电流，其中 3 次谐波为最高，当多个荧光灯接成三相四线负载时，中线上就会流过很大的三次谐波电流。

3、电子医疗精密设备：大型医院内的大型电子医疗设备一般为开关电源供电，开关电源设备会产生 3、5、7 次等谐波注入电网。

4、计算机及 UPS：目前医院均为计算机网络管理，计算机的数量很大，此外服务器等数据存储系统必须配有 UPS 等备用电源。个人电脑的开关电源及 UPS 均为谐波源，会产生大量的 3、5、7 次等谐波。

总之，医院的低压配电系统有大量的谐波源负荷，会产生大量的 3、5、7 次等谐波，严重污染电网。大量的单相非线性负荷会造成三相不平衡、谐波超标、中性线谐波过载等电能质量问题，必须要治理谐波。

第二部分 谐波的危害

大量的谐波必然会产生严重危害，特别是谐波造成的电压波动会影响精密医疗设备，使其受到谐波信号的干扰而影响仪器的性能。特别值得关注的是，医院是对电能质量要求很高的场合，意外断电和电网干扰对医疗仪器的影响不容忽视。特别是对于部分进口仪器，对使用的电网环境要求很高，因为国外已经很早就重视了电能质量问题而进行了严格限制，很多仪器不能保证在谐波环境下正常检测，甚至会影响其使用寿命。因此必须使用专门的设备来治理谐波，例如有源滤波器。

此外，治理谐波污染，是增加电容器使用寿命，提高功率因数，降低无功损耗，节约电费开支的重要手段。低压配电系统中谐波污染的治理，还可以减少变压器、电缆、医疗设备的发热，增加其使用寿命，延长设备运行的平均无故障时间，降低维护、维修及更换设备的费用，具有附加的间接经济效益。

第三部分 治理方案

针对医院的具体情况，治理谐波污染的目的，首先是确保患者及医护人员的安全，即通过有针对性的谐波污染治理，减少甚至消除其对配电系统的不良影响，保证变压器、电缆、医疗设备的正常运行；其次体现直接经济效益，即保障低压电容补偿系统的正常运行，发挥其应有的作用，降低低压配电系统中谐波总体含量的水平，提高功率因数，减少无功损耗，延长设备使用寿命。

根据这一目的，在污染较严重的医院低压配电系统，可采取**有源滤波器+无源滤波补偿装置**混合滤波的方案。此方案在安全补偿无功功率的同时，用有源滤波器治理谐波，是针对医院配电系统谐波治理及无功补偿的最佳方案。

谐波污染治理的结果，满足或高于现行国家标准。预期指标为：系统中谐波总分量 $THDI \leq 3\%$ ，功率因数 $\cos\phi \geq 0.95$ 。

下面就几种无功补偿方案进行分析，说明选择有源滤波器的必要性：

1) **只使用串联电抗器的非调谐无源滤波补偿装置（电抗系数 7%或 5.5%）**，不使用有源滤波器。

通过计算可以看出，电抗系数 5.5%和 7%的补偿回路，谐波分流差异不大。非调谐的滤波补偿设备的主要作用是抑制谐振，安全补偿，适当滤波。重点是实现安全补偿，保护电容，对于谐波量比较大的场合，谐波污染不会有明显的改善，建议使用调谐式无源滤波器或有源滤波器来滤除谐波。

2) 使用无源调谐式滤波器进行滤波补偿

无源调谐式滤波器可以滤出 80%~90%以上的 5、7 次谐波，滤波效果好，但是滤波的同时补偿固定的容性无功功率，并且不可调。不适用于医院的配电系统，主要因为：

- (1) 过补偿的危险。电压升高影响设备的正常运行。
- (2) 3 次调谐式滤波器有源电容器和电抗器选型困难，而设计难度大。不能解决中性线谐波过载问题。
- (3) 受系统阻抗，滤波器有过载危险。
- (4) 滤波效果受电网频率变化的影响大。
- (5) 占地大

通过以上分析可以看到，调谐式无源滤波器使用危险性大，不适宜应用在医院的低压配电系统。

3) 只使用有源滤波器进行滤波和无功补偿

目前大部分有源滤波器均具有无功补偿的功能，此方案是可以满足医院系统要求的。但是由于无功电流的容量要占用有源滤波器容量，与电容器补偿无功功率相比，成本高，大部分用户不能接受。

4) 采用有源滤波器+无源非调谐式滤波补偿装置的混合滤波补偿方案

通过对上述 3 种方案的分析，我们可以看到，在医院这种谐波量较大的场合，考虑投入成本，采用有源滤波器+无源非调谐式滤波补偿装置的混合滤波补偿的方案是针对医院配电系统提出的最佳方案，即实现了安全补偿，有彻底根治了谐波，并可以节约成本。

英博电气作为电能质量治理的专业公司，已经为多个企业单位制定了混合滤波方案，得到了业界的广泛认可。英博电气完善高质量的产品系统将为每个用户专门设计设备容量和参数。

针对此项目，推荐的产品配置为：

电抗系数为 14%的无功补偿装置：400V MVG（或 MVK）的滤波补偿模块

三相 4 线的有源滤波器：BLUEWAVE 100-400-4

上述产品的使用，必将改善电能质量，彻底滤除谐波，保证医院配电系统的安全运行。