如何治理谐波且看这一篇

1.概述

医院供配电系统是医院工作的基础平台，包含各类非线性、时变性电器设备和医疗设备。它们产生的谐波相互作用，若不治理，不仅会影响设备的正常运行，严重时甚至会威胁患者的生命安全，因此对医院供配电系统谐波及其治理的深入分析研究势在必行。

2.医院供配电系统谐波源及其特点

医院供配电系统中的谐波源主要可分为医疗设备、信息通信设备和电器设备三大类，具有频谱宽、畸变率高、种类杂和数量多等特点。

2.1医疗设备

医院的医疗设备含有大量的电力电子器件，工作时不可避免的产生谐波污染。常见的有CT机、核磁共振仪MRI、直线加速器、x线机、心血管造影机DSA和数字造影仪DSI等。

作为当前医学诊断的主要检查设备，CT机临床运用十分广泛，且价格十分昂贵。工作时，高频高压发生器先将三相交流电整流成直流，再经并联逆变器逆变为频率高达1X1OHz的交流，最后通过倍压整流产生大于30kV的稳定高压给球管两端供电。整个工作过程既进行整流又进行逆变，会产生大量谐波，严重时总谐波畸变率可达30%。

医学上的核磁共振仪(MRI)依据“核磁共振”原理，利用磁场与射频脉冲使人体组织内进动的氢核(H+)发生章动产生射频信号，再经计算机处理分析释放的电磁波，来绘制人体内部的精确立体图像。产生核磁共振所需交变磁场和无线电射频脉冲都将带来谐波污染，正常工作时MRI的谐波畸变率在20%左右。

直线加速器是指用微波电磁场加速电子的直线型加速器，在医院肿瘤放射治疗领域运用较为广泛。所含磁控管和速调管所需的脉冲高压由脉冲调制器供给，而脉冲调制器一般采用软管线性脉冲调制器。通过直流高压电源对充电变压器和脉冲形成电容器进行谐振充电。在电压稳定度要求较高时，调制器还需采用脉冲电压稳定装置。系统所需高频电源、直流高压电源的产生和脉冲调制器及脉冲电压稳定装置都将造成谐波污染，电流总谐波畸变率可达40%～50%。

x光机为典型的瞬时性负荷，工作时电压可达几十甚至上百千伏，变压器原边将增加6O一70kW的瞬时负荷。x光机的主要部件为光球管和高压整流器。由于高压整流器的整流桥工作时将产生较大谐波，加上x光机的瞬时工作特性，使得其谐波畸变率可达30%一50%。

2.2信息通信设备

为了存储海量信息和方便办公，现在大型医院基本都建立了医院信息系统。它功能强大，通常包括医疗信息系统、临床信息系统、视频视教和远程医疗等系统J。系统包含成千上万台计算机和不计其数的网络连接设备，他们和医院的视频监控系统和音频系统一样，都将产生谐波电流。

UPS(UninterruptiblePowerSystem)先将市电整流变换成直流电，一路给电池充电，另一路给逆变器供电，将直流电变换成稳压、稳频、纯净的50Hz交流电，向负载供电。当市电异常或供电中断时，逆变器改由电池提供能量继续工作，保证无间断地给用电设备供电。EPS(EmergencyPowerSystem)在市电正常时由市电输出供电，同时对电池充电，当市电停电或电压过低时则由电池经逆变器向负载供电。EPS和UPS均采用了IGBT技术和PWM技术，进行整流和逆变时都会带来谐波污染，是不可忽视的谐波源。对大功率UPS来说，如果整流装置为三相全控桥6脉冲整流器，总谐波畸变率将近30%40%。

2.3电器设备

医院里的电梯、空调、变频水泵、照明设备等都将产生畸变谐波。如大量使用的荧光灯，会引起较大的谐波电流，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3次谐波电流。大部分医院均采用变频空调及风机，而变频器是典型的谐波源，会产生大量5次、7次谐波污染电网。

医院配电系统主要谐波源、谐波次数和畸变率情况如表1所示。，可见医院典型设备产生的谐波主要为3次、5次、7次。正是这些设备在运行过程中产生谐波，使医院的电能质量受到影响，而受到影响的电能又反过来影响设备的正常使用。

表1医院配电系统主要谐波源和谐波畸变率情况

分类	谐波源名称	主要谐波次数	总谐波畸变率
医疗设备	MRI、CT、DSA、PET、CTECT、DR（三相大型）	5、7	10% ~50%
	彩超、监护仪、生化及血气分析仪（单相小型）	3、5	15% ~30%
	加速器、X 光机、胃肠镜	3、5、7、9、11、13	50% ~60%
	手术室设备、伽玛刀	3、5、7、9	10% ~15%
	空气压缩机、口腔科手机	3、5、7	40% ~50%
信息通信设备	计算机	3、5、7、9	10%
	单相 UPS、EPS	3、5、7	20% ~30%
	三相 UPS、EPS	5、7、11	30% ~40%
	视频、音频等设备	5、7	5% ~10%
	网络通信设备	3、5、7	5% ~10&
电器设备	变频空调、风机、	5 7	25% ~35%
	电梯、水泵	5 7	30% ~50%
	照明设备（荧光灯、金卤灯、调光器）	3	7%

3医疗设备产生谐波对配电系统危害

3.1对电网的影响

电网中的谐波会增加系统损耗，使设备发热，影响设备使用寿命。此外当并联的无功补偿电容器容抗与系统感抗匹配时，将发生n次并联谐振，造成电容器组的过电压和过电流。当基波频率为时，谐振频率，r可由式(1)计算得出。其中：Js。为电源短路容量；Q为电容器容量。

$$f_r = f_1\sqrt{\frac{S_c}{Q_c}} \quad (1)$$

3.2对电机的影响

谐波对电机的主要影响是引起附加损耗，此外还将产生机械振动、噪声和谐波过电压，降低其工作效率。三相感应电动机的n次谐波电流大小可通过式Ia=U。/nf ₁ L计算得到。由于电压畸变引起的附加铁心损耗很小，可以忽略不计。所以感应电动机整个谐波损耗即铜耗，其计算公式如式(2)所示。

$$P = \sum_{n=2}^{\infty} P_n = \frac{3R_1}{(f_1 L_1)^2}\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2/n^{3/4} \quad (2)$$

3.3对变压器的影响

谐波会增加变压器的铜耗、铁耗和杂散磁通损耗(线圈涡流损耗),可能在变压器绕阻和线电容之间产生谐振，增大变压器发热，甚至引起局部严重过热，同时使变压器噪声增大，减少变压器的实际使用容量，降低变压器的使用寿命。谐

波电流引起的变压器总的涡流损耗可由式(3)求出。

$$W_x = W\sum_{n=2}^{\infty}\left(\frac{nI_n}{I_N}\right)^2 \quad (3)$$

其中：W、为总谐波涡流损耗；W为额定基波电流的涡流损耗；I。为n次谐波电流；I、为额定基波电流。

3.4对电容器组的影响

在谐波的作用下电容器将过热，导致绝缘部分老化，缩短使用寿命。当谐波次数较高时，电容器呈现低阻抗特性，流过电容器的电流将变大，使得电容器处在过载的工作情况，缩短使用寿命。谐波往往还会使电容器介质损耗增加，其直接后果是额外的发热和寿命缩短。电容器和电源电感结合也会构成并联或串联谐振电路，在谐振情况下谐波电流会被放大数倍甚至数十倍，最终导致电压会大大高于电容器的额定电压值，使电容器损坏炸裂或保护熔断器熔丝熔断。

3.5对通信系统的干扰

谐波对通信系统干扰的大小由三个因素综合决定：电力线路谐波电压和谐波电流大小，电力线路和通信线路之间的耦合强度，通信线路对谐波干扰的敏感程度。电网中不平衡谐波电流对通信系统，轻则产生噪声干扰，降低通信质量，重则导致信息丢失，使系统无法正常工作。在多个中性点接地电网中，如有较大零序分量谐波电流通过中性点流入大地，将严重干扰附近通信系统。通常音频通道的频率为200~3500Hz,而很多谐波也在这个范围，易对临近的电话线路产生静电感应和电磁感应，轻则引起可以察觉的杂音甚至触发电话响铃，重则危及设备和操作人员安全。

3.6对继电保护和电气测量仪表的影响

只要通入谐波有效值和基波相同，就可引起电磁式继电器误动作，导致感应型继电器运动过程来回摆动，机电型继电器时间延时特性改变，零序电流继电器不能区分零序电流和次谐波电流，导致误跳闸。由于大多数电气测量仪表，如电流表、电压表、功率表都是按工频正弦波来设计，对非正弦信号呈现出不同响应特性，当有谐波时会产生测量误差。

4.配电网谐波对医疗设备的危害

4.1对影像类设备的影响

磁共振成像、螺旋CT扫描仪、彩超、心脑电图机和X线机等医学影像设备受谐波干扰时，其内嵌的电子元件可能会记录噪声并改变数据输出，使显像管显示图象变形失真，成像模糊不清，影响医疗诊断结果。

4.2对监护类设备的影响

常见的多功能呼吸机、起搏器、心电监护仪等直接与人体接触的监护设备信号非常微弱，当受到微小谐波干扰时，将影响仪器的正常工作，还可能引起微电击。如谐波污染会造成呼吸机工作失灵，心脏起搏器工作失效，直接危及患者生命安全。

4.3对理疗仪器的影响

医疗系统的理疗仪器主要分为微波、音频、短波等，受谐波影响表现出来的特征各不相同。音频类理疗仪器受谐波干扰，输出信号中将含有杂波，对患者产生电刺激。当对喉、头部等重要部位进行治疗时，将产生强烈的刺激感，存在严重安全隐患。短波仪器受谐波影响更加敏感，仪器会接收并放大输出系统中的谐波，造成身体局部不适[。

4.4对医院计算机的影响

医院计算机系统必须全天不间断稳定运行，医疗设备配置计算机也要求在设备运行时能正常工作。而谐波可通过电磁感应、静电感应等方式，对计算机网络产生干扰，影响系统正常运行。谐波干扰还可使单个计算机程序运行错误、死机或无故重新启动，当共模干扰中的尖峰干扰幅度达到2~50V,时间持续数微秒时，就可引起计算机逻辑错误、信息丢失，造成严重后果。

5.医疗配电网谐波治理的主要措施

针对谐波产生的特点谐波治理的措施主要有：受端治理、主动治理及被动治理三类。

5.1受端治理措施

选择合理的供电方式，将谐波源由较大容量的供电点或由高一级电压的电网供电,以减小谐波对系统和其他用电设备的影响，并尽量保持负荷的三相平衡；同步电机采用星型连接；变压器一侧接成三角形。将产生谐波较多的医疗诊断设备与其他设备分开，选用优质Dyn11型专用变压器为这些医疗设备供电；将电容器组的某些支路改为滤波器，或限定电容器组的投入容量，以减小电容器对谐波的放大；提高设备性能，提高设备抗谐波干扰能力。

5.2主动治理措施

改变谐波源的配置，限制大量产生谐波的工作方式，集中具有谐波互补性的装置；增加变流装置的相数或脉冲数；在整流器之前加装串联电抗器，抑制其平滑谐波电流；在自关断器件构成的变流器中采用PWM技术使变流器产生的谐波频率较高、幅值较小；设计或采用高功率因数变流器，如矩阵式变频器、四象限变流器等；用多重化技术将多个波叠加，以消除频率较低的谐波，但这种装置复杂，成本较高。

5.3被动治理措施

被动治理的主要方式是外加滤波装置，以阻止谐波源产生的谐波注入电网和电力系统的谐波流入负载，常用的有无源、有源滤波器和混合型有源滤波器。

无源滤波器(PassivePowerFilter,PPF)是由电容、电感和电阻等无源元件构成的谐振电路。传统的谐波抑制和无功补偿方法是将无源滤波器与需补偿的非线性负载并联，滤波器对某些谐波频率谐振形成低阻通路，使相应的谐波电流流入无源支路而避免流入电网，在滤除谐波的同时也适当地补偿了无功功率。

有源滤波器(ActivePowerFilter,APF)主要由谐波和无功电流检测电路、跟踪控制电路和补偿主电路构成。检测电路的主要功能是从负载电流中实时分离出谐波电流分量和基波无功电流分量，并将其反相后作为补偿电流的指令信号。跟踪控制电路再根据检测电路产生的指令信号，计算出驱动信号并作用于补偿主电路各开关器件，产生有效的补偿电流，达到消除谐波与无功补偿的目的。

混合型有源滤波器(HybridActivePowerFilter,HAPF)通过串联或并联方式将有源滤波器与无源滤波器整合到一起，先用无源滤波器滤除电流较大、含量较高的谐波，再用有源滤波器进行滤波，从而降低有源滤波器的容量。它将无源滤波器的低成本和有源滤波器的优良性能相结合，同时具备了PPF和APF的优点，是一种有前途的滤波及无功补偿方式。

6.医院有源谐波治理系统解决方案

都是谐波源，比如X光机、CT机等都会产生大量谐波，谐波使电能的生产、传输和利用的效率降低，使电气设备过热、产生振动和噪声，并使绝缘老化，使用寿命缩短，甚至发生故障或烧毁。谐波可引起电力系统局部并联谐振或串联谐振，使谐波含量放大，造成电容器等设备烧毁。谐波还会引起继电保护和自动装置误动作，使电能计量出现混乱。对于医院的精密化验设备可能会产生干扰。

为了消除配电系统谐波对医院设备的影响，方案配置AnSinI有源滤波器，滤除电网2~31次谐波干扰。

AnSinI系列有源电力滤波装置，以并联方式接入电网，通过实时检测负载的谐波和无功分量，采用PWM变流技术，从变流器中产生一个和当前谐波分量和无功分量对应的反向分量并实时注入电力系统，从而实现谐波治理和无功补偿。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/news/205488.html