

# 医院建筑电气设计的要点及对策

章俊斌 蒋榆 童毅成 楼炳炳

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

**摘要：**随着居民生活水平的提高，医疗服务日趋舒适与人性化，医疗建筑与设备行业同样发展迅速，也对水电暖等基础设施提出了更高的要求。医院建筑电气造价通常在建筑中占比5%~10%，却是其余所有专业的基础必备条件，电气的安全性更是直接影响医院正常使用及病人生命安全。因此非常有必要做好电气设计优化工作，提前分析电气施工可行性与使用运行期间的各类问题，优化电气系统与布局，实现安全可靠、经济适用、节能降耗的目的。本文就针对此，首先分析医院建筑电气设备节能设计要求与原则，明确医院建筑电气系统结构，制定电气设计要点，以供参考。

**关键词：**医院建筑；电气设计；要点；对策

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.13.092

医院电气设计相较于普通建筑电气，更具有安全性、前瞻扩展性、系统复杂性、易用高效性等特点。优秀的医院电气设计，更能切实保护医生病人的生命安全，还能提高医务工作效率、就医便利性与节能降耗。为从根本上提升医院建筑电气设备设计水平，还需要分析电气设备运营期间存在的各类问题，切实优化电气设计方案，确保医院建筑工程始终处于安全可靠、绿色节能化方向发展。

## 一、医院建筑电气设计要求

医院建筑电气设计主要就是在医院建筑工程运营功能及电力需求基础上，鉴于传统电力传输与日常使用规律，对医院建筑电气布局与网络进行切实优化，满足大众对医院建筑工程多样化功能要求。结合施工单位针对具体施工情况提出的建议，使医院建筑设备节能设计始终处于合理运行状态。

随着医疗设备的不断发展进步，用电需求不断提高，医疗电气是设备是可扩展性的基础条件。医院建筑电气设计工作，需要设计部门与施工部门需要具备一定的前瞻性<sup>[1]</sup>。结合原有传统电气设计基础，对电力设备进行优化升级改造，有效控制电气设备对资源的能耗量。随医院建筑建设规模不断扩大，电气消耗量进一步增长，如果采用不适宜电气手段，会导致电力资源在运行期间被浪费。

医院建筑工程电气设计工作主要分为方案设计、初步设计、施工图设计等诸多环节。在预制建筑设计工作开展期间，应当做好方案演示、项目设备配置标准、室内专业精准装饰位置定位与提资、电气细化设计。生产厂需要遵照图纸要求开展设计工作。相较于普通建筑工程设计方案而言，医院建筑工程电气设计工作需要着重关注PC构件的预埋箱以及管道，避免后续电力设备安装过程中，还需要破坏构件内部结构。

选择适宜的医院建筑供电系统，确保电力资源始

终保持稳定可靠供给状态。相较于普通建筑工程而言，医院建筑属于综合性机构，内部包含众多科室，对电力的需求量也存在一定差异<sup>[2]</sup>。如长时间大量用电，会造成严重用电负荷，极易引发断电问题。为从根本上规避断电问题出现，需要在电气设计环节结合医院近期与长期发展需求，计算出所有科室的用电量，基于计算结果设置电压等级，增强电力系统运行期间的可靠性。

## 二、医院建筑电气设计原则

### （一）适用性原则

适用性原则主要就是在医院建筑电气设计过程中，不仅需要设计出的电器系统能够满足医院建筑基本运行要求，还需要为电气设备提供可靠运行环境，满足设备运行期间的电能质量与负荷容量要求，更好实现医院建筑工程节能效果。为深入贯彻落实适用性原则，在医院建筑电气设计过程中也需要遵循国家节能标准，确保医院建筑工程投资能够以节能方式在短期内收回。

### （二）安全性原则

医院建筑电气设计也需要秉持安全性原则，保障电气设备的完整性，使电力线路的绝缘性与抗负载能力满足实际设计要求，开展防震、防静电等安全保障设计工作。

### （三）经济性原则

医院建筑电气设计需要在节约电力能源基础上，保障电气设备建设与运营全过程的经济效益，从根本上提升电力资源使用率<sup>[3]</sup>。选择适宜的节能设备，借助节能技术合理控制设备运行维护成本，调节设备参数，促进医院建筑电气工程可持续发展。

## 三、医院建筑电气系统结构

### （一）医院用电负荷分析

依照功能划分，医院可分为门诊部、医技部、护理部、行政部、后勤部等诸多部门。综合性医院电力系统具有分散式、集中式、半集中式种类。为确保电力系统运行期间满足节能环保要求，多数医院采用半集中式电力系统。

医院用电负荷量比普通建筑用电负荷量更高。以某综合医院为例，该医院用电负荷以空调、照明为主，医疗设备用电占据比例较小<sup>[4]</sup>。结合国内共配电规范以及医院现行等级标准，二类医院的供电等级为一级或二级负荷，电源一般采用两路10kv高压供电。其中，采用两路10kv电缆专用供电、自备柴油机发电、重要设施末端使用UPS供电的电力系统主要应用在特级与三甲级医院中；采用两路10kv电缆专线供电，重要设备末端采用UPS供电的电力系统主要被应用在二甲级医院；使用一路10kv供电，末端设备采用UPS供电适用于一级医院。

针对医疗建筑用电符合特殊性以及电气设备运行期间的节能性，低压系统设计期间，电压波动较大的空气

及动力负荷为一个低压系统，可采用空调专用变压器供电。电压波动较小的照明以及一般医疗用电，插座负荷为一个低压系统。电压要求高且自身压降大，医用数字检影成像系统设备可单独使用一台变压器。

### （二）紧急电源系统

医院内部配备了数量众多的一级与二级用电负荷，应急电源系统一般采用柴油发电机系统、UPS系统。柴油发电机的总容量为变压器总安装容量的15%~20%，重要设备多安装在末端配备UPS。

柴油发电机的选择，既要考虑特别重要负荷的用电容量计算，也需要注重切换使用与维护条件。多路供电被意外断电后，柴油发电机将起到拯救生命的关键作用，切勿当作备用的候补而轻视。

末端UPS设置，往往局限于电气本身的设计，而忽略对建筑空间大小、消防灭火、楼板承重、空调散热等实际情况，缺少多专业的协同配合，将造成现场功能的缺失与安全隐患。设计师须熟悉各规格的尺寸、散热、承重等参数，与各专业协同配合进行设计。

### （三）低压配电系统

医院用电负荷主要包括医疗动力、一般动力、照明、空调、消防设施等多种类型。其中，一、二类负荷、消防负荷只要采用双路供电末端自投。大型与重要设备由配电变电所提供放射式供电，医院的冷水机组、真空吸引、ECT机等医疗设备主体，电梯、洗衣房及营养部动力也需要采用由变电所提供的低压频放射式供电<sup>[5]</sup>。变电所树干式供电系统中的各类设备电源需要首先引至竖井，而后通过母线或与分支电缆连接配电室各层，竖井内部需要配备公共照明箱、应急照明箱、一般动力配电箱、消防设备配电箱。从绿色节能角度出发，分层分科室计量用电，各科室的计量表应当设置在竖井中。

检验科、血液透析室、中心手术部、抢救室等设备对电源要求要高，部分设备需要设置后备UPS供电。

## 四、医院建筑电气设备电气设计要点

### （一）照明电气设计

选择适宜的医院建筑内照明光源。在挑选LED照明设备过程中，需要设备具有运行时间长、绿色环保特征。照明光源外形应当与医院建筑物内部装修风格保持一致，照明安装位置需要考虑到整体室内环境照明效果，有效节约照明设备运行能耗量，使LED照明设备产生出的高磁滤波控制在10%~30%左右，系统谐波总限制还有5%。结合不同科室照明需求，选择适宜的照明灯具。举例而言，医院中诊室、病房、急诊观察室以及治疗室光源主要采用高显色荧光灯，色温为3500K，满足医疗检查要求。手术室、手术清洁走廊、传染科等处需要使用紫外线灯。磁共振扫描室、理疗室、脑血流图室等电磁屏蔽位置，灯具应当选择直流电源。

在照明设计工作开展期间，还需要设置智能照明控制系统，基于照明平面图进行合理的灯光布局。举例而言，在医院建筑合适位置处安装传感器，对医院建筑物灯光使用情况进行全面跟踪检查。智能照明控制系统

设计期间，开关设计工作不可只设计成一个或者一组特定开关设备，而是需要针对手动照明系统以及智能照明控制工作，选择合理的开关控制设施。在自动控制照明开关设计过程中，应当采用科学合理的自动控制开关系统，选择适宜的照明系统启停模式，从根本上保障医院建筑工程整体照明效果，增强建筑工程运营期间的节能效益。

照明系统设计工作需要严格遵循高效节能原则，在不同场所选择不同的光源及高效灯具。完善医院建筑电气照明设计方案，对照明设备中照度计算、配电线路敷设、光源选择、灯具布置等环节进行进一步完善。

应急照明设计作为医院建筑电气化设计的要点内容，通常用于紧急情况下。结合应急照明设计功能表现的不同，可细化分为备用照明以及疏散照明等。结合相关规范以及资料来看，应急照明灯具通常会布置在楼梯、走道以及大医院建筑当中，并且在灯具的配置上通常以安全出口灯、疏散指示灯以及应急照明灯为主。其中，应急照明备用电源通常以自有蓄电池供电方式为主。

自有蓄电池供电方式在连续供电时间上可以保证至少30分钟。除此之外，应急照明必须设有保护罩，如可以利用玻璃或者其他非燃烧材料作为保护罩。需要注意的是，应急照明线路在敷设方式的选择上可以从暗线以及明线两种敷设方式进行选择应用。

### （二）中央空调系统节能设计

在医院建筑工程中央空调设计工作开展期间，不如果仅使用温差调节方式，无法保障医院建筑内部温度得到系统控制。为使中央空调能够切实满足节能设计要求，还需要对中央空调冷冻水系统以及冷冻泵的温度差、压强差进行合理控制。压强差反应信号可体现出冷冻泵和水与出水压力差别，温度差异主要指代环境变化，可结合温度变化规律及时调整。中央空调温度差别信号位于水平状态之下时，冷冻泵输出功率会大幅度降低。因此为充分发挥出节能效果，还需要提高水泵输出功率，使公共建筑空间内的中央空调运行期间的能源消耗量被控制在最低范围之内。

### （三）光伏新能源系统设计

要求合理设置太阳能光伏电池板阵列以及倾斜角度。在太阳能电池板接受太阳能光照范围及光照强度的情况下，应当合理设置阵列方式以及倾斜角度，着重考虑医院建筑遮挡，对光电转化的影响。太阳能电池安装过程中，需要合理设置光照时间，确保设备能够最大限度接受太阳光辐射量，实现对太阳能的充分利用。阵列倾斜角度也可影响到转化效率，因此需要在安装时严格计算太阳能辐射变化，在太阳能资源进行合理应用。在设计阵列倾斜角度过程中，也需要对角度值进行严格计算。

### （四）供配电系统

科学高效规划与布局医院建筑电气设计与各类电气用具基本上可以视为促使供配电系统合理化运行的重要保障，同时也是实现供配电系统节能环保运行目标的重

要方式。

一楼内电源接入口处通常为配电间，设计人员必须合理部署总闸装置以及安全接地装置。同时，每层必须设置配电管道井，并且配电管道井内应该有独立分闸装置。需要注意的是，关于配电间到每楼层配电竖井的供电方式选择问题，建议设计人员可优先采取树干式或者分配式供电方式进行高效应用。医院建筑内的供电分支路需要重点围绕室内照明用电、室内电源插座、应急照明等分支路进行合理部署与规划设计。需要注意的是，空调用电应该单独列出。这样做的主要目的在于节省用电资源的同时，保障供配电系统运行经济性与高效性。

### （五）开关及插座设计

在医院建筑电气设计过程中，开关及插座设计工作需要遵照使用经验判断。医院建筑开关选择主要包括单联、双联、三联形式，选择的型号需要由线路控制决定。为更为清晰的设计出插座回路，还需要将插座回路及照明回路的平面图分开绘制。

### （六）配电箱位置及回路分配

在配电箱位置设计工作开展期间，需要尽量保障配电箱位于负荷中心，供电距离不得过长，即超过60~70米。当前大部分医院建筑中的医院建筑均单独配置配电箱。为切实保障供电安全，除医院建筑独立配电箱外，还可以在每楼层楼梯间侧面配备一个小总配电箱，用于配电箱供电。

确定配电箱位置后，需要从配电箱温回路引出导线，连接灯具、插座的用电设备。回路分配应当保障各用电设备配备独立回路，且灯具回路每组不得超过用数值。如果配电箱用于管控医院建筑中热水器、空调等较大功率设备，更需单独设置回路，避免超负荷运行造成较大安全隐患。

回路设计工作也应对通道、卫生间天棚灯、换气扇等运行功率进行精准计算，要求这些设备经由连接指配电箱中，方便后续设备安全管控。

回路分配完毕后还应当在平面上设置小标线，标明一条保护管内设置导线数量值。经过原有设计经验，回路连接线主要包括火线、零线、地线三种类型。开关引到灯具的线为控制线。灯具与灯具之间用控制线穿插，并从最末端开始向前依次设置控制线，从根本上提升线路安装器件的便捷度。

着重关注电气管线的灵活设计工作。现阶段办公建筑管线敷设主要分为明敷、暗敷两种方式。为保障建筑内部电气设备安全运行，可以对管线进行垂直预埋，将线路套管改为钢管，避免在混凝土振捣过程中出现偏移问题。

### （七）防雷与接地设计

防雷设计工作开展前，需要结合建筑物使用功能、发生雷击概率以及雷击是否产生后果，合理设置防等级要求。因医院建筑不易因故障产生电火花而引发爆炸，在正常运行情况下，不可能出现爆炸性气体混合物或者有露天钢制密封气罐等危险物体，因此可使用第二防雷等级。

医院建筑防雷设施主要为接闪带、接闪网以及接闪杆。其中，接闪带与接闪网就要依照国家标准分别安装在屋檐、屋脊、屋角等容易受到雷击影响的部位。要求防雷下引线需要大于等于两根，并沿建筑物周边及四周均匀对称分布。

接地设计的电阻值不得大于10欧姆，且接地线需要使用两根或两根以上的钢筋作为接地体，延安建筑物周边辐射闭合圈。在接地设计工作完成后，还需要对电阻值进行精密检测，结合具体接地效果，对接地方案进行动态调整及优化处理。

不仅如此，在医院建筑电气防雷设计环节，还可以在屋顶外沿部位、突出部位设置避雷带，将屋面结构钢筋作为避雷网中的重要部分。为节省工程施工成分，还可以将建筑自身钢筋作为接闪器，满足建筑电气工程通路目标。防雷装置通常由剪力墙或柱内钢筋作为引接。装配式建筑能够利用自身钢结构中的钢柱作为避雷针，设备房内的混凝土结构以及构筑柱内的钢筋作为防雷接线，使闪光器、接地极、引线均能够稳定连接，增强建筑工程整体防雷效果。

医院会用电对病人进行治疗与抢救，被称之为电击。电击可包括宏电击与微电击两种类型。宏电击可以使用接地线与漏电保护器避免，微电击主要由电子仪器泄漏电流、病人所处环境为非等电位等因素引发，需要采用合理方式将电源隔离。使用隔离变压器、二次侧两相导线对地高阻抗，减少系统泄漏电流。在泄漏电流为0.7~2毫安范围内设置绝缘键时报警。

随科技技术发展速度不断加快，医院内引进了更多先进且精密的医疗设施，这些设备大多为敏感电子设备，为从根本上提高防雷水平，还应当额外设置SPD保护系统。对于大电流接地的医疗设备接地，需要防止接地线过长，因此可以采用就地接地或局部等电位接地方法，保障医疗设备及病人的安全性。

### 结语

总而言之，在医院建筑电气工程设计工作开展期间，需要着装分析节能施工技术的可行性及经济适用性，总结医院建筑工程实际建设情况以及医院建筑用户供电需求，尽可能节约医院建筑内电气设备运行期间的电力资源，增强医院建筑节能设备运行效果。

### 参考文献

- [1]李明雨. 医疗建筑电气设计重点要点探讨[J]. 建材与装饰, 2021, 17(29): 60-61.
- [2]李雅蓉. 探析建筑电气设计中的绿色节能技术措施运用[J]. 建材与装饰. 2020, (1).
- [3]周昕玮, 于军琪, 黄炜, 张万虎. 医院建筑电气设计方法研究[J]. 建筑电气, 2022, 41(05): 45-48.
- [4]王艳艳. 试析BIM在建筑电气设计中的实施要点[J]. 百科论坛电子杂志, 2020(20): 4516.
- [5]马奇. 浅析BIM技术在建筑电气设计中的应用和发展[J]. 现代建筑电气, 2022, 13(03): 17-21.