

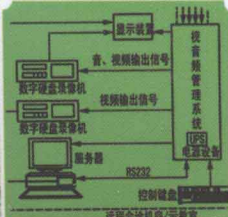


医院建筑 电气设计



中国建筑设计研究院
全国智能建筑技术情报网

主编



建筑电气设计要点丛书

医院建筑电气设计

中国建筑设计研究院 主编
全国智能建筑技术情报网

中国建筑工业出版社

《建筑电气设计要点丛书——医院建筑电气设计》

编 委 会

主 编：	欧阳东	院长助理	教授级高工	中国建筑设计研究院
副 主 编：	张文才	副总工	教授级高工	中国建筑设计研究院
	李炳华	副总工	教授级高工	中建国际设计有限公司
	李陆峰	副院长	教授级高工	中国建筑设计研究院机电院
	陈 琪	总 工	教授级高工	中国建筑设计研究院机电院
	吕 丽	所 长	研究员	中国建筑设计研究院亚太信息院电气所
主要编委：	戴德慈	副院长	研究员	清华大学建筑设计研究院
	陈众励	副总工	教授级高工	上海建筑设计研究院有限公司
	陈建飏	院 长	高工	广东省建筑设计研究院机电院
	杨德才	副总工	高工	中国建筑西北设计研究院有限公司
	钟景华	副总工	高工	中国电子工程设计院
	王 漪	所 长	研究员	中国中元国际工程公司
	刘 侃	副总工	教授级高工	北京市建筑设计研究院
	熊 江	主任工	高工	中南建筑设计研究院
	魏 旗	副总工	研究员	中国航空规划建设发展有限公司
	王厚刚	总 工	高工	中国人民解放军总后勤部建筑设计研究院
	王新章	副总工	高工	浙江省现代建筑设计院有限公司
	李立晓	副总工	教授级高工	中国建筑设计研究院标准院
	李包罗	主 任	教授级高工	北京市协和医院信息中心
	贾占亭	副总工	研究员	河北省建筑设计研究院
	钱克文	副总工	教授级高工	上海建筑设计研究院有限公司
	吕晋栋	基建办主任	高工	山西省人民医院
	韩德仁	高 工		浙江省现代建筑设计研究院
	李道本	总 工	教授级高工	中国纺织工业设计院
	刘文凯	总 工	高工	山东省建筑设计研究院第四分院
	贾占亭	副总工	高工	河北省建筑设计研究院
	周 贤	首席代表	高工	德国本德尔公司上海代表处
	王 健	副总工	教授级高工	中国中元国际工程公司

翁玉史 副 总 教授级高工 中国老科技工作者协会广播电影电视分会
李立晓 副总工 教授级高工 中国建筑标准设计研究院

其他编委（按姓氏拼音首字母排序）：

崔晓刚 杜会陵 郭利平 胡 戎 胡安娣 胡篱华 何 静 侯 剑
李春东 李文瑞 李玉祥 刘 佩 刘 鹏 刘莉馨 刘佩智 刘升来
刘文凯 罗 进 罗耀东 吕 婧 蒙建卫 穆景光 汪 军 王 磊
王 宁 王国光 王今范 王鸪鹏 肖昕宇 谢进国 许向群 张 帆
张 宽 张 佑 张宏印 张丽娟 张伟涛 张月珍 郑 晖 周小强

序

自1984年智能建筑进入人们的视野之后，其节能高效和舒适安全备受关注。现代建筑趋于多元化的风格，高度高、面积大、功能复杂，电气设计内容日趋复杂，项目繁多，设计疑难点也越来越多地凸显。为帮助建筑电气设计更为合理，满足人们越来越高的使用需求，本书编委会计划出版《建筑电气设计要点丛书》系列，分享业内专家的设计经验与经典实例，解读设计疑难，从建筑电气的各个方面进行具体化的建议，作为设计师们不可多得的一套参考书和工具书，全面且细致地对建筑电气设计项目进行指导。

在环保、低碳的观念大行其道的今天，作为耗能大户的医院建筑积极借鉴智能建筑的高效率使用能源，降低运转费用和能耗，同时注重建筑物自身的舒适、安全以及便利，并考虑到相应的系统的灵活性和市场适应性，成为一种主流发展趋势。针对医院建筑电气设计的特点，通过对相关规范、技术要点及案例的介绍，以及基于对国内外医院建筑电气设计的研究，本书编委会完成了《建筑电气设计要点丛书——医院建筑电气设计》一书。

本书邀请中国建筑设计研究院、中建国际设计有限公司、中国电子工程设计院、中国中元国际工程公司、中国纺织工业设计院、北京市建筑设计研究院、上海建筑设计研究院、广东省建筑设计研究院、中国建筑西北设计研究院、中南建筑设计研究院、中国航空规划建设发展有限公司、中国人民解放军总后勤部建筑设计研究院、清华大学建筑设计研究院、浙江省现代建筑设计院有限公司、河北省建筑设计研究院、山东省建筑设计研究院、北京市协和医院、山西省人民医院等多家行业内知名单位的专家作为编委，内容分为医院建筑电气设计相关规范、专家答疑以及技术文章三大板块，在总结了大量医院建筑电气工程实例的设计经验，广泛听取了行业专家的意见后汇编成书。本书结合前沿理论和实践案例，深入探讨了医院建筑电气设计方面的相关政策标准、技术、产品及设计要点，根据医院建筑电气设计各方面（医疗建筑电气设备工作场所、供配电系统、低压配电、照明、防雷、接地以及安全防务、智能化集成系统、电子信息系统、公共安全系统、呼叫信号系统）进行了科学、综合的阐述。

本书内容丰富，重点突出，既有理论要点，又有工程实例，具有较强的参考性和实用性，为全国各大建筑设计院、系统集成商、弱电系统工程承包商、建设单位、房地产开发商、建设工程招投标代理、建设监理公司等相关单位的相关技术人员提供一个技术交流、产品推广、工程案例展示等的宽广平台；为一线技术人员、相关产业从业人员以及各大高校、设计院研究人员提供了医院建筑电气领域权威参考。

本书由中国建筑设计研究院、全国智能建筑技术情报网组编完成，由于时间、精力所限，对于书中可能出现的疏漏之处，敬请广大专家、读者指正。以后我们将陆续推出关于建筑电气设计其他方面的专题出版物，连同此次出版的《建筑电气设计要点丛书——医院建筑电气设计》，形成建筑电气设计要点丛书系列，以飨读者，敬请继续关注。

中国建筑设计研究院院长助理
全国智能建筑技术情报网常务副理事长



2010年10月10日

目 录

第一篇 专家答疑

“医院建筑电气设计疑难点”专家答疑	3
-------------------------	---

第二篇 论文荟萃

1. 医疗建筑电气设备工作场所	17
现代医院节能设计	17
关于医院建筑电气设计的相关要点	21
人民防空医疗救护工程的电气设计	28
洁净手术室弱电控制系统介绍	34
大型医疗设备电气设计要点	43
2. 供配电系统	47
医院电气设计若干问题的探讨	47
医院建筑供配电设计几个问题的探讨	50
医院建筑一级负荷供配电设计的技术措施	53
综合医院电气设计的几点体会	58
3. 低压配电	61
医院中、低压配电系统的谐波抑制	61
浅谈 IT 系统在医院电气设计中的应用	67
医用 IT 系统在医疗场所的应用	71
4. 照明	76
实验动物建筑的照明设计	76
荧光灯镇流器的选择——绿色照明产品在医疗系统新建和改造中的应用	80
关于医院照明控制的一点想法	84
5. 防雷、接地以及安全防务	87
医院电气防电击安全设计探讨	87
手术室电气安全设计探讨	92
医疗电子设备接地问题探讨	95
谈医疗 IT 系统的供电与接地设计	102
6. 智能化集成系统	110
医院智能化系统设计需求分析	110
医院智能化系统解决方案的探讨	114
7. 电子信息系统	119

现代化的医院物流传输系统	119
医院信息系统与远程医疗系统	122
8. 公共安全系统	132
医疗场所的电击防护	132
消防系统在医院实现人性化设计的几点看法	134
医疗建筑电气安全设计的思考	136
9. 呼叫信号系统	141
医院呼叫对讲系统	141

第三篇 工 程 实 例

医用直线加速器机房的电气设计.....	149
日本金泽医科大学医院新楼和能源中心的电气工程.....	152
上海市公共卫生中心电气设计.....	158
医院洁净手术部净化空调自动控制实例探析.....	163
日本国保桥本市民医院工程简介.....	171
山东省五莲县人民医院综合楼医疗电子设备接地系统设计.....	178
某援非医院配电系统可靠性、适用性的讨论.....	182
医院建筑智能化系统在解放军总医院外科大楼建设中的应用.....	185
GE 智能平台医院解决方案	188
医疗 2 类场所的绝缘监视和绝缘故障定位系统在实际工程中的应用.....	192
复旦大学附属妇产医院中央空调系统节能改造技术研究.....	195
洁净手术室电气解决方案实例.....	203

第四篇 政 策 法 规

建筑照明设计标准（节选）	209
综合医院建筑设计规范（报审稿）	213
医疗建筑电气设计规范（送审稿）	219

组织单位介绍

全国智能建筑技术情报网（CIBTIN）简介	263
中国建筑设计研究院简介.....	264
中国智能建筑信息网.....	267
《智能建筑电气技术》杂志	268
施耐德电气公司企业简介.....	269
通用电气（GE）公司企业简介	270
德国本德尔公司企业简介.....	271
上海银欣高新技术发展股份有限公司企业简介.....	272
贵州汇通华城楼宇科技有限公司企业简介.....	273

第一篇 专家答疑

“医院建筑电气设计疑难点”专家答疑

随着人民生活水平的日益改善和医疗水平的不断提高，涌现出了许多新的医院建筑，人们对医院建筑设备的现代化要求也与日俱增。医院建筑电气设计一直是国内电气设计行业相对薄弱的领域。为了迅速提高医院建筑电气设计水平，并与国际接轨，特设此篇“专家答疑”。这些疑难点皆来自建筑电气设计第一线的实际问题。这些问题一定程度上反映了当今国内医院建筑电气设计的难点和颇具争议性的焦点。

对于这些问题的解答，皆出自个人观点，难免会出现偏颇和疏漏，因此广大读者在解读当中，需持批判之态度，谨慎之原则，真诚希望专家答疑能让广大读者有所收益。

在此也衷心感谢广大专家对此次答疑活动的鼎力支持，他们是分别来自全国各大院的总工程师和专家：中国建筑设计研究院机电院欧阳东院长（教高）、李陆峰所长（教高），清华大学建筑设计研究院戴德慈副院长（研究员），北京市建筑设计研究院刘侃执行主任工程师（高工），中国建筑西北设计研究院杨德才副总工（教高），中国建筑设计研究院标准院李立晓副总工（教高），中南建筑设计研究院熊江主任工（高工），广东省建筑设计研究院陈建飏所长（高工），中元国际工程设计研究院王漪所长（研究员），中国航空工业规划设计研究院魏旗主任（研究员），浙江省现代建筑设计院有限公司王新章副总工（高工）、韩德仁（高工），安徽省建筑设计研究院汪军（高工），河北省建筑设计研究院贾占亭副总工（高工），山东省建筑设计研究院四分院刘文凯（高工）等。“医院建筑电气设计的疑难点”专家答疑正是根据专家的意见整理编辑而成，并再次表达我们由衷的敬意！

1 用电负荷及估算

【问】 针对综合医院所建城市、地域不同、规模标准不等，如何合理地估算用电负荷？

【解答】 按医院建筑的辖属等级可分为四级：（1）省级医院建筑；（2）市、地级医院建筑；（3）县级医院建筑；（4）乡镇级医院建筑。按医院建筑的面积规模可分为三级：（1）建筑物面积：1万 m^2 及以下；（2）建筑物面积：1万~3万 m^2 ；（3）建筑物面积：3万 m^2 以上。供电等级可按医院建筑的辖属等级可分为四级：（1）省级医院；（2）市、地级医院；（3）县级医院；（4）乡、镇级医院。

《全国民用建筑工程设计技术措施》电气部分中指出了医院的用电负荷指标：40—70 W/m^2 ，《建筑照明设计标准》中指出的照明功率密度值约为12 W/m^2 ，上述指标是针对县（区）级及以上医院而确定的，用电负荷指标相对比较低。

医院通常由门诊、医技、住院三部分组成，其中门诊、医技用房的用电负荷主要为日负荷，住院用房的用电负荷主要为夜负荷。

影响用电负荷的因素主要有照度的标准、空调、水泵、电梯、通风机、医疗设备的配置等；只有熟悉医疗装备的配置、医疗设备的电气容量估值和合理选择计算系数，才能满足具体场所的用电负荷要求。

对于洁净手术室的专用空调，通常不属于设计院出图范围，仅预留容量，但各厂商的数据差别较大，通常会在后期调整。由于医疗需求的发展太快，应留有足够的用电裕量。

医院与住宅不同，其用电负荷应与医院的级别和类别有关，如三甲医院或专科医院（其医疗设备不

同),与医院所处城市、地域关系不大。因此宜按使用功能(门诊、住院、检验)分别计算负荷。

医院的规模标准不同,能源(如空调的能源)不同,电负荷相差较大。目前北京市规划用电 $80\text{VA}/\text{m}^2$,适合一般性的医院工程。但新的《综合医院建筑设计规范》出台后,因备用电源容量(医院后勤保障系统用电)增加较大,用电指标将相应提高。

建议综合用电负荷指标:

无中央空调时 $40\sim 60\text{W}/\text{m}^2$,

有中央空调时 a. 电制冷方式 $70\sim 90\text{W}/\text{m}^2$

b. 直燃机方式 $50\sim 70\text{W}/\text{m}^2$

部分工程实例变压器装机容量:

藁城市人民医院住院楼

1.7万 m^2 $2\times 800\text{kVA}$

承德医学院病房楼

4.4万 m^2 $2\times 1000+1250\text{kVA}$

沧州市人民医院病房楼

3.2万 m^2 $2\times 1000\text{kVA}$

邢台市人民医院病房楼

4.4万 m^2 $2\times 1000+1250\text{kVA}$

【问】 护理单元内的抢救室负荷级别如何定?

【解答】 一般护理单元的个别抢救室的负荷级别可按该护理单元的级别来定,但设计时最好事先和医院建设方沟通后再定较为妥当。一般护理单元内的抢救室负荷级别按一级负荷中特别重要负荷考虑。

建议与手术、抢救有关的设备用电皆按一级负荷中的特别重要负荷供电,要保证供电的可靠性和独立性。

根据医院的具体要求确定。如属于2类场所,恢复供电时间为 $\leq 0.5\text{s}$ 。重要负荷采用医用IT系统。

【问】 如何根据不同场所和不同性质的负荷,采用合理的需要系数?

【解答】 可采用《全国民用建筑工程设计技术措施》电气部分所列出的需要系数。医用放射设备的计算可参见《民用建筑电气设计规范》(JGJ/T 16-92)中的第十章。据有关设计资料介绍,医院照明负荷需要系数为 $0.5\sim 0.6$,其中门诊楼照明负荷需要系数为 $0.6\sim 0.7$,一般病房楼照明负荷需要系数为 $0.65\sim 0.75$,高级病房楼照明负荷需要系数为 $0.5\sim 0.6$ 。

设计中应根据负荷的性质和工艺要求来合理选择需要系数,医院建筑中如功能检查科室、中心检验科室、ICU、手术室等处为了符合使用的要求在供电末端预留安装容量可大一点,但需要系数的选择可小一些。

现在不分任何种类的医院建筑工程,均要求照明、电力负荷分别供电线路,需要系数可分为以下几种:A.照明;B.电力;C.医技电力;D.放射设备医技电力;E.空调电力;F.电梯电力;G.消防设备电力等负荷需要系数。在医院建筑工程中,依以上种类分别取需要系数较为合理。

医院照明、空调、电梯等用电负荷的需要系数与一般建筑没多大区别,主要区别在于专用设备(如X光机、CT机等)的用电负荷计算。

医院的大型医疗设备以及各专业的设备按照设备的容量进行计算。放射科大型短时工作制的设备多台设置时可按照二项式法进行计算。不同场所如门诊、医技、病房的照明均有不同的使用率,一般情况可参见现行的设计手册。

【问】 负荷等级划分应更具体化、统一化。比如:《技术规程》中规定走道照明为一级负荷,而其他规范中未提及;另外对于医院中一级负荷中特别重要负荷的供电要求最好能有明确要求,采用UPS

还是 EPS? 切换时间, 容量选择, 供电时间等?

【解答】 《全国民用建筑工程设计技术措施》电气部分中将医疗区走道照明规定为一级负荷应该是恰当的, 对于一级负荷中特别重要负荷建议从规范或规程上对供电提出要求 (如市电双电源的切换方式或油机的自启动方式及时间或此用电区域不间断电源的型式、容量、切换时间等), 根据医疗设备的特点, 建议采用 EPS 为宜, 容量以该区域特别重要负荷 (计算容量) 的 1、2 倍为宜, 切换时间应 $\leq 10\text{ms}$, 供电时间 ≥ 180 分钟。

负荷等级的划分在《民用建筑电气设计规范》(JGJ/T 16-92) 中已有明确的规定, 但此规范现已落后于时代发展的要求, 《综合医院建筑设计规范》目前正在修订之中, 关于医院内“电气设备与人体电气接触状况的场所分组和允许间断供电的时间的场所分级”可参阅《工业与民用配电设计手册》第 770 页之表来设计。不间断电源设备应按负荷性质、大小、运行方式、电压及频率波动范围、允许间断供电时间、波形畸变系数及切换波形是否连续等各项指标确定。一般对于电子计算机负荷供电, 其输出功率应大于各设备额定功率总和的 1.5 倍; 对于其他负荷供电, 为计算电流的 1.3 倍, 另外还要兼顾到上述负荷的最大冲击电流不应大于不间断电源设备的额定电流的 1.5 倍。

现行规范中未规定手术室负荷属一级负荷中的特别重要负荷, 通常除两路供电外, 还应设置柴油发电机供手术室、电梯、ICU、CCU 及部分照明负荷供电。当然, 规范中对于医院中一级负荷中的特别重要负荷最好能明确, 其切换时间, 供电时间, 容量选择等最好能有明确要求 (设计人员有据可依)。

【问】 最好提出“设备负荷等级一览表”供设计人员参考。

【解答】 无论哪类建筑, 其负荷等级的划分都是根据中断供电将造成人身安全、经济损失或社会影响的大小来划分, 医院建筑也不例外。除消防负荷应执行《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045-95) (2001 年版) 或《建筑设计防火规范》(GBJ 16-87) (2001 年版) 的有关供电等级要求外, 医院的特别之处一是在于病人的行动不便, 二是有手术室、检验室等不允许中断供电的特殊场所。因此医院建筑供电要考虑的应是这些特殊情况, 如将住院部走道照明、病房插座等的供电等级划分为一级负荷; 将手术室、检验室等不允许中断供电场所的照明、电力负荷划分为一级负荷中“特别重要负荷”。现行规范中并未规定哪类建筑应配备发电机组, 只是规定哪级负荷应采取哪种供电要求, 如“特别重要负荷”应由应急电源供电, 但发电机并不是应急电源的唯一选择, 根据工程实际可以有多种选择。因此, 只要根据用电部位、性质划分负荷等级就行了, 不必具体规定是设发电机、UPS 或 EPS。

在新的医院规范中除强调涉及病患生命危险场所的供电可靠性外, 对医院后勤保障系统用电也提出了要求。双路供电应该是医院的基本要求。重要设施末端可以设置电池系统, 保证生命安全系统的供电。

2 柴油发电机的设置

【问】 具体何种规模及性质的医院应配备柴油发电机组? 比如是按床位数、手术室数量、医疗设备数量, 还是按级别 (县级、地区级、省级)?

【解答】 按规模、医疗设备的重要性来确定。规范中对医院建筑是否要配备柴油发电机组没有明确的规定。一般来说, 对于引自二个区域降压变压器的二路 10kV, 按规范可以满足一级负荷供电的要求, 但是否要配备柴油发电机组, 应结合具体情况, 调查研究, 并和建设单位和当地供电部门协商而定。近年来, 供电系统运行经验证明, 从市政电力网引接二路电源有同时发生故障的案例, 不能满足一级负荷中特别重要负荷的供电可靠性的要求。因此我们建议有一定规模或档次较高的医院均有必要配备柴油发电机组。在工程设计中, 我们常把 ICU、CCU、产房、手术部、高层电梯及所有消防设备等划为一级负荷中特别重要负荷; 另外对于其他专业提出的特别重要负荷, 应仔细研究, 尽可能采取非电气保安措施减少特别重要负荷的容量。

应根据电源情况来确定是否设置柴油机，电源不能满足一级负荷要求及有一级负荷中特别重要负荷时，应设置发电机组。建议只要有手术的医院就应有自备电源，可采用柴油发电机组、UPS 或 EPS。如：某医院为 800 床的大型综合医院，配置了一台容量为 1320kW 的柴油发电机组。

医院建筑设不设柴油机组与下列两个因素有关：

第一是医院的重要性及医院用电设备对供电可靠性的要求。

正确的、合理的负荷分级是供电系统设计的前提。在《民用建筑电气设计规范》(JGJ/T 16—92)中，将“县(区)级以上医院”中的“急诊部用房、监护病房、手术部、分娩室、婴儿室、血液病房的净化室、血液透析室、病理切片分析、CT 扫描室、区域用中心血库、高压氧舱、加速器机房和治疗室及配血室的电力和照明，培养箱、冰箱、恒温箱的电源”(详见《民用建筑电气设计规范》第 3.1.2 条)等均划分一级负荷。

目前，《民用建筑电气设计规范》(JGJ/T 16—92)正在修订中，随着我国改革开放的不断深入，医院的体制正在发生变化，过去单纯以行政级别(县、市、省等)来确定医院的重要性并在这个基础上来划分负荷等级已不能适应我国医院建设的需要。对医院的重要性的划分应重其功能。无论它的行政级别如何、所有制性质如何、综合医院还是专业医院、床位数规模是否足够多，从中断供电是否有可能造成人身伤亡或中断供电是否有可能造成重大经济损失这一根本问题考虑，只要其功能需要，这样的医院中某些场所和某些设备的电源都应按相应级别的负荷对待。具体应执行《供配电系统设计规范》(GB 50052—95)。

第二是外部供电能力是否满足负荷的要求。

柴油发电机作为一种自备电源，它对电力系统电源可起补充的作用。有下列情况之一时，应设柴油发电机。

(1) 当医院一级负荷中有特别重要负荷时，除由两路电源供电外，可设柴油发电机作为应急电源；

(2) 当医院的一级负荷仅有一路电源供电或第二电源不能满足一级负荷的条件或自备电源较从电力系统取得第二电源经济合理时，可设柴油发电机作为第二电源(备用电源)；

(3) 当医院的二级负荷仅有一路电源供电，难以获取符合要求的另一路电源时，可设柴油发电机作为备用电源。

3 照 度 水 平

【问】 照度标准是什么？

【解答】 《建筑照明设计标准》(GB 50034—2004)对医院各场所照度标准有详细描述。

照度标准就是在工程照明设计时，国家制定的统一照度标准要求值。据实践，现行的国家照度标准，由于制定时间较久，已不适合现在的照明设计中照度要求。在实际工程照明设计中，可选取规范规定的照度值上限或适当提高。

当医院发生火灾，需要切断手术室非消防照明电源时，应采用手动控制方式，并宜在断电前通知手术室，以保证手术病人安全。

我国 2004 年 12 月 1 日实施的《建筑照明设计标准》(GB 50034—2004)中第 5.2.6 条已作了规定，详见此标准第 18 页。此外，该标准对照明节能提出了强制性要求。在第 6.1.5 条中，规定了医院建筑照明功率密度值。一般新建、改建与扩建的医院建筑照明设计应执行此标准。

4 防 雷 接 地 ， 屏 蔽 ， 等 电 位 联 结

【问】 当前，新的医疗设备较多，有的是从国外引进，对这些设备的接地要求说法不一，设计人

与甲方对设备接地、建筑防雷接地、屏蔽接地、等电位联结等认识不一致。医院的接地保护应如何做？

【解答】 医院接地系统包括以下部分：

- (1) 防雷接地；
- (2) 配电系统接地；
- (3) 建筑设备接地（如消防、结构化布线、监控、楼控等系统）；
- (4) 医疗设备接地（含保护接地、工作性接地、等电位联结、屏蔽接地）；
- (5) 总等电位联结。

综合医院接地宜采用一点接地系统，各医疗设备机房应设专用接地端子箱，并通过接地干线引至基础接地体，采用联合接地极。但对有特殊要求的大型医疗设备应预留单独接地条件。

医疗电气设备工作性接地电阻值应按设备技术要求决定。在一般情况下，宜采用公共接地方式，接地电阻小于 1.0Ω 。如需采用单独接地，两接地系统的距离不宜小于20m。为降低电气设备发生接地故障时电气装置外露部分的接触电压，降低或消除从建筑物外部窜入电气装置外露部分上的危险电压，防止电击事故的发生，需在建筑物内做等电位联结。

医院单体建筑物楼层低、占地面积少，并且该建筑物周围环境条件允许时，可根据建筑物内各类型设备要求，分别作接地保护系统。但是，有条件时作一点接地保护系统更安全可靠。

医院单体建筑物楼层高、占地面积大时，设备采用分类接地保护系统难度大，不宜实施，这时，应在该建筑物内变、配电室或配电控制室内作一点接地保护系统装置。

医疗建筑采用共用接地系统。设备接地、建筑防雷接地、屏蔽接地等共同接到一个总的接地装置上。

敏感电子设备应避免布置在建筑物迎雷面的外侧。目前大型医疗设备的接地均采用共用接地装置。

【问】 国际上先进的医院专用智能化系统如何做？手术室的等电位联结具体做法怎样做？等电位端子箱是否一定要与基础接地极连接？等电位端子箱是否一定要与楼面钢筋网相焊接？等电位接地干线正确做法是什么？能否利用防雷引下线或柱内主筋作为等电位接地干线，是否存在雷电反击导致危害病人的可能？

【解答】 国内较先进的专用智能系统有：

(1) 手术部专用空调系统。此系统操作及管理隶属于医疗管理部门，可根据手术的种类、台数开启相应机组，对手术室温、湿度进行自动调节，并可根据实际冷负荷情况，对机组台数进行自动投切控制。

(2) 手术部闭路电视监控系统及手术室医疗教学监视系统。该系统均由手术部管理且操作权限不同，前者对手术室各区域及人员的活动进行监视管理，后者则为医疗活动的教学及网络技术支持服务。

手术室的等电位联结做法在标准图集《等电位联结安装》(02D501-2)中有示例，且该示例与国标GB 50343—2004有着较好的协调。我们在工程设计中在各手术部均应设置局部等电位联结箱且指明做法要求，并且此端子箱应与楼面钢筋网焊接。端子箱应与明设于竖井内的接地干线连接，接地干线引至基础接地极，不应利用防雷引下线或柱内钢筋作为等电位接地干线，否则有可能因雷电反击对病人或设备造成危害。

局部等电位联结应包括该范围内所有能同时触及的装置的外露导电部分和装置外导电部分，等电位联结箱应与楼面钢筋网联结。

等电位接地干线的做法可参见国家标准图集。所谓雷电反击是指防雷保护装置遭受雷击时，在避雷器、引下线和接地体上产生很高的电位。当防雷保护装置与建筑物内部设备、线路和其他金属管线的距离太近时，它们之间会产生感应电压现象。防止反击的措施，是将金属物体与防雷装置相联结。有条件最好将每层的钢筋与所有的防雷引下线实行电气连接。

等电位端子箱分接地与不接地两种，视安全保护方式而定。从防雷的角度等电位联结尽可能利用结

构钢筋。

等电位联结有三个不同的概念，一个是建筑物的总等电位联结，一个是辅助等电位联结，另一个是局部等电位联结。

(1) 建筑物的总等电位联结：总保护导体（保护干线）；总接地导体或总接地端子；建筑物内公用管道，如煤气管、水管；可利用的建筑金属结构件，集中采暖和空调系统的金属构件的联结，称为总等电位联结。

来自建筑物外的可导电部分应在其户内紧靠入口处实行总等电位联结是将进户处的各金属管线与建筑等电位干线相连。大型建筑因地基面积大，各类进线距离远，将其接到同一个接地极不现实，在建筑物钢筋均为绑扎连通的前提下，入户的金属管就近与建筑物内钢筋连接即可。

(2) 辅助等电位联结：所有可触及的固定式设备金属外壳和外部可导电部分。还应包括钢筋混凝土结构中的主钢筋及插座的保护导体在内的所有保护导体相连接，称为辅助等电位联结。

(3) 局部等电位联结：一般是指用不接地的局部等电位联结的防护。

手术室采用辅助等电位联结。强调患者环境（2.5m）范围内所有金属物的等电位联结。电气装置的 PE 线除与等电位端子箱联结外，还要与上一级的 PE 线连接。辅助等电位连线的截面与等电位要求的电位差有关，而 PE 线的截面与主回路的截面有关。

【问】 关于接地：对于各功能性房间，如手术室、CT 室等，是采用接地线直接引至接地体接地？还是在电气管井内设一总接地铜排，从其引出？以上两种接地方式那一种更为合理？

【解答】 上述两种做法均有采用，我们认为采用接地干线铜排敷设于电气管井再由其引出接地线至各功能房间的做法较好。

具体哪种做法更合理要看各功能性房间在建筑物内布局所处的位置。如 CT、MRI、PET、直线加速器等放射科用房往往位于地下室及一层，离配电竖井又较远，这样的话，采用直接引接地线比较合理；如其他有些功能科室，位于楼层较高且布置比较分散，单独引接地线显然不妥，利用竖井总接地铜排则较为合理。

对于各功能性房间，如手术室、CT 室等，是采用在走道设接地端子箱及在电气管井内设总接地铜排相结合的方式接地。

经过工程实践证明，各功能性设备接地不宜采用公共接地的方式。因各功能性设备接地电阻值要求不一致，共同接地线不宜达到各种要求接地电阻值。所以，分别引用接地线较合理。

【问】 哪些房间需做局部等电位联结应进一步明确，对于各种功能房间的等电位联结做法是否有标准图，并说明标准图的名称和页次？

【解答】 需做局部等电位联结的房间包括：手术室、重病监护室、门诊治疗室、放射科机房、功能检验机房、设洗浴设备的病房卫生间及建筑设备机房（消防控制室、监控机房、水泵房等）。在国标《等电位联结安装》（02D501-2）中对胸腔手术室等电位联结有图示，其他需设局部等电位联结的房间可依照规范及详图的精神实施。事实上许多医疗设备资料中对等电位联结都有图示要求。

所有的电气灾害如人身遭受电击、电气火灾、电气信息设备的损坏等均由电位差的原因引起放电而造成的。进行局部等电位联结，能有效消除或减小电位差，使设备及人员获得安全保护。医院内某些场所如手术室、ICU、产房、血透等为了提高供电可靠性和连续性，均采用 IT 隔离电源系统保护，以上场所则需采用局部等电位联结，其他如医疗仪器设备比较贵重及和患者密切接触的 1、2 区工作场所，如放疗机房、各功能检查科室等处为了设备及人身安全宜进行局部等电位联结。

对有浴室的卫生间、手术室、导管造影、RCU、CCU、重症监护、肠胃镜、内窥镜、治疗室、功能检查室采用局部等电位联结。国标图集《等电位联结安装》（02D501-2 第 19 页）有胸腔手术室局部等电位联结示例。

为与不接地的局部等电位联结的防护区别，目前用辅助等电位代替局部等电位。新的医院规范中的

1类、2类场所（有医疗电气装置的场所）均需要辅助等电位联结。

5 漏 电 保 护

【问】 医院内具体哪些场所必须配置 6mA、10mA 漏电保护器，目前有哪些厂家生产 6mA、10mA 漏电保护器？

【解答】 医院内属于自躯体保护区及心脏保护区的电气回路应装设漏电保护器或线路绝缘及负荷监视装置，如心脏手术、肾透析、胸腹引流、骨关节、放射治疗、重症监护等医疗场所。

漏电保护器额定漏电电流为 10mA 漏电，动作电流为 $(0.5 \sim 1.0) I_{\Delta n}$ （可调整时），开断时间应小于 40ms。目前市场所见的漏电保护器不是针对医疗设备而开发的，医院应采用专用保护装置。供建筑电气使用的漏电保护器漏电额定电流为 10mA 及以下，动作时间小于 100ms 的产品。

在实际工程中，我们均采用 30mA 动作电流的剩余电流漏电保护开关。因为漏电开关的动作电流选择，要考虑到供电的可靠性须满足其值要大于该回路及设备固有漏电电流值的二倍以上。实践运行选择大于回路额定整定电流的 1/1000 作为漏电动作电流是比较可靠的；在 IEC60364 标准中规定医疗场所的漏电动作电流 30mA 及以下就可以了。在工程中，漏电保护开关往往用在普通插座回路中，有些配电支线距离可能比较长且一个回路中会有同时使用多台医疗电器设备的情况。这样的话，就要慎用像 6mA、10mA 小动作电流的漏电保护开关，以免误动作影响正常的供电；如要用 6mA、10mA 小动作电流的漏电保护开关，一般就地设置且需控制插座的数量（医疗用电设备的台数）。

在手术室可配置 10mA 漏电保护器，目前有奇胜、施耐德、ABB、西门子等厂家生产 10mA 漏电保护器。

10mA 漏电保护器是一些西方国家规范中的标准。目前 IEC 关于医疗场所的标准中要求在 1类、2类场所设置 30mA 以下的漏电保护器，没有再具体的要求。我国规范将等同采纳这一标准。有专家认为如果采用 10mA 漏电保护器，应配置在 2类场所医用 IT 系统以外的回路。

【问】 民用建筑电气设计规范（JGJ/T 16—92）14.3.10 第（6）条，与人体直接接触的医疗电气设备 14.3.11 第（3）条，医疗电气设备为 6mA 漏电电流保护整定值。医院内所使用的医疗设备有许多与人体接触，设计时如何区分？6mA 漏电电流保护动作值是多少，目前生产 6mA 漏电开关极少数（大部分不生产），设计时是否医院内全部选用 6mA 漏电整定值？否则如何界定？

【解答】 有与人体接触的医疗设备所在的场所分两类：

（1）躯体保护区即 1组场所，指的是除心脏手术外的其他医疗场所。如门诊治疗、检查、X光或 CT 检查、牙科手术、外科手术等场所。

（2）心脏保护区即 2组场所指的是心脏手术及其重症监护场所。在 1组场所，医疗设备供电由房间插座或插座箱供电，线路采用漏电断路器保护，额定漏电电流 10mA 动作时间 $\leq 40\text{ms}$ 即可。在 2组场所，常采用隔离变压器引出的 IT 系统，线路保护采用绝缘监视器，此时是否中断供电的重要指标是预期危险电流。2组场所内医疗设备供电回路也有采用下述供电方式的：手术小车医疗电气装置前的线路，设漏电保护，额定漏电电流 10mA，动作电流可为 $50\% \sim 100\% I_{\Delta n}$ ，动作时间 $\leq 40\text{ms}$ 。

因大部分厂家不生产 6mA 的漏电开关，目前均选用 30mA 的。以前有些工程在图纸中注明采用 6mA 的漏电断路器，但实际订货中也均改成了 30mA。初期设计不可能解决移动设备的电源保障，应视配置抢救设备而定，照明应设置备用电源。

6 手术室、重症监护室的供电安全

【问】 医院手术室，重症监护室等重要科室及病房的供电电源安全性应如何考虑？在消防联动控

制设计时，是否作为非消防电源切除？应切除时，在什么时候切除更合理？

【解答】 在供配电系统设计时，手术部（手术室）、重症监护室应按一级特别重要负荷供电。考虑医疗手术的重要性，尚应在部分手术室设不间断电源以保证供电的可靠性。消防联动控制设计中，不应切除手术部、重症监护室的电源，因为此部分供电方式多为从变配电室至末端的放射式供电，与其他区域影响不大。发生火灾时及时可靠地进行人员疏散和做到火灾为可控制燃烧是最为重要的。

医院手术室，中心监护室（ICU）等重要科室，可采用集中设置 EPS 应急电源设备和分散设置 IT 隔离供电电源系统，以防外部电源故障及用电设备接地故障而引起的断电事故，保证供给的可靠性和连续性。普通病房，一般按二、三级负荷考虑，对于规模大、档次高的高层建筑病房，按二级负荷供电，供电干线可采用竖向双母线槽奇偶层互为备用。在消防联动时，可以作为非消防电源切除。但要注意，一般不允许采取自动联动以免发生不必要的事故，还有如手术室自动感应门等设备要有必要的末端应急电源装置来保障。

医院手术室、重症监护室等重要科室按一级负荷中特别重要负荷考虑，所有病房内均设置了应急照明，在消防联动控制设计时，不作为非消防电源切除。

手术室、重症监护室等重要科室的病房电源不应切除电源。但与现行规范有冲突，我院的某工程中就遇到了此类问题。此类负荷应属于一级负荷中的特别重要负荷，要保证独立供电，至少要能以房间划分供电回路并能单独切除。标示明显，配备手/自动切除转换开关、并设在现场，有人做手术时处于手动切除状态、火灾时只能在现场手动切除；无人做手术时处于自动切除状态、火灾时可消防联动切除；切除时机应选在确认发生火灾后。

医院中“特别重要负荷”的供电电源在火灾联动时建议不作切除，因如果万一误动作就可能導致一起严重的医疗事故，人命关天！即使真正在发生火灾时，也有继续供电的必要，以提供紧急处置的条件，待撤离后再切除电源。

7 防止电磁干扰问题

【问】 电子医疗仪器如何防止无线电干扰？

【解答】 电子医疗仪器要求 CE 认证；有些磁疗等场所设屏蔽笼。所有电气设备应满足相关的电磁兼容（EMC）的要求，应符合有关电磁兼容标准。为减少感应过电压以及 EMI 的影响应考虑如下情况：

- (1) 敏感设备要远离潜在干扰源。如外墙边，建筑物防雷引下线附近。
- (2) 敏感设备要远离大电流母线或设备，如电梯，大型影像设备。采用不同的变压器。
- (3) 敏感设备电源电路中设置滤波器或 SPD。
- (4) 选用适当延时特性的保护器。
- (5) 金属外护物的等电位联结与屏蔽。
- (6) 电力电缆与信号电缆间充分隔开（大间距或屏蔽）或者直角交叉。
- (7) 电力电缆与信号电缆与建筑物防雷引下线充分隔开（大间距或屏蔽）。
- (8) 电缆布线路径避免环路。
- (9) 联结的接线尽可能的短。
- (10) 在布局上远离强电磁干扰源，如变配电室、柴油机房等。
- (11) 机房土建设计中做金属屏蔽层。
- (12) 机房设防静电地板并做接地连接。
- (13) 电源系统应设过电压保护。
- (14) 大/中型电子医疗设备应按 A/B 级雷电防护等级进行相应的设计及施工。