

三级甲等专科医院电气设计分析

刘树超

潍坊市妇幼保健院

摘要:随着国内医疗的发展和需求的提高,三级医疗建筑的规模在不断增大,医疗设备也随着大量增加,医疗建筑的总负荷用电量越来越大。医院用电是否稳定直接关系到医务人员和就诊者的生命安全,医院建筑的电气越来越被国家电力、安全、卫健等相关部门重视,这就导致医院电气设计水平要求越来越高。现通过某三级甲等专科医院为例,从多个方面对医院电气系统的设计进行分析和研究。

关键词:三级甲等医院;医院建筑电气;电气设计;保障措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.07.091

引言

三级医院医疗建筑规模大,医疗用电设备多,功能性科室多,电力系统复杂,取用电要求高。医院建筑电气设计必须在前期论证、设计阶段就做好相关规划,为医院各部门用电设备、仪器提供安全稳定的用电,更好的给使用者和就诊者提供优质的服务。

一、医院项目概况

医院建设使用土地70亩,建筑总面积17.5万平方米,地上建筑总面积11万平方米,地下建筑总面积6.5万平方米。

该医院地上建筑为五层的门诊医技楼、11层的妇产楼、15层的儿科楼三个单体,地下2层是地下车库和人防工程一个单体。

医院的门诊医技楼设置科室有急诊、发热、留观、收款、药房、影像、儿科门诊、产科门诊、妇科门诊、口腔科、眼耳鼻喉科、妇保、女性康复科、心理健康中心、体检中心、检验中心、彩超、孕妇学校、中医堂、日间手术室等。

医院的妇产楼设置科室有结算中心、静配中心、消毒室、供应室、病案室、NICU、手术室、产房、ICU、内科病房、外科病房、产科病房、妇科病房、PICU等。

医院的儿科楼设置科室有接种中心、儿童康复科、儿保科、特教中心、儿童康复病房、儿科病房、行政办公、示教室、科教、报告厅等。

地下车库人防区域功能有变、配电室、设备房、能源站、设备间、食堂、应急发电机房等。

二、医院建筑的电气设计

本医院项目电气设计主要包括高压开闭所、高、低压变配电室、急诊抢救、影像MR、介入治疗、口腔科电气、电气的火灾监控系统、示教室电气、照明系统、医用光源系统、消防电气、线路选型与敷设、医用气体空压机房、院区亮化、净化ICU、给排水与暖通设备控制、避雷接地及等电位连接、人防电气等。

(一) 医院的变、配电系统

变配电房设计时除需满足相关的规范、标准外,还

要根据医院用电特点考虑负载率、所在位置、供电半径、防火分区设置。例如大型院区变压器安装指标通常在70~80VA/m²,负载率控制在80%。变配电机房不得设置在建筑底层,且需避开人员密集的场所。变配电房供电的半径不大于200m,水平供电不超过150m。按防火分区设置强、弱电井,根据水、暖等专业需求增加机房尺寸、配电箱。发电机房的上方应避开人员密集场所,同时还要考虑供油、送风与排烟,在下风区域避开生殖实验室、检验、病理等特殊科室^[1]。

在门诊妇产楼地下负一层设置10KV的开关站,采用10KV市电电源,1号、2号电源一备一用,3号电源专为空调系统供电。

1号变配电所与高压开闭所设在门诊医技楼地下一层,2号变配电所及空调配电所设在妇产楼地下一层,3号变配电所设在儿科楼地下一层。应急柴油发电机在儿科楼负一层。

开关站向变电所放射式供电,一路电源带一台变压器。

根据规定三级医院需设置应急发电机,其供油时间必须大于24小时。发电机为停电时的一级负荷中特别重要的负荷、一级负荷、消防负荷、净化机组、风冷热泵供电。本医院项目柴油机组计算容量700KW,安装容量按800KW考虑。

本医院项目的用电负荷分为三级。特别重要的负荷包括急诊抢救室、生化仪器、PICU、手术室、产房、早产儿室等影响就诊者生命安全的负荷。一级负荷包括术前准备、急诊观察、恒温箱、内镜检查间、影像、放射治疗、制片室、安防、电子信息机房、消防电梯、防火卷帘等。二级负荷包括供应室、净化机组、药品库、换热站、普通电梯、生活水泵房等。三级负荷包括一般的电力、照明、通风等^[2]。

通过对本医院给、排风机、排烟风机、生活水泵、循环泵、医用电梯等设备进行装机容量负荷计算,变压器总安装容量按13000KVA。

(二) 医院水、暖通等设施的低压配电系统

根据医院的建筑规模、医院科室专业设备及相关工艺要求,进行医院科室功能及专业动力配电设计。门诊医技楼、妇产楼、儿科楼、地下车库普通电力、应急照明的干线采用放射式配电,医院内变压器输出至用电设备配电不能超过三级^[3]。

各医疗场所的一级用电负荷、二级用电负荷、三级用电负荷回路单独使用。

空调主机房配置专用配电间。对于不允许断电的重要医疗场所采用局部IT系统^[4]。

水泵房宜设置专用的配电间,地下车库的每个防火单元均应设置强、弱电间。

对于消控室、安防系用电以及弱电机房采用双回路

供电。

NICU、PICU、麻醉科等一级特别重要负荷的干线用双回路供电，增加应急发电机备用干线和UPS应急系统。医疗场所中维持患者生命、外科手术等的电气装置、供电回路，采用医用IT系统，隔离变压器要设置过负荷和高温监控^[5]。

按照楼层防火分区，急诊、产房、洁净空调机组的一级负荷的干线采用双回路的电源放射式供电。

MRI等放射科影像设备，用双回专路电源放射式供电。对于二级负荷一般诊断的CT、X光类放射设备，用变配电所单回专路电源放射式供电，引至末级配电箱供给^[6]。

检验科设置专用配电柜，TN-S三相五线制供电。采用双电源供电，并设UPS应急电源。

生殖实验室、手术室等洁净区域单独设置总配电柜。洁净区域根据建筑防火及洁净区划分，配电柜需设置在非洁净区，采用双电源供电，并设UPS应急电源。

超声、体检中心、口腔等大量诊疗设备，采用双电源供电。接地线与相线线径相同，以满足接地电阻。

普通电梯等一级负荷中的干线，由双回电源放射式供电。

病房的配电考虑安全与后期扩展，除走廊照明外，其他照明、插座采用两条母线互备供电^[7]。

（三）医院的电气火灾的监控系统

医院消防安全尤其重要，涉及行动不方便的就诊者、众多用电医疗设备、装修材料耐火等级不高、功能分区多、建筑体量大，不容许出现任何消防问题。

这就需要设置电气火灾监控系统，配合自动喷淋、消火栓系统，保障医院运营安全。

消控室一般设置在建筑物的首层，并开门直通室外。在设计电气火灾监控系统时，应正确选用和布置各类探测器、报警按钮、声光报警器及消防电话等^[8]。

本项目火灾监控器设置在妇产楼一层，实施远程监控。

配电箱内开水器插座、照明插座支路加装漏电保护断路器，直接跳闸，保护人身安全。

实验室、办公区、走廊、门诊选择感烟探测器，皮肤治疗、雾化室选低敏感温探测器。大开间区域选用感烟红外光束探测器，放射科选择防辐射探测器。

结合消防规范，在医院区域内报警按钮和探测器中间配备声光信号，通过总线集中控制。针对不同医疗区域设计防火门、自动喷淋、防排烟、消火栓、电梯控制等。

（四）医院的照明系统

照明设计分一般照明和应急照明，根据医院建筑照明标准，不同医疗功能、不同医疗场合、满足照度的同时，合理选择光源和光色，严格执行照明功率密度值指标^[9]。

门诊医技楼、妇产楼、儿科楼医生办公室、诊室、治疗室、病房护士站、监护病房等采用高效节能灯，一般走廊、电梯厅、前室设置吸顶灯、筒灯照明^[10]。

医院地下车库、公共走廊、设备机房、步梯间等场所的灯具采用节能光源。对车库、公共走廊等长期无人

值守的公共场所采用智能照明系统、以节约用电。

紫外线杀菌灯设置在手术室、治疗室、检查室、隔离病房等房间，杀灭细菌和病毒。紫外线灯开启时不能有人。候诊厅采用移动式紫外线杀菌灯。

门诊诊室、医生办公室、治疗室、手术室设置观片灯，电源接插座。

医院地下室、医疗街、步梯间、消防电梯、前室、出入口等场所，设置应急照明和疏散指示。采用集中供电的方式，由EPS装置作备用电源。系统平时浮充，放电时间不小于60min，初装容量不小于90min，切换时间不大于1.5秒。

在医院地下车库、医疗街、亮化等区域，配置能手动、定时、远程的智能控制系统，降低能耗。

当发生火灾时需要继续工作的开闭所、机房、变配电室、消控室、安监局、BA控制室等房间安装备用照明，持续供电时间大于180min。

三级医院需设置残疾人的专用厕所，厕所内设置呼叫按钮，呼叫按钮应使用安全电压，门上装声光报警设备。

（五）医院电气的线路选型与敷设

根据医院建筑物的性质、规模，正确选择电缆、电线型号及阻燃级别。根据计算电流、电压等电气参数选择电线、电缆截面。

本项目消防设备干线用矿物绝缘电缆，支线用耐火型电线电缆。如消防水泵、消防电梯、消控室的电源线选用NW耐火电缆。

医院一级负荷、二级负荷、三级负荷及照明干线、应急照明干线、分支干线用阻燃电缆，支线用阻燃型电线电缆。

照明、插座分别由不同的支路供电，一般照明支线用2.5个平方毫米的铜芯绝缘线，插座用4个平方毫米的铜芯绝缘线。

楼内普通电力的干线、分支干线及支线电缆敷设在电缆桥架里。交流250V以下的仪表、电子设备采用绝缘屏蔽软线。

防护房间的管线洞口要进行射线屏蔽封堵，其他管线不得穿过。

消防干线、分支干线的绝缘电缆敷设在电缆梯架里，金属管暗敷消防设备支线和应急照明线路时，敷设在非燃烧体结构里，并设置保护层。金属管明敷设时，表面做好防火措施^[11]。

（六）医院的给排水与暖通设备控制

根据给排水与暖通空调专业的要求，对有关设备实现集中、连锁和自动控制。为便于检修，还要设置手动控制。

本项目排污泵自带控制箱，并配套水位控制器。当高水位时自动开泵，低水位时自动停泵。

真空吸引泵和压缩空气泵用压力自动控制，并配套电接压力表，当压力低时自动开泵，高压力时自动停泵。

水泵房低区热水循环泵用温度自动控制，并配套电接点温度表，当低温度时自动开泵，高温度时自动停泵。无负压供水设备自带控制箱，根据使用要求实现变

频自动控制。

各空调风机盘管配套供给温度控制器均在就地控制，根据室内温度要求，自动进行三档调速控制。并同时电动二通阀实现开、关控制，以达到节能的目的^[12]。

本项目部分卫生间、治疗室、检查室等排风采用连锁控制。当任一处通风器开启时，并联风机开启。当所有通风器关闭或任一防火阀动作后，风机停止工作。

各层送风补风机、排风排烟机，正常工作时各自就地控制，消防时由消防系统联动完成自动控制和手动控制，消防控制优先。

湿膜加湿器、空气处理机组自带控制箱。当机组开启时，联动开启新风电动阀，接通湿膜加湿器电源，按湿度要求加湿，冷热水电动二通阀由设定的温度实现自动控制。

新风换气机、陶瓷加湿器自带控制箱，并就地安装控制。当换气机开启时加湿器才能工作。

吊顶式或落地式的空调机组、新风机组的开启和停止现场手动控制。

在防火卷帘两侧1.5m高度处安装控制按钮，在防火卷帘门两侧顶部设置声、光报警装置。断电时，手动控制防火卷帘。

（七）医院的避雷接地及等电位连接

医院电气设备多，供电设备、检查设备、诊疗设备都需做好避雷接地及等电位连接，保障设备及患者安全。根据国家规范要求，医院按二类防雷进行设计。

医院防雷是建筑物屋面设置接闪网等，建筑主体主钢筋作为引下线，屋面的金属体均要和接闪装置可靠连接。本医院项目就是在屋面女儿墙设置接闪带，接闪带通过大楼混凝土柱往下引，与建筑基础和人工接地体连接，再和楼体的金属构件焊为一体，形成避雷网。垂直每三层通过外墙结构圈梁水平钢筋连成回路，并与防雷引下线相连接。建筑所有外露金属构件、设备外壳、门窗等就近与避雷带焊为一体。

建筑物周围通过筏板、基础的钢筋组成环形等电位连接网络。

弱电间接地干线采用BV型铜芯导线，沿竖井内明敷设，并与每层的楼板钢筋作等电位连接。电气间、弱电间设置楼层或分等电位连接箱。

电缆金属外皮、接线盒、设备金属外壳等与PE线相连接，不与电源零线混用。穿楼管道外壳在入口处做等电位连接。

淋浴室、治疗室、CT室、X光室、介入手术室等设置局部等电位连接箱。

病房的医疗设备带，接上保护线，方便医疗设备的使用。

医院建筑各类接地实测接地电阻值应小于1欧。如果核磁等医疗设备阻值达不到，需增加人工地板补偿。大楼外墙预留接地测试盒^[13]。

ICU、急诊抢救室、手术室等设置局部等电位连接箱。

信息机房、消防控制室设置安装防静电地板，接专用的接地箱。

（八）医院的人防电气

人防平时和战时转换，战时由应急发电机保障一级负荷的应急照明，通信、防化和二级负荷的照明、风机、水泵。

本人防区域面积1.5万平米，对用电负荷计算，战时用电总容量170KW。

三、总结

本文结合某三级甲等专科医院建筑工程特点和供电需求，较完善的设计了医院变配电系统、医院低压配电系统、电气火灾监控系统、照明系统、线路、给排水与暖通设备控制、避雷接地及等电位连接等系统。

通过建筑各部分功能及相关配备设备，做出了合理、可靠的设计，并为后期设备增加留出裕量，并与建筑设计、智能化设计、暖通空调设计、给排水设计、结构设计、装修设计、管线设计统一配合，很好的确定了电气设备房数量、位置、尺寸、及设备运输通道、管线敷设、设备用电功率、空调系统用电及联动、各类水泵用电及数量、结构基础布置、照明功率、插座安装、主干管线走向等事项。

电气设计者还应不断的学习新技术、新产品，将好的电气技术与产品带到智能医院电气建设中，为医院进一步发展提供电力保障。

参考文献

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部，中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 建筑设计防火规范（2018版）：GB50016-2014[s]. 北京：中国计划出版社，2018.

[2] 张钊，任立令. 大型综合医院电气设计与应用[J]. 现代建筑电气，2020，11（5）：5-8.

[3] 陈铿. 医院供配电系统设计分析[J]. 中机国际工程设计研究院有限责任公司，2018.

[4] 纪文革. 大型医院配电网规划与设计研究[D]. 郑州大学，2017.

[5] 雷洁，陈众励. 浅谈医院配电设计中的IT系统[J]. 电气应用，2005，24（2）：41-43.

[6] 郭涛，曹凯. 浅谈医院建筑与大型医用设备电气保护[J]. 中国医院建筑与装备，2017，18（05）：63-65.

[7] 孔祥允. 某医院综合楼电气及智能化系统研究与设计[D]. 山东建筑大学，2014.

[8] 杨子宁. 从建筑电气设计角度浅析火灾的防范[J]. 电线电缆，2001（3）：35-65.

[9] 阮伟航. 建筑电气照明线路节能设计的原则及措施[J]. 光学与照明，2021（12）：11-13.

[10] 张昕，洪莉淑，郝心怡. 兼容方舱医院功能的高大空间照明策略[J]. 照明工程学. 2020，31（4）：98-104，165.

[11] 郑光乐. 消防设备应采用具有耐火性的配电线路供电[J]. 建筑电气，2013（9）：58-62.

[12] 陈一才. 现代建筑设备工程设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，2001.

[13] 王克西. 医院的电气安全[J]. 医疗装置，2007（10）：15-16.