

医院建筑电气设计的难点及要点

徐志富

(山东舜诚建筑设计有限公司, 山东 潍坊 261000)

摘要 近几年,我国加大了医院建筑建设的力度,目的就是为满足新型医疗设备及技术使用的需求,更好地服务于患者。但由于医院属于特殊场所,电气设计过程中涉及的环节较多,重要节点繁琐,难点突出。基于此,本文首先分析了医院电气设计各环节重点、难点,在此基础上,结合具体案例,给予了针对性且具有参考价值的建议,希望医院可以根据自身实际情况,对现有电气设计不断优化与完善。

关键词 医院建筑 电气设计 负荷级别 供电要求

中图分类号: TU246

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)10-0097-03

在民用建筑中,医院属于较为特殊的形式之一,对于设备要求以及功能性需求多样化,所处的整个环境复杂繁琐,不管是在技术方面,还是在安全保护层面,对于电气系统都提出了较高的要求。伴随社会的快速发展,医院建筑中的设施设备更加完善,规范化、国际化的发展,更需要有高标准的电气设计给予支持,所以我们要克服电气设计中的难点,抓住要点,才能满足当前社会发展对于医疗领域提出的高要求。

1 医院建筑电气设计各环节要求

1.1 负荷级别的确定及供电要求

用电负荷的确定要坚持供电可靠性原则,同时还要考虑到供电中断对于经济、政治上带来的损失或者影响^[1]。医院建筑电气设计过程中将负荷划分为三个级别,具体如表 1 所示。

针对一级负荷的重要科室,在供电的时候要采用两个电源,在其中某一电源有故障发生时,另外电源不会受到影响,依然可以安全使用。在一级负荷内涉及了特别重要负荷,此时就需要增设应急电源,同时应该注意的重点是不能与其他负荷并用或者串用;同时还要注意的是采用的二级负荷供电系统要使用两回线路;而三级负荷供电环节并没有特殊性。

1.2 照明系统设计

医院是救死扶伤的地方,服务的对象也都是一些患者,涉及的工作内容关乎着人们的生命,而在工作需要的设备、照明要比其他行业更加严格。国家在医院科室照明方面也有严格的要求^[2]。一是以安全为基础,同时又要经济实用,方便快捷,注意美观性;二是设计电气时要保证电压、配电安装正确,照明设备与电能质量要求相符;三是负荷计算的前提条件是导

线、电气型号达标;四是控制方法具有较强的可操作性、科学性、合理性;五是保护方法要与规定相契合,保证照明装置使用以及用电的安全性;六是电气投资以及年运行支出尽可能减少等;七是电气设计要按照具体流程以及步骤执行。

在具体设计环节,本回路中各个用电设备负荷总和指的就是每一个回路负荷。本配电箱所有回路负荷总和乘以系数便是配电箱负荷。在计算电流时主要有以下两种情况:

一是单相线路计算电流是:

$$I_C = \frac{P_C}{U_p \cos \theta}$$

公式中 I_C 表示的是单相线路计算电流, A; U_p 表示的是额定相电压, V; $\cos \theta$ 表示的是功率因数; P_C 表示的是单相线路计算负荷, W。

二是三相线路计算电流是:

$$I_C = \frac{P_C}{\sqrt{3} U_p \cos \theta}$$

公式中 I_C 代表的是三相线路计算电流, A; U_p 代表的是额定线电压, V; $\cos \theta$ 代表的是功率因数; P_C 代表的是单相线路计算负荷, W。

导线选型、截面、敷设时结合每一个回路统计负荷,将回路电流计算出来,并且对回路断路器型号合理选择;断路器在电流使用方面有具体的要求,要以此为基础,进而将最合适的导线类型、截面准确地选择。并根据灯具安装具体位置为依据设置好相应的线路敷设形式,通常情况下 WC 暗敷设于墙体内部; CC 暗敷安装于顶部; FC 暗敷安装于地面中。

表 1 医院建筑常用重要用电负荷的分级规定

级别	重要用电负荷
一级	急诊室、妇产科病房、烧伤病房、重症监护室、儿科病房、手术室、麻醉室、造影室、内镜检查室、影像科、放射室、高压氧舱、血库、恒温箱用电、真空泵、压缩机、制氧机用电、检验科、病理科、变配电房、发电机房、防排烟风机、信息系统、安防系统、电梯等
二级	电子显微镜；影像科诊断设备用电；康复病房用电；贵重药品冷库太平柜；热泵及换热站用电；污水处理站、扶梯等用电负荷
三级	除一、二级负荷以外的其他负荷

表 2 电源设置

电源进线编号	负荷容量 /kVA	电源联络关系	高压系统编组
1 [#]	12200	1 [#] 、2 [#] 路主用，3 [#] 备用	GYST1
2 [#]	12200		
3 [#]	备用		
4 [#]	5844	4 [#] 、5 [#] 同时供电互为备用	GYST2
5 [#]	6244		

1.3 供配电系统

医院供电系统设计要结合国内供电规范，同时还要与国际 IEC 标准、国内现在执行的医院等要求相匹配，以两路 10KV 供电模式为主。一是三甲以及特级医院常使用的是两路 10KV 电缆专线供电，同时发电机是自备的，一些重点医疗设备末端部位，供电时使用的是 UPS；二是三甲医院也会用到两路 10KV 电缆专线进行供电，重要设备使用的供电形式为 UPS；三是二甲级医院常使用的是两路 10KV 供电，其中一路为专线，另一路为低压；四是一级医院常使用的是一路 10KV 供电，重要设备采用的供电形式为 UPS。在医院建筑中会有很多一级以及二级用电负荷，通常情况下应急电源系统使用 15%~20% 总安装容量变压器柴油发电机系统，一些重要的设备则使用的是 UPS 系统^[3]。

1.4 防雷与接地安全

医院建筑中防雷也是关键，其中接闪、分流、均压、接地等是常用技术，涉及的防雷设备主要包含接地体、避雷设施、引下线、均压环等。电气设备、系统金属外壳作为接地主要工具，导体与大直连接，借助大地这一重要电位，释放电流，消除电气设备外壳内静电；等电位联结电位是等电位联结的关键，并不一定要使用大地电位。

2 医院建筑电气设计的难点及要点案例分析

2.1 案例概况

此次选取的案例为三甲医院，占地 10.35 万 m²，建筑总面积是 38.48 万 m²，地上建筑面积为 25.65 万 m²，地

下 2 层，建筑面积为 12.82 万 m²，总计容面积是 30.92 万 m²，机动车停车位是 3050 个，地上建筑有科学研究楼、职工宿舍楼、医疗楼、住院楼，此案例选取的医院建筑是一类高层。

2.2 变配电所及应急电源设置

在此案例中 10kV 系统采用的供电措施：使用的是 5 路 10kV 进线，三路是两用一备，另两路可同时供电，并且互为备用。400V 系统供电方式是：一是一级特重及一级负荷使用的是两两连接，变压器低压母线引出主用回路，另外的变压器另外一路连接的是备用电源。二是一级负荷使用两两连接，连接的是变压器低压母线，引出主回路，另一台中的另一路引出备用电源；三是一级负荷（确保）二级负荷两两联络变压器，并在此基础之上将专用回路引出，如果是体积较大的设备要全面考虑变压器负载情况，如果其中一台出现故障，另一台将一二级负荷全部承担，具体的电源设置情况见表 2 所示。

在此案例中，设置了相应的备用电房，并且安装了发电机组，负一层共有四个发电机房，主要是用于消防及确保负荷，如果发生停电故障，保证一级负荷与业主依然可以及时用电；消防情况下发电机确保全部消防、计算机设备、安保、医疗区域重点设施设备等负荷。当有火灾出现时可及时节断非消防负荷，保证消防用电更加安全可靠。市电失电情况发生时独立发电机开启，切换位置是负荷末端。在此案例中变压器、10kV 设备容量是 36485kVA，变压器包含电桩用电的配备指标是 95VA/m²。

2.3 照明系统

此案例中采用的是绿色建筑标准, 根据二星设计的电气, 照明设计根据国家在建筑方面的具体标准、功率密度为重要依据, 同时也参考了国家在医院这一特殊建筑领域出台的规范、条款, 同时医院内部影像诊断室、核扫描室、手术室等安装了防误入红色警示灯, 并且同机组相连。

2.4 防雷及接地系统

此案例中对雷击数进行了预测, 将 n 设置成 0.342, 结合第二类防雷建筑标准将基于电子信息系统的雷电防护等级设计为 B 级。防雷接地是其中的难点, 医疗功能不同时, 设备接地电阻要求也会不一样, 此次选用的是共用接地装置, 总等电位联结要符合以下要求: 场所之内其他位置 IT 系统均采用供电设备金属外壳, 在接地的时候还要注意和 TNS 系统接地装置匹配; 1、2 类场所之内的患者区域可使用局部等电位联结, 不管是 PE 线、导电位置, 还是在屏蔽物安装过程中, 或者患者支撑物的选择都应该进行等电位联结操作; 在 2 类场所之内安装的电源插座、保护导体端子、极易发生导电现象的, 与等电位联结母线的时候, 导体电阻 $\leq 0.2\Omega$; 医疗电子设备在使用过程中应该基于易干扰频率, 在等电位联结方式选择方面要保证科学合理; 1 类以及 2 类场所内必须要安装 A、B 型电流保护器。特别要关注到那些特殊性医疗设备, 在接地时, 电阻应该根据具体标准执行, 其中回旋加速器接地电阻范围应该 $\leq 2\Omega$; 直线加速器接地电阻范围应该 $\leq 1\Omega$; MRI、DSA 等接地电阻 $\leq 1\Omega$ 。

3 医院建筑电气设计的优化建议

3.1 照明的设计优化

医院建筑中照明系统设计是关键, 当前很多新建的医院已经提高了照明标准, 普通环境是 200lx, 病房内是 100lx, 医疗技术科室是 300lx-500lx, 这也在很大程度上提高了服务质量。除此之外, 照明设计过程中还应该结合诊疗环境不同, 采用不同灯具, 比如病房、急诊室、治疗室等要在第一时间了解患病情, 对于照明的要求相对高一些, 能够清晰看出病灶, 此时需要安装高显色荧光灯、漫反射性灯具等, 以免检查、治疗时存在眩光; 手术室、传染科选择紫外线灯具; 眼科以暗室检查为重点, 需要选择白炽灯。照明灯具选择需要考虑到实际情况, 结合医院照明系统, 更好地服务于患者, 便于医生诊断病情。

3.2 供电系统的优化

首先是供电方案的优化, 医院建筑中常见一些大

型生化设备, 而且也存在一些对于供电系统要求较高的科室, 供电时间中断必须在 $\leq 0.5s$, 此时就需要使用蓄电池组提供充足的电量, 蓄电池供电时间与要求的 15min 相符, 在此时间以后便可以使用柴油发电机作为第三路电源, 主要服务于一级特别重要及一级负荷用量。设置两路独立的 10kV 电源, 日常运行时各承担 50% 负荷, 如果某一路出现故障, 另一路便能够将全部负荷承担。在某区域两路 10kV 电源存在问题时, 可采用 10kV 电源 + 自备柴油发电机 + 蓄电池组的方案, 需要注意的是, 发电机容量与一、二级负荷容量要求相符, 对于一些偏远地区的医院比较适用此方案。

其次也可以选择低压接地系统, 当前常用的是 TN-S 系统, 主要可以应用于手术驱动、X 射线、额定容量 $>5kVA$ 的设备中; 除了以上提及的这些设备, 其他局部位置都要使用 IT 系统, 主要是由于此系统出现首次接地故障的时候, 保护接地电阻对地故障电压较低, 不会发生电击安全事故, 无需将电源切断, 所以供电更加可靠。

3.3 配电系统的优化

在医院建筑中常见的用电负荷有照明、空调、医疗动力等系统, 配电方式的选择要结合电气设备功能性, 充分考虑用电负荷具体情况, 因此配电系统要以设备为重要依据, 通过分项法、分科室计量法, 合理选择供电模式。手术以及急救室往往接收的都是重急患者, 对于设备配电、用电要求较高。尤其是手术室使用的医疗设备, 要保证供电的持续性, 所以需要设置为一级负荷中的特殊重要负荷给予供电, 同时配电箱要是专属且独立的。

随着人民群众生活水平及质量的日益提高, 老龄化速度越来越快, 在医疗资源方面的需求也越来越大。所以全国范围内都加快了综合型医院的建设, 而在医院建筑中, 电气设计是其中的重点, 也是难点。所以在具体设计环节要做到考虑全面性、系统化, 根据实际情况, 结合国家标准, 将设计要点明确, 积极解决难点问题, 为医院更好地提供医疗服务奠定扎实的基础。

参考文献:

- [1] 徐峰峰. 大型综合医院建筑供配电系统设计 [J]. 现代建筑电气, 2022, 13(04): 33-38.
- [2] 李东栋, 韦强. 呼吸类传染病房电气设计要点 [J]. 现代建筑电气, 2021, 12(04): 60-62.
- [3] 董伟杰. 银川某医院电气设计及思考 [J]. 建筑科技, 2020, 04(04): 19-21.