

学校建筑电气设计要点分析

贺成成

(北京清华同衡规划设计研究院有限公司湾区分院, 广东 广州 510000)

摘要 为解决建筑电气设计中存在的问题, 提高学校建筑电气设计整体质量, 本文从供配电设计、室内照明设计、节能设计等方面, 简要介绍了学校建筑电气设计的关键点, 梳理了普通教室、阶梯大教室等各类教学功能室的电气设计要点。结果表明, 做好公配单、室内照明以及节能设计, 并且根据学校各个区域的不同功能进行优化设计, 有助于改善电气设计效果, 证实了各项设计方法的应用价值。

关键词 学校建筑; 电气设计; 供配电设计; 电气照明设计; 配电设计

中图分类号: TU244

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0091-03

我国社会经济不断发展, 人民文化水平普遍提高, 对教育的重视程度也日益提升, 教学环境质量成为社会关注的焦点。且随着国家对教育领域投入的不断加大, 全国各地新建校园数量显著增加。在此背景下, 无论对新建还是改造学校, 都需要加强电气设计, 同步完善建筑使用功能, 逐步提升建筑质量。本文从建筑电气设计方面入手, 针对教育建筑, 给出供配电、电气照明、各类功能室的电气设计方法, 以期为广大读者提供参考。

1 学校建筑电气设计的关键点

1.1 供配电设计要点

1. 合理进行配电所选址。变配电所应靠近负荷中心, 供电半径不超过 250 m, 不宜设置在地下室最底层, 当只有地下一层时, 尽量避免设置, 如因条件限制确需设置, 则应采取预防水浸的措施, 如抬高地面、设置防水门槛等。设在教育建筑内的变电所, 不能设在人员密集场所, 且不能与教室、宿舍贴临, 可在校区内独立设置或附设在食堂、体育馆等建筑内。

2. 合理确定用电负荷等级。学校类建筑用电负荷等级可根据《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019 附录 A 及《教育建筑电气设计规范》JGJ 310-2013 第 4.2 节确定。

3. 合理确定变压器负荷容量。初步设计阶段选择变压器容量时, 应结合建筑实际情况确定单位面积负荷指标。当学校配有集中空调、电气采暖等设施时, 应适当增加用电负荷指标。由于校区内各类不同功能建筑如教学楼、宿舍、实验室、餐厅等, 集中用电时间段不同, 存在用电错峰情况, 故在计算变压器的容量时, 可考虑需用系数^[1]。

4. 供电方案设计要点。在确定电源方案时, 应与

当地供电部门联系, 确定供电局可提供高压进线路数。

《教育建筑电气设计规范》JGJ 310-2013 中规定: 用电设备总容量低于 250 kW 时, 宜采用 0.4 kV 电压供电; 用电设备总容量大于等于 250 kW 时, 宜采用 10 kV 及以上电压供电。由于一般除幼儿园以外的学校用电设备总容量基本都会超过 250 kW, 故本文所述均为按照 10 kV 及以上电压供电。对含二级及以上负荷等级的学校, 如当地供电局只能提供一路高压进线, 则应设柴油发电机组作为备用电源, 发电机容量可按照变压器总容量的 30% 进行初步估算。

1.2 电气照明设计要点

1. 教室照明设计。教室内装有吊扇时, 照明设备的安装位置, 应避开吊扇或装低于吊扇叶片, 确保吊扇运行时, 不会对座位的照明形成遮挡。教室黑板设专用黑板照明灯具, 黑板最低平均照度为 500 Lx, 采用不对称光强分布形式的灯具, 防止师生眩光。普通教室灯具宜与侧窗平行设置, 不同类型教室照度标准可根据《建筑照明设计标准》GB 50034-2013 及《教育建筑电气设计规范》JGJ 310-2013 确定。黑板照明灯具单独开关控制, 其余灯具可按照行或列形式按区域分回路控制。

2. 应急照明设计。需要注意根据《人员密集场所消防安全管理》GB/T 40248-2021 要求, 学校的教学楼、图书馆、食堂、集体宿舍均属于人员密集场所, 疏散照明照度应满足相关规范要求。(见表 1)

3. 公共照明设计。学校建筑的公共区域, 比如门厅、走廊、楼梯等位置在照明设计时, 可引入智能照明控制程序, 对各个回路进行持续调光。在需要长时间照明的公共区域, 可安装光亮照明传感设备。依照光亮度的变动情况, 有效调节照明设施亮度, 顺应照明需求,

表1 各类场所设置应急照明的最低照度要求

设置部位或场所	地面水平最低照度
人员密集场所的楼梯间、前室或合用前室、避难走道	不低于 10.0 Lx
1. 除人员密集场所之外的敞开楼梯间、封闭楼梯间、防烟楼梯间及其前室、室外楼梯 2. 消防电梯间的前室或合用前室 3. 寄宿制幼儿园和小学的寝室	不低于 5.0 Lx
1. 建筑面积超过 400 m ² 的办公大厅、会议室等人员密集场所；建筑面积大于 200 m ² 的餐厅 2. 建筑面积大于 100 m ² 的地下或半地下公共活动场所 3. 疏散走道	不低于 3.0 Lx
1. 自动扶梯上方或侧上方 2. 安全出口外面及附近区域、连廊的连接处两端 3. 配电室、消防控制室、消防水泵房、自备发电机房等发生火灾时仍需工作、值守的区域	不低于 1.0 Lx

确保节能效果。对于室外公共区域，安装时间控制设施，依照学校作息情况，合理调节室外照明设施，进行照明的智能控制^[2]。

1.3 配电设计要点

1. 教室配电设计，每间教室宜设教室专用配电箱，也可多间教室共用配电箱，但是配电范围不超过3间教室，且各间教室插座分开设置回路。教室中的电源插座、照明用电分设回路，并预留备用电源插座及回路，便于多媒体设备接入。

2. 实验室配电设计，各个实验室宜设置专用配电箱，应根据实验室类别及实验设施用电量预留充足的电量，并对于各个电源回路进行合理控制，其中实验桌用电应设专用回路。学校实验室应加强电气安全设计，在教室讲台位置，设置紧急切断电源的操作按钮^[3]。

1.4 智能系统设计要点

在搭建智能化系统时，设计人员应从师生的使用需求角度出发，从语音、校园、设备各个网络入手，逐一给出完整的布线方案。语音网用于构建校内语音通信系统；校园网用于搭建教职工线上交流平台；设备网服务于各类智能设备管理系统：如校园一卡通系统、安防系统等。设备网包含内容十分丰富，根据各地区政策、教育局及校方要求，每个项目所包含的设备网子系统均不相同。设计初期，设计人员应根据项目可行性研究报告或项目任务书确定应建设的设备网子系统，除此之外，还应该根据绿色建筑评星要求及当地绿建要求，确认是否增设相关系统。

2 各类教学功能室的电气设计要点

2.1 普通教室

1. 照明设备竖向布置。在黑板垂直方向的上部空间安装照明设备，从课桌两侧角度进行照明，以此保

证照明效果。灯具离地高度在 2.5 m 至 2.9 m 以内，与课桌间距 1.7 m 至 2.1 m 之间。

2. 黑板灯。黑板灯布置应与黑板平行，间距保持在 0.6 m 至 1.26 m 之间，高于黑板 0.1 m 至 0.2 m。在黑板四周设专用照明控制开关。黑板灯的安装规则见表 2。

表2 黑板灯的安装规则(单位: m)

黑板灯安装高度 h	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6
黑板灯与黑板的水平间距 d	0.6	0.7	0.85	1.0	1.1	1.26

2.2 阶梯大教室

1. 当阶梯教室一侧有窗户采光时，可在教室深处、临窗位置分别设置开关进行控制^[4]。

2. 阶梯教室含有两层黑板时，需利用专门黑板灯、大功率照明设备进行多重照明。

3. 阶梯教室空间较大，需设立专用配电箱。如教室需要运行高功率音响设施时，可设计音响电源，以此降低强电形成的干扰作用。

4. 阶梯教室的电源插座需设计在讲台内部，提供临时充电的接口。

3 某校建筑电气设计实例分析

3.1 工程概况

某学校建筑总面积约为 4.88 万 m²，共设置 48 个班级，包括教学楼、综合楼、宿舍楼、食堂、地下一层车库及其他配套设施，地上建筑均为多层公共建筑，地下车库为中型车库。

3.2 建筑电气设计

3.2.1 供配电设计

案例项目变配电所设在综合楼首层，四周为外墙及走廊，二层对应区域为会议室及打印室。采用一路

10 kV 高压进线,地下室一层设柴油发电机房(机房设 200 mm 门槛)。项目总安装容量为 3 700 kW,计算容量 2 462 kW,设置两台 1 600 kVA 的 SCB13 型干式变压器,变压器平均负荷率 83.6%。设一台常用功率为 500 kW 的柴油发电机作为自备电源,当市电停电或变压器同时故障时,发电机组可在 15 s 内投入额定负载运行,当市电恢复 30~60 s 后,由 ATS 自动恢复市电供电,柴油发电机组经冷却延时后自动停机。表 3 中列举了案例项目各功能区域的负荷密度指标,以供参考。

表 3 案例学校各功能房间负荷密度指标

区域名称	负荷密度 (W/m ²)	区域名称	负荷密度 (W/m ²)
宿舍(含空调)	100	办公/会议室 (含空调)	100
厨房(有燃气)	500	教室(含空调)	100
备餐区(含空调)	200	运动场馆 (不含空调)	20
餐厅(中央空调)	50	计算机教室 (含空调)	250
走道/活动区域	15	理化实验室 (含空调)	250

需注意的是,大多学校项目各单体间并无地下室连通,故变配电所至各单体配电管线通常采用室外埋管方式敷设,在各单体建筑电源引入端应设置带隔离保护功能的断路器,并应配置电涌保护器。

3.2.2 电气设备配电设计特点

各教室配置的空调进行配电设计时,采取自成系统形式,设置空调专用回路。各层教室的空调电源,全都引自本层专用的空调配电箱,该配电箱安装在本层配电间内,便于校方集中管控。

3.2.3 电气节能设计特点

1. 巧妙利用自然光源。在设计过程中,针对不同教室自然采光的情况,可给出不同的照明方案,建立电气照明、自然采光的联合体系。采取分组、分列的智能控制方式,依照教室自然采光情况,适当调节照明亮度,分组控制开关,增加照明节能性^[5]。

2. 合理选择节能灯具及控制措施。教室、办公室、实验室、阅览室这类场所,选择直管 LED 灯,分组控制;公共走廊、门厅、楼梯间选择吸顶 LED 灯,采取分区、定时、感应等节能控制措施,或采取照度调节的节能控制装置。如楼梯间采用声、光控或人体感应控制的灯具;走廊、地下车库采用定时控制装置或采用雷达感应双亮度 LED 灯具。

3. 充分利用智能化系统。如利用能源管理系统,可对冷热源、动力、空调、照明等系统分别计量,收集不同季节、不同时段各系统耗能数据,利用软件进行数据分析,通过对已有数据的分析,可对各系统运行所遇到的问题及不合理处进行改进,从而达到节能目的。

3.3 案例项目经验总结

1. 该项目为精装交付项目,在装修配合阶段遇到较多问题,如教室灯具位置布置不合理、照度不满足规范要求、灯具选型未达到节能标准、走廊灯具被设备风管遮挡等问题,由于装修专业设计人员并非十分了解电气相关内容,这就要求在配合阶段电气人员应及时反馈、纠正相关问题,以免后期处于被动地位。

2. 因校方要求,该项目后期增加智慧课堂系统,增加内容包含:电子班牌、多媒体控制台、投影仪、智慧黑板、IP 网络音响等。针对此修改,强电增加配电插座,弱电增加网络插座,这就要求在一次设计阶段,设计人员应充分考虑后期预留。本项目强电设计初期,每个教室配电箱仅预留 1 条插座回路,虽然可利用,但是会导致后期无备用回路,因此建议一次设计时,根据教室功能及大小,合理设置 2~3 条插座备用回路。

4 结束语

随着“绿色校园”“智慧校园”建设逐渐成为人们关注的焦点,建筑电气设计除了遵循传统设计要点,保证供电可靠、用电安全外,还应注重节能、智慧方面的建设。设计人员应当积极了解当下新技术,有效利用各类措施,在实际开展校园电路设计时,需要依照校方电路设计需求,思考各个用电空间的大小,从布线、供电、灯具各个方面逐一给出全面的设计方案,为广大师生打造一个安全舒适、节能环保、智慧高效的校园环境。

参考文献:

- [1] 李明进,杜伟,全志远.建筑电气照明节能设计要点分析[J].光源与照明,2023(05):91-93.
- [2] 于敬.建筑电气安全设计和节能设计要点[J].四川水泥,2023(05):163-165.
- [3] 方敬霞.学校建筑电气设计要点及注意事项分析[J].工程技术研究,2022,07(05):197-199.
- [4] 时登福.建筑电气照明系统节能优化设计技术要点分析[J].光源与照明,2021(06):7-8.
- [5] 李长征.中小学校建筑电气设计分析[J].工程技术研究,2024,09(01):185-187.