

# 新建中小学校建筑电气设计研究

黄臻彦

佛山市顺德建筑设计院股份有限公司

**摘要:**对于新建中小学校而言,建筑电气设计至关重要,不仅关系到供电质量,还与用电安全存在密切的关联。为此,国家对中小学建筑电气设计提出了严格的要求。本文以某新建中小学校为例,对建筑电气设计方案和施工图设计要点加以研究,分别为负荷等级、配电系统、照明系统、防雷接地、消防报警、弱电系统等,希望通过本文研究,为相关行业提供借鉴。

**关键词:**新建中小学校;建筑电气设计;负荷等级;变配电所;用电指标

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.23.105

**引言:**在科学技术快速发展的时期,新建中小学校应用了先进的电气设备,在保证教学环境舒适性的同时,对建筑电气设计提出了更加严格的要求,具体表现为电气系统设计更为复杂,要求设计人员遵循从实际出发、绿色环保和可靠性的原则,在保证电气系统安全稳定运行的基础上节省成本。因此,研究此项课题,具有十分重要的意义。

## 一、新建中小学校建筑电气设计原则

### (一) 基于实际

针对中小学校建筑电气设计,应了解建筑工程实际需求。以满足建筑工程用电需求、电气设计标准等为最终目标,合理制定建筑电气设计方案,方可提高电气设计成果质量,保障电力系统运行稳定。因此,电气设计时,应基于实际,整合工程资料信息,充分掌握中小学校建筑电气需求。例如,设计电器用电负荷分级,设计人员需了解学校建筑规模、建设所需的用电设备种类,方能够合理确定负荷等级<sup>[1]</sup>。

### (二) 绿色环保

绿色环保是推动社会可持续发展的重要因素,可有效解决能源供应与生态环境之间矛盾。而对于建筑电气设计方面而言,为保障其设计顺应社会可持续发展,应积极利用节能优化措施,实现电力系统能耗降低,也可令学校建筑成本降低。因此,中小学建筑工程展开电气设计时,应遵循绿色环保原则,贯彻落实各项节能措施,例如,可选用新型节能光源、构建智能电气控制系统等。

### (三) 可靠性

中小学校建筑用电需求,相较于普通住宅,其需求较大,且建设所需的电气设备较多,故对电力系统建设有着较高要求,需充分保障其运行稳定。因此,电气设计时,应遵循电力系统运行可靠性原则,科学采用备用光源或双路供电等电气设计措施,预防电力系统运行发生停电、瘫痪等情况,以此可有效提高中小学校建筑电气系统可靠度。

## 二、新建中小学校建筑电气设计要点——以某工程为例

### (一) 工程概述

某中小学新建工程位于鹤山市,总建筑面积接近3.7万平方米,其中,地上建筑面积为3.4万平方米,地下建筑面积为3000平方米,建筑和消防最大高度相同,均为23.2m,属于典型的公共建筑。由包括有宿舍楼、教学楼、办公楼、操场、饭堂、报告厅及相关配套设施等不同功能的建筑单体组成。在电气设计时,需要根据不同的使用功能严格把控各项设计要点,如配电、照明、防雷接地等,以此满足学校用电需求,并从根本上保证用电安全<sup>[2]</sup>。

### (二) 电气设计方案

#### 1. 用电指标

用电指标是电气设计中用于衡量和规划用电需求的参数和指标,合理的用电指标设计能够更好地理解建筑物的用电情况,进而确保电气系统设计的安全、高效。用电指标设计依据《全国民用建筑工程设计技术措施》文件中的基本要求,设计单位用电指标为15W/m<sup>2</sup>,变压器的容量指标为25VA/m<sup>2</sup>。按照相关标准要求,进行用电指标设计,具体如表1内容所示。

表1 建筑单位面积用电指标

建筑类别	用电指标	建筑类别	用电指标
教学楼	20W/m <sup>2</sup>	演播厅	40W/m <sup>2</sup>
图书馆	20W/m <sup>2</sup>	办公楼	30W/m <sup>2</sup>
实验楼	25W/m <sup>2</sup>	食堂	50W/m <sup>2</sup>
体育馆	35W/m <sup>2</sup>	宿舍	1.5kW/居

用电指标设计结合建筑单位面积及建筑模块的功能用途设计,严格按照相关技术规范,计算总体用电容量。用电指标设计依据相关标准,并未考虑到高标准建筑的用电需求,如建筑内安装空调设备,则需要适当增加用电指标参数,单位用电指标和变压器的指标均应超出上述标准10%左右。用电指标设计期间,考虑到学校作息时间的集中性特点,单体建筑的用电系数相对而言较高。通常学校的教学区和生活区基本上不会同时用电,仅仅设置一个变配电所即可满足建筑用电的基本要求。考虑到随着日后科学技术的进步以及学校自身发展需求,在设计变配电所的大小时,将多预留一台变压器的位置,为日后进行增容设计预留充足的条件,确保用电容量能够满足实际应用需求<sup>[3]</sup>。

#### 2. 单体电气方案

单体电气方案是指针对单个建筑物或者设施设计的电气系统,设计的目的是保障电气系统的安全、高效、可靠运行,注重电气系统整体性能满足实际应用要求。

本案例中的单体电气方案主要为电气用房和电气干线的布置。依据《中小学设计规范》文件中的要求,建筑电气设计时,应预留配电系统贯通井道和装备位置,即在建筑内安装强弱电竖井,并将其安装在走廊拐角位置或者端头位置,厕所和饮水处附近。竖井设计应做好防水设施,控制与积水场所之间的距离,或采用提高地坪或者设置防水隔墙的方案,做好竖井的防护。设计方案中,控制配电间的供电直径在60m左右,配电盘采用暗转的方法。电井配线应满足覆盖半径在90m以内的标准,超出标准则需要适当增加弱电井的数量。同时,竖井的尺寸应尽可能增加,便于网络机柜等设备的安装。

电气干线的布置则需要考虑建筑的框架结构,学校建筑为大开间结构,并没有设置吊顶。干线线槽则敷设在地下位置,或者在底层位置集中敷设。由于弱电系统的更新周期比较短,采用放射性布线的方案,干线多处于比较集中的状态,需要设置弱电线槽,确保整个干线清晰。电气干线设计也要满足美观性的要求,控制线槽尺寸,沿着墙面位置敷设,使用挑板遮蔽,对于插座线路,则采用暗埋设计方案。

### (三) 电气施工图设计要点

#### 1. 负荷等级

在查阅相关规范后得知,科学划分用电负荷等级至关重要,在分级时应将供电可靠性要求和断电后产生的影响作为依据,这里所说的影响主要是指因停电带来的损失或安全威胁。站在新建中小学校的角度而言,通常情况下,其用电负荷为二级,假如校内拥有大型图书馆、特大会堂建筑等,此类建筑的用电负荷等级应为一级。并且,根据现行的《教育建筑电气设计规范》JGJ/T310-2013中规定,宿舍、教学楼、实验楼等空间的通道照明,负荷等级同样为二级。在本工程,二级用电负荷区域包括消防负荷用电、教学楼、宿舍楼通道照明以及厨房用电。一级用电负荷区域包括应急通、战时人防通讯设备等,而其他区域为三级负荷。在负荷等级确定后,需要将其以管理需求为依据,做好变电所的设置。本工程总共设置了一个变电所,位于6号综合楼的首层,共设置了两台变压器,且电压等级均为1600KVA。考虑到在各种因素的影响下,供电可靠性容易受到影响,为此,在电气设计时,计划除了由市政引入一路10KV电源供电外,还将设置1台柴油发电机组作为本工程的后备电源供电,在停电后能在30s供电以确保本工程内一、二级电气负荷用电。发电机组位于6号综合楼负一层设置,其容量为800KVA。

#### 2. 配电系统

配电系统是指将变电站产生的电能按照规律和需求分配给建筑物的系统,按照配电系统的组成,可将其分为主配电设备、次级配电设备、配电线路、保护装置、控制设备等。主配电设备用于接收来自变压器的电能,并将电能分配到不同的次级配电设备中。次级配电设备用于将电能从主配电设备进一步分配到建筑物内的各个区域或用电设备中。

配电系统设计应满足稳定配电的基本要求。依据《教育建筑电气设计规范》JGJ/T310-2013文件中对配电系统设计的基本要求,每个单体建筑配置独立的配电箱,供电方式将树干式、放射式配电结合。

对于多功能演播室等用电负荷比较大的建筑,采用放射式供电的方案,对于用电负荷比较小的卫生间等,采用树干式放电的方案。配电强则与竖井同层配置,设计方案中应安装防误开装置,并设有相应的警示标志,避免学生触碰后出现安全事故。教学用的照明配电线路与非教学用的配电线路,设置为不同的回路,楼梯、走廊等区域,照明支路独立设计。照明线路与插座,设置不同支路,插座应选用安全型插座。饮水装置设置独立电源,安装漏电保护开关,注重电路设计的安全性。对于教室、宿舍等学生活动场所应设置消毒灯,消毒灯电源应于电气竖井内的线路单独引出,采用时间控制器控制,教学区域的消毒灯应在晚间学生休息时间开启、宿舍区域的消毒灯应在学生上课时间开启,以确保各个区域的清洁卫生。

弱电机房、消防用电等,均由变电室放射式供电,对于二级非消防负荷,可采用双回路供电方案,于变配电所低压配电柜的市电/发电母排切换后引出,可有效节约建设成本,对于消防负荷应采用双回路末端供电,以确保消防负荷在应急情况下的可靠运行。控制设备则安装断路器、接触器等,用于控制电路通断和运行状态,远程监控电气设备的实际运行状态,整体配电系统设计安装漏电保护、过载保护装置,保障整个建筑用电安全。

#### 3. 照明系统

在新建中小学校中,照明系统由多个部分构成,分别为普通、应急疏散、通道和大空间照明。本工程在电气设计阶段,基于相关规范,对照明系统进行科学合理设计,具体内容如下:

(1) 普通照明。本工程在设计普通照明的过程中,遵循的设计方法如下所述:

第一,将《照明设计手册》中的要求作为依据,具体内容为教室照明光源显色指数应大于80,相较于普通教室,美术教室对颜色识别要求更高,故采用的光源,其显色指数不能低于90。普通教室所选择的灯具为T5直管荧光灯,如图1所示,美术教室的灯具为厚睦莱教师护眼灯;

第二,以《教育建筑电气设计规范》中的规定为依据,在明确上述规定后,确定灯具的布置方式为纵向布置,且与黑板保持垂直状态,其中,并在此基础上,对灯具与地面和桌面垂直高度进行合理控制,分别为2.5—2.9m和1.7—2.1m。

第三,考虑到黑板灯设计不合理,可能会导致教师和学生受到眩光影响。为此,本工程在设计中,决定将斜照式黑板专用投光灯作为选择,同时确保黑板面照度值超过500lx,布置位置以教师水平45°仰角外为基准;第四,照明开关设计位置是教室门口,且保证开关数量不少于2个,其中,黑板照明控制开关需要独立于室内照明控制开关<sup>[5]</sup>。



图1 T5直管荧光灯

(2) 应急疏散照明。在学校照明系统中，应急疏散照明尤为关键，是保证建筑和学生安全的重要措施。因为本工程设有火灾自动报警系统，根据《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB51309-2018，应急照明系统应采用集中电源集中控制系统，应急照明灯具采用A型灯具，由应急照明配电箱内的集中电源供电。因为中小学校为人员密集的场所，建筑规模大，发生火灾对其造成的危险性大的特点，且学校内大部分人员为中小學生，发生火灾时容易发生恐慌，安全疏散的难度较大。采用集中电源集中控制型系统，发生火灾时，位于消防控制中心的应急照明控制器可以根据火势的发展及蔓延情况，按照预先设定的程序控制其相对应的应急照明灯具应急点亮，为安全疏散、救援提供必要的条件及提供正确的指示引导信息，从而有效保障各人员可以快速、安全的疏散到安全的地方；其次，应急照明控制器能够实时的监测其末端的各个集中电源、应急照明灯具、应急疏散指示灯具的工作状态，能及时的反应其故障状态，通知有关人员对该故障部位进行维修，确保系统在火灾等紧急情况下能够可靠动作，从而发挥系统应有的功能。

(3) 通道照明。为保证通道照明的效果，本工程拟采用智能照明控制系统，用于控制回路，同时，还能与传感器相互连接，实现对灯光的自动化控制。比如，将移动传感器接入到人流量偏少的区域，该传感器可以检测人体红外线，在捕捉到红外线后，灯光会自动亮起，反之则亦然。对于需要持续照明的通道，则应用时间控制器控制，设定好学生上课、作息的时间段实行分时段自动开闭，能有效的节约用电成本及需要值班人员到现场关闭、开启的人力成本。此外，该系统还可以联网，有利于综合控制目标的达成。

(4) 大空间照明。在本工程中，艺术楼礼堂属于大空间照明区域，在设计时，提出的设计方案如下：考虑到上述区域的高度较大，故选择大功率悬挂灯具为主要照明，LED灯带、射灯、壁灯等多种灯具作为辅助照明。同时，设计采用智能控制模块控制，便于现场调整灯光和营造氛围。

#### 4. 防雷接地

作为建筑电气重要保障措施，防雷接地与建筑体使用安全息息相关。本工程属于公共建筑，且属于人员密集场所。故在落实具体的防雷与接地设计期间，需要严格参照建筑标准化防雷等级，从接闪器，等电位连接设计优化层面出发，完善整体的内容布局。考虑到案例工程一楼至四楼主要通过连廊走道实现一体式相连，故而在实现防雷设计期间，为保障最终所呈现的作业效果更为优质，决定积极将四栋楼看作一个整体，完成防雷年预计雷击次数计算，确定防雷等级。通过设置防雷接地网、防雷专用引下线以及在屋顶设置接闪器、接闪带、天面防雷网格等保护手段，确保所有屋顶使用的用电设备，如空调机组、风机等，均可以在接闪器的允许保护区范围之内。同时还要求不带电金属，如电梯轨道等，与总等电位箱实现一体式连接，确保在均压接地防雷措施的融入之下，电气可时刻处于可靠运行状态。

#### 5. 弱电与消防报警

针对弱电系统设计而言，计划从两方面入手，健全管理格局。一方面是设计计算机网络防范系统，凭借内网，外网物理隔离模式的建设，从根本上保障网络安全。另一方面则是设立电子围栏门禁系统，凭借刷卡出入功能的设计，高质量维护校园安全。

针对火灾自动报警系统而言，考虑到本工程人员众多，故而为切实保障师生人身安全，最大限度规避火灾等事故消极影响，推进消防报警系统设计期间，计划充分结合现实状况以及规范要求，在报告厅及饭堂处设置机械排烟系统的区域，点型火灾烟探测器、消防广播、手动报警按钮、火灾声光报警器、消火栓按钮组成火灾自动报警系统，确保一旦发生火灾风险问题，作业人员能够快速反应，及时进行人员疏散处置，不会出现严重人员伤亡问题。

结论：综上所述，中小学作为教育场所，担负着培养人才的重任，为此，在电气设计过程中，应基于工程实际情况，把握电气设计要点。与此同时，还要对学校管理和维护情况加以考虑，在强电设计阶段，注重管线设计，落实节能环保的要求，在保证教学场所用电需求的基础上，节省电力能源。

#### 参考文献

- [1] 王颖. 建筑电气智能化设计对智能建筑发展的影响研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2024, (06): 148-150.
- [2] 史弘. 建筑电气节能设计及绿色建筑电气技术探讨[J]. 电动工具, 2024, (03): 40-42.
- [3] 葛文彪. 新规范下建筑电气设计中的可持续能源应用与优化[J]. 中华建设, 2024, (06): 109-111.
- [4] 杨文杰. 基于智慧化理念的建筑电气系统设计探讨[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(05): 142-144.
- [5] 苏鹏飞. 建筑电气设计中的照明系统设计与节能优化研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (15): 88-90.