

# Discussion on Electrical Engineering Design of Power Supply System

Shangfei Feng

Changsha Planning and Design Institute Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

## Abstract

Taking the construction project of Dunyi Primary School in Daoxian County as an example, the paper starts from the lighting design requirements of different places in the school, and introduces the electrical design related to the power supply system.

## Keywords

electrical; system; design; lighting

## 供电系统电气工程设计探讨

冯尚飞

长沙规划设计院有限责任公司, 中国·湖南长沙 410000

## 摘要

论文以道县敦颐小学建设项目为例, 从学校不同场所的照明设计要求着手, 介绍了供电系统相关的电气设计。

## 关键词

电气; 系统; 设计; 照明

## 1 引言

建筑的基础应用措施是否能够在施工过程中产生应有的作用就要看电气工程, 其内容涵盖结构化布线、防雷接地、高低压变配电、照明光源以及动力系统等<sup>[1]</sup>。

## 2 工程概况

本项目位于中国永州市道县敦颐路与鹭鸶路交汇处, 本工程总用地面积约 122218.24m<sup>2</sup>。本工程由教学楼、科技楼、综合楼(图书馆、艺术楼和报告厅、汽车库等组合)、食堂、学生宿舍、运动场、运动场看台、门卫等单体建筑组成。地上最高 6 层, 总建筑面积为 67848.98m<sup>2</sup>, 地上单体均为多层建筑, 综合楼一层车库为三类车库。

## 3 供电电源与配电系统

①本工程从城区变电站引入的一回 10kV 电源, 与作为备用电源的自建 320kW 柴油发电机组, 形成双电源供电, 满足二级负荷供电及日常教学用电要求。

②本工程应急照明、疏散照明、消防设备用电、保安用电负荷以及教学楼、科技楼、学生宿舍的主要通道照明、阅览室及主要通道照明、厨房主要设备用电、冷库、主要操

作间、备餐间照明等为二级负荷, 其余为三级负荷。

③本工程在综合楼一层设置中心变配电间, 中心配电间设置两台 800kVA 干式变压器, 中心配电间供除学生宿舍外其余单体电源, 另在学生宿舍区域设置室外箱式变电站供宿舍电源, 容量为 630kVA (利用前期施工已设室外箱变); 中心配电间高压开关柜采用 KYN28A 系列开关柜, 低压开关柜采用 GCS 型抽屉柜, 选用变压器均为带防护罩节能型干式变压器。10kV 采用单母线不分段运行方式, 并设微机保护系统, 0.4kV 采用单母线分段运行方式, 设联络开关, 与变压器主开关电气连锁, 任何情况只能合闸其中二个开关。经初步计算, 本工程中心配最高电力计算负荷为 1246.7kW, 选择 2 台 800kVA 节能型干式变压器, 平均负载率为 81.9%; 室外预装式变电站最高电力计算负荷为 485.4kW, 选择 1 台 630kVA 节能型干式变压器, 平均负载率为 80%。本次设计预留缓建体育馆及教师周转用房电源。

④中压供电系统。10kV 电源电缆采用埋地引入至变配电间, 10kV 系统采用单母线接线。在 10kV 出线开关柜内装设避雷器作为真空断路器的操作过电压保护。真空断路器选用弹簧储能操作机构, 采用直流铅酸免维护电池柜作为操作、继电保护及信号的电源, 电源容量按 40AH 配备。

⑤为保证二级负荷供电可靠性, 本工程设置一台 320kW 柴油发电机组作为备用电源, 在市电停电, 应急联络开关自动投入由柴油发电机组给二级负荷供电。失压信号

【作者简介】冯尚飞(1988-), 男, 中国河南驻马店人, 硕士, 工程师, 从事建筑电气、市政电气研究。

延时 0~10s (可调) 自动启动柴油发电机组, 发电机组 15s 内达到额定转速、电压、频率后, 投入额定负载运行<sup>[2]</sup>。当市电恢复 30~60s (可调) 后, 自动恢复市电供电。发电机的储油量按 1m<sup>3</sup> 设置, 同时在机房附近车辆可停靠区域预留输油管条件, 长时间运行考虑由油罐车供油。

⑥低压配电系统采用放射式和树干式相结合, 动力设备采用放射式供电, 照明回路采用树干式供电, 照明干线采用电缆在电缆井内敷设, 在大楼每层电缆井内设置 T 接箱, 其他配电干线采用电缆桥架在电缆井内敷设。动力设备从配电箱引至设备的配电线路一般采用电缆穿钢管敷设, 消防用电设备由中心配低压母线段与柴油机形成双电源供电, 并在末端配电箱内自动切换。

⑦继电保护及信号装置: 中压系统采用微机综合继电保护装置, 进线设电流速断保护、定时限过电流保护、低电压保护; 变压器设电流速断保护、定时限过电流保护、零序保护及变压器超温报警信号。

⑧用电计量。中压 10kV 电源进线设专用计量柜, 采用中压侧计量方式, 中压侧装有功、无功电表。其他采用低压计量, 分照明、动力在低压柜内计量。

⑨线路选择及敷设方式。由变配电间至各用电设备均采用桥架在地下层敷设。

中压电缆: 采用 10kV 铜芯辐照交联聚乙烯绝缘低烟无卤阻燃聚乙烯护套电力电缆, 沿电缆桥架敷设。

低压线路: 消防设备、应急照明的配电线路采用矿物绝缘电力电缆, 其他电缆采用低烟无卤聚氯乙烯绝缘护套电力电缆, 电线采用低烟无卤铜芯阻燃聚乙烯绝缘电线, 应急照明电线采用低烟无卤阻燃耐火型。

低压线路敷设: 垂直线路敷于电气竖井内。干线电缆采用电缆桥架敷设。配电支线路沿金属线槽或金属管保护在吊顶内明敷, 无吊顶处线路及墙面、地面线路及穿金属管暗敷, 暗敷管线保护层厚度不小于 30mm。母线槽、桥架、线槽、线管穿过楼板及防火分区隔墙处均用防火胶泥封堵。消防设备的两路电源线路应敷于不同的桥架中。

## 4 照明设计

### 4.1 光源选择及照度控制

本工程有办公、教学、车库等。使用功能较复杂, 根据使用场所的不同, 我们合理地选择了光源的光效、显色性、寿命、启动点燃和再启燃时等光电特性指标, 照明采用高光效光源和高效灯具, 如 LED、电子节能高效荧光灯等, 所有照明均应满足各功能房间照度需要, 并控制其功率密度值<sup>[3]</sup>。

### 4.2 教室照明设计

教室照明灯具与课桌面的垂直距离不小于 1.7m。教室黑板应设置专用黑板照明, 黑板照明灯具应采用非对称配光的灯具; 且黑板上的垂直照度值不低于教室的平均水平照度值。教室课桌区域内的照度均匀度小应小于 0.7, 课桌周围

0.5m 范围内的照度均匀度不应小于 0.5。教室黑板面上的照度均匀度不应小于 0.7。教室的不舒适眩光应采用统一眩光值 (UGR) 评价, 且不宜大于 19; 教室灯具布置灯管应采用长轴垂直于黑板的方向布置。

### 4.3 办公室及其他场所照明设计

会议室、办公室等宜采用细管径三基色直管形荧光灯; 休息室等采用细管径直管形荧光灯、紧凑型荧光灯; 体育馆篮球场采用金属卤化物灯, 满足球场照明需求。

### 4.4 应急照明设计

公共区域均设置应急照明及疏散指示照明。地下车库、设备用房的应急照明采用双电源事故照明箱供电, 应急照明在火灾时可由消防控制室强制点亮, 教学区等公共区域设置自带镉镍电池灯具作为应急照明, 且教室疏散场所地面最低照度不应低于 5lx。疏散指示照明均采用自带镉镍电池灯具。所有自带镉镍电池灯具持续供电时间不小于 30min。消防控制室、风机房、水泵房以及电井内自带镉镍电池灯具持续供电时间不小于 180min。

### 4.5 室外照明设计

室外校园照明宜采用发光二极管 (LED) 灯、高压钠灯或金属卤化物灯等光源的灯具, 塑造宁静淡雅的校园照明氛围。

## 5 防雷与接地系统

①本工程属于人员密集场所, 按二类防雷建筑物设计。在屋顶四周设避雷带, 形成不大于 10×10m 或 12×8m 的网格, 高出屋面所有金属构件与避雷带相连。利用大楼柱内主钢筋两根 Φ16 以上, 从下至上焊接连通作防雷引下线。

②架空和直接埋地进出建筑物的金属管道及电缆的金属外皮在进出建筑物处应就近与防雷接地装置相连接。

③每三层利用建筑物四周圈梁内的钢筋设置一圈均压环, 每层外墙的栏杆、金属门窗及其他金属构件与均压环相连, 均压环与所有防雷引下线连接。

④竖直敷设的金属管道及金属物的顶端和底端与防雷装置连接。

⑤本工程利用大楼基础钢筋网作接地装置, 保护接地、工作接地、防雷接地、消防系统接地共用一套接地装置, 并设总等电位联结及辅助等电位联结, 接地电阻要求不大于 1Ω。

⑥配电系统设二级防浪涌保护器。

⑦低压配电系统接地型式为 TN-S, 在电缆竖井内设 25×5 铜排作为专用的 PE 线。

## 6 消防设计

①消防用电设备为双电源供电, 并在末端配电箱内自动切换。消防用电设备和应急事故照明的线路穿钢管敷设在非燃烧体内, 在竖井内采用防火电缆沿阻燃型桥架敷设。

(下转第 26 页)

浮升力将加大,自然分层效应加强,有助于蓄冷效率的提升。

②多台蓄冷罐并联工作时,无论与空调水系统呈并、串联连接,均应注意水力平衡问题,可通过同程式管道连接或加装平衡阀的方式,避免出现蓄冷罐充放冷不同步问题。

③斜温层厚度是反映蓄冷能力的重要参数,在设计阶段应通过数值模拟方式确定斜温层厚度,在运维初期应测试充放冷斜温层厚度。测试方法如下:

对于开式蓄冷系统,一般蓄冷罐高度应高于建筑物系统最高点,如项目受客观条件限制,无法保证蓄冷罐高度高于建筑物高度时,应在管路设置背压阀,以保证水系统维持正压<sup>[9]</sup>。

对开式蓄冷方式,蓄冷罐内的液面和大气会通过溢流口和检修孔的空隙等细小通道流通产生细微的接触。为减少这种细小流通造成的水污染,降低蓄能水罐空气溶解率,减少对设备和管道氧腐蚀,蓄水罐蓄水表面可采用微正压氮封的技术措施来隔绝空气,以降低空气中氧气、二氧化碳等气体融入水中造成的腐蚀。

## 5 结语

论文简述了数据中心的制冷需求,对水蓄冷原理、分类及常见的水蓄冷实施方案作了详细的描述,并总结了水蓄

冷系统在设计、运维方面的工程经验和要点,结论如下:

①在市电—柴油发电机切换的时间内,若无应急冷源供冷,高功率密度机架的机柜温度将急剧升高,数秒钟内可导致宕机等事故。

②防止冷冻水与回流温水混合、减小斜温层的厚度,对水蓄冷系统的高效运行尤为关键。

③工程设计与运维中,可通过增加蓄冷供回水温差、设置同程式管道优化水力平衡等相关措施,提高水蓄冷系统的应用效率。

## 参考文献

- [1] 钟景华,曹播,王前方,等.中国数据中心技术指南[M].北京:机械工业出版社,2014.
- [2] 安真.不间断制冷技术在数据中心工程中的应[J].洁净与空调技术,2014(4):49-51.
- [3] 殷平.数据中心研究(10):不间断供冷和蓄冷[J].暖通空调,2020,50(2):8.
- [4] 黄庆河,曹连华,蔡宇.水蓄冷技术在数据中心的应用研究[J].暖通空调,2016,46(10):1-4+17.
- [5] Peterson K W. Chilled water TES hydraulics[J]. Ashrae Journal, 2015,57(2):40-43.

(上接第 19 页)

②消防自控。火灾自动报警系统设有自动和手动两种触发装置,地下室区域设置感烟探测器,配电间、防火卷帘两侧等场所设感温感烟组合探测器。

消防水泵控制柜就近设置于水泵附近,防护等级不低于 IP55。消防水泵能手动启停和自动启动。消防水泵控制柜在平时应消防水泵处于自动启泵状态,且不设置自动停泵的控制功能,停泵应由具有管理权限的工作人员根据火灾扑救情况确定。且具有机械应急启泵功能,能保证在控制柜内的控制线路发生故障时由有管理权限的人员紧急启动消防水泵。机械应急启动时,应确保消防水泵在报警后 5min 内正常工作。消防控制柜或控制盘设置有专用线路连接的手动直接启泵按钮。

## 7 结语

在现代科技的飞速发展大环境下,电气自动化技术的发展取得了优异的成绩,运用也变得越来越成熟,电力工程设计显得越来越重要,希望对以后的工作提供建议。

## 参考文献

- [1] 张伟,曹俊波,穆永志,等.供电系统电气工程施工常见问题及解决对策[J].环渤海经济瞭望,2018(7):197.
- [2] 李玉勇.浅谈供电系统电气工程施工常见问题及对策[J].山东工业技术,2017(21):198.
- [3] 刘李兴.高层建筑电气自动化设计要点分析[J].住宅与房地产,2018(6):142.