

某火电厂消防站电气设计浅析

赵映¹, 邓子昂²

(1. 中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司, 武汉 430071; 2. 长沙理工大学, 长沙 410114)

摘要: 结合某火电厂二级消防站建设工程项目, 分析了消防站对配电、照明、防雷和接地系统特殊要求, 采用对比和工程计算等方法, 提供了具体工程方案及解决办法, 其设计成果和工程实践可为同类工业和民用建筑电气设计借鉴和参考。

关键词: 消防站; 电气设计; 配电照明; 防雷接地

中图分类号: TM621

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2017)S1-0084-05

Analysis of Electrical Design of a Fire Station for Thermal Power Plant

ZHAO Ying¹, DENG Ziang²

(1. Central Southern China Electric Power Design Institute Co., Ltd. of China Power Engineering Consulting Group Co., Ltd., Wuhan 430071, China; 2. Changsha University of Technology, Changsha 410114, China)

Abstract: Combining with a normal mission fire station construction project, this paper introduced the design of power distribution, illumination, lightning protection and electrical grounding system. Characteristics of the electrical design of fire station were described and discussed, then preliminarily compared with the similar design content in thermal power plant project. This paper provides some reference for the electrical design of similar buildings.

Key words: fire station; electrical design; power distribution and illumination; lightning protection and electrical grounding

火电厂一旦发生火灾, 会烧毁发电设备和变配电装置, 导致电厂断电停产, 造成严重事故, 甚至人员伤亡, 因此近年来新建火电厂一般都配备有种类齐全的消防设施, 一些火电厂甚至配备了消防站和电厂代管的政府专职消防队。某二级消防站建设工程总建筑面积约 4 385 m², 主要分为门卫室、消防楼、训练塔及站区, 如图 1 所示。消防楼共分 3 层: 一层为车库、设备区及餐厅等; 二层为士兵寝室及生活区; 三层为办公区域。消防站工程为公共建筑项目, 电气设计主要包括配电系统、照明系统、建筑物防雷与接地系统。设计依据主要有《城市消防站设计规范》(GB 51054—2014)^[1]、《民用建筑电气设计规范》(JGJ 16—2008)^[2]、《低压配电设计规范》(GB 50057—2010)^[3]、《建筑照明设计

标准》(GB 50034—2004)^[4]、《建筑物防雷设计规范》(GB 50057—2010)^[5]和《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)^[6]等有关国家及地方的现行规程和标准。鉴于消防站建筑的特殊性, 消防站的电气设计不仅要确保供电的可靠性, 也要满足消防官兵日常训练生活所需以及美观、方便、灵活等要求, 同时还要求能够实现消防出警时的特殊要求。本文结合消防站工程特点, 对消防站电气一次设计特点进行了描述和探讨, 并与火力发电厂中工业建筑的电气一次设计进行简要地对比。

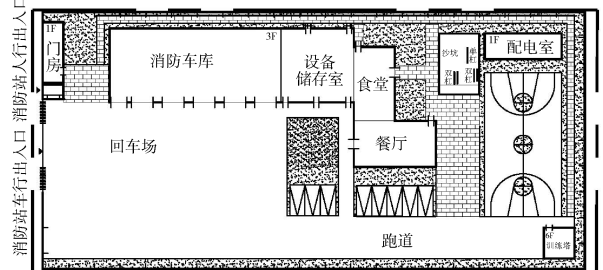


图 1 消防站总平面

Fig. 1 General layout of the fire station

收稿日期: 2017-11-21

作者简介: 赵映(1991), 男, 湖北黄冈人, 硕士, 工程师, 主要从事火力发电厂电气设计工作(e-mail) zy5825@csepi.com。

1 配电系统

某消防站按二级负荷供电, 电源从消防站所在县城 10 kV 开关站引来一路 10 kV 高压进线, 一路由配电室的应急电源供电。消防站配电室为箱式成品房, 箱内照明、暖通和防雷由厂家成套设计。

消防站用电主要为消防控制室、照明、疏散指示、电信主机房、生活水泵、供暖、排污、车库卷闸等用电设备, 未预见用电按 10% 计算。其中消防用电设备、设备机房、排烟风机、疏散应急照明、消防控制灯、车库卷闸等保安型负荷以及主要通道照明等保障型负荷属于一类负荷, 办公照明属于二类负荷, 其余无特殊要求者为三类负荷。消防站设置 630 kVA 变压器一台, 站内全部为低压设备, 电源从相关低压配电屏引来, 电压为 380 V / 220 V, 低压配电系统采用 TN-S 系统, 三相四线制 + PE 线制; 对于单台容量较大的负荷或重要负荷采用放射式供电, 对一般设备采用放射式与树干式相结合的混合方式配电; 回路根据使用功能和区间的不同进行划分。

根据《民用建筑电线电缆防火设计规范》(DBJ 50-164—2013)第 5.2 条相关规定, 本消防站中的普通电源线路宜采用无卤低烟阻燃电线电缆。对生活水泵、照明、暖通、车库卷闸等非消防用电回路采用无卤低烟 C 类阻燃型(WDZC-YJY-0.6/1)电线电缆; 对消防控制室、消防水泵房、消防风机、应急照明、疏散指示等消防用电设备和保安系统电源用电回路采用无卤低烟耐火型(WDZCN-YJY-0.6/1)电线电缆。低压配电系统总进线处装设浪涌保护器, 在各楼层照明配电总箱处、消防控制室、电信主机房、电声及录像设备电源等处设置浪涌保护器。

火力发电厂常用电缆为 VV、YJV 型等含卤素电缆, 阻燃电缆和耐火电缆的选用宜符合《阻燃和耐火电线电缆通则》(GB/T 19666—2005)及《阻燃及耐火点塑塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级及要求第 1 部分: 阻燃电缆/第 2 部分: 耐火电缆》(GA 306.1—2007)的规定。阻燃电缆宜选 ZC 类, 耐火代号 N, 耐火级别分为四级, 根据耐火等级不同, 烟密度(最小透光率)的要求不同, 其中 I 级耐火要求烟密度不小于 80%, II 级耐火要求烟密度不小于 60%。生产综合楼、宿舍楼、其它厂房对环保

盒职业健康安全要求高时可选用无卤低烟阻燃型电缆。

2 照明系统

2.1 照明种类及照度设计

本项目工程照明分为正常照明和应急照明, 按各功能分区的环境特点和使用要求, 确定各区域适宜的光源、照度。照明灯具以节能、高效为主, LED 灯作为一种新型的照明光源, 具有发光效率高, 节能省电, 健康环保、使用寿命长、无闪烁、不易损坏等优点。消防站灯具采用 LED 光源, 功率因素不低于 0.9。

消防站作为公用建筑, 与工业建筑在照度设计的思路上基本一致, 根据建筑功能不同采用不同的设计依据。根据平均照度的要求, 结合利用系数法计算出各个区域内需要的灯具数量。在发电厂照明设计中主要以《发电厂和变电站照明设计技术规定》(DL/T 5390—2014)为标准, 各种生产车间和工作场所是设计的重点, 办公室、报告厅、生活区等则归为辅助建筑一类, 其他建筑物的照明标准则应参照《建筑照明设计标准》(GB 50034—2013)的规定执行。

根据《建筑照明设计标准》, 消防站内各区域照明平均照度等指标如表所示:

表 1 消防站内各区域照明平均照度指标表

Tab. 1 The average illumination of each area of the fire station

场所	照明功率密度限值 /(W·m ²)	照明平均照度/ lx	眩光指数/ UGR	显色指数/ Ra
餐厅	6	150	22	80
厨房	6	100	—	80
普通办公室	9	300	19	80
会议室	9	300	19	80
视频会议室	15	750	19	80
电子阅览室	15	500	19	80
储藏室、仓库	6	100	—	60
主机房、值班室	9	300	—	80
士兵宿舍	4	100	22	80
影院	—	150	22	80

应用利用系数法计算平均照度, 其计算公式为:

$$E_c = \frac{\varphi \cdot N \cdot CU \cdot K}{A} \quad (1)$$

式中： E_c 为工作面平均照度，lx； φ 为光源光通量，lm； N 为光源数量； CU 为利用系数，取决于室形指数和房间反射情况； K 为灯具维护系数； A 为工作面面积， m^2 。

在消防控制室、备勤室、车库、通信室、餐厅及公共走道、楼梯间等设立应急照明，并在公共走道、楼梯间设疏散指示灯和出口指示灯。应急照明灯具采用紧凑型灯具，配用玻璃或其它非燃烧材料制成的保护罩并自带蓄电池^[8]，充电电源接在220V正常照明回路，其连接采用插座连接方式，以便定期检查核对充放电。消防站二层照明布置如图2所示。

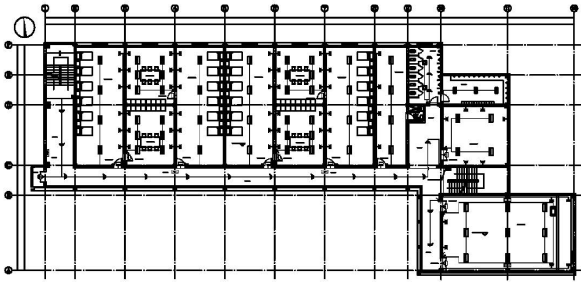


图2 消防站二层照明布置图

Fig. 2 Lighting layout of the second floor

在灯具布置时应考虑区域功能性要求，既要满足区域工作面的照度要求，也要避免照度过度集中的情况。消防站生活区和办公区的照明布置，在满足照度要求的基础上，更要考虑人员生活和工作的舒适性。应合理采用区域内灯具分区、分组控制，双控及声光控等控制方式，以实现照明的可靠、舒适与节能。

2.2 设备安装与线路敷设

正常照明主干线路采用TN-S系统，照明箱配置浪涌保护器，其10/350 μs 下的雷电冲击电流不低于20 kA，8/20 μs 下的标称放电电流不低于40 kA；照明回路、插座回路均须加PE线，灯具要有相应的接地端子；室内普通照明回路采用单极开关，室外照明、检修坑照明回路以及插座回路采用双极开关，同时应设剩余电流断路器保护。

各个区域灯具根据具体情况采取吸顶、管吊、壁装、嵌入及立杆等安装方式，照明箱的安装高度为箱底距地面1.3 m；插座常规安装高度0.3 m，卫生间水池旁插座安装高度为1.3 m；面板开关安装高度1.3 m，距门框一般为0.2 m。

照明线路采用低烟无卤阻燃交联聚乙烯绝缘铜芯导线(WDZD-BYJ-0.5)穿金属线槽、金属线管在吊顶内敷设或穿热镀锌钢管在楼板内暗敷。为满足跑道和篮球场的照明需求，在站区内采用立杆方式安装道路灯及投光灯。照明箱至灯具立杆的供电采用铠装护套电缆(WDZC-YJY22-0.6/1)直敷，立杆基础至灯具部分的供电采用铜芯导线穿热镀锌钢管敷设。

2.3 消防站特殊要求

《城市消防站设计规范》(GB 51054—2014)第6.5.3.4条规定，通向车库通道的所有照明灯具在报警响起时应能自动开启。

结合本消防站布局，即是要求二层、三层走廊及楼梯间照明灯具在警铃响起时应能自动开启。消防站内灯具的开关常规情况下为机械式开关，楼梯间内灯具采用声控开关与机械开关并行控制。为实现这一要求，以二层走廊照明控制为例，将走廊照明灯具设计为单独的回路，并采用接触器控制。在走廊两端楼梯处分别设置接触器按键，以实现单联双控的功能，在走廊两端均能控制灯具的开断；同时将控制警铃的信号分列接至走廊的照明回路，以实现走廊灯具在警铃响起时自动开启。楼梯间内的灯具采用声控开关与机械开关并行控制的方式，将声控开关设置在相应楼层的警铃附近，通过警铃声来开通楼梯间的照明灯具。

接触器控制方式能够确保在警铃响时，走廊灯具能够同时开启；而楼梯间利用声控开关也能实现同样的功能。走廊和楼梯间的两种控制方式相结合的方案基本能够满足《城市消防站设计规范》(GB 51054—2014)中相关要求，同时节约了成本。

3 防雷与接地系统

3.1 防雷

本项目工程属第三类防雷建筑物，根据《建筑物防雷设计规范》(GB 50057—2010)，在建筑物易受雷击的屋脚、女儿墙等部位设置避雷带，并在建筑物屋面组成不大于20 m×20 m或24 m×16 m的网格。突出屋面的金属物体直接与防雷装置相连，突出屋面的非金属物体加装独立小针保护。专设引下线不应少于2根，并应沿建筑物四周和内庭院四周均匀对称布置，其间距沿周长计算不应大于25 m。变电所内变压器高低压侧、楼层配电总箱、弱

电设备配电箱、室外线路入户处, 均按防雷区域装设浪涌抑制器, 防止高电位侵入。

3.2 接地

消防站不在附近火力发电厂厂区地网内, 为其设置独立地网。消防站配电变压器的高压侧工作于不接地, 向 1 kV 及以下低压电气装置供电, 其保护接地的接地电阻应符合公式(2)的要求, 且不应大于 4 Ω 。

$$R \leq \frac{50}{I} \quad (2)$$

式中: R 为采用季节变化的最大接地电阻, Ω ; I 为计算用的单相接地故障电流, A。

建筑物内低压电气装置采用(含建筑物钢筋的)保护总等电位联结系统时, 低压系统电源重点可与该变压器保护接地共用接地装置。同时由于本项目工程防雷接地、工作接地、电气保护接地及弱电系统接地共享接地网, 其接地电阻应以诸种接地系统中要求接地电阻最小的接地电阻值为依据, 不应大于 1 Ω 。这样既保证了人身和设备的安全, 也减少了由不合理接地引起的干扰。设计消防站接地网如图 3 所示, 其接地电阻经计算为 0.323 Ω 。消防楼、门卫室及训练塔的避雷带引下线通过接地引下线和集中接地装置与地网可靠连接, 箱式配电室中变压器外壳通过接地引下线直接与地网连接。

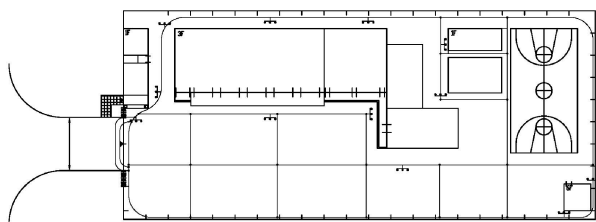


图 3 消防站接地网

Fig. 3 Ground screen of the fire station

根据《城市消防站设计规范》(GB 51054—2014)第 6.3.3 条规定, 建筑物内应做总等电位联结, 进出建筑物的金属管道、电缆的金属外皮和电缆的金属保护导管、配电设备的外壳等均应与总等电位端子箱连接。

消防楼一层内有消防车位和检修坑, 考虑到会有检修设备, 在消防楼一层设置了 -40X6 热镀锌扁钢作为室内接地干线, 如图 4 所示。

在消防楼一层厨房设置了总等电位联结箱

MEB, 在每层的卫生间、洗脸间、浴室等区域设置了局部等电位联结箱 LEB。所有进出建筑物金属管道及构件可就近与 LEB 或 MEB 联结, LEB 通过室内接地干线与 MEB 联结。局部等电位联结应包括卫生间内金属给、排水管、金属浴盆、金属采暖管以及建筑物钢筋网等。门卫室卫生间内设置独立等电位联结箱, 如图 5 所示。一般情况下, 等电位联结线的截面不小于 0.5 倍进线 PE 线截面积具体做法参考国家建筑标准设计图集《等电位联结安装》(图集号: 02D501-2)^[7]。

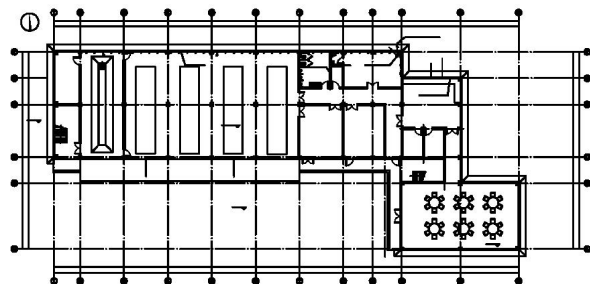
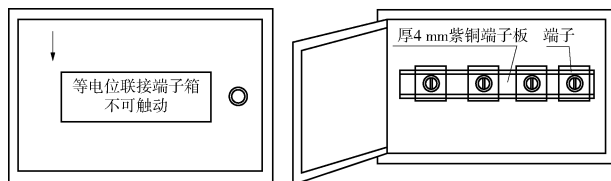


图 4 消防站一层接地主干线布置

Fig. 4 Grounding line layout of the first floor



(a) 箱门正面示意图

(b) 箱子内部示意图

图 5 等电位联结端子箱示意图

Fig. 5 Equipotential coupling terminal box

该消防站位于火力发电厂周边, 其防雷与接地设计结合了工业建筑和民用建筑的特点。在站区内设置了独立地网, 在消防楼一层检修区域设置了室内接地干线, 在卫生间、浴室等区域均设置了局部等电位联结端子箱, 在金属管道进出建筑物处设置了总等电位联结端子箱, 按照相关规程规范要求进行等电位联结。

火力发电厂中, 总等电位联结主要靠室内接地干线和建筑物钢筋网配合, 至少在 2 点与地网相连接来实现, 在二次盘柜和计算机房等特定区域需要加设局部等电位联结^[2]。

4 结论

本文结合某二级消防站建设工程的电气一次设计实例, 介绍了配电系统、照明系统以及防雷接地

系统的设计工作,对比了民用建筑和工业建筑电气设计的不同之处,并针对消防站的特殊要求提出了设计方案。

民用建筑和工业建筑的电气一次设计思路基本一致,在细节上则要依据不同规程规范进行设计。配电系统设计中,电缆应按照不同的规程规范选型;照明设计中,应考虑工作人员生产、巡视和检修,以及办公、生活的需求;防雷和接地设计中,应按建筑防雷等级接地电阻要求设计防雷和地网,同时必须考虑等电位联结;工业建筑中应设置室内接地干线,民用建筑中则是设置等电位联结箱。

消防站作为民用公共建筑,其设计要点与工业建筑相比有较大不同。通过此次二级消防站的电气一次设计,本文提出了设计时相应注意要点以及可以借鉴的设计措施,为同类建筑物的电气一次设计提供一定的借鉴参考。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市消防站设计规范: GB 51054—2014 [S]. 北京: 电力出版社, 2015.
- [2] 中华人民共和国建设部. 民用建筑电气设计规范: JGJ 16—2008 [S]. 北京: 中国建筑出版社, 2008.
- [3] 中华人民共和国建设部. 低压配电设计规范: GB 50057—2010 [S]. 北京: 电力出版社, 2012.
- [4] 中华人民共和国建设部. 建筑照明设计标准: GB 50034—2004 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [5] 中华人民共和国建设部. 建筑物防雷设计规范: GB 50057—2010 [S]. 北京: 电力出版社, 2010.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 交流电气装置的接地设计规范: GB/T 50065—2011 [S]. 北京: 电力出版社, 2011.
- [7] 中国建筑标准设计研究院. 等电位联接安装 [M]. 北京: 中国计划出版社, 2006.
- [8] 成都圣亚世照明设备有限公司. 照明设备样本 [M]. 成都: 成都圣亚世照明设备有限公司, 2015.

(责任编辑 李辉)

世界首台机械式高压直流断路器启动投产

2017年12月29日,由中国能建广东院总承包建设的世界首台机械式高压直流断路器项目——“160 kV 高压直流断路器示范工程”在±160 kV 南澳多端柔性直流输电系统中启动投产。

作为中国实施制造强国战略首个十年计划——“中国制造2025”的首批落地项目,该断路器工程成功投运,将世界电力工业快速开断高压直流大电流的百年梦想变为现实,标志着中国直流输电技术发展迈出又一具有重要里程碑意义的关键一步。

柔性输电是世界输变电技术未来发展的重要趋势。在该领域,中国能建广东院不断探索创新,敢为天下先:在2013年12月,总承包建设完成了世界首例多端柔直输电工程——南澳±160 kV 多端柔性直流输电示范工程。

160 kV 高压直流断路器示范工程建设成功投运,圆满解决了因直流故障导致多端柔性直流输电系统全停的难题,有效地提高了南澳多端柔性直流输电系统的灵活性和可靠性。同时,该项目也是中国能建广东院在柔性输电高端市场创新发展的新突破,是中国能建广东院强强联合相关单位共同攻克世界难题、共谱“中国制造”的新篇章,迈出了中国能建广东院深入贯彻落实党的十九大精神、中国能建首次党代会精神,承担“转型升级、改革创新”新使命、踏上“变中求新、新中求进”新征程的坚实步履。

(责任编辑 郑文棠)