

高湖路电力隧道电气及自控设计

陈国庆

广州市政工程设计研究总院有限公司清远分院

摘要:随着城市化的不断推进,超高压电力线路在地下敷设已成为重要趋势,电缆下地对城市景观的提升效果日益明显。高湖路电力隧道作为城市电网输电线路的一部分,其内部自用电的电气及自控系统的设计对于确保电力隧道的安全、高效运行至关重要。电气及自控系统的合理设计能够有效监控、控制隧道内的电力设备、照明系统、防火设施等,提高隧道的可靠性和安全性,降低事故发生的概率,深入研究高湖路电力隧道电气及自控设计,对于推动城市电缆隧道的可持续发展具有重要意义。鉴于此,本文以高湖路配建的电力隧道为研究对象,针对电力隧道电气及自控设计方式展开系统论述,为全面提高电力隧道运行质量和安全提供积极帮助。

关键词:高湖路;电力隧道;电气;自控;设计

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.08.109

电力隧道是一种专门用于容纳电缆线路和相关设施的地下构筑物,通常随城市道路同步建设,旨在提供电力供应和分配,保障电力设备的运行和维护。在电力系统设计中,采用多电源双供电的设计理念,能够提高系统的可靠性,照明系统方面,新型的LED技术被广泛应用,既提高了照明效果,又实现了能源的节约,目前,在防雷接地设计、电缆敷设与防火设计等方面也取得了一系列创新性的成果。深入研究高湖路电力隧道电气及自控设计,对于提高电力隧道系统的智能化水平、提升设备运行效率、降低事故发生概率具有重要意义,使电力隧道在不同工况下能够迅速适应,在出现故障时能够快速响应和处理,保障隧道的稳定运行,为电力隧道工程的电气及自控系统设计的创新发展提供有益的借鉴和参考。

一、项目概况

高湖路(新广从路至太平大道)位于从化区太平工业园内,起自105国道,止至118省道,全长约6.22km,本工程涉及电力隧道工程,起点为振兴路交叉路口K2+470,止于省道S118K6+445,总长约4.08km,电力隧道设计涵盖红线内电力隧道的各项电气系统,包括10/0.4kV变配电系统、设备配电及控制系统、照明系统和防雷接地系统,其中,10/0.4kV变配电系统用于电力供应,设备配电及控制系统负责设备运行和控制,照明系统提供隧道内部照明,防雷接地系统用于保护设备免受雷击。电源设计的分界点为10kV高压进线柜进线开关的进线端,高压设备的校验和整定由外电部门完成,为了监测、控制电力隧道环境及附属设施,以及对非正常工况和事故进行报警,本工程还包括了电力隧道监控与报警系统,该系统由统一管理平台、环境与设备监控系

统、安全防范系统、通信系统和火灾自动报警系统等部分组成,实现对电力隧道全面、科学的监测和管理,保障电力系统的稳定运行,提高隧道的安全性和可靠性。

二、高湖路电力隧道电气及自控设计方式

(一) 负荷等级及电源设计

本工程考虑到隧道内的用电设备按照二级负荷进行布置,这意味着在设计电力供应系统时需要充分结合电力负载的变化情况,确保隧道在不同负荷状态下都能够正常供电,为了增加系统的可靠性,工程选择了双电源供电的方案,其中每个供电点设置两台变压器,有效应对其中一路电源失效的情况,保证在任何时候都能够提供足够的电力支持。每个供电点的两台变压器由供电部门提供两路10kV电源,而具体的设置情况和位置则在相关图纸中详细呈现,这种设计考虑了隧道内部结构、用电设备的分布情况以及电源的供应方式,为电力系统的高效运行提供了坚实的基础。10kV侧采用双向供电环网接线形式,采用开环运行,高供高计的设计理念,使电力供应系统更加灵活,能够适应不同工作状态的需求;0.4kV低压侧则采用单母线接线形式,进一步简化了系统结构,提高了整体的可控性。在电源进线及主要的馈线回路方面,工程引入了电能监控系统,通过监控仪表携带的现场总线信号,将电量信号传送至电能监控系统中,对电力系统进行更加全面的监测,通过实时数据的采集和分析,及时地发现电力系统中可能存在的问题,并采取相应的措施,提升电力系统的管理水平,保障电力供应的稳定性和可靠性。

(二) 配电和控制设计

电力隧道的配电半径约为600米,考虑到隧道长度和用电设备的分布情况,采用了低压房内总配电柜低

压母线联络的方式,保证电力系统的可控性和稳定性,使配电能够更加灵活地适应不同工况的用电需求。在配电设备方面,特别强调了对二级负荷中的消防负荷的考虑,采用双回路末端切换的方式,设置了现场防火分区的末端切换箱,确保消防系统在紧急情况下能够快速、稳定地切换电源,隧道内的供电电压为380/220V,采用TN-S系统的配电接地方式,提高电气系统的安全性^[1]。电力隧道内的用电设备涵盖了多个方面,包括风机、排水泵、照明、检修插座箱以及监控报警系统设备,对于消防系统中的防火阀,采用了由消防回路配电的方式,电源取自相应防火分区的现场消防配电箱,为了方便对设备进行配电和控制,特别在风机、排水泵附近设置了就地专用控制箱,这些控制箱灵活地固定在管沟电缆支架上或壁挂安装,适应不同的工程需求。在电力隧道内的设备起动方式方面,对于功率较小的风机和水泵,采用了直接起动方式,简化了电气系统的结构,在出入口、防火门及交叉口处,设有按钮箱对风机和照明进行控制,防火门及T型井处按钮箱的安装高度为底边距地1.2米,方便操作和管理,为了方便维修和施工期间的临时用电,沿线每隔约50米设置了一个检修插座箱,采用安全电压AC24V和维修动力电压AC380/220V,方便了工程的实施和维护^[2]。消防设备的配电设备都应设有明显的标志,以便快速定位和操作,排水泵设有水位自动控制、就地手动检修操作,具有最高液位报警、排水泵状态信号反馈监控系统,风机设有自动控制、就地手动检修操作,具有风机状态信号反馈监控系统,不仅保障了电力隧道的正常运行,也提高了设备的安全性和可维护性,为电力隧道的设计和施工提供了创新的方案和技术支持。

(三) 照明系统设计

对于普通照明系统,根据要求,电力隧道内的照明平均照度不低于15Lx,设备操作处要求达到100Lx,为了满足这一需求,采用了10WLED灯,其具有良好的显色指数($R_a > 60$),在隧道顶部,每隔4米设置一盏LED灯,确保整个隧道的照明均匀分布,在防火门、出入口、T型井等位置,考虑到特殊情况,适当减小灯具的设置间距,提高在这些关键区域的照明亮度,为了应对可能的障碍,设计了可前后左右适当调整的照明灯具,确保在各种情况下都能够提供良好的照明效果。普通照明作为高湖路电力隧道内的基础照明设施,其设计功率为10W,标准间距为4m,采用吸顶安装方式,提供

足够的亮度,确保通行者在隧道内有清晰的视野,保证在整个隧道内形成均匀的照度分布^[3]。对于应急疏散照明系统,隧道内的应急照明平均照度不低于5Lx,为了实现这一目标,采用了3WLED应急灯,设置间距为8米,在隧道内,特别设有疏散指示灯,间距为20米,而隧道各防火分区的出入口、逃生口则设有安全出口灯,为了应对可能的障碍,同样设计了可适当调整安装位置的照明灯具,为确保应急照明系统的可靠性,采用了集中式EPS电源,而EPS电源则设置在各配电区间的地下配电房内,保障了应急时间不小于60分钟。应急照明是在突发情况下确保通行者安全疏散的关键,高湖路电力隧道设计功率为3W,标准间距为8m,同样采用吸顶安装方式,应急照明灯具采用3W LED应急灯,能够在电力隧道突发故障或紧急情况下提供足够的照明,保障人员安全疏散,合理的标准间距和低功率设计既确保了照度的均匀性,又保障了应急照明系统的经济性和高效性。为了应对电力隧道内的高湿度环境,所有灯具采用防潮及防碰撞类型,防护等级不小于IP65,确保灯具在恶劣的工作环境下依然能够正常工作,这一设计不仅充分考虑了隧道内部的各种情况和需求,也注重了系统的可靠性和安全性,为电力隧道的运行提供了全面而创新的照明解决方案。疏散标志灯是在紧急情况下引导人员安全疏散的关键环节,高湖路电力隧道设计功率为1W,标准间距为20m,采用1m以下的吸顶安装方式,在电力隧道内形成清晰的疏散指引,通过合理的标准间距和低功率设计,保证疏散照明系统的可靠性和节能性。

(四) 电力隧道的防雷接地设计

由于地下隧道不考虑直击雷,主要关注感应雷的防护,因此,在地下配电房的总配电柜进线处设置了I级试验浪涌保护器,应对一级雷电的冲击,在现场防火分区的总配电箱处采用II级试验浪涌保护器,进一步提高系统的抗雷性能^[4]。在低压配电系统的接地设计上,采用了TN-S接地系统,这意味着变压器中性点、电气设备金属外壳以及电缆金属外皮均可靠接地,而电气和自控系统采用联合接地,其接地电阻小于1欧姆,确保了接地系统的良好导电性能,为了形成更为健全的接地系统,隧道内的接地系统被设计为环形接地网,其接地电阻要求不大于1欧姆,确保整个系统的接地效果达到标准,为满足建筑物防雷设计规范的要求,两个防雷区的界面上将通过界面的所有金属物做等电位连接,形成更加完整和高效的接地系统,对于屏蔽、接地和等电位连

接,都严格遵循相关规范的要求,确保系统在雷电冲击下能够稳定运行^[5]。在防静电设计方面,各舱室、工艺金属管道两端、分岔、转弯处,以及设备、容器塔体的钢基座均与接地装置就近可靠连接,每段伸缩缝内的金属管道与接地装置连接不少于2处,确保静电的及时排除,所有正常情况下不带电的金属体都与接地装置可靠连接,为整个电力隧道系统提供了全面而可靠的防雷、防静电保护措施,这一设计全面考虑了地下环境的特殊性,为电力隧道的稳定运行提供了坚实的电气基础。

(五) 电缆敷设与防火设计

针对消防设备电缆,采用了耐火电缆,确保在火灾发生时电缆能够保持较高的抗火性能,为消防设备的正常运行提供了可靠的电气支持,对于其他非消防设备电缆,则选择了阻燃电缆,以增加其在火灾条件下的安全性,所有电缆都要求低烟无卤,减少有毒气体的产生,确保火灾时人员的生命安全^[6]。为了提高电缆的安全性,电力隧道内的电缆通道分区段进行了防火封堵的设置,有效隔离不同区域,降低火灾扩散的风险,自用电电缆采用自用支架敷设,与电气和自控(消防)分开使用不同的桥架,自控消防桥架外涂防火材料,提高了整个系统在火灾时的抗损耗能力,电缆出桥架后穿钢管沿墙或顶板用卡钉固定,采用明敷方式,至终端设备拐弯处穿可绕金属软管敷设,软管长度不超过1.5米,保证了电缆的稳定敷设和连接,减少了潜在的电缆故障风险^[7]。隧道外的高压电缆通过电缆埋管进入变电房,埋深大于1.0米,埋管穿墙处预埋防水套管,同时进行防水密封处理,避免水分渗透和漏水导致的电气故障。

(六) 电气设备选择与安装

采用最新的技术和工艺,确保整个电气系统在性能和功能上达到先进水平,所选设备应具有高度的可靠性和稳定性,提高电力隧道的运行安全性,选择符合节能环保要求的设备,降低能源消耗、减少环境影响^[8]。在电气设备的选型方面,动力箱、配电箱等关键设备按照防护等级IP65进行选型,保证设备能够在恶劣的工作环境中正常运行,选用305不锈钢或聚碳酸酯材料,这两种材料具有良好的防腐性能 and 机械强度,适应隧道内复杂的工作条件,根据断面图详细规划设备的安装位置,确保设备布局合理、易于维护和管理。在隧道内的照明设计中,照明灯具采用了节能防水防尘型LED灯为主,其防护等级达到IP65标准,保证在潮湿、尘土飞扬的管沟环境中,仍能稳定、高效地发光,LED灯具的选

择应符合节能环保的理念,有效减少能源消耗,提高整体照明系统的效能^[9]。采用低烟无卤阻燃电缆,以及消防用电电缆采用低烟无卤耐火电缆,降低火灾风险,减少有害气体的排放,保障电力隧道的环保要求。

结束语

高湖路电力隧道电气及自控设计是地下输电线路工程中的关键工作,其质量直接关系到电网输电线路的安全、高效运行,通过深入研究和不断创新,可以进一步完善电气及自控系统的设计方案,提高隧道的整体水平。未来,随着科技的不断发展,同类工程中电力隧道电气及自控设计将迎来更多创新技术的应用,智能化、自适应性和可持续性将成为电气及自控系统设计的关键词,引入先进的传感器技术、人工智能等手段,实现对隧道系统更加精准的监控和控制,注重能源效益和环保的设计理念为未来电气及自控系统设计指明方向,全面推动城市电力隧道工程的可持续发展。

参考文献

- [1]王志峰,汪宏.长沙万家丽路电力隧道工程设计[J].工程与建设,2020,34(2):243-245.
- [2]陈家辉.市政污水处理电气自控系统的设计与功能实现[J].江西建材,2023(7):323-324,327.
- [3]侯瑞堃,蔡芙蓉.城市综合管廊工程电气自控设计的要点分析[J].光源与照明,2022(1):222-224.
- [4]陈美林.基于西门子S7-1500PLC的自来水厂电气自控系统设计[J].机电信息,2021(11):8-10.
- [5]沈茂峰.刍议污水处理厂提标改造工程电气自控设计[J].建筑工程技术与设计,2021(11):2013.
- [6]高向前.电气自控系统在污水处理工艺中的运用探索[J].今日自动化,2021(11):137-138,156.
- [7]黄涛,张洁,袁益民.某大型儿童医院的综合能源站电气自控设计探讨[J].智能建筑电气技术,2023,17(3):59-62.
- [8]邹文聪.城镇污水处理厂电气负荷计算及自控系统设计[J].现代制造技术与装备,2022,58(12):196-198.
- [9]杨晓洁.三友化纤给水配套工程电气及自控设计要点[J].中国新技术新产品,2021(3):80-82.
- [10]王雪妹.城市生活污水处理厂电气与自控设计[J].电脑爱好者(电子刊),2021(12):3879-3880.