

# 关于城市隧道照明低压供配电系统方式分析

郭祥见

华设计集团股份有限公司

DOI:10.12238/btr.v7i3.4409

**[摘要]** 城市规划与建设中,隧道照明低压供配电系统设计必不可少。科学设计系统内容可有效提高照明效果,为夜间出行者提供明亮的道路环境。良好的照明系统,可以降低交通事故发生率。本文主要探讨了城市隧道照明低压供配电系统构成、系统应用方式,结合实际案例分析如何设计与应用照明低压供配电系统,为业界相关人士提供可靠的参考建议,进一步提高城市隧道照明系统运行效率,保障城市交通出行的稳定与安全。

**[关键词]** 城市隧道照明; 低压供配电系统; 配电; 供电; 电源控制

中图分类号: TM72 文献标识码: A

## Analysis of Low Voltage Power Supply and Distribution System for Urban Tunnel Lighting

Xiangjian Guo

Huashe Design Group Co., Ltd

**[Abstract]** In urban planning and construction, the design of low-voltage power supply and distribution systems for tunnel lighting is indispensable. The content of the scientific design system can effectively improve the lighting effect and provide a bright road environment for night travelers. A good lighting system to reduce the incidence of traffic accidents. This article mainly explores the composition and application methods of low-voltage power supply and distribution systems for urban tunnel lighting. Based on practical cases, it analyzes how to design and apply low-voltage power supply and distribution systems for lighting, providing reliable reference suggestions for industry professionals, further enhancing the operational efficiency of urban tunnel lighting systems, and ensuring the stability and safety of urban transportation.

**[Key words]** Urban tunnel lighting; Low voltage power supply and distribution system; Power distribution; Power supply; Power control

### 前言

城市规划建设中,路桥隧照明要求越来越高。为了保障通行车辆内部人员安全,必须结合工程需求和路段情况,安装合适的低压供配电系统。设计系统照明方式时,明确系统构件、根据实际情况设计更加可行的照明系统,保障城市道路交通运行的安全性。

### 1 城市隧道照明低压供配电系统构成

#### 1.1 电源

基于负荷性质,结合用电量以及工程特点,选用合适的电源类型。通常情况下,城市隧道照明建设为10kV电源类型。电源主要通过高压柜、开关以及母线等供电系统,经变压器变压后引出低压,再通过低压柜、开关以及母线等低压配电系统传输电源,将低压电源传输至用电设备,实现照明设备的正常运行。

#### 1.2 变配电所

变配电所构成较多,主要包含以下几项: a. 高压开关柜; b. 低压开关柜; c. 变压器; d. 继电保护装置; f. 控制装置等。同

时,还设有测量仪表、典型回路、继电保护装置、安全自动装置相关仪器设备。具体可见表1。

#### 1.3 供配电线路

供配电线路主要可分为两类线路,一类为10kV高压线路,另外一类为380/220V低压配电线路。从传输介质方面划分线路类型,则可分为架空电线路和电缆线路。一般城市路桥隧的低压配电线路为电缆线路,沿整条道路进行敷设施工。

#### 1.4 低压配电箱

低压配电箱可将线路中的低压电源进行切换,并把电源分配给各类负荷设备,通过设置低压断路器、保护装置,避免出现供电异常。城市道路中的装置类型为室外型低压配电箱。

#### 1.5 接地系统

接地系统可满足信息系统设备的运行需求,在低压配电系统中可采用TN系统或者TT系统,实现照明供电需求。前者适用于中性点直接接地的系统,后者适用于土壤电阻率低的环境条件。

表1 变配电所构成

序号	项目	构成
1	测量仪表	电流表
		电压表
		有功电度表
		无功电度表
		功率因数表
		功率表
2	典型回路	电源线
		馈出线
		母线分段断路器
		电力变压器
3	继电保护装置	电流速断
		过电流
		单相接地
		过(低)电压
		温度
4	安全自动装置	备用电源自动投入
		自动重合闸

$$I_a \geq 1.3 \cdot I_d = 10I_n$$

其中,  $I_n$ 指的是脱扣器整定电流值,单位为A;  $I_d$ 指的是脱扣器额定电流值,单位为A。

发生跳闸现象时,可将导体截面积增大,或者控制脱扣器断路器的动作范围,保证其在1.5-10 $I_n$ 之间<sup>[2]</sup>。

### 2.2.2带漏电保护脱扣器

由于道路照明灯具容易受到外界环境的影响,容易出现触电事故。例如,雷雨天气时,如接触敞开端灯具,则可能会加大电击死亡的概率。因此,在设计照明系统的额定动作电流时,应低于30mA为宜。当路灯出现单相接地故障时,通常属于间接接触问题,可根据实际情况调整整定值漏电流。

### 2.3节能措施

系统节能要求如下:

- (1)箱式变压器负荷率,应低于70%<sup>[3]</sup>。尽量选择经济运行的变压器容量,减少电能消耗;
- (2)根据城市道路规划的等级类型,参照相应的照明标准以及功率密度值要求,降低照明能源消耗;
- (3)选择节能型光源照明器材,普通灯具效率应高于70%,且泛光率高于65%;
- (4)气体放电线路功率应大于0.85;
- (5)城市道路路灯自然功率因数相对较低,因此在灯具处设置自带电容器,可进一步提升功率因数。补偿后的功率因数数值应大于0.9。

## 3 城市隧道照明低压供配电系统应用案例分析

### 3.1某城市隧道照明工程概述

工程总长为15.1 km,共设置15座工作井,各个工作井之间的最小距离为525m,最大距离大约为1400m。其中,照明系统和供电系统属于重要的建设内容,共设有8000余套灯具,根据工程情况设计为线状分布,照明负荷为分散负荷。对于容量较大的照明负荷,则集中设置在工作井内,集中负荷占据整个道路照明负荷的70%左右。

### 3.2设计标准

本次工程照明低压供配电系统负荷等级可分为三类,具体可见表2。

表2 照明低压供配电系统负荷等级

序号	负荷等级	设备	供电方式
1	一级负荷	应急照明、监控设备	双电源供电;在线式EPS供电
2	二级负荷	风机、水泵、正常照明	双电源末端自切供电
3	三级负荷	检修电源等	单电源链式供电

考虑到后期的线路检修与维护,将工作井照度水平设计为变电所用电标准,数值为200lx;隧道区段内设定为50lx,可方便后期检修与维护,解决相关电源问题<sup>[4]</sup>。

### 3.3供配电系统

#### 3.3.1供电电源

根据本次工程的特征以及各个用电设备的分布情况,采用多点以及分散式的供电方式,将每一个工作井作为一个受电

## 2 城市隧道照明低压供配电系统方式分析

### 2.1接线方式

照明供配电网络可分为三类线路:a. 馈电线,可以将变配电所低压配电屏的电能传输至总照明配电箱;b. 干线,可以将总照明配电箱中的电能传输至各个分照明配电箱线路,再经由配电箱将电能传输至其他线路;c. 分支线,可以将不同分支线的电能传输至各个照明器线路;或者将分照明配电箱的电能传输至各个照明器线路<sup>[1]</sup>。

### 2.2线路保护

以TN-S为例,可设置合适的配电回路断路器,如脱扣器断路器,具有短延时特征;或者选用带漏电保护的断路器。

#### 2.2.1脱扣器断路器

采用前一种断路器时,可根据公式确定脱扣器的工作特性。公式如下:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

其中,  $Z_s$ 指的是接地故障回路阻抗数值,单位为 $\Omega$ ;  $I_a$ 指的是故障回路的动作电流,单位为V;  $U_0$ 指的是相导体对地标称电压,单位为A。

满足公式要求后,即可开展灵敏度试验内容,对断路器的灵敏度进行测试,确定被保护线路末端的短路电流数值。一般情况下,被保护线路末端的短路电流数值应大于断路器瞬时/延时的过电流脱扣器整定值电流,大约为1.3倍。可见公式:

源点, 主要用来接受外部电源电能。通过统计隧道的照明负荷, 得知本次工程的用电设备总容量为1500kV左右。最大的工作井计算负荷数值定为120kW。结合城市电业相关规定与规范, 确定全部受电点供电电源为200V/380V。

3.3.2 接线方式

本次工程采用了混合式接线方式, 用来连接各类用电设备。针对不同供电电源点的220V/380V配电系统, 则选择单母线分段不设分段开关的接线方式, 加强供电系统的运行稳定性, 满足隧道照明需求。

3.4 接地系统处理

接地系统采用了TT型, 作为各个工作井的220V/380V配电系统接地形式。工作井内的底板设计为钢筋材质, 属于接地体。隧道内的接地体, 则采用盾构结构的钢筋网。在隧道侧壁上制作外引接地板, 主要预埋电缆支架焊接钢环。在电缆两侧支架上, 分别敷设扁钢作为接地线。数量: 2根。接通工作井内的接地装置后, 保证道路隧道形成整体的接地体, 以便设备接地使用。

3.5 设备控制

3.5.1 智能照明控制系统

采用就地手动控制模式和监控系统自动控制模式, 对全部动力设备进行控制。利用监控系统, 对隧道环境进行实时监测。结合现场应用需求, 选择合适的灯具控制模式, 方便日常运行控制、巡视检修<sup>[5]</sup>。本次工程采用了智能照明控制系统(见图1), 应用监控系统内部数据资源, 构建照明系统的整体结构。结构设置为分层以及分布式, 可全面监视以控制隧道的全部照明设施。

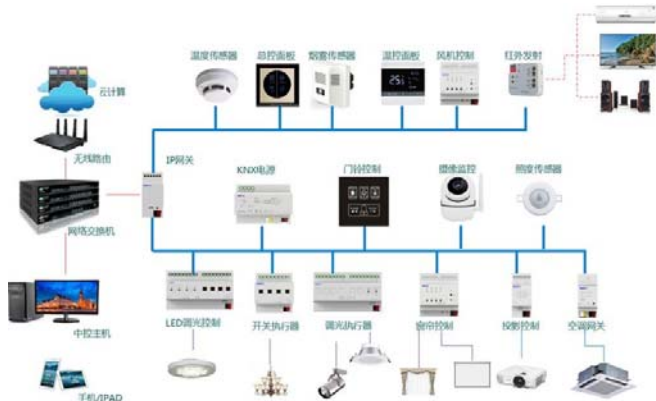


图1 智能照明控制系统结构

3.5.2 灯具设置

本次工程选用了结构小巧紧凑的灯具类型, 既可降低城市空间占用率, 也可降低电源能耗。灯具防护等级: IP65; 光源: 三基色T5荧光灯管, 同时配置电子镇流器, 保证灯具的光效与显色性。

3.5.3 设备布置

在不同工作井内设置低压配电柜, 将用电设备控制箱设置在控制设备附近。控制各个照明设施的间隔为150m, 并配备检修电源箱1个, 以便于后期检查与维修。隧道内的灯具安装在顶部, 使用支架焊接方式, 将预埋件固定在上, 保证纵向安装的间距为7.5m。各个回路均采用三相供电方式, 维持各相之间的平衡性。工作井内的灯具则可安装在楼板上, 或者安装在内壁上。

3.6 照明低压供配电系统应用评估

本次工程的照明低压供配电系统评估效果良好, 为隧道照明提供了安全稳定的供电电能, 实现了节能降耗的设计目标, 促进了城市交通运输的良好运行。

4 结论

城市隧道照明低压供配电系统设计应结合现场实际情况, 选择成本低、消耗低的接线方式、用电设备等, 增强照明系统的可靠性。应用期间, 也应做好定期检查与维护, 避免出现照明故障, 影响城市交通运行的安全性。

[参考文献]

[1]覃献锋.城市室外照明供配电系统设计[J].光源与照明,2023,(04):159-161.  
 [2]沈鹏.低压供配电系统在高层建筑电气设计中的可靠性探讨[J].居舍,2020,(05):101.  
 [3]饶建平.建筑设计低压供配电系统可靠性分析[J].住宅与房地产,2019,(25):81.  
 [4]蔡伟栋.城市轨道交通低压配电系统保护选择性分析[J].中国标准化,2019,(22):243-244.  
 [5]李忠,孙红尾,王洋,等.低压供配电系统在高层建筑电气设计中的可靠性[J].地产,2019,(22):31.