

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2020.12.060

# 浅谈大型桥梁的照明供配电设计

王兆泰, 姚天宇, 杨威, 马卫华, 肖大春

(哈尔滨市市政工程设计院有限公司, 黑龙江 哈尔滨 150070)

**摘要:**介绍了大型桥梁工程所涉及的供配电系统的设计理念及重要性,并结合其功能性对桥梁的供配电系统设计进行详细论述。

**关键词:**供配电系统;功能性照明;电压损失;保护灵敏性要求

**中图分类号:** TM7

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2020)12-0224-02

## 1 概述

近年来随着路桥建设的迅猛发展,特别是高速公路桥、大跨度跨江桥的建设逐年增加,与此相适应的桥梁照明也随之迅猛发展,桥梁照明包含功能照明、景观照明及一些特殊照明的综合照明形式。多模式、长距离的桥梁照明不仅对光源、灯具及控制方式提出安全、可靠、节能、高效的技术要求,同时也对照明的供电系统提出了更高的要求。下面以某跨江大桥为例,对大型桥梁的照明供配电系统设计进行简要分析。

某跨江大桥(下文简称大桥)为斜拉桥,其建设的主要目的是满足交通功能的要求,该大桥作为交通系统中重要的交通枢纽节点,它的供配电方式已成为大桥建设的重要组成部分,并与城市的交通安全密切相关。其供配电系统的安全性、可靠性、经济性显得尤为重要。

## 2 大桥供配电系统设计

大桥的用电负荷主要包含道路桥梁照明用电负荷、大桥主塔内电梯及照明用电负荷、交通信号及监控系统用电负荷、航空障碍灯及交通诱导灯用电负荷以及桥梁景观照明用电负荷。其中负荷比重较大的是道路桥梁照明用电负荷及桥梁景观照明用电负荷,这两种负荷的特点是:供电距离长,集中负荷小,负荷分散,又由于大桥横跨江两岸,存在跨越两个供电区域的问题,由于以上特点和情况,对桥梁供配电设计及用电管理造成了一定的困难。

基于上述用电负荷的重要性及特点,我们首先要确定的是用电负荷等级,本工程作为交通枢纽节点的特大跨江桥,根据规范要求,本工程用电负荷等级定位二级。为保证本工程供电系统可靠性、经济性及城市美观性,10 kV 电压电源的采用双侧电源环网式供电方案,由于大桥横跨松花江,两侧供电电源分别引自江南及江北附近开闭所,环网系统内变电站“手拉手”式接线,该环网系统闭环设计,开关运行。道路桥梁功能照明在每台箱变处设置一台路灯照明节能控制箱,从控制箱内引出 AV220/380 V 电源为各条路灯回路供电。由于桥梁供电特殊性,低压配电接地方式选用 TN-S 系统。

供电方式确定后下一步就要确定变电站设置位置。通常情况下,从技术及经济的合理性考虑,道路照明低压供电半径 500 m 左右。本工程大桥跨江段长 2 130 m,理论上应把桥跨江段设置为两个配电区域,在每个区域的负荷中心设置一台变压器,但是桥梁不同与道路,桥面上没有设置变电站的空间。只能把两台变电站设置在桥梁两侧岸边,这样低压供电半径就将达到 1 065 m 左右,已经超出低压配电的合理性范围,需综合电压损失及配电线路保护的灵敏性两个因素考虑该供电方案的可行性。

桥梁跨江段照明方案:选用 12 m 高 2 × 250 W 灯具双侧对称布置在桥梁两侧防撞墙上,平均间距 36 m。单侧供电距离 1 065,单侧设置 31 基路灯。单侧路灯设置一个配电回路。单侧配电回路负荷计算如下:

$$P_{js} = P \times N \times K_x \times K_p = 0.5 \text{ kW} \times 31 \times 1 \times 1.15 = 17.825 \text{ kW}$$

其中: $P$ 为单灯功率 kW,0.5; $N$ 为路灯数量,31; $K_x$ 为需用系数,1; $K_p$ 为灯具附件功耗系数,1.15。

则该回路计算功率为 17.825 kW。

收稿日期:2020-08-20

作者简介:王兆泰(1982—),男,学士,高级工程师,从事电气设计工作。

(1)电压损失计算

低压配电回路电缆选用 YJV-0.6/1kV-4\*35+1\*16 型号电缆,则电压损失计算如下:

$$\Delta u\% = 1 / (10 \times U_n \times U_n) \times (R_0 + X_0 \times \text{tg}\varphi) \times P \times l = [1 / (10 \times 0.38 \times 0.38) \times (0.622 + 0.080 \times 0.750 000) \times 17.825 \times 1.065] = 8.966$$

其中:  $\Delta u\%$  为电压损失;  $U_n$  为电压(kV), 0.38;  $R_0$  为电阻 ( $\Omega/\text{km}$ ), 0.622;  $X_0$  为感抗 ( $\Omega/\text{km}$ ), 0.080;  $P$  为有功负荷  $P(\text{kW})=17.825$ ;  $L$  为线路长度  $L(\text{km})=1.065$ 。

电压损失  $\Delta u\% = 8.966$ , 刚刚可以满足规范中  $\Delta u\%$  小于 10 的要求。

(2)配电线路保护灵敏性的计算

回路计算功率为 17.825 kW, 单灯补偿电容后功率因数为 0.9, 则线路计算电流为 30.1 A。回路馈线开关选用 40 A 断路器(长延时脱扣器电流 40 A, 瞬时脱扣器 200 A)。按《低压配电设计规范》(GB 50054—2011) 的规定: TN 方式用断路器时, 要求在 5 s 内切断, 则接地故障电流( $I_{d1}$ )不应小于其瞬时脱扣器整定电流的 1.3 倍, 即  $200 \times 1.3=260$  A。线路长度 1 065 m, 则计算末端接地故障电流为 105 A, 如末端发生接地故障时, 断路器无法在规定时间内断开。

如将 PE 也增加为 35 mm<sup>2</sup>, 即选用 YJV-0.6/1 kV-5\*35 型号电缆, 则接地故障电流( $I_{d1}$ )可达 172 A 左右, 还是不能满足上述保护灵敏度要求。通过计算即使选用 YJV-0.6/1 kV-5\*50 型号电缆, 接地故障电流( $I_{d1}$ )242 A 左右, 还是无法满足保护灵敏度。直至选择 YJV-0.6/1 kV-5\*70 型号电缆, 才能满足保护灵敏度要求, 但此时的电缆截面选型在经济性上存在不合理, 所以将变压器设置在桥梁两侧岸边方案存在不合理的情况。路灯配电系统见图 1。

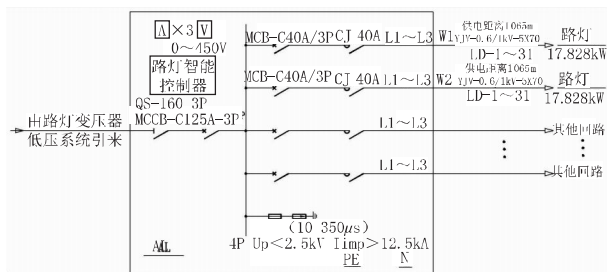


图 1 路灯配电系统图

基于以上计算与分析, 考虑新的变电站布置方案, 需在两岸两台变电站之间至少设置一座变电站才能电缆选型合理的条件下满足保护灵敏度的要求。由于桥面上已无空间设置变压器, 最终与桥梁设计及供电部门共同协商确定, 在桥梁主塔横

梁处(桥面以下)设置一座变电站, 为桥梁功能照明及景观照明供电, 见图 2、图 3。



图 2 变电站平面布置图

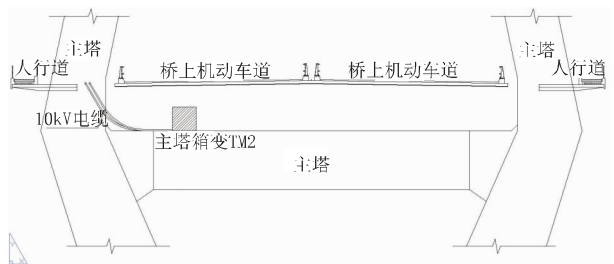


图 3 主塔变电站横断面布置图

桥梁主塔距南岸 735 m, 距北岸 1 400 m, 则其低压配电最远供电距离为 700 m, 供电范围内单回路 21 基路灯, 计算负荷为 12.075 kW, 计算电流为 20.38 A, 回路馈线开关选用 25 A 断路器(长延时脱扣器电流 25 A, 瞬时脱扣器 125 A)按《低压配电设计规范》(GB 50054—2011) 的规定: TN 方式用断路器时, 要求在 5 s 内切断, 则接地故障电流( $I_{d1}$ )不应小于其瞬时脱扣器整定电流的 1.3 倍, 即  $125 \times 1.3=162.5$  A。可以看出线路长度 700 m, YJV-0.6/1 kV-5\*35 型号电缆, 则计算末端接地故障电流为 172 A, 如末端发生接地故障时, 可以满足保护灵敏度要求。

通过前文公式的电压损失计算  $\Delta u\% = 3.84$ , 可以满足规范中  $\Delta u\%$  小于 10 的要求。

路灯配电系统见图 4。

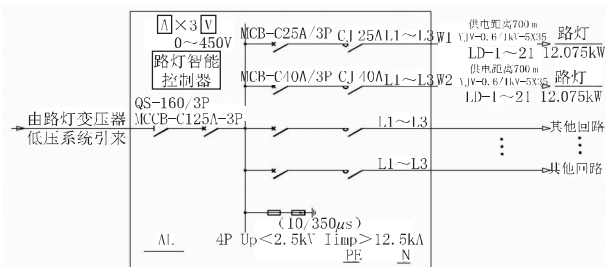


图 4 路灯配电系统图

可见该方案在技术性和经济性都可以满足要求。以确定供配电方案的可行性。最终变压器位置确定, 分别在桥梁跨江段两岸及主塔梁上设置三座变电站, 变电站容量依据各类负荷计算以及各

(下转第 230 页)

## 2020年11月实施的工程建设标准

序号	标准名称	标准编号	实施日期	替代情况
国家标准				
1	有轨电车道路通行安全技术规范	GB/T 38779—2020	2020-11-01	
行业标准				
2	公路路基养护技术规范	JTG 5150—2020	2020-11-01	
3	公路限速标志设计规范	JTG/T 3381-02—2020	2020-11-01	
4	公路工程项目造价数据标准	JTG/T 3812—2020	2020-11-01	
团体标准				
5	城镇排水管渠污泥处理技术规程	T/CECS 700—2020	2020-11-01	
6	城市道路工程设计建筑信息模型应用规程	T/CECS 701—2020	2020-11-01	
地方标准				
7	道路视频监控信息系统联网技术标准	DG/TJ 08-2319—2020	2020-11-01	

来源：住房和城乡建设部

~~~~~  
 (上接第 225 页)

变电站配电区域选定。

值得一提的是为了达到美观和施工方便的效果,在设计供电、照明及其他线路的路由时,遇到与桥梁主塔结构有关时,要预先考虑与桥梁结构专业相配合设计预埋管及预埋件,只有前期各专业配合工作协调完善,下一步电缆穿线和灯具安装才能顺利实施。

### 3 结 语

通过上述大桥照明供配电系统的分析与解析,有如下总结:

(1)为保证大型桥梁的供电可靠性 10 kV 供电方案需根据负荷等级选定。其制约因素一般为用

电负荷的重要性。

(2)由于桥梁照明的供电距离长,集中负荷小,负荷分散等特点,低压配电方案的选择及确定较为复杂,需综合考虑线路电压损失、线路保护灵敏度及电缆截面选择等因素的影响,需同时满足技术性 & 经济性的要求,以确定更合理的供配电方案,实现大型桥梁的供配电安全性、可靠性的目的。

大桥照明设计、大桥供电设计以及相关附属设计,涉及范围很广。可能由于载体不同、文化背景不同、观景者心情不同等,即使对于相同的设计,也会得出完全不同的结论。笔者只是介绍设计者的一些想法。如有不妥,敬请批评指正。