

铁路工程接触网供电线施工技术管理思路

Thoughts on Construction Technology Management of Catenary Power Supply Lines in Railway Engineering

赵东波

Dongbo Zhao

中铁电气化局集团有限公司上海电气化工程分公司 中国·上海 201900

China Railway Electrification Engineering Group Co., Ltd. Shanghai Electrification Engineering Branch, Shanghai, 201900, China

摘要: 论文介绍了接触网供电线主要形式, 现场供电线施工技术管理特点, 提出了供电线施工技术管理原则思路及需要注意的其他方面, 希望能够为铁路工程接触网供电线施工技术管理的项目提供一种思路。

Abstract: This paper introduces the main forms of catenary power supply line, the characteristics of the site power supply line construction technology management, puts forward the principles of power supply line construction technology management ideas and other aspects to be paid attention to, hoping to provide an idea for the railway engineering catenary power supply line construction technology management project.

关键词: 铁路工程; 接触网; 供电线; 施工技术; 管理思路

Keywords: railway engineering; catenary; power supply line; construction technology; management ideas

DOI: 10.12346/peti.v4i3.6714

1 引言

2022 年全国铁路预计将投产新线 3300 公里以上, 接触网供电线是 27.5kV 牵引所亭向接触网不同供电单元进行输送电能的关键部位环节, 供电线施工质量直接影响着牵引供电可靠性及施工成本。

2 铁路工程牵引供电线主要形式

接触网供电线形式可以根据供电形式、安装形式、施工材料种类三个方面进行区分。

2.1 按牵引供电形式分

①直供 + 回流供电形式下的供电线, 供电线结构相对简单, 一个供电单元仅有一支 27.5kV 供电线路, 主要适用于设计时速 200km/h 以下的普速铁路或铁路专用线。

② AT 供电形式下的供电线: 供电线结构相对复杂, 一个供电单元从牵引所亭引出电压相同, 电流方向相反的供电线路, 主要用于设计时速 250km/h 及以上高速铁路。

2.2 按安装形式分

根据牵引供电负荷取流要求和供电可靠性方面主要存在单支供电线或双支供电线。

2.3 按施工材料种类分

一般情况较长的供电线路采用钢芯铝绞线架空形式, 地形空间受限的情况采用 27.5kV 高压绝缘电缆。

3 现场施工技术主要特点

①受牵引所亭位置影响大。牵引所亭场坪受征地拆迁制约, 场坪实际位置与原设计位置变化较大, 主要体现在设计里程的变化以及空间方位的变化(铁路线路左右侧)引起供电线路长短变化及施工材料种类的变化调整; 因地形地貌、障碍物引起的施工定测及实施难易度变化; 所亭位置确定的早晚引起的供电线施工进度快慢的变化。

②一般沿铁路线路进行布置, 受地形地貌影响制约施工定测难度高。现场施工定测需要考虑因山区、丘陵地形高差

【作者简介】赵东波(1980-), 男, 中国河南商丘人, 高级工程师, 从事牵引供电系统研究。

变化及施工安装条件,进行现场架空线路档距及基础位置设置繁杂,隧道内受隧道照明、通信电缆、综合洞室等建筑物设备空间位置、相对距离限制,施工技术定测、施工标准现场实施把控难度高。

③部分供电线安装图纸标准需要过程中对接细化完善。受现场各种条件制约,前期施工设计图纸设计深度存在一定的不足,需要过程中进行设计变更和完善设计施工图纸,主要体现在:一是现场施工定测设计变更调整变化多,需要过程中补充设计联系单;二是因现场条件变化,供电线路类型选择方式方法变化,前期施工用铁路通化图纸不能完全体现因各种条件变化引起的区域管辖标准要求,需要施工单位过程中根据具体情况协助设计单位补充细化施工设计安装图纸,综合以上两个方面的原因造成施工单位项目技术管理事务繁杂、现场施工难度高,对施工单位施工技术管理人员无论是在阅历经验上,还是在沟通协调上都要求有较高的管理能力水平。

④设备管理单位存在区域管辖标准,无论是前期的施工图审核阶段,还是施工单位进场后开展的设计联络对接阶段,区域管辖内设备管理单位均有一定的区域管辖标准和要求反馈补充,同时施工单位项目部进场后受工程工期进度要求、施工过程中组织协调、设计及施工单位人员经验等情况的制约对区域内设备管理单位的标准要求掌握会出现一定的不足,造成后期静态验收整改问题仍旧较多。

4 供电线施工技术管理思路原则

4.1 现场施工规范化原则

现场施工调整变更要有设计联系单,确保施工依据规范化,杜绝无设计图施工、杜绝不按设计标准施工。尤其是涉及基础选型、杆塔型号、拉线基础设置等关键部位,必须满足设计标准,严禁触碰质量管理红线。

4.2 坚持美观大方、成本控制原则

供电线施工观感质量是静态验收评定意见中非常重要一条,成本控制是项目取得效益的关键,因此需要施工单位高度重视,主要重点注意以下几个方面:

①供电线施工定测尽量坚持横平竖直的原则,就是指供电线路定测实施上能垂直90°转角设置的,不要进行小角度斜跨设计(供电线路现场实际环境参照物较少,实施小角度斜跨设置时技术标准不易控制,易出现供电线格构式方形铁塔角度倾斜,影响受力而二次施工),垂直90°转角设置不仅可以促进供电线观感质量美观大方,而且现场施工组织实施、施工质量控制等都相对容易,现场扭斜、绝缘距离不足等现象较少,同时减少了因人员素质、现场实施方案条件复杂、实施难控等因素造成的二次施工成本增加情况。

②施工定测严格进行成本控制,正常情况不要超出施工设计图纸量进行定测,因四电工程设计变更金额单个所亭接触网供电线超出原设计预算至少30万元以上方可变更工程量增加费用,同时在架空线路和高压绝缘电缆线路比选时,尽量选用架空线路形式,促进成本节约^[1]。

4.3 相关距离控制原则

第一,供电线架空线路与桥梁距离控制。

①顺线路架设时供电线带电部分低于桥梁顶面时:供电线线索距桥梁边缘最大风偏时水平距离应大于3m;供电线带电部分高于桥梁顶面,供电线线索距桥梁边缘最大风偏时水平距离宜参照大于5m进行控制。

②垂直下穿桥梁底部架设时,距桥梁底面最小尺度时应大于1m,对桥墩检修平台边缘距离不小于3m,同时线索位置应避开桥梁底部的排水孔洞,无法避免时,汇报给建设单位采取其他措施。

第二,供电线架空线路基础距公路边缘控制距离,即倒杆距离:

$$L=Z+3m$$

其中,Z为支柱高度;3m为倒杆后富余量。

第三,当AT供电两供电单元合架采用分开下锚距离控制:

①同一供电单元A、F线水平下锚时:两基础中心的横向距离:

$$LAB=a+b+c$$

其中,a为支柱A下锚横梁长度(可根据安装图纸取得,一般长度为3.5m)的半宽;b为支柱B下锚横梁长度(可根据安装图纸取得,一般长度为3.5m)的半宽;c为水平供电线水平(含最大风偏)距离,一般不小于2.4m,如图1所示。

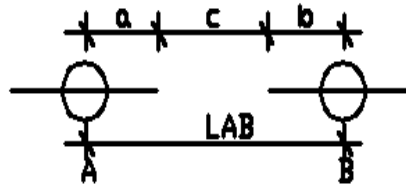


图1 LAB计算图

②同一供电单元A、F线上下垂直下锚并转高压绝缘电缆时:两基础中心的横向距离:

$$LAB=a+b+c$$

其中,a为支柱A电缆终端托架长度(可根据安装图纸形式取得,一般单体长度为1.7m);b为支柱B电缆终端托架长度(可根据安装图纸形式取得,一般单体长度为1.7m);c为水平供电线水平(含最大风偏)距离,一般不

小于 2m。

4.4 二次设计踏勘原则

首先，接触网供电线由于受外部条件制约较大，现场施工定测常常不能够按照原设计施工图纸施工，现场施工调整量较大；其次，高压电缆敷设的具体方式方法及施工安装图纸为铁路通化（统一的意思）图纸，设计图纸前期无法全部满足区域特色的标准要求，因此需要过程中与设计及运营单位各方对接的技术标准较多，达不到完全按前期施工图纸进行照图提料的施工技术要求；最后，就是运营单位管辖范围内存在区域特色细节标准，前期进行设计施工审核时不一定完全对接体现出来并设计修改到位，因此需要施工单位进场后形成供电线初步定测及实施具体方案，并通过建设单位牵头组织设计、运营、监理单位评审施工单位的定测及实施方案，根据评审意见设计修改完善施工图纸及标准后，方能达到现场施工条件，因此当前供电线施工技术定测及实施需要二次设计踏勘。以下为供电线二次设计踏勘的具体步骤和相关施工技术管理建议要求：

①熟悉设计施工图纸和标准，同时与运营单位对接区域管辖范围内存在的标准和要求。

②项目部进行首次施工定测，接触网专业在牵引所亭里程位置对接确定后，开始根据现场实际地形，结合设计施工图纸进行系统定测，为了保证供电线的定测方案的合理可实施性，定测时需要以下人员参加：房建专业技术人员、变电专业技术人员、接触网专业施工人员、接触网专业技术人员，必要时邀请站前相关施工单位。

③根据定测情况梳理出第一版的施工平面简图实施方案，梳理出需要设计变更和进一步设计明确的相关事项。

④充分发挥建维一体要求，通过建设单位邀请设计、运营、监理进行现场二次设计踏勘，施工单位逐个牵引所亭供电线施工定测方案进行现场汇报，记录好各单位的意见和要求，充分交流互换意见，协助建设单位完善供电线踏勘纪要。

⑤根据供电线探勘纪要，进一步修订完善细化施工定测方案，并根据踏勘纪要和现场定测情况，协助设计完善设计变更联系单，促进施工规范化管理。

4.5 现场施工系统成本控制思路原则

①牵引所亭房屋基础施工前置原则，尤其是架空线路出所的供电线，接触网专业应在牵引所亭房屋基础施工后进行位置复核确认无误后组织施工，防止接触网先施工后，所亭房屋位置变更，供电线出现二次施工，造成供电线的成本的增加。

②牵引所亭供电线路径、基础范围内的青苗补偿等外部制约因素妥善处置后，再进行供电线基坑开挖、基础浇筑等施工，避免供电线个别部位受征拆补偿等外部因素制约，致

使一个所亭供电线无法按照定测方案实施或大面积的方案调整，出现二次施工，成本增加。

③供电线材料系统控制原则。坚持先下部材料排产，后上部悬挂固定材料排产，上部材料宜在下部基础施工的外部制约因素妥善解决后进行排产施工，通过合理控制进度和材料排产的关系，控制物资成本的支出。

5 其他施工技术管理需要注意的方面

5.1 供电线相序核对

主要存在三个方面进行相序核对：

第一方面，前期定测阶段，为了防止供电线不同供电单元出现交叉，项目技术负责人需要组织做好牵引所亭供电单元相序布置核对工作，一般情况下房建、接触网、变电三个专业要共同书面确认，从施工源头开始进行技术控制管理，防止后续施工中专业接口问题造成推诿扯皮以及二次施工。

第二方面，铁路接触网专业供电线相序主要是根据变电专业牵引所亭二次高压柜位置相序确定，同时变电专业高压柜位置相序布置又与铁路线路里程方向有关系，因此即使前期接触网专业与变电专业签订书面接口相序确认表，如果竣工里程方向与施工里程方向发生变化（例如：施工设计时从连云港至徐州，铁路施工里程方向从小到大为 K0+000~K183+000，后期根据运营需要，在即将竣工时从连云港至徐州，竣工里程调整为从大到小方向 K183+000~K0+000），所亭二次高压就会出现新的供电相序布置方式，与前期签认及施工的不一致而导致专业间相序混乱，不同相序间电缆相互交叉难分，因此供电线在施工过程中，要特别关注铁路线路竣工里程方向的调整，尤其是牵引所亭高压柜就位阶段，需要及时通过建设单位确认竣工里程方向，所亭外的接触网供电线高压电缆属于隐蔽工程同样需要与变电专业进行施工过程中的二次确认，减少二次施工量。

第三个方面：在牵引供电送电前完成逐个牵引所亭供电单元的相序测量确认，防止送电时才发现前期对接、变更引起的各种施工错误，造成不良的影响^[2]。

5.2 架空线路和高压电缆敷设两种方式的选择

从运营维护方面考虑，架空线路比高压电缆敷设线路维护更简单、方便；从成本方面考虑，单位条件一定的情况（包含高压电缆是甲供材料的情况）架空线路比高压电缆敷设方式施工容易、成本低，因此尽量选择架空线路形式。供电线路受建筑物影响需要采用高压电缆敷设时，架空和电缆转换一次就出现一处人为断点，一个供电单元电缆转架空后架空再转电缆的形式不宜出现两次以上，影响牵引供电的可靠性。

5.3 强化施工技术交底

由于供电施工受外部条件制约较多，现场定测标记不易保存、现场施工技术管理人员经验不足，现场施工负责人员对标准和要求掌握不清，容易出现偏扭、绝缘距离不足等质量问题，出现二次施工现象，因此需要做好以下几个方面：一是现场施工负责人参与定测，发现问题及时解决，减少现场方案不清楚出现错误；二是强化交底工作，尤其是主要部位进行重点交底并做好书面签认工作；三是正线双线 100km 以上的长大干线的供电线施工技术管理事务繁杂，宜设专人管理，强化落实施工技术交底工作及重点部位施工技术检查指导。

5.4 高压电缆敷设

主要有沿沟敷设、沿支柱敷设、沿桥墩梁敷设等形式，结构形式复杂，同时电缆路径比选、电缆固定等工作常常需要施工单位协助设计单位细化零部件的安装图纸，致使供电线的施工技术管理较为繁杂，技术人员阅历经不足或考虑不够全面，将会造成结构零部件产品冲突，因此建议积极推进技术创新，采用 BIM 技术进行供电线零部件的碰撞试

验、材料提报，优化施工工艺方案，促进施工质量，提高施工效益^[3]。

6 结语

论文相关铁路工程接触网供电线施工技术管理思路，在瑞九铁路、昌赣铁路、连徐铁路广泛运用，现场供电线施工技术管理比较规范，供电线施工一次施工到位，施工成本得到有效控制，尤其是在瑞九铁路客运专线取得较好综合效益，开通运营以来安全可靠，运营单位较为满意，希望论文能为铁路工程接触网供电线施工技术管理的项目提供一种思路。

参考文献

- [1] 廖宇.建筑电气[J].合宁铁路供配电系统设计探讨,2008(9):22-23.
- [2] 辛健,常炳双.电网技术[J].配电变压器经济运行模式的探讨,2007(S1):33.
- [3] 杨陈.电子世界[J].电气化铁路供电若干问题分析,2017(17):12-14.