

# 200 km/h 和 250 km/h 设计速度下的高速铁路 无轨恒张力架设供电接触线施工技术

陈兵杨

(中国铁建电气化局集团有限公司, 100043, 北京//正高级工程师)

**摘 要** 目的:高速铁路通常采用恒张力轨行车进行供电接触线架设,为解决恒张力架设接触线与施工单位占用轨道资源的冲突,以及架设接触线时占用站前施工单位铺设到位的钢轨的问题,特进行本研究。方法:在现有有轨恒张力架设接触线设备机械原理的基础上,结合高铁现场施工实际情况,与厂家共同研发了一套新型架设接触线车组。该车组主要由张力机、牵引机和液压放线架 3 个部分组成。液压张力机每组放线卷筒张力为 0~40 kN(单卷筒)或 0~80 kN(双卷筒),最大放线速度为 5.0 km/h,并可实现无级变速;液压牵引机额定牵引力为 35 kN,此时牵引速度为 2.5 km/h,最大架设接触线速度为 5.0 km/h,相对应的牵引力为 20 kN。结果及结论:新型架设接触线车组性能指标满足高铁接触线恒张力架设要求。通过研发的该高铁无轨恒张力架设装置,架设接触线时不再需要利用已铺架的钢轨,摆脱了对站前施工单位铺轨进度的制约,也无需与站前施工单位争夺占用轨道的时间和资源,极大地缓解了工期紧张情况下导致的架设接触线作业进度滞后的难题。在联调联试期间采用无轨恒张力架设接触线设备所架设的锚段,其各项检测数据满足验收标准,开通运营后动态检测设备状态良好。

**关键词** 高铁;供电接触线;无轨架设;恒张力

**中图分类号** U238.8

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2023.07.032

## Trackless Constant Tension Overhead Line Installation Technology for High-speed Rail- way with Design Speeds of 200 km/h and 250 km/h

CHEN Bingyang

**Abstract** Objective: High-speed railway usually adopts constant tension rail cars for power supply overhead line installation. The research is specifically carried out to tackle the track resource usage conflict between constant tension overhead contact line installation and construction unit, and the problem of overhead line installation occupying the steel rails laid in place pre-station by the construction unit. **Method:** Based on the mechanical principles of the existing track constant tension OLI e-

quipment and in combination with the actual high-speed railway construction site situation, a new type of vehicle set for high-speed railway trackless constant tension OLI is jointly developed with the manufacturer. The vehicle set is mainly composed of three parts: tension machine, traction machine, and hydraulic pay-off rack. The hydraulic tension machine has a tension of 0-40 kN (single reel) or 0-80 kN (double reel) for each group of pay-off reels, and the maximum pay-off speed is 5 km/h, which can achieve stepless speed regulation; the rated traction force of the hydraulic traction machine is 35 kN, and the corresponding traction speed is 2.5 km/h, the maximum OLI speed is 5 km/h with a corresponding traction force of 20 kN. **Result & Conclusion:** The performance indicators of this new type OLI vehicle set meet the high-speed overhead line constant tension installation requirements; through the development of this high-speed railway trackless constant tension installation device, laid rails are no longer needed for OLI, thus the constraints on rail laying progress at station front is eliminated for construction units, and competition for station front rail occupation time and resource becomes irrelevant, greatly alleviating the problem of delayed OLI work progress in case of tight construction periods. During joint commissioning and test, the various inspection data of the anchor section installed by trackless constant tension OLI equipment meet the acceptance standards, and dynamic test shows good equipment status after launching.

**Key words** high-speed railway; power supply overhead line; trackless installation; constant tension

**Author's address** China Railway Construction Electrification Bureau Group Co., Ltd., 100043, Beijing, China

列车在 200 km/h 和 250 km/h 设计速度下,为满足高速铁路在高速运行下良好的弓网关系和取流要求,文献[1-2]均要求接触线必须采用恒张力架设,以保证架设接触线(以下简称“架线”)后达到平直度为 0.1 mm/1 m 的要求。现有恒张力接触线

架设方法均采用普拉赛、泰斯马克等轨行架线车进行接触线架设施工作业,即轨行车必须运行在站前施工单位铺设到位的钢轨之上。但是,铺设钢轨为站前施工单位最后一道工序,一般在高铁线路开通前几个月才铺设到位,因此留给站后的施工时间非常有限,有时甚至是零工期。由此导致高铁站后接触网工程施工工期极为紧张,使抢工成为常态,给施工质量和安全带来了不利因素,而抢工需短期急剧投入大量人力和机械设备,造成了资源浪费,施工成本和安全风险大大增加。

项目组在掌握了现有恒张力架线设备机械原理的基础上,结合高铁现场施工实际情况,与厂家共同研发了一套高铁无轨恒张力接触线新型架线车组,实现了不依赖铺设到位的钢轨进行恒张力接触线架设作业,并经过贵广(贵阳—广州)高铁、贵州的铜玉城际铁路(吉玉铁路铜玉段)、成贵(成都—贵阳)客专等多条线路现场实践验证,总结提炼出一套适用于200 km/h和250 km/h设计速度下的高铁无轨恒张力接触线架设的施工技术。这就有效地解决了现有架线技术中存在与站前施工单位争夺轨道、占用资源及受站前施工单位铺轨进度严重制约的这一难题,实现了高铁供电接触网架线作业与土建工程并行施工的目标。

## 1 无轨恒张力架线设备研发

接触线需恒张力架设<sup>[3]</sup>。由项目组研发集成的无轨恒张力接触线新型架线车组,主要由张力机、牵引机、液压放线架3个部分组成。液压张力机每组放线卷筒张力为0~40 kN(单卷筒)或0~80 kN(双卷筒),最大放线速度为5 km/h,并可实现无级变速;液压牵引机额定牵引力为35 kN,此时牵引速度为2.5 km/h;最大架线速度为5 km/h,相对应牵引力为20 kN;性能指标满足高铁接触线恒张力架设要求。无轨恒张力接触线新型架线车组各组成部分功能如下:

1) 液压放线架。主要是用来放置并固定所需架设锚段的接触线线盘,放线架安装有液压装置并与张力机保持联动,使张力盘和线盘同比例转动,并使张力盘与线盘之间的线索张力保持3~4 kN的恒定张力<sup>[4]</sup>。

2) 张力机。张力机是无轨恒张力架设设备的核心设备,主要由导向柱、张力盘、控制系统等组成。

3) 牵引机。牵引机主要是用来提供牵引接触

线的动力,将牵引绳从牵引机展放至张力机位置,并将牵引绳布设于需架设锚段接触线的设计位置。牵引绳端部与接触线线头连接,牵引机通过牵引绳将接触线均速牵引至起锚锚柱,以完成接触线架线作业。

## 2 无轨恒张力架设接触线施工工艺

### 2.1 接触线施工工艺流程

无轨恒张力架设接触线的作业流程如图1所示。

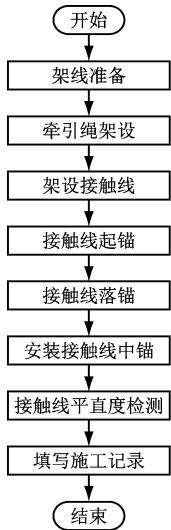


图1 无轨恒张力架设接触线作业流程图  
Fig. 1 Flow chart of trackless constant tension catenary installation operation

### 2.2 接触线架设步骤

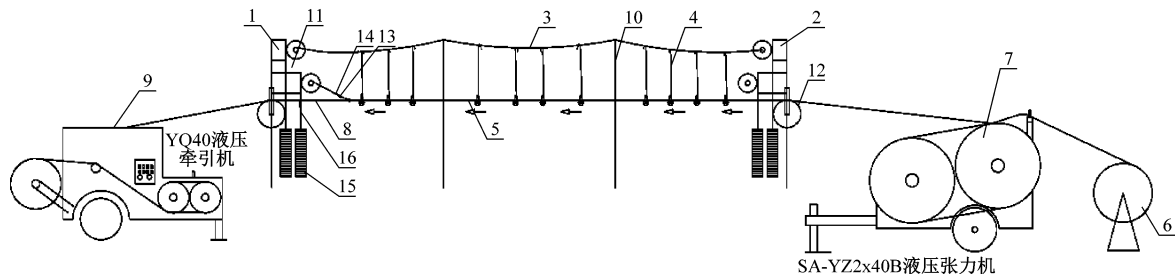
无轨恒张力架设接触线示意图如图2所示。

#### 2.2.1 架线准备

1) 编制架线施工方案并培训。对架线作业人员进行恒张力架线技术培训,使架设人员充分了解架设方案及无轨恒张力架线车组架设操作方法,以提高架设效率,防止在架设过程中因架设人员误操作而发生危险,保证架设人员和设备的安全。

2) 起下锚人员提前到达架设锚段起下锚锚柱处,提前将接触线下锚坠砣按规定数量并根据当天温度提升至规定高度,大小棘轮上补偿绳圈数按规定长度预留,并考虑接触线蠕变补偿绳在大轮上多绕100~300 mm,制动卡块与棘轮卡死,用铁线将棘轮与框架捆死。

3) 架线作业人员检查放线机械、工具及材料的质量及数量是否符合架线作业的作业要求<sup>[5]</sup>。按照架线计划,核对液压放线架上的线盘号和长度是



注:1—起锚锚柱;2—落锚锚柱;3—承力索;4—S 钩及放线滑轮;5—接触线;6—液压放线架;7—张力机;8—牵引绳;9—牵引机;10—中间支柱;11—下锚棘轮框架;12— $\phi 800$  mm 转向轮;13—链条葫芦;14—钢丝套;15—下锚坠砣;16—下锚补偿绳。

图2 无轨恒张力架设接触线示意图

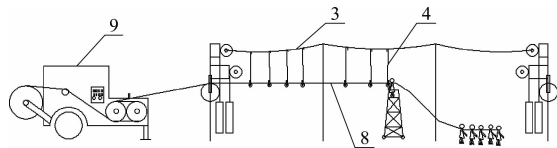
Fig. 2 Diagram of trackless constant tension catenary installation

否与架设锚段相符,检查施工范围的干扰情况及腕臂加固情况。

4) 提前用汽车吊和无轨运输车将型号为 YQ40 的液压牵引机吊装拖动至起锚锚柱后方,然后将型号为 SA-YZ2x40B 的液压张力机(以下简称“张力机”)摆放至落锚段锚柱后方,再将接触线线盘在该张力机后方固定牢固,并按照操作规程将接触线穿过张力机的放线卷筒,将接触线与张力机相连。接触线由张力机顶部导向柱引入,进入张力盘后从张力盘顶部引出,并与牵引机的牵引绳连接(连接处需安设一个万向节,以释放牵引绳应力,避免接触线产生扭转)。

### 2.2.2 牵引机牵引绳架设

牵引绳架设如图3所示。采用梯车作业方式,将牵引绳通过放线滑轮加 S 钩挂悬于已架设的承力索下方;每跨设置 4 个 S 钩及放线滑轮组合,将牵引绳牵引至张力机位置并与接触线相连接,以绞合收缩拉紧式方式将接触线与牵引绳连接牢固。牵引绳架设过程中,先将 S 钩的上端挂于承力索上的定位环内,将承力索向下拉紧后再把接触线放入放线滑轮,放线滑轮采用尼龙滑轮但不限于尼龙滑轮。



注:3—承力索;4—S 钩及放线滑轮;8—牵引绳;9—牵引机。

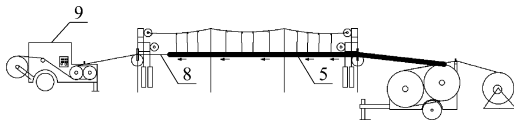
图3 牵引绳架设

Fig. 3 Traction line installation

### 2.2.3 牵引接触线

将张力机初始张力设定为 8 kN,牵引机开始牵引,牵引绳与接触线连接处到达转换柱位置时,应观察牵引状态,确认无异常后将张力机张力加至

10 ~ 12 kN,张力机以 3 km/h 速度匀速牵引;架设过程中架线区段每 200 m 左右设置 1 名观察人员,观察人员携带对讲机并与两端设备操作人员保持联络畅通,密切注意架线过程中接触线架设状态。接触线架设见图4所示。



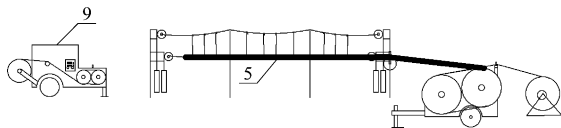
注:5—接触线;8—牵引绳;9—牵引机。

图4 接触线架设

Fig. 4 Overhead line installation

### 2.2.4 接触线起锚

起锚前,接触线端部牵引至超过起锚锚柱 5 ~ 6 m 位置后,牵引车停止牵引,接触线张力保持恒定。作业人员用钢丝套子将 6 t 手扳葫芦一端连接平衡滑轮,手扳葫芦另一端通过钢丝套子及紧线器与接触线相连,收紧手扳葫芦链条,按常规成熟的接触线起锚施工工艺完成断线、制作终端,完成起锚工作。连好后手扳葫芦暂时不松,待接触线落锚完成并确认棘轮能正常工作后方可卸下葫芦。起锚作业示意图见图5。



注:5—接触线;9—牵引机。

图5 起锚作业示意图

Fig. 5 Diagram of anchor lifting operation

### 2.2.5 接触线落锚

正式落锚前,坠砣高度及补偿装置比照起锚处标准提前调整到位。架线作业人员用钢丝套子将手扳葫芦一端连接补偿装置,另一端通过紧线器与

接触线相连。当手扳葫芦将接触线紧至线盘松弛不受力,棘轮转动升起脱离制动卡块时,张力机张力卸载,继续紧手扳葫芦,直到起锚和落锚处坠砣同时动作,测出断线位置并作好断线标志。按现行成熟可靠的接触线下锚施工工艺完成下锚作业,此时可松开起两侧下锚处手扳葫芦,取下紧线器等,完成架线锚段架线作业。

### 3 无轨恒张力架设接触线卡控要点

#### 3.1 架设接触线质量卡控要点

1) 架线前无轨恒张力架线装置(包括牵引机、张力机、液压放线架)操作人员必须经过培训,能熟练并正确操作设备,以保证架线质量。

2) 在架线工程中,严禁牵引机停车,在匀速牵引过程中,接触线张力控制在额定张力 $\pm 1\%$ 以内。

3) 悬挂接触线的S钩滑轮采用两种长度,跨中采用较短S钩滑轮,靠近悬挂点处采用较长S钩滑轮,以保证接触线架设过程中的平直<sup>[6]</sup>。

4) 临时悬挂应采用直径250~300 mm的尼龙滑轮,确保牵引绳、万向节、与接触线连接的网套顺利通过,以降低线索振动、抖动。

5) 两端锚柱位置各设置一个 $\phi 800$  mm的转向轮,避免线索角度过大对接线造成硬点。

6) 确定补偿绳圈数必须以现场温度及锚段长度、传动比等为依据,具体数据由技术人员于架线前给定。棘轮装置补偿绳在轮体内缠绕圈数<sup>[7]</sup>为4.5圈;最高温度时b值(坠砣底部距离地面的高度)不小于300 mm,施工时应保证承力索与接触线下锚绝缘子在同一垂面对齐<sup>[8]</sup>。

7) 一个锚段架设完成后,架线作业人员用接触线平直度检测尺检测所架设接触线的平直度<sup>[9]</sup>,在一个锚段内每3~5个跨距(不大于300 m)检查一次,最大空气间隙不应大于 $0.1 \text{ mm/m}$ <sup>[10]</sup>,并做好记录。如发现有超标情况应立即停止后续架线作业,待分析查明原因后方可继续进行架线作业。

#### 3.2 架设接触线安全卡控要点

1) 架线前必须对无轨恒张力机械设备操作人员进行严格的培训<sup>[11]</sup>,使其掌握牵引机的性能和恒张力架线基础知识,并能熟练操作设备。经考试合格后方可进行架线作业过程中的设备操作。

2) 牵引机锚固牢固,隧道外可用葫芦锚固于左右线钢柱底部,隧道内可用葫芦锚固于电缆沟挡墙孔处。架线前、架线过程中,应随时检查牵引机设

备固定情况,防止牵引机出现松动影响架线质量。

3) 牵引机操作人员应在张力机开机并得到架线负责人通知后,方可启动牵引机,在张力机停机前应停机。

4) 架线作业时,应随时保持牵引机起锚处与张力机下锚处及中间观察人员之间的通信联络畅通,若出现故障或险情应马上停机。

5) 架线前应对工机具进行检查,检查架线设备、紧线器、链条葫芦、钢丝套等状态是否良好。

6) 牵引过程中每200 m左右设置一名观察人员,发现异常应立即向指挥人员报告,并采取相应措施防止事故发生。

### 4 结语

对200 km/h和250 km/h设计速度下的高速铁路无轨恒张力架设接触线施工技术进行总结,分析其要解决的关键问题,以供同行参考:

1) 对高铁供电接触线采用无轨恒张力架设接触线施工技术,其配套架线装备为无轨恒张力架线装置。架线过程中整个装置运行放置于未铺轨的整体道床上或者上下行两股道间的路基封闭层上,变有轨恒张力架设为无轨恒张力架设,不需要利用已铺架的钢轨,摆脱了对站前施工单位铺轨进度的制约,无需与站前施工单位争夺占用轨道资源。

2) 通过多个铁路建设项目进行了架线作业试验验证,经过监理、设计、设备接管单位的全面检测,鉴定结果表明接触线架设后无扭面,接触线平直度满足250 km/h高铁验标要求,联调联试期间采用无轨恒张力架线设备所架设的锚段各项检测数据满足验收标准,开通运营后动态检测设备状态良好。采用无轨恒张力架设接触线尚属国内首次,填补了我国高铁无轨恒张力架设接触线技术的空白,其对建设周期要求高的施工场所,具有很好的实用价值。

### 参考文献

- [1] 国家铁路局. 高速铁路电力牵引供电工程施工质量验收标准: TB 10758—2010[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2019: 71. National Railway Bureau of the People's Republic of China. Standard for construction quality acceptance high-speed railway electric power supply engineering: TB 10758—2010[S]. Beijing: China Railway Publishing House, 2019: 71.
- [2] 中国铁路总公司. 高速铁路电力牵引供电工程施工技术规范: QCR 9609—2015[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2015: 98.

China Railway Corporation. Technical specification for construction of high speed railway electric traction power supply engineering: QCR 9609—2015[S]. Beijing: China Railway Publishing House, 2015: 98.

- [3] 朱钰亮. 浅谈地铁刚性架空接触网接触线脱槽问题及对策[J]. 建筑工程技术与设计, 2016(8): 1931.

ZHU Yuliang. Brief discussion on the problem and countermeasures of the contact wire detachment of the rigid overhead contact system in subway[J]. Construction Engineering Technology and Design, 2016(8): 1931.

- [4] 谭振亚. 西安至成都客运专线西安至江油段(陕西境内)用铜锡接触线施工工艺分析[J]. 科学与财富, 2017(25): 283.

TAN Zhenya. Construction technology analysis of copper-tin contact line for Xi'an-Jiangyou section of Xi'an-Chengdu passenger dedicated line (in Shaanxi Province)[J]. Sciences & Wealth, 2017(25): 283.

- [5] 杨艳荣. 公路工程标底编制作业指导书研究[D]. 天津: 天津理工大学, 2011.

YANG Yanrong. Research on work instruction of base price compilation in highway engineering[D]. Tianjin: Tianjin University of Technology, 2011.

- [6] 王融诚. 在既有电气化铁路改造工程中消除导线初伸长和波浪弯影响的方法[J]. 铁道建筑, 2004, 44(1): 68.

WANG Rongcheng. Methods to eliminate the influence of initial extension and wave bending of conductor in the reconstruction project of existing electrified railway[J]. Railway Engineering, 2004, 44(1): 68.

- [7] 邓怀宏. 哈大铁路客运专线接触网工程施工关键技术讨论

[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2013(3): 1.

DENG Huaihong. Discussion on key technologies for OCS construction of Harbin Dalian passenger dedicated railway[J]. Theoretical Research on Urban Construction (Electronic Version), 2013(3): 1

- [8] 于国旺. 扩能改造锚段关节改移施工方案及技术[J]. 铁路技术创新, 2013(2): 36.

YU Guowang. Construction scheme and technology of joint displacement of anchor section in capacity expansion and reconstruction[J]. Railway Technical Innovation, 2013(2): 36.

- [9] 杨明明. 弓网电弧的电气特性及其在高铁施工中的应用[D]. 成都: 西南交通大学, 2012.

YANG Mingming. Electrical characteristics of electric arc and their applications in high speed railway construction[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2012.

- [10] 宋伟. 接触网弹性分析与施工优化[D]. 成都: 西南交通大学, 2017.

SONG Wei. Elastic analysis and construction optimization of overhead contact system[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2017.

- [11] 代伯寿. 高速铁路接触网关键施工技术探讨[D]. 成都: 西南交通大学, 2004.

DAI Boshou. Study on the key construction techniques of overhead contact line in high-speed electric railway[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2004.

(收稿日期: 2021-02-01)

## 国家铁路局发布《2022 年铁道统计公报》

近日,国家铁路局发布《2022 年铁道统计公报》(简称《统计公报》)。《统计公报》显示,2022 年,铁路行业坚持稳中求进工作总基调,完整、准确、全面贯彻新发展理念,服务加快构建新发展格局,高效统筹疫情防控和经济社会发展各项工作,统筹发展和安全,扎实推进中国式现代化,推动铁路高质量发展,为全面建设社会主义现代化国家开好局起好步做出新贡献。

一是疫情防控和保通保畅有力有效。2022 年全国铁路货运总发送量完成 49.84 亿 t,比上年增长 4.4%。全国铁路旅客发送量完成 16.73 亿人次。二是铁路运输安全保持稳定。2022 年全国铁路未发生铁路交通特别重大、重大事故。三是铁路路网规模进一步扩大。2022 年全国铁路固定资产投资完成 7 109 亿元,投产新线 4 100 km,其中高速铁路 2 082 km。全国铁路营业里程达到 15.5 万 km,其中高速铁路达到 4.2 万 km。四是铁路标准体系不断完善。2022 年发布铁路国家标准 6 项、铁路行业标准 31 项、铁路行业计量规程规范 2 项。发布由我国主持制定的国际标准化组织(ISO)、国际铁路联盟(UIC)、电气与电子工程师协会(IEEE)国际标准 6 项。五是铁路科技创新取得新成绩。铁路行业认定重点实验室 13 个、工程研究中心 13 个。铁路行业共有 27 项专利获第二十三届中国专利奖。铁路重大科技创新成果库 2022 年度入库 320 项。六是铁路绿色发展稳步推进。2022 年国家铁路单位运输工作量综合能耗每百万换算吨公里比上年减少 0.17 t 标准煤,化学需氧量排放量比上年减少 158 t,二氧化硫排放量比上年减少 1 112 t。

(来源:国家铁路局网站)