

高铁运营线隧道接长棚洞施工研究

申密业

中铁23局集团有限公司

摘要: 本文主要介绍高铁运营线隧道接长棚洞的施工管理。以贵广提质改造项目坪山隧道出口接长棚洞为背景,分别从安全、质量、进度和成本管理等方面展开,详细介绍了整个棚洞的施工过程管控。旨在为将来的同类工程项目提供参考价值。

关键词: 运营线; 施工; 棚洞; 管理

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.12.219

一、引言

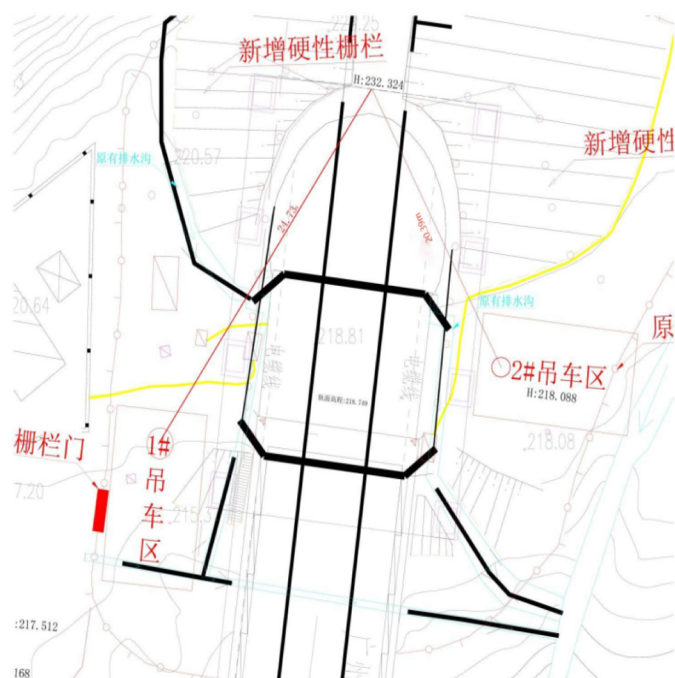
坪山隧道出口段,洞口上方地形地势陡峭,有一个长期以来形成的填充溶洞。坡面基岩为灰岩、白云质灰岩夹白云岩,薄层构造,节理溶蚀裂隙发育,完整性较差,形成了危石。危石在长期重力的作用下,加上雨水的影响,突出的岩体会发生崩落,形成落石。为了确保高铁运营线的安全,在坪山隧道出口位置增设了接长棚洞,以阻隔洞门上方的落石。棚洞主要结构为钢筋混凝土桩基,钢管混凝土立柱,上部采用钢梁结构。采用此结构大大降低了施工的难度和施工中对运营线带来的风险。在正式开始施工前,进行了大量的施工方案优化、比选、论证等工作。从安全性、经济性和工期的角度考虑,最终确定,桩基采用人工挖孔施工,钢管立柱采用现浇混凝土施工,上部钢梁采用汽车吊架设。施工完成后,验证了前期决策的正确性,同时也得到业主南宁局、监理甘肃铁科和公司内部的一直认可、好评。本文通过对整个施工过程的研究介绍,希望能给将来在运营线上的棚洞施工带来参考的价值,达到一定程度上指

导施工的意义。

二、棚洞工程概况

在贵广提质改造项目中,接长棚洞为隧道洞口危岩落石整治而设。原设计,坪山棚洞下部为桩基础,上部为钢筋混凝土结构。设计方案上部钢筋混凝土结构施工需配套临时支架、脚手架施工等临时工程,存在施工工艺复杂、高铁营业线施工安全风险高等问题,为此国铁集团工管中心指导,南宁局集团公司组织开展了棚洞上部结构轻量化、拼装化变更设计,将棚洞上部结构由钢筋混凝土结构变更调整为钢结构,下部基础相应优化,结合各处棚洞地质、地形地貌情况优化桩基础形式、长度。

变更后,采用横向单跨钢结构,由横梁及两侧纵梁组合而成。横梁及两侧纵梁均采用带加肋的焊接箱型截面。纵梁杆件宽90cm,高100cm;横梁杆件宽80cm,高100cm。顶部横梁表面铺设厚度30cm的C35钢筋混凝土板、厚度70cm~190cm轻质泡沫混凝土回填缓冲层,缓冲层形成排水兼缓冲坡。下部结构主要由立柱、桩基组



成。立柱采用钢管柱灌混凝土结构，钢管外径140cm，壁厚36mm，管内灌注C40混凝土。立柱顶部与上部结构纵梁连接，立柱底部与桩基连接，下部结构结合地形地貌设置。棚洞长30.2m，基础设2.0×2.5m桩柱8根。

三、施工组织方案

(一) 基础

棚洞基础设计为桩基，受地形限制，桩基采取人工挖孔作业。

(二) 上部钢结构

结合棚洞的地形地貌情况，采取大吨位汽吊安装棚

洞上部钢结构纵梁、横梁。上部钢构件吊装时，钢管柱、纵梁采取营业线III级封锁施工；跨线的横梁吊装采取营业线II级封锁施工吊装，为确保营业线施工安全，按照国铁集团、南宁局集团公司总体部署，横梁吊装按提级施工管理。

上部钢结构主要构件有钢管柱、纵梁、横梁等，其中最重单个钢构件为纵梁9.3吨。结合棚洞地形地势，采取选取ZLJ5553JQZ260E汽吊吊装。钢管柱、纵梁吊装时，汽吊布置在钢构件的同侧起吊；横梁吊装时汽吊布置在棚洞左侧起吊。

安全系数核算表

序号	构件名称	吊装重量 (T)	吊车作业半径 (M)	主臂作业长度 (M)	ZLJ5553JQZ260E汽车起重能力 (T)	安全系数	是否满足
1	纵梁 (2#吊车位)	11.06	12	31.09	51	4.611	√
2	横梁 (2#吊车位)	9.18	22	35.42	24.1	2.625	√
3	纵梁 (1#吊车位)	11.06	20	31.09	27.5	2.486	√

经核算，ZLJ5553JQZ260E汽车吊，支腿全伸、平衡重80吨时可满足现场吊装需要。

四、施工工艺

棚洞按各部位结构，分为挖孔桩基、钢管立柱、钢箱纵梁、钢箱横梁、及上部缓冲层等。

1. 挖孔桩基

棚洞基础按嵌固桩设计，嵌固桩底进入完整W2基岩深度不小于1.5m。嵌固桩桩身采用C40钢筋混凝土。

施工技术设计文件的复核及技术资料准备：根据现场勘察、调查情况，对工程进行图纸对照、复核、会审。施工单位编制施工方案，按照营业线管理办法办理施工方案审批程序。

安全配合协议：施工前，施工单位应与涉及的设备管理单位，确认现场情况并签订施工安全配合协议。

者才可上岗。

营业线施工计划报批：施工前申请办理施工监管计划和线路封锁施工（要点）计划、报铁路集团公司审批，按照批准计划进行施工。

根据施工平面布置需要，设置临时隔离栅栏，安装临时栅栏门。临时隔离栅栏施工前，应按铁路集团公司营业线管理办法完成专项方案和施工计划报批。棚洞完成施工后，应恢复永久栅栏，拆除临时隔离栅栏。

2. 钢管立柱施工

立柱采用钢管混凝土结构，钢管外径1400mm，壁厚36mm，管内灌注C40混凝土，立柱顶部与上部结构纵梁连接，底部与桩基连接。

施工流程：吊装第一节钢管立柱，采用锚定式连接与桩基上→灌注第一节立柱内混凝土，并预埋接茬钢筋，接茬钢筋长度1.2m，上下各深入60cm→吊装第二节钢管立柱，采用法兰盘与第一节钢管立柱连接→灌注第二节钢管立柱内混凝土。

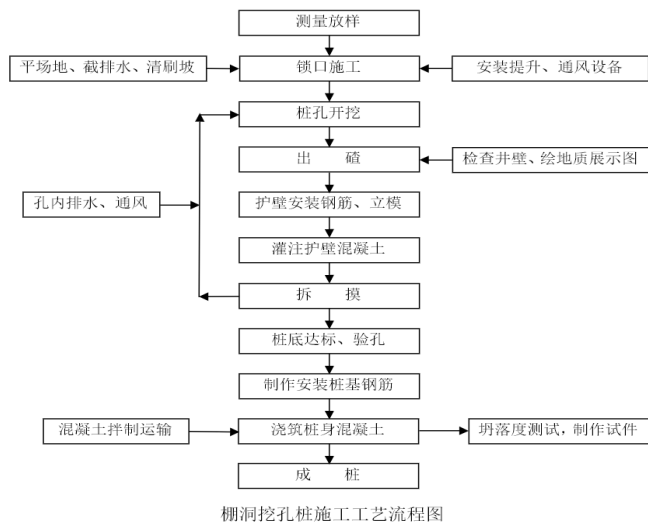
立柱底部与桩基连接采用36根C28承压板锚筋固定，底部设置2块承压板。立柱一般高度9.6m，分2节制作安装，第一节3m，第二节6.6m，采用法兰盘连接。

3. 纵、横梁施工

横梁及纵梁均采用带加劲肋的焊接箱型截面，纵梁杆件宽900mm，杆件高1000mm。横梁杆件宽800mm，杆件高1000mm，材质采用Q355B钢材，纵、横梁应选用符合条件的专业化工厂制作，现场采用汽车吊安装。

纵梁分为边跨、中跨两种，边跨长度10.56m，中跨长度9.04m。由小里程至大里程依次安装，共3根，安装缝隙2mm，采用聚乙烯泡沫塑料板填充。

横梁一般19.5m，可结合运输条件，工厂分段或整根制作，分段位置宜设置在距中隔板1m处，运到现场后



在开工前相关技术人员、防护人员、驻站联络员和特殊工种工人进行上岗前培训，并进行考核，成绩合格

进行拼接组焊。由小里程至大里程依次安装，横梁间采用顶板焊接连接。

纵、横梁采用限位固定。每根横梁与右侧纵梁或左侧挡墙基础连接处均设置左右各1组横向限位（每根横梁共设置4组横梁横向限位），棚洞起始和终止处右侧纵梁或左侧挡墙基础两端设置左右各1组横梁纵向限位器（共4组）。右侧纵梁与每根立柱连接处均设置2组纵梁横向限位及2组纵梁纵向限位（每根立柱共设置2组纵梁横向限位和2组纵梁纵向限位）。限位材质采用与钢箱梁相同的Q355B钢材，限位器在钢梁吊装就位后现场焊接。

4. 钢构件吊装

贵广线营业线吊装钢构件属于较大危险工程，吊装前应编制专项施工方案，并组织专家评审，完善专项方案后办理营业线施工手续。联接固定。每吊装一根杆件就准确定位固定，最后在完成所有钢构件吊装后进行精调和焊接。

5. 端护墙施工

棚洞主体结构施作完成后，于横梁四周施作端护墙。端护墙在专业化工厂制作，现场由汽车吊安装。沿线路方向每侧由2片B型、2片C型端护墙组成，垂直线路方向每侧由1片A0型、1片A2型、9片A1型端护墙组成，每片A型端护墙在中部预留泄水孔开孔，孔径75mm。端护墙与横梁顶面采用熔透焊连接，端护墙间安装缝隙10mm，采用聚乙烯泡沫塑料板填充。

6. 棚洞上部其他结构

端护墙安装完后，在横梁表面铺设C35钢筋混凝土板，厚度30cm，钢筋混凝土板表面施作单面自粘防水卷材，然后采用M20防水砂浆找平。找平层凝固后，采用轻质泡沫混凝土回填缓冲层，缓冲层厚度0.7~1.9m，形成排水兼缓冲坡。轻质泡沫混凝土回填缓冲层表面施作单面自粘防水卷材，其上覆30cm厚黏土隔水层。

（1）钢筋混凝土板、轻质泡沫混凝土回填

钢筋垂直运输采用50t汽车吊吊运，人工按设计间距绑扎牢固，混凝土采用商品混凝土，使用70m混凝土泵车泵送至棚洞顶，人工摊平，振捣密实。混凝土板采用C35混凝土，泡沫混凝土采用FC A07-C2-W10-S-JG/T 266-2011的现浇泡沫混凝土，强度等级C2，吸水率等级为W10。

（2）黏土隔水层

黏土使用50t汽车吊进行垂直运输至棚洞顶，人工蛙式打夯机分层夯实，分层厚度不大于15cm。

五、施工工期安排

坪山隧道出口棚洞，2023年4月10日开工，7月7日完成基础施工，计划8月30日完成上部结构。

六、重点安全保证措施

1. 既有设备防护

（1）在线路上方进行焊接作业时

施工范围及前后5米电缆槽内电缆采用铺设防火布→填砂→铺设木板→恢复盖板的方式进行防护；

施工范围及前后5米采用木盒对钢轨进行防护；施工范围及前后2米供电线索采用绝缘套管防护。

（2）帽檐凿除施工时

搭设脚手架在线索上方铺设木板对供电线索进行防护；施工范围及前后5米采用木盒对钢轨进行防护。

2. 钢构件吊装施工

吊装前项目部必须签订高位吊装确认表，保证各个阶段的准备工作安全到位，各种准备资料齐全。吊装作业严禁在6级及以上大风条件下作业。

吊装前的准备工作做好，特别是每一吊装的横向和纵向的定位轴线要在支撑体系做好标识。吊装时应严格按照标识就位。横梁工地焊接应严格按照焊接工艺要求执行。确保焊接质量，控制焊接变形。钢梁吊装时应确保分段两个吊点的均匀受力。钢梁定位完毕后，需进行再次测量，以确保各钢梁线型控制准确无误。安装尺寸、标高、线形等经监理工程师核准后方可进行下步工作。钢箱梁吊装时，确保吊车荷载率不超过80%。

七、结束语

随着时间的推移，高铁运营的时间会越来越久，对既有线的维护保养工作会变得愈发的重要。像这样的既有隧道接长棚洞在今后的施工中经常会遇到，多做这样的总结研究，必能给今后的施工提供宝贵的经验。加强理论和实践的结合，考虑现场的实际情况，在丰富的经验支持下，肯定能在保证安全和质量的前提下，又快又节约成本地完成此类施工。

参考文献

- [1] 杨硕劼. 公路钢箱梁架设施工[J]. 中铁三局集团天津建设工程有限公司, 2016.
- [2] 徐铁卫. 杭长客专跨既有有线门式墩钢盖梁吊装施工技术[J]. 山西建筑, 2013.
- [3] 高继宇. 铁路既有大型施工项目结合部安全管理研究[D]. 西南交通大学, 2010.
- [4] 李宗田. 高速公路大跨度钢箱梁整体吊装技术[J]. 中铁十四局集团第五工程有限公司, 2017.
- [5] 陈秋云. 浅谈跨营业线门式墩钢横梁吊装施工技术[J]. 中铁二十五局集团第六工程有限公司, 2016.
- [6] 林万里. 乌鲁木齐外环线快速路扩容改建工程钢箱梁的安装控制要点[J]. 新疆交通建设(集团)有限责任公司, 2013.
- [7] 纪建春. 大跨径钢结构连续梁跨城市道路架设施工技术[J]. 绿色环保建材, 2019.