

复杂立交上部结构快速拆除技术

孙士鹏, 刘 涛, 王玉国
(中国铁路设计集团有限公司, 天津市 300140)

摘 要:为建设城市轨道交通三线换乘重要节点的黄木岗综合交通枢纽,改善交通出行结构,促进城市更新,需拆除原黄木岗五岔路口四层立交桥。采用常规施工方法将长时间影响立交周边交通,对居民出行及社会效益造成不可估量的影响,根据实际情况,采用春节封路拆桥方案,研究了利用无损性切割技术的模块车支顶切割直接驮运、模块车支顶切割吊运、满堂支架支顶切割吊运等三种工法相结合的实施方案,仅用9 d就快速、安全、环保地拆除长1 544 m立交桥,为后续城市拆桥工程提供相关经验。

关键词:复杂立交桥;模块车;无损性拆除;BIM

中图分类号: TU997

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)05-0208-04

0 引言

随着城市经济和城市建设的高速发展,城市交通压力不断增大,城市形象要求不断提高,某些原有立交桥已不能满足出行需要、与新城市景观形象格格不入,在城市交通优化、片区改造中亟需拆除。由于本身功能和体量大的特点,立交桥在拆除时对周边居民出行和社会经济效益影响严重,施工时产生的安全风险也较大,因此在进行立交拆除时应结合实际条件选取合适的拆除方法,降低对经济效益的影响,减轻对周边环境的干扰,加大对拆除材料的回收利用。精细的施工工序、新型的设备和技术是安全、迅速、环保的拆除桥梁的保证,也是对设计、施工、管理能力的考验。

1 工程概况

深圳黄木岗立交桥上下共四层,包括地下环岛、地面道路、上部两层立交,承载五个方向交通的重要枢纽,见图1。该桥修建于1998年,箱梁采用支架现浇法施工。A匝道桥长为415.943 m,平面曲线半径为255 m,B匝道桥长为415.696 m,平面曲线半径为275 m,C匝道桥长为268.392 m,平面曲线半径为101.386 m,A、B、C匝道桥面宽度均为9 m,每个匝道均由4联现浇连续梁组成,其中A、B匝道上跨笋岗路主桥部位的桥梁(6跨)预应力混凝土曲线连

续箱梁,其余部位均为普通箱梁,C匝道均为连续箱梁;笋岗西路主桥分为南北两幅,两幅桥长均为222 m(3联10跨),平面为直线,每幅桥面宽14.2 m,每幅主桥均由3联现浇连续箱梁组成,其中跨华富路的第二联桥梁(4跨)为预应力箱梁,其余部位均为普通箱梁。



图1 黄木岗立交平面图

现场周边环境复杂,分布有医院、体育中心、中学等多个企事业单位和小区,环境敏感。既有地铁站及区间天桥下穿过,同时分布110/220 kV等500多条光缆以及众多大直径给水管、燃气管、雨污水管等管线。拆除这种复杂环境下的复杂立交桥必须制定详细的拆除方案和流程,对每个流程使用的设备机械进行验算,确保每个流程的安全。

2 施工方案选择

2.1 拆桥工法对比

桥梁拆除是桥梁工程的一个后续,针对不同结构、不同环境、不同工艺,诞生了不同的拆桥工法^[1],其优缺点见表1,其中模块车支撑法近年出现,被应用在上海北翟路局部高架桥拆除^[2]和深圳彩田立交桥

收稿日期: 2020-11-25

基金项目: 中国铁路设计集团有限公司科技开发课题
(2020YY230401)

作者简介: 孙士鹏(1991—),男,硕士,工程师,从事桥梁设计工作。

拆除工程中。

根据深圳“移民之都”的特点,采用春节期间封闭交通拆桥方案,在此基础上,根据工程场地地形起伏较大、既有桥梁分布集中、拆除时间紧张的特点,结合国内城市拆桥工程和设备使用种类,确定箱梁及墩柱切割采用无损切割技术分段切割^[2],支承和运输分布采用模块车支顶切割直接驮运、模块车支顶切割吊车吊运、满堂支架支顶切割吊车吊运三种工法相结合的方案实施。

2.1.1 模块车支顶切割驮运

模块车使用一般要求地形坡度为不大于5%,具体要求根据不同厂家的车型而定。根据场地条件及模块车运输稳定性,对高度在2~8 m、地面平整度不超过5%的箱梁,采用模块车对桥梁进行预支撑(见图2(a)),采用金刚石绳锯切割,直接使用模块车驮运至存梁区(见图2(b)),以加快施工进度,共16块长224 m。



图2 模块车支顶切割驮运图示

2.1.2 模块车支顶切割吊运

对于满足使用模块车使用要求即地面平整度不超过5%的箱梁,桥梁高度在8~15 m的孔跨采用满堂支架不能满足工期要求时,使用模块车配合装配式钢结构支架进行支撑,采用金刚石绳锯切割,履带吊吊装(见图3),模块车或者平板车运输,防止模块车在直接运输途中由于钢管格构支撑过高发生倾覆,共26块长270 m。

2.1.3 满堂支架支顶切割吊运

对于地面平整度大于5%的箱梁,不满足模块车



图3 履带吊吊装及模块车驮运

使用条件,搭设满堂盘扣脚手架支撑体系进行预支撑,采用金刚石绳锯切割,通过大型汽车吊吊运到平板车,转运至存梁场或外部弃渣场。

2.2 模块车简介

模块车(self-propelled modular transporter, SPMT)采用计算机控制,可自行移动,根据需求可配置成具有不同运输能力的车体,被广泛应用于装备制造、石油、化工、桥梁建造等工程领域中,随着无损切割工艺的出现,近几年逐渐被应用于旧桥拆除工程中^[2]。

模块车的基础部件是模块组和一个动力头(PPU-Power Pack Unit),模块组包括4轴线和6轴线两种。4轴线模块长5 600 mm、宽2 430 mm、高1 140 mm;6轴线模块长8 400 mm、宽2 430 mm、高1 140 mm,6轴线模块与动力头相连接产品见图4。



图4 6轴线 SPMT 模块车

在控制器指示下模块车可实现转向、升降、低速行驶和制动4项功能,可在不大于8%坡道上运行,如果地面局部沉降,液压系统自动补偿地面的高差。模块车最大承载力为40 t/轴线,即单个车轮的最大

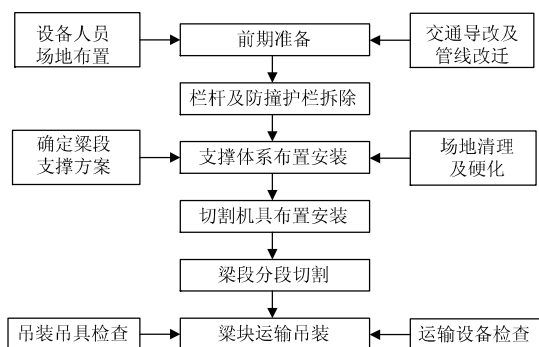
表1 桥梁拆除常用工法对比表

施工方法	满堂支架支撑法	机械直接凿除法	模块台车支撑法	控制爆破拆除法
	满堂支架支撑,静力切割,小节段吊运拆除	液压锤凿除破碎	模块台车支撑,切割梁块后自行运输	炸药爆破拆除
优点	1.工艺成熟; 2.安全可靠; 3.对场地整体要求低,使用较为灵活	1.施工简单; 2.工期短; 3.成本低	1.工艺先进; 2.工期较短; 3.节省劳动力资源	1.工艺成熟; 2.施工工期短
缺点	1.支架搭设及拆除时间长; 2.投入劳动力资源多	1.施工噪声大; 2.粉尘污染大	1.投入机械设备多; 2.对场地平整度要求高; 3.拆除成本较高	1.施工噪声及粉尘较大; 2.附件建筑物多时危险性大
应用项目	柳州红光大桥匝道桥	龙王庙立交桥; 湛江康顺立交桥	上海北翟路局部高架桥; 深圳彩田立交桥	重庆彭水郁江大桥; 吉安赣江大桥

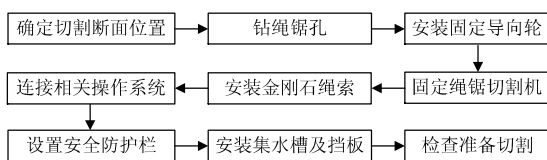
载荷 10 t,模块车纵向轴距为 1.4 m。

3 工艺流程

黄木岗立交上部结构拆除工艺流程见图 5(a),其中切割机具布置安装工艺流程见图 5(b),根据工艺流程,细化每个环节内容和目标,制定施工组织原则。



(a) 上部结构拆除工艺流程图



(b) 切割机具布置安装流程图

图5 拆除工艺流程

4 施工方法和技术措施

4.1 分块原则和标准

桥梁拆除遵循“安全第一、有序开展、平衡对称、化整为零、逆向施工”的原则。桥梁分块根据桥梁结构特点、施工场地、周边环境情况,考虑支撑吊装运输方案、箱梁钢束锚具连接器横梁布置情况、吊车吊运能力、汽车运输能力、吊装平稳性等确定分块标准。分块标准为主桥吊运段长度为 2.4 ~ 3.0 m,匝道桥吊运段长度为 3.0 m,模块车运输每跨运输 2 段,每段最大 14 m。

4.2 切割方案

本工程采用无损切割技术,使用金刚石绳锯进行切割,绳孔及吊装孔采金刚石钻孔机进行钻孔,钻孔在正式切割前完成。该方法具有快速、安全、环保、简便等特点。

根据主桥结构尺寸情况,对于单箱双室箱梁,横桥向沿切割缝在桥梁中心线两侧各布置 1 个穿绳孔,配置三台绳锯进行切割,对于单箱单室箱梁,横桥向沿切割缝的桥梁中线布置 1 个穿绳孔,配置两台绳锯进行切割,横桥向穿绳孔及绳锯布置见图 6(a)和图 6(b)。

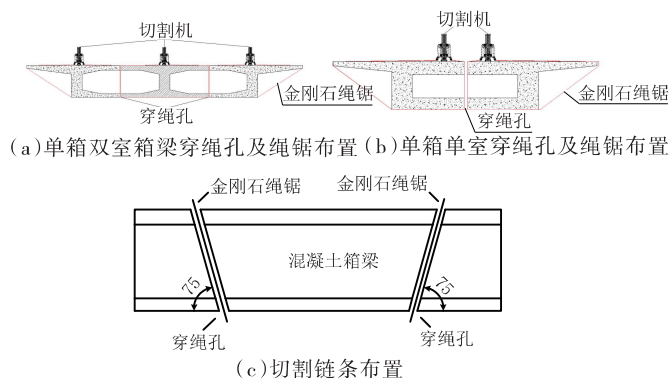


图6 金刚石绳锯切割方案

首段梁横向采用八字形切口,上宽下窄,斜交角度约 75°,见图 6(c)。横向也采用斜切,切缝中插入楔形铁片防止切割中卡绳。

4.3 切割泥浆水防污染措施准备

切割过程中用水量较大,采用洒水车供给各切割设备。通过在底部设置集水槽收集切割过程中产生的混凝土浆水,经集水管引至废水收集池,沉淀后排出。集水槽立面布置情况见图 7(a),集水槽断面布置情况见图 7(b)。

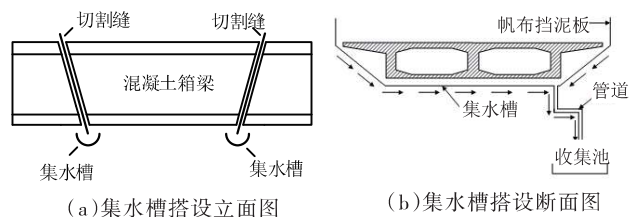


图7 切割防污染措施

4.4 预应力弯桥防侧滑措施

本工程 A、B 匝道上跨笋岗路主桥部位的桥梁(6 跨)为预应力混凝土曲线连续箱梁,切割梁体后预应力释放会导致梁体向曲线外侧滑动,为保证切割过程的安全采取一定措施:

(1)增加模块车支撑架整体宽度,提高支撑架整体稳定性,防止梁体侧滑导致支架倾斜;

(2)结合计算,合理确定第一块切割位置,保证切口位置由预应力释放引起的侧滑位移最小,切割位置位于曲线连续梁中点附近,根据预应力连接器和横隔梁位置进行调整;

(3)减少支撑架与支撑物的摩擦力,允许一定的水平位移。

4.5 BIM 技术应用

现场施工机械多,路线复杂,采用 BIM 技术,模拟现场拆桥情况,确保方案可实施性。通过建立桥梁 BIM 模型,利用 Navisworks 软件对项目实施过程进行全过程全空间推演,对机械设备进场线路、吊机站

位及吊装、平板车运梁线路进行优化,对吊装过程进行碰撞检查,见图8,确保各块梁体吊装顺利进行^[3]。



图8 BIM推演

5 结 语

深圳市黄木岗立交采用春节封路拆桥方案,利用无损性切割技术切割梁片及模块车支顶切割直接驮运、模块车支顶切割吊运、满堂支架支顶切割吊运等三种支撑运输工法相结合的实施方案,解决了施工过程中对公众、公共财物、临近建筑、现有公共设施的保护。

先进 SPMT 模块车的应用大大提升了拆桥速度,低噪音的金刚石绳锯无损切割技术和降尘的喷淋系统及雾炮机应用大大降低了施工对周边环境的

干扰,BIM技术的应用发现并处理可能出现的问题,优化拆桥放案,无人机拍摄视频,实时掌握多工作面共同作业的安全动态。

传统的人工拆除和爆破拆除方法往往造成极大的破坏,制造出大量废弃物,而采用无损切割技术拆除的材料完整整齐,通过后期处理成公园凳、路牙、人行道砖、管线涵等可使得得到100%循环利用^[4]。本次工程仅用9d就快速、安全、环保地拆除长1544m立交桥梁,将拆桥对周边居民和城市交通的影响降到了最低,为后续城市拆桥工程提供丰富、宝贵的经验。

参考文献:

- [1] 高波,胡清和,施园园.浅谈桥梁拆除技术[J].工程与建设,2017,31(5):687-689.
- [2] 焦佳振.城市高架桥的快速拆除方法研究[J].上海公路,2018(Z1):59-62.
- [3] 祝叶,罗凡.在非对称外倾拱桥施工中 BIM 技术的应用研究[J].公路工程,2017,42(5):233-238.
- [4] 海海.深圳卫视《城市发现》栏目深度报道我司绿志研究院黄木岗被拆立交桥变身运输主干路 [EB/OL].(2019-11-08)[2021-01-05].
<http://www.weihaigroup.com.cn/news/1/2948.html>.

(上接第202页)

前5个月完工,大大降低了施工成本。在施工中不断优化施工组织方案,并利用设置移动钢护栏、架设钢便桥、贴标线带、打钢板桩等新材料、新技术,很好地将施工与保畅通两者紧密结合起来,确保了改扩建期间的道路畅通,也未发生过安全生产责任事故,树立了良好的企业形象,取得经济效益和社会效益的双丰收,为今后我国高速公路改扩建提供了比较好的经验。

参考文献:

- [1] 刘中亚.合安高速改扩建的安全监管[J].中国公路,2020(15):54-57.
- [2] 王慧恩,王慧,杨印明.高速公路改扩建项目交通组织及保通方案研究[J].公路交通科技(应用技术版),2020,16(6):288-290.
- [3] 李雄.高速公路改扩建安全交通组织[J].交通世界,2020(22):133-134,155.
- [4] 陈礼彪,邬晓光,苏兴矩,等.厦蓉高速公路改扩建工程交通组织方案研究[J].工程管理学报,2020,34(3):61-66.
- [5] 王伟,陆雨函,李剑.高速公路改扩建工程交通组织施工区长度划分研究[J].工程建设与设计,2020(13):110-112.