

文章编号: 1674—8247(2018)02—0084—06

# 大吨位箱涵柔性拉杆顶拉法施工技术研究

胡国伟

(中铁三局集团有限公司, 太原 030001)

**摘要:**山西孝义市北景观大道东延工程在孝南楼东俊安发运站以框架箱涵的形式穿越既有线的5股道及5个货场,框架箱涵共9节,全长203.24 m。针对此框架涵吨位大、顶力大、顶程超长、工作场地有限等特点,选用顶拉法施工方案,并对顶拉法配套装置研发设计,采用了预应力钢绞线束构成的柔性拉杆配合夹片限位板装置。经过现场检验,总结形成适用于大吨位箱涵的柔性拉杆顶拉法。较好的解决该框架桥的施工技术难题,为类似工程提供了较好的借鉴。

**关键词:**大吨位;箱涵;柔性拉杆;顶拉法;钢绞线

**中图分类号:**U445.462 **文献标志码:**A

## Research on Jacking-pulling Method of Flexible Tension Bar for the Large Tonnage Box Culvert

HU Guowei

(China Railway No.3 Engineering Group Co., Ltd., Taiyuan 030001, China)

**Abstract:** The East Extension Project of North Landscape Avenue is located in Xiaoyi City, Shanxi province. The Frame Box Culvert passes five Tracks and five Freight Yards which are located at Loudong Jun'an delivery station in Xiaogan district. The culvert has 9 sections, 203.24 m long. According to characteristics of the culvert, such as large tonnage, large jacking force, long jacking path, limited work place and so on, jacking-pulling method is adopted. The matching devices of jacking-pulling are designed, the flexible tension bars made of prestressed steel strand are used, and the devices of clip location-limited plate is also used. After field inspection, jacking-pulling methods suitable for flexible tension bars of large tonnage box culvert are summarized. It is better to solve the construction technical problems of the frame bridge, and provides good references for similar projects.

**Key words:** large tonnage; box culvert; flexible tension bar; jacking-pulling method; steel strand

### 1 工程概况

山西孝义市北景观大道东延工程位于孝河北侧,在孝南楼东俊安发运站以框架箱涵的形式穿越既有线的5股道及5个货场,框架箱涵共9节,箱涵横向跨径为2~13.2 m的框架结构,顶板厚90 cm,底板厚100 cm,中边墙厚100 cm;结构净高5.2 m,使用净高

不小于4.5 m。全长203.24 m,其中6~8节箱涵原设计采用中继间法顶进施工,其余节箱涵采用现浇法施工。6~8节箱涵长度分别为18.5 m、25 m、30 m,箱涵总长度73.5 m;设计顶程83.18 m,设计最大顶力分别为:4 533.3 t、9 088.4 t、7 557 t,设计总顶力21 178.7 t。工作坑施工平面布置如图1所示。

收稿日期:2017-11-22

作者简介:胡国伟(1980-),男,高级工程师。

引文格式:胡国伟. 大吨位箱涵柔性拉杆顶拉法施工技术研究[J]. 高速铁路技术,2018,9(2):84-89.

HU Guowei. Research on Jacking-pulling Method of Flexible Tension Bar for the Large Tonnage Box Culvert[J]. High Speed Railway Technology, 2018,9(2):84-89.

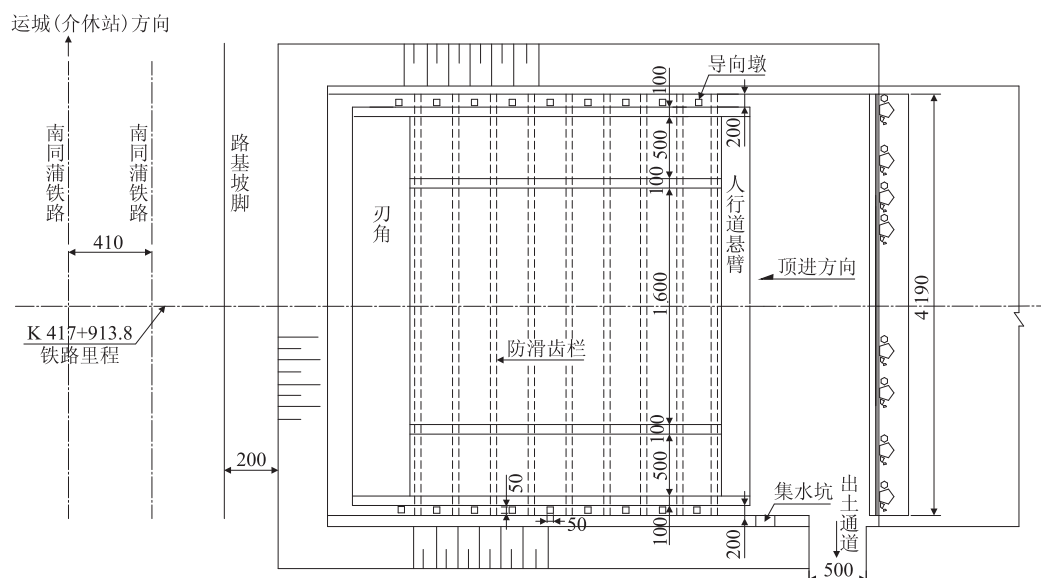


图1 工作坑施工平面布置图(cm)

## 2 大吨位箱涵顶进方案优化

### 2.1 中继间法施工方案

本框架桥与国内外已完类似工程相比,具有跨度大、顶力大、顶程超长且工作场地有限等特点,6~8节箱涵顶进采用中继间法施工时,前节框架利用后节做后背,用节间设置的中继间千斤顶进行顶进,中继间内的千斤顶大达到最大行程后,前节框架桥暂停顶进,进行后节框架的顶进。此时,前节中继间的千斤顶随着后节框架的前进而进行压缩,框架的最后一节依靠后背反力进行顶进,依次类推,节节顶进。结合现场实际施工条件,中继间法施工存在如下问题<sup>[1]</sup>:

(1)设计后背位置处有国家电网电杆及拉线,不具备制作后背条件。而且拆迁周期较长,不能满足工程总体工期要求。

(2)由于箱体体积较大,所需顶力也大,导致设计后背尺寸较大:长×宽×高=16 m×46 m×14.1 m。设计后背共需 P50 钢轨桩(打拔)1 033.35 t,安拆槽钢、拉杆 2.1 t,后背反压草袋 942 m<sup>3</sup>。施工成本较高。

(3)由于设计顶程达 83.18 m,最大顶力 9 088.4 t。若千斤顶采用 QYS500 t 双作用系列千斤顶,则顶铁、传力柱需布置 26 排,共需约 2 200 m,大大提高了顶进工程成本。最长传力柱按 8 m 一节计算,顶铁、传力柱接头总数约 300 个,顶进过程中顶铁、传力柱失稳问题突出,失稳几率较高,失稳问题很难解决。且由于顶程长,传力设备弹性压缩量大,降低顶进速度。

### 2.2 顶拉法施工方案

顶拉法适用于箱身较长、箱顶以上覆盖土层不厚和场地窄小的工程,6~8 箱涵顶进采用顶拉法施工时<sup>[2]</sup>,多节箱涵串联同时施工时,首先安装成套分配梁和每两节之间千斤顶设备,之后开始顶进,即首先以中间节和后节的摩阻力之和顶进前节,再过拉杆传递力,以前节和后节摩阻力之和顶进中间节,最后以前节和中间节摩阻力之和顶进后节,即完成一个循环的顶进,如此循环直至所有箱涵顶进到位。

本方案的缺点是施工配套装备较复杂,研发较困难。但具有如下优点:省去后背安拆、减少传(力)设备、降低了顶进施工费用,施工完毕拆除设备,不会对环境造成任何影响,节省了庞大的混凝土后背梁工程,减少了污染物的排放。

综上所述,本桥大吨位箱涵采用顶拉法施工方案,可降低能源消耗,减少由于施工产生的污染,有利于保护环境。

## 3 大吨位箱涵柔性拉杆顶拉法配套装置的研发设计

目前顶拉法施工多用于中小箱涵的顶进,其中拉杆多采用螺栓连接型钢、钢筋或精轧螺纹钢束等刚性拉杆,目前柔性拉杆应用工程案例很少,其原因有两个,一是中小箱涵顶拉力较小,可采用刚性拉杆实现,二是大吨位顶进采用柔性拉杆时前后分配梁的设计问题没有解决。在本大型箱涵顶进时,千斤顶的顶力和柔性拉杆所受的拉力非常大,传统的采用型钢作为分配梁的简单形式其安全性已不能适应大型箱涵的顶拉

法施工。为此,对大吨位箱涵柔性拉杆顶拉配套装置进行研发设计。顶拉法配套设备主要包括:前后端分配梁、千斤顶、拉杆和拉杆锚固装置。

3.1 顶力计算

在顶拉法施工设计中,各节箱身顶力的计算公式有如下两种<sup>[3-4]</sup>:

$$P=K[N_1f_1+(N_1+N_2)f_2+2Ef_3+RA]$$
 (1)

式中: $P$ ——最大顶力(kN);

$K$ ——系数,一般取1.2;

$N_1$ ——箱体顶上总荷重(包括线路加固荷载)(kN);

$f_1$ ——箱顶上表面与顶上荷重的摩阻系数;

$N_2$ ——箱身自重(kN);

$f_2$ ——箱体底板与基底土的摩阻系数;

$E$ ——箱体两侧土压力(kN);

$f_3$ ——侧面摩阻系数;

$R$ ——刃脚下正面阻力,应视刃脚构造、挖土方法、土的性质,经试验确定,当无试验资料时,可采用砂质黏土500~550 kPa,卵石土1 500~1 700 kPa;

$A$ ——刃脚正面面积( $m^2$ )。

$$P=\mu N$$
 (2)

式中: $P$ ——顶力(kN);

$N$ ——箱体重力(kN);

$\mu$ ——顶力系数。

根据以往经验,箱身在土内顶进,当顶部无覆盖土时,其顶进摩阻力约为箱身自重的1.4倍,箱身与表面未经润滑处理的工作坑底板的启动摩阻力约为箱身自重的0.8倍,而启动后的摩阻力约为箱身自重的0.5倍。

为考虑足够安全系数,各节箱身的最大顶力采用脱离滑板后的设计箱身顶力,如表1所示:

表1 设计参数(均以脱离滑板后检算)

| 节号        | 6      | 7      | 8      |
|-----------|--------|--------|--------|
| 设计最大顶力/kN | 45 333 | 90 884 | 75 570 |

3.2 分配梁研发设计

(1) 设计总体思路

①分节预制箱涵底板时,在箱体底板中均匀预埋柔性拉杆钢绞线的通道圆钢管,并左右对称布置,且各节底板的圆钢管必须纵向相通,成一条直线;对前后端分配钢梁的受力验算以及钢绞线的受力验算选取钢梁及锚具尺寸;通过力学验算决定钢绞线、顶镐的布置及数量。

②前端分配梁采用钢板,其长度与箱涵截面的宽

度一致,钢板上设置有用于穿设柔性拉杆的预留圆孔,柔性拉杆通过锚具锚固于预留圆孔处。

③后端分配梁为箱型结构,包括上层面板、下层面板、腹板以及加劲板,用于锚固柔性拉杆的锚具锚固在上层面板上,下层面板用于和顶镐密贴,腹板连接上层面板和下层面板,腹板上设置若干道沿箱涵移动方向的加劲板。

④锚具外侧设置限位安全装置,所述的限位安全装置包括限位板、带丝的固定接口、螺栓以及弹簧丝,限位板对应柔性拉杆开有若干通孔,若干带丝的固定接口设置于前、后端分配梁上,限位板通过螺栓与带丝的固定接口连接,限位板和锚具之间的柔性拉杆上套有弹簧丝。

(2) 分配梁简述

第6节前端分配梁采用16 mm钢板5层,厚度总计80 mm,宽度500 mm,长12 m,钢板上预留12孔 $\times$ 22束/孔的钢绞线孔道,如图2所示;第8节后端分配梁采用箱型结构,与锚具密贴面板厚度112 mm,与千斤顶密贴钢板厚度48 mm,宽度均为500 mm,高度箱型结构净高1 000 mm,腹板厚度32 mm,设置2块,腹板净距300 mm,在腹板之间每隔320 mm加焊1道加劲板,加劲板厚度24 mm,如图3所示。

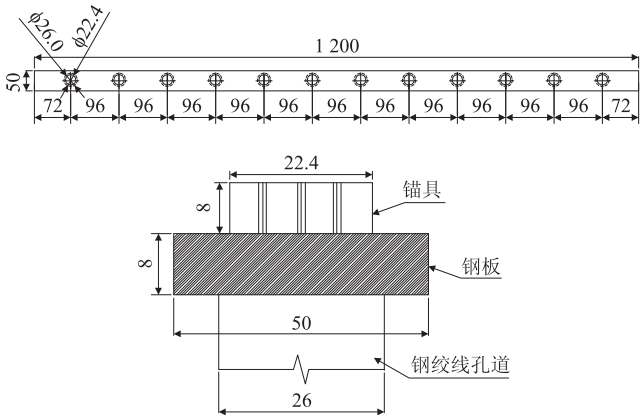


图2 前端分配梁示意图(cm)

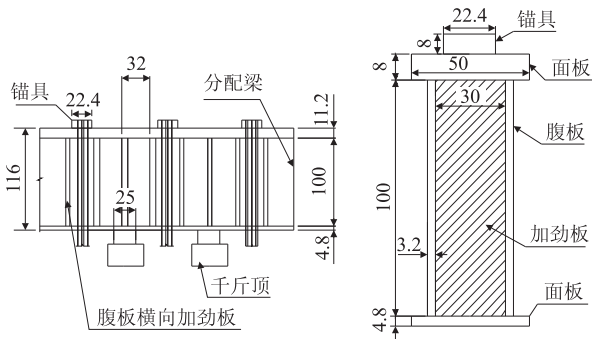


图3 后端分配梁示意图(cm)

(3)第 6 节前端分配梁及锚具设计检算

单个锚具承受的拉力  $N = 75\,570 \div 2 \div 12 = 3\,149\text{ kN}$ ;锚具拉力在钢板上产生的剪应力  $\tau = 3\,149 \times 10^3 \div (3.14 \times 260 \times 80) = 49\text{ MPa} < 110\text{ MPa}$ ,满足;经有限元分析锚具拉力在钢板上产生的最大主应力为  $151\text{ MPa} < 190\text{ MPa}$ ,计算模型如图 4 所示。

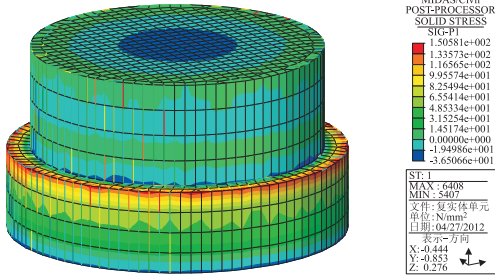


图 4 前端分配梁计算模型示意图

混凝土局部承压力计算: $\sigma = (75\,570 \div 2 \times 103) \div (12\,000 \times 500 - 12 \times 3.14 \times 1\,302) = 7.0\text{ MPa} < 9.4$

$\sqrt{\frac{12 \times 1}{12 \times 0.5 - 12 \times 3.14 \times 0.13^2}} = 14.1\text{ MPa}$  (C35 混凝土)<sup>[5]</sup>,满足。

(4)第 8 节前端分配梁及锚具设计检算

因配置 26 台千斤顶,单个千斤顶承受的集中力  $N = 75\,570 \div 26 = 2\,906\text{ kN}$ ;按多跨连续梁计算,将拉索处作为约束,在千斤顶处施加  $2\,906\text{ kN}$  的集中力,计算分配梁的弯曲应力为  $30.1\text{ MPa}$ ,剪应力为  $45.5\text{ MPa}$ ,计算模型如图 5 所示。

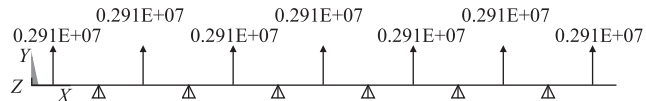


图 5 后端分配梁计算模型

箱型截面局部稳定性计算:

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2 + \frac{\sigma_c}{\sigma_{c,cr}} = \left(\frac{30.1}{190}\right)^2 + \left(\frac{45.5}{110}\right)^2 + \frac{3\,149\,000 \div [64 \times (320 + 5 \times 112)]}{190} = 0.49 < 1$$
, 满足。

加劲板(24 mm 厚)计算:

$$\frac{N}{\phi A} = \frac{3\,149\,000}{0.996 \times (24 \times 300 + 15 \times 24 \times 48 + 15 \times 24 \times 112)} = 49\text{ MPa} < 190\text{ MPa}$$
,满足。

锚具处面板的厚度计算:

采用有限元计算,锚具处面板在腹板和加劲板的约束下,其局部承压范围矩形考虑(长 320 mm、宽 332 mm、厚 112 mm),计算最大应力为  $125\text{ MPa}$ ,计算结果如图 6 所示。

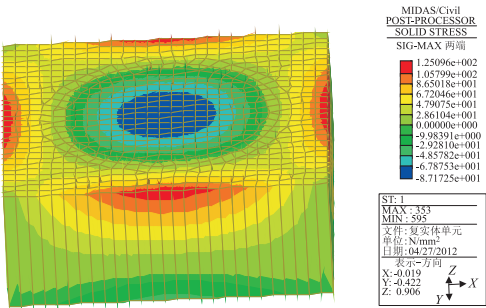


图 6 锚具处面板局部承压计算

3.3 千斤顶配置设计

根据箱身的最大顶力,考虑千斤顶的效率系数  $K = 0.7$ ,则每节箱身需要千斤顶的最大顶力为:

$$P = \frac{F_{max}}{K} \tag{3}$$

式中: $P$ ——千斤顶的最大顶力;  
 $K$ ——千斤顶的效率系数;  
 $F_{max}$ ——箱身最大摩阻力。

箱身最大摩阻力取第 7 节脱离滑板后设计最大顶力为  $9\,088.4\text{ t}$ ,千斤顶的效率系数取  $0.7$ ,则千斤顶的最大顶力为  $12\,983.4\text{ t}$ 。

结合现场实际情况,经考虑现场底板预留镐窝位置,选用 26 台 QYS 系列双作用液压千斤顶,型号 QYS500,最大推力  $500\text{ t}$ ,拉力  $263\text{ t}$ ,备用 4 台。

3.4 柔性拉杆及锚固装置研发设计

(1)柔性拉杆受力状态分析

本工程柔性拉杆采用  $1 \times 7 - 15.2 - 1\,860$  预应力钢绞线,以箱身脱离滑板后的受力情况为准,其如受力状态如表 2 所示。

| 表 2 钢绞线受力状态分析(均以脱离滑板后检算) |         |  |         |    |
|--------------------------|---------|--|---------|----|
| 序号                       | 工况      | 受力分析   | 最大受力/kN | 备注 |
| 1                        | 顶进第 6 节 | 以 7、8 节为后背,钢绞线不受力  | 0       |    |
| 2                        | 顶进第 7 节 | 以第 8 节作后背,当第 8 节摩阻力不足时,通过钢绞线将第 6 节的摩阻力传递给第 8 节,故钢绞线受力为 $90\,884 - 75\,570 = 15\,314\text{ kN}$ | 15 314  |    |
| 3                        | 顶进第 8 节 | 通过钢绞线对拉自平衡,将第 6、7 节的摩阻力作为第 8 节顶进的后背,故钢绞线受力为 $75\,570\text{ kN}$                                | 75 570  |    |

(2)柔性拉杆及锚固装置选用

由表 2 可知,钢绞线总的拉力最大为  $75\,570\text{ kN}$ 。钢绞线控制应力按最大  $0.8f_{ck}$ ,即单根钢绞线允许的最大拉力为  $0.25 \times 3.14 \times 15.24^2 \times (1\,860 \times 0.8) \times$

$10^{-3}=271\text{ kN}$ ,需要的钢绞线数量为  $75\ 570/271=279$  根,考虑到顶进过程中钢绞线受力的不均匀性及安全储备,取 1.5~2.0 倍安全系数,经对钢绞线的安全系数和伸长值的计算,计算结果如表 3 和表 4 所示。

表 3 不同根数下的钢绞线安全系数计算结果表

| 序号 | 钢绞线直径/mm | 孔数 | 总根数 | 单孔根数 | 安全系数 | 锚具型号            | 预留孔最小内径/mm |
|----|----------|----|-----|------|------|-----------------|------------|
| 1  | 15.24    | 24 | 419 | 17   | 1.5  | YJM15-17 OVM    | 90         |
| 2  | 15.24    | 24 | 446 | 19   | 1.6  | YJM15-17/19 OVM | 100        |
| 3  | 15.24    | 24 | 474 | 20   | 1.7  | YJM15-20~22 OVM | 120        |
| 4  | 15.24    | 24 | 502 | 21   | 1.8  | YJM15-20~22 OVM | 120        |
| 5  | 15.24    | 24 | 530 | 22   | 1.9  | YJM15-20~22 OVM | 120        |
| 6  | 15.24    | 24 | 558 | 23   | 2.0  | YJM15-23/24 OVM | 120        |

表 4 不同根数下的钢绞线伸长量计算结果表

| 序号 | 拉力/kN | 长度/m | 弹模/MPa | 面积/mm <sup>2</sup> | 伸长量/mm |
|----|-------|------|--------|--------------------|--------|
| 1  | 181   | 71   | 195    | 182.3              | 361    |
| 2  | 169   | 71   | 195    | 182.3              | 338    |
| 3  | 159   | 71   | 195    | 182.3              | 318    |
| 4  | 150   | 71   | 195    | 182.3              | 301    |
| 5  | 143   | 71   | 195    | 182.3              | 285    |
| 6  | 135   | 71   | 195    | 182.3              | 270    |

经对比结果,柔性拉杆及锚固装置选用方案:采用 24 孔管道,每孔 22 束钢绞线,YJM15-20~22 锚具,管道内径不小于 120 mm,锚具直径 226 mm,厚度 80 mm。该设计钢绞线最大弹性伸长量 28.5 cm,故第 8 节后端顶镐处除了预留 30 cm 的顶进行程外,还应考虑钢绞线的弹性伸长值 28.5 cm,即至少保证千斤顶具有 60 cm 的行程,其他千斤顶处不考虑钢绞线伸长。

4 大吨位箱涵柔性拉杆顶拉法施工关键技术

4.1 箱身与滑板粘结防治技术

本工程施工时润滑隔离层采用三层,分别为 3 mm 石蜡机油润滑层(掺 25% 机油)、1 mm 的滑石粉、一层塑料薄膜,为避免箱涵顶进启动时箱身与滑板粘连,另在塑料薄膜上加铺一层油毛毡,实践证明,该方法有效,顶进时未发生箱身与滑板粘连。

4.2 防止线路横移技术

为确保顶进时线路方向,在顶进方向对面距线路中心 4 m 处设  $\phi 1.25\text{ m}$ 、桩长 15 m 钢筋混凝土人工挖孔桩 18 根,其中箱涵范围内间距 2.5 m,共 10 根;箱涵两侧间距 3 m,共 8 根。桩顶设钢筋混凝土冠梁。

采用 U 型螺栓和角钢将扣轨、枕木、纵横梁联接成为整体,并在顶进方向对侧设置抗移桩的措施预防线路横移<sup>[6]</sup>,并采用倒链连接涵顶预埋件和线路加固设备,发生横移时,用倒链牵拉的治理措施,解决了顶进过程中的线路横移问题<sup>[7]</sup>。

4.3 箱涵姿态控制技术

在对楼俊货场第 6~8 节框架桥顶拉法施工过程中从方向和高程严格控制箱涵姿态,采用了偏顶、挖土、后背顶铁三种方法来调整方向,用“船头坡”、仰坡、横缝、加铺过渡段、换填、超欠挖等方法来调整高程<sup>[8]</sup>,保证了框架桥顶进施工质量。实践证明,以上方法简便、有效,施工方便,可为今后类似工程施工提供参考。

5 结束语

针对本框架箱涵吨位大、顶力大、顶程超长、工作场地有限等特点,通过对中继间法施工方案和顶拉法施工的优缺点对比,将顶拉法作为本框架涵的施工方

案,可降低能源消耗,减少由于施工产生的污染,有利于保护环境。  
为解决大吨位箱涵顶进施工时柔性拉杆及分配梁的安全性问题,对顶拉法配套装置研发设计、使用了预应力钢绞线束构成的柔性拉杆,配合夹片限位板装置,开展了箱身与滑板粘结防治、防止线路横移、箱涵姿态控制等关键技术的研究,经过现场实践应用,总结形成适合于一种适用于大吨位箱涵的柔性拉杆顶拉法。

经实践证明,柔性拉杆顶拉法避免了长距离框架桥顶进施工中顶铁、传力柱失稳问题,较好解决该框架桥的施工技术难题,将顶拉法拓展到了适用于万吨级的摩阻力顶进涵施工,为类似工程提供了较好的借鉴。

参考文献:

[1] 梁红燕. 大型火车站内顶进框架桥的设计[J]. 铁道标准设计, 2011,55(2):76-79.  
LIANG Hongyan. Design of Frame Bridge Jacked In Large Railway Station [J]. Railway Standard Design, 2011,55(2):76-79.  
[2] 余康林. 既有车站拆旧桥顶进框架桥设计[J]. 高速铁路技术, 2015,6(2):72-76.  
YU Kanglin. Design of Frame Bridge Jacked Through Existing Railway Station By Removing Old Bridge [J]. High Speed Railway



- Technology, 2015, 6(2): 72-76.
- [3] 倪伟伟, 张俊岱, 黄伟. 下穿铁路编组站大跨度架空顶进地道桥关键技术研究[J]. 隧道建设, 2016, 36(6): 740-747.
- NI Weiwei, ZHANG Jundai, HUANG Wei. Study of Key Construction Technologies for Large-span Overhead Jacking of Underpass Bridge Crossing underneath Railway Marshalling Station [J]. Tunnel Construction, 2016, 36(6): 740-747.
- [4] 金继伟. 下穿既有铁路大跨度架空顶进箱涵的设计与施工关键技术[J]. 郑州大学学报(工学版), 2012, 33(3): 28-32.
- JIN Jiwei. Key Technique in the Design and Construction of Large Span Overhead Jacking Culvert Beneath the Existing Railway [J]. Journal of Zhengzhou University (Engineering Science), 2012, 33(3): 28-32.
- [5] TB 10002-2017 铁路桥涵设计规范[S].
- TB 10002-2017 Code for Design on Railway Bridge and Culvert [S].
- [6] 贾晓辉. 铁路站场顶进涵施工技术研究[J]. 铁道建筑设计, 2015, 32(12): 50-53.
- JIA Xiaohui. Construction Technology Research for Jacking Culvert in Railway Station Yard [J]. Railway Construction Technology, 2015, 32(12): 50-53.
- [7] 梁海舰. 既有线桥涵工程施工关键技术[J]. 高速铁路技术, 2012, 3(4): 82-86.
- LIANG Haijian. Key Techniques for Construction of Bridge & Culvert of Existing Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2012, 3(4): 82-86.
- [8] 刘凯. 5×16 m 下穿铁路框架桥顶进施工分析[J]. 铁道建筑设计, 2016, 33(2): 9-12.
- LIU Kai. Jacking Construction of 5×16 m Under-passing Railway Frame Bridge [J]. Railway Construction Technology, 2016, 33(2): 9-12.
- (编辑: 苏玲梅 白雪)

(上接第66页)

## 6 结束语

对于复杂大型客运站的施工组织方案的制定, 是一项牵涉面广、复杂的系统工程, 需要运营部门以及建设、设计、施工各方全程参与、倾力合作, 妥善处理好运营与施工之间的矛盾。施工组织方案需以运输需要为前提, 统筹考虑车站线上、线下工程, 做到分步合理; 考虑与市政工程的配套衔接, 利于旅客快速集散; 过渡工程尽可能做到永临结合、确保经济合理; 相关专业过渡工程还需要满足有关技术要求, 确保运输安全。在满足以上各项要求的前提下, 科学合理地制定出重庆北客运站的施工组织方案, 可为类似工程建设提供借鉴。

## 参考文献:

- [1] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建铁路重庆至万州客运专线可行性研究总说明书[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2009.
- China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. General Specification for Feasibility Study of Chongqing-Wanzhou Passenger Dedicate Line [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2009.
- [2] 中铁二院工程集团有限责任公司. 兰渝、渝利、渝万、渝涪二线引入重庆枢纽 I 类变更设计说明书[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2010.
- China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. Specification of First kind of Alteration about Leading Lanzhou - Chongqing, Chongqing-Lichuan, Chongqing-Wanzhou, Chongqing - Fulin subline into Chongqing Railway Hub [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2010.
- [3] TG/01-2014 铁路技术管理规程(高速铁路部分)[S].
- TG/01-2014 Railway Technical Management Rules (part of High Speed Railway) [S].
- [4] 铁建设[2008]189号, 铁路大型临时工程和过渡工程设计暂行规定[S].
- Tie Jian She [2008] No. 189, Interim Provisions of Design for Massive and Excessive Railway Construction [S].
- [5] GB 50091-2006 铁路车站及枢纽设计规范[S].
- GB 50091-2006 Code for Design of Railway Station and Terminal [S].
- [6] TB 10621-2014 高速铁路设计规范[S].
- TB 10621-2014 Code for Design of High Speed Railway [S].
- [7] TB 10082-2017 铁路轨道设计规范[S].
- TB 10082-2017 Code for Design of Railway Track [S].
- [8] TB 10007-2017 铁路信号设计规范[S].
- TB 10007-2017 Code for Design of Railway Signaling [S].
- [9] GB 50226-2007 铁路旅客车站建筑物设计规范[S].
- GB 50226-2007 Code for Design of Railway Passengers Station and Building [S].
- (编辑: 苏玲梅)