

# 东北某高速公路改扩建工程涵改桥方案探讨

孔大兴

(华设设计集团股份有限公司, 江苏 南京 210000)

**摘要:** 结合珲春至乌兰浩特高速公路吉林至机场段改扩建工程, 通过对涵改桥变更方案经济性及合理性的阐述及与整体拆除重建相同孔径大小盖板涵方案的比较, 确定采用在既有盖板涵上方新建 1—20 m 小箱梁桥、保留既有盖板涵结构的方案, 为拆除重建类型涵洞等小型构造物提供一种新的改造设计思路。

**关键词:** 桥梁; 涵改桥; 装配式预应力砼简支小箱梁; 高速公路; 改扩建工程

中图分类号: U442.5

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2021)06-0119-03

中国部分建成年代已久的高速公路服务水平日趋下降, 导致节假日拥堵严重, 交通事故频发, 对高速公路的改扩建迫在眉睫。涵洞等小型结构物作为高速公路中桥涵的一部分, 其数量多、类型杂, 在整个工程规模中也是较重要的组成部分。受高速公路路基拓宽改造方式的影响, 不同拓宽改造方式对既有涵洞的改造方案存在区别, 如常规路基两侧向外拓宽方式主要影响既有涵洞的长度, 对既有涵洞的位置影响较小, 故涵洞一般采用两侧拼宽的设计方案; 而利用既有路基作为改扩建后半幅车道、新建另半幅路基的拓宽改造方式不仅影响既有涵洞的长度, 对其位置也有较大影响, 既有涵洞可能采用单侧改造及半幅新建的设计方案, 甚至可能采用将既有涵洞拆除后移位新建的方案。实际工程中需根据项目特点采用最佳的既有涵洞改造设计方案, 做到总体设计原则基本一致、具体问题具体分析。该文主要针对高速公路改扩建中需拆除后重建类型涵洞的改造方案进行探讨。

## 1 工程背景

珲春至乌兰浩特高速公路吉林至机场段现状为六车道高速公路(路基按六车道预留用地, 桥梁按六车道一次建成, 全线双向四车道运营), 路基宽 34.5 m, 设计速度 120 km/h。施工图改造方案采用向内侧预留部分拓宽的方式, 扩建为双向六车道高速公路, 路基宽度及设计速度与现状一致。

该项目主线既有涵洞均为钢筋砼盖板涵, 主要为过水涵, 部分涵洞兼具通行功能。根据该项目路基改造方案的特点, 对全线路基标准断面改造范围内既有盖板涵中出现砼破损、露筋、裂缝、铺砌毁损

等病害的涵洞进行维修加固, 互通或服务区改造范围内需拼宽接长的涵洞采用与既有涵洞相同孔径及结构类型进行拼接处理, 同时维修加固既有部分。

桩号 K413+915.669 处 1 道 2 孔 4.0 m×4.0 m 过水盖板涵在施工图阶段的检测评定中评定为四类, 存在较多对结构受力及安全有影响的病害, 检测评定报告建议将其拆除后重建。依据检测评定结果, 设计采用整体拆除重建相同孔径大小盖板涵的方案(见图 1)。

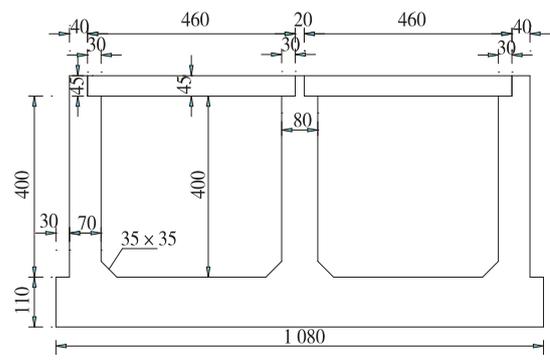


图 1 涵洞洞身正断面(单位: cm)

在主线半幅封闭施工、半幅运营的交通组织方案下, 该涵洞采取先拆除重建左半幅、待左幅竣工后再拆除重建右半幅的施工方案。涵洞基坑需从原路面开挖至新建涵洞基础底部换填至冻胀线位置, 开挖总深度达 9.1 m, 路面开挖范围 43.8 m, 基坑底部开挖范围 11.8 m(见图 2)。在半幅运营的施工要求下该方案路基基坑开挖过大, 施工车辆及机械保通困难, 边坡防护难度大, 费用高且施工周期长, 同时由于施工期正处于当地主要降雨期, 而该涵洞为主要过水涵, 过水量大, 加大了施工难度及安全风险。

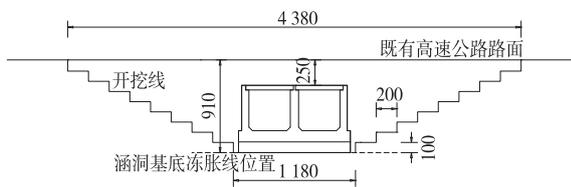


图2 涵洞开挖正断面(单位:cm)

## 2 设计方案变更

根据该涵洞的特殊情况,提出多个施工设计方

案,经过多方面分析比较,确定采用在既有盖板涵上方新建1—20 m小箱梁桥、保留既有盖板涵结构的方案(见图3)。该方案避免了大开大挖,施工周期短,便于施工车辆及机械通行,施工难度低,节省造价,同时可保证汛期排洪不受影响,是一个可行、经济、合理的方案。

桥梁上部结构采用装配式预应力砼简支箱梁,下部结构采用桩柱式桥台、钻孔灌注桩基础,桩基长度通过两处钻孔的地质勘探资料根据规范要求计算

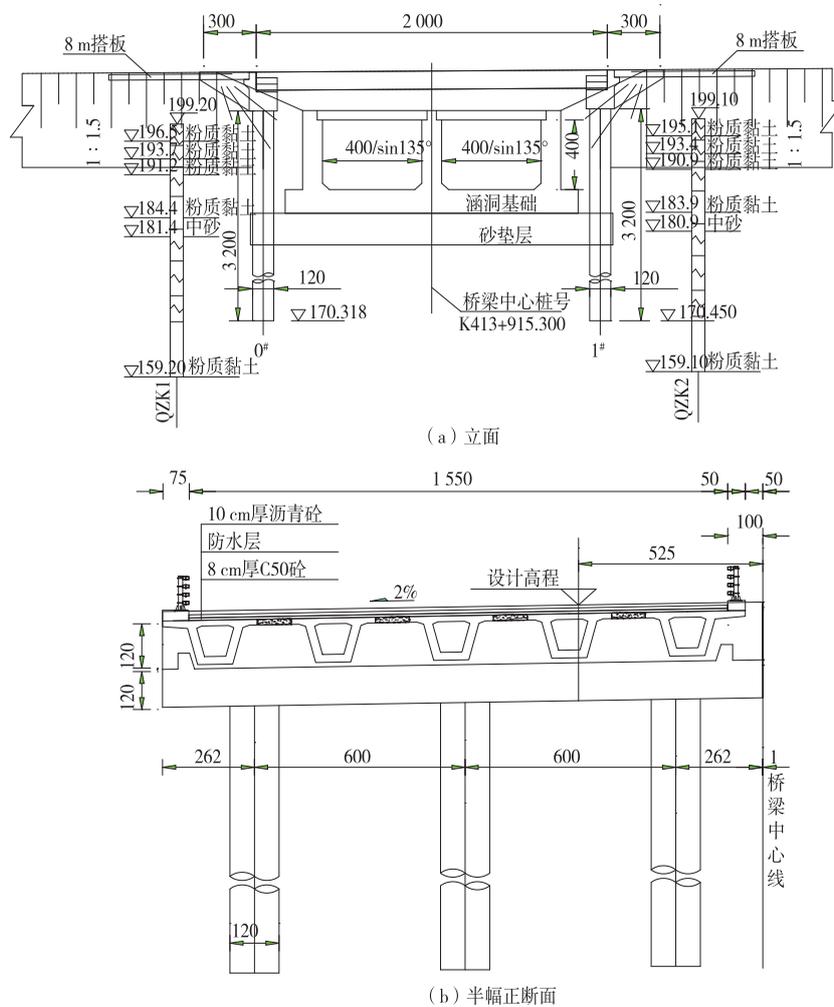


图3 桥型布置示意图(单位:标高为m,其他为cm)

得出。该项目处于北方季节性冻胀环境,桥梁桩长设计时考虑冻土的影响,一方面由于土的冻融现象,考虑将冻胀线以上的土作为桩基负摩阻计算桩长,另一方面考虑将冻胀线以上的土体去除后计算桩长,最后通过分析比对确定桥梁桩基长度。

## 3 两种改造方案的造价比较

对将原设计挖除后重建2孔4.0 m×4.0 m钢

筋砼盖板涵与新建1—20 m装配式预应力简支箱梁方案的造价进行比较,变更后造价比原设计节省近80万元,新建桥梁方案更经济、合理(见表1)。

原设计挖除后重建2孔4.0 m×4.0 m钢筋砼盖板涵的造价费用组成中,盖板涵的主体结构费用约为41.7+88.0+6.8+16.2=152.7万元,盖板涵开挖、回填、路基路面及拆除费用约为63.2+34.4+98.1+23.0=218.7万元,拆除费用占总费用的

表1 两改造方案的造价对比

项目	原设计方案		变更方案	
	数量	造价/元	数量	造价/元
普通钢筋	81 837.54 kg	417 371	198 764.6 kg	971 706
陆上钻孔灌注桩 $\phi$ 1.4 m	0	0	384	570 186
砟	1 589.67 m <sup>3</sup>	879 978	852.18 m <sup>3</sup>	751 409
浆砌片石	43.50 m <sup>3</sup>	67 632	243.6 m <sup>3</sup>	96 780
硅烷浸渍	0	0	276.6 m <sup>2</sup>	10 195
后张法预应力钢绞线 $\phi_s$ 15.20	0	0	7 939.7 kg	73 680
厚 40 mm 改性 SMA-13	0	0	596 m <sup>2</sup>	27 929
厚 60 mm 改性中粒式沥青砼	0	0	596 m <sup>2</sup>	38 674
防水层	0	0	596 m <sup>2</sup>	29 770
固定支座	0	0	182.5 dm <sup>3</sup>	25 198
40 型伸缩缝	0	0	97.9 m	132 265
SS 级四横梁护栏	0	0	92 m	128 633
挖基土方	11 123.4 m <sup>3</sup>	623 588	2 690 m <sup>3</sup>	58 239
填方	0	0	407 m <sup>3</sup>	2 389
砂砾垫层	908.71 m <sup>3</sup>	162 059	0	0
涵背回填	5 028.24 m <sup>3</sup>	344 183	0	0
拆除量	1 589.67 m <sup>3</sup>	980 906	0	0
路基、路面	0	230 448	0	0
合计		3 715 165		2 917 350

58.8%(见图4)。而变更后方案的造价基本以新建费用为主。

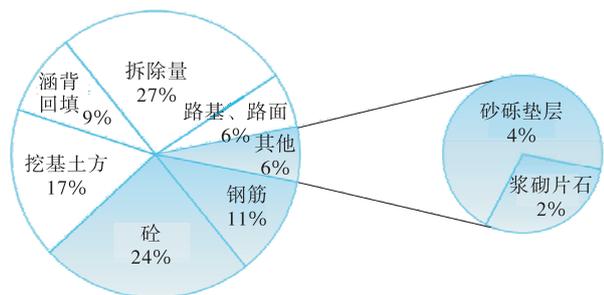


图4 原设计挖除后重建盖板涵方案造价组成

#### 4 桥梁施工步骤及注意事项

因主线采用半幅封闭施工、半幅运营的交通组织方案,涵改桥采用先施工右半幅、待运营后再施工左半幅的施工方案。施工步骤为将桥梁桩基坐标放至实地,确定开挖范围→清除盖板涵涵顶标高以上开挖范围内的全部填土→桥梁桩基施工完成后,浇筑台帽、耳背墙→吊装上部结构,进行桥梁横向湿接缝浇筑→完成桥面铺装及桥梁护栏安装。

该项目涵改桥施工中需注意:1)对既有结构物的保护。因既有盖板涵被评定为四类病害,施工开挖涵顶填土时应避免大型机械及重车通行,同时在

开挖至盖板顶 0.5 m 时采用人工开挖方式清除覆土。2)半幅施工中,施工车辆及施工机械利用原有中分带通行,制订完善的交通组织方案,尽量减少对半幅运营车辆交通的影响。

#### 5 结语

高速公路改扩建工程中对于涵洞等小型构造物的拼宽改造设计已形成了一套较成熟的设计原则及方案,大部分小型构造物均可采用。从该项目涵洞改造方案设计来看,涵改桥方案比拆除重建方案更节约造价、缩短施工周期、降低施工难度。对于多孔大跨径、埋深较大的需拆除重建的小型构造物,在施工图设计阶段提出的工程设计方案应具有特殊性,需从结构安全、施工周期及工程造价等方面比较论证,切勿机械地套用原则及方案。

#### 参考文献:

- [1] 中交第一公路工程局有限公司.公路桥涵施工技术规范:JTG/T F50—2011[S].北京:人民交通出版社,2011.
- [2] 孙家驷.公路小桥涵勘测设计[J].北京:人民交通出版社股份有限公司,2014.

(下转第 136 页)

- [18] CHOLOSTIAKOW S, BENEDETTI M D, PILAK-OUTAS K, et al. Experimental analysis of shear resisting mechanisms in FRP RC beams with shear reinforcement [J]. Journal of Composites for Construction, 2020, 24(5).
- [19] DAVID T J, SHAMIM A S. Experimental investigation of glass fiber-reinforced polymer-reinforced normal-strength concrete beams [J]. ACI Structural Journal, 2016, 113(6): 1165-1174.
- [20] ACI 440.1R-15. Guide for the design and construction of structural concrete reinforced with fibre reinforced polymer (FRP) bars [S]. Farmington Hills: American Concrete Institute, 2015.
- [21] CSA S6-14. Canadian highway bridge design code [S]. Mississauga, Canada, 2014.
- [22] CSA S806-12. Design and construction of building components with fibre-reinforced polymers [S]. Rexdale, Ontario, Canada, 2012.
- [23] ACI 440.1R-06. Guide for the design and construction of structural concrete reinforced with FRP bars [S]. ACI Committee 440, 2006.
- [24] ACI 440.3R-04. Guide test methods for fiber-reinforced polymers (FRPs) for reinforcing or strengthening concrete structures [S]. ACI Committee 440, 2004.
- [25] 中国冶金建设协会. 纤维增强复合材料建设工程应用技术规范: GB 50608-2010 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2010.
- [26] EHSANI M R, SAADATMANESH H, TAO S. Bond of hooked glass fiber reinforced plastic reinforcing bars to concrete [J]. ACI Materials Journal, 1995, 92(4): 391-400.
- [27] EI-SAYED A K, EI-SALAKAWY E, BENMOKRANE B. Mechanical and structural characterization of new carbon FRP stirrups for concrete members [J]. Journal of Composites for Construction, 2007, 11(4): 352-362.
- [28] MORPHY R. Behaviour of fiber-reinforced polymer (FRP) stirrups as shear reinforcement for concrete structures [D]. Manitoba, Canada: University of Manitoba, 1999.
- [29] CURRIER J, FOGSTAD C, WALRATH D, et al. Bond development of thermoplastic FRP shear reinforcement stirrups [C]. Proceedings of the Third Materials Engineering Conference: Infrastructure: New Materials and Methods of Repair. San Diego, USA: ASCE, 1994.

收稿日期: 2021-07-01

\*\*\*\*\*  
(上接第 121 页)

- [3] 中交公路规划设计院有限公司. 公路桥涵地基与基础设计规范: JTG 3363-2019 [S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2019.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑地基基础设计规范: GB 50007-2011 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.

社, 2011.

- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 冻土地区建筑地基基础设计规范: JGJ 118-2011 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.

收稿日期: 2021-01-25

\*\*\*\*\*  
(上接第 130 页)

箱梁的不断吊装, 线形逐渐变化为凸曲线, 进入吊装后期线形呈现为目标成桥线形。

(3) 每根吊索拉力都是该吊点的 2 根索力之和, 吊索拉力在钢箱梁吊装架设前期变化较大, 达到 1 930 kN; 随着钢箱梁的吊装, 吊索拉力变化逐渐趋于平缓并维持在 1 920 kN 左右; 吊装后期, 在合龙段处会呈现峰值突变现象, 达到 2 000 kN 左右。

#### 参考文献:

- [1] 项海帆. 高等桥梁结构理论 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2013.
- [2] 邵旭东. 桥梁工程 [M]. 4 版. 北京: 人民交通出版社股份

有限公司, 2016.

- [3] 钟继卫. 大跨度悬索桥钢箱梁吊装精细化分析 [J]. 桥梁建设, 2010, 40(6): 9-12.
- [4] 姜军, 忻刚明, 孙胜江. 大跨悬索桥加劲梁吊装阶段的施工控制 [J]. 公路, 2009(12): 35-39.
- [5] 韦世国, 吴建强, 文武, 等. 润扬大桥悬索桥钢箱梁吊装技术 [J]. 桥梁建设, 2004, 34(4): 40-43+46.
- [6] 刘晓涛. 大跨度悬索桥钢箱梁吊装控制分析 [J]. 工程建设与设计, 2017(9): 172-174+177.
- [7] 李永乐, 侯光阳, 曹平辉, 等. 大跨度悬索桥施工过程中加劲梁临时连接的有限元模拟研究 [J]. 中国科技论文在线, 2010(7): 529-534.

收稿日期: 2020-10-28