

文章编号: 1674—8247(2019)05—0092—05
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2019.05.019

现浇桥梁膺架架体整体拆除技术研究

胡晓军

(中国水利水电第八工程局有限公司, 长沙 410000)

摘 要:本文结合青连铁路 12 联共 36 孔现浇梁支架体系拆除施工的工程实践,根据现浇梁膺架架体的型式和受力分析,对传统的拆除方式进行了创新研究,提出了膺架架体整体拆除方法。同时对该方法的施工原理、拆除系统、施工工艺、质量控制措施、效益分析等方面进行了深入阐述。该支架拆除方法施工操作便捷、降本增效、安全可靠,可为类似的现浇桥梁膺架架体整体拆除施工提供参考。

关键词:现浇;桥梁;膺架;整体拆除

中图分类号:U445.6 **文献标志码:**A

Study on Integral Demolition Technology of False Work for Cast-in-situ Bridge

HU Xiaojun

(Sinohydro Bureau 8 Co., Ltd., Changsha 410000, China)

Abstract:Based on the engineering practice of the demolition construction of 36-hole cast-in-situ beam support system (12 groups) of QingLian Railway, the traditional demolition method is innovatively studied according to the type and stress analysis of the false work body of cast-in-situ beam and the overall demolition method of the false work body is put forward in the paper. At the same time, the construction principle, demolition system, construction technology, quality control measures, quality control measures and benefit analysis of this method are elaborated in depth. This method is easy to operate, economical, safe and reliable, which can provide reference for similar integral demolition construction of false work for cast-in-situ bridge.

Key words:cast-in-situ; bridge; false work; integral demolition

1 工程概况

1.1 工程简介

青连铁路全长 54 km,正线桥梁 27 座、跨线桥梁 9 座。沿线多处跨越鱼塘、洼地、道路,多处理设燃气、光缆等管线,受地形及地基条件限制,综合分析比选后,确立线路 12 联共 36 孔现浇梁支架体系采用贝雷梁膺架法施工。

1.2 膺架法贝雷梁支架

本段采用后张法预应力混凝土现浇梁,采用 $\phi 609 \times 16$ mm 钢管立柱和“321”贝雷梁作为梁底板支撑系统,采用原位现浇法施工工艺,底板、腹板与顶板一次性浇筑成型。每孔梁纵向设 4 个支点,每个支点 1 排 $\phi 609 \times 16$ mm 钢管立柱,两端支点设在两侧的承台面上,中间支点固定在支架基础上。每排钢管立柱之间采用 16 号或 20 号槽钢做剪刀撑焊接牢固,钢管立柱上布设两根 45a 或 56b 号横向工字钢,工字钢上

收稿日期:2019-01-07

作者简介:胡晓军(1980-),男,高级工程师。

引文格式:胡晓军. 现浇桥梁膺架架体整体拆除技术研究[J]. 高速铁路技术, 2019, 10(5): 92-96.

HU Xiaojun. Study on Integral Demolition Technology of False Work for Cast-in-situ Bridge [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(5): 92-96.

布设贝雷梁,贝雷梁上再布设20号横向工字钢^[1],膺架法贝雷梁支架示意图如图1所示。

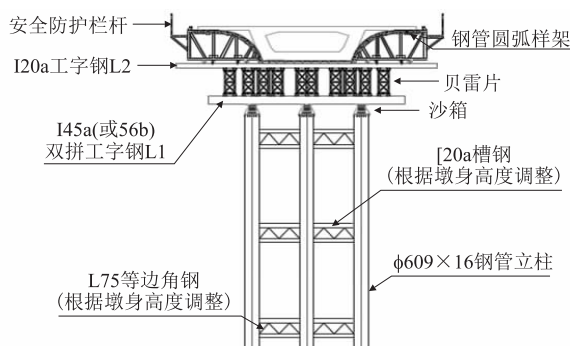


图1 膺架法贝雷梁支架示意图

1.3 支架整体拆除特点

在支架拆除过程中,为保证拆除安全,需选用可靠的拆除方法。支架贝雷可采用分段解体拆除、解体分片拆除、吊车抬吊拆除、从梁底拖拽出底板范围再抬吊拆除。由于桥梁跨公路、河流、沟渠等,受现场条件限制,拆除时间长、抬吊次数多。为尽量规避施工过程中的安全风险,研究采用整体落架拆除,该拆除方法有以下优点:

(1)施工简便性:施工方法简易,操作可行性高,对施工场地、施工环境的要求相对较低,施工范围广,推广普及性高。

(2)安全可靠:不可靠及不利因素少,安全风险低。

(3)标准化、固定化:操作形式统一,标准化程度高,工艺流程和技术参数稳定,模式相对稳定,操作相对快速、高效。

(4)功效性:施工效率高,省时省工。设备人员投入减少,设备转运及循环性加强,节约施工用材。施工费用大幅度降^[3]。

2 膺架整体拆除施工原理

膺架整体拆除采用葫芦倒链架体拆除法,该拆除法包括固定体系、悬吊体系、动力体系、升降体系4大体系。

2.1 固定体系

贝雷梁顶部布置20b工字钢分配梁,并用U型卡扣与贝雷梁固定。架体拆除时,内侧单片贝雷片与工字钢用钢索相连,并确保钢丝绳随贝雷片时时移动。

2.2 悬吊体系

梁上加垫双拼工字钢,位置与贝雷梁下双拼工字钢对应,采用20t葫芦与倒链连接上下双拼工字钢,吊点钢丝绳采用双索,并用钢垫片加垫。

2.3 动力体系

葫芦倒链法架体拆除动力体系来源于20t手拉葫芦,6名手拉葫芦操作手手动拉拽倒链,为架体拆除提供动力。

2.4 升降体系

贝雷梁整体升降通过手拉葫芦实现,6名葫芦操作手同时操作6个葫芦,实现贝雷梁整体、缓慢、匀速同时上下升降,直至降落到地面^[4]。

3 膺架整体拆除施工工艺操作要点

3.1 葫芦倒链法整体拆除施工工艺

针对梁底部的贝雷梁,采用倒链整体拆除方案,如图2所示,在预应力施工完成后的梁面,横向布置3组工字钢上横梁,与钢管立柱顶部的双拼56b工字钢横梁对应,采用20t手拉葫芦连接上、下横梁,采用手拉葫芦提升10cm,拆除钢管立柱及沙箱,然后再采用手拉葫芦整体将贝雷梁下降至地面,最后采用25t汽车吊将贝雷梁解体拆除^[5]。

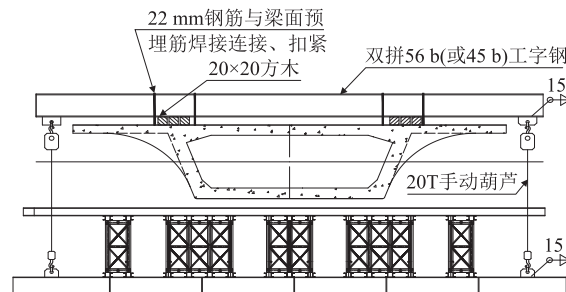


图2 贝雷梁倒链整体拆除示意图

由图2可知,工字钢两侧采用吊耳悬吊,施工前需对吊耳进行选材及结构验算,对吊耳焊接的要求相对较高。为方便施工,并增加安全系数,采用葫芦倒链与钢丝绳配套使用,降低安全风险的同时,提高操作便捷性和可靠性^[6]。

3.2 架体拆除步骤

(1)降沙箱10~20cm,贝雷梁支架随之下降,人工松动底模,采用手拉葫芦横向将底模拖出梁底范围,同时系挂钢丝绳,25t吊车配合,在拖出底板范围后翻身,吊出底模。

(2)在梁面安装上横梁,上横梁与贝雷梁底部的56b工字钢横梁位置一一对应,在上横梁与梁面之间放置20cm×20cm方木(放置在腹板上方),以免损坏梁面预埋钢筋。上横梁共计安装6根,2根一组双拼^[7]。

(3)在6个吊点安装6台20t手拉葫芦。

(4)6名工人人工操作手拉葫芦,将贝雷梁整体、缓慢、匀速、同步上升10cm。

- (5)25 t 吊车配合,拆除沙箱及钢管立柱。
- (6)6 名工人人工操作手拉葫芦,将贝雷梁整体、缓慢、匀速、同步下降至地面。
- (7)25 t 吊车配合,拆除 20 t 手拉葫芦。
- (8)25 t 吊车将贝雷梁解体,移出贝雷梁,运至下一架体拆除位置,循环使用。
- (9)25 t 吊车配合,转运梁上工字钢及方木,运至下一架体拆除位置,循环使用。

4 材料与设备

4.1 施工设备

施工设备如表 1 所示。

表 1 施工设备表

序号	名称	型号	单位	数量	备注
1	吊车	25 t	台	1	租用
2	大型货车	60 t 以上	台	1	租用
3	大型汽车	-	台	1	多人载

4.2 施工材料

施工材料如表 2 所示。

表 2 施工材料表

序号	名称	数量	备注
1	手拉葫芦/把	6	
2	钢丝绳(短)/条	12	
3	钢丝绳(长)/条	2	
4	双排倒链/把	6	
5	钢垫片/片	6	
6	方木/块	12	
7	双拼 56b 工字钢/组	3	

4.3 施工人员

施工人员如表 3 所示。

表 3 施工人员表(人)

序号	名称	数量	备注
1	现场总指挥	1	
2	葫芦操作手	6	
3	吊车司机	1	
4	吊车指挥	1	
5	安全员	2	
6	技术员	3	
7	汽车司机	1	
8	货车司机	1	
9	后勤保障	2	

5 结构计算

5.1 荷载控制

(1)贝雷梁自重

30 m 简支箱梁贝雷梁支架共用贝雷梁 15 榀,每榀 9 片,每片 280 kg(含配件),则一孔 30 m 简支梁贝雷梁支架自重为 $15 \times 9 \times 280 = 37\,800\text{ kg}$,合计为 37.8 t。

(2)20b 工字钢自重

贝雷梁顶部布置 20b 工字钢分配梁,长度 12 m,布置 28 根,单重 31.1 kg/m,则总重为 $12 \times 28 \times 31.3 = 10\,449.6\text{ kg}$,合计为 10.45 t。

(3)56b 工字钢横梁自重

贝雷梁底部双拼 56b 工字钢横梁,长度 12 m,共计 6 根,单重 115 kg/m,则总重为 8 280 kg,合计为 8.28 t。

总荷载为 56.53 t,静荷载取 1.2 系数,则总荷载为 $56.53 \times 1.2 = 67.84\text{ t}$,沿长度方向 $678.4\text{ kN}/27\text{ m} = 25.1\text{ kN/m}$ 。

5.2 结构计算

上横梁布置 3 榀,每榀采用 2 根 56b 工字钢双拼,两侧焊接吊耳。梁跨中间的上横梁受荷载最大,为 $678.4\text{ kN}/2 = 339.2\text{ kN}$,计 33.9 t,两侧的上横梁荷载为 $339.2\text{ kN}/2 = 169.6\text{ kN}$ 。如图 4 所示。

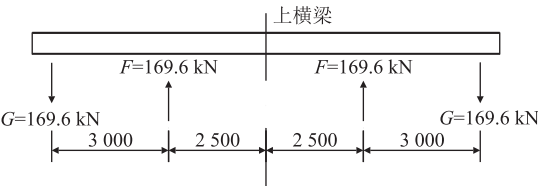


图 4 上横梁荷载示意图(mm)

(1)横梁不同截面位置的抗弯强度计算

方木枕垫位置: $M_1 = G \times 3 = 169.6\text{ kN} \times 3\text{ m} = 508.8\text{ kN} \cdot \text{m}$ 。

横梁中心位置: $M_2 = G \times 5.5 - F \times 2.5 = 169.6\text{ kN} \times 5.5\text{ m} - 169.6\text{ kN} \times 2.5\text{ m} = 508.8\text{ kN} \cdot \text{m}$ 。

抗弯强度验算:

$M_x/\gamma_x W_{nx} + M_y/\gamma_y W_{ny} \leq f = 215\text{ N/mm}^2$

双拼 56b 工字钢, $W_{nx} = 2\,447\text{ cm}^3$, $W_{ny} = 174\text{ cm}^3$ 。

$M_x/\gamma_x W_{nx} = 508.8\text{ kN} \cdot \text{m}/(1.05 \times 2 \times 2\,447\text{ cm}^3) = 99.01\text{ N/mm}^2 < f = 215\text{ N/mm}^2$,抗弯强度满足要求。

如采用双拼 45b 工字钢, $W_{nx} = 1\,500\text{ cm}^3$,进行验算:

$M_x/\gamma_x W_{nx} = 508.8\text{ kN} \cdot \text{m}/(1.05 \times 2 \times 1\,500\text{ cm}^3) = 161.52\text{ N/mm}^2 < f = 215\text{ N/mm}^2$,即采用双拼 45b 工字钢,抗弯强度满足要求。

如采用单根 56b 工字钢进行验算抗弯强度, $M_x/\gamma_x W_{nx} = 508.8\text{ kN} \cdot \text{m}/(1.05 \times 2\,447\text{ cm}^3) = 198.02\text{ N/mm}^2 < f = 215\text{ N/mm}^2$,抗弯强度满足要求,但安全富余度较小。

(2)抗剪强度计算

$V_{\max} = 169.6\text{ kN}$ 。

$\tau = V_s/I_{tw} \leq f_v = 125\text{ N/mm}^2$

单根 56b 工字钢抗剪计算:

$$\tau = V_s / I_{tw} = 169.6 \text{ kN} \times 1\,447.2 \text{ cm}^3 / 68\,510 \text{ cm}^4 \times 1.45 \text{ cm} = 24.7 \text{ N/mm}^2 < f = 125 \text{ N/mm}^2。$$

单根45b工字钢抗剪计算:

$$\tau = V_s / I_{tw} = 169.6 \text{ kN} \times 887.1 \text{ cm}^3 / 33\,760 \text{ cm}^4 \times 1.35 \text{ cm} = 33.01 \text{ N/mm}^2 < f = 125 \text{ N/mm}^2。$$

抗剪满足要求。

(3)吊耳计算

单个吊耳受力 $F = 169.6 \text{ kN}$,吊耳采用 Q235、 $\delta = 30 \text{ mm}$ 钢板制作,抗剪应力 $f_v = 125 \text{ N/mm}^2$ 。计算吊耳开孔的孔洞下方高度 h 。 $V_{\max} = 169.6 \text{ kN} = h \times 30 \text{ mm} \times 125 \text{ N/mm}^2$,则 $h = 45 \text{ mm}$,取 1.5 保险系数,则吊耳底部距离边缘 70 mm。

(4)吊耳焊缝计算

每个吊耳承受 $F = 169.6 \text{ kN}$ 拉力,通过卸扣、吊耳传递到双拼 56b 工字钢下翼缘,吊耳长度 300 mm,厚度 30 mm,与双拼 56b 工字钢通过角焊缝连接,角焊缝抗拉、抗压、抗剪容许应力 $f_v = 160 \text{ N/mm}^2$ 。

$$\sigma = N / h_e l_w \leq \beta_f f_t^w$$

式中: N ——轴心拉力或压力;

h_e ——角焊缝计算厚度,对直角角焊缝 $= 0.7 hf$, hf 为焊脚尺寸;

l_w ——角焊缝计算长度,对每条焊缝取实际长度减去 $2 hf$;

f_t^w ——角焊缝强度设计值;

β_f ——正面角焊缝强度设计值增大系数,对承受静力荷载和间接承受动力荷载的结构 $\beta_f = 1.22$,对直接承受动力荷载的结构 $\beta_f = 1.0$ 。

焊缝实际长度为 250 mm,取 150 mm 长度进行计算,焊脚尺寸 15 mm。

$$\sigma = N / h_e l_w = 169.6 \text{ kN} / (0.7 \times 15 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}) = 107.7 \text{ N/mm}^2 < \beta_f f_t^w = 1.22 \times 160 = 195.2 \text{ N/mm}^2$$

焊缝强度 25 t 吊车配合,满足要求,要求焊缝质量为一級焊缝。

(5)卸扣:采用 20 t 卸扣。

(6)手拉葫芦:20 t 手拉葫芦。

5.3 结论

根据检算结果,上横梁、吊耳强度满足吊装工况要求。为增强安全系数,吊耳所用钢板为低合金高强度结构钢牌号:Q345 即 16Mn 锰钢,同时在吊耳两侧焊接加劲肋与工字钢下翼缘可靠焊接连接。

6 安全措施

(1)悬吊系统安装牢固,扣件紧密。

(2)为增强安全系数,悬吊系统采用双排倒链,一上一下各配置两条钢丝绳。

(3)6 名工人在操作 6 台 20 t 手拉葫芦上升或下降过程中,需同步一致,有 1 名指挥人员专职指挥,安全人员旁站监督,以下部的横梁在同一个水平面为准,保证 6 台手拉葫芦受力均衡,不发生偏载。

(4)钢丝绳与工字钢接触处采用钢垫片加垫,打磨平滑,磨除毛刺、凸起,保证接触良好,保持面接触。

(5)贝雷梁上除工字钢分配梁之外,不得增加其它荷载。

(6)6 台 20 t 手拉葫芦验收合格后方能进场,进场后用 25 t 汽车吊配合进行荷载试验,确保承载力达到要求。

(7)在贝雷梁拆除过程中,应保证箱梁不因磕碰受损。

(8)制定详细、周密的拆除计划方案,合理分工、各司其职。

(9)现场安全预警防范措施到位,建立安全通道^[8]。

7 整体式拆除效益分析

该桥梁支架拆除施工方法包括固定系统、悬吊系统、升降系统、吊转系统,施工方法由机械操纵改为动力体系控制,施工更加稳定、安全^[9]。

7.1 经济效益

该支架拆除体系使支架拆除速率提高,支架利用周转率提高,支架租赁量及费用投入减少;施工人工、机械、材料投入相对减少且可循环操作,对施工场地的要求较低,减少硬化道路的成本投入,极大降低了施工成本。

7.2 社会效益

该支架拆除体系可操作性和同步操作性高,施工便捷,对施工场地的要求相对较低,施工范围广,推广普及性高,可在铁路工程中广泛应用。

7.3 节能和环保效益

该支架拆除体系标准化和操作模式化程度高,设备使用次数和周转率高、人工及物资材料投入较少,使用过程中产生的次生固体及废弃垃圾少,对周边环境几乎不造成污染,能源利用率高、资源浪费减少,节能环保。

8 结论

本文通过青连铁路现浇桥梁采用膺架整体式拆除技术,取得了显著的经济、社会和节能环保效益。该施工方法普及推广性强,模式化程度高且操作便捷、降本增效、安全可靠,可供同类桥梁支架拆除参考借鉴。

参考文献:

[1] 林文朴.实例探析桥梁工程现浇连续箱梁一次落架施工技术要点

[J]. 低碳世界, 2018, 8(3): 266 – 267.

LIN Wenpu. Case Study on Technical Key Points of Support Cast-in-situ Construction of Cast-in-situ Continuous Box Girder [J]. Low Carbon World, 2018, 8(3): 266 – 267.

[2] 郑鹏, 陈华, 陈添, 等. 现浇箱梁跨越既有桥梁的支架设计与施工技术[J]. 建筑施工, 2018, 40(11): 1973 – 1975.

ZHENG Peng, CHEN Hua, CHEN Tian, et al. Supporting-frame Design and Construction Technology of Cast-in-Place Box Girder for Spanning Existing Bridge [J]. Building Construction, 2018, 40(11): 1973 – 1975.

[3] 赵志凯. 桥梁上部结构支架现浇施工技术研究[J]. 交通世界, 2018, 25(24): 74 – 75.

ZHAO Zhikai. Study on In-situ Construction Technology of Bridge Superstructure Support [J]. Transpworld, 2018, 25(24): 74 – 75.

[4] 何亮. 高速铁路大跨度桥梁工程支架现浇梁及钢管桩施工[J]. 建筑技术开发, 2018, 45(13): 98 – 99.

HE Liang. Construction Technology of Cast-in-place Beam and Steel Pipe Pile for Large Span Bridge Project of High-speed Railway [J]. Building Technique Development, 2018, 45(13): 98 – 99.

[5] 田钦, 袁瑞杰, 丁利. 跨线桥梁 0 号块悬臂施工支架体系的受力分析[J]. 四川建筑, 2018, 38(3): 152 – 154.

TIAN Qin, YUAN Ruijie, DING Li. Stress analysis of Block 0 Cantilever Construction Support System for Overpass Bridge [J]. Sichuan Architecture, 2018, 38(3): 152 – 154.

[6] 阙名前. 跨既有高速公路桥梁施工支架拆除方案[J]. 山西建筑, 2011, 37(5): 167 – 168.

QUE Mingqian. On Bridge Construction Falsework Demolishing Scheme on Existing Highway [J]. Shanxi Architecture, 2011, 37(5): 167 – 168.

[8] 周焕, 胡辉. 特大桥梁箱梁承重支架施工技术要点探析[J]. 建筑技术开发, 2018, 45(11): 51 – 53.

ZHOU Huan, HU Hui. Analysis of Construction Techniques of Load-bearing Bracket of Super Large Bridge Box Girder [J]. Building Technique Development, 2018, 45(11): 51 – 53.

[7] 陈宏亮. 桥梁施工中模板与支架的拆除及卸落[J]. 山西建筑, 2015, 41(3): 169 – 170.

CHEN Hongliang. The Demolition and Unloading of Template and Support in Bridge Construction [J]. Shanxi Architecture, 2015, 41(3): 169 – 170.

[9] 戴勋. 山区支架现浇箱梁施工技术的应用研究[D]. 淮南: 安徽理工大学, 2014.

DAI Xun. Study on Application of Construction Technology of Cast-in-situ Box Girder with Support in Mountainous Area [D]. Huainan: Anhui University of Science and Technology, 2014.

(编辑: 车晓娟 张红英)

(上接第 91 页)

评估要求,故建议在同类隧道的沉降观测中增加对隧道底板的沉降观测。

参考文献:

[1] 赵国祝. 双块式无砟轨道快速施工综合技术及配套设备、工装技术[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2012.

ZHAO Guozhu. Comprehensive Technology for Rapid Construction of Double-block Ballastless Track and Auxiliary Equipment and Tooling Technology [D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2012.

[2] 何华武. 无砟轨道技术[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2005.

HE Huawu. Ballastless Track Technology [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2005.

[3] 刘同江. 特长单线铁路隧道无砟轨道道床施工技术[J]. 铁道建筑技术, 2009, 26(12): 56 – 64.

LIU Tongjiang. Construction Technology for Ballastless Railroad Bed in Extra-long Single Track Tunnel [J]. Railway Construction Technology, 2009, 26(12): 56 – 64.

[4] 张梅. 客运专线铁路无砟轨道施工手册[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2009.

ZHANG Mei. Construction Manual of Ballastless Track for Passenger Dedicated Line [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2009.

[5] 贾磊. CPⅢ网在 CRTS I 型双块式无砟轨道施工中的应用[J]. 山西建筑, 2009, 35(23): 362 – 363.

JIA Lei. Application of CPⅢ Net in Construction of CRTS I Double-block Ballastless Track [J]. Shanxi Architecture, 2009, 35(23): 362 – 363.

[6] 李方东. 武广铁路客运专线 CRTS I 型双块式无砟轨道施工关键技术[J]. 铁道建筑, 2010, 50(1): 26 – 29.

LI Fangdong. Key Technologies for Construction of CRTS I Double-block Ballastless Track on Wuhan-Guangzhou Passenger Dedicated Line [J]. Railway Engineering, 2010, 50(1): 26 – 29.

[7] 冯承哲. CRTSI 型双块式无砟轨道道床板施工技术[J]. 华东公路, 2016, 39(4): 121 – 123.

FENG Chengzhe. Construction Technology for Bed Slab of CRTS I Double-Block Track [J]. East China Highway, 2016, 39(4): 121 – 123.

[8] 孟祥义. 白云山隧道无砟轨道施工技术[J]. 铁道勘察, 2010, 36(4): 100 – 103.

MENG Xiangyi. Technology for Construction of Ballastless Track in Baiyunshan Tunnel [J]. Railway Investigation and Surveying, 2010, 36(4): 100 – 103.

(编辑: 苏玲梅 张红英)