

旧拱桥拱上建筑拆除施工与方案设计

耿福志

(中铁十六局集团 第一工程有限公司,北京 101300)

摘要:采用 200 t 大型汽车吊对一座等截面悬链线箱型拱桥拱上建筑的拆除过程进行设计,对桥面板拆除、盖梁、立柱、基梁、台帽与垫石拆除进行着重介绍。实际施工结果表明,采用大型起吊设备进行拆除施工,具有安全、快速、经济的优势,采用 MIDAS-civil 有限元软件对拆除过程不同施工工况进行数值模拟分析,为该类工程的施工方案提供数据支持。

关键词:200 t 汽车吊;旧拱桥;拱上建筑

中图分类号:U488.22 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-0373(2017)03-0020-06

0 引言

随着我国经济发展,人均生活水平的不断提高,汽车保有量日渐增多,加之互联网消费的普及使得相应物流行业的也不断壮大。以往修筑的公路桥梁因其设计结构或服役时间较长产生的种种病害,现已无法满足日渐增多的车流量。为满足行车需求,越来越多的桥梁迫切地需要加固或者拆除,推进了拆除施工工艺的发展。王军等人^[1]介绍了 S241 丹阳北二环大桥拆除的施工工艺及方法,针对大跨径中承式钢筋砼拱桥的拆除提出了施工工艺要点,以及施工难点的解决办法;解勇^[2]等人总结了三跨上承式钢筋混凝土桁架拱桥增步大桥的拆除施工技术。近年来,随着计算机软件数值模拟技术的发展,推动了桥梁拆除过程的相关科学研究。周宏达、李扬等人^[3-4]研究了使用 MIDAS CIVIL 软件计算拱桥时应采用的验算方法,并对结构的验算类型和建模方法进行了探讨;张玉娥^[5]等针对某大跨混凝土拱桥的施工难点,通过有限元分析对其支架的设计和施工,以及预拱度的设置、拱轴线型的施工控制等方面作了较为详尽的阐述;王技^[6]采用 ANSYS 有限元软件模拟一座等截面悬链线钢筋混凝土箱形双肋拱桥的拆除施工过程,介绍了施工过程工艺以及施工要点,对各拆除阶段的结构受力进行分析,结果表明该方案可以解决实际施工问题。

本文通过对一座大跨径箱型拱桥拱上建筑的拆除施工技术进行设计研究,并通过 MIDAS-civil 有限元软件对拆除过程不同工况进行数值模拟检算,经实际施工过程检验,该方案有着安全、经济、高效等特点,也可为后续同类工程施工提供理论基础。

1 工程概况

绿江大桥于 1986 年建成通车,为 1-65 m 钢筋混凝土悬链线空腹式箱形拱,拱轴系数为 2.24,矢跨比为 1/8,桥面净宽为 9 m,桥长 92 m。该桥采用转体施工法施工,跨中实腹段长 20 m,为现浇 C25 混凝土,拱上立柱为三柱墩。该桥中间部分为整体现浇的钢筋混凝土实心板,跨径为 5 m、宽 7.3 m,两侧为预制安装的 π 型梁,宽 1.1 m,人行道及栏杆安装于此预制梁上。根据设计要求,采用拆除全部拱上建筑,仅保留主拱和桥台,然后对主拱圈进行加固。在维修加固期间,通过修筑临时便道和便桥的方式维持通车。

2 拱桥拆除施工工艺方案比选

根据设计给出施工顺序及施工工艺,对行车道板及盖梁立柱两部分拆除方案进行设计。

收稿日期:2017-07-30 责任编辑:车轩玉 DOI:10.13319/j.cnki.sjztdxxb.2017.03.04

作者简介:耿福志(1966-),男,高级工程师,主要从事桥隧的研究。E-mail:465838478@qq.com

耿福志.旧拱桥拱上建筑拆除施工与方案设计[J].石家庄铁道大学学报:自然科学版,2017,30(3):20-24.

2.1 原设计方案

- (1) 行车道板的拆除。将每跨行车道板均匀切割成 8 块,由小型吊机将切割好的梁板吊离。
- (2) 盖梁立柱的拆除。由人工持小型机具至上而下进行破除。

2.2 原方案的弊端

- (1) 行车道板均匀切割成 8 块,需要大量的人员及切割设备的投入。桥梁净宽承载无法满足多个设备同时进行工作,则拆除工作进度缓慢,同时人机交叉作业又额外增加了安全管理的工序。
- (2) 盖梁立柱由人工持小型机具至上而下拆除,在高空中施工危险系数高,人员设备投入多且工作量大。高空作业施工工作面小,每个盖梁立柱凿除均需搭设支架作业平台。为防止凿除混凝土掉落砸伤主拱圈,还需架设防护网进行防护。凿除的废渣均由人工二次倒运远离至施工作业区,人工凿除过程中会产生大量的粉尘及碎渣,对施工工人造成伤害。同时碎渣难以收集,经雨水冲刷产生的污水会直接流入至绿江,造成水体污染。

综上所述,以原设计方案施工势必会增加人、料、机的投入且施工进度缓慢。存在物体打击、高空坠落、触电、机械伤害等各种安全隐患,施工难度高、危险大。

2.3 方案优化设计

采用 200 t 汽车吊(65 t 配重),吊车后支腿立于桥台,前支腿立于旧路面,确保拆除过程中吊车的稳定性。为方便作业,从跨中向两端对称分跨拆除,跨度以吊车作业半径范围为准,拆除施工顺序为:桥面铺装→人行道系→行车道板→盖梁及立柱→基梁^[7]。根据吊装距离及吊车吊运能力对行车道板重新划分单元,详见表 1。

表 1 行车道板分块及吊装参数

部位	分割块数	每块质量/t	作业半径/m	主臂长度/m	对应吊装能力/t
第一跨	5	5.69	34.00	52.90	9.60
第二跨	4	7.12	29.00	52.90	12.20
第三跨	3	9.49	24.00	44.20	16.70
第四跨	2	14.24	19.00	39.90	22.30
第五跨	1	28.47	14.00	31.20	37.90
第六跨	1	28.47	9.00	18.10	74.90

(1) 行车道板为整体现浇钢筋混凝土,重约 28.5 t。拆除前先用切割机沿行车方向切成 2~5 块,采用位于桥台两侧的 200 t 汽车吊对称吊离,运至场外堆放地点。梁板之间的连接钢筋需用切割机切断,以减少梁板之间的束缚和约束力。梁板采用吊机直接起吊,吊臂应伸到梁板的中心上方,缓慢起吊。在梁板的两端设置牵引绳,以便控制梁板的平稳、准确的放置在运输车上。吊装过程中,若吊车超出了许可操作半径范围时,应及时调整吊车位置,吊车作业必须保证在吊车的起重半径之内,调运顺序从第一跨至第六跨,如图 1 所示。

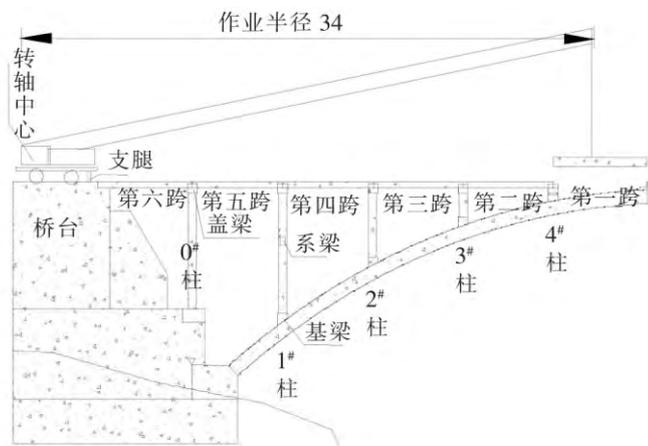


图 1 1/2 大桥立面布置示意图(单位:m)

(2) 为确保拆除过程不对主拱圈造成破坏、扰动。梁板吊装完毕后,尽可能对盖梁、立柱进行整体拆除。采用留芯法将每排立柱和对应的盖梁作为一个 T 型整体并编号。4# 盖梁与横墙分割为两块进行吊装,编号为 4#、4#',再以从中间向两边的拆除顺序破除切割立柱砼、钢筋。调运顺序由 0# 至 4#',T 型整体总质量见表 2。

调运顺序由 0# 至 4#',T 型整体总质量见表 2。

表 2 T 型整体质量计算表

柱号	单个盖梁		立柱		系梁		作业半 径/m	主臂长 度/m	对应吊装 能力/t
	体积/m ³	质量/t	体积/m ³	质量/t	体积/m ³	质量/t			
0 [#]	3.00	7.80	2.49	6.47	—	0.00	11	35.50	32.00
1 [#]	3.00	7.80	2.88	7.49	1.83	4.75	16	35.50	31.00
2 [#]	3.00	7.80	1.71	4.45	—	0.00	21	48.50	18.00
3 [#]	3.00	7.80	0.96	2.50	—	0.00	26	48.50	15.00
4 [#]	1.50	3.90	1.00	2.60	—	0.00	31	52.90	10.80
4 ^{#'}	1.50	3.90	1.00	2.60	—	0.00	31	52.90	10.80

(3)分离立柱与基梁连接部位前,在盖梁两侧用钢丝绳捆绑固定于前后两侧基梁钢筋内。凿除立柱与基梁连接处的混凝土,并切割连接钢筋,每根立柱预留 15 cm×15 cm 混凝土芯做为稳定破损后的立柱。详见图 2、图 3、图 4 所示。

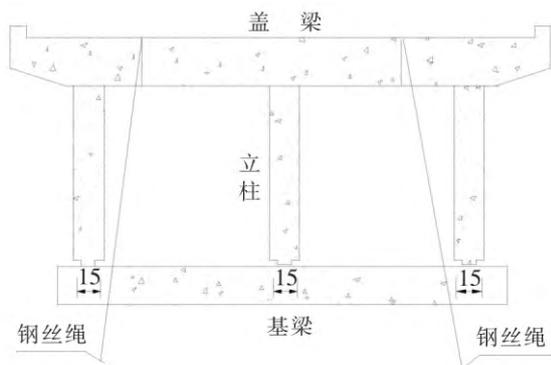


图 2 T 型整体正面示意图(单位:cm)

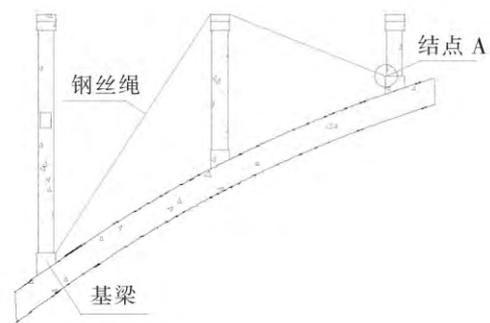


图 3 T 型整体侧面示意图

(4)4[#]T 型整体由盖梁及横墙组成,横墙整体与基梁连接,接触面大且该 T 型整体高度约 1 m,整体重心低,该 T 型整体的倾覆可能性很小。所以在分离该 T 型整体时,采用切割法全部分离与基梁连接部位的混凝土、钢筋,不需要预留混凝土芯。切割前先将盖梁沿中间一分为二,形成 4[#]与 4^{#'}两部分,同时需要用钢丝绳对拉,并固定于基梁钢筋上,如图 5 所示。

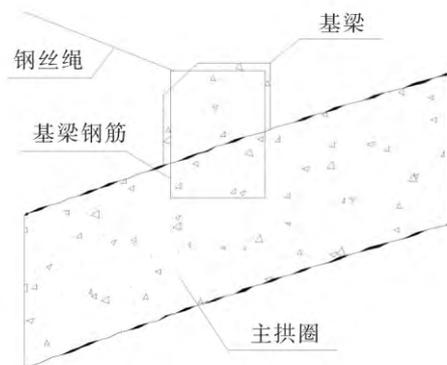
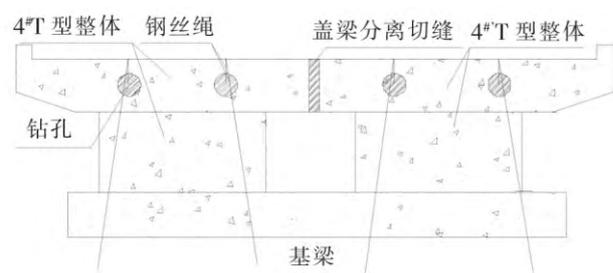


图 4 结点 A 细部图

图 5 4[#]、4^{#'}T 型整体示意图

(5)采用 200 t 汽车吊立于桥台顶,支腿位置同吊梁板时的位置,以 0[#]至 4[#]的顺序进行吊运。由吊车对 T 型整体施以一定角度的力,使其重心偏位,依靠 T 型整体自身质量分离预留混凝土芯,待观察 T 型整体与基梁彻底分离后,再进行调运作业。

2.4 基梁及实腹段混凝土的拆除

对称拆除拱上基梁、实腹段混凝土,由于基梁内部分钢筋与主拱圈连接,因此拆除基梁时必须准确区分基梁和主拱圈,保护此部分钢筋,严禁切断。采用空压机人工凿除,保护与主拱圈连接筋。人工凿除前

做好临时围挡防护,防止砼碎块掉入河道,基梁拆除顺序由 1# → 4# → 0# 顺序拆除,以此方便砼碎块外运。

2.5 拆除桥台台帽与垫石

此部位拆除采用空压机人工凿除,进行拆除前,应确定要拆除厚度,做好标记。同时,拆除的混凝土碎块必须随时运离桥梁范围,不得堆积,同时严禁弃入河中。

3 拆除工程施工工况有限元分析

采用 MIDAS-civil 建立全桥模型,对拱桥拆除第一跨~第五跨时主拱圈的受力及变形进行验算分析。通过有限元模型数值分析,查看各施工工况下受力情况及变形情况,确定受力及变形值在设计规范允许范围之内^[8],以保证此设计方案施工过程中安全可靠,能够保证施工安全,如图 6。

3.1 拆除施工工况受力分析

通过对各施工工况进行数值模拟分析,在拱桥拆除各工况过程中主拱圈均处于受压状态,且最不利施工工况下最大应力为 4.1 MPa,小于《公路圪工桥涵设计规范》(JTG D61—2005)当中 C25 轴心抗压强度 $f_{cd} \leq 9.78 \text{ MPa}$ 规范容许值要求。拆除过程中主拱圈应力变化见图 7。

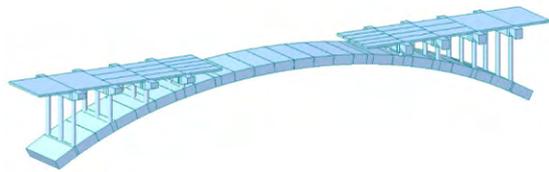


图 6 全桥整体模型

3.2 变形分析

在拱桥拆除各工况过程中主拱圈最大挠度发

生在拆除第五跨时,最大挠度为 15.4 mm 小于规范允许值,计算结果见图 8。

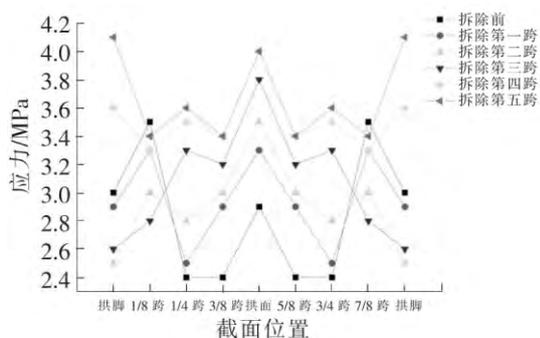


图 7 拆除过程主拱圈应力变化图

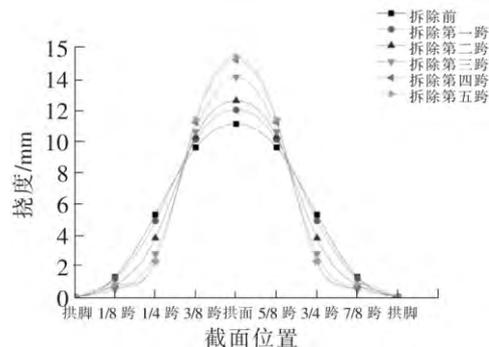


图 8 主拱圈挠度图

3.3 最不利工况分析

主拱圈的最大应力和最大挠度均出现在拆除第五跨时,该工况为主拱圈受力最不利工况,该工况下主拱圈的压应力(混凝土结构为压为正值)和挠度见图 9、图 10 所示。

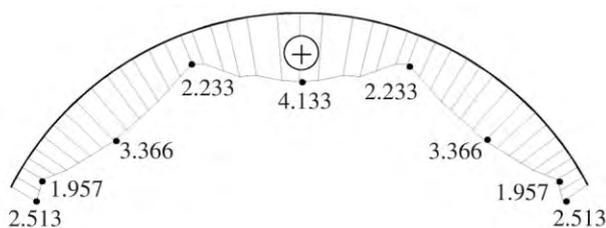


图 9 拆除第五跨工况拱圈压应力图(单位:MPa)

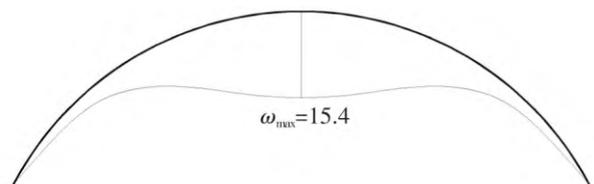


图 10 拆除第五跨工况拱圈变形图(单位:mm)

4 施工要点及注意事项

(1) 针对本桥的拆除特点,提前做好施工围护工作,保证大型机械(吊车及运输设施)的顺利进场。在施工前对各种机械进行维护检查,保证机械的完好率,在施工期间派专人进行机械日常维护,提高机械利

用率。对承重构件(如吊葫芦、钢丝绳等)进行用前检查,如有损坏,立即调换。

(2)使用前应详细检查作业场地是否平整坚实,支腿是否牢固。操作手柄、制动器及其它操作装置是否灵敏可靠。吊车要进行试运转,吊装用的钢丝绳、夹具等要检查,保证其完好并有备用件。在确认没有异常后方可开始工作。

(3)明确桥面铺装层与梁体之间的分离层,梁体与盖梁之间结合部位。准备好梁体破碎的堆放场地,施工作业必须严格按顺序依次施工。

(4)切割第一跨板梁时,应先切割最外侧两块板后再进行该跨的人行道板及防撞护栏,防止切割板块过小造成梁板断裂。

(5)切割梁板过程需沿桥长设置一条安全绳,切割人员佩戴安全防护用品(安全带、安全帽),将安全带扣于安全绳上,确保作业人员安全。

(6)梁板起吊前,需提前对盖梁、立柱进行加固,采用搭设支架形式对其进行临时支护,防止梁板拆除过程因碰撞至其倾覆。

(7)第一片梁板起吊时,必须先行试吊,起吊板梁离开盖梁支座至 20~30 cm 后,检查吊车是否稳定,钢丝绳和夹具是否牢靠,要避免起吊过高,尽量减少在空中停留时间,起落时速度要缓慢均匀。

(8)当吊运 T 型整体时,需重新计算确定 T 型整体的质量与吊车的作业半径,评估其起重能力。确保在一定的安全系数下进行切割、吊运作业,同时机械操作人员在工作过程中如发现机械有故障或异常情况时,应立即停车会同专业人员查明原因,排除故障后方继续工作。

(9)拱桥拆除必须遵循两侧对称拆除,防止不对称荷载增大主拱圈截面受力,导致结果出现安全隐患。

(10)拆除前需在主拱圈 1/8 跨、1/4 跨、3/8 跨、跨中、5/8 跨、3/4 跨、7/8 跨截面设置挠度测量点,并在拆除过程中实时监测测量点处的挠度值,并与计算结果进行对比,如发现测量截面挠度过大或与计算值相差较大,应及时停止拆除,并查找相关原因。

5 结论与建议

(1)通过执行此拆除方案的结果来看,避免了大量施工作业人员上桥作业、减少高空作业时间。切割产生的混凝土碎渣较少,有效地解决粉尘危害及水体污染。

(2)依据优化后的设计方案,大大减少了梁板的切割数量以及人工凿除混凝土圪工量,节约了时间,缩短了施工工期。吊装设备仅使用两次便完成了拱上建筑的拆除。相比原方案,在机械设备投入上节省了资金。

(3)通过采用 MIDAS-civil 有限元软件对各施工工况进行数值模拟分析表明:在拱桥拆除各工况下主拱圈均处于受压状态,最不利施工工况下最大应力为 4.1 MPa,最大挠度 15.4 mm,小于规范容许值要求,证明此拆除施工方案可行,可以保证施工安全。

(4)拆除过程中,为保证主拱圈的受力安全,尤其在最不利工况下,应尽量减少因施工机具设备等产生的对主拱圈的冲击荷载和振动荷载,以保证拆除工作进行顺利。

参 考 文 献

- [1]王军,朱国娟,张冲,等.大跨径中承式钢筋砼拱桥拆除工艺[J].交通科技,2010(s2):19-21.
- [2]解勇,刘道田,胡恒福.大跨度钢筋混凝土桁架拱桥的拆除技术[J].施工技术,2005,34(5):30-31.
- [3]周宏达.MIDAS CIVIL 计算拱桥的结构类型探讨[J].交通建设与管理,2014(12):144-146.
- [4]李扬,葛粟粟,朱谊彪.基于 MIDAS/Civil 的大跨度钢管砼拱桥建模方法探讨[J].公路与汽运,2015(5):142-145.
- [5]张玉娥,王新华,朱英磊.大跨拱桥施工支架设计及施工控制[J].石家庄铁道学院学报,2006,19(2):36-38.
- [6]王技.大跨径钢筋混凝土拱桥拆除施工及力学分析[J].现代交通技术,2007,4(2):39-41.
- [7]韩书臣.渭河大桥吊杆施工技术[J].石家庄铁道学院学报,2007,20(2):124-126.
- [8]交通部.JTG D60—2015 公路桥涵设计通用规范[S].北京:中交公路规划设计院,2015.

(下转第 98 页)

Research on Urban Rail Transit Operation Cost Calculation Method

Yang Yang¹, Chen Jinjie², Zheng Yuxin³, Chen Long²

(1. School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing100044, China;

2. School of Transportation, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China;

3. School of Mechanical Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: To develop a set of calculation method of urban rail transit operation costs, the operation expenditure framework is made referring to railway operation expenditure quota formulation. On this basis, the model of urban rail transit operation costs is established and used to calculate operation costs of Shanghai rail transit line1. The result is consistent with the actual operating costs by 97.7%, which has confirmed the effectiveness of the calculation method and the rationality of the expenditure framework. The research result provides the reasonable calculation and prediction methods of operation costs for the rail transit enterprises, and a theoretical basis for the development of enterprises and policy making.

Key words: urban rail transit; operating cost; operating expenditure framework; shanghai rail transit line 1

(上接第 24 页)

The Demolition Procedure and Scheme Optimization of the Buildings on Old Arch Bridge

Geng Fuzhi

(The First Company of the China Railways 16th Bureau Group Co., Ltd., Beijing 101300, China)

Abstract: The demolition process of a constant section catenary arch bridge using a 200 t truck crane is optimized, focusing on the demolition technology of the bridge deck, beams, columns, beam cap and base pad stone. The different demolition conditions for the removal process is numerically simulated with MIDAS-civil finite element software. The actual measured results show that the demolition procedure with a large hoisting equipment has many advantages such as safe, fast and economic; And the result can be referred by the future similar projects.

Key words: 200 t truck crane; old arch bridge; buildings on the arch

(上接第 92 页)

Study on Flue Gas Heating

Wang Qingmin, Tian Yuzhuo

(School of Mechanical Engineering, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China)

Abstract: For the flue gas heating, to improve the flue form, Fluent software is used to simulate the non steady state of different sizes of the front baffle and different height of the flue. The results showed that the front baffle ratio of 4:2:1 and the flue height of 0.3 m is the most excellent design, with homogeneous floor surface temperature and good thermal comfort, which can be used as reference for the design of gas floor heating in new rural construction.

Key words: flue gas heating; fluent simulation; front baffle size; flue height