

预应力混凝土刚构拱桥拆除技术研究

梁桃 王瑞强 童超

中建八局第三建设有限公司 江苏 南京 210000

摘要: 综合城市发展规划, 地面道路、地下道路等基础设施建设是结合地面交通、地面建筑功能情况, 统筹规划地下空间功能布局、开发规模、建设重点、步行车行交通设施及市政管线设施等方面, 城市市政工程常常面临着多层竖向交叉结构形式, 现状桥梁常常面临着拆除改造情况。

市政桥梁在城市设计中常常于拱桥形成出现, 外形美观大方。但是由于拱桥受力形式特殊, 拆除时使用方法工艺由于重要, 核心为减少安全事故发生。

关键词: 预应力刚构拱桥; 拆除; 技术

引言: 城市发展速度日新月异, 城市面貌不断更迭, 在满足建筑使用功能、总体规划、良好的经济效益、合理的技术措施外, 更加注重建筑的外形美观需求, 因此, 拥有优美线条、造型多样的拱桥在城市市政道路中应用的越来越多。但是因城市的建设更新迭代, 常常需拆除预应力混凝土刚构拱桥, 因拱桥受力的特殊性, 需采用一定的拆除方法, 本文阐述一种预应力混凝土拱桥拆除的技术研究, 提供类似拱桥拆除的方法, 降低拆除安全风险。

1 工程概述

位于某市桥梁: 横跨河过港河, 河面宽度约50m, 水深约2.3m, 梁底最高处离水平面约3m, 无船只同行, 桥梁主体结构采用刚构拱桥, 设计车辆荷载采用城-A级, 现状桥梁跨径为22+30+22m, 桥梁拆除施工过程中不能封闭河流(市政景观河浮船施工可行性较低)。

桥梁断面宽33.6米, 上部结构采用V型刚构箱梁, 跨中梁高1.5m, 悬臂长1.3m。下部结构基础采用摩擦灌注桩。

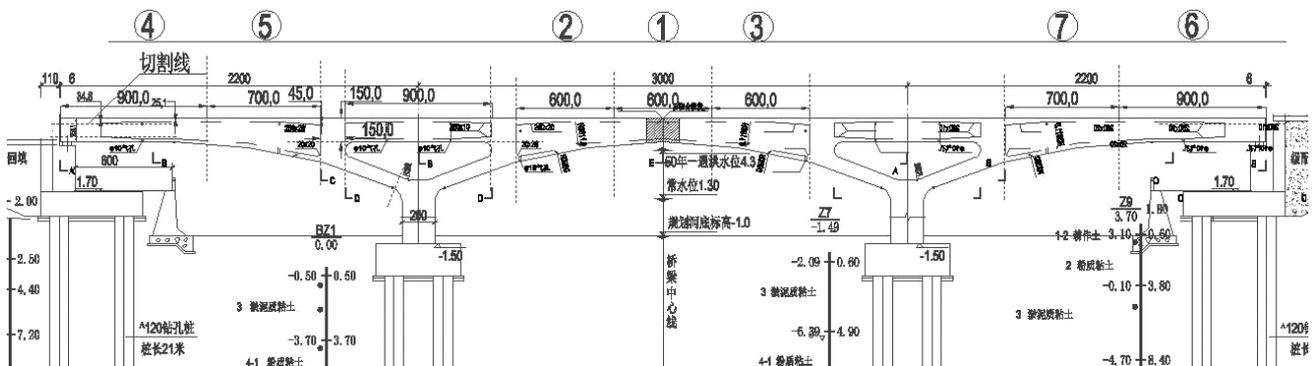
2 拆除整体部署

桥面护栏: 采用挖机向桥面内侧进行挖除, 挖除的碎石利用小型铲车进行清理、运输; 现浇箱梁悬臂: 采用金刚石绳锯切割悬臂、切割后分块吊离; 现浇箱梁梁体: 采用金刚石绳锯按划分的分段分块尺寸及切割顺序依次切割梁体, 分块分段吊除, 做到切割一块吊除一块; 桥墩: 采用金刚石绳锯切割分块吊离凿除; 桥台、承台桩基: 采用破碎机直接破除。

3 拆除顺序

桥梁的拆除顺序需对梁板运输通道、管线迁改进度综合考虑, 总体拆除顺序如下: 首先进行过桥管线迁移及拆除桥面附属设施, 然后进行桥面沥青洗刨, 再拆除两侧翼缘板, 翼缘板拆除后从中间往两边依次拆除主梁, 主梁纵向拆除顺序为①→②→③→④、⑤同步拆除→⑥、⑦同步拆除, 每分段横向拆除按顶板、底板、腹板分块拆除, 主梁全部拆除后进行桥台破除, 桥台破除后整理地面然后对桥墩进行切割吊装。

拆除顺序按1-7编号拆除



拆除切割立面图

第一阶段：中跨箱体拆除

中跨现浇箱梁采用分段分块绳锯切割，采用汽车吊吊离，拆除的梁段采用运梁车运输至指定场地进行破碎。中跨纵向共分三段拆除。

第二阶段：边跨箱体拆除

边跨现浇箱梁采用分段分块绳锯切割，采用汽车吊吊离，拆除的梁段采用运梁车运输至指定场地进行破碎。边跨纵向整体拆除。

第三阶段：桥台拆除

桥台采用挖机拆除后利用桥台破碎的混凝土碎石进行修筑施工便道，桥台采用破碎机现场破除并进行场地平整用于吊机站位，吊装桥墩。

第四阶段：桥墩拆除

利用桥台破碎后在河岸边平整汽车吊站位场地，并用绳锯切割对桥墩进行切割，利用岸边吊机对切割块进行分段吊除，梁体构件利用运输车运输至指定场地进行破碎。

单跨横桥向拆除方向一端至另一端。

4 拆除方案

桥梁拆除前，桥梁拆除施工区域进行全封闭。

4.1 桥面铺装层拆除

桥面沥青采用沥青铣刨机对桥面沥青进行铣刨，桥面铺装混凝土层拆除，计算铺装层重量，与现浇箱梁顶板同时切割吊除。

4.2 护栏拆除

防撞护栏采用挖机向桥面内挖除，为防止小石块掉落，采用小船填上部分沙土进行水上对接，与防止打孔混凝土块落河的方法相同，防止掉落河中。

4.3 切割吊装

拆除施工顺序为：桥梁悬臂拆除→中跨顶板、底板、腹板切割吊除→南边跨顶板、底板、腹板切割吊除→北边跨顶板、底板、腹板切割吊除→桥台破除→桥墩切割吊除。

1.翼缘板切割拆除：

拆除方法：绳锯切割，吊车吊除，平板车运输，运至指定场地卸车破除，切割前，应对指定构件按设计切割尺寸进行放样，以免切割构件时出现偏差影响构件重量。

步骤一：切割翼缘板前先在切割块两端头打入两个直径10cm圆孔，用于穿绳锯链。

步骤二：并在端头 $0.21L$ （ L 为分块长度）处打入两个直径10cm吊装孔，用于穿钢丝绳。

步骤三：首先进行纵向切割，待纵向切割完成 $2/3$

时，停止切割。

步骤四：单台汽车吊停在现有桥面，挂好钢丝绳，使钢丝绳绷紧状态，吊钩荷载1t。

步骤五：绳锯继续切割剩余 $1/3$ 部分。

步骤六：待纵向切割完成后，汽车吊起钩吃力3t。

步骤七：然后进行横向切割。

步骤八：待横向切割完成后，吊车起吊钩回转，将梁段缓慢放入运输车上。

步骤九：待一侧翼缘板切割吊除后，再以同样方法完成另一侧翼缘板拆除。

2.梁体切割拆除

严格按照尺寸进行切割（根据分块重量表中尺寸放样），由于主箱体顶板、底板及腹板是分别切割，顶板与底板厚度较低，最大厚度0.3m，也可根据实际情况采用圆盘锯进行切割，腹板采用绳锯设备按图示切割梁体。

拆除方法与翼缘板拆除方法相类似。

3.防打孔砼块落河

切割吊装时，在底板打孔时，为防止打孔砼块掉落河中，将安排作业小船，在小船上铺垫5-10cm黄沙，安放在打孔位置，在底板打孔完成后，砼块将落在小船上。根据需要，小船固定措施采用船头船尾抛锚固定，相关船上作业人员应穿戴救生衣，桥上配备救生圈等应急救援物资，以保障水上作业安全。

4.梁体打孔

首先按设计位置进行放样，然后根据混凝土厚度换上相应尺寸钢护筒，接上水电进行钻孔。

5.按顺序切割后吊离。

5 拆除过程梁体计算

因预应力混凝土刚构拱桥的特殊结构形式，拱脚有水平力，当拆除时，破坏了原受力体系，拱脚的水平力加剧，将出现结构倾覆风险，危及人员生命安全。当拆除的第一阶段时人员机械站位于梁板上施作，要保证桥梁的安全顺利拆除，因此要对拆除过程中拱脚的受力进行验算，检验所使用的施工方法不会使结构倾覆。模拟拆除计算如下：

钢筋混凝土容重取 26kN/m^3 。

吊装动力系数取1.2。

吊车，荷载等于自重+配重。吊装时，吊车每支腿下设一个 $2.5\times 2\text{m}$ 平面尺寸的钢垫箱。中跨拆除吊装时，后支腿应立于墩柱正上方。

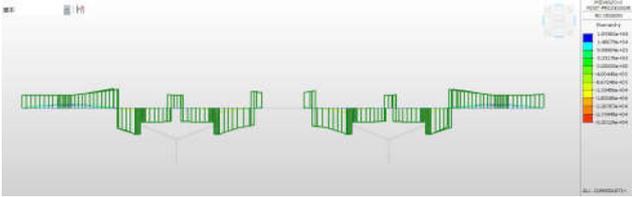
荷载组合按照《公路桥涵设计通用规范》与《城市桥梁设计规范》相关规定进行组合。

采用有限元分析软件Midas Civil 2021 (V2.1) 进行建模计算, 构件均采用梁单元模拟。

第一阶段: 中跨箱体拆除

上部梁体

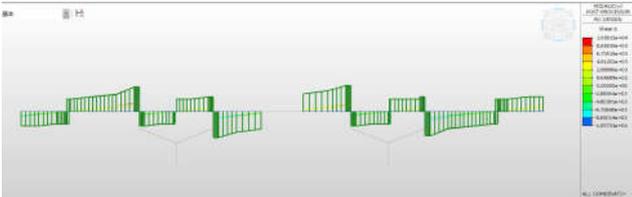
(1) 正截面抗弯强度



抗弯承载力包络图

荷载基本组合下, 最大弯矩应小于相应抗弯承载力。承载能力极限状态下, 正截面抗弯强度满足要求。

(2) 斜截面抗剪强度

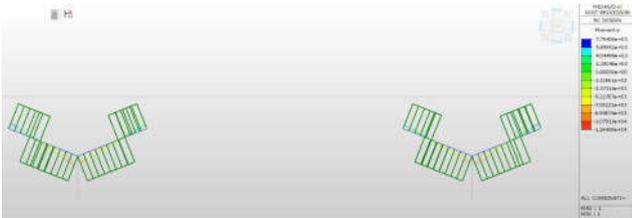


抗剪承载力包络图

作用基本组合下, 最大剪力应小于抗剪承载力。承载能力极限状态下, 斜截面抗剪强度满足要求。

斜腿

(1) 正截面抗弯强度



抗弯承载力包络图

荷载基本组合下, 最大弯矩应小于相应抗弯承载力。承载能力极限状态下, 正截面抗弯强度满足要求。

(2) 斜截面抗剪强度



抗剪承载力包络图

作用基本组合下, 最大剪力应小于抗剪承载力。承载能力极限状态下, 斜截面抗剪强度满足要求。

(3) 偏心抗压强度



图3.26 偏心抗压承载力包络图

荷载基本组合下, 最大压力应小于相应承载力。承载能力极限状态下, 正截面偏心抗压强度满足要求。

墩身在荷载基本组合下, 最大压力应小于相应承载力。承载能力极限状态下, 正截面偏心抗压强度满足要求。

因整体桥梁拆除过程中, 当中跨切割拆除时, 破坏了整体桥梁受力体系, 施工作业面位于边跨梁面, 因此中跨拆除风险最大。同方法进行中跨第一、二、三段拆除后结构验算。其中注意两点, 第一中跨三段梁均拆除完成后, 边跨斜腿的正截面抗弯承载能力富余不大, 操作时应严格限制桥上荷载不超过计算假定。第二计算所采用材料强度均为规范设计值, 若检测材料实际强度低于设计标准, 则应重新进行结构验算。

6 其他注意事项

6.1 吊装准备

1. 吊装时必须对通道有无障碍物, 吊装通道和现场地面是否平整坚实进行核实; 检查有无地下构筑物, 应以箱梁、钢板、枕木等切实加固。起重机伸臂及旋转范围有无阻碍。

2. 吊装前应检查吊装机械是否正常可靠, 各部件及操作系统有无异常, 并试运转。吊机支脚必须全伸, 机身必须平衡。

3. 吊装使用的材料、机具以及钢丝绳、吊钩等必须先检查确认其符合使用要求。

4. 箱梁在起吊前必须再次校核外形尺寸、重量。严禁在吊装时由工人在箱梁上悬空作业, 严禁超负荷起吊。

5. 起吊箱梁的钢丝绳夹角不宜小于60角度, 禁止小于45度角起吊。禁止用斜拉法起吊。起吊时吊机不准行驶和伸缩吊臂。

6. 吊装作业前应指派专人统一指挥, 信号要做到统一、清楚、正确、及时。起重司机除对“停车”信号不管任何人发出都得接受外, 其他任何信号都只接受当班指挥员的统一指挥, 不接受旁人信号。

7. 回转操作时, 当地面指挥不能全面了解高空情况时, 应及时向高空人员了解, 以免盲目指挥。

8. 支腿底部设置汽车吊自带路基箱长2.0m, 宽2.5m, 厚0.2m的路基箱进行补强。

6.2 应急情况分析

1.起重伤害事故:

(1) 起重机械在起重过程中,因检查维修不到位、操作不当、指挥信号不明确、安全意识差和在不良自然环境下,容易发生起重伤害事故。

(2) 事故发生在施工作业场所,易导致事故发生的装置有:吊钩、钢丝绳、制动器等。

(3) 起重伤害事故发生后,可能造成人员伤亡和财产损失。

(4) 起重伤害事故发生前,起吊物质有碰撞、挤压和坠落,人员触电,机械倾覆等征兆。

2.溺水事故:

事故类型:临边或水上作业时,不慎落水。

危害程度分析:发生溺水事故后会造成员工伤亡或财产损失。

3.机械伤害事故:

(1) 机械伤害可能导致人员受伤、死亡;设备损坏、报废;财产损失等。

(2) 事故发生在施工现场。

(3) 现场环境复杂或气候恶劣;机械设备违规操作,易发生倾覆等事故。

(4) 机械设备运转异常;机械部分联接松动、失效;主要承重构件焊缝开裂、扭曲变形;整机倾斜;钢丝绳钢丝断裂;刹车失灵;大风、大雾、雨雪等恶劣天气施工以及操作人员思想麻痹等事故前兆时,容易发生机械伤害事故。

4.物体打击事故:

起重吊装、拆除时,构件掉落伤人;设备违规操作物体飞出伤人等。

危害程度分析:

发生物体打击事故后会造成员工伤亡或财产损失。

参考文献

[1]温天卿.泗河兴隆大桥施工关键技术研究[D].山东:山东大学,2014.DOI:10.7666/d.Y2594386.

[2]赵涵.大跨度预应力混凝土桁式组合拱桥拆除技术研究[D].重庆:重庆交通大学,2013.DOI:10.7666/d.Y2377482.