

浅谈韩江高陂水利枢纽工程临时交通桥拆除施工技术

邹绍新

(广东水电二局股份有限公司, 广东 广州 511300)

摘要: 本文以韩江高陂水利枢纽工程临时交通桥的拆除为案例, 主要介绍通航河道上多跨不同主梁形式的钢混叠合梁、贝雷梁以及墩柱水上、水下部分的施工拆除技术。

关键词: 通航河道; 钢混梁板; 贝雷梁; 水上水下墩柱; 拆除技术; 安全措施

中图分类号: TV61; TV551.1 **文献标志码:** A



1 工程概况

韩江高陂水利枢纽工程临时交通桥跨越韩江, 桥位水面宽度约240 m。桥位河道顺直, 属通航河流, 桥梁轴线的方线与水流方向基本平行。上游临时交通桥航拍如图1所示。



图1 上游临时交通桥航拍

主桥采用 $2 \times 24 \text{ m}$ (贝雷梁) + $2 \times 48 \text{ m}$ (钢混叠合梁) + $4 \times 24 \text{ m}$ (贝雷梁) = 240 (m) 八跨简支梁桥。桥宽为6.5 m, 主车道为3.5 m, 两边人行道各1.5 m, 桥面纵坡北侧为4%, 南侧为3.72%, 全桥平面均处于直线段。48 m主跨主梁采用开口钢箱组合梁, 顶板为正交异性板结构, 下部采用混凝土现浇板式墩结构, 桩基采用钻孔灌注桩, 按嵌岩桩设计。24 m跨主梁采用4组加强型单层双排贝雷梁结构, 下部结构采用桩柱式墩桥, 柱径为1.1 m, 桩径为1.3 m, 按嵌岩桩设计。叠合梁梁高为2.8 m, 其中混凝土桥面板厚度为36 cm, 钢箱梁梁高为244 cm, 梁高与跨径之比为1/17.14, 钢箱梁箱体宽度为3.196 m。

根据现场情况, 为保证安全拆除, 应组织专业施工队伍, 使用大型船式起重机、汽车式起重机、液压绳锯切割机、气割及水钻钻孔机、水下专用机械等设备配合施工。

2 拆除施工顺序及流程

临时交通桥主要拆除内容为上游临时交通桥桥面系、墩柱等, 墩柱水下部分拆除至原河床。总体拆除顺序为先主跨、后边跨, 先桥面、后墩柱。根据施工安全性及施工可行性等方面确定分步切割的顺序。切割过程中, 应做好统筹安排, 多作业面同时施工, 开设2~4个工作面, 加快施工进度。

施工流程: 施工准备→桥面附属物拆除→桥面拆除→主跨拆除→边跨拆除→墩柱水上部分拆除→墩柱水下部分拆除→转运→完工。

3 重点控制工序

3.1 桥面附属结构物及混凝土桥面拆除方法

先拆除主跨护栏及混凝土桥面上的钢结构, 两主跨现浇混凝土桥面采用分块切割法拆除, 并装车运走, 装车时左、右侧对称进行。

桥面混凝土在起重机及人工配合下, 使用金钢石切割机、撬棍等工具, 将桥面混凝土撬起吊装。拆除桥面混凝土层时, 应根据现场确定混凝土块情况进行切割 (按主桥面 $3 \text{ m} \times 1.75 \text{ m}$ 、人行道 $3 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$, 用汽车式起重机装依次吊装运走)。

3.2 两主跨钢箱梁拆除方法 (吊移法)

(1) 拆除方法。主跨钢箱梁不宜切割分块拆除, 应采用两台200 t船式起重机整体起吊, 利用双台船式起重机抬起, 往边跨方向吊移50 m放置在边跨桥面上

(本工程使用两台200 t浮船式起重机,单跨钢箱梁质量约为128 t,在两台船式起重机吊的质量范围内)。

①船式起重机受力验算

本次吊装拟采用两台200 t船式起重机进行钢箱梁的吊装。钢箱梁最大质量为128 t,吊钩、吊索具质量为3 t,取动载荷系数为1.1,故吊装过程中起重机需承受最大的荷载为 $(128+3) \text{ kg} \times 1.1 = 144.1 \text{ t}$,根据200 t船式起重机吊装性能参数选取吊距,起升高度为28.12 m,额定吊装质量为200 t $> 144.1 \text{ t}$,单台船式起重机即可满足受力要求,由此可见,采用两台200 t船式起重机抬吊满足吊装要求。200 t船式起重机参数见表1。

表1 200 t船式起重机参数

角度	起升高度(距甲板面) m	吊距(距船首) m	起重量t
45	22.15	16.77	123.56
50	23.85	14.93	138.46
55	25.36	12.95	164.62
60	26.70	10.85	200.00
65	28.12	8.63	200.00

②主要施工设备(表2)

表2 主要施工设备

序号	设备名称	规格型号	数量	备注
1	船式起重机	200 t	2	
2	平板运输车辆	50 t	2	
3	起重机	50 t	1	
4	钢丝绳	60 mm	2	20 m
5	麻绳		2	50 m

③钢丝绳受力计算与选型

根据起重机只能单吊点起吊方式,船式起重机选取吊距8.63 m,起升高度为28.12 m,水位按最低通航水位25.91 m考虑,起重机限位高度取1.5 m,最高处桥面高程为47.66 m,钢箱梁高度为2.44 m,钢箱梁梁底最高处高程为 $47.66-0.08-0.36-2.44=44.78 \text{ (m)}$,边跨桥面最高点高程为46.57 m,应保证最低离地高度30 cm将钢箱梁放置在边跨上,则起吊时梁底最低高程为 $46.57+0.3=46.87 \text{ m}$,可同时满足钢箱梁吊离支座并在边跨就位的高度(44.78 m)要求。按起吊时梁底高程46.87 m计算,此时船式起重机可以用的钢丝绳长度为 $28.12+25.91-46.87-1.5-2.44=3.22 \text{ (m)}$,箱梁两端各采用两根共四股钢丝绳进行兜底吊,钢丝绳需用长度为 $3.69 \text{ (箱梁梁宽)}+2.44 \text{ (箱梁高度)} \times 2+3.71 \times 2=15.99 \text{ (m)}$,单根钢丝绳最大竖向为 $144.1/4=36.025 \text{ (t)}$,钢丝绳承受质量为 $36.025 \div (3.22/3.71)=41.51 \text{ (t)}$,钢丝绳安全系数取6倍,钢丝绳的最小破断拉力为166.04 t。

选取8x36 S+l WR-48 mm钢丝绳,最小破断拉力为2034 kN,换算为203.4 t,因此 $203.4 \times 0.85=172.89 \text{ (t)} > 166.04 \text{ t}$ 满足使用要求。

(2)钢箱梁整梁拆除,首先拆除整梁间的连接,采取适当加固措施,确保梁体的稳定。起吊时,确保整梁的起吊点与设计吊点位置一致。

拆除时应首先拆除两箱梁体之间的横向连接、纵向连接,以及钢箱梁与墩柱之间的抗震连接,同时采取临时支撑措施,使每一片梁体独立稳定,待吊。

采用双台浮船式起重机抬吊作业,对第一吊进行试吊,作业施工中必须保持同步作业。

采用整体移除方式拆除钢箱梁时应按以下要求进行:

200 t浮式起重机结构,整个起重机架立在船体甲板上,起重机主要由大拉杆、臂架、象鼻梁以及人字架组成,其中人字架固定在船体上。这四个机构组成典型的四连杆机构,通过变幅拉杆实现臂架的变幅,从而实现吊重作业幅度的变化^[1]。

使用两台200 t的船式起重机抬吊同一构件,两名机手操作需协调统一,要根据双机协作系数选择起重机,使各种安全力矩均控制在85%以内。吊装时将钢箱梁左右两端距离端头4 m的位置作为吊点位置,先用一艘船式起重机挂上8x36 S+l WR-48 mm钢丝绳,在吊点位置兜住梁体,另外一艘船式起重机挂上8x36 S+l WR-48 mm钢丝绳吊索,兜底到钢箱梁的另一端吊点位置。两端的钢丝绳与梁体交角为45°与60°,检查起吊件是否牢固稳定、吊索是否拉紧、起重机运转是否正常,无问题后继续起吊,起吊时两机吊钩应基本垂直,不得有较大的倾斜,以防造成一台起重机失重而另一台超荷。起吊前应将两船式起重机吊索拉紧,然后同时起吊,使两吊索受力基本平衡,吊装过程要保持起吊件水平,起吊动作平稳,操作协调。将钢箱梁起吊离支座0.1 m时停止起吊,保持静止5 min,观察吊具情况、船式起重机载荷情况,如果现场无异常情况,可将钢箱梁放下,重新试吊一次,如果再次试吊无误,方可开始正式起吊。在将吊件吊起上升至贝雷架桥面以上30 cm时,船式起重机应同时向同一方向移动,待吊件全部到达贝雷架桥面时船式起重机停止移动,将吊件缓缓下放,吊件两端头应支撑于墩柱位置。

(3)钢箱梁在船式起重机配合下,吊往贝雷梁处转运放置稳定后,确定分块大小切割吊装。(根据现场情况操作)。

(4)注意切割分离及吊装前必须与吊装施工人员对接交底,钢构件分块尺寸应考虑起重机能力,对吊装工况、运输条件进行确定(钢箱梁暂按3 m一段分割)。

(5)采用与第一跨相同的方法,完成另一主跨的吊移切割拆除工作。

(6)主跨钢箱梁吊移时,各项起吊前的工作完成后,应通知监理单位到现场检查验收,验收通过后方

可起吊。

(7) 主跨钢箱梁吊移示意图如图2所示。

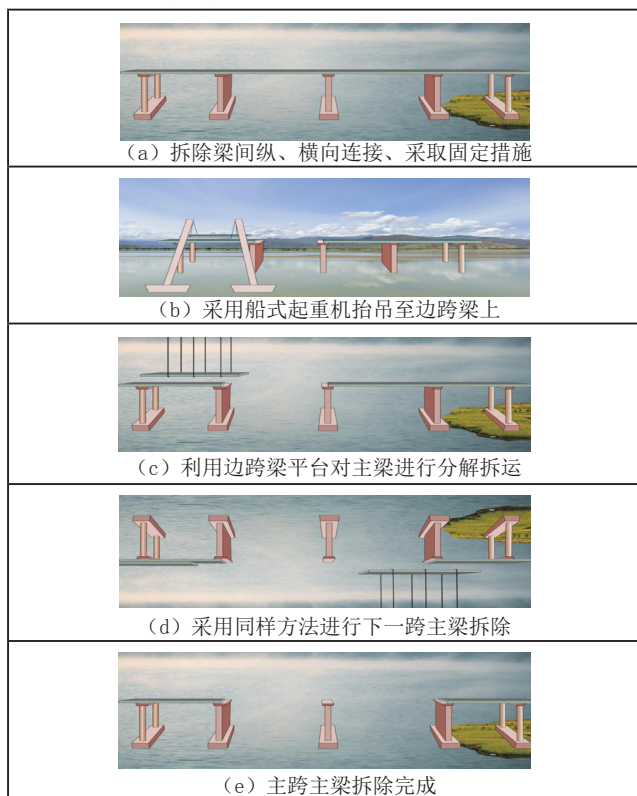


图2 主跨钢箱梁吊移示意图

3.3 边跨贝雷梁拆除

(1) 左岸贝雷梁跨共2跨，均为24 m一跨，右岸贝雷梁跨共4跨，均为24 m一跨。拆除时先用气割将桥面波纹钢板切割拆除，再利用船式起重机将贝雷梁起吊后放置在紧邻的边跨上。

(2) 使用两台起重机作业，由外向内进行拆除，配合现场实际操作，防止吊装掉落。现场技术员应进行安全技术指导，了解操作施工工人注意事项与安全措施后方可进行拆除吊装转运。

(3) 在拆除过程中，凡已松开连接的杆配件，应及时拆除运走，避免误扶和误靠已松脱连接的杆件。拆除作业中若有需要加固的部位，应先加固，再拆除，防止架体倒塌，必须由专人担任指挥和监护，确保安全、有序、可控^[2]。

3.4 墩、柱水上部分拆除

(1) 主跨完成后，应进行3号主墩的切割拆除，主墩为板式墩接盖梁形式，采用橡胶支座，墩身桩采用C35混凝土，桩基采用C30水下混凝土，实际切割拆除过程应综合实际情况考虑切割拆除部位，纵向分成若干块，以船式起重机起吊能力为准。

(2) 拆除3号桥墩时，先用凿岩机或液压绳锯切割将混凝土保护层拆除，事先在盖梁定位孔穿好钢丝绳，然后用金刚石液压绳锯切割，使盖梁连接外完全分开，再用船式起重机起吊盖梁，船式起重机慢慢用力起吊，最后用船式起重机吊至岸边进行运输。

(3) 桥梁下部结构拆除顺序为附属构造→盖梁→桥墩（墩身）→承台（系梁）→桩基础（宜采用相同思路切割拆除法）。3号盖梁为23.7 m³，质量约为60 t，墩高为13.8 m×3 m×1.8 m，质量约为186 t，分四段；桩系梁为6.7 m×3 m×2.8 m，质量约为140 t，分两段；桩基直径为1.6 m。

3.5 墩、柱水下部分拆除

(1) 水下切割拆除施工流程为施工准备→施工安全标识设置→船式起重机配合→画线定位→水钻钻孔及绳锯切割→水下安装→水下检查摄像→开始切割→吊装转运清理混凝土块。

(2) 安全/危险/工作区域警示与维护：在拆除范围内有专业人员监护，确保救生衣、安全帽等防护用具全部到位。

(3) 依据施工图纸，现场放样必经确认切割路线规划，在实际切割范围内，依序标注切割路线。

3.5.4 水下切割施工方法及工艺

①施工准备预警措施：保证现场有充足的专业人员与设备，参与施工的人员应具备相应专业的素质，有类似施工经验。投入的施工设备状况良好，使用前进行检修处理。依据施工图纸标注切割路线。

②绳锯安装与操作：取适当位置安装膨胀螺丝，固定切割机与导向轮，用液压金刚石绳锯切割，具体的操作按现场实际情况进行。

③切割前将水钻机所需水电配备，要求施工人员严格按照吊装孔位定位钻孔。

④水下安装设备，在预定切割位置进行切割。

⑤先将钢丝绳穿过吊装孔，用船式起重机吊住进行切割，切割完成后将切割好的水下桩基物用船式起重机运输到岸边进行转运。

4 结束语

本文介绍韩江高陂水利枢纽工程项目部精心组织人员、设备，安全出色地完成临时交通桥的拆除施工任务。该类桥梁拆除方案技术可行、经济合理、安全可靠，其施工经验为通航河道上多跨钢混叠合梁、贝雷梁以及墩柱水上、水下部分的施工拆除技术提供工程实践经验和参考意义。

参考文献

- [1] 中华人民共和国交通运输部.公路桥梁施工技术规范：JTG/T 3650-2020[S].北京：人民交通出版社，2020.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部，中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.钢结构设计标准：GB 50017—2017[S].北京：中国建筑工业出版社，2018.
- [3] 周水兴，金志展，邹毅松.路桥施工计算手册[M].北京：人民交通出版社，2001.