

狭小场地内渡槽及空心板吊装技术研究

邢 越， 曾 金， 赵 文 剑， 郭 红 利

(中国水利水电第十工程局有限公司 一分局,四川 都江堰 611830)

摘 要:阐述了亚曼苏水电站尾水渠 1# 农用桥空心板及渡槽吊装施工技术。鉴于吊装平台场地狭小、渡槽单跨重 82.38 t,单跨长 20 m 的具体情况,最终选择采用 2 台 QY70 汽车起重机和 1 台 QUY160 履带式起重机进行吊装;桥梁空心板单块最大重量为 38.9 t,选择采用 1 台 QY70 汽车起重机和 1 台 QUY160 履带式起重机进行吊装。施工过程中质量、安全得到了保证,为今后类似工程提供了参考经验。

关键词:狭小场地;桥梁及渡槽;吊装;施工技术;亚曼苏水电站

中图分类号:TV7;TV52 **文献标识码:** B **文章编号:**1001-2184(2020)01-0029-04

Study on Hoisting Technology of Aqueduct and Hollow Slab in Narrow Site

XING Yue, ZENG Jin, ZHAO Wenjian, GUO Hongli

(First Branch of Sinohydro Bureau 10 Co., Ltd, Dujiangyan, Sichuan, 611830)

Abstract: This paper expounds the hoisting construction technology of hollow slab and aqueduct of 1# agricultural bridge in tailrace channel of Yamansu Hydropower Station. As the hoisting platform site is narrow, the single span weight of aqueduct is 82.38t, and the single span length is 20 m, 2 sets of QY70 truck cranes and 1 set of QUY160 crawler crane are finally selected for hoisting; as the maximum weight of single hollow slab of bridge is 38.9t, and 1 set of QY70 truck crane and 1 set of QUY160 crawler crane are selected. In the process of construction, quality and safety are guaranteed, which provides reference experience for similar projects in the future.

Key words: narrow site; bridge and aqueduct; hoisting; construction technology; Yamansu Hydropower Station

1 概 述

亚曼苏水电站位于阿克苏地区乌什县亚曼苏乡境内,厂房距乌什县城 22 km,尾水渠沿厂房轴线向下游侧布置,尾 1+016 附近有一条 3# 渠道及一条乡村公路与尾水渠斜交,设计为 1 座 1# 渡槽及 1 座 1# 农用桥以确保渠道及道路畅通,该部位尾水渠开挖深度为 25.35 m。地下水位以下边坡坡比为 1:1.75,地下水位以上坡比为 1:1.5。3# 渠道改线至 1# 农用桥并经农用桥上架设的渡槽跨过尾水渠后再改线至原有渠道。渡槽布置于农用桥上游,与农用桥共用一套基础。渡槽为矩形,净尺寸为 1.4 m×1.3 m(宽×深),槽身厚 0.3 m,一跨渡槽混凝土量为 29.59 m³,钢筋 8.4 t,

共计 82.38 t。1# 农用桥全长 112 m,起讫里程桩号为 K0+000~K0+112,为 5×20 m 空心板钢筋混凝土桥,空心板高 0.95 m。桥面宽:净—5 m(行车道)+2×0.5 m(人行道)=6 m。1# 农用桥空心板采用预制 C50 混凝土,由 20 块 20 m 长的预应力空心板组成。20 m 长的空心板中的一块中板混凝土量为 13.01 m³,含钢筋 1.44 t,共计 33.96 t;一块边板混凝土量为 14.97 m³,含钢筋 1.48 t,共计 38.9 t。

该桥横跨尾水渠,需将农用桥部位开挖至尾水渠底板并将灌注桩施工完毕再进行上部结构及空心板的吊装施工,尾水渠底板仅为 3 m 宽,过水断面顶宽 23 m 且处于地下水位以下,场地受限,施工难度较大。

收稿日期:2020-01-06

2 吊装方案的选择

由于 1# 桥及渡槽仅为 5 跨、共计 120 m 长的结构,工程量较小,故选用架桥机成本过高,且架桥机安装和拆卸耗时耗工。另外,吊装场地为尾水渠过流断面,场地非常有限,且吊装平台以下存在低液限土,严重限制了吊装设备的选择范围。

通过技术分析与经济对比以及阿克苏地区吊车资源的调查研究后决定,1# 农用桥空心板采用 1 台 QY70 汽车起重机和 1 台 QUY160 履带式起重机进行吊装,运输采用 100 t 专业运梁炮车^[1],吊装钢丝绳采用 Φ34 标准钢丝绳,单根钢丝绳长度为 3 m,双股为 1.5 m,4 根钢丝绳双股挂 4 个吊环起吊。1# 渡槽计划采用 2 台 QY70 汽车起重机和 1 台 QUY160 履带式起重机进行吊装,运输采用 100 t 专业运梁炮车,吊装钢丝绳采用 Φ56 标准钢丝绳,单根钢丝绳长度为 3 m,双股为 1.5 m,4 根钢丝绳双股挂 4 个吊环起吊。

3 施工工艺技术

3.1 技术参数

3.1.1 1# 桥 20 m 长空心板吊装技术参数

1# 农用桥 0#~1#、4#~5# 20 m 长空心板在进场公路进行吊装(该跨场地受限,空心板吊装难度最大,其他跨不再做说明),160 t 履带式起重机布置在 1# 农用桥上游侧、在 0#(4#)和 1#(5#)立柱之间,70 t 汽车吊布置在进场公路靠 0#(5#)桥墩处,空心板放置于进场公路,160 t

履带式起重机距离吊点中心的最大距离(幅度)为 $18\text{ m}+2\text{ m}=20\text{ m}$ (履带吊中心距尾水渠开口线的距离+富裕长度)。同理,计算得到 70 t 吊车距离吊点中心的最大距离(幅度)为 7 m。

3.1.2 渡槽吊装技术参数

1# 渡槽每跨采用 3 台吊车起吊,一端采用 160 t 履带吊起吊,另一端采用两台 70 t 汽车吊起吊。0#~1#、4#~5# 渡槽位于边坡位置,场地受限,吊装难度大,吊装前首先采用挖掘机在 1# 桥上边坡位置开挖沟槽并确保开挖好的沟槽端头在 70 t 汽车吊吊装有效半径之内(7 m),用炮车将渡槽运输至进场公路平台后,先采用钢丝绳、葫芦、吊车等工具将渡槽移运至如图 1 所示的位置(4#~5# 渡槽类似布置),确保各种机械设备都在额定的工作半径范围内再进行吊装工作。160 t 吊车距离吊点中心的最大距离(幅度)为 12 m,起重高度为 10.55 m(起吊高度=原始地面至盖梁顶部高程+渡槽高度+钢丝绳长度+吊钩钩心至滑轮中心+富余高度-吊车底部至转盘高度= $1\,518.13-1\,511.98+1.6+1.5+2.4+0.3-1.4=10.55(\text{m})$)。同理计算得到 70 t 吊车距离吊点中心的最大距离(幅度)为 7 m。

1#~2#、2#~3#、3#~4# 渡槽吊装难度小,吊车全部布置在高程 1 511.98 m 平台,具体位置根据现场实际情况进行调整。

3.2 吊机、吊具荷载验算

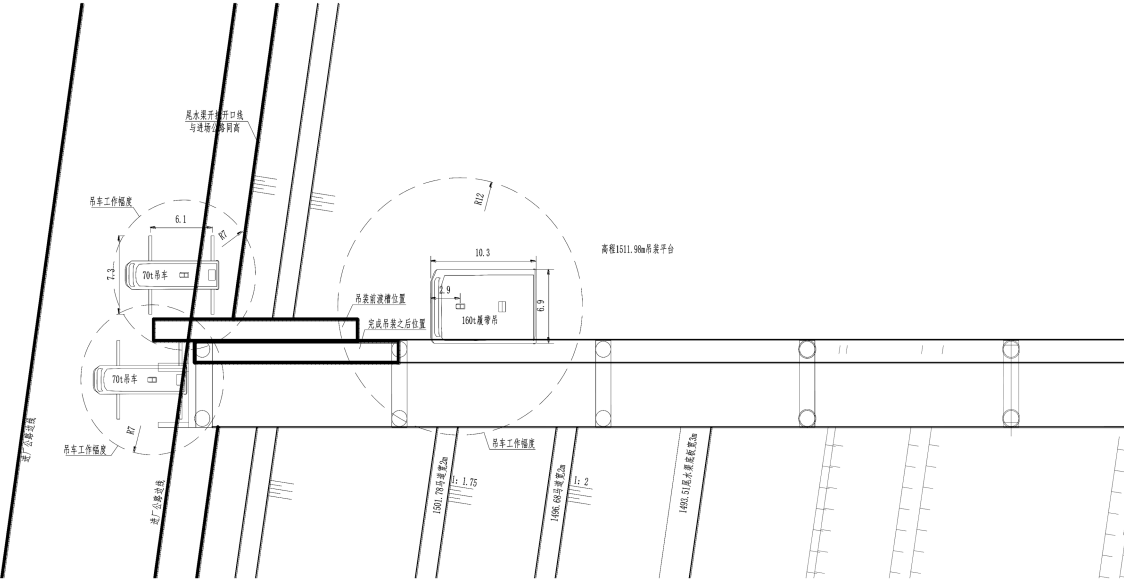


图 1 0#~1# 渡槽吊装平面布置图

3.2.1 1#桥空心板

(1)吊机起重荷载验算。考虑最不利因素,按最大荷载验算,1#桥 20 m 空心板边板为最大荷载,其重量为 $14.97\text{ m}^3\times 2.5\text{ t/m}^3+1.48\text{ t}=38.9\text{ t}$ 。

按照施工计划,空心板采用 1 台 QY70 汽车起重机(起重机参数见表 1)和 1 台 QUY160 履带式起重机(起重机参数见表 2)进行吊装^[2]。

表 1 QY70 汽车起重机参数表

序号	项目	单位	数值
1	最大额定起重重量	kg	70 000
2	基本臂最大起重高度	m	12.2
3	基本臂最大起重力矩	kN·m	2 352
4	主臂最大起重高度	m	44.2
5	最长主臂最大起重力矩	kN·m	1 098

表 2 QUY160 起重机参数表

序号	项目	单位	数值
1	最大起重能力	t	160 t×5 m
2	主臂长	m	20~83
3	作业半径	m	5~80
4	回转速度	转	0~2.2 r/min

计算吊机总的起吊重力荷载:
每片梁板的起吊重力:

$$F=(G+g)\times K_1\times K_2=52.67\text{ (t)}^{[3]}$$

式中 G 为边板梁的自重,取 $G=38.9\text{ t}$; g 为吊车吊钩及索具的重量,取 1 t ; K_1 为动载系数,取 1.2; K_2 为不平衡系数,取 1.1。则单台吊车的起重荷载为 $52.67/2=26.33(\text{t})$ 。

根据 160 t 履带吊吊车性能表中的参数:幅度为 20 m,起重量为 31 t。70 t 汽车吊吊车性能表中的参数:工作半径为 7 m,起吊重量约为 29.5 t。满足现场施工条件。

剩余三跨均不受场地限制,吊装难度小,可在高程 1 511.98 m 平台进行吊装。

(2)索具的荷载验算。1#桥空心板梁按设计要求在梁端各设 2 个吊环,根据双机抬吊联合作业的起吊方式计算每根吊索(钢丝绳)所受内力的大小。

已知:起吊重力为 52.67 t,钢丝绳根数 $n=8$,则每根钢丝绳承受的拉力为 $52.67/8=6.58(\text{t})$ 。

直径 34 mm 钢绳的容许拉力^[4] S :

$$S=\alpha pg/k=0.8\times 0.5\times 34^2/6=77(\text{kN})$$

式中 α 为钢丝绳间荷载不均匀系数,取 0.8; pg

为钢丝绳破断拉力总和,按 $0.5d^2$ 计算; k 为钢丝绳安全使用系数,取 6。

则单根钢丝绳可以承受的重力为 $77/10=7.7\text{ t}>6.58\text{ t}$,满足要求。

3.2.2 1#桥渡槽

1#桥 1 跨渡槽槽身重量为 $29.59\text{ m}^3\times 2.5\text{ t/m}^3+8.4\text{ t}=82.38(\text{t})$ 。

(1)吊机起重荷载验算。按照施工计划,一端采用 1 台 QUY160 履带式起重机,另一端采用 2 台起重量为 70 t 的汽车起重机,共计三台起重机抬吊作业,计算吊机总的起吊重力荷载:

每跨渡槽的起吊重力 F :

$$F=(G+g)\times K_1\times K_2=111.38\text{ (t)}$$

式中 G 为边板梁的自重,取 $G=82.38\text{ t}$; g 为吊车吊钩及索具的重量,取 2 t ; K_1 为动载系数,取 $K_1=1.2$; K_2 为不平衡系数,取 1.1。

则:160 t 吊车起重荷载为 $111.38\times 0.5=55.69(\text{t})$,每台 70 t 吊车起吊重量为 $55.69\div 2=27.84\text{ (t)}$ 。

根据 160 t 履带吊吊车性能表中的参数,工作半径应为 12 m、最大重量为 62 t、臂长 20 m,满足现场工况要求。根据 70 t 汽车吊吊车性能表中的参数,工作半径为 7 m,最大起吊重量为 29.5 t。满足现场工况要求。

剩余三跨均不受场地限制,吊装难度小,可在高程 1 511.98 m 平台进行吊装。

(2)索具的荷载验算。已知起吊重荷载为 111.38 t,钢丝绳根数 $n=8$,则每根钢丝绳承受的拉力为 $111.38/8=13.92\text{ (t)}$ 。直径 56 mm 钢绳的容许拉力 $S=\alpha pg/k=0.8\times 0.5\times 56^2/6=209\text{ (kN)}$ 。

则单根钢丝绳可以承受的重力为 $209/10=20.9\text{ t}>13.92\text{ t}$,满足要求。

3.3 工艺流程

3.3.1 狭小场地的基础处理

由于吊装时尾水渠基本已开挖至尾水渠过水断面(高程 1 496.68 m),而在尾水渠开挖过程中揭露该部位地下水位线高程为 1 509.28 m。为了吊装工作安全进行,解决场地狭小的难题,需将吊装平台填筑至地下水位线之上;同时,结合吊车性能参数要求,采用砂砾料分层填筑、碾压至高程 1 511.98 m 修造吊装平台。填筑施工的铺料

分层厚度为 50~60 cm,碾压机采用 18 t 振动碾,行驶速度控制在 2~4 km/h,相邻两次的轮迹应重叠轮宽的 1/3,保证压实均匀、不漏压;对于压不到的边角,应配合人工推土辅以人力或小型机具夯实。现场碾压时,一般以不超过最佳含水量的 2% 进行,如含水量偏差较大,需经过翻松、晾晒或洒水处理后方能进行碾压。碾压密实度不小于 94%。吊装前,对运输线路进行整平和压实,确保吊装现场梁板运输通道能够满足梁板运输、吊装安全作业的地形条件要求。

3.3.2 吊装程序

根据该工程的特点及施工场地等因素,1#农用桥空心板及渡槽的整体安装顺序为:自 0#桥台→5#桥台进行安装。梁板的安装施工工序为:测量放样→安装橡胶支座→空心板吊装→校正→渡槽吊装→校正。

3.3.3 注意事项

提前做好支座垫石上的钢板安装、支座轴线定位等工作,清点支座型号、数量、使用部位等情况,检验梁板编号,确立吊装顺序^[5]。

实施过程中的渡槽及空心板吊装情况见图 2、3。



图 2 0#~1#空心板吊装

4 施工安全保证措施

(1)由于三机抬吊的构件一般较重、较大型,故应十分注意吊臂的强度。必须按照其使用说明书的规定控制伸臂长度,不得盲目伸长吊臂以免出现折臂而造成事故。注意检查卷扬机钢丝绳长度是否足够,其与滑轮组的倍率必须满足该吊装作业的使用要求。

(2)吊重物时必须统一指挥,由指挥员确定吊



图 3 4#~5#渡槽吊装

机摆设的位置。一般在多台吊机同时操作时,指挥员在传达指令的同时,必须注意支腿有无下陷和浮动等危险状况出现,并确保两机的升降速度保持相等。

(3)一般情况下,多台吊机垂直起吊,其吊臂不应变幅。严禁向下(即不安全方向)变幅。因向下变幅容易产生超负荷状态;向上变幅时,所产生的分力较大,亦容易产生超负荷失稳现象。

(4)起吊预制梁及渡槽的钢丝绳与预制梁及渡槽的夹角不宜小于 60°,禁止小于 45°角起吊。禁止采用斜拉法起吊,吊机禁止行驶和伸缩吊臂。

(5)当各起重机械的起升速度不一致时,应对速度过快的起重机械作间断停顿,停顿时间和时刻应使增速快的起重机械所增加的吊荷重(量)不超过额定起重量的 20%。

(6)作业中发现起重机倾斜、支腿变形等不正常现象出现时,应立即放下重物,空载进行调整并待其正常后方能继续作业。

5 结 语

该工程通过对技术方案的探讨与编制,合理地控制吊装参数,周密地安排物资设备,充分利用施工现场有限的地形,适当回填砂砾料建造吊装平台,顺利地完成了 1#桥及渡槽的吊装工作,为在狭小场地进行吊装工作积累了丰富的经验。

狭小场地内吊装设备工作半径受限,无法发挥其额定的工作性能,需通过工程方法和理论计算确定设备的工作能力。该工程使用的施工方法应用较广,对于狭小场地、结构自重相对较大的桥梁吊装均可借鉴。

(下转第 53 页)

水平度和立杆的垂直度,并在无荷载情况下逐个检查立杆底座有否松动或空浮情况并及时旋紧可调底托或用薄钢板调整垫实。

6 安全控制要点

(1)搭、拆作业前应对操作人员进行专项安全教育、安全技术交底签字手续,作业人员应持证上岗。

(2)安装时应随支架搭设高度设置“四步一隔离”设施,保障施工人员安全。支架纵横向连接杆须用扣件扣紧,不准使用锈蚀铁丝作拉结和绑扎;钢性拉结与支架里立杆连接点不准采用电焊焊接。

(3)遇恶劣气候影响施工安全时(如风力大于 6 级、大雨、雾等天气情况)不得进行高处支架的搭、拆作业。对已搭、拆部分作固定处理,防止其倒塌。

(4)支架顶层两侧挂安全网,防止物件落下造成人员伤害。

(5)搭、拆时应设置警戒区,由专人负责监控并记录。

7 结 语

该项目于 2018 年 7 月开始根据现场情况对纬十三路现浇箱梁满堂支架进行设计及验算,并

(上接第 32 页)

参考文献:

[1] 万 实.极限场地和小半径曲线条件下的架桥机施工技术[J].黑龙江交通科技.2014,37(5):171—172.
[2] 周水兴.路桥施工计算手册[M]. 北京:人民交通出版社, 2001.
[3] 陈万贵.不同吨位的三台吊机抬吊安装废水裂解塔的方法[J].石油化工建设,2013,35(2):41—42.
[4] 卜一德.起重吊装计算及安全技术[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.
[5] 胡文星.空心板梁吊装施工技术[J].技术与市场,2017,24

按危险性较大的分部分项工程安全管理规定组织专家进行了评审及审批后组织实施。实施过程中严格按方案施工,从 2018 年 8 月初至 11 月底顺利完成了支架搭设、预压、后续扎筋、立模、浇筑、张拉、支架拆除等工序施工,桥梁各项指标满足设计要求,所取得的经验可为类似大跨度桥梁等支架设计施工提供一定的借鉴和参考。

参考文献:

[1] 建办质[2018]31 号,危险性较大的分部分项工程安全管理办法[S].
[2] 建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范,JGJ166—2016 [S].
[3] 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范,JGJ130—2011 [S].
[4] 钢管满堂支架预压技术规程,JGJ/T194—2009[S].
[5] 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范,JTG/D62—2004[S].

作者简介:

李 亮(1986-),男,四川南充人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
胡洪鑫(1976-),男,湖南双峰人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
张 永(1976-),男,四川广元人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
王 俊(1991-),男,河南鹿邑人,助理工程师,从事市政工程施工技术与管理工作.

(责任编辑:李燕辉)

(7):295—296.

作者简介:

邢 越(1977-),女,四川仪陇人,工程师,一级建造师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
曾 金(1984-),男,湖北红安人,高级工程师,一级建造师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
赵文剑(1989-),男,甘肃天水人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
郭红利(1991-),男,甘肃张掖人,助理工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作.

(责任编辑:李燕辉)

缅甸莱比塘铜矿采矿项目科技成果再获殊荣

2019 年 12 月 27 日,从中国施工企业管理协会在天津武清召开的 2019 年工程建设科学技术奖励大会上传来喜讯,中水十局公司缅甸莱比塘铜矿采矿项目完成的科技成果《缅甸莱比塘特大型露天铜矿开采技术》荣获 2019 年中国施工企业管理协会工程建设科学技术进步二等奖,这是该成果在 2019 年 6 月 29 日获得中国电建科学技术奖二等奖后再获嘉奖。“缅甸莱比塘特大型露天铜矿开采技术”科技成果为中水十局公司缅甸莱比塘铜矿采矿项目承担的电建集团科技项目。项目依托位于缅甸联邦共和国蒙育瓦市的莱比塘露天铜矿采矿项目开展研究,于 2018 年 12 月底完成科技成果总结。2019 年 3 月 22 日,该科技成果通过了中国电建集团组织的专家验收和成果鉴定。该成果实现了多重创新,首次提出“相邻点中点多边形矿体圈定法”,有效降低了贫化损失率;开发了生产调度和爆区管理结合的 GPS 智能调度系统,提高了矿山开采的综合效益;孵化出多个施工工法和发明专利,有助于进一步提升中水十局公司在矿山行业的核心竞争力。

(中水十局一分局 供稿)