

超高压线路下三峡工程施工栈桥下部结构拆除的分析与探讨

刘凡武¹, 王励²

(1. 中国电建集团水利水电第四工程局有限公司 白鹤滩施工局, 四川 宁南 615421;
2. 中国长江三峡集团公司 白鹤滩工程建设部, 四川 宁南 615421)

摘要:三峡工程高程 120 m 施工栈桥曾是三峡大坝混凝土浇筑和金属安装的重要施工手段, 也是沟通大坝施工的重要通道。栈桥下部结构由钢盖梁、钢立柱及柱间连接系组成, 其中单件最大重量达 62 t。桥面上方布置有 500 kV 高压出线, 栈桥下布置有三峡电站发电设备, 不仅施工空间及施工场地极为狭窄, 而且施工安全性要求极高, 从而对栈桥的拆除提出了挑战性要求。为安全顺利地完成栈桥下部结构的拆除, 从拆除设备选型、拆除过程设备运行轨迹模拟和钢构件吊装工艺优化等方面对其进行了研究, 解决了这一难题, 为后续复杂环境下路桥施工积累了宝贵的经验。

关键词:超高压线路;三峡工程;栈桥;下部结构;拆除

中图分类号:TV51; TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)增2-0133-03

1 概述

三峡工程高程 120 m 施工栈桥(以下简称“栈桥”)曾是三峡大坝混凝土浇筑和金属安装的重要施工手段, 也是沟通大坝施工的重要通道。栈桥全长 1 748.9 m。下部结构主要包括:钢立柱及柱间连接系、柱顶钢盖梁, 其中单件最大重量达 62 t。在栈桥桥面上方布置有 15 回 500 kV 高压线, 允许最大施工高度仅为 7.5 m。栈桥下亦布置有电站厂房、主变压器、压力钢管、排水管、自动扶梯、备用主变室、中央空调系统等各种发电设施。不仅施工空间及施工场地极为狭窄, 而且对施工安全性要求极高。

2 栈桥下部结构拆除难点分析

该栈桥下部结构拆除上受桥面 500 kV 多回路高压出线允许施工高度限制, 下受电站厂房、主变压器、压力钢管、排水管、自动扶梯、备用主变室、中央空调系统等各种发电设施影响, 造成施工空间及施工场地极为狭窄, 对施工安全性要求极高, 而且该栈桥的拆除需在不停电的情况下进行, 从而使该栈桥在拆除过程中存在多种多样的施工干扰, 对拆除设备、拆除技术方案提出了挑战性的要求, 其施工难点主要表现在以下几个方面:

(1) 栈桥全长 1 748.9 m, 位于大坝下游坡面上, 最大施工高度达 37 m, 最大施工半径达 41 m,

收稿日期:2016-04-08

最大单件重量达 62 t, 对拆除采用的施工工艺及施工设备要求高。

(2) 栈桥拆除涉及 15 回 500 kV 高压出线, 该高压线高度按上下游方向呈下降趋势, 最低点的允许施工高度仅为 3.3 m, 而且栈桥拆除要求不停电施工、拆除期间又不能影响电厂的正常检修工作, 施工中存在极大的安全隐患, 对施工安全性要求高。

(3) 坝部位栈桥下布置有压力钢管、排水管、自动扶梯、主变室、中央空调系统等各种设施, 栈桥下游侧高程 82 m 平台布置有电站厂房、变压器、消防栓等。栈桥拆除施工时, 需避免混凝土块和钢材等高空坠落物砸伤设备, 并需防止施工中的电、气焊作业时飞溅的熔渣导致失火进而影响三峡电站的正常运行, 施工环境恶劣。

(4) 栈桥下部结构较为复杂, 均处于坝体坡面上, 所有的施工作业均属高空高危作业范畴, 且因各单件重量大, 故拆除时需进行大量的电焊及切割作业, 施工难度大。

3 栈桥下部结构拆除方案的确定

综合上述存在的拆除施工难点, 根据现场实际布置情况, 我们考虑采用以下施工方案以满足栈桥下部结构拆除的施工要求。

(1) 拆除设备的选择及布置。

根据所要拆除的钢结构的尺寸及重量以及现有的施工环境和自然条件,可利用大吨位吊车在高程 82 m 副厂房平台上进行下部结构的拆除。根据高程 82 m 副厂房平台上的设备布置情况,对于布置有中央空调系统的坝段,在该坝段下部结构拆除时,可将大吨位吊车顺坝段方向布置在副厂房平台上;对于没有布置中央空调系统的坝段,在该坝段下部结构拆除时,可将大吨位吊车按垂直坝段方向布置在副厂房平台上。

(2) 所用机索具的核算。

钢丝绳承载过程中的受力情况见图 1。

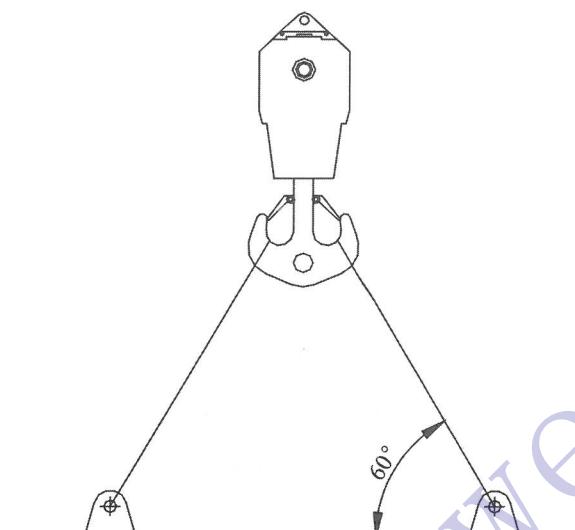


图 1 钢丝绳受力图

如图 1 所示,吊耳钩头上的钢丝绳采用一弯两股的方式,单根钢丝绳受到的拉力 F 为:

$$F = \frac{\frac{G}{2}}{\sin 60^\circ} = 75 \text{ (kN)}$$

式中 G 为吊物的重力。

钢丝绳选用型号为 $\varphi 28 - 6 \times 37 + 1 - 1700$ 、长度为 3 m 的一对钢丝绳为主吊绳,该型号钢丝绳的破断拉力为 500 kN,取钢丝绳的折算系数为 0.83,则有 $500 \times 10^3 \text{ N} \div 5 \times 0.83 = 83 \text{ (kN)} > 75 \text{ kN}$,故该钢丝绳满足施工要求。

起吊时,可按要求直接在构件上用火焰切割割制吊耳孔,不需重新焊接,所割制的吊耳孔应满足吊装强度要求。

(3) 施工安全措施分析。

① 施工安全高度要求。

在栈桥的上部结构拆除完成后,再拆除其对应的下部钢结构。根据现场情况,栈桥拆除施工涉及三峡左岸 8 条出线和右岸 7 条出线,按规定施工期高压线最小安全距离为 8.5 m,栈桥上部结构高压出线下允许的最大施工高度为 5.5 m,加上栈桥上部结构的自身高度 3 m,高压线下允许达到的施工高度为 8.5 m。因此,吊车作业时,要时刻控制起重臂的长度和作业幅度,且在施工过程中应由专人实时测量监控施工设备与高压出线的距离,保证其处于安全距离内。

② 施工安全控制措施。

a、严格控制拆除时吊车的站位:根据现场实际情况,每回高压出线均位于 17.1 m 跨栈桥的正上方,每两回回路间的最小距离为 21.2 m(大坝挂点位置),因此,在下部结构拆除时,220 t 吊车必须在 17.1 m 跨栈桥正下方作业。当吊车回转时,其臂尖与高压出线的距离将越来越远,从而满足吊车回转与装车时设备与高压出线的安全距离。

b、根据吊车自身性能,吊车伸缩大臂时,最佳角度约为 75° 左右,因此,在吊车伸缩臂时,必须在两回回路之间进行,待大臂伸到位、插销穿上后再将大臂角度减小,待满足与高压出线的安全距离后方能回转至吊装位置。

c、以钢盖梁顶面高程为基准点,严格控制吊车回转时臂尖的高度:根据现场实测数据,若以栈桥施工桥面为基准,则下游坝面道路中心上方高压出线与栈桥桥面的最小距离为 7.5 m。因此,为确保吊车臂尖与高压出线的安全距离,吊车大臂回转出栈桥范围时,必须取钢盖梁顶面高程为吊车臂尖最大高程。当吊车臂尖低于钢盖梁顶高程时方允许吊车继续向下游回转。这样,当吊车回转到下游坝面道路上方时,其臂尖与高压出线的最小距离为 10 m,完全满足高压出线的安全距离要求。

d、加大施工过程中的安全监控工作:为确保施工过程中吊车臂尖与高压出线的安全距离,在施工过程中,每侧栈桥必须在副厂房顶安排 2 个专职安全员、在 82 m 高程平台安排一个专职安全

员对施工全过程进行监控,监控人员与吊车司机配备测高仪、对讲机,实时测量吊车臂尖与高压出线的安全距离并及时与吊车司机沟通,确保施工高度在允许范围内。

e、下部结构拆除前先做实况模拟:以左、右岸栈桥下部结构第一跨拆除作为下部结构拆除的实况模拟,测量出吊车在每个位置、每种工况下最大的施工高度,以此设定吊车的极限工作位置,并在施工现场关键位置悬挂醒目标志,以利于对施工过程的控制。

f、限制最大起吊高度:在每次挂钩起吊前,必须保证起重机臂尖与钢盖梁顶面的高度在6 m范围内,且在起吊过程中严禁吊车抬臂或出臂。

③施工通道及操作平台的搭设。

钢盖梁及钢立柱拆除属于高危高空作业,因此,必须做好安全防护工作。拆除前,需搭设82 m高程平台至下游钢立柱底部的爬梯。对于可通过连接系直接到达的部位,立柱上不再搭设爬梯,梯架用φ48×3.5 mm钢管制做,踏步用φ16×850 mm的脚手架钢管固定,间距为300 mm;钢盖梁拆除前,需切割进人孔,切割人员站于固定端。

对于位于上游的钢立柱,因切割部位无连接系直接到达,需将爬梯安装到位并直接开设人孔,施工人员通过人孔进入立柱内部作业。对于中游与下游的钢立柱,由于立柱间的连接系可直接到达施工部位,因此,可将连接系作为临时切割人孔施工平台,施工人员在立柱上切割出人孔后,可进入立柱内部进行立柱切割施工,安全可靠。

(4)拆除工艺分析。

栈桥下部钢结构的拆除以一台徐工220 t汽车式起重机带65 t配重为主要设备,因该坝段布置有中央空调,从而加大了起重机的作业幅度,且因其上空仅有7.5 m的作业空间,吊车起吊作业回转过程中,高压线下的安全工作空间更小,因此,在栈桥拆除前,利用CAD软件对拆除过程进行了详细的工艺分析,以确保吊车的作业范围及起重能力均满足作业施工安全条件。

4 栈桥下部结构拆除的施工顺序

为加快施工进度,拆除工程分为左岸和右岸两个工作面同时作业,左岸从左厂14#坝段开始、

右岸从右纵2#坝段开始逐跨退步拆除。

5 栈桥下部结构拆除的安全注意事项

(1)拆除工作所使用的钢丝绳、倒链、卡环等起吊用具需由专人定期检查,发现问题立即进行处理。

(2)大件吊装时,起重指挥人员必须配备信号旗和口哨,指挥信号准确无误;起吊设备的操作人员听从指挥,防止误操作。

(3)起吊设备的各项安全保护装置应做到完好齐全、灵敏可靠,不得随意调整或拆除。大件起升和下降速度应平稳、均匀,不得突然制动。

(4)吊车必须设避雷装置,在露天有六级以上大风或大雪、大雨、大雾等恶劣天气时,应停止作业,且在非工作时间应收回大臂并将回转机构锁定,防止发生意外。

(5)拆除吊运时,必须保持物件重心平稳,钩必须与物体重心相一致,吊钩的钢丝绳应保持垂直,吊绳夹角不得大于60°,不得在倾斜状态下或吊离地面时拖拉重物,如发现捆绑松动或吊装工具发生异样、怪声,应立即停车进行检查并予以处理。

(6)坚持“安全第一,预防为主”的方针。栈桥拆除前,严格各项审批程序并严格按照经审批的施工方案组织施工。施工前,对施工人员进行安全技术交底以确保吊装方案详细明确,做到合理安排,分工明确,责任到人,确保安全。

(7)配备专职安全员,对施工全过程进行安全监控,确保安全工作万无一失。

6 结语

三峡工程高程120 m栈桥下部结构自2011年7月初开始第一跨拆除,11月底全部拆除完成,历时5个月。拆除过程中,不仅严格执行拆除工艺,还根据施工的实际情况进行了实时总结、改进,保证了拆除过程的安全、快捷,为后续复杂环境下路桥施工提供了宝贵的经验。

作者简介:

刘凡武(1981-),男,广西大化人,施工局副总工程师,工程师,从事金属结构安装技术与管理工作;

王励(1983-),男,湖北崇阳人,副主任专业师,高级工程师,学士,从事水电工程建设技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)