

山区大跨度载重索桥施工关键技术

范道林, 余文华

(中国水利水电第七工程局有限公司第一分局, 四川 彭山 620860)

摘要:随着高山深谷、跨江(河)立体交通设施越来越多,临时索道桥的应用也愈加广泛,但到目前为止,尚无一本完整体系的技术规范。介绍了某载重索桥的施工过程,其具有一定的规模、难度和代表性,该技术总结可为今后类似工程提供借鉴。

关键词:变质粉砂岩;大跨度;索桥;轴索;关键技术;杨房沟水电站

中图分类号:U445;U447;U443

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)03-0161-02

1 工程概况

杨房沟水电站右岸场内公路工程上游临时索桥为一座单车道索桥,分别连接雅砻江左岸上游低线道路与右岸低线道路,是施工期间坝址上游左、右岸场内交通公路连接的主要通道。该临时桥净跨 250 m,载重 60 t,承重钢索为 112 根 $6 \times 37 + FC$ 、直径 50 mm,属国内大跨度索道桥。笔者介绍了该桥施工采用的关键技术。

2 主要技术特点及难点

(1)两岸地形陡峭,右岸地形坡度在 70° 以上且无工作面,左岸地形坡度在 50° 以上,但修建施工便道能够到达桥址;

(2)锚索孔区域为变质粉砂岩,钻孔时出现塌孔,成孔率较低;

(3)主索过江困难,张拉无场地;矢量调整受温度、风力影响较大;

(4)横梁 35 根,为水上悬空安装,单根长 16 m,重 1.6 t,安装难度大,安全风险极高。

3 大跨度载重索桥施工关键技术

3.1 轴索设计及采用的施工工艺

通过对过江轴索现场施工环境、左右岸岩体情况、钢丝绳选型及后期用途 4 个方面进行研究,对过江轴索的设计参数及对施工工艺性能的影响因素进行了一系列的比对和分析,了解了各类因素对过江轴索后续运行的影响。其中,8 t 过江轴索钢丝绳的选型是过江轴索系统最基本的组成成分,直接影响过江轴索后续的运行安全,通过分析,主承载索选用 $\phi 42(6 \times 37 + 1)$,破断拉力为 1 230 kN 合成纤维钢丝绳,牵

引索 $\phi 23(6 \times 19 + 1, 281.5 \text{ kN})$ 合成纤维钢丝绳,起重索为 $\phi 21.5(6 \times 19 + 1, 271.5 \text{ kN})$ 合成纤维钢丝绳综合性能最好。鉴于施工环境、左右岸岩体情况是制约缆索能否过江及锚固段质量的最主要因素,对缆索吊是否能成功架设具有直接影响。通过力学分析计算,最终钢索过江采用“套换牵引法”(因汛期河水较急,渡船无法过江)是最安全的工艺。通过对左右岸岩体进行勘查,从安全和费用出发进行分析,左右岸不宜采用锚筋桩、锚墩锚固连接缆索,锚固采用 $L = 30 \text{ m}$ 、 45° 、孔径为 70 mm 锚索孔穿 $\phi 42$ 合成纤维钢丝绳进行注浆(水灰比为 1:0.45)用以提高锚固端的安全系数。

缆索吊在现代桥梁建设中被较多地采用,结合该工程的实际特点及缆索吊特征(起重能力和适应性强,总体结构简单、施工快速、周期短,基本不受气候和地形限制),利用左右岸的锚固端,采用绳卡将主索与锚固端锚索相连接,起重索通过牵引卷扬机牵引,起重卷扬机和安装卷扬机同时放线,将起重绳牵引至右岸。利用承重索的预留绳头,采用绳夹将承重索连接在承重锚固端上。考虑到后期的桥台混凝土浇筑、横梁的吊装,将缆索吊设置在索桥轴线正上方高程 2 070 m 的位置,以保证缆索吊后续运行过程中不会对主索造成影响。

通过采用该系统,改变了桥台传统混凝土浇筑的“泵送”入仓方式,缩短了主索过江的工期,增大了横梁安装的安全系数,使左右岸通用材料的倒运更为便利且大大降低了成本。

3.2 所采用的锚索成孔关键技术

由于锚索施工部位为强风化三叠系上统新都

桥组变质粉砂岩错动带下盘,为IV级偏弱围岩,岩石呈碎块及碎屑状,延伸深度较长(30 m以上),在进行试验孔施工过程中塌孔卡钻情况严重,无法正常钻进施工。而采用单孔固结灌浆的方式进行后续钻进施工因其每钻进约2 m需进行一次固结灌浆、等强、扫孔、再次钻进等工序,进度较缓慢。

采用单纯跟管钻工艺钻孔的试验结果表明:其能解决进度较慢问题;但存在拔管塌孔现象,导致无法下索的情况出现。经研究讨论后决定采用跟管钻进成孔下索后,采用边拔管、边注浆的工艺施工,采用该工艺后,所有问题迎刃而解。针对变质粉砂岩进行锚索施工时,采用该工艺工法,顺利地完成了施工,对今后类似工程能起到较好的指导作用:采用套偏心钻具、跟管钻进,调整钻孔孔径为168 mm,钻孔下索后,采用拔管器具拔出跟管。

钻进采用ZSY-40型锚固钻机,该钻机的特点是扭矩及顶升压力大,钻具配套适应性强,成孔深且质量高。配套钻具为跟管钻进的冲击器和偏心钻头,冲击器以中低压空气为动力。钻具组成:φ168套管(长度为1.5 m标准节,采用丝扣联接)、管钳、管靴、冲击器、偏心钻头、φ68空心钻杆、拔管器。

由于岩体质量较差,采用跟管钻进技术解决了成孔困难的难题;同时,通过“边拔管边注浆工艺”,提高了下索成功率,缩短了施工工期。

3.3 主索过江及矢度调整关键技术

为充分利用安装完成的过江轴索,通过对多主索跨江的跨度(大于250 m)、主索自重、轴索定点起吊(无法上下移动)、施工安全等各种影响因素进行综合分析后认为:需以索桥轴线为对称中心,在上、下游车行道中部索鞍之间架设一条宽度为2 m的简易承重缆索架,主要用于承载主索过河时主索的自重,防止主索坠入河中并减小轴索卷扬机索引力;在左岸锚板平台上游安装一台2 t卷扬机用于主索过河后主索安装位置的上下游调整(利用导向滑轮);采用导向滑轮及2 t卷扬机将已过江的主索移至下游或上游张拉(主索从下游侧稳定索往下游侧车行道中部按序逐一张拉完成)。

待桥面主索全部张拉完成后,再进行主索矢度的统一调整。为便于主索调整及仪器测量观测,调整时间选在气温较恒定、风速较小的时段进行(根据当地气候及温度,矢度调整时间为7:30

~10:00)。主索矢度调整时利用扳手拧调节器两端的左、右旋螺母,将其调整至空索状况下的设计矢度值并使每根主索保持自由状态,调整完成后,使所有桥面的主索横断面处于对称水平状态,完成初步调整工作;待初步调整完成24 h后再根据设计矢度用初步调整的方法进行2次调整以使其达到设计值,且所有桥面主索横断面处于对称水平状态,至此,桥面主索安装完毕,空缆单根索的矢度为2.048 m。

通过缆索吊、简易的猫道及2 t卷扬机便利、快速、安全地完成了主索过江、张拉工作,以最小的投入获得最大的功效,同时保证了主索施工质量与施工功效。

3.4 横梁高空安装采用的施工工艺

(1)横梁的垂直运输。

焊接完成的横梁自重约1.6 t,安装高差较大,而左岸场地有限(无法采用吊车安装)。从安全角度考虑,桥面钢横梁安装时利用定点轴索,用吊装钢丝绳将横梁对称固定后垂直起吊至桥台索鞍处,按设计图纸中的主索位置将其对位后将销轴及液筒安装好,拆除吊装用的钢丝绳后重复其工序,直至完成全部钢横梁的吊装工作。

(2)横梁高空安装工艺的研究。

待钢横梁吊装完成后,利用牵引走线配合导向滑轮挂住钢梁两端,将钢横梁逐一拖拉到位,完成钢横梁的安装工作,大大减少了安全风险。

通过对现场横梁安装工艺的实施及分析,进一步了解了轴索的用途,同时与吊车安装横梁相比其具有的优势显而易见,不仅缩短了安装时间,还可以保证施工过程中的安全,节省了大量的劳动力资源,具有显著的经济效益。

4 结语

临时索桥工程通过采用以上技术方法,有效地解决了影响工程安全、质量及进度的难题,既确保了上游临时桥的施工质量,也保证了索桥工程的顺利进行,降低了施工成本,同时还加快了现场施工进度,经济社会效益显著。该研究成果可为类似工程提供有益的借鉴,应用潜力很大。

作者简介:

范道林(1978-),男,黑龙江省齐齐哈尔人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

余文华(1989-),男,湖北黄冈人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)