

缆索起重机索道安装新技术的应用

何 潇, 范道林, 方俊麒, 宁德奎, 刘晓军

(中国水利水电第七工程局有限公司, 四川 成都 610213)

摘要:传统的缆索起重机索道系统的安装方法安全风险较大,且存在效率低、安装周期长、资源占用量大等弊端。介绍了一种索道系统安装施工新技术,通过将传统缆索起重机索道系统施工中,采用的主副车侧“拖拉绳工艺”创新为“拖拉往复绳工艺”并经试验验证,不失为一种安全、高效的作业方法,既缩短了工期、简化了施工工序,又节约了施工资源,能够产生较大的社会与经济效益。

关键词:缆索起重机;索道系统;安装;拖拉往复绳工艺

中图分类号:TV7;TV52;TV53+2

文献标志码: B

文章编号:1001-2184(2024)05-0084-03

Application of New Technology for Cable Crane Cableway Installation

HE Xiao, FAN Daolin, FANG Junlin, NING Dekui, LIU Xiaojun

(Sinohydro Bureau 7 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610213)

Abstract: The traditional installation method of the cableway system has a high safety risk, and has disadvantages such as low efficiency, long installation period, and large resource consumption. A new technology for installation of cableway system is summarized and developed by innovating the "towing rope technology" on the main and auxiliary vehicle sides used in the construction of traditional cableway systems into "towing reciprocating rope technology". It is a safe and efficient operation method that can not only shortens the construction period, simplifies the construction process, but also saves construction resources and can produce greater economic and social benefits.

Key words: Cable crane; Cableway system; Installation; Towing reciprocating rope technology

1 概 述

鉴于传统的缆索起重机索道系统的安装方法安全风险大,施工效率较低、安装周期长、资源耗用大^[1-2],笔者与研发团队对缆索起重机索道系统安装的关键技术进行了研究,总结并开发出了索道系统安装施工新技术,将传统缆索起重机索道系统施工中采用的主副车侧“拖拉绳工艺”创新为“拖拉往复绳工艺”,提出了一种更安全、效率更高的作业方法,减少了复杂的施工程序,有效利用了资源,缩短了施工工期。

2 缆索起重机索道系统拖拉往复绳施工技术

2.1 技术原理与内容

在索道系统架设时,将传统工艺中的主副车侧拖拉绳的出绳端制作成绳鼻子,使用万向连接器连接成为往复拖拉绳,将其作为往复绳和拖拉绳使用,不需要再架设往复绳和卷扬机。

该安装施工方法包括:设备的准备、往复拖拉绳的安装、临时承载索的架设、主索架设、主索的张紧等程序。在索道系统安装时,利用往复拖拉绳达到往复绳和拖拉绳效果、完成承载索、承码和主索的安装。

2.2 施工关键技术

(1)设备的准备:卷扬机导向地锚的安装。将导向地锚安装在变向处,包括固定地锚、导向滑车;共设置了四台卷扬机,其中两台用于往复拖拉绳,一台用作主索、牵引索、承载索收放钢丝绳,一台用作承码保距绳。

(2)往复拖拉绳的架设:将缆索起重机索道主副车侧系统的往复拖拉绳的出绳端制作成环形绳鼻子,通过万向连接器连接当作往复拖拉绳。万向连接器及两端连接绳连接的联接卡可以相对转动和联接,万向连接器可以使钢丝连接绳在其连接时形成旋转角。

收稿日期:2024-06-26

(3)临时承载索的架设:利用往复拖拉绳牵引、辅助收放卷扬机钢丝绳,将临时承载索拖拽跨江、调整垂度后固定在两岸主地锚上。

(4)主索的架设:先浇筑主索索头,利用往复拖拉绳把主索拖拽至临时承载索一侧的上方,在临时承载索上方布置一个临时承码用于固定主索索头,同时安装主索索夹及承码保距绳并分开拖拉往复绳连接处形成两组拖拉绳,将对岸的拖拉绳与主索索夹连为整体,主索通过卷扬机帮放和对岸拖拉绳缓慢放出时,间隔 25~30 m 设置临时承码;主索利用临时承码承载,通过对岸拖拉绳将主索拖拉至设计长度固定并切断,待索头浇筑完毕,卷扬机帮放的钢丝绳和对岸拖拉绳继续拖拽主索,使主索索头至工作台。在工作台上安装该岸主索的固定方卡和主索用于张紧专用索夹,利用动滑轮组系统与主索张紧专用索夹连接,利用动滑轮组系统与对岸拖拉绳卷扬机将主索对岸索头牵引至安装位置、安装固定。

(5)主索的张紧:将对岸侧主索的索头安装到位,启动动滑轮组系统将主索张紧至主索索头后安装至设计位置。

2.3 适用范围

该技术适用于所有缆索起重机索道系统的安装施工作业,尤其适用于跨度为 300~700 m 之间的小型与中型跨度的缆索起重机索道系统的安装施工。

3 工程应用

乌弄龙水电站采用该技术高效布置了两台 30 t 无塔架平移式缆机,其跨度达 330 m,用于大坝混凝土浇筑。

3.1 施工准备

(1)缆机主索过江临时承载索张力与安全系数的设计

①主索过江时,采用了 2 根 $\Phi 52$ 临时承载索。该承载索上的载荷主要为自重、主索、承码牵引索、承码、牵引主索的重量。

②临时承载索的主要作用是保证主索过江。乌弄龙水电站的主索过江计划采用 2 根 $\Phi 52$ 钢丝绳作为临时承载索,主索过江时,该临时承载索承担的载荷为:主索、临时承码、保距绳、拖拉往复绳以及临时承载索自身的重量^[2]。

(2)拖拉往复绳及卷扬机的选择

拖拉往复绳主要用于牵引临时承载索、主索、牵引绳、提升绳(小车)等过江,其最大工作受力工况为牵引主索。拖拉往复绳所受到的最大使用总拉力由四部分组成:集中载荷 Q 沿牵引索方向的分力;主索、临时承码、拖拉往复绳、保距绳自重临时承载索上产生的摩擦力;保距绳的反拉力以及拖拉往复绳与导向滑轮间的摩擦阻力^[3]。

(3)地锚的预埋

根据施工需要,拖拉往复绳沿着安装轴线布设,通过固定导向地锚上悬挂的导向滑车导向后分别与 16 t、10 t 卷扬机固定,由卷扬机配合收、放绳以实现拖拉往复作业。

3.2 架设拖拉往复绳

将右岸 $\Phi 22$ 钢丝绳和左岸 $\Phi 16$ 钢丝绳顺坡面同时下放至基坑,将 $\Phi 16$ 钢丝绳与对岸的 $\Phi 22$ 钢丝绳卡接,由布置在两岸的卷扬机同时将钢丝绳拉起;通过卷扬机之间的配合将右岸卷扬机上的 $\Phi 22$ 钢丝绳固定至左岸主地锚处,将左岸卷扬机上的 $\Phi 16$ 钢丝绳全部退出;然后将 $\Phi 28$ 、长 600 m 的钢丝绳全部上到左岸卷扬机上,从左岸卷扬机上引出绳头穿过导向地锚与固定在左岸主地锚上的 $\Phi 22$ 钢丝绳卡接,由左岸卷扬机放绳,右岸卷扬机收绳,将 $\Phi 28$ 钢丝绳牵引至右岸主地锚前锁定,解除卡接,将 $\Phi 22$ 钢丝绳全部从右岸卷扬机上退出并缠绕到另外的卷扬机(5 t)上备用,将 $\Phi 28$ 、600 m 长的钢丝绳安装至右岸卷扬机,利用右岸卷扬机将钢丝绳引出与左岸卷扬机上 $\Phi 28$ 、长 600 m 的钢丝绳通过万向连接器连接,右岸卷扬机收绳至锁定松弛、解除锁定绳,至此拖拉往复绳架设完成。

3.3 架设临时承载索

拖拉往复绳架设完成后,在右岸副车安装临时承载索并将临时承载索放置在 10 t 卷扬机绳盘支架上。将临时承载索索头从 10 t 卷扬机上引出,一端通过导向地锚与 $\Phi 28$ 钢丝绳拖拉,往复绳连接,左岸卷扬机收绳,右岸 10 t 卷扬机放绳,使用 $\Phi 52$ 临时承载索将其牵引至左岸与主地锚连接;放绳的同时,采用 30 m 钢卷尺测量临时承载索的长度,待临时承载索长度达标后做好标记,继续放绳直到副车侧临时承载索端和主地

锚上的用绳卡卡接,右岸 10 t 卷扬机收绳,直至标记位置回到副车主地锚的安装位置后临时固定,从适当位置截断,将绳头穿过主地锚后用绳卡卡牢。

通过左、右岸两台卷扬机的配合,使用上述方法安装另一根临时承载索。

3.4 主索的架设

(1) 主索过江准备

将主索支架安装至主索支架地锚上,将主索盘到主索支架上并将主索从主索卷盘上放出。

将 5 t 卷扬机上的 $\Phi 22$ 钢丝绳引出与主索索头连接,主索通过导向装置越过主地锚逐段牵引至主索索头到达右岸工作平台,解除 $\Phi 22$ 钢丝绳和主索的连接,将其作为承码保距绳。

将主索索头安装至索头托架, $\Phi 28$ 拖拉往复绳在右岸工作平台中前端与临时锁定绳卡接,右岸卷扬机呈放绳状态,将 $\Phi 28$ 拖拉往复绳卡接至左岸卷扬机且处于松弛状态, $\Phi 28$ 拖拉往复绳与主索使用专用索夹夹牢,在距离专用索夹前 1 m 处安装第一个临时承码,将临时承码与 5 t 卷扬机上的保距绳连接。右岸卷扬机收绳将临时锁定绳解除,完成主索过江的准备工作。

(2) 主索过江

通过左岸卷扬机和右岸卷扬机配合,缓慢向左岸放出主索,每间隔 25 m 安装一个临时承码。主索在送放过程中测量尺寸并做好记录,在主索上每间隔 50 m 用红漆做标记作为安装永久固定式承码的位置。当主索放出的长度达到设计长度后切断主索。

(3) 主索的浇铸

主索索头浇铸程序:捆扎→清洗→入套→弯钩→加热→浇铸。

选取主索直径 30 倍长度的主索,安装索头套筒,打散浇铸段的索丝,使用四氯化乙烯清洗其上面的油脂。索丝终端用火焰烤弯,按索丝直径的 10 倍、高低错开 10 mm,将索头和索套放置在浇铸钢支架上;使用石棉绳密封浇铸接头间的间隙,将主索轴和浇铸接头保持同一轴心。

通过坩埚加热熔化合金至 $380\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

浇铸以细流的方式进行。浇铸时清除其表面的氧化层及残渣。用锤轻敲浇铸接头以防止形成

气泡。注入熔化的合金浸盖主索端头 5 mm。

待浇铸接头自然冷却后,拆下钢支架,在浇铸接头的轴颈处涂抹润滑脂,防止其生锈。

3.5 主索的张紧

用 50 t 汽车吊将 12 倍率动滑轮组的一端悬挂于左岸主车主索悬挂装置的直拉板上,

将右岸的 10 t 卷扬机与右岸侧主索专用索夹连接牢靠,配合左岸卷扬机继续过江。

当左岸端主索索头抵达左岸工作平台后,将 12 倍率动滑轮组另一端与主索专用索夹连接牢靠,同时用连接绳将主索与锁定地锚连接,左岸卷扬机放绳,锁定绳受力后解除拖拉绳与主索的连接,将左岸卷扬机上的拖拉绳上到动滑轮组上。

左岸卷扬机收绳,使动滑轮组受力,锁定绳松弛,解除锁定绳与主索的连接。

右岸 10 t 卷扬机收绳,左岸卷扬机放绳直至右岸端主索索头挂到索头悬挂装置上为止,解除右岸 10 t 卷扬机与主索索头的连接。

左岸卷扬机收绳,将主索张起,当左岸端主索索头抵达主索悬挂装置后,将索头安装到主索悬挂装置上即可。

左岸卷扬机放绳,直至动滑轮组钢丝绳松弛,拆除动滑轮组。

4 结 语

鉴于缆索起重机具有跨度大、施工效率高且能够在场地狭窄、岸壁陡峭的高山峡谷中应用的优点,已在国内水电项目中使用长达 50 余年,其作用主要是完成大坝主体工程的混凝土浇筑、大型模板的安拆、仓面设备和材料的吊运以及机电设备的安装。而现有的水电工程缆索起重机索道系统的安装,一般采用架设往复绳、拖拉绳、临时承载索、主索过江、小车牵引绳安装和提升绳、承码和大钩安装的施工工艺,其存在安装工期长、资源占用量大的弊端。而采用笔者研究出的缆索起重机索道系统安装施工新技术省去了往复绳的架设,该技术可行且施工流程科学。实践证明其能效满足缆索起重机索道系统的施工要求,切实做到了节能减排、节约人力、设备和材料,保证了缆索起重机索道系统的安装施工质量,所取得的经验可为类似工程施工时借鉴。(下转第 117 页)

检查和维护设备,确保设备处于良好的工作状态。

(3)施工材料因素分析和预防措施

①因素分析:水泥原材料的质量不合格或储存不当,可能会导致成桩质量较差,防渗能力无法满足设计要求的结果。

②预防措施:对进场的材料进行严格的检查及试验,确保其符合设计要求和施工标准;合理规划材料的存储仓库,确保材料在存储过程中不受潮、变质或污染。存储仓库应保持干燥、通风良好并采取必要的防护措施;合理组织物资进场,水泥应尽量做到当月进场、当月使用完毕,其进场存放的时间不能超过三个月。

(4)施工环境因素分析和预防措施

①成因分析:地质条件复杂可能会导致软弱地层中的桩径偏大、坚硬地层中的桩径偏小,进而影响到成桩质量。

②预防措施:施工前开挖探坑复核地质条件;对于地质情况复杂的部位可使用钻探复测;试桩试验必须覆盖高压旋喷桩的全部地质类型;施工过程中应根据地质条件的变化及时调整旋喷压力、提升速度等参数,确保成桩质量。

6 结 语

针对复杂地质条件地层中的高压旋喷桩施工,在其成孔阶段必须灵活地选择成孔工艺,适合的成孔技术是有效解决成孔难题的关键。在喷射注浆阶段,应根据地层的硬度和深度变化适时调

整喷射压力,以确保水泥浆与土体的充分混合,进而保障成桩的质量。同时,通过实时监控施工流程、严格执行水泥浆配比等质量控制措施,可以确保施工中的各个环节符合相关技术规范和质量要求。这些综合性施工策略的实施,能够确保高压旋喷桩施工的顺利进行,为类似复杂地质条件下进行高压旋喷桩施工作出示范,为未来类似工程的施工提供宝贵的经验。

参考文献:

[1] 王康,黄禄厅,程帅,等.浅析采用高压旋喷桩替换水泥搅拌桩作支护桩止水帷幕效果[J].智能城市,2019,5(14):166-167.

[2] 石飞轮.潜孔锤跟管钻进技术在卵石层高压旋喷灌浆工艺中的应用[J].钻探工程,2006,50(10):27-28.

[3] 朱国梁.简明施工计算手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2004.

[4] 陈果.孤石密集砂砾石覆盖层围堰高喷防渗墙施工[C].2021 水利水电地基与基础工程技术创新与发展,2021.

[5] 周明辉.浅谈高压旋喷桩在抛石围堰止水的应用[J].科技创新与应用,2014,4(22):172.

作者简介:

张雨游(1986-),男,四川峨眉人,工程师,从事水利水电与市政工程施工技术与管理工作;

秦浩瑞(2000-),男,四川眉山人,技术员,学士,从事水利水电与市政工程施工技术与管理工作;

李海军(1997-),男,四川南充人,助理工程师,从事水利水电与市政工程施工技术与管理工作。

(编辑:李燕辉)

(上接第 86 页)

参考文献:

[1] 严自勉.大中型水利水电工程施工用缆索起重机的选用和布置问题[J].发电技术,2003,24(3):51-55.

[2] 严自勉.国产重型缆索起重机的发展与现状[J].制冷空调与电力机械,2004,25(3):61-68.

[3] 杨钦,李承铭. ANSYS 索结构找形及悬链线的模拟[J].土木建筑工程信息技术,2010,2(4):61-65.

[4] 顾志刚,王章忠.小湾水电站左岸大坝混凝土施工[J].水利水电技术,2009,40(10):76-79.

[5] 陈启湘,蔡扬.构皮滩电站国产 30 t 缆索起重机技术特点与应用[J].水利电力机械,2007,29(10):19-21.

作者简介:

何 潇(1999-),男,四川广元人,助理工程师,硕士,从事建设工程项目施工技术与管理工作;

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

方俊麒(1967-),男,四川宜宾人,副高级工程师,从事水利水电工程项目施工质量监督工作;

宁德奎(1980-),男,云南宣威人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

刘晓军(1984-),男,四川省眉山人,工程师,从事市政工程施工技术与质量管理工作。

(编辑:李燕辉)