

钢锚墩在古瓦水电站高边坡锚索施工中的应用

何国勤¹, 王志鹏², 郑印²

(1.大唐乡城水电开发有限公司,四川 甘孜 627850;2.中国水利水电第十工程局有限公司,四川 成都 610072)

摘要:锚索作为一种常用的支护形式在高边坡支护施工中应用广泛。以大唐乡城古瓦水电站高边坡锚索施工为例,对钢锚墩在高边坡锚索中的设计及应用问题进行了探讨,可供类似工程参考借鉴。

关键词:古瓦水电站;高边坡;预应力锚索;钢锚墩

中图分类号:TV7;TV52;TV53

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)04-0028-03

Application of Steel Anchor Pier in High Slope Anchor Cable Construction at Guwa Hydropower Station

HE Guoqin¹, WANG Zhipeng², ZHENG Yin²

(1.Datang Xiangcheng Hydropower Development Co., LTD, Ganzi, Sichuan, 627850;

2. Sinohydro Bureau 10 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610072)

Abstract: As a common support form, anchor cable is widely used in high slope support construction. Taking the construction of high slope anchor cable of Datang Xiangcheng Guwa Hydropower Station as an example, the design and application of steel anchor pier in high slope anchor cable are discussed, which can be used as reference for similar projects.

Key words: Guwa Hydropower Station; high slop; pre-stressed anchor cable; steel anchor pier

1 概 述

在岩体高边坡支护施工过程中,广泛采用预应力锚索解决高边坡开挖后地应力的释放及重新分布后引起的高边坡变形及坍塌等危害。高边坡开挖后,为保证边坡的安全及稳定,往往要求尽快完成边坡锚索的安装,尽早提供主动防护,尤其是应急抢险及高寒地区的边坡支护。然而,由于高边坡锚索施工具有施工组织难度大、安全风险高、工序多、工艺复杂、质量管控难度大等特点,锚索施工耗时较长,难以达到预期目标。锚墩作为锚索的重要组成部分之一,直接关系到锚索张拉及施工的用时。在保证锚索施工质量的前提下,加快锚墩施工速度是一个意义重大的研究课题。

古瓦水电站位于四川省甘孜藏族自治州乡城县境内,是硕曲河干流乡城、得荣段“一库六级”梯级开发方案中的“龙头水库”电站,下游为娘拥水电站。大坝左右岸坝肩岩体以中厚~厚层状变质砂岩夹板岩地层为主,设计的支护形式为预应力锚索,锚索规格及布置参数见表 1。

收稿日期:2019-06-10

笔者介绍了钢锚墩在古瓦水电站高边坡锚索施工中的应用情况。

表 1 锚索规格型号及布置参数表

工程部位	规格	单位	工程量	备注
左岸 边坡	1 000 kN 级, L=30/40 m	束	6	分布在高程 3 340~ 3 360 m,共计 9 排
	1 500 kN 级, L=30/40 m	束	6	分布在高程 3 330~ 3 350 m,共计 7 排
右岸 边坡	1 000 kN 级, L=30/40 m	束	4	分布在高程 3 355~ 3 370 m,共计 12 排
	1 500 kN 级, L=30/40 m	束	11	分布在高程 3 263~ 3 350 m,共计 66 排
	2 000 kN 级, L=50 m	束	5	

2 锚墩形式的设计与优化

2.1 优化原因

因地质原因,2017 年 10 月 15 日电站进水口边坡发生了大范围垮塌。由于进水口边坡岩层与左、右岸边坡岩层相同,均为中厚~厚层状变质砂岩夹板岩顺层边坡,在左、右岸边坡开挖过程中出现了斜向裂缝。为避免左、右岸边坡出现垮塌现象,急需尽快完成左、右岸边坡的深层支护。“为缩短支

护工期,经研究决定将混凝土锚墩改为钢锚墩”^[1],以保证在雨季来临前完成所有锚索的支护。

2.2 原设计方案中的混凝土锚墩

2.2.1 混凝土锚墩的设计参数

1 000 kN 预应力锚索锚墩的设计参数:

长(800 mm)×宽(800 mm)×厚(400 mm)。

1 500 kN 预应力锚索锚墩的设计参数:

长(1 000 mm)×宽(1 000 mm)×厚(500

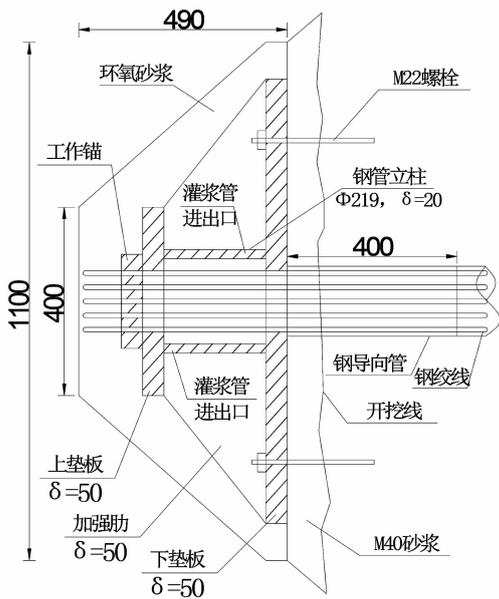


图1 混凝土锚墩设计示意图

钢筋架,将钢垫板牢固焊接在钢筋架上。

(3)“安装时调整钢筋架,使钢垫板预留孔的中心位置置于锚孔轴线上,平面与锚孔轴线正交,其误差不得大于 0.5° ”^[3,4],锚墩模板采用自制四片定型钢模板并在现场组装,钢模和岩面之间的空隙用木条嵌补,上模板预留进料口和观察排气孔。

(4)在孔位附近设插筋固定模板。

(5)C30混凝土采用强制拌和机拌制,根据实际地形坡度,现场采用溜管(槽)下料入仓。

(6)为保证锚墩混凝土的早期强度能满足锚索张拉的需要,在混凝土配比中掺入了适量的早强减水剂。锚墩施工前应先清理岩面的浮渣,以保证混凝土与外露岩面的有效结合。

(7)混凝土浇筑完毕及时洒水加以养护。

2.3 优化后的钢锚墩

2.3.1 钢锚墩的设计参数

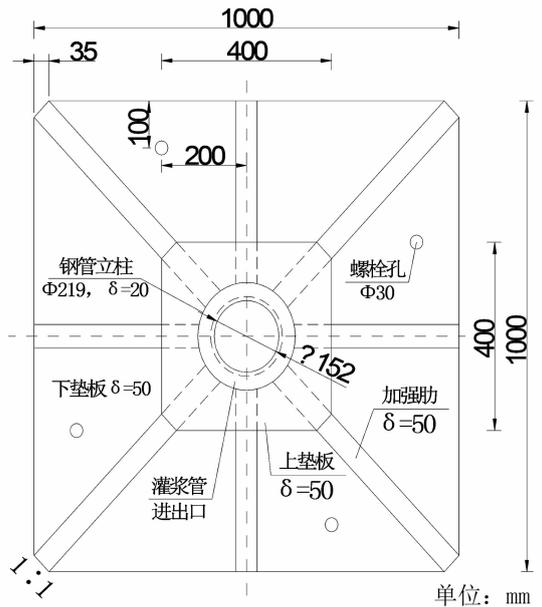
1 000 kN 预应力锚索锚墩的设计参数:

mm)。

2.2.2 混凝土锚墩的施工工艺

(1)在孔口安装锚垫板、钢套管、结构钢筋等预埋件,锚墩为梯形断面,“锚垫板安装时必须保证垫板平面与孔道轴线垂直,套管与孔道轴线对中”^[2],并将套管与孔道间的空隙密封,混凝土锚墩设计情况见图1。

(2)锚墩钢筋加工好后,按照设计尺寸绑扎成



长(300 mm)×宽(300 mm)×厚(40 mm)。

1 500 kN 预应力锚索锚墩的设计参数:

长(400 mm)×宽(400 mm)×厚(40 mm)。

2.3.2 钢锚墩的施工工艺

(1)在安装钢锚墩前,需要清理岩面与孔向呈交错垂直状态。

(2)为方便固定,在钢锚墩周边加工了4个凹槽,采用螺栓进行固定。

(3)孔口段必须加钢套管并保证锚索不偏心。钢锚墩设计情况见图2。

2.4 混凝土锚墩与钢锚墩的优缺点对比

该项目地处海拔3 350 m,每年10月至次年3月为冬季(气温为 $-20^\circ\text{C}\sim 10^\circ\text{C}$),4~6月为雨季,有效施工期为7~9月。

该项目锚索工期于2018年1月份开始,若在锚索施工中采用混凝土锚墩存在气温低、混凝土浇筑后达到设计龄期缓慢,耗时耗工,高陡边坡材料运输困难等弊端;同时,在右岸边坡高程3 330

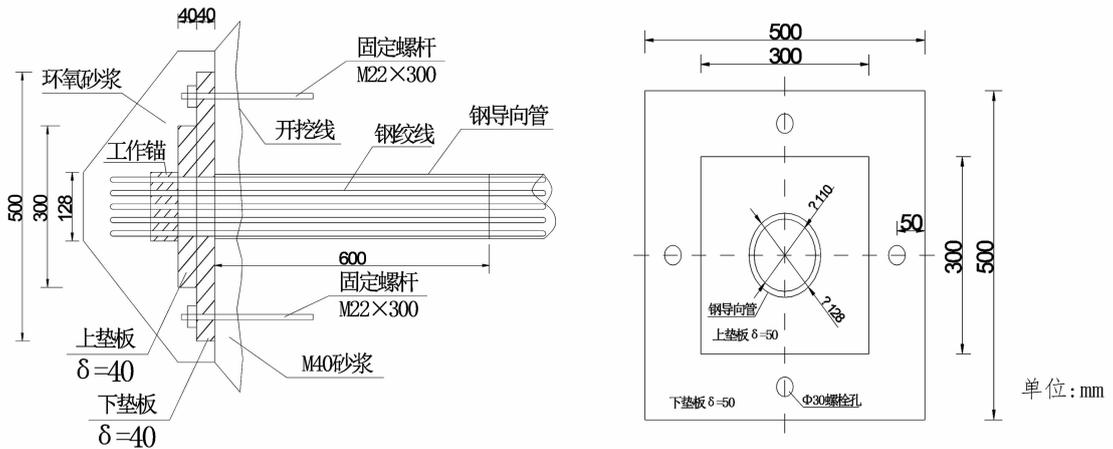


图 2 钢锚墩设计示意图(单位:mm)

m 处发现裂缝且裂缝有增宽的趋势。根据实际情况并经现场建设四方研究讨论后,决定将混凝土锚墩改为钢锚墩。

2.5 钢锚墩预应力锚索的施工主材

钢锚墩的尺寸见表 2,其它吨位尺寸参数参照规范《水电水利工程预应力锚索施工规范》DL-T5083-2010。

表 2 锚墩的尺寸及垫层砂浆参数表

级别 /kN	钢锚墩外形尺寸 mm×mm×mm	垫层砂浆	
		标号	厚度 /cm
1 000	300×300×40	M40	≥50
1 500	400×400×40	M40	≥50

2.6 钢锚墩预应力锚索施工工艺流程

钢锚墩预应力锚索施工工艺流程:造孔→钻孔检查→锚索制作及安装→钢垫板制作→内锚段灌浆(无粘结预应力锚索可全孔一次注浆)→钢垫板安装→千斤顶、油表率定→张拉、测试、锚固→张拉段灌浆→外锚头保护。

2.6.1 钢锚墩预应力锚索的施工方法

在钻孔、下索、灌浆完成后,清理岩面,安装钢锚墩、采用 M40 砂浆找平,厚度为 5~10 cm;待找平砂浆凝固后进行张拉。

2.6.2 钢锚墩的制作

钢锚墩在加工厂加工、根据设计尺寸“用粉笔将锚墩勾勒成型后用氧焊切割成型再用打磨机打磨圆滑。钢锚墩的材质宜选用 45 号钢,中心孔内壁光滑平整,无毛刺,外侧孔口倒角”^[5]。

2.6.3 钢锚墩的安装

锚索钻孔结束后进行下索、灌浆;安装钢锚墩

时采用手风钻或电钻钻安装钢锚墩的连接螺栓,为保证螺栓孔位的精度,采用薄铁皮板定位螺栓孔位。

在钢锚墩安装过程中,需要严格控制以下几个工艺环节:

(1)钢锚墩运输至工作面后采用手动葫芦吊装,在检查其满足各项要求后扭紧连接螺栓予以固定、回填砂浆找平层。

(2)必须保证孔口段周围的空间,在钢板下加导向管(钢套管)以保证锚索不偏心、与孔轴线一致,以保证张拉过程中钢绞线不出现剪断丝。

(3)钢板宜采用螺杆配螺母固定或采用 $\phi 12 \sim 14$ 插筋点焊固定。

(4)对于松动或破碎岩层必须清除干净,以免发生岩块压碎的情况而影响锚索的整体锚固效果。

(5)钢锚墩的防护。锚索施工结束,采用环氧砂浆进行封锚防护;“封锚前,先用钢刷对钢锚墩进行除锈处理并涂刷一层环氧基液后再进行环氧砂浆的施工,以增强钢锚墩与环氧砂浆的粘结力”^[6],环氧砂浆的封锚施工采用常规的立模浇筑方法进行。

3 钢锚墩的应用情况

钢锚墩在古瓦水电站大坝左、右岸边坡深层支护中得到了广泛应用,左、右岸边坡共计布置锚索 598 束;如果按照正常的工期施工需要 6 个月时间。2018 年 1 月在将混凝土锚墩改为钢锚墩后,于 2018 年 4 月完成了所有锚索的施工,工期比原计划提前 60 d。

(下转第 71 页)

JATIGEDE 大坝在采用计算机监控系统后,实现了大坝泄洪闸门、灌溉供水闸门、发电取水闸门、集水井排水泵、廊道通风-照明系统的就地、集中、远程自动控制,并对运行过程、当前状态进行实时监控,达到了大坝运行少人值守的目的;自动监测库区水位、坝体的形变、压力、渗透等运行参数并生成走势曲线,为工程师分析大坝的稳定性、水库水位变化提供依据;自动生成故障菜单,为维修人员提供参考,降低了故障诊断和处理时间。该系统的使用产生了极大的轰动效应,印度尼西亚国家总统、部长等到项目考察后给予了高度的评价,提高了 Sinohydro 的知名度,创造了

可观的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] DL/T 5065—2009,水力发电厂计算机监控系统设计规范[S].
- [2] NB/T 35004—2013,水力发电厂自动化设计技术规范[S].
- [3] GB/T13730—2002,地区电网调度自动化系统[S].
- [4] DL476—2012,电力系统实时数据通信应用层协议[S].
- [5] GB/T3453—1994,数据通信基本型控制规程[S].

作者简介:

王学明(1967-),男,四川眉山人,工程师,从事水电工程施工技术与管理工作;

蒲小勇(1975-),男,重庆江津人,高级工程师,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 30 页)

设计人员根据不同的岩层情况布置了 25 个锚索应力计,张拉过程中其数值可以达到设计张拉值。锚索工程至 2018 年 4 月完成。2019 年 1 月,锚索应力计数据显示,其满足设计要求。

4 结论与建议

钢锚墩主要适用于岩层较好的岩石预应力锚索,较好的岩面边坡更有利于钢锚墩的安装、固定及张拉。在工期紧张、高海拔、冬季施工、材料运输困难、应急抢险的项目,使用钢锚墩优势更加明显。

在覆盖层中使用钢锚墩时,需经专业人员进行结构安全设计,以确定其是否可行。

参考文献:

- [1] 姜力刚,迟晓明.钢制锚墩预应力锚索施工技术在白山抽水蓄能电站中的应用[J].吉林水利,2009,50(5):54—55.
- [2] 曹西高,陈松.拉西瓦水电站地下厂房钢制锚墩预应力锚索

施工新技术[J].水力发电,2008,34(9):46—48.

- [3] 罗加贵,牛 徇.轻型钢锚墩在糯扎渡水电站工程施工中的应用[J].云南水力发电,2011,27(3):63—65.
- [4] 李伟泉.糯扎渡水电站地下厂房系统工程钢锚墩的优化设计及应用[C].云南:云南省水力发电工程学会,2010:88—93.
- [5] 黄 辉.钢锚墩在锦屏一级水电站地下厂房的运用[J].探矿工程,2010,37(4):72—74.
- [6] 王 明,张 敏.钢锚墩头在小湾地下厂房锚索施工中的应用[J].云南水力发电,2006,22(5):53—55.

作者简介:

何国勤(1973-),男,四川成都人,工程师,注册岩土工程师,从事水电工程建设技术与管理工作;

王志鹏(1989-),男,甘肃定西人,从事水利水电工程施工与技术管理工作;

郑 印(1990-),男,河南洛阳人,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)

(上接第 48 页)

内混凝土面的变化,适当增加导管理深,浇注结束后多次复测混凝土面无变化时方可拆卸导管。

磨万铁路第 V 标段第 1 分部岩溶地区桩基施工采用上述处理措施,施工质量好,工期得到了保证,所取得的经验可供类似工程参考借鉴。

参考文献:

- [1] 徐学鹏.岩溶地质条件下大直径超长钻孔灌注桩施工技术研究[J].山西建筑,2018,44(15):76—78.
- [2] 王海怀.岩溶地区钻孔灌注桩的施工技术[J].水运工程 2000,314(3),34—37.
- [3] 王学军.岩溶地区公路桥梁深水桩基础施工技术研究[D].

重庆,重庆大学出版社,2003:15—26.

- [4] 钟 林.钢护筒跟进技术在老中铁路岩溶地区桩基工程中的应用[J].四川水利,2018,39(3):94—97.
- [5] 郭礼士.岩溶发育区域钻孔灌注桩施工案例分析[J].中国煤炭地质,2018,30(5):61—66.

作者简介:

高永民(1974-),男,四川都江堰人,高级工程师,从事水利水电地基与基础工程施工技术与管理工作;

侯丽君(1979-),女,四川成都人,工程师,从事水利水电地基与基础工程施工技术与管理工作;

杨小年(1991-),男,贵州遵义人,助理工程师,从事水利水电地基与基础工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)