

铜止水延压设备的设计与应用

谢攀, 赵启强, 吴振麟

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川成都 610037)

摘要:铜止水作为混凝土面板堆石坝防渗体系中至关重要的环节,其制作与安装过程中质量控制的好坏是决定大坝是否能够安全、稳定运行的重要因素之一。依托北川县开茂水库面板堆石坝止水铜片的施工,设计并制作了铜止水延压设备,不仅节约了施工成本,而且止水铜片成型在施工工效、施工质量控制、减少焊缝薄弱环节等方面均有显著提升。

关键词:铜止水;延压设备;止水一体成型;面板堆石坝;开茂水库

中图分类号:TV7;TV36;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2022)05-0085-03

Design and Application of Copper Water Seal Rolling Equipment

XIE Pan, ZHAO Qiqiang, WU Zhenlin

(Sinohydro Bureau 10 Co., LTD., Chengdu, Sichuan, 610037)

Abstract: Copper water seal is a crucial part in the leakage prevention system of concrete faced rockfill dam (CFRD), and the quality control in the production and installation process is one of the important factors to determine whether the dam can operate safely and stably. In this paper, based on the construction of the copper water seal for the CFRD of Kaimao Reservoir in Beichuan County, the design and manufactures process of the copper water seal rolling equipment is introduced. This equipment can not only save the construction cost, but also significantly increase the construction efficiency and quality of the copper water seal and reduce the weak part of the welding.

Key words: Copper water seal; Rolling equipment; Water seal integrated molding; CFRD; Kaimao Reservoir

1 概述

北川县开茂水库混凝土面板的设计坡比为 1 : 1.4, 面板混凝土厚度为 35 cm, 采用 C25 二级配混凝土。主坝面板共计分 30 块, 其中 12 m 宽面板 28 块、10.84 m 宽面板 1 块、18.19 m 宽面板 1 块, 混凝土分缝止水采用止水铜片, 其中 F 型止水铜片共计长 437 m, W 型止水铜片共计长 1 758 m, E 型止水铜片共计长 376 m。F 型止水铜片用于趾板混凝土与面板混凝土结合部位周边缝止水, W 型止水铜片用于面板张性缝

与压性缝分缝处止水, E 型止水铜片用于面板混凝土与防浪墙基础伸缩缝止水。鉴于混凝土面板分缝止水的施工质量控制是混凝土面板坝防渗工程中的一项重要内容, 其形状均需根据设计图纸要求特殊加工制作, 其加工质量的好坏对分缝的止水效果具有较大的影响, 不同形状的止水铜片因其所处的位置和承受荷载的不同而适应不同的变形, 止水铜片在坝体防渗工程中起着至关重要的作用^[1]。止水铜片的构造见图 1。

2 设计思路

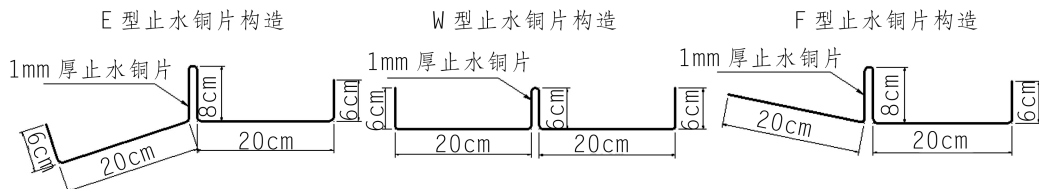


图 1 止水铜片构造图

止水铜片通常采用经过退火处理的紫铜片,

其抗腐蚀能力强, 抗拉强度高, 韧性好, 能够承受较大变形; 另外, 其外观轮廓清晰, 无裂纹、压折、凹

坑,延展性较好,冷弯 180° 不出现裂缝,在 $0^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 范围内连续进行张开闭合50次不出现裂缝,塑性极好,易冲压成型。故在实际工程中通常利用紫铜片延展性好和抗腐蚀性高等特点制作成特殊形状的止水铜片,以适应不同部位的止水要求。

止水铜片传统的加工方式主要分为以下两种:(1)采用木材煨火处理,将止水铜片切割成 $2\sim 3\text{m}$ 一段,敲打成型,然后进行接缝焊接。但该工艺受限于材料煨火不均、平整度差、效率低等因素影响,其产品品质难以得到保证^[2];(2)采用传统的冲压机床冲压成型,但该工艺受模具限制,铜片止水加工的最大长度为 3m ,且冲压机床不易在工地现场安装使用,从而增加了止水铜片水平运输和装卸过程中的保护成本;同时,冲压机床冲压成型的优点在于对止水铜片“鼻子”的成型控制,而对于两边“立腿”一次性成型的变形量大,进而增加了二次成型的人工成本。

铜止水延压设备设计的思路来源于提高止水铜片的加工工效,以满足面板混凝土浇筑施工工期要求,同时在大批量加工过程中提高止水铜片的成型质量^[3]。经对止水铜片的构造进行分析,设计出一台铜止水延压设备并用于止水铜片的加工,该机器的优点在于能够连续加工成型,而且加工后的止水铜片分节成型长度能够达到 50m 以上,机器工效能够达到 $75\sim 80\text{m/h}$;同时,对于止水铜片“鼻子”和“立腿”成型的变形量精度控制高,加工成型的止水铜片平整度较好,产品质量能够得到较好的保证。

3 铜止水延压设备的设计

该铜止水延压设备利用止水铜片延展性好、塑性极好、易冲压成型的特点,主要由型钢机架、型钢压模(分为凸模和凹模)、液压千斤顶、卷材传送托架以及控制系统组成。铜止水延压设备见图2。

铜止水延压设备的工作原理是采用型钢制成

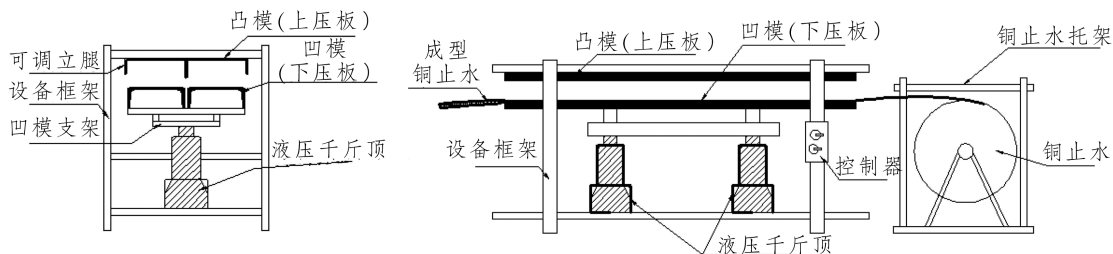


图2 铜止水延压设备示意图

一台压模,以千斤顶作为压模动力,配以人工辅助进行止水铜片的压制。模具采用调直后的槽钢制作而成,上部为凸模,下部为凹模,上下模具在千斤顶顶推的剪切作用下使止水铜片受力成型。该设备的长度为 4.5m ,一次压合成型长度为 3.5m ,可在不切断成型止水铜片的基础上继续压制,根据场地情况一次生产产品的长度超过 50m 。

4 铜止水的制作、安装及质量控制

4.1 铜止水的制作

止水铜片采用现场加工制作的方式,根据设计图纸中面板混凝土止水缝位置的分布情况合理选择延压设备的安装位置。因大坝面板垂直缝由趾板位置向上延伸至坝顶,通常考虑直接将延压设备布置在垂直缝正对的坝顶位置,以便将成型的止水铜片直接顺放至止水分缝位置以减少止水铜片的二次转运。铜止水延压设备布置到位后,根据止水的构造形式,及时调节相应模具以确保

成型的止水铜片形状、尺寸符合设计要求。将铜带卷材放在延压机后部传送托架上,铜带布料时,使铜带平行且居于成型机的料槽,防止铜带偏移影响止水铜片的加工质量。按动延压机开关,千斤顶推动凹模向上顶推与机架上固定的凸模形成压合,使止水铜片成型,辅以人工对成型后的铜止水下顺,同时待压铜带进入料槽,依此循环完成止水铜片的加工制作。

4.2 铜止水的安装

铜止水安装前,必须对分节成型的止水铜片接缝处进行接缝焊接。通常采用黄铜焊条气焊,对缝焊应为单面双层焊接,搭接焊应为双面焊接,搭接长度应大于 20mm ,对焊缝的质量通常采用煤油进行渗漏检测^[4]。

止水铜片安装时,需将其表面的浮皮、油污等污物清除干净,对加工过程中的缺陷部位进行检查并校正,待处理符合要求后将橡胶棒和泡沫塑

料饱满填充进止水鼻腔内、完成后用胶带封底以防止在混凝土浇筑过程中水泥浆液堵塞鼻腔而影响止水工作变形性能^[5]。

止水铜片必须固定牢靠,避免其在混凝土浇筑过程中发生位移,确保其在混凝土中的正确位置。固定方式可以采用附加钢筋固定、专用卡具固定、铅丝和模板固定,固定过程中,避免在止水铜片上穿孔,以免影响其止水性能。

4.3 质量控制

止水铜片的质量控制应从原材料、加工过程、安装过程、安装后保护等方面进行控制:

(1) 铜止水须严格按照设计图纸及施工规范中的标准要求进行选材,选择合格的生产厂家,材料进场必须有出厂合格证和厂家检验报告,进场后须经见证取样复检,复检合格后方可使用。

(2) 加工时严格控制千斤顶的顶推力和行程,加工前需调节好模具的结构型式、尺寸以及中心线位置,确保成型的止水铜片无损伤、无扭曲变形,成型后的尺寸及中线偏位符合设计图纸要求。

表 1 铜止水延压机与传统加工方式对比表

对比项目	铜止水延压机	传统加工方式	结论
焊缝条数	主坝止水缝总长度为 2 571 m,形成焊缝约 120 条	按每 3 m 分节将形成焊缝 857 条	较传统加工方式,采用铜止水延压设备大大减少了接头,产品质量得到可靠控制
生产时间	每生产 100 m 约耗时 1.5 h(含焊缝焊接时间)	每生产 100 m 约耗时 6.5 h(含焊缝焊接时间)	较传统加工方式,采用铜止水延压设备大大提高了施工效率
生产成本	铜止水延压机采购成本:6.5 万元,工程完成后可用于其他工程,按最大 30% 损耗成本计算,为 1.95 万元。 焊工工资:280 元/d×7 d=1 960 元 普工工资:150 元/d×4 人×7 d=4 200 元 合计:2.57 万元	设备成本:2.5 万元 焊工工资:280 元/d×25 d=7 000 元 普工工资:150 元/d×4 人×25 d=15 000 元 合计:4.7 万元	采用铜止水延压机仅需 7 d 时间即能完成主坝全部铜止水的制作及焊接工作,生产成本约为 2.57 万元,相较于采用传统加工方式,时间缩短 18 d,成本节约 2.13 万元

生产出的成型铜止水在施工工效、质量、减少焊缝薄弱环节等方面均有显著提升。

6 结 语

开茂水库枢纽工程在进行大坝面板混凝土施工时,考虑到混凝土冬季施工以及大体积混凝土连续浇筑等多方面因素(工期紧,任务重),技术人员成功地设计并运用了铜止水延压设备,大大提高了施工工效和止水铜片的成型质量,减少了焊接接头等薄弱环节,确保了止水铜片的施工质量。

参考文献:

- [1] 张薇,陈伟波.论混凝土面板堆石坝止水[J].神州,2013,14(30):62-62.
- [2] 雷胜军,杨双成.滚动式止水铜片成型机研制[J].水力学

(3) 避免采用打孔安装。铜止水的安装固定一定要牢靠,焊接接头表面光滑饱满,无缝隙、孔洞。在止水铜片附近浇筑混凝土时,为避免出现混凝土离析、骨料集中现象以及铜止水被振捣棒破坏,应采用小直径插入式振捣器进行混凝土振捣并确保振捣密实。

(4) 严格禁止践踏止水铜片,应随时将其上所附着的污、杂物清除。对混凝土浇筑块暂不上升的竖向止水铜片或相邻混凝土块暂不施工面外露的止水铜片,应采用木板夹护并加固牢靠,避免止水铜片在施工过程中意外损坏。

5 经济效益分析

采用铜止水延压机的主要优势表现在:(1)操作简单,制作速度快,焊接接头少,施工效率高,经济效益好;(2)铜止水规则,表面光滑、清洁、无孔洞、损伤小,质量高;(3)接头少,减少了焊接薄弱环节,从而大大提高了整体施工质量。采用铜止水延压机与传统加工方式的对比情况见表 1。

采用铜止水延压机在成本节约的情况下,所

电施工,1997,16(3):84-85.

- [3] 杨水兵.止水铜片成型设备的研制[J].科技资讯,2007,5(31):71-72.
- [4] 周伟,于勉,王龙.提高止水铜片安装一次验收合格率的实践运用[J].水利建设与管理,2018,38(10):86-90.
- [5] 吴剑辉.天生桥一级水电站大坝铜止水的制备及安装[J].水利水电技术,1997,28(12):61-62.

作者简介:

谢攀(1993-),男,四川南充人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工

作;赵启强(1975-),男,四川巴中人,正高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工

作;吴振麟(1988-),男,甘肃秦安人,工程师,从事建设工程施工技术与安全管理工作。

(责任编辑:李燕辉)