

# 峡谷地貌重力坝常态混凝土高落差入仓技术

翟飞元

中电建新能源集团股份有限公司

DOI:10.12238/etd.v5i5.9105

**[摘要]** 本文针对峡谷地貌建设中小型混凝土重力坝面临的混凝土垂直运输入仓难问题,以贵州大兴水利枢纽混凝土重力坝施工实践为例,介绍溜管+皮带机技术在峡谷高落差地区混凝土入仓中的应用。在常态混凝土高落差入仓技术中,单种技术的入仓手段比较常见,但两者相结合的入仓方式较少。本文着重介绍溜管和皮带机两者相结合后的应用经验。

**[关键词]** 峡谷; 重力坝; 高落差; 混凝土; 入仓

**中图分类号:** TV331 **文献标识码:** A

## Normal concrete high drop warehousing technology for canyon landform gravity dam

Feiyuan Zhai

China Power Construction New Energy Group Co., Ltd

**[Abstract]** This article focuses on the difficulty of vertical transportation of concrete into the warehouse faced by small and medium-sized concrete gravity dams in the construction of canyon landforms. Taking the construction practice of the concrete gravity dam at the Daxing Water Conservancy Hub in Guizhou Province as an example, the application of the chute+belt conveyor technology in concrete warehousing in high drop areas of canyons is introduced. In the normal high drop concrete warehousing technology, single technology warehousing methods are relatively common, but the combination of the two warehousing methods is rare. This article focuses on the application experience of combining the chute and belt conveyor.

**[Key words]** Canyon; Gravity dam; High drop; concrete; Warehouse entry

### 引言

研究背景: 在峡谷地貌中,中小型重力坝的建设十分常见。然而,由于峡谷地形的特殊性,混凝土的入仓往往面临着高落差的挑战。高落差入仓不仅增加了施工难度,还可能导致混凝土离析、影响施工质量和进度。目前,虽然已有一些技术手段用于解决高落差入仓问题,但仍存在诸多不足之处。

研究目的: 随着水利工程建设的不断发展,对峡谷地貌中小型重力坝的施工质量要求越来越高。因此,探究一种高效可行的常态混凝土高落差入仓技术,成为当前亟待解决的问题。通过对高落差入仓技术的研究,笔者提出溜管+皮带机入仓技术,可以有效提升峡谷中小重力坝的施工质量,确保大坝的稳定性和安全性。同时,也可以为类似工程提供有益的参考和借鉴,推动水利工程建设的可持续发展。

### 1 概述

大兴水利枢纽工程位于贵州省松桃县境内大梁河中游,工程主要任务为城乡生活、工业和灌溉供水,兼顾发电等,是综合利用水利工程。水库总库容4672万 $m^3$ ,大兴水利枢纽工程为混凝土重力坝,最大坝高52m,坝顶宽9.0m。坝顶长98.0m,由溢流坝段

和挡水坝段组成,其中溢流坝段长40.0m,左岸挡水坝段长28m、右岸挡水坝段长30m。两岸均为1:0.75的岩石边坡,除坝顶左岸和坝底部有道路到达外,右岸及坝肩边坡中部均无道路到达。

### 2 溜管垂直运输系统

#### 2.1 溜管垂直运输系统的结构、原理及特点

系统结构: 溜管垂直运输系统是由受料斗、放料控制系统、溜管、缓降器四部分组成,除受料斗外,其余结构均采用封闭输送的设计。

工作原理: 混凝土自拌合系统通过自卸车运送到现场后,直接卸入受料斗内,通过放料控制系统将混凝土下放,混凝土在溜管内以垂直落体的状态下行,当到达流管底部时,再通过缓降器实现二次搅拌,既降低了混凝土垂直输送速度,又避免了骨料分离,经缓降器流出的混凝土以良好的和易性进入皮带输送系统,有效确保了混凝土的运输质量。

工作特点: 一是自卸车将常态混凝土运送到现场后,可一次性卸入受料斗内,不必等待;二是受料斗内的混凝土通过放料控制系统可实现放料、停止及控制放料速度等操作;三是混凝土在垂直输送过程中,通过缓降器实现二次搅拌,避免骨料分离且

和易性良好,确保了混凝土质量;四是溜管系统结构简单,施工方便,贴坝肩边坡建设,不占场地,可以充分利用陡边坡的地势条件实现快速入仓;五是混凝土重力坝常态混凝土坍落度只有4~7cm,受此限制,水平运输只能采用自卸车,而该系统受料斗的设计可有效解决自卸车卸料问题,使水平运输与垂直运输顺畅衔接。

## 2.2 溜管垂直运输系统的制作与安装

### 2.2.1 溜管制作

溜管选用直径为400mm、壁厚20mm的高锰钢管制作,单节标准溜管长度为3m,另制作两节1.5m长的调节管,由钢结构加工厂统一制作。管身两端焊接厚度20mm法兰盘,法兰采用16个M22的高强螺栓连接,螺栓单个抗拉强度327KN。

### 2.2.2 卸料平台及受料斗制作

上部卸料平台为满足支撑满载自卸车重量和抵御卸料冲击力要求,选择钢筋混凝土平台,混凝土厚度为100cm,内设 $\Phi 22$ 双层钢筋网,并采用16根 $\Phi 25$  L=4.5m的锚杆将混凝土平台与岩石锚固。受料斗采用8mm钢板制作,呈上口400\*400cm、下口40\*40cm的方锥体漏斗形,设计容纳6m<sup>3</sup>混凝土。受料斗上口外框采用16#工字钢制作,受料斗内侧与卸料平台边缘相连接,外侧悬于平台之外,利用边坡下部马道,采用I45B工字钢制作两根高度9m的立柱支撑,使卸料斗形成边坡外挂状态。卸料平台在距离下料口50cm的位置设置倒车限位坎,防止车辆卸料倒车时发生事故,见图1。

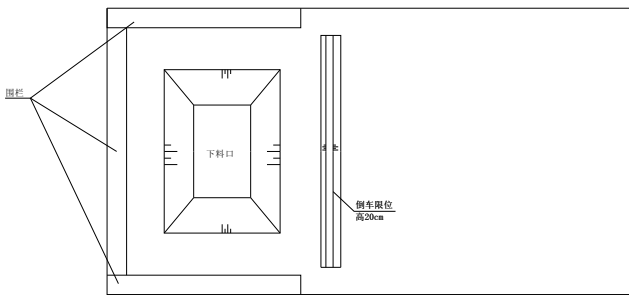


图1 倒车限位坎示意图

### 2.2.3 缓降器制作

因整个溜管垂直输送系统呈陡倾角布置,目前陡倾角或垂直状态下混凝土输送缓降效果最好的是“My—box”缓降器,为确保工程质量,系统缓降装置选用“My—box”缓降器,全部采用20mm厚锰钢板制作,上下两端焊接法兰盘,采用M22的高强螺栓与溜管连接。

### 2.2.4 系统安装

为便于安装,同时也利于系统检修,在受料斗底部制作一个检修平台,利用该平台将放料控制系统安装于受料斗底部,再由放料控制系统向下逐节安装溜管。为缓解放料时对溜管的冲击力,同时也避免硬性固定连接在放料冲击力下断裂,在每节溜管上焊接一对拉环,采用钢丝绳一端拉住拉环,另一端固定于边坡锚杆之上,形成柔性固定,当溜管受放料冲击力时,利

用钢丝绳的柔性拉力缓冲放料冲击力,从而形成安全稳固的溜管固定系统。

溜管安装时,每隔18m(6节管)安装一个“My—box”缓降器,最后在溜管出口端安装一个“My—box”缓降器,缓降器出口连接一个柔性溜管与皮带机入仓系统相连接。系统安装后详见下图2。



图2 溜管垂直运输系统安装示意图

## 3 皮带机入仓系统

### 3.1 皮带机入仓系统的特点

受高山峡谷地形限制,峡谷底部宽度约60余米,顶部宽度不足百米,仅能布设一台门机,用于混凝土入仓、钢筋运输、模板安装等任务,工作量繁重,因此,采用门机浇筑入仓强度受到很大限制,最大入仓强度仅为16m<sup>3</sup>/小时,无法满足浇筑强度要求。鉴于此情况,利用溜管垂直运输系统,加上皮带机水平输送入仓,能有效解决浇筑强度不足问题,在实际应用中,皮带机具有运输速度快、操作简单、布料面积大、节省人工、便于维护和管理等优点。

### 3.2 皮带机入仓系统的结构与制作安装

皮带机入仓系统的结构,为实现皮带机全仓布料的目的,皮带机分纵向、横向两组,纵向皮带机一端连接溜管出口,另一端伸向仓面,使纵向皮带机沿中部贯穿整个仓面;在纵向皮带机下部,垂直于纵向皮带机布置横向皮带机,通过左右移动横向皮带机实现全仓布料的目的。两组皮带机上各设置一个布料小车,纵向皮带机上的布料小车主要对准横向皮带机,使混凝土料经纵向皮带进入到横向皮带,再由设置在横向皮带机上的布料小车控制混凝土到达指定下料点。

由于每仓混凝土浇筑高度达到3m,为避免混凝土面上升对皮带机产生影响,需在开仓前将皮带机设置于封面高程以上,需提前制作皮带机的支撑系统和轨道。支撑系统采用直径100mm的厚壁钢管作为立柱,顶部轨道采用14#槽钢进行制作。为便于安拆,轨道底部采用直径125mm的厚壁钢管作为套筒,将套筒与

轨道可靠焊接,安装时直接将套管套于立柱上,使轨道与立柱之间形成承插式连接。

#### 4 应用实践

在大兴水利枢纽混凝土重力坝浇筑过程中,利用自卸车将混凝土水平运输至左岸卸料平台,每车装载6m<sup>3</sup>混凝土,到达卸料平台后,通过指挥人员的指挥,将混凝土一次性卸入受料斗内,自卸车即可离开。受料斗内的混凝土按照仓面人员的指挥,通过放料控制系统将混凝土逐步下放,混凝土通过溜管、缓降器到达溜管底部,进入皮带机入仓系统,经皮带输送,由分料小车将混凝土卸至指定下料点,入仓后的混凝土由人工平仓振捣。

整个混凝土垂直入仓过程,自动化程度高,人员配置少(卸料平台处安排车辆指挥1人,放料1人;皮带机分料操作2人,仓面指挥1人),下料速度快,一车料(6m<sup>3</sup>)从车辆到达全部入仓不超10分钟,入仓强度可达到36m<sup>3</sup>/小时,完全满足入仓强调要求。

#### 5 结论

通过大兴水利枢纽工程峡谷地貌重力坝建设中的高落差混凝土入仓技术应用实施,为峡谷地貌中小型混凝土坝垂直入仓技术提供了很多宝贵经验。经实践,高落差混凝土运输采用溜管+皮带机入仓技术安全可靠,保质高效,操作简便,是十分适宜推广的混凝土垂直运输技术。经总结,该套系统要做到运行高效顺畅,关键还要做到以下几点:①受料斗下部的放料控制系统设计与混凝土级配相匹配,若放料控制系统口径过小,将影响混凝土下放,且易堵塞,严重影响放料效率。②溜管及缓降器必须采

用高锰钢材料制作,以提高耐磨性。普通钢材耐磨性差,极易磨损损坏,更换十分麻烦,降低施工效率。③在混凝土入仓前,必须对溜管进行润管,避免混凝土粘管造成堵管,建议首车使用同标号砂浆,待管路通畅后再进行正常施工。④浇筑完成后,应对溜管垂直运输系统进行冲洗,避免有混凝土留存硬化,造成管路堵塞。⑤皮带机在使用前要认真检修并试运行,确保运行良好后再开仓浇筑。⑥受料斗卸料后,应尽早下放,避免停留时间过长造成混凝土硬结,实践证明,混凝土在受料斗内停留时间不宜超过30分钟。

#### 【参考文献】

[1]王以斌,寿开,刘玉琴,等.几内亚苏阿皮蒂大坝碾压混凝土入仓方式的研究与运用[J].水力发电,2020,46(01):81-85.

[2]黄雪林,刘玲玲.黄登水电站大坝混凝土运输入仓方式[J].云南水力发电,2021,37(01):138-141.

[3]林健.上存碾压混凝土重力坝入仓方式研究[J].工程建设与设计,2019,(14):102-103.

[4]全国水利水电施工技术信息网,《水利水电工程施工手册》编委会编;张超然主编;周厚贵,史振寰副主编.水利水电工程施工手册第三卷混凝土工程[M].北京:中国电力出版社,2002:1-849.

#### 作者简介:

翟飞元(1986--),男,汉族,甘肃酒泉人,本科,高级工程师,研究方向:水利水电、新能源工程技术。