

隧洞混凝土衬砌入仓分料装置的研发

赵 文 升， 张 彬

(中国水利水电第五工程局有限公司,四川 成都 610066)

摘 要:采用全圆针梁台车进行隧洞混凝土衬砌施工,传统的混凝土入仓方法需布置多处下料窗口并配备多名浇筑人员手动拆移泵管,施工耗时、费力。结合针梁台车的结构特点,研发了一种混凝土分料装置并在混凝土浇筑过程中应用,该设备各项性能稳定,提高了浇筑效率,保障了施工质量。阐述了具体的研发过程。

关键词:混凝土分料装置;技术参数;浇筑实施;技术先进性

中图分类号:TV7;TV52;TV51;TV554

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2020)03-0017-04

Research and Development of the Tunnel Concrete Lining Casting and Distributing Device

ZHAO Wensheng, ZHANG Bin

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

Abstract: In the construction of tunnel concrete lining, the traditional concrete casting method needs to layout multiple blanking windows and assign several casting personnel to manually remove the pump pipe, which is time-consuming and laborious. Combined with the structural characteristics of the needle beam trolley, a concrete distributing device is developed and applied in the concrete casting process. The performance of the device is stable and the casting efficiency is improved, and the construction quality is guaranteed. The specific research and development process is described.

Key words: concrete distributing device; technical parameters; implementation of concrete casting; technical advancement

1 概 述

向家坝水电站南总干渠首部取水隧洞工程全长 4.8 km,洞身开挖形式为马蹄形断面,纵比降为 3/1 000~1/3 000,隧洞衬砌混凝土设计为钢筋混凝土全断面圆形衬砌,衬砌后净空直径为 6 m,采用全圆针梁台车全断面混凝土衬砌施工。衬砌厚度随围岩类别的不同而变化,Ⅳ类围岩衬砌厚度为 40 cm,Ⅴ类围岩衬砌厚度为 50 cm。混凝土衬砌分仓原则上不大于 12 m,30~50 m 段设置结构缝,围岩类别发生变化的位置亦应设置结构缝。

该隧洞工程混凝土衬砌仓位长 12 m,传统的混凝土入仓方法是通过 HBT60 输送泵接泵管推送混凝土至下料口入仓。为使混凝土下料均匀、左右仓面对称上升,往往需布置多处下料口,且需多名浇筑人员手动重复多次对泵管进行接长、拆卸或转移^[1],才能保证每一仓混凝土的顺利浇筑。

收稿日期:2020-04-10

采用传统方法进行针梁台车混凝土衬砌施工,其混凝土浇筑质量、施工进度、人员配置、施工成本等几方面均存在以下不足:

(1)混凝土浇筑质量。①针梁台车下料窗口高度不同,泵管多次接至下料窗口处,泵管连接、倒管频繁,混凝土管内停滞时间过长,极易造成堵管^[2]。②局部下料窗口距离仓面高差大于 2 m,混凝土入仓后易造成骨料与浆液分离,和易性较差,局部混凝土浇筑质量难以保证。③因多次倒运泵管,不易保证仓内左右对称下料而造成台车左右位移,进而影响到混凝土浇筑质量。

(2)施工进度。每一仓混凝土浇筑过程中接管、拆管、倒管频繁,导致混凝土入仓强度降低,最高入仓强度约为 9 m³/h,12 m 仓位最低需耗时 15 h。

(3)人员配置。每一仓混凝土通常配置 5 名浇筑人员,浇筑过程中拆卸、安装泵管时需 4 名人员操作,且浇筑作业中断,浇筑工效很低。

(4)施工成本。①浇筑时间偏长,施工成本相应增加且影响施工进度。②泵管材料多次安拆易损耗,进而增加了施工成本。

如何提高混凝土浇筑质量、加快混凝土施工进度、减少泵管安拆及转移次数、降低混凝土衬砌施工成本,需要从混凝土入仓方式进行改进。项目部组织现场实地勘查与研究后认为在针梁顶部平台处安置混凝土分料装置可以解决上述问题。

2 混凝土分料装置

2.1 混凝土分料装置的组成

混凝土分料装置由一级分料斗、一级分料槽、二级分料筒、外接溜筒四部分组成。一级分料斗安装在针梁台车中部针梁顶部平台处,一级分料斗两侧与一级分料槽焊接连接,二级分料筒与一级分料槽采用插入式连接并用螺栓固定。外接溜筒采用拉筋穿二级分料筒端头吊耳连接^[3]。混凝土分料装置组成情况见图 1、2。



图 1 一级分料斗

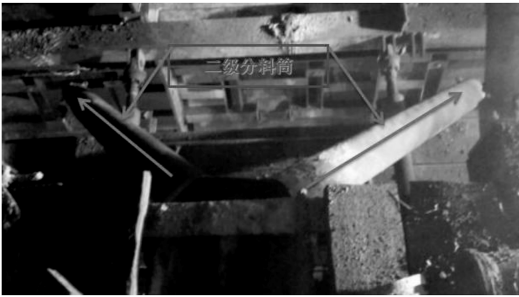


图 2 二级分料筒

2.2 混凝土分料装置的技术参数

(1)一级分料斗。一级分料斗材质采用厚 1.5 mm 的钢板拼装焊接,结构为倒棱台体,自重约 9.8 kg。顶面尺寸为 50 cm×55 cm(宽×长),底面尺寸为 40 cm×40 cm(宽×长),底面夹角为 162°,高度为 45 cm。一级分料斗两边开椭圆孔(孔高 30 cm),椭圆孔处设启闭闸板(厚 1.5 mm

钢板)控制骨料的下泄。

(2)一级分料槽。一级分料槽材质采用 1.5 mm 厚钢板拼装焊接,结构为矩形槽形式,每个自重约 13.7 kg,底宽 40 cm,两侧边高 20 cm,槽长 145 cm,安放水平夹角为 9°。一级分料槽与二级分料筒连接端底部有卡槽,缝宽 1.5 mm,卡槽深 10 cm,两侧边开螺栓孔(与二级分料筒连接后固定)。

(3)二级分料筒。二级分料筒采用直径 200 mm、壁厚 1.5 mm 的钢管。以每侧一级分料槽为轴线设置 2 条二级分料筒,夹角为 60°。二级分料筒有 1#、2# 两种规格:1# 二级分料筒单个自重约 0.75 kg,2# 分料筒单个自重约 1.3 kg。1# 二级分料筒长 110 cm,2# 二级分料筒长 190 cm。每种规格与一级分料槽连接端都有 10 cm 长翼板,用于插入至一级分料槽卡槽内并与其连接。两种规格的二级分料筒按施工需求由人工更换。

(4)外接溜筒。外接溜筒材质采用直径 200 mm、壁厚 1.5 mm 的钢管。包括两种结构:一种结构为“L”型溜筒,单个自重约 1.5 kg。长边 115 cm,短边 105 cm,长短边的夹角为 100°;另一种结构为直线型溜筒,单个自重约 0.5 kg。将外接溜筒与二级分料筒连接端加工成方形喇叭口,二级分料筒嵌入喇叭口中用拉筋穿吊耳将外接溜筒与二级分料筒连接固定。“L”型结构连接后的二级分料筒与外接溜筒夹角呈 100°。直线型溜筒与二级分料筒连接后起延伸至窗口的作用。外接溜筒按照施工需要可由人工自由拆卸与安装。

(5)加固装置。加固装置包括一级分料斗、一级分料槽的底部支撑结构和二级分料筒及外接溜筒的加固方式。底部支撑结构采用 Φ20 钢筋焊接桁架,桁架与平台焊接牢固,将桁架连接杆与一级分料斗四边交角处焊接固定;桁架与一级分料槽底部焊接固定。

二级分料筒之间用 Φ20 钢筋连接,结构稳定。外接溜筒上下左右外壁设置吊耳,用 Φ20 钢筋一段焊接在针梁台车翼板处,另一端与外接溜筒吊耳连接,以起到外接溜筒的固定作用。混凝土分料装置的结构尺寸见图 3。

3 实施方法

3.1 装置与针梁台车关联

全圆针梁台车模板自带窗口,横向窗口布置在模板底部中心、反弧段、腰线部位、起拱部位、顶

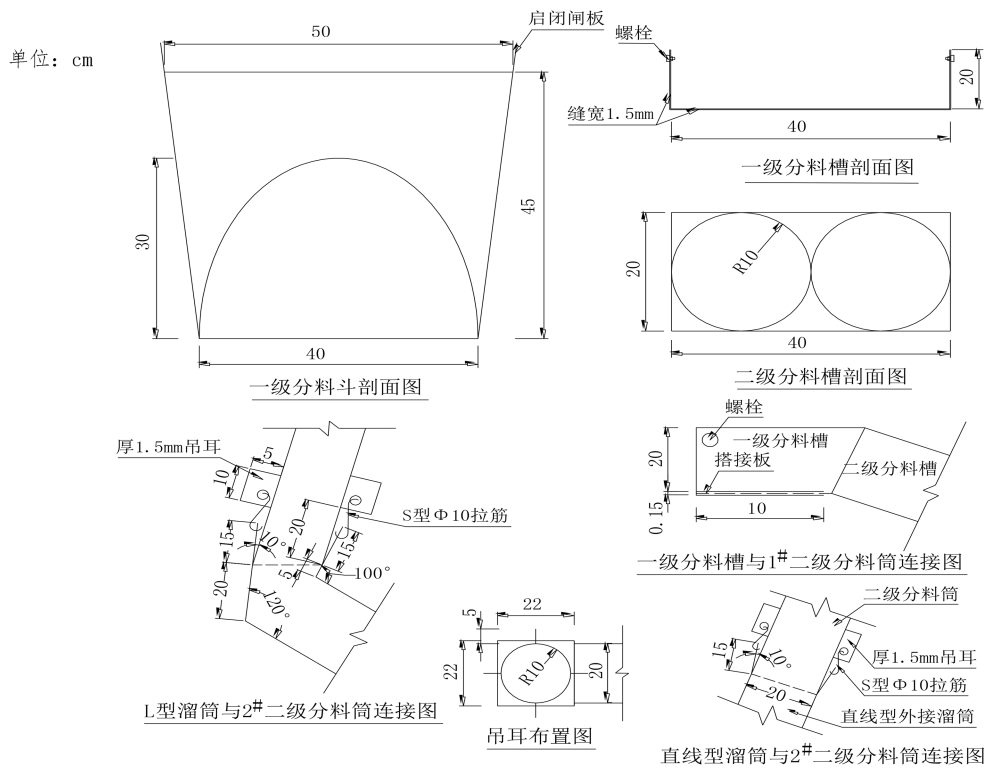


图 3 混凝土分料装置结构图

部中心处。除起拱部位窗口距离顶部窗口 2.4 m 外,其余窗口之间的距离为 1.2 m。纵向窗口每隔 3 m 设置一排,共 4 排。混凝土分料装置出料口布置于中间两排窗口处出料。

一级分料斗与一级分料槽在混凝土衬砌过程中于针梁台车上永久固定,二级分料筒为 1#、2# 两种规格,按照二级分料筒实际控制的窗口区域分别选用二者之一。1# 二级分料筒控制起拱窗口与腰线窗口之间的浇筑区域;2# 二级分料筒控制腰线窗口与反弧段窗口之间的浇筑区域;外接溜筒控制反弧段窗口与底部窗口之间的浇筑区域。

3.2 实施程序

混凝土分料装置安装完毕→一级分料斗进料→左右两侧一级分料槽分料→反弧段窗口以下混凝土浇筑→拆除“L”型溜筒→接直线型溜筒(该溜筒与 2# 二级分料筒连接)→腰线窗口与反弧段窗口之间区域混凝土浇筑→拆除 2# 二级分料筒并安装 1# 二级分料筒并与一级分料槽连接→腰线窗口与起拱窗口之间区域混凝土浇筑→泵管接至顶拱冲天孔处→起拱窗口以上混凝土浇筑。混凝土分料装置的实施情况见图 4。

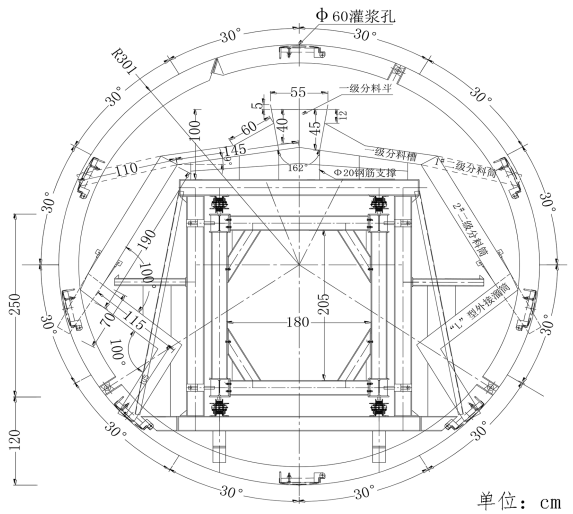


图 4 混凝土分料装置立面图

4 技术先进性分析

4.1 混凝土浇筑时间对比

经对多仓混凝土浇筑时间进行统计对比后得知:采用分料装置进行混凝土衬砌后,由传统方法入仓平均需时 16.35 h 降低到平均 12.19 h。多仓混凝土浇筑时间对比情况见图 5。

4.2 分料装置的先进性

针对混凝土分料装置的实施与传统方法混凝土入仓从以下几方面进行了比较分析(表 1)。

5 结 语
针梁台车混凝土分料装置结构单一、重量轻、

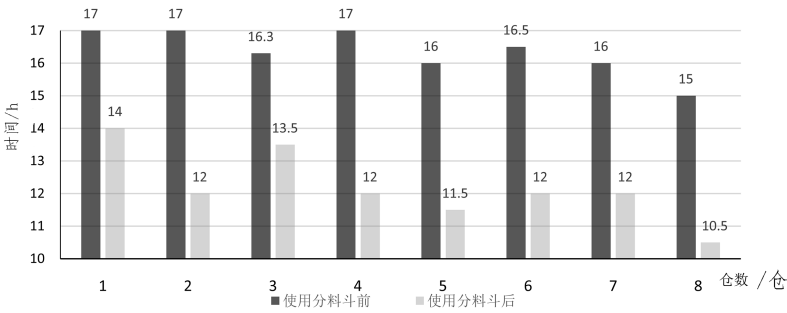


图 5 混凝土浇筑时间分析图

表 1 传统方法与混凝土分料装置技术先进性对比表

对比项目	传统方法	混凝土分料装置
施工质量	(1)下料窗口高度不同,泵管多次接至下料窗口处,泵管连接、倒管频繁,混凝土在管内停滞时间过长,极易造成堵管 (2)局部下料窗口距离仓面高差大于 2 m,混凝土入仓后易造成骨料与浆液分离,和易性较差,局部混凝土浇筑质量难以保证 (3)人员因多次倒运泵管而影响到仓内左右对称下料,易造成台车左右位移,进而影响混凝土浇筑质量^[4]	(1)混凝土开仓前接一次泵管至混凝土分料装置处,避免了浇筑过程中多次接管、拆除、倒管,不易出现堵管现象 (2)每两层窗口区域间(起拱窗口以下区域)二级分料筒及外接溜筒控制混凝土入仓高度保证不大于 1.2 m,不会出现骨料与浆液分离的情况,施工中混凝土的和易性能够得到保证 (3)一级分料斗设置有混凝土闸板,可以控制混凝土左右两侧供料的需求,同时,二级分料筒、外接溜筒可按照混凝土浇筑高度情况更换或拆除,能够保证左右仓位下料的对称,避免台车位移,保证混凝土浇筑质量^[5]
施工进度	因浇筑过程中接管、拆管、倒管频繁,导致混凝土入仓强度降低,最高入仓强度约为 9 m³/h, 12 m 仓位最低耗时 15 h	浇筑过程中集中从一级分料斗卸料,左右混凝土闸板控制两侧仓位混凝土需求量,避免了多次拆装泵管及倒管,节约了浇筑时间,混凝土入仓强度有较大幅度的提高,平均入仓强度约 11 m³/h, 12 m 长仓位需耗时 12 h,每仓节约 3 h
人员配置	每一仓混凝土通常配置 5 名浇筑人员,浇筑过程中拆卸、安装泵管时需 4 名人员操作,导致浇筑作业中断,浇筑工效很低	每仓配置 5 名浇筑人员,2 名人员只倒换一侧二级分料筒或外接溜筒,另一侧混凝土浇筑持续进行,不影响混凝土浇筑的连续性,混凝土浇筑工效基本不受影响
施工成本	(1)浇筑时间偏长,施工成本相应增加且影响施工进度 (2)泵管材料多次安拆易损耗,进而增加了施工成本	混凝土分料装置贯穿整个混凝土衬砌施工时段,经统计每仓节约浇筑时间为 3~5 h,合计节约施工时间 1 200~2 000 h,相当于节约工期 50~80 d,大幅度节约了施工成本

造价低廉、操作简单、安装方便并可重复使用,每一仓混凝土浇筑到相应窗口后,只需人工更换对应的二级分料筒或外接溜筒,即能有效地解决混凝土衬砌过程中混凝土入仓后骨料分离及人工多次倒换泵管的情况出现,采用该装置,每一仓混凝土浇筑保证了连续作业,节约了施工成本,加快了施工进度,为隧洞混凝土衬砌施工顺利完成提供了有力保障。项目部自主研发的混凝土分料装置在实施过程中各项性能稳定,取得了成功,对类似隧洞混凝土衬砌施工具有一定的借鉴作用。

参考文献:

[1] 刘晓东,王立军.对施工中混凝土泵送相关技术探讨[J].黑龙江科技信息,2009,13(26):317-319.

[2] 覃正韞,韦继往.浅析混凝土泵送堵管的原因分析及预防措施[J].大众科技,2009,11(4):84-85.

[3] 蔡光起.机械制造工艺学[M].沈阳:东北大学出版社,1994.

[4] 曾强.浅谈混凝土施工的质量控制及混凝土质量通病防治[J].江西建材,2018,38(1):249-250.

[5] 董国栋.混凝土相关性试验的应用[J].城市住宅,2017,24(2):118-121.

作者简介:

赵文升(1982-),男,甘肃白银人,高级工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工
张彬(1979-),男,甘肃榆中人,高级工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)