

地下洞室超大流量、高水压集中出水点引排技术研究

殷国权

(中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司,四川 成都 611130)

摘要:“多、长、大、深”是未来隧道技术发展的总趋势。随着隧道长度增大,埋深增加,将不可避免地出现与之有关的高压、大流量涌水等施工地质灾害问题。以锦屏二级水电站东端2号引水隧洞发现的5+925、10+472两个集中出水点为依托,探索了地下洞室超大流量、高水压集中出水点引排技术。

关键词:地下洞室;超大流量;高水压;集中出水点;引排技术;锦屏二级水电站

中图分类号:TV52;TV554

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)01-0083-03

1 工程概述

锦屏二级水电站主要由4条长约16.7 km的引水隧洞构成,隧洞之间的中心间距为60 m,一般埋深1 500~2 000 m,最大埋深约2 525 m。锦屏二级水电站东端1号、2号引水隧洞施工过程中揭露流量大于500 L/s的集中出水点5个,其中东端2号引水隧洞5+925汛期最大出水量为4.8 m³/s,东端2号引水隧洞10+472最大出水压力为0.65 MPa(出水量为682 L/s)。因此,对超大流量、高压力集中出水点的治理的成败就决定了隧洞运行期间的结构安全。

2 突涌水点地下水处理专用沉箱技术

(1) 技术背景。

东端2号引水隧洞5+925突涌水点在“8.30”群发性地质灾害后,出水量长期稳定保持在4.8 m³/s左右。2012年11月下旬,通过2号引水隧洞断面实测出水流量约为3.9 m³/s,2012年12月初约为3.6 m³/s,2013年1月中旬约为2.4 m³/s。随着季节的变化,5+925突涌水点的流量也随之变化,说明该部位的出水受降雨补给明显。

锦屏“8.30”特大暴雨地质灾害后,对突涌水点的处理有了新的认识,在封堵了地下水的通道后,增大了山体承载力,可能会影响到隧洞结构的安全。经综合考虑后,将5+925突涌水点处理的指导思想转变为“堵水与控排相结合”。因此,如何实现可控排放成为该项研究的主旨。

在此背景下,通过现场勘察、理论分析和试验研究等方法,探索出了适合突涌水点地下水处理

技术,最终研究并开发了“突涌水点地下水处理专用沉箱”,实现了地下水的导排,降低了地下水的扬压力,确保了引水隧洞结构安全。

(2) 技术构思。

集思广议,开发了突涌水点堵排水专用设备沉箱,该沉箱的设计思路为:

①沉箱的设计应满足隧洞实际断面尺寸的要求,安装后其顶部应确保在结构混凝土以下,从而可以保证垫层混凝土、结构混凝土的浇筑。

②能使突涌水点、带状出水全部汇集到沉箱内,实现控制排放。

③构造应简单、合理,能有效承受各种荷载,能够在空间有限的引水隧洞内顺利完成吊装。

④能够作为单独结构独立、永久运行。

(3) 主要技术内容。

笔者以锦屏二级水电站突涌水点堵排水专用沉箱的研究开发与应用为例,详细介绍了该沉箱的结构设计及优点(类似工程可根据突涌水点的分布、形态、压力、流量设计沉箱的形状、尺寸、引水管的尺寸)。

① 沉箱的结构。

沉箱由箱体和盖板组成,结构为12.5 m×2.5 m×1.5 m(长×宽×高),箱体长边和宽边采用材质为Q2345B、 $d=10$ mm的钢板,四个边沿采用材质为Q2345B、 $d=20$ mm的钢板加工制造。箱体内部采用材质为Q235B的H型钢、14型工字钢、18#a型槽钢(厚型)进行焊接加固支撑。顶部盖板采用材质为Q235B、 $d=20$ mm的钢板,分四块与沉箱连接,采用螺栓与沉箱周边混凝土上

收稿日期:2014-12-10

的预埋件连接,并在其之间设置橡胶止水。在沉箱面向上游的长边和宽边各焊接2根DN700引

水钢管。具体结构见图1。

② 沉箱的功能。

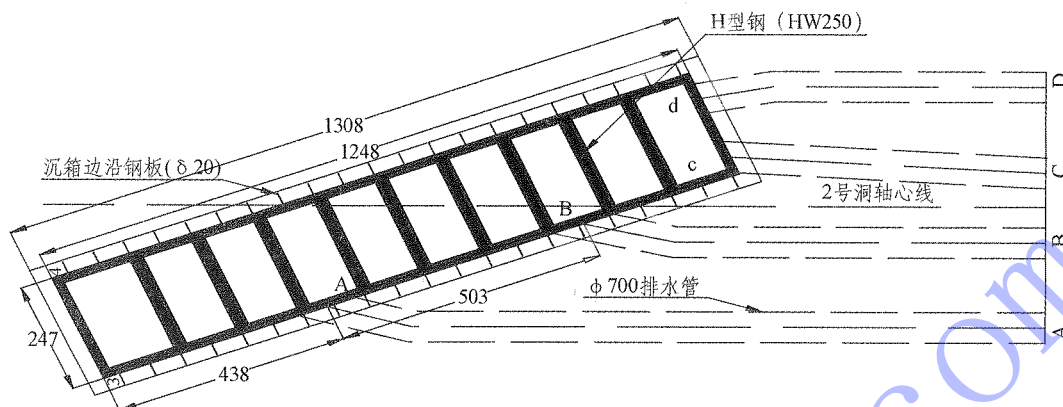


图1 钢结构沉箱设计图

a、将突涌水点、带状出水全部汇集到沉箱内。

b、将沉箱面向上游的长边和宽边焊接的4根DN700引水钢管与在沟槽内安装的4根DN700引水钢管对接,使汇集至沉箱内的水实现导排。

c、沉箱安装完成后,箱体兼做模板的功能施工垫层混凝土;盖板安装完成后,结构混凝土可以顺利实施。

d、沉箱作为永久结构,可以实现地下水的导排,从而降低地下水的扬压力,确保引水隧洞的结构安全。

③ 沉箱的吊装。

由于沉箱构件单重大、长度大且受现场施工条件限制,沉箱吊装半径较大,具有工期短、难度大、危险性高等特点。为保证沉箱吊装的顺利实施,沉箱在制造厂内按两段进行制造,现场分两次完成吊装,专业人员对沉箱两段结合处进行焊接,并确保沉箱安装的焊接质量。

④ 沉箱的运行。

沉箱作为单独结构埋设在引水隧洞内,可以独立永久运行。

本项研究成果解决了引水隧洞突涌水点堵排水的技术问题,为工程的顺利进行起到了重要的保障作用,大大降低了地下水的应力破坏,保证了引水隧洞的结构安全。

3 集中出水点逆止阀引排施工技术

(1) 技术背景。

东端2号引水隧洞10+472左侧边墙大面积出水,呈散状出水,沿洞壁渗流。钻孔揭示地下水

活动强烈,所形成的溶蚀沟槽明显,局部有夹(黄)泥现象,各散水出水点之间具有极好的连通性;表面岩层松散破碎,钻孔经常出现卡钻,塌孔等现象,主要出水深度约为5.5~7m。2012年11月1日测得的出水总量为110L/s。随着其余出水点的逐步封堵及东端2号引水隧洞10+457~10+487段出水区域外深层封闭固结灌浆的完成,地下水出水流量及压力变大,2012年12月14日测得的出水总量为682L/s。

鉴于地下水治理的理念还处于发展阶段,在采用完全堵水对隧洞结构安全及周边环境有不利影响时,面对超高压及大流量涌水,如何保证引水隧洞的结构安全是本工程的一大施工难题。

在此背景下,我们研究了一套“集中出水点逆止阀引排施工技术”,保证了引水隧洞的结构安全,确保了内水不外渗。

(2) 主要技术内容。

对主要2个出水孔进行了永久引排,按照出水总量682L/s计算,需采用2根 $\phi 273$ 模袋,其管内流速约为5.9m/s。待喷护砂浆达到设计强度后,针对2个较大的出水引排孔,采用 $\phi 273$ 无缝钢管与引排孔模袋闸阀连接,将地下水沿喷护砂浆层引至底板预留集水坑内,在出口处安装 $\phi 273$ 逆止阀,该逆止阀出口高于底板混凝土衬砌面5cm。在施工过程中,始终保持其余引排孔地下水处于排放状态,从而避免了因地下水压力过大而破坏表面岩层和喷护砂浆层。为保证东端2号引水隧洞的长期安全运行,10+472出水区域

采用双层钢筋进行混凝土浇筑。系统混凝土浇筑完成后,用钢筋焊接固定引排管及逆止阀,使逆止阀出口垂直向上,出口高于底板混凝土面5 cm,确保回填时逆止阀和引排管不会移位。逆止阀安装位置见图2。

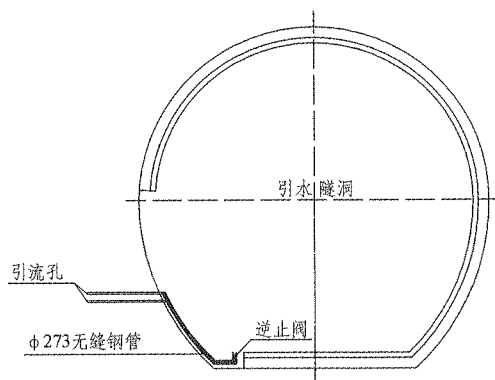
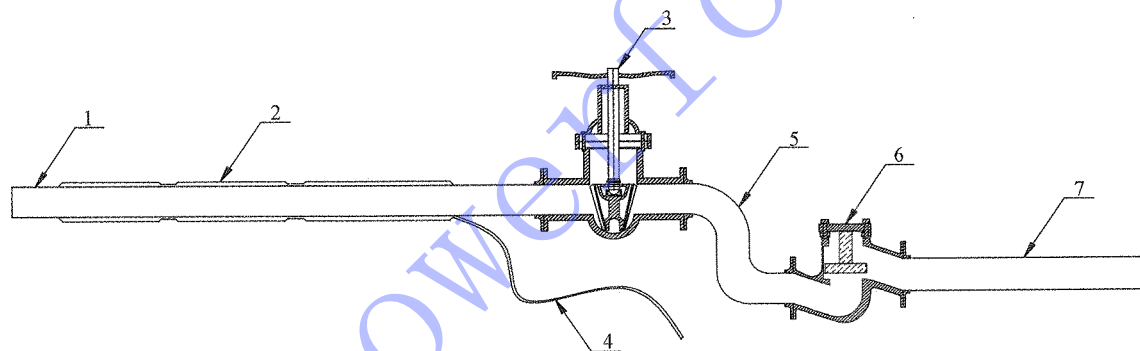


图2 逆止阀安装位置示意图



1、模袋钢管 2、模袋 3、闸阀 4、模袋灌浆管 5、连接钢管 6、逆止阀 7、排水钢管

图3 逆止阀引排结构原理图

河湾的水电站具有较高的参考价值。

5 结语

随着地下工程建设与环境保护要互相协调新理念的发展,以堵为主,堵排结合的隧道(洞)施工涌水处理原则已占主导地位。锦屏工程在对集中出水点的治理方面取得了重大进展,对于大于500 L/s/30 m出水洞段采用封堵+引排的思路,经过锦屏二级水电站东端1号、2号引水隧洞一年多时间安全运行的验证,效果良好。锦屏工程引排水中采用的钢结构沉箱技术、逆止阀引排技术可为类似工程借鉴和引用,具有较高的参考价值。

逆止阀引排结构原理见图3。

集中出水点逆止阀引排工作原理:在引水隧洞单点出水量大于500 L/s、压力大于0.5 MPa时,直接封堵可能会对隧洞的结构安全造成威胁。集中出水点逆止阀引排技术就是将大型堵水膜袋与逆止阀的功能并用,在引水隧洞充水发电期直接将出水排进隧洞内。由于逆止阀的作用,隧洞过流水不会再外渗到出水孔内。

4 社会效益

针对锦屏二级水电站研发出的将集中出水点引排的工艺,保证了隧洞的安全,从隧洞运行一年多时间的实际情况看,运行效果良好。随着西部大开发战略的不断推进,在高压、富水区修建深埋长大隧道都将不同程度地遇到涌水现象。锦屏工程超大流量、高水压集中出水点引排技术可为类似长大隧洞施工提供丰富的经验和有力的施工技术支持,特别是对于正在规划中的雅鲁藏布江大

参考文献:

- [1] 陈豪雄,殷杰. 隧道工程(M). 北京:人民交通出版社,1995.
- [2] 覃仁辉,王成. 隧道工程(第三版)[M]. 重庆:重庆大学出版社,2011.
- [3] 汪雪英,蔡仲银,熊建清. 长大深埋隧洞工程施工技术研究[M]. 郑州:黄河水利出版社,2009.
- [4] 席光勇. 深埋特长隧道(洞)施工涌水处理技术研究[D]. 西南交通大学研究生学位论文. 2005. 1.

作者简介:

殷国权(1978-),男,四川成都人,副总经理兼项目经理,高级工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)