

Deformation Section of K14 + 716~K 14 + 758 of the Diversion Tunnel Research and Application of the Hatted Concrete Construction

Gang Liu

Sinohydro Bureau 11 Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

Hydropower station diversion tunnel geological conditions is extremely complex situation, many water seepage, femoral water gushing phenomenon, conventional construction can not achieve smoothly, combined with the actual situation, finally the use of "reverse" construction method, smoothly realized the deformation hole section, cave hole section construction, for similar engineering construction has good reference.

Keywords

diversion tunnel; deformation; engineering quantity

引水隧洞 K14+716~K14+758 变形洞段“戴帽混凝土”施工的研究及应用

刘刚

中国水利水电第十一工程局有限公司, 中国·河南 郑州 450000

摘要

水电站引水隧洞地质条件极其复杂的情况下, 多处存在渗水、股状涌水现象, 常规施工无法顺利实现的, 结合现场实际情况, 最终采用“逆作法”的施工方法, 顺利按期实现了变形洞段、塌方洞段的施工, 对类似工程施工具有较好的借鉴作用。

关键词

引水隧洞; 变形; 工程量

1 工程概况

中国四川省甘孜州娘拥水电站引水隧洞地质条件极其复杂, 主要体现为板岩夹泥炭质板岩居多, 多处存在渗水、股状涌水现象, 引水隧洞 K14+716~K14+758 洞段围岩为 IV、V 类碳质板岩, 岩石极其破碎, 某部多次现场察看后提出对 K14+716~K14+758 变形洞段的处理方案:

①根据 K14+716~K14+758 洞段实测变形断面, 遵循二次开挖量较少、调整后流道尽量平顺、便于施工、安全可靠等原则。

②在保证过流断面、衬砌厚度的前提下, 采取降低底板、缩小半径的方式进行异形衬砌。

③先进行上部边顶拱“戴帽”衬砌, 然后落底开挖, 再进行下部边墙与底板浇筑。

④为确保安全, 结合现场实际情况, 先进行 K14+716~K14+732、K14+744~K14+758 两段的“戴帽”衬砌; 然后对 K14+732~K14+744 段堆积在钢拱架上的塌方渣体予以喷混凝土封闭和注浆胶结; 再进行 K14+732~K14+738 塌方空腔段的“戴帽”衬砌; 最后进行 K14+738~K14+744 洞段的“戴帽”衬砌, 四方分析与论证获得同意。

2 轴线、高程、断面尺寸调整及主要工程量

2.1 轴线、高程、断面尺寸调整

K14+716~K14+758 变形洞段在保证衬砌厚度与过流断面的前提下采用异形断面衬砌, 根据实测变形断面, 遵循经济、安全等原则, 满足设计确定的调整原则。

轴线、底板及断面调整对比见表 1。

2.2 轴线、高程、断面尺寸调整

根据现场实际情况及衬砌调整方案, K14+716~K14+758 变形洞段主要工程量见表 2。

【作者简介】刘刚(1984-), 男, 中国陕西榆林人, 工程师, 从事水利水电施工研究。

表 1 轴线、底板及断面调整对比表

桩号 (m)	轴线偏移	底板开挖高程 (m)		纵坡 (‰)		过流面积 (m ²)	
		设计	调整	设计	调整	设计	调整
K14+716	右偏移 1cm	3043.78	3043.55	-2.9248	-11.0833	36.47	38.33
K14+724	右偏移 1cm	3043.76	3043.46				38.69
K14+732	右偏移 2cm	3043.74	3043.38				39.18
K14+738	右偏移 23cm	3043.72	3043.29				37.25
K14+744	左偏移 60cm	3043.69	3043.20				34.53
K14+758	不偏移	3043.67	3043.25	4.7187			36.44

表 2 主要工程量表

序号	施工项目	单位	主要工程量	备注
1	钢筋制安	t	30.25	
2	锚筋	根	260	Φ25、L=3.0m、一端打弯 30cm
3	混凝土浇筑	m ³	373.46	
4	满堂承重架搭设	m ³	1624.57	
5	模板安装	m ²	726.14	
6	落底开挖	m ³	683.44	
7	空腔回填混凝土	m ³	750.93	
8	C20 喷射混凝土	m ³	10.66	塌方渣体封闭
9	φ48 小导管注浆	m	90	塌方渣体胶结

3 施工准备

引水隧洞 K14+716~K14+758 变形洞段下游 K15+302~K15+320 塌方阻塞施工通道, 6# 支洞目前多工序进行穿插施工, 主要施工工序有落底开挖、底板浇筑、边顶拱浇筑、回填灌浆、变形及欠挖处理等, 在单通道条件下, 施工工作面狭窄, 各工序相互影响较大, 为避免对其它工序产生较大影响, 确保“戴帽”段施工顺利进行, 首先考虑“戴帽”施工布置及施工所需周转性材料^[1]。

3.1 施工布置

3.1.1 施工道路

6# 施工支洞到桩号 K14+605 底板混凝土已浇筑路面较好, 引水隧洞 K14+605 至 K14+716~K14+758 变形洞段作业面的施工道路采用扣除的变形段混凝土以及洞渣填筑, 形成材料转运、带帽浇筑的施工便道, 在落底开挖时再挖除。

3.1.2 施工用电

施工用电主要为混凝土泵、电焊机、小型机具、施工

排水、施工用水及施工照明用电, 目前 6# 支洞施工控制段高压电缆进洞已完成, 用电线路由布置在主洞内的配电箱接出即可, 能保证施工正常进行。

3.1.3 施工用水

该工程洞内用水主要落底开挖施工用水, 洞内地下水发育, 就近设置水池, 5.5KW 水泵抽取即可满足现场施工用水。

3.1.4 施工用风

6# 支洞口已设置 2 台 23m³ 电动螺杆式空压机, 目前供风管路已铺设至施工作业面, 为现场施工供风。

3.1.5 施工辅助设施布置

混凝土由 6# 支洞口拌和站集中拌制, 混凝土采用 6m³ 混凝土罐车运输至卸料地点, HBT80-13-90S 混凝土泵泵送入仓。衬砌施工所需钢筋由 6# 支洞钢筋加工厂加工, 施工设备维修利用洞口修理厂。

3.1.6 制浆站布置

制浆站设置在洞内紧贴边墙, 采用工字钢焊接形成水

泥堆存平台。

3.2 周转性材料安排

为保证通道畅通,各工序尽量不占用施工通道,各工序穿插施工,合理安排施工时间,安排专人、专机械设备提前转运施工周转性材料至工作面堆存,缩短装卸车直线时间,周转性材料运输至指定地点堆存,下垫上盖,做好防水防潮工作。

4 施工过程中的关键技术

4.1 施工程序

根据现场实际情况,“戴帽”施工计划分4段进行,首先进行K14+716~K14+732段施工,其次进行K14+744~K14+758段施工,然后进行K14+732~K14+738段施工,最后进行K14+738~K14+744段戴帽施工。在K14+716~K14+732段戴帽混凝土拆模的同时,穿插进行K14+744m~K14+758m段落底开挖。为保安全,落底开挖完成一段,及时进行该段底板和边墙混凝土的浇筑。

4.2 施工工艺流程

戴帽混凝土Φ32锚筋施工—满堂承重架搭设—戴帽锚筋安装—戴帽边墙模板安装—戴帽边墙混凝土浇筑—戴帽顶拱模板安装—戴帽顶拱混凝土浇筑—戴帽模板及脚手架拆除—落底开挖—下部钢筋安装—底板混凝土浇筑—下部边墙混凝土浇筑—下部边墙脚手架及模板拆除^[2]。

4.3 戴帽混凝土Φ32锚筋施工

为保证上部“戴帽”衬砌混凝土的整体稳定性,对“戴帽”衬砌混凝土增设锚筋,锚筋参数为:Φ32钢筋,长度3.0m,环向间距0.75m、排距0.5m,采用M20砂浆灌注;锚筋伸入混凝土的一端弯成90°弯头,弯头长度40cm,与衬砌受力钢筋焊接。

4.4 满堂承重架搭设

满堂承重架兼作“戴帽”混凝土模板支撑和施工平台。脚手架按间距75cm、排距100cm、步距75cm的规格搭设;按相关技术规范设置横向剪刀撑及纵向剪刀撑。

4.5 钢筋制安

4.5.1 钢筋加工

所有钢筋均在6#支洞口钢筋厂进行加工,钢筋根据设计图纸和钢筋号表进行加工,采用15t载重汽车运至施工现场。根据现场情况,载重汽车不能到达的部位采用人工搬运至工作面。

4.5.2 钢筋安装

人工利用简易台车进行钢筋安装,钢筋的安装位置、间距、保护层及各部位钢筋大小、尺寸按照施工图纸的规定进行,在钢筋和模板之间设置强度不小于结构设计强度并满足钢筋外侧的混凝土保护层厚度的混凝土垫块,垫块中埋设铁丝与钢筋扎紧,互相错开,分散布置。各排钢筋之间用短钢筋支撑,安装完后的钢筋,保证有足够的刚性和稳定性。

4.6 模板施工

K14+716~K14+758变形洞段异形衬砌混凝土的模板采用钢模板与木模板拼装,拼装前对单块木板的三面进行刨光处理。

支撑采用满堂脚手架的支撑形式进行施工,满堂脚手架同时作为仓号操作的平台。

4.6.1 模板施工工序

“戴帽”边墙模板安装—“戴帽”边墙混凝土浇筑—拆模—“戴帽”顶拱模板安装—“戴帽”顶拱混凝土浇筑—拆模—(底板浇筑完成后)安装下部边墙模板—下部边墙浇筑—拆模。

4.6.2 “戴帽”边墙模板安装

①“戴帽”衬砌钢筋安装完成后进行边墙模板安装。

②测量放出模板控制边线,严格按照调整衬砌断面控制线安装模板,确保衬砌厚度。

③模板环向弧形围圈采用预先加工定型的Φ25钢筋,间距50cm;纵向围圈采用普通φ48钢管,间距60~80cm。模板采用外撑、内拉的方式固定。外撑间排距不大于75cm×75cm,采用φ48短钢管与满堂架相连,十字扣扣紧,将围圈撑牢;内拉间排距150cm×150cm,采用φ14拉杆与预先施工的边墙Φ32锚筋焊接,Φ32锚筋入岩不小于100cm、外露40cm,M20砂浆灌注密实,原钢拱架锁固锚杆可用作内拉锚筋。

4.6.3 “戴帽”顶拱模板安装

“戴帽”边墙浇筑完成后随即进行顶拱模板安装,顶拱模板围圈与边墙模板围圈相同,环向围圈采用弧形Φ25钢筋,纵向围圈采用φ48钢管,模板支撑主要采用钢管承重架。

4.6.4 下部边墙模板安装

待底板浇筑完成后,进行下部边墙混凝土浇筑,模板亦采用木板拼装。下部边墙模板安装方法与“戴帽”边墙模板相同。

4.7 混凝土浇筑

混凝土在6#支洞口拌和站进行集中拌制,6m³混凝土罐车运输,HBT80-13-90S混凝土泵泵送入仓。混凝土分仓浇筑顺序:根据现场实际情况,K14+716~K14+758变形洞段“戴帽”衬砌分4仓进行浇筑,浇筑先后顺序为:K14+716~K14+732、K14+744~K14+758、K14+732~K14+738、K14+738~K14+744。下部边墙浇筑待底板浇筑完成后进行,浇筑段长度根据现场实际情况控制在8~16m之间。

4.7.1 混凝土入仓

采用1台HBT80-13-90S混凝土泵泵送入仓,采用振捣器辅以人工摊铺,铺料厚度不得大于振捣棒长度的1.25倍。浇筑时两侧混凝土均衡上升,高差不大于50cm。同一浇筑块,浇筑时左右对称均匀连续进行。

4.7.2 平仓振捣

采用 $\phi 50$ 插入式振捣器振捣,振捣时均匀移动间距不得大于振捣器影响半径,振捣上一层混凝土时应将振捣棒插入下一层混凝土 15cm,以免漏振和过振。

4.7.3 泵送混凝土入仓的技术要求

严格控制混凝土骨料的最大粒径,防止泵管内堵塞现象,严格控制混凝土坍落度,在混凝土拌和时加适量的泵送剂,减小泵管输送摩擦力,保证混凝土泵的入仓能力。控制泵管出口距浇筑工作面的高度,防止高差过大混凝土产生骨料分离。

4.7.4 拆模及养护

混凝土强度达到设计强度的 70% 后方可拆模。模板及脚手架拆除按照先拆除模板、后拆除架管的顺序。

4.8 落底开挖施工

衬砌型式调整后,落底开挖厚度在 1.5~2.4m 之间,在戴帽衬砌模板及脚手架拆除后进行开挖。落底开挖采用中间拉槽方式进行,两侧边墙部位预留 50~120cm 台阶,在下部衬砌钢筋安装之前,采用破碎锤和风镐逐段清除两侧预留岩体。

底板落底开挖采用“中间爆破松动,两侧液压锤扣除”的方式进行开挖,落底开挖过程中为防止爆破飞石对“戴帽”混凝土产生破坏,在相应爆破洞段进行沙袋预压。落底开挖完成后出渣采用 CAT313D 反铲进行装车,3 台 20t 自卸汽车运输至 6# 渣场堆存即可^[3]。

4.9 空腔回填

K14+732~K14+744 洞段因前期塌方形成空腔,经现场

测量空腔最大高度达 10m 左右,需对空腔回填 C20 二级配混凝土,回填高度视现场情况而定,拟定为 5m。

K14+732~K14+744 洞段混凝土衬砌完成后,利用预埋钢管进行顶部空腔回填施工的方法,在空腔部位预埋 $\phi 159$ 钢管和 $\phi 50$ 排气管,长度均按 6m 控制,排气管与钢管错开布置,各自的间排距均为 2m; C20 二级配混凝土回填分层高度按 1m 控制,采用混凝土泵通过预埋钢管灌入空腔部位;最上一层回填时,人工观察排气管出浆情况,当排气管有水泥浆流出时视为混凝土回填完成,达到空腔设计回填高度。混凝土回填完成后采用 M20 砂浆对回填所用钢管和排气管进行封孔。

5 结语

水电站引水隧洞地质条件极其复杂的情况下,渗水、涌水现象严重,洞段塌方高达 10m 左右空腔、变形严重情况严重下,给施工安全带来极大危险,通过采用“逆作法”的施工方法,顺利按期实现了变形洞段、塌方洞段的施工,对类似工程施工具有较好的借鉴作用。

参考文献

- [1] 梁秋.水利工程引水隧洞施工技术探析[J].江西建材,2021(11):67-68.
- [2] 章文.引水隧洞施工减震措施数值模拟与优化设计[J].水利技术监督,2020(1):78-79.
- [3] 孟令滨.引水隧洞施工中遇不良地质段的处理措施分析[J].工程建设与设计,2020(6):56-57.