

厄瓜多尔索普拉多水电站导流洞施工期 收敛变形监测施工技术

黄传庚

(葛洲坝集团第二工程有限公司,四川 成都 610091)

摘要:厄瓜多尔索普拉多拉水电站导流洞施工期收敛变形监测按照“新奥法”施工的基本理念,在分析施工条件的基础上,提出了导流洞的施工收敛监测布置方案。通过对典型断面收敛监测变形成果进行分析,了解到该隧洞施工期收敛变形呈衰减形和直线形发展,为施工期围岩支护措施的设计提供了参考。

关键词:导流洞;收敛变形;施工期;厄瓜多尔;索普拉多水电站

中图分类号:TV7;TV52;TV554

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2013)02-0001-03

1 工程概况

厄瓜多尔索普拉多拉水电站导流洞全长1 321.247 m,隧洞开挖断面型式为马蹄形,最大断面尺寸为7.75 m×10.1 m,最小断面尺寸为7.6 m×9.9 m,坡度分别为18%和2%。根据地质图纸可知,岩石等级主要为II~IV类,局部为I、V类。

2 导流洞施工监测

由于导流洞面临的地质力学环境复杂,在隧洞开挖前,不同洞段的地质条件、岩体结构、风化程度和地应力特征不易掌握,力学参数难以确定,施工临时支护措施的合理性也难以判定。因此,加强施工期监测,注重信息反馈分析工作非常重要。

2.1 监测方案的设计原则

隧洞新奥法施工强调对开挖后围岩变形的适时监测。围岩变形有绝对位移与相对位移之分,绝对位移是指隧洞围岩或隧洞顶底板及侧端某一部位的实际位移值,其量测方法是在距实测点较远的地方设置一基点,然后定期用全站仪自基点向实测点量测,根据前后两次观测所得的标高及方位变化确定隧洞围岩的绝对位移量。但是,绝对位移量测需要花费较长的时间并受现场施工条件的限制,除非必需,一般不进行量测。

岩体表面变形是隧洞开挖后其应力形态变化的直观反映,对于地下工程的稳定能提供较可靠的信息,也比较容易施测,因此,在进行隧洞施工期现场变形监测时,需要多量测相对位移值,以确

定围岩内空收敛变形。做为判断围岩动态的主要量测项目之一,这项量测原理简单、操作方便,若能在各个项目量测中找出内空收敛位移变形与其他量测项目之间的规律性时,还可省掉一些其它项目的量测。

本工程施工期监测方案的设计遵循新奥法的基本原则。施工期现场监测实施的主要目的在于掌握围岩和支护的动态信息并及时反馈、指导施工作业;了解支护结构的作用和效果;确保工程施工安全性和经济性;将监测的成果反馈于设计与施工过程中。

综上所述,将导流洞工程施工期监测方案设计应遵循的原则可归纳为:监测项目选址应针对具体的地形及地质条件和监测目标,体现其针对性;监测数据的采集应按施工程序紧跟掌子面,体现其及时性;监测信息的反馈分析应配合施工临时支护的力学分析,体现其对施工监测的指导作用。

2.2 施工期的监测布置

按照上述设计原则及对施工监测条件的分析,导流洞工程的监测主要是对围岩进行收敛变形监测。导流洞采用全站仪配反光标牌监测,每隔10 m布置一个收敛监测断面,每个监测断面设置4个测点,共需布置约520个收敛测点(图1、2)。

当地质条件、施工方法确定后,隧洞围岩的变形位移主要受空间和时间两种因素影响;“空间效应”是掌子面的约束作用产生的影响;“时间效

收稿日期:2013-04-06

应”是指在掌子面约束作用解除后,收敛位移随时间延长而增大的现象。这两种效应是围岩稳定的重要标志,可以用来判别围岩稳定情况、支护时机,推算位移速率和最终位移值。

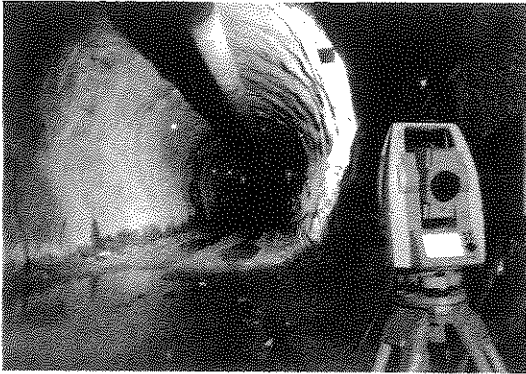


图1 隧洞收敛监测示意图

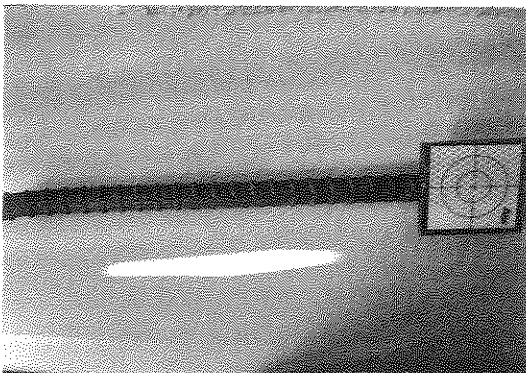


图2 反光标牌

根据经验分析,一般情况下,当开挖掌子面距观测断面1.5~2倍洞径后,“空间效应”的影响基本消除。因此,初始观测断面应尽可能靠近开挖掌子面,距离不宜大于1m。观测断面间距宜大于2倍洞径,观测断面测线的数量和方向应根据围岩的变形条件和隧洞的形状与大小确定。

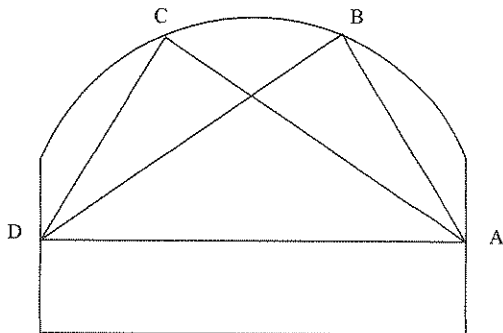


图3 收敛测点布置示意图

测点布置优先考虑拱顶、拱座和边墙的要求,

导流洞施工期安全监测过程中的隧洞收敛监测断面测点布置情况见图3。

3 收敛观测及成果分析

收敛观测频率根据观测断面的设定时间、围岩的变形速率、距离掌子面的距离等因素确定,一般新设观测断面的测量频率为1次/d,距离掌子面4倍洞径时或测值趋于稳定时为1次/3d,遇到特殊情况时可增加测次。

在导流洞收敛观测过程中,根据每个断面每天的收敛情况进行汇总统计(表1);根据监测断面的地质条件、施工方法和支护内容的不同,导流洞洞壁收敛变形过程曲线可以归纳为逐渐衰减型、直线发展型和发散型三类。隧洞开挖后围岩变形分类情况见图4。

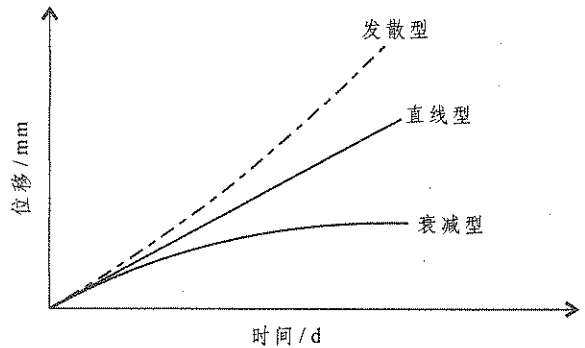


图4 开挖后隧洞围岩变形分类示意图

(1) 衰减型。由于围岩开挖的空间效应和时间效应,随着时间的增加和测点离掌子面的距离越来越远,一般情况下围岩的变形速率越来越小,并以指数衰减的形式变化,直至最终趋于零。这种曲线表明围岩是趋于稳定的。如图5所示的K1+300(IV类)断面,持续监测一周,围岩收敛速率小于0.1mm/d,可以判定围岩变形已经收敛。

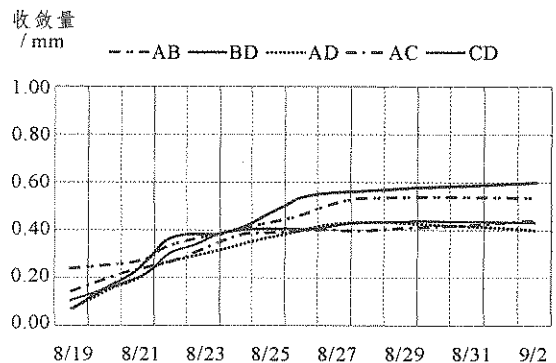
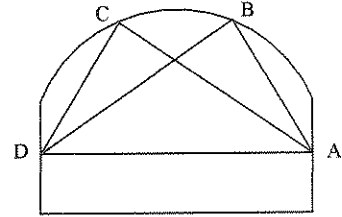


图5 K1+300(IV类)收敛变形曲线图

表 1 导流隧洞收敛监测成果表

项 目		数 据					
收敛断面编号		IDW - DLD1300					
收敛断面位置		导流洞桩号 K1 + 300					
围岩类别		IV类围岩					
安装时间		2012 年 8 月 17 日					
使用的设备		TS02 型 全站仪 1348115					
观测时间	测线	读数 /mm			平均读数 /mm	收敛量 /mm	收敛速率 /mm · d ⁻¹
		第一次	第二次	第三次			
20120817	AB	3 536.2	3 536.4	3 536.3	3 536.3	初始值	
	BD	7 879.3	7 879.3	7 879.2	7 879.27		
	AD	9 367	9 367.3	9 367.2	9367.17		
	AC	6 317.8	6 318	6 317.9	6317.9		
	CD	4 988.1	4 988.2	4 988.2	4 988.17		
20120819	AB	3 536	3 536	3 536.2	3 536.07	0.23	0.15
	BD	7 879.3	7 879.1	7 879.2	7 879.2	0.07	0.04
	AD	9 367	9 367.2	9 367.1	9 367.1	0.07	0.04
	AC	6 317.7	6 317.8	6 317.8	6 317.77	0.13	0.08
	CD	4 988.1	4 988	4 988.1	4 988.07	0.1	0.06
20120821	AB	3 536.2	3 536	3 535.9	3 536.03	0.27	0.02
	BD	7 879	7 879	7 879.1	7 879.03	0.23	0.08
	AD	9 366.9	9 367	9 367	9 366.97	0.2	0.07
	AC	6 317.7	6 317.6	6 317.7	6 317.67	0.23	0.05
	CD	4 987.9	4 988	4 988	4 987.97	0.2	0.05
20120822	AB	3 535.9	3 536	3 536	3 535.97	0.33	0.07
	BD	7 878.9	7 878.8	7 879	7 878.9	0.37	0.13
	AD	9 366.9	9 366.9	9 366.9	9 366.9	0.27	0.07
	AC	6 317.7	6 317.6	6 317.6	6 317.63	0.27	0.03
	CD	4 987.9	4 987.8	4 987.9	4 987.87	0.3	0.1
20120824	AB	3 535.9	3 535.9	3 535.9	3 535.9	0.4	0.03
	BD	7 878.9	7 878.9	7 878.8	7 878.87	0.4	0.02
	AD	9 366.8	9 366.9	9 366.8	9 366.83	0.33	0.03
	AC	6 317.6	6 317.5	6 317.5	6 317.53	0.37	0.05
	CD	4 987.8	4 987.8	4 987.7	4 987.77	0.4	0.05
20120826	AB	3 535.8	3 535.9	3 535.8	3 535.83	0.47	0.03
	BD	7 878.8	7 878.7	7 878.7	7 878.73	0.53	0.07
	AD	9 366.8	9 366.7	9 366.8	9 366.77	0.4	0.03
	AC	6 317.5	6 317.5	6 317.5	6 317.5	0.4	0.02
	CD	4 987.8	4 987.8	4 987.7	4 987.77	0.4	0
20120828	AB	3 535.8	3 535.7	3 535.8	3 535.77	0.53	0.03
	BD	7 878.8	7 878.6	7 878.7	7 878.7	0.57	0.02
	AD	9 366.7	9 366.7	9 366.8	9 366.73	0.43	0.02
	AC	6 317.5	6 317.5	6 317.5	6 317.5	0.4	0
	CD	4 987.7	4 987.7	4 987.8	4 987.73	0.43	0.02
20120902	AB	3 535.8	3 535.8	3 535.7	3 535.77	0.53	0
	BD	7 878.7	7 878.6	7 878.7	7 878.67	0.6	0.01
	AD	9 366.8	9 366.7	9 366.8	9 366.77	0.4	-0.01
	AC	6 317.5	6 317.5	6 317.4	6 317.47	0.43	0.01
	CD	4 987.7	4 987.8	4 987.7	4 987.73	0.43	0



说明:持续监测一周,围岩收敛速率小于0.1 mm/d,可以判定围岩变形已经收敛。

(下转第 17 页)

据既往泥沙淤积情况有针对性的加高挡沙钢板的布置高度,可以有效地增加挡沙、挡渣的效果,且具有抵御突发性状况的能力。

5.2 水下清淤

对于拦污栅前水下清淤,采用组装式 SJS180 气力泵疏浚船进入拦污栅前基坑清淤效果十分显著,但在泥沙较厚部位中下部存在一层板结层(俗称“铁板沙层”)。其清理须在泵头辅助采用高压水枪进行扰动后方可正常清淤。

对于拦污栅内建筑物较狭小的空间(如拦污栅后),采用改进型 SSYA200 清淤机组进行清淤可以实施,但工效较低。

对于引水隧洞进口段建筑物内的清淤,虽然做出了一定的尝试,但从测试阶段的成果分析,存在较大的风险。

6 结 语

采用挡沙设施阻沙和气力泵水下清淤技术,对于内河水电站泥沙控制是适用的、可行的。

(1)对于锦屏二级水电站进水口采用的类似
(上接第3页)

(2)直线型。围岩的变形速率基本不变或很少衰减,随着时间的增加和离掌子面距离的增大,围岩松弛加大,变形量越来越大,如果没有及时加强支护,隧洞最终可能会发展为破坏性变形。

导流洞 V 类围岩段长达 99 m,且部分洞段与既有电站尾水洞交叉,此类交叉地段在施工期观测中需增加观测次数,及时通报并及早做好加强支护。

(3)发散型。曲线斜率即变形速率随时间延续而增大,围岩可能失稳,预示该段围岩可能出现塌方等破坏性变形。在导流洞洞段进行施工期监测期间未出现此类变形。

(上接第13页)

笔者通过研究类似工程的施工经验,结合本工程实际情况,从施工程序、安全保证、爆破设计等各方面进行认真研究,有针对性的进行施工设计,圆满地完成了预期目标。本施工方法在类似

拦污栅结构,采取挡沙设施应尽量使用钢板满铺,以避免突发性地质灾害影响。若受其它条件限制,仍需采用土工格栅结构时,则须根据泥沙的颗粒级配分析资料,确定土工材料的相关参数,并采取合理的加固措施。

(2)对于水电工程取水建筑物基坑施工期泥沙的清理,采用组装式 SJS180 气力泵疏浚船水下清淤是适用的、可行的。但仍须采用相应的辅助措施,尽最大努力避免泥沙大量进入建筑物内部,以减小后期清理的难度。

(3)水电工程施工期泥沙水下清淤采用组装式疏浚船结构应尽量避免采用“一字型”船体,建议组装为“L型”或“T型”或类似结构。虽然在使用过程中船舶移动阻力较大,但仍可与清淤工况匹配,且具有较强抵御意外倾覆的能力。

作者简介:

童光海(1971-),男,湖北武汉人,项目总工程师,高级工程师,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

4 结 语

按照“新奥法”施工的基本理念,通过对厄瓜多尔索普拉多拉水电站导流洞施工期开挖围岩实施收敛变形监测,并对监测数据进行处理分析可知,在导流洞开挖中围岩的变形主要是衰减型发展。监测分析结果为施工期围岩支护措施的设计提供了技术参考,保证了导流洞开挖施工期安全的进行。

作者简介:

黄传庚(1974-),男,江西分宜人,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)

工程中值得推广应用。

作者简介:

马景波(1975-),男,山东仓山人,项目副总工程师,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)

水电五局新工艺获国家发明专利

近日,中国水利水电第五工程局有限公司(简称“水电五局”)研发的“砂岩制砂工艺”经国家知识产权局依法审查,获国家发明专利。这是该公司近年来获得的第六项国家发明专利。该工艺是国内混凝土工程施工砂石骨料系统,采用长石英砂岩作原料加工细骨料的首创技术工艺。该公司员工不懈努力,掌握了材料选择等应用技术,形成了先进的工艺流程。