

Analysis on Load Monitoring Results of Anchor Cable in Tailrace of a Pumped Storage Power Station

Shulin Li*, Liliang Yin

Zhejiang Huadong Engineering Safety Technology Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang
Email: li_sl2@ecidi.com

Received: Jun. 19th, 2018; accepted: Jul. 4th, 2018; published: Jul. 11th, 2018

Abstract

According to a pumped storage power station tailrace tunnel anchor monitoring data and the geological condition, the change of anchor load and the law are analyzed by comparing other engineering anchor changes. It is suggested that the position of anchor cable should be checked once, in order to take further action.

Keywords

Pumped Storage Power Station, Tail Gate, Anchor Load, Monitoring Results

浅析某抽水蓄能电站尾闸洞锚索荷载监测成果

李数林*, 尹礼亮

浙江华东工程安全技术有限公司, 浙江 杭州
Email: li_sl2@ecidi.com

收稿日期: 2018年6月19日; 录用日期: 2018年7月4日; 发布日期: 2018年7月11日

摘要

本文根据某抽水蓄能电站尾闸洞锚索测力计监测数据, 结合地质情况分析锚索荷载变化情况和规律, 并对比其他工程锚索变化规律, 提出尾闸洞锚索位置应进行针对性详查的建议, 以便进一步采取工程措施。

*第一作者。

关键词

抽水蓄能电站, 尾闸洞, 锚索荷载, 监测成果

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

锚索测力计是用于监测水工结构物及其它混凝土结构物、岩石边坡、桥梁等预应力的锚固状态,并可同步测量埋设点温度的振弦式传感器。锚索测力计在测力钢筒上均布着数支振弦式应变计,当荷载使钢筒产生轴向变形时,应变计与钢筒产生同步变形,变形使应变计的振弦产生应力变化,从而改变振弦的振动频率,将振动频率代入标定系数可算出锚索测力计所感受到的荷载值[1]。本文根据某抽水蓄能电站尾闸洞锚索测力计荷载值,从地质条件入手,分析围岩蠕变对工程结构运行状况的影响,可以为今后该电站运行期观测提供参考。

2. 工程概况

某抽水蓄能电站输水系统和地下厂房系统布置在上水库右岸的横岭山体内部。输水系统由引水系统和尾水系统组成,引水系统采用两洞四机布置,尾水系统采用四机两洞布置。地下厂房系统由主副厂房洞、母线洞、主变洞、尾水闸门洞、进厂交通洞、通风兼安全洞及电缆出线竖井等组成[2]。地下厂房内安装4台额定容量为250 MW的单级立轴混流可逆式抽水蓄能机组及其附属设备、4台额定容量为300 MVA的220 kV主变压器,以及水力机械辅助设备、起重设备和其它机电设备。尾水闸门洞内设有4扇尾水事故闸门。

3. 锚索测力计布置

尾闸洞安装的仪器2套锚索测力计,主要是观测尾闸和出线竖井间锚索锚固力,设计编号为Dpw1和Dpw2。布置图见图1和图2。

4. 地质情况

尾闸洞围岩为混合花岗岩及闪长岩脉,岩体较完整~完整,为II类围岩体。主要断层有f3、fws1、fwz1等,破碎带宽度小于0.3 m,与洞轴线夹角60°~80°,产状N25°~35°E/NW∠85°~90°及N80°~90°E/SE∠85°~90°裂隙较发育,且延伸长,局部蚀变,北西向裂隙不发育。上游边墙厂左0+40 m~厂左0+44 m高程112~116 m出露一条产状N80°~85°W/SW∠60°~65°闪长岩脉,宽0.02~0.3 m,与围岩呈裂隙接触,岩脉倾向洞内,与陡倾角裂隙组合对上游边墙的围岩稳定不利。采用系统喷锚支护,局部增加随机锚杆。岩梁超挖部位主要采用浇筑混凝土护壁、设预应力锚杆处理,局部裂隙发育部位岩体完整性差,采用系统锚杆加密处理。

5. 监测成果分析

锚索测力计荷载成果见表1和表2,锚索荷载变化过程线见图3和图4,从监测数据看出,每年荷

载变化量极小, 从荷载损失率看, 损失率持续缓慢减小, 实测荷载持续缓慢增加。

初步原因分析: 锚索布置在尾闸和出线竖井间, 两者间最短水平距离约 10 m, 距离较近, 对于尾闸洞锚索位置, 处于拱肩应力较大临空面部位, 由于岩体蠕变, 造成荷载持续缓慢增加, 又由于上游边墙有陡倾角裂隙组合对上游边墙的围岩稳定不利的地质条件, 因此, 需要在岩梁生命线的保护下进行实地

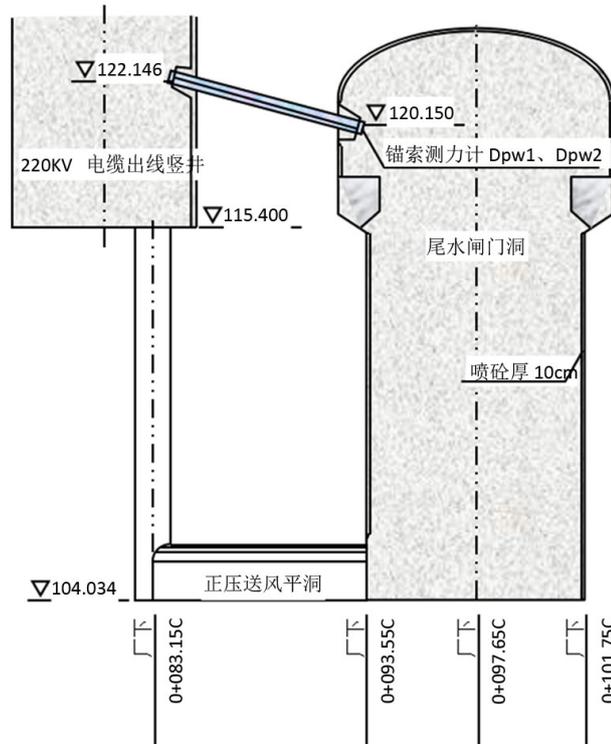


Figure 1. Section layout of anchor rope dynamometer
图 1. 锚索测力计断面布置图

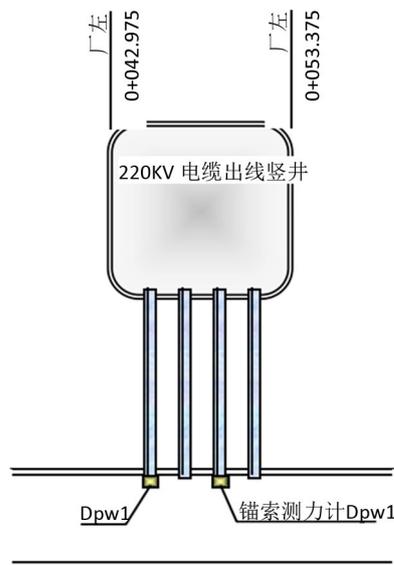


Figure 2. Plane layout plan of anchor rope dynamometer
图 2. 锚索测力计平面布置图

Table 1. Dpw1 cable load monitoring results table
表 1. Dpw1 锚索荷载监测成果表

测值日期	①锁定荷载(kN)	②实测值(kN)	③等于当年年末值 - 上年年末值	④等于① - ②	⑤等于(① - ②)÷①×100%
			年变化量	荷载损失量	荷载损失率%
2004-4-9	838.1	838.10	/	/	0.00
2004-12-22	838.1	785.66	-52.44	52.44	6.26
2005-12-22	838.1	786.42	0.76	51.68	6.17
2006-12-22	838.1	786.87	0.45	51.23	6.11
2007-12-20	838.1	795.80	8.93	42.30	5.05
2008-12-27	838.1	795.83	0.03	42.27	5.04
2009-12-22	838.1	796.43	0.60	41.67	4.97
2010-12-29	838.1	801.84	5.41	36.26	4.33
2011-12-29	838.1	804.30	2.45	33.80	4.03
2012-12-28	838.1	805.85	1.56	32.25	3.85
2013-12-25	838.1	807.20	1.34	30.90	3.69
2014-12-25	838.1	809.24	2.04	28.86	3.44
2015-12-30	838.1	809.46	0.23	28.64	3.42
2016-12-12	838.1	811.20	1.74	26.90	3.21

注: 荷载损失率以荷载损失为正, 荷载增加为负。

Table 2. Dpw2 cable load monitoring results table
表 2. Dpw2 锚索荷载监测成果表

测值日期	①锁定荷载(kN)	②实测值(kN)	③等于当年年末值 - 上年年末值	④等于① - ②	⑤等于(① - ②)÷①×100%
			年变化量	荷载损失量	荷载损失率%
2004-4-9	885.8	885.80	/	/	0.00
2004-12-22	885.8	829.00	-56.80	56.80	6.41
2005-12-22	885.8	828.58	-0.42	57.22	6.46
2006-12-22	885.8	827.75	-0.83	58.05	6.55
2007-12-20	885.8	827.27	-0.47	58.53	6.61
2008-12-27	885.8	829.74	2.47	56.06	6.33
2009-12-22	885.8	831.12	1.38	54.68	6.17
2010-12-29	885.8	833.09	1.97	52.71	5.95
2011-12-29	885.8	835.02	1.93	50.78	5.73
2012-12-28	885.8	835.90	0.88	49.90	5.63
2013-12-25	885.8	837.36	1.46	48.44	5.47
2014-12-25	885.8	838.58	1.22	47.22	5.33
2015-12-30	885.8	838.08	-0.49	47.72	5.39
2016-12-12	885.8	841.41	3.33	44.39	5.01

注: 荷载损失率以荷载损失为正, 荷载增加为负。

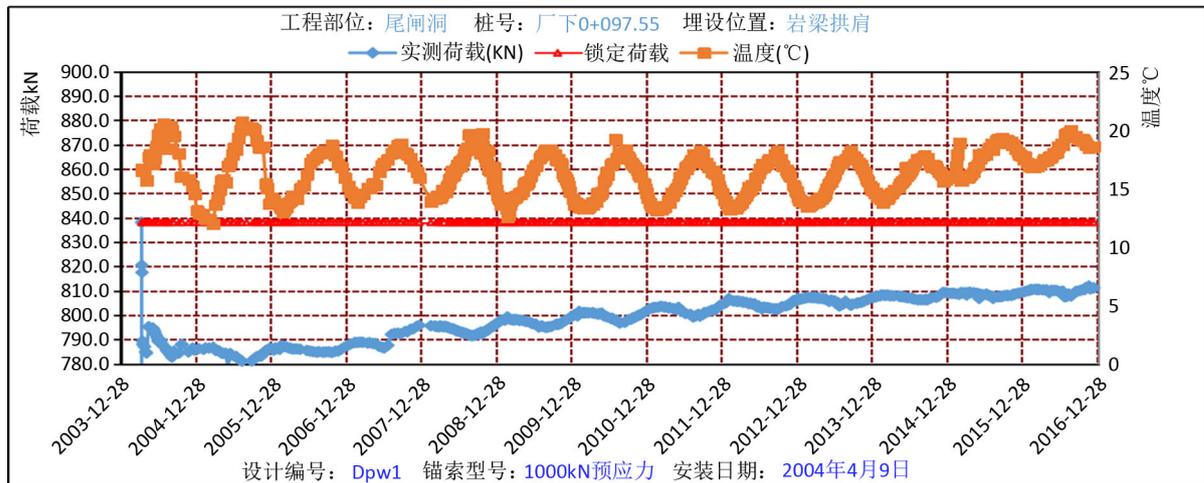


Figure 3. Dpw1 cable load process line

图 3. Dpw1 锚索荷载过程线

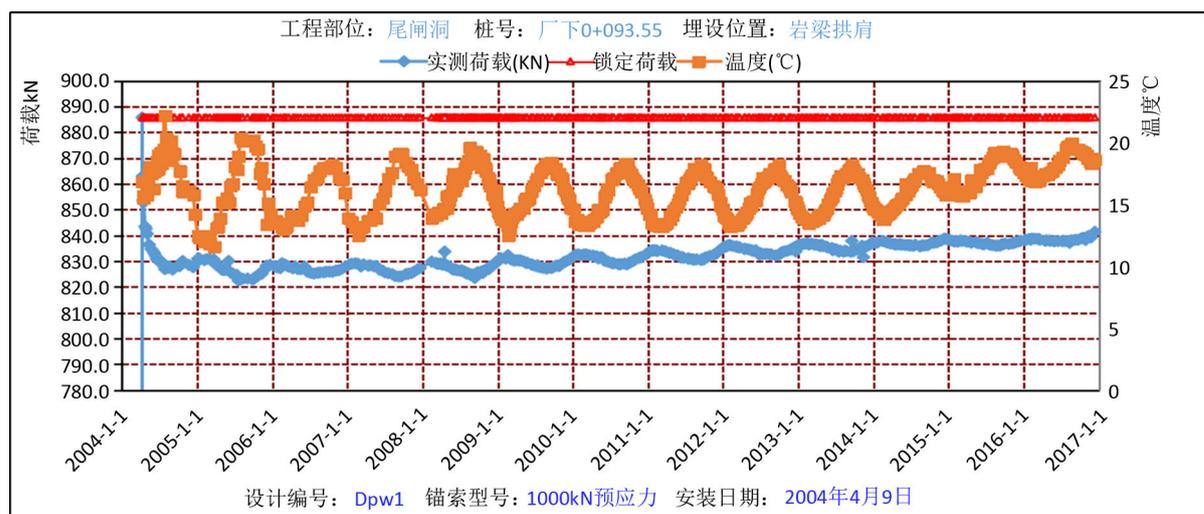


Figure 4. Dpw2 cable load process line

图 4. Dpw2 锚索荷载过程线

查看, 如有裂缝、锚索鼓包和钢绞线内、内缩和退出长短不一等情况, 需要采取相应支护措施和增加监测手段, 比如在岩梁锚索对应部位增加多点位移计、锚杆应力计或者补打锚索以监测围岩变形、锚杆和锚索等支护措施的应力变化情况, 或者可以采用钻孔电视、地质雷达、声波等方式打孔后探查围岩松动圈和地质情况, 以便采取相应的支护措施进行检修。

6. 案例

国内某电站厂房主厂房锚索荷载和围岩变形典型过程线见图 5, 超载情况过程线见图 6。从过程线图可知, 尽管围岩变形变化趋于稳定, 但是锚索荷载仍持续缓慢增长。一根锚索由 12/13 股钢绞线组成, 由于钢绞线松紧程度的差异, 锚索张拉锁定时, 部分钢绞线的实际荷载可能已经接近甚至超过设计荷载。锚索安装完成后, 随着中隔墙局部围岩变形的增加, 部分锚索的部分钢绞线的实际荷载逐渐达到并超过了屈服强度、极限强度, 从而被逐渐拉断损坏。因此锚索荷载持续缓慢增长需要引起警惕。该电站发现该情况后, 立即采取补打锚索锚杆, 增加监测仪器, 之后荷载和围岩变形均趋于稳定。钢绞线内、内缩

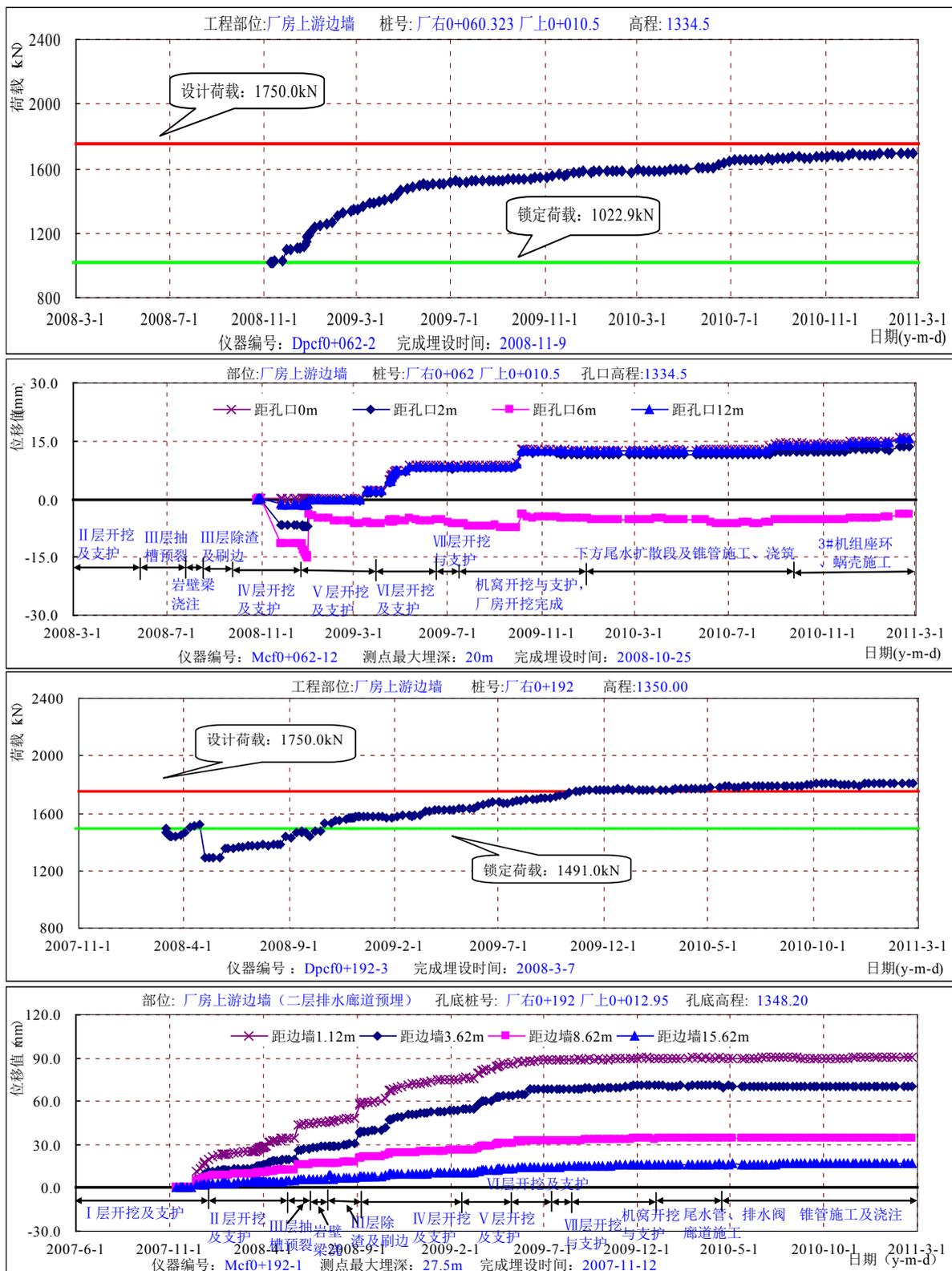


Figure 5. Typical process line of anchor cable load measurement and deformation of surrounding rock in main power house of a power station in China

图 5. 国内某电站主厂房锚索测力计实测锚索荷载和围岩变形典型过程线

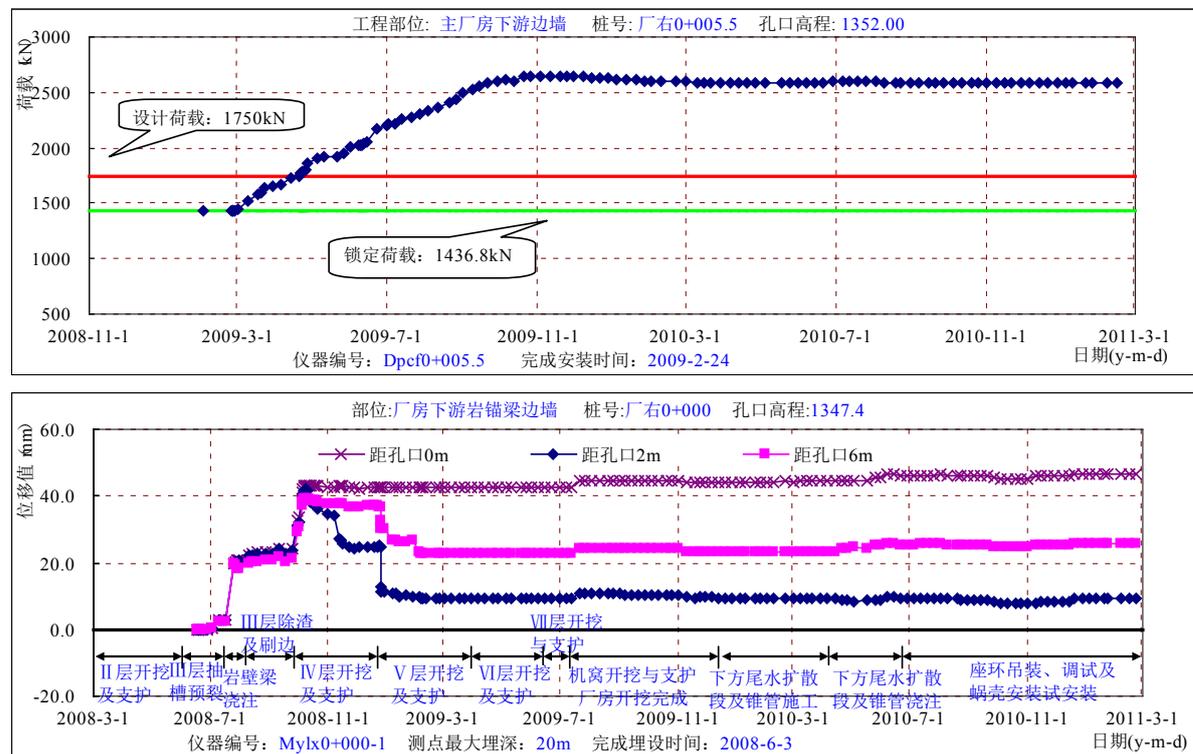


Figure 6. Anchor cable dynamometer of a main power plant in China measured the deformation process line of surrounding rock under overload of measured cable load

图 6. 国内某电站主厂房锚索测力计实测锚索荷载超载其附近围岩变形过程线

和退出长短不一, 需要采取相应支护措施和增加监测手段, 比如在岩梁锚索对应部位增加多点位移计、锚杆应力计或者补打锚索以监测是否围岩变形、锚杆和锚索等支护措施的应力变化情况, 或者可以采用物探检测方法探查围岩松动圈, 以便采取更好的支护措施。

7. 建议

1) 建议对尾闸洞上游侧和下游侧岩锚梁进行针对性详查, 主要探查喷混凝土表面是否有裂缝、锚索钢绞线是否内缩、夹片是否脱落等情况。如有, 则需要采用钻孔电视、地质雷达、声波孔等物探检测手段探查有无不良地质结构面、松动圈等, 以便采取工程措施进行加固检修[3]; 如无, 由于该部位锚索到出线竖井间最短水平距离约 10 m, 且处于拱肩应力较大临空面, 因此须密切关注该部位锚索荷载变化情况。

2) 监测锚索荷载增加本身不可怕, 但是: 当锚索荷载持续缓慢增加, 无论是在施工期还是运行期, 需要引起重视, 有条件的部位需要及时针对性检查, 或者结合其他监测仪器进行综合分析, 否则, 当荷载增加一定程度, 会拉断一些钢绞线, 当钢绞线部分拉断的情况下, 另一部分钢绞线受到的拉力越来越大, 也会被拉断, 形成多米诺骨牌效应。一个部位的锚索钢绞线全部失效, 可能会使得该部位其他锚索陆续拉断, 造成整个部位锚索失效, 进而产生岩体失稳, 危及工程安全。

参考文献

- [1] 南京水利科学研究院勘测设计院. 岩土工程安全监测手册[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008.
- [2] 林金洪. 抽水蓄能电站主要工程地质问题探讨 I[J]. 水力发电, 2013(5): 24-26.
- [3] 刘康和, 等. 平原水库塑性混凝土防渗墙探地雷达检测[J]. 水力水电工程设计, 2013(2): 42-45.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2326-3458，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjce@hanspub.org