长江三峡工程蓄水对链子崖危岩体稳定性影响分析

金枭豪　王 刚

（中国地质调查局水文地质工程地质技术方法研究所　I 河北保定 071051）

[摘 要] 长江三峡工程于 2003 年 6 月蓄水至 135m，危岩体前缘被水淹没，防治工程受到严峻的考验。本文通过对链子崖危岩体在三峡工程蓄水前后监测资料分析、对比，评价三峡工程对危岩体的影响程度，评价危岩体的稳定性。

[关键词] 链子崖危岩体　三峡工程　蓄水　稳定性　影响

1　概 述

长江三峡链子崖危岩体位于湖北省秭归县屈原镇（原新滩镇）境内，与黄崖老崩塌体，新滩滑坡区及其它隐患区共同组成长江西陵峡崩滑隐患区。链子崖危岩体北端危岩高耸百米以上，俯视长江。总体呈近南北向分布，与长江呈 60 ° ～70 ° 角斜交，南高北低，北宽南窄，崖顶向北西倾斜，坡角 20 ° ～30 ° ，分布高程由南 500 米降至北临江 180 米。危岩体由下二迭统栖霞组灰岩夹数层薄层灰岩页岩组成，其下为厚 1.6～4.2 米的马鞍山组煤层。危岩体内发育有 30 多条宽、大裂缝。山体被切割成三个大小不等的危岩区，Ⅰ区为 T0～T6 缝段；Ⅱ区为 T7 缝段；Ⅲ区为 T8～T12 缝段。

T8～T12 缝危岩体，西部以 T12 缝（F3 断裂）为界，南部以 T8-1-1 缝为界，东、北两侧为临空陡崖，底部为马鞍山组煤系地层（R001），边界条件清晰。

按照边界条件、裂缝的控制性、变形特征及传统分解方案，将区内岩体划分为“ 五万方 ”危岩体、“ 七千方 ”滑体、T9～T11 缝区岩体、T8～T9 缝区岩体及雷劈石滑体等五个相对独立的工程地质块体。

长江三峡链子崖危岩体防治工程已于 1999 年竣工，通过危岩体多年监测资料分析，危岩体各缝段岩体变形已经趋于相对稳定；各缝间岩体变形已趋于相对稳定；岩体应力已经处于相对平衡状态。2003 年 6 月长江三峡工程蓄水至 135m，危岩体前缘被江水淹没，防治工程受到了严峻的考验。

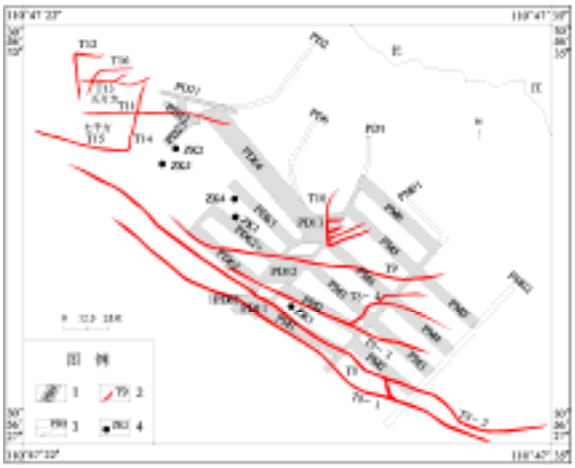


图 1　链子崖危岩体裂缝分布及承重阻滑工程布置图

1-承重阻滑键；2-地表裂缝；3-平硐入口；4-深部位移监测钻孔

2　三峡工程蓄水对危岩体稳定性的影响

2.1 “ 五万方 ”危岩体

2.1.1 岩体相对位移分析

“五万方”危岩体相对位移监测显示，各裂缝张合变形和位错变形都在监测仪器精度范围之内（0.1mm），表明岩体相对位移变形不明显。T13 缝东端和 T12 缝崖下三角区是岩体比较破碎的部位，相对变形较大，但其变形极不规律，不能代表整个岩块的变形。从图 2 可以看出，块体间裂缝的张合、位错及垂向相对位移变形已经趋于稳定。变形趋势上，各月变形量一般都在仪器测量精度范围之内，变形是基本稳定的，三峡库区蓄水前后的变形量差别不大（图 3）。

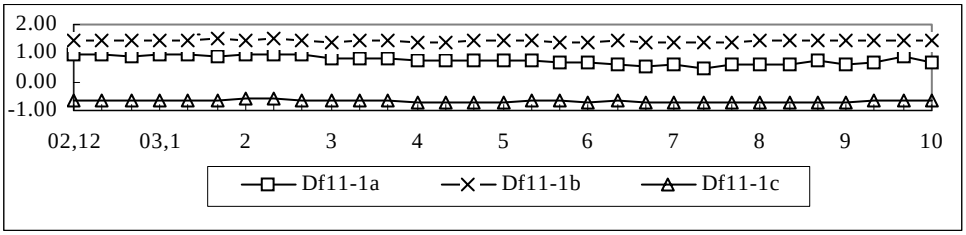


图 2 “五万方”三峡工程蓄水前后有关裂缝位移历时曲线

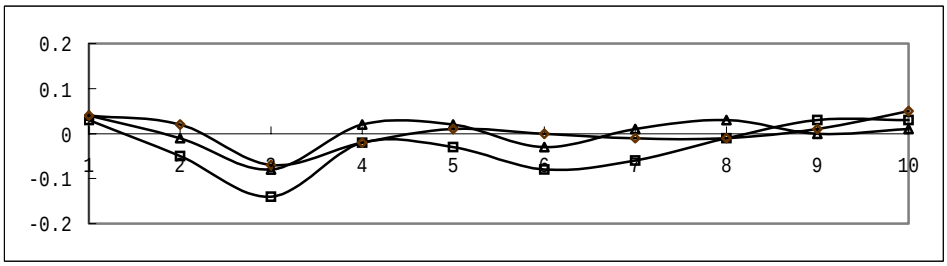


图 3 “五万方”三峡工程蓄水前后有关裂缝位移月变化量历时曲线

2.1.2 水平孔多点位移分析

“五万方”危岩体陡壁水平空多点位移计监测资料（表 1）分析三峡工程蓄水前后位移量基本上都在监测精度范围内，只是随季节变化而波动，这表明裂缝深部位移变形不明显，三峡工程蓄水对岩体变形影响不大。

表 1：水平孔多点位移计监测数据月变化量统计表

月份	点号及变形量（mm）					
	DSK1-1	**DSK1-2**	**DSK1-3**	**DSK2-1**	**DSK2-2**	**DSK2-3**
1	0.27	0.18	0.09	0.10	0.10	0.07
2	0.23	0.17	0.10	0.11	0.11	0.10
3	0.54	0.50	0.29	0.23	0.21	0.20
4	-0.17	-0.17	-0.13	-0.07	-0.08	-0.07
5	0.07	0.05	-0.02	0.00	-0.01	0.01
6	-0.04	-0.17	-0.10	0.18	0.10	0.04
7	0.04	0.03	0.01	0.00	0.02	0.03
8	-0.24	-0.32	-0.19	-0.13	-0.16	-0.13
9	-0.11	-0.05	0.01	-0.15	-0.25	-0.07
10	-0.20	-0.23	-0.12	-0.26	-0.24	-0.08

2003 年 6 月份三峡工程蓄水以来，水平孔各测点的变形规律及变形趋势未发生明显的改变，块体间的变形基本上趋于稳定（图 4），这表明三峡工程蓄水对岩体变形影响不大。

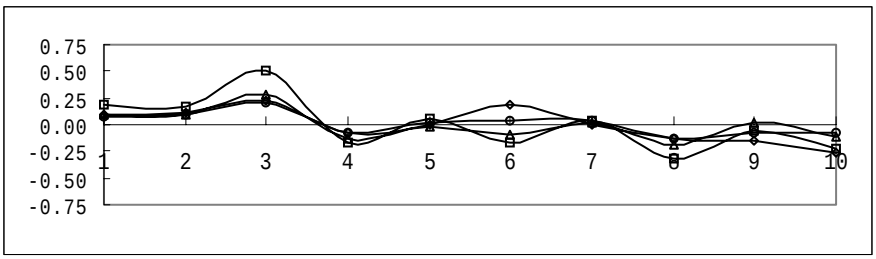


图 4“ 五万方 ” 三峡工程蓄水前后水平孔 SK2 月变化量历时曲线

2.1.3 锚索测力计应力分析

“ 五万方 ”危岩体陡壁锚索监测资料分析得知危岩体防治工程结束以后经过应力调整已经达到相对平衡状态。三峡工程蓄水前后监测资料显示每月的变化量不大，三峡库区蓄水前后岩体应力变化与趋势差异不大（图 5）。

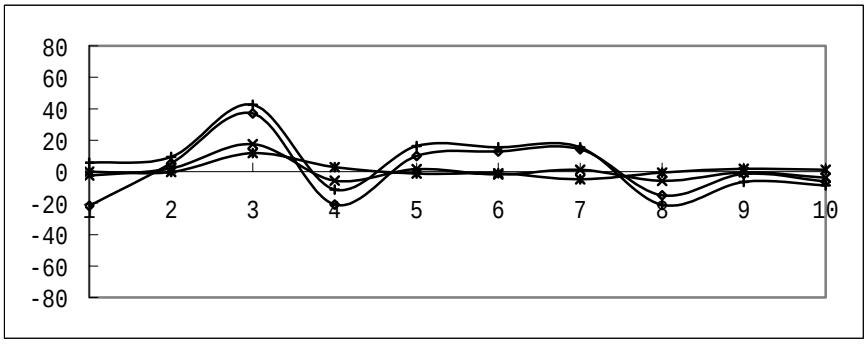


图 5“ 五万方 ” 三峡工程蓄水前后锚索测力计监测月变化量历时曲线

2.2 “ 七千方 ”滑体

“ 七千方 ”滑体的变形特征类似“ 五万方 ”锚固区岩体的“ 回弹 ”变形。“ 七千方 ”滑体相对位移监测资料（表 2）可以看出三峡工程蓄水前后变形量、变形特征、变形趋势没有大的改变。“ 七千方 ”滑体已经趋于相对稳定（图 6）。

表 2：“ 七千方 ”滑体相对位移监测数据月变化量统计表

点名	变化量（mm）									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Df14-2a	0.07	-0.08	-0.30	0.17	-0.25	-0.24	-0.22	0.12	0.09	0.37
Df15-1b	-0.03	-0.09	-0.28	0.03	-0.15	-0.07	-0.16	0.11	0.00	0.15
Df15-2a	-0.04	0.17	0.01	0.01	0.00	-0.06	-0.01	-0.13	-0.10	-0.01

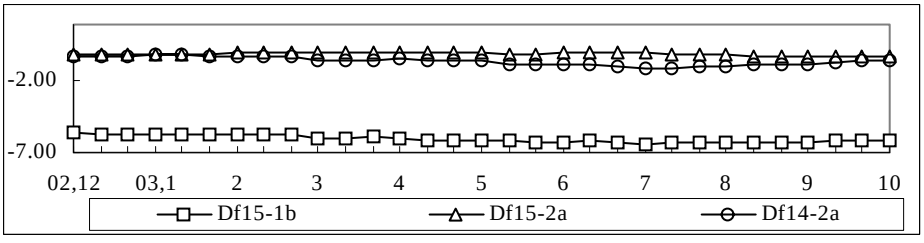


图 6 “ 七千方 ”滑体三峡工程蓄水前后有关裂缝位移历时曲线

2.3 T9～T11 缝区岩体

2.3.1 相对位移分析

T9～T11 缝区内发育的主要为北东缘临陡崖的 T10 缝组。长期观测表明，T10 缝组岩体裸露，其相对位移受环境温度影响明显，变形表现出较强的不规律性，再加之岩体比较破碎，裂缝切割深度较浅，所以监测数据不能代表该段岩体的整体变形。

2.3.2 岩体应力分析

T9～T11 缝区岩体应力经过长时间调整已经处于相对稳定状态，2003 年 6 月三峡库区蓄水对岩体应力有一定的影响，各监测点的应力变化在今年 6 月都是减小（图 7），并且又调整到相对稳定状态。这表明三峡工程蓄水对岩体应力平衡影响不大。

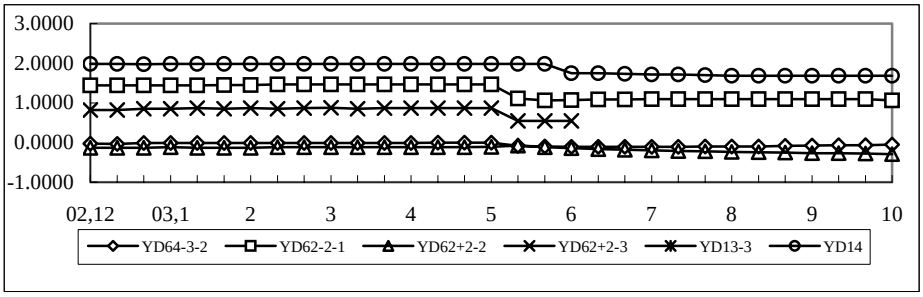


图 7 T9～T11 缝区岩体三峡工程蓄水前后应力变化历时曲线

2.4 T8～T9 缝区岩体

2.4.1 相对位移分析

T8~T9 缝区“ 老鹰嘴 ”岩块 近几年来变形一直相对比较稳定（图 8）；T8～T9 缝区顺层蠕滑及下沉变形在三峡工程蓄水前后相差不明显（表 3）。

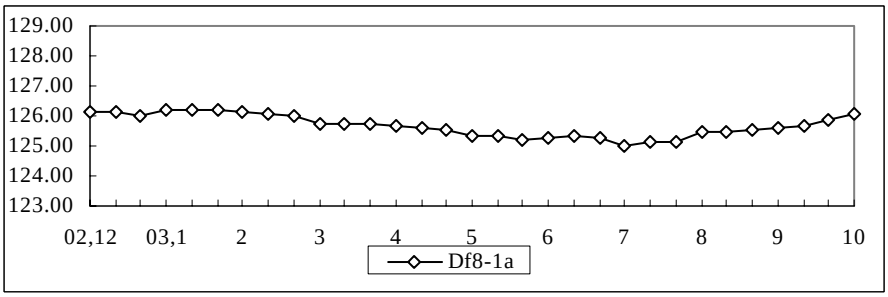


图 8 T8~T9 缝区岩体三峡工程蓄水前后有关裂缝位移历时曲线

Fig.8 Displacement-time curves of fissures before and after retain water in “ T8~T9 ” landslide

表 3：T8～T9 缝区相对位移监测点月变形量统计表

点名	变化量（mm）									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Df8-1a	0.03	-0.07	-0.37	-0.08	-0.31	-0.10	-0.24	0.44	0.18	0.44
Df8-3a	0.09	-0.04	-0.36	0.15	-0.01	-0.18	-0.02	0.06	-0.03	0.01
Df8-4a	-0.17	-0.18	-0.23	0.10	-0.10	-0.16	-0.03	0.11	0.11	0.13
Df8-4c	-0.12	-0.14	-0.50	0.27	-0.07	-0.02	-0.30	0.45	0.01	0.22
Df9-1a	0.14	-0.02	-0.53	0.08	-0.36	-0.22	-0.42	0.18	0.12	0.40
Df9-1b	-0.02	0.08	-0.06	0.05	0.09	0.20	-0.03	0.01	-0.10	-0.20
Df9-2a	0.21	0.04	-0.24	-0.08	-0.18	0.03	-0.17			
Df9-3a	0.07	-0.02	-0.42	0.22	0.00	-0.01	-0.03	0.16	-0.09	0.08
Df9-3b	0.05	-0.01	-0.33	0.16	0.00	-0.14	-0.01	0.09	-0.09	0.07
Df9-3c	0.00	0.02	0.00	0.02	0.03	0.00	-0.03	-0.05	0.04	-0.03
Dd7b	-0.06	0.12	0.17	0.04	-0.01	0.21	0.03	-0.02	0.00	0.04

2.4.2 岩体应力分析

T8～T9 缝区的岩体应力监测点，三峡工程蓄水以后岩体应力变化与 T9～T11 缝区岩体变化特征相似，三峡工程蓄水期间应力减小，但不明显，应力通过特征已经达到相对平衡状

态。

3 结语

防治工程结束后，“ 五万方 ”危岩体、T9～T11 缝区岩体、T8～T9 缝区岩体位移变形已经达到相对稳定的状态，三峡工程蓄水对危岩体稳定性影响不大，防治工程对危岩体的稳定性发挥了巨大的效力，岩体处于相对稳定状态。

参考文献

殷跃平，康宏达，张颖。1996。三峡链子崖危岩体锚固工程施工方案[J]，中国地质灾害与防治学报，7（1）：44-51。

王景宏。1994。链子崖危岩体稳定性分析与治理[J]，中国地质灾害与防治学报，5（3）：56-62。

徐卫亚，孙广忠。1994。链子崖危岩体整治工程地质适应性[J]，中国地质灾害与防治学报，,5（3）：43-55。

王尚庆。1994。链子崖危岩体监测预报初步研究[J]，中国地质灾害与防治学报，5（3）：79-89。

王洪德，高幼龙，薛星桥等。2001。链子崖危岩体防治工程监测预报系统功能及效果[J].中国地质灾害与防治学报， 12（2）：59-63。

王洪德，韩子夜。2004。监测工作在链子崖危岩体防治工程中的重要作用，已投稿。

王洪德，姚秀菊，高幼龙等。2003。防治工程施工对链子崖危岩体的扰动[J]，地球学报，24（4）：375-378。