

湘西保靖县塘口湾水库岩溶渗漏分析*

曾志颢^① 张顺志^① 张美良^② 吕中源^① 林玉石^②

(①湖南保靖县水电局,保靖 416500; ②国土资源部岩溶地质研究所、
国土资源部岩溶动力学开放研究实验室,桂林 541004)

摘 要 库区可能渗漏的岩溶形态,特别是岩溶负向形态的观测、钻孔和跨孔电磁波透视及 CT 层析成像揭示,库区的岩溶渗漏途径有所不同。根据控岩断裂的分布、岩溶发育强度和渗漏途径的变化特征,归纳为 3 种岩溶渗漏类型(方式):断裂裂隙间溶裂系统(缝)渗漏,多发生在页岩与碳酸盐岩界面附近;小型溶隙(缝)孔洞渗漏,集中在 500m 高程段上下;洞穴复合系统渗漏,主要在 510m 高程上下。库区岩溶渗漏严重性由下而上增强。

关键词 塘口湾水库 岩溶渗漏 湘西保靖县

塘口湾水库位于保靖县城 SE 15km,属均质堆土坝拦河成库。大坝长 130m,高 34m。原设计水库坝顶 518m,正常水位 516.5m,库容 325 万 m^3 ,是 28.25 km^2 集雨面积内 13 个水库的龙头水库,灌溉田地约 1420ha。水库于 1976 年 2 月建成蓄水,1977 年 7 月回水至 512m,因南岸坡灯盏坨库底边部产生 3 个塌坑渗漏,库水位常年保持在 504m,库容 60~80 万 m^3 ,有效库容不足 40 万 m^3 。20 多年来,除致塌时发现邻谷谷底 471m 标高水田中有一处冒砂水点(图 1)外,至今未见别的地表漏水点。塘口湾水库的这种渗漏与有明显渗漏点和出水点的其它岩溶水库有所不同^[1,2,3]。

1 库区水文地质概况

建库前地表河床标高 484.5m,主流由 NW 向 SE 流,与 NNE 向支流汇合后,改向 SEE 流,此后延长不及 200m 又急转向 SSW,经 400m 流程,最后转为哪洞伏流,其入口标高 470m (参见图 1)。

库内出露的地层为下寒武统杷榔组页岩和清虚洞组碳酸盐岩。杷榔组页岩,厚 61~103m,呈灰绿色具韵律状微细页理,顶部夹薄层状或结核状薄层泥灰岩,地表风化土层厚几十厘米至几米,是主要库容区。该层在南、北岸坡上的节理或裂隙密集带内见有泉水点出露。清虚洞组

* 国土资源部岩溶动力学开放研究实验室资助,袁道先院士亲临指导

第一作者简介:曾志颢,男,1962 年生,助工,1988 年毕业于湖南省水电学校。通讯地址:湖南保靖。

收稿日期:1998-12-07

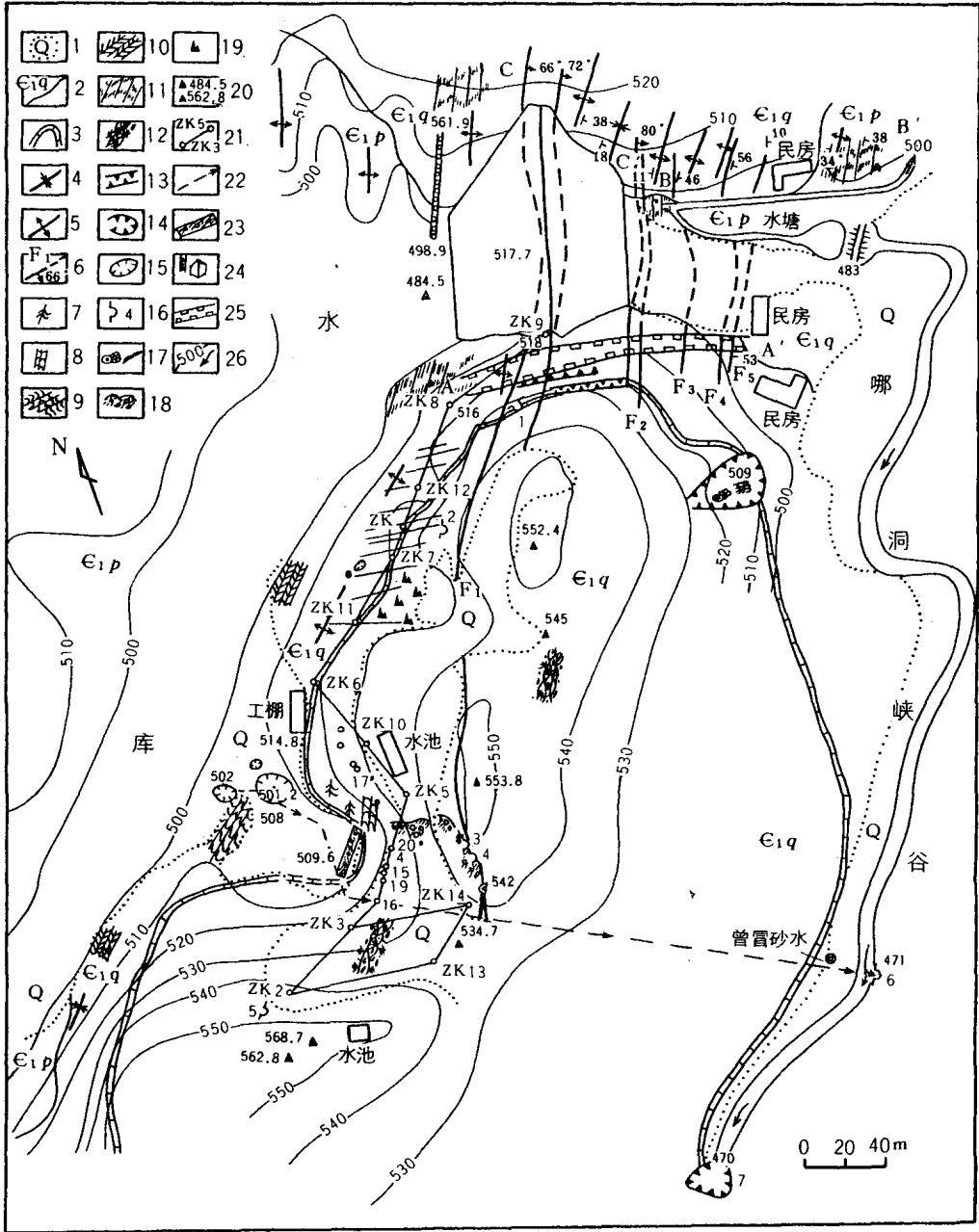


图1 湘西保靖县塘口湾水库渗漏区岩溶地质图

Fig.1 Karst geological map of the leakage areas in Tankouwan reservoir, Baojing County

1. 第四系; 2. ϵ_{1p} 下寒武统杷榔组青灰色纹层状页岩、顶部夹薄板状、透镜状泥晶灰岩, ϵ_{1q} 下寒武统清虚洞组薄层泥质条纹泥晶灰岩、白云岩化泥晶灰岩、白云岩; 3. 清虚洞组泥晶灰岩中的标志层灰岩, 厚1~2m; 4. 波状褶皱向斜; 5. 波状褶皱背斜; 6. 断层及编号; 7. 揉皱; 8. 揉皱破碎带; 9. 揉皱破裂带; 10. 揉皱劈理化带; 11. 强劈理化带; 12. 糜棱岩化碎粒化带; 13. 溶槽; 14. 溶塌坑; 15. 潜流塌坑; 16. 溶洞口及编号; 17. 洞穴滴石、流石类; 18. 溶积钙砾岩; 19. 石林(牙); 20. 溶峰峰顶及垭口库底河床高程(m); 21. 勘探线、钻孔编号; 22. 主要渗流方向; 23. 人工防渗墙; 24. 大坝及配套设施; 25. 溢洪道; 26. 等高线及地表河流向

为灰黑至灰色薄层状条带一条纹泥晶灰岩,厚 58~570m,其结构由下向上变化较大。下部以条带状薄层泥晶灰岩为主,条带厚 1~3mm,中上段夹 1~2m 厚灰白色泥晶灰岩层,是强岩溶化的标志层。上部以条纹状薄层泥晶灰岩间夹中薄层泥晶灰岩为主,条纹以<1mm 为主。往上条纹渐减,薄层渐转为中层,局部白云岩化增强,甚至成薄至厚层状白云岩。清虚洞组中上段岩溶化较强,是库区碳酸盐岩含水层中的主要含水层,而其中的强构造带及强岩溶化带又是水库的主要渗漏带。从全局来看,库区基底为页岩隔水层,地表河主要在西部页岩分布区。碳酸盐岩是主要含水层,其间间歇性明流段少而短,伏流长,水量大。

库区位于保靖背斜东翼的压性断裂带^①,即敖溪—平头司压性断裂富水带^②的北段。水库主挡水体是强揉皱破裂的碳酸盐岩体,其南北延伸大于 1000m,东西宽不足 500m,西部近南北向的槽谷是库水段,东部近南北向的哪洞峡谷是邻谷,槽谷和峡谷均沿 NNE 向挤压揉皱破裂(碎)带发育,是岩溶水的强径流带。区内 NNE 向挤压破裂带多呈叠瓦状以 20~40m 间距重复出现,或沿其走向以挤压透镜体、揉皱带、密集破碎理带、滑脱拖褶等压性结构面交替出现,并呈反时针扭动(图 1)。挤压带宽 1~20m。凡 10m 以上的强挤压破裂(碎)带,其上盘均伴 6~8m 揉皱破裂带,从而成为集中径流带。深部岩溶也很发育,在左坝肩(图 2)及其上、下游段和右坝肩溢洪道(图 3)也有所见。因此,库区 NE~NNE 向构造体系不仅是库区地表水系,而且还是地下洞穴系统的主控构造。此外,在库区内还发育有一些 NNW、NW、近 E—W 向的配套构造,它们构成了地表、地下广泛集水的支渠道。

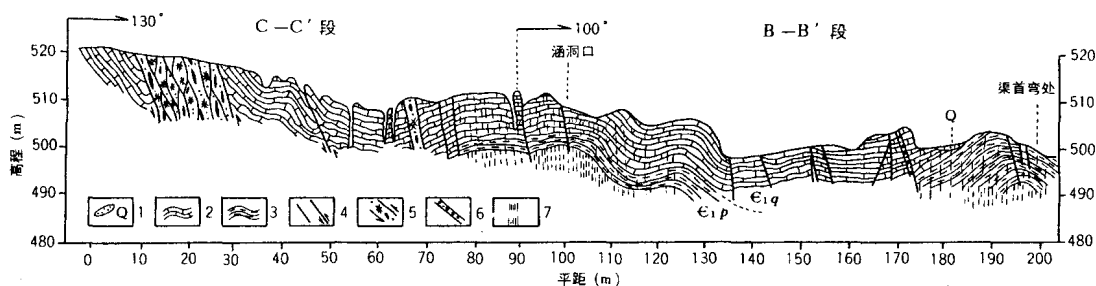


图 2 保靖塘口湾水库大坝左坝肩—渠首弯处(C—B—B')实测剖面图

Fig. 2 Measured profile from the left dam abutment to a canal head(C—B—B') at Tankouwan reservoir dam

1. 第四系粘土; 2. 下寒武统清虚洞组薄层条纹状泥晶灰岩; 3. 下寒武统杷榔组纹层状页岩、粉砂质页岩; 4. 断层; 5. 挤压碎粒化、糜棱岩化带; 6. 断裂构造岩; 7. 挤压片理密集带

2 库区岩溶发育特征

岩溶改造形态与建造类型相伴生,全面反映岩溶作用的过程和结果。任一正、负向形态的组合和相应的建造类型都是岩溶作用(化)阶段性的体现。库区岩溶发育的多阶段性表现在峰体不断变小,峰坡呈阶梯状由缓变陡。在缓陡过渡带中小型石林、石牙局部较发育,峰顶石刺、棱脊也较发育。与峰(山)体伴生的洼地、谷地、峡谷、洞穴不断扩大和系统化,并呈单一、残缺

① 湘地矿局区调队,永顺幅区域地质矿产报告(1/20 万),1970 年

② 730 部队,吉首幅区域水文地质报告(1/20 万),1977 年

(留)、叠置、复合出露在不同的高程段上。正向大、小形态都有较集中分布的空间,如峰体较集中发育在标高550m上下。其伴生的岩溶建造也有较集中分布的空间,如砾卵石粘土层主要在520~540m标高段,是第四纪早期岩溶发育阶段的产物。

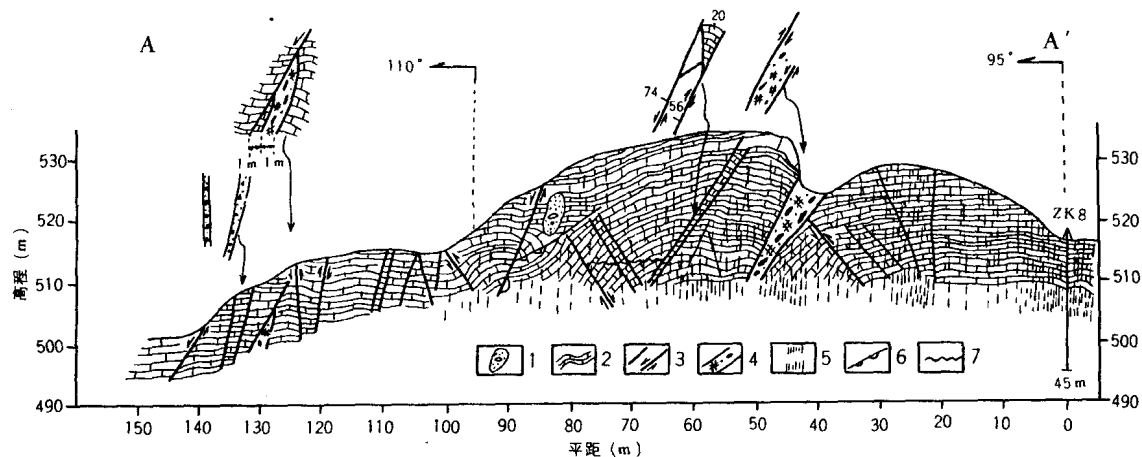


图3 保靖塘口湾水库大坝右坝肩溢洪道(A—A')实测剖面图

Fig. 3 Measured profile of the spillway of the right dam abutment at Tankouwan reservoir dam

1. 第四系粘土、砾石; 2. 下寒武统清虚洞组薄层条纹状泥晶灰岩; 3. 断层(裂); 4. 挤压碎粒化、糜棱岩化带; 5. 挤压片理密集带; 6. 溶穴(洞、孔); 7. 溶沟(痕)

库区大小正向形态的组合虽然无序,小峰体离立于谷缘、洼间或坡麓,但峰洼(谷)相间,峰(山)坡横剖面呈阶梯状,仍在一定的程度上反映出库区岩溶发育具有多个阶段;负向形态组合则普遍有序:封闭洼地具消(落)水洞、大洼地套小洼地呈复合叠置,开口洼地、条形洼地、宽谷与峡谷亦呈复合叠置,近S—N向的库区槽谷和邻谷哪洞峡谷是叠置谷,以及主河谷的反平衡纵向河谷剖面等负向岩溶形态的组合,更表现出了库区岩溶曾经历过不同的发育阶段。

库区岩溶发育具有阶段性还表现在溶洞成层状的分布上。据观测主挡水山体,从坝下至510m台面都有消水洞,6#洞、哪洞(7#))为下层洞;1#、2#洞和灯盏塔524m及552m峰处东侧520m处的残留洞道,为中层洞;刺猪洞(3#)、冒气洞(4#)和5#洞为上层洞(图1)。3层洞的洞穴沉(堆)积物类型、组合、成岩度不同,呈交叉复合堆(沉)积。此外,钻孔揭露,在475~485m和495~510m高程洞穴也较集中。若将上述阶梯状剖面的陡坎(台面)、反平衡剖面的裂点、洼(谷)地的叠置台面、洞穴层等,按一定高程趋势作区域对比,不难理解台面、裂点、各洞穴层的形态组合既是某个岩溶发育相应阶段的产物,又是不同期形态组合的时空连结点;而阶梯、反平衡剖面、叠置结构、洞穴系统等,这些具区域意义的形态组合,自然是岩溶演变过程的时空痕迹。同样,其伴生的建造类型,也是不同期岩溶发育阶段的产物。建造的形成、分布常有继承性,由不同阶段间歇性沉(堆)积复合而成。如552m峰体东侧残存洞道中,不同阶段砾卵石粘土层叠覆于滴流石类上,是前第四纪的洞道、裂谷分别被早第四纪滴流石、溶积钙砾岩等洞穴沉(堆)积物充填,第四纪以来又充填覆盖未胶结的砾卵石粘土层。

综上所述,库区岩溶发育特征是:正向峰体离立后,部分呈矮化孤峰,部分呈丘状峰丛、溶帽山,溶帽山与丘丛连座峰(山)体并存;负向形态封闭分化后,呈洼、谷地彼此叠置,洞穴也系统化,上层洞穴被填塞,并伴有坍塌发生;建造呈规模化、多期次消减、叠复再造。这些岩溶改造

与建造的伴生、叠置、复合特征,综合反映库区岩溶化程度极高、强度大,演变时间漫长,阶段明显。

3 库区岩溶渗漏分析

根据观测和钻孔、跨孔电磁波透视探测及其 CT 层析成像资料,坝体至 562.8m 峰体西坡有 5 个地段(图 1、4)可能渗漏。现分述如下:

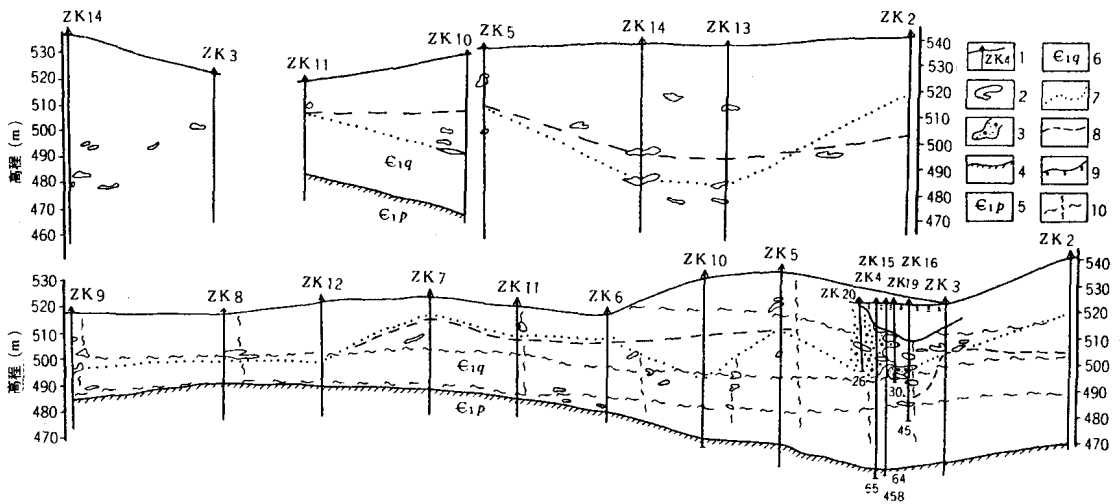


图 4 保靖塘口湾水库物探钻孔综合剖面图①

Fig. 4 Synthetical section of geophysical prospecting boreholes in Tankouwan reservoir

1. 钻孔及编号; 2. 洞穴异常; 3. 溶洞(槽)充填; 4. 物探推断页岩顶面; 5. 下寒武统杷榔组页岩、粉砂质页岩; 6. 下寒武统清虚洞组薄层条纹状泥晶灰岩; 7. 灌浆前孔内水位线; 8. 灌浆后孔内观测水位线; 9. 粘土层; 10. 综合判断洞层、洞穴系统

3.1 坝体段裂隙洞穴渗漏

均质土坝基底面高程 484.5m,土体基本座落在下寒武统杷榔组页岩上,仅两坝肩部分在下寒武统清虚洞组薄层泥质条带灰岩上。基底和两坝肩 NW~NWW 向节理、裂隙很发育,右坝首底部有消水洞,外侧溢洪道中溶穴、溶槽也很发育,且沿断裂裂隙结构面延伸。建坝时仅填塞消水洞,但附近溶沟、槽、坑、穴中的土均被挖作坝体填料。这段渗漏隐患是 NW~NWW 向裂隙、洞穴及坝体不实等,其表征是在蓄水后曾在距左坝肩 15m 下游坝坡 512.8m 高程出现 2m 直径的塌陷土洞,右坝肩上游坝坡 508m 高程有蜂巢状渗漏;溢洪道入口的 ZK8 孔揭露在 500m 高程有洞穴,右坝首 ZK9 孔揭露在 488~510m 高程有 4 层洞穴发育,其排泄点在坝下游右坝坝脚。

3.2 552.4m 峰西坡(溢洪道至 ZK7 孔)溶隙、溶穴渗漏

库岸薄层泥质条带灰岩的 NW~NWW 向溶蚀裂隙、节理很发育,溶穴(孔)沿结构面局部较集中,510m 高程以上溶隙、溶穴、溶槽略呈等间距分布。ZK7、ZK12 两孔附近有再次搬运的

① 湖南省水电勘测设计院提供跨孔电磁波透视,岩溶地质研究所提供跨孔电磁波透视和 CT 层析成像资料

砾卵石粘土全充填的洞穴。地表近E—W向、NNE~NE向溶槽、残留洞道和552.4m峰顶均被砾卵石粘土层充填覆盖。此盖层下有石林、石牙,且部分已泥化,以其条带残余构造区别于淤(沉)积粘土的纹层理,岸坡至库底泥质条带灰岩常见不同规模的泥化土段。地下深部经钻孔揭示,页岩与碳酸盐岩界面高程490~485m、500m上下层间洞穴较发育,但规模不大,呈多层状,部分呈全充填至半充填,地下水位在515~495m间, ω 值多为0.003~0.08。由于510m高程上下的洞穴被充填目前无明显渗漏,而其下的溶隙、溶穴尽管彼此连通性较差,但因无充填,仍是产生渗漏的隐患。

3.3 553.8m峰西北坡(ZK7、ZK6)溶隙、溶穴(洞)渗漏

库底至峰顶均为碳酸盐岩,岸坡NW~NWW向节理、溶隙、溶槽和NE~NNE向挤压破裂(碎)带、溶隙、破劈理等均发育,坡上510~540m高程段负向岩溶形态均被砾卵石粘土层充填覆盖。渗漏隐患在深部中上(500m高程以上)段,以及深部480m上下碳酸盐岩与页岩的界面附近。该处有溶穴,但连通差,规模小,而500m上下洞穴较发育,呈半充填至不充填。 ω 值变化大,地下水位标高为502.5~507m。目前虽然深部暂无渗漏点出现,但中上部近E—W和S—N向垂直、水平洞道发育,下部洞穴连通性比较好,特别是500m高程上下的水平洞道,隐患更大。

3.4 553.8m峰西南坡(灯盏坨的ZK3、ZK4、ZK5、ZK6)复合渗漏

库岸及底部为冲淤积砾卵石粘土层,薄层泥质条带灰岩仅在岸坡坎下裸露,且间夹泥化灰岩。岸坡和509m基座阶地台面上NW~NWW、NE~NNE向节理、裂隙、破劈理很发育,岸坡上510~540m高程段地表负向形态均被各期岩溶建造充填、覆盖;530m上下的残存洞道呈全至半充填。深部揭示,页岩与碳酸盐岩分界在470~460m高程。在465m上、485m和500m上下、520m上4个高程段有洞穴层,呈全充填至半充填,深部溶隙、溶穴多不充填。在509m台面塌坑底部(505m高程)沿消水道探测,NW~NWW向垂直溶隙、裂隙型洞穴很发育,洞道沿SSW向转折。509m阶地台面若干孔压水均无回水,ZK10—ZK3孔,压水 ω 值变化大,地下水位为520~493m。于ZK10孔(493m)、ZK4孔(495m)地下水位形成两个低水位槽,也是库区516.5m灌浆线的最低水位槽。总之,这段的隐患最多,上述渗漏方式都能出现,即洞穴渗漏在485m高程以上,溶隙、溶穴(洞)渗漏在485~465m段,再下则以溶孔、溶隙和裂隙渗漏为主。此外,从哪洞洞穴系统组成和区域渗漏分析可知:510m高程以上以垂向洞穴为主,NW~NWW向洞道汇水,NNE~NE向洞道集中排水。在500~530m间可能有水平洞道。510~547m段洞道被早—晚期成岩或松散岩溶沉积物充填,但晚期松散充填物已流失;510~480m段,垂直、水平洞道并存,其中510~500m高程段洞中早期成岩固结沉积物仅局部半充填,晚期松散的含砾卵石粘土充填已流失。500~480m段洞道以NW~NWW向为主,以NE~NNE向转折,半充填,晚近期掏蚀流失严重。上述洞穴堆积物的严重流失将引起严重渗漏。480m以下的溶隙、洞穴、裂隙等亦可能渗漏。以上4个渗漏段的渗水都向东汇于邻谷,预计和510m平台3处塌坑的水一样,可能主要从480~500m高程段的洞道渗漏到哪洞谷底。因除3处塌坑消水及邻谷底471m处冒水外,至今无任何出水点,因此,不排除主挡水体中部有SSW水平洞穴排泄渗漏的可能。这些渗漏隐患途径分析,多数已被开挖和灌浆验证。

3.5 562.8m峰西坡(ZK3以南)溶隙、消水洞渗漏

库底以页岩为主,仅北部少量薄层泥质条带灰岩间夹其泥化土段。库岸及其南延库尾NE~NEE向挤压揉皱破裂(碎)带、NW~NWW向节理、溶隙、裂隙均很发育,岸坡在520m高程

以上特别是 530m 台面附近溶穴、溶槽、溶隙、垂向洞穴等都很发育。但库尾至库岸 510~505m 高程是页岩与碳酸盐岩的界面,阻水页岩基底面较高,且泥质条带灰岩的泥化土有的也能阻水,对阻止水库渗漏有利。这里渗漏的主要隐患是岸坡 NW~NWW 向节理、裂隙、溶隙和上部的洞穴,但洞穴多数在设计水位以上。

综上所述,参照有关岩溶渗漏类型的论著^[4,5],将库区岩溶渗漏归纳为 3 种基本形式(途径),即:(1)断裂裂隙间溶隙系统渗漏;(2)溶隙、溶穴、溶蚀孔洞渗漏;(3)洞穴系统渗漏。

(1) 断裂裂隙间溶隙系统渗漏。主要是指以沿 NW(W)向张性、NEE 向扭性断裂裂隙发育的溶裂、溶孔(槽)为主要渗漏通道,水通过它汇至沿 NE~NNE 向压性主干断裂形成的溶隙、溶穴(孔)集中排泄,其它伴(派)生断裂裂隙的渗漏均渗流于这两组断裂中,并构成库区渗漏的基本渗漏格局,渗漏过程不断向深处向东迁移。这类渗漏广泛发育,以坝体段、ZK7~ZK11、ZK20~ZK3 段为甚。

(2) 溶隙、溶穴、溶缝(孔)等小型溶(缝)隙孔洞渗漏。指沿断裂系统的有利溶(侵)蚀部位及其与各种层面构造交汇处、中厚层灰岩的小型缝隙孔洞,一并形成断续通道,其结构组成类似断裂渗漏系统,但受岩溶化特别是洞穴化强度制约,呈层状和在某些高程段落集中。例如灯盏坨 480m 上下,以及其南 480m 以下、其北 490m 上下、ZK11 以北 510m 上下高程段和中厚层灰岩层等,都是溶隙、溶穴、溶孔隙等强渗漏层段。

(3) 洞穴系统渗漏。主洞道以 NE~NNE 向洞道为主,受控于主干断裂(带),是主导排泄洞道,并与断裂系统伴生、派生的配套断裂、裂隙、次生裂隙控制的支洞、溶隙、溶穴、溶孔等沟通,形成多层次、网络化洞穴渗漏系统。洞穴层序性明显,自上而下有 520m 以上、500m 和 485m 上下、470~465m 的页岩与碳酸盐岩接触面附近等 4 个洞穴层,其中 500m 和 485m 上下两洞穴层是库区的主要洞穴渗漏层(高程段)。因此,洞穴系统渗漏实质不仅是水平和垂向洞道,还包容了溶隙、溶孔(穴)渗漏,与(1)、(2)在时间、空间上交织、复合。

总之,在这 3 种渗漏方式(类型)中,以断裂系统及其间的溶隙(裂)渗漏分布广泛,但在深部 470m 高程下,由于岩性为岩页,断裂一般不会造成严重渗漏。在 470~510m 段虽叠加有溶隙、溶穴、溶孔渗漏,但受碳酸盐岩层组构造和 NE~NNE 向强挤压带多次复合作用及其构造岩的阻挡,渗漏通道连通性差,规模小,较易处理。小型溶缝隙孔洞渗漏,分布不均一,受断裂系统和岩溶化强度制约,虽连通性较好,但中、上部可能有充填淤塞,亦易处理。洞穴系统复合渗漏的主渗漏通道呈 NW~NWW 向转 NEE 向(汇流于 NE~NEE 洞道集中排泄,早期可能北流,晚近期南流),是库区最为严重的一种渗漏方式,尤其以 485m 上下、500m 上下、510~520m 3 个高程段的洞穴层能构成严重的渗漏层。它们彼此有生成联系又有复合关系,可构成相对独立又随地可转化的通道,而且还能沟通小型溶道和断裂系统,使防渗处理更加复杂化。

4 结 语

(1)塘口湾库区岩溶化极强,突出表现在岩溶改造的峰体呈丘峰簇状离立;负形态多期次分化和组合、复合,洼、谷地叠置结构明显,洞穴化强,构成多层次网络状洞穴系统,其上层洞局部已呈残留洞道暴露;多期次岩溶建造叠复混合(杂)充填、反复流失与覆盖。

(2)库区存在 3 种岩溶渗漏类型,即①断裂间溶隙(缝)系统渗漏。库区断裂、裂隙普遍发育,并构成渗漏格局。在深部页岩与碳酸盐岩界面上下至薄层泥质条带灰岩第一层中厚层灰岩

夹层的断裂系统起导渗作用,但渗漏量小。②溶穴、溶隙等小型溶缝孔洞(穴)渗漏。在碳酸盐岩岩层下段第一层中厚层灰岩夹层上下至485m上下直至地表524m台面之间是主要渗漏段,但连通性差、在垂向断面中下部起主导渗漏,并汇于洞穴层中。③洞穴系统渗漏。在480m高程以上的4个洞穴层是主要渗漏层,并与①、②方式构成复合渗漏系统,易造成严重后果。

(3)库区洞穴复合系统渗漏层,即剖面上主要是485m上下、500m上下、510~520m高程段3个洞穴层构成的复合渗漏层(段),3层有成生联系、复合关系,水平、垂直、微型溶道彼此转化沟通。从坝首至562.5m峰体渗漏段中,这3层洞穴复合渗漏层的纵向分布及其主次不同,早、中、晚期岩溶建造的充填覆盖也不同,其晚近期沉积物的流失剥蚀和再充填也各异。在ZK4、ZK10孔中上段沿溶隙、洞穴沉(堆)积物渗漏流失严重,成为洞穴复合系统渗漏的主要渗漏段,其次是ZK6~7渗漏段,虽其中、上部充填淤塞严重,但开挖及回水后仍存在潜在渗漏。

致 谢 塘口湾工作始终得到彭正刚、刘家华、石明所、杨海清、胡治华等州、县领导和水电局全体同志及岩溶地质研究所不少专家的指导和支持,在此深表感谢。

参 考 文 献

- 1 俞克礼. 北方岩溶区建坝的渗漏问题. 水利水电技术, 1982, (3)
- 2 邹成杰. 猫跳河四级水电站水库、坝址岩溶渗漏及防渗处理研究. 中国岩溶, 1986, 5(1): 1~14
- 3 谭先亮. 拉浪水电站左岸绕坝渗漏问题探讨. 中国岩溶, 1986, 5(1): 21~29
- 4 杨振怀. 中国水利百科全书. 水利水电出版社, 1990: 1655~1656
- 5 邹成杰. 水利水电岩溶工程地质. 水利电力出版社, 1994: 114~118

STUDY ON THE KARST LEAKAGE OF TANGKOUWAN RESERVOIR AT BAOJING, HUNAN

Zeng Zhibiao^① Zhang Shunzhi^① Zhang Meiliang^② Lu Zhongyuan^① Lin Yushi^②

(^①Hydroelectric Bureau of Baojing County, Hunan 416500;

^②Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin 541004)

Abstract

On the basis of the observation on the karst features with possible karst leakage in the reservoir area, and the investigation of electromagnetic wave perspective and computerized tomography in boreholes or between boreholes, different kinds of karst leakages at five karst leakage sections have been found. Further, the three kinds of karst leakages have been confirmed according to the fracture distribution, intensity of karst development and the changing characteristics of leakage ways, that is, the grike leakage (which distributes between the high and low boundaries of shale and carbonate rock) between the fractures; leakages of dissolu-

tion pore or solutional cavity, crack near the elevation of 500m; compound system leakage of caves which mainly distribute near the elevation of 510m, with more and more serious leakage from lower part to upper part.

Key words Tankouwan Reservoir Karst leakage Baojing County of Hunan

岩溶动力学开放研究实验室召开 1999 年第一次学术研讨会

国土资源部岩溶动力学开放研究实验室主任袁道先院士组织在桂林的开放实验室成员于 1999 年 2 月 8 ~9 日召开 99 年第一次学术研讨会,一方面总结 98 年研究工作取得的最新进展和体会,另一方面,结合研究工作中存在的问题和学科发展趋势,交流和讨论如何实施今年的研究工作。学术交流的题目主要有:

1. 覃嘉铭 桂林 4.4 万年石笋同位素记录及其环境解释;
2. 林玉石 荔波董哥洞系统;
3. 刘金荣 试谈热带岩溶地貌发育的同时态与分期论的关系;
4. 刘再华 我国南北典型岩溶系统的地球化学动态特征及其环境意义;
5. 蒋忠诚 广西弄拉森林环境的碳水钙循环及土壤元素的有效态;
6. 李 彬 镁锶钙在环境中的古气候意义;
7. 张美良 桂林 20 万年石笋 U 系年龄及古气候演变;
8. 何师意 桂林试验场碳循环观测及其对环境信息反馈;
9. 莫源富 浅谈毕节市石漠化趋势及对策;
10. 裴建国 湖南保靖白岩洞地下河系统初步分析;
11. 谢运球 南方石山贫困区岩溶水资源开发利用误区及科技下乡的意义;
12. 章 程 对石笋微层研究的几点初步认识;
13. 蒋小珍 中国岩溶动力系统 GIS 最新进展;
14. 袁道先 岩溶动力学的新趋势。

通过学术交流,不但揭示了岩溶学领域在古环境重建、碳循环、岩溶环境与生态等方面取得的新发现和某些认识的新突破,而且一些研究方法和很多信息将为各位研究人员完成今年的研究计划和任务开拓了思路。

今后一段时期,岩溶动力学开放研究实验室将按照国家社会发展重大目标,紧跟岩溶科学的发展趋势,加强地球外动力与内动力结合研究以及岩溶学与生物学和生态学结合的研究,具体将体现在以下六大领域:

1. 岩溶作用物理化学机理的进一步揭示,并建立相应的物理模式和数学模型;
2. 中国南方 20 万年来环境变化高分辨率重建;
3. 岩溶作用在大气温室气体源汇中的重要性评价;
4. 岩溶水动力三维模型及非线性流问题;
5. 南方岩溶生态系统运行机制与石山改造;
6. 岩溶洞穴发育、岩溶塌陷及岩溶成矿机理。

(蒋忠诚供稿)