

建平白山水库坝址渗漏基流分析

刘顺义¹ 李 千² 范洪国² 宋立春²

(1. 丹东市水利设计院 辽宁 丹东 118000; 2. 辽宁省水利水电勘测设计研究院 辽宁 沈阳 110006)

摘要 建平白山水库为病险水库, 坝基及坝体渗漏非常严重, 曾在洪水期坝下发生多处管涌和局部塌陷。经除险加固处理, 在正常蓄水后已减少 80% 的渗漏量, 但仍有一定的渗漏出流。通过对加强灌浆处理后的数据资料分析, 发现剩余渗漏与防渗帷幕灌浆效果几乎不相关, 坝址渗漏存在基流问题。寻求到坝址区渗漏基流与坝体及坝基渗漏的基本关系。

关键词 坝基渗漏 除险加固 帷幕灌浆效果 剩余渗流量 基流

中图分类号 TV64 **文献标识码** B **文章编号** 1006-7647(2008)S1-0077-03

水库坝址渗流基流是指与水库存在无关、不受水库水位变化影响的、水库坝基以外中远距离渗漏补给的基本流。如能明确分离水库渗漏与坝址区基流的关系, 对水库除险加固的方案技术经济比较以及对加固后的处理效果分析具有十分重要的意义。

建平县白山水库始建于 1958 年, 原属小(一)型水库, 经先后 2 次改造扩建后已经成为以灌溉为主、兼顾防洪和养鱼的中型水库, 坝长 1030 m, 最大坝高 20.9 m, 顶宽 5 m, 溢洪道在右侧, 总库容为 3 352.1 m³。

主坝为均质坝, 坐落在老哈河流域海棠河支流四汉城河上, 坝基主要为第四纪堆积物和古老的变质岩系, 建坝后发现 0+000~0+150 处有明流溢出, 坝后地下水位抬高, 且有多处泉水露头, 为探求真实渗漏情况, 曾于坝后建立量水堰, 观测其出流情况。这次水库除险加固工程项目以坝基基础防渗为重点, 对量水堰出流的主要补给源尤为关注, 也是对基础防渗处理效果分析的关键一环。

2003 年以前, 由于库下铁矿废渣堆积, 堵塞河道, 使原有的量水堰长期淹没、无法观测, 因此没有系统的观测资料, 现在的量水堰是 2003 年帷幕灌浆试验前重新建造的, 但其后水库一直处于低水位(531.00 m 以下)运行。在此条件下, 新观测资料表明, 2004 年春干库时量水堰的出流量仍无明显变化, 使量水堰的主要来源存在疑问。

水库高水位时量水堰的来流情况更为复杂, 在以前历次洪水中, 都程度不同地造成右坝端和溢洪

道左堤下几处出现管涌以及部分堤脚和白山方向的山坡塌陷, 量水堰和附近泉群的涌水量增加。在这种情况下, 坝体尤其是右侧的渗漏量会增大很多, 有人曾听到溢洪道下某部位有水声。这次帷幕灌浆处理, 虽然取得了有效的封堵效果, 但是摸清量水堰的主要补给源, 对完善工程、彻底消除隐患以及判明帷幕灌浆质量具有十分重要的意义。

1 量水堰位置和地形地貌

量水堰处在白山水库坝后坡脚排水体以下的原河道上, 坐落在白山坡脚下的扇缘处, 正对白山溢洪沟山坳, 左与黑山相对, 中间隔有一、二阶台地和缓丘, 堰下是原河道, 现已成为一块较大的下湿地, 水面作为人工养殖渔场, 量水堰的出流则常年补给鱼塘。小叶线 and 天叶线公路在此交汇。

量水堰正处于白山、黑山间所夹原河道上, 堰处地势较低, 堰顶高程为 521.628 m, 正是两山夹一沟处, 水库原底高程为 520.9 m, 现已淤高 8 m 多, 溢洪道高程为 533.85 m, 水库坝顶高程为 541.80 m。因此, 白山、黑山和水库大坝对量水堰构成了簸箕状态势, 而量水堰则处在簸箕口上。

2 工程地质和水文地质条件

本区地层岩性单一, 两岸山体为震旦纪常州沟组, 河床与两阶台地为第四纪覆盖物所覆盖, 坝区河底为砾砂, 两岸冲沟为坡洪积卵石、碎石, 冲沟口为坡洪积扇, 河谷为坡洪积物, 中部属于冰碛和河流淤

积,基岩埋深不等,为34~51 m,且断层发育,属压性和压扭性断层,走向为北北东,倾角在60°左右,而左右坝头节理裂隙也较发育,从大区看白山和黑山的大断层正好在量水堰处交汇。

坝基处可分为透水层、弱透水层、不透水层,其间夹有透水性较强的砂质透晶体,基岩虽有裂隙、断层存在,但相对砂砾层透水性较小,均小于8 lu,不过并不排除有强透水的裂隙和断层存在。建坝后由于天然铺盖的形成,使渗流情况发生了很大变化,但是明显有两岸的坡洪积扇碎石层和裂隙通过地下径流以上升泉的形式补给河道。本次坝基防渗的目的是在溢洪道、沿坝前建成一道防渗帷幕,以防止库水下渗。

现在坝下除了量水堰外,在右坝头的水塘中有3眼泉,在溢洪道出口的左侧也有2眼泉常年出水,冬季不冻冰,在河道的左侧水库管理处东侧有一排鱼塘,只靠黑山方向地下径流的补给就常年有水养鱼。

据当地老人反映此处早年曾有泉水涌出,在白山山腰也有泉水流出。建库后这些泉水对河道的补给形成了坝后的下湿地。

2.1 地质构造与出水点成因关系

a. 白山水库库区位于地槽区与地台区之间内蒙地轴中心带上,由于两大地质板块互相碰撞推移,造成出露在地台区的古老变质岩,覆盖和夹在地槽区厚层石英岩上,既广泛发育东西向构造带,又受新华夏和华夏构造带制约,坝址下游有3组断层交汇处,因此该库区处在一个极其复杂的地质和构造环境中。

b. 由于地质年代久远,各地层岩性软硬差异较大,再加上各类断层互相交汇影响,又经过长期侵蚀、风化、冲刷后造成目前的陡峭高山,冲沟窄而直,山涧切割深,而在高山之间都有宽广的冲积谷地和广阔的冲积平原,形成一个独特地形地貌。

c. 本区处于长期干旱的气候条件,并经历多期造山运动,造成高山区岩石裸露、植被较少,而河谷则坡洪积发育,第四系堆积层厚度较大,且成分以巨大石英岩岩块和大砾、砂砾石和碎石为主,从而形成大气降水下泄快、透水性好、地表径流常以洪水出现、平时地表明流少而地下水却较为丰富的特有的水文生态条件。

d. 该地层存在着较多的构造裂隙水和第四系含水层,且受到晚期白山张性断层的影响,使坝下游基岩由北向南逐级抬高,在溢洪道出口处露出地表。经前人钻探资料证实,坝下游岩面比坝址下岩面高5~10 m,使大坝与出水点之间在地下形成一个储水小盆地,在一定承压下,水就沿着断层结构面流出地表,目前的量水堰和鱼塘出水点均分布在此断层一线上,也由于这段水流出水稳定、水量较大,因而在

其下游形成了湿地和地表径流。

e. 综前所述,出水点水源来自构造裂隙水和第四系潜水,在对量水堰观测过程中,对地表水温进行测量,表明其常年恒温在8~10℃之间。冬天不结冰,干旱时水量较为稳定,特别是在水库干涸时水量也没有明显变化。通过水化学分析,推测其主要水源应来自深层地下水,即断层裂隙水,而水量大部分应来自于白山张性断层带。

2.2 库水位与堰顶出流变化的关系

水库低水位,尤其是水库处于干库时,量水堰的堰顶水深与库水位没有相关关系,可通过过程图直观看出,在干库时量水堰堰顶水深的变化在8.5~9.3 cm之间,与2005年7月及2004年8月水库高水位时的变化也没有相关规律性(见图1),量水堰的过堰水深除基流外,主要和大气降水关系密切,充分证明了量水堰出流的主要补给源并非水库下渗水。

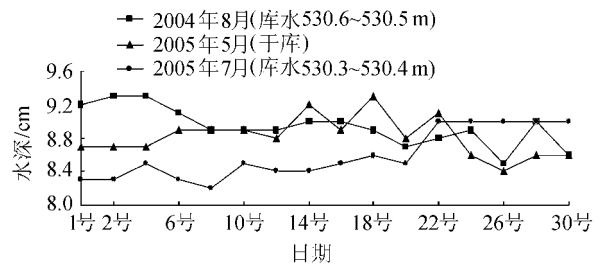


图1 2号堰堰顶水深与时间变化曲线

通过对水库低水位时的水位和量水堰出流间的单因子的数理统计相关分析,得出相关系数 r 值只有0.17,说明关系很不密切,进一步表明在水库低水位时量水堰的主要补给源并不是水库的下渗水,而是由其他水源所构成。

2.3 量水堰出流与大气降水之间的关系分析

从2006年6月份记录上反映量水堰的出流与大气降水关系极为密切,降雨后量水堰的出流明显增加,历时可达18~24 h(见图2,其中3号、6号、8号、9号、13号、17号、20号、24号有降雨)。

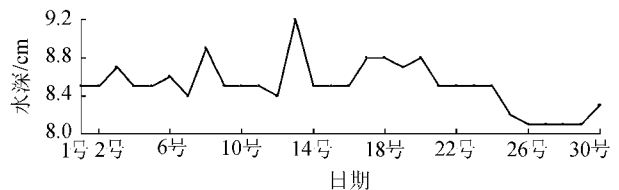


图2 2号堰过流水深受降雨影响曲线

理论分析认为造成这样的影响有2种可能:①由降雨产生直接的地面径流,汇入堰前面积仅有10 m²的小水塘;②由降雨入渗形成地下径流,然后由地下径流补给量水堰。但笔者实际分析认为:第1种情况不可能,假定降雨仅5 mm,则根本不能产生地表径流,而且5 mm降雨在水池中也不会持续影响

这么长的时间,而第2种情况在平丘山地上也不可能,5 mm的降雨入渗到地下土体也不会补给地下水,只能提高一点土壤的含水量。这只能在具有集流条件和快速传导条件的地形地貌和地质条件的近山裸露的岩石破碎坡积扇缘地带才有可能,正好量水堰所处的白山扇缘区条件符合这种情况,而对水库来讲只增加5 mm降水还不够1 d的蒸发渗漏消耗量,况且处于下列条件:①天然铺盖厚4~8 m,渗透系数小于 6×10^{-5} ;②渗径最短也大于120 m;③5 mm水深引起的梯度变化 $\frac{dx}{dy} = \frac{dx + \Delta x}{dy}$,即 $\frac{\Delta x}{dy} = 0$,即趋于“0”;④传导系数微弱;⑤给水度非常小。因此,这绝对不会引起量水堰出流的明显变化,所以量水堰出流对降雨的敏感反应只能说明白山特定的地质条件对其造成的结果,其主要补给来自白山方向。

2.4 量水堰出水点水温与气温的变化关系分析

2005年4月18日至5月19日对量水堰出水点的水温和气温进行了观测,观测结果显示:气温变化范围 $2^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$,最大温差 23°C ,量水堰出水点的水温变化范围在 $8^{\circ}\text{C} \sim 9.3^{\circ}\text{C}$ 之间,温度变化仅为 1.3°C 。2005年观测到的量水堰出水点水温与气温的变化关系见图3。可以看出,量水堰出水点水温的升降与气温的高低没有直接相关的规律。另外量水堰冬季不结冰,出水点水温始终维持在 8°C 左右。说明量水堰出水点的水温变化基本不受气温变化的影响。

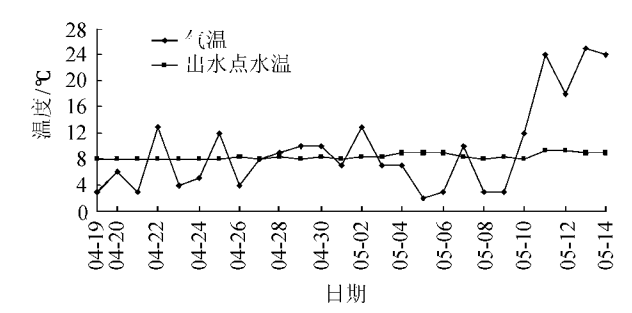


图3 2号堰出水点水温与气温变化关系曲线

量水堰的水温基本恒定,温度在 8°C 左右,这与一般深层地下水或基岩裂隙水溢出温度相吻合。由此可以证明,量水堰流出的水与地表水(库水)的关系很小,其主要来源是深层地下水和基岩裂隙水。

2.5 水化学分析

不同的水源构成会反映出明显的水化学成分不同,也就是根据水化学成分可以粗略地判断出水的补给源。只有经过人类活动的参与,才会造成水体中 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_2^{2-} 和 NH_4^- 含量的特有变化,而 Mg^{2+} 和 Na^+ 离子对土壤有较大的亲和力,形成了对

土壤的吸附过程,以后又在植物和其他外界因素作用的电化学诱导和生物化学过程中经过解吸和代换,在水的冲洗淋溶作用下进入水体,其结果造成地表水的一般水化学特征是,生化需氧量和 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 的含量增加,而裂隙水、岩石断层水为主的水源则不然,相反还会表现为 HCO_3^- 含量的增加。如2002年水化学分析结果表明, HCO_3^- 质量浓度泉水为 247.05 mg/L ,坝下井水为 329.4 mg/L ,河水为 271.45 mg/L ,水库水为 170.8 mg/L 。2005年经取样分析结果表明,量水堰属于复合型水,处于深层水和水库水之间,绝非主要由水库水补给。

2.6 对于水库低水位条件下渗漏的宏观分析

通过水化学分析看出量水堰来水中混有一定数量的库水补给,但推论渗漏量不会很大,根据如下:①库盘中全部被4~8 m厚的天然黏土铺盖所掩盖,没有发现有粗颗粒料的透水带露头 and 透晶体;②天然铺盖的渗透系数远小于 6×10^{-5} ,即使有一定的渗透量也是很小的,对量水堰不会连续不断地大量补给水量;③水力梯度小,传导度小,水力梯度 $\frac{dx}{dy} = 0.077$,在黏土条件下绝对不会产生大的传导度和给水度。所以即使库内有部分水补给了量水堰,其量也是很小的,不能构成来源的主体。

2.7 高水位条件下的补给

钻探、物探和 TH_4 技术的测量结果都证明在溢洪道处的坡洪积处有较强的透水层和地质破碎构造,直观上又发现在溢洪道入口处有角砾岩土层露头存在,岩石中还有 60° 倾斜断层存在,在洪水高水位或大雨条件下,必然要在坡洪积交汇处产生渗漏和涌出,历次洪水也事实上在盖重和溢洪道左导堤外侧发生管涌和滑坡,推论这部分深层水一定会补给量水堰,构成其主要补给源,并且对溢洪道左导堤与大坝坡脚的安全造成威胁,其主要来源为白山的裂隙、断层水和水库水。

3 结 语

- a. 水库在低水位运行时,量水堰出流的主要补给源不是来自水库,而是多向的,以白山方向地下径流为主。
- b. 水库坝址区少量的渗流是基流,对水库蓄水和坝体安全不会造成重大影响。
- c. 帷幕已经形成,对水库蓄水已起到了截渗作用,施工技术效果良好。

(收稿日期 2008-01-14 编辑 高建群)