

敦煌月牙泉湖成因与地质保护

王建平

(河海大学 土木工程学院, 南京 210098)

摘要:月牙泉是甘肃敦煌市的胜景,自20世纪60年代以来泉湖水位逐年下降,近年来有加速下降的趋势,为拯救月牙泉投入了大量的人力、物力和财力,但收效甚微。在前人研究的基础上,通过现场调查,提出了对泉湖地质成因的新认识及研究思路和拯救措施的新构想。在详细分析研究泉湖区水文地质结构的基础上,采取适当的阻水帷幕技术,即可减少泉湖排泄流量,保持稳定水位。同时应加强区域地下水资源规划和管理,切实改变区域地下水持续下降的局面,维持生态环境的健康发展。

关键词:月牙泉;成因;拯救措施;帷幕技术

中图分类号:P64

文献标识码:A

文章编号:1672-9900(2009)04-0035-03

Geological causes and the protection of Lake Grescent Moon Spring in Dunhuang

WANG Jian-ping

(College of Civil Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Crescent Moon Spring is scenic spots in Dunhuang city, Gansu. Since the sixties, the water level of Crescent Moon Spring have dropped and have accelerated the downward trend in recent years. In order to save the Crescent Moon Spring put a lot of manpower, material and financial resources, but have little effect. Based on previous studies and field survey, made on new understanding of the lake geological causes, and research ideas and new ideas on saving measures. By the detailed analysis of hydro geological structure of the lake, to take appropriate curtain technology can reduce discharge flow of the lake and the water level remained stable. At the same time should be to strengthen regional planning and management of groundwater resources, to effectively change the situation continued to decline in regional water table, to maintain ecological - environment healthy development.

Key words: Crescent Moon Spring; causes; saving measures; curtain technology

月牙泉是敦煌市著名的旅游风景名胜之一,两千多年来沙漠与泉湖相伴,创造了独一无二的自然地质奇观。自20世纪60年代以来,随着当地人口和经济的发展,开采的地下水量逐年递增,引起区域性地下水位的持续下降,同时也引起月牙泉水位的逐年下降,近年来更有逐渐加剧的迹象,引起了各级政府的高度重视,先后投入巨资进行勘察研究和治理,各种治理方案始终围绕补水回灌而展开,经过多次试验取得了一定的成效,但远远不能解决问题,而一些长远措施如引哈济党一时也很难做到^[2,3,5]。能否寻找新的途径和方法,有效治理和拯救月牙泉湖景观,本文通过现场调查研究,从泉湖历史和成因分析入手,提出了月牙泉湖成因的新认识,同时提出进一步开展研究的思路和拯救措施的新构想。

1 泉湖水位下降历史及地表补源措施的弊端

据记载月牙泉湖的存在已经有数千年的历史,水位总的变化趋势由过去数千年比较稳定的历史时期逐渐向不稳定以致干涸的方向发展,这种急剧变化始于20世纪60年代。60年代至今,水位年降幅在0.22m左右。从1957年的航测照片分析当时月牙泉水位标高在1141m左右,比1997年7月测得的水位1133.92m约高出7m,可见30a来月牙泉水位下降了至少7m。特别是1987~1997年的10a间,泉水面积由9000m²减少到5666.77m²,泉湖中心水深由4.2m下降到2m,而1996年3月~1997年3月泉水水位下降

将近0.4m,是10a平均下降速度的1.7倍^[1]。

泉湖水位的急速下降,引起了各级政府部门的高度重视,先后多次投入巨资开展调查研究和勘探试验工作,并先后进行了多次试验。1986年10月15日~1987年4月开始实施掏泉工程,最大水深由1.9m增加到4.2m,平均水深由原来的0.8m增加到3.5m,掏泉工程虽然增加了泉湖的水深,但对泉湖水位并不能有丝毫的提高,甚至引起泉湖水位的降低。1988年10月7日到10月23日,由小泉湾人工湖向月牙泉进行注水,历时374h,注水量约2.846万m³,水面升高了65.2cm,停止注水一个月后,水位下降了61cm,即注水15d所升的水位,在停止注水后31d又重新恢复到原水位高程。后续每年均作短暂注水,终因地表水与泉水混合后色泽浑浊,于1992年停止输水。2000年又进行了为时1a的月牙泉域地表水渗灌试验。在月牙泉西端1km的秦家洼地进行渗水试验81d,总注水量达102万m³,试验期间由渗灌水引起月牙泉水位上升最大幅度达24.6cm。2001年3~9月,在小泉湾进行了灌水,总灌水量达32万m³,泉水水位上升了49.6cm。2002年5月12日~7月31日,在月牙泉上游1km处修建了大型水池,沿泉水来水路线进行了82d的灌水补水试验,每天补水1万m³,使泉水水位回升了14cm^[1]。

不难看出,长期采用地表水补源,不仅收效甚微,难以长期维系,还至少存在5个方面的严重弊端:

(1)要长期占用大量清洁水源,这对于干旱沙漠地区水资源尤其珍贵;

[收稿日期]2009-07-27

[作者简介]王建平(1962-),男(汉族),江苏镇江人,副教授,主要从事环境水文地质等方面的教学和研究,(Tel)13851987080。

(2)容易引起泉水水质恶化,藻类滋生,使地表水和泉水混合后色泽浑浊,因此不得不停止输水;

(3)容易引起泉湖的淤积,由于地表水大量渗灌,周边地下水位抬高,水力坡度加大,地下水流速加快,极易带动细粒的沙土向泉湖涌出,淤积泉湖;

(4)扩大了蒸发,地表水的渗灌,使泉湖周边地下水位抬升,引起蒸发面积和蒸发量的增加;

(5)从补水措施的实质看,无异于直接向泉湖注水,舍近求远反而造成更大的浪费。

2 月牙泉湖成因分析

月牙泉位于敦煌盆地南部三危山山前,党河洪积扇与西水沟洪积扇之间的沙漠洼地中。区内气候极端干旱,年降水量仅39.1mm,年蒸发量大于2487.7mm,生态环境十分脆弱。地下水主要来源于党河出山(沙枣园水文站)河水及引灌河水(渠系、田间灌溉)的入渗补给,占总补给量的85%以上,其次为地下侧向径流补给及西水沟河水、降水入渗补给,约占总补给量的15%;主要含水层为第四系上更新统一全新统湖积相中砂和细粉砂,厚度45~76m;地下水自南西向东北方向径流,水力坡度0.2%~0.3%,渗透系数4.36~8.35m/d;地下水主要以潜水蒸发和开采及侧向流出的方式排泄;水化学类型为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} \text{Cl}^- \text{Na}^+ \cdot \text{Mg}^{2+} \cdot \text{Ca}^{2+}$ 型,矿化度0.661g/L^[5]。

对于月牙泉的成因,长期以来存在多种认识,如古河道残留湖、断层泉、风蚀湖、基岩裂隙泉、沙漠地下水溢出泉、上升泉,甚至有人认为是人工挖掘成湖。1997年,有关专业部门采用多种方法和手段,对月牙泉进行了专门性的、全面的、深层次的地质勘查和研究工作,认为月牙泉系古河道残留湖,是由党河地下水渗漏后形成的浅层地下水补给的。或者认为泉湖是因地形低洼切割至地下水位而形成的下降泉——侵蚀下降泉性质。泉水与盆地地下水为连续统一的水体,泉水位动态服从于区域地下水位的动态变化。因此,出山河水强烈渗漏所形成的河流—含水层系统维系着月牙泉水位的动态变化过程^[3,5]。

勘探研究认为党河在历史上曾有过几次大的改道,今日所见的月牙泉就是党河改道后遗留在沙漠上的一处古河弯,河弯基底为灰色和紫红色的粉砂质泥岩。以前,鸣沙山中还有几个储水湖,但都和党河古道一起被流沙埋没了,唯有月牙泉这个残留的古河弯因地势低洼,又受周围地形保护不至埋没而得以幸存,其水源来自鸣沙山下含水层位置较高的地下潜流和河流漏渗的地下水补给,所以水面虽只有很小一洼,但底部水路畅通,涟漪萦回。月牙泉千年不枯,还与之相伴的鸣沙山有关,水存沙固,沙固水稳^[8]。

通过现场调查和遥感影像分析认为这样的认识值得商榷。首先,如果说月牙泉是党河的古河道,那么它与党河冲洪积扇是什么关系,是在冲洪积扇之上呢?还是在冲洪积扇之下?很显然应该在其上,那么所谓的古河道实际上就应该是由于沙山的堆积而掩埋的古河道,月牙泉含水层属于表层地下潜水性质,由古河道地下水补给形成,这样的维系在干旱沙漠中是难以长久的,而且由于党河沙漠河流特性及水位洪枯的巨变,必将引起泉水水位的变化,但确相反泉水水位动态是非常稳定的,这一点从地表多次的补水试验结果也能得到验证。如果是古河道被埋藏在冲洪积扇之下就不会形成泉湖了。其二,党河出山口位于月牙泉西偏南方向约33km,其间为三危

山阻隔,受盆地边界断裂的作用,在党河出山口的正前方约8km外有一列基岩隆起的南湖北山分布,受其阻挡党河冲洪积扇向东偏移发育,如果说党河改道,那也是不断由西向东偏移,以致于现在的党河在出山口后近直角向右拐弯发育,这样的话月牙泉就不可能是党河的古河道留存。当然党河的这种偏移使山前地带的地下水得到了充足的补给。

月牙泉位于敦煌断陷盆地的边缘,受盆地边界断裂的控制沉积了巨厚的第四系松散沉积物,根据钻探揭示,月牙泉一带第四系厚度在650m左右,受山前复杂地形地质构造条件的控制,这种厚度巨大的第四系松散沉积物的沉积相变复杂,颗粒粗细突变,犬牙交错,无疑对地下水的径流运动产生重大影响。从山前向盆地颗粒急剧变细,渗透性降低,地下水径流受阻而溢出,形成泉水溢出带,由于地形低洼,月牙泉正是这种溢出带的集中表现。

从月牙泉水矿化度分析,泉水应该处于积极的循环之中,是地下水径流过程中的一个阶段,而且地下水的排泄并不是依靠地面蒸发,相反蒸发作用并不明显,说明湖水交替循环较为强烈。在月牙泉岸边有一块湖相沉积物,为钙质胶结的粘土岩,内含较多芦苇根系等植物碎片,说明在湖泊面积较大的条件下,由于湖水径流主要集中在主泓带,湖泊边缘处于静水状态,蒸发强烈形成局部碳酸盐沉积。如果说月牙泉湖是河流侵蚀切割形成的侵蚀泉,因为泉湖地段所在的敦煌盆地从第四纪以来一直处于沉降堆积的作用过程,并没有地表河流强烈下切发育的条件而不存在。由此可以得出结论,月牙泉湖的形成是由于三危山前洪积扇地下水溢出而形成,同时不排除有隐伏的新构造断裂发育的可能,因此三危山地区地下水才是月牙泉水的真正补给来源,地表补水造成的湖水水位上升,只是地表汇水的表现,注定会很快消耗掉。

月牙泉水位下降的真正原因应该是由区域地下水位的大幅度下降,使得泉湖下游排泄的水力梯度加大,径流量增加所致。

3 研究和治理的措施

月牙泉独存沙漠数千年而不干涸,特别是党河水库修建后仍能维持一定的水位,用河流—含水层系统解释偏于简单,从现有勘探资料分析可以看出,月牙泉区地质结构可分为3层,最上层为现代沙漠堆积,中间为河流洪积扇边缘沉积的中砂和粉细砂,下部为灰色和紫红色的粉砂质泥岩。很显然,中部的中砂粉细砂是补给月牙泉水的主要含水层,从地形地貌特征分析,月牙泉出露主要应为含水层渗透性变化或受到阻挡而形成的溢出泉,也不排除有隐伏新构造断裂带地下水的补给,如果仅认为泉湖为党河改道后遗留的一段河弯,那么从地表水流的季节性特点分析,月牙泉湖不会获得长期稳定的径流补给。从几次地表补水渗灌试验结果分析,地表渗灌能对抬高泉水水位起到明显的作用,但耗水量大,在干旱沙漠地区难以长期实施。下游小泉湖渗水补源的效果明显好于上游秦家洼,一方面是小泉湖距离月牙泉较近,另一方面在下游注水抬高水位可以减少泉水的排泄,当然注水量不一定全部补给月牙泉域。

治理月牙泉可以从两方面入手,一是补源或节源,如直接注水入渗,引哈济党增加上游河流来水量补给,减少下游开采量,控制区域地下水位下降等。而这些措施在目前实施都存在困难和不足。二是通过对地下水流速、流向的测定,查明泉湖

小型水库除险加固工程地质勘探工作布置原则

王春华

(水利部河北水利水电勘测设计研究院, 天津 300250)

摘 要:近年我省加大了小型水库除险加固工程工作力度,今后相当一段时间小型水库除险加固仍将是水利工作重点。根据工作实践,从主要病险水库类型和地质条件及勘探方法,总结分析了小型水库病害勘探工作的布置原则。

关键词:小水库;除险加固;勘探

中图分类号:P64 P698.23

文献标识码:A

文章编号:1672-9900(2009)04-0037-02

1 小型病险库概况

我省小型水库共有992座,大部分是20世纪50~60年代兴建的。由于历史条件的限制,财力、物力不足,技术力量薄弱,工程建设程序不规范,边勘察、边设计、边施工的三边工程多,有的工程甚至没做工程地质勘察工作,就仓促上马。大部分工程由当地农民施工,工程质量参差不齐。普遍存在先天不足,后期管理又没有跟上,工程经过几十年的运行,年久失修,致使半数以上病害问题较为突出,除险加固已成为当务之急。

2 主要病险类型

2.1 防洪保坝标准偏低

设计保坝标准偏低,规范要求不达标,表现为溢洪道泄量不足,坝顶高程或安全超高不满足规范要求。

2.2 坝体稳定问题

坝坡淘刷、坝体断面不足,坝体抗滑稳定安全系数低。坝体裂缝及筑坝材料在坝体形成渗漏带、渗漏层等软弱部位,高水位运行时下游坝坡出现高点渗流溢出,坝体渗流不稳定。

2.3 坝基渗漏稳定问题

坝基砂卵石、基岩破碎带等强透水层没进行处理或处理

不彻底,导致蓄水后坝基渗漏严重。

2.4 溢洪道问题

边坡不稳,泄洪时易塌方阻水。过流断面软弱基础没衬砌,不能抵御水流冲刷。泄流断面不满足保坝要求。

3 勘探工作布置原则

3.1 收集资料

应加强收集原有勘察、设计、施工及运行监测资料,充分了解设计意图,弄清建筑物的工程特性。根据具体情况,以客观、务实、科学的态度对水库病险情况进行初步综合分析判断。

3.2 简化勘探

病险库勘探工作,应以查明病险部位、成因和产生原因等工程问题实质,评价其危害程度为原则。不应也没有必要对水库进行全面的工程地质与水文地质条件进行评价。一般小型水库除险加固工程勘察经费仅数万元,必须简化勘探工作。

3.3 勘探工作布置点位

(1)对于防洪标准偏低,采用开挖加宽溢洪道方案,须对溢洪道的工程地质条件进行勘探评价;

(2)采取大坝加高方案。坝基受力条件发生改变时,须对

[收稿日期]2009-04-15

[作者简介]王春华(1952-),男(汉族),河北玉田人,高级工程师,主要从事工程地质与水文地质工作,(Tel)022-26154911。

水流补径排条件和渗流场特征,对泉湖排泄的主要通道或径流带实施帷幕灌浆,减少泉水下泄水量,从而达到提高泉湖水位的目。

地下帷幕灌浆可以采用间隔式,主要目的是减少排泄,帷幕的高度可以根据泉湖水位来确定,如高程控制在1141m的历史水位附近。

4 结语

从地质历史出发,研究泉湖成因,切实采取科学、合理、可行的措施,是水文地质工作者责无旁贷的责任。通过泉湖渗流场特征和结构条件的深入研究,采取地下帷幕灌浆的措施,必将使泉湖恢复昔日风貌,展示西北神秘而独有的自然风情。

参考文献:

- [1]桑吉梅朵.保卫沙漠第一泉——甘肃敦煌月牙泉抢救纪实[J].生态经济,2005,(3).
- [2]岳峰,董霁红,温秀琴.敦煌市月牙泉景观衰退的原因及对策[J].水土保持研究,2007,12(2).
- [3]张明泉,曾正中,蔡红霞,等.敦煌月牙泉水环境退化与防治对策[J].兰州大学学报(自然科学版),2004,40(3):100-102.
- [4]蔡惠珍,程子俊.敦煌月牙泉的蓝藻类[J].西北师范大学学报(自然科学版),1990,(4).
- [5]丁宏伟,龚开诚.敦煌月牙泉水位持续下降原因及对策分析[J].水文地质工程地质,2004,(6).
- [6]贾贵义,程旭学.浅谈敦煌市环境地质及月牙泉治理[J].甘肃科技,2006,22(8).
- [7]杨俊仓,张川.月牙泉渗流场数学模型及治理方案研究[J].西北水资源与水工程,2003,14(3).
- [8]竟成.月牙泉千年不掩之迷[J].水利天地,1996,(6).