

敦煌市月牙泉景观衰退的原因及对策

岳 峰,董霁红,温秀琴

(中国矿业大学环境与测绘学院,江苏 徐州 221008)

**摘 要:** 鸣沙山月牙泉是世界上罕见的沙漠景观。近年来,月牙泉水位不断下降,呈现干涸趋势。通过实地考察和数据资料的比较分析研究,得到月牙泉水位下降的原因:自然因素(新构造运动、水面蒸发、全球变暖、风沙淤积)和人为因素(水利工程建设、地下水的开采利用、旅游业的兴起),并对此提出措施:治标(灌坑式重点渗水工程、重点地段重点配水、渗补工程、党河旧河床远补措施、节水性灌溉措施)和治本(合理开发利用党河流域水资源、祁连山雪山融水、“引哈济党”,解决区域用水水源问题)。  
**关键词:** 地下水; 泉湖水位; 标本兼治; 敦煌  
**中图分类号:** P332.3; X171.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1005-3409(2007)02-0200-03

The Decadent Reason and Countermeasure of  
Crescent Moon Spring View of Dunhuang City

YUE Feng, DONG Jing-hong, WEN Xi-qin  
(College of Environment and Spatial Informatics, China University of  
Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China)

**Abstract:** The Sing Sand Mountain and Crescent Moon Spring is a rare desert view in the world. In recent years, the Crescent Moon Spring descends continuously, presenting the dried up trend. Through on-the-spot investigation and the comparison analysis research of the data, the decadent reason of Crescent Moon Spring is as follows. Natural factor (neotectonic movement, surface evaporation, global warming, the sandstorm silt-up) and artificial factor (hydraulic engineering construction, groundwater exploitation and use, the rising of the tourism industry). The countermeasures are put forward as follows. Infusing the pit infiltration water engineering, allocating water to the point district, infiltration to repair the old river bed engineering of the Pong River, the water-saving irrigation measure, and the reasonable use of the Pong River's water resources, and snow-melting water of Qilian Mountain, diverting the Ha River to Pong River, resolving the water resource problem of the district.  
**Key words:** groundwater; Spring Lake water level; Dunhuang

月牙泉位于甘肃省敦煌市境内,它是构成敦煌市两大旅游资源(另一处为莫高窟壁画艺术)的一个重要组成部分,因其独特的自然景观,即沙泉共处的湖光山色而享誉中国,闻名世界。然而,随着当地社会进步和经济发展,月牙泉湖水位近几十年来发生了急剧的下降(见表 1),徘徊于枯竭的边缘。如不采取有效的研究和治理措施,这一自然遗产将会逐渐消失。

表 1 泉湖数据变化对照表

测量时间	北弧长/m	南弧长/m	最大宽度/m	最大水深/m	水域面积/m <sup>2</sup>
1960	360	350	50	7.5	14880
1980	330	320	41	2.5	6540
1982	270	260	40	2.3	5830
1997	240	223	33	1.6	5380

1 月牙泉形成的水文及地质条件

1.1 泉域的地形地貌与地理位置

从区域上来看,月牙泉外围地区总的地形特点是南高北低,南部为绵延起伏的鸣沙山,北部属低缓平坦的冲积、湖积

平原,东西部分布有西水沟与党河洪流所形成的冲洪积扇,月牙泉正处于东西两个洪积扇之间的扇间洼地中(见图 1)<sup>[1]</sup>。

鸣沙山,属低山丘陵风积地形,沙山起伏的高低主要受下部地形即基岩面的控制,其形态有古地形的痕迹,又有现代风沙地貌的特征,在山前地带多有新月形沙梁的展布。

月牙泉位于南北两沙山的中间洼地的北部。在月牙泉的南岸分布有 50~70 m,长约 300 m 的湖岸阶地,阶面高出湖水面约 11 m。

1.2 泉域的外部环境

区内气候干燥,降水量少,多年平均降水量仅 39.1 mm,而蒸发量高达 2 400 多 mm,这种降水量严重不足,蒸发量激起强烈的气候条件,首先决定了本区泉水和区域地下水靠大气降水补给受到限制。从水文条件来看,党河是敦煌盆地惟一的河流,1975 年党河水库修建后,河水全部被截入库,从此,造成水库下游断流,河床长年干涸。在区内大气降水严重不足的情况下,再加上水库截水断流,这就从根本上改变了区内

\* 收稿日期: 2005-09-16  
基金项目: 中国矿业大学大学生科研训练项目(040702) 资金资助  
作者简介: 岳峰(1985-),男,山西晋城人,本科在读; 通讯作者: 董霁红(1967-),女,山西芮城人,日本筑波大学环境科学硕士,讲师,主要从事景观生态及土地利用研究。

地表水和地下水的自然流态特征和补、排关系。水库的修建对盆地地下水的补给所产生的影响无疑是极其不利的。

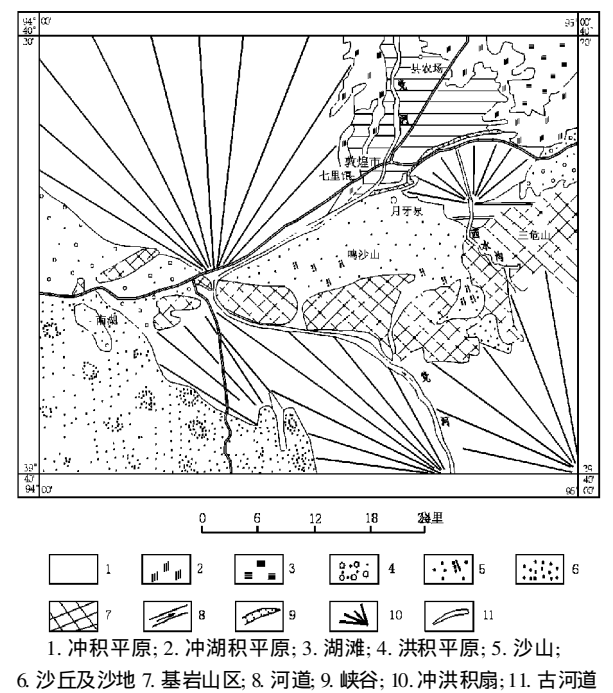


图1 鸣沙山月牙泉外围地区地貌

1.3 泉域的内部结构

第四纪以来,由于敦煌盆地不断沉降,因此,在盆地内沉积了厚达数百米的第四系松散堆积物,在地貌上构成了党河与西水沟两个规模较大的冲洪积扇。根据资料表明,盆地内第四系厚度一般都大于300 m,且沉积物多以砾石、砂砾石为主,在洪积扇的边缘的带,沉积物的颗粒逐渐变细,并形成了砂砾石,含砂砾层夹黏土的沉积特征。

总的来看,泉域及外围平原地区,由于第四系沉积物厚度大、结构松散、具有良好的地下水贮存空间,由于缺乏稳定的隔水层,均不具备承压水的形成条件。

1.4 地下水域泉水位的动态特征

根据已有的资料,月牙泉自60年代以来,水位多年的动态呈现出单边向下,持续走低的变化趋势,到1998年为止,湖水水位总降幅达11.0 m,与区域地下水的降幅一致(见图2)<sup>[2]</sup>。

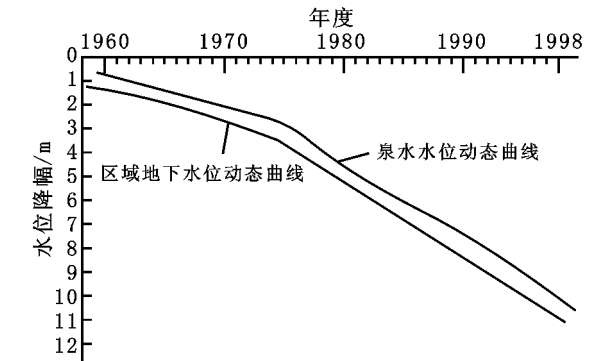


图2 月牙泉水位及敦煌城区地下水水位多年动态变化曲线图

可以看出,泉水与区域地下水的水位动态变化是一致的。即在多年动态方面总降幅一致,在年内变化特征上相同。

1.5 泉水的补给

由于本区降水量极少,蒸发强烈,加之范围小,地下水埋藏

一般较深,故降水对泉域的下水基本上没多大补给作用。由于泉域地质结构所决定,故也不存在基岩裂隙水的补给问题。

我们从上述泉域及外围地区的地质结构、水动态特征等方面可以看出,月牙泉下部地层与西北部冲洪积平原区的沉积物是同一时期不同环境下形成的产物。其间不存在隔水屏障。在水文地质方面,泉域地下水与区域地下水也明显相关,充分说明了两者是一个含水体系。有资料分析,我们认为,西北部(包括西南部)地下潜水的侧向流入是月牙泉泉水的主要补给来源。

1.6 小结

综上,我们可以得到,月牙泉既不是承压水形成的自流泉,也不是断层泉或基岩裂隙水、沙漠区地下水形成的溢出泉,比较准确的认识,月牙泉应属于洼地地形条件下地下水溢出形成的地表水体。

2 月牙泉水位下降的原因分析

2.1 自然因素对月牙泉水位的影响

2.1.1 新构造运动对月牙泉水位的影响

第四纪较老地层的不断抬高、河流的改道以及河床下切等现象均表明区内新构造运动比较活跃。新构造运动的表现形式,有很多种,其中以升降运动为主。其运动的方式以南部山区上升,北部平原地区下降为主要特点。山前地带由于山区新构造运动上升的牵引作用,造成平原南部边缘地带抬升的迹象,这种抬升作用的结果是导致山前原有的地形和沉积物抬高和河流下切。区域水位由于受其自身重力作用向下产生回落。

月牙泉所处的地理位置正好在山前地带,故新构造运动必然对其水位有所影响,但是这种影响是人们所难以察觉的,是很缓慢的,所以也不会造成水位在短期内的急剧下降。

2.1.2 干旱和强烈蒸发对月牙泉水位的影响

整个敦煌地区的年蒸发量都很大,蒸发量是降水量的几十倍(见图3)。

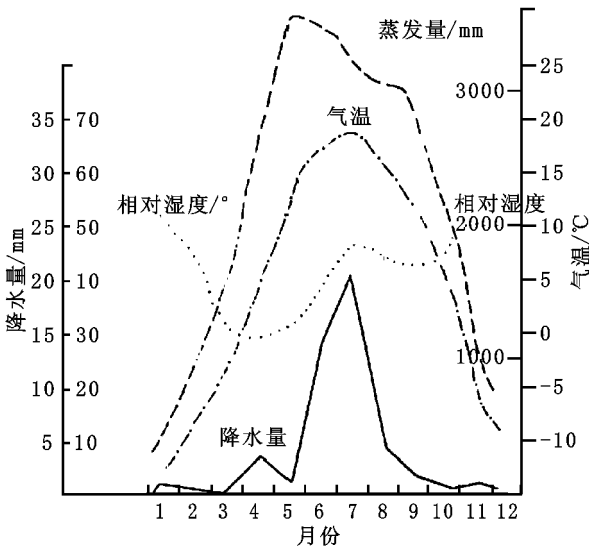


图3 敦煌气象站多年月平均气象要素图

月牙泉地下水的补给来源主要是西部党河的地下水。这也就是说,如果泉域地下水位能够一直保持一定的高度的话,那么干旱和水面蒸发对湖水水位的影响也是微乎其微的。故从总体看来,水面蒸发对水位下降有影响但是其程度也是很小的。在现有的地质结构条件下,如果能够使泉域地下水位保持一定高度的话,干旱和蒸发也不可能导致湖水水

位的急剧下降。

2.1.3 全球变暖

随着人类的进步和工业化的进程,人们对大自然的改造程度越来越高,但相伴随地也产生了一些污染。全球变暖就是其中的一个方面。这样就造成祁连山雪线上升,冰川萎缩,融水、来水减少,使月牙泉成为全敦煌干旱加剧的典型表征之一,也进一步地增加了蒸发量,加大了蒸发对月牙泉水位的影响程度。

2.1.4 风沙淤积对月牙泉水位的影响

敦煌地区有“世界风库”的称号。它的气候特点是:气候干旱,风大沙多。这样一来,在大风刮起,风沙飞扬时,必定会有少量的沙尘进入水体中,日积月累,湖底就产生了淤积。因此湖水水位就会变浅,并导致蒸发增强,湖水相对深度变小。因此,风沙淤积对月牙泉水位也有一定的影响。

总体地看,以上四种自然因素都在一定程度上导致了月牙泉水位的下降,但是它们的影响程度可以说都是很微小的,很难引起泉湖水位在短期内的大幅度下降。

2.2 人为因素对月牙泉水位的影响

首先,人为因素是导致月牙泉水位及区域地下水位下降的最直接的原因。从月牙泉水的补给条件来看,该泉是以西北部党河的地下水为主要的补给来源的。通过分析研究,我们可以得出结论:月牙泉水位的下降主要是由其区域地下水(党河)水位的变化引起的,而区域地下水水位的下降又是与水利工程建设和对地下水的不合理开采等是分不开的,而这些工程和开采又与人类的活动紧密地联系在了一起,最终,是人的活动导致了月牙泉水位的下降。

2.2.1 水利工程建设对区域地下水及月牙泉水位的影响

很长一段时期以来,区内基本没有什么大型水利工程的建造,地下水在自然状态下发生着补给、径流和排泄的过程。特别是党河在祁连山大量冰雪融水和降雨的补给条件下,其河床常年流水不断,因而为本地的区域地下水提供了丰富的补给源。其区域水位普遍提高,这种高水位的地下水,为月牙泉水位的保持提供了条件。这也正是月牙泉在极端干旱的条件下数千年不干涸的秘密所在。但是近几十年来,由于各种水利工程的建设,已经使当地的区域水位及泉湖水位有了较大幅度的下降。水利工程建设中有较大影响的有两个方面:

(1)建库截流对地下水及泉湖水位的影响。当党河水库建成蓄水后,党河河水就全部被截入库,水库下游河床从此处于断流干涸的状态。河水的断流使地下水自然状态下的补给条件发生了巨大的改变,造成总补给量的减少,以致区域水位的下降,进一步对月牙泉的水位产生了影响。

(2)渠道的修建及渠道衬砌率和衬砌质量的提高对区域地下水及泉湖水位的影响。渠道的数量正在增加,渠水的利用率在逐步提高,而渠道的渗漏量则正在减少,加上地表蒸发和潜水面上部包气带水的吸收所造成的损失,真正入渗对地下水所能产生的补给量很少。这也是影响区域地下水及泉湖水位下降的一个重要原因。

2.2.2 人们对地下水的不合理开采利用对区域地下水及泉湖水位的影响

在五十年代,敦煌市的经济还比较落后,人口及耕地面积都比较少,人民生活水平比较低,因而农业总的需水量不大,地下水基本能够满足当地对水资源的需求。然而,随着工业化的进程和经济的迅猛发展,以及人口的增长和种植面积的不断扩大,各方面对水的需求量也在不断地增加。这样一来,人们对地下水的利用量就远大于其被补给的量。地

下水总补给量的减少,开采利用量的增加,造成区域地下水位的大幅度下降,进而导致泉水补给量的减少和泉湖水位的大幅度下降。

2.2.3 旅游观光对泉湖水位的影响

从前,月牙泉仅作为一种自然遗产,具有其自然和生态价值。同样,伴随着经济的发展,当地政府和一些商人把他们的目光投向了月牙泉,因为它可以带动当地的经济的发展。目前,月牙泉已成为甘肃省的旅游胜地,是我国西部对外开放的一个重要窗口。

自我国对外开放以来,前往鸣沙山月牙泉旅游观光的中外人士与日俱增,1993年即达 $45\times 10^4$ 人次,其中外宾 $4\times 10^4$ 多人次。2002年,旅游企业接待境内外游客 $58\times 10^4$ 人次,比1997年增长14.4%,平均增长2.7%,其中接待境外游客 $6.5\times 10^4$ ,平均增长13.8%。膨胀的旅游人数已远远超出了景观的承载力、恢复力。

2.3 小结

总体看来,党河水库的修建,渠道渗漏量的减少,地下水开采量的增加以及当地旅游业的发展是导致地下水补、排失衡和区域地下水位下降的根本原因。区域地下水位的下降又必然导致月牙泉水位的下降。因此,人为因素是导致月牙泉水位下降最直接也是最根本的原因。

3 月牙泉的综合治理

3.1 五项重点工程措施

3.1.1 灌坑式重点渗水工程

在已经实施渗补工程的月牙泉大西山西后槽——即“赵家湾”,同时也应在月牙泉前山北坡后的“闫家湾”,实施灌坑式重点渗水工程。应常年不断地全天候地渗水补救。扩大渗水坑面,建设水面、农家杏园、菜畦与灌木林一体化的休闲式度假村,让渗水水方费用支出与接待收入相互互补,获取一举三得(即渗水、生态绿化、休闲娱乐)之功效。

3.1.2 重点地段重点配水措施

为了从根本上解决月牙泉地区小范围地域地下水的减少、枯竭、流逝,应对月牙泉村自西向东(西高东低,落差7~10 m)的三个湾——赵回子湾、赵家湾、闫家湾(前山以西的三个湾)的现有耕地绿地,实行用水优惠政策,轮回式给耕地多次配水,达到常年保湿、保绿、保下渗的根本目的。因为,在小范围地区多配几个水,并不是十分困难的事。重点地段重点配水,对涵养世界上独一无二的月牙泉十分必要。

3.1.3 渗补工程

对现在月牙泉风景区进入大门后的小泉湾绿地,应减除高树栽植,留开东风道;并重点增加配水,让其下渗,使它起到渗补、阻截月牙泉水向外渗漏、流逝、减少的作用。对月牙泉小范围地域实施“西北渗补,东部渗截”的渗补工程,是治表的重点工程,不可中断,不可有丝毫的拖延。

3.1.4 党河旧河床远补措施

实施党河旧河床远补措施。在每年秋季洪水与冬水季节,实行渗补;应在习滩村水、蓄水渗补坝。中留闸门,在秋洪、冬灌时,依水情从党河水库放水蓄水,冬天可以蓄冰,作为远渗月牙泉、渗城市用水、湿润敦煌城区的长远之计。

3.1.5 节水性灌溉措施

对敦煌三角绿洲其余广大的农田耕地面积,实行快灌、浅灌等节水性灌溉措施,对绿洲境内公路沿线的树木定期配水,做到重点配水和照顾全面结合,重点治理和综合治理结合,实现敦煌绿洲的“点、线、面”的全面绿化与美化。

将基本点气候要素天然值减去实测值,其差值即为项目实施后对局地气候影响的变化部分。

4.3 比值法

所谓比值法,就是假定大范围气候变化所引起气候要素在项目实施前、后的比值不变,于是就可以利用参证点前、后气候要素的平均比值推算出相应时期项目实施对气候要素的影响量。一般来说,对于较易受地形、地貌影响的气候要素,如降水量、湿度、风速等,采用该方法进行分析评价的效果比较好。其气候影响增量的计算公式为:

$$\Delta R = R - \frac{X}{X_0} R_0 \tag{3}$$

若将上式左右两侧同时除以  $R_0$ ,即得到气候要素影响量的百分率公式:

$$K(\%) = \left( \frac{R}{R_0} - \frac{X}{X_0} \right) \times 100 \tag{4}$$

式中:  $\Delta R$ ——基本点气候影响增量;  $R_0$  和  $R$ ——基本点在项目实施前、后的气候要素值;  $X_0$  和  $X$ ——参证点在项目实施前、后(与  $R_0$ 、 $R$  同步序列)的气候要素值;  $K$ ——项目实施后所引起气候要素的净增百分率。

参考文献:

[1] H·多贝施. 水库对气候的影响[ A]. 大型水利工程环境影响译文集[ C]. 长江水源保护局科研所编译, 1981.

[2] 杨庆安, 等. 黄河三门峡水量枢纽运行与研究[ M]. 郑州: 河南人民出版社, 1995.

[3] 康玲玲, 王云璋, 刘雪, 等. 水土保持措施对土壤化学特性的影响[ J]. 水土保持通报, 2003, 23( 1): 46– 48.

[4] 王云璋, 常玮, 等. 黄土高原水土保持世行贷款项目局地气候变化初步分析[ J]. 中国水土保持, 2003, ( 1): 24– 25.

[5] 王云璋, 王昌高, 康玲玲. 水利水保工程措施实施对局地降水影响初析[ J]. 水土保持通报, 2004, 24( 4): 6– 9.

[6] 黄土高原水土保持世界银行贷款项目办公室. 黄土高原水土保持世界银行贷款项目可行性研究[ M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1997.

[7] 姚文艺, 李占斌, 康玲玲. 黄土高原土壤侵蚀治理的生态环境效应[ M]. 北京: 科学出版社, 2005.

[8] 毛文永. 生态环境影响评价概论[ M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.

(上接第 202 页)

3.2 解决区域用水水源问题

对敦煌地区已经形成多年的井灌问题要加以重点研究,逐渐停止井灌、严格禁止开荒,为全力解决敦煌地下水枯竭的问题,必须尽快展开“党河流域水资源合理开发利用与生态环境保护研究”工作的专题立项与具体实施,这是敦煌水资源问题的治本之举。那么,建议 开源节流,灌溉绿洲。

参考文献:

[1] 董霁红, 卞正富. 敦煌市鸣沙山月牙泉自然遗产保全的研究[ J]. 自然资源学报, 2004, 19( 5): 561– 567.

[2] 地质矿产部兰州水文地质工程地质中心. 甘肃省敦煌市月牙泉成因及地质环境恶化综合治理勘察报告[ R]. 1998.

[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] 刘锋. 中国西部旅游发展战略研究[ M]. 北京: 中国旅游出版社, 2001.

[5] 朱震达. 中国沙漠 沙漠化 荒漠化及其治理的对策[ M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999.

[6] 中国科学院沙漠研究所. 有关鸣沙山发声的研究结果报告[ R]. 2000.

[7] 尹承怀. 地下水资源管理[ M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.

[8] 敦煌县志[ Z]. 清道光辛卯年( 1831 年).

[9] 国家统计局. 中国统计年鉴 2001, 2002[ Z]. 北京: 中国统计出版社, 2002.

[10] 敦煌市人民政府工作报告 2002, 城市发展规划[ EB/ OL]. <http://www.dunhuang.gov.cn>.

[11] 朱铁臻. 建设现代化城市与保护文化遗产[ EB/ OL]. 2004. <http://www.cas.cn/html/Dir/2004/09/06/5031.htm>.

[12] 邬建国. 景观生态学—格局、过程、尺度与等级[ M]. 北京: 高等教育出版社, 2000. 218– 221.

[13] 云桂春. 水资源管理的新战略: 人工地下水回灌[ M]. 中国建筑工程工业出版社, 2004.

[14] 任志远, 张艳芳, 等. 土地利用变化与生态安全评价[ M]. 北京: 科学出版社, 2003. 153– 154.

[15] 中国国土经济学研究会环境与发展专业委员审定( 1999 年 3 月) 中国生态旅游指南—人与自然[ M]. 经济日报出版社, 1999.

4 结 语

(1) 本文就三门峡水库高水位运用期和黄土高原水土保持世行贷款项目实施后的气候效应进行了统计分析, 所得结论与有关文献的研究成果大体接近, 而且简述了气候效应评价工作中所 3 种常用的计算方法, 对于开展气候效应评价工作具有一定参考价值。

(2) 水利水保工程气候效应评价是一项十分有意义的工作, 它不但有益于指导已建工程及邻近地区的农、林、牧、渔业生产及编制发展规划的工作, 而且对于进一步研究生态平衡和给拟建工程制定避害兴利对策, 提供了重要依据。

(3) 水利水保工程实施后的气候效应, 与工程本身的实施时间及运行情况密切相关。因此, 本文的结论具有一定的阶段性。

(4) 局地气候变化是由多因素综合影响的结果, 如何消除其他因素的影响, 揭示水利水保工程的影响, 目前尚缺少科学有效的方法。本文所介绍、采用的方法虽然直观、便于操作, 但仍很粗糙, 有待于进一步改进。