

民勤盆地水资源环境与可持续发展

李智佩^{1,2}, 岳乐平², 薛祥煦², 田春声³, 卢峰¹

(1. 西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054; 2. 西北大学 地质学系,
陕西 西安 710069; 3. 长安大学 环境科学与工程学院, 陕西 西安 710054)

[摘要] 甘肃石羊河流域下游的民勤盆地土地荒漠化的发展, 备受世人注目。为了使民勤盆地社会经济与环境均能够达到可持续发展的目的, 通过民勤盆地水资源利用及其产生的环境效应的研究, 划分了水资源利用与环境变迁的阶段。结果表明, 人口膨胀、大面积开荒等导致的大规模、无节制地开采地下水, 造成地下水水位下降、水质恶化, 是30多年来民勤盆地土壤盐碱化、沙漠化迅速发展主要原因。在此基础上, 提出了民勤盆地可持续发展战略的原则、环境发展战略和水资源利用战略。

[关键词] 民勤盆地; 水资源; 环境变迁; 可持续发展战略

[中图分类号] X37; P641 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2005)03-0095-05

[作者简介] 李智佩(1962—), 男, 陕西西安人, 研究员, 西北大学博士研究生, 从事环境地质研究。

民勤县位于甘肃省河西走廊东段石羊河流域下游, 总面积16 016 km², 分别与武威市、阿拉善左旗、阿拉善右旗和金昌接壤, 总人口约30.49万, 农业人口占90%以上。

民勤有灿烂的历史文化, 早在2800多年前, 这里就创造了举世闻名的“沙井文化”。西汉武帝元狩二年(公元前121年), 大将霍去病率兵西征, 安定河西。此后, 历朝在这里建郡置县, 移民开发农业。明清两代, 人文蔚起, 科举取士甲于河西, 文人墨客风流莼上, 享有“人在长城之外, 文居诸夏之先”的美誉。1892年, 因民风“人勇知义, 俗朴风醇”, 故名民勤^[1]。公元6世纪末以前, 石羊河下游分为两支, 东支尾间湖被称为“东海”, 西支尾间湖被称为“西海”。之后, 随着地壳的差异运动, 西海湖床抬升较快, 西海逐渐消失, 古石羊河便全部流入东海。明清之际, 东海也逐渐消失^[1]。解放后, 古“东海”所在的地区被习惯上称为“湖区”。

地质上, 民勤盆地是以沙漠、戈壁和剥蚀山地为主的荒漠区。民勤县所拥有的绿洲仅分布在石羊河下游由冲积和洪积物组成的冲积扇上, 呈一个狭长的带状区域。该区年降雨量仅200 mm, 而蒸发量>2 400 mm, 属典型温带荒漠气候。由于气候

极端干旱, 植物种类贫乏、分布稀疏, 自然灾害尤其是风沙灾害频繁, 自然生态环境脆弱。

数千年来, 石羊河流域的人民依靠着南部祁连山山区的降雨、冰川融水和盆地内极少量的降雨作为世代生存的主要水资源。据统计, 石羊河流域多年平均水资源量 $17.06 \times 10^8 \text{ m}^3$, 其中, 山区河川径流量 $15.73 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[2]。石羊河支流黄羊河、杂木河、金塔河、西营河及东大河等河水在流出山口后经上游引灌及河床渗漏, 变为潜流至中游呈泉水涌出并汇流成河, 进而流入民勤盆地。

50多年来, 石羊河流域人口迅速增加。全流域总人口1953年为103.2万, 1964年109.8万, 1982年164.6万, 1988年197.3万, 1998年底达到210万人, 增长率达103%。但是, 民勤县的人口增长相对较慢。1953年民勤县有人口22万, 1990年增至26万; 至2000年增至30.49万, 增长率为38.6%, 相对全流域的人口增长要低许多。人口增加, 尤其是中上游地区的人口增加造成水资源的超强度开发利用, 石羊河流域产生了严重地水资源供需矛盾和生态恶化等问题。其中, 受害最为严重的是下游民勤盆地。由于上游盆地工农业用水大量增加, 流入民勤盆地的水资源日益减少。由20世纪50年代的 $5.42 \times 10^8 \text{ m}^3$, 减少到2001年的 $0.73 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。下游地区为了维持工农业生产和生活, 被迫大量开采地下水, 致使地下水位持续下降, 水质恶化,

[收稿日期] 2004-08-26

[基金项目] 中国地质调查局地质调查项目(200112300004)

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

绿洲衰退,土地沙化、盐渍化不断发展。

据统计,民勤县目前有各种荒漠化土地面积 5 537.09 km²。其中,沙质荒漠化土地面积 2 122.12 km²,盐渍化土地面积 3 414.97 km²;盐渍化和沙漠化同时发育的土地面积 1 721.29 km²;非荒漠化土地面积仅有 209.65 km²。伴随着迅速发展的沙质荒漠化和盐渍化土地,荒漠化程度也不断加强。有关资料表明,该县流动沙丘地由 1977 年的 4 364.65 km²,发展到 1998 年的 4 458.31 km²,22 年增加了 21%^[3]。由于得不到上游淡水,下游湖区继续开采矿化度较高的地下水进行灌溉,造成土地盐渍化不断加重。至 1993 年,因盐渍化弃耕的土地为 1977 年耕地面积的 26.5%^[4]。目前,民勤盆地因荒漠化已有约 10 000 hm² 农田弃耕,12 万人、16 万头牲畜饮水困难。湖区人民生活日益贫困,水资源危机严重,许多村民不得不举家外迁。

1 水资源利用与环境变迁

造成民勤盆地荒漠化迅速发展原因除自然因素之外,更重要的是人为因素。自然因素对研究区荒漠化的影响,主要表现在降雨量和石羊河流域水资源总量的变化上。其中,该地区水资源的利用与环境变迁是最好的证明。综合研究该区水资源利用与环境演变,大体经历了初级利用、地表水过度利用和大规模开发地下水等 3 个阶段。随着不同阶段对水资源的利用方式、用量的不同,对环境影响便不同。

1.1 初级利用阶段

20 世纪 60 年代以前,民勤盆地风景优美,湖区分布着大量的天然胡杨林、灌木和少量湖泊。人们临水而居,依靠自雍正年间以来建立的渠岔沟“等级分明、灌溉章程俨然”,每年有约 5.47×10^8 m³ 的水资源^[6] 供给世代相传地生产和生活着。尽管遭遇各种旱涝灾害,但是,仍然维持着天然绿洲与人类灌溉土地相辅相成的生态环境体系。这个时期,是以地表水资源的粗放式利用为主,修筑的水利设施对环境的影响不大,汛期洪水及尚未利用的地表径流还能补给盆地地下水和湖泊。

1.2 地表水过度利用阶段

20 世纪 60 年代,随着一批水利工程的修建,包括红崖山水库的建成,标志着石羊河流域水资源的利用进入到一个崭新的阶段。在民勤盆地内建立起了库渠网灌溉系统,包括红崖山、环河、昌宁等 3

个灌区。其中,红崖山灌区地处县境内中心地带,有效面积占全县的 93%。1964 年,红崖山水库建成并开始发挥效益,标志着该地区地表水基本上完全控制在人类活动之下。同时,由于上游地区也开始修建水库,人口的增加和工农业、城镇的发展,向民勤盆地输送的水资源开始逐渐减少。从 50 年代年均 5.42×10^8 m³ 下降到 60 年代的 4.55×10^8 m³^[9]。

这一时期,所有的地表水资源均被充分利用。同时,民勤县开始了中国最早、投入人力物力最大的治理沙化工程。1959 年,中科院治沙队设立了“民勤治沙综合试验站”。20 世纪 60 年代进行了飞播造林种草,播种植物有沙蒿、白刺、马蔺、苦豆子、猪毛菜、柽柳、芨芨草等,栽种梭梭、沙枣、柽柳、沙拐枣等,使大片流动沙丘得到固定,风沙危害减弱。

尽管当时绝大部分地表水资源得到了充分甚至是过度的利用,尽管农业灌溉的方式依然是粗放式的大水漫灌,但是,由于从石羊河上游通过红崖山水库的水资源总量基本上能满足农业灌溉和治理沙漠等的需求,客观上使民勤盆地的沙质荒漠化得到一定的控制,生态环境有所改善。

1.3 大规模开发地下水阶段

20 世纪 60 年代末期开始显现的地表水资源逐渐趋于紧张的形势,到 70 年代早中期更为突出,以致成为民勤工农业发展的重大障碍。一方面,1972~1974 年的上游来水量下降到 $(3.14 \sim 3.44) \times 10^8$ m³,70 年代末^[6] 又下降到 $(2.38 \sim 2.75) \times 10^8$ m³,60 年代建立起的灌溉系统没有了足够的水资源,须寻找新的水源地;另一方面,人口压力的增加导致大面积开荒,使水资源的短缺雪上加霜。由此开始了全灌区的地下水大规模开采,而且一直持续到现在,也没有得到有效地控制。

据统计,1977~1993 年全县共开荒 2.25×10^4 hm²,占 1993 年耕地的 21.7%。20 世纪 70 年代开始的抽取地下水,从当时仅有少量浅井发展到 1998 年全县保有机井 7 392 眼,另外还有约 6 000 眼因各种原因废弃。1984 年全区提取地下水量达 5.09×10^8 m³,是当年石羊河径流量 2.11×10^4 hm² 的 2.4 倍^[9]!2001 年,上游补给的地表水 $< 1.0 \times 10^8$ m³,下游地区同样在大量抽取地下水以维持生产。

70 年代以后,同其他许多内陆河流域一样,上游地区用水量增加导致灌区不断向上游移动^[7],造成民勤盆地水资源补给量的持续下降,同时无节制地开采地下水用于灌溉,一方面使盆地地下水水位

每年下降 0.5~1.0 m;到 2000 年,下游湖区的地下水水位已下降到 30~60 m;另一方面,造成地下水水质急剧恶化。民勤县红沙梁以北地下水矿化度从原来不足 $1\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 上升到 $3\sim 18\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 以上,不但人不能饮用,甚至不能用于灌溉农作物。因水资源严重不足,许多农民不得已长期以来用这些高矿化度的地下水灌溉,导致大面积的土壤盐碱化。

这一时期,由于地下水位持续下降、矿化度升高,造成天然荒漠植被(怪柳、沙枣等)和 60 年代人工种植的防风固沙植被逐渐死亡,土地沙质荒漠化重新加剧。沙质荒漠化土地由 70 年代末的 $14.89\times 10^4\text{ hm}^2$ 增加到 90 年代末的 $15.26\times 10^4\text{ hm}^2$,年均增加 172 hm^2 。由于长期不合理地灌溉及用矿化度高的劣质地下水灌溉,造成大面积的土地盐渍化。1977~1993 年因盐渍化弃耕约 288 hm^2 ;到 1998 年,各类盐渍化土地已达 $1\,949\text{ hm}^2$ ^[3]。在人口不断增加的压力下,许多地方受经济利益驱动,到处开发“闯田^①”,不仅破坏了地表原有植被和土壤结构,而且使盐渍化和沙化土地面积迅速扩大,严重破坏了生态环境。

总之,数十年来,民勤盆地的水资源利用与环境变迁启示人们,任何地区尤其是内陆干旱地区的社会经济发展,必须与当时水资源的可利用量、技术发展水平相适应。否则,短时期的社会和经济效益,会被长期的生存环境破坏所淹没。水资源的过度开发或不合理开发,必然会导致地区矛盾加剧,“寅吃卯粮”导致子孙后代的生存环境危机。因此,要实现区域经济的可持续发展,要制定科学合理地发展战略和水资源利用战略。

2 可持续发展战略

2.1 原则与思路

基于对民勤盆地水资源利用与环境的变迁研究,笔者特提出可持续发展战略的原则与思路。

2.1.1 环境优先原则

环境是人类赖以生存的空间资源。无论是古代文明,还是现代城市布局,均自觉不自觉地遵循着这个环境优先的规律。塔里木盆地周缘文化、环境考古及研究表明,人类文化的遗存都表现为以河

流流域为单位的空间布局规律^[6~7],无论是史前时期的文明如阿克苏地区喀拉玉尔滚、阿什库勒、罗布泊等^[6~9],还是历史时期的古城,如楼兰、米兰遗址等。在干旱地区,人类的生产和生活必须依赖于有限的水资源和由这些水资源所决定的生存环境。社会的发展,应以不破坏大自然赋予人类的环境为前提。任何对这个规律的忽视,都会导致严重后果。民勤绿洲地区土地荒漠化的迅速发展,成为当代社会发展中对环境问题重视不多的典型。

2.1.2 资源区域有限原则

首先,根据区域资源尤其是水资源的多寡制定社会发展规模及长远发展规划。西北内陆干旱地区,以石羊河流域、黑河流域、塔里木河流域等为代表的河流天然绿洲的缩小、荒漠化土地面积及程度的增加,均是 unlimited 开发利用地表水和地下水资源的结果。其次,根据不同地区水资源特点,优先发展节水工业,限制或禁止发展耗水工业。对于任何新建工矿企业,都须首先进行水资源与环境影响评价,建立相应的管理审批机关,以法律形式落实到社会每个角落。

2.1.3 人口总量控制原则

民勤绿洲地区荒漠化的发展,最根本的原因是人口问题。前已述及,石羊河流域人口 45 年间增加了 110%,尤其是上游人口的增加比民勤盆地人口增加的速度更快。人口的增加,不仅增加了社会需求,而且使人类对自然资源的需求成倍的增加。因此,在资源有限的区域,应从宏观上控制人口的总量、分布及其对环境的影响。同时,人口的增加也加强了人类对自然环境的影响力。石羊河流域中上游人口的增加,客观上使该流域的绿洲系统发生了重大变化,即中上游人工绿洲的缓慢扩大与下游地区天然(包括人工)绿洲的迅速缩小形成鲜明的对比。另外,在控制人口数量的同时,还须提高人口素质,以提高劳动者素质和资源的有效利用率。

2.1.4 科技优先原则

包括民勤盆地在内的内陆干旱地区,由于水资源的短缺,工农业发展受到一定的限制。如果不考虑水资源总量、分布、转换规律及其环境效应,盲目发展导致绿洲搬家或资源掠夺式开采利用,就必然造成严重的环境地质灾害。因此,在上述原则的基础上,必须优先发展各种以节水为目的的科学技术,建立完善节水科技发明与应用推广机制,使水资源能够得到充分利用。

① 指在原本是固定沙丘地的地方开垦的耕地,种一二年后弃耕,使固定沙丘地活化重新成为流动沙丘地。

2.2 可持续发展战略

2.2.1 环境发展战略

这里之所以将环境发展战略放在首位,是因为环境尤其是良好地环境是地球上任何民族生存的最主要因素。当然,人们在一定的范围内,以适应环境为主、改造环境为辅来制定人类社会发展规划,才能得到持续的发展。

(1)在湖区及沙漠边缘重点生态环境保护区,实行重点保护和生态移民的政策。主要理由为:①该地区是民勤盆地最主要的荒漠化发展区,土地盐渍化和沙漠化严重,生态环境恶劣;②降雨稀少,地表无径流,地下水埋深最深处达 60 m,且矿化度高。该区目前大部分淡水资源依靠上游有限的调水、井电二期工程从黄河调水等,所调水资源几乎不能满足目前农业灌溉用水。因此,该区荒漠化治理仅靠封、围等措施难以见效,必须采取相应的人工方法(主要是种植草木和灌溉维护),这样就会造成治理成本过高;③鉴于该区许多地区已不能维持正常的农业生产,一些乡村的村民已经背井离乡,因此,建议根据该区地下水和上游将来能够供给的各种水资源的多少,制定出合理地人口与耕地分布,对于超负荷部分,政府应采取积极的生态移民办法,对该区的自然环境实施保护,在有条件时再治理。此外,本区中对绿洲地区威胁最大、与主要风向密切相关的局部地区,采取物理或化学措施^[10~11]使流沙固定,以减少该区风沙对绿洲内部的危害。

(2)盆地中游生态环境综合治理区,采取保护与治理并重的措施,开展重点综合治理工程,在有限的时间内,使环境得以改善。主要理由为:①该地区的荒漠化主要为风沙侵入型沙漠化和轻-中度的土地盐渍化,是最主要的民勤绿洲区,人口稠密,生态环境较好;②地质条件上,降雨稀少、地表无径流,地下水埋深中等,矿化度较低。该区大部分淡水资源依靠机井抽取地下水,上游调水量有限。目前,该绿洲区的大部分植被依靠人工灌溉维护,天然植被及 20 世纪 60 年代种植的防风固沙植被均已死亡。根据上述情况,建议该区在实行生态环境保护(主要是人工维持)的基础上,采取有限的退耕还林还草措施,加大科技投入,大力发展节水农业,使该区的地下水和上游供给的水资源不仅满足农业生产的需要,而且要保障每年都有一定的生态用水。逐步减少地下水的开采量,在一定时期内,使地下水的开采量与补给量达到平衡。在条件成熟

时,通过跨流域调水或洪水等补给地下水,从而使地下水水位上升到自然恢复植被的合理水位。

(3)人口稠密重点城镇环境治理区,实行综合治理与增加上游供水和地下水补给政策。主要理由为:由于人口稠密和城镇化,水资源的供需矛盾尤为突出。长期的地下水严重超采使地下水在县城附近形成降落漏斗。目前,该区降落漏斗还在扩大,地下水水位仍在以 $0.5 \sim 1 \text{ m} \cdot \text{a}^{-1}$ 的速度下降。因此,建议该地区应尽快严格限制地下水的开采,限制或取消水资源严重浪费企业,增加上游供水,使地下水得到一定的补给,逐渐使其补给量大于开采量,保障社会经济可持续发展。

2.2.2 水资源利用战略

目前,民勤盆地的环境恶化是与全流域人口压力过大、社会发展与资源不相适应,即最主要的是与水资源的不合理利用密不可分的。因此,为了民勤地区的环境可持续发展,必须制定水资源利用与环境保护发展战略。

(1)从全流域生态环境保护和经济发展并举的原则出发,根据地质、气象与气候等研究部门的科研成果,制定出长期、稳定的水资源合理分配方案,建立全流域水资源管理机构,并将水资源分配方案写入地方法规,严格执行。前已指出,石羊河流域水资源总量为 $17.06 \times 10^8 \text{ m}^3$,如果按照人均水资源量计算,为 $800 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$ 以上,在我国还是相对较高的地区。但由于流域上游地区几十年来人工绿洲的迅速发展及耕地面积的迅速扩大(全流域耕地面积由 $13.067 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 发展到 $18.2 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ^[12]),造成水资源的严重浪费。另一方面,河西走廊几十年贯彻的“商品粮基地”的思路,是导致石羊河流域人工绿洲迅速发展的重要原因。如果按照区域水资源量及其分布特征,将水资源量分成农业用水、工矿业用水、生态环境保护与建设用水、城镇生活用水以及机动性用水等进行统一规划,在保证最大限度节约用水的前提下,保证城镇生活用水、工矿业用水;控制以商品粮为生产目的的耕地面积,发展节水农业和特色农业;控制人工绿洲的扩大,优先保证天然绿洲地区水资源供给,逐步提高生态环境用水量。

(2)通过全面、先进的科学技术推广应用和限制甚至取消水资源浪费严重的工矿企业,将更多的水资源节约下来,用于改善环境。

(3)全面推广节水农牧业,实行粮、牧产量和生

态环境治理与水资源利用效益评价政策。彻底改善农牧业生产方式, 提高劳动者素质, 力争以较少的水资源换取更大的经济与环境效益。

笔者曾于 2002 年 7 月在民勤进行了实地考察, 深感当地土地荒漠化、草场退化的严重, 下游地区民众生活的艰辛, 也更为民勤县的未来担忧。令人欣慰的是, 甘肃省在最近的一次座谈会上, 提出了石羊河流域生态环境综合治理的方案。计划在 10 年内, 退耕还林(草) $6.667 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 高新技术节水灌溉面积 $6.667 \times 10^4 \text{ hm}^2$; 到 2010 年, 将基本遏制流域生态环境恶化的趋势。

[参 考 文 献]

[1] 民勤县志编纂委员会. 民勤县志[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1994.

[2] 陈梦熊, 马风山. 中国地下水资源与环境[M]. 北京: 地震出版社, 2002

[3] 安富博, 丁峰. 甘肃省民勤县土地荒漠化的发展趋势及其防

治[J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14(2): 41 ~ 47.

[4] 魏怀东, 高志海, 丁峰. 民勤县土地利用的空间变化分析[A]. 见: 王继和. 中国西北荒漠区持续农业与沙漠综合治理国际学术论文集[C]. 兰州: 兰州大学出版社, 1998. 166 ~ 172

[5] 常厚春. 民勤县水利志[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1994.

[6] 王炳华, 刘文锁, 肖小勇. 塔克拉玛干沙漠历史时期人类活动与环境变化的关系[J]. 干旱区研究, 1995, (增刊): 338 ~ 349.

[7] 易秀, 李侠. 西北地区土壤资源特征及其开发利用与保护[J]. 地球科学与环境学报, 2004, 26(4): 85 ~ 89.

[8] 樊自立. 塔克拉玛干沙漠中古代绿洲衰亡原因探讨[J]. 干旱区研究, 1995, (增刊): 308 ~ 317.

[9] 新疆社会科学院考古研究所. 新疆考古三十年[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1983.

[10] 黄小江, 吴州. 克里雅河上游地区新发现的两处石器地点[A]. 见: 新疆克里雅河及塔克拉玛干科学探险考察队. 克里雅河及塔克拉玛干科学探险考察报告[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.

[11] 朱震达. 治沙工程学[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998

[12] 朱俊风, 朱震达. 中国沙质荒漠化防治[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.

Water resource, environment and sustainable development of Minqin Basin

LI ZHI-pei^{1,2}, YUE Le-ping², XUE Xiang-xu², TIAN Chun-sheng³, LU Feng¹

(1 *Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, China;* 2 *Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China;* 3 *School of Environmental Sciences and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China*)

Abstract: Located in the lower reaches of Shiyanghe River in the eastern part of Hexi Corridor, Gansu Province, the rate of land desertification development in Minqin Basin has been paid many attentions. For the purpose of social economic and environment sustainable development, the use of water resource and the improvement of environment is discussed. The using of water resource and the evolution of environment in the basin may be divided into three stages. Since the late 1970s, massive and intemperate exploitation of groundwater in the whole irrigation district induced by population explosion and barren land reclaim are the main cause of high rate of soil salinization and sandy desertification. The principals of social and economic sustainable development and the strategies for environment developing and water resource usage are proposed on the basis of researches above.

Key words: Minqin County; water resources; environment changes; sustainable development strategy

[英文审定: 马致远]