

民勤盆地水资源可持续利用对策

——2000 年民勤水资源利用调查

李 忆 春, 陈 发 虎

(兰州大学资源环境学院, 兰州 甘肃 730000)

摘 要: 水资源短缺和生态环境恶化已成为民勤绿洲面临的严重问题。本文在分析民勤盆地水资源特点及开发利用中存在的问题的基础上, 本着水资源可持续利用的原则, 从加强水资源保护与管理, 发展节水农业生产体系, 以及开源调水和减少人口等方面, 提出了水资源可持续利用途径与措施。

关键词: 民勤盆地; 水资源; 可持续利用; 对策

中图分类号: P962

文献标识码: A

1 民勤盆地水资源概况及特点

民勤盆地位于河西走廊东端, 石羊河下游。本文着重研究民勤绿洲红崖山水库灌区, 包括民勤县 16 个乡镇, 总面积为 $1\,935.4\text{ km}^2$ 。1998 年总人口为 26.8 万人。本区属典型的温带大陆性极干旱气候, 干旱指数为 24, 也是我国最为干旱的地区之一。盆地多年平均降雨量约为 110.9 mm , 1980 年极端少雨, 降雨量仅为 17.9 mm 。由于本区特殊的地理位置, 太阳辐射十分强烈, 蒸发量多年平均值为 $2\,637.7\text{ mm}$ 。正因为如此, 境内不产生地表径流。故而民勤盆地可资利用的水资源主要有地表客水和地下水。

1.1 地表水

民勤境内唯一的地表水资源是发源于武威汇流入县境的内陆河—石羊河。其径流可以分为三部分: 第一部分为基本径流, 主要为上、中游灌区露头的泉水, 水量相对稳定; 第二部分为冬、春季余水, 是非灌溉季节中游灌区不易利用的泉水; 第三部分为洪水, 其水量随着中上游控制能力的加强而减少。以上径流汇集后流入民勤城西南红崖山水库。

本区径流受上游灌区人类生产活动的影响较大。灌溉期径流量很小, 非灌期却有较多水量。12 月到次年 4 月, 径流量为全年径流量的 50 % 以上。进入 90 年代上游来水年平均仅为 $1.6 \times 10^8\text{ m}^3$ 。

1.2 地下水

民勤绿洲红崖山灌区地下水主要赋存于: 300 m ~ 400 m 厚第三系上更新统、中更新统、下更新统的松散沉积物含水层系, 以及 200 m 以上厚度的第四纪全新统、中上更新的砂、砂砾含水层系中。绿洲地下水资源的天然补给来源有三: 一是地面灌溉水的渗漏补给; 二是降雨凝结水补给, 主要发生在地下水位 $< 5\text{ m}$ 的地方; 三为潜流补给。据粗略估计, 目前研究区补给量约为 $0.5 \times 10^8\text{ m}^3 \sim 0.6 \times 10^8\text{ m}^3$ 。根据甘肃省水文地质二队 1979 年资料, 民勤绿洲地下水储量为 $695 \times 10^8\text{ m}^3$, 包括深层水和浅层水, 中还包括部分咸水。已开采总量为 $165 \times 10^8\text{ m}^3$ 。据《民勤水管所水资源普查报告》, 绿洲浅层地下水可用于农业生产的淡水资源, 可开采总量为 $110 \times 10^8\text{ m}^3$ 。深层地下水开采成本太高, 目前有些人畜饮用与工业用水开采深层地下水。

2 开发利用现状及存在的主要问题

2.1 水资源开发利用现状

民勤县以绿洲农业为经济主体, 农业用水约占总用水量的 90 % 以上。为了保证农业生产, 解放以后民勤县进行了大规模的水利建设。首先改自然河道输水为人工渠道引水, 用水泥砌石修建节制分水闸。随后又建设跃进渠和干支渠, 至 1985 年干支渠

收稿日期: 2001-04-14; 改回日期: 2001-06-11。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(520-041012)与 BC 项目(兰州大学环学院与伦敦大学学院合作项目)资助。

作者简介: 李忆春(1970-): 女(汉族), 甘肃会宁人, 讲师。1994 年兰州大学地理科学系本科毕业, 1998 年中科院成都山地研究所毕业, 同年进入兰州大学资环学院任教, 2000 年考入兰州大学经管学院攻读博士学位。主要研究方向: 城市与区域经济研究。电话: 0931-8912382(宅), E-mail: yidil@lzu.edu.cn

©1994-2009 China Academic Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

总长为 898 km,灌系和布局已较为合理。

70 年代后期上游来水量减少,干群有了节水意识,开始大规模衬砌输水渠道。这些措施在一定程度上减少了输水过程中的损失。但是上游来水逐年减少(表 1),60 年代上游来水 $4.5\times 10^8\text{ m}^3$,而 90 年代降至 $1.6\times 10^8\text{ m}^3$ 。地表水 70 年代已经不能满足农业生产的需要,于是开采地下水便成为自然的选择。与地表水减少相对应的是地下水开采量的逐年增加,年均超采量为 $1.5\times 10^8\text{ m}^3$ 。1998 年本区用水总量为 $8.0\times 10^8\text{ m}^3$,其中地下水占 80 %以上。现累计超采地下水量为 $50\times 10^8\text{ m}^3$ 。大量超采导致地下水位下降,已经出现大面积的漏斗。

表 1 红崖山水库上游来水量各阶段变化
Table 1 The changes of water from upper reaches
in Hongyashan reservoir

年 代	40	50	60	70	80	90
上游来水量($\times 10^8\text{ m}^3$)	6.5	5.4	4.5	3.0	2.2	1.6

资料来源:民勤县水管所统计数据

2.2 存在的主要问题

1. 客水资源减少,井水灌溉造成土地盐渍化,沙漠化加剧。石羊河径流中基本径流与冬春余水占 80 %以上,50 a 来上游出山径流量总体上减少。入渗量的减少加之上游用水总量增加,使得这两项径流减少。1990 年研究区 16 个乡镇有效灌溉面积总计为 5.527 万 hm^2 ,1998 年本区有效灌溉面积为 5.42 万 hm^2 。为保证农业生产,当地农民不得不大量使用井水灌溉,从而引起盐分累积,造成土地盐渍化。又因为河水逐年减少,使得盐渍无法外排。这样大片土地因无法利用而荒弃,加剧了沙漠化的发展。据民勤县林业局统计,民勤绿洲 70%的固沙植被已经衰败;人工沙枣林和梭梭林有 60 %死亡并全部沙漠化;草原生态衰退也很严重,自 1960 年后本区草场面积年均减少 3.2 % (表 2)。

表 2 民勤灌区植被退化情况

Table 2 The Vegetation degration in the irigated Minqin regions

年代	固沙植被 (万 hm^2)	沙丘植被 覆盖率(%)	人工沙枣林和 梭梭林(万 hm^2)
50~60 年代	7.3	44	7.3
90 年代	2.2	15	5.0

资料来源:陶希东等.西北干旱区水资源利用与生态环境重建研究[J].干旱区研究,2001,(1):18~22

2. 地下水过量超采,地下水位持续下降,形成漏斗。80 年代以来由于农产品价位高,刺激农民投资

开荒扩大种植面积,造成地下水大规模超采。70 年代以前每年开采地下水量 $<1\times 10^8\text{ m}^3$,80 年代 $>4\times 10^8\text{ m}^3$,90 年代又增至 $5\times 10^8\text{ m}^3$ 。调查中发现湖区仍然有不少农民开荒种地或承包荒地,自己打井灌溉。过量开采地下水造成地下水位下降了 4 m ~ 17 m (表 3),形成总面积 1 000 km^8 大型下降漏斗。而水位下降使得大面积林草死亡,风沙灾害频繁,完整的民勤绿洲已被分割成坝区绿洲、泉山区绿洲和湖区绿洲,如进一步退化,荒漠将会取代绿洲。近年来灌区地下水漏斗面积不断扩大,下降速度逐年加快。据 1998 年《民勤水资源普查报告》,目前灌区各漏斗中心平均每年下降 1 m。

表 3 红崖山水库灌区地下水位变化情况
Table 3 The variations of ground water table
in the irrigated regions by Hongyashan reseroir

水 位	开采前 (m)	1998 年 (m)	80 年代静水位 下降(m/a)	90 年代静水位 下降(m/a)
最高水位	3	4	0.70(平均值)	1.0(平均值)
最低水位	11	17	—	—

资料来源:民勤县水管所《1998 年民勤水资源普查报告》

3. 地下水矿化度逐年提高,水质不断恶化。大量井水灌溉引起盐分浓缩,后随灌溉水再次入渗;加之上游河水带来的盐分下渗,造成浅层地下水矿化度不断提高。据统计石羊河每年带入本区的盐分约为 19 万 t,近些年来水量减少,无径流外泄,盐分大多沉淀在盆地内。地表咸水入渗已使 60 m 深的水井因为矿化度超标而废弃不用。农业灌溉与饮用地下水不断向更深层发展,90 年代开始开采 300 m 的深层地下水。这样深、浅层混合开采,长期下去又可能导致深层地下水的污染。地下水位下降,使各种有害物质高度浓缩。湖区人口长期饮用高氟地下水,损害了牙齿健康。部分地区地下水矿化度已经超过农田水质灌溉标准,造成农作物死苗、减产。尤其是湖区因为死苗严重,近年来小麦和瓜类种植面积大幅下降。

4. 水资源管理薄弱,节水意识差。民勤县水资源由水管所、供电局等多部门分散管理,使水资源不能有效地进行统一规划、开发和利用,县城、坝区和湖区等各地区间用水差异很大。盆地边缘的沙窝地远离村庄,管理松散,当地农民开荒打井灌溉。另外,水费交纳依据灌溉面积的多少和用电量来计算,放水过程中难以控制水量。水资源有效利用率低,目前仍沿用落后的灌溉方式与灌溉技术,水资源浪费严重。另外,本区太阳辐射强烈,蒸发量大。因此

水渠蒸发消耗, 未衬砌沟渠的下渗, 天然耗水量可观。调查中发现农民对饮用水基本能做到自觉节约, 因为湖区农民饮水多取自几公里以外的地方, 而且需要交纳一定的费用。但是对灌溉用水缺乏自觉节约意识, 只讲求经济效益。

2.3 民勤绿洲未来发展趋势推测

1. 水资源可利用年限。水资源是干旱地区绿洲存在的命脉, 所谓“有水是绿洲, 无水变荒漠”。由于石羊河上游来水仅能满足灌区三年一次的安种水需求, 以便洗泡井水灌溉积累的盐分, 从而维持土地的生产力。在境外调水量十分有限、且成本太高的情况下, 要维持民勤绿洲的存在, 开采地下水是必然的选择。根据盆地可利用的淡水资源和当前的耗水量进行简单推算, 即 $T = Q/q$, 其中 T 为开采年限, Q 为浅层地下水剩余可开采量, q 为年开采量。民勤盆地浅层淡水按 $110 \times 10^8 \text{ m}^3$ 计, 据现状开采规模 $6.5 \times 10^8 \text{ m}^3$, 那么水资源开发年限约为 17 a (深层淡水储量不明, 而且开发成本过高)。这也就是说未来 17 a 民勤盆地水资源补给相对稳定, 17 a 后浅层地下水枯竭, 水量的不足与水质的恶化会使本区农业生产难以维持, 绿洲将面临生存挑战。

2. 农业生产以及人口的变化。灌区 1980 年耕地总面积为 5.61 万 hm^2 , 1998 年耕地面积仍高达 5.554 万 hm^2 , 10 多年来本区耕地并没有随着水资源的减少而相应减少。由于近年来大面积开荒与土地次生盐碱化后弃荒是同步发生, 而且退耕与开垦的数量基本持平, 故耕地总面积保持稳定。从人口方面看, 1998 年灌区农业总人口为 23.4 万人, 虽然近年湖区生态恶化严重的区域每年有人口迁出 (估计全灌区约有 2 000 人/a), 但考虑人口自然增长因素, 17 a 后绿洲人口仍可达 30 万人。因此, 由于受人口压力和农业生产条件的限制, 以及经济利益的趋势, 未来一定时期内绿洲的农业生产方式不会有太大的变化。但是浅层淡水开发完毕后, 本区粮食生产将无法自给, 会出现严重的水荒与粮荒问题。

3. 土地沙漠化发展趋势。绿洲发展是以水为保障的, 没有水绿洲就必然退化为荒漠。对于民勤绿洲沙漠化的速度, 目前尚未有确切的统计数据。但是, 近年来本区农民大面积打井开荒, 超采地下水, 水质恶化后又废井弃荒等不合理经济行为, 已经使沙漠边缘地带耐盐碱植被大量死亡, 原来固定的沙丘移动淹埋公路与农田。而民勤盆地的地表水资源仅能满足 20% 的耕地可持续利用, 那么一旦农业灌

溉的地下淡水资源枯竭后, 80% 的耕地将逐步退化为沙漠。生态环境的恶化迫使移民弃田, 失去灌溉的土地成为沙漠化的温床。按目前的用水模式持续下去, 可以预想 20 a 后的民勤绿洲将变成我国沙尘暴天气的又一尘源区。

3 水资源可持续利用对策建议

未来民勤绿洲的经济发展与生态整治水平, 很大程度上取决于节水和高效用水的水平。国土狭小的以色列, 同样有水资源匮乏, 土地盐碱化问题, 但由于其高效的水资源管理与利用, 结合现代农业技术, 实现了资源—环境—经济的良性循环。民勤盆地应当积极借鉴以色列成功的水资源利用经验, 走节水型可持续发展道路, 提高水资源和土地资源的利用率。为实现绿洲水资源可持续利用, 特地提出以下对策与建议。

3.1 强化流域内水资源管理

为实现本区资源、经济、环境持续发展, 应按照统筹兼顾的原则合理分配中、下游地区用水, 建立流域管理机构, 以法律的形式实施流域分水。争取在上、中、下游开展以水定地, 以水定产, 以水定人。让上、中游节约部分地表水资源输送到下游民勤, 达到全流域的持续发展。要贯彻《水法》, 采取有力措施加大水资源保护力度。民勤水资源的管理关键是控制水的需求, 而不是增加水的供应。首先本区节约用水大有潜力可挖; 其次, 节流比开源更加经济且见效快。各级水政管理与执法部门要积极开展教育以提高全民的节水意识; 加强取水许可证的审批和发放, 严格限制增加新的取水口; 水费制定上要促使使用水户设法节水, 农民在规定的配水额内是基本价, 超过配额水量加价, 同时减少下年用水量, 应充分利用经济手段促进节约用水; 管理部门通过立法禁止农民开荒取水的同时, 还要鼓励并帮助农民修建节水型水利设施。水资源管理方面可以适当借鉴以色列, 30 a 前以色列就用法律规定, 任何人无权自己打井取水, 由国家的 Mekorot 公司负责打井和供水计划, 城镇以及农场均由水管理公司配给水量。

3.2 发展节水型农业生产体系

如前所述, 本区农业用水占灌区总用水量的 90 % 以上。目前渠系水的利用率为 0.5, 田间水利用率为 0.8, 发展节水农业的潜力很大。根据民勤水资源特点, 可以采取以下节水措施。

1. 调整农业种植结构, 耕作制度向低耗水作物

转移。不同农作物种类对水质和水量的要求不同。因此,随着农业内部结构调整,要进一步扩大经济作物种植,尤其是发展耐旱耐碱经济作物,压缩粮食种植面积。另外,由于林草植被对水资源的需求低于农业生产,灌溉回归水可用于发展林草业,以营造人工生态环境来保护绿洲。

2. 引进和推广适合本地区的节水灌溉技术,强化节水灌溉制度。地面灌水改大水漫灌、串灌为畦、沟($< 0.03 \text{ hm}^2$)灌溉,小块($< 0.1 \text{ hm}^2$)灌溉,节水率估计可达 10%。根据河西走廊地膜覆盖小麦栽培节水灌溉研究,地膜覆盖种植措施使作物棵间的无效蒸发损失能得到有效抑制,节水率高达 60 % 左右。因此,本区发展地膜覆盖栽培对提高田间水有效利用率是可行的。同时还有减少灌水时间和次数,浇关键水等节水方法。

3. 利用丰富的光热资源,发展钱学森提出的“沙产业”。所谓“沙产业”就是利用温室、滴灌等新技术减少干旱沙漠地区无效水面和土壤的水分蒸发,防止土壤盐碱化,并能产生更大经济效益的产业。沙产业是运用科学技术的知识密集型产业,不仅可以节约水资源,而且对绿洲的生态保护和经济发展有重要意义。民勤可以借鉴张掖绿洲发展的温室蔬菜、无土栽培等。

3.3 积极开发水源并调水入境

为缓解民勤水资源供需矛盾,除强化节水措施,加强管理外,还应该广辟水源,增加水资源可使用量:

1. 污水重复利用。从城镇、村镇不同排水区收集污水,经过生物氧化的部分处理后,可以灌溉非食用植物即用于浇灌生态林。

2. 咸水利用。开发利用地下咸水,灌溉耐盐植物以及棉花、甜菜等农作物。或者作物生长初期用淡水灌溉,在后期改用咸水灌溉,也可以获得较高的产量。

3. 境外调水。由于长期缺乏河水灌溉会引起土地盐渍化,要保持耕地质量必须保证每三年灌一次河水。在目前上游来水有限的情况下,可通过境外调水缓解。景电二期工程可向民勤每年调水 $0.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。渠道建设已经完工,但部分原有河道输水损失太大,需要进行改造。“引疏济金”工程是从青海大通河二级支流引水入大西河,年可调水 $0.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。除此还有“引黄”工程等,但这类项目都耗资巨大,必须依靠上级财政部门的扶持才可能落

实。

4. 地下水源。腾格里沙漠西部地下水具有独立的补给来源,初步估计年开采量 $> 1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。可就地发展农业和林草业,以减轻红崖山灌区的农业生产压力,并有效地改善局部生态环境。

3.4 减少人口缓解绿洲压力

近 50 a 来人口数量的急剧增加及土地资源的不合理利用,给本区土地沙漠化带来负效应。1998 年全县人口比 1949 年增加了 1.3 倍,人口密度为 138 人/km^2 ,而联合国规定的半干旱地区临界人口密度是 20 人/km^2 。因此要加强计划生育,控制人口增长,以便缓解人地矛盾与人水矛盾。与此同时,生态恶化严重的东湖镇、西渠镇、红沙梁乡、双茨科乡、泉山镇等地,应鼓励青壮年农民迁移到外地或者周边地区谋生。近两年来以上各地区净迁出人口均超过 300 人/a 。目前已有部分农民从此地迁往新疆、敦煌等地。还有不少在民勤境内的南湖开荒种地或租种土地。南湖的调查中发现,农民自觉外迁的积极性并不高,他们只有在生活濒临绝境的情况下才可能考虑迁移。因此为了保护本区的生态环境,政府应适当采取政策鼓励,进一步做好移民工作。比如,给搬迁户一定的经济补贴,免收地税以及迁入地区的基础设施建设等。这样推力和拉力共同作用,才能让移民们彻底脱离原来的居住地,从而有效地缓解民勤绿洲的生态压力。

3.5 发展水利工程节流和防治盐碱化

目前应进一步推行渠道防渗处理,减少损耗浪费。机井垄沟等要采取衬砌防渗,坝区薛百乡修筑的“U”形渠,使河水与井水两个输水系统合并,大大减少了无效蒸发与入渗损耗。该乡的上新和更名两村目前是全县的样板村,今后要在整个灌区大力推广。而较宽的干支渠可考虑加盖,以减少蒸发散失,提高水资源的利用率。同时盐碱化防治是绿洲发展的重大使命。为此要建立排灌体系,重点搞好排水排盐渠系的建设;实施工程改盐措施,如在耕作层下设置人工隔离盐层以及新材料新工艺盐改技术等。

3.6 植树造林保护生态环境

为保证民勤绿洲生态—经济的良性循环,应重视植树造林,建立绿洲防护林体系。今后要逐步建好保护绿洲的三道防线,绿洲外围荒漠灌草植被带,绿洲边缘防风阻沙基干林带和绿洲内部农田防护林网。使灌区内建立“网、片、带”和“乔、灌、草”等多种组合的人工林网体系。绿洲地区大兴林草可以有效

降低风速, 提高空气的相对湿度, 从而改善区域小气候, 有效防止土地沙漠化的进一步发展。而灌区发展耐盐碱荒漠植被, 也有助于改良盐碱地。当然, 本区大力发展林草业的前提是合理管理与利用水资源, 做到节水、省水, 让最少量的水资源创造出尽可能大的经济效益、社会效益和生态效益。

参考文献:

[1] 陈飞星, 王华东. 海南岛水资源可持续发展对策[J]. 中国环境

科学, 1998. (8)(增刊): 74~78.

[2] 李天顺, 任志远等. 区域水资源利用与开发潜力研究[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 1999. 36(2): 146~151

[3] 刘兆德. 山东省水资源可持续利用探讨[J]. 地域研究与开发, 1999, 18(3): 34~36

[4] 民勤县统计局. 民勤县国民经济和社会发展统计资料汇编[Z]. 1991~1999.

[5] 陶希东等. 西北干旱区水资源利用与生态环境重建研究[J]. 干旱区研究, 2001, 18(1): 18~22.

[6] 杜虎林, 高前兆等. 河西走廊水资源供需平衡及其对农业发展的承载潜力[J]. 自然资源学报, 1997, 12(3): 225~232.

Water Resources Sustainable Utilization Countermeasures in Minqin Basin of Gansu Province

LI Yi-chun, CHEN Fa-hu

(College of Resource & Environment, Lanzhou University, Gansu 730000 PRC)

Abstract: Water resources are the key factors of the oasis' s ecological balance. Economy development in Minqin basin is plagued with water resources shortage. In recent several decades, because water used for agriculture and industry is increasing in the middle reaches of Shiyang river, surface water becomes less and less in Minqin basin in the lower reaches. In order to maintain agriculture production, people need more groundwater and groundwater over-exploitation has worsened Minqin' s ecology environment. If not taking effective steps to deal with water utilization, this oasis will change into desert because of water shortage after some time. The paper analyses features of water resources, current situations and problems of water utilization, estimates roughly the tendency to develop of the oasis. Based on this analysis, some countermeasures for water resources sustainable utilization was put forth according to water resources management and utilization, agriculture development and ecology protection etc. These countermeasures and advices can provide theoretical basis for the rational exploitation and utilization of water resources, economy development and ecology building in Minqin basin. The conclusions are (1) Tightening up the management of water resources through administration, economic levers and law; (2) Adjusting cropping structure, adopting water-saving irrigation methods and developing "Shachan ye" to set up a water-saving agriculture system; (3) Using waste water and salt water, finding new groundwater, transporting water from outside as well; (4) Controlling population growth and Moving out to relax pressure of oasis' s ecology; (5) Building irrigation works to save water and control saline soil; and (6) Planting trees and grass to protect ecological environment.

Key words: Minqin basin; water resources; sustainable utilization; countermeasures