

中国西北地区水资源利用的对策研究

张正栋^{1,2}

(1. 嘉应学院地理系, 广东 梅州 514015; 2. 中国科学院 广州地球化学研究所, 广东 广州 510640)

摘 要: 根据西北地区水资源的特点, 分析了西北地区水资源利用系统的概念、类型与简化模型结构, 并根据区内不同的水土平衡反馈机制, 以节水改土为中心提出了水资源可持续利用的战略与对策。

关键词: 水资源利用系统; 类型; 对策; 西北地区

中图分类号: S 273. 1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2003)04-0308-05

Study on Countermeasure of Water Resources Utilization
of the Arid Area in Northwest China

ZHANG Zheng-dong^{1,2}

(1. Geography Department, Jiayin University, Guangdong 514015, Meizhou, China;
2. Guangzhou Institute of Earth Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, Guangdong, China)

Abstract: Based on the theory of system, ecology and dissipative structure, the author studies the past, the present situation and the type of the water resources utilization system of the northwest China and suggests hydro-control and soil improvement are the keys to the rational exploitation and utilization of water resources. The patterns of water resources utilization system was set up in the light of types of the different systems. Finally, the author suggests concrete affective countermeasures of water resources utilization and appropriate technical measures.

Key words: the water resources utilization system; type; countermeasure; Northwest China

1 西北地区的水资源的特点

西北地区西起新疆帕米尔高原国境线, 东至陕西省与山西省交界的黄河, 北到中国与蒙古国国境线, 南至长江与黄河的分水岭。土地总面积约 310 万 km², 占全国总面积的 32.5%, 其中黄河流域(指西北地区部分, 下同)为 57 万 km², 内陆河地区为 253 万 km²。1997 年总人口为 7 638 万人, 占全国总人口的 6.18%。

1.1 宏观上水资源匮乏, 但人均、耕地单位占水量均不低

西北地区气候干旱, 产流少, 从总体上看水资源极度缺乏。全区国土面积占全国的 31.76%, 而水资源量仅占全国的 8%。年产水模数全区平均为 8.88 × 10³ m³/km², 为全国平均值的 30%, 最小的宁夏仅 1.9 × 10³ m³/km²。由于缺水干旱, 使西北地区自然景观荒漠化和生态脆弱加剧, 成为中国土地沙漠化、次生盐渍化、水土流失、草原旱化矮化的重灾地区, 但是由于西北地区, 特别是兰州以西土地面积大、质量差, 人

类经济活动相对较弱并集中在水源条件较好的现代绿洲上, 故水资源的人均占有量和耕地单位面积占有量并不很少。

1.2 水资源分布不均, 利用难度大

西北地区不仅是我国降水量和径流量最少的地区, 也是时空变率最大的地区。有限的降水主要集中在夏秋季节, 且多暴雨, 春季缺水十分严重, 水资源不仅不能满足农业灌溉和工业生产的需要, 甚至许多地方人畜用水也发生困难。正是由于西北地区降水的这一特征的影响, 使得水资源的利用受到很大限制, 灾害频繁, 造成工农业生产极不稳定。

1.3 山地冰川是西北地区重要的水资源

西北地区一部分降水在高山低温条件下以雪、冰等固体形式贮存起来, 形成和发育成冰川, 它是西北干旱区水资源存在的一种特殊形式。西北地区冰川总面积 32 万 km², 其中天山占 28%, 昆仑山和喀喇昆仑山各占 37% 和 19%, 其余山区占 16%。冰川资源是西北地区重要的固体水资源, 是各内陆河的重要补给来源, 年冰川融水径流量达 22 × 10⁸ m³, 受

¹ 收稿日期: 2003-05-29
作者简介: 张正栋(1968-), 男, 甘肃榆中人, 副教授, 中国科学院广州地球化学研究所博士生, 主要从事 GIS 与区域可持续发展研究, 发表论文 30 多篇, 获省科技进步奖 2 项。

冰川融水滋润形成的 $913 \times 10^4 \text{ km}^2$ 肥沃绿洲成为西北地区的经济文化中心。

2 西北地区水资源利用系统及其类型

从系统论的观点看,西北地区水资源利用系统是在西北干旱区特定的干旱、半干旱自然地理环境和社会经济因素综合影响下,在人类长期开发利用水土资源(耕作、灌溉等经济、社会活动)的过程中,通过区内水土平衡反馈机制的作用形成的具有一定耗散结构的人工生态系统,亦是区域“资源、环境、社会、经济”大系统中自然资源环境、经济、社会三子系统相互交叉而形成的复杂系统。区内各子系统间存在着一定的物质、能量和信息的输入输出(F),并为区域水资源利用系统提供赖以存在的资源、环境、技术等必要条件,同时还受上级指令(OR)的作用,且与系统外围环境(C)保持着密切。其类型有:

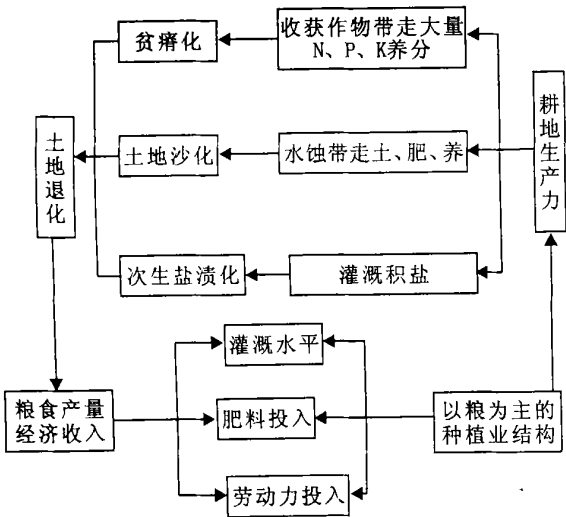


图 1 灌耕种植反馈机制

2.1 干旱区水资源利用子系统

干旱区水资源利用子系统重点讨论绿洲水资源利用系统,即是在干旱区特定自然地理条件及社会经济条件综合影响下,依靠绿洲山区降水、冰雪融化补给河流(地表的和地下的)或区外调水补给,通过区内水土资源反馈机制的作用而形成的人工生态系统。此系统既是通过物质、能量和信息流把灌区自然生态、经济和社会联结起来的复杂的结构的集合,也是干旱沙漠、戈壁环抱下的自然地理实体和人类改造自然的社会经济实体组成的复杂开放系统,系统内各组元间存在着复杂的反馈机制。本文根据系统内存在的不同反馈机制及其组合,参照区域内水资源利用效益,给出了绿洲水资源利用子系统的以下几种类型:

2.1.1 农业绿洲

主要受灌耕种植反馈机制(图 1)的作用。由图可见,合理的灌耕种植是采取集约化的、科学的灌耕种植,使农田生态系统趋于良性循环,地力上升,土地进化。反之,若进行掠夺式或落后的灌耕种植,农田生态系统趋于恶性循环,地力下降,土地退化乃至废弃。

2.1.2 农牧绿洲

主要灌耕种植、放牧反馈机制的组合效应的作用(图 2),合理适宜的科学放牧注意恢复草场,优化草场的投入,防止过牧,维持放牧草地生态系统的平衡与稳定,因此,草地地力上升、进化。相反,则退化、荒废乃至沙化。

2.1.3 工矿绿洲

主要受工矿城市化反馈机制的作用(图 3)。其水土资源的科学利用是建立在科学考察、评价与规划的基础上,合理地进行工矿开发,城市建设,这样既节约资源又保护环境,可使征地用水日益美化优化,防止水土资源的污染恶化。

2.1.4 综合性绿洲

受以上三种或三种以上反馈机制的共同作用。

综上所述,调节西北绿洲水土资源利用反馈机制是优化区域水资源利用系统的关键。

2.2 半干旱区水资源利用子系统

2.2.1 雨养型水资源利用亚系统

按系统论的观点,认为雨养型水土资源利用亚系统是由组元、传输、贮存和变元四大部分相互作用、相互联系着的有机整体。其中,主要组元为大气、土壤和作物;主要传输为天然降水、养分输入、蒸散、渗漏和水土流失;主要贮存为土壤和作物等蓄贮水和养分贮存;主要变元为环境条件、水土保持措施及工程设施等。其简化模型结构如图 4。由图 4 可知,系统输入自然降水和养分后贮存于土壤中,通过作物根系供给物,作物通过一系列生物化学和物理过程改变土壤的组成和结构,同时作物和土壤又以蒸散形式向大气传输能量和物质。另外,土壤还通过人类社会活动——国民经济用水用地各部门(农、林、牧)的作用(如收获等)向外输出物质和能量。因此,充分利用自然降水,改善土壤的贮水性能、养分组成和结构,减少水土流失,提高土地生产率,应用集水节水技术等措施是其水土资源高效开发利用的中心环节。

2.2.2 灌溉型水资源利用亚系统

西北半干旱区在区域水源条件好的川塬地、河谷地带发展了灌溉事业,虽水浇地面积小,但大多数是区域农业生产、社会经济文化活动的重要场所。但干旱缺水,水土资源利用率低,浪费严重,土地生产率是区域水土资源利用系统功能低效的重要制约。为此,从节水改土和国民经济各用水用地部门的需供水匹配关系出发,按照系统论的观点,认为此系统是由国民经济各用水用地部门 W_i 和 L_i ,即农业(农业、牧业)用水用地 WA, LA ,林业用水用地 WF, LF ,工业用水用地 WL, LI ,城乡人畜饮 WL 和城镇居民地及其他事业用地 LB 四个要求构成的,在水土平衡和供需匹配关系条件下,各要素间通过物质(水)、能量(养分)和信息流的传输,相互作用、相互影响、相互制约而形成的一个复杂集合体。在系统中自始至终都存在着相互反馈作用,并同时受自然降水系统($SPACS$)和人工灌溉系统(AIS)、地表、地下水土壤库再分配系统(SGS)和经济社会用水用地系统(ESS)的综合制约,共同运转着系统水资源的供应、需求、存贮和输出如图 5。以榆中县为例,图中 I_R 为有效降水量, I_R 为河流引水量 $3\ 052.372$ 万 m^3 ,为所开采的地下水和泉水 $3\ 272.25$

缺水。主要体现在: 在管理体制上, 存在国家、流域、地方三级管理与供水企业、水利、环保、农业等多部门共同管理的现象; 在管理方式上, 重条块管理而轻统一管理; 在具体管理手段上, 重视行政措施而轻视经济和法律手段; 在管理目标上, 重事后管理轻预防管理。特别是存在着重建轻管、重大轻小、重骨干工程轻配套工程, 重硬工程轻软工程、重治理轻配置”的水资源管理思想, 随着社会经济发展和西部大开发步伐的加快, 水资源问题已经成为制约西部发展的“瓶颈”。因此, 我们必须对该地区水资源开发利用的管理思想进行战略转变, 从过去只注重硬工程战略转移到重视“软工程”战略上来。即软工程战略强调在建设更多数量水利工程的同时, 注重水利工程从始建到运行的整体和过程, 强调对水资源价值的认识、制度安排和均衡配置。

3. 2. 2 加强对水资源的开发规划和管理

开发利用水资源必须进行综合考察和调查评价, 按照流域或者区域进行统一规划, 合理布局, 宜农则农、宜牧则牧、宜林则林。合理使用有限的水资源。对地表水和地下水, 工农用水与生活用水必须统筹规划, 全面安排, 使地表水与地下水能统一实现最优的分配与联合调度, 同时, 在开发利用上, 应首先满足城乡居民生活用水, 统筹兼顾农业、工业用水。兴建蓄水、引水、调水工程, 在一般缺水地区, 通过采取节水措施, 可缓解供需水量之间的矛盾。但在严重缺水地区或从开发大西北的长远前景考虑, 当地可利用的水资源难以满足实际发展的需要量, 还必须积极研究开辟新水源, 规划远距离跨流域跨地区调水工程。

3. 2. 3 建立节水型社会经济体系

节水是西北干旱、半干旱地区水资源开发利用的核心问题和长期的战略对策。这不仅是对工、农、牧业, 而且是对全社会的要求, 因此, 不仅要发展节水型的农牧业, 也要发展节水型的工业和建设节水型的社会; 不仅要采取工程性的节水措施, 也要采取生物性和管理性的节水措施; 要调整和优化国民经济的用水结构和农业产业结构; 要研究和推行各种行之有效的节水技术; 要最大限度的提高用水效益, 创建高效节水型的用水结构。

3. 2. 4 设计水资源利用制度

西北地区的水问题, 关键问题是制度性的缺陷。因此要加强西北地区水资源的合理利用就必须设计西北地区水资源利用的制度。^① 建立西北地区水资源利用的法律和法规, 合理地界定水资源的产权。对西部各条河流所流经地区的水需要量进行科学的测量, 在此基础上依据河流的径流量给各地区界定水的产权, 并分配给相应的水量。^④理顺水价, 建立西北地区的水价制度, 实行水资源的有偿使用制度。在西北地区的现有水资源的利用中, 要通过水价因子的作用达到水资源的合理开发、合理调度, 以提高水资源的使用价值, 发挥水资源的经济效益。^④加强流域各地区的协作关系。通过协调保护, 协调治理, 协调使用, 协调开发, 来实现对水资源的利用。建立统一的制度和政策, 共同协调遵守同一的制度和政策, 以期达到共同的目的^④完善并落实污染治理制度, 保护西北地区的水资源。

3. 2. 5 发展高效节水农业

发展节水高效农业是缓解西北水资源短缺的重要途径, 解决水资源不足的重要措施, 根据西北地区自然特点, 按照西北地区水资源利用系统的结构, 从工程措施、管理措施、农业综合技术措施三条途径着手。具体为: ^① 应完善干、支渠衬砌使水资源利用率。^④全面推行田间节水灌溉技术。^④大力发展集雨工程农业。

3. 2. 6 调整农业结构

西北地区农业结构的调整必须考虑农业自然资源的特点和水资源供给短缺的约束, 以及国家西部大开发的要求, 并和生态建设环境结合起来, 要坚持市场导向、整体协调、比较优势和最佳效益的原则, 坚持“宜林则林, 宜农则农, 宜草则草”, 注意大农业中各个产业之间的相互衔接, 从资源特点和自身优势出发, 依靠科技进步, 大力发展有市场前景的特色农业和优势产品, 不可过分强调区内粮食的自给自足, 要基于我国粮食供应的现实状况, 切实实施由产量型农业向产量—效益型农业转变, 不断增加农民收入, 提高农产品的市场竞争力。具体调整的思路与方案是: ^① 大力发展草食型、节粮型的畜牧业是西北地区农业结构调整的重点和核心, 不仅有利于解决农村剩余劳动力问题, 而且对农民增收具有重要影响。^④因地制宜地发展林草业, 不仅有利于西北地区的生态环境建设和水土涵养, 而且对西北地区农村经济发展和农民增收、建立符合节水目标的西北地区农业结构具有重要作用。^④优化种植业产品结构, 推进“二元结构三元化”。调整种植业结构, 必须适应农业发展新阶段的要求, 面向国内外市场需求, 发挥西部区域比较优势, 依靠科技创新, 全方位调整农作物品种结构、品质结构和区域结构, 积极推进“二元结构三元化”, 即把目前种植业生产以粮食为主兼顾经济作物的二元结构, 逐步发展成为节水高效的“粮、经、饲”的三元结构, 大力发展优质高效农业, 提高商品化、专业化、集约化和产业化水平, 促进种植业生产向深度和广度发展。

3. 2. 7 保护生态平衡

西北地区的生态平衡是一切自然过程和人类社会经济活动得以进行的基础。因此, 首先要保持西北地区的水土平衡, 即区域水土资源利用系统的供水、需水、贮存水和出水之间必须保持平衡, 水的净收入必须与开发的农、林、牧、渔、土地及人、畜、工业、事业等多项用水相平衡。其次要保持西北地区的水热平衡。在灌溉区拟定合理的农田灌溉模型与程序, 调整作物的种植比例; 在旱作区根据自然降水规律种植作物, 进行农田的基本建设, 平整土地, 改良土壤, 增进土壤贮水性能, 坚持宜农则农、宜牧则牧、宜林则林, 发展优质高效生态农业, 防止水土流失, 优化生态环境。三是调节西北地区水土资源利用的各种反馈机制是优化水土资源利用的关键。即调节灌耕反馈机制、放牧反馈机制、工矿城市化反馈机制及其组合向优化方向发展, 逐步解决西北干旱区水土资源利用中存在的主要问题。

总之, 积极开展研究西北地区水资源的开发利用是西北区地理建设的重点之一, 也是开发大西北的重要方面, 必须予以高度重视。

参考文献:

[1] 陈仲全,何友松. 干旱气候[M]. 兰州: 甘肃教育出版社, 1991. 50– 70.

[2] 姜文来. 中国 21 世纪水资源安全对策研究[J]. 水科学进展, 2000, 12(1): 66– 71.

[3] 张俊飏. 我国西北地区水资源利用与农业可持续发展[J]. 农业现代化研究, 2001, 22(2): 80– 83.

[4] 夏永祥. 论西部地区的农业结构调整与可持续发展[A]. 西部大开发与农村经济发展[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 2000. 123– 125.

[5] 汪恕诚. 水权管理与节水社会[J]. 中国水利, 2001(5): 6– 8.

[6] 西北师大, 西北资源环境研究所. 干旱区地理研究[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1993. 70– 100.

(上接第 300 页)

土保持效益分析, 梯田埂利用及各类树草种植栽培等试验。在管理方面, 根据《水土保持法》赋予的权限, 按照提高水保标准, 提高工程质量, 提高管理水平, 提高综合效益的要求, 做到建管并重, 一建就管。同时各村组也配备了水土保持员, 并根据“四提高”的要求, 严格执法, 做到依法治理、依法管理, 促进水质质量的巩固和提高, 增强综合利用的能力。这样上下结合, 形成治理与管理体系, 有效地预防新的水土流失发

表 1 龙泉河小流域治理前后效益比较表(摘自统计年报)

年度	总产值/ 万元					粮食总 产 量 / 万 kg	油料总 产 量 / 万 kg
	农业	果林业	畜牧业	工业	合计		
1987 (治理前)	267. 91	10. 22	57. 77	205	540. 9	209. 6	34. 49
1992 (验收时)	692. 4	272. 9	181. 8	560	1707. 1	518. 2	120. 3
2002 (巩固发展)	2348	5379	785. 6	5075	13588. 5	789. 2	195

市场经济不仅调节着人们的生活, 而且也调节着小流域的产业结构, 当初治理的小流域内种的杂果较多, 形不成规模经济, 从 1996 年开始, 小流域内有计划的淘汰部分杂果, 主要发展当初引种的大樱桃、葡萄及美国提子。目前, 已有 666. 67 hm² 当家品牌水果大樱桃, 去年统计, 每公顷地 600 棵, 每棵结果 40 kg 左右, 地头收购价 16 元/kg, 公顷产值超过 15 万元。种植的葡萄走的是工厂加农户之路, 与连云港市中外合资企业葡萄酒厂签订供货合同, 收购的保护价是 3 元/kg, 按公顷产 22 500 kg, 加上葡萄地套种花生等作物, 公顷产值也超过 75 000 元。当初在河滩地上种植的 333. 3 hm² 杨树、早已成材逐年进行间伐, 年收入在 20 万元以上, 如今走进小流域, 到处是一片青山绿水, 郁郁葱葱, 过去最穷的谢湖村, 如今也是楼房片片, 学校已早已告别低矮破草房, 代之而起是城市一样宽敞明亮的楼房。

3 几点认识

3.1 进一步认真实施水土保持法, 实现依法防治

1991 年 6 月《水土保持法》实施后, 国务院及各部委和地方人民政府也颁布了相应的行政法规、规章和规范性文件。为在龙泉河小流域治理与保护中, 实现依法实施治理与监督检查提供了法律保证, 起到了积极作用。必须进一步加

生和治理成果的巩固。

2 如今小流域治理的成效

龙泉河小流域经过 15 年治理、巩固、调整和提高, 使 96% 以上(除少量裸岩) 的水土流失面积得到控制, 年侵蚀模数从 3 175 t/km² 降到 480 t/ km²。农业总产值达 13 588. 5 万元, 是治理前的 25 倍, 是验收时的 8 倍。特别是林果产值, 比治理前提高了 526 倍之多。见下表。

强宣传, 加大实施力度。以提高公民水土保持的法律意识, 增强做好水土保持工作的责任感, 一招不让地依法治理水土流失, 同时协调好人、资源、与环境的关系, 实现人与自然的和谐。

3.2 必须坚持全面规划, 综合防治, 因地制宜

龙泉河小流域治理过程中, 在全面科学规划基础上, 因地制宜地兴建“五大工程体系”, 把水土流失综合治理与综合开发相结合, 兼顾生态效益与经济效益。

3.3 注重经济效益

按社会主义市场经济规律办事, 以市场为导向, 适时调整产业结构, 发展规模经济, 走农、工、贸一体化之路。把小流域治理工程建成富民工程, 让群众得道实惠。水土保持只有与经济效益紧密结合起来才能得到持续发展。

4 结 语

实践证明, 以小流域为单元, 实施生态环境良好和可持续发展为目标的水土整治与开发, 在龙泉河小流域治理与开发中, 获得了巨大的成功。只要坚持以市场为导向, 坚持治理与开发相结合, 坚持科学规划、科学治理, 持之以恒, 山区人民脱贫致富, 实现可持续良性发展的目标是完全可以实现的。