

西北地区水土资源优化配置问题探讨

耿艳辉¹, 闵庆文²

(1. 山东师范大学, 济南 250014; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘 要: 西北地区是我国实行西部大开发战略的重点区域, 水资源稀缺不仅严重制约着该地区社会经济的发展, 而且也是造成水土流失、土地退化、生态系统服务功能下降等生态环境问题产生的根本原因。如何实现水土资源的优化配置, 并进一步解决农牧业发展与水土资源之间的矛盾、区域经济发展与生态环境建设的矛盾, 是实现全面建设小康社会的关键。从水土资源优化配置的概念、内涵和基本方法出发, 提出了西北地区水土资源优化配置的基本思路。认为应当重视水资源的合理与高效利用, 促进经济效益与生态效益的同步提高, 确保生态需水与生态安全, 通过优化手段改善水土资源的配置模式。

关键词: 水土资源; 资源优化配置; 可持续发展; 西部大开发; 西北地区

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)03-0100-03

Discussion on Optimal Allocation of Land and Water Resources in Northwestern China

GENG Yan-hui¹, MIN Qing-wen²

(1. Shandong Normal University, Jinan 250014, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Northwestern region is one of the hot areas in conducting the Strategy of Western Development. The shortage of water resource not only restricts economic growth and social progress seriously there, but also is the key reason causing eco-environmental problems such as soil and water loss, land desertification, degradation of ecosystem services and so on. Therefore, it is pivotal to fully construct a comfortable society that realizing the optimal allocation of land and water resources and, on the basis of this, solving the contradiction between the development of agriculture and animal husbandry and the land and water resources, between the regional economic growth and eco-environmental conservation. Viewing from the concept, connotation and methods of optimal allocation of land and water resources, the fundamental thoughts were provided to Northwestern regions which includes to pay much attention to the rational and efficient utilization of the water resources, to promote synchro advance of economic and ecological benefits, to ensure ecological water requirement and ecological safety, and to improve the allocation models of land and water resources through optimal approaches.

Key words: land and water resources; optimal allocation of resources; sustainable development; Western Development; Northwestern China

1 水土资源优化配置及其研究进展

1.1 水土资源优化配置的概念与内涵

资源配置是指根据一定原则合理分配各种资源到各个用户单位使有限的资源产生最大的效能。资源优化配置包括资源在空间或不同部门之间的最优配置和资源在不同时段上的最优分布两个方面^[1], 应做到代际分配合理, 部门配置得当, 空间布局合理, 开发时段最佳, 经济、社会和生态综合效益最佳。

水土资源优化配置是在一定条件下, 依据可持续发展与因地制宜原则, 依据水土资源的特性和系统原理, 通过调整农业内部结构和布局, 制定合理的农业开发计划, 并辅以各种先进的技术手段, 对区域有限的水资源和土地资源在时空

上进行安排、设计、组合和布局, 以提高水土资源利用效益, 维持土地生态系统的相对平衡, 实现水土资源的可持续利用。配置结果最终要实现经济效益、社会效益和生态环境效益目标的协调和统一。

1.2 水土资源优化配置研究的主要进展

1.2.1 水土资源优化配置模型研究

从研究目的来看, 水土资源优化配置模型主要有 3 种类型: 针对提高农业技术体系的、针对调整农业结构的和基于水土资源开发利用系统的。其中第三类模型更加强调土地利用系统的多目标性, 即同时兼顾土地资源利用的社会、经济和生态效益。

从使用方法来看, 主要有两类: 基于系统工程理论的和

基于系统动力学理论的。

基于系统工程理论的水土资源优化配置模型, 应用较早。1939 年出现的线性规划模型, 是最早使用并仍广泛应用的优化决策模型。一般线性规划方法多用于水土资源优化配置中的农业内部结构的优化。如通过建立非线性、非凸函数, 以线性规划方法求解, 构造的咸淡水地区种植结构优化模型^[2]; 运用线性规划方法和系统工程原理, 从节水的角度出发进行农业内部结构优化, 并进一步优化农、林、牧结构的模型^[3]; 利用灰色系统理论与线性规划相结合, 建立的水土资源优化配置模型^[4]等。动态规划则可以解决多阶段规划决策问题, 例如最优灌溉制度的确定等^[5]。

系统动力学以系统论、信息反馈论、决策论、系统力学和仿真技术为基础, 以计算机仿真为手段, 模拟系统动态过程, 是一种定性与定量相结合, 系统、分析、综合与推理集成的方法, 并配有专门的 DYNAMO 软件。这种方法在资源承载力分析和动态优化中得到了广泛使用^[6], 其中资源优化配置研究方面, 更多的是对方案的评价选优。如通过建立区域水土资源协调开发的 SD 模型, 可以求出一定水资源利用状况下最大的可垦耕地面积, 并确立相应的耗水结构、作物种植结构和农、林、牧结构^[7]; 将水土资源开发利用系统分为人口、水土资源开发利用、粮食、环境子系统, 可以利用 SD 模型进行模拟调试及多方案的仿真实验^[8]。

1.2.2 基于“3S”技术的决策支持系统研究

在各种信息获取、处理和表达技术构建水土资源优化配置的决策支持系统中, 3S 技术是其中最主要的技术, 近年来成为人们研究的重点。如利用多时相卫星和航空遥感图像及地面实测数据和水文气象资料, 对黄河流域典型地区进行的水土资源定量、半定量动态研究, 为进一步进行水土资源配置提供了辅助决策支持^[9]; 综合运用“3S”技术, 可以建立用于资源管理的环境模型库和水土资源管理决策支持系统, 并在 GIS 支持下, 将节水农业技术、耕作技术、平衡施肥技术等与区域空间结构及资源的环境条件有机地结合起来, 实现区域水土资源的优化配置^[10,11]; 基于 GIS、RS 和地学模型, 可以建立集成的流域水土资源信息系统^[12]。

1.2.3 区域水土资源优化配置模式研究

典型的水土资源优化配置模式两类: 一是战略层面上的, 二是区域层次上的。

对于战略层面上的水土资源优化配置模式, 比较有代表性的是将实施农业水土资源高效持续配置模式归纳为“实现四个结合, 建设六大体系”, 即专业化与多元化结合、开源与节约相结合、资源开发与保护相结合、国内资源与国际资源结合, 在此基础上建立农业资源高效持续配置的生产体系、布局体系、技术体系、管理体系、保护体系和消费体系^[13]。

区域层次上的水土资源优化配置模式, 目前较多的是针对生态环境脆弱地区的研究。如对新疆水土资源的开发利用研究^[14]; 依据陕西关中灌区水土资源的利用适宜性和主要作物的生态适应性, 所设计出的 3 种优化模式: 政策约束调控和实施技术调控的综合性人工调控模式, 水土平衡优化组合模式, 分区灌溉优化配水模式^[15]; 关于实施退耕还林后西北干旱区水土资源开发基本思路的讨论^[16]等。

2 西北地区水土资源利用中的问题

2.1 西北地区水土资源状况

西北地区地域辽阔, 土地资源丰富, 但降水稀少, 蒸发强烈, 成为土地资源利用的限制因子。年降水总量是全国平均

的 1/4 强, 水资源总量占全国的 8.16%, 内陆流域产流模数相当于全国的 1/7, 是全国地表径流最小的地区, 尤其是西北内陆河流域人均水量仅为全国的 1/3。丰富的土地资源与极度贫乏的水资源形成了鲜明对比(表 1)。

表 1 西北地区土地资源和水资源

		全国	西北	陕西	甘肃	青海	宁夏	新疆
总面积	绝对数/10 ⁴ km ²	960	308.4	20.6	45.4	72.2	5.2	165.0
	比重/%	100.0	56.6	3.8	8.3	13.2	1.0	30.3
	绝对数/10 ⁴ km ²	95.0	11.4	3.4	3.5	0.6	0.81	3.1
	比重/%	100.0	12.0	3.6	3.7	0.6	0.9	3.3
耕地	水 绝对数/10 ⁴ km ²	24.9	0.4	0.2	0.1		0.2	0.08
	田 比重/%	100.0	1.6	0.8	0.4		0.8	0.3
	旱 绝对数/10 ⁴ km ²	70.1	11.0	3.2	3.5	0.6	0.6	3.1
	地 比重/%	100.0	15.7	4.6	5.0	0.9	0.9	4.4
宜农荒地	绝对数/10 ⁴ km ²	3.2	1.6	0.01	0.1	0.04	0.1	1.3
	比重/%	100.0	50.0	0.3	3.1	1.3	3.1	40.6
草原	绝对数/10 ⁴ km ²	31.5	13.1	0.2	0.9	3.8	0.3	8.0
	比重/%	100.0	41.6	0.6	2.9	12.1	1.0	25.4
草山草坡	绝对数/10 ⁴ km ²	6.3	0.9	0.2	0.5	0.1	0.1	
	比重/%	100.0	14.3	3.2	7.9	1.6	1.6	
城市建城区	绝对数/10 ⁴ km ²	21.4	1.6	0.5	0.4	0.1	0.1	0.5
	比重/%	100.0	7.5	2.3	1.9	0.5	0.5	2.3
年均水资源量	绝对数/10 ⁸ t	28124	42235	1441.9	274.3	626.2	9.9	882.8
	比重/%	100.0	7.9	1.6	1.0	2.2	0.0	3.1

2.2 西北地区水土资源利用中的主要问题

2.2.1 经济用水挤占生态用水, 引起生态环境变化

在过去的发展过程中, 由于片面强调经济发展, 出现人与自然争水严重的局面, 生产与生活用水大量挤占了生态环境用水, 使得水资源消耗向干流中游集中, 造成下游河湖干涸萎缩、地下水位下降, 大片林草枯死, 天然绿洲萎缩, 土地沙漠化进展加快, 水土流失面积不断增加。西北地区沙化土地总面积占全国沙化土地总面积的一半以上, 耕地、草地沙漠化程度相对较重, 并已开始威胁到东部地区的生态安全。典型的例子就是, 原先只发生在西北腹地的沙尘暴不断侵袭到东部地区。

西北地区还是我国水土流失的重点地区, 虽然水土流失的蔓延趋势有所缓减, 但并没有得到根本性改变(表 2)。截至 1999 年, 全国水土流失面积的近一半集中在西北地区。其中, 宁夏回族自治区 71.2% 的土地处于水土流失状态。西北地区水资源的综合开发和有效利用因此受到严重影响, 干旱、土地退化、洪涝灾害、贫困等一系列生态环境和社会问题加剧。

表 2 西北地区水土流失情况

		全国	西北	陕西	甘肃	青海	宁夏	新疆
行政区面积/10 ⁴ km ²		960	308.4	20.6	45.4	72.2	5.2	165.0
水土流失面积	水蚀面积	164.9	42.7	11.8	11.9	5.3	2.1	11.5
	风蚀面积	190.7	121.8	1.1	14.2	12.9	1.6	92.1
	总计	355.6	164.5	12.9	26.1	18.2	3.7	103.6
水土流失面积占全国比重/%		100	46.3	3.6	7.3	5.1	1.0	29.1
水土流失面积占行政区面积比重/%		37.04	53.3	62.6	57.5	25.2	71.2	62.8

数据来源: 中国水土保持监测网全国水土流失数据发布中心。

2.2.2 水资源开发利用率高, 灌溉定额过大, 导致土壤盐渍化

目前全国水资源开发利用率为 20%, 西北地区为 53.3%, 远高于全国平均水平。西北地区农业用水占了很大比例, 占总用水量的 89.3%; 2000 年, 人均水资源量低于全国平均水平, 但农田用水灌溉定额比全国平均值高 40%。农业大水漫灌、重灌轻排, 造成灌区地下水位上升, 使西北地区

土壤次生盐渍化面积不断扩大,已占全国盐渍化土地面积的 1/3 以上。如新疆地区,盐碱化耕地达 $126.3 \times 10^2 \text{ km}^2$, 占有耕地的 31.1%; 宁夏引黄灌区 12 县市耕地中,轻、中、重度盐渍化面积占土地总面积的 41.5%, 银北地区尤为严重,盐渍化面积高达 64%; 河西走廊地区盐碱化耕地面积 $9.26 \times 10^2 \text{ km}^2$, 占有耕地面积的 14.7%。

2.2.3 农牧业与水土资源之间的结构性错位

西北地区水资源贫乏而草地资源丰富,理应大力发展草食畜牧业,但是畜牧业仅占 28.5% 左右,造成了资源结构的严重错位。在种植业内部高耗水的粮食作物比例偏大;粮食作物结构中,夏粮面积偏大,结构也很不合理。另外,牧区和农区相互分隔,不能形成区域优势互补的农牧空间布局。

2.2.4 水污染严重,水质恶化

西北地区的黄河流域和内陆河流域,包括了 4 500 余条河流及湖泊,绝大多数存在着不同程度的污染。西北内陆河流水质尚好,但黄河流域污染严重。从表 4 可以看出,其污染负荷是全国平均水平的 2.75 倍。排污量大是西北地区黄河流域水污染的主要原因,氨氮是西北地区水环境的主要污染因子之一,显然,农业面源的影响不容忽视。

表 3 全国各大流域排污强度对比表

流 域	松花江	辽河	海河	淮河	西北	黄河	长江	珠江
COD 排放量占全国比例/% (C)	3.7	5.2	11.5	8.2	5.5	33.1	15.8	
水资源量占全国比例/% (D)	4.8	2.1	1.5	3.4	2.0	34.2	16.8	
流域排污强度/% (C/D)	77	248	767	241	275	97	94	

3 西北地区水土资源优化配置的基本思路

3.1 划出一定的生态面积,保证最低生态需水量

为了保证西北地区生态系统健康,应结合正在进行的退耕还林还草工程,进行生态功能区划,划出一定的生态面积。鉴于引起西部地区生态环境变化的关键因素是水,有水或无水是生态环境恶化与改善的症结所在,因此应充分考虑生态用水,保证最低生态需水量。在水资源配置时,应在计算出每条内陆河流的最低生态需水量及生态用地的生态需水量之后,再计算农业生产的可用水量。如对于塔里木河干流、玛纳斯河、艾比湖、黑河、石羊河 5 条流域的最低生态用水量,需

参考文献:

- [1] 孙鸿烈. 中国资源科学百科全书[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 石油大学出版社, 2000. 156
- [2] 刘春平, 罗焕炎. 咸淡水地区种植结构优化模型[J]. 自然资源学报, 1992, 7(1): 80- 90
- [3] 张正栋. 榆中县灌溉型水土资源利用系统模型的调控与优化[J]. 西北师范大学学报: 自科版, 1995, 31(2): 73- 79
- [4] 姚华荣, 郑度, 吴绍洪. 首都圈防沙治沙典型区水土资源优化配置——以河北省怀来县为例[J]. 地理研究, 2002, 21(5): 531- 542
- [5] 崔远来. 缺水条件下水稻灌区有限水土资源最优分配[J]. 武汉大学学报(工学版), 2002, 35(4): 18- 21
- [6] 余卫东, 闵庆文, 李湘阁. 水资源承载力研究的进展与展望[J]. 干旱区研究, 2003, 20(1): 60- 66
- [7] 任望兵. 绿洲水土资源协调开发的 SD 模型: 以哈密为例[J]. 干旱区研究, 1998, 15(2): 51- 54
- [8] 何洪林. 吐鲁番水土资源开发利用动态分析[J]. 山地研究, 1998, 16(3): 198- 204
- [9] 田国良. 黄河流域典型地区遥感的动态研究(一)[J]. 遥感技术动态, 1990, (2): 25- 32
- [10] 徐东瑞, 朱建军. “3S”支持下的可持续农业技术支持体系的研究[J]. 河北农业科学, 2002, 6(1): 43- 47
- [11] 徐东瑞, 朱建军. 河北低平原农业技术体系与水土资源的空间配置研究[J]. 河南农业科学, 2003, (8): 45- 47
- [12] 杨群, 李硕, 李伟. 流域水土资源信息系统的构建[J]. 地理学与国土研究, 2002, 18(3): 42- 44
- [13] 唐华俊, 罗其友. 我国农业水土资源可持续利用战略[J]. 中国农业资源与区划, 1999, 20(1): 5- 10
- [14] 钟骏平. 新疆水土资源开发利用问题: 以呼图壁县为例[J]. 新疆环境保护, 1995, 17(2): 33- 34
- [15] 刘彦随, 刘胤汉. 关中灌区水土资源开发利用优化模式研究[J]. 国土开发与整治, 1997, 7(2): 51- 57
- [16] 赵成义, 王玉朝, 李志良, 等. 西北干旱区退耕还林(草)后水土资源开发的优化模型研究[J]. 干旱区地理, 2002, 25(4): 321- 328

要 $67 \times 10^8 \sim 70 \times 10^8 \text{ m}^3$; 西北内陆干旱区的生态环境和社会经济系统的耗水应各占 50% 为宜。

3.2 协调经济发展与生态保护

在保证一定的生态面积和最低生态需水量和土地适宜性的前提下,还应充分重视资源优化配置后的经济效益。可持续发展的落脚点是发展,没有发展的可持续,对人类而言是没有意义的。我国实行西部大开发战略并不仅仅是为了西部生态系统的恢复与重建,更重要的是要通过加速西部地区的经济发展,改变西部地区落后面貌,缓解东西部梯度差异,促进西北地区社会稳定、民族团结,保障国家边疆安全。而且,只有稳定的经济增长的良好的经济效益,才能促使西北地区人民有热情搞好生态环境建设。

3.3 进一步强调水资源的合理、高效利用

实现水资源的合理、高效利用,是水土资源优化配置的一个关键环节,配置方案能否实施与水资源利用结构和效率能否实现密切相关。西北地区提高水的利用率前景广阔,农业灌溉节水潜力很大。因此,应特别重视西北地区的农业结构调整,要使农业结构与西北各地水资源状况吻合。农业结构优化的主要内容,应包括产业结构优化、地域结构优化和时序结构优化三个方面。重视生物技术、生态工程与生态技术、节灌技术、精准农业技术等各种技术的引进和应用,如新的灌溉技术、新型节水材料、新型节水设备,根据生物的遗传潜力培育出的节水、节肥、节地的新资源等。这不仅可以有效缓解水土资源供需矛盾,反过来又可以促进农业生产结构的多元化。同时还要有效控制农业面源污染及因此造成的水体污染。

3.4 进行水土资源优化配置的综合研究

完善适用于西北各地区的水土资源优化配置的研究技术体系和应用技术体系,这是目前研究与永远中的一个比较薄弱的环节。应当重视 3S 技术、信息技术、精准农业技术等各种技术的引进和应用。优化西北地区制度环境,完善保障体系和突破结构制约,建立有利于水土资源合理利用的组织管理体系、政策激励与监督机制,加大公众参与力度,面向国内、国外两个市场,加强市场调节作用,促进各个部门和利益主体的积极参与。积极推进国际合作。