

# 基于模糊优选模型的区域可持续发展研究<sup>\*</sup>

张鹏, 徐中兵, 赵振亮, 杜天莉, 张慎举, 董洪北, 阿布都热合曼·哈力克

(新疆大学 资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046)

**摘要:** 根据且末绿洲实地考察、历年统计资料及绿洲水资源-生态环境-经济社会耦合系统互动关系的分析和对该耦合系统可持续发展模式的探讨, 利用模糊优选模型将多个评价指标转化为单一指标, 采用描述复杂水资源系统可持续发展水平的评价方法, 并结合且末绿洲水资源开发与利用的实际情况, 研究且末区域水资源可持续利用与经济社会协调发展的关系。综合对且末绿洲2003-2007年的水资源系统的量化分析, 结果表明: 且末绿洲水资源利用可持续发展水平有上升的趋势, 2007年且末绿洲水资源系统可持续度0.2395为5a最高, 但整体水资源可持续度还比较低, 且水资源丰富尚有较强的开发潜力和提升空间。研究成果可为且末绿洲水资源可持续利用及其管理提供定量的决策依据。

**关键词:** 模糊优选模型; 模糊隶属度; 区域; 且末绿洲; 可持续发展

中图分类号: F323.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)04-0186-06

## Research for the Regional Sustainable Development Based on Fuzzy Optimization Model

ZHANG Peng, XU Zhong-bing, ZHAO Zhen-liang, DU Tian-li,

ZHANG Shen-ju, DONG Hong-bei, Abdirahman · HALIK

(College of Resource and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

**Abstract:** According to fieldwork Qiemo Oasis, annual statistics, analysis on water resources-the ecological environment-coupling system of economic and social interaction, discussion on the coupling system of sustainable development model, and using of fuzzy optimization model transforming a number of evaluation indicators into a single indicator and the description of the complexity of the level of sustainable development of water resources system evaluation methods, combining with Qiemo oasis water resources development and utilization of the actual situation, the relationship between Qiemo regional sustainable utilization of water resources and the coordination of economic and social development was studied. Based on the quantitative analysis on integrated water resource system in the Qiemo Oasis from 2003 to 2007, results showed that the level of utilization of water resources for sustainable development in Qiemo Oasis increased year by year, and the maximum of Qiemo Oasis sustainable degree of water resource systems is 0.2395 in 2007, all in all, the level is relatively low and there is also a larger potential development space. Results can provide decision-making support for sustainable use and management of water resources in Qiemo Oasis.

**Key words:** fuzzy optimization model; fuzzy membership; region; Qiemo Oasis; sustainable development

可持续发展是我国经济社会发展的基本战略。在可持续发展的社会、经济、资源、环境基本框架中, 资源是重要的支撑要素<sup>[1]</sup>。水资源可持续利用与经

济可持续发展, 相互制约、相互促进, 水资源可持续利用是基础, 经济可持续发展是目的, 应积极协调好这两个方面的关系, 不能顾此失彼, 盲目发展。要做

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2009-01-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(40761021); 科研实践训练项目(XJU-SRT-Y08010); 校院联合资助项目(XY080132)

作者简介: 张鹏(1987-), 男, 重庆人, 硕士生, 研究方向为区域经济及其可持续发展。E-mail: zhangpengxju@sina.com

通信作者: 阿布都热合曼·哈力克(1967-), 男(维吾尔族), 新疆乌鲁木齐人, 副教授, 主要从事干旱区资源环境与区域可持续发展研究。E-mail: abdirahman9710@yahoo.com.cn

到人与自然和谐发展, 经济发展一定不能超过资源、环境承载力。对水资源的开发利用应在资源、环境承载力范围内促进经济发展, 相反如果超过了资源、环境承载力, 必然会制约经济发展, 水资源的开发利用应大力促进经济发展, 而不能制约经济发展, 科学协调好关系实现人与自然和谐发展<sup>[2]</sup>。

目前, 国内外关于区域水资源与经济社会耦合系统可持续发展的研究方法大致可归纳为两类: 一是采用多指标建立指标系统来评价可持续发展, 二是采用单一指标即系统指标来评价可持续发展。然而, 这些研究大都停留在概念的提供或定性的分析上, 缺乏量化的理论与方法<sup>[3]</sup>。因此, 如何建立物理意义明确、计算精确并能以多指标为基础的单一评价指标, 是目前可持续发展定量研究中迫切需要解决的问题。

### 1 且末绿洲概况

且末县位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州(以下简称“巴州”)南部, 昆仑山、阿尔金山北麓, 塔里木盆地东南缘。介于东经  $83^{\circ}25' - 87^{\circ}30'$ , 北纬  $35^{\circ}40' - 40^{\circ}10'$  之间, 总面积  $1.4025 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。且末县东与巴州若羌县交界, 西与和田地区民丰县接触, 南屏西阿尔金山和昆仑山与西藏藏族自治区为邻, 北部深入塔克拉玛干沙漠与巴州尉犁县相接, 西北部接阿克苏地区沙雅县。东西长 320 km, 南北宽 450 km。且末绿洲位于车尔臣河冲积三角洲地带, 整个绿洲呈狭长的沿水系分布的条带状。且末县总体地形南高北低, 由西南向东北倾斜。是全国面积第二大县, 但绿洲面积仅占全县面积的 4.3%。且末县境南部是山区, 中部地势平坦, 为巨大的山麓洪积平原, 北部为浩瀚塔克拉玛干大沙漠, 由南向北可分为 4 个地貌单元。这 4 个地貌单元分别是南部山区、山麓倾斜平原区、车尔臣河谷平原区和北部沙漠区<sup>[4]</sup>。

且末县地处欧亚大陆腹地, 南有青藏高原及昆仑山横卧, 暖湿空气不易流入, 北有天山阻断, 水汽来源很少, 受浩瀚沙漠影响, 从而形成暖温带大陆性干旱荒漠气候。这里光照充足, 热量丰富, 全年太阳总辐射量为  $499.1 \text{ kJ/cm}^2$ ; 气温昼夜差别比较大, 日较差最大可达  $24^{\circ}\text{C}$ ; 年平均气温  $10.5^{\circ}\text{C}$ , 冬冷夏热, 1 月的极端最低温度为  $-24.8^{\circ}\text{C}$ , 8 月的极端最高气温高达  $41.5^{\circ}\text{C}$ , 无霜期较短, 平均无霜期为 165 d; 降水极少, 年均降水总量不到 25 mm, 蒸发量大, 空气干燥, 春夏季多大风、风沙天气, 7 级以上的大风日有 10 d 左右。

且末县境内的河流均发源于昆仑山和阿尔金山

北麓。水源主要来自冰雪融水、山区降水和地下泉水等。水是绿洲最主要的资源, 水的分布决定了绿洲范围, 而水量的多少和水资源的开发利用决定了绿洲的现状发展及动态变化<sup>[5]</sup>。

新疆水资源的空间分布不均衡是一种普遍情况, 且末县也不例外。且末绿洲位于世界上第二大沙漠塔克拉玛干沙漠的东北部, 该绿洲周围被荒地和沙漠环绕; 再加上且末绿洲是个隔离于周围绿洲的典型的孤独绿洲, 这样的特殊环境形成了该绿洲独特的水文特征, 生态脆弱, 气候极端干旱, 降水稀少, 蒸发剧烈, 决定了该地区社会经济发展跟水资源有密切联系的特点, 即水资源是该地区的开发和社会经济发展的决定因素<sup>[6]</sup>。

### 2 “水资源- 生态环境- 经济社会”耦合系统

区域水资源- 生态环境- 经济社会耦合系统的可持续发展问题涉及水资源、经济、环境、社会、人口等诸多方面, 是一个比较复杂的非线性、多反馈的系统<sup>[7]</sup>。而生态环境系统是由生命系统和环境系统构成的, 经济社会系统是以生态环境系统为载体的人类社会物质资料的再生产系统, 其中, 生产、分配、交换、消费等行为构成了经济社会系统的子系统。生态环境系统与经济社会系统是不可分割、相互联系和相互作用的, 其相互关系如图 1 所示: A 为环境作为生产投入要素被使用的资源; B 为资源产生的商品供给消费者; C 为环境为生产提供空间; D 为环境为消费提供空间; E 为环境为消费系统提供公共环境物品, 包括质量的舒适和环境的投入; F、G 为没有进一步利用的生产消费的连带产品散发进入环境; H 为排放物在环境中通过扩散或运输过程变成污染物质; I 为污染和破坏对环境的损害函数。

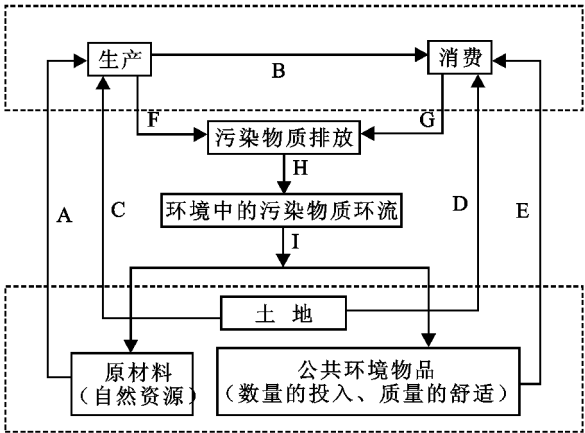


图 1 生态环境系统- 经济社会系统之间的相互关系图  
水资源是一个动态变化的巨系统, 它与经济社

会巨系统之间的关系集中体现在经济社会活动对水环境系统的干扰,以及大自然赋予水环境系统的自我组织和调节的抗干扰能力,这是水资源得以持续承载的内在机制<sup>[8]</sup>。水资源也是环境系统中的一个关键子系统。生态环境尤其是水生态环境对于区域经济社会的可持续发展有着十分重要的意义,水资源—生态环境—经济社会耦合系统的内部存在着紧密的互动关系。经济社会的高速发展给人类带来福祉的同时也带来了一定程度的区域水生态环境破坏甚至环境恶化,若高速发展的经济以生态破坏为代价,其最终导致的生态环境恶化和经济社会发展迟缓的后果将会更惨痛。因此,区域水资源的利用与管理必须以实现可持续发展为目标,才能实现区域水资源与经济社会耦合系统的可持续发展。

### 3 可持续发展的定量描述和定性分析

模糊性是人类思维和客观事物普遍存在的属性之一<sup>[9]</sup>。基于这一客观事实,为弥补复杂水资源系统可持续发展经典评价方法忽视模糊性的缺陷,以便得到符合复杂水资源系统发展客观状况的评价结果,可以应用模糊数学隶属度的概念定量描述复杂水资源系统可持续发展的状况。

可持续度的定义及计算,评价区域水资源系统可持续发展状况时,根据影响水资源系统可持续发展的多个指标的实际测量值,以衡量这些指标的可持续发展程度的标准值为比较依据,计算可持续度<sup>[10]</sup>。可持续发展状况可用隶属度表示,当有各指标的绝对可持续发展标准值时,可计算绝对隶属度来表示可持续发展状况。但是,各评价指标的绝对可持续发展标准值一般不存在,或尽管存在但因人们认识水平的限制而难以达成共识。实践中,经常出现的是没有评价指标的绝对可持续发展标准值,这时可计算相对隶属度来表示可持续度。

假设待评价的  $n$  个复杂水资源环境系统 有  $m$  个指标(灌溉率等)构成计算 的可持续度的指标集,每个指标实测值为  $x_{ij} = (x_{ij})_{m \times n}$ , 根据指标与可持续发展之间呈正相关或负相关两种情况,采用不同的属性规格化公式。当呈正相关时,取参考连续统上相对隶属度为 0 的左极点对应  $x_{i\min}$ , 相对隶属度为 1 的右极点对应  $x_{i\max}$ 。 $x_{i\min}$ ,  $x_{i\max}$  分别为可持续发展评价标准的最小、最大值。

权重的确定,采用模糊二元对比方法。根据相对隶属度的定义,劣与优分别处于参考连续的两个极点,则劣、优决策的目标对劣隶属度与优隶属度向量分别为  $\vec{g} = (0, 0, \dots, 0)^T$ ,  $\vec{y} = (1, 1, \dots, 1)^T$ 。设第  $j$  个水资

源系统对极点  $\vec{y} = (1, 1, \dots, 1)^T$  的相对隶属度为  $u_{(j)}$ , 各评价对象与两个极点的差异可分别用加权广义距离表示。为了确定  $u_{(j)}$ , 建立目标函数如式(1)。

$$\min F(u_{(j)}) = D_{yj}^2 + D_{sj}^2 \quad (1)$$

令  $F(u_{(j)})$  对  $u_{(j)}$  的导数为 0 解得评价对象  $j$  的可持续度计算公式如式(2)。

$$u_{(j)} = \frac{1}{1 + \left\{ \frac{\sum_{i=1}^m [w_i(r_{ji} - 1)]^p}{\sum_{i=1}^m (w_i r_{ji})^p} \right\}^{2/P}} \quad (2)$$

式(1), (2)中:  $D_{yj}$  ——水资源系统  $j$  与优决策间的加权广义权距离(简称距优距离);  $D_{sj}$  ——水资源系统  $j$  与劣决策间的加权广义权距离(简称距劣距离);  $w_i$  ——模糊二元对比法确定的第  $i$  个指标的权重;  $r_{ji}$  ——水资源系统  $j$  的第  $j$  个目标相对优属度;  $P$  ——距离参数,取值为 2 或 1。

### 4 水资源与经济社会可持续度计算的指标体系及其确定

合理平衡经济社会发展与水资源承载的相互关系,是水资源政策关注的目标。为使水资源可持续承载具有可操作性,需要定量分析承载主客体之间的关系,量化相互作用值的大小。由于水资源与经济社会的承载关系是涉及到多方面因素的复杂问题,其中还有许多过程具有不确定性,所以,对这一复杂关系定量描述的可行办法之一就是建立综合评价指标体系及相应的衡量标准与方法。

综合国内外的水资源可持续利用指标体系,可以得到的分类是:①国外水资源可持续利用指标体系。主要包括国家、地区、流域 3 种尺度;指标体系分为质量指标、受损指标、交互作用指标、化学指标和动态指标;可持续类别根据生态状况分为可持续、弱不可持续、中等不可持续、不可持续、高度不可持续和灾难性不可持续。②国内水资源可持续利用指标体系。按水资源系统特性可分为水资源可供性、水资源利用程度及管理水平、水资源综合效益;按指标的结构可分为综合性指标体系、层次结构指标体系、矩阵结构指标体系;按可持续观点可分为外延指标和内在指标、描述性指标和评估性指标;按评价指标考虑因素的范围可分为单一性指标、专题性指标、系统化指标<sup>[11]</sup>。

国内外许多学者从各自的研究领域出发,对水资源可持续利用指标体系进行的研究,虽然没有形成统一的观点,但这些指标的选择却为本文指标体系的建立提供了参考和借鉴。

表 1 水资源可持续利用指标体系设计	
名称	设计
指数	总体反映水资源可持续承载水平, 是指标体系的最高一级
指标	从水质、水量、水生态系统及人类的响应等不同方面来表征水资源承载的可持续性。指标按类别进行划分, 各类指标中进一步包含多重变量, 指标综合反映多个变量的特征
变量	是指标体系中最低的一级, 指向定义清晰、数据可直接获取、或由相关资料提供或通过简单计算便可获得的特征元素

在具体应用方面, 需要结合当地的实际情况选择切实可行的指标体系, 可通过指标体系获取水资源承载系统中相关因子的定量表征数据, 从而进行不同流域水资源承载水平的比较。也可以对同一区域在不同发展阶段的水资源承载状况或不同规划方案下的水资源承载发展趋势进行对比分析, 判定区域水资源承载发展方向, 指示不同规划措施的效果。

5 且末绿洲水资源发展状况

且末绿洲作为干旱区气候大背景下的隐域性景观

表 2 且末绿洲水资源系统可持续发展指标统计值

年份	年末总人口/万人	土地面积/ km <sup>2</sup>	灌溉面积/ km <sup>2</sup>	用水量/10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	供水量/ 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	需水量/10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	水资源总量/10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>
2003	5.6627	5890.5	228.9	2.58	2.58	2.72	15.94
2004	5.8065	5899.7	228.8	2.69	2.69	2.84	13.72
2005	5.8038	5908.8	228.7	2.94	2.94	3.12	16.79
2006	5.8405	5918.0	245.1	3.13	3.13	3.31	15.56
2007	5.9349	5927.2	245.1	3.23	3.23	3.41	13.66

注: (1) 土地面积为且末绿洲面积; (2) 数据来自 2004—2008 年《巴音郭楞统计年鉴》以及且末县水利局提供。

依据新疆干旱半干旱的实际情况, 选取的评价指标体系的过程如下:

- (1) 灌溉率= 灌溉面积/ 土地面积( % );
- (2) 水资源利用率= 用水量/ 水资源总量( % );
- (3) 水资源开发程度= 供水量/ 水资源总量( % );
- (4) 需水模数= 需水量/ 土地面积( 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/ km<sup>2</sup> );
- (5) 供水模数= 供给量/ 土地面积( 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/ km<sup>2</sup> );
- (6) 人均供水量= 供给量/ 总人口( m<sup>3</sup>/ 人 );

计算且末绿洲的灌溉率、水资源利用率、水资源开发程度、供水量模数、需水量模数、人均供水量等水资源系统可持续发展指标特征值如表(3)。

依据评价指标体系的原则, 确定评价且末绿洲各项水资源系统可持续发展评价指标标准值。

以且末绿洲 2003 年水资源可持续发展 6 个评价指标物特征值为例计算 2003 年水资源系统可持续发展度。

$$x_{li} = (3.89, 16.91, 16.91, 4.38, 4.62, 4556.13)^T$$

(3)

观来说, 水分条件无疑是决定其存在和发展的基础。合理利用水资源, 可保持区域的生态系统结构、功能的稳定性; 水资源利用不当会导致区域内部土地发生大面积次生盐渍化<sup>[12]</sup>, 破坏生态环境及阻碍社会经济的发展。因此, 对且末绿洲水资源的可持续发展研究有重大意义。

本文借鉴陈守煜教授提出的模糊优选模型, 将多个评价指标转化为可持续发展级别特征值单一指标, 并结合关伟教授在此基础上提出的区域水资源系统可持续度的计算, 采用模糊隶属度描述水资源系统可持续发展的可持续度来分析且末绿洲水资源可持续利用状况。依据且末绿洲水资源、生态环境、社会经济多指标运用主成分分析方法综合转化为几个综合指标, 参照有关水资源供需分析中的指标体系与结合且末绿洲实际情况, 选取灌溉率、水资源利用率、水资源开发程度、供水模数、需水模数和人均供水量 6 个指标作为计算可持续度相关指标。统计且末绿洲 2003—2007 年的各项水资源系统可持续发展指标:

式中:  $x_{li}$  ——表 3 中 6 项指标特征值的转置矩阵。

表 3 且末绿洲水资源系统可持续发展指标特征值					
指标	2003	2004	2005	2006	2007
灌溉率/ %	3.89	3.88	3.87	4.14	4.14
水资源利用率/ %	16.19	19.61	17.51	20.12	23.65
水资源开发程度/ %	16.19	19.61	17.51	20.12	23.65
供水模数/ (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> · km <sup>-2</sup> )	4.38	4.56	4.98	5.29	5.45
需水模数/ (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> · km <sup>-2</sup> )	4.62	4.81	5.28	5.59	5.75
人均供水量 ( m <sup>3</sup> / 人 )	4556.13	4632.74	5065.65	5359.13	5442.38

对灌溉率, 该指标与可持续发展正相关。由表 4 看出, 大于或等于 40% 的灌溉率, 对应着可持续度为 1; 小于或等于 10% 的灌溉率, 对应着可持续度为 0; 即  $x_{1max} = 40\%$ ,  $x_{1min} = 10\%$ 。灌溉率的实际值为 3.89%, 小于 10%, 故灌溉率的相对隶属度为  $r_{11}$

= 0。对水资源利用率,由表 4 知,  $\geq 40\%$  的灌溉率, 对应着可持续度为 1;  $\leq 10\%$  的灌溉率, 对应着可持续度为 0; 即  $x_{1\max} = 40\%$ ,  $x_{1\min} = 10\%$ 。将水资源利用率实际值 16.91%, 以及  $x_{1\max}$ 、 $x_{1\min}$  的值代入隶属度公式, 得到水资源利用率的相对隶属度为  $r_{12} = (16.91\% - 10\%) / (40\% - 10\%) = 0.21$ 。按同样的方法可求出 6 个指标的规格化值为  $r_{1i} = (0, 0.21, 0.21, 0, 0, 0)^T$ 。

表 4 水资源系统可持续发展评价指标标准值

指标	右极点 $x_{\max}$ , 可持续度为 1	左极点 $x_{\min}$ , 可持续度为 0
灌溉率/ %	$\geq 40$	$\leq 10$
水资源利用率/ %	$\geq 40$	$\leq 10$
水资源开发程度/ %	$\geq 40$	$\leq 10$
供水模数/( $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ )	$\geq 80$	$\leq 20$
需水模数/( $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ )	$\geq 80$	$\leq 20$
人均供水量( $\text{m}^3/\text{人}$ )	$\leq 2250$	$\geq 3750$

根据模糊识别理论,应用重要性语气算子与模糊标度,相对隶属度对应关系,确定 6 项指标的归一化权向量。

$$w = (0.167, 0.225, 0.108, 0.167, 0.167, 0.167)^T$$
(4)

代入可持续发展的定量描述和定性分析提出的可持续度计算公式,得到且末县 2003 年水资源系统的可持续度  $u_1 = 0.1183$ 。

采用同样的方法,可以计算出且末绿洲 2004—2007 年的水资源系统的可持续度如图 2。

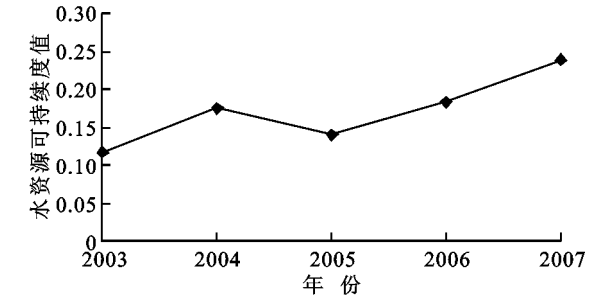


图 2 且末绿洲水资源系统可持续度

研究表明: 5 a 水资源系统可持续度相对较低。且末绿洲水资源—生态环境—经济社会耦合系统可持续发展程度不高,水资源可持续利用水平还比较低,水资源开发利用不合理。2003 年水资源可持续度为 0.118 3,是研究 5 a 中水资源可持续度最低的一年,2007 年水资源可持续度为 0.239 5,是研究 5 a 中水资源可持续度最高的一年,增长幅度为 102.45%,呈现出了良好的发展趋势。如图 2 中表示,2005 年水资源可持续度比上年稍有下降,主要原因是因且末县在此年的年降雨量比上年增长

317.3%。在此基础上进行综合评定则稍有降低。综上所述,且末绿洲水资源利用可持续发展水平在逐年提高,但整体水平相对较低,还有较大的开发潜力和提升空间。

6 结 论

经济社会的持续发展不能再单纯只靠水利工程数量,而主要是靠水利工程的质量和合理配置、高效利用、有效保护和科学管理,只有这样才能实现水资源的可持续利用与人口、资源和环境的协调发展。

水资源是经济、社会发展的基础性资源。水资源—生态环境—经济社会耦合系统的发展,以水资源的合理利用为推动力,对于生态脆弱的且末绿洲,水资源是其稳定的决定因子,水资源利用的可持续发展就尤为重要。且末县对水资源的利用主要用于农业灌溉,随着节水灌溉,修建防渗渠等设施的发展,结合且末绿洲水资源、生态环境、经济社会实际情况,提出以下几点建议:

6.1 且末绿洲水资源可持续战略

建设现代高效灌溉农业和现代旱地农业;长期以来,由于技术和管理水平落后等原因,灌溉水利用率相对较低,节水潜力很大。因此,要从传统的粗放型灌溉农业转变为建设节水高效的灌溉农业和现代旱地农业,以满足农产品的需求及水资源的可持续利用。

应适时制定和完善农业节水灌溉制度,全面实施农业节水灌溉工程,因地制宜,发展各项节水技术,提高农业节水效率,最大限度地减少农业灌溉各个环节用水的损失,推动区域农业用水的可持续管理。除了开发地表水和地下水等传统水源之外,应大力提倡开发处理后的城市污水、雨水、海水、微咸水等非传统水资源。

在引水工程中广泛采用防渗渠道,提高水利用率:(1)发展渠道衬砌与管道输水技术;(2)改进传统地面灌溉技术,由于大水漫灌历时长,用水量大,灌水不均匀,不仅浪费水资源,引起盐化,还影响农作物的生长;(3)推广滴灌技术,与传统灌溉方式相比,节水率可达 30%~50%,而且还可将含有肥料的水一滴滴灌到作物根层土壤中;(4)充分利用咸水,开发地下水资源,深入研究地表水—灌溉用水—地下水资源的复杂联系和耦合机制<sup>[13]</sup>,转变灌区水资源利用现状,合理利用地表水,进一步开发地下水。

6.2 且末绿洲水资源与生态环境

生态环境是关系到人类生存发展的基本自然条件。保护和改善生态环境是保障我国社会经济可持续发展所必须坚持的基本方针。且末绿洲水资源的

治理,关键在于生态环境的保护。水资源系统与生态环境系统的相互作用,在实践意义上的中心问题是绿洲稳定性问题,绿洲的稳定直接关系到且末地区水资源的承载能力。为此在水资源和生态环境方面要加强以下工作:

要采取多种措施保护好现有的草地、林地。由于受水资源等自然条件的限制,且末绿洲生态环境十分脆弱,易遭破坏,植树造林难度大,因此要保护好现有的草地、林地。绿洲外围,营造环形人工灌溉生态防护林,加强且末绿洲河东治沙工程,构筑起的一道抵御风沙的绿色长城,以阻止沙漠向绿洲的推进,减少风沙对且末绿洲生态的危害。增加绿洲内农田防护林的面积,使之与外围环形生态防护林相呼应,在整个灌区内外形成带、网、片相结合的防护林体系。建立生态环境的监控网络,坚强监控措施管理。实施保障生态环境用水的水资源配置战略。在水资源合理配置中,应在保障生态环境用水的前提下合理规划和保障社会经济用水。

### 6.3 且末绿洲水资源与经济社会

经济社会的发展依托水资源的合理利用及生态环境的稳定,重点以取水许可,强化水资源统一管理。改革水资源管理体制,成立统一的水资源管理委员会,实行统一规划和统一管理,并相应的加强水资源立法和执法,修订原有的水资源规划。建立长期稳定、有正确导向、全面系统的水资源综合治理投入机制,在水资源的投资机制中应充分考虑污水治理的需要。水价是水资源中的主要经济杠杆,对水资源的配置和管理起着重要的导向作用。必须在国家水资源管理机构的统一领导下,根据国家确定的水资源战略,明确制定且末绿洲现阶段的相应水价政策和定价系统。实行节流为先、治污为本、多渠道开源的城市水资源可持续利用战略,创造节水型社会,树立人人节水的观念。提倡“节流为先”,这不仅是根据我国水资源紧缺状况所应采取的基本国策,也是为了降低供水投资、减少污水排放量、提高水资源利用效率的最合理选择。强调“治污为本”是保护供水水质、改善水环境的必然要求,也是实现城市水资源与经济社会协调发展的根本出路。

### 6.4 大力建造生物工程,保障绿洲生态环境

且末县在三北防护林体系建设中,已取得了一定的成绩与经验,在全球寻求农业持续稳定发展的形势下,应当针对本区的实际情况,学习国内外在

干旱区灾害防治中的良好经验及先进技术,针对具体情况,因害设防。特别要在风沙危害严重的前沿地带建立大规模的防护体系,在琼库勒、阿拉尔和英吾斯坦等林网化程度较低的乡村,设置不同类型的生物工程体系,增加生物的多样性,有效地遏制沙丘移动,保持绿洲的稳定性。

应充分发挥人的主观能动性作用,积极改善人与水资源的对立关系,高效利用水资源的同时有效地保护好水资源,使人与水资源相互协调统一,才能真正实现水资源的可持续发展和永续利用。今后且末绿洲在发展过程中,加强科学的指导及规划,合理的开发利用水资源,保持和改善生态环境。提高水资源可持续发展水平,生态环境的建设是且末绿洲可持续发展的根本保证。

### 参考文献:

- [1] 中国科学院可持续发展战略研究组. 2004 中国可持续发展战略报告[R]. 北京: 科学出版社, 2005: 13-36.
- [2] 张芝英. 浅谈水资源的科学利用对经济可持续发展的重要意义[J]. 治淮, 2007(5): 43.
- [3] 姚敏, 黄燕君. 模糊系统研究[J]. 系统工程理论与实践, 2000, 20(5): 35-40.
- [4] 姜琦刚, 高村弘毅, 后藤真太郎. 中国新疆且末绿洲土地利用变化及驱动力分析[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2003, 33(1): 83-86.
- [5] 阿布都拉·麦合木提, 阿地力·肉孜, 阿不都克依木·阿布力孜, 等. GIS 支撑下的且末县水资源及其利用的空间分异研究[J]. 现代农业科技, 2008(15): 318-321.
- [6] 黄盛璋. 绿洲研究[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 19-56.
- [7] 樊俊涛. 区域水资源的可持续发展[J]. 山西建筑, 2008, 34(4): 187-188.
- [8] 彭静, 廖文根. 水环境可持续承载评价方法研究[R]. 中国水利水电科学研究院研究报告, 2005: 7-19.
- [9] 赵南元. 认识科学与广义进化论[M]. 北京: 清华大学出版社, 1998: 13-26.
- [10] 聂相田, 邱林, 朱普生, 等. 水资源可持续利用管理不确定性分析方法及应用[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1999: 105-114.
- [11] 徐建华. 计量地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 226-232.
- [12] 王让会. 且末绿洲的自然灾害及减灾对策[J]. 地理研究, 2007, 26(4): 685-692.
- [13] 李亚平, 董增川, 童芳. 苏南丘陵地区水-社会经济-生态耦合系统仿真模拟研究[J]. 水利水电技术, 2007, 38(11): 26-29.