

On Sustainable Land Use Planning
of Acclimating Water Resource in Ningxia Middle Arid Area

宁夏中部干旱带适水发展的 土地可持续利用规划研究

张居平 著



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

宁夏中部干旱带适水发展的 土地可持续利用规划研究

张居平 著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书以水土资源可持续利用和水土资源利用规划的相互作用机制作为切入点,在分析可持续水土资源利用规划目标、原则、特征和内容的基础上,提出了干旱地区适应水资源承载力条件的可持续土地利用规划方法,研究了干旱地区适水发展的可持续土地利用规划的编制程序和技术体系,以宁夏中部干旱带为例进行实证研究。其主要分为三部分:宁夏中部干旱带水资源利用现状及节水潜力评价、宁夏中部干旱带适水发展的可持续土地利用评价、宁夏中部干旱带适水发展的可持续土地利用规划及决策研究。

本书以理论与实践相结合,内容翔实,层次分明,具有较强的实用性,为水资源管理、水环境、水利、节水型社会建设等相关学科研究者提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

宁夏中部干旱带适水发展的土地可持续利用规划研究 /
张居平著. — 徐州:中国矿业大学出版社,2013.12

ISBN 978 - 7 - 5646 -2192 - 6

I. ①宁… II. ①张… III. ①干旱区—水资源管理—
研究—宁夏②干旱区—土地利用—研究—宁夏③干旱区—
土地规划—研究—宁夏 IV. ①TV213.4②F321.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第318231号

书 名 宁夏中部干旱带适水发展的土地可持续利用规划研究
著 者 张居平
责任编辑 杨 洋
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×960 1/16 印张 9.5 字数 230 千字
版次印次 2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月第 1 次印刷
定 价 25.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



张居平 1970年2月生，宁夏中卫市人，宁夏大学土木与水利工程学院副教授。1993年毕业于武汉测绘科技大学城市规划专业，获工学学士学位；2013年毕业于宁夏大学土木与水利工程学院，获工学博士学位。长期从事城市规划设计及其理论和建筑设计及其理论方面的教学和科研工作。先后主持、参加省级、厅局级、校级课题多项，在国内外学术刊物上公开发表学术论文10余篇。

前 言

水土资源利用规划作为实现水土资源可持续利用的重要途径和工具,一直是国内外研究的热点问题。从学科的发展来看,水资源利用规划学和土地利用规划学向可持续发展观转变是时代的必然要求。随着水资源、土地资源可持续利用和水资源、土地资源利用规划理论和方法研究的逐步深入,系统研究为可持续发展和水土资源可持续利用提供支持的规划理论与方法成为我们面临的一项重大而又紧迫的课题。

对于干旱与半干旱地区而言,只单纯研究水资源或土地资源的可持续利用规划都是不够的。在干旱地区,水资源制约了土地资源的开发利用,进而影响到地区社会经济的发展,更为严重的是由于经济的落后,对土地资源过垦过牧,久而久之,造成自然生态环境严重破坏,大面积水土流失,土地荒漠化已成为这些地区的普遍现象,甚至影响到地区人民的安定团结。因此,必须研究这些地区人与土地、土地与水源的和谐关系,才能真正实现干旱地区生态合理、经济稳定增长、社会安定的可持续发展局面。

本书以水土资源可持续利用和水土资源利用规划的相互作用机制作为切入点,在分析可持续水土资源利用规划目标、原则、特征和内容的基础上,提出了干旱地区适应水资源承载力条件的可持续土地利用规划方法,研究了干旱地区适水发展的可持续土地利用规划的编制程序和技术体系,以宁夏中部干旱带为例进行实证研究。其主要内容分为三部分:宁夏中部干旱带水资源利用现状及节水潜力评价、宁夏中部干旱带适水发展的可持续土地利用评价、宁夏中部干旱带适水发展的可持续土地利用规划及决策研究。

① 第一部分首先对宁夏中部干旱带水资源利用现状和存在的问题进行分析,在此基础上提出宁夏中部干旱带节水的主要环节及技术措施,分析了通过对各灌区实施渠道防渗衬砌、田间高效节水灌溉技术推广、种植结构调整、田间节水灌溉定额的应用、加强灌区管理等措施后,宁夏中部干旱带到2020年的节水潜力。

② 第二部分首先根据宁夏中部干旱带实际,研究了该地区可持续土地利用的评价方法,针对宁夏中部干旱带土地利用特点,对影响宁夏中部干旱带土地可持续利用的障碍因子进行了评价,结合宁夏中部干旱带土地利用规划,确定了宁夏中部干旱带可持续土地利用结构。

③ 第三部分首先论述了水土资源可持续利用规划过程的概念和编制程序,具体阐述了干旱地区水资源承载力条件下的可持续土地利用规划的一些技术方法,有针对性地建构了干旱地区适水发展的可持续土地利用规划的数学模型,并提出了适水发展的可持续土地利用规划的评估和决策方法。研究了在宁夏中部干旱带有限的水资源条件下,实现地区自然生态、社会、经济综合效益最优化的水土资源可持续利用规划及决策体系。

由于作者水平所限,书中难免有疏误之处,恳请读者谅解与指正。

作 者
2013 年

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 问题的提出	1
1.2 研究意义	3
1.3 研究综述	3
1.4 研究内容及方法	13
第 2 章 宁夏中部干旱带水资源开发利用现状分析	17
2.1 西北干旱地区水资源特点及存在的问题	18
2.2 宁夏中部干旱带基本概况	22
2.3 宁夏中部干旱带水资源利用现状分析	27
2.4 小结	41
第 3 章 宁夏中部干旱带节水潜力分析与评价	43
3.1 节水潜力分析与计算方法	43
3.2 宁夏中部干旱带节水潜力分析	46
3.3 宁夏中部干旱带节水潜力评价	61
3.4 小结	61
第 4 章 宁夏中部干旱带土地利用现状分析	63
4.1 土地利用现状分析方法	64
4.2 宁夏中部干旱带土地利用现状及变化分析	66
4.3 宁夏中部干旱带土地利用中存在的问题及应对措施	73
4.4 小结	75
第 5 章 宁夏中部干旱带土地利用评价	76
5.1 宁夏中部干旱带土地适宜性评价	77
5.2 宁夏中部干旱带土地可持续利用评价	85
5.3 小结	96

第 6 章 宁夏中部干旱带适水发展的土地可持续利用规划	97
6.1 基本概念及其内涵	97
6.2 适水发展的土地可持续利用规划方法	100
6.3 宁夏中部干旱带适水发展的土地可持续利用规划	107
6.4 小结	119
第 7 章 适水发展的土地可持续利用规划决策	121
7.1 可持续发展规划决策方法	121
7.2 适水发展的土地可持续利用规划决策评价体系	125
7.3 宁夏中部干旱带适水发展的土地可持续利用规划决策评价	128
7.4 小结	131
第 8 章 结论与展望	132
8.1 结论	132
8.2 展望	133
参考文献	134
后记	143

第1章 绪 论

1.1 问题的提出

水与人们的生存、生活、生产息息相关,它是人类社会发展的基础性自然资源、战略性经济资源和公共性社会资源,被称为地球的血液,对于工农业生产来说,水资源更是必不可少的基础资源。改革开放以来,我国资源利用总体处于高耗低效状态,随着经济的发展,水资源对经济发展的制约作用越来越明显,尤其对于干旱地区而言,科学合理地充分利用水资源,在生态安全的前提下,保障经济持续稳定增长已成为我国广大干旱地区必然的追求目标。

我国是一个水资源短缺的国家,淡水资源总量为 2.8 万亿 m^3 ,人均占有水资源量不足世界平均水平的四分之一,耕地亩均仅有水资源量为 1 442 m^2 ,相当于世界水平的 61%。与此同时,水资源时空分布不均,地域分布量相差悬殊。尽管如此,我国农业水资源的利用效率还是很低,农田对降水的利用率仅为 56%,对灌溉水的利用率平均仅为 45%,灌溉农田水分生产率平均为 1.0 kg/m^3 左右,旱田仅为 0.60~0.75 kg/m^3 。根据测算,在不增加现有农田灌溉用水量的情况下,2030 年全国缺水将高达 1 300 亿~2 600 亿 m^3 ,其中农业缺水 500 亿~700 亿 m^3 ,但若通过农业节水技术的应用,改变传统的粗犷式经营、灌溉模式,农田灌溉水的利用率将由目前的 45% 提高到发达国家的水平 70%,则可节水 900 亿~950 亿 m^3 ,如同时提高水的利用效率,农业节水后不仅可满足 7 亿 t 左右的粮食生产用水,还能节约出 400 亿~500 亿 m^3 的水量用于国民经济的其他重要行业。这说明挖掘农业节水潜力,不仅是由我国水资源短缺、水土资源配置失衡等严峻形势所决定的,也是我国国民经济和社会可持续发展所要求的。

我国水资源分布状况与国民经济的布局和发展之间严重错位,我国干旱地区的水资源形势更严峻。而北方作为我国粮食主产区,很多地区都属于水资源匮乏的干旱地区,因此,研究干旱地区农业节水、水土资源可持续利用规划,对保障国家用水安全、粮食安全、生态安全和社会安定,推动工、农业和农村经济可持续发展,具有重要的战略意义。

随着人类以发展社会经济为目标,在水资源开发利用过程中,不可避免地会对生态环境造成一定的影响,如果生态环境遭到破坏,也势必会反过来制约社会经

济的发展。因此,需要基于生态的良性循环发展来研究水资源的承载能力,尤其对广大干旱地区,根据地区社会经济发展的要求,研究区域内的各类用地的需水量,在保证生态环境不遭到破坏的同时,保障社会经济的可持续发展尤为重要。从干旱地区水资源的可能性出发,分析区域内的水资源对生态环境以及社会经济发展规模的承载能力,研究水资源在持续维持良好生态环境的能力的条件下最大可能的节水量,以确保区域的水土资源利用平衡及社会经济的可持续发展。水资源的开发利用模式对于水资源的科学利用、优化配置也起着至关重要的作用,因此需要利用先进的研究方法和技术手段,对区域内的水资源进行科学合理的利用,为水资源可持续开发利用提供理论基础和技术手段。本研究基于以上几点思考,以宁夏中部干旱带为例,依托宁夏瑞沃水资源工程研究院所承担的“宁夏中北部土地开发整理重大工程项目中部片区土地综合整治与高效节水专题研究”,分析宁夏中部干旱带水资源利用现状特征,计算出该区域到2020年的节水潜力,并以可持续发展为指导原则,结合土地可持续利用评价结果,预测水资源对土地利用以及社会经济发展的承载能力,提出水土资源合理开发利用模式,构建基于水资源承载力条件下的宁夏中部干旱带可持续发展的土地利用规划模式。

本研究在对宁夏中部干旱带水土资源利用现状进行全面分析的基础上,从工、农业生产及居民生活用水等环节的节水措施,深入研究宁夏中部干旱带节水潜力,结合对宁夏中部干旱带土地可持续利用评价,提出适于干旱地区水资源条件的相应土地利用规划和决策模式,指导干旱地区水土资源开发利用实施阶段的规划及决策,为宁夏中部干旱带可持续发展的土地利用规划实施提供指导。

宁夏中部干旱带是全国贫困地区之一,生态条件十分脆弱,土地荒漠化面积1.18万 km^2 。中部扬黄灌区是宁夏除引黄灌区外最大的粮食生产区,是宁夏中部片区上的一片绿洲。多年来,在党中央、国务院的亲切关怀和大力支持下,区域内相继建成固海、固海扩灌、红寺堡、盐环定等扬黄工程,发展扬黄灌溉面积150万亩。但由于田间工程配套水平低,种植结构不合理,有效的水资源不能充分利用,大片宜农荒地未能开发,大部分旱地得不到补灌,致使耕地质量不高,亩均产量仅100 kg。长期以来,由于水土资源开发利用缺乏相应的科学指导,工业等其他经济形态在该地区无法发展,致使社会经济发展受到严重制约,该课题的研究将对宁夏中部干旱带乃至我国广大干旱与半干旱地区社会经济的发展具有重要的参考价值。

1.2 研究意义

宁夏中部干旱带土地资源广阔,人口众多,气候干旱,自然条件差,生态条件十分脆弱,作为宁夏回族自治区最大的粮食生产基地之一,长期以来受水资源匮乏的影响,给该地区社会经济的发展带来了严重的影响,成为阻碍当地社会经济发展的“瓶颈”。

宁夏中部干旱带土地广袤,由于长期受水资源匮乏的影响,大面积宜农土地沦为荒地,土地资源浪费十分严重。水土资源利用规划遵循“节水增地、改善生态、移民致富”三项原则,对宁夏中部干旱带农业灌溉技术、管理模式等进行改造,以高效节水为核心,充分挖掘该地区节水潜力,对未利用的宜农土地进行开发利用,结合我国社会主义新农村建设规划,对田、水、路、林进行综合规划,以增加耕地面积,提高耕地质量,实现耕地动态平衡,改善农业生产条件和生态环境,发展集约高效现代农业、特色农业,调整农业结构,大幅度提高粮食产量和农业综合生产能力,使宁夏中部干旱带实现增产增收和保护生态的统一。

本研究在宁夏中部干旱带耕地及灌溉现状研究的基础上,就土地平整工程、水利配套工程、田间道路工程和农田防护林网工程布局与新农村建设、特色产业、节水灌溉进行有效的结合开展研究,在水资源科学利用现状评价的基础上,通过系统分析,计算宁夏中部干旱带的节水潜力;对宁夏中部干旱带土地资源进行科学评价,结合该地区土地利用特点,在新开发土地上选择适合该地区水资源可持续利用的农业种植结构;通过分析各类用地对水资源的需求以及社会效益,建立社会、经济、生态的耦合模型,研究宁夏中部干旱带适水发展的土地可持续利用规划。为宁夏中部干旱带水土资源的可持续利用规划提供重要的理论依据。

因此基于水资源高效利用为基础的干旱地区可持续发展的土地利用规划研究内容,通过多种提高水资源承载力的规划方案的比较,提出提高水资源承载力的土地利用规划最优方案,为改善干旱地区水资源条件、提高水资源承载力提供科学依据。可见,该项目的研究具有显著的科学价值和良好的经济、社会和环境效益,课题研究具有重要的现实意义。

1.3 研究综述

1.3.1 水资源合理开发及节水潜力研究综述

水资源作为人类生存的基础,水资源的可持续开发利用就成了区域可持续

发展的重要研究内容之一,而水资源开发模式则是其中一个核心内容^[1]。科学合理的水资源开发利用模式必须以水资源量为基础,按照水土资源的时空分布特征进行水资源的合理配置,这是协调干旱地区社会经济发展和生态环境保护的基本途径。干旱地区水资源可持续利用是以首先保持自然生态环境的前提,在水资源可承载的约束条件下科学合理地配置水资源,最终达到生态环境和社会经济的和谐发展。

确定科学合理的水资源开发模式对一个地区(尤其是干旱与半干旱地区)的水资源可持续利用至关重要,国内外许多学者在这个方面做了大量的研究工作。美国学者 Dufresne, P. Douglas. 运用 MODFLOW 论证了佛罗里达的湖城地区水资源状况,同时预测了水资源开采对周边环境(如湿地、地表水和泉水)的影响,总结出适合当地的水资源开发模式为地表水与泉水联合利用^[2]。德国 Braunschweig 科技大学的 M. Schoeniger 运用 FEFLOW 对德国北部地区一处由破碎的古生代岩石形成的排泄区的地下水流运动进行了模拟,其开发模式中不但包括了对水量和水质的管理,还包括了相关的风险分析^[3]。

我国许多学者针对具体地区或区域的水资源特征提出了适合当地水资源开发利用条件的优化模式。李佩成在分析了节水与养水的关系,比较了各种节水措施及灌水技术的利害得失之后,提出应推进研发具有中国特色的节水与养水相结合的灌区模式^[4]。何士华等将水资源开发利用看成一个涉及经济、环境、社会效益等多个目标的连续过程,根据水资源开发利用历程中决策者偏好结构的演变规律,将多目标决策权衡率的基本涵义扩展到与时间相关,揭示了不同水资源利用模式下经济效益目标和环境效益目标之间的权衡率随时间变化的动态演变特性^[5]。康卫东等对陕北黄土沟壑区多泥沙河水与地下水联合调配利用进行了分析,提出了兼顾上下游、最大限度满足工农业和生活用水的水资源开发利用模式^[6]。王文科等在对关中地区水资源分布特点和水资源开发利用存在问题进行分析的基础上,从社会经济环境协调发展角度,根据区内水资源条件、开发利用潜力和环境状况,全面系统地提出了关中地区水资源合理开发利用的四种模式,分析研究了各种亚模式水资源赋存规律、利用现状、开发潜力和合理利用方向,从而为水资源宏观开发利用指明了方向,也为关中地区水资源配置、规划与管理提供了科学依据^[7]。齐学斌等根据水资源平衡的原理,对井渠结合灌区的地表水和地下水进行联合优化调度,并采取地膜覆盖集雨种植节水技术和引洪补源技术,实现灌区水资源的高效可持续利用^[8]。孙才志以松嫩盆地为例,根据研究区内的水文、水文地质条件,应用模糊集理论与方法确定出松嫩盆地各县市的水资源开发模式,并对各种开发模式做了简要论述^[1]。

干旱地区水资源对于自然生态环境和社会经济发展起着关键的制约作用,

根据干旱地区水资源特征制定科学合理的开发模式对缓解这些地区水资源紧张,提高水资源利用率发挥着重要的作用。邓铭江等通过分析国内外地下水库的建设经验,结合干旱地区内陆河流域的地貌单元、储水构造特征以及水资源转化的特点,提出了建设山间凹陷、山前凹陷和深覆盖河谷型三种地下水库的具体设想及相应的适宜地段,并在此基础上提出了以地下水库调蓄为主,地下水与地表水统一调度的流域水资源利用的新模式,以实现水资源的开发利用更加合理、科学、经济^[9]。王浩等针对生态环境脆弱的干旱与半干旱地区水资源利用的特点,基于水资源的二元演化理论与方法,在保持水土平衡、水量平衡和水盐平衡的基础上,以空间配置、时间配置、用水配置、水源配置、管理配置为基本模式,从实际情况出发,以水定发展目标,提高水土资源匹配效率,以流域为单元合理安排生态环境用水和社会经济发展用水,并以此建立了干旱地区水资源合理配置模型^[10]。干旱与半干旱地区水资源有着与其他地区不同的特征,因此在干旱地区水资源开发利用过程中必须根据其具体的特征制定科学合理的开发模式,以实现干旱与半干旱地区水资源的可持续利用。

1.3.2 水资源承载力研究综述

水资源承载力是承载力这一力学概念在水资源领域的应用,目前许多学者根据自己的理解赋予了水资源承载力不同的定义,水资源承载力也广泛应用于研究缺水地区的工业、农业和城市及整个经济发展的水资源供需平衡^[11]。结合目前的研究现状,水资源承载力可以理解为:在某个地区在具体历史发展条件下,以可以预见的科学技术水平,可以预测的自然生态、社会、经济发展水平为依据,在可持续发展目标的前提下以维护自然生态环境良性循环为基本条件,对水资源进行优化配置,对该地区自然生态、社会、经济发展的支撑能力。

国外对水资源承载力的研究起步较早,美国陆军工兵团(US Army Cory of Engineers)和佛罗里达州社会事务局(Florida Department of Community Affairs)于1998年共同委托URS公司对佛罗里达Keys流域的水资源承载力进行了研究。Joardor等从供水的角度对城市水资源承载力进行了深入的研究,并建议在城市发展规划中考虑其影响因素^[12]。Falkmark等学者用较简单的数学计算方法对全球和一些发展中国家的水资源开发利用程度进行了研究,为水资源承载力提供了一定的研究基础^[13]。英国学者斯莱瑟教授提出了ECCO模型理论,运用系统动力学的方法,将人口、资源、环境和发展之间的关系予以综合考虑,模拟了不同发展条件下人口变化与水资源承载力之间的动态关系。Harris将研究重点放在了农业区域水资源对农业生产的承载能力,并将此作为区域发展潜力的一项衡量标准^[14]。Rijibenman等则建议在城市水资源安

全保障的衡量标准里,将水资源承载力考虑到城市水资源评价和管理体系中^[15]。

我国对水资源承载力的研究发展较快,20世纪80年代末随着西部大开发战略的实施,我国西北地区社会经济的高速发展使得对水资源的需求猛增,同时占用大量的生态用水,造成生态环境恶化^[16]。以施雅凤为代表的中科院水资源新疆课题组开始对水资源承载力的研究拉开了我国在水资源承载力方面研究的序幕^[17]。施雅凤等于1992年再次从“容量”的角度明确提出水资源承载力是指某一地区的水资源,在一定社会历史和科学技术发展阶段,在不破坏社会和生态系统时,最大可承载的农业、工业、城市规模和人口的能力,是一个随社会、经济、科学技术发展而变化的综合目标^[18]。此后我国许多学者都从不同的角度对水资源承载力给出了定义,李佩成提出了“四环理论”用于指导地下水资源评价,即在天然储量容许的范围内,综合考虑技术上的可能性、经济上的合理性和生态环境上的安全性,得出合理开采量^[19],并在内蒙古的阿拉善盟腰坝绿洲地下水资源承载力及其可持续利用的研究中,分别采用模型计算法和分项计算平衡法计算出腰坝绿洲的水资源承载力。贾嵘等从“能力”的角度对水资源承载力给出了定义:是指在一个地区或者流域范围内,在具体的发展阶段和发展模式条件下,当地水资源对该地区经济发展和维护良好的生态环境的最大支撑能力^[20]。阮本清等从人口和社会经济发展规模出发,水资源承载力定义为:在未来不同的时间尺度上,一定生产条件下,在保证正常的社会文化准则的物质生活水平下,一定区域用直接或者间接方法表现的资源所能持续供养的人口数量^[21]。程国栋将水资源承载力定义为:某一区域在具体的历史发展阶段下,考虑可预见的技术、文化、体制和个人价值选择的影响,在采用合适的管理技术条件下,水资源对生态经济系统良性发展的支持能力^[22]。综合分析这些定义,可以归纳为两种观点:一种观点是根据社会经济现状确定水资源开发的规模;另一种观点是水资源所能支撑社会经济发展的最大能力。

我国学者不但在水资源承载力理论方面的研究百花齐放,在研究方法上更是硕果累累,不同领域的学者由于看待水资源的角度不同,对水资源承载力的定义和研究思路不同,导致他们的研究方法也各不相同。目前,水资源承载力研究方法主要有:常规趋势法、主成分分析法、多目标决策分析法、模糊评价法和系统动力学法等。模糊综合评价法(fuzzy comprehensive evaluation)是在设置水资源承载力影响因子的基础上,确定评价集和权重,通过综合评判矩阵对影响水资源承载力的多因素作出判断,该方法克服了常规趋势法因子较多的缺陷,但是在运算过程中选取部分影响较大的因子,由于因子的取舍难以准确判断,因而评价结果存在一定的片面性^[23]。许有鹏、秦莉云利用模糊综合评价法分别对新疆和

田河流域和淮河流域水资源承载力作出评价^[24,25]。

① 多目标决策分析法(multi-objective optimization analysis)——在列出影响水资源系统的主要约束条件后,运用系统动力分析和动态分析两种手段,寻求多目标的整体最优,该方法的优点是可以将水资源承载系统与区域宏观经济系统作为一个综合体考虑,但是各影响因子的权重是通过主观判断得到的,因此客观性较差^[26]。徐中民、朱照宇利用多目标分析法分别评价了黑河流域中游和珠江三角洲经济区的水资源承载力^[27,28]。

② 常规趋势法——在综合考虑可利用水量、生态环境用水和国民经济各部门的适当用水比例的同时,在考虑节水能力的情况下,计算水资源所能承载的工业、农业以及人口数量等,此方法运算简便、内容直观,但是由于各因子之间关系复杂,得出的承载力合理性欠佳^[29]。施雅凤、曲耀光等利用常规趋势法分别对乌鲁木齐河流域和黑河流域水资源承载力作出评价,并提出相应开发对策^[30-31]。

③ 主成分分析法(principal component analysis)——通过降维处理的方法把水资源承载力的多个影响变量化为少数几个指标,并确保综合指标能够反映原来较多的信息,该方法克服了模糊综合评价法的缺陷,但是却有不具有动态监测的效果^[32]。傅湘利用主成分分析法研究了区域水资源承载力综合评价^[33]。

④ 系统动力学方法(system dynamics method)——美国麻省理工学院的 Jay W. Forrester 教授提出通过建立 DYNAMO 模型并借助计算机仿真定量地研究非线性、高阶次、复杂时变系统,该方法参量不易掌握,得出的结论容易产生误差^[34]。陈冰、惠映河利用系统动力仿真法分别对柴达木盆地和关中盆地进行了水资源承载力评价和预测^[35,36]。

我国在水资源承载力方面的研究起步虽晚,但是近一二十年来发展迅速,取得了大量研究成果,但由于水资源承载力具有有限性、动态性、不确定性以及可增强性,因此在理论基础和方法体系上还不够完全成熟,未来的发展方向主要有以下几个方面:① 需要加强理论基础的研究,达成公认的水资源承载力概念、内涵,总结出有效的研究思路、方法体系;② 与水环境污染、生态保持结合,侧重干旱与半干旱缺水地区,特别是我国西北地区;③ 引入新技术、新方法,并与以往的理论方法相结合^[37]。

水资源承载力的研究,在基础理论、计算方法以及指标体系等方面均已取得了一些成果,但研究的重点还是侧重于计算以及评价等方面,没有形成独立的成熟理论和方法,在未来研究中应注重水资源承载力基础理论及其与社会经济可持续发展的关系研究,水资源承载力研究包括“人—水—地—生态—经济—社会”等多方面的问题,需要利用多种方法和手段,从多角度来模拟和预测这个庞大的系统,促进人口、水土资源、环境、经济发展和社会的协调和可持续发展。

1.3.3 土地可持续利用评价研究综述

(1) 土地评价体系研究现状

土地评价是土地利用规划的主要依据,是土地合理化利用的重要前提。20世纪60年代以来,土地评价多以土地分类和土地潜力分类为主^[38]。随着人口增长、土地质量退化和生态环境问题的日益加剧,以土地的利用现状特征分析为主的传统的土地评价(土地适宜性评价和土地潜力评价)远远满足不了土地可持续利用和自然生态保护等现代土地利用规划的需求。土地可持续利用问题已成为该领域研究的焦点。衡量土地可持续利用的指标体系被拟定为近期理论研究的重点^[39]。而旨在更好地掌握土地质量变化的土地质量指标体系研究则成为几大国际组织(世界银行、联合国环境规划署、联合国粮农组织、联合国开发计划署)确定的优先研究项目^[40]。

自20世纪90年代以来,国际上一些土壤学专家和土地评价专家将可持续概念引入土地开发利用之后,国际上召开了多次有关土地可持续利用方面的会议,许多学者从自然生态学、经济学、社会学等各个方面探讨了土地评价的指标和方法。在“发展中国家土地可持续利用评价国际研讨会”(泰国)^[41]和“21世纪土地可持续利用管理国际研讨会”(加拿大)^[42]等基础上,世界粮农组织(FAO)于1993年颁布了《土地可持续利用评价纲要》等指导性文件^[43]。评价纲要中指出了土地评价的原则、程序和五项评价标准,即:土地生产性(productivity)、土地的安全性或稳定性(security)、水土资源保护性(protection)、经济可行性(viability)和社会可接受性(acceptance),并初步建立了从自然生态、经济和社会等方面的评价指标^[44]。在不同的国家和地区,由于自然和社会经济条件各不相同,因此,各国均以评价纲要为指导,探讨适合本国国情的土地评价理论和方法。之后联合国粮农组织、联合国开发计划署、联合国环境规划署和世界银行于1995年召开会议研究建立土地质量评价指标体系项目的全球联盟基础。

中国在1992年世界环境与发展大会之后也制定了中国国家可持续发展战略——中国21世纪议程,并展开了相关研究^[45]。许多学者在理论的基础上从自然、社会经济、生态三个方面提出了各种土地可持续发展的指标体系^[38,46,47]。陈百明等提出了土地的可持续利用指标与评价的研究必须从三个方面开展深入探讨:①土地利用的分区及区域土地可持续利用指标体系的制定;②主要土地利用系统可持续利用指标体系及阈值的制定;③典型区域土地可持续利用指标体系及阈值的制定。只有将这三方面的内容融合起来研究,才能保证指标体系的科学性、系统性和实用性^[44]。Anthony Gar-on Yeh等以广东省东莞市为样

区,利用 GIS 研究了经济快速发展地区的土地可持续发展^[45]。随着研究的深入,农业可持续评价研究也逐渐展开。姜文来等^[48]、徐梦洁^[49]、刘慧^[50]等研究了区域农业可持续发展的指标体系和评价方法。但我国在土地资源可持续利用及其指标体系的研究方面与国外还存在着较大差距,在评价方法上,没有充分反映土地可持续性利用的动态特征。因此在建立土地资源可持续利用指标及评价体系时,应与国际上的主要评价指标体系进行比较,特别是某些指标阈值上的异同。

(2) 评价体系存在的问题

到目前为止,国际上有关的指标体系可分为以下几种:单一指标体系、综合核算指标体系、菜单式多指标体系、菜单式少指标体系、“压力—状态—响应”(P-S-R)指标体系^[51]。但总的来说,这些指标体系研究中主要存在以下几方面的问题:① 理论与实践脱节。有些指标看似合理,但由于数据不易获得,实际操作起来难度较大;② 有些指标的选择存在概念上的模糊和交叉现象;③ 指标数据太多,不便于操作;④ 忽略了空间因素的影响^[39,52,53]。同时,土地评价指标体系中权重系数或贡献率的确定也是在技术上有一定难度的问题。目前国内研究中常采用的方法有层次分析法、特尔菲法等,这些方法都存在着一定的主观性。

1.3.4 国内外土地可持续利用规划研究综述

国内外对土地可持续利用规划研究是在联合国《21 世纪议程》发表以后开展起来的。《21 世纪议程》第十章专门论述了“土地资源的综合规划和管理”,提出土地资源的综合规划和管理的目标是促进给那些可提供最大可持续效益的用途以更多的土地分配,促进土地资源综合管理向可持续利用方向转移,同时,还要考虑环境、社会和经济等问题。目的是为可持续利用土地规划的协调决策工作提供一个理性的框架。“可持续发展理论”是土地可持续利用规划的理论基础,由于可持续发展概念本身带有很强的不明确性和广泛性,加之可持续发展衡量和评价的困难以及实施中存在诸多障碍。从土地可持续利用规划建立的理论和方法体系来看,目前的研究还仅处于初级的起步阶段,内容上主要研究如何将可持续发展的原则应用到土地可持续利用规划概念内涵的界定、探讨土地可持续利用规划的基本内容以及可持续发展原则在土地土地利用规划中的实践等少数的几个方面,真正具有规范性、可操作性强的土地可持续利用规划的理论和方法体系尚有待于在实践中不断地总结、提高和完善。

对于土地可持续利用规划内涵的研究目前有以下几种理解:① FAO 认为土地资源综合利用规划的方法是通过规划编制者、土地权力人和决策者之间的协商和交流,来优化和对未来土地利用进行选择。其对可持续利用规划的理解