

宁夏水资源可持续利用 研究与实践

唐 莲 著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

宁夏水资源可持续利用研究与实践

唐 莲 著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是关于干旱半干旱地区水资源可持续利用理论构建、实践分析和经验总结的论著,书中重点梳理了干旱半干旱地区水资源的特点、水资源缺乏地区实现水资源可持续利用的基本理论及途径,分析了节水型社会建设在干旱半干旱地区实现水资源可持续利用的作用及实践形式,并以宁夏回族自治区为研究区域开展实证研究。全书以理论及实例相结合,具有较强的实用性和针对性,可为水资源管理、水环境、水利、节水型社会建设等相关学科提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

宁夏水资源可持续利用研究与实践/唐莲著. —徐州:
中国矿业大学出版社, 2013. 11
ISBN 978 - 7 - 5646 - 2140 - 7

I. ①宁… II. ①唐… III. ①水资源利用—可持续性
发展—研究—宁夏 IV. ①TV213.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 278572 号

书 名 宁夏水资源可持续利用研究与实践
著 者 唐 莲
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 10 字数 180 千字
版次印次 2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷
定 价 30.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

区域水资源可持续利用是保障水资源安全、改善生存环境、支撑经济社会可持续发展的关键。宁夏地处西北内陆,国土面积小,生态类型多,在黄河流域具有一定的典型性和代表性。其水资源利用表现出水资源短缺与用水浪费并存、可利用量少、效率不高、生态环境脆弱、水资源开发利用潜力有限、可持续利用程度低等特点,区域水资源先天不足造成的水资源缺乏问题尤为严重,成为该区域可持续发展的瓶颈。建设节水型社会和实现污水再生利用是提高区域水资源可持续利用的重要方式。如何针对区域特点,通过对节水型社会建设和实现污水再生利用实践中关键问题的研究,以提高水资源可持续能力,从而支撑该区域经济社会可持续发展,是区域水资源利用研究的重点。

本书针对区域水资源短缺及水环境污染问题,从节水型社会建设及城市污水再生利用出发,以实现区域水资源可持续利用为目标,开展宁夏水资源可持续利用的理论及实践研究。主要的研究内容有以下几个方面:

① 针对区域水资源短缺和水环境问题,分析了节水型社会建设和非常规水资源利用等解决途径的不同特征和实施效果,明确提出节水载体建设、城市污水再生利用是解决宁夏缺水现状和改善水环境质量的有效途径。从节水型社会建设的模式及内涵出发,系统讨论了目前载体建设及考核标准存在的问题,从载体建设的理论、考核的内容、标准、指标选择及取值、评价方法上进行系统研究。进一步完善了节水型社会建设的理论体系,丰富了节水载体建设的内涵。建立了宁夏生态节水型城市(县、镇)、生态节水型灌区、工业园区、节水型社区、学校、宾馆等典型载体的建设及考核标准体系;建立了节水型载体评价体系,并以节水型灌区为例进行评价。并指出:载体建设及考核标准确立是对具体载体建设的指导;评价则是对载体建设效果的判断,是对成果的检验和差距分析。

② 用系统论方法对城市污水再生回用系统进行了分析,建立了城市污水再生回用系统结构。提出了污水再生回用系统构成的层次,将城市污水再生回用系统划分为城市供水、需水和城市供需三个相互关联、相互作用的子系统。在此基础上对污水再生回用系统的社会、环境和经济等方面的影响因素进行了讨论,定性分析了人口、居民意识、法律法规、城市规划、区域特点和经济状况等因素与

污水再生回用的关系。以银川市为例,对影响城市污水再生利用潜力的主要因素进行分析并排序,根据再生水利用特点,分别从技术、经济、社会接受潜力、生态环境约束等方面对污水再生利用潜力的内涵进行讨论;利用 Logistic 增长模型对再生水回用潜力变化趋势进行分析,从理论上丰富了城市污水及再生水利用系统研究的内容。

③ 以银川市为例,对城市再生水利用潜力进行预测和供需平衡分析,按照不同情境对再生水的潜力进行定量计算,并在可持续利用、经济效益最大、满足排水水质要求的约束条件下,对银川市再生水利用进行优化配置;并引入欧洲 AQUARCE 提出的污水再生利用潜力估算模型进行验证。

④ 在对区域及城市水资源可持续利用评价内涵、指标建立、标准选择研究的基础上,分别构建了宁夏及银川市水资源可持续利用评价模型。利用模糊层次分析法、投影寻踪法、基于熵权的模糊物元法相结合的主客观评价方法,对宁夏及银川市开展节水型社会建设以来的水资源可持续利用状况进行评价;并对“十二五规划”实施后的趋势进行了预测,其结果可以为区域及城市的水资源状况进行准确科学定位、找到限制因素和短板,为未来的水资源高效可持续利用提供科学依据。

目前,我国节水型社会建设正在向纵深推进,城市污水再生利用事业也步入快速发展轨道。尤其是宁夏这样的水资源缺乏、生态环境脆弱、经济发展落后的干旱地区,通过推动节水型社会基层建设及城市污水再生利用实践,将有效缓解区域缺水及生态问题,逐步推动区域水资源利用向可持续利用方向发展。但节水型载体建设研究、污水再生利用潜力研究还处于起步阶段,尤其缺乏一些理论框架和方法体系。结合区域实际情况,因地制宜建立水资源可持续利用的理论和方法体系,具有重要的理论意义和实用价值。本书的研究成果将为实现区域水资源可持续利用,推进节水型载体基层层面建设以及城市污水再生利用建设的决策提供理论依据和参考。

本书研究及写作过程中参考和引用了许多专家和学者的研究成果,在引用之处用参考文献编号予以明示,在此向文献作者们表示衷心感谢。

限于作者的学识和经验,书中难免存在一些不妥之处,诚请读者批评指正。

作 者

2013 年 10 月于宁夏大学

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 水资源危机	1
1.1.2 宁夏水资源特点	2
1.1.3 水资源可持续利用内涵	4
1.1.4 干旱区域及城市水资源可持续利用对策	5
1.1.5 宁夏水资源可持续利用特点及重点	7
1.2 节水型社会及节水载体建设.....	10
1.2.1 节水型社会建设.....	10
1.2.2 节水型社会的特征.....	10
1.2.3 节水型社会建设与干旱区水资源可持续利用关系.....	12
1.2.4 节水型社会建设的抓手——节水载体建设.....	12
1.3 城市污水再生回用.....	13
1.3.1 污水再生回用意义.....	13
1.3.2 干旱区污水再生回用系统构建.....	15
1.3.3 污水再生回用潜力.....	17
1.4 水资源可持续利用评价研究.....	18
1.4.1 水资源可持续利用评价研究进展及存在的问题.....	18
1.4.2 城市水资源可持续利用内涵及评价.....	19
1.5 研究内容与方法.....	20
1.5.1 研究思路.....	20
1.5.2 研究内容.....	21
1.5.3 研究技术路线.....	22
第 2 章 干旱区节水型社会载体建设与评价	23
2.1 节水型社会建设.....	23
2.1.1 节水载体建设是节水型社会建设的基层实践.....	23

2.1.2	节水载体建设是节水型社会建设的重要组成部分	26
2.1.3	节水载体建设及评价是节水型社会建设评价的重要 内容	27
2.2	节水载体建设	29
2.2.1	载体分类	29
2.2.2	载体建设研究存在的问题	29
2.2.3	载体建设及考核内容	30
2.2.4	载体建设考核指标的选择原则	30
2.2.5	载体建设考核指标取值及计分标准	31
2.3	生态节水型城市(县、镇)建设及考核标准	31
2.3.1	生态节水型城市(区县、城镇)内涵	32
2.3.2	生态节水型城市(城镇、区县)建设及考核内容	33
2.3.3	生态节水型城市(城镇、区县)建设及考核指标体系	34
2.4	生态节水型灌区	35
2.4.1	生态节水型灌区内涵	35
2.4.2	生态节水型灌区建设内容及考核指标构建	35
2.5	生态节水型工业园区	36
2.6	节水型学校建设及考核	36
2.7	节水型社区建设标准	37
2.8	节水型宾馆(饭店)	38
2.9	宁夏节水型载体建设与考核标准	39
2.10	宁夏节水型载体评价	50
2.10.1	评价体系设计	51
2.10.2	评价体系指标体系的构建	52
2.10.3	评价方法设计——以宁夏生态节水型灌区为例	57
2.11	小结	62
第3章	干旱区城市污水再生利用系统分析及潜力评价	64
3.1	城市污水再生利用系统	64
3.1.1	系统组成描述	64
3.1.2	系统结构	66
3.1.3	系统影响因素	69
3.1.4	银川市城市污水再生利用系统特点	72
3.2	污水再生回用潜力影响因素分析	73

3.3 城市污水再生利用潜力分类	75
3.3.1 技术潜力	75
3.3.2 经济潜力	75
3.3.3 社会可接受潜力	76
3.3.4 污水再生利用污染物削减约束	76
3.3.5 下游生态约束	76
3.3.6 城市污水再生利用潜力的讨论	77
3.4 再生水回用潜力变化过程	77
3.5 再生水利用潜力曲线	79
3.6 小结	81
第4章 干旱区城市污水再生利用潜力评估模型及实践	82
4.1 污水再生利用潜力 AQUAREC 模型	82
4.2 银川城市再生水利用概况	85
4.3 银川市市辖区再生水供需预测(分类分析法)	86
4.3.1 银川市市辖中心区可供再生水量预测	86
4.3.2 银川市所需再生水量预测	93
4.3.3 银川市再生水总量及供需平衡	100
4.4 再生水资源合理利用的基本原则	102
4.5 银川市再生水水量分配模型	103
4.5.1 目标的选择与确定	103
4.5.2 约束条件	104
4.5.3 相关参数确定	104
4.6 分配模型求解结果	105
4.7 污水再生利用潜力 AQUAREC 模型预测结果	107
4.8 小结	107
第5章 干旱缺水区域及城市水资源可持续利用评价理论及实践	108
5.1 干旱地区区域及城市水资源可持续利用评价体系建立原则	109
5.2 干旱地区区域水资源可持续利用评价体系模型构建	111
5.2.1 干旱地区区域及城市水资源可持续利用评价指标 确定原则	113
5.2.2 干旱地区城市水资源可持续利用评价体系 制定方法	114

5.2.3 干旱地区区域及城市水资源可持续利用评价标准 制定选择	118
5.3 水资源可持续利用评价方法	119
5.3.1 FAHP-PP 模型	121
5.3.2 基于熵权的物元模型方法	124
5.4 宁夏水资源可持续利用综合评价	126
5.4.1 评价指标体系确定	126
5.4.2 评价模型建立及计算	128
5.4.3 结果分析	128
5.5 银川市城市水资源可持续利用评价实例	129
5.5.1 银川市水资源概况	129
5.5.2 银川市水资源可持续利用评价模型	129
5.5.3 银川市水资源可持续利用评价指标体系	130
5.5.4 银川市水资源可持续利用综合评价	135
5.5.5 结果分析	135
5.6 干旱地区水资源可持续利用存在问题	136
5.7 小结	137
第 6 章 结论及建议	138
6.1 研究成果	138
6.2 需要进一步研究的问题	139
参考文献	142
后记	151

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景

1.1.1 水资源危机

水是人类赖以生存的不可替代的资源,是经济发展和社会进步的生命线,是实现可持续发展的重要物质基础。随着人类社会的发展与进步,水资源已经演变为现代社会发展的“瓶颈”资源,严重制约着一个地区、国家乃至全球的发展。对于我国,21 世纪的发展同样面临着严峻的水资源形势。中国目前年用水总量已突破 6 000 亿 m^3 , 全国年平均缺水量达 500 多亿 m^3 , 三分之二的城市缺水。人多水少、水资源时空分布不均是中国基本水情。中国的水资源形势可用“危机”两字描述。而且,随着人口的增多,对水资源需求的增加以及水污染、水浪费等问题的存在,未来水资源形势会更加严峻。水资源短缺和水环境污染将长期成为制约经济社会发展的重大瓶颈。

由于人口众多而人均占有水量很低,水资源时空分布不均和经济社会发展与资源利用效率不平衡,造成我国水资源面临“水多、水少、水脏、水浑和水生态失衡”的态势。目前水资源短缺、水环境恶化、水生态失衡、水灾害加剧、水管理薄弱等问题已经对我国社会经济可持续发展构成严重威胁。而且,在全球环境变化和社会与经济迅速发展的宏观背景下,水资源需求越来越强烈。水资源利用问题的长期存在,对生态与环境和经济、社会可持续发展的不利影响也将越来越强烈^[1]。

寻求以水资源可持续利用为前提的人口、经济、社会、环境相互协调的可持续发展之路,探讨相关科学问题,已经成为全球关注的多学科综合研究的重大学科领域之一。城市是一个国家和地区的经济、政治、文化技术中心,它对一个国家和地区的社会与经济发展起着基础核心作用,水资源对城市的发展更是起着举足轻重的作用。随着全球城市化的发展,到 2015 年中国城镇化率将达到 51.5%,新增的用水需求将主要集中在城市,城市供需水矛盾越来越尖锐,城市缺水现象也将越来越普遍。如何以有限的水资源支撑急剧增加的城市人口,保

证城市人群清洁水的需求以及经济发展的需求、保证生态环境的良性发展、实现水资源的可持续利用已成为区域水资源危机中最为突出的问题。

区域及城市水资源的可持续开发利用是保障水资源安全、改善生存环境、支撑社会与经济可持续发展的关键,是促进区域可持续发展的核心内容。未来几十年内,在需水增长与生态环境保护的双重压力下,区域及城市水资源开发利用必须走可持续的道路,以可持续发展观与循环经济理念指导区域及城市水资源开发利用具有重要意义^[2]。实现区域水资源可持续开发利用是人们的共识,但如何实现?如何针对地区特点因地制宜地开展理论及实践研究,在实践基础上制定相应决策?如何与区域水资源特点以及经济社会发展规划相协调?具体的指导方法、理论研究尚不成熟。

1.1.2 宁夏水资源特点

宁夏地处西北内陆黄河流域,降雨稀少,气候干旱。当地水资源量少质差,年平均降雨量 289 mm,人均水资源占有量 197 m³,分别为全国平均水平和黄河流域平均值的 1/3 和 1/12,可利用水资源量十分有限,区域水资源先天不足造成的水资源缺乏问题尤为严重。将国家分配我区可耗用的 40 亿 m³黄河过境水指标包含在内计算,人均可利用水资源量也仅为 680 m³,亩均占有量 215 m³,是全国干旱缺水最严重的地区之一。工农业生产和生态环境用水主要依靠国家分配的 40 亿 m³黄河水量,唯黄河而生存与发展。随着黄河流域经济社会的发展对水的需求快速增长以及黄河来水量的逐年减少,黄河水资源供需矛盾日益尖锐。1999~2005 年 6 年国家分配给宁夏年度用水指标平均为 29.56 亿 m³,据《黄河水资源公报》数据,宁夏实际用水 37.52 亿 m³,平均年超额用水 7.95 亿 m³。在此情况下,要满足经济社会发展需要,特别是工业化、城市化、生态建设需要增加的用水量,水资源紧缺的局面短期内难以缓解,供需矛盾突出。水资源过去是、未来更将是制约宁夏经济社会发展的最大瓶颈。宁夏水资源特点突出表现在:

① 水资源短缺与用水浪费并存,可利用量少,供需矛盾十分突出。

随着宁夏经济社会的发展,各行业用水需求逐步加大,加之近年来黄河来水持续偏枯,年度用水受到黄河年度分配水量限制,各行业用水矛盾日益突出。城市供水紧张是宁夏面临的人口、资源与环境问题的集中表现,城市水资源的匮乏严重制约城市社会经济的发展。一方面,城市化水平提高较快,工业发展迅速,用水量大幅增加。但城镇化发展普遍缺水,目前宁夏有 9 个城市缺水,南部山区县城搬迁及生态移民主要原因就是严重缺水,不适宜生存和发展。另一方面,城市用水效率低下及用水浪费现象大量存在。供水管网漏损严重、工业用水效率低、城市生活和市政公用用水浪费,加剧了水资源的供需矛盾。

② 生态用水被挤占,水生态环境修复缺水,水污染严重,生态环境问题长期存在。

随着宁夏人口及经济建设的快速发展,挤占生态用水造成宁夏绿洲生态缺水严重,从而引发植被退化、湖泊湿地萎缩。生活污水、工业废水排放量急剧增加,截止2008年,宁夏还有50%以上的工业废水未经处理或不达标直接排入河流、湖泊,造成下游水污染防治形势严峻。水资源污染和水环境恶化的直接后果是可利用水量减少,从而加深了水资源短缺的矛盾。

资源型缺水与水质型缺水并存^[3]是北方大部分城市水资源短缺的主要类型。由于干旱缺水,水资源开发利用潜力有限,西北地区生态环境脆弱,生态环境问题突出。据夏军^[4]等人对西北地区生态环境需水量的研究表明:西北地区生态环境维持现状不变的生态耗水量不宜小于水资源总量的50%,由此可见,在维系生态系统的前提下,西北地区可用于经济社会系统的水资源潜力十分有限。

③ 用水结构失衡,水资源利用效率低^[5]。

宁夏的行业用水结构严重失衡,农业用水量占总用水量比例为90%,农业用水比重、效益低,占用了大量用水指标,一定程度制约了工业发展;用水结构不合理,由于当地水资源严重缺乏,利用黄河水多,占总用水量的92.7%,利用地下水少,仅占7.3%;水资源利用效率及效益有待提高,灌溉水利用系数仅0.43左右,耗水量水分生产率 0.43 kg/m^3 ;万元GDP用水量 $1\ 093\text{ m}^3$,工业用水重复利用率为45%,城市生活用水节水型产品普及率为30%,而城市供水管网损失率高达20%。区域用水结构不合理,用水效率不高加剧了城市发展与农业争水、生态争水的局面,使城市面临需水增长与生态环境保护的双重压力。区域水资源必须走可持续开发利用的道路。

④ 非常规水源利用程度低,效率不高。

宁夏城市污水再生利用工程建设时间较晚,由于污水处理率低,管网不配套,中水利用工程建设滞后,污水再生利用缺乏必要的条件。近年来,虽然城市污水处理设施建设速度加快,但设施建设仍然滞后于城市发展的需要。特别是一些污水再生利用设施建成后,由于难以落实配套管网建设资金,造成设施闲置,难以发挥投资效益,城市再生水利用率仅有10%。同时,社会对水资源的忧患意识相对淡薄,对污水再生利用的认识不足,污水再生利用缺乏相应的鼓励和扶持政策^[6]。

宁夏国土面积小,生态类型全面,属于西部社会经济不发达地区,水资源利用在西北地区具有一定典型性。

1.1.3 水资源可持续利用内涵

1992年6月,在巴西里约热内卢召开了联合国环境与发展会议,标志着可持续发展思想得到全球共识,并在各国取得合法性。可持续发展的最终目的是处理好人口问题、资源问题、环境问题与发展问题。可持续发展理论的产生为人类世界的发展指出了一条环境与发展相结合的道路,为环境保护与人类社会的协调发展提供了一个创新的思维模式。其实质就是把经济发展与节约资源、保护环境紧密联系起来,实现良性循环。水作为人类赖以生存的必要条件,是可持续发展的基础,其数量和质量优劣直接影响社会经济的可持续发展水平。

国内对水资源可持续利用的内涵虽然没有统一的明确的界定,但许多学者在探索过程中提出了自己的看法,并随着社会对可持续利用观念的理解加深而不断拓展。

刘昌明^[7]认为:从水资源与可持续发展的关系来看,可持续发展应理解为社会发展的目标函数,以资源生态环境与经济等组成相互和谐的制约条件,并在时间与空间方面具有循序协调的动态连续发展系统。这一定义初步体现了水资源可持续发展与经济、社会、生态环境的密切联系。

冯尚友^[7]认为:水资源可持续利用是可持续发展框架下水资源利用的一种新模式,是水资源综合开发、利用、保护、防治和管理统一体最合理的利用方式。水资源可持续利用的涵义可以界定为:在维持水的持续性和生态系统整体性的条件下,支持人口、资源、环境与经济协调发展和满足代内和代际人用水需要的全部过程。水资源能否世代地利用下去,问题不在于具有可持续属性的水资源本身,而在于人对水资源利用的行为与方式。不仅需要人与自然、人与人之间关系和谐,开发利用方式合理,利用限度不超过它的承载能力,还需要一定的社会、科技条件支持和人与自然、人与人之间的伦理道德规范,才能维持全社会的持续发展和代际间的共同繁荣。

基于对水资源可持续发展观的认同,国内许多学者在可持续发展内涵的基础上从不同角度阐述了水资源可持续利用的内涵并提出对策。但总体而言,水资源可持续利用内涵主要包括^[8-9]:① 对水资源的开发利用应保持在水资源承载能力范围内,保证水资源开发利用的连续性和持久性;② 在维持水资源持续性和生态系统整体性的条件下,大力节约、高效利用、合理配置水资源,尽量满足社会与经济不断发展的需求;③ 要把农业水资源的利用效率效益作为可持续利用的主要准则;④ 不妨碍他区及后人的开发利用及其对水资源的共享利益;⑤ 不能破坏水环境的系统性;⑥ 不能危及水的生态系统、水循环的整体性和社会性。

杨剑^[10]认为水资源开发利用既要实现显著的效益,又不至于造成社会和环境所不能承受的破坏,在争取实现最大效益的同时,使之对环境的有利影响最大,不利影响最小,在资源的利用和保护之间取得平衡,这就是水资源开发利用的可持续概念。

袁伟^[11]总结了前人的研究成果^[12-13]认为合理配置与可持续发展这两个概念本质上是相辅相成的,在某种意义上是相一致的,都是针对当代人类所面临的人口、资源、环境方面的现实问题,都强调发展与人口、资源、环境之间的关系,解决的核心也都是发展与人口、资源、环境之间的关系问题,但是侧重点有所不同。可持续观念以一个比较高的视角看问题,强调了发展的公平性、可持续性、协调性以及环境资源的价值观,合理配置强调了环境资源的有效利用,水资源合理配置是实现可持续发展目标的一个技术手段^[14]。

从以上各个研究者对水资源可持续利用的内涵定义看,可持续利用与水资源高效利用是紧密联系的,水资源利用效率的提高是实现水资源可持续利用的前提。要实现水资源的可持续利用,首先水资源的利用效率必须较高、能产生较大的社会、经济、生态、环境效益。以可持续发展的观点看,水资源的高效利用与水环境的保护是水资源持续利用的两个核心因素。水资源可持续开发利用实质上就是指水质和水环境保持良好状态情况下的水资源开发,并且注重于单位水资源的效率和所获得的效益。姚荣^[15]认为在目前为改变我国用水短缺、水质污染和水环境恶化现状,提高人民的生活水平,保证生态环境、资源和社会经济系统的协调发展,走基于可持续发展的水资源利用之路是一种必然的选择。这一看法也是目前水资源利用领域的共识。

1.1.4 干旱区域及城市水资源可持续利用对策

水资源可持续利用是可持续发展框架下水资源利用的一种新模式,是实现社会、经济及生态环境可持续发展极为重要的保证,是水资源综合开发、利用、保护和管理统一最合理的利用方式,也是解决水危机的唯一方法。从水资源与可持续发展关系来看,既要保证水资源开发利用的连续性和持久性,又要切实提高水资源的利用效率,使有限的水资源开发利用尽量满足社会、经济及生态环境协调发展的需求。没有水资源的高效可持续利用,就谈不上区域及城市的持续、稳定发展。区域水资源高效可持续利用研究是本世纪多学科综合研究的重大学科领域之一^[16]。

实现水资源可持续利用的核心是水资源高效利用、人水和谐,而节水和污水再生利用则是实现区域及城市用水效率提高的重要方式。王浩院士在《中国城市节水与污水再生利用的潜力评价与政策框架》一书的序言中就明确指出:“节水与污水再生利用,是城市水安全和高效利用调控的重要环节,是我国水资源可

持续利用以及生态环境恢复的核心环节,是建设资源节约型、环境友好型社会的重要内容,也是建设生态文明的中坚力量。”

区域及城市水问题的出现和日益严重,使节水和污水再生利用具有必要性和迫切性^[17-18]。节水与污水再生利用在世界上的兴起与蓬勃发展,是技术、经济、与社会进步等各个层面影响因素综合作用的结果。节水和污水深度处理技术的革新和进步,使得节水和污水再生利用在技术上成为可能。随着水资源开发利用程度的提高,供水成本的上升、经济社会发展水平的提升也为节水及污水再生利用提供经济可行性^[19],科技的进步与人们环境保护意识、节约意识的提高使越来越多的用水者开始接受节水和再生水方式,为节水和污水再生利用创造了可接受的社会环境。农业用水是西北地区的用水主体,因此农业用水效率的提高也是节水的主要内容。

针对西北地区水资源特点,王浩院士提出了西北水资源合理开发利用体系模式应具有的基本特征^[20]有:一是水资源利用的社会公平性。二是水资源利用高效率。水资源开发利用方式必须朝着减少水资源的无效损耗方向,即用水过程中的应尽量减少水资源的无效损耗。三是水资源利用高效益,即提高单方水的经济产出和单方水的生态服务功能。四是拓展传统水资源开发的范围。在提高传统水资源开发效率的同时,西北地区还要充分重视替代性水资源的开发,如污水处理回用、微咸水利用、雨水利用等。五是水资源开发程度必须严格限制在允许开发限度以内,以保证基本生态用水得到满足。这些特征充分体现了可持续利用的理念及内涵。

在区域及城市经济高速发展的同时,结合区域水资源的现状和规律,探寻水资源持续发展策略,促进国民经济和地区经济持续健康快速发展,具有重要的意义。从我国目前的水资源利用现状来看,为了实现供需水平衡目标,西北地区应该走节水、高效用水、加强再生水利用等可持续用水道路^[21]。实现水资源可持续利用的对策主要有:

① 深入推进节水型社会建设,实行全面节水。

从目前我国节水型社会建设的成果看,建设节水型社会是解决水资源短缺问题最根本、最有效的战略措施。无论是缺水地区,还是丰水地区,都要建设节水型社会^[22]。通过建设节水型社会,可以使资源利用效率得到提高,生态环境得到改善,可持续发展能力不断增强,促进人与自然的和谐相处,从而推动整个社会走上生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。

节水,即节约用水,是指采取现实可行的综合措施,减少水的损失和浪费,提高用水效率,合理和高效利用水资源。其内涵不仅仅是节省用水,还包含水资源保护之意,即合理开发和利用水资源。节水工作的内容包括供水环节的非常规

水资源开发、输配水环节的漏损控制、用水环节的用水效率和效益的提高。节水过程从本质上讲是调控社会水循环的过程,是采取措施控制用水过程以提高水资源利用效率和效益的过程,是一项涉及社会各个层面的系统工程。节水是实现水资源可持续利用的一种途径,依靠产业结构的调整,通过工农业经济结构的调整,减少高水耗、高污染产业,提高单位产值水资源利用率;通过改变人们对水资源的消费心理和习惯,加强管理和制度建设,而建立的自律式发展的节水^[23]。

② 加快污水资源化进程,加强水资源保护。

加强水资源保护、减少污水,不仅可以改善环境,而且是提高水资源利用率的有效途径。城市污水水量巨大、水质稳定,是城市可利用的第二水源。国内外城市污水回用的实践表明,城市污水回用不仅是经济的,而且是可靠和可行的。提高城市污水处理率、增大污水处理回用量,逐步实现污水资源化,既可节约新水量,又可促进生态良性循环。

③ 通过用水结构调整及水资源优化配置,提高水资源利用效率和效益。

提高水的利用效率和效益,科学高效的利用水资源是建设节水型社会的核心,让有限的水资源通过优化配置和用水结构的调整,进一步提高用水效率和效益,产生最好的经济社会效益、生态环境效益。

④ 注重生态环境保护与水资源利用的关系,实现水资源的可持续利用。

只有与经济社会发展协调、生态环境和谐的用水方式才是可持续的。既要注重水资源利用的高效率、高效益,还要注重水资源、水环境的保护、维系,尤其是西北地区,生态环境是影响和谐发展的重要因素,只有重视生态环境效益与经济效益并重,才是资源利用的可持续之道。

1.1.5 宁夏水资源可持续利用特点及重点

21 世纪前 20 年,是宁夏发展的重要战略机遇期,也是全面建设小康社会的关键阶段。随着工业化、城镇化进程的加快以及人民生活水平的不断提高,生活、生产和生态用水需求不断增加,水资源情势将更加严峻,已成为制约经济社会发展的“瓶颈”。相关研究表明,西北五省区中水资源可持续利用综合水平优劣排名依次为:新疆、陕西、甘肃、青海、宁夏,可见即使在西北地区,宁夏的水资源可持续利用状况都是最差的^[24]。

21 世纪前期,宁夏干旱少雨的状况不会发生大的改变,正在实施的南水北调东中线工程也难以大规模增加宁夏有效水资源量,今后一个时期宁夏水资源问题的解决只能立足于内涵挖潜。无论是生态环境建设还是社会经济发展,都必须以水资源消耗为基础,因此在水资源总量严重不足条件的约束下,协调好具有强烈竞争性的生态用水和国民经济用水间的关系、区域之间的用水关系、各部门之间的用水关系,建立起合理高效的水资源开发、利用与保护体系,是宁夏地

区实现区域可持续发展的关键。

宁夏“十一五”期间节水型社会建设成果如下：

2005年,宁夏在全国率先提出建设省区级节水型社会试点的规划并获得批准,经过5年建设,2010年与2005年相比,全区取用水总量减少5.7亿 m^3 ,灌溉水利用系数由0.38提高至0.43,全区万元GDP(当年价)用水量由1288 m^3 下降到440 m^3 ,万元工业增加值(当年价)用水量下降为64 m^3 ,城市污水处理率由30%提高到70%,城市节水器具普及率由40%提高到65%。通过节水型社会试点建设,在全社会用水总量逐年减少的情况下,以有限的水资源保障了“十一五”期间全区12.7%的GDP增速。宁夏作为全国第一个省区级节水型社会建设试点,节水型社会建设成果具有很强的示范作用。“十一五”节水型社会建设取得的成绩说明,节水型社会建设的进一步推进将是宁夏未来可持续发展的重要保障。2008年,国务院《关于进一步促进宁夏经济社会发展的若干意见》和温家宝总理在宁夏考察时就明确指出:水资源短缺与利用效率低并存,是制约宁夏发展的最大瓶颈。特别是水资源短缺,区域性、结构性、季节性缺水成为制约宁夏发展的突出矛盾。全面推进节水型社会建设是从根本上解决宁夏经济社会发展水资源问题的有力措施。

节水型社会建设推进是实现经济与社会、城市与农村、人与自然的全面协调可持续发展的进一步选择,主要体现为:

① 区域自然资源条件的客观要求。首先,宁夏主要依靠过境黄河水,可耗用水资源总量受到严格限制,正常年份人均允许耗用水资源量约660 m^3 ,属资源型缺水地区;其次,宁夏有效降水稀少,生态脆弱,又是典型灌溉农业区,区内缺乏骨干调蓄工程,用水缓冲弹性小,区域性、结构性、季节性缺水成为制约宁夏发展的突出因素;第三,综合多方因素分析,近期宁夏大规模开源的可能性很小,建设节水型社会是区域宏观水资源背景的长期客观要求。

② 解决区域水资源问题的根本举措。宁夏目前正面临着严重缺水、饮水不安全、水污染、水生态退化以及局部地下水超采等诸多水问题,上述问题的解决必须立足于区域水资源的合理配置、高效利用、有效保护和科学管理。在“十一五”期间,通过节水型社会建设,区域水资源问题有一定改善,但从长期来看,未来的经济社会发展对水资源提出了更高的要求,节水型社会建设推进是上述有效措施综合集成的进一步发挥,也是系统解决区域水资源问题的根本举措。

③ 保障区域经济社会转型的前提。宁夏是西部经济欠发达地区,未来建设全面小康社会的历程也是经济社会转型的过程,核心是实现传统农业经济向现代工业经济、传统农业向现代农业以及农村向城市的战略转型,这对供水量、供水保证率、水生态环境质量和水资源管理现代化水平提出了更高的要求,全面建