

水资源持续利用与管理导论

冯尚友 著



科学出版社

水资源持续利用与管理导论

冯尚友 著

高等学校博士学科点专项科研基金资助项目
武汉水利电力大学“211 工程”建设资助项目

科学出版社

2000

内 容 简 介

本书面向可持续发展,系统论述了水资源持续利用管理的基本原理与方法,揭示了基于生态水利的水资源利用的基本原理,建立了水资源利用的生态经济系统基础,提出了水资源持续利用的规划原则、方法和管理机制,并用数学模型描述了这些原理、方法和机制。建立了水资源的产权理论,提出了基于水资源产权和公平性原则,通过市场合理有效配置水资源的分析方法。通过分析自然资源、生态环境和水资源具有的价值,给出了水资源市场价格的确定方法和环境价值评价的多种分析方法,并提出了进行水资源核算和将其纳入国民经济核算体系的构想与具体措施。最后研究了水资源承载能力和环境承载能力的基本内容和它们的确定方法。

本书适合作为高等院校水资源、水利规划与管理、环境管理、生态环境、系统工程等专业的高年级大学生、研究生的参考书,也可供从事水利规划管理、环境管理、计划管理和行政管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

水资源持续利用与管理导论/冯尚友著,--北京:科学出版社,2000
ISBN 7-03-008321-0

I. 水... II. 冯... III. 水资源管理-研究 IV. TV213

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 03907 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2000 年 7 月 第 一 版 开本:850×1168 1/32

2000 年 7 月 第一次印刷 印张:8 3/8

印数:1~3 500 字数:213 000

定价:18.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈北燕〉)

序

冯尚友教授离开我们近一年了,在这个时候由科学出版社出版这部冯尚友教授生前用了近十年心血完成的著作,是对他老人家最好的纪念。

冯尚友教授从事水资源科学的教学与科研工作五十余年。在水资源科学的众多领域作出了重要贡献,在水利计算、水利经济、水库调度、水资源规划与管理、水资源持续利用与管理等领域都有很多重要论著发表。

“君子之学如蜕,幡然迁之。”冯尚友教授的学识与研究如同生物脱去皮壳一样,总是不断地变化更新。他一生不断地在我国开创水资源科学研究的新领域。早年他从事水利计算的研究;后来,他又是我国最早把运筹学方法、大系统理论、多目标决策等系统科学与工程理论与方法用于水库调度和水资源规划与管理的学者之一。

随着可持续发展战略的研究,水资源持续利用管理自然成为水资源学科研究重要的最新领域之一。近十年来,他又在我国率先提出了生态水利的概念和系统研究了水资源生态经济理论与水资源持续利用理论与方法,这本书就是他在这方面系统研究成果的总结。此书作为我国第一部系统论述生态水利与水资源持续利用原理和方法的专著,至少有如下特点:

(1) 运用环境经济学、产权经济学和系统论的理论与方法,阐明了水资源持续利用与环境保护和可持续发展的关系。

(2) 基于生态水利的基本原理,提出水资源利用的生态经济系统理论,建立了水资源与生态和社会经济之间的相互关系。

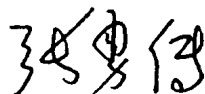
(3) 结合水资源的特点,根据可持续发展战略,将水资源持续利用表现为一些具体原理、法则和模型。把可持续发展的一些宏观定性描述在水资源利用下转化成了一些可操作的方法。

(4) 从不同价值观出发,分析了水资源的价值特征及其定价方法。

(5) 揭示了水资源持续利用对水资源产权界定的依赖关系,提出了提高水资源利用效率的水资源产权界定原则。

毫无疑问,现代水资源的利用与管理已突破了原来比较狭窄的工程性领域范畴,它与自然、环境、社会和经济交织在一起,它们之间构成了复杂的相互依存关系。这本书为我们继续深入研究这种复杂的相互关系勾画了宏伟蓝图。我相信,本书的出版对我国水资源持续利用的研究和可持续发展战略的具体实施将会起到十分重要的推动作用。

“不知则问,不能则学,虽能必让,然后为德。”这是我与冯尚友教授交往几十年从他身上感受最深的崇高品德。他学而不止,不耻下问,尊重前辈,礼让同辈,诚荐后辈。正因为如此,他的学问和人品受到同行们的高度赞扬。我愿借此能荣幸地为该书作序之机会,向冯尚友教授这位学识渊博、品德高尚的我国水资源学界的老一辈学者表示深切的怀念与敬意。



中国工程院院士
华中理工大学教授、博士生导师
2000年早春于武汉喻家山

目 录

序

第一章 绪论——水资源与可持续发展	1
§ 1.1 可持续发展的涵义与实质	1
1.1.1 可持续发展涵义	1
1.1.2 可持续发展实质	2
§ 1.2 水资源与可持续发展的关系	3
1.2.1 水资源与人口的关系	3
1.2.2 水资源与生态环境的关系	4
1.2.3 水资源与经济社会发展的关系	5
§ 1.3 我国水资源及其特点	7
1.3.1 水资源数量	7
1.3.2 水资源时空分布变幅大,水土差异突出	8
1.3.3 河流天然水质差异明显,含沙量大	11
§ 1.4 面向可持续发展水资源开发利用中的问题	11
1.4.1 解放后我国水利建设三个阶段	11
1.4.2 人口、经济增长,水的供需矛盾突出	13
1.4.3 水环境污染严重,水资源有效利用量减弱	14
1.4.4 水资源浪费巨大,加重供水紧缺	15
1.4.5 洪涝灾害威胁着持续发展进程	16
§ 1.5 增强水资源支撑持续发展能力的对策	18
1.5.1 节约用水,建立节水型社会	18
1.5.2 开发水资源,增强供水能力	19
1.5.3 保护水环境,防治水污染,改善生态环境	20
1.5.4 综合治理洪涝灾害,保障生产与社会安全	21
1.5.5 加强水资源管理,保证水资源持续利用	21
1.5.6 建立水资源核算体系,提高水资源综合效益	22

§ 1.6 本书的总体思路和研究方法	23
1.6.1 可持续发展需要理论基础	23
1.6.2 研究的总体思路	24
1.6.3 研究方法	26
参考文献	27
第二章 水资源持续利用的生态经济系统基础	29
§ 2.1 生态经济系统概念与特征	29
2.1.1 生态经济系统概念	29
2.1.2 生态经济系统特征	31
§ 2.2 生态经济系统结构与功能	33
2.2.1 生态经济系统结构	33
2.2.2 生态经济系统功能	36
§ 2.3 生态经济系统的几个基本观念	41
2.3.1 生态经济价值观	41
2.3.2 生态经济效益观	43
2.3.3 生态经济平衡观	45
§ 2.4 水资源生态经济系统	47
2.4.1 水资源生态经济系统的基本概念	47
2.4.2 水资源系统的历史演变	48
2.4.3 现代水事活动实践	49
2.4.4 水在生态经济系统中的机理关系和作用	50
2.4.5 水资源的生态经济属性	51
参考文献	54
第三章 水资源持续利用框架	56
§ 3.1 可持续发展理论	56
3.1.1 “可持续发展”的提出	56
3.1.2 “可持续发展”的概念与意义	57
3.1.3 可持续发展应遵守的原则	58
§ 3.2 水资源的持续性和系统性	60
3.2.1 水资源持续性的自然支持法则	60

3.2.2	水资源利用的系统观	61
§ 3.3	水资源持续利用的涵义	62
3.3.1	水资源持续利用的涵义	62
3.3.2	两个“议程”中有关水资源持续利用的问题	64
§ 3.4	水资源持续利用的动力	65
3.4.1	生态、自然资源价值观	65
3.4.2	水资源价值的体现	66
§ 3.5	水资源持续利用的自然、社会和技术条件	68
3.5.1	水资源和承载能力	68
3.5.2	区域的生产能力	68
3.5.3	环境的容量能力	69
3.5.4	水资源工程技术能力	69
3.5.5	水资源管理制度的调控能力	70
3.5.6	发展过程中抗干扰和稳定的能力	70
§ 3.6	水资源持续利用的基本模式:结构优化演变控制	71
3.6.1	基本模式与结构优化	71
3.6.2	水资源持续利用系统演变控制	72
§ 3.7	水资源持续利用面临的挑战与问题	73
3.7.1	水资源持续利用面临的挑战	73
3.7.2	水资源持续利用面临的问题	76
§ 3.8	实施水资源持续利用的框架	77
参考文献	79
第四章	水资源持续利用规划	80
§ 4.1	水资源系统结构功能与工程措施	80
4.1.1	水资源系统结构与功能	80
4.1.2	水资源工程设施	81
§ 4.2	水资源工程对周围生态环境的影响	82
4.2.1	筑坝建库对生态环境的影响	82

4.2.2	非生物因素变化引起生物有机体的变异	84
§ 4.3	现行水资源工程环境影响评价与不足	86
4.3.1	“无害环境”概念与水资源工程环境影响评价	86
4.3.2	现行环境影响评价的不足	88
4.3.3	新型环境质量评价的构思	90
§ 4.4	水资源持续利用规划	91
4.4.1	现行水资源系统规划回顾	91
4.4.2	水资源持续利用规划的指导思想和原则	94
4.4.3	水资源持续利用的层次规划及内容	95
4.4.4	水资源工程:坝址和水库容量选择	97
4.4.5	水资源持续利用的综合评价	100
§ 4.5	水资源持续利用系统规划与演变控制数学模型	101
4.5.1	水资源持续利用系统观	101
4.5.2	系统规划决策模型	102
4.5.3	系统演变控制模型	105
§ 4.6	小 结	109
	参考文献	109
第五章	水资源持续利用管理	111
§ 5.1	水资源管理的涵义与目的	111
5.1.1	引言	111
5.1.2	水资源管理的涵义	111
§ 5.2	水资源管理的历史与现状	113
5.2.1	我国水资源管理历史和现状	113
5.2.2	国外水管理的体制与现状	115
§ 5.3	水资源持续利用管理的原则与方法	116
5.3.1	管理原则	116
5.3.2	管理方法	118
§ 5.4	水资源管理主要内容	120

5.4.1	水资源产权(水权)的管理	120
5.4.2	水资源合理配置管理	121
5.4.3	水资源政策管理	122
5.4.4	水资源开发利用与水环境保护管理	123
5.4.5	水资源信息与技术管理	124
5.4.6	水资源组织与协调管理	124
§ 5.5	水资源管理的技术与方法	125
5.5.1	水管理的几个基本技术问题	125
5.5.2	水管理的优化与模拟技术	128
§ 5.6	水资源管理的信息系统与决策支持系统	133
5.6.1	信息系统(IS)	133
5.6.2	决策支持系统(DSS)	134
5.6.3	智能决策支持系统(IDSS)	135
5.6.4	人工神经网络(ANN)和遗传算法(GA)	135
§ 5.7	未来水管理的重点	136
	参考文献	139
第六章	水资源环境价值价格及其核算	140
§ 6.1	价值观念与价值理论	140
6.1.1	价值与可持续发展	140
6.1.2	哲学的价值观念	141
6.1.3	马克思的劳动价值论	142
6.1.4	西方效用价值论	142
§ 6.2	自然资源、生态环境和水资源的价值观	143
6.2.1	自然资源价值观	143
6.2.2	生态环境价值观	144
6.2.3	天然水资源价值观	145
6.2.4	人工水资源价值观	146
§ 6.3	水资源市场价格的确定	147
6.3.1	确定合理水资源价格的意义	147
6.3.2	水资源市场价格的确定	148

§ 6.4	水资源价值——水资源费的确定	151
6.4.1	水资源费的理论依据	151
6.4.2	水资源价值的确定方法	153
6.4.3	水资源费定价法——市场平均水价系数法	155
§ 6.5	环境价值评估的效益费用分析	157
6.5.1	效益费用分析涵义	157
6.5.2	效益费用分析的影子价格	160
6.5.3	效益费用分析的贴现与指标	166
§ 6.6	环境资源价值的经济评估方法	169
6.6.1	环境价值评估原理、程序与方法	169
6.6.2	市场价值法	170
6.6.3	替代市场法	172
6.6.4	费用评价法	174
6.6.5	调查评价法	175
§ 6.7	水资源核算及其纳入国民经济核算体系的构想	175
6.7.1	问题的提出与意义	175
6.7.2	水资源核算及纳入国民经济核算体系的构想	178
6.7.3	水资源核算及纳入国民经济核算体系的设想	180
	参考文献	182
第七章	水资源产权及水资源合理配置	184
§ 7.1	产权经济理论	184
7.1.1	产权及其涵义	184
7.1.2	产权经济理论	185
§ 7.2	水资源产权界定	187
7.2.1	建立和安置水资源产权的意义	187
7.2.2	水资源产权界定	188
§ 7.3	水资源产权关系及其产权设置	191

7.3.1	权利与义务关系	191
7.3.2	水事协调关系	192
7.3.3	水资源行业的产权设置	193
§ 7.4	水资源合理配置	195
7.4.1	自然资源合理配置的必要性	195
7.4.2	资源配置的社会和自然影响	195
7.4.3	水资源配置的任务与历史演变	197
§ 7.5	水资源复合系统要素配置的一般形式	198
7.5.1	质的配置形式	199
7.5.2	量的配置形式	199
7.5.3	空间配置形式	200
7.5.4	时间配置形式	202
§ 7.6	水资源持续利用的配置原则、目标和最适方式	202
7.6.1	配置原则	202
7.6.2	配置目标	203
7.6.3	我国水资源利用合理配置方式	204
§ 7.7	水资源市场配置的技术经济分析	206
7.7.1	单一水资源投入的最佳利用	206
7.7.2	有限水资源的分配利用	209
7.7.3	多种资源的最佳配置	211
	参考文献	212
第八章	水资源和水环境承载能力分析	213
§ 8.1	自然资源与水资源承载力涵义	213
8.1.1	自然资源承载力涵义	213
8.1.2	水资源承载力定义	214
§ 8.2	水资源承载力的组成及地区特点	216
8.2.1	水资源承载力分析的组成	216
8.2.2	我国不同地区水资源承载力的特点	219
§ 8.3	地区水资源承载力分析方法	223
8.3.1	水资源承载力分析方法简介	223

8.3.2	水资源承载力分析方法——动态模拟递推算法	225
8.3.3	水资源承载力分析系统及分析步骤	226
§ 8.4	地区水资源量的承载力分析	229
8.4.1	地区水资源评价	229
8.4.2	地区(城市)需水量预测	231
8.4.3	地区可供水量预测及水源工程规划	238
8.4.4	地区水的供需平衡与对策	240
§ 8.5	水环境容量承载力分析	243
8.5.1	引言	243
8.5.2	地区水环境质量现状调查及评估	245
8.5.3	未来水环境污染预测	247
8.5.4	水环境容量计算与承载力分析	249
	参考文献	251
后 记		252

第一章 绪论——水资源与可持续发展

§ 1.1 可持续发展的涵义与实质

1.1.1 可持续发展涵义

自从 1992 年里约热内卢世界环境与发展大会通过的《21 世纪议程》及我国 1994 年 3 月 25 日国务院第 16 次常务会议讨论通过的《中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》发表以来,可持续发展理论已成为世界各国和我国制定国民经济发展战略的中心议题和理论基础。早在两个“议程”发表前,我国已重视在发展经济过程中控制人口和保护环境,并把它们定为国策。第八届全国人大四次会议通过了“我国实施经济体制和经济增长方式的根本转变、实施科教兴国和可持续发展战略方针”的决议,正式宣告了我国实施可持续发展战略的开始与决心^[1~2]。

可持续发展是人类社会发展的新阶段、新模式,是对过去传统经济发展模式的挑战和创新。可持续发展比较公认和广泛性的定义是:“既要满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展”。这个定义有两层含义:其一是首先满足当代人需要,尤其是世界上贫困人民的基本需要,即满足衣、食、住、行和受教育、就业、社会保障等基本生存权利的需要;其次是在生态环境可以维持的前提下满足人类目前与长远的需要,即发展经济,提高人民生活水平,保护生态环境基础,为后代人生存发展创造条件,使人类社会永续地发展下去。

走可持续发展之路,现在已为全世界人民所共识,并形成了声势浩大的共同呼声。发达国家的人民是如此,发展中国家的人民也同样具有强烈愿望。我国是世界上最大的发展中国家,目前人口最多,压力最大;人均资源相对紧缺,资源消耗大和浪费严重;环

境污染不减,生态系统质量下降。尤为严峻的是:人口还在继续增长,环境总体形势仍在恶化,资源利用前景令人堪忧。在此形势下,要发展经济,提高人民生活水平,且要世代代发展下去,除走可持续发展道路,别无选择。

1.1.2 可持续发展实质

实施可持续发展是一个复杂的战略过程,不是一蹴而就的。可持续发展的实质是要处理好人口、资源、环境与发展之间的协调关系,并使之持续发展下去,以保障这代人和后代人永续健康的生存与发展。

发展经济是人类社会永恒的主题。只有发展经济,才能提高人民的物质生活水平、文化素质和科学技术水平,促进人类社会不断进步。自改革开放以来,我国经济成就令人瞩目,到1996年国内生产总值已达67700亿元,按可比价格计算,较上年增长9.7%;粮食总产量在 4.8×10^{11} kg以上;城镇居民人均生活费收入达4300多元,实际增长3.3%;农村居民人均纯收入1900多元,实际增长9%;钢铁生产突破1亿t,外汇储备超过了1000亿美元,……等等^①,实在令人震惊。然而,与发达国家相比,差距还很大。

控制人口数量,提高人口素质,是实现可持续发展战略的棘手问题。我国现在人口12亿多,2000年控制在13亿,下个世纪中叶将达到16亿左右,可望实现人口的零增长。随着人口增长和生活水平的提高,人均资源消耗水平在不断地成倍增长;从国情出发,着眼未来,选择节约型的社会消费方式,应该提到议事日程上来了。

资源是人类生存发展的物质基础,是可持续发展的重要保障。人类社会的一切进步与发展,都是来自自然资源的物质转换和供给,而自然资源无论是再生的和非再生的都是有限的。因此,走合

^① 李鹏总理,政府工作报告(1997年3月1日),光明日报,1997年3月16日。

理利用资源和节约使用资源的路子,是可持续发展的必然选择和基本要求。保护生态环境和资源是可持续发展的重要前提,保护环境实际上就是保护人类赖以生存发展的自然资源环境,从而为经济社会发展提供坚实的物质基础。

§ 1.2 水资源与可持续发展的关系

可持续发展是以人为中心,以资源环境保护为条件,以经济社会发展为手段,谋求当代人与后代人共同繁荣、持续发展的目的。作为一种宝贵自然资源的水资源,在可持续发展过程中与人口、资源、环境和经济有着密不可分的关系,其作用就如同血液对人体生命一样的重要。

1.2.1 水资源与人口的关系

水是生命之源。水是人类和一切生物赖以生存和发展的物质基础。原始的生命起源于水,通过进化从水生到陆生,它们随时随地离不开水。水是一切生命新陈代谢活动的介质,生命活动的整个联系和协调、营养物质的运输、代谢物的运送、废物的排泄、激素的传递都与水密切相关。在生命过程中,通过水的蒸发将生命体不断产生的热量散发到体外,以保持体温的恒定。一个重 60 kg 的成年人,每天通过呼吸和体表散发出 1000 mL 的水,带走约 539 kcal 的热量。水分的不足或无水便会导致生理上的不协调,正常生理的破坏,甚至引起死亡。

在现代社会中,人类对水的需要越来越大,每年消耗的水资源增量远远超过对其他资源的消耗增量。随着人们生活水平的提高,人均需水量不断增加。据说公元前每人一天耗水 12 L,中世纪增加到 20~40 L,18 世纪增加到 60 L,当前欧美一些大城市每人每天耗水为 500 L,最高在 600 L 以上。

我国城市人均生活用水量约为 90 L/d。据各地调查分析:一般大城市目前的人均用水量为 100~150 L/d,最高为 200~500

L/d,最低为 70~100 L/d。中小城市用水量较低,一般为 50~70 L/d,最低在 30 L/d 左右。北方用水标准明显低于南方。近年来,随着我国城市人口增加和生活水平提高,生活用水急剧增长,全国平均每年增长速度在 3%~5% 或以上。为了说明生活用水增加的前景,以深圳特区为例^①,从 1990~1993 年人均实际生活用水为 320 L/d,计划 2000 年为 400L/d,2010 年为 420L/d。这些数据说明经济发展、人口继续增加、生活水平日益提高,对水资源供给的压力是巨大的。

1.2.2 水资源与生态环境的关系

水资源是生态环境的基本要素,是生态环境系统结构与功能的组成部分。水以其存在形态与系统内部各要素之间发生着有机联系,构成生态系统的形态结构;水以其运动形式作为营养物质和能量传递的载体,不停顿地运转,逐级分配营养和能量,从而形成系统的营养结构;水在生态系统中永无休止地运动,必然产生系统与外部环境之间的物质循环和能量转换,因而形成系统功能。水在生态系统结构与功能中的地位与作用,是其他任何要素无法替代的。

水是可恢复再生的自然资源,通过水循环,往复于陆地、海洋、空间和陆地之间,支持物质循环、能量转换和信息传递的运转。在生生不息的生物圈中,生物地质化学循环(Biogeochemical Cycle)也是靠水的运动和调节进行的。总之,生物圈内所有物质虽以不同形式进行着无休止的循环运动,但在任何物质循环过程中,都离不开水的参与和水的独具作用。

水在自然界中,以其形态的存在构成环境的重要要素。没有水的自然环境是不堪设想的,就是在荒漠化的环境中,水也是有份的,而且在一般环境中水也是最易被污染的。为了保护环境,维持

^① 深圳市水务局,深圳市水中长期供求计划报告(1996-2000-2010),1996年10月。