

SHUIANQUAN XITONG

PINGJIA

YUJING YU TIAOKONGYANJIU

水安全系统

评价、预警与调控研究

陈绍金 著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

SHUIANQUAN XITONG

PINGJIA

YUJING YU TIAOKONGYANJIU

水安全系统 评价、预警与调控研究

陈绍金 著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书论述了水安全的内涵与外延及其相互关系;探讨了水安全系统理论框架所包含的结构、特征、功能、动力、研究方法及技术支撑等一系列基本理论问题;研究了水安全系统的评价指标体系、评价方法,以及水安全系统预警的警情分析、预警设计原理、预警方法和预警模型;提出了水安全系统调控的内容、调控方法的确定以及水安全保障机制的构建及若干政策、法律、法规建议。它是迄今为止国内外首部综合研究水安全的学术专著。

本书可供从事水资源技术经济等研究领域的科研、教学和管理工作者参考,也可供这一领域的高等院校的本科生、硕士研究生、博士研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

水安全系统评价、预警与调控研究/陈绍金著. —北

京:中国水利水电出版社,2005

ISBN 7-5084-3330-0

I. 水... II. 陈... III. 水资源管理:安全管理

IV. TV213.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第119329号

书 作 出 版 发 行	名 者 发 行	水安全系统评价、预警与调控研究 陈绍金 著 中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
经 售		
排 印 规 格 版 次 印 数 定 价	版 刷 格 次 数 价	中国水利水电出版社微机排版中心 北京密云红光印刷厂 850mm×1168mm 32开本 7.875印张 212千字 2006年2月第1版 2006年2月第1次印刷 0001—4000册 25.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

Abstract

According to the evolutionary analysis to the research track of the water safety and the concept of the water safety from home and abroad, this article discusses the extensity and relationship of the water safety. It takes up the theoretical framework of the water safety system and probes into a series of basic theoretical problems such as the concept, characteristics, structure, function, dynamics, supporting conditions, research method and technological supporting included by the water safety system, which provides a series of theoretical supporting for forming the water safety system. It discusses the evaluation and forecasting problem of the water safety system and builds up the evaluation and forecasting indexes system and advances the theory which means evaluating the water safety system with the method of AHP and comprehensive Analysis with Distance Indexes and forecasting for the water safety system with the method of SD. It studies the evaluation and forecasting to the water safety system by taking Xiangjiang River Basin as authentic proof. It discusses the regulation and guaranty mechanism to the water safety system, deeply analyzes the main contents, technical line, and basic structure of regulation of the water safety system as well as the forming to guaranty mechanism of the water safety and finally gives some advices on the policies, statutes, and legal suggestions for the guaranty of the water safety.

作者简介



陈绍金，湖南省湘潭县人。河海大学管理学博士。1980年参加工作，曾任湘潭县水利水电局技术员、副局长、局长，湘潭县人民政府副县长，湖南省水利水电综合经营

公司经理，湖南省水利经济管理中心常务副主任，湖南省水利厅科技教育处处长。现任湖南水利水电职业技术学院党委书记，科技部国际科技合作计划项目评价专家，湖南省水利学会副理事长，湖南省教育学会理事等职。作者主持和参与过多项重大科技项目研究，《湖南省水利科技跨越式发展战略研究》获湖南省科技进步三等奖，著有《流域管理方略研究》一书，在中文核心期刊上发表学术论文数十篇。

序

根据科学发展观的要求，新世纪的水利面临着许多新的挑战，尤其是如何从国家安全的战略高度审视和思考水利问题，在理论上回答和实践上解决水利与社会经济发展、生态环境保护之间的相互关系和一系列重大问题，不是一件容易的事情。

水安全是当前水利领域科学研究的最前沿的交叉课题。作者借助系统理论和可持续发展理论研究水安全问题，将水安全置于社会经济发展、生态环境保护的大环境中研究，把对水安全的认识与理解扩展到包括自然、社会、经济、生态等各个相关领域，进而探讨水安全系统理论与方法，开发水利新技术，发展水利新学科，突破了传统水利科学研究的方法与模式，是当前难得一见的学术成果。

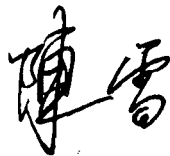
水安全问题古亦有之。我国大禹治水的传说，西方圣经中的“诺亚方舟”的神话，都足以说明水安全问题是客观存在的。现在我们所说的水多、水少、水脏、水浑四大水问题，也都是水安全问题的具体表现。但水安全问题不仅仅是水本身的问题，而且是一个生态环境问题，同时也是一个社会经济和政治问题，水安全直接关系到国家的经济安全和社会政治稳定。对于那些水安全问题突出的国家和地区来说，水安全已成为关系到生存与发展的战略问题，同时也是影响国家安全和国际关系

的重要方面。因此，水安全问题已越来越受到各国政府和专家学者的重视，不少有识之士纷纷献计献策，不但从自己学科的角度研究水安全问题，而且借鉴其他学科的一些理论和方法来探讨解决水安全问题的途径，力图改变或减缓水安全问题日趋严重的趋势。

本书作者也是基于以上的考虑，将安全视作一个系统，在分析国内外水安全概念演进的基础上，论述了水安全的内涵与外延以及水安全与社会、经济、生态之间的相互关系。借助系统理论、可持续发展理论和计算机应用技术，提出了水安全系统的理论框架，研究了水安全系统的评价、预警及调控问题，并以实例进行验证。文章观点新颖，体系完整，资料详实，文笔流畅，并具有一定的可操作性。适宜于本研究领域的科研、教学和管理工作者参考。

水安全论题的研究，涉及诸多学科，研究难度大，极具挑战性，理论探索和实际应用亦为鲜见。相信本书的出版能推动水安全研究的发展，进而推动水利事业的发展，特此作序。

中共新疆维吾尔自治区区委常委
自治区人民政府常务副主席
教授级高级工程师



2006 年元月

前 言

本书为湖南省自然科学基金资助项目(04JJ6031)内容。其立项依据是:20世纪90年代,我国发生了三大水安全事件,即1994年的淮河全流域污染,1997年的黄河断流,1998年的“三江”大洪水。这三大震撼着中国乃至世界的水安全事件,引起了国内外专家、学者、政府决策者和社会公众对水问题的思索。在认真总结国内外治水经验教训的基础上,结合我国现阶段的水利实际,水利部及时提出了资源水利和可持续发展水利的治水新理念。2003年8月,国务院副总理回良玉在考察湖南旱情时明确提出,水安全也和粮食安全、能源安全一样,是国家安全的重要组成部分。种种情况表明,中国水安全形势日益严峻,水安全问题日益突出。那么,什么是水安全?如何衡量和评价一个地区或流域的水是否安全?采用什么指标度量水安全?国内外尚未形成理论共识和相应的知识体系。

本书对国内外水安全的研究轨迹和水安全概念进行了演进和分析,论述了水安全的外延性及其相互关系,提出了水安全系统的理论框架,探讨了水安全系统所包含的概念、特征、结构、功能、动力、支撑条件、研究方法及技术支撑等一系列基本理论问题,为构建水安全

系统提出了一套理论依据。研究了水安全系统的评价与预警问题，构建了评价与预警的指标体系，提出了运用层次分析（AHP）法和距离指数综合分析法评价水安全系统，运用系统动力学（SD）对水安全系统进行预警；以湘江流域为例对水安全系统评价和预警进行了实证研究；对水安全系统的调控与保障机制进行了论述，深入分析了水安全系统调控的主要内容、技术路线、基本结构以及水安全保障机制的构建，提出了水安全保障的若干政策、法规、法律建议。

衷心感谢中共新疆维吾尔自治区区委常委、自治区人民政府常务副主席、教授级高级工程师陈雷为本书作序。衷心感谢我的导师施国庆教授对本书写作的精心指导。他那严谨、独到、“苛求”的治学精神，使我时时自省，不断增添本书写作的动力。衷心感谢湖南省自然科学基金委员会的领导、专家同意本课题立项，并给予经费支持。同时，本书还参考引用了一些相关专著、学术期刊上的文献资料及部分专家学者的研究成果，在此一并致谢。

水安全是一个涉及面十分广泛的前沿研究课题，本人受理论水平和实际经验的限制，在书中难免有许多阐述不深入不透彻的地方，甚至还可能存在诸多错误，敬请各位读者批评指正。

作 者

2005年9月

目 录

序

前 言

第 1 章 绪论	1
1.1 研究目的与意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 水安全研究的意义	2
1.1.3 研究的主要思想	5
1.1.4 研究的主要观点	6
1.1.5 研究目的	7
1.2 水安全研究进展与前瞻	8
1.2.1 国外水安全研究内容概述	11
1.2.2 国外水安全研究方法概述	19
1.2.3 国内研究动态	25
1.2.4 有待研究的问题	33
1.3 水安全概念的演进	37
1.4 研究的基本内容与导引述评	42
第 2 章 水安全的内涵与外延性分析	46
2.1 水安全的内涵分析	46
2.1.1 水安全定义	46
2.1.2 水安全的基本要求	52

2.1.3	水安全的基本原则	53
2.1.4	水安全的基本特性	56
2.2	水安全的外延性分析	57
2.2.1	水安全与社会发展	58
2.2.2	水安全与经济发展	72
2.2.3	水安全与环境保护	82
2.2.4	水安全与生态平衡	89
2.2.5	水安全与国家安全	91
2.3	小结	96
第3章	水安全系统	98
3.1	水安全系统的概念与特征	99
3.1.1	水安全系统概念	99
3.1.2	水安全系统特征	102
3.2	水安全系统结构与功能	109
3.2.1	水安全系统结构	109
3.2.2	水安全系统功能	114
3.3	水安全系统的价值	117
3.3.1	水的价值	117
3.3.2	水安全系统价值的体现	118
3.4	水安全系统支持条件	120
3.4.1	水资源承载能力	120
3.4.2	区域的生产能力	121
3.4.3	水环境的承载能力	121
3.4.4	水工程技术能力	122
3.4.5	水管理制度的调控能力	122
3.4.6	发展过程中抗干扰和稳定的能力	123

3.5	水安全系统的运行机制	123
3.6	水安全系统的稳定性	127
3.6.1	内在稳定性	128
3.6.2	外在稳定性	128
3.7	水安全系统发展与演化的法则	130
3.7.1	失稳原理	131
3.7.2	趋稳原理	132
3.7.3	协同进化原理	132
3.7.4	支配原理	133
3.8	水安全系统的演化	134
3.8.1	水安全系统的稳定状态	136
3.8.2	突破性变化与适应性变化	138
3.8.3	适应性变化的作用机制	143
3.9	小结	148
第4章	水安全系统评价	149
4.1	评价指标体系	149
4.1.1	评价指标体系构建原则	153
4.1.2	评价指标的筛选方法	154
4.1.3	评价指标体系的结构	157
4.2	评价指标权重的确定	163
4.3	评价方法的确定	165
4.4	评估实例及分析	167
4.5	小结	172
第5章	水安全系统预警	173
5.1	水安全系统预警的概念、内容及意义	173
5.1.1	水安全系统预警的概念	173

5.1.2	水安全系统预警的内容	174
5.1.3	水安全系统预警的意义	175
5.2	水安全系统警情分析	175
5.2.1	水安全系统警情的不确定性因素分析	175
5.2.2	水安全警兆分析	177
5.2.3	水安全警情识别	179
5.3	水安全系统预警设计原理	181
5.3.1	确定参照系	182
5.3.2	设置预警信号	183
5.4	预警方法的确立	184
5.4.1	系统动力学方法概述	184
5.4.2	水安全系统界定	185
5.4.3	预警指标体系	186
5.4.4	警限界定	188
5.5	系统动力学模型分析	188
5.5.1	建模步骤	189
5.5.2	建模原则	190
5.5.3	模型功能	191
5.5.4	模型结构	192
5.5.5	建模	193
5.6	预警实例与结果分析	194
5.6.1	数据收集及预处理	194
5.6.2	模型计算结果	195
5.6.3	政策方案设定	196
5.6.4	分析和讨论	198
5.7	小结	199

第 6 章 水安全系统调控与保障机制	200
6.1 系统调控概述	200
6.1.1 协调控制的指导原则	200
6.1.2 协调控制的主要内容	204
6.1.3 协调控制的技术路线	206
6.2 协调控制结构分析	206
6.2.1 基本结构	206
6.2.2 结构变型	208
6.3 协调控制	208
6.3.1 递阶式协调控制	209
6.3.2 分散式协调控制	210
6.4 水安全的保障机制	211
6.4.1 决策与协调机制的构建	212
6.4.2 激励与约束机制的构建	214
6.4.3 公众参与机制的构建	216
6.4.4 政策与法律、法规体系的若干建议	219
6.5 小结	227
第 7 章 结论与展望	228
7.1 研究的基本结论	228
7.2 展望	234
参考文献	236

第 1 章 结 论

1.1 研究目的与意义

1.1.1 研究背景

当前世界水资源面临空前危机。20 世纪里的 100 年间地球人口增加了 2 倍，人类用水增加了 5 倍，对人类和环境产生了巨大影响。全世界有一半人口无法以卫生的方式处理污物，13 亿人口得不到安全的符合饮用要求的饮用水，每年超过 500 万人死于不洁水导致的疾病，发展中国家 95% 的传染病与污水有关，许多国家因水而起争端，甚至兵戎相见而发生战争。我国 20 世纪 90 年代发生了淮河全流域污染，黄河断流，长江、嫩江、松花江三江大水三大震撼国内外的水事件，对社会、经济发展，生态环境保护产生了巨大影响。面对如此多而严峻的水问题，许多学者分别从自己学科的角度进行了大量研究，并提出了许多解决水问题的建议和措施，但收效不佳。例如虽然中东各方多次达成和平协议，但由于水资源分配问题没有解决，以至双方多次于协议签订后又立即陷入战争。世界各国的用水越来越紧张，水污染越来越严重，全球生态环境总体日趋恶化。可见传统研究方法已不能很好地解决水问题和水引起的社会、经济、生态等问题。于是很多学者转向其他角度或借鉴其他学科来探讨解决这些问题的途径。在这样的背景下，不少

学者开始从安全角度考虑水问题。2001 年,联合国秘书长安南的世界水日献词是“水安全——人类的基本需要和权力”,2000 年,海牙世界部长级会议宣言的标题和斯得哥尔摩世界水讨论会的主题都是“21 世纪水安全”,2003 年,回良玉副总理也提出:水安全和粮食安全、能源安全一样是国家安全的重要组成部分。基于此,作者也试图从安全的角度研究水问题,提出水安全系统评价、预警与调控研究这一课题。

1.1.2 水安全研究的意义

安全是人类始终不渝追求的目标和社会状态,追求安全是一个不断规避与排除各种危险、保护自我的过程。在原始社会里,由于自我保护能力较弱,人类的安全经常受到洪水、干旱等自然灾害的威胁,人们只能选择“择高丘而处之”等方式躲避安全胁迫。进入农业社会,人类改造自然的能力有所增强,采用修堤、筑坝、开凿运河等途径,追求水安全,有意识的营造人类社会的安全环境。进入工业社会,伴随着科学技术的进步,人类具备了征服与改造自然的欲望和一定的能力,能够采用各种现代科学技术手段去维护人类的安全。然而,人类在改造自然的过程中,也给自己的安全带来了新的风险,如经济的快速发展造成日趋严重的水资源短缺与水污染,河堤的加高培厚导致了地上悬河与更大的溃堤风险。人类社会的发展,一方面增强了对安全保障的需求;另一方面也增强了保障安全的难度。安全问题伴随着人类的发展而永续存在。

水是生命之源,是满足人类基本需求的必需物品,

是经济增长和社会发展的战略资源，是实现可持续发展的重要物质保障。以水资源匮乏、水污染严重、水土流失加剧、洪涝灾害损失加大为特征的水安全问题已成为社会经济可持续发展的重要制约因素，成为中国建设小康社会具有基础性、全局性和战略性的重大问题，成为国家安全问题的重要组成部分。

笔者认为，水安全是国家或区域安全的基础，因此水安全属国家或区域安全的范畴，是国家或区域社会经济发展的基本条件之一。对国家来说，安全的核心是国民的安全，重点是社会经济安全，基石是军事安全，焦点是政治安全，要点是信息安全，而水安全是国民安全和社会经济安全的基础。水安全在国家或区域安全体系中处于非常重要的地位，因为水安全与安全、资源安全、战略资源安全是一脉相承的，所以为了全面深入理解水安全的含义，首先需要理解安全、资源安全和战略资源安全的具体含义。

作为水安全的上层概念，安全是和特定的国家或区域联系在一起的。国家安全的概念古而有之。在古代，国家安全一般指有能力抗御来自外部的侵略和由外部唆使煽动的颠覆活动，使国民安居乐业。20 世纪科学技术的飞速发展，经济规模的迅速扩大，全球化进程的日益加快，使得人类对地球的影响力空前膨胀，出现了全球性的人口、资源、生态等危机，导致人们的国家观念有了质的变化，由传统的着眼于国家机器维持政权和社会稳定的能力，转变到着眼于整个国民经济系统应具有应对其中某一或多个要素的变动的自我调节与恢复能