

© 余国云 等著

丰水区域缺水期 水资源调度研究



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

丰水区域缺水期水资源调度研究

◎ 余国云 等著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书共分为3篇。第1篇包括4章,从气象、水文实测资料入手,评判出了湖南省(丰水区域)的缺水期,并对形成缺水期的机理作了分析。第2篇包括4章,运用水资源可持续利用理论和生态环境需水理论,建立了河流最小需水流量模型,利用模型求解,确定了湖南省主要河流各河段在缺水期的最小需水流量及其相应的来水保证率。第3篇包括8章,针对缺水期河段最小需水流量和发生的水污染突发事件,提出了满足各河段最小需水流量的水资源调度方案和水污染突发事件的应急预案,包括建立城市供水第二水源、缺水期水资源调度信息系统以及缺水期水资源调度经济补偿机制等。

本书可供水利部门、生态环境保护部门、城市建设管理部门、经济计划部门的管理者和决策者以及相关专业的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

丰水区域缺水期水资源调度研究/余国云等著. —北京:
中国水利水电出版社, 2007
ISBN 978-7-5084-4416-1

I. 丰… II. 余… III. 水资源管理—研究—湖南省
IV. TV213.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第023314号

书 名	丰水区域缺水期水资源调度研究
作 者	余国云 等 著
出版 发行	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
经 售	电话: (010) 63202266(总机)、68331835(营销中心) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16开本 13.25印张 338千字 7插页
版 次	2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	68.00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



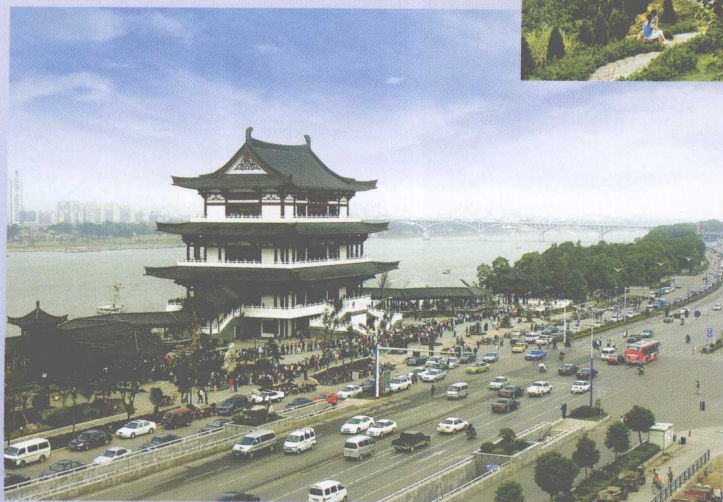
▶ 湖南省水资源调度
(干旱期) 系统建设
规划评审会



▲ 青山绿水(长沙金星休闲中心)



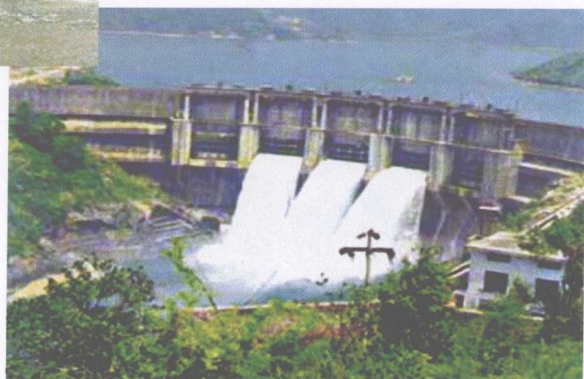
▲ 新化资水河畔水土保持



◀ 长沙杜甫江阁



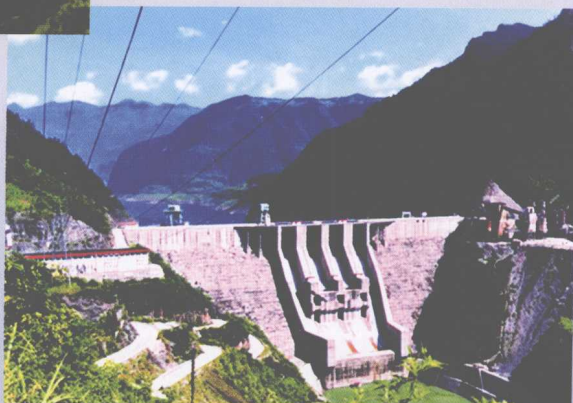
▲ 湘江双牌水库



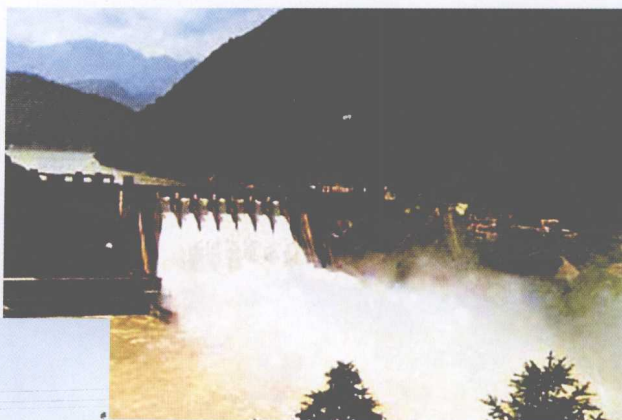
▲ 湘江东江水库



▲ 沅江五强溪水库



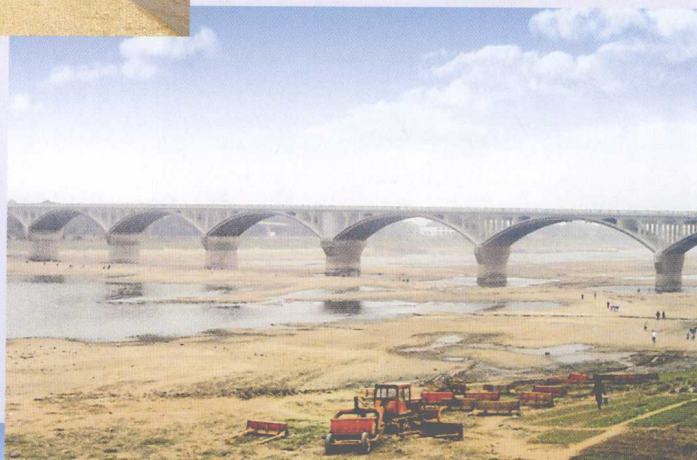
▶ 澧水江垭水库



▲ 资水柘溪水库



▲ 汨罗江中游枯水河床



▲ 湘江橘子州枯水面貌



◀ 湘东水土流失一角



▲ 乡村泉井



▲ 湘江污水入江口



▲ 邵水河污水入江口



▲ 湘江受污染水面



◀ 邵水河受污染水面

著作人员名单

主要著作人 佘国云

张硕辅 文柏海 曾涛 曹希

李建坤

参与著作人 易桂兴 胡恺诗 孙晓安 卜继勤

陈伯文 马军 吴生平 李华明

董必胜 周新章 廖小红 嵇筱珉

王少平 涂淑层 周小青 卓志宇


易景 祖作敏

序

水资源是人类生存环境的基本要素之一，是人类生存和发展不可缺少、不可替代的自然资源。我国水资源总量虽居世界前列，但水资源人均占有量不足世界人均水资源量的1/4，且时空分布很不均匀，与人口、耕地、矿产资源的分布也不相匹配。随着经济社会的迅速发展，水资源的供需矛盾日益突出，将成为我国经济社会发展的重要制约因素。如何合理地开发利用和保护水资源，满足日益增长的需水要求，创造最大的经济、社会、生态效益，是摆在广大水利工作者面前的重大课题。

本书以发展的思路，创新的精神，科学的态度，高瞻的眼光，瞄准一个特殊时空水的供求目标。按照统筹规划、合理配置、供需协调、经济合理、防范缺水风险、促进人与自然和谐的原则，对我国南方丰水区域缺水时期或水污染突发事件期水资源的调度配置，从理论、方法、方案和风险管理等方面进行了深入系统的研究。运用水资源可持续利用理论和生态环境需水理论，采用系统工程方法和数学模型等手段，分析评判了丰水地区（湖南省）的缺水发生时期，确定了缺水时期各河流各河段最小需水流量，并针对最小需水流量进行水资源调度配置和制定应急预案。本书汇集了水文水资源、水环境、水工程、水库调度以及信息系统等多种专业的基础知识和应用技术，内容丰富、概念明确、条理清楚，反映了本学科领域的先进水平，具有重要的理论意义和实践价值。

希望通过《丰水区域缺水期水资源调度研究》的出版，能对各级领导、专家提供有益的帮助，并推动我国南方丰水地区缺水时期水资源管理问题的深入研究。为防范愈来愈突出的短期缺水危机，促进经济社会可持续发展，全面建设小康、构建和谐社会作出应有的贡献。



2006年11月30日

前言

为落实《湖南省实施〈中华人民共和国水法〉办法》，解决湖南省主要河流干早期发生的资源型缺水、水质型缺水、工程型缺水的突出矛盾，促进干旱缺水期水资源的优化配置、合理利用、有效保护和科学管理，保护广大人民群众的水安全，保障有限的水资源尽可能满足生产、生活、生态环境用水要求，防范丰水地区缺水期水危机的发生，维护河流良好生态环境，保障水资源可持续利用，湖南省水利厅于2005年委托湖南省水利水电勘测设计研究总院编制《湖南省水资源调度（干早期）系统建设规划》。

丰水地区干早期水资源调度是一项首次开展的工作。为此，在湖南省水资源调度（干早期）系统建设规划编制过程中，根据湖南省的实际情况，依据有关法律法规，结合《湖南省水资源综合规划》、流域规划、有关专项规划以及《湖南省国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》，以流域、河段（区域）为单元，以断面为结点控制，运用气象学、水文学、系统工程学、经济学、水资源规划与管理科学、水环境科学等科学理论和方法，开展了湖南省缺水期水资源调度系统研究，对缺水期河流最小需水流量、缺水期水资源调度以及补偿机制等关键性技术问题进行了研究。

研究成果首次提出了湖南省主要河流缺水期河段最小需水流量和缺水期水资源调度的原则和实施方案；提出了湖南省主要河流水污染突发事件的应急预案和缺水期水资源调度经济补偿机制，以及相应的信息系统等。为水行政主管部门对缺水期水资源进行控制调度提供了科学依据，并具有广泛的推广和应用价值。

作者在上述规划研究成果和长期从事水利工作经验积累的基础上，经过整理总结和理论充实的艰苦努力，完成了此专著的撰写工作。

《丰水区域缺水期水资源调度研究》共分为3篇。第1篇在系统介绍本领域国内外研究现状与发展趋势的基础上，提出了研究技术路线，阐述了湖南省水资源开发利用现状和存在的问题，并提出了湖南省干旱缺水期分析方法和成果。第2篇以湖南省主要河流河段或控制断面为对象。依据水资源可持续

利用理论和生态环境需水理论，建立了丰水区域缺水期河道最小需水流量求解模型，按河道外与河道内两部分求得湖南省主要河流共112个河段缺水期最小需水流量成果。第3篇以缺水期河段最小需水流量为目标，针对缺水期水资源调度特点，介绍了调度原则，启动条件和程序，阐述了利用缺水期水资源调度模型，按照一般缺水期和水污染事故突发期两种情况，分流域、逐河段分析和提出水资源调度的方案和成果。并对实施本调度对水资源价值影响的经济补偿等问题进行了分析。

由于时间以及对本科技领域研究认识水平有限，不足甚至错误之处在所难免，敬请业内人士批评指正！同时期待相关领域的科技人员加入到深入研究的行列中来，共同商榷，充实理论，完善方法，推广运用。

作者

2007年1月

技术名词注释

1. 缺水期 P_d

Lack of water period

本书所指缺水期，是水资源紧缺期的简称，既区别于通常所称的对应于汛期的枯水期，也不同于气象干旱期（农业干旱期）。它是气象、地理、水文、人类活动等综合因素作用下产生的天然水资源量不能满足生产、生活、生态综合用水需求（供水紧缺）所对应的时间。

2. 自净流量 Q_{ef}

Environmental flows

自净流量是通过稀释和自净能力，使河道水质达到目标值所需要的环境水量，对于河流而言，就是环境流量。自净流量与污染物入河排放量有关，与纳污能力无直接关系。

3. 生态流量 Q_e

Ecological flows

维持生态系统中具有生命的生物物体水分平衡达到某种生态水平或者维持某种生态系统平衡所需要的流量，也就是发挥期望生态功能所需要的流量。

4. 河段最小需水流量 Q_{mwd}

The minimum water-demanded discharge of river reach

河段最小需水流量是指同时满足河段河道内和河道外各用水户不同用水保证率和水质目标要求的流量。

A 河道外用水量 Q_{owu}

Off stream water use

河道外用水量系指沿河两岸一定范围内的城镇及农村生活、生产（工、农业）用水量。

B 河道内用水量 Q_{iwu}

In stream water use

河道内用水量系指生态、环境、航运用水量。

C 河段现状最小需水流量 Q_{pmwd}

The minimum water-demanded discharge of present river reach

河段现状最小需水流量是指同时满足河段河道内和河道外各用水户不同用水保证率和水质目标要求，并以现状污染物入河排放量计算的河段需水流量。

D 河段规划最小需水流量 Q_{pmwd}

Plan for the minimum water-demanded discharge of river reach

河段规划最小需水流量是指在规划水平年同时满足河段河道内和河道外各用水户不同

用水保证率和水质目标要求，并以规划水平年污染物入河排放量计算的河段需水流量。

5. 水资源调度分级控制河段最小需水流量 Q_{rcrmwd}

The minimum water-demanded discharge of rating control regulation on water resources

在水资源调度中，针对不同情况设置的控制河段的最小需水流量。

A 预警流量 Q_{iw}

Forewarning discharge

当河道来水量临近河段控制断面最小流量时，提前发出调度决策的警示流量。

B 限污后河段最小需水流量 Q_{lpmwd}

The minimum water-demanded discharge of river reach after limit pollution

在河段规划最小需水流量基础上，通过进一步限制入河污染物排污量达到水质目标所需要的河段最小需水流量。

C 限污限水后河段最小需水流量 Q_{lpmwd}

The minimum water-demanded discharge of river reach after limit pollution and demand

在限污后河段最小需水流量基础上，通过进一步限制河道外用水量并达到水质目标所需要的河段最小需水流量。

6. 控制断面 C_s

Controlled section

便于水资源监测和管理，在一个河段内水量平衡计算中起控制作用的断面，一般为河段的进口断面，或者河段中的水文测验断面。

7. 控制断面最小流量 Q_{cmin}

The minimum flow-rate of controlled section

在控制断面上，满足河段最小需水流量时对应的流量。

目 录

序	
前言	
技术名词注释	

第 1 篇 绪 论

■ 1 缺水期水资源调度研究背景	1
1.1 问题的提出	1
1.2 研究现状与发展趋势	3
1.3 研究目的与任务	4
1.4 研究的技术路线	7
1.5 关键技术难题与解决办法	8
■ 2 自然地理与社会经济概况	10
2.1 自然地理概况	10
2.2 经济社会概况与发展目标	21
■ 3 水资源开发利用	26
3.1 水资源总量	26
3.2 水资源开发利用现状	26
3.3 水资源开发利用存在的问题	30
■ 4 干旱缺水期研究	32
4.1 干旱缺水期的定义与形成机理	32
4.2 干旱缺水期划分标准	33
4.3 干旱缺水期分析评判	34
4.4 湖南省干旱缺水期确定	44

第 2 篇 河流最小需水流量研究

■ 1 河段与控制断面水资源量	47
1.1 河段与控制断面划分	47
1.2 控制断面水资源量	51

■ 2	河段最小需水流量研究目的与内容	52
2.1	河段最小需水流量的定义	52
2.2	河段最小需水流量研究目的与思路	52
2.3	河段最小需水流量研究范围与内容	53
■ 3	河流最小需水流量模型	54
3.1	基本理论	54
3.2	模型建立	59
3.3	模型典型运用	67
■ 4	河段最小需水流量计算	91
4.1	河道外需水流量计算	91
4.2	河道内需水流量计算	97
4.3	河段与控制断面最小需水流量确定	111

第3篇 缺水期水资源调度

■ 1	缺水期水资源调度原则、秩序与启动条件	117
1.1	调度依据与原则	117
1.2	调度秩序与实施办法	119
1.3	调度启动条件与方法	122
■ 2	缺水期水库调度模型	124
2.1	总体结构	124
2.2	目标函数	126
2.3	约束条件	126
■ 3	缺水期水资源调度方案	128
3.1	参与调度的水库及水库特征	128
3.2	各流域缺水期水资源调度方案	130
3.3	主要调度水库应急期控制水位	142
■ 4	缺水期水资源调度信息系统	143
4.1	系统背景	143
4.2	缺水期水资源调度信息系统构建	147
4.3	系统工程管理	152
4.4	结语	152
■ 5	城市第二水源规划	154
5.1	城市供水开辟第二水源的意义	154
5.2	第二水源选择原则与条件	157
5.3	第二水源调度原则与供水方式	157

5.4	主要城市第二水源规划方案	158
6	水污染突发事故应急预案	163
6.1	应急预案编制依据	163
6.2	水污染突发事故期水资源调度原则	163
6.3	应急响应措施	163
6.4	重要城市应急预案	164
6.5	水污染突发事故应急管理系统	165
6.6	水质超标准的对策	168
6.7	组织机构与职责	169
7	缺水期水资源调度经济补偿机制研究	173
7.1	经济补偿依据	173
7.2	经济补偿机制建立的原则	173
7.3	经济补偿的途径	174
7.4	经济补偿方式	174
7.5	结语	176
8	缺水期水资源调度效益分析	177
8.1	经济效益分析	177
8.2	社会与生态环境效益分析	179
附录	181
附表 1	湖南省主要河段 2020 年最小需水流量表	
附表 2	湖南省主要河段控制断面最小需水流量表	
附表 3	湖南省缺水期主要河流河段水资源调度成果表 (正常调度)	
附图 1	湘江干流梯级纵剖面图	
附图 2	资水干流梯级纵剖面图	
附图 3	沅江干流梯级纵剖面图	
附图 4	澧水干流梯级纵剖面图	
附图 5	湖南省多年平均降水量等值线图	
附图 6	湖南省多年平均径流深等值线图	
附图 7	湖南省多年平均干旱指数等值线图	
附图 8	湖南省现状年水质类别图 (全年)	
附图 9	湖南省水资源控制调度主要河流及水库分布图	
附图 10	湖南省水资源控制调度主要河段及水文站分布图	
参考文献	208

第 1 篇 绪 论

▶ 1 缺水期水资源调度研究背景

1.1 问题的提出

水是人类生存和发展的重要物质基础，是生态环境的控制性要素，水资源的可持续利用是经济社会可持续发展的重要保障。我国的水资源总量为 27115 亿 m^3 ，居世界第 6 位，但人均占有水资源量却只有世界人均的 1/4。水资源分布极不均衡，华北、西北地区大部属于水资源短缺地区，不少地方人均水资源占有量已经同世界上最缺水的国家以色列相近。在全国 668 个城市中，有 400 多个城市不同程度地缺水，110 多个城市严重缺水；有几千万农村人口饮水困难。我国水资源正面临水多、水少、水脏、水浑和水生态失衡的态势，水资源短缺已成为制约我国经济社会可持续发展的重要因素。

湖南省国土面积 211829 km^2 ，全省多年平均水资源总量为 1689 亿 m^3 ，人均水资源量高于全国平均水平，是一个水资源量相对较丰富的省份。2004 年全省供水能力为 362.50 亿 m^3 ，各类供水设施的供水量为 334.92 亿 m^3 ，用水量 334.92 亿 m^3 。从水资源总量看并不需要对水资源进行控制。但湖南省作为丰水地区（南方湿润地区），由于水资源时空分布极不均匀，经济社会发展所需用水量不断加大，河流水环境质量恶化，缺水期水资源供需矛盾突出，为防范缺水期水危机的发生，满足生产、生活、生态环境用水要求，维护河流良好生态环境，保障水资源可持续利用，因此，对缺水期水资源进行合理配置和控制调度十分必要。

目前，水资源开发利用中还存在以下主要问题：

(1) 水资源时空分布不均，季节性和区域性水资源匮乏；水库调节性能差，工程性缺水严重。湖南省多年平均降水量 1450mm，多年平均水资源总量为 1689 亿 m^3 ，但时空分布极不均匀，降水、径流时空分布相似，每年 4~9 月降水约占全年降水量的 68%，枯季降水量小；4~9 月径流占全年径流的 72.5%，枯水季节河流径流量小，12 月和 1 月径流量都只占全年的 2.9%。同时干旱缺水在汛期和非汛期均可能发生。全省大中小型水库众多，但调节性能差，汛期洪水径流大多数难以转化为可利用水量。7 月下旬~9 月，虽处汛期，但雨季结束时间不一，来水相对较小，而蒸发量大，又是农业用水高峰。其他用水一年中各月虽较稳定，但总用水量逐年增加，从而使得工程性缺水不断扩大。