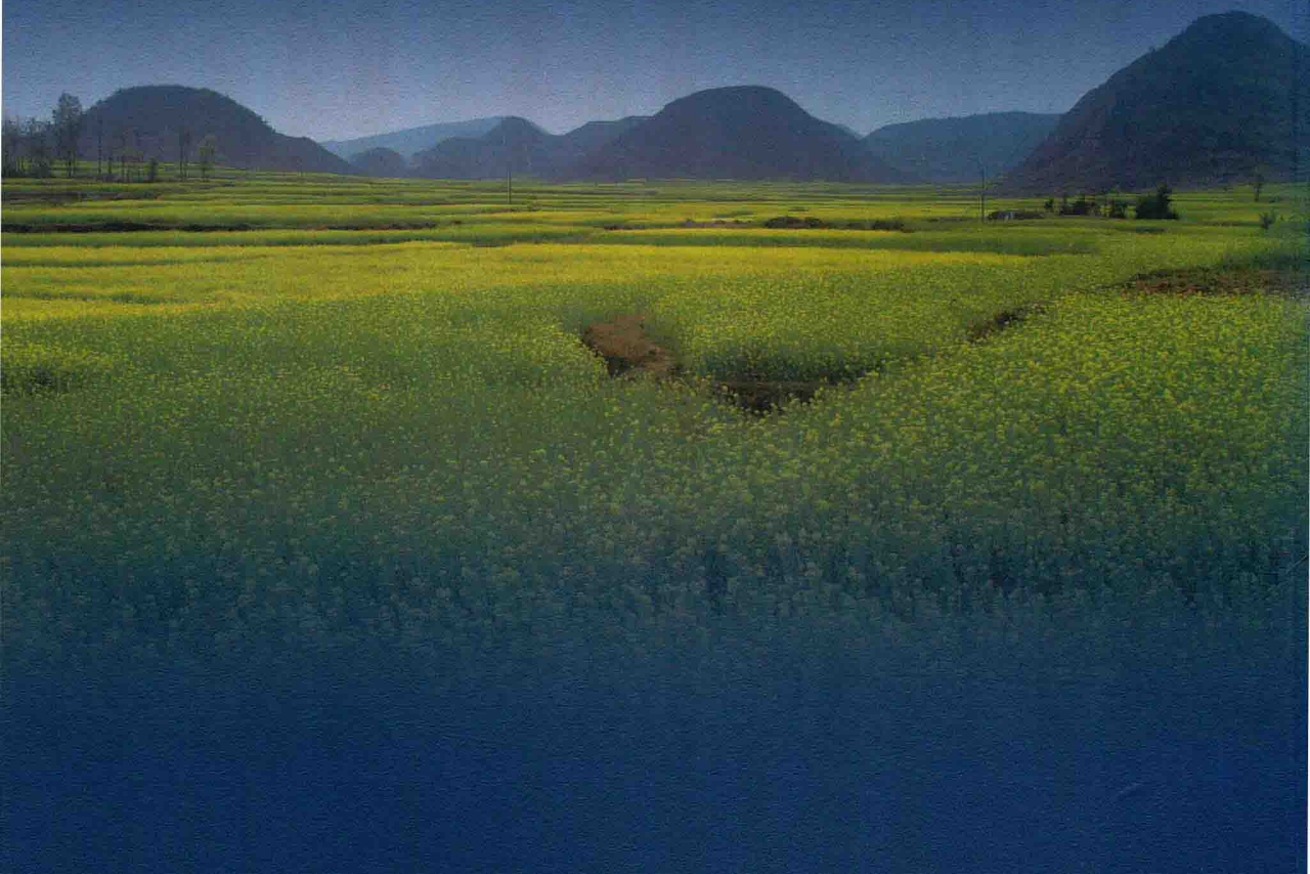




责任编辑：王照瑜 刘巍



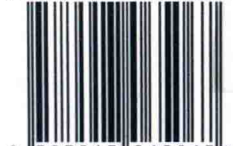
微信号：Waterpub-Pro



唯一官方微信服务平台

销售分类：水利水电

ISBN 978-7-5170-6506-7



9 787517 065067 >

定价：60.00 元

“黔中水利枢纽工程重大关键技术研究与应用”  
(黔科合重大专项字〔2012〕6013号)项目资助

# 长藤结瓜水库群 优化调度及智能监控

尹明万 邱春华 贺华翔 马黎 向国兴 等著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

·北京·

## 内 容 提 要

本书研究了具有长藤结瓜网络结构的水库群优化调度和智能监控技术,概要地总结了相应领域的国内外研究进展;研究了水资源系统(包括水库群)存在的不确定性和容错性、来水与需水的周期性和相关性,提出了水库群中长期优化调度年周期序贯决策方法和基于动态子空间的水力发电线性化方法,建立了相应的优化模型;结合黔中水库群实际情况给出了具体操作技巧和丰富的应用成果(包括非劣解集、城镇供水、灌区人畜供水、灌区农业供水、生态供水及发电等);针对黔中水利枢纽智能监控系统建设和运行管理的需要,给出了智能监控系统内部通信专网、图像视频系统、闸控系统、安全监测系统、智能集成监控系统等成果。本书成果已在黔中水利枢纽一期工程中应用实践。

本书理论联系实际,技术新颖、经验可鉴,可供水资源、水库调度与管理、工程监控等领域的专业人员以及高等院校相关专业师生阅读和借鉴。

### 图书在版编目(CIP)数据

长藤结瓜水库群优化调度及智能监控 / 尹明万等著

— 北京 : 中国水利水电出版社, 2018. 8

ISBN 978-7-5170-6506-7

I. ①长… II. ①尹… III. ①智能系统—监控系统—应用—水库调度—研究 IV. ①TV697.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第124383号

书 名	长藤结瓜水库群优化调度及智能监控 CHANGTENGJIEGUA SHUIKUQUN YOUHUA DIAODU JI ZHINENG JIANKONG
作 者	尹明万 邱春华 贺华翔 马黎 向国兴 等 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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	天津嘉恒印务有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 12.25印张 290千字
版 次	2018年8月第1版 2018年8月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	60.00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

# 《长藤结瓜水库群优化调度及智能监控》

## 撰 写 人 员

尹明万 邱春华 贺华翔 马 黎 向国兴  
谢新民 张京恩 杨立疆 李 蒙 周 刚  
贾 玲 徐进军 魏传江 龙爱华 李 霞  
马真臻 侯丽娜 兰光裕 李冬晓 李析男  
梅 超 邓建忠 邓晓雅 熊 杰

## 撰 写 单 位

中国水利水电科学研究院  
贵州省水利水电勘测设计研究院

## 贵州省科技计划

# 黔中水利枢纽工程重大关键技术研究与应用

(黔科合重大专项字〔2012〕6013号)

项目承担单位：贵州省水利厅、贵州省水利水电勘测设计研究院

项目负责人：杨朝晖 项目牵头人：向国兴

课题牵头单位及课题负责人如下表：

编号	课题名称	课题牵头单位	课题负责人
1	库首褶皱带隐伏型岩溶发育特征及其渗漏研究	贵州省水利水电勘测设计研究院	官长华 刘子金
2	峡谷区高面板坝综合变形控制与防裂研究	贵州省水利水电勘测设计研究院	罗代明 欧波
3	山区长距离大流量输配水综合节水技术研究	黔中水利枢纽工程建设管理局	成雄 罗亚松
4	峡谷山区高墩大跨连续刚构渡槽技术研究	贵州省水利水电勘测设计研究院	向国兴 徐江
5	长藤结瓜水库群优化调度及智能监控技术研究	中国水利水电科学研究院	尹明万 邱春华
6	黔中岩溶山区水资源可持续利用关键技术研究	贵州省水文水资源局	舒栋才 吴平
7	水资源水质保障关键技术研究与应用	贵州大学	吴攀

# 序

# PREFACE

黔中水利枢纽工程是贵州省首个大型水利枢纽，是贵州人民半个世纪的水利梦，是贵州西部大开发中的标志性工程，是地处贵州岩溶山区的跨区域、跨流域、长距离调水大型民生水利工程。工程以灌溉、城市供水为主，兼顾发电、县乡供水、农村生活供水等，并为改善区域水生态环境创造条件。工程建成后可解决贵阳市区、安顺市区的城市供水，以及六枝北部和东部、普定南部、镇宁北部、关岭中部、西秀南部和东部、平坝南部、长顺东北部等7县（区）49个乡镇的65.14万亩农田灌溉、5个县城和36个乡镇供水、农村41.84万人生活用水，年供水量为7.67亿 $m^3$ ，并利用坝后落差修建装机容量为136MW的平寨电站发电。黔中水利枢纽工程开发的直接目标是解决贵州政治、经济、文化、旅游的核心区——黔中经济区用水安全问题，间接目标是保障粮食生产安全、促进区域社会可持续发展，它是黔中经济区可持续发展的生命线工程，及全国构建和谐社会的重大民生水利枢纽和战略性扶贫工程之一。

工程由水源工程、输配水工程组成，分两期建设。其中，一期工程包括水源工程、一期输配水工程，建成后可解决贵阳市区近期城市供水，以及7县（区）42个乡镇的51.17万亩农田灌溉、5个县城和28个乡镇供水、农村35万人生活用水，年供水量为5.50亿 $m^3$ ，并利用平寨电站年发电3.6亿 $kW \cdot h$ ，为遏止区域水生态环境恶化创造条件。开发目标是缓解黔中经济区用水安全、粮食生产安全问题，促进区域经济社会快速发展。水源工程由库容10.89亿 $m^3$ 的平寨水库，高157.5m的面板堆石坝，装机容量136MW的平寨电站组成；一期输配水工程由平寨水库自流到桂家湖长63.4km的总干渠，桂家湖取水经革寨水库到凯掌水库长84.8km的桂松干渠，总长247.5km的25条支渠，总长35.9km的2段以河代渠，以及田间配套工程组成，干支渠总长431.6km，串联了十余座“长藤结瓜”水库，是典型的跨越岩溶峡谷山区长距

离输配水工程。工程于2009年11月30日动工兴建，水源工程于2015年4月14日实现导流洞下闸蓄水，2016年6月24日平寨电站并网发电，2016年8月28日实现正常蓄水位1331.00m下闸蓄水，2016年12月28日左岸灌溉引水系统成功完成了试通水，2018年1月28日干渠试通水到贵阳，标志工程开始发挥综合效益。

工程的显著特点是地处长江与珠江分水岭地带的跨流域调水、岩溶峡谷区高坝大库建设、峡谷山区长距离输配水、“长藤结瓜”水库群联合调度等，需要研究库首褶皱带隐伏型复杂岩溶发育特征及其防渗、狭窄河谷区高面板坝变形综合控制与防裂、山区长距离大流量输配水综合节水、峡谷山区高墩大跨渡槽、长藤结瓜水库群优化调度及智能监控、黔中岩溶山区水资源可持续利用、水资源水质保障等重大关键技术。

为保障工程顺利建设，依托工程带科研、科研促项目、产学研结合的方式，由贵州省水利厅、贵州省水利水电勘测设计研究院（以下简称贵州水利院）牵头，贵州省水文水资源局、黔中水利枢纽工程建设管理局、贵州省水利科学研究院、中国水利水电科学研究院、武汉大学、南京水利科学研究院、贵州大学等单位参与，联合申报贵州省科技计划项目“黔中水利枢纽工程重大关键技术研究与应用”（黔科合重大专项字〔2012〕6013号）并获批立项。项目包括库首褶皱带隐伏型岩溶发育特征及其渗漏研究、峡谷区高面板坝综合变形控制与防裂研究、山区长距离大流量输配水综合节水技术研究、峡谷山区高墩大跨连续刚构渡槽技术研究、长藤结瓜水库群优化调度及智能监控技术研究、黔中岩溶山区水资源可持续利用关键技术研究、水资源水质保障关键技术研究与应用等7个课题。贵州水利院牵头各参研单位联合开展上述重大关键技术攻关，解决了工程遇到的重大技术问题和难题，进一步完善并创新发展了适用于贵州岩溶山区的现代水利技术，为加快解决贵州工程性缺水问题提供了技术支撑。

研究工作结合工程建设进展推进，2017年3月基本完成各课题验收，成果丰硕，研究成果充分应用于工程实践，取得了良好效果。为推广黔中水利枢纽重大关键技术创新和研究成果，丰富岩溶山区特色的现代水利工程技术，贵州水利院策划并组织各课题参研单位和参研人员上百人，在各课题研究成果的基础上编著了系列著作，分别是《褶皱带隐伏型岩溶发育特征及防渗技术》《狭窄河谷区高面板坝变形综合控制技术》《山区长距离输配水综合节水技术》《高墩大跨连续刚构渡槽技术指南》《长藤结瓜水库群优化调度及智能监控》《岩溶山区水资源可持续利用关键技术》《贵州喀斯特地区煤矿矿山环

境生态问题及治理对策》。

该系列著作既有工程设计的基础理论和技术方案措施，又兼具解决问题的新思路、新方法和技术上的新突破，理论联系实际，技术新颖、经验可鉴。系列著作各册自成体系，结构合理、层次清晰，资料数据翔实，内容丰富，充分体现了黔中水利枢纽工程的重要研究成果和工程实践效果，完善了岩溶山区现代水利技术，可供类似工程的勘察、设计、施工、监理、建设管理、运行调度、科研等领域的专业人员借鉴参考，也可供相关高校师生阅读。

早在 20 世纪 50 年代末期贵州水利院建院之初，老一辈水利人就提出了引三岔河之水润泽黔中这一贵州水利梦想，经过 60 年的不懈努力奋斗，黔中水利枢纽一期工程建成并蓄水和通水，这一贵州水利梦想终得实现。该工程的成功建设，承载着贵州几代水利前辈的夙愿，凝聚着贵州几代水利专家和领导的追求与奋斗，包含着这一代从事勘测、设计、科研、建设管理等工作的贵州水利人的智慧和汗水，促进了一大批年轻水利工程师的成长，大幅提升了岩溶山区水利工程勘测设计和科技创新能力，提振了贵州建设大型水利工程的信心和勇气。谨以此系列著作献给他们，献给贵州水利院建院 60 周年，并推动岩溶山区现代水利技术的提升和发展。

由于研究和应用周期长、资料及研究成果庞杂、参研单位及人员较多，系列著作从组稿到出版经历了 3 年多，限于作者水平，书中难免有不妥之处，敬请同行专家和读者批评指正。

贵州省水利水电勘测设计研究院

2018 年 3 月

# 前言

# FOREWORD

水库群优化调度和智能监控是流域（或区域）水资源规划与配置、水利工程规划设计与运行管理的基础性需求。不确定性问题、多用途（或多目标）问题、维数灾问题等是水库调度领域多年来一直在努力解决而没有取得满意成果的关键性难题。水利工程智能监控的技术和需求近10~20年发展非常快，产生的实际效果非常显著，但仍然处于应用的初期阶段，面对不同的工程特点和条件，监控需求和难度差异颇大；监控的内容、技术手段和设施以及系统方案等都有较大完善空间。以贵州省黔中水利枢纽为主体的水利工程系统具有长藤结瓜的复杂结构，水库多（13座）、电站多（7座）、用途多（城市供水、灌区人畜供水、灌区农业供水、防洪、发电及生态环境供水等）、范围大、输水距离远（仅干渠就长达150km）、地形地质条件复杂多变、工程组合复杂。这些实际情况对水库群优化调度和智能监控提出了很大的挑战。本书在进行理论方法和模型创新、探索的同时，结合黔中水利枢纽一期工程的实际情况和需求进行研究，取得的成果既有贴近实际的创新成分，又有可操作性和应用价值。

黔中地区是贵州省政治、经济、文化、交通中心，区位优势突出，是该省城市最密集、人口最集中、经济社会最发达、耕地资源相对集中成片、发展基础最好、发展潜力最大的地区。该地区也是地形地质等自然条件复杂，人均水资源量少，资源型缺水、水质型缺水和工程型缺水同时存在的地区。缺水成为该地区发展的最大瓶颈。为此，贵州省实施了黔中水利枢纽工程，从乌江南源三岔河调水到黔中地区，力图从根本上解决该地区的缺水问题。黔中水利枢纽是我国大型水利工程，是基础性战略工程，功在当代，利在千秋。该工程从20世纪50年代提出，经过半世纪的论证和努力，其可行性研究报告于2009年9月得到国家批复，同年11月30日开工建设，2015年已建成一期，2020年将建成二期。为了解解决好该工程实施过程中的各种重大关键技

术难题，确保工程高质量地如期建成，高效率地服务于社会，2012年贵州省科技计划设立了“黔中水利枢纽工程重大关键技术研究与应用”项目，对该工程涉及的7个重大关键技术难题进行专题研究。本书介绍的是其中的课题5“长藤结瓜水库群优化调度及智能监控技术研究”。从2012年8月开始至2016年7月，经过近四年的努力，终于圆满完成了全部研究内容，在研究成果的基础上进一步归纳提炼成本书。

本书编写组在现场考察、资料收集、技术咨询和研究过程中，得到了贵州省科学技术厅、贵州省水利厅、贵州大学、贵州省水利水电工程咨询有限责任公司、贵州省水利水电勘测设计研究院、中国水利水电科学研究院、水利部水利水电规划设计总院和武汉大学等单位的有关领导和专家热忱的技术指导和有力的支持与帮助；编写组成员在研究和本书编写过程中，精诚合作，任劳任怨，严谨工作。值此书成之际，一并致以衷心的感谢！

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏，敬请读者批评指正。

作者

2018年3月

# 目录 CONTENTS

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 主要研究内容	2
1.3 研究的技术路线	3
1.4 研究成果与科技创新	5
第 2 章 水库优化调度及水利枢纽智能监控研究进展	9
2.1 水库优化调度研究进展	9
2.2 水利枢纽工程智能监控研究进展	17
第 3 章 多用途水库群优化调度理论方法与模型	19
3.1 水资源系统的不确定性	19
3.2 来水与需水的周期性及其相关性	20
3.3 水资源系统的容错性	27
3.4 优化调度年周期序贯决策方法	28
3.5 水库群优化调度年周期序贯决策模型	30
3.6 年周期序贯决策模型与确定型模型的计算结果比较	34
3.7 发电问题线性化方法	39
3.8 水库入流随机模拟方法与模拟生成系列	43
第 4 章 黔中水库群及其综合利用优化调度的任务	46
4.1 黔中水利枢纽与长藤结瓜水库群	46
4.2 黔中水利枢纽工程设计调度方式与调水量	53
4.3 黔中水库群综合利用优化调度的任务与要求	56
4.4 黔中水库群系统概化及网络图	57
第 5 章 黔中水库群优化调度的多用途需求	60
5.1 社会经济供水需求分析	60

5.2	生态环境供水需求研究	63
5.3	发电需求分析	69
5.4	防洪需求分析	69
<b>第6章</b>	<b>黔中水库群多用途优化调度方案</b>	<b>72</b>
6.1	水库群多用途优化调度方案设置	72
6.2	不同调度方案优化结果分析	74
6.3	多用途调度方案初选	81
6.4	不同生态环境需水量情景下的优化调度结果分析	82
6.5	生态环境需水量对调水的影响分析	83
6.6	多用途优化调度方案比选	85
6.7	推荐方案结果分析	90
6.8	水库群优化调度方法及模型在运行阶段的可用性分析	115
6.9	黔中水库群多用途优化调度方案归纳分析	118
<b>第7章</b>	<b>黔中水利枢纽智能监控网络技术</b>	<b>120</b>
7.1	智能监控网络概述	120
7.2	智能监控网络拓扑	120
7.3	通信网络功能要求	121
7.4	通信网络结构	122
<b>第8章</b>	<b>黔中水利枢纽图像视频系统</b>	<b>126</b>
8.1	黔中水利枢纽图像视频系统概述	126
8.2	图像视频系统总体设计研究	126
8.3	分控中心图像视频系统研究	130
8.4	渡槽图像视频系统	132
8.5	闸站、闸阀站图像视频系统	133
8.6	电站、泵站图像视频系统研究	135
8.7	图像视频系统平台软件	136
<b>第9章</b>	<b>黔中水利枢纽闸门控制系统</b>	<b>140</b>
9.1	闸门控制系统概述	140
9.2	闸门控制系统功能研究	140
9.3	闸门控制方案比选	141
9.4	闸门控制现地单元	142
9.5	闸门控制现地单元的 PLC 配置方案	143
9.6	闸门控制现地对象及模式	143
<b>第10章</b>	<b>黔中水利枢纽安全监测自动化系统</b>	<b>146</b>
10.1	安全监测系统研究目标	146
10.2	安全监测系统功能	146

10.3	安全监测站布设方案·····	147
10.4	安全监测设备配置·····	149
10.5	智能化集成监控系统的安全监控设计方案·····	160
<b>第 11 章</b>	<b>黔中水利枢纽智能化集成监控系统</b> ·····	<b>163</b>
11.1	集成监控系统需求分析及总体方案·····	163
11.2	集成监控系统总体功能·····	164
11.3	集成监控系统总体技术结构·····	165
11.4	集成监控技术方案·····	166
11.5	集成监控系统应用软件·····	170
<b>附表及附图</b> ·····		<b>173</b>
<b>参考文献</b> ·····		<b>175</b>

本章介绍了本书的研究背景、内容、技术路线以及主要成果与创新点。

## 1.1 研究背景

我国一些地区当地水资源原本就不丰富，随着人口的聚集和增长、社会经济的迅速发展，需水量大幅度增加，水供需矛盾就越来越紧张，紧张到当地水资源明显不能满足需求的程度就需要修建跨流域（或跨地区）、大型长距离调水工程，作为解决水资源短缺的重要手段，例如，南水北调东线工程和中线工程、辽宁省的东水西调工程、青海省的引大济湟工程、陕西省的引汉济渭工程、山西省的万家寨引黄工程，等等。大型长距离调水工程建成后就形成了包括当地水和外调水的复杂水资源系统，一般都涉及水库群的多用途优化调度问题，而且是关键性重要问题。大型长距离调水工程建设和运行管理都要涉及枢纽工程及其运行管理系统的自动化监控问题，都需要开发建设智能监控系统。该系统的水平和质量，将直接影响着枢纽工程的运行安全、水资源利用效率和系统的经济成本，这就是本书研究的大背景。

黔中地区水资源严重缺水需要建设黔中水利枢纽工程从三岔河引水，其中涉及长藤结瓜水库群优化调度及智能监控技术，这是本书研究的直接背景和应用实践对象。

黔中地区是贵州省政治、经济、文化、交通中心，是该省城市最密集、交通最发达、工业基础最好、人口最集中、耕地资源集中成片的地区；是该省经济社会发展核心地区和最有基础、最有发展潜力的地区，区位优势突出，具有举足轻重的地位。但由于山高、坡陡、土薄、地高、水低等自然条件，加之人均水资源量少（尤其是调蓄工程少，实际可利用的水资源量非常紧缺），缺水成为该地区发展的最大瓶颈。黔中灌区属于用水紧张地区（中度缺水），出现周期性和规律性的用水紧张；贵阳市区属于缺水地区（重度缺水，人均水资源量仅 $564\text{m}^3$ ），受持续性缺水影响，经济发展遭遇瓶颈，人民生活受到影响；安顺市受水区属于严重缺水地区（极度缺水，人均水资源量仅 $299\text{m}^3$ ），受缺水影响极其严重。雪上加霜的是黔中地区资源型缺水、水质型缺水和工程型缺水同时存在。

面对水资源供需矛盾，贵州省实施了从三岔河引水的黔中水利枢纽工程，力图从根本上彻底解决黔中地区缺水问题。该工程是多年来贵州省最大的综合性水利工程，是

长期兴利的基础性战略工程。它以灌溉、灌区人畜饮水、城镇供水为主，兼顾发电等综合利用，受水区包括黔中灌区、贵阳市区和安顺市区，涉及贵阳、安顺、六盘水、黔南布依族苗族自治州、毕节等5个市（州）。该工程的开发目标是保障受水区的用水安全，支撑区域社会可持续发展。据此贵州省重大科技计划设立了“黔中水利枢纽工程重大关键技术研究与应用”项目，对该工程涉及的重大关键技术难题进行专门的深入研究。

“黔中水利枢纽工程重大关键技术研究与应用”项目下设7个课题：

课题1：库首褶皱带隐伏型岩溶发育特征及其渗漏研究；

课题2：峡谷区高面板坝综合变形控制与防裂研究；

课题3：山区长距离大流量输配水综合节水技术研究；

课题4：峡谷山区高墩大跨连续刚构渡槽技术研究；

课题5：长藤结瓜水库群优化调度及智能监控技术研究；

课题6：黔中岩溶山区水资源可持续利用关键技术研究；

课题7：水资源水质保障关键技术研究与应用。

与本书直接相关的是课题5，由中国水利水电科学研究院承担，贵州省水利水电勘测设计研究院、水利水电规划设计总院以及武汉大学参加完成。其主要目的是为编制黔中水利枢纽有关的水库群中长期调度方案奠定扎实的科学基础，并为建立黔中水利枢纽工程数字化智能监控系统提供技术依据。

本书以黔中水利枢纽工程及其水库群为实际应用对象，进行水库群优化调度研究和智能监控技术研究。黔中水利枢纽长藤结瓜水库群输水距离长、水库多、用水地区多、用水行业多，无论是从水库群优化调度的角度还是从自动化监控的多角度都是一个既复杂又具有代表性的典型。本书所进行的长藤结瓜水库群多目标优化调度研究，可使外调水与当地水实现优化配置，综合提高供水保障能力，也可成为长藤结瓜水库群优化调度的一个典型范例，供类似工程参考；本书所进行的黔中水利枢纽智能监控技术研究，可直接满足该枢纽规划设计中的自动化监控系统建设和运行的需要，能大幅度地节省运行管理成本，同时也可供其他长距离输水、地形条件复杂的类似调水工程借鉴。

## 1.2 主要研究内容

本书研究内容包括两方面：①长藤结瓜水库群优化调度研究；②黔中水利枢纽智能监控技术研究。

### 1. 长藤结瓜水库群优化调度研究

(1) 体现不确定性及周期规律的多用途水库群优化调度理论方法，包括水资源系统（含水库群）存在的不确定性和容错性、来水与需水的周期性、需水与来水的相关性、发电与来水的相关性、水库群中长期优化调度年周期序贯决策方法的依据、原理和优点。

(2) 基于年周期序贯决策方法的多用途水库群优化调度模型。

(3) 复杂水资源系统的水资源优化配置或调度中的发电问题线性化高精度方法。

(4) 黔中水库群优化调度的多用途需求分析，包括社会经济需水、生态环境需水、水

力发电需水、防洪需求等分析。

(5) 黔中水库群优化调度方案研究,包括多目标优化调度的价格方案设置与非劣解集、生态优化调度、多目标优化调度方案比选与推荐。

## 2. 黔中水利枢纽智能监控技术研究

(1) 智能监控网络技术研究,包括智能监控网络拓扑、通信网络的功能要求与结构等。

(2) 图像视频系统研究,包括智能监控图像视频系统的总体设计方案以及分控中心、渡槽、闸站、闸阀站、电站、泵站等分项工程的图像视频系统以及图像视频系统平台软件等。

(3) 闸控系统研究,包括其控制方式与控制功能、闸控单元和闸控技术、闸控 PLC 配置方案以及系统的现地对象、模式、回路方案和通信方案等。

(4) 安全监测自动化系统研究,包括其功能要求(含观测、显示、存储、操作、自检等方面的具体功能要求)、安全监控站的布设原则和布设方案以及各监控站的安全监控仪器设备配置等。

(5) 智能化集成监控系统研究,包括其需求分析、总体方案、总体功能和总体技术结构和安全保障、集成监控技术、应用软件的功能要求和软件平台结构等。

## 1.3 研究的技术路线

多用途水库群优化调度研究的技术路线是:首先进行水库调查,摸清楚各库的特点和任务以及各地区对各水库调度的要求,明确对水库群的总体要求;接着研究水库群多种用途的协调原则及调度规则;研究多用途水库群优化调度模型;然后进行水库调度方案设计和各方案的优化调度模拟分析;最后进行综合比较,选出推荐方案。具体如图 1.1 所示。

### 1. 长藤结瓜多用途水库群优化调度的关键技术

适合黔中水利枢纽水库群(简称黔中水库群)的多用途优化调度模型——基于年周期序贯决策的水库群多目标优化调度模型。

以多用途水库群优化调度模型为主攻对象,在梳理国内外水库调度和多用途水库群优化调度研究成果的基础上,分析总结当前水库优化调度模型的不足之处。根据拟定的研究目的与研究内容,充分学习并借鉴年周期序贯决策法,客观地应对来水和需水的周期规律与不确定性,在分析来水和需水的周期规律及不确定性与水库调度关系的基础上,将年周期序贯决策法拓展到含有水力发电的多用途水库群优化调度问题(关键是解决水力发电的非线性问题),并以系统的思想构建基于年周期序贯决策的多用途水库群优化调度模型。最后将模型应用于长藤结瓜多用途水库群优化调度问题,并对计算结果进行分析和讨论,综合推荐优化调度方案。

### 2. 黔中水利枢纽智能监控研究的技术路线

在自顶向下的系统设计过程中,其研究流程是瀑布型的,为避免信息孤岛的问题,遵