

FENHESHUIKU ZONGHE ZIDONGHUAXITONG
LILUN YU SHIJIAN

汾河水库综合自动化系统 理论与实践

主 编 张根锁

副主编 吴建华 杨红秀



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

汾河水库综合自动化系统 理论与实践

主 编 张根锁

副主编 吴建华 杨红秀



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

水库综合自动化是一个跨学科、跨专业的新型研究课题,实现目标是利用先进实用的计算机网络技术、水情自动测报技术、自动化监控监测技术、视频监视技术、大坝安全监测技术,实现对水库工程的实时监控、监视和监测、管理,基本达到“无人值班、少人值守”的管理水平。本书以山西省汾河水库土石坝综合自动化系统开发研究为背景,内容包括:水库水情自动测报系统、水库大坝自动化安全监测系统、水库水电站综合自动化系统、水库综合自动化系统的网络构架、水库库区视频监测系统及信息中心管理系统等。

本书可供从事水利信息化的技术人员、有关水利工程计算机网络的管理人员,特别是防汛、抗旱、水文、水资源、水土保持、供水工程、环境保护等有关的技术人员,以及有关院校的研究人员、博士生及硕士研究生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

汾河水库综合自动化系统理论与实践 / 张根锁主编

. -- 北京:中国水利水电出版社,2011.6

ISBN 978-7-5084-8614-7

I. ①汾… II. ①张… III. ①水库—综合自动化系统—研究—山西省 IV. ①TV632.25

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第090873号

书 名	汾河水库综合自动化系统理论与实践
作 者	主编 张根锁 副主编 吴建华 杨红秀
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 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	北京盛兰兄弟印刷装订有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 25.25印张 599千字
版 次	2011年6月第1版 2011年6月第1次印刷
印 数	0001—1500册
定 价	65.00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

序

汾河水库是山西省最大的水库，于 1958 年修建，1961 年竣工，是一座以防洪、灌溉、工业和城市生活用水为主，兼顾发电、养鱼等综合利用的大型水利枢纽工程，位于山西省娄烦县下石家庄，是世界上最高的水中填土均质坝。50 年来，汾河水库不仅保护了下游人民生命财产安全，而且为下游工农业生产及城市用水提供了充足的水源，取得了显著的经济效益和社会效益，为山西经济社会发展做出了巨大的贡献。在汾河水库建库 50 周年之际，全面、系统总结水库自动化、信息化建设的专著《汾河水库综合自动化系统理论与实践》正式出版问世，值得庆贺。

水问题已成为 21 世纪威胁世界和平、威胁人类生存和生态安全的首要因素，水利是国民经济的基础产业，水资源是基础性的自然资源和战略性的经济资源，是生态环境的控制性要素，在国民经济和国家安全中具有重要的战略地位。今年中央一号文件出台了《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》，进一步明确了新时期水利发展的战略定位，第一次将水利提升到了关系经济安全、生态安全、国家安全的战略高度。山西作为全国缺水最严重的省份之一，为寻求解决水资源短缺的治本之策，山西省委省政府出台了加强水利建设、实施兴水战略的重大决策，“十一五”期间兴水战略取得了决定性胜利，实现了山西水利从“短板制约型”向“基本保障型”的跨越式转变。“十二五”期间山西省以保障转型跨越式发展用水需求为首要任务，将构建“两纵十横，六河联通”的大水网，实现水资源开发利用由“水瓶颈”向“水支撑”转变，将基本实现水利现代化。

水资源的可持续利用是我国经济社会可持续发展极为重要的保证，国民经济的发展和和谐社会的构建需要大量的水利信息，而水利更离不开自然信息、社会信息和相关行业信息的支持。水利作为一个信息密集化行业，水利自动化、信息化已成为全世界特别是发达国家水利现代化的基本标志和重要内容。水利信息化就是充分利用现代信息技术，开发和利用水利信息资源，包括对水利信息进行采集、传输、存储、处理、利用及进行水利模型的分析计算，提高水利信息资源的应用水平和共享程度，从而全面提高水利自动化、信息化及水利建设和水事处理的效率和效能。如何利用先进的信息技术提升和发展整个行业的技术和管理水平，促进水资源的合理开发、高效利用、优

化配置、全面节约、有效保护和综合治理，实现向现代水利、可持续水利的转变，是水利自动化、信息化所必须面对和解决的课题。

长期的水利实践证明，完全依靠工程措施不可能有效地解决当前复杂的水问题，广泛应用现代信息自动化技术，充分开发利用水利信息资源，拓展水利自动化、信息化的深度和广度，工程与非工程措施并重是实现水利现代化的必然选择。以水利自动化、信息化带动水利现代化，以水利现代化促进水利自动化、信息化，增加水利的科技含量，降低水利的资源消耗，提高水利的整体效益是 21 世纪水发展的必由之路。

水利事业的快速发展必将带动水利自动化、信息化的发展，山西的水利自动化、信息化工作从 20 世纪 70 年代起步，特别是经过近几年的快速发展，在基础网络建设、系统应用、组织保障等方面，通过坚持不懈的努力，已取得了很大的成绩。尤其是山西水利数字中心的建成为山西水利信息化奠定了坚实的基础，但是我们应该清醒地看到，山西水利自动化、信息化建设还有大量工作需要我们去完成。希望山西水利系统的同仁们要以饱满的工作热情，积极的工作态度，加快水利自动化、信息化关键技术：远程自动化控制、数值模拟、“3S”技术、数据库技术、通信和计算机网络技术、人工智能管理等的研究、开发和利用，推动山西水利自动化、信息化建设，加快实现水利现代化，为山西经济社会实现转型跨越发展做出更大的贡献。

水利自动化、信息化是一个跨学科、跨专业的新型专业方向，主要涉及水利、信息、控制、计算机及自动化专业领域的基础知识和应用。《汾河水库综合自动化系统理论与实践》以汾河水库工程为平台，以自动化控制理论为基础，以信息、计算机等学科技术为手段，重点介绍水库综合自动化方面的多学科专业知识，以汾河水库土石坝综合自动化系统开发研究为重点，全面分析和总结了汾河水库 30 多年来自动化、信息化建设的经验教训和存在的问题。全书共包括 6 个部分：汾河水库综合自动化系统和总体构想、汾河水库流域水情自动测报系统、汾河水库大坝自动化安全监测系统、汾河水库水电站综合自动化系统、汾河水库综合自动化系统网络构架、水库库区视频监测系统及信息中心管理系统。该书的出版将为山西水利自动化、信息化建设提供了宝贵的资料，希望该书能为山西乃至全国水库自动化、信息化建设提供有益的借鉴，成为山西乃至全国水利现代化建设的一块铺路石，为水利事业又好又快发展做出新的更大的贡献。

潘 军 峰

2011 年 3 月

前 言

水库综合自动化是一个跨学科、跨专业的新型研究课题，主要涉及水利、信息、控制、计算机及自动化专业领域的基础知识和应用。实现目标是利用先进实用的计算机网络技术、水情自动测报技术、自动化监控监测技术、视频监控技术、大坝安全监测技术，实现对水库工程的实时监控、监视、监测和管理，基本达到“无人值班、少人值守”的管理水平。

汾河水库位于山西省最大的河流——汾河干流上游娄烦县境内，该水库是1958年经省委、省政府决策，在汾河干流上修建的一座山西省最大的水库，是目前就地取材建成的世界上最高的人工水中填土坝，汾河水库的建设也是山西人民水库建设史上的辉煌壮举。水库在建设过程中的1960年即开始为下游汾河灌区供水，并由汾河灌区为农业和太钢、一电厂供水。在90年代后，又开始为西山矿务局的古交和太钢尖山铁矿直接供水。截止到2010年底，累计来水164.18亿 m^3 ，累计供水128.02亿 m^3 ，其中：农业供水119.12亿 m^3 、工业供水8.90亿 m^3 。水库安全运行50年来，正常拦蓄超1000 m^3/s 的大洪水12次，超500 m^3/s 的大洪水32次，有力地保障了下游国民经济的正常发展和人民生命财产安全，成为太原人民国民经济发展的重要安全屏障。

2003年11月，万家寨引黄入晋工程正式建成并向太原市供水后，该水库又成为山西省最大的饮用水水源地，水库在保障太原市的经济、社会和生态的可持续发展和社会稳定方面起着至关重要的作用。汾河水库的安全运行，事关山西国民经济建设和社会发展的全局，为了实现对水库大坝运行的实时安全监测，最大限度地发挥水库的综合效益，对汾河水库大坝进行综合自动化的开发与建设非常必要，也非常重要。

汾河水库是一座以防洪、供水为主的综合利用的重点大型水库，地理位置十分重要。建立水库综合自动化系统，是实现水库科学运行数字化、信息化、现代化管理必不可少的手段和平台。通过选取性能可靠的软硬件和系统开发，采用现代计算机监控的各项技术手段，对大坝安全监测、水雨情、闸门监控、视频监控、办公自动化各子系统进行有机集成，实现资源共享、科学调度，合理利用水资源，以充分发挥水库最大的经济和社会效益。

本书以汾河水库工程为平台，以自动控制理论为基础、以信息、计算机

等多学科技术为手段，重点讲述水库综合自动化方面的多学科专业知识，以山西省汾河水库土石坝综合自动化系统开发研究为重点，详细阐述了：汾河水库综合自动化系统的总体构想，汾河水库流域水情自动测报系统，汾河水库大坝自动化安全监测系统，汾河水库水电站综合自动化系统，汾河水库综合自动化系统的网络构架，水库库区视频监测系统及信息中心管理系统等内容。

该书由山西省汾河水库管理局成绩优异高级工程师（教授级）张根锁担任主编，太原理工大学吴建华教授、汾河水库管理局高级工程师杨红秀担任副主编，其中：绪论、第七章、第八章、第九章、第十章由张根锁编写；第一章、第二章由李春雨编写；第三章第一节到第五节由张宏斌编写；第四章、第五章、第六章由杨红秀编写；第十一章、第十二章及第三章的第六节、第七节由吴建华编写。全书由张根锁统稿、吴建华校核。汾河水库管理局王瑛、韩少飞、李泽平、张桂珍、薛进杰、李娟参加基础资料收集工作，全书的图表由太原理工大学水利学院李爱云老师进行了制作和相关的校核工作。本书中部分引用了我国水利工程有关的勘测、设计、自动化系统开发、相关科研单位及高等院校的科研设计成果，作者在此一并致谢！还要感谢关心和支持本书出版的中国水利水电出版社、山西省汾河水库管理局、太原理工大学水利学院。该书还得到山西省水利厅厅长潘军峰同志的支持和指导，并亲为作序。

该部分的研究成果如能在我国水利工程推广节能技术的今天，成为一块铺路之石或抛砖引玉，这将是我们的最大愿望。由于水库工程集水工、水文、供水、施工、地质及管理为一体，涉及到水利水电、水力机械、电气设备、水利施工、土木建筑、计算机控制及信息工程等多个学科，信息采集和管理的范围内容相当广泛，受作者知识的局限性，书中定有错误和遗漏之处，欢迎读者提出批评、建议，也希望了解你们在实际运行中的经验，以便共同学习和提高。

编者

2011年3月

于山西省汾河水库

目 录

序

前言

绪论	1
第一章 水库综合自动化系统概述	5
第一节 概述	5
第二节 水库综合自动化	11
第三节 水库综合自动化的目的	15
第四节 汾河水库综合自动化建设的沿革、现状及存在问题	16
第二章 汾河水库综合自动化系统的总体构想	23
第一节 汾河水库综合自动化系统的开发任务	23
第二节 汾河水库综合自动化系统开发的总体构想	27
第三章 汾河水库水情自动测报的系统开发	41
第一节 综述	41
第二节 汾河水库水情自动测报系统的开发	80
第三节 汾河水库水情自动测报系统系统结构与设计	82
第四节 汾河水库水雨情信息采集子系统	85
第五节 洪水预报子系统	110
第六节 防洪调度子系统	135
第七节 数据库管理	154
第四章 汾河水库土石坝自动化监测系统的开发	170
第一节 概述	170
第二节 汾河水库土石坝监测系统及其现状	196
第三节 汾河水库土石坝变形监测系统	197
第四节 汾河水库土石坝渗流渗压的监测	213
第五节 汾河水库土石坝渗流渗压自动化监测系统的设计	218
第五章 汾河水库水电站综合自动化系统的开发	227
第一节 中国水电站自动化的现状与发展	227
第二节 汾河水库水电站自动化系统的设计目标	233
第三节 汾河水库水电站自动化系统的 Powerbase 技术介绍	235
第四节 汾河水库水电站自动化系统的实现	245

第六章 汾河水库视频会议系统	253
第一节 需求分析	254
第二节 汾河水库视频会议系统的开发	259
第三节 ViewPoint 8036 高清群组视讯终端会议系统	261
第七章 汾河水库综合自动化系统的网络构架	273
第一节 建设目标	273
第二节 建设原则	273
第三节 系统组成	274
第四节 网络拓扑结构	274
第五节 各网络系统的设备配置	276
第六节 网络安全规划	282
第八章 汾河水库综合自动化系统管理的保障体系	288
第一节 汾河水库综合自动化系统的运行管理	288
第二节 制度、资金与人才	289
第九章 水库水质、闸门远程及视频监视系统	291
第一节 水库水质监测系统的开发	291
第二节 水库闸门远程监控系统的开发	292
第三节 水库视频监视系统	298
第四节 开发研究工作总结	310
第十章 汾河水库综合自动化系统的经济效益分析及评价	312
第一节 分析方法及评价依据	312
第二节 工程项目效益评价分类	312
第三节 经济效益分析	313
第四节 综合效益评价	315
第十一章 综合数据库平台的整合	316
第一节 现状需求与建设目标	316
第二节 数据组成	317
第三节 数据库管理	319
第四节 数据整合	321
第五节 建设内容	322
第六节 应用系统建设	323
第十二章 汾河水库自动化综合信息查询平台 DEMO 的开发研究	344
第一节 概述	344
第二节 软件系统设计	344
第三节 综合信息查询平台	347
第四节 洪水预报系统	370

第五节 综合信息查询平台 DEMO	380
附录一	385
附录二	387
附录三	388
参考文献	389
后记	393

绪 论

汾河是山西的母亲河，也是山西省境内流域面积最大的河流，汾河水库位于山西省最大的河流——汾河干流上游娄烦县境内，地处娄烦县杜交曲镇下石家庄村北，上距汾河发源地管涔山 122km，下距太原市 83km，控制流域面积 5268km²。地理坐标为东经 111°50′~111°55′，北纬 38°02′~38°07′。

汾河水库是 1958 年经山西省委、省政府决策，在汾河干流上修建的山西省最大的水库，由于当时缺乏机械、能源和建筑材料，故动员全省工、农、商、学、兵共 4 万余人一起参战，就地取材建成了世界上最高的人工水中填土坝，汾河水库的建设也是山西人民水库建设史上的辉煌壮举。

汾河水库 1961 年投入运行，设计总库容 7.21 亿 m³，最大回水长度 18km，最大回水面积 32km²，是一座以防洪、灌溉为主，兼有供水、发电、旅游、养鱼等综合效益的大（Ⅱ）型水利枢纽。设计标准为 100 年一遇洪水设计，2000 年一遇洪水校核。

汾河水库枢纽工程由大坝、溢洪道、泄洪排沙洞、输水洞和水电站五部分组成。

汾河水库枢纽工程大坝坝高 61.4m，坝顶高程 1131.4m（大沽高程系），坝顶宽 6m，长 1002m，大坝总长 1002m，其中主坝长 420m，左副坝坝长 440m，右副坝坝长 142m；主坝和左副坝坝顶设有 2m 高钢筋混凝土防浪墙，右副坝坝顶有 2m 高的自溃土坝；是目前世界上最高的人工水中填黄土均质坝，多次受到世界大坝委员会的关注。

溢洪道位于右岸，总长 345m，堰顶高程 1122m，净宽 24m，堰型为开敞式实用断面堰，设两扇 7m×12m 弧形钢闸门，最大泄量 1298m³/s。

泄洪洞洞径 8m，总长 1050m，进口高程 1086.2m，出口高程 1072.18m，进口设两扇 4.872m×8.1m 的平板事故钢闸门，出口设一扇 7m×6.5m 的弧形钢闸门，最大泄量 820m³/s。

输水洞位于大坝右岸，进口高程 1089.4m，出口高程 1071.8m，洞径 4m，洞长 598m，出口设有 3.6m×3.6m 弧形钢闸门，最大泄量 116m³/s，系挑流消能。

水电站为坝后引水式季节性电站，装机容量为 2×6500kW。

自 1980 年汾河水库管理局开始计收微量水费以来，汾河水库努力提高供水能力和供水保证率，以供水、发电为主的水利经济得到充分拓展。1990 年 5 月开工建设的古交矿区供水系统，于 1994 年 5 月正式供水。1991 年太钢尖山铁矿开始在汾河水库修建取水工程，1996 年正式签定了水资源补偿费及供用水的合同，掀开了汾河水库直供水历史的第一页。2009 年 1 月 14 日，与太原钢铁（集团）有限公司签订了《太原钢铁（集团）有限公司袁家村铁矿 2200 万吨每年项目汾河水库供水意向书》，该供水项目正在筹建中。截至 2010 年，累计向古交、尖山铁矿供水 1.41 亿 m³，累计向汾管局工业供水 6.82 亿 m³，累计发电 3.7478 亿 kW·h。水库年收入达到 2500 万元，极大地增强了管理单位的活力，

改善了职工的生活水平，为太原和晋中、吕梁等地工农业生产作出了巨大贡献。

汾河水库安全运行 50 年来，正常拦蓄超 $1000\text{m}^3/\text{s}$ 的大洪水 12 次，超 $500\text{m}^3/\text{s}$ 的大洪水 32 次，确保了下游国民经济的正常发展和人民生命财产安全，已经成为太原人民国民经济发展的重要安全屏障。

汾河水库投入运行后，为了提高汾河水库防洪标准，同时解决遗留问题及运行过程中出现的病险情况，国家又先后进行了大修改造工程，内容有：①汾河水库大坝加高、4m 输水洞改造、非常溢洪道兴建工程；②20 世纪 80 年代度汛加固工程；③8m 泄洪隧洞工程；④左岸黄土台地渗漏历次处理工程；⑤整修改造专项工程；⑥枢纽设施改造维护工程。

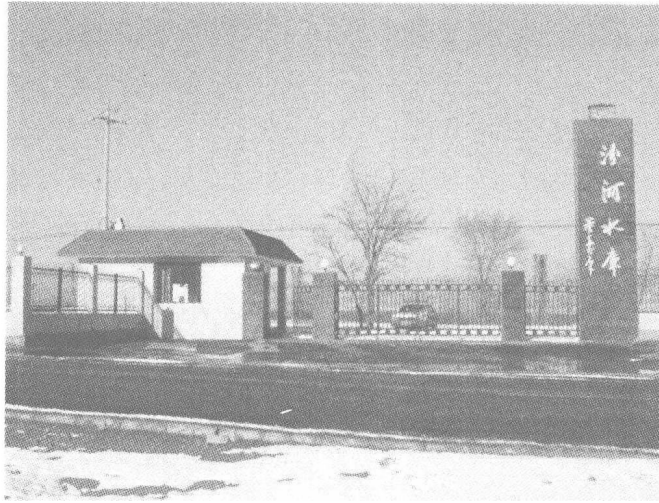
如今的水库景区，坝的右侧山坡顶上有一座金顶红柱、绿栏白地的观景亭，登上此亭，整个水库一览无余，还建起了坝下公园，修建了水泥公路一条，人工小溪多条，人造瀑布 3 处和其他景点多个。植树 4 万余株，发展绿地 2 万余 m^2 ，营造了一个人水和谐的工作、生活环境。当人们步入水电站院内公园，映入眼帘的便是宽阔平整的马路、潺潺流水的小溪、飞流四溅的瀑布、绿茵茵的草坪、崎岖的小径以及各色形态的自然景观和人文景观，有道是：“福泽三晋沃土，景美胜似江南”，这一切为水利风景旅游区奠定了基础。

改革开放 30 多年来，是水库管理工作跨越发展、取得辉煌成就的 30 年，这 30 年是水库观念大转变、地位大提升的 30 年，也是水库管理工作发展大跨越、改革大推进的 30 年。回首过去，沧海桑田，思想解放永无穷期；展望未来，任重道远，转型发展谱写新篇章。我们坚信，在改革开放的大好形势下，在山西省水利厅的正确领导下，弘扬“求真、务实、献身”的水利行业精神，通过不懈的努力和共同奋斗，汾河水库必将迎来一个又一个发展新高潮。

山西省水资源严重短缺，水资源已成为制约山西国民经济发展的瓶颈。汾河水库作为山西省最大的水库，2003 年 11 月引黄入并工程正式建成并向省城太原市供水后，又成为山西省最大的饮用水水源地，水库在保障太原市的经济、社会、生态的可持续发展和社会稳定方面起着至关重要的作用。汾河水库的安全运行，事关山西国民经济建设和社会发展的全局，为了实现对库区大坝运行的实时安全监测，最大限度地发挥水库的综合效益，对汾河水库大坝进行综合自动化的开发与建设非常必要，也非常重要。



汾河水库地理交通示意图



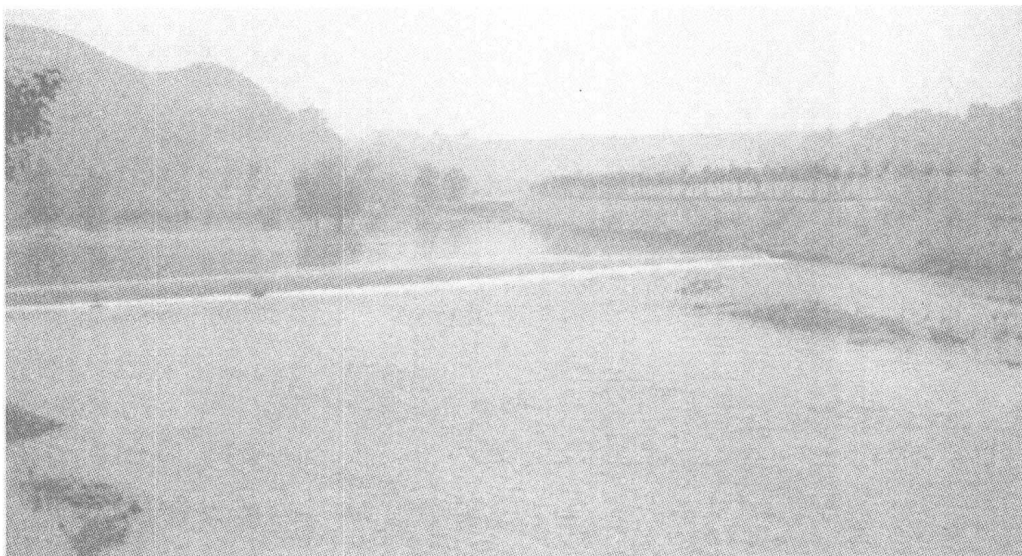
汾河水库管理局



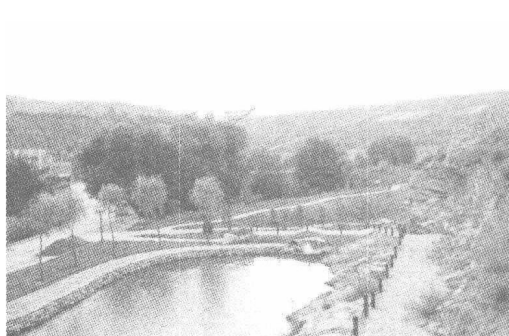
汾河水库大坝



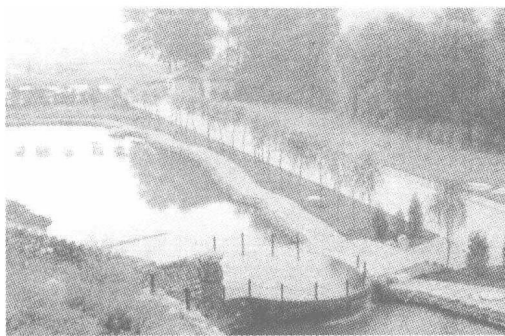
汾河水库大坝下游



汾河水库下游供水



汾河水库下游库区休闲垂钓（一）



汾河水库下游库区休闲垂钓（二）

第一章 水库综合自动化系统概述

第一节 概 述

水利是国民经济的基础产业，是国民经济和社会可持续发展的命脉。中华人民共和国成立以来，经过半个多世纪的建设与发展，水利工程建设取得了巨大成就，尤其是担负调峰、调频、防洪、灌溉、航运及工业和居民用水等特殊功能和任务的水库工程建设，为中国的现代化建设提供了强大的安全防汛和水资源利用保证。但是，洪涝灾害、干旱缺水、水土流失和水污染等四大问题还远没有解决，每年带来的损失也越来越巨大，水资源与国民经济和社会发展不适应的矛盾越来越突出，已经严重影响全面建设小康社会目标的实现。经济的现代化离不开水利现代化的保障，努力探索和实践适应社会主义经济发展的现代水利是水利工作者义不容辞的责任。面对严峻形势，应用现代科学理论和高新技术，对水利工程实行科学管理，确保对水资源的合理开发、高效利用、优化配置、全面节约、有效保护和综合治理，用水利信息化来带动水利现代化已经成为中国 21 世纪水利事业发展的必然。

水利行业是一个信息密集型行业，古今中外均十分重视水信息的收集、整编和利用。我国早在公元前 20 世纪和公元前 16 世纪，就分别开始有洪水和干旱信息的记载或流传。在科学技术迅猛发展的今天，信息化更是水利现代化的重要内容。一方面，水利部门要向国家和相关行业提供大量的水利信息，包括汛情旱情信息、水量水质信息、水环境信息和水工程信息等，为防洪抗旱和水资源综合管理服务，为国民经济发展服务；另一方面，水利建设本身也离不开相关行业的信息支持，包括流域区域经济信息、生态环境信息、气候气象信息、地球物理信息、地质灾害信息等。长期的水利实践证明，完全依靠工程措施，不可能有效解决当前复杂的水问题。广泛应用现代信息技术，充分开发水利信息资源，拓展水利信息化的深度和广度，工程与非工程措施并重是实现水利现代化的必然选择。以水利信息化带动水利现代化，以水利现代化促进水利信息化，增加水利的科技含量，降低水利的资源消耗，提高水利的整体效益是 21 世纪水发展的必由之路。因此，加速水利信息化建设，既是国民经济信息化建设的重要组成部分，同时也是水利事业自身发展的迫切需要。

水利信息化是水利现代化的基本标志和重要内容。水利信息化，具体来讲就是充分利用现代信息技术，开发和利用水利信息资源，包括对水利信息进行采集、传输、存储、处理和利用，提高水利信息资源的应用水平和共享程度，从而全面提高水利建设和水事处理的效率和效能。水利信息化的建设任务可分为三个层次，即国家水利基础信息系统工程、基础数据库和水利综合管理信息系统。水利信息化是从传统水利向现代水利转变的物质实现，也是实现水资源优化配置和统一管理的需要，也是国家基础国情信息之一。



一、中国水利信息化开发研究的现状

我国水利信息化工作从“七五”期间起步，“九五”期间启动金水工程，取得了可喜的成绩，主要表现在：全国水利系统初步实现了从水情雨情信息的采集、传输、接收、处理、监视到联机洪水预报；在全国范围内开始建设“国家水文数据库”并取得了部分成果；水利部门办公自动化的水平也在逐步提高，开始实行远程文件传输、公文管理和档案联机管理；一些水利部门建立了网站并进入了互联网络；建成了连接全国流域机构和各省（自治区、直辖市）的水情计算机广域网，并相继进行了一些流域和地方的防洪减灾、水资源管理的决策支持系统的研究开发工作。但数字化、网络化技术应用不够，开发应用水平较差，低水平重复开发和重复建设问题仍很突出，条块分割现象依然存在。

1. 信息技术应用现状

我国水利行业的现代信息技术应用工作起步较早，目前，信息技术在某些业务信息采集、传输、存储、处理、分析和服务的部分环节中已发挥了显著作用。但从总体上看，业务处理仅实现了部分数字化，相关技术规范不完善，硬件设施的研发与可靠性的提高方面有待进一步完善，信息共享机制不健全，有限的资源数据总体质量不高，使用效率较低。水利信息化总体上仍在起步阶段，地区发展极不平衡。

2. 信息采集开发研究现状

在水利信息采集方面，全国水利系统已有 50% 雨量监测数据和近 40% 的水位监测数据采集实现了数字化长期自动记录，流量和其他要素的自动测验方面也在进行积极的探索。部分重点防汛地区建成了水文信息自动采集系统，工情、旱情、灾情、水资源、用水节水、水质、水土保持、工程建设管理、农村水利水电、水利移民、规划设计和行政资源等信息采集也具有一定的手段。航空航天遥感、全球定位等技术在部分业务中得到应用。

3. 计算机网络开发研究现状

在计算机网络与信息传输方面，目前从水利部到各流域机构和各省（自治区、直辖市）水文部门之间，初步形成了基于中国分组交换网的全国实时水情计算机广域网，能进行实时水情信息传输；部分地区建成了宽带计算机广域网，全国部分省级以上水利行政主管部门建立了信息发布网站，并连入因特网，开始向社会提供部分水利信息。部分重点防洪省（自治区、直辖市）已初步实现了水雨情信息传输网络化、接收处理自动化和信息管理数字化，提供水雨情信息服务的水平与能力有了一定的改善。

4. 水资源管理的决策支持系统的研究开发现状

针对水利工程的特点和功能需求，以国家“863”和“973”重大科研攻关项目为导线，在不同的层次和不同的应用区域，开发了功能不同的应用分析系统，但从深度和广度上讲，还需要进行模型、计算方法及分析功能等方面的完善。目前水情自动测报取得了显著的技术进步，但必须着手解决水文作业预报系统计算机软件的发展不平衡问题。在继续提高制作模型技术手段的同时，加强对降雨径流形成物理规律的研究，不断增强对模型结构物理意义的认识；大力开展干旱、半干旱地区和平原水网区的流域水文模型的研究；在对流域水文模型作进一步应用和完善后，应使软件商品化，以利推广；要认真总结研究雨洪不对应和模型不相适应的问题，以提高水文模型的精度；探讨研究与雷达测雨、卫星信息估计降雨量相匹配的流域水文模型。进一步研制开发水情预报系统，必须避免低水平重



复开发,必须减少人、财、物浪费,必须使系统便于改进和推广。从信息利用的角度来看,现有预报模型只利用降雨、水位、径流资料,使用信息有限。要利用现代化信息手段,如雷达测雨、卫星遥感、地理信息系统(GIS)等,为水文预报提供可靠的技术支持;充分利用和发挥现有通信和计算机的功能,建立水文预报和水库调度综合自动化系统,开发用户界面友好、应用简便、图表并茂的人机交互式应用软件。德国、法国、荷兰等欧洲国家在水情自动测报上的发展趋势为:将模拟技术、地理信息系统等应用到河流堤防管理的风险分析中,在洪水预警预报方面,将卫星、雷达、天线等现代化的设备和手段,应用到洪水预报中。由于雷达能测定雨滴的大小、密度,云层及雨区的分布、移动、强度等,且数据直接进入预报系统,因此不仅提高了洪水预报精度,还延长了洪水预见期。同时采用遥测遥感、地理信息等技术,及时调整和修改洪水预报模型,使模型更符合地理特征、洪水规律,预报精度更高,预见期更长。

5. 水资源信息监测传感器的研究现状

基于国民生计的迫切需要,我国水利信息化技术与电子、通信、计算机等技术有了同步发展,在其发展过程中经历了各个不同的阶段。在水情监测传感器开发研究方面,早期由分立式电子元件组成的系统或稍后由单板机构成的系统,是这类遥测设备的原始产品。其后发展成由单片机芯片和大规模集成元件组成的板块结构的测报系统,使系统的功能和可靠性大大提高。为了适应多目标、多用途的需要,有的部门开发单片计算机总线结构的测报设备。目前我国水情自动测报的测控设备生产已有了比较雄厚的技术基础,形成了一套较完整、能满足需要的国产设备,也具有打入国际市场的能力,但是在量测传感器的适应性、监测数据传输设备的功能和可靠性等方面的技术上还存在较大的薄弱环节,这在一定程度上影响和限制了全系统设备的整体功能和水情自动测报系统效益的发挥。

6. 水情参数测报方法的研究现状

除常规的布置地面遥测点收集水情信息外,很多国家将雷达测雨技术纳入整个水情测报系统,它能有效地用于大面积测雨,实时性强,覆盖面大。由雷达测雨系统输出数据经计算机处理,可在地域上和时间上测量降雨的时空分布,并具有一定的数据精度,与地面遥测雨量数据配合应用能收到更好效果。日本在1986年就已建成具有雷达测雨和地面遥测雨量功能的自动处理系统。美国、英国、加拿大等国也都建有不少雷达测雨系统。此外,我国的一些重要枢纽和防洪任务重的地区,有的已经建立了自己区域内的气象卫星云图接收系统,接收中央气象局及国外一些气象中心发布的气象资料,并将其纳入水情自动测报综合管理范畴。我国气象和航空部门也已采用雷达测雨技术作为气象预报的重要手段之一,预计在不远的将来该技术在水利、水电各部门将有可能得以推广和应用。

7. 水资源信息数据通信方式的研究现状

在水情遥测技术方面,早期采用较低无线电频段(30~100MHz)的模拟信号通信方式,其后逐步改用较高频段(100~400MHz)数据通信方式。它们属于VHF/UHF超短波段范围,具有一定的绕射能力和抗干扰能力,比较适用于较远距离的山区水情数据传输,对于非近距离的障碍物不会形成严重的通信阻隔。对于阻隔较严重的多山地区,仍能选择适当的中继站来实现较远距离的山区通信,所以大多数情况下的水情数据传输均可采用超短波通信方式来实现。但当测报范围扩大和测报地区地形极端复杂时,超短波水情数