

水利水电工程 水文自动测报系统 设计手册

水利部水利水电规划设计总院
中水东北勘测设计研究有限责任公司

编



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

要 點 容 內

水利水电工程 水文自动测报系统 设计手册

書 號 (CIP) 目 錄 編 查 符 圖

水利部水利水电规划设计总院
中水东北勘测设计研究有限责任公司 编

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第159699号

各 性	册 手 计 测 系 统 自 动 文 水 工 水 水 利 水
作 者	水利部水利水电规划设计总院 中水东北勘测设计研究有限责任公司 编
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
定 价	电话: (010) 83202366 (总机), 68331835 (营销中心) 北京科林图书营销中心 (零售) 电话: (010) 88383394, 83202343 全国各地图书店及网上书店均有出售
版 次	中国水利水电出版社排版中心 北京市兴华印刷厂
开 本	787mm×1092mm 1/16 开本 9.25印张 219千字 4插页
发 行 数	2008年1月第1版 0001
定 价	36.00元



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

凡购书者, 请向各书店或直接向本社订购, 如蒙惠顾, 请向本社营销中心或各分公司接洽。

地址: 北京市三里河路6号

内 容 提 要

本手册是为了更好地执行 SL278—2002《水利水电工程水文计算规范》、SL61—2003《水文自动测报系统技术规范》、DL/T5051—1996《水利水电工程水情自动测报系统设计规定》和 SL250—2000《水文情报预报规范》而编写的,较系统地总结了我国现有的水利水电工程水文自动测报系统的设计方法和主要经验。全书共分两篇 16 章,包括水文自动测报系统规划和总体设计的主要内容,涉及基本资料和外业工作,系统建设的必要性,建设目标和遥测站网布设与论证,水文预报方案配置,通信方案与工作体制,通信组网方案,设备配置及软件功能设计,土建工程设计及投资概算等。

本手册是水利水电工程设计的工具书,可供从事工程水文及有关水利水电工程规划、设计及管理工作的技术人员使用,也可供相关专业的大专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

水利水电工程水文自动测报系统设计手册/水利部水利水电规划设计总院,中水东北勘测设计研究有限责任公司编. —北京:中国水利水电出版社,2008

ISBN 978-7-5084-5053-7

I. 水… II. ①水…②中… III. ①水利工程—水文观测—系统设计—手册②水力发电工程—水文观测—系统设计—手册 IV. P332-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 159699 号

书 名	水利水电工程水文自动测报系统设计手册
作 者	水利部水利水电规划设计总院 中水东北勘测设计研究有限责任公司 编
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 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (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	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 9.25 印张 219 千字 4 插页
版 次	2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—3500 册
定 价	36.00 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

《水利水电工程水文自动测报系统设计手册》

编 审 人 员

主 编 王铁锋 赵学民

编 写 王铁锋 赵学民 刘志强 樊君梅 袁著晖
伍 哲 金德泽 刘翠杰 黎书铨 段元胜
马雪梅 李相臣 迟鹏超 栾宇东 李成林
张社荣

统 稿 刘志强 伍 哲

审 查 梅锦山 孙双元 雷兴顺 吴礼福 安 波
李爱玲 张国学 宋怀勇

工作人员 刘月英 俞 宏 李英士 张 毅 高 宏
吴东华 丁春毓 王成雄 宗喜仁 张永胜
王东志 金 雨 来洪涛 陈红雨 韩艳红

序

水利水电工程水文自动测报系统是利用遥测、通信、计算机和网络等先进技术，完成流域或测区内水文、气象、汛情、工情等参数的实时采集、传输和处理，为工程防洪、兴利、优化调度提供服务的自动化系统。在大中型水利水电工程设计中纳入水情自动测报系统设计，使之成为水利水电工程设计的组成部分，是完善水利水电设计体系的需要，更是水利水电设计技术不断发展的标志。

为规范水文自动测报系统的规划设计工作，1994年水利部颁布了SL61—94《水文自动测报系统规范》，之后不断进行修订，反映出我国自20世纪90年代以来水文自动测报系统技术水平的不断提高。但规范一般本着“宜少不宜多、宜粗不宜细”的原则，事实证明也确宜如此。为了更好地执行有关标准，便于从事水文自动测报系统设计的工程技术人员理解标准的规定和要求，提高其设计水平，在水利部水利水电规划设计总院的组织和指导下，中水东北勘测设计研究有限责任公司（原水利部东北勘测设计研究院）历时4年时间，在收集大量资料和总结国内外水文自动测报系统设计和运行经验的基础上，广泛征求了有关设计单位的意见，经过多次讨论和专家审查后，编制完成了《水利水电工程水文自动测报系统设计手册》。

本手册内容翔实、阐述系统、实用性很强，系统地总结了我国现有的水利水电工程水文自动测报系统的设计方法和主要经验，规范了水文自动测报系统的规划设计工作，对水利水电工程的设计、施工与管理，具有重要的指导意义。

汪洪

2007年10月

前言

水利水电工程水文自动测报系统（以下简称测报系统）是利用遥测、通信、计算机和网络等先进技术，完成流域或测区内水文、气象、汛情、工情等参数的实时采集、传输和处理，为工程防洪、兴利、优化调度提供服务的自动化系统。1989年2月，水利水电规划设计总院以（89）水规规字第74号文下达了“关于发送《新建大、中型水利水电工程设计中水情自动测报系统设计的几点意见》的通知”以后，其设计工作正式纳入了新建水利水电工程设计中，成为水利水电工程设计的组成部分。我国测报系统设计和建设随之蓬勃发展，除新建大中型工程外，一些已建工程也建立了测报系统，为防洪、兴利和优化调度提供了科学的决策依据；多数新建水利水电工程在施工期间也根据需要建成了测报系统，在工程施工期度汛中发挥了重要作用。

测报系统涉及水文、水库调度、遥测、通信、计算机及网络等专业技术，其规划设计工作应利用这些学科的成熟技术，并积极采用这些学科的最新研究成果。为规范测报系统的规划设计工作，1994年水利部颁布了SL61—94《水文自动测报系统规范》，1996年原电力工业部颁布了DL/T5051—1996《水利水电工程水情自动测报系统设计规定》，2003年水利部根据测报系统技术发展的新形势，对SL61—94进行了修订，并颁布了SL61—2003《水文自动测报系统技术规范》，这些规范反映了我国自20世纪90年代以来测报系统发展的技术水平。

为了更好地执行有关标准，便于从事测报系统设计的工程技术人员更准确地理解标准的规定和要求，提高设计水平，水利部水利水电规划设计总院组织中水东北勘测设计研究有限责任公司（原水利部东北勘测设计研究院）编写了《水利水电工程水文自动测报系统设计手册》（以下简称《手册》）。《手册》是在收集大量资料并总结国内外测报系统设计、建设和运行经验的基础上编制而成的。在编制过程中，征求了国内水利水电系统有关设计单位的意见，经过多次讨论和专家审查后定稿成册。全书分绪论、“水文自动测报系

目 录

序	1
前言	2
绪论	3
第一篇 水文自动测报系统规划	4
第一章 系统建设的必要性	5
第二章 系统建设目标和系统建设范围	7
第一节 系统建设目标	7
第二节 系统建设范围	7
第三章 水文预报方案配置	12
第四章 站网规划	13
第一节 遥测站网规划内容与布设原则	13
第二节 站点布设	14
第五章 通信方案及工作体制	19
第一节 通信设计的一般要求	19
第二节 通信方式及超短波通信电路余量计算	20
第三节 工作体制	33
第四节 系统组网方案	35
第六章 设备及土建	37
第七章 投资估算	40

第二篇 水文自动测报系统总体设计

第一章 系统任务及功能	45
第二章 水文预报方案	47
第三章 遥测站网论证	50
第一节 遥测站网布设原则	50
第二节 遥测水文站与水位站论证	51

第三节	遥测雨量站网论证	52
第四章	通信设计	61
第一节	通信方式概述	61
第二节	组网方案选择	61
第三节	超短波通信	62
第四节	卫星通信	71
第五节	公用通信	81
第六节	短波通信	82
第七节	工作体制	85
第五章	供电与防雷设计	86
第一节	供电	86
第二节	防雷	93
第六章	设备配置及软件功能设计	96
第一节	设备配置	96
第二节	数据处理系统设计	101
第三节	应用软件	102
第七章	土建工程设计	108
第一节	水库遥测水位站	109
第二节	河道遥测水文(水位)站	114
第三节	遥测雨量站	119
第四节	中继站	122
第五节	中心站	125
第八章	建设进度及人员编制	127
第九章	投资概算	130
参考文献		134

24	.....	.....	章一第
25	.....	.....	章二第
26	.....	.....	章三第
27	.....	.....	章一第
28	.....	.....	章二第

绪 论

水文自动测报是为适应江河、水库、水电站(厂)、城镇等防洪调度和水资源利用的需要,逐步实现其现代化管理目标,采用现代科技对水文信息进行实时采集、传输、处理及预报为一体的自动化技术,是有效解决江河流域及水库洪水预报、防洪调度及水资源合理利用的先进手段。它综合水文、电子、通信、传感器和计算机等多学科的有关最新成果,提高了水文测报时效。在江河防洪、水库安全度汛和电厂经济运行,以及水资源合理利用等方面发挥了重要作用。

我国测报系统技术的开发研制始于20世纪70年代中期^[1~8],初期产品在国内一些水库实地应用。80年代中期开始以较高的起点,建成了一些规模较大的测报系统。1985年,原水利电力部编制的SD159—85《水文自动测报系统规范》吸取了各单位在研制建设测报系统的经验和教训,统一了技术标准,对测报系统的建设和发展起到了很好的推动作用。为适应设计工作需要,1989年2月,水利部水利水电规划设计总院以(89)水规规字第74号文下达了“关于发送《新建大、中型水利水电工程设计中水情自动测报系统设计的几点意见》的通知”(以下简称“通知”),明确提出,新建大中型水利水电工程经论证确有必要,应增加水情自动测报系统(水情自动测报系统同水文自动测报系统,以下简称测报系统)设计,并明确规定水情自动测报系统设计是水利枢纽、水电站工程设计的组成部分,在水利工程可行性研究阶段(水电工程预可行性研究阶段,下同)应论证建设水情自动测报系统的必要性,研究遥测站网布设、通信方式,编制水情自动测报系统规划,提出投资估算。初步设计阶段(水电工程可行性研究阶段,下同)编制水情自动测报系统总体设计,提出投资概算。“通知”还对设计工作中概算编制、必要性论证、站网布设、功能设置、通信方式选定、仪器设备配置以及设计报告编写等内容作了明确规定。水利工程项目建议书设计阶段需要编制测报系统初步规划,主要论证建设测报系统的必要性,初拟站网和通信方式及估算投资等。

1994年水利部颁布了SL61—94《水文自动测报系统规范》,1996年原电力工业部颁布了DL/T5051—1996《水利水电工程水情自动测报系统设计规定》,2000年水利部颁布了SL250—2000《水文情报预报规范》,2003年,水利部颁布了SL61—2003《水文自动测报系统技术规范》,这些标准的颁布使测报系统设计工作进入规范化和标准化阶段。

根据DL/T5020—93《水利水电工程可行性研究报告编制规程》、DL5021—93《水利水电工程初步设计报告编制规程》和DL/T5051—1996《水利水电工程水情自动测报系统设计规定》的要求,水利工程可行性研究阶段需进行测报系统规划,水利工程的初步设计阶段需进行测报系统总体设计,其设计内容按SL61—2003《水文自动测报系统技术规范》和DL/T5051—1996《水利水电工程水情自动测报系统设计规定》执行。

水文自动测报系统规划的主要内容如下:

- (1) 论证建设水文自动测报系统的必要性。
- (2) 拟定水文自动测报系统建设目标、范围、水文预报方案配置。
- (3) 拟定遥测站网规划方案。
- (4) 拟定通信方式和组网方案。
- (5) 拟定设备配置和土建方案。
- (6) 估算投资。

水文自动测报系统总体设计的主要内容如下:

- (1) 确定系统功能和主要技术指标。
- (2) 论证遥测站网范围,基本确定遥测站点数量。
- (3) 初步编制水文预报方案。

(4) 基本确定通信方式、工作体制、组网及通信电路设计方案。当采用超短波通信方式组网时应作无线电通信电路测试,并进行通信信道质量分析计算、选择保证通信质量的技术措施,分析说明系统的可靠性;若采用卫星通信方式,也应进行现场勘测,以确定通信方位角、仰角等。

- (5) 基本确定系统的设备配置方案。
- (6) 基本确定供电与防雷设计方案。
- (7) 基本确定系统软件和应用软件配置。
- (8) 拟定土建工程项目、工程位置和基本尺寸,估算土建工程量。
- (9) 拟定系统建设进度和人员编制。

(10) 编制投资概算。依据有关规定,分别按建筑工程费、机电设备及安装工程费两部分编制并列入水利水电工程概算。

编制系统总体设计报告时,需附流域水系及遥测站分布图、通信组网图。进行无线电通信电路测试的系统,需附无线电通信电路测试报告。根据需要可增列遥测站网论证报告和水文预报方案编制报告等附件。

通过近 30 年来我国测报系统科学技术的发展,各科研和设计单位从设备研制开发到系统设计、建设和运行都积累了宝贵的符合中国国情的经验,但在系统规划和总体设计时也有着对规程规范理解的差异。本手册在总结经验的基础上,针对系统规划设计编制而成,作为执行 SL61—2003《水文自动测报系统技术规范》和 DL/T5051—1996《水利水电工程水情自动测报系统设计规定》的工具书,供测报系统规划和总体设计时参照使用。

第一篇

1

水文自动测报系统规划

在水利水电工程可行性研究阶段，应重点论证系统建设的必要性，并编制测报系统规划，系统规划设计工作应在收集以下资料的基础上进行。

(1) 测报系统所在流域（或地区）的大比例尺地形图（比例尺不小于1 : 50000）。

(2) 流域内已建、在建和拟建的水文站网和测报系统的水位、流量观测设施情况。

(3) 流域内气象、水文资料，包括重要水文、水位站的最高及最低水位、防洪标准的水位及流量、测洪标准的水位及流量、瞬时最大流速、含沙量；极端气温、相对湿度、最大风速、短历时暴雨强度、最长连阴雨时间、日照时数等特征资料；产汇流时间和洪水灾害。

(4) 雷电情况和地震烈度。

(5) 已建、在建和拟建的水利水电工程的位置，以及重要水利水电工程的特征资料。

(6) 现有的水文预报、防洪调度方案，水资源调度管理方案。

(7) 流域内通信网现状。

(8) 流域内的交通、供电情况。

本篇共分7章，对系统规划的工作流程、设计内容、设计方法等进行介绍，并列举了系统规划的实例。

第一章 系统建设的必要性

为了实现防洪抗旱工程体系的科学调度和满足施工与运行管理的需要,大中型水利水电工程宜建设与其配套的测报系统,并作为工程建设的组成部分纳入工程的建设之中。

系统建设的必要性论证,应根据工程任务,在分析设计流域暴雨洪水特性和流域内现有水文站网状况的基础上,从防洪、兴利、运行调度的需要以及综合自动化要求等方面进行论证。

防洪工程测报系统的建设,可及时掌握区域水雨情信息,为洪水预报、防洪调度决策提供依据;水力发电工程测报系统的建设,可在汛期根据洪水预报进行科学调度,增加发电效益;灌溉和供水工程测报系统的建设,可实时监测来水、供水量,为水量分配、计量提供科学依据。

从大禹治水到三峡水利枢纽的建设,中华民族一直在与水奋斗中繁衍壮大。人们为兴利除害、改善生存环境,兴建了各种水利工程,采取了各种非工程措施。测报系统就是最近数十年来在仪器、计算机、通信和水文科学发展基础上综合形成的一种非工程措施。

测报系统和人工测报相比,其优点主要是快速和自动两大特点,不但信息传递快、计算速度快,而且信息采集、传输和处理均实现自动化;高可靠性也是其优点之一。

首先,系统采集实现了高频次的自动观测和数据记录,反映出水文要素的全过程;其次,信息传输快,一个系统一次收集全部遥测站的数据,所需时间一般不超过10min;另外,高速运行的计算机数分钟内即可完成数据处理、水文预报等工作。

信息的快速采集、传输和处理,为我们赢得了更多的水文预报和决策应对时间。与常规人工报讯相比,自动测报可增加预见期。测报系统的另一优势在于能提高预报的准确性和决策的时效性。

由于遥测站自动工作,因此可在需要之处布站,提高了流域面上资料的代表性;观测时段和增量可按需设定,以掌握观测要素的时变过程;用计算机进行信息处理,可以考虑更多的影响因素,利用多种方法进行计算和实时校正,以便选择最佳预报成果。

例 (9)

海南三亚大隆水库坝址以上流域面积 749km^2 ,常受台风影响,洪水陡涨陡落,天然情况下产汇流时间非常短,洪水预见期仅 $4\sim 8\text{h}$ 。如果采用人工测报的方式,不但在台风期间难以保证,而且仅有的短暂预见期也会被人工观测、发报、数据整理、预报计算等占用 $1\sim 2\text{h}$,因此,人工测报方式不能满足工程本身防洪和下游防洪调度对洪水预见期的要

求，只有建立自动测报系统才能满足水文信息采集、传输及洪水预报调度的需要。该系统2005年5月在工程施工期提前建成投入使用，当年遭遇两次热带风暴和一次台风，发生了超历史记录的特大洪水，正是有了自动测报系统的可靠运行，信息采集、传输和洪水预报及时准确，保证了大隆工程施工期安全度汛。

第二章 系统建设目标和系统建设范围

第一节 系统建设目标

水文自动测报系统的建设应满足工程任务的要求，并应满足工程运行和自动化水平的需要。一般结合工程任务及其运行特性，拟定系统建设目标，提出水文预报预见期和预报精度、水量监测精度等要求。

系统建设具体目标包括遥测站的数据自动采集、传输；中心站数据接收、处理、控制，洪水预报与应用软件的开发以及计算机网络、运行环境；系统土建工程等。

目前，水文测报要素主要是降水和水位，流量大多采用人工置数方式自动传输，闸门开度也可自动遥测和遥控。

数据传输类别视工程运行需要确定，频度则根据工程运行对观测要素分辨力的要求和要素本身的最大变率比较而定。本手册主要针对水利水电工程水文自动测报系统，对国家防汛指挥系统及国家基本水文站网都有各自对分辨力的要求。

测报系统中心站应尽量与工程管理部门设在一起，当管理部门设在较大的城镇时，应考虑是否在工程运行地点设置分中心。

测报系统的基本功能包括要素的实时自动采集、固态存储，人工置数和自动传输、接收，以及进行数据处理形成各种数据文件、报表及水文预报作业等功能。根据需要还可扩展调度等后续功能。系统的报警功能包括要素越限、电源欠压和设备事故报警，通常用声光信号警示。系统一般不设通话功能，以保障传输通道的畅通；确实需要设置通话功能时，平时应关闭不用，只在需要时使用。是否设置监控功能可视工程管理需要而定。

系统要求的主要技术指标是指要素的分辨力和误差控制要求，数据传输的平均误码率、畅通率和平均无故障工作时间要求以及设备正常工作的环境要求。

要明确本系统向上级报送信息的任务和与其他单位交换信息的任务，以及为实现这些任务所需的硬件和软件要求。

需要备用通信方式时，可设置备用通信信道。

第二节 系统建设范围

系统建设范围取决于工程任务，同时，应需考虑所在流域的资料条件、产汇流规律、现有测站分布、洪水预见期、水文预报方法、防洪控制断面以及已建或在建水利水电工程等。

对通过相关预报即可满足需要的工程，测报系统只需在有关断面设置遥测站。



黄河沙坡头水利枢纽水文自动测报系统的主要功能是快速准确地收集水库上游的水情信息。其系统建设范围拟定为兰州、靖远至沙坡头坝址区间。在站网布设时，根据水文情势布设了黄河干流的兰州、安宁渡及支流祖厉河控制站、靖远遥测水位站、枢纽区坝上水位站和坝下出库水文站，主要理由如下。

沙坡头坝址的洪水主要由刘家峡水库调节后下泄的洪水和刘家峡至沙坡头区间来水组成。

黄河干流兰州站距安宁渡站约 170km，传播时间约 16h；安宁渡站至沙坡头坝址约 180km，传播时间约 18h。坝址洪水主要来源于兰州以上地区，据实测资料分析，兰州站的洪量一般约占安宁渡站的 95% 左右。祖厉河是兰州至沙坡头区间的最大支流，靖远站控制集水面积为 10647km²，1955~1990 年实测最大洪峰流量为 1910m³/s（1959 年 8 月 3 日），一次洪水过程约一天左右，洪量 $0.8 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

根据流域产汇流特性，在兰州、安宁渡及祖厉河靖远布设水位遥测站（人工置入流量信息），将遥测水位传输到沙坡头中心站。

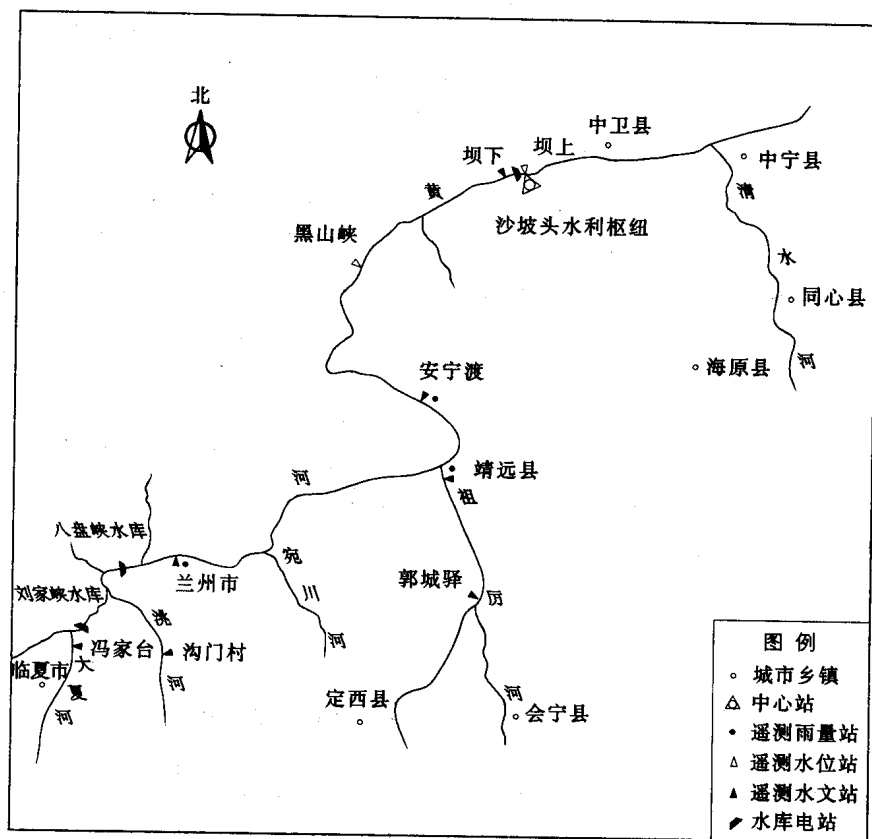


图 1-2-1 黄河沙坡头水利枢纽水文自动测报系统站点分布图