

水文测验 学术讨论会论文选集

SHUI WEN CE YAN
XUE SHU TAO LUN
HUI LUN WEN XUAN JI

贵州人民出版社

水文测验 学术讨论会论文选集

长江流域规划办公室水文局 汇编

贵州人民出版社

责任编辑 张氏强
封面设计 孙小云

水文测验学术讨论会

论文选集

长江流域规划办公室水文局 汇编

贵州人民出版社出版

〈贵阳市延安中路5号〉

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店发行

787×1092毫米 16开本 22.25印张 490千字

1983年7月第1版 1983年7月第1次印刷

印数1—9,410

书号13115·40 定价2.10元

前 言

解放以来，随着我国科学技术与水利建设的发展，水文测验学也有了很大发展，在站网布设、测验原理、测验方法、仪器设备以及收集整理分析资料等各方面均取得了可喜的成果。为了总结、交流、推广这些成果，中国水利学会委托原水利部水文局、水利学会水文专业委员会，于1980年12月在湖南长沙组织召开了第一次全国水文测验学术讨论会。出席会议的有来自全国29个省（区、市）水文总站、大专院校和黄河、长江部属流域机构以及工程建设、工程管理、科学研究等方面从事水文测验的干部、技术人员、专家、教授的代表共一百五十余人，会上交流的成果达二百一十多项，其中有不少论文具有一定的理论水平与实践价值。为了推动水文测验研究的深入开展，会议建议出版论文选集。由于篇幅所限，采用投票方式选用了52篇论文汇成本集。

本文集的主要内容包括：站网分析、资料整编、流量测验、水文缆道、泥沙测验、水位雨量观测及仪器设备、新技术的应用、水质监测等方面，基本上能代表及反映我国水文测验目前的水平与研究动向。会议委托黄河水利委员会水文局、广东省水文总站、长江流域规划办公室水文局、湖南省水文总站及原水利部水文局分别对有关论文进行审查，并根据会议商定，最后由长江流域规划办公室水文局汇总编辑出版。

由于编者水平有限，论文编排未必恰当，且未能与作者一一交换意见，缺点错误在所难免，望作者、读者批评指正。

出版本文集的过程中，曾得到许多兄弟单位和读者、作者的协作与配合，在此一并致谢！

长江流域规划办公室水文局

一九八二年十二月

水文测验学术讨论会

论 文 目 录

总 报 告

我国水文测验技术的发展和展望——水文测验学术讨论会总报告……………王锦生 (3)

站 网 分 析

水文站网分析与建设的若干问题 (专题总报告)……………马秀峰 (9)
湿润地区小河站网布设原则探讨……………八省一院协作组 (13)
水利工程地区水文站网布设问题的探讨……………吴成志 (23)
水库工程地区水文站网布设方法初议……………湖北省水文总站 (32)
试论半干旱地区小河水文站的布设原则……………王印杰 (38)
面平均雨量的误差与最优布站密度……………马秀峰 (45)
工农业用水量的调查与估算……………陆中央 (52)
徐州湖西地区浅层地下水动态观测井网密度分析……………江苏省徐州地区水文分站 (57)

资 料 整 编

加强整编方法的研究,作好电算整编工作 (专题总报告)……………张国泰 (65)
稳定河床水位流量关系单值化处理方法及其应用……………葛维亚 罗学祺 唐佩文 (68)
受潮洪混合影响的全潮流量整编方法……………戴朝枝 (76)
用逐步图解法分析堰闸流量计算公式……………许家模等 (83)
样条函数在电算推流中的应用……………吴春建 (87)
泥沙颗粒级配资料的电算整编方法……………张国泰 (91)

流 量 测 验

加强测验方法的研究,提高流量测验效率 (专题总报告)……………胡锦涛 李联克 (101)
高斯型积分计算流量的初步研究……………金德君 钱学伟 (104)
关于编制巡测方案的探讨……………赵鸿儒 刁洪贵 (112)
动船测流法的试验研究……………辽宁省水文总站 (117)
桥上测流方法的探讨……………河南省水文总站 (124)

堰闸过水平均流速分析·····	纪玉钊(130)
小水头差堰闸流量系数分析和流态判别方法的探讨·····	张仁普(136)
天然河道糙率的探讨·····	王达权 彭述党 肖昌龙(143)
小河站流量测验精度指标的探讨·····	陈尔金 李国清(148)
水文测验数值积分法及精简测线测点的研究·····	陈启光 龙昌洪(156)

水 文 缆 道

水文缆道概述(专题总报告)·····	陈佑烈(163)
袖珍电子计算器在水文缆道上的应用 ZDL-1测速装置·····	杨治平(168)
积宽法测流·····	湖南省水文总站(174)
测流铅鱼体形的研究·····	罗惠远 冯小寅(182)
多层积宽测速方法·····	陈日华(191)
积深测速法试验研究·····	汤运南(197)

泥 沙 测 验

泥沙测验部署中的几个问题(专题总报告)·····	向治安(207)
高含沙水流泥沙分布特性与测验·····	赵伯良 牛 占(211)
总输沙量与实测悬移质输沙量比值 α 的求法及其应用·····	张经之 胡煜熙(218)
天然河道的推移质坑测法·····	刘国祯(224)
沙推移质采样器的试验研究·····	周德家(229)
GDY-1型光电颗粒分析仪在河流泥沙颗粒中的应用·····	刘木林(234)
调压积时式悬沙采样器进口流速特性和含沙量测验精度的试验研究 ·····	向治安 马文烈 庞修德(240)

水位、雨量观测及仪器设备

关于水位自记设备与雨量器安装高度问题(专题总报告)·····	程志斌(249)
雨量器不同安装高度对比观测试验报告·····	广西水文总站(253)
水面蒸发计算方法的初步研究及E ₆₀₁ 蒸发器安装方式和大雨溅水对蒸发影响的探讨 ·····	陈天珠(258)
气泡式水位计的试验研究·····	王弘立 吕德勤(273)
固体压力电阻式传感器在水位测量中的应用·····	甘肃省水文总站(279)
自调式水位计·····	唐汝霖(285)
自记水位计在多沙河流中的误差问题及其在黄河上的应用·····	王 然 游立潜(291)
水位雨量长期自记仪的研究·····	高有竹(297)

测 报 新 技 术

超声波、遥感、遥测等新技术在水文测报工作中的应用(专题总报告)·····	沈寿珊(309)
超声波时差法测速·····	许克华 虞 暄(313)

超声波流速仪的研制.....	陈耀祖 冯锡安(319)
应用陆地卫星像片编绘黄河流域自然地理分区图及分析河口三角洲演变	牛 占 赵树廷(324)

水 质 监 测

水质监测技术现状剖析 (专题总报告)	金传良(337)
长江干流水质评价方法的探讨.....	李丽晖(341)

总 报 告

我国水文测验技术的发展和展望

——水文测验学术讨论会总报告

王 锦 生

(水利部水文局)

一、水文测验技术的发展

近来,水文测验技术有了一些新的发展,这次水文测验学术讨论会的论文,就是这些发展的一次比较全面的反映。现概述如下:

在站网方面,近来通过大量的资料分析,对中小河流布站问题有了新的认识。认为应强调水文站与集水面积内的雨量站作为一个整体来考虑。小河站应强调按下垫面分类布站。对产流、汇流参数的地理综合提出了一些新的见解和方法。对平原和有水利工程地区的站网问题的研究,作了很大的努力。不但对月年径流而且对洪水过程的还原或换算,作了许多新的探索,积累了宝贵经验。对水库站能否作代表站问题也作了大量分析,证明在一定条件下,水库站是可以作为区域代表站的。

测流设备和仪器方面,最突出的成绩是缆道技术的发展。比较重要的项目有:可控硅调速、超声波测深仪、用计算器改装的计数器等。这些技术扩大了缆道的适用范围,提高了测验精度。湖南、浙江都研制了超声波测流设备。测轮等设备也有新的改进。

流量测验方面,对流量精度从资料使用角度作了有价值的研究,并已体现于小河站的技术规定中。简化和改进流量测验方法有较大进展,数值积分法、积宽法、动船法的研究发展很快,很有价值。吉林结合站队结

合试点,提出简化方案,说明改革测验组织方式是可能的,也是必要的,并将对测验技术的发展发生重大影响。桥上测流、水工建筑物测流都做了新的研究和改进。悬索偏角改正方法有了进步,与国外比,这方面的研究已具有较高的水平。对北方洪水、结冰等困难条件下的测流方法,也进行了研究。

泥沙测验方面,论文内容较丰富,水平较高。试制了适用于缆道的积时式采样器,还有提拉式、皮囊式采样器。同位素测沙已可测到1公斤/米³以下。对高含沙量的分布特性、鸳鸯河的取样方法等进行了新的探索。对推移质采样器的型式和效率进行了研究,还试用了坑测、沙波、按水库淤积量反推等新方法。查清了用粒径计作颗粒分析中的问题,试制成光电颍分仪。河床质和水库淤积测量也都有了新经验。

水位雨量方面,突出的成就是自记水平的提高。水位自记已占60%,雨量已占45%,这对提高山丘区河流资料质量有决定性的影响。试制了气泡式、超声式、虹吸式、动井式等新仪器,研制了几种长期自记仪器,并已着手研究标准化、通用化、系列化问题。对雨量计安装高程问题开展了比测研究工作,还开始了自动测报系统和卫星图片应用的试点和研究。蒸发、地下水、水质等项目的观测研究也都取得新成果。

资料整理方面,1977年开始应用电子计算机整编资料,目前74册年鉴中已有11册年鉴采用了电算。研究编制了水位、流量、泥

沙、降水等整编程序，并正在编制通用程序。在一些象长江汉口那样受比降变动影响，水位流量关系非常复杂的测站，关系线的单值化处理有新的突破，打破了多年习用连时序法的停滞局面，为简化测验和资料整理提供了有利条件。从降水资料开始，正在进行年鉴内容格式的改革。地下水、水质监测资料的分析整理也有明显进展，从单纯反映情况，进而探求规律，提出参谋意见，发挥了更大的作用。

二、面临的主要课题

我国水文测验已有一定水平。但从四个现代化对水文测验的要求来看，还存在不少薄弱环节；同国际先进水平相比，还有相当差距。现对面临的技术课题，提出看法和意见如下：

1. 有关水文测验的基本理论的研究

这方面的研究薄弱，今后必须大力加强，逐步健全水文测验学的理论体系。

要加强误差理论的研究。要从资料使用要求出发，论证不同河流、不同站类、不同项目的“要求精度”及实际条件可能达到的精度，分析测验中各个环节的误差及其传播的组成，以确定合理的精度指标，优选最为经济合理的工作方案。

要开展水流规律的研究。要探索流速、泥沙等因素在断面上、河段上的分布和水流、泥沙的运动规律，为测验部署、资料分析等提供依据。

要对站网布设理论进行研究。要研究水文因素的地理分布规律和各因素之间的关系。探求水文站网的布设原则和最优站网的选定方法。为此，建立少数站点稠密的试验区，是必要的。

另外，要进一步加强径流、蒸发、水库、河口、地下水等项目的实验研究工作，除为

其他目的服务外，还可以为研究水文测验理论提供依据。

2. 提高测验效率，改革测验方式

水文站网较稀而用人较多，是我们同国际先进水平的主要差距之一。每万平方公里的水文站数，日本为91，西德71，英国50，法国33，美国21，苏联7.7，我国3.4。但外国普遍采用巡测方法，外业人员平均几个站甚至二十几个站一个人。我国采取常驻测站方法，每站平均1.4人。今后我们站网要发展，同时要求有更多的人力用于科研、分析和培训。所以，提高测验效率，改革测验方式，具有战略意义。

在技术上要研究如何使水位流量关系稳定的问题。

对水工建筑物测流，要继续研究单站历年综合定线方法，以便实行流量的停测、校测。还要研究同类型建筑物各项流量参数的规律，探讨移用参数的可能性。对小落差沉溺流，建议试用代表线流速自记技术。

建议在中小河流条件适合处，研究引用国际标准中能测较大流量而又不需要现场率定的标准化的量水建筑物。

继续进行水位流量关系单值化处理的研究。对有经常性冲淤变化的，建议研究引用平均河底高程作参数。

此外，还要研究简化测流设备和测流方法等问题。

3. 平原和有水利工程地区的水文测验问题

首先要研究这些地区的站网布设原则。这些地区的基本站网应该考虑重要工程控制运用的需要，并要继续承担为以后规划设计提供资料的任务。

对蓄水、引水资料的收集方法，灌溉回归水问题，水库测验问题等，均应继续进行研究。

还要对这些地区资料的整理分析方法，

刊布内容格式等进行研究,改变目前《水文年鉴》中这些地区的资料不完整、不好用的状况。

4. 洪水时期的测验问题

最突出的是河床易变的山溪性河流的洪水测深问题。北方有大量的这种河流上的水文站,洪水时不能实测断面,严重影响测流成果精度。要抓紧研制适用于较高含沙量的超声波测深仪器,并积极探索其他途径。国外用放射性示踪剂的稀释法,曾经测到过2000米³/秒的流量。此法不用实测断面,建议研究引用。

要继续提高常规设备的测洪能力和精度。继续研究偏角改正、浮标测法、浮标系数等问题。

建议加强对比降法的研究,努力提高其精度,以便把它作为其他方法的一项重要补充。

5. 水文仪器设备的革新和改进

水文仪器比较落后,是我们同国际先进水平的又一重要差距。

我们的水文电子仪器可靠性差的问题比较突出,建议加强可靠性的研究,改进鉴定方法,尽快改变目前这种局面。

在自记仪器方面,要抓紧研制长期自记仪器,以适应高山雨量站和偏僻地区测站的需要。抓紧解决水位、雨量自记记录的数值化处理的方法和仪器,以适应电算的需要。还要配合自动测报系统的试点,研制所需的仪器。

要继续研究解决缆道的测深测沙仪器,并抓紧缆道设备定型配套的研究,使缆道能正常运行,发挥效益。

雨量计安装高程的试验应继续进行,探求合理的安装标准。

在仪器方面还要强调设计理论和技术标准的研究。在设备方面,还要加强适用条件、发展方向等问题的研究,使不同类型的

河流的设备能逐步系统配套。

6. 资料整理方法和内容的研究

当前要继续加强电算整编的研究。努力解决原始记录的数值化问题,继续研究编制通用程序和标准程序。

继续进行水文年鉴内容的改革,使之更加经济合理。

7. 新技术和新项目的研究

在国外,新技术在水文测验上的应用发展很快。如一些国家建立起自动化水平资料处理系统、联机洪水预报自动测报系统。卫星应用、遥感技术、超声波测流等已在许多国家投产使用。我们在这些方面,还刚刚开始研究摸索。而这些新技术的应用,又与国家的工业和科学技术水平紧密联系在一起,难度较大。我们应该采取积极慎重的态度,有组织有计划地选择重点地区、重点单位进行研究探索。

地下水、水质监测等项目,在国外也有迅速的发展。我国开展的时间还不长,需要积极开展研究工作。特别是地下水开采量的观测估算,水质监测站网规划等问题,均迫切需要解决。

三、对加快技术发展的建议

总结以往水文测验技术发展的经验,提出以下几点建议:

1. 从实际出发,讲求实效

在选择科研课题时,要从资料使用和测验工作的要求出发,寻找薄弱环节,确定主攻方向。采用新技术,选用新设备,要十分注意讲求经济效益。只有这样,才能把力量用在刀刃上。

2. 加强科研,建立科研班子

水文测验科学正在向各个领域发展,有关联的学科愈来愈多。不用很大力量搞科研是不行的。以往水文测验科研异常薄弱,必

须下决心解决。建议尽快把中央和流域、省一级的水文测验科研队伍建立起来。

3. 组织协作交流, 开展学术活动

水文测验战线上, 各地区之间的协作, 生产、科研、院校、工厂间的协作, 都有优

良传统。应该使这种协作经常化、系统化, 并积极开展学术活动。另外, 建议积极参加国际有关学术活动, 交换论文资料, 加强科技情报研究, 促进我们测验技术发展的步伐。

参 考 文 献

〔1〕《水文副刊》编辑部, 《三十年来水文工作的成就》, 《水文副刊》1979年第2期。

〔2〕陈道弘、俞文俊, 《国外水文技术发展概

况综述》, 《水文副刊》1979年第2期。

〔3〕马秀峰, 《一些国家水文站网概况》, 《水文副刊》1979年第1期。

站 网 分 析

水文站网分析与建设的若干问题

(专题总报告)

马 秀 峰

(黄河水利委员会水文局)

这次会议,本专题共收到论文二十五篇,论文的内容,基本上反映了一九七七年以来在站网分析研究方面所取得的主要成绩。现就取得的经验、存在的问题和今后如何办提出笔者的一些看法。

一、主要经验

近年来,对雨量站、小河站、受水利工程影响和水网化地区的站网布设问题,进行了实验研究,取得了一些新的认识。

1.安徽、辽宁、云南等省研究了地形对降雨的影响,用抽站法分析了与小河站相配套雨量站网布设密度。黄委用“等容量组合抽站”的统计概念,建立了计算面平均雨量抽样误差的理论公式,用误差损失与投资损失之和构造目标函数,导出总经济损失最小的布站数与面积之间的关系,为合理布设雨量站网,提供了新的思路。多数论文认为,在大量的水文计算、水文预报、水文系统分析和流域数学模型的研制中,雨量资料是首要的输入信息,中小河水文站如无足够的雨量站、自记雨量计与之配套,将严重削弱其观测资料的实用价值,必须引起重视。

2.对于小河站的布设,江西等南方八省和华东水利学院分析了小河与大河在汇流特性上的差异,注意到下垫面单项因子对小流域产流、汇流的敏感作用,提出按气候分区、按下垫面性质分类、按流域面积分级,

适当考虑地形,来综合参数和选河布站的建议,较分区布设小河站网的思想,有了明显的进步。山西省对半干旱地区地类的划分和产流、汇流参数的综合方法进行了探讨,提出在较大的气候分区内,打破省界,加强协作,统一规划,统一布站和使用资料,体现了经济、合理的原则。

3.湖北省以漂水流域为典型,考虑不均匀拦蓄的影响,用实验资料作年、月和洪水过程的还原计算,研究了水库群地区水文站网的调整和代表库的选择原则;山东省以葛沟为典型,对水文资料受水库调节影响失去代表性的严重情况做了对比分析和还原计算;河北省对工农业用水量,黄委会对多沙河兴修水利水保工程后的影响,进行了水文调查方法的研究;江苏和浙江协作,在杭嘉湖水网区开展了水文巡测,总结了布设巡测线、巡测点的经验。这些单位分析水利工程影响作用的基本原则是水量平衡,采用的主要手段是定点观测、巡测和调查相结合。

此外,山东、湖南和河南等省,对水库站能否充当代表站的条件以及动库容引起洪水变形的问题,进行了观测和分析。认为湖泊型水库动库容影响作用较小,坝前水位代表性较高,窄长弯曲的河谷型水库则相反。他们的经验是:在水库上游的水利工程所控制的面积不超过水库控制面积的15%,又无严重的淤积和漏水,水库面积与流域面积、库长与河长之比较小时,水库站则可以充当

代表站收集基本水文资料。

二、当前存在的主要问题

水文站网方面存在问题很多,我们的任务是抓准主要问题,有计划地组织攻关,形成切合我国国情的站网理论和站网布局。

1.一九七七年全国水文站网学习班归结的“雨量站不足、小河站少、水利工程影响和西部站点稀”等四个最薄弱的环节,虽经几年来的努力,有所改善,但仍未根本改观。此外,多年来对泥沙、颗粒分析、蒸发、地下水、水化学、水质等站网布局,很少研究,对其能否满足地理内插的要求,心中无数。

2.对水文站的理论与实践、当前与长远、实验站和一般站、室内实验和室外实验等之间的相互关系,缺乏全盘考虑。现行的研究课题分布狭窄,“空白点”较多,特别是在全局上对水文站网的结构、优化途径和指导思想缺乏研究。

在较发达的国家,围绕水资源问题,建立了人工实验流域和水文基准站。对生态水文、城市水文、遥感水文以及森林砍伐、土地利用等引起的水文情势的变化,已开展了实验研究。我们必须及早注意和采取相应的站网措施,否则就不能发挥水文工作在国民经济建设中的尖兵作用甚至陷于被动局面。

3.如何把站网收集的水文特征值移用到无资料地区,是小河站、区域代表站担负的核心任务,也是世界性的难题,至今仍缺乏行之有效的方法。

4.在站网管理方面,还有一些现实的困难。例如近年来雨量站点迅速增加,靠缺乏交通工具的水文站辅导和管理,很难胜任。又如对数量庞大的中、小型水利工程,如何与工管部门协作进行观测,亦需要抓紧解决。

三、对水文基本站网建设中若干问题的看法

1.水文基本站网的任务和最优的定义

国家水文基本站网,是经过国家统一规划,为国计民生各部门收集公用资料的相对稳定的系统。这个系统由不同地点、不同职能的基本站组成,按照国家审定的技术规程,观测水循环各个要素在时间上、空间上的变化,提供任何地点具有实用精度的水文资料和预估水文情势的变化。水文基本站网观测的资料,要刊入国家水文年鉴。

站网规划的任务,就是恰当地把站点进行分类,规定各类站点的任务,探求最优的站网布局,使不同职能的基本站点,不论在数量上、空间分布上、相互搭配上以及观测时限、观测手段和信息的传递上,都能以最小的代价,最高的效率,收集质量合格的水文资料。

2.站网建设的基本原则

纵观水文学的发展,水文循环和质量平衡始终是水文工作中一切定性分析和定量计算的基础,任何水文资料首先要经过质量平衡的检验,精度合格,然后才能据以探求规律,制定决策。因此笔者认为,在站网建设中,除制定各种具体的技术原则之外,还应从“水文循环,质量平衡”作为站网建设的基本原则。

3.流域水文数学模型在站网建设中的作用

基于系统分析而建立的流域水文数学模型,以质量平衡为基础,以站网收集的全部资料为依据,把水文循环中各个子过程从时间和空间的变化上纳入一个逻辑系统,进行全面的考察,因而可以从各个侧面暴露水文站网在不同环节上的漏洞,推动整个站网沿着布局科学、结构合理的途径发展。因此,