

中国水利教育协会 组织



全国水利行业“十三五”规划教材（职工培训）

水文信息测报 与整编

主 编 陈吉琴
主 审 拜存有 香天元



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中国水利教育协会 组织



全国水利行业“十三五”规划教材（职工培训）

水文信息测报 与整编

主 编 陈吉琴

主 审 拜存有 香天元



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书主要介绍了江河水文信息的采集、数据整理与整编、传输与管理的基本概念、原理及方法，其主要内容有水文测站与站网、水文信息采集、水文信息数据处理及整编、水文信息传输与自动测报系统、水文信息管理等。

本书可作为全国基层水利职工培训教材，亦可作为水文与水资源工程专业参考书，还可供从事水文、水资源、水环境及有关水利工程等方面的技术人员参考。

图书在版编目（C I P）数据

水文信息测报与整编 / 陈吉琴主编. — 北京：中国水利水电出版社，2018.7
全国水利行业“十三五”规划教材. 职工培训
ISBN 978-7-5170-6517-3

I. ①水… II. ①陈… III. ①水文观测—技术培训—教材②水文资料—资料处理—技术培训—教材 IV.
①P338②P337-3

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第125106号

书 名	全国水利行业“十三五”规划教材（职工培训） 水文信息测报与整编 SHUIWEN XINXI CEBAO YU ZHENGBIAN
作 者	主 编 陈吉琴 主 审 拜存有 香天元
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7月第1版 2018年7月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	34.00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



前言

本书是全国水利行业“十三五”规划教材（职工培训），其主要内容：第一章水文测站与站网，介绍水文站网规划与测站的布设；第二章水文信息采集，介绍水文信息的观测项目、使用仪器、观测方法和测算方法；第三章水文信息数据处理及整编，介绍水文测站采集的水文信息原始数据，如何按照科学的方法和统一的格式整理、分析，使之成为系统、完整且有一定精度的水文信息资料；第四章水文信息传输与自动测报系统，介绍水文信息的传输方式和原理，水文自动测报系统的原理和方法；第五章水文信息管理，介绍水文数据库、水文信息模拟及水文信息管理系统。本书力求深入浅出，理论联系实际，便于学生自学和进行必要的基本技能训练。

全书具体编写分工如下：绪论和第四章由长江工程职业技术学院陈吉琴编写，第一章由长江工程职业技术学院何国勤编写，第二章第一～第三节由江西水利职业学院钟文君编写，第四～第七节由长江工程职业技术学院徐成汉编写，第三章第一～第三节由河南水利与环境职业学院荆燕燕编写，第四～第七节由福建水利电力职业技术学院师琨编写，第五章由长江水利委员会水文中游局赤壁分局伏琳编写。全书由陈吉琴担任主编并统稿，杨凌职业技术学院拜存有、长江水利委员会水文局香天元担任主审。

本书在编写过程中得到了很多同志的帮助，同时参考了大量的文献，谨此致谢！

由于时间仓促及编者水平所限，书中难免有不妥和错误之处，欢迎读者批评指正。

编者

2018年5月



目 录

前言

绪论	1
第一章 水文测站与站网	5
第一节 水文测站	5
第二节 水文站网	6
第三节 水文测站的设立	11
第四节 水质监测站的设立	15
第五节 水文信息的收集途径	17
第二章 水文信息采集	19
第一节 降水观测	19
第二节 水位观测	30
第三节 流量测验	39
第四节 泥沙测验	59
第五节 水质监测	67
第六节 水文调查	72
第七节 水文资料的收集	74
第三章 水文信息数据处理及整编	77
第一节 测站考证和水位数据的处理及整编	77
第二节 河道流量数据处理及整编	83
第三节 水工建筑物流量数据处理及整编	88
第四节 泥沙数据处理及整编	100
第五节 降水量、水面蒸发量数据处理及整编	117
第六节 水质数据处理及整编	125
第四章 水文信息传输与自动测报系统	129
第一节 水文信息的传输方式	129
第二节 水文信息遥测原理	131
第三节 水文信息的计算机网络	137
第四节 水文自动测报系统	142
第五节 卫星数据采集与传输系统	148

第六节 雷达测雨及雷达-水情自动测报综合系统	151
第五章 水文信息管理	157
第一节 水文数据库管理系统	157
第二节 水文信息处理的模拟	165
第三节 水文信息系统	179
参考文献	190

绪 论

水文信息测报与整编即水文信息采集与处理技术，是研究各种水文信息的测量、计算与数据处理的原理和方法的一门学科。它的任务是：根据国民经济发展的需要，进行水文站网的规划与测站布设，通过定位观测、巡回测验、自动遥测、水文调查等方法，对各种水文要素（如水位、水温、冰凌、流量、泥沙、降雨、蒸发、水质等）进行定量观测和分析；对测量（采集）的水文信息进行计算、处理；将整编好的水文信息以水文年鉴或电子水文年鉴的形式进行发布。

一、水文信息的作用

水文是水利的尖兵，兴修水利和对水利工程进行科学管理、运用，都必须先研究和掌握有关地区水资源的量和质。对水土流失的程度，水旱灾害的大小，冰、沙和水中污染物危害的可能性等问题的研究，也必须具备足够而准确的有关水文、气象、水文地质和水力因素等多方面的信息。有关水资源的量和质，以及有关水文方面的信息，通称“基本水文信息”或“基本水文资料”。其他与水有关的国民经济建设，也都必须先收集基本水文信息用以分析和解决有关问题。例如，工矿企业集中的城市，如果盲目开采地下水，将会导致地面下沉，如果肆意往河渠中排污，势必引起水源污染。

“基本水文信息”的内容，大致可分为两个方面的工作成果：一是针对拟测对象而进行的实地勘测记录、计算的各种图表，这些称为“原始水文信息”；二是对“原始水文信息”按年度进行系统加工而成的“整编成果”，并按流域、水系刊印成水文年鉴或制作水文年鉴的电子版本，在计算机网络上发布。原始信息也好，水文年鉴也好，都是用“数据”来记载已发生过的“历史水文事件”。收集和研究这些历史水文事件的目的，在于获得“未来水文事件”的信息，而这些“未来水文事件”的信息正是水利、水电事业和其他国民经济建设部门处理有关问题的依据。

二、水文信息测报与整编的科学性与研究内容

水文学是地球物理学的一部分，它研究地球上各种水体（大气中的水汽，地球表面的江河、湖泊、沼泽、冰川、海洋和地下水等，统称水体）的存在、循环和分布，物理与化学特性，以及水体对环境的影响和作用，包括对生物特别是对人类的影响。按照水体所处的位置和特点的不同，水文学可分为水文气象学、河流水文学、湖泊水文学、海洋水文学（海洋学）、地下水文学等。

水文信息测报与整编是水文学的重要组成部分，它是研究如何测定自然界水循环与陆地过程中各种水文要素变化规律的一门科学，属于测定技术的范畴。有人作出“没有测定技术就没有科学”的评语，不是没有道理的。因此，水文信息测报与整编的前身称为水文



测验学。随着测验技术和信息技术的结合与发展,逐渐形成了以水文测验为基础的水文信息测报与整编,它所研究的内容主要有以下几方面。

1. 站网规划理论

站网规划理论包括站网规划和测站布设。为了能收集到大范围内的基本水文资料,为国民经济各部门建设服务,必须科学而经济地规划布设足够数量的水文测站,开展对水文要素的定位观测。这些水文站点构成了“探索区域性水文规律的控制观测体系”,称为水文站网。合理地规划布设水文站网,是水文测验工作首先要解决的重要问题。

我国水文站网于 1956 年开始统一规划布设,经过多次调整,布局已比较合理,但尚难完全符合客观的水文规律和国民经济不断发展的需要,还必须不断加以调整、补充,使之日趋完整、合理。

进行定位观测的水文站,是在有关河道上经过选择而在有关河段布设的。各水文站的地理位置在站网规划时已大致被确定。但是,水文站落实到哪一段河道,尚需经过勘测并根据地形、地貌、河床稳定情况、水流流向以及测站控制原理所要求的条件来选定。

2. 水文测验技术标准的拟定和修订

对上述水文站网所属各水文站,必须拟定统一的观测技术标准(如各种水文要素的测算方法、仪表设备使用的技术规程、观测时制和精度要求等),然后按此标准去搜集资料,所得成果才能起到站网控制观测的作用。否则,各站观测成果精度不一、项目不全、时制不同等等,用这样的资料就难以分析出区域的水文规律,也就失去了布站进行控制观测的作用。我国在 20 世纪 50 年代就拟定了水文测验规范,并经过六七十年代的两次修订,该技术标准对保证我国 50—80 年代的国家基本水文资料的质量起到了重要作用。随着科学技术的发展,国民经济建设对水文资料的要求不断变化,以及国际水文测验技术的交流,原有的技术标准就难以与新形势相适应,将它进行修订、改革是完全必要的。国际间已成立有“国际标准化组织”(简称 ISO)和“世界气象组织”(简称 WMO)都从事水文观测技术标准的研究。我国在 20 世纪 80 年代以后,积极研究和引进有关国际标准,结合我国的实际情况和科学技术发展的要求,不断修订我国的水文测验规范,为发展我国水文测验技术起到了促进作用。

3. 水文信息采集

水文信息采集有两种情况:一种是对水文事件当时发生情况下实际观测的信息;另一种是对水文事件发生后进行调查所得的信息。

在水文站上定位观测的信息属于对水文事件当时发生情况下实际观测的信息。为此,需要研究观测各种水文要素的适用仪器设备及其使用技术、水文要素的测算原理和施测方法等。收集原始水文资料的主要目的,在于能用它整编出理想的水文年鉴,以提供给有关部门应用。因此,在日常观测工作中,必须根据水文年鉴整编方案的要求,采取技术措施去获取理想的原始资料。由于水文要素之间的关系或单个水文要素都随着时间和影响因素的变化而变化,若不能测出整个变化过程,则需采用“抽样”测法,以取得代表该变化转折点的资料,来满足进行年度整编所需要的理想资料。为此,除采取上述有关技术措施外,尚需研究所谓“测次”和“施测时机”问题。

由于自然界地理环境的平面变化大和水文现象的随机性强等特点,仅靠站网布局的定



位观测,有时难以观测到全面而真实的基本水文资料。以暴雨观测为例,由于暴雨中心的降落位置游移不定,因此雨量站网所布局的雨量站,不一定能观测到每场暴雨的最大暴雨量,特别在缺乏雨量站网的历史时期,漏测最大暴雨量的情况就更为严重,但暴雨资料非常宝贵,这就需要辅以水文调查的办法,去取得资料,以弥补定位观测的不足。暴雨观测如此,其他水文要素的观测亦同样需要开展相应的水文调查工作。水文调查是对水文事件发生后进行调查,以获取水文信息。

水文信息采集的项目有:水位、流量、泥沙、降雨、蒸发、冰凌、水温、地下水以及水生态环境等有关的水文气象信息。

4. 水文信息数据处理

各种水文测站采集的水文信息原始数据,都要按科学的方法和统一的格式整理、分析、统计、提炼成为系统、完整且有一定精度的水文信息资料,供有关国民经济部门应用。这个水文信息数据的加工、处理过程,称为水文信息数据处理。

水文信息数据处理的工作内容包括:收集、校核原始数据,编制实测成果表,确定关系曲线,推求逐时、逐日值,编制逐日表及水文信息要素摘录表,进行合理性检查,编制整编说明书。

5. 水文信息的传输与管理

布置在流域(区域)上的雨量站、水位站和水文站,采集了大量的水文信息资料,如何将这些信息迅速、实时地传输到流域(区域)或全国的水文信息中心,又如何将这些信息供给有关部门应用,这就涉及水文信息的传输和管理。目前,水文部门采用了多种通信手段(有线与无线的,微波与卫星通信等)进行水文信息的传输,研制了不同功能的信息管理系统对水文信息进行管理,并正在形成全国、流域和省、市、区计算机网络中心,统一进行水文信息传输、交换和管理。

三、我国水文信息测报与整编的发展概况

我国水文信息测报与整编有着悠久的历史。早在 4200 多年以前的夏禹治水,观察了河流的水文变化情势,认识到“顺水之性”,采用了疏导之策取得成功。公元前 3 世纪的《吕氏春秋·圉道》中准确而朴素地对水文循环的定性描述,与后世的定量证明完全相符,为后来许多史学家推崇备至。公元前 3 世纪,李冰父子在四川修建的都江堰水利工程,设置了 3 个石人水尺,以分别观测内江、外江和渠首的水位,并巧妙地利用当地地形,合理地解决了分洪、排沙和灌溉、航运等水文问题。

我国现代水文测验工作始于 19 世纪中叶。为控制我国沿海和内河航运,于 1865 年在汉口等地设站观测水位和雨量;并于 1841 年在北京开始了雨量观测;始建于 1910 年的海河小孙庄水文站最先采用浮标法测流;最早使用流速仪测流的测站是 1915 年设站的淮河蚌埠水文站;1919 年在黄河设站观测水位、流量和含沙量。但由于我国水文站网缺乏统一规划,设备落后,至 1949 年全国各种水文站点仅 2600 处(未包括我国台湾地区的数据,下同),其中水文站仅 148 处,且分布很不合理,资料残缺不全,未经整编,无法使用。

随着国家的建设与发展,水文测验工作有了很大的进步和提高,全国已建立起较为完



整和科学的站网体系。据不完全统计,截止 2013 年年底,全国水文部门共有各类水文测站 86554 处,其中:水文站 4011 处、水位站 9330 处、雨量站 43028 处、蒸发站 14 处、墒情站 1912 处、水质站 11795 处、地下水监测站 16407 处、实验站 57 处。同时,水文测验规范也在不断充实和完善。在 1955 年制定的《水文测站暂行规范》基础上,经过几次修订,统一了全国水文测验技术标准,推动了水文测验技术的不断发展。1982 年以来,又在总结我国经验和吸收国标标准有关内容的基础上,对先前规范进行了全面修订,已颁行了 8 册。1990 年 1 月开始实施《水文资料整编规范》,1994 年 2 月开始实施《河道流量测验规范》。至 2007 年已有 96 个标准颁布实施。随着我国经济的迅速发展和科学技术水平的快速提高,我国水文信息测报与整编的技术也有明显的改进。目前,我国大多数可能使用水位、雨量自记的测站都使用了自记水位计和自记雨量计,使用缆道测流的测站已达 50% 以上,遥测、遥控和自动测报系统已较普遍地建立,超声波测流、光电测沙和多普勒流速剖面仪等已在生产上相继应用。过去,我国水文测验资料都是以《水文年鉴》的形式刊印并发布。1988 年后,全国各流域和省(直辖市、自治区)水文机构都已配备了计算机,通用整编程序已鉴定并推广应用,全国分布式水文数据库正在逐步建设和完善,与观测手段相衔接,将形成完整的全国水文信息系统。现在,水文信息测报与整编正朝着采集自动化、传输网络化、计算科学化、整编规范化的方向发展。

第一章 水文测站与站网

水信息，受气象、地理、各地工农业生产发展情况等多方面因素的影响，存在着地区性、不重复性及周期性的特点。要研究和掌握水文要素、水质要素在不同时期、不同地区及不同条件下的变化规律，就必须对其进行采集。采集方式可以选择欧拉法或拉格朗日法。但要长期收集这些要素，拉格朗日法则有着明显的优势。因而，无论对过去的、现在的、还是未来的水信息进行采集，都需要有采集的场所，即测站，许多测站组成站网。

第一节 水文测站

在流域内一定地点（或断面）按统一标准对指定的水要素进行系统、规范的观测以获取所需水信息而设立的观测场所称为测站。图 1-1 是长江荆江段的一个水文测站水位自记台。

一、按观测的项目分类

1. 水文站

水文站为经常收集水文数据而在河、渠、湖、库上或流域内设立的各种水文观测场所的总称。

2. 水质站

水质站为掌握水质动态，收集和积累水质基本资料而设置的水质信息测站。因为有监视、监管的内涵，所以取名监测站。

3. 气象站

气象站是对气象诸要素进行观测的场所的总称。

上述测站还可进一步划分，如水文站按所观测的项目分水位、流量、泥沙、降水、蒸发、水温、冰凌、水质、地下水位等。只观测上述项目中的一项或少数几项的测站，按其主要观测项目分别称为水位站、流量站（也称水文站）、雨量站、蒸发站等。气象观测站可以按其主要观测项目分别称为雨量站、蒸发站、高空风观测站、风速观测站、露点观测站等。

二、按观测的方式分类

(1) 人工观测站。

(2) 自动监测站。



图 1-1 长江荆江段的一个
水文测站水位自记台



(3) 遥感遥测站。

(4) 卫星监测站。

三、按测站的性质和作用分类

若根据测站性质和作用划分,水文测站又可分为基本水文测站和专用水文测站两大类。其中,基本水文测站分为重要水文测站和一般水文测站。基本水文测站,是指为公益目的的统一规划设立的,对江河、湖泊、渠道、水库和流域基本水文要素进行长期连续的系统的观测,是为国民经济各方面的需要服务的水文测站。专用水文测站,是为某种专门目的或用途由各部门自行设立的水文测站。这两类测站是相辅相成的,专用站在面上辅助基本站,而基本站在时间系列上辅助了专用站。

国家对水文测站实行分类分级管理。

第二节 水文站网

一、定义

测站在地理上的分布网称为站网。广义的站网是指测站及其管理机构所组成的信息采集与处理体系。

二、目的

测站设立的数目与当时当地经济发展情况有关。如何以最少站数来控制广大地区水文、水质要素的变化,这与测站布设位置是否恰当有着密切关系。站网规划就是将测站按照一定的科学原则布设在流域的合适位置上。站网布设后可以把各测站有机地联系起来,使测站发挥出比孤立存在时更大的作用。将所设站网采集到的水信息经过整理分析后,达到可以内插流域内任何地点水文或水质要素的特征值。

三、站网的规划

研究测站在地区上分布的科学性、合理性、最优化等问题。

例如,按站网规划的原则对水文站网中河道流量站进行布设:当流域面积超过 $3000 \sim 5000 \text{ km}^2$ 时,应考虑能够利用设站地点的资料,把干流上没有测站地点的径流特性插补出来;预计将修建水利工程的地段,一般应布站观测;对于较小流域,虽然不可能全部设站观测,但应在水文特征分区的基础上,选择有代表性的河流进行观测;在中、小河流上布站时还应当考虑暴雨洪水分析,如对小河应按地质、土壤、植被、河网密集程度等下垫面因素分类布站,布站时还应注意雨量站与流量站的配合;对于平原水网区和建有水利工程的地区,应注意按水量平衡的原则布站。也可以根据实际需要,安排部分测站每年只在部分时期(如汛期或枯水期)进行观测。又如水质监测站的布设,应以监测目标、人类活动对水环境的影响程度和经济条件这3个因素作为考虑的基础。

1949年我国各类水文测站总数仅有353处,其中水文站148处;1984年各类水文测



站总数已达 21618 处, 其中水文站 3396 处, 水位站 1425 处, 雨量站 16734 处, 实验站 63 处。在上述测站中, 共计观测流量 3396 处, 水位 4821 处, 泥沙 1583 处, 冰情 1103 处, 雨量 16734 处, 天然水化学分析 977 处, 水质污染监测 1752 处。1999 年, 水文站达 3683 个。到 2006 年, 除台湾省外, 据全国水文站网年报统计, 全国有国家基本水文站共 2936 处, 水位站 1160 处, 雨量站 14373 处, 水质站 4557 处, 地下水观测井 12313 处。2005 年各类水文站网在保持基本稳定的同时, 逐步进行了优化调整, 雨量站、水质站、地下水监测站点有所增加。1956 年开始统一规划布站, 经过多次调整, 布局已比较合理, 对国民经济发展起到了积极作用。但随着我国水利水电的发展, 大规模人类活动的影响不断改变着天然河流产汇流、蓄水及来水量等条件, 因此对水文站网要进行适当调整、补充。

四、站网的分类

1. 按测验项目分类

站网分为水位站网、流量站网、雨量站网、蒸发站网、泥沙站网、水质站网、地下水观测井网等以及实验站网。

2. 按经办机构分类

站网分为国家站网、群众站网。

3. 按测站性质分类

站网分为基本站网、专用站网。

基本站网是综合国家经济各方面需要, 由国家统一规划建立的。要求以最经济的测站数目, 能达到内插任何地点的特征值为目的。基本站网中, 站与站之间有密切的联系, 一个站的站址变动会影响到邻近测站的布局。因此, 一旦基本站网建立了, 再变动站址就应慎重考虑。要提交变动论据, 并需经流域、省或区相应部门领导机关审定。基本站的工作应根据颁布的各类测验技术规程进行观测、测验, 获取数据必须统一整编刊印或以其他方式长期存储。

按水文基本站网的性质和任务, 又分为大河控制站、区域代表站、小河站和实验站。

(1) 大河控制站的主要任务, 是为江河治理, 防汛抗旱, 制定大规模水资源开发规划以及重大工程的兴建, 系统地收集资料, 是为探索特征值及其沿河长的变化规律需要而在大河上布设的测站, 在整个站网布局中, 居首要地位。大河控制站按线的原则布设。

(2) 区域代表站的主要作用, 是控制流量特征值的空间分布, 为探索中等河流水文特征地区规律, 解决任一水文分区内任一地点流量特征值, 或流量过程资料的内插与计算问题而在有代表性的中等河流上布设的水文站。区域代表站, 按照区域原则布设。

(3) 小河站主要任务, 是为研究暴雨洪水、产流、汇流、产沙、输沙的规律, 而收集资料。在大中河流水文站之间的空白地区, 往往也需要小河站来补充, 满足地理内插和资料移用的需要。因此, 小河站是整个水文站网中不可缺少的组成部分。小河站按分类原则布设。

(4) 实验站, 为对某种水文现象的变化过程或某些水体进行全面深入的实验研究而设立的一个或一组水文测站, 如径流实验站、蒸发实验站、水库湖泊实验站、河床演变实验



站、沼泽实验站、河口实验站、水土流失实验站、雨量站网密度实验站等。在国外，还有实验性流域和水文基准站。实验性流域是研究一个天然流域经过不同程度不同措施的人工治理后对水循环的影响；水文基准站是研究在自然情况下水循环各因素长期变化的趋势。

专用站网是为科学研究、工程建设、管理运用等特定目的而设立的，它的观测项目、要求及测站的撤销与转移，依设站目的而定，可由该部门自行规定。

基本站网与专用站网，它们的作用是相辅相成的。专用站在面上补充基本站，而基本站在时间系列上辅助专用站。群众站网主要是雨量站，它是对国家站网的补充，对及时指导当地生产建设、防汛抗旱起积极作用。

站网（主要指基本站网）建成后并不是一成不变的，而是应当根据经济发展的需要和测站的实际作用不断加以补充和调整，以满足经济建设和科学研究对水文、水质资料的需要。因此，对布置的站网，需要不断地做下列工作。

(1) 站网分析，指为了充分发挥站网整体功能，对现有站网资料进行的分析研究工作。

(2) 站网检验，指按一定的原则和方法对现有测站进行设站目的和任务在站网整体功能中的作用等的检查和验证。

(3) 站网优化，指在一个地区或流域内使站网能以较少的站点控制基本水要素在时间和空间上的变化且投资少、效率高、整体功能强的分析工作。

(4) 站网调整，指为使站网不断优化及随着情况的变化对测站进行增、撤、迁的工作。

五、基本流量站网布置的原则

(一) 线的布置

1. 定义

沿大河干流每隔适当距离就布置一个测站，站间距离应满足沿河长内插径流特征值的精度要求以及沿河长发布水文情报、预报的需要，见图 1-2。

2. 公式表达

考虑到流量误差，相邻站间距离应使得径流量 R （或流域面积）沿河长有一定的递增率（ λ ），一般规定为

$$\frac{R_2 - (R_1 + R_3 + R_4)}{R_1 + R_3 + R_4} \geq 10\% \sim 15\% \quad (1-1)$$

3. 适用条件

流域面积不小于 5000km^2 （南方为 3000km^2 ）的大河干流。

4. 规划应用

上游至下游：上游稀，下游密；河流水量最大处或沿河长水量有显著变化的地方：如河流下游、在入汇口处等要设站。

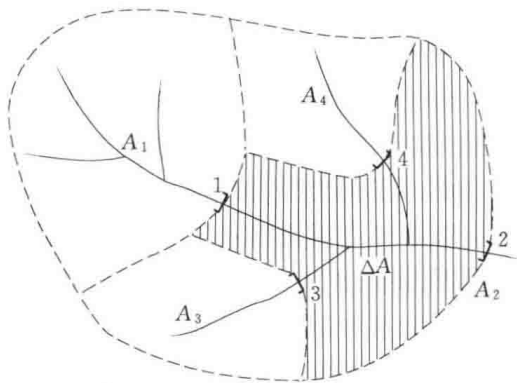


图 1-2 线的布置原则示意图



(二) 区域的布设

1. 定义

根据气候、下垫面等自然地理因素进行水文分区，在分区内选择有代表性的流域布设测站。利用这些站的资料可以进行相似河流的水文计算，而不必在每条中小河流布站。

2. 适用条件

流域面积为 $200 \sim 5000 \text{ km}^2$ (南方为 3000 km^2) 的中等河流。

3. 注意事项

- (1) 流域面积对水文特征值影响很大，一般要按不同面积分级布站。
- (2) 区域原则主要是控制水文特征值在面上的变化，布站在面上要分布均匀。
- (3) 布站在高度上要分布均匀。
- (4) 考虑土壤、植被等对产流的影响，流域形状、坡度对河道汇流的影响。

(三) 分类原则

1. 原因

对流域面积小于 200 km^2 的河流，因这类河流数目很多，如采用区域布设代表站则数量过多。这类小河的流域特性差异较大，但小河流域的植被、土壤、地质等因素比较单一，占主导地位的某单项因素，可较灵敏地直接影响支流的形成和变化。且流域越小，单项因素的影响越显著。因此，按下垫面分类原则来布站，即按自然地理条件如湿润地区、沙漠、黄土高原等划分大区；按植被、土壤、地质、河床质组成等下垫面因素进行分类；同一类型按流域面积大小分级，并考虑流域坡度、形状等因素进行布站。

2. 目的

在布站的数量上，以能妥善确定产流汇流参数的要求为准。由此原则布设的小河流所搜集的资料，可以应用到相似的、无水文资料的小流域上。

3. 适用条件

流域面积小于 200 km^2 的小河流。

六、基本水位站网的布设原则

在水文测验中，水位往往是用于推求流量的工具，绝大多数流量站都有水位观测。因此，流量站网的基本水尺，是水位站网的组成部分。

在大河干流、水库湖泊上布设水位站网，主要用以控制水位的转折变化。满足内插精度要求、相邻站之间的水位落差不被观测误差所淹没为原则，确定布站数目的上限和下限。其设站位置，可按下述原则选择：

- (1) 满足防汛抗旱、分洪滞洪、引水排水、水利工程或交通运输工程的管理运用等需要。
- (2) 满足江河沿线任何地点推算水位的需要。
- (3) 尽量与流量站的基本水尺相结合。

七、基本泥沙站网布设原则

在泥沙站网上进行测验，是为流域规划、水库闸坝设计、防洪与河道整治、灌溉放



淤、城市供水、水利工程的管理运用、水土保持效益的估计、探索泥沙对污染物的解吸与迁移作用以及有关的科学研究，提供基本资料。

泥沙站也分为大河控制站、区域代表站和小河站。

大河控制站以控制多年平均输沙量的沿程变化为主要目标，按直线原则确定布站数量，并选择相应的流量站观测泥沙。

区域代表站和小河站、以控制输沙模数的空间分布，按一定精度标准内插任一地点的输沙模数为主要目标，采用与流量站网布设相类似的区域原则，确定布站数量；并考虑河流代表性，面上分布均匀，不遗漏输沙模数的高值区和低值区，选择相应的流量站，观测泥沙。

八、水环境监测站网的布设

水环境监测站网是按一定的目的与要求，由适量的各类水质站组成的水环境监测网络。水环境监测站网可分为地表水、地下水和大气降水 3 种基本类型。根据监测目的或服务对象的不同，各类水质站可组成不同类型的专业监测网或专用监测网。

水环境监测站网规划应遵循以下原则。

- (1) 以流域为单元进行统一规划。
- (2) 与水文站网、地下水水位观测井网、雨量观测站网相结合。
- (3) 各行政区站网规划应与流域站网规划相结合。
- (4) 站网应不断进行优化调整，力求做到多用途、多功能，具有较强的代表性。

流域机构和各省（自治区、直辖市）水行政主管部门应根据水环境监测工作的需要，建立、健全本流域、本地区水环境监测站网。

九、中国站网布设存在的问题

(1) 站网稀且分布不均。世界气象组织（WMO）建议容许最稀站网密度的水平是：一般平原区每站面积 $1000\sim2500\text{km}^2$ ，山区每站面积 $300\sim1000\text{km}^2$ 。我国水文站平均每站面积约为 2600km^2 ，其中西部地区小于 $1/10000$ （站/ km^2 ）。世界各大洲水文站网密度状况见表 1-1，中国、美国、苏联三国水文测站数比较见表 1-2。

表 1-1 世界各大洲水文站网密度状况

地 区	欧洲	北美洲	大洋洲	亚洲	世界平均
密度/(km^2 /站)	1750	1000	2600	3600	2650

表 1-2 中国、美国、苏联三国水文测站数比较

国 名	统计年份	水位站	流量站	泥沙站	水质站
中国	1984	4821	3396	1583	1752
	2006	4914	3615	2048	5140
美国	1980	9491	8300	1400	8900
	2006	34079	7000~7400		9954
苏联	1985	8520	6832	2647	6055

注 美国另有 8200 处不连续观测流量站未计入。另外，因为 1991 年 12 月 26 日苏联宣布解体，所以就没有 2006 年苏联水文测站的统计数据。



(2) 全国的站网各自成一体。水文、水质、环境、气象、地下水等观测项目，分属不同的部门管理，不能统一设站，造成资源浪费。

(3) 经济条件制约。一段期间内，政府不可能有较多的经费投入，造成流域上游暴雨区缺少雨量站，湖区、平原区站少，使得水量不清、环境监测不及时，突发事件监测信息缺失或是不完整等。

(4) 人类活动对站网的影响。涉及站网调整、资料还原等问题。

(5) 测验设施落后。在一定程度上，落后于国际上发达国家的水平。

第三节 水文测站的设立

水文测站的设立包括测验河段的选择和观测断面的布设。

一、水文测验河段选择

(一) 选择条件

(1) 满足设站目的的要求。

(2) 稀遇洪水和枯水季节，均能测得所要的信息。

(3) 在保证工作安全和测验精度的前提下，尽可能有利于简化水信息要素的观测和观测数据的整理分析工作。如具体对水文测站来说，就是要求测站的水位与流量之间呈良好的稳定关系（单一关系），从而可由水位过程推求出流量过程，大大减轻流量测验及资料整编的工作量。为此，要求水文站具有良好的测站控制。

(4) 交通方便，测站易于到达。

(二) 考虑因素

要根据设站的目的要求和河流特性综合考虑，灵活掌握，慎重选择。如水文测站选择一般从以下几个方面考虑。

(1) 平原河流。应尽量选择河道顺直、匀整、稳定的河段，其顺直长度应不小于洪水时主横河宽的3~5倍，以保证比降一致。河段最好是窄深的单式断面，并尽可能避开不稳定的沙洲和冲淤变化过大的断面。河段内应不易生长水草，不受变动回水影响。目的是尽量保证测验河段内的断面、糙率、比降保持稳定。

(2) 山区河流。应选在石梁、急滩、卡口、弯道的上游附近规整的河段上，避开乱石阻塞、斜流、分流影响处。

石梁、急滩，一般在中、低水起控制作用，高水时失去控制；而卡口、急弯则在高水时起控制作用。在选择断面控制时，应综合考虑。

(3) 其他因素。避开受人为干扰的码头、渡口等处。对北方河流还应尽量避开易发生冰坝、冰塞的河段。选择测验河段还应尽可能靠近居民点。

总之，在选择水文测站时，最理想的是选择在各级水位均具备较好控制的河段。

(三) 勘测调查

选择测验河段，应进行现场勘测调查。为了能充分了解河道情况和测量工作的方便，