

中等专业学校教材

# 水文测验

(第二版)

扬州水利学校 主编

水利电力出版社

# 中等专业学校教材

---

# 水 文 测 验

(第 二 版)

扬州水利学校 主编

中等专业学校教材

**水文测验**

(第二版)

扬州水利学校 主编

\*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经营

水利电力出版社印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 16开本 19.5印张 437千字

1980年6月初版

1988年11月第二版 1988年11月北京第三次印刷

印数17161—22040册 定价3.50元

ISBN 7-120-00412-3/TV·156

## 前 言

本书系根据水利电力部制订的1983~1987年第二轮教材编写规划中的精神，对第一版教材进行修订而成。修订的主要根据是：1981年部批中专水文专业的《水文测验教学大纲》；水利电力部教育司、出版社关于第二轮教材编写的有关规定和意见；1983年7月全国中专校水文专业教研会成都会议的有关意见；水利电力部水文局关于我国水文测验工作、技术标准发展的趋势以及有关学校、水文测验业务部门干部培训教学工作对本教材第一版的反映和意见。所得修订教材内容的概况如下。

1.按削枝强干、去旧增新的原则，对原教材的章节内容、编写体系进行了较大的调整，以利加强水位、流量、泥沙测验的基本理论、测算技术措施和技术标准的教学。

2.较全面的介绍了水文测验技术的国际标准。

3.积极引进了国内外水文测验新技术、新方法，在修订本中除增编第六章“测流新方法”外，在水位观测、断面测量、流速仪和浮标法测流以及悬移质泥沙测验等方面都增有新内容。

参加修订工作的有：江苏水利工程专科学校陈子云（绪论、第二、三、六、八、十二章）、严丽生（第一、十三章）；辽宁水利学校徐怡曾（第四、五、九、十、十一章）；黄河水利学校张万（第七章）。成都水力发电学校徐汲清负责审稿。

在修订工作中，得到了水利电力部水文司、南京水利水文自动化研究所、长江流域规划办公室南京河床试验站、江苏水文总站、广东水文总站、辽宁水文总站、安徽水文研究所、黑龙江水文总站的大力协助，在此一并致谢。

由于编者水平所限，修订教材还会存在这样、那样的问题。恳望教材使用者根据自己的教学计划、以及水文特性的地区性差异等对教材内容因地制宜地予以取舍或补充；同时也望教材使用者进一步提出意见，以利今后的再次修订或另编新教材的工作。

编 者

1987年1月

# 目 录

前言	
绪论	
第一章 江河水位观测 .....	5
第一节 概述 .....	5
第二节 水位的直接观测设备 .....	8
第三节 水位的间接观测设备 .....	9
第四节 水位观测 .....	20
第五节 日平均水位计算 .....	26
第二章 断面测量 .....	28
第一节 断面测量的目的和任务 .....	28
第二节 水道断面测量的工作布署 .....	29
第三节 悬索测深方法 .....	31
第四节 超声波测深 .....	48
第五节 测深垂线位置的测定 .....	53
第三章 机械转子流速仪测流 .....	57
第一节 流量的概化模型 .....	57
第二节 机械转子流速仪 .....	62
第三节 转子流速仪的主要配套设备——计数器和流向仪 .....	69
第四节 流速测量 .....	71
第五节 部分流量及断面流量的施测 .....	84
第六节 流速仪实测流量资料的计算 .....	96
第七节 连续测流与分线测流法 .....	102
第八节 动船法测流 .....	103
第四章 水力学法测流 .....	111
第一节 概述 .....	111
第二节 水工建筑物测流 .....	111
第三节 特设量水建筑物量水 .....	117
第五章 水面浮标测流 .....	126
第一节 概述 .....	126
第二节 水面浮标的投放 .....	128
第三节 浮标测速操作方法 .....	129
第四节 浮标实测流量的计算 .....	129
第五节 极坐标摄影水面浮标测流 .....	130
第六节 其它水面浮标测流法简介 .....	134

第七节	浮标系数 .....	134
第六章	流量测验的新方法 .....	145
第一节	稀释法测流 .....	145
第二节	超声波测流法 .....	152
第三节	电磁测流法 .....	158
第四节	光学流速仪测流法 .....	161
第七章	泥沙测验 .....	164
第一节	概述 .....	164
第二节	悬移质泥沙测验仪器的性能和使用方法 .....	168
第三节	悬移质输沙率测验 .....	175
第四节	悬移质单位含沙量测验 .....	186
第五节	悬移质水样处理 .....	187
第六节	用同位素测定悬移质含沙量 .....	194
第七节	实测悬移质泥沙的计算 .....	197
第八节	推移质泥沙测验 .....	203
第八章	泥沙颗粒分析 .....	211
第一节	概述 .....	211
第二节	外业取样 .....	214
第三节	泥沙筛分工作中的几个问题 .....	216
第四节	直接分析法——筛分析法 .....	218
第五节	水分析法之一——粒径计法 .....	220
第六节	水分析法之二——移液管法 .....	224
第七节	水分析法之三——光电分析法 .....	227
第九章	水文测站的布设 .....	232
第一节	概述 .....	232
第二节	水文站网的分类和布站原则 .....	232
第三节	测验河段的选择 .....	238
第四节	测站的设立 .....	242
第十章	洪水、暴雨调查 .....	248
第一节	洪水调查 .....	248
第二节	暴雨调查 .....	260
第十一章	冰凌观测 .....	265
第一节	概述 .....	265
第二节	河流冰期的划分及观测内容 .....	265
第三节	冰情目测和冰情图的测绘 .....	266
第四节	固定点冰厚测量 .....	269
第五节	河段冰厚测量 .....	270
第六节	水内冰观测 .....	271
第七节	冰流量测验 .....	272
第八节	特殊冰情观测 .....	277

<b>第十二章</b>	<b>水库水文测验</b> .....	<b>282</b>
第一节	水库的水、沙量平衡与观测项目 .....	282
第二节	水库站网布设与测量控制网的建立 .....	284
第三节	水电站水轮机测流法 .....	289
第四节	水库淤积测量 .....	292
<b>第十三章</b>	<b>潮水河流量测验基础知识</b> .....	<b>295</b>
第一节	概述 .....	295
第二节	潮流量测验 .....	296

# 绪 论

## 一、基本水文资料的作用

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；水土流失的程度；水、旱灾害的大小；冰、沙和水中污质危害的可能性等等。而研究这些问题，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资料。这些资料便简称为“基本水文资料”。

其它与水有关的国民经济建设，也都必须先搜集基本水文资料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，势必引起水源的污染。

上述基本水文资料的内容，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“原始水文资料”；二是对原始资料按年度进行系统加工而成的“整编成果”，并按流域、水系刊布成“水文年鉴”。原始资料也好，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”。搜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。而这些信息正是上述水利、水电事业和其它国民经济建设部门处理有关问题的依据。

## 二、水文测验的科学性和研究内容

水文测验学属于陆地水文学的一个分支，是一门研究如何测定自然界水循环于陆地过程中各种水文要素变化规律的科学，它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。

测定技术的门类虽多，而其测定的基本法则可概括为两类：一类是直接测定法则（用标准量具直接量出被测对象）；另一类是间接测定法则（测获与被测对象有函数关系的项目，间接推算出被测对象）。水文测验技术上的特点之一，就是广泛采用间接测定法则。

水文测验工作属于勘测工种，是以水文测验学的理论和技术为基本依据，从事基本水文资料的搜集工作；同时进行试验研究和从工作实践中总结经验教训，以促进水文测验理论和技术的发展。

由于自然界水体分布广、范围大、水文现象的随机性强、影响因素多以及水文测验技术广泛采用间接测定法则等原因，决定了这门测定技术的广泛性和复杂性。概括起来，所需研究的内容有以下几个方面。

### （一）站网的规划和调整

为了能搜集到大范围内的基本水文资料，并须考虑到其能为多种国民经济建设服务，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”。合理地规划布局水文站网，是水文测验工作首先要解决的重要问题。



初步规划布局的水文站网，尚难能完全符合客观的水文规律和国民经济不断发展的需要。尤其是自然界水体日益受到人类活动的影响而发生了较大变化时，需对原设站网进行调整，使之日趋完善、合理。

## （二）水文测站布设

进行定位观测的各水文站，是在有关河道上经过选择而布设的测验河段。各水文站的地理位置在站网规划时已大致被确定；但是落实到哪一段河道，尚须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。

## （三）水文测验技术标准的拟订和修订

对上述水文站网所属各水文站，必须拟订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），使之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，用这些资料就难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50年代就拟订了水文测验规范，并经过60、70年代的两次修订，该技术标准对保证我国50年代至80年代的国家基本水文站网的基本水文资料的质量起了重要作用。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。积极研究和引进有关国际标准，已是大势所趋；而且该技术标准对修订我国现行水文测验规范，发展我国水文测验技术都有促进作用。

## （四）仪器设备和测算方法的研究

观测各种水文要素的适用仪器、设备、使用技术、水文要素的测算原理和施测方法等技术课题，是水文测验学必须研究的重要内容，也是测站观测活动中必须经常注意的问题。

## （五）外业观测与内业整编要求的配合

搜集原始基本水文资料的主要目的，在于能用以整编出理想的水文年鉴。因此，在日常外业工作中必须根据年鉴整编方案的要求，采取技术措施去测获理想的原始资料。欲达此目的，除采取以上所述有关技术措施外，尚须研究所谓“测次”和“施测时机”问题。这是由于水文要素之间的关系或单个水文要素都会随时间和影响因素而变化，若不能测出整个变化过程，则须采用“抽样”的测法，以取得代表该变化转折点的资料，据以进行年度整编才能获得较理想的成果。

## （六）水文调查

由于自然地理环境的平面变化大和水文现象的随机性强等特性，仅靠站网布局的定位观测，有时难以测获全面而切实的基本水文资料，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，不一定能测获每场暴雨的最大降水量，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，去取得该项资料，以弥补定位观测之不足。暴雨观测

如此，其它水文要素的观测亦同样需要开展相应的水文调查工作。

### (七) 测验误差的研究及其控制

水文测验学若不研究各项水文要素的测定活动中误差产生的情况(根源及误差规律)、允许存在的误差程度(技术精度标准)以及误差检验和控制方法,则无法保证水文测验成果的质量。

水文测验工作中误差产生的根源约有以下几个方面:

1. 站网密度不足 例如雨量站网密度不足,即使该范围内的每个雨量站的观测误差都不超过允许值( $\pm 0.1\text{mm}$ ),仍可导致计算的面雨量的误差可达20%~30%以上(我国试验资料),这叫作“点精面不精”。在这种情况下,单纯保证点雨量的观测精度,是达不到雨量观测的最终目的的。反之若站网合理,而某个或几个雨量的观测精度不够,所求得面雨量的质量显然也成问题。所以必须全面考虑观测误差的控制问题。

2. 测算方法不合理 例如对河道水流的测点流速测量,若测速历时不够,则所测得的时均流速值就成问题;一日之中,若水位有较大的变化,若只测1~2次水位资料,就难以算得正确的日平均水位。

3. 仪器、设备有问题 例如仪器灵敏度低、使用不正常、受环境干扰严重(或仪器干扰了水流的自然状态)、设备安装成问题等都会直接或间接给测验成果带来误差。

4. 观测人员的“人为因素” 例如观测人员的视力差、操作不熟练、迟钝以及估读粗糙、看错、记错、算错等,也会给测验成果带来误差,甚致严重的错误。

为了使水文测验成果的误差都能控制在允许范围之内,除须针对上述几方面误差产生的根源研究出相应的控制措施外,尚须运用误差理论和水文统计方法来检验所测成果或施测方案的误差程度,以表明所测成果的质量或施测方案是否可行。

### (八) 水文观测技术的现代化

在当前我国的水文测验工作中,尚存在着测洪操作不安全、被测水流的自然状态被破坏、测验时机被延误、测验操作中的空间定位和定向不准以及测验成果的代表性较差等问题。解决这些问题的根本出路,在于研究和引进现代科学技术,用以优化站网布局、革新仪器设备和改革测算方法等。

## 三、我国水文测验发展概况

### (一) 古代

我国水文测验的发展史虽尚未进行全面系统的考证和研究,但就已知的点滴历史文献记载,就足以证明:它已有着悠久的历史。

中华民族的文化历史悠久,历史图书、文献资料非常丰富;石刻、碑铭等古迹也非常之多。其中属于记载水文、河道演变、治水方面的文献就有:《禹贡》、《山海经》、《史记·河渠书》、《汉书·沟洫志》、《行水全鉴》和历代的“治河方略”等。这些文献记载了历代治理水、旱灾害的史绩。史绩中当然少不了与水、旱灾害作斗争必不可少的条件——水文测验的情况。

### (二) 近代

我国近代的水文测验技术在19世纪中、末叶才逐渐开始。据部分统计资料表明:1841

年在北京开始了雨量观测；1865年在汉口开始设站观测水位；1912年在淮河设站测量水位和流量；1919年在黄河设站测量水位、流量和含沙量。到1937年抗日战争爆发以前，全国共设有各种水文测站约2600处。抗日战争中大部分测站遭到破坏，只有西南地区发展了少数测站，到1949年中华人民共和国成立时，全国的水文测站只剩有353处。

### (三) 中华人民共和国成立后

1949年中华人民共和国成立后，水利事业蓬勃兴起，水文测站得以迅速发展，1951年已有水文测站2644处，至1978年底，属于国家基本站网的测站（不包括专用站和群众自办站）已达17584处，为解放前最高水平（1937年）的6.7倍。1956年第一次进行了全国基本水文站网规划，除边远地区外，1959年基本建成。1965年对已建站网进行了初步调整，1978年又编制了近期站网调整、充实的规划，并且正在落实中；并且成立了专门工作组引进国外站网工作经验和研究我国最优化站网问题。

1949年前我国没有水文测验统一规范，1955年第一次制订了统一的规范，并分别于1964、1974年进行过两次修订。目前正积极研究国际标准和着手进行第三次水文测验规范的修订工作。同时正组织各省、区的水文测验技术力量进行编写一套水文测验技术丛书。

过去水文测验仪器都靠进口。1949年后开始研制国产水文仪器，目前已能生产20多个品种，年产一万台以上。此外尚研究出许多新仪器，例如电传水位计、超声波水位计、多脉冲电讯号流速仪、积时式泥河采样器、光电泥沙颗粒分析仪、同位素含沙量计、回声测深仪、流向仪等。

水文测验设备发展更快，由开始的浮标投放器、吊船过河索等设备，进入了广泛建设水文缆道阶段。水文缆道的配套设备亦朝电气化、自动化方向迅速发展，其中关于测验讯号的发射、传递、接收显示等装置，都向现代电子技术方面发展。我国当前的水文缆道在国际间亦颇有声誉。

目前我国已成立有水文测验研究机构的计有：水利电力部南京水文研究所、水利电力部南京水利水文自动化研究所（其下属机构有重庆水仪器厂）、长办水文局水文研究室、黄委水文局水文研究室。此外有关高等院校亦开展水文测验方面的研究工作，例如清华大学水利系曾研制成功同位素低含沙量仪、激光测速仪；河海大学研制成功数字式光电泥沙粒度分析仪等。不少省、区和流域系统的水文测验部门亦都积极研究或引进水文测验方面的新技术，例如湖南、浙江都分别研制成功超声波测流仪；广东、南京河床试验站、广西、安徽等省协作试验研究成功“动船法测流”和其配套的仪器设备。

我国已参加了水文测验技术方面的国际标准化组织，这将对我国的水文站网调整、管理、仪器设备的更新换代、测算方法、整编方法的改革等起着促进作用。现代化的水文测验新局面，正在逐步展现。

# 第一章 江河水位观测

## 第一节 概 述

### 一、江河水位及影响水位变化的因素

江河水位是指水流通过河道某横断面时的水面线的高程(图1-1)。它是水流势能变化的标志;它和江河中的过水面积、水面比降、流速以及岸区地下水位等要素关系密切。

影响江河水位变化的因素很多,主要有:河床冲淤变化的影响(水位势必随河床高程变化而变化);河流水源补给的影响(雨季与旱季由于来水量的补给条件不同,则水位高低与变化的情势亦不同。同样,雨水补给与融冰、融雪补给的水位变化特征也有区别);河水顶托影响(当测站位于干、支流汇合处上游,当涨水时,互相发生顶托或受下游河段的冰塞、冰坝、人工筑坝、水草、潮汐影响,使输水受阻,其水位必然抬高);特殊水情影响(如断面下游在洪水期突然分洪、堤防缺口或冰坝、冰塞等消失,都会导致水位相应下降)。

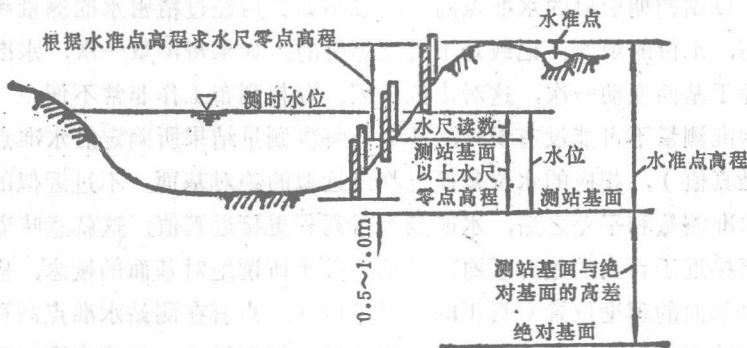


图 1-1 测站所用基面示意图

### 二、水位观测的目的

水位是最基本的水文观测项目。水位资料可以单独提供使用,亦可配合其它项目使用。所以观测水位的目的,可从两方面来看。

(1) 为水利及水电工程建设或防洪、防涝工程管理提供具有单独使用价值的资料。如水力发电、灌溉、给水、排水、航运、桥梁、码头等工程的规划设计,都需要水位资料。此外,为厂矿、城市、交通运输、工农业的防洪、防涝发布情报时,首先必须提供水位及其涨落变化的数值。

(2) 为推算其它水文数据提供间接应用资料。如用水位可推算与其相应的江河流量、水面比降等水文要素。

由上述两方面的要求来看,搞好江河水位观测工作,非常重要。

### 三、基面与水准点高程

水位既是水面高程，那么它和其它高程测量一样，要与固定的水准点相联系，以确定水位的起算零点。这个零点，简称为基面。在测量学和水文测验学中，一般可把基面分为两类：一类是绝对的（即与平均海平面吻合的），另一类是相对的或假定的。

#### （一）绝对基面

所谓绝对基面是指：在任一合适的海滨地点设立多年平均海平面的标志，作为高程测量的零点。由于不同海滨地点的平均海平面的高程并不一致，因此，各以自己的标志零点作为绝对基面，这样就形成全国不同地区的绝对基面和水准网，没有统一的零点。我国以往曾使用过吴淞、废黄河口、大沽、大连、珠江等绝对基面，在50年代后期才设置了全国统一的黄海基面（在山东青岛市）。国家测绘部门以黄海基面的标志为零点对全国水准网作了精密测量，经过平差给出了国家各地区的水准网（点）绝对高程值，为统一全国的绝对基面创造了条件。水文站设立的基本水准点，必须与国家的水准网上的水准点（称为引据水准点）相联系，经过接测，就可以把本站水准点高程换算为黄海基面的绝对高程。用该基本水准点接测的水尺零点高程所测算的水面高程，就是绝对基面的水位。

然而，在全国水准网经过精密测量和平差以前，许多水文测站早已设立，并开展了观测和资料刊布工作。这些测站开始所用的绝对基面，并非黄海基面，即使是黄海基面，而各站基本水准点接测所用引据水准点的高程也不一定是来自精密水准测量和平差后的数字。一般说来，设站初期引测的水准点高程，总不如日后经过精密水准测量和平差后的结果更精确。然而，水位的观测、记载是不可能等待的。如果每测量一次，水准点高程变动一次，实际上等于基面变动一次，这对水位观测、资料刊布工作非常不便。

既然各次水准测量不可能没有误差，那么按每次测量结果所确定的水准点高程只能是近似的（而不是真值），相应的水位基面也都是近似的绝对基面。不过近似的程度不同，而且经过精密水准测量和平差之后，水准点绝对高程更接近真值；这就意味着用它推算的水位，其基面更接近于真正的绝对基面。可见，关于所谓绝对基面的概念，应区别如下：

（1）绝对基面的理论位置（真正的绝对基面）。只有在测站水准点高程为真值，才能确定绝对基面的理论位置。相反，只要水准测量结果有误差，用该水准点所确定的基面就是近似的。

（2）绝对基面的近似位置（实用绝对基面）。我们可以设想，根据多次水准测量，包括精密水准测量及平差后的结果，分别算得数值不同的水准点绝对高程，或者说分别确定了位置不同的绝对基面，这些基面的位置都是近似的。因此，就有好几个绝对基面。如第一次测量的近似绝对基面，第二次测量的近似绝对基面，第三次、第四次测量的近似绝对基面，等等。这些近似的绝对基面都可供选择应用。如果不固定其中的一个作为观测水位的基面长期使用的话，势必引起水位记录以及整编刊布后的资料混乱。退一步讲，即使多次水准测量结果一致，甚至也不需要进行水准线路上的平差，也还有一个绝对基面之间不统一的问题。在未统一采用黄海基面以前，老的测站曾分别沿用吴淞、大沽、废黄河口等基面，并且用以刊布了历史水位资料。如果以后水位观测，又改换为黄海基面，那么前后水位资料就存在着“基面不统一”问题。我们对以往资料既然不便勘误，那么使用这

些资料时，就有必要对不同基面的水位，施以相应的基面订正值。这样搞水位观测显然很不方便，也容易产生误解和错误。

鉴于以上情况，在我国水文测验规范中统一规定，一律沿用本站第一次使用的基面，用以测算和刊布水位。这样做就等于冻结了采用的基面。凡属于这种性质的基面，简称为“冻结基面”。

采用冻结基面的好处是，简化了水位观测和刊布工作；避免了水位资料的混乱和误用，堵塞了可能发生的人为的漏洞。在水文统计或发布水情时，不论需要按什么基面提供水位特征值都可以。必要时，只需对特征值作一次订正，不涉及繁琐的勘误问题。因此采用冻结基面并不影响水位资料的使用。例如：某站水准点高程第一次测量为吴淞基面以上 $H_1$ 米；以后经过精密水准测量，其高程改为吴淞基面以上 $H_2$ 米；后来经过精密水准网平差，高程又改为吴淞基面以上 $H_3$ 米；最后又将吴淞基面换算为黄海基面，水准点高程又改为黄海基面以上 $H_4$ 米。

由于 $H_1$ 系第一次使用的基面即冻结基面以上米数，观测的水位一律由此推算。所以在水文统计时，各种水位特征值（如多年平均水位、历年实测最高、最低水位、百年一遇、千年一遇水位等等），都是从冻结基面算起的。如果需要换算为黄海基面以上米数，则只要在使用时统一加一个基面位置的订正值即可。这个订正值也就是冻结基面与黄海基面的高程差（ $\Delta H$ 米）。显然， $\Delta H$ 值可用下式求得

$$\Delta H = H_4 - H_1 \text{ (m)}$$

同理，在发布水情时，如果仍需沿用吴淞基面，并按水准网平差后的数值计算，则订正值（ $\Delta H$ 米）为

$$\Delta H = H_3 - H_1 \text{ (m)}$$

依此类推，这种订正工作非常简便，同时避免了许多可能的混乱和误解。

## （二）假定基面

水文站附近没有国家水准网可以接测、或一时尚不具备接测的条件时，可以暂时自行假定本站水准点的高程。例如，假定本站水准点高程为100.00m，则以水准点顶端以下100m处的水平面为假定基面。设站后的水位观测一律沿用这个基面，不再变更，这就具备了冻结基面的优点。一旦条件具备，再通过水准测量与国家水准网相联系，就可以确定假定基面与绝对基面的高差值，据此可将假定值换算为绝对基面水位。

在实际选择假定基面的位置时，可采用下列不同的办法。

1. 一般的假定基面 原则上对其位置没有什么限制。一般可以使本站水准点的假定高程为一整米数。这样有利于日常的水位测算工作。

如果水文站设在工程地区，而工程的设计、施工、放样的高程控制也采用的某假定基面，那么水位观测中的基面亦应用此假定基面，以便于工程的管理工作。

2. 测站基面 经过水电部批准在某些地区设站时，可将假定基面的位置一律选在历年最低水位以下或河床最低点以下0.5~1.0m处的水平面上（图1-1）。这样的假定基面称为测站基面。

测站基面属于假定基面的范畴，具有冻结基面相同的优点。其概念清楚，水位数字比较简单（一般不超过10m）。在通航河道上，由测站基面以上的水位即可直接反映航道水深，只是不便于同一河系上下游水位的联系和比较。同时在冲淤严重的河流上，测站基面位置很难确定得当。

使用测站基面时，只要确定了本站水准点和国家水准网连接后所得的绝对高程，便可确定“基面换算”所需的订正值，据此便可解决水位资料的“绝对高程”的换算问题。

## 第二节 水位的直接观测设备

目前水位观测设备，可分为直接观测设备和间接观测设备两种。本节专述水位的直接观测设备——水尺。

直接观测设备是传统有效的观测设备。一般都利用水尺读数加已知的水尺零点高程测算水位。它的优点是设备简单、经济、使用方便。其缺点是观测条件差，工作量大。

水尺一般有以下几种类型。

### 一、直立式水尺

直立式水尺一般由靠桩和水尺板两部分组成（图1-1）。靠桩最好做成流线形，以减少对水流的阻力，降低壅水高度。靠桩埋入土深约0.5~1.0m，并须达地表冰冻线以下。水尺板是用搪瓷或塑料等做成。塑料尺具有不易损坏和腐蚀以及容易清洗等优点，可以广泛使用。水尺上的刻划与水准尺刻划相似，最小刻划值的误差不能超过 $\pm 1\text{mm}$ （国际标准定为 $\pm 0.5\text{mm}$ ），每米长度的刻划误差不能超过 $\pm 2\text{mm}$ （国际标准定为 $\pm 1\text{mm}$ ）。

设置两支以上直立式水尺时，应有0.1~0.2m的重合范围。对风浪常年较大的测站，重合部分可适当放大至0.4m。

### 二、倾斜式水尺

倾斜式水尺（图1-2），一般是将水尺板固定在岩石岸坡或水工建筑物上。有时也可直接在河道水泥护岸斜面上刻绘水尺刻度。

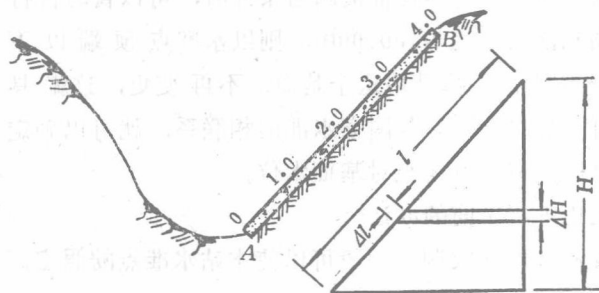


图 1-2 倾斜式水尺

倾斜式水尺与直立式水尺相比，其优点为：①不易被洪水及漂浮物冲毁；②只有一个水尺零点高程，水位测算工作比较简便；③倾斜式水尺零点高程一般不易变动，减少了平时校测的工作量。其缺点是设置条件要求较高。

倾斜式水尺刻度划分的方法如下：首先在水尺板或岩石斜坡上，用水准仪测定几条整米数的高程控制线，然后按比例分划刻度；也可以根据相似三角形对应边成比例的原理，用水准测量测出AB两点的高差H和AB两点的倾斜距离l（图1-2），然后根据水位观测精度要求的最小刻划值（ $\Delta H$ 厘米），计算出斜边的最小刻划长度 $\Delta l$ ，其计算公式为

$$\Delta l = \frac{i}{H} \Delta H$$

式中  $\Delta H$ ——垂直方向的最小分划值，一般为1cm。

### 三、矮桩式水尺

平原河道上若河流漫滩比较宽，既不便使用倾斜式水尺，又受流冰、航运、浮运等干扰，亦不宜用直立式水尺的测站，可考虑用矮桩式水尺。

矮桩式水尺由固定矮桩和活动测尺组成。矮桩的材料和入土深度与直立式水尺靠桩相同，桩顶一般高出河床线5~10cm。桩顶端应加直径为2~3cm的金属钉，以便放置测尺。两相邻矮桩顶的高差一般应在0.4~0.8m之间，平坦岸坡可在0.2~0.4m之间，测尺与直立式水尺板相似。

观测时，观测者需涉水将测尺垂立在矮桩顶上，然后读出水尺读数，再加上桩顶高程即为水位值。

### 四、峰顶水尺

峰顶水尺可以自动测获洪峰峰顶水位值。它的结构有两种类型：一类是随水位上升的小型浮筒，当达到最高水位而转为落水时，小型浮筒就受约束而不能下降；另一类是可避雨的桥墩上涂上能溶于水的颜料或在水尺上附设一节透明管筒，筒内放入少量易为管壁吸附的软木屑，这样就可以显示明确的洪水位痕迹，从而测获洪峰峰顶水位。

此外，还有悬锤式水尺，水位测针等直接观测设备。

## 第三节 水位的间接观测设备

间接观测设备是利用机械、压力、电流等的感应作用，间接地测记水位的设备。其结构比较复杂，造价、管理费用都比较高；但能自记或远传、遥测，是有发展前途的水位观测设备。

间接观测设备按感应水位的方式，可分为浮筒式、水压式和超声波式三种类型；如按水位记录的传输距离，则可分为就地自记、远传或遥测自记三种类型；按水位记录形式，又可分为曲线型记录、打字式记录、磁带式记录、穿孔记录、数字显示等类型。

现按感应水位的方式分别介绍如下。

### 一、浮筒式水位计

浮筒式水位计属于水面感应式的自记仪器。这一类自记水位计历史悠久，结构比较完善，性能可靠，使用简便，是水文站常用的水位计。它是利用浮筒感受的水面浮力而随水面上升或下降，从而可反映水面的变化；但对确定水面的高程（即水位值）却无能为力，尚须由人工配合解决。目前此类仪器已由就地自记发展为远传记录等多种功能的水位计。记录周期亦向长期自记方向发展。记录形式据国外研究资料表明，穿孔式较为优越。下面就国产浮筒式水位计的主要构件作一介绍。

#### （一）浮筒式水位计的种类及功能

1. 日记式 该仪器由以下三个主要部件组成。



(1) 感应部分。由浮筒直接感应水面的变化。构件除浮筒外尚须装配悬索及平衡锤(图1-3中的3、2、1)。

(2) 传动部分。其作用是将浮筒的升降变化传递给记录部分。它主要由比例轮4(或称水位轮)、有的尚需配置变速齿轮组等装置组成。

(3) 记录部分。由记录转筒6、记录笔5及自记钟等组成。

根据记录转筒轴线方向,又可分为横式和立式两种。我国绝大多数测站使用横式水位计。

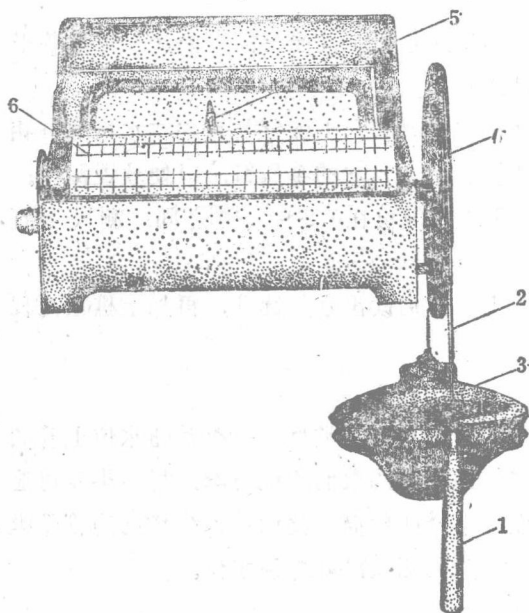


图 1-3 日记式水位计(横式)

1—平衡锤; 2—悬索; 3—浮筒; 4—比例轮;  
5—记录笔; 6—记录转筒

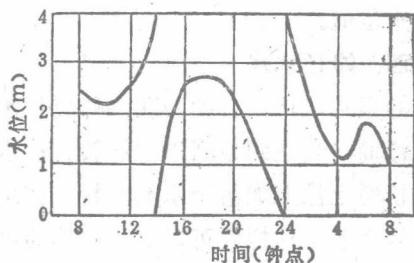


图 1-4 连续记录资料示意图

横式水位计(图1-3)的记录转筒为水平装置,它由比例轮的轮轴直接带动。当水位变化时,浮筒升降就通过悬索使比例轮和记录转筒(筒上装有记录纸)一起转动。同时自记笔沿着水平导杆由自记钟带动而移动。移动的方式有两种:一是左移式(自右往左移动,国产HCJ型属此型);二是右移式(自左往右移动,国产SW40型属此型。无论哪种移动方式,记录笔绘在记录纸上的曲线纵坐标是水位,横坐标是时间(图1-4)。

为了适应测站水位变幅的大小,国产HCJ型自记水位计配置1:1和1:2两个比例轮;国产SW40型则配置有1:1、1:2、1:5、1:10四种比例轮。使用不同的比例轮时,记录纸的纵座标值应按相应的比例由人工填写。由此可知,在一个记录周期内,只能选用一种比例轮。若该周期内水位变化超过了记录纸的图幅,记录笔仍可以绕记录纸连续记录,如图1-4中14时至24时的曲线。该部分的水位值亦须由人工判定,例如16时水位约为6.40m。

2. 月记式及长期自记式 此类自记水位计的主要特点是记录周期长,因此,它对一些交通不便的偏僻地区使用较为方便。目前国内已试制成功的月记浮筒式水位计,除有重庆水文仪器厂的SWY20型和长办的SCJ-50型外,云南省西双版纳州水文站亦研制出一种长期自记水位计,只要电源能连续供电,就能连续记录水面的变化过程。下面简单介绍SWY20型水位计的基本构件及功能。

(1) 水位感应部分。其浮筒和平衡锤用不锈钢绳悬挂;为了增加浮筒与平衡锤的