

水运工程水文观测规范

Specifications of Hydrometry for
Port and Waterway Engineering

2015-12-24 发布

2016-01-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业标准

水运工程水文观测规范

JTS 132—2015

主编单位:交通运输部天津水运工程科学研究所
天津水运工程勘察设计院
中交天津港航勘察设计院有限公司
批准部门:中华人民共和国交通运输部
施行日期:2016年1月1日

人民交通出版社股份有限公司

2015·北京

中华人民共和国行业标准

书 名: 水运工程水文观测规范

著 作 者: 交通运输部天津水运工程科学研究所

天津水运工程勘察设计院

中交天津港航勘察设计院有限公司

责任编辑: 董 方

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.chinasybook.com>

销售电话: (010)64981400, 59757915

总 经 销: 北京交实文化发展有限公司

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 5.5

字 数: 124 千

版 次: 2015 年 12 月 第 1 版

印 次: 2015 年 12 月 第 1 次印刷

统一书号: 15114·2315

定 价: 55.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

交通运输部关于发布《水运工程水文观测规范》 (JTS 132—2015)的公告

2015 年第 61 号

现发布《水运工程水文观测规范》(以下简称《规范》)。本《规范》为强制性行业标准,编号为 JTS 132—2015,自 2016 年 1 月 1 日起施行。《水运工程波浪观测和分析技术规程》(JTJ/T 277—2006)同时废止。

本《规范》由交通运输部组织交通运输部天津水运工程科学研究所、天津水运工程勘察设计院、中交天津港航勘察设计院有限公司等单位编制完成,由交通运输部水运局负责管理和解释,由人民交通出版社出版发行。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

2015 年 12 月 24 日

制订说明

本规范是根据“交通运输部关于下达《2012 年水运工程建设标准制定、修订项目计划》的通知”(交水发[2011]466 号),在《水运工程测量规范》(JTJ 203—2001)水文观测相关内容基础上,通过深入调查研究,总结多年来我国水运工程水文观测的实践经验,充分吸纳水文观测新技术、新设备、新方法,结合我国水运工程建设的实际情况和发展需要,经广泛征求有关单位和专家意见,反复修改完善,编制而成。主要包括水位观测、波浪观测、沿海流速流向观测、内河流速流向和流量观测、泥沙测验和底质探测、水温盐度和冰情观测、断面测量、气象观测、航迹观测等技术内容。

本规范主编单位为交通运输部天津水运工程科学研究所、天津水运工程勘察设计院、中交天津港航勘察设计研究院有限公司,参编单位为交通运输部北海航海保障中心、中交第一航务工程勘察设计院有限公司、中交第二航务工程勘察设计院有限公司、中交上海航道局有限公司、中交广州航道局有限公司、长江重庆航运工程勘察设计院、南京水利科学研究院。

本规范共分 12 章和 13 个附录,并附条文说明。本规范编写人员分工如下:

- 1 总则:董海军 李宝森 郭文伟
- 2 术语:王华峦 郭文伟 熊远川
- 3 基本规定:裴文斌 李素江 杨 华
- 4 水位观测:李宝森 熊远川 王华峦 马爱兴 洪 剑 万 军
- 5 波浪观测:万 军 洪 剑 王华峦
- 6 沿海流速、流向观测:裴文斌 宋庆华 董海军
- 7 内河流速、流向和流量观测:马爱兴 高耿明 熊远川
- 8 泥沙测验和底质探测:杨 华 熊远川 裴文斌
- 9 水温、盐度和冰情观测:李素江 杨 华 宋庆华
- 10 断面测量:高耿明 董海军 李素江
- 11 气象观测:杨 华 裴文斌 宋庆华
- 12 航迹观测:洪 剑 高耿明 万 军

附录 A:郭文伟 裴文斌 李宝森 万 军 马爱兴 宋庆华 洪 剑 高耿明
李素江 熊远川

附录 B:王华峦

附录 C:万 军 马爱兴

附录 D:万 军

附录 E:熊远川

附录 F :万 军

附录 G :熊远川

附录 H :董海军

附录 J :李素江

附录 K :李素江

附录 L :裴文斌

附录 M :洪 剑

附录 N :郭文伟

本规范于 2014 年 11 月 13 日通过部审,于 2015 年 12 月 24 日发布,自 2016 年 1 月 1 日实施。

本规范由交通运输部水运局管理和解释。请各有关单位在执行过程中,将发现的问题和意见及时函告交通运输部水运局(地址:北京市建国门内大街 11 号,交通运输部水运局技术管理处,邮政编码:100736,电子邮箱:sys616@mot.gov.cn)和本规范管理组(地址:天津市滨海新区塘沽新港二号路 2618 号,邮政编码:300456),以便修订时参考。

目次

1	总则	(1)
2	术语	(2)
3	基本规定	(3)
4	水位观测	(4)
4.1	一般规定	(4)
4.2	沿海水位观测	(5)
4.3	内河水位观测	(6)
4.4	内业整理	(6)
5	波浪观测	(8)
5.1	一般规定	(8)
5.2	外业观测	(8)
5.3	内业整理	(9)
6	沿海流速、流向观测	(11)
6.1	一般规定	(11)
6.2	垂线流速、流向观测	(11)
6.3	表面流速、流向观测	(12)
6.4	内业整理	(12)
7	内河流速、流向和流量观测	(13)
7.1	一般规定	(13)
7.2	表面流速、流向观测	(14)
7.3	定点流速、流向观测及流量观测	(14)
7.4	内业整理	(15)
8	泥沙测验和底质探测	(16)
8.1	一般规定	(16)
8.2	悬移质测验	(16)
8.3	推移质测验	(17)
8.4	底质探测	(17)
8.5	浮泥测验	(18)
8.6	内业整理	(19)
9	水温、盐度和冰情观测	(20)
9.1	一般规定	(20)

9.2	水温观测	(20)
9.3	盐度观测	(20)
9.4	冰情观测	(20)
9.5	内业整理	(22)
10	断面测量	(23)
11	气象观测	(25)
11.1	一般规定	(25)
11.2	风的观测	(25)
11.3	能见度观测	(27)
11.4	气温、湿度和降水量观测	(27)
12	航迹观测	(29)
附录 A	观测任务书、技术设计书和技术报告内容	(30)
附录 B	波浪观测报表编制格式	(34)
附录 C	声学多普勒流速剖面仪 (ADCP) 的作业技术要求	(35)
附录 D	流速、流向记录格式	(39)
附录 E	推移质、底质探测器示意图	(40)
附录 F	底质采样记录格式	(43)
附录 G	浅地层剖面仪使用要求	(44)
附录 H	采用过滤烘干法、直接烘干法求含沙量作业要求	(45)
附录 J	CTD 在温度及盐度观测中作业要求	(47)
附录 K	温度及盐度观测记录格式	(48)
附录 L	风观测报表编制格式	(49)
附录 M	船舶航行双迹观测及内业整理要求	(50)
附录 N	本规范用词说明	(52)
附加说明	本规范主编单位、参编单位、主要起草人、主要审查人、总校人员 和管理组人员名单	(53)
条文说明		(55)

1 总 则

1.0.1 为统一水运工程水文观测技术要求,保证水文观测质量,满足水运工程规划、设计、施工和验收与运营的需要,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于水运工程的水文和相关气象要素观测。

1.0.3 水运工程水文观测除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 水文 Hydrology

自然界中水的现象、数量、性质、时空分布及其变化规律。

2.0.2 深度基准面 Depth Datum

海图和港口航道图中水深的起算面。

2.0.3 水位 Water Level

海洋、江河、湖泊等水体的水面相对于某一基准面的高度。

2.0.4 声学多普勒流速剖面仪 Acoustic Doppler Current Profiler

利用声学多普勒原理,测量分层水中介质散射信号的频移信息,并利用矢量合成方法获取垂直剖面水流速度的仪器,简称 ADCP。

2.0.5 底跟踪 Bottom Tracking

利用发射声波和河底、海底反射的回波信号,测量流速剖面仪相对于河底或海底的运动。

2.0.6 盲区 Blanking Distance

ADCP 换能器附近不能获取有效测量数据的范围。

2.0.7 温盐深仪 Conductivity Temperature Depth

测量水体温度和盐度随深度连续变化的自记仪器,简称 CTD。

2.0.8 水面比降 Surface Slope

同一水域,水面上两点之间的水位差与相应两点之间水平距离之比,以千分率或万分率表示。

2.0.9 泄水波 Discharging Wave

由闸坝泄水引起的闸坝下游的水面波动。

2.0.10 航迹观测 Track Observation

对船舶航行轨迹进行跟踪定位的观测。

3 基本规定

3.0.1 水文观测开始前应编制观测任务书和技术设计书;结束后,应编写技术报告,进行资料整理和归档。观测任务书、技术设计书和技术报告应符合附录 A 的规定。

3.0.2 水文观测应采用国家或相关工程的平面坐标系统和高程基准;采用工程坐标系时应明确其与国家或当地坐标系的关系,采用工程项目高程基准时应明确其与国家或当地高程基准的关系。

3.0.3 水文观测工作开始前,应对采用的平面和高程控制点进行校核,不能满足要求时,应增设控制点。

3.0.4 水文观测仪器设备应按国家规定进行计量检定,并进行现场校验和比对。

3.0.5 使用新技术和新仪器前,应进行验证,成果满足本规范相应精度指标要求时方可使用。

3.0.6 水文观测时间应统一采用当地时制。

3.0.7 水文观测制图应采用现行行业标准《水运工程测量规范》(JTS 131)中的水运工程测量图式。

3.0.8 水文观测数据整理应符合下列规定。

3.0.8.1 水文观测原始记录不得擦、涂、刮和字改字,不得连环涂改。

3.0.8.2 水文观测数据可根据观测要素的相关特性剔除原始观测数据中的粗差。

3.0.8.3 各观测要素应归算至所要求的基准。

3.0.8.4 水文要素的方位应统一归算到真北方位。

3.0.8.5 相应水文要素应绘制过程线、图表,并编制成果表。

3.0.9 观测工作完成后,应对下列资料进行整理和归档:

- (1)任务书和技术设计书;
- (2)仪器检定和检验资料;
- (3)收集的各种资料及相关说明;
- (4)外业观测资料;
- (5)内外业计算、校核、质量统计资料和成果表;
- (6)各类图纸;
- (7)技术报告;
- (8)其他资料。

4 水位观测

4.1 一般规定

4.1.1 沿海水位可通过长期水位站、短期水位站、临时水位站等站点进行观测,内河水位可通过基本水位站、基本水尺或临时水尺等站点进行观测。水位观测可采用水尺、自记水位计、RTK 等测量方式。

4.1.2 水位观测基准在沿海和感潮河段应采用当地理论最低潮面。

4.1.3 用于水位观测的时钟允许误差应为 $\pm 1\text{min}$,超限时应校正,并将校正情况记入观测手簿。

4.1.4 水位观测读数应精确到 10mm 。上下比降断面的水位差小于 0.2m 时,水位观测读数应估读到 5mm 。

4.1.5 水准点埋设应利于点位长期保存和水尺零点联测。水尺零点联测应符合下列规定。

4.1.5.1 水尺零点与高程基准联测应符合图根水准技术要求。

4.1.5.2 纵比降小于 $1/10000$ 时,水尺零点应按四等水准要求联测。

4.1.5.3 沿海和感潮河段同一水位站设有多根水尺时可用基尺以水面水准联测其他水尺的零点,并应满足下列要求:

- (1)同时读取两根水尺的水位读数;
- (2)连续读取三组,各组读取间隔为 5min ,各组水位读数差值之差不大于 20mm ;
- (3)取各组水位读数差值的平均值作为水尺改正数。

4.1.6 水位站站址宜与其他水文测量项目观测站布设位置相同,并应满足相关规范要求。

4.1.7 水尺应不易变形、刻度分划清晰、不易褪色。水尺的基本分划不应大于 20mm 。

4.1.8 水尺设置应满足下列要求:

- (1)水尺设置稳固、垂直于水面;
- (2)设置两根或两根以上水尺时,选择其中一根作为基尺,两相邻水尺的重叠部分在沿海不小于 0.3m ,内河不小于 0.1m ;
- (3)水尺的设定范围,满足观测期内高水位时尺顶不淹没,低水位时尺底不露出。

4.1.9 自记水位计安装应满足下列要求:

- (1)安装自记水位计的同时,设置校核水尺;
- (2)保证自记水位计的传感器稳固,低水位时不干出,高水位时在其量程之内,并便于校核;

(3)海上定点水位站安置在平坦海底,水位计的传感器支架牢固,防沉、防刮碰。

4.1.10 独立的水位观测项目,观测时间应满足相应期限要求。

4.1.11 对收集长期水位站的水位数据应进行可靠性检验,并应符合下列规定。

4.1.11.1 水位数据资料中宜有按图根及以上水准观测要求联测水准点和水尺零点高差的资料。

4.1.11.2 水位数据资料中宜有基准面关系等资料。

4.1.11.3 水位数据资料应有与其他观测手段获取的水位数据进行比对的数据,其比对差值应小于 20mm。

4.1.12 进行其他水文要素观测时,应同步进行水位观测。

4.2 沿海水位观测

4.2.1 沿海和感潮河段水文观测项目中水位观测应在其他观测项目前后各加测 2h。

4.2.2 自记水位计观测水位应符合下列规定。

4.2.2.1 观测前,应联机检查设备是否工作正常、检查各项参数设置是否正确,并应校正时钟。

4.2.2.2 绝压型自记水位计工作期间应同步测定大气压值。

4.2.2.3 岸边设置的临时自记水位计应在测前、测后以其他观测方式进行水位校核,校核时间不应少于 30min,测记间隔不应大于 10min,校核互差应小于 20mm。

4.2.2.4 实施长期系列水位观测时,每 15d 应至少校核一次,时间不应少于 2h,测记间隔应为 10min,校核互差值不应大于 20mm。

4.2.2.5 安装有水位遥报系统时,应及时传送水位数据,并应具有数据存储功能,存储周期不应小于 30d,通信方式可选用 GPRS/GSM/CDMA/VHF 等。

4.2.3 水尺观测水位应符合下列规定。

4.2.3.1 观测和记录宜整点进行,水位应读数至 10mm。平潮前后 1h、水位异常变化或有特殊需要时,应每隔 10min 观测一次。

4.2.3.2 水面波动较大时,水尺读数应取其波峰与波谷的平均值。

4.2.3.3 水面距离水尺端部小于等于 0.3m 时,应及时变换水尺观测,并同时读取相邻水尺数据,记入观测手簿。

4.2.3.4 设有两根以上水尺时,应按第 4.1.5 条的要求定期校核水尺零点关系。

4.2.3.5 因故未按时观测水位时,应及时补测并按实际观测时间测记。

4.2.3.6 对水尺零点和各水尺之间相互关系应经常检查有无变动,并记录,水尺零点变动超过 30mm 时,应重新联测水尺零点。

4.2.3.7 测前、测后应记录气象、海况等情况。观测过程中遇特殊气象和海况时,应做好记录。

4.2.4 采用 RTK 测量水位时应符合现行行业标准《水运工程测量规范》(JTS 131)中关于 RTK 水位外业测量的规定。

4.2.5 风浪影响较小时,可选择码头等水工建筑物,利用净空高差法观测水位,观测允许

误差应为 $\pm 20\text{mm}$ 。

4.3 内河水位观测

4.3.1 进行长期系列水位观测应设置固定水尺或自记水位计。同一组的各支水尺或自记水位计,宜设在同一断面线上。受地形限制偏离断面中心线时,偏离的距离不宜超过 5m ,其水位与断面线上的水位差不应大于 10mm 。

4.3.2 水位观测除应符合第 4.2.3.2 款至第 4.2.3.6 款中的相关规定外,还应符合下列规定。

4.3.2.1 观测和记录宜整点进行;水位暴涨暴落或有特殊需要时,应每 $5\text{min} \sim 30\text{min}$ 观测一次,并记录测前、测后的气象等情况。观测读数应满足第 4.1.4 条规定。

4.3.2.2 测区内有大坝、堰闸,且坝上、下,堰闸内、外均设水尺时,应同步观测。

4.3.2.3 采用自记水位计观测水位,应满足第 4.2.2 条的规定。

4.3.2.4 采用 RTK 观测水位,应符合现行行业标准《水运工程测量规范》(JTS 131) 中有关 RTK 水位外业测量的规定。

4.3.3 比降水位观测应符合下列规定。

4.3.3.1 比降水尺位置、数量、水尺间距和观测时间等应满足工程和研究的需要;同一测区的比降水尺应同步观测。

4.3.3.2 高、中、低等不同水位级的比降宜在同一断面线上观测水位。

4.3.3.3 流态变化或水位涨落变幅较大时,可按 20min 的等时距同步观测 1h 以上,并取均值作为比降水位。

4.3.3.4 岸边与河心水位有明显差异时,宜加测河心水位,并分别计算相应的比降。

4.3.4 河心比降观测应符合下列规定。

4.3.4.1 河心比降可采用 RTK 或水面比降器观测,其平面定位允许误差应为图上 $\pm 1.5\text{mm}$;高程测量允许误差应为 $\pm 50\text{mm}$;平面位置宜采用不大于图上 30mm 的等距定位。

4.3.4.2 测定 RTK 天线或水面比降器零点高程时,测船载重量应与河心比降观测时的测船载重量相一致,其测定允许误差应为 $\pm 20\text{mm}$ 。

4.3.4.3 测船应在河道主流处处于自然漂流状态。

4.3.4.4 每条测线应至少选择测区中有代表性的一处比降水尺,观测起、讫水位。

4.3.4.5 采用水面比降器观测,水准仪距水面的高差宜大于 1.5m ,前视最大距离宜小于 1km 。

4.4 内业整理

4.4.1 水位观测数据应进行时间、气压改正,并归算至高程基准。

4.4.2 水位观测数据应进行粗差检查和滤波平滑处理。

4.4.3 自记水位应进行人工观测水位比对分析,并对异常值进行修正。

4.4.4 海上定点站水位观测数据应检测其零点漂移、下沉等变动情况,可利用与邻近岸

上水位站连续的同步观测数据,采用两站日平均海面差值比较法计算和修正。

4.4.5 RTK 测量水位数据提取应符合下列规定。

4.4.5.1 RTK 动态采集的水位数据应剔除因风浪、卫星失锁和数据链中断等因素造成的高程跳点等粗差。

4.4.5.2 面积较小测区,高程异常的变化和深度基准面的变化可忽略时,RTK 测量水位可按下列公式提取:

$$H = h - \Delta H \quad (4.4.5-1)$$

$$\Delta H = h_y - H_j \quad (4.4.5-2)$$

式中 H ——RTK 深度基准上的水位(m);

h ——RTK 实测的在椭球面上的水位(m);

ΔH ——RTK 基准站大地高归化到深度基准面上的改正数(m);

h_y ——RTK 基准站在椭球面上的高程,即大地高(m);

H_j ——RTK 基准站在深度基准面上的高程(m)。

4.4.5.3 面积较大或狭长测区,高程异常的变化和深度基准面的变化不可忽略时,应对测区大地水准面进行精化,构建无缝垂直基准面模型和高程转换模型获取水位。

4.4.6 沿海和感潮河段水位整理应编制逐时水位数据表,绘制水位过程线,摘录高、低平潮的潮高和潮时,统计涨落潮差及历时、最大潮差、平均潮差和平均水位等。

4.4.7 内河水位观测成果整理应符合下列规定。

4.4.7.1 长期系列水位整理应编制水位成果表,绘制水位过程线,计算水面比降,计算日、月、年平均水位以及相应的最高、最低特征水位等。

4.4.7.2 短期可间断观测的水位整理应编制水位成果表,计算水面比降。有需要时应计算日平均水位以及相应的最高、最低特征水位等。

4.4.7.3 单次或临时观测的水位整理应编制水位成果表,计算水面比降。

4.4.8 水面比降应按下列式计算:

$$\text{纵比降} \quad I_s = \frac{G_u - G_d}{L} \quad (4.4.8-1)$$

$$\text{横比降} \quad I_b = \frac{G_L - G_R}{B} \quad (4.4.8-2)$$

式中 I_s, I_b ——分别为纵、横比降(‰);

G_u, G_d ——分别为上、下游水尺的水位(m);

G_L, G_R ——分别为左、右岸水尺的水位(m);

L ——上、下游相邻水尺间按流程计算的距离(m);

B ——左、右岸水尺间距离(m)。

4.4.9 河心比降观测数据整理应符合下列规定。

4.4.9.1 提取 RTK 测量成果应符合第 4.4.5 条的规定。

4.4.9.2 水位曲线检查中出现负比降点等异常时,应查明原因。

4.4.9.3 数据处理结束后应编制河心比降成果表、绘制河心比降图。

5 波浪观测

5.1 一般规定

- 5.1.1 波浪观测应包括波高、周期和波向等内容,应同时观测风和水位,必要时应进行海流观测。观测资料应具有完整性和连续性。
- 5.1.2 波浪观测点布设和观测仪器选择应根据工程的需要和工程所在水域环境确定。
- 5.1.3 仪器安装、调试、异常情况处理、站位变更和特殊天气过程等均应记录。

5.2 外业观测

- 5.2.1 波浪观测可采用光学法、重力式法、压力式法或超声波法等。
- 5.2.2 测波岸站宜布设在视野开阔、易于观测的岸边,对于自记测波的岸站应避开强磁场和电信信号的干扰,并易接收测波信号。
- 5.2.3 水上测波点布设和仪器安装应符合下列规定。
- 5.2.3.1 光学测波仪的测波浮标或自记测波仪的传感器处的水深不宜小于 10m,并宜选择在海底平坦、水面宽阔、无岛屿、无暗礁、无沙洲和无水产养殖区,避开急流区和捕捞区。
- 5.2.3.2 测波杆或测波线可安装在固定结构物上,必要时应根据水位变化及时调整测波杆或测波线的位置。
- 5.2.3.3 重力式测波仪测波点应便于锚系的投放及固定,水域最大流速宜小于 2m/s,最小水深宜大于 5m。
- 5.2.3.4 超声波法、压力式法坐底安装仪器时,若底质为淤泥质土,应预留下沉量;若底质为砂质,应防止仪器倾斜过大。水深大于工程要求量测的最小波周期对应波长的 1/3 时,不宜采用压力式法观测。
- 5.2.3.5 超声波法的仪器可安装在固定结构物上,并应考虑结构物对波浪反射的影响。结构物对波浪有反射影响时,宜考虑移站。
- 5.2.3.6 特殊需要的测波点位置应根据工程需要确定。
- 5.2.4 仪器观测波浪精度应满足表 5.2.4 的规定。

表 5.2.4 波浪观测精度要求

项 目 名 称		观 测 精 度
波高 H (m)	$H \leq 1$	± 0.1
	$H > 1$	$\pm 10\% H$
周期 (s)		± 0.5
波向 ($^{\circ}$)		± 5

5.2.5 波浪要素的单位及数据取位应符合表 5.2.5 的规定。

表 5.2.5 波浪要素的单位及数据取位规定

项 目 名 称	单 位	数 据 取 位
波高	米(m)	0.1
周期	秒(s)	0.1
波向	度(°)	1.0

5.2.6 波浪观测频率和时间应符合表 5.2.6 的规定。

表 5.2.6 波浪观测频率和时间的规定

观 测 仪 器	每日观测频率	观 测 时 间
光学法	4	8:00、11:00、14:00、17:00
自记测波仪	8	从 2:00 起每 3h 观测一次

注:①采用光学测波仪时北方冬季观测最后一次可适当提前,并应在现场观测记录中注明;

②根据工程需要和当地情况或波高、风速达到某确定值时进行加密观测,宜每小时观测一次;半日潮的河口区域测波宜加密至每 1h 观测一次,特殊情况加密至每 30min 观测一次;

③需要连续观测时宜采用自记测波仪;

④每次观测需提前 10min 开始。

5.2.7 自记测波仪测波应符合下列规定。

5.2.7.1 仪器的安装和布放应按各仪器规定的要求操作。

5.2.7.2 自记测波仪每次观测应测取不少于 100 个连续波,且连续记录不小于 17min。仪器采样时间间隔不应大于 0.5s。

5.2.7.3 自记测波仪宜采用波面横扫曲线纸或存储卡记录。

5.2.7.4 纸质记录应在纸面上注明日期、时次、走速和量程;存储卡记录应在载体上加贴观测日期和时次等标签。

5.2.8 光学法测波应满足下列要求:

(1)连续观测 3 次波浪,每次观测 10 个连续波,相邻两次观测间隔不超过 1min,取 3 次观测周期的平均值作为平均周期;

(2)在平均周期 100 倍的时间内观测大波波高和周期。

5.2.9 观测内河船闸、水坝、水电站下游泄水波时,宜在下游受影响区域两岸布设间距 300m~500m 的多对水位站同步观测水位,测记间隔宜为 5min~10min。

5.3 内业整理

5.3.1 自记式波浪观测资料整理应满足下列要求:

(1)数据处理前确定记录的“零线”,发现零漂时分段确定;

(2)当数据受到噪声干扰时,进行光滑或采用滤波方法消除噪声;对于波向、波高和周期异常现象,结合风资料和波能分布、波个数综合取值或修正;

(3)采用上跨零线法确定波面记录中的各上跨零点;

(4)在波面记录中选定连续或准连续的波系列;

(5) 根据预处理后选定的波系列逐个计算出每个波的波高及对应周期;

(6) 对于存储器记录的数据,利用有关专用软件进行处理,输出有效波高和有效波周期、最大波高及对应周期、最长波周期及对应的波高,对应的波向等。

5.3.2 光学法观测资料整理应在平均周期 100 倍的时间内选取 15 ~ 20 个大波,用前 10 个大波的平均波高作为 1/10 大波波高,用其对应周期的平均值作为 1/10 大波的周期,并选出最大波高及其对应的周期、波向。

5.3.3 编制波浪观测报表前应对资料进行审查,报表格式应符合附录 B 的规定。

5.3.4 波浪观测应按 16 个方位统计特征值,并绘制波浪玫瑰图。

6 沿海流速、流向观测

6.1 一般规定

- 6.1.1 测流断面和测流垂线应根据工程水域的特点,以及设计和研究的需要布设。
- 6.1.2 流速、流向观测宜根据海流情况和工程需要确定观测季节、潮型和观测日期。
- 6.1.3 观测流速、流向期间应选择站位观测风速、风向、波况以及工程区域内的水位。
- 6.1.4 流速、流向观测可采用浮标、直读式海流计、ADCP 等设备进行观测。ADCP 的使用应符合附录 C 的规定。
- 6.1.5 流速测量精度应为 0.05m/s,流向测量精度应为 2°。
- 6.1.6 定点观测流速、流向时,宜取 100s 测量值的平均值作为观测值。

6.2 垂线流速、流向观测

- 6.2.1 测流垂线定位误差不应超过测流垂线水深的 5 倍,在船上观测时,宜每 3 小时观测一次船位;船只移位超过定位误差范围时,应移回原位继续观测。
- 6.2.2 使用直读式海流计观测时,宜按表 6.2.2 选取铅鱼;在悬索与垂线偏角大于 10°时应测量偏角,进行相应测点水深的改正。

表 6.2.2 海流计铅鱼质量

流速 V (m/s)	$0 \leq V \leq 1.0$	$1.0 < V \leq 2.0$	$V > 2.0$
铅鱼质量(kg)	≥ 15	≥ 30	≥ 50

- 6.2.3 观测仪器不得安装在船头或船尾。流向观测不宜使用铁船,使用铁船时,观测点距离船体应大于 1.5m。
- 6.2.4 测流垂线测点位置宜符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 垂线测点位置分布

垂线水深 H (m)	测点数	测点位置水深(m)
$H < 2$	1	0.6H
$2 \leq H < 5$	2	0.2H、0.8H
$5 \leq H < 8$	3	0.2H、0.6H、0.8H
$8 \leq H < 11$	5	表层、0.2H、0.6H、0.8H、底层
$H \geq 11$	6	表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层

注:表层为水面下 0.5m,底层为海底面上 0.5m..

- 6.2.5 观测从低潮或高潮前开始,应每整点观测一次,每个潮期连续观测不应少于 26h,其中应包括转流周期开始至转流后结束的完整时段。涨急、落急或转流时,应每半小时加

测一次。记录格式应符合附录 D 的规定。

6.2.6 海上多站观测应同步进行,特殊情况下可采取准同步观测。

6.2.7 海上多站同步流速、流向观测,应以所有站中高、低潮最早转流时刻为观测开始时刻,以所有站中高、低潮最晚转流时刻为结束时刻。

6.2.8 采用 ADCP 进行观测应符合下列规定。

6.2.8.1 测流前应流速仪进行现场流速、流向比测,并应符合附录 C 的规定。

6.2.8.2 走航式 ADCP 测流宜采用玻璃钢或木质测船外接卫星差分定位系统的配置方式,用铁船观测时,应采用外接罗经的配置方式。

6.2.8.3 采用走航式 ADCP 进行断面观测时船速不应大于 4kn 。

6.2.8.4 对表、底层非实测区域内的流速流向,应进行正确性的估算。

6.3 表面流速、流向观测

6.3.1 表面流速、流向宜采用浮标法观测,定位点间距不宜超过图上 30mm ,并应记录定位时间,记录至秒;风力超过四级时不宜观测。

6.3.2 表面流速、流向观测测线应根据水流趋势和工程需要布设,工程区域至少应布设 2 条测线,且至少应有一条经过水工建筑物的外沿线。

6.3.3 浮标法宜采用遥测定位,测船跟踪定位时,测船应靠近浮标,但不应影响其漂移轨迹。

6.4 内业整理

6.4.1 流速、流向数据整理应符合下列规定。

6.4.1.1 垂线流速、流向观测成果应包括下列内容:

- (1)测站位置示意图;
- (2)实测整点分层流速、流向统计表;
- (3)各层和垂线平均流速、流向矢量图;
- (4)流速、流向、水位过程线;
- (5)流速、流向特征值。

6.4.1.2 表面流速、流向内业整理应编制计算书,绘制表面流速流向图,并列表注明施测日期、历时、水位、风向、风速,统计最大、最小、平均流速等。

6.4.2 ADCP 流速、流向观测数据整理、计算应符合下列规定。

6.4.2.1 分层流速流向数据可使用专用软件直接提取,并应对盲区和旁瓣区流速进行拟合改正。

6.4.2.2 垂线平均流速流向数据可使用专用软件获取,也可采用分层数据计算。

7 内河流速、流向和流量观测

7.1 一般规定

7.1.1 流速、流向和流量宜选择洪、中、枯水期观测,特殊情况根据需要确定。

7.1.2 流速、流向可采用浮标、转子式流速流向仪、ADCP 等设备进行观测。

7.1.3 浮标法适用于流速仪测速困难或超出流速仪测速范围的高流速、低流速、小水深等情况。浮标的定位允许误差应为图上 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

7.1.4 测流断面和测流垂线布设应符合下列规定。

7.1.4.1 测流断面宜设在水流较稳定,无分流、泡漩、跌水、壅水、回流等流态的位置上,并应反映该河段的水文特征;测流断面宜与基本水尺断面为同一个断面;不重合时,应设立临时水尺。

7.1.4.2 上深槽、滩脊、下深槽、汊道、支流汇入以及重点水域应设基本断面,必要时应增设若干辅助断面。

7.1.4.3 测流断面宜垂直于主流流向,个别垂线流向偏角大于 20° 时,应调整断面方向或另选断面位置。

7.1.4.4 测流垂线布设应反映流速横向分布状态,并均匀布设。在主泓、水下地形转折点和流速变化分界处应增设测流垂线;测流断面垂线数宜符合表 7.1.4-1 的规定。

表 7.1.4-1 测流断面垂线数

水面宽(m)		<500	500~1000	>1000
垂线数	非感潮河段	4~8	8~13	>13
	感潮河段	4~6	6~10	>10

注:河口地区可适当放宽。

7.1.4.5 测流垂线测点位置应符合表 7.1.4-2 的规定。

表 7.1.4-2 垂线测点位置分布

垂线水深 $H(\text{m})$	测点数	测点位置水深(m)
$H < 2$	1	$0.6H$
$2 \leq H < 4$	2	$0.2H, 0.8H$
$4 \leq H < 8$	3	$0.2H, 0.6H, 0.8H$
$H \geq 8$	5	表层、 $0.2H, 0.6H, 0.8H$ 、底层
	6	表层、 $0.2H, 0.4H, 0.6H, 0.8H$ 、底层

注:表层为水面下 0.5m ,底层为河床面上 0.8m 。

7.1.4.6 测流垂线的定位误差应符合式(7.1.4)的要求。

$$\Delta d \leq 5 + 1.5H \quad (7.1.4)$$

式中 Δd ——测流垂线的定位误差(m);

H ——测流垂线处水深(m)。

7.1.5 流速测量精度应为 0.02m/s, 流向测量精度应为 2° , 流量观测误差应为 $\pm 5\%$ 。

7.2 表面流速、流向观测

7.2.1 表面流速、流向宜采用浮标法观测。观测时风力不宜超过三级;观测极端风力条件下的表面流速、流向时,应同时观测风速、风向。

7.2.2 同一河段各测次所用浮标规格宜相同,入水深度不宜大于水深的 1/10,水面以上高度不宜大于 0.1m。

7.2.3 浮标的布设应根据水流趋势和工程需要进行。内河航道工程至少应布设 3 条测线,其中应有 1 条测线流经主流区,分汊河段应有 1 条测线进入汊道;港口工程应至少布设 2 条测线,并有 1 条流经水工建筑物的外沿线。

7.2.4 浮标定位点间距及定位方法应满足第 6.3.1 条和第 6.3.3 条的规定。

7.2.5 表面流速、流向观测时,应观测相关的基本水尺水位、比降水尺水位等项目,并同时记录天气、漂浮物、风浪等情况。

7.3 定点流速、流向观测及流量观测

7.3.1 采用转子式流速仪观测除应满足第 6.2 节相关技术规定外,还应符合下列规定。

7.3.1.1 流速仪距离船舷不应小于 1.0m。

7.3.1.2 水流正常、水位平稳时,测速历时不宜少于 100s;水位涨落较快时,可减少至 50s;水位暴涨暴落或有水草等漂流物影响时,可减少至 20s;流速较小时,应至少延长至流速仪第四个信号。

7.3.1.3 感潮河段应每整点观测 1 次,连续观测不应少于 26h,涨落急和转流时应每 30min 测一次。

7.3.1.4 定点流向应与定点流速同时测定,宜按 5s ~ 10s 的等时距读记方位角,并取其均值。

7.3.2 采用 ADCP 观测除应满足第 6 章相关规定外,还应符合下列规定。

7.3.2.1 采用走航式 ADCP 进行断面观测时船速不宜大于 1.5 倍的断面平均流速。

7.3.2.2 流量相对稳定时,应进行两个测回断面流量测量,取平均值作为实测流量值;短时间内流量变化较大时,可测量一个测回,特殊情况可只测半测回。

7.3.3 采用解析法计算断面流量时,应测量流向偏角,其大于 10° 时,应进行测点流速改正。

7.3.4 各相关控制断面流量闭合差,非感潮河段应小于 5%,感潮河段应小于 7%。

7.3.5 采用浮标法进行流量观测时,应设置平行于测流断面的上、下辅助断面,其间距可取河段平均流速的 20 ~ 50 倍的整米数。浮标宜按河宽均匀分布。

7.3.6 采用浮标法进行流量观测时,应计算浮标系数;浮标系数可通过流速仪法测流和

浮标法测流比测试验计算。

7.4 内业整理

7.4.1 表面流速、流向内业整理应符合第 6.4.1.2 款的规定。

7.4.2 定点流速、流向观测成果应包括下列内容：

- (1)测站位置示意图；
- (2)流速、流向成果表；
- (3)流速、流向特征值；
- (4)流速、流向过程线图；
- (5)感潮河段各层和垂线平均流速流向矢量图。

7.4.3 ADCP 流速、流向数据整理应符合第 6.4.2 条规定。

7.4.4 ADCP 实测流量成果应包括水位、断面面积、水面宽、断面平均流速、断面最大流速、平均水深、最大水深等。

7.4.5 解析法计算断面流量应符合下列规定。

7.4.5.1 计算岸边或静水边部分流量时,其平均流速可取距岸边或静水边最近的垂线平均流速乘以改正系数,改正系数宜按表 7.4.5 选用。

表 7.4.5 改正系数

边界类别		系数
斜坡岸边		0.7
陡岸边	不平整	0.8
	光滑	0.9
静水与流水交界处		0.6

7.4.5.2 计算水位应取测流时段的平均水位,水位变幅较大时可取其实时水位。

7.4.5.3 回流流量不大于顺流流量 2% 时,回流可作静水处理;大于 2% 时,应计算回流流量。

8 泥沙测验和底质探测

8.1 一般规定

8.1.1 泥沙测验和底质探测包括悬移质测验、推移质测验、浮泥测验、底质取样及分析等。

8.1.2 悬移质测站定位精度沿海应符合第 6.2.1 条要求,内河应符合第 7.1.4.6 款要求。推移质和底质取样点定位精度应为 5m,浮泥观测定位精度应符合现行行业标准《水运工程测量规范》(JTS 131)的有关规定。

8.1.3 各种测验取样点测深精度应符合现行行业标准《水运工程测量规范》(JTS 131)的有关规定。

8.2 悬移质测验

8.2.1 悬移质测验垂线应布置在能反映水体含沙量变化的位置,宜与测流垂线重合且同步进行。输沙量测验断面宜与测流断面相同。垂线布置应符合下列规定。

8.2.1.1 垂线数量应满足控制含沙量横向转折变化的要求。

8.2.1.2 主流稳定、底质稳定的断面,垂线位置宜同流速测量垂线重合。

8.2.2 沿海及感潮河段宜进行不同季节、不同潮期、连续多天或大风天气下的观测,宜与流速观测同步;内河应在洪、中、枯水期适当分布测次。

8.2.3 采用积深法和积点法进行悬移质取样应符合下列规定。

8.2.3.1 积深法取样根据水深、含沙量、流速情况及其他要求,可采用单程积深或双程积深均匀采集垂线上的水样。

8.2.3.2 测流垂线分三层以上时,积点法宜在垂线表、中、底三层位置取样。特殊需要时,取样位置宜分别与第 6.2.4 条、第 7.1.4.5 款测点位置相同。

8.2.3.3 悬移质取样器宜采用瓶式取样器或横式取样器。含沙量较大时,取水量不应少于 500ml;含沙量较小时,取水量不应少于 1000ml。

8.2.4 采用浊度仪测定悬移质应满足下列要求。

8.2.4.1 浊度仪量程应与测区含沙量相适应。

8.2.4.2 浊度仪应利用现场水样和沙样进行率定,绘制含沙量浊度率定曲线;率定范围应与实测范围一致,率定系数相关度应大于 0.9。

8.2.4.3 浊度仪的深度测量误差应不超过 $\pm 0.2\text{m}$ 。

8.2.4.4 沿海和内河垂线测点位置应采用第 6.2.4 条和第 7.1.4.5 款的规定。

8.2.5 观测期间应观察和记录测站附近悬移质的突变情形,并应分析其对观测结果的

影响。

8.2.6 悬移质颗粒分析时应在同一垂线上采集水样,沿海和感潮河段应采集涨急、落急、涨憩、落憩时的水样。

8.3 推移质测验

8.3.1 沿海推移质取样点的选设应符合下列规定。

8.3.1.1 观测海流引起的推移质运动,应在移动范围内选设 2~3 个取样点,其点位可与悬移质取样点相同。

8.3.1.2 观测沿岸流引起的推移质移动,应在推移质移动范围内垂直沿岸流方向设置 2~3 个取样点。

8.3.1.3 观测波浪作用引起的推移质移动,应在波浪破碎带内垂直波峰线方向,设置 2~3 个推移质取样点。

8.3.2 沿海推移质取样应符合下列规定。

8.3.2.1 根据推移质数量不同,取样历时宜取 3min~5min,沙样不应少于 50g~100g;推移质较多时取样历时不应少于 1min;沙样量过少时,可适当延长取样历时。

8.3.2.2 取样时应同步测流。观测波浪作用引起的推移质移动时,还应同步观测波浪。

8.3.2.3 推移质样品应标识沙样编号、取样位置、日期、时间和投放器的磁方位与水深等。

8.3.3 内河推移质取样断面的垂线数应按推移带宽确定,不宜少于 5 条,并宜与悬移质垂线重合,强推移带宜适当加密。

8.3.4 内河推移质取样应符合下列规定。

8.3.4.1 取样测次宜安排在洪水期,并能反映推移质输沙率的变化过程,满足查明不同水流条件下单宽输沙率、颗粒级配的沿河宽分布、底沙输移带和强度的需要。

8.3.4.2 内河推移质采样可采用推移质采样器进行,沙质推移质每条垂线上,取样历时宜取 3min~5min,泥沙移动很慢时,不宜大于 10min;卵、砾石推移质取样历时宜取 5min~15min,每条垂线上应取 2 次以上,取其平均值。每个断面测量总时间应符合表 8.3.4 规定,采样器样式见附录 E。

表 8.3.4 推移质断面测验总历时

推移过程(d)	>3	1~3	<1
断面测验总时间(h)	≤4.0	≤3.0	≤1.5

8.3.4.3 同一垂线上,采样器被样品装满、重复取得的泥沙相差 3 倍以上或仪器受到扰动而影响采样时,应重取。

8.3.4.4 推移质测验时应同步进行断面水位、比降、垂线流速和水深测量。

8.3.5 推移质移动边界应采用试探法测定或根据实测资料分析确定。

8.4 底质探测

8.4.1 底质探测可采用水底取样、打印、浅地层剖面仪、钻探以及坑探等方法。底质采样

器样式见附录 E;对于采集的底质样品,记录格式应符合附录 F 的规定。采用浅地层剖面仪探测底质时,应结合已有钻孔地质资料进行底质分类、划分分布区域、确定测点间距;使用浅地层剖面仪应符合附录 G 的规定。

8.4.2 沿海底质取样密度应根据海岸地貌特征和工程需要确定。

8.4.3 沿海底质取样可采用蚌式采样器或柱状取样器。取样数量应以满足所采用的泥沙粒径分析方法所需的沙重为原则,每点采样量不宜少于 500g。

8.4.4 内河底质取样应符合下列规定。

8.4.4.1 取样点应能控制床沙级配的横向变化,宜与已有的悬移质和推移质取样垂线重合。

8.4.4.2 采用水底打印探测时,测点宜选择泥沙测验断面上的垂线位置,也可沿河流方向布设成 Z 形;锚地、航道及不同沉积物等底质复杂的水域,宜每间隔 300m ~ 800m 布设一点,其他水域宜每 2km ~ 5km 布设一点。

8.4.4.3 枯水季节采用坑探法,取样点宜布设在泥沙测验断面垂线上,未受非自然因素破坏或无特殊堆积形态的地点;其平面尺寸与分层深度应满足表 8.4.4 的要求。

表 8.4.4 坑探法平面尺寸与分层深度

粒径 (mm)	平面尺寸 (m)	分层深度 (m)	坑的总深度 (m)
< 50	0.5 × 0.5	0.1	0.3
50 ~ 200	0.75 × 0.75	0.2	0.6
> 200	1.0 × 1.0	0.3	0.9
	1.5 × 1.5	0.4	1.2

8.4.5 内河底质取样样品质量应满足表 8.4.5 的要求。

表 8.4.5 取 样 样 品 质 量

沙样粒径组成 (mm)	样品质量 (g)
样品全部不大于 2.0	50 ~ 100
大于 2.0 的样品质量小于样品总质量的 10%	100 ~ 200
大于 2.0 的样品质量占样品总质量的 10% ~ 30%	200 ~ 2000
大于 2.0 的样品质量大于样品总质量的 30%	2000 ~ 20000
样品全部大于 2.0	> 20000

8.5 浮 泥 测 验

8.5.1 浮泥测验内容应包括不同密度的浮泥厚度及其平面分布。

8.5.2 浮泥测验可采用密度计法、取样法和双频测深仪与密度计相结合的方法。

8.5.3 采用密度计观测应满足下列要求：

- (1) 对密度计进行室内率定；
- (2) 观测前对密度计进行现场测深校正。

8.5.4 采用取样法观测浮泥应符合下列规定。

8.5.4.1 对浮泥应均匀分层采样。

8.5.4.2 采样量不应小于 200ml。

8.5.5 采用双频测深仪与密度计相结合观测应满足下列要求：

- (1) 双频测深仪低频频率不大于 33kHz；
- (2) 测深结果采用密度剖面进行校正。

8.6 内业整理

8.6.1 泥沙测验分析方法应满足设计需要,并应符合相应实验规程的规定。

8.6.2 悬移质样品称重天平精度不应低于 1/1000;量水样容积读数误差不应超过水样容积的 $\pm 1\%$ 。

8.6.3 泥沙粒径分析宜采用下列方法：

- (1) 粒径大于 0.1mm 颗粒,采用筛分分析法；
- (2) 粒径小于 0.1mm 和悬液浓度为 1.5% ~ 3.0% 的颗粒,采用比重计法,不能使用干沙分析；

(3) 现场筛分适用于 2mm、8mm、16mm、32mm、64mm 的颗粒分析,当分组筛的孔径不能控制级配曲线变化时加密粒径分划;对粒径大于 64mm 的样品直接量取直径;粒径小于 2mm 的颗粒,采用粒度仪分析。

8.6.4 悬移质测验内业整理应符合下列规定。

8.6.4.1 样品宜采用过滤烘干法或直接烘干法处理,作业要求应符合附录 H 的规定。

8.6.4.2 粒径分析应符合第 8.6.3 条的规定。

8.6.4.3 悬移质测验内业整理应绘制取样点位图,编制垂线实测整点分层含沙量表,计算垂线平均含沙量,统计分层及垂线含沙量特征值和粒径。

8.6.5 推移质测验和底质探测内业整理应符合下列规定。

8.6.5.1 样品烘干处理后,各分组质量之和与总质量的差应小于总质量的 3%。

8.6.5.2 粒径分析方法应符合第 8.6.3 条的规定。

8.6.5.3 推移质测验数据整理应绘制取样站位图和沉积物粒度分布图。内河还应绘制断面平均颗粒级配和分布范围图。

8.6.5.4 底质探测数据整理后宜绘制取样站位图,统计底质分类、平均粒径、中值粒径,沿海底质探测还应绘制沉积物粒度分布图、底质类型图、中值粒径分布图。

8.6.6 浮泥测验数据整理应符合下列规定。

8.6.6.1 浮泥密度测定相对误差不应超过 $\pm 1\%$ 。

8.6.6.2 浮泥厚度应以浮泥层密度下界面深度计算。

8.6.6.3 浮泥测验数据整理后应绘制垂线密度分布曲线、浮泥厚度分布图。

9 水温、盐度和冰情观测

9.1 一般规定

- 9.1.1 水温、盐度观测应结合流速、流向观测进行。有特殊需要时,可进行定点观测。
- 9.1.2 沿海和内河水温、盐度观测点定位精度应分别符合第 6.2.1 条和第 7.1.4.6 款的规定。

9.2 水温观测

- 9.2.1 水温可采用颠倒水温计或 CTD 观测,观测方式可采用定点观测或走航式观测。
- 9.2.2 水温观测分层方式应与流速、流向观测的分层方式相同。
- 9.2.3 沿海和感潮河段水温宜每 2h 观测一次,内河宜每天观测一次。
- 9.2.4 水温观测应记录观测点位置和观测时间。
- 9.2.5 利用 CTD 观测水温时,设备安装、比对、外业施测应符合附录 J 的规定。
- 9.2.6 水温观测的允许误差应为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

9.3 盐度观测

- 9.3.1 盐度观测可采用盐度计法在室内测定,也可利用 CTD 直接测定。采用盐度计观测时,其取样应符合下列规定。
 - 9.3.1.1 取样量不应少于 500ml,并应密封样品。
 - 9.3.1.2 取样点位、垂线点位、时间和取样时温度应标记在样品上。
 - 9.3.1.3 盐度测定应选在高、低潮或每 2h 测取一次。
 - 9.3.1.4 盐度观测位置和垂线测点分布应根据需要确定。
- 9.3.2 盐度分析时的样品温度应与标准水样温度一致。
- 9.3.3 利用 CTD 进行盐度观测时的设备安装、比对、外业施测应符合附录 J 的规定。
- 9.3.4 盐度测量的允许误差应为 ± 0.2 。

9.4 冰情观测

- 9.4.1 海冰观测内容应包括流冰和固定冰的范围、冰量、冰密集度、冰型、冰表面特征、冰状、冰漂流的方向和速度、冰区边缘线和冰厚、抗压强度、冰的温度、水上建筑物处冰堆积高度和堆积量等。
- 9.4.2 冰的观测应于每日 8 时和 14 时进行,冰的厚度、冰的温度观测和冰情图测绘应于每月的 5、10、15、20、25 日和月末日的 8 时进行一次。

9.4.3 海冰冰情观测应符合下列规定。

9.4.3.1 冰量观测应只记录海冰覆盖面积占该区域总面积的整成数,再按流冰和固定冰覆盖面积分别记录。

9.4.3.2 冰密集度观测的记录方法应与冰量记录方法相同。浮冰区域内有超过其面积一成以上的完整水域时,该水域不应作为浮冰分布海域。

9.4.3.3 冰型观测应按冰量从多到少依次以符号记录。冰量相同时,可按厚度大小的顺序记录;冰区内有多种冰型同时出现时,每次观测记录不宜多于3种。

9.4.3.4 冰表面特征观测应按冰量从多到少依次以符号记录。冰量相同时,宜按重叠冰、平整冰、冰脊、冰丘和覆雪冰的顺序记录。每次观测记录不宜多于3种。

9.4.3.5 冰状观测应按冰量从多到少依次以符号记录。冰量相同时,宜按巨冰盘、大冰盘、中冰盘、小冰盘、冰块和碎冰的顺序记录。每次观测记录不宜多于3种。

9.4.3.6 冰漂流的方向和速度观测应在测船锚定后进行,并应选择具有代表性的冰块作为观测目标,应记录平均和最大冰漂流的速度和方向。

9.4.3.7 冰区边缘线观测选定的边缘线特征点不应少于3个,且不应将远离冰区的少量冰块选作特征点。

9.4.3.8 流冰厚度观测应捞取3块以上冰块分别量取其厚度,并应取其平均值作为冰厚观测值。固定冰的厚度观测宜用钻孔方法进行,在垂直岸的方向布置代表基线,选取2~5个观测点,用钻孔方式量测其厚度,并记录观测点位置,观测值记录至0.01m。

9.4.3.9 海冰温度观测应选择较厚的海冰,用冰钻钻孔,仪器感应部位插入冰层的深度不应小于50mm,并应避免和空气接触,应在感温5min后读数。

9.4.3.10 海冰的单轴抗压强度应测试三次,取其平均值作为海冰的平均抗压强度。

9.4.3.11 冰的堆积高度、宽度和堆积量应选择3块~5块有代表性的堆积体量测。水上建筑物处出现冰堆积体时,应量测最大的堆积高度和堆积量。高度、宽度记录至0.1m。有条件时,可采用航测或遥感方式进行。

9.4.4 河冰冰情观测应包括下列内容:

- (1)基本项目包括冰情目测、冰情图测绘、固定点冰厚测量和河段冰厚测量;
- (2)专用项目包括冰流量测量、水内冰观测、冰塞和冰坝的观测;
- (3)辅助项目包括气温、水温、风向、风速和天气状况观测等。

9.4.5 河冰冰情观测项目及站位确定应符合下列规定。

9.4.5.1 冰情目测和固定点冰厚测量应在所有相关的水文站进行。对于仅有较薄岸冰或冰厚无代表性的测站和冰厚资料使用价值不大或历年出现连底冻的小河可只进行冰情目测。

9.4.5.2 冰情图测绘和河段冰厚测量可在大、中河流指定部分水文站进行。

9.4.5.3 专用项目观测应在专门指定的水文站或河段上进行。

9.4.5.4 辅助项目观测应在冰情观测有相应要求时进行。

9.4.6 冰情观测的方法和其他技术要求可参照国家现行标准《海滨观测规范》(GB/T 14914)和《河流冰情观测规范》(SL 59)的有关规定执行。

9.5 内业整理

9.5.1 对于 CTD 采集数据的整理,记录格式应符合附录 K 的规定。

9.5.2 温度、盐度和深度应选取 CTD 下放过程中的观测数据计算,并以上升过程中的观测数据作为参考值。

9.5.3 整理 CTD 观测记录资料时,温度、盐度和深度观测值应先按测前比对结果进行改正,剔除粗差,建立按深度递增的温度、盐度序列。

9.5.4 温度、盐度观测数据整理应编制温度、盐度报表,绘制温度、盐度随时间和深度变化的过程线。

9.5.5 冰情观测数据整理应满足下列要求:

(1) 编制海冰观测的冰量、冰密集度、冰型、冰表面特征、冰状、冰漂流的方向和速度、冰厚、抗压强度、冰温度和冰堆积高度报表;

(2) 编制河冰观测的冰厚、水内冰、冰塞和冰坝报表,绘制河段冰厚纵、横断面图;

(3) 绘制冰情图。

9.5.6 冰情图绘制应满足下列要求:

(1) 对照前几次测绘的冰情图,检查冰情变化是否合理,不合理时分析修正或重新补测;

(2) 注明测绘时间、水位、天气状况、风向风力、气温等。

10 断面测量

10.0.1 断面位置布设应符合下列规定。

10.0.1.1 水文断面布设应与第 6.1.1 条和第 7.1.4 条的要求相一致。

10.0.1.2 水深断面布设应根据工程需要确定。

10.0.2 断面测量宜先布设基线,基线的布设应满足下列要求。

10.0.2.1 基线点可利用已有地形图中的明显地物点或实地埋设,基线点和固定断面桩应埋设永久性标志,并测定其坐标和高程。

10.0.2.2 基线宜垂直于断面,其中一个基线点宜在断面上。

10.0.2.3 基线长度应不小于河宽的 0.6 倍,且为 10m 的整倍数,往返测量不符值不应大于 $1/1000$ 。

10.0.3 水文断面应标定起止位置和方位,有条件的地区宜埋设断面桩。当前后桩设在同一岸时,两桩间距不应小于作用距离的 $1/12$ 。

10.0.4 断面的水域部分测量宜在波浪较小的天气进行,四级风以上或波高超过 0.5m 时应停测。

10.0.5 断面的陆域部分测量定位中误差不应超过图上 $\pm 0.8\text{mm}$,断面的水域部分测量定位中误差应满足 1:2000 测图的定位中误差要求。

10.0.6 断面测量的陆域测点高程中误差不应超过 $\pm 0.1\text{m}$,水域不应超过 $\pm 0.2\text{m}$ 。

10.0.7 对于断面的水域部分测量的实测线偏离设计断面线的尺度,水底平坦水域不应大于 10m;起伏较大的水域不应大于 5m。偏离测点不得连续出现 3 个。

10.0.8 断面的水域部分应至少往返测量一次,各次测量结果应按比例展绘。

10.0.9 内河断面应测至最高洪水位以上 1m 或防洪堤堤顶,建筑物密集的地区,宜测至建筑物边缘;沿海断面应测至岸线。

10.0.10 断面测点间距不应大于图上 10mm,陆域部分不应遗漏特征点。水域部分漏采的特征点可从测深记录纸上内插量取。

10.0.11 断面测量时,水域和陆域交接部分至少应有一个重合点。

10.0.12 横断面图绘制应符合下列规定。

10.0.12.1 绘制断面图前,应将水域和陆域观测成果换算成统一的起点距,并应归算至同一高程基准。

10.0.12.2 对以研究冲淤变化为观测目的的断面图,绘制比例尺应与历年一致,同一断面的各测次测量结果应用不同线划或不同颜色绘在同一断面图上。

10.0.12.3 用图解法绘制断面图时,偏离断面不大于图上 0.8mm 的测点,可取测点垂直于断面线的垂足作为测点位置。

10.0.12.4 纵横比例尺应根据断面长度和深度确定,可采用表 10.0.12 的序列。

表 10.0.12 断面图纵横比例

横比	1:10000	1:5000	1:2000	1:1000	1:500
纵比	1:200	1:200	1:200	1:100	1:100

注:特殊需要时,纵横比例尺也可根据断面特征确定..

10.0.13 航道开发和渠化规划的纵断面测量应测定河谷线、瞬时水面线、中泓线、岸线和洪水位线;并应根据测得资料选用合适的纵横比例尺,绘制该河段的纵断面图。

10.0.14 纵断面图可利用已有的航道图、航行图、水道图、横断面图和有关河段的水文资料绘制。

11 气象观测

11.1 一般规定

11.1.1 拟建设的港口与航道周边区域无气象观测站时,应在工程区域建立长期气象观测站;周边区域有长期气象观测站时,应在工程区域建立临时气象站或长期气象观测站,临时站观测时间不宜少于一年。

11.1.2 陆域观测站应设置在四周空旷、平坦、气流畅通并避免局部地形和障碍物影响的地方,观测站面积不宜小于 $25\text{m} \times 25\text{m}$,受地形、建筑物或平台条件限制可适当减小。水域观测站宜设置在突出构筑物上。

11.1.3 气象观测频次应符合下列规定。

11.1.3.1 使用自动观测设备应进行连续观测,风、气温、相对湿度和降水量应每 1min 测记一次,有效能见度应每整点测记一次。

11.1.3.2 采用人工观测时,风、气温、相对湿度应于每日整点观测,降水量应于每日 20 时进行观测,有效能见度应于每日 8、14、20 时进行观测,北方冬季采用目测法观测有效能见度时,最后一次可适当提前,并在记录中注明。

11.1.4 气象观测宜采用自动观测仪,使用过程中 30d 宜至少校对时间一次。

11.2 风的观测

11.2.1 风应采用风速风向仪观测,风速风向仪传感器安装应符合下列规定。

11.2.1.1 陆上观测站,传感器宜安装在塔架上,并装有避雷针,其距地面高度宜为 $10\text{m} \sim 12\text{m}$;安装在平台上时,距平台面宜为 $6\text{m} \sim 8\text{m}$,且距地面高度不得低于 10m 。

11.2.1.2 水上观测站,传感器应安装在高于平均海平面以上 10m 处。

11.2.1.3 水文观测期间需要水面风观测时,传感器宜安装于船舶的顶部,距水面的高度不应低于 5m ;采用手持式风速仪观测时,观测点应在船首,传感器距水面的高度不应低于 3m 。

11.2.2 风观测内容和观测记录应符合下列规定。

11.2.2.1 风的观测内容应包括各整点的平均风速、风向,日最大风速、风向及出现的时间,日极大风速、风向及出现的时间,以及瞬时风速大于或等于 17m/s 的起止时间等。

11.2.2.2 风速不大于 5m/s 时,观测误差不应超过 $\pm 0.5\text{m/s}$,风速大于 5m/s 时,观测误差不应超过观测均值的 $\pm 5\%$ 。风向观测误差不应超过 $\pm 5^\circ$ 。

11.2.2.3 风速仪观测应测记瞬时、10min 平均和整点的风速、风向值。

11.2.2.4 风速记录应记录至 0.1m/s ,风向记录应记录至 1° 。

11.2.2.5 风速仪观测应按下述方法进行：

- (1) 每 3s 采集一次,并将合成的风速和风向作为瞬时风速和相应风向；
- (2) 计算和记录以一分钟为间隔的平均风速与相应风向；
- (3) 连续采样 10min,计算风程和相应风向的平均值作为该 10min 结束时刻的平均风速与相应风向；
- (4) 将整点前 10min 的平均风速和相应风向,作为该整点的风速和相应风向值。

11.2.2.6 水文观测期间用目测法观测风速风向时,可采用罗盘测量风向,风速估算应符合表 11.2.2 的规定。

表 11.2.2 目测法风速估算表

风级	名称	风速 (m/s)	海面状态	陆上征象
0	无风	0 ~ 0.2	海面如镜	静止,烟直上
1	软风	0.3 ~ 1.5	鱼鳞状涟、没有浪花	飘烟能表示风向,但风向标尚不能转动
2	轻风	1.6 ~ 3.3	小波,波长尚短,但波形显著	人面部感觉有风,树叶有微响,风向标能转动
3	微风	3.4 ~ 5.4	较大的小波,波峰开始破碎	树叶与嫩枝摇动不息,旌旗能展开
4	和风	5.5 ~ 7.9	小浪,波长变长,白浪成群出现	灰尘和碎纸扬起,小树枝摇动
5	劲风	8.0 ~ 10.7	中浪,具有较显著的长波形状	有叶的小树开始摇摆,内陆水面形成小波浪
6	强风	10.8 ~ 13.8	大浪开始形成,波峰带有白色浪花	大树枝摇动,电线有哨声,打伞困难
7	疾风	13.9 ~ 17.1	大浪,碎浪的白色浪花被吹成条纹状	全树摇动,迎风行走感到不便
8	大风	17.2 ~ 20.7	较长的中长浪,波峰开始破碎成浪花	树枝折断,人前行感觉有阻力
9	烈风	20.8 ~ 24.4	狂浪,白浪花条纹,飞沫影响能见度	发生轻微的建筑破坏
10	狂风	24.5 ~ 28.4	狂涛,波峰而翻卷	内陆少见,树木连根拔起,多数建筑物损坏
11	暴风	28.5 ~ 32.6	异常狂浪,大片白浪花完全覆盖着海面	极少遇到,伴随着广泛的破坏
12	飓风	大于 32.6	空气中充满了白色的浪花和飞沫	

11.2.3 除水文观测期间测记整点风速风向外,风观测资料的整理应满足下列要求：

- (1) 按风向统计时、日、月的平均风速；
- (2) 挑选日、月、年最大风速、风向；
- (3) 挑选日、月、年极大风速、风向；
- (4) 记录瞬时风速大于或等于 17.0m/s 风况的历时过程；
- (5) 按 16 个方位统计特征值,绘制风玫瑰图；
- (6) 按附录 L 格式编制风观测月报表。

11.3 能见度观测

11.3.1 能见度观测内容应包括有效能见度和起止时间,观测误差不应超过观测均值±10%。

11.3.2 能见度观测可采用自动仪器或目测方法进行。观测点宜与风观测点相同,有效能见度传感器应安装在牢固的基座上,并朝向重点观测的水面。

11.3.3 采用仪器观测时,每3s应采样一次,连续采样3min,应以整点前3min的平均值作为整点的有效能见度,记录至0.1km,不足0.1km时,记为“0”。

11.3.4 采用目测法观测应符合下列规定。

11.3.4.1 有目标物目测能见度时,能见度判定应满足下列要求:

- (1) 目标物的颜色,细微部分清晰可辨时,有效能见度为该目标物距离的5倍以上;
- (2) 目标物的颜色、细微部分隐约可辨时,有效能见度定为该目标物距离的2.5倍到5倍;
- (3) 目标物的颜色、细微部分很难分辨时,有效能见度定为大于目标物的距离,但不超过该目标物距离的2.5倍。

11.3.4.2 无目标物目测能见度时,能见度判定应满足表11.3.4的要求。

表 11.3.4 水面有效能见度参照表

水天交界线清晰度	水面有效能见度(km)	
	眼高出水面小于等于7.0m	眼高出水面大于7.0m
十分清楚	>50	
清楚	20~50	>50
勉强可以看清	10~20	20~50
隐约可辨	4~10	10~20
完全看不清	<4	<10

11.3.4.3 每次观测应作详细记录,其内容应包括观测位置、观测时间、观测结果,并注明观测时是否有雾和降雨等气象特征。

11.4 气温、湿度和降水量观测

11.4.1 气温、湿度和降水量观测内容应包括温度、相对湿度、日最高最低温度、最小相对湿度和日降水总量,并应满足下列要求:

- (1) 气温的单位为摄氏度(℃),观测允许误差为±0.2℃;
- (2) 相对湿度以百分率(%)表示,相对湿度大于80%时,观测允许误差为±8%,相对湿度小于或等于80%时,观测允许误差为±4%;
- (3) 降水量的单位为mm,日降水量大于10.0mm时,观测允许误差为±4%;日降水量小于或等于10.0mm时,观测允许误差为±0.4mm。

11.4.2 温度传感器、相对湿度传感器和雨量器的安装应符合下列规定。

11.4.2.1 温度传感器、相对湿度传感器应安装在观测场箱门朝北的百叶箱内,传感器

中心部位距地面高度应为 1.5m, 避开阳光直接照射和周边其他热源的辐射影响, 并应保持空气流通。

11.4.2.2 雨量器应安装在观测场内, 缘口水平距地面高度应为 0.7m。

11.4.2.3 观测场内仪器的安装高度应为北高南低顺序排列, 东西排列成行。仪器之间南北间距不应小于 3m, 东西间距不应小于 4m, 仪器距围栏不应小于 3m。

11.4.3 气温和湿度观测时, 每 3s 应采样一次, 连续采样 1min, 应以整点前 1min 的平均值, 作为整点的空气温度和相对湿度值。空气温度应记录至 0.1℃, 相对湿度记录应记录至整数; 对于采用干、湿球方法自动观测相对湿度的观测站, 在冬季结冰期间可停止相对湿度的观测。

11.4.4 降水量观测时, 应连续采样, 每 1min 记录一次, 计算降水量值。24 小时降水量的合计值为日降水量。降水量记录应记录至 1mm。无降水时, 降水栏可空白; 降水量不足 0.05mm 时, 记为“0.0”。出现纯雾、露、霜、雾淞、吹雪时, 可不观测降水量, 按无降水记录。

11.4.5 从每日记录的 1min 空气温度值和相对湿度值中, 应挑选出日最高最低空气温度和日最小相对湿度记录在报表中。

12 航迹观测

12.0.1 航迹观测宜选择与航道等级相匹配的代表船型为观测船。

12.0.2 航迹观测可分为单迹观测和双迹观测;大型船舶和船队宜进行双迹观测,中、小型船舶可采用单迹观测。

12.0.3 航迹观测的航线应根据需要布设。

12.0.4 航线定位间距不宜超过图上 30mm,定位允许误差应为图上 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

12.0.5 单迹观测宜测定船中部的固定目标。

12.0.6 单船舶双迹观测应同步测定船首和船尾两固定目标;船队双迹观测应同步观测头船的船首固定目标和尾船的船尾固定目标。其观测方法应符合附录 M 的规定。

12.0.7 采用全站仪、经纬仪和平板仪进行航迹观测交会定位时,仪器对中允许误差应为图上 $\pm 0.05\text{mm}$ 。定位过程中及结束后宜对起始方向进行校核,方向校核较差不应超过 $1'$,超限时应改正或重测。

12.0.8 采用 RTK 定位时应满足现行行业标准《水运工程测量规范》(JTS 131)的技术要求。

12.0.9 航迹观测宜同时观测水位、流速流向、比降,测定航标及水沫线。记录施测日期、历时。

12.0.10 航迹观测数据整理应符合下列规定。

12.0.10.1 外业结束后,应对观测数据进行粗差检查。

12.0.10.2 采用交会法定位应进行坐标计算;采用 RTK 定位应进行数据整理。

12.0.10.3 观测资料的校对可用多余观测数据进行,也可采用船体首尾瞄准点实际长度与测量数据进行比较,其较差不应大于图上 3.0mm。

12.0.11 航迹图的绘制应符合下列规定。

12.0.11.1 单航迹图应绘制航迹线,并应标明观测时间、历时、水位、测区内航标和近期河床轮廓地形。

12.0.11.2 双航迹图的绘制应符合第 M.0.3 条的规定。

附录 A 观测任务书、技术设计书 和技术报告内容

A.1 观测任务书

A.1.1 观测任务和测区情况应包括下列内容:

- (1) 工程名称、任务来源、所在地点、施测范围、观测目的和观测项目、计划施测日期;
- (2) 采用的技术标准、规范和其他技术文件;
- (3) 原有技术资料和精度。

A.1.2 主要技术要求应包括下列内容:

- (1) 对平面控制、高程控制及水位控制等旧有成果的检查、校核等技术要求;
- (2) 对观测项目的主要技术要求;
- (3) 对观测资料整理的主要技术要求。

A.1.3 观测任务书应列明提交的资料和时间。

A.2 观测技术设计书

A.2.1 概述部分应简述任务要求、依据的标准,测区航行条件、避风锚地、通信联络、气象、物资供应、生活补给等说明,人员组织、仪器及车船配置,观测实施进度计划。

A.2.2 技术设计应符合下列规定。

A.2.2.1 水位观测应包括下列内容:

- (1) 采用的水位观测基准,以及已有资料与 1985 国家高程基准、平均海面、深度基准面等基面的关系;
- (2) 采用的水位站类别,水准点等级,水位站布设的数量、站址和有效控制范围;
- (3) 水尺零点联测方法,采用的仪器和检验要求、水准路线和拟达到的精度;
- (4) 水位观测方法和采用的仪器,水位观测数据检校方法。

A.2.2.2 波浪观测应包括下列内容:

- (1) 波浪观测点的选设;
- (2) 观测使用的仪器及其安装,检验方法;
- (3) 波浪及相关水文要素的观测、记录方法和数据下载方式;
- (4) 数据处理和资料整理方法;
- (5) 任务委托书中的特殊要求和作业方法。

A.2.2.3 沿海流速、流向观测应包括下列内容:

- (1) 观测潮期的选择,时间安排;

- (2) 导航定位设备测试及定位参数测定;
- (3) 观测垂线布设;
- (4) 观测方法、采用的仪器设备及检校要求;
- (5) 数据处理方法;
- (6) 异常情况出现的预防措施。

A.2.2.4 内河流速、流向和流量观测应包括下列内容:

- (1) 观测时间选择;
- (2) 导航定位参数测定;
- (3) 观测断面和垂线的布设;
- (4) 观测方法、采用的仪器设备及检校要求;
- (5) 数据处理方法;
- (6) 异常情况出现的预防措施。

A.2.2.5 泥沙测验和底质探测应包括下列内容:

- (1) 泥沙测验断面和底质取样点的布设及时间计划;
- (2) 导航定位设备测试及定位参数测定;
- (3) 采用的泥沙测验和分析仪器设备;
- (4) 样品处理和数据整理方法;
- (5) 工作检查和质量保证措施。

A.2.2.6 水温、盐度和冰情观测应包括下列内容:

- (1) 导航定位设备测试及定位参数测定;
- (2) 观测方法及采用的仪器设备;
- (3) 观测数据的记录、整理和统计方法。

A.2.2.7 断面测量应包括下列内容:

- (1) 陆域、水域断面的布设;
- (2) 断面测量的仪器及检验、校准方法;
- (3) 断面测量的方法;
- (4) 内业整理及断面图绘制技术要求。

A.2.2.8 气象观测应包括下列内容:

- (1) 气象观测站位的选设;
- (2) 观测仪器检验及校准方法;
- (3) 观测数据的记录、存储、整理和统计要求;
- (4) 异常情况出现的预防措施。

A.2.2.9 航迹观测应包括下列内容:

- (1) 航迹观测线的布设;
- (2) 代表船型的确定;
- (3) 观测方法和观测时间的确定,观测的仪器及其检核方法;
- (4) 相关要素资料的获取;

(5) 数据整理和航迹图的绘制方法。

A.3 观测技术报告

A.3.1 总述应对观测工作完成情况进行阐述。

A.3.2 水文观测工作的技术总结应符合下列规定。

A.3.2.1 水位观测应包括下列内容：

- (1) 利用已有水准控制点情况,包括成果等级、高程系统、基准面关系等;
- (2) 所用仪器的检验和校准情况;
- (3) 水准路线布设形式,选点、埋石等情况,水尺零点引测及校核结果;
- (4) 水位站布设、基准面的确定方法和各基准面间的关系;
- (5) 水位观测方法、数据处理及精度统计;
- (6) 提交的水位图表、过程线、特征值等资料。

A.3.2.2 波浪观测应包括下列内容：

- (1) 波浪观测点的布设;
- (2) 观测仪器安装及检验;
- (3) 观测数据获取及观测精度;
- (4) 数据整理、计算、统计和图表绘制方法。

A.3.2.3 沿海流速、流向观测应包括下列内容：

- (1) 测流断面和测流垂线的布设及定位情况;
- (2) 观测仪器的安装、检验、测试情况;
- (3) 流速、流向观测成果及结论;
- (4) 异常情况处理结果和说明。

A.3.2.4 内河流速、流向和流量观测应包括下列内容：

- (1) 流速、流向观测仪器的安装、检验、测试情况;
- (2) 表面流和定点流观测方法、测线布设、测点定位方法、定位精度;
- (3) 流量观测方法,测流断面和测流垂线的布设;
- (4) 流速、流向和流量观测成果结论;
- (5) 异常情况处理结果和说明。

A.3.2.5 泥沙测验和底质探测应包括下列内容：

- (1) 悬移质、推移质和底质的采集设备及取样方法;
- (2) 泥沙和底质的观测成果及结论;
- (3) 浮泥密度测验和导航定位情况;
- (4) 测验成果及质量控制情况。

A.3.2.6 水温、盐度和冰情观测应包括下列内容：

- (1) 观测垂线布设及定位情况;
- (2) 观测方法及采用的仪器设备;
- (3) 观测数据的整理、统计方法及成果。

A.3.2.7 断面测量应包括下列内容：

- (1) 利用旧有控制点情况,包括成果精度、等级、坐标系统、高程系统、投影带、利用数量、标石类型的完好情况;
- (2) 仪器的检验和校准情况;
- (3) 断面布设及测量的方法;
- (4) 断面数据计算及断面图绘制。

A.3.2.8 气象观测应包括下列内容：

- (1) 气象要素的观测情况;
- (2) 观测仪器检验及校准方法;
- (3) 观测数据的整理及成果;
- (4) 异常情况处理结果和说明。

A.3.2.9 航迹观测应包括下列内容：

- (1) 利用旧有控制点情况,包括成果等级、坐标系统、高程系统、投影带、使用数量、标石类型的完好情况;
- (2) 所用仪器的送检、检验和校准情况;
- (3) 航迹观测线的布设,代表船型的确定,观测方法和精度统计;
- (4) 相关要素的取舍方法;
- (5) 资料整理及航迹图。

附录 B 波浪观测报表编制格式

表 B.0.1 波浪观测报表

序号_____

站名		观测站位								仪器及型号			
观测时间		最大波		1/10 大波		有效波		平均波		波向	波数	水深	备注
日期	时间	波高	周期	波高	周期	波高	周期	波高	周期	(°)	(个)	(m)	
		(m)	(s)	(m)	(s)	(m)	(s)	(m)	(s)				

记录：

计算：

检核：

附录 C 声学多普勒流速剖面仪 (ADCP) 的作业技术要求

C.1 ADCP 安装和比对

C.1.1 测前准备工作应满足下列要求:

- (1) 观测前根据所测水域的宽度、断面的水深、流速和含沙量等情况选用合适频率的设备,观测断面选择、测次布置与常规流速仪的要求基本一致;
- (2) 检查仪器是否有污损、变形等;
- (3) 检查供电系统输出的交直流电压是否符合仪器标称要求;
- (4) 使用外部设备时,检查相应设备运转情况是否正常;
- (5) 检查使用的电缆和插接件,具有足够的备件;
- (6) 当推移质输移速度大于 0.2m/s 时,外接 GNSS(全球导航卫星系统);
- (7) 采用底跟踪测流、水底无走沙或轻微走沙时,采用木质船进行测量,对于铁质船采用外接罗经;
- (8) 支架安装牢固、易于安装及调整吃水,采用防锈、防腐蚀能力强、重量轻、强度大的非磁性材料制作;
- (9) 水底含沙量较高,底跟踪水深失效时外接测深仪;
- (10) 外接设备按规定的校准周期进行。

C.1.2 走航式仪器安装应满足下列要求:

- (1) GNSS 定位精度要达到亚米级;
- (2) 外接罗经测角分辨率大于 1.5° ,外接罗经安装方向尽量与船体中轴线平行,偏差不大于 $\pm 5^\circ$;罗经安装、标定后不能随意移动或改变方向,如发生变动要重新标定,磁罗经标定后仅对标定区域有效,当使用地域变化或磁罗经安装环境的磁场发生变化要重新标定;
- (3) 观测时换能器入水深度不小于 0.5m ,入水深度测记至厘米,换能器垂直安装,正向指向船头,尽量与测船中轴线平行,如流速流向的测量参考采用 GNSS 模式,尽可能使定位中心与 ADCP 换能器位置垂向上保持一致;
- (4) 水深较大,ADCP 测不到最大水深时,配置测深仪,并避免两者形成同频干扰;
- (5) 测深仪安装位置尽可能安装在 ADCP 旁边,换能器垂直安装。

C.1.3 定点式安装应满足下列要求:

- (1) 船式安装采用玻璃钢船或木船,如采用铁船,要确保 ADCP 距离船舷不小于 1.5m ;

(2) 坐底式安装采用自容式 ADCP 进行测量;安装支架要坚固、防磁,要保证仪器离开海(河)床一定高度,倾角不大于 15° ,并确保仪器在测量过程中不会移动、不会被泥沙覆盖;同时还要确保仪器的安全回收;

(3) 水上定点式安装在码头、灯柱、锚系船或其他水上固定建构筑物上;并确保低潮时仪器不能露出水面,注意仪器的安全防护;

(4) 横向水平式安装在河岸、渠道侧壁或其他建筑物侧壁上。

C.1.4 观测前应通过自检和比对方式对 ADCP 进行检验,ADCP 经比对合格后,方可正式使用。自检及比对应符合下列规定。

C.1.4.1 ADCP 自检应按产品说明书要求进行。

C.1.4.2 测流前应在流速较大的区域附近将 ADCP 与经校准的流速仪同步进行比对,比对应在推移质输移速度小于 0.2m/s 的条件下,选择无外界磁场干扰影响或影响较小的木质等测船上进行,比对次数不少于 30 次,并应满足下列要求:

(1) 流速比对:在不同位置、相对水深 $0.6H$ 处采用流速仪施测流速,历时 100s;ADCP 在相同位置定点施测流速,历时 100s,摘录相对水深 $0.6H$ 处点流速,流速的相对系统差控制在 $\pm 1\%$ 以内,且相对标准差不超过 $\pm 1.5\%$;

(2) 流向比对:在断面最大水深 H 、 $0.6H$ 和 $0.2H$ 处,采用 ADCP 与流速仪观测成果对比,100s 时段内两种仪器平均流向的磁方位角相差不超过 $\pm 5^\circ$;

(3) 流量比对:ADCP 采用走航式施测 4 单测次流量,其算术平均值作为 ADCP 测得的一次流量,将该流量与流速仪常测法测得的流量相比较,相对误差不超过 $\pm 5\%$ 。

C.2 外业实施

C.2.1 使用 ADCP 进行测量前,应进行 ADCP、GNSS、罗经及测深仪等设备的自检。自检通过后,ADCP 相关参数设置应满足下列要求:

(1) 深度单元尺寸不小于设备允许的下限,深度单元数不超过设备允许的上限,同时深度单元尺寸与深度单元数的乘积不小于所测断面的最大水深;

(2) 每个数据组的水跟踪脉冲采样数和底跟踪脉冲采样数(或脉冲时间间隔)根据断面宽窄、水深大小进行设置;

(3) 根据断面形状、水深大小情况选择合适的工作模式;

(4) 盲区的设置不小于厂家推荐的最小盲区;

(5) 换能器入水深度根据实际测量值设置;

(6) 对水体盐度较高的断面,设置修正声速的盐度值;

(7) 配置文件和原始文件储存在计算机内同一文件目录内;

(8) 采用坐底式自容式记录时,同时确认电池容量、存储卡容量。

C.2.2 流速、流向观测应符合下列规定。

C.2.2.1 ADCP 流速、流向观测可采用定点法、横渡法。

C.2.2.2 定点法观测应采用锚泊或坐底方式进行,采用水底跟踪方式测速,应取 100s 平均值作为观测值。

C.2.2.3 横渡法测流应确定测速垂线的位置和限制范围,测速垂线附近,船速尽量缓慢同时应保证在某条测速垂线的测速限制范围内采集的脉冲信号数不应少于 30 组次;测速应采用 GNSS 或水底跟踪方式。

C.2.3 流量观测应符合下列规定。

C.2.3.1 流量观测可采用定点式和走航式。

C.2.3.2 走航式流量观测前应根据断面、可能最大流速、测船动力和观测要求设置 ADCP。

C.2.3.3 定点式 ADCP 流量观测可采用垂线代表法和横向流量观测法,其设置、采集要求可参照定点测流的规定,在定点测流的基础上按常规方式计算流量,并应满足下列要求:

(1) 走航式测流、流量测次安排与流速仪测量的要求相同,垂线数量、布置位置可通过测试优化确定,优化关系曲线或模型满足流量观测精度要求;

(2) ADCP 布置在测流断面上;

(3) 测量频次根据水情变化情况、模型推算的需要确定;

(4) 适当安排水道断面的测量次数,以减少借用断面带来的误差;

(5) 在内河观测时,测船尽量靠近水边某一常规测速垂线起点距位置,减小两岸边盲区范围;岸边距离采用 GNSS 定位或其他测距方法;

(6) 单航次测流在起点位置调整好航向,听到出发信号后,方可开始;在起、终点位置停留时间不少于 10 组次脉冲信号;同时航迹与测流断面线重合,船速尽量小于或等于水流平均速度,避免顺、逆向交错航行;

(7) 单次流量观测不少于 4 航次(往返各 2 次);受潮汐影响或测流时间内水位涨落差变化较大的河流不少于往返各 1 个航次;

(8) 盲区和旁瓣区流速的插补模型根据观测断面典型时刻流速沿垂线分布特征确定。

C.3 数据处理

C.3.1 垂线流速、流向成果提取应满足下列要求:

(1) 采用定点法时,利用测流软件提取出垂线上 100s 的均流速,摘录不同水深测点流速、垂线平均流速,再按常规相对水深计算方法,概化垂线流速分布,分别整理出不同水深的测点流速,作为最终成果;

(2) 采用横渡法有 GNSS 定位导航时,垂线流速数据整理根据 GNSS 定位数据确定 ADCP 与某一测速垂线起点距同步位置和范围,在该垂线测速限制范围内截取 ADCP 所采集垂线 30 组信号均值,摘录出不同水深测点流速、垂线平均流速,再按常规相对水深计算方法,概化垂线流速分布,分别整理出不同水深的测点流速,作为最终成果;

(3) 采用横渡法观测无 GNSS 定位导航时,垂线流速数据整理除位置确定根据底跟踪位移、航向来确定外,其余处理步骤同有 GNSS 定位导航的方法;

(4) 采用走航式时,根据 GNSS 定位截取在设计垂线点 10m 范围内的信号均值,摘录

出不同水深测点流速、垂线平均流速,再按常规相对水深计算方法,概化垂线流速分布,分别整理出不同水深的测点流速,经时间改正归算至正点,作为最终成果。

C.3.2 断面最大流速提取应符合下列规定。

C.3.2.1 定点法观测时在测流断面上最大流速应按第 C.3.1 条的要求处理后,在垂线测点流速整理成果中,按常规方法摘录最大流速,作为最终成果。

C.3.2.2 横渡法观测时可利用测流软件采用常规方法摘录最大流速,作为单测次成果;多测次应依次摘录多个单次最大流速,再进行算术平均,作为该测次断面瞬时最大流速。

C.3.3 断面最大水深提取采用横渡法观测时,可利用测流软件摘录单测次最大水深;多测次应取平均值作为最终成果,若多测次中的任一次最大水深与平均值的相对误差大于 5%,应经合理性分析再进行平均计算,明显不合理的应作剔除处理。

C.3.4 断面流量提取应满足下列要求:

(1) 利用测流软件摘录单次断面总流量,包括表层、底层、左岸、右岸插补流量,将多个单测次总流量取平均值,作为该测次的断面流量最终成果;

(2) 将走航式 ADCP 断面观测资料按距离、时间整理出设计垂线站位不同相对水深处测点流速或垂线平均流速,按常规方式计算流量。

附录 D 流速、流向记录格式

表 D.0.1 流速、流向观测记录 序号_____

站名				站位				调查船		
观测日期		公历 年 月 日；农历 年 月 日						潮型		
测点	自上下而下上	流速 (m/s)		流向磁角 (°)			水 样			
		实测流速	平均流速	各点磁角	改正磁角	平均磁角	取样编号	样品容量 (ml)	水温 (℃)	盐度 (‰)
表层	1									
	11									
0.2H	2									
	10									
0.4H	3									
	9									
0.6H	4									
	8									
0.8H	5									
	7									
底层	6									
水深 (m)			天气				风向风速			
仪器及型号						船尾方位角				
施测时间		开始： 底层： 结束：								
备注										

测量： 记录： 检查：

附录 E 推移质、底质探测器示意图

E.0.1 沙质推移质采样器如图 E.0.1 所示。

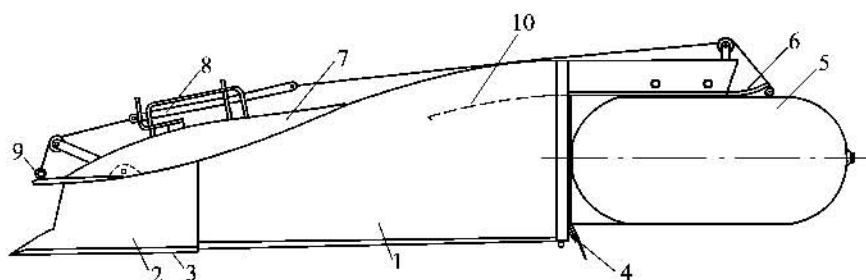


图 E.0.1 沙质推移质采样器示意图

1-器框;2-导墙;3-护板;4-泄沙门;5-浮筒;6-后门;7-加重铅块;8-拉杆;9-口门;10-导板

E.0.2 网式卵石推移质采样器如图 E.0.2 所示。

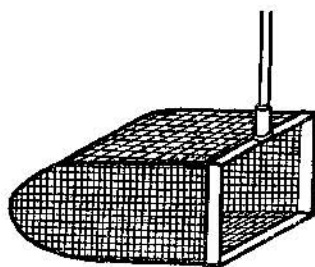


图 E.0.2 网式采样器示意图

E.0.3 蚌式底质采样器如图 E.0.3 所示。

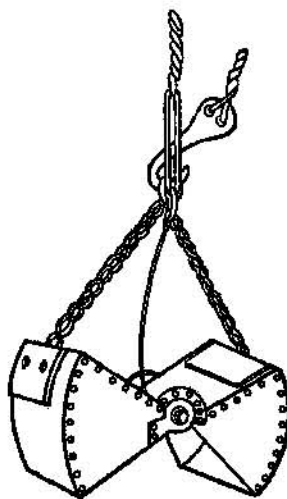


图 E.0.3 蚌式底质采样器示意图

E.0.4 沙质底质采样器如图 E.0.4-1 和图 E.0.4-2 所示。

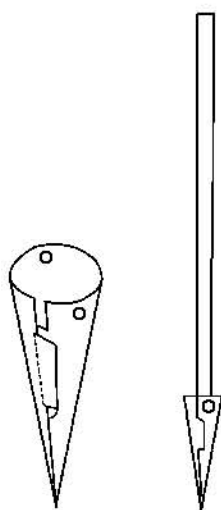


图 E.0.4-1 圆锥式底质采样器示意图

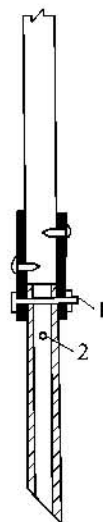


图 E.0.4-2 钻头式底质采样器示意图

1-活动螺栓;2-排水孔

E.0.5 底质打印探测器如图 E.0.5-1 ~ 图 E.0.5-3 所示。

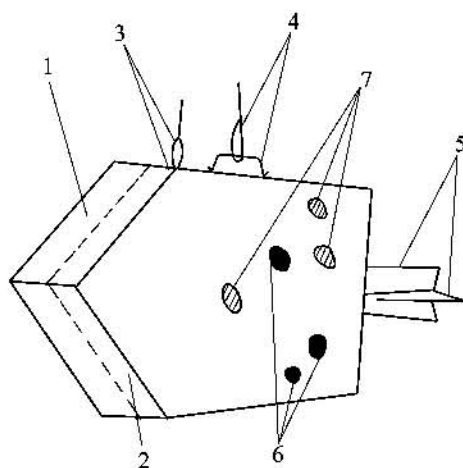


图 E.0.5-1 底质打印探测器示意图

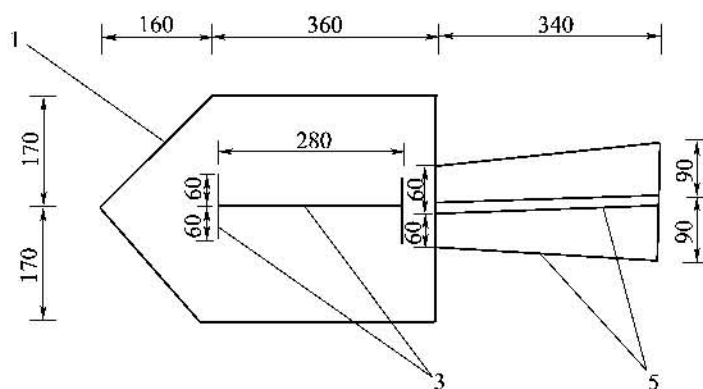


图 E.0.5-2 底质打印探测器正面图(尺寸单位:mm)

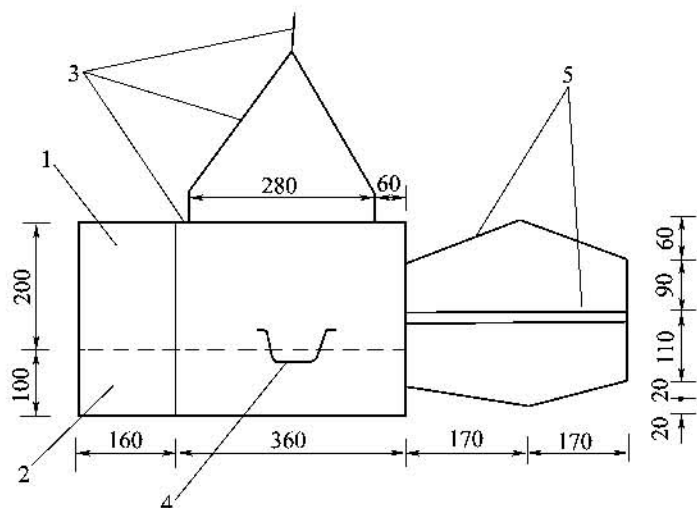


图 E.0.5-3 底质打印探测器侧面图(尺寸单位:mm)

1-探测器上格;2-探测器下格;3-顶环与吊缆;4-侧钩与侧钩环;5-尾翼;6-黏着物;7-塑印

附录 F 底质采样记录格式

表 F.0.1 底质采样记录

序号_____

项目		点号				
天气与海况		坐标	B(X):			
			L(Y):			
采样时间		样品编号				
定位仪器		样品质量(g)				
水深(m)		照片编号				
样 品 特 征						
颜色						
岩性 依据现行行业标准《水运工程 岩土勘察规范》(JTS 133)判断		☐ 黏土	☐ 粉质黏土	☐ 黏质粉土	☐ 砂质粉土	☐ 粉砂
		☐ 细砂	☐ 中砂	☐ 粗砂	☐ 砾砂	☐ 碎石土
沉积构造	包含物	☐ 透镜体	☐ 团块	☐ 砾	☐ 泥砾	
		☐ 结核	☐ 有机质	☐ 其他:		
贝壳特征	含量	☐ 未见	☐ < 1%	☐ 1% ~ 5%	☐ > 5%	
	破碎程度	☐ 强烈破碎	☐ 少数完整	☐ 多数完整		
	大小	平均大小(mm)		最大长轴(mm)		
特征矿物	白云母含量	☐ 未见	☐ < 1%	☐ 1% ~ 5%	☐ > 5%	
	暗色矿物含量	☐ 未见	☐ < 1%	☐ 1% ~ 5%	☐ > 5%	
结核特征	个数	☐ 未见	☐ 1 个	☐ 2 个	☐ > 2 个	
	类型	☐ 泥质	☐ 钙质	☐ 硅质	☐ 铁锰质	
	形状	☐ 球状	☐ 椭球状	☐ 扁平状	☐ 不规则状	
	大小	☐ < 10mm	☐ 10mm ~ 30mm	☐ 30mm ~ 50mm	☐ > 50mm	
砾石特征(个数,粒径,磨圆度,岩性等)						
其他特征						

取样:

记录:

附录 G 浅地层剖面仪使用要求

G.0.1 浅地层剖面仪校核时,其换能器发射角、发射速率、发射功率等技术指标应在国家指定的声学检测部门,在规定的年限内进行测定,经测定符合技术指标要求后方可进行水下地质探测。

G.0.2 换能器拖鱼安装时,其拖鱼宜在船舷安装。由于接收水听器要求有较高的平衡稳定性和低噪声影响,考虑到船尾的尾流干扰,不宜在船尾进行拖放。

G.0.3 工前准备,应连接收发系统和数据采集工作站系统,接通电源,进行测试;并应在导航系统中输入测区范围线,布设计划测线。

G.0.4 外业操作应符合下列规定。

G.0.4.1 发射速率宜设置在 4 次/s 左右,最大不超出 10 次/s。

G.0.4.2 接收机的增益宜调高,但以不出现第二次回波为上限。

G.0.4.3 测量的船速宜保持在 5kn 左右,当扫测细小的地下物体时,应减小船速。

G.0.4.4 打印设备的设置应根据水深值的大小调节延迟时间,以使地层数据分布在记录纸的上部,同时应调节时间与记录纸面宽窄的比值大小,使地层数据均匀分布在记录纸的整个幅面。

G.0.5 内业整理应包括下列主要内容:

(1) 整理航迹图,在导航系统中绘制航迹图,检查测线间距,确定是否进行补线测量;

(2) 记录纸的整理,以每条线为基本单位,在每条测线的起始端和结束端把整卷的记录纸裁剪成不同的线段,标定线号与标记,进行比对分析,每条线的地层用铅笔连成连续的地层,用直尺根据比例尺的大小测定地层距水底面的距离;

(3) 数字处理方法,基本增益和基本补偿处理、TVG 时可变增益、水底散射压制、多次波压制、数字化滤波、水中噪声消除处理、黑白/彩色显示、局部区域放大与缩小等。

附录 H 采用过滤烘干法、直接烘干法求含沙量作业要求

H.1 过滤烘干法求取含沙量的作业要求

H.1.1 过滤烘干法处理水样应包括下列内容：

- (1) 滤纸烘干、称重；
- (2) 量水样容积；
- (3) 沉淀、浓缩水样；
- (4) 用称重过的滤纸过滤浓缩后的水样，析出泥沙；
- (5) 烘干含泥沙的滤纸，称重，计算水样中干沙重；
- (6) 含沙量计算。

H.1.2 滤纸的质量应满足质地坚韧、紧密，不易破裂，细沙不易漏过，烘干后在空气中吸收水分少和可溶物质少。

H.1.3 滤纸使用前，应做漏沙和可溶质含量试验。

H.1.4 当水样体积小，可不经过沉淀直接过滤；当含沙量小，而水样体积大时，可采用强制过滤器直接过滤。

H.1.5 沙样烘干应满足下列要求：

(1) 烘箱的温度保持在 $100^{\circ}\text{C} \sim 110^{\circ}\text{C}$ ，沙样的烘干时间不低于 2h，并在第一次烘干称重后的含沙滤纸中，抽出一部分进行第二次烘干，若第二次烘干后称出的重量与第一次烘干称重后的含沙滤纸重量之差小于 2% 时，则 2h 的烘干时间满足要求，否则增加烘干时间；

(2) 不同时期的沙样重差别较大时，按不同沙重分别试验，并根据其试验结果，对不同沙样重，使用不同的烘干时间；

(3) 烘干后的沙样及时移入干燥器中冷却至室温称重，每个干燥器存放的沙样不超过 50 个。

H.1.6 水样盐度较高时，过滤时应使用纯净水进行洗盐，减少海水中盐分对重量的影响。

H.2 直接烘干法求取含沙量的作业要求

H.2.1 处理水样应包括下列内容：

- (1) 量水样容积；
- (2) 沉淀、浓缩水样；

(3) 将浓缩水样倒入、烘干、冷却、称重,减去烘杯重量得到干沙重;

(4) 含沙量计算。

H.2.2 烘干沙样应满足下列要求:

(1) 将浓缩水样倒入烘杯,再用少许清水将水样筒冲洗干净一并倒入烘杯;

(2) 烘干所需时间、温度满足第 H.1.5 条的要求;

(3) 若烘杯中水样溶解质重量大于水样沙重的 2% 时,进行溶解质校正。

附录 J CTD 在温度及盐度观测中作业要求

J.0.1 CTD 的准备与安装应符合下列规定。

J.0.1.1 测前应检查 CTD 设备,确保各传感器清洁和各密封圈有良好水密性。

J.0.1.2 安装 CTD 设备时,应确认投放设施与设备连接牢固可靠。

J.0.2 外业投放应符合下列规定。

J.0.2.1 投放前应对设备进行必要设置,待整机工作状态正常后开始投放。

J.0.2.2 投放设备应在迎风舷。

J.0.2.3 测量前应将 CTD 设备下放至水面以下感温 3min ~ 5min。

J.0.2.4 下放设备时,应根据测区水深和所用 CTD 设备性能确定下放速度,不宜大于 1m/s,且应保持下放速度均匀。船只摇摆剧烈时,应选择较大的下放速度。

J.0.2.5 记录应现场读取并检查,缺测或数据异常应立即补测。

J.0.2.6 观测完毕后,应立即用淡水冲洗 CTD 设备的各传感器,并将其放置在阴凉处晾干,严禁暴晒。

附录 K 温度及盐度观测记录格式

表 K.0.1 CTD 观测记录

序号_____

项目名称									
站号		位置	X: Y:	设备 型号		设备 编号		观测 日期	
取样 间隔		入水 时间		出水 时间		下放 速度		电池 电压	
海况									
序号	测点位置	压力 (MPa)	深度 (m)	温度 (℃)	电导率	盐度	备注		

观测：

记录：

校对：

附录 L 风观测报表编制格式

表 L.0.1 风观测月报表

____年____月

站名					站位								仪器及型号								单位		风向(°);风速(m/s)							
时间	21:00		22:00		23:00		24:00		01:00		02:00		03:00		04:00		05:00		06:00		07:00		08:00		最大风速					
	09:00		10:00		11:00		12:00		13:00		14:00		15:00		16:00		17:00		18:00		19:00		20:00		极大风速					
日期	风 向	风 速	风 向	风 速	风 向	风 速	风 向	风 速	风 向	风 速	风 向	风 速	风 向	风 速	风 向	风 速	风 向	风 速	风 向	风 速	风 向	风 速	风 向	风 速	风 向	风 速	风 向	风 速	时 间	
1																														
2																														
.....																														
30																														
31																														
备注																					月最大风速				日 时 分					
																					月极大风速				日 时 分					

观测：

制表：

检核：

附录 M 船舶航行双迹观测及内业整理要求

M.0.1 施测前应做好下列准备工作:

- (1) 按观测需要布设和接测河段的平面控制、高程控制,安排仪器、测站;
- (2) 了解观测船队的队形、尺寸、吃水和船上作为观测觇标用的标杆型式及其具体位置,商定船岸联系信号。

M.0.2 船舶航行双迹观测应符合下列规定。

M.0.2.1 观测方法宜采用交会法或 GNSS 差分法。

M.0.2.2 采用交会法进行双迹观测时,应同时交会船首、船尾固定标杆,并事先量定船首尾标杆之间的距离,记录船队尺寸,供在图上展绘测点时作对照和校核。

M.0.2.3 船迹观测应同时观读水位,施测流速流向时,应测出测区内航标,并取得实测时相应的水文资料和航道尺度资料。

M.0.2.4 在航迹观测过程中,必要时宜测定加车或减车速、用舵或绞滩的航迹时,由船上预令,指挥观测,并记录时间,分时计算。

M.0.3 内业整理应符合下列规定。

M.0.3.1 内业绘图整理应与表面流速流向观测的内业绘图整理相同,对首尾两固定目标,图上定点间距应以实船量距为依据,进行校核和调整。

M.0.3.2 船舶航行的轨迹应按船队尺寸、标杆位置与船舶首尾端点的距离进行绘制。航迹应与流速流向、航标同绘在一张绘有近期河床轮廓地形的复制图上,并注明当时施测水位、船队的拖轮、驳船型号、载重量等情况;当同时进行吃水测定时,也应将其绘于同一图幅上。样图见图 M.0.3。

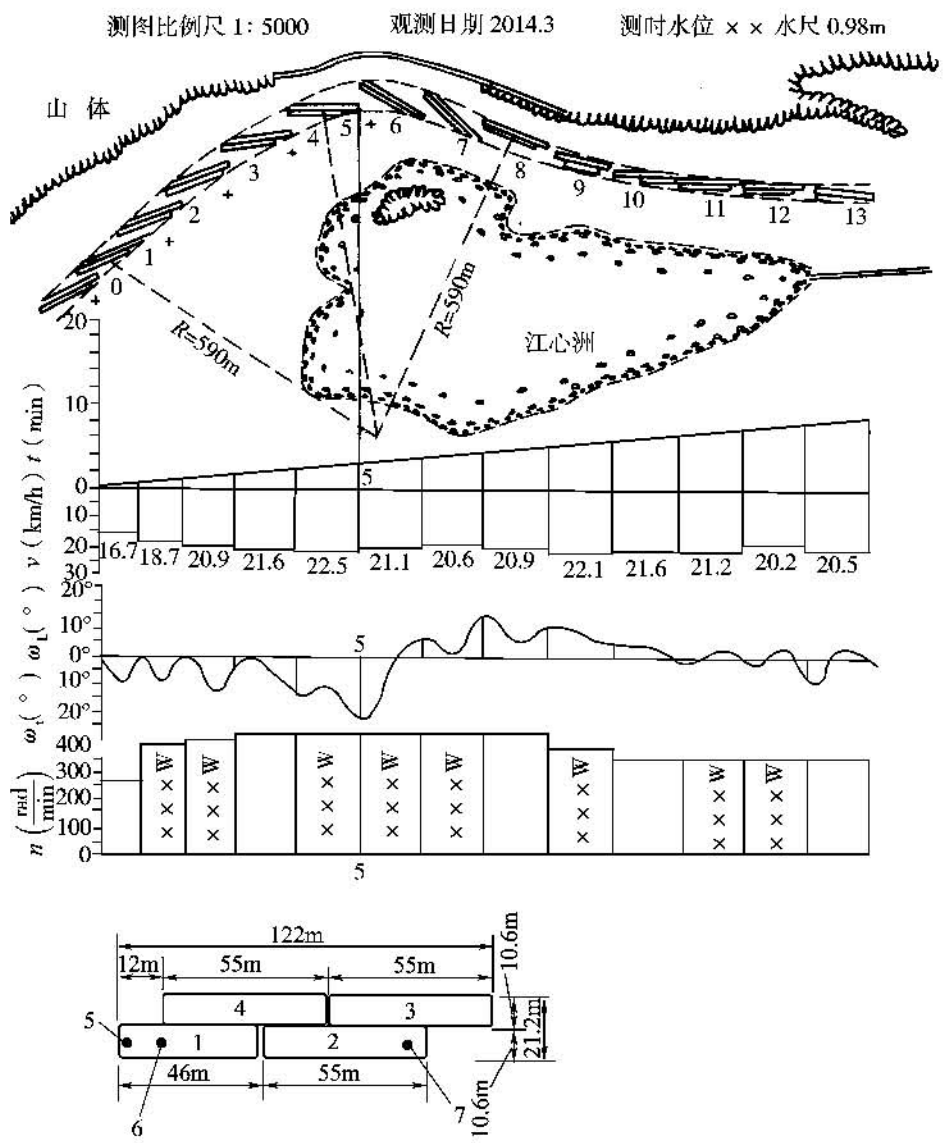


图 M.0.3 × ×河段下水航行轨迹示意图

t -航行持续时间; v -航行速度(km/h); ω_L -左舵角(°); ω_R -右舵角(°); n -车速(rad/min)

1-× ×轮(× ×W);2-× ×驳(× ×I);3-× ×驳(× ×I);4-× ×驳(× ×I);5-船尾水准标志;6-船尾定位目标;7-船首定位目标

附录 N 本规范用词说明

为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度的用词说明如下:

(1) 表示很严格,非这样做不可的,正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

(2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的,正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

(3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的,正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

(4) 表示允许选择,在一定条件下可以这样做的采用“可”。

附加说明

本规范主编单位、参编单位、主要起草人、 主要审查人、总校人员和管理组人员名单

主 编 单 位:交通运输部天津水运工程科学研究所

天津水运工程勘察设计院

中交天津港航勘察设计院有限公司

参 编 单 位:交通运输部北海航海保障中心

中交第一航务工程勘察设计院有限公司

中交第二航务工程勘察设计院有限公司

中交上海航道局有限公司

中交广州航道局有限公司

长江重庆航运工程勘察设计院

南京水利科学研究院

主要起草人:裴文斌(交通运输部天津水运工程科学研究所)

董海军(天津水运工程勘察设计院)

李素江(中交天津港航勘察设计院有限公司)

(以下按姓氏笔画为序)

万 军(中交上海航道局有限公司)

马爱兴(南京水利科学研究院)

王华峦(天津水运工程勘察设计院)

李宝森(交通运输部北海航海保障中心)

杨 华(交通运输部天津水运工程科学研究所)

宋庆华(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)

郭文伟(交通运输部天津水运工程科学研究所)

洪 剑(中交第二航务工程勘察设计院有限公司)

高耿明(中交广州航道局有限公司)

熊远川(长江重庆航运工程勘察设计院)

主要审查人:赵冲久

(以下按姓氏笔画为序)

叶 葭、李进军、李德春、辛文杰、邵守良、陈明栋、陈满春、
杨振林、祝振宇、唐 敏、梁武南、蒋 千、谢曼莹

总 校 人 员: 李德春、卓玉生、董 方、孙百顺、裴文斌、宋庆华、李宝森、
李素江、王华峦

管理组人员: 孙百顺(交通运输部天津水运工程科学研究所)

裴文斌(交通运输部天津水运工程科学研究所)

董海军(天津水运工程勘察设计院)

李素江(中交天津港航勘察设计院有限公司)

王华峦(天津水运工程勘察设计院)

中华人民共和国行业标准

水运工程水文观测规范

JTS 132—2015

条文说明

目 次

1	总则	(59)
2	术语	(60)
3	基本规定	(61)
4	水位观测	(62)
4.1	一般规定	(62)
4.2	沿海水位观测	(62)
4.3	内河水位观测	(63)
4.4	内业整理	(64)
5	波浪观测	(66)
5.1	一般规定	(66)
5.2	外业观测	(66)
5.3	内业整理	(67)
6	沿海流速、流向观测	(68)
6.1	一般规定	(68)
6.2	垂线流速、流向观测	(68)
6.3	表面流速、流向观测	(68)
6.4	内业整理	(68)
7	内河流速、流向和流量观测	(71)
7.1	一般规定	(71)
7.2	表面流速、流向观测	(71)
7.3	定点流速、流向观测及流量观测	(71)
7.4	内业整理	(71)
8	泥沙测验和底质探测	(72)
8.1	一般规定	(72)
8.2	悬移质测验	(72)
8.3	推移质测验	(72)
8.4	底质探测	(72)
8.5	浮泥测验	(73)
9	水温、盐度和冰情观测	(74)
9.2	水温观测	(74)
9.3	盐度观测	(74)

9.4	冰情观测	(74)
9.5	内业整理	(74)
10	断面测量	(75)
11	气象观测	(76)
12	航迹观测	(77)
附录 E	推移质、底质探测器示意图	(78)
附录 J	CTD 在温度及盐度观测中作业要求	(79)

1 总 则

1.0.1 本条主要阐明了制定本规范的目的和作用。交通运输部于2013年1月1日发布实施的《水运工程测量规范》(JTS 131—2012)不再包含水文观测一章。本规范根据交通运输部《水运工程标准管理办法》和《水运工程建设标准体系表》要求,在原《水运工程测量规范》(JTJ 203—2001)第9章水文观测基础上,结合水文观测新技术的发展状况、扩充了水文观测工作内容、删除了不适应的条款,增加和补充了已发展成熟的新技术和新经验编写而成的。本规范编写主要体现原则性和水运工程通用性的技术要求。

1.0.2 本条规定的适用范围除包含水运工程水文观测外,还扩充到了与水运工程相关的气象要素的观测。

1.0.3 本条规定中所提的国家现行标准是指与水运工程水文观测有关的国家现行标准,主要包括《海道测量规范》(GB 12327)、《海滨观测规范》(GB/T 14914)、《水位观测标准》(GB/T 50138)、《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T 18314)、《国家三、四等水准测量规范》(GB/T 12898)、《海洋调查规范》(GB/T 12763)、《声学多普勒流速剖面仪》(GB/T 24558)、《河流流量测验规范》(GB 50179)、《水道观测规范》(SL 257)、《河流悬移质泥沙测验规范》(GB 50159)、《地面气象观测规范》(QX/T 45 ~ QX/T 66)、《河流冰情观测规范》(SL59)和《水运工程测量规范》(JTS 131)等,以及与水运工程水文观测相关的其他国家现行标准。使用中如果采用本规范所规定内容以外的方法或本规范虽然规定允许使用,但对其未作具体技术规定的方法进行观测作业时,要根据具体采用的观测设备及方法,选用相应的国家标准来约束和规范其观测行为。

2 术 语

2.0.1 水文泛指水的自然现象及变化规律,包括水位、水量、流速、流向、含沙量、潮汐、汛期、冰期、风浪、水温、盐度、流态及其分布变化规律。其数量、性质主要是指与水运工程科研、设计、施工有关的流量和物理性质的变化。

2.0.2 深度基准面是指沿海及内河感潮河段水深测量及海图所载深度的起算面。水深测量、水文观测通常都是在实时升降的水面上进行,因此不同时刻测量同一点的水深是不相同的,这个差数随各地的潮差大小变化而不同。为了修正所测结果,必须确定一个固定的起算面,把不同时刻测得的水深归算到这个面上,这个面就是深度基准面。

2.0.3 水位是泛指内河(溪、河、渠、湖、水库、沼泽等)、内河感潮河段和海洋中相关水体的自由水面相对于固定基准面的瞬时高度,没有基准面,就谈不上水位,其有正、负之分;本规范把内河水位和受潮汐影响的海面的水位统称为水位,过去沿海水位常称为“潮位”,“潮”是海洋的一种现象,而不是水体,而且丢掉了夜间的“汐”,这不符合术语定名原则,也不符合水运工程标准整合的原则,为了统一,特规定此术语。

2.0.4 声学多普勒流速剖面仪是应用声学多普勒效应原理制成的测量流速流向的仪器,其采用超声波探测流速,具有不破坏流场、精度高、量程宽等特点,可同时测量水体剖面上不同位置的流速流向,有定点式和走航式两种。

2.0.6 本条是 ADCP 操作应用过程中的术语,声学多普勒流速仪的换能器既是发射器也是接收器。两者交替进行工作。当压电陶瓷片受交流电激励产生振动发射声波后,压电陶瓷片会产生余振。要等到余振衰减掉后压电陶瓷片才能够正常接收回波信号。余振衰减需要时间,这个时间乘以声速所得距离即为声学多普勒流速仪的盲区。

2.0.7 CTD 靠传感器响应电阻的变化来完成测量,电导率 C 与一定海水水柱的电阻有关,可以通过流过电导池的海水电阻随海洋环境(海水的温度、压力和盐度)的变化来提取;海水温度 T 的变化是通过热敏电阻反映得到;深度 D 由压力传感器测量,通过计算求得。

2.0.8 内河水面在水平方向上,随距离变化,水面产生垂直方向上的升降变化。河段水面沿水流方向的高程差与相应的河流长度之比,称之为水面的纵比降。由于地球自转和河道弯曲处离心力的作用,河道横断面的水面也不平,沿河道横断面方向左右岸水面的高程差与相应断面的河宽之比,称之为水面的横比降。

3 基本规定

3.0.5 本条是为了保证观测成果可靠,防止新技术和新仪器因各种原因影响观测成果的质量。

3.0.8.4 由于水文观测所采用的测量方法和仪器不同,所测结果的方位可能为坐标方位或磁方位,为方便使用,一般要归算到真北方位。

4 水位观测

4.1 一般规定

4.1.1 本条为保持与其他水运工程行业标准一致,在沿海和内河感潮河段水位站分为长期水位站、短期水位站、临时水位站,在内河分为基本水位站、基本水尺或临时水尺。本规范“RTK”观测水位只限于满足某一观测项目需要实施的水位观测,不适于沿海长、短期水位站和内河基本水位站和基本水尺进行的常规观测。

4.1.2 沿海的短期水位站、临时水位站或海上定点水位站,以及内河的基本水尺或临时水尺的深度基准传算在《水运工程测量规范》(JTS 131—2012)中已有较详细的条款,这里不再赘述。

4.1.3 水位观测的时间要素是保证水位与其他水文观测要素能同步使用的关键,因此本条规定了时间校准和记录要求,其所采用的时制在本规范的基本规定中已有具体要求。

4.1.4 本条规定了水位观测读数一般要达到的精度,给出了具体限差。

4.1.5 本条规定主要是为保证水尺零点联测和今后再设水尺时应用,所给出的限差是经实际工作验证的结果。内河由于情况比较复杂,出现负比降时难以判断,故不要采用。

4.1.8 长期水位观测站的“高水位”指高于测站历年最高洪水位,“低水位”是低于历年最低枯水位,测站历年一般依据观测年而定;而临时水位观测的“高、低水位”则指项目观测期间内反映水位最大变幅(水位差)的最高水位和最低水位。

4.1.10 本条规定了水位观测的时间长度,当水位观测是为潮汐分析、深度基准面传算及工程设计提供基础资料时,需满足《水运工程测量规范》(JTS 131)等相关规范和工程的要求;当水位观测是为其他水文观测项目提供基础支持性资料时,需满足其对水位观测期限的要求。

4.1.11 沿海的长期水位站和内河的基本水位站一般有专业部门管理,其水位资料一般能直接向其收集。本条针对长期水位站水尺零点的准确性、基准面间关系的可利用性和水位精度的可靠性等作出了规定。

4.2 沿海水位观测

4.2.2.2 自记水位计依工作原理分为非绝压型(又称表压型)和绝压型。非绝压型水位计通过水下通气管将空气压力引导至硅应变体的背面,与正面压力的合力抵消了大气压力的影响,其记录值即为水位计零点至水面的压力(静水压力),不需另外再实施气压改正,此类型的水位计通常安置于岸边与其他外围设备组成水位遥报系统。而绝压型自记水位计无水下通气管装置,所测得的水位值包含了大气压的影响,因此规定工作期间要

同步用气压计测定气压值,改正受气压影响的水位数据,通常所使用的自容式自记水位计属于绝压型。

4.2.2.5 通信方式是水位遥报系统正常运行的关键环节。目前,当在小范围作业时一般选择 VHF 通信方式;当大范围作业或跨区域传输数据时,一般采用 GPRS/GSM/CDMA 通信方式。

4.2.3.5 这里所指“因故未按时观测水位”,是指在某一规定的观测间隔漏测了水位,要求及时补测,并要求按实际观测时间测记。

4.2.4 本条规定参照现行行业标准《水运工程测量规范》(JTS 131—2012)相关条款执行,主要是为减少规范篇幅。

4.2.5 本条中的“净空高差法”,是通过量测码头等水工建筑物上水准点至瞬时水面的高差,进而根据水准点与高程基准的关系计算水位。该方法因受绳索水尺的固有特性和操作方式的限制,要求“风浪影响较小时”和有“码头等水工建筑物”可利用时,才用该方法观测水位。

4.3 内河水位观测

4.3.1 内河由于水位落差可达数十米,为了满足长期系列水位观测的需要,一般设置为固定水尺形式(含自记水位计)。固定水尺的主要形式分为直立式、倾斜式和矮桩式。

固定水尺组的各支水尺一般要求布置在无纵比降处的断面线上,当偏离中线后同一处水尺水位就会产生比降。但受地形条件影响,不得不偏离时,就设定一个偏离断面中线后水位差(比降)的限制,本条规定了具体限差。

4.3.2.1 水位观测沿海和内河差别很小,内河水位观测的时间主要是满足工程和研究的需要,整点观测是为了与近处的长短期水位站观测时间相联系。水位暴涨暴落是指突发洪水或大坝蓄水、泄洪等情况,有特殊需要时是指工程和研究的特殊需要,每隔 5min ~ 30min 观测 1 次,但是测前、测后记录当时的气象等情况都是需要的。

4.3.3 比降水位观测,是沿用内河惯用的称谓。比降是通过两相邻水尺的水位数据计算得来的。

4.3.3.1 这里的比降水尺,一般是为了满足工程和研究而设置的临时或短期水尺。例如:一定范围内的瞬时水面线观测、水面比降观测等。因此,比降水尺设置的位置、数量、水尺间距和观测时间应满足工程和研究需要。

4.3.4 河心比降是指河心水流流路上任意两点的水面高程与相应距离之比。“河心”是指河道中泓线处。

4.3.4.1 河心比降观测目前主要有两种比较成熟的方式:即 RTK 或水面比降器观测,其平面定位误差、高程测量误差、测点定位时间间隔均要求一致。在图上的定位长度,规定采用不大于图上 30mm,是为了即满足对河心比降计算的精度,也为了绘制河心比降图美观。

4.3.4.2 零点高程是指 RTK 天线(相位中心)或比降器尺底(0m 刻划)处的高程,当测量零点高程时的测船的载重量与河心比降观测时的载重量不一致时,水面高程测量就

会存在较大的误差。这里的测船也包括其他观测载体。

4.3.4.3 本款规定的“测船应顺河道主流处于自然漂流状态”,是指测船处于待车状态,以避免测船动吃水对高程测量带来误差。

4.3.4.4 制定本款,是为了与岸边水尺比降建立相关关系。

4.3.4.5 采用比降器观测河心比降,规定水准仪离水面一定高度是为减少折光差,规定前视距离是为了减小 i 角误差的影响。

4.4 内业整理

4.4.2 水位观测数据包含有风浪、观测误差,设备故障等影响造成的粗差,该条款是对水位数据进行粗差检查和滤波平滑处理的要求。

4.4.3 由于利用人工观测水位校核观测数据通常是采取分段定期实施的,因此要求将比对数据进行统计分析,确定变化率,对水位观测数据实施修正。

4.4.4 海上定点站抛设的自记水位计可能产生零点漂移、整体下移和外力碰撞导致零点变动,本条规定要对其进行检核和改正。而设置人工水尺或以其他方法进行检核较难实施,考虑到在一定区域内,相邻验潮站的日平均海面具有较强的相关性的规律,利用邻近的同步水位数据来检测和修正海上定点站零点漂移和下沉量。多年的实践表明,应用该方法检测和修正的水位数据,其统计的极限误差小于 0.1m ,中误差小于 20mm 。

4.4.5.1 RTK 所测点的高程是瞬时的,随水面的起伏而变化,其包含了海面潮汐、风浪、卫星失锁和数据链中断等因素作用产生的粗差。为了从 RTK 观测的瞬时海面高程中剔除粗差,根据瞬时海面这一综合波段中各波段信号的频谱特征,提取出所需要的特征波长。一般地,水位项为长周期项,周期为几个小时;风浪、卫星失锁和数据链中断影响等项为短周期项,周期一般为 $10\text{s} \sim 60\text{s}$ 或数分钟。通常依这些信号的频谱特征,利用计算机技术编程对综合信号中的长周期项进行提取,剔除短周期相等粗差。

4.4.5.2 在面积较小或长度较短测区,高程异常的变化和深度基准面的变化可忽略,即水位基准面在整个测区是一个统一的起算面,使得 RTK 水位提取变得比较容易,本条给出了水位提取数学模型。

4.4.5.3 在测区面积较大或狭长测区,高程异常的变化和深度基准面的变化不可忽略时,要实现椭球面向深度基准面之间的转换需要通过两步实现。第一步是高程基准从椭球面到似大地水准面之间的转换,即大地高向正常高转换;第二步是高程基准从似大地水准面向深度基准面的转换,即正常高向深度基准面高的转换。

4.4.6 本条是对沿海和感潮河段依实测水位数据编制逐时水位数据表、绘制水位过程线,以及从实测水位数据中摘录潮汐特征值作出的规定,是为了水位数据用途的最大化和归档保存。

4.4.7 内河水位观测成果整理按长期系列、短期可间断和单次(临时)三种不同观测方式,规定了不同的水位成果整理方式。“短期可间断观测”,是指水位观测是在特定的水位级进行分段观测。例如基本水尺,只在枯水季节,连续观测几天后停止,过段时间又连续观测几天后停止。

水位观测成果表、绘制水位过程线只规定内容,不统一格式,是基于各个地区要求有所不同做出本条规定。

4.4.9 河心比降观测不论是 RTK 测量还是水面比降器观测,都要在水位曲线检查中对异常比降点查明原因,并对处理方式进行说明。本条款对河心比降成果表只规定了内容,未明确其格式,是基于各个地区要求有所不同做出本条规定。

5 波浪观测

5.1 一般规定

5.1.1 波浪基本特征和变化与观测期间的风速、风向、水位等水动力因素密切相关,风和水位是建立风浪关系和验证测波资料可靠性的重要依据。

5.2 外业观测

5.2.1 本条的光学法是指利用光学设备观测波浪要素的方法,如伊万诺夫测波仪等;重力式法是指采用重力传感器测量波浪要素的方法,如波浪骑士测波球等;压力式法是指采用压力变化测量波浪要素的方法,如潮仪;超声波法是指利用超声波测量波浪要素的方法,如浪龙等。

5.2.2 光学测波法需要直接观测海面目标,重力式法要经常察看仪器是否安全或工作状态是否正常,故宜将观测基站设在视野开阔,易于观测的岸边。

波浪观测通常采用 UHF/VHF 通信方法将波浪数据实时传回岸站,强磁场和电讯信号会干扰测量仪器的信号,影响信号接收和测波质量。因此,本条款规定要避开强磁场和电讯信号的干扰。

5.2.3.1 为消除水下地形对波浪运动的影响,根据多年实践经验,对测波浮标和自记测波传感器处的最小水深作出了规定。

5.2.3.3 当测波点处水流流速达到 2m/s ,水深在 5m 以下时,重力式测波仪的浮标在水流和浮标系缆合力作用下,其运动轨迹不能完全反映波浪运动,故此作出本条规定。

5.2.3.4 由于波浪动水压力随仪器入水深度的增加而迅速衰减,且衰减与波周期有关,周期越小衰减得越快。因此,在水深一定的情况下,波浪周期小到一定测量值时,就不能由压力式观测仪器上的波浪动水压力换算成具有足够精度的波高和波周期,故对压力式法的适用水深按工程需要和实际水域的最小波周期作出要求。

对于坐底安装仪器的波浪观测点除 5.2.3.1 的要求外,还须考虑底质对仪器稳定的影响,避免仪器被水底泥沙淤埋或倾斜过度造成无法测波,故作了本条规定。

5.2.3.5 由于固定结构物会产生波浪反射,影响测波效果,故应考虑结构物对波浪反射的影响。

5.2.4 ~ 5.2.6 根据实践经验和结合《海滨观测规范》(GB/T 14914—2006)、《海洋调查规范第二部分:海洋水文观测》(GB 12763.2—2007)规定对波浪观测要素、观测数据取位及观测频次做了明确的规定。

在潮汐河口区域,波浪多数情况从外海随涨潮传递进来,落潮潮间的波浪往往小于涨

潮。对于半日潮周期,一次涨潮或落潮时间为6h左右(以长江口北槽为例,涨潮5h左右,落潮7h左右)。如果采取3h的波浪测量间隔,在一次涨潮或落潮过程中只能获得1~2个波过程,不足以实现获取波浪的变化过程,因此,要求波浪观测频率或间隔为1h,特殊加密至30min。

5.2.7.2 理论上波浪连续记录越长,统计特征值越稳定,但仪器的储存量加大,给波浪量测带来不便;波浪记录太短,将影响量测波浪的可靠性。因此,规定观测的波浪个数不少于100个。本条结合《海滨观测规范》(GB/T 14914—2006)中连续记录采样时间取17min~20min的规定,规定了连续记录不少于17min。

5.2.9 船闸、水坝、水电站泄水时产生的泄水波会造成下游水位瞬时升高几米,对下游水工建筑物和船舶安全影响很大,需观测其产生、变化过程,影响范围。泄水波采用水位测量方式进行观测,一般在下游3km~5km范围内布设多对水位观测站,每对间隔300m~500m。

5.3 内业整理

波浪记录以模拟曲线形式给出时,自波浪连续记录中量取相邻两上跨(或下跨)零点间一个显著波峰与一个显著波谷间的铅直距离(H)作为一个波的波高,量取相邻两个显著波峰(图5.3中的 C_2 、 C_3)或两个上跨零点(图5.3中的 A_1 、 A_2)的时间间隔作为一个波的周期(T)。

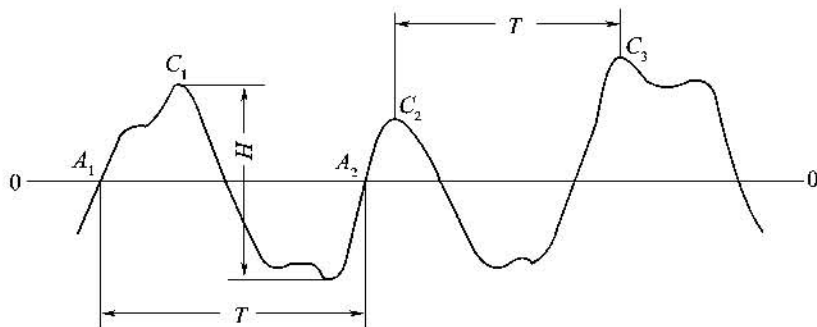


图 5.3 波面随时间的变化曲线

6 沿海流速、流向观测

6.1 一般规定

6.1.1 工程范围大小和观测目的的不同对测流断面分布以及测流垂线的数量要求不同。

6.1.2 在沿海区域,常选择连续的大潮、中潮、小潮日期观测,或进行连续多天观测;潮型常根据朔、望日等结合潮汐表中潮差确定,一般朔、望日为大潮日期、上、下弦日为小潮日期,连续的大、小潮中间为中潮日期。

6.2 垂线流速、流向观测

6.2.1 测船或流速较大时船体锚系力要求锚绳长度常为水深的 5 倍,且测流是单锚系泊,因此规定测流垂线定位误差不应超过水深的 5 倍。

6.2.2 悬索与垂线偏角大于 10° 时测量偏角,进行相应测点水深的改正,此改正主要使流速流向观测时保持在同一深度层。

6.2.5 本条指明水文观测的“完整时段”是以流场变化为准,一般不以潮位变化为准。

6.2.8.1 本条主要强调采用 ADCP 进行流速流向观测时进行仪器比对校核。

6.2.8.4 条文中非实测区域主要指盲区 and 旁瓣区,ADCP 进行流速流向测量时,尽管可以给出盲区和旁瓣区的流速流向值,但并不准确,一般有如下几种方法对其进行校验和推算:

(1) 采用其他可靠测量方法,同步观测盲区和旁瓣区流速流向,从而进行比对校验,并拟合相关推算公式;

(2) 对于已有经验推算公式的 ADCP,一般根据已有经验公式进行拟合计算;

(3) 根据厂商提供的数据插补模式系数推算。

6.3 表面流速、流向观测

6.3.3 此条是鼓励采用先进的测量方法进行表面流速流向观测。

6.4 内业整理

6.4.2.2 使用垂线上分层数据计算垂线平均流速流向时,先根据测点流速计算测点东分量流速与北分量流速,再用加权法计算垂线东分量流速平均、北分量流速平均,用矢量法计算垂线平均流速流向。

(1) 将测点流速分解为东分量流速、北分量流速,按式(6-1)和式(6-2)计算。

$$V_E = V \times \sin\alpha \quad (6-1)$$

$$V_N = V \times \cos\alpha \quad (6-2)$$

式中 V ——测点流速 (m/s);

V_E ——测点东分量流速 (m/s);

V_N ——测点北分量流速 (m/s);

α ——测点流向 ($^\circ$)。

(2) 加权法计算垂线东分量及北分量流速平均。

① 六点法按式(6-3)和式(6-4) 计算:

$$V_{Em} = \frac{1}{10} (V_{0.0E} + 2V_{0.2E} + 2V_{0.4E} + 2V_{0.6E} + 2V_{0.8E} + V_{1.0E}) \quad (6-3)$$

$$V_{Nm} = \frac{1}{10} (V_{0.0N} + 2V_{0.2N} + 2V_{0.4N} + 2V_{0.6N} + 2V_{0.8N} + V_{1.0N}) \quad (6-4)$$

② 五点法按式(6-5)和式(6-6) 计算:

$$V_{Em} = \frac{1}{10} (V_{0.0E} + 3V_{0.2E} + 3V_{0.6E} + 2V_{0.8E} + V_{1.0E}) \quad (6-5)$$

$$V_{Nm} = \frac{1}{10} (V_{0.0N} + 3V_{0.2N} + 3V_{0.6N} + 2V_{0.8N} + V_{1.0N}) \quad (6-6)$$

③ 三点法按式(6-7)和式(6-8),或按式(6-9)和式(6-10) 计算:

$$V_{Em} = \frac{1}{3} (V_{0.2E} + V_{0.6E} + V_{0.8E}) \quad (6-7)$$

$$V_{Nm} = \frac{1}{3} (V_{0.2N} + V_{0.6N} + V_{0.8N}) \quad (6-8)$$

或

$$V_{Em} = \frac{1}{4} (V_{0.2E} + 2V_{0.6E} + V_{0.8E}) \quad (6-9)$$

$$V_{Nm} = \frac{1}{4} (V_{0.2N} + 2V_{0.6N} + V_{0.8N}) \quad (6-10)$$

④ 两点法按式(6-11)和式(6-12) 计算:

$$V_{Em} = \frac{1}{2} (V_{0.2E} + V_{0.8E}) \quad (6-11)$$

$$V_{Nm} = \frac{1}{2} (V_{0.2N} + V_{0.8N}) \quad (6-12)$$

式中

V_{Em} ——东分量流速平均 (m/s);

V_{Nm} ——北分量流速平均 (m/s);

$V_{0.0E}$ 、 $V_{0.2E}$ 、 $V_{0.4E}$ 、 $V_{0.6E}$ 、 $V_{0.8E}$ 、 $V_{1.0E}$ ——分别为对应表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层的东分量流速 (m/s), H 为测流垂线测流时的水深;

$V_{0.0N}$ 、 $V_{0.2N}$ 、 $V_{0.4N}$ 、 $V_{0.6N}$ 、 $V_{0.8N}$ 、 $V_{1.0N}$ ——分别为对应表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层的北分量流速 (m/s)。

(3) 矢量法计算垂线的平均流速流向,按式(6-13)和式(6-14)计算。

$$V_{\text{H}} = \sqrt{V_{\text{Em}}^2 + V_{\text{Nm}}^2} \quad (6-13)$$

$$\alpha_{\text{H}} = \arctan\left(\frac{V_{\text{Em}}}{V_{\text{Nm}}}\right) \quad (6-14)$$

式中 V_{H} ——垂线平均流速 (m/s)；

α_{H} ——垂线平均流向 (°)。

7 内河流速、流向和流量观测

7.1 一般规定

7.1.3 浮标法是测量表面流速、流向的重要手段,本条主要明确浮标的适用范围。

7.1.4 内河港口及航道的流速、流向和流量观测是为水运工程服务的,不像一般水利部门能够较自由地选择于优良河段或平顺水域中进行,大都不能在岸线顺直、水流平稳河段的水域中选择测流断面,但又要求便于测流作业,且满足精度要求,断面设置的难度较大。因此,在排除最不利位置的前提下,适当放宽要求,同时在主要关键部位布设基本断面,并根据需要和可能在次要部位加设若干辅助断面。测流断面、测流垂线、测点位置等方面的技术要求,系根据水运工程的测流特点,本系统各单位的经验,参照国家现行的水文观测规范制定的。

7.2 表面流速、流向观测

7.2.1 表面流速、流向观测时,从满足测量精度考虑,作业时要求不超过三级风力。有时又需要掌握极端风力条件下的资料,特制定本条。

7.2.2 为了保证同一河段各测次浮标测量表面流速、流向的可比性,所用浮标的大小、材料和入水深度等相同。规定入水深度不大于水深的 $1/10$ 是为了保持浮标在水中漂流稳定;露出水面高度不大于 0.1m 是为了受风面积尽可能小些。

7.2.3 “水流趋势”是指除测出表面流速流向外,还包括水流形态趋势,如平顺、弯曲、放宽、束窄、回流、分汊等现象。“工程需要”是指不同工程对流速流向测线分布的要求不同。

7.3 定点流速、流向观测及流量观测

7.3.4 本条指标是根据内河水文观测经验确定的。

7.3.5 浮标法测流一般在不具备流速仪测流条件或只需概略测定流量值时使用。

7.3.6 浮标系数是影响浮标法测流成果精度的主要因素。比测试验要求在水流、风速、风向等条件相近的情况下进行。比测试验的范围要求大于表面流速、流向各测次的范围。

7.4 内业整理

7.4.5.1 斜坡岸边主要指水深均匀变浅至零的岸边;陡岸边指水深急剧变浅至零的岸边。

8 泥沙测验和底质探测

8.1 一般规定

8.1.2 本条是为了保证定位准确和相关水文要素定位的一致性。

8.2 悬移质测验

8.2.1 这些规定是为便于外业施测和内业准确计算的需要而制定的。

8.2.3.1 单程积深是从水面测向水底,到水底时关闭采样器,上提时不再进水;双程积深是从水面测向水底,再从水底回到水面,整个行程均匀进水。

8.2.3.2 积点法是在同一点采集水样,要求控制入水口打开时间,当取样器到达指定水层时,才打开入水口取样。

8.2.3.3 根据水体含沙量和精度要求确定取样量。水体含沙量低、精度要求高,取样量多,反之少取。

8.2.4 浊度不仅与水样的含沙量有关,还与水体中的泥沙成分、粒径级配、有机质等物质含量有关。这些物质的含量时刻是变化的,因此,不可能找到一种物质作为标准来率定仪器,故每一个测区都要采用现场的水样进行率定;为了保证含沙量测量精度和测量垂线上位置准确,故对率定系数和测深压力传感器进行规定。

8.2.6 悬移质粒径与水流速度高度相关,为能准确表述悬沙特性,沿海分别取涨急、落急、涨憩和落憩时悬移质沙样测定粒径,合在一起则组成整个潮次的悬移质粒径。

8.3 推移质测验

8.3.2.3 为识别推移质运动方向而要求记录投放器的磁方位。

8.3.4.1 内河洪水季节流速较大,容易引起底质的移动,更能反映泥沙造床运动的规律,所以主要安排在洪水期施测。

8.3.5 试探法测定推移质边界,是将取样器放在可能发生推移质移动处,若历时 10min 以上取不到沙样,说明该处泥沙无明显移动现象,该处推移质基本输沙率可视为零。然后再前进,查明推移质明显移动地带的边界。若第一次试探有泥沙移动,要求继续探测,查明推移质无明显移动的边界。实测资料分析确定适用于取样垂线较多时。

8.4 底质探测

底质探测是探明水下构造物质的直接手段,底质颗粒分析也是水运工程泥沙运动研究的重要手段。沿海和内河布置测点的密度和探测方式有所差别。沿海主要根据水域地

貌特征和目的确定测点密度;内河则主要在泥沙测验断面的垂线上布置测点。在内河枯水季节,当洲、滩等干出时,可以使用坑探法。在山区河流常采用打印器探测。

8.5 浮泥测验

8.5.4.2 经验表明,采样量过少时,密度测定的精度将降低。为保证密度测定准确而规定本条。

8.5.5 双频测深仪是利用低频具有较强穿透力的特性,测量密度突变界面的深度。当双频测深仪低频频率过高时则穿透浮泥的能力会急剧下降,不能测到高密度浮泥层,故规定双频测深仪低频频率不大于 33kHz。双频测深仪可以利用灰阶反映出泥层分划,但不能确定该层面密度,故要求对密度剖面进行校正。

9 水温、盐度和冰情观测

9.2 水温观测

9.2.6 水温观测精度是依据目前观测的技术手段所能达到的标准确定的。

9.3 盐度观测

本节内容参照现行国标《海洋调查规范》(GB/T 12763.2—2007)做了原则规定。

9.4 冰情观测

冰情观测属于我国北方内河和沿海水运工程测量的特殊水文项目,具体的有关规定是根据《海滨观测规范》(GB/T 14914—2006)、《海洋调查规范—海洋水文观测》(GB/T 12763.2—2007)和《河流冰情观测规范》(SL 59—93)的要求和水运工程需要编写的。

9.5 内业整理

9.5.2 本条是按习惯做法确定的。

9.5.3 这里的剔除粗差,是综合分析水温、盐度、深度(或压强)突变值,并结合操作进行取舍。

10 断面测量

10.0.3 水文观测用的固定断面,一般不设基线,而用断面前后桩作为施测作业中的导标。因此,前后导标应有足够的间距来保证导标视觉偏离量,规定不小于前桩离最远测点距离的 $1/12$,与《水运工程测量规范》(JTS 131—2012)中规定的视觉偏离量系数是一致的。

10.0.6 陆域测点高程精度 $\pm 0.1\text{m}$ 是按细部坐标点测量时的要求规定的;水域测点高程精度 $\pm 0.2\text{m}$ 是按大比例尺测深时的要求规定的。

11 气象观测

由于气象观测的内容、方法和要求在国家有关规范中比较全面和详细,本次规范的编写主要结合水运工程的需求,在气象站的建立、观测时间以及水上建筑物处观测点的设置、水文测验期间船上观测站的设置等方面进行了具体规定,在条文的编写上力求简单明了。

风、能见度、气温、湿度和降水量观测与记录等具体的有关规定是参照现行《海滨观测规范》(GB/T 14914—2006)、《海洋调查规范—海洋气象观测》(GB/T 12763.3—2007)编写的。

12 航迹观测

12.0.4 航线定位间距和定位精度要求是按多年的实践经验确定的。

12.0.5、12.0.6 瞄准目标是基于船体与航迹的相对关系而规定的。

附录 E 推移质、底质探测器示意图

E.0.1 这种采样器采用增大进口流速的原理,并在取样器前部有加重铅块,尾部安装有浮筒,使进口流速与天然流速接近,阻水影响小,器内积沙稳定,在复杂的水底地形条件下,仪器的口门能紧密吻贴河床或海床。

E.0.2 这种采样器由金属网和框架组成,因网底易被水底石块顶托,口门难以吻贴河床或海床,采样效率不高。

E.0.3 按开口面积,常用的蚌式底质采样器有 0.25m^2 、 0.1m^2 、 0.05m^2 三种。

E.0.4 制作圆锥式底质采样器方法:用厚铁皮剪成等腰三角形制成,两腰留出掩襟两片;一片向里、一片向外,外襟便于刮沙入内,内襟防止沙样流出。采样时将测杆插入河床或海床,用力顺外掩襟方向旋转将泥沙卷入圆锥内,提出水面时将进沙口转向背水方向,以防沙样流失。

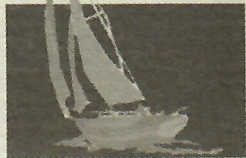
制作钻头式底质采样器方法:用两段口径能互相套接的钢管制成下尖劈型。采样时将测杆插入河床或海床用力压入,使水自排水孔泄出,沙样即进入取样管。提出水面后卸下螺栓,就能从中淘出沙样。

附录 J CTD 在温度及盐度观测中作业要求

J.0.1.1 因 CTD 设备需放入水中作业,所以出测前要求对 CTD 设备的密封状况进行检查,清理各个传感器。

J.0.2.3 正式测量前将 CTD 设备下放至海面以下,使各传感器侵入水中感温 3min ~ 5min,这样做是为了保证所测温度为海水的真正温度值。

水运图书工作室



欢迎光临中国水运图书网
www.chinasybook.com

统一书号：15114 · 2315

定 价：55.00元

网上购书 / www.chinasybook.com