前　言

根据住房城乡建设部《关于印发2022年工程建设规范标准编制及相关工作计划的通知》(建标函〔2022〕21号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制了本标准。

本标准主要技术内容:总则、术语、测验河段的选择和断面设立、断面测量、流量测验方式方法、水位(流量)级划分及特殊水情流量测验、流量测验成果检查和分析、流量测验成果精度评定等。

本标准修订的主要技术内容:

1. 增加了流量在线监测技术的断面选取、测验要求、误差分析、成果检查分析等要求;

2. 增加了超标准洪水测验等要求;

3. 完善了比降面积法等内容;

4. 补充了流量在线监测比测技术大纲等内容。

本标准由住房城乡建设部负责管理。

本标准起草单位、起草人员和审查人员:

起草单位:长江水利委员会水文局
黄河水利委员会水文局
交通运输部长江航道局
辽宁省河库管理服务中心(辽宁省水文局)
黑龙江省水文水资源中心
四川省水文水资源勘测中心
安徽省水文局(安徽省水土保持监测总站)
清华大学

起草人员:梅军亚　周　波　赵　昕　邓　山　张家军

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

	李　松	蒋吉发	孙永贺	何传金	李舒宝
	许弟兵	袁德忠	赵　东	吴　琼	龙　笛
审查人员：	倪伟新	张建新	陈松生	张留柱	方卫华
	杨静波	吴景峰	朱兆军	吴　捷	王增海
	高　强	吴华林	田礼乔	董晓华	周正朝

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

目　　次

1　总　　则 …… (1)
2　术　　语 …… (2)
3　测验河段的选择和断面设立 …… (4)
3.1　测验河段选择与勘察 …… (4)
3.2　测验断面布设 …… (7)
4　断面测量 …… (11)
4.1　大断面测量 …… (11)
4.2　水道断面测量 …… (12)
4.3　误差分析与精度控制 …… (13)
5　流量测验方式方法 …… (15)
5.1　一般规定 …… (15)
5.2　测验方式选择 …… (16)
5.3　测验方法选择 …… (18)
5.4　流量在线监测技术要求 …… (20)
6　水位(流量)级划分及特殊水情流量测验 …… (23)
6.1　水位(流量)级划分 …… (23)
6.2　高洪流量测验 …… (25)
6.3　超标准洪水测验 …… (25)
6.4　枯水期流量测验 …… (26)
6.5　冰期流量测验 …… (27)
6.6　潮流量测验 …… (29)
7　流量测验成果检查和分析 …… (31)
7.1　单次流量成果检查分析 …… (31)
7.2　流量在线监测成果检查分析 …… (32)

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

7.3 测站特性分析 …… (33)
8 流量测验成果精度评定 …… (35)
8.1 一般规定 …… (35)
8.2 误差分析与精度控制 …… (36)
8.3 流量测验成果精度评定 …… (41)
附录A 基本水文站精度类别划分方法 …… (43)
附录B 流速仪法 …… (45)
附录C 声学多普勒流速剖面仪法 …… (95)
附录D 浮标法 …… (122)
附录E 比降面积法 …… (141)
附录F 流量测验表格式 …… (151)
附录G 缆道偏角改正表 …… (176)
附录H 流量在线监测比测技术大纲 …… (191)
本标准用词说明 …… (194)
引用标准名录 …… (195)

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

Contents

1 General provisions …… (1)

2 Terms …… (2)

3 Selection of measuring reach and setting up of cross-section …… (4)

3.1 Selection and survey of measuring reach …… (4)

3.2 Layout of measuring cross-section …… (7)

4 Cross-section measurement …… (11)

4.1 Possible maximum cross-section measurement …… (11)

4.2 Channel cross-section measurement …… (12)

4.3 Error analysis and precision control …… (13)

5 Means and methods for discharge measurement …… (15)

5.1 General requirements …… (15)

5.2 Selection of measurement means …… (16)

5.3 Selection of measurement methods …… (18)

5.4 Technical requirements for online monitoring …… (20)

6 Gradation of stage(discharge) and discharge measurement of special water regime …… (23)

6.1 Gradation of stage(discharge) …… (23)

6.2 Measurement of high flood discharge …… (25)

6.3 Measurement of over-standard flood …… (25)

6.4 Measurement of discharge in dry period …… (26)

6.5 Measurement of discharge in ice period …… (27)

6.6 Tidal discharge measurement …… (29)

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

7 Check and analysis of discharge measurement results …… (31)
7.1 Check and analysis of individual discharge measurement results …… (31)
7.2 Check and analysis of online discharge measurement results …… (32)
7.3 Analysis of station characteristics …… (33)
8 Assessment of discharge measurements accuracy …… (35)
8.1 General requirements …… (35)
8.2 Error analysis and precision control …… (36)
8.3 Assessment of discharge measurements accuracy …… (41)
Appendix A Methods for accuracy classification of basic hydrological stations …… (43)
Appendix B Current meter method …… (45)
Appendix C Acoustic Doppler current profiler method …… (95)
Appendix D Float method …… (122)
Appendix E Slope-area method …… (141)
Appendix F Format of discharge measurement table …… (151)
Appendix G Table of deflection angle correction of suspension cable …… (176)
Appendix H Outline of online monitoring comparison …… (191)
Explanation of wording in this standard …… (194)
List of quoted standards …… (195)

住房城乡建设部信息公开浏览专用

1 总　　则

1.0.1　为统一全国河流流量测验方法与分析计算等技术要求，保证流量测验成果质量，制定本标准。

1.0.2　本标准适用于河流、湖泊、水库、明渠等的流量测验。

1.0.3　基本水文站可按流量测验精度等级与要求，分为一类精度站、二类精度站和三类精度站，其划分方法应符合本标准附录A的规定。

1.0.4　新的流量测验方法应采用多线多点流速仪法或走航式声学多普勒流速剖面仪法进行比测试验和精度评定。

1.0.5　本标准所规定的各项精度可用于测流方案质量控制及评价。精度检验宜选择有条件的代表站长期收集、积累试验资料。

1.0.6　水文站宜按“全量程、全自动”实行流量在线监测。

1.0.7　河流流量测验除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

2 术　　语

2.0.1　流量在线监测　　discharge on-line monitoring

通过传感器、数据传输设备及自动化系统，对水体的流量进行实时、连续的测量、记录与数据传输的技术过程。

2.0.2　声学多普勒流速剖面仪法　　acoustic Doppler current profiler method

利用声学多普勒流速剖面仪进行流速或流量测验的方法，按安装测验方式的不同可分为走航式声学多普勒流速剖面仪法与固定式声学多普勒流速剖面仪法。简称 ADCP 法。

2.0.3　超声波时差法　　ultrasonic time-difference method

利用超声波在水中传播时顺水和逆水的传播时间差测量水层平均流速的方法。

2.0.4　雷达测速法　　radar velocimetry

基于雷达多普勒效应、布拉格散射等原理，测量水体表面流速的方法。

2.0.5　视频测速法　　video velocimetry

利用摄像机拍摄得到的实时水流视频，结合图像处理和计算机技术，获取水流表面流速的方法。

2.0.6　比降面积法　　slope-area method

通过实测或调查测验河段的水面比降和断面面积，通常采用水力学公式推求流量的方法。

2.0.7　代表流速法　　index velocity method

通过建立代表流速与断面平均流速相关关系，用实测部分流速推求断面平均流速和断面流量的方法。

2.0.8　面积加权法　　area weighting method

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

通过实测区域流速或点流速计算部分流速，再乘以部分水道断面面积得到部分流量，最后汇总计算断面流量的方法。

2.0.9 比测 comparative gauging

采用两种或多种不同的测量方法或仪器，在同一时间或相近时间对同一河段的水文要素进行测量，并对测量结果进行比较和分析的过程。

2.0.10 率定 calibration

通过一系列的实验、观测和分析计算，确定最优的流量（流速）关系模型和参数的工作。

2.0.11 高洪流量测验 measurement of high flood discharge

在流速大，涨、落急剧，漂浮物多等的条件下，常规测验方案难以满足测验要求的流量测验。

2.0.12 超标准洪水测验 measurement of over-standard flood

超过水文测验河段防洪标准或水文站测洪标准的洪水测验。

2.0.13 全球导航卫星系统浮标 Global navigation satellite system float

内置全球导航卫星系统，依靠流体浮托作用漂浮于水流表层或水下，用于测定水流表面速度、流向的漂浮式设备。简称 GNSS 浮标。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

3 测验河段的选择和断面设立

3.1 测验河段选择与勘察

3.1.1 测验河段应满足设站目的，应保证测验资料精度，且应便于观测和资料计算整理，河段控制应符合下列规定：

1 测验河段的选择应符合下列规定：

1) 宜选在石梁、急滩、弯道、卡口和人工堰坝等易形成断面控制的上游河段，石梁、急滩、弯道、卡口的上游河段与断面控制的距离宜为河宽的 5 倍，山区性河流断面控制的距离可放宽至河宽的 3 倍；

2) 可选在河槽的底坡、断面形状、糙率等因素比较稳定和易受河槽沿程阻力作用形成河槽控制的河段；

3) 河段内应无大块石阻水，并应无大范围漩涡、乱流等现象。

2 当断面控制和河槽控制发生在某河段的不同位置时，应选择断面控制的河段作为测验河段；在几处具有相同控制特性的河段上，应选择水深较大的窄深河段作为测验河段；低枯水期、流速较小时期应选择水流集中、流速相对较大的河段作为测验河段。

3.1.2 测验河段宜顺直、稳定、水流集中，应无分流、岔流、斜流、回流、潜水、死水等现象，应避开易发生滑坡、坍塌和泥石流的地点，宜避开有较大支流汇入或湖泊、水库等大水体产生变动回水及严重漫滩、急剧冲淤等的影响，并应符合下列规定：

1 在平原区河流上，河段的河宽、水深和比降宜无明显变化，宜为单式河槽、无水草丛生，当测验河段无法避开游荡性河段时，应避开变动沙洲。

2 在山区性河流上，测验河段应具有自由水面。

3 在潮汐河流上，宜选择水面较窄、涨落潮流路顺直、通视条

住房城乡建设部信息公开 测试专用

件较好、横断面较单一、受风浪影响较小的河段。

4 水库、湖泊出口站或堰闸站的测验河段宜选在建筑物的下游，并宜避开水流大的波动和紊动的影响；当在下游测验有困难，而建筑物上游又有较长的顺直河段时，可将测验河段选在建筑物上游。

5 结冰河流的测验河段不宜有冰凌堆积、冰塞、冰坝；对有层冰层水的多冰层结构的河段，应经调查或勘查，选取结冰情况较简单的河段。

6 受水工程或人类活动影响及巡测断面的测验河段，可根据设站目的或需要放宽条件。

3.1.3 采用不同流量测验方法的测验河段还应符合下列规定：

1 采用流速仪法的测验河段，顺直河段长度宜大于洪水时主河槽宽度的5倍。

2 采用ADCP法的测验河段，宜选择水深大、边滩小、水上交通不影响测流和移动底不剧烈的河段。

3 采用超声波时差法的测验河段，应避开水温、含沙量和盐度梯度较大的河段。

4 采用雷达测速法、视频测速法的测验河段，宜选择水面流速较大、代表性较好的河段。

5 采用浮标法的测验河段，顺直河段长度宜大于上、下浮标断面间距的2倍；中断面应具有代表性；各断面之间应有较好的通视及通信条件。

6 采用比降面积法的测验河段，顺直长度应满足比降观测精度所需的长度，两岸斜坡等高线应接近平行，水面横比降应较小，纵比降应均匀、无明显转折点，并应避开洲、滩、分汊河段、工程设施和明显的扩散型河段。

7 采用量水建筑物法的测验河段，顺直河段长度应大于行近河槽最大水面宽度的5倍，并应避开陡峻、水流湍急的河段；行近河槽段内应水流平顺、河槽断面规则、流速分布对称均匀，河床和岸边应无乱石、土堆、水草等阻水物；当天然河道达不到要求时，宜

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

进行人工整治使其符合量水建筑物测流的水力条件。

8 采用其他测流方法的测验河段，应满足仪器性能适用条件要求。

3.1.4 确定测验河段的位置时，应对测验河段的地质地貌、下垫面、河流特性、上下游工程及水资源开发规划等进行详尽的勘察、调查，并应勘察河势，应了解河道弯曲和顺直段长度、两岸和堤防控制洪水的能力，以及历史上有无溢流缺口。在满足设站目的的前提下，宜靠近城镇居民点，并应兼顾交通、电力、通信等条件。

3.1.5 河流特性勘察应包括下列内容：

1 调查控制断面的位置，鉴别断面控制或河槽控制的稳定程度。

2 调查分流、串沟、回流、死水及边滩宽度是否便于布置测验设施；在初步选定的河段内布测若干个河道断面，并测绘其中一个断面的流速分布。

3 了解河床组成、断面形状、冲淤变化、沙洲消涨史和河道变迁史，以及各级水位的主泓、流速、流向及其变化情况，并勘察河床上岩石、砾石、卵石、漂石、砂、壤土、黏土、淤泥等沿测验河段的分布。

4 了解水草生长的季节和范围，封冻和流冰时间，冰坝、冰塞的地点和壅水高度等。

3.1.6 非潮流站的测验河段宜选在变动回水范围以外，并应按下列规定查清下游变动回水的距离及发生概率：

1 测验河段下游有水工建筑物时，应根据下游最近地点水工建筑物设计最高洪水位下的回水计算资料，判别是否受其影响，并估算回水距离。

2 测验河段下游一定距离内有河流或湖泊汇合时，应估算回水发生概率、极限距离等情况。

3.1.7 选择测验方案及设备时，应了解洪水涨、落的缓急程度，历史最高、最低水位和最大漫滩边界，估算最大、最小流量，调查洪水来源及水土流失等情况。

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

3.1.8 调查流域自然地理情况应包括下列内容：

1 勘察地物、地貌，了解分水岭闭合情况，有无客水引入及内水分出；

2 勘察土壤分布、植被情况，了解水土流失及上游产沙情况；

3 了解地质及水文地质情况，对石灰岩地区要重点了解喀斯特发育程度及分布情况。

3.1.9 调查流域内建设工程措施及平面坐标和控制情况，应包括下列内容：

1 引水取水、拦河跨河等水利工程规模、数量的现状及其近期、远景规划安排；

2 农田水利、水土保持措施的类型及其可能对洪水泥沙产生的影响；

3 港口码头、河道通航、江河治理等情况；

4 拟建测站附近的高程控制点、平面控制点的坐标位置、高程及等级。

3.1.10 编写勘察报告应包括下列内容：

1 勘察的目的、任务、主要工作人员的专业类别及技术水平，勘察时间和范围；

2 整理各项调查资料，分类归纳成简明成果；

3 推荐勘选的测验河段，阐述分析意见，提出对水文测验项目、方法和基本设施等布置工作的建议。

3.2 测验断面布设

3.2.1 水文站可按流量测验方法的需要，分别设立基本水尺断面和相应的测流断面。

3.2.2 基本水尺断面的布设应符合现行国家标准《水位观测标准》GB/T 50138 的规定。当河段内有固定分流，分流量超过断面总流量的 20%，且断面总流量与分流量之间没有稳定关系时，应分别设立水尺断面。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

3.2.3 测流断面的布设应符合下列规定：

1 断面宜稳定、宜与基本水尺断面重合或接近；不能重合时，两断面的水位宜有稳定的关系。

2 宜选择在河岸顺直、等高线走向大致平行、水流集中的河段中央。

3 测流断面宜垂直于断面平均流向，高、中、低水位偏角均不宜超过 10°，条件不具备时，可分别布设。

4 有分流、串沟，且流向与主流相差较大时，宜分别布设垂直于流向的测流断面。

5 测流断面宜避开回水顶托、水流异常紊动等影响。

3.2.4 采用不同流量测验方法的测流断面应符合下列规定：

1 不同方法的测流断面宜重合或接近，不能重合时，断面间不应有水量加入或分出。

2 流量在线监测断面应符合相应测验方法的要求，并应满足流量在线监测设施设备安装稳固、运行可靠的要求。

3 浮标法宜等距布设上、中、下三个断面，且其间河道地形的变化应较小；受河段条件限制时，可只设上、中或中、下断面；采用全球导航卫星系统浮标法或极坐标法时，可不布设上、下浮标断面；浮标运行距离宜大于最大断面平均流速值的 50 倍；当受条件限制时可缩短，但不应小于最大断面平均流速值的 20 倍。

4 比降面积法测流断面宜无明显横比降，并应在比降水位观测河段等距布设上、中、下三个比降断面；顺直段长度不够，且断面形状沿程变化不明显，面积沿程变化基本均匀时，也可只设上、下两个比降断面。

3.2.5 其他方法测流断面的布设应满足仪器性能适用条件要求。

3.2.6 基线布设应符合下列规定：

1 测站使用经纬仪、全站仪、测距仪或平板仪交会法等施测起点距时，基线宜垂直于测流断面，基线起点应设置在断面上；当受地形条件限制时，基线可不垂直于断面；基线长度宜使断面上最

住房和城乡建设部信息公开 测试专用

远一点的仪器视线与断面线的夹角大于30°，特殊情况下不应小于15°；不同水位时水面宽度相差悬殊的测站，可在岸上和河滩上分别设置高、低水位相应的基线。

2 测站使用六分仪交会法施测起点距时，基线应使六分仪两视线的夹角大于或等于30°，且小于或等于120°；基线两端至近岸水边的距离，宜大于交会标志与枯水位高差的7倍；当一条基线不能满足要求时，可分别设置高、低水位交会基线。

3 基线长度宜取10m的整倍数，用钢尺或校准过的其他量具往返测量两次的不符值不应超过1/1000。

3.2.7 高程基点布设应符合下列规定：

1 当断面上的地形有坚固高大建筑物可使用极坐标交会法施测起点距时，应在断面上设置高程基点，高度宜使仪器对最远一点视线的俯角不小于4°，特殊情况下不应小于2°；当受地形等条件限制时，高程基点可设在断面上、下游附近。

2 高程基点应设在坚固的岩石或标桩上，其高程应采用不低于四等水准测定；当基点高程与最高洪水位的高差小于5m时，应采用不低于三等水准测量高程。

3.2.8 基线桩、断面桩、断面标志桩等测量标志的布设应符合下列规定：

1 基线桩宜设在基线的起点和终点处，并可采用基线起点桩兼作断面桩；高水位的基线桩应设在历年最高洪水位以上。

2 各种水尺断面和测流断面，应在两岸分别设立永久性断面桩；高水位的断面桩应设在历年最高洪水位以上0.5m～1.0m处；漫滩较远的河流，可设在洪水边界以外；有堤防的河流，可设在堤防背河侧的地面。

3 各种测流方法布设的测流断面两岸应设立坚固、醒目的断面标志；当河面较窄时，可在同一岸设立两个断面标志桩，两桩的间距应为近岸标志桩到最远测点距离的5%～10%，并不应小于5m；使用缆道、桥梁等建筑物测流的测站可不设立。

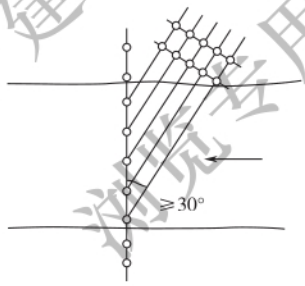
住房城乡建设部信息公开
浏览专用

4 当河面特别宽且采用六分仪定位时，宜在两岸设立醒目的基线标志。

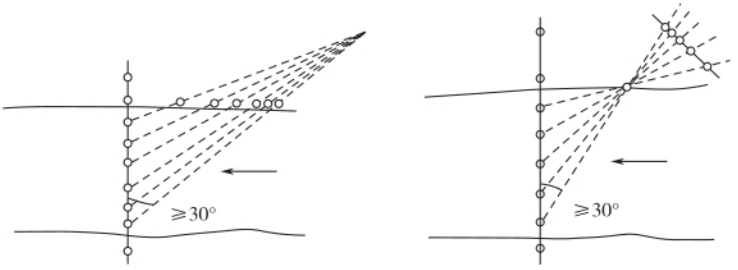
3.2.9 采用卫星定位系统定位时，用于测验定位的岸上固定标志可精简，临时断面可不设断面标。

3.2.10 水文测验河段应设立水文监测保护标志牌，并宜在保护区界转折点设立带编号的界桩。在通航河道应根据需要设立安全标志。

3.2.11 漫滩严重的河流，可在滩地固定垂线上设标志杆，其顶部应高出历年最高洪水位。用方向线或辐射线法固定测速、测深垂线位置的测站，在岸上设置固定标志时，应使每一方向线或辐射线与测流断面的夹角不小于 30°，同一视线内前后两标志的距离不得小于由近岸标志到固定测速、测深垂线距离的 5%～10%，且不得小于 5m（见图 3.2.11）。



（a）方向线法



（b）辐射线法

图 3.2.11 方向线法及辐射线法

住房城乡建设部信息公开浏览专用

4 断面测量

4.1 大断面测量

4.1.1 大断面测量应包括水道断面测量和岸上部分测量。

4.1.2 大断面测量的范围，岸上部分应测至历年最高洪水位以上0.5m～1.0m。漫滩较远的河流，可测至最高洪水边界；有堤防的河流，应测至堤防背河侧的地面。

4.1.3 测流断面河床稳定，水位与面积关系点偏离关系曲线在±3%范围内的测站，应在每年汛前或汛后施测一次大断面；河床不稳定的测站，应在每年汛前和汛后各施测一次大断面，并应在当次大洪水后及时施测其过水断面部分；断面整治、护岸工程等导致断面变化时，应及时加测。

4.1.4 断面起点距应以高水位时的断面桩作为起算零点。起点距和水深的测量方法，应按本标准附录B的规定执行。两岸始末断面桩之间总距离往返测量不符值不应超过1/500。

4.1.5 大断面岸上部分的高程测量可采用水准仪、全站仪、GNSS等设备，施测应符合现行行业标准《水文测量规范》SL 58的测量要求。

4.1.6 大断面测深垂线的布设应符合下列规定：

1 新设水文站或增设大断面时，应在水位平稳时期沿河宽进行水深连续探测；当水面宽度大于25m时，垂线数目不应少于50条；当水面宽度小于或等于25m时，可按最小间距为0.5m布设测深垂线；探测的测深垂线数，应能满足掌握水道断面形状的要求。

2 测深垂线宜均匀布设，并应控制河床变化的转折点，应使部分水道断面面积无大补大割情况；当河道有明显的边滩时，主槽

住房城乡建设部信息公开测试专用

部分的测深垂线应较滩地为密。

4.1.7 在水道断面测量开始和结束时，应各观测或摘录一次水位。

4.1.8 流量在线监测断面与流速仪测流断面不重合的，采用代表流速法进行流量在线监测时，可借用流速仪测流断面；采用面积加权法时，流量在线监测断面应实测。

4.2 水道断面测量

4.2.1 水道断面的测量应符合下列规定：

1 水道断面测深垂线的布设应符合本标准第4.1.6条规定，流速仪法的测深垂线应包含测速垂线。

2 新设水文站和河床不稳定的水文站，测流应同时测量水深；当测站断面冲淤变化不大且变化规律明显时，每次测流可不同时测量水深；当出现特殊水情，同时测量水深有困难时，可在测流前后有利时机测量。

3 对于河床稳定的测站，应在每年汛前、汛后进行测量，汛期每次较大洪水后应进行加测；对于岩石河床的测站，施测次数可减少。

4 冰期测流应同时测量水深、冰面边、冰厚、水浸冰厚和冰花厚；当冰底不平整时，应采用探测的方法加测冰底边起点距；当冰底平整时，可用岸边冰孔的冰底高程断面图查得冰底边位置。

4.2.2 流量在线监测的测站，若采用面积加权法计算流量，或在线流量计算模型需要用到断面面积或水深、起点距数据的测站，应根据断面特性、设站目的、精度需求确定水道断面测量频次和要求。断面稳定、同水位面积变化不超过本标准第4.1.3条规定时，每年宜开展3次～5次水道断面检测，检测后应采用新测水道断面成果参与断面流量计算。同水位面积变化超过本标准第4.1.3条规定时，宜根据测站功能需求分析确定水道断面测量频次和要求。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

4.2.3 水道断面测宽、测深的方法应根据河宽、水深，以及设备情况和精度要求确定，并应符合本标准第 B.8 节的规定。

4.3 误差分析与精度控制

4.3.1 断面测量的误差分析应包括下列内容：

1 水深测量误差分析应包括下列内容：

1）波浪或测具阻水较大，影响观测；

2）水深测量位置偏离断面线；

3）悬索的偏角较大；

4）测深杆的刻画或测绳的标志不准；

5）测杆或测锤陷入河床；

6）超声波测深仪的频率选择不当或声速设置有误；

7）水深测量时换能器姿态倾角过大而未做校正；

8）水深测量的仪器设备在施测前未按要求进行检查和校测。

2 起点距测量误差分析应包括下列内容：

1）基线丈量的精度或基线的长度不符合要求；

2）断面索的伸缩和垂度的变化使得施测不准；

3）使用经纬仪交会法施测时，后视点观测不准或仪器发生位移；

4）使用六分仪交会法施测时，测船摇晃使定位不准；

5）测距仪器系统偏差、计数器系统偏差、卫星信号不稳定或强度弱造成定位不准；

6）测点偏离断面线；

7）仪器的校测和观测不符合规范要求。

4.3.2 在断面测量过程中应按下列规定控制测量精度：

1 应按有关操作规程施测。

2 波浪较大时，垂线水深观测不应少于 3 次，并应取其中数值最接近的两次的平均值。

住房城乡建设部信息公开
测试专用

3 水深和起点距测量的位置应控制在测流横断面线上。

4 使用铅鱼测深时，应减小偏角，宜在悬索可承受范围内使用较重的铅鱼；偏角超过10°时应作偏角改正。

5 应选用适应断面特性的测深仪，并应准确设置参数。

6 对测宽、测深仪器和测具应按规定进行校正。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

5 流量测验方式方法

5.1 一般规定

5.1.1 水文站所选用的测流方法应适合测站的水流特性和测验条件，测验精度应满足资料用途的要求。

5.1.2 水文站应根据本站测验条件选择两种及以上测流方法，宜包含一种及以上流量在线监测方法。

5.1.3 流量测验次数的布置应符合下列规定：

1 应根据高、中、低、枯各级水位的水流特性，测站控制条件、测验方式方法、测验精度，定线推流要求等综合确定，应准确掌握各个时期的水情变化、合理控制各级水位、流量变化过程转折点；当发生的洪水、枯水超出历年实测流量或水位时，应增加测次。

2 潮流量测验应根据试验资料确定的各代表潮流期布置测次；每个潮流期内潮流量的测速次数，根据流速变化的大小、缓急程度分布，应能够准确掌握全潮过程中流速变化的转折点。

3 结冰河流的测验次数及分布，应能够控制流量变化过程或冰期改正系数变化过程；流冰期小于 5d 时，应 1d～2d 施测一次，不小于 5d 时，应 2d～3d 施测一次；稳定封冻期测次可较流冰期减少；封冻前和解冻后可加测；对流量日变化较大的测站，应通过加密测次，应进行试验分析确定一日内的代表性测次时间。

4 新设站初期的测流次数，应较本条第 1 款的规定测次增加。

5 实行巡测的水文站，水位流量关系呈单一线、水力因素与流量或流量系数的关系呈一条或一簇关系线、经过单值化处理后呈单一线时，应根据水流特性，测站控制条件、测验精度，定线推流要求及需求等综合布置测次；采用当年资料定线时，每年可

住房城乡建设部信息公开 测试专用

测 7 次～15 次；采用 3 年～5 年资料滑动定线时，年测次不应少于 3 次。

6 实行间测的水文站，间测期间的施测频次可按本条第 5 款规定执行；检测年份每年检测不应少于 3 次，检测点宜分布于高、中、低各级水位。

7 实行流量在线监测的水文站，应按照本标准第 5.4 节的要求执行。

5.2 测验方式选择

5.2.1 流量测验可根据测站水沙特性变化、测验精度、资料整编要求和交通条件等情况，采用驻测、巡测、间测等方式。

5.2.2 符合下列条件之一的水文站可实行巡测：

1 已实现流量在线监测或自动监测，水位流量关系呈单一线，水力因素与流量或流量系数的关系呈一条或一簇关系线，经过单值化处理后呈单一线，定线精度符合现行行业标准《水文资料整编规范》SL/T 247 的规定。

2 实行间测的测站，在停测期间实行检测者。

3 全年采用巡测资料推算流量，年径流量的误差不超过表 5.2.2 规定，或部分时段采用巡测资料推算流量，由时段径流量误差算得的年径流量误差不超过表 5.2.2 规定。

表 5.2.2 年径流量允许相对误差

站类	允许误差(%)
一类精度站	2.0
二类精度站	3.0
三类精度站	5.0

4 枯水期采用定期测流。

5 交通通信方便，能按水情变化及时施测流量。

6 采用巡测方式可满足设站目的。

5.2.3 有5年以上资料证明实测流量相应的水位变幅已控制历年水位变幅的80%以上，历年水位流量关系或其他水力因素与流量的关系符合下列条件之一的水文站，可实行间测：

1 每年的水位流量关系曲线或单值化线与历年综合关系曲线之间的最大偏离相对误差不超过表5.2.3-1规定时，可停2年～5年测1年。

表5.2.3-1 关系曲线最大偏离相对误差

站类	允许误差(%)		
	高水	中水	低水
一类精度站	3	5	10
二类精度站	5	8	12
三类精度站	8	10	15

2 各相邻年份水位流量关系曲线之间并线最大相对误差不超过表5.2.3-2规定时，且合并定线后实测点据对关系线的定线误差达到规定精度，可停1年测1年。

表5.2.3-2 并线最大相对误差

站类	允许误差(%)	
	高水	中水
一类精度站	4	5
二类精度站	6	8
三类精度站	8	10

3 在水位变幅的部分范围内，水位流量关系呈单一线且符合本条第1款规定，可在相应的部分水位级内实行间测。

4 在枯水期内，流量变化不大，多年枯水径流总量占年径流总量的5%以内，且不需要施测流量过程。

5 多年资料证明潮汐要素与潮流量关系比较稳定的潮流站。

6 堰闸测流的流量系数多年稳定，水力因素与流量或者流量系数的关系点据密集成带状，无明显系统偏离，且关系点据对关系

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

线的定线误差能达到现行行业标准《水文资料整编规范》SL/T 247 的规定精度。

5.2.4 实行间测的水文站，在停测期间应实行检测，检测年份每年检测不应少于 3 次，检测点宜分布于各级水位；发生下列情况之一时，应增加检测次数或恢复正常测流：

1 发生超出本站间测方案范围以外的洪水或枯水；

2 发现水利工程措施或其他人类活动使测站控制条件有明显改变；

3 超出本标准第 5.2.3 条第 1 款或第 2 款规定的允许误差；

4 有生态流量监测、水资源监测或其他需求时。

5.2.5 不符合巡测、间测条件的水文站，应实行驻测。

5.3 测验方法选择

5.3.1 满足下列条件的水文站，可采用流速仪法，测验方法与技术应符合本标准附录 B 的规定：

1 断面内大多数测点的流速不超过流速仪的测速范围。

2 垂线水深不小于用一点法测速的必要水深。

3 在一次测流的起讫时间内，水位涨落差不大于平均水深的 10%；水深较小和涨落急剧的河流不大于平均水深的 20%。

4 漂浮物不影响流速仪的正常运转。

5.3.2 满足下列条件的水文站，可采用走航式 ADCP 法，测验方法与技术要求应符合本标准附录 C 的规定：

1 测验河段水体中悬浮物含量满足声波反射要求；

2 断面水深满足仪器使用的要求；

3 流态稳定，无大量漩涡、湍流；

4 无大量水生植物等影响。

5.3.3 符合本标准第 5.3.2 条规定，且断面和流速分布规律稳定时，可采用固定式 ADCP 法；水平层流速代表性较好时，可采用水平式 ADCP 法；垂线流速代表性较好的，可采用垂直式 ADCP 法。

住房城乡建设部信息公开测试专用

测验方法与技术要求应符合本标准第5.4节和附录C的规定。

5.3.4 单式河槽、断面稳定，含沙量较小，无大量水生植物和气泡等影响，水深和水温的垂直梯度满足时差法声道布设要求且两岸具有安装条件的，可采用超声波时差法。技术要求应符合本标准第5.4节的规定。

5.3.5 断面稳定，受风速风向变化影响小，水面流速大于0.50m/s且有一定的水波纹时，可采用雷达测速法；安装点到河面区间开阔、无遮挡，周边无同频信号干扰影响，可采用侧扫雷达法。技术要求应符合本标准第5.4节的规定。

5.3.6 断面稳定，有漂浮物或水波纹，受强光、强风或树木倒影等影响较小时，可采用视频测速法。技术要求应符合本标准第5.4节的规定。

5.3.7 使用本标准第5.3.1条～第5.3.6条规定的测验方法测速困难的特殊情况下的流量测验，可采用浮标法，测验方法与技术应符合本标准附录D的规定。

5.3.8 属于下列情况时，可采用比降面积法，测验方法与技术应符合本标准附录E的规定：

1 断面稳定，水面比降较大、河段糙率与水位或其他水力因素相关关系较好；

2 水位涨落急剧，水深小、漂浮物多，不宜使用流速仪法、ADCP法等测流；

3 洪水超出测站的测洪能力；

4 洪水超出允许水位变幅的巡测站、间测站；

5 需要进行洪水调查推算洪峰流量的。

5.3.9 测验河段内有各种坝、闸、泵站等水工建筑物，且流量与有关水力因素之间存在稳定的函数关系时，可采用水工建筑物法，测验方法与技术应符合现行行业标准《水工建筑物与堰槽测流规范》SL 537的有关规定。

5.3.10 水面不宽、流量较小的河段，可采用量水堰或量水槽法，

住房和城乡建设部信息公开浏览专用

测验方法与技术应符合现行行业标准《水工建筑物与堰槽测流规范》SL 537 的有关规定。

5.3.11 当发生堰塞湖、溃口等水情需要开展流量应急监测时，测验方法与技术应符合现行行业标准《水文应急监测技术导则》SL/T 784 的有关规定。

5.4 流量在线监测技术要求

5.4.1 流量在线监测设备的测验精度、稳定性、可靠性应满足应用要求，应经过室外环境适应性验证。

5.4.2 流量在线监测方案应根据不同水位（流量）级下的断面流速分布规律进行选择；一种方法难以满足各水位（流量）级流量在线监测要求时，可采用多方法组合的方案。

5.4.3 流量在线监测方案投入应用前，应按下列规定开展比测：

1 应与流速仪法或走航式 ADCP 法进行比测；

2 比测时应避免全断面流量施测与流量在线监测相互干扰；

3 除了可明确的粗差外，不应舍弃比测点据；

4 每一流量计算模型的有效点据不宜少于 30 个，特殊情况不应少于 20 个，且应在水位（流量）级内均匀分布；

5 流量在线监测设备、水位计，以及比测时走航式 ADCP、流速仪等仪器的数据测量时钟，与标准时钟的偏差及相互之间的互差不应大于 15s；

6 流量在线监测比测完成后应编制比测报告，报告大纲可按本标准附录 H 执行。

5.4.4 流量在线监测的流量计算模型应符合下列规定：

1 使用面积加权法计算流量，精度满足要求时，宜采用面积加权法；

2 使用代表流速法计算流量时，可采用一元回归、多元回归或人工智能模型等，代表流速关系回归方程的阶数不宜超过 2；

3 单个流量计算模型不能满足全量程使用时，可按不同水位

住房和城乡建设部信息公开 测试专用

(流量)级建立多个流量计算模型。

5.4.5 流量在线监测流量误差应符合下列规定：

1 系统误差不应超过±2%；

2 一类精度站随机不确定度不应大于10%，条件不具备时不应大于13%；

3 二类精度站随机不确定度不应大于15%；

4 三类精度站随机不确定度不应大于20%。

5.4.6 专用水文站可根据测站任务书要求或资料使用需求，按时段总水量或时段平均流量控制，误差应符合下列规定：

1 系统误差不应超过±2%；

2 日总量随机不确定度不宜大于6%，条件不利但满足资料使用要求时，可放宽至10%；

3 月总量随机不确定度不宜大于2%，条件不利但满足资料使用要求时，可放宽至4%。

5.4.7 流量在线监测方案可分段投产，并应扩充比测样本，分析合格后，可拓展投产范围。

5.4.8 已投产的流量在线监测方案，每年应实测流量进行检验，每年检验次数一类精度站不宜少于8次，二类、三类精度站不宜少于5次，且应分布于各水位(流量)级。经检测分析，关系多年稳定时，可减少检验测次及频次。当检验发现误差超限时，应及时复测，仍不满足要求时应恢复常规方法测验。

5.4.9 校测次数大于5次，在判定已有关系模型是否可以继续使用时，应进行学生 t 检验。

5.4.10 关系模型的使用，超出投产范围时，应及时采用常规测验方法测流，并应搜集比测资料；延长使用时，应符合下列规定：

1 使用面积加权法或一次关系模型时，外延部分不宜超过15%。

2 使用二次关系模型时，外延部分不宜超过10%。

3 使用人工智能模型时，外延部分不宜超过5%。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

4　补充比测点据与关系模型延长的系统偏离不超过±5%时，所推算资料可不改正；补充比测点据与关系模型延长的系统偏离超过±5%时，应将补充比测数据和原有模型率定数据合并重新率定模型。

5.4.11　当测验河段、断面基本条件有显著变化，或更换在线设备型号、位置、方向等，可能影响流量计算模型时，应对关系模型进行检验，发生变化时，应重新率定流量计算模型。

5.4.12　流量在线监测的运维应符合下列规定：

1　每年汛前应进行一次全面检查、维护、保养；

2　应定期对设施设备进行检查维护；

3　应定期检查仪器运行情况，发现故障应及时检查修复，故障期间应采用其他方法实测或推求流量。

5.4.13　流量在线监测的原始数据、计算模型、成果数据等宜通过流量在线监测信息平台统一管理，应定期备份原始数据、模型参数及监测成果数据。

5.4.14　流量在线监测设备运行状态与成果精度检查宜通过信息平台进行。平台应具备下列功能：

1　应能进行流量在线监测数据及设备状态的实时接入与展示；水位、断面、计算模型及参数等应与设备端实时同步。

2　应能进行数据合理性设置与提醒、异常数据剔除与订正。

3　应能进行推流模型的设定与计算。

4　应能绘制和生成流速分布图、过程线图、比测关系线图和原始数据表、实测流量成果表等图表。

5　应能进行检查日志记录等。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

6 水位(流量)级划分及特殊水情流量测验

6.1 水位(流量)级划分

6.1.1 水位(流量)级划分应根据河流特性、测站测洪能力及影响水位变化的各种因素,选择适合测站特性的划分方法。

6.1.2 当水位基本处于天然状态时,可采用畅流期频率水位,用年特征值法或典型年法进行水位级划分,并应符合下列规定:

1 频率可按下式计算:

$$p = \frac{m}{n+1} \tag{6.1.2}$$

式中:p ——频率;

m ——随机变量按大小递减顺序排列的序号;

n ——随机变量的序列号,不宜少于20。

2 采用年特征值法时,应符合下列规定:

1) 应根据测站各年瞬时最高水位,计算频率并绘制频率曲线,取频率为90%所对应的水位为高水位;

2) 应根据测站各年平均水位,计算频率并绘制频率曲线,取频率为50%所对应的水位为中水位;

3) 应根据测站各年瞬时最低水位,计算频率并绘制频率曲线,取频率为10%所对应的水位为低水位。

3 采用典型年法时,应符合下列规定:

1) 根据测站各年汛期总水量,计算频率并绘制频率曲线,应取汛期径流量频率为10%、50%、90%所对应的径流量相近的年份为丰、平、枯水典型年;

2) 根据三个典型年的汛期逐日最高水位计算频率并绘制频率曲线,应取频率为10%、50%、90%所对应的水位为

住房城乡建设部信息公开 制度专用

高、中、低水位。

6.1.3 当测站水位受工程影响严重时，可采用频率流量进行流量级划分，并应符合下列规定：

1 应根据测站各年实测最大流量，计算频率并绘制频率曲线，应取频率为90%所对应的流量为高水流量；

2 应根据测站各年平均流量，计算频率并绘制频率曲线，应取频率为50%、90%所对应的流量为中水流量和低水流量。

6.1.4 测站水情特征可根据水位(流量)级划分结果，划分为高水期、中水期、低水期、枯水期等4个时期，具体划分标准应符合表6.1.4的规定。

表6.1.4 水位(流量)级划分

分级	按水位级划分	按流量级划分
高水期	水位高于或等于高水位	流量大于或等于高水流量
中水期	水位低于高水位但高于或等于中水位	流量小于高水流量但大于或等于中水流量
低水期	水位低于中水位但高于或等于低水位	流量小于中水流量但大于或等于低水流量
枯水期	水位低于低水位	流量小于低水流量

6.1.5 当采用频率水位或频率流量进行水位(流量)级划分结果与测站实际情况差别较大时，可根据历史资料和现实特征，分析确定分级水位(流量)。

6.1.6 新设站在收集到足够的分析资料前，可采用下列方法确定水位(流量)分级：

1 根据上下游水文站的分级水位，进行内插确定；

2 采用调查最高洪水位确定或采用调查常年高水位、常年水位、常年低水位确定；

3 根据水文气象条件相似的水文站的水位(流量)分级。

6.1.7 河流特性、测站特性改变，发生了水量汇入或分出的变化，

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

受工程影响水文情势发生显著变化，或有特殊要求时，宜重新划分水位（流量）级。

6.2 高洪流量测验

6.2.1 高洪流量测验应依据本站技术条件和水情特点制订多种测验方案。

6.2.2 各种高洪流量测验方案使用前应进行演练，并应确保生产安全。

6.2.3 在测验条件允许的情况下，宜选择精度较高的测验方案。

6.2.4 高洪流量测验方案应根据高洪期间水流特点和测站技术设备条件，缩短测流历时，应选择合适的测流方法，并应符合下列规定：

1 采用走航式 ADCP 法施测时，对于暴涨暴落、漂浮物较多等特殊水情，可采用一测回；条件不允许时，可采用半测回。

2 采用流速仪法施测时，对于暴涨暴落、受变动回水影响而变化频繁、冰期冰流严重而水情变化急剧等特殊水情，可采用代表线简化测流；代表线应通过历史资料精简分析确定；采用多线多点法实测资料分析的测站，代表线流速不确定度不应超过 8%；采用少线少点法实测流量资料分析的测站，代表线流速不确定度不应超过 10%。

3 对暴涨、暴落且挟带大量漂浮物的洪水，宜采用雷达测速法、视频测速法、浮标法等。

6.3 超标准洪水测验

6.3.1 超标准洪水测验应制订符合实际的预案，通过预演完善可操作性，超标准洪水测验应在保证人员和测验安全的情况下开展。

6.3.2 超标准洪水测验可采用下列方法：

1 可外延应急使用已投产测验方案、可采用短历时的测验方案或应急测验方案，并及时采用分析确认或修订成果；

住房城乡建设部信息公开 测试专用

2　可采用无人机搭载雷达流速仪、视频流速仪等测流；

3　本河段无法施测或失去代表性时，可选择临时测验河段测验；

4　可采用打桩或做洪水位标记的方式“固定”洪痕；

5　可拍摄以稳固设施为背景或参照物的测验河段、全断面或局部照片、视频，作为成果精度评定的佐证。

6.3.3　超标准洪水过后，宜采用卫星遥感、洪水调查、上下游对照、水力学分析、水文学分析等方法对超标准洪水进行调查，宜对测验成果进行合理性分析，并宜结合实际运用情况对超标准洪水测验预案进行优化或修正。

6.3.4　采用临时、应急或新方法测验时，事后宜通过试验、分析确定所采用方法的精度。

6.4　枯水期流量测验

6.4.1　枯水期流量测验宜采用在线或自动流量测验方法。

6.4.2　当断面水深或流速分布变化较大时，一次流量测验可采用多种方法组合完成。

6.4.3　河道水草丛生或河底石块堆积影响正常测验时，应随时清除水草、平整河底。

6.4.4　当断面内水深或流速低于仪器的测验范围等难以满足测验要求时，可整治河段、规整水流后施测，并应符合下列规定：

1　河段整治长度宜大于枯水期水面宽的5倍。

2　整治后仍不能保证测流精度时，可束窄河段或采用壅水措施。

3　水深大流速小时，可束窄河段；束窄河段的长度应大于河宽；测流断面应布设在束窄河段的下游段内。

4　水浅而流速足够大时，可建立渠化的束窄河段，并应使多数垂线上的水深在0.2m以上；束窄后河段的边坡可取1∶2～1∶4，渠化长度应大于宽度的4倍；测流断面应设在渠化河段内的下游，

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

距进口的长度宜为渠化段全长的60%。

5 基本水尺断面在整治河段以外，当枯水期基本水尺水位与整治断面的流量关系较好时，可不设立临时水尺；当基本水尺水位与整治断面的流量没有固定关系时，应在整治河段设立临时水尺。

6.4.5 枯水期经常出现断面内水深太小、流速太低或受到回水影响较大，且测验河段整治困难或通过整治无法完全消除影响时，可设立枯水期测验断面。当出现下列情况之一时，应在枯水期测验断面设立临时水尺：

1 当基本水尺断面水流散乱或有多股水流、回流等；

2 水位流量关系不好；

3 经常在枯水期测验断面测流；

4 测验断面与基本水尺断面之间有水流加入或分出。

6.4.6 断面在年内短时间出现水深太小、流速太低，不能正常测流又不能采取人工整治措施时，可迁移至无水流进、出的河段内设置临时断面测流。

6.4.7 为水资源管理服务的测站，宜开展枯水期流量测验精度试验，确定枯水期流量测验方案。枯水期单次流量测验的允许误差应按本标准表8.1.2的规定执行，并应满足水资源管理的要求。未开展枯水期流量测验精度试验的测站，枯水期流量测验测速垂线应按本标准表B.12.12-1～表B.12.12-3选择。

6.4.8 采用涉水测验时，测验仪器与测流人员的距离应保持在0.5m以上，并应减小对流速的扰动及对过水断面的影响。

6.5 冰期流量测验

6.5.1 岸冰期的流量测验应符合下列规定：

1 当秋、冬季初生岸冰较薄或敞露水面较宽时，应破除岸冰按畅流期测验方法施测；

2 当冬季固定岸冰较厚无法破除时，有岸冰的垂线处应开凿冰孔施测，畅露水面处应按畅流期测验方法施测，冰面与水面交界

住房城乡建设部信息公开测试专用

处应布设测深测速垂线；

3 当春季岸边有冲积岸冰或残余岸冰时，应按畅流期测验方法施测。

6.5.2 流冰期的流量测验应符合下列规定：

1 流冰密度较小时，在确保安全的条件下，应按畅流期测验方法施测；

2 流冰密度较大，无法涉水或行船时，宜采用雷达测速法、浮标法等非接触式方法施测。

6.5.3 封冻期的流量测验应符合下列规定：

1 封冻期应在固定测深测速垂线的位置开凿冰孔，宜采用流速仪法或 ADCP 法等施测垂线平均流速，并应符合下列规定：

1）凿冰孔测流时，应先将碎冰或流动冰花清除再进行施测。

2）当测流断面冒水严重或断面内冰下冰花所占面积超过流水面积的 25%时，可将测流断面迁移至无冰上冒水和冰花较少的断面。

3）测定冰下死水边界时，可用低速流速仪确定。

4）严寒天气，可采用在仪器表面涂煤油或加保温防冻罩等方法防止仪器出水后表面结冰；当仪器结冰时，用热水融化或放入水中自然融化，不得强行扭动或敲打来消除表面冰层。

5）水深较小的断面，当河宽较窄或冰层较薄不够坚固时，可开槽施测。

6）测流断面发生层冰层水时，可避开层冰层水处，在测流条件好的位置布设临时断面测流；当断面狭窄时，可将测流断面及附近一小段河段内冰层全部清除，按畅流期测验方法施测；对于较大河流，当各冰层之间被水流充满时，可分层施测；当各冰层之间水道断面未被水流充满时，可在测流断面上开凿出平行水流方向的长槽，使各层水流汇集至一处后，再进行施测。

住房城乡建设部信息公开
测试专用

2　封冻期出现悬冰或有清沟处的垂线，应按畅流期测验方法施测，清沟边界应布设测深测速垂线。

3　冰面下冰花无法清除时，应分别测量水浸冰厚和冰花厚。

6.5.4　冰上流水可按畅流期测验方法施测。

6.5.5　冰期测流断面应在进入冰期前根据测验河段情况提前确定，应选择河道顺直、水流集中，最大冰厚时有效水深及测点流速满足测试要求的断面。不同冰情时期可根据需要分别布设测流断面。稳定封冻期测流断面应固定，不得随意变换断面位置。

6.6　潮流量测验

6.6.1　潮流量测验应根据测站水流特征和现有技术设备条件，采用流速仪多线同时测流、走航式 ADCP 法、固定式 ADCP 法、超声波时差法等方法。选择潮流量测验方案时，应选用本站常用测流方法。

6.6.2　潮流量测验所使用的时钟应与水位观测时钟一致，并应与标准授时校准，偏差不应大于 10s。

6.6.3　采用一线代表流速的测站，断面面积可借用近期实测资料，并应符合下列规定：

1　在潮流量施测期间，应对原代表线与断面平均流速的相关关系进行校测，校测测次不应少于 15 次，并应进行学生 t 检验；

2　重新建立代表线与断面平均流速的相关关系时，率定测次不应少于 30 次，且定线误差总随机不确定度不应超过 15%；

3　作临时潮流量测验断面时，定线精度可放宽。

6.6.4　采用流量在线监测的水文站，其定线精度要求应符合本标准第 6.6.3 条的规定；每年应对原关系线进行校测，且校测测次顺逆流各不应少于 15 次。

6.6.5　憩流时间应按下列方法确定：

1　用流速仪候测涨、落潮憩流出现时间的垂线和测点位置宜由试验分析确定；未经试验时，垂线上的憩流平均出现时间，可将

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

流速仪放在0.4相对水深附近候测，以信号持续间隔最长的时段的中时刻为憩流时间；全断面憩流平均出现时间，当采用多线逐线施测时，可将流速仪放在岸边与中泓之间的一条垂线上候测；当采用多线同时施测时，按各垂线憩流时间的算术平均值确定；当流速仪持续120s不出现讯号时，可视作憩流；当测出的憩流有一段持续时间时，取平均值。

2 不用流速仪施测时，可点绘涨、落潮流转向前后时段的断面平均流速过程线插补计算得出。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

7 流量测验成果检查和分析

7.1 单次流量成果检查分析

7.1.1 单次流量测验成果应按“随测、随算、随整理、随分析”的原则进行检查分析。现场发现测验工作中有差错时，应查清原因，并应采取相应的纠正和补救措施。

7.1.2 单次流量测验成果的检查应包括下列内容：

1 现场测验过程及记录的规范性和完整性；

2 流量测验成果的合理性；

3 流量测次布置的合理性。

7.1.3 测点流速、水深和起点距测量记录及计算的检查，应在现场进行，并应符合下列规定：

1 应点绘垂线流速分布曲线图，并应检查分析其分布的合理性；当发现有反常现象时，应检查原因；有明显的测量错误时，应进行复测。

2 应点绘垂线平均流速或浮标流速横向分布图和水道断面图，应对照检查分析垂线平均流速或浮标流速横向分布的合理性；当发现有反常现象时，应检查原因，有明显的测量错误时，应进行复测。

3 潮流站采用代表线施测时，应点绘代表线流速过程线图，并应检查分析流速变化过程的连续性、均匀性和合理性；

4 采用固定垂线测速的站，当受测验条件限制现场点绘分析图困难，或因水位急剧涨落需缩短测流时间时，可在事先制作的流速、水深测验成果对照检查表上，现场填入垂线水深、测点流速、垂线平均流速的实测成果，与相邻垂线及上一测次的实测成果对照检查。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

7.1.4 流量测验成果应在每次测流结束的当日进行计算校核，并应按下列规定进行合理性检查分析：

1 应点绘水位或其他水力因素与流量、水位与面积、水位与流速关系曲线图，并应检查分析其变化趋势和三个关系曲线相应关系的合理性。

2 采用连实测流量过程线进行资料整编的测站，应点绘水位、流速、面积和流量过程线图，并应对照检查各要素变化过程的合理性。

3 冰期测流，可点绘冰期流量改正系数过程线图或水浸冰厚及气温过程线图，并应检查冰期流量的合理性。

4 当发现流量测点反常时，应检查分析原因；对无法进行改正而具有控制性的测次，宜到现场对河段情况进行勘察，并宜增补测次验证。

7.1.5 流量测次布置合理性检查分析，应在每次测流结束后将流量测点点绘在逐时水位过程线图的相应位置上。采用落差法整编推流的站应同时将流量测点点绘在落差过程线图上，并应结合流量测点在水位或水力因素与流量关系曲线图上的分布情况，进行对照检查。当发现测次布置不能满足资料整编定线要求时，应根据水情情况增加测次，或调整下一测次的测验时机。

7.2 流量在线监测成果检查分析

7.2.1 流量在线监测成果的检查应包括下列内容：

1 检查流量在线监测设备及远程终端单元工作状态，各设备时钟误差；

2 抽样检查中心站与测站现场数据一致性；

3 检查监测要素数据的完整性、流量计算的正确性和过程控制的有效性；

4 检查电压等工况数据及温度、压力等环境数据，辅助判别监测数据质量；

住房城乡建设部信息公开 试验专用

5　检查水位、面积等数据采用的正确性、可靠性和匹配性；

6　检查传感器率定校准记录；

7　根据检测点据分析流量测算模型是否可继续使用；

8　检查数据采集处理软件运行日志，排除异常；

9　检查是否超投产范围应用；

10　检查分析流量在线监测数据变化过程的连续性、均匀性和合理性。

7.2.2　同一测站有多套流量在线监测系统并行时，可对稳定性、可靠性和精度进行分析，应优选综合效果好的作为常用方案，当出现系统故障、缺测、记录不全时，可用其他方案的成果进行补充，使用多种仪器数据时应做好数据间的衔接处理。

7.2.3　流量在线监测系统运行期间，可实时点绘上下游流量过程对照图或相关图，也可进行水量平衡分析，发现疑似模型参数改变时，应加密常规方法流量检测次数，并应采用下列方法处理：

1　用实测成果检验，模型参数渐变时，可根据参数过程内插进行渐变改算；

2　参数发生突变时，应综合分析确定突变时间，突变前采用原参数计算，突变后采用新参数进行改算；

3　当因传感设备位置变动，导致数据不连贯时，宜根据断面流速分布特性综合分析改算方案。

7.3　测站特性分析

7.3.1　测站应定期开展测站特性分析，分析内容应包括测站控制特性、水位流量关系、断面冲淤变化规律、垂线流速分布型式和垂线流速在断面上的横向分布规律等。

7.3.2　测站控制特性分析应符合下列规定：

1　应点绘水位或水力因素与流量关系曲线图，应将当年与前一年的水位或水力因素流量关系曲线点绘在同一张图上，进行对照比较，宜从水位或水力因素与流量关系的偏离变化趋势，了解测

住房城乡建设部信息公开
测试专用

站控制的变动转移情况，并应分析其原因；

2 应点绘水位与流量测点偏离曲线百分数的关系图，应从流量测点的偏离情况和趋势，了解测站控制的转移变化情况，并应分析其原因；

3 应点绘流量测点正、负偏离百分数与时间关系图，应了解测站控制随时间变化的情况，并应分析其原因；

4 应将指定的流量值按多年的实测相应水位依时间连绘曲线，应从与指定流量对应的水位曲线的下降或上升趋势，了解测站控制发生转移变化的情况，并应分析其原因。

7.3.3 河床不稳定的站，应每隔3年～5年对测站测流断面的冲淤情况与水力因素及河势的关系进行分析，并应分析河床冲淤规律及其变化情况。

7.3.4 垂线流速分布型式应采用流速仪多点法或走航式ADCP法实测资料进行分析。当断面上各条垂线的流速分布型式基本相似时，可点绘一条标准垂线流速分布曲线；当断面上各个部分的垂线流速分布型式不完全相同时，可分别点绘2条至3条分布曲线。对水位变幅较大，且不同水位级垂线流速分布型式不同的测站，应对不同水位级点绘分布曲线，并可采用曲线拟合得出的流速分布公式，分析各种相对水深处测点流速与垂线平均流速的关系。

7.3.5 测站应在不同水位级采用流速仪多线法或走航式ADCP法实测资料，分析垂线平均流速的横向分布规律及其变化情况。

住房城乡建设部信息公开测试专用

8 流量测验成果精度评定

8.1 一般规定

8.1.1 流量测验误差试验或比测试验应选择在具有代表性、试验或比测条件适宜的水文站进行，其成果精度可通过误差试验或比测试验资料分析评定；同一地区，测站特性和测验方法相同的水文站，可采用本地区综合的成果精度作为评定依据。

8.1.2 单次流量测验的精度指标应根据资料用途或服务对象的要求确定，并应符合下列规定：

1 流速仪法单次流量测验允许误差应符合表 8.1.2 的规定，具有综合性功能的水文站应取最高精度指标。

表 8.1.2 流速仪法单次流量测验允许误差

站类	水位级	允许误差(%)				
		X_Q				$\overline{\mu}_Q$
		基本资料收集	水文分析计算	防汛	水资源管理	
一类精度站	高	5	6	5	5	−1.5～1
	中	6	7	6	6	−2.0～1
	低	9	9	8	7	−2.5～1
二类精度站	高	6	7	6	6	−2.0～1
	中	7	8	7	7	−2.5～1
	低	10	10	9	8	−3.0～1
三类精度站	高	8	9	8	7	−2.5～1
	中	9	10	9	8	−3.0～1
	低	12	12	11	10	−3.5～1

注：1 X'_Q为置信水平为 95%总随机不确定度。

2 $\overline{\mu}_Q$ 为系统误差，为不同资料用途控制指标。测验资料用于其他用途的单次流量测验允许误差，可根据需要分析确定。

住房城乡建设部信息公开 测验专用

2　走航式 ADCP 法，流量测验系统误差不应大于±2.5%，随机不确定度不应大于 5%～12%；潮流量测验系统误差不应大于±3%，随机不确定度不应大于 10%～15%。

3　采用其他测流方法可按本标准表 8.1.2 执行。

8.1.3　水文站应根据本标准表 8.1.2 确定的精度指标，选择合适的测验仪器和方法。当常规仪器和方法难以达到所规定的精度要求时，应改变测验方法或对测验河段或对测验断面进行人工整治处理。

8.1.4　专用水文站的测验精度可根据设站目的和需求确定。

8.1.5　测验环境条件受人类活动影响严重的水文站，单次流量测验精度难以达到本标准第 8.1.2 条的规定时，可降低精度类别或采用精度相当的测流方法。

8.1.6　对于水量较小的河流，低水期流量测验允许误差达不到本标准第 8.1.2 条的规定时，可用绝对误差表示，其指标应通过本站历史资料分析确定。

8.1.7　无误差试验资料的地区，应选择有条件的代表性测站对本标准所规定的精度指标进行检验。当测站误差检验结果不符时，应对资料进行分析，并应提出改进测验方案。

8.2　误差分析与精度控制

8.2.1　流量测验误差可分为随机误差、未定系统误差、已定系统误差和伪误差。随机误差应按正态分布，采用置信水平为 95%的随机不确定度描述，未定系统误差应采用置信水平不低于 95%的系统不确定度描述，已定系统误差应进行修正，含有伪误差的测量成果应剔除。

8.2.2　流速仪法的误差分析及精度控制应符合下列规定：

1　误差来源分析应包括下列内容：

1）起点距定位误差；

2）水深测量误差；

住房城乡建设部信息公开测试专用

3）流速测点定位误差；

4）流向偏角导致的误差；

5）流速仪轴线与流线不平行导致的误差；

6）入水物体干扰水流导致的误差；

7）计时误差；

8）流速仪率定本身的误差；

9）测验方案不完善导致的误差，主要表现在测点测速历时不足导致的流速脉动误差，垂线上测点数目不足导致的垂线平均流速误差，断面上测速垂线数目不足导致的误差；

10）测验条件超出仪器使用范围导致的误差；

11）测验过程操作不当等导致的误差。

2 精度控制应采用下列措施：

1）应建立主要测验仪器、测具及有关测验设备装置的定期检查登记制度；

2）应按有关规定对仪器及时进行检定、校测和维护保养；

3）应按本标准附录 B 的规定进行测宽、测深；

4）应采取准确定位、减小流向偏角和测流设备的阻水力的措施，；

5）测速时，应使测船的纵轴与流线平行，并保持测船的稳定；

6）应规范操作程序；

7）应完善测验方案；

8）测验条件应符合仪器的使用范围。

8.2.3 走航式 ADCP 法的误差分析及精度控制应符合下列规定：

1 误差来源分析应包括下列内容：

1）由声学多普勒噪声引起的随机误差及系统误差；

2）水深、水位、水边距离和仪器入水深测量误差；

住房城乡建设部信息公开 测试专用

3）测船速度测验误差，包括底跟踪误差或 GNSS 定位误差；

4）测验起点和终点至岸边距离测验误差；

5）测船速度与水流流速的比值过大造成的误差；

6）非实测区面积与实测区面积的比值过大造成的误差；

7）断面面积测量误差；

8）水流环境包括脉动或紊流、水面波浪、剪切流、河底推移质、极慢流速等因素所产生的误差；

9）仪器安装艏向差产生的误差；

10）水位涨落率大时，相对的测流历时较长所引起的流量代表性误差；

11）测验过程操作不当等导致的误差。

2 精度控制应采用下列措施：

1）受“移动底”影响的测验河段，可采用差分 GNSS 取代底跟踪测量船速；

2）换能器应安装牢固，入水深度应准确测量；

3）岸边距离宜采用岸边 GNSS 定位数据投影到大断面上精确计算，或采用激光测距仪等准确测量，不宜采用目估方法；

4）应正确选择岸边形状系数或岸边流量系数；

5）应正确选择表层和底层盲区流速外延模型；

6）应根据换能器频率进行盲区设定，盲区值不应设定太小；

7）应在测流软件中输入正确的偏角校正值；

8）应选择适当的工作模式；

9）应根据换能器频率、最大水深或最大单元数，设定单元长度值；

10）测流总历时不宜小于 12min。

8.2.4 流量在线监测类方法的误差分析及精度控制应符合下列规定：

住房城乡建设部信息公开 试读专用

1　误差来源分析应包括下列内容：

1）传感器仪器误差；

2）仪器安装误差；

3）监测环境引起的误差；

4）计时误差；

5）流速代表性不够产生的误差；

6）流量计算模型误差；

7）流量过程控制误差；

8）断面测量或借用误差。

2　精度控制可采用下列措施：

1）应选择经过专门机构检定认证（校准）的仪器设备；

2）应进行仪器的校核和维护，发现问题应及时处理；

3）应确保仪器安装精准、牢固和稳定；

4）应根据测验环境选择相应的测验方法和仪器；

5）应采用高质量的时钟、可靠的时钟同步技术，并应加强时间检查校对；

6）应进行断面流速代表性分析，优选确定代表流速监测方案；

7）应进行比测分析和校测，优化流量计算模型；

8）应进行流量在线监测系统的检查维护，发现问题应及时处理；

9）应规范水道断面测量，测量频次能控制断面变化过程。

8.2.5　浮标法的误差分析及精度控制应符合下列规定：

1　误差来源分析应包括下列内容：

1）浮标系数采用误差；

2）断面借用或断面测量的误差；

3）使用全断面浮标法时，浮标分布不均匀或有效浮标过少，导致浮标流速横向分布不准确而产生的误差；

4）在使用深水浮标或浮标测流的河段内，沿程水深变化较

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

大引入的误差；

5）计时误差；

6）浮标观测误差；

7）浮标制作误差；

8）风向、风速对浮标运行的影响而导致的误差。

2 精度控制可采用下列措施：

1）应进行浮标系数试验分析；

2）条件允许时宜采用实测断面，并按有关测宽、测深规定控制断面测量误差；

3）使用全断面浮标法时，控制好浮标数量及横向分布位置，使浮标流速横向分布曲线具有较好的代表性；

4）采用深水浮标或浮杆法测流时，应按本标准第 D.1.1 条第 5 款的规定选择测流河段；

5）用精度较高的秒表计时，应经常检查，消除计时系统误差；

6）应按本标准对浮标测速的技术要求及测流使用的浮标统一定型的有关规定，实施测验。

8.2.6 其他测流方法的误差来源与精度控制，应执行相应仪器标准和仪器说明，并应符合下列规定：

1 误差来源分析应包括下列内容：

1）测验条件不满足仪器或方法的适用条件；

2）仪器自身误差；

3）仪器检定及率定误差；

4）定位误差；

5）参数设置不适当；

6）断面误差。

2 精度控制可采用下列措施：

1）应根据测验条件选择测验方法和仪器；

2）应按有关规定对仪器及时进行检定、校测和维护保养；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

3)有条件时，宜通过比测试验选择合适的参数；

4)应严格执行仪器操作程序；

5)应规范水道断面测量作业，宜增加测量频次。

8.3 流量测验成果精度评定

8.3.1 流量测验成果精度可采用总不确定度表达。各类精度的水文站宜每年按高、中、低水位各计算一次总不确定度，并应填入流量记载表中。

8.3.2 流量各分量相对标准差的估算应符合下列规定：

1 对某一流量分量作 n 次独立测量，该分量的相对标准差宜按下列公式进行估算：

$$\overline{Y}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}Y_i \tag{8.3.2-1}$$

$$S_Y=\frac{1}{\overline{Y}}\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(Y_i-\overline{Y})^2} \tag{8.3.2-2}$$

式中：S_Y——流量分量的相对标准差(%)；

$\overline{Y}$——流量分量的 n 个测量值的算术平均值；

Y_i——流量分量的第 i 个测量值。

2 当 n 个独立测量值为多次测得时，且其相对值可作为同一母体的样本观测值，该分量的相对标准差可按下列公式进行估算：

$$\left(\frac{\overline{Y}}{y}\right)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{Y}{y}\right)_i \tag{8.3.2-3}$$

$$S_Y=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left[\left(\frac{Y}{y}\right)_i-\left(\frac{\overline{Y}}{y}\right)\right]^2} \tag{8.3.2-4}$$

式中：y——流量的分量的近似真值；

$\left(\frac{Y}{y}\right)_i$——流量的某分量的第 i 次测量所得的相对值；

$\left(\frac{\overline{Y}}{y}\right)$——流量的某分量的 n 个相对值的算术平均值。

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

8.3.3 流量各独立分量的随机不确定度，应取置信水平95%，并应按下列规定进行估算：

1 当测量系列的样本容量大于或等于30时，应为2倍相对标准差；

2 当测量系列的样本容量小于30时，应按表8.3.3中查得学生氏(t)值乘以相对标准差计算得出。

表8.3.3 置信水平95%的学生氏(t)值

样本容量	学生氏(t)值	样本容量	学生氏(t)值	样本容量	学生氏(t)值	样本容量	学生氏(t)值
2	12.706	9	2.306	16	2.131	23	2.074
3	4.303	10	2.262	17	2.120	24	2.069
4	3.182	11	2.228	18	2.11	25	2.064
5	2.776	12	2.201	19	2.101	26	2.060
6	2.571	13	2.179	20	2.093	27	2.056
7	2.447	14	2.160	21	2.086	28	2.052
8	2.365	15	2.145	22	2.080	29	2.048

8.3.4 流量测验仪器的不确定度可根据生产厂家给定的仪器精度指标确定。

8.3.5 当流量可表示为若干个分量的函数，并假定各分量相互独立时，总随机不确定度应按下式计算：

$$X'^{2}_{Q}=\sum_{i=1}^{k}\left(\frac{\partial Q}{\partial Y_i}\right)^{2}\left(\frac{Y_i}{Q}\right)^{2}X'^{2}_{i} \tag{8.3.5}$$

式中：X'_Q——流量总随机不确定度(%)；

k——分量的个数；

X'_i——流量分量Y_i的随机不确定度(%)。

住房城乡建设部信息公开 测试专用

附录 A　基本水文站精度类别划分方法

A. 0. 1　基本水文站应按表 A. 0. 1 的规定划分精度类别为三类。

表 A. 0. 1　基本水文站精度类别划分标准

精度类别	项目			
	测验精度要求	测站主要任务	集水面积(km^2)	
			湿润地区	干旱、半干旱地区
一类精度站	达到现有测验手段和方法所能够取得的可能精度	收集探索水文特征值在时间上和沿河长的变化规律所需长系列样本和经济社会所需要的资料	≥3000	≥5000
二类精度站	可按测验条件拟定	收集探索水文特征值沿河长和区域的变化规律所需具有代表性的系列样本和经济社会所需要的资料	<10000，且≥200	<10000，且≥500
三类精度站	达到设站任务对资料使用精度的要求	收集探索小河在各种下垫面条件下的产、汇流规律和径流变化规律，以及水文分析计算对系列代表性要求和经济社会所需的资料	<200	<500

A. 0. 2　流域机构或省（自治区、直辖市）水行政主管部门直属水文机构可根据基本水文站的重要性、资料用途、服务需求和测验难

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

度等因素，对测站精度类别进行调整。

A.0.3 当水文站受测站控制和测验条件的限制难以达到原有精度要求时，可降低一个精度类别，但不应低于三类精度。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

附录B　流速仪法

B.1　一般规定

B.1.1　施测流量时应同时进行下列工作：

1　观测基本水尺水位，当测流断面内另设有辅助水尺时同时观测，要求观测比降的测站同时观测比降水尺水位；

2　施测水道断面，水道断面的施测执行本标准第4.2节和第B.8节的有关规定；

3　进行测点流速或垂线平均流速测量，对流向测验有要求时进行流向偏角测量；

4　观测天气现象及测验断面附近水流情况；

5　计算、检查和分析流量测验数据及计算成果。

B.1.2　测流方案可按本标准表B.12.12-1～表B.12.12-3给定的方案选择。当需要较高测验精度时，可选择多线、多点、长历时的方案。

B.1.3　潮流量测验总随机不确定度应小于15%，系统不确定度应小于±3%。

B.1.4　河床冲淤变化不大的测站，一次测流过程水位涨落差不超过本标准第5.3.1条第3款的规定，但水位涨落急剧使得测次分布不能满足要求时，可采用连续测流法。

B.1.5　河床比较稳定，水位与垂线平均流速关系稳定的测站，当水位涨落急剧，使得一次测流过程中的水位涨落差可能超过本标准第B.11.4条的规定时，宜采用分线测流法。

B.2　测速垂线布设

B.2.1　测速垂线应大致均匀分布，并应能基本控制断面地形和

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

流速沿河宽分布的主要转折点，应无大补大割；主槽垂线布设应较河滩为密。

B. 2. 2 对测流断面内大于断面流量1%的独股分流、串沟，应布设测速垂线。

B. 2. 3 随水位级的不同，断面形状或流速横向分布有较为明显变化的测站，应分高、中、低水位级分别布设垂线。

B. 2. 4 测速垂线的位置宜固定，当发生下列情况之一时，应随时调整或补充测速垂线：

1 水位涨落或河岸冲刷，使靠岸边的垂线距岸边太远或太近时；

2 断面上出现死水、回流，需确定死水、回流边界或回流流量时；

3 河底地形或测点流速沿河宽分布有明显变化时；

4 冰期的冰花分布不均匀或测速垂线上冻时；

5 冰期在靠近岸冰与敞露河面分界处出现岸冰时。

B. 2. 5 使用缆道的测站，启用前应对测深测宽的仪器、工具及缆索尺寸标志进行率定，并应按本标准第B. 8节的规定进行检查。

B. 2. 6 测速垂线的数目应按本标准第B. 12节选用的测流方案确定，主流摆动剧烈或河床不稳定和漫滩严重的测站，宜选取测速垂线较多的方案。

B. 2. 7 潮水河的测速垂线数目，可少于无潮河流。用船施测时宜为5条～7条，用缆道施测时宜为7条～9条，特别宽阔或狭窄的河道可进行增减，但不得少于3条。当高潮与低潮水位的水面宽和水深相差悬殊时，应在每个潮流期内根据潮水位涨落变化情况，调整测速垂线数目及岸边测速垂线的位置。

B. 3 流 速 测 验

B. 3. 1 采用选点法施测垂线平均流速时，流速测点的分布应符合下列规定：

住房和城乡建设部信息公开 浏览专用

1 一条垂线上相邻两测点的最小间距不宜小于流速仪旋桨或旋杯的直径。

2 施测水面流速时，仪器的旋转部分不得露出水面。

3 施测河底流速时，宜将流速仪下放至 0.9 相对水深以下，并宜使仪器旋转部分的边缘离开河底 2cm～5cm；施测冰底或冰花底时，宜使仪器旋转部分的边缘离开冰底或冰花底 5cm。

B.3.2 流速仪可采用悬杆和悬索两种悬吊方式，悬吊时应使流速仪在水下呈水平并平行流向状态。当多数垂线的水深或流速较小时，宜采用悬杆悬吊。

B.3.3 流速仪测点的定位应符合下列规定：

1 流速仪距船边的距离不宜小于 1.0m，小船不宜小于 0.5m。

2 当采用悬杆悬吊时，应使流速仪平行于测点当时的流向，并应使仪器装在悬杆上能在水平面的一定范围内自由转动；当采用固定悬杆时，悬杆一端应装有底盘，盘下应有尖头。

3 当采用悬索悬吊铅鱼时，应使流速仪平行于测点当时的流向，可采用单点悬吊或可调整重心的“八字形”悬吊；采用悬索悬吊时的偏角改正及确定测点位置的方法，应按本标准第 B.9 节的规定选择；当不能采用铅鱼实测水深，借用上一次断面成果查读水深，且悬索偏角大于 10°时，水面以下各测点的位置可采用“试错法”确定。

B.3.4 测速垂线上的测点流速数目应按本标准第 B.12 节所选用的测流方案确定，测点流速的位置分布应符合表 B.3.4 的规定。

表 B.3.4 垂线上测点流速位置分布

测点数	相对水深位置	
	畅流期	冰期
1	0.6 或 0.5、0.0、0.2	0.5

续表B. 3. 4

测点数	相对水深位置	
	畅流期	冰期
2	0.2、0.8	0.2、0.8
3	0.2、0.6、0.8	0.15、0.5、0.85
5	0.0、0.2、0.6、0.8、1.0	—
6	0.0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0	—
11	0.0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0	—

注：根据冰期现象，在敞露自由水面处应按畅流期布设垂线测点流速位置。

B. 3. 5 测点流速的测速历时，应按本标准第 B. 12 节所选用的测流方案确定。

B. 3. 6 当测流断面出现死水区时，应用低速流速仪或其他方法测定死水边界，并应作死水区处理。

B. 3. 7 当测流断面出现回流区，断面回流量未超过断面顺流量的1%且在不同时间内顺逆不定时，可只在顺逆流交接两侧布置测速垂线测定其边界，回流可作死水处理；当断面回流量超过断面顺流量的1%时，除应测定其边界外，还应在回流区内布设测速垂线，并应测出回流量。

B. 3. 8 潮流站的垂线流速测量宜采用往返测量，测点数目可根据垂线水深按下列规定确定：

1 水深小于 1.5m 时，可采用 0.6 或 0.5 相对水深一点法；

2 水深大于或等于 1.5m 且小于 3.0m 时，可采用 0.2、0.8 相对水深二点法；

3 水深大于或等于 3.0m 且小于 5.0m 时，可采用三点法；

4 水深大于或等于 5.0m 时，宜用六点法。

B. 3. 9 潮流站单个测点上的测速历时宜为 60s～100s。当流速变率较大或垂线上测点较多时，测速历时可采用 30s～60s。

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

B. 3. 10 潮流站垂线流速可采用多架流速仪在垂线各测点上同时施测，或采用一架流速仪在垂线上依次施测各测点流速，再改正为同时流速。

B. 3. 11 当采用一架流速仪依次施测各测点的潮流流速时，其施测和改正方法应符合下列规定：

1 当采用图解改正法时，宜施测 5 点至 6 点，水面测点以外的其他测点应按等距离分布，并应与河底的距离固定不变；当潮水位涨落，引起水面测点与相邻测点距离过大或过小时，宜按均匀等距的原则增减或调整测点；并应将每一次测点的实测流速按时序点绘流速过程线（见图 B. 3. 11）；根据流速过程线可查得施测潮流期内任何时间垂线上各个测点的同时流速；测量顺序宜自河底测向水面；每次施测的时距宜短，测次宜多。

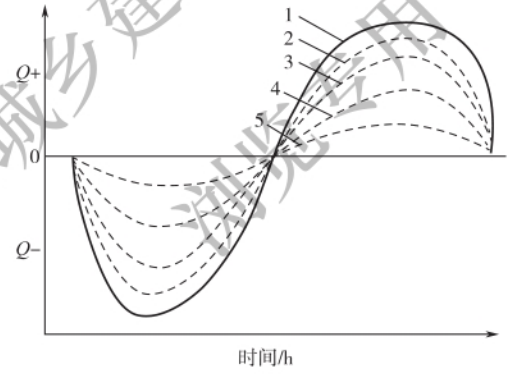


图 B. 3. 11 涨落潮流垂线上各测点流速过程线

1—水面测点；2—距河底 d_3 测点；

3—距河底 d_2 测点；4—距河底 d_1 测点；5—河底测点

2 当采用流速过程线改正法时，宜采用六点法施测，测点位置应按相对水深计算；测量顺序应自河底测向水面，并应记下每点的施测时间；每次施测时距宜短，测次宜多；测量和改正方法应按本标准第 B. 3. 11 条第 1 款执行。

3 当采用等深点流速改正法时，可采用二点法～六点法施

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

测；测量顺序应从水面向下依次测至水深最大的测点，再向上逐点测回至水面；除水深最大的测点外，其余各测点往返应施测两次；各测点间的测速时距宜短并大致相等；除河底流速外，其余各测点的流速应取两次施测的平均值；并应以水深最大测点的施测时间作为垂线流速的平均时间。

4 当水面流速改正法时，可采用三点法～六点法施测；测量顺序应从水面向下依次测至河底，并应记下水面测点的开始测量时间作为该垂线的测速时间；各测点施测的时距宜短并大致相等；测完河底一点后，应立即再测一次水面流速；各测点流速的改正值应按下式计算：

$$\Delta V_i = \frac{V'_{0.0} - V''_{0.0}}{V''_{0.0}} \times \frac{i-1}{n} \times V_i \qquad \text{(B. 3. 11)}$$

式中：ΔV_i ——第 i 个测点流速的改正值(m/s)；

$V'_{0.0}$ ——第一次测量的水面流速(m/s)；

$V''_{0.0}$ ——第二次测量的水面流速(m/s)；

i ——垂线上测点的顺序号；

n ——垂线上测点的总数；

V_i ——要改正的测点流速(m/s)。

B. 3. 12 潮流站的断面流速可采用多船同时测流法、一船多线法或多船多线法施测，并应符合下列规定：

1 多船同时测流法，可在断面上每条垂线分别固定一艘测船，同时施测流速。

2 一船多线法，当每条垂线用二点法或三点法施测时，应在一岸测往对岸后，再由对岸测回原岸，以往返两次测得的各个测点的流速平均值作为最后施测的一个测点的同时流速，最后一个测点只测一次，其他各点均应测两次；当各条垂线上的测点数目在 6 点以上时，可从一岸开始依次测往对岸后不再返测，全断面各条垂线的同时流速可用点绘测点流速过程的方法算出(见图 B. 3. 12)。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

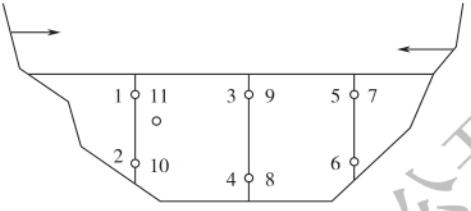


图 B.3.12　一船多线法施测点次顺序

3　多船多线法，可每艘测船各施测 1 条～3 条垂线，每条垂线和测点流速的施测方法，应与一船多线法相同。

B.4　流向偏角测量

B.4.1　当断面平均流向偏角超过 10°时，应进行流向偏角测量。流向偏角变化频繁的潮流站，应在每条垂线或部分代表线上施测每个测点流速的同时施测流向。流向偏角变化不大的潮流站，可只在流向偏角超过 10°的垂线上施测流向。

B.4.2　流向偏角测量，可采用走航式 ADCP 法测量。潮流站也可采用流向仪，其他测站可采用流向仪或系线浮标等，并应符合下列规定：

1　采用走航式 ADCP 法测流向技术要求同 ADCP 法测流，宜采用多测回的平均流向值。

2　采用流向仪测出流向的磁方位角时，应计算测出的磁方位角与测流断面垂直线的磁方向角之差；当采用直读流速流向仪且读数不稳定时，应连续读数 3 次～5 次，并应取平均值。

3　采用流向仪实测低水水面附近的流向时，应先使流向仪转轴上端的度盘与转轴垂直，当罗盘读数为零时应使其指针对准流向仪度盘的 0°或 90°；流向仪尾翼的尺寸应保证在低流速时能使其随流向自由旋转。

4　采用系线浮标测流向时，宜将浮标系在 20m～30m 长的柔软细线上，自垂线处放出，待细线拉紧后，采用六分仪或量角器

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

测量流向偏角；当采用量角器测量时，量角器上应绘有方向线，并应采用罗盘仪或照准器控制其方向，应使方向线重合或垂直于测流断面线。

B.4.3 缆道站或施测流向偏角有困难的测站，通过资料分析，当影响总流量不超过1%时，可不施测流向偏角，但每年应施测1次至2次水流平面图进行检验。

B.5 其他项目观测

B.5.1 每次测流时，应观测或摘录基本水尺水位。当测流断面内另设辅助水尺时，应同时观测或摘录水位，并应符合下列规定：

1 当测流过程中水位变化平稳时，可只在测流开始和结束各观测或摘录水位1次；

2 当测流过程中水位变化较大可能引起水道断面面积变化较大时，平均水深大于1m，断面面积变化超过5%，或平均水深小于1m断面面积变化超过10%的测站，应按能控制水位过程且满足相应水位计算的要求，并应增加观测或摘录水位的次数；

3 当测流过程可能跨过水位过程线的峰顶或谷底时，应增加观测或摘录次数。

B.5.2 设有比降水尺的测站，应根据设站目的观测比降水尺水位。当测流过程中水位变化平稳时，可只在测流开始时观测1次水位；当测流过程中水位变化较大时，应在测流开始和结束各观测1次。

B.5.3 在每次测流的同时，应在岸边观测和记录风向风速(力)及测验河段附近发生的支流顶托、回水、漫滩、河岸决口、冰坝壅水等影响测验精度和水位流量关系的有关情况。

B.5.4 潮流站采用固定测船施测时，每次开始施测垂线上第一个测点和往下测至水深最大的测点，均应加测当时的测流断面水

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

尺水位。用一船施测多条垂线时，应在施测每条垂线的第一个测点时加测水位。当采用往返施测时，应在往测和返测各条垂线的第一个测点时加测水位。发现憩流时，应同时观测水位。

B.6 流速仪的检查和养护

B.6.1 在每次使用流速仪前，应检查仪器有无污损、变形，仪器旋转是否灵活，以及接触丝与信号是否正常等情况。

B.6.2 常用流速仪在使用期内，应定期与备用流速仪进行比测，并应符合下列规定：

1 比测次数可根据流速仪的性能、使用历时的长短及使用期间流速和含沙量的大小情况确定；当流速仪实际使用 50h～80h 时应比测 1 次。

2 比测宜在水情平稳的时期和流速脉动较小、流向一致的位置进行。

3 常用与备用流速仪应在同一测点深度上同时测速，宜采用特制的“U”形比测架，两端应分别安装常用和备用流速仪，两仪器间的净距不宜少于 0.5m，在比测过程中，应变换相互比测仪器的位置。

4 比测点不宜靠近河底、岸边或水流脉动强度大的位置。

5 不宜将旋桨式流速仪与旋杯式流速仪进行比测。

6 每次比测应包括较大、较小流速且分配均匀的 30 个以上的测点，比测相对偏差不超过 3%，比测条件差的不超过 5%，且系统误差能控制在±1%范围内时，常用流速仪可继续使用；超过偏差应停止使用，应查明原因，并应分析其对已测资料的影响。

7 没有比测条件的站，仪器使用 2 年后应重新检定。

8 当发现流速仪运转不正常或有其他问题时，应停止使用；检定日期超过 2 年的流速仪，启用前应进行检定。

B.6.3 流速仪的保养应符合下列规定：

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

1　流速仪在每次使用后，应按仪器说明书规定的方法拆洗干净，并加仪器润滑油；

2　流速仪装入箱内时，转子部分应悬空搁置；

3　储藏备用的流速仪，易锈部件应涂黄油保护；

4　仪器箱应放于干燥通风处，并应远离高温和有腐蚀性的物质，仪器箱上不应堆放重物；

5　仪器所有的零附件及工具，应随用随放还原处；

6　仪器说明和检定图表、公式等应妥善保管。

B.7　实测流量计算

B.7.1　畅流期实测流量计算应符合下列规定：

1　垂线起点距和水深，可按采用测量方法规定的计算公式计算。

2　测点流速可采用转数、历时计算，或从流速仪检数表上查读。

3　实测流向偏角大于10°，且各测点均有记录时，在计算垂线平均流速前，应作偏角改正，并应按下式计算：

$$V_N = V\cos\theta \tag{B.7.1-1}$$

式中：V_N——垂直于断面的测点流速(m/s)；

V——实测的测点流速(m/s)；

θ——流向与断面垂直线的夹角(°)。

4　当垂线上没有回流时，垂线平均流速计算应符合下列规定：

1)十一点法应按下式计算：

$$V_m = \frac{1}{10}(0.5V_{0.0} + V_{0.1} + V_{0.2} + V_{0.3} + V_{0.4} + V_{0.5} + V_{0.6} + V_{0.7} + V_{0.8} + V_{0.9} + 0.5V_{1.0}) \tag{B.7.1-2}$$

2)五点法应按下式计算：

住房城乡建设部信息公开 测试专用

$$V_m = \frac{1}{10}(V_{0.0} + 3V_{0.2} + 3V_{0.6} + 2V_{0.8} + V_{1.0}) \quad \text{(B.7.1-3)}$$

3)三点法可按下列公式计算：

$$V_m = \frac{1}{3}(V_{0.2} + V_{0.6} + V_{0.8}) \quad \text{(B.7.1-4)}$$

$$V_m = \frac{1}{4}(V_{0.2} + 2V_{0.6} + V_{0.8}) \quad \text{(B.7.1-5)}$$

4)二点法应按下式计算：

$$V_m = \frac{1}{2}(V_{0.2} + V_{0.8}) \quad \text{(B.7.1-6)}$$

5)一点法可按下列公式计算：

$$V_m = V_{0.6} \quad \text{(B.7.1-7)}$$

$$V_m = KV_{0.5} \quad \text{(B.7.1-8)}$$

$$V_m = K_1 V_{0.0} \quad \text{(B.7.1-9)}$$

$$V_m = K_2 V_{0.2} \quad \text{(B.7.1-10)}$$

式中：V_m——垂线平均流速(m/s)；

$V_{0.0}$、$V_{0.1}$、$V_{0.2}$、…、$V_{1.0}$——0.0、0.1、0.2、…、1.0 相对水深处的测点流速(m/s)；

K、K_1、K_2——半深、水面、0.2 相对水深处的流速系数。

5 当垂线上有回流时，回流流速为负值，可采用图解法量算垂线平均流速；当只在个别垂线上有回流时，可直接采用分析法计算垂线平均流速。

6 部分面积以测速垂线为界将过水断面划分为若干部分(见图 B.7.1)，应按下式计算：

$$A_i = \frac{d_{i-1} + d_i}{2} b_i \quad \text{(B.7.1-11)}$$

式中：A_i——第 i 部分的面积(m^2)；

i——测速垂线或测深垂线序号，$i = 1、2、\cdots、n$；

住房城乡建设部信息公开 测试专用

d_i——第 i 条垂线的实际水深，当测深、测速没有同时进行时，采用河底高程与测速时的水位算出应用水深(m)；

b_i——第 i 部分断面宽(m)。

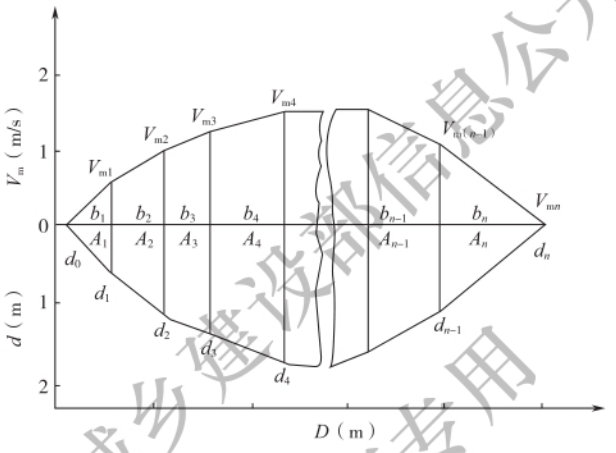


图 B.7.1　部分面积计算划分

D—起点距(m)

7　部分平均流速计算应符合下列规定：

1)两测速垂线中间部分的平均流速应按下式计算：

$$\overline{V}_i = \frac{V_{m(i-1)} + V_{mi}}{2} \qquad \text{(B.7.1-12)}$$

式中：$\overline{V}_i$——第 i 部分断面的平均流速(m/s)；

V_{mi}——第 i 条垂线的平均流速(m/s)，i 取 1、2、…、$n-1$。

2)岸边或死水边部分的平均流速应按下列公式计算：

$$\overline{V}_1 = \alpha V_{m1} \qquad \text{(B.7.1-13)}$$

$$\overline{V}_n = \alpha V_{m(n-1)} \qquad \text{(B.7.1-14)}$$

式中：α——岸边流速系数。

3)岸边流速系数可按表 B.7.1 选用。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

表 B.7.1　岸边流速系数

岸边情况		α 值
水深均匀地变浅至零的斜坡岸边		0.67～0.75
陡岸边	不平整	0.8
	光滑	0.9
死水与流水交界处的死水边		0.6

注：1　在计算岸边或死水边部分的平均流速时，对于用深水浮标或浮标配合流速仪在岸边或死水边垂线上所测的垂线平均流速，可采用表中数值；

2　当断面上有回流时，回流区的部分流量应为负值。

8　部分流量应按下式计算：

$$q_i = \bar{V}_i A_i \tag{B.7.1-15}$$

式中：q_i——第 i 部分的流量（m^3/s）。

9　断面流量应按下式计算：

$$Q = \sum_{i=1}^{n} q_i \tag{B.7.1-16}$$

式中：Q——断面流量（m^3/s）。

B.7.2　采用连续测流法时，各次断面流量应按下列方法计算：

1　第一次断面流量，可由第一个测次的第一条至最末一条垂线的测深测速记录算得。

2　第二次断面流量，可由第一个测次的第二条或第三条至最末一条垂线及第二个测次的第一条或第二条垂线的测深测速记录算得；施测号数应沿用前一个测次的施测号数，但在右下角按计算流量的次序加上分号。

3　第三次及以上的断面流量，可按本条第 2 款的方法计算。

4　每一次断面流量的施测起、讫时间，应从选用的垂线测速记录中记载的时间确定。

B.7.3　采用分线测流法时，断面流量应按下列方法计算：

1　应根据本次在部分垂线上实测的测点流速计算相应垂线的平均流速；

2　宜根据以前实测资料绘制的水位与垂线平均流速的关系

住房城乡建设部信息公开浏览专用

曲线，按本次观测的水位查得断面上其余垂线的垂线平均流速；

3　应根据实测和查得的垂线平均流速计算部分流量和断面流量。

B. 7. 4　冰期实测流量的计算应符合下列规定。

1　垂线平均流速计算应符合下列规定：

1)六点法应按下式计算：

$$V_m = \frac{1}{10}(V_{0.0} + 2V_{0.2} + 2V_{0.4} + 2V_{0.6} + 2V_{0.8} + V_{1.0}) \tag{B. 7. 4-1}$$

2)三点法应按下式计算：

$$V_m = \frac{1}{3}(V_{0.15} + V_{0.5} + V_{0.85}) \tag{B. 7. 4-2}$$

3)二点法应按下式计算：

$$V_m = \frac{1}{2}(V_{0.2} + V_{0.8}) \tag{B. 7. 4-3}$$

4)一点法应按下式计算：

$$V_m = K'V_{0.5} \tag{B. 7. 4-4}$$

式中：$V_{0.15}$、$V_{0.5}$、$V_{0.85}$——0.15、0.5、0.85有效相对水深处的流速(m/s)。

K'——冰期半深流速系数。

2　计算冰期流量时，应将断面总面积、水浸冰面积、冰花面积与水道断面面积分别算出；当出现层冰层水或断面内有好几股水流而其水位不一致时，可不逐一计算；当有岸冰或清沟时，可分区计算；水浸冰面积可根据各测深垂线上的水浸冰厚及测深垂线的间距(见图B. 7. 4)按下式计算：

$$A_g = \frac{1}{2}d_{g0}b_0 + \frac{b_1}{2}(d_{g0} + d_{g1}) + \frac{b_2}{2}(d_{g1} + d_{g2}) + \cdots + \frac{b_n}{2}(d_{g(n-1)} + d_{gn}) + \frac{b_{n+1}}{2}(d_{gn} + d_{g(n+1)}) + \frac{1}{2}(d_{g(n+1)}b_{n+2}) \tag{B. 7. 4-5}$$

住房城乡建设部信息公开 测览专用

式中：A_g——水浸冰面积(m^2)；

d_{g1}、d_{g2}、…、d_{gn}——自一岸测至另一岸，水浸冰在第1、2、…、n条测深垂线上的厚度(m)；

d_{g0}、$d_{g(n+1)}$——冰底边的水浸冰厚，应采用冰底边上的实测数值，当无法测定时，可借用靠冰底边最近的一个冰孔中的水浸冰厚(m)；

b_1、b_2、…、b_n、b_{n+1}——岸冰底边至第1条测深垂线、第1条至第2条测深垂线、…、第n条至第$n+1$条测深垂线、第$n+1$条测深垂线至对岸冰底边的间距(m)；

b_0、b_{n+2}——两岸冰底边至水面边的间距，其中水面边的位置可根据水位在断面图上查得。

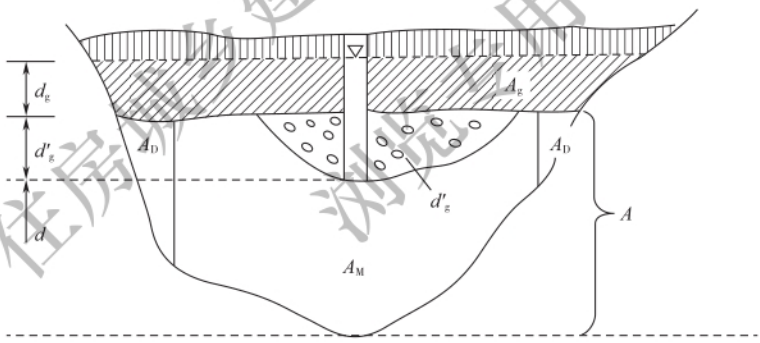


图 B.7.4　封冻期测流断面

A—水道断面面积；A_M—流水断面面积；A_D—死水面积；A_g—水浸冰面积；A'_g—冰花面积；d_g—水浸冰厚；d'_g—冰花厚；d—有效水深

3　冰花面积可采用本标准公式(B.7.4-5)计算。

B.7.5　流速系数的确定应符合下列规定：

1　畅流期半深流速系数，宜采用五点法测速资料绘出垂直流速分布曲线，用内插法计算出0.5相对水深处的流速；并宜与垂线平均流速对比，经多次分析后确定。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

2　封冻期半深流速系数，宜采用六点法或三点法测速资料分析确定。

3　畅流期 0.2 相对水深处的流速系数，宜用本站二点法或多点法的资料分析确定。

4　畅流期水面流速系数宜由多点法测速资料或其他加测水面流速的资料分析确定，或根据实测的水面比降、河床糙率等资料分析计算。

B.7.6　实测潮流量的计算方法应符合下列规定：

1　断面资料的选择，应将各次水道断面成果点绘断面图，当水面宽度小于 200m 时，其水位与面积关系点偏离关系曲线在±3%范围内，或在水面宽度大于 200m 时水位与面积关系点偏离关系曲线在±5%范围内，可仍采用前次大断面成果；当超过限差时，应采用新测的断面成果；当测出的水道断面一岸淤积，另一岸被刷深时，宜分左、右两部分计算面积并进行比较。

2　垂线平均流速的计算应符合下列规定：

1）潮水河采用六点法、三点法或二点法施测的垂线平均流速计算公式应与无潮河流相同；

2）当采用等深点流速改正法施测时，往返施测的各个测点流速应取算术平均值；

3）当垂线上各个测点的流向顺逆不一致时，应取各测点流速的代数和计算垂线平均流速。

3　部分平均流速的计算应符合下列规定：

1）潮水河施测 3 条以上垂线时，可按无潮河流的方法计算部分平均流速。

2）当同一部分两边垂线的流向不一致时，部分平均流速应为该两垂线流速代数和的平均值。

3）岸边流速系数应通过试验确定；当左、右岸边形状不同时，应分别确定；当无试验资料时，可按岸边形状和平整情况，从本标准表 B.7.1 中选用岸边流速系数 α 值。

住房城乡建设部信息公开
试读结束

4 潮水河的部分面积宜根据大断面计算表划分若干部分，并应先算出各级水位的相应部分面积和绘制成关系图表，再按测流时水位，在图表上直接查算。

5 部分流量和断面流量的计算方法应符合下列规定：

1）潮水河的部分流量应为部分平均流速与部分面积的乘积；

2）潮水河施测 3 条以上垂线时，通过相关关系换算为断面平均流速时，可由断面平均流速乘以断面面积，确定断面流量。

6 涨落潮潮量和净泄或净进量的计算应符合下列规定：

1）潮量的计算应以憩流出现时间为分界（见图 B.7.6）；涨潮潮量和落潮潮量应按下列公式计算：

$$W' = \frac{1}{2}Q_1 t_1 + \frac{Q_1 + Q_2}{2}t_2 + \cdots + \frac{1}{2}Q_{n-1}t_n \quad \text{(B.7.6-1)}$$

$$W'' = \frac{1}{2}Q'_1 t_1 + \frac{Q'_1 + Q'_2}{2}t_2 + \cdots + \frac{1}{2}Q'_{n-1}t_n \quad \text{(B.7.6-2)}$$

式中：W'——涨潮潮量（m^3）；

W''——落潮潮量（m^3）；

Q_1、Q_2、…、Q_{n-1}——自落潮憩流至涨潮憩流依次测得的涨潮流量（m^3/s）；

Q'_1、Q'_2、…、Q'_{n-1}——自涨潮憩流至落潮憩流依次测得的落潮流量（m^3/s）；

t_1、t_2、…、t_n——两次施测相隔时间（s）。

2）同一潮流期的净泄（进）量应按下式计算：

$$W = W'' - W' \quad \text{(B.7.6-3)}$$

式中：W——净泄（进）量（m^3）。计算结果为正时，为净泄量；计算结果为负时，为净进量。

B.7.7 实测流量的相应水位计算应符合下列规定：

1 相应水位宜采用加权平均法计算，可按下式计算：

住房城乡建设部信息公开浏览专用

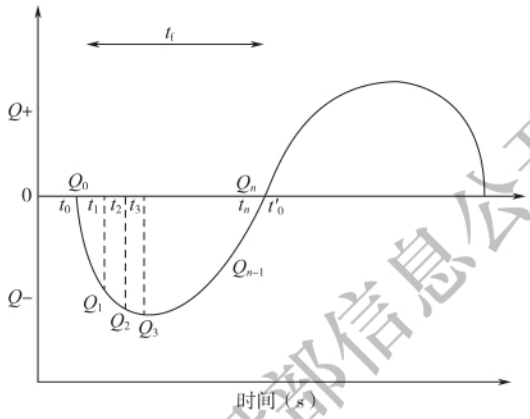


图 B.7.6　涨落潮潮量计算

t_0—落憩时刻；t_n—涨憩时刻；$t_f=t_1+t_2+t_3+\cdots+t_n$

$$Z_m=\frac{b'_1|V_{m1}|Z_1+b'_2|V_{m2}|Z_2+\cdots+b'_n|V_{mn}|Z_n}{b'_1|V_{m1}|+b'_2|V_{m2}|+\cdots+b'_n|V_{mn}|}=\frac{\sum_1^n b'_i|V_{mi}|Z_i}{\sum_1^n b'_i|V_{mi}|} \tag{B.7.7}$$

式中：Z_m——相应水位(m)。

b'_i——测速垂线所代表的水面宽度(m)；宜采用该垂线两边两个部分宽的平均值，在岸边垂线上，宜采用水边至垂线的间距再加该垂线至下一条垂线间的一半所得之和。

V_{mi}——第 i 条垂线的平均流速(m/s)。

Z_i——第 i 条垂线上测速时的基本水尺水位(m)，实测或插补而得。

2　测流过程中水位变化引起水道断面面积的变化，当平均水深大于 1m 时不超过 5%，或当平均水深小于 1m 时不超过 10%，

住房城乡建设部信息公开浏览专用

可取测流开始和结束两次水位的算术平均值作为相应水位；当测流过程跨越水位峰顶或谷底时，应采取多次实测或摘录水位的算术平均值作为相应水位。

3 当采用其他方法计算的相应水位，应与加权平均法相比，水位差不超过 1cm 时，可采用。

B.7.8 畅流期水位涨落率和水面比降的计算应符合下列规定：

1 水位涨落率应取测流期间的平均涨落率，并可由测流结束和开始时的水位差除以测流总历时计算；涨水时应取正值，落水时应取负值；测流过程跨过水位峰顶、谷底时，可不计算。

2 水面比降应按上、下比降水尺的平均水位差除以两个比降断面的间距计算。

B.8 断面测宽、测深方法

B.8.1 断面测宽应符合下列规定：

1 采用直接测距法时，应用全站仪、激光测距仪、卫星定位系统等直接测得各垂线起点距。

2 采用建筑物标志法时，应在渡河建筑物等设施上设立标志，并应符合下列规定：

1）宜采用等间距的尺度标志；河宽大于 50m 时，最小间距可取 1m；河宽小于 50m 时，最小间距可取 0.5m；每 5m 整倍数处，宜采用不同颜色的标志加以区别。

2）测深、测速垂线固定的测站，可只在固定垂线处设置标志；标志的编号应与垂线的编号一致，并宜采用不同颜色或数码表示。

3）第一个标志应正对断面起点桩，其读数应为零；不能正对断面起点桩时，可调整至距断面起点桩一整米数距离处，其读数应为该处的起点距。

4）每年在符合现场使用的条件下，应采用交会法或卫星定位法检验 1 次至 2 次；当缆索伸缩或垂度改变导致标志

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

定位相对误差超过河宽的0.5%，或绝对误差超过1m时，原有标志应重新设置，或校正其起点距。

5）跨度和垂度不固定（升降式）的过河缆索，不宜在缆索上设置标志。

3 当采用地面标志法时，地面标志法可采用辐射线法、方向线法、相似三角形交会法、河中浮筒式标志法、河滩上固定标志法等；各种方法应符合下列规定：

1）河滩上固定标志的顶端，应高出历年最高洪水位。

2）确定测深、测速垂线的起点距时，应使测船上的定位点位于测流断面线上。

3）每年应对标志进行一次检测；标志受到损坏时，应及时进行校正或补设。

4 当采用计数器测距法时，应符合下列规定：

1）每次测量完毕后，应将行车开回至断面起点距零点处，并检查计数器是否回零；当回零误差超过河宽的1%时，应查明原因，并对测距结果进行改正。

2）每年应对计数器进行一次比测检验；当主索垂度调整，更换铅鱼、循环索、起重索、传感轮及信号装置时，应及时进行比测率定。

3）应对计数器进行率定，并应与交会法或卫星定位法测得的起点距比测检验；比测点应均匀分布于全断面，河宽不小于60m时，比测点不应少于30个；河宽小于60m时，比测点可按每2m一个；垂线的定位误差不得超过河宽的0.5%，绝对误差不得超过1m；当超过上述误差范围时，应重新率定。

5 当使用仪器交会法时，仪器交会法应有水平交会法和极坐标法、六分仪交会法等；使用仪器交会法应符合下列规定：

1）使用水平交会法或极坐标法测定垂线和桩点的起点距时，在观测最后一条垂线或一个桩点后，应将仪器照准原

住房城乡建设部信息公开 试读专用

后视点校核一次；当判定仪器确未发生变动时，方可结束测量工作。

2）使用六分仪测定垂线的起点距时，应先对准测流断面线上一岸的两个标志，使测船上的定位点位于断面线上。

3）每年应对测量标志进行一次检查；标志受到损坏时，应及时进行校正或重设。

6 当采用直接量距法时，量距时应使量尺在两垂线或桩点间保持水平。

B.8.2 水深测量应符合下列规定：

1 使用超声波测深仪测深应符合下列规定：

1）超声波测深仪在使用前，应进行现场校准，校准点不宜少于3个，并应分布于不同水深处。

2）当测深换能器离水面有一段距离时，应对测读或记录的水深作换能器入水深度的改正；当发射换能器与接收能器之间有较大水平距离，使得超声波传播的距离与垂直距离之差超过垂直距离的2%时，应作斜距改正。

3）施测前宜在流水处水深不小于1m的深度上观测水温，并根据水温作声速校正。

4）当采用无数据处理功能的数字显示测深仪时，每次测深应连续读取不少于5次的读数，取其平均值。

2 使用铅鱼测深应符合下列规定：

1）在缆道上使用铅鱼测深时，宜在铅鱼上安装水面和河底信号器；在船上使用铅鱼测深时，可只安装河底信号器。

2）悬吊铅鱼的钢丝索尺寸，应根据水深、流速的大小和铅鱼重量及渡河、起重设备的荷重能力确定。

3）水深的测读方法可采用直接读数法、游尺读数法、计数器计数法等；当采用计数器测读水深时，应进行测深计数器的率定、测深改正数的率定、水深比测等工作；水深比测

住房城乡建设部信息公开测试专用

的允许误差：当河底比较平整或水深大于 3m 时，相对随机不确定度不得超过 2%；河底不平整或水深小于 3m 时，相对随机不确定度不超过 4%；相对系统误差控制在 ±1% 范围内，水深小于 1m 时，绝对误差不得超过 0.05m，不同水深的比测垂线数不少于同水位级的测深垂线数，并均匀分布；当比测结果超过上述限差范围时，应查明原因，予以校正；当采用多种铅鱼测深方法时，应分别进行率定。

4）每次测深之前，应检查悬索（起重索）、铅鱼悬吊、导线、信号器等是否正常；当发现问题时，应及时排除；测深时应读记悬索偏角，并对水深测量结果按本标准第 B.9 节的规定进行偏角改正。

5）每条垂线水深的测量次数及允许误差范围，应符合本标准第 B.8 节对测深锤测深的规定。

6）每年应对悬索上的标志或计数器进行一次比测检查；当主索垂度调整，更换铅鱼、循环索、起重索、传感轮及信号装置时，应及时对计数器进行率定、比测。

3 使用测深杆测深应符合下列规定：

1）测深杆上的尺寸标志在不同水深读数时，宜能准确至水深的 1%。

2）河底比较平整的断面，每条垂线的水深应连测两次；当两次测得的水深差值不超过最小水深值的 2%时，应取两次水深读数的平均值，当两次测得的水深差值超过 2%时，应增加测次，取符合限差 2%的两次测深结果的平均值；当多次测量达不到限差 2%以内的要求时，可取多次测深结果的平均值。

3）对于河底不平整或波浪较大的断面，以及水深小于 1m 的垂线，其限差应按 3%控制；河底为乱石或较大卵石、砾石组成的断面，应在测深垂线处和垂线上、下游及左、

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

右侧共测五点；四周测点距中心点，小河宜为 0.2m，大河宜为 0.5m；并应取五点水深读数的平均值为测点水深。

4）每年汛前和汛后，应对测深杆的尺寸标志进行校对检查；当测深杆的尺寸标志与校对尺的长度不符，或标志不清时，应更换或补设。

4 使用测深锤测深应符合下列规定：

1）测绳上的尺寸标志，应将测绳浸水并将测深锤置于水中，在受测深锤重量自然拉直的状态下设置。

2）每条垂线的水深应连测两次；两次测得的水深差值，当河底比较平整的断面不超过最小水深值的 3%，河底不平整的断面不超过 5%时，应取两次水深读数的平均值；当两次测得的水深差值超过上述限差范围时，应增加测次，并取符合限差的两次测深结果的平均值；当多次测量达不到限差要求时，可取多次测深结果的平均值。

3）测站应有备用的系有测绳的测深锤 1 个至 2 个；当断面由乱石组成，测深锤易被卡死损失时，备用的系有测绳的测深锤不宜少于 2 个。

4）每年汛前和汛后，应对测绳的尺寸标志进行校对检查；当测绳的尺寸标志与校对尺的长度不符时，应根据实际情况，对测得的水深进行改正；当测绳磨损或标志不清时，应及时更换或补设。

B.9 悬索偏角处理方法

B.9.1 在测船或测桥、缆车上用铅鱼测深时，可采用扇形量角器直接量读悬索偏角。在缆道上用铅鱼测深时，应采用经纬仪、望远镜或其他措施测记其偏角值。

B.9.2 当悬索偏角大于 10°时，应进行偏角改正。湿绳长度的改正应按下列公式计算：

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

$$L_H = H\int_0^1 \sqrt{1+(\varphi_1 \tan\theta)^2}\,\mathrm{d}\eta \qquad \text{(B. 9. 2-1)}$$

$$K_H = \frac{\Delta L}{L_H} = \frac{L_H - H}{L_H} = 1 - \frac{1}{\int_0^1 \sqrt{1+(\varphi_1 \tan\theta_H)^2}\,\mathrm{d}\eta} \qquad \text{(B. 9. 2-2)}$$

$$\varphi_1 = 1 - \frac{\eta\left(1-\frac{P}{3}\eta^2\right)}{\left(1-\frac{P}{3}\right)+\frac{\beta}{H}(1-P)} \qquad \text{(B. 9. 2-3)}$$

式中：L_H——湿绳长度(m)；

H——水深(m)；

φ_1——湿绳偏角修正系数；

θ——悬索偏角(°)，指悬索支点沿悬索切线与铅垂线的夹角；

θ_H——水深 H 处的悬索偏角(°)；

η——相对水深；

K_H——改正系数；

ΔL——湿绳改正值(m)；

P——流速分布参数；

β——冲力参数。

B. 9. 3 冲力参数 β 值的计算应符合下列规定：

1 有导线时，应按下式计算：

$$\beta = 0.3\frac{G^{2/3}}{d'} \qquad \text{(B. 9. 3-1)}$$

式中：G——铅鱼重量(kg)；

d'——测深时实际使用的悬索直径(mm)。

2 无导线时，应按下式计算：

$$\beta = 0.4\frac{G^{2/3}}{d'} \qquad \text{(B. 9. 3-2)}$$

3 铅鱼由铁铸而成时，应按下式计算：

住房城乡建设部信息公开浏览专用

$$\beta = 0.5\frac{G^{2/3}}{d'} \qquad \text{(B. 9. 3-3)}$$

B. 9. 4 测深偏角改正应符合下列规定。

1 当偏角大于10°时，应按本标准附录G查算湿绳长度改正值。

2 应采用计数器或游尺计数法观测湿绳长度，并应按下列规定进行改正：

1) 当偏角大于10°时，悬索支点至水面的高差(Z_Δ)与测得水深的比值小于表B. 9. 4干绳长度改正条件的规定时，可不作干绳长度改正，但应作湿绳长度改正。

表 B. 9. 4 干绳长度改正条件

铅鱼在河底时悬索偏角(°)	10	15	20	25	30	35	40
悬索支点至水面的高差与测得水深的比值	0.64	0.28	0.16	0.10	0.06	0.04	0.03

2) 当偏角大于10°，且悬索支点至水面高差与测得水深的比值大于表B. 9. 4干绳长度改正条件的规定数字时，干绳长度和湿绳长度均应作改正。

3) 当偏角小于10°，且干绳长度改正数超过水深的1%～2%时，可不作湿绳长度改正，但应作干绳长度改正。

4) 干绳长度改正值应按下式计算：

$$\Delta_d = Z_\Delta(\sec\theta - 1) \qquad \text{(B. 9. 4-1)}$$

式中：Z_Δ——悬索支点至水面高差(m)；

Δ_d——干绳长度改正值(m)；

θ——铅鱼下放至河底时的悬索偏角(°)。

3 改正后的水深应按下式计算：

$$d = L_c - \Delta_d - \Delta_w \qquad \text{(B. 9. 4-2)}$$

式中：d——改正后的水深(m)；

L_c——铅鱼由水面下放至河底时计数器测记的水深(m)；

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

Δ_w——湿绳长度改正值(m)。

B. 9. 5 缆道测流的偏角改正应符合下列规定：

1 悬索偏斜及支点变位抬升等引起的位移，其改正值应按下列公式计算：

$$\Delta_t = \frac{1}{2} m_0 f_x (\tan^2\theta - \tan^2\theta_0) \tag{B. 9. 5-1}$$

$$m_0 = \left(1 + 4\frac{f_m}{L}\right) k^2 \tag{B. 9. 5-2}$$

$$k = \frac{G}{\frac{qL}{2} + p_v} \tag{B. 9. 5-3}$$

$$p_v = F + \frac{q'L}{2} + G\left(1 - 4\frac{f_m}{L}\right) \tag{B. 9. 5-4}$$

式中：Δ_t——位移改正值(m)；

θ_0——铅鱼下放至水面时的悬索偏角(°)；

f_x——主索距端点 c 处的加载垂度(m)；

m_0——缆道参数；

f_m——主索加载最大垂度(m)；

L——主索跨度长(m)；

p_v——集中荷重(kg)；

q——主索单位长度重量(kg/m)；

k——偏角系数；

q'——工作索单位长度重量(kg/m)；

F——行车及附属物重量(kg)。

2 缆道测深的干绳改正，当水面偏角大于 5°时，应按下式进行改正：

$$\Delta'_d = Z_\Delta(\sec\theta - \sec\theta_0) \tag{B. 9. 5-5}$$

式中：Δ'_d——缆道测流干绳改正数(m)。

3 缆道测流水深的总改正数应按下式进行改正：

$$d = L_c - \Delta'_d - \Delta_w - \Delta_t \tag{B. 9. 5-6}$$

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

式中：d ——缆道测流干绳改正数(m)。

B.9.6 流速测点定位的偏角改正应符合下列规定：

1 水面、河底测点的湿绳长度可直接观测，其余测点的湿绳长度应等于该点的相对水深与湿绳总长度的乘积。冰期的冰底、冰花底及河底测点的湿绳长度可直接观测，其余测点的湿绳长度应等于该点自冰底或冰花底算起的相对水深与有效湿绳总长度的乘积，再加水浸冰及冰花总厚度之和。

2 用计数器或游尺读数，当悬索偏角小于10°或悬索支点至水面的高差与测得水深的比值小于本标准表B.9.4的规定时，其测点定位方法应按本条第1款执行。

3 用计数器或游尺读数，当悬索偏角大于10°，且悬索支点至水面的高差与测得水深的比值大于本标准表B.9.4的规定时，宜采用“试错法”进行测点定位；当测速顺序由河底提向水面时，应先根据各相邻测点湿绳长度之差，初步定出转移测点位置的计数器或游尺读数，将仪器转移至预定测点，重新量读悬索偏角，与前一测点偏角比较，当相差超过精度允许范围时，应查算两次偏角对应的干绳改正差，并应调整仪器位置，如此反复数次，直至符合全精度要求为止。

4 缆道测速定位，可采用“一次定位法”，在确定测点计数水深时，应将测点偏角可能发生的变化及可能产生的各项垂直偏距预作改正。

B.9.7 偏角改正有关数值可由本标准附录G中的偏角改正表查出。

B.10 确定测流断面方向的方法

B.10.1 有条件的测站宜采用走航式ADCP进行断面流向测验，通过走航式ADCP测验数据解析平均流向，应取各有效测回的流向平均值作为断面流向。

B.10.2 不能采用ADCP进行断面流向测验时，可采用流向仪、流向器或系线浮标施测各条垂线水面流向代替垂线流向。有条件

住房城乡建设部信息公开浏览专用

的潮流站可用流速流向仪在落急时段施测各垂线测点流速、流向，用矢量法计算垂线平均流速、流向。流向施测应符合下列规定：

1 流向仪测流向的操作方法，按仪器说明书进行；当采用直读瞬时流向仪，读数不稳定时，应等时距连续观测 3 次，取其均值。

2 采用流向器测流向，转轴部分可平行装在悬杆或悬架上，转轴上端的度盘应与转轴保持垂直；下端尾翼应能随流向而自由旋转；应连续观测 3 次，取其均值。

3 采用系线浮标测流向，应将浮标系在 20m～30m 长的柔软细线上，自测速垂线处放出，等细线拉紧后，应用全站仪或经纬仪交会法测出流向偏角；应连续施测 3 次，取其均值。

B. 10. 3 采用断面控制法施测水流平面图，应符合下列规定：

1 施测前，应在拟设或检验的测流断面上、下游各平行、等距地布设 1 个～2 个断面，各断面的间距不小于断面平均流速值的 20 倍；当流速仪测流断面与浮标中断面重合时，可利用上、下浮标断面或在其间与中断面等距处再平行布设两个断面。

2 测量时，视河宽大小，应在施测断面的上游均匀投放 5 个～15 个水面浮标；应采用全站仪、经纬仪测出每个浮标流经各断面的起点距，并应记录相应的时间；应在测量开始和结束时各观测 1 次基本水尺水位；当施测过程可能跨过洪水峰顶或谷底时，应增加观测次数。

B. 10. 4 采用时间控制法施测水流平面图，应在拟设或检验的测流断面上，根据河宽大小，从上游均匀投放 5 个～15 个水面浮标，应采用全站仪、两架经纬仪同时交会每个浮标在相隔一定时间后漂行在河段内的位置，并应记录其相应的时间；应在测量开始和结束时各观测 1 次基本水尺水位；当施测过程可能跨过洪水峰顶或谷底时，应增加观测次数。

B. 10. 5 施测流速、流向确定断面方向的计算方法应符合下列规定：

1 应将每条测速垂线的起点距绘在初步选定的测流断面上，并应将测得的流向用虚线绘出（见图 B. 10. 5）。

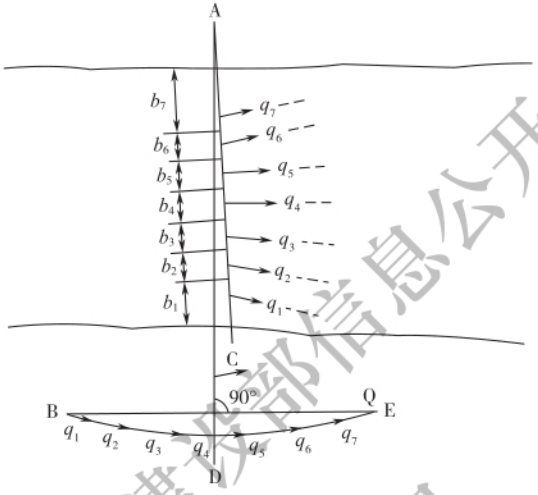


图 B.10.5 施测流速流向确定测流断面方向

2 应计算每相邻两个分界线上起点距的平均值，作为部分面积分界线的起点距。

3 应采用相邻两个分界线上水深的平均值，作为测速垂线的部分平均水深；应采用两分界起点距的差值，作为相应的部分宽，采用部分宽 b_1、b_2、…、b_7 和相应的平均水深相乘得部分面积。

4 应将各垂线平均流速和相应的部分面积相乘得各部分流量 q_1、q_2、…、q_7，并应以同一测速垂线的流向表达为向量值，按一定的比例绘在平面图上。

5 应在图 B.10.5 的下部将各部分流量的向量值，用推平行线的方法连成向量多边形，合向量线 BE 即为断面平均流向。

6 垂直于合向量线 BE 的 AD 线应为测流断面线。

B.10.6 采用矢量法时，垂线平均流速、流向应按下列方法计算：

1 将测点流速分解为东西方向的流速分量 $V_{i\mathrm{EW}}$ 及南北方向的流速分量 $V_{i\mathrm{NS}}$，并应按下列公式计算：

$$V_{i\mathrm{EW}} = V_i \sin\alpha_i \qquad \text{(B.10.6-1)}$$

$$V_{i\mathrm{NS}} = V_i \cos\alpha_i \qquad \text{(B.10.6-2)}$$

住房城乡建设部信息公开 征求意见专用

式中：V_i ——分层实测流速；

α_i ——分层真北方位角；

$V_{i\mathrm{EW}}$ ——分层东、西方向上流速；

$V_{i\mathrm{NS}}$ ——分层南、北方向上流速。

2 将垂线平均流速分解为东西方向的垂线平均流速 V_{Em} 与南北方向的垂线平均流速 V_{Nm}，并应按下列规定计算：

1）六点法按下列公式计算：

$$V_{\mathrm{Em}}=\frac{1}{10}(V_{\mathrm{E0.0}}+2V_{\mathrm{E0.2}}+2V_{\mathrm{E0.4}}+2V_{\mathrm{E0.6}}+2V_{\mathrm{E0.8}}+V_{\mathrm{E1.0}}) \tag{B.10.6-3}$$

$$V_{\mathrm{Nm}}=\frac{1}{10}(V_{\mathrm{N0.0}}+2V_{\mathrm{N0.2}}+2V_{\mathrm{N0.4}}+2V_{\mathrm{N0.6}}+2V_{\mathrm{N0.8}}+V_{\mathrm{N1.0}}) \tag{B.10.6-4}$$

2）三点法按下列公式计算：

$$V_{\mathrm{Em}}=\frac{1}{3}(V_{\mathrm{E0.2}}+V_{\mathrm{E0.6}}+V_{\mathrm{E0.8}}) \tag{B.10.6-5}$$

$$V_{\mathrm{Nm}}=\frac{1}{3}(V_{\mathrm{N0.2}}+V_{\mathrm{N0.6}}+V_{\mathrm{N0.8}}) \tag{B.10.6-6}$$

3）二点法按下列公式计算：

$$V_{\mathrm{Em}}=\frac{1}{2}(V_{\mathrm{E0.2}}+V_{\mathrm{E0.8}}) \tag{B.10.6-7}$$

$$V_{\mathrm{Nm}}=\frac{1}{2}(V_{\mathrm{N0.2}}+V_{\mathrm{N0.8}}) \tag{B.10.6-8}$$

4）一点法按下列公式计算：

$$V_{\mathrm{Em}}=V_{\mathrm{E0.6}} \tag{B.10.6-9}$$

$$V_{\mathrm{Nm}}=V_{\mathrm{N0.6}} \tag{B.10.6-10}$$

3 垂线平均流速及流向按下列公式计算：

$$V_{\mathrm{m}}=\sqrt{V_{\mathrm{Em}}^2+V_{\mathrm{Nm}}^2} \tag{B.10.6-11}$$

$$\alpha_{\mathrm{m}}=\arctan\frac{V_{\mathrm{Em}}}{V_{\mathrm{Nm}}} \tag{B.10.6-12}$$

住房城乡建设部信息公开浏览专用

式中：V_{Nm} ——南、北方向上垂线平均流速；

V_{Em} ——东、西方向上垂线平均流速；

V_m ——垂线平均流速；

α_m ——垂线平均流向，根据具体的象限确定。

B. 10. 7 采用断面控制法施测水流平面图确定断面方向的计算方法，应符合下列规定：

1 在测站平面图上，应将每个浮标与各断面的交点按顺序用虚线连成折线（见图 B. 10. 7）；当拟设或检验的测流断面及其附近的流速、流向纵向变化很小且横向变化均匀时，可选用其作为测流断面；当拟设或检验的测流断面及其附近的流速、流向纵向变化较大且横向变化不均匀时，应在图上另选其他合适的断面。

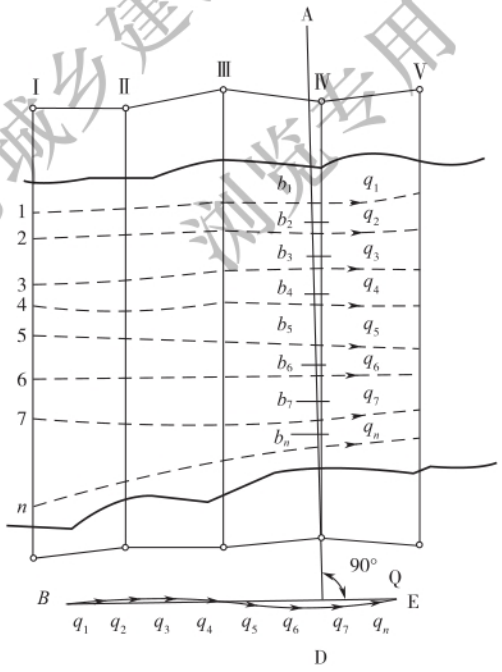


图 B. 10. 7 断面控制法

住房城乡建设部信息公开 测试专用

2 在断面控制法中拟设的测流断面上，应按施测流速、流向确定断面方向的计算方法，算出各部分面积和部分虚流量，其浮标流速，可由浮标上下相邻断面的两交点的直线距离，除以运行历时计算，按适当比例绘制各部分虚流量的向量线，向量线的方向应与该浮标在上下相邻断面的两交点的连线平行。

3 应将各部分虚流量的向量值，用推平行线的方法连成向量多边形，定出合向量线 BE，垂直于合向量 BE 的 AD 线，即为选定测流断面线。

B. 10. 8 采用时间控制法施测水流平面确定断面方向的计算方法应符合下列规定：

1 应在测站平面图上连绘每个浮标运行路线，并应注明交会的时间（见图 B. 10. 8）；

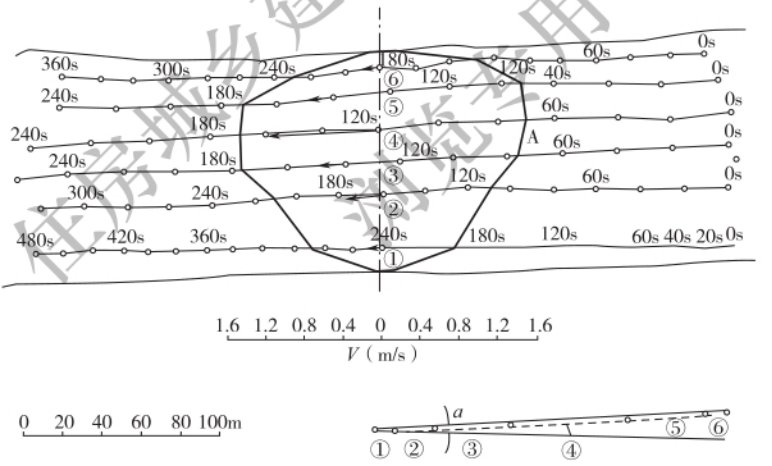


图 B. 10. 8 时间控制法

2 在初绘的水流平面图上，应将测流断面选在流速、流向横向变化均匀且纵向变化很小的断面上，并应将内插算出的各浮标通过断面的时间注明。

3 在每个浮标的运行路线上，应从所选测流断面线的上游分

住房城乡建设部信息公开 测试专用

别截取某一等时距的各点，时间控制法的等时距为 50s，连绘成等时线 A；应从所选测流断面线的下游，在每个浮标的运行路线上分别截取同样等时距的各点，连绘成等时线 B；两条等时线在各个浮标运行路线上所截的距离即代表水面流速的向量。

4 从图 B.10.8 上划出分界线后应量得计算断面上各个浮标运行路线所对应的部分宽，取相邻两分界线水深的平均值为平均水深，可按本标准第 B.10.5 条的计算方法，计算出部分面积和部分虚流量。

5 在各浮标运行路线与测流断面的交点处，应按比例绘制部分虚流量向量线，浮标运行路线与断面上下游等时线 A、B 交点的连线的方向，即为该向量的方向；应用推平行线的方法定出合向量线，垂直于合向量线的断面线，即为测流断面线。

B.11 误差试验及不确定度估算

B.11.1 流量测验误差试验可选择具有测站代表性、测验条件适宜试验的水文站进行，流量测验误差各分项误差应通过试验资料分析确定。

B.11.2 误差试验准备工作应包括下列内容：

1 收集测验河段水道地形图、测流断面大断面图，已有的流速横向和纵向分布、水位流量特征值等基础资料；

2 配置试验仪器；

3 制订流速仪法流量测验误差试验方案，包括单次流量的测深和测宽误差、测点有限测速历时不足导致的误差（Ⅰ型误差）、测速垂线测点数目不足导致的垂线平均流速误差（Ⅱ型误差）、测速垂线数目不足导致的误差（Ⅲ型误差）分量的试验与布置方案；

4 制订试验原始记载表及其他相关试验数据等记载表。

B.11.3 流量测验误差试验应在高、中、低不同水位之间，涨、落水面应均匀布置试验测次，且应在水流较稳定的条件下进行。

B.11.4 一次流量分量误差试验时段内的水位变幅应符合下列

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

规定：

1　对一类精度的水文站，水位变幅不应超过 0.10m；

2　对二类、三类精度的水文站，水位变幅不应超过 0.30m。

B.11.5　当一次流量分量误差试验时段内水情变化急剧难以满足本标准第 B.11.4 条规定时，可减少测速垂线数、同一垂线的重复测量次数、测点数。在测验河段的几何特征和水力特征基本稳定的条件下，可将试验时间不同，但水位相同或接近的试验样本合并为同一系列，可作为同时间、同水位条件下的重复试验样本处理。

B.11.6　每次试验前后应对使用的仪器进行检查；误差试验过程中应观察和记载自然环境、仪器状况和人为因素等方面所发生的异常情况或其他影响试验的情况。

B.11.7　Ⅰ型误差试验应符合下列规定：

1　应在测流断面选取 3 条以上包括最深点和水深分别为最大水深的 60%和 30%的垂线，作为试验垂线；

2　应在高、中、低每级水位中分别作长历时连续测速，每隔 10s～20s 或较短时段观测 1 个等时段流速，使测得的时均流速个数不少于 100 个；

3　Ⅰ型误差试验应符合表 B.11.7 的规定。

表 B.11.7　Ⅰ型误差试验

站类	每水位级试验测次	垂线上测点相对水深		测点测速历时(s)
		二点法	三点法	
一类精度站	>1	0.2 0.8	0.2	≥2000
二类精度站			0.6	≥1000
三类精度站			0.8	≥1000

B.11.8　Ⅰ型误差试验资料的整理和计算应符合下列规定：

1　应剔除原始测量系列中存在粗大误差或伪误差的等时段流速点；

住房城乡建设部信息公开 试行 专用

2 单次测量(测点)的平均流速可按下式计算：

$$\overline{V}=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}V_i \qquad \text{(B. 11. 8-1)}$$

式中：$\overline{V}$ ——原始测量系列(N 个)的平均流速(即 N_{t_0} 时段内的平均流速，也可由总历时和总转数直接求得)(m/s)；

V_i ——原始测量系列中第 i 个 t_0 时段观测的平均流速(m/s)；

N ——原始测量系列观测时段总数(即样本容量)；

i ——原始测量系列中，t_0 时段观测的平均时段数(即 t_0 的序号)，取 1、2、3、…、N。

3 原始测量时段的标准差可按下式计算：

$$S(t_0)=\sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{V_i-\overline{V}}{\overline{V}}\right)^2} \qquad \text{(B. 11. 8-2)}$$

式中：t_0——原始测量时段，可取 10(s)；

$S(t_0)$ ——原始测量时段平均流速的(相对)标准差(%)，即流速脉动(Ⅰ型误差)的相对标准差。

4 时段长平均流速 nt_0 的(相对)标准差计算时，原始实验系列流速的测量时段 t_0 很短，其测量流速的相对标准差较大，而实际的流速测量中通常采用的时段长为 nt_0，应根据实验资料，分析计算 nt_0 时段流速的(相对)标准差。测点的Ⅰ型相对标准差应按下列方法估算：

1)方法一：

$$S^2(nt_0)=\frac{S^2(t_0)}{n}\left[1+2\sum_{i=1}^{n-1}(1-\frac{i}{n})\hat{\rho}(i)\right] \qquad \text{(B. 11. 8-3)}$$

$$\hat{\rho}(i)=\frac{N-1}{N-i}\frac{\sum_{j=1}^{N-i}(V_j-\overline{V})(V_{i+j}-\overline{V})}{\sum_{j=1}^{N}(V_j-\overline{V})^2} \qquad \text{(B. 11. 8-4)}$$

式中：t_0——原始测量时段(s)；

住建水建设部信息公开 测试专用

n ——原始测量时段倍数；

$S(nt_0)$ ——测速历时为 nt_0 的测点Ⅰ型相对标准差(%)；

$S(t_0)$ ——原始测量系列的相对标准差(%)；

$\hat{\rho}(i)$ ——时段位移为 i 的原始测量系列的自相关函数；

V_i ——原始测量系列中第 j 个测点流速值(m/s)；

V_{i+j} ——原始测量系列中第$(i+j)$个测点流速值(m/s)；

$\overline{V}$ ——原始测量系列测点流速的算术平均值(m/s)；

N ——原始测量系列的样本容量。

2)方法二：

$$\overline{V}_{nt_0,j}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}V_{(j-1)n+i} \tag{B.11.8-5}$$

$$S(nt_0)=\sqrt{\frac{1}{M-1}\sum_{j=1}^{M}\left(\frac{\overline{V}_{nt_0,j}-\overline{V}}{\overline{V}}\right)^2} \tag{B.11.8-6}$$

$$M=\mathrm{int}\left(\frac{N}{n}\right) \tag{B.11.8-7}$$

式中：$\overline{V}_{nt_0,j}$ ——nt_0 时段长，第 j 个平均流速；

j ——时段长 nt_0 的平均流速系列中，时段数的序号，取1、2、3、…、M；

nt_0 ——新合成的平均流速时段长；

i ——计算 nt_0 时段平均流速时的序号，取1、2、3、…、n；

$S(nt_0)$ ——nt_0 时段长平均流速的(相对)标准差(%)，即 nt_0 时段长平均流速脉动(Ⅰ型误差)的相对标准差；

M ——时段长 nt_0 平均流速系列总时段数；

int ——表示取整。

5 垂线的Ⅰ型相对标准差应按下式估算：

$$S_{ei}^2(nt_0)=\sum_{k=1}^{P}d_k^2S_k^2(nt_0) \tag{B.11.8-8}$$

式中：$S_{ei}(nt_0)$ ——测点测速历时为 nt_0 的第 i 条垂线的Ⅰ型相对标准差(%)；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

p ——用以确定垂线平均流速的垂线测点数；

d_k ——确定垂线平均流速时测点流速的权系数；

$S_k(nt_0)$ ——测点 k 处的测速历时为 nt_0 的Ⅰ型相对标准差(%)。

B.11.9 Ⅱ型误差试验应符合下列规定：

1 应在测流断面选取5条以上中泓处和水深不同的垂线作为试验垂线；

2 应在高、中、低每级水位中分别进行试验；

3 Ⅱ型误差试验要求应符合表B.11.9规定。

表B.11.9 Ⅱ型误差试验

站类	每水位级试验施测次数	一次试验水位变幅(m)	单条垂线上测点数	重复施测流速次数	测点流速历时(s)
一类精度站	≥2	≤0.1	11	10	100～60
二类、三类精度站		≤0.3			

4 当二类、三类精度的水文站不能满足表B.11.9的规定时，单条垂线上测点数、重复施测流速次数和测点流速历时可分别减少为5点、6次和30s～50s。

B.11.10 Ⅱ型误差试验资料的整理和计算应符合下列规定：

1 垂线平均流速的近似真值，应为垂线上施测的多点(n=11或5)法按本标准第B.7.1条规定计算得出的垂线平均流速；

2 相对垂线平均流速，应为少点法(p=1、2、3或5)计算的垂线平均流速除以近似真值；

3 Ⅱ型误差应按下列公式计算：

$$\hat{S}_i = \frac{1}{J}\sum_{j=1}^{J}\frac{\overline{v}_{pij}-\overline{v}_{nij}}{\overline{v}_{nij}} \qquad \text{(B.11.10-1)}$$

$$\hat{\mu}_s = \frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I}\hat{S}_i \qquad \text{(B.11.10-2)}$$

住房城乡建设部信息公开 试读专用

$$S_P = \sqrt{\frac{1}{I-1}\sum_{i=1}^{I}(\hat{S}_i - \hat{\mu}_s)^2} \qquad \text{(B.11.10-3)}$$

式中：$\hat{S}_i$ ——第 i 组系列由计算规则所造成的垂线平均流速的抽样相对误差(%)；

$\overline{v}_{pij}$ ——第 i 组 J 次少点法($p=1$、2、3 或 5)计算的垂线平均流速(m/s)；

$\overline{v}_{nij}$ ——第 i 组 J 次多点法($n=11$ 或 5)计算的垂线平均流速(m/s)；

J ——在第 i 组试验中多点法重复测量次数；

$\hat{\mu}_s$ ——采用少点法计算垂线平均流速造成的抽样相对系统误差(%)；

S_p ——采用少点法计算垂线平均流速造成的抽样相对标准差(%)；

I ——Ⅱ型误差试验总组(垂线)数。

B.11.11 Ⅲ型误差试验应符合下列规定：

1 试验测速垂线布设应按本标准第 B.2 节的规定执行。

2 在高、中、低各水位级中均匀布置测次，试验不应少于 20 个测次；由于每次试验历时较长，在大洪水期进行试验困难较大，试验应选在流量平稳时期进行。

3 不同水面宽的测站可按表 B.11.11 的要求进行误差试验。

表 B.11.11 Ⅲ型误差试验

试验要求		垂线平均流速施测方法		单个测点测速历时(s)	
水面宽 B (m)	布设最少测速垂线数	二点法	三点法	一类精度站	二类、三类精度站
$50 \leqslant B \leqslant 1200$	50～60	0.2、0.8	0.2、0.6、0.8	100～60	60～30
$25 \leqslant B \leqslant 50$	30～50				
$B < 25$	＞25				

注：水面宽 $B > 1200$m 时，试验断面上至少布设的试验测速垂线数宜大于 60 条。

住房城乡建设部信息公开 测试专用

B. 11. 12 Ⅲ型误差试验资料的整理和计算应符合下列规定：

1 单次流量的近似真值，应为采用多条测速垂线按本标准平均分割法计算的断面流量。

2 对多线断面流量作抽线精简计算时，应保留控制断面形状和横向流速分布转折处的测速垂线，再按均匀抽取垂线的原则，计算得出少线断面流量。

3 流速仪法的Ⅲ型误差应按下列公式估算：

$$\hat{\mu}_m = \frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I}\left(\frac{Q_{mi}}{Q_i} - 1\right) \tag{B. 11. 12-1}$$

$$S_m = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\left[\left(\frac{Q_{mi}}{Q_i} - 1\right) - \hat{\mu}_m\right]^2} \tag{B. 11. 12-2}$$

式中：$\hat{\mu}_m$ ——测速垂线减少为 m 条时，引起的相对系统误差(%)；

S_m ——测速垂线减少为 m 条时，引起的相对标准差(%)；

Q_{mi} ——第 i 次试验测速垂线减少为 m 条时，计算的断面流量值(m^3/s)；

Q_i ——第 i 次试验测速垂线为多条计算的断面流量，近似真值(m^3/s)；

N ——Ⅲ型误差试验的总测次数。

B. 11. 13 测深和测宽的相对标准差应按本标准公式(8. 3. 2-2)估算。

B. 11. 14 流速仪法单次流量测验总不确定度应由流量测验总随机不确定度和总系统不确定度组成，可按下列公式估算：

1 总随机不确定度应按下式计算：

$$X'_Q = \left[X'^2_m + \frac{1}{m+1}(X'^2_e + X'^2_p + X'^2_b + X'^2_d + X'^2_c)\right]^{1/2} \tag{B. 11. 14-1}$$

式中：X'_Q ——单次流量总随机不确定度(%)；

X'_m ——Ⅲ型随机不确定度(%)；

X'_e ——Ⅰ型随机不确定度(%)；

X'_p ——Ⅱ型随机不确定度(%)；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

X'_b——测宽随机不确定度(%)；

X'_d——测深随机不确定度(%)；

X'_c——流速仪率定随机不确定度(%)；

m——单次流量断面布设的测速垂线数。

2 总系统不确定度应按下式计算：

$$X''_Q=(X''^2_b+X''^2_d+X''^2_c)^{1/2} \quad \text{(B. 11. 14-2)}$$

式中：X''_Q——单次流量总系统不确定度(%)；

X''_b——测宽系统不确定度(%)；

X''_d——测深系统不确定度(%)；

X''_c——流速仪检定系统不确定度(%)。

3 总不确定度可按下式估算：

$$X_Q=(X'^2_Q+X''^2_Q)^{1/2} \quad \text{(B. 11. 14-3)}$$

式中：X_Q——单次流量总不确定度(%)；

X'_Q——单次流量总随机不确定度(%)；

X''_Q——单次流量总系统不确定度(%)。

B. 12 测流允许误差及测流方案选择

B. 12. 1 单次流量测验分量允许误差为最大控制指标，精度评定应控制在其范围内。

B. 12. 2 测宽随机不确定度不应大于2%，测宽系统不确定度不应大于0.5%。

B. 12. 3 测深允许误差应符合表B. 12. 3的规定。

表 B. 12. 3 测深允许误差

水深(m)	X'_d(%)			X''_d(%)
	悬索	测深杆	测深仪	
<0.8	—	3	—	0.5
0.8～6	2	2	1.5	
>6	1	1	1.1	

注：X'_d、X''_d分别为置信水平95%随机不确定度和系统不确定度。

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

B. 12. 4 流速仪应在检定槽中精确的检定，在流速仪适用范围内，当流速大于或等于 0.5m/s 时，流速仪检定随机不确定度不应大于 1%；系统不确定度不应大于 0.5%。

B. 12. 5 测点有限测速历时不足导致的Ⅰ型误差不应超过表 B. 12. 5 的规定。

表 B. 12. 5 Ⅰ型允许误差

站类	计算规则	高水			中水			低水		
		历时(s)								
		100	60	30	100	60	30	100	60	30
		X'_e(%)								
一类、二类、三类精度站	一点法	7	8	9	8	9	12	10	12	16
	二点法	5	6	7	6	7	9	7.5	9	11
	三点法	4	5	6	4.5	5.5	8	6	7	10

注：X'_e 为置信水平 95%的Ⅰ型随机不确定度。

B. 12. 6 测速垂线测点数目不足导致的Ⅱ型误差不应超过表 B. 12. 6 的规定。

表 B. 12. 6 Ⅱ型允许误差

站类	计算规则	高水		中水		低水	
		X'_p	$\hat{\mu}_s$	X'_p	$\hat{\mu}_s$	X'_p	$\hat{\mu}_s$
一类精度站	一点法	4.2	0.9～－1.0	4.5	1.0～－1.0	4.8	1.0～－1.0
	二点法	3.2	0.7～－1.0	3.5	0.9～－1.0	3.6	1.0～－1.0
	三点法	2.4	0.5～－0.5	2.8	0.7～－0.7	3.0	0.8～－1.0
二类、三类精度站	一点法	5.9	1.0～－1.0	6.1	1.0～－1.0	6.2	1.0～－1.0
	二点法	4.7	0.7～－1.0	4.8	1.0～－1.0	4.9	1.0～－1.0
	三点法	4.0	0.5～－0.7	4.3	0.9～－0.8	4.4	1.0～－1.0

注：1 X'_p 为置信水平为 95%的Ⅱ型随机不确定度。

2 $\hat{\mu}_s$ 为Ⅱ型系统误差。通过试验资料分析，垂线流速分布形式的不同，其Ⅱ型系统误差有正、负变化，不能将其作为恒定系统误差处理，故表中 $\hat{\mu}_s$ 为Ⅱ型系统误差变化区间。根据误差统计理论，需采用时可视具体情况取不同计算规则的最大负值的 30%～50%进行估算。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

B. 12. 7 测速垂线数目不足导致的Ⅲ型误差不应超过表 B. 12. 7 的规定。

表 B. 12. 7 Ⅲ型允许误差

站类	断面测速垂线数 m	允许误差(%)					
		高水		中水		低水	
		X'_m	$\hat{\mu}_m$	X'_m	$\hat{\mu}_m$	X'_m	$\hat{\mu}_m$
一类精度站	5	5.2	−2.1	6.1	−2.4	8.8	−3.5
	10	3.3	−1.3	4.3	−1.7	5.6	−2.2
	15	2.5	−1.0	3.5	−1.4	4.3	−1.7
	20	2.1	−0.8	3.0	−1.2	3.6	−1.4
二类精度站	5	6.0	−2.4	7.0	−2.8	9.0	−3.6
	10	3.8	−1.5	4.9	−2.0	5.7	−2.3
	15	2.9	−1.2	4.0	−1.6	4.4	−1.8
	20	2.4	−1.0	3.5	−1.4	3.7	−1.5
三类精度站	5	7.0	−2.8	8.5	−3.4	10.3	−4.1
	10	4.4	−1.8	5.6	−2.2	6.5	−2.6
	15	3.4	−1.4	4.4	−1.8	5.0	−2.0
	20	2.8	−1.1	3.7	−1.5	4.1	−1.6

注：1 X'_m 为置信水平 95%的Ⅲ型随机不确定度；

2 $\hat{\mu}_m$ 为Ⅲ型系统误差。

B. 12. 8 测流方案的选择，应根据测站精度类别、不同水位级和资料用途等，分析确定断面垂线数目、垂线测点数目和测点测速历时。

B. 12. 9 垂线数目的确定应符合下列规定：

1 有条件进行精简分析的水文站，应收集多线法实测资料，进行精简分析，确定垂线数目。

2 为避免测速垂线数目引起的随机误差和系统误差对流量影响过大，断面内任意两条相邻测速垂线的间距不宜过大，垂线间距与高、中、低水位时总水面宽的比例应符合：一类精度站为 7%～

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

10%，二类精度站为 8%～11%，三类精度站为 9%～12%。

3 在下列情况时，测速垂线数目应适当增加：

1）宽深比特别大或漫滩严重的；

2）河床是由大卵石、乱石组成或分流串沟较多的；

3）为了特殊的服务需求，流量资料精度要求较高的。

4 在水情变化急剧而又因没有进行简测的分析，不能使用少线少点法时，测速垂线数目可减少；但水面宽小于 50m 时不宜少于 5 条，且使其测流精度不宜低于浮标法的精度。

5 代表线法测速垂线的数目和布设位置，宜根据各种水情变化情况分析多套方案，并应符合下列规定：

1）主流摆动剧烈或河床不稳定的时期和测站，垂线不宜过少；

2）垂线较少时，避免宜布设在流速脉动特别大的地点；

3）垂线宜布设在主流部分。

6 潮流站测速垂线数目和布设位置，宜根据河宽、水深、河道地形、流速横向分布及河床稳定程度等分析，并应按本条第 2 款的规定减少。

B. 12. 10 垂线测点数目的确定应符合下列规定：

1 有条件进行精简分析的水文站，应收集多点法实测资料，进行精简分析，确定垂线测点数目。

2 没有条件进行精简分析的水文站和新布设的测流断面，为避免少点法的随机误差对断面流量有较大影响，宜采用二点法（畅流期）或三点法（冰期）；在垂线流速分布很不规则的垂线上，只要水深足够，宜采用五点法（畅流期）或六点法（冰期）。

3 遇下列情况可采用一点法测速：

1）水位涨落急剧，用正常的流速测点数测速会使测流过程的水位涨落差超过本标准相应规定时；

2）大风浪及其他原因，仪器准确定位困难时；

3）卵石或乱石河床，测河底附近测点会有碰坏仪器时；

住房和城乡建设部信息公开浏览专用

4)冰期流冰严重，测流安全受到影响时。

4 当用一点法测速时，测点位置宜先布设在 0.6 相对水深处；当因悬索偏角太大，在 0.6 相对水深处测速困难时，可布设在水面或 0.2 相对水深处测速。

B. 12. 11 测点测速历时(t)的确定应符合下列规定：

1 有条件进行精简分析的水文站，垂线上测点测速历时，宜通过精简分析确定；没有条件进行精简分析的水文站和新布设的测流断面，垂线上测点测速历时不应少于 100s。

2 采用较少的垂线、测点，同时用较短的测速历时能达到精度要求时，测速历时可缩短为 60s。

3 河流暴涨暴落或水草、漂浮物、流冰严重，采用 60s 的测速历时仍有困难时，测速历时可缩短为 30s。

4 潮流站在流速变率较大或垂线测点较多时，测速历时可采用 30s～60s。

B. 12. 12 对未开展比测试验的各类精度测站，流速仪法测流方案可根据服务对象及精度要求按表 B. 12. 12-1～表 B. 12. 12-3 选择确定。当需要较高精度时，可选择多线、多点、长历时的测验方案。

表 B. 12. 12-1 一类精度站测流方案与精度

测流方案			测验误差(%)					
垂线数目 m	测速测点数 p	测点测流历时 t(s)	高水		中水		低水	
			X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$
20	3	100	2.4	−1	3.3	−1.3	3.9	−1.6
20	3	60	2.5	−1	3.3	−1.3	4.0	−1.6
20	3	30	2.6	−1	3.6	−1.4	4.2	−1.6
20	2	100	2.5	−1	3.4	−1.4	4.1	−1.6
20	2	60	2.6	−1	3.5	−1.4	4.2	−1.7

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

续表B. 12. 12-1

测流方案			测验误差(%)					
垂线数目 m	测速测点数 p	测点测流历时 t(s)	高水		中水		低水	
			X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$
20	2	30	2.8	−1.1	3.7	−1.5	4.4	−1.8
20	1	100	2.8	−1.1	3.7	−1.5	4.4	−1.8
20	1	60	2.9	−1.2	3.8	−1.5	4.6	−1.8
20	1	30	3.1	−1.2	4.1	−1.6	5.2	−2.0
15	3	100	2.8	−1.1	3.8	−1.5	4.7	−1.9
15	3	60	2.9	−1.2	3.9	−1.6	4.8	−1.9
15	3	30	3.1	−1.2	4.1	−1.6	5.1	−2.0
15	2	100	3.0	−1.2	4.0	−1.6	4.8	−1.9
15	2	60	3.1	−1.2	4.1	−1.6	5.0	−2.0
15	2	30	3.2	−1.3	4.3	−1.7	5.0	−2.0
15	1	100	3.3	−1.3	4.2	−1.7	5.2	−2.1
15	1	60	3.4	−1.4	4.4	−1.8	5.4	−2.2
15	1	30	3.6	−1.4	4.8	−1.9	6.0	−2.4
10	3	100	3.7	−1.5	4.7	−1.9	6.0	−2.4
10	3	60	3.8	−1.5	4.8	−1.9	6.1	−2.4
10	3	30	3.9	−1.5	5.1	−2.0	6.5	−2.5
10	2	100	3.8	−1.5	4.9	−2.0	6.2	−2.5
10	2	60	4.0	−1.6	5.0	−2	6.4	−2.5
10	2	30	4.1	−1.6	5.3	−2.1	6.6	−2.5
10	1	100	4.2	−1.7	5.2	−2.1	6.6	−2.6

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

续表B. 12. 12-1

测流方案			测验误差(%)					
垂线数目 m	测速测点数 p	测点测流历时 t(s)	高水		中水		低水	
			X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$
10	1	60	4.4	−1.8	5.3	−2.1	6.9	−2.8
10	1	30	4.5	−1.8	5.8	−2.3	7.6	−3.0
插控方案								
5	3	100	5.6	−2.2	6.6	−2.6	9.3	−3.7
5	3	60	5.8	−2.3	6.7	−2.7	9.4	−3.8
5	3	30	5.9	−2.4	7.1	−2.8	9.8	−3.9
5	2	100	5.8	−2.3	6.8	−2.7	9.5	−3.8
5	2	60	6.0	−2.4	7.0	−2.8	9.7	−3.9
5	2	30	6.2	−2.5	7.3	−2.9	10.0	−4.0
5	1	100	6.3	−2.5	7.2	−2.9	10.0	−4.0
5	1	60	6.5	−2.6	7.4	−3.0	10.3	−4.1
5	1	30	6.7	−2.7	8.1	−3.2	11.2	−4.5

注：1 X'_Q为置信水平95%的单次流量总随机不确定度。

2 $\hat{\mu}_Q$为单次流量系统误差，由多线多点法单次流量(平均分割法计算)中抽取的Ⅲ型和Ⅱ型系统误差组成；根据大量误差试验资料统计，其值基本为负值。

3 方案中的测验允许误差为对应可选方案的测验精度控制指标。

4 水文站应根据测站精度类别、不同水位级和资料用途等选择测流方案，其单次流量测验总不确定度和系统误差均应符合本标准第8.1.2条的规定。

5 插控测流方案(m =5线、p =1点～3点、t =30s～100s)系统误差过大，不满足本标准精度要求，仅用作控制插补可选方案的测流方案，各类精度水文站在正常测验环境条件下不宜采用。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

表 B. 12. 12-2　二类精度站测流方案与精度

测流方案			测验误差(%)					
垂线数目 m	测速测点数 p	测点测流历时 t(s)	高水		中水		低水	
			X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$
20	3	100	2.8	−1.1	3.8	−1.5	4.0	−1.6
20	3	60	2.8	−1.1	3.9	−1.6	4.1	−1.6
20	3	30	2.9	−1.2	4.1	−1.6	4.2	−1.7
20	2	100	2.9	−1.2	3.9	−1.6	4.2	−1.7
20	2	60	3.0	−1.2	4.0	−1.6	4.4	−1.8
20	2	30	3.1	−1.2	4.2	−1.7	4.6	−1.8
20	1	100	3.2	−1.3	4.2	−1.7	4.5	−1.8
20	1	60	3.3	−1.3	4.3	−1.7	4.8	−1.9
20	1	30	3.4	−1.4	4.6	−1.8	5.3	−2.0
15	3	100	3.3	−1.3	4.3	−1.7	4.8	−1.9
15	3	60	3.4	−1.4	4.4	−1.8	4.9	−2.0
15	3	30	3.5	−1.4	4.6	−1.8	5.2	−2.1
15	2	100	3.4	−1.4	4.5	−1.8	5.0	−2.0
15	2	60	3.5	−1.4	4.6	−1.8	5.1	−2.0
15	2	30	3.6	−1.4	4.8	−1.9	5.4	−2.2
15	1	100	3.8	−1.5	4.8	−1.9	5.3	−2.1
15	1	60	3.9	−1.6	4.9	−2.0	5.6	−2.2
15	1	30	4.0	−1.6	5.3	−2.1	6.2	−2.5
10	3	100	4.2	−1.7	5.3	−2.1	6.2	−2.5

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

续表B. 12. 12-2

测流方案			测验误差(%)					
垂线数目 m	测速测点数 p	测点测流历时 t(s)	高水		中水		低水	
			X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$
10	3	60	4.3	−1.7	5.4	−2.2	6.3	−2.5
10	3	30	4.5	−1.8	5.7	−2.3	6.6	−2.6
10	2	100	4.4	−1.8	5.5	−2.2	6.4	−2.6
10	2	60	4.5	−1.8	5.6	−2.2	6.5	−2.6
10	2	30	4.6	−1.8	5.8	−2.3	6.8	−2.7
10	1	100	4.8	−1.9	5.8	−2.3	6.8	−2.7
10	1	60	4.9	−2.0	6.0	−2.4	7.1	−2.8
10	1	30	5.1	−2.0	6.4	−2.5	7.7	−3.0
插控方案								
5	3	100	6.5	−2.6	7.5	−3.0	9.5	−3.8
5	3	60	6.6	−2.6	7.6	−3.0	9.6	−3.8
5	3	30	6.8	−2.7	8.0	−3.2	10.0	−4.0
5	2	100	6.7	−2.7	7.7	−3.1	9.7	−3.9
5	2	60	6.8	−2.7	7.9	−3.2	9.9	−4.0
5	2	30	7.0	−2.8	8.2	−3.3	10.2	−4.1
5	1	100	7.2	−2.9	8.2	−3.3	10.2	−4.1
5	1	60	7.3	−2.9	8.4	−3.4	10.5	−4.2
5	1	30	7.5	−3.0	9.0	−3.6	11.4	−4.6

注:本表的相关要求及表中参数的含义同表 B. 12. 12-1。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

表 B. 12. 12-3　三类精度站测流方案与精度

测流方案			测验误差(%)					
垂线数目 m	测速测点数 p	测点测流历时 t(s)	高水		中水		低水	
			X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$
20	3	100	3.1	−1.2	4.0	−1.6	4.4	−1.8
20	3	60	3.2	−1.3	4.0	−1.6	4.5	−1.8
20	3	30	3.3	−1.3	4.2	−1.7	4.8	−1.9
20	2	100	3.2	−1.3	4.1	−1.6	4.6	−1.8
20	2	60	3.3	−1.3	4.2	−1.7	4.7	−1.9
20	2	30	3.4	−1.4	4.4	−1.8	4.9	−2.0
20	1	100	3.5	−1.4	4.3	−1.7	4.9	−2.0
20	1	60	3.6	−1.4	4.4	−1.8	5.1	−2.0
20	1	30	3.7	−1.5	4.8	−1.9	5.6	−2.2
15	3	100	3.7	−1.5	4.7	−1.9	5.4	−2.2
15	3	60	3.8	−1.5	4.8	−1.9	5.4	−2.2
15	3	30	3.9	−1.6	5.0	−2.0	5.7	−2.3
15	2	100	3.9	−1.6	4.8	−1.9	5.5	−2.2
15	2	60	4.0	−1.6	4.9	−2.0	5.7	−2.3
15	2	30	4.1	−1.6	5.1	−2.0	5.9	−2.4
15	1	100	4.2	−1.7	5.1	−2.0	5.8	−2.3
15	1	60	4.3	−1.7	5.2	−2.1	6.1	−2.4
15	1	30	4.4	−1.8	5.6	−2.2	6.6	−2.6
10	3	100	4.8	−1.9	6.0	−2.4	6.9	−2.8

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

续表B. 12. 12-3

测流方案			测验误差(%)					
垂线数目 m	测速测点数 p	测点测流历时 t(s)	高水		中水		低水	
			X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$	X'_Q	$\hat{\mu}_Q$
10	3	60	4.9	−2.0	6.0	−2.4	7.0	−2.8
10	3	30	5.0	−2.0	6.3	−2.5	7.3	−2.9
10	2	100	4.9	−2.0	6.1	−2.4	7.1	−2.8
10	2	60	5.0	−2.0	6.2	−2.5	7.2	−2.9
10	2	30	5.1	−2.0	6.4	−2.6	7.5	−3.0
10	1	100	5.3	−2.1	6.4	−2.6	7.4	−3.0
10	1	60	5.4	−2.2	6.5	−2.6	7.7	−3.1
10	1	30	5.5	−2.2	7.0	−2.8	8.3	−3.3
插控方案								
5	3	100	7.5	−3.0	8.9	−3.6	10.8	−4.3
5	3	60	7.6	−3.0	9.0	−3.6	10.9	−4.4
5	3	30	7.7	−3.1	9.3	−3.7	11.3	−4.5
5	2	100	7.6	−3.0	9.1	−3.6	11.0	−4.4
5	2	60	7.7	−3.1	9.2	−3.7	11.2	−4.5
5	2	30	7.9	−3.2	9.5	−3.8	11.5	−4.6
5	1	100	8.0	−3.2	9.5	−3.8	11.4	−4.6
5	1	60	8.2	−3.3	9.7	−3.9	11.7	−4.7
5	1	30	8.3	−3.3	10.2	−4.1	12.5	−5.0

注:本表的相关要求及表中参数的含义同表 B. 12. 12-1。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

附录C　声学多普勒流速剖面仪法

C.1　一般规定

C.1.1　采用ADCP法测流时，应对下列条件进行调查：

1　测验河段顺直度、紊流影响、沉水或挺水水生植物、漂浮物或漂浮植物、槽滩结构形态、冲淤变化等河槽结构形态及变化情况；

2　洪水涨落特性、水位季节性或时段性变化幅度、含沙量、航运状况等河流水情；

3　承载ADCP的渡河设施及其构造、水中构筑物情况及安全性等渡河或设备安装布置条件；

4　断面长期稳定性、有无渠化整治需求、水体污染情况及设备抗污染条件等固定式自动测流的利用条件。

C.1.2　感潮河段ADCP法测流应符合现行行业标准《感潮水文测验规范》SL 732的有关规定。

C.2　走航式ADCP流量测验

C.2.1　当测流断面不存在移动底、外部磁场干扰、大水深、高含沙量等影响测流精度的外界因素时，流量测验宜独立使用ADCP主机。

C.2.2　ADCP工作频率应根据断面可能最大水深、流速及含沙量等因素综合确定，选用适合于测站特性的ADCP类型，并应符合下列规定：

1　含沙量较高或水深较大的水域，宜选择低频仪器；

2　水深较小的水域，宜选择高频仪器或浅水型仪器；

3　断面水深、流速横向变化大的水域，宜选择具有自动配置

住房城乡建设部信息公开
试验专用

测量参数功能的仪器。

C.2.3 流量测验时应根据断面水深、水流情况确定航速，宜利用导航系统或断面标识，保持测船沿预定断面航行。

C.2.4 对于宽阔河段，同一断面宜采用多台仪器分多个子断面按相同航向同步测验。

C.2.5 特殊情况下的流量测验应符合下列规定：

1 水流十分缓慢的河段，水跟踪模式可采用脉冲相干模式；可利用缆绳拖拽 ADCP，应控制航速平稳；仪器宜安装在船头；可通过增加测回数减少随机误差。

2 水流湍急的河段，应在操作安全的前提下增加换能器入水深度；有条件时可采用较大船体提高测量稳定度；测验困难时，可更换测流断面。

3 受潮汐、异重流等影响，流速分布具有往复流的河段，应减少顶部盲区，并应选用适宜的盲区插补方法。

4 含沙量很高的河段，可选用低频设备、外接测深仪和 GNSS 接收机测验。

5 河床不规整或水草茂密的河段，宜降低航速且保持航速稳定，并宜选用适宜的底部盲区插补方法；测验困难时，可更换测流断面或外接测深仪和 GNSS 接收机。

6 岸边存在竖直防洪墙的河段，ADCP 应与岸边保持一定的距离。

C.2.6 ADCP 外接设备的选取应符合下列规定：

1 遇有移动底影响航速测量失真时，应采用 GNSS 接收机测量航速，并应校正内部罗经；

2 受外界磁场干扰影响内部罗经无法校正时，应采用外接罗经测量航向；

3 水深大或含沙量高导致 ADCP 无法测量水深时，应采用外接测深仪测深。

C.2.7 测流时除应配备 ADCP 及外接设备外，还可按需配置测

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

距仪、温度计、盐度计、风速风向仪及存储设备等设备。

C.2.8 使用 ADCP 进行流量测验时，应符合下列规定：

1 遵循 ADCP 技术手册的各项操作规定，应符合相应的指标要求；

2 在测前准备阶段，应正确使用制造商提供的自检程序对 ADCP 进行检验；

3 应根据测验水域水文泥沙特性对 ADCP 的各项参数进行优化设置；

4 应对流量测验成果进行合理性检查；

5 资料备份及存储管理应安全可靠。

C.2.9 仪器安装前应检查下列内容：

1 换能器是否有污损、变形、破损、紧固件松动等现象；

2 供电系统输出电压是否符合仪器标称要求；

3 逐一清点使用的电缆和插接件。

C.2.10 安装支架应符合下列规定：

1 结构应牢固稳定，不因水流冲击或测船航行等原因导致倾斜或摇晃；

2 宜采用防锈、防腐蚀能力强，且重量轻、强度大的非铁磁材料；

3 宜配置仪器防撞、防丢失等装置。

C.2.11 渡河载体应符合下列规定：

1 波浪较小时，可采用三体船或遥控船等专用浮体；

2 浮体摇晃影响观测且断面能行船时，可采用水文测船；

3 水文测船的材质为铁质时应外接罗经；

4 换能器应垂直安装，倾角不应大于 5°；

5 水平方向应使仪器换能器上的方向标识箭头与渡河载体纵轴线平行；

6 应正确设置仪器与渡河载体纵轴线之间的安装偏角。

C.2.12 采用水文测船时，ADCP 可安装在船头、船舷或穿透船

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

体的竖井内，并应符合下列规定：

1 水深较小时可采用船头安装或船体竖井安装；

2 水深较大时可采用船舷安装；

3 宜根据测船航行速度、水流速度、水面波浪、测船吃水深度、船底形状等因素，减小换能器入水深度，但应保证换能器在测流过程中始终不露出水面；

4 应保证船体不妨碍换能器声波信号的发射和接收。

C. 2. 13 每次测流前应进行仪器自检，并应保存自检结果。

C. 2. 14 GNSS 接收机及使用应符合下列规定：

1 采用 GGA 格式时，定位精度不应低于亚米级；施测垂线及测点流速、流向时，定位精度不应低于分米级。

2 宜设置同时输出符合 NMEA-0183 协议的 GGA 及 VTG 格式的数据，也可根据断面环境和走航测量条件选择单一格式。

3 应禁用输出结果滤波功能。

4 无差分条件或低于 RTD 差分时，应采用 VTG 格式。

5 宜使用 GNSS 罗经，同时应进行卫星定位测量和罗经测向。

6 可在陆上通过对比急转弯时 VTG 和 GGA 轨迹的差异，确定 GNSS 数据传输时延。

C. 2. 15 GNSS 接收机输出信号采用 GGA 格式时，应符合下列规定：

1 空间位置精度因子不应大于 6；

2 GNSS 接收机定位应处于差分状态；

3 测船高程在测流过程中的变化量不宜超过 3.5m；

4 断面较宽且航速可达 0.5m/s 以上。

C. 2. 16 GNSS 接收机输出信号采用 VTG 格式时，应符合下列规定：

1 卫星数量不应少于 4 颗；

2 断面不宽，航速不应低于 0.24m/s。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

C.2.17 无法满足本标准第C.2.14条～第C.2.16条的要求时，不得使用GNSS接收机测量航速。

C.2.18 GNSS接收机天线应安装在ADCP的正上方，并应能正常接收卫星信号。无法安装在正上方时，应进行位置偏移改正。

C.2.19 外接罗经应符合下列规定：

1 定向误差不应大于1°，分辨率不应大于0.1°；

2 输出数据格式应为NMEA-0183协议HDT格式；

3 采用GNSS罗经，不宜选择磁罗经和惯导电罗经。

C.2.20 外接罗经与换能器各自的艏向应相对固定，外接罗经艏向其安装方向应与换能器工作艏向保持一致；当不一致时，应正确设置艏向差。

C.2.21 外接罗经与ADCP的艏向差可在无移动底影响的断面，外接GNSS接收机，以GGA格式施测不少于200m，应计算GNSS测量航迹与底跟踪航迹始末端点连线的方位角之差作为艏向差；正确设置艏向差后两轨迹应重合。

C.2.22 断面上有陡崖的，应外接测深仪。测深仪应符合下列规定：

1 宜采用高精度单波束测深仪；

2 测深精度不宜低于1cm±0.1%D（D为水深）；

3 工作频率不得与ADCP产生同频干扰；

4 可输出满足NMEA-0183协议DBT格式的数据；

5 换能器的波束中心轴线应与水面垂直；

6 测深仪应与ADCP就近安装。

C.2.23 外接设备数据刷新率不应低于ADCP采样频率，宜为5Hz，必要时可根据各种设备的具体情况选择2Hz～10Hz。

C.2.24 外接设备安装后，应使用数据采集软件分别查看所有外接设备采集数据的刷新记录情况，应在其工作状态正常后再测流。

C.2.25 仪器自检及测流前，应将ADCP时钟与标准时钟同步。

住房城乡建设部信息公开
测试专用

C. 2. 26 移动底检测应符合下列规定：

1 可结合水流特性定期开展。

2 移动底速度未超过检出门限值时，应采用底跟踪方式测量航速。

3 移动底速度超过检出门限值时，应采用 GNSS 接收机测量航速；无法使用 GNSS 接收机时，可采用低频设备法、定点法、回路法或船测多线法。

C. 2. 27 内部罗经不受外界磁场干扰时，航向测量宜采用内部罗经。

C. 2. 28 在下列情况下应校正内部罗经：

1 改变测流断面位置时；

2 改变 ADCP 安装位置及安装支架型式时；

3 改变 ADCP 相对于测船的艏向时；

4 更换 ADCP 附近的其他辅助设备或变化位置时；

5 利用 GNSS 接收机作为航速测量参考时；

6 采用回路法测流时；

7 对流向测量精度要求很高时。

C. 2. 29 在本标准第 C. 2. 28 条第 1 款～第 6 款未发生改变时，可不在每次测流前均校正内部罗经。

C. 2. 30 校正内部罗经应符合下列规定：

1 应在测流断面处开展校正；

2 应按本型号仪器技术手册规定的方法和程序校正；

3 应平稳缓慢地控制校正转速、横摇及纵摇，转速不宜大于 5°/s。

C. 2. 31 内部罗经校正后，应按下列方法确定测流断面磁偏角：

1 断面水域满足下列条件时，宜实测磁偏角：

1）水域开阔且无外界磁场干扰；

2）底跟踪有效。

2 实测磁偏角应符合下列规定：

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

1）外接 GNSS 接收机后沿直线航行 800m～1200m，计算 GNSS 接收机直线航迹与底跟踪直线轨迹的方向差为磁偏角；

2）磁北向与正北向相比偏东时符号为正，偏西时为负。

3 现场无法测量时，可采用世界地磁场模型计算磁偏角；

4 磁偏角确定频次不宜少于 1 次/年，并应做好记录；

5 测流过程中各单次断面走航测流时采用的磁偏角应保持一致。

C.2.32 在未知河段测流时可先试测一次，测量参数可根据断面水深、形状及流速大小确定。

C.2.33 在测验前应根据断面情况、可能最大流速、测船动力情况和测验要求设置测流参数，并应符合下列规定：

1 深度单元尺寸应在仪器标称范围内，深度单元尺寸与深度单元数的乘积应大于所测断面的最大水深。

2 应根据断面宽窄、水深设置每个数据组的水跟踪脉冲采样数和底跟踪脉冲采样数。

3 应根据断面水深、流速等选择工作模式：

1）宜采用系统推荐工作模式；

2）标准模式适合于大部分测验环境；

3）脉冲相干模式或其他浅水低流速专门模式，适合于浅水、低流速测验环境。

4 配置多种底跟踪模式的仪器，宜选择默认底跟踪模式；在浅水、低流速区域，可选择特定底跟踪模式。

5 在噪声影响严重、信号处理不佳的特殊情况下，可根据断面可能最大流速和可能最大航速确定模糊流速。

6 盲区设置不应小于仪器标称值。

7 换能器入水深度应实测，并应记至 0.01m。

8 换能器入水深度在测流过程中发生变化时，应在记载表中备注说明。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

9 除淡水环境外，应根据测流水域实际情况设置盐度值，宜采用盐度计测量确定。

10 温差比较大的水域，应根据测流水域实际情况设置声速值，宜采用声速计(环鸣法)实测声速。

C.2.34 流量计算相关参数的确定应符合下列规定：

1 顶部和底部盲区流量估算应符合下列规定：

1) 盲区插补方法可选用三点外延、常数法及指数方法等。

2) 对于有垂线流速分布成果的断面，外推方法及系数宜根据分析成果选择。

3) 对于无垂线流速分布成果的断面，可选用经验系数；当采用指数方法时，指数可取为1/6。

4) 对于低流速水域，应考虑风速风向对顶部盲区插补计算精度的影响。

5) 感潮或潮汐河段顶部、底部盲区的插补模型宜根据测验断面垂线流速分布特征确定。

6) 外推系数可在数据回放处理时优化调整。

2 岸边流量系数的取用应符合下列规定：

1) 当有分析成果时，采用分析成果；岸边流量系数应综合考虑岸边流速系数和面积折算系数，取两者的乘积。

2) 当无分析成果时，若岸边类型为三角形，岸边流量系数宜取0.3535；若岸边类型为矩形，岸边流量系数宜取0.91。

3 当采用GNSS接收机、罗经或测深仪等外接设备时，应配置设备的输出数据格式，在安装固定后应设置其相对偏距和相对偏角等参数。

4 除外接测深仪以外，宜选择波束水深优先的综合水深。

5 波束信号解算宜选择三波束选项。

6 水下地形条件比较复杂时，可增选水深过滤、加权平均、底跟踪筛选等选项。

C.2.35 流量测验时测船横渡速度宜接近或略小于水流速度，并

住房城乡建设部信息公开 测试专用

应保持稳定。测船应从断面下游驶入断面，在开始岸别时应慢加速，在结束岸别时应慢减速。外接 GNSS 接收机时宜减小航速，船艏不应大幅摆动。

C. 2. 36 在走航起点或终点处宜保证至少能测量 3 个有效的单元流速，流速分布非幂函数型的不宜少于 5 个。

C. 2. 37 在走航起点或终点处应采集不少于 5 组流速数据。但采用回路法施测时，起止点处航速应与断面其他处航速保持一致，不可在起止点停留测速。

C. 2. 38 岸边存在回流或死水时，应在回流或死水区中开始或结束半测回测量。

C. 2. 39 岸边距应实测；在无法实测且沿断面线走航时，可采用差分 GNSS 接收机定位信息，并应结合测时水位及大断面计算。

C. 2. 40 断面面积应按“垂直于投影方向”计算；临时断面、调查断面等，现场无法确定投影方向角时，可采用“垂直于平均流向”计算。投影方向应为垂直于测流断面并指向断面下游的方向。

C. 2. 41 流量测验测回数应根据断面是否为稳定流分别确定；单次流量测验成果应采用各半测回的算术平均值；每半测回流量与平均值的偏差应符合表 C. 2. 41 的规定，并应符合下列规定：

1 稳定流时应至少开展一测回流量测验。

2 非稳定流时宜完成一测回流量测验，特殊情况可只测半测回，并应作说明。

3 半测回流量允许偏差不能满足表 C. 2. 41 的要求时，应剔除粗差后补测；补测后仍不能满足表 C. 2. 41 的要求时，若流量接近于 0，可采取多测回平均值；也可按本标准第 B. 2 节和第 B. 12 节确定测速垂线和测验历时，并应按本标准第 C. 2. 43 条～第 C. 2. 46 条的要求测量垂线平均流速后按本标准第 B. 7 节的规定计算流量。

住房城乡建设部信息公开
测览专用

表 C. 2. 41　半测回流量允许偏差

测回数	允许偏差(%)	测回数	允许偏差(%)
1	2.0	4	9.7
2	5.0	5	11.7
3	7.5	6	13.5

C. 2. 42　测流总历时应符合下列规定：

1　测流总历时应为各半测回(单测回)有效测流历时之和；

2　总历时不宜少于 720s，特殊情况不能达到的应说明原因。

C. 2. 43　以 ADCP 在断面上逐一垂线进行垂线流速施测时，应合理布置断面垂线数目以及垂线分布位置，应避免在断面陡坡处设置垂线。

C. 2. 44　垂线定位应采用 GNSS 接收机或符合本标准附录 B 规定的其他方法。

C. 2. 45　垂线流速流向测验应待 ADCP 稳定后开始施测，历时不应少于 100s，应将历时范围内实测数据平均后获取垂线平均流速流向。

C. 2. 46　需要提取测点流速时，测点数目和位置可按本标准附录 B 的规定执行。

C. 2. 47　单次流量测验结束后，应及时检查成果，分析评价测验成果质量，应包括下列内容：

1　检查测流参数设置的合理性。

2　计算航速与流速的比值，检查航速稳定性。

3　检查 GNSS 接收机信号质量。

4　计算实测区域流量占整个断面流量的百分率，实测率低于 60%时应作说明；并记录湍流、涡流、逆流和仪器与铁磁物体的靠近程度等可能影响测量结果的现场因素。

5　检查半测回中无效流速数据的比例，无效数据超过总数据的 25%或连续出现 20s 以上的无效数据时宜重新测流。

6　检查半测回数是否满足要求。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

7　检查各半测回水文要素的一致性。

8　检查各半测回与平均值误差是否满足要求。

9　检查测验总有效历时。

C.2.48　测流数据审查应符合下列规定：

1　应检查换能器入水深度、盲区、单元数量、误释流速大小等参数设置是否正确；

2　测前准备应检查断面是否有移动底，以及 GNSS 接收机、罗经及测深仪等外接设备精度、数据更新率、安装等是否正确；

3　测验过程应检查起止定点施测情况、是否沿断面航行、横渡速度、水边距施测方法、测验历时、流量计算方法及精度、设备运行状态等；

4　测验数据应检查各半测回测验值及平均值的最大偏差是否满足要求、特征值是否合理、摘录垂线流速、流向数据（位置、历时）及计算方法是否满足要求；

5　对于后处理计算参数设置有误时，应在更正后重新回放计算；

6　应检查文档记录是否满足格式及存档方法要求。

C.2.49　在测流成果中提取数据时，宜采用多个半测回的平均值，并应符合下列规定：

1　提取测点流速方法应符合下列规定：

1）测点流速、流向按固定垂线所对应的起点距相对水深提取。

2）1000m 以上河宽应在所在垂线处半径 5m 范围或不大于 5%河宽的较小者内提取数据位置；1000m 以下河宽应在所在垂线处半径 2.5m 范围或不大于 5%河宽的较小者内提取数据位置，累计采集时间不小于 60s。

3）当累计采集时间小于 60s 时，应按积点法的测点相对水深权重因子，提取该部分水层面积上的平均流量，除以平均面积，作为测点流速。

4）ADCP 流向测验时宜安装外接罗经；若使用磁罗经应进行校准，并设置磁偏角。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

5）计算相对水深后，提取测点对应处的单元流速、流向数据。

6）当该测点处缺少对应单元时，可采用幂指数法或抛物线法的要求拟合插补。

2 提取垂线平均流速时，应符合下列规定：

1）将走航测流剖面投影在计算断面上；

2）垂线定位后，宜取垂线前后各 15s 样本平均；

3）将历时范围内实测数据平均后获取垂线平均流速、流向；

4）计算使用的呼集不宜少于 10 个。

3 提取部分流量时，应符合下列规定：

1）将走航测流剖面投影在计算断面上；

2）根据目标垂线起点距位置，在计算断面上定位相应的起止呼集序号，截取两垂线间的数据，计算该区间的走航总流量。

C.2.50 需要进行垂线及测点流速提取的测次，应控制航速，并应满足本标准第 C.2.49 条关于累计历时、航迹宽度和呼集数量的要求。

C.2.51 测验数据文件保存应符合下列规定：

1 每次测验宜建立单独的项目文件夹，文件夹命名应具有可识别性。

2 配置文件、系统自检文件等应与原始数据文件同时储存在项目文件夹中。

3 文件名的编制规则应统一，可由断面名和测次号组成；相应的 GNSS 接收机、罗经及测深仪数据应按流量测验文件名测次号及类型编制。

4 系统设置、系统自检和流量测验总结文件应保存。

5 流量测验成果记载应使用专用流量测验记录表，并应存储在项目文件夹中。

C.2.52 每次测量结束后应对仪器设备进行检查。

C.2.53 仪器设备检查应包括探头检查、防腐蚀部件检查、电缆

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

(信号)线检查,并应符合下列规定:

1 探头表面有附着物,应先清水冲洗,再用光滑软布蘸清水轻拭;有明显裂痕或较深划痕,应检验是否影响测验精度。

2 防腐蚀部件腐蚀严重时,应更换新的部件。

3 电缆(信号)线破损、漏电时,应维修或更换。

C. 2. 54 仪器设备保养应符合下列规定:

1 ADCP 每次使用后,应立即按仪器说明规定的方法,应用清水冲洗仪器的换能器并擦干,供电系统应按规定作好保养。

2 仪器的电缆线应放在专用箱中且保持自然状态,不应有扭曲变形。

3 仪器设备应放在通风干燥处,并应远离有腐蚀性的物质,仪器和设备上不应堆放重物。

4 仪器所有零件工具应随用随放在原处,仪器说明书和档案表应存档。

5 应避免换能器长时间暴晒。

C. 2. 55 仪器检验应包括对比测验、水温检查、固件升级、盐度测量、返厂维修及厂商返回,并应按表 C. 2. 55 记录。

表 C. 2. 55 站走航式 ADCP 仪器操作记录

型号		序列号		使用单位	
频率		购置日期			
操作代码 CQM:对比测验　WT:温度检查　FU:固件升级 SM:盐度测量　RTM:返厂维修　RFM:厂商返回					
日期	操作人员	操作代码	备注		

注:按每台 ADCP 单独填写。

住房和城乡建设部信息公开 试读专用

C. 2. 56 水温检查应符合下列规定：

1 新仪器首次使用及水温传感器更换或维修后，应开展水温对比检查。

2 每年汛前宜开展水温对比检查。

3 水温对比测量符合下列规定：

1）应采用精度满足要求的独立温度计开展水温对比检查；

2）外部温度计应放置在 ADCP 换能器附近，同步比测时间不宜小于 10min；

3）ADCP 测量水温与外部温度计测量值偏差不应超过±2℃。

4 当 ADCP 温度传感器损坏或误差超限时，应更换温度传感器重新比测检验，并应在满足精度要求后再使用；临时使用此设备测流时，应利用正确测量的水温数据，人工计算声速后应置入采集软件，并应修复水温传感器。

C. 2. 57 对于存在盐度变化的水域，应开展盐度监测，监测频次应以能控制盐度变化为原则，并应将盐度实测值设置到仪器中。

C. 2. 58 仪器可靠性对比测验应符合下列规定：

1 新仪器首次使用及仪器维修后，应开展 1 次现场比测检验；

2 仪器固件版本升级后，应开展 1 次现场比测检验；

3 每年汛前应开展 1 次现场比测检验；

4 与参考测流方法相比，流量误差不应超过 5%。

C. 2. 59 适用性比测与精度应符合下列规定：

1 精度已验证合格且应用广泛的 ADCP 可不开展比测试验；

2 新型号的仪器，在应用前应开展适宜性试验并评定精度，并应符合下列规定：

1）与多线多点流速仪法或已投产的走航式 ADCP 比测。

2）比测宜在水流相对平稳时进行，并应在高、中、低不同水位（或流量）级下均匀分布测次。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

3）比测有效样本数达30次以上，特殊情况下样本数不少于10次；同一型号的设备可在测站特性相似的水文站比测，纳入样本分析。

4）比测随机不确定度一类精度站不应超过5%，二类精度站不应超过6%，三类精度站或比测条件较差的不应超过7%；系统误差一类精度站不应超过±1%，二类、三类精度站不应超过±2%，条件较差的不应超过±2.5%；各精度类别站的单次流量比测误差不应超过±5%。

5）专用站可根据实际需求放宽。

6）可分段比测投产，超出投产范围的比测样本可与原样本合并分析。

C.2.60 移动底检测与流量校正应采用定点法或回路法。

C.2.61 定点法应按是否安装有GNSS接收机，分为无GNSS接收机的定点法和有GNSS接收机的定点法。

C.2.62 定点法应符合下列规定：

1 无GNSS接收机的定点法应符合下列规定：

1）将测船停泊在断面最可能发生移动底的垂线处，采用抛锚定位或航停定位进行移动底检测；当采用抛锚定位方法时，应采集底跟踪数据不少于5min；当采用航停定位方法时，应采集不少于10min。

2）可通过岸边参照物辅助判别测船是否发生偏移；将测船与岸边两个相距一定距离的参考点对齐在一条直线上，若三点始终位于一条直线，表明测船未在上下游方向发生偏移，否则表明测船发生了偏移（见图C.2.62-1）。

3）利用ADCP数据采集软件记录的航迹直线距离（单位为m）除以采集时间（单位为s）计算检测位置处移动底速度。

4）抛锚锚定检出的移动底速度大于断面平均流速的1%时，航停定位检出的移动底速度大于断面平均流速的2%时，表明存在明显的移动底情况。

住房城乡建设部信息公开 测试专用

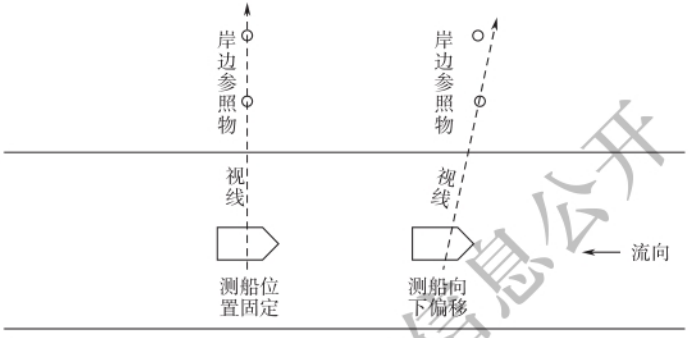


图 C.2.62-1　利用岸边参照物判别测船位置是否发生偏移

2　有 GNSS 接收机的定点法应符合下列规定：

1）将测船停泊在断面最易发生移动底的垂线处，同步采集底跟踪及 GNSS 接收机数据不少于 5min；

2）计算 ADCP 采集软件提供的底跟踪参考下航迹直线（BMG）与 GNSS 接收机参考下航迹直线（GMG）的端点差值 BMG-GMG，将此差值除以采集总历时，得出检测位置处移动底速度（见图 C.2.62-2）；

3）移动底速度大于断面平均流速的 1%时，应利用 GNSS 接收机作为航速参考进行流量测验。

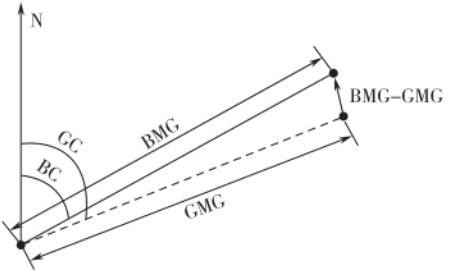


图 C.2.62-2　底跟踪与 GNSS 接收机参考下航迹直线对比图

N—正北向；BC—底跟踪参考下航迹直线方向角（°）；

GC—GNSS 接收机参考下航迹直线方向（°）；BMG—底跟踪参考下航迹直线距离（m）；

GMG—GNSS 接收机参考下航迹直线距离（m）

住房城乡建设部信息公开
测验专用

C.2.63 回路法应符合下列规定：

1 测船无法固定在某垂线时，可采用回路法检测断面平均移动底速度，移动底速度可按下式计算：

$$\overline{V}_{mb}=\frac{D_{up}}{T} \tag{C.2.63}$$

式中：$\overline{V}_{mb}$——断面平均移动底速度(m/s)；

D_{up}——船体向上游偏移的表征距离(见图 C.2.63)，即航迹直线距离(m)；

T——回路法总历时(s)。

2 采用回路法时应符合下列规定：

1) 航向测量应满足精度要求；采用内部罗经定向时，应进行标定，校正误差不应超过 1°；应正确设置测流位置处的磁偏角；在受外界磁场干扰无法使用内部罗经时，应采用外部罗经进行航向测量。

2) 回路法应包括一个测回；测船从一岸的起始点匀速行驶至对岸，到对岸后应立即转向，再以相同的速度匀速返回至起始点，形成一个回路(见图 C.2.63)。

3) 在起止点不能静态开始或结束，而是要提前航行达到既定航速后，保持航速经过起止点并启动记录和终止记录。

4) 航速应始终保持均速，包括起点、终点和折返点。

5) 折返点不得停止及重启记录。

6) 测船开始位置与结束位置应严格一致，误差不超过 30cm；必要时可设立一定的位置参考标志。

7) 航速不应太快，回路法总时长不应少于 360s。

3 按式(C.2.63)计算的断面平均移动底速度大于断面平均流速的 1%时，表明存在明显的移动底。

C.2.64 定点法流量校正应符合下列规定：

1 外业测量方法应符合下列规定：

住房城乡建设部信息公开 测定专用

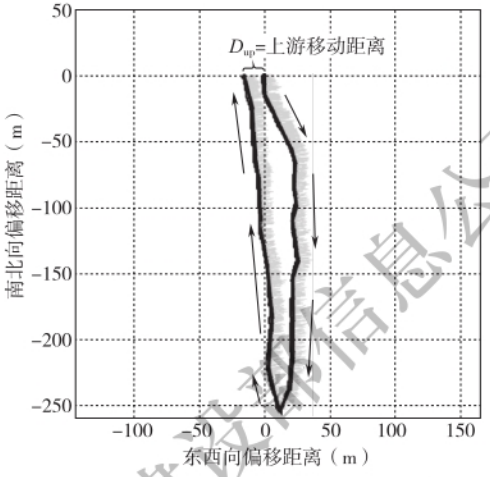


图 C.2.63　回路法航迹图

1）在测流断面上，等距布设不少于 3 条检测垂线开展移动底检测；

2）对于每条垂线，按照本标准第 C.2.63 条的要求开展移动底检测，检测时间不少于 5min～10min；

3）用底跟踪模式开展流量走航测验。

2　平均校正法应符合下列规定：

1）记校正前的实测流量为 Q，实测过水面积为 A；

2）将实测面积 A，在垂直于河段主流向的平面上进行投影，计算投影面积 A_p；

3）分别计算各垂线的移动底速度 $\overline{V}_{mb_i}$；

4）分别在左岸、右岸各自布设 1 条移动底检测垂线，按照本标准第 C.2.63 条的要求开展移动底检测，分别计算左岸垂线的移动底速度 $\overline{V}_{mb_{left}}$ 与右岸垂线的移动底速度 $\overline{V}_{mb_{right}}$；

5）计算 $\overline{V}_{mb_i}$、$\overline{V}_{mb_{left}}$、$\overline{V}_{mb_{right}}$ 的均值，求得断面平均移动底速度 $\overline{V}_{mb}$；

6）计算校正流量 $Q_{mb}=\overline{V}_{mb}A_p$；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

7）计算校正后流量 $Q_c = Q + Q_{mb}$ 。

C.2.65 回路法流量校正应符合下列规定：

1 平均校正法应按下列公式计算：

$$Q_{TC} = Q_{TM} + Q_{mb} \tag{C.2.65-1}$$

$$Q_{mb} = \overline{V}_{mb} A \tag{C.2.65-2}$$

式中：Q_{TC} ——校正后的流量（m^3/s）；

Q_{TM} ——校正前的流量（m^3/s）；

Q_{mb} ——校正流量（m^3/s）；

$\overline{V}_{mb}$ ——断面平均移动底速度（m/s）；

A ——垂直于水流流向的断面面积（m^2）。

2 分布校正法应按下列公式计算：

1）近底流速应按下列公式计算：

$$V_{Enb_i} = \overline{v}_{Enb_i} \left(\frac{z_c}{z_{nb_i}} \right)^{1/6} \tag{C.2.65-3}$$

$$V_{Nnb_i} = \overline{v}_{Nnb_i} \left(\frac{z_c}{z_{nb_i}} \right)^{1/6} \tag{C.2.65-4}$$

式中：V_{Enb_i} ——第 i 个流速剖面（呼集合）的近底流速东西向分量（m/s）；

$\overline{v}_{Enb_i}$ ——靠近河床两个有效单元平均流速的东西向分量（m/s）；

z_c ——近底距离（m），通常取河床以上 0.3m；

z_{nb_i} ——靠近河床两个有效单元的水深平均值（m）；

V_{Nnb_i} ——第 i 个流速剖面（呼集合）的近底流速南北向分量（m/s）；

$\overline{v}_{Nnb_i}$ ——靠近河床两个有效单元平均流速的南北向分量（m/s）；

i ——流速剖面序号。

2）断面平均底沙运动速度分配至各流速剖面应按下列公式计算：

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

$$V_{\mathrm{mbE}_i}=\overline{V}_{\mathrm{mb}}\left(\frac{V_{\mathrm{Enb}_i}}{\overline{V}_{\mathrm{nb}}}\right) \tag{C.2.65-5}$$

$$V_{\mathrm{mbN}_i}=\overline{V}_{\mathrm{mb}}\left(\frac{V_{\mathrm{Nnb}_i}}{\overline{V}_{\mathrm{nb}}}\right) \tag{C.2.65-6}$$

$$\overline{V}_{\mathrm{nb}}=\sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}V_{\mathrm{Enb}_i}}{n}\right)^2+\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}V_{\mathrm{Nnb}_i}}{n}\right)^2} \tag{C.2.65-7}$$

式中：V_{mbE_i} ——第 i 个流速剖面(呼集合)的底沙运动流速东西向分量(m/s)；

V_{mbN_i} ——第 i 个流速剖面(呼集合)的底沙运动流速南北向分量(m/s)；

$\overline{V}_{\mathrm{mb}}$ ——断面平均底沙运动速度(m/s)；

$\overline{V}_{\mathrm{nb}}$ ——断面平均近底流速(m/s)；

n ——流速剖面总数。

3)校正断面流量应按下列公式计算：

$$Q_{\mathrm{m}}=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}(V_{\mathrm{E}_{i,j}}V_{\mathrm{BN}_i}-V_{\mathrm{N}_{i,j}}V_{\mathrm{BE}_i})bt_i \tag{C.2.65-8}$$

$$V_{\mathrm{E}_{i,j}}^{\mathrm{C}}=V_{\mathrm{E}_{i,j}}+V_{\mathrm{mbE}_i} \tag{C.2.65-9}$$

$$V_{\mathrm{N}_{i,j}}^{\mathrm{C}}=V_{\mathrm{N}_{i,j}}+V_{\mathrm{mbN}_i} \tag{C.2.65-10}$$

$$V_{\mathrm{BE}_i}^{\mathrm{C}}=V_{\mathrm{BE}_i}+V_{\mathrm{mbE}_i} \tag{C.2.65-11}$$

$$V_{\mathrm{BN}_i}^{\mathrm{C}}=V_{\mathrm{BN}_i}+V_{\mathrm{mbN}_i} \tag{C.2.65-12}$$

$$Q_{\mathrm{mc}}=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}(V_{\mathrm{E}_{i,j}}^{\mathrm{C}}V_{\mathrm{BN}_i}^{\mathrm{C}}-V_{\mathrm{N}_{i,j}}^{\mathrm{C}}V_{\mathrm{BE}_i}^{\mathrm{C}})bt_i \tag{C.2.65-13}$$

$$Q_{\mathrm{TM}}^{\mathrm{C}}=Q_{\mathrm{l}}+Q_{\mathrm{r}}+(Q_{\mathrm{m}}+Q_{\mathrm{t}}+Q_{\mathrm{b}})\frac{Q_{\mathrm{mc}}}{Q_{\mathrm{m}}} \tag{C.2.65-14}$$

式中：Q_{m} ——校正前 ADCP 实测流量($\mathrm{m^3/s}$)；

$V_{\mathrm{E}_{i,j}}$ ——第 i 个流速剖面(呼集合)的第 j 个单元流速矢量的东西向分量(m/s)；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

$V_{N_{i,j}}$ ——第 i 个流速剖面(呼集合)的第 j 个单元流速矢量的南北向分量(m/s)；

V_{BE_i} ——第 i 个流速剖面(呼集合)处船速矢量的东西向分量(m/s)；

V_{BN_i} ——第 i 个流速剖面(呼集合)处船速矢量的东西向分量(m/s)；

b ——单元尺寸(m)；

t_i ——相邻流速剖面之间的时间差(s)；

i ——流速剖面序号；

j ——某流速剖面的单元序号；

n ——流速剖面总数；

m ——某流速剖面的单元总数；

$V^{C}_{E_{i,j}}$ ——校正后的第 i 个流速剖面(呼集合)的第 j 个单元流速矢量的东西向分量(m/s)；

$V^{C}_{N_{i,j}}$ ——校正后的第 i 个流速剖面(呼集合)的第 j 个单元流速矢量的南北向分量(m/s)；

$V^{C}_{BE_i}$ ——校正后的第 i 个流速剖面(呼集合)处船速矢量的东西向分量(m/s)；

$V^{C}_{BN_i}$ ——校正后的第 i 个流速剖面(呼集合)处船速矢量的东西向分量(m/s)；

Q_{mc} ——校正后的实测部分流量(m^3/s)；

Q^{C}_{TM} ——校正后的总流量(m^3/s)；

Q_l ——左岸估算流量(m^3/s)；

Q_r ——右岸估算流量(m^3/s)；

Q_t ——顶部估算流量(m^3/s)；

Q_b ——底部估算流量(m^3/s)。

C.3 固定式 ADCP 流量测验

C.3.1 本标准规定的固定式 ADCP，应包括水平式 ADCP 和垂

住房城乡建设部信息公开 测绘公用

直式 ADCP，分别简称为 H-ADCP、V-ADCP，适用于流量在线监测，测站应根据实际水情特点选用。

C.3.2 以 H-ADCP、V-ADCP 进行代表流速观测时，测速历时与测次时刻应符合下列规定：

1 测速历时不应少于 100s，但最长不应超过流速变率达到 5%的相应时长；

2 测次时间应取测次观测时段的中间时间。

C.3.3 测站在资料整编阶段，原记录的测时相应水位与整编成果水位有互差，引起面积偏差不超过 1%时可不对断面流量进行修正，引起面积偏差超过 1%时应按面积变化对流量进行修正。

C.3.4 H-ADCP、V-ADCP、水位计，以及比测时走航式 ADCP、转子流速仪等仪器的数据测量时间，与标准时间的偏差及相互之间的互差均不应大于 15s。

C.3.5 H-ADCP 实测流层位置与区段的选择，应满足不同水位级或流速级测流需要。当单一区段或单台设备不能满足各种水情条件时，可分别建立单台多区段或者多台多区段的代表流速关系。

C.3.6 H-ADCP 安装位置高程和有效工作量程应通过试验分析确定，并应合理选定代表层涵盖的声道区段。

C.3.7 H-ADCP 的安装高度应符合下列规定：

1 拟作为代表流层范围内的声束不应触及水面及河底，不应受船只等影响。

2 安装高度宜取流速剖面采用区段所在部分断面平均水深的 0.50～0.55 相对水深位置；受条件限制时，安装高度的相对水深可放宽至 0.40～0.60；受地形限制但满足本条第 1 款要求时，也可安装在其他位置。

3 不满足本条第 1 款和第 2 款时，可通过流速分布比测分析，推求代表流速受仪器位置相对水深变化影响的改正关系。

C.3.8 H-ADCP 声程长度的布置应符合下列规定：

1 声程最近端应避开仪器或安装设施的扰流影响；声程最远

住房城乡建设部信息公开 测试专用

端声波主瓣截面直径宜小于该位置处水深的10%，条件不足时不应超过水深的20%；

2 宜处于主流范围内。

3 应作水位变化影响分析。

C.3.9 确定H-ADCP安装位置和声程长度后，应先将相关参数设置为单元数量最多、总剖面覆盖长度最大，进行流速分布测试，再根据测试结果选取计算区段，设置单元数量、单元尺寸。具体宜按下列步骤和方法进行：

1 覆盖各水位级或流速级；

2 选择流矢方向一致、变化基本均匀或平缓渐变，区段上各处流速的变化转折及变幅基本一致的区段，确定分析范围；

3 以水位级、流速级的代表性时段，将分析范围区段划分为若干部分，计算各部分平均流速，绘制其流速过程线，对比它们的同步性，避免含有变化方向、转折、变率较不一致的部分；

4 对近段和远端进行细化分析，排除近场结构扰动影响和远端不稳定影响的部分，确定起始单元的合理位置和最末单元的合理位置；

5 多次分析后，将变化一致稳定的部分，确定为代表流速实测区段；

6 宜将实测区段内的单元宽在仪器允许条件下设置得尽量小，但不小于设备标称最小单元宽度，且声程最远端外不少于2个至3个单元。

C.3.10 H-ADCP仪器轴向应与断面方向一致。仪器坐标轴上流速分量显示仪器轴向与流向不垂直，且偏角不大于10°时，应按实际流量断面作流向改正计算，偏角超出10°时，应调整仪器水平方向。

C.3.11 声束平面前方左右各45°扇形范围内，应无遮挡物，水下应无障碍物突起阻碍。

C.3.12 在H-ADCP安装和使用中，其俯仰、摇摆的姿态控制应

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

保持稳定，计算用的声程区间任一单元因姿态变化，轴向上高差变化和左右声束高差不应超过所在位置水深的10%。

C.3.13 在使用其他声学仪器设备时，应避免其对H-ADCP可能产生的噪声影响。采用2台以上同频或倍频仪器时，应采取错开声信号发射时间、分开工作声道等措施。

C.3.14 安装坐底V-ADCP进行流量监测应符合下列规定：

1 不宜受泥沙淤积影响；

2 安装位置宜位于河渠中央；

3 仪器声束平面，应与河渠水面垂直，并应与河渠的纵轴线重合。

C.3.15 安装漂浮V-ADCP进行流量监测，应符合下列规定：

1 不宜受漂浮物和船只碰撞影响；

2 仪器的数量和位置，应根据断面流速分布分析及试验确定；

3 使用多台仪器时，设备宜保持在同一断面线上。

C.3.16 选定垂线位置后应进行现场比测试验，应根据比测试验结果进行垂线位置的优化调整。

C.3.17 声程发射长度的设置宜按最大水深的110%确定。

C.3.18 单元数宜多，单元尺寸不应小于设备标称最小单元尺寸。

C.3.19 单台设备不能满足各种水情条件时，可利用多台V-ADCP及H-ADCP建立代表流速关系。

C.3.20 固定式ADCP的设置应符合下列规定：

1 应正确设置日期与时间；

2 应正确设置记录文件的记录格式、文件名、单个文件记录长度等；

3 应精确调整仪器姿态；

4 应按照测流方案准确设置单元宽度、单元数；

5 应准确设置代表流速计算区间、代表关系计算公式或水力学计算公式、水位面积关系公式或者大断面数据；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

6 有配套终端设备时，应另设置图形显示坐标轴、流向偏角改正、水位面积关系公式、通信参数设置等。

C. 3. 21 固定式 ADCP 应定期进行检查，并应按要求填写表 C. 3. 21，记录表应按月编排页码，月之间应分页。

表 C. 3. 21 _____河_____站固定式 ADCP 检查记录表

年份：　　测站编码：　　共　页　第　页

××月														
日期	时分	文件名	记录号	姿态		仪器记录		流速		流向	电压	水面高度或水深	情况说明	检查人员
				俯仰	横摆	时分	水位	V_x	V_y					
附注														

住房城乡建设部信息公开浏览专用

C.3.22 定期检查应包括下列内容：

1 日期时间的准确性；

2 文件保存正常与否；

3 观察当前设备发射接收工况是否正常，持续观察的测次不少于3个；

4 电源工作情况；

5 仪器的姿态变化是否在允许范围内；

6 仪器的高度、垂线位置是否在既定位置；

7 回放查询分量流速、相关度、回波强度等是否出现异常；

8 设备工作相关装置的环境条件有无变化；

9 设备需重置的，重启后各项工况是否正常。

C.3.23 对仪器重新进行设置或调整安装时，应检查各项发射接收参数设置、声道区间设置、测次间隔设置、代表流速与流量计算设置、姿态要求、高度等是否正确。对设备重置，应在设置检查无误重启观测后，持续观察不少于5个测次。

C.3.24 对设备重新启动、姿态校准、清洁等涉及设备重新启动或安置时，应在重启、姿态调正、设备安置后，填记新的检查记录，并应注明“重启”“调正”“重置”等单种或多重情况。

C.3.25 发生仪器更换、仪器位置变化、单元宽和单元数设置变化、关系线变更、计算采用流速剖面区间变化、测速历时变化、测次间隔变化，以及其他重要的情况时，应换页开始填写，变动前的记录页应说明终止的原因，变动后的记录页除应做好常规记录外，还应说明变动差异情况。

C.4 声学多普勒点流速仪流量测验

C.4.1 声学多普勒点流速仪宜用于窄浅河段或枯期浅水时的流量监测，也可用于涉水测流。

C.4.2 断面测深、测速垂线布设应符合本标准第B.2节的规定。

C.4.3 测杆上应带有长度刻度标识，并应具有根据实测水深量

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

算测点相对水深的功能。

C.4.4 施测时应将仪器固定在测杆上，应保持仪器平稳不晃动、不偏离测量点位。

C.4.5 每条测速垂线上的测速点数和测速历时应符合本标准第B.3节的规定。

C.4.6 施测应从岸边开始，并应输入开始岸边的位置、间距、水深和水位，应依次进行每条垂线的水深、流速测验。

C.4.7 流量测验应按流速面积法规定，在水位变化不大时一次完成。

C.4.8 精度经验证声学多普勒点流速仪可不开展比测试验，应按现行国家标准《直线明槽中的转子式流速仪检定/校准方法》GB/T 21699检定或校准。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

附录D 浮 标 法

D.1 一般规定

D.1.1 本标准规定的浮标法测流，应包括水面浮标法、深水浮标法、浮杆法、小浮标法和GNSS浮标法，宜适用于常规测验方法测速困难或超出测速范围的高流速、低流速、小水深等情况的流量测验。测站应根据所在河流的水情特点，选用测流方法和制定测流方案，并应符合下列规定：

1 当一次测流起讫时间内的水位涨落差，符合本标准第5.3.1条第3款的规定时，应采用均匀浮标法测流，均匀浮标法测流方案中有效浮标横向分布的控制部位，应按流速仪法测流方案的测速垂线数及其所在位置确定；多浮标测流方案中有效浮标横向分布的控制部位，应包含少浮标测流方案中有效浮标的控制部位在内。

2 当洪水涨、落急剧，洪峰历时短暂，不能用均匀浮标法测流时，可用中泓浮标法测流。

3 当浮标投放设备冲毁或临时发生故障，或河中漂浮物过多，投放的浮标无法识别时，可用漂浮物作为浮标测流。

4 当测流断面内一部分断面不能用流速仪测速，另一部分断面能用流速仪测速时，可采用浮标法和流速仪法联合测流。

5 深水浮标法和浮杆法测流河段应设在无水草生长、无乱石突出、河底较平整、纵向底坡较均匀的顺直河段。

6 当小水深仅发生在测流断面内的部分区域时，可采用小浮标法和流速仪法联合测流。

7 风速过大，对浮标运行有严重影响时，不宜采用浮标法测流。

住房和城乡建设部信息公开
测试专用

D.1.2 采用浮标法测流的测站，浮标的制作材料、形式、入水深度等规格在本站中应统一。浮标系数应经过试验分析，不同的测流方案应使用各自相应的试验浮标系数。当因故改用其他类型的浮标测速时，其浮标系数应另行试验分析。

D.1.3 浮标系数的确定和选用应符合下列规定：

1 根据试验资料确定的浮标系数，应按本标准第D.7节的规定进行校测；校测的试验次数不应少于10次；校测结果宜用学生(t)检验法进行检验；当原采用的浮标系数与校测样本有显著性差异时，应重新进行浮标系数试验，并应采用新的浮标系数。

2 根据经验确定的浮标系数，应按本标准第D.7节的规定进行浮标系数试验，确定本站的浮标系数。

3 需要使用浮标法测流的新设测站，自开展测流工作之日起，应同时进行浮标系数的试验，并应在2年～3年内通过试验确定本站的浮标系数；在未取得浮标系数试验数据前，可借用本地区断面形状和水流条件相似、浮标类型相同的测站试验的浮标系数，也可根据测验河段的断面形状和水流条件，在下列范围内选用浮标系数：

1）一般情况下，湿润地区的大、中河流可取0.85～0.90，小河可取0.75～0.85；干旱地区的大、中河流可取0.80～0.85，小河可取0.70～0.80。

2）特殊情况下，湿润地区可取0.90～1.00，干旱地区可取0.65～0.70。

3）对于垂线流速梯度较小或水深较大的测验河段，宜取较大值；垂线流速梯度较大或水深较小者，宜取较小值。

4 当测验河段或测站控制发生重大改变时，应重新进行浮标系数试验，并应采用新的浮标系数。

D.1.4 对断面比较稳定和采用试验浮标系数的测站，均匀浮标法单次流量测验的允许误差不应超过表D.1.4的规定。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

表 D.1.4 均匀浮标法单次流量测验允许误差

站类	误差指标(%)	
	总不确定度	系统不确定度
一类精度站	10	−2～1
二类精度站	11	−2～1
三类精度站	12	−2.5～1

注:对断面冲淤变化较大或采用经验浮标系数的测站,浮标法单次流量测验的允许误差,应根据实际情况研究确定。

D.1.5 均匀浮标法测流方案的选择应采用本标准表 D.1.4 的允许误差范围为控制精度,并应按本标准第 D.9 节均匀浮标法各分量随机不确定度对均匀浮标法测流总随机不确定度的估算,分析确定有效浮标的个数。每个浮标的控制部位,应符合本标准第 D.1.1 条第 1 款的规定。

D.1.6 浮标法测流应包括下列内容:

1 观测基本水尺、测流断面水尺水位;

2 投放浮标并观测每个浮标流经上、下断面间的运行历时,测定每个浮标流经中断面线时的位置;

3 观测每个浮标运行期间的风向、风力(速)及应观测的项目;

4 施测浮标中断面面积;

5 计算实测流量及其他有关统计数值;

6 检查和分析测流成果。

D.2 水面浮标法流量测验

D.2.1 水面浮标的制作应符合下列规定:

1 浮标入水部分,表面应较粗糙,不应成流线型;浮标下面宜加系重物;浮标的入水深度,不得大于水深的 1/10;浮标制作后宜放入水中试验。

2 浮标露出水面部分,应有易于识别的明显标志。

住房城乡建设部信息公开 测试专用

D. 2. 2 采用水面浮标测流的测站，可利用上游桥梁等渡河设施投放浮标，也可采用无人机抛投或设置浮标投放设备。浮标投放设备宜由运行缆道和投放器构成，并应符合下列规定：

1 投放浮标的位置，其平面位置应设置在浮标上断面的上游，应使投放的浮标在到达上断面之前能转入正常运行，其空间高度应在调查最高洪水位以上；

2 浮标投放结构应构造简单、牢固、操作灵活省力，并应便于连续投放和养护维修。

D. 2. 3 水面浮标的投放方法应符合下列规定：

1 用均匀浮标法测流，宜在全断面均匀地投放浮标，有效浮标的控制部位宜与测流方案中所确定的部位一致；在已确定的控制部位附近和靠近岸边的部分均应有 1 个至 2 个浮标；浮标的投放顺序，宜自一岸顺次投放至另一岸；当水情变化急剧时，可先在中泓部分投放，再在两侧投放；当测流段内有独股水流时，应每股水流宜投放有效浮标 3 个～5 个。

2 当采用浮标法和流速仪法联合测流时，浮标应投放至流速仪测流的边界以内，应使两者测速区域相重叠。

3 用中泓浮标法测流，应在中泓部位投放 3 个～5 个浮标；浮标位置邻近，运行正常，最长和最短运行历时之差不超过最短历时 10％的浮标应有 2 个～3 个。

4 当采用漂浮物浮标法测流时，宜选择中泓部位目标显著且和浮标系数试验所选漂浮物类似的 3 个～5 个漂浮物测定其流速；测速的技术要求，应符合中泓浮标法测流的有关规定；漂浮物的类型、大小、估计的出水高度和入水深度等，应详细注明。

D. 2. 4 采用断面浮标法时，浮标运行历时的测记和浮标位置的测定，应符合下列规定：

1 断面监视人员应在每个浮标到达断面线时及时发出讯号。

2 记时人员在收到浮标到达上、下断面线的讯号时，应及时开启和关闭秒表，并应正确读记浮标的运行历时，时间读数应精确

住房城乡建设部信息公开 测试专用

至 0.1s；当运行历时大于 100s 时，可精确至 1s。

3 收到浮标到达中断面线的讯号时，应正确测定浮标的位置，并应记录浮标的序号和测量的角度，计算出相应的起点距；浮标位置的观测，可采用经纬仪、平板仪测角交会法或全站仪测定，并应在每次测流交会最后一个浮标后，将仪器照准原后视点校核一次，当判定仪器位置未发生变动时，可结束测量工作。

D.2.5 采用极坐标浮标法时，应符合下列规定：

1 浮标经过断面上下预定位置时应及时发出讯号，并应观读浮标所处位置的立角和平角；应及时开启和关闭秒表，正确读记浮标的运行历时，时间读数精确至 0.1s；当运行历时大于 100s 时，可精确至 1s。

2 在测流断面附近应选择位置较高、通视条件良好的位置设置极坐标点；两岸地势较高时，可选择某一地势较高，设置地面式高程基点；两岸高程较低时，可利用房顶等固定建筑平台设立平台高程基点；极坐标点在最高洪水位时观测断面上下每一浮标时，视线俯角应大于或等于 4°，极坐标点宜设为固定高程点，并应测出平面坐标和高程。

D.2.6 当采用水面浮标法测流时，宜同时施测水道断面。测宽、测深方法应符合本标准第 B.8 节的规定。当人力、设备不足，或水情变化急剧，同时施测水道断面确有困难时，可按下列规定选择断面：

1 断面稳定的测站，可直接借用邻近测次的实测断面；

2 断面冲淤变化较大的测站，可抢测冲淤变化较大部分的几条垂线水深，应结合已有的实测断面资料分析确定。

D.3 深水浮标法和浮杆法流量测验

D.3.1 深水浮标和浮杆的制作应符合下列规定：

1 深水浮标宜由上、下两个浮标组成；上浮标的直径宜为下浮标直径的 1/4～1/5；下浮标的比重应大于水的比重，并应使上

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

浮标在运行中能经常漂露在水面上；露出水面部分，应有易于识别的明显标志。

2 浮杆宜由互相套接的两部分做成，并应能上下滑动，应能根据测速垂线水深的大小调整浮杆的长度；浮杆露出水面部分宜为 1cm～2cm，并应在水中漂流时能稳定地直立水中。

3 深水浮标和浮杆制成后，应放入水中试验，当不符合要求时，可增减下浮标和浮杆下部所系重物的重量进行调整，并应直至符合要求为止。

D.3.2 深水浮标和浮杆法测流的测速方法和技术要求，应符合下列规定：

1 应在测流断面上、下游用标志尺分设上、下两个等间距的标志断面，各个标志断面应互相平行并垂直于水流的平均流向；上、下标志断面之间的距离应满足浮标运行历时要求。

2 测速垂线宜与同水位级流速仪法测流的固定测速垂线数相同；当横向流速的变化较大，或波动较大，固定的测速垂线不能控制横向流速的变化时，应增加测速垂线；每条测速垂线宜在测速前实测水深。

3 使用深水浮标测速，当水深大于 0.5m 时，可在 0.2 和 0.8 相对水深两处测速；当水深小于 0.5m 时，可在 0.6 相对水深处测速；测点深度的计算，应为自水面至下浮标中心的距离；当使用浮杆测速时，浮杆的入水深度应为测速垂线水深的 90%～95%，并不得接触河底。

4 使用深水浮标或浮杆测速，每个测点或每条垂线应重复施测 3 次，并应符合下列规定：

1) 上下浮标断面之间的运行总历时不得少于 20s；个别流速大的点线，不得少于 10s；当少于 10s 时，该垂线应改用流速仪测速。

2) 对重复 3 次测速的结果，其中最长历时与最短历时之差不得超过最短历时的 10%；当超过 10%时，应增加施测

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

次数，并应选用其中符合上述要求的3次测速记录作为正式结果。

D.4 小浮标法流量测验

D.4.1 小浮标的制作可采用厚度为1cm～1.5cm的较粗糙的木板，做成直径为3cm～5cm的小圆浮标。

D.4.2 测流断面的布设，可在测流断面上、下游设立两个等间距的辅助断面，上、下断面的间距应满足浮标运行历时要求，并应与中断面平行且距离相等，当原测流断面处的河段不适合于小浮标测流时，应另设临时测流断面，临时测流断面与原测流断面之间，不应有内水分出和外水流入，并应和水流的平均流向垂直。

D.4.3 小浮标测流应符合下列规定：

1 测流时宜同时实测测流断面。

2 浮标投放的有效个数宜等于或多于同级水位流速仪测速垂线数，浮标的横向分布应能控制断面流速的横向变化。

3 浮标通过测流断面的位置，可用临时断面索测读或皮尺直接测量。

4 上下浮标断面之间的运行总历时不得少于20s，当个别流线的流速较大时，不得小于10s；当多数浮标的运行历时小于10s，而又受到水深的限制，不能用流速仪测速时，应增加上、下辅助断面的间距，浮标运行历时不应小于10s。

5 每条测速流线应重复施测两次；两次运行历时之差，不得超过最短历时的10%；当超过10%时，应增加施测次数，并应选取其中两个浮标运行历时之差在10%以内者作为正式成果。

D.5 GNSS浮标法流量测验

D.5.1 GNSS浮标应符合下列规定：

1 GNSS浮标应坚固、便携、易于投掷、具有一定的续航时长；入水部分表面应较粗糙，随水流的跟随性应较好，配重应置于

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

底部，出水部分应醒目。

2 浮标球体应密封、稳定，浮标在水中不应倾倒，应使浮标终端信号收发天线在运行中能保持在水面上，应避免 GNSS 模块和传输信号被水屏蔽。

3 GNSS 浮标的定位精度不应低于亚米级，计时精度宜优于 0.1s。

4 GNSS 浮标应能实时记录和传输空间坐标、时间等信息，宜同时具备按固定运行距离和固定时间间隔采集数据功能，并宜具备无公网环境下的数据稳定传输功能。

5 GNSS 浮标应定期进行检定或检校。

D.5.2 GNSS 浮标可采用无人机、桥梁、船舶、浮标抛投器、人工等进行投掷，投掷的浮标数量应能控制流速横向分布。

D.5.3 GNSS 浮标测验应根据测验目的合理确定浮标测验距离、取用历时及相应的计算方法。

D.5.4 GNSS 浮标应提前开机，并应待数据收敛、信号正常稳定传输后进行投放。应选取 GNSS 浮标入水并随水流平稳行进后的数据进行计算。

D.5.5 GNSS 浮标可用于水面流向测验。

D.5.6 GNSS 浮标应符合本标准第 D.2 节的规定。

D.6 其他项目观测

D.6.1 基本水尺、测流断面水尺水位，可在测流开始和结束时各观测一次。当测流过程可能跨越峰顶或峰谷时，应在峰顶或峰谷加测水位一次，并应按均匀分布原则增加测次，应能控制洪水的变化过程。

D.6.2 风向、风力(速)的观测，应在每个浮标的运行期间进行。当风向、风力(速)变化较小时，可测记其平均值；当变化较大时，应测记其变化范围。当用仪器观测风向、风速时，应将仪器置放在能代表测流河段水面附近的风向、风速的地点进行观测。风向应依

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

水流方向自右至左测记，平行于水流方向的顺风应记为 0°，逆风应记为 180°，垂直于水流方向来自右岸时应记为 90°，来自左岸时应记为 270°。当目测风力、风向时，可按现行国家标准《水位观测标准》GB/T 50138 的有关规定测记。

D.6.3 对天气现象、漂浮物、风浪、流向、死水区域及测验河段上、下游附近的漫滩、分流、河岸决口、冰坝壅塞、支流、洪水情况，均应进行观察和记录。

D.7 浮标系数的试验和确定

D.7.1 水面浮标（含 GNSS 浮标）系数的试验，有比测试验条件的测站，应以流速仪法或走航式 ADCP 法测流和浮标法测流进行比测试验；无比测试验条件的测站，可采用水位流量关系曲线法和水面流速系数法确定浮标系数。浮标系数应由断面流量除以断面虚流量，或由断面平均流速除以断面平均虚流速，也可由断面平均流速除以中泓、漂浮物浮标流速计算得出。

D.7.2 水面浮标系数的试验，关系曲线不应过多外延，并应逐年积累资料，增大比测试验的水位变幅。高水部分应包括不同水位和风向、风力（速）等情况的试验资料，试验次数应大于 20 次。

D.7.3 水面浮标系数的比测试验应符合下列规定：

1 对各种浮标法测流方案的浮标系数应分别进行试验分析。

2 浮标法测流的时间，应在流速仪法测流时间的中间时段；当受条件限制不能放在中间时段时，应在多次试验中的涨、落水面分别交换流速仪测流和浮标法测流的先后次序，且交换的次数宜相等。

3 断面浮标系数的比测试验，各有效浮标在横向上的控制部位，应和流速仪各测速垂线的布设位置相对应；当从多浮标、多测速垂线的比测试验资料中抽取各种有限浮标数和相应的有限测速垂线数的测验成果计算各种试验方案的浮标系数时，应按各种试验方案所选用的有限浮标数，分别绘制浮标流速横向分布曲线查

住房城乡建设部信息公开 测试专用

读虚流速，反复查读不同抽样方案的虚流速；高水部分应包括不同水位和风向、风力等情况的试验资料，试验次数应大于 20 次。

4 中泓浮标系数和漂浮物浮标系数的试验，宜按高水期流速仪法测流所选用的一种测流方案作对比试验，并可与断面浮标系数的试验结合进行；当其他时间用流速仪法测流时，遇有可供选择的漂浮物，可及时测定其流速。

5 当高水期进行浮标系数的比测试验有困难时，可采用代表垂线法进行浮标系数的试验分析。试验方法和技术要求应符合下列规定：

1）根据流速仪实测流量资料，可建立 1 条～3 条代表垂线平均流速的平均值和断面平均流速的关系曲线，并选用其中一条最佳关系曲线确定代表垂线；对于不同测流方案的浮标系数，应分别确定各自的代表垂线。

2）在选用的代表垂线上，宜采用流速仪施测垂线平均流速，并通过已定的关系曲线转换为断面平均流速；并按均匀浮标法和中泓、漂浮物浮标法测流的有关规定施测浮标流速和采用断面虚流量除以断面面积计算断面平均虚流速；采用算术平均法计算中泓、漂浮物浮标的流速，应按本标准第 D. 7. 6 条第 3 款的规定计算代表垂线法的浮标系数。

3）代表垂线法试验得出的浮标系数，应与断面浮标系数或中泓、漂浮物浮标系数的试验成果一起进行综合分析；当变化趋势与测站特性相符时，可作为正式试验数据使用。

4）高水期代表垂线位置随水位变动频繁的测站，不宜采用代表垂线法进行浮标系数的试验分析。

D. 7. 4 分析断面浮标系数时，应在流速仪法流量测次中，选出垂线分布与浮标法有效浮标分布对应的测次，绘制水位流量关系曲线，查读断面流量，并应符合下列规定：

1 应根据浮标流量测点有效浮标的控制部位，选用测速垂线

住房城乡建设部信息公开 测试专用

分布与之对应的流速仪法流量测点，应按不同的测流方案分类绘制不同方案的水位流量关系曲线查读断面流量。

2 分析中泓、漂浮物浮标系数时，宜选用流速仪法在高水期的一种测流方案的流量测点绘制水位流量关系曲线查读断面流量。

3 对于不同形式的水位流量关系曲线，应按下列规定查读断面流量：

1）水位流量关系为单一曲线的测站，应直接在曲线上查读流量；

2）水位流量关系为多条单一曲线的测站，应在与浮标测点同一时期的曲线上查读流量；

3）水位流量关系为复式绳套曲线的测站，应在与浮标测点同一洪水过程的绳套曲线上查读流量。

D.7.5 浮标系数试验分析的资料，应分类进行整理，并应考虑空气阻力对浮标系数的影响，应建立浮标系数与有关因素的关系，绘制成关系图、表查用。有关因素的选用，应由测站根据实际情况确定。

D.7.6 采用水面流速系数的试验资料间接确定浮标系数，应符合下列规定：

1 断面平均水面流速系数的试验，测速垂线的布设应结合浮标法测流方案中的有效浮标横向分布的控制部位确定。

2 中泓水面流速系数的试验，宜按高水期所选用的一种测流方案比测分析。

3 当高水期流速仪全断面测速有困难时，可采用代表垂线水面流速系数的试验方法确定水面流速系数；试验的方法和要求，应符合下列规定：

1）应采用流速仪有水面流速测验的实测流量资料，建立1条～3条垂线水面流速系数的平均值与断面平均水面流速系数的关系曲线及1条～3条垂线平均流速的平均值

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

与断面平均流速的关系曲线，分别选取其中一条最佳关系曲线确定其代表垂线；对于不同的测流方案，应分别确定各自的代表垂线。

2）断面平均水面流速系数的试验，应在选定的代表垂线上，用流速仪施测垂线平均流速和水面流速，计算水面流速系数，通过关系曲线的转换，即得断面平均水面流速系数。

3）中泓水面流速系数的试验，应采用流速仪在选定的代表垂线上施测垂线平均流速，在中泓施测水面流速；应先将垂线平均流速通过关系曲线转换为断面平均流速，再计算中泓水面流速系数。

4）代表垂线法试验得出的水面流速系数，应与断面平均水面流速系数或中泓水面流速系数的试验成果一起进行综合分析，当变化趋势特性相符时，可作为正式试验数据使用。

5）高水期代表垂线位置随水位变动频繁的测站，不宜采用代表垂线法试验水面流速系数。

D.7.7 水面流速系数用于浮标法测流的流量计算，应通过河槽改正系数 K_W 按下列规定转换为相应的浮标系数：

1 河槽改正系数应按下列公式计算：

$$K_W = \frac{\overline{A}_f}{A_c} \tag{D.7.7-1}$$

$$\overline{A}_f = \frac{1}{6}(A_u + 4A_m + A_i) \tag{D.7.7-2}$$

式中：K_W ——河槽改正系数；

$\overline{A}_f$ ——浮标测流河段平均断面面积（m^2）；

A_c ——流速仪测流断面面积（m^2）；

A_u ——浮标上断面面积（m^2）；

A_m ——浮标中断面面积（m^2）；

A_i ——浮标下断面面积(m^2)。

2 断面浮标系数 K_f 应按下列公式计算：

1)不考虑空气阻力对浮标系数的影响时，按下式计算：

$$K_f = K_W \overline{K}_0 \qquad \text{(D. 7. 7-3)}$$

式中：$\overline{K}_0$ ——断面平均水面流速系数，其值在水位与断面平均水面流速系数关系曲线上查得。

2)考虑空气阻力对浮标系数的影响时，按下式计算：

$$K_f = K_W \overline{K}_0 (1 + A\overline{K}_v) \qquad \text{(D. 7. 7-4)}$$

式中：$\overline{K}_v$ ——断面平均空气阻力参数；

A ——浮标阻力分布系数，可借用浮标类型相似的试验资料。

3 中泓浮标系数 K_{mf} 应按下列公式计算：

1)不考虑空气阻力对浮标系数的影响时，按下式计算：

$$K_{mf} = K_W \overline{K}_{m0} \qquad \text{(D. 7. 7-5)}$$

式中：$\overline{K}_{m0}$ ——中泓水面流速系数，其值在水位与中泓水面流速系数关系曲线上查得。

2)考虑空气阻力对浮标系数的影响时，按下式计算：

$$K_{mf} = K_W \overline{K}_{m0} (1 + A\overline{K}_{mv}) \qquad \text{(D. 7. 7-6)}$$

式中：$\overline{K}_{mv}$ ——中泓平均空气阻力参数。

D. 7. 8 小浮标系数的试验应在流速仪测速允许最小水深或最小流速的临界水位处，选择无风或小风天气进行。并应在每条测速垂线上，同时用流速仪和小浮标分别施测其垂线平均流速和浮标流速，且应重复施测 10 次以上。每条垂线各次同时测得的垂线平均流速与浮标流速比值的算术平均值，应为垂线平均小浮标系数，全部垂线平均小浮标系数的算术平均值，应为采用的断面小浮标系数。

D. 7. 9 水面浮标系数的外延应符合下列规定：

1 当高水部分的浮标系数基本稳定时，可顺关系曲线趋势外延 20%查用；浮标系数尚不稳定时，可外延 10%查用。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

2　当浮标法测流水位超过浮标系数的允许外延幅度10%～20%时，应根据测站特性，经过综合比较分析后确定浮标系数。

D.8　实测流量计算

D.8.1　均匀浮标法实测流量的计算应符合下列规定：

1　每个浮标的流速应按下式计算：

$$V_{fi}=\frac{L_f}{t_i} \tag{D.8.1-1}$$

式中：V_{fi}——第i个浮标的实测浮标流速(m/s)；

L_f——浮标上、下断面间的垂直距离(m)；

t_i——第i个浮标的运行历时(s)。

2　测深垂线和浮标点位的起点距，可按经纬仪或平板仪交会法的有关规定计算。

3　应绘制浮标流速横向分布曲线和横断面图(见图D.8.1)；在水面线的上方，应以纵坐标为浮标流速，横坐标为起点距，点绘每个浮标的点位，对个别突出点应查明原因，属于测验错误应予舍弃，并应加注明；当测流期间风向、风力(速)变化不大时，可通过点群重心勾绘一条浮标流速横向分布曲线；当测流期间风向、风力(速)变化较大时，应考虑到各个浮标的点位勾绘分布曲线；勾绘分布曲线时，应以水边或死水边界作为起点和终点。

4　在各个部分面积的分界线处，应从浮标流速横向分布曲线上读出该处的虚流速。

5　部分平均虚流速、部分面积、部分虚流量、断面虚流量的计算方法应与流速仪法测流的计算方法相同。

6　断面流量应按下式计算：

$$Q=K_fQ_f \tag{D.8.1-2}$$

式中：Q——断面流量(m^3/s)；

Q_f——断面虚流量(m^3/s)。

D.8.2　中泓浮标法、漂浮物浮标法实测流量应符合下列规定：

住房城乡建设部信息公开　测试专用

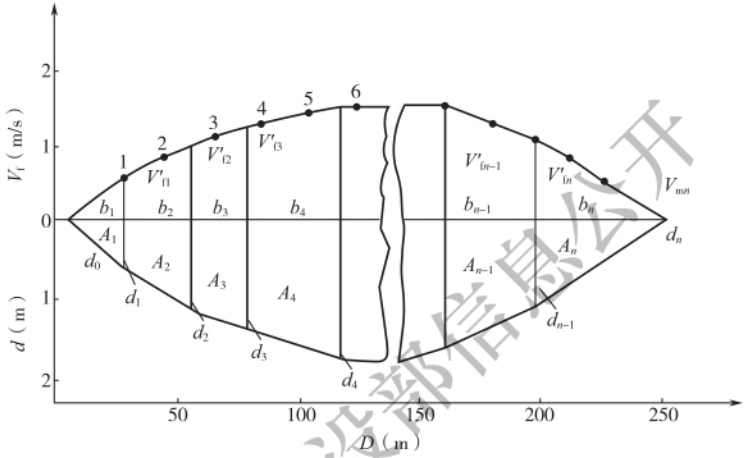


图 D.8.1　图解分析计算流量

V_f—垂线虚流速，其值在分布曲线上查得（m/s）；d—垂线水深（m）；

b—部分水面宽（m）；A—部分面积（m^2）；D—起点距（m）

1　中泓浮标法实测流量应按下式计算：

$$Q = K_{mf} A_m V_{mf} \tag{D.8.2-1}$$

式中：V_{mf}——中泓浮标流速的算术平均值。

2　漂浮物浮标法实测流量应按下式计算：

$$Q = K_{ff} A_m \overline{V}_{ff} \tag{D.8.2-2}$$

式中：K_{ff}——漂浮物浮标系数；

$\overline{V}_{ff}$——漂浮物浮标流速的算术平均值。

D.8.3　浮标法、流速仪法联合实测流量的计算应符合下列规定：

1　应分别绘制出滩地部分的垂线平均流速和主槽部分的浮标流速横向分布曲线图，或滩地部分的浮标流速和主槽部分的垂线平均流速横向分布曲线图；对于滩地和主槽边界处浮标流速和垂线平均流速的横向分布曲线互相重叠的一部分，在同一起点距上两条曲线查出的流速比值，应与试验的浮标系数接近；当差值超过 10%时，应查明原因；当能判定流速仪测流成果可靠时，可按该部分的垂线平均流速横向分布曲线，并宜修改相应部分的浮标流

住房城乡建设部信息公开 测试专用

速横向分布曲线。

2 应分别按流速仪法和浮标法实测流量的计算方法，计算主槽和滩地部分的实测流量，两种部分流量之和为全断面实测流量。

D. 8. 4 深水浮标实测流量的计算，应由各个测点的上、下断面间距除以平均历时计算测点平均流速，然后按本标准第 D. 8. 1 条规定计算断面流量。

D. 8. 5 浮杆法断面流量可按本标准第 D. 8. 1 条的规定计算，其垂线平均流速应按下列公式计算：

$$V_m = K_h V_h \tag{D. 8. 5-1}$$

$$K_h = 1 - 0.116\left(\sqrt{1 - \frac{h}{d}} - 0.10\right) \tag{D. 8. 5-2}$$

式中：K_h ——浮杆流速改正系数；

V_h ——浮杆实测流速(m/s)；

h ——浮杆入水深度(m)；

d ——垂线水深(m)。

D. 8. 6 小浮标实测断面流量可由断面虚流量乘以断面小浮标系数计算。每条垂线上小浮标平均流速，可由上、下断面间距除以平均历时计算。断面虚流量的计算方法，可按本标准第 D. 8. 1 条规定计算。

D. 8. 7 极坐标浮标法实测流量计算(见图 D. 8. 7)应符合下列规定：

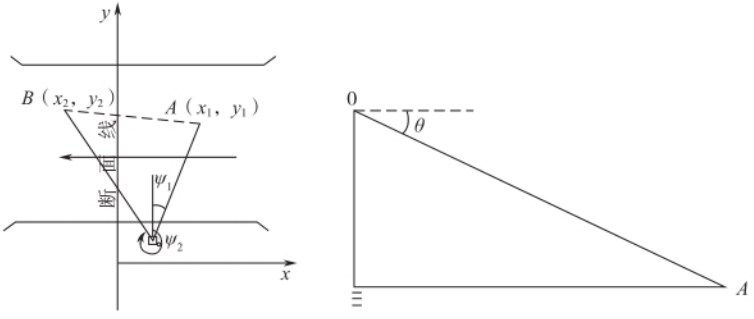


图 D. 8. 7 极坐标浮标法测流布置示意图

住房城乡建设部信息公开 测试专用

1）每个浮标的流速应按下列公式计算：

$$V_{fi}=\frac{L_f}{t_i} \tag{D.8.7-1}$$

$$L_f=\cot\theta_1\sin\varphi_1(Z+i-G)-\cot\theta_2\sin\varphi_2(Z+i-G) \tag{D.8.7-2}$$

式中：V_{fi} ——第 i 个浮标的实测浮标流速（m/s）；

L_f ——浮标运行的垂直距离（m）；

t_i ——第 i 个浮标的运行历时（s）；

θ_1、θ_2 ——浮标在断面上、下位置时的实测俯角；

φ_1、φ_2 ——浮标在断面上、下位置时交会视线与断面线的方位角之差；

Z ——高程基点的高程（m）；

i ——仪器高（m）；

G ——水位（m）。

2）每个浮标过断面时的起点距应按下列公式计算：

$$D=y_1-\frac{y_1-y_2}{x_1-x_2}x_1 \tag{D.8.7-3}$$

$$\begin{cases}x_1=x_0+\cot\theta_1\sin\varphi_1(Z+i-G)\\x_2=x_0+\cot\theta_2\sin\varphi_2(Z+i-G)\end{cases} \tag{D.8.7-4}$$

$$\begin{cases}y_1=y_0+\cot\theta_1\cos\varphi_1(Z+i-G)\\y_2=y_0+\cot\theta_2\cos\varphi_2(Z+i-G)\end{cases} \tag{D.8.7-5}$$

式中：D ——起点距（m）；

x_0、x_1、x_2 ——极坐标点、浮标在断面上、下位置时与断面的距离，在断面上游为正、在断面下游为负；

y_0、y_1、y_2 ——极坐标点、浮标在断面上、下位置时的起点距。

D.8.8 浮标法实测流量的相应水位，可按本标准第 B.7.7 条的规定计算。

D.9 不确定度估算

D.9.1 浮标法不确定度宜由下列分项组成：

住房城乡建设部信息公开 测试专用

1　宽度测量不确定度；

2　水深测量不确定度；

3　浮标流速不确定度；

4　浮标系数不确定度；

5　由断面部分数量的限制引起的不确定度；

6　断面测量与浮标测流不同步引起的不确定度。

D.9.2　各分项不确定度应符合下列规定：

1　测宽和测深的不确定度应按本标准第 B.12.2 条和第 B.12.3 条的规定采用。

2　浮标流速不确定度应由两部分组成，并应符合下列规定：

1）浮标通过上、下游断面路径的不确定度，观测浮标流经上、下断面间距允许不确定度为 1.5%；

2）浮标通过上、下游断面时间的不确定度，浮标运行历时的允许不确定度为 1.5%。

3　浮标系数不确定度可在按规定收集大量的浮标系数的试验资料基础上，采用数理统计方法估算；浮标系数允许随机不确定度可按表 D.9.2 规定执行。

表 D.9.2　浮标系数允许随机不确定度(%)

断面分部数	5	10	15	20
浮标系数随机不确定度	7	6	5	4.6

4　由垂线数量的限制引起的不确定度分析方法应与流速仪法相同。

5　由断面测量与浮标测流不同步引起的不确定度，可根据测站大量实测资料采用统计分析方法估算；对于河床比较稳定的水文站，可取 4%～6%。

D.9.3　总随机不确定度应按下式计算：

$$X'_{Q}=\left[X'^{2}_{m}+X'^{2}_{kf}+X'^{2}_{af}+\left(\frac{1}{m+1}\right)(X'^{2}_{b}+X'^{2}_{d})+(X'^{2}_{L}+X'^{2}_{T})\right]^{1/2} \tag{D.9.3}$$

住房和城乡建设部信息公开 浏览专用

式中：X'_Q——浮标测流的总随机不确定度；

X'_m——垂线数量的限制引起的不确定度；

X'_{kf}——浮标流速系数不确定度；

X'_{af}——断面测量与浮标测流不同步引起的不确定度；

X'_b、X'_d——宽度和水深测量不确定度；

X'_L——浮标通过上、下游断面路径的不确定度；

X'_T——浮标通过上、下游断面时间的不确定度；

m——部分断面的数量。

D. 9. 4 总系统不确定度（X''_Q）应按下式计算：

$$X''_Q=(X''^2_b+X''^2_d)^{1/2} \tag{D. 9. 4}$$

式中：X''_b、X''_d——测宽、测深的系统不确定度。

D. 9. 5 单次流量测验的总不确定度应按下式计算：

$$X_Q=(X'^2_Q+X''^2_Q)^{1/2} \tag{D. 9. 5}$$

住房城乡建设部信息公开浏览专用

附录 E　比降面积法

E.1　一 般 规 定

E.1.1　当水文站测验条件满足比降面积法要求时，可作为常规流量测验方法；当水文站测验条件不完全满足要求时，比降面积法可作为特殊情况下的流量测验方法；当遇有漏测洪峰时，可用比降面积法推求洪峰流量。

E.1.2　使用比降面积法测流的单次流量测验的允许误差应符合表 E.1.2 的规定。

表 E.1.2　比降面积法测流的单次流量测验允许误差(%)

站类	允许误差	
	随机不确定度	系统误差
一类精度站	11	−2～1
二类精度站	12	−2～1
三类精度站	14	−2.5～1

E.1.3　比降面积法测流应包括下列内容：

1　观测上、中、下比降水尺水位；

2　施测中比降断面面积，当河段过流面积不一致时，同时施测上、下比降断面面积；

3　观测各断面附近水流情况；

4　计算实测流量及其他有关统计数值；

5　检查和分析测流成果。

E.2　断 面 布 设

E.2.1　比降断面标志及水位观测设施的设立，可按现行国家标

住房城乡建设部信息公开浏览专用

准《水位观测标准》GB/T 50138 执行，比降断面间距可用钢尺测量或用测距仪测量，其测量中误差应小于 1/1000。

E. 2. 2 比降上、下断面的距离，应使水面落差远大于落差观测的误差。上、下比降断面间距可按下式计算：

$$L=\frac{2}{\Delta\overline{Z}^2X_s^2}(S_m^2+\sqrt{S_m^4+2\Delta\overline{Z}^2X_s^2S_z^2}) \quad \text{(E. 2. 2)}$$

式中：L——上、下比降断面间距(km)；

$\Delta\overline{Z}$——河道每公里长的水面落差(mm)，宜取中水位的平均值；

X_s——比降测算允许的不确定度，可取 10%；

S_m——水准测量每公里线路上的标准差(mm)，视水准测量的等级而定，三等水准为 6mm，四等水准为 10mm；

S_z——比降水位观测的误差(mm)，中、高水位有防浪静水设备时可按 5mm 计。

E. 2. 3 上、下比降断面间距也可根据河段水面比降大小按表 E. 2. 3 确定。

表 E. 2. 3 不同水面比降时的比降上、下断面间距

水面比降(10^{-4})	29.6	15.5	8.4	5.9	4.7	4.1	3.5	3.1	2.8	2.6	2.4	1.5	1.3	1.1
上、下比降断面间距(m)	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	2000	3000	4000

E. 3 水位观测设施与布设

E. 3. 1 确定使用比降面积法测流的河段应在比降上、中、下断面的两岸设立水尺，应同步观测 2 次至 3 次较大洪水过程，并分析两岸各级水位的一致性。

E. 3. 2 漫滩较宽的河流，宜在主槽和滩地分别设立水尺，并应与岸边水尺同步观测。在进行若干次洪水观测后，应分析水位的一

住房城乡建设部信息公开 测览专用

致性。若主槽、滩地与岸边水位一致，可仅在岸边观测水位；主槽、滩地与岸边水位不一致时，三种水尺应长期观测。

E.3.3 比降断面宜设立自记水位计。自记水位观测设施宜安装防浪静水装置。自记水位计分辨力应小于5mm。上、下比降断面水位计的计时时钟应同步。

E.4 水位观测与断面测量

E.4.1 人工观测各比降断面的水位时，应同时观测。但一日内水位变化平缓时，也可由一人观测，观测时应先观读上（或下）比降水尺，后观读下（或上）比降水尺，再返回观读上（或下）比降水尺，应取上（或下）比降水尺两次观读的平均值作为与下（或上）比降水尺观读的同时水位。

E.4.2 比降水尺读数应读至5mm，水面比降较大或水面波浪较大时，可读至10mm。

E.4.3 使用自记水位计记录比降水位时，应摘录同时水位进行比降计算。

E.4.4 自记水位计校测应符合现行国家标准《水位观测标准》GB/T 50138的有关规定，在洪水期水位涨、落急剧时，应增加校测次数。

E.4.5 水面比降可按下式计算：

$$S = \frac{Z_u - Z_l}{L} \times 10000 \qquad \text{(E.4.5)}$$

式中：S ——水面比降（‰）；

Z_u ——比降上断面水位（m）；

Z_l ——比降下断面水位（m）；

L ——比降上、下断面间距（m）。

E.4.6 断面测量次数可根据河床断面稳定情况确定，并应符合下列规定：

1 对于稳定河床，应在每年汛前、汛后各施测一次断面；当出

住房城乡建设部信息公开 测览专用

现特大洪水或特殊洪水，在洪水过后应立即测量断面。

2 对于不稳定河床，应在每次较大洪水前、后及时测量断面；如河岸坡稳定，仅中、低水位以下滩、槽有冲淤时，可只测变化部分。

3 对河床冲淤变化大的测站，比降面积法测验过程中，宜实测全断面或部分断面。

4 在调查洪水或估算洪峰流量时，可只测洪水痕迹以下的断面面积。

E.5 糙率选用

E.5.1 将比降面积法作为常规测流方法的测站，应有不少于10年的资料进行糙率分析。各年的糙率点据与多年综合相关线比较，应无系统偏离，且不确定度不应大于10%。当遇特殊洪水，断面形态和尺寸、河床岸壁组成、邻近河段内的地形、地物有较大变化时，应检查分析糙率有无明显变化或系统偏离。

E.5.2 比降面积法用于流量间测允许水位变幅外抢测洪水流量时，糙率应根据近5年的资料分析，再从糙率相关曲线查用。当间测水位变幅以外的高水位级无实测资料分析的糙率线段，可根据间测水位变幅内实测资料分析的糙率线，结合岸壁组成和河段其他特性延长糙率曲线。

E.5.3 在流速仪法等测流方法测验有困难时，比降面积法作为特殊情况下的测验方法，可根据测站实测资料分析的糙率曲线查用糙率。当较高水位以上无实测资料分析的糙率曲线，可结合岸壁组成、植物生长情况、下游控制及河段其他特性等，进行分析延长糙率曲线查用，一般情况下延长幅度不宜超过20%。

E.5.4 比降面积法用于无常规水文测验设施的测站，或进行水文调查确定洪峰流量时，糙率应根据可能搜集到的本河流的水文资料进行分析，宜建立糙率与其他水力因素的相关曲线，或移用有资料相似河流的糙率值，糙率值可按表E.5.4选用。

住房城乡建设部信息公开 测试专用

表 E.5.4　粗糙河床质河道和难以描述河床质河道的糙率

河床质类型	河床质颗粒的大小(mm)	糙率
砂砾	4～8	0.019～0.020
	8～20	0.020～0.022
小圆石和鹅卵石	20～60	0.022～0.027
	60～110	0.027～0.030
	110～250	0.030～0.035

E.6　流量计算

E.6.1　河道上、中、下比降断面相同，测验河段内河槽形状均匀一致，水流平稳期，水流为恒定均匀流时，流量可按下列公式计算：

$$Q = A\frac{1}{n}R^{2/3}S^{1/2} = \overline{K}S^{1/2} \tag{E.6.1-1}$$

$$\overline{K} = A\frac{1}{n}R^{2/3} \tag{E.6.1-2}$$

$$R = A/P \tag{E.6.1-3}$$

$$P = \sum_{i=1}^{n}\sqrt{b_i^2 + (d_i - d_{i-1})^2} \tag{E.6.1-4}$$

式中：Q ——流量(m^3/s)；

A ——断面面积(m^2)；

R ——水力半径(m)；

S ——恒定流流态下的实测水面比降(‰)；

n ——河床糙率；

$\overline{K}$ ——测流河段断面平均输水率；

P ——湿周(m)；

b_i ——部分宽(见图 E.6.1)(m)；

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

d_i ——垂线水深(m)。

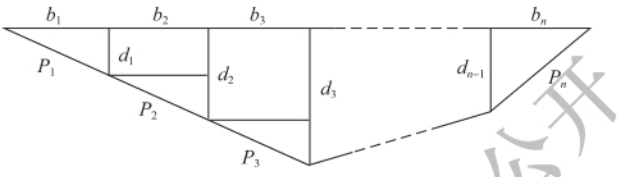


图 E.6.1　河流横断面

E.6.2　洪水峰顶和水流平稳期，河段顺直，仅断面沿程收缩或扩散引起的恒定非均匀流时，流量可按下式计算：

$$Q_s=\frac{\overline{K}S^{1/2}}{\sqrt{1-\dfrac{(1-\xi)\alpha\overline{K}^2}{2gL}\left(\dfrac{1}{A_u^2}-\dfrac{1}{A_l^2}\right)}} \tag{E.6.2}$$

式中：Q_s ——恒定非均匀流流量(m^3/s)。

A_u、A_l ——比降上、下断面过水面积(m^2)。

g ——重力加速度，宜取 9.81(m/s^2)。

L ——比降上、下断面间距(m)。

ξ ——断面沿程收缩或扩散系数，收缩取负号(收缩时也可取 0)，扩散取正号；断面突然扩散时可取 0.5～1.0；逐渐扩散时可取 0.3～0.5。

α ——动能校正系数，与断面流速分布有关，可取 1.05～1.15。

E.6.3　洪水峰顶和水流平稳期，河段顺直，当比降中断面过水面积小于比降上、下断面时，且上～中收缩段水流边界不产生回流，可不计收缩影响，取 $\xi=0$，可只计中～下段扩散损失，测验河段内形成恒定非均匀流，流量可按下式计算：

$$Q_s=\frac{\overline{K}S^{1/2}}{\sqrt{1-\dfrac{\alpha\overline{K}^2}{2gL}\left[\left(\dfrac{1}{A_u^2}-\dfrac{1}{A_l^2}\right)-\xi\left(\dfrac{1}{A_m^2}-\dfrac{1}{A_l^2}\right)\right]}} \tag{E.6.3}$$

式中：A_m ——中断面过水面积(m^2)。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

E.6.4 洪水峰顶和水流平稳期，河段顺直，当比降中断面过水面积大于比降上、下断面时，且中～下河段收缩段水流不产生回流，可不计收缩影响，取 $\xi=0$，可只计上～中段河段扩散损失，流量可按下式计算：

$$Q_s=\frac{\overline{K}S^{1/2}}{\sqrt{1-\frac{\alpha\overline{K}^2}{2gL}\left[\left(\frac{1}{A_u^2}-\frac{1}{A_l^2}\right)-\xi\left(\frac{1}{A_u^2}-\frac{1}{A_m^2}\right)\right]}} \tag{E.6.4}$$

E.6.5 顺直河段断面沿程收缩或扩散，洪水涨水和落水过程，测验河段内形成非恒定流时，流量可按下式计算：

$$Q_f=\frac{\overline{K}(S_f-S_w)^{1/2}}{\sqrt{1-\frac{(1-\xi)\alpha\overline{K}^2}{2gL}\left(\frac{1}{A_u^2}-\frac{1}{A_l^2}\right)}} \tag{E.6.5}$$

式中：Q_f ——非恒定流流量（m^3/s）。

S_f ——非恒定流时的实测水面比降（‰）。

S_w ——加速比降，其值为 $\frac{1}{g}\frac{\partial v}{\partial t}$，具体计算时用有限差为 $\frac{1}{g}\frac{\Delta v}{\Delta t}$；涨水坡取正号，落水坡取负号。

E.6.6 顺直河段，当比降中断面过水面积小于比降上、下断面时，且上～中收缩段水流边界不产生回流，可不计收缩影响，取 $\xi=0$，可只计中～下段扩散损失，洪水涨水和落水过程，测验河段内形成非恒定流，流量可按下式计算：

$$Q_f=\frac{\overline{K}(S_f-S_w)^{1/2}}{\sqrt{1-\frac{\alpha\overline{K}^2}{2gL}\left[\left(\frac{1}{A_u^2}-\frac{1}{A_l^2}\right)-\xi\left(\frac{1}{A_m^2}-\frac{1}{A_l^2}\right)\right]}} \tag{E.6.6}$$

E.6.7 顺直河段，当比降中断面过水面积大于比降上、下断面时，且中～下河段收缩段水流不产生回流，可不计收缩影响，取 $\xi=0$，可只计上～中段河段扩散损失，洪水涨水和落水过程，测验河段内形成非恒定流，流量可按下式计算：

住房城乡建设部信息公开浏览专用

$$Q_f = \frac{\overline{K}(S_f - S_w)^{1/2}}{\sqrt{1 - \frac{\alpha \overline{K}^2}{2gL}\left[\left(\frac{1}{A_u^2} - \frac{1}{A_l^2}\right) - \xi\left(\frac{1}{A_u^2} - \frac{1}{A_m^2}\right)\right]}} \quad \text{(E. 6. 7)}$$

E. 6. 8 测验河段平均输水率计算应符合下列规定：

1 当测验河段过水断面面积变化较均匀，上、中、下断面面积差异较小时，平均输水率可按下列公式计算：

$$\overline{K} = \overline{A}\,\frac{1}{n}\overline{R}^{2/3} \quad \text{(E. 6. 8-1)}$$

$$\overline{A} = \frac{A_u + 2A_m + A_l}{4} \quad \text{(E. 6. 8-2)}$$

$$\overline{R} = \frac{R_u + 2R_m + R_l}{4} \quad \text{(E. 6. 8-3)}$$

式中：$\overline{K}$ ——测验河段平均输水率；

$\overline{A}$ ——河段平均面积；

$\overline{R}$ ——河段平均水力半径。

2 当测验河段过水断面面积变化不均匀，上、中、下断面面积差异较大时，平均输水率可按下式计算：

$$\overline{K} = (A_u R_u^{2/3} + 2A_m R_m^{2/3} + A_l R_l^{2/3})/4n \quad \text{(E. 6. 8-4)}$$

E. 6. 9 有洪水漫滩的河段应划分主槽、滩地，分别分析主槽、滩地的糙率等要素，再分别计算流量。

E. 6. 10 当河段两岸水位不一致时，应取两岸水位的平均值作为断面水位，并应依此水位计算比降、断面面积和水力半径。

E. 7 流量测验误差来源与不确定度估算

E. 7. 1 比降面积法流量的主要误差来源宜包括下列内容：

1 断面面积测量与计算误差；

2 水力半径计算误差；

3 断面间距测量误差；

4 比降水位观测误差；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

5　比降计算的误差；

6　糙率取用的误差。

E.7.2　各分项不确定度应符合下列规定：

1　断面面积的随机不确定度不应大于2.8%，系统不确定度不应大于0.7%。

2　水力半径的随机不确定度不应大于3.4%，系统不确定度不应大于0.86%。

3　比降的不确定度应分为比降水位观测和比降断面间距测量的不确定度；水位采用人工观测时，水位观测不确定度宜分为水尺零点高程测量不确定度、水尺刻画的不确定度、水尺观读的不确定度；采用自记水位计观测时，水位不确定度宜分为仪器安装高程测量不确定度、水位计本身综合不确定度。

4　糙率的不确定度应分为糙率计算和定线、选用的不确定度；糙率计算的不确定度涉及流量、面积、湿周、比降等因素；糙率取用的不确定度取决于糙率与水位(或其他水力因素)关系线定线的不确定度，不大于10%。

E.7.3　比降面积法总随机不确定度可按下式计算：

$$X'_{Q}=\left(\frac{25}{9}X'^{2}_{A}+\frac{1}{4}X'^{2}_{S}+\frac{4}{9}X'^{2}_{P}+X'^{2}_{n}\right)^{1/2} \tag{E.7.3}$$

式中：X'_{Q}——比降面积法流量的总随机不确定度(%)；

X'_{A}——断面面积的随机不确定度(%)；

X'_{S}——水面比降的随机不确定度(%)；

X'_{P}——湿周的随机不确定度(%)；

X'_{n}——糙率的随机不确定度(%)。

E.7.4　比降面积法总系统不确定度应按下式计算：

$$X''_{Q}=\sqrt{\frac{25}{9}X''^{2}_{A}+\frac{1}{4}X''^{2}_{S}} \tag{E.7.4}$$

式中：X''_{Q}——比降面积法总系统不确定度(%)；

X''_{A}——断面面积的系统不确定度(%)；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

X''_S——比降计算的系统不确定度(%)。

E.7.5 比降面积法流量总不确定度应按下式计算：

$$X_Q=\sqrt{X'^2_Q+X''^2_Q} \tag{E.7.5}$$

式中：X_Q——流量总不确定度(%)；

X'_Q——比降面积法流量的总随机不确定度(%)；

X''_Q——比降面积法流量的总系统不确定度(%)。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

附录 F　流量测验表格式

F. 1. 1　本标准各类表的格式可根据情况调整，但同一流域机构、省（自治区、直辖市）和部门的表格格式应统一。

F. 1. 2　表格中规定的栏目可根据需要增加，但不宜减少。

F. 1. 3　各项测验原始记载，应以硬铅笔用阿拉伯数字在现场随测随记，应真实、准确、清晰；发现测验记录有错误时，应当时用斜线划去，应使原数字能认出，并应在其右上方填写复填的数字，不得擦改、涂改、套改。

F. 1. 4　各项测验表、簿应随时整理、计算并校核，应按月或按年装订成册，应妥善保存，不得丢失或损毁。

F. 1. 5　各测验量的单位和有效数字应符合表 F. 1. 5 的规定。

表 F. 1. 5　各测验量的单位和有效数字

项目	单位名称	计量单位	取用位数
水位、水尺读数	米	m	记至 0.01m，要求读记至三位小数时记至 0.005m
零点高程	米	m	记至 0.001m
水深	米	m	不小于 100m 时，记至 1m；小于 100m，不小于 5m 时，记至 0.1m；小于 5m 时，记至 0.01m
河底高程、水力半径	米	m	记至 0.01m
冰厚、水浸冰厚、冰花厚、冰上雪深	米	m	均记至 0.01m

住房城乡建设部信息公开 测试专用

续表F. 1. 5

项目	单位名称	计量单位	取用位数
流速	米/秒	m/s	不小于1m/s时，取三位有效数字； 小于1m/s时，取二位有效数字，但小数不超过三位
测速历时	秒	s	不小于100s时，记至整数； 小于100s时，记至0.1s或0.5s
流速系数、浮标系数	—	—	计算流量时，取二位小数； 分析研究浮标系数、流速系数时取三位有效数字
悬索偏角、流向偏角	度	°	记至整数
起点距	米	m	记至0.1m；河宽不小于100m时，可记至1m；河宽小于5m时，可记至0.01m
水面宽	米	m	取三位有效数字； 大于或等于5m时，小数不超过一位； 小于5m时，小数不超过二位
断面面积	米^2	m^2	取三位有效数字，小数不超过二位
流量	米^3/秒	m^3/s	取三位有效数字，小数不超过三位
水面比降	万分率	10^{-4}	取三位有效数字
河床糙率	—	—	取至0.001
水位涨率	米/时	m/h	取三位有效数字，小数不超过二位
风速	米/秒	m/s	取三位有效数字，小数不超过二位

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

续表F. 1. 5

项目	单位名称	计量单位	取用位数
潮量	万立方米	$10^4 m^3$	取四位有效数字，小数不超过二位
净泄(进)量	万立方米	$10^4 m^3$	所取末位数字的位数，应与涨、落潮潮量中较小潮量的末位数相同
不确定度	—	%	取一位小数

注：1 有效数字按四舍六入法则取舍，有效数字后的数字小于五者舍去，大于五者末位有效数字进一，当等于五时，其末位有效数为奇数者进一，为偶数者舍去；

2 取有效数字时，不统一小数位数。

F. 1. 6 各项测验表的填记由于采用计算工具不同，有些中间计算过程的数值不需在报表上反映时，有关栏目可空置不填，但应在备注栏内说明。

F. 1. 7 各类表的格式应符合下列规定：

1 各类表的编号及规格应符合本标准表 F. 1. 7-1 的规定；

2 流量测验记载簿的封面及其中各表的格式应分别符合本标准表 F. 1. 7-2～表 F. 1. 7-15 的规定；

3 潮流量测验记载簿的封面及其中各表的格式应分别符合本标准表 F. 1. 7-16～表 F. 1. 7-23 的规定。

表 F. 1. 7-1 各类表的编号及规格

表格名称	表格编号	规格
(一)流量测验记载簿		A4
1. 封面	表 F. 1. 7-2	A4
2. 测深、测速记载及流量计算表(一)(畅流期流速仪法)	表 F. 1. 7-3	A4
3. 测深、测速记载及流量计算表(二)(畅流期流速仪法)	表 F. 1. 7-4	A4
4. 测深、测速记载及流量计算表(一)(畅流期缆道流速仪法)	表 F. 1. 7-5	A4

住房和城乡建设部标准报批稿专用

续表F. 1. 7-1

表格名称	表格编号	规格
5. 测深、测速记载及流量计算表(二)(畅流期缆道流速仪法)	表 F. 1. 7-6	A4
6. 测深、测速记载及流量计算表(一)(冰期流速仪法)	表 F. 1. 7-7	A4
7. 测深、测速记载及流量计算表(二)(冰期流速仪法)	表 F. 1. 7-8	A4
8. 相应水位计算表(流速仪法)	表 F. 1. 7-9	A4
9. 走航式 ADCP 流量测验记载表	表 F. 1. 7-10	A4
10. 走航式 ADCP 冰期流量测验记载表	表 F. 1. 7-11	A4
11. 测速记载表(水面浮标法)	表 F. 1. 7-12	A4
12. 测深记载及流量计算表(水面浮标法)	表 F. 1. 7-13	A4
13. 浮标流速分布曲线图及断面图	表 F. 1. 7-14	A4
14. 流量在线监测记载及计算表	表 F. 1. 7-15	A4
(二)潮流量测验记载簿		A4
1. 封面	表 F. 1. 7-16	A4
2. 潮流量施测说明表	表 F. 1. 7-17	A4
3. 潮流量测验计算成果统计表	表 F. 1. 7-18	A4
4. 潮流量测验测速记载表	表 F. 1. 7-19	A4
5. 走航式 ADCP 潮流量测验记载表	表 F. 1. 7-20	A4
6. 潮流量计算表	表 F. 1. 7-21	A4
7. 潮量计算表	表 F. 1. 7-22	A4
8. 潮量计算表(代表垂线测流)	表 F. 1. 7-23	A4

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

表 F. 1. 7-2　流量测验记载簿封面格式

_____站(断面)流量测验记载簿

测站编码:_____

管理单位:_____

流域:_____　水系:_____　河名:_____

_____省(自治区、直辖市)_____县(市、区)

_____乡(镇、街道)_____村

施测号数:_____至_____

施测时间:_____年____月____日至_____年____月____日

审核:_____(　月　日)

测站负责:_____(　月　日)

共____页

住房城乡建设部信息公开浏览专用

表 F.1.7-3 _____站测深、测速记载及流量计算(一)(畅流期流速仪法)

第 页 共 页

施测时间： 年 月 日 时 分至 日 时 分(平均： 日 时 分) 天气： 风向风力： 流向：

流速仪牌号及公式： 检定或比测后使用小时数： 起点距计算公式： 停表牌号：

垂线号数		角度或读数(°)	起点距(m)	时间		测流断面水位(m)	测得水深(m)	湿绳总长(m)	悬索偏角(°)	长度改正数(m)		水深或应用水深(m)	河底高程(m)	流速仪位置		测速记录		流向偏角(°)	流速(m/s)					测深垂线间		水道断面面积		部分流量(m^3/s)
测深	测速			测深	测速	基本水尺水位(m)				干绳	湿绳			相对深度	测点深或湿绳长(m)	总转数	总历时(s)		测点	流向改正后	系数	垂线平均	部分平均	平均水深(m)	间距(m)	测深垂线间(m^2)	部分(m^2)	

施测号数：_____

住房城乡建设部信息公开 阅览专用

表 F.1.7-4　　站测深、测速记载及流量计算表(二)(畅流期流速仪法)　　第　页　共　页

施测时间：　年　月　日　时　分至　日　时　分(平均：日　时　分)　天气：　　风向风力：　　流向：

流速仪牌号及公式：　　检定或比测后使用小时数：　　起点距计算公式：　　停表牌号：

垂线号数		角度或读数(°)	起点距(m)	时间		测流断面水位(m)	测得水深(m)	湿绳总长(m)	悬索偏角(°)	长度改正数(m)		水深或应用水深(m)	河底高程(m)	流速仪位置		测速记录		流向偏角(°)	流速(m/s)					测深垂线间		水道断面面积		部分流量(m^3/s)
测深	测速			测深	测速	基本水尺水位(m)				干绳	湿绳			相对	测点深或湿绳长(m)	总转数	总历时(s)		测点	流向改正后	系数	垂线平均	部分平均	平均水深(m)	间距(m)	测深垂线间(m^2)	部分(m^2)	

断面流量(m^3/s)		水面宽(m)		糙率		水位记录	水尺名称	编号	水尺读数(m)	零点高程(m)	水位(m)
水道断面面积(m^2)		平均水深(m)		水位涨率(m/h)			基本		始：　终：　平均：		
死水面积(m^2)		最大水深(m)		相应水位(m)			测流		始：　终：　平均：		
平均流速(m/s)		上下比降水位差(m)		上下比降水尺间距(m)			比(辅)上		始：　终：　平均：		
最大测点流速(m/s)		水面比降($\times10^{-4}$)		垂线数			比(辅)下		始：　终：　平均：		
				测点总数							

说明	渡河方法：	测距方法：	测深方法：	悬架支点至水面高差(m)：	流速仪悬吊方式：	铅鱼质量(kg)；悬索直径(mm)：	仪器轴中心至铅鱼底距离(cm)：	计算流量所用断面施测号数：	总不确定度(%)：	已定系统不确定度(%)：
备注：										

施测：_____(　月　日)　一校：_____(　月　日)　二校：_____(　月　日)　施测号数：_____

住房和城乡建设部信息公开 浏览专用

表 F. 1. 7-5 _____站测深、测速记载及流量计算表(一)(畅流期缆道流速仪法)

第 页 共 页

施测时间： 年 月 日 时 分至 日 时 分(平均： 日 时 分) 天气： 风向风力： 流向：

流速仪牌号及公式： 检定或比测后使用小时数： 测深仪器牌号： 起点距计算公式： 停表牌号：

垂线号数		起点距(m)	时间		测流断面水位(m)	水深计数器(m)		悬索偏角(°)	主索垂度(m)	行车至水面高差(m)	改正数(m)			湿绳长度(m)	水深或应用水深(m)	河底高程(m)	流速仪位置		测速记录		流速(m/s)				测深垂线间		水道断面面积		部分流量(m^3/s)
测深	测速		测深	测速	基本水尺水位(m)	读数	改正数	水面/河底			干绳改正	位移改正	湿绳改正				相对	测点深(m)	总转数	总历时(s)	测点	系数	垂线平均	部分平均	平均水深(m)	距离(m)	测深垂线间(m^2)	部分(m^2)	

施测号数：_____

住房城乡建设部信息公开 阅览专用

表 F.1.7-6　　站测深、测速记载及流量计算表(二)(畅流期缆道流速仪法)　　第　页　共　页

施测时间：　　年　月　日　时　分至　日　时　分(平均：日　时　分)　天气：　　风向风力：　　流向：

流速仪牌号及公式：　　检定或比测后使用小时数：　　测深仪器牌号：　　起点距计算公式：　　停表牌号：

垂线号数		起点距(m)	时间		测流断面水位	水深计数器(m)		悬索偏角(°)	主索垂度(m)	行车至水面高差(m)	改正数(m)			湿绳长度(m)	水深或应用水深(m)	河底高程(m)	流速仪位置		测速记录		流速(m/s)				测深垂线间		水道断面面积		部分流量(m^3/s)
测深	测速		测深	测速	基本水尺水位(m)	读数	改正数	水面/河底			干绳改正	位移改正	湿绳改正				相对	测点深(m)	总转数	总历时(s)	测点	系数	垂线平均	部分平均	平均水深(m)	距离(m)	测深垂线间(m^2)	部分(m^2)	

断面流量(m^3/s)		水面宽(m)		糙率		水位记录	水尺名称	编号	水尺读数(m)	零点高程(m)	水位(m)
水道断面面积(m^2)		平均水深(m)		水位涨率(m/h)			基本		始：　终：　平均：		
死水面积(m^2)		最大水深(m)		相应水位(m)			测流		始：　终：　平均：		
平均流速(m/s)		上下比降水位差(m)		上下比降水尺间距(m)			比(辅)上		始：　终：　平均：		
最大测点流速(m/s)		水面比降($\times10^{-4}$)		垂线数			比(辅)下		始：　终：　平均：		
				测点总数							

说明	渡河方法：	测距方法：	测深方法：	悬架支点至水面高差(m)：	流速仪悬吊方式：	铅鱼质量(kg)；悬索直径(mm)：	仪器轴中心至铅鱼底距离(cm)：	计算流量所用断面施测号数：	总不确定度(%)：	已定系统不确定度(%)：
备注：										

施测：_____(　月　日)　一校：_____(　月　日)　二校：_____(　月　日)　施测号数：_____

住房和城乡建设部信息公开 浏览专用

表 F.1.7-7 _____站测深、测速记载及流量计算表(一)(冰期流速仪法)

第 页 共 页

施测时间： 年 月 日 时 分至 日 时 分(平均： 日 时 分) 天气： 风向风力： 流向： 冰情：

流速仪牌号及公式： 检定或比测后使用小时数： 起点距计算公式： 停表牌号：

垂线号数		角度或读数(°)	起点距(m)	水深(m)	冰厚(m)	水浸冰厚(m)	冰花厚(m)	测深垂线间距(m)	水浸冰面积		冰花面积		有效或应用水深(m)	河底高程(m)	水道断面面积			流速仪位置		测速记录		流向偏角(°)	流速(m/s)					部分流量(m^3/s)
测深	测速								垂线间平均厚(m)	垂线间面积(m^2)	垂线间平均厚(m)	垂线间面积(m^2)			测深垂线间 平均水深(m)	测深垂线间 面积(m^2)	部分面积(m^2)	相对	测点深(m)	总转数	总历时(s)		测点	流向改正后	系数	垂线平均	部分平均	

施测号数：_____

住房城乡建设部信息公开 仅供查阅

表 F.1.7-8　　站测深、测速记载及流量计算表(二)(冰期流速仪法)　　第　页　共　页

施测时间：　　年　月　日　时　分至　日　时　分(平均：日　时　分)　天气：　　风向风力：　　流向：　　冰情：

流速仪牌号及公式：　　检定或比测后使用小时数：　　起点距计算公式：　　停表牌号：

垂线号数		角度或读数(°)	起点距(m)	水深(m)	冰厚(m)	水浸冰厚(m)	冰花厚(m)	测深垂线间距(m)	水浸冰面积		冰花面积		有效或应用水深(m)	河底高程(m)	水道断面面积			流速仪位置		测速记录		流向偏角(°)	流速(m/s)					部分流量(m^3/s)
测深	测速								垂线间平均厚(m)	垂线间面积(m^2)	垂线间平均厚(m)	垂线间面积(m^2)			测深垂线间平均水深(m)	垂线间面积(m^2)	部分面积(m^2)	相对	测点深(m)	总转数	总历时(s)		测点	流向改正后	系数	垂线平均	部分平均	

断面流量(m^3/s)		水浸冰面积(m^2)		平均有效水深(m)		水尺名称	编号	水尺读数(m)	零点高程(m)	水位(m)
水道断面面积(m^2)		冰花面积(m^2)		最大水深(m)		基本水尺：		始：　终：　平均：		
死水面积(m^2)		断面总面积(m^2)		最大有效水深(m)		测流水尺：		始：　终：　平均：		
平均流速(m/s)		水面宽(m)		垂线数		渡河方法：		测距方法：		
最大测点流速(m/s)		冰底宽(m)		测点总数		测深方法：		流速仪悬吊方式：		
相应水位(m)		平均水深(m)		计算流量所用断面施测号数		铅鱼质量/悬索直径(kg/mm)：		仪器轴中心至铅鱼底距离(cm)：		

水位记录　　说明

备注：

施测：_____(　月　日)　一校：_____(　月　日)　二校：_____(　月　日)　施测号数：_____

住房和城乡建设部信息公开 浏览专用

表 F. 1. 7-9 _____站相应水位计算表(流速仪法)

第 页 共 页

施测时间： 年 月 日 时 分 至 日 时 分(平均： 日 时 分)

测深垂线号数	起点距(m)	部分水道断面宽 b(m)	测速垂线所占部分宽 b'(m)	垂线平均流速 V_m(m/s)	水位 Z(m)	$b'V_m$	$b'V_mZ$	测速垂线号数	起点距(m)	部分水道断面宽 b(m)	测速垂线所占部分宽 b'(m)	垂线平均流速 V_m(m/s)	水位 Z(m)	$b'V_m$	$b'V_mZ$

$\sum b'V_m =$ $\sum b'V_mZ =$ 相应水位 $= \dfrac{\sum b'V_mZ}{\sum b'V_m} =$ _____ = _____(m)

计算：_____(月 日) 一校：_____(月 日) 二校：_____(月 日) 施测号数：_____

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

表 F. 1. 7-10 _____站走航式 ADCP 流量测验记载表

日期：	天气：	风向风力：
流量测次：	测船：	ADCP 型号：
开始时间：	结束时间：	平均时间：
固件版本：	软件版本：	水温：
GNSS 型号：	罗经型号：	测深仪型号：
配置文件名称：		测验历时(s)：

探头入水深(m)：	设置的盲区：	深度单元尺寸：	深度单元数：
含盐度：	水跟踪脉冲数：	底跟踪脉冲数：	幂指数：
断面方位角：		流向偏角：	

测回	航向	水边距离(m)		数据文件名	半测回流量 (m^3/s)	测回平均流量 (m^3/s)	备注
		L	*R*				

测验结果

测验项目	测回 1		测回 2		测回 3		测次平均
	往测	返测	往测	返测	往测	返测	
断面流量(m^3/s)							
断面面积(m^2)							
平均流速(m/s)							
最大流速(m/s)							
平均水深(m)							
最大水深(m)							
水面宽(m)							

开始水位(m)：	结束水位(m)：	平均水位(m)：	相应水位(m)：
备注：			

施测：_____　　一校：_____　　二校：_____

住房城乡建设部信息公开浏览专用

表 F.1.7-11 _____站走航式 ADCP 冰期流量测验记载表

施测时间：　年　月　日　时　分至　日　时　分　天气：　风向风力：　流向：　　测流断面位置：　　冰情：

仪器型号：　　仪器安装方式：　　钻孔方式：　　测深单元尺寸(m)：　测深单元数量(个)：

垂线号数			起点距(m)	水深(m)	冰厚(m)	水浸冰厚(m)	冰花厚(m)	测深垂线间距(m)	水浸冰面积		冰花面积		有效或应用水深(m)	河底高程(m)	平均水深(m)	水道断面		冰底或冰花底	测速历时(s)	流速(m/s)			部分流量(m^3/s)
测深	测速	测沙							垂线间平均厚(m)	垂线间面积(m^2)	垂线间平均厚(m)	垂线间面积(m^2)				测深垂线间面积(m^2)	部分面积(m^2)	换能器入水深(cm)		垂线平均	岸边系数	部分平均	

断面流量(m^3)		水浸冰面积(m^2)		平均有效水深(m)		水位记录	水尺名称	编号	水尺读数(m) 始	水尺读数(m) 终	零点高程(m)	水位(m)
水道断面面积(m^2)		冰花面积(m^2)		最大水深(m)								
死水面积(m^2)		断面总面积(m^2)		最大有效水深(m)			基本水尺：					
平均流速(m/s)		水面宽(m)		垂线数			测流水尺：					
最大测点流速(m/s)		冰底宽(m)		流量计算借用断面施测号数		说明	测深方法：			测距方法：		
相应水位(m)		平均水深(m)										

施测：_____(　月　日)　一校：_____(　月　日)　二校：_____(　月　日)　施测号数：_____

住房和城乡建设部信息公开 浏览专用

表 F. 1. 7-12 _____站测速记载表(水面浮标法)

第 页 共 页

施测时间： 年 月 日 时 分至 时 分(平均： 日 时 分) 天气：												
流向： 水面情况： 停表牌号： 上下断面间距(m)：												
水面浮标类型： 入水深(m)： 出水高(m)： 浮标投放方法：												
浮标		流经测流断面		停表读数				历时(s)	浮标流速(m/s)	风力(速)	风向	备注
				上断面		下断面						
编号	特征	角度(°)	起点距(m)	min	s	min	s					

施测：_____(月 日) 一校：_____(月 日)

二校：_____(月 日) 施测号数：_____

住房城乡建设部信息公开浏览专用

表 F.1.7-13 _____站测深记载及流量计算表(水面浮标法) 第 页 共 页

测深日期：　年　月　日	断面施测号数：	测深方法：
起点距计算公式：	测距方法：	比降上下断面间距：

垂线号数	角度或读数(°)	起点距(m)	水深(m)	测深时间	测流断面水位(m)	河底高程(m)	应用水深(m)	测深垂线间(m)		部分面积(m^2)	虚流速(m/s)		部分虚流量(m^3/s)
								平均水深	间距		垂线	部分平均	

断面虚流量(m^3/s)		平均流速(m/s)		相应水位(m)		浮标系数确定方法	
浮标系数		最大测点流速(m/s)		上下比降水位(m)			
断面流量(m^3/s)		水面宽(m)		水面比降($\times 10^{-4}$)		总不确定度(%)	
水道断面面积(m^2)		平均水深(m)		糙率		已定系统不确定度(%)	
死水面积(m^2)		最大水深(m)		水面涨率(m/h)			

水位记录	水尺名称	编号	水尺读数(m)	零点高程(m)	水位(m)	备注
	基本		始：　终：　平均			
	测流		始：　终：　平均			
	比(辅)上		始：　终：　平均			
	比(铺)下		始：　终：　平均			

备注：

施测：_____(　月　日)　一校：_____(　月　日)　二校：_____(　月　日)　施测号数：_____

住房和城乡建设部信息公开 浏览专用

表 F. 1. 7-14 _____站浮标流速分布曲线图及断面图

第 页 共 页

比例尺：流速/水深 纵： 横：

制图：_____（ 月 日） 一校：_____（ 月 日）

二校：_____（ 月 日） 施测号数：_____

住房城乡建设部信息公开浏览专用

表 F. 1. 7-15 _____站流量在线监测记载及计算表

第 页 共 页

序号	时间	水位（m）	代表流速 1（m/s）	代表流速 2（m/s）	……	代表流速 n（m/s）	计算断面平均流速（m/s）	断面面积（m^2）	计算流量（m^3/s）	电压（V）
流量计算公式（断面平均流速计算公式）										

计算：_____（ 月 日） 一校：_____（ 月 日） 二校：_____（ 月 日）

住房城乡建设部信息公开浏览专用

表 F.1.7-16　潮流量测验记载簿封面格式

_____站(断面)潮流量测验记载簿

测站编码:_____

管理单位:_____

流域:_____　水系:_____　河名:_____

_____省(自治区、直辖市)_____县(市、区)_____乡(镇、街道)_____村

施测号数:_____

施测时间:____年____月____日(阴历____月____日)____时____分

至____月____日(阴历____月____日)____时____分

施测:_____

计算:_____(　月　日)

校核:_____(　月　日)

复核:_____(　月　日)

测站负责:_____(　月　日)

共____页

住房城乡建设部信息公开浏览专用

表 F.1.7-17 _____站潮流量施测说明表

第 页 共 页

断面位置：
布置垂线方法：
测线 起点距 / 河底高程(m)：Ⅰ——Ⅱ——Ⅲ——Ⅳ——Ⅴ——Ⅵ——Ⅶ
施测方法： 测船固定情况：
测距方法： 测深方法：
计算流量所用断面施测号数：
涨潮流 / 落潮流 时天气_____最多风向_____平均风力(速)_____
备注：

施测号数：_____

表 F.1.7-18 _____站潮流量测验计算成果统计表

第 页 共 页

施测期间		潮水位(m)		断面面积(m^2)			潮量($10^4 m^3$)	潮流历时(s)	平均流量(m^3/s)	平均流速(m/s)	最大瞬时流量(m^3/s)	最大测点流量(m^3/s)
		最高	最低	最大	最小	平均						
至	潮流期											
	涨潮流											
	落潮流											
备注	1. 施测潮流期前一个相邻低潮潮水位(m)： 2. 憩流潮水位(m)：(1) (2) (3) 3. 岸边流速系数：左岸： 右岸：											

填制：_____(月 日) 一校：_____(月 日)

二校：_____(月 日) 施测号数：_____

住房城乡建设部信息公开 试读专用

表 F. 1. 7-19 _____站潮流量测验测速记载表

第 页 共 页

施测时间： 年 月 日 时 分至 日 时 分 流速仪牌号及公式： 检定或比测后使用小时数：

流速仪悬吊方式： 铅鱼质量(kg)： 悬索直径(mm)： 仪器轴中心至铅鱼底距离(cm)： 仪器离船边距离(m)：

停表牌号：

垂线号数	施测时间		水位(m)	起点距(m)	潮水深(m)	点次	测点深(m)	测速记录			流速(m/s)					风向	风速	备注
	时	分						总转数	总历时	测点	流向偏角(°)	改正值	测点改正	测点平均	垂线平均			

施测：_____（ 月 日） 一校：_____（ 月 日） 二校：_____（ 月 日） 施测号数：_____

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

表 F. 1. 7-20 _____河_____站走航式 ADCP 潮流量测验记载表

第 页 共 页

潮次：	日期： 年 月 日(阴历 月 日)		测流断面位置：		仪器型号：	测船材质：
天气：	风力风向：	海况/波浪：	安装方式：		测速方式：	测深方式：
换能器入水深(m)：	深度单元尺寸(m)：	深度单元数(m)：	水跟踪呼数：	底跟踪呼数：	边垂线历元数：	磁偏角：
投影角：	断面面积计算方法：		特殊指令设置：		含盐度：	声速：

测次	测回	数据文件名	横渡航向	开始			结束			水面宽(m)	最大水深(m)	走航流量		左岸流量			右岸流量			顶部流量			底部流量			断面总流量(m^3/s)
				时间	水深(m)	水边距离(m)	时间	水深(m)	水边距离(m)			实测流量(m^3/s)	占总流量(%)	估算方法	估算流量(m^3/s)	占总流量(%)	估算方法	估算流量(m^3/s)	占总流量(%)	估算方法	估算流量(m^3/s)	占总流量(%)	估算方法	估算流量(m^3/s)	占总流量(%)	

备注：

施测：_____（ 月 日） 一校：_____（ 月 日） 二校：_____（ 月 日）

住房城乡建设部信息公开 仅供查用

表 F.1.7-21 _____站潮流量计算表

第 页 共 页

时	分	垂线号数	起点距（m）	潮水位（m）	垂线平均流速（m/s）	部分平均流速（m/s）	部分面积（m^2）	部分流量（m^3/s）	断面流量（m^3/s）	水道断面面积（m^2）	断面平均流速（m/s）	备注

计算：_____（ 月 日） 一校：_____（ 月 日） 二校：_____（ 月 日） 施测号数：_____

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

表 F. 1. 7-22 _____站潮量计算表

第 页 共 页

涨潮流						落潮流					
时	分	流量 (m^3/s)	平均流量 (m^3/s)	历时 (s)	潮量 ($10^4 m^3$)	时	分	流量 (m^3/s)	平均流量 (m^3/s)	历时 (s)	潮量 ($10^4 m^3$)

计算：_____（ 月 日） 一校：_____（ 月 日） 二校：_____（ 月 日） 施测号数：_____

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

表 F. 1. 7-23 _____站潮量计算表(代表垂线测流)

第 页 共 页

时	分	潮水位 (m)	代表垂线流速 (m/s)	断面平均流速 (m/s)	断面面积 (m^2)	流量 (m^3/s)	平均流量 (m^3/s)	潮流历时 (s)	潮量($10^4 m^3$)		备注
									涨潮流	落潮流	

计算：_____（ 月 日） 一校：_____（ 月 日） 二校：_____（ 月 日） 施测号数：_____

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

附录 G　缆道偏角改正表

G. 0. 1　悬索干绳改正值可按表 G. 0. 1 执行。

G. 0. 2　悬索湿绳改正值可按表 G. 0. 2-1～表 G. 0. 2-5 执行。

G. 0. 3　悬索湿绳改正系数可按表 G. 0. 3-1～表 G. 0. 3-2 执行。

表 G. 0. 1　悬索干绳改正值(m)

悬吊点距水面高差(m)	悬索偏角 θ																		
	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
1	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27	0.31
2	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.19	0.23	0.27	0.31	0.36	0.41	0.47	0.54	0.61
3	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.15	0.19	0.24	0.28	0.34	0.40	0.46	0.54	0.62	0.71	0.81	0.92
4	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.16	0.21	0.26	0.31	0.38	0.45	0.53	0.62	0.72	0.82	0.94	1.08	1.22
5	0.01	0.03	0.05	0.08	0.11	0.15	0.20	0.26	0.32	0.39	0.47	0.56	0.66	0.77	0.90	1.03	1.18	1.35	1.53
6	0.01	0.03	0.06	0.09	0.13	0.18	0.24	0.31	0.39	0.47	0.57	0.68	0.80	0.93	1.08	1.24	1.42	1.61	1.83
7	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.21	0.28	0.36	0.45	0.55	0.66	0.79	0.93	1.08	1.25	1.44	1.65	1.88	2.14
8	0.02	0.04	0.08	0.12	0.18	0.24	0.32	0.41	0.51	0.63	0.76	0.90	1.06	1.24	1.43	1.65	1.89	2.15	2.44
9	0.02	0.05	0.09	0.14	0.20	0.28	0.36	0.46	0.58	0.71	0.85	1.01	1.19	1.39	1.61	1.86	2.12	2.42	2.75
10	0.02	0.06	0.10	0.15	0.22	0.31	0.40	0.51	0.64	0.79	0.95	1.13	1.33	1.55	1.79	2.06	2.26	2.69	3.05
11	0.03	0.06	0.11	0.17	0.25	0.34	0.44	0.57	0.71	0.86	1.04	1.24	1.46	1.70	1.97	2.27	2.60	2.96	3.36
12	0.03	0.07	0.12	0.19	0.27	0.37	0.48	0.62	0.77	0.94	1.14	1.35	1.59	1.86	2.15	2.47	2.83	3.23	3.66

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

续表G.0.1

悬吊点距水面高差(m)	悬索偏角 θ																		
	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
13	0.03	0.07	0.13	0.20	0.29	0.40	0.52	0.67	0.83	1.02	1.23	1.46	1.72	2.01	2.33	2.68	3.07	3.50	3.97
14	0.03	0.08	0.14	0.22	0.31	0.43	0.56	0.72	0.90	1.10	1.32	1.58	1.86	2.17	2.51	2.89	3.30	3.77	4.28
15	0.04	0.08	0.15	0.23	0.34	0.46	0.60	0.77	0.96	1.18	1.42	1.69	1.99	2.32	2.69	3.09	3.54	4.04	4.58
16	0.04	0.09	0.16	0.25	0.36	0.49	0.64	0.82	1.03	1.26	1.51	1.80	2.12	2.48	2.87	3.30	3.78	4.30	4.89
17	0.04	0.09	0.17	0.26	0.38	0.52	0.69	0.87	1.09	1.34	1.61	1.91	2.25	2.63	3.05	3.51	4.01	4.57	5.19
18	0.04	0.10	0.18	0.28	0.40	0.55	0.73	0.93	1.16	1.41	1.70	2.03	2.39	2.78	3.23	3.71	4.25	4.84	5.50
19	0.05	0.10	0.19	0.29	0.42	0.58	0.77	0.98	1.22	1.49	1.80	2.14	2.52	2.94	3.40	3.92	4.49	5.11	5.80
20	0.05	0.11	0.20	0.31	0.45	0.61	0.81	1.03	1.28	1.57	1.89	2.25	2.65	3.09	3.58	4.12	4.72	5.38	6.11
21	0.05	0.12	0.21	0.32	0.47	0.64	0.85	1.08	1.35	1.65	1.99	2.36	2.78	3.25	3.76	4.33	4.96	5.65	6.41
22	0.05	0.12	0.22	0.34	0.49	0.67	0.89	1.13	1.41	1.73	2.08	2.48	2.92	3.40	3.94	4.54	5.19	5.92	6.72
23	0.06	0.13	0.23	0.35	0.51	0.70	0.93	1.18	1.48	1.81	2.18	2.59	3.05	3.56	4.12	4.74	5.43	6.19	7.02
24	0.06	0.13	0.24	0.37	0.54	0.73	0.97	1.24	1.54	1.88	2.27	2.70	3.18	3.71	4.30	4.95	5.67	6.46	7.33
25	0.06	0.14	0.25	0.39	0.56	0.77	1.01	1.29	1.60	1.96	2.37	2.82	3.31	3.87	4.48	5.16	5.90	6.73	7.64
26	0.06	0.14	0.26	0.40	0.58	0.80	1.05	1.34	1.67	2.04	2.46	2.93	3.45	4.02	4.66	5.36	6.14	6.99	7.94
27	0.07	0.15	0.27	0.42	0.60	0.83	1.09	1.39	1.73	2.12	2.56	3.04	3.58	4.18	4.84	5.57	6.37	7.26	8.25
28	0.07	0.15	0.28	0.43	0.63	0.86	1.13	1.41	1.80	2.20	2.65	3.15	3.71	4.33	5.02	5.77	6.61	7.53	8.55
29	0.07	0.16	0.28	0.45	0.65	0.88	1.17	1.49	1.86	2.28	2.74	3.27	3.84	4.49	5.20	5.98	6.85	7.80	8.86
30	0.07	0.17	0.29	0.46	0.67	0.92	1.21	1.54	1.93	2.36	2.84	3.38	3.98	4.64	5.38	6.19	7.08	8.07	9.16

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

表 G. 0. 2-1　悬索湿绳改正值(m)　$\beta=1\sim2$

湿绳长度(m)	悬索偏角 θ																		
	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
1	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14
2	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.23
3	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.19	0.22	0.20	0.28	0.32
4	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.09	0.10	0.13	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27	0.31	0.36	0.40
5	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.21	0.25	0.29	0.33	0.38	0.43	0.49
6	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.21	0.25	0.29	0.34	0.39	0.44	0.50	0.57
7	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.17	0.21	0.25	0.29	0.34	0.39	0.44	0.51	0.58	0.65
8	0.01	0.02	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.19	0.23	0.28	0.32	0.38	0.44	0.50	0.57	0.65	0.73
9	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.18	0.22	0.26	0.31	0.36	0.42	0.49	0.56	0.64	0.72	0.82
10	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.16	0.19	0.24	0.29	0.34	0.40	0.46	0.54	0.61	0.70	0.80	0.90
11	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.13	0.17	0.21	0.26	0.30	0.37	0.44	0.51	0.59	0.67	0.77	0.87	0.98
12	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.18	0.23	0.28	0.34	0.40	0.47	0.55	0.63	0.73	0.83	0.94	1.07
13	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.16	0.20	0.25	0.30	0.36	0.43	0.51	0.59	0.68	0.78	0.89	1.02	1.15
14	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.13	0.17	0.21	0.27	0.33	0.39	0.46	0.54	0.63	0.73	0.84	0.96	1.09	1.23
15	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.14	0.18	0.23	0.28	0.35	0.42	0.50	0.58	0.68	0.78	0.90	1.02	1.16	1.31
16	0.01	0.03	0.05	0.07	0.10	0.14	0.19	0.24	0.30	0.37	0.44	0.53	0.62	0.72	0.83	0.95	1.09	1.23	1.40
17	0.01	0.03	0.05	0.08	0.11	0.15	0.20	0.26	0.32	0.39	0.47	0.56	0.65	0.76	0.88	1.01	1.15	1.31	1.48
18	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.21	0.27	0.34	0.41	0.50	0.59	0.69	0.81	0.93	1.07	1.22	1.38	1.56
19	0.01	0.03	0.05	0.09	0.12	0.17	0.22	0.29	0.35	0.43	0.52	0.62	0.73	0.85	0.98	1.12	1.28	1.45	1.64
20	0.02	0.03	0.06	0.09	0.13	0.18	0.23	0.30	0.37	0.46	0.55	0.65	0.76	0.89	1.03	1.18	1.35	1.53	1.73

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

续表G. 0. 2-1

湿绳长度(m)	悬索偏角 θ																		
	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
21	0.02	0.03	0.06	0.09	0.14	0.19	0.25	0.31	0.39	0.48	0.57	0.68	0.80	0.94	1.08	1.24	1.41	1.60	1.81
22	0.02	0.04	0.06	0.10	0.14	0.20	0.26	0.33	0.41	0.50	0.60	0.71	0.84	0.98	1.13	1.29	1.48	1.67	1.89
23	0.02	0.04	0.07	0.10	0.15	0.20	0.27	0.34	0.43	0.52	0.63	0.74	0.85	1.02	1.18	1.35	1.54	1.75	1.98
24	0.02	0.04	0.07	0.11	0.15	0.21	0.28	0.36	0.44	0.54	0.65	0.78	0.91	1.06	1.23	1.41	1.60	1.82	2.06
25	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.22	0.29	0.37	0.46	0.56	0.68	0.81	0.95	1.10	1.28	1.46	1.67	1.89	2.14
26	0.02	0.04	0.07	0.12	0.17	0.23	0.30	0.38	0.48	0.59	0.71	0.84	0.98	1.15	1.32	1.52	1.73	1.97	2.22
27	0.02	0.04	0.08	0.12	0.17	0.24	0.31	0.40	0.48	0.61	0.73	0.87	1.02	1.19	1.37	1.58	1.80	2.04	2.31
28	0.02	0.04	0.08	0.12	0.18	0.25	0.32	0.41	0.52	0.63	0.76	0.90	1.06	1.23	1.42	1.63	1.86	2.12	2.39
29	0.02	0.05	0.08	0.13	0.19	0.26	0.34	0.43	0.53	0.65	0.78	0.93	1.09	1.28	1.48	1.69	1.93	2.19	2.47
30	0.02	0.05	0.08	0.13	0.19	0.26	0.35	0.44	0.55	0.67	0.81	0.96	1.13	1.32	1.52	1.75	1.99	2.26	2.55

表 G. 0. 2-2　悬索湿绳改正值(m)　$\beta=3\sim4$

湿绳长度(m)	悬索偏角 θ																		
	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
1	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18
2	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23	0.26	0.30
3	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20	0.24	0.27	0.31	0.35	0.40
4	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.11	0.13	0.15	0.18	0.22	0.25	0.29	0.33	0.38	0.43	0.49
5	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.18	0.22	0.26	0.30	0.34	0.39	0.45	0.51	0.57

住房城乡建设部信息公开浏览专用

续表G. 0. 2-2

湿绳长度(m)	悬索偏角 θ																		
	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
6	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.17	0.21	0.25	0.29	0.34	0.39	0.45	0.51	0.58	0.66
7	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.20	0.24	0.28	0.33	0.39	0.44	0.51	0.58	0.66	0.74
8	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09	0.11	0.14	0.18	0.22	0.26	0.31	0.37	0.43	0.49	0.57	0.64	0.73	0.83
9	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.16	0.20	0.24	0.29	0.34	0.40	0.47	0.54	0.62	0.71	0.81	0.91
10	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.14	0.17	0.21	0.26	0.32	0.37	0.44	0.51	0.59	0.68	0.77	0.88	0.99
11	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23	0.28	0.34	0.41	0.48	0.56	0.64	0.74	0.84	0.95	1.08
12	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.16	0.20	0.25	0.31	0.37	0.45	0.51	0.60	0.69	0.79	0.90	1.03	1.16
13	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.13	0.17	0.22	0.27	0.33	0.40	0.47	0.55	0.64	0.74	0.85	0.97	1.10	1.24
14	0.01	0.03	0.04	0.07	0.10	0.14	0.18	0.23	0.29	0.35	0.42	0.50	0.59	0.68	0.79	0.91	1.03	1.17	1.33
15	0.01	0.03	0.05	0.07	0.11	0.15	0.19	0.24	0.30	0.37	0.45	0.53	0.62	0.73	0.84	0.96	1.10	1.25	1.41
16	0.01	0.03	0.05	0.08	0.11	0.15	0.20	0.26	0.32	0.39	0.47	0.56	0.66	0.77	0.89	1.02	1.16	1.32	1.49
17	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.21	0.27	0.34	0.42	0.50	0.59	0.70	0.81	0.94	1.08	1.23	1.39	1.57
18	0.01	0.03	0.05	0.09	0.12	0.17	0.23	0.29	0.36	0.44	0.53	0.63	0.73	0.85	0.99	1.13	1.29	1.47	1.66
19	0.01	0.03	0.06	0.09	0.13	0.18	0.24	0.30	0.38	0.46	0.55	0.66	0.77	0.90	1.04	1.19	1.36	1.54	1.74
20	0.02	0.03	0.06	0.10	0.14	0.19	0.25	0.31	0.39	0.48	0.58	0.69	0.81	0.91	1.09	1.25	1.42	1.61	1.82
21	0.02	0.04	0.06	0.10	0.14	0.20	0.26	0.33	0.42	0.50	0.60	0.72	0.84	0.98	1.13	1.30	1.49	1.69	1.91
22	0.02	0.04	0.07	0.10	0.15	0.20	0.27	0.34	0.43	0.52	0.63	0.75	0.88	1.03	1.18	1.36	1.55	1.76	1.99
23	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.21	0.28	0.36	0.45	0.55	0.66	0.78	0.92	1.07	1.23	1.42	1.62	1.83	2.07
24	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.22	0.29	0.37	0.46	0.57	0.68	0.81	0.95	1.11	1.28	1.47	1.68	1.91	2.15
25	0.02	0.04	0.07	0.12	0.17	0.23	0.30	0.39	0.48	0.59	0.71	0.84	0.99	1.15	1.33	1.53	1.74	1.98	2.24

住房城乡建设部信息公开 试览专用

续表G. 0. 2-2

湿绳长度(m)	悬索偏角 θ																		
	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
26	0.02	0.04	0.08	0.12	0.17	0.24	0.32	0.40	0.50	0.61	0.74	0.87	1.03	1.20	1.38	1.59	1.81	2.05	2.32
27	0.02	0.05	0.08	0.12	0.18	0.25	0.33	0.42	0.52	0.63	0.76	0.91	1.06	1.24	1.43	1.64	1.87	2.13	2.40
28	0.02	0.05	0.08	0.13	0.19	0.26	0.34	0.43	0.54	0.65	0.79	0.94	1.10	1.28	1.48	1.70	1.94	2.20	2.49
29	0.02	0.05	0.09	0.13	0.19	0.26	0.35	0.44	0.55	0.68	0.81	0.97	1.14	1.32	1.53	1.75	2.00	2.27	2.57
30	0.02	0.05	0.09	0.14	0.20	0.27	0.36	0.46	0.57	0.70	0.84	1.00	1.17	1.37	1.58	1.81	2.07	2.34	2.65

表 G. 0. 2-3　悬索湿绳改正值(m)　$\beta=5$

湿绳长度(m)	悬索偏角 θ																		
	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
1	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.19
2	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	0.23	0.26	0.29	0.33
3	0	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.17	0.20	0.23	0.27	0.30	0.34	0.39	0.44
4	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.17	0.21	0.24	0.28	0.32	0.37	0.42	0.48	0.54
5	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.17	0.20	0.24	0.28	0.33	0.38	0.43	0.49	0.56	0.63
6	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.10	0.13	0.16	0.19	0.23	0.27	0.32	0.37	0.43	0.49	0.56	0.64	0.72
7	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.18	0.21	0.26	0.31	0.36	0.42	0.48	0.55	0.63	0.72	0.81
8	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.16	0.19	0.24	0.28	0.34	0.40	0.46	0.53	0.61	0.70	0.79	0.89
9	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.13	0.17	0.21	0.26	0.31	0.37	0.43	0.51	0.58	0.67	0.76	0.87	0.98
10	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.15	0.18	0.23	0.28	0.34	0.40	0.47	0.55	0.63	0.73	0.83	0.94	1.06

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

续表G. 0. 2-3

湿绳长度(m)	悬索偏角 θ																		
	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
11	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.16	0.20	0.25	0.30	0.36	0.43	0.51	0.59	0.68	0.78	0.89	1.01	1.15
12	0.01	0.02	0.04	0.07	0.09	0.13	0.17	0.21	0.27	0.32	0.39	0.46	0.54	0.63	0.73	0.84	0.96	1.09	1.23
13	0.01	0.03	0.04	0.07	0.10	0.14	0.18	0.23	0.28	0.35	0.42	0.50	0.58	0.68	0.78	0.90	1.02	1.16	1.31
14	0.01	0.03	0.05	0.07	0.11	0.14	0.19	0.24	0.30	0.37	0.44	0.53	0.62	0.72	0.83	0.96	1.09	1.24	1.40
15	0.01	0.03	0.05	0.08	0.11	0.15	0.20	0.26	0.32	0.39	0.47	0.56	0.66	0.76	0.88	1.01	1.15	1.31	1.48
16	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.21	0.27	0.34	0.41	0.50	0.59	0.69	0.81	0.93	1.07	1.22	1.38	1.56
17	0.01	0.03	0.05	0.09	0.12	0.17	0.22	0.29	0.36	0.43	0.52	0.62	0.73	0.85	0.98	1.13	1.28	1.46	1.65
18	0.01	0.03	0.06	0.09	0.13	0.18	0.23	0.30	0.37	0.46	0.55	0.65	0.77	0.89	1.03	1.18	1.35	1.53	1.73
19	0.02	0.03	0.06	0.09	0.14	0.19	0.25	0.31	0.39	0.48	0.57	0.68	0.80	0.93	1.08	1.24	1.41	1.60	1.81
20	0.02	0.04	0.06	0.10	0.14	0.20	0.26	0.33	0.41	0.50	0.60	0.71	0.84	0.98	1.13	1.30	1.48	1.68	1.89
21	0.02	0.04	0.07	0.10	0.15	0.20	0.27	0.34	0.43	0.52	0.63	0.75	0.88	1.02	1.18	1.35	1.54	1.75	1.98
22	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.21	0.28	0.36	0.45	0.54	0.65	0.78	0.91	1.06	1.23	1.41	1.61	1.82	2.06
23	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.22	0.29	0.37	0.46	0.56	0.68	0.81	0.95	1.11	1.28	1.46	1.67	1.90	2.14
24	0.02	0.04	0.07	0.12	0.17	0.23	0.30	0.39	0.48	0.59	0.71	0.84	0.98	1.15	1.32	1.52	1.73	1.97	2.23
25	0.02	0.04	0.08	0.12	0.18	0.24	0.31	0.40	0.50	0.61	0.73	0.87	1.02	1.19	1.37	1.58	1.80	2.04	2.31
26	0.02	0.05	0.08	0.12	0.18	0.25	0.32	0.41	0.52	0.63	0.76	0.90	1.06	1.23	1.42	1.63	1.86	2.12	2.39
27	0.02	0.05	0.08	0.13	0.19	0.26	0.34	0.43	0.53	0.65	0.78	0.93	1.10	1.28	1.47	1.69	1.93	2.19	2.47
28	0.02	0.05	0.09	0.13	0.19	0.26	0.35	0.44	0.55	0.67	0.81	0.96	1.13	1.32	1.52	1.75	1.99	2.26	2.56
29	0.02	0.05	0.09	0.14	0.20	0.27	0.36	0.46	0.57	0.70	0.84	0.99	1.17	1.36	1.57	1.80	2.06	2.33	2.64
30	0.02	0.05	0.09	0.14	0.21	0.28	0.37	0.47	0.59	0.72	0.86	1.03	1.21	1.40	1.62	1.86	2.12	2.41	2.72

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

表 G.0.2-4　悬索湿绳改正值(m)

湿绳长度(m)	$\beta=2.0$										$\beta=3.0$									
	悬索偏角 θ																			
	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°
11	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	1.2	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.8	3.1
12	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	3.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.3
13	1.3	1.5	1.7	1.8	2.1	2.3	2.0	2.8	3.1	3.4	1.4	1.5	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	3.2	3.6
14	1.4	1.0	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.3	3.7	1.5	1.6	1.9	2.1	2.3	2.5	2.8	3.1	3.5	3.8
15	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	3.9	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7	4.1
16	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.8	4.2	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.9	4.3
17	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	3.3	3.6	4.0	4.4	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.1	4.6
18	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.8	4.2	4.7	1.8	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.9	4.3	4.8
19	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	3.3	3.6	4.0	4.4	4.9	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.1	4.6	5.0
20	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.1	3.8	4.2	4.7	5.1	2.0	2.3	2.5	2.8	3.2	3.5	3.9	4.3	4.8	5.3
21	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.9	5.4	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.5
22	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.2	4.6	5.1	5.6	2.2	2.5	2.8	3.1	3.5	3.8	4.3	4.7	5.2	5.8
23	2.3	2.5	2.8	3.2	3.5	3.9	4.3	4.8	5.3	5.9	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.9	5.4	6.0
24	2.3	2.6	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.5	6.1	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.2	4.6	5.1	5.7	6.3
25	2.4	2.7	3.1	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	2.5	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.3	5.9	6.5
26	2.5	2.8	3.2	3.5	3.9	4.4	4.9	5.4	6.0	6.6	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.1	6.7
27	2.6	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.6	6.2	6.8	2.7	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	5.2	5.7	6.3	7.0
28	2.7	3.0	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	7.1	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.3	5.9	6.5	7.2
29	2.8	3.2	3.5	3.9	4.4	4.9	5.4	6.0	6.6	7.3	2.9	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.1	6.8	7.5
30	2.9	3.3	3.6	4.1	4.5	5.0	5.6	6.2	6.9	7.6	3.0	3.3	3.7	4.1	4.6	5.1	5.7	6.3	7.0	7.7

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

续表G.0.2-4

湿绳长度(m)	$\beta=2.0$										$\beta=3.0$									
	悬索偏角 θ																			
	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°
31	3.0	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	7.1	7.8	3.1	3.4	3.8	4.3	4.7	5.3	5.9	6.5	7.2	8.0
32	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.4	6.0	6.6	7.3	8.1	3.1	3.5	3.9	4.4	4.9	5.5	6.1	6.7	7.4	8.2
33	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.1	6.8	7.5	8.3	3.2	3.6	4.1	4.5	5.1	5.6	6.2	6.9	7.6	8.4
34	3.3	3.7	4.1	4.6	5.1	5.7	6.3	7.0	7.7	8.5	3.3	3.7	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	7.1	7.9	8.7
35	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.5	7.2	8.0	8.8	3.4	3.8	4.3	4.8	5.3	5.9	6.6	7.3	8.1	8.9
36	3.5	3.9	4.3	4.9	5.4	6.0	6.7	7.4	8.2	9.0	3.5	3.9	4.4	4.9	5.5	6.1	6.8	7.5	8.3	9.2
37	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.2	6.8	7.6	8.4	9.3	3.6	4.0	4.5	5.1	5.6	6.3	6.9	7.7	8.5	9.4
38	3.6	4.1	4.6	5.1	5.7	6.3	7.0	7.8	8.6	9.5	3.7	4.2	4.6	5.2	5.8	6.4	7.1	7.9	8.7	9.7
39	3.7	4.2	4.7	5.2	5.8	6.5	7.2	8.0	8.8	9.8	3.8	4.3	4.8	5.3	5.9	6.6	7.3	8.1	9.0	9.9
40	3.8	4.3	4.8	5.4	6.0	6.7	7.4	8.2	9.1	10.0	3.9	4.4	4.9	5.4	6.1	6.7	7.5	8.3	9.2	10.1
41	3.9	4.4	4.9	5.5	6.1	6.8	7.6	8.4	9.3	10.3	4.0	4.5	5.0	5.6	6.2	6.9	7.7	8.5	9.4	10.4
42	4.0	4.5	5.0	5.6	6.3	7.0	7.7	8.6	9.5	10.5	4.1	4.6	5.1	5.7	6.4	7.1	7.8	8.7	9.6	10.6
43	4.1	4.6	5.2	5.8	6.4	7.1	7.9	8.8	9.7	10.7	4.2	4.7	5.2	5.8	6.5	7.2	8.0	8.9	9.8	10.9
44	4.2	4.7	5.3	5.9	6.6	7.3	8.1	9.0	9.9	11.0	4.3	4.8	5.3	6.0	6.6	7.4	8.2	9.1	10.1	11.1
45	4.3	4.8	5.4	6.0	6.7	7.5	8.3	9.2	10.2	11.2	4.4	4.9	5.5	6.1	6.8	7.6	8.4	9.3	10.3	11.4
46	4.4	4.9	5.5	6.2	6.9	7.6	8.5	9.4	10.4	11.5	4.4	5.0	5.6	6.2	6.9	7.7	8.6	9.5	10.5	11.6
47	4.5	5.0	5.6	6.3	7.0	7.8	8.6	9.6	10.6	11.7	4.5	5.1	5.7	6.4	7.1	7.9	8.7	9.7	10.7	11.9
48	4.6	5.1	5.8	6.4	7.1	7.9	8.8	9.8	10.8	12.0	4.6	5.2	5.8	6.5	7.2	8.0	8.9	9.9	10.9	12.1
49	4.7	5.2	5.9	6.5	7.3	8.1	9.0	10.0	11.0	12.2	4.7	5.3	5.9	6.6	7.4	8.2	9.1	10.1	11.2	12.3
50	4.8	5.3	6.0	6.7	7.4	8.3	9.2	10.2	11.2	12.4	4.8	5.4	6.1	6.8	7.5	8.4	9.3	10.3	11.4	12.6

住房城乡建设部标准公开浏览专用

表 G. 0. 2-5　悬索湿绳改正值(m)

湿绳长度(m)	$\beta=4.0$										$\beta=5.0$									
	悬索偏角 θ																			
	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°
11	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.2	2.4	2.6	2.9	3.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.4
12	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.8	3.1	3.5	1.4	1.6	1.7	1.9	2.2	2.4	2.7	2.9	3.3	3.6
13	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.4	3.7	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.8	3.2	3.5	3.9
14	1.5	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.4	3.7	4.1
15	1.6	1.8	2.0	2.3	2.5	2.8	3.1	3.4	3.3	4.2	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.9	4.3
16	1.7	1.9	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	4.0	4.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.1	3.4	3.8	4.2	4.6
17	1.8	2.0	2.3	2.5	2.8	3.1	3.5	3.8	4.2	4.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8
18	1.9	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	4.0	4.5	4.9	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.2	4.6	5.1
19	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.9	4.4	4.8	5.3
20	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.9	5.4	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7	4.1	4.6	5.0	5.6
21	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	5.1	5.7	2.2	2.5	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.3	5.8
22	2.3	2.5	2.8	3.2	3.5	3.9	4.4	4.8	5.4	5.9	2.3	2.6	2.9	3.3	3.6	4.0	4.5	4.9	5.5	6.1
23	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.6	6.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	5.1	5.7	6.3
24	2.5	2.8	3.1	3.4	3.8	4.3	4.7	5.2	5.8	6.4	2.5	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.3	5.9	6.5
25	2.5	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.9	5.4	6.0	6.6	2.6	2.9	3.3	3.6	4.1	4.5	5.0	5.5	6.1	6.8
26	2.6	3.0	3.3	3.7	4.1	4.6	5.1	5.6	6.2	6.9	2.7	3.0	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	5.7	6.4	7.0
27	2.7	3.1	3.4	3.8	4.3	4.7	5.3	5.8	6.5	7.1	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.4	5.9	6.6	7.3
28	2.8	3.2	3.5	4.0	4.4	4.9	5.4	6.0	6.7	7.4	2.9	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.1	6.8	7.5
29	2.9	3.3	3.7	4.1	4.6	5.1	5.6	6.2	6.9	7.6	3.0	3.3	3.7	4.2	4.6	5.2	5.7	6.3	7.0	7.8
30	3.0	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	7.1	7.9	3.1	3.4	3.8	4.3	4.8	5.3	5.9	6.5	7.2	8.0

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

续表G.0.2-5

湿绳长度(m)	$\beta=4.0$										$\beta=5.0$									
	悬索偏角 θ																			
	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°
31	3.1	3.5	3.9	4.4	4.8	5.4	6.0	6.6	7.3	8.1	3.2	3.5	4.0	4.4	4.9	5.5	6.1	6.7	7.5	8.2
32	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.2	6.8	7.5	8.3	3.3	3.6	4.1	4.6	5.1	5.6	6.3	6.9	7.7	8.5
33	3.3	3.7	4.1	4.6	5.1	5.7	6.3	7.0	7.8	8.6	3.3	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	7.1	7.9	8.7
34	3.4	3.8	4.2	4.7	5.3	5.9	6.5	7.2	8.0	8.8	3.4	3.9	4.3	4.8	5.4	6.0	6.6	7.3	8.1	9.0
35	3.5	3.9	4.4	4.9	5.4	6.0	6.7	7.4	8.2	9.1	3.5	4.0	4.4	4.9	5.5	6.1	6.8	7.5	8.3	9.2
36	3.6	4.0	4.5	5.0	5.6	6.2	6.9	7.6	8.4	9.3	3.6	4.1	4.5	5.1	5.7	6.3	7.0	7.7	8.6	9.5
37	3.7	4.1	4.6	5.1	5.7	6.4	7.1	7.8	8.6	9.6	3.7	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	7.2	7.9	8.8	9.7
38	3.8	4.2	4.7	5.3	5.9	6.5	7.2	8.0	8.9	9.8	3.8	4.3	4.8	5.3	6.0	6.6	7.3	8.1	9.0	9.9
39	3.8	4.3	4.8	5.4	6.0	6.7	7.4	8.2	9.1	10.1	3.9	4.4	4.9	5.5	6.1	6.8	7.5	8.3	9.2	10.2
40	3.9	4.4	5.0	5.5	6.2	6.8	7.6	8.4	9.3	10.3	4.0	4.5	5.0	5.6	6.2	6.9	7.7	8.5	9.4	10.4
41	4.0	4.5	5.1	5.7	6.3	7.0	7.8	8.6	9.5	10.5	4.1	4.6	5.1	5.7	6.4	7.1	7.9	8.7	9.7	10.7
42	4.1	4.6	5.2	5.8	6.4	7.2	7.9	8.8	9.7	10.8	4.2	4.7	5.3	5.9	6.5	7.3	8.1	8.9	9.9	10.9
43	4.2	4.7	5.3	5.9	6.6	7.3	8.1	9.0	10.0	11.0	4.3	4.8	5.4	6.0	6.7	7.4	8.2	9.1	10.1	11.2
44	4.3	4.8	5.4	6.0	6.8	7.5	8.3	8.2	10.2	11.3	4.4	4.9	5.5	6.1	6.8	7.6	8.4	9.3	10.3	11.4
45	4.4	4.9	5.5	6.2	6.9	7.6	8.5	9.4	10.4	11.5	4.5	5.0	5.6	6.3	7.0	7.7	8.6	9.5	10.5	11.7
46	4.5	5.1	5.7	6.3	7.0	7.8	8.7	9.6	10.6	11.8	4.6	5.1	5.7	6.4	7.1	7.9	8.8	9.7	10.8	11.9
47	4.6	5.2	5.8	6.4	7.2	8.0	8.8	9.8	10.8	12.0	4.6	5.2	5.8	6.5	7.3	8.1	8.9	9.9	11.0	12.1
48	4.7	5.3	5.9	6.6	7.3	8.2	9.0	10.0	11.1	12.2	4.7	5.3	6.0	6.6	7.4	8.2	9.1	10.1	11.2	12.4
49	4.8	5.4	6.0	6.7	7.5	8.3	9.2	10.2	11.3	12.5	4.8	5.4	6.1	6.8	7.5	8.4	9.3	10.3	11.4	12.6
50	4.9	5.5	6.1	6.8	7.6	8.5	9.4	10.4	11.5	12.7	4.9	5.5	6.2	6.9	7.7	8.5	9.5	10.5	11.6	12.9

住房城乡建设部标准公开浏览专用

表 G.0.3-1　湿绳改正系数

β/d	偏角															
	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°
0.05	0.070	0.158	0.282	0.443	0.611	0.878	1.155	1.474	1.836	2.244	2.699	3.206	3.767	4.385	5.064	5.810
0.06	0.071	0.159	0.284	0.446	0.645	0.883	1.162	1.482	1.846	2.256	2.714	3.223	3.787	4.408	5.091	5.840
0.07	0.071	0.160	0.285	0.448	0.648	0.888	1.168	1.490	1.856	2.268	2.729	3.240	3.807	4.431	5.118	5.871
0.08	0.071	0.161	0.287	0.450	0.652	0.893	1.174	1.498	1.866	2.280	2.743	3.258	3.827	4.455	5.145	5.901
0.09	0.072	0.162	0.289	0.453	0.656	0.898	1.181	1.506	1.876	2.292	2.758	3.275	3.847	4.478	5.171	5.932
0.10	0.072	0.163	0.290	0.455	0.659	0.903	1.187	1.514	1.886	2.305	2.773	3.292	3.868	4.502	5.198	5.963
0.20	0.076	0.172	0.306	0.480	0.695	0.951	1.251	1.595	1.987	2.427	2.919	3.466	4.070	4.736	5.467	6.268
0.30	0.080	0.180	0.322	0.505	0.730	1.000	1.314	1.676	2.087	2.549	3.065	3.638	4.270	4.967	5.732	6.570
0.40	0.084	0.189	0.337	0.529	0.765	1.047	1.377	1.756	2.185	2.668	3.208	3.806	4.467	5.194	5.992	6.865
0.50	0.087	0.197	0.352	0.552	0.799	1.094	1.438	1.833	2.281	2.785	3.347	3.971	4.659	5.415	6.245	7.151
0.60	0.091	0.206	0.367	0.576	0.833	1.139	1.497	1.908	2.375	2.899	3.483	4.130	4.845	5.630	6.489	7.429
0.70	0.095	0.214	0.381	0.592	0.865	1.183	1.555	1.982	2.465	3.009	3.614	4.285	5.024	5.836	6.725	7.696
0.80	0.098	0.222	0.395	0.620	0.896	1.226	1.611	2.052	2.553	3.115	3.741	4.434	5.197	6.036	6.952	7.953

住房城乡建设部信息公开
征求意见稿

续表G. 0. 3-1

β/d	偏角														
	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°
0. 90	0. 102	0. 229	0. 409	0. 641	0. 926	1. 267	1. 665	2. 121	2. 637	3. 217	3. 862	4. 577	5. 364	6. 227	7. 171	8. 199
1. 00	0. 105	0. 236	0. 421	0. 661	0. 955	1. 307	1. 717	2. 186	2. 718	3. 315	3. 980	4. 715	5. 524	6. 411	7. 380	8. 435
1. 10	0. 108	0. 243	0. 434	0. 680	0. 984	1. 345	1. 767	2. 250	2. 797	3. 410	4. 093	4. 847	5. 677	6. 587	7. 580	8. 662
1. 20	0. 111	0. 250	0. 446	0. 699	1. 011	1. 382	1. 815	2. 311	2. 872	3. 501	4. 201	4. 974	5. 825	6. 756	7. 772	8. 878
1. 30	0. 114	0. 257	0. 457	0. 717	1. 037	1. 417	1. 861	2. 369	2. 944	3. 589	4. 305	5. 096	5. 966	6. 918	7. 956	9. 085
1. 40	0. 117	0. 263	0. 469	0. 735	1. 062	1. 451	1. 906	2. 426	3. 014	3. 673	4. 405	5. 214	6. 102	7. 047	8. 133	9. 283
1. 50	0. 119	0. 269	0. 479	0. 751	1. 086	1. 484	1. 948	2. 480	3. 081	3. 754	4. 501	5. 326	6. 232	7. 223	8. 302	9. 473
1. 60	0. 122	0. 275	0. 490	0. 767	1. 109	1. 516	1. 990	2. 532	3. 145	3. 831	4. 593	5. 434	6. 357	7. 366	8. 463	9. 655
1. 70	0. 124	0. 280	0. 500	0. 783	1. 131	1. 546	2. 029	2. 582	3. 207	3. 906	4. 682	5. 538	6. 477	7. 502	8. 619	9. 829
1. 80	0. 127	0. 286	0. 509	0. 798	1. 153	1. 576	2. 068	2. 631	3. 266	3. 978	4. 767	5. 638	6. 592	7. 634	8. 767	9. 996
1. 90	0. 129	0. 291	0. 519	0. 812	1. 174	1. 604	2. 104	2. 677	3. 324	4. 047	4. 849	5. 733	6. 703	7. 760	8. 910	10. 156
2. 00	0. 131	0. 296	0. 527	0. 826	1. 194	1. 631	2. 140	2. 722	3. 379	4. 113	4. 928	5. 825	6. 809	7. 882	9. 047	10. 310

住房城乡建设部信息公开
仅供技术交流

表 G.0.3-2　湿绳改正系数

β/d	偏角												
	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°
0.05	6.626	7.520	8.496	9.562	10.725	11.995	13.382	14.895	16.548	18.353	20.326	22.483	24.843
0.06	6.661	7.558	8.539	9.610	10.779	12.055	13.447	14.966	16.625	18.437	20.417	22.582	24.949
0.07	6.695	7.567	8.583	9.658	10.832	12.114	13.512	15.037	16.703	18.522	20.508	22.680	25.054
0.08	6.730	7.636	8.626	9.707	10.886	12.173	13.577	15.108	16.780	18.606	20.599	22.778	25.159
0.09	6.765	7.675	8.670	9.755	10.940	12.232	13.642	15.180	16.858	18.690	20.690	22.876	25.264
0.10	6.799	7.714	8.713	9.804	10.993	12.291	13.707	15.251	16.935	18.774	20.781	22.974	25.369
0.20	7.144	8.102	9.146	10.285	11.529	12.879	14.351	15.955	17.702	19.606	21.679	23.939	26.403
0.30	7.485	8.484	9.573	10.795	12.050	13.455	14.982	16.643	18.450	20.414	22.550	24.873	27.390
0.40	7.818	8.857	9.989	11.220	12.559	14.013	15.593	17.308	19.171	21.192	23.380	25.766	28.348
0.50	8.141	9.219	10.392	11.666	13.050	14.552	16.131	17.947	19.861	21.934	24.181	26.613	29.246
0.60	8.456	9.568	10.779	12.095	13.522	15.068	16.743	18.556	20.518	22.640	24.934	27.414	30.091
0.70	8.754	9.903	11.152	12.506	13.973	15.561	17.279	19.136	21.142	23.308	25.646	28.168	30.885
0.80	9.042	10.225	11.508	12.899	14.404	16.031	17.789	19.686	21.733	23.940	26.318	28.877	31.630

住房城乡建设部信息公开
测绘专用

续表G. 0. 3-2

β/d	偏角												
	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°
0.90	9.318	10.533	11.849	12.274	14.815	16.478	18.273	20.208	22.293	24.537	26.950	29.543	32.327
1.00	9.583	10.827	12.175	13.632	15.206	16.904	18.733	20.703	22.822	25.100	27.045	30.169	32.980
1.10	9.836	11.109	12.486	13.973	15.578	17.308	19.170	21.172	23.323	25.631	28.106	30.757	33.592
1.20	10.078	11.378	12.782	14.299	15.933	17.692	19.584	21.616	23.796	26.132	28.634	31.309	34.166
1.30	10.310	11.634	13.065	14.600	16.271	18.058	19.977	22.037	24.244	26.606	29.132	31.829	34.705
1.40	10.531	11.880	13.336	14.904	16.592	18.405	20.351	22.436	24.668	27.054	29.601	32.318	35.211
1.50	10.743	12.114	13.593	15.186	16.898	18.736	20.705	22.814	25.069	27.477	30.045	32.779	35.687
1.60	10.945	12.338	13.840	15.455	17.191	19.050	21.043	23.174	25.450	27.877	30.463	33.214	36.135
1.70	11.139	12.553	14.075	15.711	17.468	19.350	21.363	23.515	25.811	28.257	30.860	33.625	36.558
1.80	11.325	12.758	14.300	15.956	17.733	19.635	21.569	23.840	26.154	28.617	31.235	34.013	36.957
1.90	11.503	12.954	14.515	16.191	17.986	19.907	21.960	24.148	26.479	28.958	31.590	34.381	37.334
2.00	11.673	13.142	14.721	16.414	18.228	20.167	22.237	24.443	26.789	29.283	31.928	34.729	37.691

住房城乡建设部信息公开
仅供查用

附录 H　流量在线监测比测技术大纲

H.0.1　流量在线监测比测技术大纲可按表 H.0.1 编写。

表 H.0.1　流量在线监测比测技术大纲

章节编号	章节名称	具体内容要求
1	基本情况	1.1　背景、意义、目的：介绍背景情况，明确比测工作的意义和核心目的
		1.2　测站情况：包含测站简介、测验项目、测验精度要求、测验方式方法、高中低水测验方案、整编方案、测验方法和整编方案沿革等内容
		1.3　测站特性：包含测验环境、水沙特性、近 5 年大断面分析、特征水位流量、近 5 年水位流量关系、一站一策分析等成果等内容
2	设备及安装情况	2.1　设备简介：说明硬件的原理、指标、适用条件等
		2.2　设备数据情况：说明软件的数据格式、数据获取方式、协议开放情况等
		2.3　安装方案：包含安装示意图、安装方式、安装位置、供电方式、传输方式、施工过程、现场照片等内容
		2.4　运行情况：包含测试调试情况、参数设置、起点距设置等特殊问题处理，维护保养情况等内容
3	比测方案	3.1　比测分析依据：列出相关技术标准、规定等依据文件
		3.2　比测安排：明确比测时间计划、人员分工等内容

住房城乡建设部信息公开
测试专用

续表H.0.1

章节编号	章节名称	具体内容要求
3	比测方案	3.3　比测要求：包含比测范围（需至少一个丰平枯周期）、测点整体分布、涨落水分布，设备运行状态监视及设备维护要求，断面测量次数等内容
		3.4　设备稳定性分析方法：包含故障率、测验数据稳定性（稳定水情下的在线数据跳动情况）等分析方法
		3.5　单点比测方案：制定点流速的比测方案
		3.6　成果比测方案：制定流量的比测方案
4	比测分析	4.1　比测工作开展情况：针对第3章比测方案逐条响应，包含数据统计、比测特征统计，收集样本情况（采用差积曲线等方法评价测点分布的合理性），分析采用数据情况等内容
		4.2　断面稳定性分析：包含流量在线监测断面的选择、断面测次、断面稳定性等分析内容
		4.3　设备稳定性分析及统计：包含设备故障、异常等情况分析、处理情况、运行情况统计、测验数据稳定性等内容
		4.4　单点精度分析：验证单点测量精度
		4.5　成果精度分析：计算流量精度，具体包含以下3点：
		4.5.1　模型方法：包含部分加权法、代表流速法、人工智能模型等
		4.5.2　模型精度分析：针对不同模型的精度分析，包含率定精度和检验精度
		4.5.3　模型稳定性分析：不同模型的稳定性及外延性分析

住房城乡建设部信息公开 测试专用

续表H.0.1

章节编号	章节名称	具体内容要求
4	比测分析	4.6　整编精度分析：分析整编特征值、均值、月年总量、过程等的相应性
		4.7　综合评价：包含断面稳定性评价、设备稳定性评价、单点精度评价、成果精度评价（含外延精度）、整编精度评价5项具体评价内容
5	结论与建议	5.1　具体投产方案：包含投产方案选择、投产使用范围、参数设置、在全年中的预估使用时长等内容
		5.2　投产方案使用：明确方案用于测验、整编、报汛等场景，确定数据获取、数据对接、自主管理方案等内容
		5.3　质量保证措施：包含应用安排、检查维护计划，设备硬件、软件检查维护方案，备用电源及备用信道方案，比测、分析、整编等具体技术要求等内容
		5.4　存在的问题，根据比测结果，分析归纳设备方法局限性、技术问题、管理问题及解决方案，包括精度、代表性、连续工作的稳定性、数据传输能力等方面
		5.5　后续工作：明确后续并行应用、检测等工作安排
附加内容	附表、附图	包含相关数据表格或图片等资料
	附件	1. 报告校审记录文件； 2. 完整设备数据，数据网址、软件、账号等； 3. 完整比测资料； 4. 分析计算过程资料

住房城乡建设部信息公开
试验专用

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

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）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

引用标准名录

《水位观测标准》GB/T 50138
《直线明槽中的转子式流速仪检定/校准方法》GB/T 21699
《水文测量规范》SL 58
《水文资料整编规范》SL/T 247
《水工建筑物与堰槽测流规范》SL 537
《感潮水文测验规范》SL 732
《水文应急监测技术导则》SL/T 784

住房城乡建设部信息公开
浏览专用