

SL

中华人民共和国行业标准

P

SL 195—97

水文巡测规范

Standard for hydrological research

1997—05—12 发布

1997—06—01 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国行业标准

水文巡测规范

SL 195—97

主编单位：长江水利委员会水文局

批准部门：中华人民共和国水利部

中华人民共和国水利部

关于发布《水文巡测规范》
SL 195—97 的通知

水文 [1997] 188 号

根据部水利水电技术标准制定、修订计划，由部水文司主持，以长江水利委员会水文局为主编单位制定的《水文巡测规范》，经审查批准为水利行业标准，现予以发布。标准的名称和编号为：

《水文巡测规范》SL 195—97。

本标准自 1997 年 6 月 1 日起实施。在实施过程中各单位应注意总结经验，如有问题请函告主持部门，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

1997 年 5 月 12 日

目 次

1	总则	6
2	流量测验部署	7
2.1	基本情况调查	7
2.2	巡测条件与要求	7
2.3	流量测验方案部署	9
3	测流设备与流量测验方法选择	11
3.1	测流设备	11
3.2	流量测验方法选择	11
4	流量资料分析整理与允许误差指标	13
4.1	一般规定	13
4.2	误差分析方法	13
4.3	允许误差指标	15
4.4	水位流量关系统计检验	19
5	桥上测流	20
5.1	一般规定	20
5.2	桥测河段勘察	21
5.3	断面布设	21
5.4	测流方案布置	22
5.5	桥上测流主要设备配置	23
5.6	流量计算	24
5.7	桥测精度要求与误差控制	25
6	泥沙测验	26
6.1	一般规定	26
6.2	非汛期悬移质测验	27
6.3	汛期悬移质测验	28

6.4 悬移质测验仪器和方法	28
7 水文调查	30
7.1 一般规定	30
7.2 调查要求	30
附加说明	33

1 总 则

1.0.1 为了统一全国水文巡测的技术要求以及测验允许误差，保证收集水文资料的精度，为各类工程建设提供可靠的基础资料，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于天然河流、湖泊、水库、人工河渠、潮汐影响和水工程附近河段的水文测验、调查和资料分析整理。

1.0.3 水文巡测的测验部署，应根据巡测区的自然地理条件、河流水文特征、已有水文站布局和测站特性，按下列要求进行：

1.0.3.1 根据收集、分析水文资料的不同要求和技术条件，确定巡测、间测或水文调查。

1.0.3.2 按 **1.0.3.1** 部署测验项目、测次、测验方法和巡测区测验方案。

1.0.3.3 在扩大水文资料收集范围和增强水文资料的完整性需要时，可设立辅助站和调查点。

1.0.4 巡测区各水文站必须采用本巡测区的水文资料按本规范规定的方法，对各项误差进行分析计算，当分析计算成果符合本规范规定的允许范围时，可实行巡测或间测。

1.0.5 水文巡测站的水位、降水等项目的观测，流量和泥沙测验，水质监测，以及仪器设备的采用，均应按现行有关国家标准和行业标准的规定执行。

2 流量测验部署

2.1 基本情况调查

2.1.1 巡测区内测站的基本情况调查应包括下列内容：

(1) 河流、湖泊、水库的水文特征和测站特性，水文要素的季节性变化和水质状况；

(2) 水位流量关系形式，流量与输沙率关系特性；

(3) 各有关水文站、辅助站和调查点间在不同时期，不同水文情势下的相互关系。

2.1.2 对巡测区内的水工程建设规划，已建水工程的布局、规模与调度运用，以及水资源开发利用和管理上需要解决的水文问题，应进行调查，并应对水工程给水文测验带来的影响进行分析。

2.1.3 在平原水网和人类经济活动影响程度较高的地区，应对本测区水域的水量平衡、巡测线路以及辅助站和调查点的设立作专门调查。

2.2 巡测条件与要求

2.2.1 各类精度的水文站符合下列条件之一者，流量测验可实行巡测：

2.2.1.1 水位流量关系呈单一线，流量定线可达到本规范的允许误差，且不需要施测洪峰流量和洪水流量过程。

2.2.1.2 实行间测的测站，在停测期间实行检测者。

2.2.1.3 低枯水、冰期水位流量关系比较稳定，或流量变化平缓，采用巡测资料推算流量，年总量的误差应符合本规范表4.3.3的规定者。

2.2.1.4 枯水期采用定期测流者。

2.2.1.5 水位流量关系不呈单一线的测站，当距离巡测基地较

近，交通、通讯方便，能按水情变化及时施测流量者。

2.2.2 现有水文站实行巡测时应按下列规定进行分析论证：

- (1) 测站控制条件及其转移。
- (2) 水位流量关系线的变化规律与处理方法。
- (3) 可能达到的测验精度与巡测允许误差的关系。
- (4) 现有交通、通讯条件、测验仪器设备状况。
- (5) 巡测方法、路线和巡测时机的分析选择。

2.2.3 实行巡测的水文站，应根据河流水文特性和测站特征多测高水或根据需要多测低枯水。对于水位流量关系曲线的延长，高水部分不宜超过当年实测流量所占水位变幅的 30%（干旱区占 40%），低水部分不超过 10%，且高水插补延长的精度应符合本规范表 4.3.1 的规定。

2.2.4 新设的实行巡测的水文站，应遵守“先详后简”的原则，积累详测资料，并按本规范 2.2.2 条规定分析论证后，再综合其他巡测条件，纳入巡测规划，实行巡测。

2.2.5 各类精度的水文站，有 10 年以上资料，经分析论证实测流量的水位变幅已控制历年（包括大水、枯水年份）水位变幅 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者，可实行间测。

2.2.5.1 每年的水位流量关系曲线与历年综合关系曲线之间的最大偏离不超过本规范表 4.3.8 规定的允许误差范围者，可实行停 2~5 年测一年。

2.2.5.2 各相邻年份的曲线之间的最大偏离不超过本规范表 4.3.4 规定的允许误差范围者可停一年测一年，或实行检测。

2.2.5.3 在年水位变幅的部分范围内，当水位流量关系是单一线并符合 2.2.5.1 所规定的条件时，可在一年的部分水位级内实行间测。

2.2.5.4 复杂的水位流量关系，通过单值化处理，可达到 2.2.5.1 或 2.2.5.2 所规定的条件者。

2.2.5.5 在枯水期，流量变化不大，多年枯水总量占年总量在

5%以内，且对这一时期不需要施测流量过程者。

2.2.5.6 对潮流站，当有多年资料证明潮汐要素与潮流量关系比较稳定者。

2.2.5.7 堰闸测流的流量系数多年稳定，且不超过本规范表4.3.6规定的允许误差范围者。

2.2.6 水文巡测调查应编制专项水文勘测报告，并应包括下列基本项目。

- (1) 对本测区内进行水文水资源分析计算所需要的水量调查。
- (2) 对当年未测到的大洪水和大暴雨的调查与勘测。
- (3) 当年发生的特枯水位调查。
- (4) 现有水工程变化对水文测验的影响程度的调查。

2.3 流量测验方案部署

2.3.1 流量测验方案规划应包括测验次数的精简，单次流量测验方案的选择，以及巡测和间测方案。

2.3.2 流量测验次数的布置，应符合下列规定：

2.3.2.1 实行巡测的水文站，应根据精简测次前后由水位流量关系推算各种时段量误差选择测次，每年可测7~15次。

2.3.2.2 实行间测的水文站，间测期间的施测年份，可按2.3.2.1的规定执行；检测年份可每年检测3次以上。

2.3.3 实行巡测和间测的水文站，单次流量测流方案和精度，均应根据测站的精度类别和不同测验方法按现行国家标准《河流流量测验规范》GB50179—93及现行行业标准的规定执行。

2.3.4 巡测方案的部署应符合下列规定：

2.3.4.1 结合巡测区内各水文站、辅助站和调查点的水文特征，按高、中、低水，汛期与枯水期，涨、落水面进行综合比较分析。

2.3.4.2 按区域性巡测、沿线路巡测、常年巡测和季节性巡测等不同的巡测方法分别控制好各水文站、辅助站和调查点的关键测次。

2.3.4.3 对巡测地区各水文站、辅助站和调查点历年峰现时间，

结合不测洪峰和测洪峰以及当年水情变化等不同情况，分析测流时机和巡测路线。

2.3.4.4 根据测站控制的变化情况及水工程设施的影响，及时调整巡测部署。

2.3.5 实行间测的水文站，停 2~5 年测一年的停测年份，可用历年综合水位流量关系（或其他水力因素间的关系）推流。停一年测一年的停测年份，可采用前一年水位流量关系曲线推流。实行检测者，检测点应分布于高、中、低各级水位，并必须用较高精度的测验方案。每次检测成果都要检查是否超出表 4.3.1 规定的允许误差范围。当不超出允许误差范围时，可继续实行检测，并可采用综合关系线推流。当超出允许误差范围时，应在现场即时分析。属测验失误，应就地复测；属测站控制条件发生变化，应增加巡测次数，采用当年实测成果定线推流，并应于次年恢复正常测流。当间测期间，发生稀遇洪水，或发现水工程措施等人类活动对测站控制条件有明显影响时，应恢复正常测流。

3 测流设备与流量测验方法选择

3.1 测流设备

3.1.1 巡测区内的水位、雨量等定位观测项目的观测设备应实现长期自记。

3.1.2 实行巡测的水文站，流量测验设备应符合下列规定：

3.1.2.1 新设的实行巡测的水文站或巡测断面，应设置测流基本设施，并应配备各种活动装备式的测流设备。

3.1.2.2 采用巡测车、巡测船巡测流量的水文站，可只设置基本测流设施。

3.1.2.3 当有条件时，可因地制宜选择水工建筑物、桥涵、修建量水建筑物或人工控制断面测流。

3.1.3 实行巡测应配备必要的通信设备、交通工具和巡测设备。

3.1.4 辅助站及调查点应设置断面标志桩、水准点或临时水准点等简易设施。

3.2 流量测验方法选择

3.2.1 实行巡测的水文站应根据河道水文特征、测站特性、测流允许误差和测验设备等情况选择流量测验方法，并应符合下列规定：

3.2.1.1 常规测流、率定或校测其他测流方法，应采用流速仪法。

3.2.1.2 当流速仪测流困难或超过流速仪测速性能范围时，可采用浮标法。

3.2.1.3 当超出流速仪法和浮标法的测洪能力，高水断面较稳定，且测验河段的水力条件符合国家标准《河流流量测验规范》规定时，可采用比降—面积法。

3.2.1.4 测区内的已建水工建筑物，其流量系数可按行业标准

《水工建筑物测流规范》SL20—92 进行率定者，可采用水工建筑物测流。

3.2.1.5 在中、小河流上，地质及地形条件适宜，可按行业标准《堰槽测流规范》SL24—91 修建量水建筑物或人工控制断面测流。

3.2.1.6 对于其他测流方法，经过率定并检验其测流精度后，可在同等精度的常规测流方法的使用范围内采用。

3.2.2 实行桥上测流的水文站应按本规范第 5 章桥上测流的规定执行。

3.2.3 实行巡测的水文站，必须施测洪峰流量时，应根据巡测区的雨情、水情预报和巡测方案，选择测流方法。

3.2.4 实行检测的水文站必须采用流速仪法测流。

4 流量资料分析整理与允许误差指标

4.1 一般规定

4.1.1 本章的各项规定，适用于对需要巡测的各水文站的流量资料进行分析整理与误差分析。对已实行巡测的各水文站的流量资料整编，其流量定线误差指标不得大于本章规定。

4.1.2 巡测区各水文站应按不同精度类别，分水位级进行各项误差分析。实行巡测或间测的允许误差指标应根据各项误差分析结果进行综合分析确定。水位级的划分方法应符合国家标准《河流流量测验规范》的有关规定。

4.1.3 误差的表达方式应符合下列规定：

4.1.3.1 水位流量关系线的定线误差，以置信水平为 95% 的相对随机不确定度表示。

4.1.3.2 水位流量关系线间的并线误差、流量间测的水位流量关系线偏离误差、各种时段总量的误差和系统误差以相对误差表示。

4.1.4 分析实行巡测的各项误差所需资料，应符合下列规定：

4.1.4.1 应有 7 年以上连续的资料系列，并宜包括高、中、低水年和不同水情资料。

4.1.4.2 在各水位级内用于计算误差的样本不宜少于 30 个。

4.2 误差分析方法

4.2.1 分析巡测的各项误差，应对水位流量关系线进行分析处理，并应符合下列规定：

4.2.1.1 水位流量关系呈单一线者，可用目估法定线。

4.2.1.2 对于非单一的水位流量关系线，可按水位流量关系的影

响因素，采用不同方法进行单值化处理，定成单一线。

4.2.1.3 不能进行单值化处理的非单一水位流量关系线，可按不同影响因素定成多条单一线。当线与线之间的过渡时间短时，可按时间内插；当过渡时间较长时，应分析各单一线之间的变化规律，确定过渡段处理方法。

4.2.2 实行巡测的误差分析应包括下列项目：

(1) 实测关系点据对当年和历年综合水位流量关系线的定线误差。

(2) 单值化关系点据对当年和历年综合单值化关系线的定线误差。

(3) 多条单一线的合并定线误差。

(4) 各种时段总量的误差。

(5) 流量间测的水位流量关系线偏离误差。

4.2.3 实行巡测的水文站应分析精简测次前后的定线误差和各种时段总量的误差。

4.2.4 流量相对误差可按下式计算：

$$\delta_{Q_i} = \frac{Q_i - Q_{ci}}{Q_{ci}} \times 100\% \quad (4.2.4-1)$$

相对误差的均值可按下式计算：

$$\bar{\delta}_Q = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta_{Q_i} \quad (4.2.4-2)$$

式中 δ_{Q_i} ——测点对线或线对线的流量相对误差；

Q_i ——第 i 次实测的或第 i 水位时某关系线上的流量；

Q_{ci} ——与 Q_i 相应的关系线上的流量；

$\bar{\delta}_Q$ ——相对误差的均值；

N ——样本数。

4.2.5 关系点据对关系线的相对标准差可按下式计算：

$$S_e = \left[\frac{1}{N-2} \sum_{i=1}^N (\ln Q_i - \ln Q_{ci})^2 \right]^{1/2} \times 100\% \quad (4.2.5-1)$$

或
$$S_e = \left(\frac{1}{N-2} \sum_{i=1}^N Q_{ei}^2 \right)^{1/2} \quad (4.2.5-2)$$

置信水平为 95% 的相对随机不确定度应按下式计算：

$$X = 2 S_e \quad (4.2.5-3)$$

式中 S_e ——相对标准差；

X ——相对随机不确定度。

4.2.6 各种时段总量的推流误差应按下式计算：

$$\delta_w = \frac{W - W_c}{W_c} \times 100\% \quad (4.2.6)$$

式中 W ——采用分析简化的关系线推求的时段总量；

W_c ——采用与推求 W 相应的分析简化前的原定关系线推求的时段总量；

δ_w —— W 与 W_c 的相对误差。

4.2.7 系统误差的估算应符合下列规定：

4.2.7.1 实测关系点据与水位流量关系线无明显系统偏离者，以点对线的相对误差的均值近似估算。

4.2.7.2 实测关系点据与水位流量关系线呈时段性有规律偏离者，分时段按点对线的相对误差均值近似估算。

4.2.8 巡测区各水文站低枯水期的允许误差，应根据本站和区域水文气象特征划分低枯水期，计算低枯水期总量及其与年总量之比，并以年总量允许误差作控制进行综合分析拟定。

4.3 允许误差指标

4.3.1 水位流量关系点据密集，分布呈带状，并无明显偏离，系统误差的绝对值一类精度的水文站不大于 1%，二、三类精度的水文站不大于 2%，且实测关系点据与关系线间的定线误差不大于表 4.3.1 允许误差指标者，可定单一线。

4.3.2 水位流量关系点据散乱，用单值化方法处理后可分布呈带状，系统误差符合本规范第 4.3.1 条规定，且单值化处理的关系点据与单值化关系线间的定线误差不大于表 4.3.2 允许误差指

表 4.3.1 单一线法定线允许误差指标

不 确 定 度 (%) 水 位 级 \ 站 类	一类精度 的水文站	二类精度 的水文站	三类精度 的水文站
高 水	8.0	10.0	12.0
中 水	10.0	12.0	14.0

注：①表中指标为流速仪法测流的定线允许误差。

②浮标法测流的定线允许误差可增大 1%~3%。

③比降一面积法的定线允许误差可增大 3%~5%。

表 4.3.2 单值化关系线定线允许误差指标

不 确 定 度 (%) 水 位 级 \ 站 类	一类精度 的水文站	二类精度 的水文站	三类精度 的水文站
高 水	9.0~11.0	11.0~12.0	13.0~14.0
中 水	11.0~12.0	13.0~14.0	15.0~16.0

标，可定单值化关系线。

4.3.3 不能进行单值化处理的非单一水位流量关系线，在一段时期内或受同一影响因素影响的关系点据密集呈带状，且符合下列条件之一者，可分影响因素定成多条单一线。

4.3.3.1 系统误差符合本规范第 4.3.1 条规定，实测关系点据对关系线的定线误差不大于表 4.3.1 允许误差指标，且线与线间的过渡有较合理的推流方法者。

4.3.3.2 系统误差符合本规范第 4.3.1 条规定，线与线间的过渡有较合理的推流方法，且各种时段总量误差小于表 4.3.3 允许误差指标者。

表 4.3.3 时段总量允许误差指标

相 对 误 差 (%) 时 段 量 \ 站 类	一类精度 的水文站	二类精度 的水文站	三类精度 的水文站
年 总 量	2.0	3.0	5.0
汛 期 总 量	2.5	3.5	6.0
一 次 洪 水 总 量	3.0	6.0	8.0

4.3.4 多条单一线相互间最大偏离不大于表 4.3.4 并线允许误差指标，且合并定线后，实测点据对关系线的定线误差符合本规范第 4.3.1 条规定者，可合并定线。

表 4.3.4 单一线并线允许误差指标

相 对 误 差 水 位 级	站 类	一类精度	二类精度	三类精度
		的水文站	的水文站	的水文站
高 水		4.0	6.0	8.0
中 水		5.0	8.0	10.0

4.3.5 巡测区各水文站，年总量相对误差符合表 4.3.3 规定；低枯水期按单一线或合并定单一线推流的低枯水总量与非单一线或多线推流的低枯水总量的相对误差，符合表 4.3.5 对允许误差指标的规定者，低枯水期可定单一线或合并定线。

表 4.3.5 低枯水期允许误差指标

相 对 误 差 $W_{枯}/W_{年}(\%)$	年 总 水 量 相 对 误 差 (%)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
		2	25.0								
3	16.7	33.3									
4	12.5	25.0	37.5								
5	10.0	20.0	30.0	40.0							
6	8.3	16.7	25.0	33.3	41.7						
7	7.1	14.3	21.4	28.6	35.5	42.6					
8	6.2	12.5	18.7	25.0	31.2	37.5	43.8				
9	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4			
10	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0		
11	4.5	9.1	13.6	18.1	22.7	27.3	31.8	36.4	40.9	45.5	
12	4.2	8.3	12.5	16.7	20.8	25.0	29.2	33.3	37.5	41.7	
13	3.8	7.7	11.5	15.4	19.2	23.1	26.9	30.8	34.6	38.5	
14	3.6	7.1	10.7	14.3	17.9	21.4	25.0	28.6	32.1	35.7	
15	3.3	6.7	10.0	13.3	16.7	20.0	23.3	26.7	30.0	33.3	
16	3.1	6.3	9.4	12.5	15.6	18.8	21.9	25.0	28.1	31.3	
17	2.9	5.9	8.8	11.8	14.7	17.6	20.6	23.5	26.5	29.4	

续表

相 对 误 差 ($\%$)	年总水量 相对误差 ($\%$)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
	$W_{枯}/W_{年}(\%)$										
	18	2.8	5.6	8.3	11.1	13.9	16.7	19.4	22.2	25.0	27.8
	19	2.6	5.3	7.9	10.5	13.2	15.8	18.4	21.1	23.7	26.3
	20	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0

注:①表内未列数值可近似内插。

② $W_{枯}$ 为低枯水总量, $W_{年}$ 为年总量

当低枯水期流量变化平稳或呈规律性变化时,推流可采用流量过程线法或退水曲线法。

4.3.6 采用水工建筑物测流的水文站和感潮河流的水文站(含感潮闸坝),水力因素与流量或流量系数的关系点据密集呈带状,无明显系统偏离,且关系点据与关系线间的偏离不大于表 4.3.6 允许误差指标者,可定一条或一簇关系线。

表 4.3.6 水力因素与流量或流量系数相关定线
允许误差指标

不 确 定 度 ($\%$)	站 类	一类精度 的水文站	二类精度 的水文站	三类精度 的水文站
	关系线部位			
	上 中 部	8.0	14.0	18.0
	下 部	14.0	18.0	26.0

注:①相关定线的实测关系点据应不少于 30 个。

②小开启度、小水头、小水位差及受冲淤影响时,关系点较散乱者,定线允许误差可作适当放宽。

4.3.7 受变动河床影响和干旱地区实行巡测的水文站,水位流量关系的定线方法与定线允许误差指标,可根据测站特性,采用符合本规范第 4.1.4 条规定的资料,参照本规范有关条款的规定,分析研究确定。

4.3.8 采用符合本规范第 4.1.4 条规定的水文资料分析证明实测流量的水位变幅已控制历年水位变幅 80% 以上,历年水位流量关

系线或其他水力因素与流量或流量系数的关系线都呈单一线,当年关系线与综合关系线,或各相邻年份关系线间的最大偏离不大于表 4.3.8 允许误差者,可实行间测。

表 4.3.8 流量间测关系曲线偏离允许误差指标

相 对 误 差 (%)	站 类	一类精度	二类精度	三类精度
		的水文站	的水文站	的水文站
高 水		3.0	5.0	8.0
中 水		5.0	8.0	10.0
低 水		10.0	12.0	15.0

4.4 水位流量关系统计检验

4.4.1 水位流量关系定线的统计检验应符合下列规定：

4.4.1.1 判断所定水位流量关系曲线两侧点数分配是否均衡合理,应进行符号检验。

4.4.1.2 检验按水位递升次序,实测点偏离曲线正负号的排列情况,判断定线有无明显系统偏离,应进行适线检验。

4.4.1.3 检验测点偏离关系曲线的平均偏离值是否在合理范围内,应进行数值偏离检验。

4.4.2 实行间测的水文站,或对多条单一线进行合并定线的水文站,应进行学生氏 t 检验。

5 桥上测流

5.1 一般规定

5.1.1 选作桥上测流的河段应顺直、稳定,断面沿程变化均匀。顺直河段的长度宜大于洪水时主河槽宽的3倍,河段内无暗礁、深潭、跌水等阻碍正常水流的现象发生。

5.1.2 选作桥上测流的河势、水流条件应符合下列规定:

5.1.2.1 水流较集中,无分流、岔流、回流、死水等现象发生。

5.1.2.2 水流流向与桥轴线的垂直线夹角不宜超过 10° ,特殊情况不宜超过 18° 。

5.1.2.3 桥墩上游2~5m范围内水流较平稳,无急剧的壅浪、漩涡,要求弗劳德数 Fr 小于1。

5.1.2.4 桥梁过水断面与天然河道断面大小基本相应。

5.1.3 宜选择圆形(双柱型)、圆端(头)形墩的桥梁布置流量测验。不宜选择方形、矩形(长边与水流平行)墩的桥梁或拱式桥梁布置流量测验。

5.1.4 有下列情况之一者,不宜布置桥上测流:

5.1.4.1 采用流速仪法测流时,桥面离河底最低点距离超过20m。

5.1.4.2 过往车辆十分频繁的交通枢纽,高速公路桥或交通繁忙的渡口及码头,不能确保测验操作安全。

5.1.4.3 桥面狭窄有碍来往行车及布置桥测设备,或桥梁结构不牢固危及设备和人身安全。

5.1.5 桥上测流应经过率定检验,方能投产使用。率定办法按下列规定执行:

5.1.5.1 现有水文站改为桥上测流时,应按高、中、低水同步比测流量,确定流量改正系数及测验误差。

5.1.5.2 新建桥上测流站,当无条件进行率定检验时,可暂时借用条件相似的桥上测流站的流量改正系数。

5.2 桥测河段勘察

5.2.1 勘察河段应包括桥梁上、下游一定距离的范围,对两岸及滩地的地形,地物及妨碍水流的建筑、工业、水工程设施等进行调查,了解永久设施或临时性设施及其远景规划。

5.2.2 勘察桥梁结构、墩型、孔数、桥面宽度及其适用的桥测设备,并调查了解下列资料:

(1)设计洪水水位与最大历史洪水水位,现有桥面高程,能否确保安全测到最大历史洪水的洪峰流量。

(2)桥面离河底最低点的高差及桥面至中水位的高差。

(3)桥栏边缘伸离桥墩端点的距离。

5.2.3 测绘测验河段高、低水的水流平面图。勘察高水时水流通过桥孔前的壅浪、流态,并在桥上游 3~5m 处测取一个横断面的流速分布和计算弗劳德数 Fr 。

5.2.4 调查了解河床组成、断面冲淤变化及含沙量情况。

5.2.5 调查洪水时测验河段两岸控制情况,有无溢洪、缺口。

5.2.6 向交通部门了解过车频度、人流密度及开展桥上测流的可行性。

5.3 断面布设

5.3.1 测流断面水尺一般宜布设在桥上测流断面上。因地形条件限制或其他特殊原因不能在桥上测流断面上布设水尺时,可通过试验比较确定适宜的水尺断面位置。新建桥上测流站的测流断面水尺可兼作基本水尺。已设基本水尺的桥上测流站,需经过资料分析,确认测流断面的水位、流量关系较好时,可按国家标准《水位观测标准》GBJ138—90 的有关规定将基本水尺迁移至测流断面处。

5.3.2 选择桥测断面应力求减少桥墩阻水所造成的剧烈壅水和乱

流紊动影响。宜选在墩上游 2~5m 处布设测流断面。具体位置应结合本站流速变幅、桥墩类型、桥梁孔数、流量改正系数、桥测设备等因素综合分析确定。并可按下列公式对压缩比及单次流量改正系数进行重点分析：

5.3.2.1 分析桥梁孔数与选择桥测断面位置的关系，应考虑压缩比的影响，并按下式计算。

$$\lambda = \frac{\sum \delta_i}{B} \quad (5.3.2-1)$$

式中 λ ——压缩比；

δ_i ——单个桥墩的厚度或直径，m；

B ——桥梁设计洪水位的水面宽度，m。

5.3.2.2 单次流量改正系数分析：

$$K_i = \left(\frac{Q_o}{Q_c} \right)_i \quad (5.3.2-2)$$

式中 K_i ——第 i 次流量改正系数；

Q_o ——第 i 次船（缆道）测流量， m^3/s ；

Q_c ——第 i 次桥测流量， m^3/s 。

5.3.3 当出现特大洪水超过桥梁设计高程或流速超出桥测设备测洪能力时，可选用比降—面积法作为抢测洪水的补救措施，比降上、下断面均应设在桥测断面的上游。比降下断面宜设在上游壅水影响范围以外，比降上断面的位置应按国家标准《水位观测标准》有关规定设置。

5.3.4 当桥测断面的水深、流速均较大，且不能有效地控制测深测速悬索偏角时，可在桥测断面上游设置简易拉偏缆索。拉偏缆索断面的位置选择，应符合行业标准《水文缆道测验规范》SD121—84 的规定。

5.4 测流方案布置

5.4.1 除河床稳定的断面外，每次流量测验应同时进行水道断面测量。当出现特殊水情且测量水深有困难时，可在测流后水情较

稳定的时期进行。测深垂线的布置，宜控制河床变化转折点并适当均匀分布。

5.4.2 布设测速垂线应遵守下列规定：

5.4.2.1 根据本站桥梁类型、墩型、孔数及压缩比(λ)分别按高、中、低水的流速和断面形状等因素确定测速垂线布设方案。

5.4.2.2 孔数较多(大于8孔)的桥梁，可在桥测断面上按每孔对应于孔中央位置处布设一条测速垂线。孔数较少的桥梁，可每孔布设2~3条测速垂线，垂线位置宜对称于孔中央线。

5.4.2.3 桥墩两侧水流涡漩强烈的1m范围内，不得布置测速垂线，在离墩侧1~4m内布置测速垂线时，应根据实测资料分析确定布线位置。

5.4.2.4 桥测断面形状复杂时，可于控制性位置增设测速垂线。

5.4.3 垂线测速点布设，应遵守下列规定：

5.4.3.1 正常情况下，在0.2、0.8水深处采用两点法测速。

5.4.3.2 遇有特殊原因不能用两点法测速时，可于0.2水深处采用一点法测速，但必须由实测资料分析垂线平均流速系数。

5.4.3.3 当用于垂线平均流速系数的分析或其他专门需要时，可根据具体要求采用多点法测速。

5.4.4 当发生稀遇洪水后，河势、断面有重大变化时，对原测流方案应按本规范5.4.1至5.4.3条的规定重新审查，以确定方案是否需作调整。

5.5 桥上测流主要设备配置

5.5.1 桥测车的性能应满足下列要求：

5.5.1.1 桥测车的机械性能可靠，仪表信号传递误差在规定的范围内。

5.5.1.2 悬臂伸长应能满足至桥测断面的要求，悬臂应力强度应能承受施测本站最大流速时所悬吊的配套铅鱼重量及水流的冲击力。

5.5.1.3 桥测车操作运行时，车身应具有足够的稳定性和安全系

数。

5.5.2 悬吊铅鱼的重量宜随流速、水深不同而变更，保证定位能符合必要的精度。偏角改正办法应按国家标准《河流流量测验规范》的有关附录的规定执行。

5.5.3 有条件的桥上测流站，可试验新技术、新仪器的应用，经过比测试验，精度符合要求时方可采用。

5.5.4 应配备太平斧及其他必要的应急安全设施。

5.6 流量计算

5.6.1 现有水文站改为桥上测流时，宜同步比测收集一年以上的流量资料，比测次数不少于 30 次，并应按下式分析计算各级水位下的流量改正系数（ K ）：

$$K = \sum K_i / n \quad (5.6.1)$$

式中 K ——某划分水位级内的流量改正系数；

K_i ——相应水位级内各单次流量改正系数；

n ——某划分水位级内流量比测次数。

新建桥上测流站，可按本规范 5.1.5.2 的规定选用 K 值。

5.6.2 垂线平均流速的计算，当采用一点法测流时，必须将测点流速乘以本站试验得出的垂线平均流速改正系数。

5.6.3 每孔平均流速，采用对应于每桥孔的各条垂线平均流速的算术平均值。边孔部分，应根据试验确定边孔流速系数，计算边孔的部分平均流速。

5.6.4 特殊情况下，未实测水道断面时，应根据断面冲淤变化规律选用相邻测次断面插补。

5.6.5 每孔水道断面面积，采用以桥墩中心线与分界点所对应于桥孔的各部分面积之和计算。

5.6.6 计算的桥测流量应乘以流量改正系数作为本站天然河道的流量成果，其计算公式为

$$Q = KQ_c \quad (5.6.6)$$

式中 Q ——天然河道的流量， m^3/s ；

K ——流量改正系数；

Q_c ——桥测流量， m^3/s 。

当缺乏高水（相当于断面平均流速 2m/s 以上）试验资料，且按每孔对应于中央位置处布置一条测速垂线时， K 值可按各站中、低水位的桥测水位、流量关系变化趋势进行分析，在表 5.6.6 的 K 值范围内取值。

表 5.6.6 桥测流量改正系数 K

测流断面距桥墩上游米数	K 值范围
2	0.95~0.99
4	0.96~1.00

5.7 桥测精度要求与误差控制

5.7.1 经过式 (5.6.6) 改正后的单次流量测验的精度，应符合国家标准《河流流量测验规范》有关单次流量测验允许误差指标的规定。

5.7.2 水位流量关系定线精度，应符合本规范 4.3 的规定。

5.7.3 消除或控制误差来源应遵照下列规定：

5.7.3.1 避开或减小桥墩对水流的急剧影响。桥上测流断面离桥墩端上游的距离，应根据试验资料分析确定，或参照类似水流条件和墩型的试验成果确定。

5.7.3.2 测速垂线的布设宜在建站初期选取典型桥孔，加密测速垂线，经抽样计算分析后再确定垂线位置。

5.7.3.3 未经试验，不宜采用常规的 0.6 水深一点法测速。

5.7.3.4 可加重铅鱼重量并选用优化铅鱼体形以减少偏角。当河面不太宽，条件允许时，可采用拉偏缆索校正测点位置。

6 泥 沙 测 验

6.1 一般规定

6.1.1 国家基本泥沙站，应施测悬移质输沙率和含沙量。对推移质、床沙和泥沙颗粒级配等测验任务，应根据国家标准《河流悬移质泥沙测验规范》GB50159—92 的测站分类要求和实际需要确定，进行推移质、床沙测验和泥沙颗粒分析方法，应按有关行业标准的规定执行。

6.1.2 实行巡测的泥沙站，应根据测站条件和流量测验方案，采用全年巡测或非汛期巡测汛期驻测等不同方式，进行悬移质泥沙测验。

6.1.3 采用悬移质泥沙测验方法的精度，应经资料分析检验，并应符合《河流悬移质泥沙测验规范》规定的精度要求。

6.1.4 采用单断沙关系的单一线法整编资料的站，输沙率测验符合《河流悬移质泥沙测验规范》间测条件或流量已实行间测时，输沙率可实行间测。间测期间，可只测单样含沙量，并可采用历年综合关系线整编资料。

6.1.5 实行泥沙巡测的站，应采用历年的降水、流量及悬移质输沙率等实测资料，或有效的物理成因参数，进行流量输沙率关系分析，建立较稳定的经验关系。

6.1.6 采用单断沙关系、流量输沙率关系或其他关系法整编资料的站，其定线允许误差，应符合表 6.1.6 要求。

表 6.1.6 各种关系曲线法定线允许误差指标

测站类别	中、高沙部分的不确定度 (%)	低沙部分的不确定度 (%)
一类站	16.0	24.0
二类站	18.0	27.0
三类站	20.0	32.0

6.1.7 需要进行泥沙颗粒分析的三类站，在每年汛期洪水时，应取样分析 5~7 次，非汛期时应分析 2~3 次，并可计算月年平均颗粒级配。在取得 10 年以上具有丰、平、枯水年的资料后，可停止分析。一、二类站的颗粒级配测验，应按《河流悬移质泥沙测验规范》有关规定执行。

6.2 非汛期悬移质测验

6.2.1 实行巡测的二、三类泥沙站，当每年低、枯水期连续三个月以上的时段输沙量小于多年平均年输沙量的 3.0% 时，在该时段内可停测泥沙。停测期间的含沙量作零处理。当低、枯水期的含沙量有显著变化时，应恢复观测。

6.2.2 当流量已实行定期巡测并应用流量过程线法整编资料时，悬移质输沙率测验，可与流量测验结合进行，并可采用断面平均含沙量过程线法整编资料。

6.2.3 当流量已实行巡测并采用水位流量关系线法整编资料时，悬移质输沙率测验可与流量测验结合进行，并可用流量输沙率关系线法整编资料。

6.2.4 非汛期悬移质输沙率测次分布及资料整编方法，应经历史资料分析确定。精简后的测次分布及资料整编成果与当年未精简测次的整编成果比较，非汛期输沙量的相对误差，不应超过年输沙量的 3.0%，与当年非汛期输沙量比较，其允许误差，应符合表 6.2.4 的要求。

表 6.2.4 非汛期输沙量允许误差指标

非汛期输沙量占年输沙量百分数 (%)	相对误差 (%)
10.0	30.0
15.0	20.0
20.0	15.0

6.3 汛期悬移质测验

6.3.1 流量已实行巡测的有人值守站，悬移质测验可按下列规定进行：

6.3.1.1 采用断沙过程线法整编资料时，可采用适合本站条件的全断面混合法进行输沙率测验，测次分布应控制含沙量变化过程。

6.3.1.2 采用单断沙关系线法整编资料时，单沙测次分布应控制含沙量变化过程。输沙率测次分布，可结合流量测验进行，在含沙量有较大变化时，可采用全断面混合法增加输沙率测次。

6.3.1.3 采用单断沙关系比例系数过程线法整编资料时，测次应均匀分布，在流量和含沙量的主要转折变化处，应分布测次。

6.3.1.4 经资料分析采用流量输沙率关系线法整编资料的站，可不测单沙，在施测流量时应结合施测输沙率。

6.3.2 流量已实行巡测的无人值守站，悬移质输沙率测验可结合流量测验进行，并可采用流量输沙率关系线法整编资料。在有实测含沙量资料时，可采用其他方法整编资料。

6.4 悬移质测验仪器和方法

6.4.1 有人值守的泥沙站，应根据河流水沙特性、精度要求和测站条件等情况，选用《河流悬移质泥沙测验规范》中规定的有关仪器进行悬移质测验。

6.4.2 无人值守的泥沙站，可根据实际情况，选用自动取样仪器或自记式的现场测沙仪器。

6.4.2.1 对三类站可采用一组不带铅鱼的普通瓶式采样器，自动采集洪水涨坡及峰顶水样，根据水位自记记录，确定各个水样的取样时间。洪水落坡的含沙量变化过程，可根据资料分析得到的经验关系确定。

6.4.2.2 采用自动抽水式采样器，在洪水过程中，应能自动抽取若干个水样并分别自动贮存。

6.4.2.3 采用自记式的现场测沙仪，必须进行率定并符合《河流

悬移质泥沙测验规范》GB50159—92 规定要求。

6.4.3 实行巡逻的泥沙站，其垂线上的取样方法，可采用两点法或两点等取样历时的垂线混合法，水深不足时，可采用 0.6 水深一点法。水深大于 1.0m 时，可采用积深法。高含沙站的垂线取样方法，可不作限制。

6.4.4 悬移质输沙率测验，可采用适合本站条件的全断面混合法。取样垂线数目，应经资料分析确定，但不应少于 3 条。高含沙量，可采用主流边一线取样。

6.4.5 特殊困难条件下采集单样，可在近岸边正常水流处测深和取样，但应经资料分析并应与断沙建立关系。

6.4.6 泥沙巡逻时的水样处理，多沙河流测站，可采用简易置换法在现场处理水样。少沙河流测站，可采用快速沉淀法或强迫过滤装置，在现场浓缩或过滤水样。

7 水 文 调 查

7.1 一般规定

7.1.1 实行巡测后，应按本规范规定开展下列水文调查：

(1) 水文站在设站的初期应对测区内进行流域基本情况调查并建立调查档案，以后各年根据流域上的变化作补充调查。

(2) 对测区内当年未测到的大洪水、大暴雨和新设测站的历史洪水应组织调查。

(3) 当测区内的水文站，径流观测受到水工程中等以上程度影响时，应根据生产需要对影响河川径流的水量进行调查。

(4) 根据生产单位委托进行专项水文水资源调查，可包括区域水资源调查与评价、枯水调查、平原水网区水量调查、泉水调查、岩溶地区水文调查、固定点洪水调查、溃坝洪水调查和沙量调查等。

7.1.2 水文调查形式，可采用设立辅助站和调查点，进行观测和开展面上调查。

7.1.3 辅助站单次流量测验精度，应按国家标准《河流流量测验规范》及有关行业标准中对三类精度的水文站的要求执行，辅助站流量定线允许误差指标、测次要求和间测允许误差指标，应按本规范三类精度的水文站的要求执行。

7.1.4 水文调查的成果，其可靠程度宜分可靠、较可靠和供参考三级评定。

7.1.5 各项水文调查资料应建立资料档案，其中辅助站观测资料影响河川径流的主要分项水量调查成果、当年特大暴雨调查资料宜纳入水文数据库。

7.2 调查要求

7.2.1 流域基本情况调查宜包括如下内容：

- (1) 地形地貌。
- (2) 土壤、植被的种类及水文特性。
- (3) 对径流有制约关系的水文地质条件。
- (4) 水文气象特征值的多年平均值及极值。
- (5) 水工程现状。

7.2.2 对影响河川径流的调节水量或耗损水量应分项进行调查，其中主要分项水量宜设立辅助站观测，对次要分项水量可粗略调查。

水量调查的总体精度要求应符合下列规定：

(1) 在山丘区，水文站和辅助站实测年水量的代数和应占天然年径流量的 85% 以上。

(2) 在平原区，水文站和辅助站实测进(出)年控制量应占全水平衡区进(出)水量的 70% 以上，其余水量可采用面上调查。

7.2.3 暴雨、洪水调查应符合下列规定。

7.2.3.1 具有下列情况之一者应进行暴雨调查：

- (1) 点暴雨（含 24 小时和次暴雨）超过 100 年一遇。
- (2) 水文站洪水超过 50 年一遇的相应面暴雨。

7.2.3.2 具有下列情况之一者应进行水文站洪水调查：

- (1) 新设水文站的历史洪水。
- (2) 未测到的实测系列中的大洪水。

7.2.4 专项水文水资源调查应符合下列规定：

7.2.4.1 区域水资源调查与评价，可包括对区域水资源（含水量和水质）时空分布和特征的调查分析、水旱灾害调查和工农业用水调查等。

7.2.4.2 枯水调查，可包括对河道、湖泊、水库的最低水位（或最小流量）和发生时间及持续天数的调查。

7.2.4.3 平原水网区水量调查，可包括在巡测路线上设立辅助站，进行水量巡测，并开展面上水量调查。

7.2.4.4 泉水调查，可包括对出露泉水的大小、分布、时间变化、主要补给区以及泉水水质状况的调查。

7.2.4.5 岩溶地区水文调查，可包括对实际地表集水面积、本流域与外流域交换水量、主要暗河段的过水能力、主要河段的枯水流量以及改变河川径流系列一致性的影响量调查。

7.2.4.6 固定点洪水调查，在未设水文站的中小河流上，可选择某河段或断面，每年进行一次最高水位和最大流量的调查。

7.2.4.7 溃坝洪水调查，可包括对溃坝前库内水情、溃坝过程、决口断面、溃坝后对下游影响以及灾害损失调查。

7.2.4.8 沙量调查，可包括对蓄水工程淤积量、灌溉引水沙量、水保措施拦沙量等调查。

附加说明

主 编 单 位：长江水利委员会水文局

参 加 单 位：黄河水利委员会水文局

湖南省水文水资源局

四川省水文水资源勘测局

吉林省水文总站

广西壮族自治区水文水资源局

河海大学

南京水文水资源研究所

主要起草人：陈松生 朱晓原 刘东生 王志毅

赵伯良 张佑民 林传真 田捍东

刘少华