

河流泥沙测验及颗粒分析仪器

Instrument for sediment measurement
and particle size analysis in open channel

1 范围

本标准规定了河流泥沙测验及颗粒分析仪器（以下简称仪器）的定义、分类、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存等要求。

本标准适用于江河、湖泊、水库、渠道等泥沙采样、现场测沙及颗粒分析的仪器。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。在标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GBJ95—86	水文测验术语和符号标准
GB191—90	包装储运图示标志
GB5080—86	设备可靠性试验
GB6003—82	试验筛
GB6004—85	试验筛用金属丝编织方孔网
GB9359—88	水文仪器总技术条件
GB/T13336—91	水文仪器系列型谱
GB/T15966—1995	水文仪器基本参数及通用技术条件
GB50159—92	河流悬移质泥沙测验规范
SL07—89	瞬时式悬移质泥沙采样器
SL08—89	积时式悬移质泥沙采样器
SL42—92	河流泥沙颗粒分析规程
SL/T108—1995	水文仪器型号命名方法

3 定义

本标准采用的定义、符号见 GBJ95—86 《水文测验术语和符号标准》。

4 产品分类

4.1 仪器的分类按 GB/T13336 中 6.6 条的规定。

4.2 仪器的型号命名方法按 SL/T108 的规定。

5 技术要求

5.1 技术参数

5.1.1 泥沙采样器

a) 积时式采样器主要技术参数见表 1。

表 1 积时式采样器主要技术参数

仪 器 名 称		水 样 容 积 L	进水管直径 mm	进口流速系数 K 或其它要求
横式采样器	拉 式	0.5~1.0	—	不 漏 水
	锤击式	1.0~3.0	—	不 漏 水
普通瓶式采样器		1.0~3.0	4, 6	双程积深, 不能灌满
调压式采样器		1.0~3.0	3.5	$K=0.9\sim1.1$ 累计频率不小于 75%; $K=0.8\sim1.2$ 累计频率不小于 95%
皮囊式采样器		1.0~5.0	4, 6, 8	$K=0.9\sim1.1$ 累计频率不小于 75%; $K=0.7\sim1.3$ 累计频率不小于 95%

b) 推移质采样器主要技术参数见表 2。

表 2 推移质采样器主要技术参数

仪 器 名 称	主 要 尺 寸 cm				有效取样重量 kg	适用粒径范围 mm
	口 门		结 构			
	宽	高	器身长	总 长		
压差式采样器	10	10	126	170	16.0	0.1~10.0
网式采样器	30	30	60	120	60.0	1~250
	50	50	100	200	150.0	5~200
	70	50	185	340	230.0	10~250

c) 床沙采样器主要技术参数见表 3。

表 3 床沙采样器主要技术参数

仪 器 名 称	样 品 重 量 g	使 用 范 围	
		河 床 组 成	粒 径 mm
拖斗式采样器	1000	软底沙质	<2.0
横管式采样器	300	软底沙质	<2.0
钳式采样器	200	硬底沙质	<2.0
挖斗式采样器	1000~2600	硬底沙质、砾石、卵石	<40.0
犁式采样器	250000	卵石	<200
沉筒式采样器	100000	中、小卵石	<150
转轴式采样器	200	淤泥、淤积物	<0.25

5.1.2 现场测沙仪

现场测沙仪主要技术参数见表 4。

表 4 现场测沙仪主要技术参数

仪 器 名 称	测 沙 范 围 kg/m ³	测 点 流 速 m/s	水 深 m
同位素测沙仪	0.5~1000.0	≤5	≤20
光电测沙仪	1.0~5.0	<2	≤15
振动式测沙仪	1.0~1000.0	≤4	>0.3
超声波测沙仪	0.5~100.0	≤3	≤10
压力式测沙仪	1.0~1000.0	≤3	≤10

5.1.3 颗粒分析仪

颗粒分析仪（以下简称颗分仪）主要技术参数见表 5。

表 5 颗分仪主要技术参数

名 称	粒径范围 mm	沙重范围 g	浓度范围 %	规 格
量 尺	>32.0	—	—	0.1 mm 卡尺
分析筛	0.062~32.0	0.3~2.0	—	方孔编织筛，筛框直径为 120、200 mm
		3.0~50.0	—	圆孔粗筛，筛框直径为 200、400 mm
粒径计	0.062~0.5	0.1~1.5	—	管长 1050 mm，内径 25 mm
	0.062~1.0	0.1~5.0	—	管长 1300 mm，内径 40 mm
吸 管	0.002~0.062	1.0~10.0	0.1~1.0	容积 20 mL 或 25 mL
		0.6~6.0	0.1~1.0	
光电颗分仪	0.002~0.062	—	0.05~0.5	沉降盒沉降距离 300 mm
离心沉降颗分仪	<0.031	—	0.5~1.0	离心盘转速 750、1500、2000 r/min

5.2 使用环境条件

5.2.1 工作环境温度

- a) 水下仪器为 0~+40℃；
- b) 水上仪器为 -10~+50℃；
- c) 试验室仪器为 +5~+35℃。

5.2.2 工作环境相对湿度

- a) 室外仪器不大于 95% (40℃)；
- b) 室内仪器不大于 90% (40℃)。

5.2.3 其他环境条件

工作水深及工作流速见 GB/T13336 中的 6.6.1~6.6.3。

5.2.4 工作电源

- a) 交流 220 V 允许变幅 ±20%，频率 50 Hz ±1 Hz。其中颗分仪电压允许变幅 ±10%；
- b) 直流 6、9、12、24、36 V 允许变幅 -15%~+20%。

5.3 通用结构要求

- 5.3.1 仪器的结构应简单紧凑、可靠，便于安装、调试、运输、操作及维修。
- 5.3.2 仪器水下部分应有良好的长期稳定性及导向性，并能稳定搁置于水中或河床上。
- 5.3.3 仪器与测杆、铅鱼、悬吊机构的连接装置应牢固可靠，且易于装卸。
- 5.3.4 仪器应采用防腐蚀、耐磨损、高强度及不易变形的材料制作，还应进行表面涂镀处理。

5.4 可靠性要求

5.4.1 仪器工作特征应满足以下一种可靠性指标的要求:

a) 平均无故障工作时间: $MTBF \geq 3000$ h;

b) 可靠度: $R \geq 0.98$ 。

5.4.2 开关寿命应不低于 10000 次。

5.5 性能要求

5.5.1 积时式采样器

5.5.1.1 进口流速应与测点的水流速度接近,当含沙量为小于 30 kg/m^3 时,管嘴进口流速系数在 0.9~1.1 之间的保证率应大于 75%;当含沙量为 $30 \sim 100 \text{ kg/m}^3$ 时,管嘴进口流速系数在 0.7~1.3 之间的保证率亦应大于 75%。

5.5.1.2 采样器除应具有良好的密封性能外,还应能平衡仪器内外的静水压力,以消除突然灌注现象。

5.5.1.3 用于宽浅河道的仪器应能测得距河床床面 0.15 m 的水样。

5.5.1.4 进水管管径一般为 3.0~6.0 mm,且应光滑,不宜过长,以减少管嘴积沙。取样容器应易于装卸,内壁光滑,便于倒水样和冲洗。

5.5.1.5 各控制开关均应灵活可靠,并有防止沙粒卡阻措施及水下工作状态信号。

5.5.2 瞬时式采样器

5.5.2.1 器口平面应与水平轴线成 60° 夹角,以减少对水流的扰动。器口中心距河底高度应小于等于 0.15 m。

5.5.2.2 关闭口门的释放机构应灵活可靠,不应卡阻或自行释放,受力后,两口门应同步关闭。关闭后,器口与筒盖应密合,无漏水现象,在高速水流中亦不应被冲开。

5.5.2.3 标称容积误差应不超过 $\pm 5\%$ 。

5.5.3 现场测沙仪

5.5.3.1 工作曲线或拟合方程应比较稳定,对水温、泥沙颗粒形状、颗粒组成及化学特性等的影响,应能自行校正。其校测的关系点与工作曲线系统偏离应不大于 2%。

5.5.3.2 测量准确度。

a) 仪器的灵敏度,应能满足施测低含沙量时,读数误差不大于 5% 的要求;

b) 仪器在施测低含沙量时,其随机误差和系统偏差应不大于积时式采样器。

5.5.3.3 仪器连续工作性能应保持稳定,其 8 h 清水工作时的读数误差应不超过 5%。

5.5.3.4 仪器应能施测距河床床面 0.15 m 处的含沙量。

5.5.4 推移质采样器

5.5.4.1 口门应能伏贴河床,使用时口门前的河床不应产生明显的淘刷或淤积。

5.5.4.2 进口流速应与天然流速接近,其口门平均进口流速系数宜在 0.95~1.15 之间。

5.5.4.3 卵石推移质采样器的平均采样效率应不低于 40%;沙质推移质采样器的平均采样效率应不低于 60%。

采样效率系数应较稳定,样品应有较好的代表性,进入器内的泥沙应不会被水流淘出。

5.5.5 床沙采样器

5.5.5.1 床沙采样器应能采集河床床面以下 0.05 m 深度的样品;卵石河床采样器取样深度为床沙中值粒径的 2 倍。

5.5.5.2 在采样过程中,进入器内的样品不应被水流冲走或漏失。

5.5.6 筛分仪器

5.5.6.1 分析筛

a) 圆孔粗筛,依孔径 32.0、16.0、8.0、4.0 mm 筛组装成套,筛框直径为 400、200 mm;方孔编织筛,依孔径 2.00、1.00、0.50、0.25、0.18、0.125、0.090、0.062 mm 筛和底盘组装成套,筛框直径为 200、120 mm。

b) 筛框应不变形、无缝隙、表面平整。网布为铜丝编织,筛孔应平直方正,经线与纬线应相互垂

直、无扭曲、无断丝。筛网装在筛框上应均匀张紧、不得松弛。

c) 筛孔尺寸及其偏差, 丝径尺寸及其偏差见 GB6003、GB6004 或 SL42。

d) 振筛机为旋转敲击式, 有定时器控制, 运行时差每 15 min 不超过 5 s。

5.5.6.2 粒径计

粒径计管允许有以下两种规格:

a) 管长 1300 mm, 内径 40 mm, 下端 100 mm 处开始收缩至管底口 (内径为 8 mm), 沉降距离 1250 mm, 最大粒径观读沉距 1000 mm;

b) 管长 1050 mm, 内径 25 mm, 下端 80 mm 处开始收缩至管底口 (内径为 8 mm), 沉降距离 1000 mm, 最大粒径观读沉距 800 mm。

5.5.6.3 吸管

吸管装置有手持式和机械式两种, 吸样容积为 20 mL 或 25 mL 的玻璃质大肚型直管, 底部封闭, 进水口开在近底四周的侧壁上, 孔眼 4 个, 孔径为 1.0~1.5 mm。吸管吸样深度刻线校正值与吸管标称容积的误差应小于 0.1 mL, 当误差超过 0.1 mL 时, 吸样容积应加“改正值”或修正容积刻线。

5.5.6.4 光电颗粒分析仪

a) 电源: 见 5.2.4;

b) 光源: 6~8 V, 0.5~0.6 A, 灯泡供电电源稳压精确度为 $\pm 1\%$;

c) 光电池: 对于对称电路、对称光路的电池, 每片输出开端电压应不小于 200 mV, 两片光电池输出不对称性应小于 10%;

d) 光缝宽度应小于 1.5 mm;

e) 沉降盒沉降距离应大于 100 mm (或沉降时间不小于 10 s);

f) 每个样品分析时间应小于 15 min;

g) 泥沙颗粒级配检测: 用消光法与吸管法比测, 以吸管法为准, 比测点小于某粒径沙重百分数相差应不大于 4%, 系统偏差应不大于 2%。

5.5.6.5 离心沉降颗粒分析仪

a) 仪器应包括光路、离心机、记录三部分, 有清水沉降的圆盘式和浑匀沉降的直管式两种。圆盘式转速有 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000 r/min 六档, 根据不同的试样进行选择; 直管式转速有 750, 1500 r/min 两档, 测试方式有重力沉降和离心沉降, 允许根据样品情况选用。

b) 每个样品分析时间应小于 30 min。

c) 泥沙颗粒级配检测: 用离心沉降法与吸管法比测, 以吸管法为准, 比测点小于某粒径沙重百分数相差应不大于 4%, 系统偏差应不大于 3%。

5.5.6.6 天平、台秤、量筒、烘箱等仪器设备

以上仪器设备按有关产品标准的规定。

5.6 外观质量

5.6.1 仪器外表应美观、光洁。

5.6.2 观读的透视窗应清晰、无划痕。

5.6.3 表面的涂镀层应牢固、均匀, 不应有脱落、划伤、锈蚀等缺陷。

6 试验方法

6.1 试验要求

6.1.1 试验环境条件应符合 5.2 的有关要求。

6.1.2 试验设备及仪器的准确度应高于被检仪器的准确度。

6.1.3 测试过程中不得对被检仪器进行调整。

6.2 试验方法

6.2.1 野外工作的泥沙仪器，其可靠性试验可按 GB5080.4 的规定进行；室内工作的泥沙仪器，则按 GB5080.7 进行试验。

6.2.2 积时式采样器的各项试验方法见 SL08 的第 6 章。

6.2.3 瞬时式采样器的各项试验方法见 SL07 的第 6 章。

6.2.4 现场测沙仪的试验方法。

6.2.4.1 工作曲线率定在不同水温、不同含沙量级、不同泥沙颗粒级配（粗、中、细沙型）及不同水质化学特性等条件下分别用积时式采样器校测，校测的关系点与工作曲线系统偏离应符合 5.5.3.1 要求。

6.2.4.2 在水流平稳条件下，与积时式采样器进行同步比测，比测应包括不同相对水深位置，每个测点位置连续比测水样和含沙量读数不少于 30 个，以取样法测得含沙量为标准值，计算测沙仪的误差应符合 5.5.3.2。

6.2.4.3 在室内水箱中，进行清水读数试验，在不断改变水温和测沙仪探头重复装、卸操作程序等条件下，连续观测记录读数，其工作的稳定性应符合 5.5.3.3。

6.2.5 推移质采样器的试验方法。

6.2.5.1 进口流速与天然流速比测试验应在不同水力条件下进行，即分别测量口门平均进口流速及口门位置的天然流速，二者之比（即进口流速系数）应符合 5.5.4.2。

6.2.5.2 应在不同水力条件下，连续测取推移质输沙率，与实际的推移质输沙率输移过程进行比较，计算取样的效率系数应符合 5.5.4.3。

6.2.6 床沙采样器。

6.2.6.1 采样深度试验应在有代表性的天然河床或人工模拟河床上进行，即用床沙采样器取样，测定其有效深度应符合 5.5.5.1。

6.2.6.2 取样代表性试验应在有代表性的天然河流上进行，即选择不少于 10 个试验点，用床沙采样器取样，样品作颗粒分析，同时与坑测法进行比较，分析床沙采样器的取样代表性并作出评价。

6.2.7 颗分仪的试验方法。

6.2.7.1 分析筛的检验方法见 GB6003 的第 3 章或 SL42 的附录 E。

6.2.7.2 光电颗分仪的线性测试应取通过 0.062 mm 分析筛的适量沙样注入 1000 mL 或 500 mL 量筒内，按规定加入反凝剂，并加纯水至满刻度线，搅拌分散。用吸管取不同体积的浑匀样品注入沉沙盒内，加纯水至满刻度线，测记水温，并分别测定其光密度值。然后点绘试样不同浓度与相应光密度值的关系曲线，其中的直线段即为可使用范围。

6.2.8 电压拉偏试验：调整电源输出电压至其额定值，当电源电压在允许变幅范围内进行拉偏时，受试仪器应能正常工作，并满足准确度要求。

6.2.9 外观质量检验：目测检查应符合 5.6。

6.2.10 温度试验：温度试验包括工作温度和贮存温度的试验，试验方法见 GB9359.5 中的 5.3。

6.2.11 湿度试验：湿度试验包括工作湿度和贮存湿度的试验，试验方法见 GB9359.5 中的 6.3。

6.2.12 冲击试验：试验条件见 GB9359.5 中的表 3，试验方法见 GB9359.5 中的 8.3。

6.2.13 自由跌落试验：试验条件见 GB9359.5 中的表 5，试验方法见 GB9359.5 中的 10.3。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 批量生产的仪器，应逐台进行检验。

7.1.2 出厂检验由制造厂质量检验部门按产品标准的规定进行。

7.1.3 每台仪器经检验合格后，应附合格证，方可出厂。

7.2 型式检验

7.2.1 仪器有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式批量生产后，如结构、材料、工艺等有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时，定期或积累一定产量后，应周期性进行一次检验；

- d) 产品长期停产后恢复生产时;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f) 国家质量监督机构提出进得型式检验要求时。

7.2.2 型式检验由制造厂质量检验部门或上级指派的检测部门按产品标准的规定进行全检。

7.2.3 型式检验的样品,应从经出厂检验合格的仪器中随机抽取2%~3%,且最少不少于3台,少于3台时应全部检验。

7.2.4 在型式检验中若有两台或两台以上不合格时,则判该批型式检验不合格。若有一台不合格时,则应加倍抽样进行不合格项目复检,其仍有不合格时,则判该批型式检验不合格;若全部检验合格,剔除样品中不合格品后,该批型式检验仪器应判为合格。

7.2.5 经过型式检验的仪器,需更换易损件再进行出厂检验,合格后,方可出厂。

7.2.6 采样仪器应定期进行校验。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

产品标志一般应包括下列内容:

- a) 产品型号、名称、规格及数量;
- b) 箱号或件号;
- c) 箱体最大外形尺寸(mm);
- d) 净重与毛重(kg);
- e) 制造厂。

8.1.2 包装储运图示标志和收发货标志

包装储运图示标志应根据被包装产品特点,按照GB191的有关规定正确选用。

8.2 包装

8.2.1 仪器的包装应符合科学、经济、牢固、美观和适销的要求。在正常的储运、装卸条件下,应保证仪器自制造厂发货之日起,不因包装不善而产生锈蚀、长霉、降低精度、残损或散失等现象。

8.2.2 仪器需经检验合格,做好防护处理后,方可进行内外包装。包装箱内应清洁、干燥、无异物。

8.2.3 包装箱内仪器各部分在运输途中不应产生相互碰撞、摩擦;对传感器要采取特殊保护措施,避免运输途中因强烈震动而被损坏。

8.2.4 随同仪器装箱的技术文件一般包括产品使用说明书、合格证、装箱单及有关的资料。随机文件应装在塑料袋中,并放置在包装箱内。

8.3 运输

8.3.1 包装好的仪器应能适应各种运输方式。

8.3.2 包装好的仪器应能承受运输中的冲击和跌落。

8.4 贮存

8.4.1 包装好的仪器应能适应下列贮存环境条件:

贮存环境温度: $-40\sim+60^{\circ}\text{C}$;

贮存环境相对湿度: 90% (40°C)。

8.4.2 仪器贮存场地附近不得有酸性、碱性及其他腐蚀性物质。

8.4.3 存放半年之内,仪器不应有腐蚀、长霉或其他妨碍功能的现象。