



中华人民共和国国家标准

GB/T 27991—2011

河流泥沙测验及颗粒分析仪器 基本技术条件

Fundamental technical requirements for sediment measurement and
particle size analysis instrument in open channel

2011-12-30 发布

2012-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国水利部提出。

本标准由全国水文标准化技术委员会水文仪器分技术委员会(SAC/TC 119/SC 1)归口。

本标准起草单位:水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心、南京水利水电自动化研究所、黄河水利委员会水文局。

本标准主要起草人:李刚、牛占、陆旭、刘文、韩捷、赵造申。

河流泥沙测验及颗粒分析仪器 基本技术条件

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)的术语和定义、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、渠道等泥沙测验及颗粒分析的仪器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 6005 试验筛 金属丝编织网、穿孔板和电成型薄板 筛孔的基本尺寸

GB/T 9359—2001 水文仪器基本环境试验条件及方法

GB/T 18185—2000 水文仪器可靠性技术要求

GB/T 18522.6 水文仪器通则 第6部分:检验规则及标志、包装、运输、贮存、使用说明书

GB/T 19677 水文仪器术语及符号

GB/T 50095 水文基本术语和符号标准

SL 07—20006 悬移质泥沙采样器

3 术语和定义

GB/T 19677 和 GB/T 50095 界定的术语和定义适用于本文件。

4 要求

4.1 技术参数

4.1.1 泥沙采样器

4.1.1.1 悬移质泥沙采样器

悬移质泥沙采样器的技术参数按 SL 07—2006 中第5章的规定执行。

4.1.1.2 推移质泥沙采样器

按结构原理不同,推移质泥沙采样器一般可分为压差式采样器和框式(网式)采样器。按适用于推移质粒径的不同,可以分为沙质和卵石推移质采样器两类。压差式采样器适用于沙质推移质采样。框式(网式)采样器适用于卵石推移质采样。推移质泥沙采样器主要技术参数见表1。

表 1 推移质采样器主要技术参数

仪器名称	口门宽 cm	有效取样质量 kg	适用粒径范围 mm
压差式采样器	10,20	5,20,50	0.1~2.0,2~10,2~100
框式(网式)采样器	30,50	50,100,200	2~100,2~200,2~300

4.1.1.3 床沙采样器

床沙采样器主要有圆柱采样器、管式拖斗采样器、袋式拖斗采样器、挖斗式采样器、插入型采样器和自重型采样器等,按使用方式和采样位置可分为:

- a) 按使用方式不同划分,主要技术参数见表 2:
 - 1) 人工涉水操作的手持式采样器;
 - 2) 可以人工涉水或在测船上使用的轻型远距离操纵采样器;
 - 3) 需要在较大测船上使用较重型设备远距离机械操纵的采样器。
- b) 按采样器采样的位置不同划分,主要技术参数见表 2:
 - 1) 床面采样器,用于河床表面采样;
 - 2) 芯式采样器,用于河床下一定深度采样;
 - 3) 表层采样器,用于河床表层(覆盖层)采样;
 - 4) 泥浆采样器,用于河底泥浆采样。

表 2 人工操作和轻型远距离操纵床沙采样器主要技术参数

结构和采样原理	仪器名称	适用床质	采样深度 m	样品质量 kg
床面采样器	圆柱采样器	沙质河床	0.1	1~3
	管式拖斗采样器	沙质河床	0.05	3
	袋式拖斗采样器	沙质河床	0.05	3
	挖斗式采样器	沙质、砾石、卵石河床	0.05	1~5
芯式采样器	插入型采样器	沙质、砾石、卵石河床	<0.5	2~5
	自重型采样器			

注:远距离机械操纵的采样器适用于各种河床,采样深度和样品质量范围较广。

4.1.2 悬移质含沙量测量仪

悬移质含沙量测量仪主要技术参数见表 3。

表 3 悬移质含沙量测量仪主要技术参数

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	2.1~1 000.0	≤5	≤20
光电测沙仪(激光测沙仪)	≤5	<2	≤15

表 3 (续)

仪器名称	测沙范围 kg/m ³	测点流速 m/s	水深 m
振动(管)式测沙仪	1.0~1 000.0	>0.75, ≤4	>0.3
超声波测沙仪	0.5~1 000.0	≤3	≤10

4.1.3 粒度分析仪

粒度分析仪主要技术参数见表 4。

表 4 粒度分析仪主要技术参数

仪器名称	测得粒径 类型	粒径范围 mm	沙量或浓度范围		规格条件	
			沙量 g	质量分数 %		
量 测 法	量具	三轴平均粒径	>32.0	—	—	0.1 mm 卡尺
	分析筛	筛分粒径	2.0~32.0	—	—	圆孔粗筛
			0.062~2.0	1~20	—	编织筛, 框径 90/120 mm
				3.0~50	—	编织筛, 框径 120/200 mm
沉 降 法	沉降粒径计	清水沉降粒径	0.062~2.0	0.05~5.0	—	管内径 40 mm, 管长 1 300 mm
			0.062~1.0	0.01~2.0	—	管内径 25 mm, 管长 1 050 mm
	吸管	混匀沉降粒径	0.002~0.062	—	0.05~2.0	量筒 1 000/600 mL
	光电颗粒仪	混匀沉降粒径	0.002~0.062	—	0.05~0.5	沉降盒沉降距离 300 mm
	离心沉降 颗粒仪	混匀沉降粒径	0.002~0.062	—	0.005~0.5	直管式
			<0.031	—	0.5~1.0	圆盘式
激光粒度分析仪	衍射投影 球体直径	$2 \times 10^{-5} \sim 2.0$	—	—	—	
现场测沙过滤器	—	0.002~0.250	—	—	—	
超声粒度分析仪	—	$2 \times 10^{-5} \sim 2.0$	—	—	—	

4.2 环境条件

4.2.1 工作环境温度

工作环境温度应满足下列要求:

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

4.2.2 工作环境相对湿度

工作环境相对湿度应满足下列要求:

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

4.2.3 工作电源

工作电源应满足下列要求:

- a) 交流 220 V 允许变幅±20%,频率 50 Hz±1 Hz;
- b) 直流可为 3 V、6 V、12 V、24 V,推荐 12 V,电压允许变幅-15%~20%。

4.3 通用结构要求

- 4.3.1 仪器的结构宜简单紧凑、牢固可靠,便于安装、调试、运输、操作及维修。
- 4.3.2 仪器水下不可受水部分应有良好的密封性,外形不破坏流态,有保持稳定及导向的性能,与测杆、铅鱼等悬吊机构的连接装置应牢固可靠且易于装卸,信号导线有可靠的连接。
- 4.3.3 分水下水上两部分的仪器,应有可靠的信号传输机构。
- 4.3.4 仪器应采用防腐蚀、耐磨损、高强度及不易变形的材料制作,必要时还要进行表面涂镀处理。
- 4.3.5 仪器应具备有易损件。

4.4 可靠性要求

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≥16 000 h;
- b) 可靠度按 GB/T 18185—2000 中 6.2.2.1b)表 13 的规定。

4.5 性能要求

4.5.1 悬移质采样器

悬移质泥沙采样器的性能按 SL 07—2006 中第 5 章的规定。

4.5.2 推移质采样器

- 4.5.2.1 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。
- 4.5.2.2 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。
- 4.5.2.3 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%。
- 4.5.2.4 采样效率系数应稳定,样品应有代表性,进入器内的泥沙应不会被水流淘出。

4.5.3 床沙采样器

- 4.5.3.1 床沙采样器应能采集河床床面以下相应产品规定深度的样品,具体采样深度见表 2。
- 4.5.3.2 在采样过程中,进入器内的样品不应被水流冲走或漏失。

4.5.4 悬移质含沙量测量仪

4.5.4.1 仪器输出要求

仪器应能输出物理特征(光、电、放射强度等信号)数值和含沙量数值。
瞬时式仪器宜设置瞬时输出和设置时段均值输出。

4.5.4.2 含沙量推算模型基本要求

仪器特征读数推算含沙量的模型(工作曲线或广义偏差拟合方程)应稳定,对水温、泥沙颗粒组成等

有关影响应能自行校正。

其校测后获得的新模型推算的含沙量与原模型系统偏离大于2%时,应采用新模型推算含沙量。

4.5.4.3 测量误差

测量误差应满足下列要求:

- a) 在建立率定工作模型时,其含沙量随机误差(相对误差统计标准差)应不大于5%,系统偏差(相对误差均值)应不大于1%;
- b) 在野外应用验证时,其含沙量随机误差(相对误差统计标准差)应不大于10%,系统偏差(相对误差均值)应不大于3%。

4.5.4.4 连续工作稳定性

仪器连续工作性能应保持稳定,其8 h清水工作时的测量误差应不超过5%。

4.5.5 颗分仪器

4.5.5.1 分析筛

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

4.5.5.1.2 筛框应不变形、无缝隙、表面平整。

4.5.5.1.3 分析筛筛孔应平直方正,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。筛孔尺寸、丝径尺寸及其偏差的控制应符合GB/T 6005—2008的规定。

4.5.5.1.4 振筛机应有定时器控制,运行15 min其计时误差不超过5 s。

4.5.5.2 粒径计

4.5.5.2.1 粒径计管下端80 mm~100 mm处应开始逐渐收缩,至管底口内径 $\Phi 8$ mm,管内壁光滑,管身顺直,中部弯曲矢距小于2 mm。粒径计管的沉降始线、盛水水面线,最大粒径终止线等标记应准确测量,标划清晰。

4.5.5.2.2 对管长1300 mm,内径 $\Phi 40$ mm,沉降距离1250 mm,最大粒径观读沉距1000 mm的粒径计管,由管的下口向上量至1250 mm处应为沉降始线,始线以上5 mm处为盛水水面线,始线以下1000 mm处(即管的下口向上至250 mm处)为最大粒径终止线。

4.5.5.2.3 对管长1050 mm,内径 $\Phi 25$ mm,沉降距离1000 mm,最大粒径观读沉距800 mm的粒径计管,由管的下口向上量至1000 mm处应为沉降始线,始线以上5 mm处为盛水水面线,始线以下800 mm处(即管的下口向上至200 mm处)为最大粒径终止线。

4.5.5.3 吸管

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 $\Phi 1.0$ mm~ $\Phi 1.5$ 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。

吸管装置有手持式和机械式两种,前者管后接软管和橡皮吸球,后者管后接软管和注射器等。

4.5.5.4 光电颗分仪

4.5.5.4.1 沉降盒沉降距离应大于100 mm(或沉降时间不小于10 s)。

4.5.5.4.2 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量百分数相差应不大于4%,系统偏差应不大于2%。

4.5.5.5 离心沉降筛分仪

4.5.5.5.1 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 r/min、1500 r/min、2000 r/min、3000 r/min、4000 r/min、6000 r/min六档,根据不同的试样进行选择;直管式转速有750 r/min、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。

4.5.5.5.2 泥沙颗粒级配检测:用离心沉降法与吸管法比例,以吸管法为准,比测点小于某粒径沙量百分数相差应不大于4%,系统偏差应不大于3%。

4.5.5.6 激光粒度分析仪

激光粒度分析仪应满足下列要求:

- a) 具有高稳定的激光器,精密的光路,便于清洗的样品检测窗;
- b) 测量机构可调整光闪烁检测频率;
- c) 灵敏可靠一致性良好的光信号感测组件,信号感测(快照)频率应与光闪烁检测频率相同且同步;
- d) 光学测量系统与样品分散循环系统应方便对接,后者的运转不干扰前者的测量;
- e) 光学测量系统与计算机信号传输良好。

4.6 机械环境适应性

仪器在包装状态下,应能承受GB/T 9359—2001中所规定的振动和自由跌落等试验。

4.7 外观

4.7.1 仪器外表应美观、光洁。

4.7.2 观读的透视窗应清晰、无划痕。

4.7.3 表面的涂镀层应牢固、均匀,不应有脱落、划伤、锈蚀等缺陷。

4.7.4 仪器主要性能指标宜刻注在仪器的适当位置。

5 试验方法

5.1 试验要求

5.1.1 试验环境条件应符合4.2的要求。

5.1.2 测试过程中不得对被检仪器进行调整。

5.2 试验项目及内容

5.2.1 可靠性试验

泥沙仪器的可靠性试验可按GB/T 18185—2000的规定进行。

5.2.2 悬移质泥沙采样器的试验

悬移质泥沙采样器的试验方法按SL 07—2006中第6章的规定进行。

5.2.3 推移质采样器的试验方法

5.2.3.1 进口流速与天然流速比测试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,两者之比计算出进口流速系数。

5.2.3.2 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。

5.2.4 床沙采样器的试验方法

5.2.4.1 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。

5.2.4.2 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,在试用中分析床沙采样器的取样代表性并作出评价。

5.2.5 悬移质含沙量测沙仪的试验方法

5.2.5.1 率定建立工作模型

建造专用水池或水模,配置不同含沙量级、不同泥沙颗粒级配(粗、中、细沙型)及不同水质化学特性、不同水温等水沙仿真条件,实施率定建立工作模型的试验。

试验方法为,在各条件下,合理安排建模率定试验的含沙量级点,分别对应采用被率定仪器的物理特征读数和积时式采样器(或其他可靠准确的方法)取样测量的含沙量建立换算模型。

试验的每一次测试时间宜在60 s~100 s,仪器物理特征读数和含沙量的对应数值采用该60 s~100 s期间的平均值。

5.2.5.2 河流现场应用检验试验

在水流平稳条件下,与积时式采样器进行断面同位置测点的“同步平行”比测。比测应包括不同含沙量级、不同相对水深位置、不同流速等条件。被检验仪器和积时式采样器成果都采用该点位60 s~100 s期间含沙量数值的平均值。

5.2.5.3 误差计算

误差计算宜用式(1)~式(3):

$$\eta_i = \frac{G_i - B_i}{B_i} \dots\dots\dots(1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \eta_i^2}{N-1}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\xi = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \eta_i \dots\dots\dots(3)$$

式中:

η_i ——相对误差系列;

G_i ——模型测得的含沙量系列数值;

B_i ——积时式采样器测得的含沙量系列数值;

σ ——统计标准差;

ξ ——系统误差。

5.2.5.4 稳定性试验

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。

5.2.6 筛分仪的试验方法

5.2.6.1 分析筛

分析筛的检验方法见 GB/T 6005。

5.2.6.2 光电筛分仪

光电筛分仪的线性测试应取通过 0.062 mm 分析筛的适量沙样注入 1 000 mL 或 500 mL 量筒内,按规定加入反凝剂,并加纯水至满刻度线,搅拌分散均匀。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。

5.2.6.3 泥沙粒度分析仪器

泥沙粒度分析仪器的试验可用已知粒度级配分布的标准试样实施试验。试验统计误差结果应达到小于某粒径沙量百分数的系统偏差的绝对值在级配的 90% 以上部分小于 2,在 90% 以下部分小于 4;小于某粒径沙量百分数的随机不确定度应小于 10。

5.2.7 电压拉偏

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。

5.2.8 外观

目测检查。

5.2.9 工作环境

按照 GB/T 9359—2001 中第 6 章、第 7 章的试验方法进行温度、湿度试验。

5.2.10 机械环境适应性

按照 GB/T 9359—2001 中第 12 章、第 15 章的试验方法进行振动试验、自由跌落试验。

6 检验规则

6.1 出厂检验

6.1.1 批量出厂的产品,应逐台进行出厂检验。

6.1.2 出厂检验由生产单位的质量检验部门负责检验。产品经检验合格并签发合格证后,方允许出厂。

6.1.3 出厂检验项目按具体产品标准要求进行。

6.1.4 出厂检验中凡出现不合格者,应进行返工,直至检验合格。

6.2 型式检验

6.2.1 型式检验条件

产品有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品提交技术(定型)鉴定或产品科技成果(项目)鉴定前;
- b) 新产品试生产或老产品转厂生产后;
- c) 产品结构、材料、工艺有重大改变,可能影响产品性能时;
- d) 正常生产时,定期或积累一定产量后;
- e) 产品长期停产(三年以上)后,需要恢复生产时;
- f) 出厂检验结果与上一次型式检验有较大差异时;
- g) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时;
- h) 根据合同规定双方有约定时。

6.2.2 型式检验内容

型式检验由制造厂质量检验部门按本标准第5章规定的全部试验项目(可靠性试验除外)进行全性能检验。可靠性试验为非型式检验项目,可通过专项试验进行,也可以在运行或鉴定移交时进行统计。

6.2.3 型式检验抽样规则

型式检验的样品应从经出厂检验合格的产品中随机抽样,产品抽样至少不少于三台。若样品总数不足三台,则应全部检验。经过型式检验需要更换易损件的产品,在更换后应再经出厂检验合格后方可出厂。

6.2.4 型式检验判定规则

在型式检验中有两台或两台以上不合格时,则判该批产品型式检验不合格。有一台不合格时,则应加倍抽样进行不合格项目复检,其后仍有不合格时,则判该批产品型式检验不合格。若全部检验合格,则除去第一批抽样不合格的产品,该批产品应判为合格。

7 标志、使用说明书

7.1 标志

见 GB/T 18522.6 的规定。

7.2 使用说明书

见 GB/T 18522.6 的规定。

8 包装、运输、贮存

8.1 包装

见 GB/T 18522.6 的规定。

8.2 运输

包装好的产品应能适应各种运输方式。

8.3 贮存

长期贮存状态下的产品,其贮存场所应选择通风、干燥的室内,附近应无酸性、碱性及其他腐蚀性物质存在。包装好的产品应能适应下列环境条件贮存:

- a) 贮存环境温度: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - b) 贮存环境相对湿度: $\leq 90\%$ (40 $^{\circ}\text{C}$ 时)。
-