

ICS

备案号：

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T —20**

大坝安全监测仪器检验规程

Specifications for verification and test of dam safety monitoring instruments

(征求意见稿)

20 - - 发布

20 - - 实施

国家能源局 发布

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	3
5 检验环境条件	3
6 监测仪器、监测电缆、测量仪表、变形监测仪器检验项目与技术指标	4
7 监测仪器、监测电缆、测量仪表、变形监测仪器检验方法	13
8 检验报告	19
附录 A 监测仪器参数计算方法	20
附录 B 监测仪器与监测电缆检验记录格式	37

前 言

本文件依据 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业大坝安全监测标准化技术委员会（DL/TC 32）归口。

本标准起草单位：北京木联能工程科技有限公司、中国三峡建工（集团）有限公司、中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、中国葛洲坝集团勘测设计有限公司、南京南瑞水利水电科技有限公司、西安联能自动化工程有限责任公司。

本标准主要起草人：

本标准为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条1号，100761）。

大坝安全监测仪器检验规程

1 范围

本标准规定了大坝安全及其它岩土工程安全监测中监测仪器、监测电缆安装埋设前检验，测量仪表、变形观测仪器的周期检验的检验项目与技术指标、检验方法、检验报告。

本标准适用于大坝安全及其它岩土工程安全监测中监测仪器、监测电缆安装埋设前的检验，测量仪表、变形观测仪器的周期检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 11832 翻斗式雨量计

GB/T 18214.1 全球导航卫星系统（GNSS）第1部分：全球定位系统（GPS）接收设备性能标准、测试方法和要求的测试结果

JJF/T 1118 全球定位系统（GPS）接收机（测地型和导航型）校准规范

CH8016 《全球卫星定位系统（GPS）测地型接收机检定规程》

BD420003 《北斗/全球卫星导航系统（GNSS）测量型天线性能要求及测试方法》

BD420009 《北斗/全球卫星导航系统（GNSS）测量型接收机通用规范》

DL/T 1104 电位器式仪器测量仪表

DL/T 1133 钢弦式仪器测量仪表

DL/T 1334 压阻式仪器测量仪表

DL/T 1742 差动电阻式仪器测量仪表

JJF 1401 振弦式频率读数仪校准规范

JJG 100 全站型电子速测仪检定规程

JJG 204 气象用通风干湿表检定规程

JJG 272 空盒气压表和空盒气压计检定规程

JJG 703 光电测距仪检定规程

JJG 414 光学经纬仪检定规程

JJG 425 水准仪检定规程

JJG 8 水准尺检定规程

JJG（测绘）2102 因瓦条码水准尺

JJG（测绘）2101 数字水准仪

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

检验 verification

按照规定程序确定给定的仪器的某一种或多种特性的技术操作。

3.2

工作特性 working characteristics

用作约定真值的仪器输出—输入特性的方程或曲线。工作特性以直线拟合时，称工作特性直线或工作直线；工作特性以曲线拟合时，称工作特性曲线或工作曲线。

3.3

频率模数 frequency modulus

频率的平方除以 1000，一个单位定义为“一个字”。

3.4

电容比 capacitance ratio

电容感应式仪器中两个差动变化的电容 C_1 和 C_2 之比，即 $U = \frac{C_1}{C_2}$

3.5

满量程输出 full-span output

在规定条件下，仪器测量范围的上限和下限输出值之间的代数差。对于钢弦式仪器，是其工作特性所决定的最大输出频率的平方与最小输出频率的平方的代数差。

注：以频率模数（输出频率的平方除以 1 000）为输出量的钢弦式仪器，其满量程输出可表征为其最大输出频率模数和最小输出频率模数的代数差。

3.6

测量范围 measuring range

测量仪器的误差处在规定极限内的一组被测量的值。

3.7

分辨力 resolution

仪器在规定测量范围内可检测出的被测量的最小变化量。

3.8

基本误差 intrinsic error

在正常试验条件下仪器仪表的示值误差。

3.9

非线性度 nonlinearity

仪器正、反行程实际平均特性曲线相对于参比直线的最大偏差，用满量程输出的百分比来表示。

3.10

符合度 conformity

仪器正、反行程实际平均特性曲线相对于参比曲线的最大偏差，用满量程输出的百分比来表示。

3.11

不重复度 non-repeatability

仪器在一段短的时间间隔内，在相同的工作条件下，输入量从同一方向作满量程变化，多次趋近并到达同一校准点时所测量的一组输出量之间的分散程度，以满量程输出百分比表示。

3.12

滞后 hysteresis

仪器在输入量作满量程变化时，对于同一输入量，仪器的正、反行程输出量之差度，以满量程输出百分比表示。

3.13

综合误差 comprehensive error

仪器进程平均校准曲线和回程平均校准曲线二者与工作直线的最大偏差，用满量程输出的百分比来表示；该误差是反映钢弦式仪器的综合性能指标。

3.14

电阻比 resistance ratio

敏感元件中两个差动变化的金属丝电阻值 R_1 和 R_2 之比，即 $Z = \frac{R_1}{R_2}$ 。

3.15

最小读数 *f*_{minimum reading}

差动电阻式仪器在全量程范围内相应于输出电阻比变化 0.01% 时的被测量的值；钢弦式仪器在全量程范围内频率模数变化一个字时被测量的变化值。

3.16

防水密封性 *water proof*

仪器在规定的水压环境下能够连续正常工作 2 h。

3.17

准确度 *accuracy*

表征测量的指示值与相应的真实值的接近程度的一种品质，指示值越接近相应的真实值，准确度就越高。

4 一般规定**4.1 一般要求**

- a) 监测仪器、监测电缆与测量仪表所用的计量仪器设备与器具应经检定或检验合格，并在有效期内。
- b) 监测仪器安装埋设现场检验可在正常工作条件下进行，其他检验宜在正常试验条件下进行。
- c) 技术指标检验前，应将监测仪器、监测电缆放入检验环境条件下静置 24 h；检验时应保持环境条件相对稳定。
- d) 将监测仪器固定到标定设备（架）上时，应检查其固定前后读数的变化，不应超过 5%FS。
- e) 监测仪器应逐一进行检验。监测电缆按批次随机抽检，抽样数量为本批卷数的 10%，最少不得少于 1 卷，监测电缆检验样品可以为整卷或在一卷中截取一定长度，但截取长度不得小于 20 m。

4.2 外观及其他

- a) 监测仪器、测量仪表、变形观测仪器外观应无变形，外表面无明显划痕；商标、型号等标志清晰；紧固件无松动。
- b) 监测仪器、测量仪表、变形观测仪器应有铭牌标志，铭牌上应标明产品名称、型号、规格、出厂编号、制造厂名称和生产日期，附带技术文件包括产品合格证、出厂前的检验文件、使用说明书和产品技术条件规定的其它文件。
- c) 监测电缆的表面应有制造商名称、型号、标称截面、电压等级等连续标志，标志应字迹清楚，不易擦掉，当用浸水脱脂棉布轻擦 10 次后，字迹仍清晰可辨。
- d) 规格尺寸应满足产品标准规定。
- e) 外观及标志应为必检和第一顺序检验项目。

4.3 检验规则

- a) 监测仪器及电缆按照检验方法进行安装埋设前的检验。
- b) 测量仪表、变形观测仪器等按该产品对应检验规程、规范送检进行周期鉴定检验或周期校准检验。

5 检验环境条件**5.1 监测仪器、测量仪表正常试验条件应符合下列规定：**

- a) 环境温度：15℃～35℃；
- b) 相对湿度：25%～75%；
- c) 大气压力：53 kPa～106 kPa；
- d) 有特定要求的监测仪器、仪表应符合规定的条件。

6 监测仪器、监测电缆、测量仪表、变形监测仪器检验项目与技术指标

6.1 测缝计和位移计检验项目与技术指标应满足表 6.1 要求。

表 6.1 测缝计和位移计检验项目与技术指标

检 验 项 目	钢弦式	差动电阻式	电位器式	电容式
防水密封性 (MΩ)	≥50	≥50	≥50	≥10
高温绝缘性 (MΩ)	≥50	≥50	—	—
低温绝缘性 (MΩ)	≥50	≥50	—	—
0°C电阻差 (°C)	—	≤0.1	—	—
非线性度 (%FS)	≤2.00	≤2.00	≤1.00	≤0.60
不重复度 (%FS)	≤0.50	≤1.00	≤0.50	≤0.25
滞 后 (%FS)	≤1.00	≤1.00	≤0.50	≤0.25
综合误差 (%FS)	≤2.50	—	≤1.50	≤0.70
仪器系数误差 (%)	≤3.00	≤3.00	≤3.00	≤3.00

6.2 垂线坐标仪和引张线仪检验项目与技术指标应满足表 6.2 要求。

表 6.2 垂线坐标仪和引张线仪检验项目与技术指标

检 验 项 目	仪 器 型 式		
	电容式	步进式	光电式 CCD
绝缘电阻 (MΩ)	≥10	≥20	≥50
非线性度 (%FS)	≤0.6	—	—
不重复度 (%FS)	≤0.25	—	—
滞 后 (%FS)	≤0.25	—	—
综合误差 (%FS)	≤0.7	—	—
基本误差	X 方向	—	≤0.1 mm
	Y 方向	—	≤0.2 mm
重复性误差	X 方向	—	≤0.1 mm
	Y 方向	—	≤0.2 mm

光电式 CCD 对测量范围大于 50mm 的仪器, 基本误差: $\delta_1 \leq 0.3\%FS$ 。

6.3 静力水准仪检验项目与技术指标应满足表 6.3 要求。

表 6.3 静力水准仪检验项目与技术指标

检 验 项 目	仪 器 型 式		
	钢弦式	电容式	光电式 (CCD)
绝缘电阻 (MΩ)	≥50	≥10	≥50
基本误差 (%FS)	—	—	≤0.5
非线性度 (%FS)	≤0.75	≤0.6	—
不重复度 (%FS)	≤0.4	≤0.25	≤0.25
滞 后 (%FS)	≤0.4	≤0.25	≤0.25
综合误差 (%FS)	≤1	≤0.7	—
仪器系数误差 (%)	≤3	≤3	—

6.4 测斜仪检验项目与技术指标应满足表 6.4 要求。

表 6.4 测斜仪检验项目与技术指标

检 验 项 目	仪 器 型 式			
	伺服加速度计式	电阻应变片式	钢弦式	电解液式
非线性度 (%FS)	≤0.80	≤0.80	≤1.00	≤1.00
不重复度 (%FS)	≤0.25	≤0.25	≤0.25	≤0.25
滞 后 (%FS)	≤0.50	≤0.50	≤0.50	≤0.50
综合误差 (%FS)	≤1.00	≤1.00	≤1.50	≤1.50

6.5 渗压计检验项目与技术指标应满足表 6.5 要求。

表 6.5 渗压计检验项目与技术指标

检 验 项 目	仪 器 型 式		
	钢弦式	差动电阻式	压阻式
防水密封性 (MΩ)	≥50	≥50	≥50
高温绝缘性 (MΩ)	≥50	≥50	—
低温绝缘性 (MΩ)	≥50	≥50	—
0°C电阻差 (°C)	—	≤0.1	—
非线性度 (%FS)	≤2.0	≤2.0	≤0.25
不重复度 (%FS)	≤0.5	≤1.0	≤0.25
滞 后 (%FS)	≤1.0	≤1.0	≤0.25
综合误差 (%FS)	≤2.5	—	≤0.5
仪器系数误差 (%)	≤3	≤3	≤3

注：防水密封性试验后渗压计输出信号应稳定。

6.6 量水堰水位计检验项目与技术指标应满足表 6.6 要求。

表 6.6 量水堰水位计检验项目与技术指标

检 验 项 目	仪 器 型 式	
	钢弦式	电容式
绝缘电阻 (MΩ)	≥50	≥10
非线性度 (%FS)	≤2.0	≤0.6
不重复度 (%FS)	≤0.50	≤0.25
滞 后 (%FS)	≤1.0	≤0.25
综合误差 (%FS)	≤2.50	≤0.7
仪器系数误差 (%)	≤3	≤3

6.7 锚索测力计检验项目与技术指标应满足表 6.7 要求。

表 6.7 锚索测力计检验项目与技术指标

检 验 项 目	仪 器 型 式	
	钢弦式	差动电阻式
防水密封性 (MΩ)	≥50	≥50
高温绝缘性 (MΩ)	≥50	≥50
低温绝缘性 (MΩ)	≥50	≥50
0°C电阻差 (°C)	—	≤0.1

非线性度 (%FS)	≤2.0	≤2.0
不重复度 (%FS)	≤0.5	≤1.0
滞 后 (%FS)	≤1.0	≤1.0
综合误差 (%FS)	≤2.5	—
仪器系数误差 (%)	≤3	≤3
注：防水密封性试验后锚索测力计输出信号应稳定。		

6.8 压应力计检验项目与技术指标应满足表 6.8 要求。

表 6.8 土压力计检验项目与技术指标

检验项目	仪器型式	
	钢弦式	差动电阻式
防水密封性 (MΩ)	≥50	≥50
高温绝缘性 (MΩ)	≥50	≥50
低温绝缘性 (MΩ)	≥50	≥50
0℃电阻差 (℃)	—	≤0.1
非线性度 (%FS)	≤2.0	≤2.0
不重复度 (%FS)	≤0.5	≤1.0
滞 后 (%FS)	≤1.0	≤1.0
综合误差 (%FS)	≤2.5	—
仪器系数误差 (%)	≤3	≤3

6.9 钢筋计检验项目与技术指标应满足表 6.9 要求。

表 6.9 钢筋力计检验项目与技术指标

检 验 项 目	仪 器 型 式	
	钢弦式	差动电阻式
防水密封性 (MΩ)	≥50	≥50
高温绝缘性 (MΩ)	≥50	≥50
低温绝缘性 (MΩ)	≥50	≥50
0℃电阻差 (℃)	—	≤0.1
非线性度 (%FS)	≤2.0	≤2.0
不重复度 (%FS)	≤0.5	≤1.0
滞 后 (%FS)	≤1.0	≤1.0
综合误差 (%FS)	≤2.5	—
仪器系数误差 (%)	≤3	≤3
注：防水密封性试验后钢筋计输出信号应稳定。		

6.10 应变计检验项目与技术指标应满足表 6.10 要求。

表 6.10 应变计检验项目与技术指标

检 验 项 目	仪 器 型 式	
	钢弦式	差动电阻式
防水密封性 (MΩ)	≥50	≥50
高温绝缘性 (MΩ)	≥50	≥50
低温绝缘性 (MΩ)	≥50	≥50
0℃电阻差 (℃)	—	≤0.1
非线性度 (%FS)	≤2.0	≤2.0
不重复度 (%FS)	≤0.5	≤1.0
滞 后 (%FS)	≤1.0	≤1.0
综合误差 (%FS)	≤2.5	—
相对误差 (%)	≤3	≤3

注：防水密封性试验后应变计输出信号应稳定。

6.11 温度计检验项目与技术指标应满足表 6.11 要求。

防水密封性检验其绝缘电阻应大于 50MΩ，且试验后温度计输出信号应稳定。

表 6.11 温度计检验项目与技术指标

仪器名称	测量范围 (℃)	分辨力 (℃)
铜电阻温度计	- 30~70	≤0.1
钢弦式温度计	- 20~80, - 40~200	≤0.1
热敏电阻温度计	- 20~60	≤0.1
铂电阻温度计	- 40~80	≤0.1
光纤光栅式温度计	- 30~80, - 30~120	≤0.1

6.12 浮子式水位计检验项目与技术指标应满足表 6.12 要求。

表 6.12 浮子式水位计检验项目与技术指标

检验项目	指标
浮子防水密封性	空心浮子全浸入 60℃的热水中 1 min 应不出现气泡
绝缘电阻 (MΩ)	≥10
分辨力 (cm)	≤1.0
允许误差限 (cm)	≤±2.0
回差 (cm)	≤±2.0
重复性误差 (cm)	≤±1.0

6.13 气介质超声波水位计检验项目与技术指标应满足表 6.13 要求。

表 6.13 气介质超声波水位计检验项目与技术指标

检 验 项 目	指 标	
测量范围 (m)	0.8~5.0	0.8~10.0
盲 区 (m)	0.8	
分 辨 力 (cm)	≤0.5	≤1.0
准 确 度 (cm)	≤±2.0	≤±3.0
重复性误差 (cm)	≤±1.0	≤±1.5
再现性误差 (cm)	≤±3.0	≤±4.5
绝缘电阻	气介质超声波水位计两信号线之间电阻应不小于 5 MΩ, 机壳与电源线之间电阻不小于 1MΩ。	

6.14 翻斗式雨量计检验项目与技术指标应满足表 6.14 要求。

表 6.14 翻斗式雨量计检验项目与技术指标

检 验 项 目	指 标		
	I	II	III
准确度等级			
翻斗计量误差 (%)	≤±2	≤±3	≤±4
分 辨 力 (mm)	≤0.1	≤0.2	≤0.5
承雨口内径尺寸允许误差 (mm)	≤0.6		
重复性误差 (%)	≤1.0		
绝 缘 性	输出端与外壳间绝缘电阻不小于 1 MΩ		
开路电阻	输出端开路电阻不小于 1 MΩ		
接触电阻	接触电阻不大于 10 Ω		

6.15 虹吸式雨量计检验项目与技术指标应满足表 6.15 要求。

表 6.15 虹吸式雨量计检验项目与技术指标

检 验 项 目	指 标
承雨口内径尺寸允许误差 (mm)	≤0.6
虹吸一次时间 (s)	≤14
记录误差 (mm)	≤0.05
零点和虹吸点的不稳定性 (mm)	≤0.1

6.16 监测电缆检验项目与技术指标应满足表 6.16-1 要求。

表 6.16-1 监测电缆检验项目与技术指标

检 验 项 目	指 标
防水密封性	应符合表 6.16-3 的规定。
导体电阻	监测电缆导体在 20°C时的电阻应符合表 6.16-2 的规定,且芯线之间的电阻差值应不大于单芯电阻的 10%。
漏气检查	监测电缆内通入 0.1 MPa~0.15 MPa 气压时,其漏气段不得使用。

表 6.16-2 监测电缆导体结构参数

导体标称截面积 (mm ²)	导体结构根数/单线直径 (mm)	20°C导体电阻最大值 (Ω/km)	导体标称截面积 (mm ²)	导体结构根数/单线直径 (mm)	20°C导体电阻最大值 (Ω/km)
0.25	14/0.15	80.2	1.0	32/0.2	20.0
0.3	17/0.15	66.5	1.25	40/0.2	16.4
0.37	12/0.2	53.4	1.5	48/0.2	13.7
0.5	16/0.2	40.1	2.0	39/0.25	10.3
0.75	24/0.2	26.7	2.5	49/0.25	8.21

表 6.16-3 监测电缆耐水性试验

项 目	试 验 条 件		试验结果最小绝缘电阻 (MΩ·km)
	水压 (MPa)	保持时间 (h)	
单护套	室温浸水	48	≥100
双护套	3.0	48	≥100

注：绝缘电阻的测量应使用 500V 兆欧表或相类似仪表，在绝缘线芯导体和试验压力容器间测试。有特殊要求时按规定执行。

6.17 钢弦式测量仪表检验项目与技术指标应满足表 6.17 要求。

表 6.17 钢弦式测量仪表主要技术指标

检验项目	分辨力	频率误差 (Hz)	温度误差 (°C)	绝缘性能 (MΩ)
	频率 0.1 Hz、温度 0.1 °C	≤0.2	≤0.5	≥50

6.18 差动电阻式测量仪表检验项目与技术指标应满足表 6.18 要求。

表 6.18 差动电阻式测量仪表主要技术指标

检验项目	测量范围		基本误差	
	电阻比	电阻值 (Ω)	电阻比	电阻值 (Ω)
	0.9000~1.1000	0.01~120.00	±0.0001	±0.02

6.19 压阻式测量仪表检验项目与技术指标应满足表 6.19 要求。

表 6.19 压阻式测量仪表主要技术指标

检验项目	测量范围 (mA)	分辨力 (% FS)	准确度 (% FS)	输入阻抗 (Ω)	绝缘性能 (MΩ)
	0.000~20.000	≤0.01	≤0.05	≤300	≥50

6.20 电位器式测量仪表检验项目与技术指标应满足表 6.20 要求。

表 6.20 电位器式测量仪表主要技术指标

检验项目	测量范围		分辨力		准确度 (% FS)
	电阻比	电压 (V)	比值	电压 (V)	
	0.0000~1.0000	0.000~±19.999	≤0.01%	≤0.001	≤±0.05

6.21 全站仪检验项目与技术指标应满足表 6.21 要求。

表 6.21 全站仪主要技术指标

序号	项目	仪器等级									
		I/ (″)		II/ (″)		III/ (″)			IV/ (″)		
		0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	6.0	10.0		
1	照准部旋转正确性	电子 气泡 10.0″	长汽泡 0.3 格	电子 气泡 20.0″	长汽泡 1.0 格	电子 气泡 30.0″		长汽泡 1.5 格	电子 气泡 30.0″	长汽泡 3.0 格	
2	望远镜视轴与横轴 垂直度/ (″)	6.0		8.0		10.0			16.0		
3	照准误差/ (″)	6.0		8.0		10.0			16.0		
4	横轴误差/ (″)	10.0		15.0		20.0			30.0		
5	竖盘指标差/ (″)	12.0		16.0		20.0			30.0		
6	补偿器补偿范围/ (″)	2~3		2~3		2~3			2~3		
7	补偿器零位误差/ (″)	10.0		20.0		30.0			30.0		
8	补偿器补偿误差 (纵横) / (″)	3.0		6.0		12.0			20.0		
9	望远镜调焦运行误 差/ (″)	6.0		10.0		15.0			20.0		
10	光学对中器视轴与 竖轴重合度	光学对中器		高 0.8m~1.5m 范围内 <1.0mm							
		激光对中器		高 0.8m~1.5m 范围内, 光斑直径 <2.0mm 时按重合度 <1.0mm 执行							
11	一测回水平方向标 准偏差/ (″)	0.5	0.7	1.1	1.4	2.1		3.5	4.2	7.0	
12	一测回竖直角测角 标准偏差/ (″)	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0		5.0	6.0	10	

6.22 经纬仪检验项目与技术指标应满足表 6.22 要求。

表 6.22 经纬仪主要技术指标

序号	项目	性能要求				
		DJ ₀₇	DJ ₁	DJ ₂	DJ ₆	DJ ₃₀
1	视准轴与横轴的垂直度	±5	±6	±8	±10	±16
2	横轴与竖轴的垂直度	±10	±10	±15	±20	±60
3	竖盘指标差	±10	±12	±16	±20	±32
4	望远镜调焦运行误差	±6	±6	±10	±15	±40
5	竖盘指标自动补偿误差	±3	±3	±3	±4.5	—
6	一测回水平方向标准偏差	0.6	0.8	1.6	4	20
7	一测回竖直角测角标准偏差	2	2	6	10	45

注: ①光学经纬仪按标称一测回水平方向标准偏差分为: DJ₀₇、DJ₁、DJ₂、DJ₆、DJ₃₀。

②进口经纬仪的一测回水平方向标准偏差和一测回竖直角测角标准偏差不得大于其出厂标称值, 其他检定项目应本着就低不就高的原则对照表 6.22 相应等级的要求执行。

6.23 水准仪检验项目与技术指标应满足表 6.23 要求。

表 6.23 水准仪主要技术指标

序号	项目	单位	DS05	DSZ05	DS1	DSZ1	DS3	DSZ3
1	水准器角值	圆水泡	(')/2mm	$\leq 8 \pm 2$				
		吻合式	(")/2mm	$\leq 10 \pm 2$			$\leq 20 \pm 5$	
2	竖轴运转误差	水准管式	(")	新制造的 \leq 水准管标称角值的 1/2 后续检定的 \leq 水准管的标称角值				
		自动安平式	(')	圆水准泡和直交型水准管的偏离均不大于标称角值的 1/4				
3	望远镜分划板横丝与竖轴垂直度	(')	≤ 3					
4	视距乘常数		视距乘常数误差 $\leq 0.4\%$					
5	测微器行差回程差	行差	mm	全程行差 ≤ 0.1				
		回程差	mm	任何一点回程差 ≤ 0.05				
6	数字水准仪 30m 视距测量误差	cm	测量误差 ≤ 10 测量标准差 ≤ 2				测量误差 ≤ 12 测距标准差 ≤ 2.5	
7	视准线的安平误差	(")	≤ 0.40	≤ 0.30	≤ 0.45	≤ 0.35	≤ 1.0	≤ 0.8
8	交叉误差	(')	≤ 3		≤ 3		≤ 5	
9	视准线误差	光学读数	(")	≤ 8 (双摆位 4)		≤ 10		≤ 12
		数字显示	(")	≤ 15		≤ 20		≤ 25
10	调焦运行误差	mm	≤ 0.5		≤ 0.5		≤ 1.0	
11	自动安平水准仪	补偿误差	(")/1'		≤ 0.20		≤ 0.30	≤ 0.50
		补偿范围	(')	≥ 8				
12	自动安平水准仪	摆差		垂直方向 $\leq 25''$ 水平方向 $\leq 10'$				
13	测站单次高差标准差	mm	≤ 0.08 (视距 30 m)			≤ 0.15 (视距 50 m)		
			(数字水准仪视距 20 m~30 m)					
14	磁滞误差 (60 μ 场强)	直流	(")		≤ 0.02		≤ 0.04	
		交流	(")		≤ 0.06		≤ 0.10	

6.24 水准尺检验项目与技术指标应满足表 6.23 要求。

表 6.24 水准尺主要技术指标

序号	项目	性能要求	
1	标尺上圆水准器安置的正确性	$\leq 12' / 2 \text{ mm}$	
2	标尺分划面弯曲差 (矢距)	$\leq 4 \text{ mm}$	
3	标尺中轴线与标尺底面的垂直度	$\leq 5'$	
4	一副标尺零点差之差	$\leq 0.05 \text{ mm}$	
5	标尺基本码分划误差	偏差	$\leq 0.020 \text{ mm}$
		标准差	$\leq 0.013 \text{ mm}$
6	标尺米间隔长度平均值与标称值之差	$\leq 0.040 \text{ mm}$	

6.25 GNSS 检验项目与技术指标应满足表 6.25 要求。

表 6.25 GNSS 主要技术指标

序号	项目	性能要求	
1	电压驻波比	在各接收频点范围内, 对 50Ω 传输线天线电压驻波比应不超过 2.0	
2	极化特性和轴比	在各接收频点范围内, 天线的极化特性为右旋圆极化, 法向轴比应不大于 2dB, 仰角 20°方向轴比不大于 4dB	
3	天线方向图与增益	测量型天线	在各接收频点范围内, 法向增益不小于 4.5dBi, 仰角 20°方向增益不小于-5dBi
		参考站天线	在各接收频点范围内, 法向增益不小于 5.0dBi, 仰角 20°方向增益不小于-5dBi
4	极化增益前后比	测量型天线	天线涵盖的各频点内, 极化增益前后比不小于 20 dB
		参考站天线	天线涵盖的各频点内, 极化增益前后比不小于 25dB
5	滚降系数	测量型天线	天线涵盖的各频点内, 滚降系数不小于 9dB
		参考站天线	天线涵盖的各频点内, 滚降系数不小于 11dB
6	20°仰角不圆度	天线涵盖的各频点内, 20°仰角不圆度应不大于 1.5dB	
7	相位中心一致性	测量型天线	相位中心偏差不能超过 2mm
		参考站天线	相位中心偏差不能超过 1.5mm
8	多径效应值	测量型天线	不大于 0.5m
		参考站天线	不大于 0.4m
9	噪声系数	天线涵盖的各频点内, 噪声系数应小于 2.5dB	
10	带外抑制	接收信号边频±100MHz 处, 带外抑制应大于 30dB	
11	带内平坦度	天线涵盖的各频点内, 平坦度值应不超过 1.5dB	
12	1dB 压缩点输出功率	不小于 0dBm	
13	防水性能	外置天线应具备防水能力, 在深度为 1 米的清洁自来水中, 浸泡 0.5h 后, 应能正常工作	

7 监测仪器、监测电缆、测量仪表、变形监测仪器检验方法

7.1 防水密封性检验

7.1.1 检验设备

- a) 水压力罐和加压设备;
- b) 不低于 0.4 级的压力表;
- c) 100 V/100 M Ω 的兆欧表、500 V/500 M Ω 的兆欧表;
- d) 测量仪表。

7.1.2 检验方法

7.1.2.1 测缝计、位移计、锚索测力计、土压力计、钢筋计、应变计等监测仪器检验方法

- a) 将监测仪器置于水压力罐中，电缆线端应引出压力罐外，然后给压力罐充满水，进行密封紧固，安装压力表;
- b) 用加压设备加压，加压初期应注意排气，然后加压至 0.5 MPa 或规定的防水密封压力，保持 2 h;
- c) 用 100 V/100 M Ω 的兆欧表测试监测仪器引出芯线与压力罐外壳之间的绝缘电阻并记录;
- d) 卸除压力，测读监测仪器并记录。

7.1.2.2 渗压计等水压力监测仪器检验方法

- a) 将监测仪器置于水压力罐中，电缆线端应引出压力罐外，然后给压力罐充满水，进行密封紧固，安装压力表;
- b) 用加压设备加压，加压初期应注意排气，然后加压至监测仪器量程的 1.2 倍，保持 2 h;
- c) 用 100 V/100 M Ω 的兆欧表测试监测仪器引出电缆芯线与压力罐外壳之间的绝缘电阻并记录;
- d) 卸除压力，测读监测仪器并记录。

7.1.2.3 监测信号电缆检验方法

- a) 将电缆置于水压力罐中，电缆线两端应引出压力罐外，然后给压力罐充满水。对于单护套电缆不用密封加压，对于双护套电缆应先进行密封紧固，安装压力表，再用加压设备加压，加压初期应注意排气，然后加压至 3 MPa 或规定的防水密封压力，保持 48 h;
- b) 用 500 V/500 M Ω 的兆欧表测试监测仪器引出电缆芯线与压力罐外壳之间的绝缘电阻并记录。

7.2 绝缘性与绝缘电阻检验

绝缘性与绝缘电阻检验方法如下:

- a) 将监测仪器在正常试验大气条件下预先置放 8 h;
- b) 将监测仪器芯线可靠并联后，用 100 V/100 M Ω 的兆欧表测试芯线与监测仪器外壳之间的绝缘电阻。

7.3 高温绝缘性与低温绝缘性检验

在最高温度档和最低温度档分别测试芯线与监测仪器外壳之间的绝缘电阻。

7.4 静态特性检验

7.4.1 测缝计和位移计静态特性检验

7.4.1.1 检验设备

- a) 与量程适配的标定架;
- b) 0 级百分表或分辨率 0.05 mm 的数显标尺;
- c) 测量仪表，分辨力要求为：钢弦式不低于 0.1 Hz 或 0.1 kHz²、差动电阻式不低于 0.01 %、电位器式不低于 0.1 mV、电容式不低于 0.01 %。

7.4.1.2 检验方法

- a) 将监测仪器固定在标定架上，检验前应在测量范围上、下限值的 1.2 倍内预先拉压循环三次，测值

应稳定；

b) 将被检验监测仪器的全量程均分 n 个档次，共 $n+1$ 个测试点。 n 取 6~12，可根据监测仪器的量程而定；

c) 从测试基准点逐级加荷直至满量程测试点，然后逐级卸荷至测试基准点。各测试点读数稳定后读取并记录数据。重复上述操作，共循环 3 次。

7.4.2 垂线坐标仪和引张线仪静态特性检验

7.4.2.1 检验设备

- a) 与坐标仪量程适配的专用标定设备、固定夹具；
- b) 量程 50 mm 的 0 级百分表，分辨力 0.02 mm 的数显标尺；
- c) 坐标仪测量仪表，其中电容式分辨力不低于 0.01 %。

7.4.2.2 检验方法

- a) 与坐标仪相连的测试仪器应通电预热 30 min；
- b) 将坐标仪按检验方向可靠地固定在专用标定设备上，调整垂线体至垂线坐标仪下限值位置，百分表或数显标尺回零；
- c) 将被检验仪器的全量程均分 n 个档次，共 $n+1$ 个测试点。 $n \geq 5$ ，可根据仪器的量程而定；
- d) 将垂线体由第一个测试点逐级位移至第 $n+1$ 个测试点，然后由第 $n+1$ 个测试点逐级位移至第一个测试点。各测试点至少保持稳定 30 s 后记录读数，重复上述操作，共循环 3 次。

7.4.3 静力水准仪静态特性检验

7.4.3.1 检验设备

- a) 与静力水准仪量程适配的专用标定设备、固定夹具；
- b) 量程 50 mm 的 0 级百分表，分辨力 0.02 mm 的数显标尺；
- c) 测量仪表，分辨力要求为：钢弦式不低于 0.1 Hz 或 0.1 kHz²、电容式不低于 0.01 %。

7.4.3.2 检验方法

7.4.3.2.1 钢弦式静力水准仪检验

- a) 将静力水准仪固定在标定设备上，调整仪器位置，使浮筒底部浸于水箱水面 1 mm~2 mm，待浮筒稳定 3 min 后，数显标尺复位归零。试验水箱内的水位应适当，试验过程中不应溢出水箱；
- b) 将被检验监测仪器的全量程均分 n 个档次，共 $n+1$ 个测试点。 $n \geq 5$ ，可根据监测仪器的量程而定；
- c) 使水箱水位由第一个测试点逐级上升至第 $n+1$ 个测试点，然后由第 $n+1$ 个测试点逐级下降至第一个测试点。各测试点待浮子稳定 3 min 后记录读数，重复上述操作，共循环 3 次。

7.4.3.2.2 电容式静力水准仪检验

- a) 将静力水准仪固定在标定设备上，水箱底部的出水口通过软管与静力水准仪底部进水口连接，打开管路开关，调整水位找出电容比为零的位置，数显标尺复位归零。试验水箱内的水位应适当，试验过程中不应溢出水箱；
- b) 将被检验监测仪器的全量程均分 n 个档次，共 $n+1$ 个测试点。 $n \geq 5$ ，可根据监测仪器的量程而定；
- c) 使水箱水位由第一个测试点逐级上升至第 $n+1$ 个测试点，然后由第 $n+1$ 个测试点逐级下降至第一个测试点。各测试点稳定 1 min 后记录读数，重复上述操作，共循环 3 次。

7.4.3.2.3 光电式 CCD 静力水准仪检验

光电式 CCD 静力水准仪检验方法参见电容式静力水准仪检验方法。

7.4.4 测斜仪静态特性检验

7.4.4.1 检验设备

- a) 分辨率不低于 5" 的测斜仪标定设备；
- b) 0.02 mm/m 的框式水平仪；
- c) 测量仪表，分辨力要求为：钢弦式不低于 0.1 Hz 或 0.1 kHz²、伺服加速度计式不低于 0.1 mV、电阻应变片式不低于 0.1 $\mu\epsilon$ 。

7.4.4.2 检验方法

- a) 将测斜仪固定在标定设备上,用框式水平仪将标定台基架调整到铅直位置,并以此作为测斜仪 0° 测试点 (0° 垂直偏角);
- b) 将被检验监测仪器的全量程均分 n 个档次,共 $n+1$ 个测试点。 n 为偶数且 ≥ 10 ,可根据监测仪器的量程而定;
- c) 摇动标定设备手轮,使测斜仪达到下限值测试点,之后逐级上行至下一测试点直至上限测试点,再反向由上限测试点逐级下行至下限测试点。各测试点稳定 30 s 后读取记录测斜仪读数,重复上述操作,共循环 3 次。

7.4.5 渗压计静态特性检验

7.4.5.1 检验设备

- a) 气压力或水压力标定设备;
- b) 0.05 级活塞式压力计,或不低于 0.1 级的数字压力表;
- c) 测量仪表,分辨力要求为:钢弦式不低于 0.1 Hz 或 0.1 kHz²、差动电阻式不低于 0.01 %、压阻式不低于 0.1 mV。

7.4.5.2 检验方法

- a) 将渗压计固定在标定设备上,检验前应在测量范围上、下限值的 1.2 倍内预压循环三次,测值应稳定;
- b) 将被检验监测仪器的全量程均分 n 个档次,共 $n+1$ 个测试点。 $n \geq 5$,可根据监测仪器的量程而定;
- c) 自零压力测试点按设定的试验级差逐级加压至满量程测试点,之后反向由满量程压力测试点逐级卸压至零压力测试点。各测试点稳定 30 s 后读取记录数据,重复上述操作,共循环 3 次。

7.4.6 量水堰水位计静态特性检验

7.4.6.1 检验设备

- a) 量水堰水位计标定设备;
- b) 分辨率 0.05 mm 的竖式数显标尺;
- c) 测量仪表,分辨力要求为:钢弦式不低于 0.1 Hz 或 0.1 kHz²、电容式不低于 0.01 %。

7.4.6.2 检验方法

- a) 钢弦式量水堰水位计检验方法同钢弦式静力水准仪检验方法;
- b) 电容式堰上水位计检验方法同电容式静力水准仪检验方法。

7.4.7 锚索测力计静态特性检验

7.4.7.1 检验设备

- a) 与测力计量程适配的不低于 1 级的材料试验机;
- b) 与测力计结构匹配的专用夹具;
- c) 分辨力为 0.05 mm 的游标卡尺;
- d) 测量仪表,分辨力要求为:钢弦式不低于 0.1 Hz 或 0.1 kHz²、差动电阻式不低于 0.01 %。

7.4.7.2 检验方法

- a) 用游标卡尺测量钢套内径及筒高,其允许偏差为标称尺寸的 ± 0.5 mm;
- b) 测力计两端面应配以适配的连接夹具,安装于试验机工作台时测力计轴线和加载中心重合,以使偏心负载的影响减到最小。测力计安装于试验机后,应在零压力至满量程的 1.2 倍压力范围内预压 2~3 次循环;
- c) 将被检验监测仪器的全量程均分 n 个档次,共 $n+1$ 个测试点。 $n \geq 5$,可根据监测仪器的量程而定;
- d) 按设定的试验级差由零测试点逐级加荷至满量程测试点,然后反向卸荷,由满量程测试点直至零测试点。各测试点均稳定 5 s 后读取记录数据,重复上述操作,共循环 3 次。

7.4.8 压应力计静态特性检验

7.4.8.1 检验设备

- a) 水压力罐及加压设备或与压应力计量程适配的不低于 1 级的材料试验机;
- b) 不低于 0.1 级的数字压力表或与压应力计结构匹配的专用夹具;
- c) 测量仪表, 分辨力要求为: 钢弦式不低于 0.1 Hz 或 0.1 kHz²、差动电阻式不低于 0.01 %。

7.4.8.2 检验方法

a) 压应力计在水压力罐中安放时宜采用悬挂式, 其承压面与罐壁(底)应有 2 cm 以上距离, 试验过程中压应力计位置应固定; 采用材料试验机检验时, 配以适配的连接夹具, 安装于试验机工作台时压应力计轴线和加载中心重合, 以使偏心负载的影响减到最小。压应力计安装于试验机后, 应在零压力至满量程的 1.2 倍压力范围内预压 2~3 次循环;

b) 将被检验监测仪器的全量程均分 n 个档次, 共 $n+1$ 个测试点。 $n \geq 5$, 可根据监测仪器的量程而定;

c) 按设定的试验级差由零压力测试点逐级加压至满量程测试点, 然后反向由满量程测试点至零压力测试点逐级卸压。各测试点均稳定 30 s 后读取记录数据, 重复上述操作, 共循环 3 次。

7.4.9 钢筋计静态特性检验

7.4.9.1 检验设备

- a) 不低于 1 级的万能材料试验机;
- b) 分辨力 0.02 mm 的游标卡尺;
- c) 测量仪表, 分辨力要求为: 钢弦式不低于 0.1 Hz 或 0.1 kHz²、差动电阻式不低于 0.01 %。

7.4.9.2 检验方法

a) 用游标卡尺测量钢筋计连接杆直径, 其允许偏差为标称尺寸的 ± 0.2 mm;

b) 钢筋计安装于试验机后, 应在 1.2 倍拉应力上限范围内预拉 2~3 次循环;

c) 将被检验监测仪器的全量程均分 n 个档次, 共 $n+1$ 个测试点。 $n \geq 5$, 可根据监测仪器的量程而定;

d) 按设定的试验级差由零拉应力测试点逐级加荷至满量程测试点, 然后反向卸荷, 由满量程测试点直至零拉应力测试点。各测试点均稳定 5 s 后读取记录数据, 重复上述操作, 共循环 3 次。

7.4.10 应变计静态特性检验

7.4.10.1 检验设备

- a) 应变计标定设备(架);
- b) 0 级千分表;
- c) 分辨力 0.05 mm 的游标卡尺;
- d) 测量仪表, 分辨力要求为: 钢弦式不低于 0.1 Hz 或 0.1 kHz²、差动电阻式不低于 0.01 %。

7.4.10.2 检验方法

a) 用游标卡尺测量应变计标距, 其允许偏差为标称尺寸的 ± 1.0 mm;

b) 检验前将应变计在其测量范围上、下限值 1.2 倍范围内预拉压 2~3 次循环;

c) 将被检验监测仪器的全量程均分 n 个档次, 共 $n+1$ 个测试点。 $n \geq 5$, 可根据监测仪器的量程而定;

d) 按设定的试验级差由下限值测试点逐级拉伸至上限值测试点, 然后反向压缩, 由上限值测试点直至下限值测试点。各测试点均稳定 5 s 后读取记录数据, 重复上述操作, 共循环 3 次。

7.4.11 浮子式水位计检验

7.4.11.1 检验设备

- a) 10 m 水位测试台;
- b) 100 V/100 M Ω 的兆欧表;
- c) 编码器测试仪。

7.4.11.2 检验方法

a) 在水位计测量范围内, 按 20 cm/min~40 cm/min 的水位变率, 使水位升、降各 1 个全过程, 每 0.5m 设比测点一个, 测读记录数据;

b) 在水位计测量范围内, 使水位上升和下降至 3 m、6 m、9 m 水位值处, 记录同一水位值处的上升测值和下降测值, 共循环 3 次;

- c) 水位计单向升或单向降至 3 m、6 m、9 m 水位值 5 次，测读记录数据；
- d) 将空心浮子全浸入 60 °C 的热水中 1 min，检查浮子是否出现气泡；
- e) 用 100 V/100 MΩ 的兆欧表检测信号电缆与水位计外壳间的绝缘电阻。
- f) 检验结果应满足表 6.12 的要求，且试验后水位计的信号转换、记录显示等功能均应正常，表面应无锈蚀、开裂、剥落等损伤。

7.4.12 气介质超声波水位计检验

7.4.12.1 检验设备

- a) 水槽或固定转换能器的专用测试台（10 m）；
- b) 钢尺（10 m）；
- c) 100 V/100 MΩ 的兆欧表。

7.4.12.2 检验方法

- a) 在水位计测量范围内，移动水位计模拟水位升、降两个全过程，每 0.5 m 设比测点一个，测读并记录数值；
- b) 在水位计测量范围内，水位不变，移动水位计至 3 m、6 m、9 m 水位值处，记录同一水位值处的上升测值（或下降测值），共循环 3 次。取各水位测试点测量中的最大（或最小）值与该点重复测量的均值之差的最大者即为重复性误差；
- c) 在水位计的测量范围内，水位不变，选择两个不同的水位值，进行试验。移动水位计至某一水位，在 48 h 之内开机 10 h，关机 2 h，共进行 4 次，记录每次测量值。水位计测量值与约定真值之差的最大值即为再现性误差；
- d) 用 100 V/100 MΩ 的兆欧表检测换能器两信号线与机壳间及电源线与机壳间的绝缘电阻。
- e) 检验结果应满足表 6.13 的要求。

7.4.13 翻斗式雨量计检验

7.4.13.1 检验设备

- a) 分辨力 0.02 mm 的游标卡尺；
- b) 专用计数器；
- c) 国家标准器具；
- d) 万用表；
- e) 100 V/100 MΩ 的兆欧表。

7.4.13.2 检验方法

- a) 均匀取 5 个不同方向，用游标卡尺量取承雨口内径；
- b) 在仪器处于正常工作状态时，分别以大（降雨强度为 3.8 mm/min~4.2 mm/min）、中（降雨强度为 1.5 mm/min~2.5 mm/min）、小（降雨强度为 0.3 mm/min~0.5 mm/min）三种降雨强度，恒速向仪器注入清水，同时用专用计数器对翻斗翻转次数进行计数，翻斗翻转各 10/c（c 为仪器分辨力）次，采用国家标准器具测量仪器自身排水量，按照 GB/T 11832《翻斗式雨量计》的规定计算准确度。
- c) 按上述 b) 步骤试验，计算同一雨强任意 3 次翻斗计量水量互差的最大值与其平均值的比值百分数，取其三个雨强计算值的最大值作为重复性误差；
- d) 用 100 V/100 MΩ 的兆欧表检测输出信号线与机壳间绝缘电阻；
- e) 在发讯装置处于非吸合状态时，用万用表检测信号线间的开路电阻；在发讯装置处于吸合状态时，用万用表检测信号线间的接触电阻；
- f) 检测结果应满足表 6.14 的要求。

7.4.14 虹吸式雨量计检验

7.4.14.1 检验设备

- a) 分辨力 0.02 mm 的游标卡尺；
- b) 秒表；

c) 标准量筒。

7.4.14.2 检验方法

a) 均匀取 5 个不同方向, 用游标卡尺量取承水口内径;

b) 向承水口注水至虹吸, 使笔尖指示 0 mm, 然后注入 314.2 mL 的水, 虹吸开始时, 秒表记时至虹吸停止, 观测降水量在 10 mm 时处的指示值、虹吸时间, 重复 3 次;

c) 向承水口注水至虹吸, 使笔尖指示 0 mm, 然后分别注入 31.4 mL、5×31.4 mL 和 314.2 mL 的水, 观测记录降水量在 1 mm、5 mm 和 10 mm 时处的指示值, 重复 3 次;

d) 检测结果应满足表 6.15 的要求。

7.4.15 监测电缆检验

7.4.15.1 检验设备

a) 万用表或差动电阻式测量仪表;

b) 500 V 直流电阻表;

c) 压力容器罐。

7.4.15.2 检验方法

a) 用万用表或差动电阻式测量仪表分别测量监测电缆各芯线的电阻, 其结果应满足表 6.16-2 的要求;

b) 根据监测电缆耐水压参数, 把监测电缆置于耐水压参数规定的水压环境下 48 h, 用 500V 直流电阻表测量芯线与水压试验容器间的绝缘电阻, 将测量值 (单位: MΩ) 乘以电缆长度 (单位: km), 其结果应满足表 6.16-3 的要求;

c) 漏气检查结果应满足表 6.16-1 的相应要求。

7.4.16 钢弦式仪器测量仪表检验

用于大坝安全监测的钢弦式仪器测量仪表, 按照《振弦式频率读数仪校准规范》JJF1401 和《钢弦式仪器测量仪表》DL/T 1133 相关要求校准或检验。

7.4.17 差动电阻式仪器测量仪表检验

用于大坝安全监测的差动电阻式仪器测量仪表, 按照《差动电阻式仪器测量仪表》DL/T 1742 相关要求检验。

7.4.18 压阻式仪器测量仪表检验

用于大坝安全监测的压阻式仪器测量仪表, 按照《压阻式仪器测量仪表》DL/T 1334 相关要求检验。

7.4.19 电位器式仪器测量仪表检验

用于大坝安全监测的电位器式仪器测量仪表, 按照《电位器式仪器测量仪表》DL/T 1104 相关要求检验。

7.4.20 全站仪检验

用于大坝安全监测的全站仪, 按照《全站型电子速测仪检定规程》JJG 100 及《光电测距仪检定规程》JJG 703 相关要求检验。全站仪配套使用的气象用通风干湿表按照《气象用通风干湿表检定规程》JJG 204 相关要求检验、空盒气压表 (空盒气压计) 按照《空盒气压表和空盒气压计检定规程》JJG 272 相关要求检验。

7.4.21 经纬仪检验

用于大坝安全监测的电子经纬仪, 按照《全站型电子速测仪检定规程》JJG100 相关要求检验。用于大坝安全监测的光学经纬仪, 按照《光学经纬仪检定规程》JJG 414 相关要求检验。

7.4.22 水准仪检验

用于大坝安全监测的水准仪, 按照《水准仪检定规程》JJG 425、《数字水准仪》JJG (测绘) 2101 相关要求检验。

7.4.23 水准尺检验

用于大坝安全监测的水准尺, 按照《水准尺检定规程》JJG 8 及《因瓦条码水准尺》JJG (测绘) 2102 相关要求检验。

7.4.25 GNSS 接收机检验

用于大坝安全监测的 GNSS 接收机，按照《全球导航卫星系统（GNSS）第 1 部分：全球定位系统（GPS）接收设备性能标准、测试方法和要求的测试结果》GB/T 18214.1、《全球定位系统（GPS）接受机（测地型和导航型）校准规范》JJF 1118、《全球卫星定位系统（GPS）测地型接收机检定规程》CH8016、《北斗/全球卫星导航系统（GNSS）测量型天线性能要求及测试方法》BD420003、《北斗/全球卫星导航系统（GNSS）测量型接收机通用规范》BD420009 相关要求检验。

8 检验报告

- 8.1 监测仪器与监测电缆检验记录报告应包含所有检验项目的检验数据、结果与检验结论。
- 8.2 监测仪器参数计算方法见附录 A。
- 8.3 监测仪器与监测电缆检验报告格式见附录 B。

附录 A 监测仪器参数计算方法

(规范性附录)

A.1 钢弦式仪器参数计算方法

A.1.1 钢弦式仪器物理量计算

(1) 线性拟合:

$$L = k(f_i^2 - f_0^2) + K_t(T_i - T_0) \dots \dots \dots (A.1.1)$$

式中:

L ——当前时刻相对于初始位置时的物理量, 位移 (mm)、力 (kN)、压力 (KPa)、应变 ($\mu\epsilon$)、角度[($^\circ$) 或 ($''$)]、水位 (mm 水头);

k 钢弦式仪器最小读数 (见 A.1.8), 位移 (mm/(kHz²))、力 (kN/(kHz²))、压力 (KPa/(kHz²))、应变 ($\mu\epsilon$ /(kHz²))、角度[($^\circ$) / (kHz²) 或 ($''$) / (kHz²)];

f_0^2 ——钢弦式仪器初始输出的频率模数, kHz²;

f_i^2 ——钢弦式仪器当前输出的频率模数, kHz²;

K_t ——钢弦式仪器温度修正系数 (见 A.1.9), 位移 (mm/ $^\circ\text{C}$)、力 (kN/($^\circ\text{C}$))、压力 (KPa/($^\circ\text{C}$))、应变 ($\mu\epsilon$ /($^\circ\text{C}$))、角度 (($^\circ$) / ($^\circ\text{C}$));

T_i ——钢弦式仪器当前时刻的温度值, 单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$);

T_0 ——钢弦式仪器初始温度值, 单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$);

(2) 多项式拟合:

$$L = a \times (f_i^4 - f_0^4) + b \times (f_i^2 - f_0^2) + K_t \times (T_i - T_0) \dots \dots \dots (A.1.2)$$

式中, 系数 a、b 采用最小二乘法拟合的方法求得, 其余符号含义同 A.1.1。

A.1.2 钢弦式仪器性能参数计算公式:

分辨力 $r = \frac{1}{U} \times 100\% \dots \dots \dots (A.1.3)$

非线性度或拟合误差 $\delta_1 = \frac{|f_{\bar{n}}^2 - f_i^2|_{\max}}{U} \times 100\% \dots \dots \dots (A.1.4)$

不重复度 $\delta_2 = \frac{\Delta_{\max}}{U} \times 100\% \dots \dots \dots (A.1.5)$

滞后 $\delta_3 = \frac{|f_{pi}^2 - f_{ri}^2|_{\max}}{U} \times 100\% \dots \dots \dots (A.1.6)$

综合误差 $\delta = \frac{|f_{ci}^2 - f_{\bar{n}}^2|_{\max}}{U} \times 100\% \dots \dots \dots (A.1.7)$

最小读数 $k = \frac{P}{U} \dots \dots \dots (A.1.8)$

式中:

f_i^2 ——各档位输出的频率模数值, kHz²; (i=0、1、2、3...n, n 为分档数量);

f_{pi}^2 ——正程各档位输出的频率模数值, kHz²;

f_{ri}^2 ——回程各档位测值输出的频率模数值, kHz²;

$\overline{f_i^2}$ ——同档位对应的正、反 3 个行程 6 个测值的均值, kHz²;

\overline{U} ——满量程输出值, kHz²;

f_{fi}^2 ——同档位校准直线(或曲线)理论值, kHz²;

Δ_{\max} ——测点正程测值与其均值和回程测值与其均值的最大偏差, kHz²;

$\left| f_{fi}^2 - \overline{f_i^2} \right|_{\max}$ ——测点校准直线(或曲线)理论值与该点测值平均值之最大偏差值, kHz²;

$\left| f_{pi}^2 - f_{ri}^2 \right|_{\max}$ ——正程均值与回程均值间的最大偏差, kHz²;

$\left| f_{ci}^2 - f_{fi}^2 \right|_{\max}$ ——正程均值或回程均值与测点校准直线(或曲线)理论值间的最大偏差, kHz²;

P ——满量程值, 位移(mm)、力(kN)、压力(KPa)、应变($\mu\epsilon$)、角度[($^\circ$) 或 ($''$)]、水位(mm 水头)。

A.1.3 钢弦式仪器温度修正系数及误差计算公式:

$$\text{温度修正系数} \quad K_T = -k(f_u^2 - f_l^2)/(T_u - T_l) \cdots \cdots (A.1.9)$$

$$\text{温度修正误差} \quad \delta_t = \frac{\Delta f_{\max}^2}{\overline{U}(T_u - T_l)} \times 100\% \cdots \cdots (A.1.10)$$

式中:

T_u ——最高测试点温度值, 单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$);

T_l ——起始测试点温度值, 单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$);

f_u^2 ——最高测试点输出频率模数, kHz²;

f_l^2 ——起始测试点输出频率模数, kHz²;

\overline{U} ——满量程输出值, kHz²;

Δf_{\max}^2 ——测试点温度修正值的校准曲线理论值与该点实测值的最大偏差值, kHz²。

A.2 差动电阻式仪器参数计算方法

A.2.1 差动电阻式仪器物理量计算

线性拟合:

$$L = f(Z_i - Z_0) + b(T_i - T_0) \cdots \cdots \cdots (A.2.1)$$

式中:

L ——当前时刻相对于初始位置时的物理量, 位移 (mm)、力 (kN)、压力 (MPa)、应变 ($\mu\epsilon$);

f ——差动电阻式仪器最小读数 (见 A.2.), 位移 (mm)、力 (kN)、压力 (MPa)、应变 ($\mu\epsilon$);

Z_i ——第 i 次测量时的电阻比, 无量纲 (0.01%);

Z_0 ——基准时刻测得的电阻比, 无量纲 (0.01%);

T_i ——第 i 次测量时的温度, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$);

T_0 ——差动电阻式仪器相应于基准点的温度, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$);

b ——差动电阻式仪器温度修正系数, 量纲与 f 相同。

注: ①电阻比一般以 0.01% 表示, 即实际电阻比的 10000 倍;

②压力式差动电阻式仪器如需进行气压修正, 相应地加入气压修正项;

③ b 值一般由厂家提供。

A.2.2 埋设点的温度计算

差动电阻式仪器埋设点的温度与差动电阻式仪器的电阻 R_t 呈一定函数关系, 工程中采用以下方式计算。

(1) 由式 (A.2.2) 确定 0°C 时计算电阻值 R'_0 :

$$R'_0 = R_0 \times (1 - \beta) \cdots \cdots \cdots (A.2.2)$$

式中:

R'_0 ——差动电阻式仪器 0°C 时的计算电阻值, 单位为欧姆 (Ω);

R_0 ——在 0°C 时测得的差动电阻式仪器计算电阻值, 单位为欧姆 (Ω);

β ——与钢丝电阻值有关的常数, 一般取 0.00099。

(2) 由式 (A.2.3) 确定零上温度测量系数 K' :

$$K' = \frac{t}{(R_t - R'_0)} \cdots \cdots \cdots (A.2.3)$$

$$R_t = R_1 + R_2 \cdots \cdots \cdots (A.2.4)$$

式中:

K' ——差动电阻式仪器的零上温度系数, 单位为摄氏度每欧姆 ($^{\circ}\text{C}/\Omega$);

t ——差动电阻式仪器电阻值为 R_t 时, 二等标准温度计测得的环境温度, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$);

R_t —— $t^{\circ}\text{C}$ 时测得的差动电阻式仪器电阻值, 单位为欧姆 (Ω);

R_1 ——与差动电阻式仪器变形同向的等效电阻值, 单位为欧姆 (Ω);

R_2 ——与差动电阻式仪器变形反向的等效电阻值, 单位为欧姆 (Ω);

(3) 当差动电阻式仪器的电阻测值 $R_t \geq R_0$ 时, 用式 (A.2.5) 计算差动电阻式仪器埋设点的温度:

$$T = K' \times (R_t - R'_0) \cdots \cdots \cdots (A.2.5)$$

T ——差动电阻式仪器埋设点的温度, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)。

(4) 当差动电阻式仪器的电阻测值 $R_t < R_0$ 时, 用式 (A.2.6) 计算差动电阻式仪器埋设点的温度:

$$T = K'' \times (R_t - R'_0) \cdots \cdots \cdots (A.2.6)$$

$$K'' \approx 1.092 \times K' \cdots \cdots \cdots (A.2.7)$$

T ——差动电阻式仪器埋设点的温度, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)。

K'' ——差动电阻式仪器的零下温度系数，单位为摄氏度每欧姆 ($^{\circ}\text{C}/\Omega$)；

1.092——与钢丝电阻值有关的常数。

(5) 当差动电阻式仪器的电阻测值 R_t 大于 R'_0 且小于 R_0 ($R'_0 < R_t < R_0$) 时，差动电阻式仪器埋设点的温度近似为 0°C 。

A.2.3 差动电阻式仪器指标与参数计算方法

(1) 非线性度 α

①各测点总平均值 $Z_{a,i}$

$$Z_{a,i} = \frac{Z_{u,i} + Z_{d,i}}{2} \dots\dots\dots (\text{A.2.8})$$

式中，

i ——测试点序号 ($0, 1, 2, \dots, n$)；

$Z_{a,i}$ ——上、下行第 i 点测值的总平均值；

$Z_{u,i}$ ——上行第 i 点三次测值的平均值；

$Z_{d,i}$ ——下行第 i 点三次测值的平均值。

②各测点的理论值 $Z_{t,i}$

$$Z_{t,i} = \frac{\Delta Z \times i}{n-1} + Z_{a,0} \dots\dots\dots (\text{A.2.9})$$

式中：

ΔZ ——测量范围上限值及零测试点各自的三次电阻比测值的平均值之差；

$Z_{a,0}$ ——零测试点的平均测值。

③各点电阻比测值的偏差 δ_i

$$\delta_i = Z_{a,i} - Z_{t,i} \dots\dots\dots (\text{A.2.10})$$

④非线性度 α 式中：

$$\alpha = \frac{\Delta_1}{\Delta Z} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{A.2.11})$$

Δ_1 —— δ_i 的最大值。

(2) 滞后 α'

$$\alpha' = \frac{\Delta_2}{\Delta Z} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{A.2.12})$$

式中：

Δ_2 ——每一循环中各测点上行及下行两个电阻比测值之间的差值取最大值。

⑥不重复度 α''

$$\alpha'' = \frac{\Delta_3}{\Delta Z} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{A.2.13})$$

式中:

Δ_3 ——三次循环中各测点上行及下行的各自三个电阻比测值之间的差值取最大值。

⑦最小读数系数 f

$$f = \frac{F}{\Delta Z} \dots\dots\dots (A.2.14)$$

式中:

f ——差动电阻式仪器的最小读数,位移(mm/0.01%)、力(kN/0.01%)、压力(KPa/0.01%)、应变($\mu\varepsilon$ /0.01%);

F ——差动电阻式仪器的满量程值,位移(mm)、力(kN)、压力(KPa)、应变($\mu\varepsilon$)。

注:本标准推荐差动电阻式仪器工作直线采用最小二乘直线拟合方法,非线性度、滞后和不重复度统一采用本标准规定的名称和符号,差动电阻式仪器的端基线性度即非线性度,重复性误差即不重复度。

A.3 光电式仪器参数计算方法

A.3.1 基本误差

$$\delta_1 = \frac{|X_i - C_i|_{\max}}{L} \times 100\% \dots\dots\dots (A.3.1)$$

式中:

X_i ——各测试点上行及下行测值的平均值, 单位为毫米 (mm);

C_i ——给定位移值, 单位为毫米 (mm);

L ——光电式 CCD 仪器满量程值, 单位为毫米 (mm);

i ——测点序数, $i = 0, 1, 2, \dots, n$ 。

A.3.2 不重复度

不重复度试验计算公式如下:

$$\delta_2 = \frac{\Delta_{\max}}{L} \times 100\% \dots\dots\dots (A.3.2)$$

式中:

Δ_{\max} ——3 次循环中各测点上行及下行的各自 3 个测值之间的差值取最大值。

A.4 电容式仪器参数计算方法

A.4.1 电容式仪器物理量计算

电容式仪器采用线性拟合时，按公式（A.4.1）计算：

$$L = f \times (R_i - R_0) \cdots \cdots (A.4.1)$$

式中：

f ——仪器系数，计算见公式（A.4.），mm/电容比；

R_i ——某方向第 i 次电容比测量值；

R_0 ——同方向初始电容比测量值。

A.4.2 电容式仪器指标与参数计算方法

$$(1) \text{ 分辨力按式 (A.4.2) 计算: } k = \frac{1}{\bar{U} \times 10000} \times 100\% \cdots \cdots (A.4.2)$$

式中：

\bar{U} ——满量程输出值的均值。

$$(2) \text{ 非线性度 } \delta_1 \text{ 按式 (A.4.3) 计算:}$$

$$\delta_1 = \frac{|A_{fi} - \bar{A}_i|_{\max}}{\bar{U}} \times 100\% \cdots \cdots (A.4.3)$$

式中：

A_{fi} ——同挡位校准直线（或曲线）拟合值（ $i = 0, 1, 2, 3, \dots, n$, n 为分挡数量）；

\bar{A}_i ——同挡位对应的正、反 3 个行程 6 个测值的均值；

$|A_{fi} - \bar{A}_i|_{\max}$ ——测点校准直线（或曲线）拟合值与该点测值平均值的最大偏差值。

$$(3) \text{ 不重复度 } \delta_2 \text{ 按式 (A.4.4) 计算:}$$

$$\delta_2 = \frac{\Delta_{\max}}{\bar{U}} \times 100\% \cdots \cdots (A.4.4)$$

式中：

Δ_{\max} ——3 次循环中各测点正程及反程的各自 3 个测值之间差值的最大值。

$$(4) \text{ 滞后 } \delta_3 \text{ 按式 (A.4.5) 计算:}$$

$$\delta_3 = \frac{|A_{pi} - A_{ri}|_{\max}}{\bar{U}} \times 100\% \cdots \cdots (A.4.5)$$

式中：

A_{pi} ——正程各挡位测值；

A_{ri} ——反程各挡位测值；

$|A_{pi} - A_{ri}|_{\max}$ ——每一循环中各测点正程与反程两个测值之间差值的最大值。

$$(5) \text{ 仪器系数 } f \text{ 按式 (A.4.5) 计算:}$$

$$f = \frac{L}{U} \cdots \cdots (A.4.6)$$

L ——仪器满量程值，单位为毫米（mm）。

（6）满量程输出值的均值 \bar{U} 按式（A.4.6）计算：

$$\bar{U} = \bar{A}_n - \bar{A}_0 \dots\dots\dots(A.4.7)$$

A.5 电位器式仪器参数计算方法

A.5.1 电位器式仪器物理量的计算

$$S_i = k(N_i - N_0) \dots\dots\dots (A.5.1)$$

式中:

S_i —— i 时刻的位移值, mm;

k ——电位器式仪器灵敏度系数, mm/单位输出;

N_i —— i 时刻的输出读数;

N_0 ——零位移输出读数。

校准曲线按(A.5.1)式处理, 其工作直线可采用最小二乘法, 即

$$N = a + bS_i \dots\dots\dots (A.5.2)$$

式中:

N ——输出读数;

a ——最小二乘线的截距;

b ——最小二乘线的斜率。

A.5.2 电位器式仪器指标与参数计算方法

(1) 电位器式仪器灵敏度系数 k 的计算

电位器式仪器灵敏度系数, 实用上可取(A.5.2)式最小二乘法斜率的倒数, 即

$$k = \frac{1}{b} \dots\dots\dots (A.5.3)$$

(2) 零位移输出 N_0 的计算

$$N_0 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m N_{0j} \dots\dots\dots (A.5.4)$$

式中:

m ——试验循环的次数 ($j = 0, 1, 2, \dots, m$);

N_{0j} ——第 j 次拉伸和缩进时, 零位移的输出读数。

(3) 满量程输出 N_{nr} 的计算

$$N_{nr} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m N_{nrj} \dots\dots\dots (A.5.5)$$

式中:

N_{nrj} ——第 j 次拉伸至满量程位移时的输出读数。

(4) 额定输出 N_{fu} 的计算

$$N_{fu} = N_{nr} - N_0 \dots\dots\dots (A.5.6)$$

(5) 分辨力 r 的计算

$$r = \frac{e}{N_{fu}} \times 100\% FS \dots\dots\dots (A.5.7)$$

式中:

e ——分辨力试验中位移输出阶跃最大值。

$$e = |N_2 - N_1|_{\max} \dots\dots\dots (A.5.8)$$

(6) 滞后 H 的计算

$$H = \frac{\Delta N_H}{N_{fu}} \times 100\% FS \dots\dots\dots (A.5.9)$$

式中:

ΔN_H ——回程平均校准曲线与进程平均校准曲线的相同位移测试点输出读数偏差最大值;

N_{fu} ——额定输出。

(7) 不重复性 R 的计算

$$R = \frac{\Delta N_R}{N_{fu}} \times 100\% FS \dots\dots\dots (A.5.10)$$

式中:

ΔN_R ——进程和回程重复校准时, 各测试点输出频率偏差最大值。

(8) 非直线性度 L 的计算

$$L = \frac{\Delta N_L}{N_{fu}} \times 100\% FS \dots\dots\dots (A.5.11)$$

式中:

ΔN_L ——平均校准曲线与工作直线偏差最大值。

(9) 综合误差 E_C 的计算

$$E_C = \frac{\Delta N_C}{N_{fu}} \times 100\% FS \dots\dots\dots (A.5.12)$$

式中:

ΔN_C ——进程平均校准曲线和回程平均校准曲线二者与工作曲线偏差最大值。

(10) 温度影响系数 N_t 的计算

$$N_t = \frac{\sum_{i=1}^{m-1} [(N_{ir+1} - N_{ir}) / (T_{i+1} - T_i)]}{(m-1) N_{fu}} \times 100\% FS \dots\dots\dots (A.5.13)$$

式中:

- N_t ——温度影响系数, %FS/°C;
- T_t —— 温度试验点的温度值, °C;
- N_{tr} ——温度校准试验点的输出读数;
- N_{fu} ——额定输出;
- m —— 温度试验点数 ($m = 2, 3, \dots$)。

A.6 伺服加速度计式测斜仪参数计算方法

A.6.1 线性工作特性

(1) 线性拟合

$$\theta_i = K(U_i - U_0) + C \cdots \cdots \cdots (A.6.1)$$

θ_i ——校准时作用在测斜仪上的倾角, (″);

K ——测斜仪系数 (最小二乘直线的斜率), (″)/mV;

U_i ——校准时测斜仪对应于 θ_i 的输出电压, mV;

U_0 ——校准时测斜仪基准 (零倾角) 测试点的输出电压, mV;

C ——计算常数 (最小二乘法直线截距), (″)。

(2) 测斜仪满量程上限输出值 U_n

$$U_n = \frac{1}{2m} \sum_{j=1}^m (U_{mj} + U_{ndj}) \cdots \cdots \cdots (A.6.2)$$

式中:

U_{mj} ——第 j 次加荷至上限值 (第 n 个) 测试点时的测斜仪输出电压, mV;

U_{ndj} ——第 j 次从上限值 (第 n 个) 测试点卸荷时的测斜仪输出电压, mV;

U_n ——测斜仪满量程上限值 (第 n 个) 测试点的输出电压值, mV;

j ——试验循环次数。

(3) 测斜仪满量程下限输出值 U_1

$$U_1 = \frac{1}{2m} \sum_{j=1}^m (U_{1uj} + U_{1dj}) \cdots \cdots \cdots (A.6.3)$$

式中:

U_{1uj} ——第 j 次加荷至上限值 (第 1 个) 测试点时的测斜仪输出电压, mV;

U_{1dj} ——第 j 次从上限值 (第 1 个) 测试点卸荷时的测斜仪输出电压, mV;

U_1 ——测斜仪满量程上限值 (第 1 个) 测试点的输出电压值, mV。

(4) 测斜仪满量程上限输出值 U_{fs}

$$U_{fs} = |U_n - U_1| \cdots \cdots \cdots (A.6.4)$$

式中:

U_{fs} ——测斜仪满量程输出电压, mV。

(5) 测斜仪分辨率 r

$$r = \frac{\Delta U_r}{U_{fs}} \times 100\% FS \cdots \cdots \cdots (A.6.5)$$

式中:

ΔU_r ——测斜仪可引起输出变化的最小电压增量值, mV。

(6) 测斜仪非线性度 L

$$L = \frac{\Delta U_L}{U_{fs}} \times 100\% FS \dots\dots\dots (A.6.6)$$

式中：

ΔU_L ——测斜仪平均校准曲线与工作直线偏差的最大值，mV。

(7) 测斜仪不重复度 R

$$R = \frac{\Delta U_R}{U_{fs}} \times 100\% FS \dots\dots\dots (A.6.7)$$

式中：

ΔU_R ——测斜仪重复校核时，进程各测点与进程多次平均校准曲线偏差的最大值和回程各测试点与回程多次平均校准曲线偏差的最大值中的最大值，mV。

(8) 滞后 H

$$H = \frac{\Delta U_H}{U_{fs}} \times 100\% FS \dots\dots\dots (A.6.8)$$

式中：

ΔU_H ——测斜仪重复校核时，进程平均校准曲线和回程平均校准曲线在同一测试点输出量之差的最大值，mV。

(9) 综合误差 E_c

$$E_c = \frac{\Delta U_c}{U_{fs}} \times 100\% FS \dots\dots\dots (A.6.9)$$

式中：

ΔU_c ——测斜仪重复校核时，进程平均校准曲线与工作直线偏差的最大值和回程平均校准曲线与工作直线偏差的最大值两者中的最大值，mV。

A.6.2 非线性工作特性和水平位移计算

(1) 非线性拟合

$$\theta_i = K_1 N_i^3 + K_2 N_i^2 + K_3 N_i + C \dots\dots\dots (A.6.10)$$

式中：

K_1 、 K_2 、 K_3 ——最小二乘拟合系数。

(2) 非线性拟合时，分辨率、符合度和综合误差计算方法和工作特性的相同。

(3) 活动式测斜仪水平位移计算公式

$$\Delta S_i = L \sin \theta_i \dots\dots\dots (A.6.11)$$

式中：

L ——测斜仪上下导轮中心距，一般为 500mm；

ΔS_i ——测斜仪一个标距长 L 相对于铅垂线的水平位移量，mm；

θ_i ——测斜仪与铅垂线偏转角，(°)。

A.7 步进电机式仪器参数计算方法

A.7.1 步进电机式仪器物理量的计算

$$S_i = S'_i \cdots \cdots (A.7.1)$$

式中:

S_i ——仪器输出读数, mm;

S'_i ——校准时给定位移量值, mm。

注: 起始测试点时, 给定位移量值赋值为 0, 仪器输出读数设定为 0。

A.7.2 步进电机式仪器指标与参数计算方法

(1) 步进电机式仪器满量程上限输出值 S_n

$$S_n = \frac{1}{2m} \sum_{j=1}^m (S'_{mj} + S_{ndj}) \cdots \cdots (A.7.2)$$

式中:

S'_{mj} ——第 j 次加荷至上限值 (第 n 个) 测试点时的仪器输出值, mm;

S_{ndj} ——第 j 次从上限值 (第 n 个) 测试点卸荷时的仪器输出值, mm;

S_n ——满量程上限值 (第 n 个) 测试点的输出值, mm;

j ——试验循环次数。

(2) 仪器分辨力 r : 在仪器满量程范围内任一位置, 在标定装置上按仪器最小分辨力为步长向同一方向给定位移量, 仪器应具有相同的输出读数, 且读数单调。

(3) 仪器非线性度 L

$$L = \frac{\Delta S_L}{S_n} \times 100\% FS \cdots \cdots (A.7.3)$$

式中:

ΔS_L ——仪器平均校准曲线与工作直线偏差的最大值, mm。

(4) 仪器不重复度 R

$$R = \frac{\Delta S_R}{S_n} \times 100\% FS \cdots \cdots (A.7.4)$$

式中:

ΔS_R ——仪器重复校核时, 进程测试点与进程多次平均校准曲线偏差的最大值和回程测试点与回程多次平均校准曲线偏差的最大值中的最大值, mm。

(5) 滞后 H

$$H = \frac{\Delta S_H}{S_n} \times 100\% FS \cdots \cdots (A.7.5)$$

式中:

ΔS_H ——仪器重复校核时, 进程平均校准曲线和回程平均校准曲线在同一测试点输出量之差的最大值, mm。

(6) 仪器综合误差 E_C

$$E_C = \sqrt{L^2 + R^2 + H^2} \times 100\% FS \dots\dots\dots (A.7.6)$$

A.8 压阻式渗压计参数计算方法

A.8.1 压阻式渗压计物理量的计算

(1) 压阻式渗压计所承受压力的计算

$$p_i = K(I_i - I_0) \dots\dots\dots (A.8.1)$$

式中:

 p_i —— i 次测量时压阻式渗压计压敏感元件上所受的渗透压力, MPa; K ——压阻式渗压计输出值 I_i 与承受压力 p 间的换算比例系数, 即工作直线的斜率, MPa/mA; I_i —— i 次测量时压阻式渗压计的电流输出值, mA; I_0 ——压阻式渗压计空载 ($p=0$) 时的输出值, mA。

(2) 工作直线计算

$$I_i = ap_i + b \dots\dots\dots (A.8.2)$$

式中:

 I_i ——压阻式渗压计的输出值, mA; p_i ——压阻式渗压计的输入压力, MPa; a ——采用最小二乘法线性拟合直线的斜率; b ——采用最小二乘法线性拟合直线的截距。最小二乘法线性拟合直线的斜率 a 作为压阻式渗压计的换算比例系数 K , 即

$$K = 1/a \dots\dots\dots (A.8.3)$$

A.8.2 压阻式渗压计指标与参数计算方法

(1) 零压力输出 I_0 计算

$$I_0 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m I_{0j} \dots\dots\dots (A.8.4)$$

式中:

 I_{0j} ——第 j 次加压和卸压测量时, 零压力下的输出值, mA; m ——试验测量的次数 ($m=6$)。(2) 满量程输出 I_n 的计算

$$I_n = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m I_{nj} \dots\dots\dots (A.8.5)$$

式中:

 I_{nj} ——第 j 次加压至满量程压力值时的输出值, mA。(3) 满量程输出变化均值 \bar{u} 的计算

$$\bar{u} = I_n - I_0 \dots\dots\dots (A.8.6)$$

(4) 分辨率 r 的计算

$$r = \frac{1}{1000 \times \bar{u}} \times 100\% \dots\dots\dots (A.8.7)$$

(5) 非线性度 δ_1 的计算

$$\delta_1 = \frac{|\Delta_1|_{\max}}{u} \times 100\% \dots\dots\dots (A.8.8)$$

式中:

$|\Delta_1|_{\max}$ ——3次加压、卸压循环中, 每挡测试点测值的平均值与线性拟合工作直线间偏差的最大值。

(6) 不重复度 δ_2 的计算

$$\delta_2 = \frac{|\Delta_2|_{\max}}{u} \times 100\% \dots\dots\dots (A.8.9)$$

式中:

$|\Delta_2|_{\max}$ ——3次加压同一挡测值间及3次卸压同一挡测值间互差的最大值。

(7) 滞后 δ_3 的计算

$$\delta_3 = \frac{|\Delta_3|_{\max}}{u} \times 100\% \dots\dots\dots (A.8.10)$$

式中:

$|\Delta_3|_{\max}$ ——每一次加压、卸压循环中, 同一挡测值间偏差的最大值。

(8) 综合误差 δ 的计算

$$\delta_4 = \frac{|\Delta_4|_{\max}}{u} \times 100\% \dots\dots\dots (A.8.11)$$

式中:

$|\Delta_4|_{\max}$ ——正程均值或回程均值与测点工作直线(或曲线)理论值间的最大偏差。

(9) 温度附加误差 δ_t 的计算

$$\delta_t = \frac{|I_{t40} - I_{t0}|}{40 \times u} \times 100\% \dots\dots\dots (A.8.12)$$

式中:

I_{t40} ——40℃温度条件下, 压阻式渗压计的输出值;

I_{t0} ——0℃温度条件下, 压阻式渗压计的输出值。

附录 B 监测仪器与监测电缆检验记录格式

(规范性附录)

B.1 测缝计和位移计检验记录格式

B.1.1 钢弦式测缝计(位移计)检验记录格式

仪器编号: _____; 环境条件: 室温: _____℃; 相对湿度: _____% RH; 大气压力: _____ kPa

检验中使用仪器及编号: _____

1. 外观: _____
2. 防水密封性
仪器能够承受_____ kPa水压力。
3. 绝缘性能
仪器绝缘电阻为_____ MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表 (例: 量程100mm)

频率模数 (kHz ²)	位移 (mm)					
	0	20	40	60	80	100
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

仪器系数: _____ mm/ kHz²

分辨力: _____ %FS

非线性度: _____ %FS

滞后: _____ %FS

不重复度: _____ %FS

综合误差: _____ %FS

检验人: _____ 计算人: _____ 校核人: _____ 日期: _____

B. 1.2 差动电阻式测缝计（位移计）检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
仪器能够承受_____ kPa 水压力。
3. 绝缘性能
仪器在0℃水中绝缘电阻为_____ MΩ
仪器在60℃水中绝缘电阻为_____ MΩ
仪器在0.5MPa 或规定压力水中绝缘电阻为_____ MΩ
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程25mm）

电阻比 (0.01%)	位移 (mm)					
	0	5	10	15	20	25
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

最小读数：_____ mm/0.01%

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.1.3 电位器式测缝计（位移计）检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
仪器能够承受_____ kPa水压力。
3. 绝缘性能
仪器绝缘电阻为_____ MΩ。
4. 主要技术指标

主要技术指标记录表（例：量程100mm）

电压（mV）	位移（mm）					
	0	20	40	60	80	100
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

仪器系数：_____ mm/ mV

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

温度修正系数：_____ mm/℃

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.1.4 电容式测缝计（位移计）检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa
 检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
 仪器能够承受_____ kPa水压力。
3. 绝缘性能：_____
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表 （例：量程50mm）

电容比（0.01%）	位移（mm）					
	0	10	20	30	40	50
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

最小读数：_____ mm/0.01%

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.2 垂线坐标仪和引张线坐标仪检验记录格式

B.2.1 电容式垂线（引张线）坐标仪检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa
 检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 主要技术指标检验

X 向（Y 向）主要技术指标记录表（例：量程50mm）

电容比（0.01%）	位移（mm）					
	0	10	20	30	40	50
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

最小读数：_____mm

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.2.2 步进电机式垂线（引张线）坐标仪检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____

2. 主要技术指标检验

X 向（Y 向）主要技术指标检验记录表（例：量程50mm）

输出值（mm）	给定位移（mm）					
	0	10	20	30	40	50
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.2.3 光电式垂线（引张线）坐标仪检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____

2. 绝缘性能

常温常压下光电式CCD静力水准仪的交流输入回路与外壳之间的绝缘电阻_____MΩ。

3. 主要技术指标检验

X 向（Y 向）主要技术指标记录表（例：量程50mm）

量程	输出值（mm）									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
进程1										
回程1										
进程2										
回程2										
进程3										
回程3										

分辨力：_____ %FS

基本误差：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

检验人：

计算人：

校核人：

日期：

B.3 静力水准仪（量水堰水位计）检验记录格式

B.3.1 钢弦式静力水准仪（量水堰水位计）检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 绝缘性能
仪器绝缘电阻为_____ MΩ。
3. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程300mm）

频率模数 (kHz ²)	水位 (mm)					
	0	60	120	180	240	300
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

仪器系数：_____ mm/ kHz²

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.3.2 电容式静力水准仪（量水堰水位计）检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____

2. 绝缘性能

①常温常压下仪器极板间绝缘电阻为_____ MΩ。

②常温常压下仪器芯线间及各芯线与屏蔽线间绝缘电阻为_____ MΩ。

3. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程40mm）

电容比（0.01%）	水位（mm）					
	0	8	16	24	32	40
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

仪器系数：_____ mm

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.3.3 光电式静力水准仪检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____

2. 绝缘性能

常温常压下光电式CCD静力水准仪的交流输入回路与外壳之间的绝缘电阻_____ MΩ。

3. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程50mm）

量程	输出值 (mm)									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
进程1										
回程1										
进程2										
回程2										
进程3										
回程3										

分辨力：_____ %FS

基本误差：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

检验人：

计算人：

校核人：

日期：

B.4 测斜仪检验记录格式

B.4.1 伺服加速度计式测斜仪检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa
 检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
 仪器测头、电缆能承受_____ MPa 水压力。
3. 绝缘性能
 仪器绝缘电阻为_____ MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程±30°）

输出电压 (mV)	标称倾斜角 (°)								
	-30	-24	-16	-8	0	+8	+16	+24	+30
进程1									
回程1									
进程2									
回程2									
进程3									
回程3									

仪器系数：_____ (") /mV

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B. 4. 2 钢弦式测斜仪检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
仪器测头、电缆能承受_____MPa 水压力。
3. 绝缘性能
仪器绝缘电阻为_____MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要指数指标检验记录表（例：量程±5°）

频率模数 (kHz ²)	标称倾斜角 (°)										
	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
进程1											
回程1											
进程2											
回程2											
进程3											
回程3											

仪器系数：_____"/ kHz²

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.5 渗压计检验记录格式

B.5.1 钢弦式渗压计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____

2. 防水密封性

仪器能够承受_____ kPa 水压力。

3. 绝缘性能

仪器绝缘电阻为_____ MΩ。

4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程300kPa）

频率模数 (kHz ²)	压力 (kPa)					
	0	60	120	180	240	300
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

仪器系数：_____ kPa/ kHz²

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：

计算人：

校核人：

日期：

B.5.2 差动电阻式渗压计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
仪器能够承受_____ kPa 水压力。
3. 绝缘性能
仪器在0℃水中绝缘电阻为_____ MΩ。
仪器在60℃水中绝缘电阻为_____ MΩ。
仪器在_____ kPa 水中绝缘电阻为_____ MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程400kPa）

电阻比（0.01%）	压力（kPa）					
	0	80	160	240	320	400
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

最小读数：_____ kPa/0.01%

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.5.3 压阻式渗压计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa
 检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
 仪器能够承受_____ kPa 水压力。
3. 绝缘性能
 仪器绝缘电阻为_____ MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程300kPa）

输出电压（mV）	压力（kPa）					
	0	60	120	180	240	300
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

仪器系数：_____ kPa/mV

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.6 锚索测力计检验记录格式

B.6.1 钢弦式锚索测力计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
测力计能够承受_____MPa 水压力。
3. 绝缘性能
测力计中各仪器绝缘电阻分别为： R_1 _____M Ω ； R_2 _____M Ω ； R_3 _____M Ω 。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程3000kN）

频率模数 (kHz ²)		压力 (kN)					
		0	600	1200	1800	2400	3000
进程1	1						
	2						
	3						
回程1	1						
	2						
	3						
进程2	1						
	2						
	3						
回程2	1						
	2						
	3						
进程3	1						
	2						
	3						
回程3	1						
	2						
	3						
最小读数 (kN/0.01%)	1	分辨力 (%FS)		1	非线性度 (%FS)		1
	2			2			2
	3			3			3
滞后 (%FS)	1	不重复度 (%FS)		1	综合误差 (%FS)		1
	2			2			2
	3			3			3

检验人：

计算人：

校核人：

日期：

B. 6. 2 差动电阻式锚索测力计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa
 检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
测力计能够承受_____MPa 水压力，历时30min无渗漏，其绝缘电阻为_____MΩ。
3. 绝缘性能
测力计在0℃水中绝缘电阻为_____MΩ。
测力计在60℃水中绝缘电阻为_____MΩ。
测力计在0.5MPa 或规定压力水中绝缘电阻为_____MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程3000kN）

频率模数 (kHz ²)		压力 (kN)					
		0	600	1200	1800	2400	3000
进程1	1						
	2						
	3						
回程1	1						
	2						
	3						
进程2	1						
	2						
	3						
回程2	1						
	2						
	3						
进程3	1						
	2						
	3						
回程3	1						
	2						
	3						
最小读数 (kN/0.01%)	1	分辨力 (%FS)		1	非线性度 (%FS)		1
	2			2			2
	3			3			3
滞后 (%FS)	1	不重复度 (%FS)		1	综合误差 (%FS)		1
	2			2			2
	3			3			3

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.7 土压力计检验记录格式

B.7.1 钢弦式土压力计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa
 检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
 仪器能够承受_____ MPa 水压力。
 仪器具有能承受_____ kPa的能力。
3. 绝缘性能
 仪器绝缘电阻为_____ MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程3000kPa）

频率模数 (kHz ²)	压力 (kPa)					
	0	600	1200	1800	2400	3000
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

仪器系数：_____ kPa/ kHz²

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.7.2 差动电阻式土压力计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____

2. 防水密封性

仪器能够承受_____MPa水压力。

3. 绝缘性能

仪器在0℃水中绝缘电阻为_____MΩ。

仪器在+60℃水中绝缘电阻为_____MΩ。

仪器在0.5MPa或规定水压力水中绝缘电阻为_____MΩ。

4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程4000kPa）

电阻比（0.01%）	压力（kPa）					
	0	800	1600	2400	3200	4000
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

最小读数：_____ kPa/0.01%

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：

计算人：

校核人：

日期：

B.8 钢筋计检验记录格式

B.8.1 钢弦式钢筋计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa
 检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
 仪器能够承受_____MPa 水压力。
3. 绝缘性能
 仪器绝缘电阻为_____MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程200MPa， $d=16$ ）

频率模数 (kHz ²)	拉力 (kN)					
	0	8	16	24	32	40
	拉应力 (MPa)					
	0	40	80	120	160	200
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

仪器系数：_____ kPa/ kHz²

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.8.2 差动电阻式钢筋计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
仪器能够承受_____MPa 水压力。
3. 绝缘性能
仪器在0℃水中绝缘电阻为_____MΩ。
仪器在+60℃水中绝缘电阻为_____MΩ。
仪器在0.5MPa 或规定压力水中绝缘电阻为_____MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程200MPa，D=16）

电阻比 (0.01%)	拉力 (kN)					
	0	8	16	24	32	40
	拉应力 (MPa)					
	0	40	80	120	160	200
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

最小读数：_____ kPa/0.01%

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.9 应变计检验记录格式

B.9.1 钢弦式应变计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa
 检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
 仪器能够承受_____MPa或规定水压力，历时30min无渗漏，且绝缘电阻为_____MΩ。
3. 绝缘性能
 仪器绝缘电阻为_____MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程3000μ ϵ ，标距150mm）

频率模数 (kHz ²)	千分表读数 (μm)						
	0	75	150	225	300	375	450
	应变量 ($\mu\epsilon$)						
	-1500	-1000	-500	0	500	1000	1500
进程1							
回程1							
进程2							
回程2							
进程3							
回程3							

仪器系数：_____ $\mu\epsilon / \text{kHz}^2$

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.9.2 差动电阻式应变计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa
 检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
 仪器能够承受_____MPa 水压力，历时30min无渗漏，且绝缘电阻为_____MΩ。
3. 绝缘性能
 仪器在0℃水中绝缘电阻为_____MΩ
 仪器在60℃水中绝缘电阻为_____MΩ
 仪器在0.5MPa 或规定压力水中绝缘电阻为_____MΩ
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（例：量程2500με，标距100mm）

电阻比 (0.01%)	千分表读数 (μm)					
	0	75	150	225	300	375
	应变量 (με)					
	-1500	-1000	-500	0	500	1000
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

最小读数：_____με/0.01%

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.10 温度计检验记录格式

B.10.1 铜电阻式温度计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
仪器能够承受_____MPa 或规定水压力。
3. 绝缘性能
仪器绝缘电阻为_____MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表

温度 (°C)	0	20	40	60
R_t (Ω)				
计算温度 (°C)				
δ_t (°C)				

注1：表中第一行温度为二等标准水银温度计示值，实际检验时以示值为准；
注2：仪器计算公式及系数由厂家提供；
注3： δ_t 为二等标准水银温度计示值与计算温度之差。

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.10.2 钢弦式温度计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
仪器能够承受_____MPa 或规定水压力。
3. 绝缘性能
仪器绝缘电阻为_____MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表

温度 (°C)	0	20	40	60
频率模数 (kHz ²)				
计算温度 (°C)				
δ_t (°C)				

注1：表中第一行温度为二等标准水银温度计示值，实际检验时以示值为准；
注2：仪器系数由厂家提供；
注3： δ_t 为二等标准水银温度计示值与计算温度之差。

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B. 10.3 热敏电阻式温度计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
仪器能够承受_____MPa 水压力。
3. 绝缘性能
仪器绝缘电阻为_____MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表

温度 (°C)	0	20	40	60
直读或计算温度 (°C)				
δ_t (°C)				

注1：表中第一行温度为二等标准水银温度计示值，实际检验时以示值为准；
注2：如为计算温度，仪器计算公式由厂家提供；
注3： δ_t 为二等标准水银温度计示值与直读（或计算）温度之差。

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B. 10.4 铂电阻温度计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____
2. 防水密封性
仪器能够承受_____MPa 或规定水压力。
3. 绝缘性能
仪器绝缘电阻为_____MΩ。
4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表

温度 (°C)	0	20	40	60
R_t (Ω)				
计算温度 (°C)				
δ_t (°C)				

注1：表中第一行温度为二等标准水银温度计示值，实际检验时以示值为准；
注2：仪器计算公式及系数由厂家提供；
注3： δ_t 为二等标准水银温度计示值与计算温度之差。

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.10.5 光纤光栅式温度计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____

2. 防水密封性

将光纤光栅温度计放置在压力容器中加水至规定压力，保持2h，仪器能够承受0.5MPa 或规定水压力。

3. 绝缘性能

仪器绝缘电阻为_____ MΩ。

4. 主要技术指标检验

主要技术指标检验记录表（量程：-30℃~120℃）

输出值	温度（℃）					
	0	20	40	60	80	100
进程1						
回程1						
进程2						
回程2						
进程3						
回程3						

分辨力：_____ %FS

非线性度：_____ %FS

滞后：_____ %FS

不重复度：_____ %FS

综合误差：_____ %FS

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.11 浮子式水位计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____

2. 测量误差（分辨力、测量范围、基本误差）

水位计测量误差检测记录表

测次	标准水位(cm)	测量水位(cm)	误差(cm)	测次	标准水位(cm)	测量水位(cm)	误差(cm)
1				11			
2				12			
3				13			
⋮				⋮			
10				20			

3. 回差

回差检测记录表

水位检验点 (m)	3.00			6.00			9.00		
	1次	2次	3次	1次	2次	3次	1次	2次	3次
水位上升读数 (m)									
水位下降读数 (m)									
上升与下降水位差值 (m)									
上升与下降水位差值的平均值 (m)									

4. 重复性误差

重复性误差检测记录表

水位检验点 (m)		3.00	6.00	9.00
升至检验点读数 (m)	1次			
	2次			
	3次			
	4次			
	5次			
同一检验点最大最小值之差 (m)				
三检验点差值最大值 (m)				

5. 浮子防水密封性

浮子能够承受_____MPa 水压力。

6. 绝缘性能

仪器绝缘电阻_____MΩ。

检验人：

计算人：

校核人：

日期：

B.12 气介质超声波水位计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 测量误差（分辨力、测量范围、盲区、准确度）

气介质超声波水位计测量误差检测记录表

测次	标准水位(cm)	测量水位(cm)	误差(cm)	测次	标准水位(cm)	测量水位(cm)	误差(cm)
1				11			
2				12			
3				13			
4				14			
⋮				⋮			
10				20			

2. 重复性误差

重复性误差检测记录表

水位检验点 (m)	3.00			6.00			9.00		
	1次	2次	3次	1次	2次	3次	1次	2次	3次
水位计上升（或下降）读数									
水位计上升（或下降） 读数平均值									
水位计上升（或下降） 读数与均值的差值									

3. 再现性误差

再现性误差检测记录表

水位检验点 (m)			
水位计读数 (m)	1次		
	2次		
	3次		
	4次		
水位计读数与约定真值之差的最大值 (m)			

4. 绝缘电阻：

仪器两信号线之间电阻为_____MΩ。

机壳与电源线之间电阻为_____MΩ。

检验人：

计算人：

校核人：

日期：

B.13 翻斗式雨量计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa
 检验中使用仪器及编号：_____

1. 承雨口内径测量

承雨口内径测量记录表

测量次数	1	2	3	4	5
测量数值 (mm)					
测量平均值(mm)					

2. 准确度

准确度检测记录表

降雨强度 (mm/min)	0.3~0.5	1.5~2.5	3.8~4.2
翻斗实际翻转水量(mL)			
(准确度) 翻斗计量误差 E_b (%)			

3. 重复性误差

准确度、重复性误差检测记录表

降雨强度 (mm/min)		0.3~0.5	1.5~2.5	3.8~4.2
翻斗实际翻转水量(mL)	1次			
	2次			
	3次			
重复性误差 (%)		δ_1	δ_2	δ_3

4. 输出端与外壳间绝缘电阻_____ $M\Omega$ 5. 输出端开路电阻_____ $M\Omega$ 6. 输出端接触电阻_____ Ω

检验人：

计算人：

校核人：

日期：

B.14 虹吸式雨量计检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa
 检验中使用仪器及编号：_____

1. 承雨口内径测量

承雨口内径测量记录表

测量次数	1	2	3	4	5
测量数值 (mm)					
测量平均值(mm)					

2. 虹吸时间

虹吸时间测量记录表

测量次数	1	2	3
虹吸时间(s)			

3. 记录误差、零点和虹吸点的不稳定性

记录检验记录表

记录值	降雨量 (mm)		
	1	5	10
1			
2			
3			
记录误差			

检验人：_____ 计算人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

B.15 电缆检验记录格式

仪器编号：_____；环境条件：室温：_____℃；相对湿度：_____ % RH；大气压力：_____ kPa

检验中使用仪器及编号：_____

1. 外观：_____

2. 导体电阻

监测电缆导体在 20℃ 时的电阻为_____ Ω/km，芯线之间的电阻差值为_____ Ω/km。

3. 漏气检查

监测电缆内通入0.1 MPa~0.15 MPa气压时，_____。

4. 防水密封性

项 目	检 验 条 件		检验结果最小绝缘电阻 MΩ · km
	水压 (MPa)	保持时间 (h)	
单护套	室温浸水	48	
双护套	3.0	48	

注：绝缘电阻的测量应使用 500V 兆欧表或相类似仪表，在绝缘线芯导体和试验压力容器间测试。有特殊要求时按规定执行。