

ICS 27.140

N 62

备案号: 15350-2005

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 947 — 2005

代替 SD 314 — 1989

---

## 土石坝监测仪器系列型谱

The series and type spectrum of  
monitoring instrument for earth-rockfill dams

2005-02-14 发布

2005-06-01 实施

---

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 仪器分类.....	1
5 系列型谱.....	1
6 测量仪表.....	14

## 前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会《关于下达 2000 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2000〕70 号文）对 SD 314—1989 进行修订的。

本标准与 SD 314—1989 比较，主要有如下变化：

- 将“土石坝观测仪器系列型谱”更名为“土石坝监测仪器系列型谱”，相关的术语也作相应修改，如“原型观测”改为“安全监测”等等。
- 仪器测量范围采用优化系列，除差动电阻式个别仪器保留外，取消非优化系列的技术指标。
- 取消了铊弦式仪器系列及其测量仪表、水平垂直位移计、滑线电阻式测斜仪、横臂式沉降仪和大坝水准仪等五种仪器。
- 取消了除土压力计系列以外的表中“主要功能”与“说明”栏。
- 增加了压阻式孔隙水压力计系列及其测量仪表、电感调频式孔隙水压力计系列、电感调频式土压力计系列、钢弦式静力水准仪系列、钢弦式固定倾斜仪、电解质式倾斜仪及其接收仪表、双向固定式测斜仪、水准仪、经纬仪、全站仪和混凝土应力应变监测仪等 16 种仪器。
- 将“温度监测仪器”与“混凝土应力应变监测仪器”合并为“混凝土应力应变及温度监测仪器”。
- 除“混凝土应力应变及温度监测仪器”以外，将原来参照原电力部标准 SD 171 的那部分仪器改为直接列表。
- 将“滑线电阻式位移计”修正为“电位器式位移计”。
- 取消参考系列，将气压式仪器列入标准系列。

本标准从实施之日起代替 SD 314—1989。

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察标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准起草单位：南京水利科学研究院。

本标准主要起草人：李泽崇、霍家平、沈定贤。

# 土石坝监测仪器系列型谱

## 1 范围

本标准规定了可用于土石坝安全监测的仪器系列，不包括地震、水力学和环境监测仪器。本标准适用于土石坝的安全监测，其他岩土工程可参照选用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

DL/T 948 混凝土坝监测仪器系列型谱

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**测量范围 range**

在允许误差限内被测量值的范围。

注：测量范围的最高值、最低值分别称为测量范围的“上限值”、“下限值”。

### 3.2

**分辨力 resolution**

传感器可能检测出的被测量的最小变化值。

## 4 仪器分类

土石坝监测仪器的分类如图 1 所示。

## 5 系列型谱

### 5.1 压（应）力监测仪器

#### 5.1.1 孔隙水压力计（渗压计）系列

##### 5.1.1.1 钢弦式孔隙水压力计系列

钢弦式孔隙水压力计系列应符合表 1 规定。

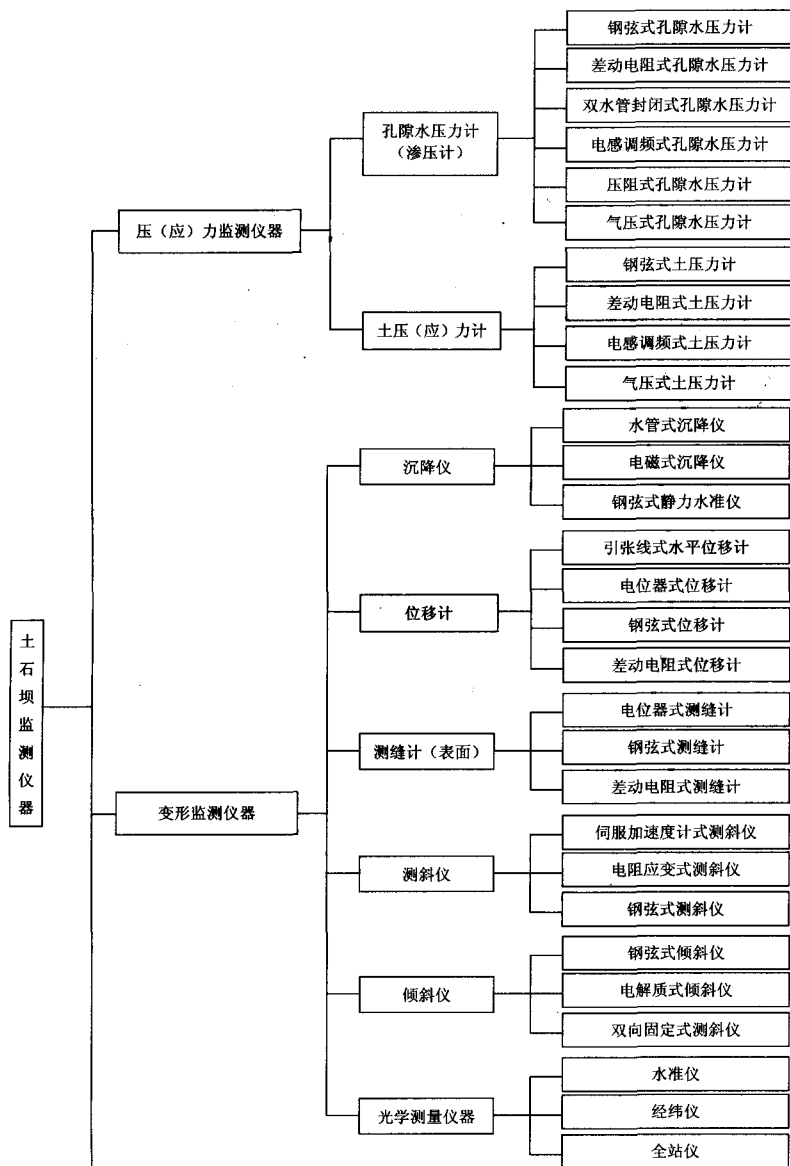


图1 土石坝监测仪器的分类

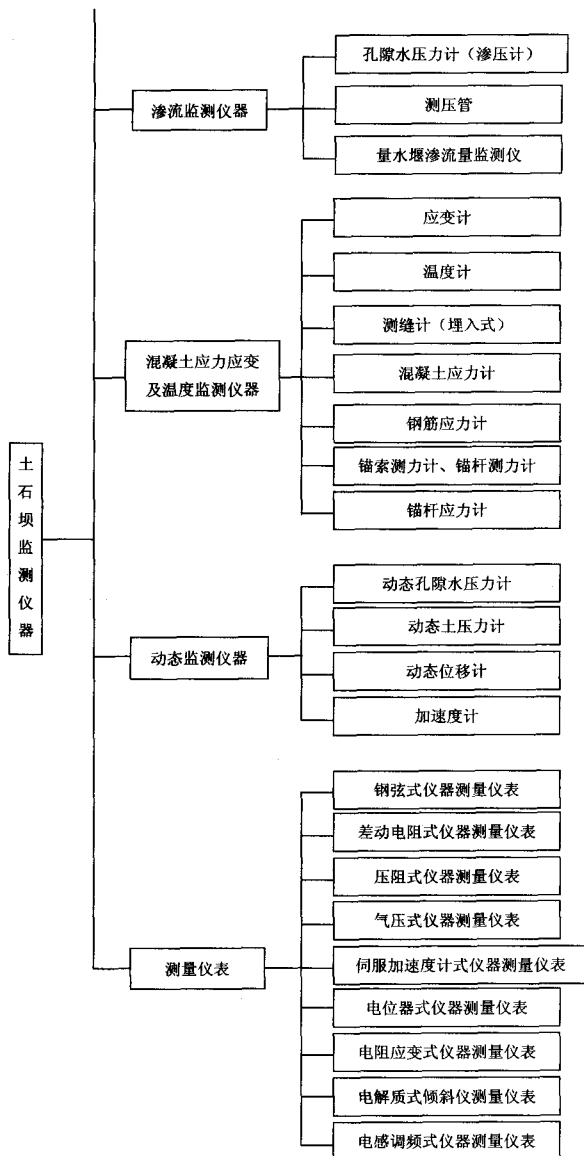


图1 土石坝监测仪器的分类(续)

表 1 钢弦式孔隙水压力计系列

序号	测量范围	分 辨 力
	压力 kPa	压力 kPa
1	0~160	$\leq 0.1\%F \cdot S$
2	0~250	
3	0~400	$\leq 0.05\%F \cdot S$
4	0~600	
5	0~1000	
6	0~1600	
7	0~2500	
8	0~4000	

注：F·S——表示全量程

## 5.1.1.2 差动电阻式孔隙水压力计系列

差动电阻式孔隙水压力计系列应符合表 2 规定。

表 2 差动电阻式孔隙水压力计系列

序号	测量范围	分辨力	温度测量范围	温度分辨力
	压力 kPa	压力 kPa	℃	℃
1	0~200	$\leq 0.15$	0~+60	$\leq 0.05$
2	0~400	$\leq 0.10$		
3	0~600	$\leq 0.30$		
4	0~800	$\leq 0.60$		
5	0~1600	$\leq 1.20$		

## 5.1.1.3 双水管封闭式孔隙水压力计系列

双水管封闭式孔隙水压力计系列应符合表 3 规定。

表 3 双水管封闭式孔隙水压力计系列

序号	测量范围	分 辨 力
	压力 kPa	压力 kPa
1	-40~160	$\leq 0.15\%F \cdot S$
2	-40~250	
3	-40~400	
4	-40~600	

## 5.1.1.4 电感调频式孔隙水压力计系列

电感调频式孔隙水压力计系列应符合表 4 规定。

表 4 电感调频式孔隙水压力计系列

序号	测量范围	分 辨 力
	压力 kPa	压力 kPa
1	0~100	$\leq 0.1\%F \cdot S$
2	0~160	
3	0~250	
4	0~400	
5	0~600	
6	0~1000	
7	0~1600	
8	0~2500	
9	0~4000	

## 5.1.1.5 压阻式孔隙水压力计系列

压阻式孔隙水压力计系列应符合表 5 规定。

表 5 压阻式孔隙水压力计系列

序号	测量范围	分 辨 力
	压力 kPa	压力 kPa
1	0~40	$\leq 0.1\%F \cdot S$
2	0~100	
3	0~160	
4	0~200	
5	0~250	
6	0~400	
7	0~600	
8	0~1000	

## 5.1.1.6 气压式孔隙水压力计系列

气压式孔隙水压力计系列应符合表 6 规定。

表 6 气压式孔隙水压力计系列

序号	测量范围	分 辨 力
	压力 kPa	压力 kPa
1	-50~250	$\leq 0.15\%F \cdot S$
2	-50~400	
3	-50~600	
4	-50~1000	
5	-50~1600	
6	-50~2500	
7	-50~4000	



## 5.1.2 土压力计系列

## 5.1.2.1 钢弦式土压力计系列

钢弦式土压力计系列应符合表 7 规定。

表 7 钢弦式土压力计系列

序号	测量范围	分辨力	说 明
	压力 kPa	压力 kPa	
1	0~250	$\leq 0.1\%F \cdot S$	本系列产品分边界式和埋入式两类。其中埋入式压力盒应满足如下关系式： $\frac{D}{H} \geq 20$ 式中： D——压力盒直径； H——压力盒厚度
2	0~400	$\leq 0.05\%F \cdot S$	
3	0~600		
4	0~1000		
5	0~1600		
6	0~2500		
7	0~4000		
8	0~6000		

## 5.1.2.2 差动电阻式土压力计（边界式）系列

差动电阻式土压力计（边界式）系列应符合表 8 规定。

表 8 差动电阻式土压力计（边界式）系列

序号	测量范围	分辨力	温度测量范围	温度分辨力
	压力 kPa	压力 kPa	℃	℃
1	0~200	$\leq 0.15$	-25~+60	$\leq 0.05$
2	0~400	$\leq 0.30$		
3	0~600	$\leq 0.45$		
4	0~800	$\leq 0.60$		
5	0~1600	$\leq 1.2$		

## 5.1.2.3 电感调频式土压力计（边界式）系列

电感调频式土压力计（边界式）系列应符合表 9 规定。

表 9 电感调频式土压力计（边界式）系列

序号	测量范围	分辨力
	压力 kPa	压力 kPa
1	0~100	$\leq 0.1\%F \cdot S$
2	0~160	
3	0~250	
4	0~400	
5	0~600	
6	0~1000	
7	0~1600	
8	0~2500	

## 5.1.2.4 气压式土压力计系列

气压式土压力计系列应符合表 10 规定。

表 10 气压式土压力计系列

序号	测量范围	分 辨 力	说 明
	压力 kPa	压力 kPa	
1	-50~250	$\leq 0.15\%F \cdot S$	本系列产品分边界式和埋入式两类。其中埋入式压力盒应满足如下关系式： $\frac{D}{H} \geq 20$ 式中： D——压力盒直径； H——压力盒厚度
2	-50~400		
3	-50~600		
4	-50~1000		
5	-50~1600		
6	-50~2500		
7	-50~4000		
8	-50~6000		
9	-50~10000		

## 5.2 变形监测仪器

## 5.2.1 沉降仪系列

## 5.2.1.1 水管式沉降仪系列

水管式沉降仪系列应符合表 11 规定。

表 11 水管式沉降仪系列

序号	测量范围	分 辨 力
	竖向位移 mm	竖向位移 mm
1	0~1000	$\leq 1$
2	0~1500	
3	0~2500	

## 5.2.1.2 电磁式沉降仪系列

电磁式沉降仪系列应符合表 12 规定。

表 12 电磁式沉降仪系列

序号	测量范围	分 辨 力
	竖向位移 mm	竖向位移 mm
1	0~50	$\leq 2$
2	0~100	
3	0~150	

## 5.2.1.3 电磁式沉降仪导管系列

电磁式沉降仪导管系列应符合表 21 规定。若不兼测水平位移，可不加工导槽。

## 5.2.1.4 钢弦式静力水准仪系列

钢弦式静力水准仪系列应符合表 13 规定。

表 13 钢弦式静力水准仪系列

序号	测量范围	分辨力
	竖向位移 mm	竖向位移 mm
1	0~150	$\leq 0.025\%F \cdot S$
2	0~300	
3	0~600	

## 5.2.2 位移计系列

## 5.2.2.1 引张线式水平位移计系列

引张线式水平位移计系列应符合表 14 规定。

表 14 引张线式水平位移计系列

序号	测量范围	分辨力
	位移 mm	位移 mm
1	0~500	$\leq 1$
2	0~800	
3	0~1000	

## 5.2.2.2 电位器式位移计系列

电位器式位移计系列应符合表 15 规定。

表 15 电位器式位移计系列

序号	测量范围	分辨力
	位移 mm	位移 mm
1	0~5	$\leq 0.1\%F \cdot S$
2	0~10	
3	0~15	
4	0~20	
5	0~30	
6	0~50	
7	0~100	
8	0~150	
9	0~200	
10	0~500	

## 5.2.2.3 钢弦式位移计系列

钢弦式位移计系列应符合表 16 规定。

表 16 钢弦式位移计系列

序号	测量范围	分辨力
	位移 mm	位移 mm
1	0~5	$\leq 0.025\%F \cdot S$
2	0~10	
3	0~15	
4	0~20	
5	0~30	
6	0~50	
7	0~100	
8	0~150	
9	0~200	
10	0~500	

## 5.2.2.4 差动电阻式位移计系列

差动电阻式位移计系列应符合表 17 规定。

表 17 差动电阻式位移计系列

测量范围	分辨力	温度测量范围	温度分辨力
位移 mm	位移 mm	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
0~100	$\leq 0.1\%F \cdot S$	-25~+60	$\leq 0.05$

## 5.2.3 测缝计系列

## 5.2.3.1 电位器式测缝计系列

测缝计系列应符合表 15 规定。

## 5.2.3.2 钢弦式测缝计系列

钢弦式测缝计系列应符合表 16 规定。

## 5.2.3.3 差动电阻式测缝计系列

差动电阻式测缝计系列应符合表 17 规定。

## 5.2.4 测斜仪系列

## 5.2.4.1 伺服加速度计式测斜仪系列

伺服加速度计式测斜仪系列应符合表 18 规定。

表 18 伺服加速度计式测斜仪系列

序号	测量范围	分辨力
	角度 °	水平位移 mm/500mm
1	0~±23	$\leq 0.01$
2	0~±53	$\leq 0.02$

## 5.2.4.2 电阻应变式测斜仪系列

电阻应变式测斜仪系列应符合表 19 规定。

表 19 电阻应变式测斜仪系列

序号	测量范围	分辨力
	角 度	角 度
1	0~±15	≤9
2	0~±10	≤18

## 5.2.4.3 钢弦式测斜仪

钢弦式测斜仪应符合表 20 规定。

表 20 钢弦式测斜仪

序号	测量范围	分辨力
	角 度	角 度
1	0~±5	≤0.05%F·S
2	0~±10	
3	0~±20	
4	0~±30	

## 5.2.4.4 测斜仪导管系列

测斜仪导管系列应符合表 21 规定。

表 21 测斜仪导管系列

序号	材 料	导管			束节			导槽扭角
		外径	内径	长度	外径	内径	长度	° /m
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	
1	高密度聚乙烯 (HDPE)	65	54	1500~4000	75	65	200	≤0.3
2	ABS	70	59	1500~4000	75	70	200	
3	铝合金	58	53	1500~4000	63	58	300	
4		70	65	1500~4000	75	70	300	

注：除铝合金管外，所有测斜管均适用于电磁式沉降仪

## 5.2.5 倾斜仪系列

## 5.2.5.1 钢弦式倾斜仪系列

钢弦式倾斜仪系列应符合表 22 规定。

表 22 钢弦式倾斜仪系列

序号	测量范围	分 辨 力
	角 度	角 度
1	0~±5	≤0.05%F·S
2	0~±10	
3	0~±30	

## 5.2.5.2 电解质式倾斜仪

电解质式倾斜仪应符合表 23 规定。

表 23 电解质式倾斜仪

测量范围	分 辨 力
角 度	角 度
0~±10	≤2

## 5.2.5.3 双向伺服加速度计式固定测斜仪

双向伺服加速度计式固定测斜仪应符合表 24 规定。

表 24 双向伺服加速度计式固定测斜仪

测量范围	分辨率	基座旋转范围	旋转基座定位方向
角 度	角 度	角 度	角 度
0~±53	≤8	-30~300	0、90、180、270

## 5.2.6 光学测量仪器系列

## 5.2.6.1 水准仪系列

水准仪系列应符合表 25 规定。

表 25 水准仪系列

序号	名称	精度 mm/km
1	光学水准仪	0.2
2		0.4
3		0.5
4		0.7
5		1.0
6		1.5
7		2.0
8		2.5
9	电子水准仪	0.3
10		0.4
11		0.9
12		1.0
13		1.2
14		1.5

## 5.2.6.2 经纬仪系列

经纬仪系列应符合表 26 规定。

表 26 经纬仪系列

序号	名称	精度
		角度 "
1	光学经纬仪	1
2		2
3	电子经纬仪	0.5
4		1
5		2
6		3
7		5

## 5.2.6.3 全站仪系列

全站仪系列应符合表 27 规定。

表 27 全站仪系列

序号	精 度	
	角度 "	距离 mm
1	0.5	$1+1 \times 10^{-6} \times D$
2	1	$1+2 \times 10^{-6} \times D$
3	1	$2+2 \times 10^{-6} \times D$
4	2	$2+2 \times 10^{-6} \times D$
5	3	$2+2 \times 10^{-6} \times D$
6	5	$2+2 \times 10^{-6} \times D$
7	1	$3(5)+2 \times 10^{-6} \times D$
8	2	$3(5)+2 \times 10^{-6} \times D$
9	5	$3(5)+2 \times 10^{-6} \times D$
10	2	$3+3 \times 10^{-6} \times D$
11	3	$3+3 \times 10^{-6} \times D$
12	4	$3+3 \times 10^{-6} \times D$
13	5	$3+3 \times 10^{-6} \times D$

注：D——测量距离，mm

## 5.3 渗流监测仪器

## 5.3.1 孔隙水压力计（渗压计）

孔隙水压力计（渗压计）系列参见 5.1.1 条。

## 5.3.2 测压管系列

开敞式测压管（测压管水位计）应符合表 28 规定。

表 28 开敞式测压管（测压管水位计）

序号	类型	测量范围	分辨力
		水位 m	水位 mm
1	平尺水位计	不限	≤20
2	平尺水位计 电测水位计	0~10	≤1
3		0~30	
4		0~50	

## 5.3.3 量水堰渗流量监测仪器系列

量水堰渗流量监测仪器系列应符合表 29 规定。

表 29 量水堰渗流量监测仪器系列

序号	测量范围	分辨力
	水位 mm	水位 mm
1	0~300	≤1
2	0~500	

## 5.4 混凝土应力应变及温度监测仪器

混凝土应力应变及温度监测仪器系列按照 DL/T 948 规定执行。

## 5.5 动态监测仪器

## 5.5.1 动态孔隙水压力计

动态孔隙水压力计系列应符合表 30 规定。

表 30 动态孔隙水压力计系列

序号	测量范围	分辨力	频响 Hz
	压力 kPa	压力 kPa	
1	0~250	≤0.1%F·S	0~100
2	0~400		
3	0~600		
4	0~1000		
5	0~1600		
6	0~2500		

## 5.5.2 动态土压力计

动态土压力计系列应符合表 31 规定。



表 31 动态土压力计系列

序号	测量范围	分 辨 力	频响 Hz
	压力 kPa	压力 kPa	
1	0~±5	≤0.1%F·S	0~100
2	0~±10		
3	0~±20		
4	0~±30		
5	0~±50		
6	0~±100		

注：土压力盒的结构要求见表 7

## 5.5.3 动态位移计

动态位移计系列应符合表 32 规定。

表 32 动态位移计系列

序号	测量范围	分 辨 力	频响 Hz
	位移 mm	位移 mm	
1	0~±5	≤±0.1%F·S	0~100
2	0~±10		
3	0~±20		
4	0~±30		
5	0~±50		
6	0~±100		

## 5.5.4 加速度计

加速度计系列应符合表 33 规定。

表 33 加速度计系列

序号	测量范围	分 辨 力	频响 Hz
	加速度 g	加速度 g	
1	0~5	≤±0.36%F·S	0~100
2	0~10		
3	0~100		

## 6 测量仪表

## 6.1 钢弦式仪器测量仪表

钢弦式仪器测量仪表应符合表 34 规定。

表 34 钢弦式仪器测量仪表

测量范围		分 辨 力	
频率 Hz		频率 Hz	
400~6000		0.01~0.1	

## 6.2 差动电阻式仪器测量仪表

差动电阻式仪器测量仪表应符合表 35 规定。

表 35 差动电阻式仪器测量仪表

测量范围		分 辨 力	
电阻比 %	电阻值 $\Omega$	电阻比 %	电阻值 $\Omega$
0.9000~1.1110	0~111.10 0~411.10	0.001	0.01

## 6.3 压阻式仪器测量仪表

压阻式仪器测量仪表应符合表 36 规定。

表 36 压阻式仪器测量仪表

数字显示 位		分 辨 力 mV	
$4\frac{1}{2}$		$\leq 0.01$	

## 6.4 气压式仪器测量仪表

气压式仪器测量仪表应符合表 37 规定。

表 37 气压式仪器测量仪表

测量范围		分 辨 力	
压力 kPa		压力 kPa	
500~5000		$\leq 0.15\% F \cdot S$	

## 6.5 伺服加速度计式测斜仪测量仪表

伺服加速度计式测斜仪测量仪表应符合表 38 规定。

表 38 伺服加速度计式测斜仪测量仪表

数字显示 位		分 辨 力 字	
$4\frac{1}{2}$		1	

## 6.6 电位器式仪器测量仪表

电位器式仪器测量仪表应符合表 39 规定。

表 39 电位器式仪器测量仪表

测量范围	分 辨 力
V	mV
0~±1.999	≤1

## 6.7 电阻应变片式仪器测量仪表

### 6.7.1 静态电阻应变测量仪表

静态电阻应变测量仪表应符合表 40 规定。

表 40 静态电阻应变测量仪表

测量范围	分 辨 力
$10^{-6}$	$10^{-6}$
0~±1999	≤1
0~±19999	≤1
0~±2×10 <sup>5</sup>	≤10

### 6.7.2 动态电阻应变测量仪表

动态电阻应变测量仪表应符合表 41 规定。

表 41 动态电阻应变测量仪表

测量范围	分 辨 力
$10^{-6}$	$10^{-6}$
0~±10000	≤1
0~±50000	

## 6.8 电解质式倾斜仪测量仪表

电解质式倾斜仪测量仪表应符合表 42 规定。

表 42 电解质式倾斜仪测量仪表

测量范围	分 辨 力
V	mV
0~±1.9999	0.1

## 6.9 电感调频式仪器测量仪表

电感调频式仪器测量仪表应符合表 43 规定。

表 43 电感调频式仪器测量仪表

序号	测量范围	分 辨 力
1	$\Delta f/f_0$ : 0~±20%	1mV/Hz

表 43 (续)

序号	测量范围	分辨力
2	$\Delta f/f_0$ : 0~±20%	0.3Hz
3	位移: 0~64mm 压力: 0~6400kPa	$1 \times 10^{-4} \text{F} \cdot \text{S}$ $2 \times 10^{-4} \text{F} \cdot \text{S}$