

ICS 27.140

P 59

备案号: 26376-2009

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1135 — 2009

电位器式位移计

Potentiometric type displacementmeter

2009-07-22 发布

2009-12-01 实施

中华人民共和国国家能源局 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 产品规格及原理 2

5 技术要求 2

6 试验方法 3

7 检验规则 4

8 标志、包装、运输、储存 5

附录 A（规范性附录） 电位器式位移计参数计算方法 6

前 言

本标准是根据《国家发展改革委办公厅关于印发 2006 年行业标准项目计划的通知》(发改办工业[2006] 1093 号)进行编制的。

本标准附录 A 为规范性附录。

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归口并负责解释。

本标准主要起草单位：南京水利科学研究院、国网南京自动化研究院。

本标准参加起草单位：南京电力自动化设备总厂。

本标准主要起草人：霍家平、陈生水、李泽崇、关秉洪、王国利、卢有清、江晓明。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：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中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电位器式位移计

1 范围

本标准规定了电位器式位移计的基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、储存等要求。

本标准适用于水电水利工程建筑物表面、内部变形（位移）监测的电位器式位移计。其他工程构筑物，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。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB 6388 运输包装收发货标志

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

电位器式位移计 **potentiometric type displacementmeter**

一种利用电位器（包括：导电塑料电位器、金属膜电位器、合成膜电位器及线绕电位器等）作为转换元件，将位移量转换为电信号输出的传感器。

3.2

分辨力 **resolution**

在规定测量范围内可能检测出的被测量的最小变化值。

3.3

不重复度 **nonrepeatability**

在相同的测量条件下，对电位器式位移计重复施加同一位移量时，其输出值的最大偏差值。通常以满量程的百分比表示。

3.4

滞后 **hysteresis**

在规定的测量范围内，从零位移量开始，对电位器式位移计施加递增位移量至满量程位移量，再从满量程位移量递减到零位移量，相同位移量点输出差值的最大值。通常以满量程的百分比表示。

3.5

非直线度 **nonlinearity**

递增、递减位移量的平均校准曲线与工作直线的偏离程度。通常以满量程的百分比表示。

3.6

综合误差 **combined error**

递增、递减校准曲线与工作直线的最大偏差值。通常以满量程的百分比表示。

4 产品规格及原理

4.1 产品规格

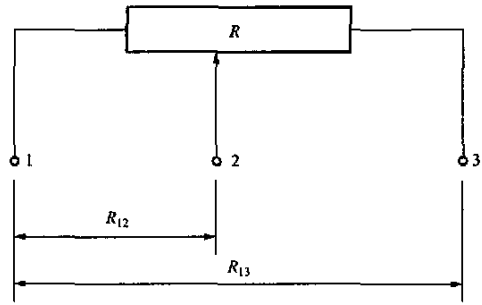
产品基本规格和参数见表 1。

表 1 电位器式位移计基本规格和参数

序号	测量范围	分辨力	工作水压力分挡
	位移 mm	位移 mm	压力 MPa
1	0~5	$\leq 0.1\%FS$	0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0
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	0~300		
11	0~500		

4.2 电路原理

电路原理见图 1。



R —电阻本体； R_{12} —输出电阻； R_{13} —总电阻

图 1 电路原理示意图

5 技术要求

5.1 环境条件

5.1.1 正常工作条件

- a) 环境温度：-20℃~+60℃；
- b) 大气压力：53kPa~106kPa；
- c) 应能在其规定的工作水压力下正常工作。

5.1.2 正常试验条件

- a) 环境温度: $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $25\%\sim 75\%$;
- c) 大气压力: $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

5.1.3 仲裁试验条件

- a) 环境温度: $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $60\%\sim 70\%$;
- c) 大气压力: $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

5.2 性能参数

5.2.1 分辨力

分辨力 r 应符合表 1 的规定。

5.2.2 滞后

滞后 $H\leq 0.50\%\text{FS}$ 。

5.2.3 不重复度

不重复度 $R\leq 0.50\%\text{FS}$ 。

5.2.4 非直线性度

非直线性度 $L\leq 1.0\%\text{FS}$ 。

5.2.5 综合误差

综合误差 $E_c\leq 1.5\%\text{FS}$ 。

5.3 防水密封性

在规定的工作水压力下能正常工作, 各接线端与壳体之间的绝缘电阻应不小于 $50\text{M}\Omega$ 。

5.4 温度影响

在 $-20^{\circ}\text{C}\sim +60^{\circ}\text{C}$ 的使用范围内, 温度影响应不大于 $0.04\%\text{FS}/^{\circ}\text{C}$ 。

5.5 绝缘电阻

各接线端与壳体之间的绝缘电阻应不小于 $50\text{M}\Omega$ 。

5.6 稳定性

在正常试验条件下, 电位器式位移计静置 30d, 其零点漂移应不大于 $0.5\%\text{FS}$, 并应符合 5.2 的规定。

5.7 耐运输颠簸

在包装情况下, 经运输颠簸试验后, 其零点漂移应不大于 $0.5\%\text{FS}$, 并应符合 5.2 和 5.5 的规定。

5.8 外观

仪器外壳应防锈, 外表面应无锈斑、裂痕、焊渣, 引出的电缆无损伤。

6 试验方法

6.1 试验条件

除特殊要求外, 应在正常试验条件下进行试验。

6.2 主要试验设备

- a) 大量程位移校准仪;
- b) 数显卡尺: 量程 $150\text{mm}\sim 500\text{mm}$, 示值误差应不大于 0.05mm ;
- c) 配套位移测量仪表;
- d) 压力试验容器和 0.4 级压力表;
- e) 高低温试验箱;
- f) 100V 绝缘电阻表;

- g) 0 级千分表;
- h) 0 级百分表。

6.3 性能参数试验

6.3.1 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 在正常试验条件下, 电位器式位移计应预先放置 24h 以上;
- b) 将电位器式位移计安装在位移校准仪上, 连接好配套的位移测量仪表, 按满量程位移拉压各三次, 每次间隔 5min, 然后进行正式试验;
- c) 按测量范围取相隔两点间位移增量为 10%FS~20%FS 逐级拉伸至满量程位移。每级位移给定后, 至少保持 1min 再读取输出读数;
- d) 拉伸到满量程位移后, 按 c) 的步骤逐级压缩至零点位移, 并读取输出读数;
- e) 退回零点位移值后保持 3min, 读取零点位移输出读数;
- f) 按 a)~e) 的步骤, 进行三次平行试验。

6.3.2 参数的计算方法

参数的计算方法按附录 A 进行, 应符合 5.2 的规定。

6.3.3 分辨力试验

- a) 在正常试验条件下, 将电位器式位移计安装在位移校准仪上, 按满量程位移拉压各三次, 每次间隔 5min, 然后连接好 0 级千分表, 进行正式试验;
- b) 在位移计约 $1/10l$ 、 $1/2l$ 和 $9/10l$ 处 (l 为位移计量程值), 用以下方法分别进行试验: 先由千分表按 5.2.1 规定的分辨力最大值为步长缓慢移动位移计给出位移, 然后用配套的位移测量仪表测量, 记录测量结果, 如此连续往同一方向共进行 3 次。位移计在 3 个量程处测量结果的变化趋势都是单调的, 则位移计的分辨力满足 5.2.1 的要求。

6.4 防水密封性试验

将电位器式位移计放置在压力容器中, 加水压至 1.2 倍工作压力挡保持 2h 试验后, 应符合 5.3 的规定。

6.5 温度影响试验

将电位器式位移计放入高低温箱中, 从常温开始降温至 0°C , 再降温至 -20°C , 然后升温至 0°C 、 $+20^{\circ}\text{C}$ 和 $+60^{\circ}\text{C}$, 每次温度稳定后各保持 30min 以上, 分别读取 -20°C ~ $+60^{\circ}\text{C}$ 四个试验点相对应的稳定输出读数 N_{11} 、 N_{12} 、 N_{13} 和 N_{14} , 计算的温度影响应符合 5.4 的规定。

温度影响计算按附录 A 进行。

6.6 绝缘电阻试验

用 100V 绝缘电阻表测量测电位器式位移计各接线端与壳体之间的绝缘电阻, 应符合 5.5 的规定。

6.7 稳定性试验

将电位器式位移计压缩至零位移位置, 再拉伸至约 $2/3$ 量程位置, 测量输出读数; 然后静置 30d, 再测量输出读数, 零点漂移应符合 5.6 的规定。

6.8 颠振试验

将包装好的电位器式位移计固定在颠振试验台上, 施加加速度为 5g, 进行历时 10min 的颠振试验, 试验后应符合 5.7 的规定。

6.9 外观检验

用目测进行外观检验, 电位器式位移计表面应符合 5.8 的规定。

7 检验规则

7.1 出厂检验

每支电位器式位移计须经工厂质量检验部门检验合格, 并附有产品合格证, 方可出厂。

7.2 型式检验

型式试验按本标准规定的全部技术要求和试验方法进行。产品在下列情况下，应进行型式检验：

- a) 新产品定型或老产品改型；
- b) 产品设计、工艺、材料等方面有重大变更时；
- c) 产品停产满一年后再次生产时；
- d) 同类产品进行对比时；
- e) 连续批量生产时，每五年进行一次；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.3 检验项目

产品的出厂检验应按表 2 规定的项目逐支进行。产品检验项目全部合格，才能判定为合格产品。

表 2 电位器式位移计的出厂检验项目

检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
工作参数	5.2.2~5.2.5	6.3.1	√	√
防水密封性	5.3	6.4	√	√
温度影响	5.4	6.5	—	√
绝缘电阻	5.5	6.6	√	√
分辨力	5.2.1	6.3.3	—	√
稳定性	5.6	6.7	—	√
颤振	5.7	6.8	—	√
外观	5.8	6.9	√	√

注：“√”表示应进行的检验项目，“—”表示不检验的项目。

8 标志、包装、运输、储存

8.1 标志

每支产品必须有铭牌，其上应清晰示出：

- a) 制造厂名称；
- b) 产品型号及名称；
- c) 出厂编号、制造日期。

8.2 包装

产品包装应符合下列要求：

- a) 产品由内包装和外包装组成；
- b) 包装应注明“精密仪器”、“小心轻放”等标志；
- c) 产品在内包装箱内应稳固；
- d) 包装好的产品应附有产品合格证、使用说明书和主要参数检测数据；
- e) 外包装标志应符合 GB 6388 的规定。

8.3 运输

运输包装标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.4 储存

包装好的产品应储存在不受阳光直射，周围无腐蚀性气体的房间内，容许短期在-40℃~+60℃范围内储存。

附录 A
(规范性附录)
电位器式位移计参数计算方法

A.1 电位器式位移计位移值的计算

$$S_i = k(N_i - N_0) \tag{A.1}$$

式中:

S_i —— i 时刻的位移值, mm;

k ——电位器式位移计灵敏度系数, mm/ 单位输出;

N_i —— i 时刻的输出读数;

N_0 ——零位移输出读数。

校准曲线按式 (A.1) 处理, 其工作直线可采用最小二乘线。即:

$$N = a + bS_i \tag{A.2}$$

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。

根据试验步骤和数据, 按下列公式计算相应的性能参数, 见图 A.1。

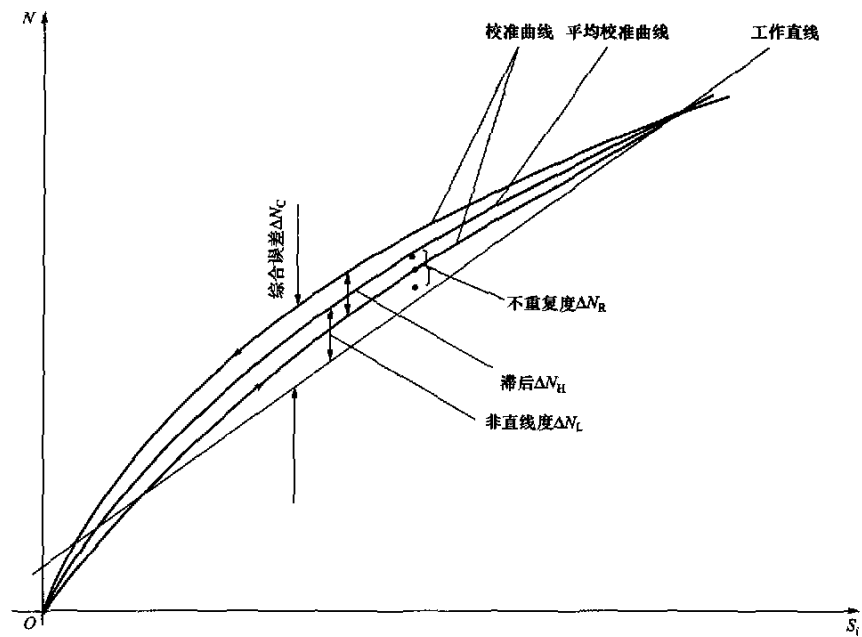


图 A.1 校准曲线示意图

A.2 电位器式位移计灵敏度系数 k 的计算

电位器式位移计灵敏度系数, 实用上可取式 (A.2) 工作直线斜率的倒数, 即:

$$k = \frac{1}{b} \tag{A.3}$$

A.3 零位移输出 N_0 的计算

$$N_0 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m N_{0j} \quad (\text{A.4})$$

式中:

m ——试验循环的次数 ($j=1, 2, \dots$);

N_{0j} ——第 j 次拉伸和压缩时, 零位移的输出读数。

A.4 满量程输出 N_{nr} 的计算

$$N_{\text{nr}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m N_{\text{nr}j} \quad (\text{A.5})$$

式中:

$N_{\text{nr}j}$ ——第 j 次拉伸至满量程位移时的输出读数。

A.5 额定输出 N_{fu} 的计算

$$N_{\text{fu}} = N_{\text{nr}} - N_0 \quad (\text{A.6})$$

A.6 滞后 H 的计算

$$H = \frac{\Delta N_{\text{H}}}{N_{\text{fu}}} \times 100\% \text{FS} \quad (\text{A.7})$$

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。

A.7 不重复度 R 的计算

$$R = \frac{\Delta N_{\text{R}}}{N_{\text{fu}}} \times 100\% \text{FS} \quad (\text{A.8})$$

式中:

ΔN_{R} ——进程和回程重复校准时, 各测试点输出读数偏差最大值。

A.8 非直线性度 L 的计算

$$L = \frac{\Delta N_{\text{L}}}{N_{\text{fu}}} \times 100\% \text{FS} \quad (\text{A.9})$$

式中:

ΔN_{L} ——平均校准曲线与工作直线偏差最大值。

A.9 综合误差 E_{C} 的计算

$$E_{\text{C}} = \frac{\Delta N_{\text{C}}}{N_{\text{fu}}} \times 100\% \text{FS} \quad (\text{A.10})$$

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。

A.10 温度影响的计算

根据 6.5 试验数据, 用下式计算温度影响:

$$N_{\text{t}} = \frac{\sum_{i=1}^{m-1} [(N_{u+1} - N_u) / (T_{i+1} - T_i)]}{(m-1)N_{\text{fu}}} \times 100\% \text{FS} \quad (\text{A.11})$$

式中:

N_{t} ——温度影响系数, %FS/°C;

T_i ——温度试验点的温度值, °C;

DL/T 1135 — 2009

- N_u ——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 ($m=2, 3, \dots$)。
-