



中华人民共和国国家标准

GB/T 37367—2019

岩土工程仪器 位移计

Geotechnical engineering instrument—Displacement meters

2019-05-10 发布

2019-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 产品分类及组成 1

5 技术要求 2

6 试验方法 3

7 检验规则 6

8 标志和使用说明书 7

9 包装、运输与贮存..... 7

附录 A（资料性附录） 位移计试验记录表 9

参考文献 10

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并归口。

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、水利部南京水利水文自动化研究所、江苏南水科技有限公司。

本标准主要起草人：徐国龙、吴健琨、储华平、周柏兵、班莹、陆纬、邓安军。

岩土工程仪器 位移计

1 范围

本标准规定了岩土工程仪器位移计(以下简称“位移计”)的产品分类和组成、技术要求、试验方法、检验规则、标志和使用说明书、包装、运输与贮存。

本标准适用于大坝、边坡、基坑、港口及地下建筑工程等土木工程中安全监测使用的位移计。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 5080.7 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 24105 岩土工程仪器基本环境试验条件及方法
- GB/T 24106—2009 岩土工程仪器术语及符号
- JJF 1001 通用计量术语及定义

3 术语和定义

GB/T 24106 和 JJF 1001 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

综合误差 combined error

测值与约定真值之间的最大偏差,用其占满量程输出的百分比表示。

4 产品分类及组成

4.1 产品分类

位移计按工作原理可分为:

- a) 振弦式位移计;
- b) 差动电阻式位移计;
- c) 电容式位移计;
- d) 电位器式位移计;
- e) 差动变压器式位移计;
- f) 电感式位移计;
- g) 光纤光栅式位移计。

4.2 产品组成

位移计主要由固定端、敏感部件、活动端和连接电(光)缆等部分组成。

5 技术要求

5.1 外观

开箱检查时,位移计各部分应连接牢固,不应有锈斑及划痕,引出的电(光)缆、护套应无损伤。

5.2 环境条件

位移计应能在以下气候环境条件中正常工作:

- a) 温度: $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 0.5 MPa 或规定水压。

5.3 基本性能参数

位移计的基本性能参数应符合表 1 的规定。

表 1 位移计的基本性能参数

仪器名称	测量范围 mm	综合误差 %FS	不重复度 %FS	迟滞 %FS	分辨力 %FS
振弦式位移计	0~5、0~10、0~15、0~20、 0~30、0~50、0~100、 0~150、0~200	≤ 2.5	≤ 0.5	≤ 1	≤ 0.15
差动电阻式位移计	-1~5、-1~12、0~25、 0~40、0~100	≤ 2	≤ 1	≤ 1	≤ 0.15
电容式位移计	0~10、0~20、0~40、 0~50、0~100、0~150、 0~200、0~300	≤ 0.7	≤ 0.25	≤ 0.25	≤ 0.1
电位器式位移计	0~10、0~20、0~30、 0~50、0~100、0~150、 0~200、0~300、0~500	≤ 1.5	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.1
差动变压器式位移计	0~10、0~20、0~50、 0~100、0~150、0~200、 0~300、0~500	≤ 1	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.1
电感式位移计	0~5、0~10、0~15、0~20、 0~30、0~50、0~100、 0~150、0~200	≤ 1	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.1
光纤光栅式位移计	0~12.5、0~25、0~50、 0~100、0~150	≤ 2	≤ 1	≤ 1	≤ 0.1

5.4 绝缘性能

除光纤光栅式位移计和内置防雷器件的位移计外,位移计的引出芯线与壳体之间的绝缘电阻应符合下列规定之一:

- a) 不小于 50 M Ω ;
- b) 不小于产品规定的绝缘电阻值。

5.5 防水密封性

位移计在不小于 0.5 MPa 或规定的水压中静置 2 h,电(光)缆应无渗漏,其绝缘电阻应符合 5.4 的规定。

5.6 温度测量误差

具有测温功能的位移计,其温度测量误差应不大于 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.7 温度影响误差

位移计经过温度修正后,由于温度引起的测量误差应不大于 $0.04\%\text{FS}/^{\circ}\text{C}$ 。

5.8 稳定性

5.8.1 位移计在满量程范围内往返 10 次后回零,零点漂移应不大于其综合误差的 25%。

5.8.2 位移计静置 30 d,扣除温度影响,其性能应满足:

- a) 零点漂移不大于其综合误差的 25%;
- b) 绝缘电阻符合 5.4 的规定。

5.9 机械环境适应性

在包装状态下,位移计应能适应运输、装卸、搬运过程中可能出现的振动、跌落、冲击、碰撞等意外情况。机械环境适应性试验后其各项性能应满足 5.3 的规定。

5.10 可靠性

位移计的可靠性用失效前工作时间的平均值(MTTF)来衡量,其 MTTF 应不小于 40 000 h。

6 试验方法

6.1 试验条件

试验条件应符合下列规定:

- a) 温度: $15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度:不大于 85%;
- c) 大气压力: $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 。

6.2 试验设备

6.2.1 主要试验设备包括:

- a) 标定装置;
- b) 专用试验夹具;
- c) 压力容器及加压设备;

- d) 0.4 级及以上精度等级精密压力表；
- e) 读数仪或自动化数据采集设备；
- f) 100 V 直流绝缘电阻表；
- g) 高低温湿热试验箱；
- h) 恒温水浴；
- i) 冰点槽；
- j) 标准温度计；
- k) 0 级百分表；
- l) 数显卡尺；
- m) 电动振动系统；
- n) 跌落试验台。

注：做温度试验时要求使用的夹具不能影响传感器的技术指标。

6.2.2 具有检定要求的试验设备应经检定合格，精度指标应高于被测参数指标。

6.3 试验方法的内容

6.3.1 外观

目测检查。

6.3.2 环境条件

按 GB/T 24105 规定的试验条件进行试验，检查位移计是否工作正常。

6.3.3 基本性能参数

6.3.3.1 试验要求

试验要求如下：

- a) 位移计在正常试验条件下预先放置 24 h 以上；
- b) 将百分表或数显卡尺于标定装置上固定，位移计安装在标定装置上，在测量范围内往返 3 次；
- c) 按测量范围均匀选取 7 个~11 个测试点，包括零点和满量程点；
- d) 除试验开始前可进行常规性能检查调试外，试验过程中不应做人工调整。

6.3.3.2 试验步骤

位移计的基本性能参数应按下列步骤进行试验：

- a) 将位移计调节至测量范围下限，逐级增加到测量范围上限，在每一测试点稳定 30 s 后，采用读数仪或自动化数据采集设备读取输出值，然后从测量范围上限逐级减少至测量范围下限，在每一测试点稳定 30 s 后，读取输出值。非直接输出长度的位移计，由生产厂家提供输出值转换成长度的计算公式。
- b) 重复 a) 3 次，将测值记入记录表中，记录表参见附录 A。
- c) 在测量范围 10%、50% 和 90% 附近，按表 1 规定的分辨力最大值为步长缓慢移动，然后用读数仪或自动化数据采集设备读取输出值，往同一方向连续进行 3 次，将测值记入记录表中，检查 3 个测试点测量结果的变化趋势是否单调连续。
- d) 按式(1)、式(2)、式(3)分别计算综合误差 Z 、不重复度 R 、迟滞 H ：

$$Z = \left| \frac{C_1}{D_x - D_s} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Z ——位移计的综合误差，%FS；

C_1 ——三次循环中每一个测试点测值与约定真值之间的最大差值，单位为毫米(mm)；

D_x ——位移计最大测值，单位为毫米(mm)；

D_s ——位移计最小测值，单位为毫米(mm)。

$$R = \left| \frac{C_2}{D_x - D_s} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R ——位移计的不重复度，%FS；

C_2 ——三次循环中每一个测试点上行及下行各自三个测值之间差值的最大值，单位为毫米(mm)。

$$H = \left| \frac{C_3}{D_x - D_s} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

H ——位移计的迟滞，%FS；

C_3 ——每一次循环中各测试点上行及下行两个测值之间差值的最大值，单位为毫米(mm)。

6.3.4 绝缘性能

用直流绝缘电阻表测量引出芯线与外壳之间绝缘电阻。

6.3.5 防水密封性

将位移计放置在压力容器中，加压至 0.5 MPa 或以上的规定水压，保持 2 h 后，电(光)缆无渗漏，用直流绝缘电阻表测量引出芯线与外壳之间的绝缘电阻。

6.3.6 温度测量误差

将位移计放入冰点槽和恒温水浴中，分别在 0℃、30℃及 60℃三个温度点静置 2 h 以上，各测量三次取平均值，计算标准温度计的实际温度与测量温度平均值之间的最大差值。

6.3.7 温度影响误差

将位移计安装在专用试验夹具上，置入高低温湿热试验箱，从常温开始降至 0℃，保持 2 h 以上，读取输出测值，然后升温至 40℃中，保持 2 h 以上，读取输出测值，按式(4)计算温度影响 b ：

$$b = \frac{D_2 - D_1}{(T_2 - T_1) \times (D_x - D_s)} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

b ——温度影响，%FS/℃；

D_1 ——位移计在 T_1 (温度影响下限值)环境中的测值，单位为毫米(mm)；

D_2 ——位移计在 T_2 (温度影响上限值)环境中的测值，单位为毫米(mm)；

T_1 ——位移计最低工作温度，单位为摄氏度(℃)；

T_2 ——位移计最高工作温度，单位为摄氏度(℃)。

6.3.8 稳定性

6.3.8.1 将位移计安装在专用试验夹具上，调整至零点。在满量程范围内往返 10 次，每次保持 30 s。然后让其恢复至零点，读取输出值，按式(5)计算零点漂移 δ_1 ：

$$\delta_1 = \frac{F_2 - F_1}{D_x - D_s} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

δ_1 ——零点漂移，%FS；

F_1 ——试验前，位移计零点测值，单位为毫米(mm)；

F_2 ——试验后，位移计零点测值，单位为毫米(mm)。

6.3.8.2 将位移计安装在专用试验夹具上，调整至零点，在起始时间、规定的稳定性试验周期内和截止时间，进行 5 次或 5 次以上的测量，读取输出值并测量绝缘电阻。扣除温度影响后，按式(6)计算零点漂移 δ_2 ：

$$\delta_2 = \frac{G_2 - G_1}{D_x - D_s} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

δ_2 ——零点漂移，%FS；

G_1 ——位移计零点最小测值，单位为毫米(mm)；

G_2 ——位移计零点最大测值，单位为毫米(mm)。

6.3.9 机械环境适应性试验

6.3.9.1 振动

在运输包装状态下，设置电动振动系统的扫频振动频率为 10 Hz～150 Hz～10 Hz，扫频速度为 1 倍频程/min，加速度为 2 g，对位移计进行 3 个周期/单轴振动试验。试验后按 6.3.3 测试其性能。

6.3.9.2 自由跌落

在运输包装状态下，设置自由跌落台的跌落高度为 300 mm，将位移计自由跌落在平滑、坚硬的混凝土面或钢质面上，共进行 3 次跌落试验。试验后按 6.3.3 测试其性能。

6.3.10 可靠性

可靠性试验应按照 GB/T 5080.7 的规定执行。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 位移计的出厂检验可由生产单位的质量检验部门进行，出厂检验应逐个检验，产品经检验合格并签发合格证后，方允许出厂。

7.1.2 出厂检验应按 5.1、5.3、5.4、5.5、5.6 的规定进行，检验资料应完整保存、备查。

7.1.3 出厂检验中凡出现不合格项，可进行返工，合格后方可出厂。

7.2 型式试验

7.2.1 型式试验是除产品可靠性试验的全性能检验，检验的项目应涵盖本标准所有的技术条款。

7.2.2 有下列情况之一时，应进行型式试验：

- 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试验有较大差异时;
- g) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时;
- h) 根据合同规定双方有约定时。

7.2.3 型式试验应从出厂检验合格样品中随机抽样,产品抽样不少于3台。若样品总数不足3台,则应进行全检。

7.2.4 型式试验中有2台以上(包括2台)的产品同一检验项不符合时,则判该批产品不合格;有1台产品的某检验项不合格时,应加倍抽取产品进行复检,若仍不合格,则判该批产品不合格;若产品数量上不能满足加倍抽样的要求,也判为不合格。若合格,则除去第一批抽样的不合格品之外,其余判为合格。

7.2.5 经过型式试验的产品,应更换易损件,并经出厂检验合格后方能出厂。

8 标志和使用说明书

8.1 标志

8.1.1 铭牌应设在产品的显著位置,应包括以下内容:

- a) 产品型号及名称;
- b) 生产单位名称及商标;
- c) 生产日期及出厂编号。

8.1.2 在包装箱的适当位置,应标有显著、牢固的包装标志,应包括以下内容:

- a) 产品型号及名称;
- b) 产品数量;
- c) 箱体尺寸(mm);
- d) 净重或毛重(kg);
- e) 运输作业安全标志;
- f) 到站(港)及收货单位;
- g) 发站(港)及发货单位;
- h) 工业产品生产许可证标志及编号。

8.1.3 产品包装储运图示和收发货标志,应按照 GB/T 191 和 GB/T 6388 的有关规定正确选用。

8.2 使用说明书

产品使用说明书的内容应按照 GB/T 9969 的规定。

9 包装、运输与贮存

9.1 包装

9.1.1 包装箱应牢固可靠,符合美观和经济的要求,应做到结构合理、紧凑、防护可靠,在正常储运、装卸条件下,应保证产品不致因包装不善而引起产品损坏、散失等。

9.1.2 包装箱应有措施保证产品在运输或携带使用途中不发生窜动、碰撞、摩擦。

9.1.3 包装箱防震、防潮、防尘等防护措施,应符合 GB/T 13384 的有关规定。

9.1.4 随机文件应齐全,应有以下内容:

- a) 装箱单;
- b) 产品出厂合格证;

- c) 产品使用说明书;
- d) 检验测试记录。

9.1.5 随机文件应装入塑料袋中,并放置在包装箱内,若产品分装数箱,随机文件应放在主件箱内。

9.2 运输

包装好的位移计应能适应各种运输方式。

9.3 贮存

包装好的位移计贮存场所附近应无酸性、碱性及其他腐蚀性物质,应能适应下列环境条件:

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



附 录 A
(资料性附录)
位移计试验记录表

位移计试验记录表见表 A.1。

表 A.1 位移计试验记录表

仪器名称/ 仪器编号							生产厂家/ 规格型号						
试验依据							环境温度/℃ 相对湿度/%						
约定真值/ mm	输出值/%FS						测值/mm						
	进程 1	回程 1	进程 2	回程 2	进程 3	回程 3	进程 1	回程 1	进程 2	回程 2	进程 3	回程 3	
分辨力													
测试点	输出值 1/%FS		输出值 2/%FS		输出值 3/%FS		测值 1/mm		测值 2/mm		测值 3/mm		
10%FS 附近													
50%FS 附近													
90%FS 附近													
温度测量误差													
0℃测值/℃				30℃测值/℃				60℃测值/℃					
温度影响误差													
D_1 /mm						D_2 /mm							
T_1 /℃						T_2 /℃							
稳定性													
F_1 /mm						F_2 /mm							
G_1 /mm						G_2 /mm							
检验：						记录：							
校核：						日期：							

参 考 文 献

- [1] SL 361—2006 大坝观测仪器 位移计
-