



中华人民共和国国家标准

GB/T 38204—2019

岩土工程仪器 测斜仪

Geotechnical engineering instrument—Inclino meters

2019-06-04 发布

2020-01-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

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
4.1 产品分类	1
4.2 产品组成	2
5 技术要求	2
5.1 外观	2
5.2 环境条件	2
5.3 基本性能参数	2
5.4 绝缘性能	3
5.5 防水密封性	3
5.6 温度测量误差	3
5.7 温度影响误差	3
5.8 稳定性	3
5.9 机械环境适应性	3
5.10 可靠性	3
6 试验方法	3
6.1 试验条件	3
6.2 试验设备	3
6.3 试验方法的内容	4
7 检验规则	6
7.1 出厂检验	6
7.2 型式检验	6
8 标志和使用说明书	7
8.1 标志	7
8.2 使用说明书	7
9 包装、运输与贮存	7
9.1 包装	7
9.2 运输	8
9.3 贮存	8
附录 A(资料性附录) 测斜仪试验记录表	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、水利部南京水利水电自动化研究所、江苏南水科技有限公司。

本标准主要起草人：徐国龙、陈欣刚、李家群、马福恒、王海妹、董万钧、严琳。

岩土工程仪器 测斜仪

1 范围

本标准规定了岩土工程仪器测斜仪(以下简称测斜仪)的产品分类及组成、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测斜仪。

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 岩土工程仪器术语及符号

JJF 1001 通用计量术语与定义

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。

注:综合误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

4.1.1 测斜仪按照工作方式可分为:

- a) 活动式测斜仪;
- b) 固定式测斜仪。

4.1.2 测斜仪按照工作原理可分为:

- a) 伺服加速度计式测斜仪;
- b) 电解液式测斜仪;
- c) 电阻应变片式测斜仪;
- d) 振弦式测斜仪;

- e) 微电子机械式测斜仪；
- f) 光纤光栅式测斜仪。

4.2 产品组成

测斜仪主要由探头、电缆及测量仪表等部分组成。测斜仪应具有与测量仪表相配套的标准接口，如无标准接口应提供相应的接线说明。

5 技术要求

5.1 外观

开箱检查时，测斜仪各部分应连接牢固，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

5.2.1 测斜仪测量仪表应能在以下气候环境条件中正常工作：

- a) 温度：-20℃~60℃；
- b) 相对湿度：不大于95%（40℃时无凝露）。

5.2.2 测斜仪探头及电缆应能在以下气候环境条件中正常工作：

- a) 温度：-20℃~60℃；
- b) 0.5 MPa 或规定水压。

5.3 基本性能参数

测斜仪的基本性能参数应符合表1的规定。

表 1 测斜仪的基本性能参数

仪器名称	测量范围	综合误差 %FS	不重复度 %FS	迟滞 %FS	分辨力 (")
伺服加速度 计式测斜仪	-15°~15°	≤0.2	≤0.05	≤0.05	≤20
	-30°~30°				≤40
	-50°~50°				≤60
电解液式测斜仪	-5°~5°	≤1.0	≤0.3	≤0.5	≤20
	-10°~10°				≤40
	-30°~30°				≤100
电阻应变片 式测斜仪	-5°~5°	≤1.0	≤0.5	≤0.5	≤20
	-10°~10°				≤40
振弦式测斜仪	-10°~10°	≤1.0	≤0.5	≤0.5	≤40
	-30°~30°				≤100
微机械电子 式测斜仪	-15°~15°	≤0.5	≤0.2	≤0.2	≤15
	-30°~30°				≤20
光纤光栅 式测斜仪	-15°~15°	≤1.0	≤0.5	≤0.5	≤40
	-30°~30°				≤100

5.4 绝缘性能

除光纤光栅式测斜仪和内置防雷器件的测斜仪外,测斜仪测头的引出芯线与壳体之间的绝缘电阻应不小于 50 M Ω 。

5.5 防水密封性

测斜仪探头及电缆在不小于 0.5 MPa 或规定的水压中静置 2 h,测头和电(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

具有测温功能的测斜仪,温度测量误差应不大于 ± 0.5 $^{\circ}\text{C}$ 。

5.7 温度影响误差

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

5.8 稳定性

5.8.1 测斜仪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 测斜仪静置 30 d 后,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,测斜仪应能适应运输、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符合 5.3 的规定。

5.10 可靠性

对连续性工作的测斜仪可用平均无故障工作时间(MTBF)来表示,其 MTBF 应不小于 40 000 h。对间歇工作的测斜仪可用可靠度 $R(1\ 000)$ 表示,其可靠度 $R(1\ 000)$ 应大于 0.95。

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 $^{\circ}\text{C}$ ~35 $^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度:不大于 85%;
- c) 大气压力:86 kPa~106 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) 电动振动系统；
- l) 跌落试验台。

注 1: 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。

注 2: 同类型的读数仪或自动化数据采集设备可与测斜仪探头互换使用。

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

按照 GB/T 24105 规定的试验条件进行试验,检查测斜仪是否工作正常。

6.3.3 基本性能参数

6.3.3.1 试验要求

试验要求如下:

- a) 测斜仪在正常试验条件下预先放置 24 h 以上；
- b) 将测斜仪测头安装在标定装置上,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

测斜仪的基本性能参数应按下列步骤进行试验:

- a) 将测斜仪测头调节至测量范围下限角度点,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。非直接输出角度的测斜仪,由生产厂家提供输出值转换成角度的计算公式。
- b) 重复 a) 步骤 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角度,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) 按照式(1)、式(2)、式(3)分别计算综合误差 Z 、不重复度 R 、迟滞 H :
 - 1) 按式(1)计算综合误差 Z :

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

式中:

Z ——测斜仪的综合误差(%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,单位为度($^{\circ}$);

D_x ——测斜仪最大测值,单位为度($^{\circ}$);

D_s ——测斜仪最小测值,单位为度($^{\circ}$)。

2) 按式(2)计算不重复度 R :

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

式中:

R ——测斜仪的不重复度(%FS);

C_2 ——3次循环中每一个测试点上行及下行各自3个测值之间差值的最大值,单位为度($^{\circ}$)。

3) 按式(3)计算迟滞 H :

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

式中:

H ——测斜仪的迟滞(%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,单位为度($^{\circ}$)。

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

将测斜仪测头放置在压力容器中,加压至0.5 MPa 或以上的规定水压,保持2 h后,测头和电(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

将测斜仪测头放入冰点槽和恒温水浴中,分别在0 $^{\circ}\text{C}$ 、30 $^{\circ}\text{C}$ 及60 $^{\circ}\text{C}$ 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

将测斜仪测头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 $^{\circ}\text{C}$,保持2 h以上,读取输出测值,然后升温至40 $^{\circ}\text{C}$ 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/ $^{\circ}\text{C}$);

D_1 ——测斜仪在 T_1 (温度影响下限值)环境中的测值,单位为度($^{\circ}$);

D_2 ——测斜仪在 T_2 (温度影响上限值)环境中的测值,单位为度($^{\circ}$);

T_1 ——测斜仪最低工作温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);

T_2 ——测斜仪最高工作温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

6.3.8 稳定性

6.3.8.1 将测斜仪测头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 :

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

式中:

- δ_1 ——零点漂移(%FS);
- F_1 ——试验前,测斜仪零点测值,单位为度(°);
- F_2 ——试验后,测斜仪零点测值,单位为度(°)。

6.3.8.2 将测斜仪测头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 :

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

式中:

- δ_2 ——零点漂移(%FS);
- G_1 ——测斜仪零点最小测值,单位为度(°);
- G_2 ——测斜仪零点最大测值,单位为度(°)。

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2g,对测斜仪进行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,将测斜仪自由跌落在平滑、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

按照GB/T 5080.7执行。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 测斜仪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 型式检验

7.2.1 除产品可靠性试验项目外,型式检验的项目应涵盖5.1~5.9。

7.2.2 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。

7.2.3 型式检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 型式检验中有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 经过型式检验的产品,应更换易损件,并经出厂检验合格后方可出厂。

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

包装好的测斜仪应能适应各种运输方式。

9.3 贮存

包装好的测斜仪贮存地附近应无酸性、碱性及其他腐蚀性物质,应能适应下列环境条件及贮存要求:

- 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)。

参 考 文 献

- [1] SL 362—2006 大坝观测仪器 测斜仪
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
岩 土 工 程 仪 器 测 斜 仪
GB/T 38204—2019

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2019年6月第一版

*

书号: 155066·1-62582

版权专有 侵权必究



GB/T 38204—2019

