



中华人民共和国国家标准

GB/T 41192—2021

岩土工程仪器 振弦式反力计

Instrument for geotechnical engineering—Vibrating wire load cell

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
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 产品组成及主要参数	1
4.1 产品组成	1
4.2 主要参数	1
5 技术要求	2
5.1 工作环境条件	2
5.2 外观	2
5.3 压力性能	2
5.4 防水密封性	2
5.5 温度影响	2
5.6 测温误差	2
5.7 绝缘性能	3
5.8 压力过范围限	3
5.9 稳定性	3
5.10 机械环境适应性	3
6 试验方法	3
6.1 试验要求	3
6.2 试验环境条件	3
6.3 试验方法	3
7 检验规则	5
7.1 检验分类	5
7.2 出厂检验	5
7.3 型式检验	5
8 标志、使用说明书	6
8.1 标志	6
8.2 使用说明书	6
9 包装、运输、贮存	6
9.1 包装	6
9.2 运输	7
9.3 贮存	7

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由中华人民共和国水利部提出。

本文件由全国水文标准化技术委员会(SAC/TC 199)归口。

本文件起草单位：水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心、珠江水利委员会珠江水利科学研究院、常州金土木工程仪器有限公司、水利部南京水利水电自动化研究所。

本文件主要起草人：储华平、李建国、杨跃、李玉梅、杨豪、田月红、丁霞、章薛栋、刘德军。

岩土工程仪器 振弦式反力计

1 范围

本文件规定了振弦式反力计(以下简称为反力计)产品的定义、产品组成及主要参数、技术要求、试验方法、检验规则及标志、使用说明书、包装、运输和贮存。

本文件适用于振弦式反力计的生产、销售和检验。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 7665—2005 传感器通用术语
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 13606—2007 土工试验仪器 岩土工程仪器 振弦式传感器通用技术条件
- GB/T 15406—2007 岩土工程仪器基本参数及通用技术条件
- GB/T 24106—2009 岩土工程仪器术语及符号
- GB/T 50279—1998 岩土工程基本术语标准

3 术语和定义

GB/T 24106—2009、GB/T 50279—1998、GB/T 7665—2005、GB/T 13606—2007 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

振弦式反力计 vibrating wire load cell

利用振弦的固有频率变化测量梁、柱等构件的轴向压力的传感器。

4 产品组成及主要参数

4.1 产品组成

反力计主要由圆柱承力体、线圈、钢弦、电缆等组成。

4.2 主要参数

主要参数见表1。

表 1 主要参数

测量范围 kN		0~100,0~200,0~300,0~500,0~1 000,0~1 500,0~2 000,0~2 500,0~3 000,0~4 000, 0~5 000,0~6 000
温度(可选) ℃		-25~60 -10~50
外形尺寸	直径 mm	60,83,102,118,128,148,168,178
	高度 mm	60~210
可靠性(MTBF) h		≥40 000

5 技术要求

5.1 工作环境条件

反力计应能在下列环境条件下正常工作：

- a) 温度：-20℃~60℃；
- b) 相对湿度：不大于95%；
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

5.2 外观

反力计各部分应连接牢固，表面应进行防腐处理，不应有锈斑及划痕，引出的电缆、护套应无损伤。

5.3 压力性能

- 5.3.1 不重复度应不大于0.5%FS。
- 5.3.2 迟滞应不大于1.0%FS。
- 5.3.3 非直线度应不大于1.5%FS。
- 5.3.4 分辨力不大于0.1%FS。
- 5.3.5 综合误差应不大于2.0%FS。

5.4 防水密封性

反力计在1.0 MPa水中连续工作2 h，应无渗漏。其绝缘电阻应不小于50 MΩ。

5.5 温度影响

反力计在0℃~60℃的范围内，温度影响应不大于每摄氏度下额定频率的0.04%。

5.6 测温误差

具有测温功能的反力计其测温误差不应超过±0.5℃。

5.7 绝缘性能

反力计的引出芯线(芯线不接地)与密封壳体之间的绝缘电阻应不小于 50 MΩ。

5.8 压力过范围限

反力计应能承受其满量程 1.2 倍的压力,当压力恢复至正常测量范围后,其性能应满足 5.3 的要求。

5.9 稳定性

反力计应在正常试验大气条件下进行为期不少于 3 个月的通电工作状态下的静置试验,静置试验应满足下列要求:

- a) 零点漂移应不大于额定频率的 0.5%;
- b) 绝缘电阻应不小于 50 MΩ。

5.10 机械环境适应性

反力计应能承受运输、装卸、搬运过程中可能出现的振动、跌落等情况。

- a) 振动: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;
- b) 自由跌落:跌落高度为 300 mm。

6 试验方法

6.1 试验要求

6.1.1 试验前可对受检反力计进行常规性能检查测试,试验过程中不应对反力计进行调整。

6.1.2 试验使用的仪器仪表或试验装置,有计量要求的应经过定期检定或校准,并取得合格证书且在有效期内使用;自制试验装置,应进行自校准或检验合格后方可使用。

6.1.3 试验用的仪器仪表或装置,其精确度或准确度指标应高于反力计相关参数指标的精确度或准确度指标。

6.2 试验环境条件

试验环境条件应符合下列规定:

- a) 温度:15℃~35℃;
- b) 相对湿度:不大于 85%;
- c) 大气压力:86 kPa~106 kPa。

6.3 试验方法

6.3.1 工作环境条件

按 GB/T 15406—2007 的 7.3.4 进行试验,试验后检查反力计的工作情况。

6.3.2 外观

目测检验。

6.3.3 压力性能

6.3.3.1 试验要求

试验要求如下:

- a) 在试验环境条件下,预先放置 24 h 以上;
- b) 试验前,应在测量范围上限值预压 3 次;
- c) 试验时,测试点数应按满量程压力 10%~20% 分挡。

6.3.3.2 试验步骤

压力性能试验应按下列步骤进行:

- a) 先测量反力计零测试点的输出值;
- b) 逐渐增加载荷(上行),每到一测试点测读一个输出值,量程共测得 n 个输出值;
- c) 再从上限值逐渐卸荷至零测试点(下行),同样测得 n 个输出值;
- d) 按 a)、b)、c) 的步骤,共完成三次循环,按 GB/T 13606—2007 附录 A 的计算方法计算压力性能各参数。

6.3.4 防水密封性

将反力计放置在压力容器中,加压至 0.5 MPa,保持 2 h 后,用额定直流电压为 100 V 兆欧表测量传感器芯线与外壳之间的绝缘电阻。

6.3.5 温度影响

将反力计置入高低温湿热试验箱或冰点槽,从常温开始降至 0 °C,保持 2 h 以上,读取输出值,然后升温至 40 °C 或置入 40 °C 恒温水浴中,保持 2 h 以上,读取输出值,按公式(1)计算温度影响。

$$\tau = \left| \frac{f'_{t,max} - f'_{t,min}}{(T_{t,max} - T_{t,min}) \times f_n} \right| \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- τ —— 温度影响,数值以每摄氏度满量程百分比计;
- $f'_{t,max}$ —— 经温度修正后传感器在 $T_{t,max}$ 环境的输出频率,单位为赫兹(Hz);
- $f'_{t,min}$ —— 经温度修正后传感器在 $T_{t,min}$ 环境的输出频率,单位为赫兹(Hz);
- $T_{t,max}$ —— 最高测试温度,单位为摄氏度(°C);
- $T_{t,min}$ —— 测试温度,单位为摄氏度(°C);
- f_n —— 满量程输出。

6.3.6 温度测量误差

测量反力计在 0 °C、40 °C 两个温度点附近任一测试点的温度,每个测试点测量不少于三次,计算实际温度与实测温度之间的最大差值。

6.3.7 绝缘性能

在正常试验大气条件下,用 100 V 兆欧表测量芯线与外壳之间电阻。

6.3.8 过范围限

将反力计加满量程压力值 1.2 倍的压力,保持 60 s 后,恢复到自由状态;重复三次,然后按 6.3.3.2 的方法进行压力性能试验。

6.3.9 稳定性

稳定性试验应按下述顺序步骤进行:

- a) 静置前,将反力计安置在测力装置上,在正常试验大气条件下,按满量程压力值加、卸荷各

- 10次、每次保持30s,然后,让其恢复自然状态2h,测量其零点漂移及绝缘性能并记录;
- b) 将反力计静置在样品观察室静置,静置期间每天通电一次,测量其绝缘性能并记录;
 - c) 静置时间应不少于3个月,每月进行不少于1次的零点测量并记录;
 - d) 静置完毕后,在试验环境条件下,测量其零点漂移及绝缘性能并记录;
 - e) 扣除环境因素的影响,检查反力计静置前后的试验情况。

6.3.10 机械环境适应性

6.3.10.1 振动

在运输包装状态下,将反力计置于电动振动系统进行3个周期/单轴的振动试验,试验后检查反力计的零点漂移和绝缘电阻的情况。

6.3.10.2 自由跌落

在运输包装状态下,将反力计置于跌落试验台,使反力计自由跌落在平整、坚硬的混凝土面或钢质面上,共进行3次跌落试验,试验后检查反力计的零点漂移和绝缘电阻的情况。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 产品应逐台进行出厂检验,出厂检验项目为5.2、5.3、5.4、5.5、5.7。

7.2.2 产品经生产厂质量检测部门检验合格后,并附检定结果表及合格证,方可出厂。

7.3 型式检验

7.3.1 检验要求

有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品试制、定型鉴定或老产品转厂生产时;
- b) 正式生产后,在结构、材料、工艺有较大改变、可能影响产品性能时;
- c) 正式生产后,产品已连续生产三年以上时;
- d) 产品停产一年以上又恢复生产时;
- e) 产品出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
- f) 国家市场监督管理机构提出进行型式检验要求时;
- g) 根据合同规定双方有约定时。

7.3.2 检验项目

型式检验应按本文件规定的全部试验项目进行全性能检验。

7.3.3 抽样规则

型式检验的样品应从经出厂检验合格的产品中随机抽取,应不少于3台,若产品总数不足3台,则应全检。

7.3.4 判定原则

型式检验中有一台及以上单机产品不合格时,应加倍抽取该产品进行不合格项目复检,若仍有不合格时,则判该批产品为不合格;若全部检验合格,则除去第一次抽样不合格的产品,该批产品应判为合格。

7.3.5 易损件更换

经过型式检验的产品,需要更换易损件,应经出厂检验合格后方可出厂。

8 标志、使用说明书

8.1 标志

8.1.1 产品标志

在产品的显著位置应具有完整的铭牌标志,内容包括:

- 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;
- d) 主要性能参数等。

8.1.2 包装标志

在产品的包装箱的适当位置应标有显著、牢固的包装标志,内容包括:

- 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) 具有重要资质识别作用的标志及编号。

8.1.3 储运和收发货标志

产品的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

产品的使用说明书的内容应按 GB/T 9969 的规定。

9 包装、运输、贮存

9.1 包装

9.1.1 包装箱应牢固、美观、大方、经济实用。

9.1.2 产品包装时,周围环境及包装箱内应清洁、干燥、无有害气体、无异物。

9.1.3 产品包装后,其包装件重心宜尽量靠下且居中,产品装在箱内应予以支撑、垫平、卡紧,产品可移

动的部分应移至使产品具有最小外型尺寸,并加以固定。

9.1.4 产品的防震、防潮、防尘等防护包装按 GB/T 13384—2008 中的有关规定进行。

9.1.5 随机文件应齐全,文件清单如下:

- a) 装箱单;
- b) 产品出厂合格证明书;
- c) 产品使用说明书;
- d) 出厂前的检验测试文件;
- e) 产品技术条件规定的其他文件。

9.1.6 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,则随机文件应放在主件箱内。

9.2 运输

按有关包装标准及本文件的规定进行包装的产品应能适应各种运输方式。

9.3 贮存

包装好的反力计应能适应下列环境条件及贮存要求:

- a) 环境温度: $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 环境相对湿度:不大于 85%(40 $^{\circ}\text{C}$ 时);
- c) 贮存反力计的附近不应有酸性、碱性及其他腐蚀性物质;
- d) 在存放半年内,反力计不应有锈蚀、长霉或其他妨碍功能的现象。