|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 07.160；19.060 |
| CCS | |  | | --- | |  |   P13；N72 |

团体标准

T/CIMA 0078—XXXX

应变控制式三轴仪

Strain controlled triaxial apparatus

（征求意见稿）

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国仪器仪表行业协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc88653779)

[引言 III](#_Toc88653780)

[1 范围 1](#_Toc88653781)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc88653782)

[3 术语和定义 1](#_Toc88653783)

[4 分类、结构组成及规格 2](#_Toc88653784)

[5 技术要求 4](#_Toc88653788)

[6 试验方法 6](#_Toc88653801)

[7 检验规则 7](#_Toc88653815)

[8 标志和随行文件 8](#_Toc88653818)

[9 包装、运输、贮存 9](#_Toc88653821)

1. 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。

本文件由中国仪器仪表行业协会试验仪器分会提出。

本文件由中国仪器仪表行业协会归口。

本文件起草单位：浙江土工仪器制造有限公司、浙江华迅精科仪器有限公司、浙江卓越赢创科技有限公司、河海大学、杭州市质量技术监督检测院、铁研（浙江）科技有限公司、浙江蓝剑检测技术有限公司。

本文件主要起草人：陈赢、陈志明、王士明、章萍萍、凌云富、王保田、刘彬、方红梅、郭伟彬。

1. 引言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到4.2 相应内容的相关专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构进行备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：浙江土工仪器制造有限公司。

地址：浙江省绍兴市上虞区道墟街道工业园区。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责

任。

应变控制式三轴仪

* 1. 范围

本文件规定了应变控制式三轴仪的分类、结构组成及规格、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于测定土样在不同排水条件下的变形及强度相关参数的应变控制式三轴试验仪器。

* 1. 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 1227-2017 精密压力表

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 15406 岩土工程仪器基本参数及通用技术条件

GB/T 50279 岩土工程基本术语标准

JJG 20 标准玻璃量器检定规程

JJG 34 指示表（指针式、数显式）检定规程

JJG 455 工作测力仪检定规程

SL 152-2011 透水板

* 1. 术语和定义

GB/T 50279界定的术语和定义适用于本文件。

应变控制式三轴仪 strain controlled triaxial apparatus

以控制恒应变速率作为加荷方式进行三轴压缩试验的仪器（以下简称“三轴仪”）。

周围压力 ambient pressure

施加在试样周围的流体压力。

轴向负荷 axial load

施加在试样轴线方向上的负荷。

反压力 back pressure

施加在试样内部以提高试样饱和度的水压力。

* 1. 分类、结构组成及规格
     1. 分类

三轴仪按试验机加荷系统可分为机械式和液压式。

* + 1. 结构组成

三轴仪由试验机加荷装置、压力室、周围压力控制系统和反压力控制系统、孔隙水压力测量系统、体变测量装置和轴压系统、压力表、量力环（压力传感器）、百分表等组成。根据用户需要还可以提供配套的试样制备工具。本产品具备一种专利技术（ZL 2016 2 0949192.5 一种三轴压缩试验仪的轴压系统），该结构能确保轴向压力与水平面垂直，提高试验数据的准确性。

三轴仪的主要参数见表 1。

1. 三轴仪主要参数要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 参 数 |
| 工作台升降速度 | 0.001-5.000无极调速。 |
| 轴向位移测量 | 0-30mm 百分表，示值误差小于±0.02mm，任一转误差小于 0.01mm，符合GB/T1219 的规定 |
| 压力表 | 精度不低于 0.4 级，符合GB/T1227 的规定 。 |
| 量力环 | 为（0.3-3）KN、（1-10）KN。量力环率定在 P-R（应力-应变）图中是一条通过原点的直线，各点离直线的纵向距离应小于荷重的±2% 。 |
| 压力传感器 | 分辨率 0.1%FS，非直线度 1%FS，重复性 0.1%FS，稳定性：72h 漂移小于 1%FS。 |
| а）快速档轴向输出力为 10KN，用于调整接触点。 | |

压力室主要规格应符合表 2 规定。

1. 压力室主要规格

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试样尺寸  mm | 周围压力  MPa | 轴向负荷  KN |
| φ39.1×80 | 0～1.0 | 10 |
| 0～2.0 | 30 |
| 0～6.0 | 60 |
| φ61.8×125 | 0～1.0 | 30 |
| 0～2.0 | 60 |
| 0～6.0 | 100 |
| φ101×200 | 0～1.0 | 60 |
| 0～2.0 | 100 |
| 0～6.0 | 300 |

试验机加荷装置主要规格应符合表 3 规定。

1. 试验机加荷装置主要规格

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 轴向负荷  kN | 升降板行程  mm | 变速范围  mm/min | 负荷计量仪表的规格及测量范围  kN |
| 10 | 0～100 | 0.002 4～4.5 | 0～1.0  0～3.0  0～6.0  0～10.0  0～30.0  0～60.0  0～100  0～300 |
| 30 |
| 60 |
| 100 |
| 300 |
| a 变速范围为无级变速。 | | | |

测量和控制系统由轴向负荷测量装置、轴向位移测量装置、孔隙压力测量装置、体变测量装置、周围压力控制装置、反压力控制装置等组成，其主要规格应符合表 4 规定。

1. 测量和控制系统主要规格

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试样尺寸  mm | 周围压力  MPa | 反压力  MPa | 孔隙压力  MPa | 体积变化量  cm3 | 轴向位移  mm |
| φ39.1×80 | 0～1.0 | 0～1.0 | 0～1.0 | 0～50 | 0～30 |
| 0～2.0 | 0～2.0 | 0～2.0 |
| 0～6.0 | 0～2.0 | 0～6.0 |
| φ61.8×125 | 0～1.0 | 0～1.0 | 0～1.0 | 0～100 | 0～30 |
| 0～2.0 | 0～2.0 | 0～2.0 |
| 0～6.0 | 0～2.0 | 0～6.0 |
| φ101×200 | 0～1.0 | 0～1.0 | 0～1.0 | 0～300 | 0～50 |
| 0～2.0 | 0～2.0 | 0～2.0 |
| 0～6.0 | 0～2.0 | 0～6.0 |

* + 1. 附件

附件包括饱和器、切土器、对开模、承模筒、击实器等，其主要规格应符合表 5 规定。

1. 附件部分主要规格

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试样尺寸  mm | 饱和  器 | 切土器 | | 对开模 | | 承模筒 | | 击实器 | | | |
| 内径  mm | 试样高度  mm | 试样直径  mm | 内径  mm | 高度  mm | 内径  mm | 高度  mm | 内径  mm | 高度  mm | 击锤质量  kg | 击锤  落高  mm |
| φ39.1×80 | 39.1 | 80 | 39.1 | 40 | 112 | 42 | 80 | 39.1 | 80 | 0.3 | 250 |
| φ61.8×  125 | 61.8 | 125 | 61.8 | 63 | 175 | 66 | 125 | 61.8 | 125 | 0.7 | 250,300 |
| φ101×200 | 101 | 200 | 101 | 102 | 245 | 104 | 200 | 101 | 200 | 2.5 | 300 |

* 1. 技术要求
     1. 环境条件

三轴仪应能在下列环境条件下正常工作：

1. 环境温度 5℃-35℃；
2. 相对湿度不大于 85%；
3. 大气压：56Kpa～106Kpa；
4. 电源电压 220V±22V；
5. 周围无震动，无腐蚀性介质和无较强电磁场干扰的环境中；
6. 在稳固的基础上正确安装，其水平度为 0.2/1000。
   * 1. 外观

外观应符合下列要求：

1. 铸件表面应无气孔和砂眼；
2. 漆层或镀层应平整、光滑、均匀和色调一致，不应有斑点、气泡、脱皮、皱纹、碰痕、划伤以及锈蚀等疵病。
   * 1. 压力室

压力室经标称压力耐压试验 24h，应不漏水、不减压。

压力室的底座与活塞同轴度应小于φ0.20mm。

* + 1. 周围压力控制系统

周围压力控制系统和孔隙压力测量系统连通后，加压，两系统的压力指示值的相对误差应不超过±1%。

* + 1. 反压力控制系统

反压力和周围压力控制系统各自加压至相同压力值后，使二系统相通，二系统的压力指示值的相对误差应不超过±1%。

* + 1. 孔隙水压力测量系统

孔隙水压力测量系统体积因素应小于 1.5×10-5cm3/Mpa，即在 500kpa 下零位指示器内两边水银面差值不应大于 3mm.

* + 1. 调压保护

当周围压力调压手轮移到接近前端，即手轮与行程开关接触时，应能自动切断电源。

* + 1. 升降和调平装置

升降需采用滚珠丝杆结构。

横梁应有调平装置。

* + 1. 试验机加荷装置

试验机的电气设备应灵敏可靠，不接地处的绝缘电阻应不低于 1MΩ。

试验机上负荷计量仪表的示值相对误差在最大负荷的 10%～30%范围内应小于 1%； 使用荷重传感器测量，其误差应小于满量程（FS）的 0.5%。

试验机工作时，其噪声应低于50dB（A）；台面振幅应低于 0.003mm。

试验机加荷至额定值时，各部件应能正常运转。

试验机的升降板在额定电压和负荷状态下升降速率（以每分钟行程毫米计）：多次（5 次以上）测定的平均速率与设计标称速率的相对误差应小于 2%。

框架式试验机的升降板和横梁中心同轴度应小于φ0.20mm。

* + 1. 试验机测量和控制系统

周围压力测量范围为 0～1.0 MPa、0～2.0 MPa、0～6.0 MPa；反压力的测量范围为 0～1.0 MPa、0～2.0 MPa；其示值误差均应小于±1%FS。如用压力表，其准确度等级应不低于 0.4 级。

体变测量装置的测量范围、最小分度值应符合表 6 规定。

1. 变测量装置测量指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量范围（cm3） | 0～25 | 0～50 | 0～100 | 0～300 |
| 最小分度值（cm3） | 0.05 | 0.10 | 0.20 | 0.60 |

1. 轴向位移测量装置测量指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测量范围（mm） | 0～30 | 0～50 |
| 示值误差（mm） | 0.03 | 0.05 |
| 最小分度值（mm） | 0.01 | |

用传感器进行测量，体变测量装置的测量示值误差应为满量程（FS）的±1%，轴向位移测量装置的测量示值误差应满量程（FS）的±0.5%，孔隙压力测量装置的测量示值误差应为满量程（FS）的±0.5%。

* + 1. 附件

饱和器、切土器、击实器等直径和高度的相对误差均应小于 0.5%。

饱和器、切土器、击实器等内壁粗糙度均应达到 Ral.6。

透水石（板）的渗透系数应大于（1～9）×10-3cm/s。

* + 1. 机械环境适应性

包装好的三轴仪经运输颠振后，应满足如下要求：

1. 外包装箱不应有损坏和变形；
2. 各项性能及功能应符合 5.1～5.8 的规定。
   1. 试验方法
      1. 主要测试设备

试验中的主要测试设备如下：

a) 绝缘电阻表（500V）；

b) 工作测力仪；

c）声级计（误差小于 2dB～3dB）；

d) 抬震器；

e) 百分表；

f) 千分尺；

g) 秒表。

* + 1. 试验条件

必要时，可参照 GB/T 15406 的相关规定进行。

* + 1. 外观

目测检查仪器外观质量。

* + 1. 压力室试验

将压力室内注满水直到水溢出排气孔。观察压力室内无气泡时，拧紧排气孔和各压力阀， 开周围压力阀，用周围压力调节阀调压力至 2Mpa,使压力室耐压 2Mpa，经 24h 后观察，以不漏水、不减压为合格。

将压力室置于能旋转的升降板（或与升降板同轴的板）上，在旋转时利用百分表检测其底座与活塞的同轴度。

* + 1. 周围压力控制系统和孔隙水压力测量系统试验

将压力室注满水，关闭压力室和压力阀门。小心转动指示仪下端螺丝，将两侧毛细管内水银移入下总贮槽，使两侧毛细管内水流连通，关闭量管阀和调压筒与孔隙压力表的连通阀，打开压力室孔隙水压力阀和周围压力阀，通过周围压力高压阀取最大输出压力（2Mpa）的 5%、50%和满负荷的三个点作检查点，分级加压，待计数稳定后，分别记录周围压力表和孔隙水压力表所显示的压力值。

* + 1. 反压力控制系统试验

在 4.4 试验完毕后中，用周围压力调压阀使压力表回零，关闭压力室孔隙水压力阀和周围压力阀及排水管阀，打开压力室反压力阀。通过反压力调压阀取最大输出压力（1Mpa）的5%、50%和满负荷的三个步作检查点，分级加压。每个点待反压力表读数稳定后记录其压力值，同时记录体变管内油水界面的读数。按反压力表的压力值用周围压力调压阀将周围压力表调至相同值，打开压力室周围压力阀，观察全变管内油水界面读数，如有变化，用周围压力调压阀调至原记录读数，然后记录下周围压力表压力值，与所记录的反压力表压力值， 两者相对误差小于±1%为合格。

* + 1. 孔隙水压力测量系统的体积因素试验

排除孔隙水压力测量系统内的气泡，关闭孔隙水压力阀和量管阀，用调压器施加 500kpa的压力，观测零位指示器内毛细管水银面，两边的水银面差值不超过 3mm 为合格。

* + 1. 调压保护试验

调节周围压力调压手轮，使其与行程开关接触，观察保护装置是否能切断电源。

* + 1. 升降和调平装置的检测

目测升降是否采用滚珠丝杆结构，检查横梁是否有调平装置。

* + 1. 试验机加荷装置的检测

用绝缘电阻表检测电气设备不接地的绝缘电阻。

依据 JJG 455 的相关规定对负荷计量仪表进行检测；用专用力传感器检测时， 应按其相关标准规定的试验方法进行。

仪器在高、低两档速率运转时，将声级计距离仪器 1m 处进行检测。

将拾震器垂直安放在升降板上，接上指示仪表，选定高档速率，开机运转检测其振幅。

将一只耐压可变形的专用工具置于升降板上，选定高、低两档速率，加荷至额定值后，检测各部件的工作情况。

按照 6.10.4 方法，将量测仪表对准升降板顶，开机加荷检验其上升速率的相对误差。

多次测定的平均速率与设计标称速率的相对误差γ由式（1）计算：

()

式中：

V1——设计标称速率，单位为毫米每分钟（mm/min）;

V2——多次测定的平均速率，单位为毫米每分钟（mm/min）。

将横梁调到最低位置，利用专用工具使升降板（或与升降板同轴的板）能自由转动并升高约 60mm，用量测仪表检测其对横梁中心的同轴度。

* + 1. 测量和控制系统的检测

将周围压力及反压力测量装置置于温度（20±5）℃的环境中，加至额定压力， 考核 8h 后检测其示值误差。

采用常规的玻璃滴定管测量体变测量装置，应根据表 5 的规定选用符合 JJG 20的滴定管；其他形式的体变测量装置的试验方法应按相关标准的规定进行。

如按表 6 的规定采用常规的百分表检测轴向位移测量装置，应参照 JJG 34。其他形式的测量仪表的试验方法应按照相关标准的规定进行。

将孔隙压力测量装置置于（20±5）℃范围内的某一温度值下，分别在全量程范围内选取 10%、50%、80%三点，稳压 10min 后，进行测量。

用专用传感器分别对体变、轴向位移、孔隙压力测量装置按其相关标准规定的试验方法进行测量。

* + 1. 附件的检测

用专用量具和千分尺进行检测。

用表面粗糙度比对样块目测比较检测。

将透水石（板）置于专用试验容器（侧向密封，仅允许上下渗水）内，按SL/T 152 的规定进行检测。

* + 1. 机械环境适应性的检测

将三轴仪包装件装入载重汽车车厢后部，在公路上进行 50km 以上的运输试验。

* 1. 检验规则
     1. 出厂检验

仪器出厂前必须进行出厂检验。出厂检验项目分全检和抽检两种。其中,对5.2、5.3、5.8.1、5.8.2、5.9.1、5.9.4应进行全检对5.1、5.8.3、5.8.4、5.8.5、5.8.6、5.9.2、5.9.3、5.10应进行抽检,检验结果应完整保存、备查。

全检系对产品进行特定项目检验抽检系对特定项目进行抽样检验;发现不合格品应进行返工直至合格。

抽检按每批产品数量的5%~10%随机抽样进行检验,每批最少应不少于3台若产品数量少于3台则应全检;当抽检项目出现不合格项时应根据问题性质决定加倍复检或逐台试验，并应将该台产品进行返工直至合格。

每台仪器应经制造厂家质量检验部门检验合格并附有质量合格证方可出厂。

* + 1. 型式检验
       1. 型式检验条件

有下列情况之一时，应进行型式检验：

1. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
2. 定型产品在结构、工艺或使用的材料作较大改变可能影响产品性能时；
3. 产品长期停产后恢复生产时；
4. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
5. 正常生产时定期或累计一定产量后应周期性进行一次检查；
6. 合规进行型式检验时。
   * + 1. 型式检验内容

型式检验由制造厂质量检验部门按第5章规定的内容及93的a)b)的要求进行全性能检验。

* + - 1. 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3台。若产品总数少于3台，则应全部检验。

* + - 1. 检验结果评定

在型式检验中有两台以上(包括两台)不合格时，则应判该批产品不合格。有一台不合格时,则应加倍抽取该产品进行扩大抽样检验。仍有不合格时，则判该批产品为不合格;若加倍抽样产品全部合格则该批产品应判为合格。

* 1. 标志和随行文件
     1. 标志
        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) 生产单位名称地址及商标;

c) 生期厂编号等。

* + - 1. 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;

1. 产品型号及名称;
2. 仅器数量;
3. 箱体尺寸(mm);
4. 净重或毛重(kg);
5. 运输作业安全标志;
6. 到站(港)及收单位;
7. 发站(港)及发货单位。
   * + 1. 随行文件

箱内应有下列文件:

1. 装箱单;
2. 产品出厂合格证明书;
3. 产品使用说明书;
4. 负荷计量仪表的检定证书;
5. 轴向测力计(钢环变形系数)。
   * + 1. 文字标识

产品标识中所使用的各种文字符号计量单位等均应符合有关标准的规定。

* + - 1. 其他

包装上应注明产品执行标准。

* + 1. 使用说明书

产品的使用说明书的内容应符合GB/T 9969的有关规定。

* 1. 包装、运输、贮存
     1. 包装

试验机压室、侧路和控制部件及备件应分箱包装。

包装箱选用的材料和结构应能防止风沙和雨水侵人。

未涂漆的零件应用油封包装。

产品包装后其包装件重心应尽量靠下且居中产品装在箱内必须予以支撑、垫平卡紧。

附件箱、备件箱应尽固定在主机箱内适当位置装在箱内的附件、备件等也应采取相应的固定措施。

产品的防震防潮防尘等防护包装按GB/T 13384中的有关规定进行。

* + 1. 运输

包装好的产品应能适应陆运、水运和空运等各种运输方式。

* + 1. 贮存

三轴仪的贮存场所应满足下列要求:

1. 温度:-40℃~+60℃;
2. 相对湿度:不大于95%(40℃时);
3. 干燥通风、防晒附近不应有化学侵蚀性物质。

