

ICS 07.060
P 10



中华人民共和国国家标准

GB/T 24107.1—2009

土工试验仪器 三轴仪 第 1 部分：应变控制式三轴仪

Instrument for soil test—Triaxial apparatus—
Part 1: Strain controlled triaxial apparatus

2009-06-12 发布

2009-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

GB/T 24107《土工试验仪器 三轴仪》分为四个部分：

- 第1部分：应变控制式三轴仪；
- 第2部分：应力控制式三轴仪；
- 第3部分：动三轴仪；
- 第4部分：真三轴仪。

本部分为 GB/T 24107 的第1部分。

本部分的附录 A 为资料性附录。

本部分由中华人民共和国水利部提出并归口。

本部分主要起草单位：水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心、国电南京电力自动化股份有限公司、浙江土工仪器制造有限公司。

本部分参加起草单位：全国工业产品生产许可证办公室水文仪器及岩土工程仪器审查部。

本部分主要起草人：彭鹤林、徐海峰、袁普生、李刚、陈志明、陆伟佳。

土工试验仪器 三轴仪

第1部分:应变控制式三轴仪

1 范围

GB/T 24107 的本部分规定了应变控制式三轴仪的产品分类、结构组成及规格、技术要求、试验方法、检验规则、标志和使用说明书、包装、运输、贮存。

本部分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(以下简称三轴仪)。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 24107 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

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

SL/T 152 透水板

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

3 术语和定义

GB/T 50279 确立的及下列术语和定义适用于 GB/T 24107 的本部分。

3.1

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。

3.2

周围压力 ambient pressure

施加在试样周围的流体压力。

3.3

轴向负荷 axial load

施加在试样轴线方向上的负荷。

3.4

反压力 back pressure

施加在试样内部以提高试样饱和度的水压力。

4 产品分类、结构组成及规格

4.1 产品分类

三轴仪按试验机加荷系统可分为机械式和液压式。

4.2 产品结构组成

三轴仪主要由压力室、试验机加荷装置、测量和控制系统(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)及附件等部分组成。三轴仪示意图参见附录 A。

4.3 产品规格

4.3.1 压力室主要规格应符合表 1 规定。

表 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
φ51.8×125	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

4.3.2 试验机加荷装置主要规格应符合表 2 规定。

表 2 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
30			0~3.0
60			0~6.0
100			0~10.0
300			0~30.0
			0~60.0
			0~100
			0~300

* 变速范围可为无级变速或 15 级以上有级变速。

4.3.3 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 3 规定。

表 3 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/cm ³	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		

表 3 (续)

试样尺寸/mm	周围压力/MPa	反压力/MPa	孔隙压力/MPa	体积变化量/cm ³	轴向位移/mm
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	0~5.0		
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	0~5.0		

4.4 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4规定。

表 4 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

5 技术要求

5.1 工作环境

三轴仪应能在下列环境下正常工作:

- 温度:5℃~35℃;
- 相对湿度:不大于85%(30℃时);
- 大气压:56 kPa~106 kPa。

5.2 外观

外观应符合下列要求:

- 铸件表面应无气孔和砂眼;
- 涂层或镀层应平整、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。

5.3 压力室

5.3.1 压力室的底座与活塞同轴度应小于φ0.25 mm。

5.3.2 压力室在标称压力作用下应保持压力稳定、无泄漏现象。

5.4 试验机加荷装置

5.4.1 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1 MΩ。

5.4.2 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1.5%;在最大负荷的30%~100%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%。

5.4.3 试验机工作时,其噪声应低于70 dB(A);台面振幅应低于0.003 mm。

5.4.4 试验机加荷至额定值时,各部件应能正常运转。

5.4.5 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10%。

5.4.6 框架式试验机的升降板与横梁中心同轴度应小于 $\phi 0.30\text{ mm}$ 。

5.5 测量和控制系统

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

5.5.2 体变测量装置的测量范围、最小分度值应符合表5规定。

表5 体变测量装置测量指标

单位为立方厘米

测量范围	0~25	0~50	0~100	0~300
最小分度值	0.05	0.10	0.20	0.60

5.5.3 轴向位移测量装置的测量范围、示值误差、最小分度值应符合表6规定。

表6 轴向位移测量装置测量指标

单位为毫米

测量范围	0~30	0~50
示值误差	0.03	0.05
最小分度值	0.01	

5.5.4 孔隙压力测量装置的测量范围及测量仪表的最小分度值应符合表7规定，其误差应为满量程(FS)的 $\pm 1\%$ 。

表7 孔隙压力测量装置测量指标

单位为千帕斯卡

测量范围	0~1 000	0~2 000	0~5 000
测量仪表最小分度值	5.0	10.0	20.0

5.5.5 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 $\pm 1.0\%$ ，轴向位移测量装置的测量示值误差应为满量程(FS)的 $\pm 0.5\%$ ，孔隙压力测量装置的测量示值误差应为满量程(FS)的 $\pm 0.5\%$ 。

5.6 附件

5.6.1 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%。

5.6.2 饱和器、切土器、击实器等内壁粗糙度均应达到 $Ra1.6$ 。

5.6.3 透水石(板)的渗透系数应大于 $(1\sim 9)\times 10^{-3}\text{ cm/s}$ 。

5.7 机械环境适应性

包装好的三轴仪经运输颠簸后，应满足如下要求：

- 外包装箱不得有任何损坏和变形；
- 各项性能及功能应符合5.1~5.4的规定。

6 试验方法

6.1 主要测试设备

试验中的主要测试设备如下：

- 绝缘电阻表(500 V)；
- 工作测力仪；
- 声级计(误差小于2 dB~3 dB)；
- 拾震器；
- 百分表；
- 千分尺；
- 秒表。

6.2 试验方法

6.2.1 工作环境

必要时,可参照 GB/T 15406 的相关规定进行。

6.2.2 外观

目测检查仪器外观质量。

6.2.3 压力室

6.2.3.1 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。

6.2.3.2 将压力室充满液体(水),对其施加标称压力并保持压力稳定,考核 8 h,检查压力室的工作情况。

6.2.4 试验机加荷装置

6.2.4.1 用绝缘电阻表检测电气设备不接地的绝缘电阻。

6.2.4.2 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。

6.2.4.3 仪器在高、低两档速率运转时,将声级计距离仪器 1 m 处进行检测。

6.2.4.4 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。

6.2.4.5 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。

6.2.4.6 按照 6.2.4.4 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,由式(1)计算:

$$r = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

V_1 ——设计标称速率,单位为毫米每分钟(mm/min);

V_2 ——多次测定的平均速率,单位为毫米每分钟(mm/min)。

6.2.4.7 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 60 mm,用量测仪表检测其对横梁中心的同轴度。

6.2.5 测量和控制系统

6.2.5.1 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 8 h 后检测其示值误差。

6.2.5.2 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;其他型式的体变测量装置的试验方法应按相关标准的规定进行。

6.2.5.3 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。其他型式的测量仪表的试验方法应按相关标准的规定进行。

6.2.5.4 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 10 min 后,进行测量。

6.2.5.5 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。

6.2.6 附件

6.2.6.1 用专用量具和千分尺进行检测。

6.2.6.2 用表面粗糙度比对样块目测比较检测。

6.2.6.3 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。

6.2.7 机械环境适应性

仪器在包装状态下在三级公路上进行 50 km 运输的颠簸试验。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 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、5.4.1、5.4.2、5.5.1、5.5.4 应进行全检,对 5.1、5.4.3、5.4.4、5.4.5、5.4.6、5.5.2、5.5.3、5.6 应进行抽检,检验结果应完整保存、备查。

7.1.2 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。

7.1.3 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。

7.1.4 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。

7.2 型式检验

7.2.1 型式检验条件

有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 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;
- c) 产品长期停产后,恢复生产时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- e) 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;
- f) 合同规定进行型式检验时。

7.2.2 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 9.3 的 a)、b) 的要求进行全性能检验。

7.2.3 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 3 台。若产品总数少于 3 台,则应全部检验。

7.2.4 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。

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、地址及商标;
- c) 生产日期及出厂编号等。

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) 仪器数量;
- 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。

8.1.3 箱内文件

箱内应有下列文件:

- a) 装箱单;
- b) 产品出厂合格证明书;
- c) 产品使用说明书;
- d) 负荷计量仪表的检定证书;
- e) 轴向测力计(钢环变形系数)。

8.1.4 国家工业产品生产许可证标识

对于获得国家工业产品生产许可证的三轴仪,其随机文件或包装箱上应明确注明生产许可证的编号等标识。

8.1.5 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。

8.1.6 其他

包装上应注明产品执行标准。

8.2 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。

9 包装、运输、贮存

9.1 包装

9.1.1 试验机、压力室、侧路和控制部件及附、备件应分箱包装。

9.1.2 包装箱选用的材料和结构应能防止风沙和雨水侵入。

9.1.3 未涂漆的零件应用油封包装。

9.1.4 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。

9.1.5 附件箱、备件箱应尽量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。

9.1.6 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。

9.2 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。

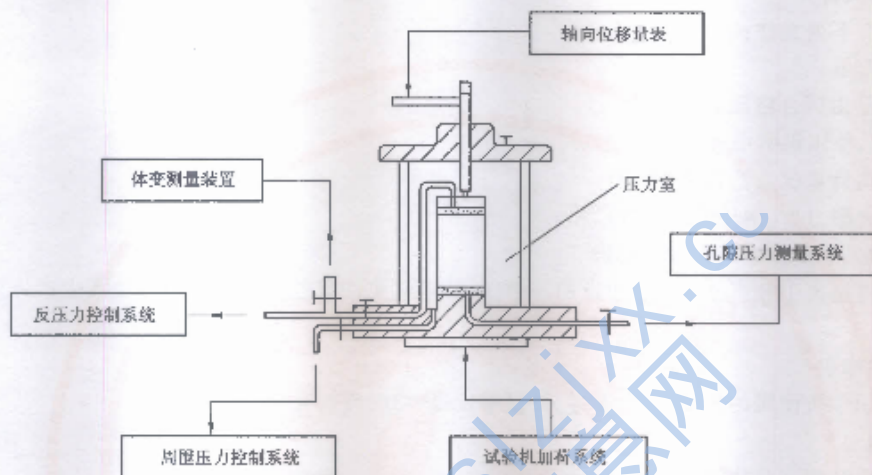
9.3 贮存

三轴仪的贮存场所应满足下列要求:

- a) 温度: $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度:不大于 95%(40 $^{\circ}\text{C}$ 时);
- c) 干燥、通风、防晒,附近不应有化学侵蚀性物质。

附录 A
(资料性附录)
三轴仪组成示意图集

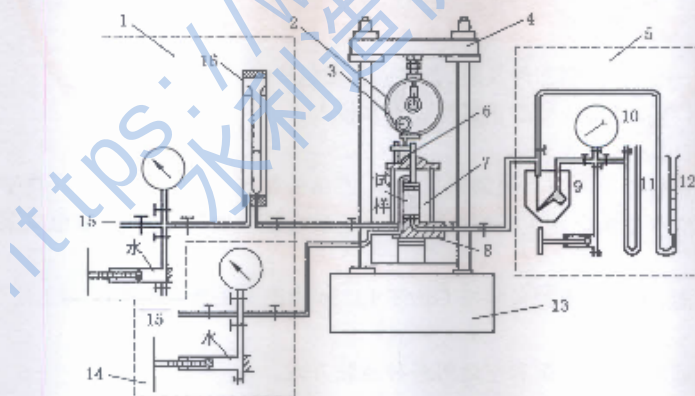
A.1 常见的三轴仪组成示意图参见图 A.1。



注：上图参照水电部土工试验规程 SDS01—79 上册绘制。

图 A.1 三轴仪示意图

A.2 SL 118—1995《应变控制式三轴仪校验方法》版三轴仪组成示意图参见图 A.2。

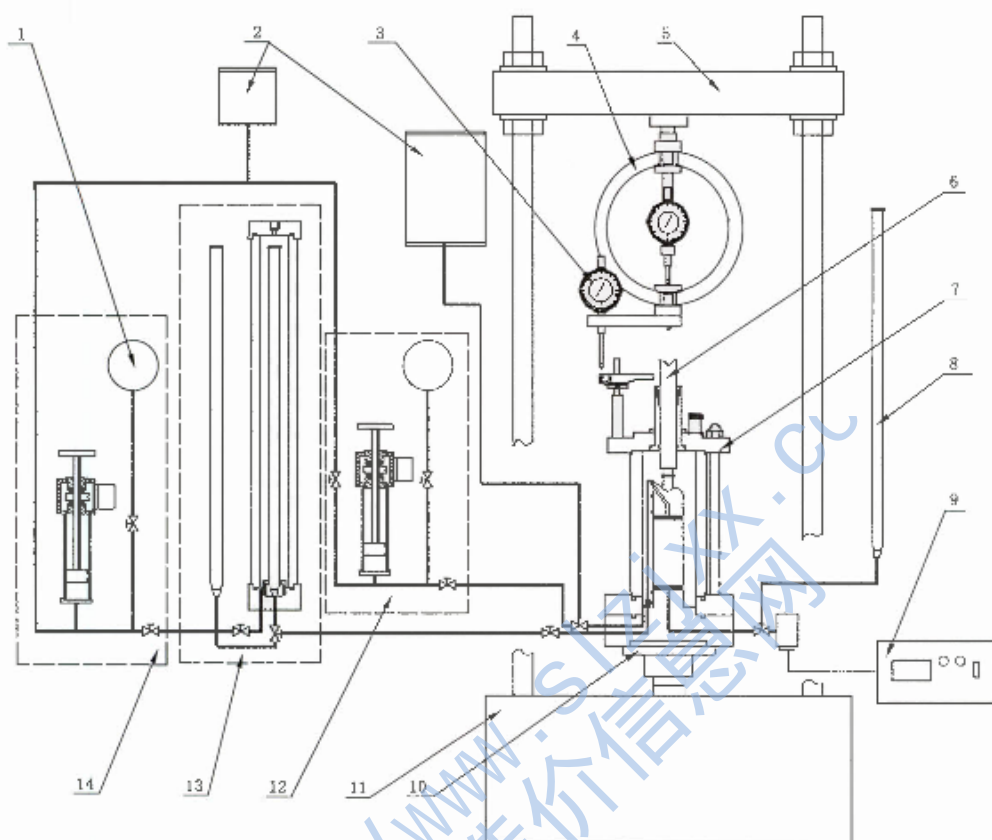


- 1——反压力控制系统；
- 2——轴向测力计；
- 3——轴向位移计；
- 4——试验机横梁；
- 5——孔隙压力测量系统；
- 6——活塞；
- 7——压力室；
- 8——升降板；

- 9——零位指示器；
- 10——压力表；
- 11——水银测压计；
- 12——量水管；
- 13——试验机；
- 14——周圈压力控制系统；
- 15——压力源；
- 16——体变管。

图 A.2 三轴仪组成示意图

A.3 企业在用三轴仪组成示意图参见图 A.3。



- 1——压力表；
- 2——供水瓶；
- 3——轴向位移计；
- 4——轴向测力计；
- 5——横梁；
- 6——活塞；
- 7——压力室；
- 8——量水管；
- 9——孔隙水压力测量系统；
- 10——升降板；
- 11——试验机；
- 12——周围压力控制系统；
- 13——体变测量系统；
- 14——反压力控制系统。

图 A.3 三轴仪组成示意图

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
土工试验仪器 三轴仪
第 1 部分:应变控制式三轴仪
GB/T 24107.1—2009

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100045

网址: www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 19 千字
2009 年 9 月第一版 2009 年 9 月第一次印刷

*

书号: 155066·1-38701 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话: (010)68533533



GB/T 24107.1—2009