



中华人民共和国工业和信息化部
建材计量技术规范

JJF(建材) XXXX-202X

土壤渗透仪校准规范

Calibration Specification of Soil Permeameter

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

土壤渗透仪 校准规范

Calibration Specification of Soil Permeameter

JJF(建材)XXXX—202X

归口单位：

主要起草单位：

参加起草单位：

本规范委托全国建材工业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

引 言..... (II)

1 范围..... (1)

2 引用文献..... (1)

3 概述..... (1)

4 计量特性..... (2)

4.1 常水头渗透仪..... (2)

4.2 变水头渗透仪..... (2)

5 校准条件..... (3)

5.1 环境要求..... (3)

5.2 校准用标准器具及其他设备..... (3)

6 校准项目和校准方法..... (3)

6.1 校准前检查..... (3)

6.2 结构尺寸..... (3)

6.3 测压管示值误差..... (4)

7 校准结果表达..... (4)

8 复校时间间隔..... (5)

附录 A 土壤渗透仪校准原始记录参考格式..... (6)

附录 B 土壤渗透仪校准证书内页参考格式..... (7)

附录 C 土壤渗透仪结构尺寸测量结果不确定度评定示例..... (8)

附录 D 土壤渗透仪测压管示值误差测量结果不确定度评定示例..... (10)

引 言

本规范按 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》，JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》进行编写，根据 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》的要求评定不确定度，参考了 GB/T 9357-2008《土工试验仪器 渗透仪》和 JTG 3430-2020《公路土工试验规程》中相关定义和技术内容。

本规范为首次发布。

土壤渗透仪校准规范

1 范围

本规范适用于土壤渗透仪的校准。

2 引用文献

本规范引用了下列文件：

GB/T 9357-2008 土工试验仪器 渗透仪

JTG 3430-2020 公路土工试验规程

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

土壤渗透仪（以下简称渗透仪）是进行土壤渗透试验的专用仪器，按结构型式不同可分为常水头渗透仪和变水头渗透仪。

常水头渗透仪主要有土样筒（金属孔板、滤网）、测压板（刻度板、测压管）等部分组成。试验时，通过测量测压管的水位差，以及一定时间的渗透水量来测量渗透系数。

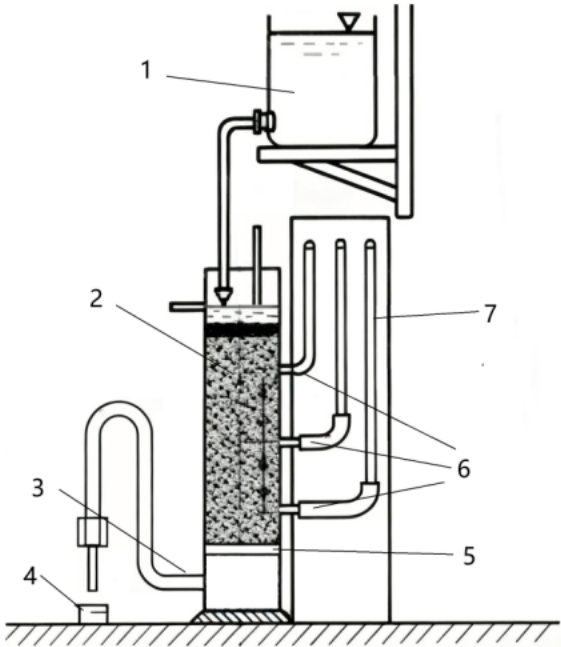


图 1 常水头渗透仪

- | | | | |
|---------|---------|---------|--------|
| 1——供水桶； | 2——土样筒； | 3——渗水孔； | 4——量筒； |
| 5——金属孔板 | 6——测压孔； | 7——测压管。 | |

变水头渗透仪由土样容器、供水瓶、测压管等组成，土样容器由上盖、下盖、密封圈、

环刀、透水板等组成。试验时，通过测量测压管内的起始和终止的水头高度与测读时间来测量渗透系数。

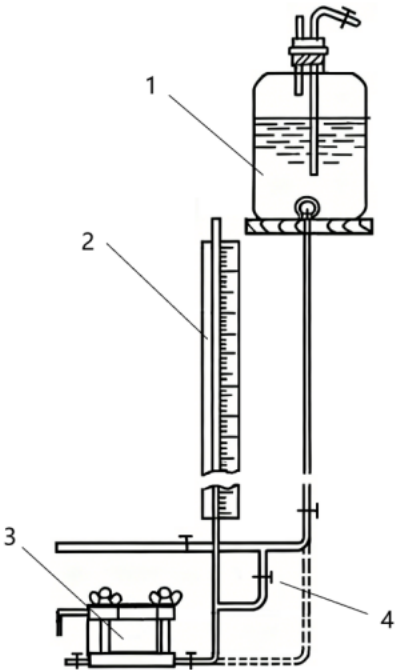


图 2 变水头渗透仪

1——供水瓶； 2——测压管； 3——土样容器； 4——进水管夹。

4 计量特性

4.1 常水头渗透仪

常水头渗透仪计量特性见表 1

表 1 常水头渗透仪计量特性

项目		计量特性
结构尺寸	测压孔中心距	$\Phi(100\pm0.44)\text{mm}$
	圆筒高度	$(400\pm4)\text{mm}$
	圆筒内径	$\Phi(100\pm0.22)\text{mm}$
测压管示值误差		$\pm 1\text{mm}$

4.2 变水头渗透仪

变水头渗透仪计量特性见表 2

表 2 变水头渗透仪计量特性

项目		计量特性
结构尺寸	环刀内径	$\Phi(61.8\pm0.06)\text{mm}$
	环刀高度	$(40\pm0.08)\text{mm}$
	圆筒内径	$\Phi(100\pm0.5)\text{mm}$
	变水头管的内径	$\leq 10\text{mm}$
测压管示值误差		$\pm 1\text{mm}$

注 1: 对计量特性另有要求的渗透仪, 按有关技术文件规定的要求进行校准。

注 2: 以上指标要求不用于合格性判断, 仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境要求

校准温度范围应为 $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$, 相对湿度不大于 80%。

5.2 校准用标准器具及其他设备

5.2.1 卡尺, $(0 \sim 200)\text{mm}$, 最大允许误差 $\pm(0.02 \sim 0.03)\text{mm}$;

5.2.2 钢直尺, $(0 \sim 2000)\text{mm}$, 最大允许误差 $\pm 0.35\text{mm}$;

5.2.3 内径千分尺, $(50 \sim 75)\text{mm}$, 最大允许误差 $\pm 0.005\text{mm}$;

5.2.4 壁厚千分尺, $(0 \sim 25)\text{mm}$, 最大允许误差 $\pm 0.004\text{mm}$;

5.2.5 外径千分尺, $(0 \sim 25)\text{mm}$, 最大允许误差 $\pm 0.004\text{mm}$ 。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准前检查

6.1.1 校准前应先检查设备外观结构, 确认无影响正常使用的缺陷后再进行校准。

6.1.2 测压管示值刻线应清晰均匀且平直, 不应有污损、倾斜。

6.2 结构尺寸

6.2.1 常水头渗透仪

6.2.1.1 渗透仪的圆筒内径使用卡尺测量, 圆筒高度使用钢直尺测量, 测量时围绕圆周均匀选择三个位置进行测量, 取平均值做为校准结果。

6.2.1.2 渗透仪的测压孔中心距使用卡尺测量, 测量时先测量测压孔外管的外尺寸 L_1 , 再测量测压孔外管的内尺寸 L_2 , 按公式 (1) 计算测压孔中心距。

$$L_c = \frac{L_1 + L_2}{2} \quad (1)$$

式中:

L_c ——测压孔中心距, mm;

L_1 ——测压孔外管的外尺寸, mm;

L_2 ——测压孔外管的内尺寸, mm。

6.2.2 变水头渗透仪

6.2.2.1 渗透仪的环刀内径使用内径千分尺测量, 环刀高度、圆筒内径使用卡尺测量, 测量时围绕圆周均匀选择三个位置进行测量, 取平均值做为校准结果。

6.2.2.2 测量渗透仪的变水头管的内径时, 先使用外径千分尺测量管外径 D , 再使用壁厚千分尺测量管壁厚 h , 按公式 (2) 计算变水头管的内径。

$$d = D - 2h \quad (2)$$

式中:

d ——变水头管的内径, mm;

D ——变水头管的外径, mm;

h ——变水头管的壁厚, mm。

6.3 测压管示值误差

在测压管示值范围内均匀选取不少于 3 个校准点, 使用钢直尺比对测量。将测压管起点刻线中线与钢直尺起点对齐, 读取测压管校准点相应刻线中线对应的钢直尺实测值, 按公式 (3) 计算示值误差

$$\Delta H = H_s - H \quad (3)$$

式中:

ΔH ——测压管示值误差, mm;

H_s ——测压管标称值, mm;

H ——钢直尺实测值, mm。

7 校准结果表达

经校准的土壤渗透仪发给校准证书。证书中至少应包括以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点(如果与实验室的地址不同);
- d) 证书的唯一性标识(如编号)、每页及总页数的标识;
- e) 委托单位名称和地址;
- f) 设备的名称、制造商、型号规格、编号;
- g) 进行校准的日期;
- h) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效期说明;
- j) 校准环境的描述;
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- l) 校准证书或校准报告签发人签名或等效标识;
- m) 校准人和核验人签名;

- n) 校准结果仅对该被校对象有效的声明;
- o) 未经校准实验室书面批准, 不得部分复制校准证书。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的, 因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔不超过 1 年。

附录 A

土壤渗透仪校准原始记录参考格式

第 页 共 页

记录编号			委托者地址		
委托者			接收日期		
仪器名称			规格型号		
仪器编号			制造单位		
校准日期			校准地点		
校准依据					
校准环境条件	温度:		相对湿度:		
本次校准使用的设备:					
仪器名称	测量范围	测量不确定度/ 准确度等级/最 大允许误差	证书号	有效期至	溯源机构名称

校准前检查:

结构尺寸校准:

mm

项目	技术要求	实测值			平均值	扩展不确定度 U

测压管示值误差校准:

mm

标称值	技术要求	实测值	示值误差	扩展不确定度 U

校准员:

核验员

附录B

土壤渗透仪校准证书内页参考格式

校准结果

项目	技术要求	校准值	扩展不确定度 <i>U</i>
结构尺寸（mm）			
测压管示值误差（mm）			

以下空白

附录C

土壤渗透仪结构尺寸测量结果不确定度评定示例

C.1 测量方法

在温度 19.0℃，湿度 44%RH 的环境条件下，使用卡尺直接测量常水头渗透仪的圆筒内径，围绕圆周方向，重复测量 3 次，以 3 次测量值的平均值作为校准结果。其他结构尺寸测量结果的不确定度评定可参考本示例。

C.2 数学模型

$$L = \bar{L} \quad (\text{C.1})$$

式中：

L ——常水头渗透仪圆筒内径，mm；

$\bar{L}$ ——常水头渗透仪圆筒内径标称值 3 次测量平均值，mm；

C.3 合成标准不确定度计算公式

由公式(C.1)可见，圆筒内径 L 测量结果不确定度的来源均来自于测量平均值 $\bar{L}$ ， $\bar{L}$ 的不确定度分量主要有：测量重复性引入的不确定度分量 $u(\bar{L}_1)$ ，卡尺测量误差引入的不确定度分量 $u(\bar{L}_2)$ 。则合成标准不确定度的计算公式为：

$$u_c(L) = \sqrt{c^2 u^2(\bar{L})}$$

$$u(\bar{L}) = \sqrt{u^2(\bar{L}_1) + u^2(\bar{L}_2)}$$

式中：

$$c = \frac{\partial(L)}{\partial \bar{L}} = 1;$$

故合成标准不确定度为：

$$u_c(L) = \sqrt{u^2(\bar{L}_1) + u^2(\bar{L}_2)} \quad (\text{C.2})$$

C.4 不确定度评定

C.4.1 测量重复性引入的不确定度 $u(\bar{L}_1)$

在重复条件下渗透仪的圆筒内径测量10次得到测量数据如表C.1所示

表 C.1 单次测量值

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
结果 (mm)	100.10	100.10	100.12	100.12	100.10	100.12	100.10	100.10	100.10	100.12

按贝塞尔公式计算单次测量值的实验标准偏差

$$s = \sqrt{\frac{\sum (L_i - \bar{L})^2}{m - 1}} = 0.0103\text{mm}$$

实际测量时测量3次，故

$$u(\bar{L}_1) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.0059\text{mm}$$

C.4.2 卡尺测量误差引入的不确定度 $u(\bar{L}_2)$

卡尺在测量100mm时，最大允许误差为 $\pm 0.03\text{mm}$ ，区间半宽 $a=0.03\text{mm}$ ，按均匀分布，则卡尺测量误差引入的不确定度

$$u(\bar{L}_2) = \frac{0.03}{\sqrt{3}} = 0.0173\text{mm}$$

C.4.3 合成标准不确定度 $u_c(\Delta n)$

根据公式(C.2),合成标准不确定度

$$u_c(L) = \sqrt{u^2(\bar{L}_1) + u^2(\bar{L}_2)} = 0.0183\text{mm}$$

C.4.4 扩展不确定度

取 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U=ku_c(L)=0.04\text{mm}$ $k=2$

附录D

土壤渗透仪测压管示值误差测量结果不确定度评定示例

D.1 测量方法

在温度 19.0℃，湿度 44%RH 的环境条件下，使用钢直尺比对测量 500mm 校准点。其他校准点测量结果的不确定度评定可参考本示例。

D.2 数学模型

$$\Delta H = H_s - H \quad (\text{D.1})$$

式中：

ΔH ——测压管示值误差，mm；

H_s ——测压管标称值，mm；

H ——钢直尺实测值，mm。

D.3 合成标准不确定度计算公式

由公式 (D.1) 可见，测压管示值误差 ΔH 测量结果不确定度的来源主要有：测压管刻线引入的不确定度分量 $u(H_s)$ ，钢直尺测量引入的不确定度分量 $u(H)$ ；

因输入量 t 与 $\bar{t}$ 之间互不相关，所以合成标准不确定度的计算公式为：

$$u_c(\Delta H) = \sqrt{c_1^2 u^2(H_s) + c_2^2 u^2(H)}$$

式中：

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta H)}{\partial H_s} = 1; c_2 = \frac{\partial(\Delta H)}{\partial H} = -1。$$

故合成标准不确定度为：

$$u_c(\Delta H) = \sqrt{u^2(H_s) + u^2(H)} \quad (\text{D.2})$$

D.4 不确定度评定

D.4.1 测压管刻线引入的不确定度 $u(H_s)$

测压管的刻线宽度约为0.1mm，区间半宽0.05mm，服从三角分布，则测压管的刻线引入的不确定度

$$u(H_s) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029\text{mm}$$

D.4.2 钢直尺测量引入的不确定度 $u(H)$ D.4.2.1 钢直尺测量重复性引入的不确定度 $u(H_1)$

在重复条件下，设定搅拌时间为120s，测量10次得到测量数据如表D.1所示

表 D. 1 单次测量值

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
结果 (mm)	500.2	500.2	500.2	500.2	500.3	500.2	500.2	500.2	500.3	500.2

按贝塞尔公式计算单次测量值的实验标准偏差

$$s = \sqrt{\frac{\sum (t_i - \bar{t})^2}{n-1}} = 0.043\text{mm}$$

实际测量时测量1次，故

$$u(H_1) = 0.043\text{mm}$$

D.4.2.2 钢直尺分辨力引入的不确定度 $u(H_2)$

钢直尺分度值为 $\pm 1\text{mm}$ ，分辨力按 0.5mm 计，区间半宽 $a=0.25\text{mm}$ ，按均匀分布，则钢直尺分辨力引入的不确定度

$$u(H_2) = \frac{0.25}{\sqrt{3}} = 0.144\text{mm}$$

因 $u(H_2) > u(H_1)$ ，故 $u(H_1)$ 舍去。

D.4.2.3 钢直尺测量误差引入的不确定度 $u(H_3)$

钢直尺最大允许误差为 $\pm 0.35\text{mm}$ ，区间半宽 $a=0.35\text{mm}$ ，按均匀分布，则钢直尺测量误差引入的不确定度

$$u(H_3) = \frac{0.35}{\sqrt{3}} = 0.202\text{mm}$$

则钢直尺测量引入的不确定度 $u(H)$

$$u(H) = \sqrt{0.144^2 + 0.202^2} = 0.248\text{mm}$$

D.4.3 合成标准不确定度 $u_c(\Delta t)$

根据公式(D.2),合成标准不确定度

$$u_c(\Delta H) = \sqrt{u^2(H_s) + u^2(H)} = 0.25\text{mm}$$

D.4.4 扩展不确定度

取 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U=ku_c(\Delta H)=0.5\text{mm}$ $k=2$