



中华人民共和国国家标准

GB/T 17634—2019
代替 GB/T 17634—1998

土工布及其有关产品 有效孔径的测定 湿筛法

Geotextiles and geotextile-related products—
Determination of the characteristic opening size—Wet sieving method

(ISO 12956:2010, Geotextiles and geotextile-related products—Determination
of the characteristic opening size, MOD)

2019-12-31 发布

2020-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 17634—1998《土工布及其有关产品 有效孔径的测定 湿筛法》，与 GB/T 17634—1998 相比，主要技术变化如下：

- 将标准的适用范围“适用于所有类型的土工布产品”修改为“适用于各类土工布及其有关产品”（见第 1 章，1998 年版的第 1 章）。
- 更新了规范性引用文件（见第 2 章，1998 年版的第 2 章）。
- 将“均匀系数”修正为“不均匀系数”（见第 3 章，1998 年版的第 3 章）。
- 原理中“在规定的振动和振幅下”修改为“在无外界压力，并在规定的振动频率和振幅下”（见第 4 章，1998 年版的第 4 章）。
- 仪器中内容和结构的调整，增加了 5.1.1、5.1.2、5.1.3、5.1.4、5.1.5、5.1.6 项目编号；将原标准中的 5.1 中 d) 的注调整为标准正文，并将“500 mL/min”修改为“0.5 L/min”（见 5.1，1998 年版的 5.1）。
- 颗粒材料中 a) 中删除了“ $d_0 \geq 0.010 \text{ mm}$ ”，增加了“如果试验过程中无明显的颗粒聚集现象，则测试结果有效。否则，则重新试验”；删除了 5.2 中 d) 的注“对于采用现场土的，应在试验报告中注明”（见 5.2，1998 年版 5.2）。
- 增加了“6.1 取放要求”条款内容，原条款 6.1、6.2、6.3 依次顺延为 6.2、6.3、6.4（见第 6 章，1998 年版的第 6 章）。
- 将“按 GB/T 9995 测定试样的干重”修改为“测定并记录试样的干重，精确到 0.1 g。以 600 s 为时间间隔连续称取试样质量，试样质量下降值小于 0.1% 时则认为该试样达到干重状态。如果温度对试样有影响，宜在 70 °C 或 70 °C 以下进行干燥”（见 7.1，1998 年版的 7.1）。
- 将“精确到 0.1 kg”修改为“精确到 0.1 g”（见 7.4，1998 年版的 7.4）。
- 增加了“振动高度 3 mm”内容（见 7.7，1998 年版的 7.7）。
- 删除了“将颗粒材料初始投放量、通过量、未通过量列表 1，计算颗粒材料通过量和损失量的百分比”；将“如果通过一块试样的颗粒材料通过量超过 3 块试样平均值的 25%”修改为“如果其中一块试样的颗粒材料通过量与 3 块试样的平均通过量之差超过平均值的 25%”（见 7.14，1998 年版的 7.14）。
- 将“混合通过每个试样的颗粒材料，测定颗粒粒径分布。筛分方法见附录 A”修改为“记录颗粒材料初始投放量、通过量、未通过量，在表 1 或表 2 中计算颗粒材料通过率 and 损失率。结合试样颗粒材料的平均通过率来确定颗粒粒径分布”；增加注的内容（见 7.15，1998 年版的 7.15）。
- 试验报告 h) 中“如需要，通过试样的颗粒材料粒径分布曲线及颗粒材料的每分量的百分比”修改为“参见附录 B 中的示例画出通过试样的颗粒材料粒径分布曲线图，如果需要，记录每部分级配颗粒材料的百分比”；增加了 k) 项（见第 9 章，1998 年版的第 9 章）。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 12956:2010《土工布及其有关产品 特征孔径的测定》。本标准与 ISO 12956:2010 的技术性差异及其原因如下：

- 关于规范性引用文件，本标准做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 6005 代替了 ISO 565；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 13760 代替了 ISO 9862；

- 用等同采用国际标准的 GB/T 14798 代替了 ISO 10320;
- 删除了 ISO 2591-1;
- 增加引用了 GB/T 6003.1、GB/T 6003.2。

——5.6 天平,精度由 0.03 g 修改为 0.01 g,使结果记录更为精准。

——将 ISO 2591-1 中与本标准相关的内容并入附录 A,具体条款中引用 ISO 2591-1 改为附录 A。

本标准做了下列编辑性修改:

——为与我国技术标准体系一致,将标准名称改为《土工布及其有关产品 有效孔径的测定 湿筛法》。

——按照 GB/T 1.1—2009 要求,规范编写了“范围”一章。

——增加了 3.2 的注,增加符号 O_{90} 与特征孔径或有效孔径的关系说明,方便对标准内容的理解。

——第 4 章原理中,增加了“并在规定的振动频率和振幅下”,使表述更确切。

——调整了图 1 和图 2 在标准正文中的位置,更方便读取图和对应文字的信息。

——补充了 5.1.1 a) 筛分装置中,以“次/min”为单位的振动频率,方便使用。

本标准由中国纺织工业联合会提出。

本标准由全国纺织品标准化技术委员会(SAC/TC 209)归口。

本标准起草单位:中纺标检验认证股份有限公司、潍坊驼王实业有限公司、福建长庚新材料股份有限公司、山东路德新材料股份有限公司、上海勘测设计研究院有限公司、浙江吉航工程材料有限公司、晋江中纺标检测有限公司。

本标准主要起草人:龚迎秋、刘涛、张鹏程、郑海刚、廖长庚、梁训美、王宵、刘飞飞、徐悦、黄志平、陆诗德、蒋吉莲、方远远。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 17634—1998。

土工布及其有关产品

有效孔径的测定 湿筛法

1 范围

本标准规定了一种使用湿筛原理测定土工布及其有关产品特征孔径的方法。
本标准适用于各类土工布及其有关产品。

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 6003.1 试验筛 技术要求和检验 第1部分:金属丝编织网试验筛(GB/T 6003.1—2012, ISO 3310-1:2000, MOD)

GB/T 6003.2 试验筛 技术要求和检验 第2部分:金属穿孔板试验筛(GB/T 6003.2—2012, ISO 3310-2:1999, MOD)

GB/T 6005 试验筛 金属丝编织网、穿孔板和电成型薄板 筛孔的基本尺寸(GB/T 6005—2008, ISO 565:1990, MOD)

GB/T 13760 土工合成材料 取样和试样准备(GB/T 13760—2009, ISO 9862:2005, IDT)

GB/T 14798 土工合成材料 现场鉴别标识(GB/T 14798—2008, ISO 10320:1999, IDT)

3 符号

下列符号适用于本文件。

3.1

d_n

按质量计 $n\%$ 的颗粒小于此值的颗粒粒径。

3.2

O_{90}

允许粒径为 d_{90} 的颗粒通过的土工布及其有关产品的孔径尺寸。

土工布的孔眼尺寸,相当于 90% 的土颗粒通过土工布时的最大颗粒尺寸。

注: O_{90} 通常称为特征孔径或有效孔径,以微米(μm)表示。

3.3

C_u

不均匀系数,定义为 d_{60}/d_{10} 。

4 原理

以不加张力的单层试样作为筛网,在无外界压力,并在规定的振动频率和振幅下,对试样及级配颗粒材料(通常为砂土)进行喷水,使级配颗粒材料通过试样。以通过的颗粒材料的特定粒径表示试样的特征孔径。

5 仪器及材料

5.1 筛分设备,由以下部分组成。

5.1.1 筛分装置:有效筛分区域的直径至少 130 mm,并符合下列要求:

- a) 筛分装置:频率 50 Hz~60 Hz(即振动频率 3 000 次/min~3 600 次/min);
- b) 测试过程中,主振的垂直筛动振幅保持 1.5 mm(振动高度 3 mm)。

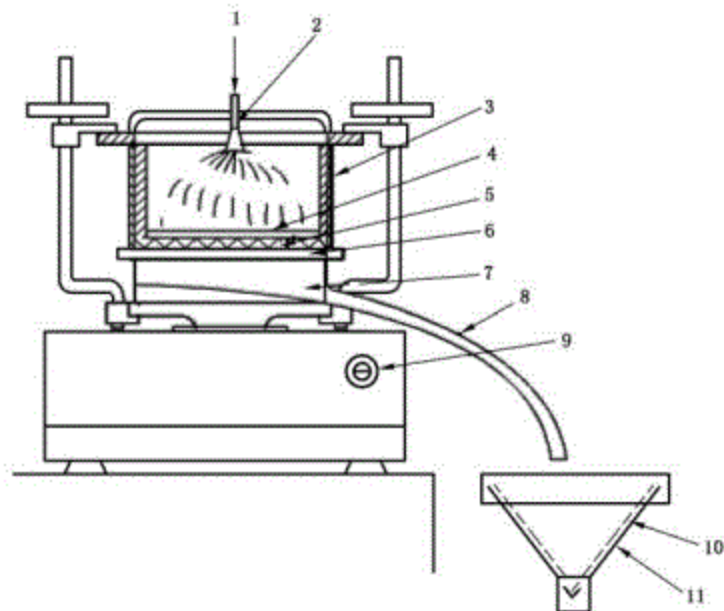
5.1.2 供水系统。

5.1.3 喷嘴。为确保均匀湿润试样,以避免砂土或颗粒材料流失,应将喷嘴封闭在透明桶内或盖子内;在 300 kPa 的工作压强下,喷嘴出水流量宜约为 0.5 L/min。

5.1.4 试样夹持装置。

5.1.5 接料槽,固定于筛分装置上,通过一个管道与夹持装置相连接,用于收集通过试样的水和颗粒材料。

典型的筛分设备如图 1 所示。



说明:

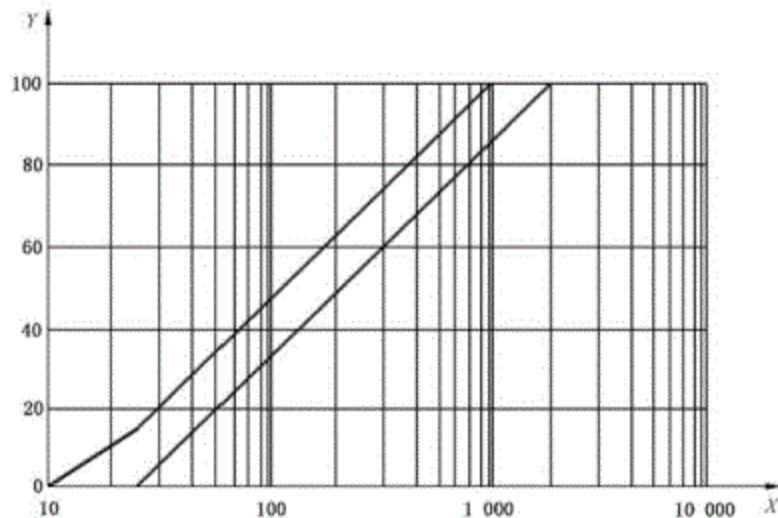
- 1——供水;
- 2——喷嘴;
- 3——夹持装置;
- 4——颗粒材料;
- 5——试样;
- 6——支持网栅;
- 7——接料槽;
- 8——连接管;
- 9——振幅调节器;
- 10——滤纸;
- 11——收集装置。

图 1 筛分装置示例

5.1.6 网栅,用直径为1 mm 金属丝编织,网孔尺寸为 (10 ± 1) mm,测试过程中支撑试样,避免因颗粒材料的质量使试样发生过度的变形。

5.2 颗粒材料,符合下列要求:

- a) 应无黏性,即颗粒在水中不应聚集。如果试验过程中无明显的颗粒聚集现象,则测试结果有效。否则,则重新试验。
- b) 不应间断级配,颗粒应基本上为圆形,应避免尖锐棱角片状颗粒。
- c) $3 \leq C_u \leq 20$ 。
- d) 为提高测定有效孔径的精度,颗粒材料应满足 $d_{20} \leq O_{90} \leq d_{80}$,级配颗粒材料分布及 O_{90} 的选择范围见图 2。



说明:

X —— 颗粒直径(μm);

Y —— 累积百分率(%).

图 2 所用级配颗粒材料粒径分布及累积百分率的规定范围

5.3 滤纸,用来收集通过的颗粒材料。

如果级配颗粒材料含有粉粒成分,使用的滤纸宜有 $10 \mu\text{m}$ 的最大孔径。

5.4 烘箱,控温温度 $50 \text{ }^\circ\text{C} \sim 110 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

5.5 试验筛,符合 GB/T 6005 中 R20 系列尺寸要求(见附录 A)。

5.6 天平,用来称量颗粒材料的质量,精度为 0.01 g 。

5.7 秒表,用于计时,精度为 $\pm 1 \text{ s}$ 。

6 试样

6.1 取放要求

样品不应折叠,且应尽量减少取放次数,以避免影响其结构。样品置于平坦处,不得施加任何压力。

6.2 取样

按照 GB/T 13760 规定从样品中抽取试样。

6.3 数量及尺寸

从样品中剪取 5 个试样,尺寸要适用于所使用的筛分装置。

6.4 外观

试样应清洁,表面无积垢和可见的损坏或折痕。

7 试验程序

7.1 测试并记录试样的干重,精确到 0.1 g。以 600 s 为时间间隔连续称取试样质量,试样质量下降值小于 0.1% 时则认为试样达到干重状态。如果温度对试样有影响,宜在 70 °C 或 70 °C 以下进行干燥。

7.2 在试验室温度下,将样品放置于含有湿润剂的水中至少 12 h,使之达到饱和状态。湿润剂采用烧碱苯磺酸钠,与水的体积比为 0.1%。

7.3 从水中取出试样,平整且无张力地夹到夹持装置内。将夹持装置放置到筛分仪器上。试样应水平放置,以避免颗粒材料积聚在试样的一个位置。

7.4 测定颗粒材料干重,精确到 0.1 g。对于每块试样的有效筛分区域,颗粒材料的用量为 $(7.0 \pm 0.1) \text{ kg/m}^2$ 。如果颗粒材料的通过量不足,则应增加颗粒材料的总投放量,保证有足够颗粒通过,以进行粒径分析。

7.5 将颗粒材料均匀地撒在试样上。

7.6 打开喷水开关,对整个试样均匀喷水。用调节阀调整水量以确保颗粒材料完全湿润,但不允许水面高出颗粒材料。在试样上不应有水停留。整个筛分过程保持喷水。

7.7 启动筛分装置,调整振幅至 1.5 mm(振动高度 3 mm)。

7.8 收集通过试样的颗粒材料。

7.9 筛分 600 s 后,关闭筛分装置,关闭喷水开关。

7.10 将试样和未通过的颗粒材料收集到一起。

7.11 分别测定通过的颗粒材料(见 7.8)和带有未通过颗粒材料(见 7.10)的试样的干重。

7.12 扣除试样干重,得到未通过颗粒材料的干重,精确到 0.1 g。如果未通过和通过的颗粒材料的总干重同初始投放颗粒材料干重之间的偏差超过 1%,则试验无效,应重新试验。

7.13 重复 7.1~7.12,直到 5 块试样中的 3 块试样试验完毕。

7.14 如果其中一块试样的颗粒材料通过量与 3 块试样的平均通过量之差超过平均值的 25%,则应试验另外保留的 2 块试样。

7.15 记录颗粒材料初始投放量、通过量、未通过量,在表 1 或表 2 中计算颗粒材料通过率和损失率。结合试样颗粒材料的平均通过率来确定颗粒粒径分布。

注:在 GB/T 6005 中 R20 系列尺寸中选择符合要求的筛网,并根据附录 A 规定的方法测定颗粒材料的粒径分布。其中一个示例参见附录 B。

7.16 如果通过 3 块试样的颗粒材料的质量低于附录 A 中表 A.2 的要求,则应测试另外的 2 块试样并完成表 2。如果 5 块试样仍不能达到要求颗粒材料的通过量,则增加颗粒材料的投放量,并按比例增加筛分时间。

注:如果 O_{90} 的范围已知,对于测定 O_{90} ,则在 O_{90} 的两侧各选择最接近的 3 个筛子尺寸即可。

8 计算及结果表示

8.1 在半对数坐标纸上,以颗粒材料的累积通过率和相应的筛子尺寸作曲线(参见图 B.3)。用计算法或作图方法确定 d_{90} 。

8.2 被测土工布及其有关产品的特征孔径 O_{90} 与颗粒尺寸分布曲线的 d_{90} 相等, 即 $O_{90} = d_{90}$ 。

9 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- 本标准的编号;
- 试验机构相关信息, 如有需要, 应备注试验人员相关信息;
- 按照 GB/T 14798 对被测试土工布及土工布相关产品进行描述;
- 如有需要, 说明所用仪器的细节, 包括示意图;
- 试样有效筛分面积;
- 所用颗粒材料的颗粒尺寸分布曲线;
- 如果需要, 记录每块试样的颗粒材料的初始投放量、通过量和未通过量, 损失率和通过率(见表 1 和/或表 2);
- 参见附录 B 中的示例画出通过试样的颗粒材料粒径分布曲线图, 如果需要, 记录每部分级配颗粒材料的百分比;
- 土工布及其有关产品的特征(有效)孔径 O_{90} ;
- 任何偏离本标准的细节;
- 样品的任何异常表现。

表 1 3 块试样的典型数据表

产品名称: _____

日期: _____

样品名称: _____

试样	颗粒材料质量 g			颗粒材料损失率	颗粒材料通过率	$\frac{ \bar{p} - p_i }{\bar{p}}$ %	$100 \times \frac{ \bar{p} - p_i }{\bar{p}}$ %
	初始投放量 (1)	通过量 (2)	未通过量 (3)	$100 \times [(1) - (2) - (3)] / (1)$ %	$100 \times [(2) / (1)]$ %		
1					p_1		
2					p_2		
3					p_3		
合计				平均	\bar{p}		

如果 $100 \times \frac{|\bar{p} - p_i|}{\bar{p}}$ 的最大值 $< 25\%$, 则接受 3 块试样的试验数据。

如果 $100 \times \frac{|\bar{p} - p_i|}{\bar{p}}$ 的最大值 $\geq 25\%$, 则应试验余下的 2 块试样(见表 2)。

表 2 5 块试样的典型数据表格

产品名称：_____

日期：_____

样品名称：_____

试样	颗粒材料 初始投放量 (1) g	颗粒材料 通过量 (2) g	颗粒材料 未通过量 (3) g	颗粒材料损失率 $100 \times [(1) - (2) - (3)] / (1)$ %	颗粒材料通过率 $100 \times [(2) / (1)]$ %
1					
2					
3					
4					
5					
合计				平均	

附录 A
(规范性附录)
筛分试验方法

A.1 概述

本附录给出了以干式筛分原理测定颗粒材料粒径分布的试验方法。

A.2 原理

将颗粒材料放到规定尺寸的试验筛上,并通过摇动或敲击使其分离成筛上物和筛下物。用不同筛孔尺寸的试验筛逐级筛分,颗粒材料被相应地分成若干粒径等级。

A.3 设备**A.3.1 试验筛**

试验筛应符合 GB/T 6003.1 和 GB/T 6003.2 的要求。单筛或套筛应带有密封盖和接料底盘,其基本尺寸按照 GB/T 6005(见表 A.1)。筛子的数量应足以给出颗粒材料的粒径分布的资料,并防止筛子过分磨损或堵塞。

一次试验中所用的试验筛应具有相同的筛面(例如金属编织筛网或穿孔板)和相同的筛孔形式。

表 A.1 GB/T 6005 中套筛的筛孔尺寸, R20 系列

μm			mm			
20	80	280	1.00	3.55	12.5	45.0
25	90	315	1.12	4.00	14.0	50.0
28	100	355	1.25	4.50	16.0	56.0
32	112	400	1.40	5.00	18.0	63.0
36	125	450	1.60	5.60	20.0	71.0
40	140	500	1.80	6.30	22.4	80.0
45	160	560	2.00	7.10	25.0	90.0
50	180	630	2.24	8.00	28.0	100
56	200	710	2.50	9.00	31.5	112
63	224	800	2.80	10.0	35.5	125
71	250	900	3.15	11.2	40.0	

A.3.2 软刷

用于清扫筛子底面。

A.4 试样

取通过土工布及其有关产品试样的所有颗粒材料(见 7.15),作为筛分物试样。如果筛分物的量达不到表 A.2 的要求,按 7.16 的规定执行。

表 A.2 在直径 200 mm 圆试验筛上最少待筛试样量^a

名义筛孔尺寸 W mm	试样近似体积 ^b cm ³		名义筛孔尺寸 W μm	试样近似体积 ^b cm ³	
	试样近似体积	最大剩余量 ^c		试样近似体积	最大剩余量 ^c
22.4	1 600	800	710	120	60
16	1 000	500	500	100	50
11.2	800	400	355	80	40
8	500	250	250	70	35
5.6	400	200	180	60	30
4	350	175	125	50	25
2.8	240	120	90	42	21
2	200	100	63	35	17
1.4	160	80	45	30	15
1	140	70	32	26	13
			25	22	11

^a 使用不同的型式和尺寸的试验筛时应相应地予以修正。
^b 试样质量应由其松散密度乘以表中体积数值。
^c 筛分过程终止时允许留在筛面上的最大体积。

A.5 筛分试验方法

A.5.1 试验筛的选择

为了避免损坏筛子,试样中的最大粒径不应超过 $10W^{0.7}$ mm,其中 W 指名义筛孔尺寸。

A.5.2 筛分技术

可以采用下列的方法进行筛分:

- 采用带接料底盘的单个试验套筛。将试样放入最上面的筛孔尺寸最大的筛子。某些情况下为保证较细颗粒迅速透过筛孔尺寸较小的试验筛,单次投放量应小于表 A.2 中规定的数值。筛分过程也可以在一系列的单筛子上进行,方法类似于采用一个试验套筛。
- 采用带接料盒和盖的试验套筛。将试样投放在套筛中筛孔尺寸最小的筛面上,手动筛分直到大部分筛下尺寸的颗粒材料透过筛面落入接料底盘。用这种预先筛分的方法去掉大部分筛下尺寸组分,减少随后的筛分时间和颗粒的损失量(因为如果不这样做,筛下尺寸组分就应透过套筛所有筛子)。然后将这些预先筛分获得的筛上物放在套筛中最上面的筛孔尺寸最大的筛上,并按照 a) 中阐述的方法进行筛分。

试验筛或试验套筛用一只手拿着,如果太重可自由悬挂在吊架上并使其与水平面大约成 20° 倾角,用另一只手以 120 次/min 的频率敲击。敲击 30 次以后将试验筛置于水平位置转动 90° ,并用手在筛框上重击一下。同时也可以对试验筛做垂直方向振击。

如果是难筛物料,或使用的是细筛,必要时可用软刷轻轻地清理筛子底部,清理下的颗粒应计入筛下物中。

A.5.3 筛分的终止

因筛分终止点由筛分速度来确定,应保证筛分速度不因堵塞而显著降低。

如果没有其他规定,筛分终止点应在每分钟通过试验筛或套筛中每个筛子的颗粒材料量小于试样量的 0.1% 时。

A.5.4 称重及精度

对筛上物及最下面的底盘中的颗粒材料的质量分别进行称重,负荷总质量及各个粒径的分质量的称重精度应高于试样总质量的 0.1%。

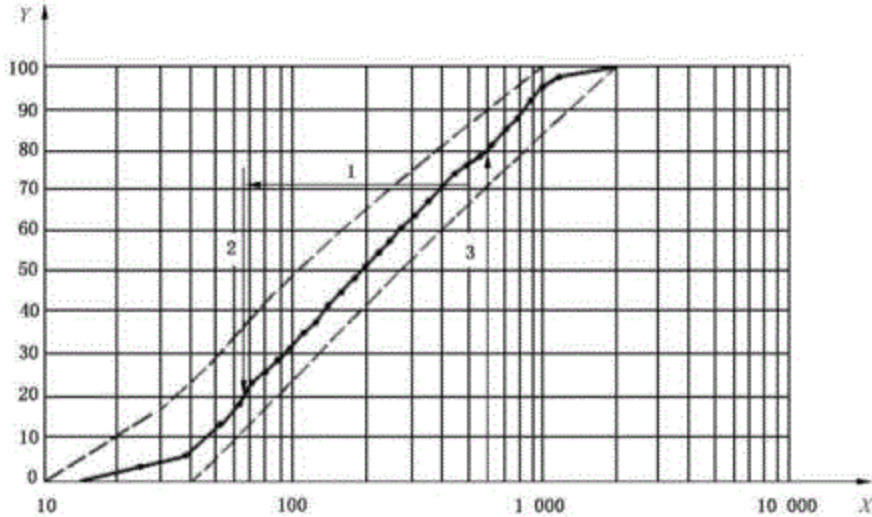
A.6 结果及其表示

A.6.1 筛上物及最下面的底盘中的颗粒材料的质量总和与试样质量的差值不能超过 1%。否则应重新进行试验。

A.6.2 可以采用表格或者作图法表示试验结果。

附录 B
(资料性附录)
特征孔径的测定示例

图 B.1 给出了所用的颗粒材料粒径的分布曲线,表 B.1 给出了筛分分析用颗粒材料的粒径。



说明:

- X —— 颗粒直径(μm);
- Y —— 累积百分率(%);
- 1 —— O_{90} 的范围;
- 2 —— $d_{50} = 67 \mu\text{m}$;
- 3 —— $d_{90} = 583 \mu\text{m}$;

图 B.1 颗粒粒径分布曲线

表 B.1 筛分分析用颗粒材料的粒径

筛孔尺寸 μm	Σ %	筛孔尺寸 μm	Σ %	筛孔尺寸 μm	Σ %
63	42.5	160	72.1	400	90.5
71	46.2	180	74.5	450	92.1
80	50.2	200	77.2	500	94.2
90	53.3	224	79.8	560	96.4
100	57.6	250	81.1	630	98.6
112	61.3	280	83.2	710	99.3
125	64.6	315	86.2	800	99.8
140	66.8	355	88.3		

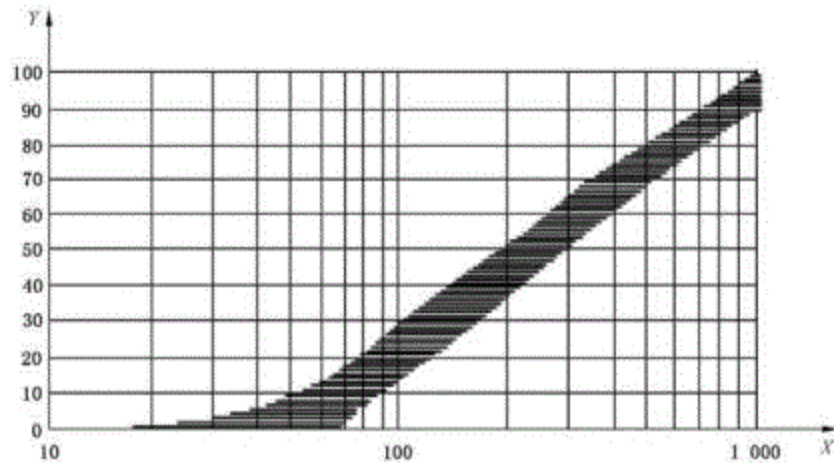
表 B.2 给出了通过 3 块试样的颗粒材料质量。从通过的颗粒材料的平均百分率与 O_{90} 的关系(见图 B.2),发现 O_{90} 大约为 $200 \mu\text{m}$ 。所以筛子从 $200 \mu\text{m}$ 的两侧选取。选择尺寸为 $250 \mu\text{m}$ 、 $224 \mu\text{m}$ 、

180 μm 、160 μm 和 140 μm 的筛子(见附录 A)。

顶端筛子尺寸为 250 μm ，根据附录 A 的规定，对直径为 200 mm 的圆形筛子，所需颗粒材料的最少质量为 100 g。筛分分析用通过的颗粒材料的质量为 113.01 g。表 B.3 给出了未通过每个筛子的颗粒质量。

表 B.2 通过试样的颗粒材料的质量

试样	初始投放量 (1) g	通过量 (2) g	未通过量 (3) g	损失率 $100 \times [(1) - (2) - (3)] / (1)$ %	通过率 $100 \times [(2) / (1)]$ %	$ \bar{p} - p_i $ %	$100 \times \bar{p} - p_i / \bar{p}$ %
1	192	104.58	86.67	0.39	$p_1 = 54.5$	1.8	3.4
2	192	99.21	92.78	0.01	$p_2 = 51.7$	1.0	1.9
3	192	99.69	91.61	0.36	$p_3 = 51.9$	0.8	1.5
合计	576	303.48	271.06	平均=0.25	$\bar{p} = 52.7$		



说明:

X —— O_{50} 的范围(μm);

Y —— 颗粒材料通过百分率(%).

图 B.2 土工布孔径与试样的颗粒材料通过率关系

表 B.3 通过试样的颗粒材料筛分分析

筛子孔径 μm	空筛质量 g	筛子和颗粒材料的质量 g	未通过质量 g	累积通过量 g	累积通过率 %
底层接料盒	2 561.65	2 643.39	81.74		
140	553.48	562.99	9.51	81.74	72.5
160	556.23	564.41	8.18	91.25	80.9
180	544.98	551.93	6.95	99.43	88.2
200	562.64	567.51	4.87	106.38	94.4