



中华人民共和国国家标准

GB/T 17633—2019
代替 GB/T 17633—1998

土工布及其有关产品 平面内水流量的测定

Geotextiles and geotextile-related products—Determination of water
flow capacity in their plane

(ISO 12958:2010, MOD)

2019-08-30 发布

2020-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国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 17633—1998《土工布及其有关产品 平面内水流量的测定》，与 GB/T 17633—1998 相比，主要技术变化如下：

- 修改了标准的适用范围，并将原标准前言和第 4 章注中的内容调整为范围中的注 1 和注 2（见第 1 章，1998 年版的第 1 章、前言、第 4 章的注）；
- 更新了规范性引用文件（见第 2 章，1998 年版的第 2 章）；
- “术语和定义”的 3.3“平面内透水流量”修改为“平面水流量”（见第 3 章，1998 年版的第 3 章）；
- 将原标准 5.1 中图 1 调整为图 2，并增加图 2b)、2c) 的仪器示例；原图 2 调整为图 1（见第 5 章图 1、图 2，1998 年版的第 5 章图 1、图 2）；
- 调整原标准 5.1a)、5.1d) 的注为标准正文[见 5.1b)、5.1e)，1998 年版的 5.1a)、5.1d) 的注]；
- 增加图 2b)、2c) 的仪器说明“为了确定水头压的损失，建议在图 2b) 和 2c) 的设备上，在样品两端设置两个压力计，间隔至少 0.3 m”[见 5.1g)，1998 年版的 5.1f)]；
- 修改表述仅规定仪器精度，将“加载机构能对试样施加 20 kPa, 100 kPa, 200 kPa 的恒定法向压力，精确到±5%”修改为“仪器应包括加载装置，加载装置能够对试样施加恒定的法向压力，压力值精确到±5%”[见 5.1d)，1998 年版的 5.1c)]；
- “量杯”修改为“水流量测定装置”；同时修改表述使条款更加清晰明了，将“当测定小流量时，应使用天平测定水的质量，精确到 1%。换算到体积。如果采用流量计直接测定流量，则流量计的精度应不低于 5%”修改为“如果通过水的体积来计算水流量，所使用的量筒精度应达到 1%；如果采用流量计直接测定水流量，则流量计的精度应不低于 5%，测量表要校正准确到其读数的 5%；如果通过水的质量来计算水流量，应精确到 1%”（见 5.6，1998 年版的 5.6）；
- 增加“6.1 取放要求”内容，原 6.1、6.2、6.3 顺延为 6.2、6.3、6.4（见 6.1）；
- 数量及尺寸中，将“试样宽度至少 2 mm”更正为“试样宽度至少 0.2 m”；为便于密封，防止水流从加载台与接触材料中间流走，增加了对于不同结构的产品的测试要求，将“试样长度应与加载台的长度的相等[同时考虑 5.1d)]”修改为“对于采用刚性加压的设备[见图 2a)]，试样的长度应与加载台的长度相等[同时考虑 5.1d)]。对于采用隔膜加压的设备[见图 2b) 和图 2c)]，试样的长度可能大于加载台的长度。”（见 6.3，1998 年版的 6.2）；
- 将“湿润剂用 0.1% 的烷基苯磺酸钠（体积比）”修改为“湿润剂采用烷基苯磺酸钠，与水的体积比为 0.1%”（见 7.2，1998 年版的 7.2）；
- 增加“如果水流量小于或等于 0.3 L/(m·s)，符合 5.2 的要求使用脱气水，或储水罐水。如果水流量大于 0.3 L/(m·s)，可直接使用自来水，应记录温度并在报告中体现”（见 7.7，1998 年版的 7.7）；
- 将“对于一般材料收集量至少 0.5 L。对于高透水材料，收集时间至少 5 s。对于低透水材料，收集时间可以限制在 600 s 以内”修改为“应收集水量至少 0.5 L，且收集时间至少 5 s，若 600 s 内收集水量小于 0.5 L，则记录 600 s 时的收集水量”（见 7.9，1998 年版的 7.9）；
- 计算及结果表达中平面内水流量 $q_{\text{压力/梯度}}$ 改为 $q_{s,g}$ ，单位由“m²/s”调整为“L/(m·s)”，增加“对于多种结构的产品，宜确定重复单元，然后将其转换为每米宽的值”（见第 8 章，1998 年版的第 8 章）；
- 导水率指标在国内应用较为广泛，增加导水率的计算及与平面内水流量的换算公式（见 8.1）；

——试验报告中增加“测试中土工布及其有关产品水力特性的任何异常情况”内容(见第9章)；
——附录A中修正系数 R_T 的计算公式，“0.337”更正为“0.033 7”(见附录A,1998年版的附录A)。
本标准使用重新起草法修改采用ISO 12958:2010《土工布及其有关产品 平面内水流量的测定》。
本标准与ISO 12598:2010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 4889代替了ISO 2854；
- 用等效采用国际标准的GB/T 7489代替了ISO 5813；
- 用等同采用国际标准的GB/T 13760代替了ISO 9862；
- 用修改采用国际标准的GB/T 13761.1代替了ISO 9863-1；
- 用等同采用国际标准的GB/T 14798代替了ISO 10320；

——将“温度计,精确到0.5℃”修改为“温度计,精确到0.2℃”,使结果记录更为精准(见5.5)；

——增加导水率的计算及与平面内水流量的换算公式(见8.1)。

本标准做了下列编辑性修改：

——按照GB/T 1.1—2009要求规范了范围一章。

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、浙江省水利河口研究院。

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

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 17633—1998。

土工布及其有关产品 平面内水流量的测定

1 范围

本标准规定了测定土工布及其有关产品的平面内水流量的方法。

本标准适用于各类土工布及其有关产品,其他平面内透水材料参照本标准执行。

注1:如果土工布及其有关产品总体的平面水流量特征已经预先确定,则为了控制材料的质量,只需测定在两个法向压力和两个水力梯度下的水流量。

注2:由于对产品的长时间施压将对平面水流量产生实质性影响。评定土工布及其有关产品的压缩蠕变性能的方法参见 ISO 25619-1。

土工布及其有关产品的长期平面水流量,结合其长时间压缩蠕变性能试验一同评定。

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 4889 数据的统计处理和解释 正态分布均值和方差的估计与检验(GB/T 4889—2008, ISO 2854:1976,MOD)

GB/T 7489 水质 溶解氧的测定 碘量法(GB/T 7489—1987,eqv ISO 5813:1983)

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 13761.1 土工合成材料 规定压力下厚度的测定 第1部分:单层产品厚度的测定方法(GB/T 13761.1—2009,ISO 9863-1:2005,MOD)

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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

法向压力 normal compressive stress

垂直于土工布及其有关产品的平面压力分量。

注:法向压力以千帕(kPa)表示。

3.2

平面内流动 in-plane flow

在土工布及其有关产品内部并且平行于其平面的液体流动。

3.3

平面水流量 in-plane water flow capacity

在一定的法向压力和水力梯度下通过单位宽度试样水和(或)其他液体的体积流量(以升每米秒[L/(m·s)]表示)。

注:术语“导水率”仅与层流状态相关,等同于单位水力梯度下的平面内水流量。因为非层流流动情况可能发生,优先采用术语“平面水流量”。

3.4

水力梯度 hydraulic gradient

在土工布及其有关产品试样中两个测量点之间的水头差与其距离之比。

4 原理

在规定的水力梯度和接触材料条件下,改变法向压力,测量土工布及其有关产品平面水流量。

5 仪器和材料

5.1 定水头平面内水流仪,满足以下要求:

- a) 排水口水头不超过 100 mm,仪器应能保持不同的恒定水头,至少能提供 0.1 及 1.0 两个水力梯度。
- b) 如果排水口水头超过 100 mm,应对超过部分引起的法向压力变化进行校正。
- c) 仪器应能对试样持续施加规定的法向压力,而不致引起试样变形从而影响试验结果。
- d) 仪器应包括加载装置,加载装置能够对试样施加恒定的法向压力,压力值精确到±5%。
- e) 与试样接触的材料应为闭孔泡沫橡胶,按 GB/T 13761.1 试验,其性能满足图 1 所示的压缩-变形曲线的要求。

如果试样名义厚度不足 10 mm,试样两面的橡胶的名义厚度为 10 mm。

如果试样名义厚度在 10 mm~25 mm 之间,试样两面的橡胶的名义厚度为试样名义厚度的 1 倍~1.25 倍。

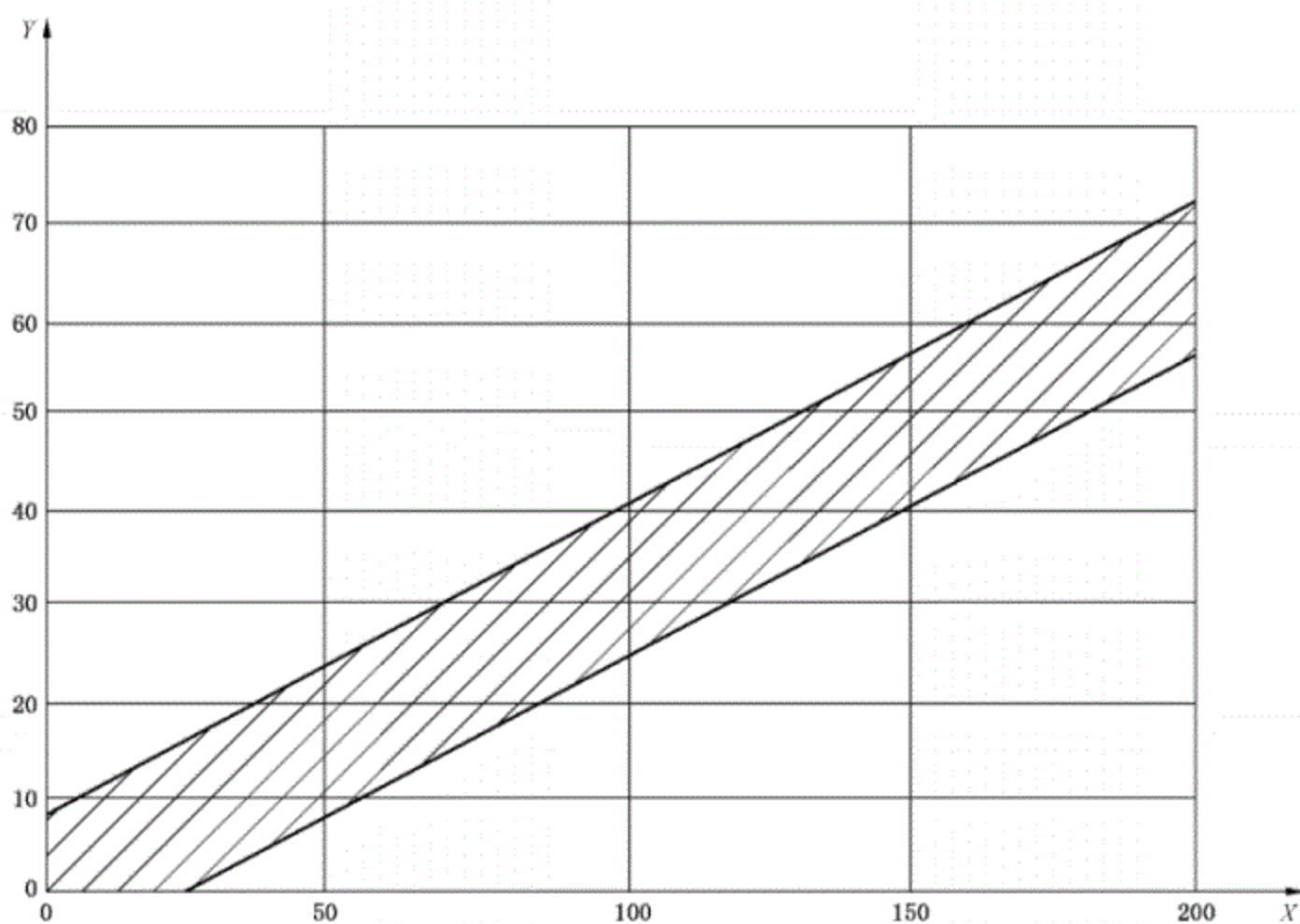
如果试样名义厚度超过 25 mm,试样两面的橡胶的名义厚度为 25 mm。

可合并使用两层闭孔泡沫橡胶以达到需要的厚度。

闭孔泡沫橡胶的宽度应与加载台相同,其长度通常宜与加载台相同。但为了避免由于压缩闭孔泡沫橡胶而在进口和出口产生阻塞,必要时建议减少其 0.4 倍名义厚度的长度。

如果所测土工布有关产品被设计用来接触硬接触面时,不应使用闭孔泡沫橡胶,而应用适当的接触材料来代替,如使用硬质的高密度聚乙烯板或混凝土板。这种类型的产品在实际应用中不直接与土壤接触,因为两侧没有防止土颗粒进入的土工织物层。

如果未使用闭孔泡沫橡胶时,应在试验报告中注明所使用的接触材料。



说明:

X —— 法向压力,单位为千帕(kPa);

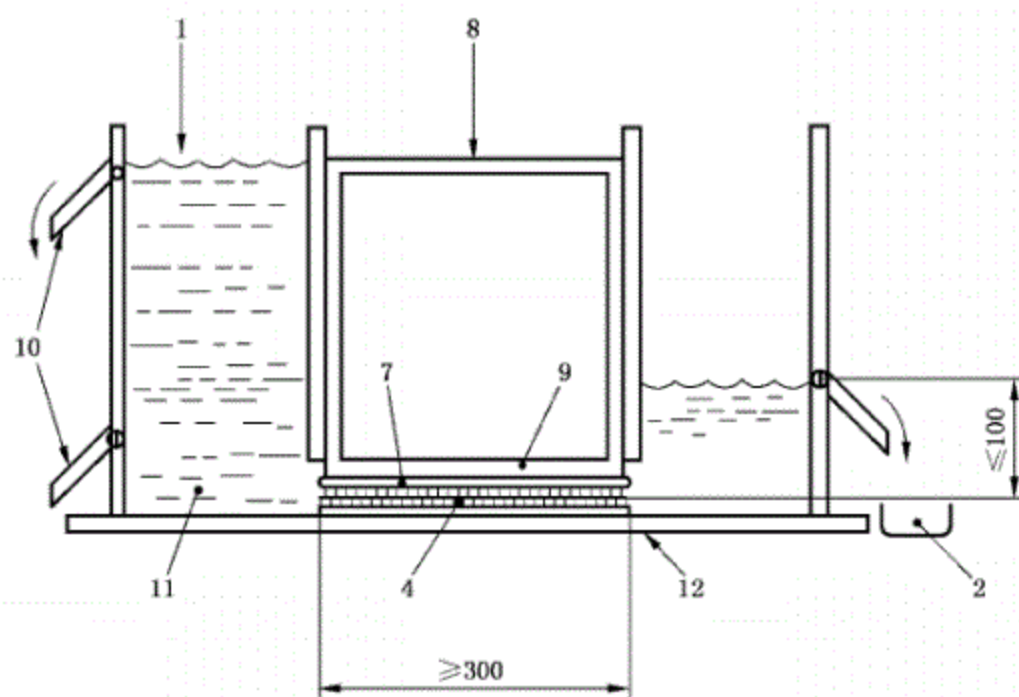
Y —— 厚度减少率,%。

图 1 弹性闭孔泡沫橡胶的压缩-变形区域

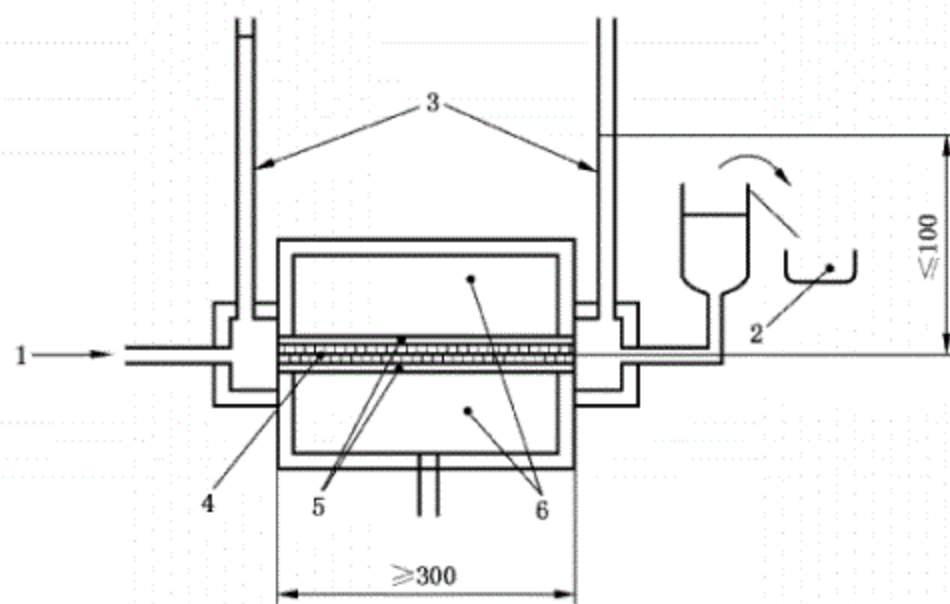
- f) 仪器放置试样的空间:宽度最小为 0.2 m,最小净水力长度 0.3 m,应具有测试 50 mm 厚度试样的能力,在试样两侧最大能容纳 25 mm 厚的闭孔泡沫橡胶。
- g) 仪器应基本密封。在最低的法向压力和最高的水力梯度下,当加载台或压力膜与接触材料之间无试样合在一起时,渗漏速率应不超过 0.2 mL/s。对于非常低的流量,泄漏应不超过流量的 10%。

仪器示例见图 2。

为了确定水头的损失,建议在图 2b)和图 2c)的设备上,在样品两端设置两个压力计,间隔至少 0.3 m。

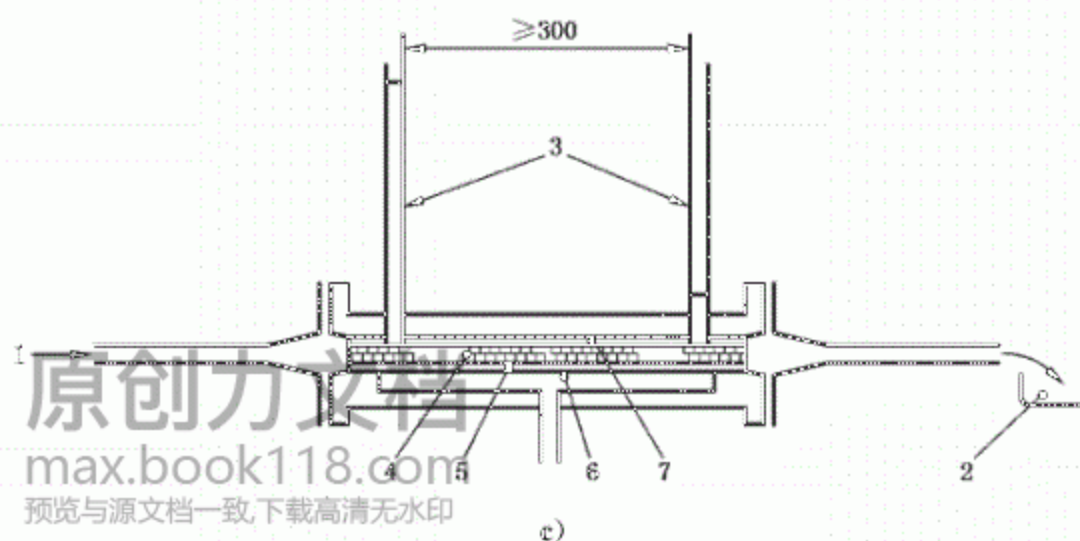


a)



b)

图 2 仪器典型示例



说明：

- 1 —— 供水；
- 2 —— 集水槽；
- 3 —— 压力计；
- 4 —— 试样；
- 5 —— 隔膜；
- 6 —— 压力元件；
- 7 —— 闭孔泡沫橡胶；
- 8 —— 加压负荷；
- 9 —— 加压台；
- 10 —— 对应水力梯度 0.1 和 1.0 的溢流口；
- 11 —— 水槽；
- 12 —— 基板。

图 2 (续)

5.2 水：如果水流量小于或等于 $0.3 \text{ L}/(\text{m} \cdot \text{s})$ ，水应经脱泡处理或从储水罐供水。水温应在 $18 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间，并且宜高于或等于实验室的环境温度。水不应连续重复使用。从仪器的进水处测量，水的含氧量应不超过 $10 \text{ mg}/\text{kg}$ 。

如果水流量大于 $0.3 \text{ L}/(\text{m} \cdot \text{s})$ ，可使用自来水。应注明水温并采取必要措施以避免自来水夹杂空气。

注：由于温度修正仅与层流流动有关，如果不易确定流动状态，则工作温度尽可能接近 $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，以减小不适当的修正系数造成的不准确性。

如果水中的悬浮物多到肉眼可见的程度，或者悬浮物在试样上或试样内部积聚，阻碍水的流动，应将水过滤。

5.3 溶解氧计，应符合 GB/T 7489 规定的仪器。

5.4 秒表，精确到 0.1 s 。

5.5 温度计，精确到 $0.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.6 水流量测定装置：如果通过水的体积来计算水流量，所使用的量筒精度应达到 1% ；如果采用流量计直接测定水流量，则流量计的精度应不低于 5% ，测量表要校正准确到其读数的 5% ；如果通过水的质量来计算水流量，应精确到 1% 。

5.7 测量施加水头的装置，精确到 1 mm 。

5.8 测量法向压力的装置，精确到 1% 。

6 试样

6.1 取放要求

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

6.2 抽样

按照 GB/T 13760 规定从样品中抽取试样。

6.3 数量和尺寸

沿样品的纵横向各剪取 3 块试样。试样的长度或水流动方向长度至少 0.3 m,试样宽度至少 0.2 m。如果产品的宽度不足 0.2 m 时,则调整仪器,测试产品的整个幅宽,试样安装以后,应达到良好的滑动-紧配合。

对于采用刚性加压的设备[见图 2a)],试样的长度应与加载台的长度相等[同时考虑 5.1d)]。对于采用隔膜加压的设备[见图 2b)和图 2c)],试样的长度可大于加载台的长度。

单侧排水的产品,为了保证试样的每一侧在封闭另一侧后均能得到测试,应取 6 个试样。

如果有必要使得测试结果的平均值落在给定的置信区间内,则试样的数量要按照 GB/T 4889 确定。

对于具有多种结构的产品,为了测试不同的代表性部分,每个代表部分沿排水方向应选取 3 块试样进行测试。

6.4 外观

试样应清洁,表面无污物,无可见损坏或折痕。

7 试验程序

7.1 按照 GB/T 13761.1 规定在 2 kPa 的压力下测试试样的名义厚度。

7.2 在实验室温度下,置试样于含湿润剂的水中,轻轻搅动以赶出气泡,至少浸泡 12 h。湿润剂采用烷基苯磺酸钠,与水的体积比为 0.1%。

7.3 根据试样的名义厚度确定闭孔泡沫橡胶的厚度。

7.4 在仪器的基板上放置下层闭孔泡沫橡胶,闭孔泡沫橡胶上面放置试样。接着以相同的方式放置上层闭孔泡沫橡胶,最后放下加压台或压力膜于试样上。

7.5 向试样施加 2 kPa(包括加压台)的法向压力,并向仪器的进水槽注水,使水流过试样以排除空气。采取必要的预防措施避免沿试样的边界漏水。如发现边界漏水,重新施压,如有必要剔除试样。

7.6 将法向压力调整到 20 kPa,并保持此压力 360 s。

7.7 向进水槽注水,使水力梯度达到 0.1。如果水流量小于或等于 0.3 L/(m·s),符合 5.2 的要求使用脱气水,或储水罐水。

如果水流量大于 0.3 L/(m·s),可直接使用自来水,应记录温度并在报告中体现。

7.8 在上述条件下使水流过试样 120 s。

对于具有压缩蠕变性的试样,如果使用液压千斤顶的方式施压,则在测试期间压力可趋于衰减。在这种情况下,有必要不断调整压力使之在试验期间保持恒定。

7.9 用量筒收集在一定的时间内流过试样的水。应收集水量至少 0.5 L,且收集时间应至少 5 s,若 600 s 内收集水量小于 0.5 L,则记录 600 s 时的收集水量。记录所收集的水量和时间,注明水温。重复

本程序两次以上,共得到 3 个收集水量读数,取收集水量的平均值。

如使用流量计,则流量应为 3 个连续读数的平均值,且连续读数的时间间隔至少 15 s。

7.10 保持法向压力,增大水力梯度至 1.0,重复 7.9 程序。

7.11 减小水力梯度至 0.1,同时将法向压力增大到 100 kPa,并保持此压力 120 s。重复 7.9~7.10 的程序。

7.12 按照以上步骤继续试验,直至试样在每个水力梯度,在至少 20 kPa、100 kPa、200 kPa 法向压力下完成测试。

7.13 按照 7.4~7.12 程序对剩余试样进行测试。

8 计算及结果表达

8.1 如果使用储水罐供水,对于每个水力梯度和法向压力,按式(1)计算每块试样 20 °C 的平面内水流量 $q_{s,g}$:

$$q_{s,g} = \frac{VR_T}{Wt} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$q_{s,g}$ ——一定的压力和水力梯度下单位宽度的平面水流量,单位为升每米秒[L/(m·s)];

V ——收集水的体积的平均值,单位为升(L);

R_T ——20 °C 水温修正系数(参见附录 A);

W ——试样宽度,单位为米(m);

t ——时间,单位为秒(s)。

如果直接测量水流量 Q 时,平面水流量 $q_{s,g}$ 按式(2)计算,需进行温度校正:

$$q_{s,g} = \frac{QR_T}{W} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

Q ——流量,单位为立方米每秒(m³/s)。

平面水流量 $q_{s,g}$ 结果保留两位有效数字。

由自来水供水时,当水温在 18 °C~22 °C 之间,进行温度修正;当水温不在 18 °C~22 °C 之间,仅注明水温,无需进行修正。

对于多种结构的产品,宜确定重复单元,然后将其转换为每米宽度的值。

土工布的导水率可按式(3)计算:

$$\theta = \frac{R_T QL}{WH} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

θ ——导水率,单位为平方米每秒(m²/s);

R_T ——20 °C 水温修正系数(参见附录 A);

Q ——流量,单位为立方米每秒(m³/s);

L ——试样承受法向压力的长度,单位为米(m);

W ——试样宽度,单位为米(m);

H ——试样两侧水头差,单位为米(m)。

导水率与平面水流量的换算关系,按式(4)计算:

$$\theta = \frac{q_{s,g}}{1\,000i} \quad \dots\dots\dots(4)$$

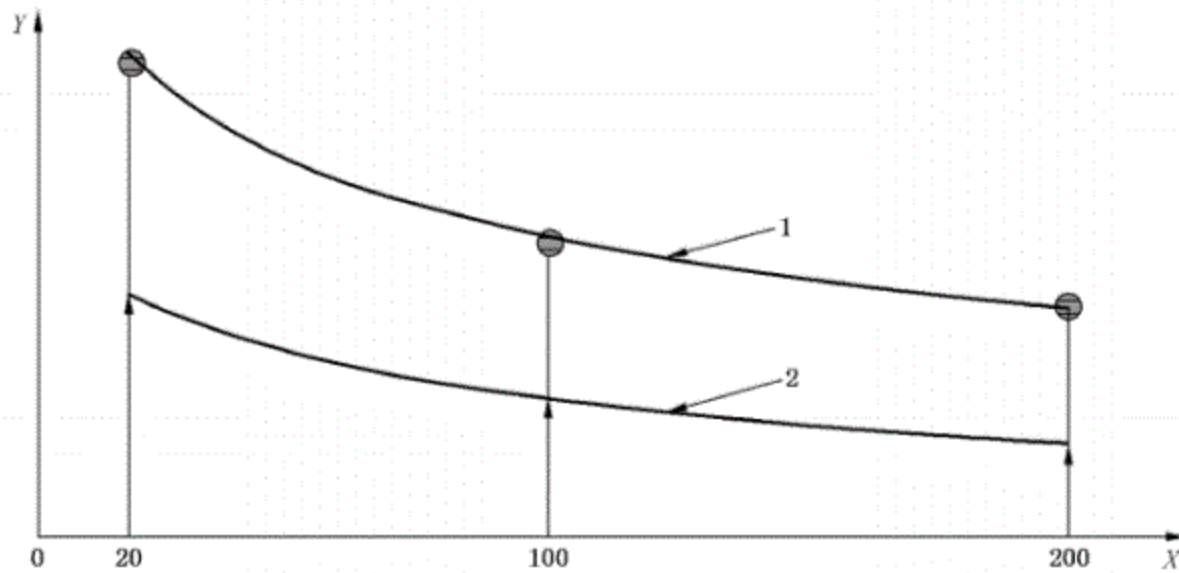
式中：

θ ——导水率,单位为平方米每秒(m^2/s)；

$q_{s,e}$ ——一定的压力和水力梯度下单位宽度的平面水流量,单位为升每米秒 $[\text{L}/(\text{m} \cdot \text{s})]$ ；

i ——水力梯度。

8.2 对使用两个水力梯度的,试验结果能够以平面水流量对法向压力的曲线表示(见图 3)。



说明：

X ——法向压力,单位为千帕(kPa)；

Y ——平面水流量,单位为升每米秒 $[\text{L}/(\text{m} \cdot \text{s})]$ ；

1 ——水力梯度 1.0；

2 ——水力梯度 0.1。

图 3 平面水流量曲线典型示例

9 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 本标准的编号；
- b) 实验室和试验人员；
- c) 按照 GB/T 14798 对土工布及其有关产品所做的描述；
- d) 所用仪器的细节,包括图解；
- e) 试样的宽度；
- f) 如果需要,对每个试样的试验数据和计算结果进行表解(参见附录 B)；
- g) 在施加的两个水力梯度下,以法向压力对平面水流量所做的曲线(见图 3)；
- h) 在规定的水力梯度和法向压力下的平面水流量平均值,如果需要,列出单值(见表 1)；
- i) 水温范围；
- j) 水的类型(脱泡水、储水罐或自来水供水)；
- k) 偏离本标准的任何细节；
- l) 测试中土工布及其有关产品水力特性的任何异常情况。

表 1 试验结果的推荐表示形式

产品名称						日期	
流动方向							
样品描述							
试样	$q_{20/0.1}$ L/(m·s)	$q_{100/0.1}$ L/(m·s)	$q_{200/0.1}$ L/(m·s)	$q_{20/1.0}$ L/(m·s)	$q_{100/1.0}$ L/(m·s)	$q_{200/1.0}$ L/(m·s)	
1							
2							
3							
平均							

附录 A
(资料性附录)

对水温 20 °C 的修正系数的确定

相关公式见式(A.1)和式(A.2)。

$$R_T = \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = \frac{1.763}{1 + 0.0337T + 0.00022T^2} \quad (\text{无量纲}) \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中:

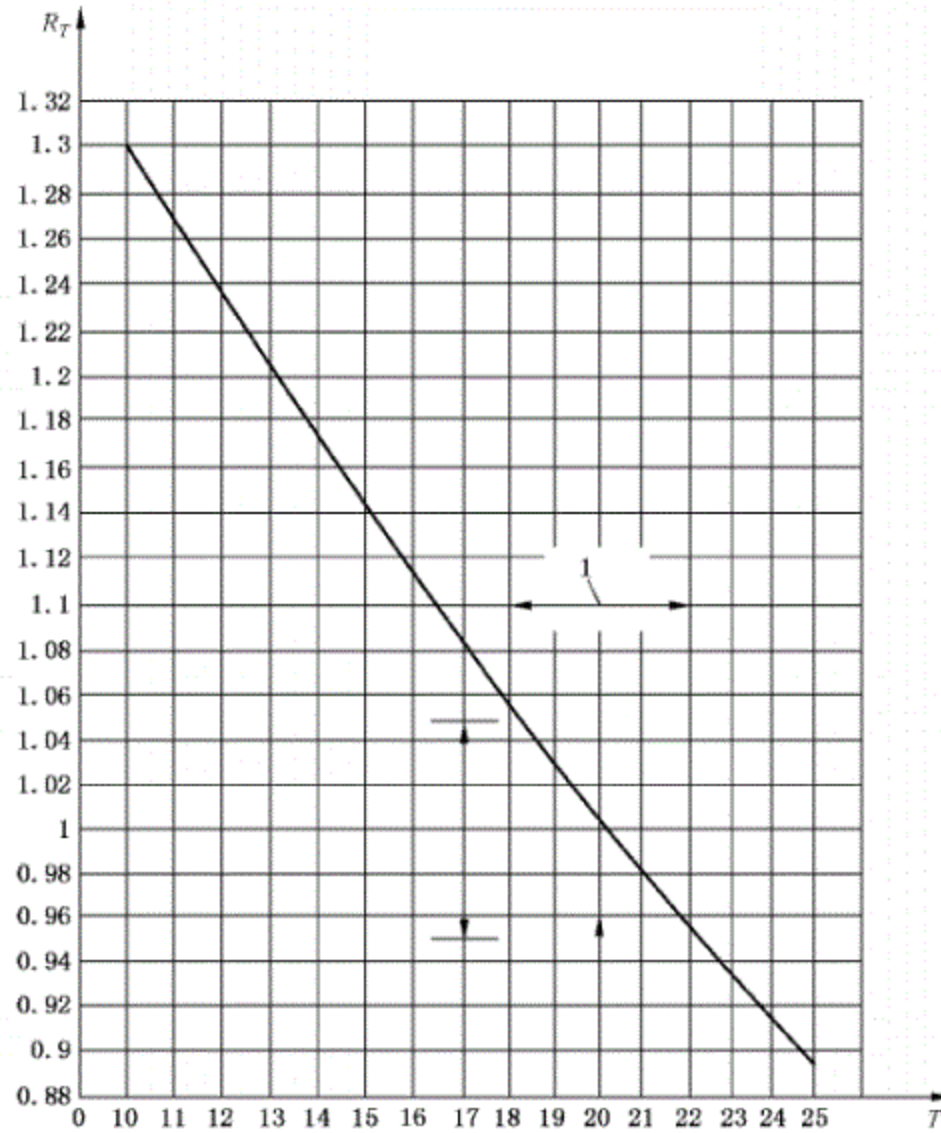
η_T —— T °C 的动力粘滞系数,单位为毫帕秒(mPa·s),由下式计算:

$$\eta_T = \frac{1.78}{1 + 0.0337T + 0.00022T^2} \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

T —— 水温,单位为摄氏度(°C);

η_{20} —— 20 °C 的动力粘滞系数,单位为毫帕秒(mPa·s);

R_T —— 水温 20 °C 的修正系数。见图 A.1。



说明:

T —— 试验温度,单位为摄氏度(°C);

R_T —— 修正系数;

1 —— 温度范围 18 °C 到 22 °C,见 5.2 注。

图 A.1 修正系数 R_T 的图解曲线

附录 B
(资料性附录)
试样的数据及计算

试样编号: _____ 日期: _____

产品名称: _____

样品描述: _____

实验室温度: _____ °C

施加的压力 kPa	水力梯度	未修正的平面水流量 L/(m·s)	水温 T °C	修正系数 R_T	修正的平面水流量 L/(m·s)
20	0.1				
20	1.0				
100	0.1				
100	1.0				
200	0.1				
200	1.0				

参 考 文 献

- [1] ISO 25619-1, Geosynthetics—Determination of compression behaviour—Part 1: Compressive creep properties
-

