

中华人民共和国铁路行业标准

TB/T 3618.5—××××

铁路工程土工合成材料
第5部分：排水材料

Geosynthetics for railway engineering—
Part 5: Drain materials

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2026.07.20）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

20××-××-××发布

20××-××-××实施

国家铁路局 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 产品分类、命名、规格及应用.....	3
5 技术要求.....	5
6 试验方法.....	8
7 检验规则.....	9
8 标志、包装、运输和储存.....	11
附 录 A（规范性） 排水芯材单位面积质量的测定	12
附 录 B（规范性） 排水材料尺寸的测定	13
附 录 C（规范性） 排水材料平面通水量的测定	16
附 录 D（规范性） 排水材料覆土通水量的测定	19
附 录 E（规范性） 复合排水带和复合波形排水垫压屈强度的测定	21
附 录 F（规范性） 复合排水网芯材抗拉强度和毛细防排水板拉伸强度的测定	23
附 录 G（规范性） 排水材料环刚度的测定	25
附 录 H（规范性） 硬式透水管开孔率的测定	28
附 录 I（规范性） 排水材料低温弯折的测定	29
附 录 J（规范性） 双壁波纹渗水管蠕变比率的测定	30
附 录 K（规范性） 排水材料炭黑含量的测定	32
参考文献.....	34

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。

本文件是TB/T××××《铁路工程土工合成材料》的第5部分。TB/T ××××已经发布了以下部分：

- 第1部分：土工格室；
- 第2部分：土工格栅；
- 第3部分：土工膜；
- 第4部分：土工布；
- 第5部分：排水材料。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由铁路行业工务工程设备标准化技术归口单位提出并归口。

本文件起草单位：中国铁路经济规划研究院有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司、中国铁道科学研究院铁道建筑研究所、中钢集团郑州金属制品研究院股份有限公司、宏祥新材料股份有限公司、四川威铨工程材料有限公司、马克菲尔(长沙)新型支挡科技开发有限公司。

本文件主要起草人：杨常所、高柏松、杨泉、李炼、蔡德钧、曹策、郭海强、李佳兴、古欣、钟正、刘好武。

引 言

土工合成材料是工程建设中应用的以人工合成或天然聚合物为主要原料制成的工程材料的总称。土工合成材料具备防渗、排水、反滤、加筋、防护、隔离、包裹和保温等功能，广泛应用于铁路路基地基处理、基床加固与处理、路基支挡、边坡防护、路基和隧道防排水、无砟轨道隔离层等工程。TB/T 3618 旨在规范铁路土工合成材料产品的技术要求，为铁路工程用土工格室、土工格栅、土工膜、土工布、排水材料的生产、销售和产品质量检验验收提供依据，由五个部分构成：

- 第 1 部分：土工格室。目的在于规范铁路路基工程用土工格室的产品质量。
- 第 2 部分：土工格栅。目的在于规范铁路路基工程用土工格栅的产品质量。
- 第 3 部分：土工膜。目的在于规范铁路路基工程用土工膜(含复合土工膜)的产品质量。
- 第 4 部分：土工布。目的在于规范铁路工程用土工布的产品质量。
- 第 5 部分：排水材料。目的在于规范铁路工程用排水材料的产品质量。

铁路工程土工合成材料 第5部分：排水材料

1 范围

本文件规定了排水材料的术语和定义，产品分类、命名、规格及应用，技术要求，试验方法，检验规则，以及标志、包装、运输和储存。

本文件适用于铁路路基工程用排水材料。

2 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 1040.1-2025 塑料 拉伸性能的测定 第1部分：总则

GB/T 1690-2010 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法

GB/T 3511-2018 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐候性

GB/T 7489-1987 水质 溶解氧的测定 碘量法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 17634-2019 土工布及其有关产品 有效孔径的测定 湿筛法

GB/T 19978-2005 土工布及其有关产品刺破强力的测定

TB/T 3618.4 铁路工程土工合成材料 第4部分：土工布

SL 235-2012 土工合成材料测试规程

JTS/T 245-2023 水运工程土工合成材料试验规程

QB/T 1130-1991 塑料直角撕裂性能试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

复合排水带 composite drainage strip

以土工布为滤材，包裹具有纵向排水通道的高分子聚合物芯材组合而成的带状复合型排水材料。

3.2

复合排水网 composite drainage geonet

以土工布为滤材，以高分子聚合物制成的三层平行肋条按一定角度联接形成具有排水通道的网状结构为芯材，将滤材与芯材经热粘组合而成的复合型排水材料。

3.3

复合波形排水垫 composite waved drainage geomat

以土工布为滤材，以高分子聚合物长丝连续挤压形成固定波形通道的结构为芯材，将滤材与芯材经热粘组合而成的复合型排水材料。

3.4

复合排水隔离垫 composite isolated drainage geomat

以土工布为滤材，以高分子聚合物熔融挤出成乱丝堆缠立体网状结构为芯材，将滤材与芯材经热粘组合而成的复合型排水材料。

3.5

塑料硬管 plastic rigid pipe

由高分子聚合物挤出成具有一定壁厚的硬质管状排水材料。

3.6

毛细防排水板 capillary waterproof&drain board

将高分子聚合物挤压形成板状结构，并沿纵向开设内大外小的密集槽沟形成具有毛细效应的排水材料。

3.7

硬式透水管 osmosis water rigid pipe

以高分子聚合物制成的多孔硬管为排水芯体，外包土工布为滤材组合而成的圆形复合管状排水材料。

3.8

毛细排水管 capillary drain pipe

以塑料硬管为排水芯体，将毛细防排水板环向外包于芯体表面，并在管材底部设置具有将毛细防排水板水流引入芯管内部的连接结构，共同组合而成的复合排水材料。

3.9

双壁波纹渗水管 double wall corrugated pipe

由高分子聚合物挤出波纹状外壁和平滑内壁的管状结构，并在管壁开孔形成多孔管状渗水材料。

3.10

压屈强度 bulking strenth

试样在压缩试验中，单位面积所承受的初始峰值压力。

3.11

拉伸强度 tensile strength

在规定的试验方法和试验条件下，试样拉伸至断裂过程中的最大拉伸应力。

3.12

平面通水量 in-plane flow capacity

在一定水力梯度下水平通过单位宽度试样的水流量。

3.13

覆土通水量 covering flow capacity

在一定水力梯度下，垂直通过覆盖土体的平面类或管类排水材料的水流量。

3.14

特征孔径 characteristic pore size

允许粒径为 d_{90} 的颗粒通过的土工布的孔径尺寸。

3.15

开孔率 opening ratio

管桩材料管壁上孔的总表面积与开孔区总表面积比值。

3.16

环刚度 encircle rigidity

管材在垂直轴线方向的外径变形量为原内径的 3% 时，管材所承受的负荷。

3.17

蠕变比率 creep ratio

排水管材在长时间受荷条件下，通过试验做应力应变曲线的线性回归分析，推算两年后的变形，变形值与 $1.5d$ （管径）的比值。

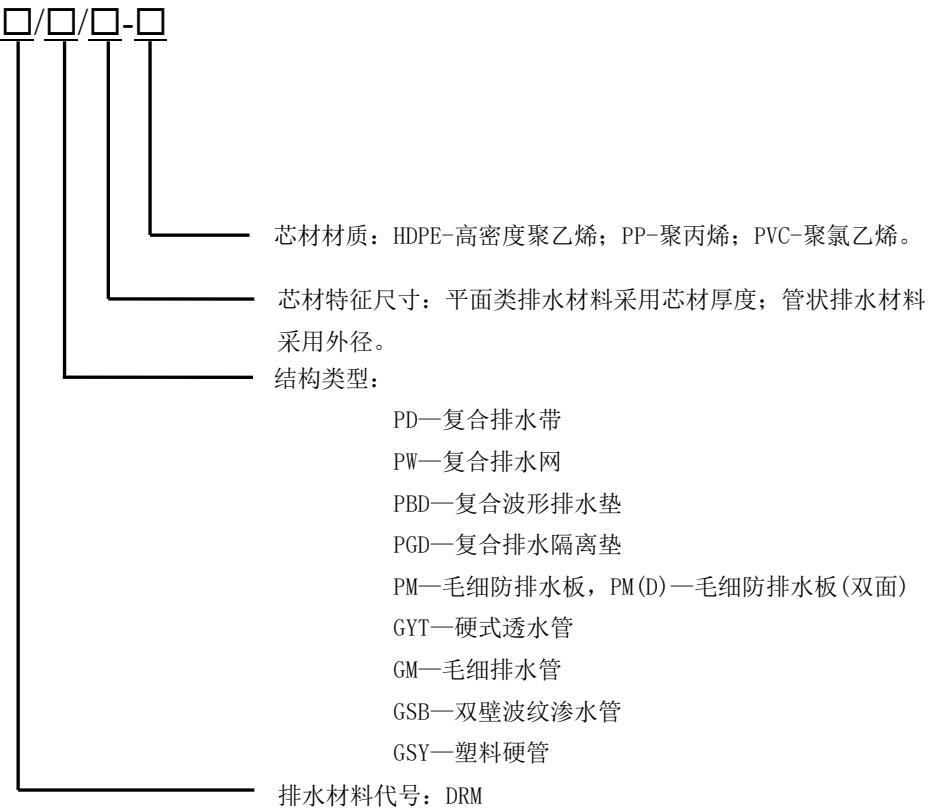
4 产品分类、命名、规格及应用

4.1 产品分类

排水材料按形状可分为平面型排水材料和管状排水材料，平面型排水材料可分为复合排水带、复合排水网、复合波形排水垫、复合排水隔离垫、毛细防排水板，管状排水材料可分为硬式透水管、毛细排水管、双壁波纹渗水管和塑料硬管。

4.2 产品命名

产品命名方法如下：



- 示例1：
DRM/PD/3.5-PP表示：复合排水带芯材厚度为3.5mm，芯材材质为聚丙烯。
- 示例2：
DRM/PW/5-HDPE表示：复合排水网芯材厚度为5mm，芯材材质为高密度聚乙烯。
- 示例3：
DRM/GYT/200-HDPE表示：硬式透水管芯管外径为200mm，芯材材质为高密度聚乙烯。
- 示例4：
DRM/GM/110-PVC表示：毛细排水管芯管外径为110mm，芯材材质为聚氯乙烯。
- 示例5：
DRM/GSB/315-PVC表示：双壁波纹渗水管芯管外径为315mm，芯材材质为聚氯乙烯。

4.3 产品规格及应用

4.3.1 铁路工程排水材料应用应符合表 1 的规定。

表 1 排水材料产品规格及适用范围

产品类型	适用范围	产品规格
复合排水带	软土地基排水	DRM/PD/3.5-PP、DRM/PD/4.0-PP、DRM/PD/4.5-PP DRM/PD/3.5-HDPE、DRM/PD/4.0-HDPE、DRM/PD/4.5-HDPE
复合排水网	基床排水	DRM/PW/5-HDPE、DRM/PW/6-HDPE、DRM/PW/7-HDPE、DRM/PW/8-HDPE

表 1 排水材料产品规格及适用范围（续）

产品类型	适用范围	产品规格
复合波形排水垫	挡土墙墙背排水	DRM/PBD/3.5-PP、DRM/PBD/4.5-PP、DRM/PBD/5.5-PP、DRM/PBD/6.5-PP、DRM/PBD/7.5-PP、DRM/PBD/8.5-PP
复合排水隔离垫	挡土墙墙背排水	DRM/PGD/10-PP、DRM/PGD/15-PP、DRM/PGD/20-PP、DRM/PGD/20-PP、DRM/PGD/30-PP
毛细防水板	基床排水	DRM/PM/2.0-PVC、DRM/PM/2.5-PVC
	挡土墙墙背排水	DRM/PM/2.0-PVC
硬式透水管	边坡排水	DRM/GYT/50-PVC、DRM/GYT/90-PVC、DRM/GYT/110-PVC、 DRM/GYT/160-PVC DRM/GYT/50-HDPE、DRM/GYT/90-HDPE、DRM/GYT/110-HDPE、 DRM/GYT/160-HDPE
	盲沟、渗沟排水	DRM/GYT/200-PVC、DRM/GYT/250-PVC、DRM/GYT/315-PVC DRM/GYT/200-HDPE、DRM/GYT/250-HDPE、DRM/GYT/315-HDPE
毛细排水管	边坡排水	DRM/GM/50-PVC、DRM/GM/63-PVC、DRM/GM/110-PVC、DRM/GM/125-PVC
	盲沟、渗沟排水	DRM/GM/160-PVC、DRM/GM/200-PVC、DRM/GM/250-PVC
双壁波纹渗水管	线间排水	DRM/GSB/110-PVC、DRM/GSB/160-PVC、DRM/GSB/200-PVC、 DRM/GSB/250-PVC、DRM/GSB/315-PVC DRM/GSB/110-HDPE、DRM/GSB/160-HDPE、DRM/GSB/200-HDPE、 DRM/GSB/250-HDPE、DRM/GSB/315-HDPE
	盲沟、渗沟排水	DRM/GSB/200-PVC、DRM/GSB/250-PVC、DRM/GSB/315-PVC、 DRM/GSB/400-PVC DRM/GSB/200-HDPE、DRM/GSB/250-HDPE、DRM/GSB/315-HDPE、 DRM/GSB/400-HDPE
塑料硬管	挡墙泄水孔等混凝土实体排水	DRM/GSY/50-PVC、DRM/GSY/63-PVC、DRM/GSY/90-PVC、DRM/GSY/110-PVC DRM/GSY/50-HDPE、DRM/GSY/63-HDPE、DRM/GSY/90-HDPE、 DRM/GSY/110-HDPE
	线间排水	DRM/GSY/160-PVC、DRM/GSY/200-PVC、DRM/GSY/250-PVC、 DRM/GSY/315-PVC DRM/GSY/160-HDPE、DRM/GSY/200-HDPE、DRM/GSY/250-HDPE、 DRM/GSY/315-HDPE

4.3.2 排水材料的规格尺寸偏差应符合表 2～表 10 的规定。

表 2 复合排水带芯材规格尺寸及偏差 单位为毫米

序号	项目	宽度	厚度		
1	规格	≥100	3.5	4.0	4.5
2	偏差	±2%	≥0		

表 3 复合排水网芯材规格尺寸及偏差 单位为毫米

序号	项目	宽度			厚度			
1	规格	2000	3000	4000	5.0	6.0	7.0	8.0
2	偏差	±2%			≥0			

表 4 复合波形排水垫芯材规格尺寸及偏差 单位为毫米

序号	项目	宽度	厚度					
1	规格	≥2000	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5
2	偏差	±2%	≥0					

表 5 复合排水隔离垫芯材规格尺寸及偏差 单位为毫米

序号	项目	宽度	厚度			
1	规格	≥600	10	15	20	30
2	偏差	±2%	≥0			

表 6 毛细防排水板规格尺寸及偏差 单位为毫米

项目		宽度	板厚	集水槽宽度	集水槽隔断宽度	孔底板厚	排水孔径
规格	单面	≥1000	2.0	0.4	1.2	≥0.5	≤1.0
	双面	≥1000	2.5	0.6	2.5	≥0.6	≤1.0
偏差		≥-2	±10%	±0.1	±10%	≥-0.05	±12%

表 7 硬式透水管规格尺寸及偏差 单位为毫米

序号	项目	指标						
1	外径	50	90	110	160	200	250	315
2	偏差	±0.5	±0.9	±1.0	±1.5	±1.8	±2.3	±2.9
3	壁厚	≥2.0	≥2.8	≥3.4	≥4.9	≥6.2	≥7.7	≥9.7
4	偏差	+0.4	+0.4	+0.5	+0.6	+0.8	+0.9	+1.1

表 8 毛细排水管芯管规格尺寸及偏差 单位为毫米

序号	项目	指标						
1	外径	50	63	90	110	160	200	250
2	偏差	±0.5	±0.6	±0.9	±1.0	±1.5	±1.8	±2.3
3	壁厚	≥2.0	≥2.0	≥2.8	≥3.4	≥4.9	≥6.2	≥7.7
4	偏差	+0.4	+0.4	+0.4	+0.5	+0.6	+0.8	+0.9

表 9 双壁波纹渗水管规格尺寸及偏差 单位为毫米

序号	项目	指标					
1	外径	110	160	200	250	315	400
2	偏差	±3.0	±3.5	±4.0	±4.5	±5.0	±5.5
3	外层壁厚	≥1.0	≥1.2	≥1.4	≥1.7	≥1.9	≥2.3
4	偏差	≥0					
5	内层壁厚	≥0.8	≥1.0	≥1.1	≥1.4	≥1.6	≥2.0
6	偏差	≥0					

表 10 塑料硬管规格尺寸及偏差 单位为毫米

序号	项目	指标							
1	外径	50	63	90	110	160	200	250	315
2	偏差	±0.5	±0.6	±0.9	±1.0	±1.5	±1.8	±2.3	±2.9
3	壁厚	≥2.0	≥2.0	≥2.8	≥3.4	≥4.9	≥6.2	≥7.7	≥9.7
4	偏差	+0.4	+0.4	+0.4	+0.5	+0.6	+0.8	+0.9	+1.1

5 技术要求

5.1 外观

排水材料的外观质量应符合表 11 的规定。

表 11 排水材料外观质量

产品类型		外观要求
复合排水材料连接		连接无松动、剥离等现象
滤材	土工布	土工布表面平整无破损
芯材	排水带	表面边缘整齐，无裂纹、孔洞、气泡、疤痕及其他机械损伤缺陷
	排水网	色泽均匀，网孔无断筋、并筋、粘连糊眼、破损等缺陷
	波形排水垫	排水通道均匀、连续，无粘连糊眼
	排水隔离垫	网丝直径应均匀、连续，无粘连糊眼
	毛细防排水板	表面光滑、边缘整齐，且不应有裂纹、机械损伤、折痕、孔洞、气泡及异常黏着等影响使用的缺陷

表 11 排水材料外观质量（续）

产品类型		外观要求
芯材	硬式透水管	内外壁无气泡、凹陷、明显的杂质，管材的两端应平整
	毛细排水管	内管、套管应光滑均匀，断面整齐，表面无裂纹，机械损伤、折痕、气泡，毛细导水槽应均匀、连续，不应相互粘结闭合
	双壁波纹渗水管	管材内外壁不应有气泡、明显的杂质和不规则波纹，管材的两端应平整、与轴线垂直并位于波谷区，管材波谷区内外壁应紧密熔接，不应出现脱开现象
	塑料硬管	管材内外壁应光滑，不应有气泡、裂口和明显的裂纹、凹陷、色泽不均及分解变色线。管材两端面应切割平整并与轴线垂直

5.2 原材料

5.2.1 排水材料的芯材原料不应使用再生料，并应符合表 12 的规定。

表 12 芯材原料

序号	产品	材质	颜色
1	复合排水带	高密度聚乙烯（HDPE）、聚丙烯（PP）	黑色、白色
2	复合排水网	高密度聚乙烯（HDPE）	黑色
3	复合波形排水垫	聚丙烯（PP）	黑色
4	复合排水隔离垫	聚丙烯（PP）	黑色
5	毛细防排水板	聚氯乙烯（PVC）	绿色
6	硬式透水管	高密度聚乙烯（HDPE）、聚氯乙烯（PVC）	黑色、白色
7	毛细排水管	聚氯乙烯（PVC）、高密度聚乙烯（HDPE）	绿色、黑色
8	双壁波纹渗水管	高密度聚乙烯（HDPE）、聚氯乙烯（PVC）	黑色、绿色
9	塑料硬管	聚氯乙烯（PVC）、高密度聚乙烯（HDPE）	白色、黑色

5.2.2 复合排水网、复合波形排水垫、复合排水隔离垫、硬式透水管的外包滤材应使用聚丙烯或聚酯无纺土工布，土工布的性能要求应满足 TB/T 3618.4 的相关规定，其 CBR 顶破强力不应小于 1.5kN，且撕破强力不应小于 0.4kN。

5.3 性能指标

5.3.1 复合排水带的性能应符合表 13 的规定。

表 13 复合排水带性能指标

序号	项 目		要 求		
	芯材厚度mm		3.5	4.0	4.5
1	平面通水量（法向荷载 350kPa）L/（m•min）		≥5	≥9	≥13
2	抗拉强度kN/10cm		≥1.3	≥1.6	≥1.9
3	断裂伸长率		≥4%		
4	芯材	压屈强度kPa	≥350		
5	滤材	土工布	单位面积质量g/m ²	≥85	
			垂直渗透系数cm/s	≥5×10 ⁻⁴	
			特征孔径 0 ₉₀ mm	0.07~0.20	

5.3.2 复合排水网的性能应符合表 14 的规定。

表 14 复合排水网性能指标

序号	项 目		要 求			
	厚度 mm		5	6	7	8
1	平面通水量（法向荷载 150kPa） L/（m·min）		≥8	≥13	≥17	≥20
2	芯材	单位面积质量 g/m ²	≥800	≥1000	≥1200	≥1400
		纵向抗拉强度 kN/m	≥8.0			
		炭黑含量	≥2.0%			
		灰分含量	≤1%			

5.3.3 复合波形排水垫的性能应符合表 15 的规定。

表 15 复合波形排水垫性能指标

序号	项 目		要 求					
	厚度	mm	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5
1	平面通水量（法向荷载 100kPa） L/（m·min）		≥12	≥26	≥32	≥34	≥46	≥55
2	平面通水量（法向荷载 150kPa） L/（m·min）		≥10	≥22	≥29	≥32	≥42	≥52
3	压屈强度		kPa ≥300					
4	芯材	单位面积质量	g/m ²	≥340	≥390	≥450	≥580	≥680
		炭黑含量	≥2.0%					
		灰分含量	≤1%					

5.3.4 复合排水隔离垫的性能应符合表 16 的规定。

表 16 复合排水隔离垫性能指标

序号	项 目		要 求			
	厚度	mm	10	15	20	30
1	平面通水量（法向荷载 100kPa） L/（m·min）		≥5	≥20	≥25	≥40
2	芯材	单位面积质量	g/m ²	≥1100	≥1500	≥1800
		炭黑含量	≥2.0%			
		灰分含量	≤1%			

5.3.5 毛细防排水板的性能应符合表 17 的规定。

表 17 毛细防排水板性能指标

序号	项 目			要 求
1	拉伸强度	纵向	kN/m	≥12
		横向	kN/m	≥5
2	覆土通水量	单面	L/（m·min）	≥16
		双面	L/（m·min）	≥12
3	刺破强力			N ≥200
4	断裂伸长率	纵向		≥70%
		横向		≥70%
5	直角撕裂强力	纵向	N	≥20
		横向	N	≥60
6	低温弯折性（纵向）			不高于零下 20℃对折 180° 无裂纹
7	耐碱性（饱和 Ca(OH) ₂ 溶液 23℃×168h）	拉伸强度	纵向	kN/m ≥11
			横向	kN/m ≥4
		断裂伸长率	纵向	≥60%
			横向	≥60%
8	人工候化	拉伸强度保持率		≥80%

注：毛细型防排水板沿开槽方向为纵向（或为长度方向）。

5.3.6 硬式透水管的性能应符合表 18 的规定。

表 18 硬式透水管性能指标

序号	项 目		要 求							
	外径	mm	50	90	110	160	200	250	315	
1	覆土通水量		L/h	≥60	≥100	≥120	≥130	≥140	≥145	≥150
2	芯材	开孔率	1%~3%							
		环刚度	kN/m ²	≥8						
		炭黑含量	≥2.0%							
		灰分含量	≤1%							

5.3.7 毛细排水管的性能应符合表 19 的规定。

表 19 毛细排水管性能指标

序号	项 目	要 求						
	外径 mm	50	63	110	125	160	200	250
1	覆土通水量 L/h	≥60	≥90	≥160	≥165	≥175	≥185	≥200
2	外包毛细防排水板	同表 17						

5.3.8 双壁波纹渗水管的性能应符合表 20 的规定。

表 20 双壁波纹渗水管性能指标

序号	项 目	要 求
1	开孔率	1%~3%
2	环刚度 kN/m ²	≥8
3	蠕变比率	≤2.5
4	炭黑含量	≥2.0%
5	灰分含量	≤1%

5.3.9 塑料硬管的性能应符合表 21 的规定。

表 21 塑料硬管性能指标

项 目	要 求
环刚度 kN/m ²	≥8 (5)
注：括号内数值表示用于挡墙泄水孔、电缆槽等结构排水。	

6 试验方法

6.1 外观

外观在自然光线下距产品 0.5m 目测。

6.2 单位面积质量

排水芯材的单位面积质量应按附录 A 的规定进行测定。

6.3 尺寸

排水材料的尺寸应按附录 B 的规定进行测定。

6.4 平面通水量

复合排水带的平面通水量应按 SL 235-2012 进行测定，其他排水材料的平面通水量应按附录 C 的规定进行测定。

6.5 覆土通水量

排水材料的覆土通水量应按附录 D 的规定进行测定。

6.6 压屈强度

复合排水带和复合波形排水垫的压屈强度应按附录 E 的规定进行测定。

6.7 刺破强力

毛细防排水板的刺破强力应按 GB/T 19978-2005 的规定进行测定。

6.8 拉伸性能

复合排水带的抗拉强度和断裂伸长率应按 JTS/T 245-2023 进行测定。复合排水网芯材的抗拉强度和毛细防排水板的拉伸强度应按附录 F 的规定进行测定。

6.9 直角撕裂强力

毛细防排水板的直角撕裂强力应按 QB/T1130-1991 的规定进行测定。

6.10 环刚度

排水材料的环刚度应按附录 G 的规定进行测定。

6.11 开孔率

硬式透水管的开孔率应按附录 H 的规定进行测定。

6.12 低温弯折

毛细防排水板的低温弯折应按附录 I 的规定进行测定。

6.13 耐碱性

毛细防排水板的耐碱性应按 GB/T 1690—2010 的规定进行测定。

6.14 人工候化

毛细防排水板的人工候化应按 GB/T 3511—2018 的规定进行测定，并应满足如下规定：

- a) 黑板温度为 $(63 \pm 3)^\circ\text{C}$ ；
- b) 相对湿度为 $(50 \pm 5)\%$ ，循环周期为 120min，其中降雨 18min，间隔干燥 102min；
- c) 辐照度 340nm 处 $0.51\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{nm})$ 持续光照，试验时间为 250h。

试样经暴露处理后应在标准状态下停放 4h，再按附录 F 进行性能测定。

6.15 蠕变比率

双壁波纹渗水管的蠕变比率应按附录 J 的规定进行测定。

6.16 炭黑含量和灰分含量

炭黑含量和灰分含量仅限黑色聚烯烃材料的芯材试样，检测方法应按附录 K 的规定进行测定。

6.17 特征孔径

复合排水带滤材（土工布）的特征孔径应按 GB/T 17634-2019 的规定进行测试。

6.18 垂直渗透系数

复合排水带滤材（土工布）的垂直渗透系数应按 TB/T 3618.4-2025 的规定进行测定。

7 检验规则

7.1 检验类别

排水材料检验分为型式检验和出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 正常情况下每年进行一次型式检验，存在下列情况之一时，也应进行型式检验：

- a) 初次投产或转场生产时；
- b) 产品原料、配方、工艺、结构有较大变化时；
- c) 产品停产超过六个月恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.2.2 型式检验应满足所有检验项目合格方可判定为合格。

7.3 出厂检验

7.3.1 排水材料产品应以批为单位进行出厂检验。以同一批原料、相同工艺、连续生产的同一规格的产品为一批。每批数量：平面类排水材料不超过 $1.0 \times 10^4 \text{m}^2$ ，管状排水材料不超过 5000m。产品应以批为单位进行抽样，随机抽取 3 组检验。

7.3.2 出厂检验的判定规则应符合下列规定：

- a) 检验项目均合格，则该批产品可判为合格；
- b) 外观质量检测出现严重疵点或除外观质量外的任一项目不满足相应要求时，该批产品判定为不合格；
- c) 外观质量仅存在轻疵点且不满足 5.1 的规定时，则应在该批产品中重新抽取双倍样品对外观质量进行复检。复检合格后，若其他检测项目均合格则该批产品判定为合格；若复检仍不合格，则该批产品判定为不合格。

7.4 检验项目

排水材料出厂检验和型式检验项目见表 22。

表 22 出厂检验和型式检验项目

产品类型	项目	出厂检验	型式检验	技术要求对应条款	试验方法对应条款
复合排水带	外观质量	√	√	5.1	6.1
	厚度	√	√	4.3.2	6.3
	平面通水量	√	√	5.3.1	6.4
	压屈强度	√	√	5.3.1	6.6
	抗拉强度	√	√	5.3.1	6.8
	断裂伸长率	√	√	5.3.1	6.8
	单位面积质量	√	√	5.3.1	6.2
	特征孔径	√	√	5.3.1	6.17
	垂直渗透系数	√	√	5.3.1	6.18
复合排水网	外观质量	√	√	5.1	6.1
	厚度	√	√	4.3.2	6.3
	平面通水量	√	√	5.3.2	6.4
	单位面积质量	√	√	5.3.2	6.2
	纵向抗拉强度	√	√	5.3.2	6.8
	炭黑含量	√	√	5.3.2	6.16
	灰分含量	√	√	5.3.2	6.16
复合波形排水垫	外观质量	√	√	5.1	6.1
	厚度	√	√	4.3.2	6.3
	平面通水量	√	√	5.3.3	6.4
	单位面积质量	√	√	5.3.3	6.2
	压屈强度	√	√	5.3.3	6.6
	炭黑含量	√	√	5.3.3	6.16
	灰分含量	√	√	5.3.3	6.16
复合排水隔离垫	外观质量	√	√	5.1	6.1
	厚度	√	√	4.3.2	6.3
	平面通水量	√	√	5.3.4	6.4
	单位面积质量	√	√	5.3.4	6.2
	炭黑含量	√	√	5.3.4	6.16
	灰分含量	√	√	5.3.4	6.16
毛细防排水板	外观质量	√	√	5.1	6.1
	尺寸	√	√	4.3.2	6.3
	拉伸强度	√	√	5.3.5	6.8
	覆土通水量	√	√	5.3.5	6.5
	刺破强力	√	√	5.3.5	6.7
	断裂伸长率	√	√	5.3.5	6.8
	直角撕裂强力	√	√	5.3.5	6.9
	低温弯折性	√	√	5.3.5	6.13
	耐碱性	—	√	5.3.5	6.14
	人工候化	—	√	5.3.5	6.15
硬式透水管	外观质量	√	√	5.1	6.1
	外径	√	√	4.3.2	6.3
	覆土通水量	√	√	5.3.6	6.5
	开孔率	√	√	5.3.6	6.12
	环刚度	√	√	5.3.6	6.10
	炭黑含量	√	√	5.3.6	6.16
	灰分含量	√	√	5.3.6	6.16
毛细排水管	外观质量	√	√	5.1	6.1
	外径	√	√	4.3.2	6.3
	覆土通水量	√	√	5.3.7	6.5
	环刚度	√	√	5.3.7	6.10
双壁波纹渗水管	外观质量	√	√	5.1	6.1
	尺寸	√	√	4.3.2	6.3

表 22 出厂检验和型式检验项目（续）

产品类型	项目	出厂检验	型式检验	技术要求对应条款	试验方法对应条款
双壁波纹渗水管	开孔率	√	√	5.3.8	6.11
	环刚度	√	√	5.3.8	6.10
	蠕变比率	—	√	5.3.8	6.16
	炭黑含量	√	√	5.3.8	6.16
	灰分含量	√	√	5.3.8	6.16
塑料硬管	外观质量	√	√	5.1	6.1
	环刚度	√	√	5.3.9	6.10
注：仅聚烯烃材料需进行炭黑含量和灰分含量检测。					

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

8.1.1 产品出厂时，每组应附有产品合格证，并盖有质检员章。合格证上应标明以下内容：

- a) 产品名称、规格及尺寸；
- b) 产品执行标准；
- c) 生产日期、批号；
- d) 生产企业名称、地址及商标。

8.1.2 排水材料产品上应有明显的永久性厂标。

8.2 包装

排水材料以组为单位，采用打包带或胶带进行捆扎，要求捆扎紧凑、平整。其他包装形式由供需双方商定。

8.3 运输

在装卸和运输过程中不应重压，不应使用铁钩等锐利工具装卸，避免划伤，运输时不应在阳光下暴晒。

8.4 储存

产品应存放在避光、通风、干燥、清洁的场所。产品堆存高度应不超过4m，并远离热源、火源。储存时间超过12个月时，使用前应重新进行检验。

附 录 A

（规范性）

排水芯材单位面积质量的测定

A. 1 试验原理

从样品的整个宽度和长度方向上裁取一定面积的试样，并测量实际尺寸并称重，然后计算其单位面积质量。

A. 2 试样的状态调节和试验的标准环境

试样应置于温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $(60 \pm 10)\%$ 的环境中进行状态调节，时间不少于 24h。

A. 3 试验设备

试验设备应符合下列规定：

- a) 剪刀或切刀；
- b) 称量天平，感量不小于 0.1g，并应满足称量值 1% 准确度要求；
- c) 钢尺，最小分度值 1mm。

A. 4 试样制备

试样制备应符合下列规定：

- a) 在同批排水材料产品中，随机抽取一卷，截取全幅宽，1m 长为样品；
- b) 用剪刀或者切刀裁取不低于 10000mm^2 的矩形试样，剪裁和测量精度为 1mm。试样裁剪位置距离样片端缘应至少 10cm；
- c) 试样应代表该种材料的全部结构；
- d) 试样数量不少于 5 个。

A. 5 试验步骤

试验步骤按下列规定进行：

- a) 按照 A. 4 进行取样和试样制备；
- b) 称重：将裁剪好的试样按编号顺序逐一在天平上称量，读数精确到 0.1g。

A. 6 计算

单位面积质量 ρ_A 按式 (A. 1) 计算，取试样测试结果的算术平均值作为计算结果，按 GB /T 8170 修约至小数点后一位：

$$\rho_A = \frac{m \times 10^6}{A} \dots\dots\dots (\text{A. 1})$$

式中：

ρ_A ——试样单位面积质量，单位为克每平方米 (g/m^2)；

m ——试样质量，单位为克 (g)；

A ——试样面积，单位为平方毫米 (mm^2)。

附录 B
(规范性)
排水材料尺寸的测定

B.1 试验原理

利用卷尺、游标卡尺、测厚仪、读数显微镜等测量工具对产品的尺寸进行测量。

B.2 试样的状态调节和试验的标准环境

试样应置于温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $(60 \pm 10)\%$ 的环境中进行状态调节，时间不少于 24h。

B.3 试验设备

试验设备应符合下列规定：

- a) 卷尺，精度 1mm；
- b) 游标卡尺，精度至少为 0.02mm；
- c) π 尺，精度至少为 0.02mm；
- d) 土工合成材料测厚仪，精度至少 0.01mm，压脚最小面积 100cm^2 ，压脚上的压力 $(20 \pm 0.1)\text{kPa}$ ，基准板直径至少为压脚直径或对角线的 1.75 倍；
- e) 橡塑测厚仪，精度至少为 0.01mm，压足直径 6mm，压力 $(22 \pm 5)\text{kPa}$ ；
- f) 管壁测厚仪，精度至少为 0.01mm；
- g) 电子读数显微镜，放大倍数不小于 10 倍，示值精度不小于 0.01mm；
- h) 其它辅助性工具。

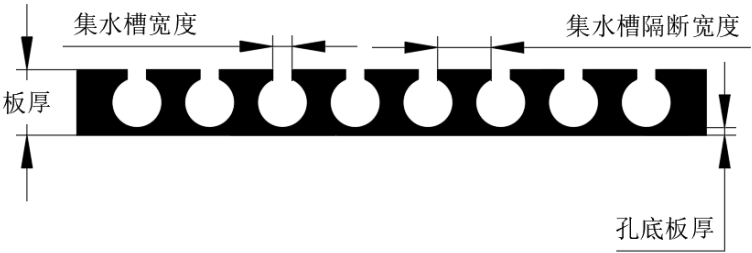
B.4 试样制备

B.4.1 平面型排水材料的长度和幅宽测量应取整卷样品，型式检验试样数量为 5 块，出厂检验的试样数量为 1 块；管类排水材料的外径测量应取管材长度不少于 50cm，试样数量不少于 3 个。排水材料厚度测量试样应符合表 B.1 的要求：

表 B.1 排水材料厚度测量试样制备要求

产品类型	取样要求	取样数量
复合排水网	沿整个成品宽度上距边缘 10cm 的中间区域均匀截取试样，试样的边长至少为压脚直径(或对角线)的 1.75 倍	10
复合波形排水垫		
复合排水隔离垫		
复合排水带	试样长度不小于 50cm，宽度不小于 5cm	1
毛细排水板	距纵向端头不小于 200mm 沿整幅宽方向截取至少 20mm 宽的一条试件	1
管材	试样长度不小于 50cm	1

B.4.2 毛细防排水板需要测试板厚、集水槽宽度、隔断宽度、孔底板厚、排水孔径等指标，试样按图 B.1 选取，取具有代表性的试样 5 块。



a) 单面型

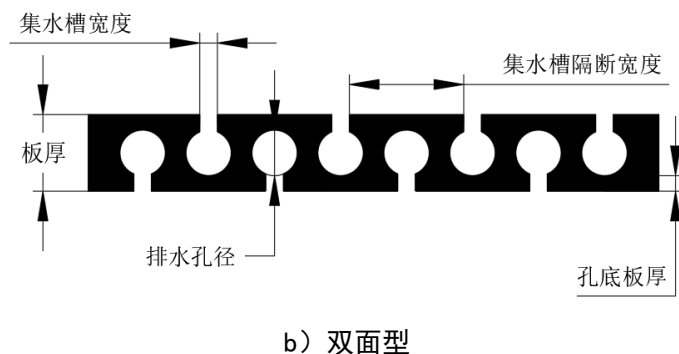


图 B.1 毛细防排水板结构示意图

B.5 试验步骤

B.5.1 长度和幅宽的测量应符合下列规定：

- 试样长度和幅宽测量可不进行状态调节，有争议时按 B.2 的要求进行测量；
- 长度和幅宽测量应使用精度为 1mm 的卷尺进行，长度测量时应将整卷样品展平，然后使用卷尺进行测量，记录长度的最小值作为该样品的长度测量值；幅宽测量时，应在距长度端头边缘各 10cm 的位置，以及中间位置进行测量，取 3 个测量值的算术平均值作为测试结果。

B.5.2 外径的测量应符合下列规定：

- 测试前应对试样接触量具处进行检查，确认无杂物、沾染物等影响测量结果的不良因素；
- 试样直径的测量可不进行状态调节，有争议时按 B.2 的要求进行测量；可采用精度不低于 0.02mm 的游标卡尺或 π 尺进行测量；
- 使用 π 尺时，每根管材测量 1 次，以 π 尺的读数作为单个试样的测试结果；
- 使用游标卡尺进行测量时，在试样的一个端头进行测量，每隔 45° 测量 1 处，以 4 个直径测量值的平均值作为测试结果。

B.5.3 厚度的测量应符合下列规定：

- 复合排水网、复合波形排水垫或复合排水隔离垫芯材的厚度，使用土工合成材料测厚仪进行测量，将试样放置在基准板与压脚之间，使压脚轻轻压在试样上，并对试样施加 20kPa 的压力并保持 30s，读取厚度指示值；
- 复合排水带芯材的厚度使用游标卡尺进行测量，在长度方向上五等分的 4 个位置上，使用游标卡尺测量试样的厚度，以 4 个测量值的算术平均值作为试样的测试结果；
- 毛细排水板的厚度使用橡塑测厚仪进行测量，在宽度方向上标记距离试样边缘为试样宽度 10% 的两点，将这两点连成直线后进行四等分，测量四等分后形成 5 个位置的板材厚度，以 5 个测量值的算术平均值作为该试样的测试结果；
- 管材壁厚使用管壁测厚仪进行测量；对于实壁管，沿圆周方向每 90° 测试一点，以 4 点壁厚的平均值作为该试样测试结果；对于双壁波纹管，沿圆周方向进行不少于四等分的切割，测量至少 4 处的外层壁厚、内层壁厚，分别取 4 处壁厚的平均值作为该试样的测试结果。

B.5.4 毛细排水板其他结构尺寸的测量应符合下列规定：

- 毛细排水板其它结构尺寸包括集水槽宽度、集水槽隔断宽度、排水孔径、孔底板厚，这些尺寸宜采用电子读数显微镜进行测量，可采用毛细排水板厚度的测量试样，在整幅宽的左、中、右 3 个区域，各截取一段样品，每一段样品应包含至少 5 条集水槽隔断和 4 个排水孔；
- 打开电子读数显微镜，调整合适的放大倍数，使视野内至少有 2 套完整的毛细结构，随后使用设备自带的核查装置进行设备核查，确认设备正常；
- 使毛细排水板的排水孔面向电子读数显微镜的镜头，试样的断面应与镜头视轴垂直，或使用辅助工具确保垂直；调整镜头的高低，使断面清晰可见，随后进行测量，每段样品测量 3 套尺

寸，3 段样品共 9 套数据，取 9 个尺寸的平均值作为该试样的测量结果。双面毛细排水板分上下表面分别测量和报告。

注：截取试样时，可使用手术刀、剃须刀片、美工刀等直接割断试样的工具，不得使用剪刀等挤压切断试样的工具，不得使用在显微镜下有明显挤压痕迹的试样。

B. 6 计算

B. 6. 1 厚度、壁厚、直径由式（B. 1）计算，并计算标准差和变异系数，按 GB/T 8170 修约到小数点后两位：

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^{10} \delta_i}{n} \dots\dots\dots (B. 1)$$

式中：
 δ ——试样尺寸，单位为毫米（mm）；
 δ_i ——单次试验的试样厚度，单位为毫米（mm）；
 n ——测试试样个数。

B. 6. 2 偏差率按由式（B.2）计算，精确至 0.1%：

$$P = \frac{\bar{x} - x_0}{x_0} \times 100\% \dots\dots\dots (B. 2)$$

式中：
 P ——尺寸偏差率；
 $\bar{x}$ ——按照如上方式测量到的值；
 x_0 ——尺寸公称值。

附录 C
(规范性)
排水材料平面通水量的测定

C.1 试验原理

在规定的水力梯度和接触材料条件下，改变法向压力，测量平面类排水材料一定时间内通过试样两端的水流量。

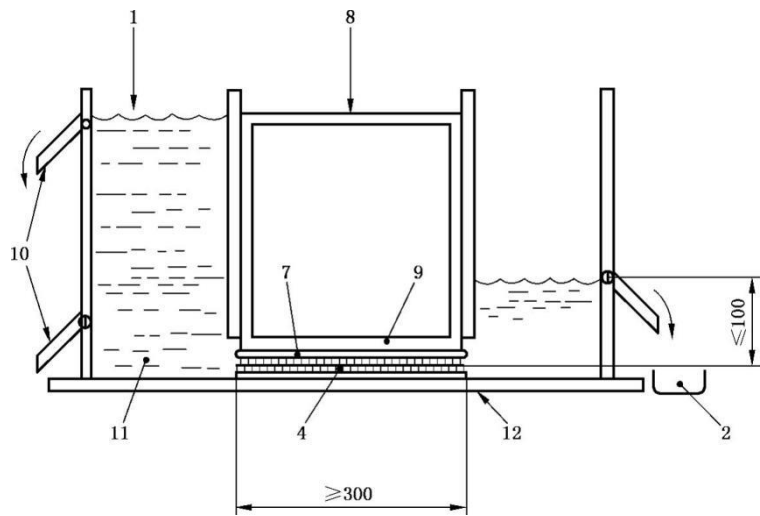
C.2 试样的状态调节和试验的标准环境

试样应置于温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $(60 \pm 10)\%$ 的环境中进行状态调节，时间不少于 24h。

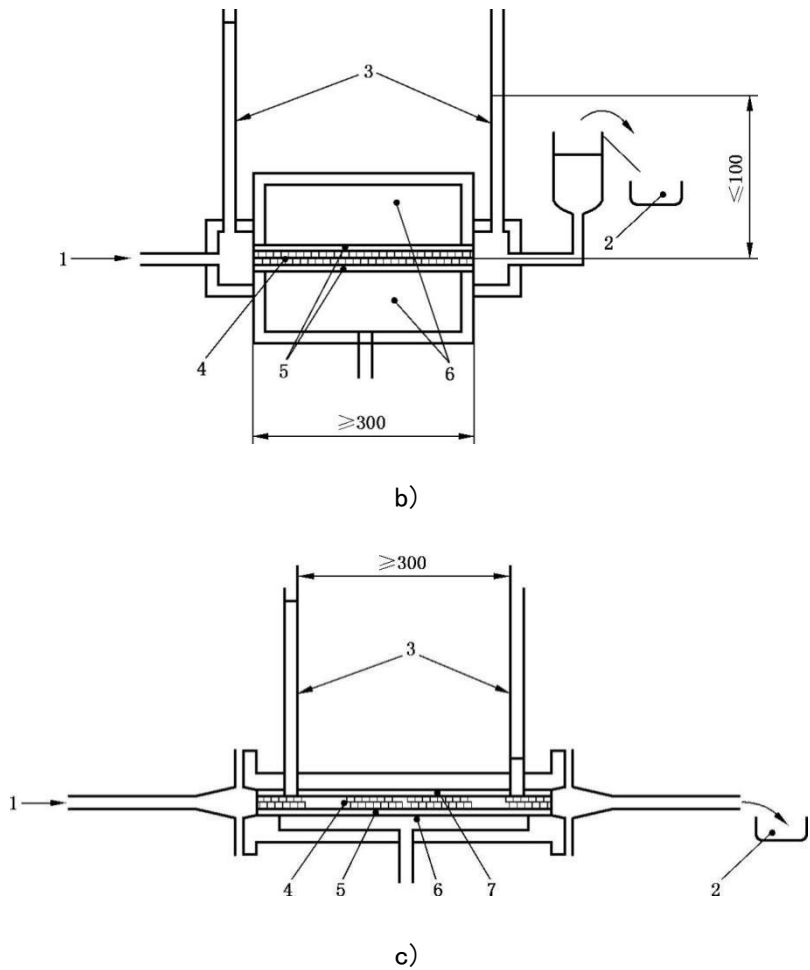
C.3 试验设备

C.3.1 定水头平面内水流仪，如图 C.1 所示，应符合下列规定：

- a) 排水口水头不超过 100mm，仪器应能保持不同的恒定水头，能提供 0.1 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 $\pm 5\%$ 。
- d) 与试样接触的材料应采用硬质的高密度聚乙烯板、混凝土板等刚性面板；
- e) 仪器放置试样的宽度最小为 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；
- f) 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%。



a)



- 标引序号说明：
- 1——供水；
 - 2——集水槽；
 - 3——压力计；
 - 4——试样；
 - 5——隔膜；
 - 6——压力元件；
 - 7——高密度聚乙烯板或混凝土板；
 - 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 C.1 定水头平面内水流仪示意图

- C.3.2 如果水流量小于或等于 0.3 L/(m·s)，水应经脱泡处理或从储水罐供水。水温应在 18℃~22℃ 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 mg/kg。如果水流量大于 0.3 L/(m·s)，可使用自来水。
- C.3.3 溶解氧计，或符合 GB/T 7489 规定的仪器。
- C.3.4 秒表，精确到 0.1 s。
- C.3.5 温度计，精确到 0.2℃。

C.3.6 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%。

C.3.7 测量施加水头的装置，精确到 1 mm。

C.3.8 测量法向压力的装置，精确到 1%。

C.4 试样制备

C.4.1 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。

C.4.2 沿样品的测试方向剪取 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。

C.4.3 试样应清洁，表面无污物，无可见损坏或折痕。

C.5 试验步骤

C.5.1 在 2 kPa 的压力下测试试样的名义厚度。

C.5.2 在仪器的基板上放置下层的硬质高密度聚乙烯板，上面放置试样。接着以相同的方式放置上层硬质高密度聚乙烯板，最后放下加压台或压力膜于试样上。

C.5.3 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。

C.5.4 设置法向压力，并在整个试验过程中保持恒压，压力值根据产品应用部位按如下方法选用：适用于基床排水时，法向压力选用 150kPa；适用于挡墙墙背时，法向压力选用 100kPa，并保持此压力 360 s。

C.5.5 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 C.3.2 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。

C.5.6 在上述条件下使水流过试样 120s。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，有必要不断调整压力使之在试验期间保持恒定。

C.5.7 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 0.5L，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。

C.6 计算

C.6.1 在水力梯度为 0.1 的条件下，排水材料的纵向通水量可按式计算：

$$q = \frac{Q}{w \cdot t} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

q——纵向通水量，单位为升每分每米[L/(min·m)]；

Q——在 t 时段内通过试样的水流量，单位为升 (L)；

w——试样宽度，单位为米 (m)；

t——测试时间，单位为分钟 (min)。

C.6.2 计算 3 个试样通水量的算术平均值，作为测试的最终结果。

附录 D
(规范性)
排水材料覆土通水量的测定

D.1 试验原理

在试样表面覆盖一定厚度的土体，在恒定水头下测试单位时间内通过排水材料试样的水流量，或单位时间内通过单位宽度试样的水流量。

D.2 试样的状态调节和试验的标准环境

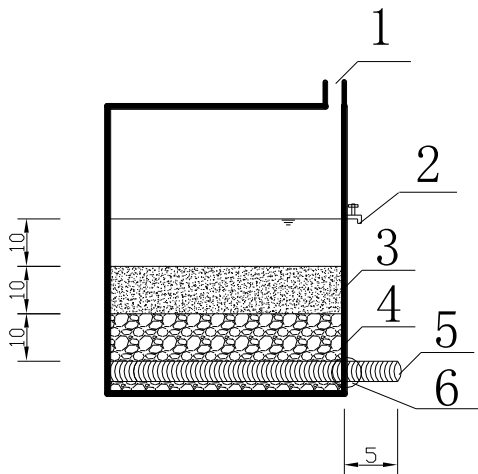
试样应置于温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $(60 \pm 10)\%$ 的环境中进行状态调节，时间不少于 24h。

D.3 试验设备

D.3.1 覆土通水能力测定仪

- a) 试验箱的平面尺寸不应小于 $800\text{mm} \times 500\text{mm}$ ，高度不宜小于 500mm 。
- b) 试验箱底部应具备能够安置试样的预留孔槽，在试验箱上应设置保持水头恒定的溢水装置，以保证试验过程在恒水头条件下进行。

D.3.2 量筒、秒表、温度计、水桶等。



- 标引序号说明：
- 1——进水口；
 - 2——溢水装置；
 - 3——粉砂层；
 - 4——角（圆）砾石层；
 - 5——测试试样；
 - 6——密封圈。

图 D.1 覆土通水能力测定仪示意图（标注单位：cm）

D.4 试样制备

管类产品长度不应小于 450mm ，且伸入试验箱内的长度不小于 400mm ，取 3 个试样。平面类产品试样剪取时距样品边缘应不小于 100mm ，长度不应小于 600mm ，宽度不小于 20cm ，且伸入试验箱内的长度不小于 500mm ，取 3 个试样。

D.5 试验步骤

覆土通水量的测定应按下列步骤进行：

a) 准备粒径级配满足表 D.1 要求的角(圆)砾土, 其不均匀系数 $CU \geq 5$, $CC=1 \sim 3$, 准备粒径 $> 0.075\text{mm}$ 颗粒的质量超过总质量 80% 的粉砂, 在试验箱底部铺填准备好的角(圆)砾土, 铺设至邻近试样的下端;

表 D.1 角(圆)砾土粒级配

筛孔直径(mm)	40	20	10	5	2	1
过筛质量百分率(%)	100	<50	<30	<20	<10	<5

b) 将试样装入试验箱底部, 伸入长度如 D.3 所示, 安装过程确保试样纵轴线位置水平, 对于单面毛细排水板, 带毛细结构的表面向上放置, 随后用密封胶进行密封, 确保水流不至于从试样与试验箱之间的缝隙流出;

c) 待密封胶固化后, 用铲子向试验箱中均匀的铺设角(圆)砾土, 填至试样顶部以上 10cm 位置时停止并整平角(圆)砾土表面;

d) 继续铺设粉砂, 分 3 层进行铺设, 总铺设厚度为 10cm, 最后一次整平表面, 每层铺设完成后用平板材料分层压实;

e) 向试验箱内缓慢均匀注水, 直至水头高于粉砂层顶面 10cm, 保持常水头条件 0.5h 后, 每隔 10min 测量一次通过的水流量。当记录的连续水流次数不少于 5 次, 且前后两次水量差小于前次的 5% 时可停止试验, 以最后一次的水流量测量值进行单个试样覆土通水量的计算。

D.6 计算

D.6.1 管类排水材料按式 D.1 计算排水材料的覆土通水量:

$$q_1 = \frac{Q}{t_1} \times 3600 \quad \text{..... (D.1)}$$

式中:

q_1 ——覆土通水量, 单位为升每小时 (L/h);

Q ——测试时间内的水流量, 单位为升 (L);

t_1 ——测试时间, 单位为秒 (s)。

D.6.2 平面类排水材料按式 D.2 计算排水材料的覆土通水量:

$$q_2 = \frac{Q}{w \cdot t_2} \times 60 \quad \text{..... (D.2)}$$

式中:

q_2 ——覆土通水量, 单位为升每分每米 [L/(min·m)];

w ——试样宽度, 单位为米 (m)。

t_2 ——测试时间, 单位为秒 (s)。

D.6.3 计算结果取 3 个试样测试结果的算术平均值。

附录 E
(规范性)
复合排水带和复合波形排水垫压屈服强度的测定

E.1 试验原理

通过试验机垂直于试样匀速加压，试样所能承受的最大压应力。

E.2 试样的状态调节和试验的标准环境

试样应置于温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $(60 \pm 10)\%$ 的环境中进行状态调节，时间不少于 24h。

E.3 试验设备

E.3.1 压缩试验机：应具有等速加荷和恒压功能，能测读加压过程中的应力、应变，绘制应力-应变曲线。

E.3.2 位移的测量：测量装置固定于压缩试验机上，能够对加压板的位移进行连续测量，测量精度应满足位移量的 $\pm 5\%$ 和 0.1mm 两者中的最小值要求。

E.3.3 加压荷载的测量：测量装置固定于压缩试验机加载板上，应具有足够的刚度，在测试过程中仪器本身的变形可忽略不计，测量精度应满足 $\pm 1\%$ 的要求。

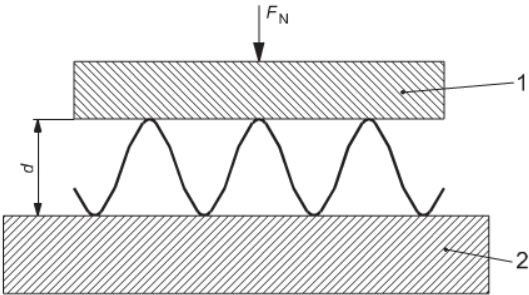
E.3.4 测量值的记录：试验仪器应能同时记录试验过程中的荷载及位移。

E.4 试样制备

测试试样应为复合材料，尺寸应符合下列规定：

a) 试样应为正方形或者矩形，最小尺寸要求为 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ ，试样不应小于 5 个；

b) 试样如图 E.1 所示，压屈荷载由离散点承担，试样大小在每个方向上与加压板的接触区域均不应小于 3 个完整的点。



说明：

1——上侧金属垫板；

2——下侧金属垫板；

d——试样厚度；

F_N ——施加的垂直荷载。

图 E.1 双面离散结构芯板加载方式

E.5 试验步骤

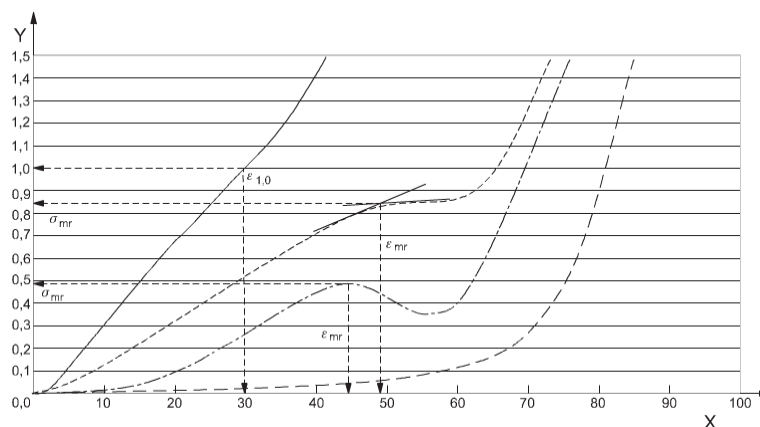
压屈服强度的测定应按下列步骤进行：

a) 将试样放在压力机上，上下垫刚性垫板，施加 (5 ± 0.5) kPa 预压力，将位移调零；

b) 对试样加压，加压速率取 $0.1d_i$ （公差为 $\pm 25\%$ ）每分钟， d_i 为试样的初始厚度；

c) 匀速加压直到试样出现破坏或者加载到预先定义的压力；

d) 绘制荷载-变形曲线或者应力-应变曲线，图 E.2 为典型的应力-应变关系曲线图。



说明:

Y——应力, MPa; X——应变, %; ε_{mr} ——压应变; $\varepsilon_{1.0}$ ——压应力为 1MPa 时对应的应变; σ_{mr} ——压屈服强度。

图 E.2 典型的应力-应变关系曲线图及 σ_{mr} 和 $\varepsilon_{1.0}$ 的确定

E. 6 计算

E. 6.1 压屈服强度

压屈服强度应按公式 (E.1) 进行计算:

$$\sigma_{mr} = \frac{F_{mr}}{A_0} \times 10^3 \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

σ_{mr} ——试样的压屈服强度, 单位为千帕 (kPa);

F_{mr} ——试样屈服时的最大压屈服力, 没有屈服点时取 0.3 应变值对应的力值, 单位为牛 (N);

A_0 ——试样初始面积, 单位为平方毫米 (mm^2)。

E. 6.2 压屈服应变

压屈服应变按公式 (E.2) 进行计算:

$$\varepsilon_{mr} = \frac{X_m}{d_i} \times 100 \% \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

ε_{mr} ——压屈服应变, 单位用百分比 (%) 表示;

X_m ——压屈服压力值时试样厚度变形量, 单位为毫米 (mm);

d_i ——试样原始厚度, 单位为毫米 (mm)。

附录 F
(规范性)

复合排水网芯材抗拉强度和毛细防排水板拉伸强度的测定

F.1 试验原理

沿试样纵向主轴恒速拉伸，直到断裂或应力（负荷）或应变（伸长）达到某一预定值，测量在这一过程中试样承受的荷载及伸长率。

F.2 试样的状态调节和试验的标准环境

试样应置于温度为 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $(60\pm 10)\%$ 的环境中进行状态调节，时间不少于24h。

F.3 试验设备

试验设备应符合下列规定：

- a) 拉力试验机:具有等速拉伸功能，可设定拉伸速率，并能测读拉伸过程中试样的拉力和伸长量,记录拉力~伸长量曲线，精度为1%，量程使用范围为10%~90%。
- b) 夹具:用于夹持试样的夹具与试验机相连，两夹具的夹持面应在同一个平面内，并使试样长轴与通过夹具中心线的拉力方向重合，可通过夹具上的对中销实现。
- c) 引伸计:应能测量试验过程中任何时刻试样标距的相对变化，宜具有自动记录功能，且在规定的试验速度下应基本无惯性滞后，并能以相关值的1%或者更优精度测量标距的变化，引伸计和试样之间基本无滑动。

F.4 试样制备

F.4.1 排水网试样制备

沿排水网纵向主轴方向切取试样，试样尺寸取 $200\text{mm}\times 200\text{mm}$ ，如图 F.1 所示,数量应不少于 5 个。

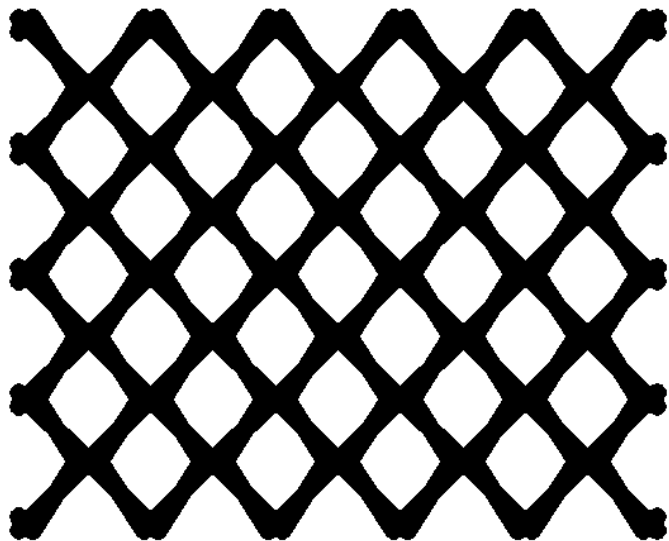
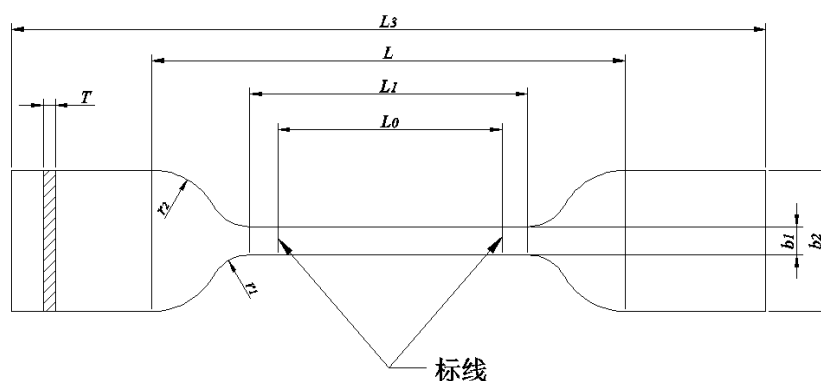


图 F.1 排水网试样

F.4.2 毛细排水板试样制备

毛细防排水板试样按图 F.2 进行制备。



说明:

b_1 ——窄平行部分宽度: (6 ± 0.4) mm; L ——夹具间的初始距离: (80 ± 5) mm;
 b_2 ——端部宽度: (25 ± 1) mm; L_1 ——窄平行部分的长度: (33 ± 2) mm;
 T ——毛细防排水厚度; L_3 ——总长: ≥ 115 mm;
 L_0 ——标距长度: (25 ± 0.25) mm; r_1 ——小半径: (14 ± 1.0) mm;
 r_2 ——大半径: (25 ± 2) mm。

图 F.2 毛细防排水板试样

F.5 试验步骤

试验步骤按 GB/T 1040.1-2025 的规定进行, 拉伸速率为 50mm/min。

F.6 计算

F.6.1 抗拉强度可根据试样的原始宽度按式 (F.1) 计算确定:

$$T = \frac{F}{b} \dots\dots\dots (F.1)$$

式中:

T ——抗拉强度, 单位为千牛每米 (kN/m);

F ——在拉伸试验中, 拉力~伸长曲线初始峰值点或断裂点对应的拉力, 单位为牛顿 (N);

b ——试验最小宽度, 单位为毫米 (mm)。

F.6.2 抗拉强度应取 5 个试验结果的算术平均值, 数值修约到整数位。

附录 G
(规范性)
排水材料环刚度的测定

G.1 试验原理

以管材在恒速变形时所测得的负荷和变形量确定环刚度。用两个相互平行的平板对一段水平放置的管材以恒定的速率在垂直方向进行压缩，该试验速率由管材的直径确定，得到负荷~变形量的关系曲线，以管材直径方向变形量为 3%时的负荷计算环刚度。

G.2 试样的状态调节和试验的标准环境

试样应置于温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的环境中进行状态调节，时间不少于 24h。

G.3 试验设备

G.3.1 压缩试验机。试验机应能按表 G.1 的规定对不同公称直径的管材试样提供相应的恒定的横梁移动速率，通过两个相互平行的平板对试样施加足够的负荷并达到规定的直径变形量，负荷测量装置能够测定试样在直径方向产生 1%~4%变形量时所需的负荷，精确到试验负荷的 2%。

表 G.1 压缩速率

管材的公称直径 DN mm	压缩速度 mm/min
$\text{DN} \leq 100$	2 ± 0.1
$100 < \text{DN} \leq 200$	5 ± 0.25
$200 < \text{DN} \leq 400$	10 ± 0.5

G.3.2 压缩平板。压缩平板应能通过试验机对试样施加规定的负荷 F，接触试样的平板表明应平整、光滑、洁净，每块平板的长度应不小于试样的长度，宽度应至少比试样在承受负荷时与压板的接触表面宽 25mm。

G.3.3 量具应符合下列规定：

- a) 能够测量试样的长度，精确到 1mm；
- b) 能够测量试样的内径，精确到内径的 0.5%；
- c) 能够测量在负载方向上试样的内径变化，精度为 0.1mm 或变形的 1%，取较大值。

以测量波纹管内径的量具为例，见图 G.1。

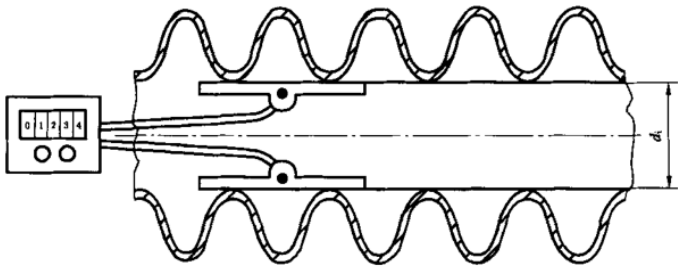


图 G.1 测量波纹管内径的典型装置

G.4 试样制备

G.4.1 在待测管材的外表面，沿轴向在全长画一条直线作为标记，对该段做过标记的管材分别截取 3 个试样 a、b、c，使试样的端面垂直于管材的轴线。

G.4.2 每个试样按表 G.2 的规定沿圆周方向等分测量长度值，计算其算术平均值为试样长度，测量应精确到 1mm。对于每个试样，在所有的测量值中，最小值不应小于最大值的 0.9 倍。

表 G. 2 长度的测量数

管材的公称直径 DN/mm	长度测量数
DN ≤ 200	3
200 < DN < 500	4

G. 4. 3 每个试样的平均长度应在 300mm±10mm。

G. 4. 4 有垂直肋、波纹或其他规则结构的结构壁管材，切割试样时应至少包含一个完整的肋、波纹或其他规则结构，切割部位应在肋、波纹或其他规则结构之间的中点。

G. 4. 5 分别测量 a, b, c 三个试样的内径。应通过横断面圆心处，每隔 45° 依次测量 4 处，取算术平均值，每次的测量应精确到内径的 0. 5%，分别记录 a、b、c 每个试样的平均内径 d_{ia} 、 d_{ib} 、 d_{ic} 。按照式 (G. 1) 计算三个值的算术平均值：

$$d_i = (d_{ia} + d_{ib} + d_{ic}) / 3 \dots\dots\dots (G. 1)$$

G. 4. 6 试验应在产品生产出至少 24h 后才可以进行取样，对于型式检验或在发生争议的情况下，试样应放置 (21±2) d。

G. 5 试验步骤

试验应按下列步骤进行：

- a) 如果能确定试样在某位置的环刚度最小，将第一个试样 a 的该位置和试验机的上平板相接触。否则放置第一个试样 a 时，将其标线与上平板相接触，在负荷装置中对另两个试样 b、c 的放置位置应相对于第一个试样旋转 120° 和 240° 放置。
- b) 对于每一个试样，放置好变形测量仪并检查试样与上平板的角度位置。放置试样时，应使试样的轴线平行于平板，其中点垂直于负荷传感器的轴向。
- c) 下降平板直至接触到试样的上部。施加一个包括平板质量的预负荷 F_0 ，当管材内径 d_i 小于或等于 100mm 时取 7. 5N，当管材内径 d_i 大于 100mm 时按下式进行计算，精确至 1N：

$$F_0 = 250 \times 10^{-6} \times DN \times L \dots\dots\dots (G. 2)$$

式中：

DN——管材的公称直径，单位为毫米 (mm)；
L——试样的实际长度，单位为米 (m)。

- d) 根据表 G. 1 规定以恒定的速率压缩试样，直到达到至少 0. 03 d_i 的变形量，按照规定正确记录力值和变形量。
- e) 负荷和变形量的测量通过一个平板的位移得到，但如果在试验的过程中，管材的结构壁厚度 e_c (见图 G. 2) 的变化超过 5%，则应通过测量试样的内径变化来得到。

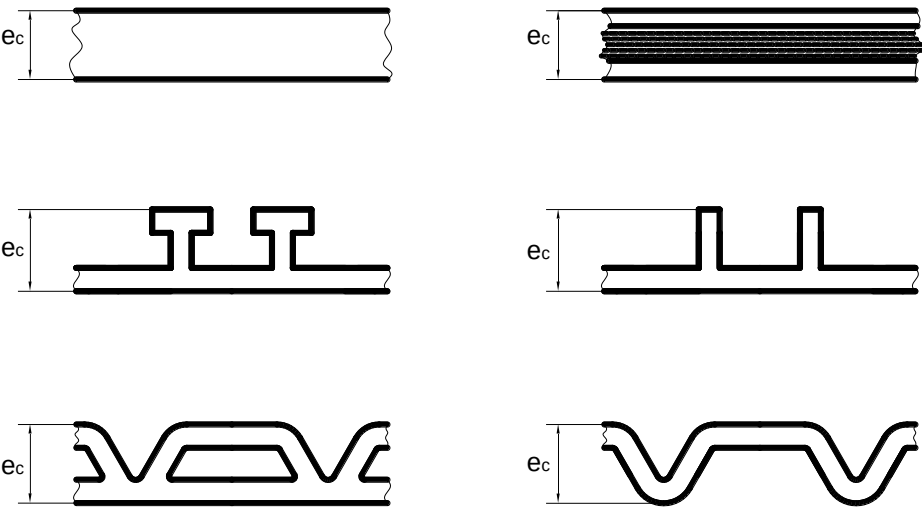


图 G. 2 管厚 e_c 示意图

G. 6 计算

G. 6.1 典型的力~变形曲线图是一条光滑的曲线，否则表明零点可能不正确，见图 G. 3，可用曲线的直线部分倒推至和水平轴相交于 (0, 0) 点（零点）。

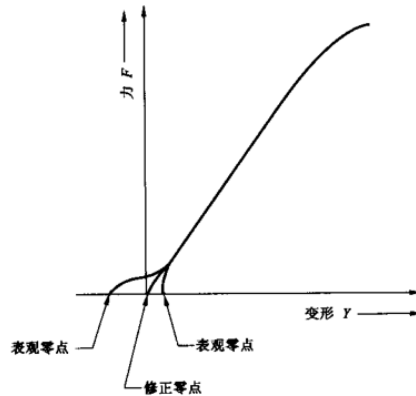


图 G. 3 校正原点方法

G. 6.2 取 3 个试样 a、b、c 按下式计算管材的环刚度：

$$S_a = (0.0186 + 0.025Y_a / d_i) F_a / (L_a Y_a) \times 10^6 \dots\dots\dots (G. 3)$$

$$S_b = (0.0186 + 0.025Y_b / d_i) F_b / (L_b Y_b) \times 10^6 \dots\dots\dots (G. 4)$$

$$S_c = (0.0186 + 0.025Y_c / d_i) F_c / (L_c Y_c) \times 10^6 \dots\dots\dots (G. 5)$$

式中：

S——试样的环刚度，单位为千牛每平方米 (kN/m²)；

d_i——三个试样内径算术平均值的均值，单位为毫米 (mm)；

F——相对于变形为管材内径 3.0% 时的力，单位为千牛 (kN)；

L——试样长度，单位为毫米 (mm)；

Y——相对应于管材内径 3.0% 变形时的变形量，单位为毫米 (mm)。

$$Y / d_i = 0.03 \dots\dots\dots (G. 6)$$

G. 6.3 计算管材的环刚度，单位为千牛每平方米 (kN/m²)，计算结果取算术平均值。

$$S = \frac{S_a + S_b + S_c}{3} \dots\dots\dots (G. 7)$$

附 录 H

(规范性)

硬式透水管开孔率的测定

H.1 试验原理

试样开孔率用面积百分数表示，为试样管外表面的开孔总外面积与管外表面面积之比。

H.2 试样的状态调节和试验的标准环境

试样应置于温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $(60 \pm 10)\%$ 的环境中进行状态调节，时间不少于 24h。

H.3 试验设备

游标卡尺，测量精度应达到 0.02mm。

H.4 试样制备

在长度为 2m 以上硬式透水管中部，标记 1m 长作为测试管段。

H.5 试验步骤

试样应按下列步骤进行：

- a) 在试样上随机抽取 10 个孔眼进行测量，取 10 个孔眼内径的算术平均值计算开孔面积。
- b) 沿试样横断面圆心每隔 45° 测量一次外径，不低于 4 次，取试样外径算术平均值计算外表面积。

H.6 计算

按下式计算开孔率，精确至 2 位有效数字：

$$\psi = \frac{nA_0}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{H.1})$$

$$A_0 = \frac{\pi d^2}{4} \dots\dots\dots (\text{H.2})$$

$$A = \pi D \cdot L \dots\dots\dots (\text{H.3})$$

式中：

- ψ ——开孔率，单位用百分比 (%) 表示；
 n ——试样外表面孔眼数量；
 A_0 ——单个孔眼面积，单位为平方厘米 (cm^2)；
 A ——试样外表面总面积，单位为平方厘米 (cm^2)；
 d ——孔眼直径，单位为厘米 (cm)；
 D ——试样外径，单位为厘米 (cm)；
 L ——试样长度，单位为厘米 (cm)。

附 录 I
(规范性)
排水材料低温弯折的测定

I.1 试验原理

试样在低温弯折仪上弯曲 180° 并固定，将弯折仪连同试样放入低温箱中，在规定温度下保持 1h 后迅速压上平板，达到所调间距位置，保持一定时间后将试样取出，观察试样弯折处是否断裂，并用放大镜观察试样弯折处受拉面有无裂纹。

I.2 试样的状态调节和试验的标准环境

试样应置于温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $(60 \pm 10)\%$ 的环境中进行状态调节，时间不少于 24h。

I.3 试验设备

低温弯折仪：由低温箱和弯折板两部分组成。低温箱应能在 $0^\circ\text{C} \sim -40^\circ\text{C}$ 之间自动调节，误差为 $\pm 2^\circ\text{C}$ ，且能使试样在被操作过程中保持恒定温度；弯折板由金属平板、转轴和调距螺丝组成，平板间距可任意调节，如图 I.1 所示。

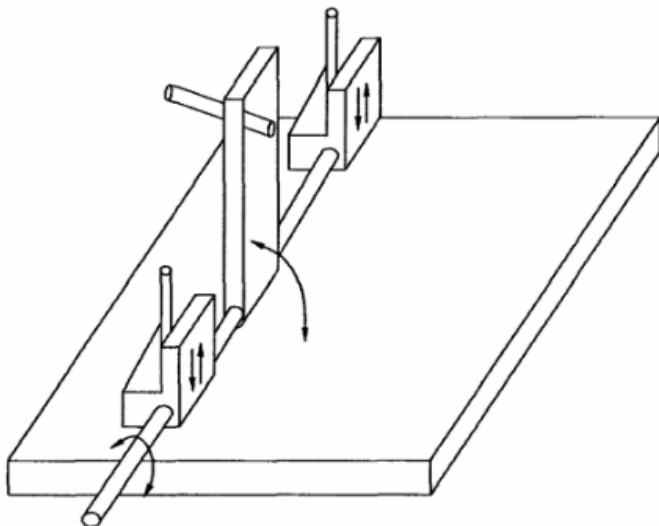


图 I.1 弯折板示意图

I.4 试样制备

将规格尺寸的卷材展平后在标准状态下静置 24h，裁取试样尺寸为 $120\text{mm} \times 50\text{mm}$ ，沿纵向取 2 个试样，每个试样测试 1 次。

I.5 试验步骤

试验步骤按以下规定进行：

- a) 将试样弯曲 180° ，使 50mm 宽的试样边缘重合、齐平，并用定位夹或 10mm 宽的胶布将边缘固定，以保证其在试验中不发生错位；并将弯折仪的两平板间距离调到片材厚度的三倍；
- b) 将弯折仪上的平板打开，将厚度相同的两块试样平放在底板上，重合的一边朝向转轴，且距转轴 20mm；在规定温度下保持 1h 之后迅速压下上平板，达到所调间距位置，保持 1s 后将试样取出，观察试样弯折处是否断裂，并用放大镜观察试样弯折处受拉面有无裂纹。

I.6 计算

用 8 倍放大镜观察试样表面，以纵向试样均无裂纹为合格。

附录 J

(规范性)

双壁波纹渗水管蠕变比率的测定

J.1 试验原理

将管材平放于两平行板中,以一固定压力对其持续施压 1000h (约 42 天),并分别在规定的时间内记录管材变形,然后建立管材变形对时间的关系曲线,并分析数据的线性关系,最后通过计算外推两年时的形变求取管材的蠕变比率。

J.2 试样的状态调节和试验的标准环境

试样应置于温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的环境中进行状态调节,时间不少于 24h。

J.3 试验设备

J.3.1 压缩试验仪。压缩试验仪能施加需要的预负荷 F_0 与负荷 F ,仪器的精度为 1%。

J.3.2 钢板。两块钢板,钢板应平整、光滑、清洁,且在试验期间不发生形变。每块钢板的长度应不大于试样的长度,宽度至少要比负荷下试样接触表面的最大宽度大 25mm。

J.3.3 其它仪器。测量仪器,包括直尺(精确至 1mm)、形变测量仪(精确至 0.1mm 或形变的 1%)、计时器(精确至分)。

J.4 试样制备

试样制备应符合下列规定:

a) 取一根足够长的管材,沿其外壁面标记一条平行于轴线的直线,然后垂直于管材轴线截取三段作为试验试样,分别记为 a、b、c。

b) 从试件端面开始在外表面上沿轴线向均匀标记 3 至 6 条直线,测量每条标线的长度,并求得其算术平均值,作为管材试样长度,试样长度精确至 1mm。对每个试样,长度测量值中最大值与最小值的偏差应小于 10%。

c) 每个试样的平均长度为 (300 ± 10) mm。

d) 管材取样时,应使试样的长度包含满足 c) 的要求的最小整数筋。

e) 分别测量试样 a、b、c 的内径 d_{ia} 、 d_{ib} 、 d_{ic} ,在长度中部横截面上,以 45° 为间隔,测量四个值,并精确到 0.5%。分别记录每个试样平均内径的算术平均值作为试样的计算内径。

J.5 试验步骤

试验应按下列步骤进行:

a) 放置好形变测量仪,并检查每个试样对于上平板的角度,降低上平板直至与试样上部分接触。

b) 加载预负荷 F_0 ($F_0=7.5\text{N}$) 5min 后,调节变形测量仪到零点。

c) 然后加载一个稳定增加的压力,开始加载后的 20s~30s 内达到负荷 F ,在施加此负荷 6min 后应使试样的形变 δ 达到管径内径的 $(1.5 \pm 0.2\%)$ %,并将此负荷作为试验的满负荷,达到满负荷 F 时开始计时。

d) 施加满负荷 6min 后测量初始形变,记为 y_0 ,然后继续分别测量 1h、4h、24h、168h、336h、504h、600h、696h、840h、1008h 时形变量,对每个试样应至少拥有 11 个形变值。

J.6 计算

J.6.1 对每个样品,在半对数坐标图上作形变 (m) 对试验时间 (t) 的半对数曲线,通过建立直线方程 $y_t = B + M \lg t$,以及对全部 11 个数据点,最后 10 个点,最后 9 个点,……,直到最后 5 个点,作线性回归分析,这里的常数 B 、 M 及相关系数 R 用下列公式计算 (运用了最小二乘法)。

$$M = \frac{N \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \dots\dots\dots (J.1)$$

$$B = \frac{\sum y_i - M \sum x_i}{N} \dots\dots\dots (J.2)$$

$$R = \sqrt{\frac{M(N \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i)}{N \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}} \dots\dots\dots (J.3)$$

式中:

B——在 1h 时理论形变, mm;

M——直线斜率;

N——用作线性回归分析的形变—时间曲线上的数据点数;

R——相关系数 (如果 R 值在 0.99~1.00 之间, 则认为图中的点基本处于一条直线上);

t_i ——在 i 点的时间, 通过下式给出: $x_i = \lg t_i$, 单位为小时 (h);

y_i ——在时间 t_i 时的总形变, 单位为毫米 (mm)。

J. 6.2 利用每一试样通过不同数据点的范围导出的公式 $y_t = B + M \lg t$ 分别计算外推两年的形变 Y_2 (mm) ($t=2$ 年=17520h), 选择相关系数分布在 $\pm(0.900 \sim 0.999)$ 之间的 R 值最高时相应的 Y_2 计算值作为两年形变量, 然后将 Y_2 用于对试验样品的蠕变比率按下式进行计算。

$$r_a = \frac{Y_{2a}(0.0186 + 0.025y_{0a}/d_i)}{y_{0a}(0.0186 + 0.025Y_{2a}/d_i)} \dots\dots\dots (J.4)$$

$$r_b = \frac{Y_{2b}(0.0186 + 0.025y_{0b}/d_i)}{y_{0b}(0.0186 + 0.025Y_{2b}/d_i)} \dots\dots\dots (J.5)$$

$$r_c = \frac{Y_{2c}(0.0186 + 0.025y_{0c}/d_i)}{y_{0c}(0.0186 + 0.025Y_{2c}/d_i)} \dots\dots\dots (J.6)$$

式中:

r_a 、 r_b 、 r_c ——试样 a、b、c 的蠕变比率;

y_{0a} 、 y_{0b} 、 y_{0c} ——试样 a、b、c 在时间 t_a 、 t_b 、 t_c 时的变形量, 单位为毫米 (mm);

Y_{2a} 、 Y_{2b} 、 Y_{2c} ——试样在受荷 2 年后的变形量, 单位为毫米 (mm);

d_i ——试样的平均内径, 单位为毫米 (mm)。

取他们的算术平均值作为管材的蠕变比率, 结果取两位有效数字, 按下式计算:

$$r = \frac{r_a + r_b + r_c}{3} \dots\dots\dots (J.7)$$

附录 K

(规范性)

排水材料炭黑含量和灰分含量的测定

K.1 试验原理

一定量的样品在氮气流中于 $(550 \pm 50)^\circ\text{C}$ 温度下热解 45min，并在 $(900 \pm 50)^\circ\text{C}$ 温度下煅烧。根据热解和煅烧前后的质量差计算炭黑含量和灰分的含量。

K.2 试样的状态调节和试验的标准环境

试样应置于温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，时间不少于 24h。

K.3 试验设备

试验设备应包括下列内容：

- a) 石英样品舟：长 50mm~60mm；
- b) 管式电炉；
- c) 马福炉；
- d) 能装入样品舟的玻璃干燥器。

K.4 试样制备

任取 3 份样，粉碎后称量，每份约 1g，准确至 0.0001g。

K.5 试验步骤

K.5.1 试验前，石英样品舟应按如下步骤准备并称量：

- a) 将样品舟放入管式电炉中，在 $900^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$ 下煅烧约 1h；
- b) 将样品舟在干燥器中冷却至 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 并称量；
- c) 称量后放回干燥器中干燥 30min 并再次称重；
- d) 若两次称量的质量差超过 0.5mg，则重复步骤 c)，直到恒重，即两次连续称量的质量差不超过 0.5mg，最后 1 次样品舟的称量结果记为 m。

K.5.2 试验步骤按以下规定进行：

- a) 将管式电炉升温至 $(550 \pm 50)^\circ\text{C}$ 。打开氮气钢瓶，使高纯度氮气进入管式电炉。调节流量计使氮气通入管式电炉的流速为 200 mL/min，大约 5 min。
- b) 将样品舟推入管式电炉的中心，调节氮气流速为 100 mL/min，于 $(550 \pm 50)^\circ\text{C}$ 的温度下热解 45 min。
- c) 热解终了时，将样品舟移回至管式炉的低温部分。继续保持通入氮气 10 min。
- d) 取出样品舟，置于干燥器中冷却，称量，准确至 0.0001g。
- e) 将样品舟置于马福炉中煅烧，温度为 $(900 \pm 50)^\circ\text{C}$ ，直至炭黑全部消失为止。再放入干燥器中冷却，称量，精确至 0.0001g。

K.6 计算

K.6.1 炭黑含量按式 (K.1) 计算，精确至 2 位有效数字：

$$C = \frac{m_2 - m_3}{m_1} \times 100 \dots\dots\dots (\text{K.1})$$

式中：

- C —— 炭黑含量，用百分比 (%) 表示；
- m_1 —— 试样质量，单位为克 (g)；
- m_2 —— 样品舟和试样在 550℃ 热解后的质量，单位为克 (g)；
- m_3 —— 样品舟和灰分在 900℃ 煅烧后的质量，单位为克 (g)。

K. 6.2 灰分含量由式（K. 2）计算，精确至 2 位有效数字，试验结果取算术平均值：

$$c_1 = \frac{m_3 - m}{m_1} \times 100 \dots\dots\dots (K. 2)$$

式中：
 c_1 ——灰分含量，以百分比（%）表示；
 m ——样品舟质量，单位为克（*g*）。

参考文献

- [1] GB/T 9647-2015 热塑性塑料管材 环刚度的测定
 - [2] GB/T 10002.1-2023 给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材
 - [3] GB/T 13021-2023 聚烯烃管材和管件 炭黑含量的测定 煅烧和热解法
 - [4] GB/T 13762-2009 土工合成材料 土工布及土工布有关产品单位面积质量的测定方法
 - [5] GB/T 17633-2019 土工布及其有关产品 平面内水流量的测定
 - [6] GB/T 18042-2000 热塑性塑料管材蠕变比率的试验方法
 - [7] GB18173.1-2012 高分子防水材料 第1部分：片材
 - [8] GB/T 18477.1-2007 埋地排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）结构壁管道系统 第1部分：双壁波纹管
 - [9] GB/T 42952.1-2023 流体输送用热塑性塑料管材 尺寸和公差 第1部分：公制系列
 - [10] Q/CR 549.7-2017 铁路工程土工合成材料 第7部分：防水材料
 - [11] ISO 12958-2010 Geotextiles And Geotextile Related Products-Determination Of Water Flow Capacity In Their Plan
 - [12] ISO 25619-2015 Geosynthetics-Determination of compression behavior Part 2:Determination of short-term compression behavior
 - [13] ASTM D 5596 Standard Test Method for Microscopic Evaluation of the Dispersion of Carbon Black in Polyolefin Geosynthetics
-

铁路行业标准《铁路工程土工合成材料第 5 部分：排水材料》

(征求意见稿)

编制说明

1 工作简况

1.1 编制依据

根据《国家铁路局 2025 年铁路装备技术和运输服务标准项目计划》(国铁科法函〔2025〕80 号) 25T056 项目和《国家铁路局 2025 年装备技术和运输服务标准项目计划(承担单位)》(科法函〔2025〕122 号)的要求,由铁路行业工务工程设备标准化技术归口单位归口,并由中国铁路经济规划研究院有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司、中国铁道科学研究院铁道建筑研究所共同起草《铁路工程土工合成材料 第 5 部分:排水材料》。

本部分为首次制定。

1.2 制修订本标准的必要性

排水材料是指具备反滤、导水、排水等功能,可有效汇集、传输并排出岩土内部或周边水分,以保障工程稳定的土工合成材料制品。排水材料应用于铁路路基的基床、地基、边坡、挡墙、盲沟、渗沟排水、线间排水和电缆槽、泄水孔等排水系统。

2017 年,国铁集团发布企业标准《铁路工程土工合成材料 第 6 部分 排水材料》(Q/CR549.6-2017),规定了排水材料的技术性能、试验方法、检验规则等要求。随着近年来排水材料在铁路路基工程中应用经验的积累和相关技术的发展,为统一规范排水材料的技术要求,有必要参考 Q/CR549.6-2017 制定本标准。

1.3 编制过程

在本部分的编制过程中,完成了大量的基础研究和编写工作,本部分编制过程概要如下:

(1) 标准计划下达后,在归口单位组织下,中国铁路经济规划研究院有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司、中国铁道科学研究院铁道建筑研究所等单位成立了标准起草组,对铁路工程排水材料应用现状、主流产品类型及产品技术性能等情况进行了调研,收集了相关技术资料,形成了本部分的草案。

(2) 标准起草组对前期工作和标准草案深入讨论研究后,2026 年 7 月形成了本部分的征求意见稿。

(3) 本部分起草单位和起草人承担的起草工作见表 1。

表 1 《铁路工程土工合成材料 第 5 部分：排水材料》起草工作分工表

序号	起草单位	起草人姓名	承担的工作
1	中国铁路经济规划研究院有限公司	杨常所、曹策	杨常所主持标准编制，负责第 1 章、第 2 章、第 3 章的编制及全面协调工作；曹策负责第 7 章的编制。
2	中铁二院工程集团有限责任公司	高柏松、杨泉、李炼、郭海强	高柏松负责第 4 章的编制；杨泉负责第 5 章的编制；李炼负责附录 A、附录 B 的编制；郭海强负责第 8 章的编制。
3	中国铁道科学研究院铁道建筑研究所	蔡德钧	蔡德钧负责第 6 章的编制。
4	中钢集团郑州金属制品研究院股份有限公司	李佳兴	李佳兴负责附录 E、附录 K、附录 H。
5	四川威铨工程材料有限公司	古欣	古欣负责附录 G、附录 I。
6	马克菲尔(长沙)新型支挡科技开发有限公司	钟正	钟正负责附录 C、附录 D 的编制。
7	宏祥新材料股份有限公司	刘好武	刘好武负责附录 F、附录 J 的编制。

2 编制原则

- 2.1 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1-2020 要求。
- 2.2 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。
- 2.3 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。
- 2.4 标准实施后有利于提高铁路产品质量、保障运输安全，符合铁路行业发展需求。

3 主要内容

- 3.1 本部分规定了排水材料的术语和定义，产品分类、命名、规格及应用，技术要求，试验方法，检验规则，以及标志、包装、运输和储存；适用于铁路路基工程用排水材料。
- 3.2 本部分的主要技术要求包括各类排水材料的适用范围及主要规格、外观要求及原料要求、物理力学指标、耐久性指标、通水量指标, 以及相应的试验方法和检验规则。
- 3.3 本部分参考国铁集团企业标准《铁路工程土工合成材料 第 6 部分:排水材料》(Q/CR 549.6-2017) ，结合排水材料的应用编制。
- 3.3 本部分与《铁路土工合成材料 第 6 部分：排水材料》(Q/CR549.6-2017) 相比，无重要技术差异。
- 3.4 经起草组研究分析，没有与本部分主要技术内容相关联的现行国家标准、行业标准。

4 关键指标

- 4.1 明确平面类排水材料的通水性能指标（本标准 5.3.1、5.3.2、5.3.3、5.3.4、5.3.5）

参考《铁路工程土工合成材料 第 6 部分：排水材料》(Q/CR 549.6-2017)，在不同排水材料产品类型、不同应用场景、不同厚度规格的平面类排水材料开展通水性能测试的基础上，规定了平面类排水材

料的通水性能指标，提出了不同产品、不同规格、不同应用场景的平面通水量要求。

4.2 明确管状排水材料的通水性能指标（本标准 5.3.6、5.3.7）

参考《铁路工程土工合成材料 第6部分：排水材料》（Q/CR 549.6-2017），在不同排水材料产品类型、不同应用场景、不同管径规格的管类排水材料开展通水性能测试的基础上，规定了管类排水材料的通水性能指标，提出了不同产品、不同规格、不同应用场景的覆土通水量要求。

4.3 提出环刚度指标（本标准 5.3.6、5.3.8、5.3.9）

参考《铁路工程土工合成材料 第6部分：排水材料》（Q/CR 549.6-2017），提出了环刚度指标，规定硬式透水管和双壁波纹渗水管环刚度应不小于 8 kN/m^2 ，塑料硬管环刚度应不小于 8 kN/m^2 ，当用于挡墙泄水孔、电缆槽等附属结构排水时应不小于 5 kN/m^2 。

5 有无重大分歧意见

无。

6 强制或推荐、废止、公开建议

6.1 建议本部分作为推荐性行业标准发布。

6.2 由于未识别出版权等相关知识产权问题，建议本部分公开。

6.3 本部分未识别出相关专利。

7 实施标准的要求和措施建议

建议本部分在批准发布后 6 个月实施。

8 其他应予说明的事项

在本部分编制过程中，中钢集团郑州金属制品研究院股份有限公司负责编制了附录E、附录K、附录H等内容，四川威铨工程材料有限公司负责编制了附录G、附录I等内容，马克菲尔(长沙)新型支挡科技开发有限公司负责编制了附录C、附录D等内容，宏祥新材料股份有限公司负责编制了附录F、附录J等内容，起草组建议将中钢集团郑州金属制品研究院股份有限公司、四川威铨工程材料有限公司、马克菲尔(长沙)新型支挡科技开发有限公司、宏祥新材料股份有限公司纳入标准起草单位。

标准起草组

2026年07月