



中华人民共和国国家标准

GB/T 44569.1—2024

土工合成材料 内部节点强度的测定 第1部分：土工格室

Geosynthetics—Strength of internal structural junctions—Part 1: Geocells

(ISO 13426-1:2019, Geotextiles and geotextile-related products—Strength of internal structural junctions—Part 1: Geocells, MOD)

2024-09-29 发布

2025-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原理	1
4.1 总则	1
4.2 方法 A 拉伸剪切试验	2
4.3 方法 B 剥离试验	2
4.4 方法 C1 和 C2 对拉试验	3
4.5 方法 D1 和 D2 局部过载试验	4
5 状态调节与试验环境	6
6 试样	6
7 设备	6
7.1 拉伸试验机	6
7.2 夹具	6
8 测试步骤	6
9 试验结果	7
9.1 总体要求	7
9.2 方法 A 拉伸剪切试验	7
9.3 方法 B 剥离试验	7
9.4 方法 C 对拉试验	7
9.5 方法 D 局部过载试验	7
10 试验报告	7

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 GB/T 44569《土工合成材料 内部节点强度的测定》的第1部分。GB/T 44569 已经发布了以下部分：

——第1部分：土工格室。

本文件修改采用 ISO 13426-1:2019《土工织物及相关产品 内部节点间强度 第1部分：土工格室》。

本文件与 ISO 13426-1:2019 相比做了下述结构调整：

——删除了 ISO 13426-1:2019 的 3.1；

——第8章对应 ISO 13426-1:2019 的第8章，其中 8.1 对应第1段，8.2 对应第2段～第5段，8.3 对应第3段。

本文件与 ISO 13426-1:2019 的技术差异及其原因如下：

——“范围”中增加了四种方法适用性的描述，以适应国内土工格室产品的实际情况（见第1章）；

——删除了“术语与定义”中关于“土工格室”的定义，更改了“网格名义尺寸”的定义，增加了规范性引用的 GB/T 19274—2024（见第3章），以与现有塑料土工格室标准协调一致；

——更改了方法 C（见 4.4），使对该方法的描述更简洁明确；

——将 ISO 13426-1:2019 方法 C 的注 2 调整为正文（见 4.4），使试验方法的选择更为清晰；

——将 ISO 13426-1:2019 方法 D 的注 2 调整为正文（见 4.5），使试验方法的选择更为清晰；

——更改了“状态调节与试验环境”的试验方法，增加了规范性引用的 GB/T 2918，将“状态调节与试验环境”的条件由“ $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ”和“ $(65 \pm 5)\%$ ”更改为“ $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ”和“ $(50 \pm 10)\%$ ”（见第5章），更符合我国塑料土工格室的特点并适应我国的技术条件、提高可操作性；

——用规范性引用的 GB/T 13760 替换了 ISO 9862（见第6章），以适应我国的技术条件，提高可操作性；

——用规范性引用的 GB/T 16825.1 替换了 ISO 7500-1（见 7.1），以适应我国的技术条件，提高可操作性。

本文件还做了下列编辑性改动：

——为与现有标准协调，标准名称修改为“土工合成材料 内部节点强度的测定 第1部分：土工格室”；

——删除了资料性引用的 ISO 554。

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。

本文件由中国轻工业联合会提出。

本文件由全国塑料制品标准化技术委员会（SAC/TC 48）归口。

本文件起草单位：中石化（北京）化工研究院有限公司、山东路德新材料有限公司、兰州德科工程材料有限公司、安徽徽风新型合成材料有限公司、江西施普特新材料有限公司、青岛旭域土工材料股份有限公司、肥城恒丰塑业有限公司、山东东锴工程材料有限公司、山东蜂格工程材料有限公司、哈尔滨盛洋塑胶材料有限公司、山东恒正工程材料有限公司、安徽中路工程材料有限公司、石家庄铁道大学、中国石油化工股份有限公司燕山分公司、山东协力土工材料有限公司、长安大学。

GB/T 44569.1—2024

本文件主要起草人：朱天戈、者东梅、梁训美、张曼、徐维章、王奇伟、袁绍鹏、徐艳艳、牛立锴、刘潇、郭照军、鲁克聪、岳朝晖、杨广庆、王雅玲、安延东、宋飞、张振武、叶磊、程宗瑰、毛安琪、程玮。

引 言

塑料土工格室是由塑料制成的条带通过焊接、熔接、注塑和卯榫等工艺相互连接，且展开后呈四边形或多边形蜂窝状的立体网格结构体。两个结构单元的连接处通常产生于线或特定点上，而不是均匀分布在整个面，这些连接处的线或点称为“节点”。

土工格室的节点可能会以四种不同方式发生破坏：

- 1) 剪切破坏：由平行于节点的力导致的破坏；
- 2) 剥离或分层破坏：由垂直于节点的力导致的破坏，使网格在节点的一端边缘处彼此分离；
- 3) 对拉破坏：由垂直于节点的力使节点相邻的两网格分离开；
- 4) 局部过载：固定单元使节点处产生局部过载，从而发生的挤压，剪切或剥离破坏。

与土工布的接缝/接头的拉伸破坏相似，上述四种破坏模拟了土工格室节点工程应用中可能遇到的实际破坏。

采用单一的测试方法评价土工格室的节点强度是不科学的。本文件采用了四种方法对应上述四种破坏方式，并阐述了每一种方法的测试原理。

由于土工格室产品内部节点强度测定方法的特殊性，GB/T 44569《土工合成材料 内部节点强度的测定》拟由两部分构成。

- 第1部分：土工格室。目的在于规定土工格室内部节点强度的测定方法。
- 第2部分：土工合成材料。目的在于规定除土工格室外土工合成材料和土工粘土衬垫内部节点强度的测定方法。

土工合成材料 内部节点强度的测定

第 1 部分：土工格室

1 范围

本文件描述了用于测定不同条件下土工格室内部节点间强度的四种试验方法。

本文件适用于焊接型节点、微桩熔接型节点、注塑型节点、卯榫型节点、定角型节点等节点强度的测定，其中方法 A 和方法 B 不适用于插接型节点的测定。

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 2918 塑料 试样状态调节和试验的标准环境（GB/T 2918—2018，ISO 291:2008，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 16825.1 静力单轴试验机的检验 第 1 部分：拉力和（或）压力试验机测力系统的检验与校准（GB/T 16825.1—2022，ISO 7500-1:2018，IDT）

GB/T 19274—2024 土工合成材料 塑料土工格室

3 术语和定义

GB/T 19274—2024 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

节点 **junction**

一组土工格室结构中由两个相邻条带相连所形成的网格单元连接处的点、线或面。

3.2

固定系统 **fastening system**

用于将土工格室固定在地面上的系统。

注：固定系统常用配件如铆钉、钉桩、U 形杆等。

3.3

网格名义尺寸 **nominal cell size**

格室按规定完全展开至规定的边缘长度和边缘宽度时，沿条带方向相邻节点间较大距离为网格名义长度 S_c ，沿条带方向相邻处节点间较小距离为网格名义宽度 R_c 。

4 原理

4.1 总则

土工格室采用分别代表不同应力模式的一种或多种方法进行试验。

注1：对于某些产品，可能不能适用全部四种试验方法。

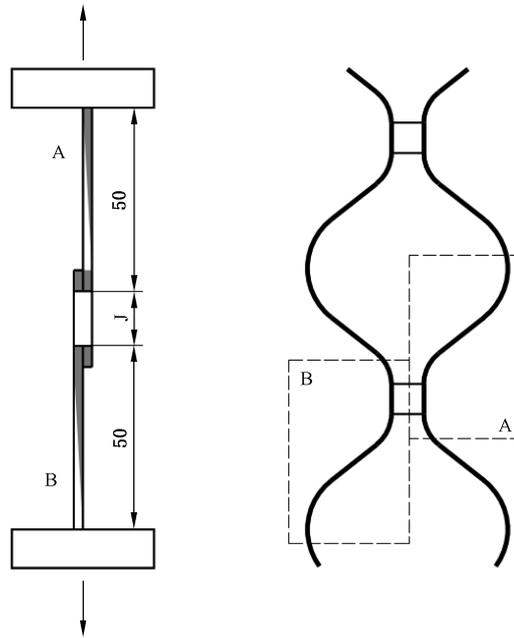
注2：获取有关网格名义尺寸（ S_c ， R_c ）和土工格室组的安装方向信息（如产品的纵向是沿坡向还是平行于等高线安

装)，有利于正确开展试验。

4.2 方法 A 拉伸剪切试验

对从一组土工格室上切割出的“X”形试样进行试验，节点为“X”的中心。裁剪“X”的左上脚（条带）和右下脚（条带）至节点处。其余两脚（条带）分别安装在拉伸试验机的上、下夹具中。在恒定的拉伸剪切速度下拉伸试样直至试样破坏，记录试验过程中拉伸剪切力的最大值（见图1）。

单位为毫米

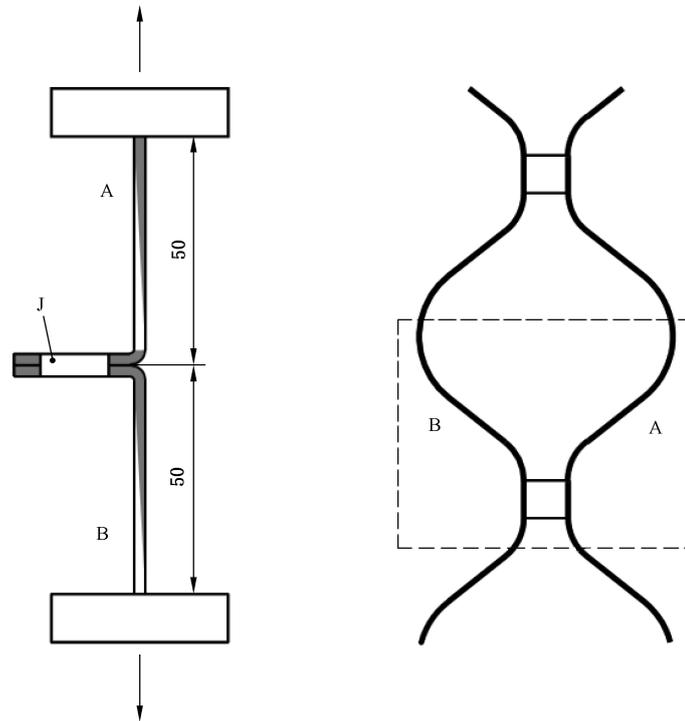


标引符号说明：
J——节点界面。

图1 土工格室拉伸剪切试验（方法A）示意图

4.3 方法 B 剥离试验

对从一组土工格室上切割出的“X”形试样进行试验，“X”的两上脚（条带）分别安装在拉伸试验机的上、下夹具中，并以恒定的剥离速度进行试验，直至节点处发生剥离破坏或试样破坏。记录试验过程中剥离力的最大值。对于具有非对称节点的产品，应同时在“X”的两上脚（条带）和两下脚（条带）上进行剥离测试（见图2）。



标引符号说明：
J——节点界面。

图2 土工格室剥离试验（方法B）示意图

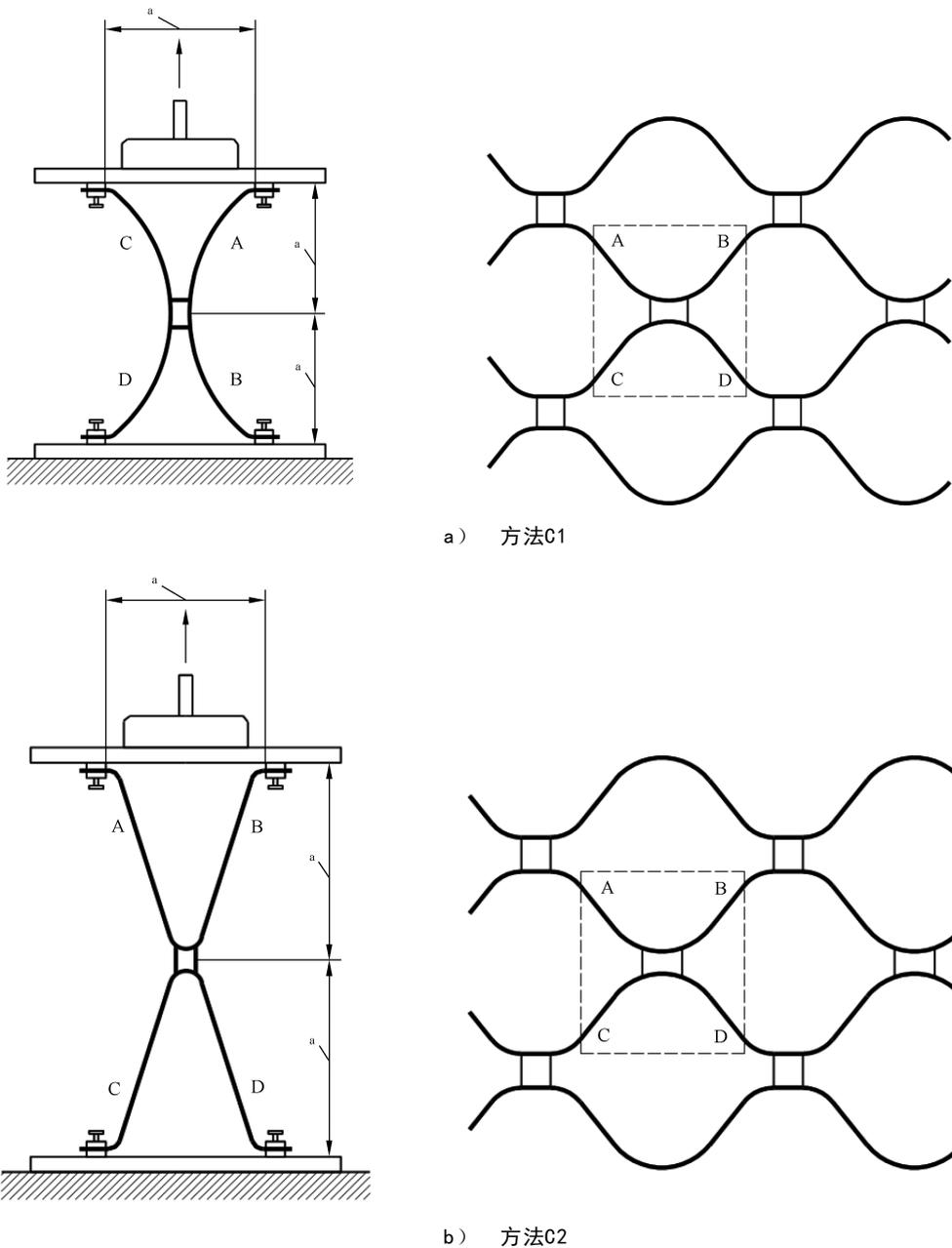
4.4 方法C1和C2对拉试验

对从一组土工格室上切割出的“X”形试样进行试验，“X”的四脚（条带）分别如图3所示安装在专用夹具中，并使“X”的左脚（条带）和右脚（条带）张开保持在规定距离（见图3）。

注：该试验模拟了土工格室的纵向平行于斜面等高线安装时网格名义尺寸的工况。

对于条带沿纵向取向的封闭式土工格室产品，当土工格室的纵向平行于斜坡等高线安装时，适用方法C1。对于条带沿横向取向的封闭式土工格室产品，当土工格室的纵向平行于斜坡等高线安装时，适用方法C2。

将试样夹持在夹具中，夹具间距离与土工格室的网格名义尺寸（ S_c ， R_c ）相同。试样应无松弛，稍微张紧。以恒定的对拉速度进行试验，直至节点处发生分离或试样破坏，记录试验过程分离力的最大值。



标引符号说明：
a——可调整的距离。

图3 土工格室对拉试验示意图

4.5 方法D1和D2局部过载试验

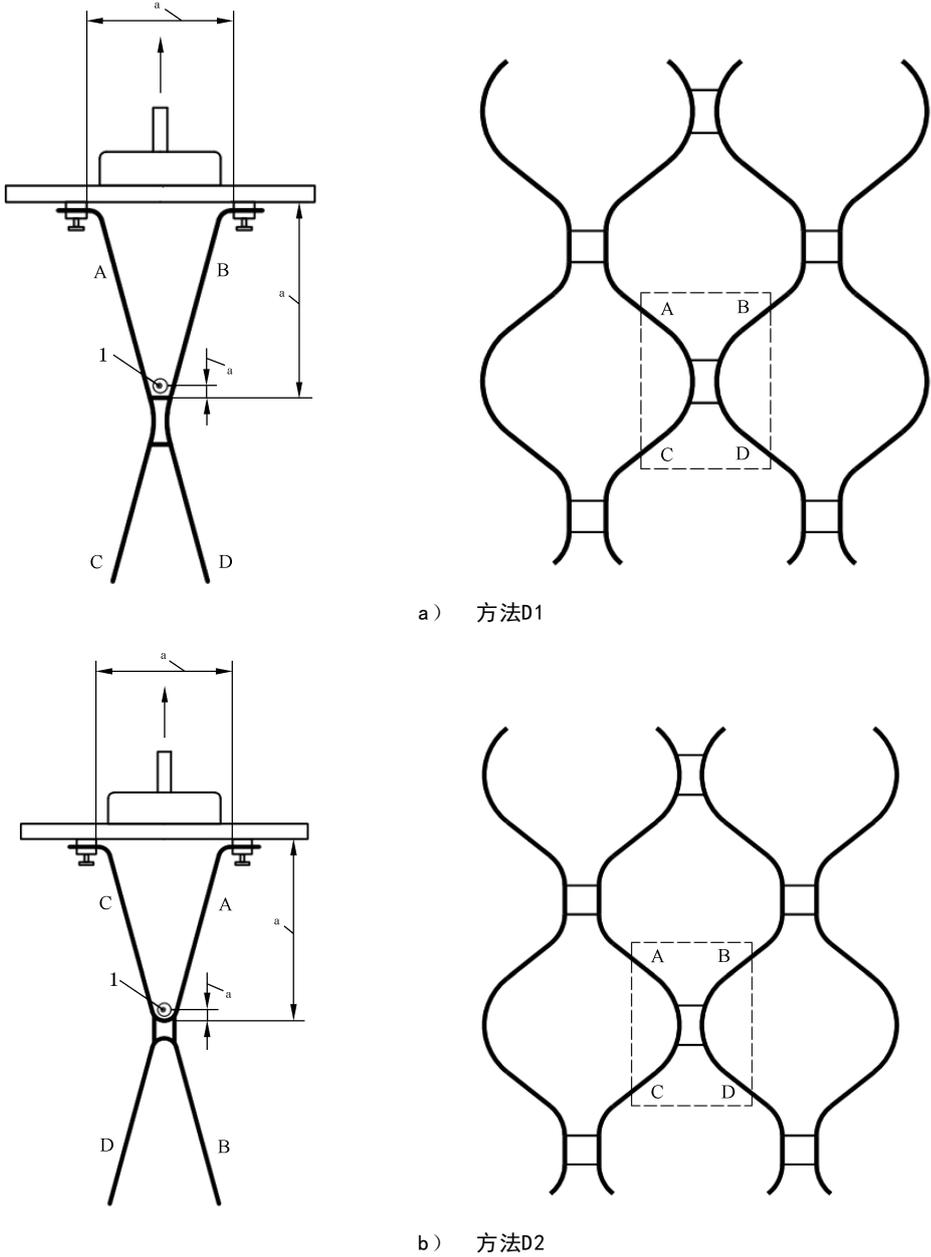
对从一组土工格室上切割出的“X”形试样进行试验。按生产方向定义“X”的上、下脚（条带）方向。“X”的上脚（条带）安装在特制的夹具中，并使两脚（条带）张开保持在规定的距离。按同样的方式安装两下脚（条带）（见图4）。

注：该试验模拟了土工格室实际安装时的网格名义尺寸。

对于条带沿纵向取向的封闭式土工格室产品，当土工格室的纵向平行于斜坡等高线安装时，适用方法D1。对于条带沿横向取向的封闭式土工格室产品，当土工格室的纵向平行于斜坡等高线安装时，适

用方法 D2。

两夹具固定在拉伸试验机上。将一根直径 10 mm 的光滑钢棒或其他可模拟真实固定系统的物体置于节点上方并穿过节点，光滑钢棒或其他可模拟真实固定系统的物体应同时固定在拉伸试验机的基座上。以恒定的试验速度拉伸试样，直到固定系统节点处发生破坏，记录试验过程中的最大力作为局部过载力。当土工格室的纵向沿等高线安装时，应将样品安装在如图 3 所示的夹具中。对于具有非对称节点的产品，应进行两次此测试，分别测试非对称节点两侧的局部过载力。



标引序号（符号）说明：
1——固定钢棒；
a——可调整。

图 4 土工格室局部过载试验示意图

5 状态调节与试验环境

试样应按照 GB/T 2918 规定的 23/50、等级 2 条件进行状态调节，即温度 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 和相对湿度 $(50 \pm 10)\%$ ，并在该条件下进行试验。

试样的状态调节时间至少为 24 h。

当特定土工格室的试验结果不受湿度影响时，可省略状态调节和试验环境的相对湿度控制。

6 试样

按照 GB/T 13760 的规定取样和试样制备。

对于产品的每个相关方向，至少应测试 5 个试样。如果节点不对称，则应测试节点处每一侧的 5 个试样。

制备试样时，应使上、下夹具与节点间的距离相等。

7 设备

7.1 拉伸试验机

应符合 GB/T 16825.1 中 2 级或更高等级的恒定速率拉伸试验机。应采用横梁移动测量应变。

7.2 夹具

夹具宽度应容纳样品的整个宽度，并应采取适当的措施以防止试样滑脱或损坏。

注：大多数样品采用压紧式钳口。

8 测试步骤

8.1 所有测试均以 20 mm/min 的恒定应变速率进行。

8.2 测试开始前，将夹具之间的距离调整为规定试样长度的 ± 3 mm。

将试样安装在钳口的中央。注意试样长度方向应与作用力的方向平行。

启动拉伸试验机，持续拉伸直至样品破坏。停止设备，记录并报告最大负载，精度为满量程读数的 2%。报告对应位移，单位为毫米 (mm)，保留 1 位小数。

重置到初始标距位置。

8.3 判断是否舍去测试结果应基于对样品的观察以及产品本身的分散性。如果样品被钳口损坏，则应谨慎评估测试结果。若破坏仅是由于试样中随机分布的缺陷造成的，则能接受测试结果。若破坏是由在钳口附近区域内的应力集中导致，即钳口阻止了试样在施加载荷过程中的横向收缩，则这种在钳口边缘附近的破坏是不可避免的，可认为该方法为一种特定的试验方法。当没有其他否定属于钳口损坏（任何发生在钳口 5 mm 内的破坏，其结果低于所有其他测试平均值的 50%）的判定条件时，结果应予以舍去。除非已知试验无效，否则不应舍去破坏结果。

注：对于由特殊材料制成的试样，采取特殊的预防措施有利于最大程度地降低钳口带来的损伤。若发生打滑，或如果超过 25% 的试样在夹具内破坏或在离钳口边缘不到 5 mm 内破坏，采取以下一项或多项措施有利于改善这种情况：

- 在钳口加垫片；
- 给钳口面内的试样表面上涂一层涂层；
- 改进钳口表面设计。

9 试验结果

9.1 总体要求

对于非对称节点，应在节点两侧进行方法 A、方法 B、方法 C、方法 D 试验，并记录下最小值。若一个或多个试验得到了锯齿形的力-形变曲线，则应将这些峰的峰值记录为测试结果。

9.2 方法 A 拉伸剪切试验

拉伸剪切力 F_{ts} 是记录的最大载荷，以牛顿表示，单位为千牛（kN），结果保留 3 位有效数字。
注：根据土工格室的结构，拉伸剪切力分为纵向和横向。

9.3 方法 B 剥离试验

剥离力 F_p 是记录到的最大载荷，以牛顿表示，单位为千牛（kN），结果保留 3 位有效数字。
注：根据土工格室的结构，拉伸剪切力分为纵向和横向。

9.4 方法 C 对拉试验

对拉力 F_{split} 是记录的最大载荷，以牛顿表示，单位为千牛（kN），结果保留 3 位有效数字，并使用公式（1）直接从测试结果中计算得出。

$$F_{split} = F_{max} \times n_j \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- F_{max} —— 记录到的最大负载，单位为千牛（kN）；
- n_j —— 根据生产厂家建议土工格室展开至网格名义尺寸（ S_c, R_c ）时产品宽度为 1 m 内的最小节点数。

9.5 方法 D 局部过载试验

局部过载力 F_{lo} 是记录的最大载荷，以牛顿表示，单位为千牛（kN），结果保留 3 位有效数字。

10 试验报告

试验报告应包括以下信息：

- a) 注明采用本文件及相应的方法；
- b) 样品的完整信息；
- c) 单个试验值及结果；
- d) 试验结果的标准偏差或变异系数；
- e) 试样数量；
- f) 拉伸试验机的制造商和型号；
- g) 夹具类型，包括钳口的尺寸和夹面的类型，形变测量系统的类型和钳口分开形式；对于方法 D，所采用的紧固系统的细节；
- h) 具有屈服点的典型力-位移曲线（必要时）；
- i) 与本文件规定的任何偏离；
- j) 试验速度；
- k) 试验环境。