

《砂姜黑土龟裂点测定技术规程》

（征求意见稿）

编 制 说 明

中国科学院南京土壤研究所

2026 年 9 月

目 次

- 一、工作简况：包括任务来源、协作单位、主要工作过程、起草组成员及其所做的主要工作等；
- 二、标准编制原则和确定标准主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据；标准修订项目还应当列出新、旧标准水平的对比；
- 三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果；
- 四、标准涉及的相关知识产权说明；
- 五、采用国际标准的程度与水平的简要说明，与现行有关法律法规和强制性标准的关系；
- 六、重大意见分歧的处理经过和依据；
- 七、其他应予说明的事项。

一、工作简况

（一）任务来源

本标准由中国科学院南京土壤研究所提出，中国土壤学会批准立项并归口管理，计划于 2027 年 2 月前完成。任务来源于国家重点研发计划项目“淮河流域砂姜黑土产能提升综合技术模式与应用”课题一“砂姜黑土结构障碍消减关键技术与产品研发应用（2023YFD1901001）”。针对当前砂姜黑土收缩开裂临界状态缺少统一实验室测定方法的问题，建立可重复、可比较、可操作的龟裂点测定技术流程，为砂姜黑土耕层结构障碍诊断、改良效果评价和相关科学研究提供统一的方法依据。

本标准属于试验方法类团体标准，重点规范重塑扰动土样在规定蒸发边界条件下的样品制备、蒸发观测、含水量计算、裂隙图像采集与处理以及龟裂点判定，不用于直接替代田间原位裂隙调查。

（二）协作单位

1、牵头单位

中国科学院南京土壤研究所，负责标准总体技术路线设计、试验方法组织、关键参数确定、标准文本起草和征求意见修改等工作。

2、参加单位

安徽农业大学、长江大学、句容市水利局参与标准方法论证、相关试验与应用需求讨论，并共同参与标准文本完善。

（三）主要工作过程

1、成立标准编制项目组

2026 年 7 月，中国科学院南京土壤研究所牵头成立标准编制项目组，确定了标准基本框架、主要内容和人员分工，制定工作计划。

2、数据和资料收集

本标准在砂姜黑土结构障碍诊断与消减技术研究所形成的土壤水分阈值指标体系基础上，结合龟裂点测定方法研发与区域调查成果编制。

2023 年 11 月—2025 年 12 月，中国科学院南京土壤研究所联合安徽农业大学等单位，在安徽省宿州市埇桥区典型砂姜黑土农田布设长期定位试验与专项观测，系统测定了土壤收缩特征、龟裂点含水量、凋萎含水量、田间持水量、黏闭点含水量等临界水分阈值，构建了适用于强胀缩性土壤的水分阈值指标体系。

2025 年 6 月—2026 年 6 月，在宿州市埇桥区布设 44 个土壤属性调查样点、5 个裂隙观测样方和 4 个典型剖面，开展田间裂隙形态调查；同期在室内开展重塑扰动土样的标准化蒸发试验，完成多批次、多土种的龟裂点测定与平行验证，明确了微型蒸发器规格、装样含水量、蒸发环境条件、观测频次与终止条件等试验参数。

3、标准起草与立项

2026 年 7 月，根据室内试验与田间调查结果，结合相关文献及国内外相关标准调研，编制组经多次讨论修改形成标准草案，并向中国土壤学会提交立项申请。经立项函评专家评审同意立项，标准编制工作启动。

4、征求意见阶段

标准立项后，编制组根据立项函评专家意见修改完善标准草案，完成征求意见初稿。2026 年 7 月—8 月，向 8 家单位专家征集意见，共收到反馈意见 39 项，其中采纳 36 项、部分采纳 0 项、未采纳 3 项。2026 年 9 月，编制组根据征集意见对标准文本逐条修订，完成征求意见稿和编制说明，提交中国土壤学会。

（四）起草组成员及分工

马东豪 中国科学院南京土壤研究所 负责标准整体结构设计与技术内容确定，指导标准编制工作。

张佳宝 中国科学院南京土壤研究所 负责标准关键技术参数的确定与技术方案论证工作。

王擎运 安徽农业大学 负责砂姜黑土胀缩特性与水分阈值指标体系研究，参与标准文本起草与修订工作。

杨文亮 中国科学院南京土壤研究所 负责标准相关技术内容试验、数据资料收集，标准文本修订和编制说明撰写工作。

付威 长江大学 负责田间裂隙调查与土样采集分析，参与标准技术内容试验工作。

许晓辉 句容市水利局 负责裂隙图像采集与图像分析方法研究，参与标准技术内容论证工作。

郭子妍 中国科学院南京土壤研究所 负责土壤收缩特征与龟裂点测定试验、数据整理分析工作。

吴思聪 中国科学院南京土壤研究所 负责土壤水分特征参数测定与数据处理工作。

王静茹 中国科学院南京土壤研究所 负责资料收集、文献检索与标准文本校核工作。

二、标准编制原则和确定标准主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据

（一）标准编制原则

1、规范性原则

本标准按 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》起草，规定了范围、规范性引用文件、术语和定义、技术流程、仪器设备、样品采集与制备、试样制备、测定步骤、结果计算与龟裂点判定、精密度、质量控制和试验报告，并附试样装填质量计算、裂隙图像采集与裂隙率计算、龟裂点判定方法与示例三个规范性附录。核心术语“裂隙率”“起裂含水量”“龟裂点”“裂隙稳定状态”均给出定义。基础参数测定方法引用 GB/T 50123、NY/T 52、NY/T 1121 系列等现行标准。

2、科学性原则

本标准针对砂姜黑土“干缩裂、湿胀闭”的强胀缩特性，以重塑扰动土样的标准化蒸发试验为基础，以裂隙率—含水量曲线由快速增长阶段转入稳定阶段的拐点作为龟裂点的判定依据，采用分段线性拟合定量确定拐点位置。标准将龟裂点与起裂含水量区分定义，分别对应裂隙发育的不同阶段，避免混用。

3、适用性和可操作性原则

适用范围明确：适用于砂姜黑土农田耕层土壤龟裂点的测定，其

他胀缩性明显（干缩开裂显著）的农田土壤可参照使用，并对砂性较强、裂隙不明显的土样及未形成有效裂隙（全过程最大裂隙率小于 3%）的情形作出规定。

装置和参数明确：采用内径 110 mm、高 20 mm 的微型蒸发器，装样厚度 10 mm，配以 275 W 加热灯和常规天平、测深尺、拍照设备等，均为常见仪器，无需专用大型装置。

流程和节点明确：从样品采集与制备、装样含水量调节、加水处理与水分平衡，到蒸发观测、图像采集、数据处理与龟裂点判定，各环节均给出量化要求与判定规则，附录提供了计算示例。

质量控制完备：对仪器校准、试样一致性、图像采集与处理、异常试样判定作出规定，明确平行样数量与精密度指标。

4、先进性原则

方法方面，将裂隙率—含水量曲线分段拟合用于龟裂点定量判定，改变以往对土壤裂隙仅作定性描述、对龟裂仅作经验判断的做法，使龟裂点成为可测、可比的临界含水量指标。

指标方面，将龟裂点与黏闭点含水量一并纳入砂姜黑土水分安全阈值的边界参数，用于重构强胀缩性土壤的最小限制水分范围（LLWR）。

（二）确定标准主要内容的论据

本标准针对砂姜黑土龟裂点测定长期缺乏统一方法、结果可比性差的问题，规定了从样品准备到结果判定的完整技术路径。主要内容的编制依据如下：

1、关于标准适用范围

砂姜黑土富含蒙脱石等 2:1 型膨胀性黏土矿物,干燥时龟裂僵硬,裂隙发育是其结构障碍的主要表现之一。龟裂点表征土体由连续状态向开裂状态转变的临界含水量,也是砂姜黑土水分安全阈值的下限。区域调查中,重度结构障碍土壤表层 0 cm~5 cm 普遍存在宽度大于 1 cm 的裂隙,田间实测裂隙最长可达 9 m。因此,本标准将适用范围确定为砂姜黑土农田耕层土壤,同时兼顾其他胀缩性明显土壤的参照使用。

本标准测定的是重塑扰动土样在标准化条件下的临界质量含水量,其目的在于提高不同样品和不同处理之间的可比性,不直接等同于田间原状土裂隙的空间尺度和原位发生时间。对于全过程最大裂隙率低于 3%且未形成连续可识别裂隙网络的样品,判定为未形成有效裂隙,以避免对无明显开裂样品强行计算龟裂点。

2、关于术语和定义的设定

“裂隙率”定义为土壤表面裂隙投影面积占土样表面总面积的百分比;“起裂含水量”定义为土样表面首次出现肉眼可识别裂纹时对应的临界质量含水量;“龟裂点”定义为裂隙率—含水量曲线由快速增长阶段转入稳定阶段时对应的临界质量含水量;“裂隙稳定状态”以连续三次观测裂隙率变化绝对值均不大于 0.5 个百分点作为判定依据。砂姜黑土失水过程中裂隙率随含水量降低呈“缓慢增长—快速增长—趋于稳定”的三阶段变化,上述定义均据此确定。

3、关于仪器设备与技术参数

微型蒸发器规格：方法研发初期曾采用内径 200 mm、高 25 mm 的蒸发器，实测中试样直径过大时表层裂隙发育不均匀、边缘效应明显，且单次称重与拍照时间较长，易造成同批试样失水进程不同步；改用内径 110 mm 后，表面裂隙网络发育完整、观测一致性好，单台设备可并行布置多个试样。装样厚度 10 mm 兼顾了裂隙发育充分与蒸发速率稳定。

蒸发条件：加热灯额定功率 275 W、灯泡中心至试样表面距离 (50 ± 1) cm，环境温度 (25 ± 2) °C、相对湿度 (60 ± 10) %，由预试验确定，可使试样在可控条件下持续失水、裂隙发育稳定可重复。

4、关于样品制备与试样装填

装样含水量宜控制在塑限含水量 ± 2 个百分点范围内。实测表明，砂姜黑土在塑限附近具有良好的可塑性与成型性，装样后易于刮平并保持结构均匀；含水量过高时土样呈流塑状态、装样后易沉降分层，过低时难以压实成均匀土柱。加水处理要求使试样含水量逐步达到液限的 1.5 倍，分次少量喷洒、间隔不少于 30 min，避免一次性大量喷水造成表层糊化、局部冲刷和下层水分不均。

水分平衡要求不少于 7 d，以相邻两次称量质量变化小于 0.2% 作为平衡判据。砂姜黑土黏粒含量高、持水性强，加水后水分再分布较慢，平衡时间不足会使试样内部含水量梯度偏大，影响蒸发初期裂隙发育的一致性。

5、关于观测频次与终止条件

试验前期每隔 30 min 称重 1 次；自起裂时刻进入裂隙发育期，

快速发育阶段每隔 5 min~10 min 称重并拍照 1 次。图像分辨率要求不低于 3000×2000 像素，拍摄设备垂直固定于试样上方，并在图像中设置尺度标识。对同一批样品保持相同设备、镜头、焦距、拍摄高度和光照条件，以减少视角、畸变和曝光差异。

图像处理按有效区域裁剪、灰度化、二值化、去噪、裂隙识别和面积计算的流程进行。唐朝生团队早期建立 CIAS 用于土体收缩裂隙几何特征分析，近期进一步构建了包含表面裂隙率、裂隙长度、宽度、密度和连通性等参数的综合定量框架。本标准在此类图像定量思想基础上选取裂隙率作为核心指标。同批样品采用一致的阈值设定原则；自动阈值受阴影或反光影响时可人工辅助修正，但处理规则应保持一致并在试验报告中说明。真实边缘裂隙可计入裂隙面积，整体收缩导致的异常大面积脱离则按无效试样处理。

裂隙发育速率明显降低后将观测间隔调整为 20 min~30 min。该频次依据实测的裂隙发育速率变化规律确定——裂隙在起裂后短时间内快速扩展，观测间隔过长会漏记快速增长段的关键数据点，导致曲线拟合失真；接近稳定阶段后裂隙率变化缓慢，适当延长间隔可降低观测强度。终止条件为裂隙形态达到稳定状态或土壤质量含水量低于 3.0%。

6、关于龟裂点判定方法

龟裂点采用双切线交点法确定。首先在蒸发末期选取最后连续 3 个至 4 个观测点拟合稳定段；再从起裂后数据中采用 4 个至 5 个点的滑动窗口计算斜率，并排除裂隙率变化跨度过小的窗口，在满足条件

的窗口中选择斜率绝对值最大的连续点作为快速增长段。快速增长段与稳定段两条拟合直线交点对应的质量含水量即为龟裂点。

采用上述规则可把“快速增长”和“趋于稳定”转化为可重复的数据选择步骤，减少由人工目测挑选拟合区间造成的差异。交点必须位于实测最高和最低含水量之间，否则应检查数据质量或判定试验无效。

7、关于精密度与质量控制

本标准规定重复性条件下，平行测定结果中任意两个结果的绝对差值不应超过其算术平均值的 10%。多批次平行试验中，粉砂质与黏质砂姜黑土样品的平行测定相对偏差一般小于 8%，考虑不同实验室间的操作差异，将重复性限值确定为 10%。质量控制方面，对仪器校准、试样一致性（装样厚度偏差不大于±1 mm）、图像采集与处理的统一性作出规定，并对试样整体翘曲、边缘严重脱离容器、局部塌陷、明显泌盐结壳等异常情形规定了判定与重测规则。

8、主要技术参数汇总

技术项目	规定值或要求	主要考虑
采样深度	宜 0~20 cm；综合评价可 0~30 cm	代表耕层并保证同批可比
微型蒸发器	内径 110 mm，高 20 mm	兼顾裂隙展开面积、称量和成像
装样厚度	10 mm	减小明显垂向水分梯度，便于快速蒸发
平行样	不少于 3 个	评价重复性并识别异常
装样含水量	塑限±2 个百分点	便于均匀压实和控制初始结构
加水目标	液限含水量的 1.5 倍	建立统一高含水起始状态
加水间隔	不少于 30 min	促进入渗，避免冲刷、泌水
平衡时间	不少于 7 d	促进内部水分重新分布
试验环境	25±2 °C；RH 50±10%	控制蒸发边界条件
加热灯	275 W；距样面 50±1 cm	统一辐射蒸发条件

技术项目	规定值或要求	主要考虑
图像分辨率	不低于 3000×2000 像素	保证裂隙边界可识别
观测频率	起裂前 30 min; 快速期 5~10 min; 稳定前 20~30 min	兼顾关键阶段捕捉和操作工作量
稳定判据	连续 3 次观测, 相邻变化均 ≤ 0.5 个百分点	降低单次波动造成的误判
龟裂点	快速增长段与稳定段双切线交点	量化裂隙阶段转变临界含水量

三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

（一）主要试验（或验证）的分析、综述报告

1、技术背景

砂姜黑土主要分布在黄淮海平原南部的安徽、河南、山东和江苏等地，面积约 4835.6 万亩，是我国重要的粮食生产基地。砂姜黑土发育于河湖相沉积物之上，经脱沼泽作用形成，黏粒含量高(大于 30%)，黏土矿物以 2:1 型蒙脱石等膨胀性矿物为主，湿润时膨胀黏闭、干燥时龟裂僵硬，结构体和结构性孔隙在反复胀缩过程中崩解，通常表现出容重和紧实度高、耕性差、适耕期短等属性障碍。

区域调查表明，重度结构障碍土壤通常黏粒含量大于 30%、以膨胀性 2:1 型蒙皂石族矿物为主、有机质含量低于 1.5%，且表层 0 cm~5 cm 存在宽度大于 1 cm 的裂隙；当土壤有机质含量高于 2.5%时可有效抑制胀缩性、改善耕层结构。同时，砂姜黑土塑限含水量与田间持水量相当，龟裂点含水量比凋萎含水量高出 5%以上，进一步压缩作物可利用的有效水量范围。因此，准确测定龟裂点含水量，是界定砂姜黑土水分安全阈值、实现精准水分调控的前提。

长期以来，土壤裂隙发育以定性描述为主，龟裂的发生与发育缺乏统一判据，田间不同调查者、不同区域给出的裂隙数据难以比较。已有的土壤水分特征参数测定方法（沙箱法、吸力平板仪法、压力膜仪法、张力计法、蒸发法等）以基质吸力为核心，并不直接给出龟裂水分阈值。因此需要建立规范、可重复的龟裂点测定方法。

2、技术原理

本标准方法基于重塑扰动土样的标准化蒸发试验：本方法首先将风干、过 2 mm 筛的扰动土样在接近塑限的含水状态下按规定干容重装入微型蒸发器，再将试样逐步加水至统一高含水状态并充分平衡。随后在规定的温湿度、灯距和辐射条件下进行连续蒸发。蒸发过程中同步称量和拍摄，称量数据用于计算各时刻质量含水量，图像用于计算对应裂隙率。连续成像结合图像处理用于监测裂隙形成和扩展过程已有较成熟的试验基础。随着含水量降低，裂隙率通常由较低水平进入快速增长阶段，随后逐步趋于稳定。本标准将质量含水量作为横坐标、裂隙率作为纵坐标，分别拟合快速增长段和稳定段，两段拟合直线的交点代表裂隙发展速率发生明显转变的水分状态。本方法由此把土壤表面形态变化和水分状态联系起来，实现龟裂点的量化测定。

需要说明的是，本方法测定的是规定试验条件下重塑土样的龟裂点，用于表征土样发生收缩开裂的临界水分状态，不应与田间原状土的裂隙形态、裂隙尺度或原位龟裂特征直接等同。标准在范围条款中对此作了限定。

3、试验实施与验证

（1）试验地点与供试土壤

试验在安徽省宿州市埇桥区进行。该区域年平均气温 15 °C、年均降雨量 850 mm，降雨集中且分布不均，种植制度为小麦-玉米轮作，土壤类型为砂姜黑土。供试土壤 0 cm~15 cm 耕层基本性质：黏粒含量 37%，黏粒中蒙脱石含量 22%，有机质 22.6 g/kg，全氮 1.52 g/kg，全磷 0.88 g/kg，全钾 17 g/kg，碱解氮 88 mg/kg，有效磷 11.3 mg/kg，速效钾 262 mg/kg；15 cm~30 cm 亚耕层黏粒含量 36%，黏粒中蒙脱石含量 46%，有机质 16.0 g/kg。

（2）蒸发试验装置与观测方法

取 0 cm~30 cm 耕层土壤，风干后过 2 mm 筛。按实测容重装填微型蒸发器，加入达到饱和含水量所需的纯水，置于干燥器中平衡 5 d 后，于室温 25 °C 条件下开始蒸发试验。蒸发过程中每隔 30 min 称重 1 次，同时定时拍照记录试样表面裂隙发育情况，直至土壤含水量降至 3% 左右（接近风干含水率）时结束。试验同步测定试样高度与质量变化，用于计算线性伸展系数（COLE）并拟合土壤收缩特征曲线。采用彭新华等修正的土壤收缩曲线模型拟合，各样品拟合决定系数 R^2 均在 0.97 以上。

（3）裂隙率—含水量曲线与龟裂点判定

基于逐时段的称重数据与裂隙图像，计算各时刻土壤质量含水量与裂隙面积占比，绘制裂隙率—含水量曲线。实测曲线表明，砂姜黑土失水早期以整体收缩为主，表面裂隙率增长缓慢；含水量降至某一临界值后，裂隙快速扩展、裂隙率增幅明显加快；继续失水后裂隙网

络趋于定型，裂隙率变化趋于平缓。对快速增长段与稳定段分别进行线性拟合，两条直线的交点即为龟裂点。对多个砂姜黑土样品的测定结果表明，该方法能够稳定识别曲线转折，结果具有良好的重复性。

（4）龟裂点与其他水分常数的关系

对典型砂姜黑土多个临界水分阈值的系统测定结果表明：达到作物根系穿透阻力阈值（2 MPa）的含水量约为 15%，高于作物凋萎含水量（对应 1.5 MPa）；重力水排水基本在 5 h 之内完成，但透气孔隙率至少达 15% 所对应的黏闭点含水量远低于田间持水量，即排水结束并不等于通气条件满足作物生长要求；塑限含水量与田间持水量相当，龟裂点含水量基本比凋萎含水量高 5% 以上。上述结果说明，传统以田间持水量和凋萎含水量界定有效水范围的做法难以反映砂姜黑土的胀缩特性约束，需引入龟裂点含水量与黏闭点含水量两个新的临界水分阈值。

（5）田间裂隙调查验证

为验证室内测定结果与田间实际裂隙发育状况的对应关系，2025 年 6 月在宿州市埇桥区核心示范区布设 44 个土壤属性调查样点、5 个裂隙观测样方和 4 个典型剖面，对耕层土壤物理性状开展系统调查。田间原位观测证实，玉米播前土壤开裂（裂隙最长达 9 m）和严重板结（土壤穿透阻力普遍超过 2 MPa）是该区域普遍存在的结构障碍现象，观测点位基本落在结构障碍分级图中的重度障碍区。田间调查同时明确了裂隙观测的样方规格（每个样方不小于 1 m²）、观测季节（干旱季节）与观测内容（裂隙宽度与深度）。

4、综述

本标准提出的龟裂点测定方法,通过控制装样容重、装样含水量、蒸发环境与观测频次,获取裂隙率—含水量曲线,采用分段线性拟合法定量确定龟裂点,实现土壤龟裂临界水分状态的规范测定。室内试验与田间调查相互印证,验证了方法的科学性、稳定性和可操作性。方法获得的龟裂点参数已应用于砂姜黑土最小限制水分范围(LLWR)的重构与区域结构障碍分级,并在宿州市埇桥区完成区域尺度应用验证。

(二) 技术经济论证,预期的经济效果

传统土壤水分特征参数测定方法(沙箱法、压力膜仪法等)基于缓慢的水分运动过程,单批次测定周期通常需要数周至1~3个月,设备投入高、操作难度大,难以满足区域土壤调查中大批量样品测定的需求。本标准方法仅需微型蒸发器、加热灯、天平和拍照设备等常规器材,单批次测定可在数日内完成,测定成本低、周期短。

从应用看,龟裂点测定结果可直接服务于砂姜黑土结构障碍诊断分级、水分安全阈值确定与精准灌溉决策。在宿州市埇桥区完成的结构障碍分级区划,以水分阈值指标为核心,可直观反映区域土壤物理质量的空间差异,为地方政府制定差异化改良方案与灌溉排水管理策略提供依据。随着砂姜黑土区高标准农田建设和耕地质量提升工作的推进,该方法具有较大的应用空间。

四、标准涉及的相关知识产权说明

无。

五、采用国际标准的程度与水平的简要说明，与现行有关法律法规和强制性标准的关系

（一）采用国际标准的程度与水平的简要说明

本标准未直接采用 ISO、IEC 等国际标准。其技术内容主要基于砂姜黑土收缩开裂的实验研究和国内现行土壤、土工检测标准形成。质量含水量测定、图像面积识别和分段拟合均属于通用测量与数据处理方法，但本标准针对砂姜黑土的试样制备、蒸发边界和龟裂点定义进行了专门规定，因此不与某一现有国际标准建立等同或等效关系。

标准中涉及的基础参数测定方法（液限、塑限测定引用 GB/T 50123，土壤含水量测定引用 NY/T 52 等）均为我国现行有效的国家或行业标准，其技术内容与国际通行方法一致。

（二）与现行有关法律法规和强制性标准的关系

本标准与现行土壤和土工检测标准相互衔接。土样液限和塑限测定按 GB/T 50123《土工试验方法标准》执行；土壤质量含水量和烘干土质量测定按 NY/T 52《土壤水分测定法》执行；样品采集、处理和贮存按 NY/T 1121.1《土壤检测 第 1 部分：土壤样品的采集、处理和贮存》执行；装样容重相关测定按 NY/T 1121.4《土壤检测 第 4 部分：土壤容重的测定》执行。

本标准在上述通用检测方法基础上，增加了针对砂姜黑土龟裂点的试样制备、控制蒸发、连续成像、裂隙率计算和临界点判定内容，与现行标准不存在技术冲突，是对砂姜黑土耕层结构障碍测定方法体系的补充。

标准内容符合《中华人民共和国土壤污染防治法》《中华人民共和国农产品质量安全法》以及耕地质量保护与提升、高标准农田建设等政策对耕地质量监测评价的基本要求。

标准在术语体系、测定方法、质量控制等方面遵循或引用 GB/T 1.1—2020、GB/T 50123、NY/T 52、NY/T 1121 系列等现行标准，与其他标准不发生冲突。

六、重大意见分歧的处理经过和依据

本标准在征求意见阶段共收到专家反馈意见 39 项，其中采纳 36 项、未采纳 3 项，无重大意见分歧。未采纳意见的处理情况如下：

1) 关于删除“裂隙稳定状态”术语的建议。该术语是确定试验终止条件和判定裂隙发育阶段的必要依据，与 8.5 条、8.6 条及附录 C 的判定规则直接相关，删除后将导致标准条款无法执行，故未予采纳。

2) 关于将部分条款内容以“注”的形式表述的建议。相关条款为标准化文件的规范性技术要求，涉及试验操作的关键条件，以“注”的形式表述会削弱其约束力，不符合 GB/T 1.1—2020 关于条款表述的要求，故未予采纳；同时根据专家意见对表述冗余的条款进行了精简。

3) 关于调整部分术语排列顺序的建议。标准术语排列遵循由测定对象到测定指标、由过程状态到判定结果的逻辑顺序，各条款交叉引用关系一致，调整顺序会影响条款间的引用逻辑，故保留原有顺序，并对相关术语的定义表述进行了完善。

七、其他应予说明的事项