

《水泥混凝土用刻痕型温缩纤维》

编 制 说 明

（征求意见稿）

标准编制组

2026 年 9 月

目 录

一、工作简况	1
1.1 任务来源	1
1.2 制定目的	1
1.3 温缩纤维研发和应用情况调研	2
1.3.1 技术研究和标准情况	2
1.3.2 产业化调研	3
1.4 编制单位及人员	3
1.5 任务分工	3
1.6 主要的工作过程	3
二、标准编制原则和主要内容	4
2.1 标准编制原则	4
2.2 标准主要内容	4
三、主要指标验证情况	13
四、标准中涉及专利的知识产权说明	16
五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果	17
六、采用国际标准和国外同类先进标准情况	17
七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性	17
八、标准性质的建议说明	18
九、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）	18
十、废止现行相关标准的建议	19
十一、其他应予说明的事项	19

中国建筑材料协会标准《水泥混凝土用刻痕型温缩纤维》编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1.1 任务来源

根据中国建筑材料联合会下达的协会标准制修订计划，《水泥混凝土用刻痕型温缩纤维》协会标准被批准立项（立项通知文号：中建材联标发〔2026〕11号，计划编号：2026-12-xbjh）。本标准由中国建筑材料联合会提出并归口，由武汉纺织大学头，联合有关生产企业、科研院所、检测机构等单位共同起草。

1.2 制定目的

混凝土开裂是影响工程质量和结构耐久性的主要病害之一。混凝土浇筑后，水泥水化放热使构件内部温度升高，随后在降温阶段和约束作用下产生温度拉应力，与干燥收缩、自收缩等因素叠加，极易在早期形成温度裂缝；大体积混凝土和高强混凝土胶凝材料用量大、温升峰值高，开裂问题更为突出。长期以来，工程上主要依靠配置温度钢筋、掺加膨胀剂、优化配合比和养护制度等措施控制温度裂缝，但温度钢筋对薄壁、异形和大平面结构施工不便，膨胀剂的效果受养护条件影响较大，单一措施往往难以完全奏效。

温缩纤维是近年来发展起来的一类功能型合成纤维。它以分子链高度取向的高分子材料为基材，经物理或化学改性制成，在混凝土水化热等热激发作用下发生不可逆的分子链解取向重构并产生收缩，通过纤维与水泥基体之间的界面粘结，将收缩力转化为作用于混凝土的三维预应力，用以抵消部分温度拉应力，提高混凝土的抗裂能力。与依靠桥接作用被动阻裂的普通合成纤维不同，温缩纤维是在混凝土温升阶段主动建立预应力，属于主动式抗裂材料。

目前，国内已有企业和科研单位围绕温缩纤维开展了系统的研发工作，形成了多项专利和研究成果，产品开始在大体积混凝土底板、桥墩承台、隧道衬砌、桥面铺装等工程中试点应用。但由于缺少统一的产品标准，各企业产品的收缩性能、表面刻痕参数和力学性能参差不齐，试验方法也不一致，生产企业无标可依，用户无法组织验收，制约了该产品的推广应用。

GB/T 21120—2018《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》对混凝土和砂浆用合成纤维的分类、技术要求和试验方法作出了规定，但该标准针对的是以阻裂、增韧为主要功能的普通合成纤维，未涉及纤维的热激发收缩性能和表面刻痕参数。温缩纤维的核心技术指标：收缩率以及刻痕间距、刻痕深度和相应的试验方法，在现行标准体系中处于空白。

为规范水泥混凝土用刻痕型温缩纤维的产品质量，统一试验方法和检验规则，引导该产品规范发展，中国建筑材料联合会组织制定了本标准。本标准的制定，对温缩纤维产品的质量控制、工程验收和推广应用具有重要意义。

1.3 温缩纤维研发和应用情况调研

1.3.1 技术研究和标准情况

编制组调研了国内温缩纤维相关研究和应用情况。目前国内围绕温缩（热缩）纤维的研究，主要集中在高模量热收缩纤维的制备、热激发收缩机理、纤维与水泥基体的界面粘结性能以及掺温缩纤维混凝土的抗裂性能等方面，高校、科研院所与生产企业合作，已经形成一批发明专利和技术成果，并有公开文献报道了热缩型纤维用于高强大体积混凝土的试验结果。从作用机理看，温缩纤维对混凝土抗裂性能的贡献取决于三个因素：一是纤维具备可控的收缩率，二是纤维与水泥基体之间有足够的界面粘结强度，三是纤维在混凝土中分散均匀。在纤维表面设置一定深度和间距的刻痕，目的就是增大纤维与基体的机械锚固作用，保证收缩应力能够有效传递给混凝土基体。

在标准方面，GB/T 21120—2018《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》规定了合成纤维的长度、当量直径、断裂强度、初始模量、断裂伸长率、耐碱性能等指标和试验方法，并规定了掺纤维混凝土和砂浆的性能要求，是温缩纤维基本力学性能的基础依据。国际标准 ISO 23523:2021《纤维增强水泥基复合材料用离散聚合物纤维试验方法》给出了离散聚合物纤维直径、长度、拉伸性能、初始模量等项目的试验方法，编制过程中予以参考。纤维长丝的热收缩率可按 GB/T 6505—2017《化学纤维 长丝热收缩率试验方法（处理后）》测定，拉伸性能可按 GB/T 14344—2022《化学纤维 长丝拉伸性能试验方法》测定，刻痕间距、深度等尺寸参数可按 GB/T 47787《纺织品 显微镜定量分析试验通则》规定的显微镜法测定。上述标准构成了本标准试验方法的基础。

1.3.2 产业化调研

编制组对国内温缩纤维主要生产企业和应用单位进行了调研。从调研情况看，温缩纤维目前处于产业化起步阶段，产品以聚丙烯、聚甲醛、超高分子量聚乙烯等为原料，外形包括单丝和粗纤维两大类，公称长度从几毫米到几十毫米不等，主要用于水泥混凝土的防裂抗裂和增韧。已经应用或准备应用的工程，主要包括大体积混凝土基础底板、桥墩承台、隧道衬砌、桥面铺装、机场道面等对早期抗裂要求较高的部位。由于缺乏统一的产品标准和试验方法，不同企业产品的收缩率等级划分、刻痕参数和力学性能控制水平差异较大，市场上还存在以普通合成纤维冒充温缩纤维的情况，亟需通过制定标准加以规范。

1.4 编制单位及人员

为完成本标准制定任务，由中国建筑材料联合会牵头组建了《水泥混凝土用刻痕型温缩纤维》协会标准编制组。编制组涵盖温缩纤维生产企业、混凝土搅拌站和制品企业、科研院所及检测机构，具有广泛的代表性。

本文件负责起草单位：××××

本文件主要起草人：××××

1.5 任务分工

参编单位任务分工见表 1-1。

表 1-1 参编单位任务分工

序号	单位名称	参编人员	工作任务
1	××××	××××	负责标准起草的组织协调、文本编制和验证试验
2	××××	××××	参与标准编制，提供产品样品和检测报告
3	××××	××××	参与标准编制，提供工程应用资料

1.6 主要的工作过程

为顺利完成标准制定任务，编制组按照中国建筑材料联合会团体标准制修订程序，主要开展了以下工作：

（1）标准立项。2020年3月，中国建筑材料联合会下达协会标准制修订计划，《水泥混凝土用刻痕型温缩纤维》列入计划。

（2）成立编制组并召开启动会。2020年5月，编制组召开标准启动会，明确了标准的适用范围、技术路线、任务分工和时间安排。与会代表围绕温缩纤维的产品现状、收缩率指标的确定、刻痕参数的要求和试验方法等进行了讨论。

(3) 调研与资料收集。编制组调研了国内温缩纤维生产企业和应用单位，收集了产品样品、检测报告和工程应用资料，查阅了国内外相关标准和文献。

(4) 标准起草。在调研和资料分析的基础上，编制组起草了标准工作组讨论稿，对标准框架、术语和定义、分类、技术要求和试验方法逐章进行了讨论，形成标准初稿。

(5) 编制组内部研讨。编制组召开研讨会，对标准初稿提出修改意见，重点讨论了收缩率等级的划分、刻痕间距和刻痕深度的指标取值、掺温缩纤维混凝土分散性的要求以及检验规则的确定等问题，并据此对标准进行了修改完善。

(6) 形成征求意见稿。2026年9月，编制组根据内部研讨意见修改形成《水泥混凝土用刻痕型温缩纤维》（征求意见稿）及本编制说明，报中国建筑材料联合会，面向行业征求意见。

二、标准编制原则和主要内容

2.1 标准编制原则

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。编制过程中遵循以下原则：

(1) 先进性原则。充分吸收温缩纤维领域的最新研究成果和工程实践经验，突出温缩纤维区别于普通合成纤维的功能特点，即由水化热等热激发作用引发不可逆收缩，并通过界面粘结在混凝土中建立三维预应力。技术指标设置适度超前，引导行业技术进步。

(2) 科学性原则。指标设置与温缩纤维的作用机理相对应，指标取值有试验数据、企业验证数据和工程应用资料支撑。对收缩率、刻痕间距、刻痕深度等核心指标，应说明其设置目的、指标来源、验证结果和合格率分析，避免无依据取值。

(3) 协调性原则。与 GB/T 21120—2018《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》等现行有效标准协调一致。凡现行标准已有规定的项目，原则上直接引用或保持一致，不重复规定；本文件仅针对温缩纤维特有的收缩率、刻痕参数等提出补充要求。

(4) 可行性原则。试验方法尽量采用现行有效的标准方法，便于生产企业和检测机构实施；检验规则简单明确，具有可操作性。对需要新增的检测项目，如收缩率和刻痕参数，应明确试验条件、样品要求和数据处理方法。

(5) 数据支撑原则。主要技术指标不应仅依据经验确定，而应通过验证试验取得数据支撑。验证试验应覆盖不同材料组成、不同外形、不同生产批号的产品，并分别进行单项指标合格率和整体指标合格率分析。

(6) 可验证性原则。标准中规定的技术指标应能够通过现行试验方法或本文件规定的方法进行检测，检测结果应具有重复性和可比性，便于出厂检验、型式检验和工程验收。

2.2 标准主要内容

本文件共分为9章，分别为：1 范围；2 规范性引用文件；3 术语和定义；4 分类；5 一般规定；6 技术要求；7 试验方法；8 检验规则；9 标志、出厂、包装、运输、储存。

第1章 范围

本文件规定了水泥混凝土用刻痕型温缩纤维的术语和定义、分类、要求、试验方法、检验规则、标志、出厂、包装、运输、储存等，适用于水泥混凝土用刻痕型温缩纤维。

将适用范围限定为水泥混凝土，主要原因是：目前温缩纤维的研发、产业化和工程应用主要集中在水泥混凝土领域，尤其是大体积混凝土、高强混凝土、桥墩承台、隧道衬砌、桥面铺装等对早期抗裂要求较高的部位。砂浆用温缩纤维的产品形态、掺量和性能要求尚不成熟，工程需求也不明确，暂不纳入本次标准范围。这样规定可避免标准适用范围过宽而导致指标针对性不足，待砂浆用温缩纤维发展和应用需求明确后，再另行考虑。

第2章 规范性引用文件

本文件引用了4项国家标准：GB/T 6505《化学纤维长丝热收缩率试验方法（处理后）》、GB/T 14344《化学纤维长丝拉伸性能试验方法》、GB/T 21120《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》、GB/T 47787《纺织品显微镜定量分析试验通则》。

其中，GB/T 21120是温缩纤维基本性能、掺温缩纤维混凝土性能及检验规则的基础依据；GB/T 6505用于测定纤维的热收缩率；GB/T 14344用于测定纤维的拉伸性能；GB/T 47787用于测定刻痕间距和刻痕深度。上述引用文件均不注日期，采用其最新版本，以保证试验方法与现行标准保持一致。

作此规定的意义在于：温缩纤维虽然具有特殊性，但其基本力学性能、耐碱性能、掺混凝土性能等仍应纳入现有合成纤维标准体系；本文件只对现行标准未覆盖的热收缩性能和刻痕参数作出补充规定，避免与现行国家标准冲突或重复。

第3章 术语和定义

本文件界定了温缩纤维、刻痕型温缩纤维、刻痕间距、刻痕深度、混凝土基体峰值温度、收缩率 6 个术语。

(1) 温缩纤维定义为“以分子链高度取向的高分子材料为基材，经物理或化学改性，可在混凝土水化热等热激发作用下发生不可逆的分子链解取向重构并产生收缩，并能将收缩力转化为作用于混凝土基体的三维预应力的功能型纤维”。

该定义强调三个特征：一是基材为分子链高度取向的高分子材料，这是纤维能够产生可控收缩的前提；二是收缩由混凝土水化热等热激发作用引起，属于热致不可逆收缩；三是收缩力能够通过纤维与基体的界面粘结转化为作用于混凝土基体的三维预应力，这是温缩纤维区别于普通合成纤维的本质特征。

设置该定义，主要是为了解决工程中水化热引起的温度裂缝问题。混凝土浇筑后，水泥水化放热使构件内部温度升高。由于表层散热较快、内部散热较慢，混凝土内部形成温度梯度；在降温阶段，表层与内部、内部与约束体之间的温度变形不一致，产生温度拉应力，当拉应力超过混凝土抗拉强度时即导致开裂。因此，在大体积混凝土等散热不均、内外温差显著的结构中，水化热引起的温度作用往往是不利因素。

温缩纤维正是针对这一问题开发的功能材料。在混凝土水化热引起的温升过程中，纤维受热激发发生不可逆的分子链解取向重构并产生收缩，在一定温度范围内温度越高，收缩越显著；纤维收缩通过其与水泥基体的界面粘结对混凝土基体施加三维预压应力，从而抵消或部分抵消温度拉应力。该过程并非将热量简单转化为能量，而是以水化热作为热激发条件，使纤维中储存的取向结构势能释放并转化为作用于混凝土基体的预压应力。因此，温缩纤维的收缩响应可与混凝土温度场变化相适应，起到主动抗裂作用。定义中强调“热激发”“不可逆收缩”和“三维预应力”，正是为了将温缩纤维与普通合成纤维区分开，并为收缩率、刻痕参数等技术指标的设置提供依据。

(2) 刻痕型温缩纤维定义为“表面具有特定深度及间距刻痕的温缩纤维”。设置该定义，是为了强调表面刻痕对纤维与水泥基体机械锚固作用的重要性。若纤维表面光滑，收缩应力难以有效传递给混凝土基体，温缩纤维的预应力建立效果会显著降低。

(3) 刻痕间距、刻痕深度分别定义为“两条相邻刻痕中心线间的距离”和“纤维刻痕凹槽底面与纤维原始外表面之间的最大垂直距离”。这两个术语为刻痕参数提供量化表述和检验依据。规定刻痕间距和刻痕深度，是为了保证纤维与基体之间有足够的机械锚固点，同时避免刻痕过深导致纤维截面损伤。

(4) 混凝土基体峰值温度定义为“混凝土内部可达到的最高温度或热养护采用的最高温度”。该定义作为温缩纤维收缩率测试的温度条件。之所以采用混凝土基体峰值温度，是因为温缩纤维的收缩由混凝土水化热激发，试验温度应反映实际工程中纤维所经历的最高温度条件。

(5) 收缩率定义为“温缩纤维在常温下初始长度与在混凝土基体峰值温度下热激发收缩稳定时长度的差值与初始长度的比值”。收缩率是温缩纤维最核心的功能指标，直接决定其能否产生足够的预压应力。设置该定义，可为产品分级、工程选用和出厂检验提供统一尺度。

第4章 分类

(1) 按材料组成，温缩纤维分为聚丙烯纤维（代号 PP）、聚甲醛纤维（代号 POM）、超高分子量聚乙烯纤维（代号 UHMWPE）。上述三种材料分子链取向度高、模量较高、耐碱性能好，是目前温缩纤维产品的主要原料。本文件对材料组成不作限定，为其他符合要求的材料预留空间。

(2) 按外形粗细，分为单丝纤维（代号 M）和粗纤维（代号 T）。单丝纤维直径较小，以抗裂为主；粗纤维直径较大，对混凝土韧性的改善作用更明显。这样分类，便于用户根据工程抗裂和增韧需求选择产品。

(3) 按用途，分为用于混凝土的防裂抗裂纤维（代号 HF）和增韧纤维（代号 HZ）。该分类与工程使用目的对应，有利于设计单位和施工单位按功能选材。

(4) 按收缩率大小，分为低收缩型（LS）、中收缩型（MS）、高收缩型（HS），收缩率分级与第6章技术要求的表2相对应。这样规定，是因为不同工程混凝土内部峰值温度、温升速率和约束条件不同，对纤维收缩能力的要求也不同。分级后，用户可根据工程温度条件和抗裂要求选用合适等级，避免一律要求高收缩率而造成成本增加或界面脱粘风险。

规格方面，温缩单丝纤维的公称长度范围为3mm~40mm，直径范围为5 μm~100 μm；温缩粗纤维的公称长度范围为10mm~65mm，直径大于100 μm。上述范围主要依据5家纤维生产企业60个批号样品的调研和验证数据确定，并与GB/T 21120中合成纤维规格范围相协调。产品标记由材料组成、用途、公称长度、当量直径、收缩率等级和标准号组成，便于产品识别、选用和追溯。

第5章 一般规定

(1) 规定本文件包括的产品不应对人体、生物和环境造成危害，涉及生产、使用的安全和环保问题应符合我国相关标准和规范的规定，与 GB/T 21120 的要求一致。这是产品标准的基本要求，也是工程应用的前提。

(2) 规定不准许使用再生丝生产水泥混凝土用温缩纤维。再生丝的分子量低、分子链取向度差，难以实现可控的热激发收缩，性能波动大，会影响温缩纤维的功能发挥和工程质量。设置该要求，是为了从原料源头保证温缩纤维的收缩性能稳定可靠。

(3) 规定温缩纤维的材质应与企业标明材质一致，并在介质中具有良好的分散性能。材质一致性和分散性是保证纤维在混凝土中均匀分布、稳定发挥功能的前提。若材质不符，用户无法按材料组成选择产品；若分散性差，纤维易成团，造成局部缺筋，影响抗裂效果。

第 6 章 技术要求

6.1 外观

温缩纤维外观色泽应均匀、表面无污染。规定外观指标，是为了保证产品的基本质量，便于识别和验收。色泽不均或表面污染可能反映原料混杂、加工不稳定或储存不当，并可能影响纤维与水泥基体的界面粘结。该指标通过肉眼观察即可检验，操作简便。验证试验中，外观单项合格率为 100%。

6.2 尺寸

(1) 温缩纤维的公称长度和当量直径偏差应在其相对量的 10% 之内，当量直径变异系数不超过 25%。

设置该指标，是为了保证纤维在混凝土中的分散性、数量稳定性和力学性能一致性。长度和直径偏差过大，会导致同一掺量下纤维根数波动，影响抗裂效果；直径变异系数过大，说明产品均匀性差，可能造成局部应力集中。指标值主要依据 GB/T 21120 的协调要求和企业验证数据确定。验证试验中，长度偏差合格率为 98%，当量直径偏差合格率为 95%，当量直径变异系数合格率为 92%。

(2) 温缩纤维表面刻痕间距不大于 2mm，刻痕深度不小于纤维当量直径的 20%。

刻痕间距和刻痕深度是保证纤维与基体锚固效果、控制收缩应力有效传递的关键参数。刻痕间距过大，单位长度内锚固点减少，收缩应力传递不足；刻痕深度过小，机械锚固作用不足，纤维易与基体脱粘；刻痕过深，则可能损伤纤维截面，降低断裂强度。因此，规定刻痕间距上限和刻痕深度下限，是为了在锚固效果和纤维完整性之间取得平衡。

指标值主要依据 5 家纤维生产企业 60 个批号样品的显微镜测试结果、界面粘结试验和掺混凝土抗裂试验确定。验证试验中，刻痕间距合格率为 72%，刻痕深度合格率为 68%。若某些样品刻痕深度不足或间距过大，其界面粘结性能和抗裂效果明显下降，说明该指标设置具有必要性和筛选作用。

6.3 基本力学性能

温缩纤维的断裂强度不小于 600MPa，初始模量不小于 8000MPa，断裂伸长率不大于 15%，耐碱性能（极限拉力保持率）不小于 95.0%，见表 2-1。

表 2-1 温缩纤维的基本力学性能指标（与标准正文表 1 一致）

项目	要求
断裂强度/MPa	≥600
初始模量/MPa	≥8000
断裂伸长率/%	≤15
耐碱性能（极限拉力保持率）/%	≥95.0

各项指标设置目的和依据如下：

（1）断裂强度不小于 600MPa。规定该指标，是为了保证纤维在混凝土搅拌、泵送、振捣过程中不大量断裂、不失效，并能够承受收缩过程中产生的应力。若断裂强度过低，纤维在施工过程中即发生断裂，无法形成有效预应力。指标值主要依据 GB/T 21120 对合成纤维的要求、企业产品实测数据和验证试验确定。验证试验中，断裂强度单项合格率为 88%。

（2）初始模量不小于 8000MPa。初始模量反映纤维抵抗拉伸变形的能力。模量过低，纤维在混凝土收缩过程中会以自身伸长变形消耗部分收缩量，导致传递给混凝土的预压应力不足。规定该指标，是为了保证纤维能够有效传递收缩应力。指标值来源为 5 家纤维生产企业 60 个批号样品的拉伸试验数据。验证试验中，初始模量单项合格率为 82%。

（3）断裂伸长率不大于 15%。断裂伸长率过大，纤维在收缩过程中会以伸长变形消耗部分收缩量，影响预应力的建立；断裂伸长率过小，则纤维可能偏脆，施工中易断裂。因此，将上限控制在 15%。指标值主要依据 GB/T 21120 协调要求和验证试验数据确定。验证试验中，断裂伸长率单项合格率为 85%。

（4）耐碱性能（极限拉力保持率）不小于 95.0%。水泥水化产生碱性环境，纤维长期处于其中，若耐碱性能不足，力学性能会劣化，影响长期抗裂效果。该指标与

GB/T 21120 对合成纤维的要求保持一致，保证纤维在碱性环境中性能不显著下降。验证试验中，耐碱性能单项合格率为 88%。

6.4 收缩率

温缩纤维在混凝土基体峰值温度下的收缩率应符合表 2-2 的规定，即低收缩率型（LS）为 0.5%~1.0%，中收缩率型（MS）为 1.0%~2.0%，高收缩率型（HS）大于 2.0%。

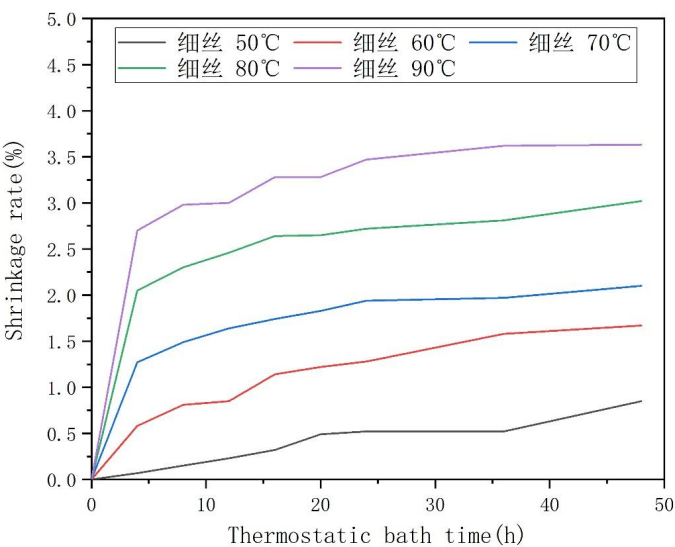
表 2-2 温缩纤维的收缩率（与标准正文表 2 一致）

项目	低收缩率型（LS）	中收缩率型（MS）	高收缩率型（HS）
收缩率/%	0.5~1.0	1.0~2.0	>2.0

收缩率是温缩纤维最核心的功能指标，直接决定其能否在混凝土温升阶段建立足够的预压应力。设置该指标，是为了解决普通合成纤维只能被动阻裂、无法主动抵消温度拉应力的问题。

指标值确定依据如下：

- （1）下限确定为 0.5%。收缩率小于 0.5%时，纤维产生的预应力不足以抵消混凝土的温度拉应力，抗裂效果不明显。该下限依据 10 组掺温缩纤维混凝土抗裂试验确定。
- （2）按收缩能力分为 LS、MS、HS 三级。不同工程混凝土内部峰值温度不同，温升速率和约束程度也不同。分级后，用户可根据工程温度条件和抗裂要求选用合适等级。低收缩型适用于温升较低或约束较小的构件；中收缩型适用于一般大体积混凝土；高收缩型适用于温升较高、温度应力较大的工程。



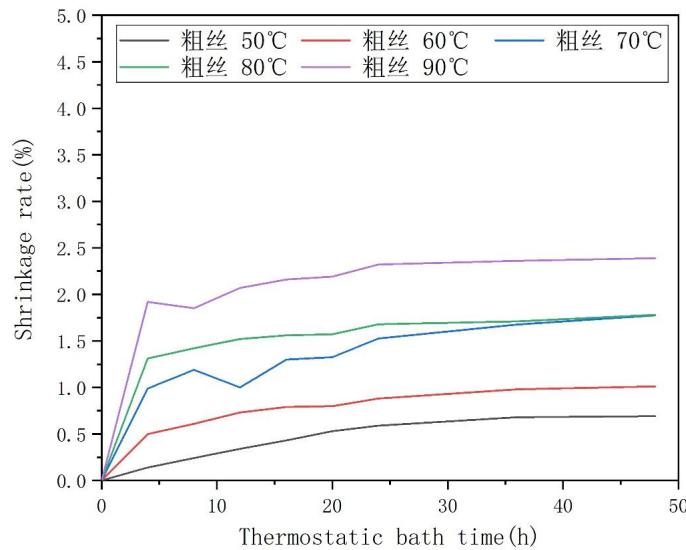


图 1 细丝（直径 0.2mm）和粗丝（直径 0.95mm）在不同温度下的收缩率测试

（3）收缩率过大时，纤维可能在温升阶段收缩过度，出现纤维脱粘或局部应力集中，反而不利。因此，高收缩型仅规定下限大于 2.0%，不设上限，但应通过界面粘结性能和掺混凝土性能加以控制。

验证试验中，LS、MS、HS 各等级合格率分别为 63%、68%、75%，平均为 69%。

6.5 掺温缩纤维水泥混凝土性能

掺温缩纤维水泥混凝土的性能指标应符合 GB/T 21120 的规定，其中温缩纤维分散性相对误差应在-5%~5%。

规定分散性要求，是为了保证纤维在混凝土中均匀分布，避免成团、结团造成局部缺筋。若分散性差，即使纤维本身收缩率合格，也无法在混凝土中形成均匀的三维预应力场，抗裂效果会明显下降。该指标依据 GB/T 21120 中掺纤维混凝土性能试验方法确定，并结合 30 组拌合物试验验证。验证试验中，分散性相对误差合格率为 82%，掺温缩纤维混凝土性能整体合格率为 79%。

第 7 章 试验方法

（1）外观。在正常光照度下，距离 0.1m~0.2m 用肉眼观察。该方法简便、直观，适用于出厂检验和现场验收。

（2）尺寸。长度和当量直径按 GB/T 21120 中的规定测试；刻痕间距和刻痕深度按 GB/T 47787 中的规定，采用显微镜法测试。GB/T 47787《纺织品显微镜定量分析试

验通则》于 2026 年 7 月发布，2027 年 2 月实施，是目前可用的纤维尺寸显微镜定量分析方法。采用显微镜法，可准确测量刻痕间距和深度，保证指标可检验。

（3）断裂强度、初始模量、断裂伸长率按 GB/T 14344 规定的方法测定。为排除短切加工对纤维端部和表面状态的影响，规定供应商应分批号提供未经短切的长丝样品用于试验检测，试验时应防止夹具夹持处打滑或夹伤纤维。这样规定，是为了保证拉伸试验结果真实反映纤维本身的力学性能。

（4）耐碱性能按 GB/T 21120 规定的方法测试。该方法已有成熟应用，便于检测机构实施。

（5）收缩率。试验温度采用混凝土基体峰值温度，该温度根据混凝土升温、工程环境、养护方法等具体情况，通过热工计算或有限元仿真分析确定。试验时，将温缩纤维置于与该峰值温度相同的水浴中浸泡 24h，按照 GB/T 6505 规定的方法进行收缩率测试。采用水浴加热方式，是为了使纤维在均匀、稳定的温度场中充分完成热激发收缩；浸泡时间取 24h，参照 GB/T 6505 对处理条件的规定，并保证纤维收缩达到稳定。该试验方法是收缩率指标可验证性的关键。

（6）掺温缩纤维水泥混凝土性能。试验环境、材料、配合比、试件制作、养护及试验所需试件数量、混凝土拌合物、硬化混凝土，按照 GB/T 21120 规定的方法进行。这样规定，可保证掺温缩纤维混凝土性能试验与现行标准一致，便于结果比较。

第 8 章 检验规则

检验分为出厂检验和型式检验，检验规则应符合 GB/T 21120 的检验规则。其中，出厂检验项目包括外观、尺寸、表 1 和表 2 规定的项目；型式检验项目包括外观、尺寸、表 1、表 2 和 6.5 规定的项目，即在出厂检验的基础上增加掺温缩纤维水泥混凝土性能。

与普通合成纤维相比，温缩纤维的出厂检验增加了尺寸（含刻痕参数）和收缩率项目。这是由温缩纤维的功能特点决定的：刻痕参数直接影响界面锚固和应力传递，收缩率直接决定预应力建立能力，二者是温缩纤维区别于普通合成纤维的核心指标，必须在出厂检验中加以控制。型式检验增加掺温缩纤维水泥混凝土性能，是为了验证纤维在实际混凝土中的分散性和抗裂效果，确保产品在工程中有效。

第 9 章 标志、出厂、包装、运输、储存

标志、出厂、包装、运输、储存应符合 GB/T 21120 的要求。温缩纤维的包装、运输和储存条件可能影响其热收缩性能和表面刻痕状态，因此应按照 GB/T 21120 的规定执行，避免受潮、污染和长期高温暴露。

三、主要指标验证情况

为说明标准技术指标的合理性、科学性和可操作性，编制组制定了验证试验方案，组织开展验证试验工作。验证试验以标准征求意见稿第 6 章技术要求和第 7 章试验方法为依据，重点验证以下内容：

（1）样品征集。由温缩纤维生产企业提供工业化生产样品，样品应覆盖聚丙烯、聚甲醛、超高分子量聚乙烯三种材料组成和单丝、粗纤维两种外形，每个材料组成不少于两个生产批号。样品从成品中随机抽取，并附产品说明书和出厂检验报告。样品提供单位名单和样品数量如下：

公司名称	样品描述
宁波时科新材料科技有限公司	LS 型聚丙烯粗纤维 LS 型超高分子量聚乙烯单丝纤维 LS 型聚甲醛粗纤维 MS 型聚丙烯粗纤维 MS 型超高分子量聚乙烯单丝纤维 MS 型聚甲醛粗纤维 HS 型聚丙烯粗纤维 HS 型超高分子量聚乙烯单丝纤维 HS 型聚甲醛粗纤维
绍兴嘉法科技有限公司	LS 型聚丙烯粗纤维 LS 型超高分子量聚乙烯单丝纤维 MS 型聚丙烯粗纤维 MS 型超高分子量聚乙烯单丝纤维 HS 型聚丙烯粗纤维 HS 型超高分子量聚乙烯单丝纤维

上海易睿科新材料科技有限公司	LS 型聚丙烯粗纤维 LS 型超高分子量聚乙烯单丝纤维 MS 型聚丙烯粗纤维 MS 型超高分子量聚乙烯单丝纤维 HS 型聚丙烯粗纤维 HS 型超高分子量聚乙烯单丝纤维
苏州市嘉可达建筑工程材料有限公司	LS 型聚丙烯粗纤维 MS 型聚丙烯粗纤维 HS 型聚丙烯粗纤维
泰安同伴纤维有限公司	LS 型聚丙烯单丝纤维 LS 型聚丙烯粗纤维 MS 型聚丙烯单丝纤维 MS 型聚丙烯粗纤维 HS 型聚丙烯单丝纤维 HS 型聚丙烯粗纤维

(2) 验证项目与试验方法。按标准第 7 章规定的方法, 验证外观; 公称长度和当量直径偏差及当量直径变异系数; 刻痕间距、刻痕深度; 断裂强度、初始模量、断裂伸长率; 耐碱性能; 收缩率; 掺温缩纤维水泥混凝土的分散性和 GB/T 21120 规定的性能。其中, 收缩率试验的峰值温度根据典型大体积混凝土工程的温升情况设定, 并考察不同温度条件下收缩率的变化, 验证低收缩率型、中收缩率型、高收缩率型分级指标与温度条件的对应关系。

(3) 单项指标合格率分析。验证试验应分别统计各单项指标的合格率, 格式见表 2-3。

表 2-3 单项指标合格率统计表

验证项目	验证样品数	合格样品数	单项合格率/%	不合格主要原因	指标调整建议
外观	150	150	100	无	维持
长度偏差	150	147	98	少量短切长度波动	维持
当量直径偏差	150	143	95	喷丝板孔口磨损、牵伸不均	维持, 加强设备维护

当量直径变异系数	150	138	92	纤维线密度均匀性不足	维持，优化纺丝工艺
刻痕间距	150	108	72	刻痕加工精度不足，间距偏大	维持 $\leq 2\text{mm}$ ，改进刻痕模具，增加在线检测
刻痕深度	150	102	68	刻痕深度不足，未达到当量直径 20%	建议调整为 $\geq 15\%$
断裂强度	300	264	88	部分样品强度偏低，原料分子量波动	维持 $\geq 600\text{MPa}$ ，加强原料控制
初始模量	300	246	82	取向度不足，拉伸倍率偏低	维持 $\geq 8000\text{MPa}$ ，优化拉伸工艺
断裂伸长率	300	255	85	部分样品伸长率偏大	维持 $\leq 15\%$ ，提高取向度
耐碱性能	300	264	88	耐碱剂添加不均或纤维表面缺陷	维持 $\geq 95.0\%$ ，加强表面处理
收缩率	150	104	69	部分样品收缩率低于 0.5%或未达分级下限	加强热激发工艺
分散性相对误差	90	74	82	纤维成团，搅拌工艺不当	维持 $-5\%\sim 5\%$ ，优化搅拌和掺加方式
掺纤维混凝土性能	90	71	79	抗裂或韧性提升不显著	维持 GB/T 21120 要求，优化配合比和纤维掺量

从表 2-3 可以看出：

外观、长度偏差、当量直径偏差、当量直径变异系数合格率分别为 100%、98%、95%、92%，说明现有生产企业在产品外观和基本尺寸控制方面总体较好，标准规定与行业实际水平相适应，指标取值合理。

刻痕间距、刻痕深度合格率分别为 72%和 68%，是全部验证项目中合格率最低的两项。这说明表面刻痕加工是目前温缩纤维生产的技术难点，部分企业产品刻痕间距偏大、刻痕深度不足，难以保证纤维与水泥基体之间的机械锚固效果。若刻痕深度不

足，收缩应力无法有效传递，温缩纤维的核心功能将难以发挥。因此，这两项指标必须保留，但应考虑设置合理的过渡期或适当调整指标值。

断裂强度、初始模量、断裂伸长率、耐碱性能合格率分别为 88%、82%、85%、88%。其中初始模量合格率最低（82%），说明部分产品分子链取向度不足，拉伸工艺有待优化。断裂强度和耐碱性能合格率尚可，但仍有约 12%的不合格样品，需加强原料控制和表面处理。

收缩率合格率为 69%，仅高于刻痕深度，说明部分产品在混凝土基体峰值温度下的收缩率未达到 0.5%的下限要求，或未达到相应收缩等级要求。收缩率是温缩纤维最核心的功能指标，合格率偏低将直接影响产品在工程中的抗裂效果。需进一步分析不合格样品的收缩率分布，判断是指标偏严还是产品工艺不足。

分散性相对误差、掺纤维混凝土性能合格率分别为 82%和 79%，说明纤维在混凝土中的分散性和实际抗裂增强效果仍有提升空间。掺纤维混凝土性能合格率低于 80%，表明部分产品虽然纤维本身指标合格，但在混凝土中未能充分发挥作用，需优化配合比、搅拌工艺和纤维掺量。

（4）整体指标合格率分析。整体指标合格率按所有必检项目均合格的样品数占验证样品总数的比例计算，即：

整体合格率 = 所有必检项目均合格的样品数 / 验证样品总数 × 100%。

根据验证数据，整体合格率为 85%。其中，导致整体不合格的主要项目为刻痕深度、收缩率、刻痕间距，说明这些指标是当前行业质量控制的薄弱环节，也是标准实施后需要重点改进的方向。

（5）验证结论

验证试验表明，本标准规定的外观、尺寸、力学性能、耐碱性能等指标与现行国家标准协调一致，多数企业能够达到；刻痕参数和收缩率是温缩纤维特有的核心指标，当前行业合格率偏低，但通过指标调整和过渡期设置，可以引导企业改进工艺、提升质量。标准技术指标总体科学、合理、可操作，建议按调整后的指标形成报批稿。

四、标准中涉及专利的知识产权说明

按照 GB/T 1.1—2020 的要求，本文件前言中已声明“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”。编制组在编制过程中对涉及的

技术内容进行了初步检索，未发现本标准的技术内容直接涉及他人有效的专利。经检索，国内已有企业、高校就温缩（热缩）纤维的制备方法申请了专利，若本标准实施过程中相关技术内容涉及专利，将按照《团体标准管理规定》（国标委联〔2019〕1号）和中国建筑材料联合会关于团体标准涉及专利的有关规定处理。请有关权利人在征求意见阶段予以声明。

五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益

温缩纤维目前处于产业化起步阶段，产品已在部分大体积混凝土和抗裂要求较高的工程中试点应用。与传统抗裂措施相比，温缩纤维具有以下特点：一是以较低的掺量（体积掺量一般为0.1%~0.3%）在混凝土内部建立三维预应力，与配置温度钢筋相比，可简化施工、加快进度；二是其收缩激励来自混凝土自身的水化热，与膨胀剂相比，对养护条件的依赖性较低；三是与普通合成纤维相比，其抗裂机理是主动建立预应力而非被动阻裂，对温度裂缝的控制效果更为直接。

随着大体积混凝土、高强混凝土在基础设施和建筑工程中的广泛应用，以及工程界对混凝土早期开裂问题的日益重视，温缩纤维具有较好的推广应用前景。本标准的制定，将为温缩纤维的生产、检验和工程应用提供统一依据，有利于规范市场秩序、保证产品质量，推动温缩纤维在桥梁、隧道、水工结构和房建底板等工程中的应用，具有明显的社会效益和经济效益。

（注：具体产量、产值、应用面积等数据正在调研收集中，将在后续版本中补充。）

六、采用国际标准和国外同类先进标准情况

本标准未直接采用国际标准或国外先进标准。编制过程中参考了ISO 23523:2021《纤维增强水泥基复合材料用离散聚合物纤维试验方法》中关于纤维直径、长度、拉伸性能、初始模量等项目的试验方法，并结合我国现行国家标准GB/T 21120—2018、GB/T 6505—2017、GB/T 14344—2022、GB/T 47787规定的试验方法体系，确定了本文件的技术指标和试验方法。经检索，国外尚未发现针对温缩（热收缩）纤维产品的专门标准。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本文件的制定符合《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》（国标委联〔2019〕1号）以及中国建筑材料联合会团体标准管理的有关规定，在编制程序和文件格式方面符合 GB/T 1.1—2020 的要求。经调研，本文件与现行的相关法律、法规、规章及相关标准（包括强制性标准）具有协调一致性。

与本文件相关的现行标准主要有：

GB/T 21120—2018《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》；

GB/T 6505—2017《化学纤维 长丝热收缩率试验方法（处理后）》；

GB/T 14344—2022《化学纤维 长丝拉伸性能试验方法》；

GB/T 47787《纺织品 显微镜定量分析 试验通则》；

ISO 23523:2021《纤维增强水泥基复合材料用离散聚合物纤维试验方法》。

本文件是 GB/T 21120—2018 在温缩纤维产品上的补充和细化。GB/T 21120 规定的合成纤维基本力学性能、掺纤维混凝土性能、检验规则等内容，本文件直接引用；本文件新增的收缩率、刻痕间距和刻痕深度等要求，与 GB/T 21120 不冲突，是对现有标准体系的补充和完善。本文件不涉及强制性标准，与现行强制性标准无冲突。

八、标准性质的建议说明

本文件为中国建筑材料协会标准（团体标准），建议性质为推荐性标准，由企业自愿采用。

九、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

（1）本标准批准发布后，建议由中国建筑材料联合会组织宣贯培训，面向温缩纤维生产企业、检测机构、混凝土搅拌站和工程施工单位，解读标准的技术内容和检验规则。

（2）温缩纤维生产企业应按照标准要求完善出厂检验能力，特别是收缩率和刻痕参数的检测手段，建立稳定的质量控制体系。

（3）建议相关检测机构开展收缩率、刻痕参数等项目的检测能力建设，为标准的实施提供检测支撑。

（4）建议在混凝土工程原材料采购和进场验收中采信本标准，规范温缩纤维产品的质量检验。

（5）过渡办法与实施日期。建议标准发布后给予生产企业不少于 6 个月的过渡期，用于消化标准内容、完善检测设备和调整出厂检验项目。具体实施日期以标准发布公告为准。

十、废止现行相关标准的建议

无。

十一、其他应予说明的事项

（1）本编制说明中标注“待补充”的内容，包括立项文号、参编单位、验证试验数据、产业化数据等，将随标准编制工作的进展逐步补充完善。

（2）GB/T 47787《纺织品 显微镜定量分析 试验通则》于 2026 年 7 月发布，将于 2027 年 2 月实施。本文件征求意见和报批阶段将持续跟踪该标准的实施情况，确保引用的试验方法现行有效。

（3）欢迎各有关单位和专家对标准征求意见稿及本编制说明提出修改意见，特别是对温缩纤维的分类、收缩率分级指标、刻痕参数取值和试验方法等方面提出意见和建议。