



团 体 标 准

T/UNP XXXX—2025

高性能高导热复合相变材料制备规范

Preparation specification for high performance and high thermal conductivity
composite phase change materials

（征求意见稿）

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国联合国采购促进会 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、定义 1

4 材料要求 2

 4.1 总材料比重 2

 4.2 原材料要求 2

5 制备工艺 3

 5.1 制备流程 3

 5.2 预热熔化 3

 5.3 添加成核剂 3

 5.4 真空浸渍 3

 5.5 冷却粉碎 4

 5.6 回抽加料 4

 5.7 获得成品 4

6 质量检验 4

 6.1 外观检验 4

 6.2 导热系数试验 4

 6.3 耐冷热循环性能试验 4

 6.4 相变温度试验 4

 6.5 抗压性试验 4

 6.6 材料寿命检验 4

7 档案管理 5

参考文献 6

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。

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。

本文件由中科优选新材料(浙江)有限公司提出。

本文件由中国联合国采购促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

为助力中国企业参与国际贸易,推动企业高质量发展,中国联合国采购促进会依托联合国采购体系,制定服务于国际贸易的系列标准,这些标准在国际贸易过程中发挥了越来越重要的作用,对促进贸易效率提升,减少交易成本和不确定性,确保产品质量与安全,增强消费者信心具有重要的意义。

联合国标准产品与服务分类代码(UNSPSC, United Nations Standard Products and Services Code)是联合国制定的标准,用于高效、准确地对产品和服务进行分类。在全球国际化采购中发挥着至关重要的作用,它为采购商和供应商提供了一个共同的语言和平台,促进了全球贸易的高效、有序发展。

围绕UNSPSC进行相关产品、技术和服务团体标准的制定,对助力企业融入国际采购,提升国际竞争力具有十分重要的作用和意义。

本文件采用UNSPSC分类代码由6位组成,对应原分类中的大类、中类和小类并用小数点分割。

本文件UNSPSC代码为“60.10.47”,由3段组成。其中:第1段为大类,“60”表示“乐器、游戏、玩具、工艺品和教育设备”,第2段为中类,“10”表示“发展性和专业教具、教材、配件和用品”,第3段为小类,“47”表示“能源与动力物理材料”。

高性能高导热复合相变材料制备规范

1 范围

本文件规定了高性能高导热复合相变材料制备的材料要求、制备工艺、质量检验、档案管理。
本文件适用于高性能高导热复合相变材料的制备。

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 8489 精细陶瓷压缩强度试验方法

GB/T 22588 闪光法测量热扩散系数或导热系数

GB/T 24491 多壁碳纳米管

JC/T 482 聚氨酯建筑密封胶

JG/T 534 建筑用相变材料热可靠性测试方法

JC/T 2111 建筑材料相变调温性能测试方法

JC/T 2339 地暖用相变储能材料及构件

ISO 22007-2 塑料—导热系数和热扩散率的测定—第2部分：瞬态平面热源（热盘）法
(Plastics—Determination of thermal conductivity and thermal diffusivity—Part2: Transient plane heat source (hot disc) method)

3 术语、定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

相变材料 phase change material; PCM

在恒定的温度下吸收或放出热能时发生物态变化的物质。

[来源：SB/T 10343—2012，3.21，有修改]

3.2

相变温度 phase change temperature

在特定环境下，相变材料吸收（释放）热量从固相转变为液相（从液相转变为固相），所对应的温度称为相变温度。

[来源：JG/T 534—2018，3.3，有修改]

3.3

凝胶 gel

树脂形成过程中，初期所形成的胶冻状固相。

[来源：LY/T 1280—2008，2.24]

3.4

邵尔 C 硬度 shore C hardness degrees

橡胶硬度的一种量度。

[来源：GB/T 9881—2008，2.502，有修改]

3.5

石墨 graphite

碳元素的同素异构体，是由相互平行堆叠在一起的碳单层组成的长程有序的三维结晶结构。

[来源：GB/T 30544.3—2015，2.12]

3.6

填料 filler
起填充作用的矿物材料。
[来源：LY/T 1280—2008，3.11，有修改]

3.7

聚氨酯 polyurethane
由有机二或多异氰酸酯与含有两个或两个以上羟基的化合物反应制得的聚合物。
[来源：GB/T 22313—2008，3.2，有修改]

4 材料要求

4.1 总材料比重

制备高性能高导热复合相变材料的材料比重应符合表1的规定。

表 1 制备高性能高导热复合相变材料的材料比重

材料	比重
PCM	5~50
泡沫石墨复合PCM颗粒	70~150
成核剂	0.01~1
高导热填料	1~5
聚氨酯	5~30

4.2 原材料要求

4.2.1 PCM

PCM包括十六酸甲酯、十八酸甲酯、二硬脂酸乙二醇酯、1—十二烷醇、1—十四醇中的一种或多种，且应符合JG/T 534的规定。

4.2.2 泡沫石墨

泡沫石墨的含碳量应为99%，且其密度为0.055 g/cc、0.09 g/cc和0.1 g/cc中的任一数值。

4.2.3 泡沫石墨复合 PCM 颗粒

泡沫石墨复合PCM颗粒由泡沫石墨和PCM混合而成，其材料比重应符合表2的规定。

表 2 制备泡沫石墨复合 PCM 颗粒的材料比重

材料	比重
泡沫石墨	1~10
PCM	10~140

4.2.4 成核剂

成核剂应由TiO₂、ZnO、Al₂O₃、SiC、AgI中的一种或多种构成。

4.2.5 高导热填料

高导热填料即酯基化多壁碳纳米管，其应符合GB/T 24491的规定，且其制备方法应按以下步骤进行：

- a) 将已羧基化的碳纳米管（MWCNTs—COOH）加入 N，N—二甲基甲酰胺（DMF）中；
- b) 超声分散 30 min，缓慢加入三氯化磷（PCl₃）；
- c) 在 70 ℃下反应 14 h；
- d) 将料液真空抽滤；
- e) 用 DMF 洗涤滤饼 3 次~5 次，除去未反应的 PCl₃；
- f) 将滤饼加入有机醇和三乙胺（TEA）中，加热至 50 ℃；
- g) 磁力搅拌反应 24 h，冷却抽滤；

h) 去离子水洗涤滤饼 3 次~5 次，烘干恒重即得。

4.2.6 聚氨酯

聚氨酯为0邵尔C硬度~50邵尔C硬度的聚醚型聚氨酯凝胶，其应符合JC/T 482的规定，且聚氨酯溶液成分应符合表3的规定。

表 3 聚氨酯溶液成分表

项目	成分
聚氨酯A液	2，2—二羟甲基丁酸、 α —乙酰基— γ —丁内酯和碳酸胍
聚氨酯B液	聚四氢呋喃二醇、4，4'—二异氰酸酯二环甲烷、异佛尔酮二异氰酸酯和二月桂酸二丁基锡混合预聚物

5 制备工艺

5.1 制备流程

高性能高导热复合相变材料的制备流程见图1。

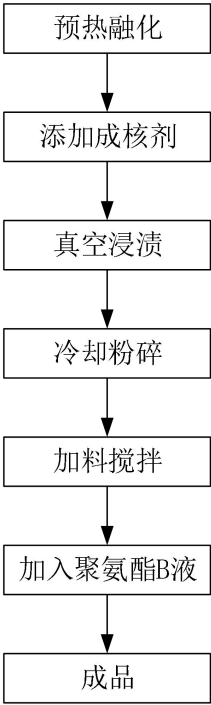


图 1 高性能高导热复合相变材料制备流程图

5.2 预热熔化

高性能高导热复合相变材料按以下步骤进行预热熔化：

- a) 将 PCM 原料加热至 50 ℃~150 ℃；
- b) 持续进行加热直至原料完全熔化，无固体残留，确保原料从固态转变为液态。

5.3 添加成核剂

高性能高导热复合相变材料按以下步骤添加成核剂：

- a) 将预热融化后得到的液态原料温度降至 40 ℃~80 ℃时加入成核剂；
- b) 打开搅拌桨，在 350 r/min~500 r/min 转速条件下搅拌 1 h~2 h，确保成核剂均匀分布在液态 PCM 中；
- c) 持续搅拌直至获得料液。

5.4 真空浸渍

高性能高导热复合相变材料按以下步骤进行真空浸渍：

- a) 将泡沫石墨板放入真空加热釜中，并与添加成核剂后得到的料液混合；
- b) 在真空度为-0.1 Mpa，加热温度为 50℃～80℃下，浸渍 3 h～5 h。

5.5 冷却粉碎

高性能高导热复合相变材料按以下步骤进行冷却粉碎：

- a) 将浸渍完成的石墨板取出；
- b) 冷却晾干后，放入粉碎机粉碎；
- c) 用 40 目筛网过筛，得到石墨复合相变粉末。

5.6 回抽加料

高性能高导热复合相变材料按以下步骤进行回抽加料：

- a) 向真空浸渍后剩余的料液中加入高导热填料、冷却粉碎得到的石墨复合相变粉末、聚氨酯 A 液；
- b) 控制温度保持在 40℃～80℃；
- c) 在 350 r/min～500 r/min 的转速下搅拌 2 h～3 h，确保各组分混合均匀；
- d) 得到混匀后的料液。

5.7 获得成品

高性能高导热复合相变材料按以下步骤获得成品：

- a) 在 40℃～80℃下，将回抽加料后得到料液加入聚氨酯 B 液；
- b) 混合均匀，获得高性能高导热石墨复合相变材料。

6 质量检验

6.1 外观检验

在自然光下，通过目测、手检的方法进行外观检验后，高性能高导热复合相变材料的外观应符合表 4 的规定。

表 4 外观要求

项目	要求
形状	完整，无变形、残缺
色泽	平整光滑
质地	均匀一致

6.2 导热系数试验

按ISO 22007-2、GB/T 22588的规定进行导热系数试验后，高性能高导热复合相变材料的导热系数应为5.096 W/（m·K）。

6.3 耐冷热循环性能试验

按JC/T 2339—2015中附录D的规定进行耐冷热循环试验后，高性能高导热复合相变材料外观应无变形、开裂或渗漏现象。

6.4 相变温度试验

按JC/T 2111—2012中6.2.1的规定进行相变温度试验后，高性能高导热复合相变材料的相变温度应为29℃～40℃。

6.5 抗压性试验

按GB/T 8489的规定进行抗压性试验后，高性能高导热复合相变材料的抗压强度应≥1.5 MPa。

6.6 材料寿命检验

按JC/T 2339—2015中附录B的规定进行材料寿命试验后，高性能高导热复合相变材料的相变潜热衰减率应 $\leq 10\%$ 。

7 档案管理

7.1 在执行第5章所规定的各个阶段的操作过程中，应将以下内容进行记录并保存为档案资料：

- a) 原材料批次号；
- a) 供应商信息，包括但不限于以下内容：
 - 1) 供应商名称；
 - 2) 供应商地址；
 - 3) 供应商联系电话；
 - 4) 供应商营业执照信息。
- b) 质检数据，包括但不限于以下内容：
 - 1) 高性能高导热复合相变材料编号；
 - 2) 高性能高导热复合相变材料的制造流程中所产生的数据；
 - 3) 高性能高导热复合相变材料出现的不良现象；
 - 4) 高性能高导热复合相变材料出现不良现象后的处理措施。
- c) 执行各个阶段程序指示的人员姓名；
- d) 时间；
- e) 地点；
- f) 执行的具体操作内容；
- g) 操作的结果或观察到的现象；
- h) 其他。

7.2 记录的档案保存期限应至少10年。

参 考 文 献

- [1] GB/T 9881—2008 橡胶 术语
 - [2] GB/T 22313—2008 塑料 用于聚氨酯生产的多元醇 水含量的测定
 - [3] GB/T 30544.3—2015 纳米科技 术语 第3部分：碳纳米物体
 - [4] SB/T 10343—2012 蓄冷设备的性能标定
 - [5] LY/T 1280—2008 木材工业胶粘剂术语
-