

《冷冻砂型性能测试方法》编制说明

(征求意见稿)

一、 工作简况

1. 任务来源

《冷冻性能测试方法》是中国机械制造工艺协会团体标准，由中国机械制造工艺协会提出，由中国机械制造工艺协会标准化工作委员会归口，由中国机械科学研究总院集团有限公司牵头组织制定。

2. 主要参加起草单位和起草人及分工

本标准由中国机械科学研究总院集团有限公司，南京航空航天大学，潍柴动力股份有限公司，广西玉柴机器股份有限公司，第一拖拉机股份有限公司，一汽铸造有限公司。

主要成员：刘丰、单忠德、刘丽敏、任永新、董晓丽、吴双峰、战丽、杨浩秦、吕登红、孙玉成、李锋军、王成刚。

所作的工作：刘丰担任起草工作组组长，全面协调标准起草工作。刘丽敏、任永新、董晓丽负责标准资料的收集和标准草案书写工作，单忠德、刘丰负责标准的总体校核和指导编写工作，刘丽敏、任永新、董晓丽负责收集、分析国内外相关技术文献和资料，结合实际应用经验，对标准内容进行归纳和总结。

3. 主要工作过程

3.1 项目启动起草标准草案

计划下达后，中国机械科学研究总院集团有限公司召开了冷冻砂型性能测试方法团体标准制定工作会议，会后成立了《冷冻砂型性能测试方法》团体标准制定起草工作组（以下简称工作组）。工作组于 2023 年 4 月-6 月对国内外相关标准情况进行初步分析，经过广泛收集资料，调研研究，完成草稿的编制；召开标准编制启动会，对标准编制工作进行分工。2023 年 7 月，编制组经过内部讨论，听取相关专家意见，对草稿进行修改，完善，形成工作组讨论稿。2023 年 8 月-9 月，起草组召开多次标准编写讨论会，对初稿进行充分讨论，整理各方修改意见，作了进一步修改完善。并提交标准制修订立项申请书，2023 年 10 月收到团标立项审查回函 45 票赞同，标准予以立项。

3.2 标准内容验证

2023年9月29日-30日召开《冷冻砂型性能测试方法》线上讨论会，会上就本标准在召开工作组会议、开展实验验证与符合性测试、征求意见等方面情况进行了交流。会上就本标准已开展的工作、最新进展及下一步工作计划进行了交流，会后工作组人员根据修改意见进行了修改，形成征求意见稿。

3.3 征求意见阶段

2023年11月中国机械制造工艺协会对标准征求意见稿在标委会和协会会员中广泛征求意见，发送“征求意见稿”的单位数45个，收到“征求意见稿”后，回函的单位数15个。收到“征求意见稿”后，回函并有建议或意见的单位数4个，没有回函的单位数：30个。详见征求意见汇总处理表。

3.4 送审阶段

2023年12月工作组召开讨论会，根据征求到的意见对标准进行修改完善，完成标准送审资料，包括标准送审稿、编制说明、征求意见汇总处理表等，提交协会标委会进行送审。

3.5 报批发布阶段

4. 负责起草单位介绍

中国机械科学研究总院集团有限公司一直致力于我国装备制造业制造技术（基础共性技术）的研究开发与推广服务，集聚了我国装备制造业制造技术（基础共性技术）研究开发最大的团队，多专业最综合的技术力量，形成了强大的技术优势和市场竞争力。集团目前拥有正式员工7000余名，其中科研人员占比70%以上，是我国装备制造业制造技术研究体系最完整、规模最大的开发研究团队。建有国家重点实验室、国家工程研究中心等13个国家级、28个省部级创新平台，拥有4个国际合作基地、71个国际/国家标委会和学协会，拥有博士后科研工作站/硕士学位授权点20个，承办科技期刊21种。累计取得各类科研成果7000余项，广泛应用于国民经济和国防安全各重要领域，有力支撑了我国工业建设和现代制造业发展，是我国创新体系重要的组成部分。

二、 标准编制原则和主要内容

1. 标准编制原则

坚持高起点、严要求与适宜性、可操作性相结合的原则。高起点即标准编制所涉及产品技术指标，应不低于目前国内相关行业标准规定的限量指标。

严要求即标准的编制应严格遵循相关法规的要求进行。

适宜性：既要充分考虑到本行业的发展现状与特点及对测试项目的设置与限量指标的控制，又要有一个适宜的范围与程度，从而提高标准贯彻实施的可操作性。

可操作性：在确定本标准主要技术指标时，综合考虑生产企业的能力和用户的利益，寻求最大的经济、社会效益，充分体现了标准在技术上的先进性和合理性。

2. 标准主要内容

本标准适用于冷冻砂型性能检测方法，目前国内在技术要求、试验方法及技术资料交付等方面尚无现行标准，因此有必要制定针对冷冻砂型性能测试方法的标准。本标准主要技术内容包括：冷冻砂型性能测试方法的一般要求、试验方法及技术资料交付。GB/T5611、T/CAMMT 51

术语和定义参考了 GB/T 5611《铸造术语》、T/CAMMT 51《绿色铸造 冷冻铸造 冷冻砂型数字化加工工艺规范》。

本标准的主要框架包括：

- a) 冷冻砂型性能测试方法的一般要求，主要包括样品选取、试样制作等方面相关要求；
- b) 冷冻砂型性能测试方法的试验方法，主要规定了冷冻砂型的含水量、抗拉强度、抗压强度、透气性和发气量、树脂含量及废砂回收率等的相关测定方法及要求。

三、主要试验（或验证）情况

1. 样品选取

1.1 袋装原砂的平均样品由同一批量，且不得少于3袋中选取，其总质量不得少于5Kg（同时根据检测项目的不同可做适量的增加）。如果根据外观观察，发现对某一部分原砂的质量有疑问时，应单独取样和检验，不选择结块（可以明显看出砂粒的聚集）的，并且要除去可见杂质。

1.2 选取的样品必须注明其名称、批号、产地、采样日期及采样人姓名；对有疑问的样品，检验后，剩余的样品应保存3个月，以备复查。

1.3 选取的样品应置于密封塑料袋或非金属有盖容器中。

2. 试样制作

所有检测试样前期制备均按照图1所示流程进行制作：

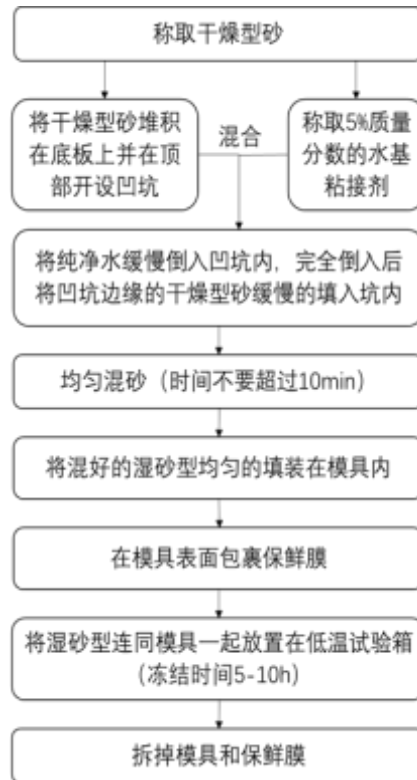


图1试样制备流程图

3. 试验方法

3.1 含水量的测定

测定含水量采用快速称重法进行。

3.1.1 装置

- a) 红外线烘干机；
- b) 电烘箱；
- c) 天平：精度 0.01g。

3.1.2 试样的制备

试样在混砂均匀后选取，选取试样的方法采用“四分法”或分样器，不得少于 1Kg。

3.1.3 试验程序

称取约 20g 试样，精确到 0.01g，放入盛砂盘中，均匀铺平，将盛砂盘置于红外线烘干机内，在 110℃~170℃ 烘干 6min~10min，置于干燥器内，待冷却至室温时，进行称量。

3.1.4 结果的表述

含水量以质量百分数 X_1 计，数值以%表示，按式（1）计算：

$$X_1 = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

G_1 ——烘干前试样的质量，单位为克（g）；

G_2 ——烘干后试样的质量，单位为克（g）。

3.2 强度的测定

3.2.1 装置

- a) 锤击式制样机；
- b) 型砂强度试验机；
- c) 标准试样筒。

3.2.2 试样的制备

测定各种强度用的标准试样除特殊规定外都是在锤击式制样机（锤击式制样机应安放在水泥台面上，下面垫 10mm 厚的橡胶皮）上冲击 3 次而制成的。试验抗压强度用的试样为圆柱形标准试样（见图 2）；抗拉强度为“8”字形标准试样（见图 3）。

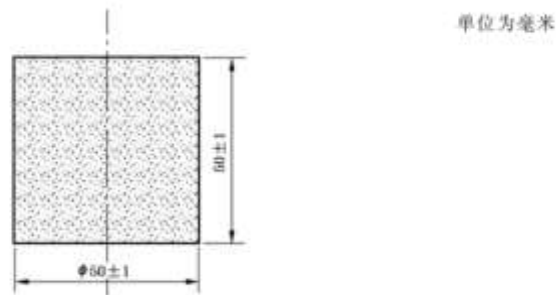


图2 圆柱形标准试样

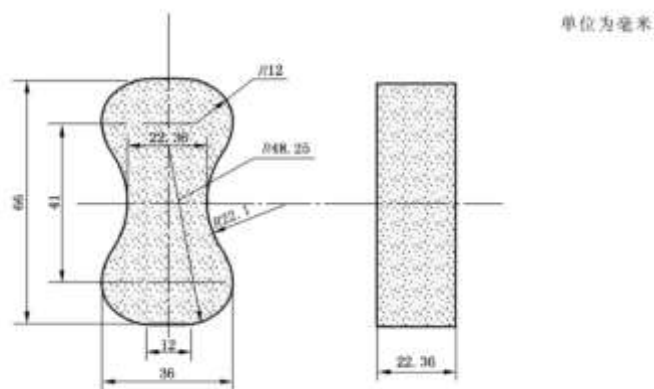


图3 “8”字形标准试样

制成的试样从试样筒中脱出后，即可进行强度试验。

3.2.3 试验程序

3.2.3.1 测定抗压强度时，测试环境温度 $\leq -15^{\circ}\text{C}$ ，将抗压试样在 -30°C 保温 5-10h，将抗压试样置于预先装置在强度试验机上的抗压夹具上（见图 4），逐渐加载，直至试样破裂，其抗压强度值可直接从仪器中读出。

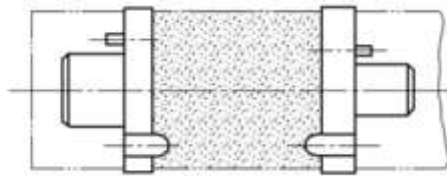


图 4 抗压强度试样装置示意图

3.2.3.2 测定抗拉强度时（见图 5），测试环境温度 $\leq -15^{\circ}\text{C}$ ，将抗拉试样在 -30°C 保温 5-10h，将抗拉夹具置于仪器上，然后将抗拉试样放入夹具中（不超过 5min），逐渐加载，直至试样断裂，其抗拉强度值可直接从仪器中读出。

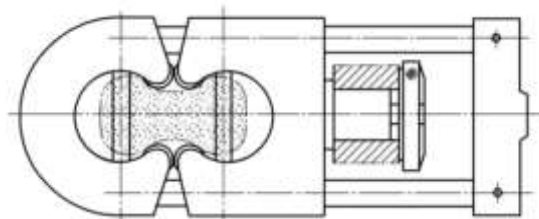


图 5 抗拉强度试样装置示意图

3.2.4 结果的表述

由 3 个试样强度值平均计算而得。如果 3 个试样中，任何一个试样的强度值与平均值相差超出 10%时，试验应重新进行。

3.3 透气性的测定

3.3.1 装置

- a) 圆柱形标准试样筒；
- b) 锤击式制样机；
- c) 天平：精度 0.1g；
- d) 智能透气性测定仪或直读式透气性测定仪。

3.3.2 试样的制备

称取一定量的试样放入圆柱形标准试样筒中，在锤击式制样机上（锤击式制样机应安放在水泥台面上，下面垫 10mm 厚的橡胶皮）冲击 3 次，制成高度为 (50 ± 1) mm 的标准试样。

3.3.3 试验程序

测试环境温度为常温，将透气性测定仪试样座上的阻流孔部件卸下，将冲制好的内有试样的试样筒放到透气性测定仪的试样座上，使两者密合。再将旋钮旋转至“工作”位置，透气性测定仪的记录部分开始工作，记录数据。观察记录数据在 30s-60s 中无变化时，即停止记录。

3.3.4 结果的表述

记录其最大透气性数值。3 次平行测定结果的平均值作为该试样的测定结果。其中任何一个试验结果与平均值相差超出 10% 时，试验应重新进行。

3.4 发气量的测定

3.4.1 装置

- a) 造型材料用发气性测定仪；
- b) 天平：精度 0.01g；
- c) 不锈钢舟或瓷舟。

3.4.2 试样的制备

将硬化好的冷冻砂试块在-30℃环境中放置 5-10h 后将其在型砂强度试验机上拉断，随机选取 3 个试块，从这 3 个试块的断面均匀磨取试样 10g 左右，操作过程在-15℃环境下进行。

3.4.3 试验程序

造型材料用发气性测定仪升温至 (105 ± 5) ℃ 温度后，称取试样 1.00g 置于试样舟中（使用前试样舟需经 (105 ± 5) ℃ 灼烧 30min 后，置于干燥器中冷却到室温），在监控状态下，将试样舟送入发气性测定仪的石英管红热部分，迅速用塞子将管口封闭，同时，发气性测定仪的记录部分开始工作，记录数据。观察记录数据在 30s-60s 中无变化时，即停止记录。

3.4.4 结果的表述

记录其最大发气量。3 次平行测定结果的平均值作为该试样的测定结果。其中任何一个试验结果与平均值相差超出 10% 时，试验应重新进行。

3.5 回收率的测定

3.5.1 装置

- a) 天平：精度 0.01g；
- b) 电烘箱。

3.5.2 试样的制备

将硬化好的冷冻砂型(含造型容器)在-30℃环境中放置 5-10h 后进行浇注,待金属液完全凝固后,取出铸件,留冷冻砂型(含造型容器)备用。

3.5.3 试验程序

试验程序如图 6。测试环境温度为室温,将造型容器置入电烘箱中在 110℃~170℃烘干 6min~10min,置于干燥器内,待冷却至室温时,进行称量,记为 m_0 。利用造型容器制作冷冻砂型,并对冷冻砂型(含造型容器)进行称量,记为 m_1 。将浇注完成后的冷冻砂型(含造型容器)置入电烘箱中在 110℃~170℃烘干 6min~10min,置于干燥器内,待冷却至室温时,进行称量,记为 m_2 。

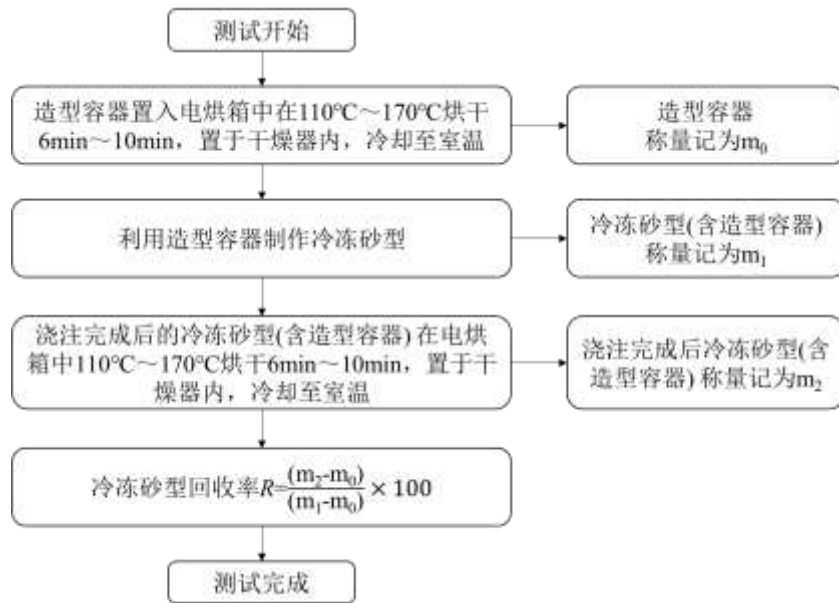


图 6 废砂回收率的测定程序

3.5.4 结果的表述

冷冻砂型回收率 R 按式 (2) 计算

$$R = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (2)$$

式中:

m_0 ——造型容器称重质量,单位为克(g);

m_1 ——带造型容器的冷冻砂型浇注前称重总质量,单位为克(g);

m_2 ——浇注完成后取出铸件,将浇注完成后的冷冻砂型(含造型容器)称重总质量,单位为克(g);

R ——冷冻砂型回收率, %。

3 次平行测定结果的平均值作为该试样的测定结果。其中任何一个试验结果与平均值相差超出 10% 时, 试验应重新进行。

3.6 树脂含量的测定

3.6.1 装置

- a) 元素分析仪;
- b) 天平: 精度 0.01g;
- c) 不锈钢舟或瓷舟。

3.6.2 试样的制备

将硬化好的冷冻砂试块在-30℃环境中放置 5-10h 后将其在型砂强度试验机上拉断, 随机选取 3 个试块, 从这 3 个试块的断面均匀磨取试样 10g 左右, 操作过程在-30℃环境下进行。

3.6.3 试验程序

试验程序如图 6。称取适量试样(依据元素分析仪技术要求)置于试样舟中(使用前试样舟需经(105±5)℃灼烧 30min 后, 置于干燥器中冷却到室温), 将试样舟送入元素分析仪, 进行元素分析, 记录碳元素质量分数为 m_c 。

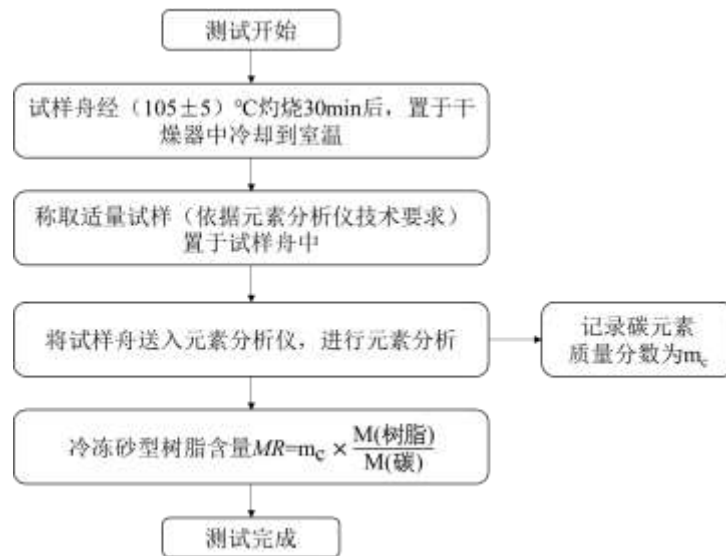


图 7 树脂含量的测定程序

3.6.4 结果的表述

冷冻砂型树脂含量 MR 按式 (3) 计算

$$MR = m_c \times \frac{M(\text{树脂})}{M(\text{碳})} \quad (3)$$

式中:

MR ——冷冻砂型树脂含量, %;

$M(\text{树脂})$ ——树脂的相对分子质量, 单位为 g/mol;

$M(\text{碳})$ ——碳元素的相对原子质量, 单位为 g/mol;

m_c ——元素分析仪测定的碳元素的质量分数，单位为 wt.%。

3 次平行测定结果的平均值作为该试样的测定结果。其中任何一个试验结果与平均值相差超出 10% 时，试验应重新进行。

四、标准中涉及专利的情况

本标准未涉及专利。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

1. 为冷冻砂型工艺产业化提供商业便利，能够促进该行业快速发展。

2. 有助于从业者对冷冻砂型性能测试方法有个清晰的了解，进行相关生产活动时能够有据可依，减少试验成本。

3. 数字化冷冻砂型成形工艺解决了传统砂型铸造工艺存在的形性控制难、开发周期长、资源消耗大、废弃物排放多等突出难题，实现了铸造行业关键复杂铸件的绿色化、快速化、数字化高质量制造。

4. 改变传统砂型铸造的成形模式，提高我国铸造行业的铸造技术水平和自主创新能力，助推我国铸造产业绿色发展与转型升级。

六、与国际、国外对比情况

本标准没有采用国际标准，无国外样品、样机的相关测试数据。本标准制定过程中未查到同类国际、国外标准。

本标准水平为国内先进水平。

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

本标准与我国的现行法律法规和强制性国家标准没有冲突。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准制定过程中，尚无出现未采纳的重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

本标准为推荐性团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

因冷冻砂型工艺是基于无模铸造快速成形技术而实现，可有效提升铸件的冷却效率，最终获得高质量、高性能铸件，并且可大幅度提高废砂的回收再利用率，属于一种新型绿色环

保铸造工艺。该工艺目前尚未得到有效推广应用，建议本标准颁布、贯彻实施前应及时在公众媒体、行业内部的有关信息上公开宣传，组织有关人员积极参加行业协会活动，及时了解国内外相关信息，引起行业有关部门领导和与员工的高度重视，利于企业结合实际学习研究标准并贯彻实施标准，建议发布后立即实施。

十一、废止现行相关标准的建议

无

十二、其他

无