

ICS 25.020
CCS J 32

团 体 标 准

T/CCMI 27—2023

金属热成形用石墨类、非石墨类润滑剂 技术规范

General technical specification of lubricants for metal hot forming

2023-05-31 发布

2023-06-30 实施

中国锻压协会发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	1
5 试验方法	3
6 检验规则	5
7 标志、包装、运输和储存	6
附录 A (资料性) 金属热成形用润滑剂 润滑层表面形貌测定方法	7
附录 B (资料性) 金属热成形用润滑剂 滑动摩擦系数测定方法	9
附录 C (资料性) 金属热成形用润滑剂 锥形锻造测试方法	10
图 1 高温湿润性润滑剂层的评级图谱 (500×)	7
图 2 致密度润滑剂层的评级图谱 (200×)	8
表 1 石墨型热成形用润滑剂的物理性能	2
表 2 非石墨水溶性热成形用润滑剂的物理性能	2
表 3 石墨型热成形用润滑剂的滑动摩擦系数要求	3
表 4 非石墨水溶性热成形用润滑剂的滑动摩擦系数要求	3

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。

本文件由中国锻压协会提出并归口。

本文件起草单位：青岛远大润烯科技有限公司、上海交通大学、一汽锻造（吉林）有限公司、东风锻造有限公司、江苏太平洋精锻科技有限公司、江苏龙城精锻集团有限公司、万向钱潮股份公司、金马工业集团有限公司、江苏理研科技股份有限公司、北京天力创玻璃科技开发有限公司。

本文件主要起草人：邴岐杰、胡成亮、陈登鹤、邓富敏、陶立平、庄晓伟、周永泉、赵昌德、黄荣、段素杰。

本文件为首次发布。

金属热成形用石墨类、非石墨类润滑剂技术规范

1 范围

本文件规定了金属热成形用石墨类和非石墨类润滑剂的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和储存。

本文件适用于金属热成形用石墨类和非石墨类润滑剂（以下简称：润滑剂）。

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 1720 漆膜划圈试验
- GB/T 1732 漆膜耐冲击测定法
- GB/T 9724 化学试剂 PH值测定通则
- GB/T 10247 粘度测量方法
- GB/T 19077 粒度分布
- GB/T 30512 汽车禁用物质要求
- JB/T 9199 防渗涂料 技术条件

3 术语和定义

下列术语与定义适用于本文件。

3.1

热成形用润滑剂 lubricants for hot metal forming

涂覆在坯料与模具表面的润滑介质，主要作用是在高温热成形过程中的润滑与冷却，减小界面摩擦，减少氧化。

3.2

石墨类热成形用润滑剂 graphite-based lubricants for hot metal forming

是指以石墨为主要成分的热成形用润滑剂。

3.3

非石墨水溶性热成形用润滑剂 non-graphite water soluble lubricants for hot metal forming

是指以有机羧酸盐、无机盐、水溶性高分子聚合物等为主要成分的热成形用润滑剂。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 金属热成形用润滑剂应适用较宽的温度范围，宜在 200 °C～1250 °C。

- 4.1.2 用于坯料涂覆的热成形用润滑剂，在850℃~940℃的高温区间应不易烧损。
- 4.1.3 用于模具涂覆的热成形用润滑剂，应具备良好的润滑和冷却性能。
- 4.1.4 坯料与模具宜使用同类金属热成形用润滑剂。
- 4.1.5 坯料表面的金属热成形用润滑剂应涂覆均匀。
- 4.1.6 金属热成形用润滑剂在成形制造过程中应便于回收处理。
- 4.1.7 生产时应禁止或者限量相关有毒有害、及腐蚀性物质的引入，应按GB/T 30512规定执行。

4.2 技术指标

4.2.1 石墨类热成形用润滑剂

石墨类热成形用润滑剂一般呈液体或膏体状态，其主要物理性能指标如表1所示。

表1 石墨型热成形用润滑剂的物理性能

项目	单位	技术指标
总固形物含量	%	≥18.0
粒径	μm	≥1.6~6.5
悬浮性 ^a	%	≥80
粘度 ^b	mPa·s	≥200~7000
附着力 ^c	—	2级
耐冲击高度 ^d	cm	≥10
pH值	—	8.0~11.0
沉降度 ^e	%	≤10

^a 悬浮性指8h内悬浮比值。
^b 粘度以旋转粘度计法在25℃条件下测定。
^c 附着力测试的涂层厚度宜在41.6 μm~225.6 μm。
^d 耐冲击性以耐冲击高度体现，耐冲击性测试的涂层厚度宜在34.1 μm~49.5 μm。
^e 沉降度为稀释液3小时沉降比值。

4.2.2 非石墨水溶性热成形用润滑剂

非石墨水溶性热成形用润滑剂一般呈液体状态，其主要物理性能指标如表2所示。

表2 非石墨水溶性热成形用润滑剂的物理性能

项目	单位	技术指标
总固形物含量	%	≥23.0
粘度 ^a	mPa·s	50~1500
pH值	—	8.0~12.0

^a 粘度以旋转粘度计法在25℃条件下测定。

4.3 微观形貌要求

- 4.3.1 对于石墨类热成形用润滑剂，应按附录A的规定方法测定微观形貌，并参照附录A图1所示评级图谱进行评级，涂覆在坯料与模具表面的润滑层表面显微形貌应达到2级以上。

4.3.2 对于非石墨水溶性热成形用润滑剂，涂覆在坯料与模具表面的润滑层应致密，应按附录A的规定方法测定微观形貌，并参照附录A图2所示评级图谱进行评级，润滑层表面显微形貌应达到2级以上。

4.4 润滑性能要求

4.4.1 摩擦磨损性能

4.4.1.1 对于石墨类热成形用润滑剂，应采用附录B规定的试验方法进行测试，其摩擦系数按表3规定。

表3 石墨型热成形用润滑剂的滑动摩擦系数要求

坯料材料	摩擦系数
铝合金	≤0.16
铜合金	≤0.16
碳钢	≤0.12
不锈钢	≤0.15

4.4.1.2 非石墨水溶性热成形用润滑剂，采用附录B规定的试验方法进行测试，其摩擦系数按表4规定。

表4 非石墨水溶性热成形用润滑剂的滑动摩擦系数要求

坯料材料	摩擦系数
不锈钢	≤0.35
碳钢	≤0.30

4.4.2 成形过程润滑剂配比

成形过程的润滑剂配比宜按附录C规定的方法确定。

5 试验方法

5.1 外观

目测。

5.2 总固体含量

5.2.1 选取质量大小合适的称量瓶，在105℃±3℃恒温箱中干燥2 h，并应采用精度为万分之一的分析天平称出其质量m₀。

5.2.2 取待测热成形用润滑剂3 g～4 g放入称量瓶中，称出烘干前热成形用润滑剂和称量瓶的质量m₁。

5.2.3 将盛有热成形用润滑剂的称量瓶置于105℃±3℃恒温箱中干燥4 h，然后放入干燥器中冷却30 min后，称出烘干后试样和称量瓶的质量m₂。

5.2.4 总固体含量按式(1)计算。

$$H_{固} = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0) \times 100 \% \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

式中：

m_0 —— 称量瓶的质量；

m_1 —— 烘干前热成形用润滑剂和称量瓶的质量；

m_2 —— 烘干后试样和称量瓶的质量；

$H_{固}$ —— 总固形物含量。

注：石墨类热成形润滑剂总固形物包含石墨和其他功能性助剂等物质。非石墨水溶性热成形润滑剂总固形物包含有机羧酸盐、无机盐、水溶性高分子聚合物等物质。

5.3 粒径

润滑剂的粒径应按GB/T 19077 的规定测定。

5.4 悬浮性

润滑剂悬浮性应按JB/T 9199 规定测定。

5.5 粘度

润滑剂的旋转粘度应按GB/T 10247 的规定测定。

5.6 附着力

润滑剂的附着力应按GB/T 1720 的规定测定。

5.7 耐冲击高度

润滑剂的耐冲击高度应按GB/T 1732 的规定测定。

5.8 pH 值

润滑剂的PH值应按GB/T 9724 规定测定。

5.9 沉降度

5.9.1 润滑剂的沉降度测量应称取 10 g 石墨类热成形润滑剂样品，加入 200 g 去离子水稀释后混合均匀，再称取 200 g 稀释液加入 250 ml 的量筒中，记录此时的刻度值为 h_1 。

5.9.2 静置 3 h，观察并记录此时未发生沉降稀释液的刻度值为 h_2 。

5.9.3 沉降度应按式（2）计算。

$$S_{沉降度} = (h_1 - h_2) / h_1 \times 100\% \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

式中：

h_1 —— 石墨类润滑剂稀释液的初始刻度值；

h_2 —— 未发生沉降稀释液的刻度值；

$S_{沉降度}$ —— 发生沉降稀释液的刻度值与初始刻度值的百分比。

5.10 微观形貌

润滑剂的微观形貌应按附录A的规定测试。

5.11 摩擦系数

润滑剂的摩擦系数应按附录B的规定测定。

6 检验规则

6.1 检验分类

6.1.1 质量检验应包含鉴定检验和质量一致性检验。

6.1.2 对于鉴定检验，应由具有资质的专业第三方检测机构进行相应的检验。对于质量一致性检测应按本文件 6.5 执行。

6.2 检验项目

检验项目见表 5。

表5 检验项目

序号	检验项目	鉴定检验		质量一致性检验		要求章条号	检验方法章条号
		石墨型	非石墨型	石墨型	非石墨型		
1	外观	√	√	√	√	4.2.1、4.2.2	5.1
2	总固形物的含量	√	√	√	√	4.2.1、4.2.2	5.2
3	粒径	√	×	√	√	4.2.1	5.3
4	悬浮性	√	×	√	√	4.2.1	5.4
5	粘度	√	√	√	√	4.2.1、4.2.2	5.5
6	附着力	√	×	×	×	4.2.1	5.6
7	耐冲击高度	√	×	×	×	4.2.1	5.7
8	pH	√	√	√	√	4.2.1、4.2.2	5.8
9	沉降度	√	×	√	×	4.2.1	5.9
10	微观形貌	√	√	√	√	4.3	5.10
11	摩擦系数	√	√	×	×	4.4.1	5.11

6.3 检验方法

检测方法应按本文件 5.1~5.11 执行。

6.4 鉴定检验

6.4.1 鉴定检验原则

在下述情形中应该进行鉴定检验：

- a) 首次生产；
- b) 更换原材料供应商、更改配方或者生产工艺时；
- c) 停产 2 年后恢复生产时；
- d) 转换生产地点重新生产。

6.4.2 鉴定检验受检样品数

受检样品数量应按 20 %的抽检率随机抽检。

6.5 质量一致性检验

6.5.1 一致性检验原则

同一条件下（原材料、组分配比、工艺）的同批次产品应进行质量一致性检验。

6.5.2 一致性检验受检样品数

一致性检验收件样品数量应采用逐批抽检方式进行检验。每批产品取样时应充分混匀，取样重量应不少于 0.5 kg，均分为两等份，贴标记，一份作检验用，一份封存 6 个月，以备有疑问时复查或者仲裁。

6.6 检验结果判定

全部检验项目检验合格，则该产品判定合格。若检验项目中有一项不合格，应加倍取样对该项目进行复检，如合格则判定为合格品，否则判为不合格品。

7 标志、包装、运输和储存

7.1 包装应包括但不限于：商标、牌号、技术指标、规格、批号、生产日期、净重、生产企业及地址、有无毒性、腐蚀性及易燃性等内容。

7.2 润滑剂应采用清洁、密封的塑料桶或金属桶盛放，每桶净重 20 kg～200 kg。

7.3 润滑剂应存放在专用的符合规定的仓库并妥善保管，防止暴晒、雨淋及冰冻，不应露天，宜在环境温度 0 ℃～40 ℃堆放，装卸时应轻装轻卸，并应遵守运输部门的有关规定。

7.4 质保期石墨类润滑剂宜为 6 个月，非石墨类润滑剂宜为 1 年。

7.5 应按订货协议提供无毒性、腐蚀性及易燃性声明。

附录 A
(资料性)
金属热成形用润滑剂 润滑层表面形貌测定方法

A. 1 仪器

检验仪器有普通喷枪、扫描电子显微镜和金相显微镜。

A. 2 润滑层测定条件

润滑层的测定条件是：

- 试片材料：5CrMnMo；
- 试片表面粗糙度： $R_a \leq 0.8 \mu\text{m}$ ；
- 试片尺寸：50 mm×5 mm；
- 喷射高度：200 mm；
- 喷射压力：0.4 MPa；
- 喷射流量：20 ml/s~30 ml/s；
- 喷射时间：3 s；
- 润滑剂浓度：1:5（润滑剂:水）；
- 试验温度：350 °C, 400 °C, 450 °C, 500 °C。
- 润滑层厚度：5.7 $\mu\text{m} \sim 9.1 \mu\text{m}$ 。

A. 3 金属热成形用润滑剂表面显微形貌评级

石墨类热成形润滑剂润滑层的评级图谱见图 1。非石墨水溶性润滑剂润滑层的评级图谱见图 2。

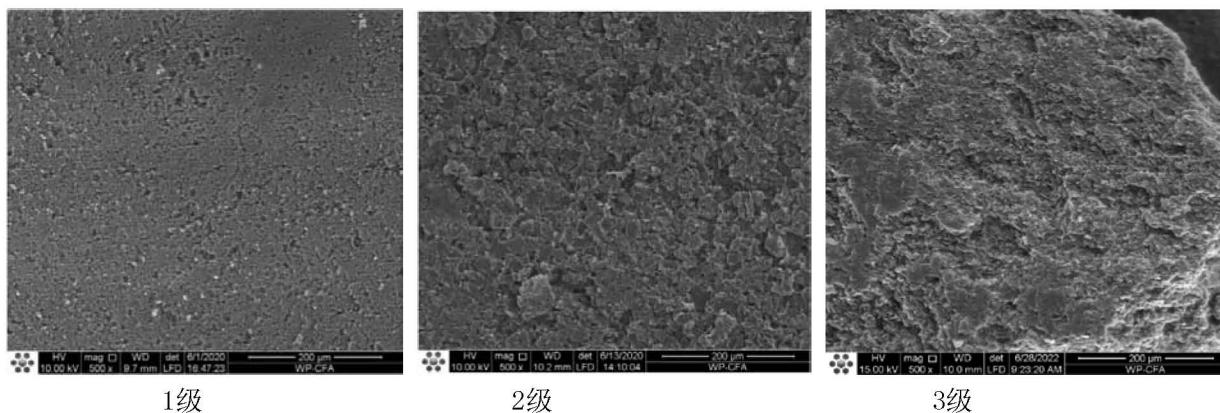


图1 高温湿润性润滑剂层的评级图谱 (500 \times)

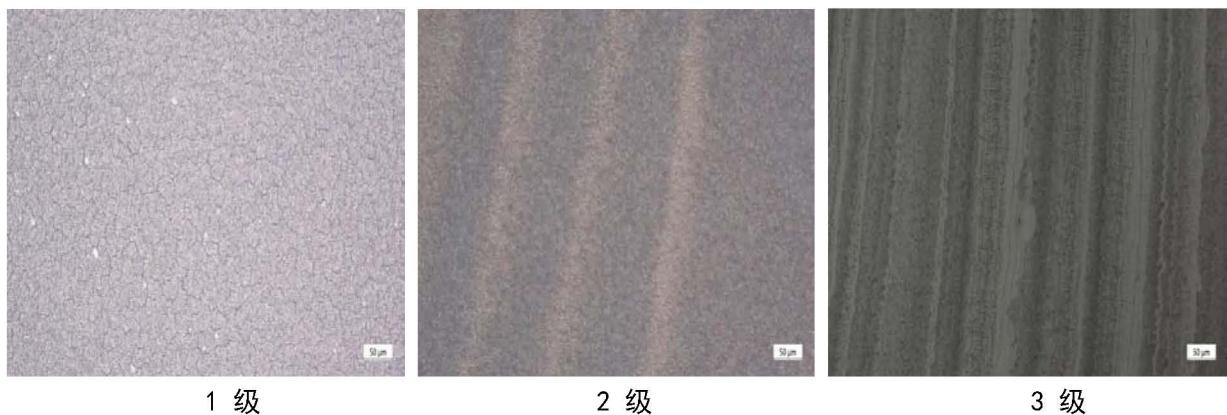


图2 致密度润滑剂层的评级图谱 (200×)

A. 4 测定方法

A. 4. 1 加热试片至指定温度，应按规范（见 A. 2）将配均匀的石墨型润滑剂喷射在 30° 倾斜的试片上，待样品干燥成膜后，将试片放置在扫描电镜下放大 500 倍，与评级图 1 对照，评定出级别。

A. 4. 2 加热试片至指定温度，应按规范（见 A. 2）将配均匀的非石墨水溶性润滑剂喷射在 30° 倾斜的试片上，待样品干燥成膜后，将试片放置在金相显微镜下放大 200 倍，与评级图 2 对照，评定出级别。

附录 B
(资料性)

金属热成形用润滑剂 滑动摩擦系数测定方法

B. 1 总则

采用统一规制的圆柱销对涂敷不同润滑剂的盘试样进行摩擦测试；根据摩擦情况的变化，摩擦系数会呈现预磨摩擦阶段→磨合阶段→磨损阶段→破裂阶段等阶段变化，利用磨损阶段测定润滑剂对应的摩擦系数。

B. 2 仪器

测定仪器应为销盘摩擦磨损试验机。

B. 3 测试条件

滑动摩擦系数测定是应满足以下条件：

- 销盘的试验力：200 N；
- 销盘的相对转速：200 r/min；
- 圆柱销：直径为 5 mm，材质为H13 模具钢；
- 圆盘试样：直径 60 mm，根据测试对象的不同，可以为铜合金、铝合金、碳钢、304不锈钢；
- 摩擦半径：25 mm；
- 摩擦磨损实验时间：10 min；
- 环境要求：室温，相对湿度应不大于 80 %，周围应无震动、无腐蚀性介质和无较强磁场的干扰。

B. 4 试样要求

测定滑动摩擦试验的试样应满足以下要求：

- 应是一对试样组成摩擦副；
- 主动摩擦试样应采用统一规制的圆柱销；
- 被动摩擦试样应采用统一规制的片状圆盘；
- 代表模具的圆柱销，表面加工精度应按照模具表面要求制造；
- 代表金属坯料的圆盘，表面粗糙度值Ra应在 0.8 μm~1.6 μm。

B. 5 待测润滑剂涂敷方法

将待测金属热成形用润滑剂均匀喷涂于圆盘试样表面，喷涂时间应控制为 5 s，喷射压力应控制为 0.4MPa，待润滑剂干燥后便可开展相应测试工作。

附录 C
(资料性)
金属热成形用润滑剂 锥形锻造测试方法

C. 1 总则

采用锥形锻造法评估热成形用润滑剂的润滑性能，利用金属试样在模具内发生挤压与镦粗复合变形，通过测量变形后试样上锥形部分的高度，直接评估润滑效果，从而确定热成形润滑剂在使用温度条件的浓度配比。

C. 2 试样准备

事先准备好径高比为 0.91 且端部设有 30° 倒角的圆柱形试样，作为待评估试样。试样具体尺寸应与锥形锻造模具尺寸匹配，试样材料应与待测金属一致且坯料表面粗糙度值不大于 Ra1.6 μm。

C. 3 润滑处理

将待测不同配比的润滑剂均匀喷涂在锥形锻造模具工作表面。

C. 4 测试要求

将加热至待测温度的试样放置于锥形锻造下模中心，预设压力机行程应为工件高度 70%，开动试验机使锥形上模向下运动实施锥形锻造，至预设行程后开始回程，取出变形后的试样。

C. 5 结果评价

锻后试样经自然冷却至室温后进行抛丸处理，再测量锻后试样锥形部分的高度，锥形部分的高度值越大，则该配比的润滑剂的润滑效果越好。

T/CCMI 27—2023

中 国 锻 压 协 会 标 准

标准名称：金属热成形用石墨类、非石墨类润滑剂技术规范
标准编号：T/CCMI 27—2023

中国锻压协会出版
北京市昌平区北清路中关村生命科学园博雅 C 座 10 层
邮编：102206
网址：www.chinaforge.org.cn
标准委员会电话：86-010-53056669

如有印装差错 由中国锻压协会标准委员会调换

版权专有 侵权必究
举报电话：86-010-53056669