

团 体 标 准

T/NJ 1472—202X

全混日粮搅拌机 切割搅拌花刀 耐磨层制备规范

Fully mixed ration mixer — Cutting mixer blades —
Specification for preparation of wear resistant coating

(征求意见稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国农业机械学会 发布

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。

本文件由中国农业机械学会提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC 201）归口。

本文件起草单位：中国农业机械化科学研究院集团有限公司、北京丰达瑞科技有限公司、青岛永钊新材料科技有限公司、辽宁同力表面强化有限公司、永康市星源新材料科技有限公司、北京国科诚泰农牧设备有限公司、北京环宇行科技发展有限公司。

本文件主要起草人：……。

全混日粮搅拌机 切割搅拌花刀 耐磨层制备规范

1 范围

本文件规定了全混日粮搅拌机切割搅拌花刀耐磨层制备的术语和定义、工艺规范、质量要求和检测方法。

本文件适用喷焊制备工艺制备的全混日粮搅拌机切割搅拌花刀耐磨层。

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 1031 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值
- GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 6462 金属和氧化物覆盖层 厚度测量 显微镜法
- GB/T 8642—2002 热喷涂 抗拉结合强度的测定
- GB/T 13298 金属显微组织检验方法
- GB/T 16744 热喷涂 自熔合金喷涂与重熔
- HB 20396—2016 超音速火焰喷涂碳化钨涂层规范
- JB/T 3168.1 喷焊合金粉末 技术条件
- JB/T 6975 自熔合金喷焊 技术条件
- NB/T 47013.5—2015 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
- QJ 2257A 弹簧钢的热处理
- YS/T 527 Ni-Cr-B-Si 系自熔合金粉
- YS/T 538 Fe-Cr-B-Si 系自熔合金粉

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全混日粮搅拌机切割搅拌花刀 **cutting mixer blades of fully mixed ration mixer**

安装在全混日粮搅拌机上，用于切碎牧草并与其他添加物质均匀搅拌的刀具。

3.2

耐磨层 **wear resistance coatings**

以铁/镍/钴为基，与钒、铬、硼、硅组成的能自动造渣，保护合金不被氧化，有高的润湿能力，熔点在1100℃~1200℃间，可形成碳化钨（WC）、碳化钒（VC）、碳化铬（Cr_xC_y）等硬质相的高硬度高耐磨性的合金粉末，采用两步法喷焊工艺，制成的耐磨喷焊层。

3.3

两步法喷焊工艺 two step spray fusing progress

先完成自熔性合金粉末涂层再对其重熔，使涂层粉末熔化，造渣上浮到涂层表面，使涂层和基体表面达到良好结合的工艺。

3.4

超音速火焰喷涂 high-velocity oxy-fuel (HVOF) spray

将气态或液态燃料与高压氧气混合后在特定的燃烧室或喷嘴中燃烧，产生高温且速度可达五马赫（1500 m/s）以上的燃烧焰流实现的喷涂。

3.5

涂覆率 coating rate

实际喷焊面积与理论喷焊面积之比的百分值。

3.6

重熔 refusing

利用热源对热喷涂涂层加热使其再次熔化和凝固。

3.7

硬质相 hard phase

涂层中弥散分布的碳化物、硼化物、氮化物等坚硬耐磨的颗粒组织。

4 工艺规范

4.1 全混日粮搅拌机切割搅拌花刀

全混日粮搅拌机切割搅拌花刀（以下简称“花刀”）材料、外形和尺寸应符合产品设计图样及技术文件，花刀刃面角为 15°，刃口圆弧半径 0.3 mm~0.5 mm。

4.2 耐磨层位置与制备工艺

4.2.1 在刀尖刃面夹角的底面采用两步法喷焊工艺喷焊耐磨层（如图 1 所示），耐磨层前凸形成刃口，且与基体平缓过渡。然后加工刃面夹角斜面，进行刃口部位淬火，提高刃口部位基体硬度，与耐磨层形成硬度梯度。

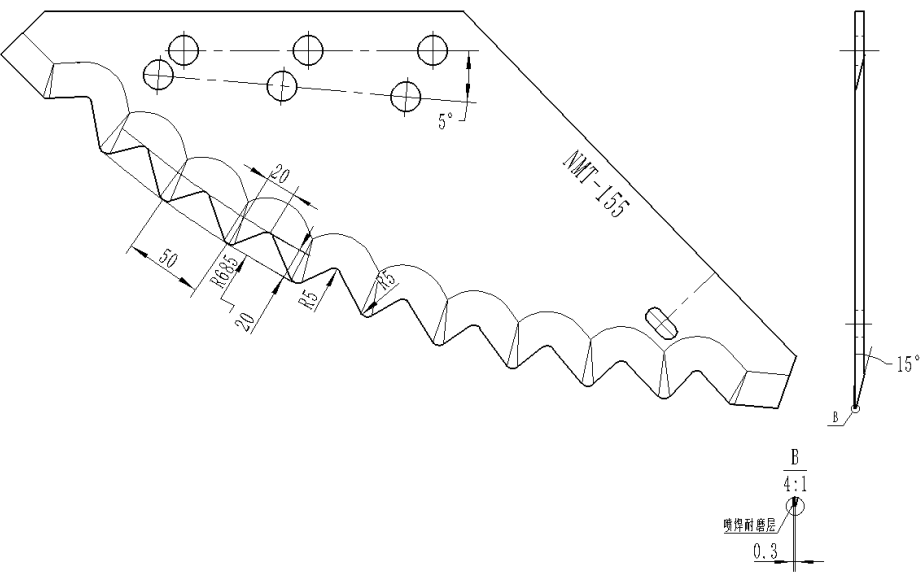


图 1 全混日粮搅拌机切割搅拌花刀耐磨层制备示意图

4.2.2 喷焊工艺应符合 GB/T 16744、JB/T 6975 和 HB 20396 的相应规定。采用超音速火焰喷涂枪，把添加硬质相的自熔合金粉末喷涂到刀尖刃面夹角底面的指定区域，然后用感应重熔工艺对涂层进行重熔，形成与基体表面结合的耐磨层。

4.3 刀身前处理

待制备花刀的刀身经喷砂或抛丸处理后应洁净，无尖角、毛刺、凹坑等缺陷，无水、氧化物、油污、污物等影响喷焊质量的杂质。

4.4 喷焊制备前准备

4.4.1 喷焊场地应根据不同工艺要求设置必要的通风、降噪、除尘设施。

4.4.2 针对高频泄漏、粉尘、焊接气体等对人身及产品的影响应采取相应的安全措施。

4.4.3 作业人员应经培训且考核合格后方可上岗，作业过程中应佩戴眼镜、手套、防护服等防护用品。

4.4.4 优先选用环保的工艺、设备、材料和方法，并符合国家相关规定。

4.5 制备工艺制定及材料选择

4.5.1 喷焊实施前应熟悉工件产品图样、工艺文件及有关技术规范。

4.5.2 采用超音速火焰喷涂枪喷涂工艺，并用感应重熔工艺重熔。

4.5.3 喷焊用自熔合金粉末应符合 JB/T 3168.1 的规定。

4.5.4 采用 YS/T 527 规定的镍基自熔合金或 YS/T 538 规定的铁基自熔合金或钴基合金进行喷焊。

4.6 制备工艺参数设定

4.6.1 超音速火焰喷涂工艺参数按 HB 20396—2016 中规定的推荐值，即氧气压力 1.7 MPa，氧气流量 $38 \text{ m}^3/\text{h} \pm 2 \text{ m}^3/\text{h}$ ；煤油压力 1.75 MPa，煤油流量 $19 \text{ L/h} \pm 2 \text{ L/h}$ ；冷却水压力 0.7 MPa，枪管长度 100 mm，喷涂距离 330 mm。

4.6.2 感应重熔参数设置为功率 35 kW~45 kW，时间 25 s~30 s，感应圈截面为矩形。观察到“镜面”反应出现，即停止加热。

4.6.3 重熔后的花刀包覆石棉缓冷，或放进石灰中缓冷。

4.7 刃口热处理

花刀的热处理应符合 QJ 2257A 的规定，采用感应淬火工艺进行淬火处理，加热至 850℃，喷水冷却。

5 质量要求

5.1 花刀整体无明显变形，耐磨层表面光洁、连续，无夹渣、孔洞、裂纹等缺陷。花刀等温淬火热处理后，耐磨层无剥落，表面无龟裂现象。花刀的刃口平直，耐磨层厚度均匀，无明显脱焊、漏焊现象。耐磨层侧面不应有未焊透现象。

5.2 耐磨层厚度应符合有关产品设计图样及技术文件的要求。推荐制备耐磨层厚度为 0.30 mm~0.35 mm，宽度为 15 mm~18 mm，长度与刃口长度一致。

5.3 耐磨层微观组织为贝氏体组织，应无明显裂纹、孔洞缺陷，与基体呈冶金结合。花刀耐磨层中硬质相的含量不应小于 50%。

5.4 耐磨层表面按 NB/T 47013.5 的规定进行渗透检测，检测结果不应低于 NB/T 47013.5—2015 表 6 中 II 级的要求或设计要求。

5.5 花刀除刃口以外的部位硬度应为 20 HRC~30 HRC；花刀刃口距离刀尖 15 mm~20 mm 处的硬度应为 45 HRC~50 HRC。耐磨层硬度不应低于 55 HRC，硬度均匀性应为 ± 2 HRC；硬质相显微硬度不应低于 1000 HV。

5.6 耐磨层均匀性应达到每平方厘米耐磨层的涂覆率不小于 98%。

5.7 耐磨层表面粗糙度 (R_a) 不应大于 6.3 μm 。

5.8 耐磨层抗拉结合强度不应小于 70 MPa (?)。

6 检测方法

6.1 外观

在明亮环境下目测耐磨层的外观。目测时宜采用光照度计确保耐磨层表面光照度不低于 350 lx。

6.2 尺寸

耐磨层厚度按照 GB/T 6462 的规定进行测量。在金相显微镜放大 100 倍~200 倍下观测耐磨层厚度，每个试样选取 3 个区域进行测量，每个区域取 2 个厚度最高点和 3 个厚度最低点，计算算术平均值作为此区域的耐磨层平均厚度，并记录厚度最小值。

基于耐磨层厚度的测量值，计算耐磨层厚度的算数平均值以每个测量区域的耐磨层厚度值与耐磨层厚度算数平均值的差值确定耐磨层厚度均匀性。

使用千分尺或专用器具测量花刀耐磨层的宽度，测量不应少于 3 次，取算术平均值。

6.3 显微组织

按照 GB/T 13298 规定的方法检验耐磨层显微组织。沿垂直于耐磨层的方向截取试样，应包含基体材料，且基体材料的厚度不应小于 1.5 倍的耐磨层厚度。截取试样后进行镶嵌、研磨、抛光和浸蚀，然后采用金相显微镜对耐磨层显微组织、夹杂物、热影响区进行检测分析，并记录检验结果。

6.4 渗透性

渗透性检测按 NB/T 47013.5—2015 中第 6 章规定的着色法或荧光法进行。

6.5 硬度

花刀除刃口以外部位的硬度、刃口距离刀尖 10 mm~20 mm 部位的硬度按 GB/T 230.1 的规定进行测定。在花刀除刃口以外部位、刃口距离刀尖 10 mm~20 mm 部位各选 2 点作为硬度的测量点，取各测量点硬度的算数平均值为测定结果。

耐磨层硬度按 GB/T 230.1 的规定进行测定。在刀头和刀身各选 2 点作为耐磨层硬度的测量点，也可以破坏花刀获得切样进行检测。所有测量点耐磨层硬度的算数平均值为测定结果。以每个测量点耐磨层硬度与耐磨层硬度算数平均值的差值确定耐磨层硬度均匀性。

硬质相硬度在金相样品上，按 GB/T 4340.1 的规定测定。金相样品按照下述方法进行取样：在花刀的左侧、中部和右侧各取长 10 mm、宽 5 mm 的刀体制成金相试样，其中，金相试样的长边从花刀的刃口尖端向根部取，宽边沿花刀的长度方向取。

6.6 涂覆率

将喷焊后的全混日粮搅拌机切割搅拌花刀耐磨层通过扫描或拍照后输入电脑，用绘图软件计算实际喷焊面积，用实际喷焊面积与理论喷焊面积的比值计算涂覆率。

6.7 粗糙度

耐磨层粗糙度按 GB/T 1031 的规定进行测定，随机取 5 个不同的耐磨层位置测量表面粗糙度，5 个位置表面粗糙度测量值的算数平均值为测定结果。

6.8 抗拉结合强度

每个喷涂生产批中喷涂 5 个试样基体块测定耐磨层的抗拉结合强度，按实际拉茎辊相同的喷涂工艺在 $\phi 25$ mm（或 $\phi 40$ mm）基体块一端喷涂厚度为 $200\ \mu\text{m}\sim 300\ \mu\text{m}$ 的耐磨层。采用满足要求的胶粘剂按 GB/T 8642—2002 的规定制备试样 A（或试样 B）。

按 GB/T 8642 规定的程序进行试样拉伸试验，拉伸速率为 $1\ \text{mm/min}\sim 2\ \text{mm/min}$ ，并计算耐磨层的抗拉结合强度。

若因结合面上胶粘剂导致抗拉结合强度小于 $70\ \text{MPa}$ ，应重新胶粘试样并测试。如出现抗拉结合强度小于 $70\ \text{MPa}$ 而耐磨层破坏，则判定为不合格。