**ICS** 65.040.10

**CCS B** 93

**T/NJ** 1345—2021**/T/CAAMM** XXX—2021

团体标准

饲草揉碎机 可靠性考核方法

**Tearing choppers—Reliability assessment methods**

**（征求意见稿）**

2021-XX-XX发布

2021-XX-XX实施

**发布**

**中国农业机械学会**

**中国农业机械工业协会**

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和中国农业机械工业协会联合提出。

本文件由全国拖拉机标准化技术委员会（SAC/TC 140）归口。

本文件起草单位：内蒙古工业大学、中国农业机械化科学研究院呼和浩特分院有限公司。

本文件主要起草人：翟之平、翟小艺、吴雅梅、张宝元、赵海旭。

饲草揉碎机 可靠性考核方法

1 范围

本文件规定了饲草揉碎机可靠性考核的术语和定义、故障分类、故障判定规则、试验方法、可靠性考核指标、试验报告等内容。

本文件适用于饲草揉碎/丝机的可靠性试验及可靠性考核。

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 20788-2006 饲草揉碎机

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

故障 **failure**

饲草揉碎机整机、部件或零件在规定的条件下和规定的时间内，丧失其规定的功能。

3.2

故障模式 **failure mode**

故障的表现形式。

3.3

本质故障  **inherent weakness failure**

在规定的用条件下，由于饲草揉碎机本身固有的缺陷而引起的故障。

3.4

关联故障 **relevant failure**

由于饲草揉碎机本质故障引起与此本质故障相关的零部件出现的故障。

3.5

非关联故障 **non-relevant failure**

未按饲草揉碎机使用说明书、技术条件规定进行操作，或由于保养、维修或操作人员操作不当或误动作造成的故障。不作为评价饲草揉碎可靠性的故障数。

3.6

从属故障 **secondary failure**

由饲草揉碎机的某个零部件的故障直接或间接引起揉碎机其他零部件的故障，或因本质故障导致产生的派生故障。

3.7

故障间隔时间  **time between failure**

相邻两次故障间的持续时间。

3.8

工作时间 **operating time**

在某个试验期间内，饲草揉碎机在规定使用条件下完成规定功能的时间。

4 故障分类

4.1 按故障模式分为以下四类：

a）零件断裂、疲劳、磨损、过量变形等引起的功能失效；

b）性能指标下降至规定范围以下；

c）紧固件松动或调整的状态改变；

d）零件松动、脱落、老化、腐蚀以及材料变质等。

4.2 按故障的危害程度分为四类，见表1。

表1 故障危害程度分类

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 名称 | 故障定义 | 举例 |
| Ⅰ | 致命故障 | 导致饲草揉碎机功能完全丧失或造成重大经济损失，危及或导致人身伤亡、引起重要总成报废 | 饲草揉碎机转子轴疲劳断裂，架板、抛送叶片、锤片疲劳断裂等 |
| Ⅱ | 严重故障 | 严重影响饲草揉碎机功能或规定的重要性能指标下降到规定值以下，应停机修理且在较短有效时间内无法排除的故障 | 电动机报废、锤片过量磨损、机体振动严重、动刀断裂、锤片与叶片紧固失效等 |
| Ⅲ | 一般故障 | 次要零部件损坏，明显影响饲草揉碎机功能或性能指标下降到规定值以下，能在短时间内排除的故障 | 定刀断裂、齿板过量磨损、动定刀崩刃、转子轴过量弯曲变形等 |
| Ⅳ | 轻度故障 | 轻度影响饲草揉碎机功能，暂时不影响设备正常工作，无需更换零件，能用一般工具轻易排除的故障 | 出料口堵塞、传动带打滑等 |

5 故障判定规则

5.1 饲草揉碎机可靠性考核应统计饲草揉碎机发生的本质故障和关联故障。非关联故障不计入故障次数，但应如实记录。

5.2 所有关联故障均应按附录A列举的实例进行分类。附录A中未列举的故障，应按照具体情况参照附录A的实例分类。

5.3 一次关联故障应判定为一个故障频次，以其最终造成的后果按表1的规定判定其故障类别，且只能判定为四类故障中的一类。

5.4 同时发生多种故障并相对独立，则每个故障均应单独计为一次关联故障；若其中某一关联故障是引起其他从属故障的唯一原因，只计一次关联故障，且按饲草揉碎机最严重的后果来判定其故障类别。

5.5 故障判定时，应详细了解和记录饲草揉碎机发生故障时的使用条件，包括负荷状态、累积工作时间、故障模式、故障造成后果等信息，必要时应保留现场（包括损坏件）或拍摄照片，以便可靠性试验人员和设计制造相关人员进行分析。

5.6 当物料为玉米秸秆、含水率为17%，饲草揉碎机性能参数下降至下列规定值时，判为故障，每项计一个故障频次。

5.6.1 性能初测时，若生产率没有达到设计值（kg/h）；千瓦小时生产量小于90[kg/（kW·h）]；破节率低于90%；噪声超过90dB（A）；平均负荷程度低于85%或高于110%；锤片、齿板和导流板磨损周期小于80h时，应判为一般故障。故障时间以零小时计（锤片、齿板和导流板故障时间按实际工作时间计）。

5.6.2 性能复测时，若生产率没有达到设计值的90%（kg/h）；千瓦小时生产量小于80[kg/（kW·h）]；破节率低于90%；噪声超过95dB（A）；平均负荷程度低于85%或高于110%；锤片、齿板和导流板磨损周期小于64h时，应判为一般故障。故障时间按试验截尾时间计。

5.7 试验开始时，按6.4规定的检查项目，依据饲草揉碎机产品标准进行检查，如不符合要求，计为故障，故障时间按零小时计。

5.8 已达到规定使用寿命的零部件发生故障时，不计入关联故障。

6 试验方法

6.1 抽样

6.1.1 试验样机应从批量生产且经出厂检验合格的产品中抽取，采取随机抽样的方法。

6.1.2 产品批量及抽样数应符合表2规定。

表2 批量及抽样数

| 年产量 | 批量 *N* | 抽样数 | 试验样机数 |
| --- | --- | --- | --- |
| ≤3000 | ≥26 | 8 | 6 |
| ＞3000 | ≥51 | 10 | 8 |

6.2 一般要求

6.2.1 试验前应按产品使用说明书规定，对饲草揉碎机进行检查、维护保养、调试并进行试运转。

6.2.2 试验全程应对所发生的故障进行详细记录。

6.2.3 由于诊断失误，故障未被排除需要重新修复时，只将重新诊断及修复的时间计入修复时间。

6.2.4 当测定生产率、千瓦小时生产量、破节率及平均负荷程度时，试验物料应为玉米秸秆，含水率不大于17%。在其他情况下，可不受此限。

6.2.5 饲草揉碎机配套的电动机，工作电压应为380V或220V，偏差不大于工作电压的±5％。

6.2.6 试验使用的仪器、仪表精度应符合试验要求，并在检定有效期内。

6.3 试验时间

6.3.1 可靠性试验采用定时截尾试验法。每台样机的试验时间为120h。

6.3.2 故障时间应采用计时器测定，精确到0.1h。

6.4 试验方法

6.4.1 调整和试运转检验

按使用说明书的规定对样机进行调整和试运转，如不符合要求记为故障，故障时间按零小时计。

6.4.2 性能初测

按GB/T 20788规定，试验开始时，测饲草揉碎机生产率、千瓦小时生产量、破节率、噪声、平均负荷程度以及锤片、齿板和导流板磨损周期。故障判定按5.6a）的规定执行。

6.4.3 性能复测

当累计纯工作时间达到规定的截尾时间时，对每台样机的主要性能指标进行复测，包括饲草揉碎机生产率、千瓦小时生产量、破节率、噪声、平均负荷程度以及锤片、齿板、导流板磨损周期。在复测前，允许按使用说明书的规定对样机进行调整和保养。若测定值超过5.6b）限定的范围，则记为故障。

6.4.4 运行间检查

试验期间，应观察样机运转情况与揉碎质量，对试验期间发生的故障，应按照附录A进行分类。仔细查找故障部位，分析故障原因。出现如下情况时，应立即停止试验，待查明故障原因，排除故障后方可恢复试验：

——主要性能指标下降；

——饲草揉碎机各运动件出现异常响声；

——零件损坏、过度变形、早期磨损故障或发生不能完成规定功能的其他故障。

6.4.5 拆机检查

试验结束后，应对样机进行拆机检查，查清一切尚未记录的故障。故障时间按每台样机累计纯工作时间计。

7 可靠性考核指标

7.1 可靠性考核指标

7.1.1 饲草揉碎机可靠性考核指标为：

——平均首次故障前工作时间（*MTTFF*，Mean Time to First Failure）

——平均故障间隔时间（*MTBF*，Mean Time Between Failures）

——平均修复时间（*MRT*，Mean Repair Time）

——使用有效度（*K*，Availability）

7.1.2 按照不同的目的和要求考核指标可以增减，但*MTTFF*和*MTBF*为应考核的指标。

7.2 可靠性指标计算

7.2.1 平均首次故障前工作时间

是指饲草揉碎机发生首次致命故障、严重故障或一般故障时的平均工作时间，单位为小时（h），按式（1）计算：

 ………………………………………（1）

式中：

*ra*——被测试的饲草揉碎机中发生首次故障（轻度故障除外）的台数；*T*i——第*i*台饲草揉碎机发生首次故障的累计工作时间，单位为小时（h）；

*T*j——可靠性试验结束时未发生首次故障的第*j*台饲草揉碎机样机的累计工作时间，单位为小时（h）。

7.2.2 平均故障间隔时间

是指饲草揉碎机相邻两次故障之间的平均工作时间，单位为小时（h），按式（2）计算：

 ………………………………………（2）

式中：

*T*z——试验期间，被考核饲草揉碎机的班次工作时间，单位为小时（h）；

*r* ——被考核的饲草揉碎机在试验期间累计发生故障（轻度故障除外）次数，单位为次。

7.2.3 平均修复时间

试验期间，故障（轻度故障除外）修复时间的总和与故障总数之比，按式（3）计算：

 ………………………………………（3）

式中：

*T*g——饲草揉碎机在考核期间每班次故障时间，单位为小时（h）。

7.2.4 使用有效度

是指在规定的使用条件下，在某个试验期间，饲草揉碎机能保持其规定功能的时间比例，按式（4）计算：

 …………………………………（4）

式中：

*K*——使用有效度，％。

7.3 可靠性判断规则

7.3.1 被测饲草揉碎机在试验截止时，均未发生故障（轻度故障除外），则产品达到可靠性要求。

7.3.2 试验期间，任何一台被测饲草揉碎机发生致命故障时，应立即终止试验，并对整批试验产品做出不合格判决。

7.3.3 试验截止时，被测饲草揉碎机没有发生致命故障，则按表3规定的指标考核。

7.3.4 如果被测饲草揉碎机同时满足*MTTFF*和*MTBF*要求，则产品判定为合格。否则判定为不合格。另外两项考核指标平均修复时间（MRT）和使用有效度（*K*）可根据供需求方另行约定。

7.3.5 对于其他特定目的而对饲草揉碎机进行可靠性评定时，则按试验目的另行制定评定规则。

表3 考核指标

| 序号 | 项目 | 指标 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 平均首次故障前工作时间（*MTTFF*） | ≥120 h |
| 2 | 平均故障间隔时间（*MTBF*） | ≥160 h |

8 试验报告

8.1 试验结束后，应及时整理、汇总试验数据和资料，编写试验报告。

8.2 试验报告的内容应包括：

——试验目的、要求、试验起止时间、试验地点和参加试验的单位等；——试验样机名称、编号、工作原理、主要技术特征及生产厂家；

——试验条件以及试验仪器、仪表和设备；

——试验数据和资料的汇总，可靠性指标的计算，试验结果评价；

——主要故障分析，对被考核产品做出明确的结论。

附录A

（规范性）

饲草揉碎机故障模式与故障分类

表A.1给出了饲草揉碎机故障部位、故障模式、故障原因及分类。

表A.1 饲草揉碎机故障模式及故障分类

| 序号 | 故障部位 | 故障模式 | 故障原因及情况 | 故障分类 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 转子轴 | 疲劳断裂 | a）转子轴疲劳强度不足  b）制造、安装质量不符合要求 | 致命故障 |
| 2 | 架板 | 疲劳断裂 | a）架板疲劳强度不足  b）制造、安装质量不符合要求 |
| 3 | 抛送叶片 | 疲劳断裂 | a）抛送叶片疲劳强度不足  b）制、安装质量不符要求 |
| 4 | 锤片 | 疲劳断裂 | a）锤片疲劳强度不足  b）制、安装质量不符要求 |
| 5 | 锤片 | 过量磨损 | a）喂入量过大  b）锤片寿命达到使用极限 | 严重故障 |
| 6 | 机体 | 振动严重 | a）转子不平衡  b）锤片不均匀磨损 |
| 7 | 锤片、叶片以及动刀紧固件 | 紧固失效 | a）螺栓强度不足  b）无可靠防松装置  c）振动冲击大 |
| 8 | 动刀 | 断裂或裂纹 | a）制造质量不佳b）材质不符合要求  c）安装，调整不当 |
| 9 | 机座 | 变形、开焊（裂） | a）焊接质量不佳，刚度不够  b）机座振动太大 |
| 10 | V带 | 疲劳断裂 | a）V带疲劳强度不够  b）设备长时间负载运转 |
| 11 | 电动机 | 报废 | 制造质量、其他原因 |
| 12 | 饲草揉碎机 | 传动部分无安全防护装置 | |
| 13 | 饲草揉碎机 | 危险部位没有明显标志 | |
| 14 | 饲草揉碎机 | 主要性能指标下降到规定值以下 | | 一般故障 |
| 15 | 电机 | 运转无力 | 电机缺相运转或有故障 |
| 16 | 定刀 | 裂纹或断裂 | a）制造质量不佳  b）材质不符合要求  c）安装、调整不当 |
| 17 | 定刀紧固件、上下机壳紧固件 | 紧固松动 | a）冲击、振动太大  b）没有达到规定的预紧力  c）没有可靠的防松装置 |
| 18 | 齿板 | 过量磨损 | a）喂入量过大  b）物料中混有硬质颗粒 |

表A.1 饲草揉碎机故障模式及故障分类（续）

| 序号 | 故障部位 | 故障模式 | 故障原因及情况 | 故障分类 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 19 | 转子轴 | 过量弯曲变形 | 制造、安装质量不符合要求 | 一般故障 |
| 20 | V带轮 | 碎裂 | 制造或安装不符合要求 |
| 21 | 动-定刀 | 崩刃 | a）刀片硬度不符合要求  b）刀片材料不符合要求  c）刀片间隙发生变化 |
| 22 | 轴承 | 严重磨损或碎裂 | a）润滑不良  b）加工、装配质量差 |
| 23 | 揉碎机刀片 | 刀片质量不符合JB/T5171中的相关规定 | |
| 24 | 揉碎机上、下机壳连接处 | 松动 | 锁紧装置锁紧性差 |
| 25 | 传动带 | 打滑 | a）传动带太松  b）负荷太大 | 轻度故障 |
| 26 | 出料口 | 堵塞 | a）出料口变形严重  b）喂入量太大 |
| 27 | 防护罩 | 变形脫落 | 紧固件松动 |
| 28 | 进料斗、出料管与机体紧固件 | 紧固松动 | a）冲击、振动太大  b）没有达到规定的预紧力  c）没有可靠的防松装置 |
| 29 | 标牌 | 损坏或没有 | 铆钉松动、脱落 |

**T/NJ** 1345—2021**/T/CAAMM** XXX—2021

团 体 标 准

饲草揉碎机 可靠性校核方法

T/NJ 1345—2021**/**T/CAAMM XXX—2021

**\***

中国农业机械学会发行

北京市德胜门外北沙滩一号

网址[www.agro-csam.org](http://www.agro-csam.org)

发行中心：(010)64882636；(0379)62690126

\*

2021年X月第一版 2021年X月第一次印刷

\*

如有印装差错 由发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话：（010）64882636

中国农业机械学会

中国农业机械工业协会