

ICS 65.060.50
B 91
备案号: 33626—2011

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 11200—2011

代替 JB/T 51021—1999

方草捆压捆机打结器 可靠性考核方法

Reliability assessment methods for single knotter of rectangular balers

2011-08-15 发布

2011-11-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 试验时间分类.....	2
5 故障分类及定级.....	2
5.1 故障分类.....	2
5.2 故障定级.....	2
6 故障判断原则.....	2
7 故障维修.....	3
7.1 维护保养.....	3
7.2 易损件更换原则.....	3
7.3 维修条件.....	3
8 试验方法.....	3
8.1 抽样.....	3
8.2 试验条件.....	3
8.3 试验方法.....	4
9 判定规则.....	4
9.1 可靠性考核评定指标.....	4
9.2 可靠性考核评定规则.....	5
10 试验报告.....	6
附录 A（规范性附录）打结器常见故障实例及分类表.....	7
表 1 故障等级分类.....	3
表 2 抽样数表.....	3
表 3 成结（捆）率测定周期表.....	4
表 4 考核指标.....	5
表 A.1 打结器常见故障实例及分类.....	7

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 JB/T 51021—1999《方草捆压捆机打结器 可靠性考核方法》，与 JB/T 51021—1999 相比主要技术变化如下：

- 对规范性引用文件进行了调整并重新确认标准的有效性；
- 修改了部分术语和定义；
- 增加了试验时间分类（本版的第 4 章）；
- 删除了故障加权内容；
- 调整了试验结尾时间（本版的第 8 章）；
- 删除了试验室考核内容；
- 将“首次故障前平均工作时间”修改为“平均首次故障前工作时间”；
- 调整了测定周期和考核指标的量值（本版的第 9 章）；
- 调整了可靠性考核评定指标（本版的第 9 章）。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC201）归口。

本标准起草单位：中国农业机械化科学研究院呼和浩特分院。

本标准主要起草人：高晨鸣、道尔吉。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB/T 51021—1992、JB/T 51021—1999。

方草捆压捆机打结器 可靠性考核方法

1 范围

本标准规定了方草捆压捆机打结器（以下简称打结器）的术语和定义、试验时间分类、故障分类及定级、故障判断原则、故障维修、试验方法及可靠性考核指标和评定规则。

本标准适用于批量生产的打结器的可靠性考核。整机的打结器可靠性考核也可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

JB/T 5156 方草捆压捆机 技术条件

JB/T 5166 方草捆压捆机 试验方法

JB/T 5167 压捆机用聚丙烯捆绳和钢丝

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

故障 **failure**

打结器总成或零件不能完成其规定功能或其性能指标恶化至规定范围以下的一切现象，均称为故障。

3.2

本质故障 **essential failure**

打结器在规定的使用条件下，由于打结器本身固有的缺陷引起的故障，称为本质故障。

3.3

非本质故障 **non-essential failure**

凡不按使用说明书的规定使用或因试验设备及环境条件不符合规定而引起的故障，均属于非本质故障。

3.4

独立故障 **primary failure**

不是由另一个零部件的故障直接或间接引起的打结器的故障。

3.5

从属故障 **subordinate failure**

由另一个零部件的故障直接或间接引起的打结器的故障。

3.6

关联故障 **relevant failure**

由于本质故障发生引起与之相关的零部件出现的故障。计算可靠性特征量数值或解释试验结果时应计入。

3.7

非关联故障 **non-relevant failure**

未按使用说明书、技术条件规定操作，由于维修不当或操作人员操作不当或误动作造成的故障。在

计算可靠性特征数量值或解释试验结果时不应计入。

4 试验时间分类

试验时间应以打结（捆）次数计，并以计数器自动记录的数字为准。时间分类如下：

- a) 总延续时间：从试验开始到结束时累积试验时间或累积打结（捆）次数。
- b) 工作时间：指总延续时间内被考核打结器部件在规定使用条件下能完成规定功能的时间，不包括被考核打结器部件虽处于正常状态，但没有实际运转的时间。
- c) 修复时间：指从发生故障被迫停机到恢复规定功能的时间。其包括故障诊断、排除故障及故障排除后调整和试运转等直接修复时间，不包括因维修准备、等待备件等而耽误的时间。
- d) 延误时间：由于补给延误、组织不善或其他外界因素引起的停止工作时间。

5 故障分类及定级

5.1 故障分类

5.1.1 将试验中出现的故障按计算可靠性特征量数值或解释试验结果时是否计入，分为关联故障和非关联故障两大类。

5.1.1.1 关联故障包括：

- a) 独立故障；
- b) 易损件未达到规定的使用寿命而被更换。

5.1.1.2 非关联故障包括：

- a) 非本质故障；
- b) 从属故障；
- c) 易损件达到规定的使用寿命而被更换；
- d) 误用故障。

5.2 故障定级

按故障后果对打结器功能的影响程度、造成经济损失的大小及排除故障的难易程度，可将故障分为以下三级：

a) 严重故障

主要零、部件损坏，性能指标下降到规定值以下，故障造成的直接经济损失较大，不能用随机备件和工具在短时间内排除的故障。

b) 一般故障

次要零部件损坏，性能指标下降至规定值以下，故障造成的直接经济损失较小，能用随机备件和工具在短时间内排除的故障。

c) 轻度故障

暂不影响正常工作，不需要更换零、部件，能用随机工具轻易排除的故障。

6 故障判断原则

6.1 在计算打结器可靠性特征量值时，只计关联故障，而不计非关联故障。

6.2 在计算平均首次故障前工作时间（*MTTF*），平均故障间隔时间（*MTBF*）等可靠性特征量值时，不计入轻度故障。

6.3 对所有关联故障，应按附录 A 列举的实例进行分类。附录 A 中未列举的故障，根据具体情况，参照附录 A 的实例分类。

6.4 同时发生多个故障，若这些故障都是独立发生的，则每个故障均应单独计为一次关联故障；若其中某一故障是引起其他故障的唯一原因，只计一次关联故障，并根据该故障造成的最终后果判定其故障

等级。

6.5 一次关联故障应判为一个故障频次，且只能按 5.2 的规定判为三级故障中的某一级故障。

6.6 性能指标下降后是否为故障及故障等级按表 1 的规定进行判定。

表 1 故障等级分类

正 常	故 障		
	轻度故障	一般故障	严重故障
成结（捆）率 $\geq 99\%$	$96\% \leq$ 成结（捆）率 $< 99\%$	$93\% \leq$ 成结（捆）率 $< 96\%$	成结（捆）率 $< 93\%$

6.7 故障发生的时间应以计数器自动记录的打结次数为准。当对某一故障发生的时间不能作出准确判定时，应判定此次故障发生在上一次观测时刻。

6.8 已达到规定使用极限值的零、部件发生故障时，不计入关联故障。

7 故障维修

7.1 维护保养

按使用说明书的规定对打结器进行调整、定期维护、保养，不应计为故障。调整、保养所需时间应计入保养时间。

7.2 易损件更换原则

试验期间允许对已达到规定寿命的易损件进行更换，不应将此种更换计为故障，但对更换的零件及其更换所需时间应详细记录。

7.3 维修条件

7.3.1 维修条件是指操作者对故障的诊断能力、维修技术水平、零备件的供应条件以及管理水平等的综合能力。

7.3.2 为了控制维修条件对维修时间及试验结果造成的影响，特作如下规定：

- a) 记录操作者的文化程度、技术水平；
- b) 修复时间只记录直接修复时间；
- c) 由于诊断失误，故障未被排除需要重新修复时，诊断失误所用诊断和修理时间不计入修复时间，但应将重新诊断和修理时间计入修复时间。

8 试验方法

8.1 抽样

试验样品应从批量生产，并经生产厂检验合格的产品中随机抽取。产品批量及抽样数，应符合表 2 的规定。

表 2 抽样数表

单位为台

年产量	批量	抽样数	试验样品数
≤ 500	≥ 26	4	2
> 500	≥ 50	6	2

8.2 试验条件

8.2.1 试验用仪器设备应经检定合格并在检定周期内，其精度应符合试验要求。

8.2.2 试验地点及作业对象应具有代表性，并从以下地点任选一种：

- a) 天然草场；
- b) 种植草场；

c) 稻、麦等秸秆铺放的草条。

8.2.3 试验物料的含水率应符合 JB/T 5166 的规定,草捆密度应符合 JB/T 5156 的规定,捆绳应符合 JB/T 5167 的规定。

8.3 试验方法

8.3.1 试验在田间进行并采用定时截尾法,试验截尾时间为 50 000 捆/台。采用计数器自动记录打结(捆)次数。

8.3.2 试验前,按使用说明书的要求对打结器进行调整、试运转,待工作正常后进行试验。

8.3.3 试验期间应定期测定打结器的成结(捆)率,并记录相应时间。

8.3.4 成结(捆)率的测定次数和周期应符合表 3 的规定。

表 3 成结(捆)率测定周期表

测定次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
测定周期结(捆)	500	1 000	2 000	5 000	10 000	20 000	30 000	40 000	50 000

8.3.5 当累计打捆数达到规定的测定周期时,统计不成捆数,并按 JB/T 5166 的规定计算成捆率。

8.3.6 试验期间,每天做好写实记录,统计出总延续时间、出现故障时累计工作时间、修复时间和其他时间。

8.3.7 试验期间,应经常观察打结器、压捆机的运转情况。如发现下列情况,应立即停止试验,待查明原因排除故障后继续试验:

- a) 成结(捆)率明显下降;
- b) 零件损坏、变形或不能完成规定功能的其他故障;
- c) 运动件有异常响声;
- d) 试验设备不能正常工作或仪器、仪表数据异常。

8.3.8 试验中发生的所有故障,应按 5.2 的规定进行定级。

8.3.9 试验中发生故障时,应仔细查找故障部位,分析故障原因,必要时对故障部位进行拍照或理化分析。

8.3.10 试验结束后,及时统计和汇总试验数据,计算可靠性指标。

9 判定规则

9.1 可靠性考核评定指标

9.1.1 本标准规定的打结器可靠性考核指标可根据试验目的的不同有所增减。

9.1.2 可靠性考核评定指标一般包括下列内容:

- a) 平均首次故障前工作时间 (MTTF);
- b) 平均故障间隔时间 (MTBF);
- c) 平均修复时间 (MTTR);
- d) 有效度 (A)。

平均首次故障前工作时间、平均故障间隔时间为必须考核的指标。

9.1.3 可靠性指标按以下方法计算:

a) 平均首次故障前工作时间

打结器发生首次故障时打结器的平均打结(捆)数,其点估值按式(1)计算:

$$MTTF = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^n T_i + \sum_{j=1}^{N-n} T_j \right) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

MTTF——平均首次故障前工作时间, 单位为结(捆);

N——被考核打结器的总台数;

n——被考核的打结器中发生首次故障的台数;

T_i——第*i*台打结器发生首次故障时累计打结(捆)数, 单位为结(捆);

T_j——试验结束时, 未发生故障的打结器中第*j*台打结器累计打结(捆)数, 单位为结(捆)。

b) 平均故障间隔时间

指相邻两次故障之间的平均打结(捆)数, 按式(2)计算:

$$MTBF = \frac{NT_0}{r} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

MTBF——平均故障间隔时间, 单位为结(捆);

T₀——试验结尾打结(捆)数, 单位为结(捆);

r——在试验期间发生的累计关联故障数, 单位为个。

c) 平均修复时间 (*MTTR*)

试验期间内, 故障修复时间的总和与故障总数之比称为平均修复时间, 按式(3)计算:

$$MTTR = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r t_i \dots\dots\dots (3)$$

式中:

MTTR——平均修复时间, 单位为小时(h);

t_i——第*i*个故障修复所需的时间, 单位为小时(h)。

d) 有效度 (*A*)

在规定的使用条件下, 试验结束打结器能保证正常工作的时间比例, 称为有效度。按式(4)计算:

$$A = \frac{\sum t_g}{\sum t_n + \sum t_g} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中:

A——有效度, %。

$\sum t_g$ ——试验期内被考核打结器工作时间之和, 单位为小时(h);

$\sum t_n$ ——试验期内被考核打结器不能工作的时间之和, 单位为小时(h)。

9.2 可靠性考核评定规则

9.2.1 考核指标

打结器可靠性考核指标应符合表4的规定。

表4 考核指标

序号	项目	指标(捆)
1	<i>MTTF</i>	≥12 000
2	<i>MTBF</i>	≥50 000

9.2.2 评定规则

9.2.2.1 对打结器可靠性进行考核时, *MTTF*、*MTBF* 为必须考核的指标, 只有这两项指标同时达到要求才能判为合格。否则, 应判为不合格。*MTTR* 和 *A* 可根据需要另行约定。

9.2.2.2 为其他特定目的而对打结器进行可靠性试验时, 应根据试验目的另行规定评定规则。

10 试验报告

10.1 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。

10.2 试验报告的主要内容：

- 试验目的、要求、试验起止时间、试验地点、参加试验的单位等。
- 介绍产品结构、工作原理和主要技术特征。
- 试验条件、试验用仪器、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。
- 根据试验结果的分析，对被考核的产品做出明确的结论。
- 附件：有关试验数据的图表、专题报告、照片和故障分析报告等。

附 录 A
(规范性附录)

打结器常见故障实例及分类表

打结器常见故障实例及分类见表 A.1。

表 A.1 打结器常见故障实例及分类

序号	故障部位	故障模式	故障原因及情况说明	故障分类
1	支座与夹绳盘配合表面	局部分粘焊(粘着磨损)	支座与夹绳盘装配不佳或配合面尺寸超差	严重故障
2	夹绳片工作表面	次级捆绳制动	夹绳盘工作表面尺寸超差	
3	打结钳轴轴颈	早期磨损并失效	硬度低, 尺寸超差, 装配质量差, 润滑不良	
4	钳轴联接键	变形或损坏	选材或热处理工艺不当、配合精度低, 会导致一连串故障	
5	小锥齿轮锁止面、齿面	早期磨损并失效	硬度低, 装配质量差	
6	大锥齿轮锁止面、齿面	早期磨损并失效	硬度低, 装配质量差	
7	打结器架体	折断	铸件有裂纹、气孔等严重铸造缺陷	
8	打结器部件	性能下降	成结(捆)率<93%	
9	支座凸轮工作表面	早期磨损并失效	凸轮工作面硬度低, 表面粗糙	
10	支座凸轮工作表面	早期磨损并失效	上卡爪铆接点不符合规定要求或销针长度超差	
11	支座中心孔内表面	早期磨损并失效	硬度低, 配合面尺寸超差或润滑不良	
12	夹绳盘内孔配合表面	早期磨损并失效	配合尺寸超差, 装配质量差, 润滑不良	
13	打结器架体安装孔	早期磨损并失效	配合面尺寸超差, 材质差, 润滑不良	
14	钳轴安装孔	磨损	制造质量差, 润滑不良	
15	打结器轴	磨损	硬度低, 制造装配质量差或润滑不良	
16	打结器部件	性能下降	93%≤成结(捆)率<96%	
17	打结器部件	捆绳在绳结处被拉断	打结钳、夹绳盘、支座工作表面不光滑	
18	打结器部件	次级捆绳不打结	上卡爪闭合时间太迟	
19	打结器部件	初级捆绳不打结	打结器架体轴向位置不正确	
20	夹绳片	次级捆绳制动	夹绳片制造质量差或夹绳片磨损, 弹簧压力不够	
21	上卡爪	动作不灵	组装缺陷或制造质量差	
22	上卡爪	断裂	制造质量差	
23	上卡爪固定销	变形或折断	制造质量差	
24	销 针	变形或折断	选材不当或热处理工艺不合理	
25	介 轮	轮齿折断	制造装配质量差或钳轴齿轮联接键损坏	
26	钳轴齿轮	轮齿折断	制造装配质量差或钳轴齿轮联接键损坏	
27	介轮销轴	变形或折断	制造质量差	

表 A.1 (续)

序号	故障部位	故障模式	故障原因及情况说明	故障分类
28	小锥齿轮销	变形或折断	销孔尺寸超差或销轴强度差	一般故障
29	大锥齿轮销	变形或折断	销孔尺寸超差或销轴强度差	
30	割绳刀	变形或折断	选材或热处理工艺不合适	
31	打结器部件	抓不住次级捆绳	架体位置偏低, 打结钳与夹绳盘不匹配	
32	打结器部件	未夹住次级捆绳	夹绳盘起始位置不正确	
33	上卡爪销孔	磨损	制造质量差	轻度故障
34	清绳片销轴	变形或折断	绳屑堆积过多, 选材不当	
35	割绳刀固定螺栓	松脱	锁紧失效	
36	夹绳片压紧弹簧	初级捆绳松脱	弹簧张力调整不当或螺栓锁紧失效	
37	打结器部件	捆绳在捆结处被拉断	割绳刀片不锋利或调整不当	
38	打结器部件	初级捆绳不打结	割绳时间过早	
39	打结器部件	初级捆绳不打结	夹绳器夹持力不足	
40	打结器部件	初级捆绳不打结	夹绳盘槽磨损或不清洁	
41	打结器部件	性能下降	96%≤成结(捆)率<99%	