**ICS** 65.060.50

**CCS B** 91

**T/NJ** 1349—2022**/T/CAAMM** 2X—2022

团体标准

联合收割机 损失检测系统

**Loss detection system of grain harvester**

**（征求意见稿）**

2022-XX-26发布

2022-XX-26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。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC 201）归口。

本文件起草单位：潍柴雷沃重工股份有限公司。

本文件主要起草人：。

联合收割机 损失检测系统

1 范围

本文件规定了联合收割机损失检测系统的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、贮存和保管。

本文件适用于联合收割机损失检测系统（以下简称“损失检测系统”）。

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 2423.1电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验A：低温

GB T 2423.2电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验B：高温

GB/T 2423.10环境试验第2部分：试验方法试验Fc：振动(正弦)

GB T 2423.22环境试验第2部分：试验方法试验N：温度变化

GB/T 2423.34环境试验第2部分：试验方法试验Z/AD：温度/湿度组合循环试验

GB/T 4208外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5262 农业机械试验条件测定方法的一般规定

GB/T 8097 收获机械联合收割机试验方法

GB/T 13306 标牌

JB/T 6287 谷物联合收割机可靠性评定试验方法

JJG 124-2005 电流表、电压表、功率表及电阻表

ISO 11783 拖拉机和农、林用机械串行数据通信协议

SAE J1939 商用车控制系统局域网络通信协议

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

联合收割机损失检测系统 **loss detection system of grain harvester**

包括清选损失检测传感器、分离损失检测传感器、控制单元、智能显示终端，能自动完成谷物收获作业过程中谷物损失检测、显示及预警等功能，该系统同时具备籽粒灵敏度设置，能够适应不同的作物检测。

3.2

清选损失检测传感器 **cleaning loss detection sensor**

实时感知筛箱出口处谷物损失大小的感应装置，并能根据作物的不同对检测灵敏度进行设置，以达到预期的检测精度。

3.3

夹带损失检测传感器 **entrainment loss detection sensor**

可实时感知滚筒末端抛洒口处谷物损失大小的感应装置，并能根据作物的不同对检测灵敏度进行设置，以达到预期的检测精度。

3.4

控制单元 **control unit**

承载损失检测系统软件的核心硬件单元，由损失检测传感器感知的损失数据，预设的灵敏度，以及报警限值，实时计算出收获损失率并将该数据实时传输显示器显示，并在触发损失限值时作出声光电等报警。

3.5

割台高度传感器 **header height sensor**

获取割台的实时高度，作为判断收割机是否开始收割的作业条件之一。

3.6

车速传感器 **speed sensor**

用来获取收割速度，同时作为损失的归一化指标，车辆速度结合割幅可以计算出收割面积，同时车速也作为判定收割机是否开始收割的作业条件之一。

3.7

滚筒转速传感器 **drum speed sensor**

采集脱粒滚筒的转速，作为判断收割机是否开始收割的作业条件之一。

3.8

智能显示终端  **intelligent display terminal**

可直观以图形、数字等方式实时显示收获损失变化，如图1所示，按照单位面积内的损失量作为损失的衡量标准。并可发出声光电报警信号的装置，该装置应能实现一定的人机交互功能，并对系统检测灵敏度等参数进行调整。

损失的呈现是相对值，在同参数作业条件下，能够分辨出损失的增加或减小趋势。

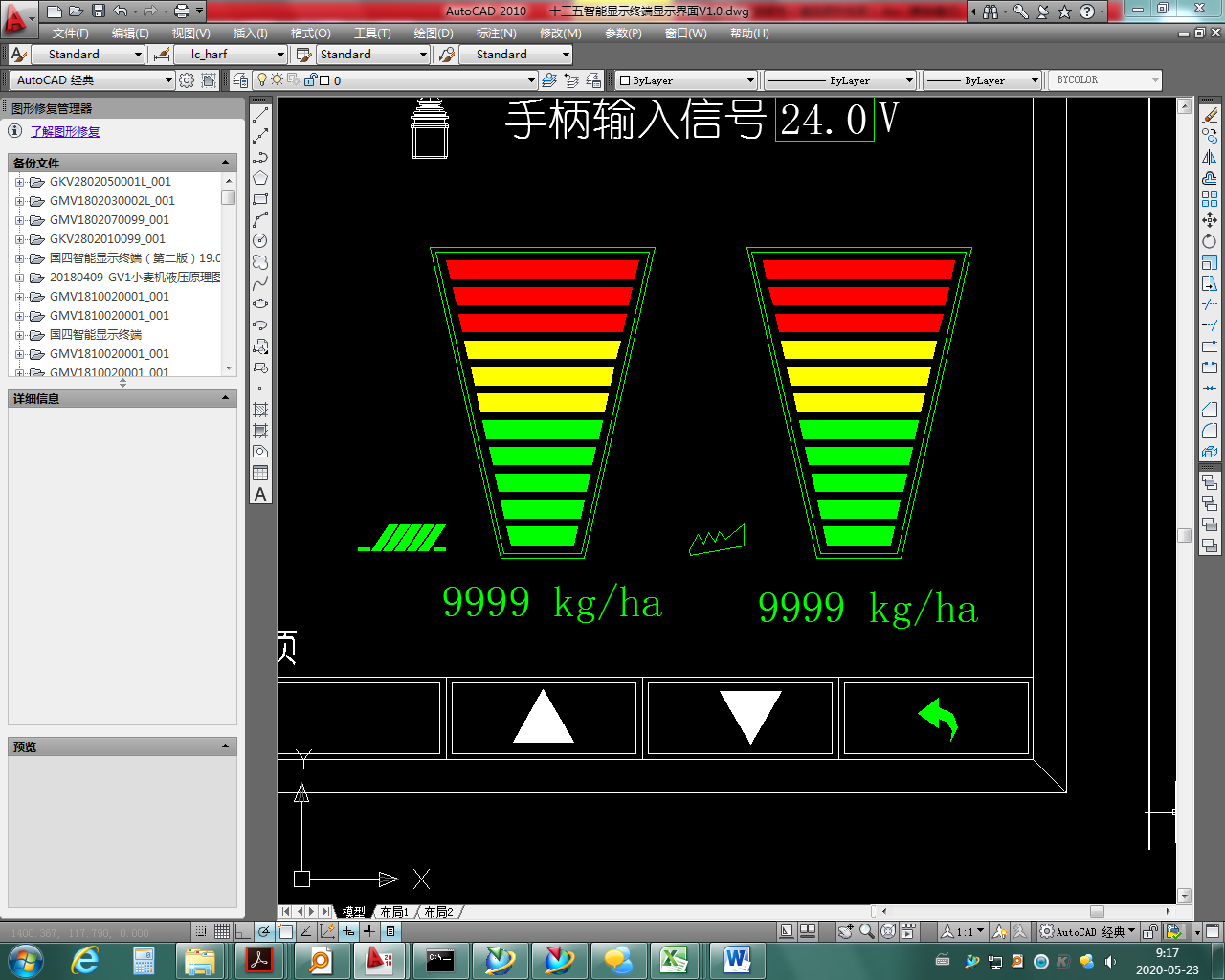


图1 损失呈现

3.9

**TBOX**

远距离通讯和信息，提供行车数据采集、远程查询和控制等功能，可将实时谷物损失上传至平台，生成历史记录。

3.10

系统检测精度 **system detection accuracy**

损失检测系统的测量值与实际值之间的接近程度，以百分数表示，%。

3.11

损失传感器静态检测精度 **static detection accuracy of loss sensor**

车辆静止状态下所测得损失传感器的测量精度。

3.12

检测灵敏度 **detection sensitivity**

检测灵敏度是指检测系统对不同质量谷物的实时反应能力。

由于籽粒作用在传感器上产生振动信号，不同的作物由于质量不同在传感器上产生的激励信号有较大差异，为提高系统检测适应性和准确度，需要根据收获作物的不同，调整传感器相应的检测灵敏度，当较轻的谷物颖壳和较重的秸秆打在传感器的感应板上时，传感器滤波电路对信号可以进行过滤，滤除相应的扰动，检出需要检出的信号。

4 技术要求

4.1 通用要求

4.1.1 产品文件

损失检测系统应符合本标准的要求，并应按照规定程序批准的图样及设计文件制造。

4.1.2 常态工作环境条件

在下述大气环境条件下，产品应保证具有额定数值：

——温度：0℃～40℃；

——相对湿度：25％～75％；

——气压：86 kPa～106 kPa。

4.1.3 温度范围

损失检测系统的工作温度及贮存温度范围按安装部位及使用条件来划分，具体见表1。

表1 损失检测系统工作、贮存温度范围

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品安装位置 | 下限工作温度 | 上限工作温度 | 下限贮存温度 | 上限贮存温度 |
| 发动机上 | -30°C | 120°C | -40°C | 130°C |
| 发动机罩下 | 85°C | 95°C |
| 其他部位 | 65°C | 75°C |

4.2 基本要求

4.2.1 系统组成

联合收割机损失检测系统由：清选损失检测传感器、分离损失检测传感器、控制单元、智能显示终端、**TBOX**等单元或部件组成。

4.2.2 检测原理

收获作业时，安装在收获机械后部排草口处的清选损失检测传感器和滚筒分离室末端的分离损失检测传感器，将会实时检测到夹带在秸秆或颖糠中的谷物颗粒击打传感器的频度，该击打频度信号被传感器检测到后，会送入控制器，根据损失模型算法，结合谷物种类、检测灵敏度、割台高度、车速等参数进行损失计算，计算结果送智能显示终端实时显示，显示采用柱状图的方式，柱状图划分为不同的损失区间，可分为低损失、中损失、高损失三个档位区间，当损失率过大并触发报警限值时，系统发出报警信号。

收割不同籽粒大小的作物时，比如小麦和玉米，为降低秸秆等非籽粒信号的干扰，通过灵敏度的设置，可对不同的作物进行甄选。

4.2.3 损失流量

损失流量按式（1）计算：

………………………………（1）

式中：

*Yt*——时间*t*内测得的损失流量，单位为千克每公顷（kg/ha）；

*G* ——千粒重，单位为克（g）；

*nt* ——时间*t*内传感器测得的谷物损失个数，单位为个；

*K* ——籽粒检测的损失占全部损失的比值，以百分数表示，%；

*Vt*——是时间*t*内收割机平均行驶速度，单位为米每秒（m/s）；

*W* ——割幅，模型默认为满割幅，单位为米（m）。

值可通过不同的作物收割田间试验进行建立，同时由于收割状况复杂多变，值亦可以通过智能显示终端进行实时调整，以方便检测损失与实际损失的匹配。

*W*值默认为满割幅，有条件的收割机可以通过安装割幅宽度检测传感器对割幅进行实时检测，无条件的收割机可通过智能显示终端对割幅进行人为调整。

4.2.4 检测灵敏度参数配置

收获作业时，联合收割机损失检测系统可通过不同的检测灵敏度配置以匹配所收获的不同作物，不同的作物检测灵敏度推荐值详见表2。

表2 不同作物损失检测灵敏度配置表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 灵敏级别 | 灵敏度 | 谷物类别 |
| 1 | 95%±3% | 水稻 |
| 2 | 85%±3% | 小麦 |
| 3 | 55%±3% | 玉米 |

4.2.5 传感器检测精度

损失检测传感器按5.3.2的试验方法试验，检测精度应不小于95%。

4.2.6 系统检测精度

4.2.6.1 检测系统应能对谷物损失增减趋势及时作出反应，当损失趋势加大时，系统应及时作出预警；当损失趋势趋于下降时，检测系统亦应能及时将检测结果通过显示器显示出来。

4.2.6.2 检测系统按5.3.3的试验方法对收获机械收获作业时谷物损失增减趋势的检测精度应不大于±10%。

4.2.7 通信要求

应至少支持一种标准现场总线协议，如Modbus/RTU协议、ISO 11783协议、SAE J1939协议，可实现多源作业检测传感器与控制单元之间的数据传输。传感器数据应采用主动定时上传方式。

4.3 功能要求

4.3.1 作业感知功能

配备各损失传感器，可动态检测联合收割机田间作业过程的损失关键信息；具备联合收割机车载物理数据传输链路，可通过某种数据格式将清选损失传感器及夹带损失传感器数据传输至控制单元，实现各损失传感器在控制单元上的汇聚、融合和转发。

4.3.2 数据采集功能

支持传感器数据的自动采集、本地处理、参数显示功能；支持检测数据的本地存储功能。

4.3.3 远程传输功能

支持作业检测数据的数据重组、数据缓存和数据上传功能；具备车载终端与远程运维平台的数据传输功能。

4.3.4 数据显示功能

支持作业检测数据在智能显示终端以图形、数字等方式实时显示，并能实现一定的人机交互功能。

4.3.5 数据预警功能

支持当遇到数据显示超标或异常，要求提高警觉时，用于通知人员而设计的运行信号或警告信息。

4.3.6 数据报警功能

支持当遇到数据显示超标或异常，要求采取纠正行动时，用于通知人员而设计的运行信号或警告信息。

4.3.7 上传运程平台功能

支持无线传输方式发送至服务器，无线传输技术应不受传输距离限制，支持多检测终端同时传输。

4.4 防护性能

4.4.1 露天安装的系统硬件（如传感器电气本体、控制器等）外壳防护等级应不低于GB/T 4208—2017中规定的IP67。

4.4.1 非露天安装的系统硬件外壳防护等级应不低于GB/T 4208—2017中规定的IP65。

4.5 可靠性

损失检测系统的平均无故障工作时间（*MTBF*）应不小于500 h。故障分类按JB/T 6287中的规定进行。

4.6 耐温度性能

4.6.1 耐低温性能

损失检测系统硬件应按表1规定所选的下限贮存温度进行8 h的低温试验。产品恢复常温后，其性能应符合4.2规定。

4.6.2 耐高温性能

损失检测系统硬件应按表1规定所选的上限贮存温度进行8 h的高温试验。产品恢复常温后，其性能应符合4.2规定。

4.6.3 耐温度变化性能

损失检测系统硬件按GB/T 2423.22中试验Na的规定进行温度变化试验。试验时的低温和高温值为选定的表1中的下限和上限工作温度值；在每一种温度中的暴露时间取决于试验样品的热容量（即以试验样品达到温度稳定为准），由产品标准规定，建议采用1 h或2 h；温度转换时间为20 s～30 s；循环次数为5次；产品一般在不工作状态下经受试验。当产品标准要求时，试验产品可处于运行状态。试验结束后，产品仍应符合4.2的规定。

4.7 耐温度、湿度循环变化性能

联合收割机损失检测系统系统硬件按GB/T 2423.34的规定在-30℃～65℃之间进行10个循环的温度、湿度组合循环试验，每个循环为24 h。低温段不工作，高温段是否工作应在产品标准中做出规定。试验结束后，产品仍应符合4.2的规定。

4.8 耐振动冲击性能

联合收割机损失检测系统在承受符合GB/T 2423.10中的振动、冲击等机械环境试验后，应无永久性结构变形，无零部件损坏，无电气故障，无紧固部件松脱现象，无插头、通信接口等接插件脱落或接触不良现象，其各项功能都应保持正常，无试验前存储等信息丢失现象，且应符合4.2基本性能要求，具体试验条件参数见表3和表4。

表3 扫频振动试验参数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品安装位置 | 频率（Hz） | 振幅（mm） | 加速度（m/s2） | 扫频速率（oct/min） | 每方向试验时间（h） |
| 发动机上 | 10～50 | 2.5 | - | 1 | 8 |
| 50～200 | 0.16 | - |
| 200～500 | - | 250 |
| 其他部位 | 10～25 | 1.2 | - |
| 25～500 | - | 50 |

表4 冲击试验参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 产品安装位置 | 加速度（m/s2） | 冲击次数（次） |
| 发动机上 | 150 | 10000 |
| 其他部分 | 100 |

4.9 外观要求

损失检测系统的外观、安装尺寸和标志应按照经规定程序批准的图样及设计文件制造，其外观应符合下述要求：

——表面无毛刺、划痕、油污等影响外观质量的缺陷；

——表面镀层应均匀，无剥落、氧化锈蚀现象。

5 试验方法

5.1 试验条件

5.1.1 试验条件应符合GB/T5262和GB/T 8097的规定。

5.1.2 试验场地应选择在宽阔、平坦的田地上，宽度应不小于50 m，长度应不小于100 m，倾斜度小于5°。

5.1.3 应确保试验场地的各个观测点周围无显著电磁信号干扰，且点位周围环视高度角10°以上无障碍物。

5.1.4 试验用电压表、电流表应不低于JJG—2005中规定的0.5级，转速表精度应不低于1%。

5.1.5 除非特别规定，联合收割机 损失检测系统试验均应在4.1.2规定的常态工作环境条件下进行。5.1.6 温度偏差试验方法中未特别注明时，宜采用±2℃。

5.1.7 试验用文件应按4.1.1规定，一般应有产品技术条件和产品总图(或外形图)。

5.1.8 试验时观测数据的采集应在系统正常工作的情况下进行。

5.2 外观检验

尺寸用通用或专用量具检测，外观和标志用肉眼观察法检查。

5.3 基本性能试验

5.3.1 检测灵敏度调整试验

5.3.1.1 待收获作物的准备

按表2的顺序，分别准备好水稻、小麦、玉米等待收获成熟作物地块。

5.3.1.1 灵敏度调整

按表2提供的调整参数，针对不同的作物对检测系统的检测灵敏度进行调整。

5.3.2 传感器检测精度试验

5.3.2.1 试验前准备

测试设备准备：准备一套检测系统，包含：传感器、控制器、智能显示终端、线束、直流电源。

测试作物准备：饱满籽粒（小麦、玉米、水稻）各3袋，要求含水率在12%～18%，每袋质量1 kg。

5.3.2.2 试验

试验步骤如下：

a） 将传感器感应面正面水平向上放置，系统按实际装机状态连接好电路并通电；

b） 在传感器正上方0.5 m处匀速、均匀释放谷物，每次释放10颗（不允许抛下的谷物落在传感

器测量面之外）；

c） 小麦、水稻和玉米三种籽粒各释放三次，分别记录每种籽粒释放时系统检测到的数值：、、

,，*n*=1，2，3；

d） 按式（2）至式（4）计算不同作物传感器检测精度，*n*=1，2，3；

e） 按式（5）计算传感器检测精度。

=…………………………………………（2）

=…………………………………………（3）

=…………………………………………（4）

=…………………………………………（5）

式中：

——传感器检测精度，以百分数表示，%；

——测量小麦籽粒时的传感器检测精度，以百分数表示，%；

——测量水稻籽粒时的传感器检测精度，以百分数表示，%；

——测量玉米籽粒时的传感器检测精度，以百分数表示，%。

5.3.3 系统检测精度试验

5.3.3.1 试验前准备

准备一台安装损失检测系统的收获机，该损失检测系统包含：传感器、控制器、智能显示终端、线束。

准备水稻、小麦或玉米待收获地块1块，地块长应不小于100 m，宽度应不小于50 m。

5.3.3.2 试验

5.3.3.2.1 试验地块分为预留区10 m，稳定收割区15 m，接样在稳定收割区。

5.3.3.2.2 收获机械以正常的收获作业速度*V*、筛片开度*Ｌ*进行收割，分别对清选损失和分离损失进行接样，此时损失检测系统显示损失处于正常状态。

5.3.3.2.3 增加作业速度至1.5 V，保持筛片开度*L*不变，分别对清选损失和分离损失进行接样，此时损失检测系统应能及时检测出分离损失加大，超出报警限值，同时发出报警信号提醒驾驶员。

5.3.3.2.4 人为减小筛片开度至0.5 L增加清选损失，保持收割速度不变，分别对清选损失和分离损失进行接样，此时损失检测系统应能及时检测出清选损失加大，超出报警限值，同时发出报警信号提醒驾驶员。

5.3.3.2.5 驾驶员及时将收割速度降为正常速度*V*，筛片调整至正常开*度L*，分别对清选损失和分离损失进行接样，此时谷物损失恢复正常，损失检测系统应能及时将该变化实时在智能显示终端上显示出来，提醒驾驶员，损失率已经恢复正常。

5.3.3.2.6 5.3.3.2.1～5.3.3.2.5为一个测量循环，如此反复测量不低于5个循环，系统检测结果正确率不得低于90%。

5.4 防护性能试验

按照GB/T 4208中的有关规定进行。

5.5 可靠性试验

按照JB/T 6287中的有关规定进行。

5.6 耐温度性能测试

5.6.1 耐低温试验

按照GB/T 2423.1中的有关规定进行。

5.6.2 耐高温试验

按照GB T 2423.2中的有关规定进行。

5.6.3 耐温度变化试验

按照GB T 2423.22中的有关规定进行。

5.7 产品耐温度、湿度循环变化性能试验

按照GB/T 2423.34中试验Z/AD温度/湿度组合循环试验方法的有关规定进行，其每个循环周期中的温度/湿度的变化情况如图2所示。



图2 温度、湿度循环变化

6 检验规则

6.1 出厂检验

6.1.1 每台损失检测系统应经制造厂质量检验部门检查合格，并附有产品质量合格证方准入成品库和出厂。

6.1.2 每台损失检测系统出厂前应进行出厂检验，检验项目见表5，全部检验项目均应合格。如有不合格项目允许修复、调整，并重新提交复检，复检仍不合格则判定该产品不合格。

6.2 型式检验

6.2.1 有下列情况之一时，需要进行型式检验：

——新产品定型鉴定和老产品转厂生产；

——正式生产后，结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能；

——工装、模具的磨损可能影响产品性能；

——长期停产后，恢复生产；

——批量生产，周期性检验（一般每2年进行一次）；

——出厂检验结果与上次型式检验有较大差异；

——国家质量监督机构提出进行型式检验的要求。

6.2.2 型式检验项目按表5规定。

6.2.3 采取随机抽样，在工厂抽样时，应在制造厂近6个月内生产的合格产品中随机抽取，检查批量不应少于16台，在用户和经销部门抽样不受此限，抽取样本为2台。样机抽取封存后至检验工作结束期间，除按使用说明书规定进行保养和调整外，不应再进行其他调整、修理和更换。

6.2.4 型式检验项目分类见表5，按其对产品质量的影响程度，分为A、B、C三类。A类为对产品质量有重大影响的项目，B类为对产品质量有较大影响的项目，C类为对产品质量影响一般的项目。

表5 检验项目分类

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目分类 | | 检验项目 | 对应条款 | 出厂检验 | 型式检验 |
| 类 | 项 |
| A | 1 | 防护性能 | 4.4 | √ | √ |
| 2 | 检测灵敏度配置 | 4.2.4 | √ | √ |
| 3 | 传感器检测精度 | 4.2.5 | √ | √ |
| 4 | 系统检测精度 | 4.2.6 | — | √ |
| B | 1 | 可靠性 | 4.5 | — | √ |
| 2 | 耐低温性能 | 4.6.1 | — | √ |
| 3 | 耐高温性能 | 4.6.2 | — | √ |
| 4 | 耐温度变化性能 | 4.6.3 | — | √ |
| 5 | 产品耐温度、湿度循环变化性能 | 4.7 | — | √ |
| 6 | 耐振动冲击性能 | 4.8 | — | √ |
| C | 1 | 外观 | 4.9 | √ | √ |
| 2 | 标牌 | 7.1、7.2 | √ | √ |
| 注：“√”表示应检验项目，“—”表示不检验项目。 | | | | | |

6.2.5 抽样判定方案按表6的规定进行。表中接收质量限 AQL、接收数 Ac、拒收数Re 均按计点法（即不合格项次数）计算。采用逐项考核，按类别判定的原则，若各类不合格项次小于或等于接收数 Ac 时，判定该产品合格；若不合格项次大于或等于该拒收数 Re 时，判定该产品不合格。

表6 抽样判定方案

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检验项目类别 | A | B | C |
| 检验项目数 | 3 | 5 | 13 |
| 样本量 *n* | 2 | | |
| AQL | 6.5 | 25 | 40 |
| Ac Re | 0 1 | 1 2 | 2 3 |

7 标志、包装、运输及贮存

7.1 损失检测系统上应安装牢固的产品标牌。标牌应符合GB/T 13306的规定，内容至少应包括：

a） 制造商名称及地址；

b） 产品型号与名称；

c） 产品主要技术参数；

d） 产品出厂编号；

e） 产品制造日期；

f） 产品执行标准；

g）各产品独有二维码。

7.2 在每台产品及其附件的明显位置，应标注其商标。

7.3 损失检测系统出厂装运时，对附件、备件、工具及运输中必须拆下的零部件，应进行分类包装、标识；包装应牢固，产品在箱内不应窜动，保证损失检测系统（包括备件、附件和随机工具）在正常运输中不致发生损坏和丢失；包装箱明显的部位标明防潮、防震、防尘和适应运输及装卸。

7.4 出厂的损失检测系统应按照产品技术文件的规定配齐全套备件、附件和随机工具，并应随机提供至少下列文件：

a） 使用说明书；

b） 合格证；

c） 备件、附件和随机工具清单；

d） 三包文件；

e） 装箱单。

7.5 损失检测系统的运输应符合公路、铁路、水路运输的规定。在运输、装卸过程中应可靠固定，防止翻倒、碰撞、重压，并采取防雨、防潮措施。

7.6 损失检测系统应贮存在干燥、通风和无腐蚀物质的室内。在干燥、通风的贮存条件下，损失检测系统及其备件、附件和随机工具的储存期通常为2年（从制造厂入库日算起）。在储存期满2年时，产品仍应符合本文件。