



团 体 标 准

T/UNP XXXX—2025

基于太赫兹成像技术的卷烟机烟支爆珠在线检测及剔除装置通用技术要求

General technical requirements for on-line detection and rejection device of cigarette capsules in cigarette making machines based on terahertz imaging technology

（征求意见稿）

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国联合国采购促进会 发 布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 工作条件 1

5 装置组成 1

6 结构要求 2

 6.1 波束模块 2

 6.2 太赫兹收发模块 2

 6.3 数据通讯接口 2

7 功能要求 2

 7.1 爆珠检测 2

 7.2 爆珠剔除 3

 7.3 数据管理 3

8 性能要求 3

 8.1 检测性能 4

 8.2 剔除性能 4

 8.3 成像性能 4

 8.4 可靠性 4

 8.5 环境适应性 5

9 安全要求 5

 9.1 电气安全 5

 9.2 机械安全 5

 9.3 辐射安全 5

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。

本文件由武汉微动机器人科技有限公司提出

本文件由中国联合国采购促进会归口。

本文件起草单位：武汉微动机器人科技有限公司、重庆烟草滤嘴材料厂、中烟益升华(厦门)滤嘴棒有限责任公司、许昌富思特烟机配件有限公司、四川三联新材料有限公司。

本文件主要起草人：陈虎、阮旭欢、胡武林、陈豪、凌孔杰、李源、张杰、万珂梦。

引 言

为助力中国企业参与国际贸易,推动企业高质量发展,中国联合国采购促进会依托联合国采购体系,制定服务于国际贸易的系列标准,这些标准在国际贸易过程中发挥了越来越重要的作用,对促进贸易效率提升,减少交易成本和不确定性,确保产品质量与安全,增强消费者信心具有重要的意义。

联合国标准产品与服务分类代码(UNSPSC, United Nations Standard Products and Services Code)是联合国制定的标准,用于高效、准确地对产品和服务进行分类。在全球国际化采购中发挥着至关重要的作用,它为采购商和供应商提供了一个共同的语言和平台,促进了全球贸易的高效、有序发展。

围绕UNSPSC进行相关产品、技术和服务团体标准的制定,对助力企业融入国际采购,提升国际竞争力具有十分重要的作用和意义。

本文件采用UNSPSC分类代码由6位组成,对应原分类中的大类、中类和小类并用小数点分割。

本文件UNSPSC代码为“48.11.11”,由3段组成。其中:第1段为大类,“48”表示“服务业机械设备及用品制造业”,第2段为中类,“11”表示“自动售货机”,第3段为小类,“11”表示“卷烟机”。

基于太赫兹成像技术的卷烟机烟支爆珠在线检测及剔除装置通用技术要求

1 范围

本文件规定了基于太赫兹成像技术的卷烟机烟支爆珠在线检测及剔除装置（以下简称“装置”）的工作条件、装置组成、结构要求、功能要求、性能要求和安全要求。

本文件适用于装置的设计、应用及运行维护。

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 4208 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

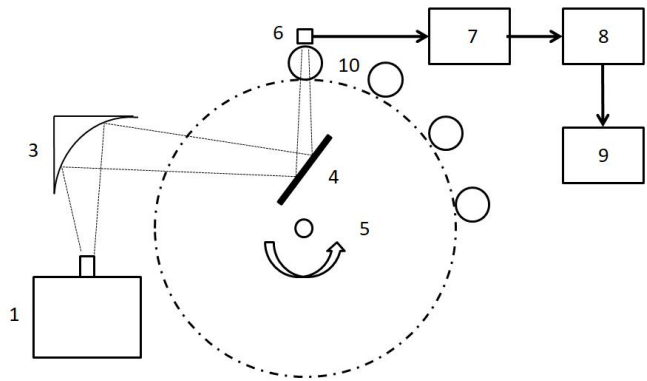
4 工作条件

装置正常工作条件为：

- a) 工作温度：10℃～40℃；
- b) 工作湿度：30%～70%；
- c) 大气压力：86 kPa～106 kPa；
- d) 电源电压：198 V～242 V；
- e) 地面平整度：每米长度内误差不应超过±2 mm；
- f) 空间要求：装置周围应预留 500 mm。

5 装置组成

基于太赫兹成像技术的卷烟机烟支爆珠在线检测及剔除装置的结构组成见图1。



- 标引序号：
- 1——太赫兹波源；
 - 2——平面反射镜；
 - 3——离轴椭球柱面反射镜；
 - 4——反射平面镜；
 - 5——卷烟机辊轮；
 - 6——太赫兹相机；
 - 7——成像采集单元的前处理模块；
 - 8——太赫兹影像处理单元；
 - 9——影像分析与状态显示单元；
 - 10——爆珠香烟。

图 1 基于太赫兹成像技术的卷烟机烟支爆珠在线检测及剔除装置结构图

6 结构要求

6.1 波束模块

- 6.1.1 波束准直透镜与太赫兹收发模块间距取值宜为 5 cm~15 cm。
- 6.1.2 聚焦透镜与待测胶囊烟支参考位置间距取值宜为 3 cm~8 cm。
- 6.1.3 光路总长度宜为 30 cm~60 cm。
- 6.1.4 波束准直透镜和聚焦透镜的表面粗糙度宜小于 0.05 μm 。
- 6.1.5 平面反射镜的表面平整度误差宜为 $\lambda/20 \sim \lambda/10$ (λ 为太赫兹波中心波长)。
- 6.1.6 波束准直透镜和聚焦透镜在太赫兹波段的平均反射率小于 10%。
- 6.1.7 平面反射镜在太赫兹波段的反射率大于 95%。

6.2 太赫兹收发模块

- 6.2.1 频率范围应为 0.1 THz~10 THz。
- 6.2.2 输出功率应为 5 mW~20 mW。

6.3 数据通讯接口

- 6.3.1 太赫兹收发模块与数据采集与分析处理模块之间应采用高速串行接口进行通讯，如低压差分信号接口 (LVDS, Low-Voltage Differential Signaling)。
- 6.3.2 数据采集与分析处理模块与控制系统之间应通过以太网接口进行通讯。
- 6.3.3 装置与上位机 (如工厂生产管理系统) 之间应通过工业以太网接口进行通讯，支持开放式平台通讯统一架构等工业标准协议。
- 6.3.4 应具备无线通讯接口 (如 Wi-Fi 或蓝牙)，作为以太网接口的备用或补充通讯方式。

7 功能要求

7.1 爆珠检测

7.1.1 应支持利用太赫兹成像技术对卷烟机生产过程中的烟支爆珠进行准确检测,具备对爆珠的位置、数量、完整性等关键特征的识别能力。

7.1.2 检测速度应与卷烟机的生产速度相匹配,不影响卷烟机的正常生产流程。

7.2 爆珠剔除

7.2.1 当检测到爆珠存在缺珠、位置偏差超过一定阈值(如 $\pm 0.8\text{ mm}$)或破损等情况时,应生成剔除指令。

7.2.2 剔除装置从接收到剔除指令到完成剔除动作的时间不应超过 50 ms。

7.2.3 剔除过程不应造成对正常烟支的误剔除以及对设备和烟支的损坏。

7.3 数据管理

7.3.1 数据采集

7.3.1.1 采样频率不应低于 100 MHz。

7.3.1.2 采样点数不应少于 1024 点。

7.3.1.3 应规定数据传输接口(如 USB 接口)及与外部触发(如烟机辊轮轴上旋转编码器脉冲信号)的同步方式,实现实时处理。

7.3.2 数据传输

7.3.2.1 应支持将采集到的数据以标准的数据格式(如 CSV、XML 等)通过有线(如以太网)或无线(如 Wi-Fi、蓝牙等)通信方式传输至企业的生产管理系统(MES, Manufacturing Execution System)或其他指定的数据存储和分析平台。

7.3.2.2 传输过程应确保数据的完整性和准确性,数据传输的频率应与生产速度相适配,减少数据传输造成生产延误或数据拥堵。

7.3.2.3 应具备传输状态的监测和报警功能,当数据传输出现异常(如中断、丢包等)时,发出警报并尝试自动恢复传输,确保生产数据的实时性和连续性。

7.3.3 数据分析

应采用如快速傅里叶变换(FFT, Fourier Transform)、下采样、最小二乘法等算法对采集的基带信号数据进行处理分析,判断爆珠状态(有无、相位、破损情况),并给出相应算法的性能指标要求。

7.3.4 数据记录

7.3.4.1 应具备数据记录功能,对每一支经过检测的烟支相关数据进行详细记录,包括但不限于烟支的生产时间、序号、爆珠检测结果(如爆珠存在与否、爆珠的形态特征参数等)以及对应的剔除动作信息。

7.3.4.2 记录的数据应至少保存 3 个月,且数据存储应安全可靠,防止数据丢失或损坏,具备数据备份和恢复机制。

7.3.5 数据可视化

7.3.5.1 应实时显示检测装置的工作状态,检测内容包括但不限于:

- a) 太赫兹收发模块的工作频率、功率;
- b) 数据采集模块的采样频率、点数;
- c) 当前检测烟支的数量;
- d) 合格烟支和不合格烟支的数量统计信息。

7.3.5.2 应展示该烟支爆珠的具体检测数据,如爆珠位置(精确到 0.1 mm)、反射信号强度、根据数据分析得到的爆珠状态(正常、缺珠、破损、位置偏差等),以及与标准爆珠数据的对比情况。

7.3.5.3 操作人员可通过人机界面方便地设置太赫兹收发模块、数据采集与分析处理模块的各项参数。

7.3.5.4 当检测装置出现故障或检测到异常情况时,人机界面应弹出醒目的报警窗口,显示报警类型。

8 性能要求

8.1 检测性能

8.1.1 检测精度

8.1.1.1 爆珠位置检测精度应在 $\pm 0.5\text{ mm}$ 以内。

8.1.1.2 爆珠强度检测精度应在 0.01 N 以上。

8.1.2 检测速度

每分钟应检测至少500支烟支。

8.1.3 分辨率

不应低于 1.8 mm 。

8.2 剔除性能

8.2.1 剔除准确率

剔除准确率应达到99.5%以上。

8.2.2 剔除响应时间

剔除响应时间不应超过 0.1 s 。

8.2.3 误剔除率

误剔除率不应超过 0.1% 。

8.2.4 剔除稳定性

在连续运行24 h以上的时间内，剔除准确率波动不应超过 $\pm 0.5\%$ ，剔除响应时间波动不应超过 $\pm 0.01\text{ s}$ 。

8.2.5 剔除损坏率

剔除过程中，烟支的外观损坏率（如刮痕、变形等）应在 0.05% 以下。

8.3 成像性能

8.3.1 发射器频率在连续工作1 h内，频率漂移应小于 $\pm 50\text{ MHz}$ 。

8.3.2 接收器噪声等效功率应小于 5 pW/Hz 。

8.3.3 接收器灵敏度应低于 -80 dBm 。

8.3.4 X轴方向扫描范围不小于 200 mm ，Y轴方向扫描范围不小于 150 mm 。

8.3.5 在成像质量的前提下，扫描速度不低于 50 mm/s 。

8.3.6 扫描定位精度应达到 $\pm 0.1\text{ mm}$ 。

8.3.7 空间分辨率应大于 0.5 mm 。

8.3.8 图像对比度不应低于 $50:1$ 。

8.3.9 成像系统的信噪比应大于 30 dB 。

8.4 可靠性

8.4.1 稳定性

8.4.1.1 在正常工作条件下，装置应连续稳定工作不少于24 h。

8.4.1.2 在连续工作期间，太赫兹成像系统的关键性能参数波动应控制在较小范围内。发射器频率漂移不超过 $\pm 20\text{ MHz}$ ，接收器灵敏度变化不超过 $\pm 5\%$ ，成像空间分辨率变化不超过 $\pm 0.1\text{ mm}$ 。

8.4.2 抗干扰能力

8.4.2.1 在电场强度 3 V/m ，磁场强度 1 A/m ，频率范围 $10\text{ kHz}\sim 1\text{ GHz}$ ，其各项性能指标的变化不应超过 $\pm 10\%$ 。

8.4.2.2 装置应在一定振动条件下（振动加速度不超过 1 g，振动频率为 10 Hz～100 Hz）正常工作，且性能指标波动不超过±5%。

8.4.3 故障诊断与报警

8.4.3.1 装置应具备较高的故障自诊断能力，能自动检测到至少 90%以上的常见故障类型。常见故障类型包括但不限于：

- a) 太赫兹收发模块故障，如发射器功率异常、接收器信号丢失等；
- b) 波束整形操控模块故障，如光学元件损坏、光路偏移等；
- c) 数据采集与分析处理模块故障，如采样错误、数据传输中断等；
- d) 控制系统故障，如控制逻辑错误、电机驱动故障等；
- e) 机械部件故障，如剔除机构卡滞、扫描装置运动异常等。

8.4.3.2 检测到故障时，装置应在 1 s 内发出声光报警信号。

8.4.4 平均无故障时间

装置的平均无故障时间不应低于5000 h。

8.4.5 失效率

装置在使用寿命期内的失效率不应高于0.0002每小时。

8.5 环境适应性

8.5.1 耐高温

按GB/T 2423.1的规定进行耐高温试验后，性能无明显下降，设备能正常工作。

8.5.2 耐低温

按GB/T 2423.2的规定进行耐低温试验后，性能无明显下降，设备能正常工作。

8.5.3 耐盐雾

8.5.3.1 按 GB/T 10125 的规定进行盐雾试验后，不发生变形或性能下降。

8.5.3.2 外壳防护等级至少应达到 GB/T 4208—2017 中 IP65 防护等级。

9 安全要求

9.1 电气安全

9.1.1 装置的带电部分与外壳之间的绝缘电阻不应低于 100 MΩ。

9.1.2 装置应能承受频率为 50 Hz、有效值为 1500 V 的交流电压，经过 1 min 后，无击穿或闪络现象。

9.1.3 接地电阻不应大于 0.1 Ω。

9.2 机械安全

9.2.1 装置中具有运动部件（如剔除机构、扫描装置的移动部件等），应设置防护装置，防护装置的间隙不应大于 5 mm。

9.2.2 装置应具有稳定性，在正常工作和受到一定程度（正常工作中的振动、碰撞）的外力时不会倾倒或发生位移。底座重量不宜低于设备总重量的 1/3。

9.2.3 装置应配备紧急停止按钮，按钮应醒目且易于触及，颜色宜设置为红色。

9.2.4 装置的操作面板、危险区域等位置应设置清晰、明确的操作标识和警示标志。

9.2.5 装置内部进行部件更换或维修的区域，应保证维护人员有至少 600 mm×600 mm×800 mm 的操作空间。

9.2.6 在进行设备维护、检修或清洁等操作时，应具备有效的锁定挂牌程序。

9.3 辐射安全

9.3.1 装置应具备抗电磁干扰能力。在电磁干扰强度达到 3 V/m（频率为 10 kHz～1 GHz）的环境中，

装置的各项性能指标下降幅度不应超过 5%。

9.3.2 在频率为 30 MHz~1 GHz，电场强度辐射限值不应超过 30 V/m。
