

浙江省机械工业联合会

团体标准

《可分散粉体高通量在线智能视觉检测成套装备》

编制说明

（征求意见稿）

标准起草工作组

2026 年 7 月

一、工作概况

1. 任务来源

由浙江观微智能科技有限公司自主向浙江省机械工业联合会提出立项申请，申请名称为《可分散粉体高通量在线智能视觉检测成套装备》，经浙机联组织的专家立项评审通过并印发了浙机联〔2026〕XXX号文件，项目名称为《可分散粉体高通量在线智能视觉检测成套装备》。

2. 目的、意义及国内外概况

可分散粉体高通量在线智能视觉检测成套装备是采用光学成像、计算机视觉及自动控制技术，在粉体连续输送过程中实现异常颗粒识别与粒径分布测量的高端智能装备。该装备集成了均匀取样、分散、输送、成像、回收及计算控制等单元，能够对粒径异常、形貌异常、颜色异常及外来异物等颗粒进行实时检测与分类，是保障粉体材料质量、提升生产过程自动化与智能化水平的关键设备，广泛应用于化工、医药、食品、新材料等领域的粉体品质管控。

目前，国内外尚无专门针对该类成套装备整机性能与检测精度的统一标准。现有相关标准如 GB/T 38879《颗粒 粒度分析 彩色图像分析法》和 GB/T 41949《颗粒 激光粒度分析仪 技术要求》仅涉及颗粒分析的方法或仪器层面，未涵盖在线成套装备的系统性要求，包括高通量处理能力、多通道协同、取样均匀性、分散性能、回收洁净性以及异常颗粒检出率/误检率等核心整机指标。行业标准 GH/T 1480—2024《废塑料光电分选机》虽涉及分选设备，但其对象为废旧塑料颗粒，技术指标（如处理量、精度）和适用范围与本装备差异较大，不可直接引用。

国际上尚无专门针对“可分散粉体高通量在线智能视觉检测成套装备”产品的相关标准。仅有 ASTM D1921（塑料粒度筛析）、EN 12012 系列（塑料机械安全）等，但均不涉及在线视觉检测系统的高通量、智能化及整机综合性能评价。

因此，制订并发布一套科学、先进、可验证的《可分散粉体高通量在线智能视觉检测成套装备》团体标准，对于填补该领域标准空白，引导产业向高精度、高通量、智能化方向高质量发展，具有十分重要的意义。

3. 主要工作过程

(1) 标准起草工作组组成

本标准工作组成员及分工见下表 1。

表 1 标准工作组成员

序号	姓名	单位	备注
1	陈攀	浙江省机械工业联合会	牵头单位
2	刘明	浙江观微智能科技有限公司	为主起草单位
3	王晓敏	浙江观微智能科技有限公司	为主起草单位

4	龚海刚	浙江观微智能科技有限公司	为主起草单位
5	刘帮	浙江观微智能科技有限公司	为主起草单位
6	刘明辉	浙江观微智能科技有限公司	为主起草单位
7	程旋	浙江观微智能科技有限公司	为主起草单位
8	解天舒	浙江观微智能科技有限公司	为主起草单位
9	杨梅乙	浙江观微智能科技有限公司	为主起草单位
10	梁子辉	浙江观微智能科技有限公司	为主起草单位
11	邓佳丽	浙江观微智能科技有限公司	为主起草单位
12	袁开平	浙江观微智能科技有限公司	为主起草单位
13	鲜佳君	浙江观微智能科技有限公司	为主起草单位
14	姜华斌	电子科技大学长三角研究院（衢州）	参与起草单位
15	刘泽闽	电子科技大学长三角研究院（衢州）	参与起草单位
16	吴磊	电子科技大学	参与起草单位
17	刘念伯	电子科技大学	参与起草单位
18	马学富	杭州质行信息科技有限公司	参与起草单位
19	• • •	• • •	参与起草单位

（2）国内外情况调研及资料收集分析

工作小组广泛调研了国内外关于粉体在线检测、机器视觉、颗粒分析等相关标准体系，系统梳理了 GB/T 38879-2020《颗粒粒度分析彩色图像分析法》、GB/T 21649.1-2024《粒度分析图像分析法第 1 部分：静态图像分析法》、GB/T 21649.2-2025《粒度分析图像分析法第 2 部分：动态图像分析法》、GB/T 41949-2022《颗粒激光粒度分析仪技术要求》、GB/T 19077-2024《粒度分析激光衍射法》、GB/T 40659《智能制造 机器视觉在线检测系统 通用要求》、GB/T 42980《智能制造 机器视觉在线检测系统 测试方法》等国家标准，以及 ASTM D1921、EN 12012 等国际标准。同时，结合近年来在粉体材料生产、改性及高端制品领域的应用实践，深入分析了在线高通量检测在取样均匀性、分散效果、回收洁净、多通道并行等环节的技术难点和共性需求。

（3）标准草案

标准小组针对技术要求中各项性能指标的先进性进行了广泛研讨，重点参考了颗粒图像分析、机械电气安全等相关标准的技术要求，结合近年来在粉体在线高通量智能视觉检测领域的最新技术成果，通过对国内外领先企业的技术指标与行业共性需求的系统总结，形成了具有科学性、适用性和可操作性的技术要求。按照团体标准制订框架要求和编制定位，在广泛收集和分析相关技术文献、资料的基础上，并向主要粉体生产企业和检测设备制造商征求意见，编制了标准草案。

（4）标准征求意见稿

（5）标准送审稿

（6）标准报批稿

二、标准编制原则和确定标准主要内容的论据

1. 本标准的制定原则

本标准按照 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。起草过程中，充分考虑现有相关标准的统一和协调，确保标准内容与现行法律法规、强制性标准无冲突；标准的技术要求充分考虑了国内当前行业技术水平和未来发展方向，对草案内容进行多次征求意见和充分讨论，力求科学、合理、可验证。

2. 主要内容及说明

本标准结构按照 GB/T 1.1—2020 进行编写，共分为：1 范围、2 规范性引用文件、3 术语和定义、4 结构组成、5 规格型号、6 工作条件、7 技术要求、8 试验方法、9 检验规则、10 标志、包装、运输和贮存十个章节。主要技术内容说明如下：

1) 范围：

规定了本标准的适用范围，明确适用于采用光学成像与计算机视觉技术，用于可分散粉体连续输送工况下完成异常颗粒识别与粒度分布测量的成套装备。装备适用粒度范围为 $30\ \mu\text{m}\sim 1000\ \mu\text{m}$ ，适配经分散处理后能够形成满足检测要求的单层或准单层铺展状态的粉体，其检测额定粉体处理通量不低于 1.8×10^8 颗/分钟。

2) 规范性引用文件：

对本标准所引用的文件和适用的版本等内容进行说明。

3) 术语和定义：

除了引用 GB/T 16418、GB/T 38879、GB/T 40659 和 GB/T 41949 界定的术语外，本标准专门定义了“可分散粉体”、“高通量”、“在线检测”、“智能视觉检测”、“异常颗粒”（包含粒径异常、形貌异常、颜色异常、外来异物四类）、等关键术语，为后续技术要求奠定基础。

4) 结构组成

规定了成套装备至少由旁路取样单元、分散单元、输送单元、成像单元、回收单元和计算与控制单元组成。

5) 规格型号：

规定了装备型号的编制方法，由专业代号（FJC）、型式代号（成像传感器

类型)、粉体代号、主要规格(通道数×单通道处理通量×最小检出精度)和改进代号五部分组成,并给出了示例,便于产品识别和管理。

6) 工作条件

明确了装备正常工作的电源、环境温度、湿度、气源、安装场所及粉体要求,确保装备在规范条件下进行性能测试和使用。

7) 技术要求:

综合考虑了当前国内外同类装备的先进水平、粉体检测的实际需求以及可验证性,对外观质量(如漆膜厚度 $\geq 80\text{ }\mu\text{m}$ 、附着力不低于2级)、功能要求(运行与操作、颗粒检测与结果显示、异常颗粒记录、运行监测、智能功能、数据存储与报告导出、通信与远程监管)、性能要求(D_{10} 、 D_{50} 和 D_{90} 相对偏差的平均值均不应大于10%,任一次相对偏差不应大于15%,旁路样品与主料流参照样品异常颗粒总占比绝对偏差的平均值不应大于0.1个百分点,单次绝对偏差不应大于0.2个百分点、额定粉体处理通量 $\geq 1.8 \times 10^8$ 颗/分钟、最小异常颗粒检出精度 $\leq 30\text{ }\mu\text{m}$;准确率 $\geq 95\%$;逃逸率 $\leq 5\%$;误报率 $\leq 1\%$;分位粒径测量相对误差 D_{10} : $\pm 5\%$ 、 D_{50} : $\pm 3\%$ 、 D_{90} : $\pm 2\%$ 、表面残留面积率 $\leq 2\%$ 、噪声应 $\leq 75\text{ dB(A)}$)、安全要求(绝缘电阻、耐电压、接地、急停开关、安全防护、安全标志)等指标进行了明确规定。

8) 试验方法:

主要依据GB/T 41949《颗粒 激光粒度分析仪 技术要求》、GB/T 42980《智能制造 机器视觉在线检测系统 测试方法》、GB/T 5226.1—2019《机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件》、GB/T 9286《色漆和清漆 划格试验》、GB/T 13452.2《色漆和清漆 漆膜厚度的测定》、GB/T 15706—2012《机械安全 设计通则 风险评估与风险减小》、GB/T 24342—2009《工业机械电气设备 保护接地电路连续性试验规范》等标准,并对旁路取样、粉体处理通量、最小异常颗粒检出尺寸、准确率、逃逸率、误报率、粒度测量相对误差($D_{10}/D_{50}/D_{90}$)、残留率等指标的检测方法进行了明确。

9) 检验规则:

主要参考了TZJ/L 0035—2026《塑料颗粒光电分选机》相关内容,并结合实际情况进行了完善,明确了出厂检验和型式检验的判定规则及复检要求。

10) 标志、包装、运输和贮存:

主要参考了TZJ/L 0035—2026《塑料颗粒光电分选机》相关内容,并结合行业惯例进行了规定。

三、主要试验(或验证)的分析、综述报告,技术经济论证,预期的经济效果。

标准编制过程中,围绕核心性能指标开展了系统性的试验验证,所有指标均能达到标准要求。

中国粉体在线智能检测装备市场已接近百亿元,粉体/颗粒在线检测细分领域年复合增长率超15%,新能源、生物医药、金属3D打印等领域需求强劲,驱动“离线抽检”向“在线全检”加速转型。马尔文帕纳科、贝克曼库尔特、西柯拉等主导高端粉体检测仪器市场,但其产品多为实验室离线分析或单一传感模块,

缺乏在线成套装备的系统级解决方案。丹东百特、济南微纳、珠海欧美克等在激光粒度仪、图像分析仪等单机设备上进步显著，但整机集成度、高通量连续稳定性及 AI 智能识别能力仍有差距，尚无成熟的高通量在线成套产品。

本标准技术指标对标国际先进水平。目前国际尚无同类装备专项标准，但相关粉体检测设备在粒径测量精度、缺陷识别能力等方面与本标准相当或略低。本标准在智能控制、多通道并行、实时在线检测等方面更具系统性和先进性。

本标准的实施将推动粉体检测装备从实验室离线分析向在线高通量智能检测升级，大幅提升粉体材料生产过程的品质管控效率，降低人工检测成本，减少不良品率。以化工、医药、食品行业为例，高品质粉体材料的价格通常为普通品的数倍至数十倍，在线检测装备的应用可显著提高产品合格率和附加值，预期年经济效益可达数亿元。同时，该标准的发布将促进国内高端粉体检测装备的自主创新和产业升级，增强国际竞争力。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

经查，暂无相同类型的国际标准与国外标准，故没有相应的国际标准、国外标准可采用。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准在编制过程中，充分考虑了中国现行的法律法规以及相关强制性标准，确保其内容与国家政策、行业要求相协调。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在制定过程中，对标准技术内容通过讨论协商，达成共识并取得统一结论，没有出现重大分歧意见。

七、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施等内容）

本标准的贯彻实施建议通过行业协会、企业合规服务机构、学术研讨会等渠道进行宣传推广，并结合实际案例进行培训和推广，促进企业理解和应用标准。

八、废止现行有关标准的建议

本标准为新制定标准，无需废止现有标准。

九、其他应予说明的事项

无。

《可分散粉体高通量在线智能视觉检测成套装备》标准起草工作组

2026 年 7 月

附表 1 标准比对表

序号	对比内容	国内标准要求 GB/T 41949-2022 《颗粒 激光粒度 分析仪 技术要 求》	国外标准及先进同行要求	本团体标准要 求
1	各试样 D_{50} 中位粒径的 相对标准偏 差	无此项	美国食品药品监督管理局 (FDA)《混合均匀性取样和评 价指南》要求同一配方不同批 次样品的营养素相对标准偏差 RSD 不得超过 5%	$\leq 5\%$
2	异常颗粒占 比的相对标 准偏差	无此项	暂无公开国外标准及同行数据 要求	$\leq 10\%$
3	单检测通道 额定粉体处 理通量	无此项	英国 Malvern Insitec 在线粒 度仪支持百万级颗粒/分钟连 续分析	$\geq 1.8 \times 10^8$ 颗/ 分钟
4	最小异常颗 粒检出精度	无此项	德国 Meliscout PowderSecure 标称最小视觉检测异物 $50 \mu\text{m}$ 日本狮子工程 VISCANNER GIOC 最小检测精度低至 $50 \mu\text{m}$	$\leq 60 \mu\text{m}$
5	异常颗粒检 出率	无此项	暂无公开国外标准及同行数据 要求	$\geq 95\%$
6	异常颗粒误 检率	无此项	暂无公开国外标准及同行数据 要求	$\leq 1\%$
7	分位粒径测 量相对误差 ($D_{10}/D_{50}/D_{90}$)	$D_{50}: \pm 5\%$	暂无公开国外标准及同行数据 要求	$D_{10}: \pm 5\%$ $D_{50}: \pm 3\%$ $D_{90}: \pm 2\%$
8	粉体分散率	无此项	暂无公开国外标准及同行数据 要求	$\geq 95\%$
9	输送单元表 面残留面积 率	无此项	暂无公开国外标准及同行数据 要求	$\leq 2\%$