

粮食数量在线监测系统技术规范

(征求意见稿)

编制说明

标准起草组
2023 年 2 月

《粮食数量在线监测系统技术规范》编制说明

1. 工作简况（包括任务来源、协作单位、主要工作过程、标准主要起草人及其所做的工作等）

1.1 任务来源

《粮食数量在线监测系统技术规范》标准的制定，是依据中国粮油学会 2022 年第一批团体标准立项公告（中粮油学发〔2022〕61 号）下达的计划任务进行的。

1.2 标准制定单位和起草人员

本标准负责起草单位是河南工业大学，参加单位有吉林大学、河南工大设计研究院、郑州工大粮安科技有限公司、山东金钟科技集团股份有限公司、浪潮通用软件有限公司、北京工业大学、郑州华粮科技股份有限公司。标准负责主要起草人：许启铿、王录民、阎磊、王晖、李磊、揣君、袁庆利、刘永超等。

1.3 标准制定的必要性和意义

粮食库存数量是国家粮食监管的重要内容，粮食库存数量在线监测系统是粮库信息系统的重要组成部分。由于缺乏技术标准的引领和支撑，国家储备粮库信息化建设项目涉及的粮食库存数量在线监测系统建设标准不统一，不利于粮食数量在线监测新技术的推广应用，也不利于粮食信息化监管的集成化应用。

基于先进激光测距、激光雷达等技术发展，相关技术研究人员在粮食散体物料体积与库存数量的在线监测技术、算法及应用软件等方面积累了良好基础，逐步推动了粮食数量在线监测技术的推广应用，产生了较好的规模化应用场景。国内外粮食行业目前此类标准，本标准为首次制定，填补了该技术领域的空白。

1.4 标准制定主要工作过程

1.4.1 研发工作概况

本标准申报获批和任务下达后，标准起草负责人及时组织标准申报单位和人员，对标准制定工作进度和分工进行布置，对标准内容进行认真研讨。参与标准的起草单位和人员均具有较为丰富的粮食数量在线监测系统研发和生产应用工作经验和工作基础。

粮食数量在线监测系统为河南工业大学自主研发产品，研发工作于 2016 年开始，期间数次召开研讨会议，先后与吉林大学和北京工业大学等高校专家，以

及山东金钟科技集团股份有限公司、浪潮通用软件有限公司、郑州华粮科技股份有限公司及一些设备制造厂家的工程师进行深入交流,确定粮食数量在线监测系统算法设计、粮食数量计算方式、测点数量及分布和系统软硬件要求等问题及解决方案。历经多次论证改进、研发升级,经四个研发阶段,历时多次不断优化,研发出了该产品,发表学术论文 20 余篇。为促进成熟适用技术在同类型储粮仓房中应用,河南工业大学多次组织召开专家论证会、现场座谈会,并成立技术服务指导小组等,对系统功能要求、技术要求升级优化和推广应用提供了坚强的支持。

在上述工作基础上完成本标准的制定,同时完成本标准的编制说明。

1.4.2 查阅的相关标准

LS/T 1803-2016 省级粮食信息应用平台技术规范

粮食购销领域监管信息化规范 (国粮规〔2022〕78 号文)

1.4.3 查阅的相关文献资料

[1]任正晓. 粮食库存检查实务[M]. 北京:中国商业出版社, 2007:17-22+25.

[2]张福钊, 李成, 于海华, 等. 3D 雷达扫描技术在粮油行业料位监控中的应用研究[J]. 粮食与食品工业, 2020, 27(3):50-51+54.

[4]祝玉华, 陈军涛, 甄彤, 等. 储粮数量检测技术研究进展[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2016, 37(6):116-122.

[6]于素萍, 毛伟伟, 秦瑶. 基于探地雷达的粮仓探测技术研究[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2015, 28(1):133-135.

[7]秦瑶, 陈洁, 方广有, 等. 雷达层析成像技术对粮仓储量信息的探测[J]. 电波科学学报, 2010, 25(1):66-72+201.

[8]吴才章, 许启铿, 王录民. 一种手持式粮食库存数量检测仪器的设计[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2020, 41(4):107-112.

[9]丁孝银, 肖昭然, 许启铿, 等. 基于三维激光扫描技术的粮食库存数量监测应用研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2019, 40(3):114-117.

[10]王录民, 刘永超, 许启铿, 等. 散粮堆底部压力实测研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2013, 34(4):1-4.

[11]许启铿, 揣君, 曹宇飞, 等. 散粮堆底部压力颗粒流数值模拟分析[J]. 中国粮油学报, 2017, 32(9):126-130.

[12]李鹏. 粮仓储量三维激光扫描快速测量技术研究[D]. 清华大学, 2010.

[13]谢颖. 基于三维激光扫描的粮仓储量测量中点云数据处理技术的研究[D]. 华东师范大学, 2016.

[14]宋立明, 李秀华, 李万龙. 基于计算机视觉的储备粮智能稽核方法[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2013, 31(1):107-112.

1.4.4 标准文本各阶段的制定工作

2022年9-12月, 标准负责起草单位完成了该标准实施方案编制和启动标准起草工作。

2023年1-2月, 讨论稿发送标准制定参与单位进行审阅和组织讨论, 在此基础上对讨论稿进行修改完善。

2023年3-4月, 完成征求意见稿和标准编制说明, 发送粮油学会组织征求意见。根据反馈意见, 对征求意见稿进行修改, 并对反馈意见进行汇总及处理说明。

2023年5-6月, 标准起草组将修订后的征求意见稿、编制说明、征求意见稿汇总表等发送粮油学会团体标准委员会, 提请组织该标准进行审查。

2023年7月, 根据送审意见对标准进行修改完善后, 形成报批稿, 提交中国粮油学会团体标准委员会报批发布。

2. 标准编制原则和确定标准主要内容 (如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等) 的论据 (包括试验、统计数据)。修订标准时, 应列出与原标准的主要差异和水平对比

2.1 本标准的编制原则

本标准的结构和起草规则按照 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》要求编写。

在本标准修订的编制过程中掌握的总体原则是遵守安全性、适用性、可行性、先进性的原则, 以适应我国粮库粮食数量稽查和日常监管的实际过程及产业发展需求为原则, 对标准技术内容进行制定。

2.2 本标准文本内容及制定依据

2.2.1 有关适用范围

本规程规定了散粮平房仓、散粮楼房仓、浅圆仓、立筒仓等粮食储藏仓型的粮食数量在线监测的术语和定义、技术要求和安装。

本规范规定了粮食数量在线监测的术语和定义、要求、方法、日常使用和管理，为构建国家储备粮库“全程即时在线的信息化动态管控体系”提供技术支撑，“确保粮食数量真实”。

本规程适用于粮食数量在线监测项目的规划、设计、施工、验收、运维和评估。

2.2.2 有关规范性引用文件

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，仅所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。

GB/T 29890-2013 粮油储藏技术规范

GB 50320-2014 粮食平房仓设计规范

GB 4793.1 测量、控制和试验室用电气设备的安全要求

GB/T 6587.6 电子测量仪器运输试验

GB/T 17626 电磁兼容试验和测量技术

GB/T 26632-2011 粮油名词术语 粮油仓储设备与设施

LS/T 1801-2016 粮食信息术语 仓储

LS/T 1802-2016 粮食仓储业务数据元

LS/T 1710-2004 粮食信息分类与编码 粮食仓储业务统计分类与代码

LS/T 1803-2016 省级粮食信息应用平台技术规范

粮食购销领域监管信息化规范（国粮规〔2022〕78号文）

2.2.3 有关术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

粮食平房仓 grain warehouse: 用于储存粮食且满足储粮功能要求的单层房屋建筑。

廋间 separate space in grain warehouse: 粮食平房仓中独立的存储空间。根据实际需要，单栋平房仓可作为一个单独的廋间，也可分隔成多个廋间

粮食数量 grain storage quantity: 廋间储存的粮食实际重量数量。

粮食数量在线监测 **online monitor on grain storage quantity**: 在粮仓内, 采用粮食数量在线监测装置对储存的粮食实际重量数量进行测量、计算、传输的过程。

仓外控制单元 **control unit outside the warehouse**: 安装在仓外, 为仓内在线测量装置供电, 同时进行逻辑控制, 与上位机进行网络通信和数据交换。

粮库局域网 **local area network of granary** : 在粮库范围内建立和使用的内部计算机网络。

粮堆平均密度 **average density of grain pile**: 粮堆的整体体积和整体重量的比值

误差率 **error rate**: 误差和真值的百分比率

规则粮堆 **regular grain pile**: 主要指经过平粮作业的粮堆, 顶面基本平整, 如房式仓的长方体或筒仓的圆柱体粮堆。

不规则粮堆 **irregular grain pile**: 主要指进出粮作业过程中形成的粮堆, 未经平粮作业, 顶面不平整, 高低起伏较大或斜坡较长的粮堆。

静态监测 **static monitoring**: 针对封仓后粮食保管期间静态规则粮堆的数量监测, 满足测量精度与效率要求。

动态监测 **dynamic monitoring**: 针对进出粮作业过程中动态变化的不规则粮堆的数量监测, 满足测量精度与效率要求。

点云数据 **point cloud data**: 通过激光雷达等三维扫描装置采集得到的海量测点数据, 包含每个测点的三维坐标, 还可包含有颜色信息 (RGB) 或反射强度信息 (Intensity)。

2.2.4 基本要求

(1) 功能要求

粮食数量在线监测系统应具有静态监测功能, 宜具有动态监测功能, 以满足粮库日常监管工作需求。

体积测量: 具有测量平房仓内所储粮食粮堆体积的功能, 粮堆不需要经过人工平整, 可以为不规则表面。

数量计算: 具有计算仓内所储粮食重量数量的功能。

数据分析: 具有根据粮食数量变化建立相应数学模型的功能; 具有自动分析、判断粮食储藏状态, 发现粮食数量异常值的功能。

数据显示/结果查看: 具备粮食数量数据的表格与图形等方式的显示功能。

数据打印:具备粮食数量数据的表格与图形等方式的打印功能。

异常报警:具备人工设定粮食数量超限报警功能,报警形式多样,可通过软件界面报警或手机短信报警等。

自动控制:监测可根据预设时间段自动执行,无需人工干预。

故障诊断:具备故障自行诊断的功能。

网络接口:具有接入粮库局域网的网络接口,并可通过粮库局域网传输数据和控制信号。

(2) 硬件技术要求

在线监测装置要求:采用激光测距、激光雷达等光电检测技术的非接触式测量技术手段,每廪间装置宜按照 1 套配置。

仓外控制装置要求/仓外控制单元要求:控制箱体采用不锈钢材质,自带散热风扇,具有防尘功能,控温功能,防水功能。

通信网络要求:支持 TCP/IP 以太网协议,支持光纤和双绞线传输介质。

抗干扰要求:具备防静电、防电磁场、防雷击、防冲击振动性能。

耐磷化氢熏蒸要求:气密性满足仓房内磷化氢熏蒸条件下正常工作的要求。

防护要求:具备防潮、防水、防尘能力。

工艺要求:整体结构简洁,安装、使用、维护方便,外观整洁美观。

(3) 软件要求

软件平台要求:采用流行的计算机操作系统。采用关系型数据库系统。

应用软件要求:采用流行的程序设计语言。采用模块化编程方式,便于升级和嵌入扩充功能。具备单机运行和网络运行版本,支持 TCP/IP 协议。

软件接口要求:提供基于 Webservice 的软件接口,提供接口协议,支持用户二次开发和应用。

传输协议要求:提供基于 TCP/IP 的应用层传输协议。

(4) 布置位置要求

平房仓布置位置要求:粮食数量在线监测装置应布置在平房仓屋架下梁体上接近中心位置。详见附录 A《粮食数量在线监测装置安装技术要求》。

楼房仓布置位置要求:粮食数量在线监测装置应布置在楼房仓顶部接近中心位置。详见附录 A《粮食数量在线监测装置安装技术要求》。

浅圆仓和立筒仓布置位置要求:粮食数量在线监测装置应布置在浅圆仓或立筒仓顶盖接近中心位置。详见附录 A《粮食数量在线监测装置安装技术要求》。

地下仓布置位置要求:粮食数量在线监测装置应布置在地下仓顶侧壁近中心位置。详见附录 A《粮食数量在线监测装置安装技术要求》。

(5) 安装

仓内装置安装:粮食数量在线监测装置的安装,应在仓内合适位置上打孔,由膨胀螺栓固定,牢固安装。电源线和通信线宜采用建筑预留孔洞,仓内穿管安装方式。设备安装符合国家有关标准和粮食行业标准。

仓外装置安装:仓外控制装置应置于防护箱内,防护箱布置在廋间外墙侧壁,距地面距离 $\geq 1.2\text{m}$,安装位置应避让仓外设施,并留有不小于 1m 的操作空间。设备安装符合国家有关标准和粮食行业标准。

接地:控制装置应良好接地,其接地电阻不大于 4Ω 。

3. 主要试验(或验证)情况的分析、综述报告,技术经济论证,预期的经济效果

3.1 主要试验(或验证)情况的分析

采用理论分析、试验研究、数值模拟等方法对粮食库存数量监测问题进行了系统深入地研究,成功研制了高精度的三维测量装置、开发了不规则散粮堆高精度体积算法、构建了散粮堆平均密度数学模型。测量装置满足抗熏蒸和防爆要求。测量装置通过了第三方检测机构的检测,设备的体积测量、高温试验、低温试验、浸水试验等各项功能指标均达到了要求。

研发期间,先后在河南工业大学实验室、中储粮郑州直属库、郑州兴隆粮库、河北涿州粮库等地进行了设备运动控制精度试验、测距精度试验、体积算法验证试验、粮堆平均密度模型验证试验、设备抗熏蒸试验等一系列功能验证和集成应用试验,积累了第一手原始试验数据,通过大量的数据分析进行技术改进和功能优化。

3.2 综述报告

研发团队在国内外技术的基础上,汇聚了多学科人才,联合攻关,自主研发了粮食库存数量监测系统及系列产品。围绕粮食库存数量监测的关键技术难题,按照方案设计—方案评审—样机制作—小试—中试—终试的研发流程,研发团队

开展大量的研究工作，先后攻克了三维测量装置高精度控制、不规则粮堆体积高精度计算、散粮堆平均密度取值、设备抗熏蒸、防爆等多项关键技术难题，推动粮食库存数量监测信息化技术提升。

3.3 技术经济论证

激光测量技术是一种比较成熟的技术，近年来，激光雷达作为一种高新技术在汽车、测绘、林业等行业广泛应用，提供海量的点云数据，改变了传统的测量方式。激光雷达相关产品技术越来越成熟，成本大幅降低，逐渐实现市场化应用。研发团队采用基于激光扫描测量的技术方案，技术先进，成本可控，可以为粮食库存数量监测技术的推广应用奠定良好的基础。

研发的粮食库存数量监测技术完成了中国粮食学会科学技术评价成果 2 项，经专家认证，技术成本合理，经济可性，成果技术达到国内领先水平。

3.4 预期的经济效果

粮食数量在线监测系统可实现粮食数量自动核查，有效解决了人工粮食数量稽查耗时费力的问题，同时系统检测精度满足行业规范。通过部署和使用该系统，能够大大降低清仓查库和日常动态监管耗费的人力和物力，为粮库监管由“人防”向“技防”转变提供有力的技术支撑，提升粮库信息化和智能化管理水平，产生良好的经济效益。

4. 与国际、国外对比情况（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，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况等）

国内外粮食行业目前无此类标准，本标准为首次制定，填补了该技术领域的空白。

5. 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系（简要说明标准与法律、法规、标准的协调性）

本标准的制定，与国家相关强制性标准无矛盾和冲突，符合国家的法律、法规。

6. 重大分歧意见的处理经过和依据（主要适用于矛盾、分歧较大的意见，处理结果与处理依据的说明。如没有，写“无”）

无。

7. 标准作为推荐性标准的建议

建议本标准定为团体推荐标准，试行 1 年后，根据实施情况对本标准进行补充完善，可申请为行业标准。

8. 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等）

（1）首先应在实施前保证文本的充足供应，让每个使用者都能及时得到文本。这是保证标准贯彻实施的基础。

（2）发布后、实施前应将信息在媒体上广为宣传。

（3）实施的过渡期宜定为 3 个月。

9. 废止现行有关标准的建议（修订时，应说明新旧标准的替代关系；如制定，写“无”；）

无。

10. 其他应予说明的事项（陈述是否涉及专利及有关说明、本标准编制阶段与原计划有差异情况说明及原因等）

无。

11. 附录（如没有，写“无”）

无。

《粮食数量在线监测系统技术规范》标准起草组

2023 年 2 月 16 日