

团 体 标 准

T/CCOA xx—20xx

立体仓库成品大米储藏技术规范

Technical specification for rice storage in automated storage and retrieval systems

(征求意见稿)

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中国粮油学会 发布

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	2
4 基本要求	3
5 总图布置	4
6 建筑设计	4
7 结构设计	5
8 成品大米储藏技术	6
9 设备设施	8
10 自动化控制	9
11 供配电系统	11
12 给排水与消防	11
13 仓库管理系统	12
14 成品大米质量要求	13
附录 A（资料性）温湿度监测点布置参考	15
附录 B（资料性）成品大米储藏周期与轮换管理记录表示例	16

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。

本文件由中国粮油学会提出。

本文件起草单位：中山市粮食储备经营管理有限公司、河南工业大学、河南工大设计研究院有限公司、深圳市深粮质量检测有限公司、广州岭南穗粮谷物股份有限公司、佛山市粮油储备有限公司、海南省粮食和物资储备集团、青岛宝佳智能装备股份有限公司。

本文件主要起草人：何睿、韩志强、陈卫东、梁彩虹、许启铿、张峰、丁永刚、阎磊、陈雁、李磊、郭呈周、段永辉、张虎、肖建文、刘子立、张娟、赵志良、郑培、杨强、闫高岭、杜定华、马志强、祝健、张晗、吕秉霖、崔腾飞、符方铭、陈彦冰、马琼琼

立体仓库成品大米储藏技术规范

1 范围

本文件规定了立体仓库储藏成品大米的基本要求，包括总图布置、建筑与结构设计、储藏技术、设备设施、自动化控制、供配电、给排水与消防、仓库管理系统及质量要求等。

本文件适用于采用立体货架仓库（高架仓库）、密集型仓库等形式储藏成品大米的规划、设计、建设与运营管理。

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 1354 大米
- GB 2715 食品安全国家标准 粮食
- GB 2761 食品安全国家标准 食品中真菌毒素限量
- GB 2762 食品安全国家标准 食品中污染物限量
- GB 2763 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量
- GB 5009.3 食品安全国家标准 食品中水分的测定
- GB/T 5490 粮食、油料检验 一般规则
- GB/T 5491 粮食、油料检验 扦样、分样法
- GB/T 5496 粮食、油料检验 黄粒米及裂纹粒检验法
- GB/T 5502 粮油检验 大米加工精度检验
- GB/T 5503 粮食、油料检验 碎米检验法
- GB/T 5510 粮油检验 脂肪酸值测定
- GB/T 15682 粮油检验 粮食、油料的品尝评分方法
- GB/T 16470 托盘单元货物尺寸
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 25229 粮油储藏 平房仓气密性要求
- GB/T 29890 粮油储藏技术规范
- GB/T 31078 低温仓库设计规范
- GB 50015 建筑给水排水设计规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50052 供配电系统设计规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB 50084 自动喷水灭火系统设计规范
GB 50115 工业电视系统工程设计规范
GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
GB 50209 建筑地面工程施工质量验收规范
GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范
GB 55036 消防设施通用规范
GB 55037 建筑防火通用规范
LS/T 1202 储粮机械通风技术规程

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 29890界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

立体仓库 automated storage and retrieval system

是一种利用高层货架、自动化存取设备、输送系统和自动化控制系统实现货物自动储存与输送的现代化仓储系统。

3.1.2

高架仓库 high rack storage

货架高度大于 7m 且采用机械化操作或者自动化控制的货架仓库。

3.1.3

巷道堆垛机 aisle stacking crane

在立体仓库巷道内沿轨道运行，完成货物三维空间存取作业的专用起重机。

3.1.4

四向穿梭车 multi-directional shuttle

可在货架轨道上沿纵向和横向四个方向行驶，用于在密集存储货位间搬运和存取托盘单元的自动化设备。

3.1.5

结露 water condensations

成品粮储藏期间由温差引起的粮包、围护结构内表面出现凝结水或者局部粮食水分含量快速升高的现象。

3.1.6

缓苏 tempering

在低温环境存储的成品大米进出库过程中，为使其温度与环境温度的温差小于露点温差而进行的热湿交换和均质化过程。

3.1.7

缓苏间 **tempering room**

用于进出仓缓苏的粮仓或者房间。

3.1.8

逻辑货位 **logical location**

在仓库管理系统中，为满足管理和监管要求（如“全国储粮统一编码”）而定义的、相对固定的虚拟存储位置。

3.1.9

物理货位 **physical location**

立体仓库货架上实际存放托盘单元的具体空间位置。

3.1.10

货位映射 **location mapping**

仓库管理系统中逻辑货位与物理货位之间动态关联与绑定的关系，并通过作业日志记录其变更过程。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AGV: 自动导引车 (Automated Guided Vehicle)

ASRS: 自动化立体仓库 (Automated Storage and Retrieval System)

ERP: 企业资源计划 (Enterprise Resource Planning)

PE: 保护接地 (Protective Earthing)

PLC: 可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)

RFID: 射频识别 (Radio Frequency Identification)

RH: 相对湿度 (Relative Humidity)

TN-S: 一种低压配电系统接地形式 (其全称为“Separate Neutral and Protective Earth”)

WCS: 仓库控制系统 (Warehouse Control System)

WMS: 仓库管理系统 (Warehouse Management System)

4 基本要求

4.1 立体仓库的占地面积应根据总图布局、物流路线、工艺布置、货物数量及防火要求等因素综合确定。

4.2 立体仓库的设计、建造与运行应遵循安全、环保、节能、高效及食品卫生安全的原则。

- 4.3 成品大米的储藏周期应根据其水分含量、包装方式、储藏温度及品质变化规律综合确定。在符合本标准规定的储藏条件下，储藏时间不宜超过其标注保质期，并结合轮换计划提前出库。
- 4.4 立体仓库出入库作业能力应能满足应急调度的需求。
- 4.5 储存物品火灾危险性分类为丙类，仓库的耐火等级不应低于二级。
- 4.6 仓库的屋面及外墙工程防水等级应为 I 级。
- 4.7 仓库所有与室外相通的门窗、通风口、排烟口、线槽及管道入口等孔洞，应设置有效的防虫、防鼠、防雀设施。防虫网应采用耐腐蚀、强度高的金属材料，网孔对角线长度或直径不应大于 2.0 mm，并应安装牢固、易于清洁。防鼠网网孔直径或防雀网网孔对角线长度不应大于 6.0 mm。

5 总图布置

- 5.1 成品大米立体仓库在总平面中的位置宜结合储备规模、加工流程和物流路径布置，确保作业衔接合理，物流顺畅。
- 5.2 库区内同时布置有原粮仓库和成品大米立体仓库时，成品大米立体仓库应位于于全年主导风向的上风向。
- 5.3 立体仓库与库区内生产或储存物品危险性分类为乙类及以下设施的防火间距不应小于 13m。
- 5.4 立体仓库作业面与库区内其他设施的间距应满足设备作业的需求。
- 5.5 当立体仓库独立布置时，仓库四周宜设置环形消防通道；若与加工车间合并布置时，应确保仓库的两个长边设置消防通道。
- 5.6 汽车装卸区应考虑货车回车和装卸作业的场地，当运输量较大时，宜设置汽车停车场。

6 建筑设计

- 6.1 立体仓库的尺寸应根据加工产能、储备规模、出入库频率、设备选型及场地条件综合确定。普通立体仓库高度不宜超过 15 m，高层自动化立体仓库高度不宜超过 40 m，屋盖跨度不宜小于 18 m。
- 6.2 每座仓库占地面积及防火分区应满足 GB 50016 的相关规定。
- 6.3 仓库内地面、墙面及顶棚应采用燃烧性能为 A 级的材料，且满足食品卫生安全要求。
- 6.4 每个防火分区应设置不少于 2 处疏散出入口，疏散口水平距离不应小于 5m。
- 6.5 按照低温仓库设计的立体仓库应合理规划储存区、缓苏区和装卸区。
- 6.6 用于低温储藏的立体仓库，其围护结构的传热系数应符合 GB/T 31078 的有关规定；常规储藏仓库的围护结构热工性能宜参照执行。。
- 6.7 屋盖坡度不低于 10%，排水系统不得采用内排水。
- 6.8 分离式货架结构顶面与屋盖结构水平构件最低处的净距应满足设备安装要求，且不宜低于 300 mm。

6.9 货架与墙体之间应设置检修与巡检通道。对于仅考虑人员通行和一般检查的通道，其净宽不应小于 0.9 m；对于需要通行维护设备或作为主要巡检路线的通道，其净宽不宜小于 1.5 m。

6.10 仓库内不得布置办公室和值班室等，生产管理必须的附属用房应靠外墙布置，并采用相应耐火等级的不低于 4 h 的防火墙与 1.5 h 的楼板与其他部分完全分开，附属用房宜设置直接对外的出入口，当必须与仓库互通时，应采用甲级防火门。

6.11 每个防火分区外墙上应设置消防救援窗口，应采取隔热措施，热阻不小于相邻墙体热阻，按如下原则设置：

- 每个防火分区灭火救援窗口数量不少于 2 个，宜布置在不同的方向上，间距不应大于 20 m。
- 灭火救援窗口宜正对堆垛间的通道设置，面积不小于 1.2 m²，宽度不小于 1.0 m，下沿距离地面不宜大于 1.2 m。

6.12 AGV 充电间宜独立设置，当设置在仓库内时，宜采用不小于 4 h 的防火墙和甲级防火门与仓储区分隔开，并设置独立的出口。应具备独立通风、防火防爆、烟雾探测及自动灭火设施。电池充电管理系统应具备过充、过热保护及故障报警功能，相关报警信息应上传至中央监控系统。

6.13 发货平台应采用高站台或者设置登车桥，站台高度宜为 1.1 m~1.35 m。

6.14 仓库地面宜采用水泥基自流平面层或掺入混凝土固化剂，AGV 作业通道宜与人行通道分离，通道宽度不宜小于 1.2 m。

6.15 低温仓库大门应采用保温密闭门，可采用电动提升门或推拉门，门宽不宜小于 3 m，高度不宜小于 3.6 m。大门的启闭应灵活，气密性宜参照 GB/T 25229 执行，满足从 1000 Pa 降低至 500 Pa 的半衰期不小于 10 min 的要求。位于沿海台风多发地区的立体仓库，其外门（包括保温密闭门、卷帘门等）的结构强度与抗风压性能应满足当地气象条件与建筑规范的要求，并具备可靠的锁紧装置。

6.16 除墙体风机口（包含轴流风机和排烟风机）外侧可增设保温密闭窗外，宜减少窗户设置。窗户的气密与隔热性能应不低于相邻墙体。

6.17 用于大门、窗户及各类穿墙孔洞密封的胶条，应采用三元乙丙橡胶（EPDM）等耐低温、耐老化、弹性持久的食品级密封材料。

6.18 沿海或高腐蚀性环境地区的立体仓库，所有外门窗、通风口盖板、外部护栏及相关紧固件宜采用 304 不锈钢或同等耐腐蚀性能的材料。

6.19 消防主管宜靠墙集中布置并设置保温层，保温层厚度不宜小于 50 mm，平直段宜埋入地下，但管道周围回填 20CM 的细沙，不允许有石块、铁器等其他杂物。所有线槽宜靠墙布置，管道穿墙处应加装塑料套环或橡胶护口进行密封和断桥处理。

7 结构设计

7.1 货架宜与仓库主体结构脱开，单独设计。

7.2 仓储区域应采用混凝土整体面层重载地面。

7.3 天然地基承载力应满足重载地面要求。如不满足，应采用地基处理措施。货架基础地坪的局部倾斜不应超过 1/2000。

7.4 货架安装前，地面整体面层的允许偏差和检验方法应符合表 1 的规定。如地面选用其他面层，面层的允许偏差应符合 GB 50209 的要求。货架区域地面的平整度还应满足货架供应商的技术规定。

表 1 整体面层的允许偏差和检验方法

项次	项 目	自流平面层	检验方法
1	表面平整度	2	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
2	踢脚线上口平直	3	拉 5 m 线和用钢尺检查
3	缝格顺直	2	

8 成品大米储藏技术

8.1 储藏环境控制

8.1.1 温度控制

应采取适当措施控制环境温度：

- 成品大米入库后，储备区（长期存储区）粮堆平均温度应控制在 15℃ 以下。
- 码垛整理区、流通加工区等短期作业区域的温度不宜高于 20℃。
- 应通过低温空调系统、制冷机组等设备维持库温稳定，控制精度应达到库房平均温度±2℃。
- 在秋冬季节气温较低时，可优先采用自然通风或机械通风方式降低粮温。机械通风应符合 LS/T 1202 的要求。

8.1.2 湿度控制

应采取适当措施控制环境湿度：

- 储备区空气相对湿度（RH）应控制在 65% ± 5% 范围内。
- 应配备除湿装置或控湿系统，防止因湿度过高导致大米吸湿、结块和微生物滋生。
- 应配置增湿系统。增湿方式可采用固定式加湿器或移动式加湿机器人。若采用移动式机器人，其运行路径、加湿逻辑应与仓库管理系统（WMS）联动，并确保其安全运行，不影响其他设备作业。

8.1.3 气流组织与风速

应遵循以下原则：

- 应通过合理设计送风与回风系统，确保库内气流均匀，减小区域温差。
- 送风口不宜直接吹向粮包，出风口风速一般不宜超过 0.5m/s，防止粮包表面水分过度散失。
- 层高较高的立体仓库应采取立体送风、分层回风等优化设计，如在货架不同高度设置送风口或采用具有垂直方向气流引导功能的送风装置，以确保库内空间温度均匀，避免上下温差过大导致结露或品质不均。

8.2 堆码与气流通风

8.2.1 稳固的托盘集装单元形式进行存储。集装单元的堆码、尺寸与固定应符合 GB/T 16470 的要求，应与本文件第 9.2 条规定的设备参数相匹配。

8.2.2 托盘堆码应稳固、整齐，包装标签朝外。单元货物外形尺寸与托盘边缘的偏差应 ≤ 50 mm，堆码后不应超出托盘边缘。

8.2.3 在立体货架内存储时，货架设计应考虑托盘的超托尺寸（宜为 50 mm~100 mm），托盘与货架立柱片之间应保持安全距离。

8.2.4 堆码应保证气流畅通：

- a) 货架排与排之间应留有足够宽度的主作业与通风通道。（堆垛机和四项穿梭车两种作业方式）
- b) 托盘堆码时，宜采用纵横交错式等利于空气循环的堆码形式。
- c) 物品堆码的安全距离（如距顶棚、墙面、冷风机、管道的距离）应符合 GB/T 31078—2024 中 7.5.6 的要求。

8.3 粮情监测与质量跟踪

8.3.1 应建立粮情测控系统，对库房环境和在库大米的温度、湿度进行连续、实时监测与记录，宜采用无线粮情测控系统，应在每个托盘集装单元内设置至少一个无线测温点，节点布置应避免信号盲区。粮情监测数据存储时间不少于 2 年。

8.3.2 库房温湿度监测点布置应科学、全面，能代表库房不同区域的温湿度及粮情状况。宜在货架竖向空间分层、仓库四周及中心区域分别设置。布置方式参见附录 A。

8.3.3 应定期对在库大米进行人工感官检查与质量抽检：

- a) 检查频率：在常规储藏期，每月至少进行一次全面的质量抽检与感官检查。
- b) 检查内容：包括但不限于包装完好性、有无虫害、霉变、异味，以及通过手摸、牙咬等方式初步判断水分变化。
- c) 抽检要求：按照 GB/T 5491 的规定进行扦样，检测指标应包括水分、脂肪酸值、品尝评分值、碎米、黄粒米等，具体方法和限量按第 14 章及相关国家标准执行。

8.3.4 对抽真空、充氮、纸箱等特殊包装的成品大米，应加强包装外观检查，并结合仓温、仓湿进行综合粮情判断。

8.3.5 所有质量检测数据宜录入仓库管理系统（WMS），实现按批次、货位的质量信息追溯。

8.4 结露预防与应急处置

8.4.1 结露预防

应采取必要措施预防结露：

- a) 在低温大米出入库前，必须进行缓苏处理，使粮温与目标环境温度的温差小于结露温差。
- b) 可采用“就仓缓苏”（调节仓温）或“缓苏间缓苏”（将粮食移至专用缓苏区）两种方式。
- c) 库房大门处应设置高效风幕机或保温门帘，减少开门时的冷热空气交换。

8.4.2 应急处置

发现异常情况应及时处置：

- a) 当监测系统发现某区域温度或湿度异常升高时，应立即预警，并派人现场核实。

- b) 若发现局部结露、霉变或虫害迹象，应立即将该区域大米隔离，并移至指定区域进行处理。
- c) 根据问题严重程度，及时通知粮权单位，并按照既定流程进行上报与处置。

8.5 轮换管理

8.5.1 仓库管理系统（WMS）应设置保质期预警功能，对临近保质期的大米批次自动预警，并及时通知粮权单位。

8.5.2 大米的出库应遵循“先进先出”原则，仓库管理系统应支持按生产日期、入库日期及质量指标（如脂肪酸值）自动推荐出库货位。

8.5.3 每批次大米出库后，应对该货位及周边区域进行清理，并记录损溢情况。轮换管理记录表示例参见附录 B。

9 设备设施

9.1 设备布置

9.1.1 成品大米库内应采取均载布置，遵循高效进出、仓容利用最大化等原则，结合实际管理需要分货位区块储存。

9.1.2 设备布置应合理、充分利用建筑空间，提高有效库存。

9.1.3 立体货架首层不宜低于 1.8m，一层货架底部应设置连通防护网，防护网网孔直径不宜大于 10 mm，钢丝直径不小于 3 mm，并满足承载人员巡检的安全强度。

9.1.4 采用巷道堆垛机系统时，货架区应设置专用设备检修通道。采用四向穿梭车系统时，应在货架端部或侧方预留设备更换和维护作业空间。

9.1.5 输送线相关设备周边应设置维修通道，宽度不宜小于 0.8 m。作业区与储存区有效分开，可设置安全围栏。

9.1.6 作业区域（如码垛区、拆垛区、提升机、输送线密集区）必须通过物理隔离栅（网）与人员活动区域严格分离，实现人机隔离。隔离栅的通道门必须配备安全联锁装置，门开启时，区域内相关设备应自动停机或进入安全模式。

9.1.7 宜根据企业管理需要设置独立的托盘存储区或设备换电站（适用于穿梭车系统）。对于可叠放的硬质托盘，宜配置自动或半自动的叠盘/拆盘设备提高空间利用率和周转效率，空托盘的数量与位置信息应在仓库管理系统（WMS）中可查。

9.1.8 采用巷道堆垛机时，可在货架顶部利用货架结构设置环形巡检走廊。

9.1.9 垂直提升机宜靠墙或靠近作业区布置，建筑分区应考虑结露问题。

9.2 设备选择

9.2.1 立体仓库应以标准化托盘为储存单元。托盘应符合 GB/T 4995 规定的性能要求，额定载重量宜采用 1 t、1.25 t 或 1.5 t。托盘尺寸应符合 GB/T 2934 的规定，宜优先选用 1200 mm × 1000 mm 规格。根据企业运营需要，也可选用其他尺寸，但需与货架、搬运设备匹配。

- 9.2.2 托盘宜配备具有读写功能的电子标签，如二维码或 RFID 标签，以实现托盘单元的全流程信息绑定与跟踪。
- 9.2.3 储存单元的重量（含托盘重量）不应超过所用堆垛机或穿梭车的额定起重量，且不得超过 GB/T 27924 规定的货架单元额定载荷。
- 9.2.4 单元货物的外形尺寸、堆码与固定应符合 GB/T 16470 的要求，确保在搬运和存取过程中稳定、不变形、不坍塌。
- 9.2.5 采用编织袋存储形式时，包装规格不宜过多。
- 9.2.6 辊子输送机的设计应符合 JB/T 7012 的要求，其托辊间距应根据成品大米包装尺寸确定，以确保输送平稳。
- 9.2.7 垂直提升机（往复式或连续式）的安全与性能应符合相关设备国家标准或行业标准的要求（如涉及码垛功能的，应符合 GB/T 34038 的相关规定），其运行参数应满足系统吞吐量和定位精度要求。
- 9.2.8 对于小包装或堆码稳定性要求较高的大米，宜配置缠膜机。缠膜宜采用带孔透气膜，薄膜厚度不宜小于 15 μm ，缠绕层数不少于 3 层。
- 9.2.9 应配备有效的整形装置。整形过程宜采用柔性夹持、拍齐、振动辅助等方式，避免对颗粒状包装物进行强挤压，以确保垛形稳定且不易回弹变形。
- 9.2.10 宜根据需要配置自动清洁设备，如地面清洁机器人或集成于四向穿梭车等设备的清扫模块。清洁设备的运行应纳入仓库管理系统（WMS）或设备管理系统进行调度与管理。

10 自动化控制

10.1 一般规定

- 10.1.1 仓库控制系统（WCS）设计应遵循先进、稳定、可靠，人机界面友好、操作灵活、维护方便的原则。
- 10.1.2 仓库控制系统应优化电路设计，采用可编程逻辑控制器（PLC）及现场总线或工业以太网方式。
- 10.1.3 仓库控制系统软件编制程序模块化，易于使用、维修和扩充。
- 10.1.4 仓库控制系统控制软件设计应易于处理批量作业和复合作业。
- 10.1.5 仓库控制系统应对系统及设备运行进行图形化、直观显示。

10.2 自动识别系统

- 10.2.1 自动识别系统所采用的一维码、二维码或射频标签（RFID）应符合其相应的国家标准或国际通用标准。系统应具备识读相应信息载体的能力。
- 10.2.2 自动识别系统应能自动识别货物信息载体的信息，并具有容错及自检功能。

10.3 自动化存取设备控制系统

10.3.1 自动化存取设备控制系统应采用成熟可靠的控制单元（如 PLC、变频器、伺服驱动器等），其选型与性能应满足系统实时性、精度和可靠性要求。所用控制设备宜符合其相应产品标准。

10.3.2 控制系统应具有安全联锁保护及故障诊断和报警处理功能。

10.3.3 巷道堆垛机的水平与垂直定位宜采用激光测距或条码等绝对认址方式，四向穿梭车的定位宜采用条码或 RFID 等认址方式。定位停准误差应 ≤ 5 mm。

10.3.4 自动化存取设备与地面控制系统、监控管理系统之间的数据交换宜采用红外、无线以太网或滑触线通讯方式。。

10.3.5 四向穿梭车系统应具备电池电量监控、自动充电调度及换车作业管理功能。

10.4 出入库输送控制系统

10.4.1 应能对输送机、移栽机、旋转台、输送小车、提升机等输送设备进行控制。

10.4.2 应具有现场手动、单机自动、在线自动三种模式操作功能，并支持模式间的安全切换。

10.4.3 应具有安全联锁保护及故障诊断、报警处理功能。

10.4.4 应通过 PLC 程序实现业务流程连锁控制，确保在入库、移库、出库等环节中，不同品种、批次或所有权的货物不会发生非授权的混合或错位。

10.4.5 应具有对目标货物进行跟踪和定位功能。

10.4.6 信号检测的光电开关、接近开关、行程开关应采用信号可靠、抗干扰能力强的检测器件。

10.5 数据通信系统

10.5.1 应实现仓库管理系统（WMS）、仓库控制系统（WCS）及底层执行设备之间的信息交互与共享。

10.5.2 仓库控制系统系统内部各控制分区系统之间的通信宜采用工业以太网或其他主流现场总线通信技术。

10.5.3 仓库控制系统与仓库管理系统通信宜采用以太网通信技术。

10.6 检测系统

10.6.1 自动化存取设备（堆垛机、穿梭车）应具备完善的安全检测与故障诊断功能，包括但不限于：定位认证、极限位置保护、货物状态检测、运行机构监控等，其安全要求应符合 GB/T 36521 的规定。

10.6.2 输送系统应配置必要的在线检测装置（如尺寸、重量、金属异物等），检测精度与可靠性应满足工艺控制要求。相关设备的安全防护应符合 GB/T 16655 的规定。

10.6.3 检测到不合格品时应能自动触发剔除装置，并将不合格品输送至指定的隔离区域。控制系统应记录不合格信息并与仓库管理系统（WMS）交互，更新库存状态。

10.6.4 系统检测应包括系统电源异常和电机过热保护检测、启停条件、故障诊断、安全保护及运行联锁保护检测。

11 供配电系统

11.1 立体仓库的用电负荷等级和供电要求应根据 GB 50052 及其生产工艺确定,应配置应急电源满足突发情况下的进出仓作业用电需求。立体库内作业的供电负荷等级宜为三级,不能中断作业的供电负荷应为二级,消防负荷的电源应符合 GB 50016 的有关规定。

11.2 立体仓库的电源宜采用交流 380 V/220 V \pm 10%, 50 Hz。低压配电系统中性点应采用直接接地方式(TN-S)。

11.3 巷道堆垛机供电宜采用安全滑触线供电方式。四向穿梭车系统应在货架端部或作业区设置自动充电站。

11.4 立体仓库的照明应符合 GB 50034 的规定,并应根据 GB 50016 的有关规定设置消防应急照明及消防疏散指示标志。

11.5 丙类立体仓库内配电电缆线路应采用铜芯阻燃型铠装电缆,其铠装层应能有效防鼠咬,并满足相应的防护等级要求。与消防系统相关的配电与控制电缆、应急电源回路电缆等应采用耐火型电线电缆。

11.6 立体库建筑物应按 GB 50057 的规定划分防雷类别。采用避雷网(带)、避雷针或其他金属结构作为接闪器,每根引下线的冲击接地电阻值应满足 GB 50057 的要求。

11.7 立体仓库防直击雷、防感应雷、防静电及工作接地、保护接地应共用一个接地网。

11.8 仓库内所有用电设备的外露可导电部分,应用单独的保护支线与保护干线(PE)相连或用单独的接地线与接地体相连。保护线及接地线与设备间的连接,应保证可靠的电气连接。

11.9 为关键工艺设备、消防设备供电的配电回路保护开关(如断路器),其状态信号(合/分闸)应采集并上传至中央监控系统,并实现非正常断电的实时报警。

11.10 在仓库物料的出入口和作业的主要环节宜设置工业电视监控,工业电视的设计应符合 GB 50115 的规定,监控录像保存时间不少于 90 d。

12 给排水与消防

12.1 给排水

12.1.1 成品大米立体仓库的给水排水设计,应符合 GB 50015 的规定。

12.1.2 成品大米立体仓库的屋面雨水宜按满管压力流设计,屋面雨水排水工程的设计重现期不宜小于 50 年。

12.1.3 设有自动喷水灭火系统的立体仓库室内应设消防排水设施。

12.2 消防

- 12.2.1 成品大米立体仓库应设置室外消火栓系统，室外消火栓的设置要求应按 GB 50016、GB 55036、GB 55037、GB 50974 的有关规定执行。
- 12.2.2 库房内部室内消火栓的设置原则：在仓库的主要作业通道旁或疏散出口附近设置室内消火栓，间距不大于 30 m。
- 12.2.3 成品大米立体仓库应设置预作用自动灭火系统，系统的选型应根据库区条件、保护对象的特性及防溃粮要求等因素确定。占地面积大于 1500 m²或高度大于 7 m 的仓库宜设置预作用自动喷水灭火系统或闭式细水雾灭火系统。
- 12.2.4 立体仓库自动灭火系统的设计，包括系统选型、设计参数、喷头布置、货架内置喷头设置等，必须符合 GB 50084、GB 55036 及相关消防技术标准的规定。设计时应根据仓库高度、货架形式（巷道式或密集式）、储物高度等条件，确定相应的火灾危险等级和系统设计基本参数。
- 12.2.5 自动喷水灭火系统除安装货架内置洒水喷头的层板应为实层板外，其余层板宜采用通透层板，且层板中通透部分的面积不应小于层板总面积的 50%，以确保灭火介质有效覆盖。
- 12.2.6 预作用系统的设计应符合 GB 50084 的相关规定。
- 12.2.7 在库房堆垛机运行终端，正对货架通道位置宜设置智能消防水炮系统。
- 12.2.8 需设置防火分隔而无法设置防火墙的局部开口部位，或需防护冷却防火卷帘、防火幕的上部，应设置水幕系统，其设计应符合 GB 50084 的规定。
- 12.2.9 仓库内顶板下洒水喷头和水幕喷头的布置按 GB 50084 的规定执行。
- 12.2.10 仓库在人员能到达的区域应按 GB 50140 的规定配置灭火器。

13 仓库管理系统

13.1 一般规定

- 13.1.1 仓库管理系统（WMS）应实现大米数量、批次、货位、质量、温度、湿度等关键数据的全过程自动采集、持久化保存与可追溯管理。
- 13.1.2 系统应具备与国家级、省级粮食监管平台的数据对接能力，满足监管信息实时上报要求。
- 13.1.3 系统应支持标准化数据接口，实现与上游 ERP 系统、下游物流系统及设备控制系统（WCS）的数据互通。

13.2 系统功能要求

- 13.2.1 应具备但不限于以下功能模块：基础数据管理、计划与合同管理、出入库作业管理、库存管理（含逻辑/物理货位映射）、质量管理与追溯、设备台账与维护管理、能耗监控、生产作业管理、报表统计与数据分析等。

13.2.2 应实现大米入库、存储、出库、盘点、移库等作业流程的信息化管控。应能处理非满托盘作业，在入库作业结束时，应能从码垛机或输送线控制系统自动获取最后一托盘的实码包数，并准确累加到相应堆位的库存总量中。

13.2.3 应支持一维码、二维码或 RFID 等自动识别技术，实现大米包装单元与托盘单元的全流程信息绑定与跟踪。

13.2.4 应具备温湿度监控、粮情监测、设备运行状态、设备故障信息及电池电量等物联网数据的集成展示与阈值报警功能。宜通过内置算法模型，综合粮情检测结果及库区气候条件对粮食出入库缓冲区、缓苏区等关键区域的结露风险进行自动计算与预警。

13.2.5 应提供可视化库存视图、作业监控界面，支持任务调度与异常处理。

13.2.6 应具备保质期预警功能，并支持基于生产日期、入库日期及关键品质指标（如脂肪酸值）的“先进先出”货位推荐策略。

13.2.7 应支持按照“全国储粮统一编码”系统要求对仓库库房划分“逻辑货位”（存储企业应根据年度经营计划提前报备并在一个年度保持不变），与粮食实际存放的“物理货位”动态映射，且为每次物理货位的变更生成不可篡改的作业日志（日志需包含：移动的统一编码（逻辑储位）、移动的批次号、移出的物理货位、移入的物理货位、移动时间、操作人、操作原因（如：分时电价转移、质量均温处理、并垛等）），满足上级部门监管需求。

13.3 数据管理与安全

13.3.1 系统应具备长期数据归档能力，所有与库存、质量、交易相关的业务数据存储周期不应少于 10 年。用于日常追溯的关键作业记录在线保存时间不应少于 2 年。。

13.3.2 应建立完善的数据备份与恢复机制，包括定期全量备份和增量备份，宜实施异地备份，确保数据安全。

13.3.3 系统应符合 GB/T 22239 规定的网络安全等级保护二级的要求，具备身份认证、访问控制、操作审计、数据加密等安全功能。

13.4 与上级监管平台对接要求

13.4.1 应支持向上级行政监管部门粮食管理平台推送以下数据：库存数量、品种、产地、生产日期、入库时间、质量检测结果（水分、脂肪酸值、品尝评分值、真菌毒素等）、温湿度数据、出入库记录等。

13.4.2 数据推送频率应满足监管要求，支持实时或定时上报。

13.4.3 系统接口应符合国家粮食行业数据交换相关标准或规范。

14 成品大米质量要求

14.1 入库出库质量安全要求

14.1.1 入库成品大米的质量应符合 GB/T 1354 的规定，且加工精度宜为二级及以上。

14.1.2 成品大米入库时和出库前，其真菌毒素含量、重金属含量和农药残留应符合 GB 2715、GB 2761、GB 2762、GB 2763 的规定。

14.2 储藏过程品质控制

14.2.1 应按照 GB/T 29890 和 GB/T 5490 的规定，严格控制储藏过程中大米品质的变化。

14.2.2 应定期对在库大米进行品质检测，检测周期不少于每月一次。检测指标应包括水分、脂肪酸值、品尝评分、碎米、黄粒米等，检测方法应分别符合 GB 5009.3、GB/T 5510、GB/T 15682、GB/T 5502、GB/T 5503、GB/T 5496 规定。

14.2.3 长期储藏的包装成品大米，水分宜低于 14.0%。采用本标准规定的低温储藏技术时，水分不宜超过 14.5%。水分高于 15.0%的大米不宜长期储藏。

14.2.4 应密切监测大米脂肪酸值的变化，将其作为判断储藏品质劣变的关键指标。不同批次、水分或粮温相差 5℃ 以上的成品大米，宜分区或分货位储藏。

14.3 日常检查与安全分级

14.3.1 应采取看、摸、闻、咬等方式，对包装物表面及成品粮进行定期感官检查：

- a) 查看包装物表面以及包装内部成品粮是否存在生虫、生霉等情况。
- b) 用手触摸包装袋袋角部位，判断成品粮散落性。
- c) 通过嗅觉检查成品粮的气味。
- d) 通过牙咬、听声等方式辅助判断大米水分。

14.3.2 成品粮储藏的安全级别按照粮食水分含量由低到高，依次划分为安全水分粮、半安全水分粮和危险水分粮三种，具体分级可参照 GB/T 29890 执行。

14.3.3 对抽真空、纸箱等特殊包装成品粮应结合仓温、仓湿及感官等方式进行粮情检查。

14.3.4 制冷设备开启期间，应每天对设备运行情况、仓内温度、湿度进行检查并记录。

14.4 扦样：每 500 吨（不足 500 t 按 500 t 计）抽取不少于 10 个独立包装，按“上中下、内外结合”原则分层取样，取样量不少于 2 kg。扦样操作应符合 GB/T 5491 的规定。

附 录 A
(资料性)
温湿度监测点布置参考

A.1 为全面反映立体仓库内环境状况，监测点布置可参考以下原则：

- a) 在货架竖向空间，沿高度方向每间隔约 2 m~3 m 设置一个监测层面。
- b) 在仓库四周墙面，距地面约 1.5 m 处宜各设置一个监测点。
- c) 在库房中央区域顶部，距上层货架顶部约 0.5 m~1 m 处宜设置监测点。
- d) 监测点应远离照明灯具、出风口、回风口、门窗等可能造成局部干扰的位置。

A.2 粮情（粮温）监测点宜布置在代表性货位，并考虑不同品种、水分、入库时间的分布。

附 录 B

(资料性)

成品大米储藏周期与轮换管理记录表示例

成品大米储藏周期与轮换管理记录可参照表B.1的形式，用于辅助轮换决策和质量跟踪，具体字段可根据企业实际管理需求调整。

表 B.1 成品大米储藏周期与轮换管理记录表（例）

批次号	品种	生产日期	入库日期	入库水分 (%)	当前水分 (%)	当前脂肪酸值 (KOH/干基 mg/100g)	货位	保质期至	系统预警日期	计划出库日期	实际出库日期	出库质量状况	备注