

团体标准

T/CCOA XXX—XXXX

成品粮大米多堆位串联氮气气调自动控制工艺技术规程

Technical Regulations for Automatic Control of Multi-bin Series Nitrogen Controlled Atmosphere in Finished Rice

20XX - XX - XX 发布

20XX - XX - XX 实施

广东省粮食行业协会 发布

前 言

本文件依据GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

本文件由广东省粮食行业协会团体标准技术委员会归口。

本文件起草单位：广东省储备粮管理集团有限公司顺德直属库、广东省储备粮管理集团有限公司、广东省粮食科学研究所有限公司。

本文件主要起草人：冯硕、闫乙鑫、姚亚东、胡斌、何梦婷、赵磊、梁家豪、邓广牒、赖新华、杨威、何锦棠。

本文件为首次制定。

成品粮大米多堆位串联氮气气调自动控制工艺技术规范

1 范围

本文件规定了成品粮包装大米多堆位串联氮气气调自动控制的术语和定义、基本要求、气调前准备、串联气调作业、自动控制、运行管理、设备维护、安全要求及效果评价。本文件适用于粮食储备库、仓储企业采用多堆位串联、尾气回收、压力传感自动控制的成品粮包装大米氮气气调储藏作业。

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/T 29890 粮油储藏技术规范

GB/T 25229 粮油储藏 粮仓气密性要求

LS/T 1225 粮油储藏 氮气气调储粮技术规程

LS/T 1213 二氧化碳气调储粮技术规程

LS/T 1201 磷化氢熏蒸技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

成品粮堆 Finished Grain Pile

由包装成品大米规整堆码而成、独立密闭、可单独开展氮气气调作业的粮堆单元。

3.2

多堆位串联氮气气调 Multi-pile series nitrogen controlled atmosphere (N₂ -CA)

将单仓内多个成品粮大米堆位通过导流管道依次连通，以前序堆位置换出的较高浓度氮气供给后续堆位，实现多堆同步充氮、尾气回收利用的气调工艺。

3.3

压力传感自动控制 Pressure-sensing automatic control

通过各个粮堆内压力传感器实时采集并监测压力数据，按设定阈值自动启停导流风机，实现自动气调作业。

3.4

氮气均衡管道 Nitrogen equalization pipeline

埋设于各个粮堆内部，用于均匀布气、快速置换粮堆内气体的专用管道。

3.5

气密半衰期 Airtight half-life

粮堆密闭后，从初始压力降至指定压力所需的时间，用于评价粮堆密闭性能。

3.6

尾气回收利用 Tail Gas Recovery and Utilization

将多堆位串联气调作业中前序堆位置换排出的较高浓度氮气，直接输送供给后续堆位重复使用，从而减少制氮机产氮量、缩短充氮作业时长、降低作业能耗的节能工艺方式。

4 基本要求

4.1 总体原则

遵循绿色、安全、高效、节能、经济原则，适配成品粮小型堆位、频繁轮换、移动作业特点。

4.2 适用对象

包装成品大米，质量符合 GB/T 1354 要求，堆位规整、包装物完好，无破损、受潮、霉变、生虫。

4.3 仓房条件

仓房清洁、干燥、密闭良好，具备设备移动、管路连接与操作空间，符合消防、用电安全要求。

4.4 核心控制指标

氮气浓度：气调完成后成品粮堆平均浓度 $\geq 98\%$

气密半衰期： ≥ 20 min

控制压力： -10 Pa ~ 0 Pa

4.5 安全要求

4.5.1 仓房应安装氧气浓度监测报警系统，信号传输至中控室。

4.5.2 进入仓内作业前，必须先通风，检测氧气浓度 $\geq 19.5\%$ 方可进入。

4.5.3 电气设备符合防爆、防潮要求，接地可靠。

4.5.4 作业期间仓房醒目位置设置“氮气作业、禁止入内”警示标识。

5 气调前准备

5.1 氮气均衡管道布设

5.1.1 每堆位两侧各布置 1 组，共 2 组。

5.1.2 采用倒“T”型结构，含横向管 3 条、竖向管 2 条，三通连接，末端管盖密封。

5.1.3 管道规格：长 3 m、管径 160 mm，管壁每隔 30 mm 开设 $\Phi 3$ mm 布气孔。

5.1.4 管道布置于粮堆内部，管道平直、固定牢固、无破损。

5.2 粮堆密闭与气密性检测

5.2.1 采用六面密闭方式密封，薄膜覆盖完整、边角压实、密封严密。

5.2.2 按 GB/T 25229 进行气密性检测，气密半衰期 ≥ 20 min 为合格。

5.2.3 漏气部位及时修补，重新检测至合格。

5.3 设备与连接准备

5.3.1 设备配置：制氮机组、仓房进气口、气密型导流风机、排气风机、波纹管、快速接头、压力传感器、自动控制系统、氮气浓度检测仪。

5.3.2 导流风机流量大于氮气充气流量。

5.3.3 连接顺序：进气管、氮气均衡管→快速接头→波纹管→导流风机，按堆位顺序串联，末端接排气风机至仓外。

5.3.4 每堆位布设压力传感器、浓度检测管，接入控制系统；检查电路、气路、控制线路，连接可靠、绝缘良好。

6 多堆位串联气调作业

6.1 串联连接方式

按首堆 1 号堆→中间 2 号堆→中间 3 号堆→…→尾堆 N 号堆顺序串联。

6.1.1 首堆：氮气进气管接一侧均衡管口，另一侧接导流风机至下一堆。

6.1.2 中间堆：前级波纹管接一侧均衡管口，另一侧接导流风机至下一堆。

6.1.3 末堆：前级波纹管接一侧均衡管口，另一侧接排气风机至仓外。

6.1.4 所有接头密封，无漏气、无弯折堵塞。

6.2 全自动作业流程

6.2.1 系统自检：检查风机、传感器、制氮机、通讯、报警功能。

6.2.2 参数设定：风机开机压力 0 Pa，停机压力-10 Pa。

6.2.3 启动制氮机组，全自动充氮置换。

6.2.4 系统按压力信号自动启停导流风机，维持-10 Pa~0 Pa。

6.2.5 末堆氮气浓度连续 $\geq 98\%$ ，进入停机流程。

6.2.6 停机顺序：关闭排气风机→依次关闭末堆至首堆导流风机→关闭制氮机组。

6.2.7 拆除管路，恢复粮堆密闭，进入气调储藏。

7 自动控制要求

7.1 控制逻辑

7.1.1 压力 ≤ -10 Pa →停止对应导流风机。

7.1.2 压力 ≥ 0 Pa →启动对应导流风机。

7.1.3 正常运行全程维持-10 Pa~0 Pa，防止薄膜胀破或负压撕裂。

7.2 控制功能

7.2.1 自动模式：一键启动，全自动完成充氮、导流、停机。

7.2.2 手动模式：支持点动调试与应急干预。

7.2.3 实时监测：显示压力、浓度、设备状态。

7.2.4 报警保护：超压、欠压、浓度异常、设备故障。

7.2.5 数据存储：记录压力、浓度、设备启停、作业时长等数据。

8 运行管理

8.1 作业台账

记录成品粮堆信息、作业时间、设备参数、压力、浓度、能耗、操作人员。

8.2 轮换管理

适配成品粮堆频繁轮换，管路拆装便捷，不影响作业效率。

8.3 人员要求

经培训合格上岗，熟悉工艺、设备、控制逻辑与应急处置。

8.4 异常情况处置

8.4.1 压力超出范围（ $-10\text{Pa}\sim 0\text{Pa}$ ）：检查传感器、风机、管路密封。

8.4.2 氮气浓度低于 95%：检查密闭性，及时补气。

8.4.3 薄膜破损：立即停机，修补或更换薄膜后重新作业。

9 设备检测与维护

9.1 日常检查

检查压力传感器、浓度传感器、风机、管路、接头、控制系统。

9.2 定期校准

浓度传感器定期校准，确保数据准确。

9.3 维护保养

9.3.1 风机每月清洁润滑，管路密封定期检修。

9.3.2 控制系统定期检查软件、线路与报警功能。

9.4 停用保管

长期停用清洁、干燥、妥善存放，做好标识。

附录 A

(资料性附录)

成品粮堆气调效果评价指标

气调作业效果应满足附表 A 全部指标。

附表 A 气调作业效果指标

项目	要求
气密半衰期	≥ 20 min
气调完成后氮气浓度	$\geq 98\%$
压力控制范围	-10 Pa~0Pa
串联气调一次合格率	$\geq 99\%$
保持浓度	$\geq 95\%$
浓度维持时长	≥ 45 天