

团体标准

T/CCOA XXX—XXXX

粮食储藏中充氮气调与控温协同作业 技术规程

Technical Regulations for Coordinated Operation of Nitrogen Filling and
Temperature Control in Grain Storage

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。

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。

本文件主要起草人：邓广牒、姚亚东、夏永刚、赖新华、胡斌、赵磊、冯硕、李汉宏、闫乙鑫。

本文件为首次制定。

粮食储藏中充氮气调与控温协同作业技术规程

1 范围

本文件规定了筒仓在充氮气调与控温协同作业过程中的术语定义、基本要求、空调参数管理、呼吸气囊设计与安装、压差监测与调控、安全管理、评价与改进等。本文件适用于我国南方高温高湿储粮生态区新建或改造的钢筋混凝土筒仓及钢板筒仓，储粮品种包括稻谷、小麦和玉米。

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 29890 粮油储藏 氮气气调储粮技术通则

LS/T 1225 粮油储藏 氮气气调储粮技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

充氮气调协同控温 synergistic operation of N₂ -CA & temperature control

在密闭粮仓内，同时实施高浓度氮气气调与机械制冷控温，并通过压差调控措施实现二者协同增效的工艺体系。

3.2

呼吸气囊 breathing bladder

由高气密性薄膜制成的可伸缩腔体，安装于仓内，通过波纹软管与仓外连通，利用囊体体积变化吸收或释放仓内气体，实现零功耗稳压。

3.3

压差驱动型泄漏 pressure-driven leakage

因仓内外压差超过临界值（ ≥ 60 Pa），氮气通过仓房微缝隙高速逸散的物理现象。

3.4

压差波动

因仓内外温差引发热胀冷缩，导致仓内气压相对于仓外大气压的变化值，单位为帕斯卡（Pa）。

4 总则

4.1 应遵循“绿色、节能、安全、高效”的原则，实现充氮气调与控温作业的协同匹配，维持仓内压力动态平衡。

4.2 核心目标：将仓内外压差波动控制在 ± 10 Pa 以内，延长氮气浓度有效维持时长，降低氮气补气频次与能耗成本，确保充氮气调防治效果，保障储粮安全与品质。

4.3 作业过程中应实时监测仓内压差、氮气浓度、温度等参数，确保作业符合规范要求。

5 空调控温系统运行管理

5.1 运行模式选择

5.1.1 优先选用制冷模式进行空调控温，确保仓温得到有效控制。

5.1.2 制冷模式运行策略：采用低温低频，高温高频模式运行，避免因空调高频运行造成仓内外压差较大。

5.2 运行频率设置

5.2.1 分别设定 30 Hz~35 Hz、35 Hz~40 Hz、30 Hz~40 Hz、40 Hz~45Hz 等模式，空调风机运行频率应优先选用 30 Hz~40 Hz 区间。在此频率区间运行时，仓内外压差波动最小，氮气泄漏风险最低。

5.2.2 禁止采用 40 Hz 以上频率连续运行，以防仓内气压剧烈波动；禁止采用 30 Hz 以下频率连续运行，以防影响控温效果。

5.3 控温目标设定

5.3.1 应采用分阶段梯度降温策略，逐步降低仓温至目标值，避免一步设定目标温度导致仓内外温差过大而引发压差波动。分阶段降温示例：32℃→30℃→28℃→26℃→25℃。

5.4 启停时间优化

5.4.1 空调开机时间应设为每日 10:00，关机时间应设为 17:00，在确保控温效果一致的前提下，该时段作业可使整仓氮气浓度衰减速度最小。

5.4.2 避免在夜间（20:00~次日 7:00）长时间连续运行空调，以防仓内外温差过大引发剧烈压差波动。

6 呼吸气囊系统技术要求与管理

6.1 气囊参数确定

6.1.1 体积计算

依据理想气体状态方程 $PV = nRT$ 计算气囊体积，计算需参考以下参数：仓房有效空间体积（V）、日间最大温差（ ΔT ）和仓内最大压差波动值（ ΔP ）。

6.1.2 材料选型

优先选用聚氯乙烯或聚乙烯薄膜材料，其气密性、柔软性及伸缩性应满足使用要求。

6.1.3 粘连工艺

采用热熔工艺或环己酮粘连工艺制作呼吸气囊，确保粘连部位无细小孔洞、微隙等密封缺陷。粘连完成后应进行气密性检测：将气囊充气至 30 Pa~50 Pa，静置 24 h 后气压下降率不应超过 5%。

6.2 气囊安装要求

气囊排气口与仓房通风口采用波纹软管软连接，软管口径应大于 250 mm，以保证气压调节顺畅。通风口与波纹软管的连接部位必须做气密性处理，可采用结构胶粘接或气密封胶垫压实，封堵所有缝隙。

6.3 气囊日常维护

6.3.1 仓房密闭气调期间：气囊排气口盖板保持常开，确保气压调节功能正常。

6.3.2 仓房常规储存或冬季通风期间：关闭气囊排气口盖板，防止启动轴流风机造成仓内负压过大而引起气囊破裂现象。

6.3.3 定期排查：定期排查气囊内部结露情况，每季度对粘连部位的密封性进行检测；夏季控温期间和季节交替时段需增加排查频次。

6.3.4 损坏修复：若发现气囊破损或密封缺陷，应立即停止使用，采用同材质材料进行热熔修补，修复后需重新进行气密性检测。

6.4 气囊稳定性要求

呼吸气囊使用寿命不应小于 3 年，完全覆盖单批粮食的轮换周期（一般为 2 年~3 年）。气囊正常运行时，应将仓内外压差控制在 ± 10 Pa 以内，使氮气浓度有效维持时间不少于 20 天。

7 充氮气调与控温协同作业流程

7.1 作业前准备

7.1.1 仓房气密性检测：按照 LS/T 1225—2022 的要求检测仓房气密性，确保其达到充氮气调要求。

7.1.2 设备检查：检查空调设备制冷系统、风机运行状态，校准温度传感器；检查呼吸气囊完好性，确认无破损、密封缺陷；调试压差监测系统、氮气浓度监测系统。

7.1.3 充氮准备：检查制氮机、充氮管路”修改为“检查制氮机和充氮管路。

7.2 协同作业实施

7.2.1 启动空调控温系统，按照第 5 章要求设置运行参数（模式、频率、控温目标、启停时间），直至仓内温度稳定。

7.2.2 启动充氮气调作业，将仓内氮气浓度不低于 98%，达到防虫要求。

7.2.3 同步开启呼吸气囊排气口盖板，实现空调控温与充氮气调的协同运行，实时监测仓内压差和氮气浓度。

7.2.4 作业过程中，当仓内压差绝对值超过 10 Pa 时，优先调整空调运行频率；若调整后仍无法控制压差，应检查气囊密封状态并进行维修。

7.3 作业过程监控

7.3.1 仓内压差：每 2 h 监测一次，记录压差值。

7.3.2 氮气浓度：每日监测一次，记录浓度值。

7.3.3 仓内温度：每 4 h 小时监测一次，记录温度值。

7.3.4 数据记录：建立作业台账，记录空调运行参数、气囊状态、压差、氮气浓度和温度等数据。

7.3.5 异常处置：当仓内压差绝对值超过 20 Pa 时，立即触发报警，并检查空调运行参数及气囊密封情况；当氮气浓度低于 95%时，应评估泄漏原因，必要时补充氮气，并优化空调与气囊运行参数。

8 维护与保养

8.1 空调设备维护

8.1.1 每月对空调过滤器、蒸发器和冷凝器进行清洁，确保散热和制冷效果正常。

8.1.2 每季度校准温度传感器和压力传感器，确保参数监测准确。

8.1.3 每年对空调制冷系统进行一次全面检修，并更换老化部件。

8.2 呼吸气囊维护

每半年对气囊材料进行老化检测，若出现脆化、伸缩性下降等情况，及时更换气囊。

9 效果评价指标

作业效果应满足以下全部指标：

- 9.1 仓内外压差波动范围不大于 ± 10 Pa。
- 9.2 氮气浓度有效维持时间不少于 20 天，且期间氮气浓度不低于 95%。
- 9.3 呼吸气囊使用寿命不少于 3 年。

10 安全要求

- 10.1 仓房应安装压差自动监测报警系统与氮气浓度监测报警系统，报警信号应同步传输至粮库中控室。
 - 10.2 氮气补充作业时，作业人员应佩戴氧气浓度监测仪，仓内氧气浓度不低于 19.5%时方可进入。
 - 10.3 呼吸气囊充气时压力不得超过 200 Pa，避免气囊过度膨胀破裂。
 - 10.4 作作业过程中，应在仓房醒目位置设置“氮气作业 禁止入内”警示标识。
-