



中华人民共和国粮食行业标准

LS/T 1225—2022

氮气气调储粮技术规程

Code of practice for nitrogen controlled atmosphere
technology in grain storage

2022-07-18 发布

2023-01-18 实施

国家粮食和物资储备局 发布
中国标准出版社 出版

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》的规则起草。

本文件由国家粮食和物资储备局提出。

本文件由全国粮油标准化技术委员会(SAC/TC 270)归口。

本文件起草单位：中国储备粮管理集团有限公司、中储粮成都储藏研究院有限公司、广东省储备粮管理集团有限公司、广西中储粮仓储设备科技有限公司。

本文件主要起草人：巩福生、王华、徐晓涛、李浩杰、唐洁、付鹏程、于文江、赵小军、蒋士勇、钱志海、严晓平、冯浩、姚亚东、叶真洪、徐擎宇、李星星、盛强、吴军里、王健龙、杨海涛、麦超雄、谢鹏、李月、邹翼澳、李岩峰、姜祖新、刘胜强、赵金辉、蒋雪梅、曹志帅、王丽。

氮气气调储粮技术规程

1 范围

本文件规定了氮气气调储粮的基本要求、气调操作与管理、储藏日常管理、粮食出仓管理、安全要求等。

本文件适用于仓房或粮堆达到气密性要求,采用氮气气调储藏的玉米、稻谷、大豆和小麦。

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 2894 安全标志及其使用导则
- GB 8958 缺氧危险作业操作规程
- GB 12358 作业场所环境气体检测报警仪 通用技术要求
- GB/T 16556 自给开路式压缩空气呼吸器
- GB/T 20569 稻谷储存品质判定规则
- GB/T 20570 玉米储存品质判定规则
- GB/T 20571 小麦储存品质判定规则
- 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 31785 大豆储存品质判定规则
- JB/T 6427 变压吸附制氧、制氮设备
- LS/T 1202 储粮机械通风技术规程
- LS/T 1809 粮油储藏 粮情测控通用技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

氮气气调储粮 nitrogen controlled atmosphere in grain storage

向密闭粮堆充入氮气以改变其中的气体组分,达到防治储粮虫霉,延缓粮食品质变化的储粮技术。

3.2

制氮设备 nitrogen generator

在常温下将空气中的氧气和氮气分离获得氮气的设备。

注:氮氧分离工艺主要应用固定式气站供气设备,采用分子筛变压吸附制氮。

3.3

供气系统 nitrogen supply system

完成向粮堆输送氮气的成套系统。

注：主要由制氮设备、控制阀、主供气管道、氮气进仓管道、粮面分配管道等组成。

3.4

浓度检测系统 detection system for nitrogen concentration

用于测定粮堆内不同位置氮气含量的检测装置。

注：主要由取样端头、气体采集管路、自动阀门、数据采集模块、通信板、氮氧分析仪和测控柜等组成。

3.5

粮面气囊 blistered space covered with PVC sheeting

向粮堆充气后，粮面密封薄膜鼓起形成的储气空间。

4 基本要求

4.1 粮仓气密性要求

4.1.1 平房仓膜下气调，实仓气密性达到 GB/T 25229 薄膜密封的粮堆气密性等级二级及以上。

4.1.2 浅圆仓整仓气调，实仓气密性 500 Pa 降至 250 Pa 的半衰期不小于 300 s。

4.2 供气系统及防护设备要求

4.2.1 变压吸附制氮设备应符合 JB/T 6427 的相关要求，办理并悬挂压力容器使用登记证。

4.2.2 供气管道不应漏气，可通过压力测试判断是否漏气。

4.2.3 氧浓度报警仪应符合 GB 12358 的相关要求。

4.2.4 氮气浓度检测仪按照使用说明定期校正传感器，长期不用时应放在阴凉干燥处。

4.2.5 空气呼吸器应符合 GB 16556 的相关要求。

4.3 粮食质量要求

4.3.1 粮食质量应符合 GB/T 20569、GB/T 20570、GB/T 20571、GB/T 31785 规定的宜存以上。

4.3.2 粮食水分含量应符合安全水分要求。

4.4 粮情测控系统要求

4.4.1 粮情测控系统应符合 LS/T 1809 的相关要求。

4.4.2 平房仓粮面覆膜前或浅圆仓气调充气前，应做好粮情检测系统的维护、维修，确保系统完好、运行稳定、粮情检测数据准确。

5 气调操作与管理

5.1 制定实施方案

5.1.1 气调实施前，应按照安全、经济、有效的原则，根据粮食品种、储粮数量、仓房类型、储粮虫害情况、粮仓气密性以及粮食轮换计划等因素，制定气调储粮实施方案。

5.1.2 实施方案宜包括气调规模、气密处理、设备准备、时间进度、目标浓度、充气工艺、人员安排、审批流程、应急预案等主要内容。

5.2 气密性检测

5.2.1 气调充气前，应检测实仓气密性，查漏补漏，使气密性达到 4.1.1 或 4.1.2 的要求。

5.2.2 气密性检测方法按照 GB/T 25229 的规定执行。

5.3 气密性处理

5.3.1 平房仓气密性处理

- 5.3.1.1 粮食入仓前,对仓房查漏,从粮仓内部补漏,达到 GB/T 29890 的相关要求。
- 5.3.1.2 漏气部位主要在堆粮线以上,空仓气密性 500 Pa 半衰期不小于 120 s,可采用单面密闭。
- 5.3.1.3 内墙已粘贴隔热气密材料,空仓气密性 500 Pa 半衰期不小于 120 s,可采用单面密闭。
- 5.3.1.4 内墙已涂刷气密材料,空仓气密性 500 Pa 半衰期不小于 120 s,可采用单面密闭。
- 5.3.1.5 内墙裂纹或防水卷材老化以及墙体有较多进出仓管道,且空仓气密性 500 Pa 半衰期小于 120 s 时,应修补内墙裂纹,采用内墙挂膜或涂刷水性气密涂料。
- 5.3.1.6 建仓时为单排架脚手架,应采用内墙挂膜或涂刷水性气密涂料。
- 5.3.1.7 检查测温电缆、供电电缆等孔洞漏气情况,并进行有效处理。
- 5.3.1.8 气密性处理具体措施见附录 A。

5.3.2 浅圆仓气密性处理

- 5.3.2.1 在挡粮门和密闭隔热门之间安装气密双槽管并采用薄膜密闭或砖墙密封。
- 5.3.2.2 检查进、出粮口气密闸板密封元件与连接预埋件,更换不合格元件,清理气密闸板周边缝隙内杂物,填充硅酮胶,顶紧压紧装置。
- 5.3.2.3 检查进粮孔和进人孔。更换进粮孔老化或破损的气密封胶条,加贴软胶垫,拧紧压紧螺钉。进人口可增加薄膜密闭。
- 5.3.2.4 检查仓底通风口及仓顶通风孔,更换老化或破损的气密封胶条,漏气部位涂中性硅酮胶补漏。通风口及通风孔盖板内密封见 A.2.3。
- 5.3.2.5 检查测温电缆、供电电缆等孔洞漏气情况,并进行有效处理。

5.4 充气前的准备

5.4.1 人员准备

- 5.4.1.1 实施负责人:掌握氮气气调的基本知识,熟悉本库氮气气调系统和充氮工艺,能够组织和指导气调作业,确保各方面安全。
- 5.4.1.2 操作人员:熟悉气密性处理和安全防护及检测设备使用方法,能熟练操作制氮设备和进行气调作业。制氮设备使用人员具备压力容器操作证。
- 5.4.1.3 安全防护人员:入仓作业时应安排不少于 1 名安全防护人员。

5.4.2 布置氮气浓度检测管

- 5.4.2.1 平房仓:在粮面密闭前布置测气点。在仓房对角线上分别离两角 7 m、3 m 以及仓房中间 3 个位置,每个位置在不同粮层深度布置 3 个检测点,分别为粮堆上层(堆高 3/4 处)、中层(堆高 1/2 处)、下层(距地面 50 cm),粮面上方仓房中部气囊内 1 个点,气体取样管宜为管径 8 mm×5 mm 的耐压软管,埋入粮堆的取样管应带取样头,取样箱内应张贴布管图。
- 5.4.2.2 浅圆仓:平整粮面后布设检测点。在粮面下 1 m(5 个点)、扦样最深处(4 个点)以及仓内空间(1 个点)布置检测点,其中第一层(粮面下 1 m)分别为东(离墙 1 m~2 m)、南(半径的中点)、西(离墙 1 m~2 m)、北(半径的中点)、中(圆心)5 个方向;第二层(扦样最深处)分别为东(半径的中点)、南(离墙 1 m~2 m)、西(半径的中点)、北(离墙 1 m~2 m)4 个方向,仓内空间浓度检测点设在粮面中心上方 1 m 位置;其他同平房仓。

5.4.3 检查供气系统

5.4.3.1 检查制氮设备及其工作环境。

5.4.3.2 检查后段流程(如供气管道、进仓阀门开关情况、仓房密闭等)是否准备妥当,确保气调仓主供气阀门打开,其他所有仓主供气阀门关闭到位。

5.4.3.3 检查安全防护装置(如呼吸器等)是否齐全、有效。

5.5 气调充气

5.5.1 气调充气时机

5.5.1.1 气调防虫:虫口密度为基本无虫粮、上层平均粮温超过 20 °C 时开始充气防虫,氮气浓度低于工艺浓度时应及时补气。

5.5.1.2 气调杀虫:虫口密度达到一般虫粮及以上等级时应及时充气杀虫,达到防治目的后,可根据情况确定是否补气。

5.5.1.3 气调储藏:虫口密度为无虫粮、上层平均粮温超过 25 °C 时开始充气储藏,氮气浓度低于工艺浓度时应及时补气。

5.5.1.4 对新入仓的局部水分高的粮食,宜在水分均衡、粮情稳定后充气。

5.5.1.5 经过冬季通风降温拟储藏度夏的平均水分在安全水分以内、局部无高水分的粮食,宜尽早充气,以气调防虫为主。

5.5.2 工艺浓度

5.5.2.1 气调防虫:储藏期内维持氮气浓度不低于 95%。

5.5.2.2 气调杀虫:维持整仓平均氮气浓度不低于 98%,持续时间不少于 28 d。

5.5.2.3 气调储藏:储藏期内维持氮气浓度为 90%~95%。

5.5.3 充气操作

5.5.3.1 开启待充气粮仓的进气和排气阀门,关闭不充气粮仓的进气阀门。

5.5.3.2 按使用说明书开启制氮设备,调节氮气输出流量对目标仓房充氮。

5.5.3.3 根据制氮设备的可调节能力(空压机和冷干机余量、空气净化处理状况、吸附塔的高径比和分子筛),充气初始阶段,以允许调节的较低浓度和较大流量充气(对于气调杀虫,当仓房排气浓度达到 95%时,调节变压吸附制氮设备出口浓度为 99%左右;当仓房排气浓度达到 97%时,调节变压吸附制氮设备出口浓度为 99.5%左右)。

5.5.3.4 充氮期间应随时检查。检查粮面薄膜、仓门密封薄膜是否破裂或脱落;检查制氮设备运行是否正常,若自动排水、排污电子阀出现故障,应根据厂家要求定时排水。

5.5.3.5 每一阶段充气结束后或粮堆氮气达到目标浓度后,先关闭制氮设备,再关闭进气和排气阀门。

5.5.4 平房仓充气工艺

5.5.4.1 上充通风口间歇强排。从粮堆上部充气,粮面薄膜鼓起时,从仓底通风口强制排气;排气时,制氮设备持续运行,气囊接近消失时,停止排气。

5.5.4.2 重复上述过程,当粮堆氮气浓度达到目标浓度时,停止排气,继续充气使气囊鼓起时结束充气。

5.5.5 浅圆仓充气工艺

5.5.5.1 下充上排和上充上排相结合。从仓底通风口充气,当仓内压力达到 250 Pa 左右时,从环流熏

蒸管道、回风管或仓顶通风口强制排气,制氮设备持续充气,仓内压力下降到 50 Pa 左右时,停止排气。重复上述过程,粮堆氮气浓度达到目标浓度后,切换至从粮堆上部充气,当仓内压力达到 250 Pa 左右时,从上部对侧强制排气,制氮设备持续充气,仓内压力下降到 50 Pa 左右时,停止排气。重复上述过程,直至仓内空间氮气浓度达到目标浓度时,结束充气。

5.5.5.2 下充上排。从仓底通风口充气,当仓内压力达到 250 Pa 左右时,从仓顶自然通风口或仓外壁回流管强制排气,制氮设备持续充气,仓内压力下降到 50 Pa 左右时,停止排气。重复上述过程,直至粮堆及仓内空间氮气浓度达到目标浓度时,结束充气。

5.6 检测与分析

5.6.1 当粮堆氮气浓度接近目标浓度时,根据粮仓大小以及制氮设备产量每 2 h~4 h 检测一次各检测点氮气浓度,检测时抽气速度宜为 250 mL/min,检测结果填入记录表,分析氧气置换效率。

5.6.2 气调防治或储藏期间,每周至少检测两次粮堆氮气浓度,检测结果填入记录表,分析氮气浓度衰减与气密性的关系。

5.7 补气操作

5.7.1 当粮堆氮气浓度低于目标浓度时,按 5.5.3、5.5.4、5.5.5 的要求进行补气操作,粮堆及排气口氮气浓度达到目标浓度时,结束补气。

5.7.2 粮堆散气前 30 d 内,一般不补气。

5.8 散气

5.8.1 根据粮情,如果秋季可能结露,宜及时散气,进行防结露通风。

5.8.2 粮食出仓前,采用机械通风整仓散气,打开仓底通风口和平房仓仓墙轴流风机窗或浅圆仓仓顶风机蝶阀,拆除粮面及仓内轴流风机口的密封薄膜。

5.8.3 开启轴流风机,使外界空气流过粮堆,粮堆及仓内氧气浓度不低于 19.5% 时散气结束。

5.8.4 人员进仓应符合 8.3 的要求。

6 储藏日常管理

6.1 粮情检测

6.1.1 按 GB/T 29890 的规定用计算机粮情检测系统检测三温两湿。

6.1.2 按 5.6.2 的要求检测粮堆及仓内氮气浓度。

6.1.3 气调储藏期间,粮情稳定时,平房仓每 15 d 进仓检查 1 次。检查内容主要包括气囊鼓起情况、气囊内有无结露、粮面害虫防治情况等。

6.1.4 新入仓粮食应在粮情稳定后进行气调储藏,对出现粮情不稳定(如粮温不正常)的粮仓,保管员应根据具体情况进仓检查。

6.2 储粮温度控制

6.2.1 冬季通风降温

6.2.1.1 如果粮堆冷心小或冷心温度较高(与已有冬季通风粮温数据相比),在秋冬季节应散气,按已有的通风模式通风,降低粮温,相关具体要求和技术参数见 LS/T 1202。

6.2.1.2 在通风降温期间做好防护隔离措施,预防储粮害虫二次感染。

6.2.1.3 如果粮堆冷心大且冷心温度较低(与已有冬季通风粮温数据相比),在秋冬季节,也可采取不揭

膜环流通风,保持粮堆内氮气浓度的同时,降低粮堆表层温度。

6.2.2 气温上升季节控温

6.2.2.1 采用墙体粘贴或喷涂隔热材料、吊顶等措施改善粮仓隔热性能。

6.2.2.2 薄膜密闭前,可采用稻壳或大糠包压盖隔热。

6.2.2.3 夏季采用排除拱顶或吊顶内的积热、空调制冷等措施控制粮温。

6.3 评价

6.3.1 运行成本评价。根据用电量、人工和气密处理费用等,计算吨粮成本,评价气调储粮的经济性。

6.3.2 害虫防治效果评价。在充气前和散气后,按 GB/T 29890 的要求检查储粮害虫防治情况,气调储藏期间,可采用观察走道板上、通风口内等部位害虫活动情况或预埋虫袋防治情况,评价气调防治效果。

7 粮食出仓管理

7.1 出仓前,应按 5.8.2 的要求散气。

7.2 粮面揭膜,折叠好的薄膜应妥善存放。

7.3 做好仓门密封薄膜或封堵砖墙的拆除。

7.4 其他应符合 GB/T 29890 的相关要求。

8 安全要求

8.1 设备安全

8.1.1 制氮设备应达到 JB/T 6427 的安全要求。

8.1.2 报警仪、空气呼吸器应分别符合 GB 12358 和 GB 16556 的要求。

8.1.3 应对制氮设备、氧气浓度检测仪、报警仪、空气呼吸器等进行定期检查、维修、保养,确保仪器、设备有效。

8.1.4 气调仓及机房外应按 GB 2894 的有关规定设置安全标志。

8.2 操作安全

8.2.1 氮气气调储粮操作应按照 5.5.3 的要求执行,供气和排气阀门禁止擅自开关。

8.2.2 气调储粮期间,宜减少进仓频率,进仓检查人员应按 GB 8958 的相关规定,携带氧气浓度报警仪和佩戴空气呼吸器。

8.3 人员安全

8.3.1 禁止单人、酒后、健康状况不佳者和无关人员进入气调仓。进仓前和出仓时应清点人数。

8.3.2 进入气调仓作业前,应做好相关器具的检查工作。空气呼吸器应符合 GB 16556 的要求。氧气报警仪和通信工具应电量充足,并经过测试合格方可使用。

8.3.3 进入气调仓内作业,应有 3 人及以上,确保能有 2 人进入气调仓内作业,1 人留在仓外负责安全值勤、递送工具、接应人员进出等工作。

8.3.4 作业人员与安全防护人员应保持有效联络,安全防护人员不得离岗。

8.3.5 如果人员出现缺氧现象,应立即送到空气流通处;如果出现危险症状,应立即进行急救。

附录 A

(资料性)

高大平房仓气调储粮气密性处理方案

A.1 仓房主要漏气部位

仓房漏气的部位可分为有形的孔与无形的缝。前者包括面积较大的门窗、盖板类和闸阀类密封的孔洞等,后者为不同壁面相交面、构件间的连接缝、墙体和地坪的缝隙等。

A.1.1 门、窗漏气

粮仓每廩间通常有前后两扇或四扇大门,檐墙上有多个窗户。在门框和墙体、门与门框、窗与窗框、铰链连接处易出现缝隙漏气,同时门窗本身也可能漏气。

A.1.2 仓顶漏气

A.1.2.1 板缝漏气。屋架型或折线型高大平房仓拱板间的板缝漏气;彩钢板屋面扣接处的缝隙漏气。

A.1.2.2 伸缩缝漏气。墙体和屋面结合处的伸缩缝出现缝隙漏气。

A.1.3 墙体漏气

A.1.3.1 堆粮线以下的墙体。墙体防潮性能良好时的漏气部位主要有两壁面的相交处的缝隙,防水卷材搭接处不牢固或卷材破损处。

A.1.3.2 堆粮线以上的墙体。一般不设防水卷材,容易漏气。

A.1.3.3 施工原因留下的漏气部位。砌筑间砂浆不饱满的地方及脚手架孔回堵不严实的地方。

A.1.3.4 工艺孔洞漏气。工艺孔洞包括进(出)风口、自然通风口、轴流风机口、检测管与壁面结合处,进风口与墙面的结合处,各类管线(如磷化氢检测管、测温电缆进线管、照明电缆管)留下的隐性孔洞。

A.2 气密性处理方法

氮气气调主要采用膜下气调,条件允许时,尽量采用五面密闭或内墙气密涂料处理。气密性处理部位主要为堆粮线以下的仓体,包括墙体、工艺孔洞、门等。对堆粮线以上的围护结构也需进行一定的气密性处理,包括窗户、仓顶板缝、伸缩缝等。

A.2.1 墙体处理

A.2.1.1 涂刷气密涂料。在对缝隙采用砂浆水泥密封的基础上,涂刷水性密封涂料或聚酰胺环氧树脂气密涂料。

A.2.1.2 墙体挂膜。挂膜可在粮食出仓前实仓挂膜,也可空仓挂膜。

A.2.1.3 墙角、地面与墙体连接处处理。用丙烯酸涂料拌和膏灰填充裂缝,膏灰干燥固化后,用丙烯酸涂料涂覆3遍~4遍。

A.2.2 仓门气密性改造

A.2.2.1 单砖墙密封。对粮情稳定、长期储藏的粮食,可通过在仓门内砌单砖墙、墙面抹灰改善气

密性。

A.2.2.2 薄膜密封。靠门框 10 cm 处,安装塑钢双槽管,压入薄膜密封,充气时塑料薄膜与门相贴。

A.2.3 工艺孔洞气密性改造

工艺孔洞气密性改造包括但不限于下列部位:

- 机械通风口:通风口外沿清洁、干燥后,涂刷薄膜粘合胶,粘贴聚氯乙烯薄膜密闭。
- 穿墙 PVC 管:用丙烯酸涂料和腻子搅拌后加入分节丝线,塞满压实管口部位,抹平后,涂刷丙烯酸涂料 2 遍。

A.2.4 地坪处理

先对地面缝隙进行清理,再采用聚氨酯与干砂拌料灌缝,然后再灌聚氨酯处理。

A.2.5 单面密封

如果仓房的漏气部位主要为仓顶,采用薄膜单面密闭。宜选用塑钢双槽管更换仓房现有密封槽管。密封粮面薄膜可由厂家订做比仓房长宽尺寸分别大 1 m~2 m 的整张(或几张宽幅自行粘合成 1 张),推荐采用压延粮膜或粘接性好的原料聚氯乙烯粮膜。

A.2.6 五面密封

如果漏气部位主要为仓墙,结合粮食轮换,宜采用五面封密闭。粮面密闭同 A.2.5,墙体挂膜可采用普通粮膜。

A.2.7 其他部位的处理

A.2.7.1 板缝。用高弹性丙烯酸墙体防水涂料、双面自粘网格布、柔性腻子、聚丙烯纤维、耐腐蚀丝线等处理。

A.2.7.2 伸缩缝。用单组份聚氨酯粘接剂、聚氯乙烯柔性卷材、柔性腻子、聚丙烯纤维、耐腐蚀丝线等处理。

A.2.7.3 窗户。窗户盖板更换“d”型橡胶密封管,仓内相应位置安装塑钢双槽管,并用薄膜密闭。

A.2.7.4 轴流风机口。同 A.2.7.3 处理。
