



中华人民共和国粮食行业标准

LS/T 1213—2022

代替 LS/T 1213—2008

二氧化碳气调储粮技术规程

Code of practice for carbon dioxide controlled atmosphere 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》的规定起草。

本文件代替 LS/T 1213—2008《二氧化碳气调储粮技术规程》，与 LS/T 1213—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 删除了“安全管理及注意事项”一条（见 2008 年版的 6.11），增加了“安全管理及注意事项”一章（见第 7 章）；
- 更改了气密性压力半衰期测试结果计算方法（见附录 B 中表 B.1，2008 年版的附录 B 中表 B.1）。

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：中储粮成都储藏研究院有限公司、中央储备粮上海直属库有限公司、中央储备粮六安直属库有限公司。

本文件主要起草人：王双林、郭道林、兰盛斌、付鹏程、张华昌、严晓平、拾强、董珊珊、边立新、刘强。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2008 年首次发布为 LS/T 1213—2008；
- 本次为第一次修订。

二氧化碳气调储粮技术规程

1 范围

本文件规定了二氧化碳气调储粮的原理、设施设备及材料、操作要求及评价。

本文件适用于散装稻谷、玉米、小麦、大米,透气包装粮可参照执行。

本文件不适用于小包装储粮。

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 150.1 压力容器 第1部分:通用要求
- GB 1886.228 食品安全国家标准 食品添加剂 二氧化碳
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 6052 工业液体二氧化碳
- GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
- GB/T 12224 钢制阀门 一般要求
- GB/T 12237 石油、石化及相关工业用的钢制球阀
- GB/T 12241 安全阀 一般要求
- GB/T 12244 减压阀 一般要求
- 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 26882.1 粮油储藏 粮情测控系统 第1部分:通则
- GB/T 29890 粮油储藏技术规范
- GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范
- HG/T 20585 钢制低温压力容器技术规范
- JB/T 6898 低温液体贮运设备使用安全规则
- NB/T 47008 承压设备用碳素钢和合金钢锻件
- LS/T 1202 储粮机械通风技术规程
- TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

二氧化碳气调储粮 carbon dioxide controlled atmosphere in grain storage

在气密性良好的粮仓内充入二氧化碳气体,改变仓房及粮堆内气体组成成分,达到防治储粮害虫目的的储粮技术。

3.2

二氧化碳气调仓 carbon dioxide controlled atmosphere warehouse

气密性达到本文件要求,用于二氧化碳气调储粮的仓房。

3.3

压力半衰期 half life of pressure

一定条件下,粮仓内外压力差从初始值降低一半的时间。

4 原理

在气密性良好的粮仓内充入二氧化碳气体,并在一定时间内维持仓房及粮堆内一定的二氧化碳浓度,以防治储粮害虫。

5 设施设备及材料

5.1 仓房

5.1.1 基本要求

应符合 GB/T 29890 的有关规定。

5.1.2 气密性要求

5.1.2.1 空仓 500 Pa 降至 250 Pa 的压力半衰期大于 300 s。

5.1.2.2 实仓 500 Pa 降至 250 Pa 的压力半衰期大于 240 s。

5.2 二氧化碳供气系统

5.2.1 二氧化碳供气系统包括低温液体二氧化碳储运设备、气化器、安全阀、减压阀、输气管道及相应压力表、流量计等。

5.2.2 储气罐区应建立围护栏,围护栏高度应不低于 1.5 m,周围应设置安全标志,安全标志的要求应符合 GB 2894 的有关规定。

5.2.3 输气管道的钢管应符合 GB/T 8163 的规定。

5.2.4 钢制锻造法兰及其他锻件应符合 NB/T 47008 的有关规定。

5.2.5 低温液体二氧化碳储运设备应符合 GB 150.1、HG/T 20585 的有关规定。

5.2.6 液体二氧化碳储槽等压力容器应按 JB/T 6898、TSG 21 的有关要求进行定期维护与管理。

5.2.7 阀门应符合 GB/T 12224、GB/T 12237、GB/T 12241、GB/T 12244 的有关规定。

5.3 二氧化碳检测系统

5.3.1 二氧化碳检测系统包括二氧化碳气体分析器、气体取样管路等。

5.3.2 二氧化碳气体分析器的浓度检测范围 0~100%,示值误差±2%。

5.3.3 二氧化碳气体分析器按有关规定检定,在检定周期内使用。

5.3.4 二氧化碳气体取样管宜使用 PU 管或 PVC 管、铜管,不应使用 PE 管。

5.4 气体环流设施

根据仓房大小选择环流风机,使每小时空气置换率大于5%。

5.5 压力调节装置

控制仓内外压力差在0 Pa~1 000 Pa范围内,并可调。

5.6 空气呼吸器

5.6.1 配置3套以上空气呼吸器。

5.6.2 空气呼吸器符合GB/T 16556要求。

5.7 粮情测控系统

应符合GB/T 26882.1的规定。

5.8 机械通风系统

应符合LS/T 1202的规定。

5.9 气源

5.9.1 用于原粮储藏的液体二氧化碳,其质量应符合GB/T 6052的规定。

5.9.2 用于成品粮储藏的液体二氧化碳,其质量应符合GB 1886.228的规定。

6 操作要求

6.1 方案制定

6.1.1 根据储藏目的、粮情、设施配置情况,制定二氧化碳气调储粮实施方案,包括仓房、充气时机、进度安排、人员分工及安全措施等内容。

6.1.2 二氧化碳气调仓应制定紧急情况下应急处理预案。

6.1.3 二氧化碳气调储粮操作人员应经过专业培训,熟悉操作规程。

6.2 粮食入仓

6.2.1 粮食入仓前应按附录A进行空仓气密性检测及密封处理,使空仓气密性符合5.1.2.1的要求,并记录测试数据(见附录B)。

6.2.2 粮食入仓前应布设仓内二氧化碳气体分配管路,通风风道可作为仓内二氧化碳气体分配管路。

6.2.3 入仓粮食品质应符合GB/T 29890的要求,粮食储存品质应符合GB/T 20569、GB/T 20570、GB/T 20571“宜存”规定。

6.2.4 粮食入仓操作应符合GB/T 29890的有关规定。

6.3 充气前准备

6.3.1 充气前应至少在仓内布设7个二氧化碳浓度检测点,位置分别为:仓房中部的仓顶、粮面、粮堆上层(堆高3/4处)、中层(堆高1/2处)、下层(堆高1/4处),仓房空间中部,排气口。

6.3.2 应按附录A进行实仓气密性检测及密封处理,使实仓气密性符合5.1.2.2要求,并记录测试数据(见附录B)。

6.3.3 按GB 50184的规定进行输气管道泄漏性试验与气密处理,二氧化碳输气管路不应有泄漏。

- 6.3.4 各个阀门应操作灵活,流量计(流量计)、压力表(压力计)应工作正常。
- 6.3.5 调试和校验二氧化碳检测系统。
- 6.3.6 供气系统、气体环流、粮情测控系统、压力调节装置等应工作正常。
- 6.3.7 根据仓房气密性,按表 1 选择确定充气后二氧化碳目标浓度(期望达到的浓度)。

表 1 不同气密性条件下的充气目标浓度

实仓压力半衰期/s	目标浓度/%
240	80
300	70
≥360	60

6.3.8 按公式(1)计算预期充气量:

$$M_0 = 1.1 \times c_0 \times (nV_1 + V_2) \times \rho + s \times m \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- M_0 ——二氧化碳预期充气量,单位为千克(kg);
- c_0 ——根据表 1 确定的二氧化碳目标浓度,%;
- n ——粮堆孔隙度,按稻谷 50%、小麦 45%、玉米 45%、大米 43%计算;
- V_1 ——粮堆体积,单位为立方米(m^3);
- V_2 ——粮堆上部仓房空间体积,单位为立方米(m^3);
- ρ ——二氧化碳密度,20 °C、一个标准大气压条件下二氧化碳密度为 1.84 千克每立方米(kg/m^3);
- s ——粮食吸附二氧化碳质量,按 0.38 计,单位为千克每吨(kg/t);
- m ——粮食质量,单位为吨(t)。

- 6.3.9 准备气源。准备的气源应较预期充气量增加 500 kg~1 000 kg。
- 6.3.10 按 LS/T 1211 规定检测仓内粮堆害虫密度,记录检测数据(见附录 C)。
- 6.3.11 密闭仓房。仓房的每个门应加锁并按 GB 2894 的规定张贴警示标志。

6.4 充气

6.4.1 充气时机

害虫密度达到 GB/T 29890 规定的一般虫粮的害虫密度,或根据粮温变化情况预测 1 个月内将达到一般虫粮的害虫密度时。

6.4.2 工艺要求

- 6.4.2.1 各检测点二氧化碳浓度维持 35% 以上的时间不小于 15 d。
- 6.4.2.2 充气宜连续进行。
- 6.4.2.3 充气过程中的仓内外压力差小于 300 Pa。

6.4.3 充气操作要求

- 6.4.3.1 关闭充气粮仓的环流阀门,开启充气粮仓的进气阀门。
- 6.4.3.2 根据充气流量的需要,逐渐开启 1 台或数台气化器。
- 6.4.3.3 开启气体流量控制阀门。
- 6.4.3.4 打开气化器进液阀门,各进液阀门的开启度应基本一致。
- 6.4.3.5 缓慢开启二氧化碳储槽排液阀门,向气化器排液。

6.4.3.6 分别缓慢开启一级与二级减压装置的前后阀门。

6.4.3.7 根据气化量缓慢调整二氧化碳储槽排液阀门开度大小,并相应调整一级与二级减压装置的前后阀门,使气化稳定后一级减压阀前的压力为 $1.0 \text{ MPa} \pm 0.2 \text{ MPa}$ 。

6.4.4 停止充气

6.4.4.1 停止充气条件

各检测点加权平均浓度按附录 D 计算,达到表 1 所示的目标浓度。

6.4.4.2 停止充气操作程序

依次关闭液体二氧化碳贮槽排液阀门、气化器进液阀门、粮仓进气阀门,密闭排气口。

6.5 环流

充气完成后 2 h 内开启环流风机,各检测点二氧化碳浓度高于 35%,且最低浓度与最高浓度比在 0.85 以上时关闭环流风机,并在 15 d 内再适时环流以促进二氧化碳均匀分布。

6.6 补气

6.6.1 充气后 15 d 内仓内检测点二氧化碳浓度低于 35% 时,应及时补气。

6.6.2 补气完成后应及时环流,促进二氧化碳均匀分布。

6.7 气调储藏

各检测点二氧化碳浓度维持 35% 以上的时间达到 15 d 后,仓内粮食继续在密闭条件下储藏,让仓内二氧化碳自然衰减。

6.8 散气

6.8.1 粮食出仓前,应通风散气,使粮堆内二氧化碳浓度值小于 0.5%。

6.8.2 为防止粮堆结露,或降低储粮温度以提高保鲜效果,当环境温度低于粮温时可适时开窗散气。

6.9 粮食出仓

6.9.1 粮食出仓前按 6.8.1 散气。

6.9.2 粮食出仓操作应符合 GB/T 29890 的有关规定。

6.10 检测及记录

6.10.1 二氧化碳浓度检测

6.10.1.1 按二氧化碳检测系统使用说明书进行二氧化碳浓度检测。

6.10.1.2 充气达到预期充气量的 70% 后,每间隔 1 h 检测各检测点二氧化碳浓度。

6.10.1.3 充气达到预期充气量的 90% 后,每间隔 30 min 以内检测各检测点二氧化碳浓度并按附录 D 计算加权平均浓度。

6.10.1.4 环流前后应检测各检测点二氧化碳浓度。

6.10.1.5 各检测点二氧化碳浓度达到 35% 以上 15 d 内,每天定时检测二氧化碳浓度 1 次。

6.10.1.6 记录二氧化碳浓度检测结果(参见附录 C)。

6.10.2 用气量记录

记录充气量及补气量(见附录 C)。

6.10.3 温湿度检测

按 GB/T 29890 规定检测粮温、仓温、仓湿、气温、气湿。

6.10.4 虫害检测

充气前 3 d 内及散气后经检测二氧化碳浓度达到正常后,按 GB/T 29890 规定检测害虫密度,记录检测数据(见附录 C)。

6.10.5 粮食储存品质检测

充气前和散气后按 GB/T 29890 扦样检测粮食储存品质。

7 安全管理及注意事项

7.1 操作人员应熟悉操作规程。

7.2 气调仓及二氧化碳供气系统应按 GB 2894 的有关规定设置安全标志。

7.3 操作低温液态二氧化碳供气管路时应戴手套,防止冻伤。

7.4 操作人员的皮肤因接触低温液体或低温气体而被冻伤时,应及时将受伤部位放入温水中浸泡或冲洗,严重的冻伤应迅速到医院治疗。

7.5 气调储粮期间,应减少进仓操作。仓内二氧化碳浓度在 2% 以上,需要进仓检查时,入仓人员应佩戴符合 GB/T 16556 要求的空气呼吸器,仓外至少有 1 人监护,安全监护人员不得离岗。

7.6 佩戴空气呼吸器仓内作业时,应随时注意空气呼吸器储气罐压力,达到红线时应立即出仓。

7.7 人员出现二氧化碳中毒的症状,应立即将其送到空气新鲜处,保持温暖和安静。如果停止呼吸或表现出危险症状,应立即进行人工呼吸急救,及时送医院救治。

8 评价

8.1 杀虫效果

散气后 3 d 内检测的害虫密度应符合 GB/T 29890 无虫粮的规定。

8.2 用气量

8.2.1 稻谷的单位用气量应低于 3.0 kg/t, 小麦、玉米及大米的单位用气量应低于 2.5 kg/t。

8.2.2 单位用气量按公式(2)计算:

$$p = (M_1 + M_2) / m \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

p ——单位用气量,单位为千克每吨(kg/t);

M_1 ——充气量,单位为千克(kg);

M_2 ——补气量,单位为千克(kg);

m ——粮食质量,单位为吨(t)。

附 录 A

(规范性)

二氧化碳气调仓气密性检测与处理方法——正压力衰减试验法

A.1 检测原理

用风机向仓内压入空气,使仓内外达到一定的压力差后停机,根据仓内外压力差随时间的衰减情况,判断仓房的气密性。

A.2 材料与装置

A.2.1 风机:最高风压 700 Pa~1 000 Pa。

A.2.2 U型压力计或数字压力计:测压范围大于±1 000 Pa,精度±10 Pa。

A.2.3 秒表:精度±0.1 s。

A.2.4 带阀门的通风口连接装置:耐压软管 3 m,软管卡子 4 个或铁丝 1 m。

A.3 测试

A.3.1 测试前的准备

A.3.1.1 检查并确保测试的通风道畅通。

A.3.1.2 关闭通风口、二氧化碳进气口及排气口。

A.3.1.3 关闭门窗。

A.3.1.4 将仓房压力调节装置调至 600 Pa。

A.3.1.5 在二氧化碳浓度检测装置内取一预留检测管(可利用环流熏蒸检测管),用耐压橡胶管将其与 U型压力计或数字压力计连接并紧固。将 U型压力计垂直固定,其高度、位置应便于操作人员观察,并将 U型压力计加水至压力计臂高约一半(或将数字压力计连接、调试好,使其能正常使用)。

A.3.1.6 将带阀门的通风口连接装置安装在居中的通风口处,确保通风口连接装置及其与通风道联接的气密性。

A.3.1.7 检查风机状态,调试风机转向。将风机通过密实帆布等与通风口连接装置阀门进行软连接,或通过法兰、变径接口等与通风口连接装置阀门相连。

A.3.1.8 操作人员就位。一名操作人员负责控制启停风机及开关通风口连接装置阀门,另一名操作人员负责观察压力变化、记录压力半衰期并通知启停风机及开关通风口连接装置阀门。

A.3.2 测试及记录分析

A.3.2.1 选择无风或微风的天气进行测试。

A.3.2.2 启动风机,通过阀门调节空气流量,缓慢给仓房加压(鼓风 2 min~5 min 使仓房内外压力差达到 600 Pa),直到仓内外压力差达到 600 Pa 左右时,关闭进风阀门,并随即关闭风机。

A.3.2.3 观察压力计的压力变化,当压力差下降到 500 Pa 时,启动秒表计时;当压力差下降到 250 Pa 时,停止计时,记录秒表读数,即本次测定的该仓房压力半衰期,记录测试数据(参见附录 B)。

A.3.2.4 缓缓打开进风阀门,排出仓内余气使仓内外压差降到 20 Pa 以内,关闭进风阀门。

A.3.2.5 按 A.3.2.2~A.3.2.4 重复测试 1 次~2 次。

A.3.2.6 新建仓气密性验收应重新开启和关闭门窗,按 A.3.2.2~A.3.2.4 测量仓房的气密性 2 次~3 次。

A.3.2.7 仓房正常使用期间,重新打开和关闭粮情检查门,按 A.3.2.2~A.3.2.4 测量仓房的气密性2次~3次。

A.3.2.8 如某次测试压力半衰期未达标,按 A.4 进行查漏和气密处理,直至测试气密性达标。

A.3.2.9 拆除测试装置,密闭通风口。

A.3.2.10 每次测试值均达到或超过规程的要求,即认为该仓房的气密性达标。

A.4 查漏和气密处理

A.4.1 查漏

A.4.1.1 观察法

在光线较好的情况下,观察仓内墙面及仓顶等处有无裂缝、孔洞,仓内地面、地面与墙体交接处有无裂缝,仓内预埋粮情检测箱、电源管、信号电缆管等是否密封妥当。

A.4.1.2 听声法

向仓内压入空气(或从仓内抽出空气),使仓内外压力差达到 600 Pa~650 Pa。停止风机,关闭阀门,保持环境的清静。用耳朵贴近门、窗及其他可能漏气部位,如听到“吱吱”风音,说明该处明显漏气,在该处做好标记,查漏完毕后按 A.4.2 做气密处理。听声时需使仓内外压力差保持 300 Pa 以上,采用声音放大器或在仓内听声可提高查漏效果。

A.4.1.3 肥皂泡法

用风机向仓内压入空气,使仓内外压力差保持在 300 Pa~500 Pa。将 2%肥皂水或其他家用洗涤剂与水混合液用喷雾器或喷枪喷射到仓房表层(主要是门窗及周边接缝处),漏气的地方可以观察到气泡,在该处做好标记,查漏完毕后按 A.4.2 做气密处理。

A.4.1.4 试测法

将不易检测的可能漏气部位(如进气口、环流设施进出仓接口)用气密性良好的塑料薄膜等密封,如密封后气密性明显改善,则该部位存在明显漏气。

A.4.2 气密处理

A.4.2.1 材料

用于气密处理的涂料、胶体、卷材等密封材料应符合下列要求:

- 粘接强度大于 1.0 MPa;
- 断裂伸长率大于 200%;
- 在 80 °C时,2 h 无流淌、滑动和集中性气泡;
- 在-10 °C时,2 h 弯折无裂纹;
- 不易变性和老化;
- 无毒无污染;
- 不易燃烧或能自熄,不能被虫蛀、霉烂,能防水或不易吸水;
- 施工方便,易于修补。

A.4.2.2 处理方法

A.4.2.2.1 仓内墙面及仓顶较宽的裂隙或较大孔洞用水泥沙浆填充、找平,干燥后在补好后的水泥表面

及附近涂刷聚氨酯、丙烯酸等气密涂料,待涂料不黏手后,再涂第二次;较细的裂隙或较小孔洞用中性硅酮胶等气密封胶密封,找平。

A.4.2.2.2 仓内地面、地面与墙体交接处的裂缝按仓内地面防潮做法修补。

A.4.2.2.3 进出粮口、通风管道口等通道口漏气,应更换橡胶管、橡胶条等密封材料。

A.4.2.2.4 门窗漏气,应用橡胶管将气密性良好的塑料薄膜嵌入预埋的槽管内进行密封。粮膜应宽松,使充气或气密性测试加压时粮膜能紧贴门壁而不因受压脱落。

A.4.2.2.5 进出仓电源管、信号电缆管等漏气,用硅酮胶、发泡聚氨酯等密封。

A.4.2.2.6 进气阀门关闭不严,应更换阀门。

A.4.2.2.7 进气管道及环流管道接口漏气,应更换密封垫圈。

附录 B

(资料性)

二氧化碳气调仓气密性测试记录表

压力半衰期测试记录表见表 B.1。

仓号：	仓房体积：
天气：	粮食种类及等级：
风力：	装粮高度/m：
气温/℃：	相对湿度/%：
仓温/℃：	大气压/Pa：

表 B.1 压力半衰期测试记录表

单位为秒

测试序号		压力衰减时间	压力衰减时间最低值 ^a	压力半衰期 ^b (500 Pa~250 Pa)
第一次测试	1			
	2			
	3			
第二次测试	1			
	2			
	3			
测试人员签字：				
测试时间： 年 月 日				
结论及分析 ^c ：				
^a 每次密闭测定 2 次~3 次,计算本次密闭测定的压力衰减时间最低值,填入此栏。 ^b 两次密闭测定压力半衰期的最低值,填入此栏,代表本仓房的“压力半衰期”。 ^c 判定仓房气密性是否达标,如未达标分析原因。				

表 C.2 统计分析表

%

	平均浓度 ^a	粮堆表层	排气口	最低	备注 ^b
充气完成时					
第一次环流开始时					
第一次环流停止时					
峰值浓度					
达到浓度要求 5 d					
达到浓度要求 10 d					
达到浓度要求 15 d					
结论 ^c ：					
签字：					
^a 按附录 D 计算的各检测点加权平均浓度。 ^b 注明未尽事宜,如:最低浓度部位、浓度达到峰值的时间等。 ^c 判定是否达到二氧化碳气调防治储粮害虫效果。					

附 录 D

(规范性)

二氧化碳加权平均浓度计算方法

各检测点二氧化碳加权平均浓度按公式(D.1)计算:

$$c_w = (c_1 \times n \times V_1 + c_2 \times V_2) / (n \times V_1 + V_2) \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

c_w ——二氧化碳加权平均浓度, %;

c_1 ——粮堆内检测点的二氧化碳浓度算术平均值, %;

n ——粮堆孔隙度,按稻谷 50%、小麦 45%、玉米 45%、大米 43%估算;

V_1 ——粮堆体积,单位为立方米(m^3);

c_2 ——仓房空间检测点的二氧化碳浓度算术平均值, %;

V_2 ——粮堆上部仓房空间体积,单位为立方米(m^3)。

注:在计算粮堆内检测点的二氧化碳浓度算术平均值和仓房空间检测点的二氧化碳浓度算术平均值时,粮面检测点二氧化碳浓度分别计入,排气口二氧化碳浓度不计入。