



# 中华人民共和国粮食行业标准

LS/T 1237—2025

## 空调器控温储粮技术规程

Technical code of practice for temperature control of stored grain  
by air conditioner

2025-06-09 发布

2025-12-09 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。

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：辽宁省粮食科学研究所、浙江省储备粮管理有限公司、福建省储备粮管理有限公司。

本文件主要起草人：高树成、刘长生、曹毅、高彬彬、郑颂、赵旭、刘国辉、薛渊、熊芳芳、王中一、裴勇、李佳、王赫、林子木。

中国标准出版社

# 空调器控温储粮技术规程

## 1 范围

本文件规定了空调器控温储粮的基本要求、空调器配置与安装要求、操作与管理等内容。

本文件适用于平房仓、浅圆仓和立筒仓的空调器控温储粮。

## 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 5009.3 食品安全国家标准 食品中水分的测定

GB/T 5491 粮食、油料检验 扦样、分样法

GB/T 7725 房间空气调节器

GB 17790 家用和类似用途空调器安装规范

GB/T 26882(所有部分) 粮油储藏 粮情测控系统

GB/T 29890 粮油储藏技术规范

LS 1207 粮食仓库机电设备安装技术规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**空调器控温储粮技术** **temperature control of stored grain by air conditioner**

应用空调器制冷运行,将仓内空间温度控制在设定温度以下,进而抑制粮食温度升高,保持粮食品质的一种控温储粮技术。

### 3.2

**冷负荷** **cooling load**

**制冷负荷**

为使仓内温湿度维持在规定水平,空调设备在单位时间内从仓内排出的热量。

## 4 基本要求

### 4.1 仓房及配套设施

4.1.1 仓房应具有良好的隔热性能。仓盖的传热系数应不大于  $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ,墙体的传热系数应不大于  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。控制窗户及其他孔洞数量,并采取有效措施提高隔热性能。

4.1.2 空调器应符合 GB/T 7725 的规定。

4.1.3 空调器电源及其他相关电气安全应符合 GB 17790 和 LS 1207 的规定,电源容量应能满足其下所有空调器同时启动的电力负荷要求。

4.1.4 粮情检测系统应符合 GB/T 26882(所有部分)的有关规定。

4.1.5 仓房配套设施、设备应符合 GB/T 29890 的有关规定。

## 4.2 粮食要求

4.2.1 入仓粮食水分、杂质含量应符合有关规定的质量要求,品质应符合相应国家标准规定的宜存指标要求。

4.2.2 虫粮等级为基本无虫粮。

## 4.3 操作人员

4.3.1 操作人员应具备粮食储藏基础知识和机电设备使用、养护的基本技能。

4.3.2 通过仔细阅读空调器的使用说明书,操作人员应掌握其主要结构、操作方法和注意事项,应能正确处理空调器运行过程中发生的一般问题。

## 5 空调器配置与安装要求

### 5.1 空调器布置要求

5.1.1 平房仓跨度大于 18 m 时,应在仓房双侧布置空调器;跨度不大于 18 m 时可单侧布置;特定类型、功能的空调器,如果其冷风送达距离不小于平房仓跨度时,可单侧布置。单侧布置时宜布置于仓房背阴面。

5.1.2 平房仓的空调器应安装在仓房墙壁上。当布置在仓房单侧时,相邻空调器室内机间距应不大于 20 m,靠近山墙的室内机距离山墙应不大于 10 m。

5.1.3 浅圆仓和立筒仓的空调器室内机应均匀布置于仓壁上,相邻空调器室内机直线间距宜不大于 20 m。

### 5.2 空调器配置数量

制冷量不大于 7 000 W/台的空调器按照 5.1 的规定确定空调器配置数量,浅圆仓、立筒仓、跨度不大于 21 m 平房仓的推荐配置空调器数量见表 1。平房仓跨度大于 21 m 时,跨度每增加 5 m,推荐的空调器数量比表 1 中推荐数量增加 1 台。制冷量大于 7 000 W/台的空调器,在满足仓内空间温度均匀的前提下,可减少配置数量,但不宜小于表 1 配置数量的 50%。

表 1 不同仓型不同规格仓房推荐配置空调器数量表

仓型	仓房建筑尺寸	推荐空调器数量/台
平房仓(跨度 $\leq 21$ m)	仓房长度 $> 60$ m	$\geq 7$
	$40$ m $<$ 仓房长度 $\leq 60$ m	$\geq 5$
	$20$ m $<$ 仓房长度 $\leq 40$ m	$\geq 3$
	仓房长度 $\leq 20$ m	$\geq 1$

表 1 不同仓型不同规格仓房推荐配置空调器数量表（续）

仓型	仓房建筑尺寸	推荐空调器数量/台
浅圆仓、立筒仓	仓房直径 $\geq 40$ m	$\geq 7$
	$34 \text{ m} \leq \text{仓房直径} < 40 \text{ m}$	$\geq 6$
	$28 \text{ m} \leq \text{仓房直径} < 34 \text{ m}$	$\geq 5$
	$23 \text{ m} \leq \text{仓房直径} < 28 \text{ m}$	$\geq 4$
	$12 \text{ m} < \text{仓房直径} < 23 \text{ m}$	$\geq 2$
	仓房直径 $\leq 12$ m	$\geq 1$

### 5.3 空调器制冷量确定

#### 5.3.1 仓房的冷负荷计算

仓房的冷负荷计算方法见附录 A。

#### 5.3.2 空调器总制冷量

空调器总制冷量应不小于仓房冷负荷的 1.3 倍。

#### 5.3.3 单台空调器制冷量的确定

单台空调器制冷量应不小于空调器总制冷量除以空调器配置数量推荐值。

### 5.4 选购原则

#### 5.4.1 满足单台空调器制冷量要求。

5.4.2 选择适合当地气温的空调器类型。如果室外机安装在仓顶,应选择适合高温气候的空调器类型。

5.4.3 在满足 5.4.1、5.4.2 的前提下,选择空调器宜考虑包括但不限于以下因素:

- 分体、空冷式空调器;
- 循环风量或送风量较大、冷风湿度较大或可调的空调器;
- 具有防腐、防尘功能室内机,室内蒸发器宜采用铝片套铜管结构,外露部分宜用电泳等防腐蚀工艺保护措施;
- 可实现仓外或远程控制、可设定每天运行时间的空调器;
- 不易燃、不易爆制冷剂;
- 节能型空调器。

### 5.5 安装要求

5.5.1 空调器的安装和调试应由专业安装人员完成。

5.5.2 每个仓房的空调器都应配置仓外配电箱,箱内配置与空调器功率匹配的漏电保护器、空气开关,并根据需要配置电表。仓内空调器电源线的敷设应符合 LS 1207 的规定,电源线及电器配线的线径应与空调器功率匹配。空调器的电源插座应安装在粉尘防爆箱内。

5.5.3 分体挂壁式空调器室内机下沿距离装粮线 1.2 m~1.6 m,上沿距离仓顶不小于 0.3 m。室外机

安装宜优先选择阴凉位置,位于仓顶和阳面的室外机宜设置遮阳设施。室内机与室外机高度差在 5 m 以内,连接管长度在 10 m 以内。

5.5.4 空调器室内机排水管应连接紧密、安装固定和排水通畅,并且采取适当的防老化措施,长度应满足排水到仓房散水坡。

5.5.5 排水管穿墙孔位置应低于室内机下沿,宜采用一次成型钻头向外倾斜开孔,内高外低。管、线应采用穿墙管保护,并做好防雨、防漏水、防漏电措施。穿墙孔洞应采用防火泥等材料密封良好。

5.5.6 空调器室内机下方应设置防漏水槽和排水管,排水管应紧密连接,排水通畅。

5.5.7 空调器室内机四周应设置双道塑封槽等密封措施。

5.5.8 空调器安装及调试还应符合 GB 17790 和使用说明书的要求。

## 6 操作与管理

### 6.1 运行前的准备

6.1.1 检查粮情并进行粮情分析。

6.1.2 采用隔热材料封堵仓房门窗、轴流风机和通风口等孔洞。

6.1.3 清理空调器附近灰尘、杂物。撤除空调器室内机的防尘布罩,清理室内机、室外机内外灰尘。

6.1.4 试运行空调器,如有故障应进行维修或更换。

### 6.2 运行模式

6.2.1 开启空调器,设定好温度和自动制冷运行模式,控制仓温及表层粮温的升高。如果室内机冷风的送风角度可调,应水平送风。

6.2.2 为降低空调器运行能耗,宜综合考虑储粮质量、表层粮温和当地气温情况,合理确定控温目标。空调器运行期间,应减少仓房门窗的开启次数和时间,减少仓内照明和其他用电设备的使用。

6.2.3 在能实现控温目标的前提下,宜安装空调器启停时间控制装置,选择夜间电价低、空调器制冷效率高的时段制冷。

6.2.4 秋冬季节采用降温通风技术蓄冷,春季采用隔热技术保冷,缩短夏季空调器运行时间。

6.2.5 秋末冬初或夏季低温时期,当气温低于空调器设定温度时,宜优先选用轴流风机通风排热实现控温目标。

6.2.6 空调器运行期间,如果粮温快速升高,上层粮食温度普遍高于 25 ℃时,应暂停空调器控温作业,改用谷物冷却机或移动式大功率风管送风式空调器,进行上行式冷却通风。

### 6.3 运行技术参数

6.3.1 春末夏初仓内空间温度高于粮食的控温目标时,开始进行空调器控温储粮,空调器温度宜设定为 20 ℃~23 ℃。综合环境温度、粮温、电耗、粮食水分含量、仓房隔热性能及粮面隔热压盖等因素,可适当调整空调器的设定温度,但不宜低于 18 ℃或高于 25 ℃。

6.3.2 客观原因导致空调器停止运行,使仓内空间温度或粮堆表层温度超过控温目标 8 ℃,再次开启时应分阶段降温,降温幅度宜设定为 4 ℃~5 ℃,在确定空间温度、湿度和表层粮温不再降低后,再进行下一阶段降温。

### 6.4 作业管理

#### 6.4.1 粮情检查

空调器运行期间,应按 GB/T 29890 的规定,定期检查、分析粮情,检测粮食的温度、水分、害虫及仓

内空间温湿度;检查粮堆表层特别是粮面压盖物下、局部高温点、空调器出风口附近等部位是否结露。按照 GB/T 5491 的规定扦样,按照 GB 5009.3 的规定检验粮食水分。在粮堆高温区、水分偏高区、通风死角区、杂质聚集区等特殊部位,应适当增加检查点数量。

#### 6.4.2 设备检查

定期检查空调器室内机和室外机的运行情况。检查室内机冷风温度及冷风风量,室内机是否漏水,箱体外表面有无结露,室内机进、出风口是否被异物堵塞,滤网是否灰尘过多;检查室外冷凝水排出情况、检查电耗情况等。空调器制冷性能明显下降时,应由专业人员检查、处理。

#### 6.4.3 作业评估与记录

评估空调器控温储粮效果及能耗,评估方法见附录 B。填写《空调器控温储粮作业记录卡》,记录卡内容及格式见附录 C。

### 6.5 安全要求

6.5.1 空调器应可靠接地。

6.5.2 空调器运行前应确保电源插头插牢,运行期间不应拔掉电源插头、损坏电线等不当操作。不应使用非指定电线、接长软线或与其他设备共用电源插座。

6.5.3 定期检查空调器各部分的运行状况,如果发现停机、不制冷、制冷不足、烧焦味等异常情况,应立即关闭电源,并进行检查维修。

6.5.4 其他应关闭电源的情况包括但不限于以下因素:

- a) 空调器运行期间停电;
- b) 雷电天气;
- c) 清扫仓房、清理空调器或其他可产生大量灰尘的作业前;
- d) 熏蒸作业前;
- e) 停止使用空调器后。

### 6.6 维护和保养

6.6.1 每年空调器运行前,应检查室内机进出风口、排水口是否有杂物堵塞,检查室内机的过滤网等部位是否有灰尘及异物。如果异物或灰尘过多,应清理干净。室外机应定期清洗。

6.6.2 每年空调器运行前,应检查空调器各部件,如果存在损坏、严重腐蚀、老化等问题,应修复或更换。

6.6.3 磷化氢熏蒸作业前,对未采用防磷化氢气体腐蚀设计的室内机,应采取双槽双膜密封等有效措施,确保室内机与熏蒸环境有效隔离。

6.6.4 每年空调器停止使用后,应将室内机内外的灰尘及异物清理干净,等机体内部干燥后,用防尘布罩等将室内机密封。

6.6.5 空调器的维护和保养还应符合使用说明书的有关要求。

附 录 A  
(资料性)  
仓房冷负荷的计算方法

### A.1 确定夏季仓房各部位的内外温差

A.1.1 仓房各传热部位的内外温差的计算方法,其中,与大气环境接触部位内外温差按公式(A.1)计算:

$$\Delta t = t_{zp} - t_n \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$\Delta t$  ——传热部位内外温差,单位为摄氏度(℃);  
 $t_{zp}$  ——夏季空气调节仓外白天平均综合温度,单位为摄氏度(℃);  
 $t_n$  ——仓内温度,单位为摄氏度(℃)。

与其他仓房或围护结构连接部位内外温差按公式(A.2)计算:

$$\Delta t = t_{lp} - t_n \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$\Delta t$  ——传热部位内外温差,单位为摄氏度(℃);  
 $t_{lp}$  ——计算仓房与其他仓房或围护结构连接部位的仓外平均温度,单位为摄氏度(℃);  
 $t_n$  ——仓内温度,单位为摄氏度(℃)。

A.1.2 确定仓内温度。仓内温度等于空调器的设定温度。

A.1.3 计算仓房与大气环境接触部位的仓外综合温度。夏季空气调节仓外白天平均综合温度按公式(A.3)计算:

$$t_{zp} = 0.8t_{wp} + 0.2t_{max} + \rho \times I / \alpha_w \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

$t_{zp}$  ——夏季空气调节仓外白天平均综合温度,单位为摄氏度(℃);  
 $t_{wp}$  ——当地近5年最热月份的平均气温,单位为摄氏度(℃),可采用网上查询的当地近5年最热月份剔除最高温度小于25℃日期后的最高气温和最低气温的平均值;  
 $t_{max}$  ——当地近5年最热月份最高气温,单位为摄氏度(℃),可采用网上查询的当地的历史温度数据;  
 $\rho$  ——传热部位外表面的太阳辐射吸收系数,无量纲,常见围护结构表面太阳辐射吸收系数见表A.1;  
 $I$  ——夏季传热部位外表面的太阳辐射照度,单位为瓦每平方米(W/m<sup>2</sup>),表A.2是我国不同纬度地区在夏季空气调节设计用透明度等级条件下白天平均太阳辐射照度;  
 $\alpha_w$  ——仓房外表面热交换系数,单位为瓦每平方米开尔文[W/(m<sup>2</sup>·K)],夏季 $\alpha_w$ 值见表A.3。

表 A.1 常见围护结构表面太阳辐射吸收系数表

面层类型	表面性质	表面颜色	太阳辐射吸收系数
水泥屋面	旧	素灰色	0.74
浅色油毡屋面	不光滑,新	浅黑色	0.72
黑色油毡屋面	不光滑,新	深黑色	0.86



表 A.1 常见围护结构表面太阳辐射吸收系数表 (续)

面层类型	表面性质	表面颜色	太阳辐射吸收系数
灰瓦屋面	旧	浅灰色	0.52
水泥瓦屋面		深灰色	0.69
石棉水泥瓦屋面		浅灰色	0.75
白石子屋面	粗糙	灰白色	0.62
绿豆砂保护屋面		浅黑色	0.65
红褐陶瓦屋面	旧	红褐色	0.65~0.74
抛光铝反射体片		浅色	0.12
混凝土墙	平滑	深灰色	0.73
混凝土砌块		灰色	0.65
硅酸盐砖墙	不光滑	灰白色	0.50
硅酸盐砖墙	不光滑	黄灰色	0.45~0.50
红砖墙	旧	红色	0.70~0.78
水泥粉刷墙面	光滑,新	浅灰色	0.56
白水泥粉刷墙面	光滑,新	白色	0.48
水泥拉毛墙	粗糙,旧	米黄色	0.65
石灰粉刷墙面	光滑,新	白色	0.48
浅色涂料	光亮	浅黄、浅红色	0.5
红涂料、油漆	光平	大红色	0.74
棕色、绿色漆	光亮	中棕、中绿色	0.79

注 1: 资料来源于 GB 50176—2016。

注 2: 其他类型、性质、颜色表面的太阳辐射吸收系数参照表中性质相近表面的太阳辐射吸收系数。

表 A.2 仓房各表面白天平均太阳辐射照度

北纬纬度	大气透明度等级	仓房表面太阳辐射照度/(W/m <sup>2</sup> )					
		南墙	东南(西南)墙	东(西)墙	东北(西北)墙	北墙	水平仓顶
20°	4	116	222	303	275	192	609
25°	4	134	244	311	269	170	619
	5	132	237	295	257	168	595
30°	3	163	277	338	276	162	656
	4	166	265	317	260	160	623
	5	169	257	301	250	160	599
	6	171	244	280	236	159	562

表 A.2 仓房各表面白天平均太阳辐射照度 (续)

北纬纬度	大气透明度等级	仓房表面太阳辐射照度/(W/m <sup>2</sup> )					
		南墙	东南(西南)墙	东(西)墙	东北(西北)墙	北墙	水平仓顶
35°	3	201	299	342	264	153	656
	4	200	284	320	250	152	622
	5	202	275	305	241	154	599
40°	2	246	336	364	267	147	680
	3	241	322	344	255	146	649
	4	236	305	322	242	146	614
	5	235	294	307	233	149	591
45°	2	289	361	365	256	141	668
	3	281	344	345	246	142	637
	4	275	325	323	233	142	602
50°	3	319	365	345	235	136	621

注 1: 北纬 20°~50°之间其他纬度的太阳辐射照度,可根据相邻两个纬度同等级透明度对应的太阳辐射照度,采用直线内插法计算得出,北纬 20°~50°之外的太阳辐射照度,采用直线外延法计算得出。

注 2: 不同地区夏季空气调节设计用大气透明度等级见 GB 50019—2015。

A.1.4 测量或计算仓房与其他仓房或围护结构连接部位的仓外平均温度,采用最热月份晴天 6:00—18:00 该部位外侧空气的实测温度的平均值。若连接仓房或围护结构内采用空调器控温方式,则连接部位的仓外平均温度为连接仓房或围护结构内的空调器的设定温度。在无法实测情况下,采用近似计算值,按公式(A.4)计算:

$$t_{Lp} = t_{wp} + 5 \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

$t_{Lp}$ ——计算仓房与其他仓房或围护结构连接部位的仓外平均温度,单位为摄氏度(℃);

$t_{wp}$ ——当地近 5 年最热月份的平均气温,单位为摄氏度(℃),可采用网上查询的当地近 5 年最热月份剔除最高温度小于 25℃日期后的最高气温和最低气温的平均值。

## A.2 计算仓房各传热部位的传热系数

根据粮仓上部空间部分对应的仓顶、四面仓墙、门、窗、轴流风机口等仓房结构的隔热性能,按照公式(A.5)计算各部位的传热系数:

$$K = 1/[1/\alpha_w + 1/\alpha_n + 1/(\delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \dots + \delta_n/\lambda_n)] \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:

$K$ ——传热系数,单位为瓦每平方米开尔文[W/(m<sup>2</sup>·K)];

$\alpha_w$ ——外表面换热系数,单位为瓦每平方米开尔文[W/(m<sup>2</sup>·K)],夏季  $\alpha_w$  值见表 A.3;

$\alpha_n$ ——内表面换热系数,单位为瓦每平方米开尔文[W/(m<sup>2</sup>·K)],夏季  $\alpha_n$  值见表 A.3;

$\delta_n$ ——第  $n$  层材料的厚度,单位为米(m);

$\lambda_n$ ——第  $n$  层材料的热导率,单位为瓦每米开尔文[W/(m·K)],常用仓房建筑材料、隔热材料的热导率见表 A.4。

表 A.3 夏季仓房外表面、内表面换热系数值表

外表面换热系数 $\alpha_w$	内表面换热系数 $\alpha_n$	
	热流方向水平	热流方向向下
19.0	8.7	5.9

注 1: 资料来源于 GB 50176—2016、GB/T 20311—2021。

注 2: 表中数据适用于海拔 $\leq 3\,000\text{ m}$ , 表面平整的屋顶、墙面, 也适用于有肋状突出物的屋顶、墙面, 但突出物高度/宽度 $\leq 0.3$ 。其他条件下可参照。

表 A.4 常用仓房建筑材料的热导率或传热系数表

材料名称		干密度/( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	热导率/[ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]	传热系数/[ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]
普通混凝土	钢筋混凝土	2 500	1.74	
	碎石、卵石混凝土	2 300	1.51	
		2 100	1.28	
轻骨料混凝土	膨胀矿渣珠混凝土	2 000	0.77	
		1 800	0.63	
		1 600	0.53	
	自然煤矸石、炉渣混凝土	1 700	1.00	
		1 500	0.76	
		1 300	0.56	
	粉煤灰陶粒混凝土	1 700	0.95	
		1 500	0.70	
		1 300	0.57	
		1 100	0.44	
轻混凝土	加气混凝土	700	0.18	
		500	0.14	
		300	0.10	
砂浆	水泥砂浆	1 800	0.93	
	石灰水泥砂浆	1 700	0.87	
	石灰砂浆	1 600	0.81	
	石灰石膏砂浆	1 500	0.76	
	无机保温砂浆	600	0.18	
		400	0.14	
砌体	灰砂砖砌体	1 900	1.10	
	硅酸盐砖砌体	1 800	0.87	
	炉渣砖砌体	1 700	0.81	

表 A.4 常用仓房建筑材料的热导率或传热系数表 (续)

材料名称		干密度/(kg/m <sup>3</sup> )	热导率/[W/(m·K)]	传热系数/[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
砌体	重砂浆砌筑黏土砖砌体	1 800	0.81	
	轻砂浆砌筑黏土砖砌体	1 700	0.76	
	重砂浆砌筑黏土空心砖砌体	1 400	0.58	
	KP1 黏土空心砖砌体	1 180	0.44	
保温材料	矿棉板	80~180	0.050	
	岩棉板	60~160	0.041	
	胶合板	600	0.17	
	纤维板	1 000	0.34	
		600	0.23	
	石膏板	1 050	0.33	
	麻刀	150	0.07	
	水泥膨胀珍珠岩	800	0.26	
		600	0.21	
		400	0.16	
	水泥膨胀蛭石	350	0.14	
	聚乙烯泡沫塑料	100	0.047	
	聚氯乙烯硬泡沫塑料	130	0.048	
	聚苯乙烯泡沫塑料(白板)	20	0.039	
	聚苯乙烯泡沫塑料(灰板)	20	0.033	
	挤塑聚苯乙烯泡沫塑料(带表皮)	35	0.030	
	聚氨酯泡沫塑料	35	0.024	
	酚醛板(用于墙体)	60	0.034	
	发泡水泥	150~300	0.070	
	泡沫石灰	300	0.116	
松散材料	锅炉渣	1 000	0.29	
	粉煤灰	1 000	0.23	
	高炉炉渣	900	0.26	
	膨胀蛭石	300	0.14	
		200	0.10	
	膨胀珍珠岩	120	0.070	
		80	0.058	
	稻壳	120	0.06	
	干草	100	0.047	

表 A.4 常用仓房建筑材料的热导率或传热系数表(续)

材料名称	干密度/(kg/m <sup>3</sup> )	热导率/[W/(m·K)]	传热系数/[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
防雨材料	沥青油毡、油毡纸	600	0.17
	石油沥青	1 400	0.27
		1 050	0.17
玻璃	平板玻璃	2 500	0.76
	玻璃钢	1 800	0.52
	中空玻璃	6 mm 透明玻璃 +12 mm 空气+	仅玻璃部分
		6 mm 透明玻璃	带塑钢框整窗
金属	钢	7 850	58.2
	铝	2 700	203
不通风空气层	厚度0.025 m、0.050 m、 0.100 m、0.300 m	热流方向水平	5.56
	厚度0.025 m	热流方向向下	5.26
	厚度0.050 m	热流方向向下	4.76
	厚度0.100 m	热流方向向下	4.55
	厚度0.300 m	热流方向向下	4.35

注：资料来源于 GB 50176—2016、GB/T 20311—2021。

### A.3 测量并计算仓房各传热部位的传热面积

墙壁的传热面积取装粮线上部加上装粮线下 0.5 m 的墙壁面积(简称上部墙壁墙面),不与其他仓房连接的浅圆仓、立筒仓 8 个方位的墙壁传热面积分别为  $\pi/4$  圆心角对应的上部墙壁面积。与其他仓房或围护结构连接部位的上部墙壁、仓顶面积单独测量和计算。

### A.4 计算各传热部位形成的冷负荷

按照公式(A.6)计算:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

$Q$  ——传热部位冷负荷,单位为瓦(W);

$K$  ——传热部位的传热系数,单位为瓦每平方米开尔文[W/(m<sup>2</sup>·K)];

$F$  ——传热部位传热面积,单位为平方米(m<sup>2</sup>);

$\Delta t$  ——传热部位内外温差,单位为摄氏度(℃)。

### A.5 计算仓房的冷负荷

按照公式(A.7)计算:

$$Q_c = Q_{cd} + Q_{cq} + Q_{cc} + \dots \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

式中：

$Q_c$  ——仓房的冷负荷,单位为瓦(W);

$Q_{cd}$  ——仓顶的冷负荷,单位为瓦(W);

$Q_{cq}$  ——上部仓墙的冷负荷,单位为瓦(W);

$Q_{cc}$  ——仓窗的冷负荷,单位为瓦(W)。

#### A.6 仓房冷负荷的概算方法

在无法采用仓房冷负荷计算方法时采用概算方法,见公式(A.8):

$$Q_c = Q_0 \cdot S_{Lm} \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

式中：

$Q_c$  ——仓房的冷负荷,单位为瓦(W);

$Q_0$  ——单位面积粮面冷负荷,单位为瓦每平方米(W/m<sup>2</sup>),不同储粮生态区  $Q_0$  值见表 A.5;

$S_{Lm}$  ——粮面上空间水平截面积,单位为平方米(m<sup>2</sup>)。

表 A.5 单位面积冷负荷概算表

中国储粮生态区	单位面积粮面冷负荷概算值/(W/m <sup>2</sup> )
第一、二、三、四区	18
第五、六区	25
第七区	27
注：中国储粮生态区域划分见 GB/T 29890。	

## 附录 B

(资料性)

## 空调器控温储粮效果及能耗评估方法

## B.1 空调器夏季控温储粮单位面积能耗评估方法

## B.1.1 日平均单位面积能耗按公式(B.1)计算。

$$E_d = W / (S_{Lm} \times N) \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

 $E_d$  ——空调器夏季运行日平均单位面积能耗,单位为千瓦时每平方米天 $[(kW \cdot h)/(m^2 \cdot d)]$ ; $W$  ——计算仓所有空调器运行期间累计耗电量,单位为千瓦时 $(kW \cdot h)$ ; $S_{Lm}$  ——粮面上空间水平截面积,单位为平方米 $(m^2)$ ; $N$  ——空调器实际运行总天数,单位为天 $(d)$ 。

## B.1.2 夏季单位面积总能耗按公式(B.2)计算。

$$E_s = W_s / S_{Lm} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

 $E_s$  ——空调器夏季运行单位面积总能耗,单位为千瓦时每平方米 $[(kW \cdot h)/m^2]$ ; $W_s$  ——计算仓所有空调器夏季累计耗电量,单位为千瓦时 $(kW \cdot h)$ ; $S_{Lm}$  ——粮面上空间水平截面积,单位为平方米 $(m^2)$ 。

## B.1.3 空调器夏季准低温储粮单位面积能耗指标见表 B.1。

表 B.1 空调器夏季准低温储藏安全水分粮食单位面积能耗指标表

中国储粮生态区	夏季空调器制冷运行时间指标	夏季日平均单位面积能耗指标 ( $kW \cdot h)/(m^2 \cdot d)$ )	夏季单位面积总能耗指标 $kW \cdot h/m^2$
第一、二、三、四区	$\leq 4.5$ 个月	$\leq 0.12$	$\leq 16.6$
第五、六区	$\leq 5.5$ 个月	$\leq 0.15$	$\leq 25.2$
第七区	$\leq 6.5$ 个月	$\leq 0.17$	$\leq 33.8$

## B.2 测量仓内空间温度的方法及要求

## B.2.1 测量仓内空间温度的方法

B.2.1.1 夏季中午时使用温度计测量粮面上 1 m 高的空间温度,测量点数不少于 5 点,梅花布点,均匀分布,且测点应距离空调器出风口 5 m 以上。

B.2.1.2 如果无粮面压盖物,在夏季中午使用温度计测量空调器出风口冷风正对粮面上 5 cm 处的空气温度,每个空调器下测 2 点以上,测点间距 1 m。同时测量每个测点下 1.0 m 厚度粮食的最高温度。如果有粮面压盖物,只检查冷风正对粮面压盖物上下是否结露。

## B.2.2 仓内空间温度要求

粮面上 1 m 高空气温度差值 $\leq 4$  °C。空调器出风口冷风正对处上层粮食最高温度—该处粮面上 5 cm 处的空气温度 $\leq 8$  °C。冷风正对粮面压盖物上下无结露。

### B.3 测量上层粮食温度方法及要求

**B.3.1** 测量上层粮食温度方法:夏季人工用探子温度计检测粮食温度,测点数不少于 5 点,梅花布点,均匀分布,深度为粮面下 0.5 m 范围内高温层处。当测温电缆的温度传感器位于该高温层深度时,其测温数据也可采用。

**B.3.2** 上层粮食最高温度要求:上层粮食最高温度 $\leq$ (空调器设定温度+3℃)。

中国标准出版社



## 附录 C

(资料性)

## 空调器控温储粮作业记录卡示例

空调器控温储粮作业记录卡示例见图 C.1。

单位名称：

仓型仓号：

储粮品种				重量	t	等级		
杂质		%		水分	%	入仓时间		
空调器型号				单台制冷量	W	单台制冷功率	W	
单台循环风量		m <sup>3</sup> /h		空调器数量	台	仓房规格	m	
粮堆尺寸				m		空间高度	m	
仓顶结构						仓顶厚度	m	
仓墙结构						仓墙厚度	m	
仓窗结构及隔热方式						仓窗尺寸及数量	m	
						个		
仓门结构及隔热方式						仓门尺寸及数量	m	
						个		
轴流风机口尺寸及数量		m	自然通风口尺寸及数量	m	进人口尺寸	m		
		个		个	入粮口尺寸	m		
其他孔洞及隔热方式								
日期	空调器设定温度/℃	中午环境温度/℃	仓内空间温度/℃	仓内空间湿度/%	全仓平均粮温/℃	上层 0.5 m 平均粮温/℃	上层 0.5 m 最高粮温/℃	
空调器运行期间粮食发热、结露情况及原因					空调器发生故障及原因			
全仓平均粮温变化		℃	上层 0.5 m 平均粮温变化		℃	夏季空调器运行天数		
开机前粮食水分		%	关机后粮食水分		%	粮食水分变化		%
夏季总耗电量		kW·h			最高日耗电量		kW·h	
夏季单位面积总能耗		kW·h/m <sup>2</sup>			单位面积日平均能耗		kW·h/(m <sup>2</sup> ·d)	
注：表中用于记录的表格不足时，可以按照本表格式增加附页。								

记录人：

负责人：

年 月 日

图 C.1 空调控温储粮作业记录卡示例

参 考 文 献

- [1] GB/T 20311—2021 建筑构件和建筑单元 热阻和传热系数 计算方法
  - [2] GB 50019—2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
  - [3] GB 50176—2016 民用建筑热工设计规范
- 

中国标准出版社