

《低温储粮技术操作规程》

编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

四川是全国 13 个粮食主产省之一，是西部唯一的粮食主产省，也是粮食生产、流通、消费、转化和军粮供应大省，在保障国家粮食安全大局中具有重要地位和作用。近年来，我省抓住“粮安工程”“优质粮食工程”建设机遇，加大仓储基础设施建设力度，粮食流通现代化能力迅猛提升。但四川气候高温高湿，粮食品质易劣变，保粮压力更加巨大。

面对严峻的储粮形势、自然条件制约和农业供给侧结构性改革对提高绿色优质粮油产品供给的新要求，四川粮食和物资储备系统深入学习贯彻习近平总书记关于粮食安全的重要指示批示和论述精神，紧紧围绕粮食供给侧结构性改革和高质量发展方向，牢固树立和践行绿色发展理念，以绿色促发展、科技换效益，自 2014 年起，在全国率先大规模应用绿色低温技术。目前，省级资金补助 15 亿元，支持 639 万吨绿色低温粮食储备库建设，实现了政策性粮库全覆盖，其中有 400 万吨仓容投入使用，为了“使用好、规范好”低温库，推动我省粮食存储企业转型升级、提质增效，守住管好“天府粮仓”，迫切需要建立一套标准规范。

从 2016 年开始，省粮食和储备局为了更好的指导全省低温储粮技术的使用，组建了“四川省低温储粮技术应用研究指导小组”，并下发了全省统一的“四川省低温储粮技术应用研究方案”。通过专家对 30 个库区近两年的比对试验、数据分析研究，总结形成了低温储粮条件下的安全水分、

原粮品质变化、设施设备运行、技术操作以及相关仓储管理配套制度初步研究成果，并将上述资料编辑成册，下发全省粮食仓储企业验证应用。为“擦亮四川农业大省金字招牌”发挥更好的作用，省局在原“四川省低温储粮技术应用研究指导小组”基础上提出《低温储粮技术操作规程》地方标准制定立项申请，经省市场监管局批准成立了“低温储粮技术操作规程标准编制组”，于2019年3月启动该标准的编制工作。

（二）主要起草单位和协作单位

由四川省粮食工程设计院牵头，四川省粮食和物资储备局、四川省粮油中心监测站、四川省粮食学校共同承担本标准的具体研究和制定工作。

（三）主要起草过程

1. 查询资料

本规程起草小组应用前期“四川省低温储粮技术应用研究方案”的技术成果，同时查阅了大量国内科技文献及有关国家的相关标准资料，并对搜集的资料进行了分析、整理和研究。主要标准包括：GB 50320 《粮食平房仓设计规范》、GB/T 25229 《平房仓气密性要求》、GB/T 26879 《平房仓隔热技术规程》、GB/T 29374 《粮油储藏 谷物冷却机应用技术规程》、GB/T 29890 《粮油储藏技术规范》等。

2. 收集试验数据和分析讨论

通过对30个库区近两年的比对试验、数据分析研究，在原“低温储粮技术操作”的基础上修改完善形成《低温储粮技术操作规程》初稿，编制小组分别于2019年5月27日、7月26日及9月5日三次讨论修改，形成《低温储粮技术操作规程》（征求意见稿）及《编制说明》初稿。9月中旬，采用面向社会挂网征集、以及向各低温储粮单位及有关专家定向征

求方式征求意见；9月30日，将收到的意见和建议进行分类统计，吸收采纳了大部分意见（详见附表）；10月8日，编制小组经过再次讨论研究，形成了《低温储粮技术操作规程》（审定稿）及审定稿《编制说明》；10月11日，邀请相关专家对审定稿进行了修改审定，形成《低温储粮技术操作规程》（送审稿）及送审稿《编制说明》。

附表 标准意见征集及处理情况汇总表

序号	标准章条编号	意见内容	提出单位	处理意见	理由
1	前言	在“前言”中增加“本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。”	专家意见	采纳	
2	2	根据标准号调整“2 规范性引用文件”中标准的排列顺序。	专家意见	采纳	
3	4	删除“4 四川储粮生态区域分布和主要储粮措施”整段内容。	专家意见	采纳	
4	5.2、5.3、5.4	将“5.2、5.3、5.4”段落内容合并调整，综合为“5.2 设备基本要求”后分别阐述具体要求和情况。	专家意见	采纳	
5	6.1.1	最高不宜超过原标准值两个水分值单位，建议改为 20℃ 对应的安全水分值。	成都市大茂丰粮油贸易有限公司	未采纳	安全水分不单与温度有关，与湿度也密切相关，不同的地方和不同的粮食品种这个值是不一样的，标准难于做统一规定。
6	8.3.2	当整仓粮食平均温度高于 15℃ 时，应适时启动整仓降温机组，降低整仓粮温。（建议将仓储用电改为农业用电，低温储粮耗电量大，企业负担重。）	成都市大茂丰粮油贸易有限公司	未采纳	在全省范围内，的确有地方将粮食系统的用电作为农业用电，用电标准是发改、能源等相关的职能。这个问题不是标准本身能解决的。
7	6.1.1	建议将储存安全水份调整为稻谷 14.5%、小麦 13.0%。	德阳市发展和改革委员会	未采纳	安全水分不单与温度有关，与湿度也密切相关，不同的地方和不同的粮食品种这个值是不一样的，标准难于做统一规定。
8	1	第二段“主要采取机械制冷方	自贡市发	未采	利用冬季低温进行低价冷源储

		式”。建议修改为：“主要采取机械制冷和利用冬季冷空气机械通风降温制冷方式。”	发展和改革委员会	纳	备，是本标准综合控温的方法之一，但其受限条件较多，除在冬季有机会使用外，其它季节不能使用，机械制冷才是不受任何外界条件限制的主要方式。
9	3.1	①“主要采取机械制冷方式”。建议修改为：“主要采取机械制冷和利用冬季冷空气机械通风降温制冷方式”。②“有效抑制储粮品质劣变的储粮技术”。建议修改为：“有效延缓储粮品质劣变和抑制有害生物危害的储粮技术”。	自贡市发展和改革委员会	未采纳	同 4。 ②粮食是有生命的有机体，除少数具有后熟期的粮食外，从脱离植株后，其品质就进入了衰减的过程，“抑制”和“延缓”均没有“保持”原有品质好。品质包含使用品质，种用品质等。
10	4.1.1	建设全段格式改为：“4.1.1 第一区 高寒干燥储粮区：甘孜州和阿坝州全部，绵阳市、雅安市和广元市部分地区属于该储粮区；第六区 中温低湿储粮区：攀枝花市全部、凉山州部分地区属于该储粮区；第五区 中温高湿储粮区：除上述一、六区外的四川其它地区属于该储粮区。”	自贡市发展和改革委员会	未采纳	本小节内容在划分储粮生态区上比 GB/T 29890 标准虽然更加具体了一些，但真正的指导意义不强，后经编制组讨论并再次征求专家意见，对本小节及原来的第 4 章除 4.2.3 调整到第 7 章外，其余做了删除。
11	5.1.5	“环流熏蒸和粮情检测系统”。建议修改为：“环流熏蒸和粮情测控系统。”	自贡市发展和改革委员会	采纳	
12	7.4.1.1	“一般虫粮及严重虫粮应按相关规范在入仓完成后进行一次彻底熏蒸杀虫处理，”建议修改为：“入仓期间，一般虫粮及严重虫粮应按相关规定处理，入仓完成后进行一次彻底熏蒸杀虫处理，”。	自贡市发展和改革委员会	采纳	
13	8.1	“并从小门进出，”修改为：“并从检查门进出，”。	自贡市发展和改革委员会	采纳	
14	8.5	8.5 中的记录格式由全省统一制定。	自贡市发展和改革委员会	采纳	

15	9.1	9.1 中要求的专业人员请省上尽快组织专业培训。	自贡市发展和改革委员会	采纳	
16	3.1	主要利用制冷方式对房式仓内的粮食进行降温通风,降低粮食储存温度,确保粮堆的平均温度不超过 15℃、局部最高温度不超过 20℃,有效抑制储粮品质劣变的储粮技术。制冷方式主要有机械制冷、地源热泵、水源热泵等制冷方式。	绵阳市发展和改革委员会	采纳	
17	7.2.1	宜改为:高温季入仓高温粮宜适时整仓机械制冷将粮温控制到 15℃ 以内,小麦因其耐热性宜降到 20℃ 以内。	眉山市发展和改革委员会	未采纳	与低温储粮定义不完全吻合。
18	7.4.1.1	宜改为:一般虫粮及严重虫粮应按相关规定在入仓完成后进行一次彻底的熏蒸杀虫处理。	眉山市发展和改革委员会	采纳	
19	7.4.2.1	宜改为:粮食水分、储粮害虫、杂质聚集及储藏微生物是导致粮堆发热的重要因素,尤其是微生物。	眉山市发展和改革委员会	未采纳	经编制组讨论并再次征求专家意见后对本节做了较大的修改,与其它章节合并为 7.4.2
20	8.2	宜改为:当房式仓粮堆温差 $\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 时,粮堆上层与底层温差 $\leq 3^{\circ}\text{C}$ 时,即视为粮温均匀。	眉山市发展和改革委员会	未采纳	经编制组讨论并再次征求专家意见后对本节做了较大的修改,与其它章节合并为 6.1.1.

二、编制原则和主要内容

(一) 编制原则

以《GB/T 29890 粮油储藏技术规范》和《GB/T29374 粮油储藏 谷物冷却机应用技术规程》为基础,结合四川近年低温储粮实验数据,提出四川省低温储粮技术操作规程。

(二) 主要内容

本文件规定了低温储粮技术的术语和定义、仓储设施设备配置要求、出入仓要求、降温与控温技术、储粮管理、人员要求及应用效果评价主要内容。本文件编写符合 GB/T 1.1-2020 给出的起草规定。

1 范围

本文件适用于四川省行政区域内房式仓低温储存稻谷、小麦、玉米等原粮。

【说明：标准是依据四川省储粮生态的特点，结合四川省近几年低温储粮实践成果总结编制而成，其中的低温控制方法对四川的低温储粮是较好的，可行的。四川省目前虽然用于储备粮食的仓型有房式仓、浅圆仓和立筒库，其储粮技术特点各有不同，但在四川主要采用低温储粮技术的仓型是房式仓，前期的实践数据也是房式仓储藏稻谷、小麦和玉米的数据，故本标准仅在上述范围内适用。其它低温储粮应该依据其自身特点可参考本标准。】

2 规范性引用文件

本规程引用了《GB/T 29374 粮油储藏 谷物冷却机应用技术规程》《GB/T 29890 粮油储藏技术规范》《GB/T 25229 粮油储藏平房仓气密性要求》等 14 个标准文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

1.1

低温储粮技术 low temperature grain storage technology

主要利用综合控温方式，保持粮堆常年平均温度不超过 15°C、局部最高温度不超过 20°C 的储粮技术。

1.2

综合控温 comprehensive temperature control

利用机械冷源或自然冷源，通过整仓降温、环流降温、表层控温、内环流控温均温等方式综合应用控制储粮温度。

1.3

整仓降温 whole granary cooling

利用机械冷源或自然冷源，对整仓粮食进行降温。

1.4

表层控温 surface temperature control

利用机械冷源或自然冷源，通过调节仓温控制控制粮堆表层温度

1.5

环流降温 circulating cooling

将粮仓内气体用管道直接引入制冷设备，经过降温控湿处理后，再次送入粮仓内，降低仓温和粮温。

1.6

内环流控温 internal circulation technique

采用小功率风机将粮堆中下部的冷空气经仓房底部风道、仓外保温环流管输送到仓内空间，形成仓内空间及粮堆内部空气循环流动，控制或减缓仓温、表层粮温上升，均衡粮堆温度。

【本规程定义了 6 条术语。根据编写规定，规程定义的术语是为了理解和掌握本规程而专门定义的，适用于本规程。所以，在本规程中，这些术语的定义是科学、准确的。但在本规程以外的某些特定场合可能不完全正确，引用时应特别注意。】

4 仓储设施设备配置要求

4.1 仓房

4.1.1 仓房应满足有效防止储粮有害生物危害、减少不利环境条件特别是高温、高湿对储粮的影响。

4.1.2 所用材料应符合环保、防火要求。

4.1.3 仓房屋盖、墙体、地面等建筑构造应满足 GB 50320 规定。

【上面三小节参考了 GB 50320 规定，在此基础上对仓房使用的材料做了明确的规定，一要环保，二要防火。对仓房需要达到的基本条件作了明确规定：保障粮食储藏安全。】

4.1.4 仓房墙体、仓盖有良好的隔热性能，其传热系数应符合 GB/T 29890 规定，传热系数测定方法按 GB/T 34342 执行。

【墙体、仓盖是粮仓内外热量交换、造成结露最主要的部位，必须做好隔热处理，尽量减少外温对仓温和粮温的影响。根据我国粮仓建设的具体情

况，拱板仓屋盖上、下弦板面均宜做保温或隔热层。夏季高温持续时间较长的储粮生态区域，宜做架空隔热层，或采用新型隔热材料；仓内吊隔热顶棚可以在粮面增加一个隔热缓冲层，减少外界温度变化通过仓盖传入仓内，在夏季可以延缓仓温上升，为低温或准低温储藏创造条件；秋冬季节则可以避免因寒冷气流影响造成屋顶内结露，或避免结露的水滴直接滴落在粮面上。所以，宜吊隔热顶棚（静态隔热措施）。也可在隔热层温度升高时，利用轴流风机加速空气流动，避免闷顶形成（动态隔热措施）。明确规定了传热系数测定的方法，新仓时，检测结果判断其是否满足设计要求；使用一定时间后，也可以进行检测，结果可作为是否修缮降低传热系数的依据。】

4.1.5 仓房气密性应符合 GB/T 25229 中熏蒸仓三级及以上标准要求。气密性检测方法按 GB/T 25229 附录 C 执行。

【仓房气密性一节，应用了 GB/T25229 的规定，参考了《GB/T 29890-2013 粮油储藏技术规范》中对粮仓气密性的要求。仓房隔热与防潮性能往往与仓房的气密性有密切联系。仓房的气密性好，其隔热和防潮性能也好。仓房具有良好的气密性是安全储粮的需要。每栋仓房气密性检测次数应不少于 3 次，且每次均达到原国家粮食储备局制定的仓房气密性标准，即 500Pa 降至 250Pa 的压力半衰期：平房仓大于 40s。这是根据我国仓房现状制定的仓房气密性最低标准，粮库在实际使用中应尽可能提高仓房的气密性，依据我省实际情况，推荐使用气调仓三级及以上标准。】

4.1.6 仓房机械通风口应具有良好气密性和隔热性，在通风时，能与整仓降温设备、通风机等快速可靠连接。仓房的门、窗及外环流管应进行

密闭、隔热保温处理。

【仓房的机械通风口往往是削弱仓房气密性和隔热保温性能的一个环节，因此要重点对通风口进行气密性和隔热保温性能的改造。注意在通风口使用时，保证方便与相关通风、制冷机械的连接的便捷性和可靠性。仓房的门、窗连同仓房的工艺孔洞都是容易造成仓房气密性和隔热保温性能减弱的原因，因此在进行低温储粮时，应通过填充保温材料、进行密闭处理加强仓房门、窗的密闭隔热性能，减少冷量损失。】

4.2 设备

4.2.1 整仓降温设备：根据冷却通风量（热负荷）、作业完成时间、仓型、储粮数量及气候条件，选择能对出风口温湿度进行调控的整仓降温设备。

【在选用整仓降温设备时，应该综合考虑的技术指标、仓库储粮实际情况及降温作业的具体要求等因素。选用出风口温度可控的整仓降温设备，可以根据环境温度与粮温的实际情况，合理设置出风口温度，避免因温差过大引起粮堆内结露。选用出风口湿度可控的整仓降温设备，可根据环境温度、粮温实际情况，合理设置出风口湿度，减少或避免因降温引起的粮堆水分丢失。同时，在满足上述要求的前提下，选用变频调速离心风机，依据使用的实际工况，实时节能。】

4.2.2 表层控温设备：按不小于 $15\text{w}/\text{m}^3$ 的单位制冷量选择合适的制冷机组，宜采用在熏蒸作业时能正常运行的仓外一体机。

【确定粮面控温机组单位制冷量，参考了民用空调及利用民用空调进行粮面控温的实践数据 $12\sim 18\text{w}/\text{m}^3$ ，结合省内前期实际运行的情况最高的为 $21\text{w}/\text{m}^3$ ，由于采用循环式降温通风方式，仓内气体质量和温度相对稳

定，兼顾储粮的具体情况，最后确定为不小于 $15\text{w}/\text{m}^3$ ，既能很好的满足粮面控温的需要，又不造成能量浪费。对于表面控温设备，最好选用仓外一体机，且在进行熏蒸时仍能正常工作；如用分体式，仓内机组在熏蒸时要对机组进行熏蒸防腐处理。因为害虫大量发生的时间，多在高温季节，熏蒸时间一般需要 $15\sim 20$ 天，如果熏蒸时不能控温，粮温就很可能迅速升高，前期的低温成果不复存在。在粮食出入仓等高粉尘作业期间，要进行防粉尘处理；仓外一体机，可以实现最大程度上避免熏蒸与粉尘对设备造成损坏，且便于设备后期的维护保养。】

4.2.3 内环流设备：应满足 $1\text{m}^3/\text{h.t}\sim 2\text{m}^3/\text{h.t}$ 单位通风量、具有防磷化氢腐蚀的风机和环流管道等组成的通风系统。

【内环流技术的应用，能充分利用粮堆冷心储备的冷源，降低表层粮温、均衡粮堆温度。该设备要能够既在粮堆中形成环流运动，又不能在该运动中升高粮堆温度，就必须采用小风量长时间的通风方法；内环流设备是一个独立的系统，可以独立运行，也可以与其它相关设备等配合运行。】

4.2.4 机械通风设备应符合 LS/T1202 的规定，环流熏蒸装备应符合 GB/T17913 的规定，粮情测控系统应符合 GB/T 26882.1 的规定。

4.2.5 在仓房外墙上设置的回风管道应做保温隔热处理。

【铺设回风管道，应在安装施工时，通过敷设保温隔热层做好管道自身的保温隔热，减少制冷时冷量通过管道壁的损失。】

4.2.6 应合理布置冷风送风口及回风口位置。

【根据流体力学原理，科学、合理布置冷风出风口和回风口，使粮面上方空间形成均匀的温度场，避免或尽量减小冷风死角区，同时，注意调节出风口的方向，避免冷风直接吹向粮面，以免温差过大，造成粮面结露，

引起霉变。】

5 入仓要求

5.1 入仓

5.1.1 粮食食品安全应符合 GB 2715 规定。

5.1.2 储备粮质量应符合 GB/T 20569、GB/T 20570、GB/T 20571、GB/T 31785 规定的宜存标准和相关管理要求。

5.1.3 粮食杂质含量宜低于 0.5%。

【降低粮食杂质含量，有助于在储粮过程中维持粮情稳定，根据四川省前期低温储粮的实践，入仓粮食杂质含量应尽量保持在 0.5% 以下。在现有技术条件下，低温储粮与常规储粮相比，粮食品质更好，储粮成本也更高，因此企业用低温仓应优先存储优质粮源】

5.1.4 在保证粮食储藏安全的前提下，可结合实际适当提高入库粮食的水分。但籼稻谷最高不宜超过质量标准值两个水分值单位、小麦最高不宜超过质量标准值一个水分值单位。玉米最高不宜超过质量标准值半个水分值单位。

【水分与温度对储粮安全的联合作用机制表明，储粮温度降低，水分就可以提高。低温储粮，因粮温比常规储粮更低，水分可以在常规储粮安全水分基础上适当提高；虽然低温储藏原理基本成熟，但低温储藏技术目前尚处于一个探索阶段，本文件使用单位，应依据本单位的实际情况综合评估后实施水分提高的事项及提高的幅度。同时一定要考虑粮食水分、温度在粮堆中的不均衡性对粮食安全储藏带来的负面影响。对于高出本标准要求的高水分粮食，进行低温储藏前，应降到安全水分以内。】

5.1.5 宜采用低落点、多落点方式入仓。

5.1.6 宜在低温季节组织粮食入仓。

【入仓时粮温过高，会造成基础粮温过高，为降低粮温，需要启动制冷机组，拉低粮温，从而增加了能耗。标准要求有条件时，尽量在气温较低的季节组织粮食入库。】

5.1.7 入仓作业应采取控制粉尘和噪音措施。

5.2 出仓

5.2.1 出仓前粮温低于气温 10℃ 以上时，应进行缓苏处理。

【四川主要储粮区域，空气湿度大，当出仓前粮温低于气温 10℃ 以上，易产生露水凝结在粮粒上，因此要进行逐步缓苏处理，慢慢让粮温与环境温度接近，缩小两者之间的温差，避免结露发生。】

5.2.2 出仓作业应采取控制粉尘和噪音措施。

6 6 储存控温

6.1 整仓降温

6.1.1 冬季入仓粮食，应及时采用机械通风或自然通风降温和均温；其它季节入仓的粮食，应及时采用整仓降温设备降温和均温，将粮堆平均温度降至 15℃ 以下，粮堆温差控制在 $\leq 1^\circ\text{C}/\text{m}$ 。

【新入库的粮食，彼此间粮温相差较大，在粮堆内容易产生湿热扩散，低温处的水分会增高，从而影响粮食安全储藏。】

6.1.2 当粮温高于目标温度 6℃ 以上时，宜采用分阶段降温通风。

（注：目标温度是依据实际情况确定的阶段性或最终实现的预期粮食温度。）

【采用分阶段降温通风，主要目的是为了减少能耗，和降低通风过程中粮食的失水量和避免粮食结露。当粮温与目标温度温差过大，如果采用一次

降温到目标温度，则可能会出现结露，因为降温设备的出风口的温度常常比目标温度低，在降温作业时，更容易产生结露现象。同时，在低温时空气容纳水汽能力更低，更容易造成水分损失。分阶段降温一般宜把降温幅度控制在 3℃，过低效率低，过高失水量会增加，实际工作中要权衡利弊，做综合考虑。】

6.1.3 整仓粮食平均温度高于 17℃时，应适时启动整仓降温设备将其降至 15℃以下。

【整仓粮食平均温度高于 17℃时，启动整仓降温设备，与低温储藏的目标温度相差 2℃，其原因是：其一为了减少整仓降温设备使用频次；其二为了保持低温储粮成果；其三是依据前期低温运行的结果看，这种温度调控幅度能耗相对较低。】

6.1.4 整仓降温设备的操作与管理要求按照 GB/T 29374 和 LS/T 1202 规定执行。

【在此虽然只推荐参照 GB/T 29374 和 LS/T 1202 标准，但 GB/T18835 和 LS/T 1204 也有较好参照价值，尤其是后者，在实际工作中，结合自身情况，编制更加可行的实施细则。】

6.1.5 整仓降温结束后，应立即拆除连接风管，及时关闭仓房进风口、门窗、排气口。进风口应采用填充方便、保温性能良好的隔热材料进行封堵。

【达到预期目标，停止整仓降温，其仓内温度梯度满足储粮安全要求，因此要及时隔断风道可能传热的地方，目前，门、窗、通风道及其材质，是我们低温储藏过程中获得冷源后如何保持住冷源的关键因素之一。在过

墙管内填塞热阻更大材料、增设隔热层是比较有效的措施。】

6.1.6 当气温高于粮温时，应采用环流降温。

6.2 表层控温

6.2.1 使用表层控温设备应调节出风口方向，避免冷风直接吹向粮面，并检测评估仓温均匀性。

【对新建新配的粮面控温系统，应进行仓间降温均匀性的评估，整个空间温度基本均匀，温差过大，既不满足控温需求，又会造成粮面水分转移，形成新的储粮安全隐患。如果冷风径直吹向粮面，是容易造成温差过大的极端情况，一定要避免。】

6.2.2 仓温高于 23℃应适时启动表层控温设备，将仓温降至 20℃以下。

6.2.3 低温季节宜采用轴流风机通风换气，将仓温降至 20℃以下。

6.2.4 表层控温设备与整仓降温设备不应同时启用。

6.2.5 当气温高于仓温时，应采用环流降温。

6.3 内环流控温

6.3.1 表层粮温升高时宜适时启动内环流控温设备，将表层粮温控制在20℃以下。

【一般情况下，粮堆温度的变化规律是上层最快，四周次之，底部更慢，而粮堆中心几乎不变，形成一个冷心，在温度开始上升时，可以考虑内部循环的方法，控制粮温，并且达到均温的目的，在气温上升季节，利用该技术，可节约能耗。】

6.3.2 内环流控温设备和表层控温设备应分开控制。

【两类设备可以同时使用，也可以独立使用，具体要依据当时的粮食

及空间参数，及控温的主要目的而定。当上层粮温已经升高，就需要考虑同时使用。为此要分别独立控制。】

6.4 自然冷源降温

在低温季节，气温低于粮温时，宜利用自然冷源进行小风量机械通风降温，应采用分段降温至 12℃ 以下。

【低温季节，利用自然低温进行机械通风，可以降低基础粮温，减少能源消耗。但当粮温与气温温差过大时，应进行分阶段降温通风，以免温差过大，造成粮堆结露。处于第一储粮生态区和第六储粮生态区的粮食仓储企业，因空气湿度较低，在通风时，采用缓速降温通风或自然通风可以减少水分散失。要求将粮温降至 12℃ 以内主要是基于当地的地热值，不能认为降得越低越好。如果粮温低于了当地地热，大地就成为了一个加热器，且在降温时同时要降低仓底的温度，会增加能耗】

7 储粮管理

7.1 管理措施

应采取新粮入仓均粮温，秋冬通风蓄冷源，春季隔热防升温，夏季补冷控虫霉的低温储粮措施。

7.2 粮情检查

应按照 GB/T 29890 规定执行。高温季节宜减少进仓检查次数，应选择气温低时进仓，随手关门，减少人员在仓内的停留时间。

【上述二节内容，都是在前期低温储粮实践中总结出来的经验，各单位可依据实际情况有针对性的进行应用。体现低温储藏与常规储藏在管理上的差别，减少进仓检查次数，原则上是 15 天 1 次，如果水分合格，粮温正常稳定，可以适当延长检查周期。应选择气温低的时进仓，指的是一

天内气温比较低的时候，如早上。随手关门，减少仓内停留时间，指的是进出仓后，必须马上关门，避免仓内外进行热交换，每次检查应有充分准备，计划周全，尽量减少在仓内作业时间。】

7.4 保水措施

7.4.1 冬季通风降温宜采用檐墙（或山墙）轴流风机上行式通风或仓底通风口小功率离心风机吸出式通风。

7.4.2 冬季通风降温应选择相对湿度不低于 65%的大气条件；条件允许时宜选择更高的大气湿度，但最高湿度不能超过 95%。

【在冬季，气温较低，空气的载水能力下降，低温的粮食其吸湿能力也下降，这时可根据粮堆具体情况，确定通风参数，选择适宜的通风时机，达到保水的目的。】

7.4.3 谷冷保水通风，应分阶段设置通风参数，具体参数选择见 GB/T 29374。

7.4.4 粮温较低或翌年春季将出库的粮食，冬季可不进行机械通风降温。

7.5 粮情处置

7.5.1 一般虫粮及严重虫粮在入仓完成后进行一次彻底杀虫处理。宜采用绿色安全的杀虫防虫技术。

7.5.2 局部发热时，应及时扦样找出原因。微生物引起的发热，可进行单管通风或局部挖掘；害虫引起的发热，可进行局部处置；多点发热时，可进行局部或整仓处置。

7.5.3 粮堆内部温差达到结露温差应及时检查，发现结露应及时启动相关设备进行处置。

【第 7.5 节主要阐明低温储粮时异常粮情处理方法。异常粮情主要包括粮食生虫、发热和结露。应查明原因，从根本上解决问题。水分、杂质都是诱发微生物及害虫大量生长繁殖的主要因素；温差过大是导致粮堆结露的根源。】

7.6 文档管理

7.6.1 应建立低温储粮管理档案，详细记录储粮全过程相关情况，见附录 A。

7.6.2 文档保存不少于两个储藏周期。

【由于低温储藏技术目前尚处在应用探索的初期，理论成熟，但在应用技术和方法上有更多需要完善，记录、保存好过程资料，有利于总结经验，提高技术水平和经济效率。】

7.7 效果评价

7.6.1 储粮品质评价

7.6.1.1 在低温储粮过程中，每年至少进行 1 次粮食品质和质量安全指标检测，根据检测结果，及时调整低温储粮技术参数。

7.6.1.2 储粮周期结束时，应进行粮食品质和质量安全指标检测，根据检测结果，对低温储粮效果进行评价。

7.6.2 经济效益评价

7.6.2.1 经济效益评价应以单个廋间、一个储粮周期为统计单位。

7.6.2.2 根据低温储粮运行成本、粮食数量变化及销售价格等因素，评价低温储粮经济效益。

7.6.2.3 根据评价结果，进一步完善低温储粮技术参数，用于指导下一轮低温储粮工作。

【低温储粮过程中，储粮成本、能耗、水分及温湿度等变化情况，是低温储粮过程中的基础参数，对其进行分析评价，及时对相关技术参数进行优化，有利于降低能耗，有利于粮食的保鲜，同时有利于低温储粮技术进一步的推广。】

三、主要试验分析、技术经济论证和预期经济效果

（一）主要试验分析

1、整仓降温机组降温效果实验分析

选择大英县蓬莱省粮食储备库、四川成都龙泉驿省粮食储备库、四川粮油批发中心直属储备库等库点，采用整仓降温机组对稻谷、小麦和玉米进行夏季降温实仓实验表明：采用整仓降温机组，确保每吨单位冷量 80w 左右，在高温季节处理高温粮时，其制冷量是满足要求的，均能在预期的时间内将粮温降到预期的水平；当实际粮温与目标粮温相差 6℃ 以上时要采用阶段降温。

2、整仓降温机组降温保水效果实验分析

为验证整仓降温保水效果，我们选择龙泉库 5 号实验仓进行试验。稻谷平均水分为 13.0%，采用梯度降温方式，稻谷低温储藏，一直到 2017 年 2 月 14 日采用自然低温通风前，水分基本没有变化，然而，从 2 月 14 日到 4 月 27 日，实施冬季自然通风，水分降到 12.1%，水分损失近 1%，全仓质量总损失在 22 吨左右。分析其原因：一是整仓降温采用阶段式降温方式，每次降温幅度小，空气的湿度变化不大，基本能与当时粮食水分对应的平衡湿度相近，粮食脱水可能性小。二是冬季自然低温通风，空气干燥，湿度极低，且空气温度不能调控，与粮食的温度相差大，从而导致粮食缓慢脱水。在本标准中，要求阶段式降温保水也是其目的之一。

3、低温储粮实验能耗分析

选择大英县蓬莱省粮食储备库、四川成都龙泉驿省粮食储备库进行阶段式降温对比实验：大英 OP14 号仓稻谷实施整体降温，每吨降低 1℃ 的能耗为 0.367 元/t.℃。龙泉库 5 号仓 2000 吨稻谷采用阶段式降温，每吨降低 1℃ 的能耗为 0.206 元/t.℃。从单位能耗上对比，采用阶段性降温优于一次性降温的效果。

(二) 技术经济论证和预期经济效益分析

低温储粮可有效抑制霉菌发生发展，减弱储粮害虫生长活动及繁殖力，减少储粮化学药剂使用及倒仓费用，减少保粮人员的工作量，低温储粮还可有效抑制高水分粮食的品质劣变，延长粮食储存期，是一种低损耗、低污染、低成本的现代储粮技术，在实现储粮高质量、高营养、高效益和低损耗、低污染、低成本的“三高三低”目标方面发挥了很好作用，极大提高了粮食仓储企业效益，同时提高了粮食供给质量，产生了非常好的社会效益。

1、有利于保障储藏粮食质量品质

低温储藏减弱粮食自身代谢，减慢淀粉水解和脂肪氧化速度，延缓品质劣变速度，保持粮食的新鲜度和营养价值。从监测的储存 2 年的稻谷看，脂肪酸值从入库的 17mgKoH/100g 增长到 18.1mgKoH/100g，变化较小，同时出糙率、整精米率、黄粒米等指标均无大的变化；而常温储粮条件下，出库时脂肪酸值一般都在 25mgkoH/100g 左右，变化明显。储存 2 年左右的玉米，脂肪酸值、水分、容重等基本无变化。对于承储企业来讲，品质的提升就是经济效益的提升，对于消费者来讲，品质的提升就是对美好生活的向往需求的满足。

2.有利于减少损耗。

低温储粮能适当放宽入库粮食的水分要求，入库粮食相较于常规储存可以提高 1%，相当于提高了粮食产量 1.1%以上；在储存过程中能保持粮食水分不易散失，一个储存周期储存粮食掉水少；入库 2 年的低温储存稻谷水分散失低于 0.5%，比同期采用常温机械通风储存的至少减少 1%的水分散失。以稻谷为例：对于加工企业来讲，出库稻谷水分在 14.5%左右的粮食更有利于加工，对于保障国家粮食安全意义重大。

3.有利于环境保护。

低温仓储粮能有效抑制害虫繁殖，可以大幅度减少用药量，有效避免粮食储藏过程中使用化学杀虫药剂对粮食和环境产生的污染。从虫情监测情况看，粮食入仓后适时进行一次熏蒸外，基本不再施药；入仓粮食虫害轻微的，甚至可以不施药。同时，保管人员劳动强度和工作环境得到极大改善。

4.有利于增加效益。

低温储粮使用成本主要是用电增加，据测算，每吨粮食每年用电成本增加约为 5-6 元，但低温储粮可以带来用药量减少和粮食损耗数量降低等收益，特别是保持粮食品质带来较高的销售收益，能为企业每吨粮食增加 100 元以上的综合收益，极大提高了粮食仓储企业效益。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况；

本标准基于《粮油储藏技术规范国家标准》（GB/T 29890-2013），并立足四川省区域内低温储粮设备设施及相关技术的实际制定，当前行业内使用的《谷物冷却机低温储粮技术规程》（LS/T 1204-2002）仅限于谷

物冷却机制冷方式下的低温储粮技术,尚不能满足我省其他制冷技术的需求。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系;

本标准的制定与国家现行标准无矛盾和冲突,符合粮食储藏的相关法律、法规,同时并存使用。

六、重大分歧意见的处理经过和依据;

本标准经过了多次讨论修改和广泛征求意见,没有重大分歧意见。

七、作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议;

建议本标准作为四川省推荐性地方标准,试用一年后根据标准实际使用意见反馈,进行补充完善。

八、贯彻标准的要求和措施建议

低温储粮技术是“粮安工程”的重要组成部分之一,已在四川省全面推广使用,取得了很好成效,但技术操作、应用管理尚处于摸索阶段,需要有一个具体的标准规程进行指导,应做好硬件建设和新技术应用两手抓。为保障标准的贯彻落实,建议:

1、畅通标准的获得渠道,可以加大文本印制数量,以纸质版本、电子版等多种方式予以发行;粮食和物资储备系统可以在行业官方网站或其他便捷渠道将标准相关文本面向全省发布,方便使用者获得。这是标准贯彻落实的基础。

2、加强宣贯培训,各级粮食和物质储备行政管理部门应邀请相关专家、标准起草人面向使用者对标准进行解读,必要时召开现场应用交流会,保障标准相关条款被准确理解。这是标准宣贯落实的重要手段。

3、成立标准使用专家咨询小组,负责对标准使用者在标准实施过程

中遇到的技术问题进行咨询，同时不断收集标准使用意见反馈，认真研究补充完善相关内容。这是标准实际应用的重要保障。

4、强化人员培训，夯实人才基础，结合国家职业技能鉴定，加大培训力度，鼓励院校、科研机构与企业合作，有计划、有目标地通过项目建设和科研实践，以“科技兴粮”和“人才兴粮”为载体，培养一大批科学储粮技术能手、技术骨干和管理人才，满足粮食低温绿色储备技术运用的需要。

九、废止现行有关标准的建议；

无。

十、其他应予说明的事项。

无。