



中华人民共和国国家标准

GB/T 29374—XXXX

粮油储藏 谷物冷却机应用技术规程

Grain and oils storage-Technology regulation of application of grain chiller

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由国家粮食和物资储备局提出。

本标准由全国粮油标准化技术委员会(SAC/TC 270)归口。

本标准代替GB/T 29374-2012《粮油储藏 谷物冷却机应用技术规程》，与GB/T 29374-2012相比，主要变化如下：

- 增加了有关术语和定义（见3.3、3.4、3.6）；
 - 增加了谷物冷却机的基本构造和分类（见第4章）；
 - 修改了与横向谷冷通风相关的配置要求（见5.1.1，2012年版4.1.1）；
 - 增加了横向谷冷通风的应用基本条件（见5.2.2、5.2.4）；
 - 增加了横向谷冷通风的运行条件（见5.3.2.1、5.3.2.5、5.3.2.6、5.3.4.5）；
 - 修改了整仓谷冷通风的条件（见6.1，2012年版5.1）；
 - 增加了分区谷冷通风的条件（见6.2）；
 - 修改了环流谷冷通风的条件（见6.3，2012年版5.2）；
 - 修改了谷物冷却机移动时的速度要求（见7.1.1.1，2012年版6.1.1.1）；
 - 增加了分体式谷物冷却机与通风系统的连接要求（见7.1.2.2、7.1.2.3）；
 - 修改了冷却通风参数（见7.1.3.3、7.1.3.4，2012年版6.1.3.3、6.1.3.4）；
 - 增加了与横向谷冷通风相关的其他准备工作（见7.1.4.3、7.1.4.5、7.1.4.6、7.1.4.7）；
 - 增加了横向谷冷通风相关的通风期间的操作与管理（见7.2.1.2、7.2.1.3、7.2.1.5、7.2.3.1、7.2.3.3、7.2.3.4）；
 - 修改了谷物冷却机低温储粮作业卡（见附录E，2012年版附录E）。
- 本标准起草单位：中国储备粮管理集团有限公司、北京东方孚德技术发展中心。
- 本标准主要起草人：
- 本标准所代替标准的历次版本发布情况为：
- GB/T 29374-2012。

粮油储藏 谷物冷却机应用技术规程

1 范围

本标准规定了谷物冷却机应用的术语和定义、谷物冷却机的基本构造和分类、配置要求和应用条件、谷冷通风的操作条件、操作与管理以及操作人员要求等。

本标准适用于具备机械通风系统的浅圆仓、房式仓和立筒仓以及具备横向通风系统的房式仓中对各类原粮、油料及非粉类成品粮的谷冷通风。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 18835 谷物冷却机

GB/T 25229 粮油储藏 平房仓气密性要求

GB/T 26882 粮油储藏 粮情测控系统

GB/T 29890 粮油储藏技术规范

LS/T 1202 储粮机械通风技术规程

3 术语和定义

GB/T 29890中有关术语和下列术语及定义适用于本文件。

3.1

谷物冷却机 **grain chiller**

能使空气温度降低并输入粮堆以降低粮温的专用机械设备。主要包括制冷系统、送风和净化装置、温湿度调节装置。

3.2

单位能耗 **consuming power rate**

谷物冷却机作业中，每吨粮食平均温度降低1℃的用电量，单位为千瓦小时每吨摄氏度[kW·h/(t·℃)]。

3.3

谷冷通风 **ventilation with grain chiller**

采用谷物冷却机对粮堆进行的降温通风，包括传统谷冷通风和横向谷冷通风。

3.4

横向谷冷通风 **transverse ventilation with grain chiller**

利用安装在平房仓一侧通风口的吸风风机，通过横向通风管网将分置在仓房另一侧的制冷系统产生的一定湿湿度的冷空气吸入，并横向穿过覆膜密闭的粮堆，与粮堆进行热交换，达到降低粮温的目的的专用冷却通风方式。

3.5

环流冷却 recirculation cooling

谷物冷却机输出的低温空气穿过粮堆后,当其焓值或仓内空气的焓值低于外界空气焓值时,通过环流管道将其再引入谷物冷却机的进风口进行循环利用的谷冷通风过程。

3.6

分体式谷物冷却机 split type grain chiller

将制冷系统和吸风风机分为2个独立单元的专用谷物冷却设备。应用时将制冷系统与吸风设备分置在仓房两侧,在横向通风条件下,将一定温湿度的空气输入粮堆以降低粮温。主要包括制冷及温湿度控制系统、吸风风机。

4 谷物冷却机的基本构造和分类

4.1 基本构造

谷物冷却机是一种可移动的独立制冷通风机组,由制冷系统、温度湿度调控系统和送风系统组成;其中分体式谷物冷却机将谷物冷却机分为制冷系统(包括温湿度调控系统)和吸风风机2个独立的移动机组,通过控制系统自动运行。

4.2 分类

谷物冷却机根据结构和通风方式不同,分为一体式谷物冷却机和分体式谷物冷却机2种型式,一体式谷物冷却机适用于传统谷冷通风,分体式谷物冷却机适用于横向谷冷通风和传统谷冷通风。谷物冷却机按制冷量分为大中小3种规格:制冷量80 kW以上的为大型机;制冷量在50 kW~80 kW之间的为中型机;制冷量在50 kW以下的为小型机。

5 配置要求和应用条件

5.1 配置要求

5.1.1 应根据本单位年谷冷通风作业量和初冷与复冷作业完成时间要求,按照仓型、仓房机械通风系统形式、谷冷控温储粮的粮种、储粮数量、通风口的设置和气候条件等,合理选择谷物冷却机机型、规格和数量。

5.1.2 根据选用的通风方式和仓房的风网布置确定谷物冷却机的布置方式。

5.2 应用基本条件

5.2.1 仓房仓体完好,具有良好的隔热、密闭、防潮性能。

5.2.2 采用横向谷冷通风降温时,粮堆气密性应符合 GB/T 25229 中平房仓内薄膜密封的熏蒸级二级的要求。

5.2.3 传统谷冷通风仓房机械通风系统的设计和布置应符合 LS/T 1202 的相关要求;

5.2.4 横向谷冷通风仓房应配备有完整的横向通风系统,横向通风系统的管网配置应满足横向通风的需求。通风口直径不宜小于 600 mm,方便与谷物冷却机、风机等可靠连接。主风道宜沿两侧檐墙敷设并固定,主风道相邻两个进风通风口之中间位置应设置隔断阀,方便局部和分区谷冷通风使用。支风道应固定安装于两侧檐墙内壁,与主风道搭接连接,并均匀设置,支风道间距为 2.5 m~3.0 m,两端支风道距山墙不宜大于 1 m,支风道顶端应低于装粮线 0.2 m~0.5 m。

5.2.5 粮情检测系统的功能、软硬件性能、技术指标、布置和安装应符合 GB/T 26882 的相关要求。

5.2.6 供电系统应符合有关电气安装规范,并能满足相应型式的谷物冷却机的动力负荷要求。

5.2.7 应配备能准确快速检测粮食水分及通风口空气温度、湿度的检测设备。

5.3 运行条件

5.3.1 优先原则

5.3.1.1 优先应用于优质粮食或其它经济价值高、品质受储藏温度影响较大的粮食、油料种类。

5.3.1.2 优先应用于低温、准低温和控温储藏的散装粮堆。

5.3.1.3 优先应用于初始粮温较高的粮堆。

5.3.2 设备要求

5.3.2.1 根据仓房的机械通风系统,选用相应型式的谷物冷却机,谷物冷却机的制冷性能应符合 GB/T 18835 的规定。

5.3.2.2 应选制冷性能稳定,工况良好,温湿度监控准确,功率、风量和风压合适的谷物冷却机。

5.3.2.3 应选具有变频调速离心风机的谷物冷却机。

5.3.2.4 应选能利用冷凝器余热(热气旁通)对出风温湿度进行调节的后加热热源的谷物冷却机。

5.3.2.5 横向谷冷通风应选制冷机组和风机具备通信和远程自动控制功能的分体式谷物冷却机,可根据环境温湿度的变化自动调节进风量,保证进仓冷风湿度的恒定。

5.3.2.6 横向谷冷通风时,应保证同一廋间工作的分体式谷物冷却机制冷量和出风口温湿度基本一致。特殊情况下同一廋间使用不同制冷量的分体式谷物冷却机时,应保证每台设备的出风温湿度基本一致。

5.3.3 环境条件

5.3.3.1 谷物冷却机作业环境温度应在 15℃~35℃之间。

5.3.3.2 谷物冷却机作业环境相对湿度应在 95%以下,在干燥环境条件下,会导致出风湿度的波动。

5.3.3.3 选择外界空气焓值较低的环境条件进行谷物冷却作业。

5.3.3.4 必须在高温季节进行谷物冷却作业时,宜选择夜间等环境温度较低的时段进行。

5.3.4 辅助技术

5.3.4.1 在低温季节,应首先利用自然低温,通过自然通风或机械通风技术降低粮温。

5.3.4.2 当外温低于仓温时,应适时开启仓房山墙排风扇排出仓内空间积热,降低粮堆表层温度。

5.3.4.3 当粮堆冷心平均温度小于谷物冷却机设定的送风温度时,可首先利用粮堆冷心的冷源降低高温部位的粮温。

5.3.4.4 谷物冷却作业结束后,宜及时对仓房和粮堆采取隔热措施。

6 谷冷通风的操作条件

6.1 整仓谷冷通风的条件

6.1.1 整仓谷冷通风开始的条件

6.1.1.1 当整仓粮食平均温度高于预定值 5℃以上时,宜进行整仓谷冷通风作业。

6.1.1.2 采用低温储藏时,粮堆平均温度高于 18℃,应进行整仓谷冷通风作业。

6.1.1.3 采用准低温储藏时,粮堆平均温度高于 23℃,应进行整仓谷冷通风作业。

6.1.2 整仓谷冷通风结束的条件

6.1.2.1 当整仓粮食平均温度降到预定值,传统谷冷通风时,冷却界面已移出粮堆上层(即距粮堆表面 50 cm 左右粮温不高于预定值 3℃),粮堆高度方向温度梯度不高于 1℃/m 粮层厚度时;横向通风时,

冷却峰面已移出出风口（即距粮堆靠近出风口截面平均粮温不高于预定值 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ ）时，可结束谷冷通风作业。

6.1.2.2 采用低温储藏时，粮堆平均温度不高于 15°C 且局部最高粮温不高于 20°C ，可结束谷冷通风作业。

6.1.2.3 采用准低温储藏时，粮堆平均温度不高于 20°C 且局部最高粮温不高于 25°C ，可结束谷冷通风作业。

6.2 分区谷冷通风的条件

6.2.1 分区谷冷通风开始的条件

6.2.1.1 在平房仓中，当因设备数量和现场条件的限制不能一次性完成整仓冷却时，宜采用分区段谷冷通风降温作业的方式。先后冷却的区段宜为相邻的区段，且应从粮温较高区域开始谷冷通风。

6.2.1.2 在平房仓中，当粮堆局部区域粮食温度高于周边粮温 5°C 以上时，应进行分区谷冷通风作业。

6.2.2 分区谷冷通风结束的条件

6.2.2.1 在平房仓中，当区域粮食平均温度降到预定值，或横向通风时区域冷却峰面已移出出风口（即距粮堆靠近出风口截面粮温不高于预定值 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ ）时，可结束本区谷冷通风作业。

6.2.2.2 粮堆局部发热区域粮食温度降低到与周边粮温一致时，可结束本区谷冷通风作业。

6.3 环流谷冷通风的条件

当仓内空气的焓值低于外界空气焓值时，宜进行环流谷冷通风作业。不同温度、不同湿度空气的焓值参见附录A。

7 操作与管理

7.1 通风前的准备

7.1.1 谷物冷却机的准备

7.1.1.1 谷物冷却机的移动：

- 移动时应避免剧烈颠簸，采用车辆牵引时速度不应超过 5km/h 。
- 移动过程中设备电缆不得碾压或在地面拖拽。
- 谷物冷却机应平稳安放在背阴处平整坚实的地面上，避免设备运行时产生异常振动，整机特别是电控柜应避免受阳光直接照射。

7.1.1.2 运行前的检查和清理：

- 按使用说明书的要求，检查设备各连接部位有无松动和损坏、制冷剂有无泄漏、液位是否符合运行要求。
- 运行前应安装好进风口过滤器。
- 检查进风口过滤网、冷凝器散热片是否清洁畅通。
- 对设备部件进行必要的清理。清理时应避免冷凝器散热翅片变形，应保持电器接线处及控制系统干燥，不允许在设备上清洗进风口过滤器，不得攀拉、摇动设备上的各条管路。
- 谷物冷却机配备有U型测压管的，U型测压管内应注入清水到规定位置。

7.1.1.3 检查电路，接通电源，对谷物冷却机进行预热：

- 检查电源电压，应确定电压范围在 $380\text{V}\pm 38\text{V}$ 之内。
- 按使用说明书规定的方法，检查谷物冷却机接入电源的相序。如果相序错误，应调换与谷物冷却机连接的开关箱内的电源相序，禁止改动谷物冷却机内部的电源接线。
- 按设备使用说明书预热谷物冷却机的制冷压缩机。

7.1.2 谷物冷却机与通风系统的连接

7.1.2.1 传统谷冷通风时，谷物冷却机应按仓房风网设置与进风口连接，可采用“一机一口”或“一机多口”的方式。谷物冷却机不得串联使用。

7.1.2.2 横向谷冷通风时，分体式谷物冷却机的制冷机组和风机分置在仓房两侧，与相应的通风口采用通风管一一对应连接。

7.1.2.3 分体式谷物冷却机与通风口连接应使用耐压风管，其耐压能力应与进、出风管的负压相适应。一般仓房出风口风管的耐压能力应大于-5000 Pa，进风口风管的耐压能力应大于-2000 Pa。

7.1.2.4 谷物冷却机出风口和仓房进风口之间若采用硬管连接，连接管的重量不能由设备的出风口承载。连接管上应开设有冷空气温湿度检查孔。为减少冷量损失，应尽可能缩短连接风管的长度并使连接不漏风，并包覆保温材料。

7.1.2.5 传统谷冷通风系统采用“一机多口”方式连接时，宜配空气分配器，在连接管和空气分配器上宜包敷保温材料。

7.1.3 确定谷冷通风参数

7.1.3.1 谷冷通风前应测定仓温、粮温、粮食水分和大气温度、大气相对湿度。

7.1.3.2 在全面掌握粮情和环境条件、仓房及通风系统条件、谷物冷却机设备性能的前提下，根据不同的谷冷通风目的，本着安全、经济、有效的原则，应分阶段设置谷物冷却机出风口温湿度参数。

7.1.3.3 谷物冷却机出风温度的设置一般应不低于 10℃。当采取分阶段谷冷通风时，后阶段出风温度不得高于前阶段。每阶段的谷物冷却机出风温度应比粮堆平均温度低 3℃~5℃。只用于降低仓温的谷冷通风，谷物冷却机出风温度应比仓内空间温度低 8℃~10℃，且需加强粮面结露检查。

7.1.3.4 谷物冷却机出风相对湿度应根据冷却目的而确定，一般应控制在 80%~90%之间。当采取分阶段进行谷冷通风时，开始阶段谷物冷却机出风相对湿度可达 90%，其后每阶段出风相对湿度应逐渐降低，最后阶段谷物冷却机出风相对湿度应不低于 80%。谷物冷却机出风相对湿度的设定方法见附录 B。

7.1.3.5 根据粮情和环境条件、仓房及通风系统的条件、谷物冷却机设备性能，确定采用一次性完成谷冷通风或分阶段完成谷冷通风的方式。

7.1.3.6 不应向仓内送入温度高于粮堆平均温度的空气。

7.1.4 其他准备工作

7.1.4.1 应在风道上方和风道之间的不同粮层设置粮食水分检测固定取样点。

7.1.4.2 传统谷冷通风时，根据谷物冷却机通风量、环境风向和通风方式等具体情况，应有选择地、适量地打开仓窗及排风扇，排出仓内热空气。

7.1.4.3 横向谷冷通风时，仓房至少应开启一扇窗户，并固定可靠，严防刮风或其它原因导致其关闭，保证负压谷冷通风过程中粮仓的结构安全。

7.1.4.4 进行环流谷冷通风时，应正确连接回流管道，并关闭排风扇及其它仓窗。

7.1.4.5 横向谷冷通风时，检查仓房、粮堆覆膜、风道口、设备连接口等是否漏风。

7.1.4.6 横向谷冷通风时，应在进风口和粮面膜上覆盖保温材料，以防结露。

7.1.4.7 分区横向谷冷通风时，关闭不使用的膜下通风口和主风道的隔断阀及环流阀。

7.2 通风期间的操作与管理

7.2.1 设备的操作与管理

7.2.1.1 准备工作及设备预热完成后，启动谷物冷却机进入运行状态。谷物冷却机启动后约 30 min 达到稳定状态，在此期间应注意观察谷物冷却机的运行情况，设备启动运行至少 15 min 后方可停机。停机再启动的时间间隔应不小于 10 min。

7.2.1.2 采用横向谷冷通风，多台制冷设备同时工作时，应顺序启动。

7.2.1.3 谷物冷却机运行中要对制冷剂流动情况、冷凝水排放、电源电压和运行电流、出风温度和湿度、风压和过滤网及仓库排气窗口的开启等情况进行检查。采用横向谷冷通风，还应检查仓库排气窗口的开启，粮面覆膜、仓门的密闭等情况，发现问题及时处理。

7.2.1.4 设备报警或自动停机时，应按设备提示查明原因，排除故障，重新启动；通风作业时，当设备出现出风温度、湿度或压力异常，电机温度过高，设备振动剧烈，制冷剂泄漏等故障时，应立即停机检修；不允许在设备运行状态下进行修理。

7.2.1.5 采用负压谷冷通风时，若出现其中 1 台设备因故停机，应立刻关闭相连接的风门，防止热空气进入粮堆。必要时，关闭其他设备。

7.2.2 运行参数的调整

7.2.2.1 在谷冷通风过程中，应定期检测粮温和 7.1.4.1 确定的固定取样点的粮食水分，根据粮情变化适时调整谷物冷却机出风温湿度参数。

7.2.2.2 在谷冷通风过程中，应定期从连接管上的温湿度检查孔检测冷风温度和相对湿度，当实测冷风温度偏离设定值 1℃或相对湿度偏离设定值 6 个百分点时，应及时调整到接近设定值。

7.2.2.3 分阶段进行谷冷通风过程中，当粮温下降速度明显变缓时，且没有局部高温现象时，宜及时调低设备出风温度，进入下一阶段谷冷通风。

7.2.3 特殊情况的处理

7.2.3.1 开始冷却阶段若发生仓房顶部或墙壁甚至粮堆表层结露，应继续低温通风并加强仓内空间的空气流通，直到结露消失。横向谷冷通风时，若发生膜上结露现象，应及时清理并用隔热材料覆盖。

7.2.3.2 当出现异常粮情时，应根据实际情况及时采取快速谷冷通风应急措施。当出现粮温不降、或粮温升高、或温度梯度较大的情况时，谷物冷却机出风口冷风温度可低于 7.1.3.3 的规定；当出现局部水分超出安全指标或水分转移较大的情况时，谷物冷却机出风口冷风湿度可低于 7.1.3.4 的规定。

7.2.3.3 通风过程中应密切检查管道有无积水，进仓空气中有无水珠。如果在进风管道发现积水或水珠，应立即停机处理。

7.2.3.4 如遇极端天气条件时，应及时停止谷冷通风。

7.3 通风过程的检查

7.3.1 粮情检查

7.3.1.1 通风期间，每 6h 宜检测一次粮食温度和 7.1.4.1 确定的固定取样点的粮食水分。

7.3.1.2 通风期间，在进行以适当降低水分为目的的谷冷通风时，宜每 12h 按 LS/T 1202 的有关规定检测一次整仓粮食水分。

7.3.1.3 在通风前后均应按 LS/T 1202 的有关规定检测一次整仓粮食水分。采取分阶段谷冷通风时，应在每个阶段通风结束后检测一次整仓粮食水分。

7.3.1.4 粮情出现异常时，应适当增加检测次数。

7.3.2 环境温湿度检查

7.3.2.1 每次修改谷物冷却机出风温湿度参数时，应检测一次环境温湿度，使设定值符合安全、经济、有效的原则。

7.3.2.2 在谷冷通风期间，宜选用大气温湿度记录仪连续记录环境温湿度变化。

7.3.3 谷物冷却机出风温湿度检查

7.3.3.1 每 6h 应从连接管上的温湿度检查孔检测送入粮堆的冷风温度和相对湿度。

7.3.3.2 在修改谷物冷却机出风温湿度参数后 1h 内，每隔 20min 应检查一次送入粮堆的冷风温度和相对湿度。

7.4 通风结束后的管理

- 7.4.1 谷冷通风结束后，应及时关闭仓房门窗。
- 7.4.2 全仓谷冷通风结束后，应及时拆除连接管并做好粮堆隔热，用隔热材料封堵过墙管并关闭通风口。
- 7.4.3 应按使用说明书的要求维护谷物冷却机并妥善保管。
- 7.4.4 按附录 C 和附录 D 的方法评估谷冷通风作业的单位能耗和成本，按附录 E 格式填写作业记录卡。
- 7.4.5 按照 GB/T 29890 的有关要求，对谷冷通风后的粮堆进行日常管理。

8 操作人员要求

- 8.1 经过专门培训，具有一定的机械制冷知识和储粮谷冷通风专业知识，能按照设备的使用和操作要求完成谷冷通风作业。
- 8.2 了解设备的结构、原理和性能，熟悉使用方法，掌握设备操作和维修保养的基本技能，能处理谷物冷却机运行过程中发生的一般问题。

附 录 A
(资料性附录)
湿空气焓值表

A.1 湿空气焓值

见表A.1。

A.2 湿空气焓值表的使用示例。

当仓内空气的焓值低于外界空气焓值时，宜进行环流谷冷通风作业。湿空气焓值表可以帮助用户判断是否应当采用环流谷冷通风。

使用示例：在谷物冷却机进行通风降温时，测得仓房排气口排出空气的温度为 26°C ，相对湿度为55%。由表A.1中可查出仓房排出空气的焓值为 56.3kJ/kg 。当外界空气温度为 25°C ，相对湿度为80%，由表A.1中可查出外界空气的焓值为 66.3kJ/kg 。虽然仓房排出空气的温度高于外界空气温度，但是由于仓内排出空气的相对湿度较低，所以其焓值低于大气的焓值。这时即可采用环流（即循环风）谷冷通风作业。

表A.1 湿空气焓值表（10132 Pa 大气压）单位：kJ/kg

温度 ℃	相对湿度																
	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
10	13.0	13.9	14.9	15.9	16.8	17.8	18.8	19.7	20.7	21.6	22.6	23.6	24.5	25.5	26.4	27.4	28.4
11	14.2	15.2	16.3	17.3	18.3	19.3	20.4	21.4	22.4	23.5	24.5	25.5	26.6	27.6	28.6	29.6	30.7
12	15.4	16.5	17.6	18.7	19.8	20.9	22.0	23.1	24.2	25.3	26.4	27.5	28.6	29.8	30.9	32.0	33.1
13	16.7	17.8	19.0	20.2	21.4	22.6	23.7	24.9	26.1	27.3	28.5	29.6	30.8	32.0	33.2	34.4	35.5
14	17.9	19.2	20.4	21.7	23.0	24.2	25.5	26.7	28.0	29.3	30.5	31.8	33.0	34.3	35.6	36.8	38.1
15	19.2	20.5	21.9	23.2	24.6	25.9	27.3	28.6	30.0	31.3	32.7	34.0	35.4	36.7	38.1	39.4	40.8
16	20.5	21.9	23.4	24.8	26.2	27.7	29.1	30.6	32.0	33.4	34.9	36.3	37.8	39.2	40.6	42.1	43.5
17	21.8	23.3	24.9	26.4	27.9	29.5	31.0	32.5	34.1	35.6	37.2	38.7	40.2	41.8	43.3	44.8	46.4
18	23.1	24.7	26.4	28.0	29.7	31.3	32.9	34.6	36.2	37.9	39.5	41.2	42.8	44.4	46.1	47.7	49.4
19	24.4	26.2	27.9	29.7	31.4	33.2	34.9	36.7	38.5	40.2	42.0	43.7	45.5	47.2	49.0	50.7	52.5
20	25.8	27.7	29.5	31.4	33.3	35.1	37.0	38.9	40.7	42.6	44.5	46.3	48.2	50.1	51.9	53.8	55.7
21	27.2	29.2	31.2	33.2	35.1	37.1	39.1	41.1	43.1	45.1	47.1	49.1	51.1	53.1	55.1	57.0	59.0
22	28.6	30.7	32.8	35.0	37.1	39.2	41.3	43.4	45.6	47.7	49.8	51.9	54.0	56.2	58.3	60.4	62.5
23	30.0	32.3	34.5	36.8	39.1	41.3	43.6	45.8	48.1	50.4	52.6	54.9	57.1	59.4	61.7	63.9	66.2
24	31.5	33.9	36.3	38.7	41.1	43.5	45.9	48.3	50.7	53.1	55.5	57.9	60.3	62.8	65.2	67.6	70.0
25	32.9	35.5	38.1	40.6	43.2	45.8	48.3	50.9	53.4	56.0	58.6	61.1	63.7	66.3	68.8	71.4	73.9
26	34.4	37.2	39.9	42.6	45.4	48.1	50.8	53.5	56.3	59.0	61.7	64.4	67.2	69.9	72.6	75.3	78.1
27	36.0	38.9	41.8	44.7	47.6	50.5	53.4	56.3	59.2	62.1	65.0	67.9	70.8	73.7	76.6	79.5	82.4
28	37.5	40.6	43.7	46.8	49.9	53.0	56.0	59.1	62.2	65.3	68.4	71.5	74.6	77.6	80.7	83.8	86.9
29	39.1	42.4	45.7	49.0	52.3	55.5	58.8	62.1	65.4	68.7	71.9	75.2	78.5	81.8	85.1	88.3	91.6
30	40.8	44.2	47.7	51.2	54.7	58.2	61.7	65.2	68.6	72.1	75.6	79.1	82.6	86.1	89.6	93.0	96.5
31	42.4	46.1	49.8	53.5	57.2	60.9	64.6	68.3	72.1	75.8	79.5	83.2	86.9	90.6	94.3	98.0	101.7
32	44.1	48.1	52.0	55.9	59.9	63.8	67.7	71.7	75.6	79.5	83.5	87.4	91.3	95.3	99.2	103.1	107.1
33	45.9	50.0	54.2	58.4	62.6	66.8	70.9	75.1	79.3	83.5	87.6	91.8	96.0	100.2	104.3	108.5	112.7
34	47.6	52.1	56.5	60.9	65.4	69.8	74.3	78.7	83.1	87.6	92.0	96.4	100.9	105.3	109.7	114.2	118.6
35	49.5	54.2	58.9	63.6	68.3	73.0	77.7	82.4	87.1	91.8	96.5	101.2	106.0	110.7	115.4	120.1	124.8

附录 B (规范性附录)

谷物冷却机出风口空气相对湿度的设定方法

B.1 选择确定出风口温度和相对湿度

根据7.1.3的原则选择确定谷物冷却机出风口空气的温度 T_2 和相对湿度 RH_2 。

B.2 初步计算前温

前温计算方法见式(B.1)：

$$T_1 = T_2 - \Delta T \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式(B.1)中：

T_1 ——表示前温，即谷物冷却机蒸发器后、后加热装置之前的空气温度，单位为摄氏度(℃)；

T_2 ——表示后温，即通过后加热装置后的谷物冷却机出风口空气温度(确定方法见B.1)，单位为摄氏度(℃)；

ΔT ——表示冷却空气被后加热的温升值，单位为摄氏度(℃)。

ΔT 的计算方法见式(B.2)：

$$\Delta T = \frac{(RH_1 - RH_2)}{5\%} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中(B.2)：

RH_1 ——表示在蒸发器后、后加热器之前的空气的相对湿度，一般在95%左右；

RH_2 ——表示谷物冷却机出风口空气的相对湿度，由用户按B.1的方法确定；

5%——根据湿空气的特性，湿空气每加热升温1℃，相对湿度降低约5%。

注：后加热主要由后加热装置实现。对于风机后置式谷物冷却机， ΔT 还包括风机升温因素。

B.3 温度设定

根据选定和初步计算结果，按照谷物冷却机的操作说明书设定前温 T_1 和后温 T_2 。

B.4 温度修正

实测谷物冷却机出风口的空气温度和相对湿度，再微调前温 T_1 ，使之达到预定的出风温度和相对湿度。

注：对有自动计算和设定出风相对湿度(RH_2)功能的设备，可省略B.2和B.3两步，直接按设备操作说明书设定 T_2 和 RH_2 。

附 录 C
(规范性附录)
谷冷通风的单位能耗评估方法

C.1 谷冷通风降温单位能耗用E表示。不同仓型的能耗要求如下：

C.1.1 立筒仓谷冷通风： $E \leq 0.30 \text{ kW} \cdot \text{h} / (\text{t} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

C.1.2 浅圆仓谷冷通风： $E \leq 0.50 \text{ kW} \cdot \text{h} / (\text{t} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

C.1.3 高大平房仓谷冷通风： $E \leq 0.50 \text{ kW} \cdot \text{h} / (\text{t} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

C.1.4 其它房式仓谷冷通风： $E \leq 0.80 \text{ kW} \cdot \text{h} / (\text{t} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

C.2 谷冷通风的单位能耗E的评估由公式 (C.1) 计算：

$$E = \frac{W}{(T_1 - T_2) m} \dots\dots\dots (\text{C.1})$$

式中：

E —— 降低粮温的单位能耗，单位为千瓦小时每吨摄氏度 [$\text{kW} \cdot \text{h} / (\text{t} \cdot ^\circ\text{C})$];

W —— 谷冷通风降温累计耗电量，单位为千瓦小时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$) ；

T_1 —— 谷冷通风前平均粮温，单位为摄氏度($^\circ\text{C}$)；

T_2 —— 谷冷通风结束后24小时的平均粮温，单位为摄氏度($^\circ\text{C}$)；

m —— 被谷冷通风的粮食质量，单位为吨(t)。

附 录 D
(规范性附录)
降低粮食温度的单位成本计算方法

降低粮食温度的单位成本由式 (D.1) 计算:

$$Y = \frac{(W_1 + W_2 + \cdots + W_n) \times d}{m} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

Y —— 年吨粮食低温冷却费用, 单位为元每吨 (¥/t);

W₁, W₂, ..., W_n —— 一年内第一次、第二次、……、第n次谷冷通风耗电量, 单位为千瓦小时 (kW·h);

d —— 用电单价, 单位为元每千瓦小时 [¥/(kW·h)];

m —— 被谷冷通风粮食的总量, 单位为吨 (t)。

附 录 E
(规范性附录)
谷物冷却机低温储粮作业卡

单位名称：

仓号：

粮种		等级		杂质含量/%		数量/t	
仓型		直径(跨度×长度)		粮层厚度/m		粮堆体积/m³	
风网类型		风网总阻力范围/Pa		总风量范围/(m³/h)			
*进风口阻力范围/Pa		*出风口阻力范围/Pa		*进风风量范围/(m³/h)		*出风风量范围/(m³/h)	
谷物冷却机型号		台数		总功率/kw		进风单位通风量/[m³/(h•t)]	
*风机型号		*台数		*总功率/kw		*设备总功率/kw	
谷冷通风目的：		通风时间：		开始：	结束：	累计通风时间/h：	
谷冷通风期间参数	平均值			最高值		最低值	备注
大气温度/℃							
大气相对湿度/%							
谷冷通风前粮堆均温/℃							
谷冷通风后粮堆均温/℃							
谷冷通风前粮食水分含量/%							
谷冷通风后粮食水分含量/%							
#粮层温度梯度/(℃/m 粮层厚度)							
#粮层湿度梯度/(%/m 粮层厚度)							
*出风口截面粮食均温/℃							
*进出风口粮面温差/℃							
冷风温度(设定值/检测值)				冷风湿度(设定值/检测值)			
实际冷却处理能力/(t/24h)				总电耗/(kW •h)			
单位能耗/[(kW•h)/(t•℃)]				电价/[¥/(kW •h)]	单位耗资/(¥/t)		
操作人员：			单位负责人：				

注：标*各项为负压横向谷冷通风低温储粮作业时填写；标#各项为传统谷冷通风低温储粮作业时填写；其余各项均需填写。