

# GUWU

## JIAGONG JISHU



高职高专“十一五”规划教材

★ 食品类系列

# 谷物加工技术

顾鹏程 胡永源 主编



中国轻工业出版社



二、着水机 .....	60	第五节 原料的搭配 .....	73
三、润麦仓 .....	65	一、概述 .....	73
四、净麦仓 .....	66	二、原料搭配的基本方法 .....	73
五、小麦水分调节工序的控制 .....	66	第六节 原料流量控制 .....	74
六、影响水分调节工艺效果的因素 .....	68	一、流量测控的基本方法 .....	74
第三节 糙米调质 .....	69	二、流量控制与原料搭配的关系 .....	75
一、概述 .....	69	三、常用流量控制设备 .....	75
二、水分调节设备 .....	70	四、常用流量检测设备 .....	77
三、影响糙米调质的因素 .....	71	五、原料搭配与流量控制的常用工艺 流程 .....	79
第四节 玉米的水分调节 .....	71	【思考与练习】 .....	80
一、水分调节的目的和要求 .....	71	【实验与实训】 .....	81
二、水分调节设备 .....	72		

## 模块二 制米工艺与设备

第四章 砻谷与谷壳分离 .....	82	三、碾米的基本原理 .....	105
第一节 砻谷的原理 .....	82	第二节 碾米机 .....	106
一、砻谷的目的与要求 .....	82	一、碾米机的主要构成部件 .....	106
二、砻谷的基本原理与方法 .....	82	二、典型的碾米机 .....	109
第二节 胶辊砻谷机 .....	83	第三节 糠粳分离 .....	112
一、胶辊砻谷机基本结构与工作原理 .....	83	一、糠粳分离的目的与要求 .....	112
二、典型砻谷设备 .....	88	二、糠粳分离的设备 .....	113
第三节 稻壳的分离与收集 .....	90	第四节 碾米机操作及工艺效果的影响 因素 .....	114
一、稻壳分离的目的、要求和方法 .....	90	一、影响碾米机工艺效果的因素 .....	114
二、FL·14 型稻壳分离器 .....	90	二、碾米机的操作与维护 .....	117
三、稻壳收集 .....	91	三、碾米机的常见故障及排除方法 .....	118
第四节 砻谷机的操作与工艺效果的评定 .....	92	四、碾米机工艺效果的评定 .....	118
一、砻谷机脱壳工艺效果的评定 .....	92	【思考与练习】 .....	119
二、影响砻谷机工艺效果的因素 .....	92	【实验与实训】 .....	119
三、砻谷机的操作与维护 .....	93	第七章 白米分级与后处理 .....	120
四、胶辊砻谷机的常见故障及排除方法 .....	94	第一节 白米分级 .....	120
【思考与练习】 .....	95	一、MMJP 白米分级平转筛 .....	120
【实验与实训】 .....	96	二、MMJM 白米分级回转筛 .....	121
第五章 谷糙分离 .....	97	三、凉米 .....	121
第一节 谷糙分离的原理与方法 .....	97	四、白米精选 .....	122
一、谷糙分离的目的 .....	97	第二节 白米抛光 .....	122
二、谷糙分离的基本原理和方法 .....	97	一、抛光的意义 .....	122
第二节 谷糙分离设备 .....	98	二、KB40G-C 大米抛光机 .....	122
一、谷糙分离平转筛 .....	98	三、CM 型大米抛光机 .....	123
二、重力谷糙分离机 .....	99	四、抛光机的常见故障和排除方法 .....	124
第三节 谷糙分离设备工艺效果评定及 影响因素 .....	100	第三节 白米色选 .....	124
一、影响谷糙分离设备工艺效果的 因素 .....	100	一、MMS 型大米色选机的结构 .....	124
二、谷糙分离工艺效果的评定 .....	102	二、色选的基本原理 .....	125
【思考与练习】 .....	103	三、色选机的工作过程 .....	125
【实验与实训】 .....	103	四、色选机的主要技术参数 .....	126
第六章 碾米 .....	104	五、影响色选工艺效果的因素 .....	126
第一节 碾米原理与方法 .....	104	六、色选机的操作、维修与保养 .....	127
一、碾米的目的与要求 .....	104	七、色选机的常见故障及排除方法 .....	128
二、碾米的基本方法 .....	104	第四节 配制米的工艺技术 .....	128
		一、配制米的概念 .....	128
		二、配制米的目的意义 .....	128

## 第六章 碾 米

### 学习目标

了解碾米的要求、原理、方法和基本要素。熟悉碾米设备结构及影响其工艺效果的主要因素。会操作碾米设备，能分析设备常见故障，正确选择工艺指标和评定工艺效果。

### 重点难点

碾米的结构及工艺参数的确定；设备的操作与工艺效果的关系。

## 第一节 碾米原理与方法

### 一、碾米的目的与要求

碾米是应用物理（机械）或化学的方法，将糙米表面的皮层部分或全部剥除的工序。

碾米的目的主要是碾除糙米皮层。糙米皮层中含较多的粗脂肪、粗蛋白和少量钙磷及维生素等营养成分，但也含有较多的粗纤维，吸水性和膨胀性都比较差。如用糙米煮饭，不仅时间长、出饭率低、而且黏性差、颜色深，所以，糙米必须碾除皮层，才能提高其食用品质。

糙米去皮的程度是衡量大米精度的依据，糙米去皮愈多，成品大米精度越高。大米的色泽、白度都与糙米的去皮程度有关，一般去皮愈多，色泽愈白。

### 二、碾米的基本方法

碾米是整个稻谷加工工艺中非常重要的一个工序，它对成品质量、出米率都有着很大的影响，并且碾米工序的功率消耗占整个米厂功率消耗的 50% 左右。

#### 1. 糙米的工艺特性

- ① 糙米的皮层强度小于胚乳的结构强度；
- ② 糙米中皮层与胚乳间的结合力小于胚乳的结构强度；
- ③ 胚与胚乳间的结合力较小，所以碾米时胚易脱落；
- ④ 糙米皮层颜色越深，其皮层结构强度越大，与胚乳的结合越紧。

#### 2. 碾米的基本方法

碾米的基本方法可分为物理方法和化学方法两种。目前普遍采用物理方法碾米（亦称机械碾米）。

（1）物理碾米法 物理碾米法是运用机械设备产生的机械作用力对糙米进行去皮碾白的方法，所用的机械设备称为碾米机。碾米机的主要工作部件是碾辊。根据制造材料的不同，碾辊分为铁辊、砂辊和砂铁结合辊三种类型。而根据碾辊轴的安装形式，碾米机则分为立式碾米机和横式碾米机两种。按碾白作用力的特性，碾白方式分为摩擦擦离碾白和碾削碾白两种。

① 摩擦擦离碾白 摩擦擦离碾白是依靠强烈的摩擦擦离作用使糙米碾白。糙米在碾米机的碾辊与碾辊外围的米筛所形成的碾白室内进行碾白时，由于米粒与碾白室构件之间和米粒与米粒之间的相对运动产生摩擦力。当这种摩擦力增大并克服糙米皮层与胚乳结合力时，



便使皮层沿着胚乳表面产生相对滑动并将皮层拉断、擦除，使糙米碾白。

摩擦擦离碾白所需的摩擦力应大于糙米皮层自身的结构强度和皮层与胚乳间的结合力，而必须小于胚乳自身的结构强度，这样才能使糙米皮层沿胚乳表面擦离脱落，同时保持米粒的完整。以摩擦擦离作用为主进行碾白的碾米机主要有铁辊碾米机。此类碾米机的特点是：碾白压力大，机内平均压力为  $19.6 \sim 98 \text{ kPa}$ ；碾辊线速度较低，一般在  $2.5 \sim 5.0 \text{ m/s}$ ，离心加速度约  $370 \text{ m/s}^2$  左右。因此，摩擦擦离型碾米机又称压力型碾米机。

摩擦擦离碾白具有成品精度均匀、表面细腻光洁、色泽较好、碾下的米糠含淀粉少等特点。但由于米粒在碾白室内所承受的压力较大，局部压力往往超过米粒的强度，故在碾米过程中容易产生碎米。所以，摩擦擦离碾白适合加工结构强度大、皮层柔软的糙米。

② 碾削碾白 碾削碾白是借助高速旋转，且表面带有锋利砂刃的金刚砂碾辊，对糙米皮层不断地施加碾削力作用，将皮层碾削掉，糙米得到碾白。

碾削碾白的工艺效果主要与金刚砂表面砂粒的粗细、砂刃的尖利程度以及碾辊表面线速有关。以碾削作用为主进行碾白的碾米机有砂辊碾米机。这种碾米机的特点是：碾白压力小，一般为  $4.9 \text{ kPa}$  左右；碾辊线速较高，在  $15 \text{ m/s}$  左右。所以，碾削型碾米机又称为速度型碾米机。

碾削碾白碾制出的成品表面光洁度较差，米色暗淡无光，碾出的米糠片较小，米糠中含有较多的淀粉。但因在碾米时所需的碾白压力较小，故在碾米过程中产生碎米较少，因此碾削碾白适宜于碾制籽粒结构强度小、表面皮层较硬的糙米。

实际上糙米碾成白米的过程是十分复杂的，所受的机械物理作用是多种的、互相交叉的。摩擦擦离作用与碾削作用并不单一地存在于碾米机内，碾米过程是两种作用共同发生过程，差别只在于以哪一种为主而已。

长期实践证明，同时利用摩擦擦离作用和碾削作用的混合碾白可以减少碎米，提高出米率，改善米色。同时，还有利于提高设备的生产能力，降低电耗。目前，我国使用的大部分碾米机基本上都属于混合碾白的类型。这种碾米机的碾辊线速一般为  $10 \text{ m/s}$  左右，机内平均压力比碾削型碾米机稍大。

(2) 化学碾米法 化学碾米法包括纤维酶分解皮层法、碱去皮层法、溶剂浸提碾米法等，但真正付诸工业化生产的只有溶剂浸提碾米法。因投资费用和生产成本较高、对操作者技术要求较高等，化学碾米法一直得不到推广。

### 三、碾米的基本原理

#### 1. 碾米四要素

碰撞、碾白压力、翻滚和轴向输送是来实施碾白的碾米四要素。

(1) 碰撞 碰撞运动是米粒在碾白室内的基本运动之一，有米粒与碾辊的碰撞、米粒与米粒的碰撞、米粒与米筛的碰撞。

米粒与碾辊碰撞可获得能量，增加了运动速度，产生摩擦擦离作用和碾削作用，使米粒变形，变形表现为米粒皮层被切开、断裂和剥离，同时米温升高（米粒所获得能量的一部分就消耗在这方面）。米粒与米粒碰撞，主要产生摩擦擦离作用，使米粒变形，除去已被碾辊剥离松动的皮层，同时动能减少，运动速度减小，运动方向改变。米粒与米筛碰撞主要也产生摩擦擦离作用，使米粒变形，继续剥除皮层，动能减少，速度减小，方向改变，从米筛弹回。在这三种碰撞中，米粒与碾辊的碰撞起决定作用。碰撞过程中，米粒的动能和速度是减少的，这些减少的动能和速度不断地从碾辊得到补偿，不断地将米粒碾白，直至达到规定的精度。在整个碾白过程中，由于各米粒所受到的碰撞次数和碰撞程度不同，因此各米粒的速度与变形情况也不同，致使各米粒最后的精度和破损程度也不同。

(2) 碾白压力 米粒在碾白室内受到的压力称为碾白压力。不同的碾白形式，碾白压力的形成方式也不尽相同。

摩擦擦离碾白压力。在进行摩擦擦离碾白时，碾白室内的米粒必须受到较大的压力，即碾白室内的米粒密度要大。碾白压力主要由米粒与米粒之间、米粒与碾白室构件之间的相互挤压而形成的。摩擦擦离碾白压力的变化集中反映在米粒密度的变化上。因此，通过调节米



粒的密度,可以控制与改变碾白压力的大小。

碾削碾白压力。碾削碾白时,米粒在碾白室内的密度较小,呈松散状态,所以在碾削碾白过程中,碾白室内米粒与碾辊、米粒与米粒、米粒与米筛之间的多种碰撞作用比摩擦擦离碾白过程中的碰撞作用强,米粒主要是靠与碾辊的碰撞而吸收能量,并产生切割皮层和碾削皮层的作用。碾削碾白压力的大小,随着米粒密度和米粒平均速度的增大而增大。其中,速度对碾削碾白压力的影响较大,米粒密度虽然也影响碾削碾白压力的大小,但不如影响摩擦擦离碾白压力那样显著。碾削碾白压力的大小主要取决于米粒的平均速度。

(3) 翻滚 米粒在碾白室内碰撞时,本身有翻转,也有滚动,即为米粒的翻滚。除碰撞运动外,还有其他因素可使米粒翻滚。米粒在碾白室内的翻滚运动是米粒进行均匀碾白的条件,米粒翻滚不够时,会使米粒局部碾得过多(称为“过碾”),造成出米率降低,也会使米粒局部碾得不够,造成白米精度不符合规定要求。米粒翻滚过分时,米粒两端将被碾去,也会降低出米率。因此,需对米粒的翻滚程度加以控制。

(4) 轴向输送 轴向输送是保证米粒碾白运动连续不断的必要条件。在碾白室的各个部位,米粒在碾白室内的轴向输送速度是不相同的,速度快的部位碾白程度小,速度慢的部位碾白程度大。影响轴向输送速度的因素有多种,它同样可以加以控制。

在研究设计碾白室时,要对以上四个因素加以综合考虑,才能得到最佳的碾白效果。

## 2. 喷风碾米

碾米过程中不断地向碾米机碾白室内喷入气流碾米方法,即是喷风碾米。喷风碾米有助于改善碾白作用,降低米温,提高大米的外观色泽和光洁度,提高出米率等。喷风碾米的作用归纳起来主要是降温除湿、增加米粒翻滚和促进排糠。

(1) 降温除湿 糙米碾白时,由于米粒受到强烈的摩擦擦离、碰撞、碾削作用,使米粒温度升高、水分蒸发。米温适当升高不仅对去皮有利,而且可以改善米色。但米温过高,会使米粒强度下降,而产生较多的碎米。米温的高低与成品米精度、操作方法以及碾白路线长短有密切的关系。当碾白路线较短而加工较高精度的大米时,去皮作用强烈,必然会产生大量的热量,这些热量如得不到及时散发,就会使米温急剧上升。碾制大米的精度越高,米温上升越多。随着米温的急剧升高,米粒的水分大量蒸发,不仅影响出米率,还会影响碾米机的排糠性能,使碾米机的负荷加重,碾白不匀。当加工高水分糙米时,还容易发生米糠糊筛、碾白室堵塞等事故。为此,在碾米过程中向碾白室喷入适量的室温空气,可及时将产生的热和水汽带出碾白室,不使米温上升,防止水汽产生集结,这样可以改善和提高碾米的工艺效果。

(2) 增加米粒翻滚 气流从碾辊的喷风孔或喷风槽喷出时具有一定的压力和速度,当气流一进入碾白室时,体积突然扩大,压力随之降低,气流的运动方向也由单一方向改为三维方向,形成涡流。涡流的强烈程度与喷风孔或喷风槽内外压力差成正比。米粒进入涡流后,便产生强烈的翻滚、碰撞运动。此外,米粒一旦与气流混合,不仅随碾辊做周向运动,而且随气流做与米粒流动方向相垂直的径向运动,进一步促使米粒翻滚,从而使米粒得到均匀碾白。

(3) 促进排糠 喷向碾白室的气流具有一定的动能,当气流沿径向穿过米粒流层时,一部分动能供给米粒,辅助米粒碾白,另一部分动能将米糠带走,穿过米筛排出碾白室。所以喷风的结果可使米糠迅速排出机外。

## 第二节 碾米机

### 一、碾米机的主要构成部件

碾米机主要由进料装置、碾白室、排料装置、传动装置、喷风装置以及机架等部分组成。

#### 1. 进料装置



进料机构由进料斗、流量调节机构和螺旋输送器三部分组成。

(1) 进料斗 进料斗的主要作用就是缓冲、存料，以确保连续正常的生产，目前有正方形和圆柱形两种，一般存料量为 30~40kg。

(2) 流量调节机构 碾米机的流量调节机构主要有两种形式，一是闸板式调节机构，利用闸板开启口的大小，调节进机流量的多少。另一种由全启闭闸板和微量调节两部分组成的调节机构，是目前广泛采用的一种，如图 6-1 所示。这种流量调节机构的全启闭闸板供碾米机开机供料和停机断料使用，要求能迅开关。微量调节活门主要用于调节进入碾米机的物料流量，以控制碾白室内米粒密度、调节碾白压力，要求灵活准确、操作方便。微调活门的外部装有指针和标尺，用以显示流量的大小。

调节时，旋进调节螺钉，将微调活门推进，使流量减小；旋出调节螺钉，则在扭簧的作用下，微调活门紧贴调节螺钉一并退出，从而使流量增大。正常工作时，由丝杆自锁压簧顶紧旋转手轮，使流量保持稳定。这种流量调节机构稳定可靠，操作方便，为目前各种碾米机所广泛使用。

(3) 螺旋输送器 碾米机进料机构中的螺旋输送器主要是将物料从进料口推入到碾白室内，提高碾米机进口段米粒密度，从而产生轴向压力。螺旋输送器根据螺齿数目的不同，可分为单头、双头、三头、四头螺旋等，在实际生产中采用双头和三头居多。

为保证螺旋输送器正常的输送量和轴向压力，要求被输送物料在其中只能前进不能后退。为此，螺旋输送器与外壳的间隙必须小于米粒的厚度，一般要小于 2.5mm。

## 2. 碾白室

碾白室是碾米机的关键工作构件，它主要由碾辊、米筛、米刀或压筛条三部分组成。米筛装在碾辊外围，与碾辊间的空隙即为碾白间隙。碾辊转动时，糙米在碾白室内受机械力作用而得到碾白，碾下的米糠通过米筛筛孔排出碾白室。

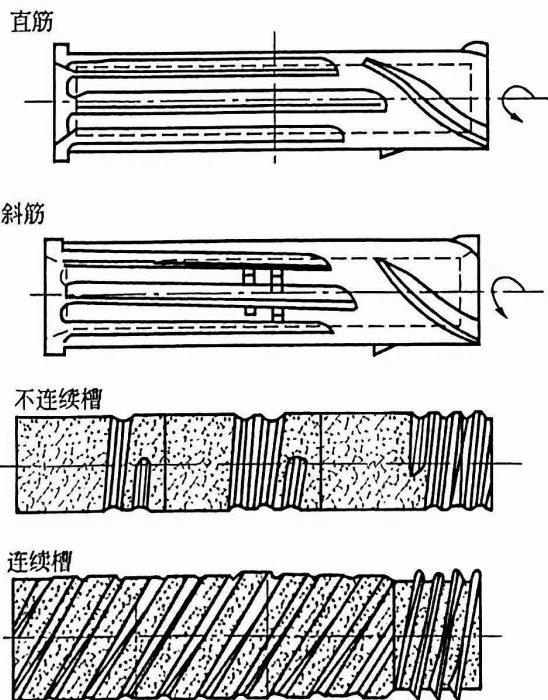


图 6-2 碾辊

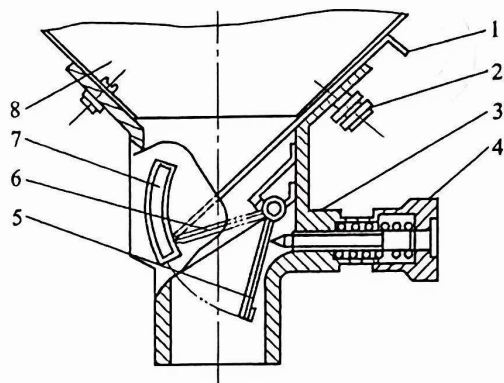


图 6-1 流量调节机构示意

1—进料斗；2—调节螺钉；3—进料斗座；  
4—调节手轮；5—微调活门；  
6—指针；7—标尺；8—料斗

(1) 碾辊 目前国内外使用较多、效果较好的碾辊有铁辊、砂辊两种。碾辊的表面突起的称为筋，凹进去的称为槽。筋高一般在 4~8mm，槽深一般在 8~12mm。如图 6-2 所示。

铁辊用于摩擦擦离碾白，碾白压力大，降低压力后可用于擦米和抛光。铁辊表面分布有凸筋，凸筋分为直筋和斜筋两种，它主要起碾白、输送和搅动米粒翻滚的作用。

砂辊主要用于碾削碾白或以碾削碾白为主、摩擦擦离碾白为辅的混合碾白。砂辊表面有开槽的，也有带筋的。砂辊表面的槽有直槽、斜槽和螺旋槽三种。直槽主要起碾白和搅动米粒翻滚的作用，斜槽和螺旋槽除了起碾白和搅动米粒翻滚的作用外，还有轴向推进米粒的作用，以连续螺旋槽的碾白效果为最好。槽的深度一般为 8~12mm。砂辊表面的筋多为直筋，如图 6-3 所示。直筋一般用于喷风砂辊，筋位于喷风口的前边，既起碾



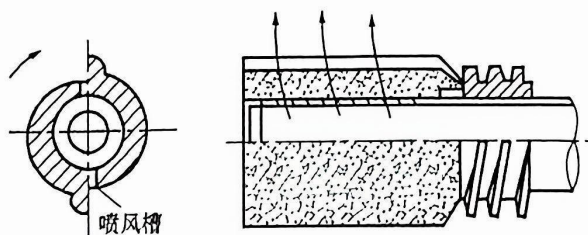


图 6-3 喷风砂辊

白和搅动米粒翻滚的作用，又有利于气流的喷出。

(2) 米筛 米筛的作用主要有两个：一是与碾辊一起构成碾白间隙；二是将碾白过程中碾下的米糠及时排出碾白室。当米筛内表面冲有无数个半圆凸点时，它还有增加翻动、增强碾白压力的作用。米筛用薄钢板冲制而成，有半圆弧形米筛、半六角形米筛、平板式米筛和扇状弧形米筛

几种。米筛筛孔尺寸有  $12\text{mm} \times 0.85\text{mm}$ 、 $12\text{mm} \times 0.95\text{mm}$ 、 $12\text{mm} \times 1.10\text{mm}$  几种规格，一般加工籼稻时用小筛孔，加工粳稻时用大筛孔。米筛筛孔的排列方式有直排和斜排两种，斜排筛孔更有利于排糠。

(3) 米刀 米刀（压筛条）用扁钢或橡胶块制成，一般固定在碾白室上下横梁或筛框架上。其作用除了用来固定米筛外，还起收缩碾白室周向截面积的作用，以增加局部碾白压力，促进米粒碾白，是碾白室内的一种局部增压装置。

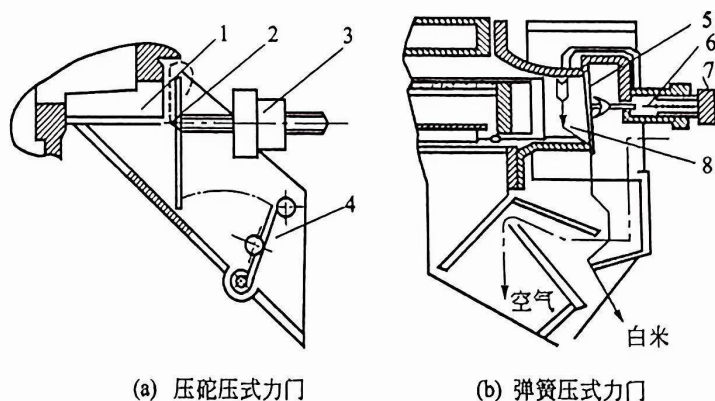
米刀（压筛条）与碾辊之间的距离可以通过米刀调节机构或是改变米刀（压筛条）厚度进行调节，一般进料端距离为  $3 \sim 6\text{mm}$ ，出料端距离为  $8 \sim 9\text{mm}$ 。其原因是进料端需较大压力进行开糙，出料端需保持畅通，减少碎米。米刀（压筛条）的数量反映碾辊旋转一周时的增压次数。

### 3. 排料装置

排料装置位于碾白室末端，一般由出料口和出口压力调节机构组成。横式碾米机的出料方式有径向出料和轴向出料两种。轴向出料时，碾辊出料端必须有一段带斜筋的拨料辊，一般为铁棍，筋的斜度为  $5^\circ \sim 10^\circ$ ，筋数为  $4 \sim 8$  根。

出口压力调节机构的作用主要是控制和调节出料口的压力，以改变碾白压力的大小。因此，要求出口压力调节机构必须反应灵敏、调节灵活，并能自动启闭，以便在一定的碾白压力范围内起到机内外压力自动平衡的作用。

出口压力调节机构也称压力门，有压砣式压力门和弹簧式压力门两种，如图 6-4 所示。



(a) 压砣式压力门

(b) 弹簧式压力门

图 6-4 出口压力调节机构

1—出料口；2—压力门；3—压砣；4—取样门；5—压力门；6—压簧；7—压簧螺母；8—出料口

### 4. 传动装置

碾米机的传动装置基本上都是由窄 V 形带、带轮及电机等部分组成。电机功率由窄 V 形带通过带轮传递给碾辊传动轴，从而带动碾辊转动。

### 5. 喷风装置

喷风装置是喷风碾米机独有的装置，它主要由风机、进风套及喷风管道组成。风机多为中高压风机，风压一般为  $2 \sim 3\text{kPa}$ ，风量一般为  $100 \sim 150\text{m}^3/\text{h}$ 。进风套是连接风机和喷风



管道的构件, 喷风管道则由碾辊空心传动轴或碾辊与传动轴间隙充当。目前一般采用轴向进风, 主要利用碾辊与传动轴间隙的轴端面进风方式。轴向进风还分为顺向进风与逆向进风。顺向进风与逆向进风对碾米工艺效果没有明显的影响, 主要是根据碾米机的总体结构, 确定是顺向进风还是逆向进风。

碾辊表面的喷风槽一般位于碾辊表面筋或槽的后向面一侧, 这种结构形式可在喷风槽处形成负压区, 如图 6-5 所示。空气从这一区域喷出时的压力差较大, 形成气流涡流的区域广且剧烈, 加剧了米粒的翻滚运动, 有利于提高碾米的工艺效果。

## 二、典型的碾米机

### 1. MNMS 型砂辊碾米机

MNMS 型砂辊碾米机设计合理、结构紧凑、操作方便, 造型美观大方, 具有碾米和擦米双重功能。

(1) 结构 MNMS 型砂辊碾米机由进料机构、碾白室、擦米室、传动装置和机座等部分组成, 其总体结构见图 6-6 所示。

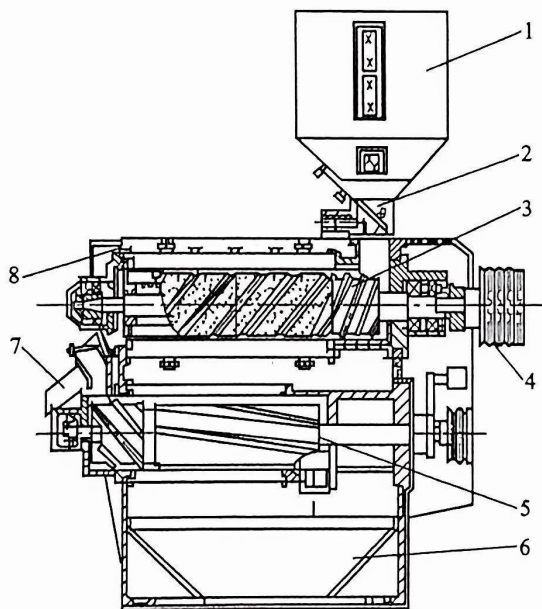


图 6-6 MNMS 型砂辊碾米机结构图

- 1—进料斗; 2—流量调节机构; 3—碾白室;  
4—三角带轮; 5—擦米室; 6—接碾斗;  
7—出料机构; 8—机架

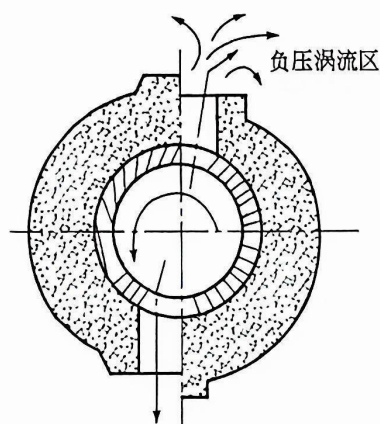


图 6-5 碾辊喷风槽截面

① 进料机构 进料机构由进料斗和流量调节装置组成。流量调节装置主要由两部分组成: 全启闭闸板, 用于开车及停车; 流量调节板, 用于微调控制流量, 料斗座侧面装有标度和指针, 可以反映流量大小。

② 碾白室 碾白室由碾白辊、米筛、米刀、排料机构等部分组成, 其结构参见图 6-7。

a. 碾辊 碾辊由螺旋推进器、砂辊及拨料铁辊组成。螺旋推进器有三个螺头, 增强了输送能力。螺头磨损后可调头使用。砂辊为圆柱形, 共有 2~3 节, 前节砂辊沙砾较粗, 有利于开糙; 后节砂辊沙砾较细, 有利于精碾。砂辊表面开有三头等距变槽螺旋。螺旋槽从碾白室进口端至出口端逐渐由深变浅, 由宽变窄。这种变槽砂辊碾白进口至出口逐渐收缩, 符合碾米过程中米粒体积逐渐减小的变化规律, 米粒流体密度在整个碾白过程中保持不变, 使碾白压力保持平衡, 有利于米粒的均匀碾白, 减少碎米, 提高出米率, 降低米温、保持精度均匀。

拨料铁辊表面凸筋为可拆式, 共 4 根, 便于磨损后更换。

b. 米筛 砂辊四周由 4~6 片半圆形米筛围成圆筒, 靠米筛压条定位, 并有对开的米筛托架固定。米筛和压筛条均能调头使用, 松开米筛托架上的螺栓即可更换米筛。米筛的筛孔有  $12\text{mm} \times 0.85\text{mm}$  和  $12\text{mm} \times 1.0\text{mm}$  两种规格, 加工粳米时用小筛孔, 加工籼米时用大筛孔。

c. 米刀 在碾白室上下横梁部位装置两把可以调节的米刀, 如图 6-7 所示。米刀通过螺母进行调节, 以达到径向截面变化的目的。米刀一般在加工高精度大米时使用。压筛条起到固定米刀的作用, 其厚薄也是调节碾白室径向截面变化的因素之一。

d. 排料机构 排料机构由压力门、取料门和分路器组成, 其结构如图 6-8 所示。压力门和压砣用来调整机内压力, 控制白米精度。本机采用轴向排料, 排料通畅, 不易结糠。为便于取样, 在出口处装有分路器。



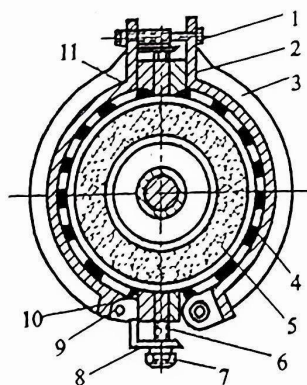


图 6-7 米刀调节机构

1—螺栓；2—筛架横梁；3—米筛托架；4—米筛；  
5—砂辊；6—丝杆；7—米刀调节螺母；8—支撑  
角铁；9—铰链接头；10—米刀；11—压筛条

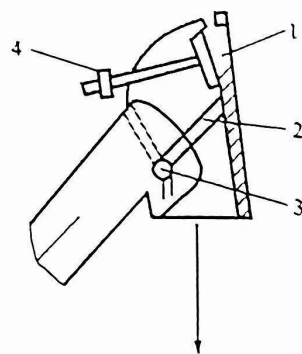


图 6-8 排料机构

1—压力门；2—取料门；  
3—手柄；4—压砣

### ③ 擦米室 擦米室主要由螺旋推进器、擦米铁辊、米筛等组成。

螺旋推进器为双头螺旋，外径比擦米铁辊大 10~15mm，螺距 40mm，齿深 25mm，齿厚 6mm，擦米铁辊表面有 4 条擦米铁筋，铁筋与铁辊轴线的夹角为 8°，筋高和筋端宽度均为 8mm，擦米室其他结构如米筛托架、支座、米筛等与碾白室相同。

(2) 工艺过程 糙米由进料斗经流量调节装置进入碾白室后，被螺旋推进器送到碾白室，在砂辊的带动下做螺旋运动。在前进过程中，由于高速旋转砂辊的碾削作用及米粒之间，米粒与碾白室构件间的擦离作用，使糙米得到碾白。从碾白室出来的白米因米粒表面贴附有糠粉，继续进入擦米室，在擦米辊的缓和摩擦作用下，成为洁净的白米。筛孔排出的糠粃混合物，由接料斗排出机外。

(3) 工艺效果评定 碾制标二粳米的糙出白率可达 24% 左右，其中含碎总量可控制在 25% 以下，小碎可控制在 2% 以内，米机增碎率在 20% 以下，糙白不均度达到规定要求，米机单位吨米电耗为 8 度。

表 6-1 MNMS 型砂辊碾米机的主要技术参数

项 目		MNMS·15	MNMS·18	MNMS·21.5
产量/(t/h)		1.25~1.38	2.1~2.3	3.3~3.6
碾白室	螺旋推进器(直径×长度)/mm	φ165×120	φ195×150	φ230×160
	砂辊(直径×长度)/mm	φ150×380	φ180×560	φ215×750
	拔料铁辊(直径×长度)/mm	φ150×45	φ180×55	φ215×75
	转速/(r/min)	1460	1200~1300	1000~1400
	米筛(弧半径×长度)/mm	R85×204 (4 片)	R100×197 (6 片)	R117.5×260 (6 片)
	筛孔(长×宽)/mm	12×0.85 12×1.0	12×0.85 12×1.0	12×0.85 12×1.0
擦米室	螺旋推进器(直径×长度)/mm	φ165×125	φ195×126	φ195×165
	擦米辊(直径×长度)/mm	φ150×425	φ180×440	φ180×583
	转速/(r/min)	720	720	720
	米筛(弧半径×长度)/mm	R85×204 (4 片)	R100×197 (4 片)	R117.5×160 (6 片)
	筛孔(长×宽)/mm	12×0.85 12×1.0	12×0.85 12×1.0	12×0.85 12×1.0
外形尺寸(长×宽×高)/mm		1166×500×1446	1445×540×1664	1697×540×1758
动力配备/kW		17~22	22~30	40



(4) 技术参数 MNMS 型砂辊碾米机的主要技术参数见表 6-1。

## 2. NF·14 型旋筛喷风碾米机

NF·14 型旋筛喷风碾米机是目前使用非常广泛的一种碾米机。它最大的特点就是其碾辊可砂、铁更换，工艺组合灵活性强，而且碾白效果及均匀性好。如图 6-9 所示，NF·14 型旋筛喷风碾米机的结构主要由进料装置、碾白室、糠粳分离器、出料机构、喷风机构和机架等部分组成。

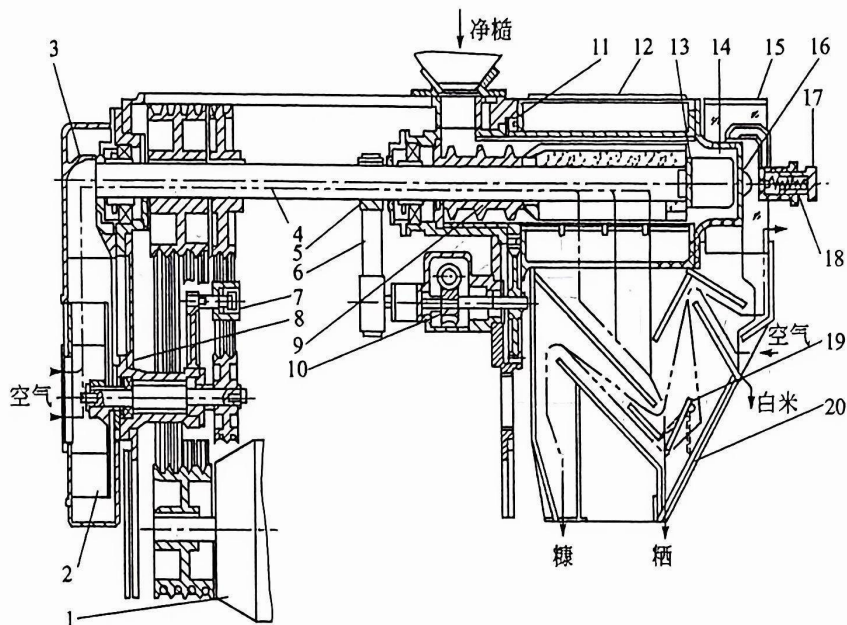


图 6-9 NF·14 型旋筛喷风碾米机结构示意图

- 1—电机；2—风机；3—进风套管；4—主轴；5—减速箱主动轮；6—平皮带；7—压轮；8—机架；9—螺旋输送机；  
10—涡轮；11—齿轮；12—碾白室上盖；13—拨米器；14—精碾室；15—挡料罩；  
16—压力门；17—压簧螺母；18—弹簧；19—调风活门；20—可拆隔板

碾白室为悬臂结构形式，伸出在机架箱体之外。碾白室的结构如图 6-10 所示。碾辊为具有偏桃子形的砂辊或铁辊，辊表面有两条宽 18mm、长 200mm 的喷风槽，喷风槽位于凸筋的后向面，有利于气流的喷出。旋转六角筛筒由六角筛架、六根压筛条和平板筛组成，筛筒以 5r/min 的速度旋转，转向与砂辊转向相同。筛板上冲有斜度为 20° 的筛孔，孔间有凸点。筛架和压筛条有三种规格，供加工不同品种、精度及砂辊磨损后直径减小时选择使用，以达到调节碾白室间隙的目的。出料机构的出米口与主轴同心，呈圆形，出口压力调节采用压簧压力门，通过压簧螺母可以调节压力门的压力。碾白室下部有一糠粳分离室，利用风选原理将碾白室排出的糠粳混合物进行分离，并进一步吸除白米中的糠粉、降低米温。

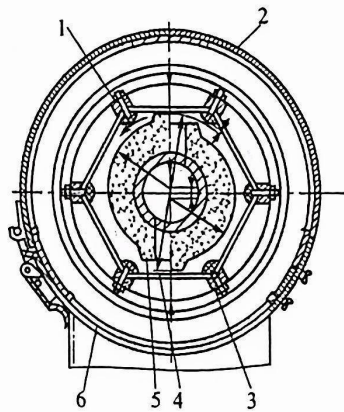


图 6-10 碾白室截面

- 1—米刀；2—碾白室上盖；3—筛架；  
4—米筛；5—砂辊；6—碾白室罩

喷风装置由风机、方接圆变形弯头套管和空心轴组成。风机吹出的气流通过变形弯头套管由轴端进入空心轴，然后经轴面喷风孔喷出，再由砂辊表面的喷风槽喷入碾白室进行喷风碾米。

工作时，糙米经进料斗由螺旋输送机送入碾白室，在碾白室内米粒呈流体状态边推进边碾白。喷风砂辊上的凸筋和喷风槽以及六角旋筛使米粒翻滚运动较剧烈，米粒受碾机会多，碾白均匀。白米经出口排出碾白室后，再通过糠粳分离室进一步去除粘附在米粒表面的糠粉，米筛排出的糠粳混合物也进入糠粳分离室进行分离。

NF 型旋筛喷风碾米机主要技术参数见表 6-2。



表 6-2 NF 型旋筛喷风碾米机主要技术参数

项 目	产量 (t/h)	转速 (r/min)	碾辊规格 (直径×长度)/mm	螺旋输送机 (直径×长度) mm	功率 kW
NF·18	2.0~2.5	1296	180×610	195×158	18.5~22
NF·14	1.2~1.5	980	140×250	144×150	18.5~22
NF·30	4.2~5.0	900~920	300×160×5	316×208	30~45

### 3. MNML 型系列立式双辊碾米机

MNML 型系列立式双辊碾米机的结构如图 6-11 所示, 主要由进料装置、碾白室、出料装置、传动装置、吸风系统及机架等部分组成。该立式双辊碾米机具有碾白均匀、米温低、碎米少、出米率高等特点。

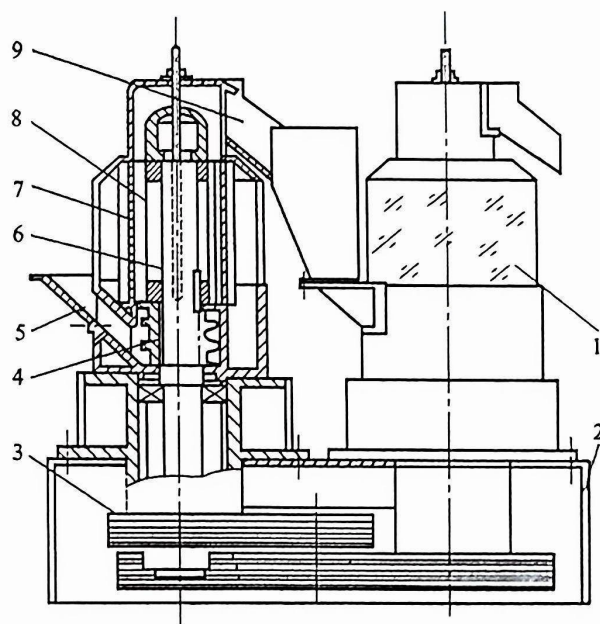


图 6-11 MNML 型系列立式双辊

1—机壳；2—机架；3—皮带轮；4—螺旋输送机；5—进料口；6—主轴；7—米筛；8—碾白室；9—出料口

机架上安装两套碾米装置, 它们由一台电机通过强力窄 V 形带驱动。每套碾米装置包括有进料机构、碾白室、机壳及出料机构等。进料口位于碾白室的底部, 装有流量控制插板。出料口设在碾白室的顶部, 装有压力门装置, 以调节碾白室内的碾白压力。采用这种低位进料、高位出料的方式非常便于精米加工、多机组合碾白时米流的输送, 既可省去中间输送设备(物料可由一套碾米装置上端排出后直接流入另一套碾米装置的下端进料口中), 又可避免中间输送设备对米粒的损伤。碾白室由螺旋输送机、碾辊、主轴及六角形米筛组成, 除配置砂辊外, 还可根据工艺需要配置铁辊和抛光辊, 当配置抛光辊时, 则为 MPGL 立式双抛光辊。

碾白室外围是钢板和有机玻璃板组成的机壳。从安置于机架内的一台风机引出两根吸风管, 分别与两套碾米装置的机壳相连组成吸风系统, 强烈的吸风起吸糠和降低米温的作用。

工作时, 物料依靠自重由进料口流入机器内, 在螺旋输送机连续向上推力的作用下, 被送入碾白室, 受碾白作用而脱去糠层, 米糠穿过米筛由高压风机吸出机外。米粒则通过上端出料压力门排出, 然后进入第二套碾米装置中完成上述工作过程。

MNML 立式碾米机的主要技术参数见表 6-3。

表 6-3 立式碾米机主要技术参数

项 目	产量 (t/h)	碾辊直径 /mm	碾辊转速 (r/min)	功率 /kW	外形尺寸 (长×宽×高)/mm
MNML·21.5/18	3.3~3.6	215/180	1168/823	30~37	1700×1300×1200
MNML·18/18	2.3~3.0	180/180	1168/823	22~30	1700×1300×1200
MNML·15/14	0.8~1.8	150/140	1460/823	18.5~22	1400×1000×1000

## 第三节 糠粳分离

### 一、糠粳分离的目的与要求

从碾米及成品处理过程中得到的副产品是糠粳混合物, 里面不仅含有米糠、米粳(粒度小于小碎米的胚乳碎粒), 而且由于米筛筛孔破裂或因操作不当等原因, 往往也会含有一些



完整米粒及碎米。米糠具有较高的经济价值，不仅可用其制取米糠油，而且还可从中提取谷维素、植酸钙等产品，也可用来做饲料。米粳的化学成分与整米基本相同，因此可作为制糖、制酒的原料。整米需返回前路米机碾制，以保证较高的出米率。碎米可用于生产高蛋白米粉，制取饮料和酒，制作方便粥等。为此，需将米糠、米粳、整米和碎米逐一分出，做到物尽其用，此即糠粳分离，亦称为副产品整理。

副产品整理的要求：米糠中不得含有完整米粒和相似整米长度  $1/3$  以上的米粒，米粳含量不超过  $0.5\%$ ，米粳内不得含有完整米粒和相似整米长度  $1/3$  以上的米粒。

## 二、糠粳分离的设备

糠粳分离所用的设备有糠粳分离器、高速糠粳分离筛、糠粳分离平转筛。糠粳分离平转筛的结构与白米分级平转筛和谷糙分离平转筛结构基本相同。

### 1. KXF 型糠粳分离器

KXF 型糠粳分离器的结构如图 6-12 所示，它由转向器、上分离室、中间分离室、下分离室四部分组成。

转向器是米糠出口的导流装置，为蜗形壳体，底面有一套管，活动地套装在上分离室的内胆上，其出口通过风管与集糠器相连。上分离室由大圆柱体、内胆、法兰组成。中间分离室由一截圆锥筒和圆锥盘构成。下分离室为一漏斗状圆筒体，由风量调节口、上中下圆锥盘、法兰和压力门组成。下分离室圆筒体的外表面开有两圈圆孔，用以进风，进风量的大小可通过调节手柄进行控制。各分离室都是完成糠粳分离的工作机构。

KXF 型糠粳分离器工作时处于负压状态。糠粳混合物随气流沿分离器切线方向进入上分离室，其速度逐渐降低，部分米糠被气流带走。经初次风选的混合物由于受重力和离心力的作用，降落到中间分离室，在环形截面处受到由下分离室进入的上升气流的风选作用，进行第二次分离。

分离出的米糠通过内胆被吸走，尚含有少量米糠的米粳沉降至下分离室，再次受到气流作用，进行风选，米糠被吸走，米粳及碎米降至分离室底部由压力门排出，从而达到糠粳分离的目的。

KXF 型糠粳分离器能分离出小于  $1\text{mm}$  的米粳和大于  $1\text{mm}$  的胚芽，因此有利于提高米糠纯度，提高米糠的出油率。

KXF 型糠粳分离器的主要技术参数见表 6-4。

表 6-4 KXF 型糠粳分离器主要技术参数

型号 规格	产量 /(kg/h)	风量 /( $\text{m}^3/\text{min}$ )	压力损失 /Pa	进口风速 /( $\text{m/s}$ )	除糠率 /%	外形尺寸 (长×宽×高)/mm
KXF·80	300	1540	845	6	99	$\phi 852 \times 2330$
KXF·63	200	925	620	5	98	$\phi 682 \times 1980$
KXF·50	100	700	550	4.4	96	$\phi 550 \times 1660$

### 2. MKXG·63 型高速糠粳分离筛

MKXG·63 型高速糠粳分离筛是利用偏重块高速旋转产生的离心惯性力，使筛体产生水平与垂直双向振动。由于转速高，物料在筛面上做强烈的起伏性跳跃运动，加上两层筛格增设了橡皮球清理机构，使筛孔不易堵塞，因而使米糠、米粳和碎米得到有效分离。

MKXG·63 型高速糠粳分离筛的总体结构如图 6-13 所示，它主要由筛体、振动机构、分料机构、机架等主要部件组成。

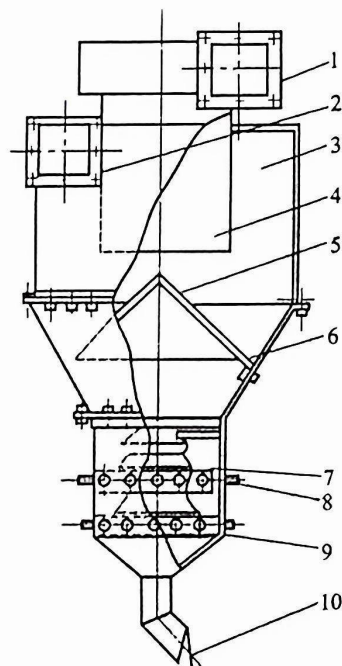


图 6-12 KXF 型糠粳分离器

- 1—转向器；2—进口；3—上分离室；4—内胆；5—圆锥盘；6—中间分离室；7—下分离室；8—调节手柄；9—风量调节圈；10—压力门



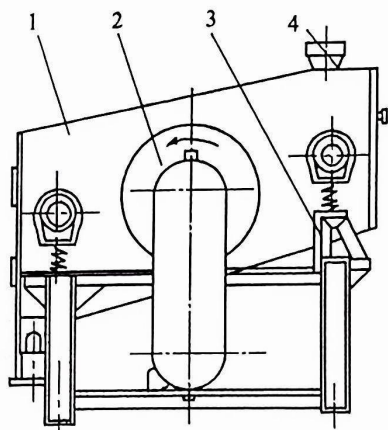


图 6-13 MKXG·63 型高速糠粳分离筛  
1—筛体；2—振动机构；  
3—机架；4—进料斗

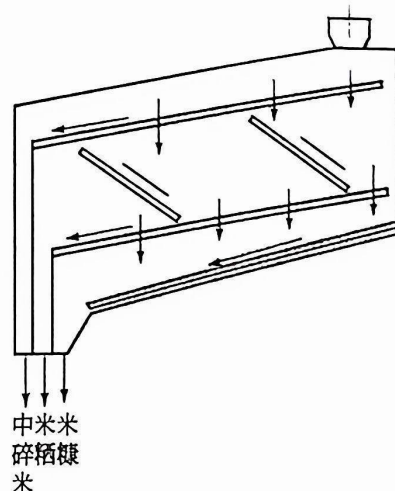


图 6-14 MKXG·63 型高速糠粳分离筛筛理路线

筛体内设两层筛格，两侧前后共有四只支承弹簧，使筛面成  $10^\circ$  倾角支承于机架上。筛格采用抽屉式筛格结构。两层筛格分别固定，采用偏心块压紧。为保证进料均匀、提高分离效果，该设备采用阶梯式下料方式，即物料进入进料斗后，能横向通过阶梯式匀料板分路进入筛面。MKXG·63 型高速糠粳分离筛的三角带张紧，采用电动机自压法，即电动机装配在活动电机架上，依靠电动机自重张紧三角带，保证工作过程中皮带张紧力均衡。

MKXG·63 型高速糠粳分离筛的筛理路线如图 6-14 所示，物料由进料斗经阶梯式匀料板进入上层筛面筛理，筛上物为中碎米。上层筛筛下物直落下层筛继续筛理。下层筛筛上物为米粳，筛下物为米糠。其除粳率大于 95%，糠中含粳小于 3%，粳中含糠小于 5%。MKXG·63 型高速糠粳分离筛的主要技术参数见表 6-5。

表 6-5 MKXG·63 型高速糠粳分离筛主要技术参数

产量 /(t/h)	筛孔大小/(孔/25.4mm)		筛面尺寸 (长×宽)/mm	振幅/mm	转速 /(r/min)	功率 /kW	外形尺寸 (长×宽×高)/mm
	上层	下层					
200~400	12,14,16	28,28,30	1020×630	1.5	1200	0.75	1195×923×1260

## 第四节 碾米机操作及工艺效果的影响因素

### 一、影响碾米机工艺效果的因素

#### 1. 糙米的工艺品质

(1) 品种 粳糙米籽粒结实，粒形椭圆，抗压强度和抗剪、抗折强度较强，在碾米过程中能承受较大的碾白压力。因此，碾米时产生的碎米少，出米率较高。籼糙米籽粒较疏松，粒形细长，抗压强度和抗剪、抗折强度较差，只能承受较小的碾白压力，在碾米过程中容易产生碎米。同时，粳糙米皮层较柔软，采用摩擦擦离型碾米机碾白时，得到的成品米色泽较好，碎米率也不高；而籼糙米皮层较干硬，故不适宜采用摩擦擦离型碾米机。粳糙米的皮层一般比籼糙米的皮层厚，因此，碾米时碾米机的负荷较重，电耗较大。

同一品种类型的稻谷，早稻糙米的腹白大于晚稻，早稻糙米的结构一般比较疏松，故早稻糙米碾米时产生的碎米比晚稻糙米多。

(2) 水分 水分高的糙米皮层比较松软，皮层与胚乳的结合强度较小，去皮较容易。但



米粒结构较疏松,碾白时容易产生碎米且碾下的米糠容易和米粒粘在一起结成糠块,从而增加碾米机的负荷和动力消耗。水分低的糙米结构强度较大,碾米时产生的碎米较少。但糙米皮层与胚乳的结合强度也较大,碾米时需要较大的碾白作用力和较长的碾白时间。水分过低的糙米(13%以下),其皮层过于干硬,去皮困难,碾米时需较大的碾白压力,且糙米籽粒结构变脆,因此碾米时也容易产生较多的碎米。糙米的适宜入机水分含量为14.5%~15.5%。

(3) 爆腰率与皮层厚度 糙米爆腰率的高低直接影响碾米过程中产生碎米的多少。一般来说,裂纹多而深、爆腰程度比较严重的糙米碾米时容易破碎,因此不宜碾制高精度的大米。糙米的皮层厚度也与碾米工艺效果有直接关系。糙米皮层厚,去皮困难,碾米时需较高的碾白压力,碾米机耗用功率大,碎米率也较高。

除此以外,稻谷生长情况和收割早晚以及贮藏时间长短,对碾米工艺效果也有一定的影响。稻谷生长不良、收割过早或遇病虫害,都会增加糙米中的不完善粒,碾米时这些不完善粒容易被碾成碎粒和粉状物料。贮藏时间较长的陈稻糙米,其皮层厚而硬,碾白比较困难,动力消耗较大,也容易产生碎米。

(4) 含稻壳量和含谷量 含稻壳量和含谷量主要影响碾米时碾米压力的控制。碾米时为保证成品的纯度,过高的含稻壳量和含谷量,操作中必须增加碾米压力以去除稻壳和谷,这样就使碎米增加,出米率降低。同时,粉碎后的稻壳具有较强的黏附力,使出机白米的外观色泽差。

## 2. 碾白室的结构

(1) 碾辊的直径和长度 碾辊的直径和长度直接关系到米粒在碾白室内受碾次数及碾白作用面积的多少。用直径较大、长度较长的碾辊碾米时,产生的碎米较少,米温升高较低,有利于提高碾米机的工艺效果。为了保证碾米机的工艺性能,碾辊的长度和直径应成一定的比例。

(2) 碾辊的表面形状 碾辊表面凸筋和凹槽的几何形状及尺寸大小,对米粒在碾白室内的运动速度和碾白压力有较大的影响。碾辊表面的筋或槽在碾米过程中对米粒具有碾白和翻滚的作用,斜筋、斜槽和螺旋槽对米粒还具有轴向输送的作用。一般情况下,高筋或深槽的辊形,其米粒的翻滚性能好,碾白作用较强。但筋过高或槽过深都会使碾白作用过分强烈而损伤米粒,影响碾米效果,所以,一般筋高控制在4~8mm,槽深控制在8~12mm。筋、槽的斜度主要影响米粒的轴向运动速度及碾白室内米粒流体的密度。斜度增大,米粒的轴向运动速度加快,有利于提高碾米机的产量,但米粒流体密度降低,而且径向作用力也减弱,对米粒的碾白和翻滚作用相应减小。斜度一般在60°~70°。碾辊表面螺旋槽的前向面与碾辊半径之间的夹角对米粒的碾白、翻滚和轴向输送也都有一定的影响。夹角增大,碾白和翻滚作用加强,但轴向推进速度减小。夹角一般在0°~70°选择。

(3) 碾白室间隙 碾白室间隙是指碾辊表面与碾白室米筛之间的距离。碾白室间隙大小要适宜,不宜过大或过小。过大,会使米粒在碾白室内停滞不前、产量下降、电耗增加。过小,易使米粒折断,产生碎米。碾白室间隙应大于一粒米的长度。

米粒在碾制过程中,随着皮层不断地被碾落并从米筛筛孔排出,米粒的体积也在不断减小,所以,从碾白室进口到出口的每一个截面上,米粒流体的流量是逐渐降低的。如果碾白室截面积保持不变,则米粒流体密度逐渐减小,从而碾白压力也随着逐渐降低。但碾白需要一定的碾白压力。因此,碾白室的轴向截面积应是逐渐收缩的,以使碾白室内的米粒流体密度基本不变,保持碾白压力的均衡稳定。如螺旋槽型砂辊碾米机碾白室轴向截面积的收缩是利用碾辊表面的三头等距螺旋槽槽形尺寸从碾白室进口端至出口端逐渐由深变浅、由宽变窄,达到碾白室轴向截面积逐渐收缩的目的。碾白室截面积收缩平缓时,碾白压力变化小,产生的碎米也就少。如果碾白室截面积急剧收缩,则易产生较多的碎米而影响碾白效果。

碾白室圆周方向的截面积有一定的变化,以使米粒在碾白室内充分翻滚,增强碾白作用。碾白室圆周向截面积的变化形式也有局部变化和整体变化两种。局部变化大都是通过



碾白室内沿轴向方向设置米刀或压筛条,来实现改变碾白室圆周向截面积的。整体变化则是通过将碾辊中心偏过碾白室外壁中心一定的距离,使碾白室圆周方向具有不同的间隙来实现的。圆周向截面积局部变化的碾白压力增加速度急剧,如果米刀结构设计不当、容易产生较多的碎米。圆周向截面积整体变化的碾白压力增加速度缓和,产生的碎米较少。有的米筛内表面冲有半圆形凸点使圆周截面也发生变化,每个凸点与碾辊之间都成为增压区、从而提高碾白效果。

(4) 米刀的厚度 米刀的厚度主要影响碾白室内局部的碾白压力。适当地增加米刀厚度,有助于提高碾白效果、促进米粒的翻滚,增加出机米的精度和碾白均匀度;过厚的米刀,使局部碾米压力过大,碎米多;米刀过薄,使局部碾米压力过小,碎米少、但出机米精度低。米刀厚度的调节是控制出机米精度的最佳方式。

(5) 米筛筛孔大小 合适的米筛筛孔大小既有助于米糠的排出,又可防止跑粮现象的发生。过大的米筛筛孔虽然有利于米糠的排出,增加出机米外观色泽,但易发生跑米现象;筛孔过小使米糠排出不畅,出机白米含糠严重,色泽差。

### 3. 碾米机的工作参数

碾米机的主要工作参数有碾白压力、碾辊转速等,它们是影响和控制碾米工艺效果的重要参数。

(1) 碾白压力 碾米工艺效果与米粒在碾白室内的受压大小密切相关。不同的碾白形式具有不同的碾白压力,而且碾白压力的形成方式也不尽相同。摩擦擦离碾白压力主要由米粒与米粒以及米粒与碾白室构件之间的互相挤压而形成,并随米粒流体在碾白室内密度大小和挤压松紧程度的不同而变化。碾削碾白压力主要由米粒与米粒以及米粒与碾白室构件之间的相互碰撞而形成,并随米粒流体在碾白室内密度大小和米粒运动速度的不同而变化,尤以米粒的运动速度影响最为显著。碾白压力的大小决定了摩擦擦离作用的强弱和碾削作用的深浅,因此,碾白室内必须具有一定的碾白压力,才能达到米粒碾白的目的。而当碾白压力超过了米粒的抗压及抗剪、抗折强度时,米粒就会破碎,产生较多的碎米,反而使碾米工艺效果下降。无论碾白压力的形成方式如何,通常的碾白压力是指碾白室内的平均压力,而实际上米粒在碾白室内各部位的受压大小是不均匀的。一般情况下,凡是碾辊表面筋或槽中断、螺旋槽螺距加大、碾白室截面积缩小等,均会导致米流密度增大,从而使局部碾白压力上升,米粒往往在这些部位破碎。在碾米过程中,随着米粒皮层的逐步剥落和米温的升高,米粒的结构强度也随之下落,所以,在碾白室的中、后段即使碾白压力不上升,仍会有碎米产生。因此,应合理配置碾白室构件,选择适当的工作参数,尽量保持碾白压力均匀变化,并在操作中防止碾白压力突然变化,同时注意适当减轻碾白室后段以及出口处的碾白压力,以减少碾米过程中碎米的产生。

(2) 碾辊转速 碾辊转速的快慢对米粒在碾白室内的运动速度和受压大小有密切的关系。在其他条件不变的情况下,加快转速则米粒运动速度增加,通过碾白室的时间缩短,碾米机流量提高。对于摩擦擦离型碾米机而言,由于米粒运动速度增加,碾白室内的米粒流体密度减小,使碾白压力下降,摩擦擦离作用减弱,碾白效果变差。特别在加工高水分糙米时会导致大米精度不稳定,米色发花。对于碾削型碾米机,适当加快碾辊转速,可以充分发挥碾辊的碾削作用,并能增强米粒的翻滚和推进,提高碾米机的产量,碾白效果比较好。但如果碾辊转速过快,会使米粒的冲击力加剧,造成碎米增加,碾米效果反而下降。若转速过低,米粒在碾白室内受到的轴向推进作用减弱,米粒运动速度减小,使碾米机产量下降,电耗增加。同时,米粒还会因翻滚性能不好而造成碾白不匀,精度下降。

碾米机类型不同,碾辊的转速控制范围也不同。摩擦擦离型碾米机的转速一般在1000r/min以下,碾削型碾米机的转速一般控制在1300~1500r/min。

### 4. 碾白道数和排糠比例

各类碾米机加工标一精度以下大米时,可采用一机出白;加工标一精度以上大米时,应视碾米机的性质采用二机或二机以上出白;加工高精度大米时,宜采用三机出白。当采用二机或三机出白时,各道碾米机的出糠白分率可参考表6-6。



表 6-6 各道碾米机的出糠百分率

单位：%

道 数		特 粳	标 二 粳	特 籼	标 二 籼
二道碾白	第一道	55~60	50	50~55	50
	第二道	40~45	50	45~50	50
三道碾白	第一道	35	30	30	30
	第二道	35	40	40	40
	第三道	30	30	30	30

二机出白加工标二精度大米时，头机和二机的出糠量各占 50%；加工高精度大米时，头机的出糠量应高于二机，一般头机可为 55% 左右。三机出白的各机出糠率比例，不论加工精度高低，头机和二机的出糠量应占总出糠量的 70% 左右。上述出糠比例分配，目的是减轻后道碾米机或碾白室后段的碾白作用力，提高碾米工艺效果。

### 5. 碾米机的操作

(1) 流量 在碾白室间隙和碾辊转速不变的条件下，适当加大物料流量，可增加碾白室内的米粒流体密度，从而提高碾白效果。但流量过大，不仅碎米会增加，而且还会使碾白不均，甚至造成碾米机堵塞；相反，如果流量过小，则米粒流体密度减小，碾白压力随之减小，不仅降低碾白效果，而且米粒在碾白室内的冲击作用加剧，也会导致碎米增加。适宜的流量应根据碾白室的间隙、糙米的工艺性质、碾辊转速和动力配备大小等因素决定。

(2) 出料机构的控制 出料机构的控制是指压力门压砣质量或弹簧弹力的控制，其作用就是改变整个碾白室的碾米压力。质量过大或弹力过大，整个碾白室的碾米压力上升，米流密度增大，米粒翻滚性能下降。所以，碾米时碎米多，均匀性差；质量过小或弹力过小，则碾米压力降低，出机米精度难以保证。

(3) 喷风风量 过大的喷风量有利于米糠的排出，出机白米含糠少，米温低，但米粒翻滚剧烈，碎米多和爆腰严重；喷风量过小使喷风碾米的优点不能体现。

## 二、碾米机的操作与维护

### 1. 碾米机的操作方法

① 运转前，应检查碾米机各连接紧固件是否牢固，各调节机构和传动机构是否灵活可靠，机内有无影响运转安全生产的物件，然后关闭进料门，开放出料门，并根据加工糙米的品种、水分、质量以及加工精度等情况，调整合适的碾白室间隙，配备好适当筛孔的米筛，以待开车。

② 启动后，待碾米机运转正常，再开启进料闸门。调节流量时，必须注意电流表指针，根据电流指针的额定位置，将碾米机流量调节至额定数值，并观察出机大米是否达到精度要求。当精度偏高或偏低时，可以调节出料压力门的重砣或微量调节米刀。调节压力门重砣应先挂轻砣，并靠近压力门，然后再根据米粒的精度来调节重砣的重量和位置。调节正常后，应先固定重砣位置，以防止它因米机振动而移位。米刀应尽量少调，以防止增加碎米。开车时最先流出的部分不符合精度要求的白米，应回机重碾。

③ 在碾米机运转过程中，应随时观察和检查白米精度是否均匀，碎米是否增加，米糠中是否含有整米，产量是否稳定。若发现问题，应及时找出原因，加以解决。采用二机或多机碾米时，注意各道碾米机的去皮比例，及时对照各道碾米机的碾白程度，对于一道有数台碾米机同时碾白时，应保持各机去皮率互相一致。

④ 停车前，应首先关闭进料闸门，停止进料，并将出料压力门轻轻抬起，让最后不符合精度要求的一部分米粒流出机外或回入糙米仓。

### 2. 碾米机的维修与保养

① 碾米机的功率较大、转速较高，安装时必须保证传动轴的水平或垂直，注意底脚螺钉的牢固，以保证碾米机的安全运转。

② 为保证碾米机运转平稳、减少震动，碾辊使用前必须进行静平衡试验。砂辊如有裂纹，严禁使用。



③ 装配米筛时,要使米筛保持平整。米筛连接应采用平接,防止搭接,更不允许倒搭接。使用一定时间后,应及时调头或调换位置,以延长其使用寿命。米筛磨损后应及时更换。新旧米筛可搭配使用,以提高排糠性能。

④ 碾白室内各机件装配处应保持平整光滑,不能有明显凹凸不平的现象。压筛条和米刀均应保持平整,不能有锋利刀口,以防止损伤米粒。

### 三、碾米机的常见故障及排除方法 (见表 6-7)

表 6-7 碾米机的常见故障及排除方法

故 障	产 生 原 因	排 除 方 面
产量显著下降	1. 螺旋输送机严重磨损 2. 砂辊严重磨损 3. 螺钉松动或安装差错,进料衬套产生转动,使碾白室进口截面减小 4. 螺旋输送器和碾辊松动	1. 更换螺旋输送机(有的可调头使用) 2. 加厚压筛条或更换砂辊 3. 调整进料衬套 4. 停车装紧
成品含碎过多	1. 米刀进给量过大 2. 米筛间连接不平整 3. 砂辊与螺旋输送机连接不好 4. 砂辊表面出现严重的高低不平 5. 碾白室间隙过小 6. 机身震动 7. 出口压力太大或出料门开启太小 8. 转速过高或过低 9. 产量过大或过小	1. 适当退出米刀 2. 调整米筛 3. 修整砂辊,使其与螺旋输送机连接平整通畅 4. 修整砂辊表面,使其平整 5. 调节间隙 6. 检查零部件是否松动或损坏,砂辊是否偏重,并及时修整或调换之 7. 调整出口压力,合理开大出料门 8. 调整合适转速 9. 调整合适产量
单位电耗过高	1. 压砣过重或外移量过大 2. 砂辊严重磨损 3. 出米口积糠过多或米筛堵塞 4. 压筛条严重磨损	1. 适当减轻压砣重量或将压砣内移 2. 更换砂辊 3. 清理出米口,排除筛孔堵塞或更换大筛孔 4. 更换压筛条
成品糙白不匀现象严重	1. 米刀、压筛条严重磨损 2. 拨料铁辊凸筋严重磨损 3. 砂辊严重磨损 4. 进料太少、太大或出口压力太小	1. 适当推进米刀或更换米刀 2. 调换拨料辊凸筋 3. 更换砂辊 4. 调整合适进料量和出口压力

### 四、碾米机工艺效果的评定

碾米工艺效果的评定主要从精度、碾减率、增碎率、产量、电耗等方面评定。

#### 1. 精度

大米精度是评定碾米工艺效果最基本的指标,如果大米精度达不到规定标准,那么碾米的质量就不符合要求。

评定大米的精度应以统一规定的精度标准或标准米样为准,用感官鉴定法观察碾米机碾出的米粒与标准米样在色泽、留皮、留胚、留角等方面是否相符。

#### 2. 碾减率

糙米在碾白过程中,因皮层及胚被碾除,其质量均有所减少,减少的百分率称之为碾减率。

一般碾减率约 5%~12%,其中皮层及胚约 4%~10%,胚乳碎片约 0.3%~1.5%,机械损耗约 0.5%~1.0%,水分损耗约 0.4%~0.6%。米粒的精度越高,碾减率越大。

#### 3. 碎米率、增碎率与完整率

碎米率是指出机白米中含碎米的百分率。

增碎率是指出机白米中的碎米率比进机糙米的碎米率所增加的比率。

完整率是指出机白米中完整无损的米粒占试样质量的百分率。

#### 4. 糙出白率与糙出整米率



糙出白率是指出机白米占进机（头道）糙米的重量百分率。

糙出整米率是指出机白米中，完整米粒占进机糙米的百分率。

加工精度越高，碾减率越大，糙出白率就越低。因此，要在精度一致的条件下评定糙出白率。完整米粒越多，则碾米机的工艺性能越好。

#### 5. 含糠率

含糠率是指在白米或成品米试样中，糠粉占试样的百分率。

#### 6. 产量、电耗

产量是指每台米机每小时加工出白米的重量。

电耗是碾米机碾制 1t 成品大米所消耗的电量。

### 【思考与练习】

1. 机械碾米是利用什么原理将米皮从糙米籽粒中剥离下来？根据机械作用力的不同碾米可分几种类型？分析各种碾米方法的优缺点？
2. 碾米的四要素是什么？
3. 喷风碾米的作用有哪些？
4. 擦离碾白与碾削碾白的特点各是什么？
5. 碾米机有哪几部分组成？它们在糙米去皮中各有什么作用？
6. 碾辊表面状况对碾白效果有什么作用？
7. 米筛在碾白过程中的作用是什么？
8. 米刀刀设置有何作用？
9. 碾白压力的调节可从哪几个方面着手？产生的效果怎样？
10. 试分析单位产量碾白运动面积对评价碾米机工艺性能的作用和效果。
11. 试分析喷风碾米对提高碾米工艺效果的作用。
12. 评述影响碾米工艺效果的工艺因素。
13. 怎样评定碾米效率？
14. 米机的操作应注意哪几个方面？
15. 糠粳分离设备有哪几种？简述高速糠粳分离筛的传动特点。

### 【实验与实训】

#### [实验实训十一] 碾米机碎米率和增碎率的测定

从米机的进口与出口分别取样，测定并计算碎米率和增碎率。

#### [实验实训十二] 米机的操作与调节

观察的米机结构，动手操作调整喂料机构、出口压力门，比较分析调整前后工艺效果变化情况。