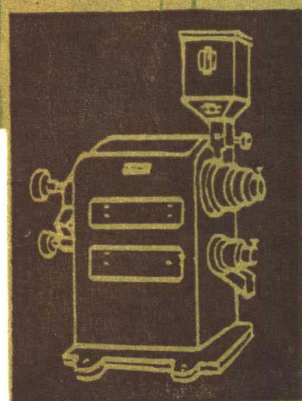


中等粮食学校试用教材

碾米工艺与设备



黑龙江科学技术出版社

中等粮食学校试用教材

碾米工艺与设备

粮食部教材编写组 编

黑龙江科学技术出版社

一九八二年·哈尔滨

内 容 提 要

本书为中等粮食学校粮食加工专业的专业教材。书中主要阐述了稻谷加工的原理和方法,介绍了原粮、成品的质量标准、生产过程和技术要求;也较详细地阐述了清杂、落谷、选糙、碾米等工序的加工设备之构造、工作原理和使用要求;对组织工艺生产的原则、要求、管理与测定方法,以及谷子、高粱等杂粮的碾米生产,都作了必要的介绍。

责任编辑:范震威

封面设计:田 甲

中等粮食学校试用教材

碾米工艺与设备

粮食部教材编写组编

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区分部街28号)

黑龙江新华印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本787×1092毫米1/16·印张14 4/8·字数320千

1982年8月第一版·1982年8月第一次印刷

印数:1—27,000

书号:152170·040

定价:1.60元

编 审 说 明

本书是为中等粮食学校粮食加工专业编写的试用教材，主要介绍稻谷加工原理、设备和生产工艺组织及管理方法等内容。对谷子、高粱等杂粮的碾米生产，也作了适当的介绍。本书也可作为米厂技术人员、工人的学习参考用书。

参加本书编写工作的单位和人员有：黑龙江省粮食学校龚增禄、南京粮食学校孙松寿、马玉华等同志。由龚增禄同志负责总纂。在编写过程中，曾得到武汉粮食工业学院、四川省粮食学校、安徽省粮食学校及其它有关院校、工厂、科研单位的支持和帮助，在此表示感谢。

本书经我们审定，可以作为中等粮食学校粮食加工专业的试用教材。

对于本书可能存在的缺点和错误，欢迎读者批评指正。

粮食部教材编审委员会

1981年9月

目 录

第一章 稻谷加工的基本知识.....	1
第一节 稻谷的工艺特性.....	1
一、稻谷的分类与物理结构.....	2
二、稻谷的化学成分.....	4
三、稻谷的物理性质.....	6
第二节 稻谷加工工艺过程简述.....	8
一、稻谷清理工序.....	8
二、砻谷及其产品的分离工序.....	8
三、碾米工序.....	9
四、副产品整理工序.....	9
第二章 稻谷的清理.....	10
第一节 杂质及其清理方法.....	10
一、杂质的分类.....	10
二、杂质的清理方法.....	11
第二节 筛 选.....	12
一、概 述.....	12
二、溜 筛.....	20
三、初清筛.....	24
四、振动筛.....	25
五、高速筛.....	42
六、圆 筛.....	53
七、筛选去石组合机.....	57
八、平面回转筛.....	59
九、筛选设备工艺效果的评定.....	61
第三节 风 选.....	63
一、风选的原理.....	63
二、比重去石机.....	64
第四节 磁 选.....	74
一、磁铁的装置方式和结构.....	75
二、磁选设备的技术规格.....	77
三、磁选设备的使用要点.....	78
第三章 砻 谷.....	79
第一节 胶辊砻谷机.....	79
一、胶辊砻谷机的结构.....	79
二、胶辊砻谷机的技术特性.....	92

三、胶辊砻谷机的脱壳原理	93
四、砻谷工艺效果的影响因素	95
五、胶辊砻谷机的操作与维护	99
六、胶砻的故障分析及排除方法	101
七、橡胶辊筒的胶耗量计算	102
第二节 砂盘砻谷机	103
一、砂盘砻谷机的结构	103
二、砂盘砻谷机的技术特性	106
三、砂盘砻谷机的脱壳原理	107
四、影响砂砻工艺效果的因素	107
五、金刚砂盘的浇制	110
六、砂盘砻谷机的操作与维护	112
第三节 砻谷工艺效果的测定	113
一、砻谷设备的工艺指标	113
二、砻谷工艺效果的计算	113
第四章 谷壳的分离与收集	115
第一节 谷壳分离	115
一、谷壳分离的意义	115
二、谷壳分离基本原理	115
第二节 谷壳分离设备	115
一、14 英寸胶砻底座的谷壳分离装置	115
二、6 英寸胶砻底座的谷壳分离装置	117
三、其它形式的分离装置	118
第三节 影响谷壳分离效果的因素	119
一、影响工艺效果的因素	119
二、谷壳分离设备的操作要点	119
三、谷壳分离后的工艺要求	120
第四节 谷壳的收集	120
第五章 谷糙分离	121
第一节 选糙溜筛	121
一、选糙溜筛的基本原理	121
二、溜筛的结构与技术特性	122
三、影响选糙溜筛工艺效果的主要因素	125
四、选糙溜筛的流程	127
五、选糙溜筛的操作管理	128
第二节 选糙平转筛	129
一、选糙平转筛工作原理	129
二、选糙平转筛结构和技术特性	129
三、选糙平转筛的使用及影响工艺效果的因素	133

四、选糙平转筛的操作要求	134
第三节 重力选糙机	135
一、重力选糙机工作原理	135
二、重力选糙机结构和技术特性	135
三、影响选糙机工艺效果的因素	138
四、选糙机的操作与维护	139
五、选糙机的故障分析与处理	139
第四节 巴基选糙机	140
第五节 谷糙分离工艺效果的评定	141
一、谷糙分离的工艺指标	141
二、工艺效率的计算	141
第六章 碾 米	143
第一节 碾米基本原理	143
一、摩擦擦离作用	144
二、碾削作用	144
三、形成擦离或碾削作用的压力与速度	145
第二节 铁辊筒碾米机	146
一、铁辊筒碾米机结构	146
二、铁辊筒碾米机技术特性	149
三、铁辊筒碾米机工作过程	149
四、铁辊筒碾米机的使用	150
五、操作要求	151
第三节 铁筋砂辊碾米机	152
一、铁筋砂辊碾米机结构	152
二、铁筋砂辊碾米机技术特性	154
三、铁筋砂辊碾米机工作过程	154
四、铁筋砂辊碾米机的使用要求	154
五、铁筋砂辊碾米机的操作与维护	156
第四节 双辊碾米机	156
一、双辊碾米机结构特点	156
二、双辊碾米机的技术特性	159
三、双辊碾米机的工作过程	160
四、双辊碾米机的使用与操作	160
五、双辊碾米机的维修与保养	161
第五节 NS 型砂辊碾米机	162
一、NS 型砂辊碾米机结构特点	162
二、NS 型砂辊碾米机的技术规格	165
三、NS 型砂辊碾米机的工作过程	165
四、NS 型砂辊碾米机的使用和操作	165

五、故障分析及解决方法	166
第六节 喷风碾米机	167
第七节 立式金刚砂碾米机	168
一、立式金刚砂碾米机结构	168
二、立式碾米机的技术特性	171
三、立式碾米机的工作原理	171
四、立式碾米机的使用和影响工艺效果的因素	172
五、立式金刚砂碾米机的操作与维护	173
第八节 碾米工艺效果的评定	174
一、精 度	174
二、碾减率	175
三、糙出白率	175
四、含碎率与增碎率	175
五、完整率	176
六、糙出整米率	176
七、含糠率	176
第七章 成品及其副产品的整理	177
第一节 成品整理	177
一、擦 米	177
二、凉 米	178
三、成品分级提碎	178
第二节 副产品的整理及其设备	179
一、糠粳分离方筛（小方筛）	179
二、KXF 型风力糠粳分离器	180
第八章 工艺流程的设计	182
第一节 工艺流程设计的依据和步骤	182
一、工艺流程设计的依据	182
二、工艺流程的设计步骤	182
第二节 工艺流程图的表示方法及流程举例	183
一、工艺流程图的表示方法	183
二、工艺流程举例	183
第三节 工艺设备的计算	190
一、清理工序生产量的计算	191
二、振动筛的计算	191
三、高速筛的计算	191
四、去石机的计算	192
五、净谷仓仓容的计算	192
六、砻谷机的计算	192
七、选糙平转筛的计算	193

八、糙米仓仓容的计算	193
九、碾米机的计算	194
十、糠粳分离方筛的计算	194
第九章 杂粮碾米	195
第一节 高粱碾米	195
一、高粱的工艺特性与加工的关系	195
二、高粱的加工	198
三、对提高出米率措施的探讨	203
四、高粱加工工艺过程的测定与分析	205
第二节 谷子碾米	207
一、谷子的工艺特性	208
二、谷子加工工艺过程	209
三、操作与管理	211
第十章 生产技术管理	212
第一节 操作规程	212
一、工艺过程	213
二、操作程序	213
三、操作要求指标	213
第二节 技术测定	214
一、流量测定	214
二、质量测定	215
三、技术数据的测定	215
四、进行技术测定时应注意的事项	215
第三节 生产检验	215
一、质量检验	215
二、取样方法	216
三、检验方法	216
四、检验制度	217
附录：稻谷和大米的质量标准	218
一、稻谷的质量等级标准	218
二、大米的质量等级标准	219

第一章 稻谷加工的基本知识

粮食从原粮开始，经过一系列的加工步骤，最后达到精度标准的成品粒粮。这就是碾米生产作业的主要内容。一个碾米加工厂生产效果的好坏，一般是从下述几个方面来得到反映的，即：产量、质量、出品率、单位电耗和单位成本等。按照粮食加工部门的特点，也就是做到在保证产品精度、纯度和生产安全的前提下，提高出品率和产量。工厂要取得良好的生产效果，除了生产管理方面的原因之外，主要地是同生产工艺的组织有关系。如果能把生产工艺组织得既符合粮食加工的客观规律，又能按原粮和成品的具体特点要求对设备进行得当的管理操作，就必然会取得良好的效果；如果有部分不符合，就会在生产上反映出这样或那样的问题。我们知道，生产工艺通常是由原粮、设备、流程和操作管理等诸方面的因素决定的。在这些因素中，设备是生产的主要工具，原粮是设备工作的对象，而人，则是整个生产过程的主体。人们必须根据原粮的特性和成品的精度要求，按照加工的规律，合理地使用设备（包括确定加工步骤、设备的类型、数量和顺序，确定设备的有关技术参数和必要的操作措施等）组织生产，才能按照要求，圆满地完成生产任务。如果因原粮的特性或成品的要求有所改变，则对设备采取的工艺措施也必须作相应的调整。因此，原粮的特性是首先需要了解的。只有掌握了原粮的有关加工方面的一些特性，才能有效地调配设备，组织生产。

第一节 稻谷的工艺特性

稻谷的工艺特性主要指稻谷的形态、结构和物理性质、化学成分等内容。不同品种和不同等级的稻谷，具有不同的工艺特性。它对成品质量的好坏和出米率的高低以及工艺的内容，都有着直接的影响。

一、稻谷的分类与物理结构

（一）稻谷的分类

我国稻谷产区分布很广，从寒冷的黑龙江到炎热的海南岛；东到沿海，西到新疆，除西部高原外，凡有水利条件的地方都有种植。主要产区在秦岭淮河以南，而以长江、珠江流域等地产量为最多。仅四川、湖南、广东、江苏、浙江、江西、安徽等省的产量就占全国总产量的四分之三以上，其它如东北、华北各省，只要具备灌溉条件也都有种植。

稻谷的分类，根据国家标准的规定将稻谷按粒形和粒质分为四类：

1. 籼稻谷：籼型非糯性稻谷。稻粒一般呈长椭圆形或细长形。按其粒质和收获季节分为以下两种：

早籼稻谷：糙米腹白较大，硬质粒少。

晚籼稻谷：糙米腹白较小，硬质粒多。

2. 粳稻谷：粳型非糯性稻谷。稻粒一般呈椭圆形。按其粒质和收获季节分为以下两种：

早粳稻谷：糙米腹白较大，硬质粒少。

晚粳稻谷：糙米腹白较小，硬质粒多。

3. 籼糯稻谷：籼型糯性稻谷。稻粒一般呈长椭圆形或细长形。米粒呈蜡白色，不透明，也有的呈半透明状（俗称阴糯），粘性大。

4. 粳糯稻谷：粳型糯性稻谷。稻粒一般呈椭圆形。米粒呈蜡白色，不透明，也有的呈半透明状（俗称阴糯），粘性大。

这四类稻谷表现在工艺特性上，粳稻粒型短而宽，谷壳组织松而薄，米粒呈蜡白或银白色，米粒强度大，耐压性能好，加工时碎米少，出米率高，煮饭粘性大；籼稻粒形长而细，谷壳组织紧而厚，米粒呈灰白色，米粒强度小，耐压性能差，加工时，较易产生碎米，出米率较低，煮饭粘性小。

籼、粳稻中的早、晚类，是依其生长期的长短而分的。早稻的品质一般比晚稻差。早稻米质松散，强度低，加工时易产生碎米；晚稻米质则较为坚硬，强度好，出米率较高。

（二）稻谷的物理结构

稻谷籽粒的结构如图 1-1 所示，主要包括颖（谷壳）和颖果（糙米）两部分。

1. 颖

稻谷的颖包括外颖、内颖、护颖、颖尖（通称芒）四部分。颖的表面粗糙，生有许多针状或钩状的茸毛。茸毛的长短和疏密因品种不同而有差异。一般籼稻茸毛稀而短，散生在颖面上；粳稻茸毛多，且密集在棱上。颖的厚度约为 25~30 微米，粳稻的颖其重量约占谷粒的 18% 左右；籼稻的颖其重量约占谷粒的 20% 左右。颖的厚薄和重量与稻谷的类型、品种、栽培和生长条件、成熟和饱满程度等因素有关。一般成熟好、饱满的谷粒，颖薄而轻；粳稻比籼稻的颖薄而轻，且结构疏松，容易脱除。早稻又比晚稻的

颖薄而轻，且易于破裂；而未成熟的谷粒，其颖富于弹性和韧性，不易脱除。

颖起保护颖果的作用，它分内颖和外颖两瓣，外颖较内颖略长而大，内外颖的边缘卷起成钩状，互相勾合。经砻谷机加工后，大部分的内外颖其脱落处均发生在勾合部位。脱下来的颖壳通称为谷壳或大糠（也有叫砻糠的）。

内外颖都具有纵向脉纹，外颖有五条，内颖有

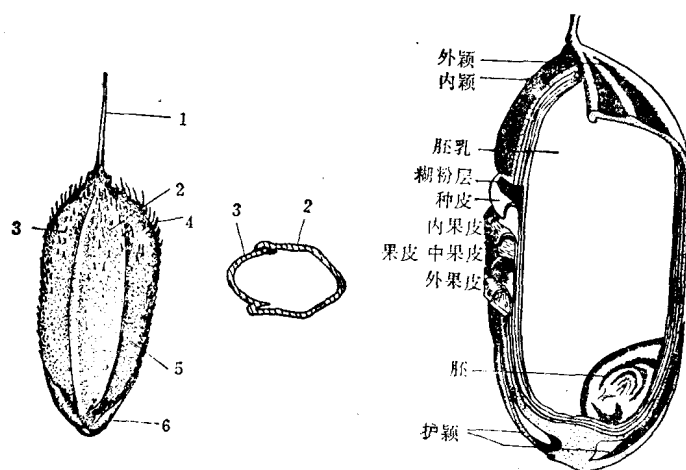


图 1-1 稻谷粒的结构

1. 芒； 2. 外颖； 3. 内颖； 4. 茸毛； 5. 脉； 6. 护颖。

三条。外颖的尖端生有芒,内颖一般不生芒。一般梗稻有芒者居多数;而籼稻大多无芒,即使有芒,也多是短芒。稻谷有芒,则表现出容重小,散落性差,在加工中会增加清理设备的负担,也易造成机器堵塞。

在内外颖基部的外侧,各长有护颖一枚,长度约为外颖的五分之一至四分之一,起托住稻谷籽粒和保护颖壳的作用。

颖的主要成分是纤维素,不能食用,所以在加工时必须将其脱除。

一般情况下,颖壳与糙米之间的结合很松,特别当稻谷的水分较低时,几乎没有连结;另外,在稻谷内外颖结合线的顶端比较薄弱,同时在谷粒的两端,颖壳和糙米之间有着一定的间隙。所有这些,都成了受外力而破裂的薄弱点,是有利于脱壳的内在条件。

2. 颖果

颖果由果皮、种皮、外胚乳、糊粉层、胚和胚乳所组成(见图 1-1)。

果皮、种皮、外胚乳和糊粉层统称为皮层,是在加工过程中应该去除的部分。总重量约占整个籽粒重量的 5.2%~7.5%。果皮可分为外果皮、中果皮和内果皮,都含有较多的纤维素。果皮约占整个谷粒重量的 1.2~1.5%。果皮的内侧是种皮,种皮内含有大量的有色体,米粒的颜色由它决定。种皮与外胚乳(珠心层)紧密的贴在一起。种皮的下层为糊粉层,它与胚乳联结得紧密,含蛋白质、脂肪和维生素较多。其重量约占整个谷粒的 4~6%。

在碾制高精度米时,大部分皮层都被碾米机碾去成为米糠,所以皮层也称为糠层。糠层的厚薄,与稻谷的品质有关。品质好,皮层软且薄;品质次,则皮层厚,碾除也较困难,出米率就低。

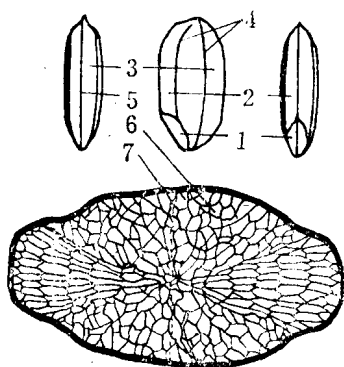
胚乳是谷粒的最主要的组成部分,其重量约占整个谷粒的 70% 左右。胚乳由含淀粉的细胞组织所构成。细胞内充满着一定形状的淀粉粒,淀粉粒的间隙填充有数量不定的贮藏性蛋白质。角质粒就是由于填充的蛋白质多,使淀粉结构紧密坚硬,且呈透明状的;而粉质粒则是由于填充蛋白质较少,使胚乳的结构疏松呈不透明状的。米粒的胚乳,有的全部为角质,有的全部为粉质,也有的是角、粉质兼有。对于后一种情况,一般粉质部分多位于米粒的腹部(称腹白粒)或心部(称心白粒)。

胚位于颖果腹部的下端侧,约占整个谷粒的 2~3.5%。胚中含有较多的脂肪、蛋白质及维生素等;由于胚中还含有多量易变酸的脂肪,所以带胚的米粒不易久贮。胚与胚乳联结得不甚紧密,在碾制时容易脱落,尤其是加工高精度的白米,所有的胚几乎全部脱落。

稻谷各组成部分的百分比见表 1-1。

表 1-1 稻谷各组成部分的厚度和重量百分比

名 称	厚 度 (微米)	重 量 (%)
颖	24~30	18~20
果 皮	7~10	1.2~1.5
种皮 (包括外胚乳)	3~4	
糊 粉 层	11~29	4~6
胚 乳		66~70
胚		2.0~3.5



(断面放大)

图 1-2 颖果

1. 胚； 2. 腹部； 3. 背部； 4. 小沟；
5. 背沟； 6. 胚乳； 7. 皮层。

颖果的外表，平滑而有光泽，并且具有纵向沟纹五条。背上的一条叫背沟；两侧面各有两条，其中较明显的一条在内外颖钩合的相应部位，另一条则与外颖上最明显的一条脉纹相对应（详见图 1-2 所示）。

颖果沟纹的深浅，对出米率的高低有着一定的影响，因为沟内的皮层往往很难碾去，若要碾去，必然会对沟旁的胚乳造成损伤而影响出米率。米粒的沟纹越深，对出米率的影响就越明显。

由于沟内的皮层较难除去，因此，目前鉴别大米精度高低的一个主要依据，就是观察米粒沟内留存多少皮层。

二、稻谷的化学成分

稻谷的化学成分主要有水分、蛋白质、脂肪、淀粉、粗纤维、矿物质和维生素等。各种成分的含量，因品种、土壤、气候、栽培条件和成熟程度的不同而有差异，详见表 1-2 和表 1-3。

表 1-2

稻谷的化学成分

(湿重%)

类 别	品 种	产 地	水 分	蛋 白 质	淀 粉	粗 脂 肪	粗 纤 维	灰 分
籼 稻	玻 璃 占	广 东	11.60	6.81	64.70	2.64	8.54	5.71
粳 稻	民 坊 300 号	河 北	11.03	6.93	68.20	2.23	7.09	3.75

表 1-3

大米的化学成分

(%)

类 别	水 分	淀粉及糖分	蛋 白 质	脂 肪	纤 维 素	矿 物 质
粳 米	14.03	77.64	6.42	1.01	0.26	0.64
籼 米	13.21	77.50	6.47	1.76	0.2	0.86
糯 米	14.62	76.25	6.69	1.44	0.21	0.79

水分：

稻谷水分含量的高低，对其加工的影响很大。水分含量过高的稻谷，会给加工过程带来许多不利影响，诸如：降低稻谷的流动性，造成清理和谷糙分离的困难；增加谷壳的韧性，降低脱壳效率；直接影响籽粒的强度，容易出碎米；另外，还会造成加工动力消耗大，增加成本的结果。如果水分过低，虽然使谷壳变脆，有利于脱壳，但也将使籽粒变脆，同样容易产生碎米，降低出米率；同时，水分过低的米粒，其皮层与胚乳结合紧密，碾除也较困难。实践证明：适合于加工的稻谷水分为 13~16%。对于超出适合加工水分的稻谷，为确保加工质量和工艺效果，应先采取晾晒或人工干燥的措施，使稻谷

水分达到安全水分时，方可加工。

稻谷籽粒各部分的含水量是不同的，详见表 1-4。一般在气候正常的条件下，胚的水分大于皮层，皮层大于胚乳，而以谷壳的含水量为最低。这对稻谷的脱壳是一个有利的条件。

表 1-4 稻谷籽粒各组成部分的化学成分 (%)

部 分	水 分	粗 蛋 白 质	粗 脂 肪	无 氮 抽 出 物	粗 纤 维	灰 分
稻 谷	11.68	8.09	1.80	64.52	8.89	5.92
糙 米	12.16	9.13	2.00	74.53	1.08	1.10
胚 乳	12.4	7.6	0.3	78.8	0.4	0.5
胚	12.4	21.6	20.7	29.1	7.5	8.7
米 糠	13.5	14.8	18.2	35.1	9.0	9.4
稻 壳	8.49	3.56	0.93	29.38	39.05	18.59

蛋白质：

蛋白质是构成一切生物体生命现象的最基本的物质基础，结构极为复杂。蛋白质具有构成或修补人体各部组织、调节生理机能和供给热量的功能。稻谷中的蛋白质主要分布在胚和糊粉层中，胚乳较次之。蛋白质含量的多少决定着稻谷籽粒的强度，蛋白质含量越高，籽粒的强度就越大，其耐压能力也越强，加工时所产生的碎米也越少。

脂肪：

脂肪就是油脂，是人体不可缺少的重要成分。稻谷中的脂肪含量一般在 2 % 左右，大部分集中在胚和糊粉层中。谷粒的脂肪，多为不饱和脂肪酸，容易氧化变质，尤其是当米粒经碾制受热后，更会加速不饱和脂肪酸的氧化过程。因此，成品白米不适于长期保管。

由表 1-4 可知，稻谷的脂肪比较多地集中在胚和糠部。所以，在碾出的米糠中（包括碾落下的米胚），脂肪的含量较高。在副产品的综合利用中，米糠既是榨油原料，也是从中提炼出治疗肝硬化、降低胆固醇的药物原料。

淀粉：

淀粉是白色的细小颗粒。稻谷中的淀粉含量最多，一般在 70 % 左右，大部分存在胚乳中，是人体热能的主要来源。

矿物质（灰分）：

粮食中除蛋白质、脂肪、淀粉等有机化合物外，还存在一些矿物质，如钾、镁、铁、钙、钠、硅、磷、硫、氯等元素。若将粮粒燃烧，这些元素却不能燃烧，而以氧化物的形态成灰分，故又称这些元素为灰分。它是构成人体某些组织系统（骨骼、齿、血和肌肉等）所不可缺少的成分，并能调节生理机能。稻谷的矿物质主要分布在稻壳、胚及皮层中。胚乳中灰分的含量极少（约 0.5 %），胚乳中所含的矿物质主要为磷化物，约 0.2 ~ 0.3 %，其他为钾化合物和微量的镁、钙、铁和铜。因为灰分在胚乳中的含量较少，所以，大米灰分的含量可间接反映白米的精碾程度。

维生素：

维生素也是人体不可缺少的物质。缺少维生素时，会引起各种相应的症状。维生素主要存在于稻谷的胚和糊粉层的细胞里，其中以维生素 B_1 （硫胺素）、维生素 B_2 （核黄素）等 B 族维生素为最多。食物中如缺乏上述维生素，就会引起皮肤粗糙、生长停滞，并产生一种多发性神经炎脚气病。由于在碾米时维生素的含量会随着精度的提高而减少，所以大米的加工精度不宜过高，应适当地保留胚和糊粉层，以保存一定量的维生素；同时，在加工过程中要加强对稻谷的清理，提高大米的纯净度，以便食用时尽量减少淘洗的时间，避免维生素在水中溶解的损失。

粗纤维：

粗纤维在稻谷中的含量大约在 9 % 左右，主要分布在稻壳中，见表 1-4。其次是米糠和胚，在胚乳中的含量仅为 0.4 %。由于它不能被人体消化，对人体并无营养价值，食用后会影晌消化和健康（应该指出，适量的纤维被人体食用后，能增进肠胃的蠕动，有利于肠胃的消化作用）。碾米的作用就在于除去含粗纤维较多的皮层，提高米粒的食用价值。

由上述可知，稻谷在加工过程中各化学成分的含量是随着碾米精度的不同而变化的。精度越高，大米淀粉的含量也越高，而其它几种成分则相对减少。

我国目前加工的标准米，尚允许保存一定数量的米皮和米胚，为的是即使保留必要的营养成分，又可获得较高的出米率，以节约粮食。

三、稻谷的物理性质

稻谷的物理性质，是指稻谷在加工过程中反映的多种物理属性，如稻谷的色泽气味、谷粒形状与均匀性、千粒重、比重、容重、腹白度、爆腰率、谷壳率、谷粒强度等等。这些物理性质对碾米的工艺效果有着密切的关系，同时也对设备的选择、工艺流程的组织 and 操作措施的制定有着十分重要的作用。因此，对它的了解是很有必要的。

（一）色泽和气味

各种粮粒都有其自然的色泽和气味。若用感官鉴定，正常的稻谷色泽应是鲜黄色或金黄色，且富有光泽，无不良气味。未成熟的稻谷籽粒，一般都呈绿色；如果在收获、贮藏过程中发热霉变，则米粒要变色变质，使米粒变成暗黄色，失去正常光泽，还会有霉味甚至苦味。一般而言，霉变的稻谷米质差，陈稻的色泽和气味比新稻差，不但加工的成品质量不高，而且在加工中易产生碎米，出米率低。

（二）谷粒的粒形与均匀性

稻谷籽粒的形状，因品种、类型的不同而有很大差异。籽粒的大小可用长、宽、厚来表示。

稻谷的粒形也可用长宽比来表示。一般，长宽比大于 2 者为长粒形，籼稻属之；长宽比小于 2 者为短粒形，粳稻属之。

粒形与出米率、出碎率有着密切关系。籽粒越接近于球形，其壳和皮所占的比例就越小；胚乳的含量则相对较高，也意味着加工时出米率就高；同时，籽粒越接近于球形，其耐压性越强，加工时出碎少。粳稻的出米率比籼稻高，而出碎率比籼稻低的原因就在于此。

谷粒粒形的大小是合理选用筛孔和调整设备的依据之一。谷粒粒形大小的变化范围

较大，如果品种混杂，则粒形大小就不均匀，造成清理上的困难，同时，砻谷和碾米的操作也难于掌握。因此，对粒形与大小相差较大的稻谷，最好能分批或分粒加工。

(三) 千粒重、比重和容重

千粒重：千粒重是指 1000 粒稻谷的重量。千粒重的大小，直接反映出稻谷饱满的程度与质量的好坏。千粒重的大小，除与水分有关外，主要还与谷粒的大小、饱满程度及胚乳的结构等因素有关。对于籽粒饱满、结构紧凑、粒大而整齐的稻谷，由于其胚乳部分所占比例较大，谷壳、皮层及胚所占的比例相应较小，所以千粒重较大；反之，千粒重就小。千粒重大的稻谷，出米率高，加工后的成品质量也好。

稻谷的千粒重约为 25 克左右。粳稻比籼稻略高。千粒重越大，单位重量中谷粒的粒数越少，清理和砻碾时所需时间就越短，因此加工的产量高，电耗也少。

比重：比重是指物体重量与其体积之比。比重的大小与籽粒的化学成分有关（见表 1-5）。在一般情况下，凡发育正常、成熟充分、粒大而饱满的谷粒，其比重较发育不良、成熟度差、粒小而又饱满的谷粒为大，其出米率也高。因此，比重也可作为评定稻谷工艺品质的一项指标。稻谷的比重一般约为 1.18~1.22。

表 1-5 籽粒中各种化学成分的比重

名 称	淀 粉	蛋 白 质	纤 维	水	脂 肪	矿 物 质
比 重	1.48~1.61	1.24~1.313	1.250~1.492	1.00	0.924~0.928	2.50
含 量 %	64.52	8.09	8.89	11.63	1.89	5.02

容重：容重是指单位容积内粮食的重量。单位是公斤/米³。一般质量好的稻谷，其容重在 560 公斤/米³左右。稻谷及其加工产品的容重见表 1~6。容重是粮食质量的综合指标。容重的大小与稻谷本身的品种类型、成熟程度、水分大小及一些外界因素（如杂质的数量与种类）有关。一般地说，籽粒饱满整齐、表面光滑无芒、粒形短圆及比重较大的稻谷，其容重也较大；反之则较小。容重大的稻谷品质好，谷壳率低、出糙率高。

表 1-6 稻谷及其加工产品的容重

名 称	容重 (公斤/米 ³)	名 称	容重 (公斤/米 ³)
无芒粳稻	560	梗 米	800
普通有芒粳稻	512	籼 米	730
长芒粳稻	456	大 碎 米	675
籼 稻	584	小碎米 (粳)	365
糙 梗 米	770	细 糠	274
糙 籼 米	748	谷 壳	120

容重不仅可作为粮食的品质指标，同时，在工艺设计中，也是运输设备及仓库（或加工过程中的存粮仓、斗）容积的计算依据。

(四) 腹白度

腹白度是指米粒腹部乳白色不透明部分的大小。乳白色不透明部分位于心部者称心

白。腹白的大小与稻谷在成熟过程中的气候、农业措施、品种等因素有关。通常情况下，粳稻比籼稻的腹白少；晚稻的腹白度较小；细长粒和小粒较短圆粒和大粒的腹白度少；比重大的米粒腹白度也较小。腹白度大的米粒，其角质部分的含量少，组织疏松，强度低，加工时易碎，出米率低。

（五）爆腰率

糙米的腰部若有纵向或横向裂纹者，称为爆腰粒。糙米中的爆腰粒数，占总数的百分比称为爆腰率。爆腰粒是由于对谷粒采取急剧加热或冷却，使米粒的表面与内部在膨胀或收缩上，产生不均匀的应力错位，或者受到外力的撞击作用而产生的。爆腰粒的强度，较正常米粒为低，因此，加工时易产生碎米，原粮的爆腰率越高，其出米率越低。

（六）谷壳率

谷壳率是指稻谷谷壳占稻谷重量的百分比。谷壳率高的稻谷，千粒重小，谷壳厚且包裹紧密，加工时脱壳困难，出糙率低。谷壳率低的稻谷则相反，加工时脱壳容易，出米率也高。它既是稻谷定等的基础，也是评定稻谷工艺品质的一项重要指标。

（七）强度

强度是指谷粒抵抗外力破坏的最大能力。谷粒同其它固体物质一样，当受到压缩、拉伸、剪切、弯曲、扭转等作用时，其内部产生相应的抵抗作用，当增加的外力超过或达到米粒抵抗外力能力的极限值时，米粒即被破坏。米粒的强度，可用米粒硬度计来测定，其大小以每粒米所能承受外压力的公斤数来表示。米粒的强度同稻谷的品种、组织结构、成熟程度、水分、温度等因素有关。一般说来，含蛋白质多、透明度大的籽粒，其强度要比蛋白质含量少，胚乳组织松散、不透明的籽粒为大；粳稻比籼稻大；晚稻比早稻大；水分低的比水分高的大；冬季的比夏季大。在温度对强度的影响上，据测定，米粒在5℃时强度为最大，以后则随着温度的上升而逐渐降低。

第二节 稻谷加工工艺过程简述

稻谷加工工艺过程，按照生产程序，一般可分为稻谷清理、砻谷及其产品的分离、碾米和副产品整理四个工序。整个工艺过程见图1-3。

一、稻谷清理工序

原粮清理是整个生产过程的第一道工序，一般包括初步清理、除稗、去石和磁选四个清理内容。它的任务，主要是根据稻谷和杂质在某些物理性质上的不同，采用一定的清理设备，有效地将夹杂在稻谷内的各种杂质清除出去，得到纯净的稻谷，既利于下一步的加工，也有利于确保成品质量。在清理工序，也可以根据原粮的特点和加工需要，利用筛理，进行大小粒的分级。

目前各工厂的清理工序所采用的设备一般有溜筛、振动筛、高速筛、平面回转筛、去石机和磁选装置等。

二、砻谷及其产品的分离工序

该工序包括砻谷、谷壳分离和谷糙分离三个部分。主要是将清理后的净谷脱壳，并