

242424
中等粮食学校试用教材

粮油加工技术



LIANGYOUJIAGONGJISHU

中等粮食学校试用教材

粮 油 加 工 技 术

《粮油加工技术》编写组 编写

中国财政经济出版社

中等粮食学校试用教材

粮 油 加 工 技 术

《粮油加工技术》编写组 编写

*

中国财政经济出版社出版

(北京东城大佛寺东街8号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

泾川县西定安印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开 15.75印张 382000字

1989年9月第1版 1989年9月北京第1次印刷

印数: 1—9500 定价: 3.25元

ISBN 7-5005-0706-2/TS·0022(课)

编 审 说 明

本书是根据中等粮食学校粮食经营与管理专业粮油加工技术课程的教学大纲编写的试用教材，除供中等粮食学校教学使用外，也可供粮食加工厂、植物油脂厂从事经营与管理的工作人员学习参考。

参加本书编写工作的有：湖南省粮食学校黄志友（第一章），辽宁省粮食学校崔保中（第二章1～5节），李根成（绪论、第二章6～8节、第三章），安徽省合肥粮食学校左青（第四章）。初稿完成后，曾邀请郑州粮食学院、辽宁省粮食局工业公司、辽宁省粮食科学研究所、江西省粮食学校、沈阳市粮食学校等单位的一些同志参加讨论，并提出了宝贵的修改意见。在此基础上，由李根成负责总纂，郑州粮食学院朱天钦教授与韩景生副教授负责审定。

本书恳切欢迎读者批评指正，以便今后修改完善。

中华人民共和国商业部教材编审委员会

1988年11月

目 录

绪 论	(1)
第一章 稻谷碾米	(3)
第一节 稻谷的工艺性质	(3)
第二节 稻谷的清理	(8)
第三节 砻谷及砻下物的分离	(28)
第四节 碾米及成品整理	(40)
第五节 稻谷加工工艺流程	(53)
第二章 小麦制粉	(63)
第一节 小麦的工艺性质	(63)
第二节 小麦的清理与分级	(69)
第三节 小麦的水分调节和搭配	(87)
第四节 小麦清理流程	(96)
第五节 小麦及在制品的研磨	(101)
第六节 筛理	(114)
第七节 清粉	(128)
第八节 制粉工艺流程 (粉路)	(132)
第三章 杂粮加工	(146)
第一节 玉米、高粱、粟的工艺性质	(146)
第二节 玉米、高粱、粟的成品质量标准	(150)
第三节 玉米加工	(152)
第四节 高粱加工	(162)
第五节 粟加工	(168)
第四章 油脂制取及精炼	(171)
第一节 油料	(171)
第二节 油料的清理	(173)
第三节 油料籽粒的脱绒、脱壳	(175)
第四节 油料籽粒的破碎与轧胚	(186)
第五节 蒸炒	(193)
第六节 压榨法取油	(196)
第七节 水代法取油	(204)
第八节 浸出法取油	(206)
第九节 油脂精炼	(224)

附 录.....	(235)
一、大米质量指标 (GB1351—86)	(235)
二、小麦粉质量指标 (GB1355—86)	(236)
三、花生油质量指标 (GB1534—86)	(237)
四、大豆油质量指标 (GB1535—86)	(237)
五、菜籽油质量指标	(238)
六、精炼棉籽油质量指标	(238)
七、金属丝筛网规格	(239)
八、蚕丝筛网、合纤筛网规格	(240)
九、中国标准筛网 (新) 与旧筛网及与德国、苏联筛网简易对照表	(244)

绪 论

一、粮油工业在国民经济中的地位和作用

粮油工业是人类社会中历史悠久的重要基础工业之一。几百年来,人们的生活水平和粮油工业制品的平衡一直控制着世界食品的供应,这一平衡使食品工业得到了顺利的发展。食品工业已成为世界各国国民经济的主要工业之一。作为食品工业的物质基础—粮油工业的迅速发展为食品工业发展奠定了良好的基础。

在社会主义建设中,我国粮油工业为粮油商品从农业生产领域进入消费领域、为不断满足粮油食用消费者的需要、为国家提供资金积累,发挥着巨大的作用。据1984年末统计,我国粮油工业企业(指粮食部门管理的粮油工业)有9000多家,职工近50万。自1949年至1984年,粮油工业积累利润净额达109亿元。随着我国经济建设和农业的发展及经济状况、生活方式等变化,粮油工业为社会主义建设将作出新的贡献。

二、我国粮油工业发展概况

粮油工业在我国已有近百年的历史,它与纺织、火柴、造纸等工业同为我国轻工业的先驱,早已成为关系国计民生的一项大工业。

据记载,19世纪末20世纪初,上海、无锡等地先后创建了几家规模较大的面粉厂。第一次世界大战前后,为我国粮油工业蓬勃发展兴起的黄金时代。在此期间,我国面粉由进口转为出口。第一次世界大战结束后至建国前,由于军阀混战、日本帝国主义的入侵、国民党政府发动大规模内战,粮油工业逐渐衰落,解放前已处于奄奄一息的状态。

建国后,在旧中国粮油工业基础上,建立了社会主义粮油工业。40年来,我国粮油工业发生了巨大变化。就生产力而言,大米、面粉、杂粮米、杂粮面、油脂的生产能力与建国初期比较都是几倍、十几倍地增长;就经济效益而言,每百元固定资产提供的利润、每名职工创造的利润额、每百元工业产值提供的利润额也是几倍、十几倍地增长。

当前,我国粮油工业面临的任务是改变多年形成的粮油加工工艺、装备与现实需要不相适应的矛盾,根据国情,消化吸收国外先进设备、先进工艺,发展粮油加工的新产品,提高粮油产品质量,使我国粮油加工技术水平接近和达到国际先进水平。

三、《粮油加工技术》的研究对象和方法

《粮油加工技术》是一门研究粮食、油料加工工艺和设备的应用技术科学。它是粮食经营与管理专业的一门专业基础课。

《粮油加工技术》介绍稻谷碾米、小麦制粉、杂粮加工、油脂制取和油脂精炼的生产工艺、主要设备的作用、性能以及影响工艺效果的主要因素等粮油加工的基本知识。

《粮油加工技术》是一门反映生产实践的应用科学，其主要特点是它的实践性强。学习本课程，必须遵循理论与实践相结合的原则。在弄懂粮油加工基本理论的同时，还要通过实验、生产实习等环节，获得粮油加工基本知识，为从事粮食经营、管理工作打下基础。

第一章 稻 谷 碾 米

碾米工业是粮油工业的重要组成部分。我国稻谷产量占世界第一位。稻谷加工后的成品大米，有多种营养成分。全国约有2/3的人口以大米为主要食粮。稻谷加工后得到的副产品也有多种用途，如稻壳可以作燃料、酿酒的辅助材料、包装和保温的填充料、生产稻壳板等；米糠可以榨油，提取有机磷等化工原料，糠饼可作饲料；米晒可酿酒，制造饴糖等。可见碾米工业对经济发展、保证人民身体健康、提高人民生活水平、促进我国现代化建设都具有重要的作用。

第一节 稻谷的工艺性质

稻谷的工艺性质是指稻谷所具有的影响加工工艺效果的特性，主要包括：稻谷的形态、结构、物理性质和化学成分等内容。

一、稻谷的分类及其籽粒结构

(一) 稻谷的分类

1986年5月6日国家标准局颁布的稻谷国家标准规定，稻谷按照它的粒形和粒质可分为下列四类：

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，又可分为早籼稻谷和晚籼稻谷两种。早籼稻谷的糙米腹白度较大，硬质粒较少；晚籼稻谷的糙米腹白较小，硬质粒较多。

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，又可分为早粳稻谷和晚粳稻谷两种。早粳稻谷的糙米腹白较大，硬质粒较少。

3. 籼糯稻谷。籼型糯性稻谷，稻谷一般呈长椭圆形或细长形。米粒呈乳白色、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。米粒呈乳白色，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，粳型稻谷由于粒形短而宽，稻壳组织松而薄，且占籽粒的百分比小，米粒强度大，耐压性能好，因此加工时碎米少，出米率高；籼形稻谷由于籽粒长而细，稻壳组织紧而厚，且占籽粒的百分比大，米粒强度小，耐压性差，因此加工时易产生碎米，出米率较低。一般来说，不论籼型稻谷或粳型稻谷，晚稻的生长期比早稻要长，所以晚稻的籽粒结构紧密，腹白较小，硬质粒较多。加工时，晚稻比早稻碎米少，出米率高。

由于我国稻谷产区广，种类多，稻谷中的各种品种，均由各省、市、自治区另订标准或分别归属。

(二) 稻谷籽粒的形态结构

稻谷籽粒包括稻壳和颖果（糙米）两部分，其形态结构如图1-1所示。

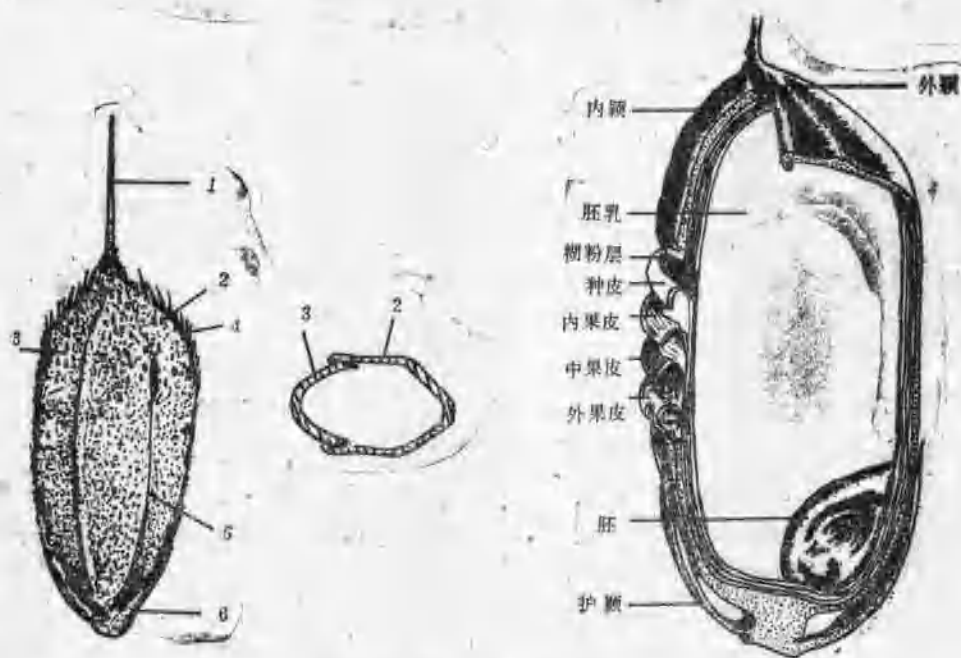


图1-1 稻谷的形态及结构

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

1. 颖。稻谷的外壳称为颖，包括外颖、内颖、护颖、颖尖（俗称芒）四部分。外颖较内颖略长而大，呈船底形。内、外颖的边缘卷起成钩状，外颖朝里，内颖朝外，二者互相钩合，包住颖里。内、外颖表面粗糙，生有许多麻点和长短不一的茸毛。一般来说，成熟好而饱满的稻谷，颖薄而轻；粳稻比籼稻薄，早稻比晚稻薄。粳稻的颖重约占稻谷的18%左右，籼稻的颖重约占稻谷的20%左右。

稻谷的护颖生长在内、外颖基部的外侧，以托住稻谷籽粒，起保护颖的作用。

稻谷的芒多生于外颖顶端，内颖极少长芒，一般粳稻有芒者居多数，籼稻大都无芒。稻谷有芒，则表现出容重小、散落性差，在加工中容易使机器堵塞，影响清理效果。

2. 颖果。稻谷脱去壳后的果实称为颖果，又称糙米。它由皮层、胚乳和胚三部分组成。

糙米表面光滑，有蜡状光泽，并且有纵向沟纹五条。背上的一条叫做背沟，两侧各有两条。纵沟的深浅随稻谷的品种不同而异。沟纹对出米率有一定的影响。目前鉴别大米的精度以来粒表面和背沟留皮的多少为依据，而纵沟内的皮层往往很难全部碾去。在其它条件相同的情况下，如果要达到同一精度，则纵沟越浅，皮层越易碾去，胚乳的损失就越小，而出米率就越高。反之，出米率就越低。

包裹在胚乳和胚外面的为皮层，皮层由果皮、种皮、外胚乳和糊粉层等四部分组成，总称为糠层。一般来说，品种优良、生长良好、成熟而饱满的稻谷，糠层较薄，出米率高。

去皮的颖果则称为大米。胚乳是大米最主要的组成部分，其重量约占整个稻谷的70%左右。

胚位于颖果腹部下端，与胚乳连接不很紧密，碾米时容易脱落。

稻谷和糙米各组成部分所占的百分率见表1-1和表1-2。

表1-1 稻谷籽粒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	4~8
胚 乳		68~70
胚		2.0~2.5

表1-2 糙米粒各组成部分的重量百分比

名 称	糙 米	果皮 + 种皮	糊粉层	内胚乳	胚
重量比例%	100	2.1	4.7	90.7	2.5

二、稻谷的物理性质

稻谷的物理性质是指稻谷与加工工艺、设备、操作有密切关系的物理特性，包括：稻谷的颜色、气味和表面状态，稻谷的粒形与大小，稻谷的千粒重与容重，籽粒强度与爆腰率等。

(一) 稻谷的色泽和气味

新鲜正常的稻谷，色泽应是鲜黄色或金黄色，表面富有光泽，无不良气嗅。未成熟的稻谷籽粒，一般都呈淡绿色。凡是不新鲜的稻谷，其米质较差，加工时易产生碎米，出米率低。

(二) 稻谷的粒形与大小

稻谷籽粒的大小，是指稻谷的长度、宽度和厚度。一般称为粒度。稻谷的粒形还可以根据长宽比例不同分为三类：长宽比大于3为细长粒，小于3而大于2为长粒形，小于2为短粒形。一般籼稻谷均属前两类，粳稻谷大部分属于后一类。

稻谷籽粒形状和大小因稻谷的类型和品种不同而差异很大。即使是同品种的稻谷，其籽粒大小也有差异。在加工过程中，籽粒的形状和大小，是合理选用筛孔和调节设备操作的依据之一。如果形状和大小不同的稻谷混杂在一起，就必然会给清理、砻谷和碾米带来困难。

以致影响生产效果。所以，形状和大小相差悬殊的稻谷要严防混杂，应分批加工。对于混杂比较严重的稻谷，最好采用分级加工。

（三）容重和千粒重

1. 容重。稻谷的重量是指单位容积中稻谷的重量，以千克/米³为单位。实践证明，凡是粒大而饱满坚实的籽粒，容重就大，出糙米率就高。因此，容重是评定稻谷工艺品质的一项重要指标，一般稻谷及其加工产品的容重见表1-3。

表1-3

稻谷及其加工产品的容重

名 称	容重 (千克/米 ³)	名 称	容重 (千克/米 ³)
无芒梗稻	560	梗 米	800
普通有芒梗稻	512	籼 米	780
长芒梗稻	456	大碎米	875
糙 米	584	小碎米	365
梗 米	770	米 糠	274
油 糙 米	748	稻 壳	120

2. 千粒重。稻谷的千粒重是一千粒稻谷的重量，以克为单位。一般梗稻的千粒重为25~27克，籼稻为23~25克。千粒重的大小，直接反映出稻谷的饱满程度与质量的好坏。千粒重大的稻谷，其籽粒饱满坚实，颗粒大，质量好，胚乳占籽粒的比例高，所以它的出米率高。

千粒重越大，单位重量中稻谷的粒数越少，清理和磨碾时所需的时间就越短。因此，加工时产量高，电耗低。

（四）腹白度和爆腰率

1. 腹白度。米粒腹部不透明的粉质白斑称为腹白。腹白度是米粒腹部乳白色不透明部分的大小。腹白度大的米粒，其角质含量少，强度低，加工时易碎，出米率低。一般晚稻米粒的腹白较小，胚乳组织紧密坚硬，籽粒几乎全为透明体，籼稻中的早籼则几乎全为不透明的白粉质体。

2. 爆腰率。糙米的腰部有横向裂纹，称为爆腰。糙米中的爆腰粒数占糙米总数的百分比称为爆腰率。米粒产生爆腰后其强度大大降低，加工时易产生碎米，出米率低。对于爆腰率高的稻谷，不适宜加工高精度的大米。

（五）米粒的强度

米粒受到压缩、拉伸、弯曲、剪切等力的作用时，便会引起变形，同时内部产生相应的抵抗力。当外力增加到使抵抗力达到强度极限时，籽粒即破碎。这种抵抗变形和破碎的能力称为米粒的强度，其大小以每粒米粒所能承受的千克数表示。

米粒的强度随稻谷的类型、品种、胚乳结构、水分和温度的不同而有差异。通常，梗稻谷的抗压强度比籼稻谷大；晚稻谷的强度比早稻谷大；胚乳组织紧密、角质率高的米粒的强度最大；稻谷水分增加，则糙米籽粒强度降低。据测定，米粒温度在0~5℃时，米粒强度最大，温度愈高，米粒强度愈低。

（六）稻谷的散落性

散落性是指谷粒自然下落至平面时，有向四周流散并形成一圆锥体的性质。圆锥体的母

线和底羊线所形成的夹角称静止角。稻谷的散落性可用静止角来表示，一般在 $33^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 之间；糙米为 $27^{\circ}\sim 28^{\circ}$ ，白米为 $23^{\circ}\sim 33^{\circ}$ 。散落性的大小与静止角大小成反比。散落性小的稻谷，其流动性差，在加工过程中，需要有较大的自流管和筛面斜度，并容易堵塞机器和输送管道等。

三、稻谷的化学成分

稻谷籽粒中所含有的化学成分有水分、蛋白质、脂肪、淀粉、粗纤维、矿物质和维生素等。稻谷籽粒及其各组成部分的化学成分见表1-4。

(一) 水分

稻谷含水量的高低对稻谷加工的影响很大。水分过高，会造成筛理困难，影响清理效果；会使籽粒强度降低，碎米增加，出米率降低；还会增加碾米机的动力消耗及加工成本。但水分过低，使稻谷籽粒发脆，也容易产生碎米，降低出米率。

为了保证成品大米质量，提高出米率，国家对原粮稻谷和成品大米的含水量都有严格的规定。

(二) 蛋白质

稻谷的蛋白质含量并不多，糙米约含 $7\sim 8\%$ 左右。白米约含 $6\sim 7\%$ 左右。稻谷籽粒的蛋白质含量越高，籽粒强度越大，耐压性能越强，加工时产生的碎米就越少。

(三) 脂肪

稻谷中脂肪的含量一般在 2% 左右，大部分集中在胚和皮层中，糙米碾白时，胚和糠层大都被碾去，故白米中脂肪含量很少。

米糠中含脂肪较多，它是一种很好的油料，含油率一般在 $18\sim 20\%$ ，随稻谷品种不同而变化。为提高经济效益，物尽其用，米就应该先榨油，然后再作饲料或综合利用。但米糠中若混有淀粉，出油率会降低，碾米时必须防止过碾，以利提高出米率和米糠出油率。

(四) 淀粉

稻谷中淀粉含量最多，一般在 70% 左右，大部分在胚乳中。它是人体所需热量的主要来源，加工时应尽量完整保留，以提高成品大米的出米率。

(五) 矿物质

稻谷籽粒中不能燃烧的物质为矿物质，又称灰分。灰分大部分集中在稻壳、果皮及胚中，所以大米中灰分的含量可间接反映白米的精碾程度。

(六) 维生素

稻谷籽粒中主要含有B族维生素及少量的维生素A和E。它是人体必需的营养物质，为了避免维生素溶于水而损失，要求在加工过程中加强稻谷清理，提高大米纯度，以糙食用时尽量减少淘洗。

(七) 粗纤维

稻谷中粗纤维的含量约为 10% ，主要分布在稻壳中，其次是皮层，胚乳中仅含 0.34% 。它对人体无营养价值，不能被人体消化吸收。稻谷加工的目的就在于去除含粗纤维就多的稻壳和皮层，提高米粒的食用价值。

表1-4

稻谷籽粒及其各组成部分的化学成分(%)

部 分	碳水化合物	蛋白质	脂 肪	纤维素	灰 分	水 分
稻 谷	64.52	8.09	1.8	8.89	5.02	11.68
糙 米	74.53	9.13	2.0	1.08	1.10	12.16
胚 乳	78.8	7.6	0.3	0.4	0.5	12.4
胚	29.1	21.6	20.7	7.5	8.7	12.4
米 糠	35.1	14.8	18.2	9.0	9.4	13.5
稻 壳	29.38	3.56	0.93	39.05	18.59	8.5

第二节 稻谷的清理

一、稻谷中的含杂种类及除尘原理

(一) 稻谷清理的目的和要求

稻谷在生长、收割、贮藏和运输过程中,都有可能混入各种杂质。在加工过程中,如果不先将这些杂质清除,不仅会混入成品,降低产品纯度,影响成品大米质量;而且在加工过程中,还会影响设备的工作效率,损坏机器,污染车间的环境卫生,危害人体的健康,严重的甚至有酿成设备事故和火灾的危险。因此,清除粮食中的杂质,是稻谷加工过程中的一项首要任务。

在清理稻谷中的杂质时,第一,要根据稻谷中的含杂种类和含杂量,合理的选用除杂设备,以充分发挥设备的除杂效率;第二,要根据各种杂质的物理特性,本着先易后难的原则,加以清除;第三,清除的杂质要分别归类,以便集中处理;第四,稻谷经过清理后(即净谷),其含杂量应符合下列要求:含杂总量不应超过0.6%,其中:含砂石粒数不应超过1粒/千克;含稗粒数不应超过130粒/千克。

(二) 稻谷的含杂种类

杂质种类根据国家颁布的GB1350-86稻谷标准规定,杂质包括下列几种:

1. 筛下物。通过直径2.0毫米圆孔筛的物质。
2. 无机杂质。泥土、砂石、砖瓦块及其它无机物质。
3. 有机杂质。无食用价值的稻谷粒,异种粮粒及其它有机物质。
4. 黄粒米。胚乳呈黄色,与正常米粒色泽明显不同的颗粒。

在粮食加工厂中,根据杂质的性质和清理作业的特点,也可作为如下分类:

按其粒度大小,可分大、中、小型杂质和并肩石杂质;

按其比重的不同,可分为轻型杂质和重型杂质。

在这些杂质中,以稗子和粒状、大小与稻谷相似的“并肩石”、“并肩泥”,最难清除。

稗子。稗子的形状近似于半球形,断面呈三角形(见图1-2)。

并肩石。因其粒形大小与稻谷相仿而得名。并肩石在稻谷中的含量虽然不多,但由于它混在成品中会严重影响食用,危害人体健康,所以,国家标准中对大米中含石量控制很严。由

并肩石的形状很不规则，大小基本上与稻谷相仿，采用一般的筛选方法不可能将其清除干净。这就是清除并肩石比较困难的原因。

(三) 稻谷清理的基本原理和方法

为了有效地从稻谷中清除各种杂质，必须分析研究稻谷与杂质在物理性能方面的差异，根据其不同特点，选择最有效的清理方法，将混在稻谷中的杂质清除出去。常用的除杂原理与方法有：

1. 粒形与大小的不同。稻谷及其杂质均具有一定形状和大小，如有长形、椭圆形、扁平形、不规则形等。通过测定分析可知，大部分杂质与稻谷在粒形与大小上都存在着较大的差异。因此，在清理粒形和大小与稻谷不同的杂质时，可采用筛选法及袋孔分离的方法。目前我国碾米工业中基本上是采用筛选法。

2. 气体动力学特性的不同。气体动力学特性的不同，即指稻谷与杂质在气流中承受风力的能力大小不同。有的被风吹得远一些，有的被风吹得近一些。在一定的气流条件下，这种特性决定于颗粒的形状、表面组成、比重及颗粒在气流条件中所处的位置。因此，根据稻谷与杂质间悬浮速度的不同，可采用风力进行分选。

3. 比重的不同。当稻谷经过筛选除杂和风选除杂后，稻谷中仍残留有并肩杂质，但这些并肩杂质的比重与稻谷是不同的。这时可根据稻谷和杂质比重的不同来进行分选。

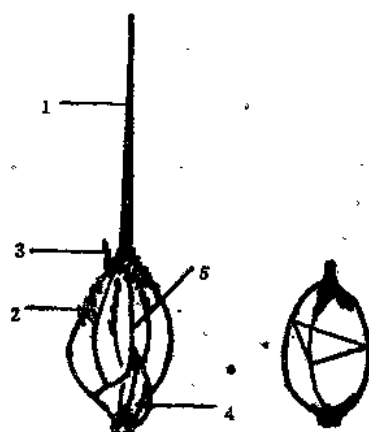


图1-2 稗子

1. 芒；2. 外颖；3. 茸毛；
4. 护颖；5. 内颖

表1-5 稗子与稻谷的物理特性

名 称	芒 长 (毫米)	粒 度 (毫米)			比 重	千粒重 (克)
		长	宽	厚		
粳 稻		5.8~9	2.6~4	1.4~2.8	1.08~1.18	25~28
籼 稻		7~12	2.2~3.6	1.2~2.1	1.01~1.2	22~26
带芒稗粒	8~10	8~5	1.5~3	1.1~2.2	0.909	4~5.5
稗 子		8~5	1.5~3	1.1~2.2	0.923	5~6

表1-6 并肩石的物理特性

名 称	粒 度 (毫米)			比 重	千粒重 (克)	悬浮速度 (米/秒)
	长	宽	厚			
石 子	3.42~5.25	2.35~2.65	2.35	2.3627	55	10~15
泥 块	3.5~5.15	2.25~3.25	2.0~3.3	2.2391	46	10~15
瓷 块	3.15~5.35	2.25~3.0	1.9~2.1	2.1037	45	10~15
砖 块	4.15~5	2.15~3.25	2.0~3.15	2.0967	38	10~15
煤 块	3.35~5.22	3.15~3.15	2.0~2.25	2.0156	29	10~15

4. 磁性的不同。稻谷中的金属杂质如铁钉、螺丝等具有导磁性，均能被磁钢吸住。因此，可利用磁钢来分离稻谷中的磁性金属杂质。

(四) 稻谷清理效率的评定

稻谷清理除杂的设备比较多，其除杂方法也不相同。所以，正确评定各种清理设备的工艺效果，将对了解设备的生产效果、设备存在的问题、提高操作技术、促进生产，都具有十分重要的意义。按照商业部1977年颁布的各种清理设备试验方法的规定，评定的主要指标为杂质去除率 and 下脚含粮率。

$$\text{杂质去除率} = \frac{\text{原粮含杂量} - \text{清理后粮食中含杂量}}{\text{原粮含杂量}} \times 100\%$$

在计算杂质去除率时，应按去除的各类杂质（如大杂、小杂、轻杂、稗子等）分别逐个计算。

下脚含粮率的计算，对于含粮较多的，以每千克下脚中含饱满粮粒的百分率计算；对于含粮较少的，则以每千克下脚中含饱满粮粒的粒数表示。

二、筛 选

(一) 筛选的基本原理

1. 筛选原理。主要根据稻谷与杂质宽度、厚度的不同，利用筛孔分离大于（或小于）稻谷的杂质，或将原粮进行分级的方法，称为筛选。筛选可用于清理、原粮大小的分级、谷糙分离、成品及副产品整理等工序。主要设备有：初清筛、振动筛、高速振动筛、平面回转筛等。

2. 筛选的基本条件。在筛选过程中，要使一部分物料穿过筛孔，成为筛下物，达到分级的目的。这必须具备下列基本条件：

第一，选择适当的筛面和筛孔；

第二，筛面上料层不宜超过一定厚度，应使物料有充分接触筛面的机会；

第三，保证物料与筛面之间有适宜的相对运动速度。

3. 筛选与自动分级的关系。散粒物料在运动过程中，性状相同的颗粒聚集在一起重新排列，形成分级，这种现象称为自动分级。它与物料的比重、形状、大小和表面粗糙程度等因素有关。一般比重小、体积大、表面粗糙的物料浮于上层，比重大、体积小、表面光滑的物料沉到底层，轻而小或重而大的物料夹在中层（如图1-3所示）。



图1-3 自动分级现象

筛选稻谷中的砂石时，就要充分利用自动分级，使砂石沉底层，与筛面接触，使其穿过筛孔成为筛下物，达到除石的目的。但在清除稻谷中的稗子时，则要求破坏自动分级，因为自动分级会使稗子浮于谷层上部，使筛选难以进行。

(二) 筛面的种类及构造

筛面是筛选设备的主要工作部件。米厂常用的筛面主要有冲孔筛板和金属编织筛网两种。

1. 筛板。筛板一般是在0.5~1.5毫米的中碳钢和低碳钢薄板上冲压出一定形状、大小以及一定排列形式的筛孔(如图1-4所示)。这种筛面具有坚固耐磨、不易变形的特点,适用于稻谷清理、除杂和分级。

2. 筛网。金属丝编织筛网在粮油工业上用途很广。这种筛面由纵、横金属丝编织而成,如图1-5所示。金属丝的材料有镀锌低碳钢丝、不锈钢丝、黑低碳钢丝等。

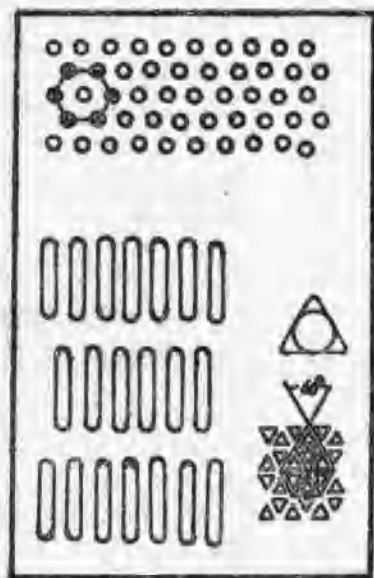


图1-4 筛板

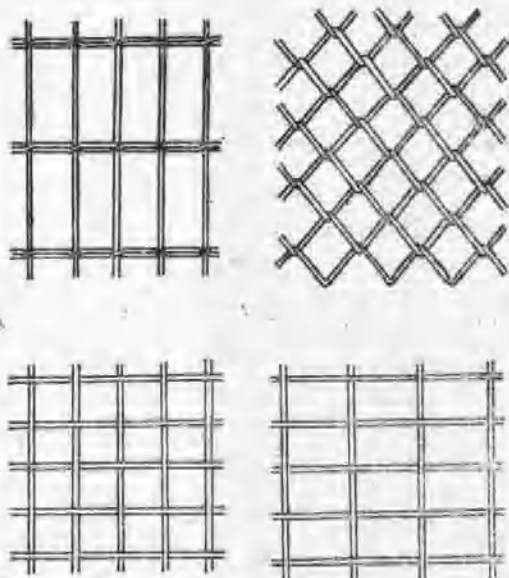


图1-5 筛网

金属丝编织筛的有效筛理面积比筛板大,适宜于筛理细小杂质、谷糙分离和成品、副产品的分级。

3. 筛孔形状与大小的选择

(1) 孔型的选择。筛孔形状与筛选物料断面形状有关。

圆孔形。主要用于分离与稻谷宽度不同的杂质。只有当筛理物的宽度小于圆孔直径时,才能使筛理物穿过筛孔(如图1-6a所示)。

长形孔。主要是根据稻谷和杂质厚度的差别进行分离。只有当筛理物的厚度小于筛孔的宽度时,才能穿过筛孔(如图1-6b所示)。

三角形孔。主要用于清理稻谷中形状近似于三角形的杂质。当杂质的粒形或面呈三角形,且每边长小于三角形筛孔边长时,才能穿过筛孔。如谷、稗分离采用三角形筛

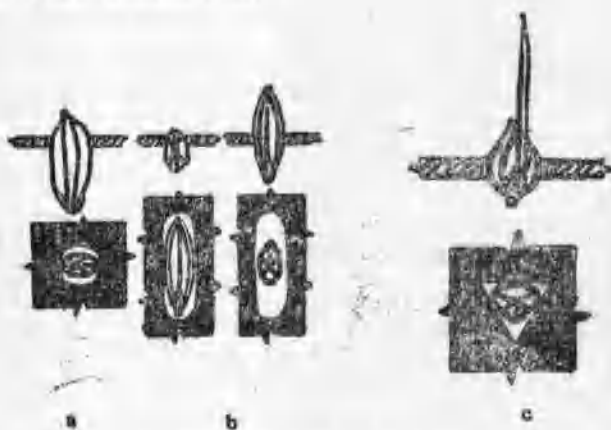


图1-6 圆形孔、长形孔和三角形孔

a. 圆形孔, b. 长形孔, c. 三角形孔