

# 制粉工艺与设备

朱天钦 主编

四川科学技术出版社

90704463

江南大学图书馆



90704463

# 制粉工艺与设备

郑州粮食学院

朱天钦 主编



75211/01

四川科学技术出版社

一九八八年·成都

88848708

## 内 容 提 要

本书全面地介绍小麦清理与制粉设备的结构和工作原理, 阐述小麦工艺品质的评价及小麦制粉原理。着重介绍现代粉厂磨制食品专用粉的种类、质量指标及各种等级粉的配制; 面粉的营养价值及面粉处理; 国内外粉厂磨制各种等级粉的典型粉路; 玉米干法磨粉及其产品的利用。

本书可选作高等院校粮食工程专业教材, 也可供粮食加工、粮机制造、粮食科学研究等单位的工作人员及有关院校师生参考。

### 制粉工艺与设备

朱天钦 主编

---

四川科学技术出版社出版、发行

(成都盐道街3号)

四川省新华书店经销

郑州粮食学院印刷厂印刷

ISBN 7—5364—0907—9/S·137

---

开本787×1092毫米 1/16印张26.25 字数600千字 印数1—4500

1988年6月第1版

1988年6月第1次印刷

---

定价:       元

# 前 言

近几年，随着我国农业生产的发展和人民生活水平的提高，制粉工业正在迅速发展。为教学工作的需要，做好教材建设；为促进我国面粉工业发展，提高生产技术水平，我们编写了这本《制粉工艺与设备》。

本书既有理论，又有实践，在内容中扼要阐述小麦工艺品质的评价，小麦清理与制粉的原理及流程设计；介绍小麦清理设备与制粉设备的结构及技术参数，以及制粉厂最佳工艺效果的生产管理；介绍玉米干法磨粉及其产品的利用；在本书中还着重介绍现代制粉厂磨制各种食品专用粉的种类及质量指标，各种等级粉的配制；面粉的营养价值和面粉处理（漂白、熟化、营养强化、按蛋白质含量分级），以及小麦胚的提取及利用；国内外粉厂磨制各种等级粉的典型粉路。

本书由郑州粮食学院粮食工程系教师编写，朱天钦任主编。编写分工是：绪论和第一、二章由赵小枫编写；第三、四章由郭祯祥编写；第五至第十四章由朱天钦编写。

本书可选作高等院校粮食工程专业教材，也可供粮食加工、粮机制造、粮食科学研究等生产及科研单位工作人员及有关院校师生参考。

由于编者水平有限，时间仓促，谬误之处请批评指正。

编 者

1987年12月

# 绪 言

在人类的生命活动中，粮食是赖以生存的主要物质基础，是关系到国计民生的基本生活资料，而制粉工业是从粮食生产向人类消费过渡的重要桥梁。离开粮食生产，制粉工业就成了无源之水，无本之木；而缺少制粉工业，粮食则显示不出其宝贵的使用价值。制粉工业能进行工厂化大规模生产，可节省社会上的大量时间，有利于提高工作效率，并且其经济效益十分可观。一般说来，在农产品加工业发达的国家，在其最终农产品消费额中，原始价格只占1/3左右，其余2/3是加工得到的效益。同时，制粉工业又是食品生产的原料工业、基础工业，在一定意义上对食品工业的发展起着决定性的作用；而发达的食品工业可以最大限度地发挥原料资源的营养价值和经济价值，这在人类文明高度发展的今天尤显重要。因此，研究、发展、提高制粉生产技术，是制粉工业的需要，也是人类文明发展的需要。

## 一、制粉生产简史与发展趋向

### (一) 制粉生产发展简史

制粉的历史可追溯到远古的石器时代。人们在两块石头之间碾磨或用杵和白捣碎来加工小麦，继这些最原始加工工具之后的是石磨和石碾的发展，开始是小型手推磨，发展到用奴隶和牲畜来推动较大的石磨。古罗马时代和我国晋代就已开始利用水力驱动卧式水轮来带动石磨磨粉，唐代是我国水力磨坊发展的昌盛时期。大约在12世纪人类已可利用风力磨粉。在此期间，制粉生产的能源和设备还是直接取自自然界，这种能源的特点是能够再生，但利用率极低；这种材料的特点是取用方便，稍作加工即可使用，但其效能很差，并无法进行机械化的连续生产。由于石磨制粉是将上下磨盘装得很近的“紧研磨”，整个研磨过程是短而强烈的，因此，面粉质量也较差。

18世纪蒸汽机和后来的发电机的发明以及匈牙利首创的磨辊的出现，导致了制粉工业的诞生。金属辊式磨粉机和平筛以及蒸汽、电力这些更宜于集中和控制的新能源，使制粉生产发生了根本性的变革。它使面粉的大规模连续化生产成为可能，使“分系统逐步研磨”、“轻研细分”的制粉工艺得以发展，使面粉品质、特别是精白面粉以及其他以此为原料的烘焙食品的品质大大提高。制粉工业也因此迅速发展起来，从1823年波兰建起第一座应用辊式磨粉机的制粉厂起，仅仅80来年，到19世纪末、20世纪初，制粉工业已成为最先达到高度机械化和连续化生产的部门之一。此后，制粉技术的发展十分缓慢，直到现在逐步研磨的方法仍是唯一可行的制粉方法，制粉的基本原理和生产方式没有发生根本性的变革。第二次世界大战后，由于其他科学技术的高速发展和资本主义的激烈竞争，促使制粉工业也采用或引进了一些新的技术和设备，以达到提高生产效率、减少人力、节约投资和降低成本的目的。迄今发达国家的制粉生产与技术较大的改进可归纳为以下几方面：

**1. 建厂规模逐步扩大、集中。**原来分散在产麦区的较小型的制粉厂逐步淘汰，向人口稠密区、消费中心和运输口岸集中。建厂规模越来越大，而制粉厂总数则越来越少，一般均减少到1/3以下。建筑形式也由原来分散的、单体的“乡村”布局，发展为高空的、组合式“城市”布局。生产规模大，布局集中，便于充分利用原料和能源，易于自动控制设备和工艺过程。车间内清洁卫生，温、湿度严格控制在适宜制粉的范围内（温度22℃，相对湿度65%），保证了生产过程和产品质量的稳定。

**2. 采用新型高效设备，促使工艺过程简化，产量提高。**这主要表现在单机设备的高效率和多功能组合上。在小麦清理方面，如近年研制成功的集中机和重力分选机等，集中了去石、除杂、精选和小麦分级等多种功能；又如强力着水机等，能完成着水和打麦两项任务。由于单机效能的提高，减少了流程中设备的道数，因而使清理流程大大简化。在制粉设备方面，主要改进了磨粉机、平筛等设备的结构和性能，提高了单机效率和处理能力。并采用一些新的辅助设备，如松粉机、振动圆筛等，使心磨系统的道数缩短、产量提高。

**3. 充分利用小麦资源，生产各种专用面粉。**为满足食品制作的需求，制粉厂对不同品种和质量的小麦进行实验磨粉并测定其特性，以便采取合理的工艺过程，并通过将不同品质的面粉进行搭配，生产出各种食品专用面粉。

**4. 气力输送和“三散”技术的普遍应用。**世界上第一座完全采用气力输送的制粉厂建于1943年。气力输送技术具有明显的优越性，如可改善工艺效果和劳动条件，节约设备投资，有利于发展生产自动化等，因此它发展迅速，并日臻完善，现在制粉厂已普遍应用。“三散”（即散装运输、散装装卸、散装储存）在制粉厂的应用首创于第二次世界大战时期的美国。三散技术更有利于连续化生产；清洁卫生，不会引起面粉变质和环境污染；可减少包装费用和避免装卸存过程中的损失，使成本降低。现在三散技术又引进了电子计算机系统，实现了生产过程的全自动化。

**5. 自动化技术的应用。**主要表现在工艺过程的控制和制粉机械的自动化上，如面粉质量和出率的连续监测；原料的计量、搭配和发放；小麦着水量和水温的自动控制以及加工过程中流量的监控等。在制粉机械方面，先后采用了液压、气动控制装置和终端开关；料位指示器和设备、管道的报警装置，以及建立在超声、振动、微波和伽玛射线基础上的其他控制装置。由此得到的结果是：人员费用减少，能量消耗不断降低，并创造了无人操作的生产条件。

**6. 重视科学研究，讲究经济效益。**对新设备的研究主要着眼于提高单机效能、简化操作、节约能源和防止环境污染方面，以增强竞争力。对于新技术的应用，也是建立在制造厂商和用户都能受益的基础上的。另外，还十分注重小麦品质及营养构成的基础理论和检测手段的研究，有目的地指导制粉生产和进行面粉强化处理。

**7. 制粉工业向联合型企业发展。**一些发达国家为改变由于居民食物结构变化带来的成品粮消耗量减少、使面粉生产过剩的不景气局面，制粉业出现了向联合型、综合型发展的动向。如在制粉厂内安装面食品生产线，或在面食品厂内建面粉厂，或新建一个面粉——面食品联合加工厂，也有制粉厂增设淀粉、面筋生产设备，或新建面粉——淀粉面筋联合加工厂，用面粉来生产淀粉和面筋。

## (二) 我国制粉工业发展概况与趋向

我国第一座机制粉厂是1878年建于天津的“贻来牟机器磨坊”。第一次世界大战前，机制粉厂已发展到53家，但规模都较小，面粉主要依靠大量进口。直至新中国成立之前除第一次世界大战期间，由于参战国的需要，刺激了我国民族制粉工业的发展（仅1915~1922年间就兴办了92家制粉厂），一度出现短暂的兴盛外，我国的制粉工业一直是处于设备技术落后、发展极为缓慢的状态，而且大多数和规模较大的制粉厂集中在东部沿海和部分大城市，广大产麦区则几乎没有制粉厂。

新中国成立之后，在党和政府的英明领导下，首先调整了不合理的工业布局，从50年代起，东部沿海地区和部分大城市的一部分制粉厂内迁到了产麦区和新兴的工矿城市；有计划地在面粉生产能力缺乏的地区兴建了相当数量和规模不等的制粉厂，并逐步更新改造了一部分老厂。到目前为止，全国大小规模不等的制粉厂（国营）共有1200多个，面粉产量也由1949年的76.8万吨增至1982年5000万吨左右，一跃而居世界之首，成为最大的面粉生产国。

在制粉技术上也有较大的改革，1951年京、津两地制粉工作者创造了前路出粉法，并在全国推广应用。它以产量高、出率高和动耗省的特点，在我国人口激增而粮食生产落后、人民消费水平低下的国情下，显示了优越性，为供应军需民食做出了贡献。从1958年起，粮食机械的专业生产厂陆续在全国各地建立起来，并能成批生产各种磨粉机、高方筛、清理筛、去石机等几十种产品。1974年国家进行了制粉设备选、定型和标准化工作，经鉴定和批量生产的设备都有良好的工艺效果。进入80年代后，粮食形势大大好转，人民生活水平也有很大提高，为满足消费者和食品工业的需要，引进了国外先进的制粉设备和工艺，许多厂家也纷纷改革旧工艺，开始生产多品种、多用途的等级粉和专用粉。

在其他科学技术的应用方面，气力输送技术于1958年首次在制粉厂应用，并试验、摸索出一套提高浓度比、降低电耗的经验，使该项技术在粮食加工业得到普及，目前正向着提高输送效率、一风多用的目标发展。“三散”技术在京、津、沪等大城市有所应用，已有气力输送卸载的散运罐车和电子自动控制的原料筒仓，在装卸、计测设备的自动控制技术方面也有了新的发展。关于制粉工艺过程的自动控制，北京等地的个别粉厂已进行研究并取得一定成就，不少有条件的厂也已开始应用电子计算机来管理生产。

新中国成立后，我国还相继创办了各类粮食院校和粮食科研单位，培养了大批粮食科技人才，为我国粮食工业的发展奠定了坚实的基础。

我国制粉工业的发展趋势可归纳以下几点：

1. **面粉的高质量与多品种。**要做到这一点，必然大大增加粮食耗用量，但我国目前人均粮食占有量（约400公斤/年）还不十分充裕，因此解决这一供求矛盾的方法只能是：加强制粉基础理论的研究，充分利用原料资源，采用新的制粉工艺，尽快吸收消化国外先进技术，研制出适合我国特点的新型高效能制粉设备。

2. **加强面粉品质及其检测手段的研究。**以往，制粉厂多凭感官或简陋的仪器检验原料和成品质量，这与先进的等级粉、专用粉生产极不相适应。因此，在制粉厂设置粉质和面制品实验室，以科学实验指导面粉生产已成为迫切需要。并应根据各地食品要求，研究制订各

种面粉的品质指标及其统一的测试方法。

**3. 自动化技术的研究与应用。**由于自动化技术在控制制粉工艺过程、保证产品质量和科学管理生产方面具有的明显效用，今后的研究与应用仍会偏重于此，如单机的自动化，加工过程中检测、监控物料品质和故障报警等方面的自动化，用微机处理各种数据并控制各项指标的实施等。

**4. 制粉后的生产技术问题。**这在食品工业日益发展的今天已成为一个值得研究的课题。制粉厂兼做面食品，原料可以直接取用、配置，能减少许多中间环节，对提高经济效益有积极意义，同时，也为制粉工业的发展开辟了更加宽广的道路。

## 二、学习本课程的要求和方法

《制粉工艺与设备》是一门研究将小麦、玉米等磨制成面粉的应用科学，是粮食工程专业的主干课程之一。它主要研究制粉的基础理论及其应用，其内容以小麦制粉为主，兼顾玉米制粉。通过本课程的教学与实践（包括实验和实习），要求掌握制粉的基本理论、工艺过程以及主要设备的结构，工作原理，性能参数，操作方法和影响工艺效果的因素及其分析方法。培养学生具有设计工艺流程、制定操作规程、组织管理生产、进行技术测定以及对设备选择、使用、改进的能力，并了解本学科最新科学成就和发展方向。

学好本课程，必须掌握它的特点：

《制粉工艺与设备》是一门应用科学、技术科学，它的理论来源于生产实践——实践性是它的特点之一。要学好本课程，必须注重理论与实践的结合，要以生产实践的感性认识来深化和发展对书本知识的理解，又要善于用学到的理论知识总结制粉生产的经验和规律，分析制粉生产中的各种现象及其内在联系，并经常运用基本理论知识解决、解释一些生产中遇到的问题，借此提高分析问题、解决问题的能力。

本课程的基本理论大多是一些基础科学理论的结论，是各应用科学技术的交叉——综合性是它的特点之二。因此，要学好本课程，必须善于借助各基础科学和其他应用科学的理论来加深对本课程有关结论的理解，还要善于寻找和发现各学科在本学科的交叉点及其关系。

本学科既是应用科学，就应着重其应用，而实际应用是有条件的——政策性是它的特点之三。要学好本学科，必须正确理解党和国家在各时期的总任务和各项方针政策及对制粉工业的具体要求，掌握它们与制粉技术的原则关系。只有这样，才能使本学科更好地服务于社会主义宏伟的四化建设事业和为之奋斗的人民大众，才能使本学科在这种应用中不断向前发展。



# 目 录

<b>第一章 小麦与小麦的性质</b>	
第一节 小麦概况	1
第二节 小麦的物理性质	4
第三节 小麦的化学成分及生物化学特性	9
第四节 小麦的结构力学及流变学特性	15
第五节 小麦的工艺品质	17
<b>第二章 小麦的除杂与分级</b>	
第一节 小麦除杂与分级原理	20
第二节 筛选与风选	24
第三节 干法去石与分级	57
第四节 精选	72
第五节 磁选	86
<b>第三章 小麦的表面清理</b>	
第一节 打麦	95
第二节 刷麦	108
第三节 洗麦	111
<b>第四章 小麦的水分调节</b>	
第一节 小麦水分调节的目的和类型	124
第二节 影响小麦水分调节的因素	125
第三节 水分调节设备及润麦仓	131
第四节 小麦水分调节的工艺流程	142
<b>第五章 小麦的搭配</b>	
第一节 小麦搭配的目的	144
第二节 小麦的品质和原料搭配	144
第三节 面粉的种类和原料搭配	146
第四节 小麦搭配的方法与计算	148

第五节	小麦搭配流量调节.....	149
<b>第六章</b>	<b>小麦的清理流程</b>	
第一节	简述.....	152
第二节	设计小麦清理流程的依据.....	153
第三节	小麦清理流程的组合原则.....	154
第四节	小麦清理流程.....	158
第五节	下脚处理.....	165
<b>第七章</b>	<b>小麦制粉概述</b>	
第一节	制粉流程简述.....	167
第二节	在制品的分类.....	169
第三节	制粉流程的图形符号.....	173
第四节	中国小麦粉的等级标准.....	175
第五节	其他主要国家的小麦粉标准.....	175
<b>第八章</b>	<b>研磨</b>	
第一节	概述.....	181
第二节	辊式磨粉机.....	184
第三节	影响研磨作用的主要因素.....	203
第四节	辊式磨粉机的操作.....	224
第五节	松粉机.....	225
<b>第九章</b>	<b>筛理</b>	
第一节	在制品按粒度分级的目的.....	229
第二节	各系统物料的物理特性.....	229
第三节	平筛的结构与技术特性.....	231
第四节	物料在平筛筛面上运动的基本理论.....	245
第五节	平筛的筛路.....	251
第六节	影响平筛筛理效率的因素.....	256
第七节	平筛筛体的平衡.....	261
第八节	平筛的操作.....	264
第九节	圆筛.....	265
第十节	刷麸机与打麸机.....	270
<b>第十章</b>	<b>清粉</b>	
第一节	在制品按质量精选、分级的目的.....	275

第二节	粗粒与粗粉的物理、化学特性	275
第三节	清粉机的工作原理及其结构	277
第四节	高效清粉的条件	280
第五节	清粉机的工艺效果	284
第六节	清粉机的操作	285

## 第十一章 小麦制粉流程(粉路)

第一节	概述	286
第二节	皮磨系统	287
第三节	渣磨系统	294
第四节	清粉系统	295
第五节	心磨系统	299
第六节	面粉的收集与配制	302
第七节	中路出粉法生产等级粉粉路	307
第八节	前路出粉法生产各种面粉的粉路	329
第九节	粉路设计	346

## 第十二章 小麦粉与副产品

第一节	小麦粉的营养价值	353
第二节	食品专用粉	353
第三节	面粉处理	358
第四节	面粉分级(按蛋白质含量)	360
第五节	麸皮与小麦胚	362

## 第十三章 制粉厂的生产管理与工艺过程的测定

第一节	制粉厂的制粉效果	365
第二节	麦间清理设备的操作检查	368
第三节	制粉生产的监测	369
第四节	最佳制粉效果的技术管理	371
第五节	工艺过程的技术测定	375

## 第十四章 玉米加工

第一节	概述	382
第二节	玉米加工产品	385
第三节	玉米的清理	386
第四节	玉米的水汽调节和脱皮	388
第五节	玉米的破糝与脱胚	393

第六节	提糝与提胚.....	396
第七节	磨粉.....	400
第八节	玉米加工工艺流程.....	400
第九节	国外玉米的干法磨粉.....	404

225 .....

（设备）卷筒输送机 第一章 十节

225	.....	第一卷
226	.....	第二卷
227	.....	第三卷
228	.....	第四卷
229	.....	第五卷
230	.....	第六卷
231	.....	第七卷
232	.....	第八卷
233	.....	第九卷
234	.....	第十卷

品气... 第二章 十节

235	.....	第一卷
236	.....	第二卷
237	.....	第三卷
238	.....	第四卷
239	.....	第五卷

... 第三章 十节

240	.....	第一卷
241	.....	第二卷
242	.....	第三卷
243	.....	第四卷
244	.....	第五卷

工... 第四章 十节

245	.....	第一卷
246	.....	第二卷
247	.....	第三卷
248	.....	第四卷
249	.....	第五卷

# 第一章 小麦与小麦的性质

小麦是制粉工业的原料，它的种类和等级标准、理化特性、结构力学和工艺性质，与制粉工艺过程的设计和生及其技术管理都有着直接的关联。因此，了解和掌握这部分内容，对于学好本课程和实际生产都具有重要意义。

## 第一节 小麦概况

### 一、小麦的分布与生产概况

小麦的生长适应各种土壤和气候条件，因此是世界上种植最广泛的作物之一，除南极洲外，小麦生产遍布世界各大洲，从北极圈到南纬45度（除少数热带岛国外），从海平面到海拔4570米的高原（青藏高原）都有小麦种植，但主要集中在气候温和、年雨量适中的温带地区，特别是其中的平原及地势平坦的高原地区。

小麦又是世界上最重要的粮食作物之一。目前，它的种植面积约占谷物种植总面积的31%，产量接近谷物总产量的30%，两者均居谷类作物之首。世界上以小麦为主粮的人类占世界总人口的1/3以上。

#### （一）世界主要产麦国的小麦生产概况

根据联合国粮农组织的统计，1983年小麦播种面积超过1000万公顷的国家有6个，依次是苏联（5085.6）、中国（2905）、美国（2467.3）、印度（2315）、加拿大（1365）、澳大利亚（1269）。六国小麦总播种面积占世界总面积的68%。同年小麦总产量在1000万吨以上的国家有8个，依次是苏联（8300）、中国（8140）、美国（6555）、印度（4250）、加拿大（2640）、法国（2480）、澳大利亚（2000）、阿根廷（1200）。八国小麦总产量占世界小麦总产量的72%。

#### （二）我国小麦的分布及区域划分

小麦在我国也是主要的粮食作物之一，其种植面积约占粮食作物总面积的26%，产量约占总产量的22%，两者均次于水稻居第二位。

我国小麦的种植遍及全国各地。北从黑龙江漠河县、南到海南岛、西起新疆的塔什库尔干塔克自治县、东抵沿海各省都有小麦种植。这些小麦中绝大多数是普通小麦，而普通小麦中又以冬小麦分布最广，其种植范围已推进到北纬45度局部地区，在新疆和甘肃河西走廊也有大面积种植，并登上了海拔4100米以上的青藏高原。但是冬小麦主要产区仍集中在华北平原的河南、山东、河北、山西等省市以及苏北、皖北、关中平原等地，种植面积一般占该地区粮田面积的40~50%以上，占全国冬小麦种植面积的76%左右。其他种小麦多系零星分

布，其中以密穗小麦、圆锥小麦、硬粒小麦较多。密穗小麦在甘、滇两省种植较多；硬粒小麦在内蒙古、新、陕三省区种植较多。

由于我国地域辽阔，各地区自然条件相差悬殊，造成栽培制度、品种类型以及生产技术等的不同，因而形成了较明显的自然区域。60年代初，曾将我国小麦种植区划分为3个主区即北方冬麦区，南方冬麦区和春小麦区以及10个亚区。70年代中期将小麦划分为8个种植区，其中包括6个副区。即：

1. 黄淮平原麦区 包括鲁、冀、豫平原的大部和苏、皖两省，淮北平原、晋南、陕关中平原。是中国最主要的产麦区。

2. 北部麦区 指东北、西北麦区以外，黄淮平原以北的麦区。可分冬麦和春麦两个副区。

3. 西北麦区 可分为两个副区：（1）新、甘冬春麦副区；（2）青海高原春麦区。

4. 东北麦区 包括黑、吉、辽大部地区，是我国春小麦主要产区。

5. 长江中下游麦区 包括沪、苏、赣、湘、鄂、浙大部地区和皖南、豫南及陕汉中地区。

6. 长江上游麦区 包括云贵高原和四川盆地以及金沙江下游地区，可分为两个副区：（1）云贵高原；（2）四川盆地。

7. 华南麦区 包括闽、粤、桂三省区大部、台湾全省和滇南。是中国冬小麦种植面积较小的区域。

8. 西藏高原麦区 冬小麦主要集中在海拔2700~4100米之间。

## 二、小麦的分类与等级标准

### （一）小麦的分类

小麦属禾本科小麦属，是一年生草本植物。小麦的种类繁多，但很多种并没有生产意义，目前栽培的小麦大多系小麦属中的普通小麦。普通小麦又可按播种期、皮色或粒质的不同分为三大类。

1. 按播种期分类 可分为冬小麦和春小麦两种。冬小麦秋末冬初播种，第二年夏初收获；春小麦春季播种，当年秋季收获。

2. 按麦粒的皮色分类 可分为红皮麦、白皮麦和花麦三种。红皮麦的皮层为红褐色或深红色；白皮麦的皮层呈乳白或黄白色；红皮麦与白皮麦互混时为花麦。

3. 按麦粒粒质分类 可分为硬质小麦和软质小麦。麦粒角质率达50%以上的为硬质麦，麦粒粉质率达50%以上的为软质麦。

### （二）我国商品小麦的分类和等级标准

为适应商品小麦的销售、调拨、储存、加工和出口，国家标准（GB1351—87小麦）对小麦的分类和质量标准作了如下规定。

#### 1. 分类

根据冬种、春种小麦的皮色和粒质分为六类。

第一类，白色硬质小麦：种皮为白色、乳白色或黄白色的麦粒达70%及以上，硬质率达50%以上。

第二类，白色软质小麦：种皮为白色、乳白色或黄白色的麦粒达70%及以上，软质率达50%以上。

第三类，红色硬质小麦：种皮为深红色或红褐色的麦粒达70%以上，硬质率达50%以上。

第四类，红色软质小麦：种皮为深红色或红褐色的麦粒达70%以上，软质率达50%以上。

第五类：混合硬质小麦：种皮红色、白色互混，硬质率达50%以上。

第六类：混合软质小麦：种皮红色、白色互混，软质率达50%以上。

## 2. 质量标准

(1) 各类小麦按容重分等和不完善粒、杂质、水分指标如下：

### ① 北方冬小麦

容重(克/升)		不完善粒 (%)	杂质 (%)		水分 (%)	色泽、气味
等级	最低指标		总量	矿物质		
1	790	6.0	1.0	0.5	12.5	正常
2	770					
3	750					
4	730					
5	710					

### ② 南方冬小麦

容重(克/升)		不完善粒 (%)	杂质 (%)		水分 (%)	色泽、气味
等级	最低指标		总量	矿物质		
1	770	6.0	1.0	0.5	12.5	正常
2	750					
3	730					
4	710					
5	690					

### ③ 春小麦

容重(克/升)		不完善粒 (%)	杂质 (%)		水分 (%)	色泽、气味
等级	最低指标		总量	矿物质		
1	770	6.0	1.0	0.5	13.5	正常
2	750					
3	730					
4	710					
5	690					

(2) 各类小麦以三等为中等标准，低于五等的为等外小麦。

(3) 征购小麦水分的最大限度和小麦安全储存水分标准，由省、市、自治区规定。

(4) 小麦赤霉病粒最大允许含量为4.0%，单立赤霉病项目按不完善粒归属。小麦赤霉粒超过4.0%的是否收购，由省、市、自治区决定。

必须收购时，一定要单独保管，就地妥善处理，不外调。

(5) 毒麦、麦角、小麦线虫病、小麦腥黑穗病等属于杂质。有的又是检疫对象，要严加控制，超过有关规定的，不外调。

### 3. 检验项目解释

(1) 容重：指粮食籽粒在一定容积内的重量。以克/升表示。

(2) 不完善粒：指虫蚀、病斑、破损、生芽、变质等伤及胚或胚乳的颗粒。

(3) 杂质，包括下列几种：

①筛下物：通过直径1.5毫米圆孔筛的物质。

②矿物质：砂石、煤渣、砖瓦块及其他矿物质。

③其他杂质：无食用价值的小麦粒、异种粮粒及其他物质。

(4) 色泽、气味：指一批小麦的综合色泽和气味。

## 第二节 小麦的物理性质

### 一、小麦的物理性质及其影响因素

#### (一) 小麦籽粒的表面形态与几何特征

##### 1. 表面形态

小麦籽粒为一裸粒。麦粒顶端生长着茸毛，下端为麦胚。在有胚的一面称为麦粒的背面，与之相对的一面称为腹面。麦粒的背面隆起，腹面凹陷，有一沟槽称为腹沟，其深度随小麦品种及生长条件不同而异。腹沟的两侧部分叫做颊，两颊不对称。

##### 2. 粒度

麦粒大小的尺度称为粒度。小麦粒度的量度原则是：籽粒基部到顶端的距离为粒长，两颊之间的距离为粒宽，腹背之间的距离为粒厚。如图1—1所示。图中a, b, c分别为粒长、粒宽和粒厚。我国小麦的粒度范围见表1—1所列。

表1—1 小麦的粒度范围

外形 尺寸	长度 (毫米)	宽度 (毫米)	厚度 (毫米)
范围	4.5~8.0	2.2~4.0	2.1~3.7
平均	6.2±0.5	3.2±0.3	2.9±0.3

小麦的粒度可用两种方法表示：

①通过最下一层筛的小麦粒的百分数。

②利用表1—2按粒度分组。

##### 3. 形状

小麦籽粒的形状大致可分为长圆形、卵圆形、椭圆形和圆形几种，但其腰部断面形状都

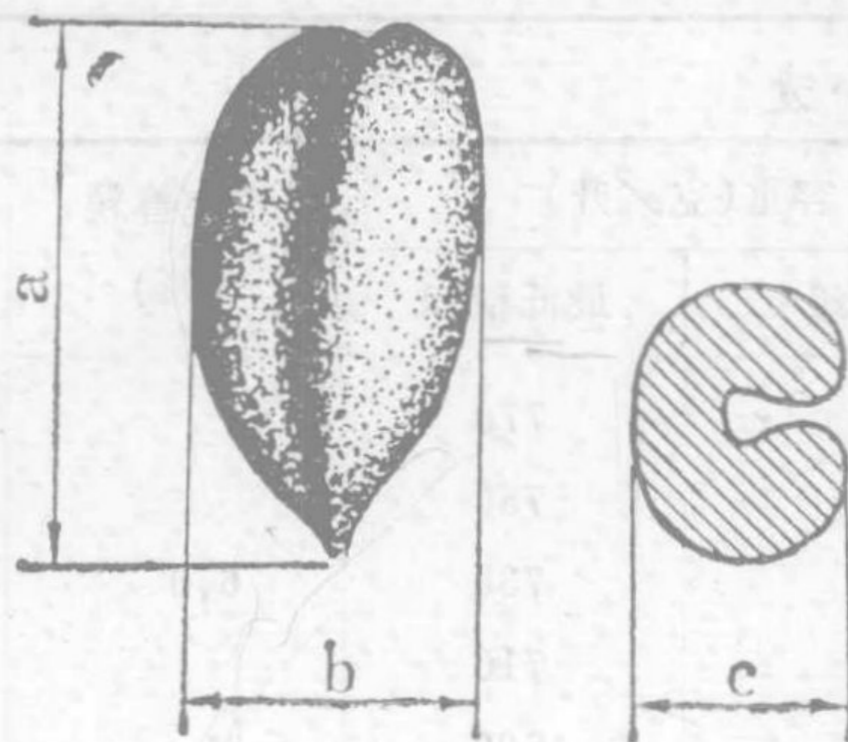


图1—1 小麦籽粒的形态特征与量度



*Symmetric x8 frozen  
Dehydration disk*

呈心脏形（如图1-1所示）。

小麦籽粒的形状可用球状指标来表示。所谓球状指标是指体积大小相等的球体面积与麦粒表面积之比。即

$$\lambda' = \frac{F_{\text{球体}}}{F_{\text{麦粒}}}$$

*体积大小和表*

式中： $F_{\text{球体}} = 4\pi r_v^2$ ；

$$r_v = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} \approx 0.62\sqrt[3]{V}$$

V—球体的体积。

麦粒的表面积可按下式求得：

$$F_{\text{麦粒}} = 4\pi R(a + 3R)$$

$$\text{式中： } R = \frac{5b + 6c}{60}$$

a、b、c的含义见图1-1。

在有足够数量的麦粒时（不 $<100$ 粒），其体积可用比重瓶法，流体静力学称重法等求得。

我国小麦的形状特征见表1-3。

$\lambda$ 值的大小，说明麦粒接近球状程度的大小。

小麦籽粒的几何特征决定于它的遗传基因及其外部生长条件。

### （二）麦粒的整齐度

*degree*

麦堆中麦粒大小一致的程度即为整齐度。整齐度可用两种方法表示：

1. 筛面上最大筛上物的重量或用百分数表示，同时指出麦粒留存筛面的筛孔大小。

2. 两相邻分级筛面上留存的麦粒最大重量，按整齐度分为三等：占原始样品重量80%以上的整齐度最高；70~80%者为中等； $<70\%$ 的整齐度最低。

麦粒群体中颗粒粒度不均匀的原因，主要与麦粒在穗、小穗和麦秆上的生长位置有关，在同一穗上，中部的麦粒就大于上、下两端的麦粒。

### （三）小麦籽粒的色泽、气味与味道

*odor/flavor*

正常的小麦籽粒随品种不同而具有其特有的颜色与光泽。如硬麦的色泽有琥珀黄色、深琥珀色和浅琥珀色；软麦除了红、白两个基本色泽外，红软麦的色泽还有深红色、红色、浅红色、黄红色和黄色等。但在不良条件的影下就会失去光泽，甚至改变颜色。

引起麦粒色泽异常的原因主要有：①小麦晚熟，使籽粒呈绿色；②受小麦赤霉病菌的侵染，麦粒颜色变浅，有时略带青色，严重时胚部和表皮上有粉红色斑点或黑色微粒，贮藏时间过久，色泽变得陈旧；③受潮会失去光泽、稍带白色；④发生霉变，麦粒上出现白色、黄色、绿色

表1-2 小麦颗粒按粒度分组

I组 大颗粒	II组 中上等颗粒	III组 中等颗粒	IV组 小颗粒
留存2.5×20毫米筛不 $<60\%$ 。	留存2.5×20毫米筛不 $<30\%$ ，同时留存2.5×20毫米筛和2.2×20毫米筛之和不 $<70\%$ 。	留存2.5×20毫米筛和2.2×20毫米筛之和 $<70\%$ 。	留存2.5×20毫米筛和2.2×20毫米筛之和 $<70\%$ 。

表1-3 小麦的形状特征

麦粒的体积 V (毫米 <sup>3</sup> )	麦粒的表面积 F <sub>麦粒</sub> (毫米 <sup>2</sup> )	球状指标 $\lambda$	比例 V/F (毫米)
19~42	40~75	0.82~0.85	0.49~0.64