

中等专业学校試用教材

# 粮仓机械设备与工艺

粮食部南京粮食学校主編

中国財政經濟出版社

中等专业学校試用教材  
粮仓机械設备与工艺  
粮食部南京粮食学校主編

\*

中国財政經濟出版社出版  
(北京永安路18号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第111号

中国財政經濟出版社印刷厂印刷

新华書店北京发行所发行  
各地新华書店經售

\*

850×1168毫米 $1/32$ · $15^{26}/_{32}$ 印张·3插頁·396千字

1962年9月第1版

1962年9月北京第1次印刷

印数: 1~1,600 定价: (9)1.80元

統一书号: K4166·034

中等专业学校試用教材

# 粮仓机械設備与工艺

粮食部南京粮食学校主編

中国財政經濟出版社

1962年·北京

## 前 言

“粮仓机械設備与工艺”，是粮油貯藏专业的一門专业課。本課程的任务，是培养学生掌握粮仓机械設備的操作、检修、保养技术和对主要机械設備、房仓机械化具有初步的工艺設計能力。

本書是以南京粮食学校“机械化粮仓”講义为基础，参照110个学时的教学大綱要求，删节、修改、补充編成的。全書共分五章，包括粮食清理机械、装卸运输机械、称重設備、房仓机械化与工艺設計及筒仓部分；并着重地阐述了机械設備的构造、工艺性能、使用原理、操作方法以及主要技术参数的計算等；同时也介绍了房仓移动式、固定式机械化的工艺設計知識。

本書是委托南京粮食学校組織編写的，参加編写的单位，有南京粮食学校、黑龙江省粮食学校、貴州省粮食学校、河北省粮食学校、上海市商业学校、北京市財貿学校，并經粮食部教材編审委员会审定可以作为中等专业学校粮油貯藏专业的試用教材。本書在編写过程中，承蒙有关省（市）粮食部門和兄弟学校提供很多宝貴資料，給予很大帮助。

由于編写人員水平所限，編写時間比較短促，难免存在一些缺点和錯誤，希望讀者給予批評指正。

粮食部教材編审委员会

1962年1月

# 目 录

<b>第一章 粮食清理机械</b> .....	( 5 )
第一节 概述.....	( 5 )
第二节 筛理机械.....	( 8 )
第三节 精选机械.....	( 46 )
第四节 风选机械.....	( 63 )
第五节 风筛联合机械.....	( 73 )
第六节 磁选装置.....	( 105 )
第七节 移动式净粮机.....	( 111 )
第八节 清理机械的使用.....	( 131 )
<b>第二章 装卸运输机械</b> .....	( 138 )
第一节 皮带运输机.....	( 138 )
第二节 刮板运输机.....	( 229 )
第三节 斗式升运机.....	( 239 )
第四节 螺旋运输机.....	( 276 )
第五节 自流管与滑板.....	( 284 )
第六节 机械罐.....	( 302 )
第七节 搬运车.....	( 306 )
<b>第三章 称重设备</b> .....	( 323 )
第一节 概述.....	( 323 )
第二节 秤的主要零件.....	( 323 )
第三节 秤的基本性能.....	( 329 )
第四节 百分台秤.....	( 332 )
第五节 斗槽秤.....	( 343 )
第六节 汽车秤 (地中衡) .....	( 348 )
第七节 开底式自动秤.....	( 354 )

<b>第四章 房仓机械化与工艺设计</b> .....	(360)
第一节 房仓机械化的原理图及流程图.....	(360)
第二节 移动式机械化.....	(364)
第三节 固定式机械化.....	(397)
第四节 工艺设计.....	(429)
<b>第五章 筒仓</b> .....	(464)
第一节 概述.....	(464)
第二节 仓筒胴体.....	(466)
第三节 工作塔.....	(476)
第四节 北京筒仓.....	(486)

# 第一章 粮食清理机械

## 第一节 概 述

### 一、粮食中杂质的种类和清理杂质的意义

粮食中的杂质大体可以分为两大类：尘芥杂质和粮谷杂质。前者又分为无机杂质和有机杂质。如泥土、砂粒、石子以及金属颗粒等均属于无机杂质；稻秆、草秆、野生种子等则属于有机杂质。粮谷杂质是指粮粒中的碎粒、发芽粒、未成熟粒、虫害粒、病害粒以及凡是主要粮粒以外的其他粮粒。

为保证粮食的安全贮藏，清除这些杂质是十分重要的。一般有机杂质特别是野生种子和不完善粮粒较基本粮粒具有更大的吸湿能力，在水分一致和适当温度条件下，它的呼吸强度远远大于基本粮粒。因此，由于水分高促成害虫和微生物的生长发育，引起粮食的发热霉变，以致有可能造成严重损失。粮食中存在大量杂质，在干燥机内干燥的过程中，则会严重影响干燥效果以致引起堵塞而烧毁粮食；在运输过程中，则显著降低运输能力并容易引起事故；在加工过程中，则影响成品质量、降低出率、加速机器磨损。此外，还将减少仓容，影响工人身体健康。

除杂工作不仅关系到粮食运输、贮藏的安全和保管费用的降低，而且也关系到提高粮食纯度、保证产品质量、提高出率、增加仓容、保证安全生产、维护身体健康等重大问题。因此，清除粮食中的杂质，具有十分重要的意义。

### 二、粮食的物理机械特性和清除杂质的方法

清除粮食中的杂质，采用了各种不同的清理机械，它们的基

本原理都是依据粮食和杂质的某些物理性质以及形态特征而设计的。粮食仓库和加工厂常利用粮粒的大小、气体动力学性质、比重、表面状态、磁性、弹性和静电等物理性质进行清理杂质和分级。

### (一) 粒形大小

粒形大小是按照它的长度、宽度、厚度或者近似球形体的直径来表示的。最大纵向尺寸为长度，最大横向尺寸为宽度，最小断面的尺寸为厚度。根据粮粒与杂质在长、宽、厚度上的差别的特性，可以选择适合的清理机械进行分级。

### (二) 气体动力学性质

是粮食和杂质在气流中由于它的形态、比重、表面形状以及在气流中所处位置的不同，而受到大小不等的阻力的特性。这一特性是以粮食或杂质的临界速度（悬浮速度）来表示的。

各种粮食和杂质的悬浮速度都存在差别。如小麦的悬浮速度为9.0~12.0米/秒，稻谷为8.0~9.5米/秒，玉米为11.8~13.4米/秒，糙米为11.3~12.6米/秒；而大多数尘芥杂质的悬浮速度都在4~6米/秒左右。根据这种差别，便可应用风选设备来进行分离。

### (三) 比重

粮食和杂质，由于比重的不同，当浸入液体时，比重大于液体比重的下沉，小于液体比重的上浮，与液体比重相等的在液体中呈现了悬浮状态。此外，粮食和杂质在受到震动时，亦发生类似以上的情形，比重大而重的趋于底层，比重小而轻的趋于上层，此即谓之自动分级现象。虽然，这种现象尚与物料形状和表面状态有关，但是根据试验证明，比重特征是影响自动分级的基本因素。因此可利用这一性质，采用“湿法”或“干法”来分离杂质。

### (四) 形状和表面状态

粮食和杂质在形状上有大、小、圆、扁的区别。在表面上有



光滑、粗糙、有无绒毛或薄膜遮盖等区别。因此当它们沿倾斜表面运动时，由于摩擦系数的不同，产生了不同的运动速度，借此可分离粮食中的杂质。

我们用内摩擦（粮粒相互间的摩擦）和外摩擦（粮食对木材、钢板、混凝土等各种不同材料的摩擦）来表示这个性质的特征。

内摩擦可以用内摩擦系数或与之接近的粮食的自然坡角来表示；外摩擦用外摩擦角或外摩擦系数来表示。

粮食的含水量和它的含杂量对摩擦系数和自然坡角有很大程度的影响。

#### （五）磁 性

在粮食及其加工产品中，常混有某些具有磁性的金属杂质如铁、镍等，利用磁铁就能有效地将它们分离出来。

#### （六）高压静电

静电物理性属于粮食及其产品的特殊性质，导电系数和诱电率是这种性质的标志。它们受产品的水分影响很大。

由于粮食的静电物理性和尘芥杂质不同，如果将它们置于静电场中，就有可能使杂质从粮食中被分离出来。同样也可用于粮食的分级。

#### （七）其他可借分离杂质的物理性质，还有机械强度、弹性、颜色等等

在粮食仓库和加工厂的除杂工作中主要是利用前五种的物理特性，但在一般的除杂工作中，由于粮粒与杂质同时存在着上述的几种特性的差别，因此，在选择清理方法时，必须以粮粒与杂质的最大差别为依据，同时适当考虑它们的次要差别，才能获得最为有效而经济的效果。

粮食作物的一些物理性质的平均值，见表 1—1。

表1-1

粮食作物的物理性质

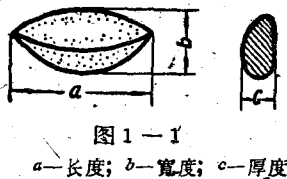
粮食名称	粮粒大小的平均尺寸(毫米)			粮食的悬浮速度(米/秒)	容重(公斤/米 <sup>3</sup> )	比重(公斤/米 <sup>3</sup> )	千粒重(克重)	内摩擦系数	外摩擦系数		
	长	宽	厚						木料	鋼	混凝土
小麦	7	4	3	10	750	1350	30	0.47	0.40	0.37	0.40
大麦	11	4	3	9	650	1300	34	0.51	0.40	0.37	0.43
燕麦	12	3	2.5	8	550	1250	25	0.51	0.45	0.37	0.45
稻谷	8	3.5	3	9.3	500	1100	26	0.51	0.44	0.37	0.43
荞麦	6	4	3	8.5	600	1200	21	0.52	0.44	0.37	0.42
粟	—	3	2.5	8.5	720	1000	7	0.54	0.40	0.34	0.34
玉米	9	8	6	12	750	1350	250	0.53	0.35	0.37	0.42
豌豆	—	6	5.5	15	800	1300	150	0.55	0.32	0.37	0.30

## 第二节 筛理机械

### 一、筛理机械的作用原理

筛理机械是粮食部门使用最为广泛的机械。它是根据粮食与杂质的粒形、宽、厚等方面的差别，运用静止的或运动的筛面，分离粮食中的杂质或使粮食按照大小不同进行分级的主要机械设备。

图1-1表示粮粒的长、宽、厚度。



按宽度不同分离杂质，采用圆孔筛。它不能通过宽度大于筛孔直径的颗粒。图1-2a表明，宽度为 $B_1$ 的粮粒

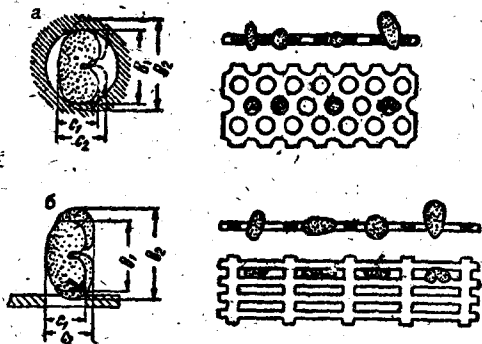


图1-2

可通过圆形筛孔，宽度为 $B_2$ 的粮粒则留在筛面上。

按厚度不同分离杂质，采用长方孔筛，它不能通过厚度大于筛孔宽度的颗粒，如图 1—26 表明，厚度为 $C_1$ 的粮粒可通过筛孔，厚度为 $C_2$ 的粮粒则留在筛面上。

按长度的不同，一般筛面是不能达到分离杂质的目的，这要用其它机械（如精选机）来处理。但长度对于筛理过程也并非完全没有影响，如颗粒宽度虽小，但颗粒长度的一半超过筛孔长度，也就不容易筛过了，因为此时重心不可能进入筛孔而翻落。所以筛孔长度一般采取等于粮粒长度的二倍。在实际生产中，通常取 20~25 毫米。

对特殊形状的粮食和杂质，当使用筛面清理时，则应用特殊形状的筛孔。

筛理的必要条件，是在筛面和颗粒间要有相对滑动，并使颗粒有机会接触到筛孔，如按宽度分选，则必须使欲筛过的颗粒直立起来进入筛孔；如按厚度分选，则必须使欲筛过的颗粒顺沿筛孔长度，侧过身来进入筛孔。

有时使物料成单颗粒薄层通过筛面，以便使颗粒与筛面能充分的接触，达到提高筛理效率的目的。

筛理效率是筛理过程的质量指标，计算时可用以下公式：

$$\eta = \frac{G_2}{G_1} \times 100\% \dots\dots\dots (1-1)$$

式中  $\eta$ ——筛理效率；

$G_1$ ——筛理前物料中所含的可筛过物的重量，公斤；

$G_2$ ——实际筛过物的重量，公斤。

为了提高筛理效率，应不致过分降低筛面的生产率，而生产率和物料在筛面上的厚度是有直接关系的。因此，在筛理过程中，通常还必须使物料层在筛面上保持一定的厚度，这样颗粒在筛面上的运动就更加复杂了。

在这种情形下，物料在筛面上运动，由于受到比重、大小和



图 1—3 物料在篩面上的自动分級現象

內外摩擦系数等因素的影响，将产生如图 1—3 所示的自动分級現象。

自动分級的结果，对于篩理效率往往是有利的，因为使重而小的顆粒——泥砂、碎石块等，接触篩面的机会增多了。但是，对于本来要讓它篩过的輕細顆粒，如稻谷中的稗子，又产生不利的影响。因为它们由于自动分級的结果，都已移到粮层的表面，大大减少了与篩面的接触机会，所以此时应設法破坏粮层的自动分級。

由于杂質的种类很多，若只使含杂多的粮食经过一次篩理，分为篩过物和篩余物（指留在篩面上的物料）两部分，这两部分內都必然还含有数量不等的杂質。因此，为了进行細致的除杂或分級，往往将多种不同篩孔的篩面組合使用。組合使用的方法一般有三种（图 1—4）。

1. 篩过物法（图 1—4，a）——将已穿过篩面的細粒物料再次篩理分級；

2. 篩余物法（图 1—4，b）——将不穿过篩面的大粒物料再次篩理分級；

3. 混合法（图 1—4，B）——将上述两种方法联合使用。

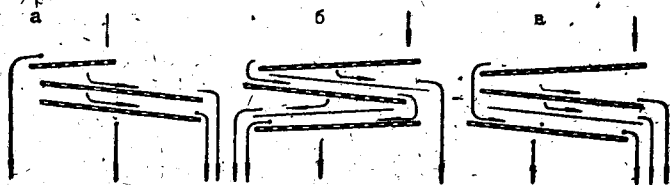


图 1—4 篩面組合使用的方法

a—篩过物法； b—篩余物法； B—混合法

在一般篩理机械中，以第一种方法用得較多，它主要是可以

更緊湊的利用空間。

## 二、篩 面

篩面是篩理機械中最基本的工作構件。由於其材料、結構及其製造方法的不同，所以篩面的種類很多。糧食倉庫和加工廠中最常使用的有下面幾種：

### (一) 金屬板篩面

金屬板篩面，通常用薄金屬板、薄鋼板（黑鐵皮）、或鍍鋅鐵板（白鐵皮）製造。篩面厚度，對於一般的清理篩面，只需0.40~0.8毫米已足夠，最多也不超過1.5毫米。對於受磨損劇烈的篩面，應適當考慮加厚些，但是除考慮篩面的強度外，還必須考慮減少因為篩面過厚而引起顆粒堵塞篩孔的問題。因此篩面的厚度應與篩孔大小成一定比例，一般可按下式決定：

$$\delta \leq (0.625 \sim 1.25) d \dots \dots \dots (1-2)$$

式中  $\delta$ ——篩面厚度，毫米；

$d$ ——篩孔直徑，毫米。

篩孔的製造方法，可用鑽頭鑽成（只限於圓孔），但現在都用沖模沖成，因為這樣既更方便，又適於大量生產。

最常採用的篩孔類型是圓孔和長方孔，為適應粒形特殊的糧食（指蕎麥）的清理，也有用三角孔的。

篩面的篩理效率與篩孔的排列形式有密切的關係，因為篩孔的排列形式決定了篩面的有效篩理面積（各個篩孔面積的和）的大小，而顆粒穿過篩面的可能性是隨單位篩面面積上篩孔面積所占比例數的增長而增長的。

有效篩理面積的百分率可用下式計算：

$$K = \frac{F_2}{F_1} \times 100 \% \dots \dots \dots (1-3)$$

式中  $K$ ——有效篩理面積的百分率（%）；

$F_1$ ——篩面總面積（米<sup>2</sup>）；

$F_2$ ——篩孔总面积 (米<sup>2</sup>)。

显然,  $K$  值愈大, 篩理效率愈高。篩孔合理的排列形式, 可以縮小篩孔間距, 增大  $F_2$ , 因此, 可以提高有效篩理面积的百分率。

1. 圓形孔的排列 圓形篩孔的排列形式, 有正方形和六角形的两种。如图 1—5 所示。

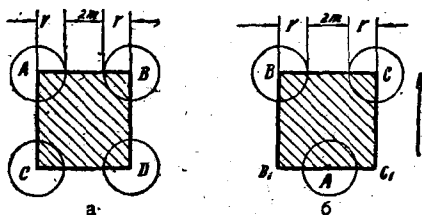


图 1—5

正方形排列 (直綫排列) 的圓形篩孔, 它的中心距均相等。如图 1—5 a, 在 ABCD 的面积內, 包含一个篩孔, 其面积为  $\pi r^2$ , 而 ABCD 的篩面面积为  $4(m+r)^2$ 。因此有效篩理面积百分率为:

$$K_1 = \frac{\pi r^2}{4(m+r)^2} \times 100\% \dots\dots\dots (1-4)$$

六角形排列 (交錯排列) 的圓形篩孔, 其中心距均相等, 每一个篩孔恰好位于一正六角形的中心, 而該六角形的頂点, 又构成相邻二篩孔的中心, 如图 1—5 b, 在  $BCC_1B_1$  的面积內具有一个篩孔, 其面积为  $\pi r^2$ 。又因

$$BC = 2m + 2r = 2(m+r)$$

$$\begin{aligned} BB_1 &= BC \times \cos 30^\circ = 2(m+r) \times \frac{\sqrt{3}}{2} \\ &= (m+r) \sqrt{3} \end{aligned}$$

所以  $BCC_1B_1$  的面积为  $2\sqrt{3}(m+r)^2$ 。因此它的有效篩理

面积百分率为:

$$K_2 = \frac{\pi r^2}{2\sqrt{3}(m+r)^2} \times 100\% \dots\dots\dots (1-5)$$

将以上两种排列的圆孔筛的有效筛理面积百分率进行比较, 则得:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{4}{2\sqrt{3}} = 1.16$$

这说明, 在筛孔大小相同的情况下, 六角形排列最好, 它具有最多的有效筛理面积百分率, 并能保证筛面各向强度的均匀性。它较正方形排列的有效筛理面积百分率增加16%。此外, 正方形的排列方式, 在筛孔行间留有空带, 颗粒可能沿此空带通过而不接触筛孔, 因而降低了筛理效果。

粮食在筛面上的运动方向, 也与筛理效率有关, 在筛孔成六角形排列的情况下, 筛面运动的合理方向应如图1-5, 6的箭头方向所示。因为作横向运动, 会由于连续通过无孔地带的影晌, 可筛过物减少接触筛孔的机会, 使筛理效率降低。正方形排列与运动方向无关。

2. 长方形孔的排列 长方形筛孔的排列有: 直行式(图1-6, a), 交叉式(图1-6, b)和斜行式(图1-6, c)三种。

在实际使用中, 最广泛的为交叉式, 筛孔的四角应冲成圆角, 以提高筛面强度。筛面的运动方向应与筛孔的长轴方向一致。

长方形筛孔的有效筛理面积百分率的计算, 如图1-6, a所示。

筛孔占有面积为:

$$F_2 = b(C-b) + \frac{\pi}{4}b^2 = b(C-0.215b)$$

包括一个筛孔的矩形面积为:

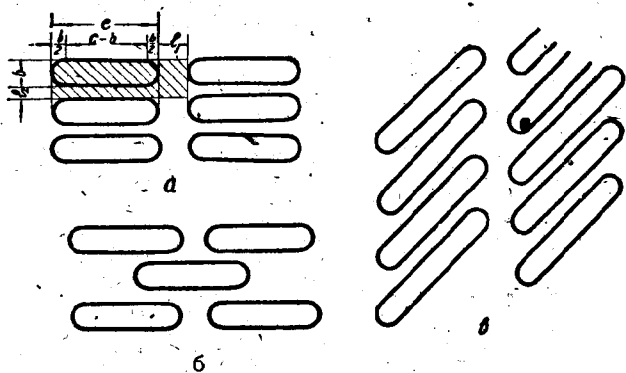


图 1-6

$$F_1 = (C + l_1)(b + l_2)$$

因此:

$$K = \frac{b(C - 0.215b)}{(C + l_1)(b + l_2)} \times 100\% \dots \dots \dots (1-6)$$

3. 三角形孔的排列 三角形筛孔的排列有两种方式, 如图 1-7 所示。

目前大都采用如图 1-7, a 的排列方式来清除稗子。由于稗子在筛面上运动时, 重心在前, 稗芒在后, 因此, 稗子在筛面上的运动方向应如图 1-7, a 的箭头方向。图 1-7, b 的排列方式, 可以提高有效筛理面积百分率, 但有一部分筛孔不能根据筛理物的运动方向来有效地分离。

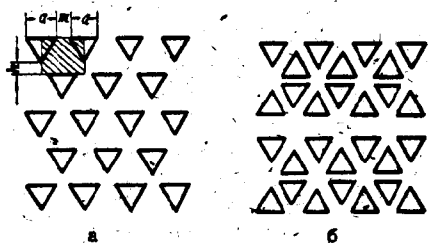


图 1-7



三角形篩孔的有效篩理面积百分率的計算，可參看圖 1—7, a。

篩孔占有的面积为：

$$F_2 = \frac{a \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times a}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2$$

包括一个篩孔的矩形面积为：

$$F_1 = \left( \frac{\sqrt{3}}{2} a + h \right) (m + a)$$

因此：

$$K = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4} a^2}{\left( \frac{\sqrt{3}}{2} a + h \right) (m + a)} = \frac{a^2}{(2a + 2.3h)(m + a)} \times 100\%$$

..... (1—7)

金属板篩面的篩孔側壁往往不是柱形而成为錐形（对圓孔）或是楔形（对长孔），一般可取錐角或楔角为 $7^\circ$ ，如图 1—8 所示。

在安装时必须注意，将篩孔的小端向上，大端向下，则可减少篩孔被顆粒堵塞的机会。

金属板篩面的优点在于坚固，篩孔不易变形，使用寿命长；缺点是有效篩理面积百分率小，易于堵塞，造价較貴。

### (二) 編織篩面

編織篩面是由金属絲，如鋼絲、鉄絲、鉛絲、銅絲和竹篾等，按經緯綫編織而成。篩孔形状有正方形和矩形的二种。

編織篩的有效篩理面积百分率，按下列方法計算。



图 1—8