

粮食加工工艺与设备

中等专业学校粮食加工专业

试 用 教 材

上 册

粮食部武汉粮食工业专科学校

1960年10月

序

本教材是在党的社会主义建設总路綫和教育方針的光輝照耀下，根据教学必須改革的精神，为了中等专业学校粮食加工专业教学上的需要而編写的。本教材亦可供粮食加工企业的技术人員、管理人員和工人参考。在教材的內容和体系上，力求革除过去旧教材中脱离实际、陈旧、落后、重复繁瑣、孤立割裂的現象，坚决貫徹党的总路綫和农业是国民經济发展的基础，粮食是基础的基础的方針，充分反映党和国家关于粮食加工工作的方針政策（大、中、小并举，以小为主，土洋并举、以土为主，一手抓城市、一手抓农村），并力求反映国民經济連續大跃进的形势和现代科学技术成就，以及技术革命和技术革新运动中羣众的創造。

本教材的編写是在粮食部的领导下，会同上海市商业二局干校、貴州粮校、辽宁粮校的教師共同进行的。本校第四届全体毕业生也参加了这一編写工作，并蒙各有关业务单位提供了很多宝贵意見。

由于教学改革进行的时间还不久，形势的发展和变化又很快，加以我們政治水平和业务水平的限制，教材的某些方面（特别是农村加工方面）是不夠完善的，缺点和錯誤，在所难免。为了提高教材質量，敬希讀者多提宝贵意見。

粮食部武汉粮食工业专科学校

1960年10月

緒 言

一、粮食工业在我国国民经济中的重要意义。

粮食工业是关系到人民生活的一个重要工业部门，它是粮食从生产到消费过程中不可缺少的中间环节。它的发展和分布，不仅直接影响到城镇、工矿区成品粮的供应，而且关系到农村粮食加工劳动力的节约。它的产品质量的好坏与广大消费者的健康有关。而粮食加工的技术与管理水平的高低，对节约粮食和积累资金有很大关系。由此可见，粮食工业是国民经济中不可缺少的部分。是关系促进工农业生产大跃进、加速社会主义建设的重要工业部门。

解放十年来，我国在中国共产党的领导下，粮食生产有了迅速的发展。彻底改变了旧社会广大人民贫困饥饿的局面。粮食产量从1949年的2162亿斤至1957年达到3700亿斤。不仅解决了全国人民的粮食问题，同时由于粮食的增长，从而完成了出口任务，换取了必要的工业装备。随着1958年工农业生产大跃进和农村人民公社的迅速建立，全国人民在总路线的光辉照耀下，在粮食生产战线上创造了史无前例的大跃进。1958年的粮食产量达5000亿斤。提前四年完成了第二个五年计划粮食生产指标。1959年我国不少地区虽受到了严重的自然灾害，但粮食总产量仍比1958年提高了8%，达5400亿斤左右。充分说明了我国社会主义制度的优越性，以及总路线、大跃进、人民公社的巨大威力。

为了使我国国民经济有计划，按比例地相应发展，高速地建设社会主义工业化。毛主席说过：“一个是粮食、一个是钢铁，有了这两个东西，什么都好办了”。从我国社会主义建设的经验进一步证明了农业是国民经济的基础，粮食是基础的基础。农村的发展越来越显示出对工业建设有重大的影响。随着整个经济建设的大跃进和人民生活水平的提高，对粮食的需要越来越大。对质量的要求越来越高。这样就给粮食工业带来了艰巨而又光荣的任务。因此必须相适应地在做好城镇粮食加工的同时，在我国广大农村建立粮食工业体系。面向农村大力发展粮食加工工业，改善农村粮食加工条件。这样不但能促进农村工业的发展，同时可以节约大量的劳动力支援农业生产，生产更多、更好的成品粮以适应广大人民的需要。粮食通过加工的副产品，经综合利用可改善与丰富人民生活，促进畜牧业的发展；又可为轻工业提供原料。这样就可为国家积累更多的资金。由此可见，搞好粮食工业是具有十分重大的政治意义和经济意义。

二、解放以来我国粮食工业的发展情况。

旧中国遗留下来的粮食工业是一堆破摊子。但是解放后十年来，在中国共产党和毛主席的英明领导下，经过广大粮食职工的积极努力，以及苏联的帮助。已在各方面取得了巨大成就。

解放以来，粮食工业的发展是非常迅速的。国家给予粮食工业的基本建设投资仅计划内部分，就达两亿三千多万元。除对现有粮食工业生产能力的合理情况进行大量的迁并调整

外，还根据需要改建和扩建了大量的粮食加工厂。并在生产能力不足的城市和工矿区，以及过去一向工业不发达的边远地区和少数民族地区，陆续新建了很多粮食加工厂。仅1953年至1955年的三年中，国家就投资新建了粮食加工厂69个。改建和扩建了547个。建筑面积达十万多平方米。由于大规模建设的结果，使我国粮食工业的生产能力有了很大的增长。如以1949年的面粉、大米生产能力各为100，1959年面粉生产能力已达到278.2，大米生产能力已达到386，而这些新建的粮食加工厂，全部都是我国工程技术人員自己设计的。其中绝大部分都是采用国产粮食加工机器设备。随着粮食工业的迅速发展，就保证了城市、工矿区及广大农村地区成品粮的供应需要。也初步克服了旧中国遗留下来的生产能力不合理情况。此外各地粮食部门本着“因陋就简、自力更生”的原则，陆续建立了粮食机械厂和修配厂。这些工厂的建立，为继续发展我国的粮食工业提供了机器设备的来源。目前我们完全可以采用国产粮食加工机器来装备自己新建的粮食加工厂。扭转了多少年来一直依靠外国进口的局面。同时还根据互相帮助的原则。开始有计划地向兄弟国家出口成套的粮食加工设备。

由于社会主义制度的优越性，使粮食工业生产力得到了突飞猛进的发展。工人群众的劳动积极性和创造性也得到了进一步的发挥。先进经验如“前路出粉”、“小麦剥皮制粉”、“分粒加工”、“快速轻碾”、“双机出米”等不断涌现。其中“前路出粉”和“小麦剥皮制粉”更是我国面粉工业的创举，北京和天津等地面粉厂推广“前路出粉”和“小麦剥皮制粉”的先进经验后出粉率一般提高了1.2—1.5%，产量提高了40—100%。有些厂采用了“小麦剥皮制粉”的经验后，出粉率一般提高1—1.5%，产量也有较大提高。对增产成品粮、保证供应起了很大作用。仅第一个五年计划期间，由于出品率的提高，为国家增产成品粮达20亿斤以上。

大力降低成品粮的含杂，保持粮食的营养成分，以增进消费者的健康，这是新中国粮食工业的首要任务。解放以来，各地粮食加工厂普遍的增添和改进了清理设备。改善了工艺流程，建立了健全的检化验制度。使大米中的含稗、含谷，含砂，和面粉牙尘等现象显著减少。有的加工厂已经彻底解决了成品粮含杂的问题。由于成品粮质量的逐步提高，受到了广大消费者的欢迎。也减少了粮食的浪费。

全国在1959年底，已出现了3179个“五好四无”粮食加工厂。

为了适应国家工农业的大发展。必须迅速地提高粮食加工的技术水平。在总路线、大跃进和人民公社的光辉照耀下。全国粮食工业企业展开了一个波澜壮阔的技术革新、技术革命运动。有很多工厂在实现了生产能力翻一番的同时，已经摆脱了手工操作和繁重的体力劳动，实现了半机械化，机械化。有些又在机械化的基础上实现了生产自动化，生产过程一人操作。于此同时不少新的科学技术已应用到粮食工业中，如静电除稗，高速气流脱壳等。这就大大改变了粮食工业的生产面貌。同时各地还本着粮食工业面向农村的精神，积极改革农村的粮食加工工具和大力兴办农村粮食加工厂。到1958年年底粮食部门帮助农村人民公社改革的粮食加工工具达46万余件。兴建的小型粮食加工厂达到63500多个。这些工具的改革和兴办的农村粮食加工厂，全年可节约劳动日七亿个。同时提高了出米率可节约粮食20亿斤。

随着粮食工业生产的不断发展，从中央到地方均设立了粮食的科学研究机构。粮食加工方面的如高速气流脱壳、粉碎、小麦切片制粉、高粱的化学碾米等的研究已获得显著的成就。

自1954年来又先后建立了粮食学校、粮食学院。并在企业内广泛开展了职工业余教育，提高粮食加工技术水平。大量培训粮食加工技术人材，保证了粮食工业的迅速发展。

解放以来，粮食工业的发展是迅速的。它在各方面所取得的成就远远超过旧中国所经历的漫长年代。这些光辉的成就，是由于党的正确领导，粮食战线上的广大职工的不断努力而获得的。

在党的领导下，粮食工业战线上的全体工人，技术员、工程师们还需不懈的努力。鼓起更大的革命干劲，不断地进行技术革新，技术革命，提高产量，质量。并在最短期内促使城乡粮食加工工业高速度地实现机械化，电气化。

三、“粮食加工工艺与设备”的任务与目的：

“粮食加工工艺与设备”是粮食中等专业学校加工专业的一门重要专业课程。是研究粮食加工的設備、工艺过程、改善工艺操作、工艺效果的一门科学。它所担任的任务，也就是如何在最经济的条件下，提高产量，增加出品率，改善品质。并提供新的加工技术，新的设备来发展粮食加工工业。以符合我国国民经济高速发展的要求。满足人民对粮食产质量日益增长的需要。

课程内容共分粮食清理、磨谷碾米、制粉、农村粮食加工、工艺过程的管理与检查等五篇。

苏联科学家的劳动和先进生产者的经验以及我国粮食工业的职工、科学工作者的创造性劳动，丰富了粮食加工工艺和设备这门学科。这门学科，不但建立在力学、物理学，工程学，金属工艺学的基础上；并且还建立在化学，谷物学，生物化学，微生物学的基础上。它不仅与机械工艺学有关，还与化学工艺学有关。

“粮食加工工艺与设备”课程必须坚决贯彻党的“教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相结合”的方针。课程中要反映我国当前的粮食政策；粮食工业的发展方向与技术革新成就。在当前提出一切以农业为基础，面向农村的同时，如何运用科学技术结合我国农村具体情况。改革农村粮食加工工具，使我国广大农村在一个较短时期内，能够有一整套适合农村使用的机具是一件很重要的工作。因此教育和学习也要适合这样一个要求。我们一方面要加强学习新的，尖端的粮食加工机具及工艺的先进技术，同时也必须学习适合于农村使用的机具和加工方法。既要学习那些先进的科学技术，也要学习那些适合于农村的科学技术。做到有土有洋，土洋并举，不断提高，不断改进。这样才能“学以致用，学用结合”，才能真正做到中央指示大办农业，大办粮食的方针。

通过粮食加工工艺与装备的学习，应该掌握粮食加工的全面知识。不但能解决城市粮食加工技术问题，同时也能解决农村粮食加工技术问题。不断提高粮食加工技术。改进和革新设备，改善工艺过程，在保证安全生产的前提下，不断挖掘潜力，提高成品率，增加产量，改善质量，提高劳动生产率，降低成本，节约原材料和动力，贯彻多、快、好、省地建设社会主义总路线的精神。

四、粮食加工工艺过程简述：

粮食加工大体可划分为制粉与碾米两大类，凡是把粮食脱壳或碾去果皮，加工成米粒作食用的便属于碾米，使用的原粮一般为稻谷、高粱、谷子、大麦、玉米等。凡是把颗粒粮食

磨成粉作食用的便属于制粉，使用的原粮一般为小麦、大麦、蕎麦、玉米等。因此对上述两类谷物的加工过程也有着不同的要求：

(一) 碾米工艺过程简述：

作为碾米作物如稻谷、高粱、谷子、大麦、玉米等的加工工艺过程一般可以分清理、脱壳、碾米及付产品处理四部份。

1. 清理部份：

碾米过程的清理部分包括筛理、去石、打芒，除稗，分級諸工序。主要作用是清除夹杂在粮食内的杂质、杂草种子以及粮粒本身的茸毛及芒等，以保证加工作物的纯洁。高粱、谷子、玉米、大麦一般就只经筛理及分級两道工序。

2. 脱壳部份：

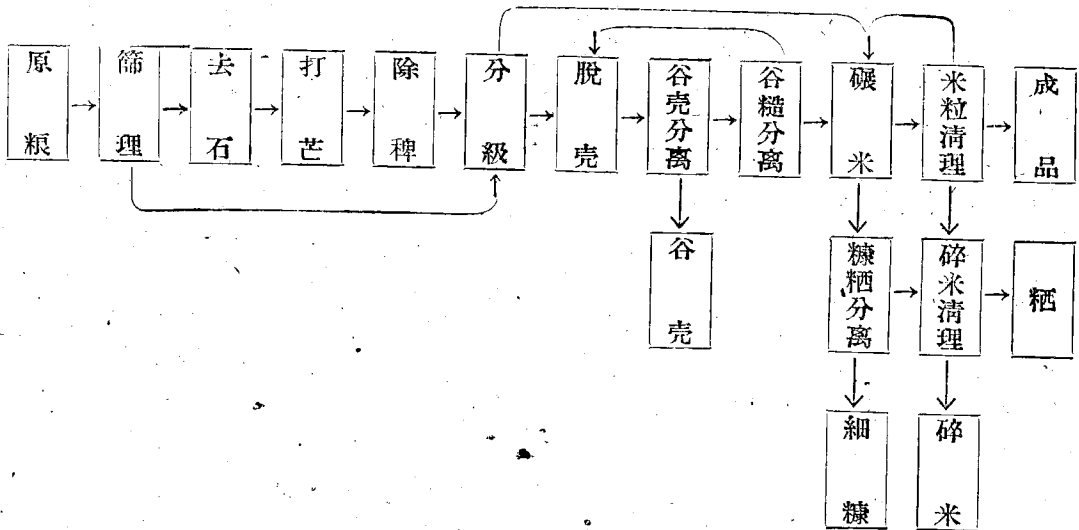
脱壳部份又包括脱壳、谷壳分离，谷糙分离三道工序。主要是将粮粒的外壳脱去并分离，准备碾制。

3. 碾米部份：

碾米部份包括碾米及米粒整理等工序。主要是将经脱壳后的粮粒进行反复碾制，以达到一定精度要求的成品粮。

4. 付产品处理部份：

付产品处理部份是将粮粒经碾米部份后所产生的付产品如糠粨，谷壳等进一步的分离，分离其中可食用的碎粮粒。



(二) 制粉工艺过程简述：

作为制粉作物如小麦、大麦、燕麦、蕎麦、玉米等的加工工艺过程一般可分清理，水份调节，制粉三部分。

1. 清理部分：

制粉过程中，清理部份的作用和碾米过程相同，同样是清理夹杂在粮粒内的杂质和杂草

种子以及附着在粮粒表面的泥垢及麦毛，其中大体又分为筛理、打麦、袋孔分离、洗麦刷麦等诸工序。除小麦外，其他粮粒一般只经过筛理及打麦两道工序。打麦对大麦及蕎麦同时还起着把麦壳打掉的作用。

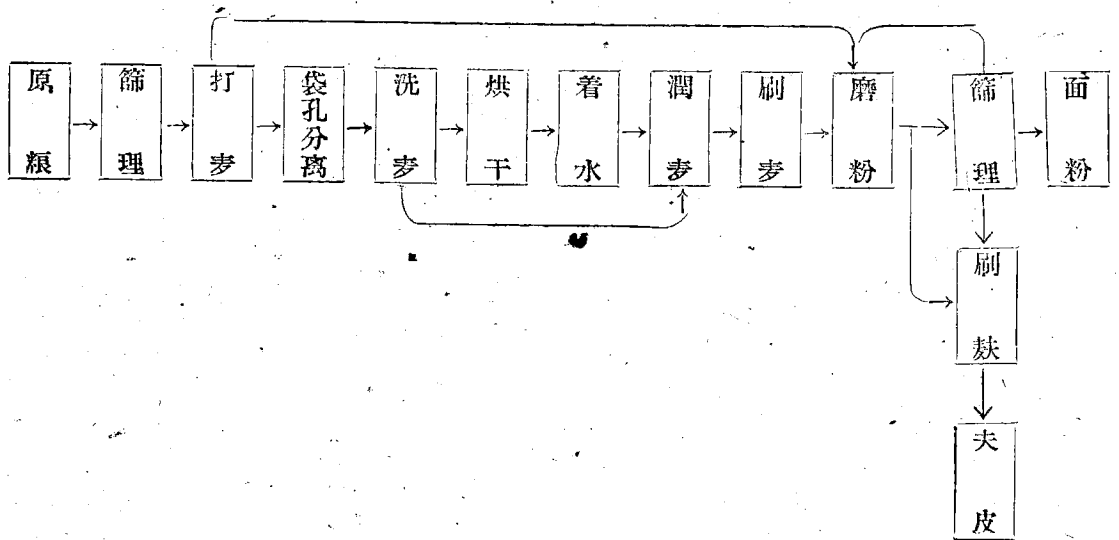
2. 水份调节部份：

水份调节其作用使粮食内部组成部份发生生物化学变化，有利于磨粉及改善成品质量，其中包括烘干、着水、润麦三道工序。大麦、蕎麦、玉米加工一般就不经水份调节部份，直接进行磨粉。

3. 磨粉部份：

磨粉的作用是将经过清理及水份调节后的纯洁粮粒磨制成粉。在磨粉过程中，把果皮除去，达到一定的细度，以合乎规定的面粉质量的要求。

在磨粉部份一般又分磨粉、筛理，刷麸等诸工序。一般磨粉是反复进行的。玉米制粉可不经刷夫工序。



目 录

緒 言

第一編 粮食加工前的准备

第 一 章 粮食加工前的清理

- § 1-1 清理什质的目的..... (1)
- § 1-2 清理什质的原理与方法..... (2)

第 二 章 篩选

- § 2-1 篩选设备的任务及其在工艺过程中的位置..... (2)
- § 2-2 篩面..... (3)
- § 2-3 溜篩..... (10)
- § 2-4 振动篩..... (17)
- § 2-5 回轉运动篩..... (37)
- § 2-6 旋轉篩..... (39)
- § 2-7 篩选设备工艺效果的鑑定..... (43)

第 三 章 风选

- § 3-1 风选的任务及要求..... (44)
- § 3-2 风选分离的基本原理..... (44)
- § 3-3 去石风車..... (49)
- § 3-4 吸风分离器及循环吸风分离器..... (54)
- § 3-5 循环气流的谷物初步清理机..... (59)
- § 3-6 风篩去石机 (比重去石机)..... (61)
- § 3-7 气力运送中的吸风分离机械..... (62)

第 四 章 精选

- § 4-1 精选的任务及要求..... (63)
- § 4-2 袋孔分离的基本原理与袋孔的选择..... (64)
- § 4-3 滾筒精选机..... (67)
- § 4-4 碟片精选机..... (79)
- § 4-5 袋孔精选机的操作注意事項..... (86)
- § 4-6 螺旋精选机..... (87)
- § 4-7 滾筒、碟片、螺旋精选机的比較及在工艺过程中的組合..... (90)
- § 4-8 格里哥羅維奇去石机..... (92)
- § 4-9 靜电除稗机..... (94)

第五章 磁选	
§ 5-1 磁选作用原理及在工艺过程中的位置	(96)
§ 5-2 磁选设备	(97)
§ 5-3 磁性分离的理论因素	(100)
§ 5-4 磁选机的一般操作	(101)
第六章 干法与湿法处理	
§ 6-1 粮食干法与湿法处理的任务与目的	(102)
§ 6-2 干湿法处理机械在工艺过程中的位置	(102)
§ 6-3 打麦机械	(102)
§ 6-4 打芒机械	(113)
§ 6-5 刷麦机	(116)
§ 6-6 干法处理机械工艺效果的评定	(117)
§ 6-7 湿法处理机械的工作原理	(119)
§ 6-8 湿法处理机械的结构	(119)
§ 6-9 洗麦机的技术特性对工艺效果的影响	(127)
§ 6-10 洗麦机的操作和污水处理	(130)
§ 6-11 洗麦机工艺效果的指标及评定	(131)
第七章 水热处理	
§ 7-1 水热处理的任务和目的	(132)
§ 7-2 稻谷与小麦在水热处理过程中工艺性能的改变	(132)
§ 7-3 室温调节过程	(135)
§ 7-4 高温调节过程	(142)
§ 7-5 室温调节与高温调节的比较	(150)
§ 7-6 稻谷的水热处理	(151)
第八章 小麦剥皮	
§ 8-1 小麦剥皮的任务与目的	(155)
§ 8-2 小麦剥皮的方法	(156)
§ 8-3 小麦剥皮机的性能和比较	(156)
§ 8-4 湿麦皮的处理	(158)
§ 8-5 影响剥皮工艺效果的因素	(160)
§ 8-6 小麦剥皮效果的评定	(165)
§ 8-7 小麦剥皮的工艺过程	(167)
第九章 粮食加工前的准备过程	
§ 9-1 粮食加工前的准备过程	(169)
§ 9-2 小麦加工前的准备过程	(169)
§ 9-3 稻谷加工前的准备过程	(177)

第二編 籼谷碾米

第十章 籼谷

- § 10-1 脱壳的目的与要求····· (186)
- § 10-2 橡胶滚筒籼谷机····· (187)
- § 10-3 金刚砂籼谷机····· (209)
- § 10-4 离心式籼豆机····· (224)
- § 10-5 橡胶带籼谷机····· (232)
- § 10-6 各种籼谷机械应用比較及发展方向····· (233)

第十一章 谷壳分离和谷糙分离

- § 11-1 谷壳分离和收集····· (233)
- § 11-2 谷糙分离····· (237)

第十二章 碾米

- § 12-1 碾米的目的与要求····· (251)
- § 12-2 碾米基本原理····· (251)
- § 12-3 碾米的方法····· (254)
- § 12-4 米粒的工艺品質对碾米效果的影响····· (278)
- § 12-5 碾米过程中物理化学变化····· (281)
- § 12-6 成品处理及付产品整理····· (285)

十三章 碾米工艺流程的介紹及分析

- § 13-1 籼谷碾米过程的研究····· (290)

第十四章 什粮制米

- § 14-1 高粱制米····· (299)
- § 14-2 粟(谷子)制米····· (304)

- 附 录····· (310)

第一編 粮食加工前的準備

第一章 粮食加工前的清理

§ 1—1 清理什質的目的

粮食在收割貯藏和运输过程中，难免混有各种夹杂物。这些什質大体上可以分为生芥什質和粮谷什質两大类。

一、生芥什質

(一) 无机什質：如泥土，沙粒，石子，及金属顆粒。

(二) 有机什質：如树叶，种子外壳，草杆，布屑以及一切野生种子。

在生芥什質中尚有有害什質，如黑穗病菌等。同时凡是穿过 14×20 毫米长方篩孔及 $\phi 0.5-1.0$ 毫米圆眼篩孔的，均属生芥什質。

二、粮谷什質

粮谷什質指粮粒的碎粒，发芽的粮粒，沒有成熟的粮粒，由于发热而腐烂的粮粒，受虫害感染的粮粒，有病菌及經烘烤而变質的粮粒，以及凡是主要粮粒以外的其他粮粒。

粮粒中含有什質，不但要增加运输和保管費用，影响谷物貯藏的安全，而且对加工也是极为不利的。

一、粮粒中如含有石块，金属等坚硬什質，則在生产过程中使机器设备容易遭到损坏，縮短使用寿命，并影响设备的正常运转，造成停工，增加修理費用。如这些什質与机器金属表面发生剧烈磨擦，会擦出火星，引起火灾和产生粉尘爆炸等危险。同时损伤机器工作表面，降低设备的工艺效率。

二、粮粒中如含有泥沙，尘土，会产生大量的飞灰，影响操作工人的身体健康，同时也妨碍环境卫生。

三、粮粒中如含有草杆，紙屑，破布，树叶等輕什質，容易使机器的进料机构或篩面阻塞，影响清理设备的工艺效果。

四、粮粒中所含有的什質，如果在加工过程中不清除干净，混入成品，則降低成品质量，严重的影响人民身体健康，如果有害什質混入到付产品中，对牲畜也是不利的。

以上說明，粮粒中混有什質，危害甚大。为了提高成品純度，保証产品质量，符合国家規定的规格标准，提高出品率，降低电耗和成本，并做到安全生产，清除粮粒中的什質，就成为粮食加工厂生产工作中的首要任务。同时清理出来的各种什質，均有其不同的用途，必須妥善搜集，加以綜合利用，則可为国家創造更多的財富。因此，清除粮粒中的什質及将什

質进行綜合利用，不仅具有重要的經濟意义，同时还具有重大的政治意义。

§ 1—2 清理什質的原理与方法

糧粒中的什質，虽然种类很多，但什質与谷物間有着不同的物理性質。如：粒度大小，比重，表面状态，顏色，氣體动力学性質，磁性，彈性，导电等性質的不同。对于糧谷中什質的清理原理，即根據这些不同的物理特性，而采取各种不同的設備，以达到清除糧粒中夹杂什物的目的。

- 一、根據大小方面的不同——一切篩选机械。
- 二、根據形状方面的不同——袋孔分离机械。
- 三、根據氣體动力学方面的不同——一切风选分离机械。
- 四、根據比重方面的不同——格里哥罗維奇去石机，风篩去石机，洗麥机，巴基机等。
- 五、根據表面形态方面的不同——絨表面分离机。
- 六、根據磁性方面的不同——磁鉄分离机械。
- 七、根據靜电感应性質方面的不同——靜电除稗机。
- 八、根據顏色方面的不同——光电分离机。

上述各种除什方法，对糧粒表面的茸毛及粘附的泥灰等尚不能除去。如小麦麥槽中的泥垢，麥粒尖端的茸毛和稻谷的芒等，如不除去，則影响面粉質量和稻谷清理工作的正常进行。为此，一般使用打击、摩刷的方法，常用的机械有打麥机，刷麥机及打芒机等。

在糧食加工厂中主要是依靠前六种的特性不同进行除什，同时应用打击和摩刷进行表面处理。但是，在一般除什工作中，由于糧粒与什質同时存在着上述的几种差别，因此必須選擇糧粒与什質的最大差别，作为依据，同时适当考慮其次要差别，才能获得最为有效而經濟的办法。

第二章 篩 选

§ 2—1 篩选設備的任务及其在工艺过程中的位置

篩选設備是糧食加工厂中应用最多的机械。它是根據谷物与什質粒形，寬、厚等方面的差别作为依据，运用固定或运动的篩面，清除谷物中的什質或使中間产品按照不同大小，粒形进行分級。

篩选設備一般分为平面篩与旋轉篩两类。在平面篩中，又分为篩面固定的溜篩，作往复运动的振動篩，及平面回轉的平篩。旋轉篩則以繞斜軸或水平軸旋轉进行分类。

篩选設備的工艺要求与設備所处的位置有关。第一道初篩，一般設在毛谷仓或毛麥仓之前，是物料进厂清理的第一道工序，以清理大小型什質，如：麥杆，大石块，泥灰等，第二道篩，設置在第一道打芒或打麥机后面，以篩除經過表面处理后的泥灰什質，野草种子及糧谷什質，第三道麥篩，設置在第二道打麥机或刷麥机之后，再次清理通过表面处理后的什

質。在大型制粉廠中，振動篩有多達4—5道的，碾米廠一般使用2—3道。其他篩選設備，如平搖篩，圓篩，人字振動篩，溜篩等，也都應根據其在流程中的位置所提出的不同工藝要求，從而配置適當的篩面，選擇恰當的篩孔，進行合理的組合，以達到提高工藝效果的目的。

§ 2-2 篩 面

一、篩面的種類

在糧食加工廠中使用的篩面有沖孔篩和編織篩二種。

(一) 沖孔篩：沖孔篩大都是用鋼板沖壓成一定形狀和大小的篩孔而成，因考慮到篩面的強度和減少谷粒的堵塞，篩面的厚度應與篩孔的大小成一定比例，一般如下：

$$b \leq (0.625 \sim 1.25)d \quad (2-1)$$

式中：b—篩面厚度。

d—篩孔的直徑。

1. 篩孔的形狀：

由於篩選是根據什質與糧粒或糧粒本身間的大小差別而進行除什分級，所以其效率的高低，與孔型的選擇有密切關係。沖孔篩的篩孔，常用的有：圓形篩，長方形孔及三角形孔等幾種，各種孔型具有不同的性質和用途。

圓形孔—圓形篩孔主要是用於清除寬度與谷粒不同的什質。如圖 2-1B，而不適宜用於分級。

長方形孔—長方形孔主要是根據什質和糧食的厚度差別而進行分離。如圖 2-1r，篩孔的寬度，取決於物料的厚度。篩孔的長度，根據蘇聯列多西涅夫教授的試驗證明，在一定的長度限度內，篩孔放長，效率增加，超過一定限度後，則增加很少。一般採取等於糧粒長度的二倍較為適宜，在實際生產中通常取 20 毫米。穀物籽粒大而飽滿的其厚度較大，反之，則其厚度較小。因此，用於分級最為適宜。

三角形孔—等邊三角形的篩孔，主要用以清除形狀近似三角形的什質。稗子的橫斷面近似三角形，谷粒的斷面則呈菱形，根據其斷面形狀的差別，採用三角形的篩孔有利於稗子的篩出。

2. 篩孔的排列與篩理面積的有效百分率

篩理效率的高低與篩孔的排列方式有密切的關係，其篩理面積的有效百分率可用下式表示：

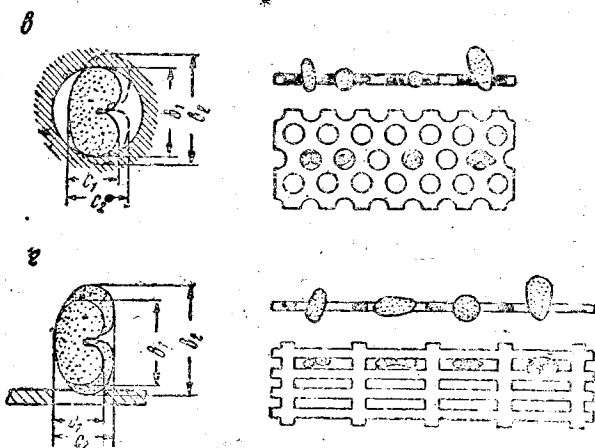


圖 2-1 圓形和長形篩孔的應用

$$K(\%) = \frac{F_2}{F_1} \times 100 \quad (2-2)$$

式中：K—篩理面积有效百分率（%）

F_1 —篩面总面积（米²）

F_2 —篩孔净总面积（米²）

以上可知，K值愈大，篩选效率愈高。合理的排列篩孔，縮小篩孔間距，則K增大，从而可以提高篩理面积有效百分率。

①圆形孔的排列：圆形孔的排列有直綫排列与交錯排列二种，如图2-2所示：

直綫排列（正方形排列）的圆形篩孔的中心距均相等。如图2-2a，在ABCD的面积內包含一个篩孔的面积，此篩孔面积为 πr^2 ，而ABCD的面积为 $[2(m+r)]^2$ 。因此：

$$K_1(\%) = \frac{\pi r^2}{4(m+r)^2} \times 100 \quad (2-3)$$

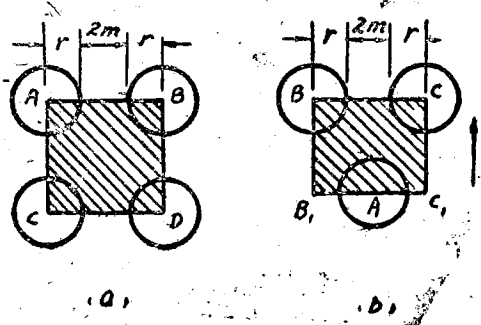


圖2-2 圆形篩孔篩面的有效篩理面积

交錯排列（六角形排列）的圆形篩孔，其中心距均相等，每一篩孔恰好位于一正六角形的中心，該六角形的頂点又构成相邻两篩孔的中心，如图2-2b，在 BCC_1B_1 的面积內具有一个篩孔的面积，此篩孔面积为 πr^2 。又因：

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

$$BB_1 = BC \cdot \cos 30^\circ = 2(m+r) \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} = (m+r)\sqrt{3}$$

所以 BCC_1B_1 的面积为： $2\sqrt{3}(m+r)^2$

因此：

$$K_2(\%) = \frac{\pi r^2}{2\sqrt{3}(m+r)^2} \times 100 \quad (2-4)$$

把两种排列方式的篩理面积有效百分率进行比较，則：

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

这就說明，在篩孔大小相同的情况下，交錯排列的有效篩理面积比直綫排列增加16%。除篩孔合理排列外，谷物在篩面上的运动方向也与篩理效率有关，在篩孔交錯排列的情况下，应如图2-2b箭头方向所示。直綫排列与运动方向无关。

②长方形孔的排列：长方形孔的排列有：直行式（甲），交叉式（乙），和斜行式（丙）三种，如图2-3所示。

在实际使用中最广泛的为交叉式，但从篩面的强度来看，直行式最好。篩孔的四角应冲成园角形，以提高篩面强度。篩面的运动方向应与篩孔的长軸方向一致。

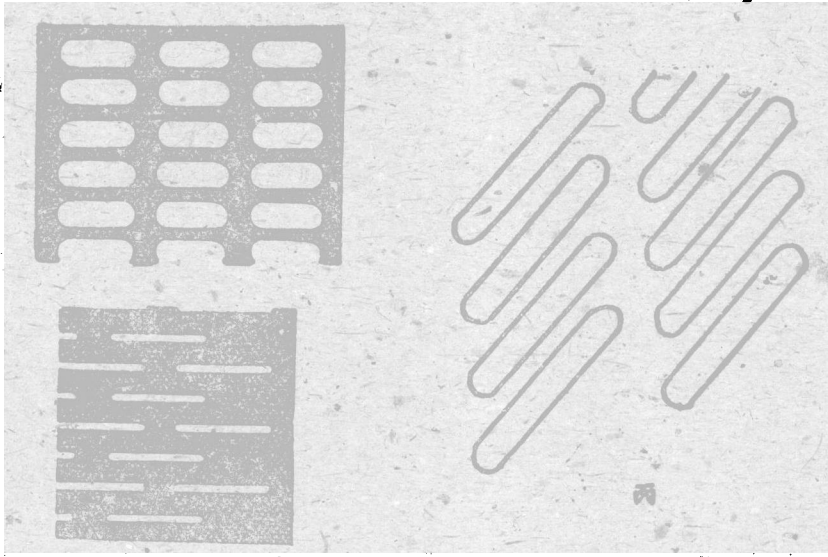


圖2-3 长方形孔的排列方式

长方形孔篩理面积有效百分率的計算，如图2-4所示：

篩孔占有面积为：

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

包括一个篩孔的矩形面积为：

$$A_1 = (c+l_1)(b+l_2)$$

因此：

$$K(\%) = \frac{b(c - 0.215b)}{(c+l_1)(b+l_2)} \times 100$$

(2-5)

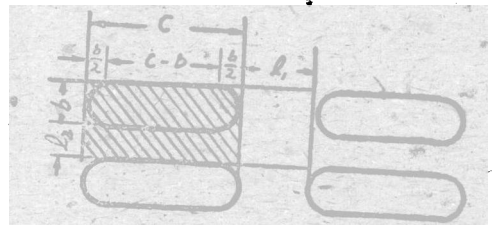


图2-4 长方形孔篩面的有效篩理面积

③三角形孔的排列：三角形孔的排列有二种方式，如图2-5所示。

目前碾米厂大都采用如图2-5a的方式用来清除稗子。由于稗子在篩面上运动时重心在前，稗芒在后，因此，稗子在篩面上的运动方向应如图2-5a箭头方向。图2-5b的排列方式，可以提高篩理面积的有效百分率，但有部份篩孔不能根据篩理物的运动方向来有效地分离。

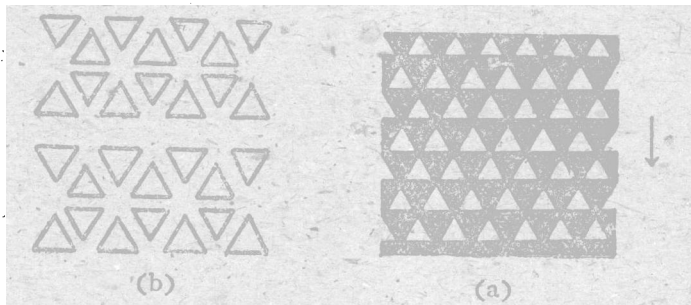
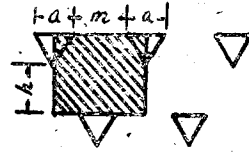


圖2-5 三角形孔的排列方式

三角形篩孔篩理面積有效百分率的計算，如图2-6所示
篩孔占有的面積為：

$$A = \frac{a \cdot \sqrt{3} a}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2$$



包括一個篩孔的矩形面積為：

图2-6 三角形孔篩面的有效篩理面積

$$A_1 = \left(\frac{\sqrt{3}}{2} a + h \right) (m + a)$$

因此：

$$K(\%) = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4} a^2}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2} a + h \right) (m + a)} \times 100 = \frac{a^2}{(2a + 2.3h)(m + a)} \times 100 \quad (2-6)$$

(二) 編織篩：編織篩通稱為金屬絲篩，由金屬絲如鋼絲，鉄絲，銅絲，竹篾等編織而成。編織時的豎綫稱為經綫，橫綫稱為緯綫。篩孔有正方形及長方形二種。長方形孔又根據工藝目的有豎眼和橫眼（扁眼）之分，主要是指對於物料的流動方向而言。如图2-7所示。

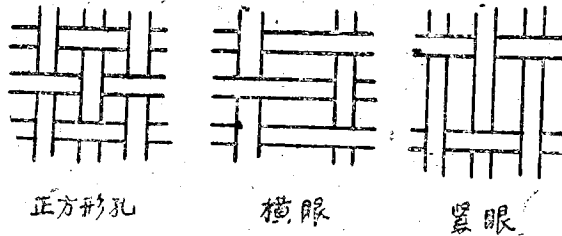


圖 2-7 編織篩的篩孔形式

編織篩與沖孔篩相比較，其優點主要是：篩理面積有效百分率大，因而篩理量大，孔邊沿呈圓角。可篩過物易于穿過，同時金屬絲有可移動性，可減少篩孔堵塞。其缺點是：篩面容易損壞，不能根據物料的形狀選用篩面，不能精確的按大小進行分離。因此，只要不用于精確的分級，編織篩是會獲得應有效果的。

編織篩的篩理面積有效百分率可按下列方法計算：

1. 正方形：見圖2-8a，設篩孔每邊長為a，金屬絲直徑為d，則篩理面積有效百分率為：

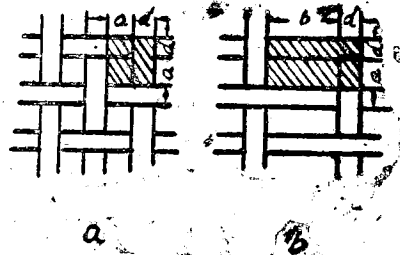


圖2-8 編織篩篩面的有效篩理面積

$$K(\%) = \frac{a^2}{(a+d)^2} \times 100 = \frac{1}{\left(1 + \frac{d}{a}\right)^2} \times 100 \quad (2-7)$$

2. 长方形孔, 见图2-8b, 设筛孔长度为 a , 宽度为 b , 金属丝直径为 d , 则:

$$K(\%) = \frac{ab}{(a+d)(b+d)} \times 100 \quad (2-8)$$

从上可知, 编织筛的筛理面积有效百分率决定于金属丝直径与筛孔边长的比值, 当边长一定时, 金属丝直径愈大, 则 $\frac{d}{a}$ 的值愈大, 有效百分率 K 值愈小。

根据国际标准, 筛孔边长和金属丝直径之间有一定关系。当筛孔边长在5毫米以下时, 可用:

$$d = 0.416 \sqrt[4]{a^3} \quad (2-9)$$

其中: a —筛孔尺寸(毫米)
 d —金属丝直径(毫米)

二、筛面的组合

如欲通过一部筛理机械, 同时清除大小不同什质或把谷粒分成二级以上时, 必需以多张筛面进行组合。一般的组合方法有两种, 如图2-9所示: 一种是由大到小, $d_1 > d_2 > d_3$, 适用于往复运动的筛子。一种是由小到大, $d_1 < d_2 < d_3$, 适用于旋转筛。但在某些特殊情况下, 如用旋转筛筛理糠粃等, 也有用 $d_1 > d_2 < d_3$ 。筛理物经过筛面筛理后, 分出的类别为不同筛孔的筛面数加一。如图2-9所示, $P_1 P_2 P_3 P_4$ 为分出的四种筛理物。

清理什质主要依靠筛面上的筛孔, 谷物适合于筛眼大小形状的, 实际穿过筛孔者称之为筛下物, 留存在筛面上的称之为筛上物。对于任何一种谷物, 如果筛孔的大小已经选定, 但由于筛理效率的影响, 则必然有一部份可以通过筛孔的而未能通过的这部份谷物, 叫做可筛过物, 另一部分不能通过筛孔的, 叫做不可筛过物。这里筛下物与可筛过物及筛上物与不可筛过物有着不同的含义。

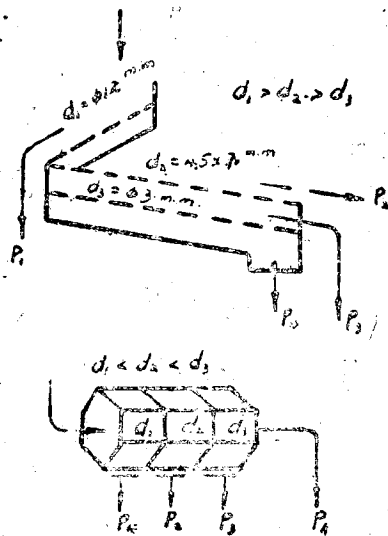


图2-9 筛孔在筛子上的配合

三、筛孔的选择与换算

确定筛孔的大小, 可预先确定谷物的筛理曲线。一般在实验室进行时, 将谷物放在一套不同直径筛孔的筛子中进行筛理。每层筛面筛孔的直径相差0.25毫米, 经过反复筛理, 分出小什质, 大什质, 谷物三种。分层称重计算百分率。在预先绘好的纵座标上确定其位置, 横座标上标出这些筛上物所存留筛面的筛孔大小。由此得出筛理曲线如图2-10所示, 从图中