



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

NEW EDITION

新版

粮油饲料加工与储检专业

饲料工艺与设备

SI LIAO GONG YI YU SHE BEI

毛新成 主编



中国财政经济出版社

中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材审定委员会审定

饲料工艺与设备

主 编 毛新成

责任主审 杨铭铎

审 稿 王卫国 戚世钧

中国财政经济出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

饲料工艺与设备 / 毛新成主编. —北京: 中国财政经济出版社, 2002.3

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-5005-5590-3

I. 饲… II. 毛… III. ①饲料加工-生产工艺-专业学校-教材 ②饲料加工设备-专业学校-教材 IV. S817.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 010969 号

中国财政经济出版社出版

URL: <http://www.cfeph.com>

E-mail: cfeph@cec.gov.cn

(版权所有 翻印必究)

社址: 北京海淀区阜成路甲 28 号 邮政编码: 100036

发行电话: 010-88190616 88190655 (传真)

北京财经印刷厂印刷 各地新华书店经销

787×1092 毫米 16 开 10.25 印张 285 000 字

2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月北京第 1 次印刷

定价: 13.00 元

ISBN 7-5005-5590-3/S·0013

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

此版权页用含有  图案的水印及红色、绿色、蓝色金属线的防伪水印纸印制, 有这种版权页的教材为正版图书, 版权所有, 翻印必究, 欢迎读者举报。
举报电话: 010-88190653

中等职业教育国家规划教材

出版说明

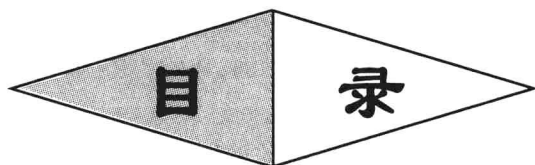
为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月



绪 论	(1)
第一章 饲料原料的接收与粉碎	(3)
第一节 原料的物理特性	(3)
第二节 原料的接收	(4)
第三节 原料的清理	(10)
第四节 饲料原料的粉碎	(16)
第二章 配料与混合	(38)
第一节 配料	(38)
第二节 混合	(49)
第三节 液体添加	(61)
第三章 制粒	(68)
第一节 概述	(68)
第二节 制粒机	(69)
第三节 膨化机	(85)
第四节 成型料的处理设备	(94)
第四章 饲料成品处理	(115)
第一节 成品的包装	(115)
第二节 成品的储存与发放	(118)
第五章 饲料工厂生产工艺流程	(123)
第一节 概述	(123)
第二节 畜禽饲料生产工艺流程	(124)
第三节 水产饲料生产工艺流程	(132)
第四节 配合饲料厂的技术测定	(136)

附 录.....	(143)
一、饲料原料及容重.....	(143)
二、饲料原料及成品的休止角与含水量.....	(144)
三、饲料加工专用术语.....	(145)
四、饲料加工设备图形符号.....	(150)
五、饲料标签.....	(153)
主要参考资料.....	(155)
后 记.....	(157)

绪 论

饲料工业的产生，是近代农业的一大突破，也是对传统养殖业的一场革命。

饲料工业最早起源于欧洲，由磨坊加工面粉所产生的麸皮等副产物饲喂牛、马，发展到19世纪80年代，美国创建的第一家犊牛饲料加工公司，经历了极其漫长的过程。但随着19世纪科学技术的迅猛发展，动物营养标准即饲养标准的产生，为新兴饲料工业的产生和发展起到催化和促进的作用。尤其是1944年美国国家科学院全国研究理事会（NRC）制订的系列畜禽饲养标准，并经过多次修订使之趋于完善，被认为是当今配合饲料的基础。从饲料工业的起始到现在的100多年里，饲料工业在企业界已成为一项重要产业，并成为许多发达国家和发展中国家国民经济中的重要支柱产业。

伴随着饲料工业的发展，相关的原料工业、包装业、机器制造业、教育、科技研究乃至服务和广告宣传等也得到同步的发展。

我国饲料工业起步于20世纪70年代，但发展迅速。1978年总产量为60万吨，而到2001年总产量达到7000万吨（世界总产量6亿多吨），另外还生产多种浓缩饲料和添加剂预混合饲料。已成为世界第二大饲料生产国家。

饲料工业极大地支持了养殖业的发展，满足了我国13亿人口的肉、蛋、奶和水产品等的需要，提高了人民生活水平和身体素质。由于普及配合饲料，提高了饲料的转换率，20年来，为国家节约了上亿吨粮食。饲料工业是一项投入少、产出多的行业，它带动了食品、机械、饮食服务等行业的相应发展，已显示出强大的社会效益和经济效益。同时饲料工业的发展，还促进了资源的综合开发和循环利用，变废为宝，减少了污染，美化了环境。

新兴科学技术的注入使我国饲料工业得到进一步发展。在饲料工业加工设备中，粉碎设备、计量配料装置、混合系统、制粒系统（含膨化膨胀设备）、计量包装设备，品种规格齐全，部分设备基本上能达到当今世界同类最新技术水平，我们自己已能建设最先进的年产30万吨级以上的大型饲料厂。

新的加工技术在提高畜禽生产率和饲料转化率方面，显示出良好的效果。膨化、调质、汽蒸压片、热喷等加工新技术的运用，极大地提高了配合饲料的质量。

近年来，欧洲和美国已兴起不经制粒的粉状熟化饲料生产工艺和为了降低饲料厂生产成本，提高制粒机的生产率及能量利用，在混合机阶段添加乳化水等新工艺、新技术，已引起饲料界的密切关注。

尽管我国的饲料总产量已居世界第二位，但由于人口众多，按人均计算，还远远落后于一些发达国家。特别要看到我国农村配合饲料的普及率还不高，要达到或接近国际先进水平更是摆在我国饲料工作者面前的一项艰巨的任务。

《饲料工艺与设备》一书，是对饲料原料的接收、清理、粉碎、混合、制粒、膨化等加

工技术中主要工艺设备的构造、工作原理、操作方法和影响工艺效果的因素，以及饲料加工厂生产工艺等内容，进行系统地介绍和分析，尤其对设备的工作原理、操作和维护、常见故障的排除方法都进行了系统的介绍。希望读者通过学习，对饲料生产技术会有一个全面的了解，进而能用于生产实践，为发展我国饲料工业服务。

第一章

饲料原料的接收与粉碎

第一节 原料的物理特性

根据国际上饲料命名及分类原则,按饲料特性可将饲料分为粗饲料、青饲料、青贮饲料、能量饲料、蛋白质饲料、矿物质饲料、维生素饲料、添加剂 8 大类。而这些原料的物理特性对于饲料加工过程将产生或多或少的影响,因此研究其特性,对正确组织管理生产、设计改造工艺都有较重要的意义。

一、容 重

容重,就是原料在单位容积内的质量,一般用 g/L 来表示。容重是衡量饲料原料品质的重要指标,如对于谷实类原料来说,容重愈大质量愈好,可消化营养物含量愈高;另外容重值是设计仓容、选择操作设备时也将提供重要的依据。

二、粒度和均匀度

粒度是反映饲料原料颗粒的大小,而均匀度则是反映饲料原料群体的粒度大小一致的程度(整齐度)。确定散粒物料的粒度组成,常依据不同的粒度用不同的方法进行。

颗粒尺寸小于 0.5mm 的物料的粒度组成用空气分类法确定,即将平均试样放在垂直管中以不同速度的气流吹运来确定。

颗粒尺寸大于 0.5mm 时,用筛分法确定,即取物料试样依次通过一系列具有不同孔径的筛子进行筛分,然后将留存在各筛面上的物料进行称重确定。

三、散落性和自动分级

物料自然下落至平面时,有向四周流散并形成圆锥体的性质,这就是散落性。散落性可用所形成的圆锥体的斜边与水平面所成的夹角来表示,这个角度叫自然坡角。它与物料的形状、大小、表面性状、水分、含杂等因素有关,自然坡角小,物料的散落性就好,其流动性亦好。

散落性较好的物料在运动时会产生自动分级现象,即物料中较重的、小的和圆的颗粒沉

到下面；而较轻的、大的和非圆的颗粒则浮在上面。自动分级对物料的清理和分级是有益的，而对饲料的混合则是有害的，故在饲料成品的处理上，常采用减少输送环节和选用不易引起分级作用的设备来保证产品的均匀性。

四、色泽和气味

色泽和气味是评价饲料原料与成品质量的感官指标，各种原料都应具有其正常的色泽和气味。

五、强度

饲料原料的强度是指颗粒物料抵抗外力破坏的能力，常用抗压和抗剪强度两项指标来表示。抗压强度也称“硬度”，是指饲料颗粒受到外加压力时抵抗破碎的能力，可通过硬度计测量。抗剪强度是指饲料颗粒抵抗剪切破坏的能力，可通过剪切仪测定。物料的强度与物料的种类、结构、形状大小、构成成分、水分等因素有关。它对粉碎和制粒工艺效果都有较大的影响。

第二节 原料的接收

一、饲料原料的接收特点

原料的进厂接收是饲料加工厂生产工艺的第一道工序，也是保证生产和产品质量的重要起步。世界上用于生产配合饲料的原料多达百余种，而在一个地区或一个配合饲料厂也常有几十种。这些原料形态各异，品种不一，包装形式也不同，再加上运输方式又多种多样，并且有吞吐量大、瞬间接收量大等特点，这就给原料接收工作带来了复杂性。

二、饲料原料的接收方式

原料的接收方式取决于配合饲料厂的生产规模、包装形式和各地区的运输条件以及原料的主要来源等因素。往往原料的不同包装形式与原料的接收方式较为密切。

（一）原料的包装形式

1. 袋装

袋装是联系原料与运输、生产、销售不可缺少的手段。根据饲料厂原料的不同，采用的袋装形式有以下几种不同的器具。

（1）麻袋。属于用麻类材料制成的包装物，主要用于谷物及其加工副产品、油饼、豆粕等原料的包装。这种包装物的优点是可以重复使用。

（2）化纤编织袋。是用各种化学合成材料编织而成的包装物，主要用于包装动物性蛋白质饲料，如鱼粉、血粉、肉骨粉、羽毛粉，以及常量矿物质配合饲料和浓缩饲料、预混饲料等。这种包装物多为一次性使用，在袋面上印制产品说明及商标等。

（3）塑料袋。主要用于包装矿物质预混合饲料、某些微量矿物质原料、氨基酸和某些药

物等。通常用的塑料袋为塑料薄膜袋、气垫薄膜袋、气泡衬垫收缩包装袋、塑料编织袋和蒸煮袋等。

(4) 瓶装。主要用于包装某些微量添加剂,如维生素、氨基酸、各类畜用药物等,以满足产品的避光、密封、防污染等要求,通常采用棕色玻璃瓶和陶瓷瓶等。

(5) 纸袋。主要用于包装预混合饲料和浓缩饲料。对维生素一类预混合饲料采用4层包装袋,即3层牛皮纸和1层塑料薄膜制成;对矿物质微量元素的预混合物,可采用2层牛皮纸和中间1层塑料薄膜组成的3层组合包装袋,纸袋也可在其表面印制产品说明及商标等。这类包装物也多为一次性使用。

(6) 其他包装物。除上述几种包装物外,根据饲料原料品种形态的不同,还有纸板、纸盒、纤维板箱(桶)及塑料桶等。使用这类包装物,通常要再加上一层塑料薄膜。

2. 散装

原料采用散装方式,在储存、运输、装卸、加工等方面都具有较多的优越性,比起袋装方式,它能够连续作业、简化工序、提高劳动生产率,减轻劳动强度,节省劳动力,减少物耗,保证卫生,防止污染,易实现机械自动化,因此适合于现代化生产发展的需要。

(二) 原料的接收方式

1. 袋装接收

(1) 人工接收。袋装原料的人工接收是指用人力搬运原料包,通常有以下几种情形:

①汽车将袋装原料运至房式仓库门口、由人工卸下并扛入库内堆码暂存或直接扛入主车间拆包倒入下料坑。

②人工将袋装原料从火车上搬移到汽车或其他车辆上,运到房式仓内,再由人工扛包堆码。或是人工拆包倒入筒库下料坑。

③先用吊车(或人工)将袋装原料从船舶或火车上吊到汽车上运至厂内再由人工接收。采用人工接受,劳动强度大,生产效率低,搬运费用也较大。

(2) 机械接收。袋装原料的机械接收大致有下列两种形式:

①用汽车将袋装原料运入厂内,再由人工卸到胶带输送机上运入仓库、由机器堆包。

②用吊车从火车或船舶将袋装原料吊到胶带输送机上输送至仓库内人工堆包。采用机械接收,有利于减轻工人的劳动强度、生产效率较高,但一次性设备投资较大。

2. 散装接收

(1) 气力输送接收。饲料原料进入厂区后,靠气力输送将物料送入仓库或主车间的过程,如图1-1所示。气力输送装置的特点是吸料干净、粉尘少、结构简单、操作方便、劳动强度低;缺点是能耗高。

(2) 机械输送接收。饲料原料由火车或汽车运来厂区、自动卸入下料坑,通过机械输送装置送到原料库或车间,经初清计量后入库或进入车间投入生产的过程,如图1-2所示。

3. 液体原料接收。饲料厂接受最多的液体原料是糖蜜和油脂。液体原料接收时,需要先进行检验,然后再接收。在特殊情况下,有从原罐用管道输入,也有用大桶运入的,但通常是用带罐卡车运入。其接收方式,如图1-3所示。

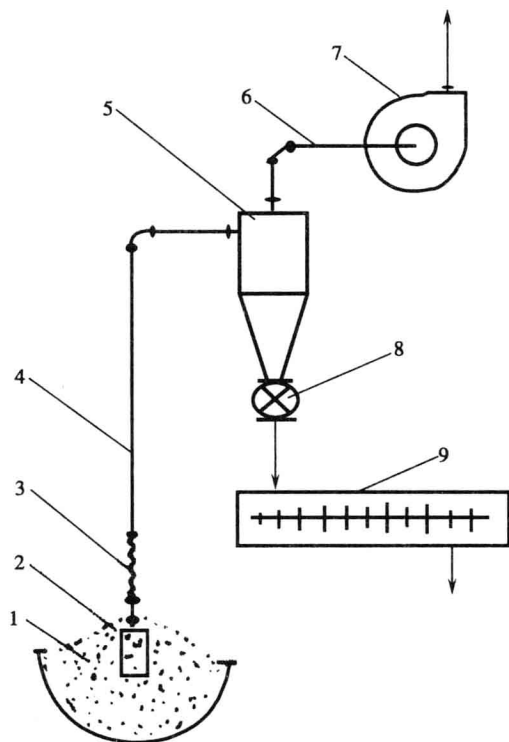


图 1-1 气力输送装置接收工艺

1. 物料 2. 吸嘴 3. 软管 4. 料管 5. 卸料器 6. 风管 7. 风机 8. 关风器 9. 刮板输送机

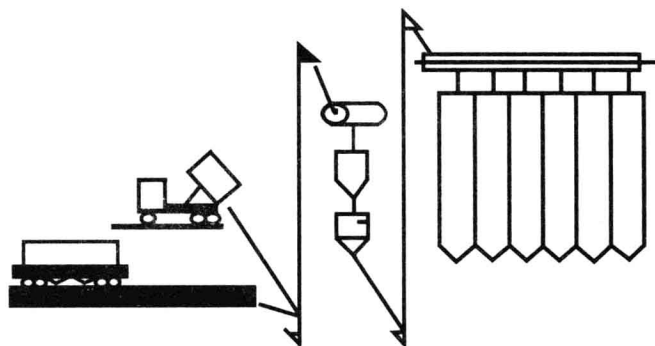


图 1-2 机械输送装置接收工艺

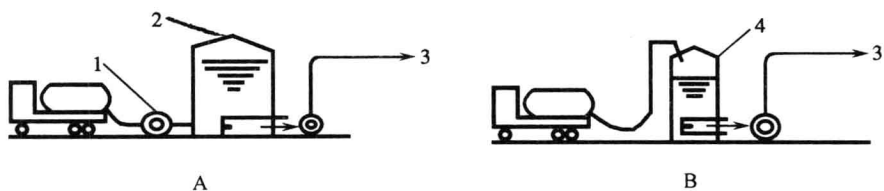


图 1-3 液体原料接收工艺

A. 糖蜜接收 B. 油脂接收

1. 接收泵 2. 糖蜜罐 3. 运向车间 4. 油脂罐

三、料仓

饲料厂要进行连续正常的生产, 必须设置一定的料仓, 其功能是接收、储存和卸出物料。根据料仓在生产中的作用, 可将其分为原料仓、中间仓 (配料仓、缓冲仓等) 和成品仓 3 种。

(一) 料仓的形式

料仓可分为房式仓和筒仓两大类型。房式仓主要是用于存放袋装原料或袋装成品; 筒仓用于存放散装物料。

1. 房式仓。房式仓有砖木结构、钢结构和钢筋混凝土结构几种, 常见形式有单层和多层之分。在饲料厂用单层的平房仓较多; 用两层或两层以上的楼房仓较少。其仓容一般用仓库面积来表示, 计算公式为:

$$F = 1000Qf/nqy \quad (1-1)$$

式中: F ——仓库面积, m^2 ;

Q ——需要的仓容, t ;

f ——一个饲料包的占地面积, m^2 ;

n ——堆包层数;

q ——每包重量, kg ;

y ——仓房面积利用系数。

2. 筒仓。筒仓因为具有散装贮存、不需包装材料、节省劳动力、吞吐量大、可以实现自动进出料和自动倒仓防止霉变等特点, 所以深受饲料厂的欢迎。其仓容的计算公式为:

$$V = \pi/4 \times D^2 H \quad (1-2)$$

$$Q = \gamma V \quad (1-3)$$

式中: V ——仓容, m^3 ;

Q ——筒仓收容量, kg ;

D ——筒仓内直径, m ;

H ——筒仓筒体部分高度, m ;

γ ——储存物料的容重, kg/m^3 。

(二) 料仓的防拱与破拱措施

1. 料流与结拱

(1) 料流。料仓内物料的流动状态, 如图 1-4 所示, 有 3 种基本形式: 一种是柱体状流动, 这时处于卸料孔上方的物料呈柱状运动; 一种是流体状流动, 这时料仓内的全部散装料类似液体那样向下运动; 还有一种是侧向卸料流动。

(2) 料仓结拱。料仓内存放的物料一般有粒状料和粉状料两类。由于粒状料本身流动性好, 故一般不易出现物料卸不出来的现象; 而粉状料本身流动性差, 故从料仓中自流卸出时往往出现搭桥、挂边等结拱现象。常见的料仓内物料结拱形式如图 1-5 所示。

2. 防拱与破拱措施

粉料仓容易结拱 (即物料在仓中不能卸下), 将影响生产的连续正常进行, 故需采取防拱与破拱措施。当前, 防拱与破拱的措施主要有以下几种:

(1) 合理选择料仓的形状。料仓 (筒仓) 是由上部柱体 (简称仓体) 和下部锥体 (简称

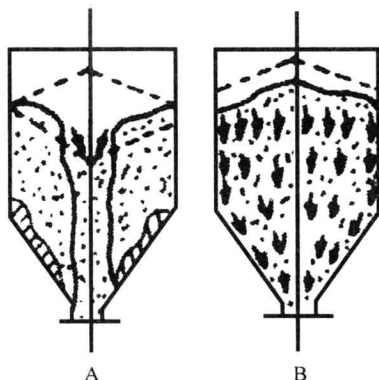


图 1-4 料仓内物料的流动状态

A. 漏斗流 B. 整体流

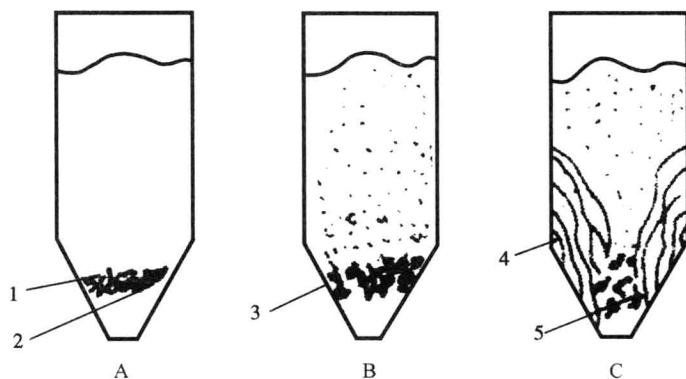


图 1-5 粉料在料仓内的结拱形式

A. 压缩拱 B. 楔型拱 C. 粘附结团拱

1. 压缩层 2. 结块 3. 楔型拱 4. 粘附 5. 结团

仓斗或料斗) 所组成。合理确定料斗与卸料口的形状及位置, 对防止结拱, 促使形成整体流, 具有决定性的意义。因料斗的形状和卸料口的位置与形状, 决定着物料通过料斗的能力, 而物料的机械性质又制约着料斗本身的结构, 形状和尺寸。而料斗的卸料口位置通常有中心卸料、侧边卸料和角部卸料 3 种, 而后两种由于存在不对称性, 结拱的可能性就较小, 但其料斗的仓壁倾角要大于被储物料与仓壁之间的摩擦角。通常储存粒料其倾角大于 45° , 储存粉料其倾角大于 60° 。目前常见的各种料斗形式如图 1-6 所示。

(2) 在仓内增设嵌入体。由于设计不当而使物料在仓内流动性差的料仓, 可用加大出料口或增加出料口的方法补救, 但此方法往往要受到限制, 实现的可能性小。因此可在料仓内设置嵌入体, 以改善料斗内物料的流动性, 减轻或消除物料结拱搭桥现象, 常用的嵌入体如图 1-7 所示。

(3) 增设助流装置卸料。料仓发生结拱, 将影响工艺流程的正常进行。造成结拱的原因甚多, 除料斗结构、尺寸、物料的物理性质以及使用不当等因素外, 还有一些不明因素, 因此在发生结拱的情况下, 还得采用适当的破拱措施。最基本的破拱措施是改进料仓内物料的流动性能, 其中增加助流装置也是最常见的一种补救措施。助流装置的形式较多, 常见的有

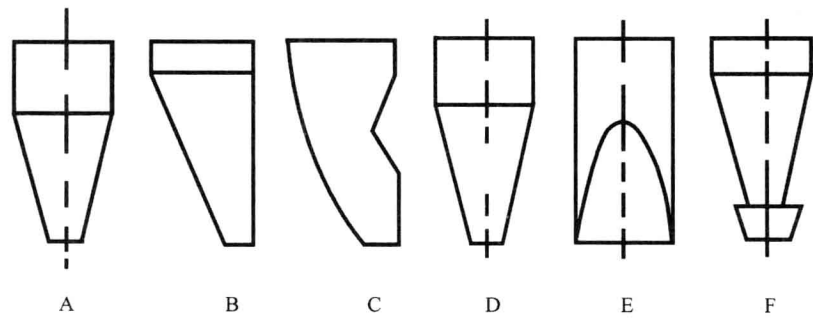


图 1-6 料斗的形式

- A. 对称料斗 B. 非对称料斗 C. 鼻形料斗 D. 曲线料斗
E. 凿形料斗 F. 二次料斗

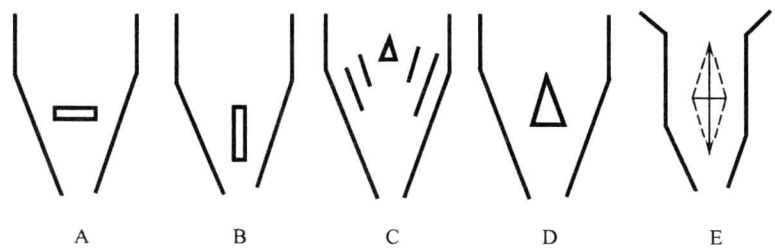


图 1-7 料仓内嵌入体的形式

- A. 水平挡板 B. 垂直挡板 C. 倾斜挡板 D. 倒锥体 E. 双锥体

外装振动器，振动料斗、行星或螺旋松动器、喷气破拱装置等，如图 1-8 所示。

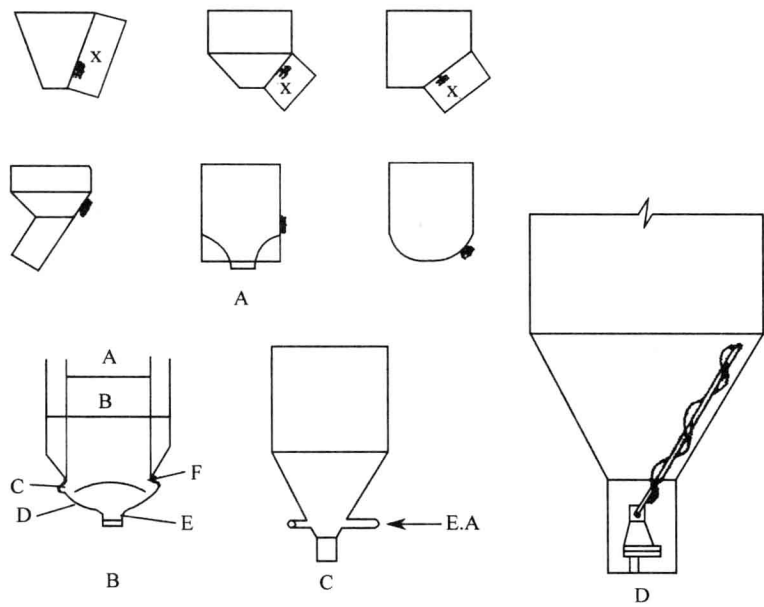


图 1-8 助流装置的形式

- A. 振动器助流 B. 振动料斗助流 C. 喷气破拱 D. 螺旋松动器 E. A. 压缩空气

（三）料位器

用来显示料仓内物料位置的一种监控装置称为料位指示器，简称料位器。通常在料仓的上部（满仓指示）和下部（空仓指示）设置，目前料位器的形式比较多，按测量形式有连续式和定点式；按测量方法原理有观察式、机械式、电阻电容式、射线式和智能式等，当前饲料行业中使用最广泛的料位器有：观察窗口、叶轮（片）式、阻旋式、薄膜式、电容式及电阻式等。

第三节 原料的清理

饲料原料中混入的杂质，如不事先清除，就会影响畜禽的生长，同时也易破坏加工生产设备。因此，饲料原料清理的主要目的：一是保证饲料产品的纯度，提高产品质量；二是保护加工设备，实现安全生产。饲料原料清理的主要方法：一是利用饲料原料与杂质在结构尺寸上的差异，用筛选法分离；二是利用导磁性的不同，用磁选法分离；三是利用空气动力学性质的不同，用风选法分离。以上3种方法，有时单项采用，有时综合采用。

一、原料的清理方法

（一）筛选

1. 筛选的基本原理

用过筛的方法将饲料及其原料分级或清除杂质的过程称为筛选。筛选是根据物料与杂质的宽厚尺寸与粒度大小不同，利用筛面进行筛理，小于筛面筛孔的物料穿过筛孔为洁净物料（筛下物）；大于筛孔的杂质不能通过筛孔则被清理出来（筛上物）。

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，达到分级或清理的目的，必须具备以下基本条件：

- （1）应筛物必须与筛孔充分接触。
- （2）选择合适的形状和大小的筛孔。
- （3）保证筛选物料与筛面之间有适宜的相对运动速度。

3. 筛选设备

饲料厂在整个生产中进行筛选分级的作业，不只是在原料清理中，粉碎工艺的粒度分级和制粒工艺的颗粒分级，也都要用到筛选设备。所以饲料厂所用的筛选机械较多，在这里着重介绍清理工段中常用的几种筛选设备。

（1）圆锥形初清筛。圆锥形初清筛是由圆锥形筛筒、托轮、吸尘口、机架、传动等部分组成，如图1-9所示。进行作业时，物料从进料口进入圆锥形筛筒的小头内，通过筛孔由底部出料口排出，而杂质则由筛筒大头排出，因该设备结构简单、产量大、清理效果好，故工厂可以自制。

（2）SCY型圆筒初清筛。SCY型圆筒初清筛广泛用于饲料厂的原料清理。它主要是由筛筒、清理刷、传动装置、机架和吸风等部分组成，如图1-10所示。

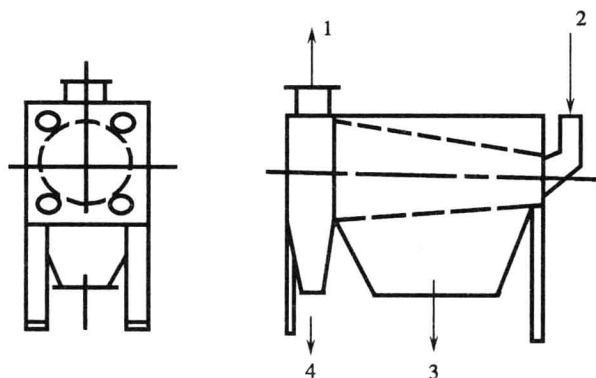


图 1-9 圆锥筒初清筛

1. 吸风 2. 进料 3. 出料 4. 出杂

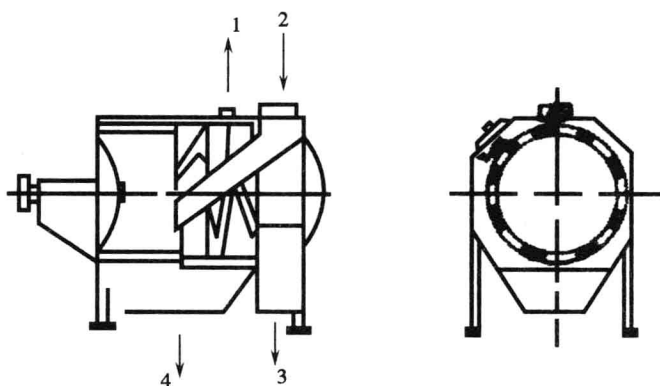


图 1-10 SCY 圆筒初清筛

1. 吸风 2. 进料 3. 出杂 4. 出料

整个筛筒是由主轴呈悬臂状支撑，筛筒分前后两段（靠近轴端的清理段和靠近排杂口的检查段）。通常清理段筛孔较大些，规格有 $20 \times 20\text{mm}$ 、 $16 \times 16\text{mm}$ 、 $13 \times 13\text{mm}$ 等方形筛孔，可使料粒较快地过筛；而检查段的筛孔较小些，规格有 $15 \times 15\text{mm}$ 、 $13 \times 13\text{mm}$ 、 $11 \times 11\text{mm}$ 等方形筛孔，以防止较大杂质穿过筛孔而混入净料中去。另外，在检查段筛筒上还装有导向螺旋叶片，以便将杂质排向出杂口。为避免筛孔堵塞，在筛架上装有清理刷；在整个设备顶部设有吸风口，以便及时吸走灰尘，防止灰尘外溢。

进行作业时，原料从进料口经料斗落入筛筒内部，通过筛筒旋转，穿过筛孔的筛下物（物料）从出料口流出；通不过筛孔的筛上物（杂质）在滚动的作用下，借助于筛筒内壁的导向螺旋，被引到位于进口通道下方的大杂口排出机外。导向螺旋不仅有助于排出大杂物，而且还起到阻止物料随同带上物外流，使其充分穿孔的作用。

目前常用的冲孔圆筒初清筛的主要技术参数，如表 1-1 所示：