

粮食运输机械

郑州粮食学院

绪 论

一、粮食输送机械的概念及分类

粮食输送机械系指粮油工业企业内各工序间输送原料、半成品及成品的各种机械设备及辅助设备的总称。粮油工业包括粮食加工工业、油料加工工业、粮食仓储工业、粮食食品工业及粮食饲料工业。粮食输送机械不仅可以完成纯输送作业，有的还可以在生工作业线中完成装卸、搅拌、筛分、干燥等其它作业。它们的共同特点是物料能连续地输送，生产效率高，结构简单，机重及外形尺寸小，制造容易，动力消耗少，便于配合其它机械设备组成流水生工作业线，使整个企业生产实现机械化、连续化以及自动化。

粮食输送机械归属物料搬运机械中连续运输机械类，由于它除有一般连续运输机械的共性外，同时又具有自己的特点和发展趋向，因此形成了物料搬运机械中的一个新分支。粮食输送机械可按下述法分类：

1. 按结构和工作原理可分为：

有挠性牵引构件的输送设备，其中包括带式输送机、刮板输送机，斗式提升机；

无挠性牵引构件的输送设备，其中包括螺旋输送机、振动输送机；

依靠物料自身重力进行输送的输送设备，其中包括溜槽、辊道；

为充分发挥输送设备效率的辅助装置，其中包括存仓、闭锁器，分流器；

气力输送设备也是粮食输送机械中无挠性牵引构件的输送设备之一，它是利用流动的空气在管道中输送物料的装置。因课程的分工，本书将不进行介绍。

2.按机械的用途可分为：

生产性机械：主要用于流水生产线中，是生产流水线中的组成部分，它参与企业的生产过程，是在输送过程中完成工艺过程，它输送的速度符合生产的节奏，如各类粮油加工车间的输送设备；

非生产性机械：它仅用来装卸和输送物料，它的输送速度一般是越大越好，如粮食仓库的某些输送设备。

3.按被输送物料的包装形式可分为散装输送设备和包装输送设备。

4.按输送设备的工作位置可分为固定式输送设备、移动式输送设备及临时组装式输送设备。

5.按有无外加驱动可分为有外加驱动的输送设备和无外加驱动的输送设备。

本书将按结构和工作原理分类法，叙述各种粮食输送机械和设备。

二、粮食输送机械在粮食工业中的作用和地位。

粮油工业是我国工业的重要组成部分，在国民经济中占有重要的地位，建立一个现代化的粮油工业，为国家储存、加工、供应充足的粮油和食品是国民经济现代化的需要。

粮油工业中的原料、成品、半成品、付产品在粮食部门统称为粮食和油料。粮食和油料是一种数量大而又笨重的物料。

粮油工业的生产是均衡地连续化的生产，在生产中各种物料必须在各工序间有节奏的、不间断的进行输送。物料输送技术的新概念已不仅仅是物料的简单位移，它还包含了装、卸、储、计量、包装、堆码、监测、控制与管理等新的内容，涉及机械、结构、电气、电子、液压、气动、水工、土建等多专业多学科的系统工程。输送技术是生产连续化的重要环节，是组织生产的基础，是使整个企业工作能有秩序地、准确地进行的保证，是管理企业，实现生产现代化，获得最大经济效益的最有潜力的途径之一。

在粮油工业企业中，现代输送技术的应用，很大程度上取决于粮食输送机械的选择和使用。粮食输送机械不仅是粮油工业企业内各工序的简单连接，而且它还控制着生产的速度，甚至有的工序是在输送过程中由输送机本身完成的。因此粮食输送机械对这些企业来说，决不是可有可无，而是整个企业的重要组成部分。粮食输送机械选用的是否合理，技术性能是否得到最大的发挥，投资是否最少，费用是否最低，这些不仅对该企业的生产效率，产品质量和经济效益起着重要的作用，而且还影响着企业的现代化程度，工人的劳动强度和劳动条件，生产的安全和环境的保护，它也关系着交通工具的周转，车站、码头、仓库的利用，农业上粮食的生产等社会效益。

现代化的粮油工业对粮食输送机械提出了更高的要求，使粮食输送机械在搬运机械中形成新体系，并且不断地向着专业化、系统化、连续化、标准化和自动化的方向发展。

三、粮食输送机械的国内外状况

国内状况：我国是一个历史悠久的文明古国，早在远古时代就发明了各种输送机械，用于农田灌溉、磨粉、碾米等工作中，用机械代替或减轻了人的体力劳动，提高了工作效率。但是由于漫长的封建制度社会，直到新中国成立以前，我国的粮油工业仍然十分落后，企业中使用的各种机械设备（包括输送机械）基本上依靠国外进口，根本谈不上有自己的粮食机械工业。仅有的一些厂家，规模很小，设备简陋，不能自行设计和制造粮食机械，只能做一些进口机械的修配和仿造。建国以后，我国的粮食产量逐年增加，粮油工业也相应地得到了发展，粮油工厂，仓库遍布在全国城乡各地，满足了人民生活 and 外贸事业的需要。与此同时，粮食机械工业也建立起来，各种粮食机械不但能自行设计制造，而且也有了自已定型的系列产品，这些产品不但能满足国内的需要，而且还能有一定数量的出口。

我国粮食输送机械的发展表现在以下四个方面：第一是使用的广泛性。在我国的粮油工业中，凡有繁重的物料搬运的地方，都已采用或正在采用各种输送机械，企业的机械化程度在提高，生产率在增长，劳动强度在降低，劳动环境在改善。第二是输送技术的先进性。例如我国的小麦制粉工业已普遍地采用了气力输送技术，各项指标达到了世界先进水平。第三是应用中的创造性。我国粮食工业的工程技术人员和工人，对粮食输送机械进行了大量的研究，改进和创新，尤其表现在组合式输送机械的应用中。例如桥式面粉包码垛机、四杆式粮包码垛机就是性能完善的先进的组合式带式输送机；转向输送机，伸缩输送机就是新型的组合式带式输送机，砖砌

钢丝绳埋刮板输送机就是新型的刮板输送机，它们既保留了原机型的优点，又扩大了机械的适用范围，提高了工作效率，降低了制造和使用成本。登高输送机就是斗式提升机和带式输送机的组合，晾晒机就是带式输送机和螺旋输送机的组合，这些新的组合机械都有自己的特殊功能，可以完成原机种所不能完成的工作。第四是发展的不平衡性。由于我国粮油工业的布局点多面广，因此它的发展很不平衡，粮食输送机械的设计、制造，使用的水平参差不齐，有的地方和企业还比较落后，机械的专业化、系列化、标准化和自动化等都有待于提高。

国外状况：英国、美国、西德、瑞士、日本等国都是搬运机械生产的先进国家。在这些国家中粮食输送机械的生产有以下几个特点：一是生产厂的专业性强，例如英国、西德都有输送机部件的生产厂，如托辊生产厂、滚筒生产厂，这些厂专业性强、生产率高，产品质量好，生产成本低。二是机械的自动化程度高。例如美国、西德这些国家技术力量雄厚，技术水平高，而劳动力价格贵，为了保持其产品的竞争力，因此他们机械的自动化程度高。三是产品种类多，系列范围广，标准化程度高。例如瑞士布勒公司、英国雷特勒公司、日本椿本公司都是世界著名的粮食输送机械生产企业，他们不断地推出新产品，正向多样化、系列化、大型化、自动化方向发展。系列范围由每小时几吨级扩大到千吨级以上，新品种如气囊双带提升机（SimPorter），双带提升机（Simlofter），垂直刮板输送机（S·T·K），立式双螺旋输送机，高倾角挠性袋格输送机等，这些机械性能完善，生产率高，有良好的防爆性能，使用非常安全。

四、粮食工业中被输送物料的分类及特性

被输送物料的种类和它的物理机械性质是决定输送设备的类型和结构的重要因素之一。是选样和设计粮食输送机械及其附属设备必须掌握的重要依据之一。

被输送物料根据包装形式可分为包装物料和散装物料两种；散装物料根据物料外形尺寸，又可分为块状物料和散粒体物料。粉状物料常被包括在散粒体物料之内。粮食食品厂中有部份块状物料，如面包、方便面等，而在其它粮油工业企业内经常被大量输送的是包装物料和散粒体物料。

包装物料根据包装材料可分为布袋类、塑料袋类和麻袋类三种，目前布袋类和麻袋类数量居多。塑料袋包装粮食刚刚兴起，并有迅速发展的趋势。根据包装重量可分为大包装与小包装两类，大包装重量为100Kg、50Kg、25Kg三种；小包装为5Kg、2.5Kg、1Kg，等多种。

常用包装尺寸表(单位mm) 表0-1

种类	长	宽	厚	
大麻袋装	800	600	300	大米90-100Kg, 小麦90Kg 稻谷 70 Kg, 红薯40Kg
小麻袋装	700	430	200	大米40-50Kg
布袋装	700	370	160	面粉22.5-25Kg, 玉米粉 20Kg

散粒体物料是不同形状、不同尺寸的颗粒物料的机械混合物。在颗粒间充满空气和水分。表示这些物料的特性是粒度、粒度分布、水分、比重和容重、自然堆积角、内摩擦角、外摩擦角、悬

浮性，磨損性，腐蝕性，粘着性，粉爆性等。

1. 粒度：描述顆粒的形狀及大小的參數，通常用顆粒的三度尺寸來表示顆粒的粒度。圖 0-1 是小麥顆粒的三度尺寸圖，圖中 a 一顆粒的最大尺寸稱長；b 一顆粒的居中尺寸，稱寬；c 一顆粒的最小尺寸，稱厚。當 $a > b > c$ 時為長形顆粒，如小麥粒； $a = b > c$ 時為扁形粒如玉米粒；當 $a = b = c$

時為球形粒，如豌豆。

2. 粒度分布：表示各種尺寸顆粒在群體中所占的百分數，經常用粒度曲線表示。圖 0-2 是小麥厚度曲線圖。曲線的橫坐標表示顆粒的厚度，縱坐標表示重量百分數。

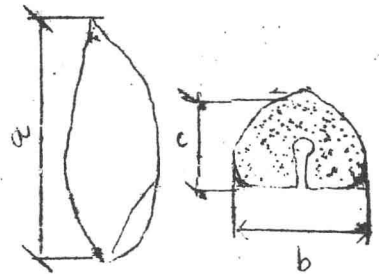


圖 0-1

3. 水分 $w\%$ ，水分表示物料
的含水量百分率。物料水分過大或過小都會改變物料的原有特性。

4. 比重及容重 γ ：比重是乾燥物料的质量与其体积之比；容重 γ 是指物料在自然松散状态下单位体积所具有的质量，故又称假比重。

5. 自然堆积角 ρ_0 及内摩擦角 ρ ：将大量散体物料松散而无振动的自然堆高，物料表面与水平面之间的夹角称自然堆积角 ρ_0 ，这个角度表示物料的散落性。物料受到振动时，自然堆积角减小，振幅越大，振动时间越长，角度减小越显著，一般可取动堆积角 $\rho_{动} = 0.7 \rho_0$ 。

当物料的粘着性较小又与水平接触面间的摩擦较大时，可以看

成物料的自然堆积角 ρ 。等于物料的内摩擦角 ρ 。散粒体物料的内摩擦角 ρ 较大的原因是物料间除有相互摩擦作用外，尚有颗粒之间的嵌入等作用。

6. 外摩擦角 $\rho_{\text{外}}$ ：物料对常用材料，如钢、木、混凝土、橡胶等之间的摩擦角称物料的外摩擦角。

7. 侧压系数 λ ：散粒体中力的传递规律与液体相似，当散粒体在无侧向膨胀的条件下受压时，散粒体所承受的压力能以一定的比例向与其垂直的方向传递。散粒体在竖直壁上一点的水平向压力与垂直向压力之比值称侧压系数 λ ，即 $\lambda = \text{侧压力} / \text{直压力}$ 。一般情况下可取 $\lambda = \text{tg}^2(45^\circ - \frac{\rho}{2})$ ， ρ 为散粒体的内摩擦角。

$$\text{令 } \zeta = \frac{1}{\lambda}, \text{ 则 } \zeta = \frac{1}{\text{tg}^2(45^\circ - \frac{\rho}{2})} = \text{tg}^2(45^\circ + \frac{\rho}{2})$$

式中 $(45^\circ + \frac{\rho}{2}) = \theta$ ， θ 称散粒体滑移平面倾角。

8. 悬浮性：物料在气流中悬浮的性能。通常用物料的悬浮速度 u 来表示，悬浮速度小的物料，其悬浮性大。悬浮性大的物料，在一般输送过程中，输送速度较低，并且会产生粉尘飞扬，污染空气。

9. 磨损性：物料在运动时，对与它相接触的表面产生磨损的性质。物料的磨损性取决于物料的硬度，表面状态，颗粒形状等因素。物料的磨损性将直接影响机械的使用寿命。

10. 腐蚀性：物料对各机件的腐蚀能力称腐蚀性，在粮油工业中主要表现在含油物料对橡胶的腐蚀。

11. 粘着性：粮油工业输送的粉状物料如面粉等常具有粘着性，这些物料的粘着性随其水分的增加而加大。当它们粘附于机件上时，

难于清扫以致影响粮油食品的卫生。

1.2 粉爆性：

粉爆指粉尘爆炸，它是悬浮在空气中的粉尘物料急剧氧化燃烧，并同时产生大量的热和压力，具有强大的破坏力。

粉爆要求粉尘有一定的浓度，例如面粉在空气中悬浮，其浓度达15~20克/立方米时容易产生粉爆。

燃烧热大的物料、粒度小的物料、悬浮性大的物料、容易带电的物料、水分小的物料都容易引起粉爆。

附常用物料特性表。

五、粮食输送机械的选择要点：

粮食输送机械的种类和型号是极为繁多的，正确地选择最合理的机型是粮食工业企业进行机械化设计的重要阶段，在给定的具体任务下，工艺设计人员应该从机械中选择工作最可靠和最经济的各种机械。

工艺设计人员和工业企业管理人员首先应该熟悉各种粮食输送机械的技术特性，使用范围和它们的优缺点，然后才能在它们中间进行选择。例如带式输送机不宜输送含油多的物料，振动输送机不宜输送粘着性大的物料，螺旋输送机不宜输送易碎的物料，又如带式输送机可以输送的线路较长，而螺旋输送机，振动输送机输送的线路较短等等，这些都属于选择机械必须考虑的技术因素。

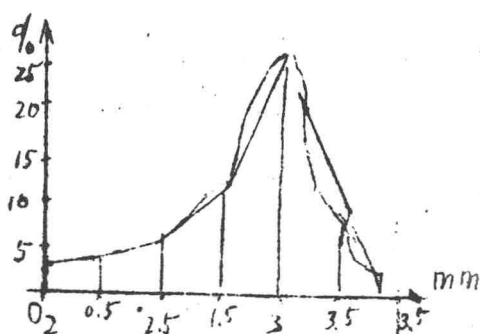


图 0-2

除应熟悉单机的技术因素外，还应熟悉它们之间的配套因素，例如在连续输送作业线中，有多种多台输送机械进行配套使用，此时应考虑机械的种类应越少越好，每台的生产率越接近越好，这样既方便管理又减少动力的消耗。又如长期使用的输送机械应选择固定式设备，临时性的输送线路应选择移动式设备，输送的主干线应选用固定式设备，分支线路可选择移动式设备或固定式设备，这样可以发挥机械的使用效率。

另外粮食输送机械的线路布置也属于应该考虑的技术因素，输送线路应当简明、合理、灵活、可靠，便于使用和维护。

选择时首先考虑的是技术因素，排除那些从技术观点看不合适的机型，然后再从经济因素考虑，用各种经济指标加以论证。考虑经济指标时要考虑到企业的发展情况，不能只顾眼前而忽视了长远的效益。考虑经济指标时还必须考虑劳动卫生、环境保护、技术安全、人身安全等方面的要求，在我们的社会主义制度的国家里，往往这些却是主要的决定性的因素。

六、粮食输送机械的设计要点

在进行粮食输送机械及其辅助设备的设计时，应满足以下几点要求：

1. 生产工艺的要求：所设计的机械设备应能在生产率、输送距离、起止位置、输送线路、物料质量等方面满足生产工艺的要求；

2. 使用的要求：所设计的机械设备应能在使用时，在给定的周期内有足够的可靠性；

3. 经济的要求：所设计的机械设备在制造成本和使用成本上应满足经济上的要求；

常用物料特

物料名称	粒 度 a × b × c (mm)	水分W %	容重 γ_0 (Kg/m ³)	内摩擦角 ρ (度)
小 麦	7×4×3	11-12	700-800	33
大 麦	11×4×3	11-12	610-650	38
稻 谷	8×3.5×3	13-15	560-580	40
荞 麦	6×4×3	13	600	31
粟	3.5×3.5×3	12	650	29
玉 米	9×8×6	13-14	750-780	35
高 粱	4.5×4.0×3	13-14	770	34
大 豆	7×6×5	13-14	720-760	31
棉 籽	8.8×5.2×4.5	6.4	400-500	
花 生 仁	15×11×11	8.0	600-680	
油 菜 籽		5.8	560-620	25
芝 麻		5.4	600-700	28
大 米	7×3×2.5	13-14	800	30
小 米	3×3×2.5	12-12.5	780	26
面 粉		13.5	430	57
豌 豆	6×6×5.5	11.8	800	26
荞 子	3×3×2.5		630	
稗 子	3.5×2.5×2		320-420	
麸皮、米糠			320-420	33
并肩砂石	4.3×2.5×2.3		1200	
黄麻根包				28

用 物 料 特 性 表

表 0-2

内摩擦角 ρ (度)	外摩擦角 $\rho_{外}$ (度)				悬浮速度 μ (m/s)
	木 材	钢 板	混 凝 土	橡 胶	
33	29	22-23	32	30	9-11
38	30	22	31	33	8.4-10.8
40	33	23	36	31	8-10
31	27	20	29		7.5-8.7
29	23	22	28	25	8.5
35	27	23	34	33	9.8-14
34	23	20	27		6.9
31	24	19	25		10-13
		37			7.8-9.5
					12.5-15
25		22.5			6.2
28					9.5-10
30	28	23	30		9.5
26	24	20	28		9-13
57	35	33		37	2-3
26	22	18	26	19	15
		12			7.5
					4-7
38	27	25		28	2.75-3.25
	30				19
28	15-26	17-27	24	31.5	

4.安全的要求：所设计的机械设备应有完善的安全防护装置和保险装置，使其保证工人和生产的安全，工作环境必须良好，操作必须轻便省力；

5.其它的要求：当所设计的机械设备体积较大时，还应满足运输和安装的要求；对用于粮食食品生产的机械还应满足清洁卫生的要求。

在进行粮食输送机械及其辅助设备的设计时，应注意以下事项：

1.设计前应作详尽的调查研究。调查内容应包括：目前国内外同类产品的生产水平，技术性能以及发展趋势；国内外市场对该种产品的需求状况；该产品的原材料及零部件的供应状况；生产该产品的经济效益；使用单位对该产品的工艺要求，质量要求，环保要求以及特殊要求；被输送物料的特性；该产品使用环境等。

2.确定方案前应提出多个设计方案进行比较和论证，必要时需作中间试验及可行性研究。论证时除对技术性能进行比较外，还必须对经济预算和效益进行比较。论证的任何一个方案都必须有较全的技术资料，包括该产品的工作原理及初步计算，并应有工作原理和结构简图。

3.设计计算应详尽、仔细，因为任何数字或位数的差错，都会造成重大的损失。

4.图纸绘制应清晰、准确，应符合国家或部颁标准；尽量选用标准件和通用件。

5.设计时还应考虑每个零部件的加工工艺性和装配工艺性；设计出的产品在安装、使用、维护及修理等方面都应方便工人的操作。

6.机械的制造是对机械设计的检验，设计人员应协助制造厂完

成产品的试制，安装与调试。

7. 对产品进行生产考核后，应对所有技术文件及图纸进行整理，准备鉴定。

七、单位制与通用符号

1984年2月27日我国国务院公布在我国全面实行《中华人民共和国法定计量单位》的命令。遵照这个命令，本书所用单位一律为法定计量单位。现将常用单位与其它单位制的换算关系列表于后：

表 0 - 3

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系
长度	米	m	
	千米	Km	$1\text{Km}=1\times 10^3\text{m}$
	厘米	cm	$1\text{cm}=1\times 10^{-2}\text{m}$
	毫米	mm	$1\text{mm}=1\times 10^{-3}\text{m}$
体积 (容积)	立方米	m^3	
	升	L	$1\text{L}=1.000028\times 10^{-3}\text{m}^3$
质量 (重量)	千克 (公斤)	Kg	
	吨	t	$1\text{t}=1\times 10^3\text{Kg}$
	克	g	$1\text{g}=1\times 10^{-3}\text{Kg}$
力 (重力)	牛(顿)	N	$1\text{N}=1\text{Kg}\cdot\text{m}/\text{S}^2$
	千牛(顿)	KN	$1\text{N}=0.101972\text{Kg f}$ ($1\text{Kg f}=9.80665\text{N}$) $1\text{KN}=1\times 10^3\text{N}$

续表 0-3

压力 (压强, 应力)	帕(斯卡)	Pa	$1\text{Pa}=1\text{N}/\text{m}^2$ $1\text{Pa}=0.101972\text{kgf}/\text{m}^2$ $1\text{Pa}=0.101972\text{mm-H}_2\text{O}$ $(1\text{mm-H}_2\text{O}=9.80665\text{Pa})$
时 间	秒 分 (小)时 天(日)	s min h d	$1\text{min}=60\text{s}$ $1\text{h}=3600\text{s}$ $1\text{d}=86400\text{s}$
速 度	米每秒	m/s	
加 速 度	米每二次 方秒	m/s^2	
平面角	弧 度 (角) 秒 (角) 分 度	rad (") (') (°)	$1\text{rad}=57.2958^\circ$ $1''=(\pi/648000)\text{rad}$ $1'=60''=(\pi/10800)\text{rad}$ $1^\circ=60'= (\pi/180)\text{rad}$
旋 转 速 度	转每分 弧度/秒	r/min rad/s	$1\text{ r/min}=(1/60)\text{s}$ $1\text{ r/min}=1\text{ r.p.m}$ $1\text{rad/s}=9.5493\text{ r/min}$
频 率	赫(兹)	Hz (s^{-1})	
能 量 (功、热)	焦(耳)	J	$1\text{J}=1\text{N}\cdot\text{m}$

续表 0-3

功 率 (幅射通量)	瓦(特) 千瓦(特)	W KW	$1W=1J/s$ $1KW=1 \times 10^3W$
摄氏温度	摄氏度	°C	
级 差	分 贝	dB	
密 度 (堆积密度、容重)	千克每 立方米	Kg/m^3 t/m^3 Kg/m^3	$1t/m^3=1000Kg/m^3$ $1t/m^3=1Kg/L$
重 度 (堆积重度)	牛(顿) 每立方米	N/m^3	$1N/m^3=0.102Kg f/m^3$ $1Kg f/m^3=9.81 N/m^3$

本书通用符号

表 0-4

字母	含 义	字母	含 义
A	中心距	S	张 力
B	宽 度	T	时 间, 周期; 力
C	系 数	W	阻力, 水分
F	力, 摩擦力	a	加速度
G	重 力	b	宽 度
H	高 度	f	摩擦系数
K	系 数	g	重力加速度
L	长 度	h	高度; 极距
N	功率、法向反力	i	层数
P	极点; 圆周力, 力	m	质量(重量)
Q	生产率	n	每分钟转速
R	半径, 力	q	单位长度重量
		t	节距; 间距