



普通高等教育“十三五”规划教材
高等学校油脂工程专业教材

油脂工厂物料输送

Oil Plant Material Transportation

刘玉兰 何东平 主编

OIL PLANT



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

普通高等教育“十三五”规划教材
高等学校油脂工程专业教材

油脂工厂物料输送

Oil Plant Material Transportation

刘玉兰 何东平 主编

陈文麟 主审

常州大学图书馆
藏书章

图书在版编目 (CIP) 数据

油脂工厂物料输送/刘玉兰, 何东平主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2017. 4

普通高等教育“十三五”规划教材

高等学校油脂工程专业教材

ISBN 978 - 7 - 5184 - 0877 - 1

I. ①油… II. ①刘… ②何… III. ①油脂制备—化工厂—物料输送系统—高等学校—教材 IV. ①TQ647

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 059258 号

责任编辑: 张 靓 责任终审: 张乃柬 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 锋尚设计 责任校对: 燕 杰 责任监印: 张一可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2017 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 18.5

字 数: 370 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-0877-1 定价: 42.00 元

邮购电话: 010 - 65241695 传真: 65128352

发行电话: 010 - 85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

150437J1X101ZBW

高等学校油脂专业系列教材编委会

主任

王兴国

何东平

刘玉兰

委员 (按姓氏笔画排序)

马传国

王学良

安 骏

刘元法

刘长海

刘 晔

刘零怡

刘睿杰

毕艳兰

孙尚德

华欲飞

李桂华

肖付刚

肖安红

谷克仁

邹孝强

吴时敏

汪学德

张世宏

张永泰

张维农

陈凤香

罗 质

金青哲

郑竟成

郑 操

杨国龙

胡传荣

胡志雄

姚 理

袁 超

贾友苏

唐年初

梁少华

曹文明

曹 栋

魏安池

追溯十多年前的2005年,由全国相关领域八十八位编委共同参与,由本人主编的《中国油脂工业发展史》历经十五年正式出版发行,出版后受到全国油脂界及相关行业专业人士的一致好评。书中介绍了我国“油脂专业教育及油脂专业科技书籍”的发展历史,每当重温这些文字,都会使我这个油脂战线的“老兵”心潮澎湃,心情久久难以平静。

自新中国成立以来,我国“油脂专业教育及油脂专业科技书籍”从无到有,从弱到强。这是我国几代“油脂人”辛勤耕耘、发奋图强的结果,来之不易,弥足珍贵,应该发扬光大,指引我们在今后的实际工作中,取得更加辉煌的业绩。

高等学校油脂专业系列教材由江南大学王兴国、武汉轻工大学何东平和河南工业大学刘玉兰三位教授担任编委会主任,联合三十余位高等院校、科研院所及相关企业的编委共同编写而成。在十一部高等学校油脂专业系列教材付梓之际,特邀请我这个油脂科研“老兵”为本套教材作序。其实,当得知我国设立“油脂专业”的这三所高等学府能够破除门户界线,精诚合作编撰本套系列教材,共同分享油脂专业科技和教育的最新科研成果,为我国培养更多、更好、素质更高的油脂专业人才而共同努力时,感到由衷的欣慰。

我国油脂专业高等教育蓬勃发展的大幕正在我们面前徐徐展开,相信本套教材将为我国油脂专业教育以及人才的培养注入新的能量,并为我国油脂行业的发展奠定更加坚实的基础。

中国粮油学会油脂分会会长
中国粮油首席专家



前言

在现代化的油脂工业中,连续输送机是生产过程中流水作业必不可少的组成部分。油脂工厂的物料输送包括固体物料输送、液体输送和气力输送。固体物料主要有油料、料坯、饼粕及白土等;液体物料主要有油脂、水、混合油、溶剂及碱液等;气力输送主要有空气、热风、冷风等。

本课程是高等院校油脂工程专业的一门技术基础课,其内容包括油脂加工厂所使用的输送机械和流体计量设备。通过学习,要求掌握主要设备的构造、工作原理、工作参数、选型设计计算、操作方法及常见故障分析排除等,使学生具有正确选用和对它们进行革新改造的基本能力。

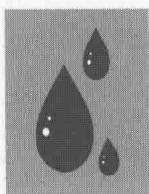
本书由河南工业大学刘玉兰、武汉轻工大学何东平任主编。各章内容的编写者是:河南工业大学刘玉兰 绪论、第一章、第二章、第三章、第四章;河南工业大学张振山 第五章;武汉轻工大学何东平 第六章。

感谢中国粮油学会首席专家、中国粮油学会油脂分会会长王瑞元教授级高级工程师为《高等学校油脂专业系列教材》作序。

诚请武汉轻工大学陈文麟教授为本书主审,感谢他为本书付出的辛勤劳动。

限于编者水平,书中恐多疏漏,请批评指正。衷心希望聆听各方意见。

编 者



目 录

Contents

绪 论	1
一、油脂工厂物料输送的概念及分类	1
二、连续输送机在油脂生产中的作用和地位	2
三、输送设备的发展及现状	2
四、被输送物料的分类及特性	3
五、对本课程学习的要求	5
思考题	5
第一章 带式输送机	6
第一节 带式输送机概述	6
一、带式输送机的一般结构	6
二、带式输送机的类型	6
三、带式输送机的应用特点及发展	7
第二节 带式输送机的主要工作构件	8
一、输送带	8
二、驱动装置	12
三、滚筒	12
四、张紧装置	14
五、支承装置	16
六、装料装置	21
七、卸料装置	22
八、清扫装置	24
九、其他装置	24
第三节 带式输送机的工作过程	25
一、带式输送机的驱动原理	25
二、带式输送机的运行	27

第一章

带式输送机

第四节	带式输送机的设计计算	30
	一、带式输送机生产率计算	30
	二、带式输送机驱动功率计算	32
	思考题	33

第二章 埋刮板输送机 34

第一节	埋刮板输送机概述	34
	一、埋刮板输送机的类型	34
	二、埋刮板输送机的应用特点	39
第二节	埋刮板输送机工作构件	40
	一、刮板链条	40
	二、机壳	43
	三、驱动装置	49
	四、安全保护装置	49
第三节	埋刮板输送机工作过程	51
	一、链传动原理	51
	二、水平输送过程	54
	三、垂直输送过程	55
	四、埋刮板输送机的运行故障	56
第四节	埋刮板输送机的设计计算	62
	一、埋刮板输送机生产率计算	62
	二、埋刮板输送机驱动功率计算	63
第五节	普通刮板输送机	63
	一、普通刮板输送机概述	63
	二、普通刮板输送机工作构件	64
	思考题	66

第三章 斗式提升机 67

第一节	斗式提升机概述	67
	一、斗式提升机的类型	67
	二、斗式提升机的应用特点	68
第二节	斗式提升机工作构件	69
	一、牵引构件	69
	二、料斗	70
	三、机头	73
	四、机筒	75
	五、底座	76
第三节	斗式提升机工作过程	77

一、料斗装料过程	78
二、斗式提升机的运作故障	82
第四节 斗式提升机的设计计算	84
一、斗式提升机生产能力计算	84
二、斗式提升机驱动功率计算	85
思考题	86

第四章

螺旋输送机

第一节 螺旋输送机概述	87
一、螺旋输送机的结构	87
二、螺旋输送机的类型	88
三、螺旋输送机的应用特点	90
第二节 螺旋输送机工作构件	91
一、螺旋体	91
二、轴承	96
三、机槽	97
四、驱动装置	101
第三节 水平螺旋输送机的工作过程及设计计算	102
一、水平螺旋输送机工作原理	102
二、水平螺旋输送机设计计算	109
第四节 垂直螺旋输送机的工作过程及设计计算	112
一、垂直螺旋输送机工作原理及工作过程	112
二、垂直螺旋输送机设计计算	116
第五节 其他型式的（特种）螺旋输送机	118
一、螺旋给料机	118
二、料斗及贮仓螺旋卸料机	119
三、立筒仓出仓螺旋输送机	120
四、移动式螺旋输送机	121
五、内螺旋滚筒输送机	122
六、带工艺过程的螺旋输送机	123
七、可弯曲的螺旋输送机	123
八、无轴螺旋输送机	124
九、成件物品螺旋输送机	125
思考题	126

第五章

气力输送

第一节 气力输送概述	127
一、气力输送的发展及应用	127

	二、气力输送装置的形式及分类	128
	三、气力输送的应用特点	135
第二节	气力输送基本理论	137
	一、流体的性质	137
	二、物料在管道中的运动	138
第三节	气力输送装置	142
	一、供料器	142
	二、输料管道和管件	157
	三、卸料器	159
	四、闭风器	165
	五、除尘器	167
	六、风机	173
第四节	气力输送设计计算	180
	一、参数的选择确定	180
	二、输送风网压力损失计算	182
	思考题	190

第六章

	液体输送	191
第一节	管路设计的内容和方法	191
	一、管路设计的基础资料	191
	二、管路设计的内容和方法	192
第二节	管路布置的要求	200
	一、布置原则	200
	二、布置要求	201
第三节	管路附件及管路连接	203
	一、附件	203
	二、连接	204
第四节	管路的保温、刷油（防腐）、热膨胀及其补偿	206
	一、保温	206
	二、刷油（防腐）及标识	208
	三、热膨胀及其补偿	208
第五节	管路安装与试验	210
	一、安装	210
	二、焊接、热处理和检验	210
	三、试验	211
第六节	泵的选用	213
	一、选泵原则	213
	二、泵的形式选择	213
	三、泵的分类及特点	214

四、泵的性能指标	214
五、扬程计算	215
六、安装高度计算	215
七、泵功率计算和电动机功率选定	217
八、计算公式	217
九、泵的并联、串联操作应注意事项	218
十、常用离心水泵	218
第七节 管路布置图	218
一、管路布置图的视图	218
二、管路布置图的标注	221
第八节 典型配管	223
一、塔设备的配管	223
二、容器类的配管	224
三、泵的设计配管	227
四、换热器的配管	228
五、排放管的配管	229
六、取样管的配管	230
七、双阀设计配管	231
八、设备管口方位	231
九、仪表安装配管	232
十、安全阀的配管	235
十一、疏水阀组配管	236
十二、罐区设计配管	238
十三、管廊上的配管	239
十四、地下管道配管	240
十五、装卸站的配管	241
十六、软管站的配管	244
十七、洗眼器与淋浴器的配管	246
十八、配管注意事项	247
思考题	253

附表

附表一 粮包尺寸表	254
附表二 常见粮油物料特性表	254
附表三 通风管道单位摩阻系数表	255
附表四 通风管道局部阻力系数表	257
附表五 垂直输料管计算表	259
附表六 叶轮式供料器（关风器）	263
附表七 离心式除尘器（卸料器）	263

附表八	脉冲除尘器	266
附表九	离心通风机性能表	269
附表十	罗茨鼓风机性能表	272

参考文献	282
-------------	-----



绪 论

本章知识点

1. 油脂工厂固体物料输送机械的型式。
2. 油脂工厂固体物料输送的作用。
3. 油脂工厂散粒物料的物理特性。

一、 油脂工厂物料输送的概念及分类

在现代化的各种工业企业中，连续输送机是生产过程中组成有节奏的流水作业运输线所不可缺少的组成部分。使用这些设备时，除去进行纯粹的物料输送外，还可以与各工业企业生产流程中的工艺过程的要求相配合。油脂工厂的物料输送包括固体物料输送、液体输送和气力输送。固体物料主要有油料原料、料坯、饼粕、辅助材料如白土等；液体物料主要是油脂、水、混合油、溶剂、碱液等；气力输送主要有空气、热风、冷风等。

油脂工厂的生产过程包括：原料进厂→车间各生产工序的半成品→产品出厂。完成连续生产必须具有连续生产设备和连续输送设备。连续输送设备是沿给定线路连续输送散粒物料或成件物品的机械，是在生产各工序间输送原料、半成品、成品，使生产过程连续化的各种机械设备及辅助设备的总称。对于固体物料的输送，由于输送机械在作用原理、结构特点、输送物料的方法和方向及其他一系列性能上各有不同，因此输送机械的种类繁多，要对它们做出准确的分类是困难的。一般来说可以按以下方式进行分类。

1. 按连续输送机的结构和工作原理分类

可以将连续输送机分为有挠性牵引构件（如胶带、链条）和无挠性牵引构件两类。有挠性牵引构件的连续输送机是将物品放在牵引构件上或承载构件内，利用牵引构件的连续运动使物品沿一定方向输送，如带式输送机、埋刮板输送机及斗式提升机等。无挠性牵引构件的连续输送机是利用工作构件的旋转或往复运动输送物料，如螺旋输送机、振动输送机及滚柱输送机等。

流体输送装置也是不具挠性牵引构件的输送机的一种。它是利用流体动力在管道内输送物料的输送装置，如气力输送装置、液力输送装置等。此外，物料输送系统中的辅助装置虽然不能完全独立地作为输送物料的机械，但它们是各种连续输送机组成机械化输送系统的重要组成部分，如闸、阀门、存仓装置及供料器等。

2. 按连续输送机的用途分类

生产性输送机械，输送过程需满足生产工艺的要求，例如流量及粉末度等；非生产性输送机械，仅用来装卸和输送物料，其输送量越大越好。

3. 按所输送物料的包装形式分类

用于输送散粒物料的输送机；用于输送成件物品的输送机；或两者兼可输送的输送机。

4. 按输送设备的工作位置分类

移动式、固定式、水平输送机及垂直输送机等。

二、连续输送机在油脂生产中的作用和地位

连续输送机对于连续化生产性很强的油脂生产中的作用是非常重要的。连续输送机在油脂工厂的作用包括：输送物料，使生产各工序连接起来，配合生产设备形成连续化生产；控制生产速度，稳定生产量；保证工艺效果；完成工艺过程（如干燥、冷却、筛分及混合等）。

油脂生产中最常用的连续输送设备有带式输送机、埋刮板输送机、斗式提升机及螺旋输送机等。这些设备虽然属于通用连续输送机械，但由于油脂工业被输送物料（油料、油料加工半成品如生坯、饼粕等）特性及工艺要求的不同，这些输送设备的型式、工作构件以及工作条件有其自身的特殊性。

三、输送设备的发展及现状

公元186—189年，我国就有了人力翻车的发明，翻车是一种取水和排水用的连续输送机。公元600年左右，有了高筒转车的发明，这种机械是现代斗式提升机的雏形，它的汲水高度可以达到10丈以上。18世纪末期，螺旋输送机与带式输送机应用于面粉加工行业。现代输送工艺和设备的发展与油脂工业的发展密切相关。其特点归纳如下。

1. 使用的广泛性

我国油脂工业的生产过程已经达到了很高的机械化、连续化、自动化的水平。因此在油脂工厂中连续输送机械的应用已成常态。

2. 技术的先进性

随着近年来油脂工业的快速发展，油脂工厂的生产规模扩大、生产技术进步，油脂工厂输送设备也随之不断淘汰落后的机型，很多新型的、先进的连续输送设备在油脂工厂中应用，如圆管皮带输送机、平面环形埋刮板输送机及出仓螺旋输送机等。油脂工厂采用的连续输送机向大型化、标准化、系列化及新型、高效方向发展。

3. 应用中的创造性

随着油脂工厂生产技术的创新发展和对新型设备的需求，我国油脂工业和粮机制造业的技术人员对连续输送设备进行研发和改进，制作出同时具有生产设备和输送设备功能的设备，在油脂生产中得到很好的应用效果，例如，滚筒软化锅、干燥输送机、圆打筛及料封绞龙等。

4. 发展的不平衡性

由于我国油脂工厂的数量多，加工油料种类多，生产规模也有很大差别，因此油脂工厂所用连续输送设备的技术水平和规范性也有较大差异，输送机械的专业化、系列化、标准化和自动化水平仍有待提高。此外，油脂工厂所用连续输送设备与其他行业相

比, 先进机型的普及应用也有一定的差距。

连续输送机及其系统是国民经济各部门输送散体物料或成件物品必不可少的设备和系统之一, 也是油脂工厂必不可少的装备, 环保、节能、柔性线路布置等将成为今后连续输送机械发展的方向。连续输送机在新理论、新材料、新技术、新工艺的不断促进下, 在国内外市场强有力的需求下将得到快速发展。

四、被输送物料的分类及特性

固体物料输送设备的选型必须依据被输送物料的种类及特性也即输送设备与物料的适应性。油脂工厂所输送的固体物料可分为件状物料和散装物料两大类。件状物料主要是指按件数统计的单件物料, 主要有袋装、瓶装、桶装及箱装的物料等。件状物料的特性参数有单重、外形尺寸和形状、外摩擦因数、方向性、防潮及防腐等。

散状物料是指自然堆积的块状、颗粒状、粉末状物料, 它们没有一定的外形和界限尺寸。散状物料根据其颗粒的尺寸可分为块状、粒状和粉状等。散状物料的特性参数有粒度、粒度组成、水分、容重、内摩擦角、外摩擦角、侧压系数、悬浮性、磨损性、腐蚀性、黏着性及粉爆性等。

1. 粒度

粒度是描述散状物料单个颗粒的大小和形状的参数。其大小以单个颗粒的最大线形尺寸(最大对角线尺寸)表示。其形状由颗粒的三度尺寸表示, 最大尺寸 a , 居中尺寸 b , 最小尺寸 c 。当 $a > b > c$ 时, 为长形颗粒, 如花生仁等; 当 $a = b > c$ 时, 为扁形颗粒, 如玉米籽粒等; 当 $a = b = c$ 时, 为球形颗粒, 如油菜籽等。

2. 粒度分布(粒度组成)

粒度分布是以质量分数表示的各种粒度的颗粒在群体中所占的百分数, 可用粒度曲线或表格的形式表示。通常根据粒度组成, 散粒物料可分为原装物料和分选物料。

原装物料是指最大颗粒和最小颗粒的粒度之比大于 2.5, 即 $A_{\max}/A_{\min} > 2.5$ 。

若尺寸 $(0.8 \sim 1) A_{\max}$ 的颗粒质量 $>$ 试样质量 10%, 则尺寸 A_{\max} 颗粒算作最大典型尺寸颗粒, 即 $A' = A_{\max}$;

若尺寸 $(0.8 \sim 1) A_{\max}$ 的颗粒质量 $<$ 试样质量 10%, 则尺寸 $0.8 A_{\max}$ 颗粒算作最大典型尺寸颗粒, 即 $A' = 0.8 A_{\max}$ 。

分选物料是指 $A_{\max}/A_{\min} \leq 2.5$ 。分选物料以颗粒的平均尺寸表示其典型颗粒尺寸, 即 $A' = (A_{\max} + A_{\min}) / 2$ 。

散状物料按典型颗粒尺寸 A' 大小的分类如表 0-1 所示。

表 0-1 散状物料按粒度分类

典型颗粒尺寸 A'/mm	粒度分类	典型颗粒尺寸 A'/mm	粒度分类
> 160	大块物料	$0.5 \sim 10$	粒状物料
$60 \sim 160$	中块物料	$0.05 \sim 0.5$	粉状物料
$10 \sim 60$	小块物料	< 0.05	尘状物料

典型颗粒尺寸 A' 具有特征性, 当决定输送设备各个工作构件的尺寸以及决定存仓、漏斗、料槽的排出口尺寸时, 必须考虑散粒物料的典型颗粒尺寸。

3. 水分

散粒物料水分含量的高低会影响其特性。水分含量增大, 物料的散落性变差, 容重增大, 水分含量降低, 物料易碎, 粉末度增大。

4. 容重 (堆积密度)

容重是指散状物料在自然状态下单位体积所具有的质量 (t/m^3 或 kg/m^3), 不同物料容重相差很大, 如生坯与饼。散粒物料按其容重的不同分为四级, 即轻物料 (容重 $< 0.4 t/m^3$)、中物料 (容重 $0.4 \sim 1.2 t/m^3$)、重物料 (容重 $1.2 \sim 1.8 t/m^3$)、特重物料 (容重 $> 1.8 t/m^3$)。输送机械的类型应与物料的容重级别相适应, 容重大于 $1.6 t/m^3$ 的物料应选用重型输送机械。重度是指散粒物料在松散状态下单位体积所具有的重量。物料受振动或动载荷后将被压实, 压实后的容重和重度增加, 称为压实重度, 一般压实重度 = 1.05 堆积重度。

5. 自然堆积角及内摩擦角

散状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之为自然堆积角 ρ_0 (又称静堆积角、静止角)。它反映了物料的散落性, 即自然流动性。在大多数情况下 (没有黏着性或黏着性较小的物料), 物料的静堆积角近似相等于物料的内摩擦角 ρ_n 。当堆放物料的底面运动或振动时, 自然堆积角减小, 此时物料的堆积角称为动堆积角。增幅越大、振动时间越长, 堆积角减小越显著。一般情况下动堆积角 $\rho_d = (0.65 \sim 0.8) \rho_0$ 。

6. 外摩擦角 ρ

散粒物料与之接触的固体材料表面 (如钢板、橡胶板、木板等) 之间的摩擦角称之为外摩擦角, 它反映了散状物料与该固体表面之间的摩擦特性。

7. 侧压力与侧压系数 λ

对散状物料在某一方向施加压力 (正压力), 散状物料所受的压力会以不同的比例向各个方向传递, 在垂直于施力方向的压力称之为侧压力。侧压力与正压力之比称侧压系数。正压力 q 、侧压力 p 、侧压系数 λ 三者的关系为:

$$p = \lambda q$$

散状物料在不同的状态下具有不同的侧压系数, 三种典型状态是:

散状体无侧向膨胀条件 (容器为刚性) 下受压时, 其侧压力称之为静止侧压力。侧压系数为: $\lambda_0 = 1 - 0.74 \tan \rho_n$;

散粒体发生侧向膨胀 (容器受侧压力的作用而扩张) 时, 其侧压力较静止侧压力为小, 称为主动侧压力或散粒推力。侧压系数为: $\lambda_a = \tan^2 (45^\circ - \rho_n/2)$;

散粒体发生侧向压缩 (容器受外力的作用而内缩) 时, 其侧压力较静止侧压力为大, 称为被动侧压力或散粒抗力。侧压系数为: $\lambda_b = \tan^2 (45^\circ + \rho_n/2)$;

ρ_n 为散状物料的内摩擦角。

8. 悬浮性

散状物料的悬浮性是指其在气流中的悬浮性能, 常用物料的悬浮速度表示。散粒物料的悬浮速度越小, 表明其悬浮性越好。

9. 磨损性（或磨琢性）

散状物料在运动时对与它相接触表面产生磨损的性质。散料的磨损性取决于物料的硬度、表面状态、颗粒性状、流动速度等因素。物料的磨损性直接影响机械的使用寿命。

10. 腐蚀性

散状物料对设备表面的腐蚀能力。如菜籽生胚蒸炒过程中产生的含硫蒸汽对设备的腐蚀作用。

11. 黏着性

散状物料与设备构件的黏附能力。通常，物料的黏着性随其水分的增加而增大，物料对设备的黏着性会对卸料产生不良影响。

12. 粉爆性和燃爆性

在对散状物料进行输送和加工过程中，通常会散发粉尘。悬浮在空气中的粉尘物料（主要是有机粉尘，如油脂工厂的粕粉）急剧氧化燃烧，产生大量热和压力，可能导致爆炸。然而，油脂工厂更应注重的是在输送溶剂和含溶物料时的燃爆危险。

五、对本课程学习的要求

- (1) 掌握物料输送设备的结构、工作原理、工作过程及应用特点。
- (2) 了解物料输送设备在油脂工厂的使用情况和问题处理。
- (3) 正确设计及合理选用油脂工厂物料输送工艺和设备。

思考题

1. 固体物料输送及输送机械在油脂工厂的作用。
2. 油脂工厂固体物料输送机械的分类。
3. 油脂工业中被输送物料的分类及特性。
4. 件状物料的定义及特性参数。
5. 散状物料的定义及特性参数。