



普通高等教育“十三五”规划教材
食品科学与工程类专业应用型本科教材

粮油饲料加工 与储检

金昌海◎主 编
顾 林 王卫国◎执行主编

Processing,
Storage and
Inspection of Grain,
Oil and Feed



中国轻工业出版社 全国百佳图书出版单位



教育部 财政部职业院校教师素质提高计划职教师资培养资源开发项目
《食品科学与工程》专业职教师资培养资源开发 (VTNE049)

粮油饲料加工与储检

金昌海 主 编
顾 林 王卫国 执行主编

图书在版编目 (CIP) 数据

粮油饲料加工与储检/金昌海主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2016. 9

食品科学与工程类专业应用型本科教材

ISBN 978 - 7 - 5184 - 0996 - 9

I. ①粮… II. ①金… III. ①粮油工业 - 食品加工 - 高等学校 - 教材②粮油贮藏 - 高等学校 - 教材③粮油工业 - 食品检验 - 高等学校 - 教材④饲料加工 - 高等学校 - 教材⑤饲料 - 贮藏 - 高等学校 - 教材⑥饲料 - 检验方法 - 高等学校 - 教材 IV. ①TS2②S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 145955 号

责任编辑: 张 磊

策划编辑: 马 妍

责任终审: 劳国强

封面设计: 锋尚设计

版式设计: 锋尚设计

责任校对: 吴大鹏

责任监印: 张 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: 2016 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 26.25

字 数: 600 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5184 - 0996 - 9 定价: 55.00 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

151521J1X101ZBW

教育部 财政部职业院校教师素质提高计划成果系列丛书

项目牵头单位：扬州大学

项目负责人：金昌海

项目专家指导委员会

主 任：刘来泉

副主任：王宪成 郭春鸣

成 员（按姓氏笔画排列）：

刁哲军 王继平 王乐夫 邓泽民 卢双盈

石伟平 汤生玲 米 靖 刘正安 刘君义

孟庆国 沈 希 李仲阳 李栋学 李梦卿

吴全全 张元利 张建荣 周泽扬 姜大源

郭杰忠 夏金星 徐 流 徐 朔 曹 晔

崔世钢 韩亚兰

本书编写人员

主 编：金昌海（扬州大学）

执行主编：顾 林（扬州大学）

王卫国（河南工业大学）

副 主 编：张玉荣（河南工业大学）

秦先魁（武汉轻工大学）

万忠民（南京财经大学）

徐 鑫（扬州大学）

刘国艳（扬州大学）

编 者：马宇翔（河南工业大学）

赵 妍（河南工业大学）

沈汪洋（武汉轻工大学）

张年凤（扬州大学）

汪 渊（扬州大学）

出版说明

《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》颁布实施以来，我国职业教育进入到加快构建现代职业教育体系、全面提高技能型人才培养质量的新阶段。加快发展现代职业教育，实现职业教育改革发展新跨越，对职业学校“双师型”教师队伍建设提出了更高的要求。为此，教育部明确提出，要以推动教师专业化引领，以加强“双师型”教师队伍建设为重点，以创新制度和机制为动力，以完善培养培训体系为保障，以实施素质提高计划为抓手，统筹规划，突出重点，改革创新，狠抓落实，切实提升职业院校教师队伍整体素质和建设水平，加快建成一支师德高尚、素质优良、技艺精湛、结构合理、专兼结合的高素质专业化的“双师型”教师队伍，为建设具有中国特色、世界水平的现代职业教育体系提供强有力的师资保障。

目前，我国共有60余所高校正在开展职教师资培养，但由于教师培养标准的缺失和培养课程资源的匮乏，制约了“双师型”教师培养质量的提高。为完善教师培养标准和课程体系，教育部、财政部在“职业院校教师素质提高计划”框架内专门设置了职教师资培养资源开发项目，中央财政划拨1.5亿元，系统开发用于本科专业职教师资培养标准、培养方案、核心课程和特色教材等系列资源。其中，包括88个专业项目，12个资格考试制度开发等公共项目。该项目由42家开设职业技术师范专业的高等学校牵头，组织近千家科研院所、职业学校、行业企业共同研发，一大批专家学者、优秀校长、一线教师、企业工程技术人员参与其中。

经过三年的努力，培养资源开发项目取得了丰硕成果。一是开发了中等职业学校88个专业（类）职教师资本科培养资源项目，内容包括专业教师标准、专业教师培养标准、评价方案，以及一系列专业课程大纲、主干课程教材及数字化资源；二是取得了6项公共基础研究成果，内容包括职教师资培养模式、国际职教师资培养、教育理论课程、质量保障体系、教学资源中心建设和学习平台开发等；三是完成了18个专业大类职教师资资格标准及认证考试标准开发。上述成果，共计800多本正式出版物。总体来说，培养资源开发项目实现了高效益：形成了一大批资源，填补了相关标准和资源的空白；凝聚了一支研发队伍，强化了教师培养的“校-企-校”协同；引领了一批高校的教学改革，带动了“双师型”教师的专业化培养。职教师资培养资源开发项目是支撑专业化培养的一项系统化、基础性工程，是加强职教师资培养培训一体化建设的关键环节，也是对职教师资培养培训基地教师专业化培养实践、教师教育研究能力的系统检阅。

自2013年项目立项开题以来，各项目承担单位、项目负责人及全体开发人员

做了大量深入细致的工作，结合职教教师培养实践，研发出很多填补空白、体现科学性和前瞻性的成果，有力推进了“双师型”教师专门化培养向更深层次发展。同时，专家指导委员会的各位专家以及项目管理办公室的各位同志，克服了许多困难，按照两部对项目开发工作的总体要求，为实施项目管理、研发、检查等投入了大量时间和心血，也为各个项目提供了专业的咨询和指导，有力地保障了项目实施和成果质量。在此，我们一并表示衷心的感谢。

编写委员会
2016年3月

前言

Preface

为加快发展现代职业教育,实现职业教育改革发展新跨越,国家对职业学校“双师型”教师队伍建设提出了更高的要求。教育部、财政部通过在“职业院校教师素质提高计划”框架内设置专门的职教师资培养资源开发项目,系统开发用于本科专业职教师资培养标准、培养方案、核心课程和特色教材等系列资源来加快建设一支师德高尚、素质优良、技艺精湛、结构合理、专兼结合的高素质专业化的“双师型”教师队伍。根据教育部、财政部的要求,扬州大学牵头组织全国部分相关高等学校、职业学校、行业企业,承担了食品科学与工程专业职教师资培养资源的开发项目。《粮油饲料加工与储检》是本项目组完成的特色教材成果之一。

《粮油饲料加工与储检》作为专业核心课程教材开发,研究结合了目前我国职业院校粮油饲料加工与储检专业的师资现状,以专业现状的调研报告,专业教师能力标准、培训方案和课程标准为依据进行研究开发。《粮油饲料加工与储检》研究开发围绕培养学生的教师专业精神、专业知识和专业能力的目标要求,将“专业性”“职业性”“师范性”三者充分地进行深度融合。教材内容选取以专业现代成熟技术为基础,尽可能体现学科前沿成果,达到学科本科教学的学术要求。教材内容编排围绕师范生培养“专业实践能力”“专业实践问题的解决能力”,以工作过程为线,以工作任务为重点,按照“工作过程导向的课程”构建教材的框架模式。以“任务驱动”“问题解决”的模式安排教材内容,重点安排了设备类型工作、原理、操作规程、常见故障类型、产生原因、排除方法,注重技能培养与提高。本教材力求让师范生熟悉体验“任务驱动”“问题解决”模式,通过这种模式习得理论知识、形成实践能力的全过程,为其未来在职业学校中承担专业教学提供了经验。

参加本教材编写的人员主要为扬州大学顾林、徐鑫、刘国艳、张年凤、汪渊;武汉轻工大学秦先魁、沈汪洋;河南工业大学王卫国、张玉荣、马宇翔、赵妍;南京财经大学万忠民。具体执笔为:顾林、徐鑫、刘国艳、张年凤、汪渊(第一章);万忠民(第二章);秦先魁、沈汪洋(第三章);马宇翔(第四章);王卫国(第五章);赵妍(第六章);张玉荣(第七章)等。本教材由顾林、王卫国任执行主编,张玉荣、秦先魁、万忠民、徐鑫、刘国艳任副主编,顾林负责全书的设计与统稿工作。

本教材为高等院校食品科学与工程职教师资本科专业及应用型本科专业的主干课程教材,也可用于职业院校相关专业的教师培训教材,同时可供相关专业人员参

考使用。教材编写工作具有探索性，教材涉及范围广，难度较大，同时由于作者的水平有限，教材中可能存在疏漏与不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者
2016 年 3 月

目 录

Contents

第一章	粮油饲料加工与储检通用技术设备	1
第一节	输送机械与设备	2
第二节	清理方法与设备	14
第二章	小麦制粉加工原理与技术	51
第一节	小麦原料清理及水分调节	52
第二节	制粉	65
第三节	面粉后处理	86
第三章	碾米加工原理与技术	97
第一节	清理	97
第二节	砻谷及谷糙分离	98
第三节	碾米及成品整理	114
第四节	稻谷加工工艺	139
第四章	油脂制取原理与技术	145
第一节	油料预处理	145
第二节	油脂的制取	154
第三节	油脂的精炼	169
第四节	油脂深加工	181
第五章	饲料加工原理与技术	190
第一节	原料接收与清理	190
第二节	粉碎	196
第三节	配料	211
第四节	混合	223
第五节	制粒	238
第六节	饲料成品包装	257
第七节	饲料加工工艺	259

第六章	粮油储藏原理与技术	267
第一节	粮油储藏技术	267
第二节	粮油仓储管理	304
第三节	粮情检查	312
第七章	粮油检测原理与技术	325
第一节	粮油检验样品的扦取与制备.....	325
第二节	粮油质量评价及检测方法.....	343
第三节	粮油储藏品质判定及检测方法	386
参考书目		407

第一章

粮油饲料加工与储检通用
技术设备

[知识目标]

1. 熟悉粮油饲料加工与储检生产过程中输送机械与设备的类型。
2. 掌握输送机械与设备结构、特点及应用范围。
3. 熟悉粮油饲料加工的除杂原理与除杂方法。
4. 熟悉风选、筛选、密度分选、磁选、精选设备类型，掌握风选、筛选、密度分选、磁选、精选设备结构、特点及应用范围。

[能力目标]

1. 掌握输送机械与设备结构、特点及应用范围。
2. 掌握粮油饲料加工的除杂原理与除杂方法的应用。
3. 掌握风选的原理及设备特点与应用场合。
4. 掌握筛选的原理及设备特点与应用场合。
5. 掌握密度分选的原理及设备特点与应用场合。
6. 掌握磁选的原理及设备特点与应用场合。
7. 掌握精选的原理及设备特点与应用场合。

粮油饲料加工与储检生产过程中，从原料进厂到成品出厂，以及在生产单元各工序间，均有大量的物料需要输送，必须采用各种输送机械与设备来完成物料的输送任务，将物料按生产工艺的要求从一个工作地点传送到另一个工作地点，有时在传送过程中也会对物料进行工艺操作。所以，合理地选择和使用物料输送机械与设备，对保证生产连续性、提高劳动生产率和产品质量、减轻工人劳动强度、改善劳动条件、减少输送中的污染以及缩短生产周期等都有着重要意义。在采用了先进的技术设备和实现单机自动化后，更需要将单机之间有机地衔接起来，使某一单机加工出半成品后，用输送机械与设备将该半成品输送到另一单机逐步完成以后的加工，形成自动生产流水线，尤其是在大工业规模化生产情况下，输送机械与设备就更显得必不可少。

粮油饲料加工与储检生产过程中,原料在种植生产、收获、运输、加工、储藏过程中难免有多种多样的杂质混入其中。粮油饲料原料中的杂质,不仅影响粮油饲料的安全储藏,更重要的是给粮油饲料加工带来很大的危害。粮油饲料加工与储检过程中清理杂质的方法很多,主要是借助杂质与谷粒物理性质的不同采用不同的方法进行分选。常见的典型清理方法有风选、筛选、密度分选、磁选、精选等。不同的清理方法去除的杂质种类不同,不同加工工艺过程采用不同的清理方法组合,形成不同的清理工艺过程,实现清理工作目的。

粮油饲料加工与储检过程中输送与清理具有共同的特性,本章以此作为粮油饲料加工与储检通用技术与设备重点介绍。

第一节 输送机械与设备

一、带式输送机

带式输送机是食品工厂中使用最广泛的一种固体物料连续输送机械。它常用于在水平方向或倾斜角度不大($<25^\circ$)的方向上对物料进行传送,也可兼作选择检查、清洗或预处理、装填、成品包装入库等工段的操作台。它适合于输送密度为 $0.5 \times 10^3 \sim 2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的块状、颗粒状、粉状物料,也可输送成件物品。

带式输送机具有工作速度范围广(输送速度为 $0.02 \sim 4.00 \text{ m/s}$)、适应性广、输送距离长、运输量大、生产效率高、输送中不损伤物料、能耗低、工作连续平稳、结构简单、使用方便、维护检修容易、无噪声、输送路线布置灵活、能够在全机身中任何地方进行装料和卸料等特点。

主要缺点是倾斜角度不宜太大,不密闭,轻质粉状物料在输送过程中易飞扬等。

带式输送机的带速视其用途和工艺要求而定,用作输送时一般取 $0.8 \sim 2.5 \text{ m/s}$,用作检查性运送时取 $0.05 \sim 0.1 \text{ m/s}$,在特殊情况可按要求选用。

(一) 带式输送机的结构和工作原理

带式输送机如图1-1所示,是由挠性输送带作为物料承载件和牵引件来输送物料的运输机构的一种型式,它用一根闭合环形输送带作牵引及承载构件,将其绕过并张紧于前、后两滚筒上,依靠输送带与驱动滚筒间的摩擦力使输送带产生连续运动,依靠输送带与物料间的摩擦力使物料随输送带一起运行,从而完成输送物料的任务。主要组成部件有:张紧滚筒、张紧装置、装料漏斗、改向滚筒、支撑托辊、封闭环形带、卸载装置、驱动滚筒及驱动装置等。

工作时,在传动机构的作用下,驱动滚筒做顺时针方向旋转,借助驱动滚筒的外表面和环形输送带的内表面之间的摩擦力的作用使环形输送带向前运动,当启动正常后,将待输送物料从装料漏斗加载至环形输送带上,并随带向前运送至工作位置。当需要改变输送方向时,卸载装置即将物料卸至另一方向的输送带上继续输送,如不需要改变输送方向,则无需使用卸载装置,物料直接从环形输送带右端卸出。

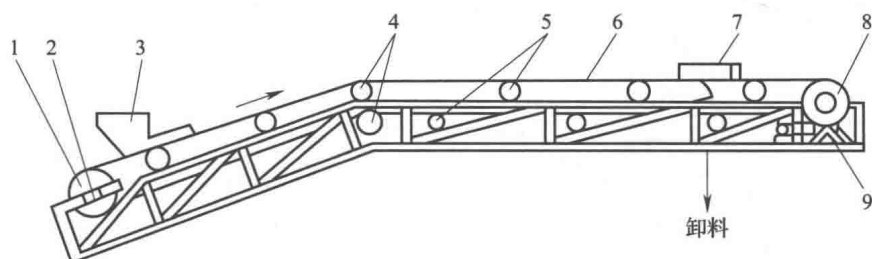


图 1-1 带式输送机

1—张紧滚筒 2—张紧装置 3—装料漏斗 4—改向滚筒 5—支撑托辊
6—环形输送带 7—卸载装置 8—驱动滚筒 9—驱动装置

(二) 带式输送机的主要构件

1. 输送带

在带式输送机中,输送带既是承载件又是牵引件,它主要用来承放物料和传递牵引力。它是带式输送机中成本最高(约占输送机造价的40%),又最易磨损的部件。因此,对所选输送带要求强度高、延伸率小、挠性好、本身重量轻、吸水性小、耐磨、耐腐蚀,同时还必须满足食品卫生要求。

常用的输送带:橡胶带、各种纤维编织带、塑料带、锦纶带、强力锦纶带、板式带、钢带和钢丝网带等,其中用得最多的是橡胶带。各种输送带的品种及规格可查阅相关的机械设计手册。

(1) 橡胶带 橡胶带是用2~10层棉织物、麻织品或化纤织物作为带芯(常称衬布),挂胶后叠成胶布层再经加热、加压、硫化粘合而成。带芯主要承受纵向拉力,使带具有足够的机械强度以传递动力。带外上下两面附有覆盖胶作为保护层(称为覆盖层),其作用是连接带芯、防止带受到冲击、防止物料对带芯的摩擦、保护带芯免受潮湿而腐烂、避免外部介质的侵蚀等。

(2) 钢带(钢丝网带) 钢带的厚度一般为0.6~1.5mm,宽度在650mm以下。钢带的机械强度大,不易伸长,不易损伤,耐高温,因而常用于烘烤设备中。食品生坯可直接放置在钢带之上,节省了烤盘,简化了操作,且因钢带较薄,在炉内吸热量较小,节约了能源,而且便于清洗。但由于钢带的刚度大,所以与橡胶带相比,需要采用直径较大的滚筒。钢带容易跑偏,其调偏装置结构复杂,且由于其对冲击负荷很敏感,所以要求所有的支撑及导向装置安装准确。钢带采用强度和挠性较好的冷轧低碳钢制成,造价较高,黏着性较大,灼热的物料不能用橡胶带时才考虑使用。

(3) 塑料带 塑料带具有耐磨、耐酸碱、耐油、耐腐蚀、易冲洗以及适用于温度变化大的场合等特点,在食品工厂中也逐步得到推广应用。塑料带有多层芯和整芯之分,多层芯式塑料带与普通橡胶带相似,整芯式塑料带制造工艺简单,生产率高,成本低,质量好,但挠性较差。塑料带的连接多采用塑化接头,接头强度可达塑料带本身强度的75%~80%,很少采用机械接头。

目前普遍采用的工程塑料主要有聚丙烯、聚乙烯和乙缩醛等,它们基本上覆盖了90%输送带的应用领域。

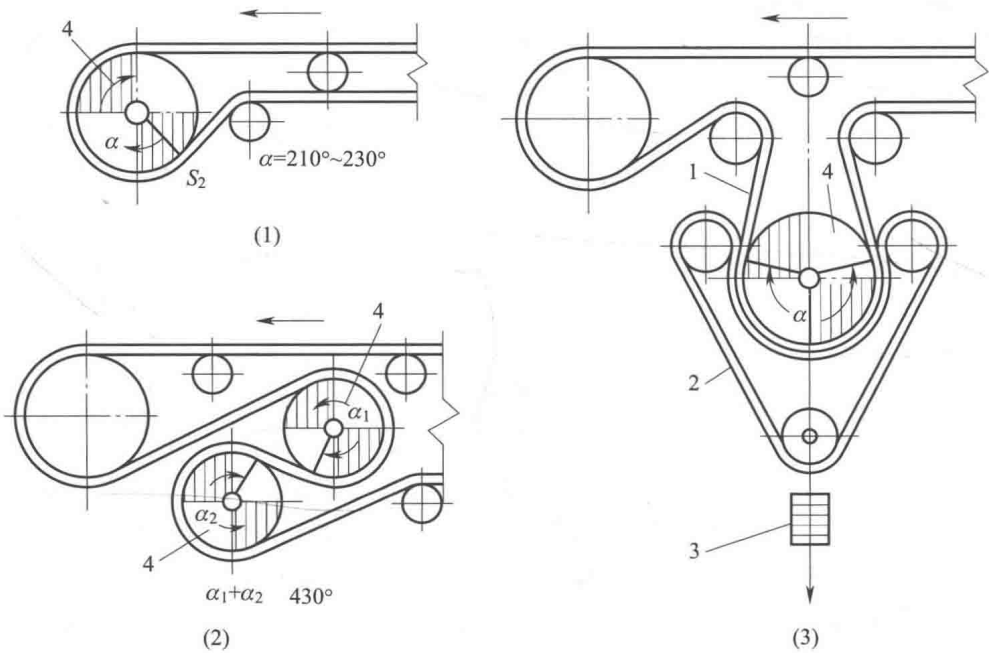
(4) 板式带 板式带即链板式输送带,它与带式传动装置的不同之处是:在带式传送装置中,用来传送物料的牵引件为各式输送带,输送带同时又作为被传送物料的承载构件;而在链

板式传送装置中,用来传送物料的牵引件为板式关节链,而被传送物料的承载构件则为托板下固定的导板,也就是说,链板是在导板上滑行的。在食品工业中,这种输送带常用来输送装料前后的包装容器。

链板式传送装置与带式传送装置相比较,其结构紧凑,作用在轴上的载荷较小,承载能力大,效率高,并能在高温、潮湿等条件差的场合下工作。链板与驱动链轮间没有打滑,因而能保证链板具有稳定的平均速度。但链板的自重较大,制造成本较高,对安装精度的要求也较高。由于链板之间有铰链关节,需仔细地保养和及时调整、润滑。

2. 驱动装置

驱动装置一般由一个或若干个驱动滚筒、减速器、联轴器等组成。驱动滚筒是传递动力的主要部件,除板式带的驱动滚筒为表面有齿的滚筒外,其他输送带的驱动滚筒通常为直径较大、表面光滑的空心滚筒。滚筒通常用钢板焊接而成,为了增加滚筒和带的摩擦力,有时在表面包上木材、皮革或橡胶。滚筒的宽度比输送带宽 100~200mm,呈鼓形结构,即中部直径稍大,用于自动纠正输送带的跑偏。其驱动滚筒布置方案如图 1-2 所示。



(1) 利用导向轮增大包角 (2) 利用两个驱动轮增大包角 (3) 利用压紧带增大牵引力

图 1-2 驱动滚筒布置方案

1—输送带 2—压紧带 3—重锤 4—驱动轮

3. 张紧装置

在带式输送机中,由于输送带具有一定的延伸率,在拉力作用下,本身长度会增大。这个增加的长度需要得到补偿,否则带与驱动滚筒间不能紧密接触而打滑,使输送带无法正常运转。张紧装置的作用是保证输送带具有足够的张力,以便使输送带和驱动滚筒间产生必要的摩擦力以保证输送机正常运转。常用的张紧装置有重锤式和螺旋式,如图 1-3 所示。对于输送距离较短的输送机,张紧装置可直接装在输送带的从动滚筒的支承轴上,而对于较长的输送机则需设专用的张紧辊。

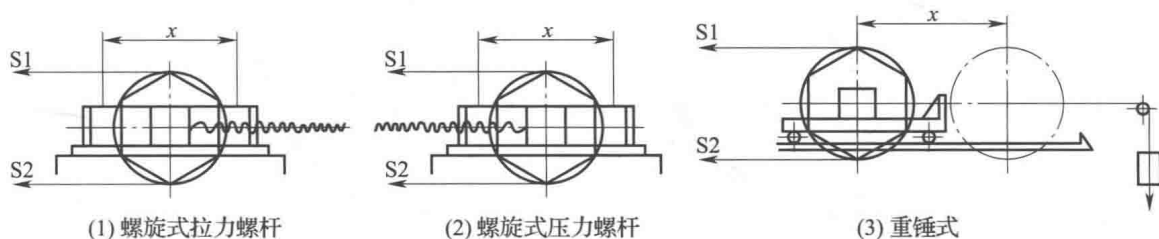


图 1-3 张紧装置简图

4. 机架和托辊

带式输送机的机架多用槽钢、角钢和钢板焊接而成。可移式输送机的机架装在滚轮上以便移动。

托辊在输送机中对输送带及其上面的物料起承托的作用，使输送带运行平稳。板式带不用托辊，因它靠板下的导板承托滑行。托辊应尽量做到运动阻力系数小、功率消耗小、结构简单、便于拆装维修、有较高的强度和耐磨性以及良好的密封性能等。

托辊分上托辊（即载运段托辊）和下托辊（即空载段托辊）。托辊的布置有槽形和平形，如图 1-4 所示，槽形托辊是在带的同一横截面方向接连安装三条长平形辊，底下一条水平，旁边两条倾斜而组成一个槽形，主要用于输送量大的散状物料。定型的托辊的总长度比带宽 B 宽出部分为 100 ~ 200mm。

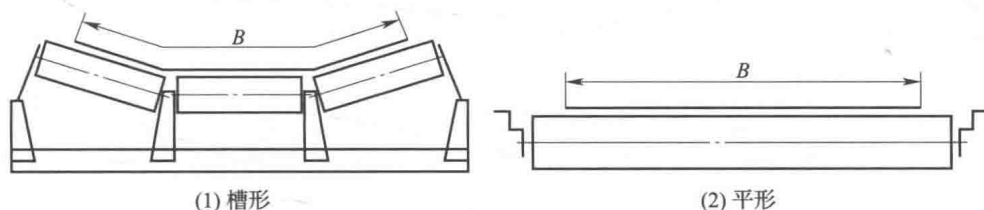


图 1-4 托辊的布置形式

托辊的间距和直径与带的种类、带宽及运送物料的质量等有关。物料重时，间距应小，当物料为大于 20kg 的成件物品时，间距应小于物品在运输方向的长度的一半，通常取 0.4 ~ 0.5m。物料比较轻的，间距可取 1 ~ 2m。

托辊可用铸铁制造，但较常见的是用两端加上凸缘的无缝钢管制造。

5. 清扫器

清扫器用于清扫黏附在输送带上的食品物料。食品物料多具有黏附性，因此安装可靠的清扫器十分必要。常见清扫器分为弹簧清扫器与刮板清扫器两种：弹簧清扫器装在头部滚筒处，用以清扫卸料后黏附在输送带承载面上的物料；刮板清扫器装在尾部滚筒前，用以清扫输送带运转面上的物料。

6. 装载和卸载装置

装载装置也称喂料器，它的作用是保证均匀地供给输送机一定量的物料，使物料在输送带上均匀分布，通常使用料斗进行装载。

卸料装置位于末端滚筒处。中间卸料时，采用“犁式”卸料器，它的构造简单，成本低，但是对输送带磨损严重，如图 1-5 所示。

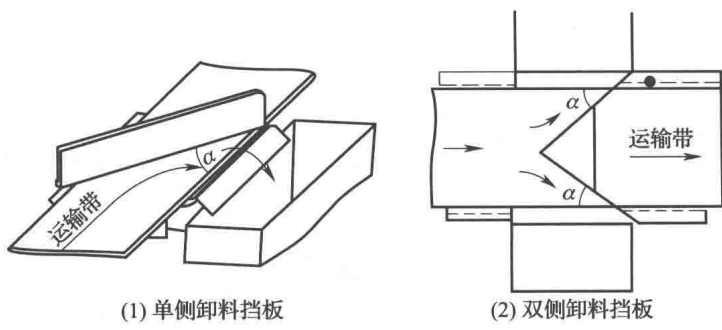


图 1-5 犁式卸料挡板

二、刮板输送机

(一) 刮板输送机的分类

刮板输送机可以在水平、倾斜或垂直方向输送粉状、粒状及小块状物料，并由于其输送量大、距离长，被广泛用于粮食、轻工、化工等行业。

刮板输送机工作时，物料经进料口进入埋刮板输送机承载段，受到刮板的推力、与刮板链条形成整体向前运动，从料槽的卸料门排出，刮板链条沿机壳的空载段返回。驱动装置的作用是将电动机的动力传递给刮板链条。张紧装置的作用是保持刮板链条具有一定的张紧力。

刮板输送机根据安装方式不同分为固定式和移动式两种，根据输送方向不同，固定式可分为水平型（MS）、垂直型（MC）和混合型（MZ），如图 1-6 所示。

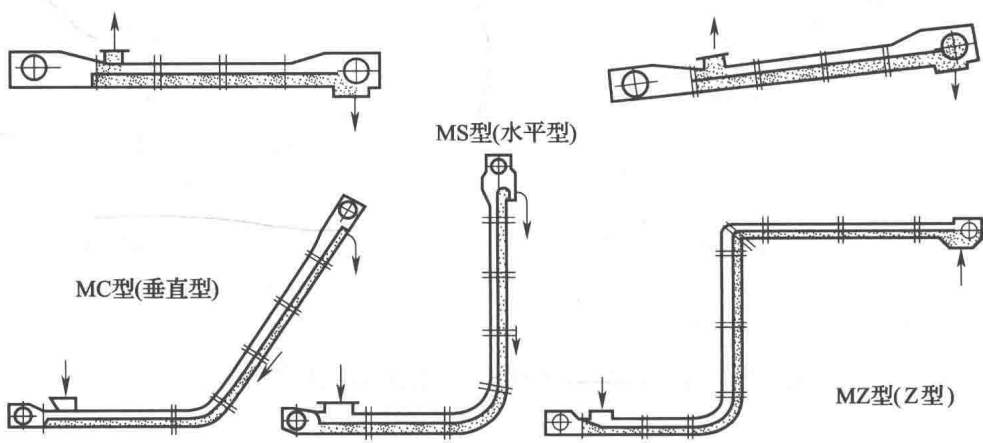


图 1-6 刮板输送机的通用机型

(1) MS 型是使用最普遍的水平刮板输送机，适用于一般物料的输送，可多点进料和卸料。

(2) MC 型是使用最普遍的垂直刮板输送机，工作倾斜角度可达 90°，提升高度最大为 30m。

(3) MZ 型是使用最普遍的混合刮板输送机，水平段可以设多个卸料口，实现多点卸料，提升高度一般为 20m，上段水平输送距离小于 30m，一般用于向料仓进料。

(二) 刮板输送机的主要构件

刮板输送机主要由刮板链条、驱动装置、张紧装置和机槽组成。