

高等学校試用教材

食品工厂技术设备

华南化工学院等編

中国財政經濟出版社版

高等学校试用教材
食品工厂技术设备
华南化工学院等 編

*

中国财政经济出版社出版

(北京永安路18号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第111号)

中国财政经济出版社印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米¹/₁₆•26¹/₁₆印张•6插页•505千字

1961年9月第1版

1961年9月北京第1次印刷

印数: 1~1200 定价: (10)3.75元

统一书号: 15166·054

高等学校試用教材

食品工厂技术設備

华南化工学院等編

中国財政經濟出版社

1961年·北京

前 言

本書是根据1961年3月輕工业部召开的高等专业学校专业教材會議的决定，由华南化工学院負責主編，无錫輕工业学院、輕工业部食品工业科学研究所等单位参加編写的。

本書是在华南化工学院編写的“罐藏食品工厂技术装备”讲义的基础上并参考了苏联M.Я.季基士和A.Н.馬尔斯基編著的“食品保藏技术装备”写成的。本書內容着重探討食品工厂的原料运输和加工机械設备、空罐制造設备、原料产品的热处理設备以及冷冻冷却等設备的原理、结构、性能和选型原則，并有重点地介紹了設备的安装与维护检修技术。

本書編就后經輕工业部教材編审委员会組織有关人員作了校閱，可以作为輕工业高等学校試用教材。

目 录

緒 論.....	(8)
----------	-----

第一篇 原料的运输、加工的机械設備

第 一 章 食品工厂的运输設備.....	(9)
----------------------	-----

一、运输設備的选择.....	(9)
二、原料及輔助材料的輸送設備.....	(10)
三、帶式运输設備.....	(11)
四、斗式升送机.....	(13)
五、螺旋式运输机.....	(15)
六、震蕩式运输机.....	(18)
七、粘稠物料輸送設備.....	(19)
八、起重機.....	(21)
九、运输車.....	(25)
十、重力式运输机.....	(30)
十一、摩擦式升送机.....	(30)

第 二 章 清洗机.....	(32)
----------------	------

一、清洗的基本原理.....	(32)
二、冲洗时液流的性質.....	(33)
三、洗液重复利用流程.....	(33)
四、果蔬清洗机.....	(34)
五、豆类清洗机.....	(38)
六、桨式块根清洗機.....	(39)
七、瓶罐清洗机.....	(40)
八、木箱清洗机.....	(50)

第 三 章 分級分选机.....	(52)
------------------	------

一、分級分选机分类.....	(52)
二、索帶式分級机.....	(52)
三、寬帶式分选机.....	(54)
四、滾筒式分級机.....	(54)
五、盘式分級机.....	(55)
六、具有平板网的分級机.....	(56)
七、水力浮选机.....	(57)

第 四 章 切割机及破碎机.....	(61)
--------------------	------

一、切割机及破碎机的分类.....	(61)
二、切割機及破碎机的能量計算.....	(61)

三、切割机	(63)
四、破碎机	(67)
第五章 原料的皮、核、汁液分离设备	(72)
一、原料的皮、核、汁液分离设备分类	(72)
二、打浆机	(72)
三、除皮机	(77)
四、榨汁机	(81)
五、番茄汁联合机	(90)
六、豆类脱粒机	(93)
七、核果除核机	(94)
八、压滤机	(96)
九、高速离心分离机	(98)
第六章 搅拌及均质设备	(103)
一、搅拌器的作用及型式	(103)
二、搅拌器功率计算	(107)
三、桨叶式搅拌器	(110)
四、旋桨式搅拌器	(110)
五、锚式搅拌器	(111)
六、搅拌器的传动装置	(112)
七、均质机	(113)
第七章 装料机	(116)
一、装料机类型及作用	(116)
二、液体装料机	(117)
三、果酱装料机——活塞式装料机	(125)
四、固液体定量装料机	(127)
第八章 封罐机	(129)
一、封罐机的作用及型式	(129)
二、二重卷边的意义及其形成原理	(130)
三、二重卷边形成时必需的力计算	(132)
四、玻璃瓶的密封及其封口机	(134)
五、封罐机	(136)
第九章 罐头产品整理为商品的机器	(160)
一、贴标机	(160)
二、罐外防锈油涂抹机	(161)
三、罐外涂料机	(162)

第二篇 空罐制造设备

第十章 生产马口铁罐的设备	(165)
----------------------	-------

一、鉄罐生产自动化流程	(165)
二、制造鉄罐的方法	(165)
三、馬口鉄的落料	(166)
四、剪刀机	(168)
五、半自动罐身制造机	(171)
六、罐身自动制造机	(174)
七、制罐盖机	(182)
八、检漏机	(191)
九、操縱制罐机的安全技术	(192)

第三篇 原料及产品的热处理设备

第十一章 热处理设备操作以及热計算的基本概念	(193)
一、在食品工厂中的热处理	(193)
二、載热体的消耗	(193)
三、热量計算	(194)
第十二章 預热及加热设备	(199)
一、預热过程的任务	(199)
二、預热器、热燙器及加热器的分类	(199)
三、預热槽	(199)
四、热燙槽	(203)
五、二重鍋	(206)
六、加热器	(209)
七、真空加热器	(209)
八、列管式加热器	(210)
九、套管式加热器	(211)
十、加热器的計算	(212)
十一、加热器操作时的安全技术	(218)
第十三章 蒸发设备	(219)
一、蒸发过程的作用	(219)
二、蒸发过程的物料平衡計算	(219)
三、蒸发罐的分类	(220)
四、蒸发罐	(221)
五、单效真空蒸发罐	(226)
六、多效蒸发装置	(245)
七、蒸发站之操作流程	(249)
八、蒸发罐的自动調节	(250)
九、蒸发设备的安装及安全技术	(252)
第十四章 排气杀菌设备	(253)

一、排气設備	(253)
二、杀菌鍋	(257)
(一) 杀菌鍋的分类及方法	(257)
(二) 簡易杀菌鍋	(257)
(三) 立式杀菌鍋	(259)
(四) 臥式杀菌鍋	(260)
(五) 連續式杀菌鍋	(261)
(六) 杀菌过程中罐內的膨脹压力	(262)
(七) 杀菌过程中杀菌鍋內反压力的应用	(265)
(八) 罐头在杀菌鍋內的冷却	(267)
(九) 杀菌过程的自动調节	(268)
(十) 杀菌鍋的安装及安全技术	(271)
(十一) 杀菌鍋的工艺設計和計算	(272)

第十五章 干燥設備 (281)

一、食品干燥的意义和方法	(281)
二、食品工厂干燥設備的分类	(281)
三、干燥过程的主要参数	(282)
四、I—d图的干燥过程	(284)
五、隧道式干燥机	(288)
六、櫥式干燥机	(291)
七、滾筒式真空干燥机	(292)
八、鍊带式連續真空干燥机	(296)
九、篩板式干燥器	(296)
十、噴霧干燥設備	(304)
十一、紅外線干燥	(312)
十二、升华干燥	(315)
十三、干燥设备安装的特点与安全技术	(316)

第四篇 冷冻冷却設備

第十六章 冷冻冷却机械和設備 (318)

一、冷却与冷冻过程的意义及实质	(318)
二、冷却、冷冻的方法及其結構的分类	(320)
三、压缩蒸汽制冷机理論工作循环的計算	(322)
四、冷冻剂——冷媒	(324)
五、冷冻盐水	(326)
六、立式复压缩机	(327)
七、臥式复压缩机	(330)
八、制冷机的附属設備	(331)

九、試漏与运转	(245)
十、冷风机	(347)
十一、自动控制	(350)
十二、冷藏庫	(357)
十三、冷却器及冷冻器	(378)
十四、冷冻设备的安装、修理及安全技术	(382)
第十七章 食品工厂的工艺生产设备排列	(383)
(一) 30%的番茄酱生产流程綫	(383)
(二) 番茄汁生产流程綫	(384)
(三) 柑桔汁生产流程綫	(384)
(四) 柑桔罐頭生产流程綫	(384)
(五) 菠蘿罐頭生产流程綫	(385)
(六) 青豆罐頭生产流程綫	(385)
(七) 果胶生产流程綫	(386)
(八) 馬鈴薯預先处理和干燥的流程綫	(387)
(九) 块根准备的流程綫	(387)

附 表

附表 1 干的饱和水蒸汽	(388)
附表 2 一些食物产品的比热	(392)
附表 3 番茄产品的比热	(392)
附表 4 糖浆的比热	(392)
附表 5 氯化鈉盐水的物理性質	(393)
附表 6 氯化鈣盐水的物理性質	(393)
附表 7 中国某些地区平均温度表	(394)
附表 8 中国某些地区平均湿度表	(394)

附 图

附图 1 $I-d$ 图
附图 2 氨的溫焓图
附图 3 氨的 $i-\log P$ 图

緒 論

我国的食品丰富多彩，食品加工工业有悠久的历史。但是由于旧中国长期处于封建制度下，食品加工都是用手工操作，工場設備也很簡陋。自1840年鴉片战争以后，由于帝国主义的侵入，中国逐渐变成了殖民地半殖民地半封建的社会；到解放前夕，更由于国民党反动派的摧残，致使我国食品工业奄奄一息。解放后，在党和政府的正确领导下，在社会主义建設总路綫、大跃进和人民公社三面紅旗的光輝照耀下，食品工业发展很快。产品产量有了很大的增长，例如罐头和乳品产量从1952年到1960年分別提高了10倍和23倍；产品质量在国际上也享有很高的声誉。

为了配合食品工业的发展，食品机械設備的設計和制造，已經成为食品工业的首要任务之一。解放以来，我国食品工业的設計部門和工厂技术人員，在生产实践中，根据食品工厂設備必須土洋結合、一机多能和原材料節約代用的精神，与工人群众一起，創制了許多实用的中小型設備以及机械化自动化的新型設備，如菠蘿去皮通心机、罐身自动連續生产設備及128型自动封罐机等。

在1960年的技术革新、技术革命运动中，食品机械設備的面貌又起了新的变化，机械化、自动化的程度提高了一步。因而減輕了工人的劳动强度，改善了劳动条件，提高了劳动生产率。

根据食品保藏工艺的要求，在食品工厂設備的設計制造时应考虑下列基本特点：

(一) 由于食品的种类繁多，許多产品的生产期又随季节而异。因此在設計和制造設備时，应考虑該設備能适应于多种产品生产的需要。

(二) 由于食品生产的流程綫随产品的不同而改变，因此某些設備必須具有可搬遷的特性；設備的传动裝置应安装在設備的机架上，以便能与設備同时搬遷。

(三) 为了保証产品的卫生条件和产品质量的要求，設備和产品的接触面应具有抗腐蝕性。因此最宜采用不銹鋼、搪瓷，或选用其他抗腐蝕的金属或非金属材料。

(四) 为了保存食品原有的风味和营养成分，应尽可能采用連續生产。

“食品工厂技术設備”課程是在理論力学、机械原理、化工过程及設備和食品工艺学等課程的基础上来講授的。本課程的內容是闡述食品工厂技术設備的原理、結構、性能和选型原則等，并有重点地介紹設備的安裝与維護檢修技术。由于食品工厂技术設備的种类繁多，不可能把所有設備在本書中逐一介紹，故本書重点对罐头和乳品工厂中有代表性的設備分为下列四篇講述：原料运输及加工設備，空罐制造設備，热处理設備和冷冻冷却設備。

第一篇 原料的运输、加工的机械設備

第一章 食品工厂的运输設備

一、运输設備的选择

食品工厂的运输設備种类很多，一种設備可以适用于几种貨物的运输，而一种貨物亦可用几种不同的設備运输，因此，在选择运输設備时，必須审慎考虑，以降低运输的成本。

在选择使用运输設備时，必須結合工厂具体条件，注意技术上和经济上的因素，如果只考虑技术上符合要求，而忽视经济上的意义，就会造成利用率不足或不能綜合利用等不合理現象。如果单从经济上着眼，則可能使生产不协调，滿足不了生产的要求，影响产品质量，增加劳动强度。

(一) 技术上考虑的几个因素

1. 运输物料的状态、物理和化学性質，如外形、大小、松密度、比重、物料的脆性、腐蝕性、破碎的可能性、胶粘及固結的傾向、静态或动态等。
2. 运输路綫的长度、轉运情况及方向。
3. 物料装卸及貯存方式，如人工装卸或机械装卸，物料是自然堆放或是置放等。
4. 运输物品的卫生要求及質量要求。
5. 需要的运输量，如运输量的大小能否滿足生产要求，可选择能符合于經常正常的生产条件。
6. 正确估計車輛数量、循环运输所需的时间、以及运输速度。
7. 地方条件，如地面形式、面积、以及气候等自然条件。
8. 企业的发展远景。
9. 操作、装卸是否安全，检查維修是否容易。

(二) 经济上考虑的几个因素

1. 基建費用及輔助設備費用。
2. 設備的折旧，决定于其使用期限。
3. 設備工作强度及其利用程度，每昼夜工作的時間。
4. 劳动力消耗及劳动費用。
5. 修理、技术保养、材料及油料費用的经济。
6. 运输单位的成本及劳动量。

設備的生产能力指标有三种：

- (1) 机器生产能力技术定額 这些技术定額是在完全符合机器用途的条件下，运

輸人員對機器非常熟練操作時，在不斷的工作中，機器所能負擔運輸的工作量。它隨着技術和生產組織的改進而不斷修正提高。

(2) 機器生產定額 這種定額是在一種實際生產條件下的機器工作量。這種實際生產條件是考慮到機器在工作時，某種貨物的周轉時間包括計劃生產時間和機器的調度、檢查和修理的時間。

(3) 機器實際生產定額 這種定額是在規定的時間內，每單位時間的實際運輸量。

二、原料及輔助材料的輸送設備

原料、燃料、瓶罐及輔助材料系利用鐵道、水路或汽車運送到工廠所在地區。罐頭工廠對外貨流情況如圖 1—1 所示。

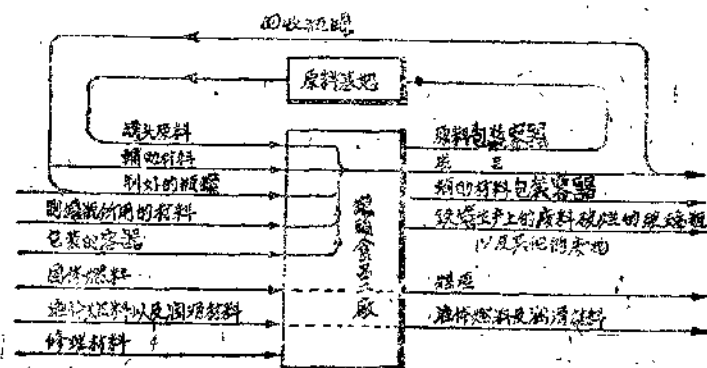


圖 1—1 罐頭工廠對外貨流示意圖

以罐頭廠為例：送進罐頭廠的主要原材料是：蔬菜、水果、肉類等罐頭原料；玻璃瓶罐、白鐵片、木料、鐵釘、燃料、糖、輔助材料、潤滑材料等。

由罐頭廠運出的，有罐頭成品、原料及輔助材料的包裝容器以及廢物。

在工廠內部（車間之間）的運輸則主要應用蓄電池車、電動滑車及手推車等。車間內部的運輸應保證各種罐頭大量生產的連續性，而應用特殊的運輸裝置，便能建立有高度生產能力的專門生產流程線。車間內部運輸裝置有輸送鐵罐用的索帶式輸送機、摩擦式升送機及鵝頸式升送機等。

輸送設備分為：

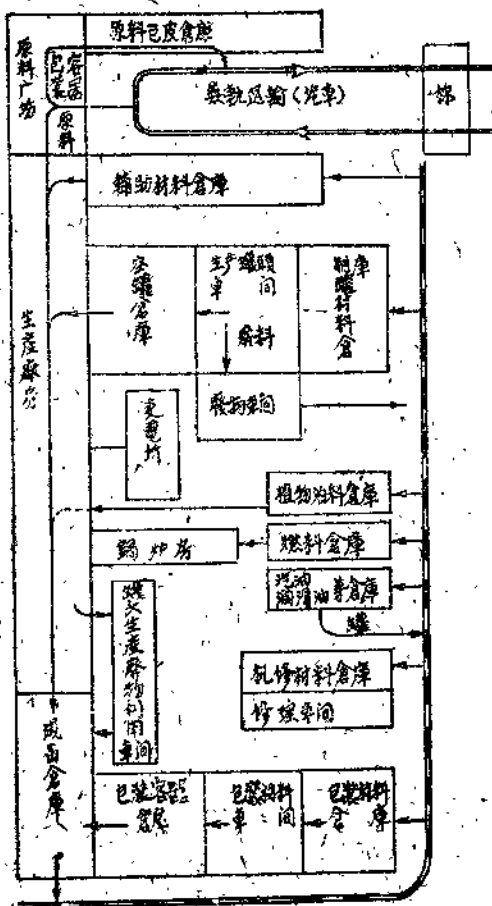
(一) 液體產品的輸送裝置 一般采用泵，有活塞泵、離心泵、齒輪泵、刮板泵、及空氣升液器等。

(二) 固體產品用的運輸裝置 可分為三類：

1. 運輸機 有水力運輸機、鏈帶式運輸機、平板式運輸機、索帶式運輸機、螺旋式運輸機、刮刀式運輸機、及重力式運輸機等。

2. 無軌道的運輸裝置 有汽車、電動小車、電動起重機、及小型貨車等。

3. 升送機 有摩擦式、斗式、及籃式等升送機。



三、带式运输设备

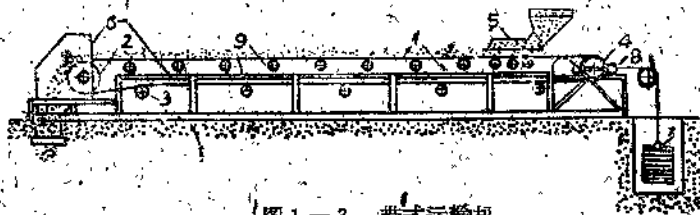
带式运输机是最简单的、在食品工厂中最广泛采用的一种连续运输机器。它用来在水平方向或微斜方向运输水果及其他颗粒物料。它还可用作检查性运输机，应用在原料处理、修整和选择工段。运输罐头所用的带可用钢丝或胶带。

带式运输机如图 1—3 所示，它由下列各部分组成：（1）输送带（曳引构件）；（2）（4）带有电动机的驱动装置；（3）用以支持输送带的滚柱支承；（5）装载装置及卸货装置；（6）机座；（7）紧张装置；（8）辅助装置。

带式运输机所采用的带其类型有:

(1) 胶布带: 常用的是由十字形网状棉織物組成, 一般寬度为 300~1400 毫米, 层数为 2~12 层, 最大的速度 6 米/秒, 最大生产率 8500 吨/小时, 每段最大长度 1000~1500 米。

(2) 鋼帶: 寬達 640 毫米, 由碳鋼造成, 能耐高溫, 多用於排氣及熱處理原料的運輸。最大速度 1.5 米/秒, 最大生產率 0.6 噸/小時, 每段最大長度 500 米。



1—输送带; 2、4—传动带轮(驱动装置); 3、9—滚柱
支承; 5—装料斗; 6—机座; 7—紧张装置; 8—辅助装置

(3) 网状带: 多用于排气及传送较高温的物料的设备中。带宽 300~2200 毫米, 最大速度 1.2 米/秒。

带式运输机的计算，主要是确定于输送机的生产能力，由已知的生产能力计算输送机的宽度、速度、及电动机的功率。

(1) 在水平方向輸送的生产能力計算

在水平方向运输散粒及碎块物料时的生产能力:

$$Q = 3600 F \gamma v \varphi \text{ (吨/小时)}$$

式中: F —带上物料层的横剖面积 (米²);

γ —物料堆积重量 (吨/米³);

v —带的运动速度 (米/秒) (散粒物料及碎块物料0.5~3.5米/秒, 应按具体情况选定);

φ —装填系数。

(2) 斜形带式运输机较水平式的运输量为小。将水平运输机作倾斜运输时, 则应选择生产力较大的运输机。倾斜角度愈大等, 则运输机的能力也应愈大, 其计算公式如下:

$$Q = Q_0 \varphi \text{ (吨/小时)}$$

式中: Q —在倾斜时, 应选择水平运输带的运输量 (吨/小时);

Q_0 —实际需要的运输量 (吨/小时);

φ —系数, 其值决定于倾斜角度。

倾 斜 角	0~10°	11~15°	16~18°	19~22°
φ 值	1.0	1.05	1.10	1.15

(3) 检查性运输机

工人站在运输机的两边, 在运行着的链带上选出腐烂的水果及蔬菜, 这种运输机称为检查性运输机。检查性运输机的结构差不多和普通的链带式运输机一样。在罐头工业中最常用的检查性运输机是铁丝网或皮带织成的, 铁丝网张紧在两条链带上, 链带则安装在转动轴的星形轮上。

检查性运输机 (图 1—4) 的主要部件为: 两条张着铁丝网的链带 1, 带有两个齿轮 2 的传动轴, 带有齿轮 4 的一个拉紧装置 3 和机座 5。

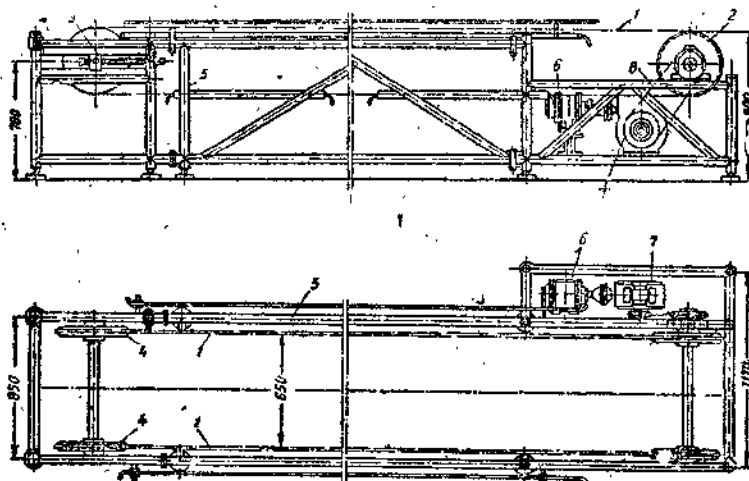


图 1—4 检查性运输机

检查性运输机，由电动机6通过减速器7及链带或皮带传动装置8来带动。

检查性运输机链带的速度不应超过0.1米/秒。其速度较大时检查效率便降低。

检查性运输机的生产能力，系以原料在链上铺成一层物料来计算的，链带装料系数不应超过0.75。

当链带速度为0.1米/秒，装料系数为0.75时，检查性运输机的生产能力按下列公式计算。

$$Q = 270 B h \gamma \quad (\text{吨/小时})$$

式中：B——链带宽度（米）；

h——各种水果及蔬菜的平均高度（米）；

γ ——装载重量（吨/米³）。

四、斗式升送机

斗式升送机在罐头厂生产流程线中，应用于在不同高处来装卸产品，使产品由一个机器运送至另一个机器，或由地下运送至楼上等。斗式升送机可分为斗式倾斜升送机和垂直斗式升送机；在结构上也有带式的、单链式的和双链式的升送机。

在斗式升送机上，有斗槽镶于索引的链带上。在倾斜升送机中，为了改变升送机的高度，在升送机上安装有可拆卸的链节，这样便可升高或降低物料升送的高度。

料斗的尺寸，根据斗式升送机所需的生产能力和运送物料的大小而定，它应以使物料易于落入料斗和从料斗中倾倒入出为准。

在较高速升送机中，应确定物料抛出的起始点及物料运动的轨迹，这对避免物料返回底部内及正确设计升送机的头部外罩是很必要的。

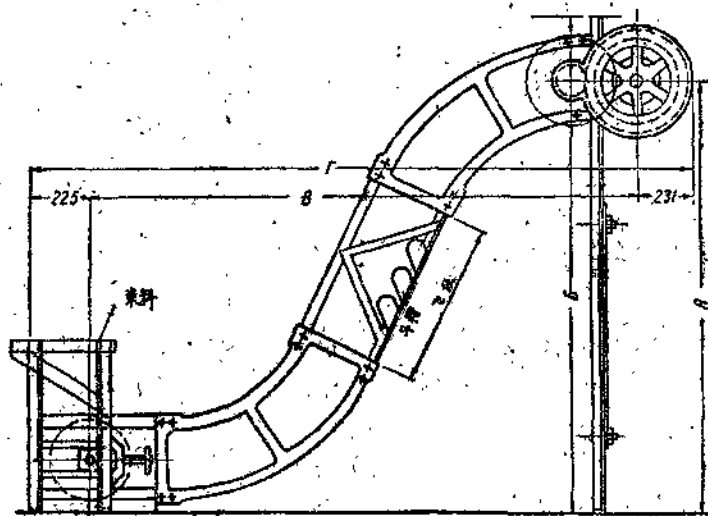


图1—5 倾斜式升送机

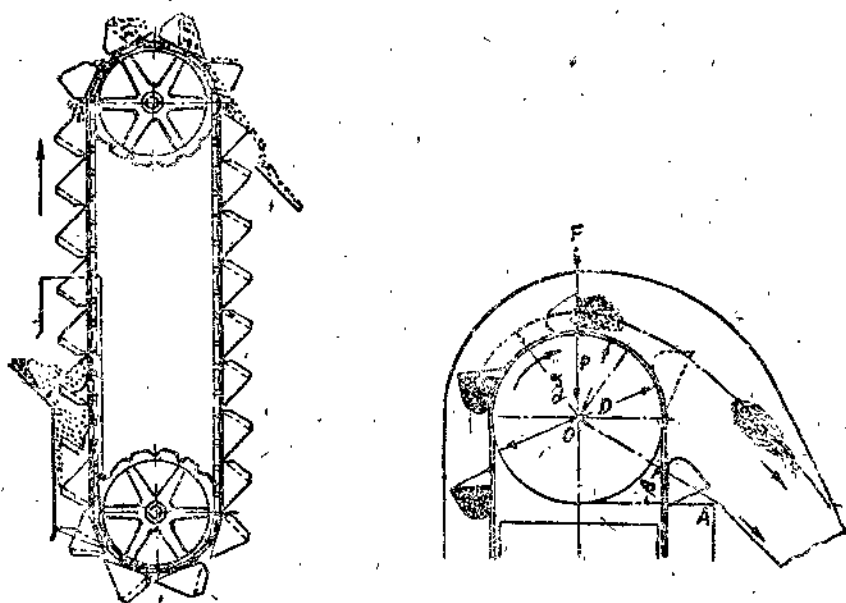


图 1—6 垂直鏈式输送机

当物料以一定的角速度绕过卷筒时,作用在物料上的力有重力(P)及离心力(F),如图 1—6 所示。为了保证卸载操作的正确进行,必须使物料的重力与离心力之间保持一定的比率。根据实际的数据,对于许多材料为 $F = \frac{2}{3}P$ 。在中部半径处的颗粒的离心力 $F = \frac{P}{g} \times \frac{v^2}{R_{cp}}$, 因此得下等式为:

$$\frac{P}{g} \frac{v^2}{R_{cp}} = \frac{2}{3}P \text{ 即 } R_{cp} = \frac{3}{2} \frac{v^2}{g}$$

从等式可看出,轮的半径与速度的平方成正比例,这说明了高速度输送机上部轮的尺寸是较大的。

斗式输送机每小时的生产能力按下式确定:

$$Q = 3600 \frac{i}{a} \gamma v \varphi \text{ (吨/小时)}$$

式中: φ —料斗的充填系数,决定于物料的种类及填充方法, $\varphi = \frac{\text{所装的物料容积}}{\text{料斗的理论容积}}$,

粉状及油粒物料, $\varphi = 0.75 \sim 0.95$,

散粒物料(潮湿), $\varphi = 0.7 \sim 0.8$;

i —料斗的容积(公升),按料斗尺寸决定;

a —各料斗之间的距离(米),斗式输送机一般取 $a = 2.35h$ (h 料斗的深度);

γ —物料的装载重度(吨/米³);

v —链带的速度(米/秒)(参考各种不同曳引构件来选取)。

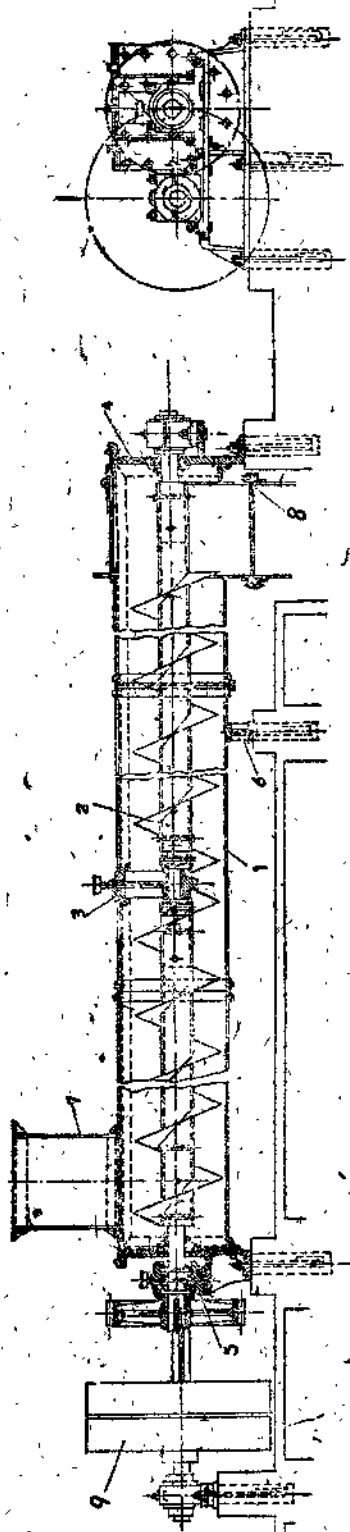


图1-7 螺旋式输送机
1—清室；2—螺旋；3—中间轴架；4—机座；5—轴承；6—支腿；7—支腿；8—卸料口；9—传动轴

斗式升送机，其生产能力可以调节闸门来改变，一般为2~3吨/小时。

电动机功率计算：一般电动机为0.75瓩。

功率的消耗包括：物料起升阻力、轴承摩擦阻力、链条所产生的阻力、在倾斜升送机中链条滑动的阻力、装载时的阻力等，总功率为各项之和 N 。

它可利用下式决定

$$N = \frac{QH}{270} (1.1 + 0.72 \frac{g_0}{Q} n) \times 0.736 \text{ (瓩)}$$

式中： Q ——生产能力（吨/小时）；

H ——起升高度（米）；

g_0 ——升送机每1米长度内无载荷时的重量（公斤/米）。

五、螺旋式运输机

螺旋式运输机是属于连续作用的运输装置。在食品厂中用以运输罐头和磨碎的原料等。

螺旋运输机多半是在水平方向运送散粒物料，或安装成倾斜（倾斜与水平线成 25° 角以下）方向运送，而垂直方向运送的较少。

螺旋运输机最好是用来运送细粒的物料，因为运送粉状物料时会被压成很紧密的块堵塞长槽。被运送物料的湿度，对运输机的运行也有很大影响，例如，利用运送干面粉时工作情况很好，而运送潮湿面粉时，就会引起输送机工作的间断。

螺旋运输机若为水平式的或运送容易移动的物料时，则应采用螺距较大的螺旋；若为倾斜式的或运送不易运转的物料时，则应采用螺距较小的螺旋。

螺旋可制成右旋的和左旋的。在一个运输机内可将半数螺旋制成右旋的，半数制成左旋的，这样可将物料同时从中间输送到两端；亦可从螺旋的两端移向中间。

螺旋式运输机的构造如图1-7。