第一章　物料输送机械与设备

在食品生产过程中，从原料进厂到成品出厂，以及生产单元各工序间，均有大量的物料需要输送，需采用各种输送机械来完成物料的输送任务。所以，合理地选择和使用输送机械，对生产的连续性，提高生产率和产品质量，减轻工人劳动强度等都有着重要意义。尤其是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，组成自动流水线，特别是大工业规模化生产情况下，输送机械与设备就更必不可少。

在食品加工过程中所要输送的物料种类繁多，而且各物料的性质差异很大，所以，输送机械的选用要根据物料来确定。一般按其工作原理，输送机械可分为连续式输送机械和间歇式输送机械两大类，按所输送物料的状态可分为固态物料输送设备和液态物料输送设备。

第一节　固体物料输送机械

一、带式输送机

带式输送机是食品工厂中广泛采用的一种连续输送机械，是由挠性输送带作为物料承载件和牵引件来输送物料的。它可在水平方向和倾斜度不大($<25°$)的方向上对物料进行连续输送，它适合于输送密度为 $0.5\times10^3\sim2.5\times10^3 kg/m^3$ 的各种块状、颗粒状、粉状物料，也可输送成件物品，还可以作为清洗、选择、处理、检查物料的操作台，主要用在原料预处理、选择装填、成品包装及成品

需要全本请访问 www.ertongbook.com

仓库。其输送速度为 0.02～4.0m/s。

带式输送机的优点是运输量大，生产率高，输送中不损伤物料，劳动消耗少，工作连续、平稳、可靠，结构简单，维护容易，适合各种距离倾斜、水平输送，缺点是不密闭，轻质物料易飞扬。

(一)带式输送机基本构造

带式输送机如图 1-1 所示，是具有挠性牵引构件运输机构的一种型式，主要组成部件有张紧滚筒 1，张紧装置 2，装料漏斗 3，改向滚筒 4，支承托辊 5，封闭的环形带 6，卸载装置 7，驱动滚筒 8 及驱动装置 9。

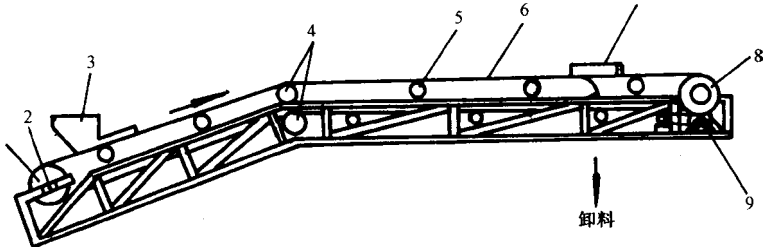

图 1-1　带式输送机

1—张紧滚筒　2—张紧装置　3—装料漏斗　4—改向滚筒　5—支承托辊　6—环形带　7—卸载装置　8—驱动滚筒　9—驱动装置

工作时，在传动机构作用下，驱动滚筒 8 作顺时针方向旋转，靠驱动滚筒 8 外表面和环形带内表面间的摩擦力作用使输送带向前运动 当启动正常后，将待输送物料从装料漏斗 3 加入，并随带向前运送至工作位置。如需改变输送方向时，卸载装置 7 即将物料卸至另一方向的输送带上继续输送 如不需改变输送方向，则不转动装置 7，物料即从右端卸出。

(二)带式输送机的主要构件

1. 托辊

托辊的作用是支承运输带及其上面的物料，保证运输带平稳运行。它分为上托辊（即运载托辊）和下托辊（即空载托辊）两种。

上托辊有平形托辊和槽形托辊，如图 1-2 所示。对较长的胶带输送机，每隔若干组托辊装有一个两边有挡辊的调整托辊，以防胶带跑偏脱出。

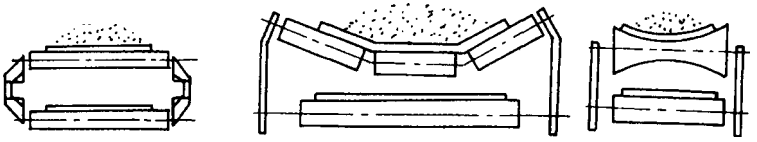

图 1-2 托辊形式

2. 拉紧装置

在带式输送机中,由于输送带具有一定的延伸率,在工作拉力作用下本身长度会伸长，造成带与驱动滚筒之间不能紧密接触而打滑，使输送带无法正常运转，故必须采用拉紧装置，以补偿由于延伸而增加的带子长度。

常用的拉紧装置有螺旋式和重锤式两种，如图 1-3 所示。螺旋式拉紧装置是采用拉力螺杆〔见图 1-3(1)〕、压力螺杆〔见图 1-3(2)〕或齿轮齿条等使之张紧,优点是外形尺寸小,较紧凑,缺点是须经常观察和调整。重锤式拉紧装置是靠悬垂的重物产生拉紧

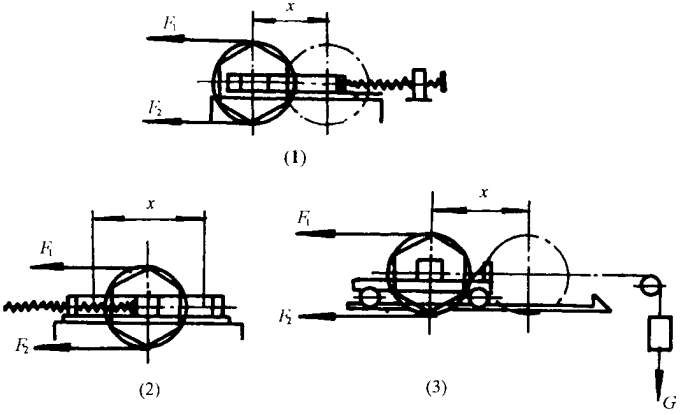

图 1-3 拉紧装置简图

力,如图 1-3(3)所示，其优点是张紧力为一常数，缺点是外形尺寸较庞大。

3. 滚筒

滚筒有驱动滚筒、改向滚筒和张紧滚筒三种,一般由钢板焊接或铸铁制成。

驱动滚筒是传递动力的主要部件。为了增加滚筒和带之间的摩擦力,可在滚筒表面包上皮革或橡胶带,并可采用不同的输送带围绕形式以增大带在滚筒上的包角 α ,如图 1-4 所示。

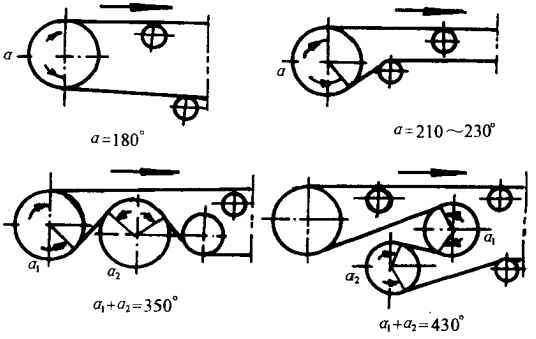

图 1-4　输送带围绕驱动滚筒的形式

改向滚筒可改变输送带的走向，并可用来增大驱动滚筒与胶带的包角。张紧滚筒用于输送机端部胶带的支承和张紧。

4. 输送带

在带式输送机中,输送带既是承载件又是牵引件,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，又最易磨损的部件。所选输送带要求强度高,延伸率小,挠性好,吸水性小,耐磨、耐腐蚀等,同时满足食品卫生要求。

目前采用较多的输送带有如下几种：

(1)橡胶带　它是用 2～10层棉织物或化纤织物作为带芯，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,给带以机械强度。在带外上下两面附有橡胶保护层,称为

覆盖层，以防止带受到冲击、摩擦和水分损伤以及外部介质的侵蚀。主要规格有 300、400、500、650、800、1 000、1 200、1 400、1 600mm 宽。它的特点是坚固耐用、抗湿、耐磨、弹性好，缺点是价格较高。

(2)塑料带　　目前食品工业普遍采用的工程塑料主要有聚丙烯、聚乙烯和乙缩醛，它们基本上覆盖了90％输送带的应用领域。

聚丙烯具有良好的综合抗化学特性，在有酸、碱的情况下，仍能保持原有的结构性质，抗拉、抗疲劳强度良好，且重量轻，适用于一般的产品输送。使用温度范围为 1～104℃，在需高温消毒处理的场合尤为合适，但低温下显出易碎的特性。

聚乙烯同样具有良好的综合抗化学特性，耐酸、碱，还具有抗冲击和韧性高的特点。材料表面光滑，不易粘住食品，使输送过程顺利；其使用温度范围为 －44～66℃，但高温下抗拉强度很低。

乙缩醛是三种工程塑料中抗拉强度最大的材料，具有综合的抗化学特性，表面坚硬，不易刮伤，耐用度高，表面摩擦因数低。使用温度范围为 －46～93℃。

另外，适合于极高温度场合的高温尼龙，其工作温度范围为 －46～150℃。但易吸水膨胀，不宜用于湿沥生产环境。

(3)网状钢丝带　其强度好，耐高温，因它有网孔，且网孔大小可以选择，故适用于边输送、边烘烤或边用水冲洗的场合。

二、斗式升运机

斗式升运机分为倾斜式和垂直式两种，主要用来在不同高度间升运物料，适合将松散的粉粒状物料由低位置提升到高位置的另一台机械上。它的占地面积小，提升高度大（一般 7～10m），有良好的密封性，但过载较敏感，必须均匀进料。垂直斗式升运机结构示意图如图 1-5 所示。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

工作时待输送物料由进料口 1 均匀喂入,在驱动滚筒 9 带动下,固定在输送带 4 上的料斗 3 刮起物料随 4 一起上升，当上升至顶部驱动滚筒上方时,料斗 3 开口朝下,在离心力作用下，物料从卸料口 10 卸出,送入下道工序。

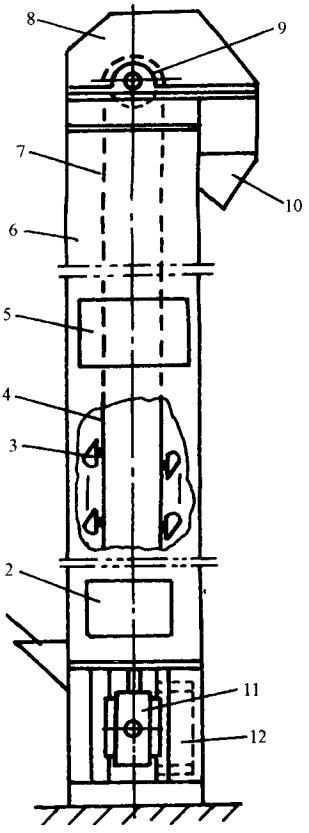

图 1-5　斗式升运机

1—进料口　2、5、12—孔口

3—料斗　4、7—输送带

6—外壳　8—上鼓轮外壳

9—驱动滚筒　10—卸料口

11— 张紧装置

三、螺旋输送机

螺旋输送机又名“ 搅龙 ”,它是一种不带挠性牵引构件的连续输送机械，主要适用于需密闭输送的粉状和颗粒状物料以及小块状物料，多用于短距离的水平输送，一般在 30m 以下。

螺旋输送机的结构简图如图 1-6 所示。主要由电动机 1 ,传动装置 2 ,轴承 3 ,进料斗 4 ,输送螺旋 5 ,料槽 6 ,出料口 7 和机架 8 组成。

输送螺旋是该输送机的主要工作部件，物料输送任务主要由它来完成。输送螺旋是将螺旋叶片按一定螺距焊在空心钢管的轴上而成。输送螺旋的叶片有实体式、带式、叶片式、成型式四种,应根据具体输送物料的性质选用。

轴承的作用是支撑轴，减少工作阻力以使螺旋轴灵活旋转，在输送方向的后端应装推力轴承，以承受输送物料时产生的轴向力，保护后端轴承。料槽用薄钢板制

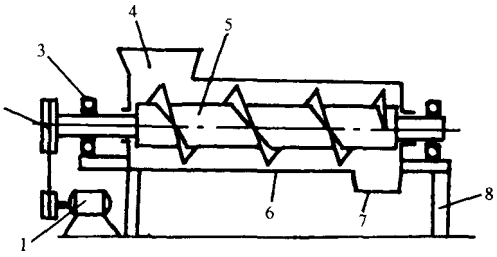

图 1-6　螺旋输送机结构原理图

成，槽口周边各段接口处均焊有角钢，以增加刚性。料槽与螺旋叶片外圆的间隙一般为 6～10mm。

工作时动力由传动装置传入，使输送螺旋 5 旋转，启动正常后，将物料由料斗 4 加入，利用随轴旋转的螺旋叶片的轴向推力作用，将被输送的物料沿料槽 6 向前推移进行输送。物料由于重力和对槽壁的摩擦力作用，在输送中不随螺旋一起旋转，而是在螺旋叶片间以滑动形式沿料槽向出料口 7 方向移动，完成输送任务。

第二节　流体物料输送设备

食品工厂输送流体物料常用各种泵来完成；为保证食品卫生和泵的耐腐蚀性，凡与物料接触的零件均用不锈钢制造。根据不同的作用原理，输送泵可分为离心式、旋转式和往复式三类。

一、离　心　泵

离心泵是使用范围最广的流体输送设备。它既能输送低、中粘度的流体，也能输送含悬浮物的流体。

1.结构

离心泵由泵壳、叶轮、轴封装置和电动机 4 部分组成，如图 1-7。

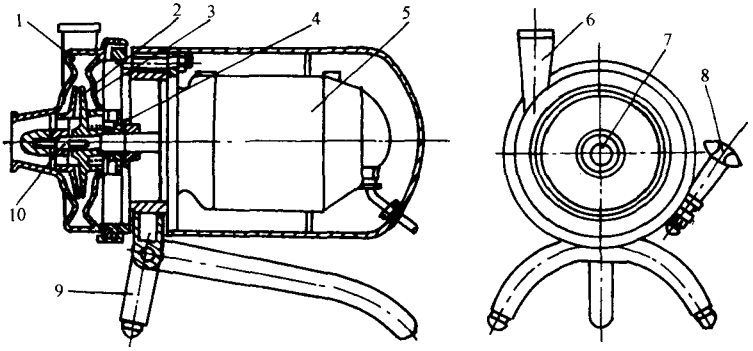

图 1-7　离心泵结构

1—前泵腔　2—叶轮　3—后泵腔　4—密封装置　5—电动机　6—出料管
7—进料管　8—泵体锁紧装置　9—支承架　10—主轴

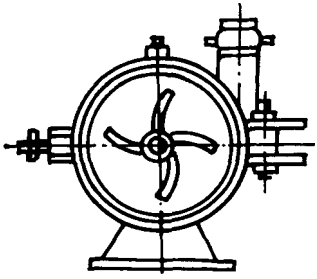

图 1-8　开启式离心泵

泵壳由活动与固定部分组成，两者由一不锈钢快拆箍连接，以便快拆清洗。叶轮有多种形式，小型泵多采用开启型叶轮如图 1-8。轴封装置结构如图 1-9。离心泵在启动前应先向泵壳内注满被输送料液 食品生产中为确保卫生,在生产线上安装时，应使泵进液口低于前方贮液箱最低位置 100～200mm(视泵壳高度而定），以便工作时泵内能充满料液。

2.工作原理

离心泵启动后，当泵轴带动叶轮与叶片间的料液一同高速旋转时，在离心力作用下使料液在叶片间从叶轮中心沿径向连续高速甩向叶轮外缘，并进入蜗壳形泵腔内，由于泵壳中流道逐渐加宽，使进入其中的料液流速逐渐降低，动能转变为静压能使出口处压强提高后从出料口排出。与此同时，在叶轮中心处形成一定真空度，使料液不断从吸入口进入泵内，保证料液排出的连续性。轴

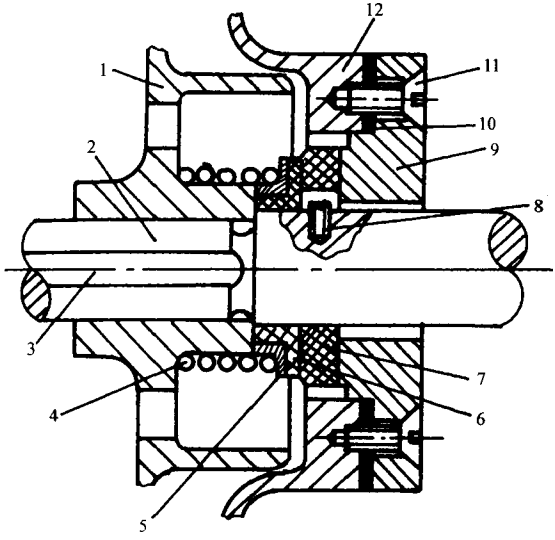

图 1-9　轴封装置

1—叶轮　2—主轴　3—键　4—弹簧　5—不锈钢挡圈　6—氯丁橡胶垫圈
7—不透性石墨垫圈　8—柱头螺丝　9—压紧盖　10—橡胶垫
11—螺钉　12—泵体

封装置利用弹簧的压力压紧橡胶及石墨垫圈，使料液不致沿轴渗出泵外。

3. 常见故障

(1)吸不上料　主要原因为：①料液温度过高；②安装位置不当，吸入口高于液槽最低位置，使吸入管道内含有空气；③料液过于粘稠。

(2)轴封渗漏　由于长期使用使密封件端面损坏，或是轴封上橡胶垫咬死，造成弹簧不能将不锈钢挡圈端面与密封垫端面压紧所致，故需经常检查密封件和加强泵的清洗。

二、螺　杆　泵

螺杆泵是一种旋转式容积泵，是利用一根或数根螺杆与螺腔

的相互啮合使空间容积变化来输送液体。食品工厂多使用单螺杆卧式泵，用于输送高粘度粘稠液体及带有固体物料的浆液，如番茄酱和果汁榨汁线上常采用这种泵。

螺杆泵构造如图 1-10。主要工作构件是呈圆形断面的螺杆 1 和橡胶制的螺腔 2。螺杆 1 偏心安装在橡胶螺腔 2 内，其螺距是螺腔内螺纹的一半，螺腔内径比螺杆直径小约 1mm，这样可保证在输送料液时起密封作用。

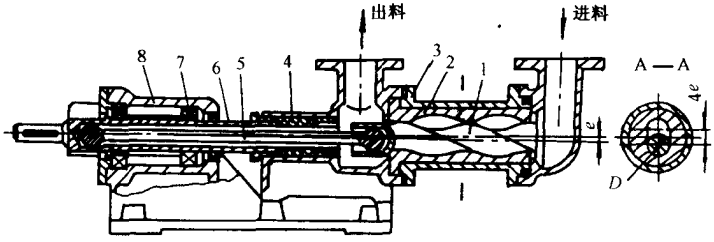

图 1-10 螺杆泵

1—螺杆 2—螺腔 3—泵体 4—填料涵 5—平行销联轴器 6—套轴 7—轴承 8—机座

工作时电动机将动力传给套轴 6，6 带动平行销联轴器（或偏心联轴器）5 使螺杆 1 在螺腔 2 内旋转。螺杆与橡胶螺腔相配合形成数个互不相通的密闭腔。由于偏心，螺杆在螺腔内作行星运动时，使封闭腔沿轴向由吸入端推动其中的料液向排出端方向运动，封闭腔在排出端将料液排出，同时在吸入端不断形成新的封闭腔将料液吸入并向前推进，从而实现连续抽送料液的作用。

螺杆泵效率较叶轮泵高，运转平稳，无振动和噪声，自吸性能和排出能力好，结构简单。但螺腔由橡胶制成，不能断液空转，否则螺腔易发热损坏。

三、齿　轮泵

齿轮泵是旋转式容积泵的一种。在食品工厂多用外啮合齿轮泵，主要用来输送粘稠液体，如油类、糖浆等。泵的构造如图 1-

11,主要由主动齿轮 2,从动齿轮 4、泵体 5和泵盖组成，齿轮靠两端面和齿顶圆与泵体 5 内圆表面的配合间隙密封。主动与从动齿轮均由两端轴承支承。泵体、泵盖和齿轮的各个齿槽间形成密封的工作空间。

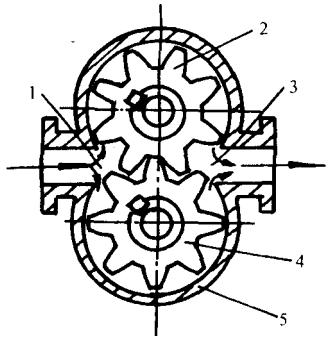

图 1-11　齿轮泵原理图

1—吸入腔　2—主动齿轮　3—排出腔

4—从动齿轮　5—泵体

工作时电动机带动主动齿轮 2 旋转,从动齿轮 4 与主动齿轮相啮合而转动。当 2 顺时针高速转动时,带动 4 逆时针旋转,此时,吸入腔 1 端两轮齿逐渐分开，工作空间的容积逐渐增大，形成真空。这时被输送料液在大气压作用下经吸入管进入吸入腔 1,并在两齿槽间沿泵体 5 内壁被连续挤压推入排出管。当主、从动齿轮不断旋转，泵便不断吸入和排出料液。

齿轮泵结构简单,工作可靠,应用范围较广,但所输送的料液必须具有润滑性，否则齿面极易磨损，甚至发生咬合现象。

四、滑　片　泵

如图 1-12 所示,滑片泵主要由泵体、转子、滑片及两侧盖板组成。泵体上有进料口 1,出料口 2,接真空管口 3。转子是开有 8 个径向槽的圆柱体，每个槽中安放一块滑片，滑片可在槽中沿径向自由滑动，转子偏心地安装在泵体内。当电动机带动转子旋转时，滑片依靠离心力的作用从转子槽中沿径向向外滑出紧压在泵体内壁上。转子在上半转时，相邻两块滑片所包围的空间逐渐增大，在经真空管口时滑片间形成真空，在进料口处物料自动吸入转子滑片间。在下半转时，已吸入物料的两滑片在泵体内圆面限制下沿径向向转子回转中心滑动，使两滑片间的空间逐渐减小，对物料产生压力，物料从排料管排出，周而复始实现连续输送任务。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

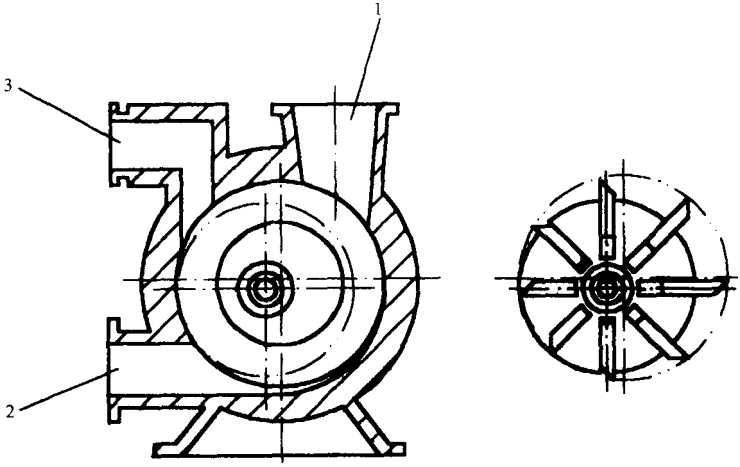

图 1-12 滑片泵

滑片泵适宜输送粘稠物料，如肉制品生产中的肉糜等。

五、真　空泵

在食品生产过程中，有些单元操作往往需要在负压条件下进行，在进行此类操作时必须采用真空泵。

1.水环式真空泵

水环式真空泵基本结构如图 1-13。

它主要由叶轮 4,泵壳 5,泵轴 6,前盖 8,后盖 1,吸气口 7,排气口 2 等组成。叶轮轮毂上放射状均匀分布着 12个叶片,靠键与轴连接构成转子,转子偏心地装在泵壳 5 的圆形工作室内。前盖 8 的后部里侧有一月牙形孔将工作室与吸气孔 7连通,后盖 1 的前部里侧也有一月牙形孔将排气口 2 与工作室连通。

水环泵工作原理如图 1-14所示。

泵启动前工作室内灌半满水,叶轮转动时,水受离心力作用在泵壳内壁上形成旋转水环，水环与叶片间形成密封空间。顺时针旋转的叶轮在右半转中，叶片之间的容积逐渐扩大，将被抽容器内

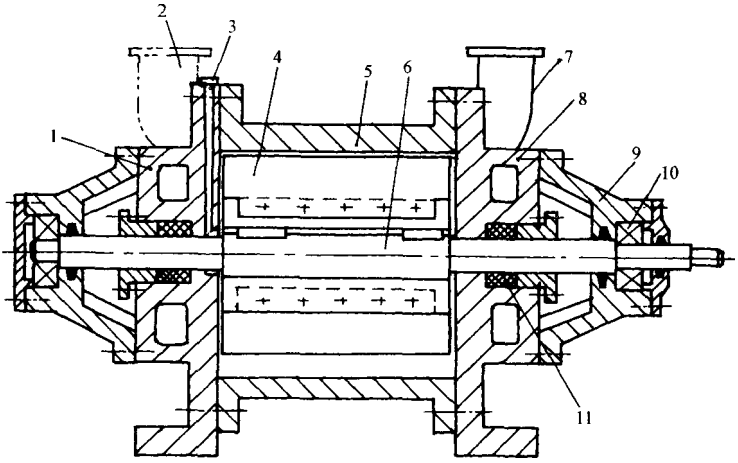

图 1 13　水环式真空泵构造

1—后盖　2—排气口　3—进水口　4—叶轮　5—泵壳　6—泵轴
7—吸气口　8—前盖　9—轴承架　10—轴承　11—密封填料

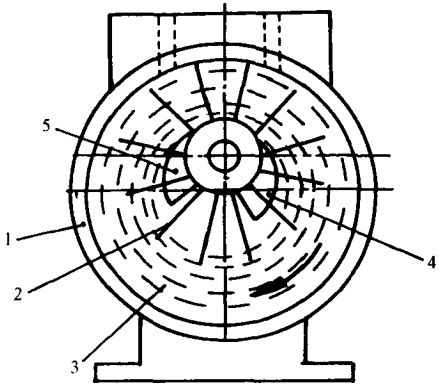

图 1-14　水环泵工作原理

1—泵壳　2—叶轮　3—水环　4—吸气口　5—排气口

的空气经吸气口 7 由前盖 8 月牙形孔吸入其内。在左半转中，叶片间的容积逐渐减小，已吸入的空气被压缩并经后盖 1 月牙形孔从排气孔 2 排出。叶轮每转一周，叶片间容积即改变一次，也就连

续不断地抽吸与排出气体。

这种泵结构简单、紧凑，操作可靠，内部不需润滑，排气量较均匀，用来抽吸空气和其他无腐蚀性、不溶于水的气体。但高速旋转的叶片及密封填料磨损严重时，会使真空度下降，故需经常检查或更换。轴承需定期加足润滑脂，以延长使用寿命。

2. 旋片式真空泵

图 1-15 所示为旋片式真空泵结构示意图。它的主要部分是圆筒形定子 8 和圆柱体转子 5。转子 5 在电动机及传动系统带动下，绕自身中心轴作逆时针旋转。转子装置在定子腔壁的正上方，与定子紧密接触。两个旋片 7 横嵌在转子圆柱体的直径上，它们之间有一根弹簧 6，使旋片紧贴在定子的腔壁上。这样旋片把定子和转子之间的空间分隔成两个腔室。当旋片跟着转子旋转时，靠近进气口 1 一面的腔室容积逐渐增大，从被抽容器中吸入气体。而在另一腔室中，旋片对已吸入的气体进行压缩，使它推开排气阀 4，从排气口 2 排出。转子不断转动，过程重复进行，就达到了抽气的目的。为避免漏气，排气阀以下部分全浸没在真空油内。

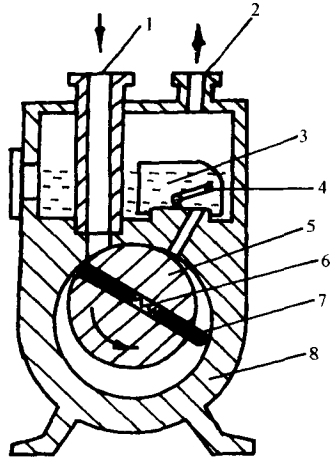

图 1-15 旋片式真空泵结构
1—进气口 2—排气口 3—真空油 4—排气阀 5—转子 6—弹簧 7—旋片 8—定子

3. 水力喷射器

水力喷射器是一种具有抽真空、冷凝、排水等三种效能的机械装置，应用极为广泛。主要用于真空与蒸发系统的真空抽气、真空蒸发、真空过滤、真空结晶、干燥、脱臭等工艺(其构造参见图 5-62)。

工作时，由于压力水泵作用，具有一定压力的水流从喷射器顶部经对称均布成一定倾斜度的喷嘴高速喷出，聚合在一个焦点后高速进入扩散管，由于喷射水流速度很高，致使喷射泵内腔吸气室产生负压，将被抽容器内的气体吸入吸气室使容器内产生真空，吸入的气体与喷射水流混合后进入扩散管排除。

整个装置体积小,强度高,结构紧凑,操作维护简单方便,不用专职人员管理。

六、流　送　槽

它是属于水力输送物料的装置，用于把原料从原料堆放场送到清洗机或预煮机中,适用于番茄、蘑菇、菠萝、苹果和其他块茎类原料的清洗输送。

流送槽如图 1-16 所示。由人工或机械把堆放场的原料输送到流送槽中，由于水的流动，一方面将物料随水流输送到目的地，另一方面可以把原料外表的泥沙杂质等浸泡及预冲洗，再经过滤筛板滤去泥浆、污水后进入清洗机清洗，这样水力输送就有输送和清洗的作用。污水经筛板流出，经处理后再循环使用。

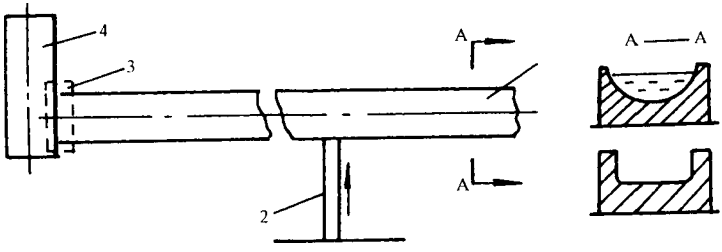

图 1-16　流送槽示意图

1—流送槽　2—输送机　3—筛板　4—清洗机

流送槽由具有一定倾斜度的水槽和水泵等装置构成，水槽可用钢材、水泥或工程塑料板材制作。槽内做得比较平滑，两侧用喷嘴加水，槽底为半圆形或方形，还有除沙装置。槽的倾斜度（即槽的两端高度差与槽的长度之比),用于输送时为 0.01～0.02m/m,

在转弯处为 0.011～0.015m/m；用作冷却槽时为 0.008～0.001m/m。为了避免输送时造成死角，转弯处的曲率半径应大于 3m。用水量为原料重量的 3～5倍。水流速度要求在 0.5～0.8m/s 之间。一般采用离心泵加压。槽中操作水位为槽高的 75%。

流送槽参数计算如下：

设 V 为混合物(原料加水)每秒通过的体积(m^3/s)，F 为通过流送槽有效截面面积（水浸面积)(m^2)，v 为流送槽内的流送速度(m/s)。

根据流体力学原理有

$$V = Fv \quad (m^3/s) \tag{1-1}$$

又因为

$$V = (q_w + q)/\rho \quad (m^3/s) \tag{1-2}$$

式中 q_w ——水流量(kg/s)

q ——原料流量(kg/s)

ρ ——混合物密度(kg/m^3)

所以

$$V = q[(q_w/q) + 1]/\rho$$

令 $q_w/q = m$，m 表示混合物中水分与物料之比的系数，称混合比系数，则

$$V = q(m + 1)/\rho \tag{1-3}$$

由式(1-1)、(1-3)可得

$$q(m + 1)/\rho = Fv$$

或

$$q = \rho Fv/(m + 1)(kg/s) \tag{1-4}$$

由式(1-4)可决定流送槽的生产能力、用水量或流送槽的尺寸。

据试验，混合物在槽中的流速 v 不应小于一个相当值，即不应小于可能使泥沙沉积于槽底的速度。因此混合物的流速 v 与自来水的流速 v_0(也即水的初速)密切相关，其关系如下：

$$v_0 = vm/(m + 1) \quad (m/s) \tag{1-5}$$

由式(1-5)即可确定水的流速。

第二章　清洗、分选机械与设备

第一节　物料清洗机

食品加工原料在其成熟阶段以及运输、贮藏过程中常常受尘埃、沙粒及微生物等所污染，因此，在加工前必须认真清洗，并清除杂物及不合格部分，以便后道工序加工。但食品加工原料种类繁多，不同原料性质差异甚大，这就决定了原料清洗设备的多样化和复杂性。提高清洗预处理的机械化和自动化程度，对改善劳动条件、优质、高产、低消耗均具有十分重要的意义。

下面介绍目前常用的原料清洗设备。

、DT5A1型浮洗机

该机主要用来洗涤水果类原料，是目前果汁生产线上常配设备。它主要由辊子输送机6和洗水槽3构成，如图2-1。辊子输送机与带式输送机结构类似，只是其输送带是在两根链条中间安装了许多直径为76mm的圆柱形辊子，辊子间距为10mm，当驱动链轮带动滚子链运动时，物料便在其上随行。输送机分为三段，下倾斜段下部浸在洗槽3中，上倾斜段接入破碎机，中间水平段作为检选段。在倾斜段各装有四根喷淋水管，每根喷淋管各有两排成90°的喷水孔。该设备一般配备流送槽输送原料。

工作时由流送槽将原料预洗、输送并经提升机1送入洗槽3前半部浸泡，经翻果轮2拨入洗槽后半部。此处装有高压水管7，

需要全本请访问 www.ertongbook.com