第七章 混合机械与设备

第七章　混合机械与设备

- 第一节　概论
- 第二节　液体混合机械与设备
- 第三节　固体混合机械与设备
- 第四节　固液混合机械与设备
- 第五节　气液混合机械与设备

第一节 概论

- 混合：使两种或两种以上不同组分的物质在外力作用下由不均匀状态达到相对均匀状态的过程。
- 混合操作的任务：通过混合获得化学、物理均匀度达到要求的混合产品，同时通过混合可以实现某种工艺目的。
- 混合物的类型：固体与固体、固体与液体、液体与液体、液体与气体物料相混合构成的混合物和固体—液体—气体三类物料构成的混合物。
- 混合作业机械分类：混合机、搅拌机、捏和机。
- 对混合机械的要求：混合物的混合均匀度高，混合速度快；物料在容器内的残留量少；设备结构简单，坚固耐用，操作方便，便于检视、取样和清理；机械设备要防锈，耐腐蚀，容器表面光滑，工作部件能拆卸清洗；电机设备和电控装置应能防爆、防湿、防尘，符合环境保护和安全运行的要求。

第二节 液体混合机械与设备

- 一、液体混合的目的与原理
- 二、低粘度液体混合机械与设备
- 三、高粘度液体的混合机械与设备

一、液体混合的目的与原理

- 目的：在于促进物料的传热，使物料温度均匀化；促进物料中各成分混合均匀；促进溶解、结晶、浸出、凝聚、吸附等过程的进行；促进酶反应等生化反应和化学反应过程的进行。液体的混和常用的设备是搅拌机。液体的混合也称作搅拌。
- 原理：低、中粘度的食 品混合主要是以对流混合为主。高粘度的食品混合主要是以剪切混合为主。

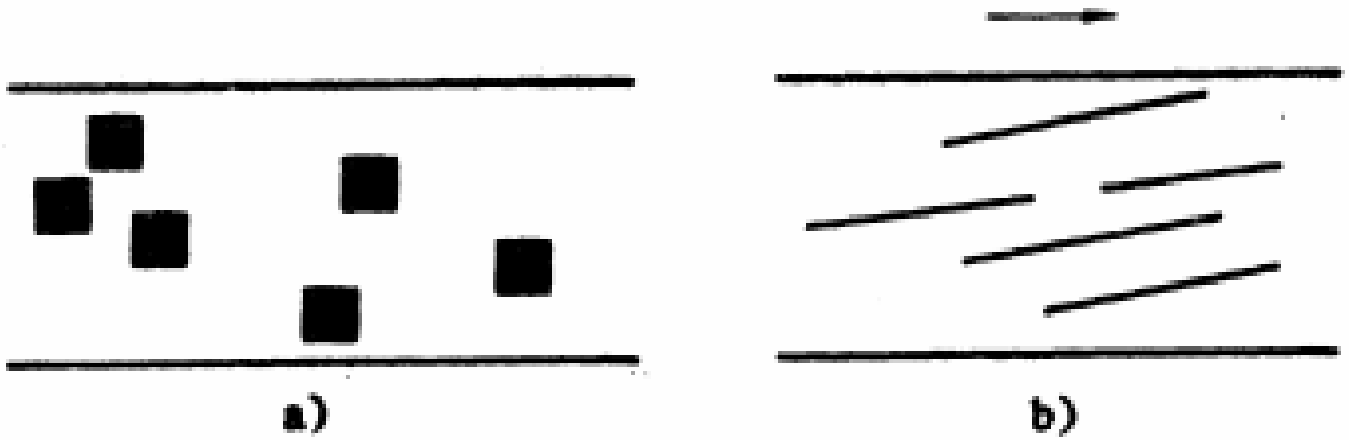
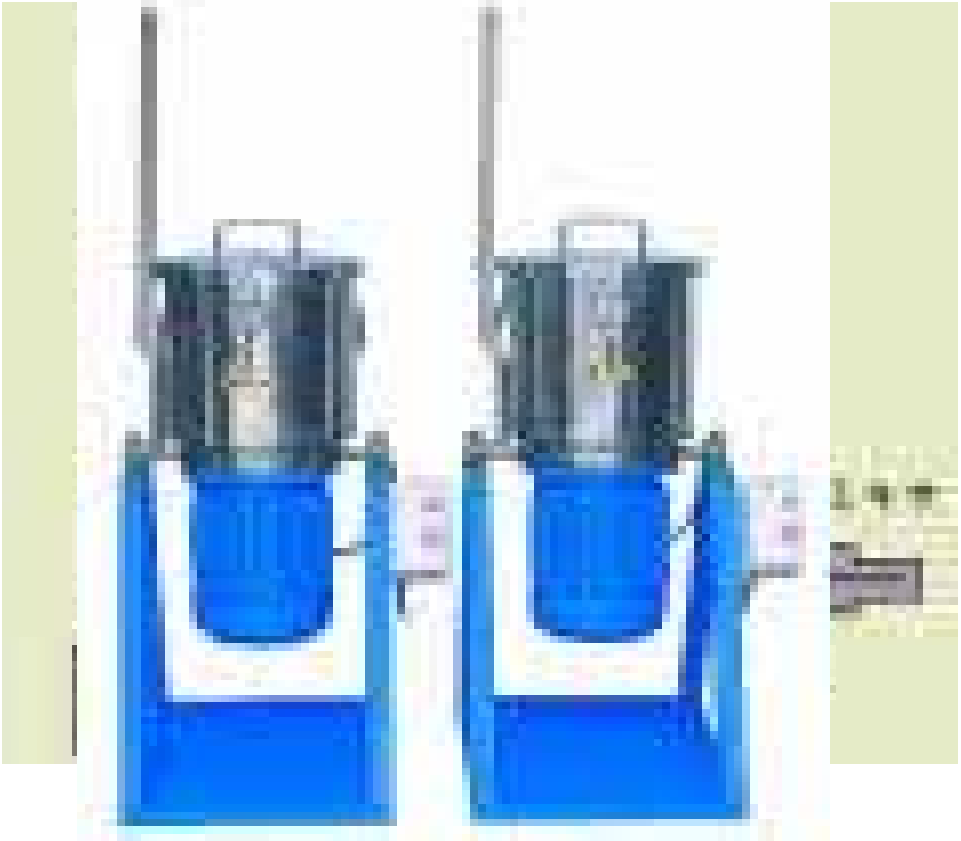


图7-1　液体剪切混合作用
(a) 混合初始状态；(b) 剪切混合状态

二、低粘度液体混合机械与设备

液体搅拌机



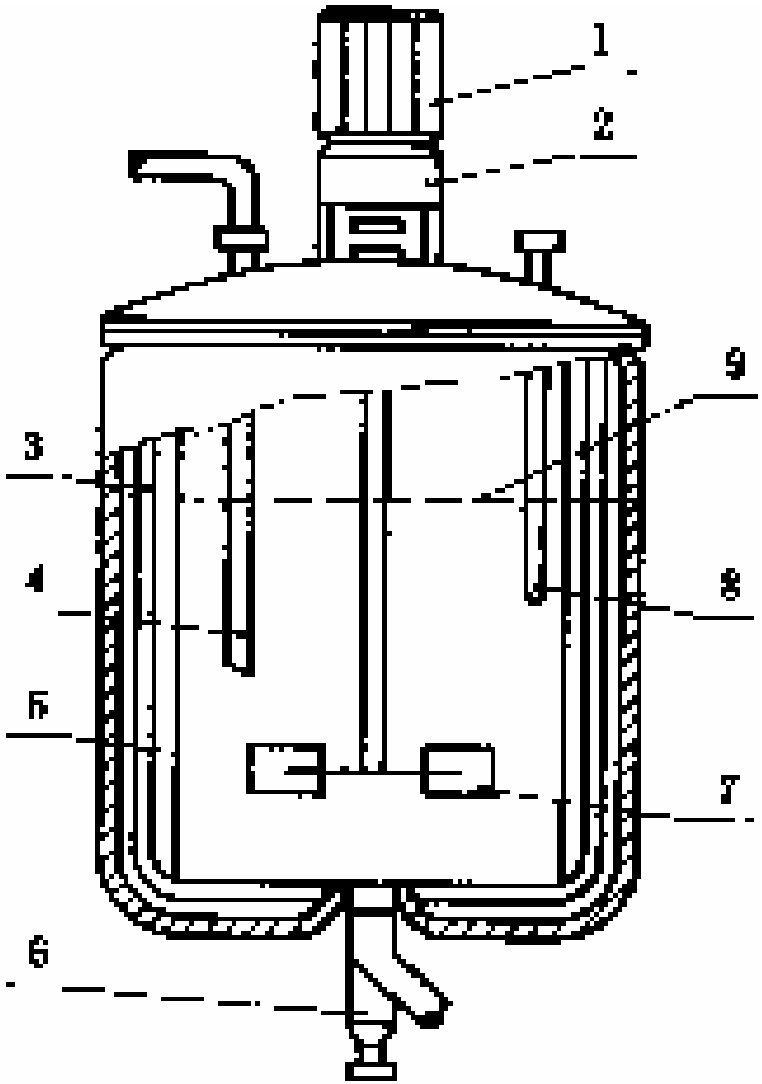


图7-2 搅拌机结构图

1－电动机；2—减速器；3—容器夹套；4—料管；5—挡板；6—出料管；7—搅拌桨叶；8—温度计；9—液体液面

第二节 液体混合机械与设备

- （一） 搅拌器的安装形式
- （二） 搅拌器桨叶与流型
- （三） 搅拌器
- （四） 搅拌罐
- （五） 搅拌器的轴封和传动装置
- （六） 搅拌器的选择

（一）搅拌器的安装形式

搅拌器的安装形式：有立式中心搅拌安装型式、偏心式搅拌安装型式、倾斜式搅拌安装型式、底部搅拌安装型式、旁入式搅拌安装型式等。

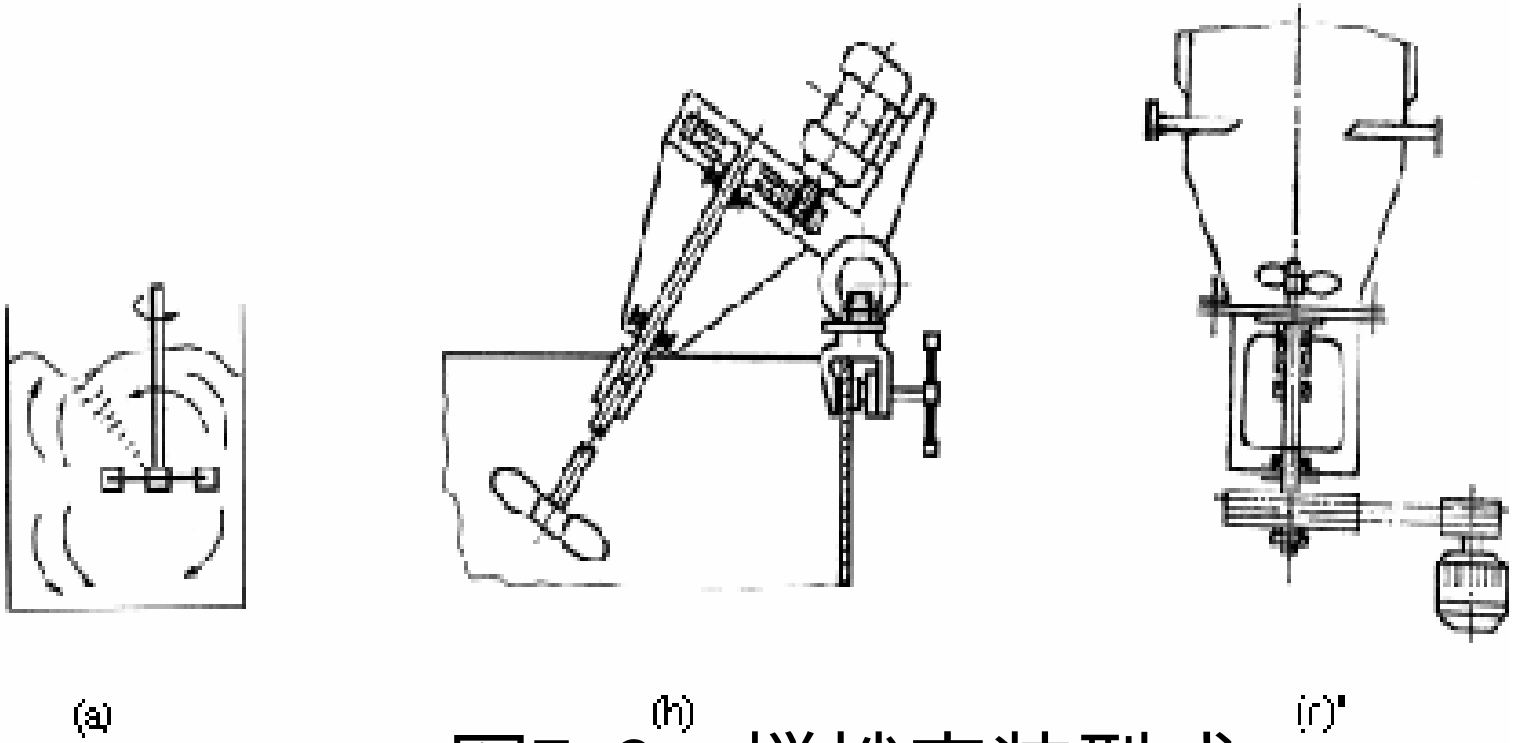


图7-3 搅拌安装型式

(a)偏心式搅拌安装型式；(b)倾斜式搅拌安装型式；(c)底部搅拌安装型式

（二）搅拌器桨叶与流型

一、按搅拌器桨叶的运动方向与桨叶表面的角度，将搅拌器分为三类：

二、流型：

1．轴向流型

液体从轴向进入叶片，从轴向流出，如旋桨式叶片。

2．径向流型

流体从轴向进入叶轮，从径向流出，如平直叶的桨叶式。

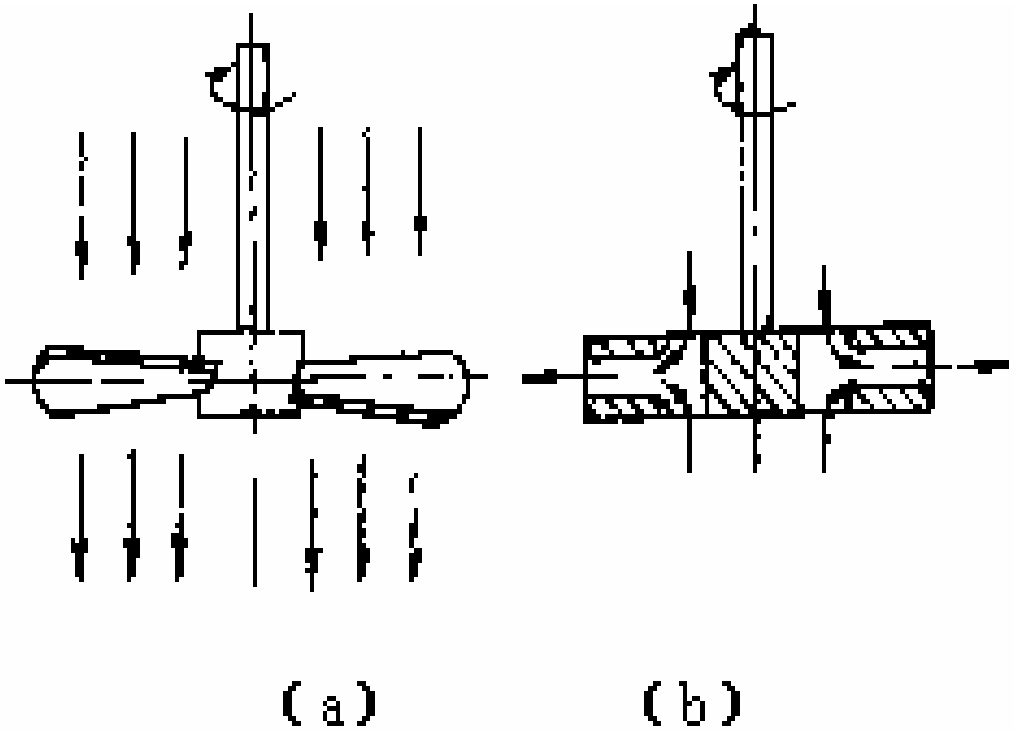


图7-5　液体流型

（a）轴向流型；（b）径向流型

（三）搅拌器

搅拌器的主要部件为搅拌桨叶。搅拌桨叶根据搅拌产生的流型分成轴向流动的轴流式桨叶和产生径向流动的径流式桨叶。根据桨叶的结构形式不同，可分为桨式、涡轮式、旋桨式搅拌器等。

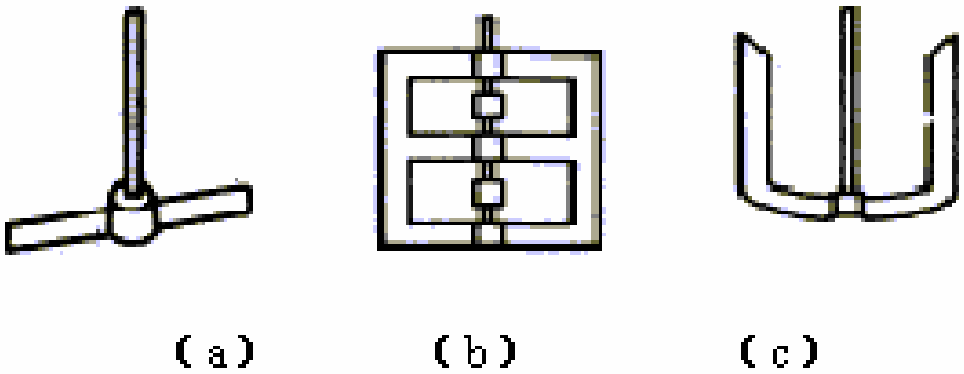


图7-6　桨式搅拌器的形式
（a）平桨式搅拌器；
（b）框式搅拌器；（c）锚式搅拌器

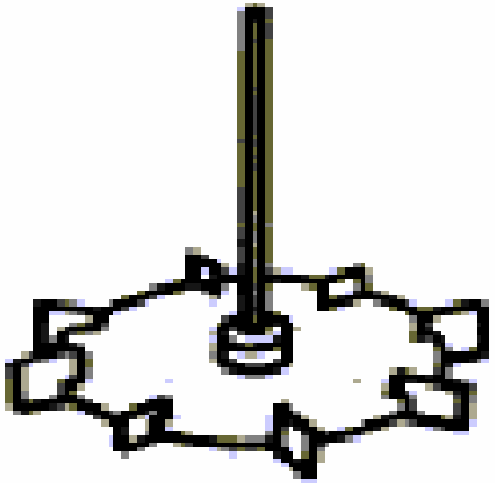


图7-7　涡轮式搅拌器的结构

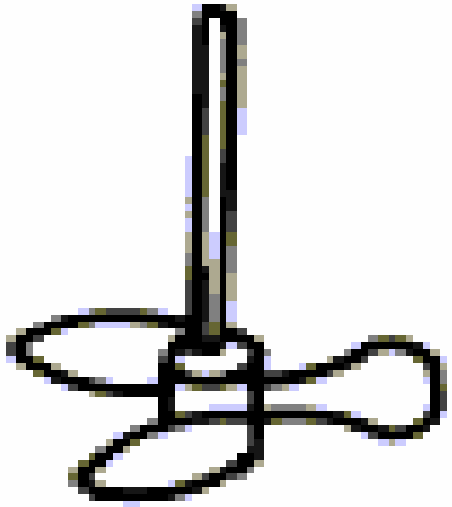
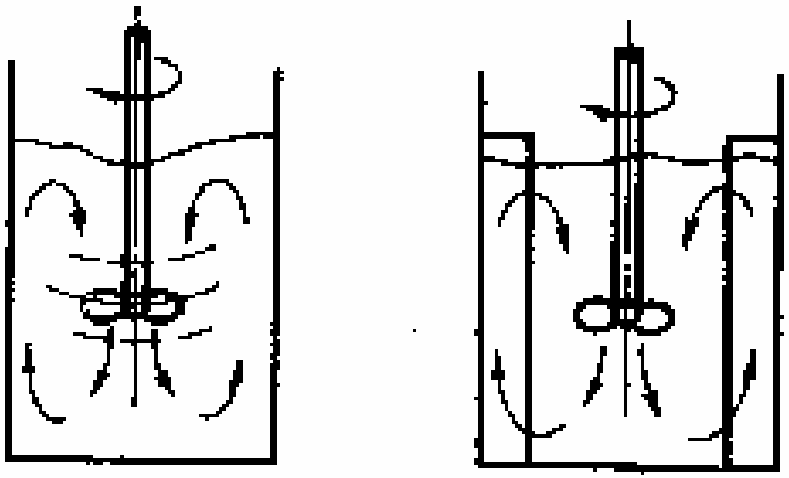


图7-8　旋桨式搅拌器

- （四）搅拌罐
- 1．罐体
- 2．挡板



（a）　　（b）

图7-9 挡板与流型
（a）无挡板；（b）有挡板

（五）搅拌器的轴封和传动装置

搅拌器传动装置的基本组成有：电机、齿轮传动(有的还设一级皮带轮)、搅拌轴及支架。

轴封是搅拌轴与机架间的密封装置，一般有两种形式：填料密封和机械密封。

（六）搅拌器的选择

各种搅拌器的通用性较强，同一种搅拌器可用于几种不同的搅拌过程。一般选择搅拌器时主要应从介质的粘度高低、容器的大小、转速范围、动力消耗．以及结构特点等几方面因素综合考虑。

三、高粘度液体的混合机械与设备

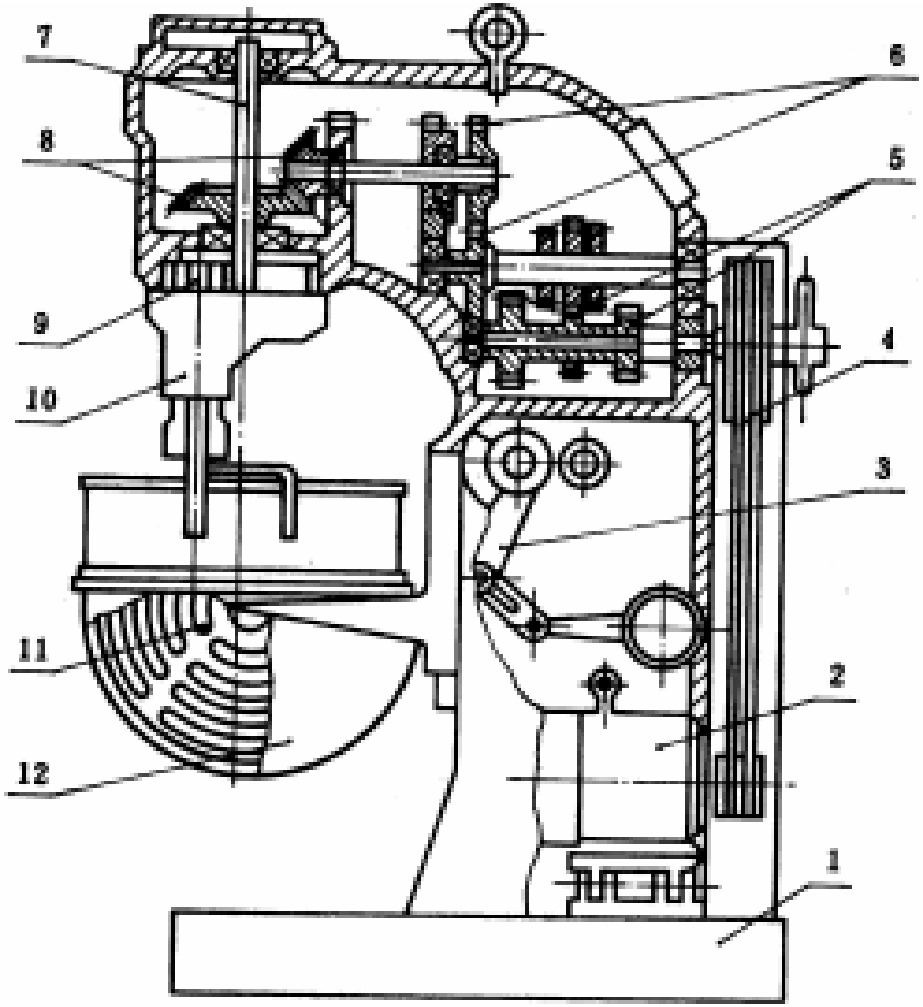


图7-10　立式打蛋机的结构

1—机架；2—电机；3—搅拌容器升降机构；4—皮带轮；5—减速器；6—斜齿轮；7—主轴；8—锥齿轮；9—行星齿轮；10—搅拌头；11—搅拌桨叶；12—搅拌容器

■三、高粘度液体的混合机械与设备

立式打蛋机的搅拌器由搅拌头和搅拌桨两部分组成。搅拌头的作用是使搅拌浆在容器内形成一定规律的运动轨迹。

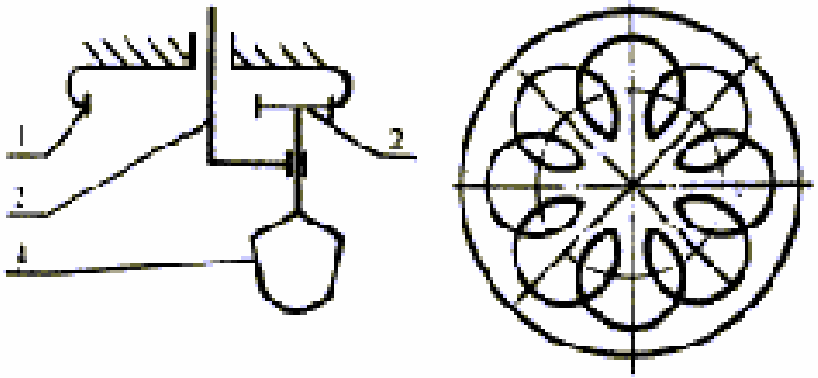


图7-11打蛋机的搅拌器
（a）搅拌器的运动关系；
（b）搅拌器的运动轨迹

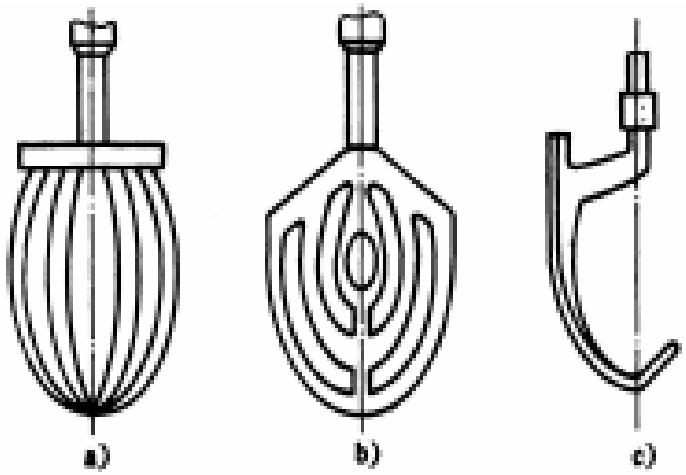


图7-12　搅拌桨的形式
（a）筐形搅拌桨；（b）拍形搅拌桨；（c）钩形搅拌桨

第三节 固体混合机械与设备

- 一、固体混合的原理与应用
- （一）混合机理
- （二）混合均匀度
- （三）混合过程
- 二、固体混合机械与设备
- （一）固定容器式混合机
- （二）旋转容器式混合机
- （三）固体混合机的选择

一、固体混合的原理与应用

应用场合：在食品加工中，固体混合操作常用于原料的配制及产品的制造，如谷物、面粉的混合、粉状食品中添加辅料和添加剂、固体饮料的制造、汤粉的制造、调味粉的制造等等。

（一）混合机理

混合的形式有对流混合、扩散混合和剪切混合。

1．对流混合　又称为体积混合或移动混合。是指物料在混合容器和搅拌装置的运动作用下，各组分物料以成团的形式从一处移向另一处而产生的混合现象。这种混合作用通常发生在混合的初始阶段，对流混合的混合速度较快，但是混合的均匀程度较差。对流混合在固定容器式混合机中表现得非常明显。

2．扩散混合　又称为点混合。是指物料由于单个粒子以分子扩散形式向四周作无规律运动而产生的混合现象。这种混合作用通常发生在混合操作的中后期，扩散混合的混合速度较慢，但是最终达到的混合的均匀程度较高，扩散混合在旋转容器式混合机中表现得特别明显。

3．剪切混合　又称为面混合或切变混合。是指物料受剪切作用组分内部粒子之间产生相对滑动，物料组分被拉成愈来愈薄的料层，使组分之间接触界面愈来愈大，从而引起的混合现象。剪切混合现象在液体与固

(二)混合均匀度的表示方法

混合物的混合均匀程度是衡量混合机性能好坏的主要技术指标之一。通常用混合物中定量统计组分含量的变异系数*CV*（%）来衡量。变异系数是指混合物中定量统计组分的含量偏离配方要求含量的程度。经过充分混合后，混合物为无秩序的，不规则排列的随机完全混合状态。这时，在混合物内任意处的随机取样中，同一种组分的摩尔分数应该接近一致。从混合机中取*n*个样品，每个样品中定量统计组分的摩尔分数分别为X_1、X_2…X_N，当测定次数为有限次数*n*时，定量统计组分摩尔分数的算术平均值为：

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots\cdots + x_n}{n}$$

标准偏差为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

则变异系数为：

$$CV\,(\%) = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

混合物的变异系数愈大，则混合均匀程度愈差。

（三）混合过程

由混合特性曲线可以看出固体混合过程分为三个阶段：

（1）初始阶段 ——→ 对流混合为主，离析作用不明显。

（2）混合均匀阶段 ——→ 对流混合和扩散混合共同作用

（3）平衡阶段 ——→ 达到动态平衡

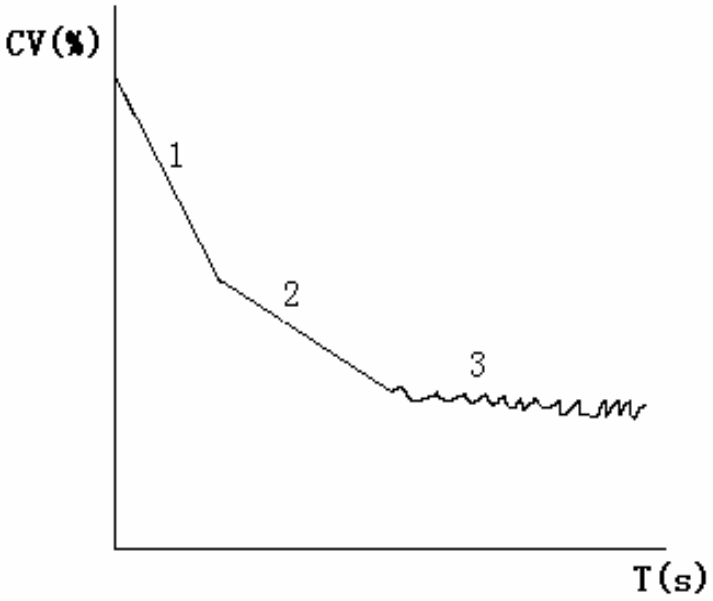


图7-13 混合特性曲线图
1—混合初始阶段；2—混合均匀阶段；3—平衡阶段

第三节 固体混合机械与设备

- 二、固体混合机械与设备
- （一）固定容器式混合机

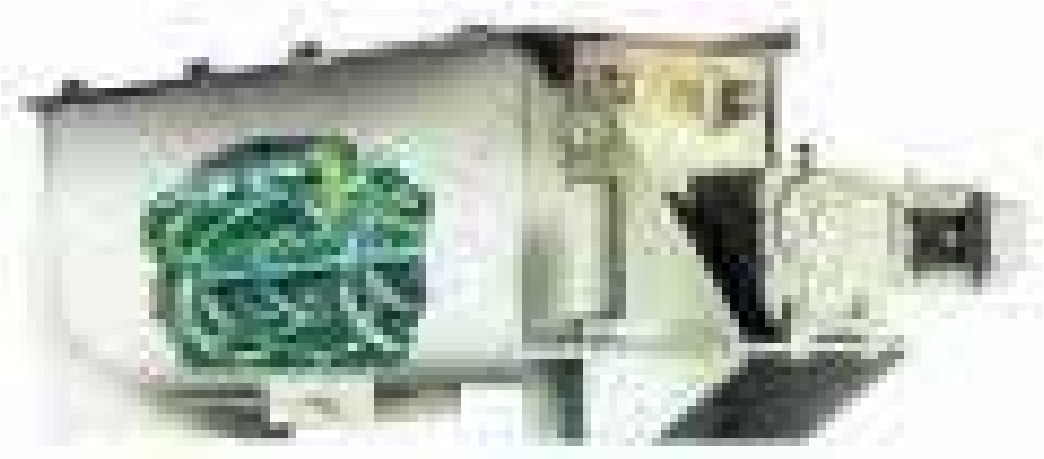
固体混合机按混合操作型式，可分为间歇操作式和连续操作式。混合容器的运动方式不同，可分为固定容器式和回转容器式。

固定容器式混合机

1. 卧式螺带式混合机
2. 双轴桨叶式混合机
3. 立式搅龙混合机
4. 行星搅龙式混合机

1．卧式螺带式混合机

卧式螺带式混合机的结构如图7-14所示，由搅拌器、混合室、传动机构等组成。



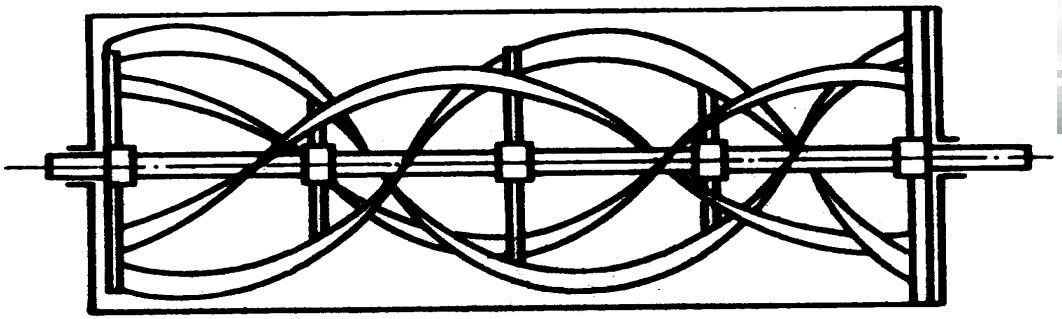


图7-14　卧式螺带式混合机

▪2．双轴桨叶式混合机

（1）双轴式桨叶混合机的结构如图7-15所示，由混合室、转子、及传动系统等组成。

（2）双轴桨叶式混合机的转子上焊有多个不同角度的桨叶，两个转子的旋转方向相反，转子转动时，桨叶带动物料沿机槽内壁作逆时针旋转的同时，带动物料沿轴向作左右翻动。

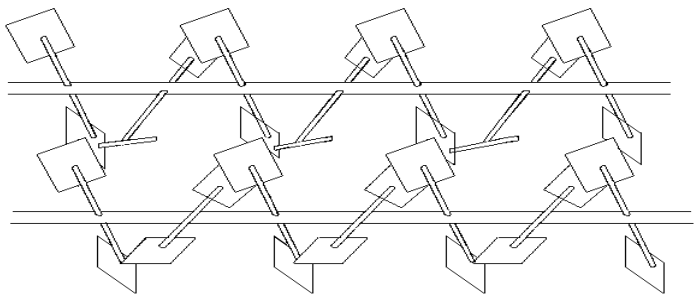


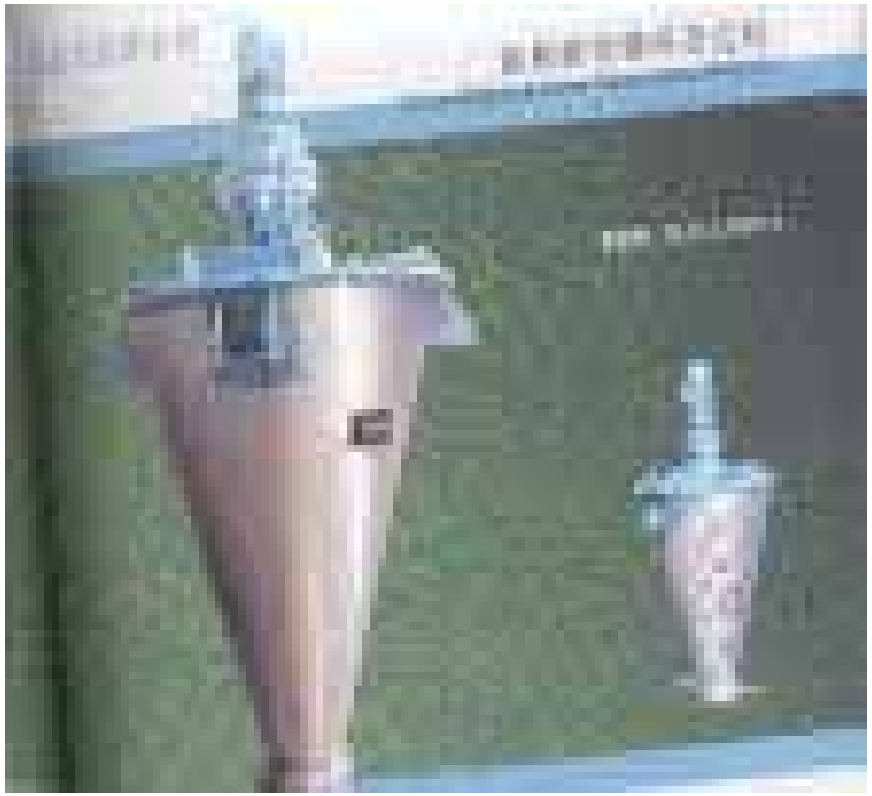
图7-15　双轴桨叶式混合机示意图

▪3．立式搅龙混合机

（1）立式搅龙（螺旋）式混合机结构如图7-16所示。由混合室和螺旋搅龙组成。

(2）工作原理：

（3）立式螺旋式混合机属于对流混合、扩散混合兼有的混合设备



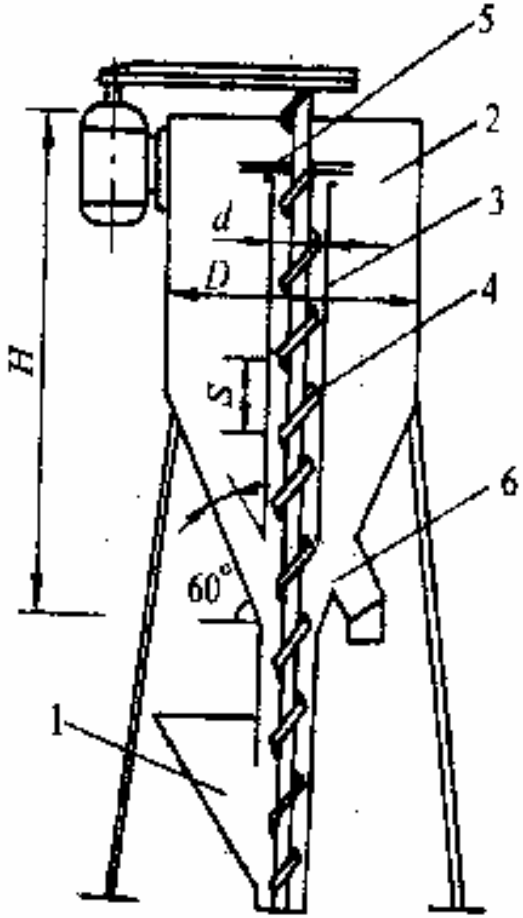


图7-16 立式螺旋式混合机

1—料斗；2—料筒；3—内套筒；4—螺旋搅龙；5—甩料板；6—出料口

■4． 行星搅龙式混合机

（1）行星搅龙式混合机由混合室和行星搅龙及传动系统等组成。

（2）动力传动路线

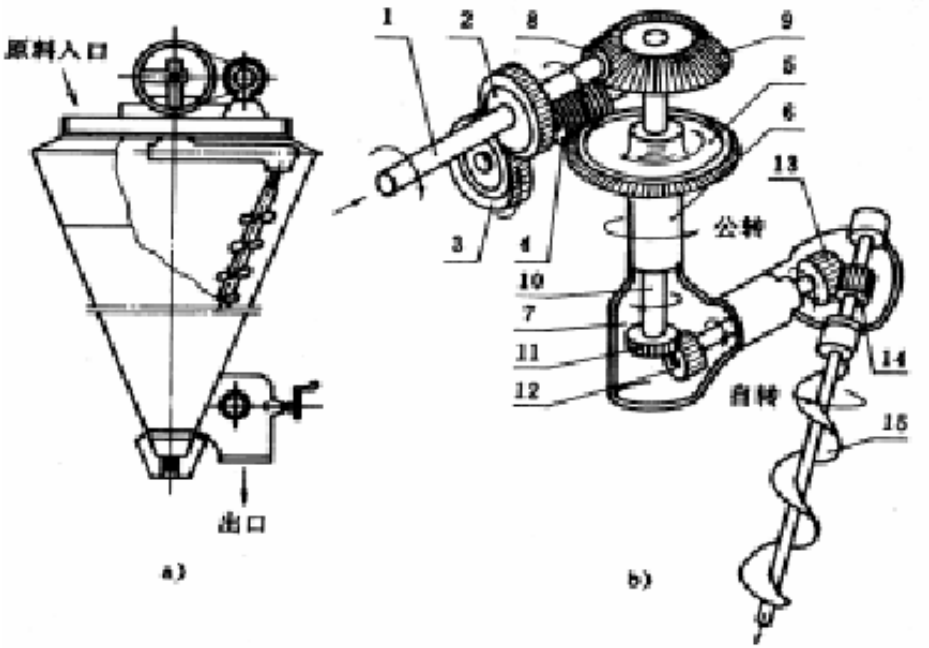
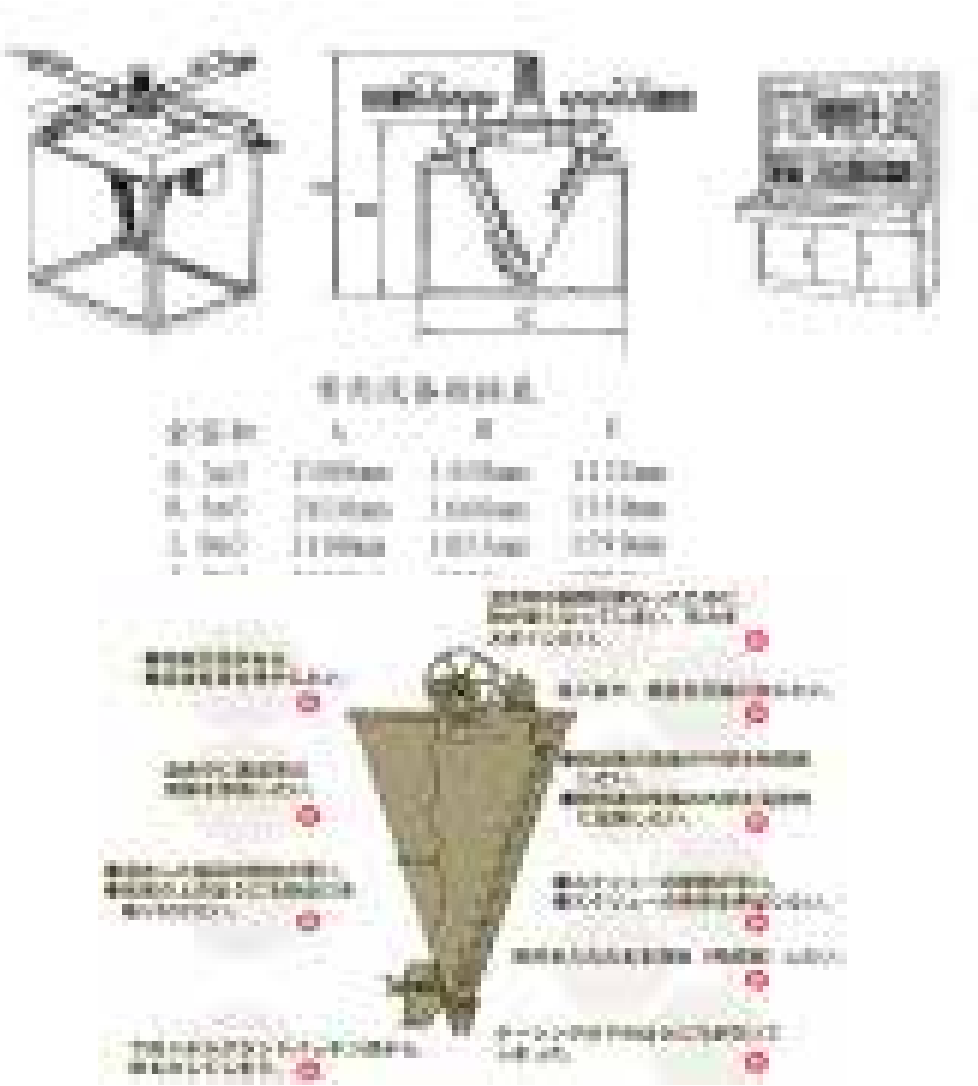


图7-17　行星搅龙式混合机

（a）行星搅龙式混合机示意图；（b）行星搅龙式混合机传动图1—传动轴；2，3—圆柱齿轮；4—蜗杆；5—蜗轮；6—转臂；7—转臂轴空腔；8、9—圆锥齿轮；10—传动轴；11、12、13、14—圆锥齿轮；15—螺旋搅拌器。



第三节 固体混合机械与设备

- （二）旋转容器式混合机

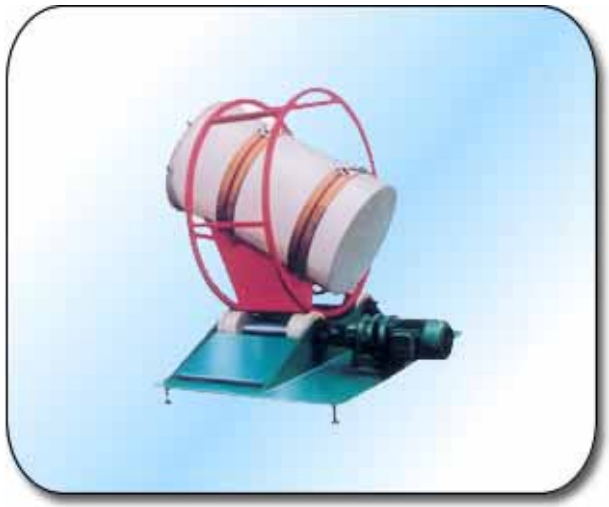
旋转容器式混合机的混合容器是固定的，容器内没有搅拌工作部件，物料随着容器旋转依靠自身的重力形成垂直方向运动，物料在器壁或容器内的固定抄板上引起折流，造成上下翻滚及侧向运动，不断进行扩散，而达到混合的目的。这类混合机是以扩散混合作用为主的混合设备。

旋转容器式混合机

1. 圆筒型混合机
2. 双锥型混合机
3. V型混合机
4. 正方型混合机

▪1．圆筒型混合机

圆筒型混合机按其回转轴线位置可分为水平型和倾斜型两种，其结构如图7-18所示。



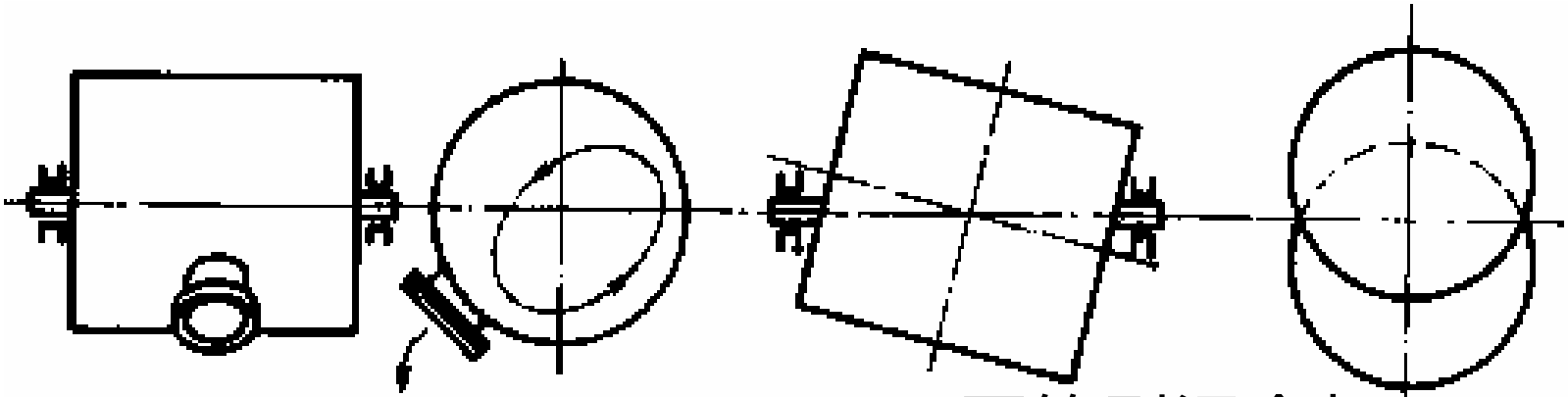


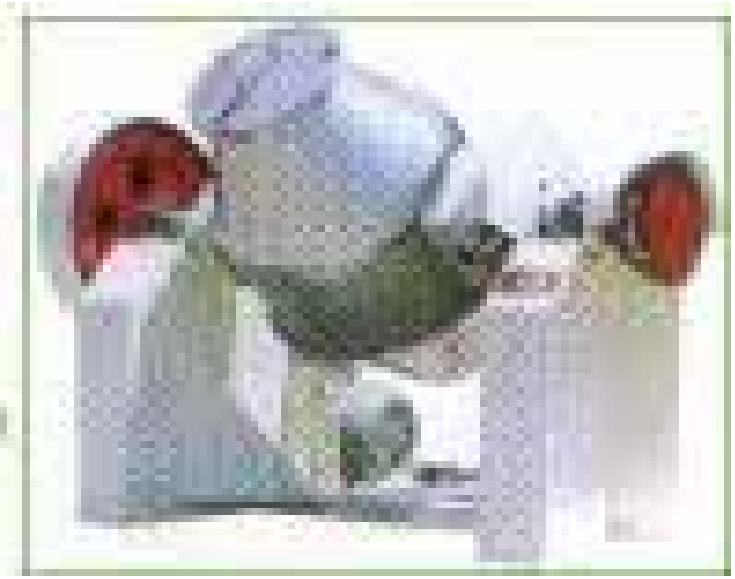
图7-18　圆筒型混合机

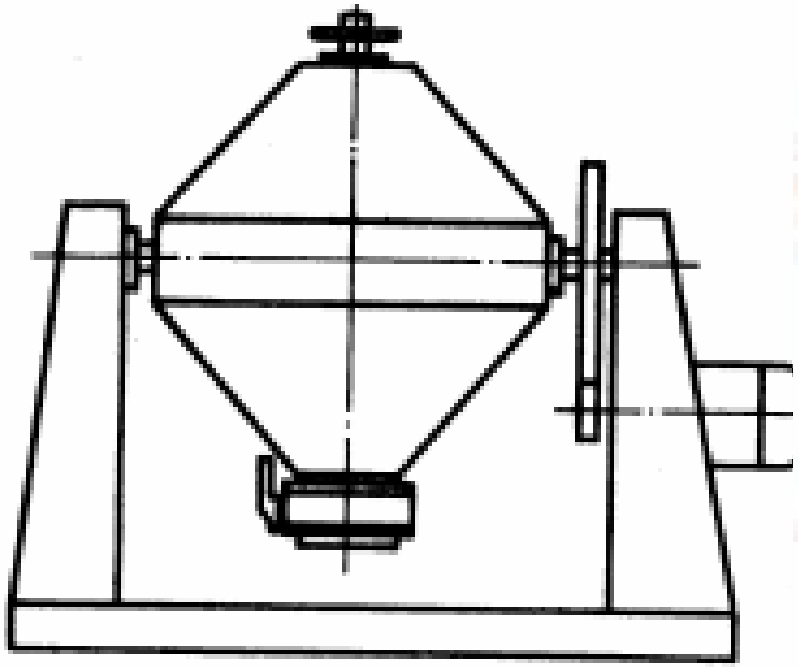
（a）水平型圆筒型混合机；（b）倾斜型圆筒型混合机

▪2．双锥型混合机

双锥型混合机是由两个锥筒和一段短柱筒焊接而成，其锥角有60^0和90^0两种结构。

工作原理：

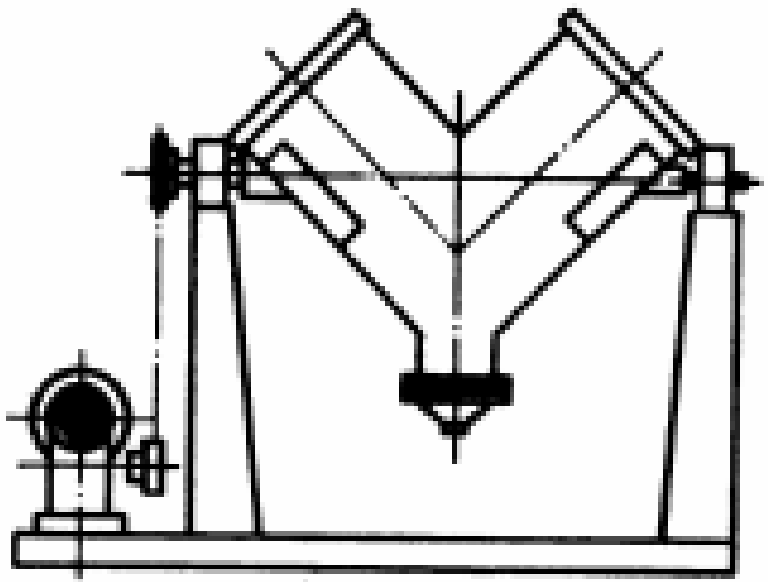




双锥型混合机

■3．V型混合机

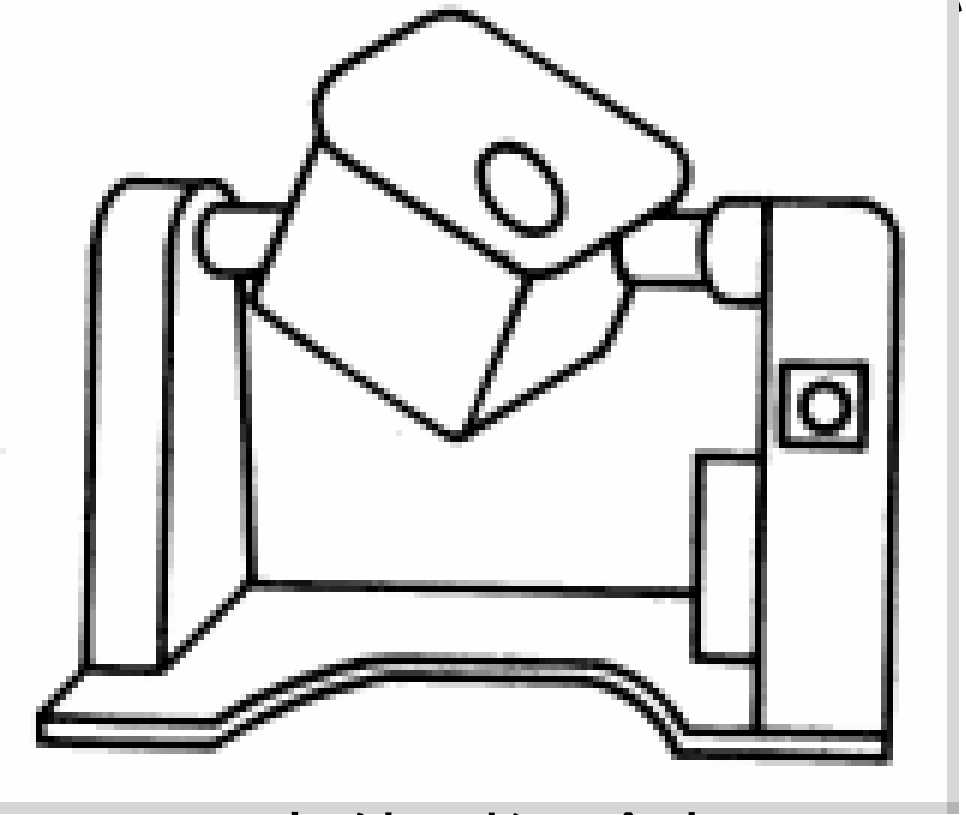
回转容器是由两段圆筒以互成一定角度的V形连接，两圆筒轴线夹角为60^0或90^0，两筒连接处剖面与回转轴垂直，容器与回转轴非对称布置。



V型混合机

■4．正方型混合机

回转容器为正方体，旋转轴与正方体对角线相联。混合机工作时，物料在容器内受到三维以上的重叠混合作用，没有混合死角，因而混合速度快。与V型混合机、双锥式混合机相比，正方体型混合机混合性能更好，但生产能力较小。



正方体型混合机

（三）固体混合机的选择

1、通常在选型时从混合操作目的以及混合要求达到的最终混合均匀度的角度考虑。

2、从混合操作的角度考虑，产品品种规格经常变动、批量操作之间需要清洗的场合，选择容器回转式混合机。

混合机选择还必须考虑设备的操作可靠性以及设备使用的经济性。

3、进行混合机选择时，首先根据混合工艺，确定混合机的操作方式，采用连续式操作还是采用间隙式操作；然后根据混合物料特性，确定混合机的类型，采用容器回转式混合机还是采用容器固定式混合机；最后根据生产处理量，确定混合机的产量及型号。

第四节 固液混合机械与设备

固液混合是指一般粉体混合机和液体搅拌机无法加工的高粘度浆体或塑性固体的捏合。

双臂捏合机是由两根搅拌臂作回转运动的捏合机。主要由转子、混合室及驱动装置组成（如图7-20所示）

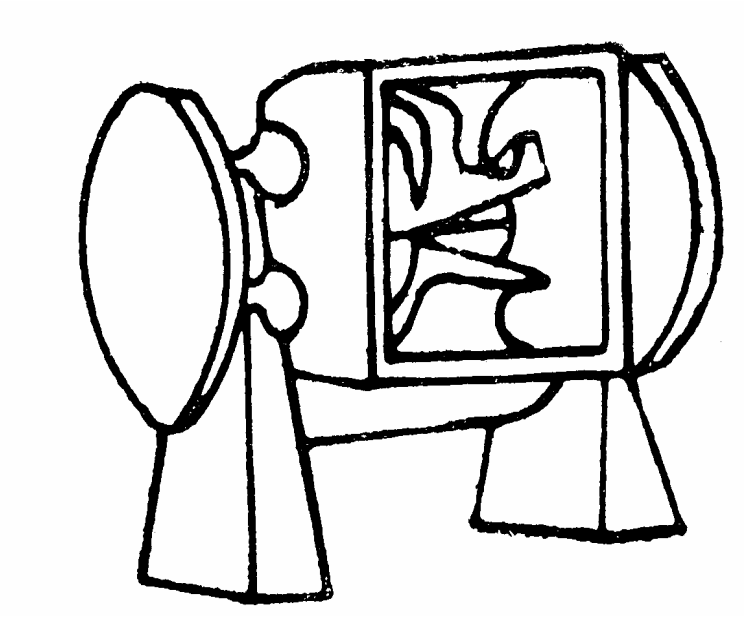


图7-20　双臂捏合机

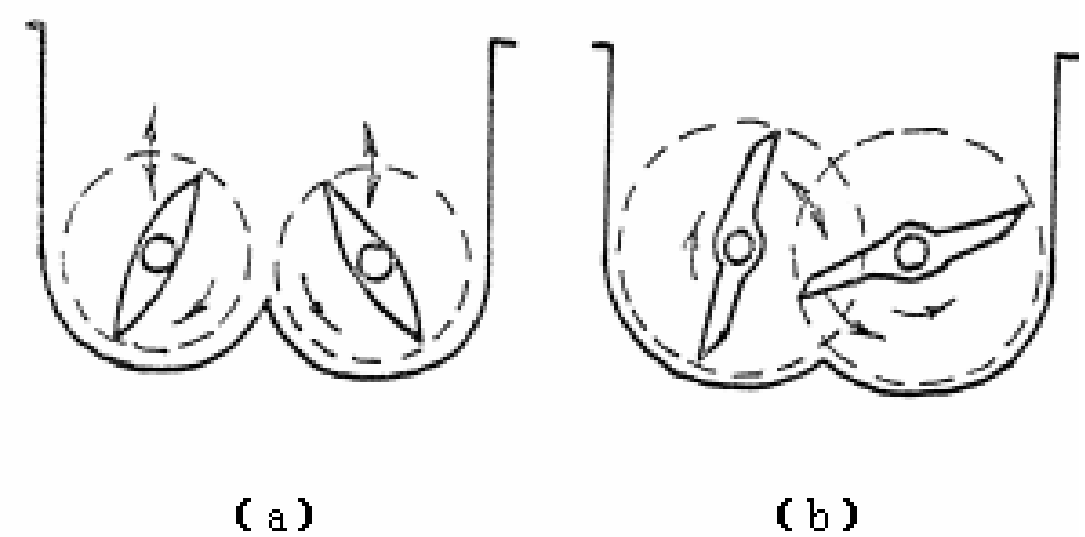


图7-21　转子安装形式

（a）相切式；（b）相叠式

第五节　气液混合机械与设备

- 食品加工中最常见的气液混合主要是碳酸饮料生产过程的碳酸化操作。
- 影响二氧化碳的溶解度的主要因素有压力、温度、气液两相接触面积、接触时间以及混入空气量。
- 用于碳酸饮料生产过程的碳酸化气液混合的设备称为碳酸化器。碳酸化器按二氧化碳与水接触形式不同分成喷射式、喷雾式、薄膜式等。

一、喷射式碳酸化器

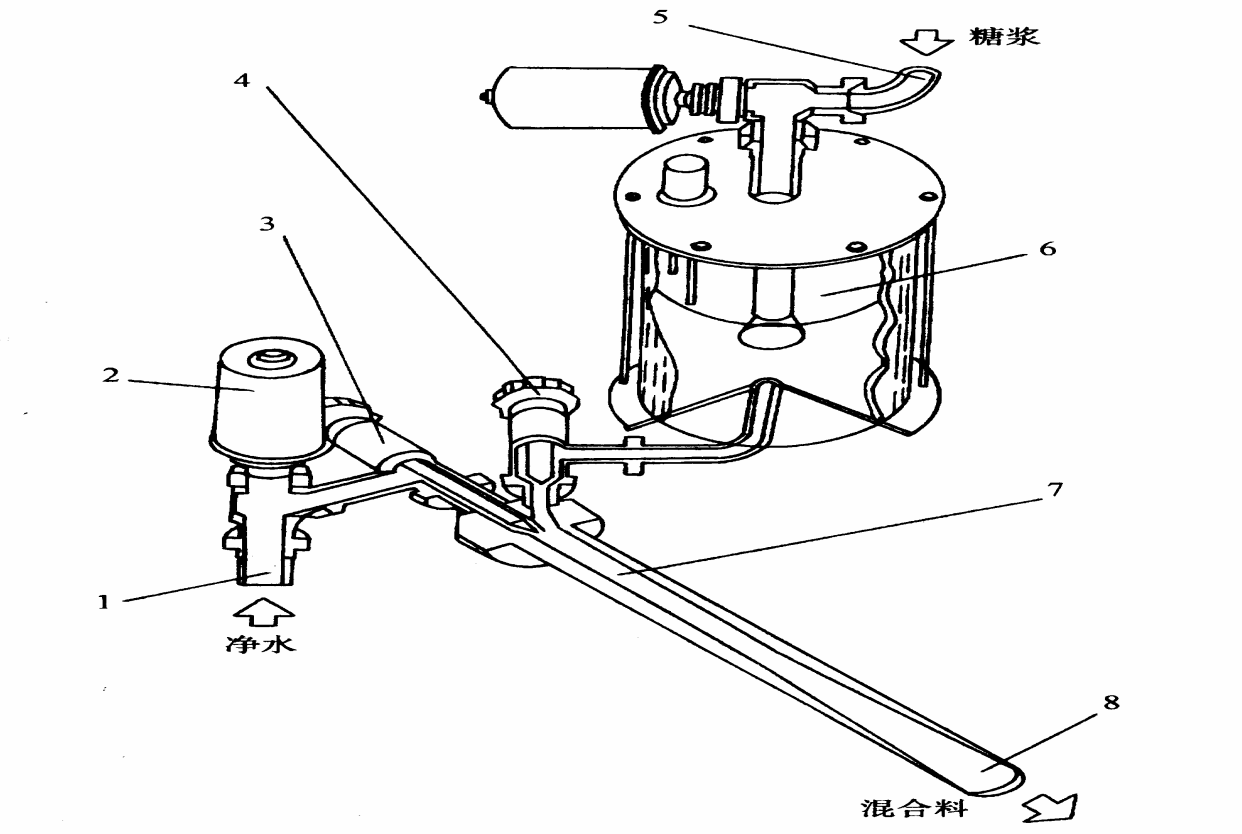


图7-24 喷射式碳酸化器

1—进水口；2—压缩空气阀；3—节流阀；4—调节阀；5—糖浆进口；6—平衡器；7—文氏管；8—喷嘴

二、薄膜式碳酸化器

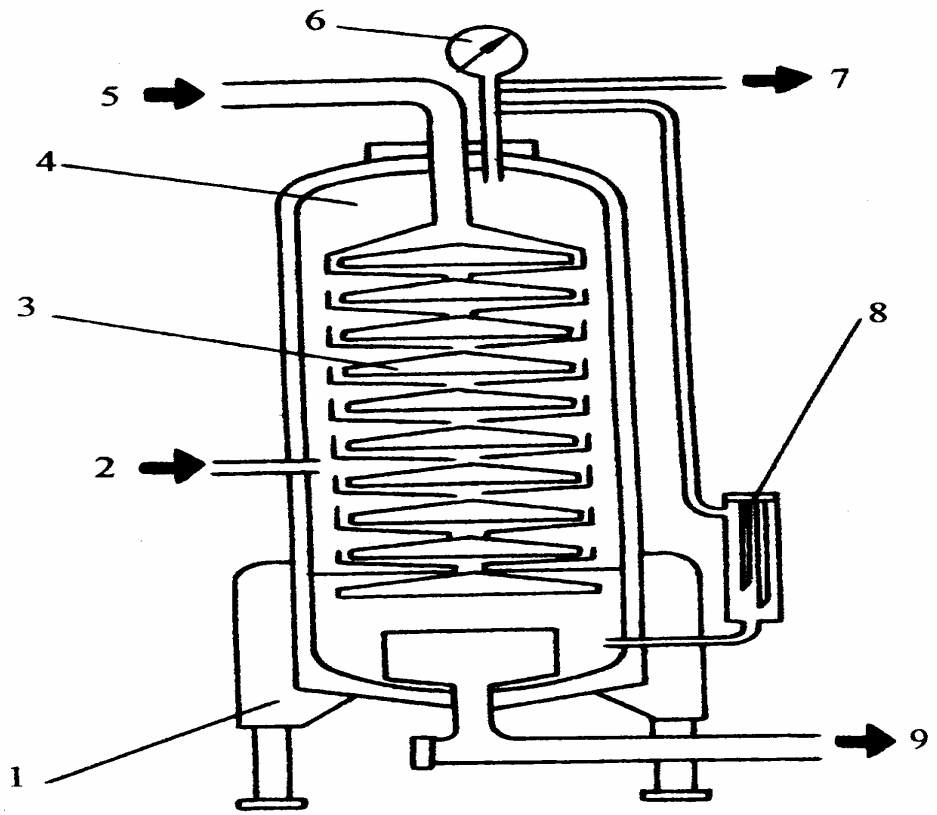


图7-25 薄膜式碳酸化器

1—机架；2—CO_2进口；3—吸收圆盘；4—压力容器；5—洁净冷水进口；6—压力表；7—排气管；8—液位显示控制器；9—碳酸水出口

三、喷雾式碳酸化器

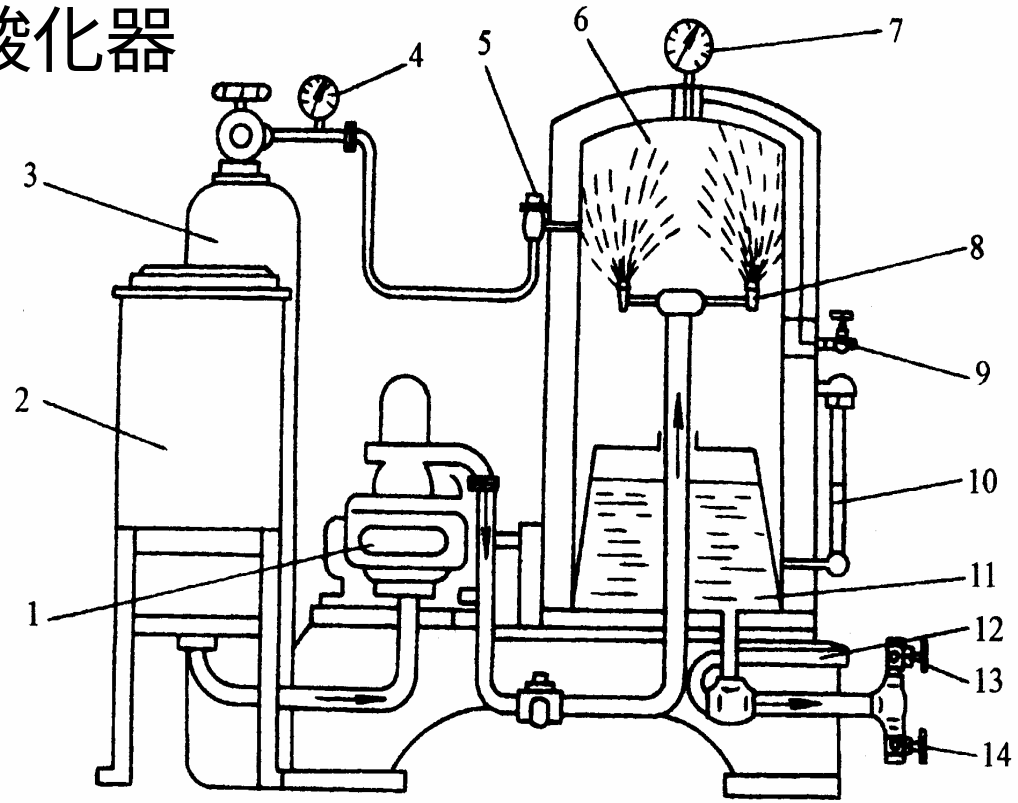


图7-26喷雾式碳酸化器

1—活塞泵；2—贮水缸；3—CO_2贮瓶；

4、7—压力表；

5—单向阀；6—碳酸化罐；8—喷嘴；

9—排气阀；

10—液位显示控制器；11—碳酸水；

12—接安全阀；

13—碳酸水排放截止阀；14—排放阀