



精品课程

材料成形装备及自动化

第二章 (2.3-2.4)

华中科技大学材料科学与工程学院

School of Material Science and Technology, HUST



2.3 砂处理装备及自动监测系统

2.3.1 砂处理装备概述

砂处理装备，一般包括旧砂的回用（或再生）处理装备、混砂装备、搬运及辅助装备等。

旧砂回用装备的主要功能是：去除旧砂中的金属屑、杂质灰尘、降温冷却及贮藏等。

再生装备主要用于：化学粘结剂砂（树脂砂和水玻璃砂等），其作用是去除包覆在砂粒表面的残留粘结剂膜。

混砂装备则是：完成砂、粘结剂及附加物等的称量和混制，获得满足造型要求的高质量型砂。

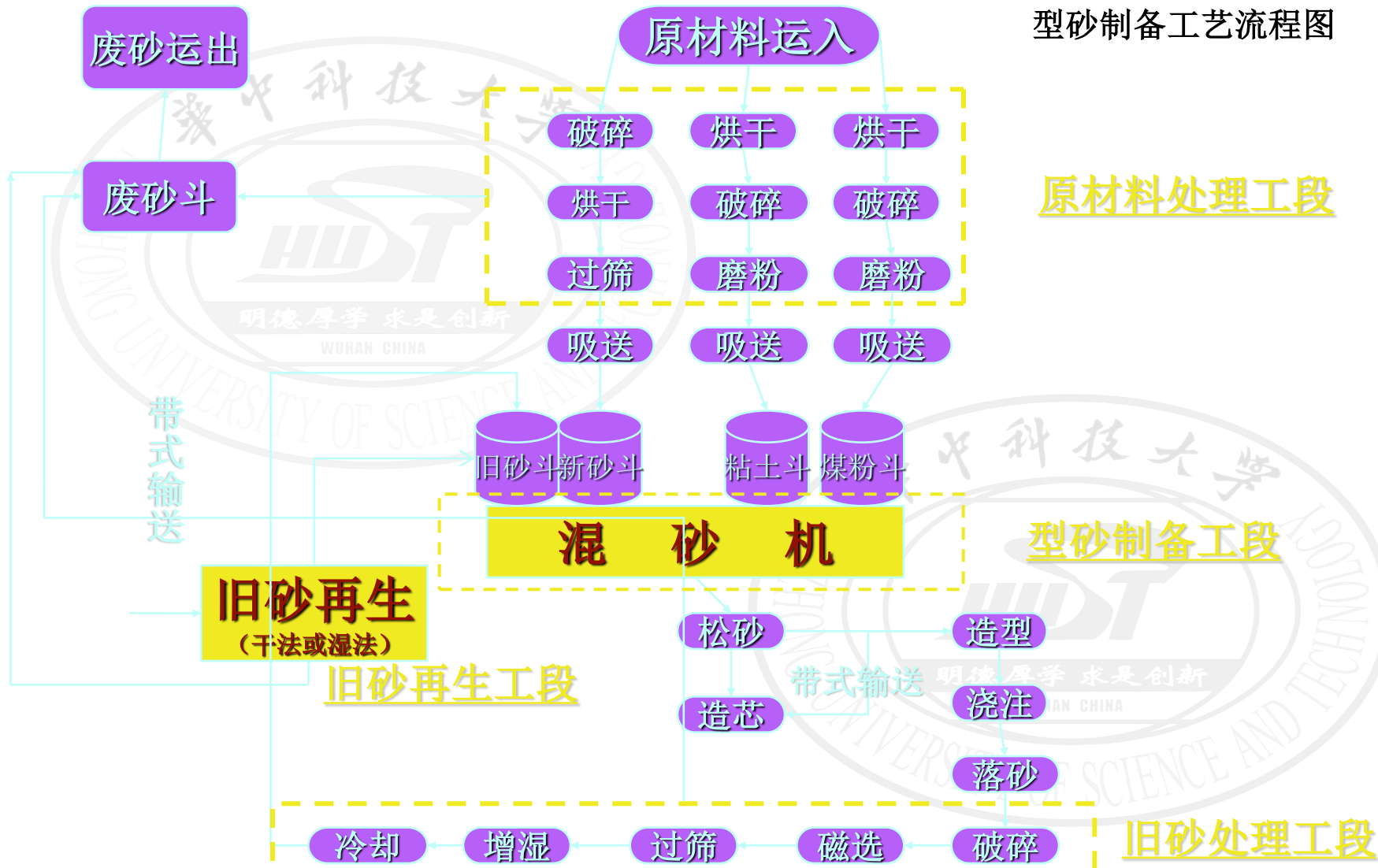
根据粘结剂的不同，分为粘土砂、水玻璃砂、树脂砂三类。





2.3.1 砂处理装备概述

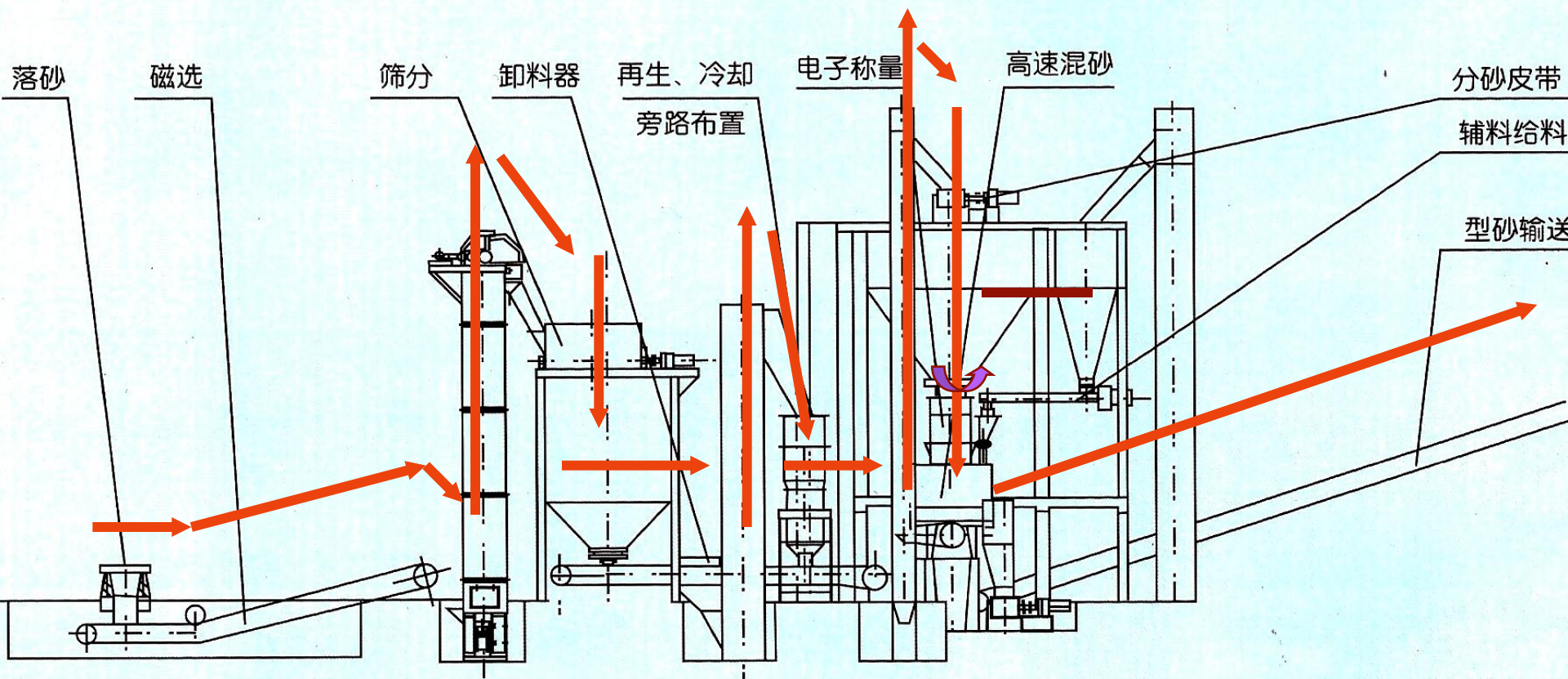
型砂制备工艺流程图





2.3.1 砂处理装备概述

一个组成简单（典型）的粘土旧砂处理系统





2.3.1 砂处理装备概述

旧砂回用系统的自动化重点是：

旧砂冷却，即旧砂温度的检测与控制

为提高旧砂的冷却效率，普遍的方法是采用增湿冷却方法；

其原理是将水加入到热的旧砂中，水吸热汽化带走砂的热量使砂温降低；

因此，在自动化的旧砂回用系统中须设置型砂温度传感器、水分传感器、加水装置、搅拌装置、除尘装置等。

而型砂混制系统的自动化重点则是型砂性能的控制，其主要控制对象是以型砂紧实率为中心的型砂性能在线检测装置、水分检测装置、加水装置等。



2.3.2 旧砂处理装备

粘土旧砂处理装备常有：夹杂物分离设备、冷却设备等。对于化学粘结剂砂还包括旧砂的再生设备。

(1) 夹杂物分离设备

对于混杂在旧砂中的断裂浇冒口、飞边、铁豆等铁磁性物质可用磁分离的方法去除。

对于没有磁性的金属、砂芯芯头等则可用筛分的方法去除。

常用的磁分离设备有：磁分离滚筒、磁分离带轮和带式磁分离机三种；

常用的筛分装置有：滚筒筛砂机、摆动筛砂机、振动筛砂机等。

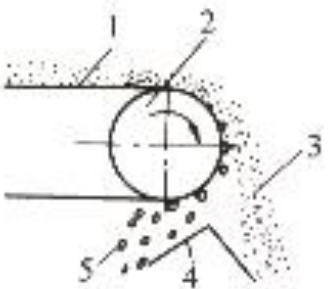
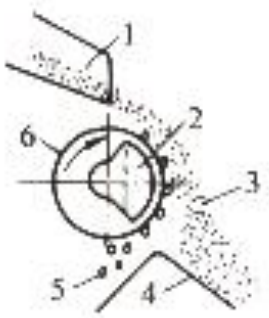
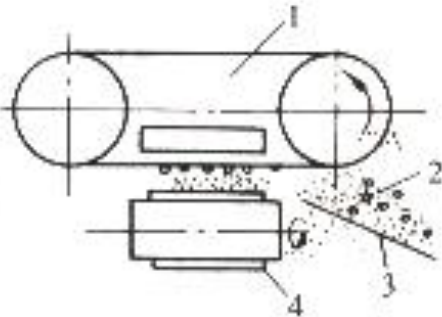




2.3.2 旧砂处理装备

常用的磁分离设备

(续)

类别 项目	SA92 型电磁带轮 (S91 型电磁分离滚筒)	S97 型永磁带轮 (滚筒)	带式磁选机
原理	通过电刷向线圈通以直流电, 使铁芯形成电磁铁, 所产生的磁力线通过铁料而导通, 使达到吸料的目的, 外加筒壳即成电磁分离滚筒	在滚筒内用永磁体装配成磁系, 分布角 150°; 永磁带轮的磁系呈圆周分布 360°	用永磁体装配成磁系
应用	 <p>1—带式输送机 2—电磁带轮 3—砂子 4—溜槽 5—杂铁料</p>	 <p>1—给料器 2—磁系 3—砂子 4—溜槽 5—杂铁料 6—滚筒</p>	 <p>1—带式磁分离机 2—杂铁料 3—溜槽 4—带式输送机</p>



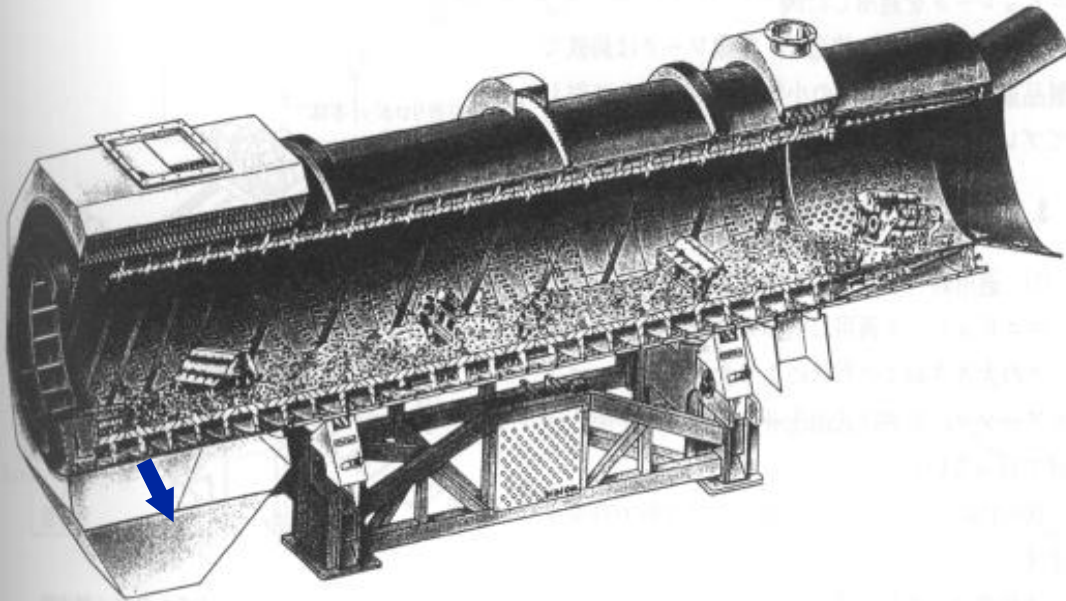
2.3.2 旧砂处理装备

(2) 旧砂冷却装备

自动化造型生产线的型砂使用频率很高，浇注后型砂温度升高，必须对旧砂进行冷却。

常用的冷却装备中有加水和吹冷空气冷却方法。

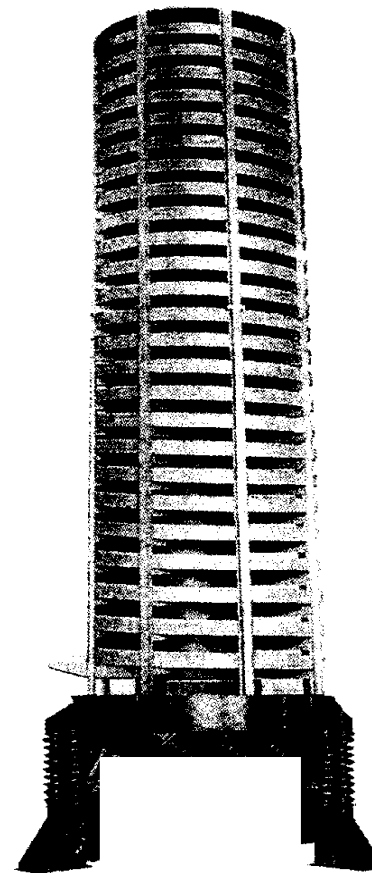
采用吹冷空气方法的设备有冷却提升机、振动沸腾冷却床等。





2.3.2 旧砂处理装备

振动提升冷却设备：集冷却与垂直提升于一体。





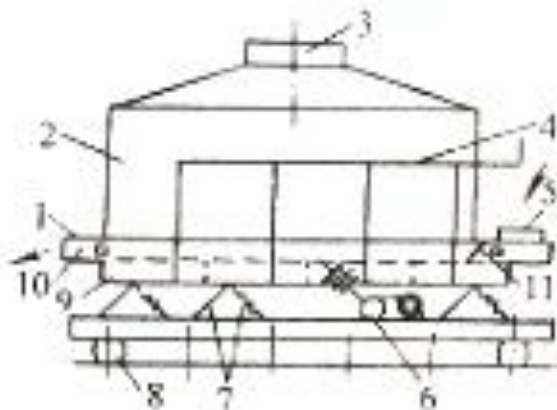
2.3.2 旧砂处理装备

振动沸腾冷却:

振动沸腾冷却

名称

结构及原理



- 1—振动槽 2—沉降室 3—抽风除尘口
 4—进风管 5—进砂口 6—激振装置
 7—弹簧系统 8—橡胶减振器
 9、10、11—余砂、出砂和进砂活门





2.3.2 旧砂处理装备

(3) 旧砂再生装备

对于化学粘结剂砂（树脂砂、水玻璃砂等）而言，如象粘土旧砂一样，对旧砂进行简单的处理（破碎、去磁、除尘等）较难达到回用之目的，必须对旧砂进行再生。

随着环保要求的日益严格和资源的减少，旧砂再生已成为现代化的铸造企业必须考虑的重要课题之一。

旧砂再生的方法很多，不同的旧砂由于其性质的明显不同，适合不同的再生方法。根据其再生原理可分为：干法再生、湿法再生、热法再生等。

各种旧砂再生装备系统将在第9章中介绍。





2.3.3 混砂装备

混砂装备是自动化砂处理系统中最重要的设备，应根据铸件大小、造型方法、型砂类型、粘结剂等来选择合适的混砂装备。混砂装备种类繁多，结构各异。

(1) 粘土砂混砂机

粘土砂混砂机，按混砂装置可分为：碾轮式、转子式、摆轮式、叶片式、逆流式等。

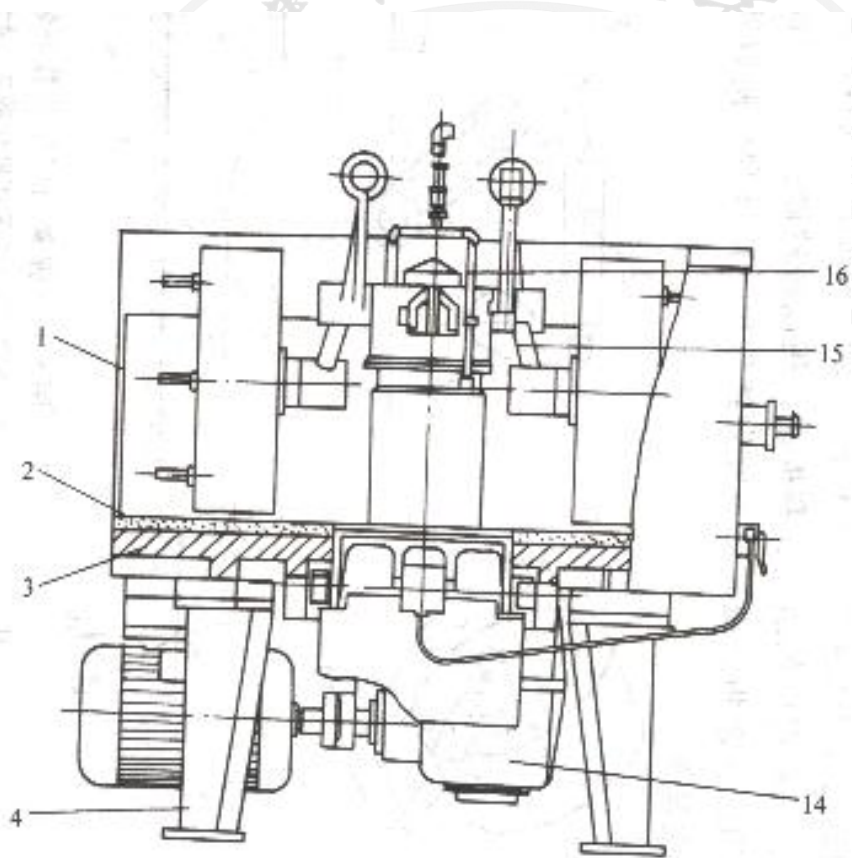
混砂机对混制粘土砂的要求是：将各种成分混合均匀，使水分均匀湿润所有物料；使粘结剂膜均匀地包覆在砂粒表面；将混砂过程中产生的粘土团破碎，使型砂松散。





2.3.3 混砂装备

碾轮式混砂机:是目前使用最广泛的混砂装备之一



S11系列碾轮混砂机

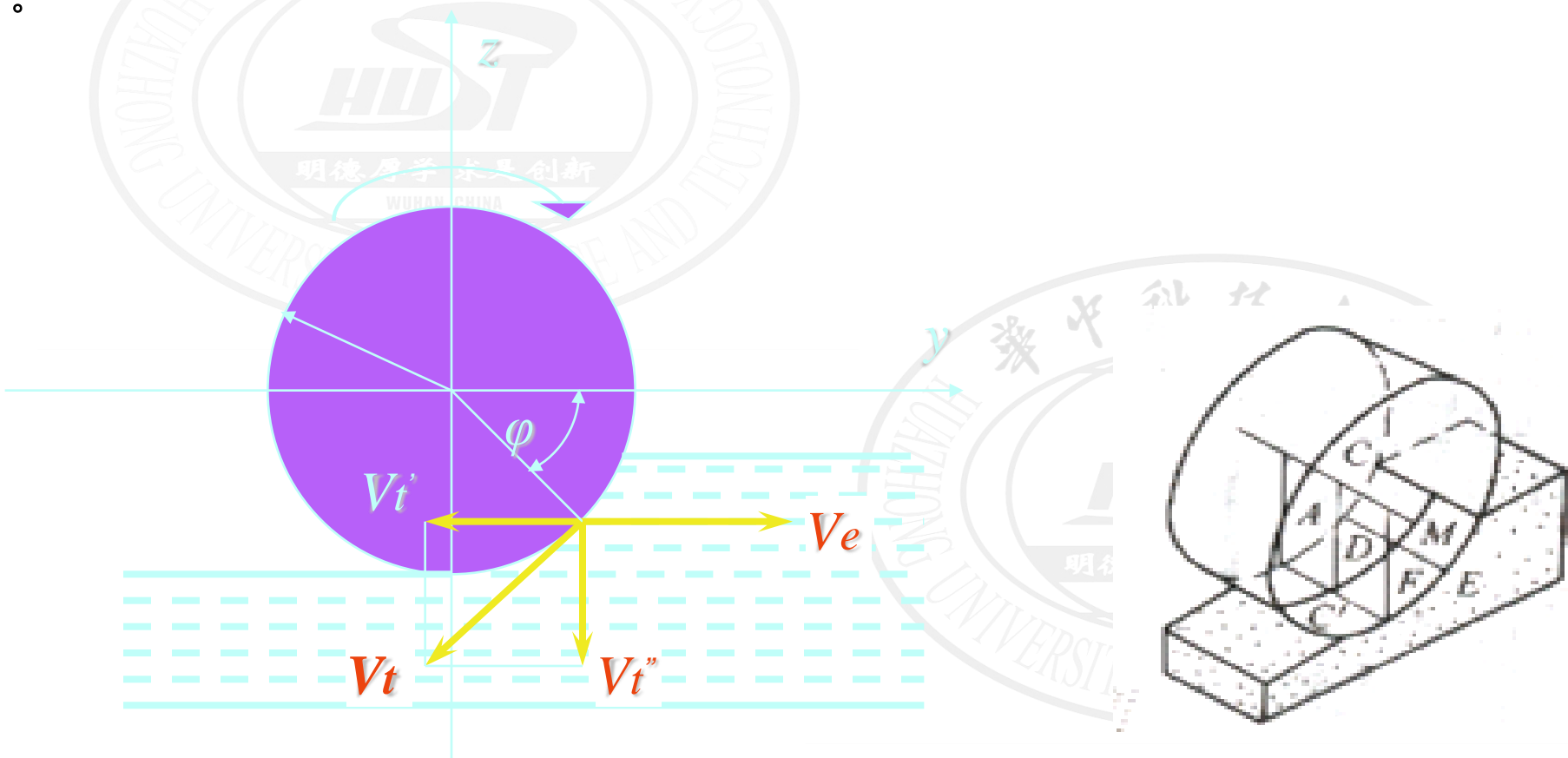


2.3.3 混砂装备

金属液态成形装备及自动化

碾轮的运动分析：

在碾轮上的任一点的速度都由三个分速度合成。这三个分速度表示了碾轮的三种运动，从而形成了对型砂的三种作用：垂直方向的辗压作用，水平方向的搓研作用，碾轮轴向的拖抹作用。





2.3.3 混砂装备

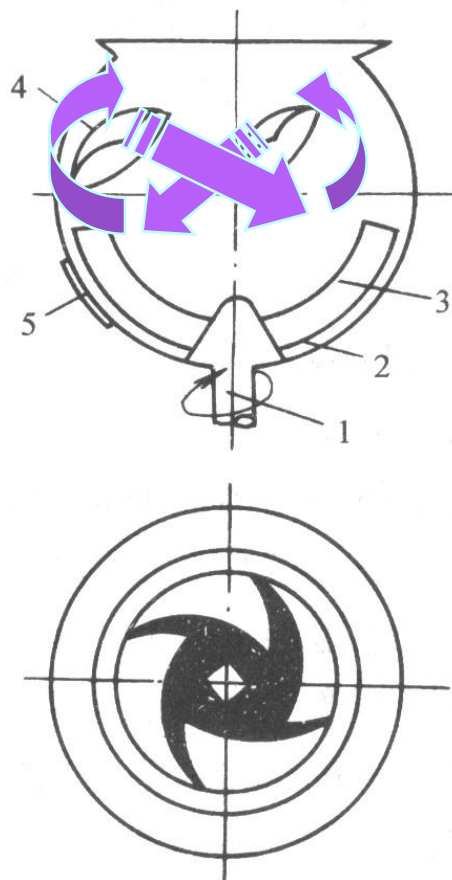
(2) 化学粘结剂砂混砂机

用于化学粘结剂如树脂、水玻璃砂的混砂机有双螺旋连续式混砂机和球形混砂机，只要求充分搅拌。

1) 球形混砂机



- 1—转轴
- 2—球型外壳
- 3—搅拌叶片
- 4—反射叶片
- 5—卸料门



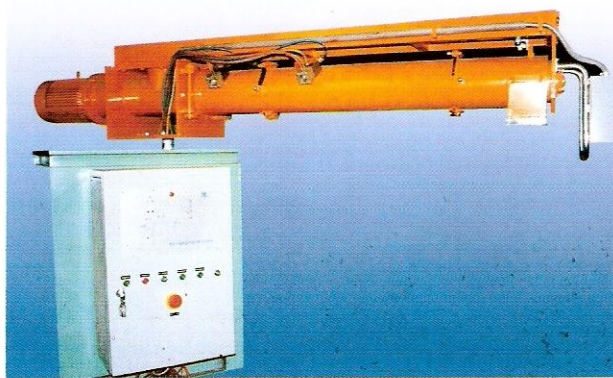
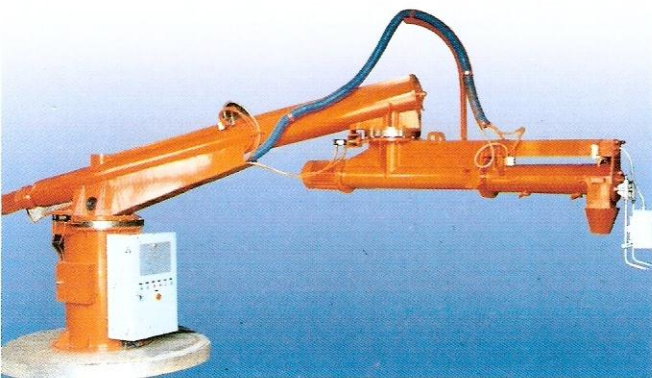
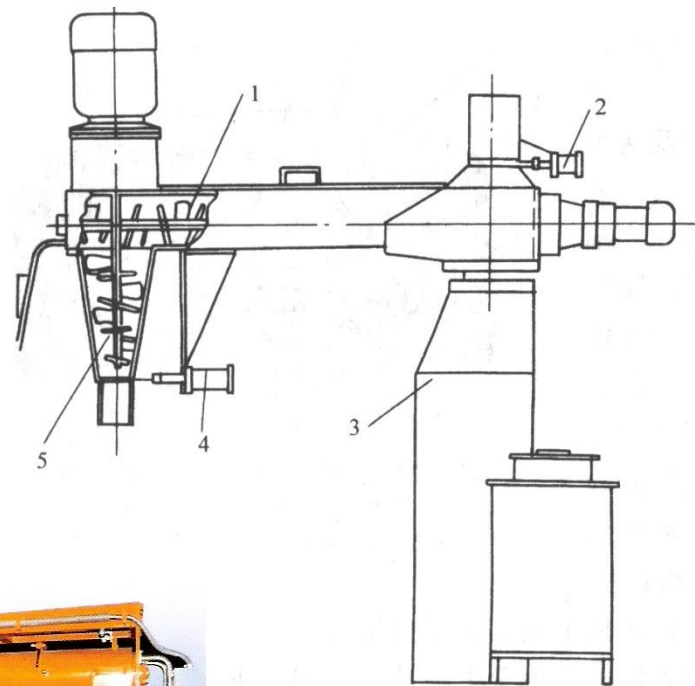


2.3.3 混砂装备

2) 双螺旋连续式混砂机

图2-25 双螺旋连续式混砂机

- 1—螺旋混砂装置
- 2, 4—闸门气缸
- 3—机身
- 5—快速混砂装置



2.3.3 混砂装备

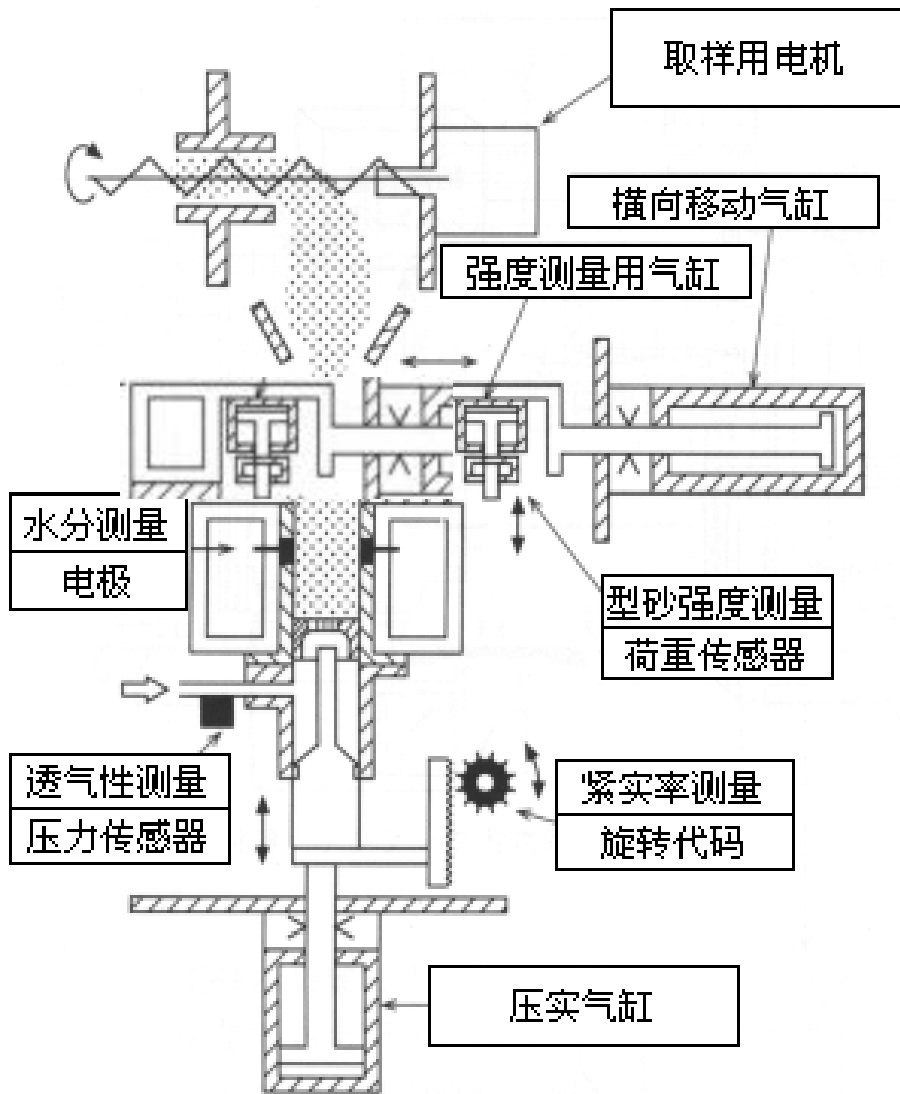
(3) 粘土混砂的自动控制及在线检测

- 1) 型砂中的水分是影响型砂质量的关键要素，型砂紧实率是反映型砂性能的重要指标。因此，混砂的自动检测及控制多以水分及紧实率的测量及控制为中心进行。
- 2) 混砂自动控制装置的控制方法：

测量参数	控制方式	测定方法	受控介质
水分、水分+砂温	下次混料预测控制	电阻法、电容法、红外线法	水
体积密度、体积密度+水分、体积密度+水分+砂温	下次混料预测控制	荷重传感器+电容法	水
紧实率、剪切强度、抗压强度	下次混料预测控制	专用测定装置	水、粘土
紧实率	本次混料反馈控制	专用测定装置	水、时间
紧实率	本次混料反馈控制	专用测定装置	水、时间

2.3.3 混砂装备

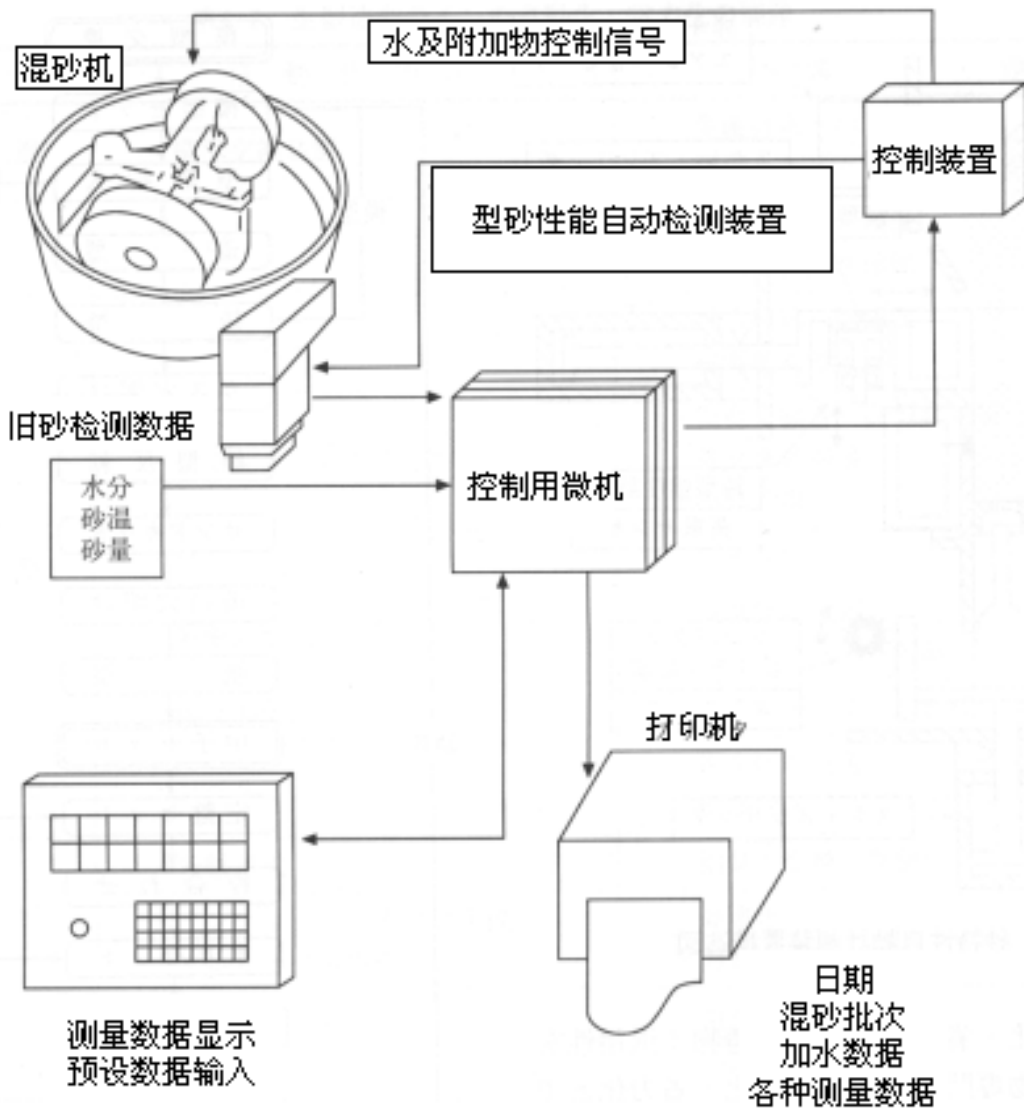
型砂性能在线检测仪工作原理图





2.3.3 混砂装备

以紧实率为目标的自动混砂系统





2.4 造型设备及自动化生产线

金属液态成形装备及自动化

造型是金属液态成型的主要工艺过程，其目的是获得一个紧实高而且分布均匀的砂型。

造型过程主要包括：填砂、紧实、起模、下芯、合箱及砂型、砂箱的运输等工序。

造型机是整个造型过程的核心装备，它的作用有三个：填砂、紧实和起模。其中紧实是关键的一环。

所谓的紧实就是：将包覆有粘结剂的松散砂粒在模型中形成具有一定强度和紧实度的砂块或砂型。





2.4 造型设备及自动化生产线

紧实后的砂型应具有如下性能：

- (1) 有足够的强度。能经受起搬运、翻转过程中的震动或浇注时金属液的冲刷而不破坏。
- (2) 容易起模。起模时不能损坏或脱落，能保持型腔的精确度。
- (3) 有必要的透气性，避免产生气孔等缺陷。

上述要求，有时互相矛盾。





2.4.1 粘土砂用造型设备

常用紧实型砂的方法（简称实砂）有震击紧实、压实紧实、射砂紧实、气流紧实等。

根据其紧实原理造型机可分为震击/震压造型机、高压造型机、射压造型机、静压造型机、气冲造型机等。

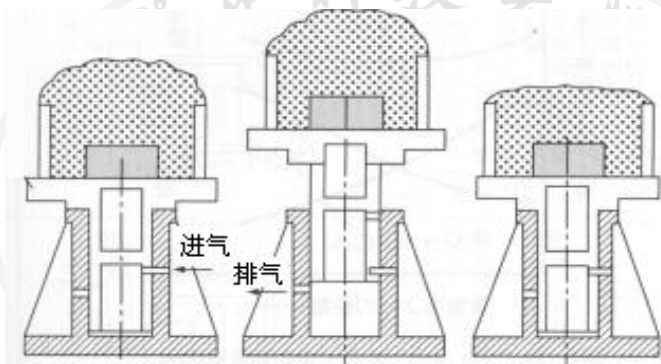
根据是否使用砂箱又可分为有箱造型机和无箱/脱箱造型机。



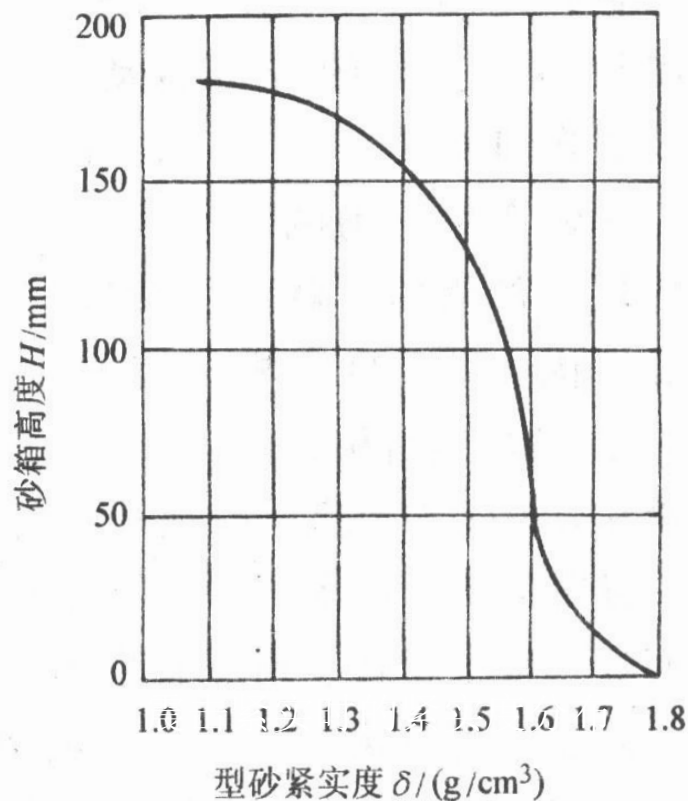
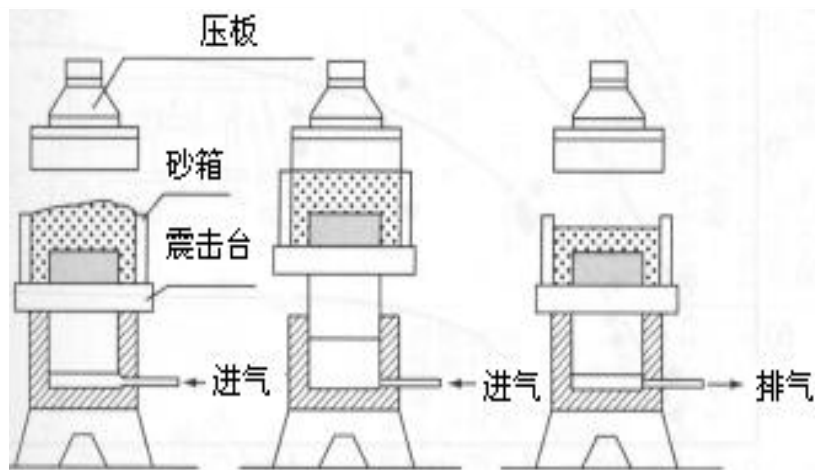


2.4.1 粘土砂用造型设备

(1) 震击/震压造型机



1) 震击紧实工作原理



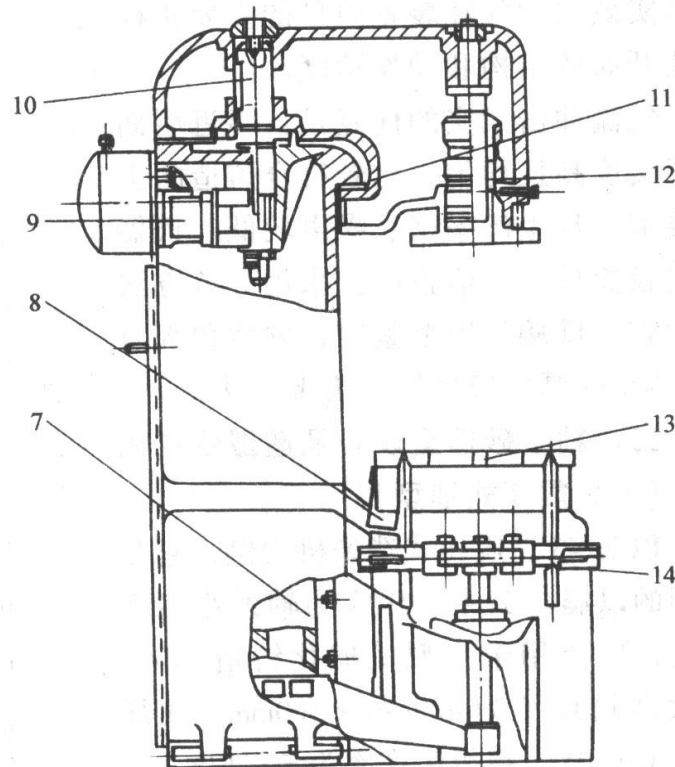
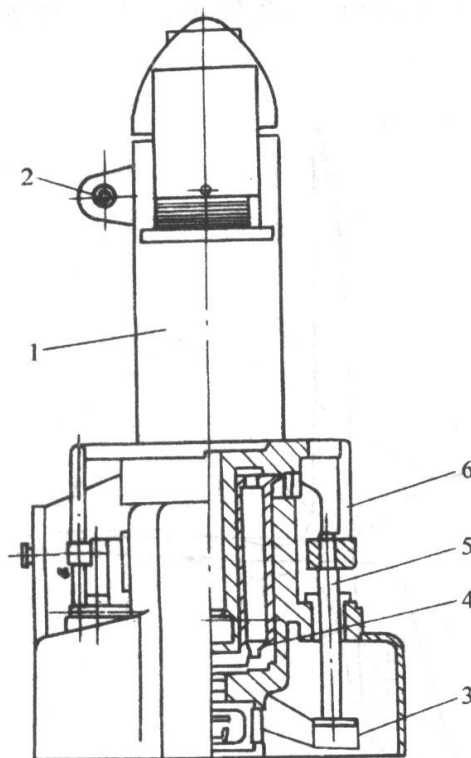
震压造型的工作示意图



2.4.1 粘土砂用造型设备

2) Z145型震压造型机

1—机身 2—按压阀 3—起模同步架 4—震压气缸 5—起模导向杆 6—起模顶杆 7—起模液压缸 8—震动器 9—转臂动力缸 10—装臂中心轴 11—垫块 12—压板机构 13—工作台 14—起模架

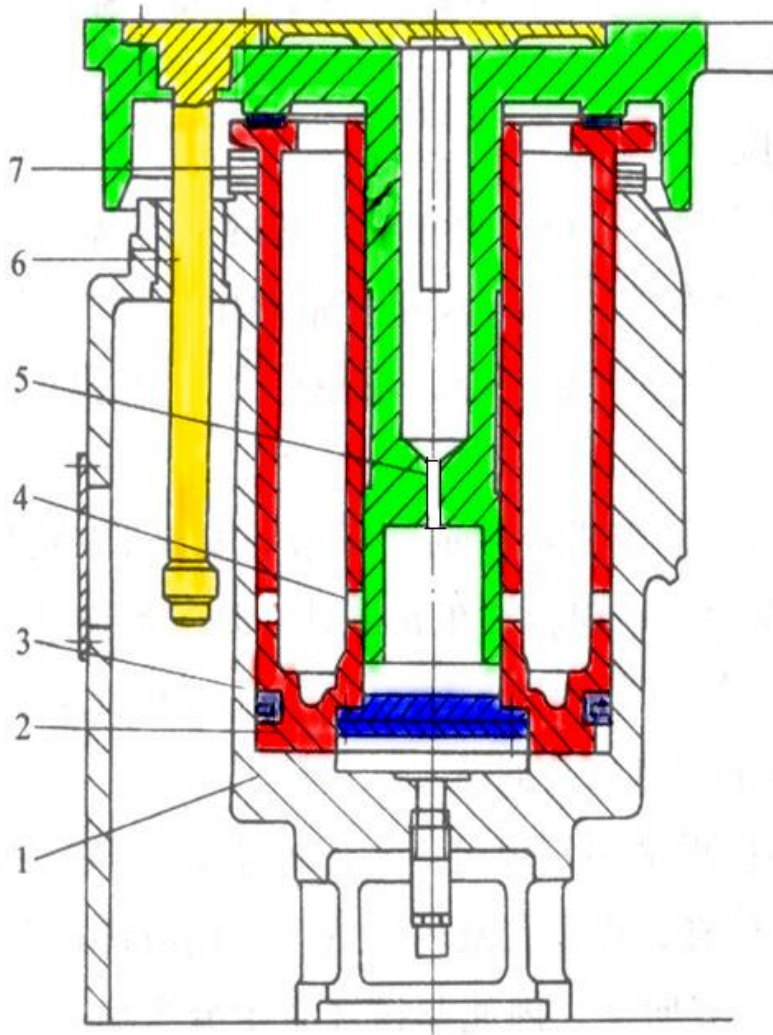


2.4.1 粘土砂用造型设备

3) 主要部件

图2-33 Z145型震压造型机的震压气缸结构

- 1—压实气缸
- 2—压实活塞及震击气缸
- 3—密封圈
- 4—排气孔
- 5—震击活塞
- 6—导杆
- 7—折叠式防尘罩



2.4.1 粘土砂用造型设备

(2) 压实/高压造型机

1) 平板压实紧实原理

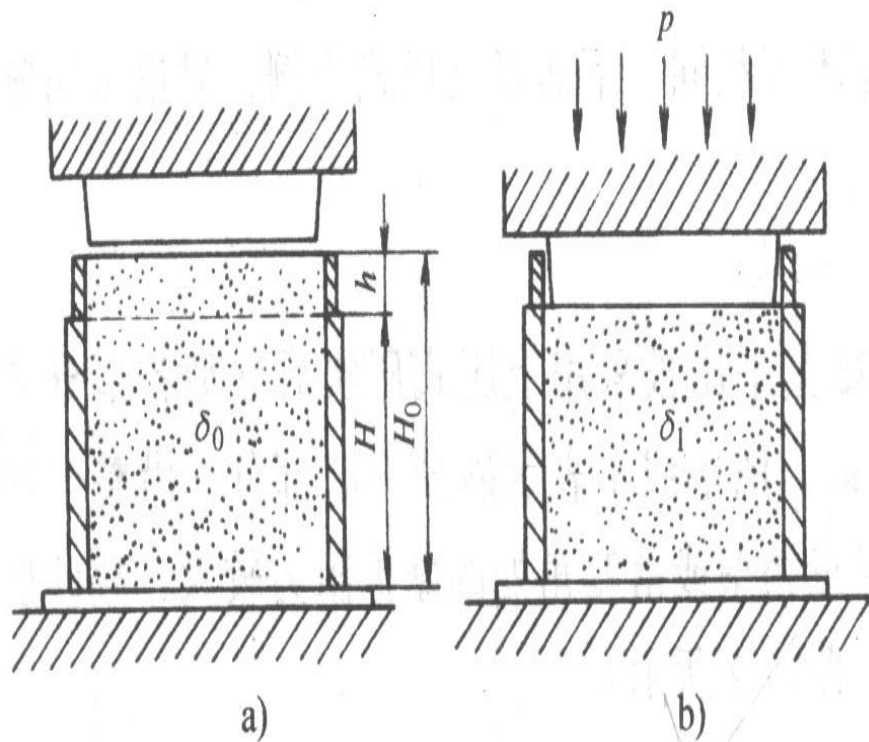


图2-35 压实紧实

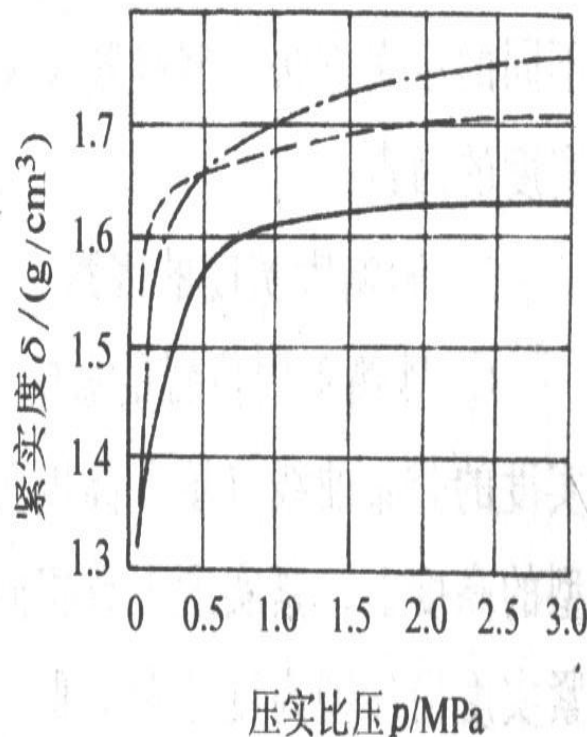


图2-36 不同型砂的压实紧实曲线

2.4.1 粘土砂用造型设备

2) 多触头压实

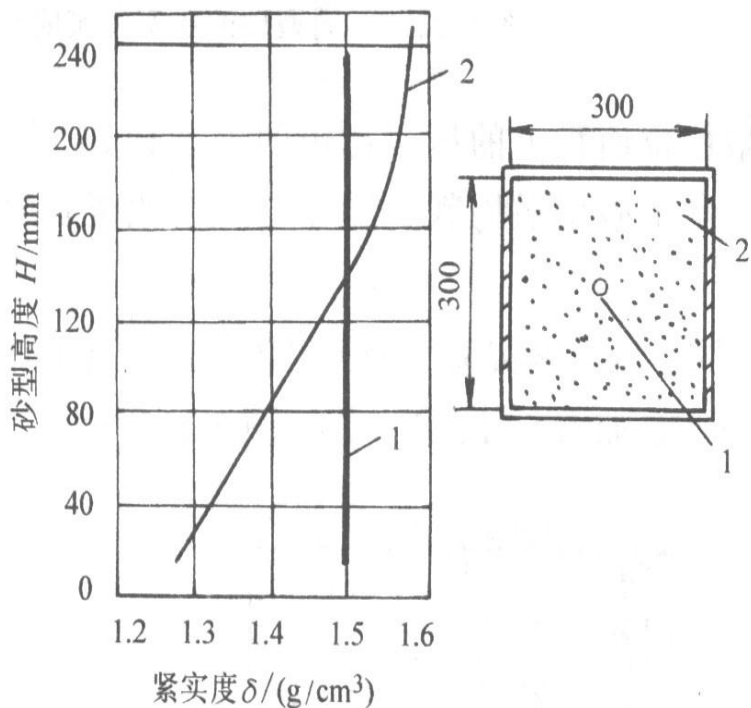


图 平压板压实后砂型内紧实度分布情况

1—砂型中心部分

2—靠近箱壁或落箱角处

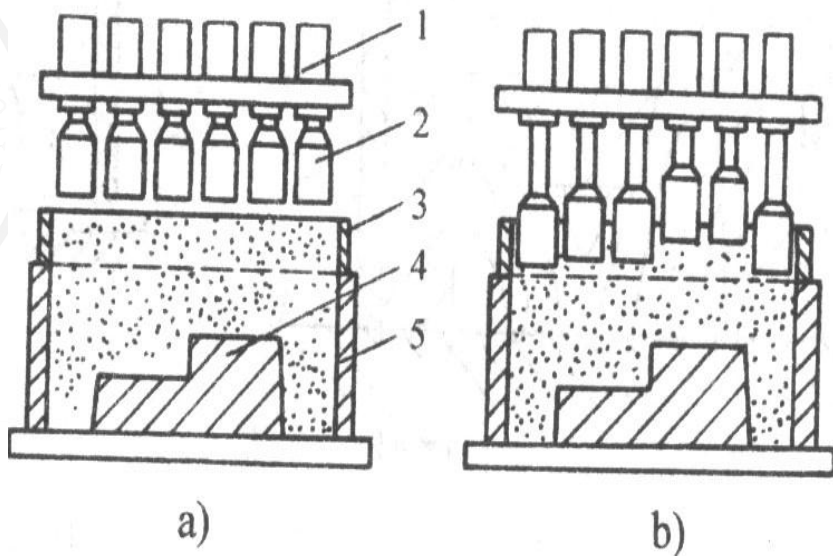


图2-38 多触头压头

(a) 压实前 (b) 压实后

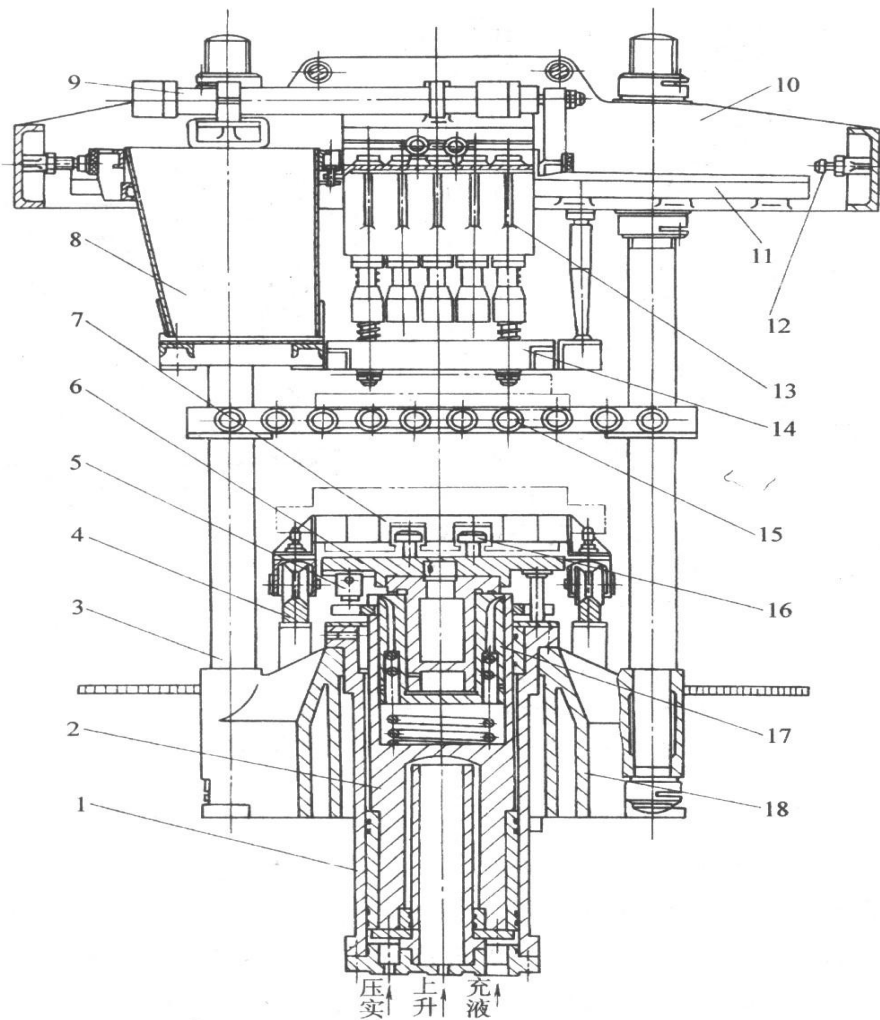
1-小液压缸 2-多触头 3-辅助框 4-模样 5-砂箱

2.4.1 粘土砂用造型设备

3) 典型的多触头高压微震造型机的结构

图2-39 高压微震造型机的结构

- 1-压实缸
- 2-压实活塞
- 3-立柱
- 4-模板穿梭机构
- 5-震动器
- 6-工作台
- 7-模板框
- 8-加砂斗
- 9-压头移动缸
- 10-横梁
- 11-导轨
- 12-缓冲器
- 13-多触头压头
- 14-辅助框
- 15-边辊道
- 16-模板夹紧器
- 17-气动微震缸
- 18-机座



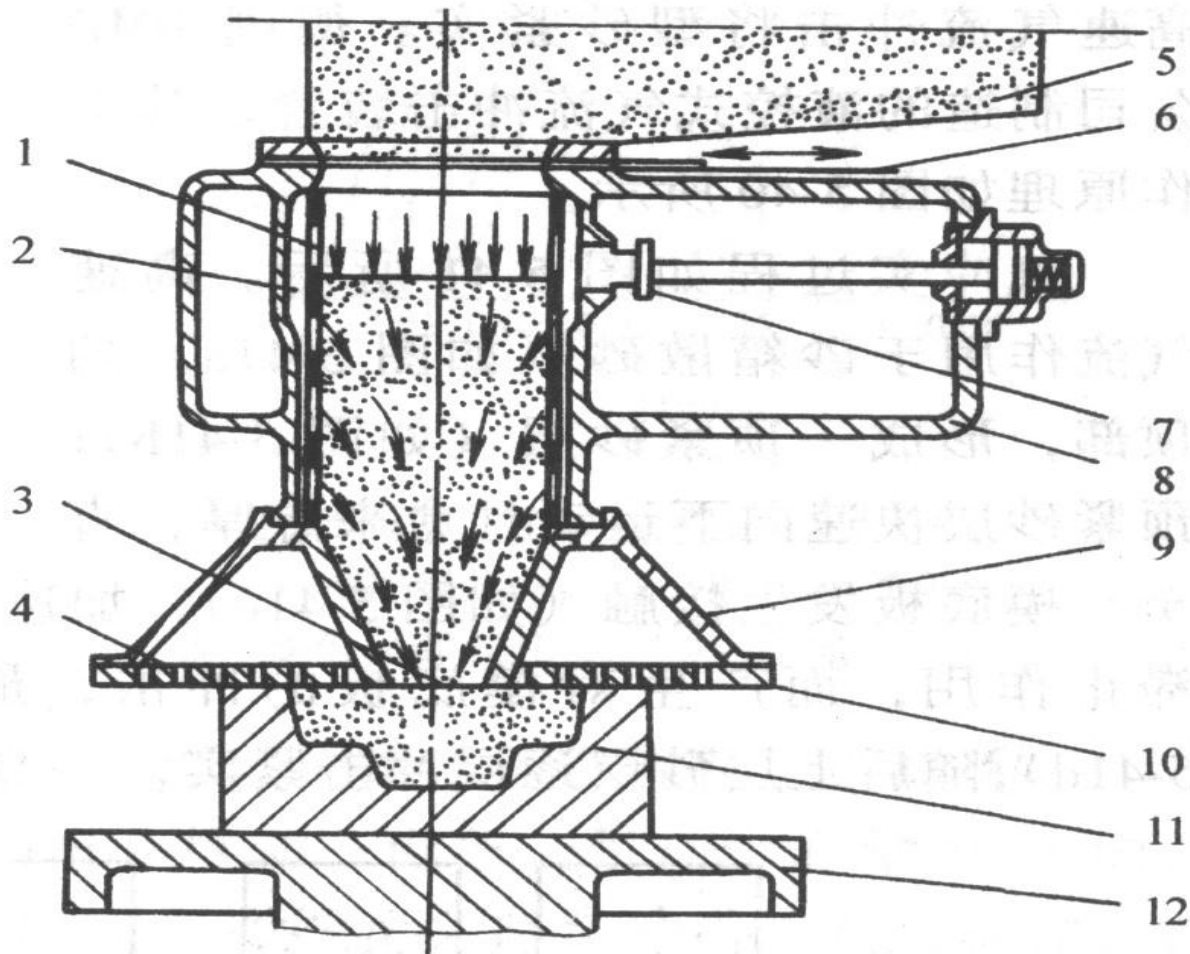
2.4.1 粘土砂用造型设备

(3) 射压造型机

1) 射砂紧实方法

图2-40 射砂机构示意图

- 1—射砂筒
- 2—射腔
- 3—射砂孔
- 4—排气塞
- 5—砂斗
- 6—加砂闸板
- 7—射砂阀
- 8—贮气包
- 9—射砂头
- 10—射砂板
- 11—芯盒
- 12—工作台

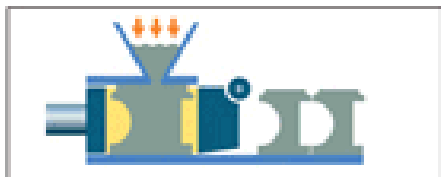




2.4.1 粘土砂用造型设备

2) 垂直分型无箱射压造型机

a. 工作原理



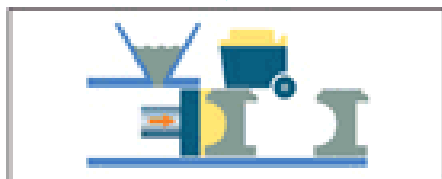
射砂



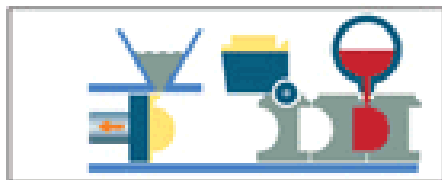
挤压砂型



反压板起模



合型和运输整串砂型



压实板起模



关闭造型室



2.4.1 粘土砂用造型设备

b. 垂直分型无箱射压造型机结构

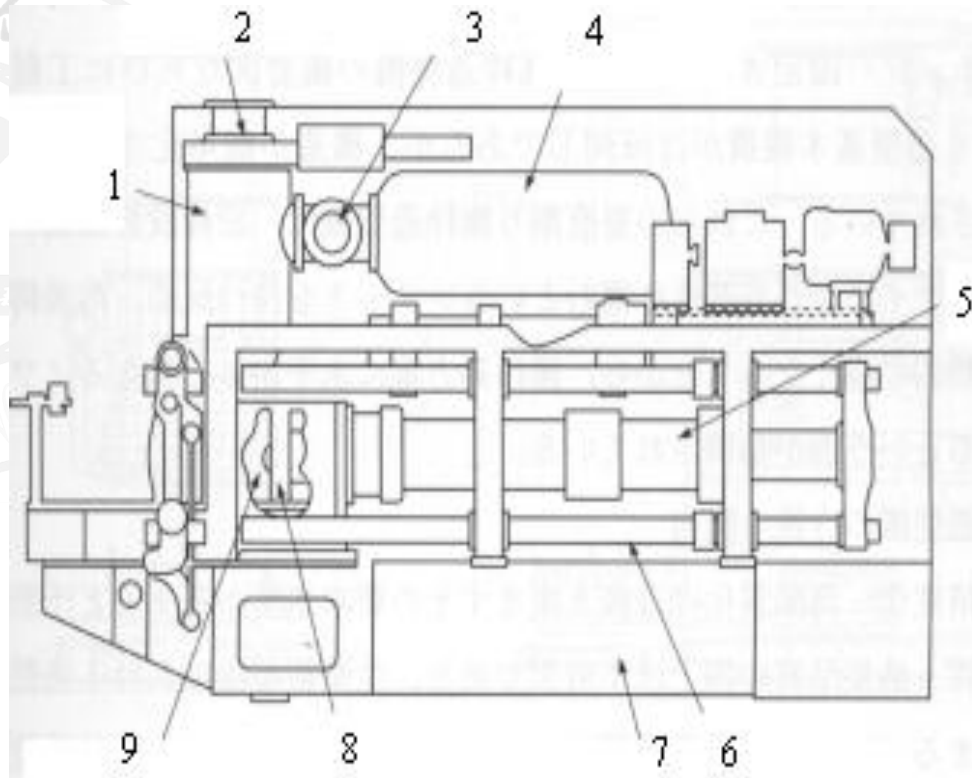


图2-42 垂直分型无箱射压造型机

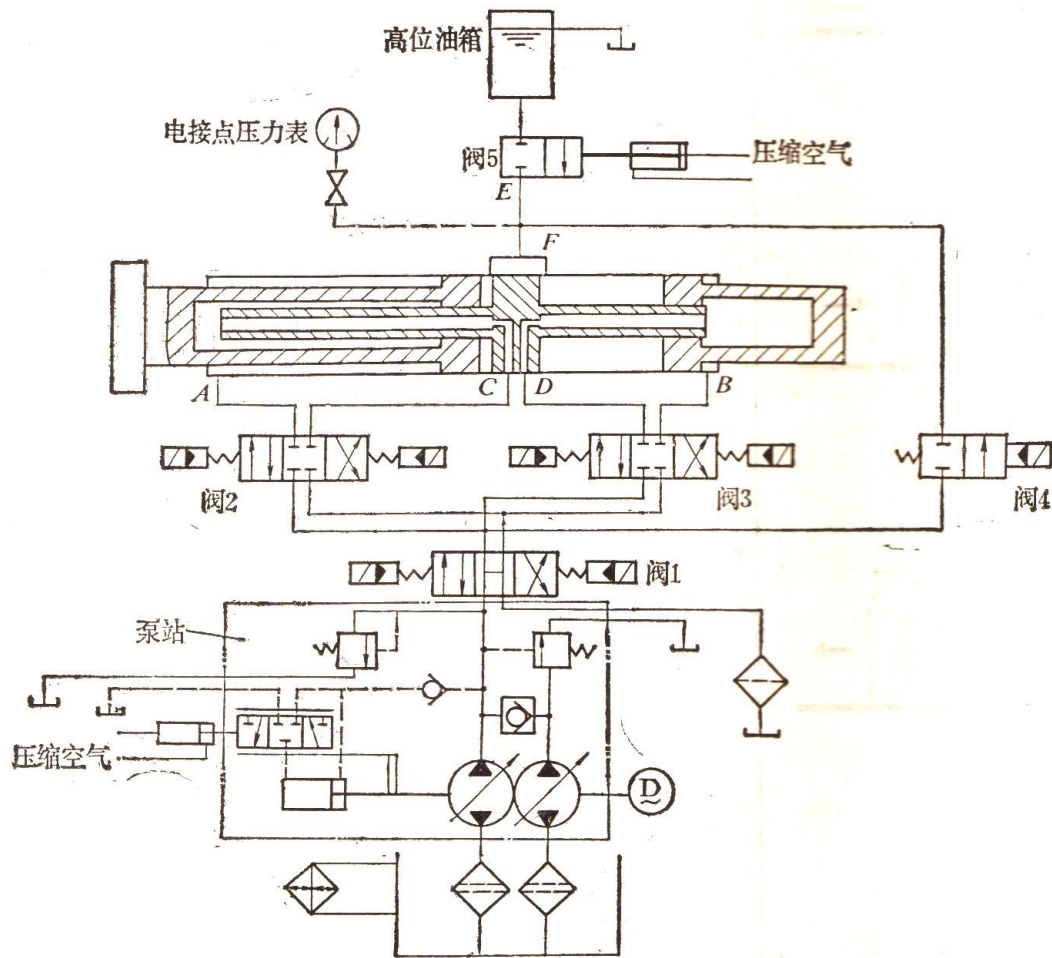
1—射砂筒 2—加砂口 3—射砂阀 4—贮气包
5—主液压缸 6—导杆 7—机座 8—正压板 9—造型室





2.4.1 粘土砂用造型设备

c. 垂直分型无箱射压造型机的液压工作原理图



2.4.1 粘土砂用造型设备

3) 水平分型脱箱射压造型机

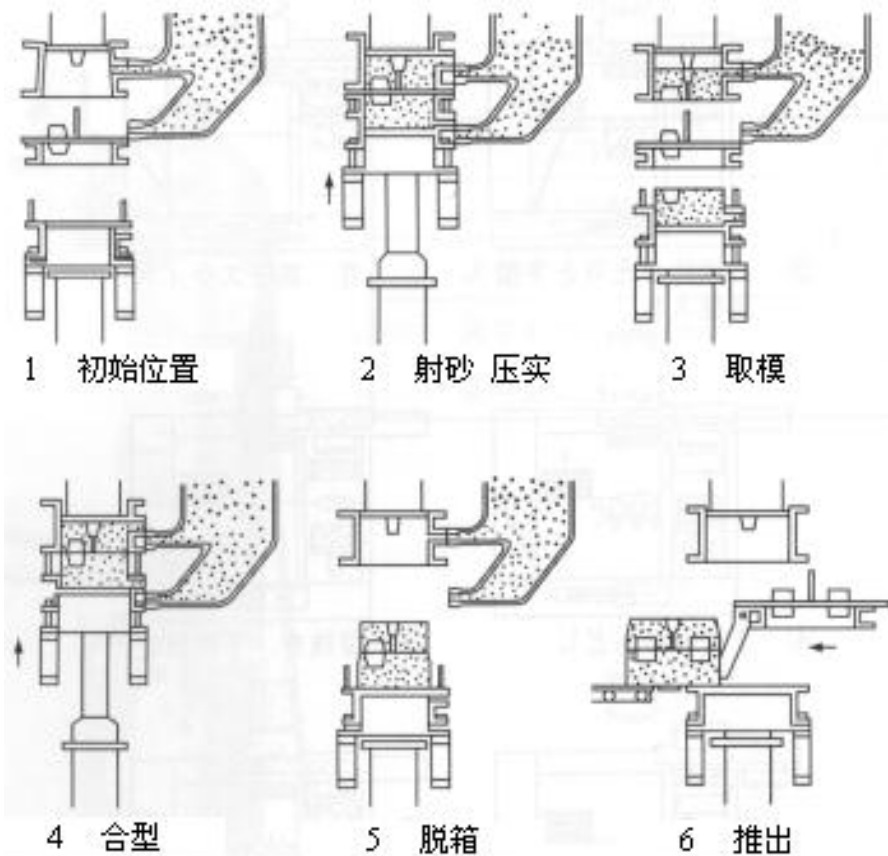


图2-46 侧向射砂水平分型脱箱造型机的工作原理

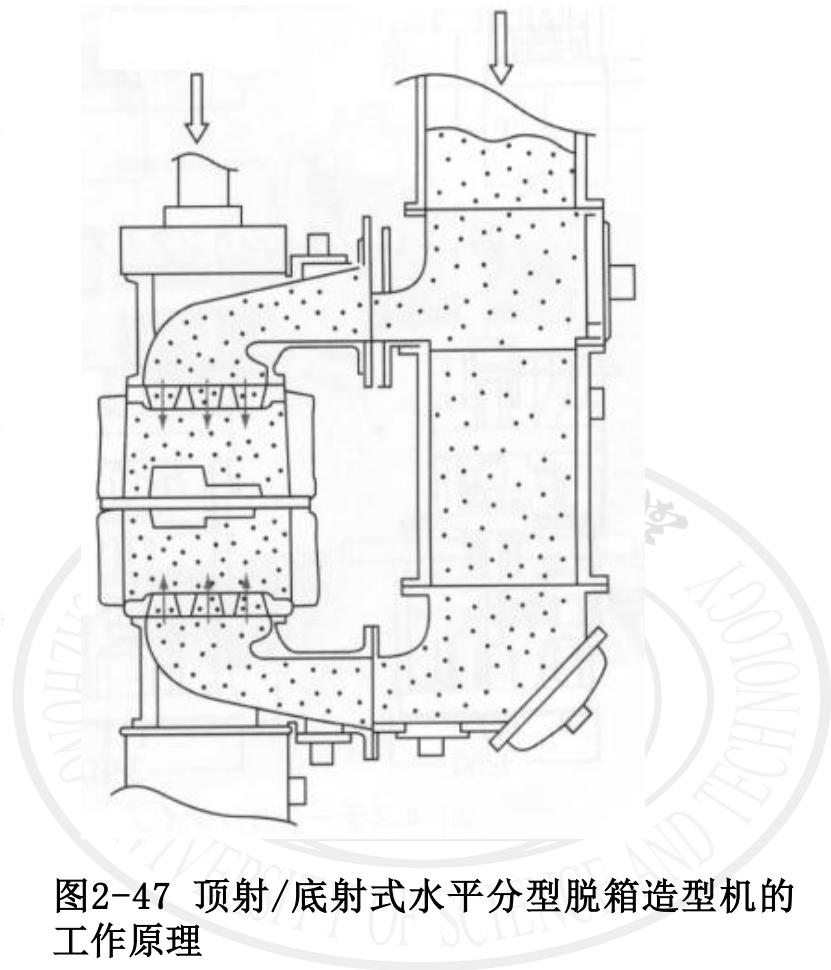


图2-47 顶射/底射式水平分型脱箱造型机的工作原理



2.4.1 粘土砂用造型设备



起始位置



合箱



压紧



吹砂/压实



脱模



下芯取出



合箱



取模

图2-48 顶射式水平分型脱箱造型机的工作原理





2.4.1 粘土砂用造型设备

与垂直分型相比，水平分型还有如下一些优点：

- ①. 水平分型下芯和下冷铁比较方便；
- ②. 水平分型时，直浇道与分型面相垂直，模板面积有效利用率高，而垂直分型的浇注系统位于分型面上，模板的面积利用率低；
- ③. 垂直分型时，如果模样高度比较大，模样下面的射砂阴影处紧实度不高，而水平分型可避免这一缺点；
- ④. 水平分型时，铁液压力主要取决于上半型的高度，较易保证铸件质量。



2.4.1 粘土砂用造型设备

4) 静压造型机

a. 利用压缩空气气流渗透预紧实并辅以加压压实型砂的一种造型机。气流渗透紧实方法，是用快开阀将贮气罐中的压缩空气引至砂箱的砂粒上面，使气流在较短的时间内透过型砂，经模板上的排气孔排出。

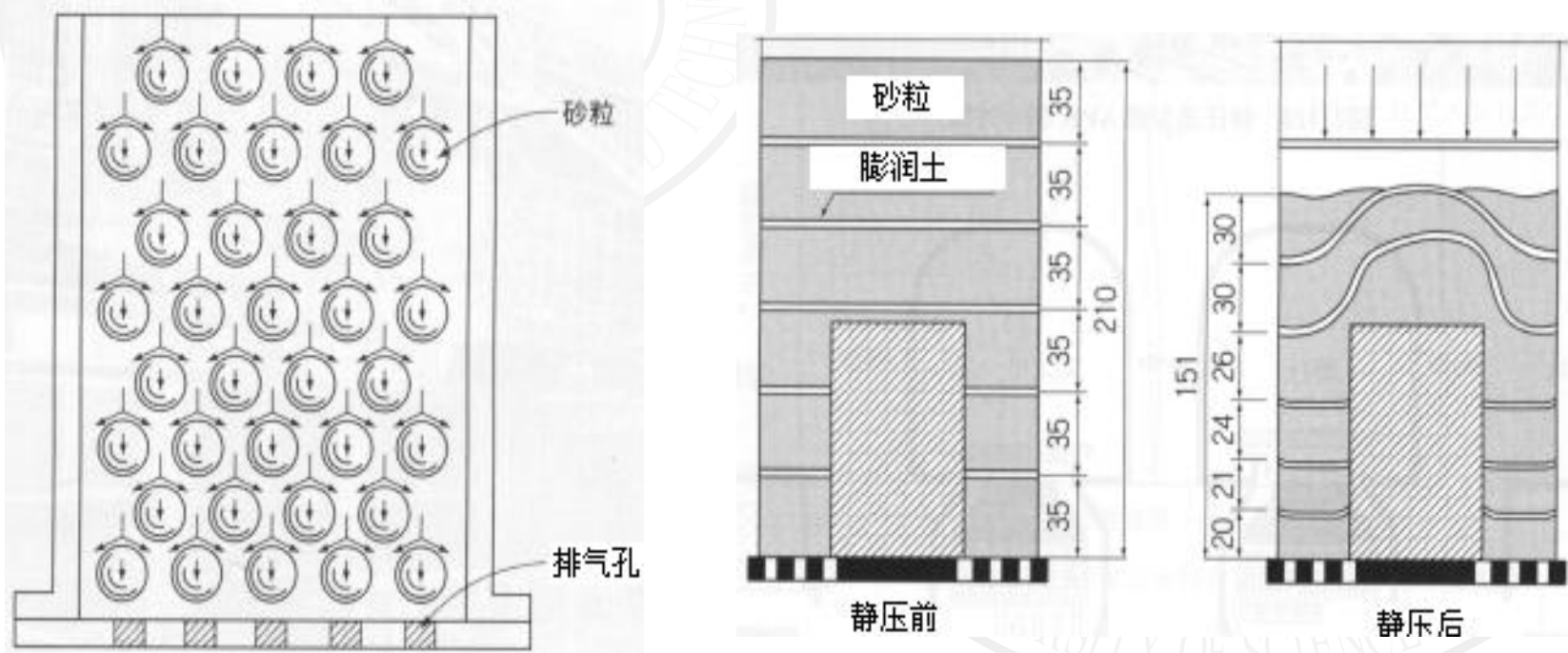


图2-49 气流渗透实砂法的工作原理

2.4.1 粘土砂用造型设备

b. 静压造型机的工作原理

静压造型法的优点是：具有机器结构简单、实砂时间短、噪音和振动小等优点。为克服气流实砂的缺点（紧实度不均），获得紧实度高而均匀的砂型，型砂经过气流紧实后再实施加压紧实

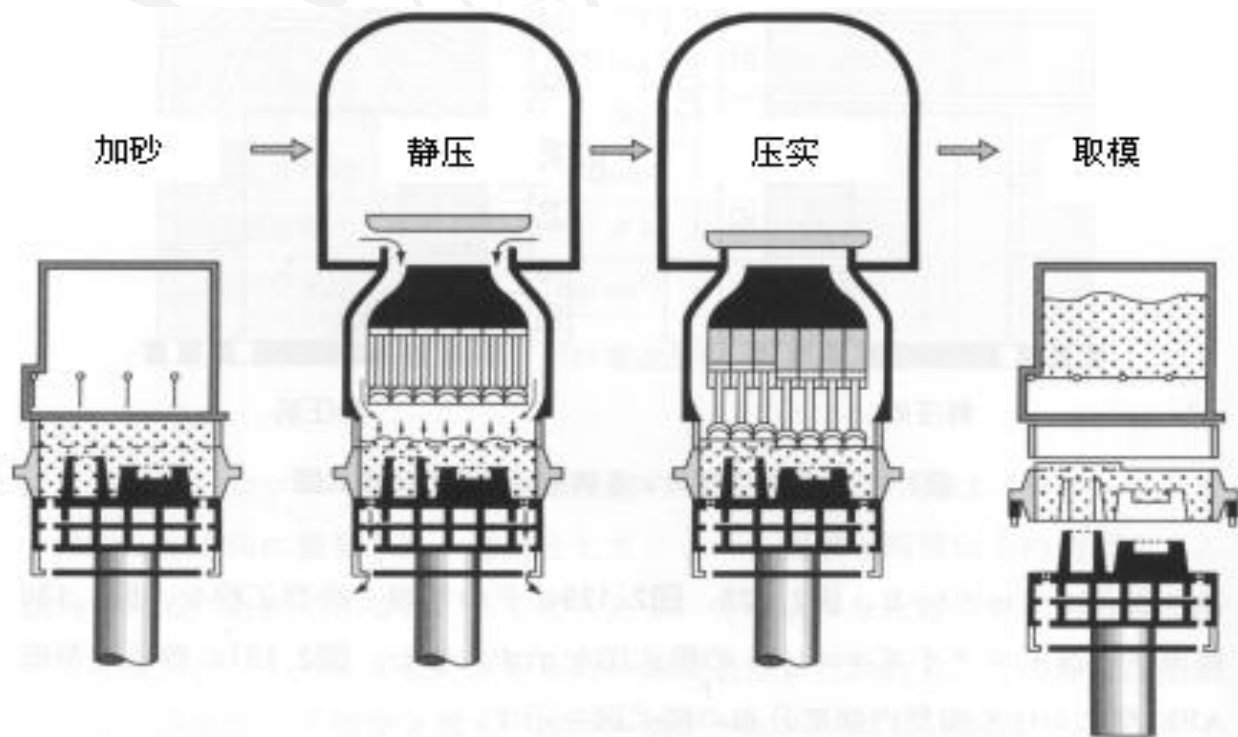


图2-50 静压造型机的工作原理

2.4.1 粘土砂用造型设备

c. 静压紧实的铸型强度分布

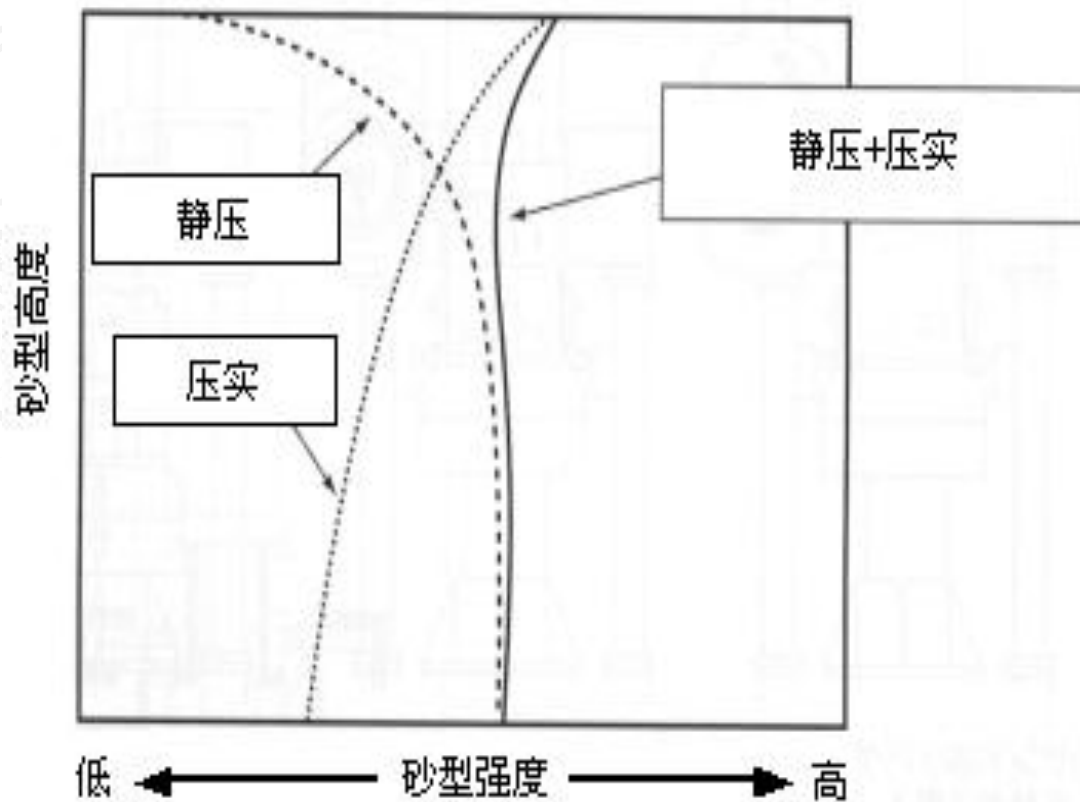


图2-51 静压紧实的铸型强度分布

2.4.1 粘土砂用造型设备

5) 气冲造型机

A. 气流冲击紧实是先将型砂填入砂箱内，然后压缩空气在很短的时间内（ $10\sim 20\text{ms}$ ）以很高的升压速度（ $dp/dt=4.5\sim 22.5\text{MPa/s}$ ）作用于砂型顶部，高速气流冲击将型砂紧实，其工作原理如图2-52所示。

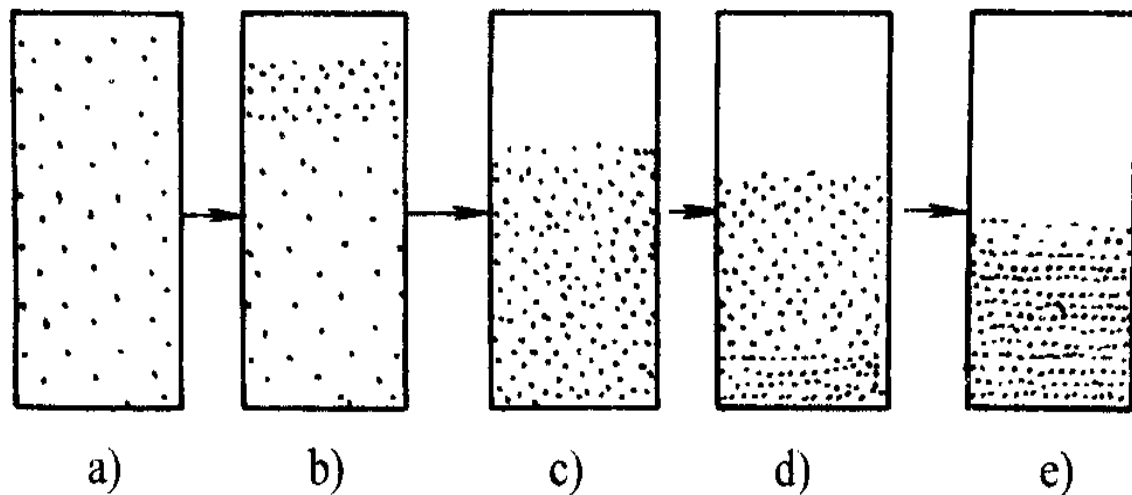


图2-53气流冲击紧实过程示意图



2.4.1 粘土砂用造型设备

b. 气冲紧实的工作原理

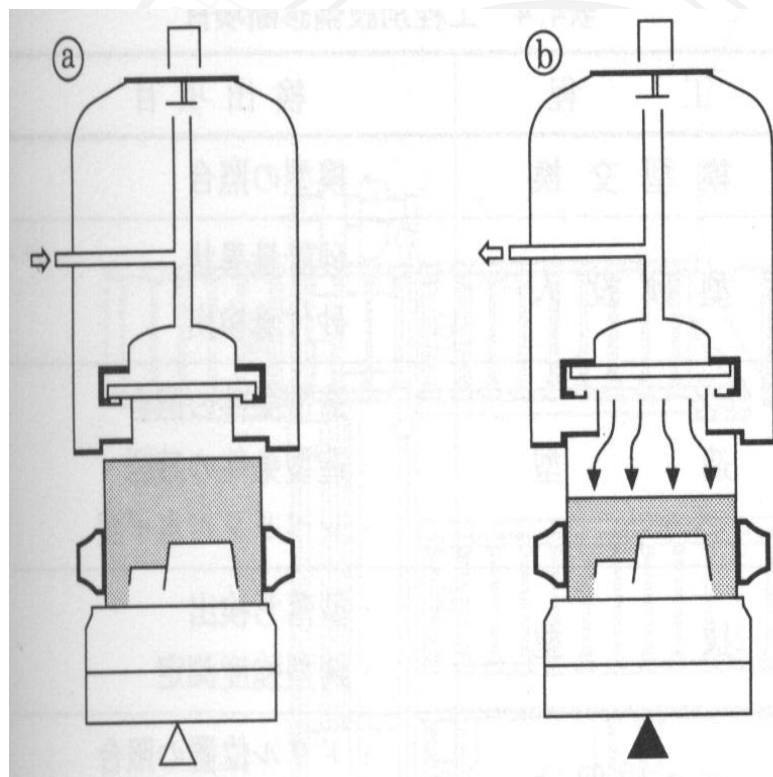


图2-52 气冲紧实的工作原理

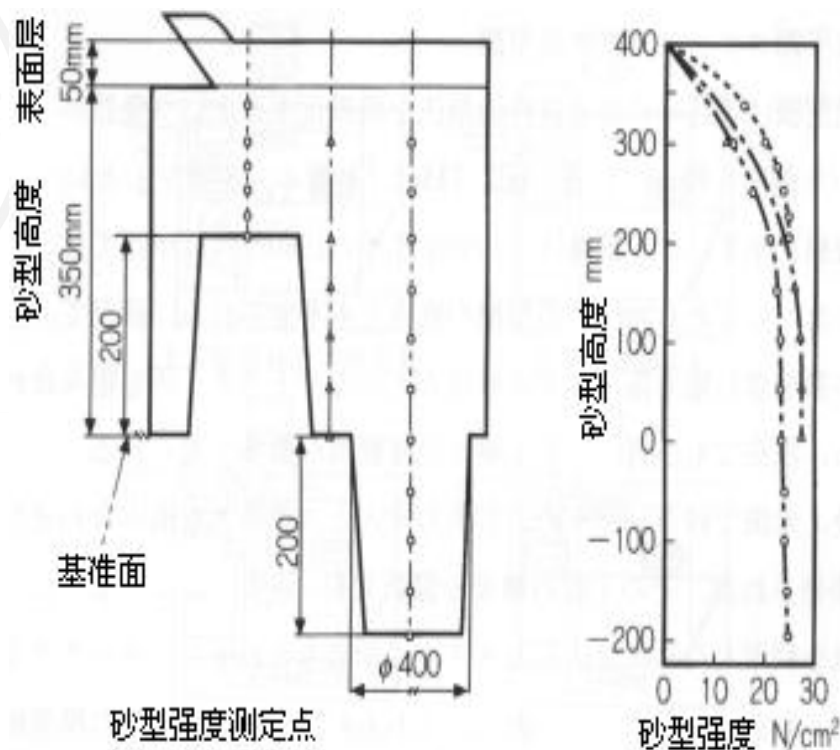


图2-54 气冲紧实的砂型强度分布



2.4.1 粘土砂用造型设备

c. 气冲装置（关键部件）

BMD液控栅格式气冲装置结构图

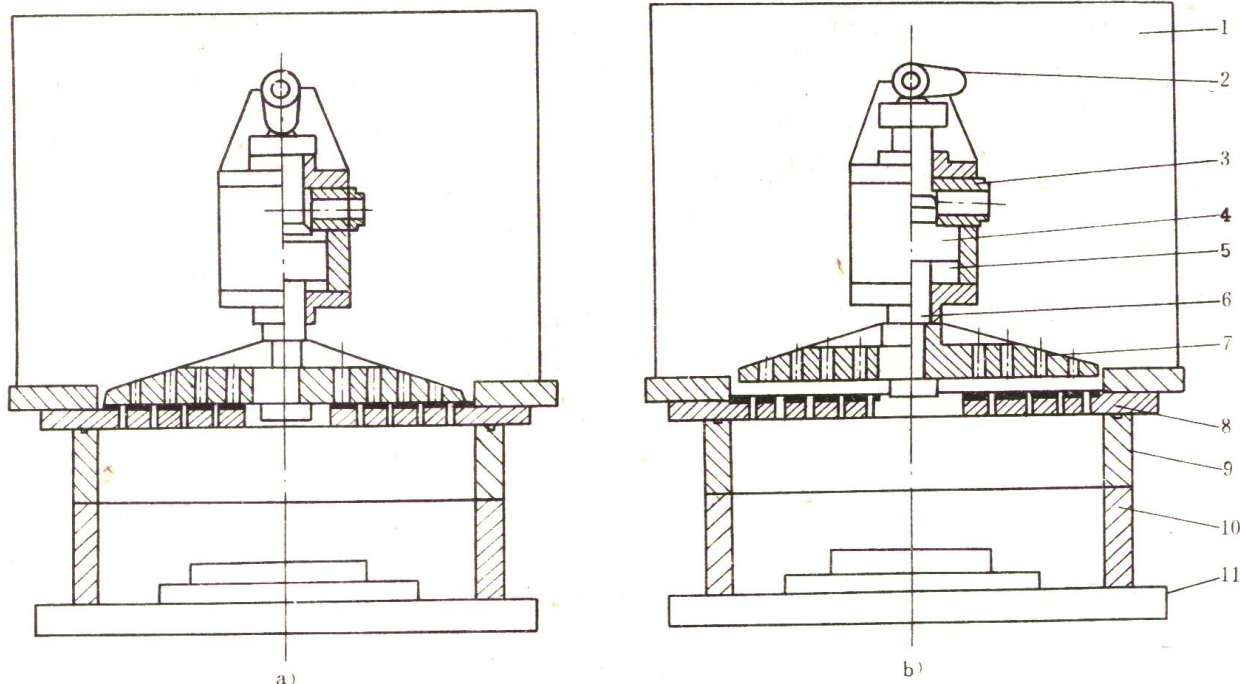


图2-55 BMD液控栅格式气冲装置结构图

1-贮气室 2-气动锁紧凸轮 3-控制阀盘启闭的液压缸 4-活塞 5-控制阀盘启闭的气缸 6-活塞杆 7-动阀板 8-定阀板 9-预填框 10-砂箱 11-模板

2.4.1 粘土砂用造型设备

金属液态成形装备及自动化

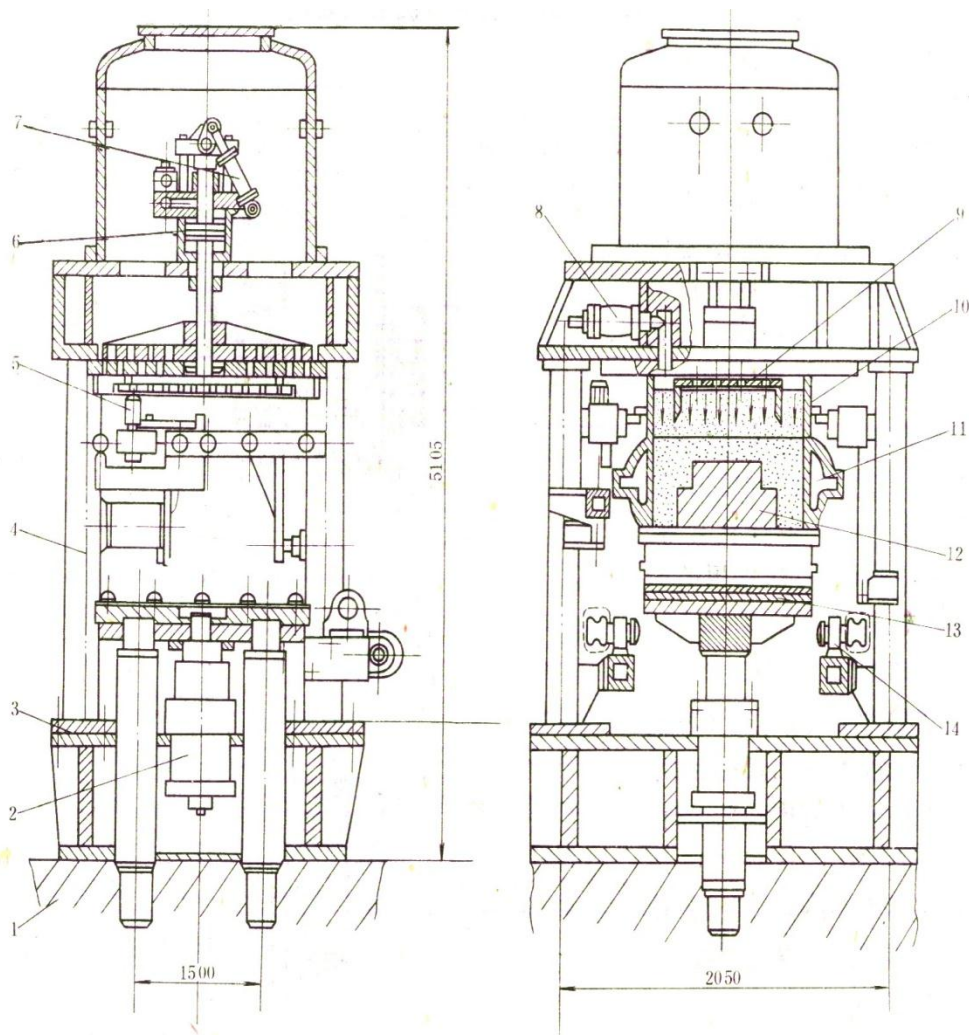


图2-56 栅格式气冲造型机的结构

- 1- 底座 2-液压举升缸
- 3-机座 4-支柱 5-辅助框辊道及驱动电机
- 6-气冲阀 7-气动安全锁紧缸 8-胶胆阀 9-节流板 10-辅助框
- 11-砂箱 12-模样及模板框 13-工作台 14-模板辊道

2.4.2 树脂砂制芯/型装备

(1) 热芯盒射芯机

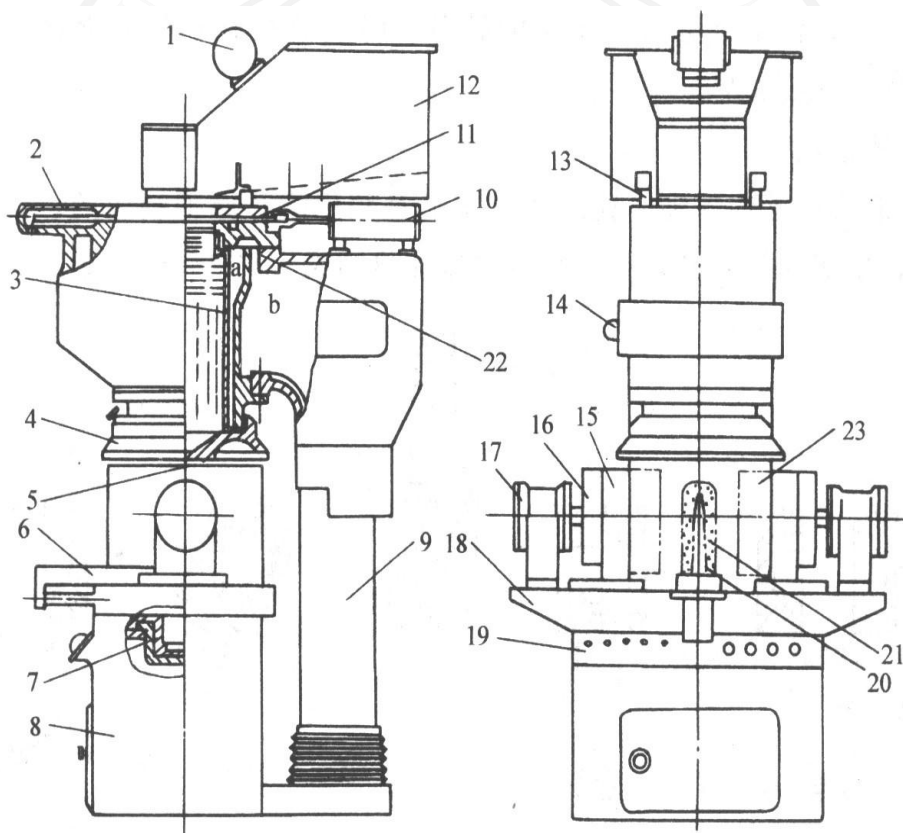


图2-58 热芯盒射芯机

- 1—振动电机 2—闸板 3—射砂筒 4—射砂头 5—排气塞
6—气动托板 7—工作台及其升降气缸 8—底座 9—立柱
10—闸板气缸 11—闸板密封圈 12—砂斗 13—减震器
14—排气阀 15—加热板 16—夹紧器 17—夹紧气缸
18—工作台 19—开关控制器 20—取芯杆 21—砂芯 22—薄膜阀 23—芯盒

2.4.2 树脂砂制芯/型装备

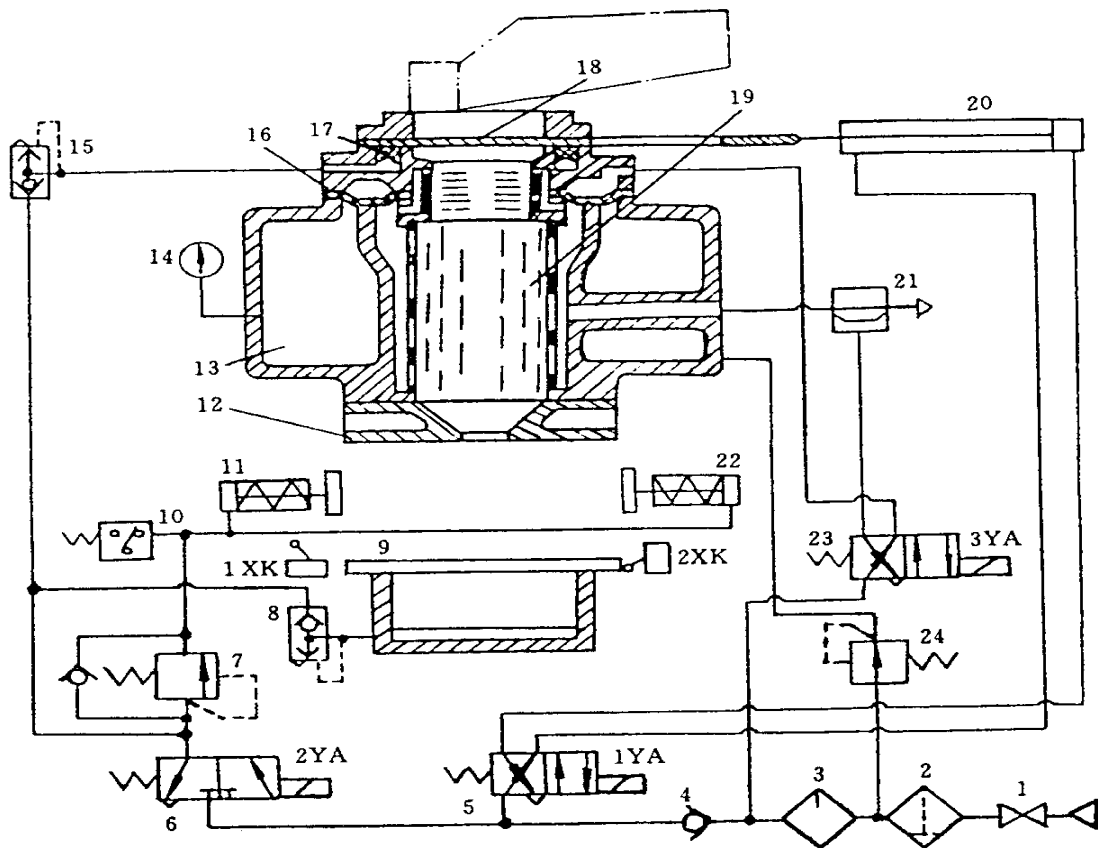


图2-59 ZZ8625型射芯机（射芯工位）气动系统原理图

- 1—总阀；2—分水滤气器；3—油雾器；4—单向阀；5、6、23—电磁换向阀；7—顺序阀；8、15—快速排气阀；
 9—顶升缸；10—压力继电器；11、22—夹紧缸；12—射砂头；13—贮气包；14—压力表；
 16—快速射砂阀；17—闸门密封圈；18—加砂闸门；19—射砂筒；20—闸门气缸；21—排气阀；24—调压阀
 1YA、2YA、3YA—电磁铁；1XK、2XK—行程开关

2.4.2 树脂砂制芯/型装备

(2) 冷芯盒射芯机

冷芯盒制芯是指采用气体硬化砂芯，即射砂后通以气体（三乙胺、 SO_2 等）使砂芯硬化。冷芯盒射芯机的结构与热芯盒射芯机的结构类似，只需增设一个吹气装置取代原有的加热装置。

(3) 壳芯机

壳芯机基本上是利用吹砂原理制成的。其过程如图2-60所示，依此经过芯盒合拢、翻转吹砂、加热结壳、回转倒出余砂、芯盒分开取芯等工序。

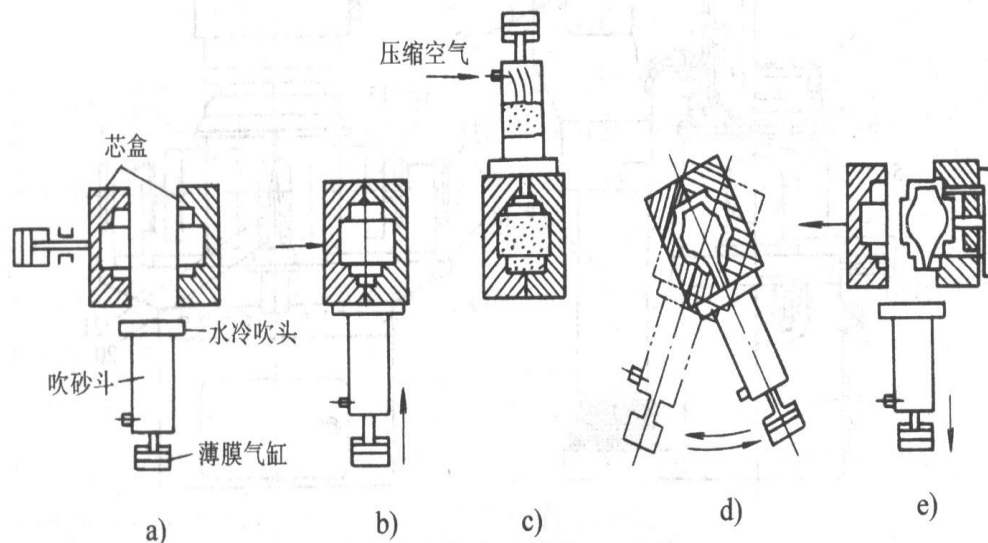


图2-60 壳芯机工作原理示意图

- a) 起始位置 b) 芯盒合拢吹砂斗上升 c) 翻转吹砂加热结壳 d) 转回摇摆倒出余砂 e) 芯盒分开顶芯取芯



2.4.3 造型生产线

造型生产线是根据生产铸件的工艺要求，将造型机和辅助机械（如翻箱机、合型机、压铁机、捅箱机、落砂机等）按照工艺流程用运输机械（铸型输送机、辊道等）连接起来，并采用一定的控制方法组成的机械化或自动化造型生产体系。

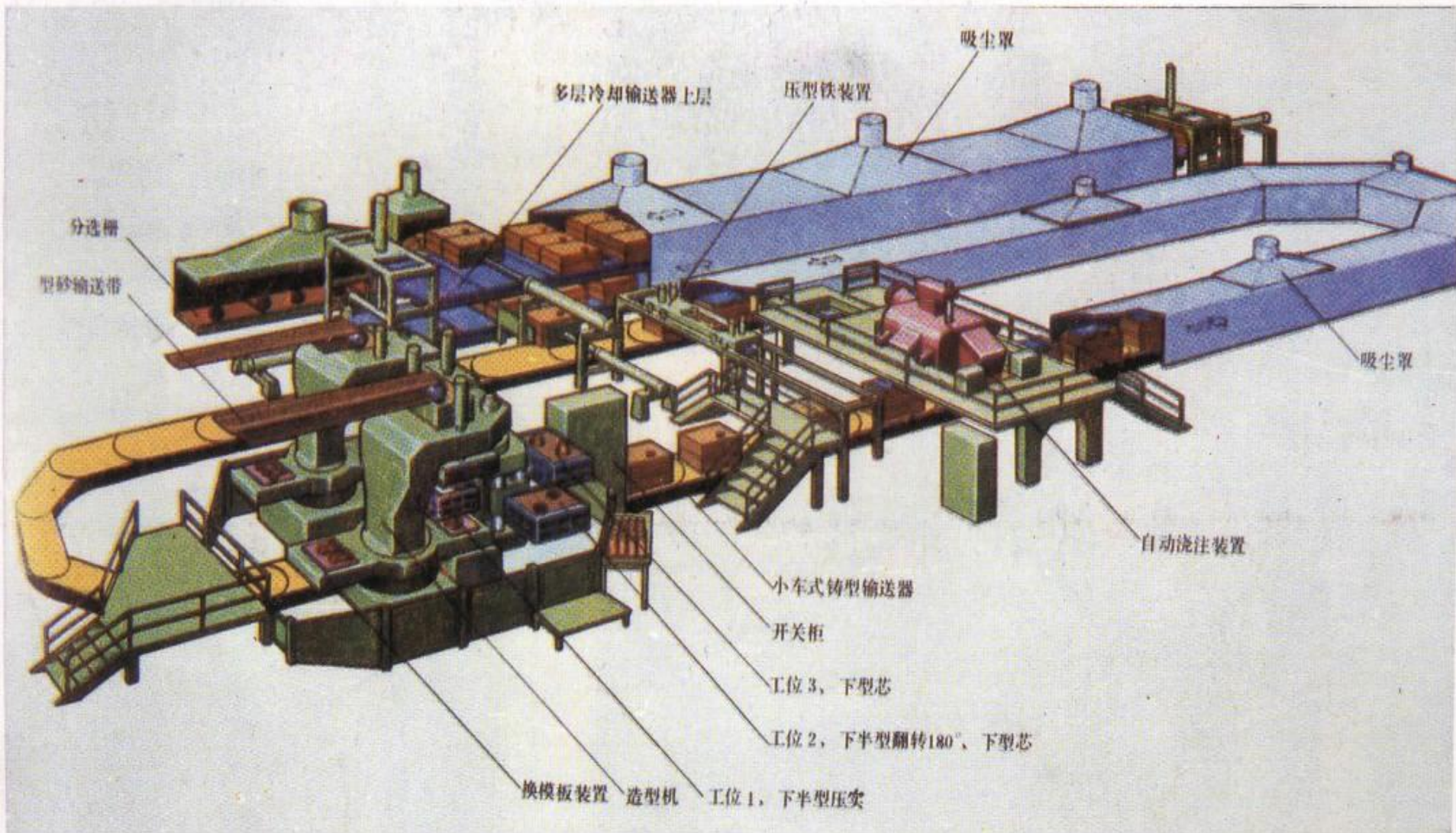
(1) 造型生产线的辅机

在造型生产线上，为完成整个工艺过程须设置必要的辅助机械，如翻箱机、扎气孔机、合型机、捅箱机等。

(2) 铸型输送机

铸型输送机是造型生产线各工序之间的主要运输连接设备，常见的铸型输送机有水平连续式、脉动式和间歇式铸型输送机。





彩图 XI 典型铸造自动生产线示意图

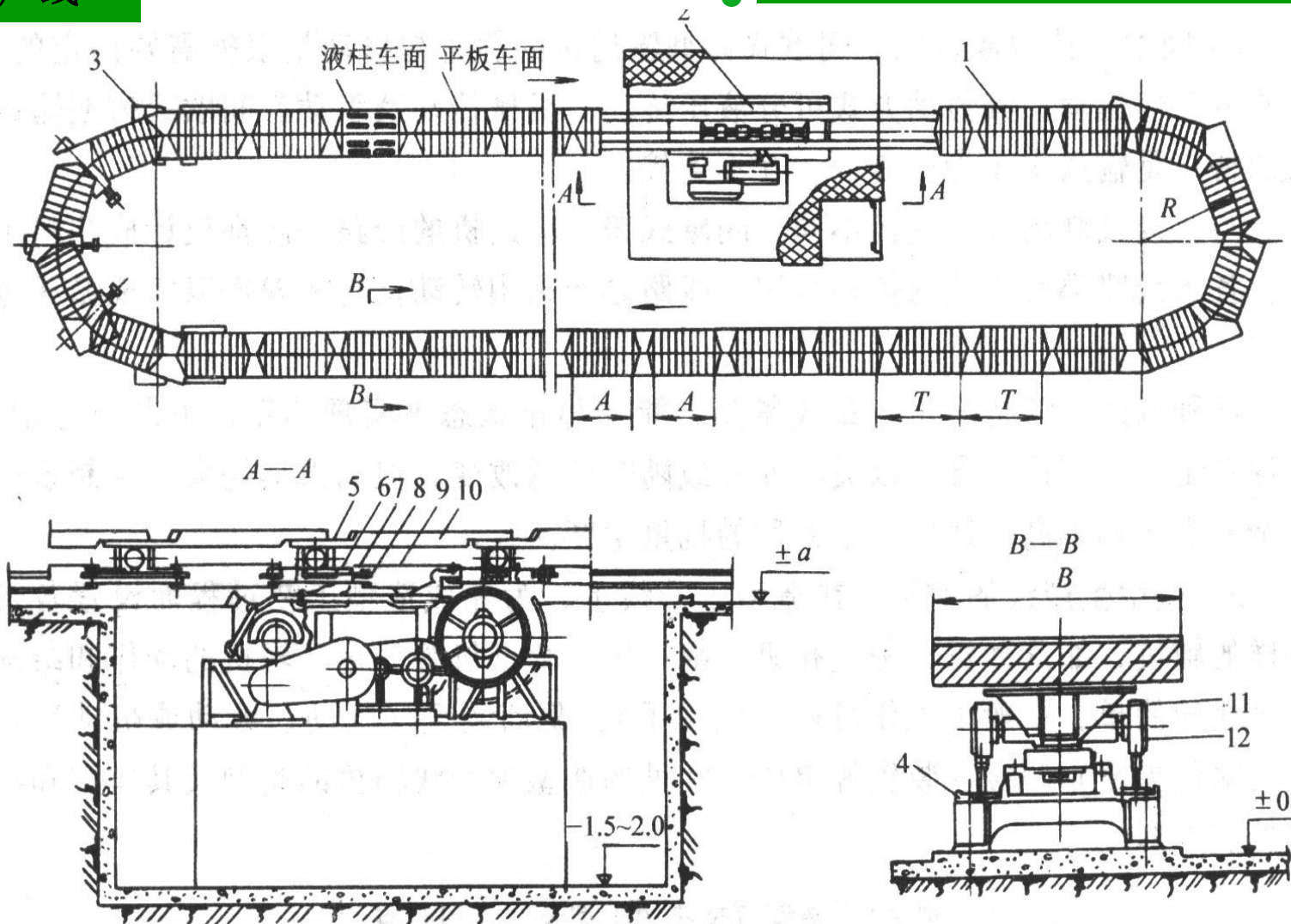


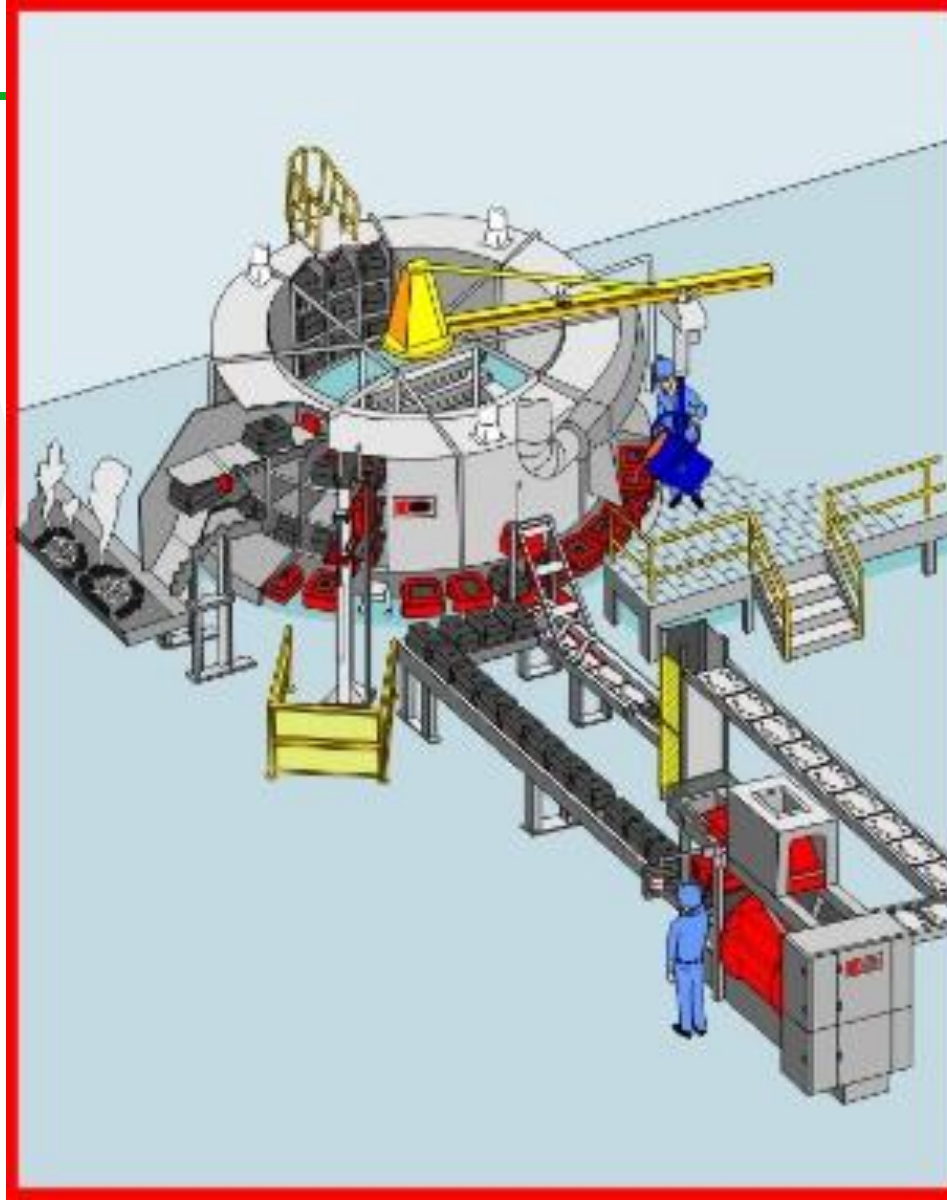
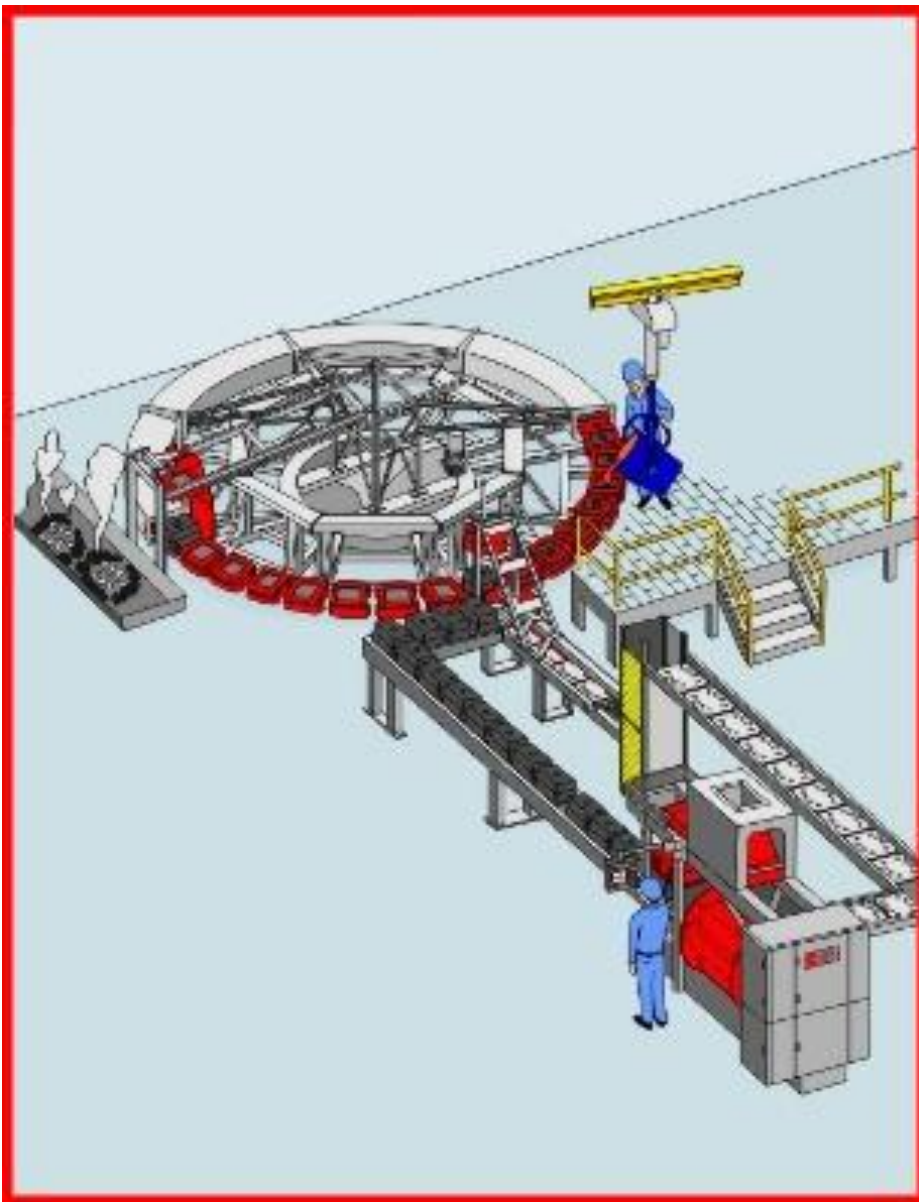


2.4.3 造型生产线

图2-61 SZ-60型连续式铸造型输送机

- 1— 输送小车
- 2— 传动装置
- 3— 张紧装置
- 4— 轨道系统
- 5— 链轮
- 6— 驱动链条
- 7— 推块
- 8— 导轮
- 9— 牵引链条
- 10— 车面
- 11— 车体
- 12— 走动轮



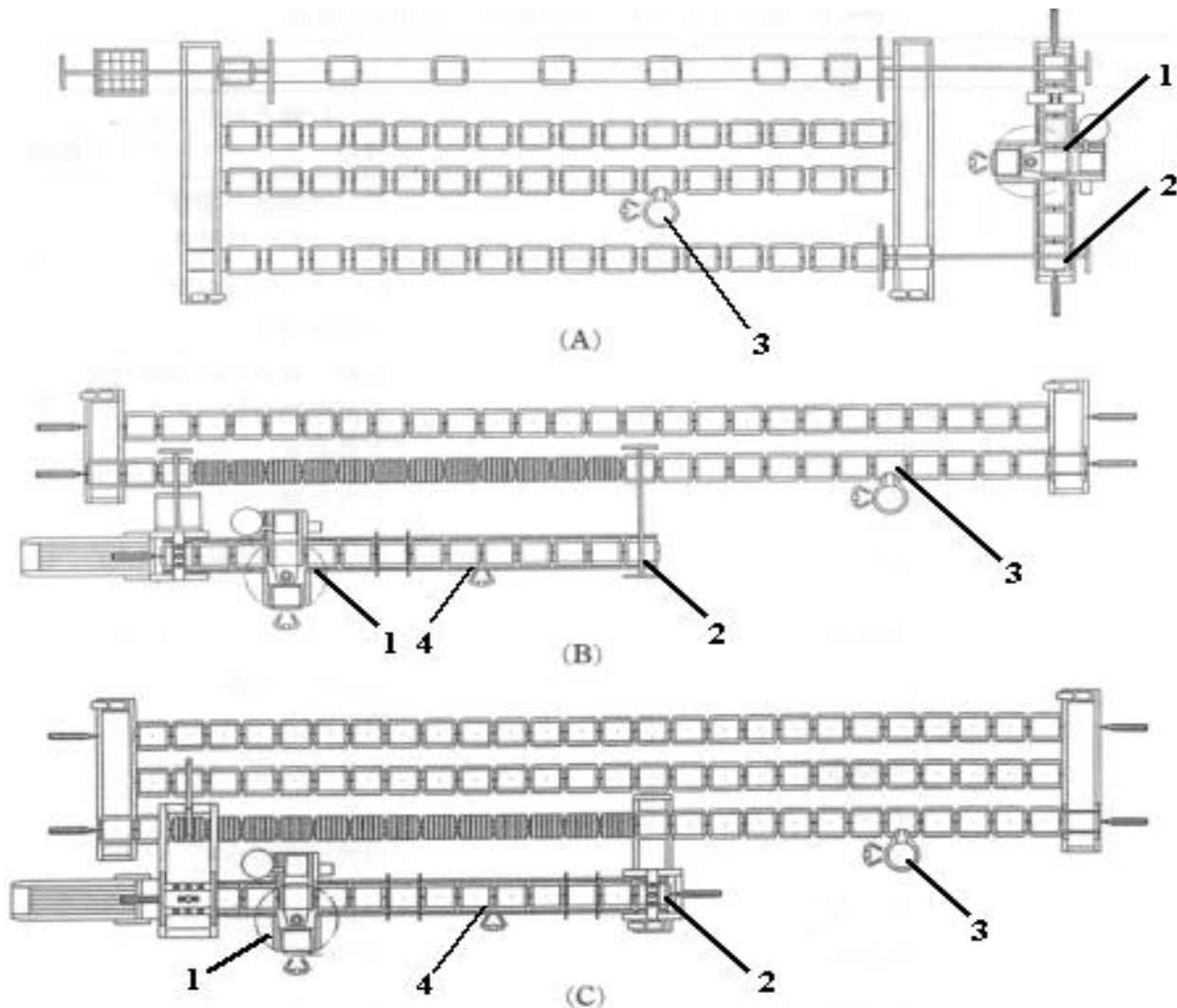


2.4.3 造型生产线

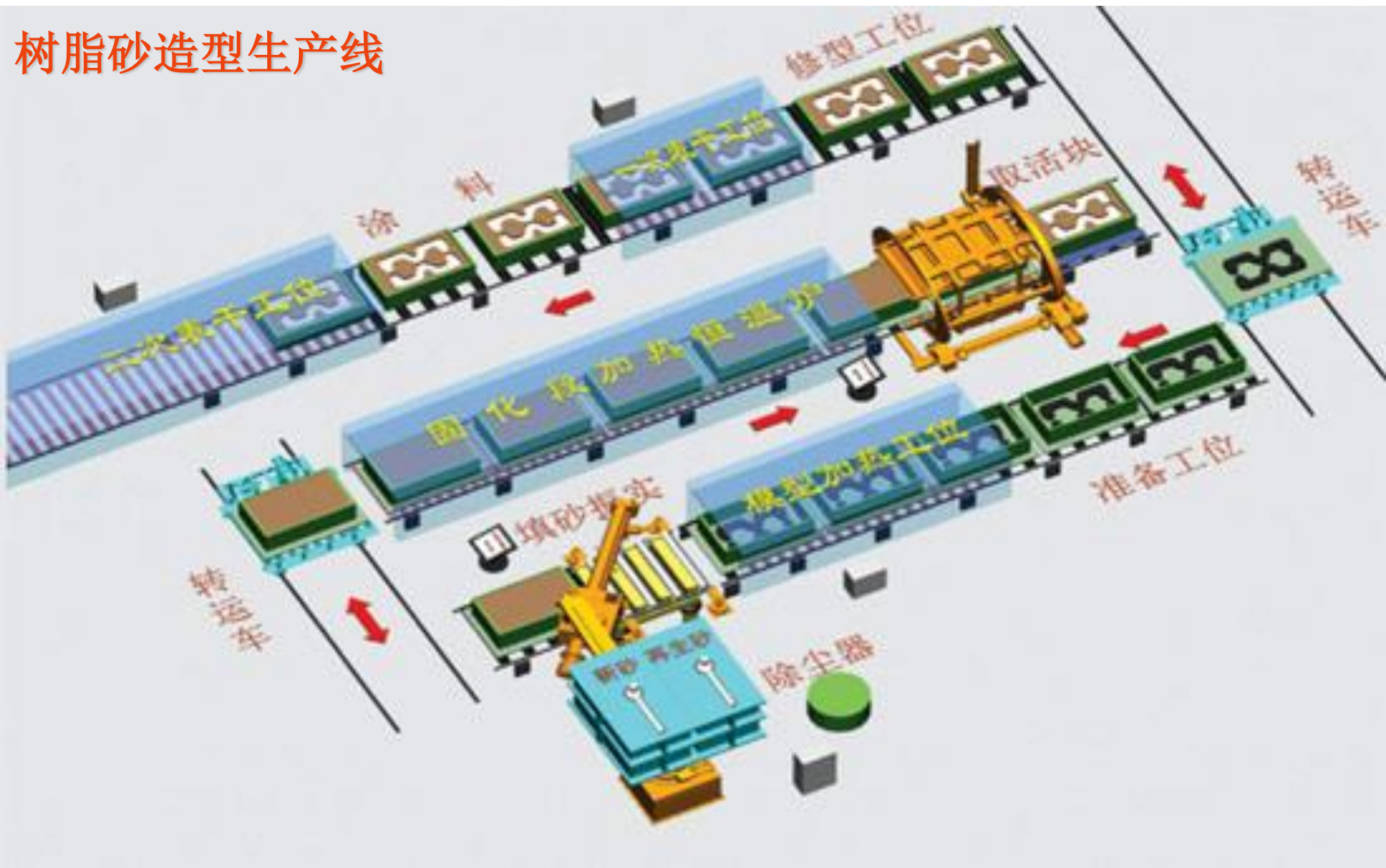
(3) 自动化生产线实例

图2-62 造型生产线
平面布置实例

- 1—造型机
- 2—合箱输送
- 3—浇注
- 4—下芯及砂型检查



树脂砂造型生产线





本讲思考题

金属液态成形装备及自动化

1. 混砂机有哪些种类？简述各自的特点及应用场合。
2. 简述辗轮式混砂机的结构组成。起混砂作用的主要部件是什么？它们对型砂产生什么样的作用？
3. 常用的型砂紧实方法有哪些种？简述各自的优、缺点及其适用场合。
4. 简述下列名词的区别：水平分型与垂直分型，有箱造型、脱箱造型及无箱造型。
5. 简述射砂紧实与气流冲击紧实的区别。





谢谢!

