



《树脂砂混砂机及其选用》

上海市机电工业管理局 肖兆吉

美国 knight 咨询公司 蒋鹤林

摘要: 介绍了树脂砂混砂机的种类及其选用, 探讨了树脂砂可使用时间与混砂机最小额定生产率的关系, 对树脂砂混砂机额定生产率的计算方法也作了介绍。

Xiao Zhaoji and others. **Resin-Bonded Sand Mixers and Its Choice for Use.** The paper has introduced the categories of resin-bonded sand mixers and choice for use, probed into the relations of the active time of resin-bonded sand and the minimum nominal productivity, and described the calculation method of the nominal productivity of resin-bonded sand mixer as well.

关键词: 特种砂混砂设备 综述

剂砂的型砂制备设备。自60年代以来, 由于各种化学粘结剂砂的迅速推广使用, 树脂砂混砂机有了显著发展。它可按供砂的连续与否分为间歇式和连续式, 目前广泛用的绝大多数是连续式混砂机。连续式中又分为单槽、双槽和叶片叶轮式。这些混砂机由于各具特点, 适用于不同的粘结剂和生产场合。

树脂砂不同于粘土砂, 它的可保存性差, 即有限的可使用时间, 对树脂砂混砂机的选用有很大影响。树脂砂的不可输送性使得混砂机常同时用作送砂机, 因此通常各造型制芯点都配置有混砂机。上述特点及树脂粘度、铸型大小等其他一些因素, 使树脂砂混砂机的设备利用率较低, 在计算混砂机额定生产率时要根据不同使用情况充分考虑。

一、树脂砂混砂机种类及选用

树脂砂混砂机按供砂连续与否可以分为两类, 即间歇式和连续式。间歇式主要是碗形或筒形混砂机。连续式则分为槽式和叶片叶轮式。槽式又有单搅槽和双搅槽两种。现在各国使用较为广泛的是单搅槽式连续混砂机。单搅槽式连续混砂机按主轴转速还可分为低速、中速和高速三种。

1. 间歇式混砂机

间歇式树脂砂混砂机主要是碗形或筒形混

所示)。混砂时先加入砂, 再由特制泵送入树脂和固化剂, 搅拌数十秒后即可将混好的型砂经卸料门送出。混砂机可进入下一个混砂周期。

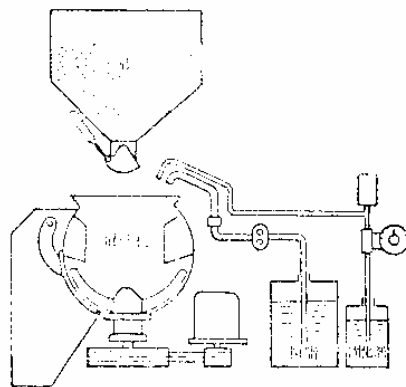


图1 间歇式碗形混砂机

这种混砂机混合均匀, 混砂质量较好, 可省树脂, 每一混砂周期后无残留低质型砂。由于开始混砂时先加入砂, 实际上也是一次清理, 因此几乎不需另外的清理工作。另外它适用于粘性大的粘结剂, 如水玻璃和磷酸盐类粘结剂。这种间歇式混砂机不易磨损, 维修量小, 但生产率较低, 一般为30~500kg/批, 不适宜生产大铸型和过小铸型, 也不适用于铸型生产率较高的场合。

2. 单槽式连续混砂机

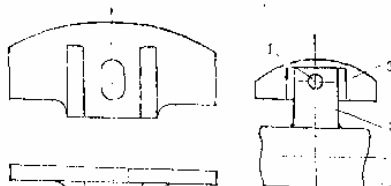
此种混砂机使用最为广泛, 图2表示典型

1991年第2期 (总152期)

3

的单槽式混砂机, 其工作原理如下。

设置在混砂机上方的砂库, 通过气缸打开阀门, 定量向混砂机供砂, 送砂螺旋片将进入搅拌器的砂沿输送槽向前输送。输送过程中添加固化剂, 然后设置在主轴上的送砂叶片和回



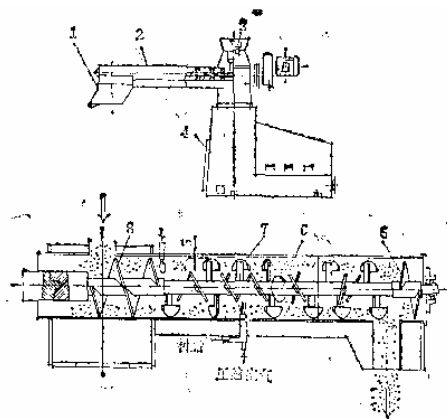


图2 单槽式混砂机及搅拌槽结构图
1.操作箱 2.混砂槽 3.气缸阀门 4.电气控制箱 5.回砂螺旋片 6.主槽 7.搅拌叶片 8.送砂螺旋片

砂叶片将砂和固化剂搅拌后继续向前输送。在输送槽中部树脂用工作压力为30~50kPa压缩空气通过喷嘴喷射出来，添加在砂中。搅拌叶片的排列使固化剂、树脂及砂三者能充分进行搅拌，在叶片作用下树脂砂边搅拌边向前移动，经卸砂口排出。

一般说这类单槽式混砂机具有以下特点：

(1) 搅拌叶片形状简单，安装、调换方便。如日本新东工业株式会社所生产的CSM型连续式混砂机，其搅拌叶片用螺钉固定在主轴的支承板上，调换十分方便，叶片上制有腰形孔，可根据磨损情况调整其与混砂槽的间隙。叶片材质为27Cr耐磨铸铁，使用寿命可达150~200h(见图3)。

(2) 在卸砂口处设有抽气口，气体经搅拌槽下方夹层，最后在机座上出口处与除尘管道相接，减少了搅拌过程中所产生的粉尘及甲醚气体，改善了操作工人的劳动条件。

(3) 在搅拌器前设置了安装电气按钮的操作面板，混砂机所有操作按钮均可集中在此控制。

4

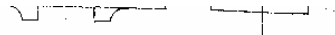


图3 叶片及其装配示意图
1.螺钉 2.叶片 3.支承板 4.主轴

制，操作方便。

(4) 可根据用户需要分别设置两台供定量输送树脂用的齿轮泵及两台供定量输送固化剂用的隔膜泵，混砂机进料口处设置了通过调节气缸行程能调节供砂量的阀门，以定量供给新砂及再生砂，从而满足混制不同配比型砂之需。

此外在使用此类混砂机时，每天工作完毕必须对混砂机进行清扫，清理主轴、叶片和搅拌槽内壁粘附的树脂和型砂。清扫后还必须检查叶片与槽壁的间隙及叶片磨损情况，一般叶片与槽壁间的距离应为3~5mm较好。

目前世界上生产此类混砂机的厂商很多，如英国Fordath, Omega, 日本新东工业株式会社，太平洋铸机。我国上海金山铸造机械厂等厂所生产的混砂机亦多属此种机型。

60年代出现的单槽混砂机主轴转速约为75~100r/min。出现快硬树脂后，为了提高生产率及减少每次混砂后残留低质型砂，转速逐渐增大至1500r/min。但试验证明，太高的主轴转速使得叶片的磨损过快，另外由于型砂在槽内停留时间短，混合不均匀而造成混砂质量下降。因此，近年来中速混砂机已占了主导地位。大量试验证明，叶片外缘的线速度以3.5~5.5m/s为佳，因此各厂生产的中速混砂机的主轴转速为400~600r/min。当然高速的仍在流行，仍有厂在生产主轴转速达1000r/min和叶片外缘线速度大于10m/s的单槽连续混砂机。

单槽低速混砂机价格较低，运行成本也低，但砂要在槽内混合15~30s。每次混砂开始都将排出一定量上次混砂留下的低质型砂，这对慢硬树脂砂影响不大。在混砂间隔时间不太长时，即不超过该种树脂砂可使用时间的1/5~1/6时，不至对下批型砂质量产生影响。如

《中国铸机》杂志

可使用时间为30min的树脂砂，每次混砂的间隔时间可大至5min。在中、高速的槽式混砂机内，型砂只混合几秒钟，每次混砂开始排出的低质型砂较少，适用于经常开关的小批量混砂。对相同额定生产率单槽式连续混砂机，中、高速的混砂机设备体积较小，但不太适宜于粘性大的树脂，否则混砂质量下降，过大扭矩易损坏设备而增加维修量。另外，低速混砂机叶片的寿命可达6~12个月，而高速的只有300~500小时。

低、中、高速单槽连续混砂机的性能比较见表1。

(1) 高速叶轮式连续混砂机(见图4) 这种混砂机的结构及工作原理如下：不工作时，原砂储存在砂库中，树脂和固化剂由储存室分别经各自的分配阀再回到储存室中，形成回路。开始混砂时，旋转杯和旋转增强盘旋转，放砂闸由气缸向上提升，原砂在旋转杯外成

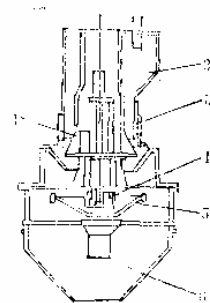


图4 叶轮式混砂机
1.分配阀 2.砂库 3.放砂闸 4.旋转杯 5.旋转增强盘 6.锥形外壳

表 1

混砂机种类	单槽低速	单槽中速	单槽高速
转速 (r/min)	75~100	400~600	1000~1500
叶片磨损	小	中	大
槽内残留低质砂量	多	少	少
清理时间	长	短	短
对树脂粘性适应性	好	好	差
混砂时气体发生量	少	少	多
对快速反应树脂的适应能力	差	好	好
混砂均匀性	差	好	好
维修量	小	中	大
生产小型芯的适应性	差	好	好
价格	低	高	高

3. 双槽式连续混砂机

双槽式混砂机采用两级混砂，初混在两个平行的低速螺旋混砂槽内进行，其一是砂与固化剂混合，其二是砂与树脂混合。在两个混砂槽的出砂端，置有垂直叶片混砂锥，将两种初混后的砂再次以400r/min的高速混合。

此种混砂机由于水平槽内树脂和固化剂没有接触，所以在型砂制备过程中基本没有预硬问题，适用于快速硬化树脂和高生产率。清洗量也很小，但价格较高，体积庞大。随着中速单槽连续混砂机被广泛采用，双槽混砂机已不太流行。

4. 叶片、叶轮式连续混砂机

该类混砂机主要有高速叶轮式和立式双叶片两种，因为都为锥形外壳和置有垂直轴而归于一类。

1991年第2期 (总152期)

5. 铰接式和移动式混砂机

这不是一类独立形式，但因能大范围送砂造型而使用广泛，专此阐述。

铰接式混砂机是在单槽或双槽前再铰接一送砂悬臂以扩大送砂范围。图6表示典型的铰接式混砂机。

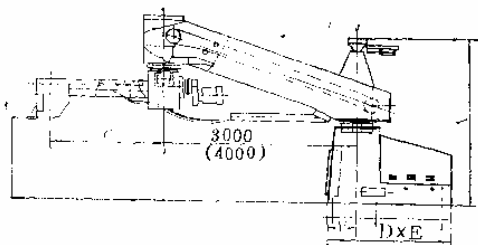


图6 铰接式混砂机

接式混砂机。送砂臂内的送砂可由胶带或螺旋两种方式进行。胶带输送的优点是可随意更换不同原砂而不掺和在一起，但难免有砂被带到槽底而造成清理困难。螺旋送砂可不必清理，但不宜更换原砂，否则不同原砂难免混杂在一起，影响型砂质量。送砂悬臂加搅槽的总长可达5~8m，送砂臂最大可转动300°，搅槽根据

砂幕下落。树脂和固化剂由于回储存室的通道关闭而到旋转杯的通道打开，从而进入旋转杯。进而树脂和固化剂在离心力作用下混合并通过喷嘴而形成雾状，旋转杯外的砂幕吸收了雾状树脂和固化剂后即由旋转着强盘进一步以离心力向四周甩出，并通过相互摩擦而混合，最后混合均匀的型砂由下面的出砂锥口卸出。

(2) 立式双叶片式连续混砂机 这种混砂

机的工作原理是全部混砂过程均在双室混砂锥体中进行 (如图5所示)。固化剂和砂子连续加入第一室，树脂加入第二室。在每个室中由4个叶片进行混砂，叶片用铰链安装在轴上，旋转时由于离心力作用而张开。叶片与旋转方向有足够的倾斜角度，使砂子呈螺旋

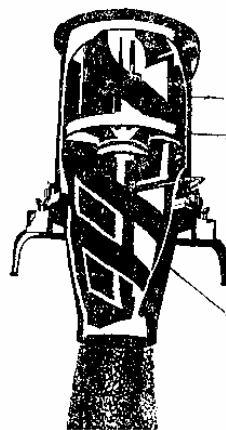


图5 立式双叶片式混砂机混砂头

1. 一室 2. 滑动闸门 3. 二室

形的轨迹向下滚动，互相滚翻摩擦达到混合均匀。

这两种混砂机的特点是混砂时间极短，清理简便 (锥形外壳可打开)，体积也小，结构紧凑，但只适用于快速硬化树脂和粘性小的树脂，对原砂要求较高，制备的型砂质量也略差。

用时间可从混砂后即制备的试样在抗压强度达到6.895kPa的时间来定值。若使用存放时间超过可使用时间的型砂来造型，由于型砂中的树脂与固化剂已进行了一定程度的反应，会影响铸型的最终强度和型砂的其他性能。

由于树脂砂有可使用时间这样一个至关重要的工艺参数，所以树脂砂混砂机额定生产率的计算与传统的粘土砂混砂机有很大不同。混砂机的额定生产率不但取决于型砂总需要量，还取决于每批型砂的最大需要量。

对于造型来说，每批型砂的最大需要量是指生产的最大砂型所需型砂量。而对于制芯来说，每批芯砂的最大需要量是指最大砂芯总耗砂量或同时需要制造的几个砂芯的总量。如果所选的额定生产率不能在树脂砂的可使用时间内供给型芯砂的最大需要量，则砂型或砂芯的质量就要受到很大影响。因此，为保证砂型和砂芯的质量，所选用的混砂机必须首先具有在可使用时间内完成对最大砂型充砂的能力。连续混砂机最小额定生产率 P_{\min} 可用下式确定：

达3~8m, 送砂筒取入可转动300°, 侧倾取筒长度不一可转动270°~340°。

移动式混砂机即为带着砂斗和树脂、硬化剂筒, 可沿轨道移动的连续式混砂机(见图7所示)。它的送砂造型范围更大, 可及整跨车间。主要用于大件的地面造型和地坑造型, 对于小车间或产量较低的造型线则能兼顾生产线和地面造型。

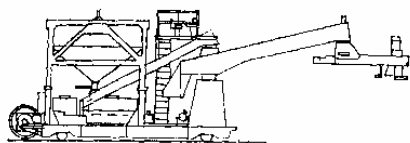


图7 移动式混砂机

这两种混砂机的生产率一般都比较, 可达10~60t/h。

二、树脂砂可使用时间与混砂机最小额定生产率的关系

树脂砂的可使用时间 $T_{\text{可}}$ 是指型砂混制好后能存放的时间。一般说, 某种树脂砂的可使

$$P_m = V_m / T_{\text{可}} \quad (\text{t/h})$$

式中 V_m —每批型砂的最大需要量, t

$T_{\text{可}}$ —所用树脂砂的可使用时间, h

可使用时间 $T_{\text{可}}$ 因选用的树脂、硬化剂和它们的加入量不同而变化, 一般是可以调节的。在车间设计时, 可先根据树脂价格、要求的铸型最终强度、车间面积使用情况、铸型大小与复杂程度和生产线起模前硬化段长短来决定树脂砂的起模时间, 然后根据不同树脂可使用时间与起模时间的比值来推算可使用时间。各种化学粘结剂制备的型砂的可使用时间 $T_{\text{可}}$ 与起模时间 $T_{\text{起}}$ 的比值如表2所示。每批型砂的

表2

粘结剂种类	水玻璃	异氰酸盐	呋喃	酚醛	多元醇—异氰酸盐	磷酸铝
$T_{\text{可}}/T_{\text{起}}$	0.3:1	0.5:1	0.5:1	0.5:1	0.7:1	0.3:1

最大需要量 V_m , 对造型或单个制芯来说, 应计算最大砂型或砂芯的型砂需要量。对制芯多点供砂的混砂机, 可按表3所示例子计算。

《中国铸机》杂志

6

表3

工艺参数	制芯点 (射芯机)		
	1	2	3
芯重 (kg)	10	25	48
芯数 (个)	3	4	4
制芯周期 (s)	45	60	75
芯砂需要量 (kg/h)	2400	6000	9216
最小额定生产率 (t/h)	2.4+6+9.2≈18		

上例中, 各制芯点芯重应以最大的计, 而制芯周期应按最短的计。因此, 无论设计的造型制芯点线生产率如何低, 所选用的混砂机额定生产率仍要受砂型、砂芯大小和树脂砂可使用时间的限制, 而不能单满足该造型制芯点线总的型芯砂需要量。

三、树脂砂连续混砂机额定生产率计算

树脂砂连续混砂机额定生产率可根据该车间或造型制芯点线的型砂需要量和混砂机的设备利用率进行计算, 混砂机额定生产率 P_m 可

最常选用的树脂砂混砂机设备利用率 J 为30~40%。

表4

影响因素	J值
高额定生产率混砂机, 地面地坑造型, 铸型复杂, 造型准备工时长, 树脂粘度高	20%
地面造型, 混砂机额定生产率较高, 树脂粘度较高, 铸型较为复杂, 造型准备工时长	30%
造型制芯线或组织较好的地面造型 (移动式混砂机)。混砂机额定生产率不高, 铸型大小较均匀	40%
机械化造型线, 砂箱大小均匀, 混砂机额定生产率低, 树脂粘度低, 造型准备工时少	50%
自动化造型线, 砂箱大小一致, 混砂机额定生产率低, 树脂粘度低, 铸型简单, 造型准备工时少	60%

四、结论

(1) 目前广泛采用的树脂砂混砂机是螺旋搅拌槽式连续混砂机, 其中尤以单槽中速 (主轴转速为400~600r/min, 叶片外缘线速度为3.5~5.5m/s) 使用更为广泛。当然, 对于生产率不高、树脂粘度高、铸型或型芯又较小的情况, 间歇式碗形混砂机是一种经济的办法。对于粘度较低的快硬树脂, 原砂质量又比较好

按下式计算:

$$P_0 = Vs / (HJ) \text{ 或 } P_0 = 13WV_a / J, \text{ (t/h)}$$

式中 V_s —全年型砂耗量, t

H —全年工作时间, h

J —混砂机设备利用率, %

W —造型点线铸型生产率, 型/h

V_a —造型点线平均砂箱体积, m^3

$$V_s = M(1 + K)R$$

M —一年合格铸件总产量, t

K —铸型、铸件总废品率, %

R —砂铁比, 计算砂型用砂量时取 3,

计算砂型及砂芯总用砂量时取 4

根据大量调查表明, 树脂砂连续混砂机的设备利用率 J 较低, 一般为 20~60%。影响它的因素有树脂粘度、混砂机额定生产率大小、铸件复杂程度及造型准备工时、铸型大小均匀性及造型点线机械化自动化程度等。计算时, 设备利用率 J 的取值可参阅表 4。

时, 采用叶片叶轮式也是一种可行的方案。

(2) 树脂砂的可使用时间是树脂砂的一个重要性能, 它与每批最大型砂需要量一起规定了混砂机的最小额定生产率 P_m 。可使用时间和要生产的砂型大小及树脂其他性能一起决定了应该采用何种混砂机。

(3) 由于树脂砂的保存性不佳, 混制好后不宜再作输送, 因此一般树脂砂连续混砂机既是混砂机又是送砂机, 设备利用率较低。设计计算中最常用的设备利用率为 30~40%。

(4) 计算树脂砂混砂机额定生产率时, 应首先根据铸型生产率和铸型大小均匀性确定造型制芯点线。计算出的每个造型制芯点线所用混砂机额定生产率 P_0 须满足 $P_0 > P_m$, 否则那些在可使用时间内不能充满砂的砂型质量下降。

参 考 文 献

- 1 Modern Casting, 1984, 10, 1984, 11
- 2 The British Foundryman, 1984, 2/3
- 3 Foundry Trade Journal, 1984, 11