

膏状压注和固态压注

—国外精铸技术进展述评(2)—

原载《特种铸造及有色合金》，2005（2）：108~110

一. 从液态到膏状压注的‘回归’

20世纪70年代，在制模设备方面，国外逐渐以液态压注取代膏状压注系统，并形成工业标准，一度成为制模的主流设备。当时液态压注之所以兴起，是因为无需制备蜡膏即可将模料方便地装填进射蜡缸。另外，以往的膏状压注设备，将蜡膏装填进储蜡缸时容易卷入空气。然而，液态压注方法也存在制模周期长，从液态到固态转变时体收缩较大等缺点。因此，自上90年代以来，国外在制模方法上又逐渐形成从液态到膏状压注‘回归’的趋势^[1]。采用膏状压注代替液态压注，不仅缩短了制模周期，蜡模收缩率也明显下降。CMI-Tech Cast, Inc. 提供的数据表明，采用膏状代替液态压注后，112种蜡模制模周期平均缩短30%。另一报道说缩短了45%^[1]。M. Argueso & Co.提供的数据则证实蜡模的收缩明显减小（表2-1）^[1]。

表 2-1 不同状态压注时模料线收缩率的比较（%）

	液态蜡 压注温度: 66~68.3℃	糊状蜡 压注温度: 60~62.8℃	膏状蜡 压注温度: 49~51.7℃
填料蜡	0.7~0.9	0.55~0.75	0.35~0.45
无填料蜡	1.2~1.3	1.0~1.1	0.8~0.9

实现膏状压注，对小型（换缸）压蜡机来说并不困难，难的是大型（免缸）压蜡机。难就难在保证及时足量供给射蜡缸以温度合适、状态均匀的蜡膏。换句话说，对于大型压蜡机而言，实现膏状压注的关键在于，设计制造容积大，温度控制准确可靠，性能稳定的蜡膏制备和供给系统——膏状蜡储蜡罐或蜡膏分配中心。

90年代后，美国MPI (Mueller-Phipps International's)和Howmet-TMP等世界著名压蜡机生产厂商，先后推出能实现分区温度控制的膏状蜡储蜡罐。这种储蜡罐能将从进蜡口输入的蜡液迅速冷却并制成温度均匀的蜡膏，保证及时足量供给射蜡缸。图2-1所示为90年代初MPI开发成功的膏状蜡储蜡罐的结构简图。图2-2所示为安装有这种储蜡罐的MPI 55压蜡机。该储蜡罐分二区或多区控制温度，整个储蜡罐的上面1/3是1区；下面2/3是2区。1区采用电加热并带有蜡液液面自动控制装置（图2-3）。为避免卷入空气，温度约70℃的蜡液从1区下方进入储蜡罐。罐内已经存在的气泡也可通过蜡液向表面逸出。1区另一个作用是，在位于2区的蜡膏上方形成一个液态的隔热层，对蜡膏起保温作用，同时还可避免搅拌器转动时将空气卷入蜡膏。2区内要求将蜡液温度从70℃左右迅速降至55~60℃的膏状，并以2.3L/min的速率供给射蜡缸。因此，2区筒壁设计成由导热快的铝合金制成，通过筒外循环水套来加热或冷却蜡膏。搅拌器主要由三片耐磨叶片组成，叶片不断刮擦筒壁，将靠近筒壁的模料与中心部位模料均匀混合。插入蜡膏中的热电偶和温度控制器准确地将模料温度控制在从液态到膏状的任一温度，误差仅±1/4℃。由储蜡罐出蜡口至射蜡缸，蜡膏温度相差无几，因而当改变温度设定时，响应速度快，调控精确。图2-4所示就是由该机射蜡嘴射出的温度合适、状态均匀的蜡膏。

目前，MPI 公司不仅提供配备有膏状蜡储蜡罐的压蜡机，而且还为用户提供从液态到膏状压注的升级服务。而且，上述储蜡罐还可与柔性输蜡管和射蜡嘴连接，构成一个独立的射蜡系统。这种以用户为本的设计理念，也很值得国内同行学习和借鉴。

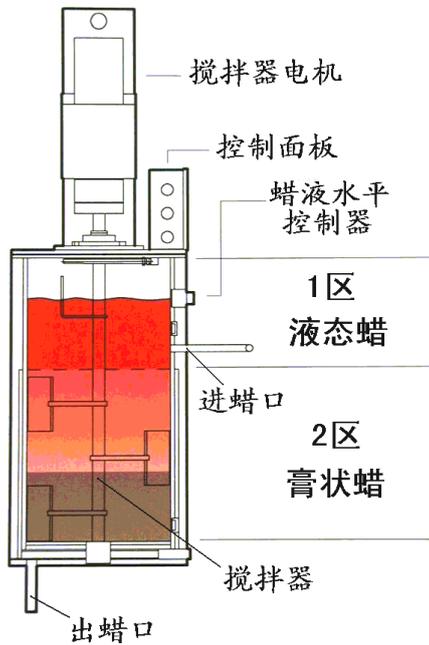


图 2-1 膏状蜡储蜡罐结构示意图

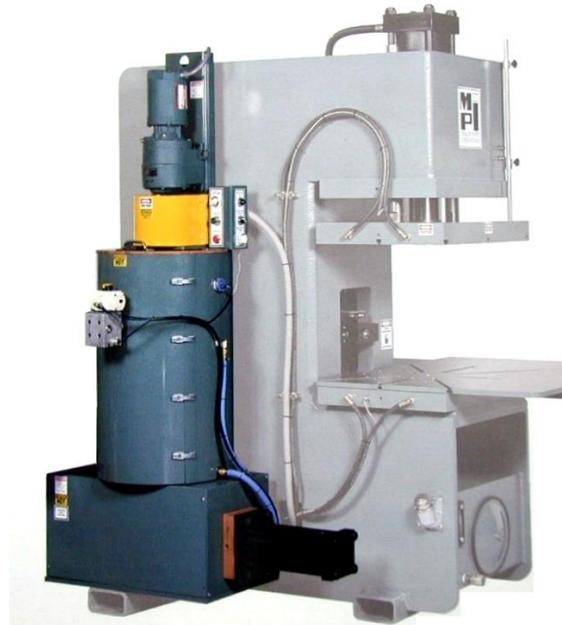


图 2-2 安装有膏状蜡储蜡罐的 MPI 55 压蜡机

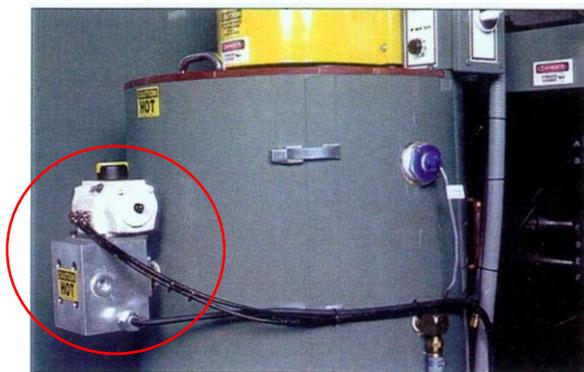


图 2-3 蜡液液面控制器

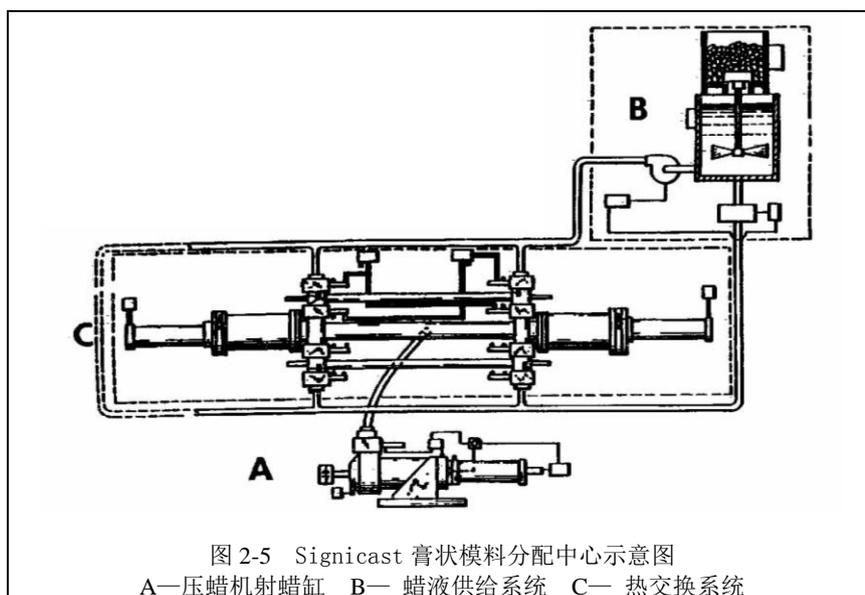


图 2-4 由射蜡嘴射出的蜡膏

此前，某些类似上述 MPI 的 C 字型框架式国产压蜡机，或免换蜡缸压蜡机，所配备的储蜡罐，实际上并不具备制备蜡膏的功能，从出蜡口输出的是蜡液而不是蜡膏。因此，只能通过蛇形管热交换器降温形成蜡膏。由于从出蜡口到射蜡缸之间降温幅度大，蛇形管中存储蜡膏数量又很有限，所以在压制大型蜡模或需要大容量连续供蜡时，很难保证及时足量供给射蜡缸以温度合适、状态均匀的蜡膏。这种结构的储蜡罐是 MPI 公司早期为液态压注而设计的，并不适合膏状压注之用。近来，天津莹丰（原秦皇岛铸信）精铸设备公司，按照图 2-1 所示原理，对原来储蜡罐结构进行了修改，使之具备了制备和存储蜡膏的功能，整台设备制成并投入使用后，满足了压制较大尺寸蜡模的基本要求，获得用户好评，深受操作工人欢迎。由此一例足以说明，认真深入地学习研究国外先进技术资料是何等重要。

发表于 INCAST 1994(2) 的由 Signicast Corporation 开发的膏状模料分配中心，在美国、台湾、欧洲已取得专利权，其流程示意地表示在图 2-5^[2]。该中心主要包括蜡液供给系统和热交换系统，后者能迅速将模料温度从液态冷却至膏状的任一温度，再输送给储蜡缸、多台压蜡机或类似的工作站。该系统控温精度高，温度波动范围仅 1℃。

值得一提的是，MPI 膏状压蜡机尝试使用了多种不同的模料，均取得良好的效果，但也有少数例外。有极少数无填料的新蜡，蜡膏长时间保温，模料中的某些组分可能会析出，影响制模过程顺利进行。而填料蜡和回收-再生蜡则不存在任何问题。一般来说，这种蜡膏制备、存储和分配系统，主要是针对树脂基模料而开发的，对蜡基模料（例如石蜡—硬脂酸模料）则不太适用。另外，尽管膏状压注已经逐渐形成‘回归’的趋势，但在某些情况下（例如压制某些大型薄壁复杂件或带陶瓷型芯的铸件时），液态压仍然是不可或缺的。



二. 固态压注技术

将固态模料直接挤压进压型型腔而获得蜡模的技术早在 20 世纪 70~80 年代就已见报道，但由于种种原因未能在实际生产中推广应用。近年来这项技术已取得突破性进展，据称目前已有 400 多台装备有机械手的固态压蜡机投产使用^[3]。

固态压注时模料温度低(40℃以下)，几乎没有流动性，主要靠高压(7~14MPa)挤压，使模料产生塑性流动，在射蜡咀和注蜡口强烈的摩擦和机械剪切作用下局部熔融，进而充填压型型腔，获得没有冷隔、皱褶、浇不足和气泡等缺陷的合格蜡模。由于蜡模成型未经凝固过程，所以体收缩很小，几乎没有线收缩，因而能有效地防止表面缩陷，使某些容易缩陷的蜡模(如实心高尔夫球棒头)平面度可达 0.025~0.075 mm^[3] (图 2-6)。如果采用装备有图 2-7 所示开/合型机械手的自动压蜡机(图 2-8)，生产效率很高。压制一个实心高尔夫球棒头(没有预置冷蜡块)，生产周期仅为 10~15s。如采用液态压注法(加冷蜡块，模具制冷)，则需要 2~3min^[3]，即使采用膏状压注也要 20s 以上。由于蜡模压注后基本上不产生收缩，设计模具无需考虑收缩余量，模具返修也因此减少，压型设计和制造大为简化。这种技术可以使用任何一种模料，包括回收-再生模料，使模料成本大幅度下降。

尽管这种设备绝非完美无缺，但在压注某些外形尺寸较小而断面较厚的蜡模，或生产尺

寸精度要求较高的小型精铸件时，也不失为一种尚佳选择。

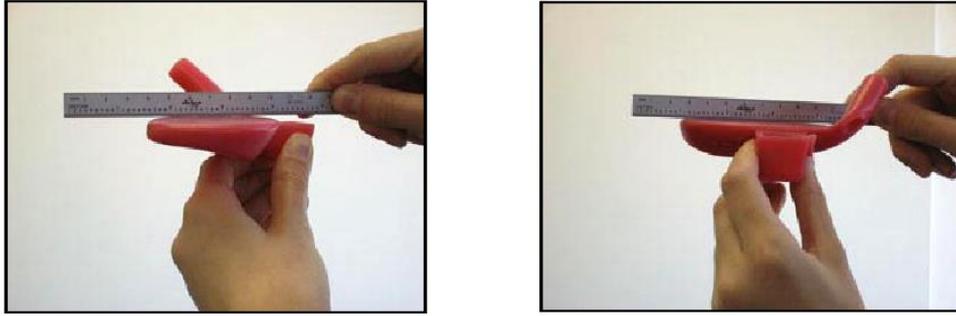


图 2-6 固态压注的蜡模的平面度



图 2-7 开/合型机械手



图 2-8 自动化固态压注压蜡机

参 考 文 献

- 1 Matthew Pinczes. Wax Conditioning Reservoir Allows New Look at Paste Wax Injection. INCAST 1995(2):16~19
- 2 Keith F. Hedrick .Tests Illustrate Interdependent Relationship Between Wax Pressure& Wax Flow. INCAST 1994(2):14~16
- 3 John Kight And Earl Powers. Significant Productivity Improvements From Solid Wax Injection Technology And Accompanying Automation Investment Casting Institute: Proceedings Of The 49th Annual Technical Meeting, USA, 2001, 7:1~7:7