

树脂砂制芯工艺的应用现状与发展方向

李欧卿 杨 晶 程 军

(华北工学院, 太原 030051)

摘 要 简述了树脂砂的应用现状、工艺特点及存在的主要问题, 指出了其发展前景

关键词 树脂砂; 冷芯盒; 自硬砂; 热芯盒

分类号 TG242

铸造生产中用天然树脂作型砂的辅料, 可追溯到几千年以前, 但用人工合成的树脂则起始于本世纪 40 年代中期^[1]。

40 多年来, 作为型砂粘结剂的树脂, 品种和规格不断增多, 性能也在不断完善, 已完全可以满足各种铸造合金及不同生产条件的要求。树脂砂的使用方法、工艺过程的控制及相应的配套设备等都有极好的发展势头。

和其他化学粘结剂砂相比, 使用树脂砂具有能耗低、污染少、铸件质量高、劳动强度低等优点。在一定条件下, 用树脂砂代替粘土砂, 其综合经济效益也是合算的^[1]。因此, 树脂砂的应用, 引起了造型制芯工艺的根本性变革^[2~7]。

1 树脂砂的应用概况

自合成树脂在铸造行业中应用以来, 其发展速度远远超过了铸造生产中使用的任何粘结剂^[7]。目前, 铸造用树脂粘结剂有 20 多种, 基本上取代了油芯制芯的老工艺。

图 1 列出了 1957 年至 1987

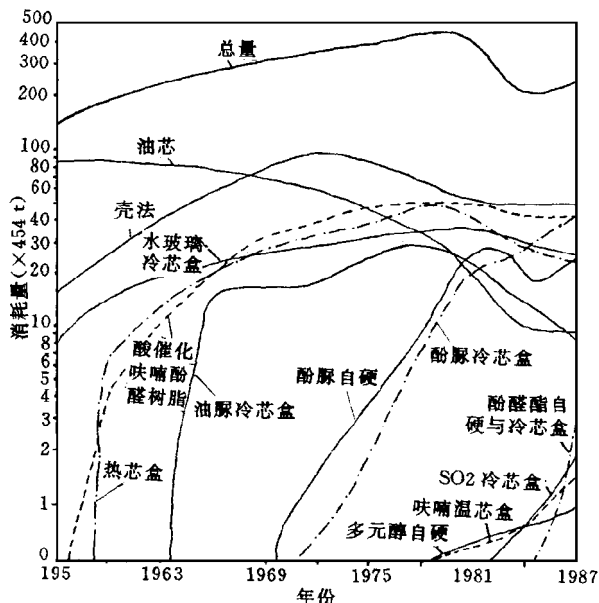


图 1 美国化学粘结剂年消耗量^[5]

* 收稿日期: 1996-10-25 第一作者 男 1972 年出生 硕士

年美国化学粘结剂的年消耗量^[6], 1985 年各种化学粘结剂消耗量的比例大致是: 壳法 23.0%; 酸催化自硬砂 19.2%; 酚尿烷自硬砂 11.5%; 酚尿烷冷芯盒 18.5%; 热芯盒 13.5%; 水玻璃 5.9%; 油砂 4.6%; 油尿烷 3.8%。总计有机化学粘结砂 89.5%, 其中冷法(冷芯盒、自硬法)占 53.0%。

1986 年原西德铸造工程师协会 (VDG) 调查了西德铸造生产中各种型砂粘结剂的消耗情况。结果表明: 1986 年消耗粘结剂总量 22.7 万吨, 其中含各种树脂达 21 万吨, 约占 92.5%。各种粘结剂所占比例见表 1^[8]。

表 1 原西德铸造生产中各种型砂百分比(1986)

种类	自硬砂	冷芯盒	热芯盒	壳法	水玻璃	油类	温芯盒
用量 %	63	11	10	7.5	5.5	2.0	1.0

上述资料表明: 尽管各种工艺方法因使用范围不同而处于共存状态, 但有机化学粘结砂占有绝对优势, 其中尤以冷芯盒法和自硬法发展更快。

我国从 50 年代后期开始研究树脂砂工艺, 并逐步应用于生产, 经过几十年的努力, 在原辅材料、工艺技术和成套设备开发方面做了许多工作, 有关技术问题基本得到了解决。目前, 树脂砂已在机床、重型机械、通用及兵器行业、造船、纺织机械等行业中推广应用。生产出不同重量的、结构复杂的、质量要求高的铸铁件、铸钢件和有色金属铸件。“八五”末期, 我国树脂砂工艺的应用将达到国外 80 年代初的水平, 树脂砂铸件的产量将达到 (110~160) 万吨^[2]。

2 树脂砂制芯工艺的分类及特点

在诸多制芯工艺中, 按照固化条件, 大致可分为 3 类, 即加热活化法、冷芯盒法、自硬法, 详见表 2。

表 2 制芯工艺方法分类及应用时间^[3]

冷芯盒法	自硬法	加热活化法
酚醛-尿烷-胺(1968)	呋喃-酸(1958)	壳法(1950)
呋喃-SO ₂ (1975)	酚醛-酸(1958)	呋喃热芯盒(1960)
游离基-SO ₂ (1982)	油尿烷(1965)	酚醛热芯盒(1962)
环氧-酯(1985)	酚醛尿烷(1970)	温芯盒(1978)
树脂-无毒气体	酚醛-酯(1984)	

由表 2 可见, 当今铸造业中, 制芯方法的多样化是由于粘结剂的演变和固化方法的多样化所致。

2.1 加热活化法

加热活化法的特点是所用硬化剂为潜硬化剂, 在常温条件下不起作用或作用甚微,

经加热后才起作用,使树脂发生交联反应而硬化

50年代,美国曾有一个壳型高潮,壳法的主要优点是砂料流动性好,高温强度高,砂铁比低,铸件质量高。但因其固有的缺点,如覆膜砂制备工艺复杂、能耗多、成本高等又限制了其进一步发展。热芯盒法和壳法一样,存在着能耗高、释放烟气多、工作条件差、污染环境等缺点,目前正向温芯盒方向发展。温芯盒成型温度低,又综合了热芯盒和冷芯盒法的优点,成为国内外较为重要的树脂砂发展动向。

2.2 自硬法

自硬法,在国外称其为“不烘干”(no-bake),是与粘土干型和油砂型芯对比而言的。目前,铸造行业中用于自硬砂的树脂主要有酸硬化呋喃树脂,酸硬化甲阶酚醛树脂和胺硬化尿烷树脂,其共同特点是:(1)树脂粘结剂和催化剂(固化剂)在室温下接触时即开始发生化学反应,故型砂有一定的可使用时间和脱模时间,二者比例视树脂(含催化剂)种类和数量而定;(2)砂温、环境温度和湿度都对硬化速率有很大影响。

2.3 冷芯盒法

冷芯盒是在热芯盒工艺基础上,为克服其需要加热的缺点而发展起来的。原先专指三乙胺法,现在泛指用气(雾)催化剂催化树脂砂在室温下瞬时硬化成型的一类工艺方法,其共同特点是芯砂硬化快,脱模时间短,十几秒即可脱模取芯,生产效率高,适合于大批量砂芯的生产。近年来发展起来的酚醛-酯冷芯盒法和树脂- CO_2 法(如 CO_2 -Polidox, CO_2 -PVA等)由于没有环境污染,发展势头很好。

3 树脂砂制芯工艺的发展方向

从树脂砂应用状况和各制芯工艺的特点来看,各种粘结剂体系及相关制芯工艺都有其优点和局限,用途各不相同,基本处于共存状态。但从总的发展趋势来看,加热活化法因其能耗高、污染环境将逐步被冷芯盒和自硬法所取代,而冷芯盒法因其所吹气(雾)具有刺激性气味,恶化工作环境,新的无污染粘结剂存在着砂型强度低等缺点,尚处于研制阶段。因而,其应用远不如自硬砂广泛。

尤其是进入80年代以来,树脂自硬砂工艺在欧美、日本等发达国家发展十分迅速。英国70%以上的铸铁件和20%以上的铸钢件是采用树脂自硬砂工艺生产的;在美国,化学粘结剂砂中40%左右为树脂自硬砂;在日本大型铸件生产中,50%以上是采用树脂自硬砂;1986年原西德采用树脂自硬砂的比例也由1975年的19.4%提高到30.2%^[8]。

树脂自硬砂之所以具有如此迅猛的发展势头,是因为它具有其它树脂砂所不可替代的优点:

- (1) 型砂强度和型砂精度高,溃散性好,能够保证铸件尺寸精度和表面粗糙度;
- (2) 湿强度低,型砂流动性好,有利于改善造型与制芯工艺性能,提高劳动生产率,改善劳动环境,降低劳动强度;

(3) 节约能源, 旧砂回用方便, 具有良好的经济性

虽然树脂自硬砂原材料费用较高, 但综合费用却较低。据沈阳第一机床厂对铸件生产过程中 13 项费用全面核算, 粘土砂为 1010.43 元, 水玻璃为 1016.38 元, 树脂自硬砂仅为 991.05 元(全新砂为 1089.54 元)^[3]。

在所有自硬砂中, 尤以 PEPSET 树脂砂发展更快。该法自问世以来, 应用范围不断扩大, 消耗量有增无减。目前, 酚醛尿烷(PEPSET, ISOCURE 冷芯盒)占美国化学粘结剂市场的 80% 以上。和其它树脂自硬砂相比, PEPSET 具有独特的优点^[9]:

(1) 固化反应滞后, 一旦硬化, 瞬时完成, 因而其可使用时间和脱模时间比值很高(一般为 0.75~1)型砂流动性极好, 见图 2^[10];

(2) 硬化反应没有副产品, 不象酸硬化的自硬砂那样有水析出, 因而铸型或芯子表面与内部几乎同时硬化, 基本不受形状或厚薄的影响。

国内外许多铸造厂家的生产实践表明, PEPSET 自硬砂工艺用于造型和制芯是可行的。例如, 美国卡特皮尔的乔·梯尔铸造厂利用 PEPSET 自硬砂工艺制造形状复杂、精密度要求很高的缸体、缸盖水套砂芯, 其废品率一直低于 10%。彼兹铸造厂采用 PEPSET 树脂砂实型铸造工艺成功地浇注了 5 t 重球墨铸铁件。在国内, 重庆汽车发动机厂用该工艺造型、制芯, 已达到年产 3000 台康明斯柴油机缸体毛坯的生产能力。第一汽车制造厂、第一拖拉机制造厂和四川柴油机厂采用 PEPSET 自硬砂工艺已取得成功, 收到良好的技术经济效益^[11]。

因此, PEPSET 自硬砂无疑将成为造型制芯工艺的一个重要的发展方向。

4 结 论

(1) 有机化学粘结剂在所有型砂粘结剂中占有绝对优势, 其品种和规格不断更新, 性能正在逐步完善。

(2) 各种粘结剂体系及相关制芯工艺竞相发展, 每一体系都有其优点和局限, 虽然目前处于共存状态, 但总的发展趋势是: 树脂自硬砂逐步代替加热活化法, 甚至冷芯盒法。

(3) PEPSET 树脂自硬砂具有反应滞后、固化反应瞬间发生, 可使用时间与脱模时间比值大, 型砂流动性好等优点, 因而其应用前景十分乐观。

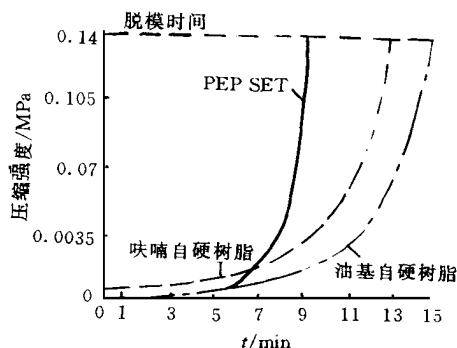


图 2 PEPSET 和呋喃、油自硬砂硬化特性比较^[2]

参 考 文 献

1 李传杰. 造型材料新论. 北京: 机械工业出版社, 1992. 163~187

2 江朝土. 我国树脂自硬砂的应用与发展. 铸造技术, 1995, (4): 3~6

- 3 黄乃瑜等 树脂砂造型制芯技术 中国铸机, 1992, (1): 45~ 49
- 4 刘文川等 树脂自硬砂制芯工艺方法及其适用性 热加工工艺, 1993(1). 45~ 47
- 5 Gardziella A, Kwasniok A, Cobos L. Recent studies comparing coremaking process Modern casting, 1996, (3): 39~ 42
- 6 Burditt M F, Carey P R. Mold & core binders keep pace with industry demands Modern casting, 1988, (6): 20~ 24
- 7 Stevenson M. Chemical binders — What's New? Foundry International, 1994, (6): 100~ 105
- 8 扎士君 造型材料发展概况 造型材料, 1993, (2). 1~ 5
- 9 邢云峰 PEPSET 自硬砂制芯工艺在汽车铸件应用研究: [硕士学位论文] 吉林: 吉林工业大学, 1993
- 10 Carey P R, Sturtz G P. Updating resin binders process-Part VI. Foundry M & T, 1986, (7): 84~ 87
- 11 吴殿杰 PEPSET 树脂砂工艺在缸体铸造上的应用 中国铸机, 1994, (1): 45~ 48

APPLICATION AND DEVELOPMENT OF RESIN BONDED SAND COREMAKING

Li Ouqing Yang Jing Cheng Jun

(North China Institute of Technology, Taiyuan 030051)

Abstract A brief introduction of resin bonded sand on the application, processing features and main problems existed is given. The prospect of its developments in the future is pointed out.

Key words resin bonded sand; cold-box; self-hardening sand; hot boxes