

8

24-27

# 精铸模具的研究应用概况

广东工业大学 王福谆\* 刘可如

TG 24  
TG 2444

**摘要** 叙述了熔模精铸模具、陶瓷型精铸模具、石膏型精铸模具和加压精铸模具的应用情况。精铸模具与机加工模具比较,生产周期短,制造成本低,故有很好的发展前景。文章还对陶瓷型精铸模具技术提出了6点改进意见。

**关键词:** 精铸技术 陶瓷型铸造 模具制造

精密铸造

## Application of Precision Casting Dies

Wang Fuzhun Liu Keru

(Guangdong University of Technology)

**ABSTRACT** The applications of the dies for investment, ceramic mold, plaster mold and pressure precision castings are described. These dies are shorter in productive cycle and lower in cost than machined dies. A good developing prospect about these dies has been shown. In addition, six improvements on the die technology for ceramic mold precision casting are presented.

**Key Words:** Precision Casting Technology, Ceramic Mold Casting, Die-making

近10余年来,我国模具工业发展很快,但仍然跟不上需要,每年都要从国外进口大量昂贵的模具。采用锻件或型材进行机械加工获得模具的方法,由于其精度高、寿命长,一直是传统的制模方法。与机械加工模具比较,铸造模具显然是一种最经济的方法,特别是精铸模具,由于其型腔精度高,表面光洁,可以不进行或少量进行机械加工,从而缩短了生产周期,降低了生产成本。目前,用熔模铸造、陶瓷型铸造、石膏型铸造和加压铸造等方法获得的精密铸造模具,在我国已经有很多的应用,但是,应用还不够广泛,发展也不快,有必要加以大力提倡。

### 1 熔模精铸模具的应用

熔模铸造是最主要的精密铸造方法,但是,不适于铸造较大铸件,而且,从经济角度看,批量应在100件以上才是合算的。因而,熔模精铸模具应用较少。我国只有少数工厂对一些型腔复杂、加工量大或难以加工的模具,采用熔模精铸法。例如:汽车离合器盖热冲模,材质为5CrNiMo钢,模具重达84 kg,模腔复杂,精度要求高,制模加工量大,故改用熔模精铸法制模,为保证型壳强度,共涂12层,所得模腔表面光洁,磨削余量仅为0.5~1 mm。用此法共铸造16个热冲模,都符合要求,大大减少了机械加工量,满足了生产需要。又如,混光灯具灯罩的尺寸较大,表面为空间曲线,其拉伸模若用机械加工方法制造,则加工费用大,生产周期长;但若用熔模铸造法,因该模只需一件,如先制造蜡模压型,显然也

不合算。为此,该厂利用我国传统潮蜡工艺,不用制造蜡模压型,而是利用现有的灯罩样品,直接做出蜡模,并使蜡模符合要求。考虑到模具尺寸较大,故型壳共涂10层,并缠绕铁丝,保证了型壳强度。浇注出的灯罩拉伸凸模,重达100 kg,表面粗糙度为Ra12.5~6.3 μm,经钳工精修后,直接抛光镀铬,不但节省了成本,也大大缩短了制模周期。这种方法为单件复杂模具的制造开辟了一条新路。其实,用熔模法批量制造小型精铸模具,由于减少了加工量,缩短制模周期,保持较长寿命,所以还是很合适的,国外已有较多应用,如原苏联利哈乔夫汽车厂采用熔模法精铸压铸模的镶嵌件,美国Domeron合金铸造厂用熔模法制造玻璃模等等。我国也有必要在这方面作更多的开发工作。

### 2 陶瓷型精铸模具的应用

陶瓷型铸造是最重要的精铸模具方法,世界各国都有很大发展。国外已广泛用来制造锻模、冲压模、塑料模、压铸模、玻璃模等。国内一些单位在70年代,用陶瓷型铸造的柴油机摇臂锻模、冲头锻模、风扇压铸模、果盘玻璃模等,型腔只经钳工精修即可,大大缩短了制模周期,成本比机加工模降低一半左右,为推广陶瓷型精铸模具奠定了基础。80年代以来,陶瓷型精铸模具获得进一步发展,有些工厂已从试生产发展到成批生产,如杭州第二纺织机械厂用陶瓷型铸造的中小铝模板已达600余块,最大模板尺寸为1320 mm×420 mm,精铸模板的制造周期为机加工模板的10%~20%,成本为

30%左右。第一拖拉机厂模型分厂采用陶瓷型组合型芯生产上百套铸造模具,从一般的芯盒、模板到2 t重的低压铸造模具。香港从美国引进 Unicast 陶瓷型精铸铍铜模具技术,已广泛用于塑料模生产上。铍铜是一种良好的塑料模材料,铍铜精铸模具纹理清晰,尺寸精度可达0.25 mm/100 mm,但铍铜在熔化和加工中放出 BeO 粉末,对人体有危害,故我国武汉机械工艺研究所研制成一种陶瓷型精铸铜基合金模具替代,效果良好。但陶瓷型精铸模具最重要的进展,还是在锻模和冲压模方面。滨湖柴油机厂用陶瓷型铸造的合金球铁连杆模具,尺寸精度达到5~6级,表面粗糙度为  $Ra6.3 \mu\text{m}$ ,而成本和制造周期都只有机加工 5CrNiMo 钢模的一半,寿命不低于机加工模具。北京首都机械厂采用陶瓷型铸造大型球铁拉伸模,上、下模各重 5.5 t,最大尺寸达 2 030 mm × 1 950 mm,生产周期仅为原机械加工模具的 33%,成本为 50%。上海桑塔纳轿车汽缸盒模具,采用陶瓷型精铸 H13 钢模具,表面粗糙度为  $Ra12.5 \sim 5 \mu\text{m}$ ,尺寸精度达到 0.35 mm/100 mm,完全满足生产要求,代替了进口模具,而成本仅为进口模具的 25%。武汉机械工艺研究所在陶瓷型精铸锻模和压铸模以及铸造用热作模具钢的研究和生产上,均取得较大的进展,其铸造的 CA-10B 汽车前轴陶瓷型精铸辊锻模,重 0.5 t,型腔的表面粗糙度为  $Ra12.5 \sim 6.3 \mu\text{m}$ ,型槽最大误差为 0.3 mm,所以型腔不必加工,只需抛磨。精铸模具比锻制模具的机加工工时减少 300 h。该所陶瓷型精铸模具的精度已达到或超过美国金属学会用 Show 法浇注铸钢件尺寸精度的标准,其研制的铸造用热作模具钢,使陶瓷型精铸模具比同类型锻钢模具在相同工作条件下的使用寿命提高 50%左右,已在十多个工厂使用,质量稳定。但是就全国来说,陶瓷型铸造的发展还不快,应用也不够广泛,其原因,除了社会上的传统习惯外,和一些单位生产的陶瓷型铸造模具精度、表面粗糙度达不到要求,使用寿命不稳定有关。为此,特提出如下改进意见,供参考。

#### (1) 认真解决陶瓷型铸件的脱碳问题

武汉机械工艺研究所采用的金属型衬陶瓷型水冷密封工艺(JSM 工艺)是解决脱碳问题的一个好办法。另一个办法是在陶瓷型混合料中添加 6%~8% 碳化硼,使铸件能快速散热和形成还原性气氛,对防止脱碳也极为有效。

#### (2) 消除陶瓷型型腔的变形

用金属型衬取代水砂衬是消除陶瓷型型腔变形的有效方法。

#### (3) 控制好水解硅酸乙酯的质量

可用强度高、水解工艺简便、稳定性好的硅酸乙酯 40 来取代国内传统使用的硅酸乙酯 32,而且这样做后,

经济性也很好。

#### (4) 对传统喷烧工艺进行革新

因硅酸乙酯水解反应时加入酒精,故陶瓷型喷烧时会因酒精的挥发、燃烧,使陶瓷型表面形成密布的酒精挥发通道,因而喷烧后的陶瓷型表面会形成密布的网状显微裂纹,增加了表面粗糙度,而且当燃烧不均匀时,还会使陶瓷型产生裂纹和变形,影响精度,因此要进行改进。一种办法是采用 CA-1 稳定液处理工艺来取代喷烧工艺。试验表明,喷烧后陶瓷型尺寸变化为 200  $\mu\text{m}$ ,表面粗糙度为  $Ra4 \sim 3.2 \mu\text{m}$ ,改为 CA-1 稳定液处理工艺后,相应减少到 20  $\mu\text{m}$  和  $Ra1.6 \mu\text{m}$ 。另一种办法是硅酸乙酯水解反应时不加乙醇溶剂,直接将硅酸乙酯、水、耐火粉料和催化剂混合在一起,充分搅拌,使硅酸乙酯和水充分接触,在不断搅拌过程中,同时完成硅酸乙酯的水解和陶瓷浆料的配制。但我们的实验表明,四种材料同时加入后搅拌混合,则硅酸乙酯的水解不够充分,如先加硅酸乙酯和耐火粉料,搅拌均匀后,再加入水和催化剂继续搅拌,才能使硅酸乙酯充分水解,并获得均匀的陶瓷浆料。这种无醇陶瓷型工艺,可获得没有裂纹,强度高的陶瓷型,降低了陶瓷型表面粗糙度,并可节省大量酒精。

#### (5) 用有机催化剂来代替无机催化剂

采用甲醛-1、醇胺-2 等有机催化剂代替国内常用的 MgO 和 Ca(OH)<sub>2</sub> 等无机催化剂,所制得的陶瓷型强度要高得多,高温性能也好,不产生气孔和裂纹,有利于提高陶瓷型的精度和光洁度。

(6) 改变简单地采用锻造模具钢作为陶瓷型铸模材料的传统做法,应研制和应用铸造用模具钢。

因为锻造用模具钢的铸造性能往往较差,如国内广泛应用的 3Cr2W8V 钢,其流动性就很差,用这种材料浇注模具,很难得到轮廓清晰的模具。所以,国内外在这方面都进行了研究开发工作。英国利兹大学 P. R. Beeley 教授 70 年代末在研制万向节十字架陶瓷型精铸模具时,已经对 NiCrMo 铸造用模具钢作了较深入的研究。武汉机械工艺研究所在 80 年代也研制了 ZDM-1、ZDM-2 和 ZYM-2 型等精铸用热作模具钢。由于精铸模具表面有一层 10 mm 左右的微等轴晶区,提高了抗疲劳强度,精铸模具使用时,只要注意严格的预热处理,α<sub>K</sub> 值会上升,可满足锻模要求,因此 ZDM-2 钢精铸模具在相同工作条件下的寿命,比锻钢 5CrNiMo 和 3Cr2W8V 的机加工模具寿命提高 50%~100%。这方面,原苏联汽车工业部门 10 个工厂应用陶瓷型和树脂砂型精铸锻模的经验也说明这一点。用锻造模具钢 5XHM 和 3X2B8Φ 等作铸造锻模材料,使用寿命不够稳定,有时会因脆性断裂而报废。所以苏联汽车工业研究所研制了 4X5MΦCHБ、25X5MΦCH 等适用于铸造锻模

的模具钢,用这些钢精铸的锻模寿命,比用传统模具钢 5XHM、3X2B8Φ 等锻造的机加工锻模寿命提高 20%~100%。在此基础上,苏联把精铸锻模作为锻模制造的主要方法,到 1990 年,精铸锻模产量占锻模总产量的 55%。所以要进一步推广陶瓷型精铸锻模和压铸模,一定要和研制采用铸造用模具钢结合起来,也只有这样,才能改变人们心目中铸造模具不如锻制模具寿命长的偏见。

### 3 石膏型精铸模具的应用

利用石膏型直接浇注出复杂型腔的铸模方法,主要用于锌合金和铝合金的模具制造。锌合金比较早就已用于制造模具。80 年代初,我国锌基合金模具,作为一种制模简单、成本低廉、制模周期短的制模方法,在制造注塑模、拉伸模、冲裁模方面,在全国推广应用,得到较大发展。但当时,普通砂型铸造锌合金模还占了较大比例,近年来,石膏型铸造高精度锌合金模具的应用已更加广泛。由于铝合金材料比锌合金强度高,寿命长,所以 80 年代以来,日、美等国采用石膏型精铸铝合金模具获得很大发展,已开发了一批适于铸造模具的新型铝合金材料,使石膏型精铸铝合金模成为目前最广泛应用的铸造模具之一,国内近来石膏型精铸铝合金模也获得发展,有的单位用石膏型精铸的铝合金塑料模具,其型腔表面粗糙度为  $Ra3.2 \sim 1.6 \mu\text{m}$ ,经砂纸打磨抛光即达  $Ra0.8 \mu\text{m}$ 。

广州精密铸造厂在省研究所帮助下,生产的石膏型精铸锌合金模具,已为上百家工厂提供大量吹塑、吸塑、注塑和冲压、冲裁模具,效益显著。其石膏型精铸模具工艺又有两个方面的进展,一是利用实物样品作母模,直接翻制石膏型时,如果样品结构复杂,花纹精细,无拔模斜度时,则采用复型性能优异的复型胶翻制石膏型,使高精度得到可靠保证。二是在传统的锌基合金成分中添加某些微量元素,进一步提高锌基合金的硬度和耐磨性,使该厂锌合金精铸模达到较高水平。精铸模具最小重为 0.1 kg 左右,最薄壁厚只有 0.35 mm,模具型腔的表面粗糙度为  $Ra3.2 \sim 1.6 \mu\text{m}$ ,尺寸精度达到  $\pm 0.15 \text{ mm}/100 \text{ mm}$ ,花纹精细可显示到 0.015 mm 左右。石膏型精铸锌合金模与机加工钢模相比,可节约钢材 40%~50%,成本为机加工模的 15%~20%,生产周期短,小型模具 2 天内完成,大型模具(200 kg 左右)也只要 4~7 天完成。寿命虽不及钢模,但一般薄板冲压、拉伸模寿命也达 5 000~8 000 件,且可通过返修来延长寿命,注塑模可达 2 万次,吹塑模和吸塑模则达 60~100 万次。

对于大型石膏铸型,应采用黑色金属背衬上浇附锌合金面层的复合结构,以保证其强度。如某单位制造大

型汽车覆盖件用的锌合金精铸模,就是采用复合结构获得成功的,模具型腔光洁,不需加工,仅抛光即可,制模周期仅为机加工模的 17%左右,成本为 20%~33%,寿命可达 1 万次。

综上所述,石膏型精铸模具在塑料模、冲压模等方面的应用是很有前途的。

## 4 加压铸造精铸模具的应用

### 4.1 低熔点合金加压铸造模具

铋、铅、锡、镉等形成的合金,熔点低、与钢铁不粘,凝固膨胀。如常用的由 58%Bi 和 42%Sn 组成的合金,熔点只有 138 ℃。上述特点,使低熔点合金便于在冲压机上铸模,铸模时,合金是在 0.1 MPa 压力下凝固的。这种低熔点合金精铸模具,型腔不需加工,所以制模周期比机加工钢模缩短 60%~90%,节省钢材 80%左右,制模成本只有钢模的 10%~33%,一次制模使用寿命,当冲压 1 mm 厚的钢板时,可达 3 000 件。所以,低熔点合金模具最适于品种多、批量小、任务急、改型快等特点的薄板冲压生产。应用低熔点合金精铸模具,拖拉机厂可在 3 个月内实现驾驶室换型,汽车厂可在半年内将车体换型。这是机加工钢模无法比拟的。所以,我国很多汽车厂都采用该项技术。

江南机器厂将锡基低熔点合金熔化后,当温度降到半液态时进行浇注,浇后立即充气压实,保压 4~8 min,可得精度高、表面粗糙度较低的压型。该厂用此法制作 80 多套精铸压型,取得良好效果。

### 4.2 铍铜加压铸造模具

铍铜是优良的塑料模材料,除用陶瓷型精铸铍铜模具外,还常采用一种加压铸造铍铜模具的方法,即铍铜浇入后,进行加压凝固。可获得精度很高的铍铜模具,其尺寸精度为  $\pm 0.08 \sim 0.15 \text{ mm}/100 \text{ mm}$ ,表面粗糙度只有  $Ra1.6 \mu\text{m}$  左右。

### 4.3 压力铸造模具

国外常利用压铸机来压铸小型铍铜模具和锌合金模具,作为注塑模具或型腔镶嵌件,这对于有一定批量的模具生产来说是合适的。这种精铸模具的方法国内还应用不多,上海金山电讯器材厂在压铸机上铸出小型锌合金塑料模具,它比一般锌合金铸件组织致密、强度、硬度较高,轮廓清晰,精度和光洁度高,型腔完全不用机械加工,该模具注射 2 万多件塑料产品后,仍然符合要求。所以用压铸机精铸小型塑料模具,也应是精铸模具的一个途径。

总之,应该扩大精铸模具的应用,让精铸模具在模具制造业中占有更重要的地位。

27-20

9

综 述

特种铸造及有色合金 1996年第3期

# 四川压铸工业发展特点及若干问题

四川红山铸造厂 刘林秋

T928

**摘 要** 讨论了四川压铸工业的发展特点和若干问题。

**关键词:** 压铸 工业 发展

## Features and Problems in Developing Sichuan Die Casting Industry

Liu Linqiu

(Sichuan Hongshan Foundry)

**ABSTRACT** This paper discussed features and problems in developing Sichuan die casting industry.

**Key Words:** Die casting, Industry, Developing

### 1 四川压铸工业的发展特点

#### 1.1 紧跟摩托车工业发展,速度惊人

80年代,四川摩托车工业崛起,四川压铸工业进入飞跃发展时期。原有的压铸厂点年年扩大压铸规模,变成了以压铸为主的专业厂,如红山厂和兴光厂等。以前未搞压铸的各式各样的投资者纷纷将资金投入压铸,新建压铸厂点如雨后春笋。全川压铸厂点达到110家,为70年代的五倍。压铸机总台数达到500多台。铸件年产量达到16 000 t(1994年)。

以重庆地区为例,压铸厂点情况如下:

表1 重庆地区压铸厂点发展情况

时 期	50 年代	60 年代	70 年代	1988 年	1994 年
压铸厂点数/个	2	5	16	50	75

\* 刘林秋,重庆(630039) 收稿日期:1995-04-26

1988年重庆摩托车产量增至40万辆,压铸厂点比70年代增加约两倍。压铸机增至170台。铸件年产量增到3 500 t。1994年重庆摩托车产量增至170万辆,压铸厂点比1988年增加50%。压铸机增至350台,约为1988年的两倍。铸件产量增到11 000 t,约为1988年的三倍。

#### 1.2 成渝两地形成了以三大压铸厂为核心的压铸工业密集区

四川三大压铸厂皆在成渝地区。一个是位于重庆的红山厂,另两个是位于成都郫县的兴光厂和位于崇庆县的崇南压铸厂。1994年三厂铸件年产量皆近2 000 t,共计近6 000 t,占全川铸件总产量的37.5%。三厂各有30台左右压铸机,共计100台左右,占全省压铸机总台数的1/5。

红山厂和兴光厂在搬迁中注意了与技术改造相结合,建成了集中熔炼系统和较合理的压铸生产线,大幅度地提高了压铸产量。

### 参 考 文 献

- 杨威. 热冲模的熔模精密铸造. 铸造技术, 1986(2): 11
- 张安民. 熔模铸造大型混光灯具灯罩拉伸凸模. 铸造, 1993(5): 22
- Bralower PM. CAD/CAM Unites Tooling Casting. Modern Casting, 1988, 78(10): 3
- 郭希宁. 陶瓷型精密铸造. 北京: 机械工业出版社, 1977
- 沈惠民. 陶瓷型精铸铝模板遇到的问题及解决途径. 特种铸造及有色合金, 1992(5): 42
- 潘家骏. 稀土球铁陶瓷型精铸连杆热锻模. 铸工, 1982(4): 56
- 李光蕴. 大型球墨铸铁拉伸模陶瓷型铸造. 特种铸造及有色合金, 1985(6): 32
- 蒋留全. 无醇溶剂陶瓷型工艺浇铸H13钢模具. 特种铸造及有色合金, 1993(5): 33
- 何湘平. 陶瓷型精密铸造模具. 第54届国际铸造会议论文译文集, 1988: 174
- Елов ВЛ. Предупреждение Обезуглероживания Поверхности Литых Штампов. Литейное Производство, 1990(7): 25
- 赵淑琴. 陶瓷型精铸模具工艺的研究. 特种铸造及有色合金, 1989(5): 3
- Beeley PR. Developments in the Field of Cast Tooling. The British Foundryman, 1983, 76(2): 15
- Орлов АВ. Изготовление и Эксплуатация Литых Штампов на Заводах Автомобильной Промышленности. Кузнечно-Штамповочное Производство, 1986(10): 13
- 张广兴. 用石膏模型浇注铝合金模. 模具技术, 1993(2): 38

(编辑: 张振斌)