

# 自动压力凝胶成型工艺及环氧树脂触头盒注射模设计

赵 飞 陈 磊 阎志伟

(平顶山天鹰工模具公司, 平顶山 467001)

**摘要** 介绍环氧树脂自动压力凝胶 (APG) 成型工艺的原理, 设计了带内外裙触头盒环氧树脂注射模, 提出了分型面、浇注系统、排气、嵌件安放、内裙型芯等的设计要点, 重点分析了内裙型芯的分块方法及抽芯顺序, 并展望了环氧树脂 APG 工艺的发展前景。

**关键词** 自动压力凝胶工艺 注射成型 触头盒 环氧树脂 注射模

自动压力凝胶 (APG) 工艺是最近几年才开始推广应用的一种环氧树脂注射成型新工艺, 用以在自动压力凝胶液压成型机上注射成型环氧树脂部件。与传统的环氧树脂浇注成型相比, 它有生产效率高、制件性能好、劳动条件明显改善等优点<sup>[1]</sup>。在电器、绝缘材料、输配电行业中, 正在以环氧树脂注射成型工艺代替环氧树脂浇注成型工艺。

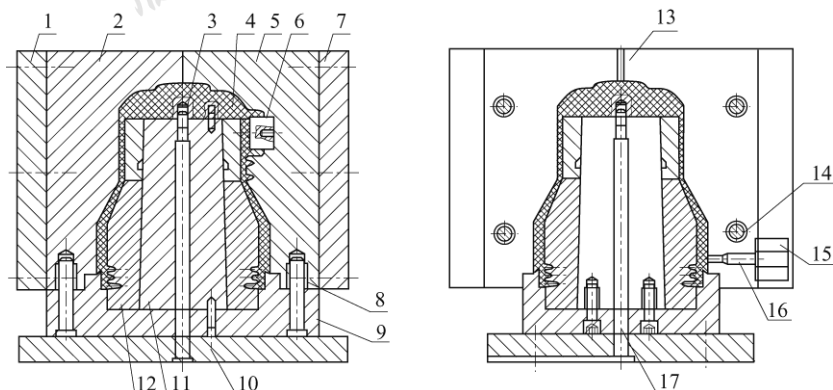
## 1 环氧树脂 APG 工艺原理

环氧树脂 APG 工艺是在专用的环氧树脂自动压力凝胶液压成套设备上, 利用环氧树脂注射模加工部件的一项新工艺。它的工艺原理是, 将环氧树脂、填料、固化剂、增韧剂、稀释剂、促进剂等以一定比例组成的混合料<sup>[2]</sup>注入成型设备中的拌料系统,

经过拌料系统的加热、混合, 变为糊状料, 控制温度在 55℃ 左右, 再在液压 (0.05 ~ 0.2 MPa) 作用下, 注入 150℃ 左右模腔内, 经过保压 (0.2 ~ 0.5 MPa) 迅速固化。由于混合料在拌料系统中均匀塑化, 并有严格的温控措施, 进入模腔后, 因模腔温度、压力可得到有效控制, 从而使物料均匀固化, 且从注入糊状料到固化成型的时间非常短 (只有 10 ~ 30 min, 因制件大小而不同); 而浇注成型则需要 24 h。所以说, 该工艺成型制件质量好、生产效率高。

## 2 模具结构及设计要点

图 1 是笔者设计的一副专用于 APG 工艺的环氧树脂注射模——内外裙触头盒注射模示意图。该模具采用了左右开模下抽芯上排气的结构。



1—动模固定板; 2—动模; 3—定位销; 4—型环; 5—定模; 6—侧型芯; 7—定模固定板; 8—导柱; 9—型芯固定板; 10—下固定板; 11—中间型芯; 12—四瓣型芯; 13—排气槽; 14—导套; 15—活动绝缘套; 16—注射口; 17—加热孔

图 1 触头盒注射模示意图

### 2.1 分型面设计

由于该触头盒外裙呈月牙形, 所以把带外裙的一边设在分型面的右边 (定模上), 以便降低加工难度, 再者开模时使制件留在定模上, 便于取下制件。分型面上除导柱导套孔外, 其它孔均为盲孔, 避免树脂进入这些孔内。触头盒下端的分型采用了如图 1 所示的结构, 型芯固定板 (9) 既固定了型芯, 又是触

头盒下端的出型部分, 这样大大降低了动定模型腔的加工难度。环氧树脂注射模分型面粗糙度一般为 Ra 0.8, 要求接触面间闭合紧密<sup>[3]</sup>。

### 2.2 零件热处理

环氧树脂注射模自动化程度高, 试模、合模时动

定模间有一定的冲击,加之模具温度高,模腔压力大,树脂流速快,对模壁产生很大的摩擦磨损,这就要求模具主要零件要有一定的硬度。根据经验,动定模、型芯、型芯固定板一般用 40Cr 钢,硬度为 HRC28 ~32,其中动定模型腔、分型面、型芯固定板的出型部分应进行渗氮处理,使型腔、分型面处的硬度达 HRC50 ~55。

### 2.3 浇注系统设计

环氧树脂注射模的浇注系统不同于环氧树脂浇注模和热塑性塑料注射模的浇注系统。注射口位置的设计原则主要是有利于树脂流动和排气,减少熔接痕,增加熔接处的强度等。该副模具的注射口位置如图 1 所示,在制件的下部——便于排气,在分型面上——便于开模和注射成型后去除注射口的废料。

注射口形状比较简单,只在分型面上开一个圆孔就可以,孔的大小根据制件的大小、体积而定。本模具中注射口直径 10 mm、长 6 mm,流道直径 15 mm。流道外端有一个绝热套(避免流道温度下降),绝热套是活动的。注射时绝热套安放在机床注射口上,并与模具流道接触、压紧,环氧树脂通过绝热套注入模腔。

### 2.4 排气设计

在环氧树脂注射成型工艺中,排气非常重要,因为一般环氧树脂部件体积都较大,模具型腔内有大量的空气(环氧树脂固化时一般不产生低分子挥发物),若空气不能有效排除,会影响充模速度,或因模腔不能充满致使塑料件出现凹陷、麻点、鼓泡、表面光泽差等缺陷<sup>[4]</sup>。对该模具应在型腔的顶端、分型面上开一个宽 3 ~5 mm,深 0.03 ~0.06 mm 的排气槽。注射时在排完空气后会有少量树脂溢出(这是允许的),等开模后清理。

### 2.5 嵌件安放固定

环氧树脂注射模中嵌件的安放必须快速,以免影响注射成型周期。依据这样的原则,采用了如图 1 所示的嵌件安放结构,即用定位销的一端滑配嵌件螺纹孔小径,另一端固定起来(本模具中另一端与中间型芯紧配)。实践证明,这种结构非常有效,一方面固定了嵌件,树脂也进不去,另一方面,装模时易安放嵌件(插在定位销上即可),开模时嵌件也极易脱模。

### 2.6 加热孔设计

环氧树脂注射模温度要求在 150℃ 左右,主要

靠环氧树脂自动压力凝胶液压成型机上的动定模加热板加热,但是,对一些较大的环氧树脂部件,仅靠机床上的加热板加热是不够的,还必须在模具上增设加热孔(内放加热棒)加热<sup>[5]</sup>。本模具中,采用了在型芯上开加热孔、下固定板下端开槽(通电线)的结构,保证型芯温度在要求的范围之内。

### 2.7 导柱导套设计

这副模具上共设 8 个导柱导套,动定模之间 4 个,型芯固定板与动定模之间 4 个。导柱导套的位置尽量离型腔远一些,以避免树脂进入导套孔中。由于模具温度高,导柱易受热膨胀,使导柱导套配合过紧,所以,导柱导套的配合间隙要大些,一般为 0.05 ~0.15 mm,导柱导套在模具上的固定要紧固。

### 2.8 内裙型芯设计

内裙型芯的设计是非常重要的。对内裙型芯采用了如图 1 所示的结构。把型芯分成几个部分,中间型芯固定在型芯固定板上,型芯上部分成型环与中间型芯滑配,型环内侧有一个沟槽,便于注射成型后抽出型环。型芯下部内裙处分成四瓣,内裙四瓣型芯和中间型芯与型芯固定板定位。四瓣型芯的形状及脱模关系如图 2 所示。图 2 中的  $a$  尺寸和中间型芯  $B$  尺寸很重要,它们要保证在中间型芯和两小瓣型芯抽出后,剩下的空间能够使另两瓣型芯抽出。另外,  $B$  尺寸应保证在中间型芯抽出后有足够的空间使小瓣型芯抽出。 $\beta$  角应为  $2^\circ \sim 8^\circ$ ,  $\beta$  角过大,易使两小瓣型芯抽出后留下的空间太小,另两瓣不易抽出;  $\beta$  角过小,两小瓣型芯不易抽出。注射成型后,靠手工先径向移动两小瓣型芯,直至脱离制件内裙,再轴向抽出(两小瓣型芯脱模有先后次序)。同样的方法再取下另外两瓣。最后,用专用工具取下型环。模具上部侧向有一个方型芯,方型芯定位在定模上,靠型环与定模夹紧,方型芯背面开一个螺纹盲孔,便于脱模。

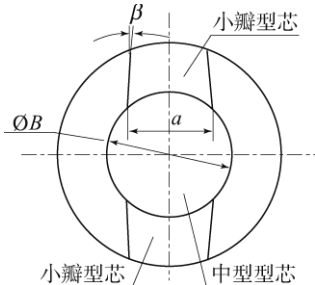


图 2 四瓣型芯结构

## 3 模具工作过程

环氧树脂自动压力凝胶液压成型机的动定模板

上有加热和绝热设施,可以控制模具在 150℃ 左右。模具开始工作时,在液压作用下,模具合模,环氧树脂混合料经过成型设备拌料系统的加热、塑化,在压力作用下,经过绝热套进入流道,并进入模腔,在模具型腔保压、排气,树脂固化、成型。

开模时先抽中间型芯,再打开动定模,制件留在定模上,取下制件,并按上述方法快速取下四瓣型芯,再抽出型环,侧面方型芯安装一个螺钉,依靠螺钉抽下方型芯,并把四瓣型芯和侧型芯快速放回型腔,合模,以免模具和这些型芯温度下降而影响下次注射。同时,制件也应快速放入烘箱中以便进一步固化。

## AUTOMATIC PRESSURE GELATION PROCESS AND DESIGN OF THE INJECTION MOULD FOR THE EPOXY RESIN PROBE CASE

Zhao Fei, Chen Lei, Yan Zhiwei

(Pingdingshan Tianying Tooling & Mould Ltd., Pingdingshan 467001, China)

**ABSTRACT** A new technology of automatic pressure gelation (APG) process for the epoxy resin is briefly introduced. The injection mould of the epoxy resin probe case with inside and outside skirts is designed. The key design points, such as the disparting mould face, pouring system, exhausting, embedding part placement and inside skirt core, are put forward. The method of disparting block and the order of drawing core for the inside skirt core are mainly analyzed. The developing prospect of APG process for the epoxy resin is forecast.

**KEYWORDS** automatic pressure gelation process, injection molding, probe case, epoxy resin, injection mould

### 通用塑料在工程领域用量逐年增加

全世界每年用于工程领域的塑料约为 1000 万 t,其中汽车工业的消费量最大,为 500 万 t。通用塑料正在取代昂贵的工程塑料,在工程领域中的用量在逐年增加。

通用塑料(尤其是 PP)随其性能的改进和提高,加之回收容易、利于环保,在工程应用上正显得日益重要。通用塑料已在汽车、家用电器和办公设备三个方面替代部分工程塑料,主要有 ABS/SAN、PA、PBT、MPPO 和 POM。高光泽的 HIPS 已大量用于冰箱衬里和外壳,而 PP 已开始用于器具和汽车零配件。

PC 共混物市场受到的冲击较大,特别是在汽车领域受到增强 PP 的冲击,在家用设施和办公设备外壳上受到来自 HIPS 和 PVC 的竞争。玻纤和矿物质增强 PP 也正在进入传统 PA 领域(如泵体和风扇叶),但在耐磨性和耐疲劳性等方面还有待提高。

随 PP 技术的发展,增强和高抗冲新牌号不断推出,为在一些领域替代工程塑料提供了可能。到 2003 年末,全球 PP 在汽车方面的销量将由目前的 140 万 t 增至 260 万 t,增长率将达 8%~9%,其中亚太地区增长最快,估计年增长率 20%。

(刘望功)

### 耐磨耐冲击和耐热性 AES 系列树脂

日本 UMG ABS 公司开发出系列高性能树脂,其中 AES

## 4 结语

该副模具投入生产后,效果非常好。与同样的浇注件相比,环氧树脂注射触头盒的各项性能都优良。在不久的将来,随着人们对工厂作业环境要求的不断提高,环氧树脂自动压力凝胶(APG)成型工艺将代替环氧树脂浇注成型工艺。

### 参考文献

- 1 叶蕊. 塑料注射成型技术. 北京: 金盾出版社, 1989.
- 2 上海市合成树脂研究所. 塑料工业. 北京: 中国石化工业出版社, 1978.
- 3 申开智, 叶淑静. 塑料成型模具. 北京: 中国轻工业出版社, 1993.
- 4 马金骏. 塑料模具设计. 北京: 中国轻工业出版社, 1984.
- 5 张克惠. 注塑模设计. 西安: 西北工业大学出版社, 1995.

系列是以三元乙丙橡胶(EPDM)与丙烯腈和苯乙烯的共聚物,采用了独特的聚合技术制备的具有良好的耐磨性、耐冲击和耐热性的树脂。

AES 树脂磨擦系数小而稳定,有良好的耐磨耗性,不会出现其它树脂因添加的其它润滑剂发生迁移而导致印刷性不良或下降的问题。做汽车空调的活动排风板,能防止因树脂间磨擦产生的噪音。另一个用途是汽车外装件,耐干布快速磨擦和清洗车子时刷子的刷洗,并有符合室外应用的耐候性。已有工业化生产的汽车门镜架。

(唐伟家)

### 高性能无卤阻燃 PBT

德国 Bayer 公司新开发出两个高性能无卤阻燃 PBT 牌号。Pocan DP2004 是不增强牌号,可满足 IEC 60335-1 标准的严格要求。Pocan DP4035 是 30% 玻纤增强牌号。与传统的含卤阻燃牌号相比,新牌号具有更好的电性能(耐漏电起痕指数),抑烟性强,按 VL746A 和 ASTM D 495 标准试验都表明耐电弧性优良,而且两种牌号都具有良好的可回收性,特别是符合欧共体即将颁布的关于废塑料电子部件处理的最新版本的要求,用其制备的部件回收时不需分离,这将大大简化最终制品的回收工作。两个新牌号都耐腐蚀,在热环境中使用不易变色,即做成的部件能长期保持美观。另外也符合环境法规。可应用于线骨架、电子安全开关罩、插头、插座和电源插头座等零部件。

(唐伟家)