

1 概述

模压成型工艺是塑性材料最常见、历史最悠久的成型方法之一，并且是研究材料性能最常采用的一种工艺方法。它具有成型装置简单、设备投资小、模具结构简单等特点，在机械化、自动化生产高度发达的今天，仍是一种最为普及的生产手段之一。然而，进行压缩模塑成型的模具设计能参考的文献除了教科书、几位前辈所著的专著、模具设计图例以外，少有人总结模具设计中的关键技巧。

模具的加热、保温与冷却及装夹结构是复合材料模具设计不可或缺的一部分。结构设计直接影响到产品的外观及内在质量均匀性，同时还影响产品的成型效率。

2 加热、保温与冷却设计

2.1 加热管的设计要求

钢制加热是几乎所有塑料成型模具设计必须采用的加热手段，可设计为单向接线、双向接线等多种形式，材质上可采用有缝管、无缝管、不锈钢管等，特点是热损失小、热效率高、排线简单，可根据需要设

计为 220V 或 380V，接线为式灵活多样。但由于其材料和加工工艺的限制，模具设计中要注意它向身特点。

(1) 加热管在两端通常有较长的冷端，并不能起到加热的作用。

(2) 加热段的功率设计尽量不超过 10 瓦特 / 厘米的限制。如 30 厘米长的加热管，功率尽可能不要超过 300 瓦。如果设计功率超过这个限制，加热管表面负荷较高，钢管易氧化腐蚀，造成短路。

(3) 对于温度高于 250℃ 的模具设计，采用加热管有一定难度。

我曾经利用加热管升温达到 420℃，但是这种成型温度对加热管质量要求较高，需要经常检查电路的通畅与短路与否。因为这种条件下加热管、接线端子、连接用的铜线、钢片等介质非常易于氧化，从而导致断路。因此对电传输介质需要进行特殊处理，尽量避免使传导电线暴露在空气中，延长导线的使用寿命。

烙铁芯通常也被作为模具加热管的一种，特点是单位长度功率高（通常直径 10mm，长 8cm 规格的烙铁芯可以达到 150 瓦的输出功率），耐用，安全性好，不易形成击穿短路，可以通过钻盲孔来埋设，缺点是难以定制设计，拆换时易碎、断。

电路设计中不可缺少保险、空气开关等保险措施，操作地由要保持干净整洁，绝缘良好，操作中勤于检查电气故障，防止不必要的危险。

2.2 加热管的安装钻孔

从传热角度上理解，加热管的安装要与模具表面尽可能贴合，以利于加热管的热量尽快传递到模具上。而实际上加热管与模具并没有多大接触面积，传热的本质是辐射，传导是次要的。因此大部分用于模具安装的加热管表面都涂有增强红外辐射的涂层，同时也采用限制设计功率（10 瓦特 / 厘米）的办法以增长加热管的使用寿命。

因此在加工加热管孔时，尤其是长加热管孔的加工没必要设计太小的配合间隙，有效的设计方法是在孔的两端尽可能与加热管严密配合，可以采用填塞、封堵或设计挡片等办法。这种做法可以有效减小加热管的散热面积以及辐射热量的损失。

2.3 加热管的埋放

埋放的加热管，最好采用与管内介质相同的氧化镁粉进行充填，以降低加热管表面的热负荷，这种方法可以减少管的表面氧化，有效延长管的使用寿命。有条件的话，加热管的安装孔也最好灌入的氧化镁粉。

2.4 模具保温方法

加强模具的保温措施可以减少模具的热损失，可使模具在较短的时间内达到预定的生产温度，减少能源浪费。每个工程技术人员对这个问题都有一套独特的解决办法，我只谈谈我的经验。

2.4.1 加热板的保温措施

加热板保温通常采用石棉板或石棉布保温，但石棉布不易摆放平整，对压板的平行度保证也有定的影响。石棉板的种类很多，最常见的是橡胶石棉板，但这种石棉板却不对以用于密封隔热用的材料，具有一定的可压级胜，同时在高温时会释放出一种十分难闻的气味，影响操作环境及操作人的身体健康。

加热板的保温宜采用石棉纸板，常见的规格是 1000x1000，3—5mm 厚，板体较为规整，平行度较好，可压缩性比较平均，高温下无异味产生。

2.4.2 模具的保温措施

模具的保温措施很多，可用石棉布或玻璃布包裹氢氧化铝保温棉进行保温。现在市场上还有一种保温涂料是目前用作模具保温的理想材料，它由中长纤维、浆料及一种保温泡沫材料混合而成，粘性适中，易于涂抹。这种材料常用作化工、采暖管道的保温层材料，略含碱性（易腐蚀模具）。经在 150℃ 条件下使用没发现有烧焦、熔化、气味等负面影响。同时材料很轻，可塑性较强，容易形成较为美观的模具表面。

2.5 模具的冷却方法

水冷却是大多数模具采用的冷却方式，但也有其缺点；要求管道密封性要好，上下水管路必须通畅，对水资源的浪费较大。当冷却温度超过 100℃ 时，易产生蒸汽爆炸。优点是热容较大，可实现快速降温。

风冷却是一种比较理想的冷却方法，和水冷正相反，它不需要严密的管道密封，不存在资源浪费，可以冷却温度高于 100℃ 的模具，可以通过气体的流量来确定冷却的速度，并且来源简洁方便，有一定规模的生产车间都能取得比较方便的气源。

3 模具的装夹

模具的装夹结构与模具的加热、保温与冷却系统密切相关，同时为模具的更换、装卸提供一定的方便特性。多数设计者为图方便，只简单地将模具上打几个安装孔用以固定。例是多数的压模都不单独设计加热装置，而是在压机上下压板

上安装加热板以简化中小型模具的加工。模具结构中就只剩下构成型腔主体结构的模块。这时模具可以采用注塑模具的固定办法——用压板将模具固定在上下模板上。在加热板模具上设计好固定压板的空间即可。这种设计不仅可以用于移动式压模，也可用于带有简单顶出机构的压模。仅需要在加热板的设计中才考虑到顶杆的位置与加热管不相冲突即可。也可以利用一种模具的模架对多个模具进行通用性改造，以简化模具制造成本。

如果供具较高，单纯的加热板加热已经不能满足均匀加热的需要，这时需要在模具上安装辅助加热系统，可以由加热片、加热管及烙铁芯构成。

对于结构简单、尺寸较小的模具，采用加热板加热会造成大过量的热量损失，在模具上设计简单的加热系统就能够满足要求。需要注意的是在模具和压机固定板之间要添加隔热物（通常采用石棉纸板）来保温，同时需要注意电源线的排布整齐和电偶孔的位置。这种设计；由于热容较小，特别适用于需要反复加热冷却或快速加热冷却的小型模具。

4 结语

本文是实际工程应用中的总结，经实践文中涉及的多种技巧和办法可行。