

RP 技术在硅胶模快速成型中的应用

摘要：介绍了 RP 技术原理，重点阐述了利用 RP 技术制造电话壳硅胶模的过程，强调了制造过程应注意的一些问题，实现了电话壳等壳类零件快速制模和复制，可经济快捷地小批量制作塑料产品，满足使用要求。

关键词：快速成型 电话壳 硅胶模

1 快速成型原理

快速成型（Rapid Prototyping，简称 RP）技术是 20 世纪 80 年代末期产生和发展起来的一种从三维 CAD 模型设计到原型、零件加工的新型制造技术，是计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）、计算机数字控制（CNC）、激光、新材料和精密伺服等多项技术的发展和综合。

RP 技术主要应用离散、堆积原理。任何产品都可以看作是许多等厚度的二维平面轮廓沿某一坐标方向叠加而成。RP 技术的成型过程是：先由 CAD 软件设计出所需产品的计算机三维曲面或实体模型，然后根据其工艺要求，将其按一定厚度进行分层切片，把原来的三维 CAD 模型切分成二维平面几何信息即截面轮廓信息，再将分层后的数据进行一定的处理，加入加工参数并生成数控代码；在计算机控制下数控系统以平面加工方式有顺序地连续加工，从而形成各截面轮廓并逐步叠加并使它们自动粘接而成三维产品。现以电话壳硅胶模制造及零件复制为例介绍快速硅胶软模具及零件复制工艺过程。

2 快速模具制造方法分类及特点

基于 RP 的快速模具制造方法依据材料不同，分为软质模具(soft tooling)和硬质模具(hard tooling)两大类。软质模具因其所使用的软质材料(如硅橡胶、环氧树脂等)有别于传统的钢材而得名。目前常见的软质模具制造方法主要有硅橡胶浇注法、金属喷涂法、树脂浇注法等，对于大批量产品，仍需要制造传统的钢质模具。硬质模具指的就是钢质模具，利用 RP 原型制作钢质模具的主要方法有熔模铸造法、电火花加工法、陶瓷型精密铸造法等。

硅胶软模具采用快速翻制工艺制作，周期短，成本低，可以采用真空注塑、压力注塑及低压灌注等工艺进行产品复制。由于快速成型价格较贵，为满足快速低成本、小批量(100 件以下)生产需求，应用高分子双组分(硅胶、聚氨酯、树脂)进行快速产品复制的新工艺应运而生，这项新工艺的生产成本一般仅为快速成型的 1/5~1/10，且产品材质接近 ABS 塑料，可满足大多数客户的使用要求。其可加工范围也较大，可将拼接的大型快速成型产品复制成整体件，大大提高了产品结构强度，因此广受欢迎。

3 硅橡胶材料的类型及特性

目前，制模用硅橡胶为双组分液体硅橡胶，分为缩合型和加成型两类。一般来说，缩合型硅橡胶抗剪强度较低，在模具制造过程中易被撕破，因此不适用于那些花纹深、形状复杂的模具。在用缩合型硅橡胶制造厚模具时，缩合交联过程中产生的乙醇等低分子物质难以排出，致使模具在受热时硅橡胶易降解老化而影响其使用寿命；同时乙醇等低分子物质的排出会致使硫化胶体积收缩，从而造成模具尺寸小于相应的原型尺寸，因此，缩合型硅橡胶多用于制作塑料与人造革高频压花模具或一些尺寸要求不高的工艺品制造。加成型硅橡胶在硫化时不会产生低分子化合物，因而具有极低的线收缩率，胶料可以深度固化，而且物

理性能、力学性能和耐热老化性能优异，适用于制造相对精密的模具和铸造模具而且模具制造简单，不损伤原型，仿真性好。

电话壳硅胶模采用加成型 ESSIL291 型硅胶制作，复制零件材料采用 PX215 真空注型聚氨酯树脂。

4 快速成型样件制作

电话壳快速成型样件是利用 Pro/E 软件将数据模型的格式转换为 STL 快速成型系统文件格式，利用 Z Printer 310 快速成型机对零件进行快速成型的，快速成型样件如图 1 所示。

图 1 快速成型样件



5 硅胶模具制作工艺及真空复制工艺

5.1 成型设备及材料

设备: HZK_IB 真空注型机、SET 节电型鼓风干燥机。

材料: ESSIL291 树脂、ESSIL293LPL 固化剂、PX215 真空注型聚氨酯树脂。用 Pro/E 软件由数据模型计算出原型样件体积为 96 615mm³，得出样件需硅胶 0.100kg。

5.2 硅胶模具制作工艺

硅胶模具制作工艺如下：

母样准备→模框制作→固定母样→准备硅胶→硅胶抽真空→硅胶灌注→模具抽真空→模具固化→开模→完成。

将快速成型样件按要求进行处理，并对样件表面喷硅油脱模剂，选取图 2 中的 I—I 为分型面，浇口位置如图 3 所示。

图 2 分型面的选择

图 3 浇口位置选择

按样件确定模框尺寸为 280 mm×160 mm×160mm，用 502 胶水把浇口棒粘在母样浇口位置，确保不会脱落，并借助浇口棒将母样固定在模框中。由模具体积计算所需硅胶重量为 4.62 kg，按照 10：1 的比例称量硅胶基胶和固化剂分别为 4.2 kg、0.42kg。将材料加入真空注型机中，按要求混合并进行抽真空和灌注，然后将模框放入鼓风干燥机中固化。固化后取出 ABS 棒，形成浇注口，用手术刀沿模具分型面剖开，在剖的同时可用开模钳协助开模，并在模具型腔最高点处扎排气孔。

5.3 零件复制

用酒精清洁模具内表面，用胶带缠好硅胶模具，使其上、下模完全吻合。根据样件体积计算出树脂重量为 92g，为了确保产品完全成型，取 100g。按照 1:1 的比例分别称量异氰酸酯和多元醇各 55g，将材料加入真空室中抽真空并浇入硅胶模，然后放入烘箱内加热固化，获得的实物零件。

6 硅橡胶模制作及零件复制应注意的问题

(1) 正确选择硅橡胶模型框尺寸。型框尺寸较小，可以节省硅橡胶，降低制模成本，但不利于硅橡胶浇注；尺寸较大，既浪费硅橡胶又降低了硅橡胶模图 4 实物零件的柔性，增加了从硅橡胶模中取出产品的难度。为使硅橡胶模大小适中，要求型框四壁、底面距 RP 模型边缘 20 mm 左右，侧面挡板高度为 RP 模型高度再加 90mm。

(2) 正确选取分型面。分型面通常选投影面积最大的面，这有利于型腔排气及充填。由于硅橡胶材料具有较高的弹性，在开模时可以进行一些强制操作，对零件上一些特殊结构，如侧面的小凸起等，在选取分型面时可以不考虑。另外，对原型中的封闭通孔或不封闭的开口，为了便于 2 个半模在剖切时容易分离，应将该处采用透明胶带等封贴。如电话壳硅胶模制造时，用胶带在样件的内表面封住中间的孔，并在胶带上扎些小孔以加强排气效果。

(3) 保证材料混合均匀。在固化剂与硅胶混合时，由于反应较为强烈，混合液产生大量气泡，体积不断变大，此时应立即向真空室进气，减少气泡，并不断重复此过程，以保证固化剂与硅胶混合均匀。

(4) 正确控制开模刀行走路线。在用刀剖开模具时，刀的行走路线是刀尖走直线，刀尾走曲线，使硅胶模的分模面形状不规则，以确保上、下模合模时定位准确，避免因合模错位引起误差。

(5) 合理选择和正确开设排气通道。硅胶模具上排气通道的正确开设对确保产品质量有很大作用，排气位置应选择在模腔的最高处，并确保通道畅通，避免排气通道被硅胶堵塞而使产品无法成型或有气孔缺陷。由于硅胶的弹性非常好，用气针扎排气孔，拔出气针后气道会因收缩而变小，在产品复制时，可以在排气孔处插入细孔塑料管，扩大排气孔避免硅胶堵塞。

(6) 合理控制树脂固化时间。树脂浇入后，放入烘箱进行固化，温度控制在 68~70℃，固化时间 2h 左右。固化时间不能过长，否则树脂混合液在型腔内会因反应过渡产生气泡，造成产品变形；若固化时间过短，产品会发生膨胀，造成产品变形。

7 结束语

以电话壳硅胶模制造及产品复制为例介绍了快速硅胶软模具及产品复制过程。实践发现，基于 RP 原型的硅胶模具制作及产品复制具有周期短、成本低、制作快速、成本低等特点，采用此方式生产的电话壳零件表面质量好，满足使用要求。

参考文献:

- [1]冯小军, 邱川弘, 程毓.快速制造技术[M].北京:机械工业出版社, 2004.
- [2]王广春.快速成型与快速模具制造技术及其应用[M].北京:机械工业出版社, 2004.
- [3]李晓蓓. [基于快速成形技术的石膏型快速模具制造技术](#)[D]合肥工业大学, 2004.
- [4]王运赣.快速成型技术[M].武汉:华中理工大学出版社, 1999.