



职业技术·职业资格培训教材

快速模具设计

与制造技术 (技师)

劳动和社会保障部教材办公室 组织编写
上海市职业培训指导中心

Rapid Tooling



中国劳动社会保障出版社



职业技术·职业资格培训教材

快速模具设计 与制造技术 (技师)

主 编 王运赣
编 者 王运赣 廖荣昌
主 审 赵松年

Rapid Tooling



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

快速模具设计与制造技术: 技师/王运赣主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2006

职业技术·职业资格培训教材

ISBN 7-5045-5525-8

I. 快… II. 王… III. ①模具-设计-技术培训-教材 ②模具-制造-技术培训-教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 016990 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

煤炭工业出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 7 印张 4 彩插 150 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

定价: 19.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344



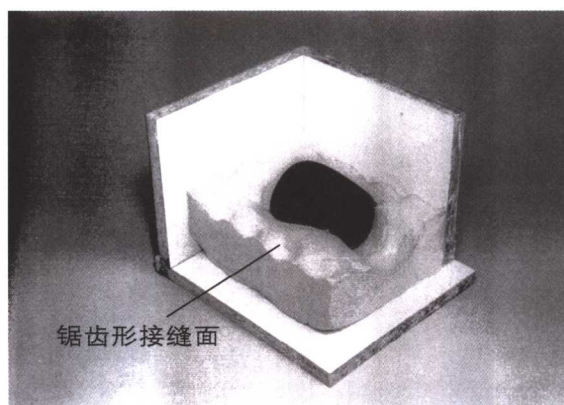
彩图 1 硅橡胶模与反应成形塑料件



彩图 2 粘结了胶带边缘的母模



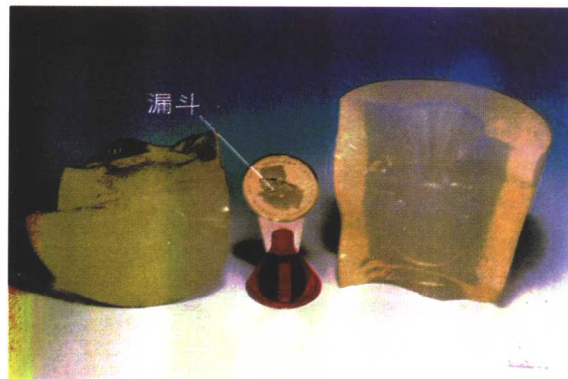
彩图 3 将母模埋入造型泥中



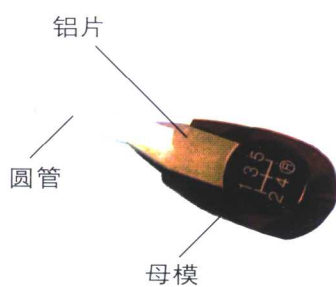
彩图 4 造型泥床上的锯齿形接缝面



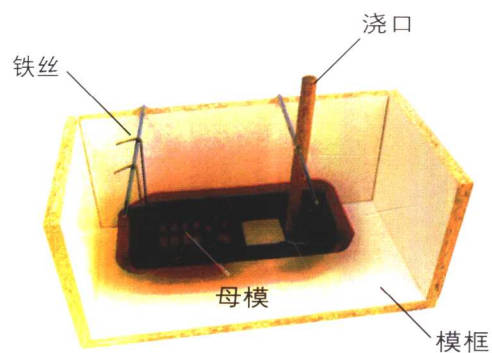
彩图 5 漏斗、Y 形歧管与双浇口



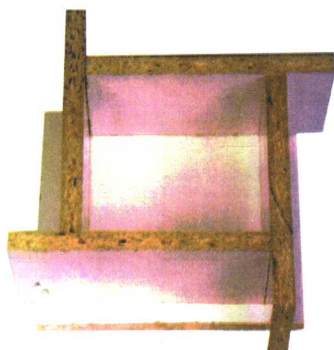
彩图 6 集成在硅橡胶模中的漏斗



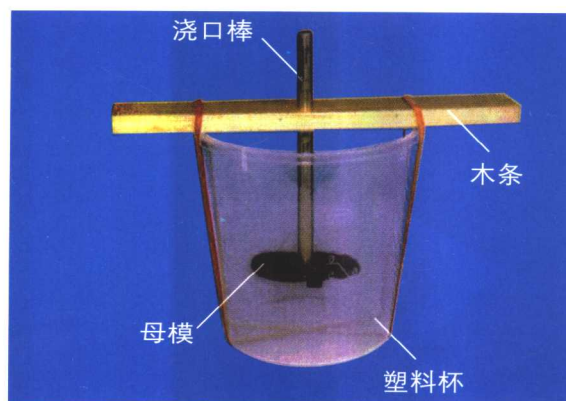
彩图 7 薄片式浇口



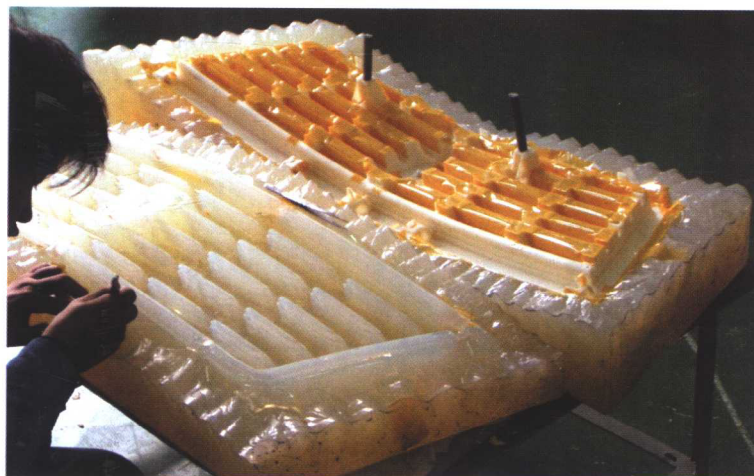
彩图 8 母模与纸板模框



彩图 9 有重叠侧墙板的密胺树脂板模框



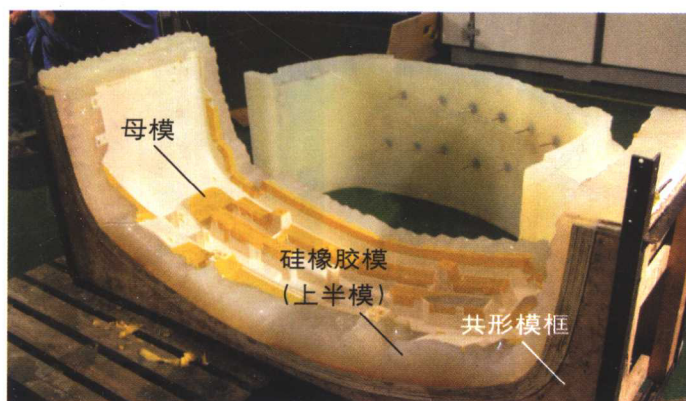
彩图 10 杯式模框和固定的浇口棒与母模



彩图 11 水箱面罩的硅橡胶模

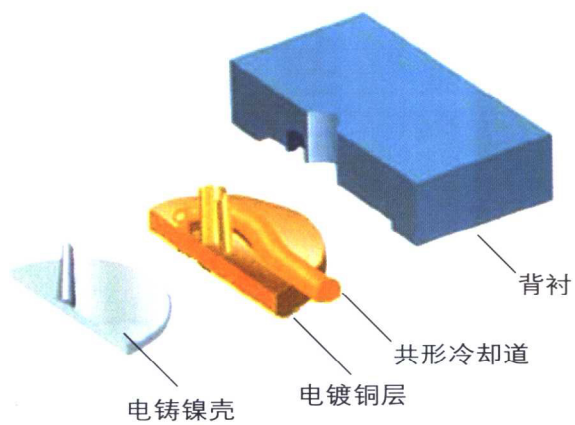


上半模

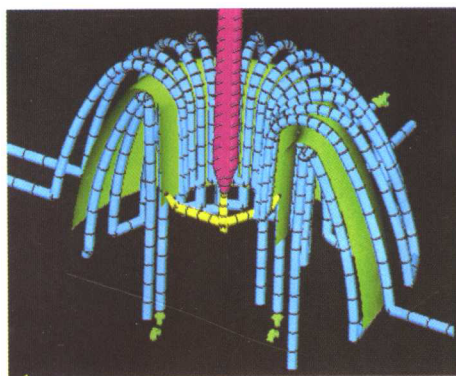


下半模

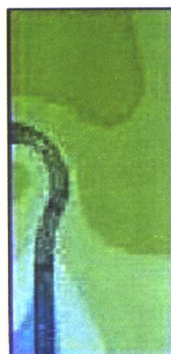
彩图 12 切割后的保险杠的上、下两个半模



彩图 31 ExpressTool 模



彩图 32 注塑模及其共形冷却道



彩图 33 具有 CCC 冷却道的镍—铜复合模型腔的热像图



彩图 34 手机机壳的 ExpressTool 注塑模

内 容 简 介

本教材由劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心依据上海 1+X 职业技能鉴定细目——快速模具设计与制造技术（国家职业资格二级）组织编写。本教材从强化培养操作技能，掌握一门实用技术的角度出发，较好地体现了本职业当前最新的实用知识与操作技术，对于提高从业人员基本素质，掌握快速模具设计与制造技术的核心知识与技能有很好的帮助和指导作用。

本教材在编写中根据本职业的工作特点，从掌握实用操作技能，以能力培养为根本出发点，采用模块化的编写方式。全书内容分为四个单元，主要包括：大型高性能的硅橡胶模和反应成形塑料件、精密铸造模具及其铸件的快速成形、环氧树脂模和 Express Tool 模。每一单元着重介绍相关专业理论知识与专业操作技能，使理论与实践得到有机结合。

为方便读者掌握所学知识与技能，每单元后附有单元测试题及答案，全书最后附有知识综合练习试卷和一体化考核模拟试卷，供巩固、检验学习效果时参考使用。

本教材可作为快速模具设计与制造技术（国家职业资格二级）职业技能培训与鉴定考核教材，也可供中高等职业院校师生，以及相关从业人员参加岗位培训、就业培训使用。

前 言

职业资格证书制度的推行,对广大劳动者系统地学习相关职业的知识和技能,提高就业能力、工作能力和职业转换能力有着重要的作用和意义,也为企业合理用工以及劳动者自主择业提供了依据。

随着我国科技进步、产业结构调整以及市场经济的不断发展,特别是加入世界贸易组织以后,各种新兴职业不断涌现,传统职业的知识和技术也愈来愈多地融进当代新知识、新技术、新工艺的内容。为适应新形势的发展,优化劳动力素质,上海市劳动和社会保障局在提升职业标准、完善技能鉴定方面做了积极的探索和尝试,推出了1+X的鉴定考核细目和题库。1+X中的1代表国家职业标准和鉴定题库,X是为适应上海市经济发展的需要,对职业标准和题库进行的提升,包括增加了职业标准未覆盖的职业,也包括对传统职业的知识 and 技能要求的提高。

上海市职业标准的提升和1+X的鉴定模式,得到了国家劳动和社会保障部领导的肯定。为配合上海市开展的1+X鉴定考核与培训的需要,劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心联合组织有关方面的专家、技术人员共同编写了职业技术·职业资格培训系列教材。

职业技术·职业资格培训教材严格按照1+X鉴定考核细目进行编写,教材内容充分反映了当前从事职业活动所需要的最新核心知识与技能,较好地体现了科学性、先进性与超前性。聘请编写1+X鉴定考核细目的专家,以及相关行业的专家参与教材的编审工作,保证了教材与鉴定考核细目和题库的紧密衔接。

职业技术·职业资格培训教材突出了适应职业技能培训的特色,按等级、分模块单元的编写模式,使学员通过学习与培训,不仅能够有助于通过鉴定考核,而且能够有针对性地系统学习,真正掌握本职业的实用技术与操作技能,从而实现我会做什么,而不只是我懂什么。每个模块单元所附单元测试

前 言

题和答案用于检验学习效果，教材后附本级别的知识综合练习试卷和一体化考核模拟试卷，使受培训者巩固提高所学知识与技能。

本教材结合上海市对职业标准的提升而开发，适用于上海市职业培训和职业资格鉴定考核，同时，也可为全国其他省市开展新职业、新技术职业培训和鉴定考核提供借鉴或参考。

新教材的编写是一项探索性工作，由于时间紧迫，不足之处在所难免，欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

劳动和社会保障部教材办公室
上海市职业培训指导中心

目 录

第一单元 大型高性能的硅橡胶模和反应成形塑料件	(1)
第一节 硅橡胶模的设计概论	(2)
第二节 大型硅橡胶模的设计与制造	(9)
第三节 精密、复杂塑料件的反应成形	(16)
第四节 特殊性能塑料件的反应成形	(20)
单元测试题	(24)
单元测试题答案	(25)
第二单元 精密铸造模具及其铸件的快速成形	(26)
第一节 传统失蜡铸造工艺概述	(26)
第二节 快速精密铸造工艺及其设备	(29)
第三节 快速精密铸造用材料	(39)
第四节 脱蜡与焙烧	(46)
单元测试题	(48)
单元测试题答案	(50)
第三单元 环氧树脂模	(51)
第一节 环氧树脂模的材料	(51)
第二节 环氧树脂模的制作工艺	(56)
第三节 环氧树脂塑料模的设计	(61)
第四节 环氧树脂模的应用	(69)
单元测试题	(78)
单元测试题答案	(79)
第四单元 Express Tool 模	(80)
第一节 传统注塑模	(80)
第二节 Express Tool 模的设计及制作	(82)
单元测试题	(90)
单元测试题答案	(92)

知识综合练习试卷(一)	(93)
知识综合练习试卷(二)	(96)
一体化考核模拟试卷(一)	(99)
一体化考核模拟试卷(二)	(101)
知识综合练习试卷(一) 答案	(103)
知识综合练习试卷(二) 答案	(104)

第一单元 大型高性能的硅橡胶模和反应成形塑料件

软模 (soft tooling) 是一种试制用模具, 也可用于制作快速过渡模或快速批量生产模, 其中, 最常见的是由硅橡胶浇注而成的硅橡胶模。硅橡胶是有机聚合物 (有机硅橡胶) 经过填料的补强和硫化剂的硫化而制成的橡胶。硅橡胶模具有制作周期短、成本低、复印性能高、弹性好、工件易于脱模等优点, 能用于在室温下浇注高性能的聚氨酯树脂件。

聚氨酯树脂又称为反应成形塑料, 其原材料通常是液态双组分物料, 其中, 一个组分是活泼氢的化合物, 如多元醇 (树脂), 另一个组分是异氰酸酯 (硬化剂)。在多元醇组分中, 还包含催化剂、扩链剂以及其他助剂。将这两个组分按一定的比例加以混合, 并在室温下浇注到成形模具内, 能迅速 (几十秒至几分钟内) 完成聚合物的聚合、链增长、交联和固化, 十几分钟至几小时内能脱模, 然后, 一般在 80°C 下经十几小时可完全固化成为热固性聚氨酯。

按照聚氨酯树脂的成形方法, 还可将其分为真空浇注聚氨酯树脂和注射聚氨酯树脂 (Reaction Injection Molding, 简称 RIM) 两种。前一种是用真空浇注机, 将双组分聚氨酯树脂浇注至模具型腔内成形; 后一种是用反应注射机, 将双组分聚氨酯树脂注射至模具型腔内成形。双组分聚氨酯树脂有多种牌号, 其性能已达到工程塑料的性能。

但是, 一般的室温硫化硅橡胶模不能承受大的注射压力, 因此不能用于热注射成形;

用于塑料反应成形时,通常仅能浇注 10~20 件塑料工件(具体使用寿命取决于工件形状的复杂程度)。

彩图 1 左侧是一副已制作完成的硅橡胶模,右侧是用这副硅橡胶模浇注的反应成形塑料件。

第一节 硅橡胶模的设计概论

硅橡胶模一般由上下(见彩图 1)或左右(见图 1—1)两个半硅橡胶模构成,其中有分模面、浇口、排气孔等。下面介绍硅橡胶模采用的材料(硅橡胶)及其设计。

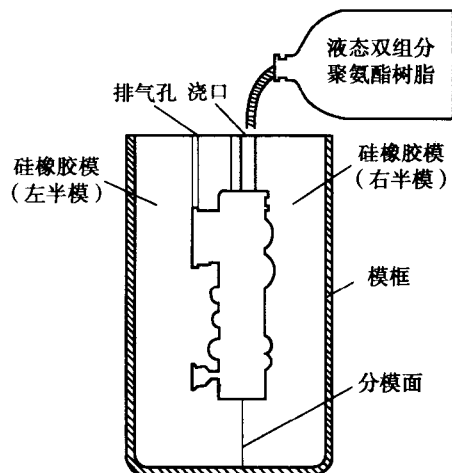


图 1—1 硅橡胶模示意图

一、硅橡胶

按照硫化温度,硅橡胶可分为室温硫化硅橡胶(RTV)与高温硫化硅橡胶(HTV)两种,常用的是室温硫化硅橡胶。

按照使用工艺,室温硫化硅橡胶可分为单组分和双组分两种。单组分室温硫化硅橡胶,是将有机硅生胶、填料、交联剂或催化剂,在无水条件下混合均匀,密封包装,遇大气中湿气即自行发生交联反应而固化产生的。其中,填料用于提高硅橡胶的强度、硬度并减少硅橡胶的用量;交联剂(即固化剂)中含有能水解的多官能团硅氧烷;催化剂起促进硅橡胶固化的作用。双组分室温硫化硅橡胶,是将有机硅生胶和交联剂或催化剂分开包装,使用时按一定配比混合后发生交联反应而固化产生的,因此,其固化与环境湿气无关。

按照硅橡胶的硫化机理,室温硫化硅橡胶又可分为缩合型和加成型。单组分和双组分缩合型室温硫化硅橡胶的生胶都是二羟基聚硅氧烷;加成型室温硫化硅橡胶的生胶是含烯

基和氢侧基（或端基）的聚硅氧烷。

各种室温硫化硅橡胶各有其优缺点。单组分室温硫化硅橡胶的优点是使用方便，但深部固化较困难；双组分室温硫化硅橡胶的优点是固化时不放热，收缩率很小，无内应力，固化可在内部和表面同时进行，可以深部硫化。缩合型和加成型室温硫化硅橡胶的性能比较见表 1—1。

表 1—1 缩合型和加成型室温硫化硅橡胶的性能比较

橡胶类型	缩合型	加成型
合成方法	工艺简便，成本较低	工艺较复杂，成本较高
工艺性能	允许操作时间较短，大量连续地操作施工较困难。	允许操作时间较长，可大量连续地操作施工
硫化副产品	有醇、水、氢等生成	无
密闭状态下的耐热性	会降解、变软、失去力学性能	好
介电性能	硫化初始阶段介电性能降低，特别是厚制品	好
机械强度	中等	高
光学性能	一般不能用于光学制品	可得到透光率大于 90% 的透明制品
耐焰性	需加入阻燃剂	良好
对金属的腐蚀性	有	无
线收缩率 (%)	0.1~0.8	<0.1

在快速模具中常用的双组分室温硫化硅橡胶的牌号与性能见表 1—2。

表 1—2 常用双组分室温硫化硅橡胶的牌号与性能

橡胶类型	缩合型硅橡胶		加成型硅橡胶	
	RTV 585	RTV 306	DPI 237	T—4
颜色	白色	白色	透明	透明
两种组分的混合质量比	100/ (2~5)	100/ (1.5~2.5)	100/10	100/10
混合后黏度 (mPa·s)	45 000	40 000	35 000	35 000
混合后可操作时间	25℃下 90 min	23℃下 90 min	23℃下 90 min	23℃下 90 min
硬度 (HSA)	27	40	38	42
混合后密度 (g/cm ³)	1.2	1.2	1.08	1.08
断裂时的延伸率 (%)	400	420	300	340
脱模时间	25℃下 24 h	45℃下 24 h	70℃下 2 h	65℃下 2 h
热变形温度	200℃	200℃	200℃	220℃
特性	较高抗撕裂强度	良好的拉伸性能与抗撕裂强度	高透明度，良好的流动性，低收缩率，高的抗撕裂强度	良好的弹性和韧性，低收缩率，尺寸稳定

二、分模面

在硅橡胶模中,分模面(又称为分型面)用于取出浇注的塑料件。常见的主分模面与开模方向垂直,也有采用与开模方向一致的侧向主分模面。分模面大多是平面,也有倾斜面、曲面或台阶面。

1. 选择分模面的原则

原则上说,各种工件(包括侧面有凹槽)都能用硅橡胶模浇注成形,不论其形状多么复杂,问题仅在于正确地选择和设置分模面。

分模面的选择不仅关系到工件的正常成形和脱模,而且涉及模具结构与制造成本。对于硅橡胶模,选择分模面的原则如下:

(1) 应选择在工件的最大截面处,如图 1—2 a 与图 1—2 c 所示。

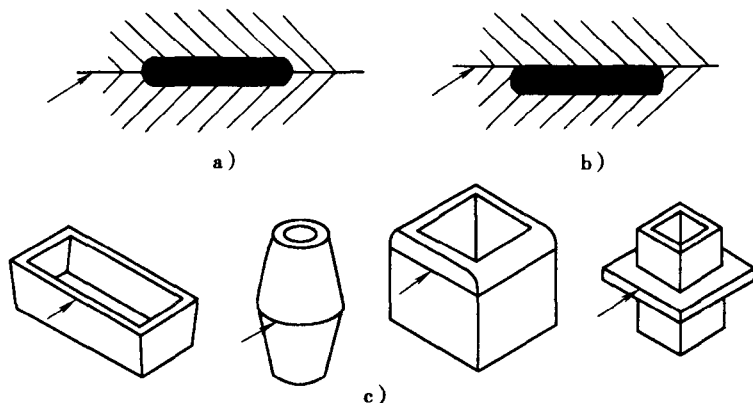


图 1—2 分模面应选择在工件的最大截面处(箭头所指为分模面)

a) 分模面选择恰当 b) 分模面选择不恰当 c) 分模面选择恰当

否则,选择如图 1—2b 所示分模面,则脱模比较麻烦且难以加工型腔。

(2) 有利于保证工件的表面品质与尺寸精度。由于上、下型腔之间存在间隙,注入的聚氨酯树脂会在分模面处产生飞边,影响工件的表面品质。因此,应尽量避免将分模面选择在工件的光滑平整表面或圆弧曲面上(见图 1—3a),而图 1—3b 所示的分模面选择显然不恰当。

为保证工件的尺寸精度,应将工件上有同轴度要求的部分放在分模面的同一侧,以确保同轴度符合要求。

(3) 有利于排气。应将分模面尽可能置于注入材料(聚氨酯树脂)的液流末端(见图 1—4a),而图 1—4b 所示材料溢流面与分模面垂直,材料不能从分模面溢出,不能利用分模面排气,工件只得在压缩中成形,易产生缺陷。

(4) 应尽量避免非平面分模面。倾斜面、曲面与台阶面等非平面分模面不便制作,应尽量避免。

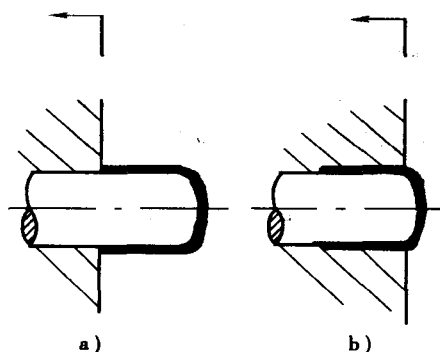


图 1—3 分模面选择有利于保证工件的表面品质与尺寸精度 (箭头为分模面的法线)

a) 分模面选择恰当 b) 分模面选择不恰当

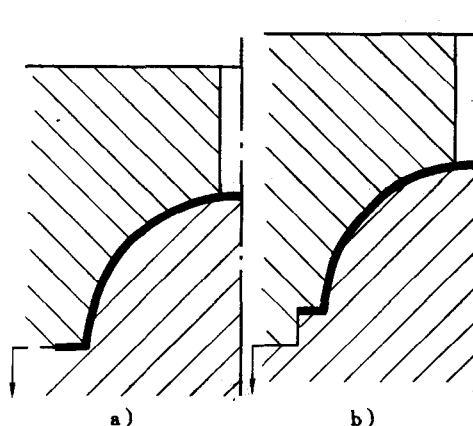


图 1—4 分模面选择有利于排气 (箭头为分模面的法线)

a) 分模面选择恰当 b) 分模面选择不恰当

(5) 有利于脱模。对于形状特别复杂(如倒钩、深孔、深槽等)的工件,有时仅选择一个分模面还无法顺利脱模,在这种情况下,除选择一个主分模面外,还应在两个半模上再选择若干子分模面,即在切割硅橡胶模时,在半模上再切割一些小块。

2. 常用分模面的构成方法与制作工艺

对于硅橡胶模,常用的分模面有如下两种构成方法:

(1) 用彩色胶带构成分模面。这种方法是用彩色胶带来确定一个或几个分模面。浇注时,胶带用于产生间隙,围绕胶带构成上、下两个半模的接缝。

制作时,沿母模外廓的垂直方向一步步粘贴胶带,直到形成一条接缝(见彩图 2)。然后,用手术刀去除外廓上重叠的胶带,用剪刀剪除多余的外边缘,使其宽度为 10~20 mm(取决于母模的尺寸)。浇注的硅橡胶固化后,沿着描绘的波浪形接缝面,使手术刀的刀尖始终朝着母模上的胶带,将硅橡胶模切割成两个半模。