

模具实用技术丛书

# 橡胶模具 设计应用实例

模具实用技术丛书编委会 编

强调实用

图例为主



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



模具实用技术丛书

# 橡胶模具设计应用实例

模具实用技术丛书编委会 编



机械工业出版社

本书第1章为总论,简要介绍了橡胶及其模压制品模具设计的知识;第2、3章详细介绍了橡胶模具设计基础知识和方法;第4章至第9章分别详细介绍了73类橡胶制品模具的设计实例,包括:O形、矩形、J形等结构橡胶密封圈模具设计,囊套类橡胶制品模具设计,轴管类橡胶制品模具设计,嵌件类橡胶制品模具设计,以及其他类橡胶制品模具设计;第10章为橡胶模具制造辅助工装设计;书末有附录。本书可为橡胶模具设计人员提供详尽的指导。

#### 图书在版编目(CIP)数据

橡胶模具设计应用实例/模具实用技术丛书编委会编. —北京:机械工业出版社, 2003.10

(模具实用技术丛书)

ISBN 7-111-13150-9

I. 橡… II. 模… III. 橡胶加工—模具—设计 IV. TQ330.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第088522号

机械工业出版社(北京市百万大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:崔世荣 版式设计:张世琴 责任校对:刘志文

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004年1月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·35.75印张·885千字

0 001—4 000册

定价:52.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 模具实用技术丛书编委会

主 编 许发樾

副主编 王家瑛 陈锡栋 赵振铎 靖颖怡 吴生绪

本书主编与编审人员

主 编 吴生绪

主 审 许发樾

# 序 言

机械工业出版社出于对我国模具工业发展的关心和支持，委托我组织一批“老模具”以及对模具生产技术颇为熟悉并具有实践经验的专家、工程技术人员和高校教师，编写一套适用于模具工程技术人员、工人和院校有关专业师生参考使用的、实用性强的丛书。本人从事模具生产技术研究、模具标准化以及模具行业技术组织工作多年，对我国模具工业的情况还是多少了解一些的，觉得编写出版这样一套丛书，对推动模具生产技术的进步确有好处，也就不揣浅陋，欣然受命了。

这套书定名为模具实用技术丛书，顾名思义，每本书的内容和形式都必须强调实用性，编写格式主要采取“题例”形式，以实用为主，保持每本书相对的独立性、先进性及一定的系统性和完整性。

丛书的内容偏重模具制造中实用性的专门技术，如模具生产中常见与专用的工装夹具，凸、凹模型面精饰加工与强化技术，模具材料与寿命，模具零件失效修复技术等。由于模具设计和设计手册等综合性的书已经不少，再写设计方面易重复，因此本套丛书偏重补充或补漏，如冲模、塑料模、橡胶模设计应用实例，简易、快速的经济模具设计与制造，粉末冶金模、组合冲模设计与制造等均专门写成书进行说明与介绍。

这套强调实用并以示例形式写成的丛书，现有九种（见书后丛书书目）。由于技术资料收集困难，文字水平不高，定有许多不尽如人意的地方，恳切希望同行们不吝赐教，提出改进意见。若认为这套书确实有助于读者解决有关生产技术中的问题，我们将感到非常欣慰。

《橡胶模具设计应用实例》是丛书之一，由吴生绪主编。

丛书主编 许发樾

## 本书物理量名称及符号

|                                                                 |                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| $A_{\min}$ ——模具最小承压面积 ( $\text{mm}^2$ )                         | $h$ ——型腔的高度 ( $\text{mm}$ )                     |
| $F$ ——硫化压力机液压吨位 ( $\text{kN}$ )                                 | $M_{\max}$ ——最大弯矩 ( $\text{N}\cdot\text{mm}$ )  |
| $[\sigma]$ ——模具使用材料的许用应力 ( $\text{MPa}$ )                       | $a$ ——矩形型腔的短边尺寸 ( $\text{mm}$ )                 |
| $\sigma_r$ ——径向应力 ( $\text{MPa}$ )                              | $I_a$ ——矩形型腔短边截面二次矩 ( $\text{mm}^4$ )           |
| $\tau_t$ ——切向应力 ( $\text{MPa}$ )                                | $I_b$ ——矩形型腔长边截面二次矩 ( $\text{mm}^4$ )           |
| $q$ ——型腔内壁承受的单位压力 ( $\text{MPa}$ )                              | $W$ ——抗弯截面系数 ( $\text{mm}^3$ )                  |
| $r_1$ ——模具中模外形的半径 ( $\text{mm}$ )                               | $S_p$ ——橡胶平均硫化收缩率 (%)                           |
| $r_2$ ——中模型腔的半径 ( $\text{mm}$ )                                 | $V_1$ ——模具型腔的容积 ( $\text{mm}^3$ )               |
| $t$ ——型腔的壁厚 ( $\text{mm}$ )                                     | $V_2$ ——橡胶制品零件的体积 ( $\text{mm}^3$ )             |
| $\tau_{\max}$ ——最大切应力 ( $\text{MPa}$ )                          | $D_1$ (或 $L_1$ ) ——室温下模具的某一尺寸 ( $\text{mm}$ )   |
| $e$ ——中模型腔径向弹性变形量 ( $\text{mm}$ )                               | $D_2$ (或 $L_2$ ) ——室温下制品零件的相应尺寸 ( $\text{mm}$ ) |
| $E$ ——中模使用材料的弹性模量, $E_{\text{钢}} = 2.2 \times 10^5 \text{ MPa}$ | $D_w$ ——模具型腔尺寸 ( $\text{mm}$ )                  |
| $\mu$ ——泊松比, $\mu_{\text{钢}} = 0.25 \sim 0.30$                  | $D_z$ ——制品零件尺寸 ( $\text{mm}$ )                  |
| $b$ ——矩形型腔的长边尺寸 ( $\text{mm}$ )                                 | $\Delta$ ——制品零件尺寸的公差 ( $\text{mm}$ )            |
| $\sigma_1$ ——抗拉应力 ( $\text{MPa}$ )                              | $\delta$ ——模具型腔的制造公差 ( $\text{mm}$ )            |
| $\sigma_w$ ——抗弯应力 ( $\text{MPa}$ )                              | $K_p$ ——橡胶压出膨胀率 (%)                             |
| $H$ ——中模的厚度 ( $\text{mm}$ )                                     | $D_n$ ——胶料压出后的截面尺寸 ( $\text{mm}$ )              |
|                                                                 | $d$ ——口型尺寸 ( $\text{mm}$ )                      |

注：以上物理量符号，按照在本书中出现的先后次序排列。

# 目 录

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 序言                       |     |
| 第1章 总论                   | 1   |
| 1.1 橡胶简介                 | 1   |
| 1.2 橡胶的成型性能              | 6   |
| 1.3 橡胶制品和橡胶模制品           | 7   |
| 1.4 橡胶模制品的设计工艺性          | 10  |
| 1.5 橡胶模制品零件生产的工艺流程       | 17  |
| 1.6 橡胶实心模压制品和压出制品的尺寸公差   | 26  |
| 第2章 橡胶模具设计基础             | 32  |
| 2.1 橡胶模具知识               | 32  |
| 2.2 橡胶模制品零件对橡胶模具设计的工艺性要求 | 40  |
| 2.3 橡胶模具的常用机构与设计         | 42  |
| 第3章 橡胶模具设计方法             | 61  |
| 3.1 模具的承压面积和工作投影面积       | 61  |
| 3.2 模具的高度                | 63  |
| 3.3 中模的壁厚                | 64  |
| 3.4 模具常用结构要素的设计参数        | 71  |
| 3.5 浇注系统的设计              | 78  |
| 3.6 橡胶的硫化收缩率与模具型腔的设计     | 84  |
| 3.7 分型面与模具设计             | 97  |
| 3.8 橡胶模具的公差配合与精度要求       | 101 |
| 3.9 橡胶模具的表面粗糙度           | 107 |
| 3.10 橡胶模具用钢              | 111 |
| 第4章 O形橡胶密封圈模具设计          | 116 |
| 4.1 180°分型多型腔无飞边压胶模      | 116 |
| 4.2 45°分型单型腔压胶模          | 123 |
| 4.3 45°分型多型腔压胶模          | 127 |
| 4.4 90°分型多型腔压胶模          | 132 |
| 4.5 180°分型多型腔压胶模         | 138 |
| 4.6 180°分型模架式多型腔压胶模      | 142 |
| 4.7 45°分型多型腔橡胶注射模        | 147 |
| 第5章 其他类型橡胶密封制品模具设计       | 152 |
| 5.1 单型腔矩形橡胶密封圈模具         | 152 |
| 5.2 多型腔矩形橡胶密封圈模具         | 155 |
| 5.3 复合式密封垫圈压胶模           | 159 |
| 5.4 J形橡胶密封圈压胶模           | 163 |
| 5.5 U形橡胶密封圈压胶模           | 167 |
| 5.6 Y形橡胶密封圈压胶模           | 172 |
| 5.7 唇形橡胶密封圈压胶模           | 178 |
| 第6章 囊套类橡胶制品模具设计          | 184 |
| 6.1 平衡胶囊压胶模              | 184 |
| 6.2 晶体保护套压胶模             | 189 |
| 6.3 平衡管压胶模               | 196 |
| 6.4 平衡油囊压胶模              | 203 |
| 6.5 护套压胶模                | 208 |
| 6.6 钢椅脚垫压胶模              | 214 |
| 6.7 扎线胶套压胶模              | 219 |
| 6.8 密封胶套压胶模              | 226 |
| 6.9 皮囊压胶模                | 234 |
| 6.10 环形皮囊压注模具            | 242 |
| 6.11 橡胶密封套压胶模            | 249 |
| 6.12 枝形胶套压注模具            | 254 |
| 6.13 绝缘保护套压胶模            | 263 |
| 6.14 防护罩橡胶注射模            | 270 |
| 6.15 防尘罩橡胶注射模            | 277 |
| 6.16 橡胶水封压胶模             | 282 |
| 6.17 绝缘套压胶模              | 286 |
| 6.18 橡胶混合瓶成型模具           | 295 |
| 第7章 轴、管类橡胶制品模具设计         | 307 |
| 7.1 橡胶扶正棒压胶模             | 307 |
| 7.2 橡胶滚轴压胶模              | 311 |
| 7.3 CCL外壳压胶模             | 315 |
| 7.4 密封插头压胶模              | 319 |
| 7.5 橡胶绝缘管压胶模             | 324 |
| 7.6 弹簧橡胶护管压胶模            | 330 |
| 7.7 橡胶弯管压胶模              | 336 |
| 7.8 橡胶波纹管压胶模(一)          | 343 |
| 7.9 橡胶波纹管压胶模(二)          | 350 |
| 7.10 橡胶波纹管压胶模(三)         | 358 |
| 7.11 橡胶波纹管压胶模(四)         | 365 |

|                                 |            |                                                                  |            |
|---------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.12 橡胶波纹管压胶模 (五) .....         | 371        | 10.2 压注器 .....                                                   | 515        |
| 7.13 探测器胶套压胶模 .....             | 378        | 10.3 R 刀及其磨削工装 .....                                             | 516        |
| <b>第 8 章 嵌件类橡胶制品模具设计</b> .....  | <b>391</b> | 10.4 花盘芯轴式车用工装 .....                                             | 518        |
| 8.1 橡胶刮浆板压胶模 .....              | 391        | 10.5 开合模车用夹具 .....                                               | 519        |
| 8.2 组合旋具手柄压胶模 .....             | 397        | 10.6 胶料成型挤出器 .....                                               | 520        |
| 8.3 支承软垫压胶模 .....               | 402        | <b>附录</b> .....                                                  | <b>522</b> |
| 8.4 减振器压胶模 (一) .....            | 406        | 附录 A 橡胶密封制品常用技术标准 .....                                          | 522        |
| 8.5 减振器压胶模 (二) .....            | 408        | A—1 O 形橡胶密封圈尺寸系列及公差 .....                                        | 522        |
| 8.6 减振器压胶模 (三) .....            | 412        | A—2 内包骨架旋转轴唇形密封圈结构尺寸 .....                                       | 524        |
| 8.7 减振器压胶模 (四) .....            | 415        | A—3 外露骨架旋转轴唇形密封圈结构尺寸 .....                                       | 530        |
| 8.8 减振器压胶模 (五) .....            | 418        | A—4 装配式旋转轴唇形密封圈结构尺寸 .....                                        | 534        |
| 8.9 减振器压胶模 (六) .....            | 421        | A—5 往复运动单向密封橡胶密封圈结构尺寸 .....                                      | 537        |
| 8.10 DZ32—X 多芯密封导线压胶模 .....     | 425        | A—6 往复运动双向密封橡胶密封圈结构尺寸 .....                                      | 548        |
| 8.11 活门压胶模 .....                | 431        | A—7 往复运动橡胶防尘密封圈结构尺寸 .....                                        | 552        |
| 8.12 吸盘压胶模 .....                | 433        | 附录 B 各种角度数据 .....                                                | 556        |
| 8.13 双向密封胶圈压胶模 .....            | 437        | B—1 莫氏锥度 .....                                                   | 556        |
| 8.14 实心橡胶脚轮压胶模 .....            | 443        | B—2 一般用途圆锥的锥度与锥角 .....                                           | 556        |
| 8.15 微电极极板压胶模 .....             | 447        | B—3 锥度、角度公差 .....                                                | 557        |
| <b>第 9 章 其他类橡胶制品模具设计</b> .....  | <b>453</b> | B—4 自由锥度、自由角度公差 .....                                            | 557        |
| 9.1 平面式橡胶薄膜制品压胶模 .....          | 453        | 附录 C 螺纹工艺数据 .....                                                | 558        |
| 9.2 波纹式橡胶薄膜制品压胶模 .....          | 456        | C—1 攻螺纹前钻底孔所用钻头直径 .....                                          | 558        |
| 9.3 碟形橡胶薄膜制品压胶模 .....           | 461        | C—2 包容螺钉所用埋头孔的直径尺寸 .....                                         | 558        |
| 9.4 滚动式橡胶薄膜制品压胶模 .....          | 463        | C—3 螺钉最小旋进深度 .....                                               | 559        |
| 9.5 橡胶压杯成型压胶模 .....             | 466        | 附录 D 模具制造表面光洁度 ( $\nabla$ ) 与表面粗糙度 ( $R_a$ 、 $R_z$ ) 代号对照表 ..... | 560        |
| 9.6 橡胶皮碗压胶模 .....               | 471        | 附录 E 标准公差数值 .....                                                | 560        |
| 9.7 防撞环压胶模 .....                | 475        | <b>参考文献</b> .....                                                | <b>561</b> |
| 9.8 花瓣隔块压胶模 .....               | 481        |                                                                  |            |
| 9.9 $\sigma$ 形橡胶密封条压胶模 .....    | 486        |                                                                  |            |
| 9.10 橡胶扶正器压胶模 .....             | 490        |                                                                  |            |
| 9.11 橡胶绝缘垫注射模 .....             | 495        |                                                                  |            |
| 9.12 橡胶绝缘保护套注射模 .....           | 501        |                                                                  |            |
| 9.13 口型模 .....                  | 506        |                                                                  |            |
| <b>第 10 章 橡胶模具的辅助工装设计</b> ..... | <b>513</b> |                                                                  |            |
| 10.1 卸模器 .....                  | 513        |                                                                  |            |

# 第1章 总 论

## 1.1 橡胶简介

### 1.1.1 橡胶的特性及其用途

橡胶工业在国民经济中占有极其重要的地位，发挥着十分重要的作用。

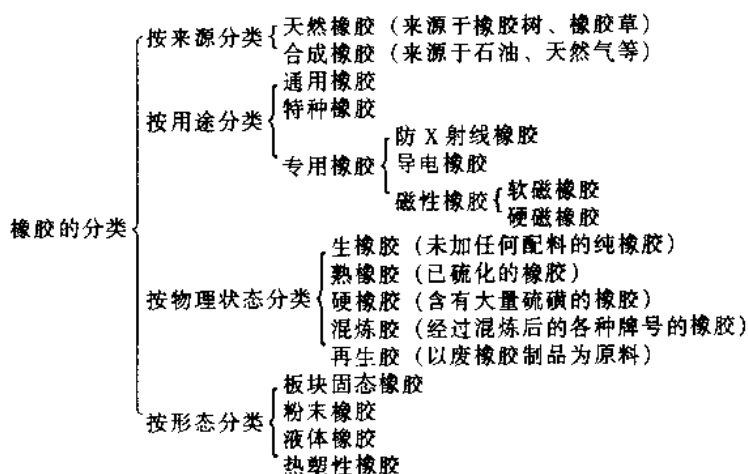
在工程应用中，材料大致可以分为两大类：一类是结构材料（主要用其强度、弹性等力学性能）；另一类是功能材料（主要用其声、光、电、磁等功能）。橡胶既是重要的结构材料，又具有一定的功能，所以，它是一种非常重要的工程材料。

橡胶具有独特的高弹性性能、优异的抗疲劳强度、极好的电绝缘性能、良好的耐磨耗性和耐热性；还具有良好的防振性、不透水性、不透气性和化学稳定性等性能。因此，橡胶在宇航、航空、航海、汽车、拖拉机、机械、仪器仪表、化工、矿山、交通运输等工业部门中，以及在农业、医疗卫生和日常生活等各个方面，都得到了广泛地应用。

### 1.1.2 橡胶的形态与分类

就橡胶原料的形态来说，无论是天然橡胶还是人工合成橡胶，一般都呈现为板块状软固体形态。这样，在对橡胶加工成型，特别是在预成型处理和硫化过程中，都要消耗很大的能量。不仅如此，而且加工费时费工，操作劳动强度很大，还要具备相应的大型设备。另外，橡胶制品零件的质量还会因为固态物质混合的非均匀性而受到一定的影响，同时，也影响到整个生产过程的加工周期、生产成本等各个方面。为了进一步提高橡胶工业的经济效益和技术质量效果，科技人员对橡胶的形态和加工工艺进行了大量的研究，以便探寻新的橡胶原料形态，于是，便出现了粉末橡胶、液态橡胶和热塑性橡胶。这些橡胶，虽然在工艺和性能方面还存在着一些尚待解决和改进的问题，但是，由于它们所具有的优点及性能的不断改善，以及用途的不断扩大，将会对橡胶工业产生很大的影响。

橡胶的种类很多，其分类情况如下：



### 1.1.3 常用橡胶

由于使用环境和要求的不同,对橡胶的种类及性能等各方面的选择亦有所不同。因此,从事工程设计和工艺技术人员应在不同程度上对橡胶的种类、特性有所了解。下面就部分常用橡胶的性能及其主要用途作一简单介绍。

#### 1.1.3.1 天然橡胶 (NR)

天然橡胶也叫聚异戊二烯。它具有优良的物理性能和力学性能,滞后损失小,多次变形下的生热量低,还具有良好的耐寒性能。该橡胶的弹性、耐磨耗性及抗撕裂性能都非常好,扯断伸长率大,在低温条件下挠屈性能也很好。此外,还具有优良的气密性、防水性、电绝缘性、热绝缘性及耐酸、耐碱性能。天然橡胶缺点是耐候抗热性能差,遇热时间长就会变粘,耐臭氧老化和耐热氧老化性能较差,易溶于汽油和苯等非极性有机溶剂,耐油性能亦差。但该橡胶对植物油和醇类却较为稳定。天然橡胶大量用于制作各种轮胎;以正丁醇/蓖麻油为制动液的液压制动系统中的密封件;天然橡胶因适用于水、甘醇及乙醇等带有氢氧根( $-OH$ )的液体之中,故可用来制作各种非油性胶管、胶套、胶垫、橡胶囊及电工器材等制品;此外,还可用于制作各种生活用品,如雨衣、雨鞋、热水袋、医疗卫生用品和体育用品等。天然橡胶的使用温度范围在 $-50\sim 80^{\circ}\text{C}$ 之间。

#### 1.1.3.2 异戊橡胶 (IR)

异戊橡胶是异戊二烯单体定向聚合物,也称为合成天然橡胶。在使用中,凡是使用天然橡胶的场合,均可由异戊橡胶来代替。

#### 1.1.3.3 丁腈橡胶 (NBR)

丁腈橡胶是目前用量最大的一种特种合成橡胶。

采用低温聚合的丁腈橡胶,能够在很大程度上改善其物理力学性能和加工工艺性能。

丁腈橡胶是依据丙烯腈的含量来分类的。国产丁腈橡胶中含丙烯腈的质量分数在 $18\%\sim 48\%$ ,分为三个等级,即丁腈-40、丁腈-30、丁腈-20。该橡胶极性很强,具有良好的耐油和耐非极性溶剂性能,其耐油性能仅次于聚硫橡胶、氟橡胶和丙烯酸酯橡胶。丁腈橡胶随着丙烯腈含量的增加,其耐油性能和耐非极性溶剂的性能也随之提高。

丁腈橡胶的耐热性能比天然橡胶和丁苯橡胶好,经过适当配比的丁腈橡胶制品,可以在 $120^{\circ}\text{C}$ 的条件下连续使用。该橡胶在热油中能耐 $150^{\circ}\text{C}$ 的温度,在 $191^{\circ}\text{C}$ 的热油中浸泡70h仍然具有挠屈性能。此外,丁腈橡胶还具有良好的耐磨性能、耐老化性能和气密性能。但是,该橡胶的耐臭氧性能要差一些。

丁腈橡胶广泛用于各种耐油制品。丁腈-40一般用于直接与油类接触及耐油性能要求较高的橡胶制品,如油封、输油胶管、化工容器衬里、密封垫圈、油囊等;丁腈-30通常用于各种普通耐油制品,如耐油胶管、油箱、印刷胶辊、耐油手套等;丁腈-20一般用于耐油性能要求较低的橡胶制品,如低温耐油制品、耐油减振制品等。丁腈橡胶还可以与其他橡胶或者塑料并用,以改善其他方面的性能。最常见的是与聚氯乙烯并用,以进一步提高其耐臭氧老化性能。

该橡胶的使用温度范围是 $-40\sim 120^{\circ}\text{C}$ 。

#### 1.1.3.4 丁基橡胶 (IIR)

丁基橡胶具有一系列优异的特殊性能,首先是其气密性非常优良。该橡胶的气密性能在

所有橡胶中是最好的，约为天然橡胶的 1/20，顺丁橡胶的 1/30，丁苯橡胶的 1/8，乙丙橡胶的 1/13。丁基橡胶的化学稳定性很高，具有极好的耐热老化性能，耐天候老化性能和耐酸、碱腐蚀性能。经过适当配合的丁基橡胶，经 120℃、144h 热空气老化后，其伸长率变化不大，抗张强度仍可保持在 70% 以上。该橡胶制品长时间曝露在日光和空气之中，其性能变化很小，特别是抗臭氧老化性能比天然橡胶要高出 10 倍之多。

丁基橡胶除具有强氧化性浓酸外，对其他的酸、碱及氧化—还原溶液都具有极好的抗耐性；能耐稀的和中等浓度的硫酸、硝酸腐蚀，但不耐脂肪族溶剂；该橡胶的电绝缘性能和电晕性能都比一般的合成橡胶好，防水性能和减振性能也很优良。

丁基橡胶的缺点是硫化速度很慢，需要采用强促进剂、高温和长时间等技术措施与工艺条件才能硫化；该橡胶的自粘性和互粘性很差，需要借助于胶粘剂或中间层才能使其相互粘合；与其他橡胶的相容性差，难以并用。此外，该橡胶的永久变形大，滞后损失大，常温下弹性不如其他橡胶。

丁基橡胶经过卤化改性处理后，可以大大提高其硫化速度，改善粘着性能，进一步提高其耐热性能和抗臭氧老化性能。

由于丁基橡胶具有突出的气密性和化学稳定性，因此，它的最大用途是制造充气轮胎的内胎，或无内胎轮胎；水胎、风胎、声纳皮囊；耐酸、碱腐蚀的各类制品，化工容器衬里；各种电绝缘器材，广泛用于高压、中压和低压电缆的绝缘层和外覆层；还可用于各种耐热、耐水的密封垫片及防振缓冲器等。

该橡胶的使用温度范围是 -54 ~ 150℃。

#### 1.1.3.5 乙丙橡胶 (EPM、EPDM)

乙丙橡胶的优点是：耐天候性能、耐臭氧老化性能和耐热性能非常优良；电绝缘性能高于丁基橡胶；化学稳定性好，抗腐蚀；弹性好，尤其是在低温条件下也具有有良好的弹性；耐冲击振动，机械强度高。该橡胶的不足之处是自粘性能差，与其他橡胶的相容性差，加工工艺性不好，特别是硫化速度慢是其最大的缺点。

该橡胶多用于非油性场合，主要用来制作耐热运输带、传送带、蒸汽胶管和耐化学药品、药剂腐蚀的密封器件。还可用作各种缓冲器、减振垫、各种保护套、防尘罩、电线电缆绝缘层、汽车配件等。

乙丙橡胶的使用温度范围是 -50 ~ 150℃。

#### 1.1.3.6 丙烯酸酯橡胶 (AR)

丙烯酸酯橡胶的特点是：机械强度高；耐热性能、耐高温性能、耐侯老化性能及耐臭氧老化性能、气密性能等都很良好。尤其是该橡胶的耐热油性能特别突出，所以，最适宜于制作耐热耐油的制品零件，如各种发动机中的耐热元器件、高温油的密封件等。但是，该橡胶的耐水性能和耐水蒸气性能差，电绝缘性能低、耐寒性能不佳。

丙烯酸酯橡胶的使用温度范围是 -10 ~ 180℃。

#### 1.1.3.7 聚氨酯橡胶 (UR)

聚氨酯橡胶的最大特点是：弹性非常好、硬度高、耐磨耗等综合力学性能优良。有被工程界誉为“流体钢”之称。此外，其耐油性、耐氧及臭氧老化性能、耐寒性能都比较好。但是，该橡胶的抗溶剂性能和抗水解性能差，耐热性能不好。

该橡胶通常用于空气、高压油等环境之中，用来制作各种密封件、隔膜等制品。此外，该橡胶作为新型的冷压冲裁、弯曲加工材料，可代替钢制凹模，得到了广泛的使用。

聚氨酯橡胶的使用温度范围是  $-30 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

#### 1.1.3.8 硅橡胶 (SR)

硅橡胶具有许多优异的性能和特点，它是一种既耐高温又耐低温的特种合成橡胶，工作温度范围较宽，在  $-93 \sim 230^{\circ}\text{C}$  之间，居所有橡胶材料之前列。此外，该橡胶的耐辐射性能、耐臭氧老化性能、耐热氧老化性能、耐天候老化性能都很优异，而且还具有良好的电绝缘性能。但是，硅橡胶的抗张强度、抗撕裂强度、耐磨耗性能、耐油性能、耐酸碱腐蚀性能等都较差，尤其是其价格昂贵而使其应用受到一定程度的限制。

硅橡胶与其他橡胶相比，它具有两个最为优越的特性，一个是耐高温又耐低温，另一个是无任何毒性。所以，硅橡胶的应用范围很广泛，适宜于在各种恶劣的环境中使用，制作各种绝缘绝热元器件、耐高温导线及绝热密封件等，特别是在医疗卫生方面的应用，确实得天独厚，引人注目（例如制作人造心脏、人造血管、瓣膜等）。但是，不宜制作强度要求高或者要求耐压、耐磨耗的各种密封元器件。

#### 1.1.3.9 聚硫橡胶 (PSR)

聚硫橡胶的耐油性能、耐有机溶剂性能以及耐磨耗性能、耐臭氧老化性能都非常良好。不仅如此，聚硫橡胶的硫化收缩率较小，耐候性能及耐水性能也很强，电绝缘性能和抗电晕性能也很理想。但是，该橡胶的耐热性能较差。

聚硫橡胶被广泛地应用于化工、石油机械、矿山机械、农业机械、交通运输等工业部门。该橡胶可以用来制作输油胶管、飞机油箱、橡皮船、液态化学肥料运输包、印刷胶辊、耐油衬里、各类密封元器件、电器绝缘制品以及各类机械缓冲器、防振垫等。

该橡胶的使用温度范围是  $-20 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

#### 1.1.3.10 氟橡胶 (FPM)

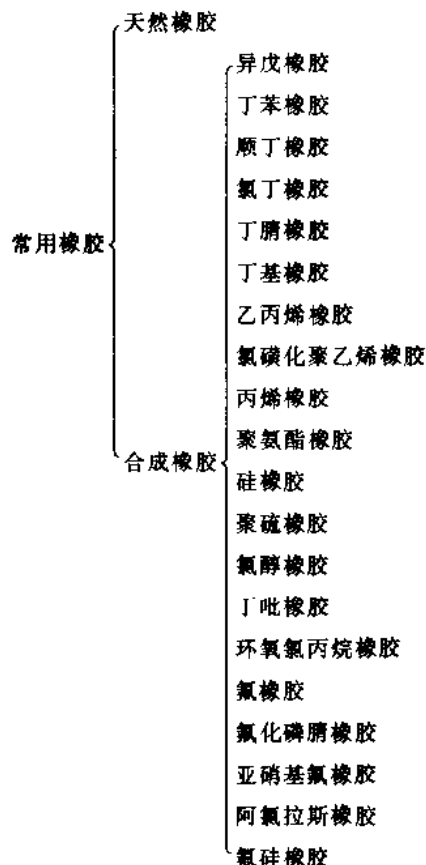
氟橡胶是具有独特的耐高温、耐低温、耐油、耐强酸和强氧化剂、耐各种溶剂、耐燃烧并且具有良好的物理力学性能的新型合成橡胶。该橡胶最初是作为喷气式飞机所用耐高温橡胶而研制的，使用温度范围为  $-30 \sim 250^{\circ}\text{C}$ ，如果在短时间使用的条件下，耐高温可达  $316^{\circ}\text{C}$ 。

氟橡胶的缺点是自粘性能差，热塑性能不好，所以，其加工成形以及与金属嵌件的粘接较为困难，模制化成型也比较困难。这一缺点给其模制品零件的质量带来了一定程度的不良影响。

氟橡胶通常用于高温、高真空及高压环境之中，也适宜于油类环境。由于它具有各种优异的性能而被广泛地用于石油、化工、航天、航空、火箭、导弹等部门和科学技术领域。该橡胶主要用来制作各种耐高温、耐高压、耐油、耐特种介质（特别是既能耐肼类推进剂，又能耐强氧化剂，如  $\text{N}_2\text{O}_4$  等，为火箭燃料仓的设计提供了可靠的技术保障。又如它还可以作为深冷密封材料，用于密封液态氮和液态氧，其性能优于聚四氟乙烯）的制品零件、密封元器件；也可用来制作耐高真空制品及防护用品等。

以上所述为部分常用橡胶的主要性能。

目前，常用橡胶主要是人工合成的各种橡胶。关于常用橡胶的分类如下：



#### 1.1.4 橡胶材料的主要质量指标

##### 1.1.4.1 邵尔硬度

橡胶硬度是指橡胶的试样受到外力压缩时，产生反抗变形的能力。邵尔硬度是试样受试验器钝针压入时，钝针陷入试样表面凹陷深浅的程度，并由试验器指针所表示的度数（或读数）。邵尔硬度通常采用 A 型硬度计（shore A）测定。

##### 1.1.4.2 伸长率

橡胶的伸长率是指橡胶试样（也叫试片）在试验机上被扯断时所拉伸的长度与原长度之比，以 % 来表示。伸长率表示橡胶材料硫化后的柔性能。

##### 1.1.4.3 拉伸强度

橡胶的拉伸强度是指橡胶试样被扯断时断面单位面积所受的力，以 MPa 来表示。拉伸强度的大小，主要决定于胶料（生胶）的性质、配合剂的性质、配合比例以及硫化工艺等因素。

##### 1.1.4.4 脆性温度

橡胶的脆性温度是指橡胶试样在冲击试验机上被撞断时的温度，以℃来表示。脆性温度是橡胶失去弹性时的温度。脆性温度越低，则说明橡胶的低温性能越好。

##### 1.1.4.5 永久变形

橡胶的永久变形是指橡胶试样被扯断之后并经过一定的时间（通常规定为 3min）进行

停放，其增长的长度与原始长度之比值，以%来表示。永久变形是用来表示橡胶弹性的主要指标之一。

#### 1.1.4.6 老化系数

橡胶的老化系数，即橡胶老化性能的变化率。橡胶在其使用环境中，由于受到各种因素的影响，如大气因素（大气中的氧气、日光、风、温度的变化、臭氧分子等）和工作介质及其温度的影响，逐渐使橡胶的物理力学性能及其他性能变得低下的现象，称之为老化。老化系数是橡胶试样在老化试验后与老化试验前性能的比值。为了延缓橡胶的老化，即提高橡胶的抗老化性能，通常是在其配方中加入合适的防老化剂。

## 1.2 橡胶的成型性能

### 1.2.1 生橡胶及其特性

不管是天然橡胶还是合成橡胶，其主要成分都是生橡胶。生橡胶是一种高分子量的化合物，因此，橡胶又称为高分子聚合物。

虽然生橡胶的分子量很高，但是分子的形状却都呈现为线型结构的特点。所以，所有生橡胶的特点都是没有弹性而塑性却非常显著。在温度较高的环境中，生橡胶宛如面团一样柔软；在低温条件之下，生橡胶则发生硬化现象，如果有外力的反复作用，就极易产生龟裂；在压力的作用下，生橡胶就会产生变形和流动。因此，人们还将其称为粘度很大的液体。

生橡胶只能作为橡胶制品的主要原料，不能直接使用。

### 1.2.2 橡胶的硫化

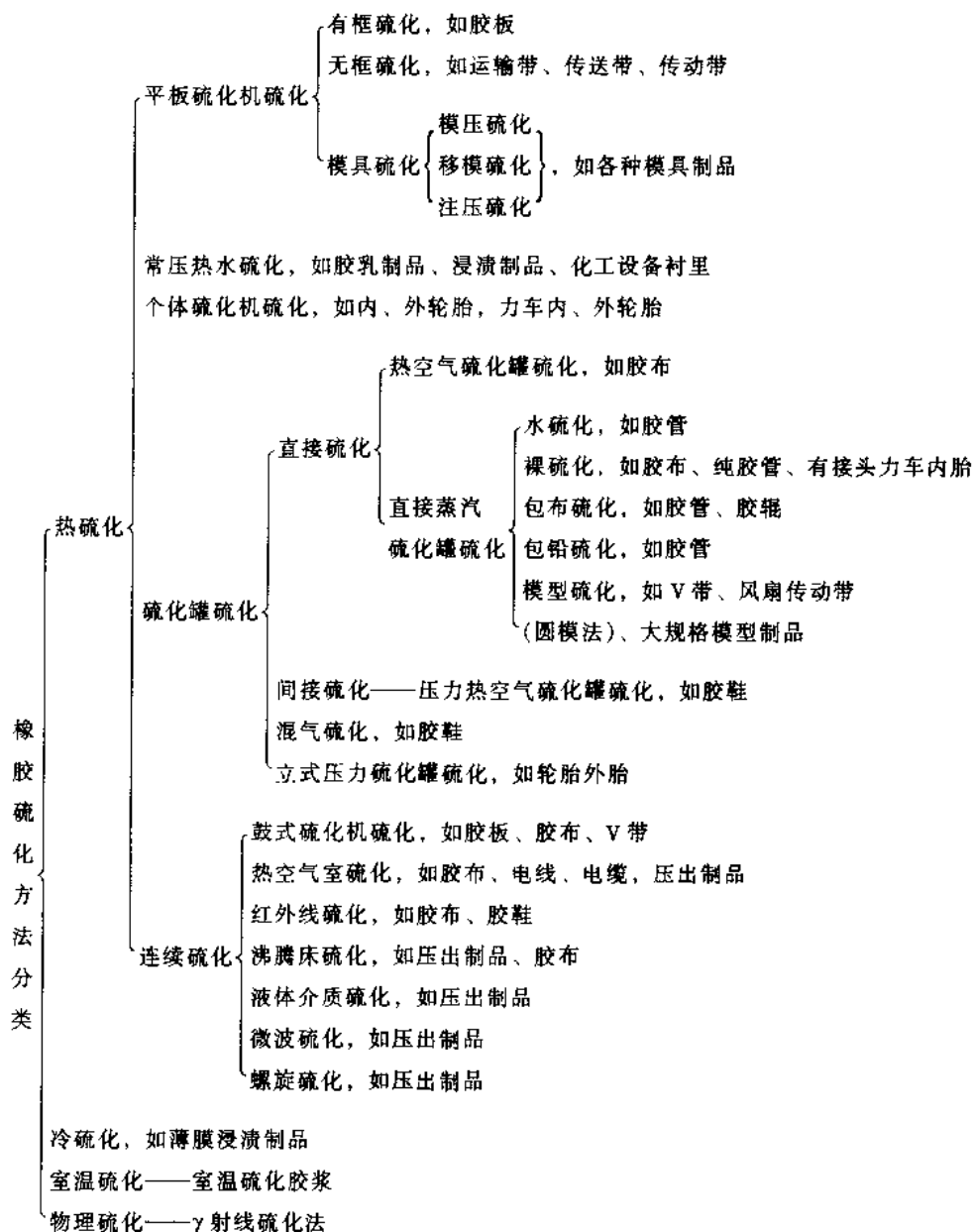
所谓硫化，就是将塑性橡胶转变成为弹性橡胶（或硬质橡胶）的过程。硫化还可以解释为：在加热的条件下，胶料中的生橡胶与硫化剂发生化学反应，使橡胶由线型结构的大分子，交联成为立体网状结构的大分子，从而导致该胶料的物理力学性能和其他有关性能有了明显的改变，而适合于工程应用的过程。由于人们最初在使用橡胶时，发现硫磺可以使生橡胶的分子由线型交联搭接成为立体网状结构，从而改变了生橡胶的塑性特征成为弹性橡胶。在这一转变过程中，硫磺起到了非常积极的促进作用。所以，人们就习惯于将这一变化过程叫做硫化。将硫磺称为硫化剂。随着生产技术的发展，硫化剂的种类越来越多，以满足各种橡胶的不同性能的转变。

未硫化的胶料，与生橡胶一样，受压易于流动，人们就利用各种机械和模具将它变成所需要的形状，同时又通过硫化的工艺过程，将需要的形状固定下来，变成需要的橡胶制品，这就是橡胶的易于成形性能。

橡胶的易于成形性能，给人们的生产活动带来了极大的方便，也带动了许多行业和科学技术研究领域的发展。

由于生产和技术的发展，人们对橡胶制品的种类、形状、性能的要求也越来越多。橡胶制品类型的不同，在其生产制造中所使用的硫化方法也不相同。

橡胶硫化的方法很多，其分类如下：



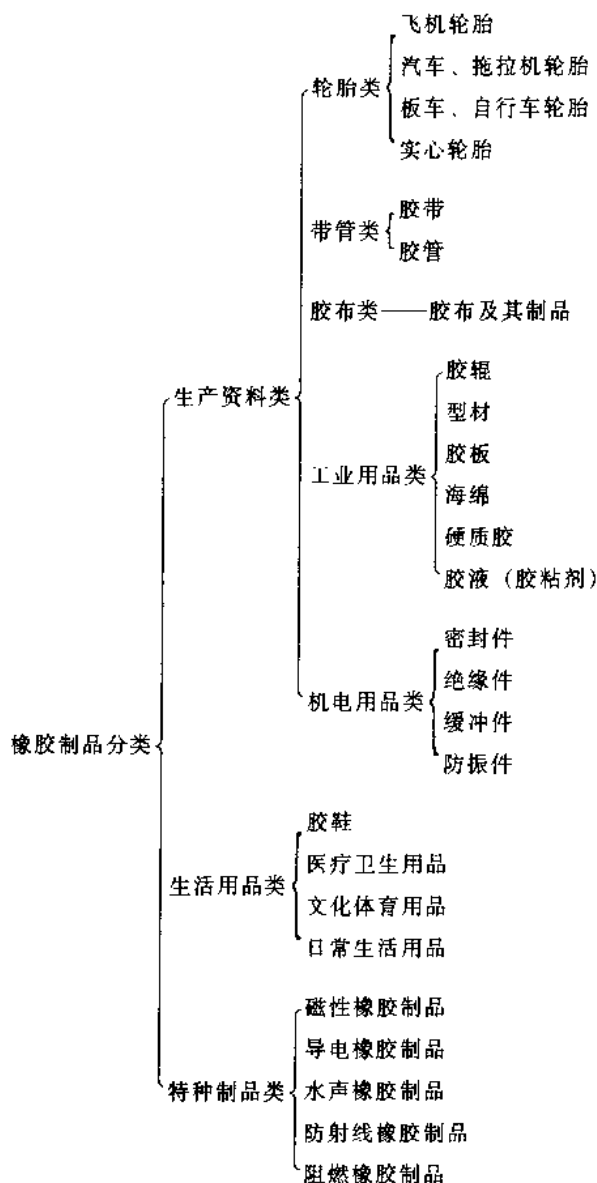
本书所讲硫化方法, 是以模具硫化为主要内容的工艺方法。

## 1.3 橡胶制品和橡胶模制品

### 1.3.1 橡胶制品

由于橡胶性能的优异、橡胶性能的易改变性以及橡胶的易成形性, 因而使橡胶制品遍布国民经济的各行业、各产业、各科研领域。

橡胶制品是多种多样的, 其分类大致如下:

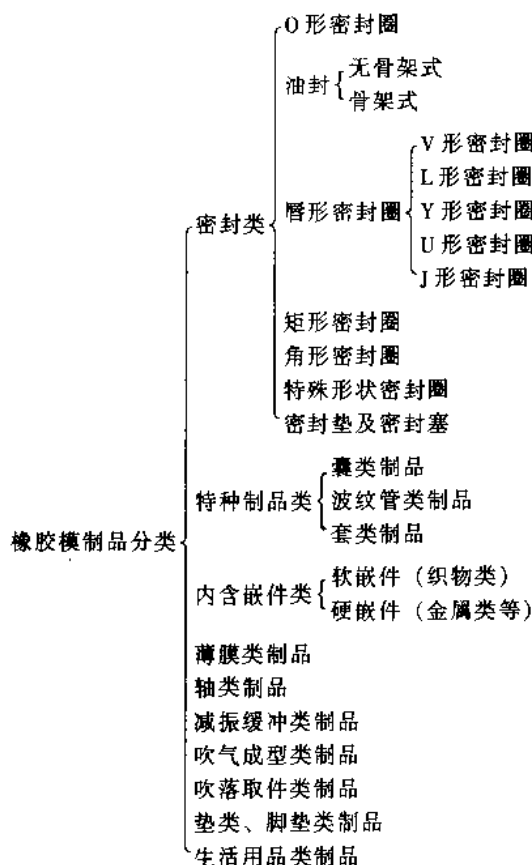


### 1.3.2 橡胶模制品

橡胶模制品也叫做橡胶模型制品。模型就是平常所说的模具。几乎所有的橡胶制品都要通过相应的模具来实现其成形加工。但是，并不是说所有的橡胶制品都能称为橡胶模制品。这是因为橡胶模制品，通常是指胶料在其模具型腔中成型并硫化所得到的制品。一般来说，是将胶料装入或注入模具型腔之中，进行加压定型，并加热硫化，得到的橡胶模制品。

橡胶模制品，在橡胶制品中是品种最多、应用最广的一类特殊制品。其特点是：制造容易，外形准确，尺寸精度较高，表面光亮整洁，质地致密，工艺简便，易于机械化和半自动化生产，生产效率高，成本低。因此，橡胶模制品的商业性很强，适宜于制成形状复杂、技术要求较高的橡胶制品。

橡胶模制品分类如下：



在橡胶模制品零件的生产中，目前使用最广泛的是模压成型法和注射成型法两大类工艺方法。

模压成型法，是将胶料或预成型半成品直接装入模具型腔，然后上机进行压制，同时加热硫化，从而得到制品零件的工艺方法。其生产流程如下：胶料→剪切称量或其他预成型→装入模具型腔→加压、硫化→启模取件→修除飞边→成品质量检查。

注射成型法，是将胶料通过橡胶注射机直接注入模具型腔而硫化，从而得到制品零件的工艺方法。其生产流程如下：胶料预热塑化→注射入模→硫化→启模取件→修除飞边→成品质量检查。

由此可见，模具是橡胶模制品零件的生产所必不可少的重要工艺装备。模具的结构是否合理，直接影响到模制化生产中的操作、生产效率及其制品零件的各项技术质量指标，同时也会直接影响到模具本身的使用寿命等各个方面。

因此，作为橡胶制品的模制化生产，对其模具的要求是：

- 1) 模具必须具有足够的强度和刚度，但又不笨重，便于操作。
- 2) 模具的工作投影面积要求设计合理，不得过小，适宜于所选择的硫化压力机。
- 3) 模具的高度与其外形形体各个尺寸成比例，满足制品零件成型的需要，不得过高。
- 4) 分型面的选择要合理，既不能影响制品零件的表面质量，又要使启模取件时的操作方便。如果是内含织物的橡胶制品，特别是膜类制品，要避免胶料在型腔中的流动引起织物