

“O”型密封圈橡胶模的设计与加工

文根保, 方新, 文莉

(中国航空工业航空救生装备有限公司, 湖北 襄阳 441007)

摘要: 橡胶“O”型密封圈是工业上最常见和产量最大的零件之一, 也是液压、气压和油封产品中不可缺少的重要零件。成型的“O”型密封圈会产生多种缺陷, 这些缺陷主要是通过模具凹、凸模型腔 45° 分型面的设计和凹、凸模型腔的合理加工才能获得正确的解决。

关键词: 密封圈; 缺陷; 橡胶压模; 车刀; 检验

引用论文: 文根保, 方新, 文莉. “O”型密封圈橡胶模的设计与加工 [J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(8):68-71.

中图分类号: TQ330.41

文章编号: 1009-797X(2026)08-0068-04

文献标识码: B

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2026.08.015

0 引言

橡胶“O”型密封圈是工业上最常见和产量最大的零件之一, 也是液压、气压和油封产品中不可缺少的重要零件。设备的液压系统密封圈损坏了会产生泄漏, 设备就不能正常地工作。例如汽车油箱的汽油漏光了, 汽车还能跑吗? 电冰箱和空调中的氟利昂泄漏了, 它们还能工作吗? 飞机在天空中飞行时汽油漏光了, 飞机就要掉下来, 那将是机毁人亡的事故。所以橡胶“O”型密封圈虽小, 它的质量却不能小觑。“O”型密封圈除了取决于橡胶材料之外, 还取决于橡胶模的结构和加工。

1 “O”型密封圈橡胶压模设计

“O”型密封圈橡胶压模的设计, 主要是要将模具的型腔分成凹、凸模, 只有如此才能在模具型腔中放入橡胶, 硫化成型之后取出密封圈。

1.1 “O”型密封圈形体分析

(1) 密封圈资料 “O”型密封圈, 如图1(a)所示。
材料: B-14-1 混炼胶, 收缩率: 1.26%。

(2) 密封圈加工形体分析 由于“O”型密封圈装进油气路中是依靠其径向或轴向的初始压缩, 才赋予“O”型圈自身的初始密封能力。

a. 密封圈形体分析之一: 分型面处在“O”型密封圈的水平面上, 如图1(b)所示。由于成型后的分型面处会存在着一条线状突出筋, 影响着“O”型密封圈密封性能, 故不能取这种形式的分型面^[1]。

b. 密封圈形体分析之二: 如图1(c)所示。为了避开在密封圈的水平面处分型, 只能在 45° 方向进行分型^[2]。

1.2 “O”型密封圈橡胶压模的设计

“O”型密封圈橡胶压模只能在 45° 方向进行分型, 其结构由安装在上模板2中凸模4和安装在下模板3中凹模6组成, 两根导柱7用于保证凸模4和凹模6的型腔对正, 如图1(a)所示。“O”型密封圈主要成型的零件, 凸模如图1(b)所示, 凹模如图1(c)所示。

2 “O”型密封圈的缺陷与整治

成型的“O”型密封圈会产生多种缺陷, 产生的原因也是多样的, 但主要是因凹、凸的加工造成的。

2.1 “O”型密封圈的缺陷

成型的“O”型密封圈产生的缺陷, 如图3所示。

(1) “O”型密封圈产生分型面相交的缺陷: 如图3(a)所示。其主要原因是凹、凸模分型面相交, 密封圈外围存在着一圈厚度逐渐减小的飞边。

(2) “O”型密封圈产生分型面相离的缺陷: 如图3(b)所示。其主要原因是凹、凸模分型面相离, 密封圈外围存在着一圈厚度逐渐增大的飞边。

(3) “O”型密封圈产生错位的缺陷: 如图3(c)所示, 主要原因是凹、凸模的型腔出现了错位。

作者简介: 文根保 (1946—), 男, 高级工程师, 主要从事模具设计与制造的研究工作。

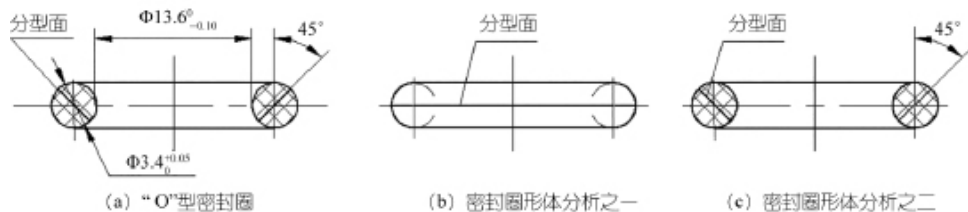
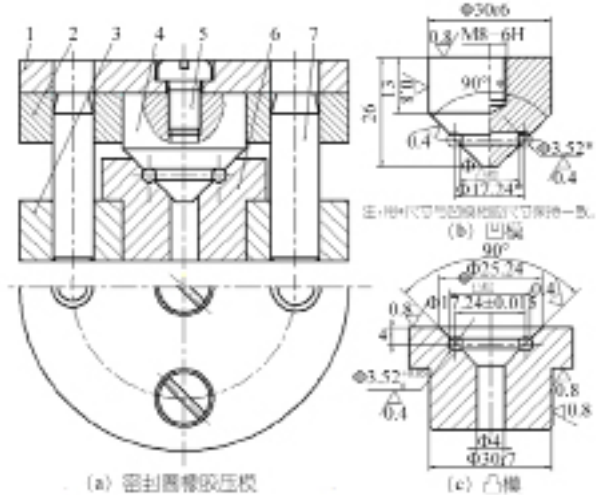


图1 “O”型密封圈与形体分析



1—上垫板；2—上模板；3—下模板；4—凸模；5—沉头螺钉；
6—凹模；7—导柱

图2 密封圈橡胶压模与凹、凸模

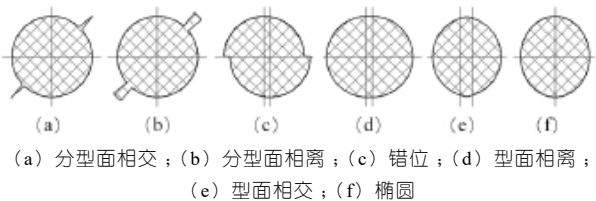
(4) “O”型密封圈产生型面相离的缺陷；如图3所示。主要原因是凹、凸模两个型腔或其中一个型腔加工深度深了。

(5) “O”型密封圈产生型面相交的缺陷；如图3(e)所示。主要原因是凹、凸模两个型腔或其中一个型腔出加工深度浅了。

(6) “O”型密封圈产生型面椭圆的缺陷；如图3(f)所示。是橡胶收缩各向异性的影响，车刀刃磨了前角后，沿刀刃的后角刃磨不正确所产生的。

(7) “O”型密封圈产生缺料和飞边过厚的缺陷；填充的橡胶料分量不足，合模力小导致凹、凸模两个型腔存在较大的间隙填充的橡胶料份量过量。

(8) “O”型密封圈尺寸不符合图纸的要求；刀具的型面加工不符合要求。



(a) 分型面相交；(b) 分型面相离；(c) 错位；(d) 型面相离；
(e) 型面相交；(f) 椭圆

图3 “O”型密封圈的缺陷

3 压模型腔的加工与车刀

除了“O”型密封圈产生缺料和飞边过厚的缺陷之外，其它的缺陷都与橡胶模结构、加工方法和车刀的形式有关。

3.1 凹、凸模分型面的加工

首先是凹模的外形与型腔分型面需要保持同心，否则会产生密封圈错位的缺陷，这些形体需要在同一工位上加工出来。凹、凸型腔分型面的加工，如图4所示。车床三爪卡盘1正转，小拖板搬转成45°加工凹模型腔分型面，如图4(a)所示。小拖板搬转角度不变，车床三爪卡盘1反转，凸模型腔分型面的加工，如图4(b)所示。由于凹、凸模型腔分型面的加工过程中，小拖板搬转的角度没有改变，所加工出的凹、凸模型腔分型面保持着完全一致，“O”型密封圈分型面相交和相离缺陷便不存在。

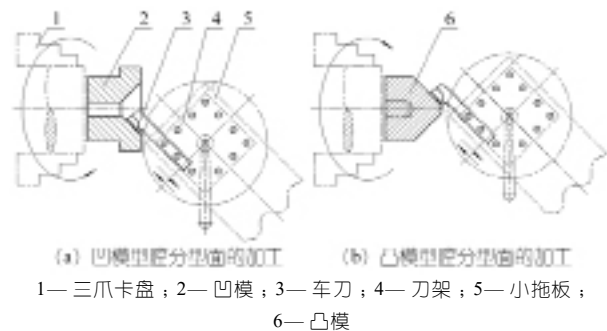


图4 凹、凸模型腔分型面的加工

3.2 凹、凸模型腔的加工

如图5所示，凹、凸模型腔的成型R车刀是根据放大后的“O”型密封圈橡胶收缩率的原理，用线切割加工出来的。车刀对正机床中心线，弧形中心线需要垂直凹模型腔分型面，并反装在刀架4上。通过小拖板5的刻度盘控制R车刀的进刀量，即进刀量为车刀的R值，可以避免产生多进刀和少进刀而出现型面相离和相交的缺陷。

为了控制凹、凸模型腔d的尺寸，以防止出现凹、凸模型腔错位的现象，如图5所示。

(1) 凹模型腔尺寸的加工 如图 5(a) 所示, 让 R 车刀的刀尖接触到 d_1 表面, R 车刀横向退出后, 根据公式①计算出进刀量 L_1 来加工凹模型腔。

$$L_1 = d_1/2 + d/2 + R \quad (1)$$

L_1 —中拖板进刀量;

d_1 —凹模大端外径尺寸;

d —凹模型腔中心距;

R — R 车刀半径。

(2) 凸模型腔尺寸的加工 如图 5(b) 所示, 以 R 车刀的刀尖接触到 d_2 表面, R 车刀横向退出后, 根据公式②计算进刀量 L_2 加工出凹模型腔。

$$L_2 = d_2/2 - d/2 + R \quad (2)$$

L_2 —中拖板进刀量;

d_2 —凹模大端外径尺寸;

d —凹模型腔中心距;

R — R 车刀半径。

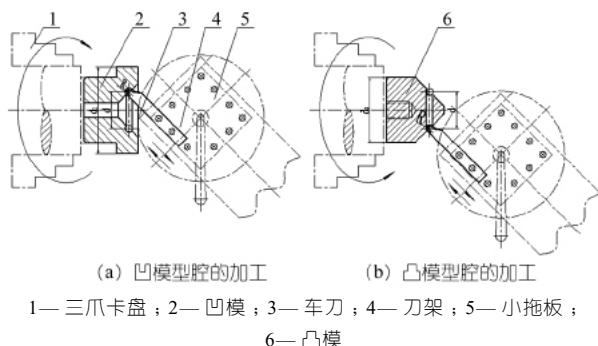


图 5 凹、凸模型腔的加工

3.3 R 成型车刀

R 成型车刀切削加工时, 既不能与凹、凸发生碰撞, 又不能影响加工者的观察, 还要保证其具有一定的强度。

(1) R 车刀外形, 如图 6(a) 所示, 其前角为零, 刀具倒装在刀架中。前角为零是为了保证凹、凸模型腔截面的准确, 刀具倒装是便于切屑的排屑。刀具如果正装需要开前角, 开了前角在刃磨后角时容易造成刀具型面不符合密封圈图纸的要求。

(2) 刀具的截面, 如图 6(b) 和图 6(c) 所示。为

了提高截面的强度, 加工凹模型腔时刀具应制成 6° 和 18° 的后角, 如图 6(b) 所示。加工凸模型腔时刀具应制成 6° 、 12° 和 24° 的后角, 如图 6(c) 所示。

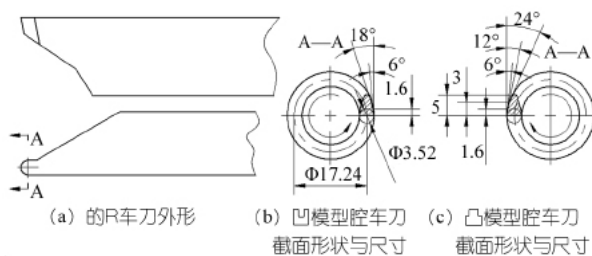


图 6 凹、凸模型腔车刀截面形状与尺寸

3.4 压模凹、凸型腔的检验

凹、凸模型腔尺寸的检验, 如图 2 所示。在加工凹、凸模型腔时, 需要不断地按公式进行测量, 调整凹、凸模型腔加工的尺寸。

(1) 凹模型腔尺寸的检验, 如图 2(b) 所示, 应根据公式 (3) 测量 ϕ 凸检尺寸。

$$\begin{aligned} \phi_{\text{凸检}} &= 17.24 - R \tan 45^\circ \\ &= 17.24 - \sqrt{2} \tan 45^\circ \end{aligned} \quad (3)$$

$\phi_{\text{凸检}}$ —凸模检测的尺寸;

R — R 车刀的半径。

(2) 凸模型腔尺寸的检验, 如图 2(c) 所示, 应根据 (4) 测量 ϕ 凹检尺寸。

$$\begin{aligned} \phi_{\text{凹检}} &= 17.24 + R \tan 45^\circ \\ &= 17.24 + \sqrt{2} \tan 45^\circ \end{aligned} \quad (4)$$

$\phi_{\text{凹检}}$ —凹模检测的尺寸;

R — R 车刀的半径。

4 结束语

“O” 型密封圈看似是简单的橡胶件, 由于它的重要性所决定, 它的要求很高。这样使得成型加工它的橡胶压模和模具的加工却变得不简单, 主要要防止密封圈缺陷的产生。而加工橡胶压模凹、凸型腔的车刀, 主要是要保证其型面的正确, 既不能与模具发生干涉, 还需具有一定的切削强度。只有从这两方面着手, “O” 型密封圈的成型加工才能够顺利地进行。

Design and processing of rubber mold for "O" type sealing ring

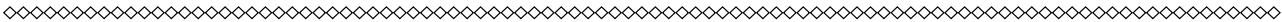
Wen Genbao, Fang Xin, Wen Li

(China Aviation Industry Aerospace Lifesaving Equipment CO. LTD., Xiangyang 441007, Hubei, China)

Abstract: The rubber "O" ring is one of the most common and widely produced components in industry, and it is also an indispensable part in hydraulic, pneumatic, and oil seal products. Molded "O" rings may exhibit various defects, which can primarily be addressed through the design of the 45° parting surface of the mold's concave and convex cavities, as well as the proper machining of these cavities.

Key words: sealing ring; defect; rubber mold; turning tool; inspection

(R-03)



总投资 10 亿元！高端轮胎配套项目落户江苏

Total investment reaches 1 billion yuan! High-end tire supporting project settles in Jiangsu

近日，总投资 10 亿元的高端轮胎帘子布项目正式签约，落地江苏省沭阳经济技术开发区，将有效补齐区域橡胶轮胎产业链核心配套短板，推动当地新材料产业提质扩容。

据悉，该项目由江阴市沙江纺织科技有限公司全资投资建设。该企业深耕橡胶轮胎骨架材料领域多年，拥有完善的研发体系、成熟稳定的生产工艺及深厚的市场资源，掌握多项帘子布智能化生产核心技术，可适配多品类高端轮胎配套需求。

作为轮胎制造的核心骨架材料，帘子布直接决定轮胎的强度、安全性与耐用性，是橡胶产业链不可或缺的关键环节。

沙江纺织积累了大批头部优质客户，长期为杭州中策橡胶、双钱集团、贵州轮胎、万力轮胎、金宇轮胎、江苏通用科技等国内主流轮胎龙头企业提供配套材料。

据了解，本次落地沭阳的高端帘子布项目，将引进智能化纺丝、浸胶一体化生产线，量产高性能尼龙、聚酯轮胎帘子布，产品广泛应用于乘用车、商用车及工程轮胎制造，工艺绿色低碳、质量对标行业高端标准。

摘编自“橡胶谷”

年产 3 000 万套高性能摩托车胎项目，完成备案

The project to produce 30 million high-performance motorcycle tires annually has been successfully registered

近日，爱德森（山东）橡胶科技有限公司成功竞得山东省滕州市经济技术开发区一宗工业用地，用于建设年产 3 000 万套高性能摩托车胎项目。据悉，该摩托车胎项目已于今年 5 月正式完成项目备案。

本次竞得地块坐落于滕州经开区春藤路南侧，用地面积 0.867 6 公顷，土地成交总价 375 万元，为专属工业用地，专项打造智能化摩托车胎生产线。项目主打耐磨防滑、适配越野及高端电动摩托的高性能轮胎，采用绿色硫化、数字化成型工艺，贴合两轮出行行业升级趋势。

此前，企业已落地大型轮胎智造项目，通过全资收购原亿诺轮胎全部存量资产，盘活闲置 13 年的 300 亩工业用地、10 万余 m² 厂房及配套建筑，投资建设年产 1 000 万条新能源汽车轮胎项目，项目总投资 18 亿元，今年 3 月已开工建设，聚焦低滚阻、长续航高端新能源子午线轮胎研发生产。

爱德森橡胶 2025 年 11 月注册成立，落地山东滕州，注册资本 1 000 万元，是聚焦新能源汽车胎、高性能摩托胎研发制造的新锐橡胶科技企业。目前爱德森已形成新能源汽车轮胎、高性能摩托车胎两大核心产能板块，一企双项目联动发展。

摘编自“橡胶谷”

(R-03)