

45°分型 O 形橡胶密封圈新型模具的设计与制造

李广金

(辽宁省铁岭陆平机器厂车辆研究所 112001)

摘要 重点介绍内径 $d_1 \leq 120$ mm 的 45°分型 O 形橡胶密封圈的多型腔模具设计和制造工艺。该模具由模板、模芯、导销、衬套和轴用弹性挡圈等组成,各组件采用间隙配合。设计模芯型腔时,下模芯的实际中径 D'' 应比上模芯的实际中径 D' 大 0.05~0.06 mm。加工时,应先加工下模芯,后加工上模芯,保证 D' 、 D'' 和模型深度 S 的尺寸公差。该模具使用寿命长,使用方便灵活,生产出的 O 形橡胶密封圈精度高,密封效果好,社会和经济效益显著。

关键词 O 形橡胶密封圈, 45°分型 模具

按模具分型面的形式, O 形橡胶密封圈(以下简称 O 形圈)可分为 180°分型和 45°分型两种类型。180°分型 O 形圈一般用于静密封, 45°分型 O 形圈一般用于动密封(往复运动和旋转运动密封)。45°分型 O 形圈模具的设计和制造比 180°分型 O 形圈模具难度大。本文介绍 45°分型 O 形圈新型模具的设计和制造。

1 模具设计

O 形圈结构和截面分型如图 1 和 2 所示。

45°分型 O 形圈原来的模具结构如图 3 所示。该模具存在的问题是:上模芯、下模芯和定位销均采用较大过盈配合(H7/S6),且分别与上模板、下模板装配在一起,因此模板翘曲变形量和合模间隙大,且模芯越多、过盈量越大,模板的变形量和合模间隙越大;如果采用较小过盈配合,模芯和定位销又容易从模板上松动,甚至脱落。另外,模芯与模芯、模芯与定位销之间还容易发生定位干涉,导

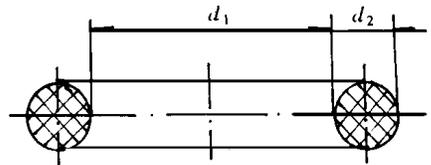


图 1 O 形圈的结构

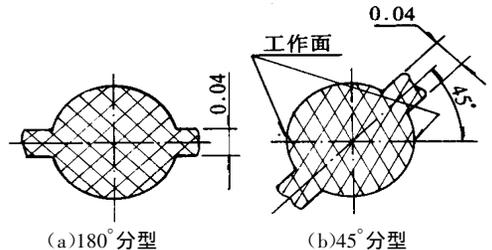


图 2 O 形圈截面分型示意图

致上模芯、下模芯 45°锥面接合不好,直接影响 O 形圈的尺寸精度和外观质量。

45°分型 O 形圈的新型模具是根据 O 形圈内径 d_1 的大小来确定结构和型腔数量的:① $d_1 \leq 70$ mm 的 O 形圈模具采用图 4 所示的模具结构,可设计 4, 9, 16 或 25 个型腔;② $70 \text{ mm} < d_1 \leq 120$ mm 的 O 形圈模具采用图 5 所示的模具结构,可设计 4 或 9 个型腔;③ $d_1 > 120$ mm 的 O 形圈模具采用图 6 所示的单型腔模具结构。前两种 45°分型 O 形圈

作者简介 李广金,男,57岁。高级工程师。1963年毕业于沈阳冶金机械专科学校机械工程专业。从事橡胶模具设计工作。已发表论文 10 余篇,申请专利 1 项。

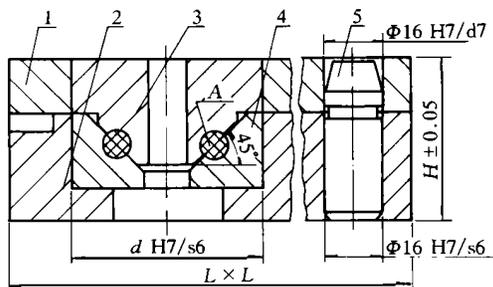


图 3 45°分型 O 形圈原来的模具结构

1—上模板; 2—下模板; 3—上模芯;
4—下模芯; 5—定位销

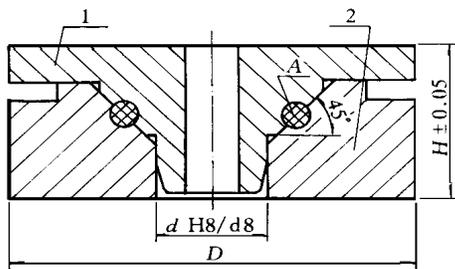


图 6 $d > 120$ mm 的 45°分型 O 形圈单型腔
模具结构

1—上模板; 2—下模板

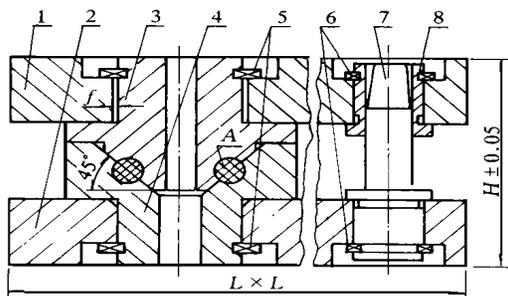


图 4 $d_1 \leq 70$ mm 的 45°分型 O 形圈多型腔
模具结构

1—上模板; 2—下模板; 3—上模芯; 4—下
模芯; 5, 6—轴用弹性挡圈;
7—导销; 8—衬套

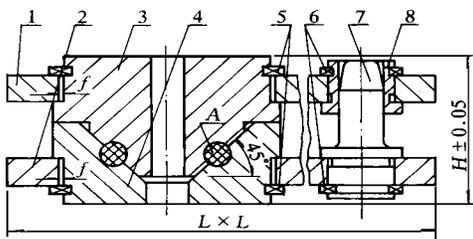


图 5 $70 \text{ mm} < d_1 \leq 120$ mm 的 45°分型 O 形圈
多型腔模具结构

注同图 4

($d_1 \leq 120$ mm) 的多型腔模具外型一般为正方形, 边长 L 一般不超过 400 mm; 后一种 45°分型 O 形圈的单型腔模具外型为圆形。下面主要介绍前两种 45°分型 O 形圈的多型

腔模具结构设计。

1.1 结构特点

45°分型 O 形圈的多型腔模具是由模板、模芯、导销、衬套和轴用弹性挡圈(标准件)等组件组成的, 见图 4 和 5。图 4 所示的 $d_1 \leq 70$ mm 的 O 形圈多型腔模具结构特点为: 上模芯的外圆与上模板的内孔是间隙配合, 单面间隙 f 为 0.10~0.15 mm, 用轴用弹性挡圈 5 把上模芯与上模板连接在一起; 下模芯的外圆与下模板的内孔采用较小间隙配合 ($H8/f7$), 同样用轴用弹性挡圈 5 把下模芯与下模板连接在一起。图 5 所示的 $70 \text{ mm} < d_1 \leq 120$ mm 的 O 形圈多型腔模具结构特点为: 上模芯的外圆与上模板的内孔、下模芯的外圆与下模板的内孔均为间隙配合, f 为 0.10~0.15 mm, 用轴用弹性挡圈 5 把上模芯与上模板、下模芯与下模板连接在一起。

两种模具的模板都是起安装和支承模芯作用的。合模时上模芯、下模芯靠 45°锥面定心和定位。由于模芯与模板安装孔径向有适当的间隙, 可以抵消加工和装配误差对定位的影响, 故定位准确可靠, 不会发生定位干涉。在正方形模板对角线方位安装两个相同规格的导销(如图 7 所示), 合模时起导向扶正作用。导销与下模板内孔、衬套外圆与上模板内孔宜采用间隙配合 ($\Phi 18 H8/h7$, $\Phi 18 H8/d7$), 用轴用弹性挡圈 6 把导销与下模板、衬套与上模板连接在一起。导销与衬

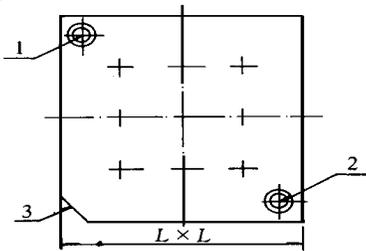


图7 导销安装方位示意图

1, 2—导销; 3—方向角

套内孔采用较大间隙配合 ($\Phi 12 H10/d10$), 有利于导向和启模。在上模板和下模板同方位切去 $15\text{ mm} \times 45^\circ$ 方向角, 防止合模时装错方位。

1.2 型腔尺寸计算

45° 分型O形圈模具的模芯型腔设计是模具设计的关键。计算型腔尺寸有两个因素是必须考虑的。一是收缩率。收缩率与生胶种类、硫化胶硬度和制品的规格密切相关, 不能笼统定为一个常数; 且O形圈直径收缩率 K_1 与截面收缩率 K_2 是不同的, 为准确起见应实际测定收缩率。二是分型面胶边厚度。根据实际测定, 分型面胶边厚度一般定为 0.04 mm 。

型腔设计的各种结构参数如图8所示。 d 是O形圈截面的理论直径, 它是根据O形圈截面直径 d_2 和 K_2 计算出来的, 即 $d = d_2(1 + K_2)$, 公差为 $\pm 0.02\text{ mm}$ 。 R 是型腔加工用的R样板刀半径, $R = d/2$, 公差为 $\pm 0.01\text{ mm}$ 。 D 是型腔的理论中径, 它是根据O形圈中径和 K_1 计算出来的, 即 $D = (d_1 + d_2)(1 + K_1)$, 公差为 $(1/5 \sim 1/3) \delta$ 其中 δ 是 d_1 的尺寸公差。 D' 是上模芯型腔的实际中径, $D' = D - 0.014 \times 2$ 。 D'' 是下模芯型腔的实际中径, $D'' = D + 0.014 \times 2$ 。 S 是型腔实际深度(上模芯与下模芯的 S 是相等的), $S = (d - 0.04) / 2$ 。一定要保证 $D'' - D' = 0.028 \times 2 = 0.056\text{ mm}$ 。由于 D' 和 D'' 在加工过程中是无法直接测量的, 因此引入几个作为检测用的参数 D_1', D_2', D_1'' 和

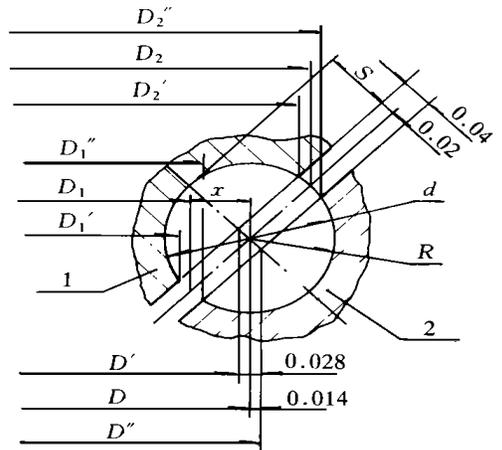


图8 45° 分型O形圈多型腔模具型腔设计参数

1—上模芯; 2—下模芯

D_2'' 。计算公式如下:

$$D_1 = D - 0.707 \ 1R \times 2 = D - 1.414 \ 2R$$

$$D_1' = D_1 - 0.014 \times 2 = D_1 - 0.028$$

$$D_1'' = D_1 + 0.014 \times 2 = D_1 + 0.028$$

即

$$D_1'' - D_1' = 0.028 + 0.028 = 0.056$$

$$D_2 = D + 0.707 \ 1R \times 2 = D + 1.414 \ 2R$$

$$D_2' = D_2 - 0.014 \times 2 = D_2 - 0.028$$

$$D_2'' = D_2 + 0.014 \times 2 = D_2 + 0.028$$

即

$$D_2'' - D_2' = 0.028 + 0.028 = 0.056$$

从上面计算看出, $(D'' - D')$, $(D_1'' - D_1')$ 和 $(D_2'' - D_2')$ 均为 0.056 mm , 因此设计时要求下模芯的 D'' , D_1'' 和 D_2'' 均比上模芯相应的 D' , D_1' 和 D_2' 大 $0.05 \sim 0.06\text{ mm}$ 。

2 模具制造

2.1 材料选择及技术要求

模板和模芯均采用易切削、成本低的 $45^\#$ 钢制做。毛坯料经过锻造、粗加工后, 进行调质处理, 使其表面C级洛氏硬度达到 $30 \sim 35$ 度, 再精加工成型。导销和衬套采用 T10A 碳素工具钢制做。毛坯料车削成型后进行淬火处理, 使其表面C级洛氏硬度达到

56~64 度, 再进行磨削精加工。

模芯型腔精加工到尺寸公差后, 要进行抛光处理, 使型腔表面粗糙度 $\leq Ra 0.4 \mu m$, 各组件配合面、分型面表面粗糙度 $\leq Ra 1.6 \mu m$, 其余各面表面粗糙度 $\leq Ra 6.3 \mu m$ 。合模间隙 $\leq 0.04 \text{ mm}$, 型腔错位 $\leq 0.05 \text{ mm}$ 。

2.2 制造工艺

45°分型 O 形圈模具的制造过程是: 将上模板、下模板磨平后, 合在一起夹紧, 在坐标镗床或铣床上加工模板安装孔; 上模芯、下模芯成对加工后, 成对安装在模板上; 模具装配后磨平顶面和底面, 达到要求总高度 H , 并保证尺寸公差。

其中, 上模芯、下模芯型腔的加工是模具制造的关键。应先加工下模芯, 后加工上模芯, 并严格保证 D' , D'' 和 S 的尺寸公差。

精加工型腔时要用图 9 所示的 R 样板刀, R 样板刀的对刀参数 Δ 可用下列公式计算:

$$x = R \sin 45^\circ = R \cos 45^\circ = 0.7071R$$

$$\Delta = R - x = R - 0.7071R = 0.2929R$$

其中 x 是计算 Δ 值而引入的间接参数。

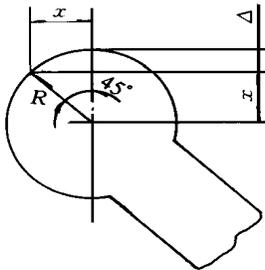


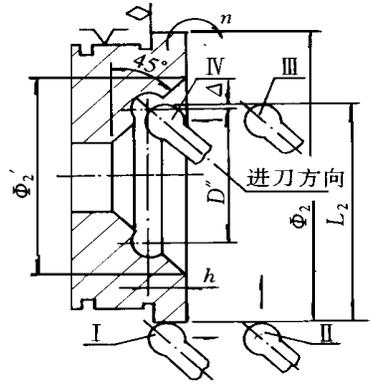
图 9 R 样板刀结构示意图

2.2.1 多型腔模具型腔加工方法

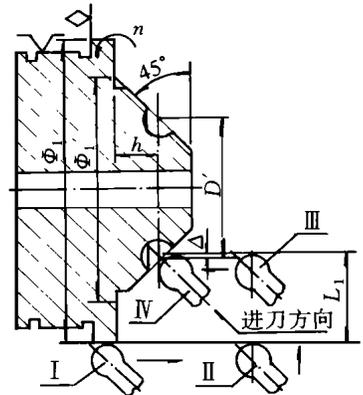
多型腔模具模芯型腔加工方法如图 10 所示, 上模芯和下模芯的 h 值是相等的, 且 h 值不宜过大, 一般情况下 $h = 1.5d_2$ 。

(1) 下模芯

下模芯型腔加工方法如图 10(a) 所示。加工下模芯型腔时, 先车 45°锥面, 使下模芯 45°圆锥孔大端直径 $\Phi_2' = D'' + 2h$, 再按下模



(a) 下模芯



(b) 上模芯

图 10 45°分型 O 形圈多型腔模具型腔加工方法示意图

芯外圆对刀车型腔, 使刀刃刚好与外表面接触, 移动车床大拖板、中拖板, 使刀具由 I 位置经过 II 位置后到 III 位置, $L_2 = (\Phi_2 + D'') / 2 + 0.2929R$, Φ_2 为下模芯外圆直径, 可直接测量。再移动车床大拖板, 刀具由 III 位置移至 IV 位置, 使刀刃刚好与 45°锥面接触, 即开始向型腔深度方向加工。车床主轴反转, 垂直于 45°锥面用小拖板进刀, 不能一次将型腔深度加工到 S , 应留有 0.2~0.3 mm 修整余量。由可测试的 D_1'' 和 D_2'' 计算 D'' 和 S 。如果 D_1'' 和 D_2'' 达不到要求, 可对 L_2 进行调整。 L_2 和 S 用百分表测量, 保证 D'' 和 S 的尺寸公差。

(2) 上模芯

上模芯的加工方法与下模芯基本相同,

如图 10(b)所示。先精车 45° 锥面, 使上模芯 45° 圆锥外圆大端直径 $\Phi_1' = D' + 2h$, 并与下模芯配研 45° 锥面。然后按上模芯外圆对刀精车型腔, 车床主轴正转, 垂直于 45° 锥面用小拖板进刀, $L_1 = (\Phi_1 - D')/2 + 0.2929R$, Φ_1 为上模芯外圆直径, 可直接测量。直接测量 D_1' 和 D_2' , 并不断修正, 保证 D' 和 S 的尺寸公差。

2.2.2 单型腔模具型腔加工方法

单型腔模具型腔加工方法与多型腔模具基本相同, 如图 11 所示。不同的是单型腔模具的型腔是直接在上、下模板上加工成型的(即上模板相当于上模芯, 下模板相当于下模

芯)。加工下模板型腔时按下模板内孔对刀, 加工上模板型腔时按上模板外圆对刀。上模板与下模板的 h 值是相等的, $h = 2d_2$ 。

(1) 下模板

下模板型腔加工方法如图 11(a)所示。加工下模板型腔时, $L_2 = (D'' - \Phi_2)/2 + 0.2929R$, 其中 Φ_2 为下模板内孔直径, 可直接测量。车床主轴反转车型腔, 测量 D_1'' 和 D_2'' , 并不断修正, 保证 D'' 和 S 的尺寸公差。

(2) 上模板

上模板型腔加工方法如图 11(b)所示。加工上模板型腔时, $L_1 = (D' - \Phi_1)/2 - 0.2929R$, 其中 Φ_1 为上模板外圆直径, 可直接测量。车床主轴正转车型腔, 测量 D_1' 和 D_2' , 并不断修正, 以保证 D' 和 S 的尺寸公差。

3 模具的特点和使用方法

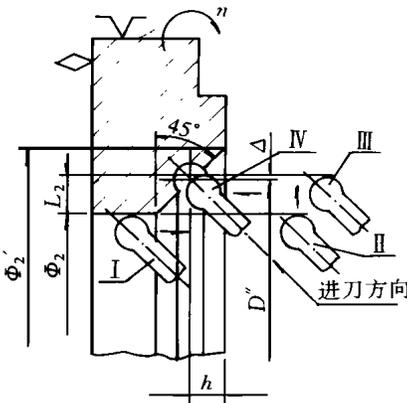
本模具的特点是: ① 安装在模板上的各组件均采用适当的间隙配合, 并用轴用弹性挡圈连接, 组件装配简单、牢固, 便于拆卸、更换, 模板不变形, 模芯与模芯、模芯与导销之间不发生定位干涉; ② 模具受力、传热均匀, 易排气和排出多余的胶料, 分型面胶边薄; ③ 便于装胶、合模和启模, 使用方便灵活; ④ 模芯易装卸和更换, 若某模芯磨损或损坏, 可即时更换, 模具使用寿命较长。

模具的使用方法是: 用启子把上模板启开、分离, 在下模芯的型腔 A 内填满胶料后合模, 将模具放入平板硫化机内。硫化完毕后启开模具, 即可取出 O 形圈制品。

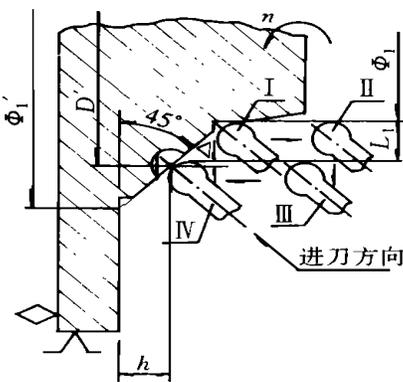
4 结语

经过多家用户使用证明, 用本设计模具生产的各种规格 45° 分型 O 形橡胶密封圈密封效果良好, 有一定的经济和社会效益。

收稿日期 1997-12-09



(a) 下模板



(b) 上模板

图 11 45° 分型 O 形圈单型腔模具型腔加工方法示意图