

轿车橡胶密封条挤出口型设计

周致宏, 董师孟, 问庆武

(上海申雅密封件有限公司, 上海 201712)

摘要: 讨论了轿车橡胶密封条挤出口型的设计思路及要点, 并对特定产品的口型设计进行了具体分析。挤出成型过程受制于挤出膨胀效应与牵引收缩效应的综合作用。口型设计的一般原则为: 应有一定的锥角; 内部应光滑, 流线形; 厚度适当。

关键词: 挤出口型; 橡胶; 密封条; 口型设计

中图分类号: T Q330.4⁺4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-890X(2001)03-0154-04

轿车密封条是应用于轿车门窗与前后盖等密封部位的橡胶制品, 它的基本作用是防水、尘和噪声。与其它普通密封件制品不同, 它对产品的质量有更高的要求^[1]: 外观上要求平整光滑, 无污渍, 无划痕; 另外要求装配容易, 并且与车体配合牢固可靠。由于轿车密封条对断面尺寸精度、材料性能(抗压缩、耐老化)有较高要求, 故一般选用 EPDM。

这类密封制品的生产大多采用多复合挤出生产线, 可利用微波、盐浴、热空气、沸腾床等硫化技术, 其中应用最为普遍的是微波硫化生产线, 其结构为两台冷喂料挤出机成 Y 形分布, 螺杆轴线大多成 90° 夹角, 挤出物经机头挤出后由输送带牵引输送, 分别经过预热槽、微波槽、热空气槽, 然后再通过冷却槽, 最后形成型条。其中挤出成型是一项关键技术。

1 影响挤出成型的因素

(1) 口模

口模是影响产品挤出断面形状与尺寸最直接、最主要的因素, 它从结构上分口型和流道两部分。口型是指口模的型腔形状, 它决定了产品的形状; 流道是胶料在口模中流动的通道, 它的大小反映了单位时间内胶料从口模的流出

量, 决定着产品断面的尺寸大小。

(2) 胶料

胶料也是影响挤出成型的重要因素, 由于胶料是高弹态聚合物与各类液、固配合剂的混合体系, 各组分对胶料的密度、硬度以及流动变形都有不同的贡献, 因此挤出同一产品而当胶料需要变更时, 往往要适当修改口型和流道。此外, 海绵胶挤出时还伴随发泡的物理、化学过程, 对挤出物断面的动态影响也应在口型设计与挤出工艺确定时加以考虑。

(3) 生产工艺

挤出硫化过程中挤出机螺杆的转速、各硫化段的温度与胶料停留时间和牵引速度等工艺参数都能影响产品的断面形状与尺寸。

(4) 人为因素

尽管作业指导书规定了挤出硫化生产条件, 但是每一操作人员基于不同的理解、经验与对策会有略有不同的具体操作手法。这也会使相近条件下的挤出产品有所差异。

在上述诸多因素中, 口模对产品断面的影响是最重要的, 它的设计直接影响产品的挤出效果。

2 口型设计要点

(1) 胶料在口型中的流动

胶料是在机头所形成的静压力作用下流过口型的, 由于口型厚度一般不大, 胶料在口型中形成的压力梯度较大(压力从口型入口处的最

作者简介: 周致宏(1973-) 男, 湖北武汉人, 上海申雅密封件有限公司助理工程师, 工学学士, 主要从事轿车橡胶密封条挤出口型的设计、开发和项目管理工作。

大值到口型出口处降至零),使胶料在流动方向上形成速度梯度,这种速度梯度使胶料产生拉伸弹性形变。

(2)挤出膨胀效应

胶料在压力下从口型挤出后,挤出物直径比口型直径大,这一现象称为挤出膨胀。这是因为呈无规线团状的聚合物大分子链在通过口型流动时,受迫产生直线取向排列,一旦离开口型,卸压后大分子链又有恢复原来自由状态的可逆行为,又称弹性记忆效应。不同类别的胶料膨胀的程度不同,其中海绵胶膨胀率比密实胶大,密实胶的硬度与其膨胀率成反比,因此设计口模时应当考虑相应膨胀变形的结果。

(3)牵引收缩效应

胶料由机头挤出,进入硫化槽后,在流动方向上受到来自输送带及辊轮的牵引力,使挤出物在此方向上受到拉伸。由于体积流量不变,就会在直径方向发生收缩效应,使产品断面变小。

显而易见,实际的挤出成型过程受制于挤出膨胀与牵引收缩两大效应的综合作用。经过大量的试验发现,密实胶料的产品经硫化后其断面相对于口模尺寸将表现为收缩效应(密实胶膨胀率小);而对于海绵胶产品则将表现为膨胀效应。因此设计口型时,对于密实胶部分要给予一定比例的放大;对于海绵胶部分,在口模相应部位设计时要缩小,以此来弥补牵引造成的断面变化量。

(4)着带面的选择

胶料从口模挤出后,具有了一定形状,其中有一面在进入硫化槽后要置于输送带上,称产品的这一面为着带面。选择不同的部位着带,对断面的形状会有所影响。口型设计之前,首先要选定好产品的着带面。一般选择产品较厚实、接触面积大、表面较平直的部位作为着带面。另外,要尽量避免产品可视的一面有着带的可能,因为胶料在硫化过程中呈软粘态,着带面与输送带之间的摩擦作用会使着带的部位出现拉痕,影响外表美观。

(5)口型设计的一般原则

①口型应有一定的锥角,口型的锥角设计

有利于胶料流动,并避免形成死角,锥角越大,挤出压力越大,挤出速度越快,挤出物表面光滑致密。

②口型内部应光滑,呈流线型,无死角,不产生涡流。

③口型厚度适当。容易焦烧的胶料用口型宜较薄,以利于挤出;对于较薄的空心制品或再生胶含量多的制品,则应采用较厚的口型,以减小挤出物膨胀。

3 轿车密封条的口型设计分析

轿车密封件按结构主要分为带骨架结构与无骨架结构。无骨架结构产品中又可分为纯密实胶或纯海绵胶单一胶料产品和多种胶料复合产品。以下对各种结构的产品设计作具体分析。

3.1 单一胶料产品的口型设计

(1)纯密实胶

纯密实胶是一种比较基本的产品类型,它的口型设计的主要原则是根据产品的实际尺寸做一定比例的放大。以平常使用较多、邵尔A型硬度在70度左右的密实胶为例。产品断面的最长边尺寸在15 mm以上时,其口型的整体尺寸将在原产品尺寸的基础上放大8%~15%;若产品断面较小,最长边小于15 mm,适当增加放大的比例。因为断面较小的产品质量小,与输送带之间的附着力较小,胶条容易在硫化槽中无序移动,为此须给其较大的牵引力以保证其正常输送。鉴于胶条受到较大的拉伸作用时断面收缩量较大,设计口型时要考虑这个因素,进行适当的补偿。

另外要根据产品的结构进行分析,对胶料流过面积大的部位要适当缩小;相反胶料通过量较小的部位要扩大。下面举实例说明。

如图1所示,对于一个矩形断面的密实胶制品,首先根据制品尺寸对其整体进行放大。虽然制品的四条边为平行的直边,但口型上却不能是直边,应该设计成带一定向内弧度的圆弧,如图1(b)所示。这是由于法向应力的作用,弹性体的流动特性使它总是流向最畅通的通道。如果口型断面呈矩形,将形成图1(c)所

示的情况,胶料集中在口型中部,而四角处则往往充模不足。因此,应增大4个边角处的流通面积,缩小边长部分的流通面积。另外,下面一

条边在硫化过程中始终与输送带紧贴,阻碍它向外膨胀,因此在设计时这条边应比上面的边稍长一些,如图1(b)所示。



图1 纯密实胶矩形断面制品

有型芯结构的断面是更为常见的例子,如图2(a)所示。这是一个半圆形的制品,它的设计思路基本与前例相似,但它是一种泡管结构。口模中有一个型芯,制品挤出后呈现为一个中空的状态。在设计这种结构时,要考虑重力因素。为使管壁具有足够的支撑力,防止挤出硫化后会塌陷,有必要增加孔高进行补偿,如图2(b)所示。



图2 纯密实胶中空断面制品

此外,对于断面形状不规则的制品,除了考虑上述的一些因素外,还应该根据具体结构具体分析。主要从产品的用途、着带面的选择和重力偏转等方面进行综合考虑。

(2) 纯海绵胶

海绵胶在挤出后兼具硫化与发泡2个过程,变化较为显著,对各种因素也相当敏感,尤其是一些形状不规则产品的控制具有较高的难度。经过实践发现:海绵胶产品的口模总体尺寸应缩小,并且应视产品的实际尺寸大小而不同,通常应缩小到实际尺寸的2/3左右。对于有内孔结构的产品,为了使内孔的轮廓平滑化,可采取向孔内吹气方法,使泡管内保持一定的压力,并对外形有扩张的作用,为此设计时又要考虑适当地减小孔径。

图3(a)示出的是一个断面形状不规则的产品。在这个产品的设计中应注意2个部位,一个是A,此处弧度较小,而在口型图中的相应部位应该设计得曲率较大,如图3(b)所示。另

一个部位是B,此处的角度会因右侧边受重力偏转作用而增大,因此在口模上应该减小该处角度。

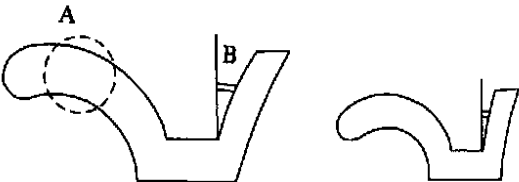


图3 纯海绵胶不规则断面制品

图4所示的产品是某轿车前盖密封垫,双孔结构。由图4可见,它的中空面积较大,管壁相当薄,缺乏可以支撑产品形状的结实部位,需要充气支撑轮廓。设计中要注意左边孔的重力偏转作用,口型设计时应将其向右偏转一定角度。另外,孔芯的形状需适当向内收敛。



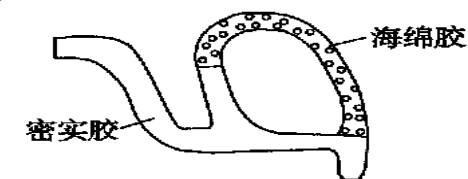
图4 纯海绵胶双孔结构断面制品

3.2 多种胶料复合产品的口型设计

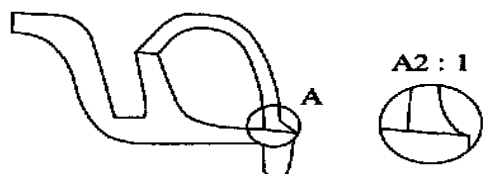
多种胶料复合产品有硬质胶与软质胶的复合及海绵胶与密实胶的复合,其中后者更为复杂,现以海绵胶与密实胶复合为例进行讨论。这类产品的复杂之处在于这两种胶料经过挤出硫化后所表现出的形变行为甚为不同,如何使这两种胶平滑地接合就成为此类产品设计的难点。

图5所示的产品是轿车车门的一种附加密封条。在海绵胶与密实胶复合结构中,应尽可能选择以密实胶部位来着带,因为一般在结构

上密实胶所占的比例较大,并且质地也较硬实,比较适合作为着带面。设计时可以将海绵胶和密实胶部位分别设计,即将海绵胶部分缩小,密实胶部分放大,两者接合部位的设计如图5(b)所示,使不同厚度的密实胶与海绵胶管壁保持平滑过渡粘接,这样才能够得到壁厚一致的产品。



(a) 产品断面图



(b) 口模口型图

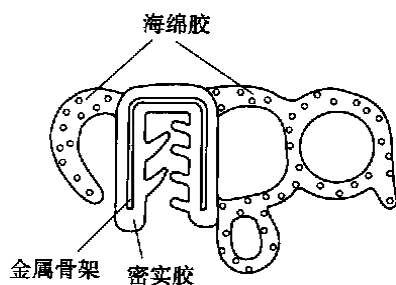
图5 二复合结构制品

3.3 带骨架结构的复合产品的口型设计

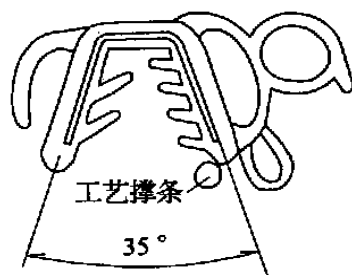
带骨架的复合产品的结构是最复杂的一类,金属骨架被镶嵌在密实胶的内部,使密实胶部位比较坚固,不易变形,一般用于夹持装配在车门框与行李箱盖等部位。这类产品的口模以及生产中所用的工艺装备也是最复杂的。图6示出的是桑塔纳轿车车门框密封条的例子。

为了使金属骨架能准确嵌入在产品的预定位置,依靠骨架导向器来定位。因为骨架导向器在机头中的位置固定,故口型在口模中的位置也是固定的,其位置如图6(b)所示。口型设计成使金属骨架挤出时不取直角形状,目的是避免倒齿之间的距离太小,造成粘连。一般设计成两边延长线的夹角为 35° ,硫化后再弯曲成直角。这类结构产品的口型设计还有不同于其它类产品的设计特点。由于有金属骨架的存在,降低了产品的可拉伸性,使得牵引时的断面收缩效应减弱,口型设计尺寸比其它类产品要小。密实胶部分的口型尺寸基本上与产品实际尺寸相同。有时根据产品的结构,需要在口模上增加一些工艺结构,如图6所示,有一个小的

海绵泡管位置较低,为避免其在硫化过程中与输送带接触,可在贴近密实胶夹持部位底端增加一工艺支撑条,硫化冷却后再将其撕掉。



(a) 产品断面图



(b) 口模口型图

图6 带骨架三复合结构制品

4 结语

近年来,随着国内几大轿车密封条国产化的完成,通过引进技术的消化吸收与自主开发力量的培养,我国轿车密封条口型设计技术有了相当迅速全面的发展,然而目前基本尚处于纯经验尝试式的工作状态。在先进工业化国家,几乎所有知名的轿车密封条制造厂商都在探索计算机辅助设计手段在这一领域的应用,可采用计算机设计挤出口型,通过分析与优化,达到所需产品的各类性能。在为国内几大新车型配套的新一轮密封条国产化进程中,总结与利用实践经验,开拓计算机技术的应用,加强科学预测能力,提高开发效率,对于轿车密封条开发制造行业来说,就显得尤为重要。

参考文献:

- [1] 董师孟 蔡增伟. 别克、帕萨特、雅阁三类轿车密封条技术分析[J]. 上海汽车, 1999(1): 39.

收稿日期: 2000-10-28