

汽车行李架总成骨架的裸管缺陷分析及解决措施

倪永鸣

(上海 柳峰汽车塑料件厂, 上海 201715)

摘要 对汽车行李架总成骨架在注射成型中钢管裸管的原因进行了分析,认为主要原因是骨架钢管在该产品注射成型中因刚性不足引起弯曲变形所致,提出了解决骨架钢管刚性不足的措施。实践证明,刚度提高后较好地解决了行李架骨架裸管缺陷,生产中因裸管产生的缺陷在5%以下。

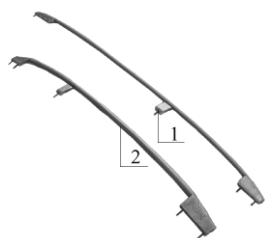
关键词 行李架 整体结构 刚度 裸管

普利马车型是海南汽车制造有限公司引进日本马自达最新技术的产品。该车型的行李架(左/右)总成为中间有钢骨架的塑料产品,长1800 mm,大部分截面的最小宽度约26 mm,塑料包裹层的最小厚度仅3.5 mm,如此细长的产品却采用了整体结构。据了解,像德国、美国、日本等有着先进汽车制造业的国家,对汽车上的行李架总成的结构设计都采用镶拼结构。迄今为止,上海通用汽车制造有限公司引进美国最新款的赛欧家用轿车上的行李架仍采用镶拼结构,即由行李架座和塑料管拼接组装而成;市场上各种车型的行李架无一例外都采用常规的镶拼结构。然而,唯独日本马自达汽车制造公司在普利马车型上采用整体结构。这种行李架的整体结构及外观型线流畅的造型,的确给普利马整车带来流畅、和谐、完美的效果,但给产品开发带来了极大的难度。由于种种原因,海南主机厂提供的该产品开发依据只是一对行李架(左/右)总成样件(如图1所示)和一张二维图纸,没有任何该产品的数模软件等资料。在该产品的开发过程中,上海柳峰汽车塑料件厂攻克了许多技术难点,骨架裸管就是其中之一。裸管是指行李架表面的局部区域塑料包裹不住作为骨架的钢管,使钢管暴露在产品表面而造成报废。要消除、克服这一缺陷,必须分析裸管产生的原因并采取有效的措施。

1 裸管产生的原因

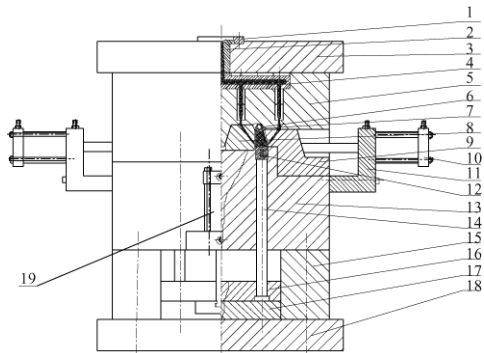
1.1 行李架注射成型过程

将骨架(包括左骨架、右骨架,二者对称,以下统称骨架,如图2所示)放入模具型腔内定位,固定后,启动模具动、定模闭合,塑料熔体通过模具的热流道、主流道、两相对应滑块上的潜伏式浇口从两边同时进入中支座型腔,经历充模、补料保压、倒流、冷却等阶段后,启动模具开模,顶杆机构动作,取出产品。图3为行李架模具结构图。



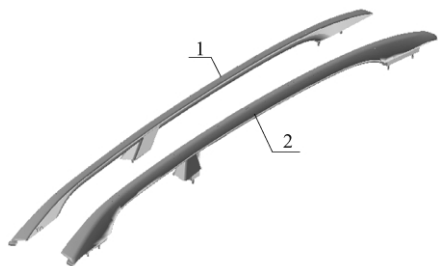
1—行李架左骨架; 2—行李架右骨架

图2 行李架骨架



- 1—定位环; 2—浇料筒; 3—定模底座; 4—热流道系统; 5—动模;
6—骨架; 7—行李架; 8—滑块 I; 9—滑块 II;
10—滑块油缸; 11—油缸支座; 12—骨架镶块系统;
13—动模; 14—顶杆; 15—垫块; 16—推板;
17—顶杆固定板; 18—动模底座; 19—顶杆油缸

图3 行李架模具图



1—行李架左总成; 2—行李架右总成

图1 行李架总成样件

1.2 影响裸管的因素

1.2.1 骨架

行李架骨架是由 1.5 mm 的钢板弯曲成型的三个支座及连接这些支座的带有弧度的钢管组成, 该件总长约 1500 mm, 钢管规格 19 mm × 2 mm, 前、中支座跨距约 1100 mm。显然, 这样的结构其刚性不足是不可避免的, 裸管主要出现在前、中支座钢管的某一区域。在行李架注射成型中, 潜伏式浇口成对设置的因素之一是为了保证骨架钢管在塑料熔体高压流的冲击下保持受力平衡, 但由于从两个潜伏式浇口进入中支座型腔的各区域的环境状态不同, 分型面的设置并非平面, 这样进入型腔的二股塑料熔体在型腔中流动的压力损耗也不一致, 由此造成了骨架钢管上的受力不均, 引起钢管在型腔空间中某一方向位置的偏移, 随着偏移量的加剧而接近甚至碰到型腔表面, 就形成裸管现象。其次钢管骨架在模具型腔中空间的相对位置尺寸也是产生裸管的因素之一。

1.2.2 骨架在模具型腔中的紧固方式

将骨架插入模具型腔相应孔定位后, 一般的紧固方式是在前、中、后支座面上各设置二个高性能的圆形磁钢来紧固骨架。这种先进的紧固方式或许对一般的小型嵌件有效, 但对骨架这种大型嵌件的实际使用效果却不佳, 反而会加剧骨架钢管的偏移, 提高裸管的几率。这是由于行李架属超长形零件, 塑料材料选用聚丙烯 (PP)。资料表明^[1], PP 在注塑压力 120 MPa 时所允许的流动距离比为 280, 而行李架的实际流动距离比大于 400。由此可见, 其注射成型的注塑压力要远远超出 120 MPa。这样磁钢对骨架的吸力不能平衡塑料熔体对它的拉力, 由此加剧骨架的刚性不足, 裸管现象是必然的。

1.2.3 骨架的预热处理

据介绍^[1], 金属嵌件冷却时尺寸变化与塑料的热收缩值相差很大, 致使嵌件周围产生很大的内应力而造成塑料开裂, 如能选用与塑料线胀系数相适的金属作嵌件, 内应力值也可降低。热塑性塑料注射成型时, 应将大型嵌件预热到接近物料的温度。对内应力难以消除的塑料, 可先在嵌件周围包覆一层高聚物弹性体或在成型后进行退火处理来降低内应力。但在实际应用中, 行李架骨架的预热会造成骨架变形, 尤其是三个支座面的空间相对尺寸位置发生了变化; 以支座面作为基准定位、紧固骨架后, 钢管在型腔空间的位置也发生了变化, 由于钢管本

身变形其位置尺寸也发生变化, 若这两个变化发生在同一方向, 显然也会加剧裸管现象的产生。

2 防止裸管的措施

由以上分析可知, 行李架骨架裸管主要是在注射成型过程中骨架钢管刚性不足, 在模具型腔的空间位置发生偏移所致。而引起这一现象的原因有骨架钢管本身尺寸及其在型腔中的空间位置适合性、塑料熔体在模具型腔流动中对骨架钢管所施加的压力、骨架的紧固可靠性及骨架的预热处理等。为此, 应在理论指导实践的基础上, 具体情况具体分析, 针对影响的因素, 逐一采取如下相应的措施。

2.1 提高骨架惯性矩

行李架骨架刚性不足是由其本身固有结构所造成的, 要彻底克服它几乎不现实, 但适当提高其刚度应该是可能的。因为限制骨架钢管的挠度和最大转角不超过某一规定的数值是提高刚度的途径。而骨架钢管在注射成型中主要产生弯曲变形, 因此只要减小其挠度就可提高刚度。挠度可近似表示为^[2]:

$$v \propto M/EI \quad (1)$$

式中: v ——挠度;

M ——弯矩, 与骨架上支座间的最大跨距和该支座上所受的力有关;

E ——弯曲弹性模量, 与材质有关;

I ——惯性矩, 与截面形状有关。

由于最大跨距随产品结构已确定, 注射成型中的工艺参数也确定, 可以认为支座上所受的力是恒量, 因此可以确知弯矩基本保持不变。一般各种钢材的弯曲弹性模量大致相同, 为提高刚度而采用高强度的钢材并不会达到预期的效果。综上所述, 要提高刚度, 减少挠度, 只要提高惯性矩值即可。圆管的惯性矩公式为:

$$I = \pi(D^4 - d^4)/32 \quad (2)$$

式中: I ——惯性矩, mm^4 ;

D ——钢管外径, mm ;

d ——钢管内径, mm 。

由式(2)可以看出, 增加钢管的外径和减少内径都能提高惯性矩。为此, 综合各方面的因素后, 把钢管的规格由原来的 19 mm × 2 mm 替换为 18 mm × 3 mm。经计算, 惯性矩由原来的 7820.17 mm^4 提高到 8266.05 mm^4 。尽管钢管的外径缩小了 1 mm, 使惯性矩的提高量有所减少, 但它却能增加钢管与型腔面最小间隙处的间隙量, 为消除裸管带来有利因素。

2.2 改进骨架的定位、紧固方式

行李架骨架在模具型腔中的紧固可靠性对骨架钢管的裸管也产生影响。为此需对原骨架的定位紧固装置进行重新改造设计, 采用了结构更合理、骨架紧固更可靠、操作简便的定位、紧固装置。该装置的操作程序为: 以骨架的三支座面及前、后两支座上规定的 M6 螺钉作为定位基准, 将前、中、后镶块分别装于各自的支座面上, 随后用专用螺母旋紧, 把镶块紧固在骨架的支座面上, 而三镶块在模具中的空间位置由专用具来保证, 最后把镶块插入模具型腔中带有锁紧斜面的相应孔内, 随着模具的闭合, 依靠模具镶块孔的锁紧斜面来定位、紧固镶块, 使骨架在模具型腔中处于正确的位置且紧固可靠。

2.3 依据标准样件 (CKD) 开发骨架

骨架钢管的裸管现象与骨架钢管在模具型腔中的空间相对位置尺寸、误差及注塑工艺参数有密切关系。对于行李架 (左/右) 总成, 由于只有日本的 CKD 和一张二维工程图纸, 为此, 在开发前期, 把行李架右总成剥去外层塑料来取样 (因左右骨架对称, 这样左骨架的尺寸也可知)。然后从剥去外层塑料的厚度分析, 相对应的厚度尺寸也有较大波动, 得知该 CKD 骨架在注射成型中已产生了变形。因此经几次试模发现仍解决不了裸管现象后, 觉得依据 CKD 骨架进行开发是必要的, 但不能一味地仿造, 比如骨架钢管在型腔中的空间位置尺寸若绝对依据 CKD 骨架显然行不通。由此提出了开发骨架的新思路, 即在骨架的三个支座面和几个螺钉位置尺寸严格按照 CKD 骨架前提下, 根据试模不产生裸管作为确定骨架钢管的空间位置尺寸的依据。实践证明, 运用新思路所采取的措施使行李架 (左/右) 总成的开发有了新的转机。

2.4 改进热流道系统

结合塑料成型中熔体通过相对设置的二个潜伏式浇口同时进入中支座型腔的各自区域所损耗的压

力不一致现象, 提出设置各自独立的热流道系统, 通过调节热流道的各自温度来达到控制进入中支座型腔的二股塑料熔体施加于骨架钢管上的压力趋于平衡, 这一措施使裸管现象得以有效控制。

2.5 骨架不采用预热处理

一般来说, 注塑件中的嵌件在注射成型时都必须经过预热处理, 以期达到消除内应力及变形的目的。但在行李架 (左/右) 总成的开发中, 最初曾对骨架进行预热处理, 然而发现注射成型后所产生的裸管现象反而加剧, 由此给开发带来了新的难题。经过深入细致分析后发现, 钢与 PP 的线胀系数相对较为接近, 三个支座处的塑料层厚度相对较厚, 圆管处塑料虽较薄但其形状对产生内应力有一定的抑制作用。由此可见, 注射成型中骨架对内应力产生的影响较小。

为此, 提出了新的措施, 即改变常规嵌件需预热的作法, 采用骨架不经预热直接装入模具注射成型, 而由此产生的变形用注射成型后增加定型工艺来矫正。实践证明, 此措施正确可行, 不仅消除了骨架由于预热处理产生的支座安装面的位置变化, 而且降低了制造成本。

3 结语

落实上述措施后, 解决了汽车行李架总成生产中骨架的裸管现象, 效果显著。在第一批供货 500 套产品中因裸管产生的废品率已控制在 5% 以下。随着影响裸管因素控制方法的不断成熟, 所产生的废品率可望能进一步降低, 从而使产品的合格率得以进一步提高。行李架 (左/右) 总成的开发成功为国内能够成功开发整体式行李架创造了先例, 也为今后开发类似产品提供了经验和基础。

参考文献

- 1 成都科技大学, 北京化工学院, 天津轻工业学院. 塑料成型模具. 北京: 中国轻工业出版社, 1987.
- 2 刘鸿文. 材料力学 (上册). 北京: 高等教育出版社, 1991.

ANALYSIS AND SOLVING MEASURES OF NAKED PIPE DEFECT OF AUTOMOBILE RACK ASSY-ROOF'S SKELETON

Ni Yongming

(Shanghai Maofeng Vehicle Plastic Parts Factory, Shanghai 201715, China)

ABSTRACT The reasons for the naked steel pipe of automobile rack assy-roof's skeleton during the injection molding are analyzed. It is considered that the main reason is the stiffness not high enough which causing the product to deform during the injection molding. Solving measures are put forward to increase the stiffness. The practice proved that the naked steel pipe defect is solved by increasing the stiffness. The proportion of naked steel pipe defect in production is under 5%.

KEYWORDS rack, entirety structure, stiffness, naked pipe