

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.11.013

大型注塑模具设计经验与技巧

张维合

(广东科技学院,广东东莞 523083)

摘要:以某电冰箱透明储物柜注塑模具为例,简述了大型注塑模具的设计经验与技巧。模具采用液压油缸进行外侧斜向抽芯,采用分体式斜顶进行内侧斜向抽芯,采用气压和推块联合推出塑件。模具侧向抽芯机构复杂,冷却系统设计合理。实际运行表明,成型周期和塑件质量符合客户要求。

关键词:透明储物柜;大型注射模具;液压斜向抽芯;斜顶斜向抽芯;直通式冷却水道;推块

中图分类号: TG76

文献标识码: A

文章编号: 1001-3539(2012)11-0052-05

Design Experience and Skills of Large Injection Mold

Zhang Weihe

(Guangdong University of Science & Technology, Dongguan 523083, China)

Abstract : Design experience and skills of large injection mold were introduced by using the refrigerator transparent store content ark injection mould as an example. The hydraulic cylinder for lateral oblique core-pulling, the fission style inclined top for inside-oblique core pulling, the pressure gas and push block for plastic parts demolding were adopted. Its side core-pulling mechanism was complex, and cooling system design was reasonable. Production practice proved that the forming period and plastic parts quality could meet the requirements of customer.

Keywords : transparent store content ark ; large injection mold ; hydraulic oblique core-pulling ; inclined top oblique core-pulling ; straight-through cooling channel ; push block

一般认为,锁模力大于等于 4.9 MN (500 t) 或注射量大于等于 1 kg 的注塑模具称为大型注塑模具。近年来,随着高分子技术、先进制造技术、计算机辅助技术等相关技术的突飞猛进,大型注塑模具在整个模具产量中所占的比例越来越大。大型注塑模具在设计、制造和注射成型技术方面和普通注塑模具基本相同,但也有许多独特的地方,如强度设计、价格、加工、排气等。在设计过程中,如果稍有不慎,就可能造成巨大的经济损失。设计时需考虑如下方面。

(1) 大型注塑模具设计一般性要求: ①认真分析塑料制品的几何结构,选择好分型面; ②对产品进行模流分析,确定浇口数量、位置、形式等; ③大型注塑模具通常都采用热流道浇注系统,因此热流道的设计应该和大型模具结构设计结合起来; ④大型模具的型腔结构应该符合加工的特性; ⑤大型模具的尺寸应该在满足生产要求前提下,尽量紧凑。

(2) 大型注塑模具的强度、刚度必须合理,一般以强度作为校核标准。大型模具注塑时压力很大,型腔尺寸大,变形量也很大,型芯支撑距离也很大,

所有这些问题都必须设计加强结构。例如在型腔、型芯的边缘设计止扣锥面定位,在型芯的底面设计支撑柱。

(3) 大型模具的价格较贵,一般是几百万元,所以在市场经济中,要充分考虑在满足生产基本要求的情况下,尽量采用价廉的材料,降低模具成本。

(4) 模具的设计必须考虑加工是否方便。因为大型模具的搬运和安装都相当困难,对某些结构,可以通过设计小镶件的方法以方便加工。此方法还可以使多项加工工作同时进行,提高加工效率。

(5) 大型模具中深孔的加工必须考虑孔到工件表面的距离。因为深孔加工钻头很长,加工过程中钻头会偏心,孔的深度越大,偏心就越严重。如果设计不当,往往容易与其他孔钻通。如果是冷却水道,就会发生漏水。

(6) 模具的排气要求高。因为大型模具的型腔大,里面的空气多,注射时需要及时排除。开模时,

联系人: 张维合, 讲师, 从事模具教学与研究工作

收稿日期: 2012-08-12

大型塑件和型腔和型芯之间容易产生真空,造成塑件黏模或顶白变形等脱模问题,模具设计时必须考虑引气结构。大型模具除了利用分型面、型芯、推杆等间隙排气外,还需要另设专用的排气槽或排气进气阀。

(7)大型模具的模架一般都不是标准件,一般都要根据产品的尺寸来决定。但其他结构件则必须尽量使用标准件,以缩短模具的制造周期,方便模具的维修和保养。

(8)一般来说,大型注塑模具设计程序与中小型注塑模的设计相比并没有显著的差别。只是在设计时力求考虑更周密、更可靠、更仔细、更全面。大型模具在设计中,很难一步就能画出模具的装配图,通常都有一定的工作流程,经多步设计才能达到目的。一般在设计模具3D过程之前都要绘制模具的结构简图,经内部评审后再进行正式设计,正式设计完成后还要进行有客户(或产品工程师)参加的外部评审。

笔者以冰箱透明储物柜注塑模具为例谈谈大型注塑模具设计的经验与技巧。

1 塑件分析

塑件为冰箱下层的透明储物柜,属箱体类结构,最大外形尺寸为405 mm×368 mm×195 mm,壁厚为2.50 mm,质量约为1.1 kg,属于大型薄壳类透明塑件,表面质量要求较高,塑件详细结构见图1。

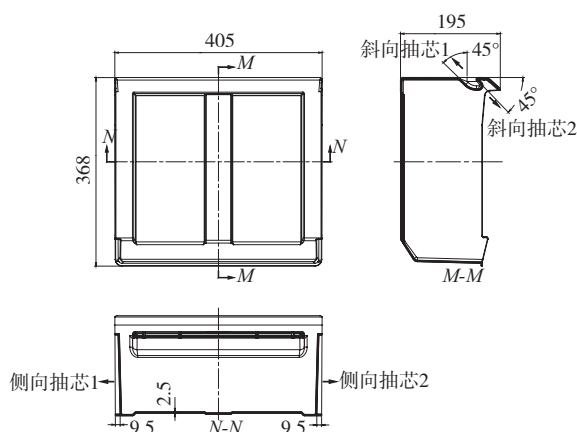


图1 储物柜零件图

该类塑件注射时熔体填充困难,成型后塑件脱模困难,模具设计时必须周密考虑。该塑件的另一个特点是侧向抽芯大而且复杂,塑件一共有4个侧向抽芯,其中内外侧方向各有一个倾斜的抽芯,与开

模方向成45°夹角,是模具设计的难点。塑件材料为透明聚苯乙烯(PS),收缩率为0.5%。

2 模具结构设计

模架采用非标模架,外形尺寸为900 mm×800 mm×895 mm,属于大型模具,结构见图2。

2.1 浇注系统

为了改善熔体的流动性能,提高成型质量和尺寸精度,缩短成型周期,模具采用热流道浇注系统,热射嘴为阀针式单点进料,浇口位置在塑件底部的中心。对于大型箱体类塑件,中心进料可以使熔体到型腔各处的时间大致相等,同时有利于型腔排气。

2.2 成型零件

本模具的成型零件由定模镶件3、动模镶件9以及滑块10、30,斜向滑块46和斜顶39组成。为保证模具精度,方便大型镶件装拆,动定模两侧镶件均采用楔紧块8、33的结构,楔紧块的楔紧角度为3°。

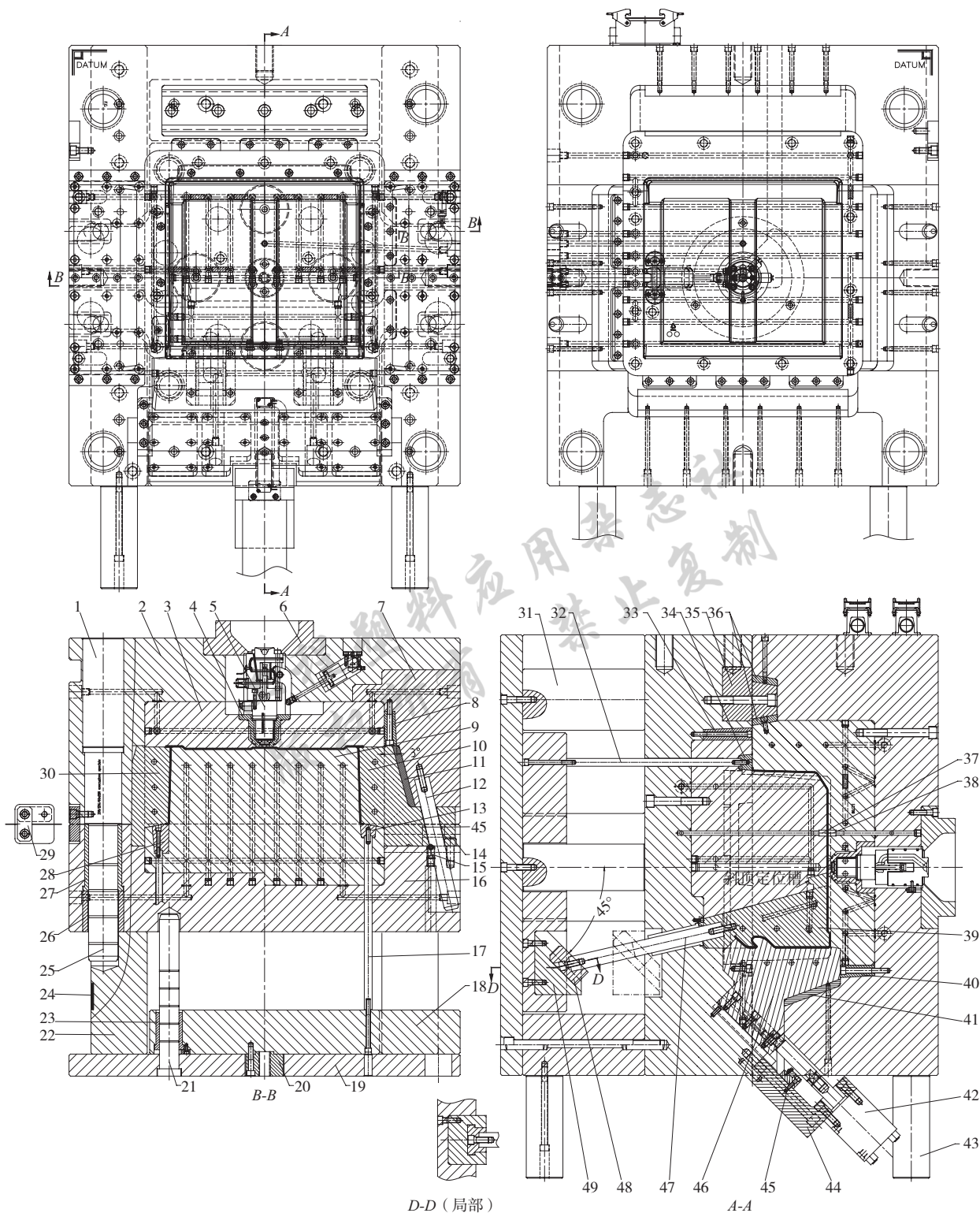
2.3 侧向抽芯机构

侧向抽芯机构是本模具最重要同时也是最复杂的结构。本模具的侧向抽芯机构主要包括4部分:外侧面3个,内侧面1个。其中与开模方向垂直的2个外侧抽芯采用“斜导柱+滑块”的常规结构,主要包括斜导柱12、滑块10、锁紧块7、挡销14、定位滚珠15。另外1个外侧抽芯方向与开模方向成45°夹角。该处由于斜向倾斜角度较大(滑块抽出和复位都较困难),包紧力较大,故采用“液压油缸+滑块”的液压抽芯结构,零件包括液压油缸42、挡块45和斜向滑块46。虽然成本提高,但斜向滑块的抽出和复位稳定可靠。

本模具侧向抽芯机构中最难的一部分是内侧斜向抽芯,由于抽芯方向向下倾斜45°,常规的斜顶结构是无法进行内侧抽芯的,或者抽芯时会导致塑件严重变形。为解决这个问题,模具设计时将斜顶座的导向槽倾斜45°,即导向槽和内侧抽芯方向一致,这种结构既巧妙新颖,又简单可靠,它是本模具结构的最大亮点。另外,由于内侧斜向抽芯面积较大,斜顶采用了分体式结构,既节省材料,降低成本,又方便装拆和保养维修,使模具更加轻灵,抽芯更加顺畅。这部分结构包括斜顶39、斜推杆47、小滑块48和斜顶底座49。

大型滑块一般用于大型模具,与普通滑块相比,相同点是:

(1)运动原理一样;



- 1—导柱砥柱; 2—定模板; 3—定模镶件; 4—热射嘴固定座; 5—热射嘴; 6—定位圈; 7—锁紧块; 8, 40—定模镶件楔紧块; 9—动模镶件; 10, 30—滑块; 11—耐磨块; 12—斜导柱; 13, 28, 34—推块; 14—挡销; 15—定位滚珠; 16—动模板; 17, 32—推杆; 18—推杆固定板; 19—动模底板; 20—注塑机顶棍连接柱; 21—推杆固定板导柱; 22—方铁; 23—推杆固定板导套; 24—铭牌; 25—动模板导柱; 26—导套挡环; 27—导套; 29—锁模块; 31—撑柱; 33—动模镶件楔紧块; 35—动、定模板锥面定位块; 36, 41—耐磨块; 37—动模气阀; 38—定模气阀; 39—斜顶; 42—液压油缸; 43—支撑脚; 44—油缸固定座; 45—挡块; 46—斜向滑块; 47—斜推杆; 48—斜顶小滑块; 49—斜顶底座

图2 冰箱储物柜模具结构图

(2)斜导柱倾斜角度都是 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$, 锁紧角度比斜导柱倾斜角度大 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 。

不同点是:

(1)斜导柱拨动位置不一样,大型滑块拨后侧,见图2中B-B所示。

(2)形状不一样,大型滑块中心要挖槽,滑动面要加工储油槽。

(3)大型滑块顶部最好设计工艺螺丝,便于加工和装拆。

(4)大型滑块要增加中央导向块,见图3。

(5)在有空间的前提下安全距离越大越好,抽芯距离一般比塑件倒扣深度大 $8 \sim 10 \text{ mm}$ 以上为宜。

(6)大型滑块一定要加水道冷却,见图3。

(7)大型滑块两侧边一定要加宽,并用淬火后的压块导向,见图3。

(8)大型滑块锁紧面上一定要增加耐磨块,滑块底部一定要加耐磨块,见图3。

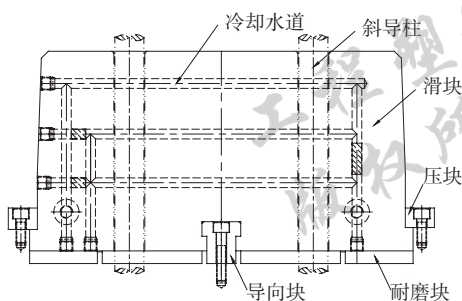


图3 滑块冷却水道

2.4 冷却系统

冷却系统的设计直接影响模具的成型周期和塑件精度,对于大型模具冷却系统尤其重要。本模具全部采用直通式冷却水道。

(1)动、定模镶件内的冷却水道全部沿型腔面均匀布置,使模具快速冷却,型芯、型腔各部位的温度均衡,有利提高塑件的精度和模具劳动生产率。

(2)本模具的斜顶由于尺寸大,与熔体接触面积大,成型时吸收了大量的热量,这部分热量必须及时排出,否则会影响成型周期,严重时还会导致斜顶热胀卡死,造成模具损坏的注塑事故。本模具斜顶部分的冷却非常充分,冷却水进出都通过推杆固定板18,中间由胶管连接,见图4。制造时要为胶管弯曲留有足够的空间。

(3)与斜顶的情况相同,本模具的滑块也需要重点冷却,水道布置图见图2、图3。

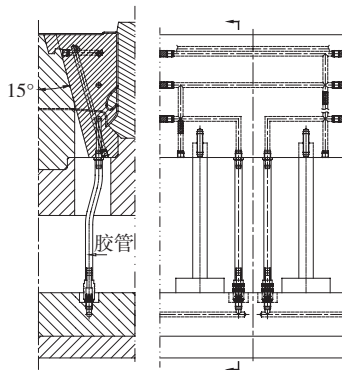


图4 斜顶冷却水道

2.5 脱模系统

对于大型薄壳类透明塑件,脱模系统的设计是模具设计的难点和重点。本模具的脱模系统由推块13、28、34,动模气阀37、定模气阀38组成。其中定模气阀的主要作用是开模时及时将气体吹入型腔,防止在开模瞬间塑件和定模型腔面产生真空吸附而使塑件黏附在没有推出机构的定模侧。这里要特别说明的是,对于大型薄壳类透明塑件,底面用推杆推出会留下明显的痕迹,而且推出效果也很差,很容易造成顶白、变形、甚至顶穿等缺陷,采用推块和气推是最佳选择。

2.6 导向定位系统

注塑模具在工作过程中需要反复开合,有些零件在模具的开合过程中相互之间会有移动和摩擦,为保证动、定模在合模后的相对位置精度,以及活动零件在运动过程中安全可靠,模具必须设计导向定位系统。本模具的导向零件包括动模板导柱25、导套27、推杆固定板导柱21、推杆固定板导套23,以及斜顶小滑块48、底座49和滑块的压块、导向块(见图3)。本模具的定位零件包括动、定模板锥面定位块35、滑块的挡销14和定位滚珠15、斜向抽芯的挡块45以及斜顶39上的锥面定位槽等。

对于大型注塑模具,导向定位系统对模具的寿命和塑件的尺寸精度影响甚大,设计时必须小心谨慎,宁多勿缺!

3 模具工作过程

熔体经热射嘴5进入模具型腔,完成填充并冷却固化至足够的刚性后,注塑机拉动动模底板19开模,模具从分型面处打开。与此同时,高压气体经定模气阀38进入型腔,推动塑件脱离定模镶件3。在开模过程中,锁紧块7先离开滑块10,紧接着斜导柱12拨动滑块10进行侧向抽芯,抽芯距离为

45 mm,由挡销 14 控制。根据塑件高度,动、定模板打开距离取 500 mm。完成开模动作后,液压油缸 42 启动,拉动斜向滑块 46 进行外侧斜向抽芯,斜向抽芯距离为 50 mm,由挡块 45 控制。斜向抽芯完成后,连接于模具推杆固定板 18 的注塑机顶棍通过注塑机顶棍连接柱 20 推动推杆固定板 18,进而推动推块 13,28,34 和斜推杆 47、斜顶 39,与此同时,动模侧的高压气阀打开,模具一边进行内侧斜向抽芯,一边将塑件缓慢推离动模镶件 9。

塑件完全脱离模具后,气压关闭,液压油缸 42 将斜向滑块 46 推回复位,接着注塑机顶棍通过其连接柱 20 将推块和斜顶拉回复位。最后动模在注塑机推动下与定模合拢,在合模过程中,斜导柱 12 将滑块 10 推回复位。接着模具再开始下一次注塑成型。

4 注意事项

对于大型模具,为运输及拆装模具安全,动、定模之间必须设计锁模块。本模具只有一个分型面,锁模块 29 安装在动模板 16 和定模板 2 上。需要注意的是,锁模块 29 在模具安装后、注射成型前必须拆开,但不要拆离模具,仍然用螺钉固定在定模板上,以方便拆模时再将动、定模锁住。

塑料为汽车工业开辟全新发展方向

进入 21 世纪以来,人类社会已然将汽车视为首要的代步工具,汽车在人类生活中变得越来越司空见惯。这其中尤以亚洲地区的汽车工业发展速度为最快,汽车保有量逐年递增。据预测,到 21 世纪二三十年代,新增市场容量约 2000~3000 万辆,新增的容量主要在发展中国家。届时,亚洲地区汽车需求量将新增 2000 万辆左右,其中一半左右在我国。

尽管 2012 年汽车工业整体销售情况有所下滑,但这却丝毫没有撼动各界人士对汽车工业未来发展前景的信心。随着世界经济频频振荡,石油资源日益紧缺,油价一再高抬,令汽车消费者日益看重汽车的燃油经济性。同时,人类对地球环境的重视程度大幅提高,这些都促使汽车轻量化不再是一个简单的宣传口号。如今,汽车材料向轻量化、节省资源、高性能和高功能方向发展。随着汽车工业全球化时代的来临,汽车厂家难以在一国范围内完成汽车产业的全部采购,必然从过去依赖自身生产能力转向在全球范围内配置资源。塑料材质的汽车零部件成为热宠,凭借优异的性能和较轻的质量赢得了大量汽车制造商的青睐。

从相关的测试统计中了解到,如果汽车的质量降低 10%,油耗可以减少 5%~7%,并且二氧化碳的排放也会得以降低。对部分汽车部件或车身覆盖件而言,采用塑料材质

5 结语

大型注塑模具与一般注塑模具在尺寸、质量上的较大差异,给制造、运输、安装、修模与使用带来诸多困难,造成其价格昂贵。因此,在设计大型注塑模时,必须有一套完整的思考方法与技巧。从模具受力结构件来看,应着重考虑的是刚度,而不是强度。就注射成型而言,是如何使熔体快而有序地充满模腔各个角落。就塑件质量和生产效率来说,是如何保持模体恒温,以及加快整个热交换过程。

本模具在模板厚度、排气进气、导向定位以及冷却和脱模方面都非常合理。模具投产后,成型周期和塑件质量都符合客户要求。

参考文献

- [1] 张维合. 注塑模具设计实用教程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 136-149.
- [2] 张维合. 注塑模具复杂结构 100 例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 130-146.
- [3] 张维合. 注塑模具设计实用手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011: 112-132.
- [4] 屈华昌. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1996: 115-127.
- [5] 宋玉恒. 塑料注射模设计实用手册[M]. 北京: 航空工业出版社, 1996: 198-208.

替代钢铁等高密度材料,不仅能够大幅度减轻汽车的整体质量,而且还有助于改善设计自由度,令汽车造型拥有更多的发挥空间。

如今,塑料在汽车上的应用已十分广泛。如前后保险杠、发动机罩、行李箱盖、顶盖、翼子板、车门内护板、车身骨架构件等。而目前应用于汽车零部件的塑料材质主要有聚丙烯、聚氯乙烯、聚氨酯、聚乙烯、聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、酚醛塑料、热塑性聚酯、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物、(聚甲基丙烯酸甲酯)等。

结合了高新科技的工程塑料不仅在质量上比传统钢材占有优势,在硬度、安全性、阻燃性、耐候性等方面也毫不逊色。凭借其质量轻、耐腐蚀、耐冲击性好、绝缘性好、导热性低、设计空间大、制造成本低等独特优势,利用工程塑料代替传统钢材已经被广泛接受和认可。汽车零部件制造中以塑代钢,可以降低汽车自重,从而有助于减少化石燃料消耗。在西欧地区,塑料在汽车制造中所占比例已从 1970 年的 6% 增长至现在的约 15%,预计到 2020 年,该比例可能上升到 25% 以上。目前在我国,塑料在汽车业中的用量只有欧洲的一半左右,高档工程塑料的使用量则更低。可见我国汽车工业的发展仍具有非常大的潜力和空间。在汽车轻量化趋势的指引下,塑料材质不仅为汽车工业开辟全新发展方向,也为人类的绿色环保事业作出了贡献。(中国塑料橡胶)