

卓越工程师教育培养计划实施教材

QICHE CHONGYA MOJU
SHEJI YU ZHIZAO

汽车冲压模具 设计与制造

楚伟峰 著



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

工程师教育培养计划实施教材

汽车冲压模具设计与制造

楚伟峰 著



合肥工业大学出版社

内容简介

本书主要阐述了汽车冲压模具的工艺设计、结构设计、加工工艺与表面处理、钳工工艺等设计技术和加工方法,其内容基本涵盖汽车模具开发全过程。另外,本书还介绍了汽车用钢、汽车冲压件常见缺陷分析等相关知识,目的是帮助读者更深入地理解和掌握汽车模具设计与制造技术。

本书作者在编写过程中参照汽车模具行业标准,吸收了我国汽车制造企业模具开发较为先进技术,并对自己多年来从事模具设计与制造的经验进行了系统的总结。本书可为汽车行业的零部件设计工程师、冲压工艺工程师、模具设计工程师、金属材料工程师等技术人员在冲压件结构设计或模具开发中提供参考经验,同时也可供高等院校车辆工程专业和模具专业的学生作为教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车冲压模具设计与制造/楚伟峰著. —合肥:合肥工业大学出版社,2018.8
ISBN 978-7-5650-4090-0

I. ①汽… II. ①楚… III. ①汽车—冲模—设计②汽车—冲模—制造
IV. ①U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 190409 号

汽车冲压模具设计与制造

楚伟峰 著

责任编辑 汤礼广

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2018 年 8 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2018 年 8 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	710 毫米×1000 毫米 1/16
电 话	理工编辑部:0551-62903087 市场营销部:0551-62903198	印 张	11.25
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	172 千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	安徽昶颌包装印务有限责任公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-4090-0

定价: 30.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

前 言

广义上的汽车模具是指制造汽车上所有零件的模具总称,例如,冲压模具、注塑模具、锻造模具、铸造蜡模、玻璃模具等。汽车车身冲压模具是汽车模具最主要的组成部分,这类模具主要是冷冲压模具。

本书重点介绍汽车车身冲压模具的设计与制造工艺。根据制造工艺的不同,车身冲压模具分为铸造模和钢板模。两者在结构上差异较大。铸造模结构更为复杂,开发周期长、难度大。在没有特别说明的情况下,本书中的汽车冲压模具特指车身冷冲压模具中的铸造模具。

本书第1章对我国模具工业概况、汽车冲压模具开发特点及发展趋势进行了概述。第2章介绍模面设计、拉延工艺、修边工艺、翻整工艺等内容。第3章是关于模具通用结构设计介绍。第4章分为模具加工工艺和表面处理两个部分,对模具加工流程进行了阐述。第5章对一些基本钳工工艺的方法步骤进行了说明。第6章、第7章为汽车模具设计与制造引申出来的内容,与模具设计与制造过程关联。第8章是对汽车冲压新技术的简单介绍,这些新技术也是未来汽车冲压模具重点发展方向。

本书仅对汽车模具设计与制造的基础进行了介绍,其内容来源于实践。为了便于读者理解,书中给出了较多的图例说明(例如修边线设计)或推荐值(例如冲孔角度)。需要说明的是,本书中一些图例或推荐值通常为典型设计,实际模具设计制造过程中会遇到更为复杂的情况,但读者可以借鉴这些经验。

在撰写本书过程中,笔者得到了安徽江淮汽车集团股份有限公司冲压工艺部全体同仁的大力支持,在此对他们表示衷心的感谢。

由于笔者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在某些缺点和错误,敬请读者批评指正。

2018年7月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 我国模具工业概述	(1)
1.2 汽车冲压模具开发特点及流程	(6)
1.3 汽车冲压模具制造技术的发展趋势	(11)
第 2 章 汽车冲压件工艺设计	(14)
2.1 冲压工序	(14)
2.2 模面设计	(17)
2.3 拉延工艺设计	(22)
2.4 修冲工艺设计	(25)
2.5 翻整工艺设计	(29)
2.6 落料搭边值	(31)
第 3 章 汽车冲压模具通用结构设计	(32)
3.1 基准	(32)
3.2 铸件结构	(34)
3.3 导向结构	(48)
3.4 起吊、翻转装置	(50)
3.5 压料芯	(54)
3.6 模具限位	(61)
3.7 弹性元件	(62)
3.8 镶块设计	(65)
3.9 紧固件	(69)
3.10 模具定位与安装	(71)
3.11 安全平台	(74)

3.12 模具存放及运输	(75)
3.13 送取件装置	(78)
第4章 汽车冲压模具加工工艺与表面处理	(83)
4.1 底面加工	(83)
4.2 正面加工	(84)
4.3 导向部位加工	(86)
4.4 孔加工	(86)
4.5 型面、轮廓、镶块加工	(88)
4.6 表面处理	(90)
第5章 汽车冲压模具钳工工艺	(97)
5.1 钳工工作准备	(97)
5.2 砂轮作业	(98)
5.3 模具研合	(107)
5.4 非基准侧的钳工(凹模侧钳工)	(117)
第6章 汽车用钢	(120)
6.1 汽车用钢材分类	(120)
6.2 板材成形工艺及其评价方法	(135)
6.3 板材成形模拟方法及软件	(139)
第7章 汽车冲压件常见缺陷分析	(143)
7.1 冲裁件常见缺陷分析	(143)
7.2 翻整件常见缺陷分析	(146)
7.3 大型曲面拉伸件常见缺陷分析	(149)
第8章 汽车冲压新技术	(160)
8.1 热冲压成形	(160)
8.2 液压成形	(165)
8.3 汽车模具智能制造	(169)
参考文献	(171)

第1章 绪 论

模具是指使金属或非金属成形的工具,是工业化生产中必不可少的基础工艺装备之一。

模具生产制作具有高效率、低成本、高精度、高一致性等特点,在汽车、电子、电器、仪器仪表、家电、航空航天、建材、电机和通讯器材等产品中,约60%~80%的零部件都要依靠模具加工成形。模具制造水平的高低,不仅是衡量一个国家制造水平高低的重要标志,而且在很大程度上决定其产品质量、生产效益和开发新产品的能力。模具工业的不断发展给制造业带来了强有力的支撑。模具产业的产业带动比例大约是1:100,即模具产业发展1亿元,可带动相关产业发展100亿元。目前发达国家非常重视模具制造业的发展,不仅因为模具行业在各国机械工业中所占比例较高,更在于模具工业为新技术和新产品的开发和应用提供重要的加工工具和技术支撑。

1.1 我国模具工业概述

1.1.1 我国模具工业发展现状

模具制造在我国经济发展、国防现代化和高端技术服务中起到十分重要的支撑作用,也为我国经济运行中的节能降耗做出了重要贡献。从20世纪80年代开始,在国家实行改革开放政策的指引和制造业快速发展的拉动下,我国模具行业吸引了大量民营资本进入,使得民营模具企业得到快速发展;同时,随着国有企业改制的不断推进,我国的传统模具制造企业逐步从原有的“全能模具厂”或“产品厂的模具分厂、车间、班组”模式逐步转变为服务于特定行业或特定产品的专业模具企业,使得我国模具制造行业快速走向专业化生产。

20世纪90年代以来,在国家对模具行业实行加大科研投入和税收优惠等政策的支持下,模具行业通过引进、消化、吸收、再创新的战略,快速推动整个模具行业的技术进步和产业发展,逐步建立起包括模具材料研发、生产

和供应体系,标准件生产、供应体系以及骨干模具企业在内的较为完整的现代模具工业体系;形成门类齐全、技术设备良好的模具产业基础,基本满足了我国制造业发展对模具的需求;实现了模具由辅助工具向装备制造业重要组成部分的转变。

进入 21 世纪以来,顺应国内外模具下游行业需求变化,我国模具行业逐步完成业务转型和产业升级。根据统计,目前我国从事模具技术研发、模具标准件及零部件专业生产的企业约 3 万家,2016 年全国模具总销售额约 1840 亿元(不包括自产自销未进入流通环节的模具),预计 2018 年全国模具总销售额可突破 2000 亿元。

随着中国内需的拉动以及中国模具在国际模具采购中具有性价比的优势,国际国内市场需求持续增长,行业稳健发展,预计未来中国模具行业仍会有较大的增长空间。中国的模具制造技术水平总体进步很大,部分产品已经接近或达到国际水平,中国模具在国际采购格局中将占据越来越重要的地位。

我国的模具已经走向国际市场,出口量达到年产量的 30% 以上。从我国模具产品供需结构看,中低端的产品产量较大,高端产品特别是重要零部件的精密模具缺口较大,需要从国外进口。我国模具行业需要不断进行技术创新,实现产业升级。

1.1.2 模具的分类

根据加工对象和加工工艺的不同,模具可以分为冲压模具、塑料模具、铸造模具、锻压模具、橡胶模具、粉末冶金模具、拉丝模具、无机材料成形模具等,其中冲压模具、塑料模具、铸造模具、锻压模具和橡胶模具是最主要的五类模具,其详细分类、加工工艺及主要应用领域如表 1-1 所列。

表 1-1 模具的分类、加工工艺及主要应用领域

模具类型	模具品种	加工工艺及主要应用领域
冲压模具	根据工艺性质,可分为冲裁模、弯曲模具、拉深模具;根据工序组合程度,可分为单工序模、复合模、级进模、传递模;根据冲压时的温度情况,可分为冷冲压模具、热冲压模具等。	板材冲压成形工艺,主要应用于汽车覆盖件、结构件生产。

(续表)

模具类型	模具品种	加工工艺及主要应用领域
塑料模具	挤塑模具、注塑模具、热固性塑料注塑模具、挤出成形模具、发泡成形模具、低发泡注塑成形模具和吹塑成形模具等。	塑料制品成形加工工艺, 包含热固性和热塑性塑料, 主要应用于医疗设备、家电产品、汽车内饰、办公设备部件生产。
铸造模具	各种金属零件铸造成形时采用的模具。根据铸型的材质分为砂型铸造模具和金属型铸造模具等。金属型铸造模具根据压力不同可分为重力铸造模具、低压铸造模具、压铸模具等。	金属浇铸工艺和非铁金属材料压力铸造成形工艺, 主要应用于汽车发动机、变速箱、轮毂、机床等复杂零部件的生产。
锻压模具	模锻锤和大型压力机用锻模、螺旋压力机用锻模、平锻机锻模等; 各种紧固件冷锻模、挤压模具、拉丝模具、液态锻造用模具等。	金属零件体积成形, 采用锻压、挤压等体积成形工艺, 主要应用于齿轮、轴承的生产。
橡胶模具	橡胶制品的压胶模、挤胶模、橡胶轮胎模、O形密封圈橡胶模等。	橡胶压制成形工艺, 主要应用于轮胎生产。

根据中国模具工业协会编制的《中国模具工业年鉴 2012》公布数据显示, 我国模具总销售额中塑料模具占比最大, 约占 45%; 冲压模具约占 37%; 铸造模具约占 9%; 其他各类模具共计约 9%。

1.1.3 汽车模具

汽车模具是完成汽车零部件成形、实现汽车量产的关键装备, 在汽车新车型开发、汽车换代项目中担负着重要职责。在汽车生产中, 90% 以上的零部件需要依靠模具成形。在美国、德国、日本等汽车制造业发达国家, 模具产业超过 40% 的产品是汽车模具, 而我国仅有 1/3 左右的模具产品为汽车行业服务。我国汽车工业的高速发展, 催生了汽车零部件以及汽车模具的巨大市场, 推动了汽车模具行业的快速发展, 且使汽车模具行业的整体水平得到迅速提升。

汽车模具主要包括冲压模具、塑料模具(内外饰模具)、铸造模具等, 其中冲压模具约占 40%。

(1) 汽车冲压模具

汽车冲压模具是冲制汽车上所有冲压件模具的总称。在汽车冲压模具中,汽车覆盖件模具占据了主导地位。汽车覆盖件模具具有尺寸大、工作型面复杂、技术标准高等特点,属于技术密集型产品。汽车覆盖件模具是汽车车身生产的重要工艺装备,其设计和制造时间约占汽车开发周期的 $2/3$,是汽车换代的主要制约因素之一。

汽车覆盖件与汽车结构件组装后构成汽车车身或驾驶室的全部外部和内部形状,它既是外观装饰性零件,又是封闭薄壳状的受力零件。覆盖件的制造是汽车车身制造的关键环节之一。按功能和部位分类,汽车覆盖件可分为外覆盖件、内覆盖件。其中,外覆盖件指车身外表面零件,具有尺寸大、型面复杂、表面质量和精度要求高等特点,包括车门外板、发动机盖外板、顶盖、后行李箱盖外板、侧围外板、翼子板等。内覆盖件指车身内表面零件,一般与外覆盖件接合,包括车门内板、发动机盖内板、行李箱盖内板、地板等。结构件是指车身内部除内覆盖件以外的其他零件,与内、外覆盖件相比,形状尺寸偏中小,表面质量要求相对较低,包括 A 柱加强板、前后纵梁等。

(2) 汽车内外饰模具

汽车内外饰件涉及的零部件品种繁多,常用的汽车内外饰件主要使用各类塑料、复合材料、表皮与织物材料等,其中塑料、复合材料在汽车内外饰件中占有主导地位。因此,汽车内外饰模具大多数属于塑料模具或复合材料模具。

各种内外饰件在整车车身所处位置不同,其功能要求、结构特征以及形状外观差异明显,导致各种汽车内外饰模具成形工艺也存在较大差异。目前,内外饰件所使用的模具成形工艺涵盖注射成形、压制成形、吹塑成形、挤出成形以及对纤维增强复合材料的特殊成形方法等。

汽车内外饰模具及配套产品属于非标装备。各整车厂开发新款车型时,需要整车厂或内外饰件供应商重新设计内外饰件,并需要配套模具企业开发相应模具产品。通常情况下,一款车型根据其具体配置数量,需要 1~3 套内外饰模具及检具产品用于生产各类内外饰零部件。每款车型的设计对内外饰丰富程度以及具体成型工艺的要求不同,导致其所需模具数量也存在差异。

随着人民收入水平的逐步提高,我国汽车消费正在进入产品升级换代

阶段。我国汽车消费整体呈现逐步高端化的发展趋势。与低端汽车相比,中高档汽车更加注重车身内饰的设计以及内外饰的材质及做工,车内大量使用各种夹层复合材料的软质或半软质内饰件,在提升内饰外观与质感同时,并利用其良好的隔音隔热性能,将车内视听系统与内饰系统紧密融合起来。例如,通过在传统塑料内饰件上添加无纺布、纤维材料、皮质作为表皮,或在原有内饰件表皮与骨架中添加发泡层等方式生产各类的内外饰件。因此,中高档汽车所需内外饰模具数量更多,对模具结构、工艺以及精度要求更高。同时,国内各整车厂通过丰富内外饰配置、提升内外饰品质等方式提升原有中低端车型的产品定位,逐步获得消费者的认可。汽车消费高端化趋势为汽车内外饰模具企业带来新的发展空间。

模具、检具是汽车内外饰件生产中的重要工艺装备。每一种新型号的汽车通常需要内外饰模具400余套,由于大多数汽车内外饰件均属于不可沿用产品,整车厂在开发新车型及对现有车型改款时,通常需要重新设计绝大部分内外饰件,并采购相应的模具和检具产品。

(3) 汽车铸造模具

汽车行业中铸件的使用率约25%。随着铸造工艺水平和铸造装备水平的不断提高以及汽车轻量化进程的加速,汽车上原有的一些非铸件零部件被铸件替代,铸件的应用范围在现有基础上仍将不断扩大。铸造工艺中使用的模具被称为铸造模具,目前铸造模具已广泛应用于汽车用发动机缸体、发动机缸盖、发动机缸盖罩、飞轮壳、变速箱、轮毂、后纵梁以及轨道交通车辆齿轮箱体等部件的生产。常用的铸造工艺包括砂型铸造、金属型铸造、低压铸造和高压铸造,相应的模具分别被称为砂型铸造模具、重力铸造模具、低压铸造模具、压铸模具。

铸造工艺具有良好的成形性能,较好的适用性、较低的生产成本,使得其在汽车领域得到了广泛的应用。目前,汽车动力系统、传动系统、底盘行走和悬挂系统中的一些重要的、结构复杂的零部件均需使用铸造工艺来生产,该领域为铸造模具在汽车中的传统应用领域,具体包括发动机缸盖、发动机缸体、发动机下缸体、发动机缸盖罩、变速器壳体、变扭器壳体、链轮罩、进气歧管、油底壳体、前副车架、后副车架、转向节等。

由于铸造工艺中的压铸具有熔融合金填充速度快、生产效率高、操作简单等特点,易实现机械化和自动化,可用来生产大型、薄壁、复杂的汽车车身

结构件。采用铝合金压铸工艺生产的结构件,具有重量轻、韧度高以及力学性能好等特点,在汽车上具有较好的应用前景。近年来,在汽车轻量化不断加速的大背景下,奥迪、捷豹、宝马、奔驰等各大汽车厂商均逐渐使用铝合金压铸结构件替代传统的钢质或铁质冷冲压结构件。目前,压铸模具可用来生产汽车减震塔、内扭矩壳体、外扭矩壳体、仪表板、门框、后横梁、后纵梁、行李箱框、中通道等 20 多种汽车车身结构件。

1.2 汽车冲压模具开发特点及流程

1.2.1 汽车冲压模具开发的主要特点

(1) 订单式生产

汽车覆盖件和结构件模具属于专用工艺装备,每套模具均根据整车厂订单需求,针对某一特定车型的特定零件设计生产,产品差异化特征明显,因此本行业属于典型的非标准产品设计与制造行业,这决定了行业内的企业需要不断地进行技术创新并采取“以销定产、以产定购”的经营模式。

(2) 交货期长

汽车冲压模具制造包括设计、数控加工、装配调试和验收四个主要阶段。在订单签订后,通常汽车模具业务流程如下:第一,根据订单要求的技术参数进行冲压工艺分析与产品结构图设计;第二,根据设计的产品结构制作保丽龙、进行投铸;第三,铸件回厂后进行数控加工、装配、调试,在汽车模具企业现场对模具的各项指标进行预验收并发货;第四,当模具到达客户在现场进行安装调试并生产出合格产品后,客户对模具进行最终验收。

汽车模具制造具有生产验收周期长的特点。通常,模具订单从签订到终验收需要 6~24 个月的时间。其中,订单承接至铸件回厂需要 2~6 个月进行冲压工艺分析和结构设计、制作保丽龙;从铸件回厂到预验收完成后发货需要 3~12 个月时间;从发货到终验收需要 1~6 个月的时间;终验收后有 12 个月左右的质保期。对于少部分整车模具订单或金额数千万元的订单,交货期有时甚至长达两年以上。

影响模具交货期的主要因素包括以下五个方面:

① 在模具设计与制造过程中,客户基于调整技术和品质标准等原因,常常要求实施模具设计变更。

② 模具生产与车身开发息息相关,汽车厂商根据市场需求情况,对新车型推出计划不断调整,从而影响模具验收进度。

③ 同一订单往往包含多套模具,模具企业受产能制约,只能陆续投产,一次性交货。在全部模具调试合格后,由汽车厂商集中进行最终验收。

④ 模具的复杂程度及客户对模具品质要求的程度不同。

⑤ 模具企业的设计水平、加工设备精度及调试工人的个人经验不同。

(3) 模具生产与车身开发息息相关

模具生产是车身开发的重要部分,车身的实验、修改、定型与模具生产同步进行,车身设计要求的变更必然对模具开发带来很大影响。模具制造完成后,整车生产企业还需要通过小批量冲压、焊装、涂装、总装等工艺环节的验证,在新车批量投产后,模具才能最终被确认定型。因此,模具生产一方面决定车身开发进程,另一方面也受车身开发进程的影响。

(4) 战略联盟逐渐形成,合作与竞争并存

为保证汽车产品质量,汽车厂商往往将开发某个车型所需的所有模具由尽量少的汽车模具企业来实施完成。汽车厂商的该种需求促使模具企业相互之间形成稳定的“战略联盟”,即以一个实力强大、技术水平高的大型模具企业为核心,以具有一定实力的模具企业为骨干,各企业建立起包括原材料、工艺、技术、市场等要素紧密联系的各种形式的协作关系,彼此之间相互配套、优势互补,从而发挥群体优势。因此,模具行业呈现竞争与合作并存的局面。

1.2.2 汽车冲压模具开发流程

汽车冲压模具的开发进度直接影响整个项目的重要开发节点,是汽车主机厂生产准备中的重要部分。从工艺数据发布到最终验收,模具开发过程可细分为以下十个阶段。

(1) 工艺数模发布

汽车主机厂设计部门下发产品数模,工程开发技术人员根据产品数模进行工艺预分析和预估价(以此作为招标依据)并编制招标文件,通过招投标流程选定模具供应商。

(2) 冲压件制造工艺可行性分析

模具供应商收到产品数模后,对每个冲压件进行工艺可行性分析。一般情况下大部分冲压件都需要 CAE 分析,CAE 分析的主要目的如下:

- 直观的观察零件板料的成形过程;
- 缩短模具设计及分析的周期;
- 采用优化设计,最大限度的降低模具和钢材的消耗,降低制造生产成本;
- 在制造前预先发现模具和零件的潜在风险;
- 确保模具的设计合理性,减少设计成本;
- 通过对零件的潜在问题分析,及时提出合理的设计变更建议,更高效的推进模具开发工作。

根据冲压件的 CAE 分析结果,工程开发技术人员充分利用现场生产调试的经验,查看工艺参数、拉延补充是否合理等,针对零件的起皱、开裂等风险,及时提出解决方案。

(3) DL 图的设计与会签

DL 图设计即 Design Layout 图设计,也可称冲压工序分析设计或模具工艺流程图。DL 图内容包含:零件料片的尺寸、冲压的方向与角度、冲压的工序排布、送料方向、废料刀分布及刃口方向、废料排除方向示意、CH 孔、左右件标识、各工序标注等。

同时,DL 图还需体现相关工序的冲压设备、模具高度、模具材质、压边圈或压料板的工作行程、板料的定位方式、完成工序的压力分析等。

模具 DL 图设计可与 CAE 分析同时进行,在开发周期允许的情况下也可在 CAE 分析结束后再进行 DL 图设计。

DL 设计完成后,原则上模具供应商应完成内部审核,在内部审核问题整改完成后即可提交给汽车主机厂进行会签。DL 图的会签非常关键,直接影响模具结构设计,并且对模具开发周期有较大的影响。若 DL 图后期再更改,会造成模具开发周期的延长和成本的浪费。汽车主机厂工程开发部门主要审核零件工艺的合理性、压力机台面参数的正确性、工艺补充的合理性、材料利用率以及结合压力机情况审查送料方便性等。

(4) 模具结构图设计与会签

模具结构图设计顺序:拉延模具→整形翻边类模具→修边冲孔类模具。

因模具的铸造和加工周期是硬性时间,无法压缩,所以为了保证项目的进度,模具结构图设计环节非常重要,应尽可能将模具设计环节时间提前,为后续模具的制造争取时间。

模具首次取样一般为半手工样件,只要求成形即可,其余修边及冲孔通过激光切割完成,所以应该先进行拉延模和整形翻边类模具的设计,再进行修边冲孔类模具图的设计。

模具供应商根据 DL 图指导,进行模具结构图设计,设计完成后同样先通过内部评审,内审问题整改完成后提交给汽车主机厂工程开发部门评审会签。

汽车主机厂工程开发部门要对以下几个方面予以重点关注:

- 模具的功能性;
- 结构稳定性及强度;
- 模具生产安全性;
- 模具各参数与量产压力机的符合性;
- 调试和生产的方便性;
- 模具主要部件的材质与技术协议所要求的条款的一致性。

对于评审中发现的问题,汽车主机厂会要求模具供应商进行整改。相对于模具后期(模具成型后)的变更,在图纸设计阶段进行修改更容易实现,同时设计变更对模具开发周期和成本的影响也可降到最低。部分有争议的问题需要多方进行客观地讨论以寻求最佳方案。在模具图评审过程中,要求工程开发技术人员立场坚定并且有过硬的技术和现场调试经验。

(5)发布铸造数据和对保丽龙进行评审

模具结构图设计评审完后,可进行制作保丽龙。在制作保丽龙阶段需要汽车主机厂项目组发布铸造数据,以保证实型的可铸造性,保丽龙是一种由聚苯乙烯经过高温发泡形成的一种材料,依据模具结构图进行数控加工,并考虑适当的模具加工余量(8~10mm)和泡沫的收缩率。

制作保丽龙的周期一般为一周左右,制作完成后需要对其进行现场评审,一方面是确保保丽龙与模具结构图一致,另一方面是确认在模具结构图评审中出现的问题是否已经整改到位,或查找模具结构图评审中未发现的新问题。保丽龙的评审是模具制作过程中不可或缺的过程,因为它是模具结构更改的最后一关,一旦进入铸造阶段,模具结构将很难更改。

(6) 模具铸造

保丽龙整改完成后,即可发运到铸造厂进行铸造,模具铸造周期为 15~20 天。模具铸造完成回厂时,模具供应商会对铸件质量进行检查,主要检查铸件是否存在裂纹等重大铸造缺陷,但铸件内部夹砂等缺陷需要加工后才能看出。

(7) NC 数模发布及数控加工

模具铸件回厂后即可进行数控加工,但前提是 NC 数据已经发布,模具供应商可根据产品的 NC 数据进行数控编程,然后进行数控加工。模具的数控加工大致可分为龙铣、组立、半精加工、精加工等。在数控加工过程中,可发现铸件是否有夹砂或裂纹等缺陷。数控加工完成后还需要对模具进行热处理以达到所要求的硬度。模具的数控加工周期一般为 20~25 天,在项目开发时间紧张的情况下,如何合理的安排数控加工时间非常重要。

(8) 模具钳工、调试、取样

模具的钳工阶段包括模具基准打磨、合模、试模、取样等,模具数控加工后仍然为后续钳工留有一定余量,钳工调试主要检查上下模具的研和率、导向的研和率,确保冲压出合格的冲压件,通过模具钳工调试,可鉴定出模具的品质,同时也能确定出下料的尺寸等。模具调试阶段,汽车主机厂往往会要求模具供应商提供试装车样件。

(9) 模具预验收

模具供应商在计划时间内完成所有承制模具制作并自行调试合格后,可向汽车主机厂开发部门申请预验收,模具厂需要提供模具的自检报告和所有冲压件的合格率报告。汽车主机厂开发部门在接到模具厂的预验收申请后,组织人员到模具厂进行预验收,主要从模具静态、动态、冲压件质量三个方面进行预验收。其中模具动、静检验按照主机厂验收标准执行,冲压件检验分为表面质量、形状尺寸精度与刚度三个方面。

对在预验收过程中发现的问题,原则上要求模具供应商整改,待整改完成后再次包装发运,但部分问题若不影响冲压件品质,且整改难度小,在进度紧张的情况下,允许遗留到冲压件生产场地由模具供应商自派钳工人员持续整改。

(10) 模具进厂调试与最终验收

模具由模具供应商车间转移到主机厂冲压件生产地后,两者设备的差

异会导致冲压模具及冲压件状态产生变化,这要求模具进厂后继续进行模具调试。一般拉延模具的首轮研和时间为1~2月,而整个模具的调试周期长达半年或更久时间,冲压件生产地调试过程始终围绕以下几个方面进行:

- 将冲压件在焊接夹具上进行装夹,验证模具、夹具、检具以及检具与焊接夹具的协调性;

- 保证冲压件的精度,将冲压件放在检具上进行检查,要求合格率在90%以上;

- 冲压件在检具上发现的问题或者在焊接调试过程中反馈的问题或缺陷,需由模具供应商负责整改;

- 对模具动态、静态检查项目的符合性检查;

- 模具在量产压力机上连续生产可靠性。

模具调整改周期较长,将以上几项都整改完成并且生产稳定运行3个月后,汽车主机厂工程开发部门可组织模具使用方、工装管理人员、质量检查人员等进行模具的终验收并签署最终验收报告。

模具在完成最终验收后,模具的开发工作才算阶段性完成。模具只有在正确地使用和维护下,才可延长使用寿命、降低废品率、提高生产效率,为汽车企业带来经济效益。

1.3 汽车冲压模具制造技术的发展趋势

近年来,很多模具企业加大了用于技术进步的投资力度,将技术进步视为企业发展的重要动力。国内模具企业已普及了二维CAD,并陆续开始使用UG、Pro/Engineer、I-DEAS、Euclid-IS等国际通用软件,个别厂家还引进了Moldflow、C-Flow、Dynaform、Optris和Magmasoft等CAE软件,并成功将其应用于汽车冲压模具的设计中。

以汽车覆盖件模具为代表的大型汽车冲压模具的制造技术已取得很大进步,东风汽车公司模具厂、一汽模具中心等模具厂家已能生产轿车覆盖件模具。此外,很多研究机构和大专院校也在进行模具技术的研究和开发。经过不断的努力,人们在模具CAD/CAE/CAM技术方面取得了明显进步,