

产,如工程机械的高端液压铸件,大型能源类铸件以及轨道交通,航空航天等领域核心铸件。

推进两化深度融合,实现铸造装备和工艺“+互联网”的新跨越,如专用于铸造的大幅面、超大幅面砂型(芯)3D打印装备和相关耗材以及机器人应用,集成其他数字化设计、分析及制造技术,开发数字化近净形无模铸造技术,打造数字化智能铸造工厂(车间)。

③ 铸件材质结构进一步优化

预计到2020年,铸件材质结构进一步优化,球墨、蠕墨铸铁件占铸铁件产量的比例将由2014年的37%提高到42%,铝、镁等轻合金铸件产量占总铸件产量比例将由2014年的13%提高到20%。

④ 节能减排再上新台阶

预计到2020年,吨铸件综合能耗将比2015年下降10%,铸造废(旧)砂利用率进一步提高,年铸造废砂再生量达到300万吨以上,通过《行业准入条件》的企业达到国家环保排放标准。

十三项重点任务:

- 深入推进实施行业准入,加快淘汰落后产能;
- 攻克高端关键铸件制造的瓶颈;
- 先进铸造技术和工艺装备的研发与推广应用;
- 推进铸造行业质量和品牌建设;
- 推动铸造行业创新驱动体系建设;
- 推进铸造行业两化深度融合;
- 创建特色、智慧型铸造产业集群(园区);
- 推动全行业形成低碳循环发展新模式;
- 构建满足市场和创新需要的团

体标准体系(与国际接轨);

- 提升工艺装备水平(机器人应用、自动化/智能化);
- 建立健全铸造各层次人才培养体系和机制(国开铸院);
- 推进铸造行业现代生产性服务业发展;

● 促进铸造领域国际交流与合作;

- 大力推进铸造产业文化建设(年鉴、铸造发展史、规划编制)。

表13列出了关键铸件领域,关键共性铸造技术及优先发展的重大铸造装备。

表13

关键铸件五大领域	基础、能源装备、矿冶重机石化、轨道交通、航空航天军工
关键共性铸造技术七大项	材料、生产、工艺、质量检测及修复、节能减排及再生循环利用、模拟仿真、智能制造。
优先发展的16个重大铸造装备	自动化智能制芯中心,高紧实度的高效粘土砂自动化造型生产线,精密组芯造型设备系统,粘土湿型砂高效成套砂处理设备,废(旧)砂(粘土砂、水玻璃砂、树脂砂等)再生成套设备,10吨/小时以上外热风、水冷、长炉龄冲天炉及高效、节能熔炼设备,钛合金新型真空熔炼设备,高效智能压铸岛,差压铸造设备,挤压铸造设备,自动化智能浇注装置,应用于铸造生产各工序的机器人系统,铸件高效自动化清理成套设备,铸造生产过程及铸件质量在线检测系统,铸造3D打印和砂型切削快速成型设备,冲天炉、电炉炉专用除尘系统;其他高效环保除尘系统。

(7) 涉及铸造行业相关产业政策

① “铸造行业”在《国民经济行业分类》中属性调整

(2011版)将铸造行业归属为“金属冶炼和压延加工业”,已经在国家对铸造行业宏观管理和产业政策引导产生很多困扰。

经各方反映和努力,两会人大代表提案,中铸协与国家统计局直接推进。目前国家统计局正在对《国民经济行业分类》进行全面修订2016年版。

中铸协调整方案建议:

方案一:在“33、金属制品业”大类下增设“黑色、有色金属铸造”,已被采纳。

方案二:按照《国际标准行业分类(ISIC Rev4.0)规则等效采标增列“金属铸造”大类。

② 关注《中国制造2025》相关产业政策

《中国制造2025》(国务院2015年5月8日发布)提出了强化工业基础能力。核心基础零部件(元器件)、先进基础工艺、关键基础材料和产业技术基础(“四基”)等工业基础能力薄弱,是制约我国制造业创新发展和质量提升的症结所在。要坚持问题导向、产需结合、协同创新、重点突破的原则,着力破解制约重点产业发展的瓶颈。

《重点领域技术路线图(2015版)》(2015年9月29日发布)提出了重点领域的技术方向、目标和重点。

③ 《产业关键共性技术发展指南(2015年)》(工信部2015年11月12日发布)

增列3项铸造领域技术:

- 铸造废(旧)砂的再生技术与设备系统制造技术;
- 高紧实度粘土砂高效造型技术

- 外热风水冷长龄冲天炉技术；

④ 国家“重大短板装备专项工程”（正在制定）

目前协会正在推进工信部将“大吨位外热风水冷长龄冲天炉成套设备”纳入到国家“重大短板装备专项工程”以争取项目支撑。

⑤ 《关于开展首台（套）重大技术装备保险补偿机制试点工作的通知》

工信部《首台（套）重大技术装备推广应用指导目录》（2015年第二版，2015年10月29日发布）增列铸造领域重大技术装备：

- 大吨位外热风水冷长龄冲天炉成套设备；

- 高效智能压铸岛；

- 清洁高效发电装备大型铸件等。

凡生产《目录》所列装备产品的制造企业均可自主投保首台（套）重大技术装备综合险，实际投保年度保费的80%国家财政给予补贴，保险机构承保质量风险和责任风险。

⑥ 工信部智能制造试点示范专项行动

2015年铸造行业智能制造试点示范项目和智能制造专项项目见表14、表15。

2016年智能制造综合标准化与新模式应用项目名单见表16，具备条件的企业要通过地方工业主管部门积极争取项目申报。

⑦ 《工业绿色发展规划（2016—2020年）》（2016年6月30日发布）

指导思想：以传统工业绿色化改造为重点，以绿色科技创新为支撑，以法规标准制度建设为保障，加快构建绿色制造体系，大力发展绿色制造产

表14 2015年智能制造试点示范项目（46）

序号	项目名称	申报单位	项目所在地
31	工业级3D打印系统试点示范	湖南华曙高科技有限责任公司	湖南
41	液压泵零件制造智能车间试点示范	中航力源液压股份有限公司	贵州
44	智能铸造车间试点示范	宁夏共享集团股份有限公司	宁夏

表15 2015智能制造专项项目（94）

序号	申报单位名称	项目名称
30	宁夏共享集团股份有限公司	铸造行业智能制造工厂数字化车间综合标准化研究
63	广西玉柴机器股份有限公司	大中型发动机缸体数字化铸造车间
74	青岛海纳重工集团公司	面向高端绿色铸造的智能制造新模式
87	重庆机电控股集团铸造有限公司	铸铁缸体缸盖智能制造新模式

表16 2016年智能制造综合标准化与新模式应用项目名单

序号	类别	项目名称	项目牵头单位名称
1	标准	船用柴油机关键配套件智能工厂标准及试验验证	重庆船舶工业公司
2	新模式	轨道交通关键零部件数字化铸造工厂示范工程	四川南车共享铸造有限公司
3	新模式	海洋工程装备及舰船用钛及钛合金关键部件智能制造新模式应用	宝钛集团有限公司
4	新模式	高硅铝合金无缸套发动机缸体3000吨高真空压铸智能车间新模式应用	营口华润有色金属制造有限公司
5	新模式	舰船螺旋桨智能制造新模式	重庆衡山机械有限责任公司
6	新模式	装备复杂零部件个性化快速定制智能制造新模式	机械科学研究总院
7	新模式	汽车铝合金铸件智能车间新模式应用项目	浙江瑞明工业股份有限公司
8	新模式	高效环保多缸小径柴油机智能制造新模式	昆明云内动力有限公司

业，推动绿色产品、绿色工厂、绿色园区和绿色供应链全面发展，建立健全工业绿色发展长效机制，提高绿色国际竞争力，走高效、清洁、低碳、循环的绿色发展道路。

推广绿色基础制造工艺：已将铸造作为重点领域推进，重点关注后续政策实施，将关注的行业工作与之衔

接。如，关键绿色工艺技术及装备研制与推广，铸造企业节能减排及环境治理改造，铸造企业能源管理，铸造企业清洁生产，绿色铸造工厂建设，绿色铸造示范企业评选，绿色铸造企业评价标准，碳排放交易等。

重点推进铸造废砂再生循环利用：目前中铸协正在向国家有关部委

推进铸造行业废砂再生循环利用争取相关产业政策。争取将“铸造废砂”作为再生资源增列进《资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录》享受退税；对铸造企业自上废砂再生设备给予支持；制定相关产业扶持政策，支持铸造行业建立铸造废砂集中再生处置中心；国家制定铸造废砂再生制定产业指导意见等。

⑧ 《制造业单项冠军企业培育提升专项行动实施方案》（2016年3月16日发布）

制造业单项冠军企业长期专注于制造业某些特定细分产品市场，生产技术或工艺国际领先，单项产品市场占有率位居全球前列的企业（表16）。

2016年中铸协向工信部推荐了行业的部分企业单位（表17）。

实施制造业单项冠军企业培育提升专项行动，有利于引导企业树立“十年磨一剑”的精神，长期专注于有限的目标市场，在细分领域“精耕细作”，走“专精特新”发展道路，相关细分领域中拥有冠军级的市场地位和技术实力，提升我国制造业核心竞争力。

工信部将进一步完善促进制造业单项冠军企业创新发展的政策措施。

⑨ 《资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录》（财税〔2015〕78号，2015年7月1日执行）

表18是《资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录》的部分内容。

⑩ 铸造用高纯生铁出口税率下调
经与财政部积极协商，铸造用高纯生铁出口税率从2006年1月1日由原来20%下调至10%

⑪ 《进一步促进产业集群发展的指导意见》（工信部企业〔2015〕236号2015年7月10日发布）

表16 在特定细分产品市场培育单项冠军企业

分类	细分产品占全部销售收入比重	市场占有率
示范企业	>70%	全球前3位
培育企业	>50%	全球前5或国内前2位

表17 2016年中铸协向工信部推荐的部分单位（工信部正在评审中）

序号	企业名称	产品名称
1	中钢集团邢台机械轧辊有限公司	轧辊
2	西峡县内燃机进排气管有限责任公司	汽车发动机排气歧管（99.44%）
3	烟台胜地汽车零部件制造有限公司	制动盘（96.4%）
4	中信戴卡股份有限公司	铝合金车轮（97.65%）
5	济南玫德铸造有限公司	建筑用金属制附件及架座
6	山东智汇蠕墨新材料科技股份公司	焦炉护炉设备用蠕墨铸铁件
7	沈阳机床银丰铸造有限公司	机床铸件

表18 资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录

类别	序号	综合利用的资源名称	综合利用产品和劳务名称	技术标准和相关条件	退税比例
三、再生资源	3.5	报废汽车、报废摩托车、报废船舶、废旧电器电子产品、废旧农机具、报废机器设备、废旧生活用品、工业边角余料、建筑拆解物等产生或拆解出来的废钢铁	炼钢炉料	1. 产品原料95%以上来自所列资源； 2. 炼钢炉料符合《废钢铁》（GB4223-2004）规定的技术要求； 3. 法律、法规或规章对相关废旧产品拆解规定了资质条件的，纳税人应当取得相应的资质； 4. 纳税人符合工业和信息化部《废钢铁加工行业准入条件》的相关规定； 5. 炼钢炉料的销售对象应为符合工业和信息化部《钢铁行业规范条件》或《铸造行业准入条件》并公告的钢铁企业或铸造企业。	30%

从七个方面制定了产业集群发展指导意见：加强规划引导，促进产业集群科学发展；提升龙头骨干企业带动作用，强化专业化协作和配套能力；加强区域品牌建设，推动要素聚集和价值提升；提高产业集群信息化水平，建设智慧集群；提升创新能力，增强集群竞争优势；提升公共服务能力，支撑产业集群转型升级；加强指导和政策支持，优化产业集群发展环境。

“十三五”期间，重点提升百余个

铸造产业集群（园区）的建设水平。

⑫ 国家环保部委托课题

2015年，环保部委托中铸协：开展《铸造用冲天炉污染物排放研究》；

2016年，环保部再次委托中铸协（两项任务）：铸造行业主要大气污染物排放控制对策研究，铸造工业大气污染物排放标准制定。

2017年，将在上海举办第十五届中国国际铸造博览会和第十二届中国国际压铸工业博览会。7

轻量化材料制备及成形技术

卢雅琳, 李小平, 朱福先, 王健

江苏理工学院, 江苏 常州, 213001

摘要: 材料轻量化, 一般是通过采用轻量化的金属和非金属材料来实现。目前, 铝合金、镁合金、工程塑料、复合材料等轻合金材料的应用日益广泛。本文主要介绍采用喷射成形与半固态复合成形技术, 制备高强高韧铝合金材料及产品。并对镁合金的成形技术进行简单介绍。

关键词: 轻量化材料; 制备技术; 成形技术; 装备

1 引言

随着我国装备制造业的快速发展, 对铝合金、镁合金等轻合金材料的应用越来越广泛, 铝合金具有比强度和比刚度高、塑性好、易于成形、成本低等优点, 是轻合金中应用最广、用量最多的合金。镁合金具有阻尼性、切削加工性、导热性好、电磁屏蔽能力强, 尺寸稳定、资源丰富等优点, 也得到日益广泛的应用。这些新型轻合金材料主要以轻质、高强、大规格、耐高温、耐腐蚀、耐疲劳为发展方向, 开展对轻量化材料制备、成形工艺研究以及装备的研发显得尤为重要。本文主要结合江苏理工学院材料科学与工程学科建设及江苏省高性能材料绿色成形技术与装备重点实验室自主研发的装备, 重点介绍高强高韧铝合金制备技术与装备, 并对镁合金成形技术进行了简介。

2 高强高韧铝合金制备技术与装备

铝合金材料因其密度小, 具有高强度, 耐腐蚀, 良好的导电和导热等特

性而广泛应用于航空航天、轮船、高速列车、汽车、石油和地质钻探等领域。超高强铝合金的研究与应用是今后发展的重点。若以超高强度钢的比强度为标准, 可将屈服强度500MPa 以上的铝合金称为超高强铝合金, 而且还要求具有良好的塑性和韧性。而采用传统的工艺已无法满足高性能铝合金的要求, 因此, 采用新型材料制备方法、发展新的成形工艺及热处理制度、研发相对应的装备成为发展高性能铝合金的重要方向。

为制备出高强度高韧性的铝合金材料, 利用喷射成形技术和半固态加工两种材料制备技术的先进性, 通过喷射成形制备铝合金毛坯、半固态成形、热处理等工艺, 开发新型高强、高韧铝合金材料及其产品。结合理论工艺研究, 开发相应的智能装备, 满足诸多领域对高强高韧铝合金材料与产品的需求, 为各种装备的

轻量化结构设计提供了材料保障。

喷射成形技术是把金属熔融、液态金属雾化、快速凝固、喷射沉积成形集成在一个冶金操作流程中制成金属材料产品的新工艺技术, 对发展新材料、改革传统工艺、提升材料性能、节约能耗、减少环境污染都具有重大作用。

如图1所示为喷射成形制备锭坯原理示意图, 采用熔融的金属(合金)通过高压雾化气体将金属液体成分雾化成细小的液体和固体颗粒混合物, 结合计算机三维设计, 控制雾化器的

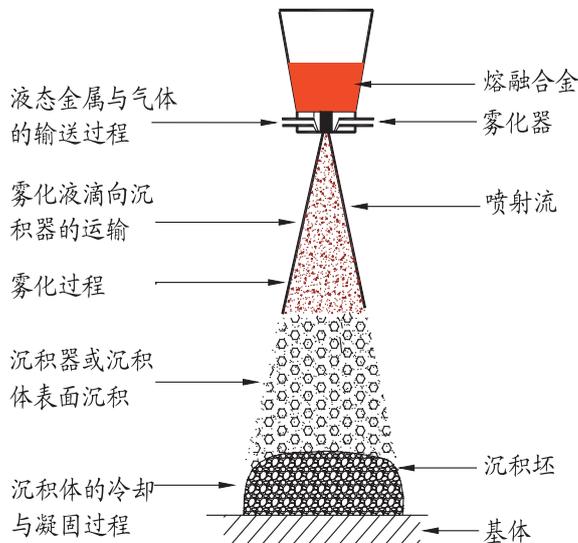


图1 喷射成形制备锭坯原理示意图

雾化状态和各参数,同时控制接收体的运动轨迹和速度,实现金属的逐层堆积,达到生产不同形状和尺寸的金属零部件的目的。由于快速凝固的作用,所获金属材料成分均匀、组织细化、无宏观偏析,且含氧量低。与传统的铸—锻工艺和粉末冶金工艺相比较,它流程短、工序简化、沉积效率高,不仅是一种先进的制取坯料技术,还正在发展成为直接制造金属零件的制程。

由江苏理工学院省高性能材料绿色成形技术与装备重点实验室自主研发的喷射成形设备如图2所示,设备具有效率高(5~10Kg/每分钟);生产的材料或零件致密度高($\geq 95\%$ 的金属或合金的理论密度);内部组织结构细小(平均晶粒大小为 $5\sim 20\mu\text{m}$);具有优良的综合力学性能等优良特点,特别是具有很好的变形加工性能,经过后续的变形可以制备不同形状和尺寸的超高性能的零部件。

3 镁合金制备及成形技术

镁合金是以镁为基加入其他元素组成的合金。其特点是:密度小($1.8\text{g}/\text{cm}^3$ 镁合金左右),比强度高,比弹性模量大,散热好,消震性好,承受冲击载荷能力比铝合金大,耐有机物和碱的腐蚀性能好。目前,镁合金由于在实现轻量化、降低能源消耗、减少环境污染等方面具有显著作用,在汽车、国防军工、航空航天、电子、机械等工业领域以及家庭用品和运动器材等领域正得到日益广泛应用。

虽然镁合金密度小、性能优,应用前景广阔,但成形较困难。按照加工方法和材料成分,镁合金可以分为变形镁合金、铸造镁合金和稀土镁合金。变



图2 自主开发的喷射成形设备

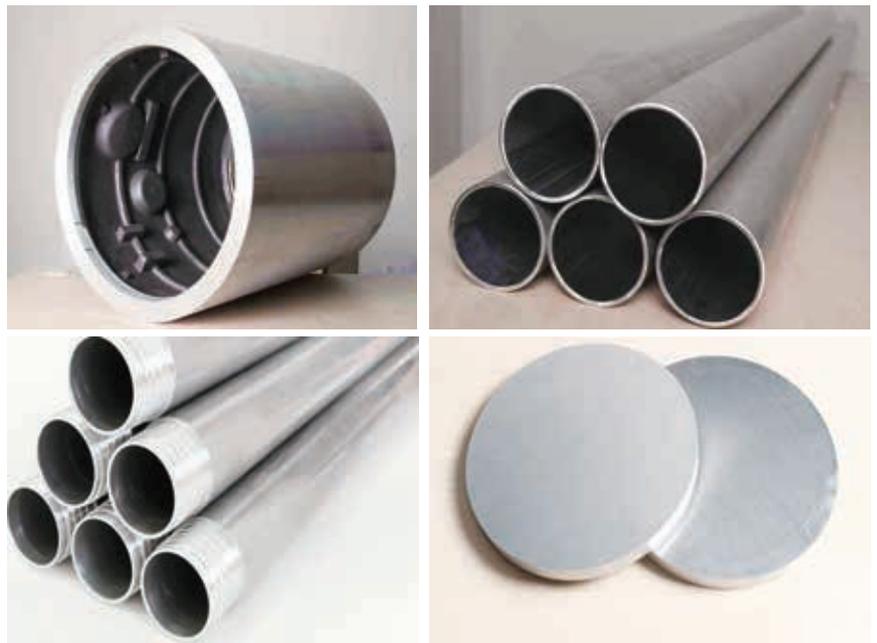


图3 喷射成形材料半固态加工的部分产品

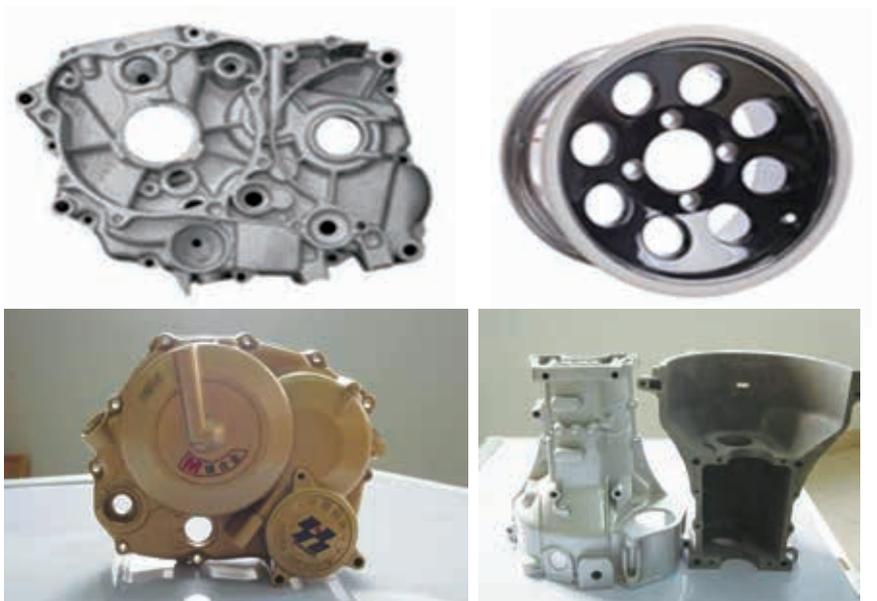


图4 部分镁合金成形产品

(下转29页)

零点定位系统在非标设备夹具上的研究及应用

唐伯峰, 张立, 毛曙东

一汽解放汽车有限公司无锡柴油机厂, 江苏无锡, 214026

摘要: 本文简单介绍了零点定位系统的工作原理、技术特点等, 以及非标设备夹具的特点、缺陷等情况的介绍, 提出了非标设备夹具应用零点定位系统的设想, 通过实际应用, 达到了提升工作效率、提高零件加工质量稳定性等效果, 从而说明了零点定位系统应用的广泛性和实用性。

关键词: 零点定位系统; 技术特点; 非标设备; 夹具; 效率; 质量; 应用

Zero-Point Position System's Research and Application in the Nonstandard Equipment Fixture

Bofeng TANG, Li ZHANG, Shudong MAO

FAW JIEFANG Automotive CO.LTD.Wuxi Diesel Engine Works, Wuxi, Jiangsu, 214026

Abstract: This paper briefly describes the working principle of the zero-point positioning system and the technical characteristics, as well as nonstandard fixture equipment, the introduction of defects and proposed the idea of nonstandard equipment and fixtures used zero point positioning system, through the practical application to improve work efficiency, enhance the effect of high machining quality stability, so that the zero point positioning system application universality and practicality.

Keywords: zero-point position system; technical characteristics; nonstandard equipment; fixture; efficiency; quality; application

1 引言

在传统机械加工中, 我们需要经常更换夹具或其它工装来满足不同型号产品的加工。换型的过程是漫长的, 需要拆除不需要使用的夹具, 更换上新的夹具, 同时还需要花费较长的时间进行夹具位置的装调, 以保证加工零件的质量。往往花费了大量时间和精力以后, 产品的质量并不能一次性成功, 需要不断反复调整。如何保证换型效率提升的同时, 又能有效保证

加工质量, 减少调整时间呢? 零点定位系统应运而生。

2 零点定位系统简介

2.1 基准及零点的概念

基准就是用来确定对象上几何关系所依据的点、线或面。

在机械制造、测量、设备、自动化生产线等领域中, 基准被广泛应用。一个机械产品从设计时零件尺寸的标注到制造时工件的定位、检测, 直至装配时零部件之间的装配位置的确定等

等, 都需要基准。

在机械工业领域, 我们把作为参照的基准统称为零点或零位。

机械加工过程中, 设定工件的零点后, 加工及测量位置尺寸就变得容易多了, 不需要再去进行每个尺寸的相对基准进行逐一确定, 只要有一个统一的基准就行了。

2.2 零点定位系统简介

在加工或测量时, 首先必须确定工件的零点, 然后再根据零点来进行加工或者测量。但是在加工时, 零件

往往不会一直保持不动的, 需要从一个工序到另一个工序、从一台机床到另一台机床, 或者不规则形状的零件不好确定零点, 这就需要重新找正零点, 做很多的辅助工作, 造成大量的停机时间, 降低了工作效率。

零点定位系统是一个独特的定位和锁紧装置, 能保持工件从一个工位到另一个工位, 一个工序到另一个工序, 或一台机床到另一台机床, 零点始终保持不变。这样可以节省重新找正零点的辅助时间, 保证工作的连续性, 提高工作效率, 同时大大提高了加工精度。

2.3 零点定位系统的组成及工作原理

零点定位系统主要由动力源(气源或液压油)、定位销、零点定位器、零点定位板(快换工装托板)、管路等部分组成, 如图1所示。

零点定位系统的工作原理是: 将零点定位器固定在零点定位板或托板上, 当定位板或托板固定在机床工作台上时, 零点定位器的位置相对机床固定, 此时将安装有定位销的夹具(工件安装于上)插入零点定位器内, 锁紧, 工件相对零点定位板位置固定, 也相对机床位置固定。此时, 通过插拔夹具, 由零点定位器的高精度来保证重复定位误差不超过0.005mm, 从而保证工件的加工质量稳定。

零点定位器锁紧松开原理: 零点定位器由法兰盖板、活塞环、滚珠、滚道、蝶形弹簧、底盘等部分组成, 如图2所示。其夹紧松开的原理是, 当零点定位器内充入动力源(压缩空气或液压油)时, 压迫蝶形弹簧收缩, 此时滚珠在滚道内散开, 将定位销松开, 此时可以快速的拔出定位销; 撤去动力源后, 蝶形弹簧恢复原状, 将滚珠顶出从而锁紧定位销。

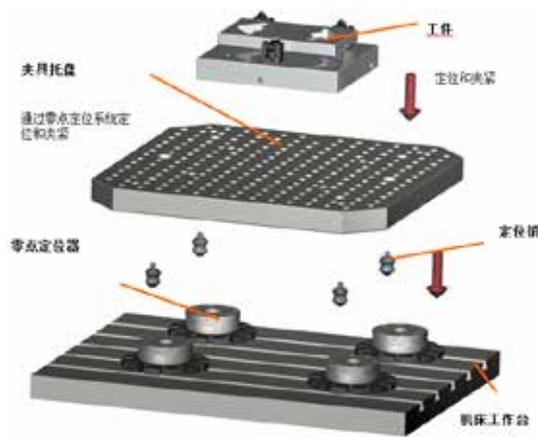


图1 零点定位系统的组成部分



图2 零点定位器的组成

2.4 零点定位系统的技术特点

零点定位系统的技术特点主要有:

- 设计有大定位口, 自动定位, 易于找准定位口。跟普通定位销定位不同, 精心设计的定位销和定位器采用大定位口, 不需要费力去寻找定位口的位置并对准, 通过定位销头部的斜面可自动定心。

- 定位销安装角度较大。与普通定位销需要基本垂直于定位销孔不同, 零点定位销表面轮廓进行了优化设计, 实现了倾斜也可安装或拆卸。

- 动力源不特殊。零点定位系统采用压缩空气或液压油作为动力源, 在一般的机械加工企业内都普遍存在, 不需要准备额外的特殊动力源, 节省了投资成本。气压只需要0.5MPa即可。

- 滚珠锁紧稳定。滚珠与相关接触面的接触, 被设计成三面裹夹, 使得定位销能稳固的锁紧在零点定位器中, 见图3。

- 自动除屑。零点定位系统内带有气压除屑功能, 定位器内的切屑、污垢等可以被有效的清除。

- 夹紧锁紧力大。最大夹紧锁紧力可达90KN。



图3 滚珠被三面裹夹

- 重复定位精度高。采用高强度合金不锈钢, 耐强腐蚀, 耐磨, 重复定位精度可达0.005mm以下。

- 使用寿命长。一套零点定位系统元器件, 可以插拔超过150,000次。

3 零点定位系统的工作方法

3.1 传统加工中的换型等工作方法

传统的机械加工中, 我们需要更换不同品种加工零件时, 需要更换夹具或其它工装, 每次更换都会需要重新安装定位夹具等工装, 并需要不断的调整工装位置, 以获得较好的加工质量, 往往需要花费很长的时间和精力去操作。

3.2 零点定位系统的工作方法

采用零点定位系统后, 夹具设计相对简单, 只要安排好定位器的安装位置就可以根据需要将定位器安装在定位板上, 使用时, 可根据需要将带有定位销的夹具插入相应的定位器内,

就可以实现准确定位，基本不需要反复进行位置调整。

3.3 零点定位系统的优势

通过上述不同的工作方法可以看出，零点定位系统的优势有：

- 可以实现离线装夹，效率高。

根据目前的测算，效率可提升80%以上，减少90%左右的停机时间，大幅提升了工作时间。

- 装夹简单，减轻了操作者的劳动强度。采用零点定位系统后，装夹基本上一个人可以轻松完成，且无调整时间等，快速高效。

- 配套机器人技术及CNC机床，可实现自动化生产。

4 非标设备夹具应用

4.1 应用背景

笔者所在单位需要加工某款柴油机用气缸体，在加工该气缸体结合面主轴盖螺栓孔时，根据机型不同，需要钻 $\Phi 11$ 、 $\Phi 12$ 两种不同大小的孔。该工序使用的设备为立卧式组合机床的非标设备形式，该孔位于缸体内部，因此该孔用模板需要固定在夹具顶盖上，以保证定位导套离加工面有一定的安全距离，同时也保证位置的准确及加工质量。但这种设计方案，带来的问题是每次换型时，需要人工进行导套及刀具的更换。由于模板的下沉（见图4），模板上的导套更换就不方便，需要人工一个一个取出导套再换上需要的导套，安装或拆下导套固定螺钉非常费时费力，往往更换一次需要3个小时以上。更换后加工的零件还不能100%一次性符合工序要求，若需要再行调整、检测，则需要花费更多的时间，甚至有时候一个班的时间全花费在调整检测上。这给成批大量生产的生产线带来的生产损耗非常

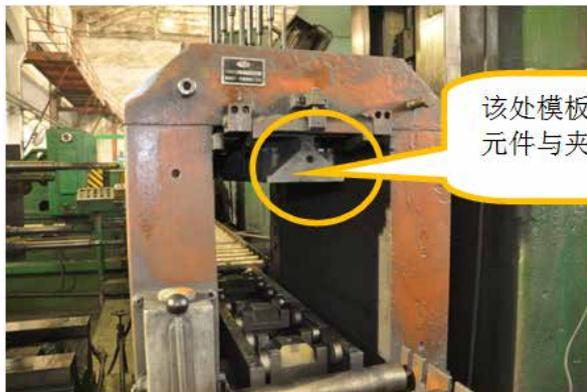


图4 改善前夹具形式

大，成为生产线的换型瓶颈，需要通过更好的方法，改善目前这种换型的问题。

4.2 方案设计

从目前夹具使用的情况看，主要存在如下问题需要改善：

- 模板反吊在夹具上盖板上，装拆不方便

- 导套安装在模板上，装拆时需要穿过夹具上盖板才能操作，操作不便

- 长时间使用后，导套固定螺钉会出现滑牙等，增加拆卸难度

- 螺孔位置不准确后，调整难度大

为了提高装拆的方便性，同时提升加工质量稳定和调整方便性，结合零点定位的特点和优势，同时又能适应非标设备的特点，经过多方讨论，最后确定将模板的固定连接改成由零点定位系统组成的可拆卸式连接，这样可以在换型时直接更换模板提高效率，需要更换导套时，也可快速的卸下模板进行更换，利用零点定位系统的重复定位精确度达到0.005mm这一特性，可以保证加工质量的稳定性（重复定位精度高，可靠）。

4.3 新夹具应用情况

经调研分析，虽然最后决定应用零点定位系统来改善换型效率低下、

质量保证能力差的状况，但零点定位系统在CNC机床上使用较多，组合机床上成功应用案例基本上没有，没有先例可循。

为保证应用效果，我们对零点定位系统进行了学习，与相关人员进行了深入的探讨，制订了详细的实施方案，最终形成：结合面螺孔加工内容使用的模板采用零点定位系统，夹具上盖板上安装零点定位器，充当托板；模板上安装定位销，为保证夹紧力可靠，还增加了一个夹紧用定位销。模板安装形式仍然同旧夹具，这是由于若将模板安装于夹具上盖板之上，虽然更换更方便些，但存在导套会比较长（离开加工面3-5mm较好），以保证加工精度；动力箱行程需要加长，以避免主轴与模板接触，但实际行程已无法满足；同时刀具需要加长，也会影响加工精度，因此，还是采用模板反吊在夹具上盖板上的安装方式。

最后夹具制造完成后，见图5、6、7。

为了保证使用效果，我们还对模板更换工作进行了标准化，制订了标准作业文件，以指导操作人员规范操作，提高效率的同时也保证质量的稳定性。标准作业文件见图8。

4.4 实施效果

使用后,达到了如下效果:

- 换型效率大幅提升。原先需要3个小时左右的换型时间,使用新夹具后,基本上15分钟左右时间就可以更换好。

- 换型质量稳定可靠。换型后,夹具的位置尺寸稳定性较好,零件加工质量基本上一次性合格。

- 钻套更换方便。若需要更换模板上的钻套,可以将模板卸下,就可以很方便的将钻套取下进行更换。



图5 采用零点定位系统的新夹具



图6 装有零点定位器的上盖板



图7 装有定位销的模板

5 结论

零点定位系统对机械产品加工,尤其是需要频繁更换产品型号并同时更换夹具等工装的机械加工场合非常合适,能达到预期的效果,提高效率,降低劳动强度,是良好的基准保证器。零点定位系统,不仅在CNC机床上、机器人等自动化程度高的环境下使用,在组合机床等普通设备环境下,也可以很好的应用。**7**

参考文献

[1] AMF零点定位系统产品手册, AMF, 2012.

作者信息

姓名:唐伯峰,工作单位:一汽解放汽车有限公司无锡柴油机厂,职务:班组

一汽解放公司 无锡柴油机厂		作业要领书(一)			FAWDE		
部门/成本中心:加工车间	生产线:气缸体线	班组:气缸体一组	班长:蔡晓健	编号:JG-CZ-031009-2015			
车(机型):KF系列机型	图号:各机型	工位序:390	节拍时间:20分钟	第2页 共3页			
工作内容:E2-U527A模板更换		设备:E2-U527A					
图示说明:						序号	作业要领
7		8		9		7	将气缸体松开、取下。
10		11		12		8	将气缸体推出夹具。
						9	利用行车将模板与气缸体取下搬运。
						10	更换模板利用行车将模板与气缸体吊上搬运。
						11	将气缸体推入机床夹具,并调整做好。
						12	两人左右同时抬起模板,使模板上三个定位销完全插入夹具内的定位销孔。
注意事项		安全用品	安全事项	质量控制事项	其他事项		
		防撞手套	防止手划伤	防止模板碰撞	更换下来的模板必须上防锈油,用油纸覆盖,气源保持关闭状态		
		劳保鞋	劳保鞋经保养	模板表面必须保持清洁			
标记	处数	更改文件号	签名	日期	编制	校对	审核
				2015.8.11	倪晓晨		

图8 模板更换操作标准作业

长,职称:工程师,通讯地址:江苏省无锡市永乐东路99号,邮编:214026,电

话:0510-85014990-8443,电子邮箱:tangbf@wxdew.com

(上接25页)

形镁合金的成形技术主要有挤压、轧制、锻造、往复挤压,ECAE等深度塑性变形工艺。铸造镁合金的成形技术主要有重力铸造、压力铸造、低压铸造、精密铸造、消失模铸造、挤压铸造等工艺。稀土镁合金根据其属于铸造或变形合金可选择相应的成形工艺。

如图4所示为部分镁合金成形产品。

4 结束语

采用喷射成形和半固态加工复合成形技术制备高性能铝合金材料,并开发相应装备,将极大地推动该技术的研究应用以及产业化、工程化的进

程,不断研究和开发出性能优异的新材料,制备出高性能的产品,可以为装备轻量化结构设计提供了材料保障。开发适合镁合金的制备及成形工艺,可以极大促进镁合金在高端装备领域的应用。**7**

轿车车身侧围外板B柱表面冲压缺陷的调整

刘 勇

一汽轿车股份有限公司, 长春, 130012

摘 要: 侧围外板是轿车车身覆盖件中最为关键的零件, 外形多为空间曲面, 复杂而多变、高差大、成形困难等特点, 因此制定合理的冲压工艺方案显得尤为重要。本文主要介绍了奔腾B90车型项目侧围外板B柱上部区域拉伸成形时的受力情况及B柱上部暗坑缺陷产生的原因分析, 并针对冲压缺陷介绍了模具改进工艺技术, 通过整改模具使其满足产品质量要求, 希望对冲压工艺人员有一定的帮助和指导作用。

关键词: 侧围外板; 暗坑; 模具结构; 表面质量

The Adjustment of Stamping Defects of B Column in Car Body Side Frame Outer Panel

Yong LIU

FAW Car Co.,Ltd, ChangChun, 130012

Abstract: The side frame outer panel is the key part of the car body covering parts. The shape is composed of complex space surface, that is complex and changeable, elevation, difficulty in formation of characteristics. Therefore, making the reasonable stamping process scheme is more particularly important. This paper mainly introduces the reasons of the Besturn B90 the B-pillar upper dark pit of the side frame outer panel, and the analysis analysis of the drawing forming force. Aiming at the cause of the defects, the paper introduces the improving technology of of the stamping mould. Finally from the product, process and mold structure, the surface quality meet the customer needs. On the otherside, I hope this paper can be helpful to the stamping engineer.

Keywords: side frame;dark pit;mold structure;surface quality

1 引言

目前对于汽车制造厂家来说, 汽车的整车性能和汽车的外观质量都显得尤为重要。作为汽车的主要部件之一——侧围外板的外观质量也就不可忽略。众所周之, 侧围外板是汽车零部件(尤其是覆盖件)中非常复杂的制件, 该制件与翼子板被称为轿车零部件的两块硬骨头, 可想而之, 对该制

件的表面质量、尺寸和形状、刚性、工艺性等方面提出更高的要求。不管在调试阶段还是在冲压生产阶段, 由于受模具的设计工艺和模具调整工的动手及调试能力等因素的影响, 侧围外板或多或少都出现不同程度的缺陷而制约生产。下面就C303车型侧围外板B柱上部暗坑的冲压缺陷作出相应的分析讨论和解决措施。

2 侧围外板的特点分析

轿车普遍采用整体侧围结构(图1), 这种设计具有尺寸精度高, 节约材料, 降低工时和生产成本, 前期生产准备时, 设备和工装投入费用少等优点。但由于整体侧围结构相对复杂, 在图中所示的方框区域(以下称B柱区域), 成形时易产生各类缺陷, 如凸凹、开裂、起皱, 冲击线等, 对缺陷的

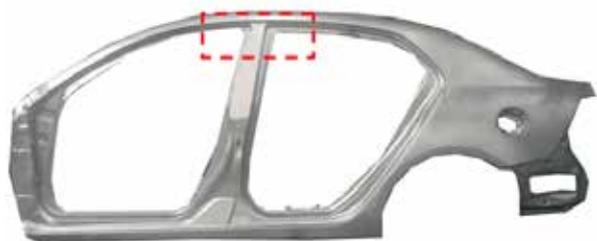


图1 侧围外板零件图

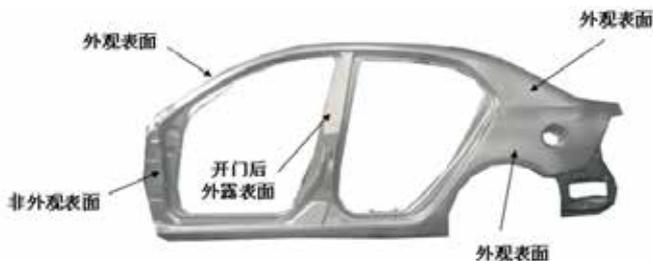


图2 侧围表面类型分类

工艺调整(模具、设备、材料)也较复杂。

2.1 侧围外板表面质量要求

侧围外板是汽车众多覆盖件的连接体,同时具有覆盖件与内饰件的特点,奔腾B90轿车侧围外板模具的设计和制造是由德国阿盖尔和一汽模具合作完成。工艺流程为:拉延成形、修边斜楔—修边冲孔—整形、修边斜楔—翻边、冲孔斜楔—翻边4个工序。由于零件形状的复杂性,材料流动的多方向性,易造成各种缺陷,如何控制各方向的材料流入量、掌握各方向材料流入对缺陷的影响也是非常困难的,这就对模具调整带来困难。侧围外板要求表面平滑、按线清晰,不允许有冲击线、皱纹、划伤、拉毛等表面缺陷,其表面质量按可见与否,分为3类表面(见图2):外观表面、开门后外露表面、非外观表面。3种表面的表面质量要求各不相同,其中以外观表面要求最高,而B柱区域表面质量的好坏则取决于外板拉延的结果。

2.2 侧围外板装配关系

与侧围外板存在装配关系的零件主要有:左右翼子板、发动机盖外板、前风窗、顶盖、前后车门总成、前后地板(内饰件)、加油盖、尾灯、行李箱外板、密封条等等(见图3)。这些装配中,有的是点焊关系,有的是螺钉连接关系,有的还有密封要求,装配关系非

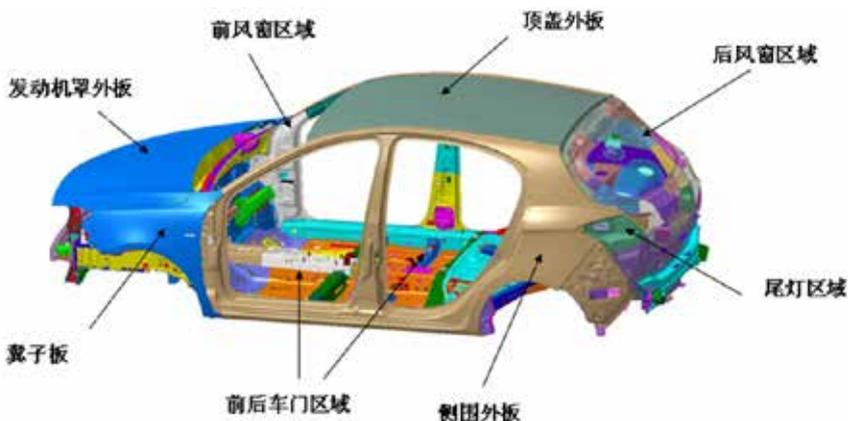


图3 侧围与其它零件装配关系

常复杂,几乎所有非外观面都有装配和密封要求^[1]。侧围外板B柱区域正处在前后门两个覆盖件的搭接区域,器搭接的空间曲面必须一致,衔接处也是如此,故对制件要求就更高。

2.3 侧围外板精度要求

由于侧围外板同时具有覆盖件与内饰件的特点,因而对不同部分的要求各不相同,根据装配和表面质量要求,侧围外板与其他搭接制件的匹配精度要求较高,节选部分内容如图4所示,从图中可以看出,对于B90侧围外板这种长度达3.7m的零件,要求装配公差很小,具体以确定的《冲压件检测数据表》检测点公差为准。

求各不相同,根据装配和表面质量要求,侧围外板与其他搭接制件的匹配精度要求较高,节选部分内容如图4所示,从图中可以看出,对于B90侧围外板这种长度达3.7m的零件,要求装配公差很小,具体以确定的《冲压件检测数据表》检测点公差为准。

检查项目	检查方式	检验工具	检验标准	公差
定位孔	测量	检具、游标卡尺	孔径公差	+0.1mm
			孔位公差	±0.1mm
装配孔	测量	检具、游标卡尺	孔径公差	+0.2mm
			孔位公差	±0.5~±1.5mm
功能面	测量	检具卡尺、游标卡尺、三坐标	型面公差	±0.5~±0.7mm
			轮廓公差	±0.5~±2.0mm
非功能面	测量	检具卡尺、游标卡尺、三坐标	型面公差	±1.0~±2.0mm
			轮廓公差	±1~±2.0mm
其它		参照未注公差标准		

图4 侧围外板匹配精度要求



图5 B柱上部表面波浪, 凸凹不平

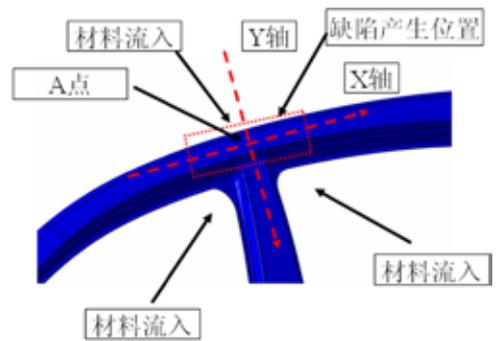


图6 侧围外板B柱拉伸成形材料流动示意图

3 侧围外板B柱表面缺陷产生原因分析

侧围外板在每款车型中B柱上部都易出现表面波浪, 凸凹不平的冲压缺陷, 如图5所示为B90侧围外板B柱冲压缺陷。此缺陷主要影响产品的外观质量, 同时也相应影响前后门装饰条的安装精度。

3.1 侧围B柱“T型”成形机理分析

从图5可以看出, 侧围B柱上方是一个“T型”结构, 而且该部位形状变化急剧, 这种急剧的形状变化导致此处材料流动复杂, 因此, 这种部位最易产生凸凹和开裂现象。下面就侧围B柱上方的成形特点进行分析。

零件在成形的初始阶段, 材料主要从3个方向进料(图6)。由于受到产品“T型”形状的影响, 材料在成形的初期就会在B柱上方表面发生材料过剩, 引起凸凹的变形, 随着成形的不断加深, 多余材料不断吸收, 最终过剩的材料不能被零件的形状完全吸收, 造成其表面产生凸凹。

此部位材料在拉伸时主要受到拉伸时内外侧压边圈的摩擦力, 成形时材料流动的挤压应力及凸模对材料径向拉应力。形状变化越急剧, 在表面聚集的材料就越多, 这是总的趋势。加大压边力虽然可以减少初期材料在表

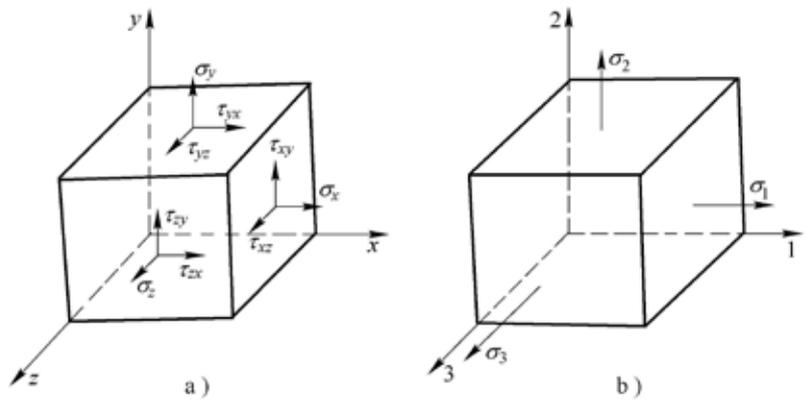


图7 侧围外板B柱A点拉伸成形材料受力示意图

面的聚集, 但是会阻碍材料的流动造成开裂。另外, 材料在3个方向进料时的不合理性和在成形过程中3个方向吸收材料的不均匀性, 也是使材料在表面聚集, 造成零件表面凸凹。当成形达到一定深度时, 受到上模形状的影响, 开始吸收在零件表面聚集的材料, 但由于不能完全吸收, 因而在最终的成形件上出现凸凹。

3.2 影响B柱表面凸凹的因素分析

围绕上图所示A点取出一个微小(正)六面体(即所谓单元体), 如图7所示, 用该单元体上三个相互垂直面上的九个应力分量来表示。根据塑性变形中的最小阻力定律, 在材料的塑性变形中, 破坏了金属的整体平衡而强制金属流动, 当金属质点有向几个方向移动的可能时, 它向阻力最小的方向移动^[1]。

通过应力应变分析, 基本找到解决问题的方向, 但对哪些成形条件进行改善, 可以达到降低压应力对材料的作用, 还需要通过分析模具的具体特点以及做工艺试验才能确定下来。从上述的分析结果, 并结合模具的构造和工艺调整参数来看, 影响压应力作用的因素, 也就是影响零件表面凸凹缺陷的因素有以下几个方面^[1]:

- ① 设备精度及上滑块的压力变化;
- ② 气垫压力的大小及压力变化;
- ③ 托杆长度一致;
- ④ 上下模具的研合率;
- ⑤ 平衡块布置的合理性;
- ⑥ 拉伸筋的布置及形状;
- ⑦ 材料的机械特性值;
- ⑧ 平衡块调整的合理性;
- ⑨ 拉伸筋的松紧程度。

4 侧围外板B柱表面缺陷整改工艺方案试验

4.1 B柱表面质量成形影响因素排查确认

(1) 先对①、②、③项影响因素进行调查确认。通过调查，设备精度良好，滑块的压力变化在规定范围内。气垫压力在理想状态（压力小凸凹量变大，压力大材料开裂），压力变化的范围很小，完全符合成形时对压力波动的要求。托杆长度符合标准要求。

(2) 再对④、⑤、⑥项影响因素进行调查确认。由于模具结构限制，平衡块位置无法变动。上下模具的研合率较好。拉延筋的布置及形状合理，研合率较好。

(3) 不同的材料特性值，对零件表面凸凹的影响较大，屈服强度大的材料，抗失稳能力强，因而零件表面凸凹量小，但屈服强度大的材料其延伸率就会降低，易造成零件开裂，通过前期的CAE分析及以往车型侧围外板成形验证，侧围外板材质性能要求材料屈服强度在148~150MPa，延伸率在45%~50%的范围内，B90车型侧围外板材质性能满足上述范围要求，故第⑦项影响因素排除。

4.2 整改工艺方案验证

通过对⑧、⑨项影响因素进行调查确认。结合应力应变分析，针对影响三个方向进料状态的主要因素进行调整，以达到理想效果。工艺方案试验方式及上线调试结果见图8。

通过以上工艺方案试验效果验证，通过调整三向进料状态，试验3及试验4取得了一定整改效果，为此着手制定了以下的详细整改方案并开始实施。

5 侧围外板B柱表面缺陷整改方案制定

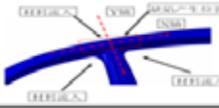
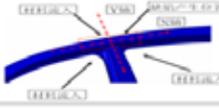
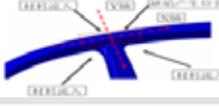
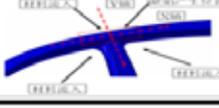
序号	试验项目	材料流动试验图	调试效果
1	研配OP10拉研模，优化着色，B柱上部拉延筋烧焊研配		效果不明显，有开裂现象
2	OP10前后门洞与B柱拐角处拉延筋烧焊研配		效果不明显
3	前后门洞与B柱拐角处凸模R角放大，凹模烧焊研配		有效果，但不明显
4	OP10上模凹模立面贴胶带做试验，减小凹模与凸模间隙		有效果，但不明显

图8 工艺方案试验方式及上线调试结果

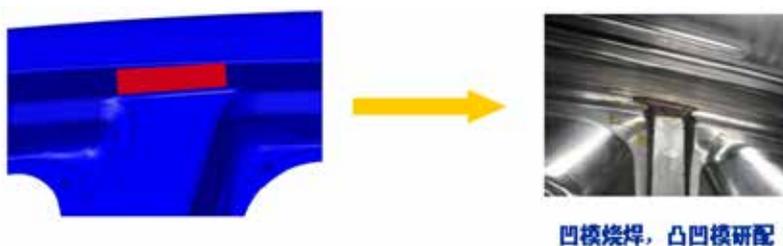


图9 B柱立面拉伸凸模立面角度减小

根据上述的影响因素，为实现制品的拉延稳定，消除产品表面缺陷，通过多轮整改，对优化和改进此缺陷显得很有效果，现从模具调整过程中总结出了以下几点整改措施。

5.1 整改措施1

在B柱内侧取一小段将其拉伸凸模里面角度减小1°，凹模相应部位也做相应更改满足配合间隙，即此处拉

延的斜壁式角度减小，减小了此处的工艺余料，从而使B柱表面的材料走的更多，如图9所示：

5.2 整改措施2

优化B柱台阶处产品形状，均衡拐角处走料速度，缓解外表面波浪，为此将B柱产品形状做了以下优化工作：

(1) 光顺下图处棱线，降低产品段差（如图10）；

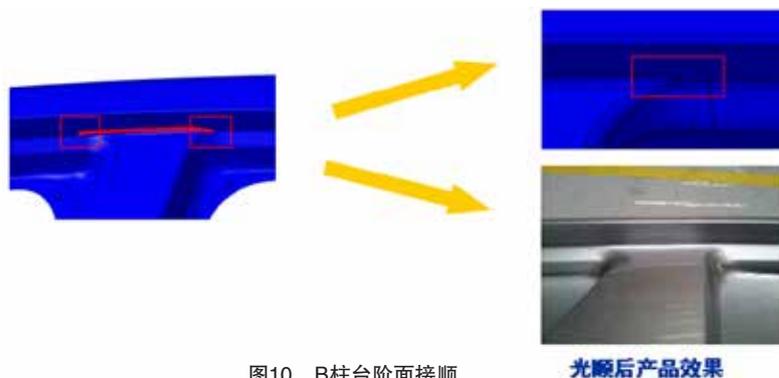


图10 B柱台阶面接顺

(2)放大下图所示凸模R角, R角放大3mm, 同时相应的凹模着色研配, 拉伸时A区域与B区域同时接触材料, 使材料成形时更加同步(如图11);

(3)将下图所示产品形状型面降低1mm, 同时相应的凹模烧焊研配

(如图12)。

5.3 整改措施3

同时调整拉研模B柱区域内外侧拉伸筋, 使3个方向的走料速度更均匀, 如图13所示:

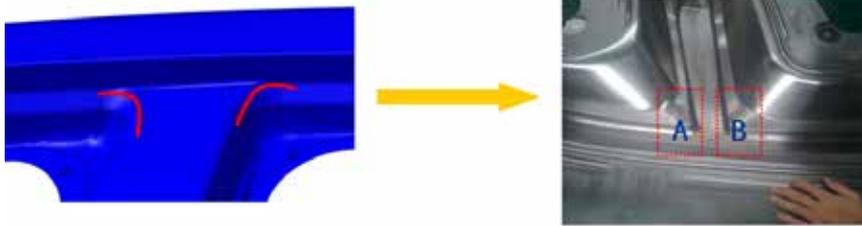


图11 B柱拐角处R角放大

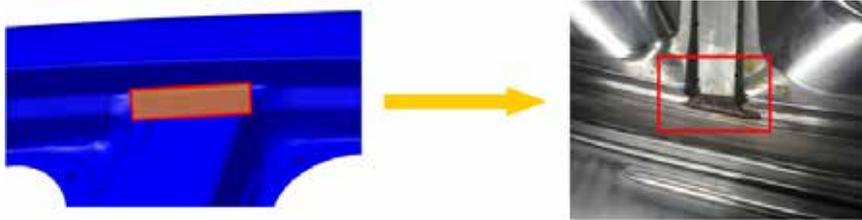


图12 B柱平面下沉调整

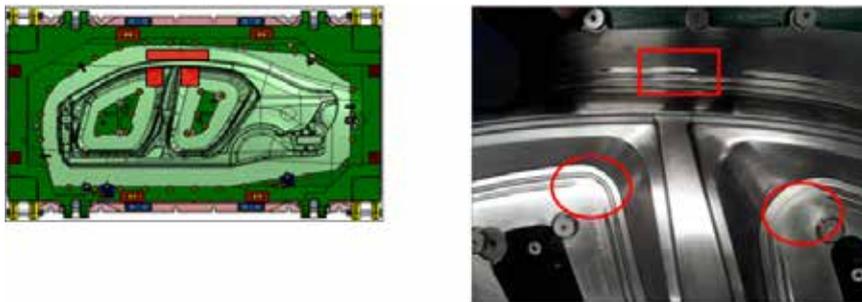


图13 B柱区域内外侧拉伸筋调整

三处拉伸筋烧焊研配, 增大拽料力

5.4 整改效果验证

在生产过程中通过对模具的调整, 凸凹量有了明显改善, 经过整车外观评价为OK。分析其原因, 一是使三向进料趋于平衡, 在成形初期产生的材料聚集程度得到改善, 有利于成形中后期多余材料的充分吸收。二是缓解零件急剧变化一侧的进料阻力, 降低内应力对表面的压缩作用, 改善材料的失稳状态。整改效果如下图所示:

6 模具调试工作体会及总结

侧围外板模具在调试过程中经常会遇见又皱又裂的现象, 这时必须仔细观察压料面的情况, 分析各种引起皱裂的原因。如果压料面有压痕, 凹模圆角半径处开裂, 说明进料困难; 如果压料面形成波纹, 则开始进料容易, 以后由于波纹的产生, 材料流动困难, 从而产生起皱开裂, 也就是说在拉伸过程中, 材料流动的难易, 都会引起外板的起皱和开裂, 那么不同的情况就要用不同的方法去解决。进料困难主要是由压料面的进料阻力太大引起的。如果压料面和凹模圆角表面粗糙度值太高, 或有反成形, 局部拉伸太大, 就要调节起点压力, 减小压边力, 适当加大凹模圆角, 降低表面粗糙度值和加大拉伸筋槽的间隙。如果局部拉伸变

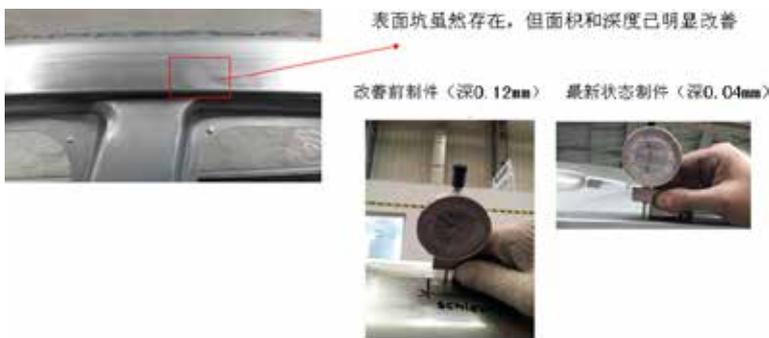


图14 整改过程中效果验证



图15 整改后最终效果验证(缺陷消除)

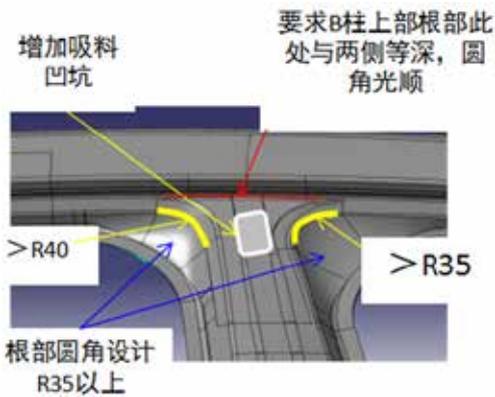


图16 B柱区域各产品参数设置

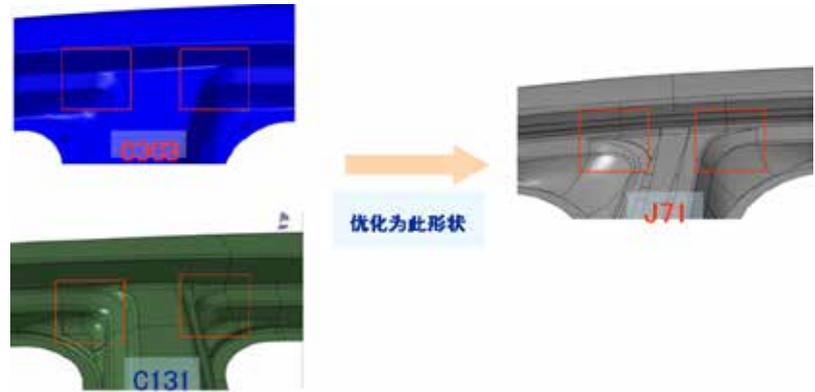


图17 B柱拐角处台阶面优化方案

形太大,有反成形,则应采取增加工艺缺口或工艺孔的方法解决。

综上所述,侧围外板B柱上部波浪可以通过上述措施实施整改优化,但也不应该一味的通过模具调整才弥补产品造型的不足所导致的工艺缺陷,为此通过对比其他车型侧围外板B柱上部表面状态及产品结构,总结出以下几点优化产品结构的建议。

6.1 经验总结1

B柱拐角处圆角过渡尽量放大,如图16所示:

6.2 经验总结2

减少B柱拐角处台阶面(如图17)。

6.3 经验总结3

提高B柱上部台阶面成形深度,控制在28mm以上,目的是使拉伸成形更充分(如图18)。

6.4 经验总结4

改变B柱上部产品形状,增加装饰条安装面,可将B柱上部型面撑直(如图19)。**T**

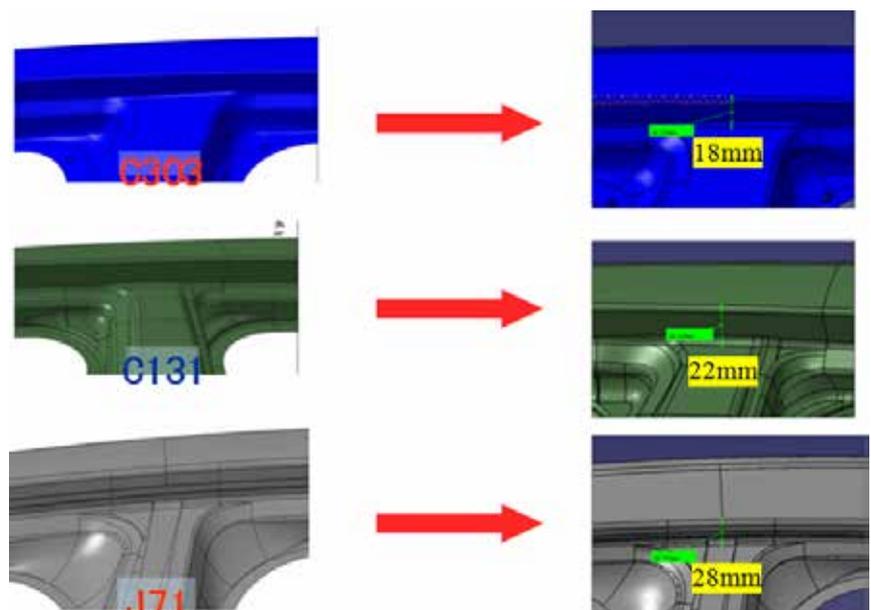


图18 B柱上部台阶面成形深度优化方案

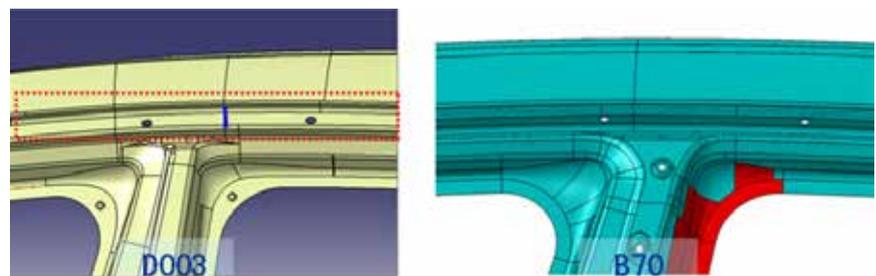


图19 B柱上部台阶面优化方案

参考文献

- [1] 郭春生. 汽车大型覆盖件模具[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002.
[2] 崔令江. 汽车覆盖件冲压成形技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.

- [3] 陈关龙. 汽车车身制造工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.

作者信息

刘勇, 工作单位: 一汽轿车股份有限公

司 技术部 冲压技术科, 职务: 冲压工艺员, 职称: 工程师, 通信地址: 吉林省长春市高新技术开发区蔚山路4888号(邮编130012), 电话: 13604303107, E-mail: liuyong_jsb@fawcar.com.cn.

基于光固化原型的快速铸造工艺研究*

邵中魁, 沈永华

浙江省机电设计研究院有限公司, 杭州, 310051

摘要: 本文开展了基于光固化原型的快速铸造工艺研究, 以零件树脂原型替代传统的蜡模进行熔模精密铸造。在初次快速铸造工艺研究过程中由于型壳开裂导致无法浇铸, 深入分析了该胀型问题产生的原因, 并提出了针对型壳胀裂问题的技术解决方案, 据此再次开展快速铸造工艺研究, 成功制得两个离心泵叶轮铸件。经测量知所制得的叶轮铸件的尺寸精度可达CT4~6级, 表面粗糙度可达Ra6.3um。

关键词: 3D打印; 熔模精密铸造; 光固化; 胀型; 叶轮

Research on the Rapid Casting Process Based on SLA Prototype

Zhongkui SHAO, Yonghua SHEN

Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering Co.,Ltd, ZJIMEE, Hangzhou, 310051

Abstract: A rapid casting process based on the SLA prototype was studied in this paper, in which the traditional wax model was replaced by the resin model as the fired mold. The first rapid casting experimental research failed due to the shell cracking, and the reason of the shell cracking was analyzed deeply, and the technical solutions were presented to solve this problem, and then the rapid casting experiment research was carried out again, finally two impeller castings were produced successfully. The dimensional accuracy of the impeller castings can reach CT4-6 level and the surface roughness can reach Ra6.3um after measurement.

Keywords: 3D printing; investment casting; SLA; shell cracking; impeller

1 引言

3D打印技术是制造业领域正在迅速发展的一项新技术, 其核心思想为增材制造^[1], 最早起源于美国。它以数字模型文件为基础, 运用粉末状金属或塑料等可粘合材料, 通过逐层打印的方式来构造物体^[2]。它无需模具, 产生极少的废料, 有效缩短了加工周期, 在非批量化生产中具有明显的成

本和效率优势^[3]。

快速铸造技术就是将3D打印技术与传统的铸造工艺相结合, 采用3D打印技术直接或间接制造铸造用消失模、模样、模板、铸型、型芯或型壳等, 然后结合传统铸造工艺, 实现金属铸件的快速制造。该技术可有效简化生产工序、缩短开发周期、降低生产成本, 应用前景广阔^[4]。

2 快速铸造工艺概况

光固化快速成型技术(SLA)是目前加工精度最高的一种3D打印技术, 其成型原理为: 采用叠层制造的原理, 计算机控制特定波长的紫外激光束对光敏树脂进行逐层扫描, 使得液态光敏树脂发生光聚合反应逐层形成固态零件截面, 如此重复直至零件原型制造完毕^[5], 如图1所示。

* 浙江省科技计划资助项目: 公益技术研究工业项目(2016C31054)

本文研究的基于光固化原型的快速铸造技术将光固化快速成型技术(SLA)与熔模精密铸造工艺相结合,其简要工艺流程为:首先将零件三维模型通过光固化成型设备直接打印成形,得到零件树脂原型,并进行清洗、去支撑、打磨、后固化等后处理工序,最后以此零件树脂原型为熔模进行熔模精密铸造,依次进行制壳、焙烧、浇铸、脱壳、铸件后处理等工序,最终制得零件金属铸件。

该基于光固化原型的快速铸造技术不仅“引进”了3D打印技术制造周期短、生产成本低、可制造任意复杂形状零件的优点,同时“继承”了熔模精密铸造工艺铸件尺寸精度高、表面质量好、几乎可成形任意金属种类等特点,正好扬长避短,在复杂形状金属铸件的单件、小批量生产方面具有广阔的应用前景。

3 初次快速铸造工艺研究

以离心泵叶轮为研究对象,基于Pro/E软件建立叶轮三维模型,并对模型进行抽壳优化设计,其中抽壳壁厚为0.8mm,图2所示为抽壳优化后的叶轮模型。

将此完成优化设计后的叶轮模型导入RPData软件完成前处理后导入激光快速成型机,在RpBuild工艺控制软件中设置好工艺参数后开始直接打印成形,得到带支撑的叶轮树脂原型,对其依次进行清洗、去支撑、打磨、后固化等后处理工序,完成后处理后的叶轮树脂原型如图3所示。

接下来以此叶轮树脂原型为熔模进行熔模精密铸造。首先在叶轮树脂原型上粘制蜡浇注系统,主要包括浇冒口、通气孔等,完成浇注系统制作后

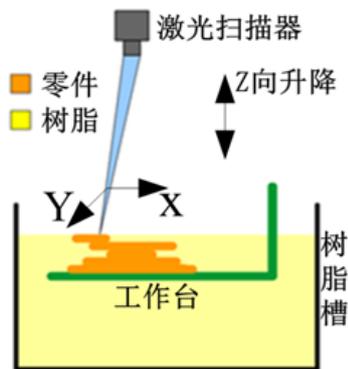


图1 光固化快速成型原理

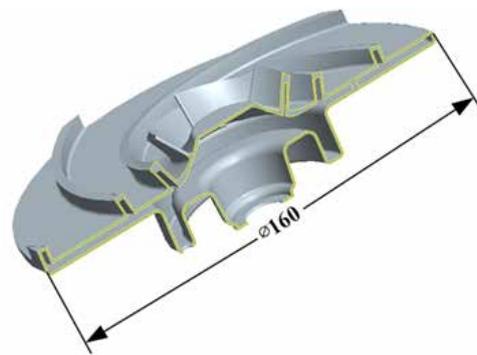


图2 抽壳后的叶轮模型剖视图



图3 后处理后的叶轮树脂原型



图4 制作蜡浇注系统

的叶轮整体模型如图4所示。

在完成浇铸系统制作的基础上进行挂浆撒砂制壳。将型壳制作完成后的内含叶轮树脂原型及蜡浇注系统的型壳整体放到高温脱蜡釜中进行脱蜡,以脱除蜡浇注系统,然后再将含叶轮树脂原型的型壳放置到高温焙烧炉里进行高温焙烧脱树脂,焙烧温度约950℃,焙烧时间持续约一小时,结果焙烧完以后型壳开裂,如图5所示,导致后续无法浇铸。初次快速铸造工艺研究至此提前结束。



图5 型壳开裂

4 胀型问题技术攻关

经分析,由于SLA所采用的光敏树脂材料的热膨胀系数较大,在高温焙烧脱树脂的过程中树脂原型的膨胀程度远远高于型壳的膨胀程度,容易胀裂紧紧包覆在树脂原型外表面的型壳,导致铸造过程失败。因此,型壳易胀裂问题便成为该基于光固化原型的快速铸造工艺所需解决的一个关键技术难题,甚至在很大程度上影响了该工艺的产业化推广应用。

经探讨,解决型壳胀裂问题共有三种思路:第一种是减小叶轮树脂原型的膨胀率;第二种是加固型壳;第三种是减小原型膨胀时对型壳产生的作用力。显然,第一种思路在此是行不通的,因为该快速铸造工艺所采用的光敏树脂材料无法改变,其膨胀系数也

就是随之无法改变,因此只能采用后面两种思路。

针对初次快速铸造工艺研究过程中出现的型壳胀裂难题,结合上述第二、第三种解决思路,提出技术解决方案如下:

(a) 首先对叶轮三维模型进一步抽壳优化设计,以更进一步减小叶轮树脂模型的壁厚,从而减小叶轮树脂原型膨胀时对型壳产生的作用力;

(b) 其次在叶轮模型前处理过程中对叶轮模型内部的支撑结构进行优化设计,减小内部支撑的结构强度,以使叶轮树脂原型膨胀时在型壳被胀裂之前内部支撑首先断裂,从而使树脂原型向内部中空部位塌陷,这样就可以卸去很大一部分对型壳的作用力,有效减小对型壳的作用力;

(c) 最后在型壳制作过程中尽量增加挂浆撒砂的层数,以提高型壳的强度,使其不容易胀裂。

5 再次快速铸造工艺研究

根据上述技术攻关解决方案,将离心泵叶轮模型重新优化设计,抽壳壁厚减小到0.6mm,并重新设计空心叶轮内部支撑结构,前处理后导入激光快速成型机直接打印成形,得到重新优化设计后的叶轮树脂原型。

以此叶轮树脂原型为熔模,制作蜡浇铸系统并挂浆撒砂制壳,完成制壳后如图6所示。为提高制造效率,本次浇注系统设计成一模两件的方式,可以同时浇注两个离心泵叶轮铸件。

将型壳整体放入高温焙烧炉里高温脱树脂,高温焙烧时间约为1小时。等焙烧完毕后,型壳内部树脂叶轮消失,型壳内部完全为中空结构,取出型壳观察没有发现型壳胀裂痕迹,直接往型壳内部浇注熔融金属液,冷却后的



图6 重新制作型壳



图7 冷却叶轮铸件

叶轮铸件如图7所示。

将冷却后的叶轮铸件放置到震动脱壳机上进行震动脱壳,并采用火焰切割机将金属叶轮与浇注系统分离,再将两个金属叶轮放到抛丸机中进行表面喷砂处理,以进一步清除铸件表面残留的型壳、提高铸件表面质量。最终制得的两个离心泵叶轮铸件如图8所示。



图8 离心泵叶轮金属铸件

经测量,该工艺所制得的两个离心泵叶轮铸件的尺寸精度可达CT4~6级,表面粗糙度可达Ra6.3um。

6 结论

(1) 型壳易胀裂问题是基于光固化原型的快速铸造工艺所需解决的一个关键技术难题,其原因为光敏树脂材料的热膨胀系数较大,在高温焙烧脱树脂的过程中树脂原型的膨胀程度远远高于型壳的膨胀程度。

(2) 为解决型壳胀裂难题,需对零件模型尽可能减小抽壳壁厚,并将模型内部支撑设计成利于向内部中空

部位塌陷的结构形式,最后在型壳制作过程中尽可能提高型壳的强度。

(3) 本文研究的基于光固化原型的快速铸造工艺所制得的金属铸件的尺寸精度可达CT4~6级,表面粗糙度可达Ra6.3um。7

参考文献

- [1] 王忠宏,李扬帆,张蔓茵.中国3D打印产业的现状及发展思路[J].经济纵横,2013(1):90-93.
- [2] 席骏.3D打印技术及产品简介[J].数码印刷,2014(2):27-29.
- [3] 祁鸣,张天龙.3D打印:社会化制造的新时代[J].中国科技成果,2013(11):10-12.
- [4] 张敏华.快速铸造技术的研究与发展[J].铸造技术,2009,30(2):292-294.
- [5] 张宇红,曾俊华,洪军.大型零件光固化快速成型工艺研究[J].计算机集成制造系统,2007,13(3):553-557.

作者信息

1. 作者姓名: 邵中魁, 工作单位: 浙江省机电设计研究院有限公司, 职务: 职员, 职称: 工程师, 通讯地址: 杭州市临安市青山湖街道创业街28号, 邮编: 311305, 电话: 18258165796, 传真: 0571-61132037, 电子邮箱: zkshao1988@163.com
2. 作者简介: 邵中魁(1988-),男,工程师,硕士,主要从事3D打印应用技术研究。

基于互联网的3D打印制造创新应用云服务平台

“基于互联网的3D打印制造创新应用云服务平台”项目由机械科学研究总院（简称：机械总院）牵头承担，联合山东山大华天软件、大唐融合、山东大学、潍柴动力、东方蓝天钛金等高校、企业的知名专家组建研发团队组成，团队拥有先进成形技术与装备国家重点实验室、山东大学增材制造研究中心、山东省三维CAD/CAM工程技术中心等研究机构，为项目提供全面技术支撑。本项目以山东省3D打印暨先进制造创新服务平台、山东省公共创新服务平台、3D打印暨先进制造网络化创新服务平台为依托，已投入5395万元购置3D打印相关设备48台/套、模型设计开发软件20余套，可实现SLS、SLM、SLA等工艺及金属、塑料、尼龙、复合材料、覆膜砂等材料的3D打印服务。同时，以机械总院拥有的全国增材制造标准化委员会等43个行业标委会，20余个国家行业协会和学会，为示范应用推广提供行业支撑。

本项目致力于建立3D打印公共服务标准，构建集个性化定制、协同设计、快速制造等多功能于一体的3D打印云服务平台。项目全面覆盖国家重点研发计划“增材制造与激光制造”重点专项指南中“基于互联网的3D打印制造创新应用（应用示范）”方向的各项研究内容与考核指标要求，是“互联网+”与增材制造的融合创新，亦是跨区域资源优化与协同创新新模式探索，有助于推动“互联网+”、增材制造、现代制造服务业等相关新兴行业

的发展与产业链的形成，实现技术创新与产业体系的相互支撑促进，促进传统制造业转型升级，支撑我国高端制造业发展，对落实《国家增材制造产业发展推进计划（2015-2016年）》、《中国制造2025》等精神具有重要技术支撑作用和重大的战略意义。

本项目针对3D打印行业“只见企业、不见产业”、“设备分散、利用率低”、“高端应用多、大众参与少”等发展现状以及行业关键共性技术需求，研发大众参与的3D打印创新创意设计软件，研究建立适应云平台的3D打印工艺库、素材模型库等一系列专用数据库，为3D打印行业提供系统的工艺支撑以及标准规范支持；研发建立基于SaaS模式的可信云服务平台，提供在线个性化定制、创新创意设计等20种以上相关云服务，实现初期注册用户10万人以上的用户规模，满足大众参与需求；通过云平台有效整合机械科学研究总院的10余个快速制造基地，并通过“免费接入、合作共赢”的模式，将跨区域不同单位的设备接入云平台，实现资源优化配置与高效利用，创新3D打印推广应用模式；满足区域企业如潍柴动力、东方蓝天钛金等企业在发动机缸体缸盖、航空航天钛合金紧固件结构件等领域的需求，提升企业自主创新能力；将3D打印与互联网技术有机融合，实现产品设计众创、资源共享，推动3D打印产业化应用；开发相关数据库5-8个，提供在线定制、创意设计、订单交易等20余种云服务；

支持1万人以上同时在线，用户注册10万人以上，形成500个以上应用案例；申请专利、软件著作权10-15项，发表文章15-20篇，制定标准、规范3-5项；培训人员2000人次以上，创建网络协同应用示范基地6-10个。

本项目主要由建模与软件技术研究、数据库与网络集中监控、可信云服务、平台示范推广组成，其中软件为平台的基础，基于软件才能实现所有用户的个性化定制产品。通过云平台整合资源，实现对平台的高效示范推广。同时，本平台集线上轻量化设计软件、线下设备集中管控于一体，通过搭建云平台，实现应用示范，按“软件-设备-控制-服务”的内在逻辑关系，开展基于Web的三维轻量化建模与3D打印创新创意软件技术研究、面向3D打印终端的网络服务与集中管控技术研究、基于SaaS模式的3D打印可信云服务技术研究和基于互联网的3D打印制造创新应用云服务平台应用示范四个方面的研究工作。并依据平台建设过程解决4个关键技术，第一，研究基于点云和网格数据的造型技术、基于细分曲面的造型技术和模型精确整体变形技术，全面支持基于Web的三维轻量化建模及CAD云计算；第二，研究3D打印终端集中控制管理、智能排产、生产监控及远程在线服务等技术，实现线上线下协同制造；第三，研究平台云服务自动部署技术，通过运行参数自动获取、自动配置，实现服务功能自动部署、3D打印终端智能加入；第四，研究可信计算技术，建立

（下转08页）

* 国家重点研发计划项目（项目编号：2016YFB1101800）

天然气储运与应用装备关键技术及产业化

随着雾霾的逐渐严重，天然气需求量日益增加，而目前天然气储运装备行业还广泛使用运量较小的拖车运输，造成运营成本上极大的浪费，也是对空气的严重污染，所以在天然气储运装备改革势在必行的紧要关头，我公司省级技术中心和工程中心的雄厚实力独立研发出集天然气储存、运输、加气、改装等全产业链上下游重点工程，深入解决了天然气产业链各方面的困难与问题为天然气行业的改革做出了卓越的贡献。

天然气运输车的制造技术在以前，一直被美、德等发达国家垄断，我国天然气储运装备长期依赖进口，2011年，我公司自主创新研发大直径无缝气瓶旋压技术，打破了美国的技术垄断，并成功突破，随后我公司又成功研制出711大容积气瓶，先后研发出HDS9403GDY、HDS9404GDY、



HDS9405GDY、HDS9407GDY、HDS9408GDY、HDS9409GDY等多款适用于各个路况及环境下的车型，领跑中国天然气储运装备领域。随后我公司积极调研市场需求，研发撬装式管束式加气装置、CNG移动能源车、3000Nm³/h天然气加气子站等多款新型装备，实现天然气储运装备的再次集成创新，同时发展上下游产业，成功研发柴油-天然气新动力混合燃料改装技术，国内技术水平领先的天然气供应装备。

国内技术水平领先的天然气供应装备。

本项目技术的研发突破，将大大提高天然气储运装备的安全性能，逐步减少国家天然气能源运输行业事故的发生。同时，

技术的先进性使产品制造成本越来越低，低成本的优势将增强国产天然气储运装备的竞争力，为国内天然气储运产品进口替代、产业国产化以及打入国际市场等事业奠基。随着国家大力推广天然气作为清洁能源，代替传统高排放高污染能源的步伐逐步加快，国内天然气消费终端的加气需求也呈井喷式增长，由于管道网络铺设周期长、投资巨大，在短期内不能迅速布局延伸至各个天然气需求点。因此，在管网铺设的建设周期内，天然气“非管网”供应装备，将在能源供应过程中起到良好的过渡作用，对天然气供应产业将带来革命性的贡献。T

主要完成单位：新兴能源装备股份有限公司

主要完成人：汪宇，武常生，赵子建，胡顺利，崔闻天，陈英嘉，杨利芬，李桂苓，陈宝健，李亮亮



关于2017年度“中国机械工业科学技术奖”和 “机械制造工艺科技成果奖” 申报、推荐工作的通知

各会员单位及有关单位：

“中国机械工业科学技术奖”是全国性的机械工业综合性科技奖项，是机械工业领域最高的行业科学技术奖，奖励范围为机械工业领域的基础理论、发明创造和为提高生产力水平而进行的研究、开发、试验和推广应用所产生的具有实用价值的科技成果。该奖是目前国内在机械行业中唯一由国家批准的奖项，也是机械工业申报国家科学技术奖的主要渠道，从2001年设立以来，每年度都评出批量的获奖项目，并推出不少项目获得了国家科学技术奖，对机械工业的科技进步和新产品、新技术的推广应用起到了重大的推动作用。

根据中国机械工业联合会工作安排，我会结合《中国机械工业科学技术奖》的申报、推荐工作，归口受理全国机电行业机械制造工艺技术及装备领域优秀成果项目。对收到的工艺成果项目，我会组织专家评审，对其中优秀的项目授予“机械制造工艺科技成果奖”，颁发证书予以表彰，并向中国机械工业科学技术奖励办公室推荐。2016年经我会推荐的优秀成果项目，有1项荣获中国机械工业科学技术奖特等奖，1项荣获中国机械工业科学技术奖一等奖，3项荣获中国机械工业科学技术奖二等奖，7项荣获中国机械工业科学技术奖三等奖。

依据中国机械工业科学技术奖励办公室通知，2017年度中国机械工业科学技术奖继续采用网络推荐、申报项目的方式（网址：<http://www.cmiao.com.cn>），我会“机械制造工艺科技成果奖”利用同一平台同时申报，现将有关2017年度申报推荐工作事项通知如下：

一、申报（推荐）范围

1. 机械制造工艺（含新材料应用）技术及装备的发明成果；
2. 机械制造工艺（含新材料应用）技术及装备的应用开发成果；
3. 机械制造工艺（含新材料应用）技术及装备的转化推广应用成果；
4. 节能减排、绿色制造方向的新技术、新工艺、新装备

研发及推广应用成果；

5. 工艺工作在完成技术引进消化吸收、重大及新产品开发与生产技术准备、计算机应用与工艺信息化、工艺标准、工艺检测、节能降耗减排、技术改造、质量工艺攻关、工艺定额及节能节材、安全环保以及工艺管理技术等方面取得的重要工艺工作成果。

6. 申报中国机械工业科学技术奖的项目必须是整体技术应用一年以上（2015年12月31日前）。

二、网上申报

申报单位首先在中国机械工业科学技术奖网站（<http://www.cmiao.com.cn>）登陆项目申报系统从“申报单位登陆”入口进行注册，用注册的用户名和密码登陆，推荐单位选取中国机械制造工艺协会，填写基本信息后再按照申报单位操作流程进行网上填报，邮寄的纸质材料应与填报内容一致，《中国机械工业科学技术奖推荐书》请在申报系统中生成PDF文件下载后打印，内容应与电子版推荐书内容完全一致，否则形式审查将不通过。

三、申报（推荐）材料

机械制造工艺科技成果报送材料与网上填报内容一致，具体如下：

1. 《中国机械工业科学技术奖推荐书》；
2. 提供近三年内有关科技成果鉴定证书、验收报告或评估报告、科技成果研究报告、专利证书及成果应用的有关证明、科技成果查新报告（拟申报中国机械工业科学技术一等奖的项目必需提供）；国家或省部级计划立项的项目，应提交计划下达单位对整体项目的验收报告（复印件）；没有鉴定证书、科技成果查新报告的也可以申报；
3. 已获经济效益证明（有财务公章的证明），用户使用或社会效益证明；
4. 其他能支持项目科技创新和完成人贡献的相关证明（非必需提供）；

（下转42页）

关于收取2017年度会员会费的通知

各会员单位：

根据第四届会员代表大会通过的《中国机械制造工艺协会章程》、第五届会员代表大会通过的《中国机械制造工艺协会会费交纳标准》和秘书处工作安排，自通知下发之日起开始收取2017年度会员会费和补收以往年度会员会费，现将有关事项通知如下：

一、会费收取标准

一般企业会员：1000元/年；

理事单位：2000元/年；

常务理事单位：3000元/年；

副理事长单位：5000元/年；

理事长单位：6000元/年；

社团及事业单位按照上述企业会员会费各档标准的80%执行。

二、会费交纳时间

2017年7月15日之前。

三、会费交纳办法

缴纳会费按银行汇款方式或邮政汇款方式均可。

缴纳会费，汇款时请注明“会费”字样，补缴以往年度会费请注明所缴纳会费年度，汇款后请将汇款单位名称、经

(上接41页)

5. 推荐书及其他材料一式四份，科技成果研究报告一式四份，并按上述顺序排列装订成册(单双面不限)，纸张规格A4，竖向左侧装订，《推荐书》为首页不要另加封面，其中两套完整材料必须是原件(封面顶部右上角标注“原件”字样)；

6. 申报单位需按要求将上述材料录入计算机光盘一张；同时交2张能体现项目内容的彩色照片，尺寸10×14cm，清晰度300万像素以上，并在照片背面用铅笔注明项目名称；附件中“项目简介”一栏的内容用于网上、报纸公开宣传，保密责任自负，字数控制在800~1000个汉字；

7. “推荐单位意见”页，请申报单位填写推荐意见同时加盖申报单位公章后扫描作为电子版附件上传。

四、评审与推荐

我会对各有关单位申报的工艺科技成果，将组织专家评审，首先评选出中国机械制造工艺协会的机械制造工艺科技成果，并在中国机械制造工艺年会上进行大会表彰。对其中的

办人姓名、工作部门、联系电话等信息通知协会秘书处。

我会秘书处收到会费后，将及时开具社会团体会费收据并挂号邮寄给汇款单位，敬请注意查收。

户名：中国机械制造工艺协会

开户银行：中国工商银行北京礼士路支行

帐号：0200003609014456387

通讯地址：北京市海淀区首体南路2号1213室

邮编：100044

电话：010-88301012 传真：010-88301523

联系人：李香菊 郭志丽 战丽

四、其他事项

1. 请接到通知后按会费标准和规定时间交纳会费。

2. 对于未能按时交纳会费的单位，将取消当年参与我会组织的机械制造工艺科技成果奖、机械制造工艺师奖等评选活动的资格。

感谢各会员单位对我会各项工作的关心和支持。如有对我会工作的希望和要求，以及对我会活动的意见和建议，请随时与我们联系，我们将努力提供相关服务。

中国机械制造工艺协会

2016年12月13日

优秀成果，负责向中国机械工业科学技术奖励办公室推荐。

五、表格及填写说明下载

《中国机械工业科学技术奖奖励办法》、《中国机械工业科学技术奖推荐书》等有关申报要求与推荐书填写说明等，可从“中国机械制造工艺协会网站”查询下载，网址 www.cammt.org.cn。

六、申报截止日期：2017年3月20日

七、申报资料及附件邮寄地址

单位：中国机械制造工艺协会

联系人：宋文清 杨娟 战丽

地址：北京市海淀区首体南路2号1209室(邮编：100044)

电话/传真：010-88301523

网址：www.cammt.org.cn

电子邮箱：cammt_jsb@163.com

中国机械制造工艺协会

2017年1月5日