

造成贴合不严出现冒鱼泡现象，问题出现初期跟换胀杆问题也得不到解决，每天至少出现4-6件，极大的影响生产效率。

(2) A厂家铜套加工工艺为拉伸形成，加之硬度相对B厂家铜套软，在挤压时容易产生铜屑粘附在胀杆圆头上，积累过多形成积瘤，造成铜套小头内表面划伤。

根据现场采集到的数据显示，采用A厂家铜套，小头被过度拉伸，而采用B厂家铜套没有该现象，并且对机床压头的垂直度、夹具水平进行检测，精度均满足要求。

排除机床、操作方面的原因，主要由于铜套材质软硬程度的不同，造成A厂家铜套小头冒泡现象，说明问题只能出在胀杆，根据A厂家铜套受力后伸长过多，说明铜套小头受挤压变形严重，于是对三阶胀杆进行优化，磨掉中间档，从而减少铜套受挤压变形量，如图10为改善前后分别压装1400孔的对比。

自优化后跟踪至8月底，未出现A厂家铜套试漏小头冒泡现象，并且胀杆圆弧上黏铜屑的现象也得到极大的改善。

#### 4.3 铜套外观质量不合格失效模式分析

本文只分析铜套在生产过程中产生磕碰伤、压伤以及表面粘附铜屑、铁末等外观质量不合格情况，铜套采购件本身的外观质量不合格不做分析研究。

##### 4.3.1 胀杆放置时砸伤

胀杆人工放入铜套小头内孔时，需要操作者对准油嘴孔中心，离油嘴孔小头平面一段距离，通过胀杆自重而落入小头孔内，有时存在对心不准，落入孔内时出现偏移，造成铜套小头

平面砸伤，如图11所示。

为避免胀杆砸伤铜套小头表面，制作制作胀杆导向辅具，如图12所示。

该辅具有以下几个优点：

优化铜套放置动作，缩短铜套预装时间，以前放完铜套后先采用尼龙



图10 胀杆改善前及改善后对比



图12 胀杆导向辅具

##### 4.3.2 压头端部倒角不合理

由于铜套内孔小头平面内倒角为R0.5(+0.3/0)，压装机压头端面边缘处倒角C0.2，因此，在压头压装时，造成铜套内孔倒角处出现一圈压痕，导致小头平面压伤。

为防止压痕出现，必须确保压头端部处的倒角大于铜套内孔处内倒角尺寸，对压头端部倒角进行倒圆角处理，由C0.2修磨为R0.8，可以防止压头外边缘压伤铜套小头平面内倒角。

压杆预压铜套，在放置胀杆，现在改为边预压边从压杆中心放入胀杆，效率提升一倍。

(2) 胀杆从预压杆中间孔滑入，中间孔径比铜套小头孔径小0.4mm，胀杆可以顺畅的落入铜套油嘴孔小头孔中，而不会砸伤铜套小头内表面。



图11 胀杆导向辅具

##### 4.3.3 铜套内孔表面粘附铜末或铁屑

由于压杆压装过程中，压杆端面直接与铜套小头内表面接触，从而压贴铜套，保证压装深度在106.6(+0.3/0)范围内，但是每一档的尺寸由于缸盖加工尺寸以及定位等多方面的影响，Z向实际压装深度存在波动，在公差范围内，存在有的压深，有的压浅，由于压杆的硬度远大于铜套，压装时间长以后，压杆端面会出现黏铜现象，如果不及时清理，下次压装时，铁屑会被挤压到铜套表面上，造成表面凹坑等。

针对该问题，及时制定作业规范，要求操作者在每班保养时先用气枪对压头中间的导向孔进行吹气清理，去除内孔中的杂质，并对压头端面采用无纺布进行擦拭，确保端面无杂质粘附。

## 5 结论

气缸盖铜套装配失效模式涉及

(下转42页)

## AP1000核电反应堆压力容器先进制造技术

本项目属于技术开发成果，是核动力工程技术中的核能发电工程学科。该项目与国家“十三五”规划和《中国制造2025》计划一致，也是中国核电产业发展的重要布点之一。反应堆压力容器是核电站核岛中的心脏设备，它主要用来盛装反应堆堆芯，使高温高压的冷却剂保持在一个密封的壳体内，同时起辐射屏蔽作用。反应堆压力容器在安全等级上属于I级设备，须具备极高的可靠性和安全性，以保证其在各种工况条件下均能保持安全可靠运行，不致发生容器破坏或放射性冷却剂外泄的事故。

上海电气核电设备有限公司（以下简称上核）于2008年9月，通过技术竞标获得了国核工程有限公司海阳2号AP1000反应堆压力容器的订货合同。AP1000反应堆压力容器由美国西屋公司设计，上核自主化制造。海阳核电站采用三代百万千瓦级AP1000压水堆核电技术方案，该项目是作为引进、消化和吸收AP1000核电技术的依托项目。

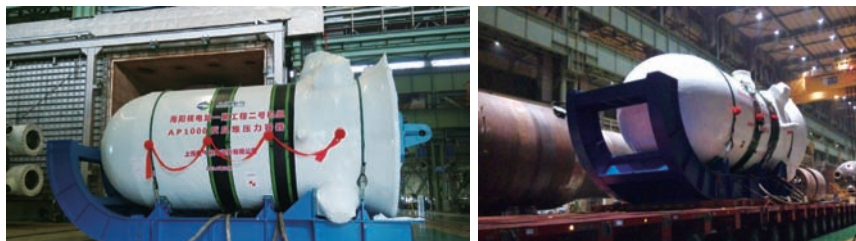
项目研制目标和考核指标：

(1) 完成三代核电反应堆压力容器关键研制课题任务，掌握关键制造技术；

(2) 建立完整的适用于三代核电反应堆压力容器制造的技术规范；

(3) 形成三代核电反应堆压力容器标准化的制造工艺流程；

(4) 完成海阳2号反应堆压力容器的设备制造。



海阳2号反应堆压力容器为上核首次承制的三代核电反应堆压力容器，上核以宁德压力容器、海南昌江压力容器的制造经验积累为基础，以先进制造装备和检验设施为依托，通过开展包括CRDM管 $\Omega$ 密封焊焊接技术、接管安全端焊缝隔离层堆焊技术、J型接头焊接变形控制技术、行程套管安装与水压试验技术、Quickloc接管装配及变形监控、CRDM管座冷装定位补偿技术、接管段筒体内壁锥面平焊工位设计技术、J型坡口机加工技术、Quickloc接管外形机加工技术、接管拐角堆焊层及层下母材超声检测、DVI接管内壁待焊面磁粉检测、接管与接管段马鞍形焊缝射线检测、不锈钢材料表面氟化物、氯化物污染物测量技术、磁性法铁素体测量、大接管装配测量技术、容器组件最终环缝总装检验技术、Quicklok接管位置度监控测量等20多项关键制造技术课题的研究、创新及应用，掌握了包括10项授权专利技术（发明专利7项，实用新型专利3项）在内的自主知识产权三代核电反应堆压力容器制造技术。结合海阳2号反应堆压力容器技术准备、材料采购、工艺评定、产品制造和检验检测，上核形成了较为完整的三代核电

反应堆压力容器的标准化制造技术，建立了与该设备制造相关的企业技术标准。该项目于2014年10月成功发运设备本体、2015年1月完成顶盖发运。

从经济效益看，2011年至2016年，包括AP1000海阳核电2#机组反应堆压力容器、桃花江核电AP1000压力容器、三门3、4号压力容器、徐大堡RPV项目以及咸宁1号压力容器在内的订单销售额15,604万元，2017年及以后的销售收入达25,927万元。仅以AP1000海阳核电2#机组反应堆压力容器为例，2014年-2016年的销售额达到6,184万元，利润为2,987万元。

AP1000核电压力容器的成功研制，培养和造就了一批高素质技术人才，提升了我国核电压力容器的制造能力，标志着具有自主知识产权的中国核电设备制造技术水平又迈上了一个新台阶，为后续三代百万千瓦级核电压力容器批量化、标准化制造奠定了基础及人才储备，相关技术也可应用于其他核电工程项目。**7**

主要完成单位：上海电气核电设备有限公司  
主要完成人：魏明、张茂龙、唐伟宝、陆冬青、唐建文、苏平、王培培、吴小奎、彭焘、张敏、罗庆、季龙华、丁一默、陆连萍、刘来魁

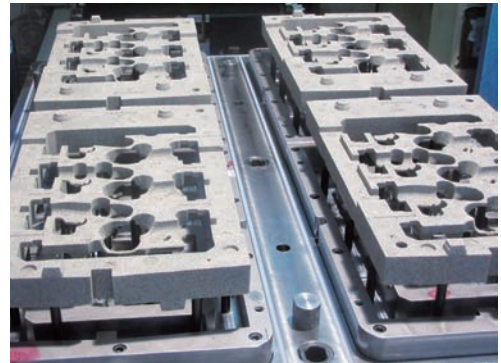
# 无砂批免修芯与高强超薄制芯 高端技术推广应用

发动机组成部分众多，其核心的部分是缸体和缸盖。缸体和缸盖的制造效率，直接制约着整台发动机的生产进度；缸体和缸盖铸件的质量，直接决定了整台发动机的品质。在客户对发动机生产周期、发动机品质等要求日益苛刻的今天，提升发动机缸体、缸盖的生产效率及其铸件品质，至关重要。

目前，国内发动机缸体和缸盖的制造，主要以砂型铸造为主导。砂型铸造用的砂芯是通过模具在射芯机上射砂形成的。

缸体、缸盖的铸造过程中普遍存在以下问题：在缸体方面，铸造所需的水套砂芯，射芯成品率低，砂芯强度低，组芯、烘烤过程容易断裂；机体水套隔层狭窄空腔（ $\leq 3\text{mm}$ ）处易烧结。在缸盖方面，铸造用的上、下主体芯，射砂过程中，跑砂严重，导致砂芯披峰厚，披峰面积大；而且砂芯结合面处错边严重，铸件内腔披峰严重，局部烧结。

由于水套芯的烧结，机体水套的堵塞，影响到铸件质量，严重时可导致铸件的报废；缸盖主体芯，由于砂芯披峰严重，需要在生产线上增加修芯



工序，不仅增加制造成本，而且影响生产效率。

针对上述问题，2014年~2015年通过与国外先进企业合作，项目组掌握了德国的无砂披免修芯与高强超薄制芯高端技术，成功解决了上述难题，实现了砂芯无砂批免修芯及超薄砂芯无烧结的目标。

无砂披免修芯与高强超薄制芯高端技术开发，一方面通过优化模具结构和加工程序，改善模具表面质量，提高模具配合精度，达到模具免抛光，实现砂芯的无披峰免修芯；省去了人工修芯工序，有效的提高了生产效率。另一方面，运用现有的生产材料，参考国外提供的工艺配方，通过制定新的工艺配方，提高型砂的流动性，优化射砂参数，提升砂芯成品率的同时，提高砂芯的强度及抗烧结能力，解决铸件狭窄片状空腔处烧结等铸造缺陷；有

效降低了制造成本，改善铸件品质。

项目攻关成果不仅解决了因模具配合间隙大，造成砂芯有大量披峰的难题；而且提升了射芯能力，提高了砂芯成品率，还解决了超薄砂芯强低、易烧结的难题。随着模具免抛光技术的日趋成熟，将有越来越多的企业实现模具免抛光；工艺配方的合理选用，可让各铸造单位的射芯能力得到显著提升。先进的工艺配方用在优秀的模具上，两者的结合，为了各铸造单位全面实现砂芯的无砂披免修芯，及高强度超薄砂芯的制造和浇注，提供了可靠保障，提升公司在同行业中的竞争地位。T

主要完成单位：广西玉柴机器股份有限公司  
主要完成人：江诚亮、吕登红、陈金源、张俊、王浩、许振冲、范进钱、杨基、马国胜、廉振文、傅显珍、周梁坚、谢永泽

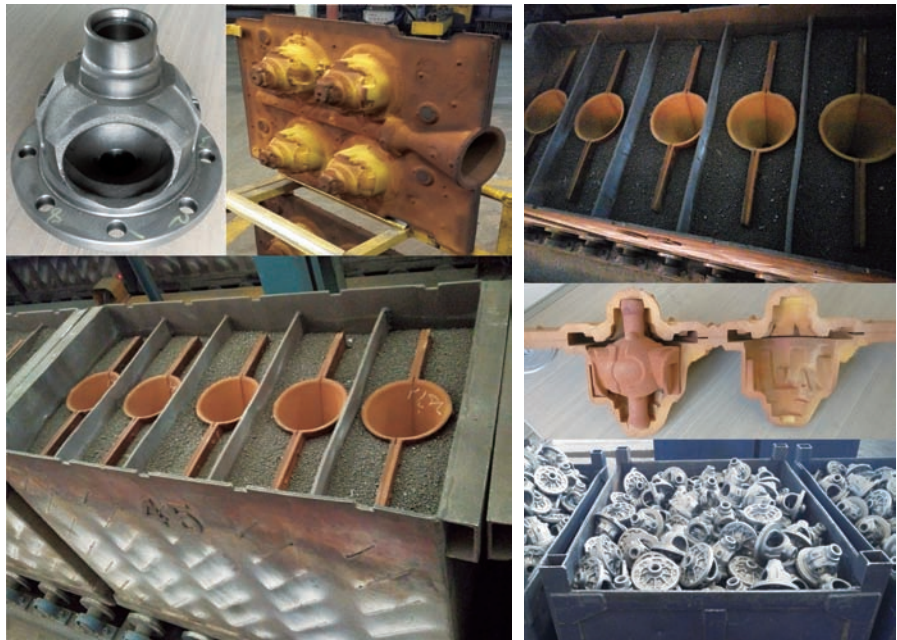
# 壳型填丸工艺生产汽车差速器壳体的生产技术开发

## 技术领域与主要内容:

差速器是汽车驱动桥总成中的主要功能部件,在用户使用的过程中,如果差速器出现任何故障,都会影响整车的正常安全行驶。汽车差速器的常见故障中,差速器壳体易出现早期失效断裂,影响用户使用。失效断裂的原因多是因材质或内部缺陷造成,通过对多种差速器壳体生产方式及铸造公司实际状况进行了对比分析,认为铸造公司的壳型填丸工艺及熔模工艺对减少差速器壳体的内部缺陷有明显优势。而壳型填丸工艺在生产效率、人工成本、工艺成本、铸造工艺性等各方面均优于熔模工艺,因此特铸厂提出开发壳型填丸工艺生产差速器壳体的生产技术代替现生产的熔模工艺。

## 技术经济指标与技术进步情况:

一汽铸造有限公司2014年1月开始壳型填丸工艺生产差速器壳体的生产技术属于国内首创;通过计算机模拟采用无冒口工艺来降低缩松、缩孔倾向,调试过程中根据铸件解剖结果调整模拟参数确定适用于壳型填丸工艺的模拟方法,再次模拟优化降低铸件缩松废品,工艺出品率达到70%以上。砂芯与壳型之间的配合间隙为零



的工艺及热壳下芯工艺亦属于国内首创。与熔模生产相比,综合成本降低10%以上,产品质量稳定达到大众产品的技术要求,产品达到国际同类产品水平,实现替代进口,目前已经批量生产。市场反馈极其良好,得到用户好评,快速提升了产品的市场占有率,提升了铸造的形象。2014年已经生产5万余件,废品率稳定达到5%以下。已经达到项目验收要求。

## 应用推广情况:

通过本项目的开发,铸造公司利用该技术生产的大众轴瓦联体、一汽

GA空心曲轴及4GB空心曲轴等铸件均一次获得成功。整体提高了铸造公司的铸造技术水平。对于提高一汽集团产品质量和竞争力,扩大一汽集团产品的市场占有率,降低车重节能减排,提升了我国的汽车设计制造水平。7

主要完成单位:中国第一汽车集团公司铸造有限公司(特种铸造厂)

主要完成人:王建东、王成刚、孙光波、侯骏、边庆月、刘景锋、马林、翟丽勇

# 关于组织召开2018年 全国机电企业工艺年会的通知 (第一号)

各会员单位、有关单位：

为学习贯彻党的十九大会议精神，深入贯彻落实“中国制造2025”，遵循行业“十三五”的发展纲要，深入推进稳增长、调结构、促转型、补短板、提品质、增效益，加强机电行业企业交流，更好适应机械行业新常态，促进装备制造业与战略性新兴产业发展。我会拟定于2018年10月举办“全国机电企业工艺年会”并组织工艺征文活动。现将会议和征文活动有关事项通知如下：

## 一、2018年工艺年会主要内容

1. 行业报告——邀请有关部委与行业领导、专家作专题技术报告。
2. 经验交流——组织企业工艺创新经验交流，总结交流典型企业工艺改革创新工作经验。
3. 成果展示——先进制造工艺与装备展览会。
4. 现场考察——参观知名机械装备工业企业制造工艺创新成果现场。

## 二、组织“工艺征文”活动

出版会议论文集，并推荐优秀论文在《金属加工》、《制造技术与机床》、《机械制造工艺》等刊物上发表，征文截止日期2018年6月15日。论文要求如下：

1. 征文内容：(1) 铸造、锻造、焊接、热处理、表面处理、切削加工等工艺技术创新；(2) 工艺设计、工艺管理与技术改造；(3) 工艺管理；(4) 安全可靠性与检测；(5) 数控加工及工装夹具；(6) 新工艺、新技术、新装备与新材料应用；(7) 虚拟仿真及工艺装备应用；(8) 增材制造与快速制造；(9) 轻量化设计与轻量化材料成形；(10) 智能制造与数字化车间；(11) 激光焊接与异种连接；(12) 绿色制造技术

与装备。

2. 应征文稿，应属于尚未公开发表。采用的事例、数据属实。请第一作者签署发表论文声明，发表论文声明模板见附件2。

3. 应征文稿以附件形式将论文电子版，发给会务组联系人。

4. 论文篇幅：3000—7000字，论文须包含200字左右的中、英文摘要及3—8个关键词。论文格式要求详情见“年会论文模板”——可从中国机械制造工艺协会网站(www.cammt.org.cn)下载。

## 三、举办先进制造工艺与装备展览会

以实物或模型图片、资料等形式，展示贵单位在先进制造工艺技术、加工设备、工装辅具、新型工艺材料、软件、检测技术与装备、安全环保、质量攻关与技术改造等工作中的创新成果。请有意参加展会的单位于2018年6月31日前与会务组联系布展。

## 四、联系方式

联系人：郭志丽 杨娟

电话：010-68595027, 88301523

传真：010-68517418

邮箱：cammt\_bjb@163.com

会议的具体召开时间、地点与报到事项等，将另行通知。

附件：1. 年会论文模板

2. 发表论文声明模板

中国机械制造工艺协会

## 关于推荐中国机械制造工艺协会 第六届理事会理事、常务理事、副理事长 候选单位的通知

各会员单位、理事单位、有关单位：

中国机械制造工艺协会第五届理事会自2014年11月换届以来，已近4年。根据《中国机械制造工艺协会章程》理事会任期每届四年的规定，2018年10月左右将进行换届。为充分做好换届准备工作，现将《中国机械制造工艺协会第六届理事会候选理事单位候选理事推荐表》（见附件）发给各单位，请各单位选派主管工艺技术的负责同志代表贵企业（单位）担任我会第六届理事会候选理事（常务理事），成为候选理事单位。

请按要求填写推荐表、签署推荐单位意见、加盖单位公章后，于2018年6月15日前邮寄或传真至中国机械制造工艺

协会秘书处，并将电子版发送至协会秘书处邮箱。协会根据各有关单位推荐的理事人选，研究推选出中国机械制造工艺协会第六届理事会理事、常务理事、副理事长候选人人选。

诚挚邀请各单位加入我会成为会员单位或理事单位，“入会申请表”可从协会网站([www.cammt.org.cn](http://www.cammt.org.cn))下载。

通讯地址：北京市西城区三里河路46号（100823）

联系电话：010-68595027 传真：010-68517418

联系人：郭志丽 邮箱：[cammt@163.com](mailto:cammt@163.com)

中国机械制造工艺协会

（上接37页）

到多方面的因数，本文仅针对现生产过程中出现的相关质量问题，从人、料、法、环四个方面进行分析排除，并采取切实可行的措施，解决了当前的质量问题，保障了生产的可顺利进行。

然而铜套压装质量在不同生产厂家生产线装配时，受机床、环境、人员以及工艺等多种因数影响，在具体解决时应根据现生产实际情况进行分析研究，针对自身的问题采取切实可行的解决措施。**7**

### 参考文献

- [1] 马慧斌, 邓贤森, 陈华等. 柴油机气缸盖喷油器铜套压装技术分析研究. 见: *Equipment Manufaturing Technology* No.6, 2010.
- [2] 陈心昭. 机械加工工艺装备设计手册. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [3] 唐春晖, 朱作君, 李海强. 气缸盖喷油器铜套装配工艺. *金属加工(冷加工)*, 2009, 17.
- [4] 高安娜, 高振旨, 陈进喜. 喷油器套压装

过程分析. *汽车实用技术*, 2013, 07.

[5] 谢奇龙, 孙秀敏. 拆卸气缸盖喷油器铜套的方法. *机械制造*, 2001, 04.

[6] 倪根林. 柴油机气缸盖喷油器铜套压装方法. *柴油机设计与制造*, 1999, 01.

### 作者信息

潘刘铭, 一汽解放汽车有限公司无锡柴油机厂, 工艺设计员、工程师, 地址: 江苏省无锡市惠山经济开发区惠景路599号, 邮编: 214174, 电话: 13400032039, 传真: 0510-68008100, 邮箱: [plm@wxdew.com](mailto:plm@wxdew.com)