



机械科学研究总院先进制造技术研究中心  
Advanced Manufacture Technology Center China Academy of Machinery Science & Technology



无模铸造  
铸造行业的革命  
助推绿色精密制造



中国机械制造工艺协会 (CAMMT) 主办

# 机械制造工艺

何光远题

MACHINERY MANUFACTURING TECHNOLOGY

2013年第1期 | 总第204期 | 2013年3月1日出版

内部资料 免费交流

中机艺协2013年迎春座谈会在北京召开 >> P05

浅析机械企业的工艺定位 >> P06

中机艺协快速原型制造技术分会理事长——卢秉恒 >> P22



大型柴油机缸体砂芯，镂空加工时间10小时  
尺寸500mm x 350mm x 80mm



大型盘体砂模加工时间11小时  
轮廓尺寸780mm x 780mm x 80mm



变速器箱体砂模，背后随型减重，加工时间8小时  
尺寸1300mm x 770mm x 140mm



分动器壳体复合砂型加工时间13小时  
整体尺寸680mm x 300mm x 200mm



排气管砂模和砂芯，加工时间12小时  
尺寸450mm x 220mm x 120mm



变速器箱体砂模加工时间70小时  
整体尺寸1300mm x 770mm x 800mm

地址：北京市海淀区学清路18号 邮编：100083 单位网址：<http://www.camtc.com.cn>  
联系人：徐先宜 刘丰 电话/传真：010-82415124 E-mail：[xuxy@camtc.com.cn](mailto:xuxy@camtc.com.cn) [liuf@camtc.com.cn](mailto:liuf@camtc.com.cn)

# 机械制造工艺

2013年3月1日出版

2013年第1期·总第204期

主办：中国机械制造工艺协会

协办：先进成形技术与装备国家重点实验室

准印证号：京内资准字1112-L0059

出版：中国机械制造工艺协会

网站：www.cammt.org.cn

www.camtc.com.cn

电话：010-82415063

传真：010-82755148

邮件：cammt\_bjb@163.com

## 《机械制造工艺》编委会

主任委员：王西峰

名誉主编：卢秉恒

副主任委员：单忠德 祝宪民 李郁华

主 编：单忠德

责任编辑：徐先宜 田 媛

## 委员（按姓氏笔画排序）

王至尧 王绍川 龙友松 史苏存 刘泽林  
李成刚 李敏贤 李维谦 朱均麟 杨 彬  
杨尔庄 谷九如 张 科 张伯明 张金明  
邵泽林 陈祖蕃 陈维璋 罗志健 周志春  
郭志强 战 丽 费书国 夏怀仁 聂玉珍  
徐先宜 蒋宝华 蔺桂枝 谭笑颖

## 中国机械制造工艺协会第四届理事会

名誉理事长：倪志福 何光远 陆燕荪

高级顾问：张伯明 郭志坚 张德邻 曾宪林

朱森第 李 冶

顾 问：刘明忠 田东强 刘 红 史建平

郭恩明 徐域栋 周清和 庞士信

依英奇 朱 鹏 刘仪舜

理 事 长：王西峰

副 理 事 长：（排名不分先后）

刘泽林 单忠德 祝宪民 李成刚

张 科 卢秉恒 费书国 陈宏志

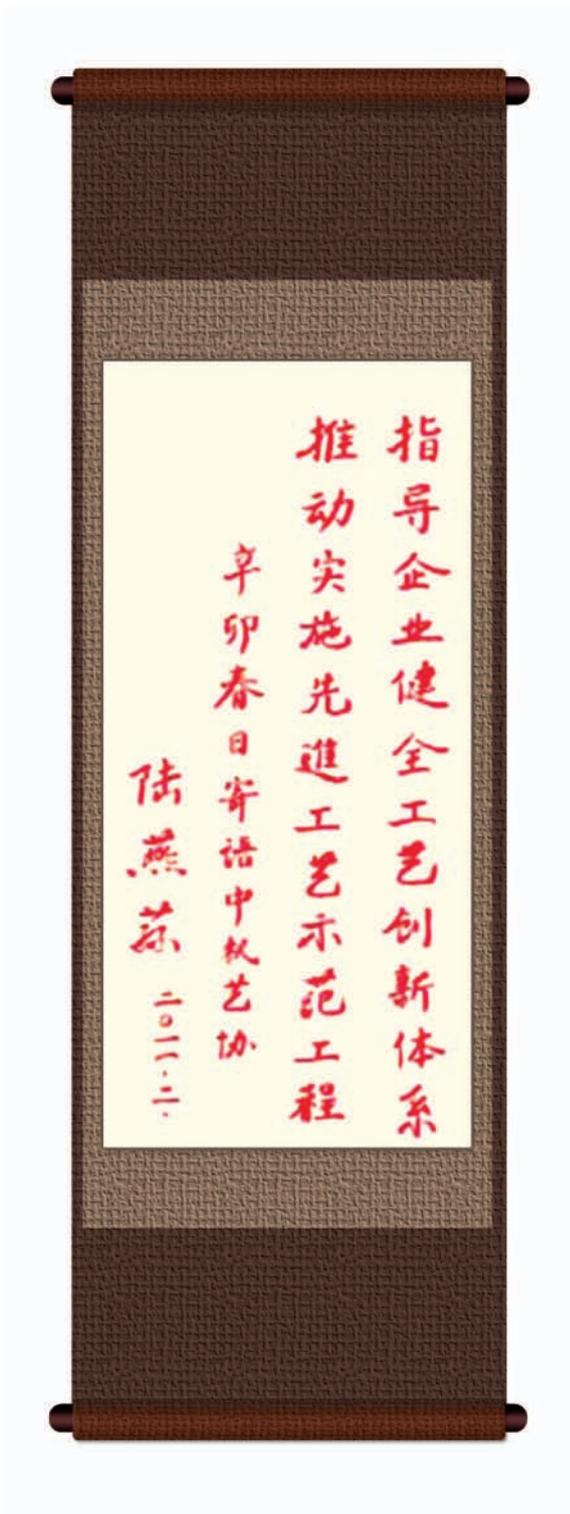
周永军 陈又专 李维谦 董春波

郭志强 史苏存 王 政 龙友松

张金明 王至尧 陈队范 梁清延

左建民

秘 书 长：战 丽



# Contents

# 目录

<b>Members News</b> .....	P03
<b>CAMMT News</b>	
CAMMT 2013 Spring Symposium Held in Beijing .....	P05
<b>Expert View</b>	
The Analysis of the Process Position in Mechanical Enterprises .....	P06
<b>Technology Achievements</b>	
Research on the Key Technology of Ultra High Strength Steel Hot Stamping .....	P09
Application of Hydroforming on Besturn Car .....	P10
<b>Technology Innovation</b>	
Research on Al-Mg Alloy Tube Girth Weld of TIG Auto Welding .....	P11
Probe into the Foundry Technics of the Spherical Bush .....	P14
Tungsten Carbide Furnace Bell Soldering and Annealing Process .....	P17
Implement Intellectual Property Rights Management System, Improve Enterprise's Core Technical Competitiveness .....	P20
<b>CAMMT Personage</b>	
The President of Rapid Prototype Manufacturing Technology Branch of CAMMT—Lu Bingheng ...	P22
<b>CAMMT Notice</b>	
Notice on Organizing 2013 Reward and Selection of the Lifetime Achievement Award, Youth Award, Excellent Craftsman for the Chinese Mechanical Manufacturing Process .....	P23
Notice on Applying for China Machinery Manufacturing Technology Achievement and China Machinery Industry Science and Technology Award in 2013 .....	P25
Notice On 2013 “YUCHAI-Cup” National Mechanical and Electrical Enterprise Process Convention .....	P27
Notice on Payment for 2013 CAMMT Membership Fees .....	P28
<b>会员传真</b> .....	P03
<b>协会动态</b>	
中机艺协2013年迎春座谈会在北京召开 .....	P05
<b>专家视点</b>	
浅析机械企业的工艺定位 .....	P06
<b>工艺成果</b>	
超高强钢热冲压成形关键技术研究 .....	P09
内高压成形工艺在奔腾轿车上的应用 .....	P10
<b>工艺创新</b>	
TIG自动焊在铝合金筒体环焊缝上的应用研究 .....	P11
球面瓦铸造工艺探讨 .....	P14
高炉料钟浸焊碳化钨及退火工艺 .....	P17
深入实施知识产权管理体系提升企业核心技术竞争力 .....	P20
<b>协会人物</b>	
中机艺协快速原型制造技术分会理事长——卢秉恒 .....	P22
<b>协会通知</b>	
关于组织2013年中国机械制造工艺终身成就奖、杰出青年奖、优秀工艺师奖评选活动的通知 .....	P23
关于2013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 .....	P25
关于组织2013年“玉柴杯”全国机电企业工艺年会与工艺征文活动的通知（第一号） .....	P27
关于收取2013年度会员会费的通知 .....	P28

## 数字化无模铸造精密成形机被评选为 2012年度中关村十大创新成果

发布时间：2013年2月25日 文章来源：机械科学研究总院先进制造技术研究中心网站



2013年1月16日，2012年度中关村十大系列评选榜单发布会在中关村展示中心举行。榜单发布会上，机械科学研究总院先进制造技术研究中心作为牵头单位的《数字化无模铸造精密成形机》被评选为“2012年度中关村十大创新成果”，项目负责人、中机艺协副理事长、

先进成形技术与装备国家重点实验室主任单忠德出席了授牌仪式。

“2012年度中关村十大创新成果评选”旨在引导中关村企业开展科技创新，提高科技成果产业化水平，促进示范区创新成果的涌现和创新能力的提升，增强中关村吸引国际高端创新

资源的影响力。

数字化无模铸造精密成形机，是一种全新的基于三维CAD模型驱动的柔性化、数字化、精密化、绿色化的铸型快速制造设备，是实现复杂零部件高质、高效、绿色制造的关键设备，通过该设备直接切削砂体得到铸造用砂型，省去了模具制造环节，从而大大缩短工艺流程，同时还提高了铸件制造

工艺的灵活性和可操作性。

此次评选，是对该项技术创新性、先进性、可靠性的充分肯定，展示了研究中心在先进制造领域的科技创新实力，同时也为数字化无模铸造精密成形机在国内的推广应用起到了积极的推动作用。（杨娟）

## 玉柴NG发动机领跑市场

发布时间：2013年2月18日 文章来源：中国工业报

为适应天然气客车日益成为国家客车燃料多元化发展重要组成部分的市场趋势，玉柴作为中国发动机行业翘楚，继续走在创新的前列，致力于打造专业天然气发动机满足市场需要。

依托玉柴强大的产品研发能力和

对于发动机事业的执着，玉柴最早于1995年就开展了气体机的研发，1998年成功批量配套，2000年大批量进入市场，形成了实验和研发的闭环支持。从而形成多项技术领先，其中单点喷射和稀薄燃烧技术，作为玉柴NG技术

的核心代表，大大优化动力性和燃油经济性。

另外，第四代电控单点燃气喷射方式控制燃气量，对空燃比控制精确度更高，从而保证良好的动力性能。同时排放能力可以达到国五，系统零部件可靠性高，维护便利。同时，大量专用零部件使用，大大提高了高温燃烧下的产品稳定性。（严曼青）

## 新能装备公司首次将高压气瓶产品用于核电项目

发布时间：2013年2月4日 文章来源：新兴重工有限公司网站

新兴重工新能装备公司承揽的核电项目氮气高压储罐项目于2013年元月份顺利交付客户使用，并受到了客户的表扬。

该项目是公司承接的第一个将气瓶产品用于核电工程的项目，为了保证按照时间节点完成任务，公司领导高度重视，总经理和技术副总亲自主持召开专题技术分析会议，研究部署解决设计研发和生产工艺技术问题，并

组织研究院经验丰富高级工程师对产品技术工艺进行会商，对厂商提出的技术要求逐条进行分析，找出与之对应的标准、规程，面对厂商提出的近乎苛刻技术要求，研发人员不等不靠，逐步完善设计图纸，改进工艺设计，功夫不负有心人，经过近两个月夜以继日的努力，终于完成了项目设计。

在生产过程中，研发人员加强过程控制，严把工艺关，跟踪项目生产的

全过程，2013年1月，做工精良的氮气高压储罐呈现在客户面前，经测试，完全达到了客户的各项技术要求，并得到了业主的肯定。

核电工程氮气高压储罐项目研发制造工作的圆满完成，为公司在核电项目的设计研发方面积累了丰富的经验，也为公司产品进入核电市场奠定了坚实的技术基础。

(杨利芬 李桂苓 李方威)

## 中国西电三种智能新产品通过鉴定

发布时间：2013年2月5日 文章来源：中国工业报

1月27日，中国西电研制的252kV GIS等3种智能化新产品通过专家鉴定。来自国家能源局、中国机械工业联合会、国家电网公司等单位的25位领导和专家参加了此次产品鉴定会。

鉴定委员会专家听取了中国西电产品研制情况汇报，审查了技术文件和型式试验报告，考察了生产现场，并抽测了产品性能。

专家一致认为：中国西电所提交的产品图样和技术文件完整、正确、统一，符合国家和企业的有关标准和规定，能够指导生产。试验项目符合相

关标准及国家电网公司《智能高压开关设备性能检测方案》和企业产品技术规范的要求，试验结果合格，报告有效。企业工艺先进、装备完备、测试手段齐全，通过“三标”体系认证，可满足生产要求。

此次通过鉴定的产品设计合理，技术先进，按照“一体化设计、一体化试验、一体化交付”的原则研制，包括电子式电流电压互感器、开关设备控制器、GIS间隔智能监测装置、局放监测系统、智能控制柜等主要智能元件。可实现在线状态监测、智能控制与测量，按照IEC61850标准与变电站主控

系统实现光纤数字化通信。全部智能电子装置随设备一次本体一体化通过了高压开关设备高电压、大电流及机械寿命的试验考核。可满足智能电网对高压设备的智能化要求。产品拥有自主知识产权，其智能一体化性能达到国际领先水平。

专家认为，产品研制中在设计、制造、试验检测等方面进行了多项技术攻关，三种新产品的研制成功使我国智能化高压电气设备制造技术向前迈进了一大步，希望中国西电在后续智能化产品技术研究和一体化研制中不断努力，多出成绩。(白妮)

## 中机艺协2013年迎春座谈会在北京召开



辞旧迎新，蛇年伊始，中机艺协于2013年1月21日上午在北京召开了2013年迎春座谈会，原机械部何光远部长、陆燕荪副部长、中国机械工业联合会赵驰副会长、李海燕副秘书长、李冬茹副秘书长及联合会其他领导出席本次会议，中国机械制造工艺协会王西峰理事长、单忠德副理事长、王至尧副理事长、刘泽林副理事长、各分支机构负责人及我会二十余位在京终身理事、常务理事出席会议，秘书处全体工作人员参加了会议。会议由单忠德副理事长主持。

会上，纺机分会段凤丽秘书长、管道制造技术分会徐秋玲秘书长、机床与工具专业委员会谭笑颖秘书长、生产与物流技术分会秦国亮副秘书长、快速原形制造技术分会赵华副秘书长以及农机专业委员会王绍川委员分别汇报了各分支机构2012年开展工作及2013年工作计划，由我会理事长、副理事长、常务理事及分支机构负责人组成的评审组对2012年中国机械制造工艺协会先进工作者候选人进行了评审，评审出了2名先进工作者。

听取了各个分支机构的工作汇

报，与会领导、专家肯定了中机艺协2012年的工作成绩，同时从不同角度，对我会的发展和未来工作表达了深切的关心，并提出了建设性的意见。

会议最后，王西峰理事长进行总结讲话，他首先对我会理事会、秘书处2012年为我会发展所付出的努力和开展的工作表示感谢，并给予肯定，结合学习贯彻“十八大”会议精神及机械制造工艺发展所面临的国内外形势与需求，对我会2013年的工作提出了三点要求：一是通过组织特色主题活动，进一步加强我会的影响力、凝聚力、生命力；二是深入调研，了解行业、企业需求，进一步明确工作重点、切入点；三是协同总会与各分支机构间、各分支机构间、总会与上级部门间、总会与会员企业间的资源，更好地起到桥梁纽带作用，为行业、企业做好服务。

中国机械制造工艺协会2013迎春座谈会取得了圆满成功。此次会议对中国机械制造工艺协会2013年工作的开展具有重要的指导作用。（陈思思）



# 浅析机械企业的工艺定位

——兼论工艺对企业转型升级与产业做强的影响

夏怀仁

原纺织部装备司教授级高工 中国机械制造工艺协会终身理事

## 作者简介

夏怀仁，1951年上海交通大学毕业分配到沈阳纺织机械厂，历任技术员、工程师、工艺科副科长。1978年调纺织部机械局工程师、装备司教授级高工，90年退休后在中国纺织总会仍负责工艺管理工作，同时在中国纺织机械器材工业协会任技术顾问，2007年卸任。工作56年，27年在企业，29年在机关社团。主要科技工作经历如下：1958-1960年，负责企业迁址扩建的机床选型，主持非标设备设计与机械化铸工车间设计；1968年主持三线对口的宜昌纺机厂的工厂设计；1975年主持行业第一条加工自动线的工艺设计；下放劳动期间，完成造型机改装，可调多轴钻床等设备的设计制图与加工操作；1983年-1986年负责仪征化纤一期工程八条涤纶短纤维生产线的安装、调试、试车交钥匙工程，处理开车后突发性机械故障；1989年编制工艺突破口验收细则，促进恢复性工艺整顿；负责针织、气流纺纱机引进技术项目的生产装备引进。

在2009年全国机电企业工艺年会上，作者发表了《机械企业制造工艺若干问题的思考》一文，提出工艺在企业中的定位，但未作进一步分析。三年多来企业转型升级、产业做大到做强，以企业为创新主体，加强转变经济增长方式的创新驱动发展，成为机械业内人士越来越关注的焦点。在这个背景下，搞清工艺在机械企业中的定位变化，也随之突显。

## 1 三位业界人士的意见引发的思考

### 1.1 “对制造工艺尚需深刻理解”

2013年1月上旬，中国纺织工业联合会会刊《纺织服装周刊》纺机专刊上，发表了《青岛宏大科技创新驶入

“快车道”》一篇访问报道，企业领导说：“实际上，我们的制造水平与国外的差距不是在缩小，而是在拉大，我们只是做了一个‘数量’上的表象，对制造工艺、产品和管理创新等，却没有深刻理解。”作为央企恒天公司下属的国有大型企业，由于技术的创新和发展，青岛宏大纺机公司这个具有90余年历史的企业拥有国家级技术中心和强大的硬件平台。主导产品之一，技术含量高的自动络筒机也是国内首家具有自主知识产权的中国制造商，企业效益好，极具竞争力。为何对制造工艺等“却没有深刻理解”，这是睿智远见的企业领导，面对创新驱动战略，面对着做大还要做强，保持了冷静思考。因为工艺在企业转型升级阶段的

定位，已经悄然变化了。

### 1.2 “企业工艺和流程的管控能力不够”

2010年5月，西门子（中国）有限公司某高管，曾在环球时报上，发表了一篇题为《中国制造业升级要靠专业化经营》的文章，文中针对中国大飞机工程中，国内配套的一个小部件可靠性失控，如采用就可能导致整个系统崩溃时，指出：“中国制造业企业工艺和流程的管控能力不够，所以它们能一次性完成产品，却难以保证有一个持续而稳定的系统”。

西门子公司本身是专业化经营的高端制造的一流企业。我们揣摩，作者指的“一个小部件”，如采用它们的，就保证整个系统顺畅运行。正如国内

一些学者所述,国内某些企业基础工艺和“数字化基础制造技术”水平不高,很少有年轻人愿意深入一线“摸爬滚打”,中小企业经营者也不大愿意倾毕生之精力去钻研某项专门的制造技术。他们认为:这是遏制我国制造业尤其是装备制造业升级的根源之一。因此不能否认:没有形成追求制造精良、工艺精湛、精益求精的社会风尚,固然是一个深刻的社会和人文的源由,但对于机械企业决策者和科技人员来说,工艺在机械企业中的定位变化在思维理念上急需理清。

### 1.3 “我们是工艺大国”

前几年我国机械工业的业界人士访问德国,由于我国经济发展迅速,产值与机电产品出口增加迅速。出访人士见到同行,总是赞誉德国是世界机械大国,但国外同行却强调自己是“工艺大国”。这是自诩,是自豪,却也是事实。由于工艺精湛,不少德国企业,产品品质世界一流,国内有的企业并购德国企业后不仅获得宝贵的产品技术,其核心技术的内涵,在很大程度上是工艺技术秘密和工艺诀窍。

根据上述,分别来自基层企业(微观)、大型公司(中观)和宏观的看法,理清工艺在机械企业中定位问题确有必要的。

## 2 企业工艺定位的变化与目标的升级

### 2.1 计划经济时期——工艺技术型

根据在1978年前在企业工艺工作27年的经历,如沈阳铁西工业区,国有企业中有一套完整的工艺运行系统。当时没有数据库,但有工艺标准与工艺装备设计的规范。我们的产品系上级统一分配,没有部件功能测试但有

仔细的装箱文件。没有柔性线,但有刚性自动线,没有数控,但有精密机床,工艺的生产现场服务重点是解决和预防成批报废和制造瓶颈,材质靠打硬度,金相组织偶有检查仅是图标对比。因此那个年代我们工艺的终结目标是“制造合格产品”。虽然我们也搞工艺试验研究,目标是为了制造难度大的攻关,攻关后符合图纸即可。综上所述,计划经济时期包括八十年代工艺突破口的恢复性整顿阶段,工艺在企业的定位属“工艺技术型”,目标是制造合格产品。

### 2.2 改革开放时期——过程技术型

这里指改革开放后期的二十多年。社会主义市场经济逐步形成,部分企业经营者,抓住机遇,引进技术,开发新产品,采购先进装备,带动工艺技术上水平。数控柔性自动化推动制造技术跨越式进步,1988年我国第一条柔性制造系统(FMS)在郑州纺织机械厂投入生产,第一批瑞士百超数控激光切割机床在纺机行业率先引进。信息技术提升了产品设计和制造水平,CAD/CAM、CAD/CAPP/CAM以及管理层面的CIMS、ERP等相继在许多企业出现,使设计到产品出厂的周期缩短,市场反应能力焕然一新。DNC直接数控,编程指令远程进入机床。热加工方面借助计算机定量评价,金相组织能测出球化物的圆度(维度)。在线测量迅速得知工序工程能力指数值(CP),“十五”后期,汽车制造的中场产业——零部件供应商中,有的CP值竟达1.7的水平,就连民营的大型摩托车零件也达到1.3以上。部分机械的重要加工制造环节,不仅是工艺方法、工艺材料、工艺操作而且包括机床、工具和流转运输的全过程具备

了统筹的整体,被视为过程技术的出现。从“九五”到“十一五”期间,一部分国内先进的机械企业产品质量、生产效率、交货期、预期成本,均达到更新的水平。这些企业的工艺定位是过程技术型,特点是工艺和流程受控,呈现制造水平的现代化端倪。工艺的目标是在ISO9000、14000的规范下制造出用户基本满意的产品。上述实现的企业虽不占多数,但为下一步的企业升级转型和创新驱动做了铺垫。

### 2.3 可预见的未来——支撑技术型

“十二五”至“十三五”期间,我国机械企业面临着转型升级和创新驱动的目标,对制造工艺的定位单靠过程技术型已捉襟见肘,而是直面迈向“支撑技术型”的转型。试从下述三个目标加以简要分析。

#### (1) 首先是支撑产品创新

国内机械企业的产品与发达国家同类产品水平相比,超越是极少数,能与之相竞争并具有相当市场份额的也不少但并不是多数,而相当多数企业有不同的差距。以上指的是主机生产企业,如果是关键高端的通用基础件、专用基础件则差距还要大些。制造业是国本,机电制造业是主体。经济转型依靠机电企业的产品创新。而企业为主体的产品创新需要研发平台,样机的关键部件多数需要应用新材料、新工艺,企业工艺人员肩负攻关重任,样件完成后,研发平台试验也需要改动许多次,没有先进工艺,不掌握新的工艺技术,延误时日,新产品早就被别人捷足先登了。设计促进工艺创新,而工艺技术又往往带动产品结构的创新,例如:新的快速成形和高端加工工艺技术,使设计原来设想的分个零件组合变成一个零件,保证了精度提

高、制造周期缩短等独特优点。接下来，样机出台后的小批试制，批量生产线的产业化，企业的工艺部门的工艺技术人员和高级技术工人的劳动和才智起决定性作用。我们不妨如此理解：工艺技术型往往着眼于关键工序或一个零件，过程技术型着眼于关键零件冷热加工全过程或一个重要功能部件，而支撑技术型则不同，“支撑”二字，从语言上理解等同于“依靠”，换句话说在产品创新水平步入新水平时，设计者需要先进工艺知识，研发平台需要工艺创新的介入，关键件的设计和短期迅速修改依靠先进工艺。产品创新批投需要一个“支撑技术型”的工艺实力。因此，有竞争实力，大踏步迈向创新之路的机电企业，它的工艺定型，应当是“支撑技术型”。

(2) 第二是支撑企业生产“精品”和孕育品牌的实力

前两年工程院院士昌绪荣获国家最高科技奖，众所周知是发动机涡轮空心叶片的铸芯材料攻关创新成果。不久作者在外地听到，了解德国航空制造的某教授，谈到斯图加特大学的真空精铸技术和慕尼黑某企业为空客制造发动机加工涡轮叶片的五坐标精密加工中心，因巴统限制我国不能进口，即便进口，刀具、夹具、特异的刀具加工轨迹编程技巧，统统保密。生产“精品”就需要高超的工艺水平和装备实力。1983年初，作者曾为“六五”国家重点工程——仪征化纤一期工程，被派去日本率团考察，当时远东最大容量的涤纶短纤生产线名牌东洋纺的装备制造技术，深有感触。其中最精密的卷曲轮磨削加工，邯鄲纺机厂的总工和技师两人，机床旁看了近一

周，加上日方技工非常友好，因而得悉了加工诀窍—生产精品的工艺技术秘密。更使人费解的是：生产线的大型不锈钢管道的高光整内壁抛光，上海二纺机厂的总工艺师和高级技工到日本岩园美军基地旁的一家小工厂，因为是中国订货因而允许观看了好几天，竟然是手工抛光，但抛头有些技术，靠的是技工的精心和技艺。难怪社科院学者2011年9月发表文章谈到日本说：

“那些在车、铣、刨、磨、数控机床操作等基础技术领域身怀绝技的中小企业被誉为“国宝”，数十年如一日，事迹被誉为“人生教科书”。

没有生产“精品”的工艺技术和工艺人才，难以打造品牌产品，尤其是国际品牌主要靠技术和科研两个要素，而前者则包括工艺技术。综上所述，工艺定位为“支撑技术”，支撑着出精品打品牌。

(3) 第三是支撑企业核心技术，向大而强、专而精转型升级

德国《星期日世界报》曾报道题为“三一重工立志成为‘德国制造’”一文中说：“德国最吸引他们的是在这里有望找到必须的技术诀窍和高素质员工”。一家专业杂志社论及三一集团时说“一个工艺技术的改进往往不战而屈人之兵”。三一重工推行“产品精细化”和“精益制造”，制造技术创新和制造“两精”在它的核心技术的份量加大，保证了三一重工的持续发展，显而易见：三一重工的工艺定位，可理解为“支撑技术”，它支撑了三一重工的核心技术，支撑着由“做大”迈向“做强”之路。

现代机电企业的核心技术是由设计技术、制造工艺技术和用户使用工

艺试验水平等三个范畴合成的。仍以本文前面提及的青岛宏大纺机公司为例。有一批高效的研发队伍，奉献精神的设计人员；在2000平方米的产品试验室，进行产品的整机、部件、电气和棉纺工艺工程试验，还能给用户进行棉纺工艺改进，该厂的技术中心拥有各种金属材料的分析仪以及工艺生产的刀、夹、模具的涂层试验；它们研制的拥有自主知识产权适应我国纺织产业结构调整的高产梳棉机，继承了该厂成熟的工艺技术。

企业拥有核心技术在创新驱动的环境下，已“做大”的大型骨干企业向“做强”升级；中小企业则从“专”到“精”的方向升级过渡。总之，企业核心技术不断提升与创新，企业的工艺定位应为“支撑技术型”是合理逻辑。

### 3 企业工艺定位向“支撑技术型”转型过程中值得关注的问题

#### 3.1 制造阶段可靠性工程技术

企业由单纯重视“数量”到“质量效率”的转型、粗放型管理向精益型转变，产品贴近用户等努力目标，单纯依靠ISO9000、14000是不够的。鉴于不少机电产品可靠性存在差距，除了提高产品设计可靠性外，制造阶段可靠性工程技术必须提到日程上来。内容包括：制造的偏差控制，包括精度一致性和材质一致性；关键部件、基础件、专用基础件等强调最佳耦件配合；关键功能部件和整机装配出厂前的模拟用户工况测试；杜绝产品早期故障，磨合期的出现；降低产品全寿命周期中用户维修费的工艺与材料技术；降噪防振安全、环保。

(下转 16 页)

## 超高强钢热冲压成形关键技术研究

本项目属于先进制造技术领域，主要适用于热冲压成形行业，具体涉及超高强钢汽车结构件热冲压成形。

超高强钢具有减轻车重和提高安全性的双重优势，在汽车行业中迅速广泛的应用，并且用量逐年大幅增加。热冲压成形技术是超高强度钢板汽车车身结构件制造的高端技术，我国尚未掌握。热冲压工艺技术、成形与淬火一体化模具设计制造、钢板表面防护及超高强钢点焊连接等热冲压成形关键技术都为国外垄断。为突破国外的技术垄断，满足国内市场对此项技术的迫切需求，开发具有自主知识产权的超高强钢热冲压成形关键技术，对提高我国自主品牌汽车制造水平、促进汽车产品节能减排和提高安全环保性能意义重大。

本项目围绕北汽福田等企业轻量化技术的需求，整合热成形技术、模具开发技术、材料技术、工程应用技术等资源，进行超高强钢热冲压成形关键技术研究，主要包括：①热冲压工艺研究：利用数值模拟和实验相结合的方法，优化加热、成形、冷却三个关键过程的工艺参数，确定最佳工艺参数，并获得成形件起皱、开裂等缺陷的解决措施；②热冲压模具设计及制造技术研究：掌握材料优选、总体结构布局、凸凹模配合尺寸优化设计、冷却管道设计计算、冷却介质密

封等成套技术，并制定标准规范；③钢板高温抗氧化保护研究：进行高温防护、润滑、脱模、导热功能于一体的热冲压新型涂料研制，研究最佳固化工艺，确定固化温度、固化时间、冷却速率等参数，研究保护涂料施工工艺，确定喷枪工作压力、流量、喷涂距离及最佳涂层厚度等工艺参数；④超高强钢连接工艺研究：系统研究热冲压超高强钢电阻点焊、激光点焊及等离子点焊接头的缺陷与控制方法，获得超高强钢点焊工艺窗口并实现稳定可靠应用。

通过项目的研发，获得技术经济指标包括：①汽车超高强度钢典型热冲压件屈服强度达到1000MPa，抗拉强度达到1500MPa以上，尺寸精度达到 $\pm 0.5\text{mm}$ 以上，且硬度分布均匀，综合性能达到国际先进水平。②热冲压钢板表面新型防护材料在950~1000℃条件下稳定保护10分钟以上，抗氧化效果大于91.5%，摩擦系数小于0.11，无毒害性。③获得超高强钢激光点焊先进复合工艺，焊接过程稳定，焊点组织成分均匀、内部无气孔缺陷、无表面塌陷等。④建成超高强钢热冲压件应用试验线(包括快速压力机、专用板料加热装置、成形与淬火一体化模具、冷却循环装置、防护涂料喷涂装置等)，生产出1~2种汽车典

型冲压件。

通过超高强钢热冲压工艺、成形与淬火一体化模具、表面防护涂料和超高强钢点焊连接技术的系统研究，开发了具有自主知识产权的热冲压成形关键技术，为改变超高强钢热冲压技术与设备完全依赖进口的局面提供了高质量、低成本的解决方案，提升了国内超高强钢热冲压技术水平，并把基础研究提升到实际生产应用的水平，为汽车轻量化提供重要技术支撑。通过热冲压成形关键技术研究，获得高质量、高性能成形件，应用于汽车零部件，推动汽车行业自主化水平，可以节约能源并提高车辆安全性能，推动节能减排，有效保护环境，产生了良好的经济和社会效益，对促进社会可持续发展和提升行业竞争力具有积极的作用，社会意义重大。

主要完成人：

单忠德、卢振洋、姜超、周昆兵、谷诤巍等

主要完成单位：

机械科学研究总院先进制造技术研究中心  
北京工业大学 北汽福田汽车股份有限公司  
联系人：姜超

联系电话：010-82415140

Email:jiangchao@139.com

联系地址(邮编)：北京市海淀区学清路  
18号310房间，100083

## 内高压成形工艺在奔腾轿车上的应用

内高压成形技术是汽车底盘、车身和动力总成各种空心变截面构件的先进制造技术。此类构件传统技术为先冲压成形多个半片再焊接，一般采用点焊，截面非封闭，碰撞安全性和疲劳性能差。内高压成形件以封闭截面取代焊接截面，具有质量轻（比冲压焊接件减轻20%~30%）、疲劳性能和强度高、整体性和刚度好等优点，对汽车减重和提高碰撞安全性具有重要意义。

欧美等国家汽车行业已经广泛采用内高压成形技术，年用量在5000万件左右，已经成为制造汽车结构件的主流技术。但是，发达国家对内高压成形装备和模具实行技术封锁和垄断，我国内高压件基本依赖进口或采用合资企业产品，价格极高，严重制约了自主品牌轿车的发展。

目前，国外已有250多条内高压成形生产线，生产零件种类十几种。大部分汽车公司都建立了内高压成形生产线，如德国大众汽车公司在Braunschweig拥有5条内高压生产线，此外宝马公司、欧宝公司、丰田公司、福特公司也都拥有自己的内高压生产线，并利用内高压成形技术开发悬架系统零件、排气系统零件、转向系统零件和车身A、B、C柱等零件。

国内现有5条可大批量生产的内高压生产线，其中除一汽轿车为自主品牌车型开发内高压成形零件以外，其他多为合资企业或为国外品牌代工。

2009年，一汽轿车股份有限公司

利用进口3500吨设备和模具，进行了自主品牌奔腾轿车副车架主管和发动机排气歧管的国产化。目前自主品牌奔腾B50副车架主管已经批量生产，自主品牌奔腾B70发动机排气歧管已经调试出合格样件，即将进行总成的台架试验。

“十二五”期间，我国内高压成形件的需求将达到每年数千万件，需内高压成形装备数十台套。大吨位内高压成形装备与工艺技术突破后，可打破发达国家对内高压成形装备和模具的技术垄断，解决限制内高压成形技术应用瓶颈问题，降低成本，促进内高压成形件在自主品牌轿车上广泛应用，提升自主品牌轿车的整车竞争力，还可用于合资汽车企业，将显著提高我国汽车行业制造技术水平。

本项目属于材料加工工程学科和先进制造技术领域，是实现汽车车体减重的主流制造技术。其成形原理：首先把管坯放到模具中，闭合模具，通过对管坯内部加压和轴向加力补料将其压入到模具型腔使其成形。对于产品轴线为曲线的零件，需要把管坯预弯成接近零件形状，然后加压成形。与传统冲压成形相比，内高压成形具有质量轻、刚度大、零件形状和尺寸剪精度高、总成零件冲压件数量和焊缝长度减少等特点。

主要科技内容包括：

(1) 组建国内主机厂首条内高压成形生产线。该生产线采用CNC弯管机、多轴数控预成形液压机和大吨位

短行程多轴数控内高压成形机，单件生产节拍为53秒，为国际先进水平。

(2) 自主品牌奔腾B50轿车前副车架主管和B70发动机排气歧管产品开发、内高压成形工艺全过程有限元仿真分析。国内首次自主完成自主品牌关键内高压成形结构件的全过程开发。

(3) 自主品牌奔腾B50轿车前副车架主管内高压成形工艺和模具现场调试及主管产品的批量生产。

奔腾B50副车架主管已批量生产10.1万件，废品率低于1.5%，累计降低成本7000多万元。B70发动机排气歧管已经调试出合格样件，批量生产后单件成本可降低47.9%。此外轿车公司开发的D021车型的后副车架，汽研开发的H平台轿车前下控制臂和A级车后扭力梁等均是内高压成形零件，目前轿车公司正在联合哈尔滨工业大学进行零件开发和批量生产模具的研制。

掌握内高压成形关键技术，可以提高一汽集团车身产品设计能力和整车竞争力。

主要完成人：谢文才 苑世剑 高长乐

刘 强 苏传义 张晓胜

主要完成单位：

一汽轿车股份有限公司 哈尔滨工业大学

联系人：刘强

联系电话：0431-85782661

Email:liuqiang\_cy@fawar.com.cn

联系地址（邮编）：长春市高新区巍山路4888号，130012

# TIG自动焊在铝合金筒体环焊缝上的应用研究

薛根奇<sup>1</sup> 马丽<sup>2</sup> 陈思远<sup>1</sup>

1. 河南平高电气股份有限公司 河南 平顶山 467001

2. 平顶山学院河南 河南平顶山 467000

**摘要:** 根据铝镁合金的焊接性能及TIG自动焊的焊接特点,通过对GIS用铝合金筒体筒节之间的对接环焊缝的TIG自动的焊接工艺试验研究,优化焊接工艺,获得最佳的焊接工艺方案及参数,对获得的焊接接头试样进行机性能试验及无损检测(射线及着色检测),检测结果表明:焊缝机械性能良好,符合NB/T47014 承压设备焊接工艺评定的要求,焊缝内外部质量及表面质量优良,符合JB/T4730 射线及着色检测I级要求,焊接工艺在生产上成功应用,焊缝射线及表面检测合格率100%。

**关键词:** TIG自动焊; 铝合金筒体; 环焊缝; 应用研究

## Research on Al-Mg Alloy Tube Girth Weld of TIG Auto Welding

XUE Genqi<sup>1</sup> MA Li<sup>2</sup> CHEN Siyuan<sup>1</sup>

1. Henan Pinggao electric Co., Ltd. Henan Pingdingshan 467001

2. Pingdingshan University Henan Pingdingshan 467000

**Abstract:** Base on welding characteristics of Al-Mg alloy and welding performance of TIG auto welding, Through the TIG automatic welding technology test of Al-Mg alloy tube girth weld for Gas-insulated metal-enclosed switchgear(GIS), Optimize the welding process, and get the best welding technology program and parameters, Test of machine performance and nondestructive testing (RT and PT) on welded joint specimens obtained, The test results show that: good weld mechanical properties, comply with the NB / T 47014 Pressure Equipment of welding procedure qualification requirements, The welds quality of internal and external comply with RT and PT I-level of JB / T 4730.2-2005 non-destructive testing of Pressure equipment, Welding process is used in production successful, the RT and PT pass rate are 100%.

## 1 引言

筒体纵缝的自动焊采用等离子焊在行业内广泛地成功应用[1][2][3], TIG自动焊在纵缝焊接上也有不少成功的应用实例,但TIG自动焊在筒体的对接环焊缝由于存在内缝衬垫问题而在生产上很少有应用,河南平高电气

有限公司GIS产品ZF27-550、ZF27-800、ZF27-1100所使用的母线筒、隔离开关筒体数量较多,其单件主筒体长度为3~6m的长筒体,采用二个或三个筒节通过对接成为一个筒体,筒节与筒节之间的对接环焊缝(B类焊缝)全部采用手工TIG焊接,劳动强度大,效率低,并且内部存在焊接缺陷的几

率大,如果探伤发现内部存在焊接缺陷,需要挖开焊缝补焊并重新进行X光探伤,返修补焊耗用时间长,浪费人力物力,并且影响生

产进度;若采用先手工TIG焊打底再手工或自动MIG焊接,生产效率比手工TIG焊有所提高,但外观成形不好,焊缝内部及表面有较多的针状气

基金项目: 河南省科技厅2011年科技发展计划项目(112102210332)

孔或疑似气孔,焊后需要手工打磨焊缝表面并对气孔重新修补,部分焊缝焊接后需要手工TIG重新熔焊一遍,劳动强度大,效率低,并且焊缝表面状态与筒体其他部位的纵缝不一致,整个筒体的外观很不协调。

## 2 试验条件及试验参数

### 2.1 试验材料及焊接材料的选择

根据生产常用材料,焊接试验选用12板5052-H112板材卷成筒体。材料的具体化成成分见表1,结合铝合金的焊接特点,5052材料的焊接选择ER5356焊丝,焊丝的化学成分见下表1。

### 2.2 焊接接头形式及试验工件尺寸

接头坡口形式:采用V形坡口(坡口角度70°,钝边1~2mm)具体坡口形式见图1。

试件工件的具体尺寸为 $\phi 824$ (外径) $\times 300$ (长度) $\times 12$ (厚度)试件具体见图2。

### 2.3 焊接工艺参数

试件焊接层次及顺序见图3,具体焊接工艺参数见表2。

## 3 试验结果

### 3.1 无损检测

对焊接试件对接环焊缝表面按JB/T 4730.5-2005要求进行PT无损检测(着色探伤),表面无缺陷,符合I级

质量要求。对接试件的焊进行RT无损检测进按JB/T 4730.2-2005要求进行RT无损检测,内部无缺陷,符合I级质量要求。

### 3.2 机械性能试验

对试件按JB/T47014进行机械性能试验,机械性能试样见图4:性能试验结果见表3、表4。

## 4 生产应用

根据确定的工艺参数及工艺方案,成功应用于ZF27-550山东牟平变、ZF27-1100筒体晋东南百万伏东扩建,筒体焊后见效果图5,焊缝射线及表面检测合格率100%。

表1 工件材料化学成分 (GB/T3090-2008、GB/T 10858-2008)

材料	化学成分									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	杂质	AL
5052	0.25	0.40	0.10	0.10	2.2-2.8	0.15-0.35	0.1	-	0.15	余量
ER5356	0.25	0.40	0.10	0.05-0.20	4.5-5.5	0.05-0.20	0.10	0.06-0.20	0.15	余量

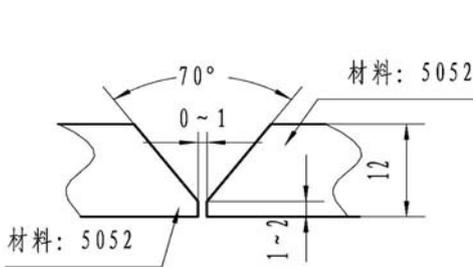


图1 坡口形式



图2 试件外形

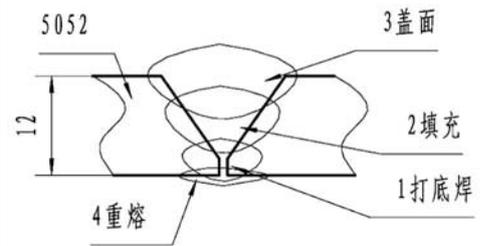


图3 焊接层次及顺序

表2 焊接工艺参数表

焊接层次	填充材料		焊接电流		电弧电压 (V)	焊接速度 (mm/min)	送丝速度 (mm/min)
	牌号		极性	电流(A)			
1	ER5356	$\phi 1.0$	交流	360~380	24~26	80~100	1550-1650
2	ER5356	$\phi 1.6$	交流	270~280	16~18	100-120	1550-1650
3	ER5356	$\phi 1.6$	交流	270~280	16~18	100-120	1550-1650
4	/	无	交	360~370	28~30	80~100	/

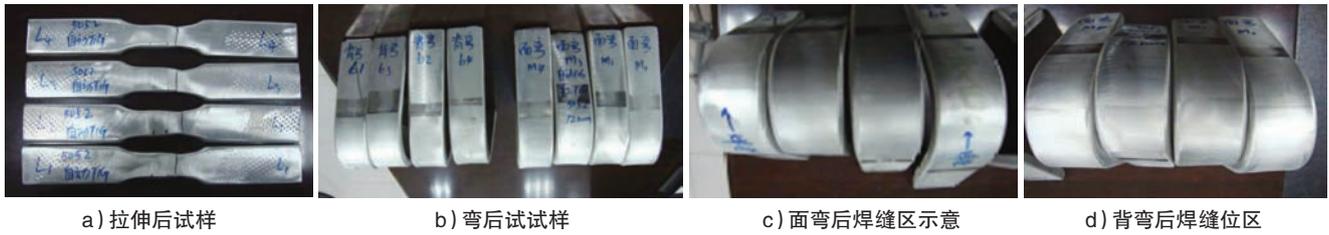


图4 机械性能试样图片

表3 拉伸试验试验结果

试样编号	宽度mm	厚度mm	截面积mm <sup>2</sup>	断裂载荷KN	抗拉强度MPa	断裂部位
L1~L4	26	12	312	59.3~60	190.1~192.3	母材

表4 弯曲试验试验结果

试样编号	试样尺寸mm	试样厚度mm	弯曲直径mm	弯曲角度(°)	试验结果
M1~M4	250×38	10	40	180	无裂纹合格
B1~B4	250×38	10	40	180	无裂纹合格



图5 TIG自动焊在上生产应用后工件图片

## 5 结论

(1) 根据JB/T 47014 承压设备焊接工艺评定的要求, 焊接接头对进行射线及表面检测, 符合JB/T 4730-2005 I级质量标准。

(2) 根据JB/T 47014 承压设备焊接工艺评定的要求, 对焊接接头进行机械性能试验, 拉伸试验试件断裂于母材, 平均抗拉强度191.2MPa, 面弯、背弯试验弯后试件棱角无裂纹, 符合JB/T 47014 承压设备焊接工艺评定对机械性能的要求。

(3) 焊接工艺在生产上成功应用, 焊缝射线及表面检测合格率100%。

### 参考文献

- [1] 薛根奇. VPPAW在铝合金焊接生产上的应用[J]. 电焊机.2006(2): 22-26.
- [2] 陈思远, 熊爱华, 陈明明, 薛根奇. 变极性等离子弧焊铝合金厚板工艺研究[J]. 材料开发与应用.2011(5): 68-70.
- [3] 张铁民, 张宏光, 魏铀泉. 变极性等离子在GIS铝壳体焊接中的应用[J]. 电焊机.2006(2): 10-14.

### 作者简介

薛根奇, 男, 1971年2月生, 汉族, 河南郑

县人、工程师、工程硕士。1993年至今一直从事焊接生产一线技术工作, 研究方向: 焊接工艺材料及设备自动化研究及应用。马丽, 女, 1968年7月生, 汉族, 河南辉县人, 副教授, 工学硕士。1993年至今一直从事计算机教学及科研工作。研究方向: 软件工程、数字图像处理。

地址: 河南省平顶山市南环东路22号, 河南平高电气股份有限公司焊接公司。

邮编: 467001

电话: 0375-3803814 13525370743

传真: 0375-3803814

电子邮件: xuegq@pinggao.com

# 球面瓦铸造工艺探讨

许晓明 潘刘良 杨琛

新兴能源装备股份有限公司, 河北省邯郸市, 056107

**摘要:** 起水冷却作用的球面瓦通水内腔大, 而出水口较小, 采用砂芯形成铸件内腔, 砂芯不易固定定位, 浇注时铁水的冲击容易将砂芯冲偏, 而且砂芯排气不利, 铸件易产生气孔, 造成废品。采用嵌铸成型冷却水管可避免上述问题, 但是工艺过程复杂, 生产成本高。本文介绍两种生产工艺, 并主要阐述解决砂芯工艺难题。

**关键词:** 球面瓦; 回转窑; 树脂砂芯工艺; 嵌铸工艺

## Probe into The Foundry Technics of The Spherical Bush

XU Xiaoming, PAN Liuliang, YANG Chen

Xinxing Energy Equipment Co. Ltd, Handan City, Hebei PR., 056107

**Abstract:** The water cooling effect of spherical corrugated water cavity, and the outlet is smaller, the sand core to form a casting cavity, sand core is not easy to be fixed position, pouring molten iron shock to the sand core punch deflection, and the sand core vent adverse, casting is easy to produce pores, causing waste. The block casting forming cooling water pipe can avoid these problems, but the process is complicated, the production cost is high. This paper introduces two kinds of production technology, and mainly expounds the core technical problems to solve.

**Keywords:** Spherical Tile Rotary Kiln Resin Sand Core Technology Block Casting Process

### 1 引言

球面瓦是球团、白灰窑设备中一个重要组成部分, 其主要作用是通过嵌在内弧的铜轴瓦支撑传动轴旋转, 同时对持续受热的铜轴瓦进行冷却降温。对铸件的要求是: 1. 铸件不加工内腔表面无粘砂, 保证冷却水流量; 2. 在0.6MPa水压试验下无渗漏现象。铸件材质为HT200, 净重267kg, 铸件结构特点内腔大, 出水口小。(见图1)

铸件采用砂型铸造, 球面向下。内腔采用砂芯形成时, 由于砂芯本身的结构, 芯头小(直径40mm), 砂芯不易固定定位, 内腔芯砂无法清理, 且砂芯

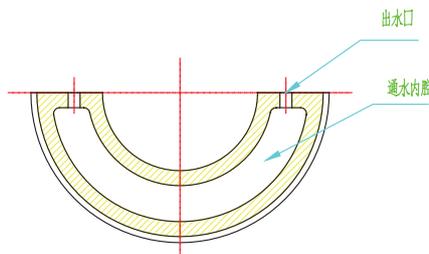


图1 球面瓦剖面图

排气困难, 容易产生夹砂、粘砂、气孔等缺陷, 所以采用嵌铸冷却水管造型工艺。

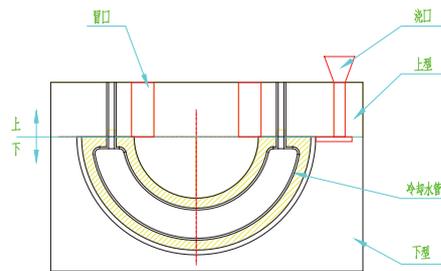


图2 冷却水管铸造工艺简图

### 2 冷却水管铸造工艺方案

(1) 造型砂采用水玻璃-CO<sub>2</sub>砂, 实模样造型。(见图2)

(2) 用钢材焊接冷却水管铸入铸件内形成内腔。冷却水管使用钢板、钢管等材料加工组焊而成(见图3), 根据铸件的技术条件, 冷却水管尺寸要求严格, 进行0.6MPa水压试验时焊缝及管身不得有渗漏现象。水管抛丸除锈, 涂刷防渗碳涂料。