

机械制造工艺

2017年5月10日出版

2017年第2期·总第221期

编印单位：中国机械制造工艺协会
发送对象：中国机械制造工艺协会会员单位
印刷单位：北京印刷学院实习工厂
印 数：2000册
出 版：中国机械制造工艺协会
网 站：www.cammt.org.cn
电 话：010-88301523
传 真：010-88301523
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
主 编：单忠德
责任编辑：田 媛 杨 娟

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五届理事会

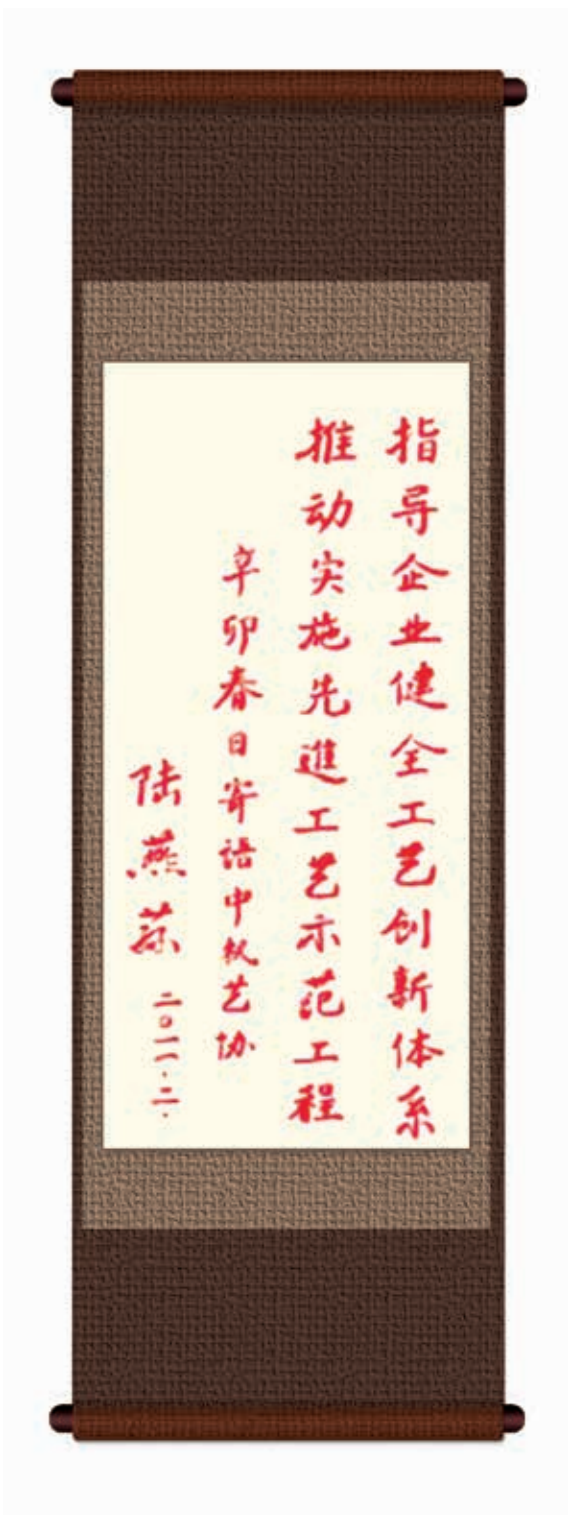
理 事 长：王西峰

常务副理事长：单忠德

副 理 事 长：（按姓氏笔画排序）

王 政 王建军 王继生 左健民
龙友松 卢秉恒 史苏存 刘泽林
李成刚 李维谦 张 科 张金明
陈宏志 苗德华 祝宪民 梁清延
董春波 曾艳丽

秘 书 长：战 丽



<u>会员传真</u>	P01
<u>行业动态</u>	
机械工业经济运行回顾与展望	P04
<u>专家视点</u>	
智能制造2025建设全景	P06
<u>工艺创新</u>	
V型系列船用柴油机复杂气缸体无模铸造工艺	P14
非调质钢40MnVS显微组织的定量金相分析方法研究	P17
白车身在线测量技术应用	P21
核岛主设备304LN与Inconel 690异种金属激光焊接工艺研究	P27
<u>优秀成果</u>	
空调压缩机柔性自动化装配生产线的研发	P32
汽车外覆盖件回弹整改方法的研究	P33
<u>协会通知</u>	
关于组织召开2017年全国机电企业工艺年会的通知（第一号）	P34
关于组织2017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、 工艺创新突出贡献奖、制造工艺巾帼创新奖评选活动的通知	P35
关于开展2017年度“百强制造工艺创新基地”评选活动的通知	P37
关于开展2017年度“优秀会员单位”评选活动的通知	P38

“无模铸造成形机”获第十八届中国专利金奖

第十八届中国专利奖颁奖大会在北京召开，我会理事长单位机械科学研究总院的“无模铸造成形机”（ZL201110127890.9）获得第十八届中国专利金奖。国家知识产权局局长申长雨为专利第一发明人我会常务副理事长单忠德副院长颁奖。

本发明专利针对汽车/船舶发动机、航天器结构件等复杂铸件有模铸造周期长、形性控制难、资源消耗大等问题，创新发明一种无模具造型的铸造方法，研制出型砂配方、刀具、软件

控制系统及无模铸造精密成形机等成套技术装备，突破了高质量铸型铸件一体化设计与快速制造等技术难题，实现了从有模翻砂造型到无模直接造型方法的跨越，在航空航天、汽车等行业获得推广应用。该发明拓展了成形制造方法，引领国际无模复合成形技术创新发展，推进铸造行业绿色发展，具有显著的经济和



社会效益。

据悉，本届专利奖共有1152项专利项目参加评选，其中20项发明、实用新型专利获得中国专利金奖。**T**

应用行业 汽车、航空航天、模具、机床、工程机械等领域

应用案例



V6 柴油机机体
516mm × 648mm × 486mm，400 小时



V6 柴油发动机缸体
3360mm × 1410mm × 1500mm，20 天



复杂云纹铜鼎
870mm × 835mm × 94mm，80 小时



液压泵壳体
485mm × 386mm × 329mm，40 小时



兰石研制的20万吨/年超大型薄壁丁二醇反应器 荣获甘肃省2016年度科技进步奖一等奖

发布时间: 2017-02-10 文章来源: 兰州兰石集团有限公司网站

2017年2月10日,省委、省政府在兰州举行2016年度甘肃省科学技术(专利)奖励大会,表彰奖励一批科技工程项目和为省科学技术及知识产权活动中作出突出贡献的单位和个人。省委书记、省人大常委会主任王三运,省委副书记、省长林铎等省上领导为获奖项目和个人颁奖。兰石研制的20万吨年超大型薄壁丁二醇(BYD)反应器荣获省科技进步奖一等奖,ZJ90/6750D直流电驱动超深井钻机荣获省科技进步奖三等奖,多缸薄板成型液压机荣获省专利奖二等奖,兰石一种移动工厂项目荣获省专利奖三等奖。

兰石研制的20万吨年超大型薄壁丁二醇(BYD)反应器为国内首次制造,其设备直径为国产最大。设备内部结构复杂,制造精度要求高,制造难度大,

符合国家提倡的节能降耗要求。

ZJ90/6750D直流电驱动超深井钻机是国内首台9000米直流电驱动超深井钻机,采用模块化设计,自动化程度高,能够满足超深井钻井对钻机的特殊需求。

多缸薄板成型液压机组自动化水平高,薄板成型精度高,节能、安全环保。该设备的研制为开发重大机电设备奠定人才基础,为我国在大型薄板成型压机的研制领域打破国外垄断,实现“中国制造”做出应有的贡献。

移动工厂相对于永久性现场制造基地来说建设成本较低,更为经济,与原来生产基地可实现资源共享、技术互补;同时具有投资小、见效快、可移动性、加工设备能重复使用的特点。该项目可以解决大型、超重、超长石化设备

在不能整体制造或分段制造无法运输至用户现场等难题,不但有效地提高了生产效率,而且解决了制造及运输成本。

省委副书记、省长林铎在会上指出,企业创新团队要加快技术创新、产品创新、管理创新、服务创新的步伐,通过科技创新提高产品质量,优化产品结构,降低生产成本,不断提高企业核心的竞争力。科研院所和高校广大科技工作者要在做好基础研究工作的同时,围绕制约甘肃省发展的瓶颈,集中力量开展科技攻关,多出对社会经济发展贡献度高的科技成果,各位创客要抓住“大众创业,万众创新”的大好机遇和扶持政策,把重心活动与社会多元化需求结合起来,与“互联网+”、众创等等新经济、新业态、新模式结合起来,把无限创意转变成社会价值。

中国西电“863”课题项目获中国电力科技进步一等奖

发布时间: 2017-03-28 文章来源: 中国西电集团公司网站

近日,中国西电旗下龙头企业西开电气首次参加的国家高技术研究发展计划(863计划)课题——“智能高压开关设备关键技术及应用”荣获中国电力科学技术进步奖一等奖。“中国电力科学技术进步奖”是中国电力领域最具影响力和权威性的奖项,获此殊荣是对该公司促进电力科学的发展、推动国家智能电网的发展的肯定。

该课题承接了建设坚强智能电网中智能高压开关设备面临的急待解决的技术瓶颈问题,是我国在变电站智能化技术和智能变电设备研制方面取得的突破,推动了整个行业的技术进步。课题历时3年完成全部研究任务,取得的各项成果对建设坚强智能电网具有重要意义。

近年来,中国西电致力于加强智

能化开关的自主研发进程,不断强化在智能化领域的系统化研究,持续深化智能化电子产品自主研发,探索出了以“一体化设计、一体化试验、一体化交付”为原则的发展之路,造就了具有自主研发能力的智能化技术队伍,在为企业赢得了良好市场的同时,为更好地推动国家智能电网建设作出了贡献。

CAP1400主给水调节阀和稳压器喷雾阀样机 通过鉴定填补国内空白达到国际先进水平

发布时间: 2017-01-23 文章来源: 上海自动化仪表股份有限公司网站

日前,上海自动化仪表股份有限公司自动化仪表七厂与上海核工程研究设计院联合研制的CAP1400主给水调节阀和CAP1400稳压器喷雾阀样机通过由中国机械工业联合会组织的专家鉴定会评审。这是公司继2012年11月研制成功国内首台核电站主给水调节阀,并在巴基斯坦恰西玛C2、C3、C4项目实现应用;2016年11月27日鉴定通过为巴基斯坦卡拉奇核电站K3项目研制的主给水调节阀成功样机后,

在核电阀门领域的又一个突破。评审专家希望:利用公司在核电领域的自身技术优势,再接再厉、努力创新、勇于担当,为我国核电事业做出积极贡献。

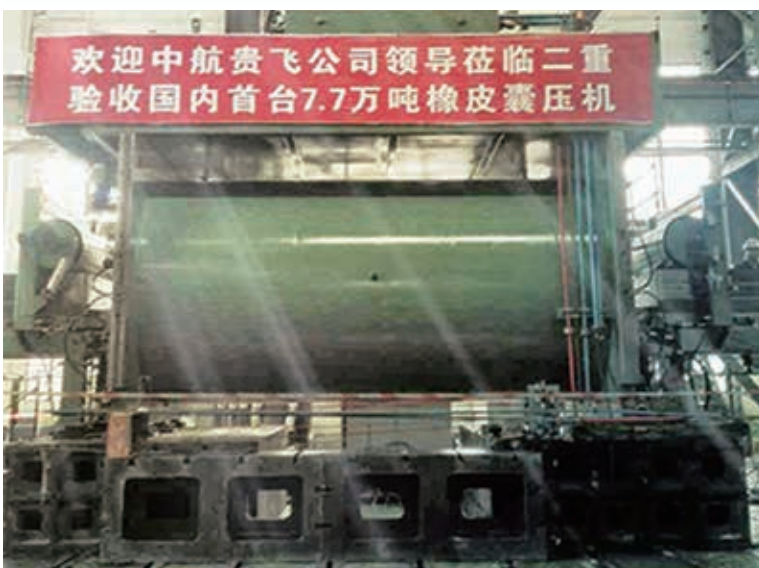
鉴定委员由来自核与辐射安全中心、国家电力投资集团公司、中国核工业集团、中国广核集团、上海交通大学、中国中原对外工程有限公司、三门核电有限公司、中电投工程有限公司等行业内知名专家组成。由中国工程院

院士叶奇蓁担任鉴定委员会主任。

专家们一致肯定“主给水调节阀”和“稳压器喷雾阀”的主要技术特点和创新点。认为:“主给水调节阀”和“稳压器喷雾阀”的研制,打破完全依赖进口的局面,实现了设备的自主化,具有自主知识产权,属国内首创,既填补了国内空白又达到国际先进水平,具有良好的社会效益和经济效益,可应用于CAP1400/CAP1000、其他核电工程和其他领域。

770MN橡皮囊液压成型机顺利完成负荷试车

发布时间: 2017-03-22 文章来源: 中国二重报



由二重联合中航贵飞、清华大学三方共同研发的国内首台达到国际先进水平的大吨位橡皮囊液压成型装备——770MN橡皮囊液压成型机,于3月22日在重机公司顺利完成负荷试车。

770MN橡皮囊液压成型机的成功研发,打破了大型橡皮囊液压成型机的国外技术垄断,为二重锻压产品开辟了一个新的细分领域,大大提高了集团在锻压设备市场中的竞争力。

机械工业经济运行回顾与展望

发布时间: 2017-02-17 文章来源: 机经网

内容摘要



2017年2月16日,中国机械工业联合会四届四次会员大会在京隆重召开。陈斌执行副会长做了题为《机械工业经济运行回顾与展望》的专题报告。

2017年2月16日,中国机械工业联合会四届四次会员大会在京隆重召开。会议主要任务:深入学习贯彻党的十八大及历次全会和中央经济工作会议精神,围绕落实“中国制造2025”、“关于机械工业调结构促转型增效益的指导意见”(以下简称指导意见)和行业“十三五”发展纲要的总体要求,总结工作,分析形势,明确任务,努力推进行业提质增效升级、平稳健康发展,为实现机械工业由大变强夯实基础。

中国机械工业联合会执行副会长陈斌做了题为《机械工业经济运行回顾与展望》的专题报告。

1 2016年机械工业经济运行回顾

截止2016年12月底,机械工业共有规模以上企业8.6万家,占全国工业的22.69%;实现主营业务收入24.55万亿元,占全国工业的21.32%;实现利润总额1.686万亿元,占全国工业24.51%,机械工业成为全国工业领域

中影响力最大的行业。

2 2016年机械工业经济运行特点

2.1 增速回升 超出预计

工业增加值:1-12月机械工业增加值增速9.6%,分别高于同期工业及制造业3.6和2.8个百分点,同时高于上年同期机械工业4.1个百分点。

主营业务收入:1-12月机械工业实现主营业务收入24.55万亿元,同比增长7.44%,高于同期全国工业2.53个百分点;高于上年同期机械工业增速4.12个百分点。

实现利润总额:1-12月机械工业实现利润总额16860.42亿元,同比增长5.54%,低于同期全国工业2.94个百分点;高于上年同期机械工业增速3.08个百分点。

2.2 汽车拉动、电工支撑

2016年机械工业的增长主要源于汽车行业的拉动和电工电器行业的支撑。

2.3 需求引导 分化明显

在机械工业重点监测的119种主

要产品产量中,1-12月超过半数品种(76种)同比增长,市场需求倒逼企业进行产品结构调整。

2.4 应收账款 居高不下

应收账款:截止12月底机械工业应收账款为40771.6亿元,同比增长9.98%,高于同期全国工业9.61%,同时高于上年同期(8.59%)水平。应收账款占机械工业流动资产合计的比重为32.46%,比上年同期占比(32.23%)上升0.23个百分点。

存货及产成品:存货和产成品增速缓慢上升。截止12月底机械工业存货为24798.65亿元,同比上升5.01%,高于上年(0.78%)的水平;其中产成品9986.01亿元,同比上升7.11%,高于上年(3.67%)水平。

2.5 外贸出口 降幅收窄

1-12月机械工业进出口总额6474.5亿美元,同比下降2.86%,进口2727亿美元,同比下降1.82%,出口3748亿美元,同比下降3.6%。

2.6 投资增速 降至新低

2016年1-12月,全社会固定资产

投资同比增长8.1%，制造业同比增长4.2%；机械工业投资仅增长1.7%，创2008年以来同期增速新低；机械工业分别低于全社会及制造业投资增速6.4和2.5个百分点。

2016年是实施“十三五”规划的开局之年，机械工业认真贯彻落实党中央、国务院的战略部署，面对复杂多变的国内外经济环境，积极探索行业发展的新路径。在《中国制造2025》及相关政策的引领下，增长速度出现回升，发展态势总体平稳。与此同时，随着结构调整的深入推进，行业发展面对的市场环境依然严峻，行业内部深层次的矛盾愈加突出，产业转型升级的任务更加繁重。

3 2017年机械行业面临的主要机遇与挑战

3.1 政策措施落实之年 利好因素机遇众多

中央经济工作会议指出2017年是实施“十三五”规划的重要一年，是供给侧结构性改革的深化之年。要坚持稳中求进工作总基调，牢固树立和贯彻落实新发展理念，适应把握引领经济发展新常态，坚持以提高发展质量和效益为中心，坚持宏观政策要稳、产业政策要准、微观政策要活、改革政策要实、社会政策要托底的政策思路，坚持以推进供给侧结构性改革为主线，适度扩大总需求，加强预期引导，深化创新驱动，全面做好稳增长、促改革、调结构、惠民生、防风险各项工作。

自《中国制造2025》出台以来至2016年11月25日，国家公开发布的相关政策文件达119件。

在国务院相关部委文件中，提高国家制造业创新能力13件，推动信息

化和工业化深度融合8件，强化工业基础能力2件，加强质量品牌建设4件，全面推行绿色制造8件，大力推动重点领域突破发展8件，深入推进制造业结构调整8件，积极发展服务型制造和生产性服务业1件，提高制造业国际化发展水平1件，深化体制机制改革13件，营造公平市场环境2件，完善金融扶持政策9件，加大财税政策支持力度22件。

国家还出台了“机械工业调结构促转型增效益的指导意见”，明确提出了加快技术创新、实施专项工程、优化产业结构、完善技术标准、增强企业实力、加快“走出去”步伐等六大重点任务和优化市场环境、加大财税支持、完善配套政策、提高管理水平、发挥协会作用等五项保障措施，为机械工业发展提供良好的政策环境，提振全行业的信心和决心。

机械工业调结构促转型增效益的重点任务和保障措施是在行业经济下行压力加剧，转型升级步入攻坚阶段出台的。瞄准机械工业发展中的短板和矛盾症结，出台了指导性、针对性、操作性都很强的政策性文件。这既是对“十二五”机械工业调整振兴规划政策的延续，也是对“十三五”机械工业发展的具体部署和要求。其指导思想、基本原则、目标任务、重点任务和政策措施，都是今后一个时期的行动纲领，也是行业组织服务企业的最好抓手。

3.2 供给改革深化之年 经济运行挑战严峻

2016年机械工业重点联系企业累计订货额摆脱了上年持续下降的趋势，累计订货实现了正增长，但订货形势不稳定，订单质量不高。

汽车行业作为机械工业的支柱产

业，其带动作用举足轻重，但因政策多变，起伏波动较大。

电工电器行业作为机械工业第二大行业，一直起到中流砥柱作用。进入“十三五”将面临严峻挑战。2016年电工电气行业主营业务收入增速回落到5.59%，2017年很难维持到去年的增长速度。

石化通用行业作为机械工业的第三大行业。近年来受国际原油价格大幅波动的影响，投资也在大幅下滑，经济增长在低位运行。

工程机械行业总体上依然困难，尤其是大中型企业效益下滑局面尚未改变，在工程机械行业中统计的前10家重点企业大部分亏损。虽然整个行业开始触底回升企业产能利用率只有30%左右，施工单位设备利用率也是30%左右。

重机行业开工率下降，企业多数单班生产，大型热加工车间存在开开停停，大型骨干企业生产、订货下滑严重。行业呈现一部分企业平稳，一部分企业亏损，一部分转产或停产。

4 2017年机械工业经济运行展望

汽车行业增速受政策效应递减和2016年高增长基数影响，将会降为个位数；电工电器行业增速也将略低于2016年，其他行业受利好政策影响和结构调整的推进，部分行业已出现企稳回升的苗头，增速会好于2016年。

2017年机械工业将延续上年趋向好的态势，行业运行保持平稳增长，但增速将低于2016年。预计全年机械工业增加值增速在7%左右，主营业务收入和实现利润增速在6%左右，对外贸易出口总额保持去年水平。7

智能制造2025建设全景

王至尧, 中国空间技术研究院研究员, 曾任航天科技集团控制与推进研究所副所长, 中国空间技术研究院产品质量总师, 中国科协特聘全国机械科学首席科学传播专家, 中国机械工程学会常务理事, 科普委员会副主任, 中国机械工程学会生物制造工程学会理事长。主要专业特种加工与航天器材料与工艺, 出版专著《电火花线切割工艺》, 主编《中、英、法、德、日、俄》特种加工术语词典, 《中国材料工程大典》——第24、25卷《特种加工成形工程》卷, 2007年获政府出版特别大奖, 现任科技部、工信部、国防科工局智能制造专家。

1 创新是引领《中国制造2025》的驱动力

创新是引领发展的第一动力, 实施创新驱动发展战略, 是应对发展环境变化、把握发展自主权、提高核心竞争力的必然选择; 创新驱动是加快转变经济发展方式、破解经济发展深层次矛盾和问题的必然选择; 创新驱动是更好引领我国经济发展新常态、保持我国经济持续健康发展的必然选择。

当今世界, 新一轮工业革命方兴未艾, 其根本动力在于新一轮科技革命。信息技术指数级增长、数字化网络化普及应用、系统集成式创新和人工智能(衍生式设计, 增强现实技术AR)等技术战略突破是新一轮工业革命的驱动力。

1.1 信息技术指数级增长

50年前, 摩尔博士预言, 在不变价格条件下, 半导体芯片上集成的晶体管 and 元器件数量将每18-24个月提升一倍, 半导体行业的传奇定律——

摩尔定律就此诞生, 并在接下来的半个世纪中推动了整个信息行业的飞跃。不仅仅是芯片, 还有计算机、网络、通讯等信息技术, 都是按照摩尔定律在长期飞速发展。别是过去10年, 移动互联、云计算、大数据、物联网等新的信息技术几乎同时实现了群体性突破, 全都呈现出指数级增长的状态, 形成了催生新一轮工业革命的驱动力之一。如图1-1所示。

1.2 数字化网络化普及应用

数字化和网络化使得信息的获取、使用、控制以及共享变得极其快速和廉价, 产生出了真正的大数据, 创新的速度大大加快, 应用的范围无所不及, 使信息服务进入了普惠计算和网络时代, 真正引发了一场革命。因而, 数字化网络化普及应用是新一轮工业革命的驱动力之二。

1.3 系统集成式创新

当今, 一种全新的创新方法——

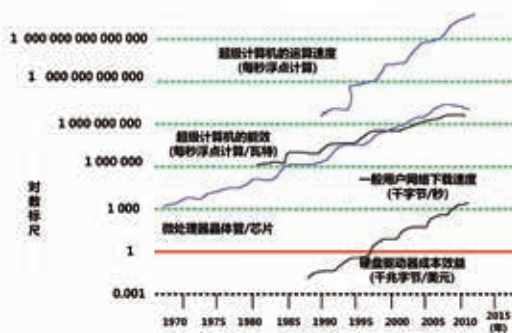


图1-1 信息技术指数级增长

系统集成式创新应运而生。可能使用的技术并不是最新的创造, 但这些技术的组合就是革命性的创新。

如: 特斯拉电动汽车就是系统集成式创新的成功典范: 没有传统的发动机, 时速209公里/时; 用6831节锂电池充电、耗电85度、行驶500公里; 没有变速箱、百公里加速用4.4秒; 使用17寸“超级Pad”替代物理键; 汽车开、锁车、按喇叭、设定车内温度及显示剩余电可通过手机控制。

系统决定成败, 集成者得天下。这种系统集成式创新极为重要, 是成就新一轮工业革命驱动力。

1.4 新一代人工智能等技术战略突破

1956年,一批顶级专家在美国达特茅斯(Dartmouth)聚会,首次确定了“人工智能”概念:让机器像人那样认知、思考和学习,即用计算机模拟人的智能。

几十年来,人工智能技术几起几伏,顽强地奋斗,不断地前进,但总体而言,还是属于第一代技术,属于“人工智能1.0”时代。近几年由于计算能力的提高、大数据的应用和深度学习的实现,人工智能技术实现了革命性的“质变”。“人工智能2.0”技术的发展和普及应用速度将大大超过前几次科技革命的速度。

谷歌AlphaGo以4:1战胜围棋世界冠军李世石,AlphaGo采用改进的蒙特卡洛决策树算法与神经网络算法相结合构建学习系统,在收集到的16万围棋棋谱基础上,通过自我对局

三千万盘的方式训练,得到了高水平围棋程序。

“智能制造”这个概念包含了制造业的数字化、网络化和智能化。[德国工业4.0主要解决了数字化和网络化的问题,对智能化的研究刚刚开始。(2016年5月经美国“爱森哲”国际咨询评估公司评估德国西门子安培格3.5。)]

人工智能已经成为全球科技行业“兵家必争之地”,已经成为世界大国博弈的“新边疆”。是新一轮工业革命的核心技术,是《中国制造2025》的历史性机遇。

2 智能制造是《中国制造2025》的主攻方向

2.1 中国智能制造的发展历程如图2-1所示。

2.2 中国制造2025目标

国务院文件——国发[2015]28

号——2015年5月8日制造强国——两化融合:信息化、工业化深度融合;3个十年:2025、2035、2045年(王牌计划)如图2-2所示。制造强国“三步走”

2.3 《中国制造2025》顶层设计(418架构)如图2-3所示。

2.4 产能不足、高端产品短缺、落后产能过剩、中低端产品富余、结构性矛盾比较突出。

工信部苗圩部长在2016年11月11日中国机械工程学会年会报告中指出:我国装备制造业的发展在取得这些成绩的同时,也存在诸多的问题和不足,还有很多的短板,突出表现在先进的产能不足、高端产品短缺、落后产能过剩、中低端产品富余、结构性矛盾比较突出。主要原因在以下几个方面:

(1)自主创新能力薄弱,我国装备制造业企业研发投入不足;



图2-1 中国智能制造的发展历程



图2-2 制造强国“三步走”



图2-3 《中国制造2025》顶层设计(418架构)

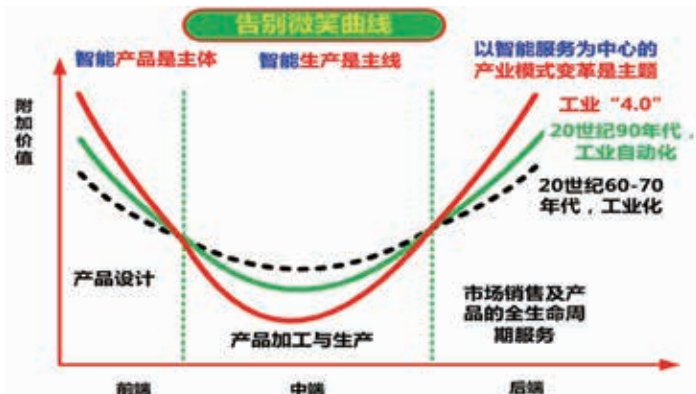


图2-4 告别微笑曲线

(2) 基础配套能力不足，关键原材料、核心零部件、先进工艺和产业技术基础等基础能力依然薄弱，严重制约了整机和系统的集成能力提升；

(3) 产业结构不合理，低端产能过剩、高端产能不足，通用和中低端产品普遍、大量、重复的生产，产品同质化竞争的问题仍然非常突出；

专用生产装备生产滞后，首台套装备推广比较难。

2.5 告别微笑曲线存在瓶颈

告别微笑曲线存在瓶颈如图2-4所示。

我国的制造业发展面临一些新的需求，突出的表现在效率、时间和灵活性，在效率方面我国的制造业迫切的要求提高我们能源效率、资源效率、生态效率和生产效率。

“过去，我们生产研发一款产品，可以在市场上销售八到十年，持续盈利。现在，一个产品生存周期只有一到两年，手机八到十个月就换一代。所以，制造业面临着创新周期大幅度加快，表现为一种快速迭代式的创新，对技术转化为生产力的时间需求也越来越高，对创新提出开放协同的需求，不能再像过去那样单打独斗。制造业要想满足个性化需求，企业就要灵活

多变，对制造业进行柔性重构。”

智能制造是一个大系统工程，要从产品、生产、模式、基础四个维度深刻认识、系统推进，智能产品是主体，智能生产是主线，以智能服务为中心的产业模式变革是主题，CPS系统和工业互联网是基础。因为产品设计是主导、材料元器件是基础、工艺是桥梁、检测环境试验是保障。如图2-5所示。



图2-5 智能制造是一个大系统工程

3 解读智能产品是主体、智能生产是主线、产业模式转变是主题，CPS系统和工业互联网是基础

1. 产品要拥有自己知识产权，话语权，与国外同类产品对标（产品型谱），创世界品牌是硬道理。

2. 用系统工程方法，将复杂问题分解成若干个分系统、复杂问题简单化。（三个关键特性识别）

3. 精细化管理，解决产品化最后一公里问题——产能、质量、效率、效益、可靠性、性能价格比、企业ERP优化。

4. 质量问题双归零。（国际标准）

5. 综合集成、迭代深化、货架式产品，项目管理，风险管控

尽管中国航天管理体制历经调整变化，型号任务不断更新换代，而以强调总体为核心的系统工程方法一直是中国航天型号研制与管理实践不变的主旋律，是航天领域弹、箭、星、船研制成功的保证，中国航天系统工程是系统观点和方法在工程技术领域的应用，强调工程专业的总体集成，以及在系统生命周期反复迭代使用的分析——设计——试验过程；总体设计负责需求和需求分析，顶层系统方案设计，功能、性能分配，接口协调以及系统集成和试验。

(1) 产品要拥有自己知识产权,话语权，与国外同类产品对标（产品型谱），创世界品牌是硬道理（如图3-1所示）。

产品型谱构建（如图3-2所示）。

产品型谱编制程序（如图3-3所示）。

(2) 用系统工程方法，将复杂问题分解成若干个分系统、复杂问题简单化。（三个关键特性识别）（如图3-4所示）。

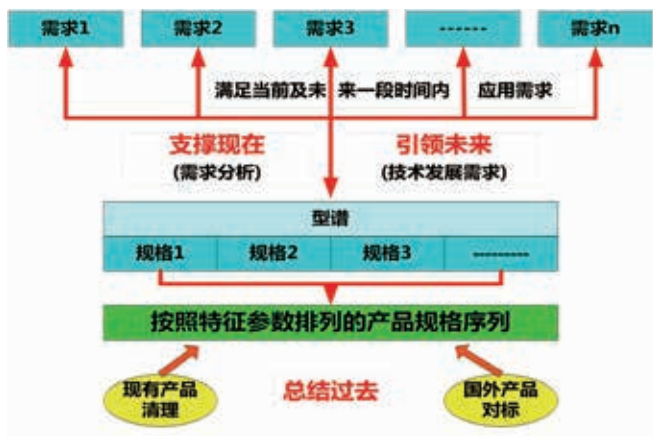


图3-1 产品型谱



图3-2 产品型谱构建

功能(需求)基线系指经正式确认的,用于描述技术状态项目的功能特性、接口特性的文件,一般由设计任务书、产品规范(含环境试验条件)、设计技术流程、IDS等构成。

设计(分配)基线系指经正式确认的,一般由设计图表、下一级产品设计任务书、设计规范、测试覆盖性分析报告、设计关键特性表等构成。

生产(产品)基线系指经正式确

认的,一般由工艺总方案、工艺文件、试验大纲与细则、测试大纲与细则、使用说明书、工艺关键特性表、过程关键特性表等构成。

设计关键特性:

1) 设计特性分析报告(产品型谱及国内外调研对标);

2) 产品的三可分析(可制造、可装配、可检测)模块化、标准化、系列化(如图3-5所示);

3) 测试覆盖性分析;产品环境适应性分析;

4) 技术风险分析。

制造工艺关键特性:

1) 工艺文件必须做到四可(可操作、可量化、可检测、可重复),三不同(不同时间、不同地点、不同人员——经过培训合格)均可生产合格产品;

2) 关键、重要的外购器材及外协件的入厂验收工序。

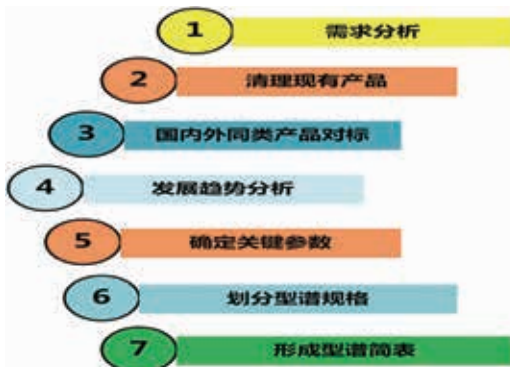


图3-3 产品型谱编制程序

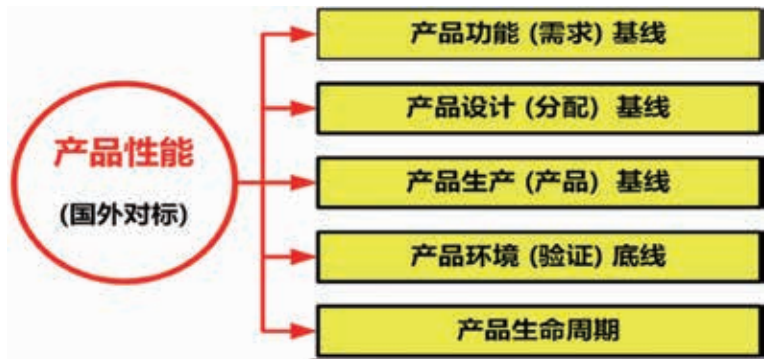


图3-4 产品性能

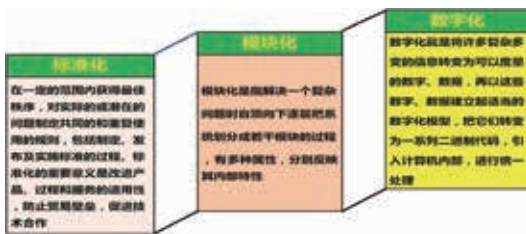


图3-5 产品三化



图3-6 产品数据包

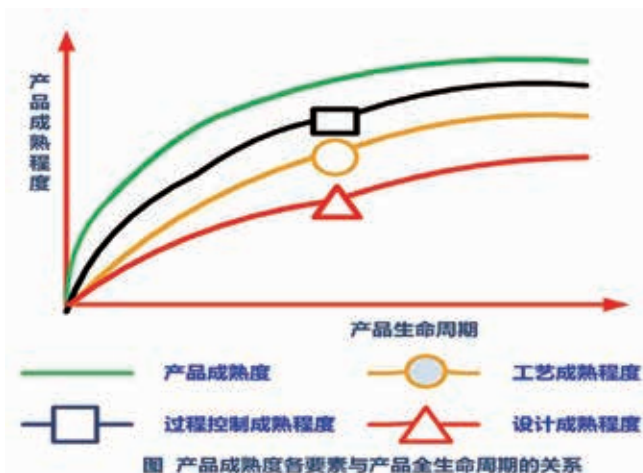


图3-7 产品成熟度



图3-8 精细化管理

过程控制关键特性:

- 1) 设计工艺规定的过程控制关键特性, 强制检验环节;
 - 2) 过程中无法检测环节; 需多媒体记录环节;
 - 3) 关键、重要器材及外购件验收环节。
- 产品数据包 (如图3-6所示)。
 产品成熟度 (如图3-7所示)。
 产品环境验证, 产品生命周期验证

- 4) 精细化管理, 解决产品化最后一公里问题 (如图3-8.9.10.11所示)。
- 5) 质量问题双归零
 原材料四统一:
 统一采购, 统一验收, 统一测试, 统一发放。
 组批生产五清六分批:
 五清: 产品批次清、质量状况清、原始记录清、数量清、炉批号清。
 六分批: 分批投料、分批加工、

- 分批转工、分批入库、分批装配、分批出厂。
- 质量问题双归零:
 技术归零: 定位准确、机理清楚、问题复现、措施有效、举一反三。
 管理归零: 过程清楚、责任明确、措施落实、严肃处理、完善规章。
 做事要有依据, 做事要有记录, 一切按依据做事。
- 6) 综合集成、迭代深化、货架



图3-9 管理方法强化



图3-10 管理方法构筑



图3-11 管理看板

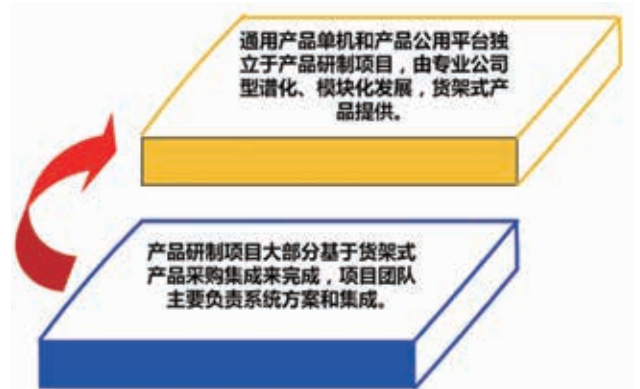


图3-12 综合集成迭代深化

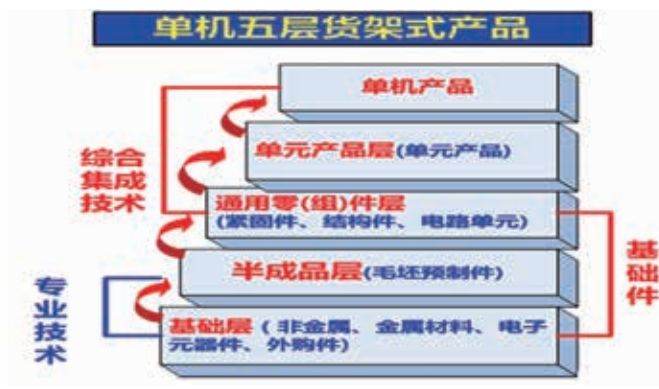


图3-13 货架式产品



图3-14 产品工程技术体系

式产品，项目管理，风险管控（如图3-12.13.14所示）。

4 智能工厂数字化车间策划

由传统制造到智能制造是制造业发展的必然趋势，那么什么是智能制造，智能制造包括（数字化网络化智能化）。数字化制造是必须要走的第一步，数字化车间如何策划：

4.1 数字化车间基础

数字化工厂建设打通八支链条如图4-1所示：

4.2 数字化车间策划

数字化工厂按四个程序流程执行

策划如图4-2所示：

4.3 数字化工厂实施

4.3.1 数字化产品设计与仿真（6个元素）如图4-3所示：

4.3.2 数字化工艺设计与仿真分析（6个元素）如图4-4所示：

4.3.3 基于RFID的仓储物流（6个元素）如图4-5所示：

4.3.4 基于MES的数字化制造（10个元素）如图4-6所示：

4.3.5 产品售后维修与服务（4个元素）如图4-7所示：

4.4 数字化工厂建设全景落地

4.4.1 车间作业计划导入与APS排产（4

个功能要求）如图4-8所示：

功能：（4）

- 通过接口导入ERP系统的车间作业计划。

- 基于标准工艺路线和加工工时的APS模拟排产。

- 根据排产结果指导现场任务的下达和分配。

- 实际加工进度反馈ERP并与计划进度比对，提供调度的决策依据。

4.4.2 设计工艺数据衔接用于现场作业指导（4个功能要求）如图4-9所示：

功能：（4）

- 通过接口导入CAPP/PLM的三



图4-1 数字化工厂建设打通八支链条



图4-2 数字化工厂按四个程序流程执行策划



图4-3 数字化产品设计与仿真

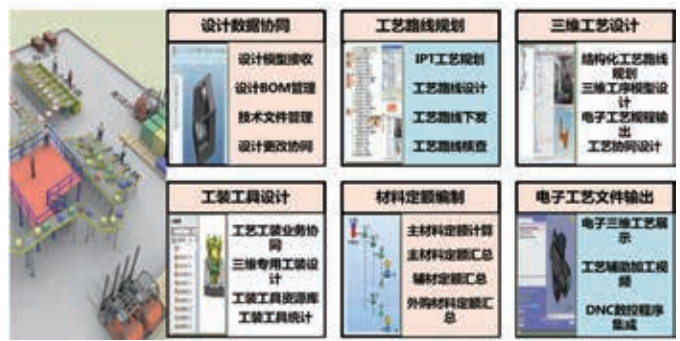


图4-4 数字化工艺设计与仿真分析

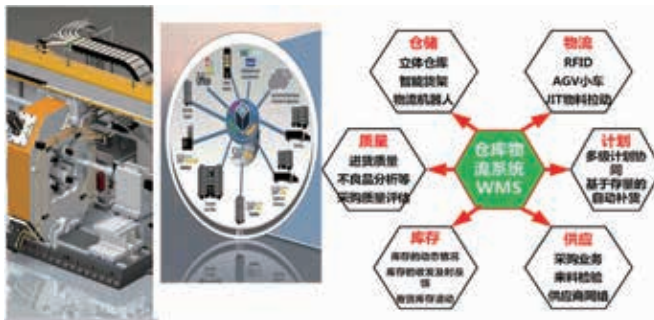


图4-5 基于RFID的仓储物流



图4-6 基于MES的数字化制造



图4-7 产品售后维修与服务

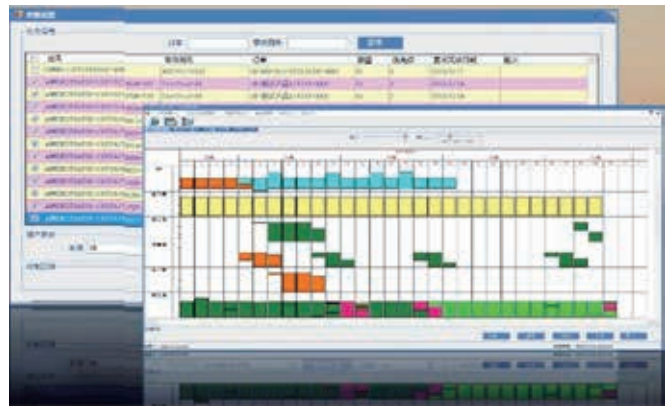


图4-8 车间作业计划导入与APS排产

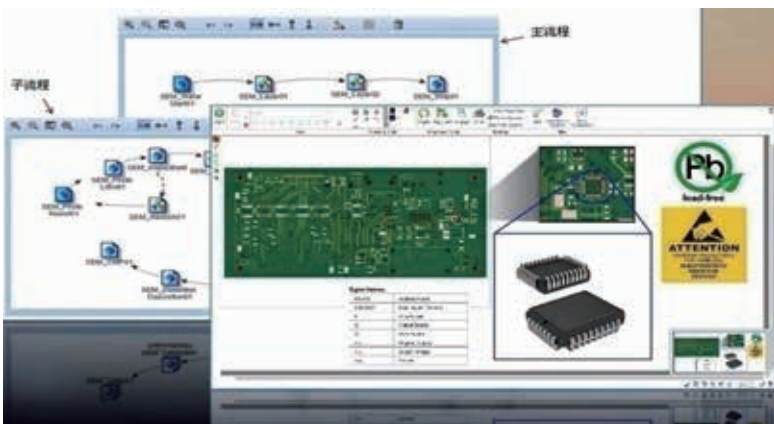


图4-9 设计工艺数据衔接用于现场作业指导



图4-10 基于条码RFID的智能化物流配送

维工艺模型、工艺路线、图文档等。

- 自动建立针对具体图号和产品的工艺路线、支持流程嵌套。
- 基于三维工艺模型的无纸化作业指导书、工艺卡片和操作规程。
- 设计、工艺、制造协同，实时临时工艺的变更和作业执行。

4.4.3 基于条码RFID的智能化物流配送(8个功能要求)如图4-10所示:

功能: (8)

- 物料条码标识与跟踪。
- 立体仓库。
- AGV物流小车。
- 备料、领料、退料管理。
- 与Andon物料呼叫集成。
- 物料消耗数据采集与跟踪。
- 自动化输送线及智能料架。
- PDA及移动应用。

4.4.4 无纸化现场作业管理(7个功能要求)如图4-11所示:

功能: (7)

- 基于条码的作业流水卡。
- 派工、报工、返工管理。
- 在制品数据采集与跟踪。
- 3D作业指导、现场看板。
- 机器人及自动化生产线。
- 生产指令自动下发并根据工艺要求自动完成加工。
- PLC/DCS/PCS过程控制。

4.4.5 数字化质量检验与SPC控制(6个功能要求)如图4-12所示:

功能: (6)

- 在线质量检测设备集成。
- 人工检测信息记录(元器件筛选复验及实测值记录)。
- 不合格品及返修报废记录。

● Andon质量报警与自动停线、质量分析报告。

- SPC统计分析。
- 质量追溯分析报表。

4.4.6 设备状态监控和数据采集(6个功能要求)如图4-13所示:

功能: (6)

- 设备基础档案管理。
- 设备状态监控与数据采集(MDC/DCS/PLC集成)。
- 设备利用率OEE分析。
- 预防性设备维护。
- 设备点检与异常报警。
- 设备的维修保养记录。

4.4.7 全过程质量追溯与统计分析(6个功能要求)如图4-14所示:

功能: (6)

- 建模审计跟踪(基础建模)。

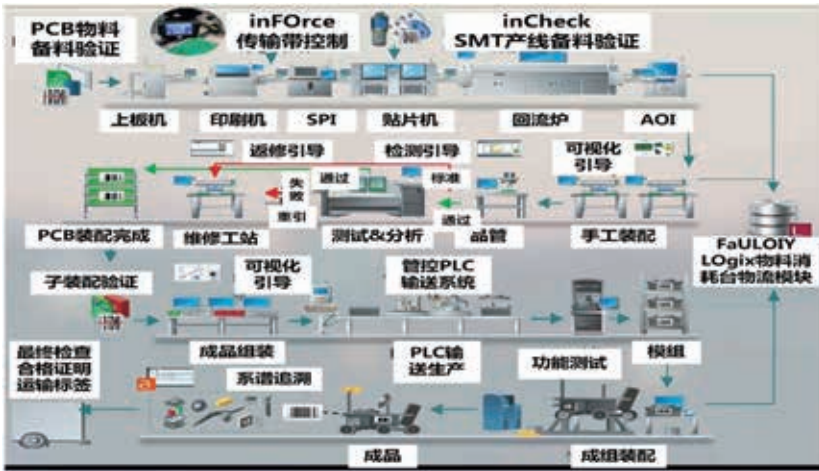


图4-11 无纸化现场作业管理



图4-12 数字化质量检验与SPC控制



图4-13 设备状态监控和数据采集



图4-14 全过程质量追溯与统计分析



图4-15 数字化看板与综合统计分析



图4-16 数字化工厂实现全过程的透明化和数字化全景

- 制造审计跟踪(制造过程)。
- 质量审计跟踪(质量过程)。
- 原料批次追踪(IQC追踪)。
- 正反向历史追溯(装配档案)。
- 串号跟踪与防伪。

4.4.8 数字化看板与综合统计分析(5个功能要求)如图4-15所示:

- 功能:(5)
- 数字化看板管理。
 - 基于Porta的工厂门户。
 - 基于工业大数据分析报表和决策支持。
 - 各类定制化报表和看板。
 - 报表数据库与生产数据库分

离,提高运行效率。

综上所述,本文从数字化车间如何策划、数字化车间基础、策划四个步骤、数字化车间实施、数字化车间落地、数字化车间建设全景作了论述,并在1院18所实施,2015年该线被中国质量协会评为五星级生产线。^[7]

V型系列船用柴油机复杂气缸体无模铸造工艺

吕登红, 梁清延, 陈金源

广西玉柴机器股份有限公司, 广西 玉林, 537005

摘要: 分析V型系列船用柴油机复杂气缸体结构及其采用传统有模铸造工艺制造存在的技术难点, 然后提出了采用无模铸造技术的铸造工艺方案, 简便而快速有效的解决铸件铸造存在的缺陷, 研究结果表明该铸造工艺是成功有效的, 为今后类似零件的铸造提供依据。

关键词: 无模铸造工艺; 成本; 尺寸精度

Moldless Casting Technique for V Series Ship Diesel Engine Cylinder Block

Guangxi Yuchai Machinery Group Co.Ltd, Guangxi yulin,537005

Abstract: The traditional casting technique on complex cylinder block of V series ship diesel has significant difficulties. This article has analyzed these challenges and proposed a moldless casting technique to solve these issues efficiently. The results in this research have shown the effectiveness of this technique. Thus, the technique can contribute to the production of similar workpieces in the future as reference.

Keywords: moldless casting technique; cost; dimension accuracy

气缸体是船用发动机的重要部件, 尤其是V型系列船用柴油机的气缸体其质量要求非常高, 技术要求严格, 制造难度大。我公司用传统有模铸造工艺技术生产的V型系列船用柴油机的气缸体, 存在的问题是: 效率低、成本高、铸件尺寸精度差及铸件的缩松、气孔等, 严重影响了本公司的正常生产和经济效益。本文以我公司生产某型号的V型柴油机气缸体为例, 分析铸件结构特点及技术要求, 提出采用无模制造技术的铸造工艺方案。实践证明, 该工艺方案是可行的, 废品率基本控制在2%以下, 取得了显著的经济效益。同时为今后类似零件的铸造提供依据

1 V型船用柴油机气缸体产品结构特点及技术要求

1.1 产品结构特点

该产品成品外形尺寸为3360mm×2960mm×1600mm, 重约4吨, 如图1所示。内部结构主要包括左右侧的水道、左右侧的挺杆室、主油道等。其特点是细长扁状类形, 结构复杂, 薄壁, 气密性要求高。

1.2 技术要求

材质为HT+合金, 铸件长向最大尺寸误差 $\pm 1\text{mm}$, 其余方向的尺寸误差 $\pm 0.2\text{mm}$,

安装位置的孔位尺寸误差 $\pm 0.1\text{mm}$, 硬度, 220~280HBS, 抗拉强度250MPa~350MPa, 金相组织要求: 石墨类型以A型为主, C型块状石墨不大于5%, 石长4~8级, 允许有少量3级石墨; 珠光体含量 $\geq 95\%$, 磷共晶+磷化物 $\leq 3\%$, 不允许有网状、聚集型碳化物。

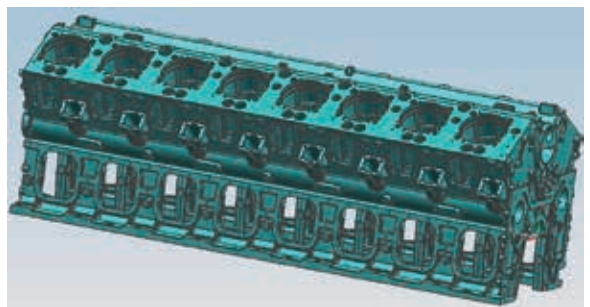


图1 气缸体的铸件外形示意图

2 铸件工艺难点分析

图2、图3是通过UG软件提取出来的水道砂芯,顶杆室砂芯。由图中可见,该铸件内外形状极为复杂,形状长及偏薄,砂芯的深槽、窄缝形状偏多。砂芯最长接近3500mm,最薄砂芯壁厚5mm,用传统的有模制造方法,难点是砂芯强度很低,容易变形、断裂。砂芯的强度及尺寸精度无法保证,容易造成铸件壁厚不均匀、穿壁、砂眼、夹砂、结疤等缺陷,导致铸件而报废,铸造难度很大。



图2 气缸体的水道砂芯形状示意图

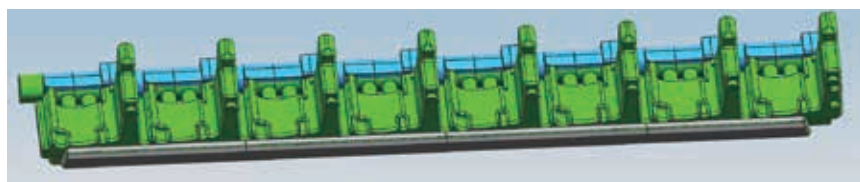


图3 气缸体的顶杆室砂芯形状示意图

3 铸造工艺设计

3.1 铸造工艺方案的制定

根据现有砂型无模加工设备生产条件,用无模铸造工艺代替传统的用模具制造的铸造工艺,砂型/砂芯全部采用普通自硬砂制造,外形用自硬砂代替传统的潮型砂,可以实现整个自硬砂铸型装配浇注,整个铸型由砂芯组成,取消传统的外形+砂芯组成形式,铸型砂芯组装机如图4所示。

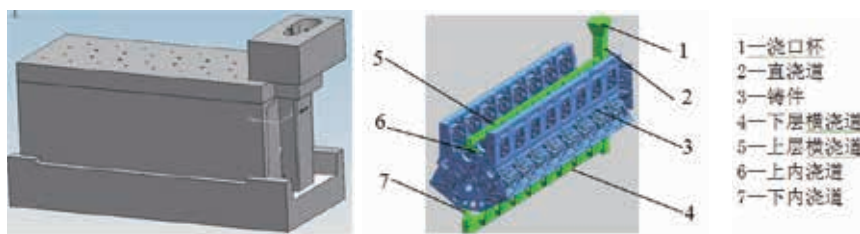


图4 铸型砂芯组装机

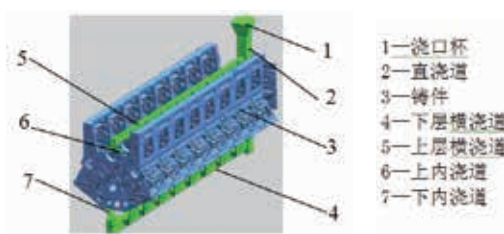


图5 浇注工艺原理图

3.2 铸造工艺参数

铸件的长铸造收缩率为1%~1.35%,其中长向的收缩率根据与浇口位置距离设定可变收缩率;铸件加工余量5~10mm,砂芯取消拔模斜度及分型负数,涂料层厚度0.3~0.5mm,铸件抛丸量为0.3~0.5mm,浇注温度为1420~1450℃,浇注时间≤120秒。

3.3 浇注系统设计

作为大型灰铁铸件,为确保铁液浇注平稳充型,有利于排气畅通,采用铸件垂直放置的铸造工艺,采用底注式的阶梯浇注系统。合理的阶梯浇注系统可以保证金属液从下到上逐层按顺序充填型腔。浇注系统见图5、图6。

其优点主要是:(1)充型平稳,型

腔内气体排出顺利,上部金属液高于下部,有利于顺序凝固和补缩,充型能力强,易避免缩孔、缩松、浇不到等缺陷。(2)内浇口多、分布均匀,有利于铸件温度场的分布,利于铸件按顺序凝固。

其技术难点:(1)内浇道形状复杂,用传统的有模铸造工艺制造,制造成本高,局部形状无法进行制造。(2)浇注时间长,浇注温度高,铸件易产生气孔、烧结、粘砂、变形等铸造缺陷。

无模铸造工艺技术优点是:(1)可取消拔模斜度及砂芯分芯负数。

(2)可减少砂芯数量。(3)砂型采用普通自硬砂制造,保证铸件外表不直接与湿型砂接触,因此相应的砂眼、气孔等废品率低。(4)局部偏薄的砂芯可用发气量低、强度高、抗烧结的覆膜砂,采用SLS无模制造技术,防止铸件烧结等缺陷,保证铸件清理易清理。(5)该浇注系统形状制造简单,制造成本低。

3.4 排气系统设计

由于铸件是用于船机上,有气密

性要求,这对铸件的质量要求,特别是致密性要求更高。设计砂芯工艺时,各个砂芯之间的排气通道,砂芯与上外型的排气针的通道,这些排气通道的布置及联接用无模制造技术制造简单,易于实现。

图6是主体砂芯的排气通道示意图,图7是上外型的排气示意图,图8是整个铸型的外部排气示意图。

整个自硬砂铸型排气的技术优点:(1)上外形没有任何覆盖物,排气通畅。(2)铸型的四周布置钢筋,用松散的自硬砂填充,待自硬砂固化后拔掉钢筋,形成了四周的排气孔。

3.5 制芯工艺

3.5.1 混砂工艺及配比

根据各砂芯的结构形状及作用,形成铸件的上下外形砂芯、前后端面砂、左右侧面砂芯等用普通的自硬砂,其余砂芯用自硬铬矿复合砂。

使用固定式双臂树脂砂混砂机连续式混砂,混砂工艺:混砂(新砂+树脂)→混砂(+固化剂)→出砂→芯砂材料配比见表3-1。

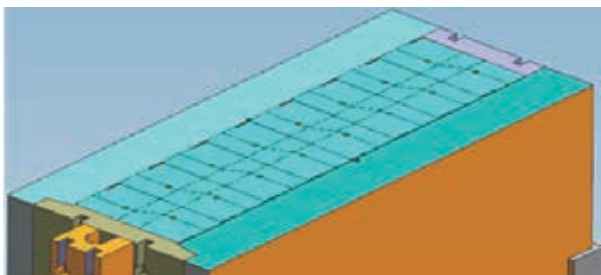


图6 主体砂芯的排气通道示意图

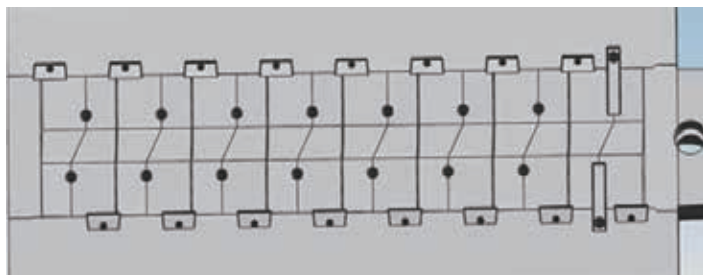


图7 上外形的排气示意图

3.5.2 芯砂的技术要求

芯砂的技术要求见表3-2。

3.5.3 砂芯制造方式

为了保证铸件的质量，所有砂芯全部采用数字化无模铸造精密成形技术制造，无模技术制造砂芯设备见图9所示，砂芯制造完成后见图10所示。

4 结束语

对于大型船用的气缸体灰铁铸件，其水道、挺杆室、主油道结构是细长扁状类形及薄壁的复杂结构，其铸造工艺方案的关键是：(1)超长砂芯的尺寸精度、强度；(2)浇注系统的结构及引入位置的设计；(3)排气系统的设计；(4)铸件尺寸精度；(5)铸件的制造成本及制造效率。实践表明，本工艺方案是可行的，图11为气缸体铸件的外观图，可清楚地看到，铸件轮廓清晰、致密、表面光洁，铸件的尺寸误差在 $\pm 0.5\text{mm}$ 范围内、外观质量均达到产品要求。表4是无模铸造工艺的优越性。**7**

参考文献

- [1] 李庆春主编 铸件形成理论基础.北京:机械工业出版社,1987.
- [2] 邓文英主编. 金属工艺学 .北京:高等教育出版社出版,1988.
- [3] 陈国桢,等.铸件缺陷和对策手册.北京:机械工业出版社,2000.

表3-1 芯砂材料配比

芯砂材料名称	新砂	树脂	固化剂
加入比例(重量%)	100	1.6~2.2(占砂重)	30~60(占树脂重量,根据天气温度调整)

表3-2 芯砂技术参数

名称	技术参数要求	检测方法/形式
即拉强度(20~40min)	0.7~1.3MPa	SWD杠杆式万能强度试验机/专检
常拉强度(2小时后)	$\geq 1.2\text{MPa}$	SWD杠杆式万能强度试验机/专检
发气量	$\leq 25\text{ml/g}$	SFL型记录式发气性试验仪/专检
砂芯水份	$< 0.25\%$	HB43-S卤素水分测定仪/专检

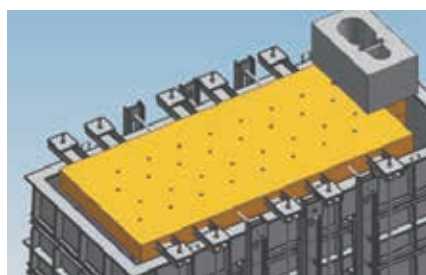


图8 是整个铸型的外部排气示意图



图9 无模技术制造砂芯设备示意图



图10 砂芯实物示意图



图11 某V型柴油机气缸体铸件示意图

(下转38页)

非调质钢40MnVS显微组织的 定量金相分析方法研究

刘耀辉, 杨永生, 岳渊渊, 刘岩, 魏彩丽, 冯银平

第一拖拉机股份有限公司工艺材料研究所, 河南, 洛阳, 471004

摘要: 采用定量金相分析的方法, 对热轧态铁素体-珠光体型非调质钢40MnVS不同区域金相组织进行了分析, 并研究了其与机械性能之间的关系。结果表明, 随着40MnVS中珠光体含量的上升, 其布氏硬度值呈上升趋势。实验证明了通过显微组织的定量分析技术来分析非调质钢的机械性能是有效的。

关键词: 非调质钢; 珠光体; 定量金相分析; 布氏硬度

Microstructures of Microalloyed Steel 40MnVS Tested by Quantitative Metallography Analysis Techniques

Yaohui LIU, Yongsheng YANG, Yuanyuan YUE, Yan LIU, Caili WEI, Yinping FENG

Technique and Material Research Institute, First Tractor Company Limited, Luoyang, 471004

Abstract: The materials microstructures of different regions in rolled ferrite-pearlite microalloyed steel 40MnVS was investigated based on quantitative metallography analysis techniques, and the result was compared with mechanical properties. The results show that with the increasing of pearlite percent, the Brinell hardness of 40MnVS is increasing. The testing proving that quantitative metallography analysis techniques can satisfy the requirements of the analyze of mechanical properties of microalloyed steel.

Keywords: microalloyed steel; pearlite; quantitative metallography analysis techniques; brinell hardness

1 定量金相分析方法

对于钢铁材料, 其机械性能是由微观组织结构所决定的, 不同的微观组织对应的不同的强度、塑性。1860年英国地质矿物学家H.C.Sorby开创了利用显微镜观察钢铁试样微观组织的先河^[1]。此后通过抛光金属试片, 利用腐蚀剂腐蚀试样得到不同的微观组织的形貌, 并在光学显微镜下观察其图像的过程被称为金相检查, 该检查

在冶金、材料、机械行业有着重要的作用。

对于实际生产得到的零件, 其内部往往不是单一的一种微观组织, 而是由多种显微组织组合而成, 零件的机械性能很大程度上是由于不同的微观组织占比所决定的。法国几何学家A.Delesse在1847年发表论文提出了Delesse准则: 在一个三维物体中截取的有代表性的一个平面上, 某一组分所占的面积百分比 A_A , 可以等同于该

组份在三维物体中所占的体积百分比 V_V ^[2]。即公式(1):

$$V_V = \langle A_A \rangle \quad (1)$$

通过这一准则, 可以在零件上选取有代表性的截面, 经过抛光、腐蚀, 使不同微观组织区域显示不同的形貌, 并在光学显微镜下观察、计算所占百分比, 以此作为该组织在实际零件中所占百分比的参考。

关于计算不同组织所占面积百分比的方法, 目前主要使用的是比较法,

即将不同微观组织占比的金相照片制成标准图谱，并用零件实际观察到的微观形貌与图谱做对比，依据最接近的图谱照片作为评定的依据。例如各类铸铁中珠光体、磷共晶等含量的评定就是依据这种方法。这种方法的优点是方便、快捷，便于检验人员现场操作，但是也有很大的缺点，即对比法得到的结果往往在一个区间内，并不十分精确，另一个确定是该方法往往过于依赖检验人员的经验和判断，发生争议的时候不能很准确的仲裁。

随着计算机图像分析的技术的发展，通过计算机对图像进行处理，并自动计算出来不同区域所占面积百分比成一种正在被普遍接受的方法。本文在研究非调质钢40MnVS的微观组织过程当中，采用计算机图像分析的办法，定量的研究了其微观组织的比例，并测试了其硬度这一指标，分析了微观组织与硬度之间的关系。

2 珠光体含量计算

本文试验的光学显微镜为Zeiss公司的Scope.A1型显微镜，具有50到1000倍的放大倍数，该显微镜装备有500万像素的CCD。采用的分析软件为AXIO Imaging金属金相智能分析系统，该软件具有强大的图像处理、金相分析等功能的功能，可以实现物相比例分析、晶粒度测量、夹杂物测量、球墨铸铁统计明细等功能，如图1所示。本次使用的功能模块为物相比例分析，其原理是将CCD采集到的金相照片，通过二值化处理，变为黑白两色图片，借助计算机帮助统计出来各相所占比例，如图2所示。

该软件工作流程为：

(1) 导入显微镜CCD采集到的

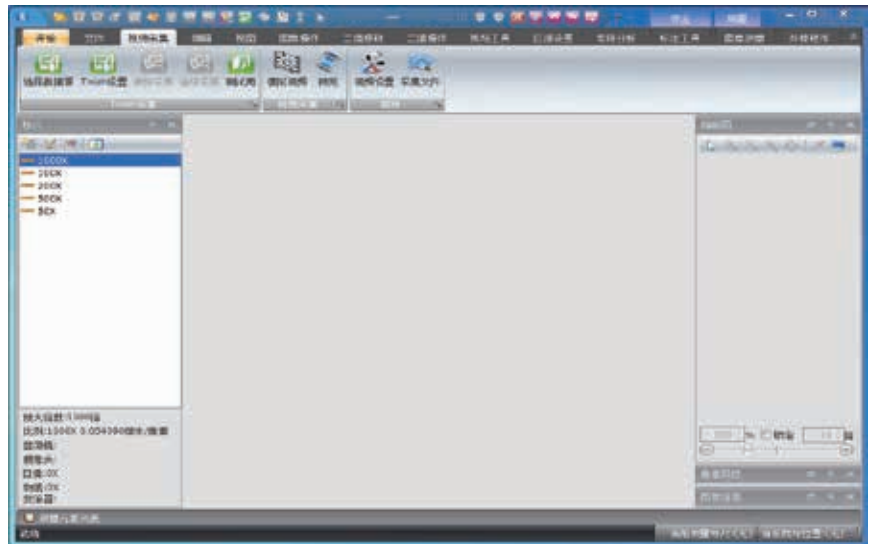


图1 AXIO Imaging金属金相智能分析系统软件界面

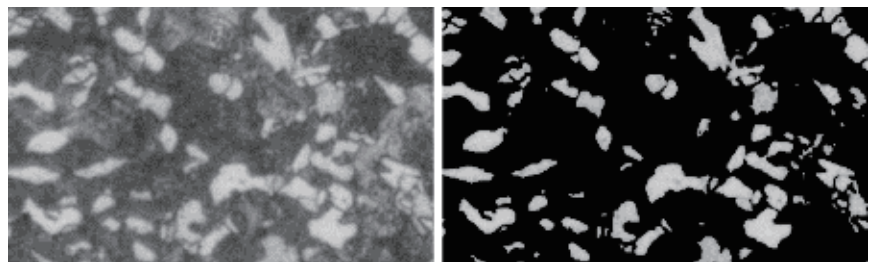


图2 AXIO Imaging物相分析原理
(左侧为金相组织照片，白色为铁素体，黑色为珠光体；右侧为二值化处理后的照片)

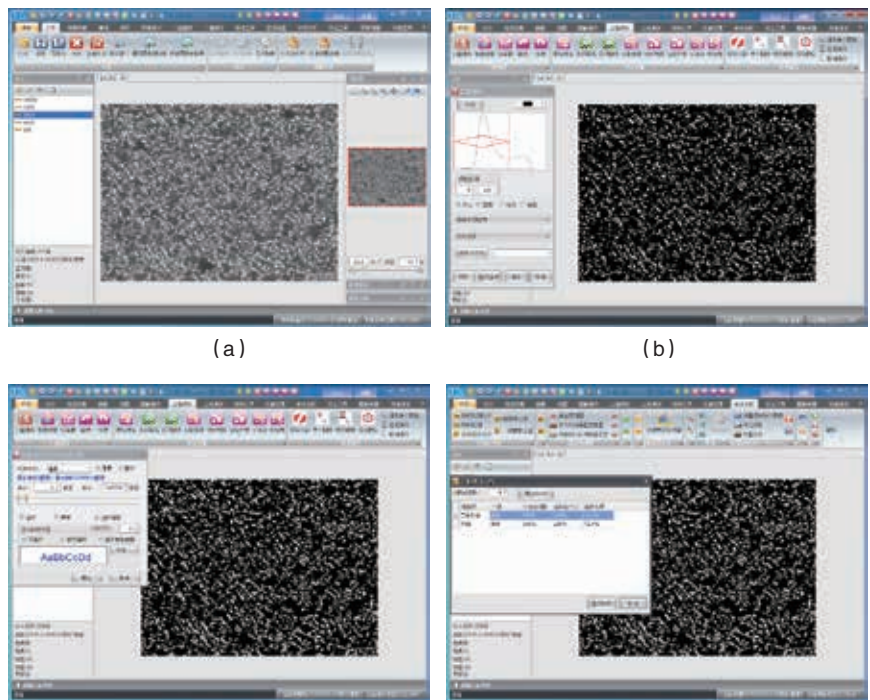


图3 AXIO Imaging软件操作过程