

### 中国制造2025：主要任务



### 中国制造2025：重点领域



常迫切。首先我们面临的是基础制造技术与能力比较薄弱，迫切希望通过制造高技术发展，通过新一代互联网+为制造业插上高新技术翅膀。其次，企业管理模式也比较传统落后，基本上还是停留在传统的工业体系的思维模式下。现在互联网+带来很多基于网络生产、设计、管理的新模式，如何管理网上资源，生产物流等一系列问题都迫切需要解决。再者，制造业智能化水平也比较落后，很多工业装备发展水平参差不齐，不能形成广域的互联互通。德国工业4.0的核心就是构建一个像西门子这样庞大的全球工业自动化及软硬结合的体系。德国工业的发展的优势在于软硬结合，把知识和数据的处理与工业装备高度融合构建智能。正是由于这样的发展战略与融合路径，才孕育出了德国工业4.0这个代表未来工业发展的新方向。

当前，国家发展战略战略性新兴产业，迫切需要自主创新的高端产品，新一代的电子装备来满足未来工业生产的需求。当前制造业突出的问题之一是资源的严重消耗与浪费，我们必须发展高效、绿色的制造业。互联网+促进产品本身智慧化，工厂智慧化，互联

网络所构建的大智慧设施，将为制造业走向绿色低碳及集约高效提供了最佳生态环境与条件。

正是因为这样，中国制造在受到双重挤压，科技需求迫切及自主创新发展的情况下，也必须实现从制造大国向强国的转变，向第四次工业革命迈进。

中国制造2025的主要任务就是推动制造业全面协调及绿色发展。促进制造业的基础能力、创新能力、绿色制造、服务制造迈上新台阶，通过优势产业带动，资源协同共享，形成较为完整创新技术体系和现代产业体系。

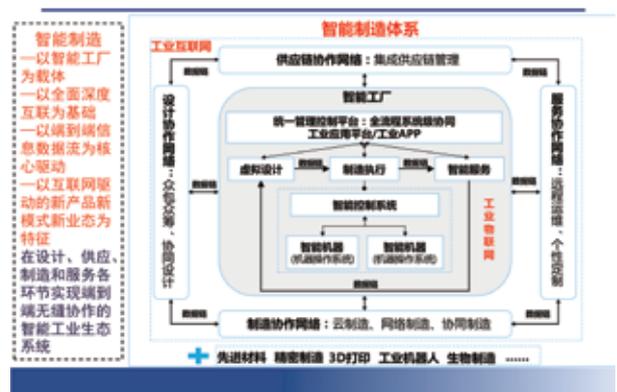
把智能制造作为中国制造2025的主攻方向和实现目标的技术制高点与重要的突破口。中国制造2025就是要以数字化、网络化、智能化为主线，实现产品智能化，从产品智能设计，智能生产到智能服务。要促进制造走向高效，绿色及质量为本。要发展智能工业基础及创新服务。智能制造就是用新一代信息技术革命带来的巨

大的智能空间来武装我们的制造业。智能制造工程将覆盖整个制造业技术前沿和高端，并形成完整体系。这个体系包括顶层设计，建立网络协同制造体系，发展智能车间及智能生产，大力发展智能的装备、智能的工业设施，构建起一套全新的工业体系。

智能制造工程的重点任务首先是网络协同制造，建设智能工厂与生产线、大力发展智能机器人，成套工艺装备及3D打印制造装备。智能制造还要构建全新的智能制造的工业保障基础，传统工业要素必然被智能化所替代，工业体系各个环节都向智能化方向发展。智能制造重大工程将会引领中国制造走向世界制造强国之列。<sup>[7]</sup>

(依据演讲录音整理)

### 智能制造重大工程：工程体系



<u>会员传真</u> .....	P01
<u>行业动态</u>	
持续推进品牌战略 实现机械工业提质增效升级 .....	P04
<u>协会动态</u>	
绿色制造与智能制造发展高端峰会在潍坊召开.....	P10
2015年中国智能装备产业高端论坛在宁波召开.....	P11
第五届绿色制造及应用国际学术会议在青岛隆重召开.....	P12
<u>专家视点</u>	
坚持绿色发展 推动转型升级 .....	P13
用互联网+创新工业发展 以“智造”促产业转型升级.....	P19
<u>工艺创新</u>	
重型汽车柴油机活塞销用钢及表面处理技术.....	P24
镍基实心焊丝气体保护焊堆焊工艺研究及应用.....	P29
矩形线圈电磁包边成形试验研究.....	P34
<u>优秀成果</u>	
巨型轴流式水轮机叶片熔炼工艺攻关.....	P38
高亮度LED晶片表面纳米级抛光工艺及设备 .....	P39
<u>协会通知</u>	
关于组织召开2015年全国机电企业工艺年会的通知（中国福州） .....	P40
关于召开2015年发动机及其关键零部件绿色高效加工技术成形研讨会的通知.....	P41
关于增补中国机械制造工艺协会项目评审专家的通知.....	P42
关于收取2015年度会员会费的通知.....	封三

## 西开有限1100kV特高压直流旁路开关 顺利通过型式试验

发布时间: 2015-05-18 文章来源: 中国西电集团

西安西高开关有限公司自主研发的ZPLW-1100高压直流旁路开关顺利通过全部型式试验,而且额定雷电冲击耐受电压(对地)达到了2700kV,远远高于标准要求的2300kV。

ZPLW-1100高压直流旁路开关主要用于特高压直流系统中,它的主要作用是与隔离开关配合,退出需



要检修的换流桥。1100kV特高压直流旁路开关的试制成功,进一步完善了西开有限直流旁路开关的种类,提高了西开有限在特高压直流输电领域的研发能力,增强了在直流工程项目的竞争力。同时,对国家建设特高压±1100kV直流输电提供了设备保证,为特高压直流场设备国产化水平打下坚实基础。

## 沈阳机床力争3年内实现2万台i5系列 智能机床的网络互联

发布时间: 2015-05-13 文章来源: 中国工业报

据了解,沈阳机床i平台近期进行了发布,目前已经联接上游十余家的生产企业,今年下半年有望在该平台上增加数十家生产企业。沈阳机床未来目标是用3年时间实现2万台i5智能机床的网络互联。

相关人士表示,目前的沈阳机床i5系列机床产品核心技术由集团层面位于上海的研究院进行研发,而产品的生产则归属于股份公司,i平台则展现了互联网与i5的有机结合,通过沈阳机床的i5系列产品有效的建立需求

客户与上游生产商的联系,客户通过客户端登陆互联网,远程进行产品的定制、生产。

沈阳机床将在全国范围内建设四个面向不同行业的加工基地,进行定制化生产。

以有望在广东开业的一家黄金加工基地为例,利用自身平台与文化创意公司合作,进行黄金首饰的定制化生产,将改变传统金饰的传统制造模式。

据了解,i5平台目前大的工作环

境已经搭建完成,还有部分类似于交易结算系统也在进行开发,具体的营运时间未曾获悉。据悉,i5T3.3智能机床在2014年单一产品销售达到1000余台,2015年仅3月份,i5系列智能机床订单就达到了302台。是去年月平均订单的两倍以上。

未来,沈阳机床将继续加大与战略性客户的合作力度,重点推行以i5智能机床打造新生产模式的商业模式创新,目标是在3年内实现2万台i5系列智能机床的网络互联。

## 2015北京国际道路运输展 玉柴携新能源动力强势参展

发布时间2015-5-12 文章来源: 玉柴集团网



5月11-13日,以“新能源客车发展的机遇与挑战”为主题的“2015北京国际道路运输、城市公交车辆及零部件展览会”在北京国家会议中心隆重

举行。作为国内客车动力第一品牌,玉柴股份携旗下YC6L330-60、YC6MK420-50、YC6J210N-52等柴油、天然气、混合动力等7款产品参展,全方位展示了玉柴发动机的最新技术。

作为国内首家投放“四气门”发动机、“天然气”发动机、“混合”动力系统的公司,玉柴至今已领航中国客车市场14年,2014年玉柴客车发动机

销售12.3万台,占据中国客车市场60%以上份额。

贴合本次展会“新能源”主题,玉柴天然气发动机和混合动力系统格外引人注目,展台上挤满了观众,他们纷纷咨询有关发动机的参数。玉柴天然气发动机以经济性好、动力强劲、高可靠、低噪环保、适配性好等特点受到好评。

本次盛会由中国交通运输部主办,国家交通运输部科学研究院、中国公路学会客车分会、北京市贸促会等单位共同承办,世界客车联盟(Busworld)协办。展会期间,组委会还组织道路运输业知名专家、学者和重点用户单位针对展会参展产品开展了“中国道路运输杯”系列评选活动,玉柴YC6L330-60发动机荣获“中国道路运输杯”2015年度最佳客车零部件奖。

## 中国一拖进军烟草机械市场

发布时间: 2015-05-12 文章来源: 洛阳日报

日前,中国一拖集团有限公司与河南省烟草专卖局(公司)签署战略合作协议,决定以烟草重大科技专项的形式,借助中国一拖集团强大的农机研发和生产能力,打造中国烟草机械主要的研发、生产基地。这标志着中国一拖集团吹响进军烟草机械市场的号角。

根据协议安排,中国一拖集团将组建河南省烟草农业机械研发中心。企业将围绕烟叶生产全程机械化目标,着力烟草移栽、烟草打顶抹杈采

收、烟田施肥和追肥等的烟田机械设备开发工作,进一步整合配套烟草种植全程机械化设备,强化农机农艺结合种植模式研究,统一农机农艺技术标准,保证实现配套应用和系统化集成。省烟草局(公司)将通过示范带动、试点引领的方式,在全省系统集成展示和推广双方合作开发的烟草农机装备,示范带动提升烟叶生产全程机械化作业水平。

去年,中国一拖集团继续保持了国内大中型拖拉机销售市场占有率第

一的良好态势。其中,大轮拖市场占有率同比增长1.26%,位居行业第一;中轮拖市场占有率22.59%,同比增长1.12个百分点,位居行业第一。然而,整个粮食机械行业增速持续放缓,特别是拖拉机市场整体下滑形势严峻。

“加快产品结构调整步伐、推动企业转型升级成为中国一拖集团的当务之急。在这一背景下,作为农机行业新兴领域的烟草机械,成为集团转型新方向。”中国一拖集团相关负责人说。

据了解,烟叶生产环节多而复杂,加上我国烟叶生产多位于丘陵和山区地带,先进、适用的专用机械研发能力不足等因素,已成为制约我国烟叶生产全程机械化的瓶颈。

## 国产刀具的高水准与宽视野—森泰英格举办 CIMT2015新品发布会

发布时间: 2015-5-4 文章来源: 中国刀具商务网

4月22日,第十四届中国国际机床展览会(CIMT2015)期间,森泰英格新品发布会在中国国际展览中心(新馆)举行,来自刀具终端用户、经销商、媒体和各个合作伙伴的90余位来宾出席了新品发布会。

发布会上,森泰英格副总经理赵庆军为来宾们介绍了公司在液压刀柄、热装刀柄、SO面铣刀、X钻头、FBZ精镗刀、切槽刀等高端刀具国产化方面取得的最新进展,并隆重推出微补偿同步攻丝刀柄(V柄)、液压夹

具。在新品发布会之后的展台参观环节,来宾们饶有兴致的观看刀具样品,深入了解一系列国产高端刀具尤其是V柄和液压夹具的各项功能及优点。参观结束后,刘忠、赵庆军副总经理接受媒体采访并解答来宾的疑问。

技术不断进步、产业不断升级是当下机械加工行业发展的主旋律,中国已经是全球制造业大国,并正在努力成为制造业强国。由大到强的过程其实就是由求量向求质的转变,成功

完成这一转变的关键是质量和效率的提高,以及制造技术的创新。对此,赵总表示:“森泰英格早已意识到这一时代的需求,从2002年批量生产HSK工具系统开始,2003年推出热装工具系统,2007年国内首推液压工具系统,直至最近推出微补偿同步攻丝刀柄(V柄)、SO面铣刀、X钻头等一批国产高端刀具新品,森泰英格一直在顺应时代的发展,满足中国制造业对国产高端刀具不断增长的需求”。

## 大连机车核心产品风靡上海轨交展

发布时间2015-4-12 文章来源: 大连机车车辆有限公司网站

4月10日下午,为期三天的“2015第十届中国国际轨道交通展览会”在上海新国际博览中心闭幕。来自15个国家和地区的近200家企业参展,集中展出轨道交通车辆、车辆零配件等轨道交通产业链设备。其中中国北车展台735平方米,面积最大。大连机车公司携四种最具代表性的产品,跟随北车团队参加了这一盛事。

在展示最新产品、高端技术的国际交流平台上,大连机车时速160公里

HXD3D型客运电力机车、4400马力HXN3B型大功率内燃机车、西安地铁一号线车辆、100%低地板有轨电车同时亮相,彰显公司在城市轨道交通与铁路领域技术创新实力。

在“一带一路”战略布局和中国轨道交通装备大踏步走出去的背景下。一大批具有自主知识产权的“中国制造”核心大部件与轨道交通装备产品引来世界关注的目光。展会期间,国家发改委基础产业司司长李国勇、

上海申通董事长于光耀亲临中国北车展台参观,给予公司产品极高的评价。其中,由大连机车公司研发的国内首列地面供电“无辫”有轨电车目前已有两列车在珠海梅华路上试运行。该车型摒弃了传统有轨电车的受电弓,剪掉“小辫子”,采用磁力吸附式地面供电,车辆外观更为美观。车辆运行更加安全可靠,既不受极端气候影响,运行区域又没有视觉污染,市场前景十分广阔。

# 持续推进品牌战略 实现机械工业提质增效升级

——王瑞祥会长在2015年全国机械工业品牌战略推进工作会议上的讲话

发布时间: 2015-04-29 文章来源: 机经网

**内容摘要:**为进一步贯彻落实党中央国务院一系列关于质量品牌建设的精神和习近平总书记关于“三个转变”的重要指示,2015年全国机械工业品牌战略推进工作会议于4月28日在北京隆重召开。中国机械工业联合会会长、中国机械工业品牌战略推进委员会主任王瑞祥向大会做了题为《持续推进品牌战略 实现机械工业提质增效升级》的主题报告,现全文摘录如下,供大家学习参考。

同志们:

我们这次大会的主要任务是,深入学习贯彻党的十八大、十八届三中全会和今年的“两会”精神,深入贯彻落实国家关于质量品牌建设的部署要求,总结工作,分析形势,表彰先进,明确任务,持续推进质量品牌战略的实施,努力推动机械工业提质增效升级。下面,我讲三点意见。

## 1 机械工业品牌战略推进工作的简要回顾

自2013年行业品牌战略推进大会以来,机械工业品牌战略推进委员会(以下简称品推委)积极组织行业企业,认真贯彻有关部委的部署,持续推进行业质量品牌建设,取得了一定成效。

一是积极引导落实质量品牌战略。品推委始终坚持把质量品牌建设作为行业转型升级的一项重点工作,积极引导企业按照工信部和质检总局的部署要求开展工作。两年中,多次召开品推委会议,听取情况,分析问题,研究工作,落实责任,组织开展行业优

质品牌产品的评选表彰,对年度工作做出部署安排。品推委有效利用各种会议和渠道,广泛宣传质量品牌战略的重大意义,宣讲政府部门的指导意见和方针政策。在经济增速换挡期和转型升级的关键期,大力推动机械工业“十二五”质量发展规划和质量品牌工作方案的落实,完善了机械工业优质品牌表彰管理办法,增强了企业的质量品牌意识,推动质量品牌建设工作不断深入。深入企业开展调研,发现问题,及时给予指导,并主动向有关部门反映诉求。积极推进管理体系构建,2014年,已有400多家企业建立了品牌培育管理体系。

两年来,我们主动参与工信部和质检总局关于质量品牌建设推进意见、《品牌价值评价》国家标准与《“十三五”品牌发展规划》的制定,参与国家质量奖推荐以及质量诚信管理等工作。多次在参加部局召开的相关会议上,反映行业主张,提出政策建议。我们对加大试点单位和优质品牌在技改项目、出口退税、招投标等

工作中的政策支持,对加强企业质量品牌现状的调研,加强对先进典型的宣传,对更好发挥行业协会作用以及为企业提供更多扶持等方面提出的建议,得到了有关部门重视和采纳。

二是持续开展行业质量品牌培育工作。品推委把机械工业品牌战略作为一项系统工程,着力在加强基础工作上下功夫,把工作的重点放在持续培育上。两年多来,我们通过召开主攻高端、夯实基础、强化管理、加强人才建设以及企业文化建设等专项工作会议,在全面推进转型升级工作中,提出以创新驱动促进质量提高、以品牌创建推进转方式调结构、以软实力建设支撑质量品牌建设的要求和任务措施,使质量品牌建设较好地与转型升级的各项工作有机结合在一起。为做好基础工作,品推委组织专业协会在质检总局指导下,成立了品牌价值评价国家标准机械制造业分标准起草组,制定了《品牌价值评价 机械设备制造业》标准。

在加强培育的基础上,我们在工

信部、质检总局的支持下,继续开展了机械工业优质品牌产品的评选表彰活动。去年7月,继第一批表彰授牌之后,我们启动了第二批推荐评选工作。在各专业协会支持下,共组织了17个分行业、涉及热泵热水机、空气处理设备、汽车起重机、压路机等40种产品参与了此次活动。各协会领导亲自部署、动员优秀企业参加。为突出培育、保证质量,有关协会及分支机构根据《管理办法》规定的工作程序和基本条件要求,制定了严格的评价细则,辅导企业做好申报工作,组织专家进行严格的审核评选,形成推荐名单。

电器协会组织了三个分会参加。会领导亲自组织实施。在制定评价细则、指导评价工作、严格把关筛选等方面做了大量工作。推举出了常熟开关、杭申集团之江开关等名牌龙头企业,为行业创建品牌树立了榜样。制冷空调协会为落实国家节能环保产业政策,以目前最先进的节能、环保型热水设备热泵热水机作为重点产品加强培育表彰工作。液气密协会制定了严格的评价细则,既考核企业的经济指标,又严格考评企业创新及核心竞争力,着力引导创新和产品升级。模具协会、印机协会利用行业年会及各种展览的机会,宣传活动的意义,积极联系目标企业深入动员,扩大活动的影响力。在此项工作中,重型机械、工程机械、通用机械、石化设备等协会和相关分会,领导高度重视,联络员工作认真负责,评选工作高效有序,与品推委秘书处配合默契,推动了工作进行。经过各协会的共同努力和企业的积极参与,经品推委审定,共有72个品牌产品获得2014年机械工业优质品牌称号,同时还涌现出一批先进工作者和先进集体。在此,向这些企业、个人

表示祝贺!

三是开展质量诚信企业建设活动。根据工信部关于开展质量信誉承诺活动安排和质检总局关于组织企业发布质量信用报告的要求,品推委于2014年启动开展了面向全行业的质量诚信企业建设工作。此项活动由品推委统一制定工作方案,发布细则,专业协会接受企业申报,作为第三方机构审查企业质量信用报告的客观性与真实性,并出具评价报告,经品推委审定后给予表彰、授牌。通过推进质量诚信企业建设和表彰,推动行业诚信监督和行业自律,完善诚信企业的监督管理和对失信企业的曝光机制,以此来促进企业注重市场表现,重视质量承诺,坚持质量诚信。

活动得到了行业的支持。制冷空调、模具、电器、印机、重型机械、焊接等协会,在开展优质产品培养表彰的同时,认真组织相关企业开展此项活动,确定目标,完善措施,引导活动不断深入。企业通过发布质量信用报告、开展质量承诺、发布社会责任报告,促进企业不断加强质量诚信体系建设,推动企业自律与质量上水平。经过各专业协会推荐、初审和品推委批准,这次活动共有24家企业受到表彰。

四是开展品牌专业人才培养。品牌专业人是实施品牌战略的关键要素之一。根据工信部《品牌培育管理体系》的实施要求,为使品牌要素在企业质量管理与产品全生命周期的管理过程中更加具体化、更具操作性,品推委研究了通过专业培训,推动品牌培育管理体系建设的办法,通过各种形式加强宣传培训,逐步形成了以全行业、分行业、区域经济地区等多层次的品牌培育管理体系。2014年,在品推委秘书处和专业协会的密切配合

和共同努力下,举办了首期品牌经理培训研讨班。来自电器、制冷空调、石油设备、工程机械、焊接、印机、塑机、液气密、模具、通用及零部件等行业的40多名学员参加了学习。学员们系统学习了品牌战略规划、运营管理及品牌培育管理体系的策划与实施。此次培训共有40人取得工业企业品牌经理资质证书。

五是推动区域经济品牌上水平。中机联牵头与部分专业协会开展的机械工业产业集群区域品牌认定工作,得到了工信部和质检总局的认可,也得到了地方政府和相关部门的支持。12年中已先后认定了38个区域品牌。

近年来,为推进行业的转型升级和整体发展,区域品牌认定工作更加注重科技创新、产业调整、规模发展、品牌创建与特色文化等指标的考量。在多年工作的基础上,我们首次推出了“中国机械工业产业集群区域品牌创建优秀奖”,对在品牌创建中做出突出贡献的地区和产业集群地予以表彰。2014年,有湖北随州、大连瓦房店、山东滕州、浙江温岭、江苏孟河、浙江瑞安等6个地区获此称号。还有3个区域被授予工信部区域经济试点。

总结近年来的工作,可以说,在工信部、质检总局等政府部门指导下,经过大家的共同努力,行业企业的质量品牌意识在不断增强,质量提升、品牌培育、诚信企业建设初见成效,品牌战略推进工作在不断深入,对促进行业转型升级发挥了重要作用。同时,我们的工作与上级的要求和建设机械强国的目标相比,还存在较大的差距。

从行业整体情况看,行业品牌培育与企业质量诚信建设发展不够平衡,一些地区和一些行业还相对滞后,

企业之间仍存在较大差异；重质量创品牌的思想认识还不够高，持续推进的手段还不多，效果还不理想；部分机械产品质量特别是可靠性、稳定性差距依然较大，优质品牌、知名品牌数量还太少；适应新常态、全面提高质量、实施品牌战略的思路办法还不够新，措施还不够实。从自身工作看，品牌战略还缺乏系统的顶层设计。对培育创建品牌、保护品牌、宣传品牌，尚缺乏从战略高度全面系统的规划与举措，与国家产业政策和迈向中高端的目标结合还不紧密，工作面与产品覆盖面特别是主机的覆盖面还需进一步拓宽；推进的工作机制亟需完善。在健全组织体系，加强与科技、标准等相关专业工作融合，创新工作方式方法，加大对品牌产品的宣传推广方面，还要进一步加大力度；基础工作有待加强。须尽快建立科学的评价与考核制度，完善工作标准体系，建立工作数据库，研究运用现代化技术及工作手段提高工作效率和工作效果等。这些问题，需要我们在下步工作中共同研究解决。

## 2 机械工业质量品牌建设面临的机遇挑战

纵观当前世界经济格局，后金融危机时代全球范围的跨国商品、服务交易、国际资本流动规模和形式的变化，以及新技术革命对实体经济的深刻影响，促成了新一轮国际产业分工体系的深度调整。制造业再次成为全球经济竞争的重要领域，而质量品牌则成为扩大市场、提升国家竞争力的利器。我国作为世界制造业大国，其产品质量品牌面临着新的机遇和挑战。

一是世界主要经济体以质量品牌重振制造业的势头强劲。国际金融危机以来，各工业发达国家和主要经

济体，纷纷将振兴制造业纳入国家战略。美国通过“制造业促进法案”、“先进制造业国家战略计划”，大力支持创新制造工艺、先进工业材料和机器人技术研发，建设以保护消费者权益为核心的法治环境。通过政策法规和激励机制，引导质量理论和技术的创新应用，重视质量人才的培训与发展；德国提出“工业4.0”计划，旨在依靠科技创新、树立国家品牌、发扬精益求精的文化精神，以及重视技术标准、重视产业工人的职业化、促进精英中小企业发展等措施，确保“德国制造”出口全球第一，以占领未来制造业高端；英国斥巨资支持创新制造中心建设；法国提出要将其工业占欧盟工业附加值比重从2010年的13%增至2015年的15%；日本政府通过了“机器人新战略”，把提高质量继续作为全民行动，鼓励企业推行全员参与培训和改进行动，注重供应链管理和提升整体效率，采取引进与创新相结合的方法不断提升产品质量；新兴经济体国家巴西、印度也相继公布了《工业强国计划》、《国家制造业政策》，旨在大力振兴装备制造业。

目前，随着互联网、高科技、大数据、虚拟制造信息技术与实体制造技术的深度融合，智能制造与新兴产业的迅速发展，为质量提升和品牌创建提供了快速通道。工业发达国家以科技创新和质量品牌的竞争优势，维护其产业霸主地位的势头咄咄逼人。加之投资和贸易保护主义愈演愈烈，加剧了市场竞争的残酷性。代表国家经济实力的质量品牌间的新一轮竞争已呈白热化状态。形势逼人，不进则退。

二是我国实施强国战略对质量品牌的要求愈加紧迫。实施强国战略、实现“中国梦”是十几亿中国人民的美

好愿景。党的十八大明确提出，要把推动发展的立足点转到提高质量和效益上来。习近平总书记强调，必须坚持以提高经济发展质量和效益为中心，增长必须是有效益、有质量、可持续的增长。要推动中国制造向中国创造转变、中国速度向中国质量转变、中国产品向中国品牌转变。从全局和战略的高度，指明了提升经济发展质量效益的发展方向和实现路径，廓清了建设质量强国的宏大目标和具体要求。李克强总理在“首届中国质量（北京）大会上”指出，要紧紧抓住提高质量这个关键，推动中国发展迈向中高端水平。

《中国制造2025》是强国战略“三步走”第一个十年的行动纲领。明确到2025年要初步形成以技术、标准、品牌、服务为核心的制造业质量竞争新优势，实现中国速度向中国质量的转变；涌现一批品种齐全、质量可靠、性能优良的产品；创建一批具有自主知识产权、国际影响力大的知名品牌；拥有一批技术先进、管理卓越、竞争力强的现代化企业；建立和完善一套科学规范、符合“两化”融合方针的质量管理新模式；营造一个法制健全、公平竞争、优胜劣汰的市场环境；培育一支支撑质量发展的质量人才队伍和高素质的产业技术工人大军；形成一个人人追求高质量、人人享受高质量的社会氛围。突出强调了质量兴国、品牌强国是国家发展的重大战略，清晰勾画了实现的目标和路线图，明确提出了当前和今后一个时期，适应新常态，实施质量品牌战略、提质增效升级的具体举措和要求。认真贯彻党和国家的战略部署，加快搞好机械工业质量品牌建设，是难得的历史机遇，也是我们的政治责任。

三是质量品牌已成机械工业

由大变强的当务之急。今年是实施“十二五”规划的最后一年。作为装备制造业的重要组成部分，截止到2014年，全行业规模以上企业达8.2万家，资产总额18万亿元，销售收入达到22.2万亿元，实现利润1.56万亿元，主要经济指标在全国工业中的比重基本在20%左右。从总体上看，机械工业继续保持了大国地位，但大而不强矛盾突出，主要是产业产品结构不合理，低端过剩，高端不足，自主创新能力弱，产品质量性能和稳定性、可靠性差，知名品牌缺少，外向型经济水平较低等。特别是关键核心技术对外依存度高，基础薄弱矛盾突出。90%左右的大型优质铸锻件、95%的高档数控系统、80%的芯片和几乎全部的高档液压件、密封件、发动机依靠进口。产品使用寿命仅是国外同类产品的30%—50%，技术水平相差15年以上。生产工艺及基础装备落后，废品率相比发达国家高出5%—10%，综合能耗是工业发达国家的2倍，电机运行效率平均比发达国家低10—20%。高精、高效及高速的一些装备严重不足，模具加工在线测量和计算机辅助测量及企业管理的差距在10年以上。从品牌来看，在世界500强中，中国品牌占有29席，中国大陆企业连续13年未能进入全球100最佳品牌阵营。机械产品中具有国际影响力的知名品牌更是寥寥无几。这种状况，与我们的制造大国地位极不相称。

数据显示，我国机械工业许多产品体系仍停留在解决有无生产能力的问题上，许多企业还没有把质量品牌列入自身发展战略。而现存的一个事实是，攻克制造业质量难题，日本用了十年时间，韩国用了二十年时间，而中国用了近三十年时间，质量仍是制造业的“软肋”，仍是困扰发展的重要瓶

颈。在经济全球化日益深入，科学技术日新月异和制造业网络化、数字化、智能化加快发展的新形势下，如不加快转型升级，尽快改变机械产品粗制滥造和“低档货”的形象，实现机械工业由大变强就会成为一句空话。使命在肩，时不我待，我们要树立强烈的危机意识和责任意识。

### 3 持续推进品牌战略加快提质增效升级的任务要求

今年是“四个全面”深化推进的关键之年，也是“十二五”、“十三五”承前启后的紧要之年，机械工业转型升级进入了爬坡过坎的重要阶段。为适应经济发展新常态，下一步行业质量品牌建设工作的重点是，对标“十二五”质量发展规划的目标要求，坚持以市场为导向，以质量为核心，以创新为动力，围绕品种开发、质量提升、品牌创建和服务改善的重点，发挥行业优势和企业主体作用，推动建立全员、全过程、全方位的质量品牌管理创新体系和质量诚信体系，加快质量品牌创新，工作体制机制创新，行业诚信自律工作创新，实现提质增效升级和“十二五”目标任务，为“十三五”发展和实施“中国制造2025”奠定基础。具体任务要求：

一是进一步提高对质量品牌建设的思想认识。要加强对新常态下质量品牌建设重要意义的学习理解。深刻认识质量是一个国家综合实力、文明程度的体现，既是科技创新、资源配置、劳动者素质等因素的集成，又是法治环境、文化教育、诚信建设等方面的综合反映。当前，质量品牌建设已上升为国家战略，列入制造强国的重点行动。对行业来讲，加强质量品牌建设是落实国家战略、实现行业由大到

强的必然选择，要牢固树立大局意识和全局观念。对企业来讲，质量是产品的基础，是产品走向市场的基本要素。而品牌则是产品因质量而形成的认知度、知名度、美誉度和客户忠诚度的集合，是更高层次的质量和高品质的象征，也是社会整体形象的标识。

要自觉强化质量品牌的战略意识。要深刻认识质量品牌与诚信是决定企业生存发展的核心要素，牢固树立质量是生命、品牌是实力、诚信是财富的观念理念。要主动把握机械新常态的特点，科学认识质量、品牌、诚信与稳增长、转方式、调结构的关系，看到质量品牌与诚信是保持企业行稳致远的重要基础。越是经济放缓、下行压力加大，越是要强化质量品牌意识，集中精力练好内功，走以质取胜、以品牌和诚信强企的发展路子。越是困难重重，越是要以科技创新作为重要引擎，努力开发适销对路的新产品，潜心把产品和服务做精做好，提高产品质量和经济附加值，实现提质增效升级。要自觉以实现机械强国梦、“中国制造2025”的职业愿景为目标，增强行业意识和实现中国制造“三个转变”的紧迫感和使命感。

二是进一步强化质量品牌对转型升级的重要作用。要将质量品牌建设作为转型升级的重要内容和重要抓手，作为推动持续发展的重大战略，摆在突出位置。精心制定长短期规划，设定目标、明确措施。要遵循新常态特征，按照市场需求，对产品状况进行深入分析，对照国内外先进标准，规划淘汰落后、调整存量、做优增量的路径，努力以结构优化、内生增长实现提质增效升级。要坚持科学导向，找准自身在质量品牌和诚信建设中的薄弱环节和问题，实事求是、正视问题，

制定突破瓶颈的措施办法，明确责任，狠抓落实。

要密切结合工信部、质检总局等部门的相关政策和专项行动，推进实施创新驱动和两化融合战略，围绕基础薄弱、高端和品牌缺乏、工艺管理水平低等突出问题，加快提升自主创新和企业信息化、数字化、智能化水平，引领质量品牌创新迈向中高端。要深入开展质量兴业和质量诚信承诺活动，通过建立公共技术平台，组织质量问题攻关，加强标准体系建设，推广应用先进管理方法，开展质量达标和QC小组活动，加强品牌创建和全产业链质量提升。要注重将质量品牌与诚信建设和企业管理、人才培养、文化建设等结合起来，同步规划、同步部署、同步运作，促进企业软实力提升。

三是进一步突出企业在质量品牌建设中的主体地位。企业是推进质量品牌建设的主体力量，也是品牌的拥有者、受益者。质量品牌最终靠企业的产品和企业形象体现。各级行业组织推进质量品牌战略必须把着眼点、落脚点放在企业，从企业的现状和需求出发谋划策略。组织发动更多的企业参与建设之中，帮助企业明确职能定位，落实主体责任，明晰实现目标，使企业真正成为建设的主角。要继续加强宣传引导，加强信息沟通，共同营造宽松的行业环境。今年要在更大范围推动质量诚信体系建设，引导规模以上企业主动发布质量信用报告，大力营造提质量、创品牌、重诚信的行业氛围。

广大企业要把质量作为产品和企业的生命力摆在首要位置，通过创新驱动、智能转型实现质量水平的提升。要自觉以创优质品牌产品为切入点，紧跟世界科技发展前沿要求，运用互

联网、数字技术等最新成果，转变生产模式，提高工艺水平，确保产品加工的精确度、稳定性、可靠性和生产效率，全面提升质量品牌水平。要把质量第一的理念贯穿于企业设计、研发、制造和服务的全过程，多出精品，多出品牌。要积极落实工信部、质检总局和行业质量提升与品牌战略推进的各项工作，确定目标，落实措施，重点培育，早出成果。已经获得称号的行业优质产品，要瞄准世界先进水平和市场需求变化，以对客户的高度忠诚和产品成为用户标配甚至绝配为终极目标，努力创建国际知名品牌，为中国制造走向世界做出贡献。各行业都要自觉维护市场秩序，注重社会诚信建设，遵守行规行约，为加强行业自律，营造公平宽松的市场环境做出努力。

四是进一步加强质量品牌建设的基础工作。要重视基础建设。加强调查研究，摸清行业质量品牌建设的工作现状，了解优质品牌的实施效果和企业的困难诉求，及时提出改进的意见措施。要加强新常态下质量品牌建设的理论研究，加强对典型和优质品牌实践的总结提炼，以具有先进性、指导性的理论和实践成果，服务行业企业。要加强基础保障能力建设。要适应建设强国目标、实施走出去战略和加强质量品牌建设的需要，加强标准的制修订和标准化体系建设，完善企业标准评价办法，推动企业执行先进标准，淘汰低标准产品，促进标准水平逐步提高。要加强行业质检机构能力建设，配套选用先进的检验检测设备和手段，不断提高质检水平。要尽快建立质量品牌工作成效考核机制，落实责任、促进工作。结合品牌培育和评选表彰活动，确定培育目标，指导企业实施品牌培育管理体系和评价实施

的有效性。

要密切关注政府职能的转变情况，积极承接政府转移事项，主动参与国家品牌战略规划、企业诚信管理规范、品牌价值评价以及相关法律法规等国家层面的规划政策制定，参与行业诚信管理体系国家标准和行业信用评价国家标准的宣贯工作。加大对政府政策法规等宣传。同时，及时反映行业主张和企业诉求，争取更多的政策支持，为行业深入推进质量品牌工作创造条件。

五是进一步完善质量品牌建设的长效机制。品推委是行业推动品牌战略实施的议事机构，是服务于企业、行业组织和政府部门的重要力量。要充分运用行业品推委的工作平台，做好推进质量品牌建设的顶层设计。组织行业力量，对“十二五”质量规划的实施状况进行总结评估，针对存在问题抓好整改补课，认真做好收官工作，努力实现规划目标。要在现有工作的基础上，进一步完善修订好下一步的工作计划，并集中力量群策群力做好“十三五”质量品牌发展规划以及实施方案的制定工作。要充分发挥品推委的作用，健全组织机构，完善工作体系，明确职能分工，规范规章制度，尽快形成完整的体制机制框架，使工作更科学化、系统化、规范化。

要注重质量品牌的培育，处理好培育、评价、表彰等相互关系。把培育作为重点，精雕细刻，持之以恒；把评价作为过程，健全标准，严格规范；把评选表彰作为平台，树立典型，以点带面。要不断拓展品推委的服务功能，更好发挥各成员单位的积极性创造性，动员更多行业和企业参与质量品牌建设，形成政府指导、行业推进、企业为主、市场监督的工作格局，形成覆盖全行业、全

部企业、持续推进的系统工程。

各行业协会、分会和地方行业协会，是推动质量品牌建设的重要力量，要切实把这项工作摆在重要日程上，深入研究，制定措施，下功夫抓好本行业的推动落实工作。要积极扩大服务平台，拓展服务领域，加大服务力度。在行业规划、工作引导、人才培养、信息咨询与典型培育、品牌宣传、交流推广等方面有所突破。要大力加强信息工作，建立起采集、统计、分析和交流机制。同时，积极参与国家、行业标准的制修订，加强先进标准的宣贯，强制性标准的监督检查，促进产品诚信

度和可靠性的提高。要主动针对企业需求，积极开拓个性化和特色服务项目，为企业排忧解难，真正使服务工作落地。要加强行业自律和诚信建设的联动，中机联将一如既往，充分发挥好品推委的平台作用，承上启下，努力做好统筹规划、组织协调、实施推进等服务工作。各行业协会、地方行业组织及品推委各成员单位，要率先行动，将质量品牌、诚信建设作为服务行业、企业的重点工作，纳入行业自律和文化建设之中，统筹规划，协调推动。科技、标准、管理、人才等相关领域，要及时跟进，进入质量品牌整体战略实

施布局之中。各成员单位、各协会、学会和相关职能部门要按职能分工，落实责任，搞好配合，形成协同共进的工作合力。

品推委秘书处要继续做好服务，在牵头组织制定规划、提供信息、组织活动、督促检查、统筹协调等方面，不断改进提高服务水平。

同志们，行业质量品牌建设任务很重，使命光荣。让我们振奋精神，扎实工作，共同为全面提高机械产品质量品牌和诚信建设水平，提升行业整体竞争力，实现机械强国梦作出新贡献！

## 关于邀请加入中国机械制造工艺协会 绿色制造分会的函

各会员单位及有关单位：

中国机械制造工艺协会拟成立中国机械制造工艺协会绿色制造分会。目前已进入筹备最后阶段，拟于近期召开成立大会。

结合《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》、《中国制造2025》等国家相关规划要求和任务部署，绿色分会成立后将组织会员单位围绕重点绿色制造共性和关键技术等开展联合攻关和协同创新，突破绿色设计、绿色工艺、绿色装备、绿色回收资源化与再利用、绿色制造技术标准等关键共性技术，推动技术、标准、产业协同发展；开展绿色制造工艺、装备和材料的推广应用；推动传统制造业绿色化改造，发展资源节约和节能环保战略性新兴产业；开展绿色工程教育、绿色制造咨询与服务，构建绿色制造应用、产业创新体系和普及推广体系；联系政府与产、学、研各方，传递国家方针政策，反映会员诉求，及时协调，搭建绿色制造行业服务平台。

现面向社会征集会员单位，诚邀贵单位的加入，有意加入绿色制造分会的单位，请填写附件中入会申请表，加盖单位公章后（一式一份）寄至绿色制造分会秘书处，请同时发送入会申请表电子版至邮箱cammt\_jsb@163.com，期待您的加入！

### 绿色制造分会秘书处联系方式：

联系人：杨娟 战丽

电话：010-88301752 15901039418

地址：北京市海淀区首体南路2号1213室

邮编：100044

邮箱：cammt\_jsb@163.com

附件：中国机械制造工艺协会绿色制造分会入会申请表

## 绿色制造与智能制造发展高端峰会在潍坊召开

2015年4月25日-26日,“绿色制造与智能制造发展高端峰会”在潍坊举行,该会议在绿色制造产业技术创新战略联盟、机械科学研究总院指导下,由我会联合中国机械工程学会、潍坊高新区管委会主办,山东省3D打印暨先进制造综合服务平台承办。会议邀请中国机械工程学会监事长宋天虎研究员,中国机械工业联合会副秘书长、绿色制造产业技术创新战略联盟秘书长李冬茹研究员,机械科学研究总院副院长、我会常务副理事长单忠德研究员,中国航天科技集团总工程师杨海成教授,北京神雾集团董事长兼总裁吴道洪博士,重庆大学宋豫川教授出席会议并作大会报告。会议期间,潍坊市委副书记、高新区党工委书记王献玲会见了与会领导及嘉宾。来自中国一拖集团、广西玉柴、潍柴动力、上海交通大学、上海电气、东方电气、一汽、机械总院、西电、武钢等企业、院校的近300位专家、专业技术人员参加了会议。会议由机械科学研究总院副院长、我会常务副理事长单忠德主持。

与会专家围绕“绿色制造、智能制造助推中国制造”主题,从不同方面共同交流了绿色制造与智能制造发展的前沿动态及新理念、新方法、新技术。

中国机械工业联合会副秘书长李冬茹作了题为《我国绿色制造技术与展望》的报告,重点介绍了我国

绿色制造领域的研究进展状况,并介绍了“绿色联盟”所开展的工作、取得的成果以及国家政策支持等。

北京神雾集团董事长兼总裁吴道洪作了题为《节能减排与大气雾霾治理技术》的报告,介绍了其自主研发的第三代燃烧技术——蓄热式高温空气燃烧技术,该技术以蓄热式高温空气燃烧技术及直接还原炼铁技术为核心,重点研发了八项节能减排技术及其成功的推广。

中国机械工程学会监事长宋天虎作了题为《发展绿色制造 推动转型升级》的报告,指出:构建完整的体系结构是推进绿色制造的有效保障;紧扣机械工程绿色化的五个环节是推进绿色制造的有效支撑;实施能源管理体系标准与认证是推进绿色制造的有效举措。

机械科学研究总院副院长、我会常务副理事长单忠德作了题为《智能制造、绿色制造技术现状及未来发展》的报告,以丰富的内容介绍了智能制造、绿色制造国内外发展现状,绿色与智能制造典型案例及未来成形制造技术的发展趋势。

重庆大学宋豫川教授作了题为《船舶柴油机关键系统绿色制造实践》的报告,介绍了船舶柴油机关键系统的绿色制造。

中国航天科技集团总工程师杨海成做了题为《互联网+与智能绿色制

造》的报告,介绍了互联网+、创新工业发展新模式及推动智能制造重大工程发展战略。

26日上午,会议组织参会代表参观了歌尔二期、第一加速器光电检测平台、潍坊3D打印技术创新中心、盛瑞传动公司、天瑞重工、潍柴动力工业园区,参观并了解了当地相关制造企业及有关重点研发领域及产品,进行了现场交流,有利推动了企业间的合作交流。

会议还得到了广西玉柴机器股份有限公司、天瑞重工凿岩机械有限公司、科灵集团的大力支持。潍坊市高新区党工委书记、管委会主任宋赤锋,潍坊市高新区党工委书记、管委会副主任张龙江,中国机械工业联合会温顺如处长、中国机械工程学会副秘书长左晓卫、绿色制造产业技术创新战略联盟副理事长、中机生产力促进中心书记邱城,机械总院先进制造技术研究中心书记乔培新,机械工业第一设计研究院纪委书记蔡万华等专家、领导出席了本次会议。

本次会议,通过组织专家报告、企业参观等形式交流了绿色制造、智能制造领域热点问题,与会代表纷纷表示获益匪浅,并希望继续开展此类活动。此次会议的召开对于推动相关技术进步、区域发展具有积极作用。

7

## 2015年中国智能装备产业高端论坛在宁波召开

2015年6月9日,由中国机械制造工艺协会主办,宁波象保合作区管委会、先进成形技术与装备国家重点实验室承办,中国智能制造产业技术创新战略联盟、机械装备工业节能减排产业技术创新战略联盟、中央企业青年科技工作者协会、中关村未来制造业产业技术国际创新战略联盟协办的“2015年中国智能装备产业高端论坛”在浙江宁波顺利召开,本次论坛主要着眼于交流智能装备产业前沿动态,研讨智能装备产业发展趋势,促进宁波企业与科研院所、大型央企对接。中国机械工业联合会副秘书长、绿色联盟秘书长李东茹,中国空间技术研究院资深研究员王至尧,北京神舟航天软件技术有限公司技术创新研究院副院长敬石开,上海市商务委员会巡视员赵抗美,宁波保税区管委会主任郁伟年,中国机械制造工艺协会秘书长、节能减排联盟副秘书长战丽等出席了此次论坛,中国二重集团、上海电气(集团)、郑州机械研究所、上海交通大学等200多位企事业单位的领导、企业代表参加了此次论坛。宁波保税区管委会主任郁伟年致欢迎辞。

在此次论坛的特邀报告环节,中国机械工业联合会副秘书长、绿色联盟秘书长李东茹作了题为《我国绿色制造技术发展展望》的报告,重点介绍了我国绿色制造领域的研究进展状况、未来发展趋势,并介绍了“绿色联盟”所开展的工作、取得的成果以及国家政策支持等。

上海市商务委员会巡视员赵抗美



作了题为《走出去,助力智能制造加速发展》的报告,就智能装备产业发展的新理念、新方法、新技术展开交流。

中国空间技术研究院资深研究员王志尧作了题为《学习德国工业4.0,构建中国工业4.0架构》的报告,他分析说:智能制造是针对产品、装备与设施的设计制造过程,利用信息感知、决策判断、安全执行等先进智能技术,实现制造产品、制造工具与制造环境以及制造工人等资源的最佳组织与优化配置,达到由人类专家与智能机器共同组成的人机系统去扩大、延伸和部分取代人类在制造过程中体力与脑力劳动的目的。工业4.0的重点就是创造智能产品、程序和过程。其中,智能工厂构成了工业4.0的一个关键特征。在智能工厂里,人、机器和资源如同在一个社交网络里一般自然地相互沟通协作,这也是今后中国制造由大到强迈进的必由之路。

北京神舟航天软件技术有限公司技术创新研究院副院长敬石开作了题为《全面认知互联网+对工业创新发展的影响,大力推进智能制造践行中国制造2025》的报告,阐述了云计算、物联网、大数据、移动互联网等新兴信

息技术的飞速发展,引发了新一轮科技革命和产业变革。美国提出“再工业化”、德国提出工业4.0战略等,希望借助信息技术发展“重新夺回制造业优势。我国为破解制造业发展存在的若干问题,迎接“双重挤压”的挑战,应对经济发展新常态,也提出中国制造2025、智能制造重大工程等发展战略。专家精彩的报告引起了与会者的浓厚兴趣和思考。

最后,宁波保税区管委会副主任、党工委副书记、象保合作区管委会主任严荣杰作宁波象保合作区投资环境推介,详细介绍了象保合作区的总体规划、建设路径和产业发展目标。

6月9日下午,会议还组织会议代表参观并了解了当地相关制造企业及有关重点研发领域及产品,进行了现场交流,有利推动了企业间的合作交流。

此次论坛,通过组织专家报告、企业参观等形式交流了绿色制造、智能制造领域热点问题,与会代表纷纷表示获益匪浅,并希望继续开展此类活动。此次会议的召开对于推动相关技术进步、区域发展具有积极作用。

7

# 第五届绿色制造及应用国际学术会议 在青岛隆重召开



大会开幕式

6月23日至26日，为期四天的“第五届绿色制造及应用国际学术会议”在中国青岛隆重召开。此次会议由韩国精密工程学会（KSPE）、韩国工业技术研究所（KITECH）、中国机械科学研究总院（CAM）、中国机械制造工艺协会（CAMMT）等组织和单位联合主办，由山东大学、先进成形技术与装备国家重点实验室、新型钎焊材料与技术国家重点实验室等多家单位联合承办，来自美国、德国、加拿大、中国、韩国、日本等十五个国家和地区大学、科研院所和企业的400余位专家、学者出席会议。韩国精密工程学会理事长Sun-Kyu Lee教授、中国机械科学研究总院院长李新亚研究员、国家自然科学基金委员会工程与材料科学部副主任黎明教授、青岛科技局高杰副局长出席会议开幕式并致辞。

会议邀请了美国密歇根大学倪军教授作了大会主题报告，英国布鲁内

尔大学程凯教授、韩国浦项工科大学Seong-Jin Park教授、加拿大卡尔加里大学Simon S. Park教授、宾夕法尼亚州立大学的Gul E. Kremer教授、日本工业技术院的Mitsutaka

Matsumoto教授、美国纽约州立大学的Shijie Liu教授等作了主旨报告；邀请首尔国立大学的Seung Hwan Ko教授、马来西亚大学的Chong Wen Tong教授等作了邀请报告。大会共设4个分会场，多达44场分会报告研讨，中、

韩、日、美、加等多国专家学者分别发言，参与研讨。会议表彰了最佳论文奖、最佳海报奖和年轻学者奖等重要奖项获奖代表。

绿色制造及应用国际学术会议已成功举办4届，全球超过1400人次参会，该会议为致力于绿色制造技术与应用的各国专家学者提供了沟通和交流的平台，已成为在国际上颇具影响力的品牌会议。第五届绿色制造及应用国际学术会议研讨内容主要包括可持续产品设计和制造，生产制造过程节能降耗和减少废物排放，环保材料的开发和应用，新能源和可再生能源系统的制造工艺及应用，工厂、机器人、制造过程中的能源，环境管理

等，可谓顺势而行，颇具时代意义。

通过本次会议的召开，各国专家以此为平台，汇聚一堂，探讨资源的可持续开发利用，探讨工业转型等热点问题，气氛热烈，反响强烈。与会人士纷纷表示，此次会议学术水准高，内容充实，安排合理，让与会人员享受了一次饕餮盛宴，受益良多。T



论文海报张贴交流



晚宴颁奖

# 坚持绿色发展 推动转型升级

宋天虎 刘永华



**专家简介:** 宋天虎, 研究员级高工。历任哈尔滨焊接研究所工程师、总工程师、所长; 机械科学研究所所长; 机械工业部科技与质量司司长; 中国机械工程学会副理事长兼秘书长; 中国机械工程学会常务副理事长。现任中国机械工程学会监事长,《机械工程学报》主编和全国科学技术名词审定委员会第二届机械工程名词审定委员会主任。曾获机械部科技进步一等奖, 国家科技进步二等奖, 2007年获中国焊接终身成就奖, 2011年获中国机械工程学会科技成就奖。享受国务院政府特殊津贴, 被评为国家有突出贡献的中青年专家。

## 1 序言

业内专家学者已经明确的指出, 中国的产业至今已具三个明显的特征:

一是产业大国地位确立。从2009年起, 中国成为世界第一制造大国。世界500种主要工业品中, 中国有220项产品产量居全球第一。2013年, 中国成为世界第一货物贸易大国。中国产业竞争力不断提升, 产品遍布世界230多个国家和地区, 初级产品出口比重已下降到个位数, 工业制成品上升到90%以上。2011年, 中国拥有1431种出口额排第一的产品, 位居世界前列。

二是产品结构深刻变化。2013年第三产业占GDP比重首次超过第二产业。未来几年, 产业结构可能从“二、三、一”进入到“三、二、一”阶段; 第一产业结构内部由以种植业为主向农林牧渔全面发展转变, 第二产业结构内部重化工业高增长态势开始回落,

第三产业机构内部生产性服务业和新兴服务业发展迅速。

三是产业发展方式渐进转型。由主要依靠大规模劳动力、土地、资源等初级要素投入和支付高昂环境代价来获取“数量和速度”, 开始向依靠初级要素和技术、管理、知识等高级要素共同投入, 更加考虑生态环境承载力, 来获取“质量和效益”的发展模式转变。

总之, 我国工业化得到了快速发展, 工业增加值规模已超过21万亿元, 占全球比重高达20%以上。虽然中国工业化取得了巨大进步, 但我们必须要清醒地看到: 我国制造业总体上仍处于产业价值链中低端, 工业发展付出的资源环境代价过大。

(1) 资源环境约束日益强大, 粗放型发展模式越来越难以为继。

在能源资源消耗方面, 2013年, 我国原油进口占国内消费量近60%; 铁矿石进口占国际贸易量的73.1%以上; 天

然橡胶对外依存度超过80%, 铜镍铝对外依存度均超过50%以上, 供需矛盾日益突出。

在污染和排放方面, 2012年, 工业废水、二氧化硫、氮氧化物和烟尘排放量分别占全社会的32.4%, 90.3%, 70.9%, 83.4%。能源资源消费的不断增长, 造成大气、水、土壤污染及环境恶化逐步加剧。据世行报告, 过去十年中国环境退化造成的损失达到GDP的10%。工业能耗占全国能耗的71.7%, 六大高耗能行业占全国能耗的72.7%。

目前尤以可吸入颗粒(PM10)、细颗粒物(PM2.5)为特征污染物的区域性大气环境问题已受到广泛关注, 重金属污染、地下水污染等问题也给经济和社会发展造成了较大影响, 尤其是与环境的容量矛盾突显。2014年, 全国300多个地级以上城市中80%未达到国家空气质量二级标准。长三角、珠三角, 特别是京津冀地区, 大面积雾

霾频繁发生。

2015年4月15日,北京发生了15年以来最严重的沙尘暴。

(2)我国产品出口面临的绿色壁垒日益严峻。

技术性贸易壁垒(TBT)从早期的安全、标志、性能等方面逐渐延伸到资源和能源节约、再生利用、保护环境以及与“绿色制造”相关的各个方面。诸如:欧盟的低电压产品指令、电磁兼容EMC指令;欧盟的环境RoHS、WEEE指令和REACH法规;德国的CFGB指令;美国的空调能效标准;日本的环境保护法规及相应的标准、空调的能效标准;澳大利亚的空调最低能效标准等等。

(3)大量产品报废淘汰带来严重的处理压力,应大力解决废弃产品处理的资源浪费和二次环境污染问题并推动这一新兴业态的形成。

据公安部交通管理局发布的消息,截至2014年底,我国汽车的总保有量已经达到1.54亿辆,按照每年大约7%的报废量,仅报废汽车的重量就会超过1000多万吨;我国现有机床约700万台,居世界第一;大量废旧机床需要处理、改造和提升;电视机、洗衣机、电冰箱、空调、电脑五大类家电的社会保有量超过10亿台,平均每年报废量在5000万台以上,且年均增长20%。

于是,近几年来,面对国内外的严峻形势,各级政府均把节能减排作为转变发展方式,加快调整经济结构的主要抓手,紧紧围绕国家节能减排目标,狠抓落实,清洁生产逐步推广,工业能效有所提升,生态环境得到了改善。

“十一五”期间,工业能耗强度累计降低了26%;“十二五”前4年规

模以上工业单位增加值能耗累计下降了20%;接近完成“十二五”工业单位增加值能耗下降21%的目标。近5年单位工业增加值用水量累计降幅超过40%,化学需氧量排放总量降幅超过20%,主要工业固体废物综合利用率累计提高约9.2个百分点。从2014年来看,规模以上工业增加值同比增长8.3%,单位增加值能耗降低7%。

实践表明,必须坚定不移地走新型工业化道路,坚持以降低能耗、提升能效、减少排放为基本特征的绿色制造,大力推动产业转型升级。为此,上海同济大学,武汉科技大学以及业内诸多单位的学者、专家不断指出要大力推动绿色制造,他们的很多见解值得我们深思。

## 2 关于绿色制造的来源和国内外现状

### 2.1 绿色制造的起源

50年代精益生产,精简一切不必要的过程、环节和机构;90年代敏捷制造,满足不同类型和规模的市场需求、进而快速响应迅速变化的国内外市场;发展到如今的绿色制造,即为了满足企业和社会可持续发展的需要,基于即考虑资源效率,又考虑环境影响,催生了一种新的制造模式——绿色制造。

“绿色制造”是一种综合考虑环境影响和资源效益的现代制造模式。目标是使产品从设计、制造、包装、运输、使用到报废处理的整个生命周期中,减少对环境的污染,提高资源利用的效率,并使企业经济效益和社会效益协调优化。

### 2.2 绿色制造的发展趋势

(1)国际上对绿色制造技术的

研究重点。从产品全生命周期的末端——如退役产品能回收、再制造及再资源化,向产品全生命周期的前段(设计)和中端(制造及使用)发展,追求从产品全生命周期的源头开始,体现对资源消耗最少、对环境的影响最小,进而实现在全生命周期过程中的经济效益最佳。

(2)绿色制造技术研究领域不断扩展。降低能耗、提升能效、减少排放、低碳环保的理念和相关技术已融入绿色制造的范围。

(3)在全球范围内,绿色制造已从一种理念变成产业发展的实际需求和具体行动并成为加快制造业转型、提高企业核心竞争力的动力。

### 2.3 国内外研究现状

绿色制造研究的重点领域主要包括三个方面:一是生态设计,包括绿色材料设计、轻量化设计、节能低碳设计、回收/拆卸设计、产品生命周期评价等;二是资源效益优化,包括制造过程能耗降低,流程工业能效优化,机床能效提升等;三是可持续制造,包括绿色制造工艺和系统,绿色供应链以及再制造与再资源化。

例如:欧盟“下一代生产系统”研究计划([www.nextproject.eu](http://www.nextproject.eu))中提出了绿色机床应具有的特点如下:

(1)机床主要零部件由再生材料制成。

(2)机床的重量和体积减少50%以上。

(3)通过减轻移动部件质量,降低空运转功率等措施使功率消耗减少30%~40%。

(4)使用过程的各种废弃物减少50%~60%。

(5)报废机床的材料接近100%

可回收。

### 3 构建完整的体系结构是推进绿色制造的有效保障

大家知道,20世纪的100年,人类消耗了几千年才能形成的自然资源。我们应该清醒地认识到,世界上一切物质财富都是开发自然资源的产物,而其中支撑实体经济的制造业,是消耗资源、能源和产生环境污染的主体。

(>70%)制造业把原料通过资源的消耗(包括各种环境的污染)转化成各种各样的产品,直接或间接地为人类的衣、食、住、行服务。在产品的运行和使用过程中,还会继续不断地消耗各种资源和产生环境污染。可以说:我们创造了文明,我们又破坏了环境。

制造业是创造财富的主要产业,同时又是污染环境的源头。可持续发展的制造业,应该是能够模仿自然界具有资源再循环利用的能力,同时又产生最少废弃物的生态化工业。当今很多国家,随着资源、能源、环境约束的加剧,特别是对流程工业的资源循环和替代技术,以及对属于离散工业的装备制造业的清洁生产等绿色制造关键技术的核心竞争力的“培育计划”已经明显地上升为世界诸多国家的重要战略。

#### 3.1 我国政府颁布了一系列的相关法律和发展规划

国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)将积极发展绿色制造列为制造业的发展思路之一,使我国制造业资源消耗、环境负荷水平进入国际先进行列;中华人民共和国循环经济促进法支持企业开展汽车零部件、工程机械、机床等产品的再制造等;国民经济和社会发展

“十二五”规划纲要把节能环保产业列入战略性新兴产业,重点发展高效节能、先进环保、资源循环利用技术、产品和服务;国家“十二五”科学和技术发展规划将绿色制造列为“高端装备制造业”领域六大科技产业化工程之一,重点发展先进绿色制造技术与产品,培育装备再制造等新兴产业。《“十二五”绿色制造科技发展专项规划》重点任务如下:

(1)突破关键技术,推动技术、标准、产业协同发展。突破绿色设计、节能减排工艺、绿色回收资源化与再制造、绿色制造技术标准等关键共性技术,推动技术、标准、产业协同发展。

(2)开展绿色制造工艺、装备和材料的推广应用。在典型行业或区域围绕绿色制造工艺、装备和材料,大力推动传统制造业绿色化改造,发展资源节约和节能环保战略性新兴产业。

(3)开展绿色工程教育和专业培训。推进相关产业技术创新战略联盟建设,构建绿色制造和产业创新体系、应用体系和普及推广体系。

#### 3.2 绿色制造发展重点

(1)突破瓶颈,绿色制造。重点突破绿色设计、绿色工艺、绿色回收以及再制造等关键共性瓶颈。努力推动绿色制造。

(2)提升能效,减少排放。促进流程工业和离散工业生产过程的绿色化。着力提升能效,减少排放。

(3)典型示范,清洁生产。选择典型示范基地,研发与应用先进的绿色制造工艺、装备和材料,大力推进清洁生产。

(4)积极发展,循环经济。以电子产品及家电、汽车、工程机械、机床、

矿山与石化装备等典型机电产品为重点,积极发展循环经济。

#### 3.3 绿色制造技术框架

(1)基础共性技术。主要包括绿色制造基础数据库;起重机、机床等轻量化设计技术,包括新型材料替代、机械结构轻量化、节能优化设计;生产过程绿色优化技术和控制软件;再制造技术等

(2)绿色生产工艺。主要包括铸造、锻造、热处理等基础工艺绿色化技术;流程工业绿色化工艺技术;干式切削与微量润滑技术;新型生产工艺技术等。

(3)节能产品开发。非道路用内燃机节能环保技术;高效节能电机及系统节能技术;泵阀产品节能技术;环保技术及产品等。

(4)资源循环利用。汽车、工程机械等拆解、回收工艺技术与设备;报废家电/电子有机材料无害化拆解,元器件再利用,废旧材料再加工等成套技术及装备;发动机、变速箱、机床等关键部件再制造技术等。

在这里,尤其需要强调指出的是,可持续发展除了强调高效、节能和无污染外,还必须大力实施人才战略。因为从本质上看,它是一种以技术进步为基础的人力资源对自然资源的高效利用和部分替代,从而使得人类的生产活动从粗放型走上知识型科学发展之路。可见绿色制造不仅关系你我我,而且只有通过包括你我我在内的广大科技工作者及其科技创新才能引领美好的绿色未来。

综上,着力构建完整的绿色制造体系结构将有助于提升制造业的技术水平,降低资源消耗;将有助于突破绿色贸易壁垒,促进国际合作;将有助

于有效缓解污染,改善人们的生活环境。

#### 4 紧扣机械工程绿色化的五个环节是推进绿色制造的有效支撑

绿色制造强调通过资源综合利用和循环使用、短缺资源的代用以及节能降耗等措施实现资源的持续利用;同时减少废料和污染物的生成及排放、提高生产和消费过程与环境的相容程度,最终实现经济效益和环境效益的最优化。机械产品全寿命周期的绿色化是未来机械工程技术发展的重要趋势,其主要包括如下五个环节:

##### 4.1 产品设计绿色化

绿色制造的落脚点是产品,而产品的绿色特性70%取决于设计。绿色设计是从全寿命周期的角度系统的考虑技术、经济、能源、环境等综合特性的设计。绿色设计是从源头解决问题的最有效方法。为了适应节能减排的需求,应该建立面向生态化设计的数据库和知识库及相关技术规范 and 标准;为了适应对废旧机电产品回收、再制造的要求,必须在设计阶段就要考虑结构的易拆解、易回收、易修理。

##### 4.2 制造工艺绿色化

零件精确成形(近净成形)技术比起传统的成形工艺,材料利用率可提高20%~40%,取消或大大减少了加工工时,实现了节能、降耗的目标,是一种很有推广应用前景的绿色制造工艺。此外,诸如具有材料制备与零件成形一体化短流程特点的基础制造工艺,也是值得关注与推广的。

###### (1) 铸造技术

2020年目标是使我国铸造行业的能耗和废弃物排放水平接近发达国家的先进水平。开发大熔化率( $\geq 10t/$

h)、长龄炉、外热式热风系列冲天炉。水玻璃砂、黏土砂与树脂砂的再生处理与再利用。开发高效率、高精度黏土砂造型和大吨位合模力( $\geq 3500t$ )的铝合金压铸机等。

典型案例:数字化无模铸造与传统有模铸造相比,加工费用仅为其十分之一,时间缩短50%—80%,成本降低30%—50%。

###### (2) 塑性成形技术

2020年具体目标:冷温精密锻件占模锻件比例达到12%,每吨锻件能源消耗降低10%。大锻件自给率达到80%,生产自动化程度达到先进工业化国家20世纪末的水平。锻件材料利用率提高3%~5%,冷精锻件精度达到8级。

典型案例:内高压成形技术是在计算机控制技术和超高压动密封技术同时突破的条件下,以内压高达400—600MPa、内压与轴向位移闭环控制为标志的一种空心变截面构件先进制造技术。至今,生产条件下的超高压快速稳定密封和控制系统快速响应和反馈关键技术已经突破,因此已成为汽车轻量化构件制造的主流技术,一般生产节拍可达30秒/件。更重要的是内高压件的材料利用率高达90%—95%,而冲压件材料利用率仅为60%—70%。因此,内高压成形件成本比冲压件平均降低15%—20%,模具费用降低20%—30%。内高压成形件比传统冲压焊接构件减轻质量15%—30%,并大幅提高刚度和疲劳强度。内高压成形在提高碰撞安全性和减轻质量的同时,可实现轿车重量减轻10%,油耗可降低6%—8%,节能效果显著。根据汽车工业学会预测,我国内高压成形件需求量高达1200万件/年,至少50—100条

内高压生产线才能满足需求。

###### (3) 焊接技术

2020年主要目标重点:焊条30%,实心药芯35%,药芯焊丝25%,埋弧焊材10%,焊材与钢材的比例达到0.5%。突破高端焊材及绿色焊材制造技术。发展并推广应用先进焊接工艺及装备。

典型案例:摩擦焊作为典型的绿色材料成型技术,是利用焊件相对摩擦运动产生的热量来实现材料可靠连接的一种热压焊方法。主要优点如下:

节能、节材、低耗:与传统熔化焊工艺相比能耗低,不需焊条、焊剂、钎料、保护气体,不需添加金属,也不需消耗电极。

效率高:每件焊接时间一般只需几秒至几十秒。

尺寸精度高:相对于熔化焊,摩擦焊接热输入小,焊接热循环引起的焊接变形小,焊后尺寸精度高,不用焊后校形和消除应力。用摩擦焊生产的柴油发动机预燃烧室,全长误差为 $\pm 0.1mm$ 。

环保、无污染:焊接过程不产生烟尘或有害气体,不产生飞溅,没有弧光和火花,没有放射线。

良好的焊接适用性:不仅适用于中、高强度合金钢、不锈钢、高温合金等材料的焊接;还可对铝-钢、铝-铜、钛-铜等异种材料进行高效优质焊接。

###### (4) 热处理技术

2020年主要目标:热处理行业的能耗降低20%;废弃物排放水平接近发达国家的先进水平。

典型案例:在热处理过程中,传统的可控气体渗碳(俗称换气法渗碳)

存在以下缺点：渗层的均匀性欠佳：现行的渗碳方法都是向炉内送保护气和富化气的方式来实现碳势的控制，也就是说总有一部分碳氢化合物在炉内裂解而且一般情况下气氛注入点只有一个，这样势必导致炉内气氛的不均匀，从而导致产品的一致性较差；碳的利用率不高：一是保护气氛燃烧导致的热损失较大；二是排气口烧掉的气氛要靠送入新的保护气补充。

然而，Hybridcarb——循环法气体渗碳不再需要气氛发生器，而且具有以下优点：准备室出来的保护气通过多点送入到加热室，而且保护气的制备和富化过程是与工件分开的，从而使工件总是在均匀的气氛中进行热处理。较传统方法可节约90%的工艺气体（甲烷）。工艺气体大量节省的同时还带来了CO<sub>2</sub>的排放大大降低，以易普森RQT-17为例，其一年的CO<sub>2</sub>排放量约为64t，相当于42辆大众GOLF轿车一年的CO<sub>2</sub>排放量。这对环保及人类社会的可持续性发展无疑是一个巨大的贡献。

#### (5) 粉末冶金成形技术

未来10年，我国将创新性的发展和完善粉末冶金先进成形技术、实现粉末冶金技术从重点跟踪仿制到自主创新战略转变。全面提升我国粉末冶金零件制造水平，提高国产粉末冶金零件的国际竞争力，使我国粉末冶金零件成形技术水平跻身世界先进行列。

“粉末冶金”是制取金属粉末并用金属粉末作为原料，经过成形和烧结，制造金属材料及复合材料各种类型构件的工艺技术，在材料制备与构件成形的发展中起着举足轻重的作用。为此，“粉末冶金”加上“热等静

压”工艺作为节材、节能、环保、短流程的零部件绿色制造技术已成为战略领域的必争之地。近年来的纳米技术也加入到了粉末冶金的领域中，更加凸显了粉末冶金这一新材料、新技术、新工艺的重要性。

2002年至2014年铁粉与合金粉末产量由10万吨达到40万吨，占直接钢铁粉末总产量的四分之一。可以预期，粉末冶金将在我国国防工业、现代汽车、机床工具、高端装备、新一代信息技术的基础器件、新型医疗器械和能源等领域，发挥更加重要的作用

#### 4.3 工艺材料绿色化

用于制造过程的工艺材料绿色化发展很快，那些传统的，给环境带来污染，威胁人身健康的工艺材料将被逐步取代。

在金属成形方面——铸造领域需要开发出一系列环保原料原辅材料，包括各种无污染、少污染的黏结剂、

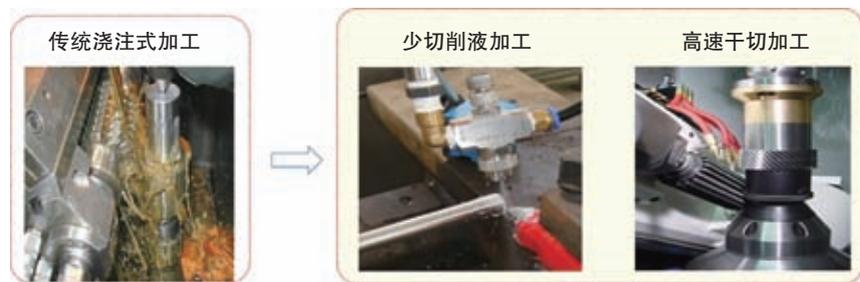
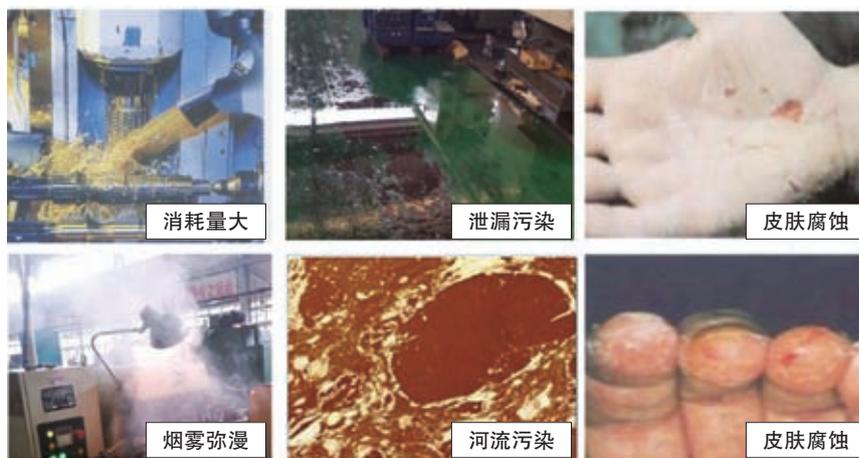
涂料、各种调节剂、金属液处理剂等；焊接领域需要研发应用低飞溅、低烟尘、低污染的绿色焊接材料；热处理领域需要研发应用环境友好、稳定性好、隔热换热效率高的新型工艺材料。

在金属加工方面——切削液是机床使用过程不可或缺的工艺材料，也是主要的污染源。切削液的采购、存储、实用和废弃处置，需要专门的技术和物流系统，费用很高，大约占加工成本的10%~15%。

一是基于少、无切削液和节能的绿色制造工艺，传统浇注式冷却润滑方法，造成切削液消耗量大，车间烟雾弥漫、油液泄漏，是机械加工车间环境污染和职业健康危害的主要源头。

二是少、无切削液加工工艺技术与装置。

在少切削液方面，国内研制了一



种集成超声波单元和喷嘴单元的切削液自启动适量供给装置。实现了切削液的合理供给，用量控制在0.03-0.2L/h，相比传统浇注切削方式，大幅减少了切削液的用量。在无切削液滚齿工艺技术方面。国内已研制了七轴四联动高速干切数控滚齿机，并在企业进行了推广应用，实现了齿轮无切削液清洁加工。切削液的使用与处置不当会对环境造成污染，甚至对人的健康造成危害。随着对环保的重视，维护与处置切削液的成本不断上升。例如：美国通用汽车（GM）公司的切削液循环系统就是一个复杂昂贵又不增值的系统。据统计，汽车零部件加工时花费在切削液的总费用大约是刀具费用的3倍。于是采用微量润滑技术（MQL）或干切削，正作为节省成本和节能减排的措施替代高成本、高污染和有害健康的湿式切削工艺。但是，由于目前干切削的应用范围有限，于是介于干切削和湿切削两者之间的微量润滑技术有着广阔的应用前景。微量润滑所需要油剂的消耗量通常小于50ml/h，可以说用量极少，对环境影响不大，也就是说，使用极少量的润滑油即可达到良好的润滑和冷却效果，解决了传统切削液危害人体健康及环境污染问题。因此，在一些工况下，采用微量润滑技术是推广绿色制造的首选方案。

#### 4.4 产品包装绿色化

面向环境的产品包装设计、包装材料、包装结构和包装废弃物回收处理，将成为包装的主流发展趋势。其目标是实现资源消耗和产生废弃物最小化。

#### 4.5 处理回收绿色化

以废旧零部件为对象的再制造技术成功解决了这些零件的磨损、裂纹、疲劳、损伤等失效问题，预期将在机械设备、医疗器械、家电产品、电子信息类产品领域广泛应用。再制造工程的关键技术为：再制造的零部件剩余寿命评估技术、产品再制造性评价技术、纳米复合表面制备与成型一体化再制造技术、零部件快速成型数字化再制造技术、装备运行中的摩擦副损伤原位再制造技术、装备再制造质量控制与检测技术等。

可以看出，紧紧抓住上述产品设计绿色化，制造工艺绿色化，工艺材料绿色化，产品包装绿色化、处理回收绿色化这五个环节，就可以对绿色制造的发展起到有效的支撑作用。

### 5 实施能源管理体系标准与认证是推进绿色制造的有效举措

#### 5.1 能源需求持续增长，能源危机日趋严重

世界能源需求以年均1.5%速度增长，至2030年，石油需求将增长40%。从化石燃料储产比（可采储量与年产量之比）看能源危机。截至2008年底，世界煤炭探明剩余可采储量8260亿吨，按目前生产水平，可供开采122年，石油和天然气仅供开采42年和60年。

#### 5.2 能源结构走向多元，但不可再生的化石燃料仍将是主流一次能源

煤炭与石油在能源总需求中比例将不断下降；天然气、核能、可再生能源的份额将不断提高；预计2030年前，石油、天然气和煤炭这些不可再生的化石燃料仍是世界主流

一次能源。

#### 5.3 能源安全引起了各国的高度重视

近年来，世界各国均出台大量能源管理法律、法规和标准。

(1) ANSI/MSE 2000:2000(2005) 标准(美国) 美国国家标准学会2000年颁布，2005年修订

(2) DS 2403: 2001 (丹麦)

(3) SS 627750:2003 (瑞典)

(4) IS 393:2005 (爱尔兰)

(5) EN 16001-2009标准(欧盟)

欧洲标准化委员会于2009年颁布，并在欧盟国家应用。

(6) GB/T 23331-2009《能源管理体系要求》标准(中国)

中国质监总局于2009年3月11日发布(2009年11月1日实施)。

至2009年，共有八个国家和地区(美国、丹麦、瑞典、爱尔兰、欧盟、中国、韩国、泰国)制定了能源管理体系(EnMS)标准。

(7) ISO 50001: 2011标准《能源管理体系 要求及使用指南》(ISO)

国际标准化组织(ISO)的ISO/PC 242—能源管理项目委员会于2011年6月15日颁布。

综上，只要我们结合自身的实际情况，积极实施能源管理体系标准与认证，必将会加速我国“绿色制造”的进程。

近年来信息技术快速发展，新材料、新能源不断涌现，我们要抓住机遇，加强制造、材料、能源、信息等领域相互间的深度融合，着力降低能耗，提升能效，减少排放，必将迎来绿色的美好明天! **7**

# 用互联网+创新工业发展 以“智造”促产业转型升级

杨海成

杨海成，博士，教授，博士生导师。现任中国航天科技集团公司总工程师，北京神舟航天软件技术有限公司董事长，国家信息化专家咨询委员会委员，“十二五”国家863计划先进制造领域专家，智能制造专项专家组组长，国家制造业信息化工程专家组组长，中国机械工程学会副理事长，《计算机集成制造系统》杂志主编。

杨海成教授长期致力于应用信息技术改造和提升传统制造业，多年来一直从事制造业信息化、工业信息化、数字化制造等领域的研究，先后参加科技部、原国防科工委、工业和信息化部等部委信息化发展战略及有关规划的研究制定工作。杨海成教授先后主持完成国家科技攻关技术、国家863计划、国防型号预研等重大项目多项。发表学术论文100余篇，出版专著7部。

## 1 前言

全球正处在新一轮科技革命和产业变革的进程之中，特别是新一代信息技术给人类社会带来巨大的变化与进步，它正在全面渗透融合到社会生活的各个方面。新一代信息技术的基本要素包括云计算、物联网、移动互联网、大数据、智能化等，它们构成了当今互联网+发展的基础架构与技术体系，并向制造业融合渗透催生3D打印制造、机器人、智慧工厂等新兴制造技术发展，引发制造业的不断变化与进步，形成当前新一轮工业变革的发展态势。

在新一轮科技革命的浪潮中，世界各国都在纷纷抢占技术创新和产业升级的高地。美国提出了“再工业化”、德国提出了“工业4.0战略”等，希望借助信息技术的发展“重新夺

回”制造业竞争优势。我国为破解当前制造业发展存在的诸多困境，突破“双重挤压”的挑战，面对经济发展新常态，提出了“中国制造2025”、智能制造重大工程等发展战略。

改革开放30多年来，中国工业取得了巨大的发展，开始走向世界工业的先进行列。特别是近两年来，随着制造业转型发展的迫切需求，随着学者和工业界的积极探索，经过中国工程院上百名院士的共同研究，中国政府提出了“中国制造2025”的宏伟发展目标。通过“三步走”实现制造强国的战略目标，具体内容包括：第一步，到2025年完成中国由大变强的工业发展之路；第二步，到2035年中国制造业整体达到世界制造强国阵营的中等水平；第三步，到2049年新中国成立一百年之际，我国制造业大国地位更加巩固，综合实力进入世界制造强国的前列。

## 2 深刻认识互联网+

全球正处在以信息技术为核心的新一轮科技革命和产业变革的浪潮之中，在这个过程中，最具代表的高新技术就是机器人、数字化制造、3D打印等，这些典型技术的重大突破正在重构制造业技术体系；基于信息物理系统（Cyber-Physical System, CPS）的智能工厂正在引领制造方式向数字化、网络化、智能化方向发展；云制造、网络众包、异地协同设计、大规模个性化定制、精准供应链、电子商务等网络协同制造模式正在重塑产业价值链体系。全球制造业孕育着制造技术体系、制造模式、产业形态和价值链的巨大变革，智能制造已初现端倪。随着互联网的深入应用，人类对信息技术的认识和创造呈现出革命性的跃变。云计算、物联网、移动互联网、大数据等新一代信息技术开始大爆发，从而开启全新的智慧时代。

## 信息物理融合系统 (CPS) - 智慧的自治



2006年2月发布的《美国竞争力计划》则将信息物理系统 (Cyber Physical System, CPS) 列为重要的研究项目。到了2007年7月, 美国总统科学技术顾问委员会 (PCAST) 在题为《挑战下的领先——竞争世界中的信息技术研发》的报告中列出了八大关键的信息技术, 其中CPS位列首位。德国工业4.0将其列为关键基础技术。

## 软件定义的汽车-一切智慧都有可能



- ✓ 2013年, 特斯拉电动车引起的热潮
- ✓ 特斯拉全盘放弃了按键, 用一块大的触屏解决所有问题, 空调、天窗等均采用触控的方式打开和调节。
- ✓ “我们的车型, 可以去刷软件, 等于你现在的手机一样, 刷一下就有新功能了, 拥有无限扩展的功能。”
- ✓ 触屏中还有AppStore, 就算是一个硕大的手机, 刷一下就有新的功能出现, 还能无限更新和扩展。
- ✓ 一个汽车版本的Iphone。
- ✓ 目前已为特斯拉 (Tesla) Model S 电动汽车安装眼镜应用, 通过眼镜与这些应用, 可以控制电动车解锁、开启、关闭, 通过语音对汽车进行操控, 了解车辆的充电情况。

这一轮产业变革是通过信息技术的引领, 促进所有的产业与互联网的深度融合与融合。它将是一个全球化的产业变革, 甚至带来人类社会基础体系架构的深刻变革。

新一代信息技术两个最重要的特点是: 一是信息的大规模并行计算, 二是信息传播的宽带网络化。千百年来的信息主要是靠人和人之间交流传播, 现代信息是通过技术手段及网络传播, 以数据为载体的信息知识的大规模计算与网络传播使得人类的智慧开始走向大规模生产和工业化生产的高级阶段。也就是说, 过去人类是用脑力来处理知识和信息, 现在用机器来处理知识和信息。特别是云计算技术使得知识机器化处理的速度得到极大提高。

第一次工业革命是机器代替了人力, 各种各样的加工机械、交通工具代替了人的体力、腿力, 人类的体力得到了前所未有的释放, 但是几百年来工业发展主要是靠人的脑力控制与管理。人的脑力及知识是有限的, 而使用云计算、网络、大数据来代替人类的脑力, 释放了人的智力。这一次的信息技术革命的本质在于是人类开始使用智慧的机器来助力与支撑各行各业的

发展, 也使得知识和智慧开始进入大规模工业生产的新阶段。

知识和智慧开始进入到了用机器、用人之外的数据中心, 网络、互联网来处理的智能机器处理时代。如果把这样一个智能处理的机器和现代工业物理的机器结合在一起, 将会对人类的工业发展, 社会生活产生深刻的颠覆, 从而开启全新的智慧时代。

新一代信息技术将人类带入智慧发展的新时代。移动互联使得智慧可以在时间和空间中自由流淌无所不在。物联网促进了物与物之间相连, 也带动了人与物之间智慧的交互。数字化大师尼葛洛庞帝对智能的物联网做出了更深入的阐述。他认为物联网时代应该是利用物联网实现智力的流通。当物联网作为智力的管道和加速智力的流通时, 将会给人类的经济和社会发展带来不可估量的影响。

也正因为如此, 我们看到未来产品创新将把智慧嵌入到产品和物体上。软件定义的汽车“特斯拉”, 和传统的汽车外形上一致, 但本质与内核是用互联网定义的智慧汽车。这个汽车的软件版本可以变, 功能可以更新, 并和其他车形成密切的联网和相互感知, 完全不同于传统的汽车产品。这就是

互联网+带给产品世界的深刻变化。

工业互联网实际上就是互联网+全面深入地渗透到工业中, 工业互联网不仅是传统互联网的延伸, 而且是开启一个物物相连、物物相连的大连接世界。互联网带来的知识和信息处理能力与工业拥抱, 促使工业向数字化网络化与智能化方向发展。

智慧化是未来工业发展的宏伟蓝图, 工业1.0是机器来代替人力, 2.0由能源和电力促进工业的变革发展, 3.0使用软件工具和手段, 4.0是智慧的平台机器和工业体系的高度融合, 从而形成未来工业4.0的美好前景。第四次工业革命是一次智慧的革命, 是信息技术和现代工业高度融合的深刻变革, 比以往任何工业变革都来得猛烈。

互联网与制造业的融合变革实际上早已开始, 开放程度愈高的环节, 融合的程度就愈深, 距消费者越近的行业融合的环节就愈多, 互联网与消费融合诞生了淘宝网购。互联网+进一步走向服务, 走向研发和复杂的制造环节, 互联网与工业融合产生了一系列创新发展的途径, 随着制造服务化、个性化定制、众包设计、众筹融资等模式的不断涌现, 网络协同制造、工业云等模式初露端倪, 最终互联网将打通工业

生产的全生命周期，实现融合创新发展，彻底改变现有工业生产方式。

互联网所形成的新的发展模式，足以改变现代制造业的生态系统，新的业态是协同分享，平台运营，生态系统与上下游的产业能力的共赢。所以现在谷歌等互联网公司都在构建基于云架构的生态链系统。未来的企业，不管大小，只要在网络上都会有自己的发展空间。互联网+构建了一个协同发展的生态型开放环境。

互联网与工业融合是制造业科技变革的突出特征，这种变革从原来的数字化走向网络化，走向智能化。两化融合发展到今天，信息物理系统更多呈现，特别是并行计算与宽带网络的出现，使得大数据、智慧处理成为可能。过去只是通过简单有限的信息实现自动化，现在要用大数据来实现知识的处理执行，实现智慧的处理与控制，开启了知识和实体工业密切融合产生智慧经济的新时代。

互联网+业已成为企业间协同创新与资源聚合共享的核心平台，企业内外业务流程优化与运营效率提升的重要工具，生产与服务模式创新的关键支撑，也将成为企业智慧管理与决策的中枢与大脑。

### 3 创新工业发展新模式

互联网+正在以前所未有的速度和空间融合促进制造业深刻变革。

首先是制造走向服务化。以云计算、数据融合处理与分析、远程监控与诊断等技术为支撑，拓展产品研发设计、工程总包、大修维护MRO、系统集成、物流、电子商务、租赁等服务，促进企业从产品生产销售向专业服务商、总包商、系统集成服务商、专业化公共服务商转型。

在这个过程中，产生了一些非常重要的工业变革发展方向。传统的制造由过去关注产品设计、生产，走向产品的全生命周期服务。过去只知道生产产品，买卖产品，现在网络可以延伸到产品的各个使用环节中去，产品在什么地方，什么样的使用状态，发生了什么故障，都可以充分实时的感知，并进行智能的处理与管控。现在的企业不仅设计生产产品，而且可以利用互联网实现产品使用维护的智能实时服务，企业服务拓展到产品的全生命周期。

三一重工以服务型制造模式创建网络服务平台，通过移动互联网实现数据采集、存储，及时分析用户操作典型行为，为客户提供优化的解决方案及实

时监控设备运营情况的综合服务，形成了企业新型核心竞争力。

第二是制造迈入个性化时代。过去用户的需求是难于全面收集，工厂只能大规模批量生产与销售，现在网络终端把个性化的需求都可以广泛收集并连接起来，进行大规模的处理和分析，通过模块化专业化处理，再分解到网上不同的制造企业与单元中去。现在的网络协同制造可以满足用户个性化需求，使得个性、柔性制造都成为可能，成本完全可以保持和原来相同甚至更低。所以，互联网结合计算智能、柔性制造，针对消费者个性化需求，从而实现产品个性定制生产。

制造的个性化体现在智能家居、家电产品等方方面面，海尔从三年前就开始不断探索，由创客来支持海尔产品的个性订制，海尔的全球工厂根据海尔的个性设计进行制造。现在已经建设了一批互联的工厂，直接将用户的个性需求订单来驱动工厂的生产，把一系列中间环节均省掉，产品成本更低。

第三是制造进入分散化组织。制造业已经由集中组织生产向分散化组织生产转变。互联网平台汇集企业生产要素和资源，推动各产业链环节形

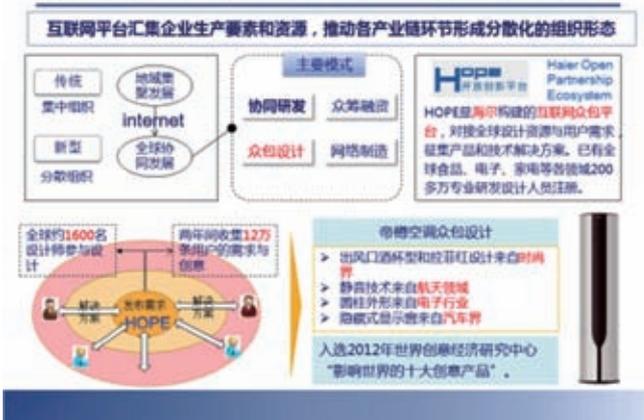
#### 制造服务化：全生命周期制造服务



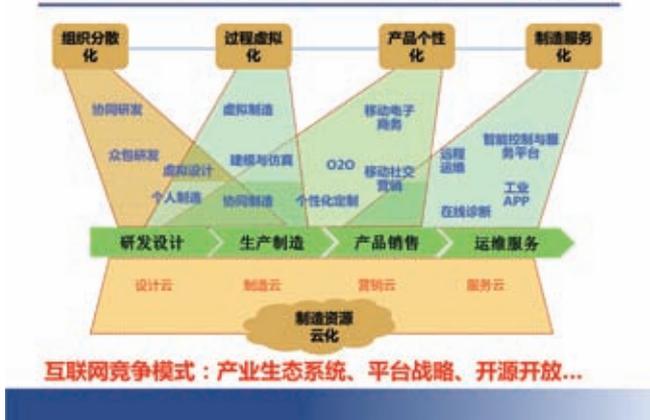
#### 制造个性化：由规模化标准产品向个性化定制产品延展



### 制造分散化：由集中组织生产向分散化组织生产转变



### 制造资源云化：将社会制造资源有效组织按需取用



成分散化的组织形态。研发可以分散化，生产可以分散化，资金也可以分散筹资，整个制造体系基于网络无所不在的新的体系下运行。分散制造使得全社会的资源通过网络和云平台汇聚在一起，构建成丰富的按需使用的海量制造资源。

云计算是把大量分散的计算资源，通过网络汇聚起来，提供计算服务。云制造则把所有分散的制造资源通过网络连接起来形成资源池，按需为网上提供制造服务从而形成最佳制造资源的使用方式。

第四是制造资源的云端化并按需使用。制造资源云化使得全球的制造资源可以更大范围的使用。工业4.0的理念之一就是要把德国所有的制造装

备连成网络，形成一体化的国家制造体系及网络设施。这样的国家制造体系理论上可以向全球提供产品制造服务。全世界其它国家不再需要生产产品，只做用户使用即可。中国制造也迫切需要先进的理念构建丰富的制造资源池，使得制造资源得到最大范围及有效的使用。

数码大方的“工业云”使得原本需要1年时间才能完成的儿童电动车设计制造过程，通过制造软件、工具、能力等信息共享实现多方协同制造，产品3个月即上市。

第五是制造过程智能化。智能工厂是制造业在互联网、物联网、云计算、大数据等泛在信息的强力支持下，实现智能制造的核心节点。互联网将

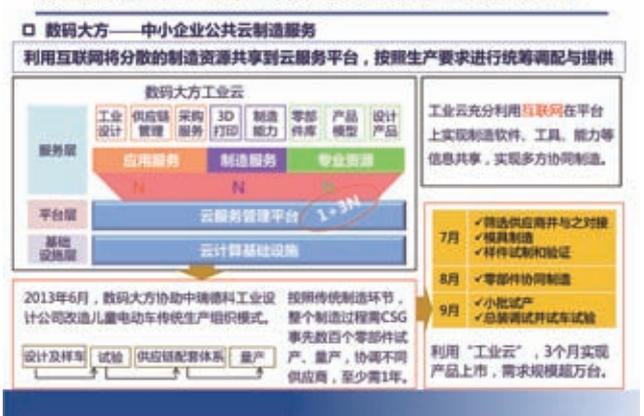
使得所有的装备连接在一起，整个的网络可以让制造资源互联互通、感知融合。

流程与离散行业现在已经开始实现智能制造的产供销及服务一体化。通过物联，实现制造过程数据采集、分析、处理、在线监控与执行等功能，通过信息挖掘分析形成智慧的管理与控制系统。

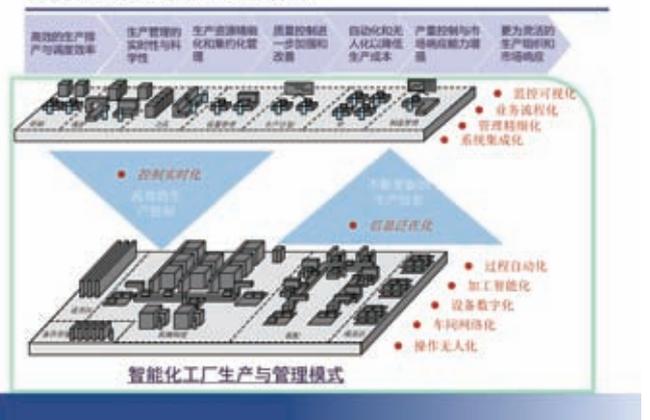
## 4 大力推动智能制造

我国制造业转型升级的战略部署旨在推动互联网+工业，实施中国制造2025，推进智能制造重大工程等战略措施。目前，中国制造业面临深刻转型的挑战，我们是制造大国但不是制造强国，对制造科技发展的需求非

### 制造资源云化：将社会制造资源有效组织按需取用



### 制造过程智能化：智能工厂





常迫切。首先我们面临的是基础制造技术与能力比较薄弱，迫切希望通过制造高技术发展，通过新一代互联网+为制造业插上高新技术翅膀。其次，企业管理模式也比较传统落后，基本上还是停留在传统的工业体系的思维模式下。现在互联网+带来很多基于网络生产、设计、管理的新模式，如何管理网上资源，生产物流等一系列问题都迫切需要解决。再者，制造业智能化水平也比较落后，很多工业装备发展水平参差不齐，不能形成广域的互联互通。德国工业4.0的核心就是构建一个像西门子这样庞大的全球工业自动化及软硬结合的体系。德国工业的发展的优势在于软硬结合，把知识和数据的处理与工业装备高度融合构建智能。正是由于这样的发展战略与融合路径，才孕育出了德国工业4.0这个代表未来工业发展的新方向。

当前，国家发展战略性新兴产业，迫切需要自主创新的高端产品，新一代的电子装备来满足未来工业生产的需求。当前制造业突出的问题之一是资源的严重消耗与浪费，我们必须发展高效、绿色的制造业。互联网+促进产品本身智慧化，工厂智慧化，互联

网络所构建的大智慧设施，将为制造业走向绿色低碳及集约高效提供了最佳生态环境与条件。

正是因为这样，中国制造在受到双重挤压，科技需求迫切及自主创新发展的情况下，也必须实现从制造大国向强国的转变，向第四次工业革命迈进。

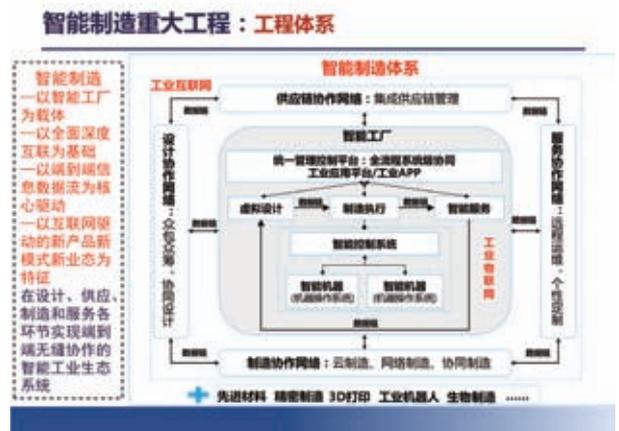
中国制造2025的主要任务就是推动制造业全面协调及绿色发展。促进制造业的基础能力、创新能力、绿色制造、服务制造迈上新台阶，通过优势产业带动，资源协同共享，形成较为完整创新技术体系和现代产业体系。

把智能制造作为中国制造2025的主攻方向和实现目标的技术制高点与重要的突破口。中国制造2025就是要以数字化、网络化、智能化为主线，实现产品智能化，从产品智能设计，智能生产到智能服务。要促进制造走向高效，绿色及质量为本。要发展智能工业基础及创新服务。智能制造就是用新一代信息技术革命带来的巨

大的智能空间来武装我们的制造业。智能制造工程将覆盖整个制造业技术前沿和高端，并形成完整体系。这个体系包括顶层设计，建立网络协同制造体系，发展智能车间及智能生产，大力发展智能的装备、智能的工业设施，构建起一套全新的工业体系。

智能制造工程的重点任务首先是网络协同制造，建设智能工厂与生产线、大力发展智能机器人，成套工艺装备及3D打印制造装备。智能制造还要构建全新的智能制造的工业保障基础，传统工业要素必然被智能化所替代，工业体系各个环节都向智能化方向发展。智能制造重大工程将会引领中国制造走向世界制造强国之列。<sup>[7]</sup>

(依据演讲录音整理)



# 重型汽车柴油机活塞销用钢及表面处理技术

张继魁, 张国亮, 纪同圣, 代瑞环, 鞠辉, 李凤飞

中国重型汽车集团有限公司技术中心, 山东济南, 250002

**摘要:** 详述了活塞销的受力特点和失效模式, 对活塞销用钢提出性能要求; 分析了活塞销用钢及表面处理技术对活塞销组织及疲劳性能的影响。通过改善钢的纯净度、减轻带状组织、优化表面加工和渗碳淬火工艺, 获得良好的表面粗糙度和渗层组织, 使活塞销的强度、耐磨性和尺寸稳定性大大提高; 满足了重型汽车柴油机对活塞销高可靠性和高疲劳寿命的设计要求。

**关键词:** 活塞销; 钢的纯净度; 受力特点; 表面处理技术

## Steel and Surface Treatment Technology for Piston Pin of Heavy Duty Vehicle Diesel Engine

Jikui ZHANG, Guoliang ZHANG, Tongsheng JI, Ruihuan DAI, Hui JU, Fengfei LI

China National Heavy Duty Truck Group CO.,LTD. Technology Center, Shandong Jinan, 250002

**Abstract:** The force characteristics and failure modes of piston pin were reviewed, and the performance requirements of steel for piston pin are put forward. The effect of steel and surface treatment technology on microstructure and fatigue property of piston pin was analyzed. By improving the purity of steel, decreasing the banded structure, optimizing the surface and carburizing process, getting a better surface roughness and carburized layer microstructure, the strength, abrasion resistance and dimensional stability are greatly improved, the design requirement of high reliability and high fatigue life for piston pin of the heavy duty vehicle diesel engine is satisfied.

**Keywords:** piston pin; steel purity; force characteristics; surface treatment technology

### 1 引言

活塞销是重型汽车柴油机中最重要、受力情况最复杂的核心部件之一, 其质量的好坏直接影响到柴油机的可靠性。活塞销起连接活塞和连杆, 并传递动力的作用, 且采用空心圆柱全浮式结构, 靠飞溅的机油通过连杆小端衬套上的油孔润滑衬套与活塞销的摩擦面。柴油机工作中, 活塞销在较

高温下承受巨大的非对称交变载荷和一定的冲击载荷, 承受着弯曲、压缩和剪切力的作用, 长期高温和应力作用还容易导致活塞销体积变化, 使活塞销和连杆衬套配合间隙改变, 润滑条件变差。

活塞销的主要失效形式是摩擦条件恶劣引起的表面磨损或咬死, 以及冲击震动和交变载荷下因材料或组织缺陷引起的疲劳断裂。

根据活塞销的受力特点和失效模式, 对活塞销的性能要求:

- (1) 高的疲劳强度和刚度;
- (2) 高的耐磨性能和接触疲劳强度;
- (3) 高的体积稳定性和高的可靠性。

为了保证活塞销的性能, 对活塞销用钢提出如下性能要求:

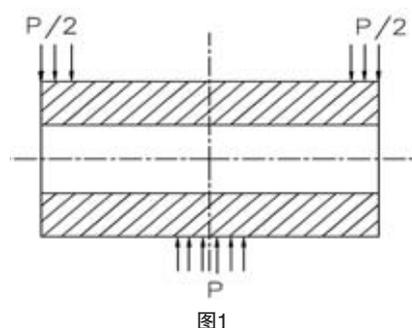
- (1) 合适的淬透性, 以使表面具

有高的硬度和合理的硬化层深度及心部硬度(强度);

- (2) 高的纯净度和适宜的晶粒度;
- (3) 低等级带状组织;
- (4) 良好的工艺性能和切削加工性能;
- (5) 良好的尺寸稳定性。

## 2 活塞销的受力分析

活塞销连接活塞和连杆小头, 在运动时相当于双点支撑梁, 受力示意图如图1。



当工作温度较高时需承受非对称交变载荷和一定的冲击载荷, 其受力极不均匀。作用在活塞销上的力在圆周方向上可以假设是按余弦规律分布, 如图2(a)所示<sup>[1]</sup>。对于空心的销子来说, 在这样的受力情况下销的横截面将发生椭圆变形, 与此相对应, 活塞销横截面中的应力分布如图2(b)所示<sup>[1]</sup>。销的外表面1点受拉应力, 而3点受压应力。销的内表面2点受压应力, 而4点受拉应力。

活塞销在工作状态主要受三种力, 有失圆应力、周向弯曲应力和剪切应力等, 通常失圆应力造成活塞销纵向破裂, 弯曲应力造成横向断裂。因此, 活塞销主要失效形式为疲劳破坏。

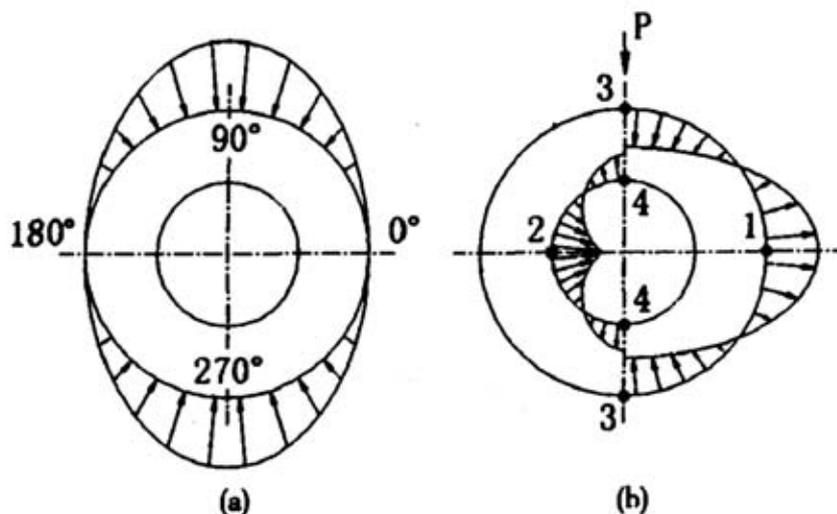


图2

表1

距末端距离/mm	1.5	3.0	5.0	7.0	11	15	20	淬火温度 860°C±5°C
最小硬度 HRC	39	35	32	29	25	23	20	
最大硬度 HRC	45	42	41	38	34	31	28	

## 3 活塞销用钢的主要技术特性

### 3.1 淬透性

钢的淬透性是汽车活塞销用钢的重要性能指标之一, 它主要是保证活塞销淬火时, 心部可以得到全部的低碳板条马氏体组织, 具有高的整体强度。

汽车活塞销用钢的淬透性和淬透性带宽的控制, 主要决定于化学成分和化学成分的均匀性。也就是对淬透性影响大的元素如C、Cr、Mn、Mo等元素进行控制, 根据钢中碳和合金元素对淬透性各点硬度值的影响, 确定该钢的内控成分范围。目前对淬透性带的控制: 国际水平是4HRC~6HRC, 国际先进水平是≤4HRC; 国内钢厂普遍达到的水平是6HRC~8HRC, 有些特钢厂已达到4HRC~6HRC国际水平, 正向国际先进水平迈进。

目前重型汽车柴油机活塞销用

钢有Cr钢、Cr-Mn钢、Cr-Mo钢。钢的淬透性过高, 使渗碳淬火后表层组织中残余奥氏体含量高, 从而降低活塞销工作时的体积稳定性。所以, 如16MnCr5的淬透性选用HL带, 要求应符合表1的规定。

### 3.2 纯净度

钢中存在的氧化物和硫化物夹杂、有害元素如N、H、O、P、S等, 降低钢材的力学性能, 恶化钢材的工艺性能, 从而影响活塞销的使用寿命。

大量的生产实践及试验结果表明, 影响重型汽车柴油机活塞销的疲劳性能的关键因素在于钢中的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>氧化物夹杂的数量及尺寸。在交变应力的作用下, 易在这种氧化物群聚的地方产生应力集中, 当此处的弯曲应力和失圆应力等足够大时, 就会产生微裂纹, 并逐渐扩展直至活塞销断裂失效。

为提高活塞销的疲劳寿命, 必须控制氧化物的含量。目前国内外

对活塞销用钢氧含量的要求控制在20PPM以下,国际先进水平是活塞销用钢氧含量在12PPM以下,而国内有些特钢厂已达到活塞销用钢氧含量在15PPM以下;发达国家在活塞销用钢禁止加Ti,且规定钢中Ti含量不超过0.01%<sup>[2]</sup>。

### 3.3 晶粒度

晶粒大小是汽车渗碳活塞销用钢的一项重要指标。活塞销用钢中细小均匀的奥氏体晶粒,淬火后得到细马氏体组织,明显改善活塞销的疲劳性能,同时减少活塞销热处理后的变形量。汽车渗碳活塞销用钢晶粒度要求 $\geq 5$ 级,通常是在冶炼时控制钢中残余Al含量达到细化晶粒的。钢中残余Al保持在0.025%~0.045%之间,与钢中N形成细小弥散的AlN,钉扎晶界,细化晶粒。

目前活塞销用钢的奥氏体晶粒度检验方法:试样加热至950℃,保温8小时,油冷淬火后,进行晶粒度的检验。

### 3.4 带状组织

带状组织是活塞销用钢的组织缺陷。对活塞销用钢而言,严重的带状组织将影响渗碳的均匀性,增加淬火变形程度,使渗碳活塞销尺寸精度差;同时会造成组织不均匀,降低活塞销的疲劳强度。因此,重型汽车渗碳活塞销用钢的带状组织要求不大于2级。

为了减轻或消除汽车渗碳活塞销

用钢的带状组织,在冶炼、轧制过程中,应采取适当的技术措施。

(1)在冶炼过程中,要尽量降低钢中有害元素、气体及夹杂的含量。如O、S、P、AS等,一方面会造成树枝晶间元素偏析,另一方面又会在冷凝过程中出现晶界沉淀(硫化物、磷化物等),导致晶间脆性和降低金属的结合力与塑性;对硫含量在一定范围内的活塞销用钢,应控制硫化物的形状。

(2)在浇注过程中,要采用低的浇注温度,可以缩小柱状晶,提高等轴晶;提高冷却速度,对连铸来说,要提高结晶器二冷段冷却速度,使钢液尽快凝固,可以细化树枝晶,使低熔点杂质来不及析出和聚集,减小成分偏析;采用多级电磁搅拌,增加钢液的对流强度,破碎柱状晶,可以细化晶粒,消除偏析;通过在连铸坯液芯末端施加压力产生一定的压下量来补充铸坯的凝固收缩量,以减轻由于钢液流动而造成的成分偏析,同时使凝固组织更加均匀致密。

(3)在轧制过程中,采用高刚度大变形工艺,增大轧(锻)制比,尽可能破碎粗大的原始奥氏体组织,同时应提高终轧温度,过低的终轧温度会促使和加剧带状组织的形成。

(4)对于合金元素偏析较严重的钢坯,锻后再适宜长时间高温扩散退火,可以减少合金元素偏析。

## 4 活塞销的表面处理技术

重型汽车柴油机活塞销采用渗碳淬火处理工艺,使表面获得高的硬度、心部达到一定的强度,从而获得高的疲劳强度;表面进行精加工可获得较高的表面粗糙度和高的尺寸精度。

### 4.1 活塞销的渗碳淬火工艺技术

#### 4.1.1 热处理过程

强渗温度 $910 \pm 20^\circ\text{C}$ 、 $C\% = 1.20 \pm 0.1\%$ 、保温时间280min;扩散温度 $910 \pm 10^\circ\text{C}$ 、 $C\% = 1.00\%$ 、保温时间20min;淬火温度 $840 \pm 20^\circ\text{C}$ 、 $C\% = 1.00\%$ 、保温时间20min;淬火液温度 $40^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C}$ 。关键特性为:热处理后表面硬度57~65 HRC;心部抗拉强度 $900 \sim 1350 \text{ N/mm}^2$ ;热处理外表面淬硬层深度0.6~1.5mm,内表面0.4~1.7mm。

#### 4.1.2 性能分析

对活塞销进行了表面硬度、心部硬度、渗层深度、金相组织检验,结果如下:

(1)表面硬度(57~65 HRC相当于630~840HV10)

表面硬度HV10: 663、677、680,压痕如图3所示。

(2)心部硬度( $900 \sim 1350 \text{ N/mm}^2$ 相当于280~420HV30)

表面硬度HV30: 354、369、360,压痕如图4所示。

(3)渗层深度

外表面深度HV1: 1.158mm,压痕如图5所示。

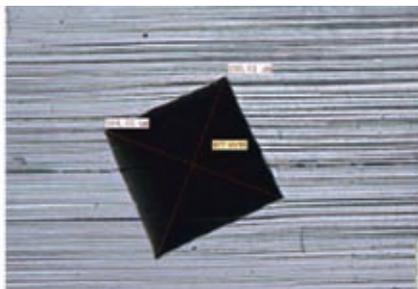
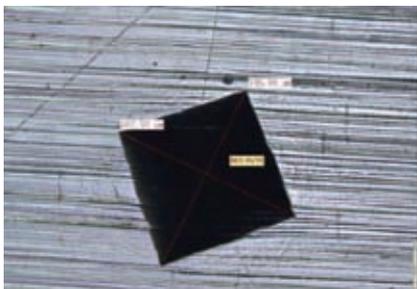


图3

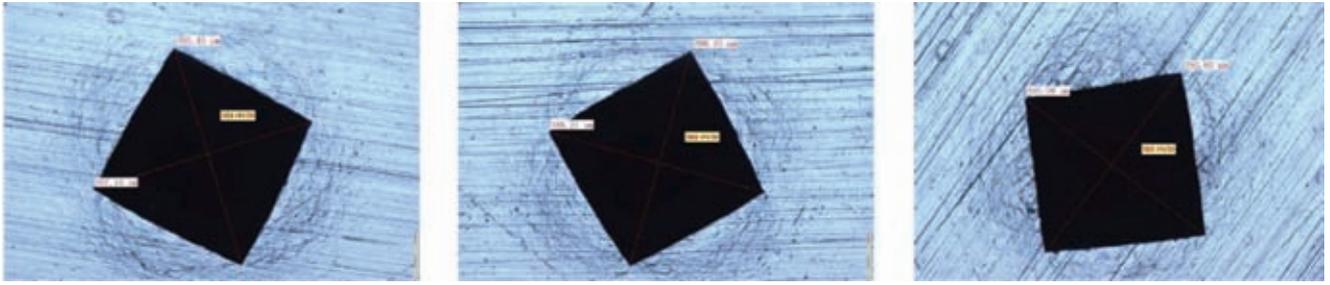


图4

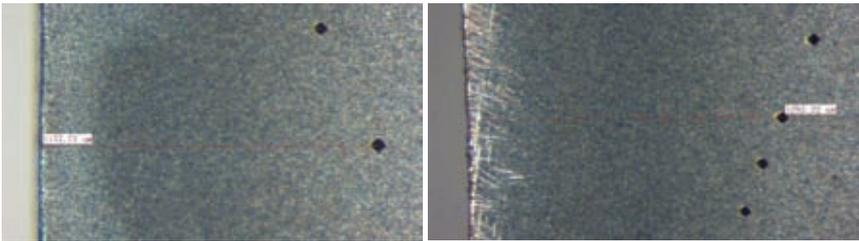


图5

图6

内表面深度HV1: 1.292mm, 压痕如图6所示。

#### (4) 金相组织

外表面组织如图7所示。

内表面组织如图8所示。

心部组织如图9所示。

#### 4.1.3 渗碳淬火组织对活塞销性能的影响

活塞销渗碳淬火组织应该是细针状马氏体、弥散分布的细粒状碳化物和不大于5%的残留奥氏体。获得此组织可使活塞销得到较高的疲劳强度、良好的体积稳定性。

材料的淬透性过高, 渗碳的碳势和渗碳温度过高, 会造成活塞销淬火后表面残留奥氏体量增多和表面出现大块或网状碳化物。

表面存在大块、网状且分布不均匀的碳化物, 由于碳化物尖角或网状结构割离了基体, 造成应力集中, 使疲劳强度下降。残留奥氏体量过多, 常伴随着粗大的马氏体组织, 使耐磨性和接触疲劳强度下降; 另外, 残余奥氏体多少是决定活塞销体积稳定性好坏的关键因素, 活塞销在工作过程中的应力、摩擦和一定温度下, 残余奥氏体将转变为马氏体, 由于马氏体比容大于奥氏体比容, 因此将导致活塞销体积膨胀, 表现为外圆尺寸涨大, 由此破坏了活塞销与连杆衬套的配合间隙, 使摩擦条件恶化, 造成活塞销表面及衬套表面磨损加剧直至咬死。

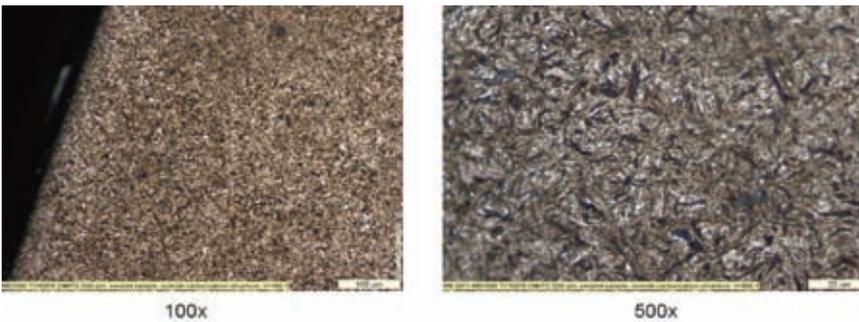


图7

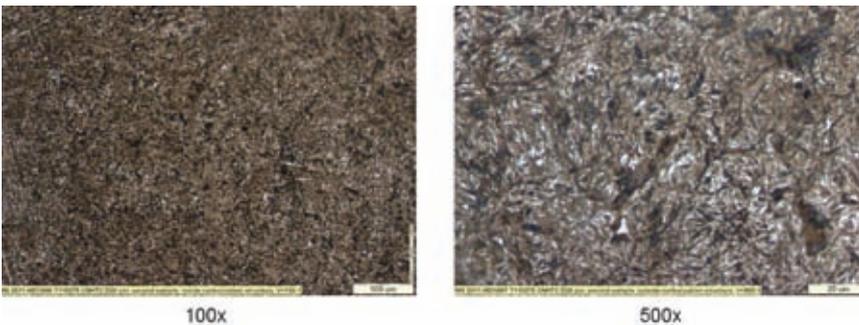


图8

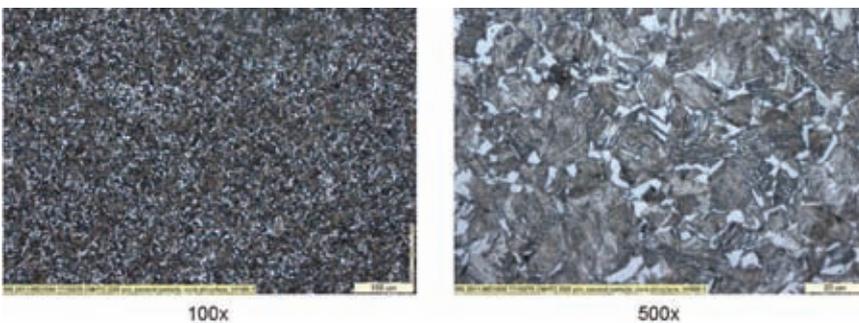


图9

#### 4.1.4 渗碳工艺的优化

在活塞销的材料及淬透性选定后,为确保渗层组织的性能,应对渗碳淬火工艺及参数优化。

(1) 选择渗碳温度和气体碳势: 现在活塞销渗碳采用气体渗碳法。生产中采用温度和碳势自动控制技术,使渗层碳含量控制在适当范围内,这样可降低淬火后渗层残留奥氏体量,消除大块、网状碳化物的形成。

##### (2) 选择淬火温度

淬火温度的高低取决于活塞销心部铁素体的含量和渗层残留奥氏体含量。在确保心部获得低碳板条马氏体和一定量的铁素体的量同时,可降低淬火温度,使渗层淬火后得到较低的残留奥氏体含量。

##### (3) 选择淬火液

淬火液的冷却能力,直接影响活塞销心部铁素体的含量和渗层残留奥氏体含量。所以选择合适的淬火液,关系到活塞销的质量。

#### 4.2 活塞销的表面加工技术

##### 4.2.1 活塞销的精磨加工

重型汽车柴油机活塞销的精磨加工处理后,不仅要保证规定的圆度、

圆柱度、内外圆同轴度等形位公差,还要保证外圆较低的粗糙度值。圆度为0.0025mm,圆柱度为0.003mm,内外圆同轴度为 $\phi 0.5\text{mm}$ ,粗糙度值为 $0.08\mu\text{m}$ 。同时对活塞销100%的探伤检验,保证内外圆表面不得有任何缺陷,满足活塞销的可靠性。

##### 4.2.2 加工精度对活塞销性能的影响

活塞销的圆度、圆柱度、内外圆同轴度均影响活塞销与连杆衬套的配合间隙,间隙过小会导致摩擦面咬死,间隙过大会破坏油膜,加剧磨损,因此,要求活塞销有很高的加工精度和高的体积稳定性,确保在工作过程中有适宜的配合间隙。

活塞销的体积稳定性要求,在恒定的温度下加热4h后,外径尺寸增量为:180℃ 体积恒定,220℃ 最大0.010mm。

##### 4.2.3 表面粗糙度对活塞销性能的影响

活塞销的疲劳强度和疲劳寿命随表面粗糙度值降低而增加,且随材料强度的提高,粗糙度值对疲劳强度有较大影响。重型汽车柴油机活塞销热处理后表面硬度达57-65HRC,所以,表面粗糙度对活塞销的疲劳寿命

会产生较大影响,降低表面粗糙度值,可提高活塞销疲劳寿命。

## 5 结束语

活塞销受力复杂,对钢的内在质量和制造工艺有较高的要求。严格控制活塞销用钢的质量,采用合理的制造工艺,可使活塞销具有高的表面硬度、心部强度及高的体积稳定性,从而确保重型柴油机活塞销有高的可靠性和疲劳寿命。7

#### 参考文献

- [1] 李忠林,张纬,吕远林.活塞销的疲劳强度考核试验[J].内燃机配件,2005,5:17~20.
- [2] 千勇,王忠英.国内特殊钢连铸生产技术的现状与发展[J].特殊钢,2005,26(3):1~5.

#### 作者信息

张继魁:中国重型汽车集团有限公司技术中心;高级工程师;地址,山东省济南市市中区英雄山路165号;邮编,250002;电话,0531-85586189;传真,0531-85586186;邮箱,zhangjikui0921@126.com

## 工艺百科



“互联网+”代表一种新的经济形态,即充分发挥互联网在生产要素配置中的优化和集成作用,将互联网的创新成果深度融合于经济社会各领域之中,提升实体经济的创新力和生产力,形成更广泛的以互联网为基础设施和实现工具的经济发展新形态。

2015年3月5日上午十二届全国人大三次会议上,李克强总理在政府工作报告中首次提出“互联网+”行动计划。李克强总理所提的“互联网+”与较早相关互联网企业讨论聚焦的“互联网改造传统产业”基础上已经有了进一步的深入和发展。李克强总理在政府工作报告中首次提出的“互联网+”实际上是创新2.0下互联网发展新形态、新业态,是知识社会创新2.0推动下的互联网形态演进。伴随知识社会的来临,驱动当今社会变革的不仅

仅是无所不在的网络,还有无所不在的计算、无所不在的数据、无所不在的知识。“互联网+”不仅仅是互联网移动了、泛在了、应用于某个传统行业了,更加入了无所不在的计算、数据、知识,造就了无所不在的创新,推动了知识社会以用户创新、开放创新、大众创新、协同创新为特点的创新2.0,改变了我们的生产、工作、生活方式,也引领了创新驱动发展的“新常态”。

# 镍基实心焊丝气体保护焊堆焊工艺研究及应用

张杰, 张涛, 罗永飞, 刘洪伟, 刘志勇

东方电气集团东方锅炉股份有限公司, 四川自贡, 643001

**摘要:** 通过工艺试验, 镍基实心焊丝气体保护焊焊丝ERNiCrMo-3  $\phi$ 1.2, 保护气体选用I3 (Ar+He)堆焊, 基材1.7335 (1Cr-0.5Mo)、SA-387Gr11CL2, 其堆焊层化学成分、综合力学性能均能满足EN规范要求; 焊缝成形美观, 飞溅少, 工艺性能良好, 能有效地减少焊接变形, 提高焊接效率。应用于气化炉内件管屏等大面积堆焊制造。

**关键词:** ERNiCrMo-3实心焊丝; 堆焊; 工艺研究; 应用

## Research and Application of Overlaying Technology for Nickel-Base Alloy of Solid Wire

Jie ZHANG, Tao ZHANG, Yongfei LUO, Hongwei LIU, Zhiyong LIU,

Dongfang Boiler Company Limited, Sichuan Zigong, 643001

**Abstract:** process test, nickel-based solid wire GMAW welding ERNiCrMo-3  $\phi$ 1.2, shielding gas selection I3 (Ar + He) surfacing, substrate 1.7335 (1Cr-0.5Mo), SA-387Gr11CL2, surfacing layer chemical composition and comprehensive mechanical performance can meet the EN specification requirements; Overlay welding appearance, less spatter, good performance, and can effectively reduce welding distortion, and improve the welding efficiency. Applied to the manufacture of large-area welding pieces of pipe screens inside the gasifier.

**Key words:** ernicrmo-3 solid wire; overlaying; technology study; application

### 1 前言

在我国能源分布呈现为“富煤、贫油、少气”的特点, 近年来, 以煤为原料的化学工业正显现出了强劲的发展竞争优势, 煤制油、天然气、甲醇、合成氨、烯烃及余热发电等产业得到快速发展, 方兴未艾。

气化炉作为煤气化装置的核心部分, 结构十分复杂, 长期在高温、高压环境下运行, 气化温度高达1500℃, 其产品合成气主要由CO、H<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>等强腐蚀性介质组成, 对气

化炉相关工作区域(如反应室、合成气冷却器、导管内壁等)提出了很高的耐腐蚀性能要求。根据腐蚀介质情况, 目前, 通常采用堆焊镍基材料耐腐蚀层方式, 防止或减少工作介质腐蚀。

近年, 我公司在煤化工领域取得了突破, 签订了大型煤气化炉项目。该气化炉内件制造在我国属于首次, 全面采用欧洲标准制造, 采用复杂的膜式水冷壁结构, 产品结构特别紧凑、复杂, 制造难度特别大。气化炉内件管屏材料主要为1.7335 (1Cr-0.5Mo), 在由管子与扁钢组成的大

型圆柱状管屏的内、外壁大面积堆焊镍基ERNiCrMo-3材料, 堆焊层厚度4-5mm, 由于堆焊基材母材壁较薄、堆焊面积多, 焊接变形控制难度大, 管屏堆焊技术是气化炉内件制造的难点。

为了减少焊接变形, 保证堆焊质量, 提高焊接效率, 兼顾成本, 通过综合分析, 拟定采用镍基实心焊丝气保焊堆焊工艺, 为此, 开展了一系列的焊接工艺试验, 并成功应用于气化炉制造。

## 2 工艺试验

### 2.1 试验母材

采用管子材质及规格1.7335 (EN10216-2)  $\phi 38 \times 7.1$ , 加工试样L:300mm 1支; 钢板材质及规格SA-387Gr11CL2  $\delta 30$ , 加工试样270mm $\times$ 150mm 1块。母材的化学成分见表1。

### 2.2 熔敷金属化学成分及性能

焊丝选用满足ISO14172焊丝ERNiCrMo-3  $\phi 1.2$ , 焊接保护气体选用满足ISO14175混合气体I3 (Ar+He), 熔敷金属化学成分及力学性能见表2、表3。



图1 堆焊试样B1宏观图



图2 堆焊试样B2宏观图

### 2.3 制作试样2组

采用焊丝ERNiCrMo-3  $\phi 1.2$ , 制作2组试样, 试管堆焊试样编号B1; 试板堆焊试样编号B2, 见图1、图2。

堆焊前, 清除试样待堆焊面氧化皮、油污等污染物, 堆焊区域B1为L:160mm, B2为150 $\times$ 160mm, 堆焊3层, 堆焊厚度5-6mm, 层间温度

$\leq 100^{\circ}\text{C}$ , 堆焊焊道搭接量60-70%, 焊接规范按表4; 焊后立即后热: 300-400 $^{\circ}\text{C}/3-4\text{h}$ , 打磨焊缝PT、UT探伤面, 堆焊层焊缝100%PT, 合格标准按EN571-1, 合格级别EN1289 I级, 堆焊层焊缝100%UT探伤, 合格标准按ISO15614-7; 试样退火处理680 $^{\circ}\text{C}/4\text{h}$ 。

表1 母材的化学成分(%)

母材牌号	化学成分(质量分数, %)							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
1.7335	0.10-0.17	$\leq 0.35$	0.40-0.70	$\leq 0.025$	$\leq 0.020$	0.70-1.15	$\leq 0.30$	0.40-0.60
SA-387Gr11CL2	0.05-0.16	0.50-0.80	0.40-0.65	$\leq 0.025$	$\leq 0.015$	1.00-1.50	$\leq 0.25$	0.45-0.65

表2 熔敷金属化学成分(%)

牌号及规格	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Fe	Cu	Ti	Al
ERNiCrMo-3 $\phi 1.2$	0.010	0.11	0.07	0.004	0.001	22.00	2.08	64.62	0.08	0.02	0.23	0.20

表3 熔敷金属力学性能典型值

牌号及规格	Rel(MPa)室温	Rm(MPa)室温	A(%)室温
ERNiCrMo-3 $\phi 1.2$	/	780	45.2

表4 焊接工艺参数

试样编号	焊接方法	焊丝直径d/mm	焊接电流 I/A	焊接电压 U/V	焊接速度 v/mm $\cdot$ min $^{-1}$	保护气体		
						类别	压力 MPa	流量Q/L $\cdot$ min $^{-1}$
B1	GMAW	$\phi 1.2$	200-240	22-24	300-400	I3	5-7	20
B2	GMAW	$\phi 1.2$	210-240	22-24	300-400	I3	5-7	20

### 2.4 试样检验

#### 2.4.1 无损探伤检验

试样堆焊层焊缝100%PT检测按EN571-1, 合格级别EN1289 I级; 堆焊层焊缝100%UT探伤, 合格标准按

ISO15614-7(任何大于 $\phi 8$ 平底孔信号的缺陷是不允许存在); PT检测、UT检验合格。

#### 2.4.2 熔敷金属化学成分

化学成分检测3组, 包括母材、堆

焊层, 位置为堆焊层距母材表面高度, 见表5。

#### 2.4.3 弯曲、硬度试验

按ISO15614-7标准要求, 进行试验, 结果合格。弯曲、硬度试验结果见表6。

表5 熔敷金属化学成分

试样编号 及位置	化学成分(%)													
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	Nb	Al	Cu	Ti	Fe
B1母材	0.10-0.17	0.50-0.80	0.40-0.65	≤0.025	≤0.015	0.70-1.15	0.45-0.65	/	≤0.25	/	/	/	/	/
B1堆焊层 5mm	0.022	0.12	0.01	0.004	0.003	20.02	8.46	0.03	余量	3.50	0.14	0.04	0.14	6.51
B2母材	0.19	0.68	0.56	0.020	0.001	1.45	0.52	/	0.05	0.003	/	0.07	0.005	96.4
B2堆焊层 5mm	0.020	0.13	0.002	0.003	0.002	21.21	8.93	0.02	62.8	3.54	0.17	0.04	0.13	2.76
标准值 (面层)	≤0.10	≤0.50	≤0.50	≤0.015	≤0.015	20.0-23.0	8.0-10.0	/	≥55.0	3.15-4.15	/	≤0.50	—	≤7.0

表6 弯曲、硬度试验结果

试样编号	取样位置	弯曲(D=4t)	硬度HV10							
			堆焊层 3mm	平均值	堆焊层 5mm	平均值	HAZ	平均值	母材	平均值
B1	堆焊层	侧弯120° 未裂	206	212	204	204	193	187	142	144
		侧弯120° 未裂	217		203		181		145	
							187			
B2	堆焊层	侧弯120° 未裂	268	286	266	272	259	231	201	196
		侧弯120° 未裂	303		278		213		191	
							222			

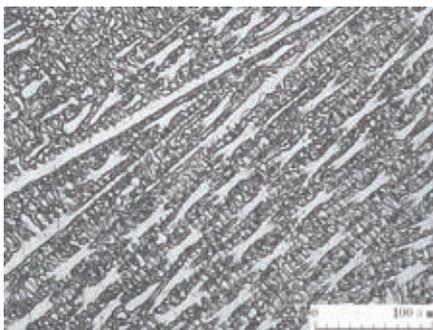


图3 堆焊层微观组织

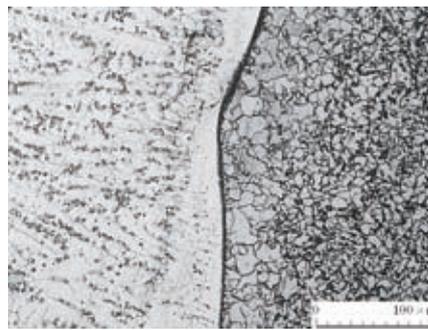


图4 热影响区微观组织

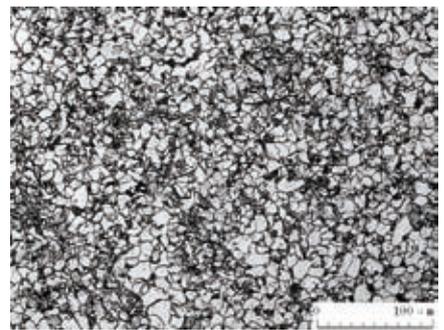


图5 母材微观组织

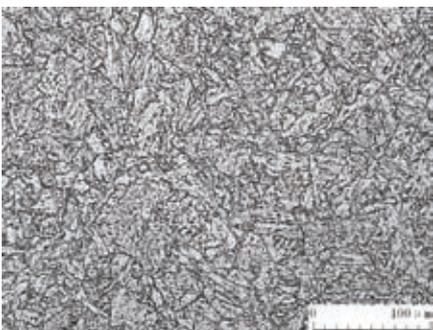


图6 堆焊层微观组织

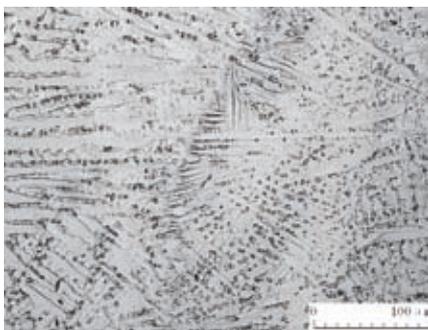


图7 热影响区微观组织

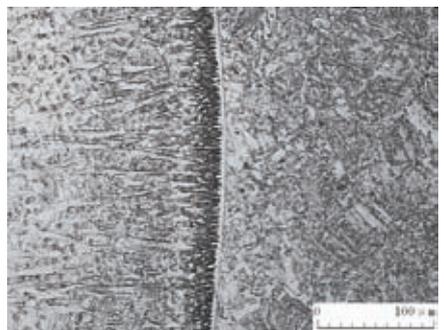


图8 母材微观组织

#### 2.4.4 金相检验

试样B1 宏、微观检验均未发现缺陷，堆焊层熔合良好，堆焊层焊缝组织：奥氏体+碳化物(图3)，热影响区组织：铁素体+珠光体+贝氏体(图4)，母材组织：铁素体+珠光体(图5)。

试样B2 宏、微观检验均未发现缺陷，堆焊层熔合良好，堆焊层焊缝组织：奥氏体+碳化物(图6)，热影响区组织：贝氏体(图7)，母材组织：贝氏体(图8)。

#### 2.4.5 晶间腐蚀试验

晶间腐蚀试验按ISO9400 B法进行，Cu- CuSO<sub>4</sub>-16% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>试验方法通过，B1、B2试样均无晶间腐蚀倾向。

### 2.5 焊接变形试验

我们分别采用焊条电弧焊焊条 ENiCrMo-3  $\phi$ 3.2，半自动混合气体保护焊焊丝ERNiCrMo-3  $\phi$ 1.2，保护气体 I3，开展堆焊工艺对比试验，试验结果表明：半自动混合气体保护焊堆焊后焊接变形量小，焊缝成形好，堆焊效率高，堆焊面清理、打磨工作量少。

## 3 试验分析

### 3.1 保护气体设计

在保证堆焊层焊缝组织、化学成分的前提下，保护气体的组成及比例就成为焊缝组织能否满足技术要求的关键因素，针对焊接保护气体进行了优化设计。

氦气(He)热传导系数高，可以明显的提高电弧对母材的加热作用，从而提高焊接速度，避免未熔合、未焊透等焊接缺陷的产生，飞溅小，焊缝成形得到改善。

对于半自动混合气体保护焊，在保护气体 Ar中加入适量的He，适当增加熔深，改善焊缝成形，可以避免未熔合、堆焊层与基层间熔合不良等缺陷的

产生。同时增加焊接时弧柱的稳定性和熔透性，可以得到理想的稳定的熔滴过渡过程，避免产生热裂纹；采用喷射过渡时，可以获得很好的效果，熔池具有良好的湿润性，使得焊缝变平、变宽，熔深变浅，减少稀释率。

保护气体流量的大小直接影响气体的保护效果。气体流量不足，气体层流挺度不强，对熔池的保护作用减弱，气体保护效果不好，容易使焊缝中产生气孔；气体流量过大，对熔池吹力增大，冷却作用增强，易造成气体紊流现象，破坏气体保护效果，而且造成保护气浪费。

### 3.2 焊接性分析

气化炉内件管屏(1.7335)、壳体(SA-387Gr11CL2)上大面积堆焊 ENiCrMo-3材料耐腐蚀层，在我公司尚属首次，无任何经验可以借鉴。根据镍基堆焊材料的特点，结合产品结构特点，在堆焊时要特别注意：

焊前应重视堆焊区域清理，将堆焊区域内用不锈钢丝刷清理至露出金属光泽；堆焊时要严格控制道间温度，道间温度应严格控制在100℃以下，以防止过热，若出现过热，将降低焊缝的强度和耐腐蚀的性能，尤其是过渡层的塑性大大降低。

焊接热输入大小对焊缝热裂纹的产生和堆焊层晶间腐蚀倾向有重要影响，尽可能采用小的焊接电流，减少焊接热输入，改善熔池结晶形态，减少枝晶间偏析，以防止热裂纹的产生，改善熔合区质量。焊接热输入过大，晶粒长大倾向增大，化学成分偏析严重，扩散作用对堆焊层化学成分有一定影响，造成含铁量的增加，增大了晶间腐蚀倾向。严格控制焊接热输入，保证电弧稳定燃烧，焊枪保持在接近垂直位置，弧长尽量短，不应做大幅度的横向

摆动，尽量直线运动。采用多道焊，每层焊道的接头应错开；收弧时要及时填满弧坑，待弧坑冷却后再切断保护气体。

镍基焊丝ERNiCrMo-3  $\phi$ 1.2，焊接工艺性能良好，上述试验结果表明：焊接时电弧稳定、飞溅小、焊缝表面成形美观、无气孔和裂纹等缺陷。

### 3.3 堆焊层稀释率

堆焊层的化学成分及性能主要取决于堆焊层材料的稀释率。堆焊时应严格控制稀释率，稀释率过大，可能增加堆焊层热裂纹的敏感性，降低堆焊层耐蚀性。

影响半自动混合气体保护焊镍基堆焊稀释率主要有焊接电流、焊接电压、焊接速度、干伸长度、焊道间距、焊接位置等因素。

#### (1) 焊接电流

焊接电流增大，焊缝熔深加大，会导致熔化更多的母材，从而增大稀释率，造成堆焊层的硬度偏高，过渡层塑性、韧性下降，导致侧弯不合格。采用直径 $\phi$ 1.2 mm的实心焊丝堆焊，其焊接电流不宜超过240A。

#### (2) 焊接电压

焊接电压和焊接电流的匹配很重要，在焊接电流一定的条件下，电压过低，堆焊焊道高而窄，下一道焊接时，容易造成道间未熔合、飞溅大等缺陷；电压过高，堆焊焊道较宽，堆焊层厚度达不到技术条件的要求。对于直径 $\phi$ 1.2 mm的实心焊丝，其焊接电压在22-24V时，成形良好。

#### (3) 焊接速度

焊接速度对镍基焊丝堆焊的焊道和堆焊层的稀释率有直接影响。焊接速度太快，堆焊焊道窄而薄，容易与下次焊道重叠，并且稀释率偏高，增加了堆焊层硬度。焊接速度太慢，易造

成堆焊厚度过高,增大焊道的湿润角,下一道焊接时易产生焊道下夹渣,容易造成堵塞喷嘴、使保护气体流通不畅,影响焊道表面成形质量。

#### (4) 干伸长度

干伸长度对电弧的稳定性、焊道熔深、电弧能量都有影响。焊丝伸出长度太长,会造成电弧不稳定和焊道成形较差,且飞溅较大。焊丝伸出长度过短,易造成电流较大、熔深较深、稀释率增大、堵塞和烧损导电嘴,保护效果变差,易产生气孔等缺陷。经试验确定焊丝伸出长度应在18-22 mm为宜。

#### (5) 焊道间距

焊道间距减少,则焊道间搭接量增大,焊接时熔化的母材就减少,稀释

率减小;反之,稀释率则增大。同时堆焊焊道之间的搭接量直接影响堆焊层平整度。

#### (6) 焊接位置

下坡焊熔池受重力作用流动方向与焊接方向一致,熔深较浅,稀释率较小;反之,上坡焊熔池受重力作用流动方向与焊接方向相反,熔深较深,稀释率较大。

## 4 气化炉制造中的应用

上述试验表明:在材料1.7335、SA-387Gr11CL2上采用半自动混合气体保护焊焊丝ERNiCrMo-3  $\phi$ 1.2,其堆焊层其焊缝化学成分、力学性能、腐蚀试验均能满足EN规范要求,

可以应用于气化炉产品制造。

由于镍基材料的特征和气化炉内件结构的特点,在产品上运用有很大的难度,通过开展了一系列的镍基堆焊技术攻关,摸索出了一整套镍基堆焊的经验,掌握了焊接操作技能,精心操作,严格控制焊接规范,焊缝成型良好,焊接质量优良,堆焊后工件变形小,满足了产品设计要求(见图9-11)。

在气化炉内件堆焊的同时,还推广应用用于气化炉壳体的堆焊制造,用于筒体内壁堆焊、法兰、管接头堆焊,焊缝质量良好,焊接效率大大提高,满足了产品设计要求。



图9 气化炉内件管屏堆焊



图10 气化炉内件管子堆焊



图11 气化炉外壳堆焊

## 5 结论

(1) 在基材1.7335(1Cr-0.5Mo)、SA-387Gr11CL2上,采用半自动混合气体保护焊焊丝ERNiCrMo-3  $\phi$ 1.2,保护气体I3(Ar+He)堆焊,堆焊层的组织为奥氏体+碳化物,堆焊层与基体熔合良好,其堆焊层化学成分和综合力学性能均能满足EN规范要求,晶间腐蚀试验按ISO9400 B法,Cu-CuSO<sub>4</sub>-16% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>试验方法通过,抗晶间腐蚀能力能够满足设备技术要求。

(2) 采用半自动混合气体保护焊

焊丝ERNiCrMo-3  $\phi$ 1.2堆焊,其焊接工艺性能良好、堆焊后焊接变形小,堆焊层表面成形美观、平整,焊缝成形好,效率高。

(3) 通过开展一系列技术攻关,半自动混合气体保护焊镍基堆焊工艺技术成功地运用于气化炉内件管屏、壳体、接管等大面积堆焊,焊缝质量良好、焊接变形小。经过严格检测,完全满足欧洲AD2000标准要求,满足了设计图纸技术要求,解决了气化炉管屏、壳体、接管大面积镍基堆焊技术难题。**7**

## 参考文献:

- [1] 李亚江,王娟,刘强.有色金属焊接及应用[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [2] 国旭明,杨功斌.保护气体对高强钢熔敷金属组织与性能的影响[J].热加工工艺,2012,41(07):141-142.

## 作者信息:

张杰:东方电气集团东方锅炉股份有限公司工艺部工艺设计员,高级工程师,主要从事电站锅炉及压力容器焊接工艺研究。通讯地址:四川自贡东方电气集团东方锅炉股份有限公司工艺部,邮编:643001,电话:13890036602,E-mail:zhangjie6501@163.com

# 矩形线圈电磁包边成形试验研究

田钰清, 陆辛, 张敏

机械科学研究总院先进制造技术研发中心, 北京 100083

**摘要:** 在传统工艺条件下, 铝合金车身包边成形比较困难。研究表明, 电磁成形在特定的环境下可以提高铝合金的成形性, 是铝合金板材包边成形的一个发展方向。本文在此基础上设计了矩形线圈电磁包边成形试验装置, 并开展了矩形线圈电磁包边成形影响因素研究, 分别得出了电压 $V$ , 板材包边高度 $h$ 以及相对线圈高度 $l$ 对成形角度的影响关系, 填补了这一领域的研究空白。

**关键字:** 电压; 成形角度; 位置高度; 包边高度

## The Research of Electromagnetic Package Edge Forming in Square Coil

Yuqing TIAN, Xin LU, Min ZHANG

Advanced Manufacture Technology Center China Academy of Machinery Science & Technology, Beijing 100083

**Abstract:** Under the condition of the traditional process, the package edge forming of the aluminum alloy car body is difficult in the field of manufacturing. The recent research shows that electromagnetic forming in a specific environment could improve the formability of aluminum alloy, which means electromagnetic forming is an development direction for package edge forming of aluminum sheets. In this paper, the testing apparatus for electromagnetic package edge forming in square coil has been set up. And the research of influence factors for electromagnetic package edge forming in square coil has been carried out. The influence relation between the voltage, the height of package edge and the relative height of the coil to the forming Angle has been researched, which filled the gap in this research field.

**Key words:** voltage; forming angle; relative postion heightt; package edge height

### 1 前言

在汽车制造等领域, 传统的包边成形工艺主要有两种, 一种是在冲床上冲压成形, 其特点是需要制作包边模具; 另一种是通过包边机包边成形。然而相较于钢材, 铝合金的延伸率比较低, 且具有一定的时效性, 因此在

传统工艺条件下, 铝合金车身包边成形较钢制车身难度大大增加, 已成为制造领域的重大技术瓶颈。

目前, 大量研究表明, 电磁成形在特定的环境下可以提高铝合金的成形性, 是铝合金板材包边成形的重要发展方向。以汽车前机盖为例, 传统冲压生产线主要分为四步: 拉延冲压—裁

边—弯曲翻边—包边, 传统包边成形工艺采用包边机包边或通过模具冲压成形。电磁包边是一种新的复合成形工艺, 区别于传统工艺, 将冲压工艺的第三步弯曲翻边与电磁包边工艺相结合, 冲头弯曲翻边后冲头回程过程中, 通过周围的线圈实现电磁包边, 减少了加工的工序, 大大提高了生产效率。

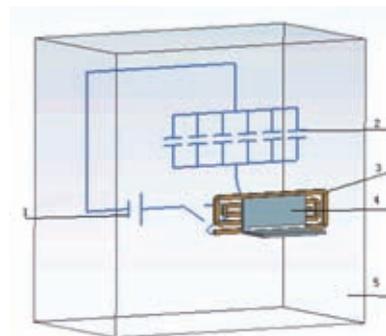
基金项目: 国家重大科技专项(2014ZX04002071)

在电磁成形工艺研究领域，初红艳等<sup>[1]</sup>基于圆形线圈开展了变形高度与成形电压的关系试验，得到工件最大变形高度与成形电压之间为线性关系。吕书林<sup>[2]</sup>进行了平板矩形螺旋线圈力的分布的测试试验，得到电磁力分布情况。肖师杰<sup>[3]</sup>通过模拟得出，对于单个方形线圈，每匝线圈圆角处对应的板料区域磁场力较小，而线圈直边对应的板料区域磁场力较大。陈晓伟等<sup>[4]</sup>通过模拟板料电磁成形磁场力分布，研究得出对于矩形线圈适当调整线圈和板材的相对位置可以有效提高板料上磁场力分布的均匀性。崔晓辉，莫建华等<sup>[5]</sup>针对平板电磁成形过程中的匀压力线圈，分析平板及匀压力线圈所受到的洛伦兹力大小分布。

研究表明，在一定的区域内平板上的洛伦兹力分布较为均匀。目前的研究结果表明，圆形线圈电磁成形实验已经较为成熟，但矩形线圈还停留在模拟阶段，机械科学研究总院先进制造技术研究中心（以下简称研究中心）在此基础上，开展了矩形线圈电磁包边成形试验研究。

## 2 矩形线圈电磁包边成形实验装置

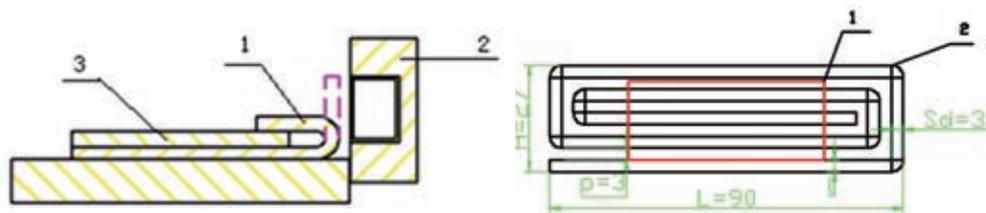
研究中心根据矩形线圈电磁包边成形特点，设计了矩形线圈电磁包边成形实验装置，其原理图如图1所示。本实验装置工作原理为，首先将电能储存在电容器中，当开关闭合时，电容器向线圈中快速放电，线圈周围将



1.电源 2.电容 3.线圈 4.工件 5.电控柜

图1 矩形线圈电磁包边成形实验装置原理图

产生变化的脉冲磁场，脉冲磁场穿过板材，在板材件中产生感应电流（涡流），带电的板材件处于急剧变化的磁场中就会受到磁场力的作用，在磁场力的作用下板材背离线圈运动，达到成形效果。



1.工件 2.线圈 3.夹具

a示意图



1.工件 2.线圈 3.夹具

b实际工装图

图2 矩形线圈电磁包边成形板材与线圈

在实际生产过程中，通常冲压生产线弯曲翻边会将板材预翻边约 $90^\circ$ （最终包边的角度略大于 $90^\circ$ ），因此在矩形线圈电磁包边成形试验中包边前翻边面与水平面呈 $90^\circ$ ，示意图如图2a所示，实际工装图如图2b所示。

根据加工要求可知，包边工艺是对细长条的铝合金板材进行折弯，因此线圈的形状选择为矩形线圈。在矩形线圈电磁包边成形试验中，如图3所示，线圈长 $L$ 为 $90\text{mm}$ ，高度 $H$ 为 $27\text{mm}$ ，厚度 $D$ 为 $3\text{mm}$ ，单匝线圈宽



a. 示意图

b. 实际工装图

图3 矩形线圈电磁包边成形线圈图

$S_d$ 为 $3\text{mm}$ ，匝间距 $P$ 为 $3\text{mm}$ ，其电压 $V$ ，板材包边高度 $h$ ，相对线圈高度 $I$ 可调。

## 3 矩形线圈电磁包边成形影响因素研究

研究表明，矩形线圈电磁包边成

形的影响因素主要有板材包边高度 $h$ 以及相对线圈高度 $l$ ，因此研究中心对这两个影响因素与成形角度的关系进行了深入研究。

### 3.1 板材包边高度对成形角度的影响研究

研究中心设计了板材包边高度 $h$ 对成形角度的影响试验，试验示意图如图4所示，在其他条件不变的情况下，保证板材底部与线圈底部对齐，然后依次选择不同包边高度的板材，包边高度分别为10mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 35 mm, 40 mm, 得到不同包边高度条件下的成形角度，进而得到板材包边高度与成形角度的影响关系。

试验板材成形效果如图5所示，图中为在7种不同的包边高度下，板材成形情况。

整理得到的试验数据如下表1所示，整体试验数据相差不大，以包边高度为X轴，以成形角度平均值为Y轴，得到图6，由图可知板材包边高度在20-25mm时成形效果较好。故认为当包边高度 $h$ 与线圈高度 $H$ 的比值 $h/H$ 在3/4左右时成形效果明显。

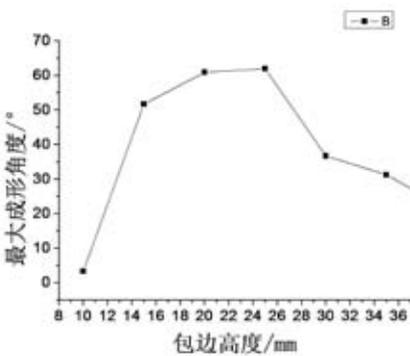


图6 包边高度对成形角度的影响关系图

当板材包边高度较小时，由于矩形线圈的边界电磁力最小，即包边高度处于电磁力较小的区域，并且高度越小，成形阻力越大，所以成形角度

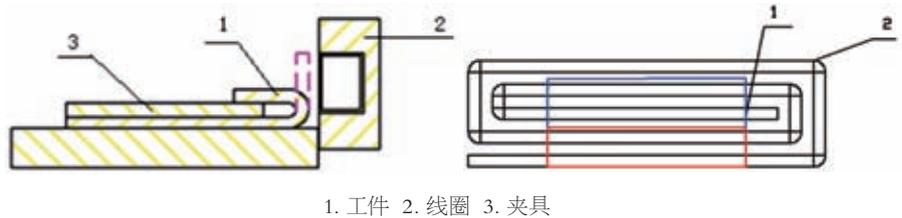


图4 板材包边高度对成形角度的影响研究试验示意图

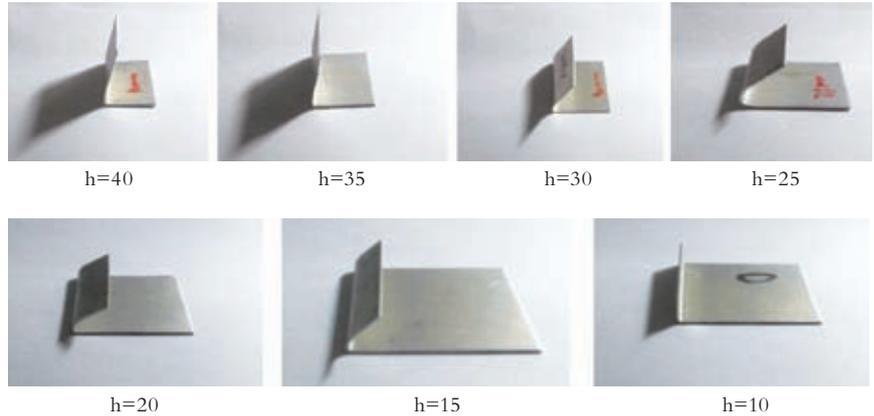


图5 包边高度对成形角度的影响试验样品图

表1 包边高度对成形角度的影响试验数值表

包边高度/mm	10	15	20	25	30	35	40
最大成形角度/°	2	52	62.7	59.2	35	30	20
试验1	2	52	62.7	59.2	35	30	20
试验2	3	52.1	62	64	37.1	33	22
试验3	4.8	51	58	62.5	38	30.5	22.2
平均值	3.3	51.7	60.9	61.9	36.7	31.2	21.4

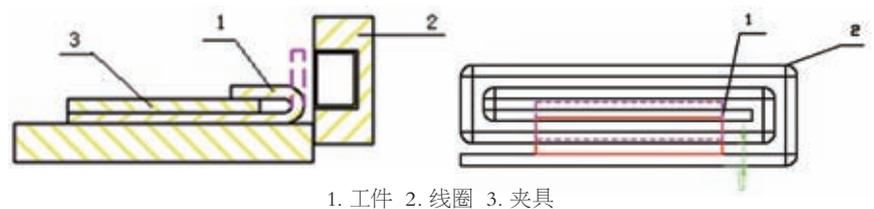


图7 试验示意图

较小。当板材包边高度较大时，特别是超过线圈高度时，超过部分感应电磁力小，虽然成形阻力较小，但总体成形角度亦较小。

### 3.3 相对线圈位置高度对成形角度的影响

研究中心设计了相对线圈位置高度 $l$ 对成形角度的影响，该实验示意图

如图7所示，在其他条件不变的情况下，板材包边高度选择10mm，板材相对线圈底边的位置变化，相对线圈位置高度分别为0 mm, 4 mm, 7 mm, 13mm, 得到不同相对线圈位置高度条件下成形角度，进而得出相对线圈位置高度与成形角度的影响关系。

试验板材成形效果如图8所示，图

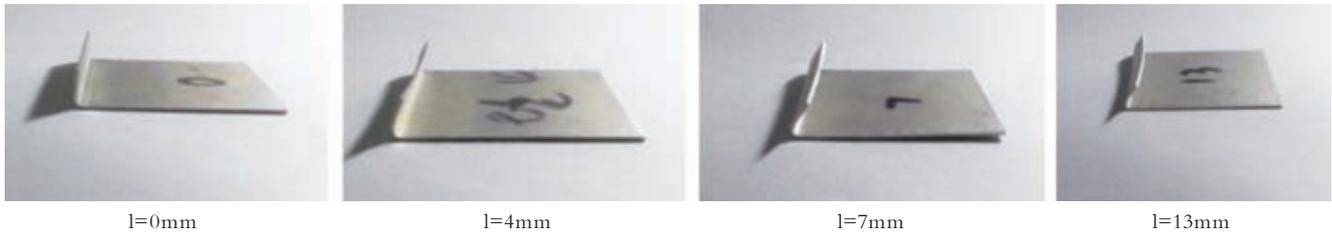


图8 相对线圈位置高度对成形角度的影响试验样件图

中为在4种不同的相对线圈位置高度下, 板材成形情况。

整理得到的试验数据如下表2所示, 整体试验数据相差不大, 以板材相对线圈底边位置高度为X轴, 以最大成形角度为Y轴, 得到图9, 如图所示, 在板材不超过线圈的最大高度的情况下, 相对线圈底边的最大高度为13mm, 在此范围内可知, 在板材向上移动过程中成形的最大角度依次增大, 在7mm-13mm时基本维持不变, 当板材底边相对线圈底边的位置高度 $l$ 与线圈高度 $H$ 的比值 $l/H$ 大于 $1/4$ 且不超过线圈高度时, 会取得相对较好的成形角度。

通过以上试验研究将板材包边高度为20mm的样件放置在相距线圈成形高度为7mm处, 所加电压为2400v, 试验结果如图10所示, 包边角度大于80度, 证明了可行性。当所加电压远高于2400v时, 包边会达到90° 完全包住。

#### 4 结论

(1) 包边高度 $h$ 与线圈高度 $H$ 的比值 $h/H$  为69%~89%时成形效果明显。

(2) 当工件相对于线圈位置不同时成形效果不同, 在区域为 $l=7\text{mm}\sim 13\text{mm}$ 时, 成形效果最佳。7

表2 相对线圈位置高度对成形角度的影响试验数值表

板材相对线圈底边位置高度/mm	0	4	7	13
最大成形角度/°				
试验1	2	26.2	37	35
试验2	3	28.2	34	33
试验3	4.8	23	38.2	31
平均值	3.3	25.8	36.4	33

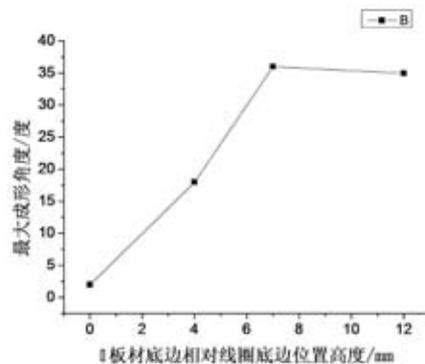


图9 相对线圈位置高度对成形角度的影响关系图

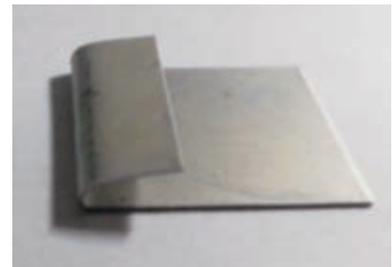


图10 成形实物图

#### 参考文献

- [1] 初红艳. 电磁成形铝板时变形高度与成形电压的关系[J].中国机械工程.2003.19(14):1628-1631.
- [2] 吕书林. 铝板电磁辅助弯曲实验研究[D].武汉: 武汉理工大学, 2008.
- [3] 肖师杰. 平板电磁成形有限元模拟方法研究与线圈的设计和分析[D].武汉: 华中科技大学, 2012.
- [4] 陈晓伟. 板料电磁成形磁场力分布研究[J].锻压技术.2013.5(2):20-24.
- [5] CUI Xiao-hui, MO Jian-hua.

Magnetic force distribution and deformation law of sheet using uniform pressure electromagnetic actuator[J].Transactions of Nonferrous Metals Society of China.2011:2484-2489.

#### 作者信息

田钰清 (1990-), 男, 研究生  
Email: tyqdd2008@yeah.net  
通讯地址: 北京市海淀区学清路18号北京机电研究所, 邮编,100083  
电话: 010-82415103

## 巨型轴流式水轮机叶片熔炼工艺攻关

葛洲坝机组维修项目是哈尔滨电机厂有限责任公司承接的一个较大型的水轮机维修项目。该电站是上世纪80年代建成，运行了约30年，原来电站水轮机使用的叶片为国外进口产品，国内铸钢企业经过30年的发展以取得了很大进步，生产技术、装备及各种辅助设备具备了生产大型叶片的条件。

哈尔滨电机厂有限责任公司成功



生产了景洪叶片、三峡叶片等许多技术要求类似的叶片。葛洲坝叶片先是重量上超过了上述叶片的巨型叶片，若能成功生产出该叶片，将会给公司当水轮机不锈钢铸件生产创出一片新的天地。

葛洲坝叶片的材质为0Cr13Ni4Mo，在公司冶炼条件下，需三包精炼钢水同时浇注。哈尔滨电机厂有限责任公司装备条件是单精炼工位。要达到钢水成分、温度一致有较大难度。本攻关主要从合理分配钢水，制定专用工艺正确控制冶炼过程，保证钢水成分趋于一致；

精确控制炉渣成分及性质，保证钢水质量和温度达到要求。通过一系列工艺措施，成功生产了符合项目要求的葛洲坝叶片。

哈尔滨电机厂有限责任公司成功自主生产的葛洲坝转轮巨型叶片，现已批量成功投入葛洲坝机组项目中，用户反馈效果很好，该巨型叶片的研制成功，标志着哈电成功实现了单LF工位三包精炼生产巨型叶片铸件，创造了历史。其技术成果奠定了国内领先地位，同时也标志着哈电在巨型叶片的铸造上达到了世界先进水平。**7**

主要完成单位：哈尔滨电机厂有限责任公司  
主要完成人：陶 韬，肇 晋，段振伟，  
隋怡平，戴艳涛

## 锡柴专用天然气机璀璨亮相重庆国际环保能源展

发布时间：2015-05-04 文章来源：一汽解放汽车有限公司无锡柴油机厂网站

4月16日，2015重庆国际节能环保及新能源展览会正式拉开帷幕。作为行业唯一动力代表，锡柴携恒威6SF2、奥威6SL2、奥威6SM2、奥威6SN1共4款国五系列天然气发动机亮相展会现场，受到了各界人士一致好评。

锡柴此次参展的天然气专用发动机，以其“专用”技术突出省心、节气的产品优势特点。首先，锡柴国五

系列天然气发动机三大核心技术体现为整体铸造的专用气缸盖；专用气门、座圈和导管组；专用活塞环组。同时，专用运动件设计、专用的点火系统、专用的阀门传感器、专用的供气系统、专业道路标定、专属经济性设计在确保解放燃气车省气省钱的同时，还能省心省事，专心赚钱。此外，锡柴以其精芯服务品牌全力布局售后服务，打造天然气发动机的专属服务。

专业的的事情交给专家去做，专用发动机才能专心挣钱。锡柴相关负责人表示，天然气发动机完全不同于柴油发动机，不进行专业的设计，难以保证用户的综合效益。解放锡柴经过科学严谨的设计和验证，在燃气机开发上创新性地采用多项专用技术，解决了行业的难题，大幅提升了产品的可靠性和经济性。

# 高亮度LED晶片表面纳米级抛光工艺及设备

进入21世纪后,随着我国整体经济的快速增长,LED行业发展迅速,特别是下游消费和封装行业一直呈几何速度迅猛发展。1996年,我国开始实行“绿色照明工程”,2003年成立了以深圳、厦门、上海、南昌、大连为龙头的半导体照明基地,大力发展LED照明,到2010年,我国的LED企业发展将超过4000多家,LED在电视机、商用平板显示器、数码产品、移动通讯、汽车工业等领域得到了更加普遍的应用,有专家指出高亮度LED是半导体照明产业的重要发展方向,未来十年内传统的白炽灯乃至荧光灯将被高亮度LED照明所代替,这将是照明领域内的又一次重大革命。

随着我国LED封装产业的持续高速发展,为芯片制造产业创造出了巨大的市场空间,随着高亮度LED关键技术的不断突破,对其衬底材料提出了越来越高的要求,但是作为高亮度LED衬底的蓝宝石晶片加工产业在我国尚处于起步阶段,能够进行规模化生产的企业寥寥无几,晶体制备和材料加工技术的不成熟严重阻碍了国内高亮度LED衬底材料的发展,也成为高亮度LED整个生产工艺流程中的技术瓶颈,特别是材料加工所需的工艺及关键设备仍然依靠进口,严重影响了我国高亮度LED产业技术的发展。

因此,针对我国高亮度LED产业对衬底材料加工工艺和关键设备的

需求,我单位承担了国家高新技术研究发展计划(863计划)中的《高亮度LED芯片制造关键装备》项目中的“高亮度LED晶片表面纳米级抛光工艺及设备”课题,研究开发了具有自主知识产权的PG-710 LED晶片表面纳米级单面抛光机。

课题以高亮度LED晶片表面纳米级抛光技术理论研究为基础,通过纳米级超精抛光工艺及物化技术研究,解决高亮度LED生产制造中对薄片抛光应力控制、高面形精度与去除效率、抛光液成份及配比等抛光工艺参数,突破纳米级超精抛光工艺技术、纳米级超精抛光液、高刚度超精密抛光台的设计与制造、压力精密调节控制、抛光液循环过滤等关键技术,掌握自主知识产权的高亮度LED晶片化学机械超精表面抛光技术,实现抛光工艺、设备和抛光液产业化应用。通过项目实施,成功研制出了实用化高亮度LED晶片表面纳米级抛光工艺设备,其主要技术指标如下:

- ① 抛光片直径: 2" ~5"
- ② 抛光盘直径:  $\phi$ 680mm
- ③ 抛光盘转速: 10~120r/min
- ④ 承载器(陶瓷盘)直径: 300mm
- ⑤ 承载器(陶瓷盘)数量: 2
- ⑥ 承载器(陶瓷盘)转速: 10~120r/min
- ⑦ 抛光头翻转: 0~30°
- ⑧ 抛光盘温度: Max 40℃
- ⑨ 单头抛光压力: Max 100kg,

精度 $\pm$ 0.1kg

在设备研制过程中,共申请技术专利13项,其中发明专利7项,实用新型及外观专利5项,软件著作权登记1项;共发表技术论文8篇。设备经过市场调研、用户需求分析、方案设计、关键技术实验、图纸设计、加工制造、生产调试、工艺试验、生产线考核验证、技术改进提升等环节,研制生产了PG-710单面抛光机,该产品已实现了20余台设备销售和应用推广,在蓝宝石、碳化硅及MEMS器件的实际生产中运行可靠稳定,抛光晶片的各项指标如TTV、翘曲度、表面粗糙度等都能达到较高水平,晶片良品率较高,得到用户的高度肯定。到2012年共完成了15台产品的销售推广,产品在工艺线运行稳定可靠,各项性能指标达到国际同类产品先进水平,经设备抛光后的晶片各项工艺指标全部达到用户要求,受到用户高度赞扬。作为集中体现电子专用设备的超高技术密集度,高度集成了机械、电子、控制等各方面先进技术的精密机电一体化产品,LED晶片表面纳米级抛光设备的研制和产业化对LED衬底材料加工的相关产业具有强大的辐射作用。**T**

主要完成单位: 中国电子科技集团公司第四十五研究所

主要完成人: 刘涛,高慧莹,费玫海  
罗杨,柳滨,孙振杰  
陈学森

# 关于组织召开 2015年全国机电企业工艺年会的通知 (中国福州)

各会员单位、有关单位:

为深入贯彻落实十八大会议精神,持续推进机械行业转型升级,确保“十二五”规划目标实现,为新一轮发展奠定基础,大力发展机械制造工艺,提高机械工业增长的质量和效益,促进装备制造业与战略性新兴产业发展,我会拟定于2015年10月在福州举办2015年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、2015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. 表彰先进——举行终身成就奖、杰出青年奖、优秀工艺师奖、工艺成果奖、优秀分支机构、先进工作者、优秀会员单位、百强制造工艺创新基地、有奖工艺征文等征集、评选、表彰活动。
4. 成果展示——先进制造工艺与装备展览会。
5. 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“有奖工艺征文”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, **征文截止日期至2015年7月30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。

2. 应征文稿,应属于尚未公开发表。采用的事例、数据属实。

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](http://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2015年6月31日前与会务组联系布展。

## 四、联系方式

联系人:田媛 杨娟 王金菊

电话(传真):010-88301523, 010-68595027

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。

中国机械制造工艺协会

2015年1月19日

# 关于召开2015年发动机及其关键零部件绿色高效加工技术成形研讨会的通知

各有关单位及会员：

为进一步推动发动机及其关键零部件的精密成形及快速开发制造，研讨绿色高效加工技术在发动机及其关键零部件制造中的推广应用，中国机械制造工艺协会将于2015年8月15~16日在广西玉林举办“发动机及其关键零部件绿色高效加工成形技术研讨会”，届时将邀请行业内技术专家及优势企业代表共同交流研讨。同时本次会议将组织发动机及其关键零部件的绿色高效加工征文活动。本次会议由广西玉柴机器股份有限公司、先进成形技术与装备国家重点实验室承办，机床与工具委员会、中关村未来制造业产业技术国际创新战略联盟、机械装备工业节能减排产业技术创新战略联盟协办。现将会议和征文活动有关事宜通知如下：

## 一、会议主要内容

1. 邀请行业内专家学者及优秀企业代表做主题报告
2. 典型应用案例交流。
3. 企业技术参观（广西玉柴快速制造基地）

## 二、参会人员

全国发动机及其零部件制造行业、机床与工具行业等先进制造技术相关单位的专家、学者、技术人员及管理人员。会议规模100人左右。

## 三、会议主要研讨内容及征文范围

1. 微润滑及干式加工的绿色加工技术，及切削液、切屑回收利用技术。
2. 制造过程精度检测与控制技术，柔性化、自动化加工技术。
3. 刀具标准化、模块化及信息化高效低成本管理。
4. 精密制造的先进工艺及装备。

5. 绿色化铸锻焊热成形技术及装备。

## 四、征文要求

1. 应征文稿，应属于尚未公开发表，采用的事例、数据属实。
2. 应征文稿以附件形式将论文电子版（电子邮件），发给会务组联系人。
3. 论文篇幅：3000-5000字，论文须包含300字左右的中、英文摘要及3-4个关键词。论文格式要求详情见附件。
4. 征文截止时间：2015年7月30日

## 五、会务安排

会议费用1500元/人（包括专家费、资料费、场地费、餐费等），食宿由会务组统一安排，住宿费用自理。请参会人员于7月25日前反馈参会回执，以便会务组进行统一安排。

## 六、联系方式

单 位：中国机械制造工艺协会

联 系 人：田媛 杨洋 战丽

电 话：010-88301752

传 真：010-88301523

电子邮箱：cammt\_bjb@163.com

地 址：北京市首体南路2号院

邮 编：100044

附件：（可从[www.cammt.org.cn](http://www.cammt.org.cn)下载）

1. 发动机及其关键零部件绿色高效加工成形技术研讨会参会回执
2. 论文模板

中国机械制造工艺协会

2015年5月6日

# 关于增补中国机械制造工艺协会项目 评审专家的通知

各会员单位及有关单位：

为建立健全中国机械制造工艺协会专家库，进一步提高机械制造工艺科技成果奖、机械制造工艺终身成就奖、杰出青年奖、优秀工艺师奖、百强制造工艺创新基地、优秀工艺论文奖及有关项目评审工作的公平性、公正性和科学性，建立起具有充分代表性和权威性的专家评审队伍，我会现面向广大会员单位及有关单位增补“中国机械制造工艺协会项目评审专家”，具体通知如下：

## 一、专家应具备的条件

1. 正高级研究员及教授技术职称，长期从事机械工业科研工作或行业管理工作，熟悉本专业国内外现状及发展方向；
2. 所在单位同意并支持此项工作；
3. 热心科技奖励和项目评审工作，正确掌握评审标准；
4. 能适应评审工作所需的时间和工作量安排；
5. 具有良好的科学道德和职业道德，秉公办事；
6. 对评审的项目技术内容等评审情况承担保密义务；
7. 具有网上评审项目和计算机操作能力。

## 二、专家推荐程序

请各单位原则上按1~2名推荐，组织被推荐专家填写“中国机械制造工艺协会项目评审专家推荐表”（见附件），并于2015年4月25日前将“中国机械制造工艺协会项目评审专家推荐表”的电子版发至我会秘书处邮箱，将经专家本人签字并加盖单位公章的纸质版推荐表（一式两份）于4月30日前邮寄至我会秘书处。

我会将组织专家评审、筛选，经评审通过的专家将加入中国机械制造工艺协会专家库。原则上在以后的科技奖励和项目评审工作中，评审专家须从中国机械制造工艺协会专家库中选取（如不在专家库中，必须先入库）。

## 三、秘书处联系方式

**联系人：**宋文清 杨娟 战丽

**电 话：**010-88301523 **传 真：**010-88301523

**邮 箱：**cammt\_jsb@163.com

**地 址：**北京市海淀区首体南路2号1209室

**邮 编：**100044

**附 件：**中国机械制造工艺协会项目评审专家推荐表（可从协会网站www.cammt.org.cn下载）

中国机械制造工艺协会  
2015年1月19日