

间强度低、易开裂等特点。为了解决分层问题，三维成形得到了很好的发展。插棒法、压棒法、缝纫法主要是为了抵抗分层，但是在增强层间强度的同时会把很多的纤维打断，损失了很多层间性能，当形状比较复杂、比较厚的时候，成形也很困难；三维编织生产率低，加工费昂贵，目前国内最大的机器有两万个头，每个月只能编1-2个零件。

工业化生产中常用的复合材料预制件生产技术主要有三种：缠绕成型、铺层和三维织造。缠绕成型技术主要应用于气瓶、压力气瓶等方面；铺层技术成本低，应用范围广，但是成型的复合材料层间强度低，容易开裂；三维织造成型的复合材料解决了层间强度低的问题，但是形状适应性较差。

2 新颖整体多层复合材料预制件制造技术

新颖三维缠绕法是一种新型的复合材料预制件制造技术，采用这种方法成形的预制件具有整体多层结构。新型三维缠绕设备如图所示。

新颖三维缠绕法的特点为：高度自动化、生产率高，重演性好、适用于大批量生产，少人工、生产成本低，适用范围广、加工过程中纤维摩擦损伤小、张力控制简单便利，均匀，设备空间占有率低、可用于大尺寸部件和采用干纱。

新颖多轴向整体结构的特点为：纤维在结构内无屈曲，形状适应性好、适用干纱、纤维体积含量高、结构合理、整体结构、可裁剪、面内各向同性、可设计性、厚度方向可用高性能纱、适用于管状、平幅及其它。

3 新颖整体多层结构复合材料预制件的应用

新颖多轴向整体结构可以应用在飞机，包括支架、舱体等、空间技术等传统领域。由于新颖三维缠绕法高效低成本、适用大批量生产的特点，新颖多轴向整体结构为开发推广纤维增强复合材料在国民经济各领域的应用开启了广阔的前景。

欧洲宇航防务集团 (EADS) 有一

个编织支架的项目，目标是开发碳纤维增强复合材料支架低成本批量生产，另外要展示未来自动大批量飞机支架生产，他们采用两台编织机，还有一台缠绕机，进行支架编织。可以看出设备的占地面积很大。而制成的结构还是二维的。若采用新颖三维缠绕法进行成形，机器成本会下降很多、结构还是多轴向整体。

波音787的机舱机头是采用铺层技术成形的，铺层完成后要推到高压的空间里去烘，但是二维成形有分层问题，若采用新颖三维缠绕法进行成形，这一问题机会得到很好的解决。

此外新颖三维编织技术还能应用于空间技术方面，如火箭发动机的壳体、扩散段、喉衬以及卫星等方面；还可以应用于深海钻井的一个冒口。

总之，新颖三维编织技术自动化程度高、成本低、重演性比较好，适用性比较好，整体结构面内各向同性，可设计性纤维无屈曲，纤维体积含量高，最重要的是有非常广泛的应用市场。

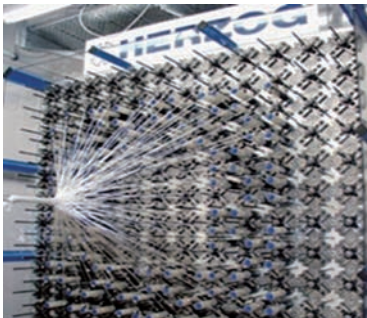


图5 三维编织



图6 多轴向铺层

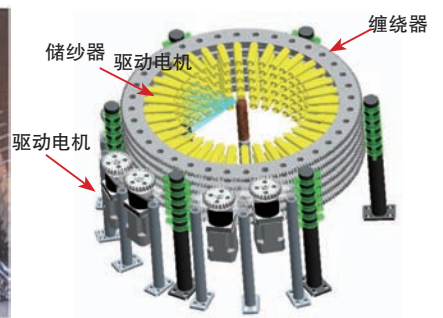


图7 新颖三维编织设备

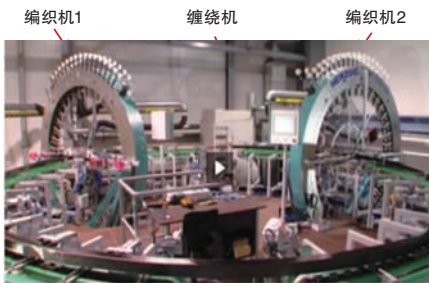


图8 欧洲宇航防务集团 (EADS) 支架编织设备



图9 波音787的机舱



图10 空间技术的应用

复合材料三维织造成形技术现状及发展

单忠德 中机艺协副理事长

机械科学研究总院先进制造技术研究中心主任、研究员



单忠德，工学博士、研究员、博士生导师，中国机械制造工艺协会副理事长、中国机械工程学会理事。2002年毕业于清华大学。现任机械科学研究总院先进制造技术研究中心主任、先进成形技术与装备国家重点实验室主任、学科带头人。曾在英国卡迪夫大学做访问学者。主要从事机械工业先进制造工艺及设备开发研究。先后完成20多项国家重大科研任务。在国内外核心期刊及国际会议上发表论文120余篇。出版著作3部。申请专利96项(国际专利24项)，授权专利48项，其中发明专利17项，软件著作权12项。为国家及机械装备行业技术进步和重大工程建设开发出10多项技术及装备。

1 复合材料的基本现状

复合材料是由两种或两种以上物理和化学性质不同的物质组合而成的一种多相固体材料。其优劣势可总结为表一：

表1

优点	缺点
1. 比强度和比模量高	1. 横向拉伸强度和层间剪切强度低
2. 减振性能良好	2. 断裂伸长率低，冲击韧性有时不好
3. 减摩、耐磨性能好	3. 制造是产品性能不稳定，分散性大，质检困难
4. 化学稳定性好	4. 老化性能不好
5. 断裂安全性高	5. 机械连接困难
6. 成型工艺性好	6. 成本太高
7. 抗疲劳性能好	

按基体材料分，复合材料可以分为树脂基复合材料、金属基复合材料、陶瓷基复合材料等。按增强体的形状分，复合材料可以分为颗粒增强复合

材料、夹层增强复合材料、纤维增强复合材料等。

进入21世纪以来，全球复合材料市场快速增长，根据AVK(德国复合塑料联合会)提供的信息，复合材料产业在去年欧洲的平均增长率达5.6%，未来仍将保持乐观增长；天然纤维复合塑料产业的年增长率将达到两位数。复合材料产量最高的国家为西班牙、意大利、德国、英国和法国，5个国家的复合材料产量占到欧洲总产量的三分之一以上。

复合材料应用于航空航天等成为一个重要方向，体现一个国家科技竞争力的重要标志，关系到国防安全和国际地位。美国、法国、俄罗斯等国都有专门的企业和科研机构如美国北卡罗来纳大学、波音公司从事复合材料成形技术及设备研究，其制件应用于飞机雷达罩、火箭喉衬等。

在2012JEC复合材料展览会上，出现的复合材料相关展品主要有复合材

料的成品和半成品：金属复合材料、纤维复合材料，纤维增强塑料、纤维增强金属等。意大利SILTEX公司有多条复合材料生产线，可提供管状、束状和平板状的玻璃纤维、碳纤维、迪奥纶聚酯纤维以及玻璃纤维与芳纶、碳纤维与芳纶、玻璃纤维与碳纤维混合的各种复合材料。美国zoltek公司生产的PANEX 35等产品已经商业化，适用于汽车零部件、压力容器、海底钻井设备及其它工业应用。西班牙Carbures、德国Vom Baur、美国Bally Ribbon Mills、意大利Selcom等都已进行了复合材料性能及制备工艺研究，并开发出系列复合材料材料，适用于汽车、航空航天、船舶、电子行业及干燥箱、高压釜等的生产制造。

2 复合材料织造装备的国外新发展

复合材料制造设备种类繁多，主要有织造成形装备、冲压成形设备、

切割加工设备三大类。

复合材料织造成形设备主要有二维织造成形设备、层铺设备、三维织造成形设备。生产复合材料冲压成形设备的厂家主要有法国的舒勒公司、德国的FRIMO公司、德国的Meyer公司等。

法国舒勒公司是金属成形技术和全球市场的领先者,开发的可成形复合材料的液压机主要有CHAP2100、CHAP2500、CHAP3000、CHAP3600。主要用于片状模压料零件、玻璃垫增强热塑性塑料零件、树脂传递成型零件等的成形。

德国FRIMO集团,可提供涵盖整个价值链的服务,从工程设计、项目管理和软模设计到模具制作、机器和设备制造直至全面售后服务。FRIMO为塑料的压制和(变)成型提供各种模具和设备。典型的应用领域有不易变形的骨架部件、聚氨酯模制件以及众多的绝缘和隔音构件。德国的Meyer公司,是粘合、涂附、热压和成形设备的生产商,开发了若干的复合材料的设备。

生产复合材料切割加工成形设备的厂家主要有德国的Fraunhofer公司、捷克的SAHOS s.r.o.公司、瑞士的GUNNAR公司、意大利的西曼斯(CMS)公司、美国的福禄(Flow)公

司、德国的艾玛(EiMa)公司、德国的MAKA公司、意大利的Belotti公司、德国的Expert Systemtechnik公司等企业。

德国Fraunhofer,是德国国家的研究院,现在也开发了系列化的复合材料的切削加工,包括激光切削加工,可以提高性能,降低成本和周期。捷克SAHOS s.r.o.公司是采用数控加工的方式,开发了系列化的用复合材料加工的数控加工中心数控车床,可以加工不同复合材料。

瑞士GUNNAR公司生产用于切割板料及复合材料的数控机床TTC119,TTC119是一台非常紧凑,符合人体工程学设计的机器,切削速度1500mm/s,定位速度2000mm/s,定位精度0.1mm。

意大利(CMS)西曼斯公司是专业非金属材料加工提供五轴联动设备的厂家,其设备长度方向最大120米,宽度最大10米,高度最大5米,快速移动速度可以达到85米/分钟,适合于复合材料等任何非金属材料的三维轮廓型面的高速、高精度五轴加工。

美国福禄(Flow)公司,拥有工业界和制造业超高压水刀和加砂水刀加工技术,是机器人和装配设备的领先供应商,其多功能水刀系统可为复合材料的加工成型提供各种解决方案。

MACH系列产品:悬臂式结构方便三面上下料,可切割几乎任何厚度的任何材料。德国艾玛(EiMa)公司,其五轴加工中心适用于钢、铝、塑料和复合材料等的加工,广泛应用于汽车、航空航天和模具制造业等。

德国的玛卡公司,已经形成了系列化的五轴数控切削机床加工复合材料,可以对50米的材料进行加工,形成系列化的装备进行切削。德国MAKA公司的五轴加工机床BC570可用于长达50米的工件的加工。

意大利的Belotti公司开发了各类5-轴CNC数控加工中心,该公司开发的5轴头上配有扭矩电机、加工中心的线性轴上配有绝对光栅尺以及高刚度的结构都大大增强了设备的加工精度和加工质量。德国的Systemtechnik公司,可以切割皮革、纺织品、塑料符合料,全部实现自动化,任意形状,均可以裁出。

3 复合材料零件及其应用

3.1 复合材料在建筑上开始应用

复合材料可以减轻建筑自重,提高建筑物的使用功能,加速施工进度,降低工程造价。主要用于承载结构、围护结构、采光制品、门窗装饰材料、给排水工程材料、卫生洁具材料、采暖通风材料等。

3.2 复合材料在化学工业中得到应用

树脂基复合材料应用较广,具有比强度高、良好的保温功能和电绝缘性能、制品内壁光滑、流体阻力小、维修方便、重量轻等优点,广泛应用于石油、化肥、制药、造



图1 建筑上的应用—井盖



图2 化学工业上的应用—水箱

纸、海水淡化、生物工程、环境工程、金属电镀等工业中。

3.3 复合材料在能源工业中的应用

火力发电工业方面的通风系统，循环水冷却系统，屋顶轴流风机等；火力发电站建设，发电和输电中的各种电绝缘制品等；复合材料风力发电机叶片、电杆及电绝缘制品等。

3.4 复合材料在医疗、体育、娱乐方面的应用

复合材料牙齿、支架、假肢、人工肌肉、人工皮肤等；复合材料诊断装置，复合材料测量仪器等；水上体育用品、球类运动器材、跳高运动器材等；游乐车、游乐船、水上滑梯、钓鱼竿、小提琴、扬声器。

3.5 复合材料在交通运输中的应用

用于汽车制造工业中的各种汽车配件，如车身外壳、传动轴、制动件及车内座椅、地板等；

摩托车和自行车制造业中的车身构件、车轮等；铁路工业中的牵引机车，客车，火车，冷藏车，储罐车等；铁路通讯设施；桥梁及道路检车与修补；水上交通中的各种中小船壳体以及船上舾装件等；港口及航道设施；飞机制造业中的各种复合材料之间，如桨叶、机翼、内部设施等；机场建设等。

3.6 复合材料在航空航天等领域的应用

碳纤维复合材料在2000℃以上高温惰性环境中，强度仍不降低，这种独特的优势使得在航空航天领域应用较为广泛。

4 复合材料柔性导向多维织造成形技术

三维整体结构复合材料克服了传统二维层合结构复合材料层间强度低的缺点，能满足航空航天尖端领域和其它领域的特殊结构要求。国内外对三维整体结构复合材料的研究取得了一定的进展，采用三维编织、三维机织、三维缝绉等技术可以进行简单结构的复合材料构件的成形，但是成形过程受到工序复杂、设备自动化程度低、大尺寸/复杂构件无法成形的制约，并且与国外发达国家相比，国内还存在较大的差距，结合复合材料零部件在航空航天、国防军工以及汽车等行业的巨大应用潜力，也为了打破国际技术垄断，迫切需要研究新的具有自主知识产权的大型、复杂、高性能复合材料结构件三维织造成形方法及设备。

机械科学研究总院先进制造研究中心提出了一种数字化柔性导向多维织造成形技术，并完成了原理样机的制作。该技术将快速成形的思想引入到三维织造技术中，实现了大型、复

杂三维结构预制件的降维织造，易于实现数字化和自动化，具有很大的优势。复合材料柔性导向多维织造成形技术的工艺流程，见图4。

相比传统复合材料成形技术复合材料柔性导向多维织造成形技术具有以下特点：预制件体积大、预制件形状复杂、预制件成形效率高、预制件体积率高、预制件力学性能可设计、预制件纵向力学性能得到增强、预制件浸渍性能好。根据分层织造的特点，及柔性导向模板的可设计性，复合材料柔性导向多维织造成形技术可实现大尺寸、复杂、变截面预制件成形。

5 结语

复合材料可以应用在各个领域，凭借自身优势：高强度、重量轻，必将是未来发展的重要方向。产品形态设计是立足现在、面向未来的设计，是对现实的产品形态和现有的产品的一种超越。复合材料产品形态设计的先进性不仅体现在它的功能和结构方面，同时也体现应用和工艺水平上。复合材料零件以其优异的综合性能，已成为国民经济建设、国防建设和人民生活的重要组成部分。复合材料三维织造成形技术及装备将成为未来重要领域。



图3 交通运输中的应用：汽车车身

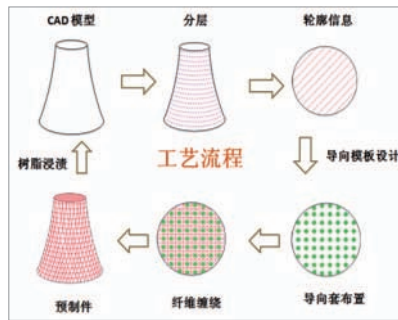


图4 复合材料柔性导向多维织造成形技术的工艺流程



图5 原理样机

HXN3型内燃机车布线工艺特点及改进

滕微 刘云翔

大连机车车辆有限公司工艺技术部 大连 116022

摘要: 本文根据美国Electro Motive Diesel(简称EMD)机车制造公司的设计特点,介绍了HXN3型内燃机车电气布线工艺,并针对原设计中不利于批量生产和影响运用检修等方面,进行了大量的布线工艺改进。使之更好地适应我公司的制造工艺基础以及更方便今后的运用检修。

关键词: 电气下线; 布线; 配线; 工艺特点及改进

HXN3 Diesel Locomotive Specialty and Improvement of Wiring Application

Wei TENG Yunxiang LIU

Dalian Locomotive and Rolling Stock Co., LTD , Dalian , 116022

Abstract: HXN3 diesel locomotive is a product that introduces the technology from America EMD Inc. The electric wiring application has a lot of original. It is most complex compare to the unit that made before. It is not only difficulty to make but also will produce new problem during service minor repair and overhaul . This text will introduce the point of cutting wire and wiring application and some propose to improve the electric manufacturing process. To make the locomotive made and service department have a primary understand.

Keywords: Cutting Wire; Wiring Application; Specialty and Improvement of Manufacture

1 前言

HXN3型内燃机车是大连机车车辆有限公司引进美国EMD公司技术生产的大功率交流传动新型现代化内燃机车。具有功率大、运用可靠性高等优点,但电气布线由于受机车整体设计结构限制,部件安装分散、电器布置繁杂,同时线型和端子采用的形式过多,再兼顾交流机车的EMC等因素需要采取大量的隔离措施,使得布线难度非常大,严重影响批量制造的进度和增大故障查询处理难度,必须加以改进。

2 下线、布线、配线工艺特点及改进

2.1 下线工艺文件的改进

由于是引进技术,EMD公司提供的下线工艺中只有下线表。现场作业人员根据这个表进行下线,极为不便,还需结合图纸反复对照才能作业。为此我们根据实际情况重新编制工艺,将图纸上的导线制作图形、线号规定、切割形式等都融入到新工艺中。增加了许多有关要求和参数。从而解决了下线工艺问题。大大提高了作业效率和下线质量。

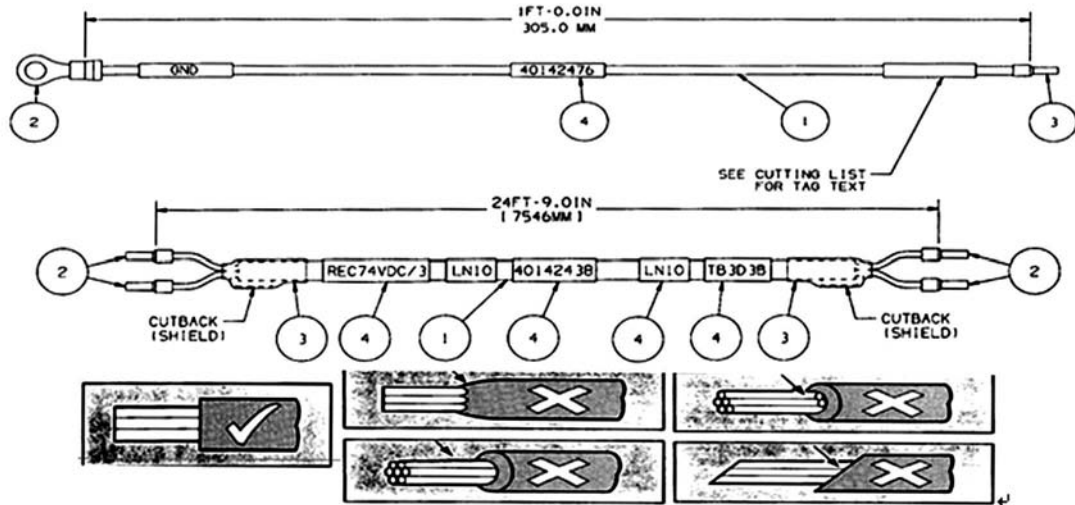
重新编制的HXN3型内燃机车下线工艺(如图1所示)既符合我公司工艺文件的格式要求,又满足了现场需求。下线工艺文件中包括导线图样、导线起始和终止位置、导线长度,以及端子、连接器、传感器、线夹、热缩管、线号、图号、端子压接工具等全部信息。操作者完全可以不用图纸进行作业。非常清晰明确。从而通过工艺改进节约大量的下线时间,作业效率提升60%以上,下线质量也得到了充分保证。

2.2 司机室布线、配线工艺改进

HXN3型大功率交流传动内燃机

13H (40142438) 74V直流插座/74V直流插座接地

导线标记	线号标记	长度 (mm)	1端端子	2端端子	1端设备	2端设备	备注
14X	GR09	500	40043392	8138189	REC 74VDCβ·E	GRD CARBODY	40142476
16X2	LN10 [BK	8000	40069279	40069279	REC 74VDCβ·A	TB3D3B-4	
16X2	LN10 [SH	8000	NONE	NONE	REC 74VDCβ·CUT BK	TB3D3B-CUT BK	
16X2	LN10 [WH	8000	40069279	40069279	REC 74VDCβ·N	TB3D3B-28	



件号	图号	名称	数量	使用工具
1	40146207	电缆	8m	
2	40069279	端子#16 AWG	4	40085981
	40049392	端子	1	40085981

图1 改进后的部分下线工艺文件

车采用独立司机室。司机室内的布线只有电压等级的颜色区别，未作线束区分，这在我们布线时很难做到各台机车的布线一致性，而且不易区分电压等级，经常出现不同电压等级线束混布现象，靠增加尼龙隔离块来区分，布线难度大，出错率高、整体效果不美。

经过分析我们改进了工艺，将线束按电路形式分成三束：监控、电台、机车信号系统等线布在面向后墙方向的左边线槽；用连接器连接的控制导线布在中间线槽；其它散线布在右边线槽。这样从根本上避免了布线的交叉（见图2）。

按此方案，线槽内的三束导线既区分电压等级，又节省布线时间，提高

布线效率。另外，在工艺上由于司机室采用独立结构，我们在组装中还设计制作了放置整体司机室的工装，以便于在此工装上完成司机室独立布线、配线工作。



图2 工艺改进后HXN3机车司机室地板下布线图例

2.3 电器间的布线、配线工艺及改进

HXN3机车电器间在设计上是由三个电器面板和两个屏柜以及几个单

个电器组成。分别安装到机车电器间内，然后再完成各面板之间和单个电器之间的布线、接线。并要求各线束按电气胶带的标记（绿、蓝、红、黄）分类，分别绑扎在对应颜色的扎线杆上，每种颜色的扎线杆只能布置相同种类的导线，如果有其它种类的线束，必须用隔离块分开；线束每200mm需扎带绑扎在扎线杆上，导线过多，绑扎距离缩短到100mm；导线束弯曲半径不得小于40mm。

按照上述的布线工艺要求，在狭窄的作业空间内来完成电器间内90多个插头，200多根散线，势必导致布线及配线工期长、操作难、易出错等不良现象。为此我们经反复研究，做了大量

的工艺改进,内容如下:

(1) 增加控制线路使用的连接器,在电阻面板到接触器的线束上增加一套连接器,接触器上安装一个插座,散线(黄色)安装一个插头(见图3)。这样两边的线束就可以在地面完成配线,到机车上只要插上连接器,再绑扎好线束即可。

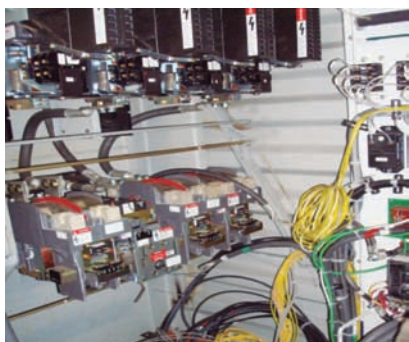


图3 原接触器安装形式

(2) 原设计的六个接触器分别独立安装到车上(见图3),线束是在车上一根一根的配线。改成在地面做成一个类似屏柜的支架形式,将全部导线配完,对外的控制线用连接器引出(见图4)。

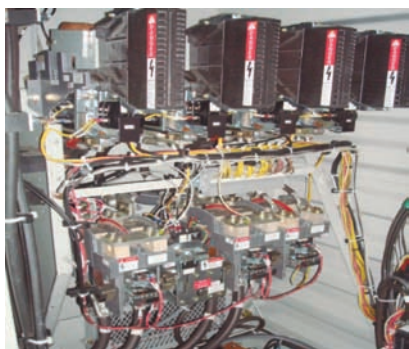


图4 改后接触器支架

(3) 原设计的电器间对外引出的电缆大多是从电器件上直接引出,经车体布线到相应的部件上,不利于配线操作和故障查线,而且损坏电器件(见图5)。为此工艺上进行了改进,在电器间的各个屏上增加对外接线排,使得电器间和外电路明显分开,方

便布线(见图6)。

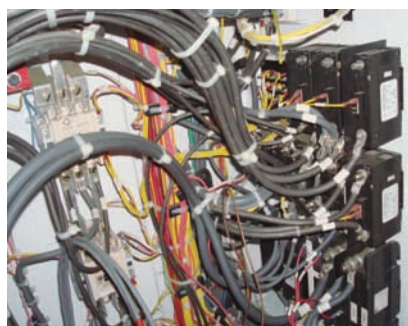


图5 原接触器屏柜配线

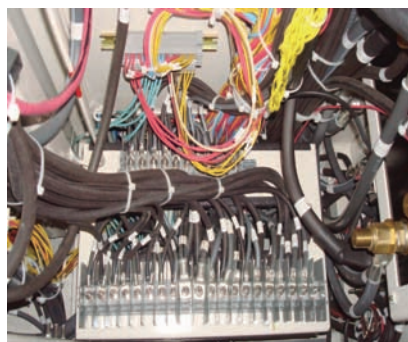


图6 接触器屏柜增加端子排后的配线

(4) 原电器间内地板下的3K、3E、3A、3D等连接器安装中继板位置没有防护(如图7),这种方式很容易因作业时踩踏造成连接器和线路损坏。为此工艺上进行了改进,在中继板上部安装了独立的护板盒(如图8),从而增加了防护,避免了踩踏损坏。

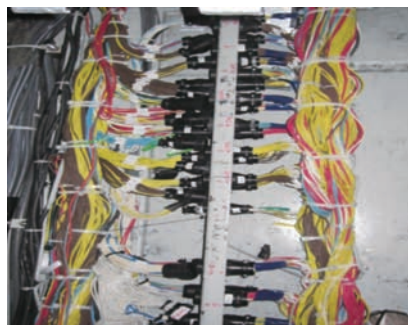


图7 原中继板上的里连接器配线

(5) 为了提高电器间在车上配线速度和确保布线质量。我们除进行了增加连接器和对外接线排以外,还进行了电器屏柜外挂线预布处理。就是在电器间各个屏柜发往组装车间

前,进行外挂线地面预布,并按照布线图要求,将各导线贴上指示电压等级(2、3、4、5级)的各颜色(绿、蓝、红、黄色)电工胶带,并按各电器屏柜外挂线的终止位置及电压等级进行分束捆扎(如图9所示为电器间中的电阻屏外挂线分线效果图)。以加快电器间装车后的布线速度。如电阻面板外挂的导线分别按终止位置继电器/整流器屏、ATP屏、接触器柜、微机柜分四大束导线,每大束导线又分绿、蓝、红、黄四个电压等级的小束。这样在屏柜预组装过程中完成了这些整理后,到车上布线就容易了许多,大大节省了电器间车上布线时间。



图8 中继板上增加防护盒



图9 电阻屏外挂线分线效果图

2.4 车体走廊布线工艺特点及工艺细化

车体布线方面,采用从机车柴油机方向按电压等级分绿色(交流电路和高压直流电路、电压等级为2)、蓝色(74V控制电路和屏蔽电路、电压等级为3)、红色(低压控制电路和屏蔽电

路、电压等级为4)、黄色(有特殊要求独立电路、电压等级为5)四个等级,并分别在扎线杆中央分段缠绕各颜色电工胶带来标识,然后把电压等级一致的导线顺理好后整体布到相应的扎线杆上(见图10)。

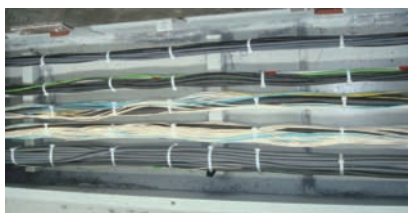


图10 车体走廊布线效果

在EMD提供的工艺的基础上,我们进一步细化了工艺要求,除执行通用工艺外,还规定了下四点工艺:

(1)各电缆根据设备的位置和电压等级要求布置在相应的扎线杆上的同时,要求线束每200mm距离捆扎一次,并且绑扎要牢靠、均匀、美观。

(2)所有电缆按电压等级不同要尽量分开布置,如特殊位置特别是在线束转弯处不能分开时要使用隔离件分开。

(3)三相电缆布线为减少电磁干扰,要铰链布线,且所有被铰链一组的三相电缆应在2540mm长度内完成一个完全360换位缠绕。

(4)副发电机输出的三相电缆线必须用线夹分开成三角形,并与其它电缆隔离。

3 线号的缠绕要求

1. 线号胶带应在导线上缠绕两整圈,线号胶带不得缠绕成螺旋状,因为线号胶带在其背面上要比在导线上附着得更好。

2. 在缠绕时,线号胶带与导线应成直角。

3. 不允许使用“手写”线号。

4. 线号胶带必须远离污物和油漆,在切割和缠绕时,注意不要接触其完工边缘,以免它失去胶粘性或变卷。

5. 所有125/24电缆以及更小号电缆,应在距离端部2英寸以内的位置缠绕线号胶带;对于插头装置,要在距

离插头端部5英寸以内(表面)的位置缠绕线号胶带;对于所有225/24和更大规格的“电力电缆”,除非在图纸上另行规定,否则要在距离电缆端部6英寸以内的地方缠绕线号胶带。

4 导线与连接器及端子压接工具的选择

HXN3 机车所采用的导线规格有33种,连接器规格有50种,端子规格有98种,因此配用的压接工具及取出器有54种。

由于进口工具、模具种类多,与进口的工具对应压接的端子种类繁多,不易区分。工艺上我们把工具、模具用油性笔在各个工具上标上其图号,并且分别照了照片留底。以照片为基础,把各工具压接的端子的图号一一对应填在表格内(见图11),表格内还包括供应商工具代号、供应商工具说明、EMD工具图号、EMD提供工具数量、工具发放情况等信息,形成一个系统直观的端子压接对应明细。这样很容



序号	供应商工具代号	供应商工具说明	EMD工具图号	EMD工具说明	EMD提供工具数量	工具发放情况		对应端子	
						电机电器厂	机车车间	端子图号	备注
1	Daniels M22520/1-01 AF8	Hand Tool	40003921	CRIMP TOOL 	2	1	1	40110362 8459984 40077802 40077807 40077814 40077815 40077816 40143037	
	Daniels M22520/1-02	Locator	40150204	LOCATOR TOOL 	2	1	1	40110362 40077802 40077807 40077814 40077815 40077816 40084856 9522864 40143037 40143716 40143724 40144674 40144675	

图11 HXN3型内燃机车端子压接明细图例

表1 HXN3机车接线端子压接后接触电阻标准值

线号	线规(美标)	导线截面(mm ²)	接触电阻(μΩ)
40146231	444	225.5	9.4
40146232	3	25.6	20.2
40146233	1325/24	271.2	9.1
40146234	4/0	106.8	20.9
40146235	1	46.1	16.5
40146236	2/0	66.6	21.8
40146237	2/0	66.6	21.8
40146239	4/0	112.7	18.9
40146240	5	18.7	27.7

易在一个表格内清楚的看到工具对应压接的端子,大大节省压接端子时间,提高端子压接工作效率,不易出现导线压接错误,大幅度提高压接质量。

5 研制端子压接模具,提高作业质量和效率

由于按EMD的要求采用的部分进口压接工具缺少限位功能,且操作不便。质量得不到保证。通过比对进口手动工具的实物压痕,及其对应压接端子的图纸:我们研制了适用于车间生产的双点压接240mm²、120mm²、70mm²导线端子压接模具和单点压接70mm²、45mm²导线端子压接模具等工具(见图12)。从而确保了压接质量。同时也方便操作,提高了作业效率。

6 导线端子压接接触电阻检测工艺开发

为提高机车导线端子的压接质量,根据TB/T1507《机车电气设备布线》和JB2436.2《导线用铜压接端头其他试验》,完善了我公司端子压接试验工艺,增加了接触电阻检测试验(见表1)。

当采用新型接线端子、换用压线

工具或该压线工具使用满6个月的,下图中所列规格导线端子(试品)在送



图12 HXN3型机车自制模具图例

检测中心进行拉力试验前先由本单位进行接触电阻检测,并做好记录,导线端子接触电阻阻值应不大于下表的标准值规定。

接触电阻检测不合格的端子或压接工具,允许对压接工具和胎具进行修整,修整后须重新试验(两个试品以上),直至全部合格方可使用。

7 结束语

HXN3型大功率交流传动内燃机车是一个全新的概念,机车电气部分虽然没有电力机车的部件多,但由于东西方的理念思路差别,使电气系统成为机车中很复杂、技术最先进的部分。在机车生产的过程中,在引进消化

吸收先进技术的基础上导入了全新下线、布线、配线工艺理念,搭建起自主创新、自我发展的平台,使机车生产快速稳步进行。

参考文献

- [1] 连级三.电传动机车概论[M].成都:西南交通大学出版社,2001

作者信息

作者:滕微 职称:工程师
 工作单位:北车集团大连机车车辆有限公司
 通讯地址:辽宁省大连市沙河口区中长街51号
 邮编:116022
 电话:15941140322(手机)
 传真:0411-84197642
 电子邮箱:516934436@qq.com



小直径管子内壁堆焊工艺的研究

朱建斗 张玉焕 李 佳

新兴能源装备股份有限公司, 河北省邯郸市, 056017

摘 要: 从生产实际出发, 对内径 $\phi 200\text{mm}$, 长 3000mm 管子的内壁堆焊SNI6625镍基合金的堆焊工装设计、堆焊工艺进行了研究, 并讨论了堆焊易产生的缺陷及应对措施。

关键词: 小直径管子内壁堆焊; 堆焊; SNI6625镍基合金; 工装设计; 堆焊工艺

Small Diameter Pipe Inner Wall Surfacing Technology Research

Jiandou ZHU, Yuhuan ZHANG, Jia LI

Xinxing Energy Equipment Co. Ltd, Handan City, Hebei PR., 056017

Abstract: Starting from the actual production, the diameter $\phi 200\text{mm}$, long 3000mm pipe is welded on the inner wall of the SNI6625 nickel base alloy welding tooling design, pile welding process were studied, and the cladding is discussed common defects and countermeasures.

Key words: Small Diameter Pipe Welding; Welding; Sni6625nickel Base Alloy; Fixture Design; Welding Technology

我公司接到了几台石油炼化设备上的换热器和试验管, 其中的管箱和试验管内壁需要堆焊SNI6625镍基合金。试验管最小规格内径 $\phi 200\text{mm}$, 管长 3000mm 。

这种小直径长管子的内壁堆焊, 多用于核能工业和化学工业领域, 其焊接在质量和工艺上有着严格的要求, 在我国也只有为数不多的企业可以焊接, 并且焊接技术严格保密。

由于这种细长管子的内壁堆焊属于窄位置焊接, 故在施焊上受到种种限制, 这就要求制定出合理的焊接工艺和具备合适的焊接设备。我们通过反复试验, 最终确定采用螺旋式焊接方式和MAG熔化极气体保护焊。

1 焊接设备的改进

公司现有2台焊研威达的自动 CO_2 气体保护焊机, 伸缩臂长度4米, 焊枪只能够伸到 $\phi 500\text{mm}$ 以上管内部。伸缩臂长度满足要求, 但是焊机型号和焊枪部分不能满足要求, 需要对焊枪枪头部分进行改进, 并且需要更换焊机。

我们根据实际需要, 对现有的自动熔化极气体保护焊设备进行了改装, 见图1。首先我们用一台伸缩臂式自动焊机和一台逆变式MIG/MAG脉冲弧焊机组合在一起, 改装了水冷焊枪, 这样可以保证焊枪在高温下连续施焊。利用自动焊的伸缩臂带动焊枪进行横移, 加强了焊枪的稳定性, 还可

以利用伸缩臂调节对焊枪横移速度和高低进行调节。



图1 改进的焊机



图2 摆动器位置

焊接过程中需要枪头摆动,保证焊缝成型,现有摆动器不能伸到管内,一是摆动器太大,不能伸到管内,二是管内温度太高,摆动器容易烧坏。通过反复试验,将摆动器放在管外面,见图2。制作摆动器与枪头的传动装置,通过传动装置连接到枪头,带动枪头进行摆动,见图3。这样避免电机离枪头太近而受热烧损,同时减小了空间的占用。



图3 摆动的传动装置

用自动焊机自带的夹持装置和一副滚轮架,作为工件的转动机构,并通

过焊机自身的PLC控制系统对夹持装置进行旋转和高低控制。包括摆动电机也是通过此处控制,使得操作起来更加简单方便。

焊接过程见图4。



图4 焊接过程

2 焊接工艺的确定

堆焊的换热器管箱和试验管管子材质为16MnIII,规格为内径 $\phi 200\text{mm} \sim \phi 600\text{mm}$,壁厚 $38\text{mm} \sim 75\text{mm}$ 。要求堆焊层厚度不小于

5mm。

2.1 堆焊焊丝的选择

ERNiCrMo-3焊丝属于镍铬钼合金系,具有优异的抗氧化性高钼含量具有良好的抗压力、耐点蚀和缝隙腐蚀能力。符合产品图纸要求。

采用美国进口的ERNiCrMo-3(SNi6625),直径为 $\phi 1.2\text{mm}$ 。焊丝化学成分见表1。

2.2 保护气体的选择

MAG是以惰性气体Ar和活性气体 CO_2 混合的混合气体,与单一的惰性气体Ar比较,增加了气体活性,增加熔化金属的流动性,使焊缝融合良好,成形美观。采用80%Ar+20% CO_2 ,即保持了气体对熔化金属的保护性,又增加了气体活性,这种焊接电弧稳定性好,熔滴呈旋转射流过渡形式,颗粒细小,飞溅少,焊缝成形美观。

表1 ERNiCrMo-3(SNi6625)化学成分(质量分数)(%)

成分	Ni	Fe	Cr	Mo	Cu	Ti	C	Mn	Nb	Si	P	S	Al
要求值	≥ 58.0	≤ 5.0	20.0~23.0	8.0~10.0	≤ 0.5	≤ 0.4	≤ 0.1	≤ 0.5	3.0~4.2	≤ 0.5			≤ 0.4
复验值	63.51	0.49	22.38	9.27	<0.1	0.37	0.020	<0.10	3.46	<0.10	<0.0005	0.0014	0.30

2.2 保护气体的选择

MAG是以惰性气体Ar和活性气体 CO_2 混合的混合气体,与单一的惰性气体Ar比较,增加了气体活性,增加熔化金属的流动性,使焊缝融合良好,成形美观。采用80%Ar+20% CO_2 ,即保持了气体对熔化金属的保护性,又增加了气体活性,这种焊接电弧稳定性好,熔滴呈旋转射流过渡形式,颗粒细小,飞溅少,焊缝成形美观。

2.3 焊枪摆动的选择

螺旋式焊接就是工件旋转,焊枪横移同时枪头摆动的焊接方式。枪头摆动可以使焊道间融合良好,减少未融合缺陷,外观成形更加平整。

焊枪不摆动焊接,焊缝边缘不能与母材融合良好,焊道之间有面积未融合。见图5。



图5 焊缝未融合

采用摆动焊接,焊缝边缘与母材融合良好,焊道之间不存在未融合。见图6。

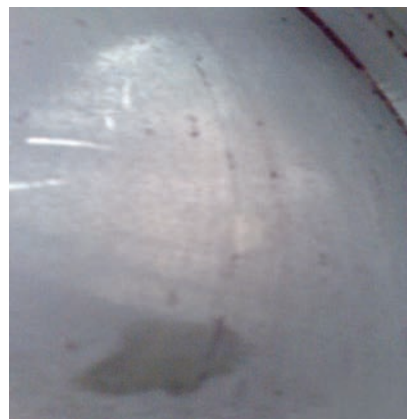


图6 焊缝融合良好

2.4 焊接工艺

(1) 焊前准备

管子是16Mn锻件,内外壁先用车床加工到图纸要求尺寸。加工完成后

及时进行焊接，避免加工后产生锈蚀无法清理，影响焊接质量。

(2) 施焊

① 采用焊接工艺评定合格的焊接工艺参数进行施焊。

② 焊接时，采用小线能量，螺旋式摆动焊接，使堆焊层厚度均匀焊道之间熔合良好。

③ 堆焊两层，每层焊缝厚度约3mm。

④ 尽量减少焊接接头，上下焊道之间的焊接接头应该错开100mm以上。上下焊道也应该错开，即下层焊道的搭接处是上层焊道的中心。

⑤ 层间温度小于100℃。

⑥ 收弧时，必须停顿一下，填满

弧坑。

⑦ 工件转动1圈，需要焊枪横向移动7mm，才能保证焊道间搭接、熔合良好。

⑧ 焊枪摆动宽度13mm，摆动速度16mm/s。

采用直流反接，焊接参数见表2。

表2 焊接参数

焊丝	直径/mm	焊接电流/A	电压/V	焊接速度/mm/s	保护气体	气体流量/L/min
ERNiCrMo-3	φ1.2	180~200	25~28	4~5	80%Ar+20%CO ₂	20

3 焊接质量检验

按照JB/T4730.5-2005《承压设备无损检测》标准对堆焊焊缝进行100%渗透探伤检验，均达到I级合格。

工艺评定试验：横向切取4个堆焊侧弯试样，进行侧弯试验，堆焊金属与母材及堆焊焊道之间熔合良好，无任何开裂，全部合格。

SCC硫化物应力腐蚀开裂试验按照标准GB/T4157-2006《金属在硫化氢环境中抗特殊形式环境开裂实验室试验》进行，检验结果合格。

4 焊接缺陷及防止措施

焊缝容易出现未熔合。防止措施：

(1) 增加焊枪的摆动，使焊缝边缘

与母材熔合良好。(2) 采用混合气体80%Ar+20%CO₂，增加熔敷金属的流动性。

焊缝容易出现气孔。若工件的油类和污垢没有清除干净，大量H₂进入焊接熔池，当熔池凝固时氢气来不及逸出，形成氢气孔；焊接时如保护不好，空气中的氧进入熔池与金属中的碳化合形成CO₂气孔；焊接时，液态熔池内金属镍能溶解大量氧，凝固时氧的溶解度大幅度减小，过剩的氧和镍生成NiO，NiO又与镍中的H₂反应，镍被还原，氢和氧生成H₂O，H₂O在熔池凝固时来不及逸出而产生H₂O气孔。

防止措施：a、尽量防止工件生锈和沾上油污，如有应认真彻底清理干

净。b、根据电流大小和焊接速度合理选用气体流量，过大和过小都容易产生气孔。合适的气体流量应为15~25 L/min。

5 结束语

通过设备合理改造和严谨技术工艺施焊，内径200mm管子内壁堆焊完全达到了各项技术要求，填补了我公司的一项技术空白。

作者信息

朱建斗，新兴能源装备股份有限公司，工程师，河北省邯郸市复兴区石化路4号，056017，13111390517，传真：03104024578，zhujiand74@163.com。



汽车超高强钢防撞梁热成形冲压力模型优化研究

庄百亮 单忠德 姜超 许应 刘萌

机械科学研究总院先进制造技术研究中心 北京 100083

先进成形技术与装备国家重点实验室 北京 100083

摘要: 采用数值模拟与试验相结合的方式对前期建立的防撞梁热成形冲压力模型进行优化。本文通过研究初始成形温度与加热温度及空冷时间,建立三者之间关系方程,进而优化冲压力模型;通过防撞梁热冲压试验,对优化后的冲压力模型进行校核和验证,结果表明:冲压力模型在防撞梁热冲压过程中具有较大的参考价值,试验所需成形力可以根据冲压力模型计算所得,防撞梁热冲压所需最低成形力约为0.95倍的冲压力模型计算值。本文所采用的理论与试验方法同样适合于其他成形件冲压力模型建立与优化。

关键字: 热冲压成形; 冲压力模型; 数值模拟; 优化

Research on Forming Force Model Optimization of Auto Ultra High Strength Steel Anti-collision Beam Hot Stamping

Bailiang ZHUANG, Zhongde SHAN, Chao JIANG, Ying XU, Meng LIU

Advanced Manufacture Technology Center China Academy of Machinery Science & Technology

State Key Laboratory of Advanced Forming Technology and Equipment, Beijing 100083, China

Abstract: The optimization of anti-collision beam forming model built by the last stage would be done this passage combining with numerical simulation and experiments. Investigation on relations of initial deformation temperature, heating temperature and air cooling time was done in this paper to build the model of these three factors, so as to optimize forming model. Verification and validation of optimized forming model by anti-collision beam hot stamping experiments were done, and the results show that the established model is useful in anti-collision beam hot stamping production, the forming force can be calculated by forming model, and the minimum forming force is about 0.95 times of the value calculated by forming model. The theoretical and experimental methods in this paper is also suitable for forming model of other stamped parts to establish and optimize.

Keywords: Hot Stamping; Forming Force Model; Numerical Simulation; Optimization

1 引言

当前,安全性和轻量化概念已成为消费者选择汽车的重要因素,在车身结构方面,通过使用先进高强钢与超强刚度钢板,汽车的碰撞性能大幅提高,同时实现了轻量化的目的^[1,2]。

热冲压成形件具有高精度、高强度、轻量化等优点,热冲压技术是汽车制造领域的热门技术,其巨大前景吸引了众多学者的极大关注,目前该项技术在国外发展应用十分迅速,世界各国汽车业投入大量的精力进行超高强度钢板开发及热冲压成形技术的

研究,美国通用公司、福特公司,德国蒂森克虏伯公司、大众公司、本特勒公司及法国阿塞洛公司等都在运用该项技术制造高强度冲压件,如车门防撞梁、保险杠、A、B、C柱及门框加强梁等^[3,4]。热冲压成形是超高强钢的一种热力学变形,成形过程包括材料变

形和温度变化两部分,属于准静态过程,涉及到材料的热-力-相变等多场耦合,国内外学者研究内容主要集中在材料力学分析、数值模拟及模具冷却系统设计等方面,Naderi等通过压缩试验研究了超高强钢材料高温本构关系^[5-7];Heinz等对热冲压模具冷却系统进行了深入分析^[8,9];K.Mori等学者研究了热冲压零件的成形过程,优化热冲压工艺^[10-12];Akerstrom等多位学者研究了热冲压材料的热力学特性,通过试验分析了材料的成形特点^[13-15];Zhuang等对热冲压成形数模拟进行了深入研究,获得了工艺参数对成形质量的影响规律^[16,17]。热冲压技

术的关键是成形与淬火一体化,热冲压模具是实现这一功能的载体,热冲压模具内部含有冷却系统,冲压力过大,容易损坏模具,成形力过小,零件无法成形到位,即冲击力的确定在热冲压过程中至关重要,现有文献鲜有涉及冲击力控制的研究未见报道。

热冲压过程中,影响零件热冲压件所需成形力的因素主要是初始成形温度、成形速度、模具与板料的传热系数、零件形状及板料厚度等,本文以2mm厚BR1500HS为例,针对前期建立的冲击力模型^[18],分析探讨防撞梁热冲压成形力控制方法,将水流速度、摩擦力等变化较小的因素看作常量,

主要针对冲压速度及成形温度优化冲击力模型并通过试验验证。

2 冲击力模型优化

文章^[4]建立的防撞梁冲击力模型为:

$$F=a+b \times T+c \times \ln(V)+d \times T^2+f \times T \times \ln(V) \quad (1)$$

式中, F 为冲击力, kN ; T 为初始成形温度, $^{\circ}C$; v 为冲压速度, mm/s ; a 、 b 、 c 、 d 、 f 为模型参数系数, $a=1534.98$, $b=-0.3236$, $c=-109.54$, $d=-7.789 \times 10^{-4}$, $f=0.1357$ 。BR1500HS钢的成形条件为:初始成形温度700~900 $^{\circ}C$,冲压速度20~200 mm/s 。

模型(1)主要描述冲击力与初始成形温度和冲压速度之间的关系,由于板材初始成形温度难以测定,本文通过研究高温板料转移时间的温降确定板料初始成形温度。

2.1 高温板料空冷数值模拟

在空气中,高温钢板各部分冷却速率不一致,使得钢板各点初始成形温度不一,实验中无法准确测量钢板不同位置的温度变化,即模型(1)在热冲压中难以方便应用,需优化模型,本文通过数值模拟方式确定高温板料空冷温度变化曲线,并与实验数据比较,确定合理优化方案^[5],将初始成形温度这一参数转化为加热温度与空冷时间。

本文采用工艺仿真系统软件deform-3D模拟空冷过程,模拟中板料尺寸为175 $mm \times 1080mm$,厚度2 mm ,环境温度设定为28 $^{\circ}C$,材料牌号BR1500HS,高温板料对流放热系数为0.021 $N/sec/mm/^{\circ}C$,扩散反应速率系数为0.25 $\mu m/sec$,板料初始温度设定为900 $^{\circ}C$ 与950 $^{\circ}C$,模拟计算空冷

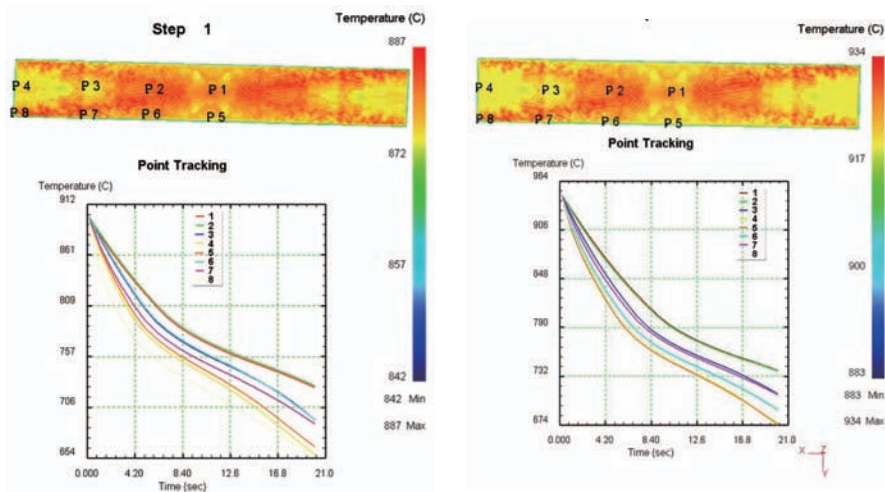


图1 高温板料各点温度变化曲线

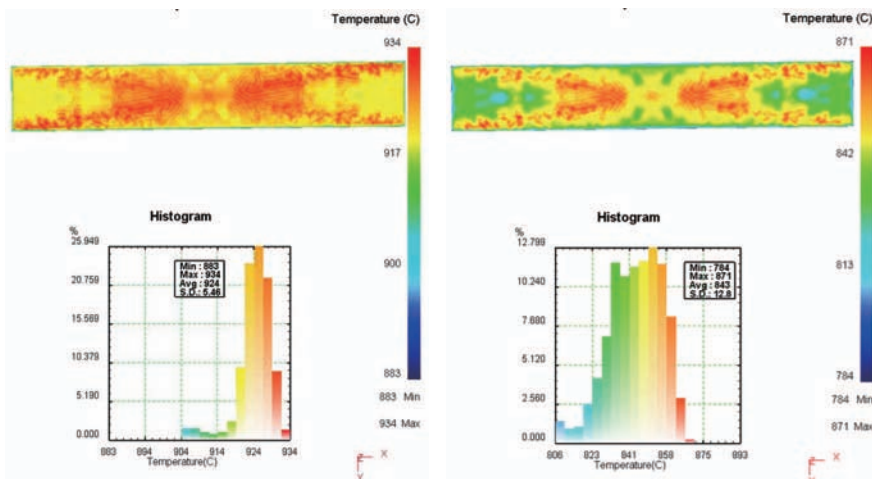


图2 板料空冷温度分布云图及柱状图

20s的温度变化情况。

图1为板料上不同点的温度变化曲线,图中表明,板料中间区域温度降低较缓,边缘温度降低较快,板料端部边缘处温度降低最显著;针对初始温度为900℃与950℃温度下的空冷模拟分析表明,高温钢板在800℃左右的温降开始趋于缓慢,如图1中加热温度为900℃与950℃下板料的温降曲线,因为在此温度下,材料处于相变阶段,存在相变潜热现象,相变过程,奥氏体晶粒变化引起相变激活能的变化^[6-8],使得板料在此温度阶段的空冷速率开始降低。不同加热温度板料空冷曲线变化趋势是一致的,本文根据加热温度950℃钢板的空冷温度变化情况,建立空冷时间与对应温度之间的关系方程,进而优化冲压力模型。

图1中P1~P8点温度曲线表明:20s内,随着空冷时间的增加,板料最高温度与最低温度的差值增大,板料最高与最低温度相差80℃左右。对于热冲压来说,板料温度不均匀会导致成形件各部分力学性能差异较大,不利于生产高质量的热冲压件;另一方面,转移时间越长,高温板料降温越大,变形抗力增加,所需成形力越大,亦不利于热冲压成形。图2为板料加热温度950℃时空冷1s和5s后温度分布云图及柱状图,对比可知,随着空冷时间增加,板料温度分布区间增加,1s时板

料平均温度924℃,5s时板料平均温度843℃,5s内平均温降达到20℃/s以上,即热冲压过程中应尽量减少板料的转移时间,避免温降过大。

板料平均温度变化曲线见图3,图中可以看出,板料空冷20s后,平均温度接近700℃,温降达到250℃,板料温降规律是先快后缓,与板料上各点温度变化规律一致,比较图3与图1曲线,发现板料平均温降曲线与P3点的温降曲线相近,即P3点温降可以代表整个板料的温度变化规律,试验中将选取此位置作为测量点。从板料横向来说,P3点距边缘和中心的距离约为2:1,从板料纵向来说,P3点位于板料中心线位置,本文对3mm以下厚度的其他尺寸板料进行空冷数值模拟计算,发现P3点所处位置的温度变化规律与长方形板料的平均温度变化趋势一致。

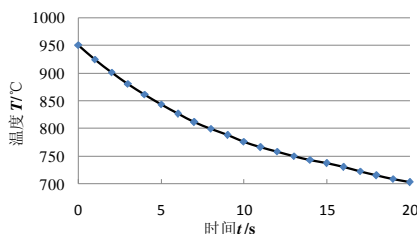


图3 高温钢板平均温度变化曲线

2.2 高温板料空冷试验及模型优化

根据数值模拟分析,试验针对2.0mm厚的钢板,采用上述尺寸钢板,选取P3位置作为测试点,测量高温板

料在空气中(28℃)温度变化,所用工具为热电偶与数显温度记录表,热电偶测量高温温度具有延迟性,实验中对热电偶与钢板同时加热。根据实际经验,板料从出炉到模具的时间在10s之内,为修正冲压力模型,使得模型中参数选择范围一致,试验数据选择板料空冷至700℃的温降曲线,结果如图4所示。

图4可以看出,板料由950℃空冷10s后温降已经超过150℃,此时板料的平均温度约为790℃,由材料高温屈服极限变化曲线可知^[9],此时的屈服极限已经很高,成形所需冲压力较大,不利于模具寿命和压机维护,即板料的转移时间应小于10s。

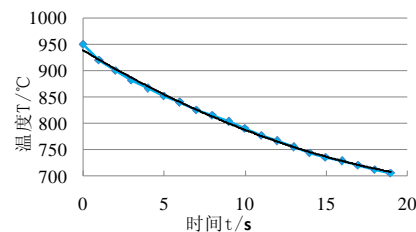


图4 钢板空冷温度变化曲线与拟合曲线

图4可知,高温钢板空冷至700℃的时间为19s,与数值模拟结果相近。本文使用二次曲线拟合公式,相关系数R²为0.992,符合性较好。板料即时温度(T)与加热温度(T₀)和空冷时间(t)的关系为:

$$T = T_0 + 0.194t^2 - 13.28t - 4.6 \quad (2)$$

将公式(2)带入(1)得到修正模型:

$$F = a + b \times (T_0 + 0.194t^2 - 13.28t - 4.6) + c \times \ln(V) + d \times (T_0 + 0.194t^2 - 13.28t - 4.6)^2 + f \times (T_0 + 0.194t^2 - 13.28t - 4.6) \times \ln(V) \quad (3)$$

3 防撞梁冲压力模型检验

防撞梁热冲压试验中,需要人工夹持高温工件到模具上,900℃左右高温时,材料的抗拉强度只有几十兆帕,

塑性大幅提高,板料的自身重量使其产生较大变形,对调整其在模具上是位置带来较大难度,故此板料由出炉到模具的时间较长,一般在5~10s,根据数值模拟结论^[9],冲压速度应该在

30mm/s以上,根据上述冲压力模型公式(3)计算,取冲压力上限时,即设定冲压速度50mm/s,转移时间为10s,所需冲压力为663KN,对于本文试验用500T压力机完全满足需求,对于压机

来说,调整的是压强值,故此根据压力压强公式有:

$$P=F/A=0.663/(0.18 \times 1.09/2)=7.37\text{MPa} \quad (4)$$

同理,取冲压力下限时,即设定冲压速度100mm/s,转移时间为5s,计算所得理论冲压力为5.86MPa。因此,防撞梁热冲压试验中,液压机一般设定冲压力范围为5.86~7.37MPa即可满足板料冲压力需求。

为检验冲压力模型应用在实际热冲压中的准确性,试验中针对不同的冲压速度和板料转移时间进行冲压力测试,结果如表1所示。

表1成形结果是与防撞梁数模比较获得的,图5所示防撞梁端部距底面距离为14.99mm,本文研究防撞梁的精度要求为±0.5mm,由于模具型面限制,防撞梁冲压后,成形件的端部拉深不可能超过模型尺寸,即防撞梁成形件的端部距离超过13.99mm即认为合格,而考虑到时效后回弹等缺陷存在,试验中获得防撞梁端部到底面距离以不低于数模正常距离的95%为基准,作为判定防撞梁是否合格的依据。试验采用高度游标卡尺测量防撞梁端部距底面距离,具体数值见表2。防撞梁热成形件如图6所示

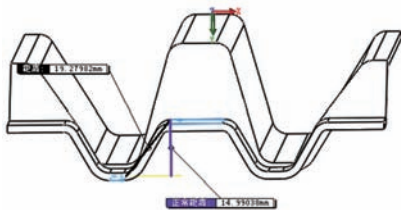


图5 防撞梁模型视图

由表2可以看出,冲压力模型计算所得成形力与实际所需成形力相差无几,冲压力模型在防撞梁热冲压实际生产中具有很大参考意义。总结试验结论,防撞梁热冲压所需最低成形力



图6 防撞梁热成形件

表1 不同参数条件下试验冲压力结果

序号	冲压速度 (mm/s)	板料转移时间 (s)	理论计算冲压力 (MPa)	试验冲压力 (MPa)	偏离百分比	成形结果
1	50	5	6.63	6.5	1.96	完全成形
2	50	7	6.96	6.5	6.61	成形不到位
				7.0	0.57	完全成形
3	50	9	7.22	7.0	4.05	完全成形
4	75	5	6.20	6.0	3.22	完全成形
5	75	7	6.51	6.5	0.15	完全成形
6	75	9	6.76	6.5	3.85	完全成形
7	100	5	5.86	5.5	6.14	成形不到位
				6.0	2.39	完全成形
8	100	7	6.16	6.0	2.60	完全成形
9	100	9	6.40	6.0	6.25	成形不到位
				6.5	1.56	完全成形

表2 防撞梁成形件端部到底面距离

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
距离 (mm)	14.72	14.14	14.84	14.44	14.6	14.8	14.52	14.2	14.64	14.7	14.16	14.81
偏差百分比	1.8	5.67	1.0	3.67	2.6	1.27	3.14	5.27	2.33	1.93	5.54	1.27

约为0.95倍的冲压力模型计算值,即防撞梁热冲压所需最小冲压力(F_{min})为:

$$F_{min}=0.95F \quad (5)$$

其中: F 为理论冲压力,即公式(3)所示;此公式应用的附加条件为:板料转移时间5~9s,冲压速度50~100mm/s。

防撞梁热冲压试验中,计算冲压力时,使用公式(3)即可,此公式计算出的冲压力完全满足成形要求,且冲压力大小适宜,对模具损害较小。

4 结论

空冷过程中,高温板料上某一特定点的温度变化规律与平均温度变化

趋势一致,试验中选择该点测量代表整个板料平均温度变化情况;优化后的冲压力模型可以应用于防撞梁实际热冲压,防撞梁热冲压所需最低成形力约为0.95倍的冲压力模型计算值。

参考文献

- [1] 徐伟力,管曙荣,艾健,等.钢板热冲压新技术关键装备和核心技术.世界钢铁,2009,(2):30~32.
- [2] 林建平,王立影,田浩彬,等.超高强度钢板热冲压成形研究与进展.热加工工艺,2008,(11):140~143.
- [3] H. Karbasian, A.E.Tekkaya. A review on hot stamping. Journal of Materials Processing Technology, 2010,210:2103~2118.

- [4] 张志强.高强度钢板热冲压技术及数值模拟[J].热加工工艺, 2010,39(11): 103-105.
- [5] NADERI M, DURRENBERGER L, MOLINARIA, et al. Constitutive relationships for 22MnB5 boron steel deformed isothermally at high temperatures[J]. Materials Science and Engineering A, 2008, 478(1-2): 130-139.
- [6] 马宁, 胡平, 吴文华等.高强度钢板热成形本构理论与实验分析[J].力学学报, 2011, 4(2): 364-353
- [7] Li Xiaoke, Zhou Yingyu, Liu Fang, Chen Zengzhong. Hot deformation equation for boron steel 22MnB5 and its application in simulation. Journal of plasticity engineering, 2011,18(6):53-57.
- [8] Heinz Steinbeiss, Hyunwoo So, Thomas Michelitsch, Hartmut Hoffmann. Method for optimizing the cooling design of hot stamping tools. Prod.Eng.Res.Devel. 2007(1): 149~15.
- [9] H. Hoffmann, H. So, H. Steinbeiss. Design of Hot Stamping Tools with Cooling System. Annals of the CIRP. 2007, 56(1): 269~272.
- [10] K.Mori,Y.Okuda. Tailor die quenching in hot stamping for producing ultra-high strength steel formed parts having strength distribution. CIRP Annals - Manufacturing Technology,2010,59(1):291-294.
- [11] KHAN S H, AHMED M S, ALI F, et al. Investigation of high strength steel bending[J]. Engineering Failure Analysis, 2009, 16(1): 128-135. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 2008, 57(1): 265-268.
- [12] A. Turetta, S. Bruschi. Investigation of 22MnB5 formability in hot stamping operations. Journal of Materials Processing Technology, 2006, 177(1): 396-400.
- [13] HE Lianfang, ZHAO Guoqun, LI Huiping, XIANG Nan. Optimization of Quenching Parameters for Hot Stamping Boron Steel B1500HS Based on Response Surface Methodology. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING, 2011, 47(8):77-82.
- [14] BARIANI P F, BRUSCHI S, GHIOTTI A, et al. Testing formability in the hot stamping of HSS[J]. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 2008, 57(1): 265-268.
- [15] TEKKAYA A E, KARBASIAN H, HOMBERG W, et al. Thermo-mechanical coupled simulation of hot stamping components for process design[J]. Computer Aided Engineering, 2007, 1(1): 85-89
- [16] Zhuang Bai-liang, Shan Zhong-de, Jiang Chao, Rong Wen-juan. Numerical Simulation of Hot Stamping Technology for Automotive Structural Parts. Proceedings of the International Conference on Advanced Technology of Design and Manufccture. Beijing: IET PRESS, 2010.176-180.
- [17] Naderi M, Ut haisangsuk V, Prah U, et al. A numerical and experimental investigation into hot stamping of boron alloyed heat treated steels. Steel Research International, 2008, 79(2): 77-84.
- [18] 庄百亮, 单忠德, 姜超, 戎文娟. 汽车防撞梁超高强钢热成形工艺研究[J]. 中国机械工程, 2012.23(2): 225-228.
- [19] Akerstrom P, Oldenburg M. Austenite decomposition during press hardening of a boron steel computer simulation and test[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2006, (174): 399-406.
- [20] 张斌, 张鸿冰. 形变奥氏体→铁素体转变的动力学研究[J]. 上海交通大学学报, 2003, (12): 1831-1834.
- [21] 张雪芹. 低合金钢珠光体_奥氏体相变动力学[J]. 热加工工艺, 2008, 37(12): 37-39.

作者: 庄百亮

地址: 北京市海淀区学清路18号(100083)

电子邮箱: zblahl@163.com

电话: 13426429102

通讯作者: 单忠德

通信地址: 北京市海淀区学清路18号309房间(100083)

电子邮箱: shanzd@cam.com.cn

电话: 010-82415109

关于组织 2013 年“玉柴杯”全国机电企业工艺年会与工艺征文活动的通知（第一号）

各会员单位、各有关单位：

十八大召开为中国经济发展方略及下一步宏观调控政策定下基调，机械工业未来的发展环境也将明朗，为贯彻落实机械工业“十二五”规划，围绕“科技创新驱动发展”的思路，大力发展机械制造工艺，提高机械工业增长的质量和效益，推进转型升级，促进装备制造业与战略性新兴产业发展，我协会拟定于2013年8月上旬在广西玉林举办2013年“玉柴杯”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、2013年工艺年会主要内容

1. 邀请有关部委与行业领导、专家作专题技术报告。
2. 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. 举行有奖工艺征文、终身成就奖、杰出青年奖、优秀工艺师、工艺成果奖、优秀分支机构、优秀会员单位及百强制造工艺创新基地等颁奖活动。
4. 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2013年4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；（3）工艺管理；（4）技术改造；（5）工装卡具；（6）新工艺、新技术、新装备与新材料应用。

理、表面处理、切削加工等工艺技术创新；（2）工艺设计；（3）工艺管理；（4）技术改造；（5）工装卡具；（6）新工艺、新技术、新装备与新材料应用。

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（电子邮件），发给会务组联系人。

4. 论文篇幅：4000—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。

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2013年5月31日前与会务组联系布展。

四、联系方式

联系人：田媛，朱宏，王金菊

邮 箱：cammt_bjb@163.com

电 话：010-82415063，010-68595027

传 真：010-82755148

会议的具体召开时间、地点与报到事项等，将另文通知。

附 件：会议论文模板（可从中国机械制造工业协会网站www.cammt.org下载）

二〇一二年十一月二十九日

荣誉榜—中国机械制造工艺协会终身成就奖风采

(排名不分先后)



刘国山 男,1960年5月生,湖北汉川人,研究员级高工,现任中国第一汽车股份有限公司技术中心工艺部主查,焊接室主任,一汽集团公司高级专家。兼任中国汽车工程学会制造分会焊接学组副主任,中国焊接协会汽车分会副主任,一汽科协焊接学会理事长、吉林省焊接学会副理事长、中国焊接学会压力焊分会委员等职务。

主要工作成就:

1983年工作以来一直从事汽车焊接技术研究及焊接结构工艺试验工作,分别在《汽车工艺与材料》、《汽车技术》、《焊接》等刊物及学术会议上发表论文十多篇。参加了《汽车工程手册(制造篇)》焊接部分、《中国汽车百科全书》焊接部分、《中国汽车战略发展规划》焊接部分的编写工作;负责完成了多项一汽企业标准的制订,并获得专利7项。十多次参加出国考察学习和引进技术谈判,比较系统的学习和了解了国外汽车焊接制造技术的发展水平。在从事汽车焊接技术研究中,完成十多项科研和工艺试验项目,如国家863项目:“汽车工业用机器人开发与应用”,一汽集团“汽车零件摩擦焊工艺的开发研究”、“卡车铝合金燃油箱开发”、“焊接结构CAE分析技术研究”等科研项目。



翟武艺 男,1963年1月生,陕西大荔人,教授级高工。材料成型专业。现任西安陕鼓动力股份有限公司工艺部热铆锻室主任。

主要工作成就:

主要从事锻压工艺及技术管理工作,并担任工艺部热铆锻室主任。主持完成的透平压缩机叶片模锻-辊锻复合成形工艺分别荣获机械工业科技进步二等奖和机械科学研究院科技成果一等奖;荣获局级科技成果一、二、三等奖各一项;荣获陕鼓动力股份有限公司的技术创新、质量改进等各项奖励20多项;承担公司科技进步项目、主导产品零缺陷项目5项。连续两年获得西安市、陕西省劳动竞赛委员会、机械行业管理办授予的经济技术创新能手、标兵的称号。在《锻压技术》、《风机技术》、《机械工人》、《锻造与冲压》和陕鼓企业技术刊物《风机工程师》发表论文8篇,其中一篇荣获西安市企业管理创新优秀论文一等奖等。在技术创新,新工艺、新技术、新材料推广应用、锻件的精细化生产及节能降耗方面取得了卓越的成效,解决了企业的技术难题,为公司的发展做出了突出贡献。



程巩固 男,1956年6月生,山西芮城人,高级工程师,享受国务院政府特殊津贴,锻压设备与工艺专业,现在中国二重集团公司大型铸锻件研究所工作。

主要工作成就:

1982年2月分配到中国第二重型机械集团公司工作,2005年获得德阳市有突出贡献专家称号,2009年起享受国务院政府特殊津贴。长期从事大锻件生产与研究,具有丰富的实践经验和深厚的理论基础,为大锻件锻造技术从“定性分析,经验粗略估计”向“严密分析,理论精确计算”迈进做出了重要贡献,对传统工艺进行了许多改进和创新,达到了国内先进水平。

精确推导了汽轮发电机护环膨胀强化前的尺寸计算公式,修正了引进JSW技术的不足,在生产中推广使用;

推导出了半球形封头拉伸成形的理论公示,为模具设计和工艺参数选取提供了可靠的依据,使秦山核电二期工程600MW稳压器封头一次生产成功;

应用滑移线理论,编制了《程序锻造手册》,为成功生产汽轮机高中低压转子、核电转子、无中心孔转子、大型管板等各种重大产品起到了重要作用;

主导参与完成了核电CPR1000系列封头、AP1000系列封头、AP1000主管道系列锻件、海南昌江稳压器封头和石岛湾高温气冷堆上下封头等10余项重要锻件的锻造工艺研究等。



刘国平 男,1961年8月生,浙江宁波人,电站动力锅炉工艺专业。现任上海锅炉厂技术部副部长,副总工程师,主管工艺制造技术研究及提升、火电类技改技措规划、工艺流程布局及产品工艺日常工作等。

主要工作成就:

1981年进入上海锅炉厂工作,长期在企业中担任技术管理和质量管理方面的领导工作,始终倡导以技术改革和创新带动企业制造升级、以信息管理为辅推进管理高效的先进理念。

在技术部任职期间,先后主导推动了集箱小口径埋弧自动焊机、悬吊管自动焊机、集箱环缝红外辐射预热消氢装置、管排红外辐射预热消氢装置、工艺装备信息平台等一系列新型工艺设备及信息平台的开发项目,这些新型工艺设备及信息平台的成功研发和应用,均属国内外首创,给企业带来了很大的效益,不仅缩短了技术准备周期、提高了车间生产的自动化程度、还大幅度改善了产品质量,同时对一些传统的生产及管理理念进行了颠覆,将国际上最前沿的科学技术整合到工艺装备中,实现作业方式的根本转变,推动了中国机械工业生产力的进步。

主导及参与的多个项目获奖,《气体冷却器》项目荣获国家重大技术装备成果一等奖;1000MW超超临界锅炉质量攻关项目荣获上海市一等奖等。

荣誉榜—中国机械制造工艺协杰出青年奖风采

(排名不分先后)



单忠德 男, 1970年1月生, 山东高密人, 工学博士, 研究员, 现任机械科学研究总院先进制造技术研究中心主任、研究员、博士生导师, 先进成形技术与装备国家重点实验室主任、学术委员会委员、学科带头人, 兼任欧洲第四大研发机构西班牙 TECNALIA 研究院 (1400人) 国际技术咨询委员会委员 (全球共6人)、中国机械制造工艺协会副理事长、中央企业青联常委及青科协副主席、韩国浦项工业大学、武汉大学兼职教授等。



曹根林 男, 1976年6月生, 陕西宝鸡人, 高级工程师。现任西安陕鼓动力股份有限公司工艺部装配室室主任。



孙嫫 女, 1972年10月生, 陕西长安人, 工程硕士, 高级工程师, 现在中国第二重型机械集团公司工作。德阳市第七批有突出贡献优秀专家、2011年度中国二重劳动模范。



袁绍斌 男, 1976年7月生, 四川德阳人, 机械电子工学硕士, 高级工程师, 现任东方电气股份有限公司东方电机有限公司工艺部副部长。



方建儒 男, 1972年9月生, 四川乐山人, 博士, 研究员级高工, 材料加工专业, 现任一汽铸造有限公司铸造模设备厂副总工程师。



张辉 1971年6月生, 山西临汾人, 正高级研究员, 现任职于湖北三江航天万山特种有限公司 (属于科工四院, 原科工九院), 主任工艺师, 公司机械制造、数控加工等工艺制造技术专业的带头人。



曹海鹏 男, 1974年5月生, 辽宁沈阳人, 工学博士, 高级工程师。现任一汽解放青岛汽车有限公司技术总监。