

第十三届北京·埃森焊接与切割展览会  
The 13<sup>th</sup> Beijing Essen Welding & Cutting Fair

---

# 技 术 报 告

北京·埃森焊接与切割展览会组委会  
2008年7月

## 引言

作为“中外焊接技术广泛交流、审视焊接科技发展动态的行业平台”，第十三届北京·埃森焊接与切割展览会已于2008年5月17日成功落下帷幕。

本届展览会阵容鼎盛，展览面积达到了62064平方米，比上届增长了35%；共有来自24个国家和地区的862家厂商参展，吸引了来自73个国家和地区的观众高达65000多人次。秉承“推动企业创新、引领行业发展”的一贯宗旨，北京·埃森焊接与切割展览会不断完善服务内容和服务质量。此次我们特邀业界专家林尚扬、唐伯钢、吴树雄、殷树言、刘嘉、陈树君等以我国制造业发展为大背景，针对本届展览会展出的具有代表性的展品，分别就焊接材料、数字化焊机和焊接新技术这三个方面阐述当今我国焊接行业发展概况、存在的不足以及未来发展之趋势。

在此，我们再次对上述业内专家表示感谢并希望借此可以让参展企业透过北京·埃森展的大舞台及时了解行业最新信息、洞悉市场变化、掌握绝顶商机。让我们在北京·埃森焊接展的大舞台上携手共进，迎接更加美好的明天！

第一部分 从展会看焊接材料发展之概况

第二部分 从展会看数字化焊机发展之趋势

第三部分 从展会看焊接新技术发展之动向

## 从展会看焊接材料发展之概况

(本文版权归北京埃森焊接与切割展览组委会所有, 全文引用或转载须经该委员会同意, 部分引用须注明引文出处)

第十三届北京·埃森焊接与切割展览会期间, 我们听取了业内一些专家的观感和评论, 一致认为这次展览会规模空前, 就焊接材料而言:

一是会聚了国内外焊材知名企业, 是企业形象和实力的比拼;

二是展出了世界焊材精品, 也展出了不同档次的各类焊接材料, 为广大用户提供了选用焊材的资讯, 构筑了商贸平台;

三是彰显了近年来焊材的技术进步, 作为技术交流平台, 使国内外企业共同受益;

四是显示了差距, 使不少国内外企业, 在展会中找到了各自的差距, 相约明年更好。

业内专家还就焊接展及焊材行业的特点评述如下:

### 一、焊接展——搭建了行业聚会、交流合作的国际化大舞台

据国际钢铁协会统计, 2007年世界各国粗钢产量共13.43亿吨, 中国为4.89亿吨、日本为1.2亿吨、美国为0.97亿吨、俄罗斯为0.72亿吨、韩国为0.51亿吨, 包括英、法、德等欧盟27国为2.1亿吨。因此中国粗钢产量已超过美、欧、日等发达国家的总和, 占全世界粗钢产量的36%。这就表明, 全世界三分之一以上的焊接工作量在中国。面对如此巨大的市场, 在北京·埃森焊接与切割展览会的成功运作下, 形成了国内外焊材行业知名厂家的大聚会。

据统计, 这次展会参展企业862家共计3364个展台, 其中涉及焊接材料的参展商超过200家(国外厂商近50家, 国内厂商150多家)。吸引了来自73个国家和地区的近20000名观众和近8000名展商, 几天的展览共接待65000多人次, 是个名符其实的亚洲第一、世界第二的焊接专业展。

此外, 在展会期间还举行了十场技术座谈以及逆变电源与数字化电源发展趋势论坛和轻金属与高强材料焊接国际论坛, 实实在在的为焊接行业聚会和交流合作搭建了国际化的大舞台。

### 二、焊接展——彰显了焊接材料的技术进步

推动各类钢铁焊接材料技术进步的主要因素, 一是钢材的品质提升; 二是高效率 and 焊接自动化的市场需求; 三是重点工程和重大装备对焊材性能提出的更高技术要求。在本次展会上, 国内外焊接材料的技术进步都呈现群星璀璨的兴旺景象。(关于药芯焊丝下面将专题评述)

● 本次展会, 77家展台上展出了实心焊丝样品, 这充分表明, 高效焊接材料仍是当前焊接材料行业发展的主流方向。

近年来, 我国的机械化、自动化焊接进展明显加快, 焊条比例也已降到50%左右。高效焊接材料的发展正越来越受到业界的关注。实心焊丝和药芯焊丝的发展取得了长足进步, 正以年均30%以上的增长率快速发展。2007年我国CO<sub>2</sub>气体保护焊丝的产量已超过100万吨, 比2004年的40万吨增加一倍多。有的企业已可生产各类CO<sub>2</sub>气体保护焊丝、埋弧自动焊丝、高强度耐候钢焊丝、不锈钢焊丝及氩弧焊丝等30多个品种。已有十余家企业可提供150-350kg的桶装焊丝, 反映出我国机械化、自动化焊接程度的提高。

● 针对我国近年来能源建设的大力发展, 管线建设用焊材成了本届展会上国内外参展商竞相展示的热点。

国外厂商展出了已成功用于西气东输二线的 X80 钢用立向下自保护药芯焊丝 Fabshield X80(AWS E81T8-Ni1)。我国有关焊材企业也向制管行业大量提供 X70、X80 管道钢的埋弧焊焊丝及焊剂。在管线野外施工用焊材方面,国产立向下自保护药芯焊丝和气保护实心焊丝,也已成功用于西气东输二线 X80 管道的半自动和自动焊接,初步扭转了以往全部用进口焊材的被动局面,有的国内企业还成功开发出用于 X100 管线钢的 THG-100(ER100S-G)气保护实芯焊丝。有的国外厂商,在展览会现场进行了大口径管道的埋弧焊焊接演示,并开发了一系列的埋弧焊焊材,以满足壁厚较厚,强度及韧性要求较高的高强钢管道焊接的要求。例如,采用专用的实芯焊丝及相配套的大颗粒铝酸盐碱性烧结焊剂,在 3 丝、4 丝和 5 丝多丝埋弧焊中,甚至在高速焊接条件下也能形成质量优良的焊道,严格控制含氢量,可用于 X80 及 X100 高强度管道钢的焊接。埋弧焊用烧结焊剂 OP192(铝碱性)、OP132(铝碱性) OP121TT(氟碱性)等配合适当的埋弧焊丝,可用于双丝(Tandem)及多丝埋弧焊,焊接 X60-X80 管。

为了适应管子的高效焊接,减少焊丝盘拆卸时间,国外公司还推出了可装 1000kg 焊丝的散装焊丝盘及能装 1000kg 焊剂,采用有防潮隔层的聚丙烯塑料桶铝袋包装,而且两者都可以回收利用。

- 在以往全部依靠进口的超超临界锅炉用焊材上,国产化也有所突破;在铁路货车用焊材上,展示了碳钢——耐候钢——不锈钢焊材的发展历程;在低温用焊材上,国内企业研制成功了对熔敷金属化学成分及铁素体含量要严格控制的,在-196℃有韧性要求的深冷环境用不锈钢焊条。这些焊条同时也可用来焊接尿素、合成纤维设备等重要的不锈钢结构。

### 三、焊接展——凸现了药芯焊丝的强劲发展

2007 年我国药芯焊丝的总产量(包括国内企业和外商设厂)已超过 20 万吨,高于日本的产量,也高于美国的产量。至此,就各类焊材的总产量而言,不但焊条产量早已是世界第一、气保护实芯焊丝产量前几年已居世界第一,现在药芯焊丝的产量又居世界第一。

这次展会有 54 家厂商展出了药芯焊丝,彰显一派兴旺热闹的景象。

我国近年来药芯焊丝的强劲发展,得益于在开放交流基础上的自主创新。

有的国内企业在这次展会上还成为药芯焊丝成套设备的供应商,已有国内几家企业和国外一家知名焊材企业采购了其设备。

展览会的展示充分表明我国已初步建起涵盖碳钢、低合金高强钢、耐候钢、耐热钢、低温钢、不锈钢以及气电立焊、堆焊、埋弧焊等品种规格比较齐全的药芯焊丝体系,其药芯焊丝的品种已达 150 多种以上。

从本次展会上可见,药芯焊丝使用范围正在扩大,除大量用于造船外,国产药芯焊丝已成功用于奥运会“鸟巢”、国家大剧院、上海环球金融大厦、跨海大桥及西气东输和陕京线等油气长输管线的各种钢结构焊接,这充分表明国产结构钢药芯焊丝质量已达到先进水平,可以满足诸多重大工程的要求。

从本次展览会上还可看到,在我国设厂生产药芯焊丝的诸多外商企业其生产能力正在逐年增大。因此今后在药芯焊丝方面的竞争,将主要是产品品质和品种的竞争,是产品科技含量的竞争,也是自主开发能力的竞争。诸如:

- 药芯焊丝向专用化、多品种方向发展。有的国外公司其药芯焊丝品种已达到了 145 种,其中金属粉型药芯焊丝就有 44 种之多。金属粉芯焊丝由于具有比实心焊丝高 10-30%的熔敷速度,良好的电弧特性及焊道形状,扩散氢量低及熔渣量很少等特点,更能适应机械化/自动化焊接,尤其是机器人弧焊。

● 在国外展台上还推出一种新的根焊技术，即采用金属粉型药芯焊丝，配合带 RMD 专利技术的焊接电源，进行立向下焊接，根焊效率比用纤维素焊条打底提高三倍以上，已为管线建设行业采用。

● 有的国外厂商还开发了许多具有专门特性的专用药芯焊丝，分别具有以下特性：①耐油漆性好；②对于无机锌涂层及其它涂层钢板显示出优异的耐气孔性；可以不同速度进行快速焊（这是金属粉芯焊丝相比实心焊丝及药芯焊丝的优点）；③可焊镀锌钢板，飞溅小；④抗裂性好；⑤熔敷速度大。

● 国外的一些公司还开发出了碳钢、细晶粒钢及不锈钢“快凝渣”型药芯焊丝，这种金红石酸性渣系无缝镀铜药芯焊丝，改进了填充率，使其具有更高的熔敷率，进一步提高了焊接速度。全位置焊时，可以只要一套焊接参数，配合适当的焊接装置，实现全自动焊接。

● 填充盖面用的金红石型药芯焊丝及低烟尘、低飞溅系列药芯焊丝在国外展台上也有展示。其烟尘及飞溅量比同类药芯焊丝分别降低 30% 和 35%。但其抗气孔性能和抗热裂纹性能尚有待观察。

● 多家国内企业研制成功强度等级为 500MPa 及 600MPa 的强迫成型垂直气电立焊专用焊丝，可用于船舶外壳板、储罐、冶金高炉等中厚板垂直对接缝的焊接。

● 一些国内单位通过共同开发研制出具有自主知识产权的钢轨对接技术，（包括药芯焊丝、设备及焊接工艺），以代替传统的铝热焊工艺。

● 本次展会还有一个亮点是堆焊用药芯焊丝在快速发展。在 28 家厂商的展台上展出了用于各类设备和部件修复的多种堆焊药芯焊丝。有的国内企业还在展会上推出了包含近百种堆焊药芯焊丝的企业标准和详细的使用手册。

#### 四、焊接展——明示了我国焊材行业的四点不足

一是在硫磷含量上。由于钢铁冶炼技术的进步，通过铁水预处理和钢水炉外精炼，使各类钢材的纯洁度显著提升，硫磷含量大幅度下降。因此如何按用户要求，使焊缝金属的硫磷等杂质含量，与钢材实物水平相当，已成为近年来我国焊接材料技术进步的一个难关。

本次展会上不少国外企业都在这方面有长足进步，主要标志是在焊材产品样本上，不但按常规列出了熔敷金属硫磷含量应符合的标准值（一般约为 0.025-0.035% 之间），也特别列出了品质提升后的实物水平。例如用于焊接 X80 管线钢的自保护药芯焊丝，列出的熔敷金属含硫量为 0.001%；大部分碳钢和低合金钢的各类焊接材料，列出的熔敷金属含硫量已在 0.004-0.009% 范围内，而新型耐热钢焊材熔敷金属的含硫量最低已降到 0.002%。可见我们在这方面差距还是比较大的。

二是在品种质量上。从本次展会上可以看到，虽然国内埋弧焊和气保护实芯焊丝的参展商有几十家之多，但可供货的品种不到外商参展品种的四分之一。对于国内短缺的微合金高纯洁度焊丝、高强钢焊丝、低温钢焊丝、新型耐热钢焊丝、特种不锈钢焊丝等品种，外商都报出了高价。

不但是短缺特种焊丝，对现在广泛使用的 CO<sub>2</sub> 保护焊，也缺少相当 JISZ3312 标准的 YGW11 型和 YGW18 型的高质量焊丝。YGW11 型焊丝化学成分中含 Ti 0.16-0.22%。这种焊丝在采用较大电流焊接时，可减少飞溅 30-50%，同时焊缝成形也较好，已成为在 CO<sub>2</sub> 保护焊中广泛应用的焊丝。YGW18 型焊丝的含锰量和含硅量高于 ER50-6 焊丝，在较大线能量和较高层间温度下焊接，熔敷金属抗拉强度仍大于 540MPa，0℃ 冲击值大于 70J。适合于有抗地震要求的高层建筑厚板

梁柱接头及其它厚板结构的焊接。在奥运会鸟巢工程中已使用了进口的这种焊丝。

因此建议我国焊丝生产企业联手推进与钢厂的紧密合作，解决当前焊丝品种短缺问题。以满足市场对低合金高强钢焊丝，耐热钢焊丝，低温钢焊丝，不锈钢焊丝的需求。改变目前大家都挤在大路货的 ER49-1、ER50-6 焊丝上的压价竞争局面，而应在品种和质量方面狠下工夫。

**三是在装备更新上。**在展会上还可看出，国外焊材知名企业都在着力展示其它先进的生产装备和检测仪器，展示其产品的品质可靠性和技术实力。应该说，产品的品质和品种竞争，归根到底是企业的实力竞争。

进入 21 世纪，以高新技术改造传统产业已成为世界潮流，也是我国确定的重大技术方向之一。为此，我们希望一些企业加入科技投入，重点更新生产装备和购置先进的检测仪器，使企业上档次上水平。也只有这样才能增强研发能力和创新能力。

**四是在联合重组上。**本次展会上的另一突出亮点，是近年来国外知名焊材企业的资源整合、重组进而实现强势扩张。例如具有百年历史的伯乐焊接公司由奥钢集团联合重组，将奥地利的伯乐品牌、瑞典的阿维斯塔品牌、德国的蒂伯品牌、比利时的 SOVDOKAV 品牌等六个世界知名品牌都收归旗下，并已在我国苏州设厂。美国林肯公司收编了英国的曼砌特焊接材料公司，又联合重组了台资在我国设厂的广泰（锦泰）等相关焊材厂，最近又与郑州合力公司成立了合资企业。这样在我国锦州、上海、集宁、南京、郑州等地都将有由林肯公司控股或参股的焊材企业。美国 ITW 集团公司收购了美国生产焊材的合伯特公司和生产焊接设备的米勒公司后，又收购了台资天泰焊材公司，已成为在世界焊接领域内的重要企业。日本神钢焊材公司，由于隶属钢铁集团公司，所以其焊丝的品质和品种，在世界上居领先地位。

预计今后几年我国焊材总产销量将在 350-400 万吨，市场可能将逐渐向优势企业回归。为此我们希望有条件的企业能推进联合重组，形成拳头，整合资源，增强实力并争取成为国际上公认的具有核心竞争力的焊材企业。

# 从展会看数字化焊机发展之趋势

(本文版权归北京埃森焊接与切割展览组委会所有, 全文引用或转载须经该委员会同意, 部分引用须注明引文出处)

第十三届北京·埃森焊接与切割展览会于 2008 年 5 月 17 日胜利闭幕了, 空前的规模、众多的新产品印证了中国焊接行业总体繁荣的景气。

## 一、浅谈数字化焊机

数字化焊机, 是一个相对独立的系统, 这一点与数字电视、数码相机等产品不同。数字电视必须与数字信号网络兼容、数码相机必须与计算机接口相兼容, 同时其发展也有一定的标准约束, 这就使得绝大多数的数字产品的发展比较规范。

作为一种工业产品, 数字焊机的外部环境是多样的, 即便是与焊接机器人、变位机等组网构成自动焊接系统, 控制网络的标准也是千差万别的。因此, 数字化焊机在当前阶段还涉及不到标准的问题。但是, 数字化焊机概念的明确对与其未来发展是有好处的。

所谓数字化焊机就是在逆变焊机的基础上, 用 0/1 编码的数字信号代替模拟信号, 施加数字信号处理和数字控制技术, 从而具有精密化、人性化、高效化、绿色化和网络化的新型焊机。

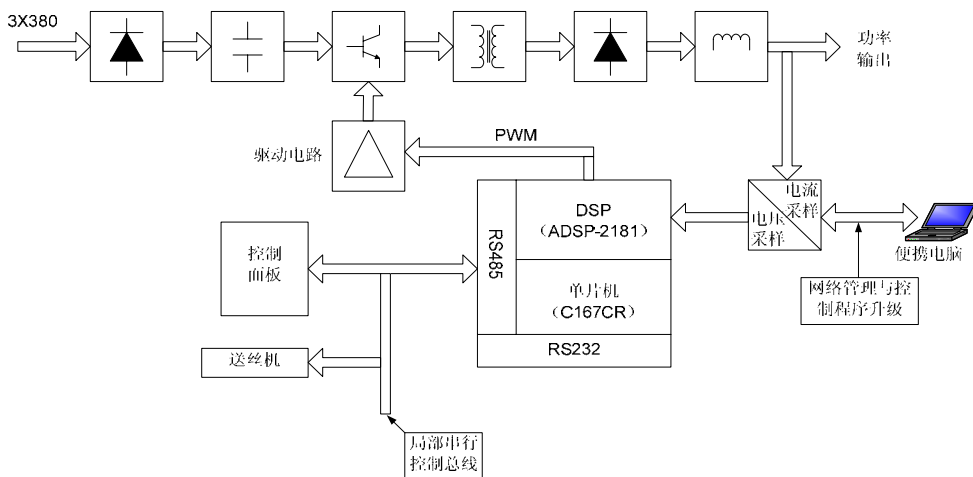
从上一世纪 70 年代开始, 模拟控制的逆变焊机相继出现并得到迅速推广。逆变焊机表现出了极大的生命力, 因为其工作频率高而使焊机具备体积小、重量轻、节能、省材、降耗和动态响应快、效率高、焊机性能好等特点, 正在逐步成为弧焊电源的主流。

经过多年发展, 逆变焊机已经有了很大的进步, 继手弧焊机和直流 TIG 焊机之后, 交流 TIG 焊机和 CO<sub>2</sub> 焊机已经能大批量生产。随着技术的成熟和产品可靠性的提高, 逆变焊机正向着大容量、高效率和高性能的方向发展。但是, 仍存在一些问题, 例如对于高档焊机存在电路设计过于复杂问题, 从而而降低了可靠性; 因采用模拟控制电路而使焊机的控制精度不稳定和焊机性能分散, 难以保证批量生产的产品质量一致性, 以及难以实现焊接生产的网络化监控和管理等。

模拟控制系统的不足之处是进行复杂处理的能力有限、元器件数量多, 并且控制器的参数由电阻、电容等分立元件的参数决定, 控制器的调试复杂、灵活性差。同时电阻、电容的参数分布影响控制器的一致性, 参数的稳定性如温度漂移影响控制器稳定性等。面对模拟控制逆变焊机的问题, 积极推动开展了数字化逆变焊机的研究与开发工作, 用数字控制代替模拟控制是电焊机发展的必由之路。

目前看来, 由 MCU (微控制器) + DSP (数字信号处理器) 双机控制的数字化焊接电源是一种比较理想的数字化焊机。因为单片机事件管理能力强, 但数据运算能力差。而 DSP 具备极强的数值计算能力。将单片机与 DSP 组合起来。构成双机数字化控制系统, 能够实现多功能焊机电路的数字化控制。如图所示。





典型数字化焊机系统框图

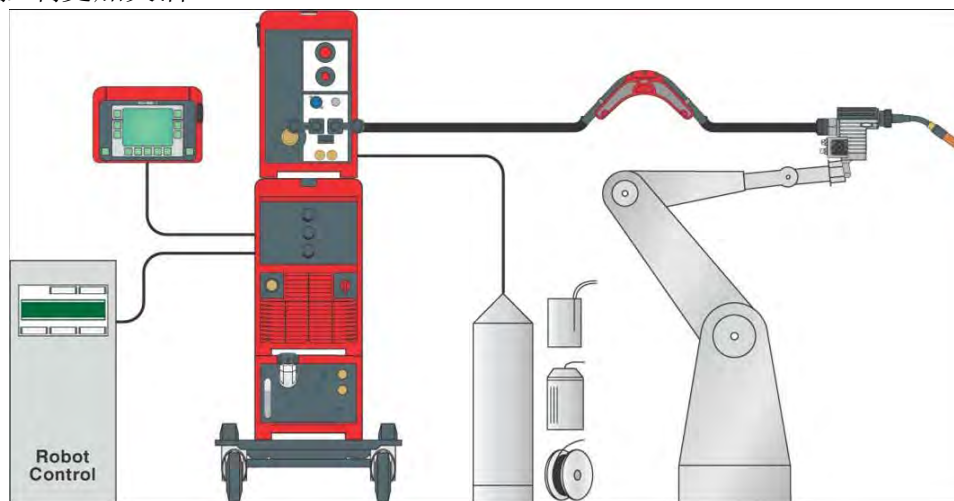
虽然双机控制可能实现多功能、复杂的控制和网络化监控等管理，但双机结构只是搭建了一个硬件平台，因此还必须有相应的软件来支持，而软件的编制需要在对焊接工艺的深入研究和理解的基础上才能实现。

总之，只有数字控制接管了焊机的功率控制、工艺控制和通讯控制之后，数字化焊机才成为真正意义上的高端数字化焊机，才有可能更好地满足未来焊接生产的需要。

## 二、从展会看数字化焊机的现状

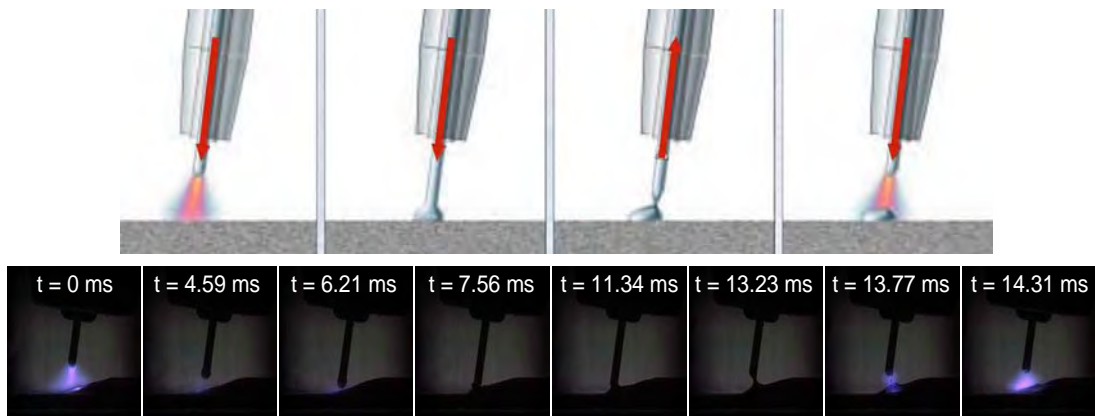
### 1、CMT 工艺

CMT（冷金属过渡）工艺系统组成如图所示。该系统的主要特点是通过焊丝附加回抽动作过渡熔滴。焊丝的回抽由交流伺服电机和焊丝缓冲器来实现，焊接中焊丝的送进速度在传统的等速基础上叠加脉冲，焊丝脉动频率可以达到70Hz。其结果是，焊丝的熔化和过渡成为两个相对独立的过程，对于焊接线能量的控制更加灵活。



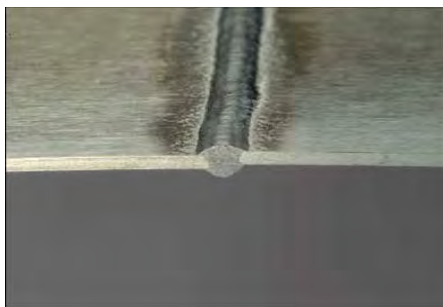
CMT 焊接工艺系统

CMT 熔滴过渡过程如下图所示，上部为示意图，下部为 CMT 高速摄像。第一步为燃弧脉冲，形成熔滴，焊丝送进；第二步，发生短路，控制系统进行检测、判断；第三步，焊丝回抽，形成熔滴的液态细颈，直至拉断；第四步，电弧重新引燃，焊丝由回抽变为送进。

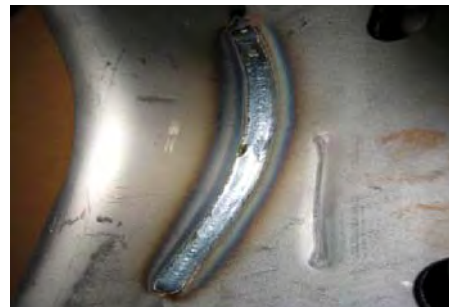


CMT 熔滴过渡过程

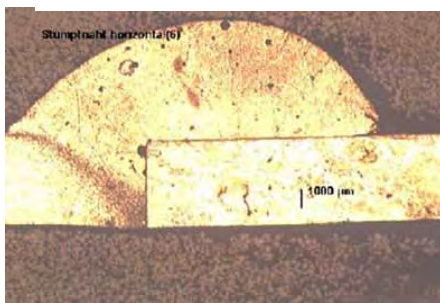
CMT工艺经过近些年的发展，其工艺适用范围不断扩展，简述如下：1、采用Al-Si焊丝，Ar气保护，进行铝合金和钢板的异种材料焊接。主要特点是飞溅小，热输入低，焊缝金属与铝合金形成焊接连接，与钢形成钎焊连接。2、低碳钢的CO<sub>2</sub>保护焊接，特点是飞溅小，热输入低，焊接变形小，焊接速度快。3、Ni-Cr合金的堆焊，特点是母材熔深浅，熔覆效率高，综合经济效益好。CMT焊缝如图所示。



a 铝合金对接接头



b CMT-CO<sub>2</sub> 焊



c 钢/铝搭接接头微观



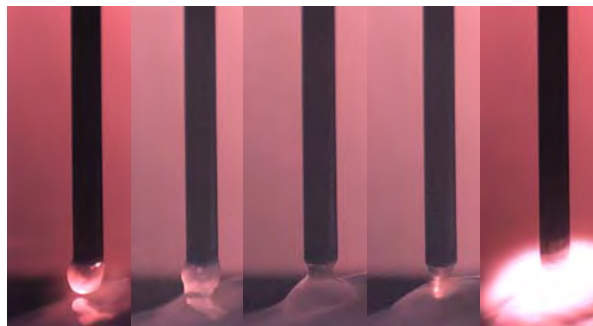
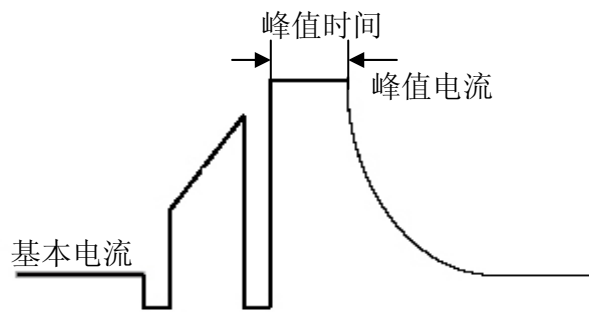
d CMT 钎焊

### CMT 焊缝

## 2、STT/AC STT 工艺

STT（表面张力过渡）工艺是根据CO<sub>2</sub>焊接短路过渡特点开发出的一种波形控制技术，其主要特点是两高两低，即在短路初期和末期拉低电流，减小（甚至消除）飞溅，在短路中期和燃弧初期施加较大的电流，促进缩颈形成和控制燃弧能量，如图所示。STT是指熔滴过渡时电流趋近于零，熔滴过渡的驱动力不再是

传统控制方式中的电爆炸力，而是表面张力。



STT 焊接电流波形与熔滴过渡

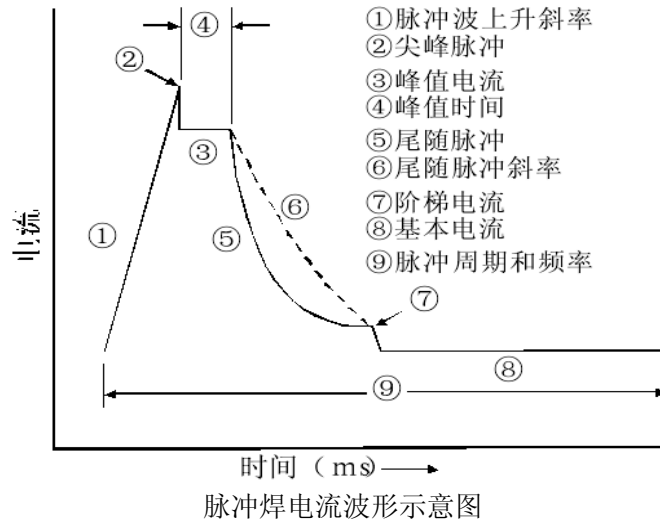
STT 具有飞溅小、搭桥能力强的特点，在中小工艺规范区间内具有优势，该工艺在管道打底焊中应用比较成功。

随着汽车轻量化发展，薄板焊接问题日益突出，为此国外公司利用直流正反接熔深的差异，研究出了 AC STT 工艺，通过控制正反极性比例来控制熔深，得到了良好的工艺效果。

### 3、PMIG/AC PMIG 工艺

图示为脉冲 MIG (PMIG) 焊的电流波形示意图。图中 9 个参数对焊接工艺会产生不同的影响结果。如脉冲波上升斜率影响焊接电弧的挺度，斜率大则电弧挺度大；尖峰脉冲有利于克服焊接回路电感的影响；峰值电流主要影响焊缝熔深等等。对于不同的焊接材料，其波形相似，但是具体参数差异很大，这就要求焊机能够根据材料给出相应的优化参数，方便用户使用。目前，国内尚未有成熟的 PMIG 设备，主要原因还在于研究投入不足，缺少足够的焊接工艺数据库支持。

与 AC STT 类似，在 PMIG 焊工艺中同样存在交流控制熔深的特点。目前已有许多家公司掌握该技术。其应用也从铝合金薄板焊接拓展到钢、不锈钢的薄板焊接，以及钢-铝的异种材料焊接。



以上工艺介绍涉及了一些国外公司具有代表性的数字化焊机产品，其特点归纳如下：

- 1) 高端数字化焊机又称全数字（full digital inverter welding machine）控制焊机，可以看出数字化必须与逆变焊机结合起来，才能具有更好的性能，还可以看到“全数字化”的概念，包含焊接电源数字化、送丝机数字化和焊机面板数字化。
- 2) 焊接电源数字化包括数字化的硬件平台和各类控制软件。硬件平台大多以 IGBT 作为功率器件，以单片机 MCU 和数字信号处理器 DSP 所组成的双机为控制核心。焊机控制软件包括时序和功能两类软件。电焊机的多功能控制网络化监控与管理等都依赖相应的软件来实现，所以又称焊接软件是数字化焊机的灵魂。而软件的编程又离不开焊接工艺研究。因此数字化焊机的质量将由上述的各个环节的集成来保证。
- 3) 关于硬件平台。其主功率器件大多为 IGBT 和 MOS 管。逆变器的工作频率为 20Kz、80Kz 和 100KHz。其控制器以数字芯片为核心，构成了非常好的强有力的硬件平台。在此基础上，各公司研制成功许多不同类型的数字化焊机。实现了多功能化焊机功能的升级换代、信息识别和自动诊断以及网络通讯等。
- 4) 在数字控制硬件平台上研制了许多新的软件，所以各公司的数字化焊机有了不同的特点，呈现了“百花齐放”的局面。

就在展会上看到的情况来看，较初级的数字化焊机中，以数字化手弧焊和数字化TIG焊机为主。由于手弧焊和TIG焊法工艺比较单纯，电源静特性能满足就行，而对电源动特性要求不高，所以通过数字控制比较容易满足工艺要求。这种用单片机控制的数字化焊机简化了电路，降低了成本，同时还有数显表和故障显示功能等，这方面国内已经成熟并满足了社会需求。在展会中还能看到，GMAW和AC/DC TIG焊等较高端的数字化焊机，由于CO<sub>2</sub>/MAG焊短路过渡和MIG/MAG脉冲焊的电弧及熔滴过渡比较复杂，用简单的电源静特性已不能解决其稳定工作的要求，所以出现对电源动特性的要求，也就是对电源波形控制的要求。电源波形控制问题涉及到电弧物理过程，这要求对焊接工艺有较深入的研究。另一方面，又涉及到有关电力电子技术方面的知识，诸如IGBT、MOS等功率器件，和单片机、DSP等控制器件的开发应用。这正是我们举力攻克的重点和努力的方向。

### 三、启示与展望

自从改革开放以来，我国的国民经济发生了翻天覆地的变化。钢铁年产量已经达到了 4 亿多吨，成为了世界钢铁大国。而焊接设备以钢铁作为主要焊接对象。近几年来，我国在造船、汽车、建筑、石化、交通和发电设备行业等大用户也取得了超常发展。同时世界制造中心向中国转移，也是我国电焊机行业的出口量增加，这些都推动我国的电焊机行业的快速发展。

回顾过去，我国电焊机行业已有五十多年的历史。从最初的机械控制设备，发展到今天的电子控制设备，产品结构发生了根本性的变化。弧焊方法从以手弧焊为主，逐步转为半自动和自动焊接，尤其是气体保护焊方法的发展最快、该方法已完成的焊接工作量已达到焊接总量的 30% 以上。

近些年，在市场驱动下，我国逆变焊机和数字化焊机发展很快。然而，目前的高端市场主要还是由国外进口产品占据，国产焊机主要集中在中低档产品上。所以在展会上可以看到，广阔的中国大市场吸引了众多国际著名企业纷纷进入中国办厂，面对这一形势，我国一些企业已经开始向高端数字化焊机领域进军了！

众所周知，数字化焊机是一种高科技产品，它是集计算机技术、电力电子技术和焊接技术的综合。而核心技术是需要我们自己去开发才能拥有自己的知识产权。在硬件平台建立起来之后，关键就是软件的问题，只有软件的不断更新，才能生产出“永不落后的焊机”。软件成为焊机质量的灵魂。而软件的好坏有主要决定于工艺水平和工艺理论的不断充实与提高。

从国外数字化焊机的成功之路可以看到，国外公司从生产实践中寻找问题的切入点和落脚点，如：适应集装箱行业需要的高速焊；符合异种金属连接需求 CMT 焊和 ACMIG 焊；适用于无飞溅短路过渡焊和管道打底焊接需求 STT 焊；为满足长焊缝对接焊要求低热输入和减小变形而产生的双丝 MIG 焊等。国外厂家根据这些问题研制出特殊的焊接工艺，形成专用的软件模块，进而产生新型的、特性化的数字化逆变焊机。这一点正是我们所缺少的，我们应该根据市场需要，结合国情，充分发挥产学研结合的作用，我们对未来充满信心，我们一定会步入世界焊接强国之列。

## 从展会看焊接新技术发展之动向

(本文版权归北京埃森焊接与切割展览组委会所有，全文引用或转载须经该委员会同意，部分引用须注明引文出处)

2008 年的第十三届北京·埃森焊接与切割展览会上一些展商展出的展品从另一个侧面反映了我国焊接生产发展的新需求和新动向以及有关技术的发展趋势，值得引起关注。

一是“高能束”焊接发展突飞猛进。

● 首先应注意到这次展览会上开始出现比较多的激光焊接与切割的设备和相关的配套件。

往届较多的是展出CO<sub>2</sub>气体激光数控切割机，而本届新增加了包括激光焊接、激光打标、激光熔敷和表面改性等方面的展品，特别值得注意的是出现不同功率级别的固体激光器。国际上大功率固体激光器近年来发展很快，商品化产品已经出现了 10kW-30kW甚至更高功率的光纤或碟型固体激光器，这些大功率的固体激光器都是在最近 4-5 年内才陆续出现的。这次展会上首次出现了能够提供 10kW级固体激光器的展商。同时也首次出现激光加工的各种外围配套设备的展品，例如不同形式的固体激光焊接和切割枪（光学聚焦系统），在激光焊接枪中带有强力侧吹气流装置，减少焊接飞溅和金属蒸汽对镜片的污染，以及自动检测镜片污染程度的装置。同时还展出了高速激光焊接的接缝跟踪传感器和激光焊缝表面质量的自动检查传感器等。从这届的北京·埃森展可以预示，激光焊接、切割、熔敷、热处理等激光加工技术将于近期内在我国逐步扩大应用。

● 在这次展览中继续有国内外的电子束焊接设备的商家参展。

电子束焊接技术在我国已有不少应用，这次展商重点放在提高电子束焊接效率与质量方面。大家都知道电子束焊接大多是在真空环境下进行的，生产效率较低。因此展商提出可以根据企业产品的生产要求，提供“量身定制”的整套自动化电子束焊接系统的一站式服务。目前电子束加工正在从焊接小型薄壁工件向大型厚壁工件发展，不但真空室的容积在加大，加工过程的自动化水平在提高，而且电子束的功率和可控性也有新的发展。由于控制水平的提高，目前电子束的偏转（扫描）速度可高达 100kHz，不仅能够实现几十个点“同时”焊接，减少焊接变形，还可以利用电子束一边进行接缝跟踪一边进行焊接，以及利用电子束进行成像和打标、打孔，扩大了电子束加工领域。



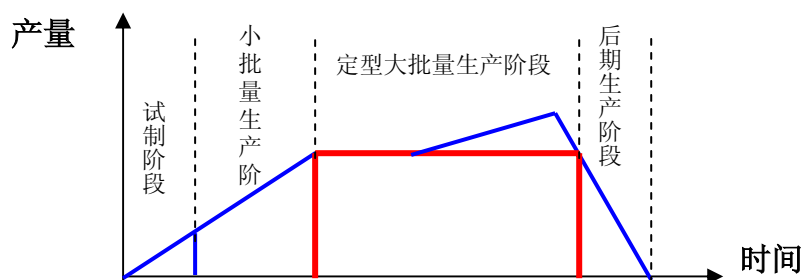
等离子弧数控气割机



电子束高速扫描多点焊接

### ● 高能束专业加工厂（Job Shop）

大功率电子束与激光束被认为是昂贵的“高能束”，设备的一次投资比较大，如果产品的批量不够大，企业购买这些昂贵的设备，回收期长而不尽合算。因此，出现一种新模式的企业——高能束专业加工厂（Job Shop）。在这次展览会上得知，已经有几家国外的著名公司在我国沿海经济发达地区建立大功率电子束和激光束的专业加工点，利用他们的先进设备和技术为我国的中小型企业加工零部件，提高产品的技术含量。Job Shop 老板认为生产企业的产品产量一般如图所示，企业可以在产品定型后的大批量生产阶段购买昂贵的电子束或激光设备，

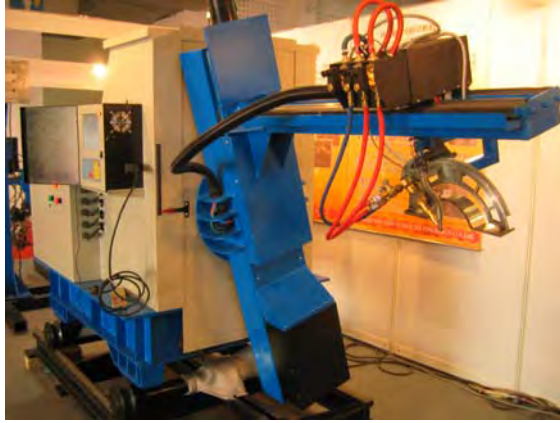


生产企业某种产品从试制到后期产量的变化

而 Job Shop 能够在试制阶段、小批量生产阶段、后期生产阶段（设备转用于其他产品）以及超负荷生产时期发挥积极的辅助作用，这也可以减轻企业的风险。这次展览会也预示着我国这种 Job Shop 形式将在全国普及开花。

### 二是数控切割新品开发步伐加快。

数控切割设备在我国也已经很普及了，各届北京·埃森展都有不少展品展出，包括火焰切割、等离子弧切割、射水切割和激光切割的大型机床。这次出现更多的个性化的新产品，例如不规则曲面上切割带有坡口圆孔的数控切割机，以及无须定心和旋转大口径长管的管端相贯线坡口数控切割机等。将等离子弧切割技术用于 T-K-Y 管-管接头的管端相贯线和开孔切割，切割过程中不但割枪要能倾斜、旋转，而且还要变角度。过去这种设备都是国外展商的产品，这次国内的一些展商也开发了类似的产品。国内展商还展出了简易型小车式数控切割机，以前只有国外的展品。这些都反映了近几年来我国在数控切割设备方面的新发展。



自定心管端相贯线切割机



简易小车式数控切割机

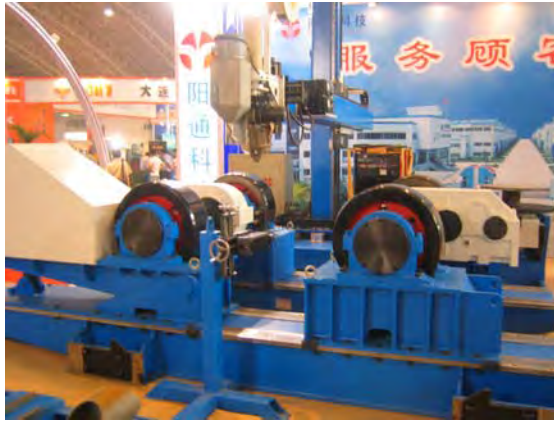
### 三是重型辅助焊接设备渐成亮点。

焊接自动化需要不同形式的外围设备，例如十字操作机、变位机、滚轮架和机器人等。这次北京·埃森展出现较多的大型重载的辅助设备，很引人注目，例如负重达 300 吨的旋-倾式两轴变位机，负重 1000 吨的滚轮架，还有不同形式的 U 型和 L 型变位机等。特别引起大家兴趣的是负荷达 1 吨的大力士机器人，其重复定位精度仍能达到 0.2mm 的高水平。这些重型辅助设备将对改善我国重型装备制造过程的效率、质量和机械化、自动化水平有重要的促进作用。



大型旋-倾式变位机





大型防窜滚轮架



大力士机器人

#### 四是焊接环境及劳动卫生备受关注。

改善生产环境与改善劳动条件是相辅相成的，这次有比较多的展商展出了不同形式、不同功率、不同场合的排烟除尘装置，这充分反映了目前我国制造企业不断提高对生产环境和劳动卫生的重视。展出的装置不仅有简单的抽风机，更多的是带有不同除尘装置的空气净化系统。在过滤装置中已经不仅仅是采用简单的过滤纸袋或无纺布袋，而是多层复合的褶皱式过滤袋，可以增大过滤面积和提高清除细小粉尘的能力，还可以使一些较大颗粒的烟尘容易刷扫和收集，减少过滤袋的消耗。有的还在过滤过程中增加静电除尘的装置。



褶皱式过滤袋除尘器

#### 五是频谱谐波消除应力初露风采。

关于振动消除应力方面，出现了频谱谐波消除应力的新技术，这是在原有的亚共振扫频方式基础上的发展。它是通过傅立叶方法对工件进行频谱分析找出工件的几十种谐波频率，在这几十种谐波频率中优选出对消除工件残余应力效果最佳的五种不同振型的谐波频率进行时效处理，达到多维消除应力提高尺寸精度稳定性的目的。频谱谐波方式不论工件大小、频率刚性高低、材料特性均能找出五种不同振型的谐波峰。不受激振器的转速范围限制，对激振点和拾振点无特殊要求，能够处理亚共振无法处理的高刚性高固有频率工件，能够满足对尺寸精度要求高的工件，振动噪音低，在机械行业的覆盖面可接近 100%，而亚共振技术可处理的工件在机械制造业覆盖面仅为四分之一左右。处理的转速全部在 6000rpm 以下，也解决了亚共振设备噪音大的问题。希望这种振动消除应力的新方法能对提高我国金属结构的安全性发挥更大的作用。

## 结束语

我国制造业已进入一个新的发展时期，焊接是现代制造业不可或缺的一部分，提升我国装备制造水平是我们焊接制造业者的责任。我们的使命不仅仅是与“国际接轨”，更重要的是创建具有中国特色的发展之路。

由于时间及水平有限，不尽之处望大家谅解；同时欢迎大家给我们提出高贵的意见及建议。北京·埃森焊接与切割展览会将继续坚持开拓创新、面向经济、服务企业的办展初衷，为我国焊接行业的发展和技术进步发挥积极的作用。