

第六届全国焊接学术会议 论文选集

第 1 集

1990 年 5 月 8 日至 12 日 西安



中国机械工程学会焊接学会

第六届全国焊接学术会议 论文选集

第 1 集

1990 年 5 月 8 日至 12 日 西安



中国机械工程学会焊接学会

前 言

中国机械工程学会焊接学会于 1990 年 5 月 8 日至 12 日在西安召开了第六届全国焊接学术会议。会议主题为我国焊接技术发展战略的探讨。在大会上,围绕会议主题作了有关我国焊接材料、切割与焊接设备的生产现状、存在问题以及发展战略的分析与建议,苏联巴东焊接研究所、英国焊接研究所考察报告与 1989 年埃森切割与焊接展览会观感等六篇报告。

这次会议是在我国即将胜利完成第七个五年计划的时候召开的,因此,也是一次检阅我国七·五期间焊接科学技术成就的一次会议。这次会议论文数量超过历届焊接学术会议。本届 A 类论文 468 篇,较上届 314 篇多 154 篇。论文质量也较高,不少论文已达到世界先进水平。这是继 1986 年第五届全国焊接学术会议与 1987 年中德焊接学术会议后又一次全国焊接界盛大的学术会议。

第六届全国焊接学术会议论文选集内容丰富,大多数论文来自高等院校、科研单位与厂矿企业以生产为背景的科研成果或生产技术总结,少数是指导实际的应用基础研究工作。它表明我国焊接科学技术既为我国国民经济服务,又随着后者的发展不断地取得新的重大进展。由于这些论文是七·五期间焊接生产与科研成果,它们有指导并推动焊接生产的重要作用。现代焊接技术已成为迅速发展我国现代工业的关键加工工艺。相信论文选集将为八·五计划的实现作出贡献。

各省、市焊接学会与全国焊接学会学术组及其所属各专业委员会全体委员、专家、学者以及由陕西省机械工程学会、西安交大、西北工大与宝鸡市焊接学会组成的组织委员会对论文的征集、评审与汇编进行了大量的工作。我代表全国焊接学会理事会向他们表示衷心的感谢。

中国机械工程学会焊接学会
第三届理事会理事长

斯重逢

经各专业委员会评审的 A 类论文 468 篇，其中 12 篇论文放弃刊登，《第六届全国焊接学术会议论文选集》共收集了 456 篇 A 类论文，分七集出版。除大会发言专题报告安排在第一集外，其它各集所包括的专业委员会如下：

第一集：I_a、I_b、XVII

第二集：IX_a

第三集：II、V、IX_b

第四集：X、XV

第五集：I_c、XII、XVIII、XIX

第六集：VIII、XII_a、XII_b

第七集：III_a、III_b、III_c、IV_a、IV_b、IV_c、IV_d、XI、XIV、XVI

目 录

大会发言专题报告

我国焊接材料生产现状, 存在问题与发展战略的分析及建议	张志明	0—1
我国焊接设备的生产现状, 存在的问题与发展战略的分析 及建议	李建国等	0—8
我国热切割设备生产现状存在问题与发展战略的分析及建议	孟昭光	0—17
苏联与巴顿焊接研究所焊接技术的发展以及为促进我国焊接 技术进步的几点建议	宋天虎	0—37
从英国焊接研究所的变迁看我国焊接技术发展与科研工作中 的几个问题	关 桥	0—62
第十二届西德埃森焊接与切割展览会观感	林尚扬	0—71
无锡铜磷锡钎料的研究	庄鸿寿等	1—1
S-147 及 AA7475 铝合金扩散连接中间层材料的研究	蒋元清等	1—6
接触扩散共晶反应相应液相润湿行为研究	易蕴琛等	1—12
微量元素对锰基钎料润湿性能影响	邱惠中	1—17
真空钎焊中晕环现象的研究	易蕴琛等	1—21
航空发动机用复合冷却层板结构的试验研究	张玉祥	1—26
铝钎焊过程中钎剂的界面活性行为	张启运等	1—30
热喷涂层在陶瓷与金属接合中的应用	庄丽君等	1—35
氧化锆陶瓷与铸铁的钎焊机制	斯重遥等	1—40
活化物质对松香钎剂水溶性电阻率的影响规律	易蕴琛等	1—45
合金元素对汽车, 拖拉机散热器用低锡钎料抗电化学腐蚀性能 影响规律的研究	刘 薇等	1—50
铝箔——铝膜空气中瞬间接触反应钎焊研究	姜以宏等	1—54
中国古代低温钎料“铅锡汞齐”的研究	华自圭等	1—59
铝钎剂组元作用试验研究	韩丽霞等	1—64

硬质合金与中合金钢真空钎焊用低银钎料的探讨	王忠平等	1—69
新型 801 井铜基钎料研究	黄维德等	1—74
钎焊汽车铜质喇叭的无银钎料研究	唐福庆等	1—79
低银钎料的研制	徐 琦等	1—84
人造金钢石与 65Mn 钢钎焊用低银钎料及钎焊工艺研究	乔培新等	1—89
粉末冶金多微孔材料与超级合金的钎焊	黄振隆	1—94
大型不锈钢喷丝头的钎焊	李晓红等	1—99
铜基活性钎料连接陶瓷与金属的机理研究	周运鸿等	1—104
直三通接头高频钎焊用感应圈的研制	彭建辉	1—109
氮基气氛保护钎焊研究与应用	马庆璋等	1—114
中银钎料中磷对低碳钢钎焊性能的影响	范富华等	1—119
不锈钢静导叶片环高温真空钎焊——引进 30 万千瓦氢冷汽轮 发电机制造技术国产化之一	徐仁梯等	1—124
导向叶片真空钎焊修补用钎焊料及钎焊工艺的研究	丁立平等	1—130
电弧钎焊设备及工艺研究	林嘉明等	1—135
精密零件氢气保护扩散钎焊工艺研究	刁明富	1—140
17×17 定位格架焊接工艺研究	田俊乔等	1—145
新型陶瓷与金属直接钎接用钎料——TY-8	赵 平等	1—150
高频波导弱规范真空扩散焊	王文翰	1—154
氮化硅陶瓷 / 钛 / 40Cr 钢的真空扩散钎焊	沈爱平等	1—160
S25C 与 SUS405 钢的真空扩散焊接研究	杜则裕等	1—164
低熔点铜磷钎料的研究	于 澍	1—168
辉光放电离子轰击钎焊	赵彭生等	1—173
辅助电极磁驱动电弧钎焊	齐志扬等	1—178
“内静外动”可控氢气保护钎焊的研究	卢寿平等	1—183

高频焊螺旋钢管的水再压缩空气等离子在线切割设备和工艺	夏道岩等	1—188
容器马鞍形曲线自动切割机	段文文等	1—193
ST-11 电弧刨割条的研制	王念慈等	1—198

U 型坡口火焰切割技术	张宝德等	1—205
数控切割机自动编程系统的设计	陈希有等	1—211
SKQ-32, 36 型钢筋气压焊机的研制及钢筋气压焊工艺 和接头性能的试验研究	吴成材等	1—215
计算机分析技术在等离子体加工中的应用	周锦进等	1—220
我国等离子弧切割技术现状及今后发展方向	崔信昌	1—225
CO ₂ 焊射滴过渡的实现	殷树言等	1—230
纵向磁场中焊接电弧的运动特性	贾昌申等	1—235
钨极氩—氮电弧高热特性的研究	李 恒等	1—240
熔化极气体保护焊引弧研究	侯天奎等	1—245
双尖角磁场再压缩等离子中板焊接	赵彭生等	1—250
窄间隙焊枪喷出保护气流特性研究——保护气流的流速、流动 结构的测定与分析	钱素英等	1—255
碱性焊条飞溅机理研究	陈剑虹等	1—260
Φ1.6 焊丝推拉短路过渡电流减幅 CO ₂ 焊的研究	马 季	1—265
冷压焊物理实质研究	李致焕等	1—270
轴心送气空心钨极直流正极性氩弧特性研究	王雅生	1—274
弧焊区图象信息的光谱传感技术	宋永伦等	1—279
窄间隙 PC-MIG 焊时在不同间隙宽度中熔滴过渡的运动参数 测定与讨论	王震宏等	1—284
等离子弧焊接“重现性”问题的研究(二)——喷咀、工艺参数 的影响	张志正	1—289
5 寸石油钻杆摩擦焊过程若干现象的分析	刘金合等	1—294
等离子弧的一种有序结构	李俊岳等	1—299

我国焊接材料生产现状、存在问题 与发展战略的分析及建议

全国焊接学会第Ⅱ专业委员会

报告人 张志明

一、生产现状

焊接材料产品包括：焊条、焊丝、焊剂、钎料及焊粉五大类。其中焊条、焊丝和焊剂占整个焊接材料产量的95%左右。在五个小行业中，又以焊条行业为最大。在坚持四项基本原则，坚持改革开放方针指导下，经过十年来的努力，焊接材料行业的生产有了飞跃的发展。

1. 焊条，在焊条行业中，接受国家指导性计划的有41家规模较大的焊条厂。根据物资部中国机电设备总公司统计，近几年产量如表1所示。

近二年全年产值达17亿元，生产能力11万吨焊条品种数如表2所示。

表1 焊条产量

年份	年产量(万吨)	出口量(万吨)
1982	26	1.6
1983	33	2.0
1984	41	4.6
1985	47	6.5
1986	42	5.2

表2 焊条品种数

品种	结构钢	耐热钢	不锈钢	堆焊	低温钢	铸铁
年份	焊条	焊条	焊条	焊条	焊条	焊条
1977	46	18	34	42	3	12
1982	54	24	42	58	4	17
	铜及铜合金焊条	铜及铜合金焊条	铝及铝合金焊条	特殊用途焊条	总计	
1977	2	3	3	6	164	
1982	5	4	3	6	263	

87年新增加的结构钢焊条品种为铁粉焊条、重力焊条、高韧性、超低氢、耐吸潮及耐候钢焊条等，可供生产的焊条品种到88年已达263个。

目前已有38个企业通过了中国船检局(20)的工厂和产品认可。有14个企业同时还通过了多国船级社的认可。这些机构是英国劳埃德船级社(L1)、西德劳埃德船级社(LL)、法国船级社(BV)、挪威船级社(DNV)、美国船级社(ABS)、美国焊接协会(AWS)及美国机械工程师学会(ASME)、日本海事协会(JIS)及加拿大国家焊接局等。

在机电部的推动和指导下，近年来全行业产品质量有很大提高。已有13个工厂的5个品种焊材获部优产品称号，有2个工厂的2个产品获国家银质奖，1个工厂的2个产品获国家金质奖。

85年焊条行业产品质量评比结果表明，焊条行业的主导产品E43E3型焊条与日本、英国同类焊条对比，有15家产品已达到和接近80年代初国际先进水平。

现已有二个厂荣获国家二级企业和国家一级计量单位称号，1985年还将有几个企业计划创升国家二级企业。

2. 焊丝

焊丝行业有30个企业，其中有14家引进国外生产设备，年生产能力约1万吨。

近二年CO₂气保护焊焊丝产量如表3所示，年生产能力2万吨。

CO₂焊焊丝品种以H08Mn2Si为主,有少量H0、H1及H2公斤级焊丝。研制生产了电厂小口径管道用的5种TIG焊焊丝。

埋弧焊焊丝:焊条厂和焊丝厂均能生产。估计每年生产10000—15000吨左右。但上盘的少,成桶供货的更少,镀铜的也少。

药芯焊丝:有四、五家焊条厂或器材厂生产。北京焊条厂从英国引进一条生产线,生产能力1000吨/年。

3. 焊剂

焊剂行业大约有22家生产厂。近几年产量在一万五千吨左右,生产能力约二万吨。以熔炼型为主,其中HJ431占产量90%以上。

近几年烧结焊剂发展较快,已有四家焊条厂生产。锦州焊条厂引进了奥利康烧结焊剂自动生产线,1987年投产,生产能力5000吨/年,引进三个配方(铝钛型酸性焊剂,硅钙型中性焊剂及氟碱性焊剂已列入87年焊接材料产品样本)。上海焊条熔剂厂等还生产陶质焊剂。

一个厂家生产的HJ430、HJ431及HJ331焊剂已得到六国船级社的认可。

焊剂品种77年14个,87年23个。

1987年焊剂行业进行了第一次评比,17个厂家的HJ431产品,其机械性能均符合国家标准要求,内在质量好。只有一个厂的含磷量超标,另有一个厂的夹杂物超过规定。焊剂的工艺性能基本上可以满足使用要求,但脱渣性方面各厂的产品差别较大。

4. 钎料

机电部、冶金部及有色金属总公司下属十多个专业厂生产,年产量约五百多吨,其中产量较大的有黄铜、铜磷、银基及锡铅钎料等,年产量都在10吨以上。由于家电工业发展的需要,近几年铜磷型钎料发展较快。目前我国已能生产镓基、铋基、铟基、镉基、锌基及锡—铅钎料等近百个品种的软钎料,以及银基、铜基、铝基、镍基、锰基、金基、含钼钎料等近百个牌号的钎料。如果包括非标准化品种在内,有资料估计,我国共能生产600多种钎料。我国自行研制的不锈钢、耐热钢钎焊用的锰基钎料,具有特色,已成系列化,已用于钎焊液体火箭发动机及卫星等部件,核工业用镍基钎料获我国专利,该钎料具有耐腐蚀、抗辐照、工艺性能好及力学性能优异等特点。已用于钎焊核电站堆内构件;由此派生的民用普及型镍基钎料,可用于钎焊各种不锈钢及高温合金薄壁件。近年来,还研制出好几种非晶态钎料。钎焊材料其它生产科研成果不一一列举。

5. 焊粉(喷涂及喷焊用合金粉末)

我国六十年代末开始研制生产。机电部、冶金部及有色金属总公司下属有十多个专业工厂。热喷涂是国家“六五”、“七五”计划重点推广的新工艺,焊粉发展很快,从七十年代末年产量二、三十吨发展到目前的200吨左右,品种也从十几种发展到100多种。列入焊接材料产品样本的有镍基合金、钴基合金、铁基合金、铜基合金及复合粉末五大系列。此外我国还生产氧化铝、氧化铬、氧化钛及混合型陶瓷粉末。

6. 设备技术引进和焊接材料出口

80年以来,27个企业在机电部和地方政府支持下通过地方贷款引进了焊条,实芯焊丝,药芯焊丝及烧结焊剂的关键生产设备,质量控制检验设备和技术软件,投资金额共达三千多万美元。

表3 CO₂焊焊丝产量

1987年	1988年	1989年
4000T	8000T	16000T

焊条行业有16家引进瑞士奥利康,瑞典伊沙勃,西德万沙和日本神钢等焊条生产线和检测仪器设备,其中有五家引进配方,总计2000万美元。

有九家焊条厂,一家焊丝厂引进西德万沙,西德L+L及日本新日铁等实芯焊丝生产线,约1000万美元。上海焊条总厂有色分厂引进300(美)-Larilli(瑞士)特种焊丝连铸设备,主要用于钴基合金、镍基合金和特殊钢等特种焊丝的生产,88年11月鉴定通过。

北京焊条厂从英国引进一条药芯焊丝生产线,是有缝轧制成型。同时引进二个配方(钛钙型和低氢50公斤级E₅焊药芯焊丝)生产能力1000吨左右,88年投产。

锦州焊条厂引进瑞士奥利康烧结焊剂生产线。87年投产,生产能力5000/年。引进的三个配方,该厂已用国产原料赶上和超过了原产品水平。

上述设备和技术大多是从世界上一些技术先进的公司或厂家引进的,这对加速我国焊接材料行业的技术改造,提高生产技术水平起到了积极的促进作用。许多工厂生产的产品在国内市场受到欢迎,解决了某些重点工程的需要,挡住了部分进口产品,而且还返销和出口到国际市场。当然,在进出口方面还存在一定问题,下面再谈。

二、存在问题

1. 焊接材料产品构成比例不合理

从1988年焊接材料产品结构看来,手工焊焊条产量为41万吨,占焊接材料总产量的90%以上。而自动焊丝产量仅1.8万吨(埋弧焊丝约1万吨,气保护焊丝约8千吨)仅占焊接材料总产量的5%以下。

表4 美、日及西德焊接材料构成比例(%)

品 种	国 别	比 值			
		1965 (%)	1970 (%)	1975 (%)	1980 (%)
焊 条	法	84	82.4	54	40
	美	68.6	89	50.8	42.1
	西德	83.3	71.9	56.3	41.7
	日	96.2	87.3	70.4	60
埋弧焊丝	法	7.5	9	9.8	10
	美	9.4	7.6	8.6	10.5
	西德	6.8	8.2	12.9	13.5
	日	8.8	5.2	10	14
气体保 护焊 实芯焊丝	法	8.5	28.2	34.3	40.14
	美	13.9	16.9	25.1	26.3
	西德	9	8.2	27.2	32.3
	日	0	7.5	19.6	26
药芯焊丝	法	0	0.4	1.6	10
	美	8.1	12.5	15.5	21.1
	西德	0	1.1	6.2	12.5
	日				

而从美国、日本及西德几个工业发达国家焊接材料构成比例的演变看来(表1), 存在很大差距。如美国的焊条产量从1965年的60.6%降至1980年的42.1%, 日本则从65年的96.2%降至80年的60%; 而自动焊和半自动焊焊丝比例迅速增长, 美国由65年的31.4%增加到80年的57.9%, 而日本则从65年的0.8%增加到80年的40%。焊剂也相应增加。

为了满足我国社会主义经济建设飞跃发展的需要, 尽快提高焊接自动化水平, 应该大力发展自动与半自动焊用的焊接材料, 逐步调整我国焊接材料构成比例。

2. 焊接材料生产的宏观失控

这个问题在焊条行业中表现得尤为突出。据粗略统计, 全国焊条厂有三四百家之多。其中不少焊条厂生产条件很差, 技术力量薄弱。所生产的焊条等焊接材料(如普通碳钢焊条等)质量很低, 不符合性能要求的产品冲击了市场, 也加剧了原材料短缺的紧张状况, 迫切需要采取相应措施。

对于国家重点企业, 也要通过制订长远发展规划及相互协调, 以促进焊接材料生产的发展。

随着我国治理整顿, 深化改革的进展, 焊接材料生产的宏观失控问题必将逐步得到解决。也需要有一个行业管理机构, 加强宏观控制, 以促进焊接材料生产持续、稳定、协调地发展。

3. 制造工艺水平落后

大多数焊接材料生产企业制造工艺水平落后, 严重地阻碍了产品质量和生产率的提高。如: 焊丝加工: 多数企业仍然沿用硫酸(或盐酸)清除焊条盘元表面氧化皮和锈蚀。酸蒸汽和废液严重影响工人健康及污染周围环境。而国外早已采用无酸洗工艺; 焊丝校直切断机每分钟只能切二、三百根、噪音高(有的工厂噪音高达92分贝)。国外校直切断机噪音较小, 每分钟可切丝1000余根。拉丝时的润滑剂又产生大量粉尘。

涂料配制: 国内许多企业采用光电管控制的机械秤自动配粉线, 但精度不太高, 劳动条件改善不大。另一部分企业至今仍使用人工称量配粉、车间粉尘弥漫。劳动条件恶劣。而国外先进工厂已采用管道风动输送粉料, 电子秤称量, 微机自动控制配方和运用X光荧光光谱分析仪检测涂料成分。

焊条压涂工艺: 由于对多种物料(包括水玻璃)的物理化学性能及构成缺乏研究, 使药粉的压涂性能不如国外。碱性焊条由于很少研究和发展, 一般焊条厂每班仅生产几吨焊条, 而国外班产量可达10—20吨。(个别焊条厂Φ1.2碱性焊条, 台班产量可高达14—16吨, 超过了某些引进设备)。

气保护焊丝生产技术: 焊丝上盘缠绕技术没有过关。筒装焊丝国内尚属空白。镀铜质量不好, 铜层脱落, 抗腐蚀性差。焊丝软硬不一, 生产效率较低。

熔炼焊剂生产: 生产过程中放出的尘毒需要治理。熔炼炉能耗大(1600度/吨, 国外为1200度/吨)。

4. 进出口方面存在的问题

焊接材料企业引进项目, 绝大部分是由地方主管部门审批决定的, 缺乏整个焊接材料行业技术发展综合平衡指导。出现了同一公司产品、同一技术被国内多家工厂重复引进。有的厂家现有技术条件和能力不能及时消化引进技术, 长时间不能投产发挥技术经济效益。

焊接材料的出口量和品种少, 创汇额低。以往焊接材料出口市场较为混乱, 同行之间互相压价, 外商从中渔利。

三、焊接材料发展战略的几点建议

焊接材料行业发展战略的目标是：主要焊接材料的质量和技术水平达到国外80年代初的先进水平。为了实现这个任务，建议作好下列各项工作。

1. 调整产品结构，大力发展自动焊焊丝及焊剂：

通过努力，“八五”期间使自动、半自动焊接材料的比例，由目前的4%提高到15—20%，其中CO₂气保护焊丝占二分之一，埋弧焊丝占五分之一，焊剂占五分之一，药芯焊丝及其它品种占十分之一。

我国的CO₂焊焊丝，产品品种单一。而H08Mn2SiA焊丝成分也是沿袭苏联50年代制订的。与美、日、西德等工厂的同类焊丝相比，焊丝中含锰量偏高，需要全面考虑锰、硅含量的合理范围。较低的锰含量在焊丝拉拔生产过程中比较容易。

有的单位反映，我国冶炼的焊丝，由于杂质及夹杂物含量控制不严，某些焊丝（如H08A，H08MnA及H10Mn2A等）的埋弧焊焊缝韧性将要低于进口同类焊丝。

目前国产焊丝的硫磷含量实际水平为0.025%左右，国外大都在0.015%左右。焊丝中氮、氧含量我国未列为检验项目，一般均较高。要降低焊丝中杂质含量，就要改进焊丝冶炼工艺。

北京焊条厂引进药芯焊丝生产线，88年已投产供货，但因带材国内供应有困难而限制了产量。建议冶金部建立专门厂家提供药芯焊丝用带材，并开发新成分，新规格带材。

焊丝生产的品种、质量以至产量还受到冶金系统的制约。为了促进焊丝品种的增加和产品质量的提高（如合理制订焊丝成分范围及控制杂质含量等），需要理顺各部门之间的关系，解决好焊丝加工厂与冶炼厂的联合问题。有单位计划筹建包括冶炼及焊丝加工的成套生产基地。

气保护焊丝生产已有一定规模，今后应增加品种（如高强度、耐热钢焊丝，特种焊丝等）。提高焊丝质量、解决镀铜工艺，攻克层绕上盘工艺和设备、改进包装。

开发埋弧焊丝系列，以满足化工、电站锅炉及造船等行业生产需要。

焊剂方面：对最常用的熔炼焊剂（酸性、中性及碱性焊剂）加以改进，提高性能和质量（如焊缝金属的降氢和韧化，脱渣性的改善等）。大力推广烧结焊剂，加强焊剂系列化及新焊剂开发工作（如高强度、耐蚀钢、耐候钢、耐热钢、低温用钢不锈钢、镍基合金、高速焊剂及窄间隙埋弧焊焊剂等）。

鉴于埋弧焊用焊剂与焊丝没有配套生产，更没有配套供应。除个别厂家生产焊剂同时生产一部分焊丝外，大多数焊剂厂只提供焊剂本身的化学成分和颗粒度等一部分参数，而不能像国外那样提出焊丝、焊剂组合所完成的接头性能指标。因此，应加强焊丝与焊剂生产厂之间的横向联合，相互间制订切实可行的产品技术条件，编制焊剂焊丝配套使用说明书，以使焊剂和焊丝配套供应用户。

开展40、50公斤级气保护、自保护及堆焊用药芯焊丝的研制和生产。

焊条方面：主要应发展铁粉焊条、重力焊条和碱性低氢交直流两用焊条，同时扩大耐热钢、耐候钢、高强度及超低碳不锈钢焊条品种。并对钛型、钛钙型及钛铁矿型酸性焊条为节约钛资源进行新渣系研究工作。

众所周知，铁粉焊条具有熔敷效率高，降低电能耗，提高生产率，改善焊条工艺性能等优点。而且铁粉低氢焊条可以交流施焊，比直流电源可大量节电（如表5所示）。因此，各工业发达国家对铁粉焊条进行大量开发和应用，如美国林肯公司的EXX24，EXX27，EXX10，EXX20等四个品

种焊条占焊条总产量50%左右,瑞典伊沙公司铁粉焊条占总产量80%。我国七十年代末八十年代初相继鉴定了E5018、E5028、E5024等铁粉焊条,1986—1987年间通过焊条行业组织开发研究交流及推广,铁粉焊条已逐步为广大用户所熟悉和欢迎,已在各种产品结构的焊接中应用,取得良好效益。酸性钛型铁粉焊条E5024及碱性铁粉焊条E5018、E5028和相应的重力焊条将成为我国焊条的主导产品之一,应进一步稳定和提高该类焊条质量,研究低烟尘型铁粉焊条。目前产量占焊条总产量约5—7%的J507(E5015)焊条,是在苏联E5017—13焊条基础上,结合我国原材料特点调整后形成的直流电源焊条。美、日、和西欧等国对于抗拉强度为490—590MPa级别的低合金高强度焊条,已很少采用直流焊接,而普遍应用交流焊接。重要的原因之一是,交直流两用E5016型渣系焊条与直流焊E5015型焊条相比,单位重量熔敷金属的耗电量低(可降低一半左

表5 八小时一班制的电费(元)

负载率%	旋转直流焊机	整流式直流焊机	交流焊机
20	0.77	0.45	0.37
40	1.21	0.84	0.68
60	1.74	1.24	1.01
80	2.10	1.70	1.33

*按1度电2美分,电流300A计算

右)。应该逐步减少和淘汰直流施焊的低氢焊条,我国通用性的低氢焊条应向交直流两用的低氢铁粉焊条方向发展。

我国目前焊条总产量中,80%以上为钛型与钛钙型焊条。国际上钛资源紧缺、国内钛白粉、金红石、钛铁矿及还原钛铁矿价格猛涨。需要进一步加强代用材料及新渣系研究工作。

积极发展与低合金钢、合金钢及有色金属配套的各类焊接材料,满足基础工业、重点工程等焊接生产需要。

钎料方面,应进一步满足军工产品的需要,应重视为在国民经济中起重要作用的民品服务。利用我国现有基础的技术力量,借助引进技术,高速度地发展和研制钎焊材料,如低银、无银钎料,无镉钎料、低锡钎料、膏状钎料、非晶态钎料以及复合材料、陶瓷钎焊用钎料等。

2、消化引进技术、扩大中外合作,努力扩大出口:

要加强消化、吸收和研究“六五”、“七五”期间已经引进的先进装备和技术。今后除进行少量补充引进外,应尽力全部完成引进设备和技术的消化吸收工作,并从消化吸收向发展、创新迈进。另外,还要组织制订焊条用主要原辅料标准,这是落实消化引进配方技术的重要环节,我国原辅料标准只确定化学成分,对粉料粒度要求不够明确,而国外对此很重视。

进一步扩大各种形式的中外科技合作及技术交流活动,使行业始终跟踪了解国外同行的先进水平和发展动态。鼓励企业同国外厂商合资经营、合作生产和来料加工等各种合作形式。同时认真吸收国外先进管理经验。

应开创多种出口渠道和方式,努力扩大出口,发展新的出口品种。“八五”争取年出口量为1—10万吨。创造条件,组建我国焊接材料行业出口集团,组织内部协调分工,发挥各自特点和优势,协调出口价格,开发品种。

1、加强行业工作领导，提高制造工艺和企业管理水平

焊接材料行业现在缺乏行业管理机构，许多方面处于无政府状态，对焊接材料发展极为不利。极需建立一个焊材行业管理机构，以加强焊条、焊丝、焊剂、钎料及焊粉行业的全面领导，协调组织好行业的技术开发，工艺装备及专题攻关，进出口业务以及指导实施行业发展规划等工作。

强化工艺管理，结合消化引进，积极推广无酸洗剥壳、高速切丝、自动配粉焊条烘干炉、自动包装等先进工艺和装备、推广先进的检测方法、仪器和微机的应用。

加强企业管理，降低物耗和能耗，基本解决废液、噪音和粉尘三害。全面提高劳动生产率，加强行业的产品质量检查、标准化管理、技术情报和培训工作。

限于时间、资料和我们的工作水平，本文难免存在不少问题，请代表予以指正！

本文组稿过程中，曾得到一些专家和单位的大力支持，他们在百忙中向工委积极提供宝贵资料和意见，对此表示感谢！

我国焊接设备的生产现状、存在的问题与发展战略的分析及建议

机电部成都焊机研究所

李建国 周孟龙

摘要

本文在简要地阐述了焊接设备的发展动向和我国焊接设备的生产现状与存在问题的基础上,根据我国的国情,进行了我国焊接设备发展战略的分析,并提出了若干有关发展我国焊接设备的建议与措施。

一、电焊机在国民经济中的作用与地位

焊接——作为现代金属加工中最重要的方法之一,已为世人所瞩目。据不完全统计,全世界年产量45%左右的钢和大量的非铁金属(如铜、铝、钛等)以及部份非金属(如塑料等)都是通过焊接加工成为构件而付诸使用的。素有“工业缝纫机”美称的电焊机就是完成这一重要使命的主要技术装备。电焊机的发展,直接关系到航天、航空、造船、汽车、冶金、能源、机械制造、石油化工、电子等工业部门的发展,如果没有焊接设备,就没有现代工业的今天!时至今日,在整个国民经济中,已经确立了它应有的重要地位。因而,世界上工业发达国家的电焊机发展速度超过了其他金属加工设备的发展速度,这一点已被事实所证明。

二、焊接工艺与焊接设备的发展动向

1、焊接的应用领域将更加广泛

随着国民经济的高速发展和科学技术的不断进步,机械工业中大型结构将进一步采用焊接,“以焊代铆”、“以焊代锻”和“以焊代铸”将会获得更加广泛的应用。为了适应空间、海洋、低温等技术发展的需要,将进一步发展各种特殊材料及水下和太空中进行焊接的工艺与设备。例如,各种异型和异种金属的焊接;工程陶瓷材料与金属的焊接等。此外,随着一种新型的材料表面特殊加工——表面改质技术的问世,都将推动激光焊、电子束焊、等离子焊等高能密度焊接设备和固态焊接设备的较大发展。

2、焊接的机械化、自动化和成套水平将进一步提高

当前,国外的焊接机械化、自动化水平已经进入了一个新的阶段。近十几年来,焊接技术和其他各类科学技术一样,也获得了飞速的发展,虽然在焊接机理方面没有重大突破,但在焊接机械化和自动化方面都有了很大的进展。为了进一步保证焊接质量、提高劳动生产率,改善劳动条件和减少对熟练技术工人的依赖性——逐步把焊接技术从一种依靠人的技艺变成一种依靠科学的过程,正在和必将研制大量自动的、适应性强的焊接设备,来实现焊接过程和焊接能量的自动控制——自动检测、自动操作和自动调整。

为了缩短设计周期、降低成本和提高焊接构件的整体质量与工程寿命,一种“集思广益、博采众长”用于焊接工程的专家系统已经初露端倪。

(1)广泛采用先进技术和新成就,焊机的功能更趋完善

从技术基础来看,电焊机早已超越了变压器和电机的技术范畴。它不仅综合了电气、机械、焊接技术,还广泛地应用了电子技术、计算机技术、控制技术、超声技术、真空技术、等离子物理、光学、声学等各方面的最新成就。因而,电焊机的功能和质量都在日新月异地发展着。电焊机已经历了机械控制→电磁控制→电子控制的年代,并已进入了电子时代。从现在的情况看,任何一种新型、先进的焊接设备都离不开电子控制技术。正是由于各种控制技术和电子技术的发展,又赋予了各种焊机以新的生命,从而大大地改变了其原来面貌。一些具有焊接参数的自动检测、操作和调整以及焊后检测等功能的焊接设备将逐步进入工业实用阶段,多功能的机电一体化焊机也相继问世。

随着电子逆变技术的发展和功率电子器件的出现,逆变技术已经广泛地应用于手工电弧焊、TIG

焊、MAG 焊等弧焊电源中,同时在电阻焊机中也开始获得了应用。其优点是高效、节能和有利于焊接自动化。

(2) 电焊机正朝着优质、高效、成套和自动化的方向发展

七十年代中期以来,凡是优质、高效和节能的焊接方法与焊接设备,都得到了迅速的发展,如可控硅弧焊电源、逆变电源、CO₂ 焊机、窄间隙焊机、次级整流焊机、磁控旋弧焊机、摩擦焊机、电子束焊机、激光焊机以及电阻焊质量监控装置和各种弧焊传感器、参数检测装置等都得到了很大的发展。此外,在焊机的结构设计中,则力求简单、可靠。提高焊机的绝缘等级,其目的也是为了减轻重量,节省原材料。近几年来,国外很注意在通用焊机的“一机多用”上做文章,这种焊机在市场上很有竞争力,而且极易转化为专用焊接电源。

大型化的焊接成套设备,可以大大提高劳动生产率和产品质量,减少单位生产能力的基建投资、降低生产过程中的原材料与能源消耗,提高生产的自动化程度。成套焊接装置除了具有自动跟踪、检测、调整等功能外,有的还具有自动检查和分析焊接质量以及质量监控系统,再配以自动装卸、落料、成形和工件输送等辅助装置的自动成套生产线,基本上可以实现焊接过程与焊接质量的自动控制。这不仅可以大幅度提高焊接质量和劳动生产率,也为改善工人的劳动强度,进而向无人化生产铺平道路。

(3) 电子计算机和焊接机器人的广泛应用

大量的电子计算机将在焊接设备中获得应用。特别是廉价的单片机和单板机将在弧焊、阻焊和特种焊接设备中广泛采用,以扩展其功能,提高其自动化程度。在大量生产的场合,用计算机对数量众多的电阻焊机实行群控也是一个方向,这种控制系统已在汽车焊装生产线上得到应用。此外,电子计算机还广泛地应用于拟定计划、设计制图、自动加工以至分析焊接过程的热传导、冶金和力学行为等方面。

焊接机器人进入工业实用阶段。为了摆脱对高级熟练焊工的依赖,进一步提高焊接质量和劳动生产率,解决某些劳动条件十分恶劣或者工人根本无法进入的场合(例如,深水、高温、粉尘、放射性、真空等)的焊接问题,若干年来,人们一直致力于焊接机器人进入工业实用。据统计,目前全世界所有的工业机器人中,有 50% 以上是用于焊接的,在汽车和金属制品工业中尤为突出。现在可以这样说:世界上没有哪一家著名的汽车制造厂不采用焊接机器人了!

3. 电焊机行业的专业化分工和行业之间的横向合作进一步加强

随着科学技术的飞速发展,电焊机早已超越了原来的定义范围。时至今日,电焊机的门类是如此之多,相关技术又是如此繁复,以至于世界上没有任何一个厂家可以生产所有品种规格的焊机和制造焊机中所有的零部件。因此,一般企业仅生产几种结构相近的焊机,并非“大而全”、“小而全”地什么零部件都做,特别是一些成套用的精密或大型机械部份,均由其他企业(有的甚至跨国)配套生产后总装而成。这种既有专业化分工,又有密切横向合作的方式,不但有利于节省有限的人力、物力和资金,缩短交货周期,还有利于“扬长避短”、“精益求精”。

与此同时,各企业还特别注意产品的系列化、标准化和通用化工作。系列化的特点是:分档细、规格多、成系列,便于不同用户选择。通用化和标准化的特点是:同类焊机通过不同功能的通用部件组合而成,以构成不同品种。这种组合式的焊机不但有利于品种的更新换代,也大大地缩短了生产设计周期和减少工作量,同时,因其互换性强,也便于用户的使用与维修。

随着科学技术的发展,焊接技术的“综合性”特点已愈来愈明显,焊接工艺、焊接设备和焊接材料“三位一体”的科研生产体制已获得了长足的发展,这也是焊接技术发展的一个新特点。

三、我国电焊机行业的现状

据不完全统计,我国电焊行业——凡从事焊接设备研究、设计、制造者,均属此行业之列。目前,拥有机电部属电焊机研究所一个,各类电焊机专业和兼业制造厂 300 余家,还有 600~700 家从事焊机生产的集体或乡镇企业,估计总数在 1,000 家左右;还有 21 个设有焊接专业的高等院校以及十几个与焊接技术有关的部(省、市)属研究所。多年来,他们不但从事焊接理论方面的研究,也从事焊接工艺、焊接设备与材料的研究,是行业的一支重要力量。此外,全国焊接学会和全国职工技协焊接协会也是本行业的

重要盟军。1988年机电部计划定点企业为31家(89年为34家),其中包括骨干企业两家,重点企业六家。1988年31个部定点企业共生产各类焊机92,602台,年总产值3.5916万元,平均全员劳动生产率为16,705元/人·年

电焊机行业的八个重点骨干企业,共有职工约10,000人,其中工程技术人员约占10%。其电焊机的年总产量和总产值约占本行业31个部定点企业的50%以上,对本行业起着举足轻重的作用。多年来,为国民经济各部门提供了大量的各类焊接设备(30多年来,电焊机总产量约为150万台),其中不少大型、特种、专用和成套的焊接设备都是他们自行设计制造的,例如,我国汽车行业的绝大部分焊接设备(包括大型专用多点焊机)基本上都是他们生产的。

近十年来,随着“对内搞活经济,对外开放”政策的推行,“外引内联”工作已经取得了可喜的成绩(表一),一些中小企业最近几年的发展也很快;他们之中有些除了与国外厂商洽谈、引进生产技术或进行其他形式的合作外,国内电焊机厂与科研院(所)、大专院校之间的合作以及厂与厂之间的横向联系也大大地加强了。这一切,无疑对电焊机行业的发展起到很大的促进作用。

表一 “六、五”及“七、五”期间电焊机行业技术引进情况汇总

序号	项目内容	引进单位	国外厂商	引进方式	引进内容
1	焊接和电子设备	上海电焊机厂	法国 SCI- AKY VITRY 工厂	许可证和专 有技术转让	八个系列,四十九个品种的制 造技术
2	E系列二氧 化碳气体保 护焊机	成都电焊机 厂	南斯拉夫 “火花”公司	合作生产	E-180、200、300、450ACO ₂ 气 体保护焊机,南方提供送丝机 构、焊枪及外壳配套
3	CO ₂ 气体保 护焊机及测 试设备	天津电焊机 厂	日本“松下” 电器	引进技术	K系列,S系列6个品种规格的 CO ₂ 气体保护焊机生产技术及 9台测试设备
4	弧焊机制造 技术	合肥电焊机 厂	西德“克尔 希”公司	技贸结合	购买德方部份散件及专用设备 和主要另部件。德方无偿提供 三个系列十个品种的交流弧 焊机制造技术
5	半自动、自 动焊机制造 技术	上海电焊机 厂	美 国 MILLER 公 司	技术引进	11个系列,31个品种弧焊机
6	LHF系列可 控硅整流弧 焊电源设计 与制造技术	成都电焊机 厂	瑞典 ESAB 公司	许可证贸易	1 LHF250、400、630、800 电源 2 TIG ATD315 焊机 3 遥控装置 PHB1、PHB2 4 TIG 焊附加设备
7	内燃机驱动 焊机技术	无锡电焊机 厂	美国 HOBART BROTHER	许可证贸易	引进三个品种内燃机驱动焊机的 资料及样机
8	特种气保焊 机生产线	牡丹江无线 电六厂	日本大阪变 压器公司	设备引进	1、涂漆生产设备。2、丝网印刷 设备。3、打印设备。4、硅钢片切 断整列设备。5、钣金及面板加 工设备。6、变压器绕制设备。7、 综合测试仪器