

国防工业技术丛刊 94

等离子切割

(内部资料·注意保存)

国防工业出版社



等 离 子 切 割

国防工业出版社 出版

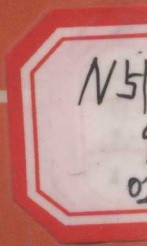
北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印装 内部发行

787×1092 1/32 印张 7/8 15 千字

1971 年 12 月 第一版 1971 年 12 月 第一次印刷

统一书号：N15034·(活)-94 定价：0.10 元



毛主席语录

坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三结合，大搞技术革新和技术革命。

社会主义革命和社会主义建设，必须坚持群众路线，放手发动群众，大搞群众运动。

灿烂的思想政治之花，必然结成丰满的经济之果，这是完全合乎规律的发展。

毛主席语录

大 在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。

因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

要认真总结经验。

目 录

排气门等离子自动堆焊.....	5
等离子喷镀硬质合金.....	7
等离子切割.....	12
等离子弧精密切割.....	20

一、工作原理

等离子弧是将不燃化电接于工作间所激发的电弧，用压缩空气压缩于一定高度的喷嘴管道孔中，强烈的机械压缩产生气体的“热收缩”和“磁压缩”效应，使弧柱体收缩，并提高温度中，气体的温度增大，产生比一般电弧比温度高得多的弧焰。等离子弧的电弧功率比一般电弧功率大得多，我国是较早个搞技术作展，而部更富，张流在喷管片断裂，其温度达 10^4 ℃左右，这种电弧的温度比一般电弧温度高得多，其温度达 10^4 ℃左右。

二、等离子弧结构简介

等离子弧由等离子弧电源、喷嘴、电极、电极冷却系统和工件等组成（见图1）。

出版说明

在党的“九大”团结、胜利路线的指引下，经过无产阶级文化大革命战斗洗礼的我国工人阶级，高举《鞍钢宪法》的光辉旗帜，坚决贯彻执行毛主席“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针，狠批叛徒、内奸、工贼刘少奇及其一类政治骗子所推行的反革命修正主义路线，狠抓革命，猛促生产，形势越来越好。

战斗在国防工业战线上的广大工人、革命干部和技术人员，遵照伟大领袖毛主席关于“我们必须打破常规，尽量采用先进技术”和“大搞技术革新”等一系列教导，树雄心，立壮志，破除迷信，解放思想，积极开展向技术革新要材料、要设备、要产量、要质量、要品种、要劳力的群众运动，取得了丰硕的成果，积累了丰富的经验。

实践证明：在技术革新方面，大有潜力可挖。通过改进产品设计、改革旧设备、采用新技术和新工艺、节约和代用原材料等，已经创造出了不少体积小、重量轻、精度高、效率高的新型产品和设备，提高了劳动生产率，节约了原材料，降低了成本，这对于多快好省地建设社会主义具有重大的政治意义。

遵循伟大领袖毛主席关于“要认真总结经验”的教导，为了更好地交流和推广技术革新成果，在有关部门的指导和兄弟单位的大力支持与协助下，我们从国防工业技术革新的项目中，选编出版了《射流》、《可控硅》、《测试仪器》、

《等离子切割》、《爆炸成形》、《精密铸造》、《冷挤压工艺》、《无氰电镀》等八种技术资料汇编和一些小册子，供国防工业战线上的广大工人、革命干部和技术人员参考。

由于我们认真学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想不够，业务水平低，又没有进行广泛深入的调查研究，因此，在出版的这些资料中，可能存在不少缺点和错误，恳请同志们批评指正。

目 录

排气门等离子自动堆焊.....	5
等离子喷镀硬质合金.....	7
等离子切割.....	12
等离子弧精密切割.....	20

一、工作原理

等离子弧是将不燃化电接于工作间所激发的电弧，用压缩空气压缩于一定高度的喷嘴管道孔中，强烈的机械压缩产生弧管的“热收缩”和“磁压缩”效应，使弧管体积缩小，随着高度增加，气体的密度增大，产生比一般电弧比热强度更高的弧焰。等离子弧的电弧强度比一般电弧强度高几倍至几十倍。等离子弧的电弧强度比一般电弧强度高几倍至几十倍。等离子弧的电弧强度比一般电弧强度高几倍至几十倍。

二、等离子弧结构简介

等离子弧由等离子弧焰和电极两部分组成。电极由钨棒和钨棒组成。电极由钨棒和钨棒组成。电极由钨棒和钨棒组成。电极由钨棒和钨棒组成。

《热力学切割》、《爆炸成形》、《铸管制造》、《冲压工艺》、《无线电波》等八种技术资料的编辑一些小册子，供国防工业战线上的广大工人、技术人员和工程人员参考。

由于我们认真学习马列主义、毛泽东思想，业务水平不断提高，又有着丰富的实践经验，因此在编写过程中，可能还存在不少缺点，恳请广大读者批评指正。

编委会 编

排气门等离子自动堆焊

——红湘江机器厂——

关于排气门堆焊，我厂过去采用氧-乙炔焰手工堆焊进行生产，生产效率低，劳动强度大，堆焊质量不稳定。为此，我厂广大工人和技术人员，遵照毛主席关于“独立自主、自力更生”的伟大教导，组成以工人为主体的三结合小组，开展技术革新的群众运动，经多次反复实践，终于试成了排气门等离子自动堆焊机。

一、工作原理

等离子弧焰是将不熔化电极与工件间所激发起的电弧，用维弧气流压缩于一定截面的喷嘴管通孔中，强烈的机械压缩产生弧流的“热收缩”和“磁体流收缩”效应，使弧流体积缩小，能量高度集中，气体电离度增大，产生比一般开敞电弧温度高得多的弧焰。等离子弧的电弧功率在较长的电弧长度上集中，其温区沿整个长度上伸展，底部变宽，弧流在喷嘴外膨胀，其底部功率密度较开敞电弧要小，这种低的热强度促成浅而宽的熔深形状，以便进行堆焊。

二、堆焊机结构简介

堆焊机由等离子弧焰焊枪，堆焊电源，电气控制箱和堆焊工作台组成（见图1）。

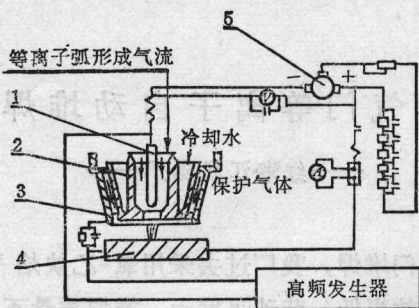


图1 等离子堆焊原理示意图

1—钨极；2—主喷嘴；3—保护喷嘴；4—工件；5—直流弧焊机。

等离子焊枪包括：主喷嘴、保护喷嘴、电极夹持机构、气室和水冷装置。

堆焊电源可用直流弧焊机或焊接整流器。

电气控制箱采用时间继电器，使整个堆焊过程实现程序控制。

三、使用效果

等离子自动堆焊与氧-乙炔焰堆焊相比较，有如下优点：

1. 生产效率提高四倍。
2. 易于保证堆焊质量。
3. 节约合金材料。每月可为国家节约昂贵的镍铬合金焊条 500 公斤，价值 5 万余元。
4. 技术容易掌握。一个普通工人经短期培训就可熟练操作。
5. 节省人力。手工堆焊需要六人，等离子弧焰堆焊只需一人。

(1-国及) 焊接合金工

等离子喷镀硬质合金

——红湘江机器厂——

等离子喷镀是一项新技术。我厂广大工人、革命干部和技术人员，遵照毛主席“中国应当对于人类有较大的贡献”的伟大教导，坚决走中国自己工业发展的道路，充分发挥了群众智慧，经过多次的反复试验，先后攻克了设备制造、喷枪结构、合金成分，以及喷镀工艺参数等关键，基本掌握了这门新技术。但是对喷镀合金材料硬度及喷镀层的结合强度仍未完全过关，特别对高温高压下工作的产品零件的喷镀仍存在一些问题，三结合试验小组遵照毛主席关于“人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进”的教导，围绕着喷镀质量，进行了一系列的探索研究和改进。在设备上达到了半自动化，由原来4~5人操作减到1人。在喷镀用的材料上，创出了自己的合金体系，先后冶制成功了红Ⅲ型等合金。在粉末的制造上，闯出了制粒的完整工艺。从而使喷层的硬度、结合强度、均匀度、光洁度等方面都有了大幅度的提高，成功地使用于工具生产，继而直接喷镀产品零件。

一、等离子喷镀原理

等离子喷镀硬质合金是利用等离子体作热源，产生8000~16000℃的高温，使被喷镀的合金粉末进入高温高速

的等离子焰流内，瞬时熔化后，以 100 米/秒以上的高速射向工件表面，形成镀层。达到抗磨、耐高温、抗腐蚀等目的。

二、设备简介

等离子喷镀设备是由床身、直流电源、控制箱、起弧装置、水冷系统、气流系统、送粉装置、等离子体发生器（喷枪）等八部分组成。

床身是利用废旧机床改装的，使用两台 AB-500 型旧直流电焊机串联作电源，利用时间继电器进行控制，两台依次自动起动。用高频振荡器起弧，高频振荡器能使两极间隙击穿，使气体分子游离，从而起到减小起弧电压的作用。为防止高频电流进入直流发电机，设置了高频扼流圈。

为使工作过程中有足够的冷却水流量及工作气体流量，设有水压及气压继电器进行连锁控制。当水、气压力不足时，即全部自动停车。

喷镀是采用“非转移”型的电路接法，即钨钨电极接负极，喷嘴接正极。采用的电参数见表 1。

表 1

电参数 \ 材料	氧化铝	氧化钴	氧化铈	各种 硬质合金 (包括红Ⅱ)
工作电流 (安培)	500	400	550	350~400
工作电压 (伏特)	32~35	70	35	70~80

气路：主气流用氩气及氮气，送粉气流用氮气。

水路：用自来水，用 0.125 千瓦水泵加压作水源。

送粉器：通过改进，现已改为转轮输送式送粉器，可控制可调节。送粉量偏差不大于 0.3 克/分。

喷枪：见图 1。

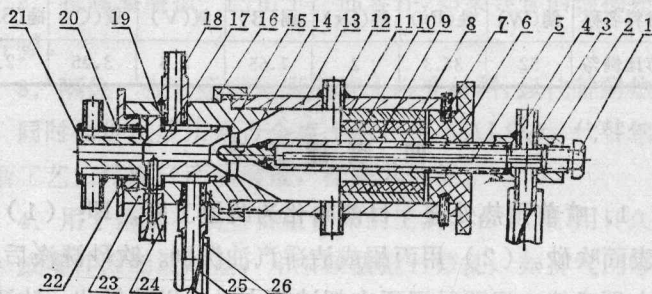


图 1

- 1—封水螺钉；2—水冷接头；3—水管；4—密封垫；5—导流片；
6—调节螺母；7—定位螺钉；8—阴极杆；9—内衬套；10—节绝
緣环；11—外衬套；12—气管；13—枪体；14—阴极头；15—垫圈；
16—压紧螺帽；17—喷嘴；18—水管；19—垫圈；20—封水环；
21—附加喷嘴；22—压紧螺母；23—主冷却套；24—送粉嘴；
25—导线；26—皮管。

三、喷镀用粉末

所喷镀的粉末有氧化铝、氧化钨、氧化钙等陶瓷材料和各种高熔点金属及其合金。经常喷镀的是自制的硬质合金，喷层结合强度高，如喷在耐热合金上的氧化铝喷层，加温至 1200°C ，浸入 20°C 的水中急冷，反复7次未出现剥落现象。有的硬质合金喷层经历13次冷热循环，亦无剥落。

我厂较常用的喷镀粉末，是利用废料制造的含有碳化钨、碳化钒、碳化铬、硼化铬等复合碳（硼）化合物的红Ⅱ型硬质合金喷镀材料。它具有极良好的喷镀性能，镀层硬度高达 $HR_C=71\sim 73$ ，其结合强度良好，红Ⅱ型喷镀合金成分见表2。

表 2

材料名称	钨(W)	铁(Fe)	铬(Cr)	硼(B)	钒(V)	碳(C)	硅(Si)
配方比例%	52	36.3	2	1.65	2.5	3.25	2.4

四、喷镀工艺

1. 喷前预处理 目前简化为两道工序, 即: (1) 工件表面吹砂。(2) 用丙酮或洁净汽油洗刷。吹砂洗涤后, 最好立即喷镀, 间隔时间不宜超过 2 小时, 以防氧化、沾污, 影响结合强度。

2. 喷镀时, 喷口与零件表面之距离, 一般在 90~120 毫米。过大, 则镀层结合强度、硬度、密度会降低; 喷镀距离过小, 则零件有过热现象。

3. 喷镀所用功率(见表 1)。

4. 喷层厚度随喷镀时间的延长而增加。但过厚会显著降低结合力, 故喷层总厚度一般不超过 0.6 毫米。通常在 0.2~0.3 毫米之间。每喷镀一次, 约 0.03~0.07 毫米, 反复数次达到最后要求尺寸。若喷层总厚度不大时(如 0.1 毫米), 则一次喷镀完成。每次喷镀厚度的大小, 由调整送粉量和喷枪移动速度来控制。

五、应用范围及其效果

根据零件不同的工作条件要求, 喷上不同的粉末材料, 以达到抗磨、抗高温、抗氧化、隔热、防蚀、电绝缘等目的。应用的范围及效果如下:

1. 抗磨损 多数用于有剧烈磨损的工具上, 一般可以

延长寿命 16~20 倍。

2. 抗高温磨损 已用于产品零件,如某导管的连接环和叶片等。

3. 隔热 在普通碳钢表面喷上陶瓷材料,以代替耐热合金。同时初步试成用铝合金喷上氧化铝 (Al_2O_3),代替钢材的新工艺,可减轻产品重量,提高其性能。

4. 用于修复 某些贵重价昂的工具,由于使用日久磨损,或零件因制造超差,用喷镀法进行修复,如排气门等,可以节约材料,避免浪费。

等 离 子 切 割

——红湘江机器厂——

我厂过去对铝和铝合金、铜和铜合金，以及不锈钢等高强度合金材料的切割，采用钻孔或电弧熔割的方法，生产效率低，劳动强度大，而且浪费大量的贵金属。无产阶级文化大革命后，我厂广大工人和技术人员，经过反复实践，终于制成了一台等离子切割机床，解决了各种有色金属的下料切割。

一、等离子切割基本原理

1. 何谓等离子体？

我们知道物体加热后，温度不断升高，内能不断增高，就可以由固态变为液态，由液态变为气态。若是将气体再加热。气体的内能进一步增大，原子的外层电子就可以从原子中脱离出去。如果不断加热电子、不断脱离原子，使电离不断发生，到一定时候，气体就不再是由分子、原子构成，而是由电子和离子构成。这时，对整体来讲电子的负电荷量和离子的正电荷量接近相等呈中性状态，这种由离子、电子构成而正负电荷相等的物质被称为宇宙的第四态——等离子态，也就是等离子体。等离子体在宇宙中普遍存在，有高温的和低温的，在高温等离子体中的电子可达几万度，如太阳