

77.82/
223.1

说 明

国家经委、国家科委于八一年十月在北京主持召开了“全国热喷涂技术交流推广会”，同时举办了“全国热喷涂技术交流推广展览会”。

为了使有关各方人员对我国的热喷涂技术的概况有所了解，有利于推广应用，全国热喷涂协作组现将“全国热喷涂技术交流推广展览会”按展出单位的顺序和展出内容抄录，由全国热喷涂协作组田冀莎整理编写。未经展出单位核对，可能有误，望批评指正。

4500/04

全国热喷涂协作组

一九八二年六月

前 言

为了贯彻中央关于“科技工作为经济建设服务的方针、配合全国热喷涂（焊）技术交流推广会议的召开，特举办这个展览，旨在检阅我国几年来在推广热喷涂（焊）新技术方面所取得的成绩，把比较成熟的技术经济效果显著的新材料、新设备、新工艺及时地推广应用，使之在国民经济中发挥更大的作用。

主要展品有：热喷涂（焊）材料（自熔性合金粉末，复合粉末、丝），热喷涂（焊）专用工具、设备，以及热喷涂（焊）新技术在国民经济各领域的应用中所取得的技术经济效果等。欢迎同志们参观指导。多提宝贵意见。

国家经委，国家科委

一九八一年十月

目 录

中国科学院

热喷涂及复合粉末科学研究工作简介

一、金属研究所.....	1
(一) 热喷涂的应用及经济效益	
1. 高炉渣口	
2. 火箭发动机喷管	
3. 电炉盘	
4. 坩 埚	
5. 挤压模具	
二、硅酸盐研究所.....	2
(一) 等离子喷涂各种涂层的应用及经济效益	
1. 广泛应用的氧化铬涂层	
2. 高效节电红外涂层	
(二) 各种涂层的性能及用途	
(三) 特种等离子喷涂粉末的生产流程	
(四) 送粉设备——反旋送粉器	
三、电子学研究所.....	5
电弧等离子技术在电子领域中的应用	
四、化工冶金研究所.....	5
粉末产品介绍	

冶金部

一、喷涂材料的研制与生产.....	6
(一) 粉末概述	
1. 合金粉末	
2. 复合型粉末	
3. 复合型喷涂丝	
(二) 喷涂(焊)用合金粉末、复合粉末、纯金属粉末的品种简介	
二、热喷涂(焊)的应用及经济效益.....	15
(一) 氧—乙炔喷涂(焊)工艺	
(二) 等离子喷涂(焊)工艺	
(三) FNA涂层气阀新技术	
三、检测.....	20
四、研制新的防护设备和喷枪.....	20

第一机械工业部

一、热喷涂设备.....	21
(一) 气电喷涂	

(二) 火焰喷涂	
(三) 等离子喷涂	
(四) 等离子喷焊	
二、热喷涂材料	25
三、热喷涂工艺	26
(一) 热喷涂工艺经济效益	
(二) 热喷涂(焊)工具、设备介绍	
四、一机部生产的各种合金粉	33
铁道部	
一、氧—乙炔焰粉末喷涂应用实例	35
二、等离子弧粉末喷涂实例	36
三、等离子弧粉末堆焊	37
四、氧—乙炔焰粉末喷焊实例	37
五、喷涂用粉末	37
六、喷涂用设备、工具	38
煤炭部	
一、等离子喷焊技术	39
1. 等离子喷焊应用实例	
2. 经济效益	
二、火焰喷涂技术	39
农业机械工业部	
一、改进电喷涂工艺提高涂层质量	41
二、等离子喷涂修复缸套寿命高, 成本低	41
三、等离子堆焊铧犁	41
四、在农机系统所使用的喷涂(焊)合金粉末	42
三机部	
一、喷涂设备研制成果	43
二、等离子及火焰喷涂的应用	44
三、爆炸喷涂设备的研制和应用	47
装甲兵	
一、等离子喷涂	49
二、氧—乙炔焰喷涂(焊)的应用	52
七机部(703所)	
一、热喷涂(焊)在703所的应用	55
二、设备简介	55
电力部	
一、喷熔技术的应用	56
二、喷涂技术的应用	57
化工部(南京化学工业公司化工机械厂)	58

中国科学院

热喷涂及复合粉末科学研究工作简介

金属所, 硅酸盐所从1960年开始研究电弧等离子喷涂技术, 1972年化冶所开始研制复合粉末。这些项目分别在1964年和1977年获得国家科委三等奖, 通过了鉴定并获得了科学大会成果奖。1967年电子所开始将热喷涂技术应用到电子学领域中。科学院等离子喷涂工作是从宇航工作开始的, 研制的耐热涂层先后在回收卫星的超短波天线、火箭发动机、导弹遥测天线上得到应用, 并几次受到国防科委的奖励。经过20年的工作, 这项技术已在国防军工上取得一定地位并逐步在民用工业中推广应用。金属所在冶金工厂中推广抗熔融金属及渣浸蚀的涂层, 高炉渣(风)口, 熔锌搅拌器上收到了提高寿命2—3倍的效果。硅酸盐所研制了16个品种的隔热, 耐磨和特殊功能涂层, 并在八个工厂推广。电子所研究的热发射阴极涂层达到了世界上同类材料的较高水平。化冶所先后研制并成批生产包复粉末20多种, 总产量达6吨多, 这些粉末在固结人造金刚石石油钻头, 航空涡轮发动机封严部件上得到应用, 为我国第一口6011米超深井, 提高发动机翻修合格率和发动机使用寿命作出了贡献。这些成果至今仍在生产上发挥作用。

为了保证工艺及性能稳定, 还对涂层参数, 粉末在喷涂过程中的物理化学变化, 涂层结构和性能的检测方法, 涂层与底材界面结合作用, 以及几种典型涂层进行较全面的研究。各所都写出了一些有价值的论文。

一、金属研究所

金属所从1960年开始自制设备, 从事电弧等离子技术和热喷涂工艺的研究。二十多年来研制了耐高温、绝热、耐磨、防腐、绝缘、催化辐射等涂层, 喷涂了近二十余种金属, 陶瓷和金属陶瓷粉末。这些涂层首先在火箭、航天技术方面得到应用, 而后逐步推广到冶金、机械制造、化学等工业, 并取得了一定的科研成果。同时对涂层工艺, 物理性能及涂层的机理进行了基本的研究并取得一些成果, 为我国等离子喷涂推广应用做出了一定贡献。

(一) 热喷涂的应用及经济效益

1. 高炉渣口

金属研究所与本钢协作, 研制了多层复合涂层, 使其寿命延长2—3倍, 已在本钢第二炼铁厂全面推广, 该厂一年因此可增加收入120余万元。

2. 火箭发动机喷管

空空导弹的火箭喷管收敛段及扩散段都加施了 Al_2O_3 涂层,

3. 电炉盘

平板热导仪中使用的电炉盘在铜基体上加施 Al_2O_3 作高温绝缘涂层。

4. 坩埚

喷涂 ZrO_2 的石墨坩埚成功地用于熔炼铀等金属。喷涂钼的石墨坩埚, 用于熔炼半导体材料硅, 显著降低碳杂质含量, 硅纯度达国内先进水平。喷涂钨的石墨坩埚, 用于

熔炼石英。

5. 挤压模具

难熔金属的挤压在1400℃以上进行, 模具损坏快, 型材尺寸变化很大、在模具上加施Ni/Al, $ZrO_2 + Ni/Al$, ZrO_2 涂层以后, 提高了模具寿命改善了型材质量。

二、硅酸盐研究所

由于国民经济发展的需要, 58年以来, 上海硅酸盐所研制成功了高温隔热 (ZrO_2 、 Al_2O_3 、 ZrO_2-W 、 ZrO_2-Ni/Al), 耐磨(Al_2O_3 、 $Al_2O_3-TiO_2$ 、 Co/WC 、 Cr_3C_2-NiCr)、红外辐射烘烤 ($ZrO_2-TiO_2-Nb_2O_5$), 电解催化 (Fe、Co、Ni、), 固体电介质 (ZrO_2-Cr 、 ZrO_2-Mo) 以及W、Mo、Ni/Al等16种电弧等离子喷涂涂层。先后已在上海长征机械厂、上海石化总厂机修厂、南京化学公司机械厂、四川化工厂、浙江鄞县标准件厂、江苏吴江红外元件厂、上海长征农场涂料厂等八个工厂推广生产。产品在宇航、航空、石油化工、轻工纺织等工业上获得了广泛的应用, 并收到了可观的经济效益。此外还研制了多种无机非金属涂层原料, 如 Cr_2O_3 、 $TiO_2-Al_2O_3$ 、 $ZrO_2-TiO_2-Nb_2O_5$ 等, 建立了全套等离子喷涂设备和部分涂层性能测定装置。

(一) 等离子喷涂各种涂层的应用及经济效益

1. 广泛应用的氧化铬涂层

氧化铬耐磨涂层应用广泛, 经济效果明显。上海石化总厂机修厂1978—81年共生产磨环1700件, 产值11.9万元, 节省外汇55万美元, 南化公司机械厂共生产轴套332件, 代替进口另件, 节省外汇133.2万美元。

鄞县标准件厂1978—81年9月共生产 Cr_2O_3 、 Co/WC 、Ni/Al、 Al_2O_3 磨环轴套4700件。价值24万元, 节省外汇33万美元。

2. 高效节电红外涂层

江苏吴江红外元件厂出售红外辐射烘烤涂层电热元件30余万件, 总功率达30余万瓩, 可节电33%。

(二)、各种涂层的性能及用途

涂层类别	涂层成份	涂 层 性 能					主 要 用 途	研 制 生 产 单 位
		气孔率 %	抗折强度 Kg/cm ²	显微硬度 Kg/mm ²	体积密度 g/cm ³	其他		
氧化铬 耐磨涂层		4.7	830	1100	4.52		化工输液泵的柱 塞, 磨环, 轴套 等另部件表面涂 层	
碳化钨 耐磨涂层	80% WC -12% Co	10.8	1150	1230	13.87		用于航空发动机 和石油化工机械 部件的表面耐磨 层	研: 上海硅 酸盐所 生: 上海长 征机械厂、 上海石化总 厂机修厂、 浙江鄞县标 准件厂
碳化铬 耐磨涂层	75% Cr ₃ C ₂ -25% NiCr	10.8	2800	1075	6.16			
氧化铝 耐磨涂层	Al ₂ O ₃	5.7	776	940	3.23		主要用于航空发 动机、石墨部件 表面及化工设备 耐磨表面	研: 上海硅 酸盐所 生: 咸阳紡 织机械厂 上海长征 机械厂
氧化钛 耐磨涂层	TiO ₂	6.0	838	910	4.01			
氧化铝— 氧化钛 耐磨涂层	Al ₂ O ₃ — TiO ₂	4.9—6.0	910— 981	1065	3.48 —4.03		主要用于纺织机 械另件表面	
氧化铝 隔热涂层	Al ₂ O ₃	17.4— 20.8	467		2.91 —3.07	导温 系数 Cm ₂ / sec 0.005	主要用于宇航工 业的高温隔热、 石化设备的隔热	
氧化锆 隔热涂层	ZrO ₂	8.7	550		5.25	导温 系数 0.004		
氧化锆— 金属 复合过 渡型隔 热涂层	ZrO ₂ W	9.8— 12.2	600— 1200		5.5— 14.5			
	ZrO ₂ —Ni/Al	7.1— 8.8	570— 1730		5.32— 6.69			

續表

氧化鋅— 氧化鉬— 氧化鉻固 體電介 質塗層	Zr ₂ O ₃	10.8	503		5.18	离子 迁移 率 796	用作鋼水定氧儀 探頭固體電介質 材料	研：上海硅 酸鹽所 生：上海冶 金計量廠
	Mo	15.7	1230		7.84			
	Cr	6.15	1415		5.90			
无机非 金屬塗 層原料	Cr ₂ O ₃					顆粒 尺寸 200— 400 目	Cr ₂ O ₃ 塗層原料	
	TiO ₂ >98%					顆粒 尺寸 200 —400	TiO ₂ 塗層原料	
	TiO ₂ — ZrO ₂ — Nb ₂ O ₅	4.9			4.03	顆粒 尺寸 >400 目 使用 溫度 >400 ℃ 單色 輻射 係數 >0.85	紅外輻射烘烤塗 層原料 加塗于電工元件 表面，用水油漆 干燥，物質脫水 顏料固色等烘烤 技術，具有明顯 節電效果	

(三)、Cr₂O₃、TiO₂、Al₂O₃—TiO₂、紅—Ⅰ等特种等離子噴塗粉末的生產流程：

配料—球磨—噴霧—燒結—過篩成品

研究單位：上海硅酸鹽研究所

生產單位：上海長征農場塗料廠

(四)、送粉設備—反旋送粉器（一九七八年研製）

特點：1. 能固定輸送1—140μm各種金屬、非金屬粉，不受粉末的形狀、比重和流動性影響。

2. 能輸送各種比例的混合粉末，送粉時，粉末在料盆內繼續被攪拌均勻，無機械振動，避免混合粉末分層。

三、电子学研究所

自68年建立电弧等离子试验室以来,工作不断取得进展。着重解决了性能较稳定不污染涂层的喷枪和输送超细粉末的送粉器等设备。在工艺方面,先后进行过喷铸、喷涂、堆焊和焊接等工作。目前研究方向是某些功能涂层的应用。

以 LaB_6 为基础的热电子发射涂层已取得了进展,在较低温度下发射性能已达到国外报导的最高水平。比日本78年报导的数据高近十倍。现已进入下述五项应用试验工作:

(1) 某回旋加速器的电子源。(2) 同位素生产中的离子源。(3) 热电子发电的极板。(4) 离子掺杂机的离子源。(5) 大功率发射管阴极。

最近,又开展了以钛酸盐为基础的陶瓷半导体涂层的研究,这是解决能源问题的一项探索性工作。目前,已作出了一些试样,有一定的量子输出。

(一) 电弧等离子技术在电子领域中的应用

1. 六硼化镧热电子发射涂层试验二极管

用电弧等离子喷涂研制的涂层六硼化镧热阴极,化学稳定性好,耐离子轰击,耐气体中毒,在 1400°C 以下测得了文献上未报导的新水平,为其在较低温度使用展出了前景,可用作大发射电流的电子源,离子源。

2. 叠片式波纹管

微弧等离子焊接的波纹管,有壁薄,伸缩比大(动程大)、弹力小调节稳定、总体设计尺寸小等优点。

四、化工冶金研究所

化冶所从1972年开始研制复合涂层粉末,十年来研制成功自结合涂层(Ni/Al 、 Al/Ni)、可磨耗封严涂层($\text{Ni}/\text{硅藻土}$ 、 $\text{Ni}/\text{石墨}$ 、 $\text{Al}/\text{聚脂粉}$ 、 $\text{Ni}-\text{Cr}$ 硅藻土),隔热耐磨涂层, (Ni/ZrO_2 、 $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$),耐磨涂层(Co/WC 、 $\text{Ni}/\text{Cr}_3\text{C}_2$,以及 $\text{Ni}-\text{Cr}/\text{Cr}_3\text{C}_2$),低温绝缘材料($\text{Al}/\text{空心玻璃球}$)等热喷涂材料20多种。许多产品经过鉴定,主要性能达到国外同类产品水平。产品主要用于宇航,航空工业。逐步推广于石油、化工、冶金、农机等民用工业。所内开展热喷涂工艺和基础理论的研究将为研制新品种和提高产品质量做出贡献。

(一) 粉末产品介绍

1. 镍包碳化钛钨粉
2. 铝包镍粉
3. 镍铬合金包硅藻土
4. 镍包石墨
5. 镍包氧化铝
6. 铝包铜
7. 铝包镍
8. 铜包石墨
9. 铝包中空玻璃球

10. 镍铬合金包碳化铬
11. 镍包聚脂
12. 铝包石墨
13. 钴包碳化钨
14. 镍铬合金包石墨
15. 镍包碳化铬
16. 镍包碳化钨
17. 镍包铝
18. 镍包硅藻土

冶 金 部

冶金部是我国研究、生产金属材料的主要部门。拥有雄厚的技术力量，生产能力大，有供各部门生产发展所需原材料的现代化基础。

六十年代初，冶金部有关单位已开始对喷涂（焊）技术进行了广泛而系统的研究，陆续研制了大批新型的喷涂（焊）材料，成功采用了相应的喷涂（焊）工艺。

冶金部目前所提供的喷涂（焊）材料，品种多样、质量优良，有些牌号已接近或达到国外同类产品的水平，多数材料已通过部级鉴定，已广泛用于冶金、交通、铁道、煤炭、石油、化工机械、轻纺、国防等部门。并举办了全国性和各地区的培训班三十多期，给各部门培养了大批技术骨干，有力地推动了喷涂（焊）技术的发展。

在研究、生产喷涂（焊）用合金粉、复合粉方面，拥有水喷、气喷、真空喷与加压氢还原法、粘结法、喷雾法等各种工艺和设备，具有系列全、牌号多、质量好、产量大的特点，以及采用金属复合工艺制成喷涂丝的设备，将为全国喷涂（焊）新技术的推广应用提供有利条件。

冶金部有关科研和生产单位，已具有国内外先进水平的检测手段，可对各种金属材料的化学成份、微观结构、物理参数、机械性能等各项指标作全面的检测和分析，从而提高产品质量，满足用户要求，奠定了可靠的基础。

一、喷涂材料的研制与生产

（一）粉末概述

1. 合金粉末

作表面涂层用的合金粉末可分为自熔性和非自熔性二类：

（1）自熔性合金粉末的特点：

一般都含有硼、硅元素，熔点低，喷涂（焊）工艺性能好，涂层硬度一般为HRC25~62（碳化物质点为HRC75左右），较同等硬度的钢耐磨1~20倍，耐蚀性一般超过优质不锈钢，抗高温、抗氧化性能好。

（2）非自熔性合金粉末的特点：

氧化速率低、不需要重熔，基材温度低，与自熔材料并用，可得到理想的涂层。

冶金部目前拥有40多种牌号的合金粉末，这些粉末基本上是球形，都具有优良的性能，是喷涂（焊）的好材料。

2. 复合型粉末

复合粉分为包复型和非包复型，采用气相沉积、液相沉积和固相沉积等方法制取。基于材料组合的不同，具有各种优异性能，用于热喷涂，可获得结合力强、耐高温、抗氧化、耐磨损、抗热冲击及耐腐蚀等性能的涂层，也可作为粉末冶金产品原料等。

冶金部现已生产十种牌号的复合粉，年生产能力已具相当规模，销售量占全国总销售量的60%左右，其品种，产量与销售量均占全国首位。

目前，冶金部生产的复合粉已广泛地应用在各个经济部门，以其发展和应用情况来

看，必将具有更为广阔的前景。

3. 复合型喷涂丝

为了使热喷涂用丝材在国内与粉材比翼高飞，冶金部采用金属复合工艺，研制成九种抗高温、耐腐蚀、耐磨等性能优异的复合型喷涂丝，这些喷涂丝可用于：

- (1) 各种材料的结合底层和不同涂层的过渡层
- (2) “一次性”涂层，即涂层本身既是工作层又是结合底层
- (3) 抗腐蚀涂层

复合型喷涂丝用氧—乙炔火焰进行喷涂，它们的共同特点是：与基体结合强度大，涂层内氧化物夹杂少，成份均匀、容易贮存，喷涂操作简便，对环境污染少。

(二) 喷涂（焊）用合金粉末、复合粉末、纯金属粉末的品种简介：

种类	牌 号	粉 末 物 理 性 能				规格 目数	参考 价格	主要特性与用途	研制单位
		松比 克/ 厘米 ³	流动性 秒/ 50克	熔点 ℃	硬度 HRC				
喷 焊 合 金 粉 基	G-Ni-04	4.25~ 4.5	16.0~ 16.5	1080~ 1100	50~60	-140		耐磨、耐蚀、耐热	冶金部钢铁研究总院
	G-Ni-05	5.0~ 5.5	13.0~ 15.0	1100	50±5	-140		耐磨、耐高温	“
	G-Ni-06	4.2~ 4.6	≤18.0	1040~ 1070	35~40	-160~ 320		可作冷喷焊的结合层， 以及轧辊辊颈的工作层	“
	Ni25				25	-150		切削性、耐热蚀性好，用于 玻璃模具	上海钢铁研究所
	Ni35				35	-150		耐冲击、耐蚀、耐磨、 耐热，用于模具冲头、齿 轮面、显像管模具予保护	“
	Ni45				45	-150		高温耐磨，用于排气阀 密封面予保护	“
	Ni55				55	-150		耐磨、耐蚀、耐热、喷 厚涂层、用于金属加工 模具、链轮、凸轮及排 气阀密封面喷焊	“
	Ni60				60	-150		同上，表面光洁，用于 拉丝辊筒，机械易损件 喷焊	“
	Ni62				62	-150		用于造纸机磨盘，破煤 机叶轮片，鏟车鏟齿等	“
	FNi-01	4.7~ 5.48	15.0~ 18.0	900~ 1195	20~30	-140~ 300		熔点低易加工，可用作 玻璃模具修复	湖南钢研所

续表

种类	牌 号	粉 末 物 理 性 能				规格 目数	参考 价格	主要特性与用途	研制单位
		松比 克/ 厘米 ³	流动性 秒/ 50克	熔点 ℃	硬度 HRC				
喷 焊 合 金 粉 末	FNi-02	"	"	"	30—35	"		熔点较低易加工, 耐蚀性好, 用于玻璃, 塑料模具, 轴类、轴套等	"
	FNi-06	"	"	"	35—40	"		喷焊性能好, 硬度适中可以机加工, 可作厚的涂层, 用于各种耐热, 耐蚀、耐磨涂层	"
	FNi-07	4.7~ 5.48	15.0~ 18.0	900~ 1195	40—50	-140~ 300		硬度适中, 喷焊性能好喷焊层可机械加工, 适用于内燃机进排气阀, 活塞环, 阀杆、汽轮机叶片, 柱塞等修补	湖南钢研所
	FNi-08	"	"	"	40—45	-140~ 300		同FNi-07, 可作厚的涂层, 但表面光滑度低些	"
	FNi-10	"	"	"	50—55	-140~ 300		硬度高、适用于耐高温磨损件、如内燃机车阀头, 凸轮高温密封面等	"
	FNi-15	"	"	"	58—62	-140~ 300		硬度高、耐磨性好, 喷焊性能好, 用于泵柱塞泵套、轴承套、阀塞、阀杆、输送螺旋混合机叶片、导轨、绞盘、齿轮、各种耐高温磨蚀另件等	"
	G111			1050	40—50	-150	50	硬度中等, 自熔性好。适用于石油化工阀门, 泵转子, 机泵活塞拉杆气门, 凸轮轴, 齿轮, 轴类等磨损件的修复	上海冶炼厂
	G112			1050	50—60	-150	50	硬度较高, 自熔性好。适用于磨损件如密封环摩擦环, 阀门, 叶轮, 凸轮轴, 刮板, 轴类等的修复	"
	G-Co-13			1100~ 1120	46	-120		用于柴油机进排气阀门的耐热, 耐蚀, 耐磨涂层	冶金部钢铁研究院
	G-Co-14				HV 1300	-120		涂镀坦克轴等	"

續表

种类	牌 号	粉 末 物 理 性 能				規格 目数	参考 价格	主要特性与用途	研制单位
		松比 克/ 厘米 ³	流动性 秒/ 50克	熔点 ℃	硬度 HRC				
噴 基	Co-42				42	-60~ 200		高温耐磨, 耐燃气腐蚀 用于高温排气阀予保护	上海钢研所
	Co-50				50	-150		同上, 耐气蚀, 用于高 温模具, 汽轮机叶片	"
	FCo-05	~4.9	~18.0	1035~ 1120	45~50	-140~ 300		耐高温磨蚀, 用于飞机 发动机等另部件修补	湖南钢研所
	FCo-06	"	"	"	50-55	"		用于高温高压阀门, 高 压泵柱塞内燃气进排气 阀, 排风机叶片等	"
合 铁	Fe30				30	-150		耐磨, 韧性好, 用于钢 轨修补或预保护	上海钢研所
	Fe30A				30	-150		同上, 且可用喷涂	"
	Fe50				50	-60~ 200		同上, 难切削, 用于石 油钻具等离子喷焊	"
	Fe55				55	-150		用于工程机械、矿山、 农机具等喷焊	"
金 粉 末 基	FFe-01	4.67~ 4.93	19.0~ 22.0	1035~ 1205	25-30	-140~ 300		耐冲击、喷焊性能好, 用于铁路钢轨、火车轮 箍修补	湖南钢研所
	FFe-02	"	"	"	30-35	"		耐冲击、耐腐蚀、用于 球铁阀喷焊	"
	FFe-03	"	"	"	25-30	"		喷焊性能好, 铁轨专用 粉	"
	FFe-04	"	"	"	40-45	"		耐磨、耐蚀、喷焊性能 好, 用于内燃机进排气 阀及轴类的修补	"
	FFe-06	"	"	"	50-55	"		耐磨、用于各种模具、 齿轮、装甲车耐磨件修 补	"
	FFe-09	"	"	"	50-55	"		喷焊性能好, 其余同 FFe-06	"
	FFe-10	"	"	"	55-60	"		抗磨粒磨损、矿山机械 农业机械、如犁铧耙 齿、绞盘、煤粉机打击 板等	"

續表

种类	牌 号	粉 末 物 理 性 能				规格 目数	参考 价格	主要特性与用途	研制单位
		松比 克~ 厘米 ³	流动性 秒~ 50克	熔点 ℃	硬度 HRC				
喷 涂 型	NiWC25				基体80 WC70	-150		超硬、耐磨粒、冲刷磨 损，用于风机叶片，螺 旋输入器喷焊	上海钢研 所
	NiWC35				“	“		“	“
	CoWC35				基体50 WC70	“		同上，高温性能好，用 于炼油催媒装置	“
	FNiW20	5.21~ 5.40	15.0~ 16.0	950~ 1010	基体 60~62	-140~ 200		用于磨粒磨损严重的地 方，如泥浆泵柱塞，混 合螺旋，混合机叶片、 绞盘、耐磨导轨等耐磨 耐蚀另部件	湖南钢研 所
	FNiW35	“	“	“	基体 65~63 WC75	“		比FNiW20更耐磨、线 膨胀系数更低、用于磨 损严重的地方，如导轨 绞盘、混合螺旋等耐磨 耐蚀另部件	“
合 金 粉 末	G-Ni-01	4.1~ 4.6	不大于 15.5		HV 446	-140		涂层致密、耐蚀力强、 可用于化工、造纸等工 业中泵的轴类喷涂	冶金部钢 铁研究总 院
	G-Ni-02					-140		涂层结合力强、硬度高， 耐磨、耐蚀。用于风扇 叶片，轴类涂层	“
	G-Ni-03					-140		用于轴承表面涂层，机 加工性能良好	“
	G-Ni-11	5.5~ 4.8	<15.0			-140		用于底层的结合层，耐 蚀、耐氧化、耐热	“
	Ni170				HB 170	-120		耐热、耐高温氧化作绝 热涂层，陶瓷涂层打底 粉	上海钢研 所
	Ni180				180	-120		耐摩擦磨损，加工性好 用于各类轴承面、轴类 防磨修复	“
	Ni222				220	-120		耐蚀性好，用于印刷辊 电枢轴	“
	Ni320				320	-120		高硬度、耐磨、用于机 床轴、电机曲轴、轧辊 辊颈防磨喷涂	“

續表

种类	牌 号	粉 末 物 理 性 能				規格 目数	参考 价格	主要特性与用途	研制单位
		松比 克/ 厘米 ³	流动性 秒/ 50克	熔点 ℃	硬度 HRC				
噴 塗 合 基 金	LNi-02	4.35	27		HB 210~ 230	-140~ 300		易加工, 耐蚀性好, 用于各种轴类及轴承面, 印刷辊筒等	湖南钢研所
	LNi-03	5.06	18		HRC 30~40	"		硬度较高, 耐磨耐蚀, 用于各种轴承面, 轴套等另部件	"
	LNi-04	5.27	16		HB 163~ 170	"		易加工, 耐蚀、用于泵套、轴承座、轴承表面修补	"
	LNi-05	5.15	16		HRC 20/30	"		硬度适中, 耐蚀, 用于各种轴类、轴承、轴套等修补	"
	G101				HRC 30~40	-150	58	硬度较高、耐磨、耐腐蚀、适用于各种轴承面轴套、活塞等另部件防腐, 防腐处理及修复	上海冶炼厂
粉 基 末 铁	G102				10/20	"	48	易加工, 适用于各类泵套、轴承座, 轴类, 填料箱等表面处理及修复	"
	G103				20/30	"	50	硬度适中, 耐磨、适用于机床轴曲轴、电机轧辊、偏心轮等防腐处理及修复	"
	G-Co-11	4.8~ 5.5	<15.0		HV 1000	-120~ 320		耐高温、耐磨、耐蚀用于燃气机叶片涂层	冶金部钢铁研究总院
基	G-Co-12	4.7~ 5.5	<17.0		HV 1400	-60~ 200		用于内燃机车进排气阀焊涂层耐高温、耐腐蚀、耐磨	"
	G-Fe-21	4.2~ 4.5	<59.7					等离子堆焊犁铧耐磨性能好	"
	G-Fe-22					-60		用于熔烧法涂泵腔体、耐蚀耐磨	"
	Fe-250				HB 250	-120		韧性、加工性好, 用于汽轮机箱体密封面喷涂轴承面喷涂	上海钢研所
基	Fe-280				HB 280	-120		高硬度、耐磨抗压好、用于各种耐磨件	"

續表

种类	牌 号	粉 末 物 理 性 能				規格 目数	参考 价格	主要特性与用途	研制单位
		松比 克/ 厘米 ³	流动性 秒/ 50克	熔点 ℃	硬度 HRC				
喷 涂 用 合 金 粉 末	铁				HB 320	-120		同上	"
	Fe-450				HB 450	-120		同上	"
	LFe-02	4.87	18		HB 300~ 350	-140~ 300		易加工, 适合各种轴套, 轴等修补	湖南钢研所
	LFe-03	4.69	18		HB 220~ 240	"		易加工, 喷涂性能好, 适用于各种轴类修补	"
	LFe-04	4.66	21		HB 300~ 350	"		易加工, 适合活塞, 传动齿和轴等修补	"
	G-Cu-41	4.95	<13.0			-80		底层結合层粉, 用于柱塞泵轉子涂层	冶金部钢铁研究院
	G-Cu-42					-80		用于柱塞泵轉子涂层, 耐磨、耐蚀	"
	铜				HB 150	-100		摩擦系数低、易加工、用于压力缸体, 机床导轨及鋁、铜件修复防腐且可热喷焊	上海钢铁研究所
	Cu180				150	-100		用途同上	"
	LCu-02	3.91	36		HB 120~ 150	-140~ 300		易加工, 用于各种铜轴瓦的修补	湖南钢研所
基	LCu-03	3.90	26		137~ 149	-140~ 300		易加工, 耐磨性好, 用于各种铜套, 轴套等修补	"
	LCu-04	4.52	21		60	-140~ 300		易加工、塑性好、喷涂性能好、适用于各种轴瓦, 导轨等修补	"
	LCu-05	5.59	15		100~ 120	-140~ 300		易加工、塑性好, 喷涂率高, 用于各种轴类修补	"
	G401				HB60	-150~ 320	30	机械性能好, 塑性高, 适用于各种轴瓦, 机床导轨等修复	上海冶炼厂
	G402				HB 150	-150~ 320	35	硬度, 强度较高, 易于加工, 适用于受压力缸体表面喷涂用, 亦可喷修铸铁模型, 机床导轨, 止推轴承等	"

續表

种类	牌 号	粉 末 物 理 性 能				规格 目数	参考 价格	主要特性与用途	研制单位
		松比 克/ 厘米 ³	流动性 秒/ 50克	熔点 ℃	硬度 HRC				
純 金 属 粉	鋁粉 C1101					-100~ 400	15	适用于喷涂防护, 脱氧剂及爆炸剂等	"
	銅粉 C1102					-150~ 320	25	主要用于各类机械滚筒及其它铜結構件的制造和修复	"
	鎳粉 C1103					<10 μ	57	主要用于粉末压制多孔性过滤器及电池材料等	"
	鈷粉					-180	190	用于国防工业, 高性能磁性材料及硬質合金材料	
复 合 粉 包 末 (噴涂用)	鎳	KF-1	3.4	≤ 26		-140~ 300		有耐磨, 抗氧化, 抗热蚀及抗热振等性能, 一般用来打底层, 也可作工作层和混合层。用于飞机发动机部件, 坦克传动部件, 內燃机轉动机构, 汽车曲轴, 机床导轨, 巨型发动机主轴冶金风机叶片	冶金部矿冶研究总院
		KF-2	<3.0	≤ 35		-140~ 260			
		KF-3	<3.0	≤ 33		-200~ 320			
		KF-4	<2.0			-140~ 300			
	包	F501				-150~ 320		产品具有自发热性能, 能与基体金属形成微扩散微焊接面获得牢固結合, 主要应用于工作涂层与基体材料間的結合涂层(即打底层)	上海冶炼厂
		F502				-150~ 320			
		F503				-150~ 320			
		F504				-250~ 400			
	鋁	80Ni/Al	2.6~ 3.0	15/20		-250 -100 +320		能与基体材料形成有較高結合强度的“自結合”涂层, 具有抗高温氧化、耐磨, 耐腐, 可作为材料的保护涂层或中間涂层, 具有粒度均匀, 包复完整, 質量稳定的特点	上海跃龙化工厂
		90Ni/Al	2.6~ 3.0	15/20		-80 +200			