

内 部

冶金科技成果汇编

1981

上海冶金局科技处

目 录

黑色金属部分

I 冶金新材料

1、喷焊、喷涂合金粉末系列研究	1
2、在城市交通控制上应用的 FeSiB 非晶薄带	2
3、 NiTiCo 形状记忆合金在紧固铆钉上的应用	3
4、高频金属软磁材料研究	4
5、TS-1、TS-2 弹磁合金	5
6、 $00\text{Cr}_{17}\text{Ni}_{50}\text{MoNb}$ (代号 7424) 马氏体时效不锈 钢	6
7、新型冷液轧螺旋伞齿模具材料	7
8、七二八工程用不锈钢导向管	8
9、用于轴承电铆机铆头材料的钨基合金	9
10、高能加速器真空盒用无磁不锈钢异型管	10
11、稀土耐热炉底辊材料	11
12、壳体用低合金超高强度钢 $30\text{Cr}_{13}\text{SiNiMoVA}$	12
13、36 公斤级高强度船用钢板 $09\text{MnNb}(k)$	13
14、用于有机酸介质的耐蚀钢 $12\text{Cr}_{13}\text{AlMoV}$ (上 102)	14
15、D08R 汽轮机用深冲钢	15

II 新合金工艺技术与设备研制

- 1、1.2吨顶底双吹氧气转炉冶炼中低碳铬铁研究.....16
- 2、电渣炉应用计算机控制.....18
- 3、45°高速无扭线材精轧机.....19
- 4、轧后余热处理钢筋设备与工艺研究.....20
- 5、16MnRe 钢水口结瘤问题的研究.....22
- 6、大型真空垂熔烧结炉.....23
- 7、内热式氨分解保护气体发生装置.....23

III 测试技术与装备研制

- 1、JT-1型静电法弹性测试仪.....25
- 2、非晶软磁合金条状样品磁特性测量.....27
- 3、AFT高镍荧光自动滴定仪.....27

有色金属部分

I 新材料

- 1、自行车条母专用铜合金(H62F).....29
- 2、金属短纤维热管吸液芯.....30
- 3、低压铝电介电容器用高比容铝合金箔.....31
- 4、闸流管用电真空镍带.....32
- 5、电子计算机磁盘基片SLT4铝合金.....32
- 6、耐缝隙腐蚀钛合金(Ti-3Ni-0.3Mo).....33
- 7、低温度系数高电阻合金.....34
- 8、青铜法多芯铋三锡超导材料.....35
- 9、非晶态铁钴硅硼软磁合金.....36

10、电池专用喷雾锌粒.....	37
11、镉镍电池用极细镍粉.....	37
12、Co ₆ , Cr ₃ , W, 铸造高温合金.....	39
13、优异的催化剂载体材料—— γ ——氧化铝纤维.....	39
14、氧化铝陶瓷端面密封环.....	40
15、TSXC2-650 特种石墨.....	41
II 新工艺、新设备	
16、超声波在黄铜毛细管拉拔工艺中应用.....	42
17、高硅钼渣水法提钼新工艺.....	43
18、稀土工业中N-503在盐酸介质中萃取新工艺.....	44
19、粘结法工艺制备铝包镍复合粉.....	45
20、 $\phi 20$ 微型环隙式离心萃取器.....	45
21、PAM助沉剂.....	46
22、高光敏性硒及硒合金板鼓.....	47
23、可用于钢液低氧活度测定的针式定氧探头.....	47
III 能源利用及其它	
24、铜线锭炉余热利用.....	49
25、长寿命烙铁头.....	50
26、高灵敏测量超导TC新方法.....	51
27、硝酸铵溶液催化分解法制取医用笑气.....	52

I 冶金新材料

喷焊、喷涂合金粉末系列研究

利用氧—乙炔焰或等离子焰将合金粉末喷敷到金属工件表面，可获得与基体结合牢固的耐磨、耐蚀或抗氧化的复盖层，用于机件的修复和保护，延长使用寿命，经济效果显著。上海钢铁研究所于1976年起，开展了合金粉末材料制粉与喷焊工艺的研究，以及性能检测与应用试验等工作，在有关研究和有关单位的支持和配合下，已研制出喷焊、喷涂用合金粉末系列。镍基、铁基、钴基、碳化钨型、铜基等已在国内机械、电力、冶金、铁路、石油、轻工、交通等300多个单位得到推广使用，一般能提高零件寿命3—5倍，对减少备品生产、修旧利废、节约能源等具有较大的经济价值。

冶金部军工办于1981年9月16日—9月19日在上海召开了上海钢铁研究所喷焊、喷涂合金粉末系列鉴定定型会议，国内53个单位90名代表参加。经与会代表讨论认为：

(一) 喷焊、喷涂用镍基、铁基、钴基、碳化钨基、铜基合金粉末性能基本上相互配套，应用范围也较为广泛，可以推荐各行业选用。

(二) 采用较经济的小雾化制粉工艺，产品质量基本稳定，部分产品如Ni25、Ni60、Ni222、Co42等的主要性能，如粉末形貌、含氧量（国外产品实例为0.02~0.08%，钢研所产品实例为0.05~0.10%）和常温、高温、硬度等方面基本接近美国Metco公司和瑞士Castolin公司的同类产品水平。

（三）通过喷焊、喷涂工艺的探索和技术服务，总结出了较为实用的应用实例，为各行业举办了十六期训练班，培养了千余人的喷焊技术队伍，为促进这项新材料、新工艺的普及与推广作出了一定的成绩。

在城市交通控制上应用的 FeSiB 非晶薄带

为解决大城市交通自动化控制，保证行车流畅，减少车祸，降低噪声，减少污染，公安部在全国组织八大城市交通部门成立“全国交通自动化控制联合设计小组”，而电磁传感器就是联合设计的重要内容之一。电磁感应器使用的铁芯材料要求具有高磁感、低损耗、高电阻率、机械性能优良，且制作简便可靠。由于满足这些综合要求的材料难以解决，影响整个交通自动化控制设计工作的开展。80年上海钢研所提供的非晶态 FeSiB 系材料，经试验效果显著，采用此种铁芯材料，电路功耗降低，价格低廉（为超声波传感器四十分之一）与常用坡莫合金（1J79、1J51）相比， FeSiB 系非晶材料具有高磁感应（17200Gs）、高电阻率（130 $\mu\Omega\text{m}$ ），低矫顽力（0.0230c）以及高动态磁导率（2Kc μm 17300）。实验分析得出，它的热稳定性和环境稳定性好， FeSiB 非晶合金在 $-60\sim+70^\circ\text{C}$ 温度范围内磁感应变化范围不大于20Gs/ $^\circ\text{C}$ 。这种探头经成批试用效果良好，并于81年5月通过局级鉴定，得到公安部三局、北京、上海等地公安局交通处的好评。现已开始推广到全国八个城市（北京、天津、沈阳、杭州、齐齐哈尔、成都、蚌埠、南京）试用，并于同年5月由公安部在上海召开全国联合设计鉴定会上，将这种非晶态铁芯传感器定型，并在全国范围推广使用。

NiTiCo 形状记忆合金在紧固铆钉上的应用

NiTi 系形状记忆合金是六十年代发展起来的一项新型的具有特殊功能的材料，它具有独特的形状记忆效应，在形状回复时可产生巨大的应力，并具有比强度高、耐腐蚀、耐磨损、耐疲劳、以及高剪切应力等良好的综合性能。因此形状记忆合金在医疗、宇航、电子仪表、结构紧固件……等方面有着广泛的用途。

上海钢研所自 1978 年开始研制 NiTi 系形状记忆合金，在协作单位共同努力下首次将 NiTiCo 形状记忆紧固铆钉应用于民航机的维修，民航机伊尔 18、B-208 的中央机翼上表面和伊尔 62、B-2022 机的货舱门加强框上试铆了四十四只形状记忆紧固铆钉，到 81 年 6 月 10 日 B-208 机已飞行 1719 小时 30 分钟，起落 1149 次，B-2022 机在北京→莫斯科国际航线上已飞行 2164 小时 30 分，起落 709 次。在一年半的飞行中，兰州民航管理局机修大队和民航北京维修基地机务大队先后经过十次和二次现场鉴定。认为铆钉铆接质量牢固可靠，达到使用要求。采用形状记忆铆钉铆接，解决了飞机修理工业中铆接部位敞开性不好或铆接通路封闭等难以铆接的困难，并且铆接工艺简单方便缩短了维修周期，而且铆接时无噪音，改善了劳动条件，该项铆接新工艺深受用户欢迎。形状记忆合金在紧固铆钉上应用的研究成果，已于 81 年 6 月通过部级鉴定。目前正在飞机的维修工业中继续扩大应用。

高频金属软磁材料研究

上海钢研所研制的高频软磁材料 (1J851) 主要用于20Kc 电源变压器与饱和主振和磁开关变压器铁芯。该材料具有B值高、损耗低、稳定性好等优点。交流磁性能 $B_m > 6600 \text{GS}$, $\mu_m > 2 \text{万G/Oe}$, $IP5/20Kc \leq 30 \text{W/kg}$, $HP5/20Kc \leq 35 \text{W/kg}$, 直流磁性能 $\mu_m \geq 20 \text{万G/Oe}$ $H_c \leq 0.025 \text{Oe}$ 。用该材料做成的20Kc 开关电源具有明显的经济效果, 体积小、重量轻、效率高、用途广。80年3月已向1010所批量供应2000余只, 成功地应用于空间运载工具20Kc 电源上, 并在超视距雷达小型相控可在雷达发射机电源以及接收机的脉宽调制开关稳压电源分机中试用效果良好, 为国防现代化作出了贡献, 并推动了我国高频磁测技术的发展。

该材料已于1981年8月由冶金部第四机械工业部联合鉴定通过, 并确认20Kc 电源变压器铁芯材料, 性能超过1978年西德真空熔炼公司同类商品牌号水平。该材料的研制成功对国内电源技术的发展起到了重大的作用。

TS-1, TS-2 弹磁合金

弹磁合金是制造变磁阻压力变送器精密仪器仪表的关键材料。上海钢铁研究所研制成功的TS-1, TS-2弹磁合金, 具有良好的高弹性, 良好的导磁性及耐腐蚀等综合性能, 为国内首创。具体性能及用途如下:

型号	合金成份	E^*	σ_b^*	δ %	B_s 高斯	Hc 奥	供料 状况	用途
TS-1	Cr19Ni14SiV	>18000	>100	$>1\sim3$	>7500	≤ 15	锻棒 热轧棒	整体式变送器膜片, 组合式变送器壳体
TS-2	Ni43Co20Cr MoTi	>19000	>100	>5	>7000	≤ 3	锻棒 带材	整体式变送器膜片, 组合式变送器膜片、磁芯。

注* kg/mm²

十多年来上海钢铁研究所已向八个用户单位提供了2600多公斤材料, 经用户实际装表试验, 证明技术性能稳定可靠。二机部265厂和上海自动化仪表十一厂均已应用于1.5级精度变磁阻压力变送器上。此类仪表均先后于1977年、1978年通过技术鉴定, 现已批量生产。弹磁合金的研制成功为我国发展精密仪器仪表工业作出了一定的贡献。

00Cr₁₇Ni₂MoNb (代号 7424) 马氏体时效不锈钢

原为我国“09”工程研制的00Cr₁₇Ni₂MoNb(代号7424)马氏体时效不锈钢,具有强度高、韧性好、可焊接、耐腐蚀和良好的热稳定性、低周疲劳抗力、塑性断裂扩展抗力,并具有较低的无塑性变形温度、较宽的韧性—脆性转变温度以及热处理工艺简单、切削加工容易等优点。经过近二百吨的试生产,尤其是进行了五十吨容量的SKF钢包精炼和大截面锻件的加工,工艺性能良好,锻件机械性能稳定,并达到国外同类钢种的先进水平,为我国高强度、高韧性不锈钢填补了一项空白。

几年来,经十多个单位使用结果表明,效果良好。该钢种已于81年9月通过局级鉴定,得到了用户的高度评价。

上海压缩机厂采用该钢种制造了整套CO₂高速离心式压缩机叶轮,经机械性能试验和超速试验,已达到了意大利新比隆公司产品的先进水平。上海医药工业公司等单位,由于使用了00Cr₁₇Ni₂MoNb马氏体时效不锈钢解决了淀粉厂的技术改造创造了条件。目前这种具有世界先进水平的淀粉分离机已能立足国内生产,据估计81年内就可节的外汇七百多万美元。上海内燃机研究所使用该钢种制造的压力传感器,经奥地利格拉斯工程学院和日本ONOSOKKI公司测试检验,性能稳定,精确性达到国际先进水平,日本某公司曾向我国提出要求进行该方面的技术合作。

00Cr₁₇Ni₂MoNb钢由于具有良好的综合性能,因此用途十分广泛,已成功地用于压电式压力传感器壳体、芯体、膜片、DPD445

型蝶片式分离机主轴、高速离心式压缩机耐蚀叶轮等，使有关设备构件的制造立足于国内，节约了大量外汇，经济效益十分显著，不少用户要求该钢种能尽早纳标转产。随着四个现代化建设，该钢种将会得到更广泛的应用，发挥更大的效益。

新型冷液轧螺旋伞齿模具材料

30CrNi4MoA冷液轧螺旋伞齿模具材料的研制成功，为同类型小模数冷轧齿轮少无切削新工艺的工业化解决了模具材料寿命短的关键问题。

近十多年来，我国许多单位对齿轮的冷轧工艺开展了研究，并取得了显著的效果。但由于模具寿命短，使该项新工艺的应用和发展受到限制。上海钢铁研究所受上海工业缝纫机厂委托，对冷轧齿轮模具材料进行了系统的研究。由于采用高强度、高韧性的30CrNi4MoA合金结构钢为基体，表面经C-N共渗强化处理的技术路线，终于取得了重大突破，使模具的平均寿命成倍上升。其中平均粗轧寿命大于1037次（指标是500次），平均精轧寿命大于2500次（指标为1000次），为原先采用的18-4-1高速钢的五倍。经济效益显著，按年产六万对齿轮计算，全年可节约工时14000小时，提高劳动生产率29%，刀具成本节约2000多元。该模具材料经三个周期的重复性试验，性能可靠，使用寿命稳定，可在其它冷挤冷锻等小型模具中推广应用。

本材料已于1981年9月7日通过局级鉴定。

七二八工程用不锈钢导向管

0Cr18Ni9Ti 不锈钢导向管是七二八工程燃料组件的一个重要部件，它起着组件的骨架作用和控制棒导向缓冲作用。要求在 320°C 、 150atm 的含硼离子水中连续使用三年。导向管尺寸为 $\varnothing 12.9 \times 0.5 \times 3290$ 毫米，一端有四个长为 35 毫米，内径分别为 $\varnothing 10.35$ 、 $\varnothing 10.25$ 、 $\varnothing 10.8$ 毫米缩颈段。由于导向管在燃料组件中的作用以及使用条件决定对导向管钢的化学成份、机械性能、直管及缩颈段尺寸精度都有较高的要求，因此工艺难度较大。

经过一年半时间的研究，在多次失败反复试验的基础上，终于研制出了特殊的钢管生产工艺，在专用成型机上缩颈段采用旋压成型试制出了高尺寸精度导向管。并在真空热处理条件下摸索了最佳热处理工艺，使导向管机械性能达到了工程技术指标要求。四十二根样管经 150atm 稳压 1 分钟水压试验，没有出现裂纹和畸变现象，并在 320°C 高温去离子含硼 ($700 \sim 800\text{ppm}$) 水中进行了 2000 小时静态高压釜腐蚀试验，腐蚀速率为 3.17 毫米/分米²·月，交货样品经用户复验，全部达到课题技术指标各项要求，得到了用户的好评。导向管研制成功为七二八工程燃料组件试验提供了重要条件，本科研成果已于 81 年 5 月由上海市冶金局和七二八设计院联合鉴定通过。

用于轴承电铆机铆头材料的钨基合金

轴承保持器用铆钉铆合时，由于用高速钢、铜合金和硬质合金等材料制成的电铆头，不能经受高温、高压和电火花的作用，往往存在电铆头寿命低，铆钉头质量不佳等问题。

上海钢研所于1979年应洛阳轴承厂的要求，承担承轴电铆头用新型材料的研制工作。经二年来的试验研究，已成功地研制出一种适用于轴承电铆头的D15牌号钨基合金。这种材料经洛阳轴承厂试用，表明其使用寿命比原用的高速钢和硬质合金电铆头有几十倍到上百倍的大幅度提高，性能稳定，制造方便，大大缩短了生产周期，节省了辅助操作时间，提高了产品光洁度，能保证铆合质量，很受轴承装配工人欢迎，并易于返修改制使用，洛阳轴承厂现已正式纳入生产工艺进行正常工装生产，取得了显著的经济效果，仅圆柱车间、保持器车间两个车间每年就可节约铆头费用两万元。这种钨基合金电铆头在湘潭轴承厂、哈尔滨轴承厂试用也同样取得了良好的效果。

上海钢研所为研制钨基合金电铆头材料，进行了系统的研究工作，掌握了合金的性能和制造技术关键，弄清了显著提高电铆头使用寿命的主要因素是该合金优良的耐电火花腐蚀性能，制订出完整的生产工艺，并形成了成批生产的能力。

钨基合金用于轴承电铆头材料已于81年5月鉴定。

高能加速器真空盒用无磁不锈钢异型管

上钢五厂和上海异型钢管厂共同研制的无磁不锈钢真空盒用异型管是高能加速器关键材料之一，用作500亿电子伏特质子同步加速器的主环的运行管道，保证质子束流在高真空下加速运行。该材料在机械性能，导磁率，电阻率以及尺寸公差，表面光洁度等技术指标及准矩形管的成形工艺都有较高的要求。

上钢五厂为制加速器真空盒研制了两种无磁不锈钢00Cr17Ni14Mo2N（即316LM）和0Cr16Ni14N。其主要性能导磁率低（ $\mu < 1.004$ ）电阻率为（ $\rho > 80 \times 10^{-6}$ 欧姆/厘米）强度为（ $0.02 > 32 \text{ kg/mm}^2$ ）都达到了国外同一型号钢种的性能。可以作为高能加速器真空盒的材料。

上海异型钢管厂用上钢五厂提供的 $\phi 200$ 毫米的锻坯，经热穿孔，旋压最终冷拔成规格为 $160 \times 60 \times 2$ 毫米，1米长的准矩形管。经过旋压后材料的导磁率没有变化，强度增高，内表面光度达到 $\nabla 7$ 。无磁不锈钢异型管已提供高能物理研究所进行全面性能复测和力学试验，达到了预制阶段所要求的各项技术指标。

一九八一年十月廿一日上海冶金局组织，由“八七”工程指挥部，高能物理研究所等单位参加的“高能加速器真空盒用无磁不锈钢异型管”阶段成果鉴定会上，与会代表一致通过了鉴定。确认

00Cr17Ni14Mo2N及0Cr16Ni14N这两种材料在国内首次用于高能加速器真空盒，所采用的成形工艺路线是可行的，和国外高能加速器采用的焊接法生产的异型真空盒相比我国的无缝异型真空盒有其

特色。

稀土耐热炉底辊材料

大型辊底式高温常化炉是处理合金钢、不锈钢、高温合金的主要设备，目前国内外均采用Cr-Ni系奥氏体不锈钢做炉辊，如

Cr25-Ni20Si2、Cr28Ni48W5等镍含量均很高，如大量使用对镍的用量相当大，为此研制低镍的耐热炉辊材料急待解决。北京钢铁研究总院、上钢三厂、扬州冶金机修厂等单位共同承担了

3Cr24Ni7N+RE钢的研制任务，经过五年的工作，完成了炉辊材质的研制，炉辊的制造及实用考核，该材质在上钢三厂第二薄板车间1100℃高温常化炉连续使用已经四年多，有的在继续运转使用，达到课题指标。

一九八一年十一月由冶金部在扬州召开鉴定会，会议一致认为3Cr24Ni7N+RE具有良好的抗氧化性和热强性，使用寿命相当于Cr25Ni20Si2相比之下，节镍65%，每吨钢可节约7000元，销售价格下降43%，同时又利用我国富有资源发挥稀土的有益作用，冶金部要求大力推广这种耐热炉辊新材料。

壳体用低合金超高强度钢 30Cr3SiNiMoVA

由中国科学院金属研究所、上钢三厂、上钢五厂、上海新力机械厂共同合作，在总结国内外低合金超高强度钢的基础上，发展研制了新钢种 30Cr3SiNiMoVA，它具有高强度、高韧性、良好的冷热加工，焊接工艺性能，性能实测数据可达到： σ_b : 175~195kg/mm²， σ_5 : 10~15% (板厚 < 2% σ_5 8~12%)， α_k : 8.7~12kg-M/cm^{3/2}， K_{IC} : 345~410kg/cm^{3/2}，经过四年多的研究，试制和使用考核，证明该钢是一种综合性能良好的低合金超高强度钢，且生产工艺稳定，使用性能良好，达到设计技术要求，具备推广应用价值。

主要化学成份 (%)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	SP
0.28 / 0.34	0.5 / 0.8	0.8 / 1.2	2.8 / 3.2	0.8 / 1.2	0.6 / 0.8	0.05 / 0.18	≤ 0.020

3 6 公斤级高强度船用钢板 09MnNb(K)

为综合利用包头低品位铌铁(含Nb $\approx$ 1.6%),吸收国外控制轧制先进技术,摸索符合国情的微合金化含铌钢板的控制轧制新工艺,上钢一厂与冶金部钢铁研究总院合作,采用氧气顶吹转炉冶炼——钢包内用低品位铌铁合金化——钢液吹氩搅拌处理——连续铸锭——二、四辊轧机用控制轧制新工艺生产钢板,经过实验室模拟及大生产考核,两年多来先后在30吨氧气转炉冶炼66炉钢,轧制1500多吨8~16K/M钢板,逐张钢板取样分析,检测两万多个数据表明:

09MnNb(K)钢的生产工艺稳定合理,性能可靠,符合国家船检局《钢质海船建造规范》中对船体用钢的要求,上海东海造船厂用该钢建造一艘3000吨控泥船,《闽浚一号》已交付使用,从实际建造及考核认为:经控轧的09MnNb(K)钢板性能优良,强度高、韧性好、耐磨损、冷热加工及可焊性良好。

该钢的推广应用的重要意义在于既能解决包头低品位铌铁的综合利用,又为我国填补了三十六公斤级造船板空白,可减少进口,同时价格便宜20%,本成果于一九八一年六月由冶金部、全国稀土办、交通部联合组织并通过技术鉴定,本课题科研学术论文在一九八一年美国匹兹堡召开的“国际微合金化钢热加工会议”上发表,获得好评。