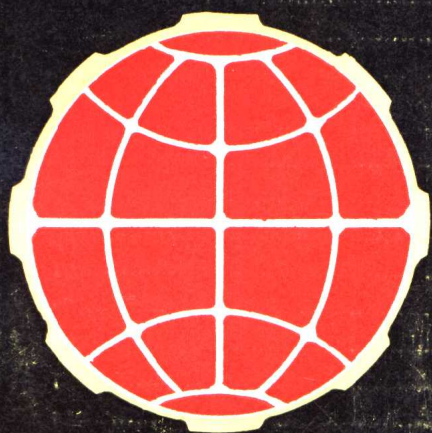


INDUSTRIAL TECHNOLOGY FROM ABROAD

国外工业技术



1983

1

目 录

考察与 访 问	日本表面处理工业见闻	1
	渗硼处理在西德的兴起、发展和应用概况	7
	香港地区印染行业印象记	13
技 术 精 华	彩色电镀	15
	精密机械等设备的清洗技术	18
	水净化技术	22
	机械零件包装八法	26
	铸件的设计和制造方法	28
	用巴克好森效应测定零件的显微硬度和残余应力	32
	如何使传动装置中的噪声降至最低程度	37
维 修 保 养	给排水设备的腐蚀与防治措施	43
	防止滚动轴承早期破损的方法	47
节 能 代 用	利用废热预热废钢	51
	不用木梗的火柴的制法	53
工 业 动 向	国外顶管技术发展概况	56
	西德专利局评技术趋势	60
	接点材料的最近动向	62
	微型计算机软件近况	69
	光计测仪器现状	71
设 计 参 考	程序控制 用离心分离机过滤淀粉	74
	工艺控制 工业油的液位控制	68
	缓冲控制 起重机的横向缓冲	21
	随动控制 干性油与颜料的调合	14
	线速控制 聚乙烯树脂的无张力传送	42
	尺寸控制 包装纸定尺寸剪断引出装置	59
	卷绕控制 圆周速度和张力一定的合成纤维布的卷绕	11
	卷绕控制 尼龙薄膜的无张力卷绕	75
	卷绕控制 铝箔的高速卷绕装置	46
得 奖 装 置 和 材 料	1981 年优秀化学装置集锦	
	新型的氢气分离和回收装置(76) 超耐纳氏泵(76) 用纤维状活性炭的溶剂吸附回收装置(77) 超轻量硅酸钙保温材料(78) 蒸汽再压缩系统蒸发装置(78)	
	1981 年美国得奖新材料选登	
	玻璃纤维增强塑料覆盖式有轨车(80) 可滤掉油中水份的过滤器(80) 可杀死细菌的纤维布(80) 热塑性塑料扩音器减少静电和声音失真(80) 用于道路标志的立刻凝结油漆(80) 制造超塑铝工艺() 抛光的全热塑性太阳能收集器()	

日本表面处理工业见闻

沈 宁 一

编者按：应日本金属表面处理学会邀请，沈宁一等同志于一九八二年五月十三日赴日本东京参加第一届亚洲金属表面处理会，同时参观了在东京举行的第二十一届日本金属表面处理展览会。会后参观了一些研究单位和工厂。现将所见所闻中较先进的对我国有参考价值的内容介绍如下。

一、第一届亚洲金属表面处理会

这次第一届亚洲金属表面处理会有日本、中国、香港、印度、巴基斯坦、马来西亚、新加坡、泰国、缅甸等国家和地区的代表二百余人。会上共宣读论文十九篇。论文目录如下：

A 组：装饰性电镀

(1) 酸性铜闪镀应用于塑料电镀(日本荏原 Udylyte 公司)

(2) 尼龙电镀(日本奥野化工公司)

(3) 离子交换树脂从电镀废水中回收镍盐(中国上海市轻工业研究所 姚锡禄)

(4) 氰化物及无氰镀锌层显微结构的探索性研究(中国武汉材料保护研究所 孟新民、吴庆平)

(5) 脉冲电镀对镀铬电流效率的影响(南朝鲜机械金属学院)

(6) 彩色电镀镍(日本大阪府立大学 林忠夫)

(7) 光亮三层金合金电镀(中国上海市轻工业研究所 沈宁一)

B 组：电子及其它工业的功能性电镀

(1) 高分散能力铅锡合金电镀液中肼浓度的测定(香港工业学院应用化学系 吴文扬)

(2) 金属件上化学镀镍新工艺(中国广州电器科学研究所 陈克忠)

(3) 含有氟聚合物的复合镀镍工艺之工业化(日本上村工业公司 松村宗顺等)

(4) 金属陶瓷的化学复合镀(印度工艺学院化学工程系 米他尔)

C 组：铝合金阳极氧化与其它

(1) 日本的装饰性铝阳极氧化(日本 Corona Kogyo 公司)

(2) 巴基斯坦建筑业的铝阳极氧化(巴基斯坦达伍德工程及工艺学院)

(3) 渗入铝阳极氧化膜中三氧化钨的电解显示(日本东京都大学工艺系)

(4) 润滑性铝阳极氧化新工艺(日本藤仓电线公司 石禾和夫等)

(5) 去油、磷化及浸蚀组合工艺(中国广州电器科学研究所 陈克忠)

(6) 用电幕处理机对表面涂层进行电子束处理(日本索尼贸易公司)

(7) 日本的表面特性分析(日本富士感光胶片公司)

(8) ESCA 法研究铬酸镍胶合膜离子选择膜电极(香港浸礼会学院化学系)

二、日本第21届金属表面处理展览会

1982年5月15日至18日在东京流通

中心。由日本金属表面处理学会等四个学术组织负责组织这次展览会。有 116 家工厂和公司参加展出。这个展览会展出了有关电镀、铅氧化、油漆、测试设备、电镀自动生产线、过滤机、环保设备等,总面积 5000 平方米。部分展品简介如下:

1. 尼龙电镀、彩色镀镍、含氟聚合物的复合镀镍工艺等研究已取得成果,如彩色镀镍是在华特氏镀镍液中加工荧光颜料,可镀出红、绿、紫、蓝等色,经耐磨、防变色处理后可应用于钟表字面、高级笔、照相机和其它轻工品装饰上。

2. 镀黑铬、塑料电镀、铝及铝合金氧化着色、功能性电镀等工业水平较高,如镀黑铬的镀液已商品化、色泽可达真黑。铝合金氧化着色应用很广,展品中建筑五金占比重大,且有专门研究和经营这方面的公司。

3. 装饰性电镀以镍铬体系为主,室内产品电镀双层镍-铬;室外产品如自行车电镀双层镍-微孔铬(或微裂纹铬)。微孔铬由镍封过程中形成,微裂纹铬由 PNS(高应力镍)产生。

4. PNS 电镀的抗蚀性能略优于镍封,但日本有的厂认为 PNS 范围窄,控制不当易出现粉状脱落现象。镍封的缺点是固体杂质分离困难。

5. 铜镍、铜锌合金等仿金镀层、经钝化处理可防变色,已投入工业生产,有玫瑰金、18K 金等色泽。

6. 锡合金、钯合金、银合金、铜镍合金等代银镀层,外观洁白如银,抗变色,硬度却优于银镀层,应用于笔类、打火机、首饰,颇受消费者欢迎,价格不亚于镀金商品。

7. 稳定工艺的新设备有高效连续过滤装置和空气搅拌。前者每小时可循环过滤 2 至 4 次,后者能强化电镀过程。

三、日本金属表面处理 工业见闻

1. 概况

日本现有电镀专业厂约 4200 余个,但规模均不很大,人数从几十人到一百多人,资金从几百万日元到几亿日元。但机械化程度高。大都采用马蹄形,或者直线式自动电镀机,各种辅助设备非常完善,如普遍采用无油的压缩空气机,搅拌十分剧烈,沉积速度快。过滤机效率高,连续过滤每小时 2~4 个循环,槽液清澈见底。添加剂的补充采用安培小时自动补充装置,定时定量,效果好,个别工厂自动化水平较高,如太洋制作所已在电镀自动生产线上安置了三个机器人操作。

镀锌方面 60~70% 的工厂采用氰化物镀锌,10~20% 采用锌酸盐镀锌,10~20% 采用氯化物镀锌。汽车零件采用镀锌后黑色钝化。这种钝化液的特点是加入银盐,形成含有氧化银的黑色钝化膜。此外,电镀锌后经过一道特殊处理可以使镀锌层染上红、黄、蓝、白、黑、绿、紫等色泽,与铝阳极氧化后染色一样,增加了新的花色品种。

氧化着色的铝制的建筑材料,如门框、窗框、厨房用具等应用得极其广泛。大都采用电解着色法,通过控制电压与着色时间,可以获得不同颜色的氧化层,这样的铝合金构件既轻巧、耐用又美观。

据统计目前有 9000 台自动电镀机,全自动电镀机 2500 台,半自动电镀机 6500 台。环形电镀自动机一般用于:①工艺必须是固定的,易于大量生产;②同一制品的销售额在 6000 万日元/年以上。吊车直线型自动机则用于:①工艺和产量是可变的;②同一制品的销售额在 300 万日元/年以上。日本由于中小型电镀厂居多,所以 80% 的自动电镀机都是吊车直线型的。

为节约能源他们已开始采用低浓度镀液。低浓度光亮硫酸铜镀铜液采用硫酸铜

100 克/升, 硫酸 100 克/升, 光亮剂照旧, 可以在 35°C 获得光亮、平滑、结晶细致的镀层, 在夏季可以节约冷冻费。

低浓度镀镍液组成是硫酸镍 75 克/升, 氯化镍 110 克/升, 硼酸 30~40 克/升, 这样, 镍离子带出损失减少, 它可以节约资源, 减少加热费用约 50%。这种新工艺沉积速度、质量与高浓度的镀镍液一样。

铝合金上镀锡工艺在横浜被应用于导电排电镀。众所周知铝合金导电排使用日期一长电阻就会增大, 电能变成热能损失掉, 如今他们在铝合金上镀锡不仅保护了导电排避免氧化, 同时还改善了导电性能。已用于自动电镀机上。

一些工厂的滚镀设备已采用无盖滚筒, 结构简单, 进出料方便, 零件出槽后可与离心式干燥机相连, 达到半自动操作。

脉冲电镀电源设备在东京许多电镀贵金属的工厂如电镀金合金、镀银、镀钯、镀铑等方面应用。脉冲比是 1/3~1/99, 脉冲时间 0.1~100 毫秒。使用这种电源获得的镀层结晶细致、硬度高, 抗蚀性能也良好。

2. 新工艺

1. 防护-装饰性电镀工艺 镀镍方面仍以华特氏镀镍配方为基础, 采用不同添加剂达到半光亮、全光亮镍的要求。电镀双层镍、三层镍、镍封闭、高应力镍、铜/镍/铬等组合镀层都有生产。但发展趋势是: 荏原-Udylite 公司开发的镍封工艺已在室外产品的电镀工艺中占主导地位。室内用的家具、家用电器及自行车零件等多数采用双层镍铬。室外产品才采用双层镍/镍封/铬。在双层镍/镍封闭/铬生产流程中采用: PR (周期换向) 电解去油、阳极电解去油、盐酸浸蚀和盐酸(电解)前处理工艺构成其特色。镍层总厚度 15~20 微米。

电镀高应力镍 (PNS) 溶液配方和工作条件:

氯化镍 225~300 克/升

PN-1 40~60 克/升

PN-2 1.5~3.0 克/升

pH 3.6~4.5

温度 27~34°C

搅拌方式 压缩空气搅拌

电流密度 D_k 6~10 安培/分米²

时间 0.5~3 分钟

镀层厚度 0.5~1.5 微米

镀层微裂纹数 300~800 条/厘米

这种电镀工艺已广泛应用于汽车工业。

所得镀层防锈性能良好。

电镀镍封闭溶液配方和工作条件:

硫酸镍 280~300 克/升

氯化镍 30~45 克/升

硼酸 30~35 克/升

二氧化硅 20~25 克/升

低泡表面润湿剂 1~2 克/升

1,4-丁炔二醇衍

生物 0.2~0.5 克/升

糖精 0.5~1 克/升

烯丙基磺酸钠 0.1~0.2 克/升

促进剂 0.5~1.0 克/升

pH 3.8~4.2

温度 48~52°C

电流密度 D_k 3~6 安培/分米²

时间 1~2 分钟

镀层厚度 0.5~1 微米

镀层微孔 3 万以上/厘米²

这种电镀工艺已广泛应用于自行车、火车、建筑五金等行业。所得涂层防锈性能良好。

2. 鲜花电镀 东京附近的一些电镀厂曾经试验在鲜花上或在新鲜的树叶上进行电镀, 以制成真实感更强的装饰品。

一般选择兰花作为鲜花电镀的基体, 因为兰花具有独特凸出的脉纹, 花身微曲, 边缘翻卷, 镀后更给人以美的感受。在电镀前, 需在花的表面上喷上或涂上银浆, 使其导电, 然后才能电镀。可以直接镀金, 也可以先镀光亮酸性铜及亮镍后再镀金。

新鲜树叶的电镀有两种作法,一种作法是在树叶上直接进行电镀,其步骤与鲜花电镀基本相同,另一种作法是将叶肉腐蚀掉后,仅在空心的叶脉上进行电镀,此时,需将叶片放入 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ 的 10% 的氢氧化钠溶液中浸渍 1~15 小时,把叶肉腐蚀掉,然后用水洗净,并浸入醇溶液 1~1.5 小时,清洗后,再按一般鲜花电镀的程序进行电镀。

虽然鲜花电镀的原理与一般塑料上电镀相类似,但是由于鲜花十分脆弱,易于碰断,以致由于“脱电”而造成镀不上等问题只宜手工操作,所以鲜花电镀的成本比较高,仅作为高级装饰品。

3. 尼龙电镀 关于塑料电镀的基材,日本仍以特制的电镀级 ABS 为主,PP 电镀也有少量应用;1980 年以来日本对尼龙电镀进行了详尽的研究,用于电镀的尼龙材料须在尼龙树脂中掺 30~40% 的无机填充料(如铝、镁、钙、钡、钛、铜、铬等的碳酸盐、硫酸盐、硅酸盐、卤化物及氧化物),然后压铸成型。电镀须采用特殊的粗化工艺才能使镀层与基材良好的结合,日本奥野化工公司在会议上声称他们已研究成功的镀层结合强度达到 2 公斤/厘米²,通过了 $-30^{\circ}\text{C} \rightarrow +120^{\circ}\text{C}$ 的热循环试验。他们在尼龙电镀工艺中采用了溶剂去油(U 粗化剂粗化)及盐酸后粗化催化及加速催化以及化学镀镍或铜工艺。尼龙电镀可广泛应用于汽车、自行车、机电、仪表、日用五金等工业。

4. 离子镀和涂覆玻璃材料 此法是在高能作用下真空沉积氮化物和氧化物的方法。譬如,日本东方手表有限公司的专利介绍,将 Ti, Zr 或 Ta 在氮和氧的气氛中汽化,并在高频高压下使其离子化而形成氮化物或氧化物,离子化的质点冲击带电的基体,使氮化物或氧化物与基体结合良好。如在 200°C 时,真空中氮的分压为 5×10^{-4} 毫米汞柱,当频率为射频和 8 千伏时,对不锈钢表壳进行 15 分钟处理能形成一个紫色膜。此法的优

点是结合力强,用途较广,其缺点是设备复杂、昂贵。

此外,还报道在染色后的表面上涂硅树脂及高分子材料,有的还涂覆玻璃材料。据日本专利介绍,不锈钢的热胀系数接近 $109 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$,一种玻璃材料的热胀系数为 $125 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$,可以将这种玻璃材料涂覆在不锈钢表面,经 $60\sim 100^{\circ}\text{C}$ 干燥,而后灼烧,即能形成一个装饰层。这个新工艺可以推广用于钟表工业、制革工业方面。

5. 塑料电镀 日本塑料电镀近年来发展很快,以大阪市太洋工作所(一个中型工厂)为例,每日电镀加工产品达 60 万件(约 300 公斤 ABS 塑料),镀层不仅是铜-镍-铬体系,而是大量采用了合金镀层替代铬作为表面镀层,例如焦磷酸盐电镀锡钴及铜镍合金、硫酸盐镀镍钴合金、氯化物镀锡镍合金以及氰化物镀高锡青铜和铜锡锌三元合金等。这些合金层经电解钝化及溶剂干燥后,色泽鲜艳,光彩夺目。其工艺流程中采用了胶体钯、解胶、酸性镀铜、锡钴合金电镀、电解铬酸盐钝化、干燥(氮里昂)等工艺。

值得一提的是氟里昂冷冻干燥是一种最新的无水干燥工艺,能防止塑料因热水烫干而变形。塑料电镀的应用面极广泛。如电子工业、手工业、热水瓶、电视机外壳、录音机零件等都需采用此工艺。

6. 太阳能电镀 高效率的太阳能吸收系统在考虑吸收剂选择的同时,设计也很重要。为了使对流传导损失减少到最低限度,吸热器管道要抽成真空的。另外为了使辐射损失减少到最低限度,需选择适当的吸收膜层,即:对太阳能的吸收率要高(α_s 高),而对红外线的反射率又要低(90°C , ϵ 值低)的膜层。黑钴镀层与黑铬,黑镍镀层一样是良好的选择吸收层。

日本太阳能电镀近来进展也较快。如黑钴电镀工艺是在含有二价钴离子(Co^{2+})和一价硫氰酸根阴离子(CNS^-)组成的电解液

中进行的。研究表明,影响钴沉积的因素很多。其中最重要的是 pH 和沉积时间(即厚度),通过电子显微镜观察,当 pH 为 4 时,获得多孔结构的无定形黑色沉积物,有利于大量吸收太阳光。镀层的厚度对红外线的反射影响极大,虽然吸收率与厚度无关,但是在高温情况下,由于辐射热损失严重, ϵ 值与镀层的厚度大致成线性关系增加。

钴镀层的光学特性优异,对于适当的基体材料(如钢板镀铜)可达到: $\alpha_s = 96 \sim 97\%$, $\epsilon = 3\%$ (90°C), 钴镀层直到 300°C 不会分解,但是此时镀层已经脱落,主要是产生了 CO_2 和 H_2O 气体;另外这种镀层抗蚀性差,所以对于真空吸收系统黑色钴的使用受到限制。

太阳能电镀层是一种特定的黑色镀层,这种涂层用于太阳能热水器、太阳灶、空调设备。不仅成本低,而且适宜批量生产及返修,所以发展前景良好。

7. 共沉积氟树脂的复合电镀 聚四氟乙烯摩擦系数很小,抗粘着性好,是一种理想的自润滑材料。但由于受强度的限制,影响了这种物理特性的发挥,近来将聚四氟乙烯与金属共沉积复合电镀耐磨及自润滑的效果引起了人们的兴趣。日本广泛应用于手表工业。

聚四氟乙烯粒子与金属共析的必要条件是电解液中分散剂的稳定性,使用阳离子型和非离子型表面活性剂能收到良好效果。非离子型表面活性剂在聚四氟乙烯粒子表面吸附形成主体障碍防止了粒子的凝聚和沉降,而阳离子型表面活性剂则使粒子表面带正电荷有利于被阴极吸引而和金属离子共沉积。

聚四氟乙烯在 Ni、Co、Cu、Ag、Fe 等共沉积时均获得良好结果。聚四氟乙烯的共析率可达 50%,同一原理也适应于化学复合镀,聚四氟乙烯的共析率在 40% 以上。

8. 高速电铸模 高速电铸镍作模具已在日本成熟地应用。但为了提高它的耐磨性,需要硬度超过维氏 Hv 350,最新的方法

是采用金属钴做硬化剂。这种金属硬化剂的优点是它没有有机硬化剂的分解产物及因镀层含硫而发脆。

一般的高速电铸镍采用氨基磺酸镍型电镀液,钴也以氨基磺酸钴的形式加入。

电铸镍钴合金的溶液成份与工作条件:

氨基磺酸镍	400~500 克/升
氨基磺酸钴	30~40 克/升
氯化镍	30~45 克/升
硼酸	30~35 克/升
pH	3.5~4.0
电流密度 D_k	3~5 安培/分米 ²
镀层硬度维氏 Hv	350~400

这种电铸模的优点是硬度比纯镍高,同时在一定温度时生成有粘附力的氧化物薄膜,使玻璃制件清洁地脱模。所以这种高速硬质的电铸模特别适用于玻璃器皿工业。

9. 荧光电镀 荧光电镀是日本最近研究成功的工艺,它是在镀镍液中加入有机荧光颜料如柠檬黄、桔黄、粉红等,颜料颗粒的直径为 3.5~4.5 微米。荧光粒子的覆盖率随着荧光粒子浓度的提高而增大,特别当粒子含量在 10~20 克/升之间时尤为明显,而电流密度与温度对荧光粒子的覆盖率影响较小。

荧光电镀溶液组成与工作条件:

硫酸镍	220~250 克/升
氯化镍	30~40 克/升
硼酸	30~35 克/升
荧光颜料	20~25 克/升
pH	4.0
温度	45 $^\circ\text{C}$
电流密度 D_k	3~6 安培/分米 ²

这种镀层的色彩丰富,在暗处或夜间可发出荧光。这个新工艺在日本尚未工业化。

10. 代铬镀层 代铬镀层是日本近来研究成的一种工艺。这种镀层成份为:锡 40~90%;钴 10~50%;锌、镉、铟或铋 1~28% (重量比)。其镀液可以是焦磷酸类型,也可

以是 HEDP 类型。镀层外观似铬介于青白与镍黄之间,光亮均匀,空气中不易变暗,耐腐蚀性良好。另外它可以镀在黄铜与锌制品上,既适用于滚镀槽,也适用于吊镀槽,低电流密度处均镀能力良好,凹处也可镀进,它既适用于电子元件,也适用于螺纹零件,由于它没有镀铬那样的严重公害,所以较有发展前途。这种新工艺适用于轻工业、手工业、机电仪表、汽车、轮船内部零件上代替镀铬层。

11. 不锈钢着色 不锈钢经过去油等处理后浸入热的铬酐-硫酸溶液中进行处理。

溶液组成:

铬酸	250 克/升
硫酸	490 克/升
温度	70°C

在一般情况下处理 15 分钟可获得蓝色,处理 18 分钟可获得金色,处理 20 分钟可获得紫红色,处理 22 分钟可获得绿色。色彩鲜

艳程度与不锈钢的前处理工艺有关。用上述方法获得的颜色是均匀的,即使在部件凹陷处也能获得均匀的彩色膜。

经着色处理后的不锈钢件,还要把它放在铬酸-硫酸水溶液中进行阴极电解处理以使膜进一步硬化。经过硬化处理的不锈钢表面膜,不但具有较好的耐磨性,而且不容易出现指印和污斑。

硬化处理的工艺配方:

铬酸	250 克/升
硫酸	2.5 克/升
温度	40°C
电流密度 D_k	2.5 安培/分米 ²
时间	15 分钟

由于不锈钢的外形大小与处理条件有关,所以要设法避免边、角部分由于电流密度太大而出现铬的沉积。着色处理和硬化处理、中间相隔时间不可太长。

渗硼处理在西德的兴起、发展和应用概况

陆 明 炯

编者按：西德热处理研究所是西德唯一的以金属材料热处理为主的材料技术研究所。它在国际热处理行业中享有一定的声誉，它又以在“汽车库里拥有最现代化技术”而自豪。上海材料所陆明炯工程师于1980年5月至1982年5月作为访问学者在该所从事研究工作，有机会对该所渗硼研究的历史、研究的进展及其应用效果和发展趋向有所了解。在此将该所与工业生产有关的研究情况作些介绍，以飨读者。

一、前 言

随着机械工业向着高速度、高负荷、高精度和自动化方向发展，机械零件在运转中的磨损问题越来越引起人们的注意。这是因为它不仅带来了机械零件的过早失效、机械效率的下降，而且也造成了原材料和能量的大量消耗。有人估计近年来造成的经济损失在美国每年高达1920亿美元，相当于国民经济总产值的12%；在苏联每年损失约100~120亿卢布；在西德每年因磨损和腐蚀造成的损失也达几十亿马克。但是如果应用目前已掌握的摩擦学知识来防止及减少磨损，就可大大节约人力、物力及能源消耗，例如在美国每年可节约160亿美元，因此在许多国家中都在努力寻求和发展各种抗磨措施。在这方面目前已有多种途径。由于磨损是材料的一种表面损坏现象，因此一个经济的办法是强化材料的表层。采用表面热处理方法实现这个目的是众所周知的。而渗硼处理就是近年来在工业生产上应用的一种对付磨损的热处理新工艺。

所谓渗硼就是在一定的条件下使介质中的硼原子不断地向工件表面转移和扩散的过程，其结果在材料的表面形成了具有高硬度的硼化物层。例如在铁基材料(如钢和铁)上

渗硼后在材料表面可形成两种硼化物即FeB和Fe₂B，它们的硬度可达1700~2100HV以上，而用传统的化学热处理方法如渗碳、氮化等是难以达到这样高的硬度的。大量的研究表明这种极硬的硼化层的抗磨损能力很好。

早在上世纪末(1895年)就有人提出过，在钢上进行渗硼处理，但在工业上的应用还是很晚的事，例如苏联约在五十年代开始在某些零件上试用的，而西德则在七十年代初才为工业界所重视。它之所以经历了半个多世纪的长期发展，原因是多方面的。一方面工业上对于高硬度渗层的需要，在第二次世界大战后更为迫切，从而推动了该工艺研究工作的发展；另一方面，要作为一种生产上切实可行的工艺——渗硼处理的某些技术关键必须解决。西德约从六十年代初起经过了十多年的努力，终于闯出了固体渗硼的新路子，从而它已比较成功地应用于工业产品中，并且无论在该工艺的基础理论研究方面还是在实际应用方面自七十年代以来都在世界上一直占据领先地位。本文将从历史的回顾出发，介绍这个工艺在西德从试验室的研究最终转入工业生产的大体过程，举例说明目前的应用情况和所取得的效果，最后将介绍渗硼处理在西德进一步发展的可能动向。全文的重点放在与工业生产有关的问题上，因此关于

西德在渗硼的基础理论研究方面的成果这里将不涉及。

二、五十年代的渗硼处理

和其它化学热处理一样, 渗硼除了需要在一定的温度下(对于钢铁零件通常为 $850\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 范围内)进行外, 还须一个可提供硼原子的供硼介质, 处理时把被渗件置于其中。根据介质的状态(气体、液体还是固体)相应的有气相、液体和固体渗硼之分。在气相渗硼中作为供硼的气相有如 BF_3 、 BCl_3 、 B_2H_6 、 $(\text{CH}_3)_3\text{B}$ 等硼的卤化物或有机化合物, 它们一般有毒、易潮解、价格昂贵, 因此除在特殊情况外一般只用于实验室研究, 而在工业生产上是难以被采用的。

西德在渗硼方面的大量研究起步于五十年代末, 首先是在硬化技术研究所(Stiftung Institut für Härterei-Technik), 或称西德热处理研究所进行的。这个所是由西德热处理材料技术协会(AWT-Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstoff-Technik)发起, 在不来梅(西德北方的一个城市)当局的资助下于1950年建立的。这个所规模不大, 人数从未超过40人, 所的建筑物仅有一幢由一个汽车库改建而成的, 占地面积为 1700米^2 的平房。但是它是西德仅有的一个以研究金属材料热处理为中心的材料技术研究机构, 今天它在世界热处理行业中已享有一定的声誉。这个所历来和西德工业界有着广泛的联系, 他的研究总是以发展生产为依据和前提的, 但工作的重点放在热处理的基础技术和基础理论的研究上, 并且在已确定的主攻研究方向上坚持五年、十年或更长的时间抓住不放。同时也注意不断地把研究成果转让给生产部门。建所后在热处理方面他们的工作集中于渗碳、氮化和扩散渗金属等传统的工艺方面。但还不能满足对机械零件高的抗磨损要求, 于是在1959年前任已故所长夏伯教授(O. Schaaber)发起开辟一个以

渗硼为代表的获得高硬度表面层的热处理新方法的研究领域。根据当时苏联的一些报道认为如果采用固体渗硼, 所得到的仅是既薄而又疏松的硼化物层, 因此硬化所的研究也是从液体渗硼着手的。虽然他们对盐浴成分和渗硼条件对渗层组织的影响进行了历时三年的系统的探讨, 但找不到一个能为工业生产所能接受的解决液体渗硼的缺点方法。

三、渗硼处理上的新路子

由于液体渗硼在工艺上的困难, 该所于1962年由孔斯特(H. Kunst)具体负责把渗硼的研究转向固体渗硼, 当时采用的供硼剂有无定形硼和硼-铁等。但是他们很快发现仅从选择不同的渗硼剂上研究是达不到在工业生产上应用的目的, 于是以后的四年他们进行了许多的基础研究。从试验的某些结果他们猜测在苏联固体渗硼之所以没有得到满意的渗层可能是由于采用了不适当的渗硼剂, 例如在无定形硼中含有较高的晶体硼, 或者在硼-铁中含铝、硅过高。至1966年底硬化所已完成了在固体粉末渗硼中硼化层生长动力学、硼原子的扩散行为以及基体材料中合金元素对渗层结构影响等方面的系统研究。丰富的试验结果集中到一点上即固体粉末渗硼不但工艺简单, 而且可获得满意的渗层, 为向工业生产推广奠定了基础。

所谓固体粉末渗硼在工艺上和固体渗碳类似, 把固体渗硼剂(通常是粉状或细粒状)放入一个可加盖密封的耐热钢退火箱中, 而把被渗件埋入渗剂中。在一定温度下(钢铁材料常用 $850\sim 950^{\circ}\text{C}$)根据所要求的层厚决定保温时间(一般为3~6小时), 然后冷却至室温, 从退火箱中取出工件。这里的关键是选择怎样的渗硼剂, 才能得到单相 Fe_2B 的渗硼层。从1967年至1968年的两年中该所和有关制造商合作找到了一种合适的渗硼剂, 其大致成分为: 5% B_4C (作为供硼剂) 5% KBF_4 (作为加快渗硼速度的活化剂)以及

90%SiC(作为填充料)。获得专利后由电熔厂(Elektroschmelzwerk Kempten Gmbh)正式投产,作为商品销售,取名为“Ekabor”,并且在出厂前把这三种粉料均匀混合,然后做成不同粒度的细球状,使用比较方便。这个产品系列现已行销到许多国家,至此这个新工艺在西德的工业生产上站住了脚,这个过程约共经历了十余年之久。今天这个工艺不仅在西德而且在其它一些国家都已有比较广泛的应用。

四、固体渗硼在工业生产上的应用效果

据估计,西德、瑞士等国家这十多年来固体渗硼已在几十种不同的钢种上对上百种零件进行过处理,在提高零件的寿命上都取得了良好的效果。现从“Degussa”(西德的一个企业)的有关资料中选出部分例子作简略说明。

1. 工模具零件

(1) 一种中碳镍铬钼钢(56NiCrMoV 7-西德钢号,以下同)的冲头,对40Mn4钢板(钢板温度980°C)冲孔。在调质状态下,冲头的使用寿命通常冲孔3,000个。倘若把冲头在880°C下经6小时渗硼,然后进行调质处理,这时可冲孔12,000个,即该冲头的寿命是原来的四倍。又如在7毫米厚的高强度钢板冲孔的X210CrW12冲头,经改用60WCrV7钢在950°C下进行3小时渗硼和调质处理,其寿命比原来的提高了四倍。

(2) 一个由X32CrMoV33钢制成的冲杆对一个由50CrV4制成的零件冲眼,如采用900°C6小时渗硼,可冲29,000次;但是若不渗硼而只进行调质处理仅冲3,500至4,500次,若用盐浴氮化处理来强化冲杆表面,寿命可提高至8,000次,也就是说经渗硼处理的冲杆比在调质状态下使用的,其寿命提高了约六倍,比氮化处理提高了约2.5倍。

(3) 由X32CrMoV33钢制成的加工阀

门的模具,在调质状态下可加工500件,采用渗硼和调质处理后该模具可加工990至1140件。

(4) 加工螺母的模具(材料85NiV4),通常的处理后仅可加工约80,000件。若该模具在900°C下经1小时渗硼处理则可加工170,500件;若经2小时渗硼寿命可提高至224,000件,即为原来的三倍左右。

(5) 渗硼处理在锻模上的应用也是有效的。这类模具一般是采用中碳镍铬钼钒钢(如56Ni4MoV7),若采用860°C至880°C下渗硼4~6小时,然后鼓风冷却或者油冷并在360°C至560°C下回火,其使用寿命比不进行渗硼的普遍地提高了2至3倍。

2. 强烈地受磨粒磨损的零件

(1) 挖掘机械的斗轮是在水和泥砂中进行工作的,即使采用高碳高镍(3~5%)含铬的材料制造,磨损也十分严重。例如某企业在二年之内平均要调换三次,但若经过900°C10小时渗硼处理,至少二年内不再须要替换了。

(2) 加工谷物的磨碎机冲锤,通常是经渗碳、淬火来强化材料表面的,但也只能使用八天加工谷物480吨;若该零件经渗硼处理使用寿命提高至28天,可加工谷物2,680吨。渗硼处理还可应用于(如塑料、纺织工业)等工业部门。

在进行这种处理中须注意下面一些问题:

① 为了有效地改善零件的抗磨能力,渗硼层的厚度应如何确定。对此目前还没有肯定的结论。这和零件的服役条件有关。一般地认为:倘若零件是在受强烈磨粒磨损条件下工作,则渗硼层应厚一些(例如不低于150~250微米);倘若零件主要是受粘着磨损,则渗硼层不宜过厚,一般不超过100微米,例如50微米左右。

② 对工业应用,渗硼处理中必须尽量避免形成脆性的富硼相(FeB)。生产上的经验

认为即使采用“Ekabor”型渗硼剂也须要注意零件的加热速度不宜很慢,特别是在700°C至800°C温度范围内应较快地通过,因此在生产上渗硼箱常不随炉升温,而是当炉温到达渗硼温度后才放入炉中加热,此外渗硼剂和被渗件的表面积也应有个适当比例。为了提高热处理炉的利用率,处理后渗硼箱一般可在炉外冷却,但不宜在高温下取出工件。

③ 由于渗硼层硬度很高,处理后的零件一般只能进行磨削加工。这就要求零件的切削加工应尽量在处理前完成。在这里除了应考虑一般热处理可能造成的零件变形外,还应注意因渗层的形成所带来的零件尺寸的微小增大。其增大量估计为渗层厚度的11~13%。

④ 对于渗硼后的零件原则上可进行其它整体热处理(如调质处理等),但加热最好在中性盐浴中或在保护气氛下进行。

五、膏体渗硼的发展

在企业中采用上述固体粉末渗硼时,特别是处理批量小的零件时,工件装入渗硼箱中以及处理后的取出都很费时,尤其是在人工费特别昂贵的西德就成了一个问题。因此这几年来西德又发展了固体渗硼的另一个分支——膏体渗硼。这种方法首先是把渗硼剂做成其水溶液,这种水溶液和工件的表面有一定的粘结力。在西德市场上已有这种现成的渗硼膏出售。在处理前把这种悬浊液摇匀,涂刷于渗件的表面(在企业中可把许多小零件置于一个架子上,然后在膏体中进行浸涂),由于每次涂覆厚度有限,因此要涂刷3~5次,以使覆盖层总厚度为3~5毫米。但每次必须在前一次的覆盖层干后进行(为了加速这个过程可采用低温烘干)。然后再进行高温扩散渗硼处理,但必须在热处理炉中通入保护气体(如氩气等),经这样处理后同样也能得到较高质量的渗硼层。

这种方法不但减少了手工操作,有助于实现生产的机械化,而且也为解决局部渗硼提供了很好的途径。假如某个零件表面只需要某几个部位渗硼,那么只需在这些部位覆盖渗硼膏即可,这样还将大大节省渗硼剂,但对热处理炉要求较高,要通入保护气氛,这是一个缺点。目前在西德上述两种固体渗硼—粉末法和膏体法都有应用。

六、渗硼研究在西德的发展趋向

渗硼这个工艺的发展并没有结束。一方面作为这个工艺基础的硼原子的扩散行为、富硼相(FeB)的形成条件以及渗层中的应力分布及出现裂纹的原因等还没有完全搞清楚;另一方面为了进一步提高渗硼层的使用性能和扩大其应用范围也还有继续研究的必要。关于后一方面在西德特别是硬化技术研究所目前正在进行的研究工作主要有以下两方面:

1. 以硼为基的多元共渗。这种共渗原则上有两种途径:即硼和其它元素(例如铬、钒、铝和硅等)利用同一种渗剂,经一次处理同时进入基体材料表面;或是硼和其它元素采用各自的渗剂分几次处理交替地扩散渗入。但是硬化所这几年的工作表明,当采用固体粉末法,即在渗硼剂中加入不同量的其它合金元素粉末经一次处理实现多元共渗的方法很难达到预期的目的,因为当硼渗入基体材料后常常阻碍其它元素的进入,其结果并不能使其它元素达到预期含量,因而不能进一步提高渗硼层性能。目前比较成功还是多元元素的交替渗,特别是硼和钒共渗能进一步明显地提高渗硼层的抗磨性能;以及硼和铬的共渗能明显地改善渗硼层的抗腐蚀性能。因此这是两种最有发展前途的新工艺。但是目前在生产上还没有试用过,一个突出的问题是:这样的工艺要求零件多次加热至高温,以及由此带来的人力物力及能源上的消耗与通过这种处理带来零件寿命提高相比,最

终能带来多大的经济效益还不能肯定。

2. 渗硼处理用于难熔金属(如 Nb, Zr, Mo, W, Ta 等)和硬质合金上。在这些方面的基础技术研究早已开始,在试验室中也找到了合适的处理工艺。例如对于难熔金属渗硼一般采用无定形硼作为渗硼剂而且须在真空条件下进行扩散处理。目前除了在以钴为

粘结剂的硬质合金上曾做过一些实物使用评定外,对难熔金属的渗硼在硬化技术研究所目前还处于对形成相的精细分析和渗层与基体金属的结合力评定等基础性研究的阶段。但是渗硼作为难熔金属的一种抗磨等保护措施无疑是有发展前途的。

卷绕控制 圆周速度和张力一定的合成纤维布的卷绕

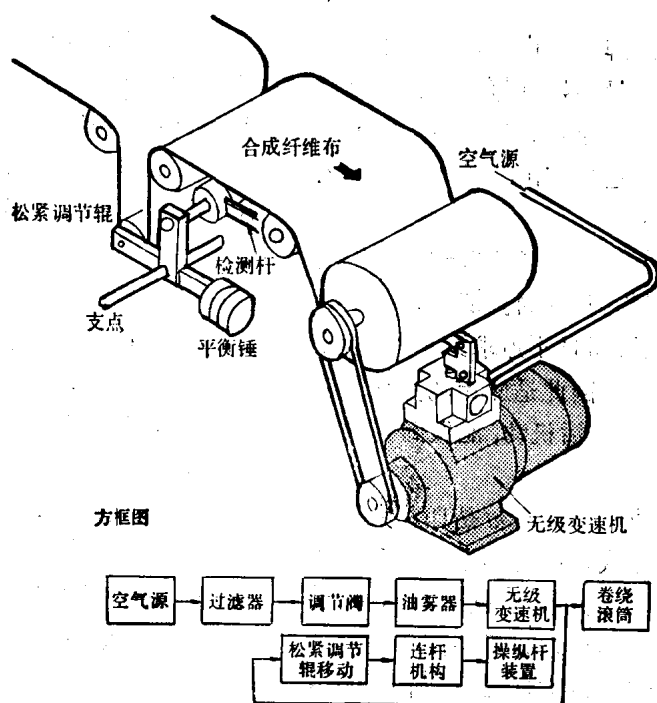
卷绕控制在受到空间限制时,由于不能使检测器正常地工作,因此很难实现高精度控制。

使用空气压来控制卷绕,是一种即使检测量少也能快速、高效进行驱动的方法。

本例是以一定的圆周速度和张力进行卷绕的控制装置。

在卷绕滚筒前设置松紧调节辊,依靠空气压控制卷绕滚筒的无级变速机来驱动滚筒中心。

在前道工序上把被加工的合成纤维布,用松紧调节辊边加张力边进行卷绕。于是卷绕滚筒直径变大,卷绕圆周速度也慢慢地加快,由于前道工序所传



送的速度一定,所以松紧调节辊也就上升。若松紧调节辊上升,则由速检机构推动检测杆,并以减速信号送至无级变速机。即卷绕滚筒直径增大,只是圆周速度变快的增量部分很快地被减速。减速到一定程度后,松紧调节辊就下降到稳定位置。

由于这些动作均在瞬时间内进行,因此完全不会发生卷绕不均或卷绕不起等问题。

本例也适用于塑料薄膜的定张力传送。

张国振译自日本《省力化と自动化》

1982年1月

香港地区印染行业印象记

戎安康等

编者按:上海市染料研究所戎安康、杨军浩、胡长淦等三同志于1981年7~8月期间对英国卜内西公司香港分公司进行了考察,同时参观了香港地区几个较为典型的印染、针织厂。本文拟介绍他们参观的印象。

香港印染行业大小企业据说有800多个单位,最小的几个人,多至上千乃至千余人。其中较为著名的有中国、香岛、裕泰、高泰、乾丰、南新、翔辉等印染、针织厂。

印染产品的出口以纯棉为主,棉花进口主要来自巴基斯坦和台湾等地。涤/棉(T/O)织物都是35/65。

各厂十分注意牌子,讲究信誉,用户第一。如发现产品质量不好,则负责赔偿,因此在染色前都用仪器对原料布的规格、标准作严格的测定,染色过程和出厂成品均有专人作仔细检查。

各厂的生产方式主要是代客加工,因此品种繁多,从薄织物到厚织物,从机织物到针织物几乎什么都做,而且不追求数量,即使是量很少的品种也做。因此适应市场变化的应变性强,调换性快,灵活机动,能做到有求必应。

在设备的组成上,大多数是印花大于前处理,这种设备组成情况有利于提高印花质量,准时交货,有利于竞争,有利于高利润。

在设备配置上是博取世界各国印染设备之长,因地制宜引进,讲究实效。例如,有的染厂的轧机选自西德KUSTERS型,而热熔车则来自日本KYOTO也有西德ARTOS目的是为了质量,降低成本,提高竞争能力。

各厂对前处理比较马虎,对后整理却十分注意。丝光工序的废碱一般不回收,因此

碱液浓度虽然不高,但纯度高,效果好。涤/棉织物的染色产品选择的染料以分散还原为主,有的也有分散、纳夫妥;浅色和中色往往采用一浴法,深色则用两浴法。

印花设备以网印为主,机印为副,这有利于加工高级印花织物;印花方式则是以直接印花为主。

后整理的防水和柔软整理,一般多用有机硅类树脂,成本虽然略高,但保证外观质量,故使用相当普遍。

纯涤纶转移印花服装已不流行。法国SNBLISTDLIE公司香港分厂(生产转印纸等),由于销路少已转卖给另一印染厂,而该厂采用转印法试制了一批花纹精细、色彩艳丽的真丝印花,款式新颖。

我们总的印象是:1. 竞争激烈,大量设备比较简易的印染厂与少数现代化大型印染厂同时并存,各自满足市场的不同需要,在竞争中保持生存。2. 生产灵活性高,印染、针织厂小而多,生产设备也都是大型和小型设备兼有,便于翻花式、赶时令,既能大批量生产,又能满足小批量多品种的要求。3. 十分注重产品的后整理加工,千方百计地提高产品的外观质量,以增强产品的竞争能力。4. 生产方式以代客加工为主,生产周期短,产品花式繁多。

下面将我们参观过的几个印染、针织厂的情况作一简介。

一、以连续染色著称的某染厂,是香港印染厂中较大的一个,拥有烧毛、退浆、炼漂前处理、染色、印花等大型车间,是使用普施安HE型活性染料的大户之一。该厂主要产品为涤/棉、棉色布和印花布,使用的染料以分散、活性、还原、纳夫妥等为主。该厂除有一般印染厂常用设备外,比较新型的设备有滚筒式丝光机(Wakayarne Geller)(日本产),具有织物门幅不会拉宽、车速较快(约70码)从布进碱槽到烘干只需几分钟;涂料圆网印花机(Stork 荷兰)可用于大面积的涂料印花,手感良好。该厂应用染整助剂的工艺颇有独到之处:1.在还原染料轧染时,以还原剂 Rongel PS(BASF)代替保险粉,性能要比保险粉好,它对空气中的氧气和温度较稳定,浅色用25克/升,深色不大于75克/升,方便实用。2.丝光布的增白,以Uvitex2 B(Ciba)4-6克/升增白棉,以Uvitex EBF 5克/升增白涤/棉。3.丝光处理以Lufibrol T8克/升加入到20°Be'烧碱中在102°C时处理1小时,效果较好。如前述该厂使用滚筒式丝光机,以20°Be'的NaOH处理棉布,效果好,产量高。4.柔软处理该厂采用柔软剂Aviuan SO(Ciba公司)5克/升,可改善针织物的手感;采用Bradsyn PE10克/升,可改善缝制时织物针洞的柔软性。5.使用荷兰产的Stork圆网印花机,印制大面积的廉价印花布,产量较高。6.热熔轧染时采用E型测温纸(瑞士产)控制布面温度,准确实际,减少次品。据说在香港已普遍采用。7.用转印纸印制高档真丝绸的工艺已用于生产,产品线条轮廓清晰,立体感强。该厂已申请专利。8.采用液体的纳夫妥和培司,贮存期长,重氮化容易(室温就可反应),操作方便。9.采用Cellestren类分散染料(BASF)一浴染涤/棉,色光鲜艳,且无色差,是受欢迎的一浴染涤/棉的染料,据说为Sandoz的'Tecosan,卜内门的普施林复合染料所不及。该厂曾自己试制涤/棉一浴染色染料,染色均匀,但日晒牢度还不

高,然而已申请了专利。

二、纯棉、涤/棉筒子纱染色见长的某小型针织染厂,该厂是香港典型的小型针织染厂之一也是使用HE型活性染料的主要用户之一。由于香港市场上极为流行“T恤衫”(带领汗衫),该厂的主要产品就是用于制T恤衫的纯棉针织染布和少量的涤/棉针织染布。主要设备有高温高压染色机(SCHOIL,瑞典)一台,每次可染600磅针织物,筒子纱染色机(PEGG Samuel)五台,和专供试样用的小型高温高压筒子纱染色机(PEGG Samuel)三台以及用于织造的日本产筒子纱卷装机和针织机若干台。该厂虽小,但能适应市场的应变和需求,不管客户需求多少、花式品种各异,总能有求必应,故不仅能生存而且能发展。

三、纺织染较现代化的某针织染厂,该厂不仅规模较大,而且厂房新、设备好,自动化程度高,纺织、漂染、及整理工艺全部配套。在染色车间有6台高温高压染色机全部采用电脑控制,全厂共有1500余人(其中漂染部分仅约200多人),产品远销美国和西欧等地。该厂是HE型活性染料的最大用户。主要的设备有,日本产高温高压染色机一台,每次可装布160公斤;美国产高温喷射染色机(CASTON COUNTRY)一台,每次可装布300公斤,电脑控制;瑞典产的高温喷射染色机(TEXTILE PROCESSING AB)五台,电脑控制;西德产树脂整理机(KRANTZ)四台,压光机(RAMISH KLEINE-WEFFERS)两台,压力30T,压辊表面有螺旋纹,温度为150°C,可用于棉、涤/棉针织物的电光整理,经整理后的织物布面纹路清晰,光泽好,手感爽滑;西德产的丝光机(DORNIER)一台,既可处理圆筒形针织品,也可处理平幅针织品,经丝光处理后再经整理,手感柔软、挺刮、光泽好、有丝绸感,是T恤衫等针织品的理想面料,售价要比不经丝光处理的贵好几倍。缺点是加工时有张力;以及常用的丝光机、绳染机、自动卷装、针织机等。

该厂的化验室仪器也较为先进,除常用织物染色、物理测试仪器外,尚有价值约为八万美元的 IBM 公司 78412 Textile Colour Anyles 电脑测色仪。电子配色已用于生产,该测色仪能测染色物深度,染样之间的色差等,使用甚为方便。

该厂虽然采用了较先进的技术,但仍十分讲究质量,各道工序把关甚严。同时非常注意市场动态,尽可能适应市场需要,灵活性较大,尽管香港印染行业中竞争激烈,而该厂仍能独占鳌头,产品远销欧美,取得了较迅速的发展。

随动控制 干性油与颜料的调合

干性油必须根据油性(浓度、温度、粘度)经常控制其流量。这种控制必须按经验所规定的速度下使之运转。速度一旦给定,在下次的变更给定速度前,必须经常保持一定的流量。

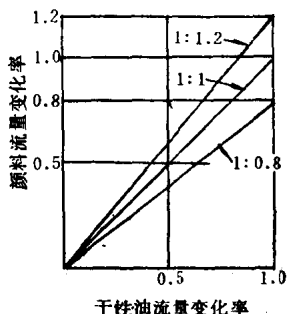
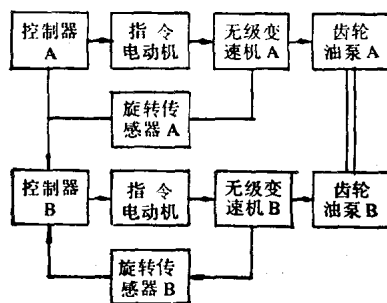
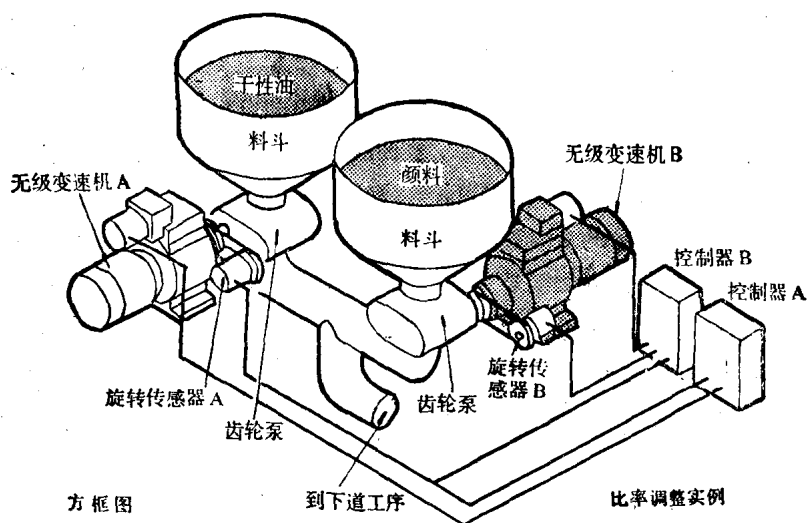
此外,也要根据颜料的性质控制流量。为了使这两种液体经常按一定的比率调合,因此有必要进行随动控制。

本例是用控制器 A 来控制干性油,并根据其变

化,用控制器 B 随动控制颜料的流量。

当干性油流量变化时,旋转传感器 A 的输出电压也立刻起变化。这一信号被输入到控制器 B 内,颜料的流量也随动起变化。此外,由于在控制器 B 内安装着比率调整器,因而也能任意地调节干性油与颜料的比率。

本装置也适用于各种涂料、粘结剂等有机溶剂的调合。



周作民译自日本《省力化と自动化》1982年2月

彩色电镀

一、引言

怎样才能得到彩色镀层呢？目前在工业上已有几种对镀层进行适当的后处理使其镀上各种颜色的方法。

例如：镀锌的铬酸盐处理，用各种氧化处理法获得带色的涂层（黄铜镀层及青铜镀层的着色）以及通过控制涂层厚度而获得的彩色铬镀层等。

根据与上述方法完全不同的原理，开发了用分散电镀的方法来进行各种各样的彩色电镀的工艺。下面叙述它的概况。

二、采用电镀法的金属着色技术

对于各种金属基体进行装饰性着色的方法有：(1)电沉积颜色较好的单金属镀层。(2)采用合金电镀的方法来控制色调。(3)电镀层的化成处理及着色。(4)用分散电镀法进行彩色电镀。

1. 采用单金属的彩色镀层

金、银、铜、锡、镍、铑、铂、铯等金属分别带有其特征的颜色。在适当的条件下电镀这些金属，就能得到装饰效果好的彩色镀层。金、银、铯等早就用在装饰品、钟表、眼镜架等上。由于它们的颜色及耐腐蚀，多数用于装饰性零件上。

在彩色镀铬方面，不仅能获得黑色，而且还能获得蓝灰、彩虹色、金色等色调范围相当宽的各种颜色。用于高尔夫球俱乐部等。

至于黑色镀层，则有黑镍、黑铬等，特别是黑铬，由于其可作为选择吸收太阳热量的涂层而受到人们的重视。

2. 采用合金的彩色镀层

由于二元或三元合金镀层能根据其组成不同分别呈现出特征的颜色，所以可将其用于彩色电镀。即使是二个组分相同的合金镀层，由于其组成不同，则颜色也不同，所以可通过改变其组成，获得色调范围相当宽的各种颜色。

例如：黄铜和青铜镀层，根据其组成，可以看到如表1那样的颜色的变化。

表1 各种黄铜及青铜镀层

黄铜镀层	70Cu-30Zn	黄金色
	50Cu-50Zn	白色
	28Cu-72Zn	白色
青铜镀层	8Sn-92Cu	赤色
	15Sn-85Cu	黄金色
	20Sn-80Cu	白色
	45Sn-55Cu	银色

纯金镀层呈黄金色，装饰效果很好，但若加入少量其它的金属元素而形成合金，可得到各种不同颜色的镀层，则可根据使用的目的来选择色调。表2列出了典型的镀金溶液的组成以及镀层的颜色。

用作装饰的带色的合金镀层还有Sn-Ni、Sn-Co、Cu-Ni等。

至于黑色镀层，研究了二、三种合金镀层，采用焦磷酸镀液的Sn-Ni-Mo合金镀层，采用三价铬镀液的黑色的Cr-Co合金镀层等，它们的选择吸收太阳热的特性都很好。

3. 用分散电镀法获得的彩色镀层

在用分散电镀法镀彩色镀层的试验中，我们以镍作为主体金属，研究了各种电镀法，概述如下。