



烟台先进材料与绿色制造山东省实验室 --烟台中示群智科技服务合伙企业

Shandong Laboratory of Yantai Advanced Materials and Green Manufacturing

镍磷化学镀液技术转化应用

一、研发团队介绍

烟台先进材料与绿色制造山东省实验室由山东省和烟台市共同建设。实验室以打造国家实验室“预备队”和国家实验室网络成员为目标，聚焦服务国家重大需求、全省经济社会高质量发展，坚持“四个面向”，对标国际、国家顶尖创新平台，汇聚、培养一流科学家和创新团队，组织实施重大科研任务，开展前瞻性基础研究和应用基础研究，加速推动关键共性技术、前沿引领技术和颠覆性技术创新突破，不断提升源头创新能力。

实验室按照“实行全新体制机制，对标一流科研平台”的工作原则，打造“实验室+产业技术研究院+孵化加速基地(初试、中试及小规模生产)+科研创新总部基地+产业发展基金”五位一体，面向山东、辐射全国的先进材料和绿色制造创新示范体系。将努力发展成为在先进材料与绿色制造领域有国际影响力的研发基地、高度开放国际一流科研平台。



本课题组成立于2021年，分为湿化学涂层、微纳制造、气相沉积涂层、材料计算四个研究小组。以中国科学院刘维民院士为课题组学术指导、徐书生研究员为课题组负责人，具备一流的设备条件和丰富的研究基础。我们的团队涉及多个专业研究领域：包括材料、机械、物理、化学等多方向、多学科。博士、硕士研究生40余名。

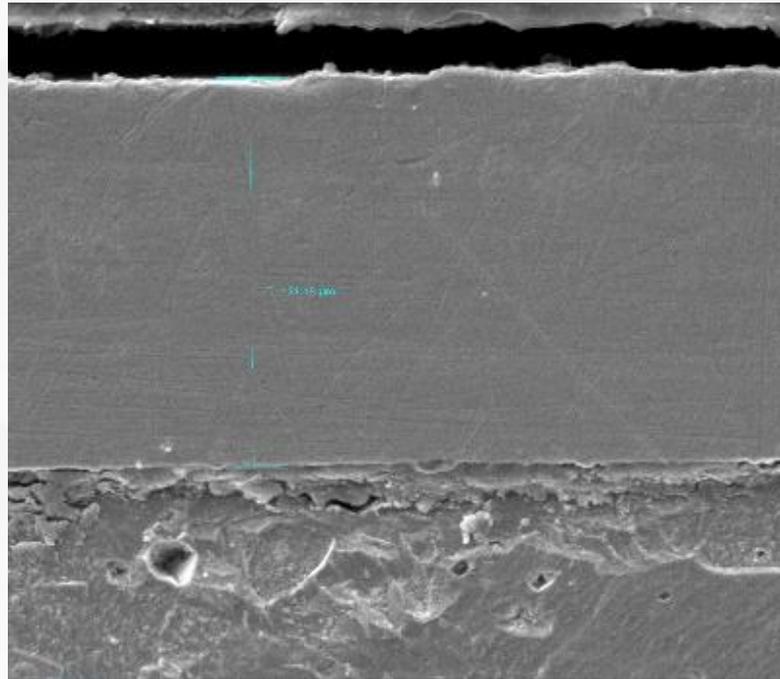
团队主攻方向包括：PVD涂层、PVD靶材设计与开发，硅碳负极材料CVD炉设计与开发，化学镀涂层及药水等；并提供技术改进，性能检测，工艺验证等技术服务。

二、应用概况—行业应用



- 化学镀镍磷零部件具有优良的耐蚀性、耐磨性、可焊性和高硬度等性能，广泛应用于汽车、航空航天、石油化工、机械等领域。
- ◆ 低磷镀层：磷含量在1%-4%之间。硬度较高，具有较好的耐磨性和耐碱腐蚀性，可焊性很强。
- ◆ 中磷镀层：磷含量在5%-8%之间。中磷镀层的硬度、耐磨性和耐腐蚀性适中。
- ◆ 高磷镀层：磷含量在9%-12%之间。高磷镀层属于非晶态结构，具有非常优良的耐蚀性。

二、应用概况—行业应用



| 元素 | 原子数 | 净值 | 质量 [%] | 归一化质量 [%] | 原子 [%] |
|----|-----|------|--------------|---------------|---------------|
| Ni | 28 | 8919 | 84.57 | 95.16 | 91.21 |
| P | 15 | 2131 | 4.30 | 4.84 | 8.79 |
| | | 总计: | 88.87 | 100.00 | 100.00 |

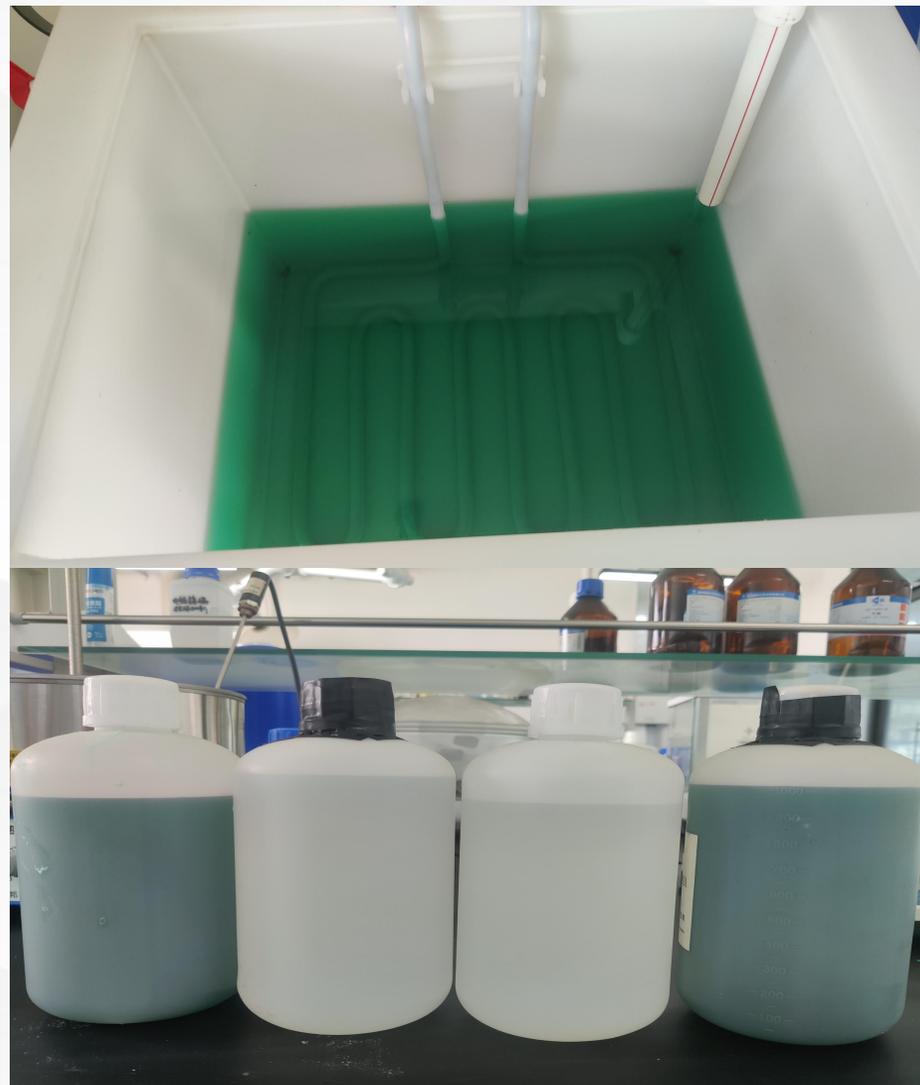
| 元素 | 原子数 | 净值 | 质量 [%] | 归一化质量 [%] | 原子 [%] |
|----|-----|------|--------------|---------------|---------------|
| Ni | 28 | 6885 | 69.72 | 87.29 | 76.75 |
| P | 15 | 3912 | 9.09 | 11.38 | 18.97 |
| O | 8 | 224 | 1.06 | 1.33 | 4.28 |
| | | 总计: | 79.87 | 100.00 | 100.00 |

- 涂层表面硬度高，耐磨性好，韧性强，抗疲劳；
- 涂层生长均匀，深镀能力强，圆度好，厚度可调，满足后处理加工需求；
- 涂层耐腐蚀性能好，能适应多种复杂介质环境；
- 涂层表面光洁度高，粗糙度低，使机械零部件表面不卡油，不板结；
- 涂层沉积速度快，结合力强，可焊接，导电性好。

三、镀液特点

技术优势：药水采用**四体系（A、B、C、D）**组分精细化，镀液稳定性高，自主研发多种复合添加剂，使用**周期长，可达15MTO**；型号种类多，满足低、中、高磷不同需求。涂层力学性能优，可满足于复杂工况下的使用要求，例如：**高频敲击、往复冲刷、高压滑动摩擦等**；涂层耐蚀性高，可应用于多种腐蚀介质环境中，例如：**高盐雾、强酸、卤水、过硫酸盐等**。

成本优势：药水**使用周期长**，节约人力，物力成本，生产效率高，经济性强；药水稳定性好，维护方法简单，**环保性好**，不含氯、氟等元素，使用成本低；**能耗低**，满足企业降本增效要求。



四、使用与维护

□ 镀液常见失效原因

1. 镀液自反应 (稳定性差)
2. 镀液不起镀 (镀速慢)
3. 镀液老化 (周期短)

□ 镀层质量控制

1. 镀层厚度
2. 镀层平整度
3. 磷含量

□ 镀层性能

1. 硬度、韧性
2. 结合力
3. 耐蚀性
4. 粗糙度

□ 问题分析

1. 镀液体系
2. pH调节机制
3. 监测方法
4. 环境管理

五、客户案例

纺织行业提花机配件

- 中磷
- 提高韧性，抗疲劳性能



江苏企业钻井平台配套件

- 中磷
- 提高硬度 (900-1000HV)
- 延长使用周期15MTO



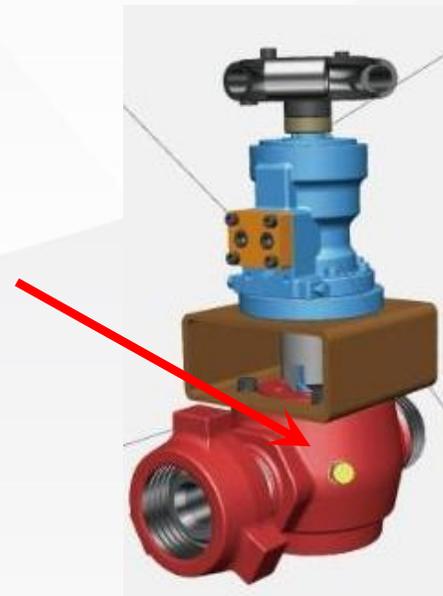
挖掘机-传动销

- 高磷 (12%-15%)
- 耐盐雾350h
- 硬度高 (1000HV以上)
- 结合力强
- 低粗糙度Ra0.8以下



石油行业-泵体旋塞

- 高耐蚀性 (复杂介质环境)
- 高硬度、高韧性 (流体冲刷)
- 厚度60-80 μm , 可加工





烟台先进材料与绿色制造山东省实验室 --烟台中示群智科技服务合伙企业

Shandong Laboratory of Yantai Advanced Materials and Green Manufacturing



谢谢欣赏



房博文（业务负责人） 18624273531