

- formed by aluminizing and internal oxidation [J]. Materials Science Letters, 1998, 17 (6): 477– 483.
- [3] 张毅, 田保红, 陈小红, 等. 纯铜稀土催渗铝及其内氧化 [J]. 铸造技术, 2006, 27 (3): 255– 257.
- [4] ASA K R, STAFFAN J. On the use of ceramic PVD coatings to replace metallic coatings in electrical contacts [J]. Surface and Coatings Technology, 1997, 89 (3): 270– 278.
- [5] 甘正浩, 毛志远, 沈复初, 等. 铜的气体表面渗硅新工艺研究 [J]. 材料科学与工程, 1996, 14 (4): 38– 42.
- [6] SHRIRAM S. Electrodeposition of nanocrystalline nickel a brief review [J]. Tans IMF, 2000, 78 (5): 194– 197.
- [7] 刘森林, 石子源, 王德庆, 等. 纯铜表面镍硼合金涂层的制备 [J]. 大连铁道学院学报, 2005, 26 (4): 62– 65.
- [8] 袁庆龙, 苏永安, 徐重. 纯铜双层辉光离子渗镍研究 [J]. 真空科学与技术学报, 2004, 24 (1): 40– 42.
- [9] 张跃飞, 陈飞, 苏永安, 等. 纯铜加弧辉光离子渗钛的研究 [J]. 金属热处理, 2002, 27 (4): 27– 28.
- [10] BATENI M R, MIRDAMADI S, ASHRAFIZADEH F, et al. Oxidation behaviour of titanium coated substrate [J]. Surface and Coatings Technology, 2001, 139 (2– 3): 192– 199.
- [11] DATTA M K, PABIS K, MURTY B S, et al. Thermal stability of nanocrystalline Ni silicides synthesized by mechanical alloying [J]. Materials Science and Engineering A, 2000, 284: 219– 225.
- [12] TAKASUGI T, WATANABE S, LZUMIO, et al. Plastic flow of $\text{Ni}_3(\text{Si}, \text{Ti})$ single crystals [J]. Acta Metallurgical, 1989, 37: 3425– 3436.
- [13] TAKASUGI T, LZUMIO. Mechanical properties of recrystallized L1_2 -type $\text{Ni}_3(\text{Si}, \text{Ti})$ intermetallics [J]. Journal of Materials Science, 1991, 26: 1173– 1178.
- [14] WANG H M, WANG C M, CAI L X. Wear and corrosion resistance of laser clad $\text{Ni}_2\text{Si}/\text{NiSi}$ composite coatings [J]. Surface and Coatings Technology, 2003, 168 (2– 3): 202– 208.
- [15] CAI L X, WANG H M, WANG C M. Corrosion resistance of laser clad Cr-alloyed $\text{Ni}_2\text{Si}/\text{NiSi}$ intermetallic coatings [J]. Surface and Coatings Technology, 2004, 182 (2– 3): 294– 299.
- [16] 王春敏, 蔡良续, 王华明. 激光熔覆 NiSi 金属硅化物复合材料涂层显微组织与耐腐蚀性 [J]. 中国有色金属学报, 2002, 12 (S1): 183– 187.
- [17] JIN KOOK Y, GYEUNG HO K, JI YOUNG B, et al. Kinetics of chemical vapor deposition of Si on Ni substrates from a $\text{SiCl}_4\text{-H}_2$ gas precursor mixture [J]. Surface and Coatings Technology, 2003, 172 (1): 165– 171.
- [18] JIN-KOOK Y, JI-YOUNG B, GYEUNG-HO Kim, et al. Formation process and microstructural evolution of Ni-silicide layers grown by chemical vapor deposition of Si on Ni substrates [J]. Surface and Coatings Technology, 2003, 168 (2– 3): 241– 248.
- [19] HE Y R, RAPP R A. Oxidation resistant Ge-doped silicide coating on Cr-Cr₂Nb alloys by pack cementation [J]. Materials Science and Engineering A, 1997, 222(2): 109– 117.
- [20] LEVIN L, KATSMAN A. On the problem of high rate reactive diffusion [J]. Materials Chemistry and Physics, 1998, 53(1): 73– 76.
- [21] XIANG Z D, ROSE S R, DATTA P K. Codeposition of Al and Si to form oxidation-resistant coatings on $\gamma\text{-TiAl}$ by the pack cementation process [J]. Materials Chemistry and Physics, 2003, 80(2): 482– 489.
- [22] 王红星, 盛晓波, 储成林, 等. 包渗时间对 Cu 表面 NiAl 涂层组织和性能的影响 [J]. 材料工程, 2008, (8): 52– 56.

收稿日期: 2009-05-12; 修订日期: 2009-11-25

作者简介: 王红星 (1971—), 男, 博士后, 主要从事复合材料制备及性能研究, 联系地址: 南京航空航天大学机电学院 054 系 (210016), E-mail: wangzhao2000922@163.com

华东理工大学成功研制大型风机叶片用复合材料

科技日报讯华东理工大学华昌聚合物有限公司与上海玻璃钢研究院有限公司合作, 近日成功研发出具有自主知识产权的、适用于大型风机叶片的关键技术“高性能环氧乙烯基酯树脂”, 用以代替价格昂贵的进口树脂。

目前, 兆瓦级的风力发电机叶片所使用的基体树脂有环氧体系和聚酯体系, 而国内叶片用的这两种树脂全部依赖进口。进口周期长, 造成市场供应紧张, 国内叶片生产商屡次经历断料的情况, 损失巨大。我国风力发电机叶片生产商虽有 30 余家, 但是他们迫切需要成本低、工艺性能好的国产化材料来取代进口材料。为加快先进制造、先进材料领域科技进步, 上海市科委特发布上海市“科技创新行动计划”2009 年度先进制造、先进材料领域重点科技项目指南, 将“建立百吨级风机叶片复合材料基体树脂”立为 2009 年度上海市科技攻关项目。该项目于 2009 年 6 月立项后, 华东理工大学华昌聚合物有限公司在科研人员的努力下, 一方面明显降低原料成本(价格只有进口环氧树脂的 60%), 另一方面所研发的环氧乙烯基酯树脂黏结性能良好, 力学性能优异, 收缩率低。

经过半年多的努力, 1000 吨/年的风机叶片专用树脂生产线已经基本建设成功, 已经完成项目中试, 样品正通过国外两家客户进行试用, 即将投产。