

表面到基体方向的能谱线扫描分布(图 4(b))。可见, Ni-P 镀层和镁合金基体结合紧密, 二者之间无明显孔隙和缺陷, 而且镀层非常致密。能谱线扫描曲线上镀层沿深度方向 Ni 和 P 的相对强度基本没有变化, 表明其成分分布较为均匀。镀层与基体结合处曲线的变化趋势表明 Ni 和 P 均在基体中发生了一定程度的扩散, 形成了良好的结合。

#### 2.4 镀层的结构

图 5 是镁合金化学镀镍磷镀层的 XRD 谱线图。由图可见: 在衍射角  $2\theta=45^\circ$  附近, 即镍的(111)衍射方向有一漫散的衍射峰, 表明镀层呈非晶态结构。

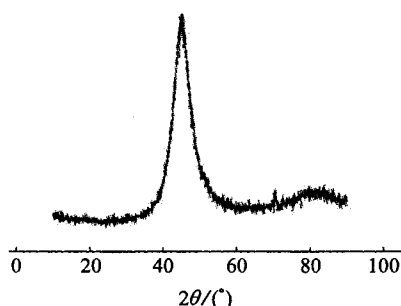


图 5 化学镀镍磷镀层的 XRD 衍射谱

### 3 结论

(1) 采用本文的环保型酸洗和活化工艺进行前处理, 在镁合金基体上能沉积出结合良好的镀层。

(2) 在 AZ91D 镁合金表面化学镀镍磷合金可有效提高镁合金的表面硬度和耐蚀性, 正交优化获得的最佳工艺参数是: 主盐( $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )为 25 g/L、还原剂( $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )为 30 g/L 和络合剂(乳酸)为 15 ml/L。

(3) 在优化的镀液组成及工艺条件下镀速高达  $26 \mu\text{m}/\text{h}$ , 制备的镀层呈非晶态结构, 镀层表面平整致密、具有金属光泽; 镀层与基体结合良好, 硬度高达 546 HV, 镀层耐蚀性良好。

#### 参考文献:

- [1] 霍宏伟, 李 瑛, 王福会. AZ91D 镁合金化学镀镍[J]. 中国腐蚀与防护学报, 2002, 22(1): 14-16.
- [2] 刘新宽, 向阳辉, 胡文彬, 等. 镁合金化学镀工艺研究[J]. 电镀与涂饰, 2004, 23(5): 16-18.
- [3] 姜晓霞, 沈 伟. 化学镀理论及实践[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000.

- [4] 雷阿利, 冯拉俊. 高磷高耐蚀性化学镀 Ni-P 合金复合络合剂的研究[J]. 腐蚀与防护, 2006, 27(3): 145-147.
- [5] 张星笃, 严 文, 白真权. 化学镀高磷 Ni-P 合金的研究[J]. 电镀与环保, 2008, 28(5): 31-33.
- [6] 蔡晓兰, 张永奇, 贺子凯. 化学镀镍磷络合剂对磷含量的影响[J]. 表面技术, 2003, 32(2): 28-30.
- [7] 孙 华, 冯立明, 李成美. 化学镀 Ni-P 合金复合络合剂正交优化试验[J]. 腐蚀与防护, 2004, 25(7): 304-306.
- [8] 蔡晓兰, 黄 鑫, 刘志坚. 化学镀镍溶液中络合剂对镀速影响的研究[J]. 吉林化工学院学报, 2000, 17(4): 21-23.
- [9] 张道军, 邵红红, 蒋小燕. 前处理工艺对 AZ91D 镁合金直接化学镀的影响[J]. 腐蚀与防护, 2008, 29(7): 391-393.
- [10] 国 栋, 樊占国, 杨中东. 镁合金化学镀中预处理氟化镁膜的特征与作用[J]. 中国有色金属学报, 2008, 17(5): 789-794.

### 用碳纤维复合材料修复管道腐蚀点

碳纤维复合材料补强技术可以用于含腐蚀、裂纹、氢致损伤、机械损伤、焊缝缺陷、几何缺陷和材质缺陷管道的修复补强, 也可用于内腐蚀管道的临时增强; 可用于单点缺陷补强, 也可用于整体管道的缺陷补强。除去缺陷补强, 该技术还可用于对无缺陷管道提压增强, 例如地区类别改变导致对管道安全系数的要求增加和管道运行压力需要提高等情况都可以用该技术进行增强处理, 取代经济成本昂贵的换管修复。

庆哈输油大队采用碳纤维复合材料补强技术, 对庆哈原油长输管道发现的腐蚀点进行处理修复。施工省时省力, 既保证了管道的平稳运行, 又降低了成本费用, 取得了满意的效果。目前, 庆哈管道已实现安全运行 3600 多天。

摘自《中国石油报》, 等