



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101591482 B

(45) 授权公告日 2011.03.16

(21) 申请号 200810227691.3

CN 1269993 C, 2006.08.16,

(22) 申请日 2008.11.28

CN 1804121 A, 2006.07.19,

(73) 专利权人 中国电力科学研究院

CN 101070751 A, 2007.11.14,

地址 100055 北京市宣武区广安门南滨河路
33号

CN 1109123 C, 2003.05.21,

审查员 张美静

(72) 发明人 马光 李现兵 韩钰 陈玉成
聂京凯 陈新 徐德录

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理
有限公司 11203

代理人 张慧

(51) Int. Cl.

C09D 1/00 (2006.01)

C09D 5/10 (2006.01)

C09D 5/03 (2006.01)

C23C 4/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1048528 C, 2000.01.19,

权利要求书 1 页 说明书 3 页

(54) 发明名称

一种耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层及制备方法

(57) 摘要

一种耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层及其制备方法属于表面工程技术领域。本发明拟解决现有纳米结构涂层耐腐蚀性差,成本高等问题。本发明所提供的涂层的喷涂粉末的组分及其含量为: C:0.5~1.5% wt、B:3.0~5.0% wt、Si:2.5~6.0% wt、Fe:4.0~9.0% wt、Cr:12.0~25.0% wt,余量为 Ni,喷涂粉末的粒度为 5~55 μm。本发明通过采用气雾化法制备喷涂粉末后,采用活性燃烧高速燃气喷涂技术将其喷涂到基体上,制备纳米结构 Ni 基涂层。本发明所提供的涂层耐磨耐蚀综合性能高,且制备成本低,适于工业化生产。

1. 一种耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层,其特征在于,所述的涂层的喷涂粉末的组分及其含量为 :C :0.5 ~ 1.5% wt、B :2.0 ~ 5.0% wt、Si :2.5 ~ 6.0% wt、Fe :4.0 ~ 9.0% wt、Cr :12.0 ~ 25.0% wt,余量为 Ni,喷涂粉末的粒度为 5 ~ 55 μ m,喷涂粉末的晶粒尺寸为 40 ~ 50nm。

2. 根据权利要求 1 所述的一种耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 将原料粉末进行成分配比后,采用真空气雾化法制备喷涂粉末,制粉工艺参数为:熔炼真空度 0.01 ~ 0.1Pa,熔炼温度 1600 ~ 1800 $^{\circ}$ C,雾化压力 2 ~ 4Mpa,雾化气氛为氩气,喷涂粉末的组分及其含量为 :C :0.5 ~ 1.5% wt、B :3.0 ~ 5.0% wt、Si :2.5 ~ 6.0% wt、Fe :4.0 ~ 9.0% wt、Cr :12.0 ~ 25.0% wt,余量为 Ni,喷涂粉末的粒度为 5 ~ 55 μ m;

2) 将步骤 1) 中制备的喷涂粉末采用活性燃烧高速燃气喷涂技术喷涂到基体上,得到耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层,喷涂工艺参数为:空气压力 0.55 ~ 0.60MPa,一级燃烧室压力 0.44 ~ 0.55MPa,二级燃烧室压力 :0.24 ~ 0.33MPa,喷涂距离 :100 ~ 200mm,送粉速度 :2 ~ 6ppm。

一种耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层及制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于表面工程技术领域,具体涉及采用活性燃烧高速燃气喷涂制备耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层的技术。

背景技术

[0002] 纳米材料由于其优异的机械、物理、化学等性能受到广泛关注,随着表面工程技术的发展,将表面涂层技术与纳米材料结合,制备高性能纳米结构涂层成为可能。其中,热喷涂技术具有工艺简单、涂层和基体的选择范围广、涂层厚度变化范围大、沉积效率高以及容易形成复合涂层等优点。利用热喷涂制备的纳米结构涂层具备耐磨损、硬度和结合强度高、断裂韧性好等优点,在工业上有着非常好的应用前景。

[0003] 例如,美国纳米材料公司通过特殊粘结处理制成专用热喷涂纳米粉,利用等离子喷涂得到纳米结构 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ 涂层,涂层致密度达 98%。结合强度比商用普通粉末涂层提高 2-3 倍,抗磨损能力是商用普通粉末涂层的 3 倍,抗弯强度比商用普通粉末涂层提高 2-3 倍。CN1600820A 公开了一种纳米耐磨涂层的制备及应用,利用纳米晶的 WC-Co 喷涂粉末制备了纳米 WC-Co 涂层,涂层具有高的显微硬度和耐磨性。CN1413774A 公开了一种粉末热喷涂纳米材料的制备方法,采用 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 团聚粉末,利用氧乙炔火焰喷涂制备获得纳米涂层,利用 TEM 观察涂层呈纳米晶组织。

[0004] 上述热喷涂纳米结构涂层均具有非常高的耐磨损性能,但多为陶瓷涂层(如纳米结构 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ 和 WC-Co 涂层),且不涉及耐蚀性,而在某些工况条件下,对耐磨耐蚀性综合性能要求较高,另外,这些涂层体系成本较高,限制了其应用。目前为止,关于低成本、高综合性能的纳米结构合金涂层的研究甚少。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于解决现有技术中的问题,而提供一种耐磨耐蚀综合性能高、成本低的纳米结构 Ni 基涂层及其制备方法。

[0006] 本发明所提供的耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层的喷涂粉末为多合金元素的 Ni 基合金粉末,具体组分及其含量为:C:0.5~1.5% wt、B:2.0~5.0% wt、Si:2.5~6.0% wt、Fe:4.0~9.0% wt、Cr:12.0~25.0% wt,余量为 Ni,喷涂粉末的粒度为 5~55 μm 。

[0007] 本发明所提供的耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层的制备方法,包括以下步骤:

[0008] 1) 将原料粉末进行成分配比后,采用真空气雾化法制备喷涂粉末,制粉工艺参数为:熔炼真空度 0.01~0.1Pa,熔炼温度 1600~1800 $^\circ\text{C}$,雾化压力 2~4MPa,雾化气氛为氩气,喷涂粉末的组分及其含量为:C:0.5~1.5% wt、B:3.0~5.0% wt、Si:2.5~6.0% wt、Fe:4.0~9.0% wt、Cr:12.0~25.0% wt,余量为 Ni,喷涂粉末的粒度为 5~55 μm ;

[0009] 2) 将步骤 1) 中制备的喷涂粉末采用活性燃烧高速燃气喷涂技术(超音速火焰喷涂技术)喷涂到基体上,得到耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层,喷涂工艺参数为:空气压力 0.55~0.60MPa,一级燃烧室压力 0.44~0.55MPa,二级燃烧室压力:0.24~0.33MPa,喷

涂距离 :100 ~ 200mm,送粉速度 :2 ~ 6ppm。

[0010] 与现有的技术相比,本发明具有以下有益效果 :

[0011] 本发明所采用的活性燃烧高速燃气喷涂技术,粒子飞行速度高,火焰温度低,有利于制备纳米结构涂层 ;另外,本发明所制得的涂层致密、孔隙率低、热退化小、沉积效率高,耐磨耐蚀综合性能好,成本低,适合工业化生产。

[0012] 喷涂粉末的形貌近似呈球形,具有良好的流动性。喷涂粉末中含有大量的 CrB_2 , Cr_{26}C_3 , Cr_7C_3 等硬质相,不考虑应力宽化,根据谢乐公式估算粉末晶粒尺寸,喷涂粉末的晶粒尺寸为 40 ~ 50nm。喷涂粉末经喷涂形成涂层后仍保持粉末的相结构。涂层与基体结合良好,涂层厚度可达 700 ~ 800 μm 。涂层中的大部分粒子为 50 ~ 70nm 的纳米粒子,且部分粒子非常细小,为 20 ~ 30nm,因此本发明所制备的涂层为纳米结构的涂层。

[0013] 以下结合具体实施方式对本发明作进一步说明。

[0014] 下述实施例中采用 0Cr13Ni5Mo 不锈钢作为制备纳米结构 Ni 基涂层的喷涂基体。喷涂前,将基体用丙酮清洗,并用氧化铝喷砂粗化后立即进行喷涂。

[0015] 实施例 1

[0016] 1) 将原料粉末进行成分配比后,采用真空气雾化法制备喷涂粉末,制粉工艺参数为 :熔炼真空度 0.01Pa,熔炼温度 1600 $^{\circ}\text{C}$,雾化压力 4.0Mpa,雾化气氛为氩气,喷涂粉末的组分及其含量为 :C :1.5% wt、B :3.0% wt、Si :2.5% wt、Fe :4.0% wt、Cr :12.0% wt,余量为 Ni,喷涂粉末的粒度为 5 ~ 45 μm ;

[0017] 2) 将步骤 1) 中制备的喷涂粉末采用活性燃烧高速燃气喷涂技术喷涂到 0Cr13Ni5Mo 不锈钢基体上,得到耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层,喷涂工艺参数为 :空气压力 0.55MPa,一级燃烧室压力 0.44MPa,二级燃烧室压力 :0.24MPa,喷涂距离 :100mm,送粉速度 :6ppm。

[0018] 实施例 2

[0019] 1) 将原料粉末进行成分配比后,采用真空气雾化法制备喷涂粉末,制粉工艺参数为 :熔炼真空度 0.05Pa,熔炼温度 1700 $^{\circ}\text{C}$,雾化压力 2.5Mpa,雾化气氛为氩气,喷涂粉末的组分及其含量为 :C :0.8% wt、B :3.8% wt、Si :3.5% wt、Fe :7.8% wt、Cr :17.5% wt,余量为 Ni,喷涂粉末的粒度为 5 ~ 45 μm ;

[0020] 2) 将步骤 1) 中制备的喷涂粉末采用活性燃烧高速燃气喷涂技术喷涂到 0Cr13Ni5Mo 不锈钢基体上,得到耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层,喷涂工艺参数为 :空气压力 0.60MPa,一级燃烧室压力 0.49MPa,二级燃烧室压力 :0.28MPa,喷涂距离 :150mm,送粉速度 :4ppm。

[0021] 实施例 3

[0022] 1) 将原料粉末进行成分配比后,采用真空气雾化法制备喷涂粉末,制粉工艺参数为 :熔炼真空度 0.1Pa,熔炼温度 1800 $^{\circ}\text{C}$,雾化压力 2.0Mpa,雾化气氛为氩气,喷涂粉末的组分及其含量为 :C :0.5 % wt、B :5.0% wt、Si :6.0% wt、Fe :9.0% wt、Cr :25.0% wt,余量为 Ni,喷涂粉末的粒度为 5 ~ 55 μm ;

[0023] 2) 将步骤 1) 中制备的喷涂粉末采用活性燃烧高速燃气喷涂技术喷涂到 0Cr13Ni5Mo 不锈钢基体上,得到耐磨耐蚀纳米结构 Ni 基涂层,喷涂工艺参数为 :空气压力 0.60MPa,一级燃烧室压力 0.55MPa,二级燃烧室压力 :0.33MPa,喷涂距离 :200mm,送粉速

度 :2ppm。

[0024] 对实施例 2 中制备的涂层进行硬度、耐磨性和耐蚀性的测试：

[0025] 1、将涂层抛光后，采用 HXD-1000TM 显微硬度计测量其表面显微硬度，平均硬度为 $125\text{kg}/\text{cm}^2$ ，最高硬度可达 $1334\text{kg}/\text{cm}^2$ ，涂层具有较高的显微硬度。

[0026] 2、采用立式万能摩擦磨损试验机 MMW-1 进行室温无润滑滑动磨损试验，摩擦副为 $\Phi 13\text{mm}$ 的硬质合金球，所加载荷为 50N，转速为 200r/min，试验时为间 60min。磨损量用失重表示（如表 1 所示），对比试样为 0Cr13Ni5Mo 不锈钢，可见本发明制备的涂层具有很高的耐磨性。

[0027] 3、采用 CHI660B 电化学工作站测定涂层在 3.5% 的 NaCl 溶液中电化学腐蚀性能。利用 Tafel 外推法确定涂层的腐蚀电流 i_{corr} 并计算腐蚀速度 V_{corr} ，扫描速度为 1mV/s。实验采用的参比电极为饱和甘汞电极，辅助电极为铂电极，对比试样为 0Cr13Ni5Mo 不锈钢。试验数据见附表 2，可以看出本发明制备的涂层具有很高的耐蚀性。

[0028]

磨损失重	载荷	磨损失重
0Cr13Ni5Mo 不锈钢	50N	32.6
Ni 基涂层	50N	5.2

[0029] 表 1 涂层及不锈钢的磨损失重

[0030]

	E_{corr} (mV)	i_{corr} ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	V_{corr} (mm/a)
0Cr13Ni5Mo 不锈钢	-481.6	4.6	0.07
Ni 基涂层	-361.8	0.7	0.008

[0031] 表 2 涂层及不锈钢的腐蚀电化学参数