



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102773473 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 30

(21) 申请号 201210283222. X

(22) 申请日 2012. 08. 09

(73) 专利权人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区朱辛庄

专利权人 河北瑞驰伟业科技有限公司

(72) 发明人 刘宗德 刘再德 李建平 王永田

李新芷 任威宇 钟成圆

(74) 专利代理机构 北京华谊知识产权代理有限

公司 11207

代理人 刘月娥

(51) Int. Cl.

B22F 1/00 (2006. 01)

C23C 24/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101338428 A, 2009. 01. 07,

EP 2030718 A1, 2009. 03. 04,

CN 101658973 A, 2010. 03. 03,

CN 102181857 A, 2011. 09. 14,

US 3677723 A, 1972. 07. 18,

US 2010297432 A1, 2010. 11. 25,

审查员 黄川

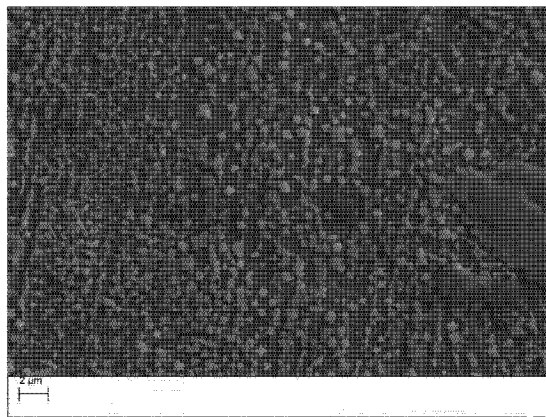
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

用于激光熔覆的铁镍铬钼基粉末材料及其制备方法

(57) 摘要

一种用于激光熔覆的铁镍铬钼基粉末材料及其制备方法,属于表面工程技术领域。粉末各组分的重量百分含量为:钛粉:10-18wt.%;石墨碳粉:2-4.5wt.%;碳化钨粉:6-15%;铁-镍-铬-钼合金粉:余量;其中,铁-镍-铬-钼合金粉末的成分为:镍:20-26wt.%,铬:23-26wt.%,钼:6-15wt.%,铁:余量。优点为:利用高能量密度激光束熔化混合粉末,在钢基体表面形成以铁-镍-铬-钼合金为连续相、以碳化物陶瓷为增强相的耐磨耐蚀熔覆层,熔覆层与基体达到冶金结合、稀释率低。本发明的方法具有制备成本较低、熔覆层耐磨耐蚀寿命长、工艺较简单等优点,可显著延长搅拌机、浆液循环泵及海水循环水泵等部件的耐磨耐蚀寿命。



1. 一种用于激光熔覆的铁镍铬钼基粉末材料,其特征在于,粉末材料各组分的重量百分含量为:

钛粉:10-18%;石墨碳粉:2-4.5%;碳化钨粉:6-15%;铁-镍-铬-钼合金粉:余量;其中,铁-镍-铬-钼合金粉末的成分为:镍:20-26%,铬:23-26%,钼:6-15%,铁:余量。

2. 一种权利要求1所述的用于激光熔覆的铁镍铬钼基粉末材料的制备方法,其特征在于;工艺如下:

(1) 按粉末各组分的重量百分含量,称取各种粉末原料;

所述粉末原料各组分的重量百分含量为:钛粉:10-18%;石墨碳粉:2-4.5%;碳化钨粉:6-15%;铁-镍-铬-钼合金粉:余量;

(2) 将称取的各种粉末原料放入干燥箱中干燥,干燥箱温度为100-150℃,干燥时间为2-3小时;

(3) 利用干粉混料设备混合粉末原料,形成混合后的粉末材料,混料时间为3-5小时;

(4) 将混合后的粉末材料装入塑料桶密封存储。

用于激光熔覆的铁镍铬钼基粉末材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于表面工程技术领域,特别是提供了一种用于激光熔覆的铁镍铬钼基粉末材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 搅拌器、浆液循环泵是火电厂脱硫系统中的关键设备之一,其磨损与腐蚀问题是影响脱硫系统安全经济运行的重要原因。

[0003] 搅拌器由搅拌机构、轴和配备驱动电机的驱动系统组成,搅拌器一般采用三叶螺旋桨叶片,叶片材料为不锈钢。安装搅拌器的作用为:(1)防止固体颗粒在浆液池中沉淀,确保浆液能够均匀地输送到下一个工艺流程中去;(2)强化氧化空气的扩散,促进亚硫酸钙的氧化、石膏晶体的成长和石灰石的溶解。

[0004] 吸收塔浆液呈酸性,浆液中既含有 CaCO_3 等固体颗粒,又含有大量腐蚀性强的氯离子,其浓度可达 1-2%。因此,引起搅拌器轮毂、叶片失效的原因为磨损与腐蚀。随着搅拌器叶片磨损、腐蚀程度的增加,会引起浆液搅拌不均匀,造成固体颗粒在罐底局部沉积和泵入口处沉积等问题;该问题将引起浆液循环泵磨损加剧。搅拌器轮毂一般采用耐蚀性好的 1.4529 合金或其它耐蚀合金。由于搅拌器叶轮的转速较高,要求叶片材料具有比轮毂材料更高的耐磨耐蚀性。

[0005] 浆液循环泵属于大流量的离心泵,用于循环吸收塔内的浆液。吸收塔内的浆液是固液双相流介质,浆液中的固体成分为石灰石和石膏,重量浓度一般在 20% 左右。根据机组装机容量及燃煤含硫量不同,脱硫吸收塔浆液循环流量通常在 $4000\sim 12000\text{m}^3/\text{h}$ 之间,扬程在 16-30m 之间。在烟气脱硫装置中,浆液循环泵的电耗占整个脱硫岛电耗的三分之一以上,因此,大流量、高效率是对该泵的技术要求。烟气在循环吸收过程会形成硫酸、盐酸等酸性混合物,并随着循环时间的延长逐步富集,浆液的氯离子浓度含量在 20000-60000 mg/L 范围,pH 值一般在 4.5-6 之间。浆液循环泵在上述含固腐蚀性高速流动的复杂介质中工作,其过流部件材料的腐蚀与磨损问题尤为突出。磨损与腐蚀将造成泵效率不断降低和振动等问题,因此,浆液循环泵过流部件材料的耐蚀耐磨性能是决定该泵使用寿命和能耗的重要指标。浆液循环泵叶片任意点的圆周速度与转速及直径成正比,因而在叶轮外径处速度达到最大,使浆液中的颗粒与叶片的磨损加剧,从而导致在相应位置磨损最为严重。国际上用于浆液循环泵过流部件的耐蚀耐磨技术有两种,其一是采用铸铁外壳,内衬橡胶技术,即衬胶泵;另一种是采用耐蚀耐磨合金制造泵过流部件,即合金泵。采用合金泵的制造成本较高,但泵装置运行可靠性和寿命优于衬胶泵。

[0006] 浆液循环泵部件材料通常采用高铬耐蚀耐磨合金和双相不锈钢,分别为 F30%CrMo(企业牌号 Cr30)和 Z3CNUD2605M(企业牌号 2605)。针对烟气脱硫浆液氯离子含量高的特点,国内外厂家在 Cr30 的原有成分基础上加入了适量 Ni 和 Cu 元素,提高了其抗氯离子腐蚀的性能,改进后材料的企业代号为 Cr30A, Cr30A 用于制造浆液泵中旋转件叶轮及与其配合的前后护板等零件,其显微组织为奥氏体+碳化物+少量铁素体、显微硬度在

450-560HV 范围。尽管上述材料具有较好的耐磨耐蚀性,但其耐磨耐蚀性仍不能满足火电厂长寿命高效运行的要求,浆液循环泵叶轮的检修周期一般 4000-8000 小时。对于 Cr30、Cr30A 类材料的铸造部件,由于其铬含量高(铬含量 35-40wt.%)、断裂韧性差,如采用电弧焊、氩弧、等离子熔覆法在该类材料表面制备熔覆层,由于热影响区过大而在热作用区产生高热应力,极易使 Cr30、CR30A 类材料表面产生穿透性宏观裂纹而使部件报废。因此,对于磨损腐蚀程度不太严重的浆液循环泵叶轮及其它过流部件,常采用冷修复的办法延长其寿命,例如可利用 Metaline 类陶瓷-胶复合材料修复凹坑,或喷涂该类材料在叶轮、泵体内壁而形成耐磨耐蚀层。该类耐磨涂层由于结合强度低(一般低于 20MPa),其寿命一般不超过 4500 小时。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种用于激光熔覆的铁镍铬钼基粉末材料及其制备方法;利用激光束熔覆本发明所述的粉末材料,可在火电厂用搅拌器叶片、泵与叶轮过流部件磨损严重区域形成耐磨耐蚀熔覆层,适用于火电厂脱硫系统用搅拌器、浆液循环泵及各类发电厂用海水循环水泵过流部件的耐磨耐蚀表面处理。

[0008] 利用激光束熔覆本发明所述的粉末材料所形成熔覆层的表面显微硬度在 500-1000HV 范围。激光熔覆法的优点在于:对工件表面的热影响区极小,可有效避免基体材料因熔覆过程产生的热应力而变形或开裂等问题。本发明突破了现有耐磨耐蚀涂层或衬胶层结合强度低、寿命短的限制,使耐磨耐蚀熔覆层与基体达到冶金结合。

[0009] 本发明是通过以下步骤来实现的。

[0010] 本发明所述的粉末材料各组分的重量百分含量为:

[0011] 钛粉(粒度 -140+325 目,纯度 $\geq 99.5\%$,其中,“-140+325 目”表示粉末粒度在 325 目至 140 目范围):10-18%;石墨碳粉(纯度 $\geq 99\%$):2-4.5%;碳化铌(NbC)粉(粒度 -140+325 目,纯度 $\geq 99.5\%$):6-15%;铁-镍-铬-钼合金粉(粒度 -140+325 目):余量;其中,铁-镍-铬-钼合金粉末的成分为:镍:20-26%,铬:23-26%,钼:6-15%,铁:余量。

[0012] 所述铁-镍-铬-钼合金粉末的制备方法为现有成熟工艺,即其制作的原理是:将合金在熔炉中熔化,经中间包过渡,将熔体注入到气雾化区雾化得到铁-镍-铬-钼合金粉末,将粉末筛分后得到所需粒度的铁-镍-铬-钼合金粉末。

[0013] 本发明所述的粉末材料的制备工艺如下:

[0014] (1) 按粉末各组分的重量百分含量,称取各种粉末原料;

[0015] (2) 将称取的各种粉末原料放入干燥箱中干燥,干燥箱温度为 100-150℃,干燥时间为 2-3 小时;

[0016] (3) 利用干粉混料设备(如 V 型混料机)混合粉末原料,形成混合后的粉末材料,混料时间为 3-5 小时;

[0017] (4) 将混和后的粉末材料装入塑料桶密封存储。

[0018] 利用激光熔覆上述粉末材料后,形成陶瓷-金属复合材料熔覆层。其中,铁-镍-铬-钼合金为熔覆层中耐蚀性能高的连续相,NbC、熔覆过程中反应合成的 TiC_x (x 在 0.5-1 范围)为熔覆层中的增强相;所述陶瓷-金属复合材料熔覆层具有较高的耐磨耐蚀性。

[0019] 3、制备熔覆层工艺

[0020] 本发明可用于在新的搅拌器叶片、浆液循环泵及海水循环水泵过流部件制备耐磨耐蚀熔覆层,也可用于修复已磨损腐蚀的部件。由于整个叶片采用熔覆层保护,叶片及轮毂材料可用韧性好的不锈钢(如 316 不锈钢)取代 Cr30、CR30A 类韧性较差的材料。制作的步骤为:

[0021] (1) 按设计尺寸分别用不锈钢制作叶片、轮毂

[0022] 按设计尺寸,用锻造或铸造的方法制作搅拌器或浆液循环泵所需的不锈钢叶片、轮毂等部件。

[0023] (2) 分别在叶片和轮毂表面制备耐磨耐蚀熔覆层

[0024] 激光熔覆工艺为已有的成熟技术,如选用 Nd:YAG 灯泵浦固体激光器,其波长为 1064nm、光纤耦合、功率为 700-1500W;如选用半导体直接输出激光器,其输出功率为 2-4kW。激光熔覆时利用数控机械臂控制激光头,分别在叶片、轮毂所需耐磨耐蚀防护的区域(轮毂上焊接叶片的区域不做熔覆层)进行搭接熔覆,单层熔覆层厚度为 200-1000 μm 。采用多层熔覆方法,可使熔覆层厚度达到 600-3000 μm 。

[0025] (3) 将具有熔覆层的叶片与轮毂及其它部件焊接

[0026] 将具有熔覆层的叶片与轮毂及其它部件焊接,形成完整搅拌器或浆液循环泵叶轮。

[0027] 本发明的优点为:利用高能量密度激光束熔化混合粉末,在钢基体表面形成以铁-镍-铬-钼合金为连续相(基体相)、以碳化物陶瓷为增强相的耐磨耐蚀熔覆层,熔覆层与基体达到冶金结合、稀释率低。本发明的方法具有制备成本较低、熔覆层耐磨、耐腐蚀寿命长、工艺较简单等优点,可显著延长搅拌器、浆液循环泵及海水循环水泵等部件的耐磨耐蚀寿命。

附图说明

[0028] 图 1 为搅拌器示意图。

[0029] 图 2 为浆液循环泵示意图,叶片 1,轮毂 2。

[0030] 图 3 为熔覆层断面扫描电镜照片,图中细小的多边形或圆形白色颗粒为陶瓷相。

[0031] 图 4 为熔覆层断面显微硬度随厚度变化曲线。

具体实施方式

[0032] 实施例 1:在搅拌器叶片表面制备耐磨耐蚀熔覆层

[0033] 一、粉末材料的制备

[0034] 1、配制粉末原料:所述粉末原料的重量百分数范围如下:

[0035] 钛粉(粒度 -140+325 目,纯度 99.5%):12wt.%;石墨碳粉(纯度 99%):3 wt.%;碳化钨粉(粒度 -140+325 目,纯度 99.5%):8 wt.%;铁-镍-铬-钼合金粉(粒度 -140+325 目):余量;其中,铁-镍-铬-钼合金粉末的成分为:镍:20wt.%,铬:23wt.%,钼:8wt.%,铁:余量。

[0036] 铁-镍-铬-钼合金粉由现有成熟的气雾化方法制备。

[0037] 2、粉末原料的混合工艺

- [0038] (1) 按步骤 1 所述的各种粉末比例,称取粉末原料所需的各种粉末;
- [0039] (2) 将粉末原料放入干燥箱中干燥,干燥箱温度为 120℃,干燥时间为 3 小时;
- [0040] (3) 利用球磨机混合粉末原料,形成混合后的粉末材料,混料时间为 3 小时;
- [0041] (4) 将混合后的粉末材料用塑料袋密封存储。
- [0042] 二、熔覆层制备工艺
- [0043] 在火电厂脱硫系统用 300MW 搅拌器叶片表面制备耐磨耐蚀熔覆层,其叶片数为 3 片。
- [0044] 在叶片表面制作熔覆层的工艺步骤为:
- [0045] (1) 选用不锈钢制作叶片和轮毂材料
- [0046] 叶片及轮毂材料为 316L 不锈钢,该牌号不锈钢具有较好的耐腐蚀性能。
- [0047] (2) 在叶片表面制备耐磨耐蚀熔覆层
- [0048] 制备熔覆层的设备主要由输出功率为 700W 的 Nd:YAG 灯泵浦固体激光器、螺杆式同步送粉器、数控机械臂和熔覆工作台等部分组成。熔覆前将叶片点焊固定在熔覆工作台上。熔覆时,将所述粉末材料置于螺杆式送粉器的存储罐内,利用数控机械臂控制激光头,在叶片所需耐磨耐蚀防护的区域进行搭接熔覆。熔覆时激光器输出功率为 600kW,激光头与工件的相对水平移动速度为 4mm/s,通过数控机械臂控制激光头出口处与工件表面垂直距离不变(30mm),所得单层熔覆层的平均厚度为 300 μm。采用 2 层熔覆方法,使熔覆层平均厚度达到 600 μm,所得熔覆层表面的最低显微硬度为 550HV。
- [0049] (3) 将具有熔覆层的叶片与轮毂焊接
- [0050] 将具有熔覆层的叶片与轮毂焊接,形成完整搅拌器(其形状见图 1)。
- [0051] 实施例 2:在浆液循环泵叶轮表面制备耐磨耐蚀熔覆层
- [0052] 一、粉末材料的制备
- [0053] 1、配制粉末原料:所述粉末原料的重量百分数范围如下:
- [0054] 钛粉(粒度 -140+325 目,纯度 99.5%):15 wt.%;石墨碳粉(纯度 99%):3.7wt.%;碳化铌(NbC)粉(粒度 -140+325 目,纯度 99.5%):10 wt.%;铁-镍-铬-钼合金粉(粒度 -140+325 目):余量;其中,铁-镍-铬-钼合金粉末的成分为:镍:26wt.%,铬:25wt.%,钼:10wt.%,铁:余量。
- [0055] 2、粉末原料的混合工艺
- [0056] (1) 按步骤 1 所述的各种粉末比例,称取粉末原料所需的各种粉末;
- [0057] (2) 将粉末原料放入干燥箱中干燥,干燥箱温度为 120℃,干燥时间为 3 小时;
- [0058] (3) 利用球磨机混合粉末原料,形成混合后的粉末材料,混料时间为 3 小时;
- [0059] (4) 将混合后的粉末材料用塑料袋密封存储。
- [0060] 二、熔覆层制备工艺
- [0061] 在火电厂脱硫系统用 300MW 混流式浆液循环泵叶轮制备耐磨耐蚀熔覆层,该叶轮型式为半开式,叶片数为 5 片。
- [0062] 叶轮的制作工艺步骤为:
- [0063] (1) 按设计尺寸分别用不锈钢制作叶片和轮毂
- [0064] 按设计尺寸,选用 316L 不锈钢作为叶片、轮毂材料,叶片用锻造的方法制作,而轮毂用铸造方法制作。

[0065] (2) 分别在叶片和轮毂表面制备耐磨耐蚀熔覆层

[0066] 制备熔覆层的设备主要由输出功率为 3kW 的半导体直接输出激光器、螺杆式同步送粉器、数控机械臂和熔覆工作台等部分组成。熔覆时, 将所述粉末材料置于螺杆式送粉器的存储罐内, 利用数控机械臂控制激光头, 分别在叶片、轮毂所需耐磨耐蚀防护的区域(轮毂上焊接叶片的区域不做熔覆层)进行搭接熔覆。熔覆时激光器输出功率为 2.5kW, 激光头与工件的相对水平移动速度为 10mm/s, 通过数控机械臂控制激光头出口处与工件表面垂直距离不变(30mm), 所得单层熔覆层的平均厚度为 800 μm 。采用 2 层熔覆方法, 使熔覆层平均厚度达到 1600 μm , 所得熔覆层的最低表面硬度为 650HV。

[0067] (3) 将具有熔覆层的叶片与轮毂焊接

[0068] 将具有熔覆层的叶片与轮毂焊接, 形成完整叶轮。

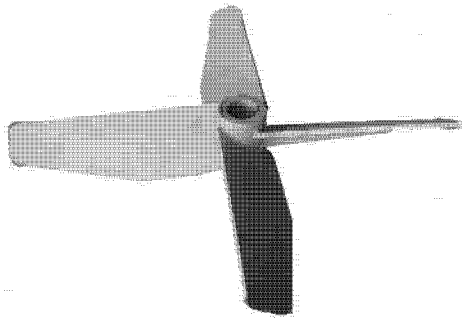


图 1

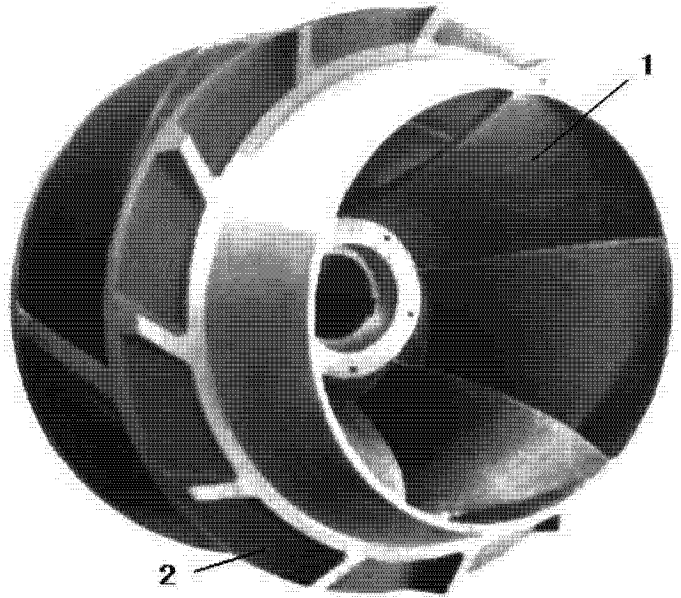


图 2

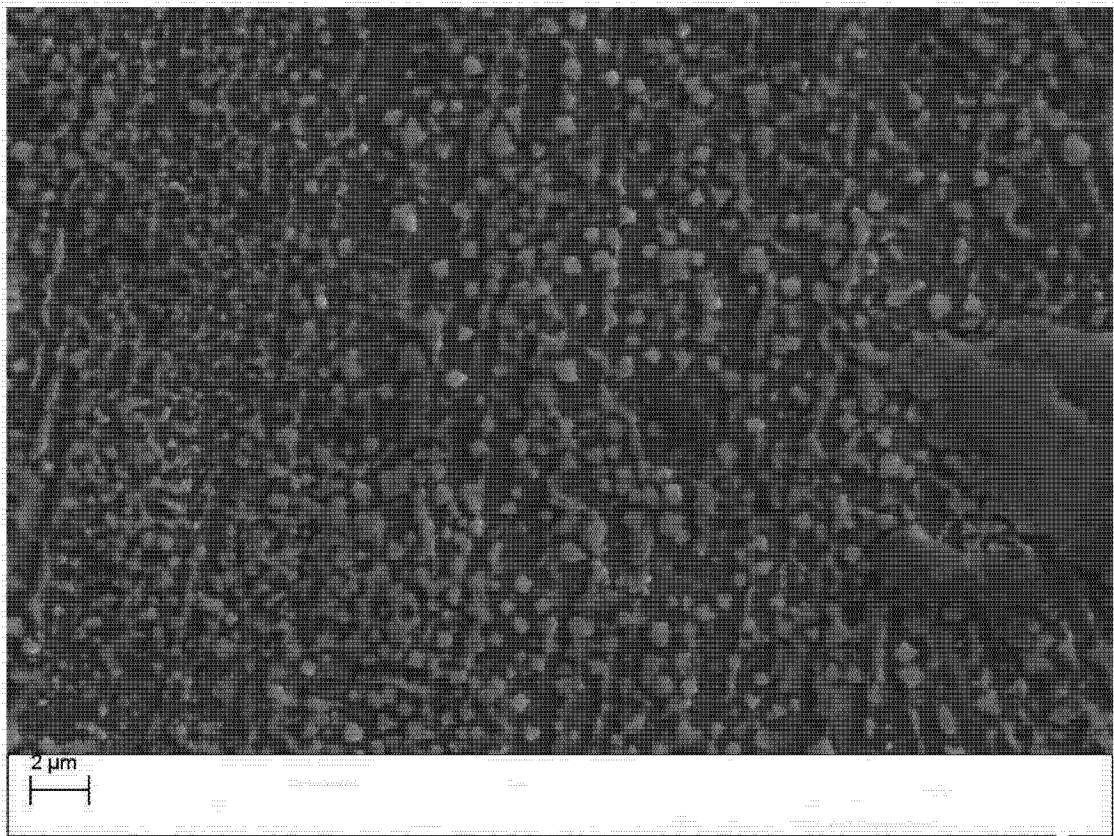


图 3

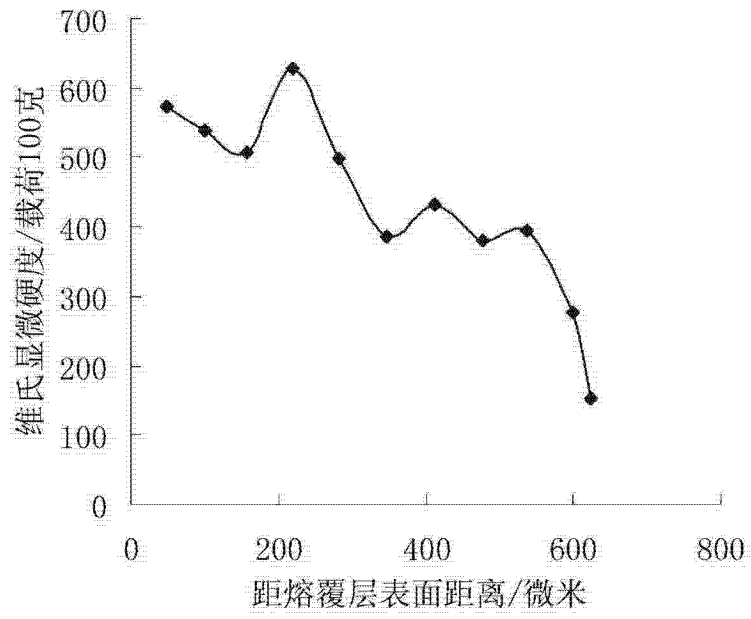


图 4