



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109868440 A

(43)申请公布日 2019.06.11

(21)申请号 201711197734.3

(22)申请日 2017.11.25

(71)申请人 中国地质大学(北京)

地址 100083 北京市海淀区学院路29号

(72)发明人 朱丽娜 乔娟 岳文 付志强

康嘉杰 王成彪

(74)专利代理机构 北京中誉威圣知识产权代理

有限公司 11279

代理人 蒋常雪

(51)Int.Cl.

G23C 4/129(2016.01)

G23C 4/06(2016.01)

G23C 4/18(2006.01)

G21D 1/09(2006.01)

G23F 17/00(2006.01)

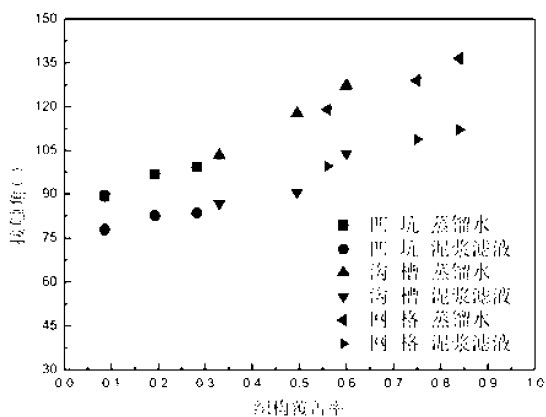
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种钻头钢体表面防泥包耐磨改性层的制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种钻头钢体表面防泥包耐磨改性层的制备方法,包括以下步骤:(1)对合金钢进行打磨、喷砂预处理;(2)采用超音速火焰喷涂系统进行喷涂;(3)SiC砂纸研磨,抛光,清洗;(4)激光器进行织结构的制备;(5)抛光、超声清洗、烘干,即在合金钢的表面制备出表面防泥包耐磨改性层。本发明的制备方法简单易行。制备得到的改性层具有硬度高,孔隙率和脱碳率低,以及优异的耐磨性等优点,适用于对钻头钢体进行强化,以提高其耐磨性。激光表面织构技术对环境无污染、制作简单、形貌可控,可提高涂层表面的防泥包性能,对耐磨性能的提升也有一定帮助。所获得的复合强化层防泥包性能及摩擦磨损性能均得到改善。



1. 一种钻头钢体表面防泥包耐磨改性层的制备方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

(1) 选用合金钢作为基底,之后对其进行打磨、喷砂预处理;

(2) 采用超音速火焰喷涂系统,对喷砂处理后的样品进行喷涂;

(3) 将喷涂后的样品通过SiC砂纸研磨,最后进行抛光处理,之后依次在酒精和丙酮中清洗;

(4) 将清洗后的样品放置在激光器的样品台上,在软件中绘制织构图并开启激光器进行织构的制备,得到超音速火焰喷涂/表面织构复合处理的样品;

(5) 将超音速火焰喷涂/表面织构复合处理的样品进行再次抛光去除激光加工后表面的熔融氧化物,然后进行超声清洗,烘干,即在合金钢的表面制备出表面防泥包耐磨改性层。

2. 如权利要求1所述的一种钻头钢体表面防泥包耐磨改性层的制备方法,其特征在于,步骤(1)中,合金钢表面粗糙度打磨至 $Ra=0.65\mu\text{m}$ ;砂料选用棕刚玉,砂料直径为 $700\mu\text{m}$ ,喷砂距离为 $0.15\text{m}$ ,喷砂气压为 $7\text{MPa}$ ,喷砂角度为 $45^\circ$ 。

3. 如权利要求1所述的一种钻头钢体表面防泥包耐磨改性层的制备方法,其特征在于,步骤(2)中,喷涂过程中,将合金钢固定在夹具上,夹具旋转并匀速前后移动,同时超音速火焰喷涂系统的工艺参数为:煤油流量 $26\text{L/h}$ 、氧气流量 $900\text{L/min}$ 、喷涂距离 $420\text{mm}$ 、送粉率 $80-150\text{g/min}$ 、载气流量 $7\text{L/min}$ 。

4. 如权利要求1所述的一种钻头钢体表面防泥包耐磨改性层的制备方法,其特征在于,步骤(3)中,将喷涂后的样品依次通过SiC砂纸 $600\#$ 、 $800\#$ 、 $1000\#$ 、 $1200\#$ 、 $1500\#$ 、 $2000\#$ 研磨,抛光处理至表面粗糙度为 $0.06-0.08\mu\text{m}$ ,在酒精、丙酮中各清洗的时间为 $15\text{min}$ 。

5. 如权利要求1所述的一种钻头钢体表面防泥包耐磨改性层的制备方法,其特征在于,步骤(4)中,所述的激光器设置的加工参数为:波长 $1060\text{nm}$ 、频率 $20\text{kHz}$ 、速度 $500\text{mm/s}$ 、电压 $220\text{V}$ 、电流 $10\text{A}$ 、频率 $10\text{W}$ 。

6. 如权利要求1所述的一种钻头钢体表面防泥包耐磨改性层的制备方法,其特征在于,步骤(4)中,激光表面织构的参数为:宽度为 $150\mu\text{m}$ ,间距为 $100\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 的凹坑、沟槽和网格三种织构。

## 一种钻头钢体表面防泥包耐磨改性层的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于钻探钻头技术领域,具体涉及一种钻头钢体表面防泥包耐磨改性层的制备方法。

### 背景技术

[0002] 1.1研究现状与存在问题

[0003] 随着工业经济的飞速发展,全球对油气资源的需求也急剧增加,但是由于常规油气田的发现量逐年减小、开采难度逐渐增大,因此对泥页岩油气、煤层气和天然气水合物等非常规油气资源的开发需求日益迫切。我国泥页岩油气资源量相当丰富,是未来油气勘探和开采的重要领域。但是,由于泥页岩具有比表面大、孔隙小、结构复杂、易吸水膨胀等特殊性质,因此对于钻探机具的性能提出了严苛的要求和巨大的挑战。

[0004] 钻头作为石油矿产勘探开发中主要的破岩工具,其性能直接影响到钻井质量、钻进速度以及钻井成本。聚晶金刚石复合片(Polycrystalline Diamond Compact-PDC)钻头(以下简称PDC钻头)是目前应用最多的一种钻头,其是用镍、铬、钼合金机械加工成钻头钢体,经过热处理后在钻头钢体上钻孔,将聚晶金刚石复合片压入或钎焊到钻头钢体内。由于PDC钻头具有独特的剪切破岩方式,以及钻速快、效率高、寿命长等优势,目前已成为油气钻井的主力钻头。

[0005] 然而,使用PDC钻头在泥页岩中钻进时容易产生“泥包”现象—即在钻进过程中切削出的泥质岩屑遇水后不能及时排离孔底而粘附于钻头上,便形成钻头泥包。PDC钻头为整体式钻头,整个钻头没有活动零部件,因此比普通的牙轮钻头更容易产生泥包。一旦PDC钻头发生“泥包”,轻者大幅度降低机械钻速,影响钻进效率;重者钻进停止,被迫起钻清洗钻头;更有甚者产生卡钻等严重孔内事故,危及设备安全并造成巨大的经济损失。此外,如果油气埋藏较深,随着钻井深度的增大,“泥包”现象呈现加重的趋势,将导致钻深较大时钻头打滑严重,无法有效钻进甚至前功尽弃。可见,“泥包”现象严重制约了PDC钻头在泥页岩油气层等特殊地层钻探领域的更广泛应用,因此,解决PDC钻头“泥包”问题对提高钻进效率、缩短钻井周期、降低钻井成本具有重要的意义。

[0006] 导致PDC钻头泥包的因素很多,主要包括地层地质特点等方面的地质因素,以及钻头结构设计因素和钻井液成分性能因素等。(1)地质因素:泥页岩易于水化分散,使井眼内泥质等固相含量显著增高,吸附于钻头表面造成钻头泥包。(2)钻头结构因素:钻头水力结构设计不合理,将直接影响井底清洗效果及岩屑的顺畅排出;钻头流道设计不合理则不能保证钻屑顺利脱离井底。(3)钻井液因素:钻井液抑制性较弱,则不能有效抑制地层中泥页岩的水化膨胀;钻井液润滑性能较差,则无法在钻头表面形成有效的保护膜,导致钻井液中的劣质固相易吸附在钻头上。可见,PDC钻头泥包现象的诱因中,除地质因素外,其它因素都是可以尝试避免的。

[0007] 针对上述引发钻头泥包问题的因素,本领域研究人员围绕以下科学问题进行了有针对性的研究:(1)基于计算流体动力学提高流经PDC钻头切削齿的流体速度;(2)通过物理

化学作用改善钻井液对岩屑的润湿性；(3) 基于涂层技术消除岩屑在钻头表面的机械粘附和化学粘附。

[0008] 通过对上述研究成果的综合分析发现：如果能够制备出疏水性和耐磨性均优良的涂层，则有望解决PDC钻头的泥包问题和服役持久性问题。目前，超音速火焰喷涂技术(HVOF)制备的WC-CoCr金属陶瓷涂层由于具有优异的耐磨、耐蚀性能和良好结合强度，已经成熟应用于钻杆、套管等钻探机械零部件的表面强化，也适于对钻头钢体进行强化。但是，如何改善WC-CoCr涂层的疏水性能，达到既耐磨又防泥包的目的，成为亟待解决的问题。

[0009] 1.2研究目的与研究意义

[0010] 超音速火焰喷涂法(HVOF)由Browning公司研发于上世纪80年代。相比与传统的火焰喷涂法，超音速火焰喷涂法提升对喷涂材料的加热温度和喷射速度，其粒子喷射速度可达500m/s以上，得名超音速火焰喷涂技术。超音速火焰喷涂生产率高，制得的涂层具有优良的性能，是目前制备金属陶瓷涂层和金属涂层的主要方法。超音速火焰喷涂技术制备的WC-CoCr涂层具有硬度高，孔隙率和脱碳率低，以及优异的耐磨性等优点，而且Cr元素在腐蚀环境下还会在材料表面生成钝化膜降低腐蚀率。因此，超音速火焰喷涂技术(HVOF)制备的WC-CoCr金属陶瓷涂层已经成熟应用于钻杆、套管等钻探机械零部件的表面强化，也适于对钻头钢体进行强化。但其防泥包性能有待提高。

[0011] 表面织构技术能够显著改善材料表面的疏水性及摩擦磨损性能。表面织构技术是通过在材料表面加工出一系列有一定规律的凹坑、凸起、沟槽等微结构来改变表面的性质。通过增加固体表面的微结构粗糙度并构造合适的表面微观形貌，进而改变固体表面的物理结构，是提高表面疏水性能的关键。即水滴压在织构表面上会在薄膜表面与水滴之间形成一层气垫，将水滴托起，最终达到超疏水的Cassie-Baxter状态。减摩耐磨方面，织构可以起到容纳磨屑，存储润滑剂和提高动压承载的作用，一定条件的织构可以改善耐磨性。此外，激光表面织构技术对环境无污染、制作简单、耗时短，成本低、加工范围宽，可控制尺寸和形貌。

[0012] 因此在本发明中，利用超音速火焰喷涂制备WC-CoCr金属陶瓷涂层，然后在其上面利用激光设备制备出特定的织构参数，把两种表面改性技术有效结合起来，能够简单有效的提高钻头钢体表面的防泥包及耐磨性能。

## 发明内容

[0013] 为了克服背景技术所述的不足，本发明提供一种钻头钢体表面防泥包耐磨改性层的制备方法，该制备方法简单易行、成本低廉，无污染，所获得的复合改性强化层防泥包性能及摩擦磨损性能均得到改善。

[0014] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：

[0015] 一种钻头钢体表面防泥包耐磨改性层的制备方法，所述方法包括以下步骤：

[0016] (1) 选用合金钢作为基底，之后对其进行打磨、喷砂预处理；

[0017] (2) 采用超音速火焰喷涂系统，对喷砂处理后的样品进行喷涂；

[0018] (3) 将喷涂后的样品通过SiC砂纸研磨，最后进行抛光处理，之后依次在酒精和丙酮中清洗；

[0019] (4) 将清洗后的样品放置在激光器的样品台上，在软件中绘制织构图并开启激光

器进行织构的制备,得到超音速火焰喷涂/表面织构复合处理的样品;

[0020] (5) 将超音速火焰喷涂/表面织构复合处理的样品进行再次抛光去除激光加工后表面的熔融氧化物,然后进行超声清洗,烘干,即在合金钢的表面制备出表面防泥包耐磨改性层。

[0021] 优选的,步骤(1)中,合金钢表面粗糙度打磨至 $Ra=0.65\mu\text{m}$ ;砂料选用棕刚玉,砂料直径为 $700\mu\text{m}$ ,喷砂距离为 $0.15\text{m}$ ,喷砂气压为 $7\text{MPa}$ ,喷砂角度为 $45^\circ$ 。

[0022] 优选的,步骤(2)中,喷涂过程中,将合金钢固定在夹具上,夹具旋转并匀速前后移动,同时超音速火焰喷涂系统的工艺参数为:煤油流量 $26\text{L/h}$ 、氧气流量 $900\text{L/min}$ 、喷涂距离 $420\text{mm}$ 、送粉率 $80\text{--}150\text{g/min}$ 、载气流量 $7\text{L/min}$ 。采用上述参数进行超音速火焰喷涂后,基体表面产生一个 $200\mu\text{m}$ 的喷涂层,制备的WC-CoCr涂层具有硬度高,孔隙率和脱碳率低的特点。和其他参数相比,申请人使用的优化后的工艺参数使得在喷涂过程中极大地减少了氧化反应的发生,使基体表面的抗摩擦性能得到显著地提升。

[0023] 优选的,步骤(3)中,将喷涂后的样品依次通过SiC砂纸600#、800#、1000#、1200#、1500#、2000#研磨,抛光处理至表面粗糙度为 $0.06\text{--}0.08\mu\text{m}$ ,在酒精、丙酮中各清洗的时间为 $15\text{min}$ 。

[0024] 优选的,步骤(4)中,所述的激光器设置的加工参数为:波长 $1060\text{nm}$ 、频率 $20\text{kHz}$ 、速度 $500\text{mm/s}$ 、电压 $220\text{V}$ 、电流 $10\text{A}$ 、频率 $10\text{W}$ 。通过上述参数的加工,可在涂层表面制备出规则排列且深度适合的点坑型织构,表面织构在摩擦过程中可以有效的捕获磨屑,减小摩擦系数。

[0025] 优选的,步骤(4)中,激光表面织构的参数为:宽度为 $150\mu\text{m}$ ,间距为 $100\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 的凹坑、沟槽和网格三种织构。通过上述参数的加工,合适参数的织构可以增大接触角,减轻泥包,并且可捕获磨屑,减小磨粒磨损带来的不利影响。

[0026] 本发明的优点是:

[0027] (1) 本发明的制备方法简单、环境友好、形貌可控,价格低廉,应用性强;

[0028] (2) 本发明中首先在35CrMo合金钢表面进行超音速火焰喷涂,形成一层 $200\mu\text{m}$ 厚的WC-CoCr金属陶瓷涂层,该涂层具有硬度高,孔隙率和脱碳率低,以及优异的耐磨性等优点。涂层可以显著的提高基体表面的耐磨性。同时,在涂层基础上又进行了激光表面织构处理来解决泥包问题。不同参数的织构在与液滴接触时表面与液滴之间存在的空气层有效提高了固液接触角,使得泥包问题得以缓解,并且织构可以容纳磨屑,存储泥浆,提高动压承载,可以改善涂层在摩擦过程中产生的摩擦系数高,磨损严重的问题;

[0029] (3) 本发明将超音速火焰喷涂技术和激光表面织构技术结合,应用于作为钻头钢体的35CrMo合金钢,既解决了钻头在工况下需要较高的耐磨性的问题,又通过表面织构增大了涂层表面的接触角,为解决钻头防泥包及高要求的耐磨性能提供了一种可行性方案。

## 附图说明

[0030] 图1为原始涂层的表面与去离子水和钻井液的接触角示意图;其中(a)为原始涂层的表面与去离子水的接触角示意图,(b)为原始涂层的表面与钻井液的接触角示意图;

[0031] 图2为织构覆盖率与接触角的关系图;

[0032] 图3为蒸馏水和泥浆滤液液滴在不同间距的凹坑织构表面的接触角;其中(a)、

(b)、(c) 分别为蒸馏水液滴在 $100\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 间距的凹坑织构表面的接触角；(d)、(e)、(f) 分别为泥浆滤液液滴在 $100\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 间距的凹坑织构表面的接触角；

[0033] 图4为蒸馏水和泥浆滤液液滴在不同间距的沟槽织构表面的接触角；其中(a)、(b)、(c) 分别为蒸馏水液滴在 $100\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 间距的沟槽织构表面的接触角；(d)、(e)、(f) 分别为泥浆滤液液滴在 $100\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 间距的沟槽织构表面的接触角；

[0034] 图5为蒸馏水和泥浆滤液液滴在不同间距的网格织构表面的接触角；其中(a)、(b)、(c) 分别为蒸馏水液滴在 $100\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 间距的网格织构表面的接触角；(d)、(e)、(f) 分别为泥浆滤液液滴在 $100\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 间距的网格织构表面的接触角；

[0035] 图6为原始涂层的干摩擦及泥浆润滑曲线；

[0036] 图7为所有参数的表面织构进行干摩擦实验得出的摩擦系数与时间的关系曲线；其中(a)为凹坑织构的干摩擦系数，(b)为沟槽织构的干摩擦系数，(c)为网格织构的干摩擦系数；

[0037] 图8是在相同的条件下进行泥浆润滑摩擦实验时的摩擦系数与不同参数织构的关系曲线；其中(a)为凹坑织构的泥浆摩擦系数，(b)为沟槽织构的泥浆摩擦系数，(c)为网格织构的泥浆摩擦系数；

[0038] 图9为织构覆盖率与磨损体积关系；其中(a)为干摩擦，(b)泥浆润滑。

## 具体实施方式

[0039] 下面将结合附图对本发明作进一步的说明：

[0040] 样品的制备：

[0041] (1) 选用合金钢作为基底，之后对其进行打磨、喷砂预处理；

[0042] (2) 采用超音速火焰喷涂系统，对喷砂处理后的样品进行喷涂；

[0043] (3) 将喷涂后的样品通过SiC砂纸研磨，最后进行抛光处理，之后依次在酒精和丙酮中清洗；

[0044] (4) 将清洗后的样品放置在激光器的样品台上，在软件中绘制织构图并开启激光器进行织构的制备，得到超音速火焰喷涂/表面织构复合处理的样品；

[0045] (5) 将超音速火焰喷涂/表面织构复合处理的样品进行再次抛光去除激光加工后表面的熔融氧化物，然后进行超声清洗，烘干，即在合金钢的表面制备出表面防泥包耐磨改性层。

[0046] 步骤(1)中，合金钢表面粗糙度打磨至 $Ra=0.65\mu\text{m}$ ；砂料选用棕刚玉，砂料直径为 $700\mu\text{m}$ ，喷砂距离为 $0.15\text{m}$ ，喷砂气压为 $7\text{MPa}$ ，喷砂角度为 $45^\circ$ 。

[0047] 步骤(2)中，喷涂过程中，将合金钢固定在夹具上，夹具旋转并匀速前后移动，同时超音速火焰喷涂系统的工艺参数为：煤油流量 $26\text{L/h}$ 、氧气流量 $900\text{L/min}$ 、喷涂距离 $420\text{mm}$ 、送粉率 $80\text{--}150\text{g/min}$ 、载气流量 $7\text{L/min}$ 。

[0048] 步骤(3)中，将喷涂后的样品依次通过SiC砂纸600#、800#、1000#、1200#、1500#、2000#研磨，抛光处理至表面粗糙度为 $0.06\text{--}0.08\mu\text{m}$ ，在酒精、丙酮中各清洗的时间为 $15\text{min}$ 。

[0049] 步骤(4)中，所述的激光器设置的加工参数为：波长 $1060\text{nm}$ 、频率 $20\text{kHz}$ 、速度 $500\text{mm/s}$ 、电压 $220\text{V}$ 、电流 $10\text{A}$ 、频率 $10\text{W}$ ，激光表面织构的参数为：宽度为 $150\mu\text{m}$ ，间距为 $100\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 的凹坑、沟槽和网格三种织构。

[0050] 样品的表征及分析:

[0051] 从图1可知,未做织构只抛光处理的原始涂层表面的与去离子水和钻井液的接触角分别为 $81.5^{\circ}$ 和 $69^{\circ}$ ,结合图1和图2可知,经过织构处理后,接触角提高了最多为67.5%和62.6%,疏水性能得到极大的提高;

[0052] 从图2可知,横向比较的话可以发现,相同的织构形状,随着间距的增大,织构覆盖率减小,接触角也减小。纵向比较的话,可发现相同的间距,接触角依次由凹坑、沟槽和网格递增,因为相同的宽度时,织构加工的面积是递增的。

[0053] 从图3、4、5可知,去离子水的接触角明显比相同参数的钻井液的要大。无论去离子水还是钻井液,与织构涂层表面的接触角都呈现出相似的规律,即间距越大,接触角就越大,疏水性能越高,即与织构覆盖率R成正比。

[0054] 图6是在10N载荷下,原始涂层的摩擦系数曲线,可看出干摩擦系数约为0.65,泥浆润滑摩擦系数约为0.05。

[0055] 图7对所有参数的表面织构进行干摩擦实验得出的摩擦系数与时间的关系曲线。从实验结果来看,所有参数织构的摩擦系数都表现出了相同的变化趋势。加载后经历了约为5-10分钟的跑合期,摩擦系数逐渐趋于平稳。对于三种不同形状的表面织构,其稳定摩擦系数基本呈现随织构间距增大而增大的趋势。同一间距时,摩擦系数从小到大依次是网格、沟槽和凹坑。未经处理的原始涂层摩擦系数约为0.6,间距 $150\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ 的沟槽和间距 $100\mu\text{m}$ 的网格织构的摩擦系数要低于原始涂层, $D=100\mu\text{m}$ 的网格其摩擦系数约为0.47。这是由于该参数下织构加工面积大,收纳磨屑的能力较强,减小了摩擦阻力。

[0056] 图8是在相同的条件下进行泥浆润滑摩擦实验时的摩擦系数与不同参数织构的关系曲线。由于在泥浆润滑条件下,织构可形成局部流体动压润滑,并且表面有润滑膜生成,所以摩擦系数明显小于干摩擦。观察发现点阵织构的趋势与原始涂层的最为相似,间距 $300\mu\text{m}$ 时的凹坑摩擦系数约为0.08。这是由于织构面积最小,表面状态与原始表面最接近,较小的织构面积没有起到容纳磨屑存储泥浆的缘故。再者,沟槽和网格的摩擦系数比较大,但同一条件下,网格的摩擦系数要小于沟槽。综合来看,泥浆润滑条件下,三种织构的摩擦系数都是随间距增大而增大的,且基本都大于原始表面。这是由于表面织构增大了粗糙度,并且在泥浆润滑时,泥浆里存在颗粒物,使得织构后的摩擦系数比原始表面的要大。网格状织构相比沟槽达到了粗糙度与织构功能之间的一个较好的平衡。

[0057] 由于加工织构的形状是规则的,可以计算得出不同参数的织构覆盖率R。按照间距逐渐减小的顺序,织构覆盖率依次是,凹坑:0.086、0.1928、0.2831;沟槽:0.3305、0.4955、0.6005;网格:0.5605、0.7505、0.8405。将三种织构的织构覆盖率与磨损体积做曲线可得图9。图9(a)为干摩擦时的磨损体积,可看出干摩擦时,对于三种不同的表面织构,凹坑磨损体积随织构覆盖率减小而增大,沟槽和网格则相反。凹坑和沟槽的磨损体积都略大于原始涂层表面,网格则出现了较大的磨损体积,这是由于其磨痕最深。图9(b)可看出在泥浆润湿时,原始涂层和凹坑、沟槽的磨损体积都明显大于干摩擦,网格的则有所下降,依然是随织构覆盖率减小而增大。说明在泥浆润滑条件下,网格存储泥浆和磨屑以及产生动压承载作用的能力的能力要强于凹坑和沟槽。

[0058] 最后应说明的是:显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做

出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之内。



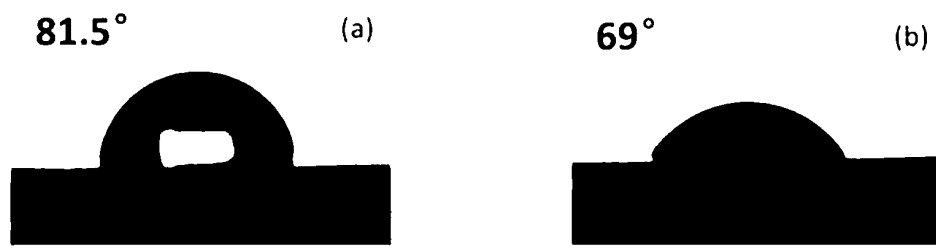


图1

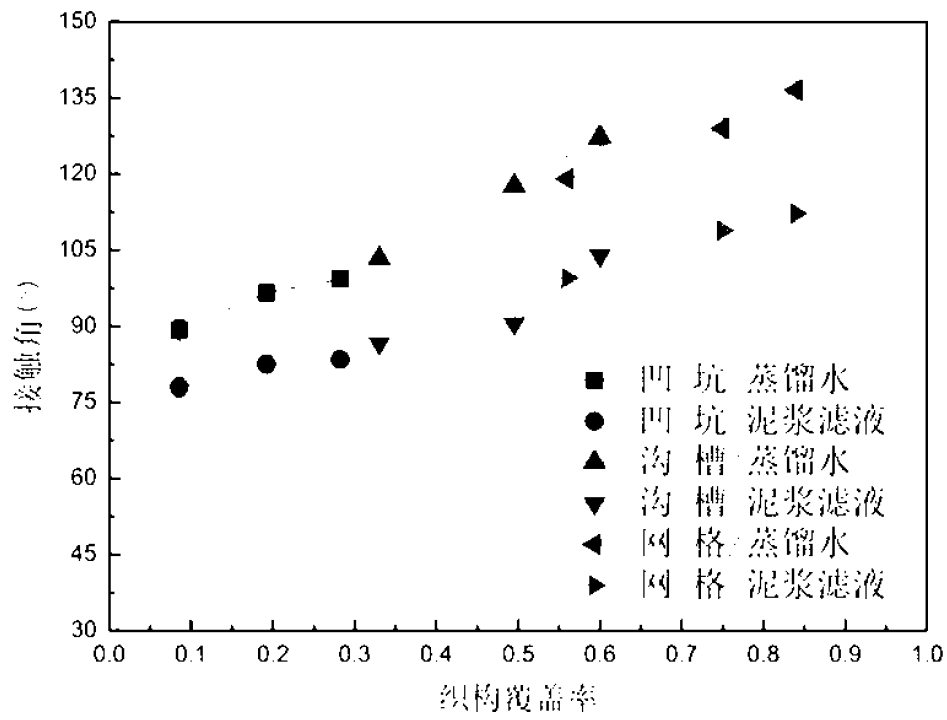


图2

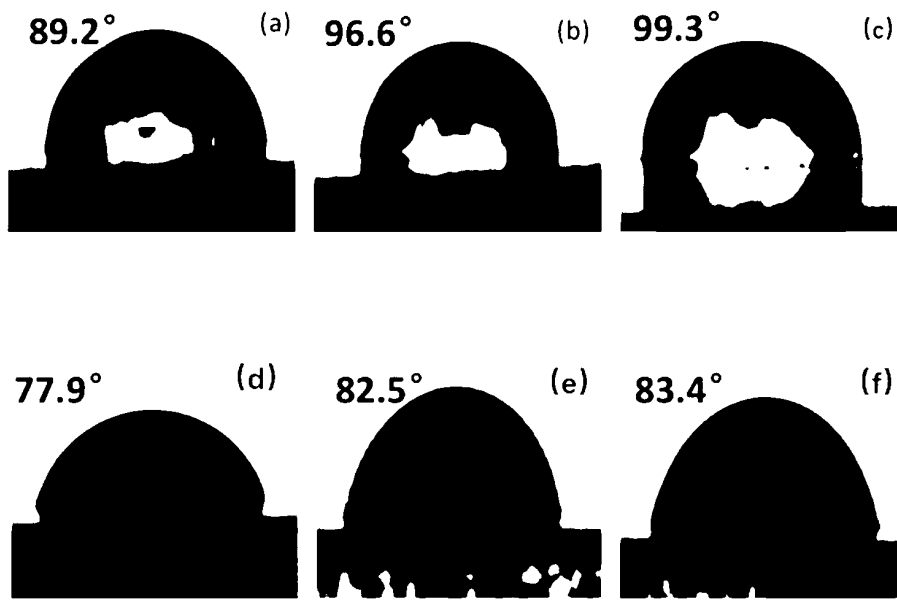


图3

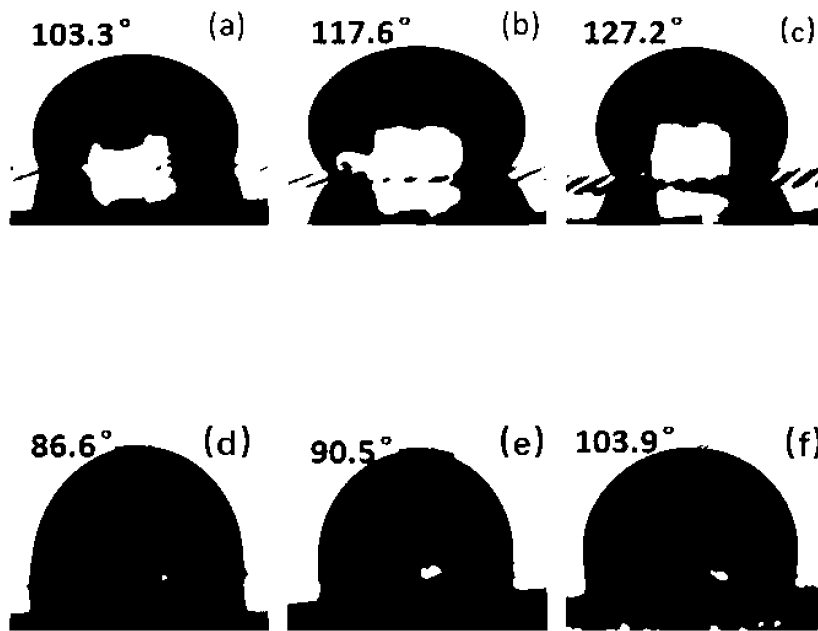


图4

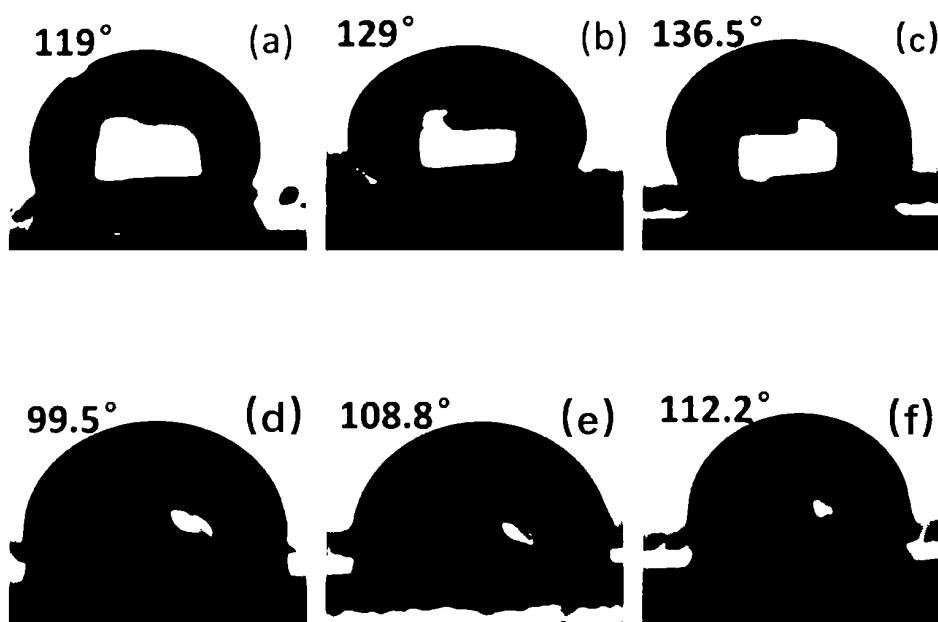


图5

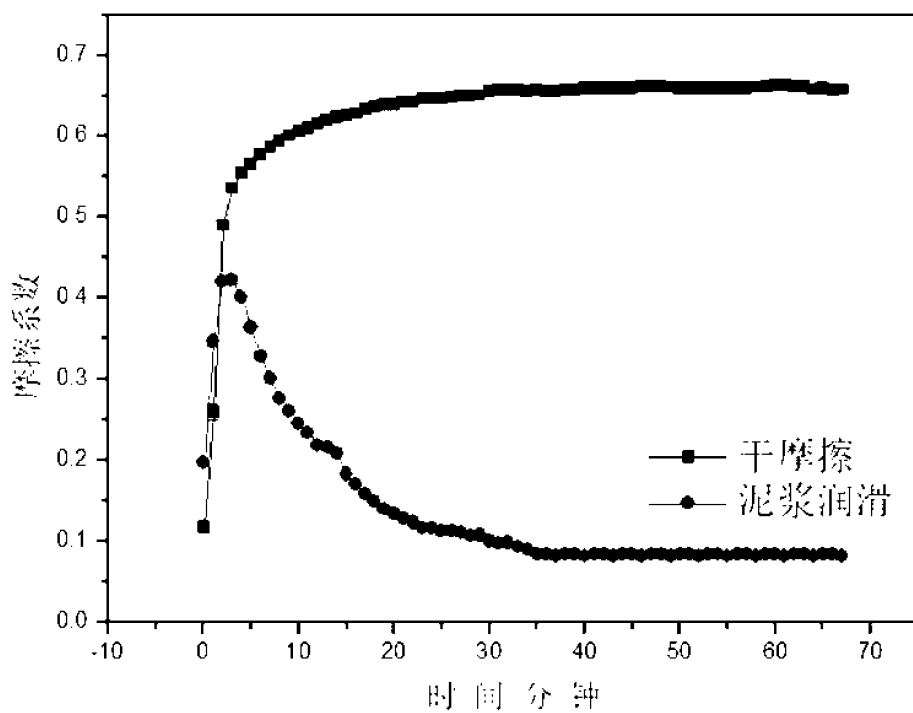


图6

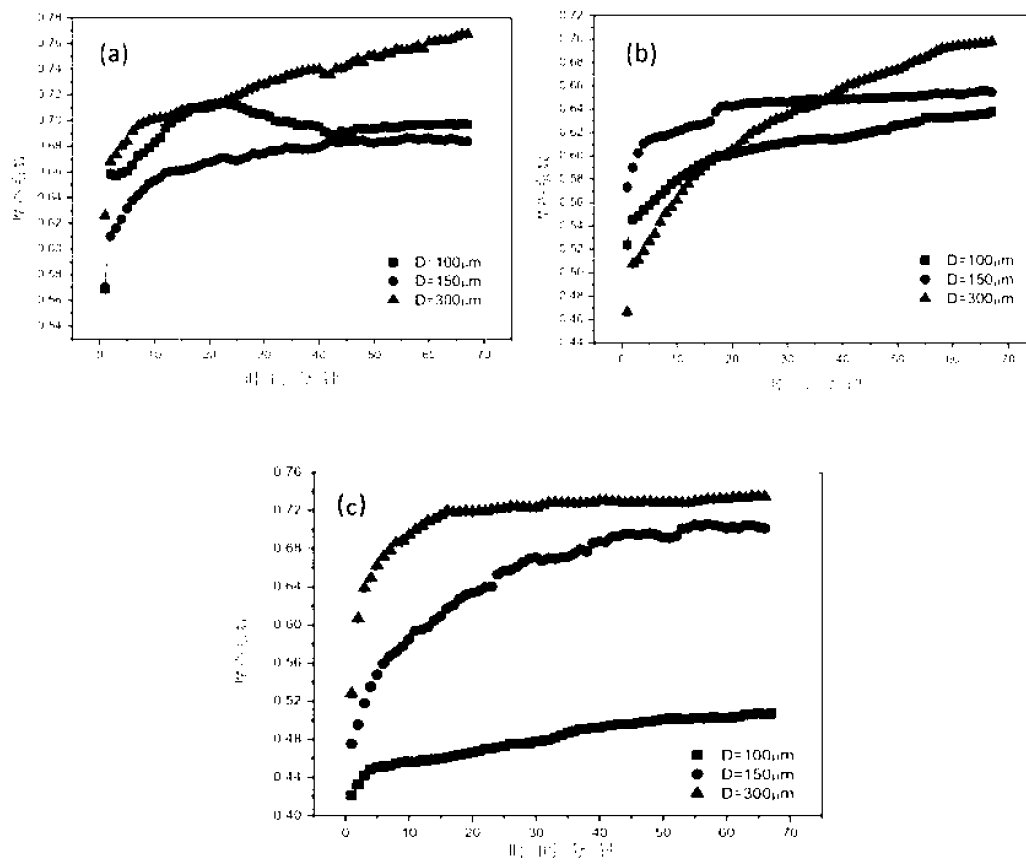


图7

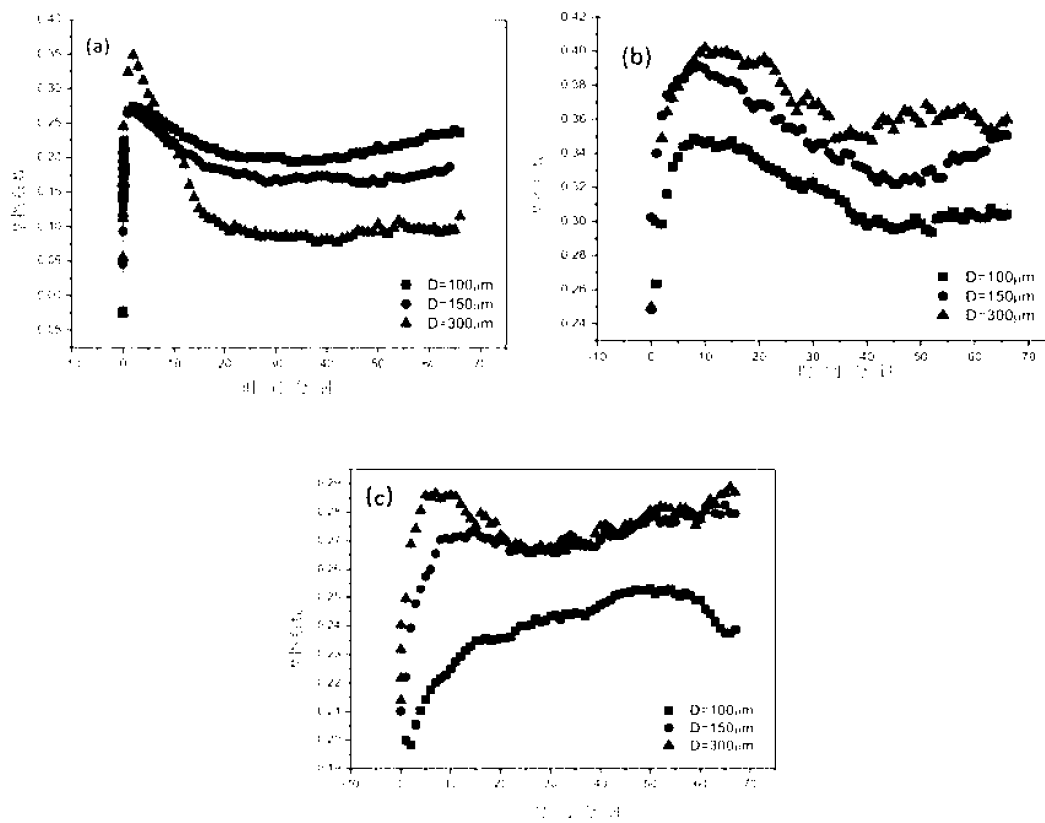


图8

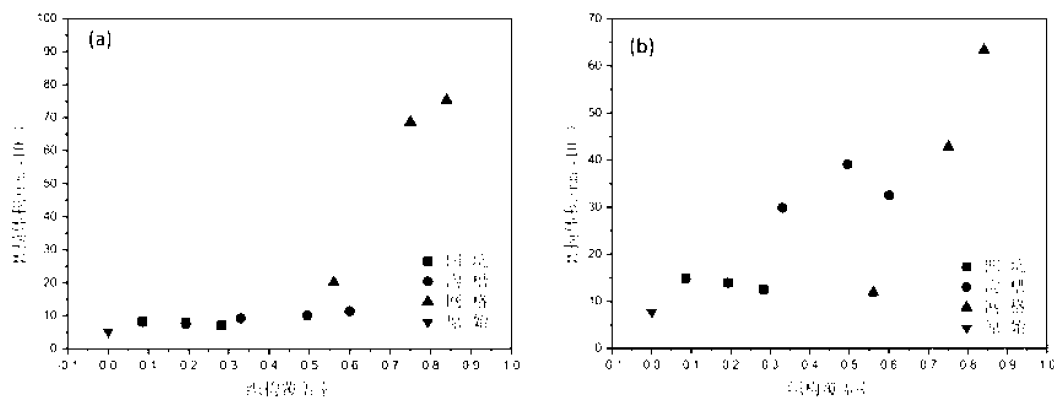


图9