



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112831199 A

(43) 申请公布日 2021.05.25

(21) 申请号 202011598783.X

(22) 申请日 2020.12.29

(71) 申请人 成都布雷德科技有限公司

地址 610000 四川省成都市中国(四川)自由贸易试验区成都市双流区西南航空港工业集中开发区观山路333号

(72) 发明人 贾俊

(74) 专利代理机构 成都虹桥专利事务所(普通合伙) 51124

代理人 伍云萍

(51) Int.Cl.

C09D 1/00 (2006.01)

C09D 5/10 (2006.01)

C09D 5/24 (2006.01)

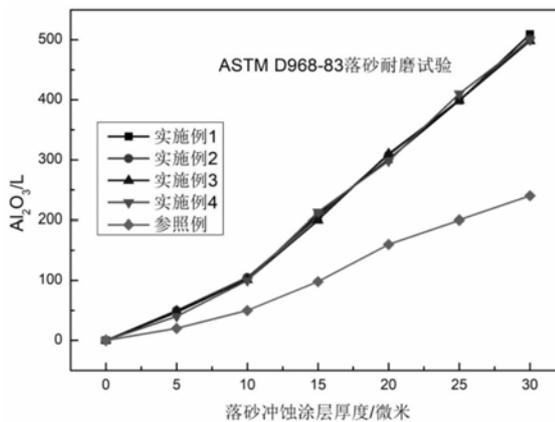
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料及其制备和使用方法

(57) 摘要

本发明属于高温防护涂层制备技术领域,具体涉及一种叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料及其制备和使用方法。针对现有的汽轮机叶片涂层在提高耐磨性时,耐腐蚀性能就会相应降低,无法同时保证优异的耐磨性能和耐腐蚀性能的问题,本发明提供了一种叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料,组成包括:按重量百分比计,改性无机磷酸盐粘结剂30~60%,Al粉40~70%,所述的改性无机磷酸盐粘结剂的组成包括:按重量百分比计,磷酸6~15%、氢氧化铝2~5%、铬酐1~3%、氧化镁2~5%、改性溶胶5~10%,余量为去离子水;所述的改性溶胶由钇溶胶、TiO₂溶胶和Si溶胶组成。本发明涂料制得的涂层具有很好的抗高温防腐性能和耐冲蚀效果,导电率高,适宜推广使用。



1. 叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料, 其特征在于, 组成包括: 按重量百分比计, 改性无机磷酸盐粘结剂30~60%, Al粉40~70%, 所述的改性无机磷酸盐粘结剂的组成包括: 按重量百分比计, 磷酸6~15%、氢氧化铝2~5%、铬酐1~3%、氧化镁2~5%、改性溶胶5~10%, 余量为去离子水; 所述的改性溶胶由钇溶胶、 TiO_2 溶胶和Si溶胶组成。

2. 根据权利要求1所述的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料, 其特征在于: 所述粘结剂中的磷酸与氢氧化铝重量比为3~4:1。

3. 根据权利要求1所述的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料, 其特征在于: 所述钇溶胶、 TiO_2 溶胶和Si溶胶的重量比为4~5:1~3:1~3。

4. 根据权利要求1所述的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料, 其特征在于: 所述的 TiO_2 溶胶优选为金红石型 TiO_2 。

5. 根据权利要求1所述的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料, 其特征在于: 组成包括: 按重量百分比计, 改性无机磷酸盐粘结剂55%, Al粉45%。

6. 权利要求1~5任一项所述的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料的制备方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

按配方量称取磷酸、氢氧化铝、氧化镁、铬酐、去离子水混合, 搅拌反应制得无机磷酸盐成膜剂, 再将配方量的钇溶胶、 TiO_2 溶胶和Si溶胶缓慢加入成膜剂中, 分散均匀, 加入Al粉继续搅拌均匀, 得到耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料。

7. 权利要求1~5任一项所述的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料的使用方法, 包括以下步骤: 将叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料涂覆到基材上, 经热处理、制备得到磷酸盐涂层。

8. 根据权利要求7所述的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料的使用方法, 其特征在于: 所述的涂覆包括: 浸涂、刷涂或喷涂方式。

9. 根据权利要求7所述的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料的使用方法, 其特征在于: 所述的热处理依次经过低温热处理和高温热处理两个阶段, 低温段温度80~100℃, 保温大于30min; 高温段340~400℃, 保温大于30min。

10. 按权利要求7~9任一项所述方法制备得到的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂层。

叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料及其制备和使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于高温防护涂层制备技术领域,具体涉及一种叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料及其制备和使用方法。

背景技术

[0002] 汽轮机、压缩机长期在高温、高湿、高盐雾、固体颗粒冲蚀等恶劣环境中运行。其叶片、转子等关键部件的防护问题受到广泛重视。目前,对于汽轮机、工业压缩机的叶片、转子通常采用磷酸盐金属铝粉涂料进行防护。Allen在US3248251专利中首次公开了磷酸盐金属铝粉涂层,它是由二价、三价的金属磷酸盐、铬酸盐和铝粉组成的涂层,具有良好的导电性和粘接强度,能够耐500℃高温,还具有抗氧化、耐盐雾等特性,因此被广泛应用于航空航天、汽轮机、工业压缩机部件防腐领域。

[0003] 随着汽轮机、燃气轮机设计进步,使用温度的不断提高,对涂层性能也提出了更高要求,不仅需要涂层具有优异的防腐性能,也要求涂层具有更好的耐磨抗冲蚀性能。因此,为了提高涂层耐磨性,行业内开展了对涂层性能提升方法的研究。目前,最常见的做法是在涂料中直接添加耐磨金属如氧化铬、MCrAlY、WC等填料来提高耐磨性,但加入的这些原料,会导致磷酸盐金属铝粉涂料的电阻增大,导致防腐性降低。另一方面,传统磷酸盐作为粘结材料也存在膜层脆性较大,硬度较低等问题。涂层在超过500℃的温度下易老化、裂纹、脱落,导致涂层耐磨性能较差。

[0004] 因此,急需开发一种耐磨性能和耐腐蚀性能更好的涂层,以满足市场需求。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题为:现有的汽轮机叶片涂层在提高耐磨性时,耐腐蚀性能就会相应降低,无法同时保证优异的耐磨性能和耐腐蚀性能的问题。

[0006] 本发明解决上述技术问题的技术方案为:提供了一种叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料。本发明的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料,组成包括:按重量百分比计,改性无机磷酸盐粘结剂30~60%,Al粉40~70%,所述的改性无机磷酸盐粘结剂的组成包括:按重量百分比计,磷酸6~15%、氢氧化铝2~5%、铬酐1~3%、氧化镁2~5%、改性溶胶5~10%,余量为去离子水;所述的改性溶胶由钇溶胶、TiO₂溶胶和Si溶胶组成。

[0007] 其中,上述叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料中,所述粘结剂中的磷酸与氢氧化铝重量比为3~4:1。

[0008] 其中,上述叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料中,所述的磷酸、氢氧化铝、铬酐和氧化镁均为化学纯或分析纯。

[0009] 其中,上述叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料中,所述钇溶胶、TiO₂溶胶和Si溶胶的重量比为4~5:1~3:1~3。

[0010] 进一步的,所述的TiO₂溶胶优选为金红石型TiO₂。

[0011] 优选的,上述叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料,组成包括:按重量百分比计,改性无

机磷酸盐粘结剂55%，Al粉45%。

[0012] 其中，上述叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料中，所述的Al粉为球形。

[0013] 进一步的，上述叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料中，所述Al粉粒径为1~10微米。

[0014] 本发明还提供了一种叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料的制备方法，包括以下步骤：

[0015] 按配方量称取磷酸、氢氧化铝、氧化镁、铬酐、去离子水混合，搅拌反应制得无机磷酸盐成膜剂，再将配方量的钇溶胶、TiO₂溶胶和Si溶胶缓慢加入成膜剂中，分散均匀，加入Al粉继续搅拌均匀，得到耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料。

[0016] 本发明还提供了一种叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料的使用方法，包括以下步骤：将叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料涂覆到基材上，经热处理、制备得到磷酸盐涂层。

[0017] 其中，所述的基材为碳钢、不锈钢、钛或铝等材质。

[0018] 其中，所述的涂覆包括：浸涂、刷涂或喷涂方式。优选为喷涂方式。

[0019] 其中，涂覆厚度优选10~200微米。

[0020] 其中，所述的热处理依次经过低温热处理和高温热处理两个阶段，低温段温度80~100℃，保温大于30min；高温段340~400℃，保温大于30min。

[0021] 本发明还提供了一种由上述方法制备得到的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂层。

[0022] 本发明的有益效果为：

[0023] 本发明提供了一种叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料，采用改性无机磷酸盐和功能粉末混合均匀后涂覆到基材上，然后经过热处理、制备出成分容易精确控制的涂层。本发明的涂层具有很好的抗高温防腐性能，耐中性盐雾>5000h，同时还有很好的韧性以及耐磨强度，耐冲蚀效果好（落砂实验可达300LA1₂O₃/20微米）；同时该涂层结合力高（结合强度>60MPa）、孔隙率低（<1%），抗500℃高温氧化性能良好、耐磨性能优异，成本较低、施工效率高。此外，本发明的涂层不需要特殊导电处理也能有好的导电性能，具有重要的应用价值。

附图说明

[0024] 图1所示为不同方法制备的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂层的耐磨性能，所示参照例即为对比例。

具体实施方式

[0025] 本发明提供了一种叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料，组成包括：按重量百分比计，改性无机磷酸盐粘结剂30~60%，Al粉40~70%，所述的改性无机磷酸盐粘结剂的组成包括：按重量百分比计，磷酸6~15%、氢氧化铝2~5%、铬酐1~3%、氧化镁2~5%、改性溶胶5~10%，余量为去离子水；所述的改性溶胶由钇溶胶、TiO₂溶胶和Si溶胶组成。

[0026] 其中，上述叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料中，所述粘结剂中的磷酸与氢氧化铝重量比为3~4:1。

[0027] 其中，上述叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料中，所述的磷酸、氢氧化铝、铬酐和氧化镁均为化学纯或分析纯。

[0028] 传统的磷酸盐涂层，涂层成膜主要依靠磷酸盐的300~400℃高温脱水交联固化，因此，磷酸盐的交联固化强度影响涂层的最终结合力以及耐磨性能。而本发明涂层特别的加入了改性溶胶，改性溶胶为钇溶胶、TiO₂溶胶和Si溶胶的混合物，其中的Si溶胶、TiO₂溶胶

对磷酸盐进行部分改性, Si原子、Ti原子分别与部分P原子交联结合, 从而使涂层具有更高的结合力(>60MPa)。

[0029] 同时, 本发明还采用钇溶胶来提高粘结剂体系的导电性, 优化涂层的导电性能, 进一步提高了涂层的防腐性能(耐中性盐雾>5000h)。普通磷酸盐涂料导电需要经过特殊导电处理, 处理方式包括喷砂、喷丸、或者500℃高温烧结。而本发明涂层, 由于改性溶胶的加入, 涂层导电性有大幅提高, 不需要经过特殊导电处理, 涂层直接具有良好的导电性能(涂层面电阻可达0.6Ω)。

[0030] 另一方面, 本发明加入了Si溶胶、TiO₂溶胶, 可进一步提高涂层成膜剂的耐磨强度, 因此本发明的涂层具有更强的耐磨性能(落砂实验可达300LA1₂O₃/20微米)。

[0031] 其中, 上述叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料中, 所述钇溶胶、TiO₂溶胶和Si溶胶的重量比为4~5:1~3:1~3。

[0032] 本发明采用TiO₂溶胶和Si溶胶的作用是对磷酸盐粘结剂进行改性, 当比重<1时, 涂层性能优化不明显, 当比重>3时, Si原子、Ti原子会打破原有磷酸盐结构的平衡, 结合力反而变差, 因此, 当TiO₂溶胶和Si溶胶比重在1~3时, 涂层的结合力以及耐磨性能相对最佳。

[0033] 本发明采用钇溶胶改性的目的是提高粘结剂体系的导电性, 优化涂层的导电性能, 当比重低于4时, 导电性能随钇溶胶的加入量不断提升, 当比重>5, 导电性能相对趋于稳定。

[0034] 相比锐钛矿型TiO₂, 金红石型TiO₂具有硬度更高(金红石型二氧化钛为6~6.5, 锐钛矿型二氧化钛为5.5~6.0), 热稳定性更好(锐钛矿型TiO₂在600℃会发生向金红石型TiO₂转变)的优点。因此, 本发明优选的TiO₂溶胶为金红石型TiO₂。

[0035] 优选的, 上述叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料, 组成包括: 按重量百分比计, 改性无机磷酸盐粘结剂55%, Al粉45%。

[0036] 其中, 上述叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料中, 所述的Al粉为球形。

[0037] 进一步的, 上述叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料中, 所述Al粉粒径为1~10微米。

[0038] 本发明还提供了一种叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料的制备方法, 包括以下步骤:

[0039] 按配方量称取磷酸、氢氧化铝、氧化镁、铬酐、去离子水混合, 搅拌反应制得无机磷酸盐成膜剂, 再将配方量的钇溶胶、TiO₂溶胶、Si溶胶缓慢加入成膜剂中, 分散均匀, 加入Al粉继续搅拌均匀, 得到耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料。

[0040] 本发明还提供了一种叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料的使用方法, 包括以下步骤: 将叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料涂覆到基材上, 经热处理、制备得到磷酸盐涂层。

[0041] 其中, 所述的基材为碳钢、不锈钢、钛或铝等材质。

[0042] 其中, 所述的涂覆包括: 浸涂、刷涂或喷涂方式。优选为喷涂方式。

[0043] 其中, 涂覆厚度优选10~200微米。

[0044] 其中, 所述的热处理依次经过低温热处理和高温热处理两个阶段, 低温段温度80~100℃, 保温大于30min; 高温段340~400℃, 保温大于30min。

[0045] 本发明还提供了一种由上述方法制备得到的叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂层。

[0046] 下面将通过实施例对本发明的具体实施方式做进一步的解释说明, 但不表示将本发明的保护范围限制在实施例所述范围内。

[0047] 实施例1~4制备叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂层

[0048] 原料及重量百分含量如表1所示；

[0049] 表1叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂层组成

	无机磷酸盐成膜剂					改性溶胶			功能相填料
	磷酸	氢氧化铝	氧化镁	铬酐	去离子水	钇溶胶	TiO ₂ 溶胶	Si溶胶	Al粉
[0050] 实施例 1	10%	3%	5%	3%	余量	5%	2%	3%	45%
实施例 2	10%	3%	5%	3%	余量	5%	1%	1%	45%
实施例 3	10%	3%	5%	3%	余量	5%	3%	2%	45%
实施例 4	10%	3%	5%	3%	余量	5%	2%	2%	45%

[0051] 按表1中的比例将磷酸、氢氧化铝、氧化镁、铬酐、去离子水混合，搅拌反应制得无机磷酸盐成膜剂，再将配方量的改性溶胶钇溶胶、TiO₂溶胶、Si溶胶缓慢加入成膜剂中，分散均匀，加入Al粉继续搅拌半小时，搅拌速度200~400转/分钟，得到耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料。

[0052] 采用喷涂的方式，在试片上涂敷耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料，然后低温100℃，保温60分钟；高温340℃，保温60分钟，随炉冷却至室温，得到耐高温抗冲蚀磷酸盐涂层。

[0053] 对比例 按现有的方法制备叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂层

[0054] 对比例的涂料组成如表2所示。涂料制备和涂层制备的方法同实施例1。

[0055] 表2叶片耐高温抗冲蚀磷酸盐涂层组成

	无机磷酸盐成膜剂					改性溶胶			功能相填料
	磷酸	氢氧 化铝	氧化 镁	铬酐	去离 子水	钇溶 胶	TiO ₂ 溶胶	Si溶 胶	Al粉
[0056] 对比例	10%	3%	5%	3%	余量	无	无	无	45%

[0057] 采用喷涂的方式，在试片上涂敷耐高温抗冲蚀磷酸盐涂料，然后低温100℃，保温60分钟；高温340℃，保温60分钟，随炉冷却至室温，再将对比例涂层进行喷丸导电化处理，得到耐高温抗冲蚀磷酸盐涂层。

[0058] 对实施例和对比例制备得到的涂层进行性能测试，结果如下表3所示。

[0059] 表3不同方法制备的涂层性能表

[0060]

检测项目	检验方法	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	对比例
外观	目视	涂层外观均匀, 无裂纹、针眼、脱落等外观缺陷				
厚度	测厚仪	60~80 微米	60~80 微米	60~80 微米	60~80 微米	60~80 微米
附着力	ASTM C633	65MPa	68 MPa	62 MPa	60 MPa	35 MPa
涂层导电性	万用表, 指针间距 20mm	0.6Ω	0.6Ω	0.6Ω	0.7Ω	2Ω
耐中性盐雾	ASTM~B117	5000h	5000h	5000h	5000h	2500h
耐磨性能	ASTM~D968	如图 1 所示				
耐冷热冲击性能	600℃恒温 30min, 再放入 25℃水中, 反复 30 次	涂层无脱落	涂层无脱落	涂层无脱落	涂层无脱落	涂层边缘有脱落

[0061] 由实施例和对比例的结果可知, 本发明的涂层能够在提高耐磨性的同时, 不降低耐蚀性能, 能够同时保持这两种优异的性能, 使用范围更广阔, 具有很好的应用前景。

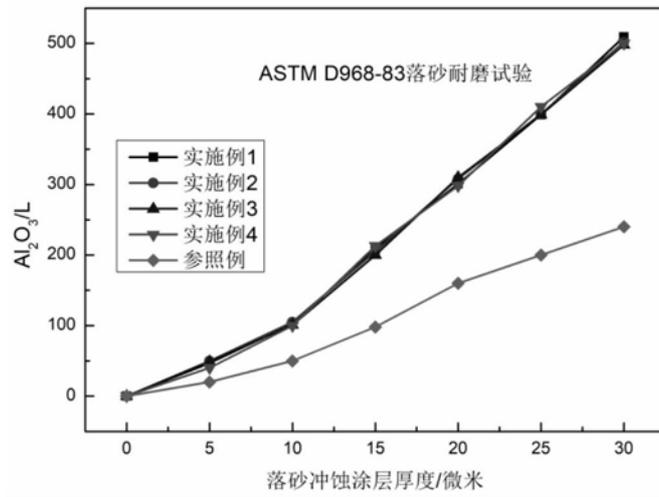


图1