



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106700789 B

(45) 授权公告日 2021.03.05

(21) 申请号 201510420464.2	C09D 125/14 (2006.01)
(22) 申请日 2015.07.16	C09D 127/12 (2006.01)
(65) 同一申请的已公布的文献号	C09D 175/04 (2006.01)
申请公布号 CN 106700789 A	C09D 183/04 (2006.01)
(43) 申请公布日 2017.05.24	C09D 5/33 (2006.01)
(73) 专利权人 沈阳化工研究院有限公司	C09D 5/16 (2006.01)
地址 110021 辽宁省沈阳市铁西区沈辽东	C09D 7/61 (2018.01)
路8号	C09D 7/63 (2018.01)
(72) 发明人 董仕晋 刘歌 魏峰 王鹏	C09D 7/65 (2018.01)
郝凤来	审查员 赵丹
(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限	
公司 21002	
代理人 李颖 何薇	
(51) Int. Cl.	
C09D 133/04 (2006.01)	

权利要求书2页 说明书13页

(54) 发明名称

一种水性建筑节能涂料及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种建筑节能材料,具体涉及一种多功能绿色环保的水性建筑节能涂料及其制备方法。多功能高效节能涂料按重量百分比计,25%~50%高分子乳液、5%~30%光反射填料、1%~5%气凝胶粉、5%~10%隔热填料、5%~15%普通填料、1%~2%表面改性剂、1%~5%分散剂、0.1%~4%成膜助剂、0.1%~2%增稠剂、0%~1%消泡剂、0.01%~0.5%PH调节剂、0.1%~2%润湿剂、0.5%~2%防冻剂,余量为去离子水。本发明涂料同时具有夏季隔热降温和冬季保温效果,可用于热带及亚热带地区的建筑物节能改造,具有安全无毒、环保、无污染的特点,此外该涂层具有良好的耐候性、耐沾污性柔软性、耐洗刷性。

1. 一种水性建筑节能涂料,其特征在于:

配方组成为:

高分子乳液,所述高分子乳液为纯丙乳液 30g;

光反射填料,所述光反射填料为金红石型钛白粉 20 g和陶瓷微球 5 g;

气凝胶粉,所述气凝胶粉为超疏水性硅气凝胶粉 10 g;

隔热填料,所述隔热填料为空心玻璃微球 8 g和海泡石 2 g;

普通填料,所述普通填料为重质碳酸钙 5 g;

表面改性剂,所述表面改性剂为KH570 1g;

分散剂,所述分散剂为环氧乙烷-环氧丙烷双嵌段聚合物 1 g和聚环氧乙烷-聚丙烯酸酯嵌段聚合物 3 g;

成膜助剂,所述成膜助剂为2-氨基-2-甲基-1-丙醇 1g和醇酯-12 2g;

增稠剂,所述增稠剂为聚氨酯 0.5 g;

pH调节剂,所述pH调节剂为氨水 0.3 g;

消泡剂,所述消泡剂为聚硅氧烷 0.2 g;

润湿剂,所述润湿剂为六偏磷酸钠 0.5 g;

防冻剂,所述防冻剂为丙二醇 2 g;

溶剂,所述溶剂为去离子水 20 g;

所述超疏水性硅气凝胶粉的导热系数为 $0.018W/(m \cdot K)$,密度为 $120kg/m^3$,比表面积为 $400m^2/g$,平均粒径为 $8\mu m$ 。

2. 一种水性建筑节能涂料,其特征在于:

配方组成为:

高分子乳液,所述高分子乳液为氟碳乳液 40g;

光反射填料,所述光反射填料为金红石型钛白粉 15 g和氧化铝 3 g和氧化锌 2 g;

气凝胶粉,所述气凝胶粉为超疏水性硅气凝胶粉 10 g;

隔热填料,所述隔热填料为空心玻璃微球 8 g和空心漂珠 2 g;

普通填料,所述普通填料为云母粉 5 g;

表面改性剂,所述表面改性剂为KH570 1 g;

分散剂,所述分散剂为环氧乙烷-环氧丙烷双嵌段聚合物 2 g和聚环氧乙烷-聚丙烯酸酯嵌段聚合物 3 g;

成膜助剂,所述成膜助剂为醇酯-12 4 g;

增稠剂,所述增稠剂为聚氨酯 0.2 g;

pH调节剂,所述pH调节剂为氨水 0.3 g;

消泡剂,所述消泡剂为聚硅氧烷 0.2 g;

润湿剂,所述润湿剂为六偏磷酸钠 0.5 g;

防冻剂,所述防冻剂为丙二醇 2 g;

溶剂,所述溶剂为去离子水 25 g;

所述超疏水性硅气凝胶粉的导热系数为 $0.018W/(m \cdot K)$,密度为 $120kg/m^3$,比表面积为 $400m^2/g$,平均粒径为 $8\mu m$ 。

3. 一种水性建筑节能涂料,其特征在于:

配方组成为：

高分子乳液，所述高分子乳液为苯丙乳液 30 g；

光反射填料，所述光反射填料为金红石型钛白粉 30 g和氧化铝 5 g和氧化锌 5 g和陶瓷微球 5 g；

气凝胶粉，所述气凝胶粉为亲水性硅气凝胶粉 2 g；

隔热填料，所述隔热填料为空心玻璃微球 5 g；

普通填料，所述普通填料为重质碳酸钙 5 g；

表面改性剂，所述表面改性剂为KH570 0.5 g；

分散剂，所述分散剂为环氧乙烷-环氧丙烷-环氧乙烷三嵌段聚合物 1 g和聚环氧乙烷-聚丙烯酸酯嵌段聚合物 3 g；

成膜助剂，所述成膜助剂为醇酯-12 3 g；

增稠剂，所述增稠剂为聚氨酯 0.5 g；

pH调节剂，所述pH调节剂为氢氧化钠水溶液 0.3 g；

消泡剂，所述消泡剂为聚二甲基硅氧烷 0.2 g；

润湿剂，所述润湿剂为六偏磷酸钠 0.5 g；

防冻剂，所述防冻剂为丙二醇 2 g；

溶剂，所述溶剂为去离子水 25 g；

所述亲水性硅气凝胶粉的导热系数为 $0.025\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，密度为 $300\text{kg}/\text{m}^3$ ，比表面积为 $280\text{m}^2/\text{g}$ ，平均粒径为 $8\mu\text{m}$ 。

4. 一种水性建筑节能涂料，其特征在于：

配方组成为：

高分子乳液，所述高分子乳液为苯丙乳液 50 g；

光反射填料，所述光反射填料为金红石型钛白粉 30 g和氧化铝 5 g和单晶硅粉末 5 g；

气凝胶粉，所述气凝胶粉为碳气凝胶粉 2 g；

隔热填料，所述隔热填料为空心玻璃微球 5 g和空心刚玉微球 5 g和空心漂珠 3 g；

普通填料，所述普通填料为重质碳酸钙 5 g和云母粉 5 g和硫酸钡 8 g；

表面改性剂，所述表面改性剂为KH570 0.5 g和KH580 0.5 g；

分散剂，所述分散剂为环氧乙烷-环氧丙烷-环氧乙烷三嵌段聚合物 1 g和聚环氧乙烷-聚丙烯酸酯嵌段聚合物 3 g；

成膜助剂，所述成膜助剂为醇酯-12 2 g；

增稠剂，所述增稠剂为聚氨酯 0.3 g；

pH调节剂，所述pH调节剂为氢氧化钠水溶液 0.3 g；

消泡剂，所述消泡剂为聚二甲基硅氧烷 0.2 g；

润湿剂，所述润湿剂为六偏磷酸钠 0.5 g；

防冻剂，所述防冻剂为丙二醇 2 g；

溶剂，所述溶剂为去离子水30 g；

所述碳气凝胶粉的导热系数为 $0.015\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，密度为 $200\text{kg}/\text{m}^3$ ，比表面积为 $380\text{m}^2/\text{g}$ ，平均粒径为 $5\mu\text{m}$ 。

一种水性建筑节能涂料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种建筑节能材料,具体涉及一种多功能绿色环保的水性建筑节能涂料及其制备方法。

背景技术

[0002] 能源问题是当今世界面临的一个重大难题也是备受关注的热点话题。近年来,建筑耗能已经与工业耗能、交通耗能并列,成为世界能源消耗的“大户”。在我国430亿 m^2 的既有建筑中,高能耗建筑占99%以上,而以往每年约20亿 m^2 新建房屋中,仍有95%以上为高能耗建筑,单位面积能耗是国际上气候条件相近国家的2-3倍,近年来随着人们对居住舒适度要求的不断提高,以及我国可持续发展战略的提出和不断落实,开发建筑节能材料,改善和提高建筑舒适性、提高生活质量,降低环境负荷、促进环境保护、减少资源消费是迫在眉睫的任务,也是关系我们生存和发展的长远大计。

[0003] 节能涂料是近几年发展起来的用于建筑物的屋顶和外墙表面,具有热阻隔、太阳能反射、红外辐射等不同功能的新型环保节能产品。目前大多数节能涂料通过提高对光反射率,降低对太阳能的吸收,使得热带地区的建筑物在夏季时室内温度大幅度的降低,进而达到节能降耗的目的。据实验数据显示,使用节能涂料的墙体表面与未使用前相比温度降低 $10^{\circ}C-20^{\circ}C$,内部温度降低 $5^{\circ}C-10^{\circ}C$ 。

[0004] 目前绝大多数节能涂料的应用局限性较大,多仅在热带地区具有应用价值。这是由于此类产品仅具备反射太阳能起到降温的效果而不具备隔绝冷空气达到保温的目的。在亚热带和温带地区的建筑虽然在夏季也有降温节能的需求,然而这种节能涂料在冬季反而会削减建筑物对宝贵的太阳能的吸收,增加供暖能耗。

[0005] 中国专利201410665881.9公开了一种建筑节能涂料,同时给出了制备方法,该涂料对太阳光具有高反射效率,具备较强的稳定性和耐久性,且具有一定的自洁功能。中国专利200510028388.7中公开了一种建筑用太阳能反射涂料的制备方法,该配方采用纯丙树脂和二氧化钛、硫酸钡、高岭石粉、海泡石等为主要原料,制备的涂料反射率达到90%。中国专利201410336222.0提供了一种红外节能涂料的制备方法,采用氧化铝微粉、锰铁尖晶石粉、铁铬尖晶石粉、五氧化二钒等原料作为功能填料,制备的高红外辐射能力的涂料,在室温下全波长积分发射率达到0.95,上述三个反射涂料的共同缺点是仅具有红外光反射和辐射能力,而不具备对热传导阻隔效果,适用范围较窄。

[0006] 中国专利201210401689.X公开了一种反射隔热纳米涂料,包含水性乳液、钛白粉、云母粉、硅藻土、超细碳酸钙、中空微珠等,该涂料宣称具有反射和隔热双重效果,但是并未给出具体的反射率和导热系数数据。

[0007] 因此现急需一种兼具有太阳能反射和热传导阻隔效果的多功能绿色环保的水性建筑节能涂料。

发明内容

[0008] 本发明目的在于提供一种多功能绿色环保的水性建筑节能涂料及其制备方法。

[0009] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0010] 一种多功能高效节能涂料,按重量百分比计,25%~50%高分子乳液、5%~30%光反射填料、1%~5%气凝胶粉、5%~10%隔热填料、5%~15%普通填料、1%~2%表面改性剂、1%~5%分散剂、0.1%~4%成膜助剂、0.1%~2%增稠剂、0%~1%消泡剂、0.01%~0.5%PH调节剂、0.1%~2%润湿剂、0.5%~2%作防冻剂,余量为去离子水。

[0011] 所述高分子乳液为纯丙乳液、苯丙乳液、氟碳乳液、聚氨酯乳液、有机硅乳液中的一种或几种;

[0012] 所述的光反射填料为金红石型钛白粉、氧化锌、氧化镁、单晶硅粉末、氧化铝、硅酸铝、陶瓷微球中的一种或几种;

[0013] 其中金红石型钛白粉中 TiO_2 成分质量分数不少于95%,金红石相含量不低于99%,水悬浮液pH在6.5~8.5,粒径为200~300nm。

[0014] 单晶硅粉末纯度不少于99.95%,密度为 $1.2\sim 2.0g/cm^3$,粒径为1到 $3\mu m$ 。

[0015] 陶瓷微球抗压强度不少于400MPa,密度在 $2\sim 2.6g/cm^3$,平均粒径为3-5微米。

[0016] 所述气凝胶粉为超疏水性硅气凝胶粉、亲水性硅气凝胶粉和超疏水性碳气凝胶粉中的一种或两种;

[0017] 其中,超疏水性硅气凝胶粉导热系数为 $0.015\sim 0.025w/(m\cdot k)$,密度在 $100\sim 300kg/m^3$,比表面积为 $150\sim 500m^2/g$,粒径为 $1\sim 10\mu m$ 。

[0018] 亲水性硅气凝胶粉导热系数为 $0.02\sim 0.03w/(m\cdot k)$,密度在 $150\sim 500kg/m^3$,比表面积为 $150\sim 500m^2/g$,粒径为 $1\sim 10\mu m$ 。

[0019] 碳气凝胶粉为导热系数在 $0.01\sim 0.02w/(m\cdot k)$,密度在 $100\sim 500kg/m^3$,比表面积为 $100\sim 400m^2/g$,粒径为 $5\sim 20\mu m$ 。

[0020] 所述隔热填料为中空微球、海泡石、闭孔膨胀珍珠岩中的一种或几种;

[0021] 其中,中空微球为空心玻璃微球、空心刚玉微球、空心漂珠中的一种或几种;

[0022] 其中空心玻璃微球密度为 $0.1\sim 0.3g/cm^3$,抗压强度不低于20MPa,粒径为 $10\sim 70\mu m$ 。

[0023] 空心刚玉微球主要成分 $\alpha-Al_2O_3$ 不低于99%,其粒径为 $0.7\sim 3\mu m$,壁厚为 $0.1\sim 0.3\mu m$ 。

[0024] 漂珠密度为 $0.3\sim 0.5g/cm^3$,粒径为 $80\sim 120\mu m$ 。

[0025] 海泡石中纤维状 α 晶型不少于90%,密度为 $2.5\sim 3g/cm^3$ 。

[0026] 膨胀珍珠岩的粒径为 $10\sim 30\mu m$,体积膨胀率为5~20倍。

[0027] 所述普通填料为重质碳酸钙、硫酸钡、高岭土、云母粉中的至少两种或几种;

[0028] 其中重质碳酸钙粒径为 $3\sim 10\mu m$,硫酸钡粒径为 $5\sim 10\mu m$,高岭土粒径为 $5\sim 10\mu m$,云母粉粒径为 $10\sim 20\mu m$;

[0029] 所述表面改性剂为硅烷偶联剂和/或钛酸酯偶联剂;

[0030] 其中,硅烷偶联剂为KH550、KH560、KH570、KH792、DL602中的一种或几种;

[0031] 钛酸酯偶联剂为单烷氧基型、单烷氧基焦磷酸脂型、螯合型偶联剂中的一种或几种,优选螯合型偶联剂。

[0032] 所述分散剂为非离子型分散剂,具体为聚乙二醇、聚环氧乙烷、聚环氧丙烷、聚乙烯醇、环氧乙烷-环氧丙烷双嵌段聚合物、环氧乙烷-环氧丙烷-环氧乙烷三嵌段聚合物、聚环氧乙烷-聚丙烯酸脂嵌段聚合物中的至少两种或几种;

[0033] 所述成膜助剂为醇脂-12、乙二醇丁醚、丙二醇苯醚、丙二醇丁醚、2-氨基-2-甲基-1-丙醇中的一种或几种;

[0034] 所述增稠剂为聚氨酯、聚丙烯酸酯、聚乙烯醇、纤维素的一种或几种。

[0035] 所述消泡剂为聚硅氧烷、聚二甲基硅氧烷或硅氧烷-聚酯共聚物水溶液中一种。

[0036] 所述的PH调节剂为氨水、氢氧化钠水溶液中的一种。

[0037] 所述润湿剂为六偏磷酸钠溶液;

[0038] 所述防冻剂为丙二醇。

[0039] 一种多功能高效节能涂料的制备方法,具体包括如下步骤:

[0040] (1) 气凝胶分散浆的制备:按照配方计量在分散罐中加入水、分散剂、表面改性剂,待混合均匀后在400-600转/分钟搅拌速率下缓慢加入气凝胶粉,待全部气凝胶粉添加完毕后在1000-2000转/分钟转速下分散10~20分钟,得到粘稠的气凝胶分散浆;

[0041] (2) 节能浆料制备:按照上述配方计量在涂料分散罐中加入水、分散剂、防冻剂和一部分消泡剂,待混合均匀后加入光反射填料、普通填料,在1000-2000转/分钟转速下分散20~40分钟,得到节能浆料;

[0042] (3) 节能浆料研磨:利用卧式砂磨机对上述节能浆料进行研磨,将上述步骤(2)配制的节能浆料与氧化锆珠按体积比为1:0.8~1.2的比例混合,调整转速至300~5000转/分钟后研磨30~60分钟后过滤出料;

[0043] (4) 多功能高效节能涂料制备:按上述比例将高分子乳液、增稠剂、成膜助剂、润湿剂、PH改性剂和剩余部分消泡剂分别加入反应器中,在1000~2000转/分钟转速下分散10~30分钟至体系均匀,先缓慢加入隔热填料,再按上述比例加入研磨后的节能浆料,最后加入气凝胶分散浆,继续分散10~30分钟即制得多功能高效节能涂料。

[0044] 本发明所具有的优点:

[0045] 本发明涂料在传统节能涂料配方的基础上,将多种功能颜填料进行针对性的改性和复配,使得本涂料具有多种节能效果协同作用的优点,即兼具夏季隔热降温 and 冬季保温效果,完全摆脱了传统节能涂料因功能单一造成的应用领域严重受限的缺点。

[0046] 本发明涂料具有较高的太阳光反射比和半球发射率,在炎热的夏季能够有效抑制绝大多数太阳光能吸收并通过向外部辐射热能起到降温效果,可用于热带及亚热带地区的建筑物夏季节能改造,能够大幅度降低制冷能耗;另一方面,本发明涂料具有极低的热传递系数,能够在冬季有效的防止热流失,实现冬季保温和节约采暖能耗的目的。此外,本发明产品具有纯水性、安全无毒、环境友好的特点,在使用过程中对人和环境不会造成任何危害。除具备节能效果外,该涂料具有良好的耐候性、耐沾污性、耐洗刷性,能够满足在较长时间内保证优良的使用效果。

具体实施方式

[0047] 下面通过具体实施例对本发明做进一步详细说明。下述实施例仅用于说明本发明,但并不用于限定本发明的实施范围,凡采用等同替换或等效变换方式所获得的技术方

案均落在本发明的保护范围之内。

[0048] 本发明涂料兼具太阳能反射和热传导阻隔功能,同时具有夏季隔热降温和冬季保温效果,可用于热带及亚热带地区的建筑物节能改造,具有安全无毒、环保、无污染的特点,该涂料具有较高的决定隔热降温性能的太阳能反射率、红外发射率;同时具有极低的导热系数,能够满足冬季保温需求。此外涂层具有良好的耐候性、耐沾污性、耐洗刷性。本发明还公开了多功能高效节能涂料的制备方法,该制备工艺简单、成本极低、产品稳定性好,易于实现工业化生产。实例中所用原料均可以通过市售获得。

[0049] 实施例1

[0050] 多功能高效节能涂料的配方组成如下表所示:

组成	类型	用量 (g)
高分子乳液	纯丙乳液	30
光反射填料	金红石型钛白粉	20
	陶瓷微球	5
气凝胶粉	超疏水性硅气凝胶粉	10
隔热填料	空心玻璃微球	8
	海泡石	2
普通填料	重质碳酸钙	5
表面改性剂	KH570	1
分散剂	环氧乙烷-环氧丙烷双嵌段聚合物	1
	聚环氧乙烷-聚丙烯酸脂嵌段聚合物	3
成膜助剂	2-氨基-2 甲基-1 丙醇	1
	醇脂-12	2
增稠剂	聚氨酯	0.5
PH 调节剂	氨水	0.3
消泡剂	聚硅氧烷	0.2
润湿剂	六偏磷酸钠	0.5
防冻剂	丙二醇	2
溶剂	去离子水	20

[0053] (1) 气凝胶分散浆的制备:按照配方计量在分散罐中加入水、分散剂、表面改性剂,待混合均匀后在500转/分钟搅拌速率下缓慢加入超疏水性气凝胶粉(导热系数为0.018w/(m·k),密度为120kg/m³,比表面积为400m²/g,平均粒径为8μm),待全部气凝胶粉添加完毕后在1900转/分钟转速下分散15~17分钟,得到粘稠的气凝胶分散浆;

[0054] (2) 节能浆料制备:按照上述配方计量在涂料分散罐中加入水、分散剂、防冻剂和消泡剂,待混合均匀后加入钛白粉(TiO₂成分质量分数96%,金红石相含量99.5%,平均粒

径200nm)、陶瓷微球(抗压强度500MPa,平均粒径4 μ m)、重质碳酸钙(平均粒径5 μ m),在1800转/分钟转速下分散30分钟,得到节能浆料;

[0055] (3) 节能浆料研磨:利用卧式砂磨机对上述节能浆料进行研磨,将上述步骤(2)配制的节能浆料与氧化锆珠按体积比为1:0.8的比例混合,调整转速至4000转/分钟后研磨50分钟后过滤出料;

[0056] (4) 多功能高效节能涂料制备:按上述比例将纯丙乳液、聚氨酯增稠剂、成膜助剂、润湿剂、氨水分别加入反应器中,在1500转/分钟转速下分散25~30分钟至体系均匀,缓慢加入空心玻璃微球(密度为0.15g/cm³,抗压强度为30MPa,平均粒径为60 μ m)和海泡石(α 晶型占92%,密度为2.8g/cm³),再按上述比例加入研磨后的节能浆料,最后加入气凝胶分散浆,继续分散20~25分钟即制得多功能高效节能涂料。

[0057] 实施例2

[0058] 多功能高效节能涂料的配方组成如下表所示:

组成	类型	用量 (g)
高分子乳液	氟碳乳液	40
光反射填料	金红石型钛白粉	15
	氧化铝	3
	氧化锌	2
气凝胶粉	超疏水性硅气凝胶粉	10

隔热填料	空心玻璃微球	8
	空心漂珠	2
普通填料	云母粉	5
表面改性剂	KH570	1
分散剂	环氧乙烷-环氧丙烷双嵌段聚合物	2
	聚环氧乙烷-聚丙烯酸脂嵌段聚合物	3
成膜助剂	醇脂-12	4
增稠剂	聚氨酯	0.2
PH 调节剂	氨水	0.3
消泡剂	聚硅氧烷	0.2
润湿剂	六偏磷酸钠	0.5
防冻剂	丙二醇	2
溶剂	去离子水	25

[0061] 多功能高效节能涂料的制备:

[0062] (1) 气凝胶分散浆的制备:按照配方计量在分散罐中加入水、分散剂、表面改性剂,待混合均匀后在500转/分钟搅拌速率下缓慢加入超疏水性气凝胶粉(导热系数为0.018w/

(m · k), 密度为 $120\text{kg}/\text{m}^3$, 比表面积为 $400\text{m}^2/\text{g}$, 平均粒径为 $8\mu\text{m}$), 待全部气凝胶粉添加完毕后在1900转/分钟转速下分散15~17分钟, 得到粘稠的气凝胶分散浆;

[0063] (2) 节能浆料制备: 按照上述配方计量在涂料分散罐中加入水、分散剂、防冻剂和消泡剂, 待混合均匀后加入钛白粉(TiO_2 成分质量分数96%, 金红石相含量99.5%, 平均粒径200nm)、氧化铝陶瓷微球(抗压强度500MPa, 平均粒径 $4\mu\text{m}$)、氧化铝、氧化锌、云母粉(平均粒径 $15\mu\text{m}$), 在1800转/分钟转速下分散30分钟, 得到节能浆料;

[0064] (3) 节能浆料研磨: 利用卧式砂磨机对上述节能浆料进行研磨, 将上述步骤(2)配制的节能浆料与氧化锆珠按体积比为1:1.2的比例混合, 调整转速至4000转/分钟后研磨50分钟后过滤出料;

[0065] (4) 多功能高效节能涂料制备: 按上述比例将氟碳乳液、聚氨酯增稠剂、醇脂-12、润湿剂、氨水分别加入反应器中, 在1500转/分钟转速下分散25~30分钟至体系均匀, 缓慢加入空心玻璃微球(密度为 $0.15\text{g}/\text{cm}^3$, 抗压强度为30MPa, 平均粒径为 $60\mu\text{m}$)和空心漂珠(密度为 $0.4\text{g}/\text{cm}^3$, 粒径为 $110\mu\text{m}$), 再按上述比例加入研磨后的节能浆料, 最后加入气凝胶分散浆, 继续分散20~25分钟即制得多功能高效节能涂料。

[0066] 实施例3

[0067] 多功能高效节能涂料的配方组成如下表所示:

[0068]	组成	类型	用量 (g)
--------	----	----	--------

	高分子乳液	苯丙乳液	30
	光反射填料	金红石型钛白粉	30
		氧化铝	5
		氧化锌	5
		陶瓷微球	5
	气凝胶粉	亲水性硅气凝胶粉	2
	隔热填料	空心玻璃微球	5
	普通填料	重质碳酸钙	5
	表面改性剂	KH570	0.5
[0069]	分散剂	环氧乙烷-环氧丙烷- 环氧乙烷三嵌段聚 合物	1
		聚环氧乙烷-聚丙烯 酸脂嵌段聚合物	3
	成膜助剂	醇脂-12	3
	增稠剂	聚氨酯	0.5
	PH 调节剂	氢氧化钠水溶液	0.3
	消泡剂	聚二甲基硅氧烷	0.2
	润湿剂	六偏磷酸钠	0.5
	防冻剂	丙二醇	2
	溶剂	去离子水	25

[0070] 多功能高效节能涂料的制备:

[0071] (1) 气凝胶分散浆的制备:按照配方计量在分散罐中加入水、分散剂、表面改性剂,待混合均匀后在500转/分钟搅拌速率下缓慢加入亲水性气凝胶粉(导热系数为 $0.025\text{w}/(\text{m}\cdot\text{k})$,密度为 $300\text{kg}/\text{m}^3$,比表面积为 $280\text{m}^2/\text{g}$,平均粒径为 $8\mu\text{m}$),待全部气凝胶粉添加完毕后在1900转/分钟转速下分散15~17分钟,得到粘稠的气凝胶分散浆;

[0072] (2) 节能浆料制备:按照上述配方计量在涂料分散罐中加入水、分散剂、防冻剂和消泡剂,待混合均匀后加入钛白粉(TiO_2 成分质量分数96%,金红石相含量99.5%,平均粒径200nm)、氧化铝、氧化锌、陶瓷微球(抗压强度500MPa,平均粒径 $4\mu\text{m}$)、重质碳酸钙(平均粒径为 $5\mu\text{m}$),在1800转/分钟转速下分散30分钟,得到节能浆料;

[0073] (3) 节能浆料研磨:利用卧式砂磨机对上述节能浆料进行研磨,将上述步骤(2)配制的节能浆料与氧化锆珠按体积比为1:1的比例混合,调整转速至4000转/分钟后研磨50分钟后过滤出料;

[0074] (4) 多功能高效节能涂料制备:按上述比例将苯丙乳液、聚氨酯增稠剂、醇脂-12、润湿剂分别加入反应器中,逐滴加入氢氧化钠水溶液,在1500转/分钟转速下分散25~30分钟至体系均匀后,缓慢加入空心玻璃微球(密度为 $0.15\text{g}/\text{cm}^3$,抗压强度为30MPa,平均粒径为 $60\mu\text{m}$),再按上述比例加入研磨后的节能浆料,最后加入气凝胶分散浆,继续分散20~25

分钟即制得多功能高效节能涂料。

[0075] 实施例4

[0076] 多功能高效节能涂料的配方组成如下表所示：

组成	类型	用量 (g)
高分子乳液	苯丙乳液	50
光反射填料	金红石型钛白粉	30
	氧化铝	5
	单晶硅粉末	5
气凝胶粉	碳气凝胶粉	2
隔热填料	空心玻璃微球	5
	空心刚玉微球	5
	空心漂珠	3
普通填料	重质碳酸钙	5
	云母粉	5
	硫酸钡	8
表面改性剂	KH570	0.5
	KH580	0.5
分散剂	环氧乙烷-环氧丙烷- 环氧乙烷三嵌段聚 合物	1
	聚环氧乙烷-聚丙烯 酸脂嵌段聚合物	3
成膜助剂	醇脂-12	2
增稠剂	聚氨酯	0.3
PH 调节剂	氢氧化钠水溶液	0.3
消泡剂	聚二甲基硅氧烷	0.2
润湿剂	六偏磷酸钠	0.5
防冻剂	丙二醇	2
溶剂	去离子水	30

[0078] 多功能高效节能涂料的制备：

[0079] (1) 气凝胶分散浆的制备：按照配方计量在分散罐中加入水、分散剂、表面改性剂，待混合均匀后在500转/分钟搅拌速率下缓慢加入碳气凝胶粉(导热系数为0.015w/(m·k)，密度为200kg/m³，比表面积为380m²/g，平均粒径为5μm)，待全部气凝胶粉添加完毕后在1900转/分钟转速下分散15~17分钟，得到粘稠的气凝胶分散浆；

[0080] (2) 节能浆料制备：按照上述配方计量在涂料分散罐中加入水、分散剂、防冻剂和消泡剂，待混合均匀后加入钛白粉(TiO₂成分质量分数96%，金红石相含量99.5%，平均粒径200nm)、氧化铝、单晶硅粉末(纯度为99.95%，密度为1.3g/cm³，平均粒径为2μm)、陶瓷微

球(抗压强度500MPa,平均粒径4 μm)、重质碳酸钙(平均粒径为5 μm),云母粉(平均粒径15 μm)
在1800转/分钟转速下分散30分钟,得到节能浆料;

[0081] (3) 节能浆料研磨:利用卧式砂磨机对上述节能浆料进行研磨,将上述步骤(2)配制的节能浆料与氧化锆珠按体积比为1:1.1的比例混合,调整转速至4000转/分钟后研磨50分钟后过滤出料;

[0082] (4) 多功能高效节能涂料制备:按上述比例将苯丙乳液、聚氨酯增稠剂、醇脂-12、润湿剂分别加入反应器中,逐滴加入氢氧化钠水溶液,在1500转/分钟转速下分散25~30分钟至体系均匀后,缓慢加入空心玻璃微球(密度为0.15g/cm³,抗压强度为30MPa,平均粒径为60 μm),空心刚玉微球(α -Al₂O₃99%,其粒径为1.5 μm ,壁厚为0.15 μm)和空心漂珠(密度为0.4g/cm³,粒径为110 μm),再按上述比例加入研磨后的节能浆料,最后加入气凝胶分散浆,继续分散20~25分钟即制得多功能高效节能涂料。

[0083] 实施例5

[0084] 多功能高效节能涂料的配方组成如下表所示:

组成	类型	用量 (g)	
高分子乳液	纯丙乳液	30	
	氟碳乳液	10	
光反射填料	金红石型钛白粉	30	
气凝胶粉	超疏水硅气凝胶粉	10	
	空心刚玉微球	5	
普通填料	重质碳酸钙	5	
	硫酸钡	8	
表面改性剂	KH570	1.5	
分散剂	环氧乙烷-环氧丙烷 双嵌段聚合物	2	
	聚环氧乙烷-聚丙烯 酸脂嵌段聚合物	3	
成膜助剂	醇脂-12	4	
增稠剂	聚氨酯	0.3	
PH 调节剂	氢氧化钠水溶液	0.3	
消泡剂	聚二甲基硅氧烷	0.2	
润湿剂	六偏磷酸钠	0.5	
防冻剂	丙二醇	2	
[0085]			
[0086]	溶剂	去离子水	30

[0087] 多功能高效节能涂料的制备:

[0088] (1) 气凝胶分散浆的制备:按照配方计量在分散罐中加入水、分散剂、表面改性剂,待混合均匀后在500转/分钟搅拌速率下缓慢加入超疏水性气凝胶粉(导热系数为0.018w/(m·k),密度在120kg/m³,比表面积为400m²/g,平均粒径为8 μm),待全部气凝胶粉添加完毕

后在1900转/分钟转速下分散15~17分钟,得到粘稠的气凝胶分散浆;

[0089] (2) 节能浆料制备:按照上述配方计量在涂料分散罐中加入水、分散剂、防冻剂和消泡剂,待混合均匀后加入钛白粉(TiO_2 成分质量分数96%,金红石相含量99.5%,平均粒径200nm)、氧化铝、氧化锌、陶瓷微球(抗压强度500MPa,平均粒径4 μm)、重质碳酸钙(平均粒径为5 μm),在1800转/分钟转速下分散30分钟,得到节能浆料;

[0090] (3) 节能浆料研磨:利用卧式砂磨机对上述节能浆料进行研磨,将上述步骤(2)配制的节能浆料与氧化锆珠按体积比为1:0.9的比例混合,调整转速至4000转/分钟后研磨50分钟后过滤出料;

[0091] (4) 多功能高效节能涂料制备:按上述比例将纯丙乳液、聚氨酯增稠剂、醇脂-12、润湿剂和剩余部分消泡剂分别加入反应器中,逐滴加入氢氧化钠水溶液,在1500转/分钟转速下分散25~30分钟至体系均匀后,缓慢加入空心玻璃微球(密度为0.15g/cm³,抗压强度为30MPa,平均粒径为60 μm)和空心漂珠(密度为0.4g/cm³,粒径为110 μm),再按上述比例加入研磨后的节能浆料,最后加入气凝胶分散浆,继续分散20~25分钟即制得多功能高效节能涂料。

[0092] 对比例1为市售普通白色建筑外墙涂料,其中不含有气凝胶粉、隔热填料和除钛白粉外的光反射填料。

[0093] 对比例2为不添加气凝胶粉和隔热填料的仅具有光反射填料的配方,具体组成如下表所示。

组成	类型	用量 (g)
高分子乳液	纯丙乳液	35
光反射填料	金红石型钛白粉	30
	氧化铝	4
	陶瓷微球	4
气凝胶粉	超疏水性硅气凝胶粉	0
隔热填料	空心玻璃微球	0
	海泡石	0
普通填料	重质碳酸钙	10
	硫酸钡	10
表面改性剂	KH570	1

[0094]

[0095]	分散剂	环氧乙烷-环氧丙烷 双嵌段聚合物	1
		聚环氧乙烷-聚丙烯 酸脂嵌段聚合物	3
	成膜助剂	2-氨基-2 甲基-1 丙醇	1
		醇脂-12	2
	增稠剂	聚氨酯	0.5
	PH 调节剂	氨水	0.3
	消泡剂	聚硅氧烷	0.2
	润湿剂	六偏磷酸钠	0.5
	防冻剂	丙二醇	2
	溶剂	去离子水	20

[0096] 对比例3配方与实施例1差别在于制备气凝胶分散浆过程中使用的分散剂、改性剂不同,其余完全一致,具体配方为:

组成	类型	用量 (g)
高分子乳液	纯丙乳液	30
光反射填料	金红石型钛白粉	20
	氧化铝	2
	陶瓷微球	2
气凝胶粉	超疏水性硅气凝胶 粉	5
隔热填料	空心玻璃微球	8
	海泡石	2
普通填料	重质碳酸钙	5
分散剂	5040	4
成膜助剂	2-氨基-2 甲基-1 丙醇	1
	醇脂-12	2
增稠剂	聚氨酯	0.5
PH 调节剂	氨水	0.3
消泡剂	聚硅氧烷	0.2
润湿剂	六偏磷酸钠	0.5
防冻剂	丙二醇	2
溶剂	去离子水	20

[0098] 对比例3涂料的制备工艺:

[0099] (1) 气凝胶分散浆的制备:按照配方计量在分散罐中加入水、分散剂5040,待混合均匀后在500转/分钟搅拌速率下缓慢加入超疏水性气凝胶粉(导热系数为 $0.015\text{w}/(\text{m}\cdot\text{k})$),

密度为 $200\text{kg}/\text{m}^3$,比表面积为 $380\text{m}^2/\text{g}$,平均粒径为 $5\mu\text{m}$),待全部气凝胶粉添加完毕后在1900转/分钟转速下分散20分钟,气凝胶粉仍不能均匀分散,继续分散20分钟,得到粘稠的非均质的气凝胶分散浆;

[0100] (2) 节能浆料制备:按照上述配方计量在涂料分散罐中加入水、分散剂、防冻剂和一部分消泡剂,待混合均匀后加入钛白粉 TiO_2 成分质量分数96%,金红石相含量99.5%,平均粒径 200nm)、氧化铝、陶瓷微球(抗压强度 500MPa ,平均粒径 $4\mu\text{m}$)、云母粉(平均粒径 $15\mu\text{m}$),在1800转/分钟转速下分散30分钟,得到节能浆料;

[0101] (3) 节能浆料研磨:利用卧式砂磨机对上述节能浆料进行研磨,将上述步骤(2)配制的节能浆料与氧化锆珠按体积比为 $1:0.8\sim 1.2$ 的比例混合,调整转速至4000转/分钟后研磨50分钟后过滤出料;

[0102] (4) 多功能高效节能涂料制备:按上述比例将纯丙乳液、聚氨酯增稠剂、醇脂-12、润湿剂、氨水和剩余部分消泡剂分别加入反应器中,在1500转/分钟转速下分散25~30分钟至体系均匀,缓慢加入空心玻璃微球(密度为 $0.15\text{g}/\text{cm}^3$,抗压强度为 30MPa ,平均粒径为 $60\mu\text{m}$)和空心漂珠(密度为 $0.4\text{g}/\text{cm}^3$,粒径为 $110\mu\text{m}$),再按上述比例加入研磨后的节能浆料,最后加入气凝胶分散浆,继续分散20~25分钟即制得多功能高效节能涂料。

[0103] 性能试验

[0104] 将上述实施例进行涂装,制备标准测试样板,根据GB/T9266测试涂料耐洗刷性,根据GB/T 9265测试耐碱性,根据GB/T9780测试耐沾污性,根据GB/T 1865-1997测试耐人工气候老化性,其中变色等级评定按GB/T 1766-1995中4.2.2进行。根据JC/T 235-2014测试涂料太阳光反射比、半球发射率和隔热温差。

[0105] 表1 多功能高效节能涂料性能测试结果

[0106]

样品编号	耐洗刷性	耐老化性			红外线反射、辐射能力		耐沾污性(五次)	导热系数(W/m·K)	隔热温差	耐碱性	耐水性
		外观	粉化	变色	太阳光反射比	半球发射率					
实施例1	1000次	0级	0级	1级	0.85	0.87	<5%	0.05	15℃	无异常	无异常
实施	500次	0级	0级	0级	0.83	0.85	<20%	0.03	13℃	无异常	无异常

[0107]

例 2											
实施 例 3	100 00 次	0 级	0 级	1 级	0.87	0.89	< 5%	0.08	18 ℃	无异 常	无异 常
实施 例 4	100 00 次	0 级	0 级	1 级	0.84	0.87	< 5%	0.09	17 ℃	无异 常	无异 常
实施 例 5	100 00 次	0 级	0 级	0 级	0.87	0.89	< 5%	0.06	19 ℃	无异 常	无异 常
对 比 例 1	300 0次	0 级	0 级	1 级	0.68	0.72	< 5%	0.68	5℃	无异 常	无异 常
对 比 例 2	500 0次	0 级	0 级	1 级	0.85	0.88	< 5%	0.44	13 ℃	无异 常	无异 常
对 比 例 3	100 0次	1 级	1 级	1 级	0.85	0.86	< 20%	0.1	10 ℃	起泡	起泡

[0108] 由上述表1可见,本发明实施例多功能高效节能涂料在隔热降温方面具有较高的太阳能反射率、红外发射率;在同时具有极低的导热系数,能够满足冬季保温需求。此外涂层具有良好的耐候性、耐沾污性、耐洗刷性。对比例1不具备节能效果,对比例2具备太阳光反射能力,但是导热系数较高,不具备热传导阻隔能力;对比例3因为未加入适合气凝胶浆料制备的分散剂和表面改性剂,分散效果较差,耐洗刷性、耐老化性、耐水性和耐碱性较差。