

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 9 月 3 日 (03.09.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/172942 A1

- (51) 国际专利分类号:
B01J 19/18 (2006.01) **C08J 3/24** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/080312
- (22) 国际申请日: 2019 年 3 月 29 日 (29.03.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910144430.3 2019年2月27日 (27.02.2019) CN
201920245277.9 2019年2月27日 (27.02.2019) CN
- (71) 申请人: 天津大学 (TIANJIN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国天津市南开区卫津路92号天津大学26教E区517室, Tianjin 300072 (CN)。
- (72) 发明人: 杜伯学(DU, Boxue); 中国天津市南开区卫津路92号天津大学26教E区517室, Tianjin 300072 (CN)。 侯兆豪(HOU, ZHao hao); 中国天津市南开区卫津路92号天津大学26教E区517室, Tianjin

300072 (CN)。 李忠磊(LI, Zhonglei); 中国天津市南开区卫津路92号天津大学26教E区517室, Tianjin 300072 (CN)。 李进(LI, Jin); 中国天津市南开区卫津路92号天津大学26教E区517室, Tianjin 300072 (CN)。 许然然(XU, Ranran); 中国天津市南开区卫津路92号天津大学26教E区517室, Tianjin 300072 (CN)。 韩晨磊(HAN, Chenlei); 中国天津市南开区卫津路92号天津大学26教E区517室, Tianjin 300072 (CN)。

(74) 代理人: 天津市北洋有限责任专利代理事务所 (TIANJIN BEIYANG PATENT AGENCY); 中国天津市南开区卫津路92号天津大学19教学楼程小艳, Tianjin 300072 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,

(54) **Title:** DEVICE AND METHOD FOR MODIFYING POLYPROPYLENE-BASED INSULATING MATERIAL FOR HIGH-VOLTAGE DIRECT-CURRENT CABLE

(54) 发明名称: 一种高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性装置及方法

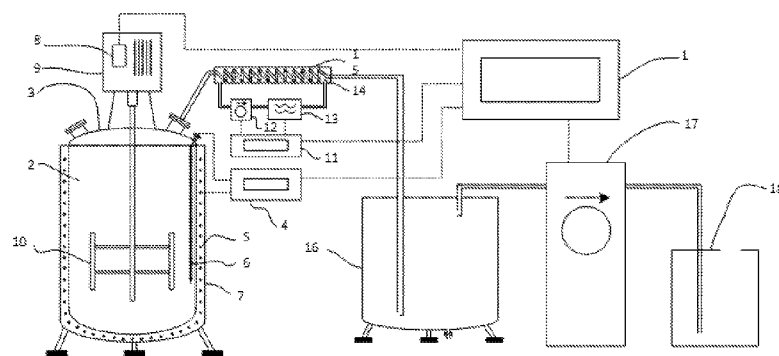


图 2

(57) **Abstract:** Disclosed is a device for modifying a polypropylene-based insulating material for a high-voltage direct-current cable, comprising a reaction kettle, a heating device, a stirring device, a computer control unit, and a suction filtration recovery device. The computer control unit is signally-connected to the heating device, the stirring device, and the suction filtration recovery device, and sends instructions to control a process flow. A heating control unit receives a temperature control instruction issued by the computer control unit and temperature feedback information from a thermocouple sensor, and controls the on/off state of a power supply of a resistance heating wire. Further disclosed is a modification method, comprising: first, placing a polypropylene composite base material and an organic solvent into the reaction kettle; turning on the heating device to heat up the polypropylene composite base material and the organic solvent in the reaction kettle and maintaining that state; stirring; adding a crosslinking agent accounting for 1% to 3% of the total mass of polyvinyl and octavinyl POSS into the reaction kettle and stirring for 5 to 10 minutes; and lowering the temperature and recycling. The organic solvent of the present invention has low toxicity and is produced in an enclosed environment, and can be recycled, providing excellent economic and environmental benefits.

JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

- 关于发明人身份(细则4.17(i))
- 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本发明公开一种高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性装置, 包括反应釜、加热装置和搅拌装置、计算机控制单元和抽滤回收装置; 所述计算机控制单元信号连接所述加热装置、搅拌装置和抽滤回收装置, 发送指令, 进而控制工艺流程; 其中加热控制单元接收计算机控制单元下达的温度控制指令、热偶传感器的温度反馈信息、控制电阻加热丝的电源通断。还公开了改性方法, 首先将聚丙烯复合基料和有机溶剂投入到反应釜中; 打开加热装置使反应釜中聚丙烯复合基料和有机溶剂升温并保持; 搅拌; 将占聚丙烯和八乙烯基POSS总质量的1%~3%的交联剂, 投入到反应釜中, 搅拌5~10min; 降温回收。本发明有机溶剂毒性低, 密闭生产, 而且可回收循环使用, 经济及环境效益优异。

一种高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性装置及方法

技术领域

本发明属于高压直流输电装备技术领域，具体讲，涉及一种聚丙烯基高压电缆绝缘材料的改性装置及方法。

背景技术

近年来，高电压输电技术取得了举世瞩目的发展，高压直流电缆作为直流输电技术的关键装备，在海岛送电、海洋资源开发与利用、城市电网改造与升级、分布式能源并网输电等方面的发展具有重要战略意义。目前得到广泛应用的交联聚乙烯电缆，其工作温度仅达到70℃，且达到工作寿命后不可回收利用。近年来，可回收再利用的聚丙烯基电缆绝缘材料，受到国内外研究人员及电缆生产厂商的广泛关注。聚丙烯材料不仅具有优异介电性能，而且有较高的熔点，这两方面性能的开发与应用，有助于提高聚丙烯电缆运行温度及电压和线路载流量，应用前景巨大。

高压直流电场下，一方面电缆聚合物绝缘材料内空间电荷的注入和积聚会在绝缘介质引起局部电场的畸变、加速绝缘老化、降低介电强度，严重时可导致绝缘击穿故障。另一方面，高电压等级下通过电缆的电流很大，线芯产生的热量使电缆长期运行在较高温度下，高温下的绝缘材料的电导率变大进一步加重了空间电荷的注入、迁移和绝缘的老化。因此，改善绝缘材料的空间电荷特性，对于高压直流电缆的安全运行和大容量输电具有重要意义。

近年来，纳米材料迅速发展，纳米材料的尺寸效应及界面效应对纳米复合材料的性能影响重大。目前，改善聚丙烯绝缘材料空间电荷特性的方法，多采用将纳米颗粒直接与聚丙烯基体材料进行简单机械共混改性。但由于纳米颗粒本身易团聚、难均匀分散的特点，尤其在工业生产中存在投料量大、无法充分混合的弊端，更易导致聚丙烯纳米复合绝缘材料空间电荷性能劣化。因此，如何提高纳米颗粒在聚丙烯基体材料中的分散性及界面相容性，进而改善高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料空间电荷特性具有重要应用价值。

发明内容

为克服现有技术的不足，本发明旨在提出一种高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性装置及方法。

为此，本发明采用的技术方案是：一种高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性装置，包括反应釜、加热装置和搅拌装置，还包括计算机控制单元和抽滤回收装置；

其中, 所述计算机控制单元信号连接所述加热装置、搅拌装置和抽滤回收装置, 发送指令, 进而控制工艺流程;

其中, 所述加热装置, 由加热控制单元、热偶传感器、电阻加热丝、耐热绝缘层组成, 其中加热控制单元接收计算机控制单元下达的温度控制指令、热偶传感器的温度反馈信息、控制电阻加热丝的电源通断, 其中热偶传感器位于反应釜内, 其中电阻加热丝均匀环绕在反应釜外并由耐热绝缘层包覆;

其中, 所述抽滤回收装置由冷凝单元、真空泵、回收罐、废气处理罐组成; 其中, 冷凝单元由冷凝控制单元、制冷机、导热油、循环泵、冷凝管组成, 构成闭环回路; 其中, 废气处理罐内含活性炭, 有开口; 其中, 反应釜、冷凝单元、回收罐、真空泵、废气处理罐通过中空管依次相连。

所述搅拌装置, 由电机控制和驱动单元、电动机和搅拌棒组成; 其中, 电机控制和驱动单元接收计算机控制单元下达的转速控制指令进而驱动电动机, 搅拌棒为穿过反应釜密封盖。

所述反应釜, 由内胆和密封盖组成。

将聚丙烯复合基料、有机溶剂、交联剂在具有耐压、加热、搅拌功能的反应釜中充分混合、反应得到纳米改性的聚丙烯基复合绝缘材料。

本发明的第二个技术方案是一种高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性方法, 采用上述改性装置, 将聚丙烯复合基料、有机溶剂、交联剂在具有耐压、加热、搅拌功能的反应釜中充分混合、反应得到纳米改性的聚丙烯基复合绝缘材料, 具体包括如下步骤:

(1) 投料: 首先将聚丙烯复合基料和有机溶剂投入到反应釜中;

所述聚丙烯复合基料, 由聚丙烯、八乙烷基 POSS、抗氧剂混合而成, 其中聚丙烯和八乙烷基 POSS 质量比例为 4:1~5:1, 抗氧剂占聚丙烯和八乙烷基 POSS 总质量的 1%~5%;

(2) 加热: 打开加热装置使反应釜中聚丙烯复合基料和有机溶剂升温并保持;

所述升温温度选择低于所用有机溶剂的沸点 5~10 摄氏度;

(3) 搅拌: 打开搅拌装置使反应釜中聚丙烯复合基料充分溶解在有机溶剂中, 搅拌速度恒定并保持;

(4) 接枝反应: 将占聚丙烯和八乙烷基 POSS 总质量的 1%~3% 的交联剂, 投入到反应釜中, 搅拌 5~10 min 后, 停止搅拌和加热装置;

(5) 降温回收: 反应釜内温度降温后, 打开抽滤回收装置将反应釜内的有机溶剂抽滤、气化、冷凝回收后, 分别得到纯净的有机溶剂和改性的聚丙烯基复合绝缘材料;

所述降温温度为低于所用有机溶剂的沸点 20~30 摄氏度。

所述步骤(1)中聚丙烯包括等规聚丙烯、间规聚丙烯或两者共混物；
八乙基基-POSS，其CAS号为69655-76-1，分子方程式为 $C_{16}H_{24}O_{12}Si_8$ ；
抗氧剂，包括抗氧剂1010、抗氧剂1076、抗氧剂618、抗氧剂626、抗氧剂300、抗氧剂1035及其混合物。

所述步骤(2)中有机溶剂，包括甲苯(CAS号为108-88-3，分子式为 C_7H_8)、二甲苯(CAS号为1330-20-7，分子式为 C_8H_{10})、乙酸异戊酯(CAS号为123-92-2，分子式为 $C_7H_{14}O_2$)、十氢化萘(CAS号为91-17-8，化学式为 $C_{10}H_{18}$)，其投入的体积比例(按L计)为聚丙烯复合基料质量(按kg计)的5~6倍。

所述步骤(3)中搅拌速度，设定在30-50 r/min。

所述步骤(4)中交联剂包括过氧化二异丙苯(化学式为 $C_{18}H_{22}O_2$ ，CAS号为80-43-3)、过氧化二苯甲酰(分子式为 $C_{14}H_{10}O_4$ ，CAS号为94-36-0)、硫化剂双25(分子式为 $C_{16}H_{34}O_4$ ，CAS号为78-63-7)。

本发明与现有技术相比有如下优点：

(1) 纳米颗粒可均匀分散在聚丙烯基复合绝缘材料内，纳米与聚丙烯之间的见面相容性更好，可制备得到性能十分优异的高压直流电缆用绝缘材料。

(2) 有机溶剂毒性低，密闭生产，而且可回收循环使用，经济及环境效益优异。

(3) 工艺设备容易实现，流程清晰容易控制，生产过程中的温度、转速、气压等参数危险性低，可操作性和可实现性优异。

附图说明

图1为高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性方法流程图；

图2为高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性装置。

附图表记：1-计算机控制单元，2-内胆，3-密封盖，4-加热控制单元，5-电阻加热丝，6-热偶传感器，7-耐热绝缘层，8-电机控制和驱动单元，9-电动机，10-搅拌棒，11-冷凝控制单元，12-循环泵，13-制冷机，14-导热油，15-冷凝管，16-回收罐，17-真空泵，18-废气处理罐。

具体实施方式：

下面结合实施例及附图对本发明作进一步的描述，但本发明的实施方式不限于此。

实施例1

首先将聚丙烯(海南石化，PPH-T03)、八乙基基POSS(郑州阿尔法化工有限公司)、抗氧剂1010(德国BASF巴斯夫)按质量比80:20:1投入到反应釜中，将体积比例(按L计)占聚丙烯复合基料质量(按Kg计)的5倍的二甲苯有机溶剂投入反应釜中。打开加热装置使

反应釜中聚丙烯复合基料和有机溶剂升温 125 摄氏度并保持。打开搅拌装置使反应釜中聚丙烯复合基料充分溶解在有机溶剂中，搅拌速度恒定 30 r/min 并保持。将占聚丙烯和八乙烯基 POSS 总质量的 1% 的交联剂氧化二异丙苯，投入到反应釜中，搅拌 5 min 后，停止搅拌和加热装置。待反应釜内温度降至 110 摄氏度后，打开抽滤回收装置将反应釜内的有机溶剂抽滤、气化、冷凝回收后，分别得到纯净的有机溶剂和改性的聚丙烯基复合绝缘材料。

实施例 2

首先将聚丙烯（海南石化，PPH-T03）、八乙烯基 POSS（郑州阿尔法化工有限公司）、抗氧剂 1076（德国 BASF 巴斯夫）按质量比 90：16：2 投入到反应釜中，将体积比例（按 L 计）占聚丙烯复合基料质量（按 Kg 计）的 5.5 倍的有机溶剂甲苯投入反应釜中。打开加热装置使反应釜中聚丙烯复合基料和有机溶剂升温 100 摄氏度并保持。打开搅拌装置使反应釜中聚丙烯复合基料充分溶解在有机溶剂中，搅拌速度恒定 35 r/min 并保持。将占聚丙烯和八乙烯基 POSS 总质量的 1.5% 的交联剂氧化二异丙苯，投入到反应釜中，搅拌 5 min 后，停止搅拌和加热装置。待反应釜内温度降至 90 摄氏度后，打开抽滤回收装置将反应釜内的有机溶剂抽滤、气化、冷凝回收后，分别得到纯净的有机溶剂和改性的聚丙烯基复合绝缘材料。

实施例 3

首先将聚丙烯（海南石化，PPH-T03）、八乙烯基 POSS（郑州阿尔法化工有限公司）、抗氧剂 1010（德国 BASF 巴斯夫）和抗氧剂 618（德国 BASF 巴斯夫）按质量比 80：20：1.5：1.5 投入到反应釜中，将体积比例（按 L 计）占聚丙烯复合基料质量（按 Kg 计）的 6 倍的乙酸异戊酯有机溶剂投入反应釜中。打开加热装置使反应釜中聚丙烯复合基料和有机溶剂升温 130 摄氏度并保持。打开搅拌装置使反应釜中聚丙烯复合基料充分溶解在有机溶剂中，搅拌速度恒定 30 r/min 并保持。将占聚丙烯和八乙烯基 POSS 总质量的 3% 的交联剂过氧化二苯甲酰，投入到反应釜中，搅拌 6 min 后，停止搅拌和加热装置。待反应釜内温度降至 120 摄氏度后，打开抽滤回收装置将反应釜内的有机溶剂抽滤、气化、冷凝回收后，分别得到纯净的有机溶剂和改性的聚丙烯基复合绝缘材料。

实施例 4

首先将聚丙烯（海南石化，PPH-T03）、八乙烯基 POSS（郑州阿尔法化工有限公司）、抗氧剂 626（德国 BASF 巴斯夫）和抗氧剂 1035（德国 BASF 巴斯夫）按质量比 90：16：2.5：2.5 投入到反应釜中，将体积比例（按 L 计）占聚丙烯复合基料质量（按 Kg 计）的 5 倍的乙酸异戊酯有机溶剂投入反应釜中。打开加热装置使反应釜中聚丙烯复合基料和有机溶剂升温 130 摄氏度并保持。打开搅拌装置使反应釜中聚丙烯复合基料充分溶解在有机溶剂中，搅拌速度

恒定 30 r/min 并保持。将占聚丙烯和八乙烯基 POSS 总质量的 3% 的交联剂过氧化二苯甲酰，投入到反应釜中，搅拌 6 min 后，停止搅拌和加热装置。待反应釜内温度降至 120 摄氏度后，打开抽滤回收装置将反应釜内的有机溶剂抽滤、气化、冷凝回收后，分别得到纯净的有机溶剂和改性的聚丙烯基复合绝缘材料。

实施例 5

首先将聚丙烯（海南石化，PPH-T03）、八乙烯基 POSS（郑州阿尔法化工有限公司）、抗氧剂 300（德国 BASF 巴斯夫）按质量比 80：20：5 投入到反应釜中，将体积比例（按 L 计）占聚丙烯复合基料质量（按 Kg 计）的 6 倍的十氢化萘有机溶剂投入反应釜中。打开加热装置使反应釜中聚丙烯复合基料和有机溶剂升温 175 摄氏度并保持。打开搅拌装置使反应釜中聚丙烯复合基料充分溶解在有机溶剂中，搅拌速度恒定 30 r/min 并保持。将占聚丙烯和八乙烯基 POSS 总质量的 2% 的交联剂硫化剂双 25，投入到反应釜中，搅拌 6 min 后，停止搅拌和加热装置。待反应釜内温度降至 160 摄氏度后，打开抽滤回收装置将反应釜内的有机溶剂抽滤、气化、冷凝回收后，分别得到纯净的有机溶剂和改性的聚丙烯基复合绝缘材料。

本发明的工艺流程，如图 1 所示。

如图 2 所示，本发明采用一套高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性装置，它由计算机控制单元、反应釜、加热装置、搅拌装置和抽滤回收装置组成。

其中，所述计算机控制单元 1，具备人机交互界面功能和通讯功能；其中人机交互界面功能可设置物料参数、加热温度、搅拌速度、真空抽滤气压、冷凝温度等；其中，通讯功能可向加热装置、搅拌装置、抽滤回收装置发送指令，进而控制工艺流程。

其中，所述反应釜，由圆柱形不锈钢内胆 2 和不锈钢密封盖 3 组成，具有可抽真空密闭性和抗大气压 10MPa 性能。

其中，所述加热装置，由加热控制单元 4、热偶传感器 6、电阻加热丝 5、耐热绝缘层 7 组成，其中加热控制单元可以接收计算机控制单元 1 下达的温度控制指令、热偶传感器 6 的温度反馈信息、控制电阻加热丝 5 的电源通断，其中热偶传感器 6 位于反应釜内，其中电阻加热丝 5 均匀环绕在反应釜外并由耐热绝缘层包覆。

其中，所述搅拌装置，由电机控制和驱动单元 8、电动机 9 和搅拌棒 10 组成；其中，电机控制和驱动单元 8 可以接收计算机控制单元 1 下达的转速控制指令进而驱动电动机 9，搅拌棒 10 为穿过反应釜不锈钢密封盖 3。

其中，所述的抽滤回收装置由冷凝单元、真空泵 17、回收罐 16、废气处理罐 18 组成；其中，冷凝单元由冷凝控制单元 11、制冷机 13、导热油 14、循环 12 泵、冷凝管 15 组成，

构成闭环回路；其中，废气处理罐 18 内含活性炭，有开口；其中，反应釜、冷凝单元、回收罐、真空泵、废气处理罐通过不锈钢中空管依次相连。

上述实施例为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制，其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性装置, 包括反应釜、加热装置和搅拌装置, 其特征在于, 还包括计算机控制单元和抽滤回收装置;

其中, 所述计算机控制单元信号连接所述加热装置、搅拌装置和抽滤回收装置, 发送指令, 进而控制工艺流程;

其中, 所述加热装置, 由加热控制单元、热偶传感器、电阻加热丝、耐热绝缘层组成, 其中加热控制单元接收计算机控制单元下达的温度控制指令、热偶传感器的温度反馈信息、控制电阻加热丝的电源通断, 其中热偶传感器位于反应釜内, 其中电阻加热丝均匀环绕在反应釜外并由耐热绝缘层包覆;

其中, 所述抽滤回收装置由冷凝单元、真空泵、回收罐、废气处理罐组成; 其中, 冷凝单元由冷凝控制单元、制冷机、导热油、循环泵、冷凝管组成, 构成闭环回路; 其中, 废气处理罐内含活性炭, 有开口; 其中, 反应釜、冷凝单元、回收罐、真空泵、废气处理罐通过中空管依次相连。

2. 根据权利要求 1 所述的高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性装置, 其特征在于, 所述搅拌装置, 由电机控制和驱动单元、电动机和搅拌棒组成; 其中, 电机控制和驱动单元接收计算机控制单元下达的转速控制指令进而驱动电动机, 搅拌棒为穿过反应釜密封盖。

3. 根据权利要求 1 所述的高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性装置, 其特征在于, 所述反应釜由内胆和密封盖组成。

4. 一种高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性方法, 采用权利要求 1 至 3 中任一项所述的改性装置, 其特征在于, 将聚丙烯复合基料、有机溶剂、交联剂在具有耐压、加热、搅拌功能的反应釜中充分混合、反应得到纳米改性的聚丙烯基复合绝缘材料, 具体包括如下步骤:

(1) 投料: 首先将聚丙烯复合基料和有机溶剂投入到反应釜中;

所述聚丙烯复合基料, 由聚丙烯、八乙烯基 POSS、抗氧剂混合而成, 其中聚丙烯和八乙烯基 POSS 质量比例为 4:1~5:1, 抗氧剂占聚丙烯和八乙烯基 POSS 总质量的 1%~5%;

(2) 加热: 打开加热装置使反应釜中聚丙烯复合基料和有机溶剂升温并保持; 所述升温温度选择低于所用有机溶剂的沸点 5~10 摄氏度;

(3) 搅拌: 打开搅拌装置使反应釜中聚丙烯复合基料充分溶解在有机溶剂中, 搅拌速度恒定并保持;

(4) 接枝反应: 将占聚丙烯和八乙烯基 POSS 总质量的 1%~3% 的交联剂, 投入到反应釜中, 搅拌 5~10 min 后, 停止搅拌和加热装置;

(5) 降温回收: 反应釜内温度降温后, 打开抽滤回收装置将反应釜内的有机溶剂抽滤、

气化、冷凝回收后，分别得到纯净的有机溶剂和改性的聚丙烯基复合绝缘材料；

所述降温温度为低于所用有机溶剂的沸点 20~30 摄氏度。

5. 根据权利要求 1 所述的一种高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性方法, 其特征在于, 所述步骤(1)中聚丙烯包括等规聚丙烯、间规聚丙烯或两者共混物；

八乙烯基-POSS；

抗氧剂，包括抗氧剂 1010、抗氧剂 1076、抗氧剂 618、抗氧剂 626、抗氧剂 300、抗氧剂 1035 及其混合物。

6. 根据权利要求 1 所述的一种高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性方法, 其特征在于, 所述步骤(2)中有机溶剂, 包括甲苯、二甲苯、乙酸异戊酯(CAS 号为 123-92-2, 分子式为 C₇H₁₄O₂)、十氢化萘，其投入的体积比例（按 L 计）为聚丙烯复合基料质量（按 kg 计）的 5~6 倍。

7. 根据权利要求 1 所述的一种高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性方法, 其特征在于, 所述步骤(3)中搅拌速度，设定在 30-50 r/min。

8. 根据权利要求 1 所述的一种高压直流电缆用聚丙烯基绝缘材料改性方法, 其特征在于, 所述步骤(4)中交联剂包括过氧化二异丙苯、过氧化二苯甲酰、硫化剂双 25。



图 1

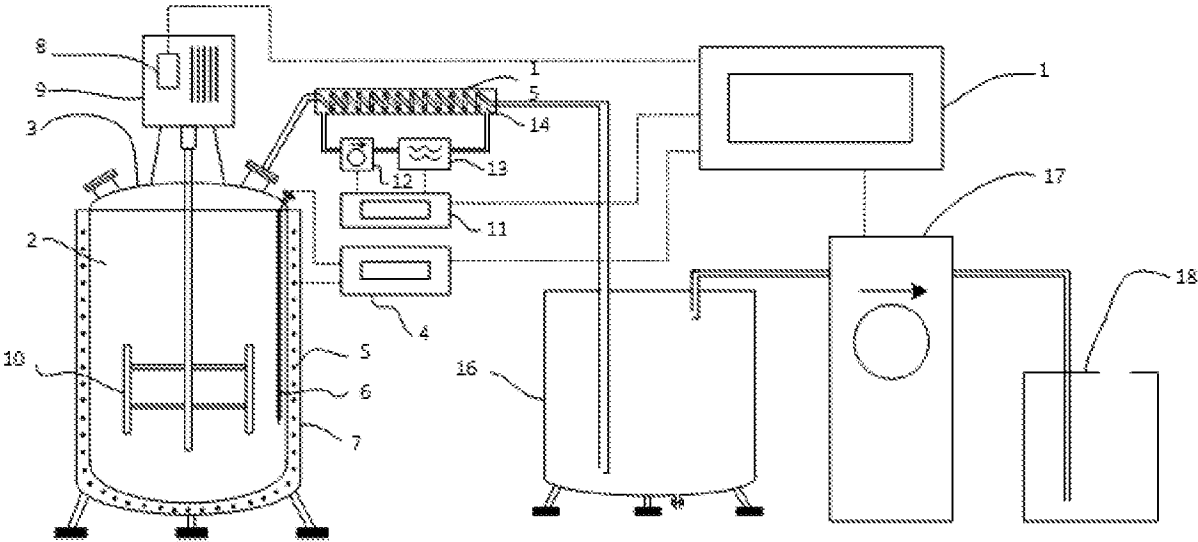


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/080312

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01J 19/18(2006.01)i; C08J 3/24(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01J; C08J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, VEN, CNKI, CA, 聚丙烯, 交联, 传感器, 电缆, polypropylene, PP, crosslink, sensor, cable

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 205517763 U (XINJIANG HUA AIKANG PLASTIC TRADE SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 31 August 2016 (2016-08-31) entire document	1-8
A	US 6214944 B1 (FINA TECHNOLOGY) 10 April 2001 (2001-04-10) entire document	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 November 2019

Date of mailing of the international search report

04 December 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/080312

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
CN	205517763	U	31 August 2016	None			
US	6214944	B1	10 April 2001	ES	2262461	T3	01 December 2006
				KR	100677662	B1	05 February 2007
				EP	1025900	B1	03 May 2006
				US	6455010	B2	24 September 2002
				KR	20000057844	A	25 September 2000
				JP	2000226403	A	15 August 2000
				DE	60027617	T2	21 December 2006
				TW	I247753	B	21 January 2006
				CN	1182160	C	29 December 2004
				DE	60027617	D1	08 June 2006
				AT	324939	T	15 June 2006
				EP	1025900	A2	09 August 2000
				US	2001005493	A1	28 June 2001
				EP	1025900	A3	06 December 2000
				EP	1025900	A4	20 October 2000
				CN	1265399	A	06 September 2000

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/080312

A. 主题的分类 B01J 19/18(2006.01)i; C08J 3/24(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) B01J; C08J 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS, VEN, CNKI, CA, 聚丙烯, 交联, 传感器, 电缆, polypropylene, PP, crosslink, sensor, cable		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 205517763 U (新疆华爱康塑业科技发展有限公司) 2016年 8月 31日 (2016 - 08 - 31) 全文	1-8
A	US 6214944 B1 (FINA TECHNOLOGY) 2001年 4月 10日 (2001 - 04 - 10) 全文	1-8
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2019年 11月 22日		国际检索报告邮寄日期 2019年 12月 4日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 肖刚 电话号码 62084458

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/080312

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	205517763	U	2016年 8月 31日	无			
US	6214944	B1	2001年 4月 10日	ES	2262461	T3	2006年 12月 1日
				KR	100677662	B1	2007年 2月 5日
				EP	1025900	B1	2006年 5月 3日
				US	6455010	B2	2002年 9月 24日
				KR	20000057844	A	2000年 9月 25日
				JP	2000226403	A	2000年 8月 15日
				DE	60027617	T2	2006年 12月 21日
				TW	1247753	B	2006年 1月 21日
				CN	1182160	C	2004年 12月 29日
				DE	60027617	D1	2006年 6月 8日
				AT	324939	T	2006年 6月 15日
				EP	1025900	A2	2000年 8月 9日
				US	2001005493	A1	2001年 6月 28日
				EP	1025900	A3	2000年 12月 6日
				EP	1025900	A4	2000年 10月 20日
				CN	1265399	A	2000年 9月 6日