

(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
2023年2月9日 (09.02.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/010641 A1

(51) 国际专利分类号:

H01B 7/04 (2006.01) **H01B 7/02** (2006.01)

H01B 7/18 (2006.01) **H01B 9/00** (2006.01)

H01B 7/29 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/116447

(22) 国际申请日: 2021年9月3日 (03.09.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110887637.7 2021年8月3日 (03.08.2021) CN

(71) 申请人: 江苏亨通线缆科技有限公司 (JIANGSU HENGTONG WIRE&CABLE TECHNOLOGY CO., LTD) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市吴江区七都镇亨通大道88号, Jiangsu 215000 (CN)。

(72) 发明人: 陆春良 (LU, Chunliang); 中国江苏省苏州市吴江区七都镇亨通大道88号, Jiangsu 215000 (CN)。 王国权 (WANG, Guoquan); 中国江苏省苏州市吴江区七都镇亨通大道88号, Jiangsu 215000 (CN)。 王惠兵 (WANG, Huibing); 中国江苏省苏州市吴江区七都镇亨通大道

88号, Jiangsu 215000 (CN)。 冯成 (FENG, Cheng); 中国江苏省苏州市吴江区七都镇亨通大道88号, Jiangsu 215000 (CN)。 席娇娜 (XI, Jiaona); 中国江苏省苏州市吴江区七都镇亨通大道88号, Jiangsu 215000 (CN)。

(74) 代理人: 苏州国诚专利代理有限公司 (SUZHOU GUOCHENG PATENT AGENCY CO., LTD); 中国江苏省苏州市吴中区木渎镇珠江南路211号1幢1228室, Jiangsu 215000 (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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

(54) **Title:** ALUMINUM ALLOY-BUFFERED ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY FLAME-RETARDANT REFRACTORY POWER CABLE

(54) 发明名称: 一种铝合金缓冲的环保阻燃耐火电力电缆

(57) **Abstract:** Provided in the present invention is an aluminum alloy-buffered environmentally-friendly flame-retardant refractory power cable. The cable sequentially comprises, from outside to inside, an outer protective layer, a flame-retardant layer, an aluminum alloy buffer layer, an inner protective layer and a conductor cable core, wherein the aluminum alloy buffer layer comprises a foamed aluminum alloy serving as a matrix and a filling material filling the foamed aluminum alloy. In the present invention, a multi-layer composite structure and a modified protective layer component are used, so that the bending resistance, the impact resistance and the flame retardance of the cable are improved. The aluminum alloy-buffered environmentally-friendly flame-retardant refractory power cable of the present invention has good impact resistance and buffering performance, which may improve the flexibility and the bending performance of the cable. In addition, the aluminum alloy buffer layer may be expanded with heat under a high temperature condition, thereby further isolating external heat from a cable core; and thus, good heat insulation and flame-retardance effects are achieved. Furthermore, the aluminum alloy-buffered environmentally-friendly flame-retardant refractory power cable of the present invention has the advantages of a simple structure, good mechanical properties, bending resistance, a good flame-retardance effect, a low cost, etc.

(57) 摘要: 本发明提供了一种铝合金缓冲的环保阻燃耐火电力电缆, 所述电缆从外向内依次包括外保护层、阻燃层、铝合金缓冲层、内保护层和导体缆芯, 其中铝合金缓冲层中包括泡沫铝合金作为基体以及填充在泡沫铝合金中填充材料; 本发明采用了多层复合结构以及改性的保护层成分, 提高了电缆的耐折弯性能、耐撞击性和阻燃性, 本发明的铝合金缓冲的环保阻燃耐火电力电缆不仅具有良好的耐撞击缓冲性能, 可以改善电缆的柔软性、提高电缆的弯曲性能, 并且在高温状态下铝合金缓冲层能够受热膨胀, 从而进一步隔绝外部的热量传导到电芯, 具有良好的隔热和阻燃效果, 并且本发明的铝合金缓冲的环保阻燃耐火电力电缆具有结构简单、机械性能好, 耐折弯, 阻燃效果好, 成本低廉等优点。

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:

- 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))。

一种铝合金缓冲的环保阻燃耐火电力电缆

技术领域

本发明涉及一种铝合金缓冲的环保阻燃耐火电力电缆。

背景技术

电缆一般指由一根或多根相互绝缘的导体和外包绝缘保护层制成，将电力或信息从一处传输到另一处的导线。电缆的最基本性能就是能够有效的传输电力、电磁波、光波等，另外对使用环境具有一定的适应性。为了使电缆适用于不同的场合，必须具有多方面的性能，综合起来如下：电缆中的导体应具有良好的导电性能，光纤对光波的传导要好、没有太大的损耗；而对包覆材料由要求电绝缘性能要好，如绝缘电阻、介电常数、介电损耗、击穿电压等。

阻燃电缆是指在规定试验条件下，试样被燃烧，在撤去试验火源后，火焰的蔓延仅在限定范围内，残焰或残灼在限定时间内能自行熄灭的电缆。根本特性是：在火灾情况下有可能被烧坏而不能运行，但可阻止火势的蔓延。通俗地讲，电线万一失火，能够把燃烧限制在局部范围内，不产生蔓延，保住其他的各种设备，避免造成更大的损失。

阻燃电缆的护套层，一般具有以下两个特点：高散热性和自身不可燃性，电缆护套一般由橡胶材质制成，橡胶材质具有韧性和弹性，在多次重复的弯折之下，橡胶的侧壁也不会出现裂纹，是电缆护套的理想材料，电缆护套所用的橡胶材质中添加无机粉末，通过无机粉末的不可燃性提高电缆护套层的阻燃性，具有先进的科学意义，不仅提高了橡胶材质电缆护套的阻燃性，同时减少橡胶的用量和提高电缆护套的耐磨性。但是，电缆护套的橡胶在添加无机物颗粒后，橡胶与无机物颗粒之间的结合力差，在电缆重复弯折的情况下，护套层容易出现裂纹，导致电缆过早失去防护作用。

如今，我国的阻燃耐火环保型绝缘电缆制造还处在初级阶段，加上国内各个电缆厂家的技术水平和加工水平参差不齐，而环保型阻燃耐火绝缘电缆的要求较为严格，随着我国阻燃技术的不断发展，阻燃及耐火电缆的技术水平也在逐步提高，但是这些阻燃及耐火电缆的成本较高、敷设、使用较复杂，其安全性和可靠性都远远到不到要求。保证电缆在高温环境下的正常运行，以满足现代社会和科

技发展的需求，是电缆生产企业当前迫切需要解决的技术问题。

发明内容

本发明提供了一种铝合金缓冲的环保阻燃耐火电力电缆，所述电缆从外向内依次包括外保护层、阻燃层、铝合金缓冲层、内保护层和导体缆芯，其中铝合金缓冲层中包括泡沫铝合金作为基体以及填充在泡沫铝合金中填充材料；本发明采用了多层复合结构以及改性的保护层成分，提高了电缆的耐折弯性能、耐撞击性和阻燃性，本发明的铝合金缓冲的环保阻燃耐火电力电缆不仅具有良好的耐撞击缓冲性能，可以改善电缆的柔软性、提高电缆的弯曲性能，并且在高温状态下铝合金缓冲层能够受热膨胀，从而进一步隔绝外部的热量传导到电芯，具有良好的隔热和阻燃效果，并且本发明的铝合金缓冲的环保阻燃耐火电力电缆具有结构简单、机械性能好，耐折弯，阻燃效果好，成本低廉等优点。具体的方案如下：

一种铝合金缓冲的环保阻燃耐火电力电缆，所述电缆从外向内依次包括外保护层、阻燃层、铝合金缓冲层、内保护层和导体缆芯，其特征在于，其中所述铝合金缓冲层在高温下的膨胀倍率为 3.5-4.2 倍，所述铝合金缓冲层中包括泡沫铝合金作为基体以及填充在泡沫铝合金中填充材料；其中，所述填充材料由以下质量份的成分组成：高岭土 24-32 份、硅藻土 12-14 份、氢氧化铝 18-20 份、改性可膨胀石墨 6-8 份、季戊四醇 30-35 份、三聚氰胺聚磷酸盐 15-20 份、三聚氰胺 15-20 份、酚醛树脂粉末 6-10 份，瓜尔胶 1-3 份；所述阻燃层由以下质量份的成分构成：数均分子量为 60-80 万的甲基乙基硅橡胶 60-65 份、2,4-二氯过氧苯甲酰 12-14 份、聚苯砒对苯二甲酰胺 10-12 份、聚醚醚酮 5-8 份、乙基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷 5-6 份、乙基三乙氧基硅烷 4-5 份、偏铝酸钠 5-8 份、云母粉 8-10 份、蒙脱土 8-10 份。

进一步的，所述泡沫铝合金为铝钛合金，孔隙率为 75-80%；所述铝合金缓冲层由以下方法制备得到：将填充材料分散在去离子水中得到填充浆料，然后将所述泡沫铝钛合金浸渍于所述浆料中，取出干燥后得到所述铝合金缓冲层。

进一步的，所述外保护层为聚氯乙烯和 3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的混合物，其中聚氯乙烯和 3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的质量比为 14-15:1。

进一步的，所述内保护层聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒的复合物，其中改性

二氧化硅颗粒平均粒径为300-400微米,改性二氧化硅颗粒由以下方法制备得到:将50质量份粒径为300-400微米的二氧化硅颗粒,放入100质量份浓度为0.3mol/L的NaOH溶液中,85℃恒温搅拌4h,去离子水洗涤并干燥,然后将10质量份二氧化硅颗粒放入100质量份含有10wt%硅烷偶联剂KH550的甲苯溶液中,85℃恒温搅拌4h,过滤,干燥得到改性二氧化硅颗粒。

进一步的,所述改性可膨胀石墨由以下制备方法制备得到:1),取5质量份高锰酸钾与50质量份鳞片状天然石墨混合,加入100质量份硝酸和磷酸按照质量比7:3混合而成的混合酸液,浸泡2h,去离子水洗涤后,300℃下真空干燥,制备得到可膨胀石墨;2),将5质量份十六烷基三甲基溴化铵、2质量份溴化钠加入至100质量份去离子水中,得到改性剂;3),按质量份计,取15质量份可膨胀石墨、5质量份改性剂、4质量份40wt%磷酸混合,在50℃水浴下超声混合1小时,水洗、烘干、再用1500KW/m²的微波膨化,得到改性膨胀石墨。

进一步的,其中所述填充材料由以下质量份的成分组成:高岭土28份、硅藻土13份、氢氧化铝19份、改性可膨胀石墨7份、季戊四醇32份、三聚氰胺聚磷酸盐18、三聚氰胺18份、酚醛树脂粉末8份,瓜尔胶2份。

进一步的,其中所述阻燃层由以下质量份的成分构成:数均分子量为70万的甲基乙烯基硅橡胶62份、2,4-二氯过氧苯甲酰13份、聚苯砜对苯二甲酰胺111份、聚醚醚酮6份、乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷5份、乙烯基三乙氧基硅烷5份、偏铝酸钠6份、云母粉9份、蒙脱土9份。

本发明具有如下有益效果:

- 1) 本发明在电缆中加入了铝合金缓冲层,其和阻燃层共同组成电缆的抗弯抗折抗冲击以及阻燃的复合层,铝钛合金具有良好的记忆效应,在缓冲层中提供基体骨架作用,提高抗折,抗弯以及抗冲击性能的同时,还能够将电芯内部在传导电力时产生的热量及时传导到外部,起到散热作用,避免电芯由于局部放热导致电芯损坏,并且在外部起火后,缓冲层中的填料能够在高温下膨胀3倍以上,从而有效阻断缓冲层的导热,起到屏蔽外界热量传递到电芯的作用;
- 2) 阻燃层中的材料除了能够起到阻燃作用,能较好地保护导体及免受高温烧灼而导致损害之外,其最主要的核心作用是提高阻燃层和缓冲层之间

的机械结合性能，改善电缆的柔软性，进而大大提高复合电缆的弯曲性能；

- 3) 改性二氧化硅材料由于二氧化硅表面偶联剂的高分子链作用，提高了二氧化硅颗粒的分散悬浮性，并且改性后的二氧化硅电位绝对值增大，增大了颗粒间的静电斥力，进一步提高了二氧化硅在橡胶溶液中的分散悬浮性，硅烷偶联剂 KH550 的氨基(-NH₂)能与聚苯乙烯之间存在化学键的结合，因而使二氧化硅颗粒的结合更加牢固。
- 4) 2,4-二氯过氧苯甲酰、聚苯砒对苯二甲酰胺、聚醚醚酮、偏铝酸钠、云母粉、蒙脱土进行混合作为阻燃剂，有效减轻电缆的有效重量，使电缆更加轻巧，大大提高了电缆的耐火绝缘性能，在高温灼烧情况下更加坚硬，不仅增强了阻燃作用，而且使得电缆耐热，抗弯性能较好。
- 5) 改性膨胀石墨能够对季戊四醇碳化起到部分催化作用，提高季戊四醇的碳化效果，并且改性膨胀石墨能够进一步改善层的耐火性能。

具体实施方式

本发明下面将通过具体的实施例进行更详细的描述，但本发明的保护范围并不受限于这些实施例。

外保护层 0.5mm、阻燃层 1mm、铝合金缓冲层 1mm、内保护层 0.5mm 和导体缆芯直径 7.5mm。

铝合金缓冲层由以下方法制备得到：将填充材料分散在去离子水中得到填充浆料，然后将所述泡沫铝钛合金浸渍于所述浆料中，取出干燥后得到所述铝合金缓冲层。

改性二氧化硅颗粒由以下方法制备得到：将 50 质量份粒径为 300-400 微米的二氧化硅颗粒，放入 100 质量份浓度为 0.3mol/L 的 NaOH 溶液中，85℃恒温搅拌 4h，去离子水洗涤并干燥，然后将 10 质量份二氧化硅颗粒放入 100 质量份含有 10wt%硅烷偶联剂 KH550 的甲苯溶液中，85℃恒温搅拌 4h，过滤，干燥得到改性二氧化硅颗粒。

改性可膨胀石墨由以下制备方法制备得到：1)，取 5 质量份高锰酸钾与 50 质量份鳞片状的天然石墨混合，加入 100 质量份硝酸和磷酸按照质量比 7:3 混合而成的混合酸液，浸泡 2h，去离子水洗涤后，300℃下真空干燥，制备得到可膨

胀石墨；2)，将5质量份十六烷基三甲基溴化铵、2质量份溴化钠加入至100质量份去离子水中，得到改性剂；3)，按质量份计，取15质量份可膨胀石墨、5质量份改性剂、4质量份40wt%磷酸混合，在50℃水浴下超声混合1小时，水洗、烘干、再用1500KW/m²的微波膨化，得到改性膨胀石墨。

实施例1

外保护层为聚氯乙烯和3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的混合物，其中聚氯乙烯和3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的质量比为14:1。

阻燃层由以下质量份的成分构成：数均分子量为60万的甲基乙烯基硅橡胶60份、2,4-二氯过氧苯甲酰12份、聚苯砜对苯二甲酰胺10份、聚醚醚酮5份、乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷5份、乙烯基三乙氧基硅烷4份、偏铝酸钠5份、云母粉8份、蒙脱土8份；

泡沫铝合金为铝钛合金，孔隙率为75%；填充材料由以下质量份的成分组成：高岭土24份、硅藻土12份、氢氧化铝18份、改性可膨胀石墨6份、季戊四醇30份、三聚氰胺聚磷酸盐15份、三聚氰胺15份、酚醛树脂粉末6份，瓜尔胶1份；

内保护层为聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒的复合物，聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒质量比为10:1，其中改性二氧化硅颗粒平均粒径为300微米。

实施例2

外保护层为聚氯乙烯和3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的混合物，其中聚氯乙烯和3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的质量比为15:1。

阻燃层由以下质量份的成分构成：数均分子量为80万的甲基乙烯基硅橡胶65份、2,4-二氯过氧苯甲酰14份、聚苯砜对苯二甲酰胺12份、聚醚醚酮8份、乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷6份、乙烯基三乙氧基硅烷5份、偏铝酸钠8份、云母粉10份、蒙脱土10份；

泡沫铝合金为铝钛合金，孔隙率为80%；填充材料由以下质量份的成分组成：高岭土32份、硅藻土14份、氢氧化铝20份、改性可膨胀石墨8份、季戊四醇35份、三聚氰胺聚磷酸盐20份、三聚氰胺20份、酚醛树脂粉末10份，瓜尔胶

3 份；

内保护层为聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒的复合物，聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒质量比为 10:1，其中改性二氧化硅颗粒平均粒径为 400 微米。

实施例 3

外保护层为聚氯乙烯和 3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的混合物，其中聚氯乙烯和 3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的质量比为 14:1。

阻燃层由以下质量份的成分构成：数均分子量为 70 万的甲基乙烯基硅橡胶 62 份、2,4-二氯过氧苯甲酰 13 份、聚苯砜对苯二甲酰胺 111 份、聚醚醚酮 6 份、乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷 5 份、乙烯基三乙氧基硅烷 5 份、偏铝酸钠 6 份、云母粉 9 份、蒙脱土 9 份；

泡沫铝合金为铝钛合金，孔隙率为 75-80%；填充材料由以下质量份的成分组成：高岭土 28 份、硅藻土 13 份、氢氧化铝 19 份、改性可膨胀石墨 7 份、季戊四醇 32 份、三聚氰胺聚磷酸盐 18、三聚氰胺 18 份、酚醛树脂粉末 8 份，瓜尔胶 2 份。

内保护层为聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒的复合物，聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒质量比为 10:1，其中改性二氧化硅颗粒平均粒径为 350 微米。

对比例 1

外保护层为聚氯乙烯和 3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的混合物，其中聚氯乙烯和 3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的质量比为 14:1。

泡沫铝合金为铝钛合金，孔隙率为 75-80%；填充材料由以下质量份的成分组成：高岭土 28 份、硅藻土 13 份、氢氧化铝 19 份、改性可膨胀石墨 7 份、季戊四醇 32 份、三聚氰胺聚磷酸盐 18、三聚氰胺 18 份、酚醛树脂粉末 8 份，瓜尔胶 2 份。

内保护层为聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒的复合物，聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒质量比为 10:1，其中改性二氧化硅颗粒平均粒径为 350 微米。

对比例 2

外保护层为聚氯乙烯和 3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰

亚胺的混合物，其中聚氯乙烯和 3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的质量比为 14:1。

阻燃层由以下质量份的成分构成：数均分子量为 70 万的甲基乙基硅橡胶 62 份、2,4-二氯过氧苯甲酰 13 份、聚苯砒对苯二甲酰胺 111 份、聚醚醚酮 6 份、乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷 5 份、乙烯基三乙氧基硅烷 5 份、偏铝酸钠 6 份、云母粉 9 份、蒙脱土 9 份；

缓冲层材料由以下质量份的成分组成：高岭土 28 份、硅藻土 13 份、氢氧化铝 19 份、改性可膨胀石墨 7 份、季戊四醇 32 份、三聚氰胺聚磷酸盐 18、三聚氰胺 18 份、酚醛树脂粉末 8 份，瓜尔胶 2 份。

内保护层为聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒的复合物，聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒质量比为 10:1，其中改性二氧化硅颗粒平均粒径为 350 微米。

对比例 3

外保护层为聚氯乙烯和 3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的混合物，其中聚氯乙烯和 3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的质量比为 14:1。

阻燃层由以下质量份的成分构成：数均分子量为 70 万的甲基乙基硅橡胶 62 份、2,4-二氯过氧苯甲酰 13 份、聚苯砒对苯二甲酰胺 111 份、聚醚醚酮 6 份、乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷 5 份、乙烯基三乙氧基硅烷 5 份、偏铝酸钠 6 份、云母粉 9 份、蒙脱土 9 份；

泡沫铝合金为铝钛合金，孔隙率为 75-80%；填充材料由以下质量份的成分组成：高岭土 28 份、硅藻土 13 份、氢氧化铝 19 份、酚醛树脂粉末 8 份，瓜尔胶 2 份。

内保护层为聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒的复合物，聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒质量比为 10:1，其中改性二氧化硅颗粒平均粒径为 350 微米。

测试及结果

阻燃性能根据 GB/T19216.21-2003 在火焰条件下电缆的线路完整性试验第 21 部分；试验步骤和要求额定电压 0.6/1.0kV 及以下电缆(GB/T19216.21-2003，IEC60331-21:1999，IDT)进行测试。根据终端指示灯的指示情况判断是否能够持续供电。以指示灯熄灭时间作为衡量电缆阻燃效果的指标参数，指示灯熄灭

时间越长，阻燃效果越好。

表 1

	指示灯熄灭时间 (min)
实施例 1	267
实施例 2	259
实施例 3	281
对比例 1	185
对比例 2	223
对比例 3	116

以下对材料的抗弯性能进行测试，将电缆弯曲来回弯曲 90 度 3000 次，观察电缆表面状态。

表 2

	弯曲性能，表观
实施例 1	良好
实施例 2	良好
实施例 3	良好
对比例 1	裂纹
对比例 2	裂纹
对比例 3	良好

由表 1 和表 2 的数据显示，当去除缓冲层中的铝合金，或者是去除阻燃层后，抗弯折性能明显变差，说明铝合金和阻燃层的存在对于材料的抗弯折性能起到很明显的作⽤；并且当缓冲层的填充材料不能膨胀后，会导致缓冲层向内导热严重，导致防火性能急剧下降。

尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍，但是应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。

权利要求书

1. 一种铝合金缓冲的环保阻燃耐火电力电缆，铝合金缓冲的环保阻燃耐火电力电缆，所述电缆从外向内依次包括外保护层、阻燃层、铝合金缓冲层、内保护层和导体缆芯，其特征在于，其中所述铝合金缓冲层在高温下的膨胀倍率为 3.5-4.2 倍，所述铝合金缓冲层中包括泡沫铝合金作为基体以及填充在泡沫铝合金中填充材料；其中，所述填充材料由以下质量份的成分组成：高岭土 24-32 份、硅藻土 12-14 份、氢氧化铝 18-20 份、改性可膨胀石墨 6-8 份、季戊四醇 30-35 份、三聚氰胺聚磷酸盐 15-20 份、三聚氰胺 15-20 份、酚醛树脂粉末 6-10 份，瓜尔胶 1-3 份；所述阻燃层由以下质量份的成分构成：数均分子量为 60-80 万的甲基乙基硅橡胶 60-65 份、2,4-二氯过氧苯甲酰 12-14 份、聚苯砜对苯二甲酰胺 10-12 份、聚醚醚酮 5-8 份、乙基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷 5-6 份、乙基三乙氧基硅烷 4-5 份、偏铝酸钠 5-8 份、云母粉 8-10 份、蒙脱土 8-10 份。
2. 如上述权利要求 1 所述的电缆，所述泡沫铝合金为铝钛合金，孔隙率为 75-80%；所述铝合金缓冲层由以下方法制备得到：将填充材料分散在去离子水中得到填充浆料，然后将所述泡沫铝钛合金浸渍于所述浆料中，取出干燥后得到所述铝合金缓冲层。
3. 如权利要求 1 所述的电缆，所述外保护层为聚氯乙烯和 3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的混合物，其中聚氯乙烯和 3-[2-(3,5-二甲基-2-氧代环己基)-2-羟基乙基]戊二酰亚胺的质量比为 14-15:1。
4. 如上述权利要求 1 所述的电缆，所述内保护层聚苯乙烯和改性二氧化硅颗粒的复合物，其中改性二氧化硅颗粒平均粒径为 300-400 微米，改性二氧化硅颗粒由以下方法制备得到：将 50 质量份粒径为 300-400 微米的二氧化硅颗粒，放入 100 质量份浓度为 0.3mol/L 的 NaOH 溶液中，85℃恒温搅拌 4h，去离子水洗涤并干燥，然后将 10 质量份二氧化硅颗粒放入 100 质量份含有 10wt%硅烷偶联剂 KH550 的甲苯溶液中，85℃恒温搅拌 4h，过滤，干燥得到改性二氧化硅颗粒。
5. 如上述权利要求 1-4 任一项所述的电缆，所述改性可膨胀石墨由以下制备方法制备得到：1)，取 5 质量份高锰酸钾与 50 质量份鳞片状的天然石墨混合，加入 100 质量份硝酸和磷酸按照质量比 7:3 混合而成的混合酸液，

- 浸泡 2h, 去离子水洗涤后, 300℃下真空干燥, 制备得到可膨胀石墨; 2), 将 5 质量份十六烷基三甲基溴化铵、2 质量份溴化钠加入至 100 质量份去离子水中, 得到改性剂; 3), 按质量份计, 取 15 质量份可膨胀石墨、5 质量份改性剂、4 质量份 40wt%磷酸混合, 在 50℃水浴下超声混合 1 小时, 水洗、烘干、再用 1500KW/m² 的微波膨化, 得到改性膨胀石墨。
6. 如上述权利要求 1 所述的电缆, 其中所述填充材料由以下质量份的成分组成: 高岭土 28 份、硅藻土 13 份、氢氧化铝 19 份、改性可膨胀石墨 7 份、季戊四醇 32 份、三聚氰胺聚磷酸盐 18、三聚氰胺 18 份、酚醛树脂粉末 8 份, 瓜尔胶 2 份。
7. 如上述权利要求 1 所述的电缆, 其中所述阻燃层由以下质量份的成分构成: 数均分子量为 70 万的甲基乙基硅橡胶 62 份、2,4-二氯过氧苯甲酰 13 份、聚苯砜对苯二甲酰胺 111 份、聚醚醚酮 6 份、乙基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷 5 份、乙基三乙氧基硅烷 5 份、偏铝酸钠 6 份、云母粉 9 份、蒙脱土 9 份。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/116447

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01B 7/04(2006.01)i; H01B 7/18(2006.01)i; H01B 7/29(2006.01)i; H01B 7/02(2006.01)i; H01B 9/00(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)		
H01B		
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)		
WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 泡沫, 铝合金, 铝钛合金, 缓冲, 膨胀, 阻燃, 防火, 孔, 填充, 高岭土, 硅藻土, 氢氧化铝, 石墨, aluminum, alloy, foam, fire, retardant, expand		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 109192373 A (YU PEIYANG) 11 January 2019 (2019-01-11) description, paragraphs [0009]-[0015]	1-7
A	CN 107501868 A (SIHUI QIDE INFORMATION CONSULTING SERVICE CO., LTD.) 22 December 2017 (2017-12-22) entire document	1-7
A	CN 104851481 A (BEIJING HENGTONG SIBO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 19 August 2015 (2015-08-19) entire document	1-7
A	CN 106710682 A (ZHANGJIAKOU XINYE CABLE CO., LTD.) 24 May 2017 (2017-05-24) entire document	1-7
A	CN 204288917 U (PIXIAN SANDY CABLE CO., LTD.) 22 April 2015 (2015-04-22) entire document	1-7
A	JP 2019011448 A (HITACHI METALS, LTD.) 24 January 2019 (2019-01-24) entire document	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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		Date of mailing of the international search report
15 March 2022		28 March 2022
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/CN2021/116447

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109192373	A	11 January 2019	None			
CN	107501868	A	22 December 2017	None			
CN	104851481	A	19 August 2015	None			
CN	106710682	A	24 May 2017	CN	106710682	B	24 August 2018
CN	204288917	U	22 April 2015	None			
JP	2019011448	A	24 January 2019	JP	6902205	B2	14 July 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/116447

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01B 7/04(2006.01)i; H01B 7/18(2006.01)i; H01B 7/29(2006.01)i; H01B 7/02(2006.01)i; H01B 9/00(2006.01)i</p> <p>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</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H01B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 泡沫, 铝合金, 铝钛合金, 缓冲, 膨胀, 阻燃, 防火, 孔, 填充, 高岭土, 硅藻土, 氢氧化铝, 石墨, aluminum, alloy, foam, fire, retardant, expand</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 109192373 A (余沛阳) 2019年1月11日 (2019 - 01 - 11) 说明书[0009]段-[0015]段</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107501868 A (四会市启德信息咨询有限公司) 2017年12月22日 (2017 - 12 - 22) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104851481 A (北京亨通斯博通讯科技有限公司) 2015年8月19日 (2015 - 08 - 19) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106710682 A (张家口新叶电缆有限公司) 2017年5月24日 (2017 - 05 - 24) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 204288917 U (鄞县三电电缆有限责任公司) 2015年4月22日 (2015 - 04 - 22) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2019011448 A (日立金属株式会社) 2019年1月24日 (2019 - 01 - 24) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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 “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</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 109192373 A (余沛阳) 2019年1月11日 (2019 - 01 - 11) 说明书[0009]段-[0015]段	1-7	A	CN 107501868 A (四会市启德信息咨询有限公司) 2017年12月22日 (2017 - 12 - 22) 全文	1-7	A	CN 104851481 A (北京亨通斯博通讯科技有限公司) 2015年8月19日 (2015 - 08 - 19) 全文	1-7	A	CN 106710682 A (张家口新叶电缆有限公司) 2017年5月24日 (2017 - 05 - 24) 全文	1-7	A	CN 204288917 U (鄞县三电电缆有限责任公司) 2015年4月22日 (2015 - 04 - 22) 全文	1-7	A	JP 2019011448 A (日立金属株式会社) 2019年1月24日 (2019 - 01 - 24) 全文	1-7
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 109192373 A (余沛阳) 2019年1月11日 (2019 - 01 - 11) 说明书[0009]段-[0015]段	1-7																					
A	CN 107501868 A (四会市启德信息咨询有限公司) 2017年12月22日 (2017 - 12 - 22) 全文	1-7																					
A	CN 104851481 A (北京亨通斯博通讯科技有限公司) 2015年8月19日 (2015 - 08 - 19) 全文	1-7																					
A	CN 106710682 A (张家口新叶电缆有限公司) 2017年5月24日 (2017 - 05 - 24) 全文	1-7																					
A	CN 204288917 U (鄞县三电电缆有限责任公司) 2015年4月22日 (2015 - 04 - 22) 全文	1-7																					
A	JP 2019011448 A (日立金属株式会社) 2019年1月24日 (2019 - 01 - 24) 全文	1-7																					
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																						
2022年3月15日	2022年3月28日																						
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																						
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	王文娟																						
传真号 (86-10)62019451	电话号码 010-53961212																						

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/116447

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	109192373	A	2019年1月11日	无			
CN	107501868	A	2017年12月22日	无			
CN	104851481	A	2015年8月19日	无			
CN	106710682	A	2017年5月24日	CN	106710682	B	2018年8月24日
CN	204288917	U	2015年4月22日	无			
JP	2019011448	A	2019年1月24日	JP	6902205	B2	2021年7月14日