



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119274852 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 07

(21) 申请号 202411824178.8

H01B 7/02 (2006.01)

(22) 申请日 2024.12.12

H01B 3/30 (2006.01)

(71) 申请人 四川九洲线缆有限责任公司

H01B 7/17 (2006.01)

地址 621000 四川省绵阳市高新区科技城
大道南段89号

H01B 13/00 (2006.01)

(72) 发明人 苏攀 杨华勇 何庆 王蔡
罗兴露

(74) 专利代理机构 成都蓉信三星专利事务所
(普通合伙) 51106

专利代理师 王统国 谢天府

(51) Int. Cl.

H01B 7/00 (2006.01)

H01B 1/02 (2006.01)

H01B 7/04 (2006.01)

H01B 7/29 (2006.01)

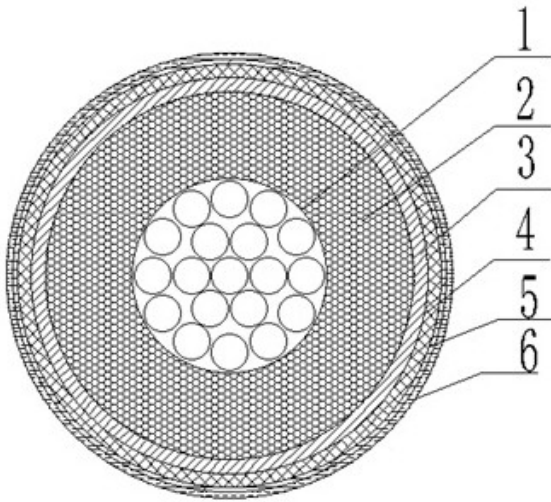
权利要求书2页 说明书12页 附图1页

(54) 发明名称

一种耐高温特种高频软电缆及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种耐高温特种高频软电缆及其制备方法。涉及高端装备制造的特高频电缆技术领域,包括由内向外依次排布的导体、绝缘层、内屏蔽层、外屏蔽层和护套层;导体为单导线结构或多导线绞合结构;构成导体的导线是由铜线芯和镀覆在外的铬镀层或铬合金镀层组成;绝缘层为发泡型改性聚酰亚胺材料在所述导体外部的挤包结构;内屏蔽层为镀铬合金耐温金属带在所述绝缘层外部的重叠绕包结构;外屏蔽层为镀银镍硅合金丝在所述内屏蔽层外部的编织结构。本发明具有极佳的电信号传输稳定性、耐高温性、柔软弯曲性,能够有效的适用于航空航天工况环境,且能在该工况环境中长效的反复使用,安全、可靠。



1. 一种耐高温特种高频软电缆, 包括由内向外依次排布的导体(1)、绝缘层(2)、内屏蔽层(3)、外屏蔽层(4)和护套层;

其特征在于:

所述导体(1)为单导线结构或多导线绞合结构; 构成所述导体(1)的导线是由铜线芯和镀覆在外的铬镀层或铬合金镀层组成;

所述绝缘层(2)为发泡型改性聚酰亚胺材料在所述导体(1)外部的挤包结构;

所述内屏蔽层(3)为镀铬合金耐温金属带在所述绝缘层(2)外部的重叠绕包结构;

所述外屏蔽层(4)为镀银镍硅合金丝在所述内屏蔽层(3)外部的编织结构。

2. 根据权利要求1所述耐高温特种高频软电缆, 其特征在于:

所述护套层是由内护套层(5)和外护套层(6)复合而成;

所述内护套层(5)为自粘型聚酰亚胺复合薄膜在所述外屏蔽层(4)外部的重叠绕包结构, 且所述自粘型聚酰亚胺复合薄膜的胶面层朝外;

所述外护套层(6)为石墨纤维丝在所述内护套层(5)外部的至少一层编织结构。

3. 根据权利要求2所述耐高温特种高频软电缆, 其特征在于:

所述内护套层(5)的自粘型聚酰亚胺复合薄膜, 为聚酰亚胺铝复合薄膜;

所述自粘型聚酰亚胺复合薄膜的厚度为 $0.045\text{mm} \sim 0.076\text{mm}$ 、宽度为 $5\text{mm} \sim 9\text{mm}$;

所述内护套层(5)的重叠绕包搭盖率为 $48\% \sim 50\%$ 。

4. 根据权利要求2所述耐高温特种高频软电缆, 其特征在于:

所述外护套层(6)的石墨纤维丝的直径为 $5\mu\text{m} \sim 8\mu\text{m}$ 、石墨含量 $\geq 99\%$;

所述外护套层(6)的每一层编织密度 $\geq 90\%$ 。

5. 根据权利要求1所述耐高温特种高频软电缆, 其特征在于:

所述导线外部的镀层厚度 $\geq 2\mu\text{m}$ 。

6. 根据权利要求1所述耐高温特种高频软电缆, 其特征在于:

所述绝缘层(2)的发泡型改性聚酰亚胺材料的介电常数为 $1.45 \sim 1.48$ 、泡沫密度为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ 、泡沫粒径为 $20\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ 。

7. 根据权利要求1或6所述耐高温特种高频软电缆, 其特征在于:

所述发泡型改性聚酰亚胺材料以下列重量配比的原料组成, 聚酰亚胺树脂65份 $\sim$ 80份、填料10份 $\sim$ 20份、改性剂6份 $\sim$ 12份、促进剂1份 $\sim$ 10份、发泡剂8份 $\sim$ 15份、稳定剂10份 $\sim$ 20份;

所述填料为聚酯胺盐粉、纳米氧化锌、纳米 SiO_2 粒子中的至少一种;

所述改性剂为甲基丙烯酸基和环氧基丙烯酸树脂的混合物;

所述促进剂为锌粉、铅粉、硝基胍中的至少两种的混合物;

所述发泡剂为纳米二氧化硅、偶氮二甲酰胺、多面体低聚倍半硅氧烷中的至少一种;

所述稳定剂为四氢呋喃。

8. 根据权利要求1所述耐高温特种高频软电缆, 其特征在于:

所述内屏蔽层(3)的镀铬合金耐温金属带为镀铬合金铜带;

所述镀铬合金铜带的厚度为 $0.05\text{mm} \sim 0.07\text{mm}$ 、铬合金镀层厚度 $\geq 3\mu\text{m}$;

所述内屏蔽层(3)的重叠绕包搭盖率为 $44\% \sim 46\%$ 。

9. 根据权利要求1所述耐高温特种高频软电缆, 其特征在于:

所述外屏蔽层(4)的编织密度 $\geq 90\%$ 。

10.一种权利要求1至9任一项所述耐高温特种高频软电缆的制备方法,其特征在于,所述制备方法包括以下工艺步骤:

步骤1.按照设计传输要求,选取对应直径的铜线芯,在铜线芯上镀覆铬镀层或铬合金镀层,获得铜基导线,备用;

制备发泡型改性聚酰亚胺材料,备用;

步骤2.将符合设计要求的铜基导体通过恒张力系统穿装在挤出机中,通过挤出机将发泡型改性聚酰亚胺材料挤包在铜基导体的外部,获得绝缘结构;

步骤3.将步骤2获得的绝缘结构穿装在恒张力绕包机中,通过绕包机将符合设计要求的镀铬合金耐温金属带、以44%~46%的搭盖率重叠绕包在步骤2的绝缘结构外部,获得内屏蔽结构;

步骤4.将步骤3获得的内屏蔽结构穿装在编织机中,通过编织机将符合设计要求的镀银镍硅合金丝、以 $\geq 90\%$ 的编织密度编织在步骤3的内屏蔽结构外部,获得外屏蔽结构;

步骤5.将步骤4获得的外屏蔽结构穿装在恒张力绕包机中,通过绕包机将符合设计要求的自粘型聚酰亚胺复合薄膜,以胶面层朝外、48%~50%的搭盖率重叠绕包在步骤4的外屏蔽结构外部,获得内护套结构;

步骤6.将步骤5获得的内护套结构穿装在编织机中,通过编织机将符合设计要求的石墨纤维丝、以 $\geq 90\%$ 的编织密度编织在步骤5的内护套结构外部,获得外护套结构。

一种耐高温特种高频软电缆及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高端装备制造的特种高频电缆技术领域,具体地,涉及一种耐高温特种高频软电缆及其制备方法。

背景技术

[0002] 高频电缆在航空航天领域应用广泛,涵盖了火箭发动机、航空电子设备、空间探测器等多个方面,用作机载温控天线、发动机机舱补偿电线、应急通讯电线等。由于航空航天设备的特殊性,需要高频电缆具有优异的耐高温性,特别是在火箭发动机的应用场景中最为突显。

[0003] 一直以来,对于高频电缆的耐温性能提升,主要采取的技术措施是,以耐温材料在导体外部的防护结构中形成耐温层。此种技术措施虽然有一定的耐温效果,但一方面会增加所成型高频电缆的结构尺寸,不利于形成结构紧凑、易于敷设的软电缆;二方面由于各结构层之间的相对独立,不能形成良好的协同配合,使得耐温效果提升有限。

[0004] 为解决上述具有耐温层的高频电缆所存在的结构尺寸大、耐温效果不佳的技术问题,业内尝试制造耐温性能的导体,例如在导体的组成材料中增加耐温性能好的铬、镍等,可参见中国专利文献中公开的名称为“一种耐高温屏蔽型补偿电缆”、公开号为CN201307443Y、公开日为2009年09月09日的技术。此类在导体的组成材料中增加耐温金属元素,虽然有利于提高导体的耐温性能、减少外部防护结构层,但是由于耐温金属元素的质地偏硬、导电性能不佳,使得所成型的导体柔软性和电传导率均不如传统的铜质导体,进而使得所成型高频电缆在工况环境中的敷设便利性和信号传输稳定性欠佳,不能有效满足于工况环境的技术需求。

发明内容

[0005] 本发明的技术目的在于,针对上述现有技术的不足,提供了一种耐高温、柔软和传输性能好的耐高温特种高频软电缆及其制备方法。

[0006] 本发明采用的技术方案如下:

一种耐高温特种高频软电缆,包括由内向外依次排布的导体、绝缘层、内屏蔽层、外屏蔽层和护套层;

所述导体为单导线结构或多导线绞合结构;构成所述导体的导线是由铜线芯和镀覆在外的铬镀层或铬合金镀层组成;

所述绝缘层为发泡型改性聚酰亚胺材料在所述导体外部的挤包结构;

所述内屏蔽层为镀铬合金耐温金属带在所述绝缘层外部的重叠绕包结构;

所述外屏蔽层为镀银镍硅合金丝在所述内屏蔽层外部的编织结构。

[0007] 上述技术措施中构成导体的导线是由铜线芯和镀覆在外的铬镀层或铬合金镀层组成,其以柔软性好的铜线芯作为信号可靠传输的基体,在基本不影响导体柔软性和信号传输稳定性的前提下,以铬/铬合金镀层的优异耐温性能来提升导体的耐高温特性;以发泡

型改性聚酰亚胺材料在导体外部的挤包构成的绝缘层,有效保障内部导体具有极佳的电信号传输稳定性和耐温性能;以镀铬合金耐温金属带在绝缘层外部重叠绕包的内屏蔽层结构,基本不会对电缆的柔软弯曲造成阻碍,同时能够增强电缆内部的抗冲击机械强度和电磁屏蔽能力,且具有可靠地耐高温性能;以镀银镍硅合金丝在内屏蔽层外部编织的外屏蔽层结构,其屏蔽效果极佳,且耐高温性能和柔软性能好,从而能够可靠地保证内部导体的电信号传输稳定性。因此,前述结构的高频电缆,以紧凑结构获得极佳的电信号传输稳定性、耐高温性、柔软弯曲性,有效满足于航空航天工况环境的技术要求。

[0008] 进一步地,所述护套层是由内护套层和外护套层复合而成;

所述内护套层为自粘型聚酰亚胺复合薄膜在所述外屏蔽层外部的重叠绕包结构,且所述自粘型聚酰亚胺复合薄膜的胶面层朝外;

所述外护套层为石墨纤维丝在所述内护套层外部的至少一层编织结构。

[0009] 上述技术措施通过由内护套层和外护套层以特定方式复合而成护套层,不仅能够有效隔绝外界高温对电缆的影响,获得优异的耐高温性能,而且能够使电缆可持续的在高频段以低损耗方式运行,还能够获得良好的耐辐射性能和耐介质性能。此外,前述护套层的复合结构,具有良好的整体性,在电缆敷设的弯曲过程中,具有良好的柔软性能,且外护套层在内护套层外部能够保持良好的稳定性、不窜位。

[0010] 进一步地,所述内护套层的自粘型聚酰亚胺复合薄膜,为聚酰亚胺铝复合薄膜;

所述自粘型聚酰亚胺复合薄膜的厚度为0.045mm~0.076mm、宽度为5mm~9mm;

所述内护套层的外护套层重叠绕包搭盖率为48%~50%。

[0011] 上述技术措施能够有效隔绝外部热量和辐射,加强对电缆内部的保护;同时能够与构成外护套层的石墨纤维丝形成可靠地粘附着,复合而成的整体性高。

[0012] 进一步地,所述外护套层的石墨纤维丝的直径为5 μ m~8 μ m、石墨含量 $\geq$ 99%;

所述外护套层的每一层编织密度 $\geq$ 90%。

[0013] 上述技术措施能够有效隔绝外部热量,使电缆具有优异的耐环境能力,其能够在300 $^{\circ}$ C的温度范围内长期使用,并在600 $^{\circ}$ C温度下正常工作约10分钟。

[0014] 进一步地,所述导线外部的镀层厚度 $\geq$ 2 μ m。

[0015] 上述技术措施通过对导线外部的镀层控制,在基本不阻碍铜线芯功能的前提下,能够获得稳定地耐高温性能。

[0016] 进一步地,所述绝缘层的发泡型改性聚酰亚胺材料的介电常数为1.45~1.48、泡沫密度为0.05g/cm³、泡沫粒径为20 μ m~30 μ m。

[0017] 进一步地,所述发泡型改性聚酰亚胺材料以下列重量配比的原料组成,聚酰亚胺树脂65份~80份、填料10份~20份、改性剂6份~12份、促进剂1份~10份、发泡剂8份~15份、稳定剂10份~20份;

所述填料为聚酯胺盐粉、纳米氧化锌、纳米SiO₂粒子中的至少一种;

所述改性剂为甲基丙烯酸基和环氧基丙烯酸树脂的混合物;

所述促进剂为锌粉、铅粉、硝基胍中的至少两种的混合物;

所述发泡剂为纳米二氧化硅、偶氮二甲酰胺、多面体低聚倍半硅氧烷中的至少一种;

所述稳定剂为四氢呋喃。

[0018] 上述技术措施能够使挤包困难的聚酰亚胺获得良好的挤包性能,有效满足作为绝缘材料在导体外部挤包成型的技术要求。

[0019] 以上述技术措施的材料所构成的绝缘层,具有良好的电性能指标,其介电常数和介质损耗几乎不受温度变化的影响,能够对内部导体提供可靠地绝缘性能,同时为内部导体的耐高温性能和传输稳定性能提供可靠地保障,使电缆能够在极高的温度下正常传输信号。

[0020] 进一步地,所述内屏蔽层的镀铬合金耐温金属带为镀铬合金铜带;
所述镀铬合金铜带的厚度为0.05mm~0.07mm、铬合金镀层厚度 $\geq 3\mu\text{m}$;
所述内屏蔽层的重叠绕包搭盖率为44%~46%。

[0021] 上述技术措施能够进一步加强对电缆内部的保护,同时提升电缆的耐高温性能和电磁屏蔽能力。

[0022] 进一步地,所述外屏蔽层的编织密度 $\geq 90\%$ 。

[0023] 上述技术措施能够进一步提升电缆的耐高温性能和电磁屏蔽能力,最大程度的减少信号衰减,保证电缆的传输性能。

[0024] 一种上述耐高温特种高频软电缆的制备方法,所述制备方法包括以下工艺步骤:

步骤1.按照设计传输要求,选取对应直径的铜线芯,在铜线芯上镀覆铬镀层或铬合金镀层,获得铜基导线,备用;

制备发泡型改性聚酰亚胺材料,备用;

步骤2.将符合设计要求的铜基导体通过恒张力系统穿装在挤出机中,通过挤出机将发泡型改性聚酰亚胺材料挤包在铜基导体的外部,获得绝缘结构;

步骤3.将步骤2获得的绝缘结构穿装在恒张力绕包机中,通过绕包机将符合设计要求的镀铬合金耐温金属带、以44%~46%的搭盖率重叠绕包在步骤2的绝缘结构外部,获得内屏蔽结构;

步骤4.将步骤3获得的内屏蔽结构穿装在编织机中,通过编织机将符合设计要求的镀银镍硅合金丝、以 $\geq 90\%$ 的编织密度编织在步骤3的内屏蔽结构外部,获得外屏蔽结构;

步骤5.将步骤4获得的外屏蔽结构穿装在恒张力绕包机中,通过绕包机将符合设计要求的自粘型聚酰亚胺复合薄膜,以胶面层朝外、48%~50%的搭盖率重叠绕包在步骤4的外屏蔽结构外部,获得内护套结构;

步骤6.将步骤5获得的内护套结构穿装在编织机中,通过编织机将符合设计要求的石墨纤维丝、以 $\geq 90\%$ 的编织密度编织在步骤5的内护套结构外部,获得外护套结构。

[0025] 上述技术措施能够制备得到耐高温、传输性能好、柔软性好的特种电缆,所制备得到的特种电缆能够有效的适用于航空航天工况环境,且能在该工况环境中长效的反复使用,安全、可靠。

[0026] 本发明提供的一个或多个技术方案,至少具有如下技术效果或优点:

本发明中构成导体的导线是由铜线芯和镀覆在外的铬镀层或铬合金镀层组成,其以柔软性好的铜线芯作为信号可靠传输的基体,在基本不影响导体柔软性和信号传输稳定性的前提下,以铬/铬合金镀层的优异耐温性能来提升导体的耐高温特性;以发泡型改性聚酰亚胺材料在导体外部的挤包构成的绝缘层,有效保障内部导体具有极佳的电信号传输稳定性和耐温性能;以镀铬合金耐温金属带在绝缘层外部重叠绕包的内屏蔽层结构,基本不

会对电缆的柔软弯曲造成阻碍,同时能够增强电缆内部的抗冲击机械强度和电磁屏蔽能力,且具有可靠地耐高温性能;以镀银镍硅合金丝在内屏蔽层外部编织的外屏蔽层结构,其屏蔽效果极佳,且耐高温性能和柔软性能好,从而能够可靠地保证内部导体的电信号传输稳定性。因此,前述结构的高频电缆,以紧凑结构获得极佳的电信号传输稳定性、耐高温性、柔软弯曲性,有效满足于航空航天工况环境的技术要求。

附图说明

[0027] 此处所说明的附图用来提供对本发明实施例的进一步理解,构成本发明的一部分,并不构成对本发明实施例的限定;

图1是本发明中耐高温特种高频软电缆的结构示意图;

图2是本发明中耐高温特种高频软电缆的截面示意图;

其中,1-导体;2-绝缘层;3-内屏蔽层;4-外屏蔽层;5-内护套层;6-外护套层。

具体实施方式

[0028] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点,下面结合附图和具体实施方式对本发明进行进一步的详细描述。需要说明的是,在相互不冲突的情况下,本发明的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0029] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是,本发明还可以采用其他不同于在此描述范围内的其他方式来实施,因此,本发明的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

实施例

[0030] 参照图1和图2,本实施例提供了一种耐高温特种高频软电缆,包括由内向外依次排布的导体1、绝缘层2、内屏蔽层3、外屏蔽层4和护套层。

[0031] 导体1为单导线结构,构成导体1的导线是由铜线芯和镀覆在外的铬镀层组成,导线外部的镀层厚度约为2 μm 。

[0032] 绝缘层2为发泡型改性聚酰亚胺材料在导体1外部的挤包结构,该发泡型改性聚酰亚胺材料的介电常数约为1.45、泡沫密度约为0.05g/cm³、泡沫粒径约为20 μm 。

[0033] 内屏蔽层3为镀铬合金耐温金属带在绝缘层2外部的重叠绕包结构;

内屏蔽层3的镀铬合金耐温金属带为镀铬合金铜带;

镀铬合金铜带的厚度约为0.05mm、铬合金镀层厚度约为3 μm ;

内屏蔽层3的重叠绕包搭盖率约为44%。

[0034] 外屏蔽层4为镀银镍硅合金丝在内屏蔽层3外部的编织结构;

外屏蔽层4的编织密度约为90%。

[0035] 护套层是由内护套层5和外护套层6复合而成。

[0036] 内护套层5为自粘型聚酰亚胺复合薄膜在外屏蔽层4外部的重叠绕包结构,且自粘型聚酰亚胺复合薄膜的胶面层朝外;

内护套层5的自粘型聚酰亚胺复合薄膜,为聚酰亚胺铝复合薄膜,且单面涂覆有耐高温绝缘胶;

自粘型聚酰亚胺复合薄膜的厚度约为0.045mm、宽度约为5mm；
内护套层5的重叠绕包搭盖率约为48%。

[0037] 外护套层6为石墨纤维丝在内护套层5外部的一层编织结构；
外护套层6的石墨纤维丝的直径约为5 μ m、石墨含量约为99%；
外护套层6的每一层编织密度约为90%。

[0038] 本实施例中的上述发泡型改性聚酰亚胺材料以下列重量配比的原料组成，聚酰亚胺树脂65份、填料10份、改性剂6份、促进剂1份、发泡剂8份、稳定剂10份；

其中，填料为聚酯胺盐粉；

改性剂为甲基丙烯酸基和环氧基丙烯酸树脂的混合物，混合比例为1:0.8；

促进剂为锌粉和铅粉的混合物，混合比例为1:0.9；

发泡剂为纳米二氧化硅；

稳定剂为四氢呋喃，能够为发泡结构提供可靠地稳定性能。

[0039] 本实施例中的上述发泡型改性聚酰亚胺材料，是按照如下步骤的制备方法获得：

步骤1.将上述配方量的聚酰亚胺树脂和填料放入反应釜中，在约351 $^{\circ}$ C的温度条件下，混炼约2h；

步骤2.将步骤1的混炼物放入搅拌器内，以约100r/min的转速搅拌约60min，搅拌均匀获得混炼胶体；

步骤3.将步骤2的混炼胶体放入反应釜中，在反应釜中加入上述配方量的改性剂，在约-5 $^{\circ}$ C的温度条件下进行低温改性，获得低温改性聚酰亚胺树脂；

步骤4.将步骤3的低温改性聚酰亚胺树脂放入密炼机中，在约380 $^{\circ}$ C的温度条件下密炼约40min，密炼均匀获得高温改性聚酰亚胺树脂；

步骤5.将步骤4的高温改性聚酰亚胺树脂放入反应釜中，在反应釜中加入上述配方量的促进剂，促进反应约120min；

步骤6.将上述配方量的发泡剂、稳定剂加入步骤5的反应釜中，在约380 $^{\circ}$ C的温度条件进行混合发泡反应；

混合均匀后静置约3.5h，获得多孔结构的改性聚酰亚胺；

步骤7.将步骤6的发泡聚酰亚胺在约150 $^{\circ}$ C的温度条件下烘干约6h；

将烘干后的发泡型改性聚酰亚胺塑料通过螺杆挤出机高温挤出并使用颗粒裁剪机将材料剪切成颗粒状，获得发泡型改性聚酰亚胺材料。

[0040] 本实施例中的上述耐高温特种高频软电缆，是按照如下步骤的制备方法获得：

步骤1.按照设计传输要求，选取对应直径的铜线芯，在铜线芯上镀覆铬镀层，获得铜基导线，备用；

制备发泡型改性聚酰亚胺材料，备用；

步骤2.将铜基导体通过恒张力系统穿装在挤出机中，通过挤出机将发泡型改性聚酰亚胺材料挤包在铜基导体的外部，获得绝缘结构；

步骤3.将步骤2获得的绝缘结构穿装在恒张力绕包机中，通过绕包机将上述镀铬合金耐温铜带、以约44%的搭盖率重叠绕包在步骤2的绝缘结构外部，获得内屏蔽结构；

步骤4.将步骤3获得的内屏蔽结构穿装在编织机中，通过编织机将上述镀银镍硅合金丝、以约90%的编织密度编织在步骤3的内屏蔽结构外部，获得外屏蔽结构；

步骤5.将步骤4获得的外屏蔽结构穿装在恒张力绕包机中,通过绕包机将上述自粘型聚酰亚胺复合薄膜,以胶面层朝外、约48%的搭盖率重叠绕包在步骤4的外屏蔽结构外部,获得内护套结构;

步骤6.将步骤5获得的内护套结构穿装在编织机中,通过编织机将上述石墨纤维丝、以约90%的编织密度编织在步骤5的内护套结构外部,获得外护套结构。

实施例

[0041] 本实施例提供了一种耐高温特种高频软电缆,包括由内向外依次排布的导体、绝缘层、内屏蔽层、外屏蔽层和护套层。

[0042] 导体为多导线绞合结构,构成导体的导线是由铜线芯和镀覆在外的铬合金镀层组成,导线外部的镀层厚度约为3um。

[0043] 绝缘层为发泡型改性聚酰亚胺材料在导体外部的挤包结构,该发泡型改性聚酰亚胺材料的介电常数约为1.48、泡沫密度约为0.05g/cm³、泡沫粒径约为30um。

[0044] 内屏蔽层为镀铬合金耐温金属带在绝缘层外部的重叠绕包结构;

内屏蔽层的镀铬合金耐温金属带为镀铬合金铜带;

镀铬合金铜带的厚度约为0.07mm、铬合金镀层厚度约为4um;

内屏蔽层的重叠绕包搭盖率约为46%。

[0045] 外屏蔽层为镀银镍硅合金丝在内屏蔽层外部的编织结构;

外屏蔽层的编织密度约为91%。

[0046] 护套层是由内护套层和外护套层复合而成。

[0047] 内护套层为自粘型聚酰亚胺复合薄膜在外屏蔽层外部的重叠绕包结构,且自粘型聚酰亚胺复合薄膜的胶面层朝外;

内护套层的自粘型聚酰亚胺复合薄膜,为聚酰亚胺铝复合薄膜;

自粘型聚酰亚胺复合薄膜的厚度约为0.076mm、宽度约为9mm;

内护套层的重叠绕包搭盖率约为50%。

[0048] 外护套层为石墨纤维丝在内护套层外部的两层编织结构;

外护套层的石墨纤维丝的直径约为8um、石墨含量约为99.2%;

外护套层的每一层编织密度约为92%。

[0049] 本实施例中的上述发泡型改性聚酰亚胺材料以下列重量配比的原料组成,聚酰亚胺树脂80份、填料20份、改性剂12份、促进剂10份、发泡剂15份、稳定剂20份;

其中,填料为纳米氧化锌;

改性剂为甲基丙烯酸基和环氧基丙烯酸树脂的混合物,混合比例为1:0.9;

促进剂为锌粉和硝基胍的混合物,混合比例为1:1;

发泡剂为偶氮二甲酰胺;

稳定剂为四氢呋喃。

[0050] 本实施例中的上述发泡型改性聚酰亚胺材料,是按照如下步骤的制备方法获得:

步骤1.将上述配方量的聚酰亚胺树脂和填料放入反应釜中,在约355℃的温度条件下,混炼约3h;

步骤2.将步骤1的混炼物放入搅拌器内,以约300r/min的转速搅拌约30min,搅拌

均匀获得混炼胶体；

步骤3.将步骤2的混炼胶体放入反应釜中,在反应釜中加入上述配方量的改性剂,在约-15℃的温度条件下进行低温改性,获得低温改性聚酰亚胺树脂；

步骤4.将步骤3的低温改性聚酰亚胺树脂放入密炼机中,在约430℃的温度条件下密炼约30min,密炼均匀获得高温改性聚酰亚胺树脂；

步骤5.将步骤4的高温改性聚酰亚胺树脂放入反应釜中,在反应釜中加入上述配方量的促进剂,促进反应约180min；

步骤6.将上述配方量的发泡剂、稳定剂加入步骤5的反应釜中,在约430℃的温度条件进行混合发泡反应；

混合均匀后静置约4h,获得多孔结构的改性聚酰亚胺；

步骤7.将步骤6的发泡聚酰亚胺在约200℃的温度条件下烘干约4h；

将烘干后的发泡型改性聚酰亚胺塑料通过螺杆挤出机高温挤出并使用颗粒裁剪机将材料剪切成颗粒状,获得发泡型改性聚酰亚胺材料。

[0051] 本实施例中的上述耐高温特种高频软电缆,是按照如下步骤的制备方法获得：

步骤1.按照设计传输要求,选取对应直径的铜线芯,在铜线芯上镀覆铬合金镀层,获得铜基导线,备用；

制备发泡型改性聚酰亚胺材料,备用；

步骤2.将铜基导体通过恒张力系统穿装在挤出机中,通过挤出机将发泡型改性聚酰亚胺材料挤包在铜基导体的外部,获得绝缘结构；

步骤3.将步骤2获得的绝缘结构穿装在恒张力绕包机中,通过绕包机将上述镀铬合金铜带、以约46%的搭盖率重叠绕包在步骤2的绝缘结构外部,获得内屏蔽结构；

步骤4.将步骤3获得的内屏蔽结构穿装在编织机中,通过编织机将上述镀银镍硅合金丝、以约91%的编织密度编织在步骤3的内屏蔽结构外部,获得外屏蔽结构；

步骤5.将步骤4获得的外屏蔽结构穿装在恒张力绕包机中,通过绕包机将上述自粘型聚酰亚胺复合薄膜,以胶面层朝外、约50%的搭盖率重叠绕包在步骤4的外屏蔽结构外部,获得内护套结构；

步骤6.将步骤5获得的内护套结构穿装在编织机中,通过编织机将上述石墨纤维丝、以约92%的编织密度编织在步骤5的内护套结构外部,获得外护套结构。

实施例

[0052] 本实施例提供了一种耐高温特种高频软电缆,包括由内向外依次排布的导体、绝缘层、内屏蔽层、外屏蔽层和护套层。

[0053] 导体为单导线结构,构成导体的导线是由铜线芯和镀覆在外的铬合金镀层组成,导线外部的镀层厚度约为2.5 μm 。

[0054] 绝缘层为发泡型改性聚酰亚胺材料在导体外部的挤包结构,该发泡型改性聚酰亚胺材料的介电常数约为1.46、泡沫密度约为0.05g/cm³、泡沫粒径约为21 μm 。

[0055] 内屏蔽层为镀铬合金耐温金属带在绝缘层外部的重叠绕包结构；

内屏蔽层的镀铬合金耐温金属带为镀铬合金铜带；

镀铬合金铜带的厚度约为0.06mm、铬合金镀层厚度约为3.2 μm ；

内屏蔽层的重叠绕包搭盖率约为45%。

[0056] 外屏蔽层为镀银镍硅合金丝在内屏蔽层外部的编织结构；
外屏蔽层的编织密度约为95%。

[0057] 护套层是由内护套层和外护套层复合而成。

[0058] 内护套层为自粘型聚酰亚胺复合薄膜在外屏蔽层外部的重叠绕包结构,且自粘型聚酰亚胺复合薄膜的胶面层朝外；

内护套层的自粘型聚酰亚胺复合薄膜,为聚酰亚胺铝复合薄膜；

自粘型聚酰亚胺复合薄膜的厚度约为0.056mm、宽度约为6mm；

内护套层的重叠绕包搭盖率约为49%。

[0059] 外护套层为石墨纤维丝在内护套层外部的一层编织结构；
外护套层的石墨纤维丝的直径约为6 μ m、石墨含量约为99.3%；
外护套层的每一层编织密度约为93%。

[0060] 本实施例中的上述发泡型改性聚酰亚胺材料以下列重量配比的原料组成,聚酰亚胺树脂70份、填料15份、改性剂8份、促进剂5份、发泡剂10份、稳定剂15份；

其中,填料为纳米SiO₂粒子；

改性剂为甲基丙烯酸基和环氧基丙烯酸树脂的混合物,混合比例为1:1.2；

促进剂为铅粉和硝基胍的混合物,混合比例为1:1.1；

发泡剂为多面体低聚倍半硅氧烷；

稳定剂为四氢呋喃。

[0061] 本实施例中的上述发泡型改性聚酰亚胺材料,是按照如下步骤的制备方法获得：

步骤1.将上述配方量的聚酰亚胺树脂和填料放入反应釜中,在约360℃的温度条件下,混炼约2.5h；

步骤2.将步骤1的混炼物放入搅拌器内,以约150r/min的转速搅拌约40min,搅拌均匀获得混炼胶体；

步骤3.将步骤2的混炼胶体放入反应釜中,在反应釜中加入上述配方量的改性剂,在约-10℃的温度条件下进行低温改性,获得低温改性聚酰亚胺树脂；

步骤4.将步骤3的低温改性聚酰亚胺树脂放入密炼机中,在约390℃的温度条件下密炼约35min,密炼均匀获得高温改性聚酰亚胺树脂；

步骤5.将步骤4的高温改性聚酰亚胺树脂放入反应釜中,在反应釜中加入上述配方量的促进剂,促进反应约150min；

步骤6.将上述配方量的发泡剂、稳定剂加入步骤5的反应釜中,在约390℃的温度条件进行混合发泡反应；

混合均匀后静置约3.6h,获得多孔结构的改性聚酰亚胺；

步骤7.将步骤6的发泡聚酰亚胺在约160℃的温度条件下烘干约5h；

将烘干后的发泡型改性聚酰亚胺塑料通过螺杆挤出机高温挤出并使用颗粒裁剪机将材料剪切成颗粒状,获得发泡型改性聚酰亚胺材料。

[0062] 本实施例中的上述耐高温特种高频软电缆,是按照如下步骤的制备方法获得：

步骤1.按照设计传输要求,选取对应直径的铜线芯,在铜线芯上镀覆铬合金镀层,获得铜基导线,备用；

制备发泡型改性聚酰亚胺材料,备用;

步骤2.将铜基导体通过恒张力系统穿装在挤出机中,通过挤出机将发泡型改性聚酰亚胺材料挤包在铜基导体的外部,获得绝缘结构;

步骤3.将步骤2获得的绝缘结构穿装在恒张力绕包机中,通过绕包机将上述镀铬合金铜带、以约45%的搭盖率重叠绕包在步骤2的绝缘结构外部,获得内屏蔽结构;

步骤4.将步骤3获得的内屏蔽结构穿装在编织机中,通过编织机将上述镀银镍硅合金丝、以约95%的编织密度编织在步骤3的内屏蔽结构外部,获得外屏蔽结构;

步骤5.将步骤4获得的外屏蔽结构穿装在恒张力绕包机中,通过绕包机将上述自粘型聚酰亚胺复合薄膜,以胶面层朝外、约49%的搭盖率重叠绕包在步骤4的外屏蔽结构外部,获得内护套结构;

步骤6.将步骤5获得的内护套结构穿装在编织机中,通过编织机将上述石墨纤维丝、以约93%的编织密度编织在步骤5的内护套结构外部,获得外护套结构。

实施例

[0063] 本实施例提供了一种耐高温特种高频软电缆,包括由内向外依次排布的导体、绝缘层、内屏蔽层、外屏蔽层和护套层。

[0064] 导体为多导线绞合结构,构成导体的导线是由铜线芯和镀覆在外的铬镀层组成,导线外部的镀层厚度约为3.5 μm 。

[0065] 绝缘层为发泡型改性聚酰亚胺材料在导体外部的挤包结构,该发泡型改性聚酰亚胺材料的介电常数约为1.47、泡沫密度约为0.05g/cm³、泡沫粒径约为23 μm 。

[0066] 内屏蔽层为镀铬合金耐温金属带在绝缘层外部的重叠绕包结构;

内屏蔽层的镀铬合金耐温金属带为镀铬合金铜带;

镀铬合金铜带的厚度约为0.055mm、铬合金镀层厚度约为4.2 μm ;

内屏蔽层的重叠绕包搭盖率约为44.5%。

[0067] 外屏蔽层为镀银镍硅合金丝在内屏蔽层外部的编织结构;

外屏蔽层的编织密度约为97%。

[0068] 护套层是由内护套层和外护套层复合而成。

[0069] 内护套层为自粘型聚酰亚胺复合薄膜在外屏蔽层外部的重叠绕包结构,且自粘型聚酰亚胺复合薄膜的胶面层朝外;

内护套层的自粘型聚酰亚胺复合薄膜,为聚酰亚胺铝复合薄膜;

自粘型聚酰亚胺复合薄膜的厚度约为0.062mm、宽度约为7mm;

内护套层的重叠绕包搭盖率约为48.5%。

[0070] 外护套层为石墨纤维丝在内护套层外部的两层编织结构。

[0071] 外护套层的石墨纤维丝的直径约为7 μm 、石墨含量约为99.6%;

外护套层的每一层编织密度约为94%。

[0072] 本实施例中的上述发泡型改性聚酰亚胺材料以下列重量配比的原料组成,聚酰亚胺树脂75份、填料13份、改性剂9份、促进剂4份、发泡剂12份、稳定剂16份;

其中,填料为聚酯胺盐粉和纳米氧化锌的混合物,混合比例为1:0.8;

改性剂为甲基丙烯酸基和环氧基丙烯酸树脂的混合物,混合比例为1:0.9;

促进剂为锌粉、铅粉和硝基胍的混合物,混合比例为1:0.5:0.8;
发泡剂为纳米二氧化硅和偶氮二甲酰胺的混合物,混合比例为1:1;
稳定剂为四氢呋喃。

[0073] 本实施例中的上述发泡型改性聚酰亚胺材料,是按照如下步骤的制备方法获得:

步骤1.将上述配方量的聚酰亚胺树脂和填料放入反应釜中,在约370℃的温度条件下,混炼约2.2h;

步骤2.将步骤1的混炼物放入搅拌器内,以约130r/min的转速搅拌约45min,搅拌均匀获得混炼胶体;

步骤3.将步骤2的混炼胶体放入反应釜中,在反应釜中加入上述配方量的改性剂,在约-9℃的温度条件下进行低温改性,获得低温改性聚酰亚胺树脂;

步骤4.将步骤3的低温改性聚酰亚胺树脂放入密炼机中,在约410℃的温度条件下密炼约36min,密炼均匀获得高温改性聚酰亚胺树脂;

步骤5.将步骤4的高温改性聚酰亚胺树脂放入反应釜中,在反应釜中加入上述配方量的促进剂,促进反应约145min;

步骤6.将上述配方量的发泡剂、稳定剂加入步骤5的反应釜中,在约395℃的温度条件进行混合发泡反应;

混合均匀后静置约3.2h,获得多孔结构的改性聚酰亚胺;

步骤7.将步骤6的发泡聚酰亚胺在约185℃的温度条件下烘干约5.2h;

将烘干后的发泡型改性聚酰亚胺塑料通过螺杆挤出机高温挤出并使用颗粒裁剪机将材料剪切成颗粒状,获得发泡型改性聚酰亚胺材料。

[0074] 本实施例中的上述耐高温特种高频软电缆,是按照如下步骤的制备方法获得:

步骤1.按照设计传输要求,选取对应直径的铜线芯,在铜线芯上镀覆铬镀层,获得铜基导线,备用;

制备上述发泡型改性聚酰亚胺材料,备用;

步骤2.将铜基导体通过恒张力系统穿装在挤出机中,通过挤出机将发泡型改性聚酰亚胺材料挤包在铜基导体的外部,获得绝缘结构;

步骤3.将步骤2获得的绝缘结构穿装在恒张力绕包机中,通过绕包机将上述镀铬合金铜带、以约44.5%的搭盖率重叠绕包在步骤2的绝缘结构外部,获得内屏蔽结构;

步骤4.将步骤3获得的内屏蔽结构穿装在编织机中,通过编织机将上述镀银镍硅合金丝、以约97%的编织密度编织在步骤3的内屏蔽结构外部,获得外屏蔽结构;

步骤5.将步骤4获得的外屏蔽结构穿装在恒张力绕包机中,通过绕包机将上述自粘型聚酰亚胺复合薄膜,以胶面层朝外、约48.5%的搭盖率重叠绕包在步骤4的外屏蔽结构外部,获得内护套结构;

步骤6.将步骤5获得的内护套结构穿装在编织机中,通过编织机将上述石墨纤维丝、以约94%的编织密度编织在步骤5的内护套结构外部,获得外护套结构。

实施例

[0075] 本实施例的其它内容与实施例1相同,不同之处在于:

绝缘层的发泡型改性聚酰亚胺材料的介电常数约为1.455、泡沫密度约为0.05g/

cm³、泡沫粒径约为24um;

本实施例中的上述发泡型改性聚酰亚胺材料以下列重量配比的原料组成,聚酰亚胺树脂66份、填料11份、改性剂7份、促进剂3份、发泡剂11份、稳定剂12份;

其中,填料为聚酯胺盐粉和纳米SiO₂粒子的混合物,混合比例为1:1.2;

改性剂为甲基丙烯酸基和环氧基丙烯酸树脂的混合物,混合比例为1:0.9;

促进剂为锌粉、铅粉和硝基胍的混合物,混合比例为1:0.5:0.8;

发泡剂为纳米二氧化硅和多面体低聚倍半硅氧烷的混合物,混合比例为1:1;

稳定剂为四氢呋喃。

实施例

[0076] 本实施例的其它内容与实施例1相同,不同之处在于:

绝缘层的发泡型改性聚酰亚胺材料的介电常数约为1.456、泡沫密度约为0.05g/cm³、泡沫粒径约为25um;

本实施例中的上述发泡型改性聚酰亚胺材料以下列重量配比的原料组成,聚酰亚胺树脂75份、填料18份、改性剂9份、促进剂7份、发泡剂13份、稳定剂15份;

其中,填料为纳米氧化锌和纳米SiO₂粒子的混合物,混合比例为1:0.9;

改性剂为甲基丙烯酸基和环氧基丙烯酸树脂的混合物,混合比例为1:1.1;

促进剂为锌粉、铅粉和硝基胍的混合物,混合比例为1:0.5:0.8;

发泡剂为偶氮二甲酰胺和多面体低聚倍半硅氧烷的混合物,混合比例为1:1.2;

稳定剂为四氢呋喃。

实施例

[0077] 本实施例的其它内容与实施例1相同,不同之处在于:

绝缘层的发泡型改性聚酰亚胺材料的介电常数约为1.457、泡沫密度约为0.05g/cm³、泡沫粒径约为26um;

本实施例中的上述发泡型改性聚酰亚胺材料以下列重量配比的原料组成,聚酰亚胺树脂76份、填料19份、改性剂7份、促进剂8份、发泡剂11份、稳定剂16份;

其中,填料为聚酯胺盐粉、纳米氧化锌和纳米SiO₂粒子的混合物,混合比例为1:0.5:0.8;

改性剂为甲基丙烯酸基和环氧基丙烯酸树脂的混合物,混合比例为1:0.8;

促进剂为锌粉、铅粉和硝基胍的混合物,混合比例为1:0.5:0.8;

发泡剂为纳米二氧化硅、偶氮二甲酰胺和多面体低聚倍半硅氧烷的混合物,混合比例为1:0.8:0.5;

稳定剂为四氢呋喃。

[0078] 尽管已描述了本发明的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0079] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围

之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

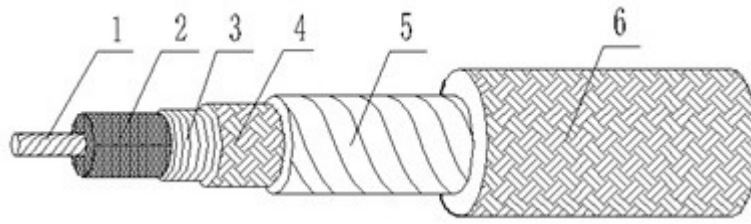


图1

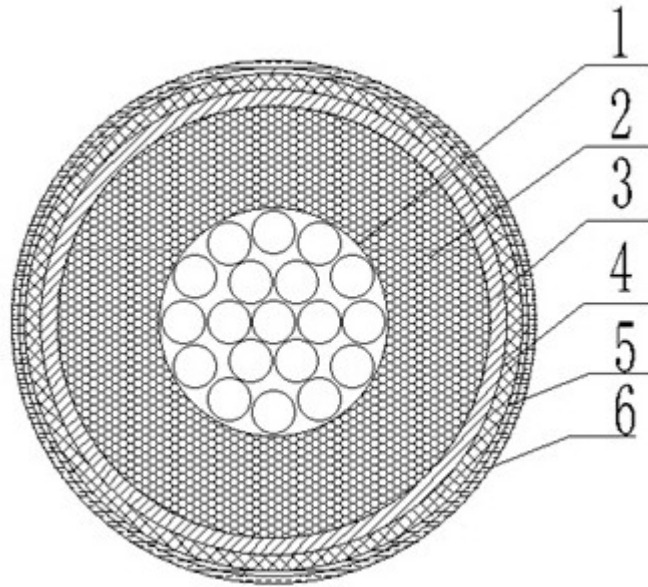


图2