



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101770834 A

(43) 申请公布日 2010. 07. 07

(21) 申请号 200810205092. 1

(22) 申请日 2008. 12. 30

(71) 申请人 上海亚龙工业股份有限公司

地址 201412 上海市金山区漕廊公路 2888 号

(72) 发明人 计初喜 鲁邦秀 于景丰 赵怀顺

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
31002

代理人 潘振甦

(51) Int. Cl.

H01B 7/17(2006. 01)

H01B 13/00(2006. 01)

H01B 13/14(2006. 01)

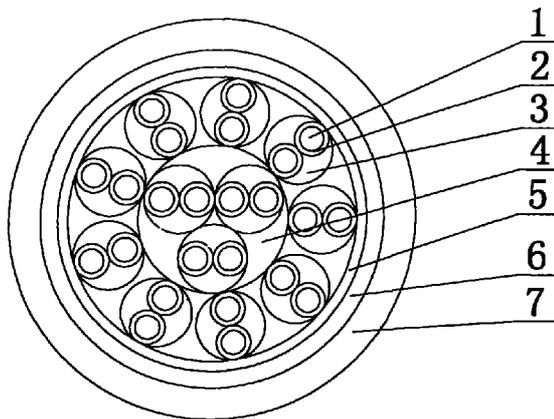
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

第三代核电站用耐辐射信号电缆及制作方法

(57) 摘要

本发明涉及一种第三代核电站用耐辐射信号电缆及制作方法,其特征在干所述的电缆依次由导体 1、绝缘层 2、成缆元件 3、填充层 4、包带 5、屏蔽层 6 和外护套 7 构成;其中,①导体采用 GB/T3956 规定的第 1 类或第 2 类导体结构;②绝缘层厚度复合 TB/T2476 标准的规定;③屏蔽层为铜丝编织、铜带绕包或铝塑复合带;④外护套厚度符合 TB/T2476 标准的规定;⑤成缆元件为对绞组、三线组或四线组。制作方法特点使用聚醚酰亚胺材料和特殊的工艺,制作的电缆使用热寿命 50 年以上,累积辐照剂量不低于 850K Gy。



1. 第三代核电站用耐辐射电信号电缆,其特征在於所述的电缆依次由导体(1)、绝缘层(2)、成缆元件(3)、填充层(4)、包带(5)、屏蔽层(6)和外护套(7)构成;其中,

- ①导体采用 GB/T3956 规定的第 1 类或第 2 类导体结构;
- ②绝缘层厚度复合 TB/T2476 标准的规定;
- ③屏蔽层为铜丝编织、铜带绕包或铝塑复合带;
- ④外护套厚度符合 TB/T2476 标准的规定;
- ⑤成缆元件为对绞组、三线组或四线组。

2. 按权利要求 1 所述的第三代核电站用耐辐射电信号电缆,其特征在於导体表面镀锡或不镀锡。

3. 按权利要求 1 所述的第三代核电站用耐辐射电信号电缆,其特征在於导体线芯的截面为圆形。

4. 按权利要求 1 所述的第三代核电站用耐辐射电信号电缆,其特征在於四线组是由四线电缆直接绞合而成。

5. 按权利要求 1 所述的第三代核电站用耐辐射电信号电缆,其特征在於铜丝屏蔽层的编织密度应不小于 85%;铜带绕包屏蔽采用不小于 0.05mm 的铜带重叠绕包;铝带绕包屏蔽用厚度不小于 0.05mm 的单面铝型复合带绕包,且在屏蔽层内侧纵向放置一根截面不小于 0.5mm^2 的铜丝作引流线。

6. 按权利要求 1 所述的第三代核电站用耐辐射电信号电缆,其特征在於绝缘层和外护套的材料为聚醚酰亚胺;填充为无碱玻璃丝绳。

7. 制备如权利要求 1~6 中任一项所述的第三代核电站用耐辐射电信号电缆的方法,采用高温挤塑加工工艺,其特征在於:

- (1) 长径比 $L/D = 25 \sim 30$;
- (2) 压缩比 $2.1 \sim 2.7 : 1$;
- (3) 绝缘层和外护套用的聚醚酰亚胺材料在使用前,干燥 6 小时;
- (4) 导体需预热,预热温度为 $65 \sim 95^\circ\text{C}$;
- (5) 挤塑机的温度控制在 $280 \sim 320^\circ\text{C}$

8. 按权利要求 7 所述的第三代核电站用耐辐射电信号电缆的制作方法,其特征在於挤塑机的温度控制是:一区 $280 \sim 290^\circ\text{C}$,二区 $280 \sim 290^\circ\text{C}$,三区 $290 \sim 300^\circ\text{C}$,法兰 $295 \sim 315^\circ\text{C}$,机头 $300 \sim 320^\circ\text{C}$ 。

9. 按权利要求 7 所述的第三代核电站用耐辐射电信号电缆的制作方法,其特征在於使用前聚醚酰亚胺干燥温度为 110°C 。

第三代核电站用耐辐射信号电缆及制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种第三代核电站用耐辐射信号电缆及制作方法,属于电缆技术领域。

背景技术

[0002] 近年来我国核电工业发展迅速,到 2020 年核电在总发电量中的比重将从目前 1.8% 上升到 4%,保守估计,核电站用 1E 级电缆每年平均将达 40 亿元,核电站用电缆市场前景广阔。

[0003] 核电站用电缆品种与一般火力发电厂基本相同,但其材料组成和试验项目则有较大的差异。核电站用耐辐射电缆安装在安全壳内,在地震荷载下和在正常事故情况下和/或在事故后能执行其规定功能的电缆。该类电缆要求通过设计基准事件试验,累积辐照剂量应至少达到 850kGy(千格雷)。该类电缆由于运行时会长期受 γ 射线辐射、LOCA 环境老化等恶劣条件的影响故需要解决材料及生产工艺等关键问题。我公司技术人员通过对新材料的研究和应用,专门设计出第三代核电站用耐辐射信号电缆。

[0004] 第三代核电站用耐辐射信号电缆研发的主要难点在于电缆耐辐射性、耐恶劣环境、无卤低烟高阻燃性于一体,要解决这些难点,采用常规的聚烯烃材料是行不通的。为此,本发明的发明人通过大量试验研究,设计合理的电缆结构,采用特种的聚醚酰亚胺材料和工艺用于电缆的绝缘及护套加工,使电缆成品性能完全满足第三代核电站用耐辐射信号电缆要求。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种第三代核电站用耐辐射信号电缆及制作方法。

[0006] 正如前面所述,第三代核电站用耐辐射信号电缆研发的主要难点在于电缆集耐辐射性、耐恶劣环境、无卤低烟高阻燃性于一体,不是单纯地只考虑某一项性能指标,这就大大地提高了产品研发的难度。本发明首先从新材料研制着手,选用特种的聚醚酰亚胺材料和工艺,通过对该材料进行试验发现,该材料具有以下优良性能:

[0007] (1)、优良的电气性能和机械性能,完全满足低压电缆的要求;

[0008] (2)、优良的耐辐射性能,耐辐射剂量为 4000kGy,远高于核电站 1E 级 K1 类电缆所需的 850kGy;

[0009] (3)、良好的阻燃性能,氧指数达 48,远高于普通高阻燃材料的 35;

[0010] (4)、具有很好的低烟密度,环保性能完全满足欧盟环保指令要求;

[0011] (5)、具有良好的耐化学性能,能耐矿物油、酸碱、臭氧等化学物质;

[0012] (6)、具有耐高温性能,工作温度达 130℃~150℃。

[0013] 该材料具有先天的适合核电站环境使用,因此,本发明的重点是研究该材料的加工工艺。经过多次试验加工挤出,本发明提出了合理的挤出加工工艺。

[0014] 如图 1 所示,本发明所提供的第三代核电站用的辐射信号电缆依次由导体、绝缘

层、成缆元件、填充层、包带、屏蔽层和外护套构成。

[0015] 本发明提供的第三代核电站用耐辐射信号电缆的成缆元件为对绞组、三线组或四线组,电缆导体线芯的截面为圆形。其中:

[0016] (1) 导体:

[0017] 导体采用 GB/T3956 规定的第 1 类或第 2 类导体结构,表面可以镀锡或不镀锡两种,导体表面光洁,无毛刺,划痕。

[0018] (2) 绝缘层:

[0019] 采用聚醚酰亚胺绝缘料,绝缘厚度符合 TB/T2476 标准的规定,保证绝缘线芯具有良好的耐辐射、环保高阻燃和电气绝缘性能。

[0020] (3) 成缆元件:

[0021] 根据不同绞合元件需求,采用不同颜色或数字的绝缘线芯生产成对绞组、三线组和四线组多种形式。

[0022] (4) 填充层:

[0023] 填充层采用无碱玻璃丝绳,保证产品的高阻燃性和圆整性。包带采用非吸湿性包带,起到扎紧性能。

[0024] (5) 屏蔽层:

[0025] 屏蔽可以分为铜丝编织屏蔽、铜带、铝塑复合带多种结构形式,铜丝编织屏蔽层的编织密度应不少于 85%,铜带绕包屏蔽采用厚度不小于 0.05mm 的铜带重叠绕包,铝塑带绕包屏蔽采用厚度不小于 0.05mm 的单面铝塑复合带重叠绕包,在屏蔽层内侧纵向放置一根截面不小于 0.5mm^2 的铜丝作引流线。

[0026] (6) 外护套:

[0027] 外护套采用聚醚酰亚胺护套料,护套厚度符合 TB/T2476 标准的规定,使电缆具有很强的耐辐射性能,同时具有较好的耐环境腐蚀性能及阻燃性能。使电缆能有效地经受核电站长期的核辐射能力。

[0028] 本发明提供的电缆在高温挤塑机加工成电缆,其特征在于:

[0029] (1)、在高温挤塑机加工,长径比 $L/D = 25 \sim 30$ 。

[0030] (2)、压缩比: $2.1 \sim 2.7 : 1$ 。

[0031] (3)、绝缘层和外护套用的聚醚酰亚胺材料在使用前需干燥 6 小时,干燥温度为 110°C 。

[0032] (4)、导体需预热:预热温度控制在 $65^\circ\text{C} \sim 95^\circ\text{C}$ 。

[0033] (5)、各区段温度控制范围:

[0034]

一区	二区	三区	法兰	机头
$280 \sim 290^\circ\text{C}$	$280 \sim 290^\circ\text{C}$	$290 \sim 300^\circ\text{C}$	$295 \sim 315^\circ\text{C}$	$300 \sim 320^\circ\text{C}$

[0035] 由此可见本发明使用聚醚酰亚胺新材料加工工艺依,该材料具有高温挤出的特点,在加工前需加热干燥 6 小时,保证材料的加工性能,同时,还要控制好加工温度,挤塑机的温度控制在 $280^\circ\text{C} \sim 320^\circ\text{C}$ 合理范围,使材料的电气绝缘性能、耐热性、耐辐射性、机械强度、耐应力开裂、阻燃、耐化学腐蚀等性能能充分体现。

- [0036] 本发明提供的第三代核电站用耐辐射信号电缆特性为：
- [0037] 1. 除一般特性指标：符合 TB/T2476 标准要求之外，其特殊性能指标为：
- [0038] (1) 热寿命：电缆使用寿命 50 年以上。
- [0039] (2) 辐照剂量、模拟 LOCA-HELB 性能：累积辐照剂量不低于 850kGy。
- [0040] 2. 所提供的电缆符合 GB/T18380.3 成束燃烧试验阻燃 A 类的要求，电缆绝缘线芯符合 GB/T18380.1 单根垂直燃烧试验要求。
- [0041] 3. 所提供的电缆具有较好的抗震性能和弯曲性能。

附图说明

- [0042] 图 1 本发明提供的第三代核电站用耐辐射信号电缆的成缆元件，a) 对绞组；b) 三线组；c) 四线组。
- [0043] 图 2 本发明提供的第三代核电站用耐辐射信号电缆结构示意图。
- [0044] 图 3 本发明提供的电缆的工艺流程。
- [0045] 图中，1 导体；2 绝缘层；3 成缆元件；4 填充层；5 包带；6 屏蔽层；7 外护套。

具体实施方式

- [0046] 下面通过具体实施例以进一步阐明本发明的实质性特点和显著的进步。
- [0047] 实施例 1
- [0048] 以成缆元件为对绞组说明之。所述的第三代核电站耐辐射信号电缆是由导体 1、绝缘层 2、对绞组 3、填充层 4、包带 5、屏蔽层 6 以及外护套 7 构成的。
- [0049] 其中：
- [0050] 导体采用 GB/T3956 规定的铜导体结构，可以镀锡或不镀锡两种，导体表面光洁，无毛刺，划痕；绝缘层采用聚醚酰亚胺绝缘料，保证绝缘线芯具有良好的耐辐射、环保高阻燃和电气绝缘性能；成缆元件应是绞合后的对绞组；
- [0051] 填充层采用无碱玻璃丝绳为填充料，保证产品的高阻燃性和圆整性。包带采用非吸湿性包带。
- [0052] 屏蔽层可以分为铜丝编织屏蔽、铜带、铝塑复合带多种结构形式，铜丝编织屏蔽的编织密度应不少于 85%，铜带绕包屏蔽采用厚度不低于 0.05mm 的铜带重叠绕包，铝塑带绕包屏蔽采用厚度不低于 0.05mm 的单面铝塑复合带重叠绕包。
- [0053] 外护套采用聚醚酰亚胺护套料，使电缆具有很强的耐辐射性能，同时具有较好的耐环境腐蚀性能及阻燃性能。普通的阻燃聚烯烃护套料虽然阻燃性能可以满足 A 类要求，但在进行辐照试验后很容易开裂，不能满足耐环境试验要求，所以只有找到全新的聚醚酰亚胺护套料，使电缆能有效地经受核电站长期的核辐射能力。
- [0054] 本实施例所述的第三代核电站耐辐射信号电缆采用高温挤压机加工，长径比为 27 ~ 28，压缩比 2.5 : 1，使用的聚醚酰亚胺绝缘层和护套料在使用前干燥 6 小时，干燥温度为 110℃，且在挤压前需预热，预热温度为 80 ~ 85℃，然后控制各区的温度，高温挤压而成。
- [0055] 实施例 2
- [0056] 成缆元件为三线组，其余同实施例 1。

[0057] 实施例 3

[0058] 成缆元件,四芯电缆直接绞合成四线组,其余同实施例 1。

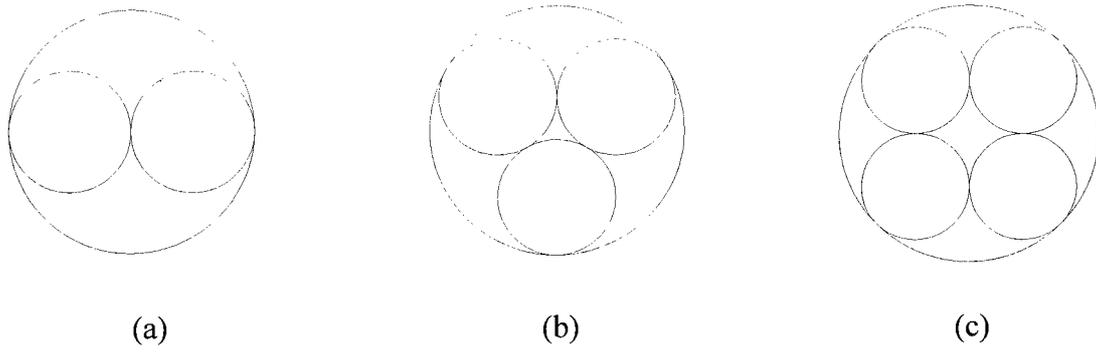


图 1

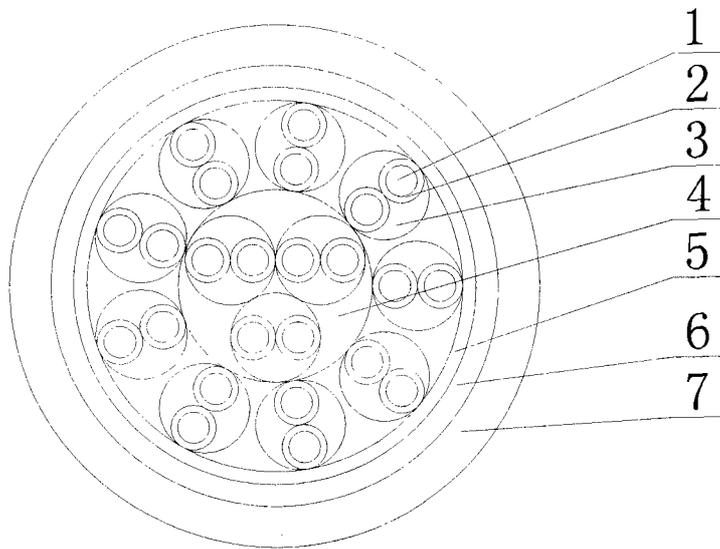


图 2

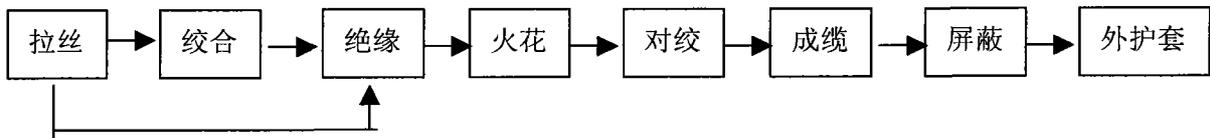


图 3