



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116864190 B

(45) 授权公告日 2024. 01. 30

(21) 申请号 202310944885.X

H01B 7/295 (2006.01)

(22) 申请日 2023.07.31

H01B 7/29 (2006.01)

H01B 7/22 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116864190 A

(43) 申请公布日 2023.10.10

(73) 专利权人 江苏恒辉电气有限公司

地址 225600 江苏省扬州市高邮市菱塘回族乡

(72) 发明人 翁中宇 闵宏兵 潘友姐 王仕忠

姚兴皓 丁亮 沈涛

(74) 专利代理机构 扬州智合知识产权代理事务所(普通合伙) 32725

专利代理师 胡德水

(56) 对比文件

CN 116499023 A, 2023.07.28

JP 2018181516 A, 2018.11.15

CN 211858207 U, 2020.11.03

CN 212136014 U, 2020.12.11

CN 102682889 A, 2012.09.19

CN 116031828 A, 2023.04.28

CN 104665840 A, 2015.06.03

US 2022392672 A1, 2022.12.08

刘文浩等. 基于随机决策森林的高压电缆局部放电模式识别. 《高压电器》. 2022, 第58卷(第6期), 第165-171页.

审查员 谭成

(51) Int. Cl.

H01B 7/02 (2006.01)

H01B 7/17 (2006.01)

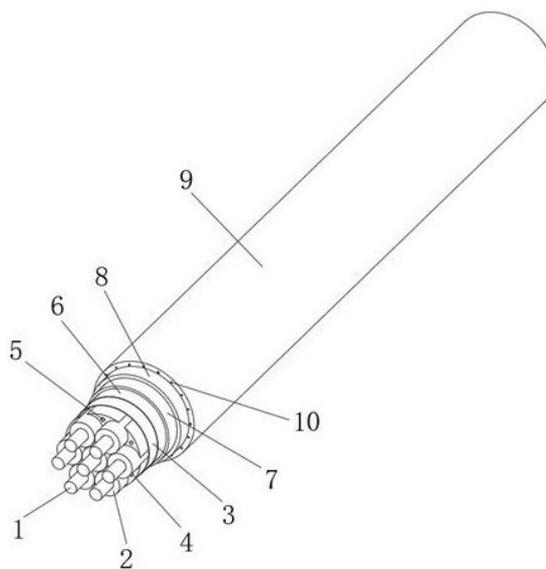
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆及检测方法

(57) 摘要

本发明提供一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆及检测方法, 涉及控制电缆技术领域。包括多股电缆内芯, 多股所述电缆内芯的外壁均包覆有内绝缘层, 多个所述内绝缘层的外侧设有无纺布带层, 多个所述内绝缘层与无纺布带层之间的间隙处设置有多组内衬物, 多组所述内衬物内均包覆有内衬钢丝; 所述无纺布带层外侧包覆有屏蔽层, 所述屏蔽层外侧包覆有内护套; 所述内护套外侧包覆有阻燃层, 所述阻燃层外侧设置有外护套, 所述阻燃层与外护套之间设有铠装层。通过设置由钢丝网制成的铠装层, 不仅保证了电缆的整体强度和抗拉伸性能, 也大大减轻了电缆的整体重量, 钢丝网的网状结构设计也使得电缆具有更好的柔软度, 更便于穿线和铺设。



1. 一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆的检测方法,包括多股电缆内芯(1),其特征在于:多股所述电缆内芯(1)的外壁均包覆有内绝缘层(2),多个所述内绝缘层(2)的外侧设有无纺布带层(3),多个所述内绝缘层(2)与无纺布带层(3)之间的间隙设置有多组内衬物(4),多组所述内衬物(4)内均包覆有内衬钢丝(5);

所述无纺布带层(3)外侧包覆有屏蔽层(6),所述屏蔽层(6)外侧包覆有内护套(7);

所述内护套(7)外侧包覆有阻燃层(8),所述阻燃层(8)外侧设置有外护套(9),所述阻燃层(8)与外护套(9)之间设有铠装层(10);

阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆的检测方法,包括以下步骤:

步骤1,传感器阵列安装在电缆表面或其附近,包括电流传感器、电压传感器、温度传感器,用于测量电缆的电流强度、电压水平、和温度变化信息;

步骤2,通过数据采集模块接收传感器阵列采集的模拟信号,并将其转换为数字信号,包括相连接的模数转换器ADC、滤波器、放大器电路,用于对采集的信号进行处理和优化;

步骤3,数据分析模块接收数据采集模块传输的数字信号,并利用改进随机森林算法和模型对电缆数据进行分析,对电缆数据进行训练和识别,该模块能够判断电缆的状态,包括是否存在故障、是否达到预警阈值;具体过程如下:

3.1,首先,对采集到的电缆数据进行预处理,包括数据清洗、去噪、归一化;

3.2,从预处理后的数据中提取电缆的状态和特征,分析时域、频域特征;通过选择合适的特征,提高模型对电缆状态的判别能力;

3.3,将预处理后的数据集划分为训练集和测试集;

3.4,算法训练:

3.4.1. 设置随机森林的参数,包括决策树的数量 $n\_estimators$ 、特征子集的大小 $max\_features$ ;

3.4.2. 对于每个决策树:

i. 从原始数据集中有放回地进行采样,构成一个随机的子数据集;

ii. 根据选定的特征和特征选择指标,构建决策树模型,改进的随机森林算法引入了随机特征选择的机制,每次在节点分裂时,随机从候选特征中选择一部分特征进行分裂;

3.4.3. 随机森林的预测:

对于待预测的新数据:

a. 对于每个决策树:根据决策树模型,沿着树的路径对特征进行判断,最终确定数据的类别;

b. 统计每个类别的预测结果,根据投票原则或概率平均法确定最终的预测结果;改进的随机森林算法涉及的公式和函数如下:

信息熵 $E(D)$ :

$$E(D) = -\sum (p_i * \log_2(p_i))$$

其中, $D$ 表示数据集, $p_i$ 表示数据集中第 $i$ 类样本所占的比例;

信息增益 $Gain(D, A)$ :

$$Gain(D, A) = E(D) - \sum ((|D_v|/|D|) * E(D_v))$$

其中, $A$ 表示待选择的特征, $D_v$ 表示特征 $A$ 的某个取值所对应的样本子集, $E(D_v)$ 为 $D_v$ 下的信息熵; $|D_v|$ 表示 $D_v$ 的样本个数, $|D|$ 表示数据集 $D$ 的样本个数;

基尼指数Gini(D):

$$\text{Gini}(D) = 1 - \sum (p_i^2)$$

改进的随机森林的构建函数:`defbuild_improved_random_forest(data, features, target, n_estimators, max_features):`

其中,`defbuild_improved_random_forest`为定义的函数名;`data`:输入的电缆数据集,包含特征和目标变量;`features`:特征列表,描述电缆的属性和参数;`target`:目标变量,表示电缆的状态或故障类别;`n_estimators`:随机森林中决策树的数量;`max_features`:每个决策树随机选择的特征数量;返回值:返回构建好的改进的随机森林模型;该函数用于构建改进的随机森林模型,它接受输入的电缆数据集和相关参数,根据`n_estimators`和`max_features`的设定构建指定数量的决策树,并通过随机特征选择的机制增强模型的性能,最终,函数返回构建好的改进的随机森林模型,用于对新的电缆数据进行预测和故障诊断;

决策树的构建函数:`defbuild_decision_tree_with_random_features(data, random_features, target):`

其中,`defbuild_decision_tree_with_random_features`为构建带有随机特征选择的决策树的递归函数,`random_features`:随机选择的特征列表,用于构建决策树;`target`:目标变量,表示电缆的状态或故障类别;返回值:返回构建好的带有随机特征选择的决策树模型;该函数用于构建带有随机特征选择的决策树模型,它接受输入的电缆数据集、随机选择的特征列表和目标变量;在构建决策树时,只考虑随机选择的特征列表作为判断条件,以增加决策树的多样性和鲁棒性,通过对数据集的分裂和节点的判断,构建好的决策树模型用于预测新的电缆数据的状态或故障类别;该函数在随机森林算法中被调用,用于构建每个决策树,通过随机特征选择的机制,每次在节点分裂时,仅使用随机选择的特征列表作为判断条件,从而增加了决策树的多样性和鲁棒性;

决策树的预测函数:`defpredict(data, decision_tree):`

其中,`defpredict`为根据构建好的决策树进行预测,`data`:待预测的电缆数据,`decision_tree`:构建好的决策树模型,返回值:返回预测结果,表示电缆数据的状态或故障类别;该函数用于根据构建好的决策树模型对待预测的电缆数据进行预测,它接受待预测的电缆数据和决策树模型作为输入,通过根据决策树模型的判断条件,沿着树的路径对待预测的数据进行判断,最终确定数据的状态或故障类别;该函数在随机森林算法中被调用,用于对每个决策树进行预测,对于待预测的数据,通过传入构建好的决策树模型,函数会根据决策树的判断条件,按照特征的取值逐步判断,最终得到数据的预测结果;该函数的输出结果用于随机森林模型的最终预测,通过投票原则或概率平均方法确定最终的预测结果;

3.5,使用训练集对选定的机器学习算法进行模型训练,通过输入电缆数据的特征和对应的标签,模型学习数据之间的关系和模式,并调整模型的参数,使其能够更好地拟合电缆数据的特征;

3.6,评估模型的准确性和性能;

3.7,根据评估结果,对模型进行优化和调整;

3.8,经过训练和优化后的模型用于实际的电缆数据识别和故障判别;

通过输入新的电缆数据特征,模型能够预测电缆的状态、故障类型;

步骤4,故障诊断模块进一步对电缆进行故障诊断和判定,该模块通过比对和分析数据

分析模块输出的结果,能够检测出电缆的具体故障类型和位置,当发现异常情况时,故障诊断模块发送警报或通知相关人员进行进一步处理,故障诊断模块根据预设的故障库或故障模型进行匹配和判断,以提高诊断的准确性和效率;

电流测量:测量电缆的电流值,如果电流值异常高或低于预期范围,表明存在短路或断路故障;

阻抗测量:通过测量电缆的阻抗值,如果阻抗异常高或低于正常范围,表明存在断路、绝缘故障或导线接触不良;

绝缘电阻测量:如果绝缘电阻异常低于标准值,表明存在绝缘故障;

温度检测:通过测量电缆的温度,如果出现异常升高或过热现象,表明存在电缆损伤或故障;

步骤5,用户界面是智能化电缆检测系统提供给用户与系统交互的界面,通过用户界面提供了数据显示、报告生成和故障处理。

2. 根据权利要求1所述的一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆的检测方法,其特征在于:多股所述电缆内芯(1)均是有金属铜制成,且多组所述电缆内芯(1)和内绝缘层(2)之间相互捻绞。

3. 根据权利要求1所述的一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆的检测方法,其特征在于:所述无纺布带层(3)是由无纺布带螺旋缠绕形成。

4. 根据权利要求1所述的一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆的检测方法,其特征在于:所述内衬物(4)是由无纺布缠绕挤压成型。

5. 根据权利要求1所述的一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆的检测方法,其特征在于:所述屏蔽层(6)是由铜箔带螺旋缠绕而成。

6. 根据权利要求1所述的一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆的检测方法,其特征在于:所述阻燃层(8)是由云母材质制成。

7. 根据权利要求1所述的一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆的检测方法,其特征在于:所述内绝缘层(2)、内护套(7)和外护套(9)均是由聚氯乙烯材质制成。

8. 根据权利要求1所述的一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆的检测方法,其特征在于:所述铠装层(10)为钢丝网(101),所述钢丝网(101)包括纵向钢丝(1011),所述纵向钢丝(1011)外侧均匀焊接有多组均匀分布的第一半环钢圈(1012)和第二半环钢圈(1013)。

9. 根据权利要求8所述的一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆的检测方法,其特征在于:所述钢丝网(101)与外护套(9)为一体式结构,且外护套(9)包覆于钢丝网(101)外周侧。

10. 根据权利要求1所述的一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆的检测方法,其特征在于:所述铠装层(10)为钢带(102),所述钢带(102)的数量为两根,且相互缠绕组成。

## 一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆及检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及控制电缆及智能化检测技术领域,具体为一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆及检测方法。

### 背景技术

[0002] 控制电缆是适用于工矿企业、能源交通部门、供交流额定电压450/750伏以下控制、保护线路等场合使用的聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套控制电缆。电线电缆行业是中国仅次于汽车行业的第二大行业,产品品种满足率和国内市场占有率均超过90%。在世界范围内,中国已经成为世界上第一大电线电缆生产控制电缆国。随着中国电力工业、数据通信业、城市轨道交通业、汽车业以及造船等行业规模的不断扩大,对电线电缆的需求也将迅速增长,未来电线电缆业还有巨大的发展潜力。

[0003] 控制电缆是能从电力系统的配电点把电能直接传输到各种用电设备器具的电源连接线路,控制电缆线路常见的故障有机械损伤、绝缘损伤、过电压、电缆过热故障等,目前市场上有各种不同类型的控制电缆,大多数控制电缆虽然都具备一定的阻燃、防火以及抗干扰等功能,而且为了增强电缆的整体强度以及抗拉伸性能,在电缆的内部往往设计了厚重的铠装层,但这也一定程度上增加了控制电缆的整体重量,同时也大大降低了控制电缆的柔软度,使得电缆在后续运输和铺设过程中十分费时费力;其次,目前控制电缆的绝缘和防火大多都是通过聚氯乙烯护套实现的,但当电缆内部线芯过压或因短路导致过热时,聚氯乙烯护套在80-85℃会开始软化,130℃变为粘弹态,160-180℃开始转变为粘流态,温度过热时,电缆的整体的层状防护结构会发生严重变形,进而容易导致电缆的局部防护层会变得稀薄,很容易被高压电流击穿,进而引发火灾,因而在实际使用的过程中存在较大的安全隐患。此外,传统电缆检测方法通常需要人工操作,费时费力且容易出现人为错误。

[0004] 为此,研发出了新的一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆及检测方法。

### 发明内容

[0005] (1)解决的技术问题

[0006] 针对现有技术的不足,本发明提供了一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆,解决了目前现有控制电缆厚重的铠装层增加了控制电缆的整体重量,同时也大大降低了控制电缆的柔软度;其次,目前控制电缆的绝缘和防火大多都是通过聚氯乙烯护套实现的,温度过热时,电缆的整体的层状防护结构会发生严重变形,进而容易导致电缆的局部防护层会变得稀薄,很容易被高压电流击穿,进而引发火灾的问题。此外,一种智能化电缆检测方法,能够快速、准确地检测电缆的状态和故障。

[0007] (2)技术方案

[0008] 为实现以上目的,本发明通过以下技术方案予以实现:一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆,包括多股电缆内芯,多股所述电缆内芯的外壁均包覆有内绝缘层,多个所述内绝缘层的外侧设有无纺布带层,多个所述内绝缘层与无纺布带层之间的间隙设置有多组内

衬物,多组所述内衬物内均包覆有内衬钢丝;

[0009] 所述无纺布带层外侧包覆有屏蔽层,所述屏蔽层外侧包覆有内护套;

[0010] 所述内护套外侧包覆有阻燃层,所述阻燃层外侧设置有外护套,所述阻燃层与外护套之间设有铠装层。

[0011] 优选的,多股所述电缆内芯均是有金属铜制成,且多组所述电缆内芯和内绝缘层之间相互捻绞。

[0012] 通过上述技术方案,相互捻绞的多股电缆内芯可使相邻两个环间的感应磁场相互抵消,从而起到更好的抗干扰作用。

[0013] 优选的,所述无纺布带层是由无纺布带螺旋缠绕形成。

[0014] 通过上述技术方案,由无纺布带螺旋缠绕形成的无纺布带层可以对内绝缘层和内衬物起到保护和固定作用,同时也便于后续屏蔽层和内护套的加工。

[0015] 优选的,所述内衬物是由无纺布缠绕挤压成型。

[0016] 通过上述技术方案,由无纺布缠绕挤压成型的内衬物可以配合多股电缆内芯进一步保证电缆的整圆性,以便后续其他防护层的加工。

[0017] 优选的,所述屏蔽层是由铜箔带螺旋缠绕而成。

[0018] 通过上述技术方案,通过在无纺布带层外侧螺旋缠绕包覆与电缆内芯同材质的屏蔽层,可以使电缆内芯电磁力的影响被屏蔽层吸收,从而可以在多股电缆内芯的外侧进一步起到抗干扰和耐辐射的功能。

[0019] 优选的,所述阻燃层是由云母材质制成。

[0020] 通过上述技术方案,由云母材质制成的阻燃层可以进一步增强电缆整体的防火、耐高温和阻燃性能,当电缆内芯因过压或因短路而导致电缆温度过高时,由云母材质制成的阻燃层既可以起到防火、阻燃作用,同时也不会因高温而被烧穿或变形破裂,进而引发火灾,从而大大提高了电缆的整体安全性和可靠性,降低了电缆实际使用的过程中的安全隐患。

[0021] 优选的,所述内绝缘层、内护套和外护套均是由聚氯乙烯材质制成。

[0022] 通过上述技术方案,由聚氯乙烯材质制成的内绝缘层、内护套和外护套不仅具有优异的介电性能,使得电缆具有较好的绝缘性能,同时也具有阻燃、难燃的优异特性,可以增强电缆整体的绝缘性、阻燃和耐火性能。

[0023] 优选的,所述铠装层为钢丝网,所述钢丝网包括纵向钢丝,所述纵向钢丝外侧均匀焊接有多组均匀分布的第一半环钢圈和第二半环钢圈。

[0024] 通过上述技术方案,由纵向钢丝、多组第一半环钢圈和第二半环钢圈加工成型的钢丝网不仅保证了电缆的整体强度和抗拉伸性能,同时也大大减轻了电缆的整体重量,钢丝网的网状结构设计也使得电缆具有更好的柔软度,更便于穿线和铺设。

[0025] 优选的,所述钢丝网与外护套为一体式结构,且外护套包覆于钢丝网外周侧。

[0026] 通过上述技术方案,通过将钢丝网与外护套一体浇注成型,既可以简化生产加工工艺,同时也可以实现钢丝网在电缆内部的稳定定位和固定。

[0027] 优选的,所述铠装层为钢带,所述钢带的数量为两根,且相互缠绕组成。

[0028] 通过上述技术方案,通过将两组相互缠绕的钢带加工成电缆的改装层,可以增强电缆整体的强度和抗拉伸性能,钢带的厚度为0.5-1mm,0.5-1mm厚度的钢带既能保证电缆

的整体的强度,同时也不会导致电缆的整体重量过重,从而更便于进行运输和铺设。

[0029] 本发明的一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆的检测方法,包括以下步骤:

[0030] 步骤1,传感器阵列安装在电缆表面或其附近,包括电流传感器、电压传感器、温度传感器,用于测量电缆的电流强度、电压水平、和温度变化信息;

[0031] 步骤2,通过数据采集模块接收传感器阵列采集的模拟信号,并将其转换为数字信号,包括相连接的模数转换器ADC、滤波器、放大器电路,用于对采集的信号进行处理和优化;

[0032] 步骤3,数据分析模块接收数据采集模块传输的数字信号,并利用改进随机森林算法和模型对电缆数据进行分析,对电缆数据进行训练和识别,该模块能够判断电缆的状态,如是否存在故障、是否达到预警阈值;

[0033] 步骤4,故障诊断模块进一步对电缆进行故障诊断和判定,该模块通过比对和分析数据分析模块输出的结果,能够检测出电缆的具体故障类型和位置,当发现异常情况时,故障诊断模块可以发送警报或通知相关人员进行进一步处理,故障诊断模块可以根据预设的故障库或故障模型进行匹配和判断,以提高诊断的准确性和效率;

[0034] 步骤5,用户界面是智能化电缆检测系统提供给用户与系统交互的界面,通过用户界面提供了数据显示、报告生成和故障处理。

[0035] (3) 有益效果

[0036] 本发明提供了一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆。具备以下有益效果:

[0037] 1、该种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆,通过设置由钢丝网制成的铠装层,不仅保证了电缆的整体强度和抗拉伸性能,同时也大大减轻了电缆的整体重量,钢丝网的网状结构设计也使得电缆具有更好的柔软度,更便于穿线和铺设。

[0038] 2、该种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆,通过在电缆内设计由云母材质制成的阻燃层,可以进一步增强电缆整体的防火、耐高温和阻燃性能,当电缆内芯因过压或因短路而导致电缆温度过高时,由云母材质制成的阻燃层既可以起到防火、阻燃作用,同时也不会因高温而被烧穿或变形破裂,从而大大提高了电缆的整体安全性和可靠性,降低了电缆实际使用过程中的安全隐患。

[0039] 3、改进的随机森林引入了随机特征选择的机制,每次在节点分裂时,随机从候选特征中选择一部分特征进行分裂。这样可以减少特定特征对模型的过度依赖,降低过拟合的风险,提高模型的泛化能力。通过随机特征选择,改进的随机森林可以构建更多不同的决策树,增加了模型的多样性。这样可以更好地捕捉电缆数据中的复杂关系和特征,提高模型的预测准确性和稳定性。改进的随机森林通过引入随机性,使得模型对于输入数据的变化更具鲁棒性。即使在面对有噪声或异常数据的情况下,模型也能够较好地处理和适应,减少了对干扰的敏感性,提高了系统的可靠性。传统随机森林需要对每个节点的所有特征进行评估,而改进的随机森林只需在每个节点中随机选择部分特征进行评估,从而减少了计算量。这样可以加快模型的训练速度,提高系统的效率。整个检测过程无需人工干预,提高了工作效率并减少了人为错误的可能性。利用人工智能技术进行数据分析和故障诊断,能够快速、准确地检测电缆的状态和故障。系统可以连续监测电缆的状态,及时发现潜在的故障并采取相应措施,避免事故的发生。

## 附图说明

[0040] 图1为本发明的立体结构示意图；

[0041] 图2为本发明的俯视图；

[0042] 图3为本发明的主视图；

[0043] 图4为本发明钢丝网的立体结构图；

[0044] 图5为本发明钢丝网的主体结构示意图；

[0045] 图6为本发明钢丝网的加工结构示意图；

[0046] 图7为本发明第一焊接机构的结构示意图；

[0047] 图8为本发明第二焊接机构的结构示意图；

[0048] 图9为本发明钢带的结构示意图；

[0049] 图10为本发明钢丝定位导向机构的结构示意图。

[0050] 其中,1、电缆内芯;2、内绝缘层;3、无纺布带层;4、内衬物;5、内衬钢丝;6、屏蔽层;7、内护套;8、阻燃层;9、外护套;10、铠装层;101、钢丝网;1011、纵向钢丝;1012、第一半环钢圈;1013、第二半环钢圈;102、钢带;11、第一上料机械手;1101、水平夹持上料机械手;1102、第一电磁吸夹座;12、第一焊接机构;1201、第一焊接座;1202、第一焊接头;1203、第一连接杆;13、第二上料机械手;1301、垂直夹持上料机械手;1302、第二电磁吸夹座;14、第二焊接机构;1401、第二焊接座;1402、第二焊接头;1403、第二连接杆;15、钢丝定位导向机构;1501、定位导向座;1502、定位通孔。

## 具体实施方式

[0051] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0052] 实施例一:如图1-图8所示,本发明实施例提供一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆,包括多股电缆内芯1,多股电缆内芯1的外壁均包覆有内绝缘层2,多股电缆内芯1均是有金属铜制成,且多组电缆内芯1和内绝缘层2之间相互捻绞,相互捻绞的多股电缆内芯1可使相邻两个环间的感应磁场相互抵消,从而起到更好的抗干扰作用;

[0053] 多个内绝缘层2的外侧设有无纺布带层3,无纺布带层3是由无纺布带螺旋缠绕形成,由无纺布带螺旋缠绕形成的无纺布带层3可以对内绝缘层2和内衬物4起到保护和固定作用,同时也便于后续屏蔽层6和内护套7的加工;

[0054] 多个内绝缘层2与无纺布带层3之间的间隙设置有多组内衬物4,多组内衬物4内均包覆有内衬钢丝5,内衬物4是由无纺布缠绕挤压成型,由无纺布缠绕挤压成型的内衬物4可以配合多股电缆内芯1进一步保证电缆的整圆性,以便后续其他防护层的加工,内衬钢丝5可以在内部进一步增强电缆的整体抗拉伸性能;

[0055] 无纺布带层3外侧包覆有屏蔽层6,屏蔽层6是由铜箔带螺旋缠绕而成,通过在无纺布带层3外侧螺旋缠绕包覆与电缆内芯1同材质的屏蔽层6,可以使电缆内芯1电磁力的影响被屏蔽层6吸收,从而可以在多股电缆内芯1的外侧进一步起到抗干扰和耐辐射的功能,确保传输信号的稳定性;

[0056] 屏蔽层6外侧包覆有内护套7,内护套7外侧包覆有阻燃层8,阻燃层8是由云母材质制成,由云母材质制成的阻燃层8可以进一步增强电缆整体的防火、耐高温和阻燃性能,当电缆内芯1因过压或因短路而导致电缆温度过高时,由云母材质制成的阻燃层8既可以起到防火、阻燃作用,同时也不会因高温而被烧穿或变形破裂,进而引发火灾,从而大大提高了电缆的整体安全性和可靠性,降低了电缆实际使用的过程中的安全隐患;

[0057] 阻燃层8外侧设置有外护套9,内绝缘层2、内护套7和外护套9均是由聚氯乙烯材质制成,由聚氯乙烯材质制成的内绝缘层2、内护套7和外护套9不仅具有优异的介电性能,使得电缆具有较好的绝缘性能,同时也具有阻燃、难燃的优异特性,可以增强电缆整体的绝缘性、阻燃和耐火性能;

[0058] 如图4-图5所示,阻燃层8与外护套9之间设有铠装层10;铠装层10为钢丝网101,钢丝网101与外护套9为一体式结构,且外护套9包覆于钢丝网101外周侧,通过将钢丝网101与外护套9一体浇注成型,既可以简化生产加工工艺,同时也可以实现钢丝网101在电缆内部的稳定定位和固定;钢丝网101包括纵向钢丝1011,纵向钢丝1011外侧均匀焊接有多组均匀分布的第一半环钢圈1012和第二半环钢圈1013,由纵向钢丝1011、多组第一半环钢圈1012和第二半环钢圈1013加工成型的钢丝网101不仅保证了电缆的整体强度和抗拉伸性能,保护电缆不因机械作用造成内部伤害,同时也大大减轻了电缆的整体重量,钢丝网101的网状结构设计也使得电缆具有更好的柔软度,更便于穿线和铺设。

[0059] 如图6所示,加工钢丝网101的生产加工设备包括第一上料机械手11、第一焊接机构12、第二上料机械手13、第二焊接机构14、钢丝定位导向机构15以及辅助送料结构(图中未画出)等,辅助送料结构用于完成第一半环钢圈1012和第二半环钢圈1013向第一上料机械手11和第二上料机械手13的自动送料,然后由第一上料机械手11和第二上料机械手13分别磁吸固定住第一半环钢圈1012和第二半环钢圈1013,并将其送至指定的位置进行后续焊接;

[0060] 如图7所示,第一上料机械手11包括两个水平夹持上料机械手1101,两个水平夹持上料机械手1101的内侧均设置有第一电磁吸夹座1102;两个水平夹持上料机械手1101用于夹持对称设置的两个第一半环钢圈1012,将其移动至多根纵向钢丝1011外壁,并与其贴合,以便后续第一焊接机构12同时对两个第一半环钢圈1012与多根纵向钢丝1011进行焊接固定;

[0061] 如图7所示,第一焊接机构12包括两个第一焊接座1201,两个第一焊接座1201的一侧均设有多个第一焊接头1202,两个第一焊接座1201另一侧的中心均固定连接有第一连接杆1203,两个第一焊接座1201通过两个第一连接杆1203与伸缩气缸进行连接固定,待两个第一半环钢圈1012完成定位后,两个第一焊接座1201同时向第一半环钢圈1012与纵向钢丝1011的连接部进行移动,然后由两个第一焊接座1201上的多个第一焊接头1202同时对多个连接部进行焊接;

[0062] 如图8所示,第二上料机械手13包括垂直夹持上料机械手1301,垂直夹持上料机械手1301内侧设置有第二电磁吸夹座1302,两个垂直夹持上料机械手1301用于夹持对称设置的两个第二半环钢圈1013,将其移动至多根纵向钢丝1011外壁,并与其贴合,以便后续第二焊接机构14同时对两个第二半环钢圈1013与多根纵向钢丝1011进行焊接固定;

[0063] 如图8所示,第二焊接机构14包括两个第二焊接座1401,两个第二焊接座1401的一

侧均设置有多个第二焊接头1402,两个第二焊接座1401另一侧的中心均固定连接有第二连接杆1403,两个第二焊接座1401通过两个第二连接杆1403与伸缩气缸进行连接固定,待两个第二半环钢圈1013完成定位后,两个第二焊接座1401同时向第二半环钢圈1013与纵向钢丝1011的连接部进行移动,然后由两个第二焊接座1401上的多个第二焊接头1402同时对多个连接部进行焊接;

[0064] 如图10所示,钢丝定位导向机构15包括定位导向座1501,定位导向座1501的周侧开设有多个均匀分布的定位通孔1502,定位导向座1501上的多个定位通孔1502可以对多根纵向钢丝1011起到移动定位和限位作用,以保证多根纵向钢丝1011能够围合形成圆柱结构,以便后续第一半环钢圈1012和第二半环钢圈1013的焊接。

[0065] 第一上料机械手11和第一焊接机构12为一组、第二上料机械手13和第二焊接机构14为另一组,两组焊接设备相互配合,同步协调完成钢丝网101的焊接,钢丝网101在加工过程中,多根纵向钢丝1011均匀分布于阻燃层8的外壁周侧,云母材质制成的阻燃层8可以对焊接瞬间产生的高温起到阻燃和隔热作用,可以有效防止对阻燃层8内侧的其他保护层造成损伤。

[0066] 实施例二:如图9所示,本实施例在基于实施例一的基础上:铠装层10为钢带102,钢带102的数量为两根,且相互缠绕组成,通过将两组相互缠绕的钢带102加工成电缆的改装层,可以增强电缆整体的强度和抗拉伸性能,保护电缆不因机械作用造成内部伤害,钢带102的厚度为0.5-1mm,0.5-1mm厚度的钢带102既能保证电缆的整体的强度,同时也不会导致电缆的整体重量过重,从而更便于进行运输和铺设。

[0067] 工作原理:多组电缆内芯1和内绝缘层2之间相互捻绞,使得相邻两个环间的感应磁场相互抵消,可以起到更好的抗干扰作用;多个内绝缘层2的外侧设有无纺布带层3,由无纺布带螺旋缠绕形成的无纺布带层3可以对内绝缘层2和内衬物4起到保护和固定作用,多个内绝缘层2与无纺布带层3之间的间隙设置有多组内衬物4,多组内衬物4内均包覆有内衬钢丝5,由无纺布缠绕挤压成型的内衬物4可以配合多股电缆内芯1进一步保证电缆的整圆性,以便后续其他防护层的加工,内衬钢丝5可以在内部进一步增强电缆的整体抗拉伸性能;无纺布带层3外侧包覆有屏蔽层6,在无纺布带层3外侧螺旋缠绕包覆与电缆内芯1同材质的屏蔽层6,可以使电缆内芯1电磁力的影响被屏蔽层6吸收,从而可以在多股电缆内芯1的外侧进一步起到抗干扰和耐辐射的功能,确保传输信号的稳定性;屏蔽层6外侧包覆有内护套7,内护套7外侧包覆有阻燃层8,由云母材质制成的阻燃层8可以进一步增强电缆整体的防火、耐高温和阻燃性能,当电缆内芯1因过压或因短路而导致电缆温度过高时,由云母材质制成的阻燃层8既可以起到防火、阻燃作用,同时也不会因高温而被烧穿或变形破裂;阻燃层8外侧设置有外护套9,内绝缘层2、内护套7和外护套9均是由聚氯乙烯材质制成,不仅具有优异的介电性能,使得电缆具有较好的绝缘性能,同时也具有阻燃、难燃的优异特性,可以增强电缆整体的绝缘性、阻燃和耐火性能;阻燃层8与外护套9之间设有铠装层10,铠装层10不仅保证了电缆的整体强度和抗拉伸性能,可以保护电缆不因机械作用造成内部伤害。

[0068] 检测实验例:一种阻燃耐火抗干扰耐辐射控制电缆,上述电缆还包括依次相连接的传感器阵列、数据采集模块、数据分析模块、故障诊断模块;检测方法包括以下步骤:

[0069] 步骤1,传感器阵列安装在电缆表面或其附近,包括电流传感器、电压传感器、温度

传感器,用于测量电缆的电流强度、电压水平、和温度变化信息;

[0070] 步骤2,通过数据采集模块接收传感器阵列采集的模拟信号,并将其转换为数字信号,包括相连接的模数转换器ADC、滤波器、放大器电路,用于对采集的信号进行处理和优化;

[0071] 步骤3,数据分析模块接收数据采集模块传输的数字信号,并利用改进随机森林算法和模型对电缆数据进行分析,对电缆数据进行训练和识别,该模块能够判断电缆的状态,如是否存在故障、是否达到预警阈值;

[0072] 具体过程如下:

[0073] 3.1,首先,对采集到的电缆数据进行预处理,包括数据清洗、去噪、归一化;

[0074] 3.2,从预处理后的数据中提取电缆的状态和特征,分析时域、频域特征;通过选择合适的特征,提高模型对电缆状态的判别能力;

[0075] 3.3,将预处理后的数据集划分为训练集和测试集;

[0076] 3.4,算法训练:

[0077] 3.4.1.设置随机森林的参数,包括决策树的数量 $n\_estimators$ 、特征子集的大小 $max\_features$ ;

[0078] 3.4.2.对于每个决策树:

[0079] i.从原始数据集中有放回地进行采样,构成一个随机的子数据集;

[0080] ii.根据选定的特征和特征选择指标,构建决策树模型,改进的随机森林算法引入了随机特征选择的机制,每次在节点分裂时,随机从候选特征中选择一部分特征进行分裂;

[0081] 3.4.3.随机森林的预测:

[0082] 对于待预测的新数据:

[0083] a.对于每个决策树:根据决策树模型,沿着树的路径对特征进行判断,最终确定数据的类别;

[0084] b.统计每个类别的预测结果,根据投票原则或概率平均等方法确定最终的预测结果;改进的随机森林算法涉及的主要公式和函数如下:

[0085] 信息熵 $E(D)$ :

[0086]  $E(D) = -\sum (p_i * \log_2(p_i))$

[0087] 其中, $D$ 表示数据集, $p_i$ 表示数据集中第 $i$ 类样本所占的比例;

[0088] 信息增益 $Gain(D,A)$ :

[0089]  $Gain(D,A) = E(D) - \sum ((|D_v|/|D|) * E(D_v))$

[0090] 其中, $D$ 表示数据集, $A$ 表示待选择的特征, $D_v$ 表示特征 $A$ 的某个取值所对应的样本子集, $|D_v|$ 表示 $D_v$ 的样本个数, $|D|$ 表示数据集 $D$ 的样本个数;

[0091] 基尼指数 $Gini(D)$ :

[0092]  $Gini(D) = 1 - \sum (p_i^2)$

[0093] 其中, $D$ 表示数据集, $p_i$ 表示数据集中第 $i$ 类样本所占的比例;

[0094] 改进的随机森林的构建函数:

[0095] `defbuild_improved_random_forest(data,features,target,n_estimators,max_features):`

[0096] 其中,`defbuild_improved_random_forest`为定义的函数名;`data`:输入的电缆数

据集,包含特征和目标变量;features:特征列表,描述电缆的属性和参数;target:目标变量,表示电缆的状态或故障类别;n\_estimators:随机森林中决策树的数量;max\_features:每个决策树随机选择的特征数量;返回值:返回构建好的改进的随机森林模型;

[0097] 该函数用于构建改进的随机森林模型,它接受输入的电缆数据集和相关参数,根据n\_estimators和max\_features的设定构建指定数量的决策树,并通过随机特征选择的机制增强模型的性能,最终,函数返回构建好的改进的随机森林模型,可用于对新的电缆数据进行预测和故障诊断;

[0098] 决策树的构建函数:

[0099] def build\_decision\_tree\_with\_random\_features (data,random\_features, target):

[0100] 其中,def build\_decision\_tree\_with\_random\_features为构建带有随机特征选择的决策树的递归函数,data:输入的电缆数据集,包含特征和目标变量;random\_features:随机选择的特征列表,用于构建决策树;target:目标变量,表示电缆的状态或故障类别;返回值:返回构建好的带有随机特征选择的决策树模型;

[0101] 该函数用于构建带有随机特征选择的决策树模型,它接受输入的电缆数据集、随机选择的特征列表和目标变量;在构建决策树时,只考虑随机选择的特征列表作为判断条件,以增加决策树的多样性和鲁棒性,通过对数据集的分裂和节点的判断,构建好的决策树模型可用于预测新的电缆数据的状态或故障类别;

[0102] 该函数在随机森林算法中被调用,用于构建每个决策树,通过随机特征选择的机制,每次在节点分裂时,仅使用随机选择的特征列表作为判断条件,从而增加了决策树的多样性和鲁棒性,提高了随机森林模型的性能和泛化能力;

[0103] 决策树的预测函数:

[0104] def predict (data,decision\_tree):

[0105] 其中,def predict为根据构建好的决策树进行预测,data:待预测的电缆数据。decision\_tree:构建好的决策树模型。返回值:返回预测结果,表示电缆数据的状态或故障类别;

[0106] 函数功能:该函数用于根据构建好的决策树模型对待预测的电缆数据进行预测。它接受待预测的电缆数据和决策树模型作为输入,通过根据决策树模型的判断条件,沿着树的路径对待预测的数据进行判断,最终确定数据的状态或故障类别;

[0107] 该函数在随机森林算法中被调用,用于对每个决策树进行预测,对于待预测的数据,通过传入构建好的决策树模型,函数会根据决策树的判断条件,按照特征的取值逐步判断,最终得到数据的预测结果;

[0108] 该函数的输出结果可以用于随机森林模型的最终预测,例如通过投票原则或概率平均等方法确定最终的预测结果;

[0109] 通过以上改进的随机森林算法过程和相关的公式、函数推导,可以进一步提升电缆数据的训练和识别效果,增强电缆检测系统的准确性和可靠性;

[0110] 3.5,使用训练集对选定的机器学习算法进行模型训练,通过输入电缆数据的特征和对应的标签(已知状态),模型学习数据之间的关系和模式,并调整模型的参数,使其能够更好地拟合电缆数据的特征;

- [0111] 3.6, 评估模型的准确性和性能;
- [0112] 3.7, 根据评估结果, 对模型进行优化和调整;
- [0113] 3.8, 经过训练和优化后的模型可以用于实际的电缆数据识别和故障判别。通过输入新的电缆数据特征, 模型能够预测电缆的状态、故障类型等;
- [0114] 步骤4, 故障诊断模块进一步对电缆进行故障诊断和判定, 该模块通过比对和分析数据分析模块输出的结果, 能够检测出电缆的具体故障类型和位置, 当发现异常情况时, 故障诊断模块可以发送警报或通知相关人员进行进一步处理, 故障诊断模块可以根据预设的故障库或故障模型进行匹配和判断, 以提高诊断的准确性和效率;
- [0115] 步骤5, 用户界面是智能化电缆检测系统提供给用户与系统交互的界面, 通过用户界面提供了数据显示、报告生成和故障处理;
- [0116] 电流测量: 测量电缆的电流值, 如果电流值异常高或低于预期范围, 表明存在短路或断路故障。例如, 对于一条额定电流为10A的电缆, 正常工作时电流范围应在额定电流的80% - 120%之间, 即8A-12A;
- [0117] 阻抗测量: 通过测量电缆的阻抗值, 如果阻抗异常高或低于正常范围, 表明存在断路、绝缘故障或导线接触不良。阻抗应在指定的范围内, 具体数值可能因电缆类型、截面积和长度等而有所不同;
- [0118] 绝缘电阻测量: 如果绝缘电阻异常低于标准值, 可能表明存在绝缘故障。对于工业电缆, 通常绝缘电阻应满足特定的要求, 例如大于1兆欧姆;
- [0119] 温度检测: 通过测量电缆的温度, 如果出现异常升高或过热现象, 表明存在电缆损伤或故障。电缆的工作温度应在指定的范围内, 具体数值可能因电缆类型、绝缘材料和应用环境等因素而有所不同。
- [0120] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例, 对于本领域的普通技术人员而言, 可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型, 本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

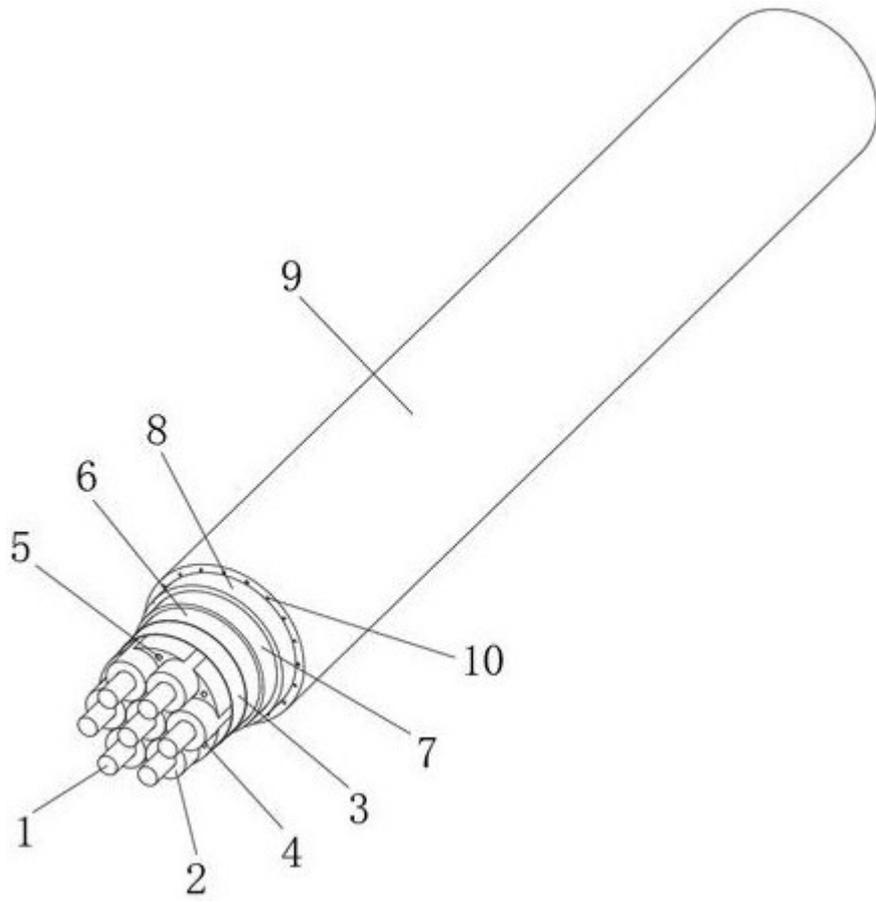


图1

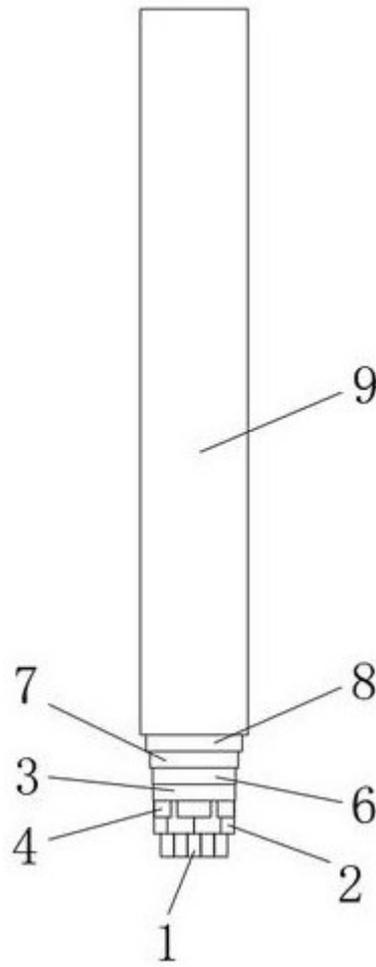


图2

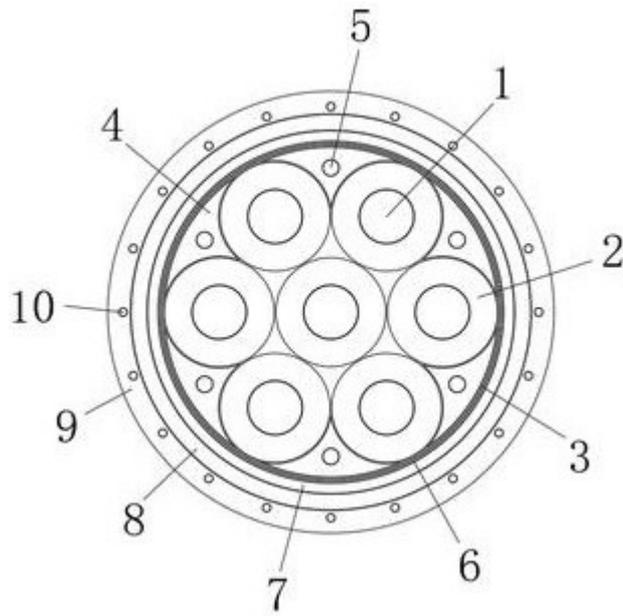


图3

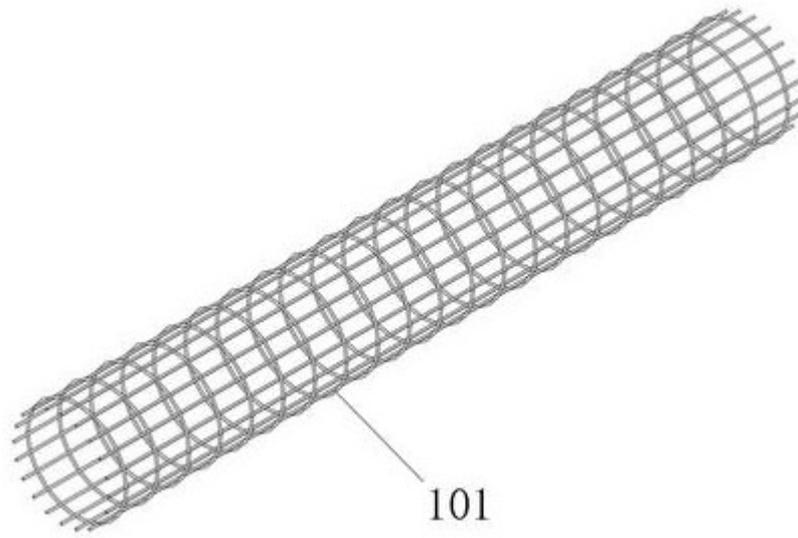


图4

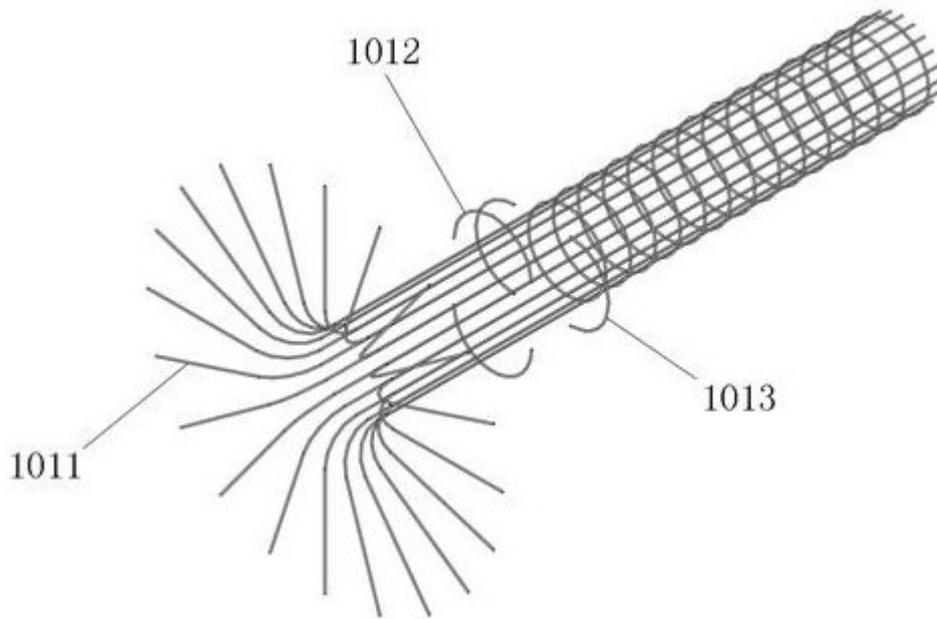


图5

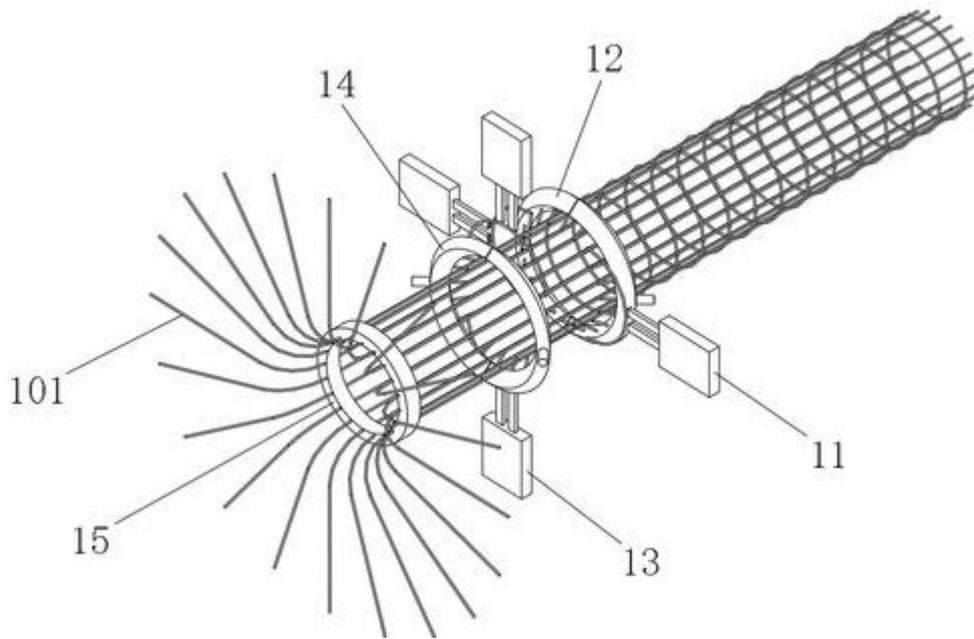


图6

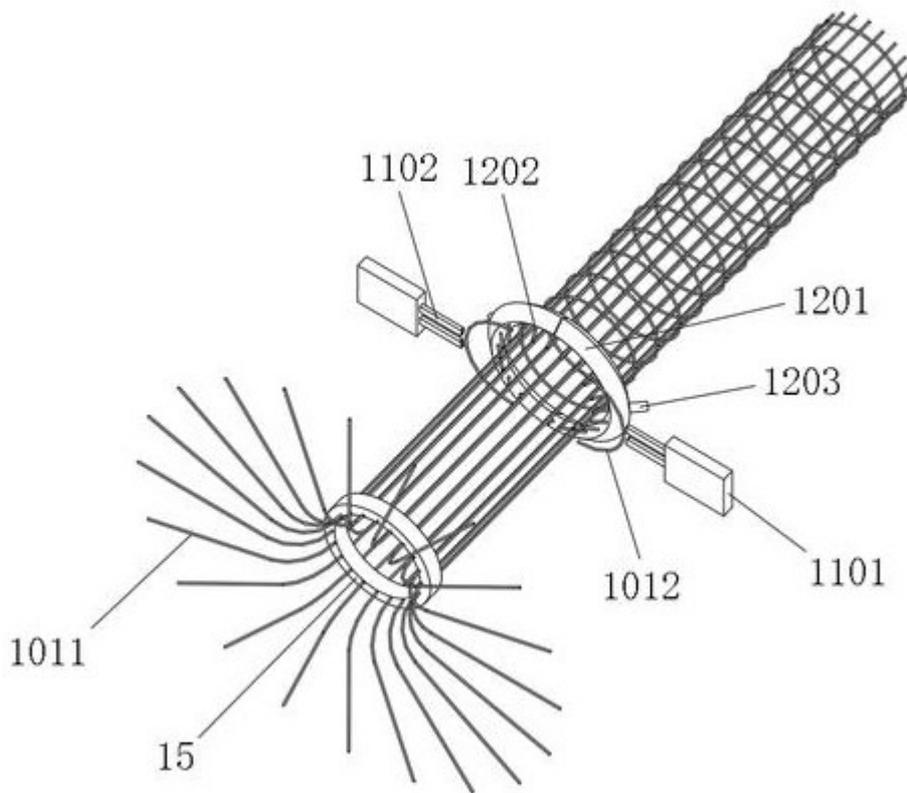


图7

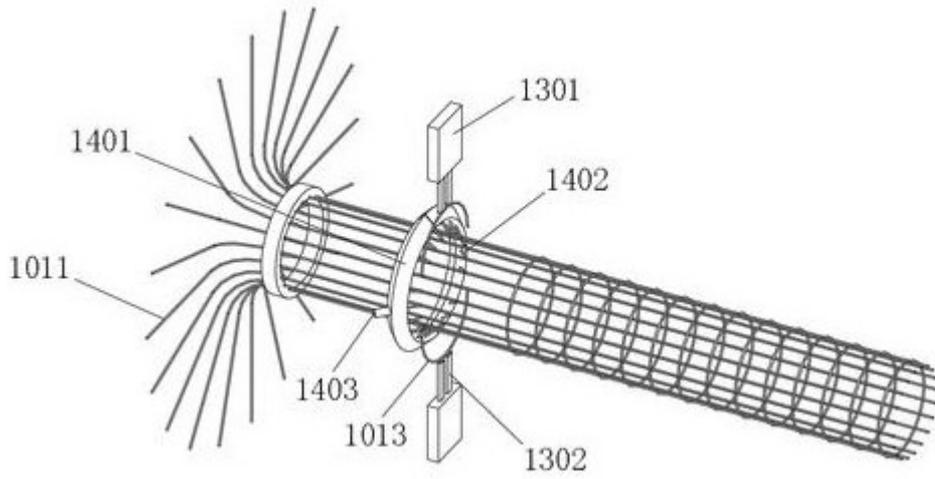


图8

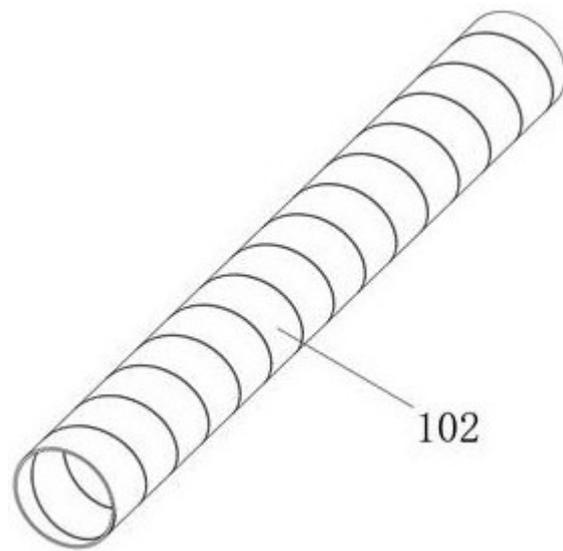


图9

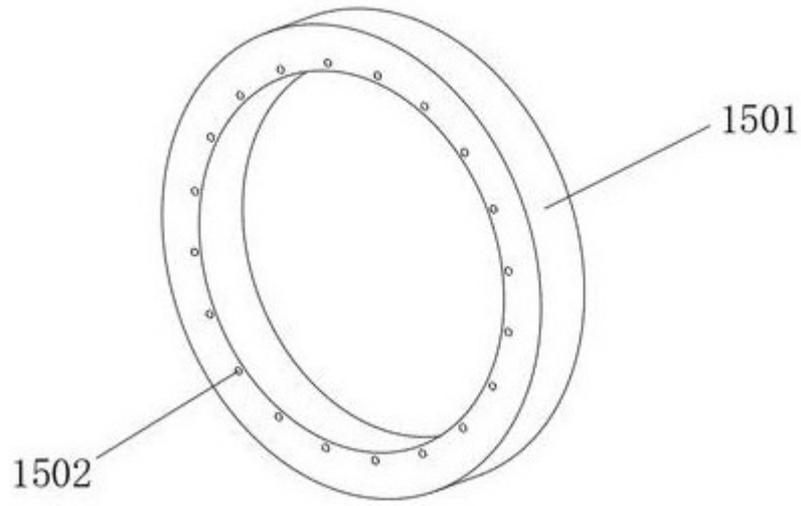


图10