



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103619084 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 05

(21) 申请号 201310641403. X

(22) 申请日 2013. 12. 03

(71) 申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699
号

(72) 发明人 裴力 苏峰 侯志鹏 王文全

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任
公司 22201

代理人 王恩远

(51) Int. Cl.

H05B 3/56 (2006. 01)

H05B 3/10 (2006. 01)

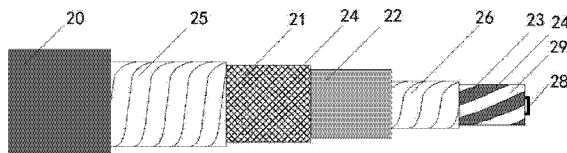
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种可消除固体线热膨胀系数影响的电热电
缆

(57) 摘要

本发明的一种可消除固体线热膨胀系数影响的电热电,属于电加热的技术领域。结构自内向外有发热导体(23)、与三股发热导体(23)相间绞合的聚四氟乙烯管状的隔离股(29)、在发热导体(23)中间的轴心股(28)、发热导体(23)和隔离股(29)外侧顺次缠绕四氟乙烯薄膜(26)、内保护套(22)、电磁波屏蔽层(21)、云母带(25)和外保护套(20);在电磁波屏蔽层(21)内外两侧和四氟乙烯薄膜(26)内分别拖带滑石粉(24)。本发明从多方面进行设计,解决了电热电线性热膨胀造成的影响的问题,减少了由此产生的故障,构成一种新型长寿命低故障电热电。



1. 一种可消除固体线热膨胀系数影响的电热电缆,结构自内向外包括三股绞合的发热导体(23)、内保护套(22)、电磁波屏蔽层(21)、外保护套(20);其特征是,在三股绞合的发热导体(23)中间有实心的聚四氟乙烯材料制成的轴心股(28),在三股绞合的发热导体(23)的两股之间有空心的聚四氟乙烯管状的隔离股(29),隔离股(29)共有三股,绞合的发热导体(23)和隔离股(29)外侧缠绕四氟乙烯薄膜(26);再顺次向外分别包有内保护套(22)、电磁波屏蔽层(21)、云母带(25)和外保护套(20);在云母带(25)和电磁波屏蔽层(21)之间、电磁波屏蔽层(21)和内保护套(22)之间、四氟乙烯薄膜(26)内分别拖带有滑石粉(24)。

2. 根据权利要求1所述的可消除固体线热膨胀系数影响的电热电缆,其特征是,在三股发热导体(23)和三股隔离股(29)外层涂抹有一层硅油。

3. 根据权利要求1或2所述的可消除固体线热膨胀系数影响的电热电缆,其特征是,云母带(25)绕制厚度在 $3 \sim 8 \mu\text{m}$;四氟乙烯薄膜(26)的绕制厚度在 $3 \sim 8 \mu\text{m}$ 。

4. 根据权利要求1或2所述的可消除固体线热膨胀系数影响的电热电缆,其特征是,轴心股(28)的外侧的三股发热导体(23)和三股隔离股(29)的绞合螺旋匝数是84匝/米。

一种可消除固体线热膨胀系数影响的电热电缆

技术领域

[0001] 本发明属于电加热的技术领域,特别涉及是一种可消除固体线热膨胀系数影响的电热电缆。

背景技术:

[0002] 电地热采暖具有无大气污染、无噪音、室温可自动控制、没有水管爆裂及泄露问题等优点。

[0003] 但是,电地热采暖工程安装结构,如图 1 电地热采安装剖面图所示。在基层 2 里预埋钢筋 1,基层 2 的上面铺装一层聚苯板 3,在聚苯板 3 的上面铺装一层聚脂镀铝膜 4,聚脂镀铝膜 4 上安装电热电缆 5,在电热电缆 5 的上面及两侧用混凝土 6 覆盖凝固固定,混凝土 6 的上面有水泥找平层 7 覆盖,找平层 7 上面铺装一层聚脂膜 8,在聚脂膜 8 上面再铺装木质地板 9。由于在电热电缆 5 的上面要覆盖混凝土层,再覆盖一层找平层水泥,上面再加装地板,如果电热电缆 5 出现故障,检测和维修的工作量是非常大的,维修的工时比安装电热电缆的工时还要多,给用户和企业带来很多麻烦和经济损失。从而,影响电热电缆的推广和应用。人们希望的电地热采暖无故障运行时间在 50 年,与房屋土建寿命相同是无法保证的。

[0004] 故障产生的根本原因是电热电缆的线膨胀系数物理量的变化。电热电缆安装电路图如图 2 所示,由市电 220V 单项交流电做电源 15,电源 15 向电热电缆 5 供电。首先,供电电源 15 与温度控制器 11 相连接,温度控制器 11 再与冷热导体连接端 12 相连接,冷热导体连接端 12 的另一端与电热电缆 5 相连接,电热电缆 5 经过另一个冷热导体连接端 12,再与供电电源 15 的回路端相连接,构成一个串联电路。在电热电缆 5 上相隔相等的距离用卡钉 13 固定电热电缆 5。以免在浇灌混凝土 6 时,电热电缆 5 产生滑动偏离。根据房间面积和长、宽比例,在电热电缆 5 的铺设中做若干个 180 度的转弯 14。电热电缆的长度在几十米至上百米长,如一根 150m 长,电功率 3000W 的电热电缆,在房间内要做几十个 180 度的转弯,并在 150m 长电热电缆用混凝土全覆盖凝固固定下。而且,150m 长电热电缆需在温度控制器的控制下运行,为使房间内达到一定的恒温效果,电热电缆的通电与断电在频繁的切换,即电热电缆温度在室温到 65℃ 不断的交替变换,因此电热电缆温度的交替变换,将直接导致 150m 长电热电缆线膨胀系数物理量的交替变化。在电热电缆线膨胀系数交替变化影响下,电热电缆使用寿命将会缩短。电热电缆发生故障多发生在以下几个方面,①冷热导体连接处接触不良,该故障比较好维修。②在 180 度的转弯处,发生发热导体与屏蔽层导体短路故障,或发生发热导体断路故障,故障的位置是很难确定的。且地板、找平层的水泥和混凝土层都要拆除,维修工作量和难度相当大。③电热电缆在制造时产生的缺欠和安装不当所产生的应力集中地方。发生发热导体与屏蔽层导体短路故障,或发生发热导体断路故障,维修难度与在 180 度转弯处的故障都是相当大的。

[0005] 目前,背景技术所用的电热电缆如图 3 和图 4 所示。图 3 是背景技术电热电缆示意图,图 4 是背景技术电热电缆横剖面图。它的结构是由发热导体做线芯、内保护套、屏蔽层和外保护套构成。具体的结构是,电热电缆 5 的芯线是发热导体 23,发热导体 23 多为单

股,也有多股绞合的发热导体 23。芯线发热导体 23 的外侧是内保护套 22,内护套 22 的外侧是电磁波屏蔽层 21,电磁波屏蔽层 21 的功能是在电热电缆 5 工作中消除电磁波对人体的辐射,电磁波屏蔽层 21 的最外侧是外保护套 20。线芯多为单股发热导体 23 构成,也有无轴心股的多股绞合发热导体 23 构成。背景技术的电热电缆存在的共同问题,就是忽视电热电缆线膨胀系数所造成的故障因素。无轴心股的多股绞合发热导体也无法消除电热电缆线膨胀系数所造成的故障问题。因为,1) 这些电热电缆内部没有润滑的介质、没有足够保护层厚度和空间。当电热电缆周围被混凝土凝固后,电热电缆的外部没有任何热膨胀空间,当电热导体在不断的伸长或缩短时,只能磨损电热导体与屏蔽层之间的内保护套,直到电热导体与屏蔽层短路或断路的故障发生。2) 这些线芯为单股或多股发热导体,均没有轴心股。即便是多股绞合发热导体在没有轴心股的状况下,发热导体的螺旋角度(其形成螺旋管的内径)很小,都无法将发热导体的线膨胀转移到螺旋发热导体的径向膨胀(电热电缆的体膨胀)。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是,消除线性热膨胀系数对电热电缆工作时的影响,从而减少故障。

[0007] 在温度升高时,固体中相邻原子间的平均距离增大是引起膨胀的主要原因。物体膨胀的程度用膨胀系数表示,固体线膨胀系数定义为:

$$[0008] \quad \alpha = 1/l \cdot (\partial l / \partial T)_p$$

[0009] 式中 l 是固体的线度。 T 是温度, P 是压强。线膨胀系数的物理意义是,温度每变化 1 度,固体线度的相对变化量。固体的线度可用近似式

$$[0010] \quad L = L_0 (1 + \alpha t)$$

[0011] 式中 L_0 是室温下的固体的线度, t 是通电时与断电时固体的温度差。

[0012] 本发明所用电热电缆的发热导体是用镍铜铬合金制成。用德国 NETZSCH 公司生产的程序控制式固体线膨胀系数测量仪,对镍铜铬合金在模拟工作温度状态下,进行镍铜铬合金线膨胀系数测量。测量数据照片如图 7 所示。根据我国北方冬季室内采暖的室温标准最低温度是 18°C ,实际电热电缆在地面里的保温作用下,通电升温前的最低温度在 20°C 左右。当电热电缆通电后,电热电缆自身最高温度即可达到 65°C 。因此,在温度控制器的控制下,电热电缆在通电和断电的切换中,电热电缆自身的温度是在 20°C 至 65°C 反复变换。更具体说 150m 长发热导体的线膨胀在 20°C 至 65°C 间温度变换的作用下,交替地收缩或伸长。而且,发热导体在通电或断电的切换作用下, 20°C 至 65°C 的升温或降温速率是非常快的。如室外气温低和房屋密封保温差,交替地收缩或身长的频率将会增高。

[0013] 根据德国 NETZSCH 公司生产的程序控制式固体线膨胀系数测量仪的测量数据,用镍铜铬合金制成的发热导体线膨胀系数为 $12.2 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。当 $L_0 = 150.000\text{M}$ 时(安装时长度),即 150.000M 长发热导体的线膨胀在 20°C 至 65°C 间变换的作用下, $L = 150.082\text{M}$ 。那么交替地收缩或伸长量为

$$[0014] \quad L - L_0 = 150.082\text{M} - 150.000\text{M} = 82\text{mm}$$

[0015] 即合金每米长度的改变量为

$$[0016] \quad 82\text{mm} \times (1\text{m} \div 150.000\text{m}) = 0.547\text{mm}$$

[0017] 式中括号内为每米长度占总体长度的比例。因为电热电缆每米的螺旋匝数为 84 匝,所以每匝的收缩或伸长量为

[0018] $\Delta C = 0.547\text{mm} \div 84 \text{ 匝} = 0.0651\text{mm/匝}$

[0019] 每匝的周长与半径的关系为

[0020] $C = 2\pi R$

[0021] $C + \Delta C = 2\pi (R + \Delta R)$

[0022] 所以 $\Delta C = 2\pi \Delta R$

[0023] 所以每匝的半径增加量为

[0024] $\Delta R = \Delta C / 2\pi = 0.00651\text{mm} / 2\pi = 0.00104\text{mm} = 1.04\mu\text{m}$ 。

[0025] 当每匝的半径增加量 ΔR 为已知量时,再设计出螺旋匝的半径 R 。则 $\Delta R/R$ 值越小,消除线性热膨胀系数对电热电缆的影响效果越好。

[0026] 为了减少电热电缆在交替地收缩或伸长时,对内保护套的磨损,在发热导体的表面涂抹一层硅油,可使表面拖带一层滑石粉。可减小收缩或伸长的摩擦阻力,也可消除每匝的半径增加量 ΔR 的分布不均的问题。

[0027] 本发明的电热电缆如图 5 和图 6 所示,图 5 是可消除线热膨胀系数影响的电热电缆左视图,图 6 是可消除线热膨胀系数影响的电热电缆主视图。具体技术方案如下。

[0028] 一种可消除固体线热膨胀系数影响的电热电缆,结构自内向外包括三股绞合的发热导体 23、内保护套 22、电磁波屏蔽层 21、外保护套 20;其特征是,在三股绞合的发热导体 23 中间有实心的聚四氟乙烯材料制成的轴心股 28,在三股绞合的发热导体 23 的两股之间有空心的聚四氟乙烯管状的隔离股 29,隔离股 29 共有三股,绞合的发热导体 23 和隔离股 29 外侧缠绕四氟乙烯薄膜 26;再顺次向外分别包有内保护套 22、电磁波屏蔽层 21、云母带 25 和外保护套 20;在云母带 25 和电磁波屏蔽层 21 之间、电磁波屏蔽层 21 和内保护套 22 之间、四氟乙烯薄膜 26 内分别有滑石粉 24。

[0029] 在三股发热导体 23 和三股隔离股 29 外层涂抹有一层硅油,制作时用于拖带滑石粉。

[0030] 云母带 25 绕制厚度在 $3 \sim 8\mu\text{m}$;四氟乙烯薄膜 26 的绕制厚度在 $3 \sim 8\mu\text{m}$ 。云母带 25 和四氟乙烯薄膜 26 最合适的厚度是 $3 \sim 4\mu\text{m}$ 。

[0031] 轴心股 28 的外侧用三股发热导体 23 和三股隔离股 29 的绞合螺旋匝数优选是 84 匝/米。

[0032] 本发明的电热电缆的制作,包括各个部件制作和组装成成品,都可以在现有的电线、电缆生产设备上完成。

[0033] 本发明解决了如下技术问题:

[0034] 1、本发明在电热电缆:的轴心处设计了轴心股,轴心股是由聚四氟乙烯材料制成的实心股,聚四氟乙烯材料具有耐高温的特性(250°C),且具有表面光滑摩擦力小的特点。设立轴心股的作用是:增加发热导体螺旋每匝的半径 R ,可使 $\Delta R/R$ 的比值减小,使发热导体的轴向(电热电缆轴向)收缩或伸长,转换为径向(电热电缆经向)的收缩或伸长,从而,消除线热膨胀系数对电热电缆的影响。

[0035] 2、本发明在轴心股的外侧用三股发热导体和三股隔离股的绞合组成。隔离股用空心的聚四氟乙烯管制成,隔离股的作用是给发热导体的收缩或伸长提供空间。隔离股可使

三股发热导体相互隔离,从而增加发热导体的散热面积。

[0036] 3、本发明根据德国 NETZSCH 公司高精度的固体线膨胀系数测量仪的测量数据,经过计算得出每一米的电热电缆,在轴心股的外侧用三股发热导体和三股隔离股的绞合螺旋匝数为 84 匝 / 米。每匝的半径增加量仅为 : $1.04\mu\text{m}$ 。 ΔR 为 $1.04\mu\text{m}$ 的收缩或伸长量完全可被四氟乙烯薄膜的 $3\mu\text{m}$ 厚度所吸收。

[0037] 4、本发明在编织的金属电磁波屏蔽层表面涂抹一层硅油,可使表面拖带一层滑石粉,可减小电磁波屏蔽层的收缩或伸长的摩擦阻力,并在电磁波屏蔽层上面绕一层四氟乙烯薄膜,四氟乙烯薄膜层绕制厚度在 $3\mu\text{m}$ 以上,能防止电磁波屏蔽层的收缩或伸长刺破电热电缆的外保护套,防止水蒸气的侵入导致电热电缆的短路。因为编织的电磁波屏蔽层成波纹状,电磁波屏蔽层的编织材料固体线膨胀系数为 $12.0\times 10^{-6}\text{℃}^{-1}$ 。

[0038] 综合上述,本发明从多方面进行设计,解决了电热电缆线性热膨胀造成的影响的问题,减少了由此产生的故障,构成一种新型长寿命低故障电热电缆。

附图说明

[0039] 图 1 为背景技术的电热电缆安装剖面图。

[0040] 图 2 为电热电缆安装电路图。

[0041] 图 3 为背景技术的电热电缆结构示意图。

[0042] 图 4 为图 3 的横截面图。

[0043] 图 5 为本发明的电热电缆结构示意图。

[0044] 图 6 为图 5 的横截面图。

[0045] 图 7 为用德国 NETZSCH 公司生产的程序控制式固体线膨胀系数测量仪在模拟工作温度状态下对镍铜铬合金线膨胀系数进行测量的数据照片。

具体实施方式

[0046] 下面结合附图说明本发明的具体的实施方式。

[0047] 本发明的可消除固体线热膨胀系数影响的电热电缆如图 5 和图 6 所示。图 5 和图 6 中,20 为外保护套;21 为电磁波屏蔽层;22 为内保护套;23 为发热导体;24 为滑石粉;25 为云母带;26 为四氟乙烯薄膜;28 为轴心股;29 为隔离股。

[0048] 实施例 1、轴心股 28

[0049] 电热电缆 5 的轴心为轴心股 28,轴心股 28 是由聚四氟乙烯材料制成的实心股,位于电热电缆 5 的中心轴位置。轴心股 28 的设立,增加发热导体 23 螺旋每匝的半径 R ,可使 $\Delta R/R$ 的比值减小,使发热导体 23 轴向的收缩或伸长,转换为径向的收缩或伸长,从而,消除线性热膨胀系数对电热电缆 5 轴向的收缩或伸长的影响。

[0050] 实施例 2、发热导体 23、隔离股 29 和保护套 22

[0051] 在轴心股 28 的外侧用三股发热导体 23 和三股隔离股 29 的绞合组成。隔离股 29 用空心的聚四氟乙烯管制成,用空心管制成隔离股 29 的作用是给发热导体 23 的收缩或伸长提供空间。隔离股 29 可使三股发热导体 23 相互隔离,从而增强发热导体 23 的散热面积。

[0052] 在三股发热导体 23 和三股隔离股 29 的绞合过程中,涂抹一层硅油,可使发热导体 23 和三股隔离股 29 的表面拖带一层滑石粉 24,滑石粉 24 可减小发热导体 23 的收缩或伸

长的摩擦阻力,并在滑石粉 24 上面绕上四氟乙烯薄膜 26,四氟乙烯薄膜 26 的绕制厚度在 $3\mu\text{m}$ 以上(最好在 $8\mu\text{m}$ 以下,厚度太大会造成成本提高,使电热电缆直径变大),能防止发热导体 23 在收缩或伸长时磨破内保护套 22 与金属电磁波屏蔽层 21 短路。在四氟乙烯薄膜 26 的外侧有一层内保护套 22 保护。内保护套 22 可采用耐高温的铁氟龙材料制成。

[0053] 将发热导体 23 用电弧炉融化成液态,浇注成直径为 5mm,高度为 6mm 的柱体的测试样品。用德国 NETZSCH 公司的固体线膨胀系数测量仪,测量出发热导体 23 固体线膨胀系数的测量数据,经过计算得出每一米的发热导体 23 固体线膨胀系数所产生收缩或伸长的长度。在轴心股 28 的外侧用三股发热导体 23 和三股隔离股 29 的绞合螺旋匝数为 84 匝/米。每匝的半径增加量 ΔR 仅为 $1.04\mu\text{m}$ 。 ΔR 为 $1.04\mu\text{m}$ 的收缩或伸长量完全可被四氟乙烯薄膜 26 的 $3\mu\text{m}$ 厚度和内保护套 22 所吸收。滑石粉 24 能使发热导体 23 每匝的半径增加量 ΔR 的均匀的分布。

[0054] 实施例 3、电磁波屏蔽层 21、云母带 25 和外保护套 20

[0055] 在内保护套 22 的外侧,有一层编织的金属电磁波屏蔽层 21。电磁波屏蔽层 21 表面涂抹一层硅油,可使内外表面拖带一层滑石粉 24,滑石粉 24 可减小电磁波屏蔽层 21 的收缩或伸长的摩擦阻力,滑石粉 24 能使编织的电磁波屏蔽层 21 在每匝的半径增加量 ΔR 的均匀的分布。并在电磁波屏蔽层 21 上面绕上云母带 25,云母带 25 绕制厚度在 $3\mu\text{m}$ 以上(最好在 $8\mu\text{m}$ 以下),能防止电磁波屏蔽层 21 的收缩或伸长刺破电热电缆 5 的外保护套 20,防止水蒸气的侵入导致电热电缆 5 的短路。因为编织的电磁波屏蔽层 21 成波纹状,编织的金属电磁波屏蔽层 21 经过德国 NETZSCH 公司固体线膨胀系数测量仪的测量,电磁波屏蔽层 21 的固体线膨胀系数为 $12.0 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。测量数据经过理论计算,电磁波屏蔽层 21 的径向(电热电缆 5 经向)收缩或伸长完全可被云母带 25 的 $3\mu\text{m}$ 厚度和外保护套 20 所吸收。。在云母带 25 的外侧有一层外保护套 20 保护。外保护套 20 可采用耐 105°C 高温的聚氯乙烯(PVC)材料制成。

[0056] 综上所述,本发明的电热电缆 5 根据德国 NETZSCH 公司固体线膨胀系数测量仪的测量的数据及理论计算结果,设计了一种可消除线性热膨胀系数影响的电热电缆。

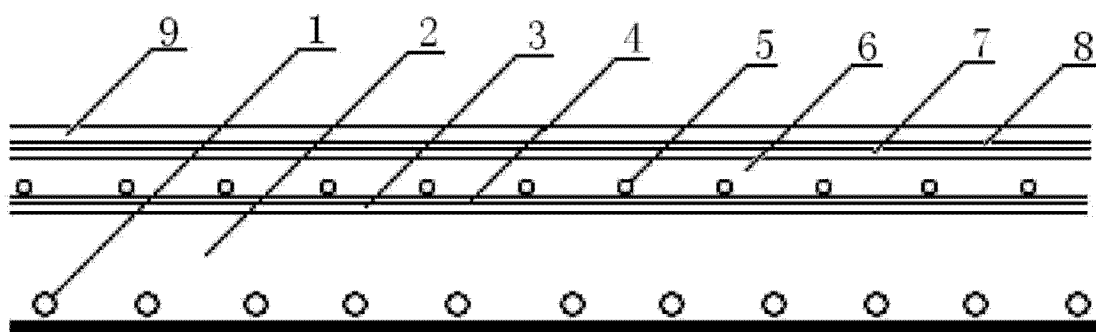


图 1

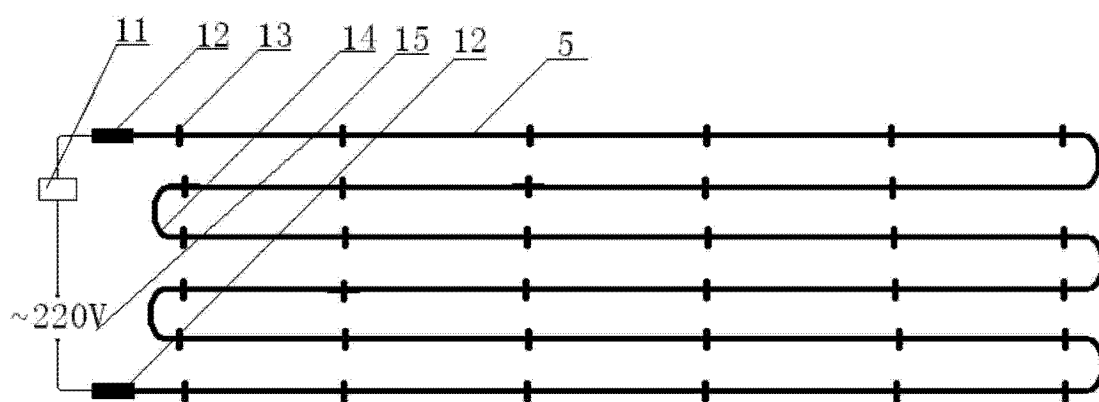


图 2

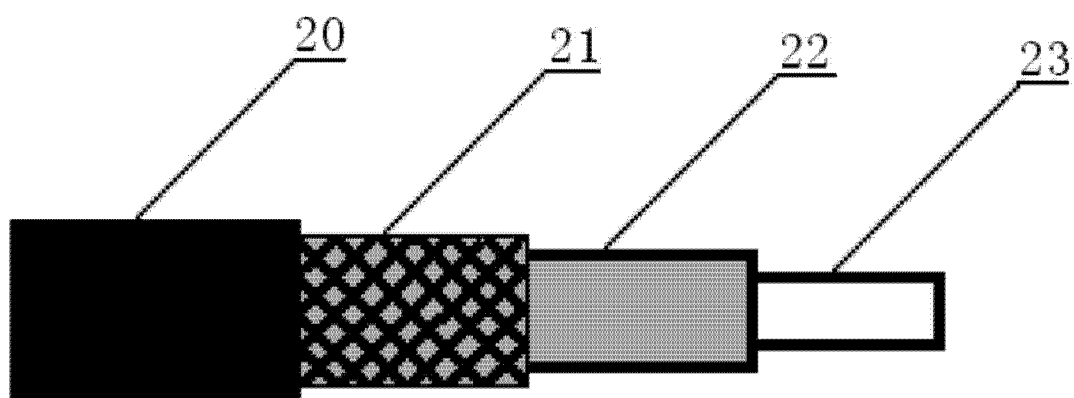


图 3

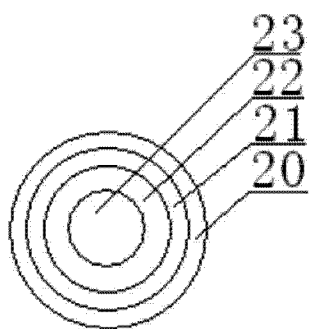


图 4

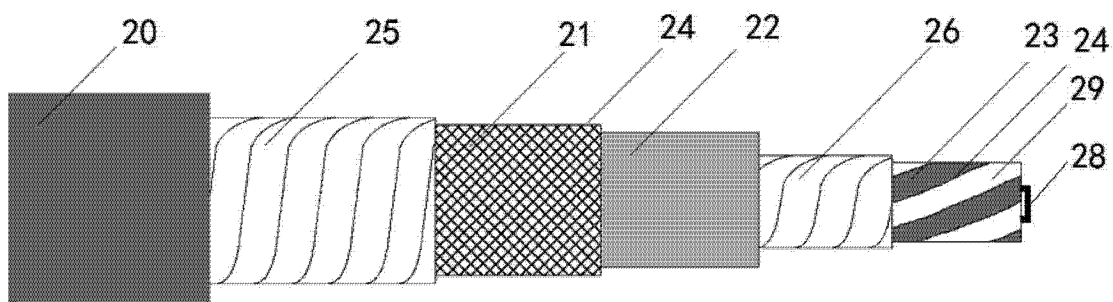


图 5

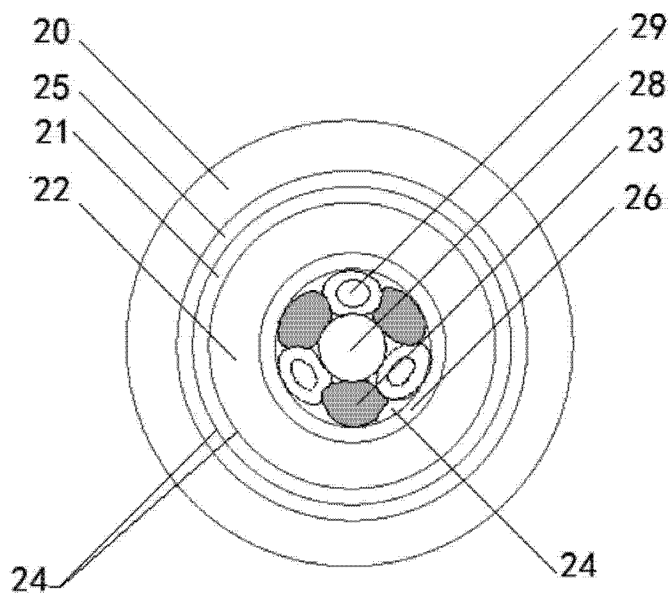


图 6

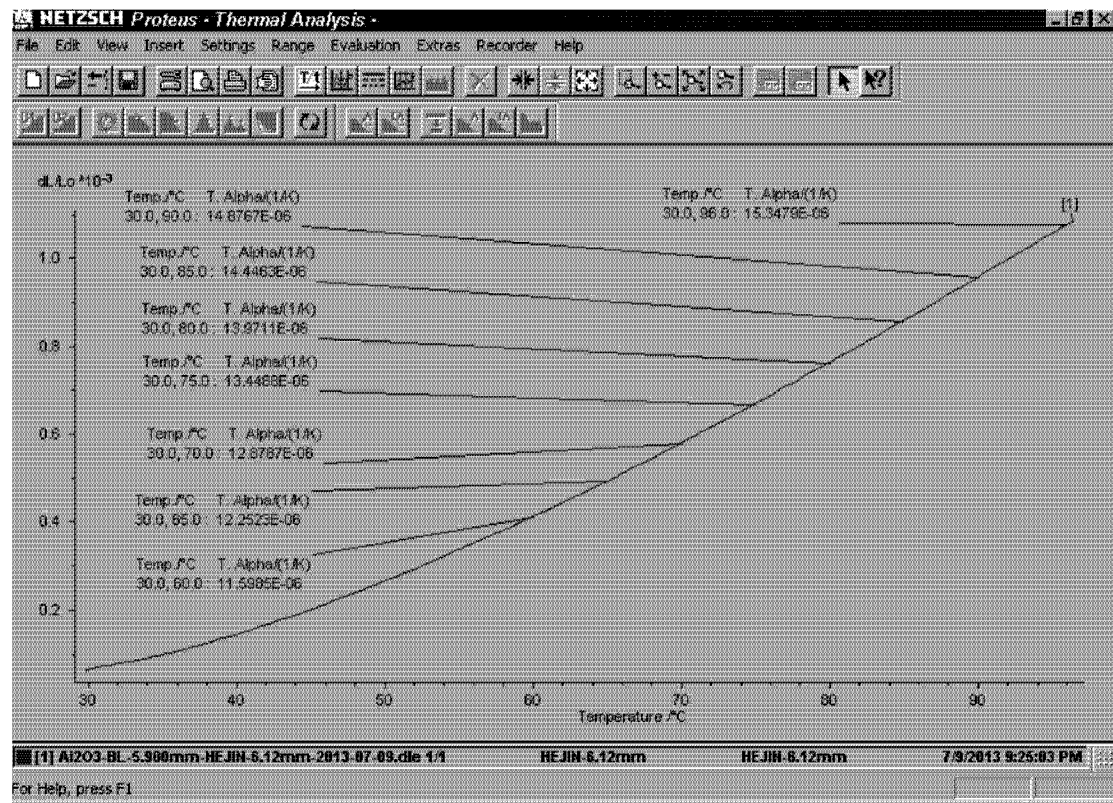


图 7