



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111098557 B

(45) 授权公告日 2020.12.01

(21) 申请号 201911401408.9

C08K 9/08 (2006.01)

(22) 申请日 2019.12.30

C08K 7/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

C08K 5/521 (2006.01)

申请公布号 CN 111098557 A

C08L 83/04 (2006.01)

C08K 13/02 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.05.05

C08K 5/42 (2006.01)

(73) 专利权人 安徽徽一通讯科技有限公司

C08K 3/28 (2006.01)

地址 236000 安徽省阜阳市颍泉区工业园区顶大路13号

C08K 3/32 (2006.01)

B29D 23/00 (2006.01)

(72) 发明人 周波 李敏 梅豪杰 白明明

吕宁 李彬彬 刘赛

(56) 对比文件

CN 104587527 A, 2015.05.06

CN 104626661 A, 2015.05.20

CN 102977443 A, 2013.03.20

(74) 专利代理机构 合肥正则元起专利代理事务

所(普通合伙) 34160

代理人 韩立峰

宗大全, 朱第雄. 硅芯管生产与应用技术. 《工程塑料应用》. 2001, 第29卷(第4期), 第16-18页.

宗大全, 朱第雄. 硅芯管生产与应用技术. 《工程塑料应用》. 2001, 第29卷(第4期), 第16-18页.

(51) Int. Cl.

B32B 1/08 (2006.01)

B32B 27/32 (2006.01)

B32B 27/20 (2006.01)

B32B 27/18 (2006.01)

B32B 27/06 (2006.01)

B32B 33/00 (2006.01)

C08L 23/06 (2006.01)

C08L 51/06 (2006.01)

C08L 1/08 (2006.01)

C08K 13/06 (2006.01)

C08K 9/02 (2006.01)

Shusheng Chen, Yewen Cao, Jiachun Feng. Polydopamine As an Efficient and Robust Platform to Functionalize Carbon Fiber for High-Performance Polymer Composites. 《Applied materials interfaces》. 2013, 第349-356页.

审查员 马晨

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

一种高强度阻燃硅芯管及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高强度阻燃硅芯管, 为双层管结构, 包括内层和外层, 外层由如下重量份原料制成: 高密度聚乙烯70-80份、马来酸酐接枝高密度聚乙烯9-13份、功能填料3-4份、复合阻燃剂2-3份、加工助剂2-3份; 内层由如下重量份原料制成: 高密度聚乙烯60-70份、复合阻燃剂0.8-1份、聚二甲基硅氧烷4-5份; 本发明还公开了该

硅芯管的制备方法。本发明的硅芯管为双层管结构, 采用采用高密度聚乙烯为基体, 加入了功能填料和复合阻燃剂, 功能填料能提高外层管材的强度和机械性能; 复合阻燃剂提高硅芯管外层的阻燃性能, 得到一种高强度并具有优异阻燃性能的硅芯管, 具有极高的使用安全性能, 适用于光电缆通信网络系统。

CN 111098557 B

1. 一种高强度阻燃硅芯管,为双层管结构,包括内层和外层,其特征在于,外层由如下重量份原料制成:高密度聚乙烯70-80份、马来酸酐接枝高密度聚乙烯9-13份、功能填料3-4份、复合阻燃剂2-3份、加工助剂2-3份;

内层由如下重量份原料制成:高密度聚乙烯60-70份、复合阻燃剂0.8-1份、聚二甲基硅氧烷4-5份;

所述功能填料由如下方法制备:

(1) 先称取碳纤维分散在稀硝酸中,于75℃搅拌10-12h,过滤洗涤至中性,然后将稀硝酸洗过的碳纤维在浓硫酸和浓硝酸的混合液中,在60℃下搅拌20-22h,将产物反复稀释、静置、去离子水冲洗至中性,离心过滤,得到预处理碳纤维;浓硫酸和浓硝酸的混合液中浓硫酸和浓硝酸的体积比3:1;

(2) 称取1g预处理碳纤维置于500mL去离子水中水浴超声处理12h,然后进行探针超声处理13-15min;

(3) 将得到的悬浮液倒入500mL的Tris-HCl缓冲液中,然后加入0.57g的3,4-二羟基苯乙胺盐酸盐,在室温下搅拌120-130min;

(4) 然后将悬浮液以7500rpm离心20-25min,用丙酮洗涤浆状产物,通过离心除去溶剂,洗涤、离心步骤重复4-5次,最后将沉淀冷冻干燥48h,制得功能填料;

所述复合阻燃剂由如下方法制备:

(1) 在圆底三口烧瓶中加入200-250mL的质量分数为5%的NaOH溶液和30g纤维素,常温下以150r/min搅拌26-30min,再升温至92-94℃,加入24-28mL甲醛溶液,搅拌反应60-70min;

(2) 称取11.8-12.4g对苯二胺加入到上述混合液中,92-94℃下继续搅拌反应120-130min;

(3) 向上述反应液中加入25-27g的TCPP和300mg十二烷基苯磺酸钠,搅拌30min,然后向混合液中加入22.6-22.9g硝酸铝,搅拌,反应30min后滴加7.7-7.8g的H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>,继续反应30min;

(4) 将产物在室温下静置12h,然后过滤、洗涤,在80℃下干燥至恒量,研磨,过200目筛,得到复合阻燃剂。

2. 根据权利要求1所述的一种高强度阻燃硅芯管,其特征在于,所述加工助剂包括油酸酰胺、单硬脂酸甘油酯和抗氧化剂,油酸酰胺、单硬脂酸甘油酯和抗氧化剂的质量比为1:1:0.5。

3. 根据权利要求1所述的一种高强度阻燃硅芯管的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

第一步、将外层原料中的马来酸酐接枝高密度聚乙烯、功能填料、复合阻燃剂、加工助剂以及1/5的高密度聚乙烯混合,加热至120-130℃,搅拌混合25-30min,再加入剩余的高密度聚乙烯,继续在120-130℃混合40-50min,降温至50℃以下备用;

第三步、取内层各原料,加热至105-120℃,搅拌混合40-50min,降温至50℃以下备用;

第四步、将外层原料和内层原料分别加热熔融,之后通过两台挤出机同步挤压复合得到硅芯管毛坯,挤出时的温度控制在175-185℃;

第五步、硅芯管毛坯再经过真空定型、冷却、牵引、卷取的工序,制得所述硅芯管。

## 一种高强度阻燃硅芯管及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于硅芯管技术领域,具体地,涉及一种高强度阻燃硅芯管及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 硅芯管是一种内壁带有硅胶质固体润滑剂的新型复合管道,密封性能好,耐化学腐蚀,工程造价低,广泛运用于高速公路,铁路等的光电缆通信网络系统,HDPE硅芯管是一种内壁带有硅胶质固体润滑剂的新型复合管道,简称硅管。由三台塑料挤出机同步挤压复合,主要原材料为高密度聚乙烯,芯层为摩擦系数最低的固体润滑剂硅胶质。广泛运用于光电缆通信网络系统。硅芯管需要具备阻燃性能,否则当内部线缆发生短路时,很容易造成燃烧现象,影响使用安全。

[0003] 专利号为CN02112744.1的中国发明专利公开了一种无卤阻燃硅芯管专用料及其制备方法,其公开的组分中含有25-45%的复合无卤阻燃剂(型号为ANT-6/Mg(OH)<sub>2</sub>),该复合无卤阻燃剂的主要成分是呈粉状的金属水合物,其属于矿物质一种;由于呈粉状的矿物质存有分散不好的特性;因此其作为主要组分添加到硅芯管中后,会因为无卤阻燃剂在组分中分散不均,导致阻燃硅芯管成品存有机械性能差、硬度高和脆度大的问题。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种高强度阻燃硅芯管及其制备方法,该硅芯管为双层管结构,外层采用采用高密度聚乙烯为基体,加入了功能填料和复合阻燃剂,功能填料经过改性处理后,能均匀分布于HDPE基体内,提高外层管材的强度和机械性能;复合阻燃剂不仅具有多层次阻燃性能,而且与基体相容性好,能均匀分布于基体内,提高硅芯管外层的阻燃性能,有效抵御外界燃烧;内层材料中同样加入了复合阻燃剂,能够有效防止硅芯管内部安放的线缆发生短路造成的燃烧现象,提高硅芯管的使用安全性;本发明制得一种高强度并具有优异阻燃性能的硅芯管,具有极高的使用安全性能,适用于光电缆通信网络系统。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案实现

[0006] 一种高强度阻燃硅芯管,为双层管结构,包括内层和外层,外层由如下重量份原料制成:高密度聚乙烯70-80份、马来酸酐接枝高密度聚乙烯9-13份、功能填料3-4份、复合阻燃剂2-3份、加工助剂2-3份;

[0007] 内层由如下重量份原料制成:高密度聚乙烯60-70份、复合阻燃剂0.8-1份、聚二甲基硅氧烷4-5份。

[0008] 进一步地,所述加工助剂包括油酸酰胺、单硬脂酸甘油酯和抗氧化剂,油酸酰胺、单硬脂酸甘油酯和抗氧化剂的质量比为1:1:0.5。

[0009] 进一步地,所述功能填料由如下方法制备:

[0010] (1) 先称取碳纤维分散在稀硝酸中,于75℃搅拌10-12h,过滤洗涤至中性,然后将稀硝酸酸洗过的碳纤维在浓硫酸和浓硝酸的混合液中,在60℃下搅拌20-22h,将产物反复稀释、静置、去离子水冲洗至中性,离心过滤,得到预处理碳纤维;

[0011] (2) 称取1g预处理碳纤维置于500mL去离子水中水浴超声处理12h,然后进行探针超声处理13-15min;

[0012] (3) 将得到的悬浮液倒入500mL的Tris-HCl缓冲液中,然后加入0.57g的3,4-二羟基苯乙胺盐酸盐,在室温下搅拌120-130min;

[0013] (4) 然后将悬浮液以7500rpm离心20-25min,用丙酮洗涤浆状产物,通过离心除去溶剂,洗涤、离心步骤重复4-5次,最后将沉淀冷冻干燥48h,制得功能填料;

[0014] 进一步地,步骤(1)浓硫酸和浓硝酸的混合液中浓硫酸和浓硝酸的体积比3:1。

[0015] 进一步地,所述复合阻燃剂由如下方法制备:

[0016] (1) 在圆底三口烧瓶中加入200-250mL的质量分数为5%的NaOH溶液和30g纤维素,常温下以150r/min搅拌26-30min,再升温至92-94℃,加入24-28mL甲醛溶液,搅拌反应60-70min;

[0017] (2) 称取11.8-12.4g对苯二胺加入到上述混合液中,92-94℃下继续搅拌反应120-130min;

[0018] (3) 向上述反应液中加入25-27g的TCPP和300mg十二烷基苯磺酸钠,搅拌30min,然后向混合液中加入22.6-22.9g硝酸铝,搅拌,反应30min后滴加7.7-7.8g的H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>,继续反应30min;

[0019] (4) 将产物在室温下静置12h,然后过滤、洗涤,在80℃下干燥至恒量,研磨,过200目筛,得到复合阻燃剂。

[0020] 一种高强度阻燃硅芯管的制备方法,包括如下步骤:

[0021] 第一步、将外层原料中的马来酸酐接枝高密度聚乙烯、功能填料、复合阻燃剂、加工助剂以及1/5的高密度聚乙烯混合,加热至120-130℃,搅拌混合25-30min,再加入剩余的高密度聚乙烯,继续在120-130℃混合40-50min,降温至50℃以下备用;

[0022] 第三步、取内层各原料,加热至105-120℃,搅拌混合40-50min,降温至50℃以下备用;

[0023] 第四步、将外层原料和内层原料分别加热熔融,之后通过两台挤出机同步挤压复合得到硅芯管毛坯,挤出时的温度控制在175-185℃;

[0024] 第五步、硅芯管毛坯再经过真空定型、冷却、牵引、卷取的工序,制得所述硅芯管。

[0025] 本发明的有益效果

[0026] 本发明的硅芯管外层原料中加入了功能填料,该功能填料由碳纤维改性制成,碳纤维经过硫酸和硝酸的酸化处理后,分子表面的-OH被氧化成为-COOH,-COOH能够与3,4-二羟基苯乙胺盐酸盐分子上的-OH发生反应,使3,4-二羟基苯乙胺盐酸盐接枝于碳纤维上,3,4-二羟基苯乙胺盐酸盐再在碳纤维表面发生聚合反应,形成一层聚合物附着在碳纤维表面,在碳纤维表面聚合,形成一层聚合物,该聚合物层与HDPE具有良好的相容性,能够使碳纤维均匀分散于HDPE基体中,提高碳纤维的分散性;碳纤维(CF)具有强度和模量高、密度低、线膨胀系数小等特点,碳纤维的杨氏模量是玻璃纤维的3倍多,但密度只是其2/3,均匀分散于HDPE基体中,能够有效发挥增强作用,提高管材的强度;

[0027] 本发明的硅芯管的外层和内层原料中均加入了复合阻燃剂,对苯二胺上的-NH<sub>2</sub>与纤维素分子表面的-OH发生反应,接枝于纤维素分子上,并再与甲醛发生Mannich反应,在纤维素表面生成预聚物,再通过反向沉淀的方法制备了一种复合阻燃剂,该复合阻燃剂包含

有TCPP、磷酸铝等有效成分,并具有多层次阻燃效果;TCPP作为磷-卤协同阻燃剂,通过热解产生具有强脱水作用的磷酸酐或磷酸,磷酸酐或磷酸能够促进纤维素脱水形成致密的炭层覆盖在基体材料表面;同时,磷酸铝的热解也会稀释燃烧区的温度,形成的氧化铝覆盖在基体材料表面上,因此,在炭层和氧化铝的共同作用下达到优异的阻燃效果;另外,该复合阻燃剂外层具有聚合物分子链,该聚合物分子链还有苯环以及碳链,与聚乙烯基体具有良好的相容性,能够克服无机阻燃剂难以分散的缺点,均匀分布于管材中,充分发挥其阻燃性能;外层和内层均加入了阻燃剂,外层具有阻燃性能,能够有效抵御外界燃烧,内层具有阻燃性能,能够有效防止硅芯管内部安放的内部线缆发生短路、造成的燃烧现象,提高硅芯管的使用安全性;

[0028] 本发明的硅芯管为双层管结构,外层采用采用高密度聚乙烯为基体,加入了功能填料和复合阻燃剂,功能填料经过改性处理后,能均匀分布于HDPE基体内,提高外层管材的强度和机械性能;复合阻燃剂不仅具有多层次阻燃性能,而且与基体相容性好,能均匀分布于基体内,提高硅芯管外层的阻燃性能,有效抵御外界燃烧;内层材料中同样加入了复合阻燃剂,能够有效防止硅芯管内部安放的线缆发生短路造成的燃烧现象,提高硅芯管的使用安全性;本发明制得一种高强度并具有优异阻燃性能的硅芯管,具有极高的使用安全性能,适用于光电缆通信网络系统。

### 具体实施方式

[0029] 下面将结合实施例对本发明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作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0030] 一种高强度阻燃硅芯管,为双层管结构,包括内层和外层;

[0031] 外层由如下重量份原料制成:高密度聚乙烯(HDPE)70-80份、马来酸酐接枝高密度聚乙烯9-13份、功能填料3-4份、复合阻燃剂2-3份、加工助剂2-3份;

[0032] 内层由如下重量份原料制成:高密度聚乙烯60-70份、复合阻燃剂0.8-1份、聚二甲基硅氧烷4-5份;

[0033] 其中,加工助剂包括油酸酰胺、单硬脂酸甘油酯和抗氧化剂,油酸酰胺、单硬脂酸甘油酯和抗氧化剂的质量比为1:1:0.5;抗氧化剂为聚乙烯常用抗氧化剂,比如抗氧剂1076、抗氧剂CA等;

[0034] 所述功能填料由如下方法制备:

[0035] (1) 先称取碳纤维分散在稀硝酸中,于75℃搅拌10-12h,过滤洗涤至中性,然后将稀硝酸酸洗过的碳纤维在浓硫酸和浓硝酸(体积比3:1)的混合液中,在60℃下搅拌20-22h,将产物反复稀释、静置、去离子水冲洗至中性,离心过滤,得到预处理碳纤维;

[0036] (2) 称取1g预处理碳纤维置于500mL去离子水中水浴超声处理12h,然后进行探针超声处理13-15min;

[0037] (3) 将得到的悬浮液倒入500mL的Tris-HCl缓冲液(pH=8.5)中,然后加入0.57g的3,4-二羟基苯乙胺盐酸盐,在室温下搅拌120-130min;

[0038] (4) 然后将悬浮液以7500rpm离心20-25min,用丙酮洗涤浆状产物,通过离心除去

溶剂,洗涤、离心步骤重复4-5次,最后将沉淀冷冻干燥48h,制得功能填料;

[0039] 碳纤维经过硫酸和硝酸的酸化处理后,分子表面的-OH被氧化成为-COOH,-COOH能够与3,4-二羟基苯乙胺盐酸盐分子上的-OH发生反应,使3,4-二羟基苯乙胺盐酸盐接枝于碳纤维上,3,4-二羟基苯乙胺盐酸盐再在碳纤维表面发生聚合反应,形成一层聚合物附着在碳纤维表面,在碳纤维表面聚合,形成一层聚合物,该聚合物层与HDPE具有良好的相容性,能够使碳纤维均匀分散于HDPE基体中,提高碳纤维的分散性;碳纤维(CF)具有强度和模量高、密度低、线膨胀系数小等特点,碳纤维的杨氏模量是玻璃纤维的3倍多,但密度只是其2/3,均匀分散于HDPE基体中,能够有效发挥增强作用,提高管材的强度;

[0040] 所述复合阻燃剂由如下方法制备:

[0041] (1) 在圆底三口烧瓶中加入200-250mL的质量分数为5%的NaOH溶液和30g纤维素,常温下以150r/min搅拌26-30min,再升温至92-94℃,加入24-28mL甲醛溶液,搅拌反应60-70min;

[0042] (2) 称取11.8-12.4g对苯二胺加入到上述混合液中,92-94℃下继续搅拌反应120-130min;

[0043] (3) 向上述反应液中加入25-27g的TCPP(三(氯异丙基)磷酸酯)和300mg十二烷基苯磺酸钠,搅拌30min,然后向混合液中加入22.6-22.9g硝酸铝,搅拌,反应30min后滴加7.7-7.8g的H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>,继续反应30min;

[0044] (4) 将产物在室温下静置12h,然后过滤、洗涤,在80℃下干燥至恒量,研磨,过200目筛,得到复合阻燃剂;

[0045] 对苯二胺上的-NH<sub>2</sub>与纤维素分子表面的-OH发生反应,接枝于纤维素分子上,并再与甲醛发生Mannich反应,在纤维素表面生成预聚物,再通过反向沉淀的方法制备了一种复合阻燃剂,该复合阻燃剂包含有TCPP、磷酸铝等有效成分,并具有多层次阻燃效果;TCPP作为磷-卤协同阻燃剂,通过热解产生具有强脱水作用的磷酸酐或磷酸,磷酸酐或磷酸能够促进纤维素脱水形成致密的炭层覆盖在基体材料表面;同时,磷酸铝的热解也会稀释燃烧区的温度,形成的氧化铝覆盖在基体材料表面上,因此,在炭层和氧化铝的共同作用下达到优异的阻燃效果;另外,该复合阻燃剂外层具有聚合物分子链,该聚合物分子链还有苯环以及碳链,与聚乙烯基体具有良好的相容性,能够克服无机阻燃剂难以分散的缺点,均匀分布于管材中,充分发挥其阻燃性能;

[0046] 该硅芯管的制备方法,包括如下步骤:

[0047] 第一步、将外层原料中的马来酸酐接枝高密度聚乙烯、功能填料、复合阻燃剂、加工助剂以及1/5的高密度聚乙烯混合,加热至120-130℃,搅拌混合25-30min,再加入剩余的高密度聚乙烯,继续在120-130℃混合40-50min,降温至50℃以下备用;

[0048] 第三步、取内层各原料,加热至105-120℃,搅拌混合40-50min,降温至50℃以下备用;

[0049] 第四步、将外层原料和内层原料分别加热熔融,之后通过两台挤出机同步挤压复合得到硅芯管毛坯,挤出时的温度控制在175-185℃;

[0050] 第五步、硅芯管毛坯再经过真空定型、冷却、牵引、卷取的工序,制得所述硅芯管。

[0051] 实施例1

[0052] 一种高强度阻燃硅芯管,为双层管结构,包括内层和外层;

[0053] 外层由如下重量份原料制成：高密度聚乙烯70份、马来酸酐接枝高密度聚乙烯9份、功能填料3份、复合阻燃剂2份、加工助剂2份；

[0054] 内层由如下重量份原料制成：高密度聚乙烯60份、复合阻燃剂0.8-1份、聚二甲基硅氧烷4份；

[0055] 该硅芯管由如下步骤制成：

[0056] 第一步、将外层原料中的马来酸酐接枝高密度聚乙烯、功能填料、复合阻燃剂、加工助剂以及1/5的高密度聚乙烯混合，加热至120℃，搅拌混合25min，再加入剩余的高密度聚乙烯，继续在120℃混合40min，降温至50℃以下备用；

[0057] 第三步、取内层各原料，加热至105℃，搅拌混合40min，降温至50℃以下备用；

[0058] 第四步、将外层原料和内层原料分别加热熔融，之后通过两台挤出机同步挤压复合得到硅芯管毛坯，挤出时的温度控制在175℃；

[0059] 第五步、硅芯管毛坯再经过真空定型、冷却、牵引、卷取的工序，制得所述硅芯管。

[0060] 实施例2

[0061] 一种高强度阻燃硅芯管，为双层管结构，包括内层和外层；

[0062] 外层由如下重量份原料制成：高密度聚乙烯75份、马来酸酐接枝高密度聚乙烯11份、功能填料3.5份、复合阻燃剂2.5份、加工助剂2.5份；

[0063] 内层由如下重量份原料制成：高密度聚乙烯65份、复合阻燃剂0.9份、聚二甲基硅氧烷4.5份；

[0064] 该硅芯管由如下步骤制成：

[0065] 第一步、将外层原料中的马来酸酐接枝高密度聚乙烯、功能填料、复合阻燃剂、加工助剂以及1/5的高密度聚乙烯混合，加热至125℃，搅拌混合28min，再加入剩余的高密度聚乙烯，继续在125℃混合45min，降温至50℃以下备用；

[0066] 第三步、取内层各原料，加热至112℃，搅拌混合45min，降温至50℃以下备用；

[0067] 第四步、将外层原料和内层原料分别加热熔融，之后通过两台挤出机同步挤压复合得到硅芯管毛坯，挤出时的温度控制在180℃；

[0068] 第五步、硅芯管毛坯再经过真空定型、冷却、牵引、卷取的工序，制得所述硅芯管。

[0069] 实施例3

[0070] 一种高强度阻燃硅芯管，为双层管结构，包括内层和外层；

[0071] 外层由如下重量份原料制成：高密度聚乙烯80份、马来酸酐接枝高密度聚乙烯13份、功能填料4份、复合阻燃剂3份、加工助剂3份；

[0072] 内层由如下重量份原料制成：高密度聚乙烯70份、复合阻燃剂1份、聚二甲基硅氧烷5份；

[0073] 该硅芯管由如下步骤制成：

[0074] 第一步、将外层原料中的马来酸酐接枝高密度聚乙烯、功能填料、复合阻燃剂、加工助剂以及1/5的高密度聚乙烯混合，加热至130℃，搅拌混合30min，再加入剩余的高密度聚乙烯，继续在130℃混合50min，降温至50℃以下备用；

[0075] 第三步、取内层各原料，加热至120℃，搅拌混合50min，降温至50℃以下备用；

[0076] 第四步、将外层原料和内层原料分别加热熔融，之后通过两台挤出机同步挤压复合得到硅芯管毛坯，挤出时的温度控制在185℃；

[0077] 第五步、硅芯管毛坯再经过真空定型、冷却、牵引、卷取的工序，制得所述硅芯管。

[0078] 对比例1

[0079] 将实施例1的外层原料中的功能填料换成碳纤维，其余原料及制备过程不变。

[0080] 对比例2

[0081] 将实施例1的外层原料中的功能填料去掉，其余原料及制备过程不变。

[0082] 对比例3

[0083] 将实施例1原料中的阻燃剂换成TCPP，其余原料及制备过程不变。

[0084] 对实施例1-3和对比例1-3制得的硅芯管做如下性能测试，按GB/T 2411规定的方法测试管材的外壁硬度，按GB/T 8804.1-2003测试管材的拉伸屈服强度和最大牵引负荷测试强度，分别使用JF-3极限氧指数仪和CZF-II垂直燃烧测试仪进行极限氧指数(LOI)和垂直燃烧(UL-94)测试阻燃性能，测试结果如下表1：

[0085] 表1

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	对比例 1	对比例 2	对比例 3
硬度测试值	56.5	55.8	55.9	54.2	49.8	55.8
屈服强度测试值	25.7	25.6	25.9	24.1	20.2	25.4
牵引负荷测试值	5380	5430	5300	5210	5050	5360
LOI 值	27.5	28.2	27.3	27.4	27.4	24.8
垂直燃烧等级	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-2

[0086] 由上表1可知，实施例1-3制得的硅芯管的硬度值为55.8-56.5，屈服强度值为25.6-25.9，牵引负荷值为5300-5430，可知，实施例1-3制得的硅芯管具有较高的力学性能，符合GB/T 24456-2009使用需求；实施例1-3制得的硅芯管的LOI值为27.5-28.2，垂直燃烧等级均为V-0级，说明本发明制得的硅芯管材料具有良好的阻燃性能；相较于对比例1和2，说明碳纤维经过改性后制成功能填料，能更均匀分散于HDPE基体内，进而提高管材的力学性能；相较于对比例3，说明本发明自制的复合阻燃剂加入至管材材料中，不仅具有多层次的阻燃功效，而且能够均匀分布于管材中，提高硅芯管的阻燃性能；

[0088] 将硅芯管加工成 $\phi 32/26$ 的规格，按照JTT 496-2004《公路地下通信管道高密度聚乙烯硅芯塑料管》对实施例1-3制得的硅芯管做有关物理化学性能方面的测试，测试结果如下表2：

[0089] 表2

		实施例 1	实施例 2	实施例 3	标准
内壁摩擦系数	静态	0.06	0.09	0.08	$\leq 0.25$
	动态	0.03	0.04	0.03	$\leq 0.15$
拉伸强度/MPa		26.9	29.7	28.5	$\geq 21$
断裂伸长率/%		420	405	399	$\geq 350$
冷弯曲半径/mm		306	309	307	300
环刚度/ $\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$		58	59	55	$\geq 50$



[0091]	扁平试验	垂直方向加压至外径变形量为原外径的 50%时, 立即卸荷, 试样不破裂、不分层	垂直方向加压至外径变形量为原外径的 50%时, 立即卸荷, 试样不破裂、不分层	垂直方向加压至外径变形量为原外径的 50%时, 立即卸荷, 试样不破裂、不分层	垂直方向加压至外径变形量为原外径的 50%时, 立即卸荷, 试样不破裂、不分层
	耐水压密封性能	温度 20、压力 50kPa 条件下, 保持 24h, 无渗漏	温度 20、压力 50kPa 条件下, 保持 24h, 无渗漏	温度 20、压力 50kPa 条件下, 保持 24h, 无渗漏	温度 20、压力 50kPa 条件下, 保持 24h, 无渗漏
	抗裂强度/MPa	2.8	3.0	3.2	≥2.0
	耐热应力开裂	168h, 失效数 17%	168h, 失效数 19%	168h, 失效数 16%	168h, 失效数 ≤20%

[0092] 由上表2可知, 本发明实施例1-3制得的硅芯管的各项性能均满足JTT 496-2004《公路地下通信管道高密度聚乙烯硅芯塑料管》的标准; 另外, 依据国家通信行业YD/T841-1996《地下通信管道用塑料管》、YD5043-1997《长途通信光缆塑料管道工程验收暂行规定》和交通部颁布的JT/TEM02-2000《高密度聚乙烯硅芯塑料管》的有关规定, 对其结构尺寸、环刚度、扁平试验等16项技术指标进行检测, 全部指标均达到要求; 本发明制得一种机械性能好、阻燃性能高的硅芯管, 满足各项使用要求, 适用于光电缆通信网络系统。

[0093] 以上公开的本发明优选实施例只是用于帮助阐述本发明。优选实施例并没有详尽叙述所有的细节, 也不限制该发明仅为所述的具体实施方式。显然, 根据本说明书的内容, 可作很多的修改和变化。本说明书选取并具体描述这些实施例, 是为了更好地解释本发明的原理和实际应用, 从而使所属技术领域技术人员能很好地理解和利用本发明。本发明仅受权利要求书及其全部范围和等效物的限制。