



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103450544 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201310342118. 8

CO8K 3/34(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 08. 07

CO8K 3/04(2006. 01)

(73) 专利权人 安徽合聚阻燃新材料股份有限公司

CO8K 3/32(2006. 01)

地址 230088 安徽省合肥市高新区望江西路
800 号创新产业园 A3 楼 516 室

CO8K 3/02(2006. 01)

CO8K 5/3492(2006. 01)

CO8K 5/5313(2006. 01)

CO8K 5/523(2006. 01)

(72) 发明人 吴瑞影 时虎

CO8K 5/57(2006. 01)

(74) 专利代理机构 安徽合肥华信知识产权代理
有限公司 34112

CO8K 3/22(2006. 01)

CO8J 3/28(2006. 01)

CO8J 3/24(2006. 01)

代理人 余成俊

(51) Int. Cl.

(56) 对比文件

CO8L 23/08(2006. 01)

US 4016084 A, 1977. 04. 05,

CO8L 51/00(2006. 01)

CN 1629216 A, 2005. 06. 22,

CO8L 23/06(2006. 01)

CN 102432937 B, 2013. 01. 09,

CO8L 51/06(2006. 01)

CN 101899183 A, 2010. 12. 01,

CO8L 53/02(2006. 01)

Baggaley et al.. The Influence of Novel

CO8L 23/16(2006. 01)

Zinc Hydroxystannate-Coated Fillers on the

CO8L 23/12(2006. 01)

Fire Properties of Flexible PVC. 《FIRE AND

CO8K 13/06(2006. 01)

MATERIALS》. 1997, 第 21 卷 179-185.

CO8K 9/10(2006. 01)

审查员 杜超

CO8K 9/04(2006. 01)

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

行业的电线电缆。

一种辐照交联低烟无卤阻燃聚烯烃复合材料
及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种辐照交联低烟无卤阻燃聚烯烃复合材料及其制备方法,按质量比在50-60份聚烯烃中加入0.5-5份阻燃增效剂,在140-200℃混炼至均匀,再加入40-50份阻燃抑烟协效剂微胶囊化金属氢氧化物、0.5-5份多官能团交联剂和0.1-1份抗氧剂,混合均匀后将该材料挤出包覆在电线电缆导电线芯上或在成型机中压成板材,最后以高能电子束或钴源辐照交联80-240K Gy剂量;本发明采用阻燃抑烟协效剂微胶囊化金属氢氧化物经过辐照交联所获得的低烟无卤阻燃聚烯烃复合材料具有良好的阻燃性能、优异的抑烟性能和较好的力学性能,可广泛应用于电力、能源、石油化工、电子、通讯、信息、机车等

1. 一种辐照交联低烟无卤阻燃聚烯烃复合材料,其特征在于,含有按质量比 50-60 份的聚烯烃基体、0.5-5 份阻燃增效剂、40-50 份阻燃抑烟协效剂微胶囊化金属氢氧化物、0.5-5 份多官能团交联剂和 0.1-1 份抗氧剂;

所述的聚烯烃选自聚乙烯、马来酸酐接枝聚乙烯、聚丙烯、马来酸酐接枝聚丙烯、乙烯-乙酸乙烯共聚物、马来酸酐接枝乙烯-乙酸乙烯共聚物、聚乙烯-辛烯共聚物、三元乙丙橡胶、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物或氢化苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物中的一种或多种;

所述的阻燃增效剂为含磷阻燃剂;所述含磷阻燃剂选自红磷、微胶囊化红磷、聚磷酸铵、微胶囊化聚磷酸铵、三聚氰胺磷酸盐、无机次磷酸铝、有机次磷酸铝、季戊四醇磷酸酯或磷酸三异丙基苯酯中的一种或多种;

所述的阻燃抑烟协效剂微胶囊化金属氢氧化物由具有阻燃抑烟协效作用的化合物通过微胶囊化技术将金属氢氧化物包覆而成;所述具有阻燃抑烟协效作用的化合物选自锡酸锌、锡酸镁、含水铝酸锌或含水铝酸镁中的一种或多种;所述金属氢氧化物选自氢氧化镁或氢氧化铝中的一种或多种;

所述的多官能团交联剂选自三聚氰酸三烯丙酯、三聚异氰尿酸三烯丙酯,三甲基丙烯酸三羟甲基丙酯、三丙烯酸三羟甲基酯、季戊四醇三丙烯酸酯或季戊四醇四丙烯酸酯中的一种或多种。

2. 一种如权利要求 1 所述的辐照交联低烟无卤阻燃聚烯烃复合材料的制备方法,其特征在于,按质量比在 50-60 份聚烯烃中加入 0.5-5 份阻燃增效剂,在密炼机或者挤出机中在 140-200℃混炼至均匀,再加入 40-50 份阻燃抑烟协效剂微胶囊化金属氢氧化物、0.5-5 份多官能团交联剂和 0.1-1 份抗氧剂,混合均匀后挤出造粒成辐照交联料,然后将该辐照交联料挤出包覆在电线电缆导电线芯上或在成型机中压成板材,最后以高能电子束或钴源辐照 80-240K Gy 剂量进行交联。

一种辐照交联低烟无卤阻燃聚烯烃复合材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于阻燃聚烯烃材料技术领域,特别涉及辐照交联低烟无卤阻燃聚烯烃复合材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 交联聚烯烃材料具有优异的机械物理性能、电气性能、使用温度高、耐腐蚀、耐热性能好等优点,正被越来越多地用于制备电力、能源、石油化工、电子、通讯、信息、机车等行业的电线电缆。但是交联聚烯烃在使用过程中容易燃烧,由此引发的火灾给人们的生命财产带来巨大的威胁和损失。

[0003] 为解决交联聚烯烃材料的易燃性问题,目前工业上主要采取在聚烯烃基体中添加含卤阻燃剂和三氧化二锑。然而,含有此类阻燃剂的高分子制品在燃烧时会释放出大量有毒、腐蚀性的气体,对人类和环境存在着极大的隐患。为此,欧盟在 2003 年颁布了“报废电子电器设备指令”(WEEE)和“关于在电子电器中禁用有害物质指令”(RoHS),严禁在电子电器中添加多溴联苯醚等有害物质。

[0004] 无机金属氢氧化物作为无卤阻燃剂被大量应用于聚烯烃基体中。例如,中国专利申请号 200510102257.9、200810198131.X、200910053684.0 报道的在交联聚烯烃中加入氢氧化镁和氢氧化铝,取得了较好的阻燃效果。无机金属氢氧化物阻燃剂主要指氢氧化镁(MH)和氢氧化铝(ATH)。它们作用的方式是通过分解吸收热量,同时分解生成的水蒸汽对可燃性气体起到稀释作用。其优点在于燃烧时不产生有毒气体,具有阻燃和抑烟的双重效果。但这类阻燃剂也存在阻燃效率低、添加量大(>60%)、恶化聚合物的物理性能等缺点。

[0005] 目前解决无机金属氢氧化物阻燃剂上述缺点主要有:采用超细化手段以提高阻燃剂在聚合物中的分散性和相容性;用偶联剂对粒子进行表面改性,改变其表面性能,提高阻燃剂与聚合物之间的相容性;使用合适的无卤阻燃协效剂以提高其阻燃效率。其中使用无卤阻燃协效剂主要有阻燃协效作用的化合物,主要采用共混的方式进行加工。在相同添加量的条件下,使用少量的无卤阻燃协效剂取代金属氢氧化物,能够大幅提高材料的阻燃性能。随着研究的深入,如果将阻燃协效剂使用微胶囊化技术作为壳层材料,比简单共混阻燃协效剂,更能够提高阻燃剂的阻燃效率和在材料中的阻燃级别。如果将具有阻燃抑烟协效功能的物质作为壳层材料,对本身就具有阻燃和抑烟功能的金属氢氧化物进行微胶囊化处理,得到的具有阻燃抑烟协效功能的物质微胶囊化金属氢氧化物这一类阻燃剂,将具有更高的阻燃效率和更好的抑烟功能。这就使得在相同添加量的情况下,将具有阻燃抑烟协效功能的物质微胶囊化金属氢氧化物阻燃的聚烯烃材料具有更好的阻燃和抑烟性能及综合物性。但是至今未见使用具有阻燃抑烟协效作用物质包覆无机金属氢氧化物用于聚烯烃材料之中,用于提高阻燃剂的阻燃效率和提高聚烯烃材料的综合物性。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种辐照交联低烟无卤阻燃聚烯烃复合材料及其制备方

法,以克服现有金属氢氧化物阻燃聚烯烃材料的上述缺点,获得一种兼有低烟无卤和较好力学性能的辐照交联聚烯烃复合材料。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0008] 一种辐照交联低烟无卤阻燃聚烯烃复合材料,其特征在于,含有按质量比 50-60 份的聚烯烃基体、0.5-5 份阻燃增效剂、40-50 份阻燃抑烟协效剂微胶囊化金属氢氧化物、0.5-5 份多官能团交联剂和 0.1-1 份抗氧化剂。

[0009] 本发明的辐照交联低烟无卤阻燃聚烯烃复合材料的制备方法:

[0010] 按质量比在 50-60 份聚烯烃中加入 0.5-5 份阻燃增效剂,在密炼机或者挤出机中在 140-200℃混炼至均匀,再加入 40-50 份阻燃抑烟协效剂微胶囊化金属氢氧化物、0.5-5 份多官能团交联剂和 0.1-1 份抗氧化剂,混合均匀后挤出造粒成辐照交联料,然后将该辐照交联料挤出包覆在电线电缆导电线芯上或在成型机中压成板材,最后以高能电子束或钴源辐照 80-240KGy 剂量进行交联。

[0011] 所述的聚烯烃选自聚乙烯、马来酸酐接枝聚乙烯、聚丙烯、马来酸酐接枝聚丙烯、乙烯-乙酸乙烯共聚物、马来酸酐接枝乙烯-乙酸乙烯共聚物、聚乙烯-辛烯共聚物、三元乙丙橡胶、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物或氢化苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物中的一种或多种。

[0012] 所述的阻燃增效剂选自有机层状化合物或者含磷阻燃剂中的一种或多种;所述有机层状化合物选自有机改性蒙脱土、铁基蒙脱土、镁铝双氢氧化物、锌铝双氢氧化物、镁铁双氢氧化物、锌铁双氢氧化物、镍铁双氢氧化物、氧化石墨、磷酸钛或磷酸钙中的一种或多种;所述含磷阻燃剂选自红磷、白化红磷、微胶囊化红磷、聚磷酸铵、微胶囊化聚磷酸铵、三聚氰胺磷酸盐、聚三聚氰胺磷酸盐、无机次磷酸铝、有机次磷酸铝、磷酸三苯酯、季戊四醇磷酸酯或磷酸三异丙基苯酯中的一种或多种。

[0013] 所述的阻燃抑烟协效剂微胶囊化金属氢氧化物由具有阻燃抑烟协效作用的化合物通过微胶囊化技术将金属氢氧化物包覆而成;所述具有阻燃抑烟协效作用的化合物选自羟基锡酸锌、羟基锡酸镁、羟基锡酸铁、羟基锡酸钴、羟基锡酸镍、羟基锡酸锰、羟基锡酸铜、羟基锡酸铈、羟基锡酸钙、羟基锡酸钡、锡酸锌、锡酸镁、含水铝酸锌或含水铝酸镁中的一种或多种;所述金属氢氧化物选自氢氧化镁或氢氧化铝中的一种或多种。

[0014] 所述的多官能团交联剂选自三聚氰酸三烯丙酯、三聚异氰尿酸三烯丙酯,三甲基丙烯酸三羟甲基丙酯、三丙烯酸三羟甲基酯、季戊四醇三丙烯酸酯或季戊四醇四丙烯酸酯中的一种或多种。

[0015] 所述的抗氧化剂选自 4,4'-硫代(6-特丁基-3-甲基苯酚)、四[亚甲基-3-(3',5'-二特丁基-4'-羟基苯基)丙酸]季戊四醇酯、三[2,4-二叔丁基苯基]亚磷酸酯、硫代二丙酸二硬脂醇酯、硫代二丙酸二月桂酯或季戊四醇四(3-月桂基硫代丙酸酯)中的一种或多种。

[0016] 可将上述辐照交联料置于电缆专用挤出机中进行塑化后挤出包覆在电线电缆导电线芯上,然后在高能电子束或钴源下辐照交联,辐照剂量为 80-240KGy,形成辐照交联电线电缆的包覆层。

[0017] 或将上述辐照交联料置于成型机的模具中压制成型,然后在高能电子束或钴源下辐照交联,辐照剂量为 80-240KGy,制成辐照交联的聚烯烃片材或板材。

[0018] 由于本发明中采用了具有阻燃抑烟协效功能的物质微胶囊化金属氢氧化物,应用于聚烯烃中提高了聚烯烃的阻燃性能,克服了传统金属氢氧化物添加量大和阻燃效率低等缺点。由于本发明中采用有机改性层状化合物作为阻燃增效剂,可以制备得到层离的聚烯烃纳米复合材料,由于层离的纳米复合材料的片层阻隔机理,可以明显提高阻燃效果;由于本发明之中采用含磷阻燃剂作为阻燃增效剂,由于含磷阻燃剂和氢氧化物的阻燃协效作用,可以明显提高阻燃效果;从而可以进一步降低聚烯烃体系中阻燃剂的使用量,使得聚烯烃材料的机械性能得到较大幅度的提高。由于本发明中微胶囊化阻燃剂的壳层材料采用了具有燃抑烟协效功能的物质,芯材为同样具有阻燃抑烟功能的金属氢氧化物,将该微胶囊化阻燃剂应用于聚烯烃材料之中,能够起到明显的协效作用,能够明显的降低聚烯烃材料的烟气生成量。采用本发明经过辐照交联所获得的低烟无卤阻燃聚烯烃复合材料具有良好的阻燃性能、优异的抑烟性能和较好的力学性能。

具体实施方式

[0019] 下面通过实施例来进一步说明本发明。

[0020] 实施例 1:

[0021] 按重量份数称取乙烯-乙酸乙烯共聚物 45 份,马来酸酐接枝乙烯-乙酸乙烯共聚物 5 份,有机改性蒙脱土 0.5 份,在密炼机中 140℃混炼 10 分钟,再加入羟基锡酸镁微胶囊化氢氧化铝 50 份,三聚异氰尿酸三烯丙酯 1.5 份,抗氧剂 300 取 0.4 份,抗氧剂 DLTP 取 0.4 份,将原料各组分混合均匀后,在 140℃挤出造粒成电子束辐照交联聚烯烃电缆料,然后将该聚烯烃电缆料挤出包覆在电线电缆导电线芯上,最后在功率和能量分别为 10KW 和 10MeV 电子束下辐照交联,辐照剂量为 120Kgy。

[0022] 为进一步验证阻燃协效剂微胶囊化金属氢氧化物的性能,将其与没有处理的氢氧化铝等量替换应用于聚烯烃的阻燃之中,比较二者的综合物性检测结果:

[0023]

聚烯烃中的阻燃剂	拉升强度(MPa)	断裂伸长率(%)	LOI(%)	UL-94	最大烟密度	体积电阻率($\Omega \cdot \text{cm}$)
羟基锡酸镁微胶囊化氢氧化铝	15.3	320	36	V-0	95	7.6×10^{14}
氢氧化铝	13.2	230	33.5	V-1	200	7.1×10^{14}

[0024] 在本实施例条件下,将三聚异氰尿酸三烯丙酯替换为三聚氰酸三烯丙酯、三甲基丙烯酸三羟甲基丙酯、三丙烯酸三羟甲基酯、季戊四醇三丙烯酸酯或季戊四醇四丙烯酸酯中的一种或多种,均能到达上述检测效果。

[0025] 实施例 2:

[0026] 按按重量份数称取乙烯-乙酸乙烯共聚物 50 份,马来酸酐接枝乙烯-乙酸乙烯共聚物 5 份,有机改性蒙脱土 5 份,在密炼机中 140℃混炼 10 分钟,再加入含水铝酸镁微胶囊化氢氧化铝 45 份,三聚异氰尿酸三烯丙酯 0.5 份,抗氧剂 300 取 0.4 份,抗氧剂 DLTP 取 0.4 份,将原料各组分混合均匀后,将原料各组分混合均匀后,在 160℃挤出造粒成电子束辐照

交联电缆料,然后将该聚烯烃电缆料挤出包覆在电线电缆导电线芯上,然后在功率和能量分别为 10KW 和 10MeV 电子束下辐照交联,辐照剂量为 160KGy。

[0027] 为进一步验证阻燃协效剂微胶囊化金属氢氧化物的性能,将其与没有处理的氢氧化铝等量替换应用于聚烯烃的阻燃之中,比较二者的综合物性检测结果:

[0028]

聚烯烃中的阻燃剂	拉升强度(MPa)	断裂伸长率(%)	LOI (%)	UL-94	最大烟密度	体积电阻率($\Omega \cdot \text{cm}$)
含水铝酸镁微胶囊化氢氧化铝	15.9	310	34.5	V-0	120	6.8×10^{14}
氢氧化铝	13.8	270	31.5	V-2	215	6.7×10^{14}

[0029] 在本实施例条件下,将有机改性蒙脱土替换为有机改性铁基蒙脱土、镁铝双氢氧化物、锌铝双氢氧化物、镁铁双氢氧化物、锌铁双氢氧化物、镍铁双氢氧化物、氧化石墨、磷酸钛或磷酸锆中的一种或多种,均能到达上述检测效果。

[0030] 实施例 3:

[0031] 按按重量份数称取乙烯-乙酸乙烯共聚物 55 份,马来酸酐接枝乙烯-乙酸乙烯共聚物 5 份,红磷 5 份,在密炼机中 140℃混炼 10 分钟,再加入羟基锡酸铁微胶囊化氢氧化镁 20 份和羟基锡酸铁微胶囊化氢氧化铝 20 份,三聚异氰尿酸三烯丙酯 5 份,抗氧剂 300 取 0.05 份,抗氧剂 DLTP 取 0.05 份,将原料各组分混合均匀后,在 160℃挤出造粒成电子束辐照交联电缆料,然后将该聚烯烃电缆料挤出包覆在电线电缆导电线芯上,然后在功率和能量分别为 10KW 和 10MeV 电子束下辐照交联,辐照剂量为 80KGy。

[0032] 为进一步验证阻燃协效剂微胶囊化金属氢氧化物的性能,将其与没有处理的氢氧化镁和氢氧化铝等量替换应用于聚烯烃的阻燃之中,比较二者的综合物性检测结果:

[0033]

聚烯烃中的阻燃剂	拉升强度(MPa)	断裂伸长率(%)	LOI (%)	UL-94	最大烟密度	体积电阻率($\Omega \cdot \text{cm}$)
羟基锡酸铁微胶囊化氢氧化镁+羟基锡酸铁微胶囊化氢氧化铝	17.3	340	38.5	V-0	115	4.3×10^{14}
氢氧化镁+氢氧化铝	15.1	290	34.5	V-0	205	3.4×10^{14}

[0034] 在本实施例条件下,将红磷替换为白化红磷、微胶囊化红磷、聚磷酸铵、微胶囊化聚磷酸铵、三聚氰胺磷酸盐、聚三聚氰胺磷酸盐、无机次磷酸铝、有机次磷酸铝、磷酸三苯酯、季戊四醇磷酸酯或磷酸三异丙基苯酯中的一种或多种,均能到达上述检测效果。

[0035] 实施例 4：

[0036] 按按重量份数称取乙烯 45 份，马来酸酐接枝乙烯 5 份，聚磷酸铵 4.5 份，在密炼机中 140℃混炼 10 分钟，再加入羟基锡酸镍微胶囊化氢氧化铝 50 份，三聚异氰尿酸三烯丙酯 1.5 份，抗氧剂 DLTP 取 0.4 份，抗氧剂 300 取 0.1 份；将原料各组分混合均匀后，在 160℃挤出造粒成电子束辐照交联电缆料，然后将该聚烯烃电缆料挤出包覆在电线电缆导电线芯上，然后在功率和能量分别为 10KW 和 10MeV 电子束下辐照交联，辐照剂量为 240KGy。

[0037] 为进一步验证阻燃协效剂微胶囊化金属氢氧化物的性能，将其与没有处理的氢氧化铝等量替换应用于聚烯烃的阻燃之中，比较二者的综合物性检测结果：

[0038]

聚烯烃中的阻燃剂	拉升强度 (MPa)	断裂伸长率 (%)	LOI (%)	UL-94	最大烟密度	体积电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)
羟基锡酸镍微胶囊化氢氧化铝	16.9	260	36.5	V-0	85	3.9×10^{14}
氢氧化铝	15.2	190	33.5	V-0	210	3.1×10^{14}

[0039] 在本实施例条件下，将羟基锡酸镍微胶囊化氢氧化铝替换为羟基锡酸锌、羟基锡酸镁、羟基锡酸铁、羟基锡酸钴、羟基锡酸锰、羟基锡酸铜、羟基锡酸锶、羟基锡酸钙、羟基锡酸钡、锡酸锌、锡酸镁、含水铝酸锌或含水铝酸镁中的一种或多种包覆的氢氧化镁或氢氧化铝中的一种或多种，均能到达上述检测效果。

[0040] 实施例 5：

[0041] 按重量份数称取乙烯-乙酸乙烯共聚物 40 份，马来酸酐接枝乙烯-乙酸乙烯共聚物 5 份，苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物 5 份，磷酸钙 2 份，在密炼机中 160℃混炼 15 分钟，再加入锡酸锌微胶囊化氢氧化镁 50 份，抗氧剂 DLTP 取 0.5 份，抗氧剂 300 取 0.5 份；将原料各组分混合均匀后，在 160℃挤出造粒成电子束辐照交联电缆料，然后将该聚烯烃电缆料挤出包覆在电线电缆导电线芯上，然后在钴源下辐照交联，辐照剂量为 200KGy。

[0042] 为进一步验证阻燃协效剂微胶囊化金属氢氧化物的性能，将其与没有处理的氢氧化镁等量替换应用于聚烯烃的阻燃之中，比较二者的综合物性检测结果：

[0043]

聚烯烃中的阻燃剂	拉升强度 (MPa)	断裂伸长率 (%)	LOI (%)	UL-94	最大烟密度	体积电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)
锡酸锌微胶囊化氢氧化镁	15.6	250	36	V-0	100	6.8×10^{14}
氢氧化镁	13.8	170	34	V-1	195	5.7×10^{14}

[0044] 在本实施例条件下，将苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物替换为聚乙烯、马来酸酐接枝聚乙烯、聚丙烯、马来酸酐接枝聚丙烯、聚乙烯-辛烯共聚物、三元乙丙橡胶或氯化苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物中的一种或多种，均能到达上述检测效果。

[0045] 实施例 6：

[0046] 按重量份数称取聚乙烯 25 份，马来酸酐接枝聚乙烯 5 份，三元乙丙橡胶 20 份，有机改性镁铝双氢氧化物 1 份，在密炼机中 170℃混炼 10 分钟，再加入含水铝酸锌微胶囊化氢氧化铝 50 份，三聚异氰尿酸三烯丙酯 1.5 份，抗氧剂 1010 取 0.4 份，抗氧剂 DLTP 取 0.2 份；将原料各组分混合均匀后，在 170℃挤出造粒成电子束辐照交联料，然后在成型机中压成板材，然后在功率和能量分别为 10KW 和 10MeV 电子束下辐照交联，辐照剂量为 160KGy。

[0047] 为进一步验证阻燃协效剂微胶囊化金属氢氧化物的性能，将其与没有处理的氢氧化铝等量替换应用于聚烯烃的阻燃之中，比较二者的综合物性检测结果：

[0048]

聚烯烃中的阻燃剂	拉升强度 (MPa)	断裂伸长率 (%)	LOI (%)	UL-94	最大烟密度	体积电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)
含水铝酸锌微胶囊化氢氧化铝	15.7	280	37.5	V-0	90	8.2×10^{14}
氢氧化铝	14.2	240	35	V-0	170	6.7×10^{14}

[0049] 在本实施例条件下，将抗氧剂 DLTP 替换为 4,4'-硫代(6-特丁基-3-甲基苯酚) (抗氧剂 300)、三[2,4-二叔丁基苯基]亚磷酸酯(168)、硫代二丙酸二硬脂醇酯(DSTP)或季戊四醇四(3-月桂基硫代丙酸酯)(412S)中的一种或多种，均能到达上述检测效果。

[0050] 实施例 7：

[0051] 按重量份数称取聚丙烯 10 份，聚乙烯 20 份，马来酸酐接枝聚乙烯 5 份，三元乙丙橡胶 15 份，磷酸钛 3 份，在密炼机中 200℃混炼 10 分钟，再加入羟基锡酸镁微胶囊化氢氧化铝 25 份和含水铝酸锌微胶囊化氢氧化镁 25 份，三聚异氰尿酸三烯丙酯 2 份，抗氧剂 300 取 0.2 份，抗氧剂 DLTP 取 0.6 份；将原料各组分混合均匀后，在 200℃挤出造粒成电子束辐照交联料，然后在平板硫化机中压成板材，然后在钴源下辐照交联，辐照剂量为 120KGy。

[0052] 为进一步验证阻燃协效剂微胶囊化金属氢氧化物的性能，将其与没有处理的氢氧化镁和氢氧化铝等量替换应用于聚烯烃的阻燃之中，比较二者的综合物性检测结果：

[0053]

聚烯烃中的阻燃剂	拉升强度 (MPa)	断裂伸长率 (%)	LOI (%)	UL-94	最大烟密度	体积电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)
羟基锡酸镁微胶囊化氢氧化铝+含水铝酸锌微胶囊化氢氧化镁	16.6	300	39	V-0	85	9.3×10^{14}
氢氧化镁+氢氧化铝	15.0	230	35	V-0	180	6.5×10^{14}

[0054] 在本实施例条件下,将钴源下辐照剂量为 120KGy 替换为 10KW 和 10MeV 电子束下辐照剂量为 120KGy,均能到达上述检测效果。

[0055] 上述各实施例中阻燃制品的烟密度测定方法是:使用美国的 NBS 烟箱测试,其中测试标准为 ASATM E662。

[0056] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明披露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。