

煤矿用 UHMWPE 制品的研制及应用

林群球

(江苏省煤矿研究所, 徐州 221006)

摘要 经试验研究, 确定了煤矿用超高分子量聚乙烯 (UHMWPE) 制品的最佳配方, 即 UHMWPE、十溴二苯醚、三氧化二锑、导电炭黑分别为 100 份、15 份、10 份、0.5 份。用该配方制备的煤矿用 UHMWPE 制品的表面电阻为 $3 \times 10^6 \Omega$, 有焰燃烧时间为 2.0 s, 无焰燃烧时间为 4.2 s, 符合 MT 113 - 1995 的要求, 可用于制造煤仓壁板、溜槽等煤矿用品。

关键词 煤矿 超高分子量聚乙烯 阻燃剂 抗静电剂 应用

超高分子量聚乙烯 (UHMWPE) 因其质量轻、强度高、耐磨、耐腐蚀等优点, 已在许多领域得到应用。煤矿井下是煤尘、瓦斯容易聚集的作业场所, 易发生火灾和爆炸事故, 要求煤矿井下使用的高分子材料制品必须具有阻燃性和抗静电性能, 因此, 为确保 UHMWPE 制品能在煤矿井下安全使用, 必须对其进行阻燃和抗静电改性。笔者在试验研究的基础上确定了最佳阻燃、抗静电 UHMWPE 配方, 并制作板材进行了初步应用, 效果良好。

1 煤矿用 UHMWPE 制品的制备

1.1 主要原材料的选择

(1) UHMWPE

根据使用要求选用北京助剂二厂产的分子量为 300 万的 UHMWPE 作为基体树脂。

(2) 抗静电剂

抗静电剂依其防静电原理可分为两类: 一类是表面活性剂, 利用它的亲水基吸湿, 在材料表面形成一单分子导电层, 以降低材料的表面电阻; 另一类是以抗静电剂内部的电子来导电, 如导电纤维、金属粉、炭黑等^[1]。从成本、成型工艺、抗静电性能等方面考虑, 选择山东淄博华光化工厂产的导电炭黑作为 UHMWPE 制品的抗静电剂。导电炭黑用量对材料抗静电性能的影响见表 1。

表 1 导电炭黑的用量对材料抗静电性能的影响		
配方	导电炭黑/份	表面电阻/ Ω
1 [#]	8	$<1 \times 10^3$
2 [#]	6	$<1 \times 10^3$
3 [#]	4	$<1 \times 10^3$
4 [#]	2	$<1 \times 10^3$
5 [#]	1	3.0×10^4
6 [#]	0.5	3.0×10^5

注: UHMWPE 为 100 份。

从表 1 可以看出, 导电炭黑的最佳用量为 0.5 份。

(3) 阻燃剂

阻燃剂根据其阻燃原理及性质可分为有机阻燃剂和无机阻燃剂, 其中有机阻燃剂可分为磷系、卤系和氮系等; 无机阻燃剂又可分为锑类、磷酸类、硼化合物类和水合氧化铝类等^[2]。考虑加工成本、成型工艺等因素, 选择山东莱州市新兴化工厂产的十溴二苯醚 (DBDPO)、山东潍坊亚星集团产的氯化聚乙烯 (PE-C)、湖南桃江县虎山锑制品厂产的三氧化二锑 (Sb_2O_3)、济南泰星精细化工有限公司产的 $Al(OH)_3$ 作为试验用阻燃剂, 其中 Sb_2O_3 用作辅助阻燃剂。

选择阻燃剂进行试验时, 保持 UHMWPE 100 份、导电炭黑 0.5 份不变。复合阻燃剂配比及用量对材料抗静电、阻燃性能的影响见表 2。

表 2 阻燃剂配比及用量对材料抗静电、阻燃性能的影响					酒精喷灯燃烧试验 ¹⁾	
配方	阻燃剂/份				表面电阻/ Ω	
	DBDPO	Sb_2O_3	PE-C	$Al(OH)_3$		
1 [#]	7	7			1.6×10^5	不自熄
2 [#]	10	7			1.9×10^5	4.2
3 [#]	15	10			1.7×10^5	2.8
4 [#]	20	10			1.8×10^5	1.9
5 [#]		10	30		2.1×10^5	3.2
6 [#]		15	40		2.1×10^5	2.6
7 [#]				40	4.0×10^5	2.8
8 [#]				50	4.1×10^5	2.1

注: 1) 酒精喷灯燃烧试验按照 MT 113 - 1995 进行。

从表 2 可看出, 在达到一定配比时, DBDPO、PE-C 和 $Al(OH)_3$ 均可获得较好的阻燃效果。

(4) 最佳配方的确定

确定煤矿用 UHMWPE 材料最佳配方时, 除了应满足抗静电性和阻燃性能的要求以外, 还应具有一定的力学性能主要是拉伸强度和冲击强度。表 3

表 3 确定最佳配方的试验结果

配方	配方体系	表面电阻 / Ω	阻燃性		力学性能	
			有焰燃烧时间 /s	无焰燃烧时间 /s	拉伸强度 /MPa	冲击强度 / $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$
1 [#]	UHMWPE /导电炭黑 /DBDPO - Sb_2O_3 [100 /0. 5 /(15 /10)]	2.0×10^5	2. 6	5. 9	19	106
2 [#]	UHMWPE /导电炭黑 /PE-C - Sb_2O_3 [100 /0. 5 /(40 /15)]	2.4×10^5	2. 8	7. 2	20	22
3 [#]	UHMWPE /导电炭黑 / $\text{Al}(\text{OH})_3$ (100 /0. 5 /40)	3.8×10^5	2. 7	1. 7	23	19

列出选择最佳配方的试验结果。从表 3 可以看出, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 PE-C 在达到一定配比时虽具有较好的阻燃性能,且成本较低,但成型加工时发现它们与 UHMWPE 的相容性差,影响物料的塑化效果,使 UHMWPE 制品的冲击强度急剧降低,无法满足使用要求,另外 PE-C 分解温度低,成型温度不能超过 170℃,否则会引起降解,影响制品的力学性能,并对操作人员的健康有害,所以 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 PE-C 不适合作为煤矿用 UHMWPE 制品的阻燃剂。DBDPO 虽然对 UHMWPE 制品的拉伸强度有一定的影响,但它对冲击强度影响很小,所以,选取表 3 中的 1[#] 配方作为煤矿用 UHMWPE 制品的最佳配方。

1.2 试验设备

高速混合机: GRH - 200L 型,上海北蔡轻工机械厂;

表面电阻测试仪: ZC - 46 型,上海第六电表厂;

液压成型机: 自制;

酒精喷灯: 市售。

1.3 UHMWPE 制品的成型工艺

按表 3 的 1[#] 配方将 UHMWPE、导电炭黑、DBDPO 与 Sb_2O_3 等在高速混合机中混合 10 ~ 20 min 后,将其放入模具中,在 200℃、15 MPa 条件下热压 3 h,再在 15 MPa 下通水冷却定型后出模。这种压制成型的煤矿用 UHMWPE 板材的各项性能如表 4 所示。

表 4 煤矿用 UHMWPE 板材的各项性能

性 能	测试结果
拉伸强度 /MPa	19
断裂伸长率 /%	206
冲击强度 / $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$	103
球压痕硬度 / $\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$	70
维卡软化温度 /℃	120
摩擦系数	0. 159
体积磨损量 / cm^3	2.4×10^{-4}
表面电阻 / Ω	3×10^6
有焰燃烧时间 /s	2. 0
无焰燃烧时间 /s	4. 2

2 UHMWPE 的应用

UHMWPE 因其具有自润滑性、摩擦系数小、耐腐蚀、质量轻、耐冲击等优点,可代替金属材料制造煤矿用品,降低维修量和节约维修成本。

(1) 煤仓壁板和溜槽 传统的煤仓壁板和溜槽主要采用水泥制作,由于所制制品表面粗糙、摩擦系数较大,使用一段时间后其表面会粘附大量的煤炭,造成煤仓容量减少,堵塞溜槽。使用 UHMWPE 板材作为煤仓壁板和溜槽后,由于其表面光滑、摩擦系数小,较好地解决了煤仓和溜槽架桥、堵塞及磨损严重等问题,大大降低了维修量和维修成本。

(2) 带式输送机托辊轴承^[3] 与钢制滚珠轴承相比,UHMWPE 轴承除具有自润滑性、摩擦系数小(无润滑时动摩擦系数为 0.023),旋转阻力低、磨损量小、使用寿命长(使用 20 000 h 磨损量小于 0. 05 mm)等优点外,不会因吸水而膨胀、也不会因粘附煤粉而卡死,可消除因轴承卡死托辊不转、导致输送带与托辊剧烈摩擦起火的隐患。

(3) 罐道罐耳^[4] 铸铁制造的罐道罐耳使用寿命短,对罐道磨损严重,运行中摩擦阻力大,能耗高。而 UHMWPE 罐道罐耳损耗小(6 个月仅磨损 2. 4 mm),使用寿命长(达 18 个月以上),运行平稳,振动冲击小,运行阻力低,对罐道的磨损小。

(4) 钢丝绳护套 UHMWPE 因耐磨、耐冲击、力学强度高,所以 UHMWPE 钢丝绳护套比橡胶护套磨损小,受冲击时不易损坏,使用寿命是橡胶护套的 2 ~ 3 倍。

3 结论

(1) 适于煤矿用 UHMWPE 制品的配方为: UH-MWPE100 份、十溴二苯醚 15 份、三氧化二锑 10 份、导电炭黑 0. 5 份。用该配方制备的煤矿用 UHM-WPE 制品的表面电阻为 $3 \times 10^6 \Omega$,有焰燃烧时间为 2. 0 s,无焰燃烧时间为 4. 2 s,符合 MT 113 - 1995 的要求,可满足使用要求。

(2) 所研制的 UHMWPE 板材可用作煤仓壁板

和溜槽等煤矿用品。

参 考 文 献

1

王平, 吕世光, 张淑琴, 等. 塑料橡胶加工助剂. 北京: 化学工业出版社, 1983.

2

蔡永源, 刘静娴. 高分子材料阻燃技术手册. 北京: 化学工业出版社, 1993.

3

王庆昭, 刘广建, 廖先玲. 超高分子量聚乙烯轴承与带式输送机. 煤矿机电, 1995(5): 14

4

刘广建, 刘少东. 超高分子量聚乙烯滚轮罐耳. 煤矿机电, 1996(3): 28

DEVELOPMENT OF COALMINE-UHMWPE PRODUCT AND ITS APPLICATION

Lin Qunqiu

(Jiangsu Coalmine Research Institute, Xuzhou 221006, China)

ABSTRACT The optimum proprtion of coalmine ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE) products is determinated by experimental research, i. e. UHMWPE, decabromodiphenyl oxide, Sb₂O₃, conductive carbon black are separately 100, 15, 10, 0.5 phr. The coal mine-UHMWPE products are made by the optimum proprtion, of which the surface resistance is 3 ×10⁶ Ω, the affterflame time is 2.0 s and the afterglow time is 4.2 s. They accord with MT113 – 1995. The coalmine-UHMWPE products can be used for the manufacturing of bunker wallboard, slide etc.

KEYWORDS coalmine, ultra-high molecular weight polyethylene, flame retardant, antistatic agent, application

北京普利宏斌化工材料有限责任公司

本公司为中科院化学所关系企业, 技术力量雄厚; 是美国大湖化学公司(世界上产量领先的溴系阻燃剂生产厂) 在中国(港澳台地区除外) 的经销商。在北京、上海、广州设有仓库, 常年提供现货服务!

1. 阻燃剂: 十溴联苯醚(DE – 83R)、十溴二苯乙烷(环保阻燃剂)、四溴苯酞、四溴双酚 A(适于 ABS)、聚溴化苯乙烯(PBS – 64HW)(适于尼龙, 热稳定性好, 不析出)、苯氧基四溴双酚 A 碳酸酯齐聚物(BC – 58、BC – 52)(适于 PC、PBT、PET、PC/ABS 合金, 且热稳定性好)、磷酸酯系列(无卤阻燃 PC 用) 阻燃剂、三氧化二锑(闪星牌)、偏锑酸钠。
2. 抗氧剂和光稳定剂: 1010、168、DLTP、UV531、UV944、UV770、UV328。
3. 弹性体及界面相容剂(进口): 乙丙胶、POE、SBS、EMA、EAA、ACR、聚酯弹性体 TPEE、超韧尼龙增韧剂、PC/ABS 合金相容剂、接枝 PP、接枝 PE。
4. 其它各种工程塑料及化工材料。

地址: 北京市海淀区上地信息路 1 号国际科技创业园 1 号楼 802 室 邮编: 100085

电话: (010) 82895069 82895070 82895071 82895072 传真: (010) 82895068

http: //www. polyadd. com E – mail: ustczh@ sina. com sales@ polyadd. com

欢迎查询有关广告

对于在我刊刊登的所有广告, 如读者需要查询更详细的资料或了解情况, 请填好《读者查询广告资料服务卡》后寄回或来函。本杂志社将为您提供或转请有关单位提供资料, 以满足您的要求。如需购买任何广告单位的材料、设备、仪器及配件等产品, 我社将帮助您联系, 以保证产品质量, 争取优惠价格。欢迎各单位在我刊刊登广告。刊登办法函索即寄。

《工程塑料应用》读者查询广告资料服务卡

No _____

读者姓名 _____ 单位 _____

通讯地址 _____ 电话 _____ 邮政编码 _____

欲获得《工程塑料应用》 _____ 年第 _____ 期第 _____ 页 _____

广告中有关 _____ 的详细资料。

如空位不够, 请另附纸。填好后请寄回。

山东省济南市 108 信箱杂志社

邮政编码: 250031