

PE 泡沫塑料抗静电性能研究

秦岩 王洪

(武汉理工大学,武汉 430070)

摘要 主要研究用十八烷基二甲基羟乙基季铵硝酸盐和硬脂酸单甘油酯混合物型抗静电剂,采用浸渍法来改善聚乙烯(PE)泡沫塑料的抗静电性能,以及抗静电剂对PE泡沫塑料其它性能的影响,并探讨加入固色剂以延长泡沫塑料的抗静电时间。

关键词 抗静电 PE 泡沫塑料 抗静电剂

聚乙烯(PE)泡沫塑料是典型的非极性材料,绝缘性能优良,体积电阻率约为 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20} \Omega \cdot \text{cm}$,表面电阻率约为 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{17} \Omega$,介电常数约为 2.2 ~ 2.3。广义上,一般将体积电阻率小于 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 的高分子材料统称为高分子导电材料,其中将体积电阻率在 $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 之间的高分子导电材料称为高分子抗静电材料^[1]。目前,国内外对PE泡沫塑料的抗静电处理主要是增加其表面导电性能,主要有两类方法:一是在其制品表面用电镀、涂敷、浸渍等方法形成一层导电层,这种方法简单易行,几乎不受树脂类型、制品特性的局限,然而涂敷型抗静电剂亦有耐久性差等致命缺陷,这主要是由于抗静电剂涂层在使用中容易因摩擦、水洗而脱落的缘故;另一类是在PE中加入导电填料(如炭黑、石墨、金属粉等)或抗静电剂而使其导电性能得到提高。目前,抗静电材料多以加入各种导电填料为主^[1]。通常采用的填料有金属粉、金属纤维、石墨、炭黑和碳纤维等^[2-3],但是随着填料的加入,物料的流动性降低,粘度增大,对发泡不利,发泡倍率随填料的增加而急剧下降。K. Kanako 等^[4]用辐射接枝的方法把丙烯酸接枝在开孔型亲水PE泡沫塑料中来制备抗静电PE泡沫;H. L. Frisch 等^[5]用聚苯胺浸泡PE泡沫塑料,然后在0℃将其先后浸泡在盐酸溶液和超纯水中,最后烘干制得抗静电泡沫。笔者采用十八烷基二甲基羟乙基季铵硝酸盐(SN)和硬脂酸单甘油酯混合物(ASA2)型抗静电剂,利用浸渍法来改善PE泡沫塑料的抗静电性能,并对采用固色剂后这两种抗静电剂对泡沫的耐水洗性能、抗静电持久性等进行了研究。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PE 泡沫塑料:石家庄长城橡塑有限公司;

抗静电剂 SN:上海助剂厂;

抗静电剂 ASA2:北京化工研究院;

固色剂(双氰胺甲醛树脂水溶性初缩体):浙江闰土化工厂;

三氯甲烷:九洲化工有限公司。

1.2 主要仪器、设备

绝缘电阻测量仪:TH2683 型,苏州精博仪器有限公司;

烘箱:101A-2ET 型,上海实验仪器厂有限公司;

分析天平:FA114 型,上海海康电子仪器厂。

1.3 试样制备

将抗静电剂 SN 溶于固色剂中,分别配制质量浓度为 2%、4%、6%、8%、10% 的 SN 溶液;将抗静电剂 ASA2 溶于三氯甲烷中,并加入固色剂,分别配制质量浓度为 2%、4%、6%、8%、10% 的 ASA2 溶液。然后将PE泡沫塑料试样分别浸渍在这两种抗静电剂溶液中,2 h 后取出,放入温度 40 ~ 50℃ 的烘箱内干燥 1 h 左右,然后在自然环境条件下放置 1 h,待表面干燥没有发粘现象后即可对试样进行性能测试。

1.4 性能测试

电阻率按 GB 1410-1989 测试。

2 结果与讨论

2.1 抗静电剂用量对PE泡沫塑料抗静电性能的影响

图1示出抗静电剂用量对PE泡沫塑料抗静电性能的影响。由图1可以看出,在温度为25℃,相对湿度为40%的条件下,抗静电剂用量越大,泡沫的体积电阻率越小,但抗静电剂溶液达到一定的浓度时,再增加抗静电剂的用量,泡沫的体积电阻率降低幅度趋缓。这表明,抗静电剂的用量并不是越多

越好, 在一定的范围内, 随抗静电剂用量的增加, 泡沫的抗静电效果提高。由图 1 还可以看出, 在相同的温度与湿度条件下, ASA2 型比 SN 型抗静电剂具有更好的抗静电效果。

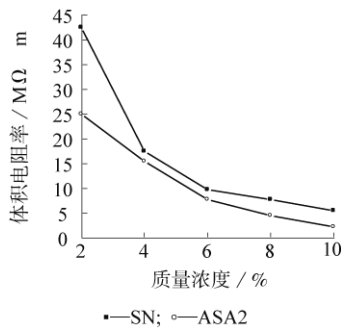


图 1 抗静电剂溶液浓度对体积电阻率的影响

2.2 环境温度对 PE 泡沫塑料抗静电性能的影响

环境温度对抗静电材料的电阻影响较大, 一般来说, 其电导率与环境温度呈线性关系, 即当试样表面含水量一定时, 温度越高, 其电导率越低^[6]。图 2 示出在相对湿度均为 40% 的条件下, 浸渍质量浓度 2% 的抗静电剂溶液后的 PE 泡沫塑料的体积电阻率随温度变化曲线。从图 2 可以看出, 随着环境温度的上升, 泡沫的体积电阻率不断下降。这是因为随着温度的升高, 泡沫表面的抗静电剂分子运动加强, 抗静电剂分布更加松散, 从而导致体积电阻率的下降。

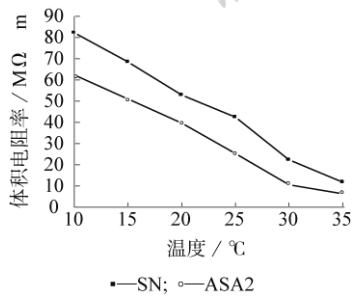


图 2 温度对体积电阻率的影响

2.3 两种抗静电 PE 泡沫塑料的吸水性比较

将浸渍相同浓度抗静电剂溶液制备的 PE 泡沫塑料试样暴露放置在相对湿度约为 45% 条件下, 一定时间后称重, 然后放入温度 50℃ 的烘箱内恒温 2 h 后再称重, 从而可得到泡沫的吸水量和吸水率。表 1 列出两种抗静电 PE 泡沫塑料的吸水性。

表 1 两种抗静电 PE 泡沫塑料的吸水性				
抗静电剂	烘干前质量 / g	烘干后质量 / g	吸水量 / g	吸水率 / %
SN(阳离子型)	5.983	5.839	0.144	2.4
ASA2(非离子型)	5.262	5.078	0.184	3.5

从表 1 可看出, 浸渍 ASA2 抗静电剂溶液的 PE 泡沫塑料的吸水率要高于 SN 的, 这与图 1 中抗静电泡沫试样体积电阻率的测试结果相对应。这是因为 PE 是非极性材料, 其吸水率小于 0.01%。析出到试样表面的抗静电剂分子吸附空气中的水分, 形成导电通道使静电荷逸散, 从而达到抗静电效果。吸水量的变化是试样体积电阻率变化的根本原因, 即 ASA2 型抗静电泡沫要比 SN 型具有更好的抗静电效果。

2.4 抗静电 PE 泡沫塑料的体积电阻率与空气相对湿度的关系

表 2 列出在室温 25℃ 条件下, 浸渍质量浓度 2% 抗静电剂溶液制备的 PE 泡沫塑料试样的体积电阻率与空气相对湿度的关系。

		表 2 体积电阻率与空气相对湿度的关系 Ω · m					
		相对湿度 / %					
抗静电剂		30 ± 2	40 ± 2	50 ± 2	60 ± 2	70 ± 2	80 ± 2
SN		5.25 × 10 ⁷	4.25 × 10 ⁷	3.12 × 10 ⁷	9.75 × 10 ⁶	7.44 × 10 ⁶	4.56 × 10 ⁶
ASA2		3.52 × 10 ⁷	2.53 × 10 ⁷	1.64 × 10 ⁷	7.72 × 10 ⁶	3.68 × 10 ⁶	2.50 × 10 ⁶

从表 2 可以看出, 随着环境相对湿度的增加, PE 泡沫塑料的体积电阻率明显下降。这是因为根据抗静电剂的作用机理, 环境的湿度越大, 材料表面越易形成水分子层, 材料表面积蓄的电荷越能得到较快的逸散, 因此抗静电效果增加。从表 2 还可以看出, 浸渍 ASA2 型抗静电剂溶液的泡沫的体积电阻率随湿度的变化更为显著, 这是因为非离子型抗静电剂的抗静电机理主要是吸湿作用, 即主要靠抗静电剂中所含的极性基团吸收空气中的水分来达到降低电阻的作用。

2.5 抗静电剂溶液浓度对 PE 泡沫塑料外观的影响

表 3 列出抗静电剂的种类及用量对抗静电泡沫塑料外观的影响。由表 3 可以看出, 随着抗静电剂用量的增大, 液态抗静电剂 SN 在泡沫体表面有渗出, 因为液态抗静电剂有增塑作用, 用量不能太大, 否则会渗出。而选用固态抗静电剂 ASA2 制成的抗静电泡沫不会有液状物质渗出, 抗静电效果稳定, 且

表 3 抗静电剂的种类、浓度对 PE 泡沫塑料外观的影响		
质量浓度 / %	浸渍 SN 的泡沫	浸渍 ASA2 的泡沫
2	好	好
4	好	好
6	有渗出	好
8	有渗出	好
10	有渗出	好

当浓度达到 10% 时也不会出现掉渣现象。

2.6 抗静电稳定性测试

由于是在 PE 泡沫塑料表面浸渍抗静电涂层,抗静电涂层会因为水洗或摩擦而脱落,如果脱落速度过快,就可能造成泡沫抗静电持久性较差的弊端。为此考察了存放时间对 PE 泡沫塑料体积电阻率的影响及泡沫的耐水洗性能。

图 3 示出浸渍 2% 质量浓度的不同抗静电剂溶液的 PE 泡沫塑料的体积电阻率随时间的变化曲线。由图 3 可看出,随着时间的增加,泡沫的体积电阻率有所增大,但都没有出现数量级的变化。

表 4 列出浸渍质量浓度 2% 的未加固色剂与加入固色剂时的 ASA2 抗静电剂溶液的 PE 泡沫塑料的耐水洗性能。由表 4 可看出,不加入固色剂时,第一次水洗后,抗静电剂大量流失,浓度降低,体积电阻率变化很大,再经过多次水洗后,表面的抗静电涂层完全消失;而加入固色剂后,虽然起始体积电阻率增大(这是因为固色剂在一定程度上降低了抗静电剂分子的吸水性),但能够达到抗静电标准,且在水洗 3 次后,试样的体积电阻率基本不变,仍能保持很好的抗静电效果。表明加入了固色剂之后的抗静电剂溶液提高了泡沫表面的耐水洗、耐摩擦等性能,很好地解决了用浸渍法所制得的抗静电泡沫塑料抗静电时间不长的缺点,材料的抗静电持久性有了很大

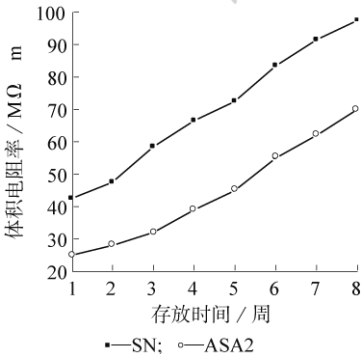


图 3 存放时间与体积电阻率的关系

表 4 水洗次数与体积电阻率的关系 $\Omega \cdot m$

项目	水洗次数 / 次				
	0	1	2	3	4
体积电阻率 (未加固色剂)	1.7×10^7	2.3×10^8	3.7×10^{15}	3.7×10^{15}	3.8×10^{15}
体积电阻率 (加固色剂)	2.5×10^7	2.5×10^7	2.6×10^7	2.8×10^7	1.5×10^8

的提高。

3 结论

(1) 阳离子型抗静电剂 SN 与非离子型抗静电剂 ASA2 对 PE 泡沫塑料都具有良好的抗静电效果。两者相比,ASA2 型 PE 抗静电泡沫塑料在外观、抗静电性能上效果要好于 SN 型。

(2) 选用三氯甲烷和固色剂作为浸渍液溶剂,用 ASA2 作为抗静电剂,采用浸渍法制备了体积电阻率小于 $1 \times 10^8 \Omega \cdot m$ 的抗静电 PE 泡沫塑料,其外观均匀,电性能均匀一致,在存放较长时间和水洗后,体积电阻率基本维持在同一个数量级范围内,解决了浸渍法制备的抗静电泡沫塑料抗静电持久性短的缺点。

参考文献

[1] 陈宝霞. 国内外高分子导电材料的生产开发及应用[J]. 塑料加工应用, 2002, 24(3): 14-15, 44.

[2] 张凯, 曾敏, 雷毅, 等. 导电高分子材料的进展[J]. 化工新型材料, 2002, 30(7): 13.

[3] Zou Junfeng, Yu Zhongzhen, Pan Yuxun, et al. Conductive mechanism of polymer/graphite conducting composites[J]. Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics, 2002, 40(10): 954-963.

[4] Kanako K, Motoyoshi H, Iwao Y, et al. Preparation of hydrophilic polyethylene foam of open cell type by radiation grafting of acrylic acid[J]. Journal of Applied Polymer Science, 1989(8): 2153-2164.

[5] Frisch H L, Ma J, Song H, et al. Hybrid electrically conductive polyaniline/polyurethane foams[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2001, 80(6): 893-897.

[6] 况水根, 周菊兴. 聚合物基导电复合材料的导电机理[J]. 热固性树脂, 1990(1): 15-17.

STUDY ON ANTISTATIC PROPERTIES OF POLYETHYLENE FOAM

Qin Yan, Wang Hong

(Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

ABSTRACT By adding antistatic agents SN and ASA2 and using dipping method, the antistatic properties of polyethylene(PE) foam was improved, and the influence of antistatic agent on the properties of PE foam was researched. The method to prolong antistatic time of PE foam by adding dry-fixer was also discussed.

KEYWORDS antistatic, polyethylene foam, antistatic agent