

辐射交联 EVA/MVQ 复合绝缘子的研制

朱光明¹, 梁国正¹, 钱德丰²

(1. 西北工业大学 化学工程系, 陕西 西安 710072; 2. 西安辐射研究中心, 陕西 西安 710024)

摘要: 探讨辐射交联乙烯 醋酸乙烯酯共聚物(EVA)/ 甲基乙 烯基硅橡胶(MVQ)复合绝缘子的配方和生产工艺。绝缘子的优化配方为: EVA/MVQ (77~67)/(23~33); 氢氧化铝 13~46; 其它 1.3~3.9。成型采用模压工艺, 模具的阴模温度为 70℃, 阳模温度为 50℃, 模压压力为 30 MPa, 模压时间(保压时间)为 1.5~2 min。辐射交联剂量不超过 200 kGy。EVA/MVQ 复合绝缘子可替代陶瓷绝缘子用于户外高压电器设备的绝缘器。

关键词: 绝缘子; 辐射交联; EVA; MVQ

中图分类号: TQ336.4⁺2; TQ330.6⁺7 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2002)11-0678-03

为保证户外电缆头、避雷器、互感器等电器设备安全运行, 其外绝缘器上必须安装伞形绝缘子以增大爬电距离。为解决电器设备发生爆炸时陶瓷绝缘子炸裂造成的伤人和设备损坏等问题, 近年来不断探索用硅橡胶复合材料制作绝缘子^[1], 取得了较好成效。本课题采用 γ 射线辐射交联法^[2] 制备乙烯 醋酸乙烯酯共聚物(EVA)/ 甲基乙 烯基硅橡胶(MVQ)复合绝缘子。现将研制情况简介如下。

1 实验

1.1 原材料

MVQ, 牌号 110-2, 中国石油吉林石化公司产品; EVA, 醋酸乙烯酯质量分数为 0.12~0.16, 熔融指数为 2, 美国杜邦公司产品; 氢氧化铝, 山东铝厂产品。

1.2 主要仪器与设备

4.5 kN 平板压力机, 上海第一橡胶机械厂产品; Co-60 板源, 辐射剂量率为 40 kGy $\cdot$ h⁻¹, 加拿大产品。

1.3 性能测试

(1)扩张性能: 共混物料薄片和模压成型伞裙
扩展比= 扩展后长度或内径/ 扩展前长度或内径。

作者简介: 朱光明(1963-), 男, 河南南阳人, 西北工业大学副教授, 博士, 主要从事功能高分子材料和复合材料的制备和应用研究。

(2)成品收缩性能: 采用烘箱或液化气火焰燃烧测试。

各项性能均按相应国家标准测试。

2 结果与讨论

2.1 配方设计

2.1.1 主体材料并用比的选择

为保证绝缘子的电气性能、耐老化性能和成型性能, 主体材料选用 EVA/MVQ 并用体系^[3]。EVA/MVQ 并用比对复合材料性能的影响见表 1。其中, 凝胶质量分数表征复合材料的交联程度^[4]。从表 1 可以看出, 随着 MVQ 用量的增大, 复合材料的拉伸强度和扯断伸长率降低, 凝胶质量分数减小。原因是 MVQ 的物理性能较差, 复合材料的交联网络主要由易交联的 EVA 生成^[5]。为保证复合材料足够的强度和交联程度以及较高的性能/ 价格比, EVA/MVQ 并用比为 (77~67)/(23~33)较合适。

表 1 EVA/MVQ 并用比对复合材料力学性能的影响

性 能	EVA/MVQ 并用比		
	83.3/16.7	71.4/28.6	62.5/37.5
凝胶质量分数	0.325	0.292	0.212
拉伸强度/MPa	14.6	10.3	5.0
扯断伸长率/%	513.0	307.1	87.6

注: 试验配方: EVA+MVQ 100。成型模压压力 30 MPa; 模压时间 1.2 min。辐射交联剂量 300 kGy。

2.1.2 绝缘阻燃填料用量的选择

为提高绝缘子的阻燃、消烟和耐电弧等性能,选用氢氧化铝作绝缘阻燃填料。氢氧化铝对复合材料性能的影响见表 2。从表 2 可以看出,随着氢氧化铝用量的增大,复合材料的耐漏电性能提高,扯断伸长率大幅度减小。因此,确定氢氧化铝用量不超过 50 份。

性 能	氢氧化铝用量/份			
	41.6	83.3	124.9	166.4
拉伸强度/MPa	7.9	7.6	8.1	7.2
扯断伸长率/%	312.0	214.0	54.0	16.0
漏电起痕时间*/h	1.3	1.5	4.5	>6.0

注: *电压 45 kV; 氯化铵浓度 0.1 mol·L⁻¹。
基本配方: EVA 83.3; MVQ 16.7。成型模压压力 30 MPa; 模压时间 1.2 min。辐射交联剂量 150 kGy。

最后,确定绝缘子的优化配方为: EVA/MVQ (77~67)/(23~33); 氢氧化铝 13~46; 其它 1.3~3.9。

2.2 成型工艺确定

为提高生产效率,半成品最初用注射法成型,但小试试验发现,物料的流动性差,不易注满模腔,而且即使采用增大流道尺寸、增多流道流动点等特殊措施,也不能保证物料充满膜腔。这是由于填料用量及 MVQ 相对分子质量较大而导致注射物料不连续、呈粉末溅射状所致。为此,进行了模压成型试验。结果表明,半成品的模压成型工艺简单,设备投资小,成品合格率高。因此,绝缘子的半成品成型工艺选用模压工艺。

(1)模具温度
成型模具温度对半成品质量的影响见表 3。从表 3 可以看出,模具温度太高,产品脱模困难;温度太低,产品外观质量差。最后,确定成型时阴模温度为 70℃,阳模温度为 50℃。

阴模温度/℃	性 能
20~40	附阳模,外表不光滑,呈鳞状
50	附阴模或阳模,外表呈鳞状
60~70	附阴模,外表光滑
80	附阴模,不易脱模,外表光滑

注: 试验配方为优化配方。成型模压压力 30 MPa; 模压时间 2 min。

(2)喂料
喂料位置是决定物料充模流动状态、产品是否产生缝线的主要原因;喂料量是决定产品是否有缺损和产品尺寸是否符合设计要求的重要因素。经试验,确定给料位置在阳模伞颈处,喂料量是产品质量的 120%。

(3)模压条件
平板压力机的模压条件必须满足合模、物料充模充分且半成品达到一定密度的要求。经试验,确定模压压力为 30 MPa。在此模压压力下,物料充模充分,成型半成品表面光滑、密度大。
模压时间(保压时间)对绝缘子外观质量的影响见表 4。从表 4 可以看出,模压时间超过 1.5 min,可以保证产品质量。兼顾生产效率,确定模压时间为 1.5~2 min。

表 4 模压时间对绝缘子外观质量的影响			
模压时间/min	外观	模压时间/min	外观
0.5	有缺损	2	无裂纹和缺损
1	有裂纹		
1.5	无裂纹和缺损	2.5	无裂纹和缺损

注: 试验配方为优化配方。成型模压压力 30 MPa; 辐射交联剂量 150 kGy。

2.3 辐射交联剂量的确定

辐射交联剂量对复合材料性能的影响见图 1~3。从图 1~3 可以看出,随着辐射交联剂量的增大,复合材料的凝胶质量分数、拉伸强度和扯断伸长率增大;当辐射交联剂量达到 98 kGy 时,扯断伸长率达到最大值,随后呈减小趋势;当辐射交联剂量从 150 kGy 增大到 300 kGy 时,复合材料的凝胶质量分数从 0.152 增大到 0.325,拉伸强度

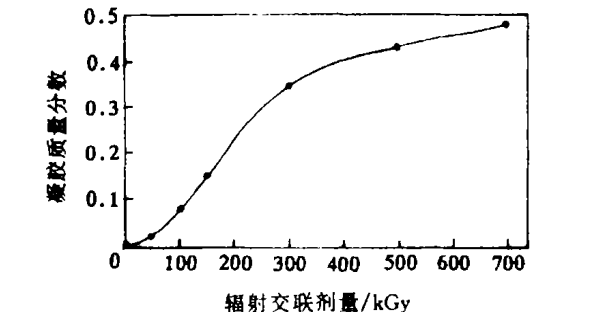


图 1 辐射交联剂量对凝胶质量分数的影响
试验配方为优化配方。成型模压压力 30 MPa; 模压时间 2 min

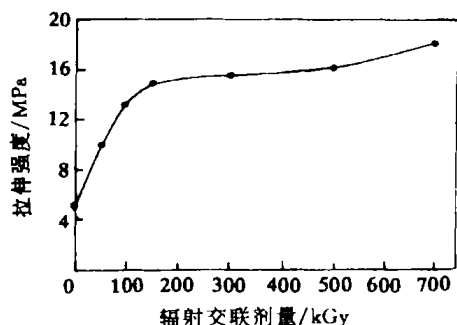


图2 辐射交联剂量对拉伸强度的影响

注同图1

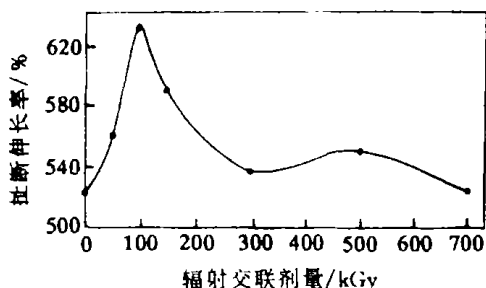


图3 辐射交联剂量对扯断伸长率的影响

注同图1

达到约 15 MPa; 辐射交联剂量超过 300 kGy, 复合材料的拉伸强度增大趋势变缓; 辐射交联剂量超过 500 kGy, 复合材料的凝胶质量分数增大趋势变缓。综合考虑, 确定辐射交联剂量不

超过 200 kGy。

2.4 扩张-收缩性能

(1) 复合物料薄片和模压成型伞裙的扩展比均大于 200%。

(2) 成品收缩温度为 100 ~ 120 °C, 成品离开火焰后基本能恢复原状。

3 结语

采用辐射交联法制备的 EVA/MVQ 复合绝缘子具有电气性能、物理性能、扩张-收缩性能及外观质量好等特点, 可替代陶瓷绝缘子用于户外高压电器设备的绝缘器。

参考文献:

- [1] 吴亚光, 蔡 炜. 复合硅橡胶在外绝缘领域的应用[J]. 高压技术, 2000, 26(5): 56.
- [2] 刘钰铭. 辐射化学的应用[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1980. 43.
- [3] 鲁志伟. 硅橡胶合成绝缘子憎水迁移性的使用寿命[J]. 高压电器, 2000, 36(1): 39.
- [4] 朱光明, 施永勤. 阻燃CPE热收缩材料的研制[J]. 特种橡胶制品, 1994, 15(1): 1.
- [5] 方月娥. 辐射硫化高强度硅橡胶的研究[J]. 辐射研究与辐射工艺学报, 1990, 8(4): 40.

收稿日期: 2002-05-28

燕化 IIR 产能已近设计值

中图分类号: TQ333.6 文献标识码: D

经过历时 9 个月的艰苦努力, 北京燕山石化公司 IIR 装置的技术攻关工作取得突破性进展, 一直困扰着该装置的三大主要问题得到了彻底解决。目前, 该装置生产能力已基本达到设计指标, 产品质量合格率已经达到 90%。预计 2002 年 IIR 合格品的产量可突破 2 万 t。同时, 由于改造后的 IIR 装置彻底解决了产品质量不稳定等问题, 已取得国外知名橡胶轮胎公司的原料采购认证权。

燕化 IIR 技术系 20 世纪 90 年代初从意大利 PI 公司引进的未经工业放大的生产技术, 装置虽然试车成功, 但在实际操作中主要反映出三大问

题: 聚合反应器在生产过程中产生胶团, 堵塞出口管线, 影响反应器的运转周期, 达不到设计值, 并经常损坏搅拌器的机械密封; IIR 的门尼粘度波动大, 调控困难; IIR 出厂后发生降解和颜色变黄等。两年来, 针对存在问题, 燕化公司及橡胶事业部围绕 IIR 装置开展了 40 余项工艺技术革新及 400 多项设备、仪表、电气整改。通过联合攻关, 目前, IIR 装置的反应器胶团堵塞问题基本得到解决, 平均运行周期在原来 30 h 的基础上延长了 1 倍, 近期的运转时间已经超过设计值的 1 倍以上; IIR 的门尼粘度合格率由原来的 60% 提高到 90%; IIR 产品降解和外观变黄的问题也已彻底解决。

(摘自《中国化工报》, 2002-09-25)