

高分子绝缘材料

刘翔

(陕西省西安市供电局配网部, 陕西 西安 710032)

摘要:以陶瓷为例,重点讨论现代最流行的绝缘材料硅橡胶材料的性能特点及其所产生的影响。

关键词:陶瓷;硅橡胶材料;高分子绝缘材料

在过去的30年中,高分子户外绝缘材料部分替代了陶瓷的应用,如电缆终端,避雷器,绝缘子等,并且也慢慢的成为了绝缘材料的一种重要发展趋势。高分子绝缘材料越来越普及是由于它与陶瓷相比较具有出色的耐污性,耐脆裂以及重量轻的特点。然而,高分子户外绝缘材料不同于陶瓷类产品,由于它是有机结构的性质,对放电、紫外光和热等诸多因素比较敏感,因此,对高分子绝缘材料必须要经过仔细选择和彻底完整的测试,以确保产品的性能达到设计使用寿命。在此,从另一角度对现代最流行的绝缘材料硅橡胶材料进行了一系列描述。

在强雷弧或强闪络情况下,由于陶瓷的脆裂性,容易引起爆炸飞溅,危及周边人员和设备,这也是陶瓷产品的一大缺陷。而聚合物材料在极端破坏条件下,生成的物质多不具备破坏性,从而降低次生故障的可能。

陶瓷是一种无机材料,因此不会因为紫外线,臭氧,水汽以及其它可能的环境因素而降解,它还对一般性的表面放电、闪络有着很强的抵抗能力,拥有着长期电力系统运行经验。由于陶瓷的化学性能不活泼,组成成分十分稳定,它的使用寿命是完全可以预知的。因此,陶瓷的选择主要是基于其机械强度,而材料老化不是首要考虑的因素。

多数聚合材料都会受到周边环境的影响而发生风化,这种变化会损坏表面和改变其特性。例如疏水性表面变为亲水表面,最终丧失抗电痕能力,所以抗电痕对于提供所需的使用寿命非常重要。正确的配方应该能够防炭痕,但实际上并不是所有的聚合物产品都能提供良好的防腐蚀和在污染条件下的长寿命工作。

从生产流程上来讲,对于瓷产品,供应链相对简单,原材料质量容易控制,并且生产模式成熟,从而生产厂家易于提供相对质量稳定的产品。瓷产品厂家不仅生产其自己的产品,如绝缘子,而且也向设备厂商提供外套,如套管、电缆终端或避雷器。在上面各种情况中,瓷件供应商承担全部的材料责任,并将原材料转换为最终的产品或零件。

对于户外聚合物绝缘产品,供应链变得较为复杂。存在两级或者甚至是三级供应链,并且用于生产聚合物的材料质量不易控制,责任也不易清楚定义。通常,聚合物原材料供应商并不将原材料转换为最终产品(例如GE,瓦克,道康宁)。聚合物材料产品的研发需要全面的材料配方、产品设计和有关的制造过程。由于供应链中的多个步骤,任何一个厂商都可能无法拥有必要的专门技术以保证全部的供应和制造过程最优化,而参与到整个产品生成的厂家众多。多数产品可能直接使用了来自原材料供应商的普通的聚合物配方,通过简单的工

业方法使之转化成为聚合物零件或成品。在这种情况下,最终产品供应商严重依赖原材料供应商,对材料设计和材料生成过程既没有总体的控制,也缺乏必要的原材料监测方法。

对于电力系统的绝缘复合材料来说,生产厂家为了开发出一种能够适用于各种工作环境下的通用材料配方,需要进行严谨的材料筛选,产品设计和性能测试。而任何一种材料的基料本身并不会具备实际工作中所需的全部要求,必须由填充剂和添加剂加以改变,以达到可以适应多种应用,并可在通用工作环境下达到设计寿命的性能。在许多情况下,添加剂包的性能决定了所获得的性能水平。市场上可购买的聚合物材料有大范围的填充剂用量,占重量的20%~80%。而如此大量的使用了添加剂和填充剂以后,基础材料的成分发生变化,而性能改变,有的是抗电痕能力提高了,有的是憎水性提高了,但也许同时,其耐紫外线性能却下降了,并且容易导致撕裂等负面性能也出现了。这种在用量水平上的差异,最终导致即使聚合物中使用的是同一种基料,例如硅橡胶(冷缩)材料、交联聚乙烯(热缩)、乙丙橡胶,其性能也存在着巨大的差别。同样,不同基料的聚合物通过使用添加剂和填充剂也可达到同等的功效,或许性能远胜于基料本身的性能。很多行业专家都已经指出“实际的聚合物外套都无法由其主要的组成材料来简单表现性能,不能一味的否认热缩材料的特点。”从实际的观点来看,的确存在聚烯烃共聚物热缩和预塑的EPDM橡胶终端要胜于某些硅酮橡胶冷缩终端的例子,例如瑞侃的热缩就要远胜很多厂家的冷缩产品。

目前大多数聚合物生产厂家的原材料是外购的,其中包括了各种添加剂。市场上购买的添加剂由生产企业负责,而聚合物生产厂家的监测设备又非精良专业,故无法保障其原材料的长期一致性,这种现象则导致最终的产品虽然在同一平台下生产,但在运行的过程中存在着巨大差异;另外大多数聚合物生产厂家的加工设备也为外购,相对缺乏对设备的认识和经验,且不具备独立对聚合物作全面检测的条件,这从另外一方面加大了产品不一致性。

瓷的使用已有千年历史,而电磁技术也发展了100多年,生产瓷的基本过程已经定型。聚合物材料尽管有近30年的经验,目前供应商仍在自己唯一的基础上进行聚合物材料配方、加工、产品设计和测试。而国内聚合物的应用历史不长,缺乏经验,从而在聚合物产品之间,用户无法轻易地比较合格测试,包括加速试验。而市场的竞争性,推动了供应商通过降低聚合物材料成本来寻求竞争性的优势,这一变化进一步增加了使用聚合物的风险。一般情况下,聚合物材料的配方进行着明

显、频繁的变化,另一个方面,客户也经常提出要求改进产品性能。随着新的供应商进入市场,对于聚合物材料配方发生的频繁、基础性的变化和明显的产品设计的变化,用户无法再基于过去对老一代产品的经验来预测新一代材料和产品设计的性能。

聚合物材料的开发主要采用材料科学工艺,需要广泛的知识,并且必须考虑制造过程中的加工工艺,以使材料在转换成产品形式时不会发生性能退化,因为许多聚合物配方必须在临近其老化温度时加工处理。产品设计和广泛的合格测试是对材料配方的良好保证。通过正确的知识和理解,几乎所有聚合物材料都可以在全部最苛刻的环境下工作。这可以通过加入增强基础聚合物的添加剂的材料开发以及可能弥补任何内在材料性能不足的产品设计来实现。但是从用户的观点来看,这种产品可能在商业上是不可行或不实际的。用于提高表现不佳的基础聚合物的所需的添加剂和填充剂包可能会造成化合物高额的成本,加上根据整体的尺寸、爬电距离和冲击距离,造成产品设计不寻常的大小。聚合物产品开发的目的是优化配方、产品设计和生产过程,以超越用户对成本竞争性基础的要求。这使得工艺形式很大部分含有很高的科学性,既包括广泛知识,也包括经验。这种对聚合物知识的深入了解和运用,是建立在广泛物理、化学、生产的知识之上的,也远非一般设备提供商所能具有。而市场上多见的绝缘套管和电缆附件生产厂家自己并不能预测自己产品的使用寿命。

高分子材料对许多环境降解因子是非常敏感的。在使用中,绝缘材料受到各种并发应力的作用。影响其长期性能的部分因素包括:湿气、氧化、化学侵蚀、生物侵蚀、户外风化、污染、电应力、机械应力和热应力。表面老化过程包括:漏电起痕和腐蚀、风化、湿气和热、电晕放电和真菌。主体还会受到解聚、疲劳、化学侵蚀和树木生长的影响。尤其是紫外线以及放电。所以,对高分子材料的选择就必须特别注意以确保材料的抗环境老化特性和抗电痕特性。国外很多专家如克拉布恩(Clabburn)和朋涅克(Penneck),麦克维奇和西门斯(Simons)都总结了影响高分子材料性能的因素,以及控制这些因素的方法。特别地,他们强调了在材料选择上,配方比基材的挑选更重要。一种聚合物必须含有许多的添加剂和填充剂来达到设计所追求的性能。

有丰富的关于无数种“EPDM”聚合材料(热缩材料)和无数种“硅橡胶”材料(冷缩材料)的比较的文献,其共同的结论是“硅橡胶优于EPDM”。经常被引用的属性是硅酮的主链Si-O键不会被紫外线辐射降解,从而硅橡胶不会被太阳光降解。这是(下转203页)

积极主动性, 其将技术环境下的学习与传统教室环境下的学习结合起来, 既利用了同步教学的好处, 也发挥了异步教学的优势。

3 引领式在线学习模式的特点及优势

引领式在线学习常采用大同步小异步的方式, 即在整个课程的学习期间, 学生的整体学习进度由教师控制, 特定时间段内必须学习指定的课程内容; 同时, 学员在指定的时间段内可以自由选择时间来学习指定的内容。学生必须与班级或小组成员协同学习; 学习过程中交互性学习活动的比例增加; 学员学习活动在学习平台中有详细记录, 教师可了解每个学生的学习情况, 并通过分析学员学习活动来调整最佳的教学策略; 一般情况下, 引领式课程以周为学习阶段的时间单位。

引领式在线学习充分利用丰富的网上资源和网络技术, 在教学实施上显示出其灵活性、针对性、适时性和自主性的个性化教学特征, 这是传统教学所不具备的。传统的外语教学, 教师无论如何兼顾学生中的大多数, 也无法针对学生中的个体兴趣, 水平的差异在教学实施上做得面面俱到, 满足所有学生的要求。“引领式在线学习则利用网络技术弥补了这一遗憾。只要教师在一定的时间内设定教学目标, (包括对学生的具体要求, 如阅读几篇文章,

做多少习题等详细规定) 借助”引领式在线学习方式, 学生可以在教师的引领下, 自主地根据个体的兴趣选择学习的方式, 时间, 内容, 从而使所有的学生都学有所获。

引领式在线学习模式强调的是在教师引导和带领下, 学习者在特定时间内有目标、按计划地学习指定的在线课程内容, 教师、学习者之间交互性学习活动是在线课程的主体, 也是学生获取知识的主要途径。随着学生学习方式的改变, 教师在教学中的地位和作用也随之改变。教师由传统课堂英语教学中的“教学”转变为“导学”, 教师的角色由单纯的知识传授者变为学习者课程学习的组织者、情感的支持者、学习的参与者和信息的咨询者。

引领式在线学习模式的探讨及应用, 将对教学方法、教学手段与学习方式产生一次革新, 它代表了现代科技与教育结合的方向, 较大幅度地激发了教与学的兴趣。将抽象化为具体, 将枯燥变为生动, 激发学生的学习兴趣, 吸引学生参与学习过程, 变被动式学习为主动探索式学习, 充分发挥学生的主体作用。引领式在线学习模式体现了完全的个性化学习。如今人们对网络教育已有了共识, 不再怀疑其巨大的教育潜力, 甚至表现出高涨的热情。在这种情况下, 更需要科学的态度, 大胆的探

索, 孜孜不倦的实践, 以及冷静的自我解剖。世界上没有永恒的真理, 只有永恒的探索和实践。

参考文献

- [1] 秦宇. 引领式在线学习模式 [J]. 教育信息化, 2005 (11): 37-39.
- [2] 李建伟. 基于引领式在线学习模式的学习管理系统设计 [J]. 实践探索, 2008 (6).
- [3] 苗逢春. 信息技术教育评价: 理念与实施 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003, 9.
- [4] 李艺. “不同层面的网络教学与支持实现原则” [J]. 中国电化教育, 2001 (10).
- [5] 汪琼, 费龙. 网上教学支撑平台现状分析 [J]. 电化教育研究, 2000 (8).
- [6] 吴红骏, 赵洁. 运用认知学习理论改进远程开放教育的教与学 [J]. 电化教育研究, 2000 (8).

作者简介: 贾建梅, 女, 1992年毕业于哈尔滨师范大学日语系。同年进入黑龙江工程学院外语系, 从事日语教学。研究方向: 汉日语言对比研究。

课题编号: 本论文为黑龙江省教育厅2008年度人文社会科学指导项目《基于大学日语引领式在线学习模式研究》的课题论文, 项目编号为: 11534103。

(上接 30 页) 一个被断章取义地引用的神话。尽管毫无异议的是 Si-O 键的分解需要的能量比仅仅来自紫外线光子的能量要多, 但是没有被考虑的是其他起作用的开发的因素, 如化学侵蚀, 它与紫外线结合起来就可能致破坏。没有一种原料聚合物单独具有户外绝缘材料全部的必要的性质。另外, 与瓷器相比, 其原材料成本比瓷器高几个数量级。为了降低原料成本和提高其一些特殊性能, 掺杂填料并使用各种添加剂来加强期望的电学或力学性质以及方便加工。而这些基料之外的添加剂往往决定了材料的性能。

硅橡胶不是纯硅酮, 还有不确定的甲基(CH₃) 分子和乙烯基, 它们在没有强化的条件下都会受到紫外线辐射的损害。由于成本和性能问题, 并不使用纯硅酮, 而是使用范围为 20%~80% (根据重量) 的填料和添加剂与原料聚合物合成。尽管硅酮本身可以不受紫外线辐射的损害, 但是硅橡胶产品却会受到使用应力 (如紫外线辐射和化学侵蚀) 单独的和共同的损害。

为了降低成本, 低成本的填料被与高昂的原料聚合物混合在一起。根据具体配方的不同, 填料和添加剂可以占大约整个配方的 20%~80% (按照重量)。在 80% 的填料和添加剂的极端情况下, 配方的 20% (按照重量) 是原料聚合物。原料聚合物的分量既然是这样的范围, 显然原料聚合物相同的聚合材料不可能是相同的。

在硅橡胶中, 常见的填料是二氧化硅与一种耦合剂搭配使用。混入二氧化硅的一个副作

用是最终产品的刚度增加了, 弹性性能大幅下降, 而国内市场上大部分硅橡胶产品均为刚度很大, 弹性不足, 即柔软度不够的产品。这样的产品无法在户外达到预计使用寿命, 因为 Si-O 键已经不是产品的主要存在形式。

除了掺杂填料外, 还把添加剂和抗氧化剂、增塑剂、颜料、固化剂、催化剂、阻燃剂、紫外线稳定剂、抗漏电起痕和抗腐蚀助剂以及加工助剂混合。填料和添加剂相结合作为一个系统起作用, 而不是单独起作用。所有的成分必须能够相容而不能降低材料的整体性能。与原料聚合物相比, 添加剂和填料在产品性能中起着主导作用。这个问题在聚合材料评估时常常被用户忽视。

性能是材料配方、产品设计和生产过程之间相互作用的结果。这些相互作用的方面不能被单独考虑, 也不能认为性能是基于某一个作用的结果。

添加剂的颗粒大小和分布也能影响性能, 从而使优化过程进一步复杂化。配方优化过程需要大量的材料科学知识和专业知识, 在这里通用聚合材料配方观念是行不通的。

聚合产品不太容易专门为某个特定的应用环境而设计, 这意味着必须对配方进行优化以使其在全世界都能表现良好。材料开发者和产品设计者必须密切配合以确保任何在配方工艺中作出的折中必须在产品中得到加强。添加剂是一个关键的因素, 因为原料聚合物需要进行强化以获得所有期望的材料性质。产品的设计需要能够在各种各样的条件下工作良好, 包括受污染的应用场合, 例如海滨要考虑盐雾

的影响, 化工厂要考虑氮氧化物、硫化物对材料的影响, 甚至包括臭氧、酸雨和温差带来的影响。这就不得以使硅橡胶产品中不可缺少的加入添加剂, 而不当的添加剂则影响了产品的最终使用寿命。

总结

陶瓷依然是一种稳定可靠的绝缘材料, 但是逐渐被聚合物取代将是一种趋势, 而硅橡胶材料作为高分子户外绝缘材料来说并不一定是一个完美的神化。硅橡胶与其他聚合材料 (热缩材料、乙丙橡胶) 相比, 抗撕强度和抗磨性能也差些, 因此当选择绝缘材料时, 应该从具体的实际需求情况出发, 选用专业知识和使用经验丰富, 对材料科学有独立试验的供应商才能达到预期的使用效果。

参考文献

- [1] 硅橡胶电缆终端的污染性能 [J]. IEEE 电力输送学报.
- [2] 新硅酮冷缩终端 [Z]. IEEE PES 输配电会议暨博览会.
- [3] 各种天气防护材料的经验 [C] // 关于非陶瓷绝缘子技术全球经验与应用的绝缘子新闻与市场报道论文集.
- [4] 25 年的户外聚合物绝缘材料的经验 [Z]. 1999 IEEE 输配电会议.
- [5] 添加剂和填料对聚合材料性能的影响 [Z]. IEEE PES 输配电会议关于“用于绝缘子、终端和放电器的聚合材料”的小组讨论.
- [6] 用于高压绝缘中的 RTV 硅橡胶中的填料水平的影响 [J]. IEEE 电绝缘学报.