



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 28820.2—2012/IEC/TS 61244-2:1996

聚合物长期辐射老化 第 2 部分：预测低剂量率下老化的程序

Long-term radiation ageing in polymers—
Part 2: Procedures for predicting ageing at low dose rates

(IEC/TS 61244-2:1996, IDT)

2012-11-05 发布

2013-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 指数外推法	1
3.1 简介	1
3.2 试验程序	1
3.3 评估和外推	2
3.4 局限性	2
3.5 示例	2
4 依赖于时间的叠加数据	3
4.1 简介	3
4.2 试验程序	3
4.3 评估	3
4.4 局限性	4
4.5 示例	4
5 <i>DED</i> 数据叠加	5
5.1 简介	5
5.2 试验程序	5
5.3 评估	5
5.4 局限性	5
5.5 示例	6
6 结论	6
参考文献	20

前 言

GB/Z 28820《聚合物长期辐射老化》由 3 部分组成：

- 第 1 部分：监测扩散限制氧化的技术；
- 第 2 部分：预测低剂量率下老化的程序；
- 第 3 部分：低压电缆材料在役监测程序。

本部分为 GB/Z 28820 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 IEC/TS 61244-2:1996《聚合物长期辐射老化 第 2 部分：预测低剂量率下老化的程序》。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电气绝缘材料与绝缘系统评定标准化技术委员会(SAC/TC 301)归口。

本部分起草单位：机械工业北京电工技术经济研究所、上海电缆研究所、深圳市旭生三益科技有限公司、中国电器工业协会标准化工作委员会、上海核工业研究设计院、上海特缆电工科技有限公司、江苏上上电缆集团有限公司、上海电缆厂有限公司、临海市亚东特种电缆料厂、上海凯波特种电缆料厂有限公司、无锡江南电缆有限公司、常州八益电缆股份有限公司、上海至正道化高分子材料有限公司、上海创新高温线缆厂、浙江万马电缆股份有限公司、深圳市沃尔核材股份有限公司、北京北重汽轮机电机有限责任公司、北京新福润达绝缘材料有限责任公司。

本部分主要起草人：刘亚丽、刘淑芬、孙建生、卢伟、居学成、郭丽平、顾申杰、孙萍、王松明、王怡瑶、周才辉、段春来、赵文明、周叙元、侯海良、沈彧、唐松柏、康树峰、刘凤娟、刘琦焕。

引 言

聚合物在辐射条件下的行为特性受辐照环境的影响很大,尤其是有氧气存在的情况下。当聚合物在含氧环境中受到辐照时,通常观察发现达到一定降解程度所需要的辐照剂量随剂量率变化。尽管多年以前人们就已经知道聚合材料辐射老化中这种剂量率影响,但对于影响过程直到近年来才有足够了解,并制定预测方法。聚合物中剂量率影响的类型如图 1 所示^[1],其中 *DED*(等效破坏剂量)定义为达到特定破坏参数(如断裂伸长率、拉伸强度、压缩形变等)所需要的剂量。

图 1 给出了大多数(但不是全部)聚合物比较常见的行为特性。在惰性气体环境中,用曲线 1 表示,在超过大剂量率范围内聚合物的降解与剂量率无关。当剂量率低至热老化影响占主导时,曲线 1 将接近惰性条件下热老化的曲线。在如图 1 的双对数曲线图中,热老化将用一条斜率等于 1 的直线来表示。

当有氧存在时,在扩散限制氧化和依赖于时间的化学反应等多个过程中会体现出剂量率的影响。在高剂量率条件下,扩散限制氧化变得比较重要(如图 1 所示);在该区域内 *DED* 将随剂量率的增大而增大。应当注意到图 1 只是一个原理图,仅能用于说明可能发生的行为特性的类型,尤其是扩散限制区域,要取决于聚合物的类型和厚度、氧的渗透率以及材料对表面性能的敏感性等多种因素。所观察到的降解受氧化层厚度的影响很大。当剂量率足够高时,氧化将发生在很浅的表层,而不会影响到大多数聚合物的总体性能。在这种情况下观察到的降解和在惰性环境中观察到的降解相似且 *DED* 会接近惰性老化线。发生非均相氧化之前允许的最大剂量率可根据理论方法或使用剖面技术进行确定。这些程序在本部分中有详细论述。在均相氧化区域,大多数聚合物的剂量率影响都不大。当剂量率减小时,*DED*-剂量率双对数曲线的斜率通常为常数或近似为常数(如图 1 中曲线 II 所示),直到剂量率低至热老化占主导时为止。对 II 类行为特性,*DED*-剂量率图的斜率由主导化学反应的反应速率确定。如果反应速率相对于初始反应速率比较高时,则斜率较小并且可能接近 0;而当反应速率较低时,斜率较大但仍小于 1。

对于含氧环境中受到辐照的几种聚合物,在均相氧化区域中观察到更加复杂的剂量率影响(例如图 1 中曲线 III)。具有 III 类行为特性的一个很好的例子是 PVC,一般认为这是由于辐照生成中间过氧化氢物的裂化所致^[2-4],详见 5.5。

聚合物长期辐射老化

第 2 部分:预测低剂量率下老化的程序

1 范围

GB/Z 28820 的本部分内容适用于预测低剂量率下老化的程序。

本部分给出了 3 种根据高剂量率试验数据外推得到一般使用条件下低剂量率数据的方法。这些方法均假设在试验条件下已实现均相氧化。本部分适用于各种弹性体、热塑性材料和部分热固性材料。各种方法本身也在不断改进与完善之中。为了能够对低剂量率条件进行预测,需要相当多的试验数据。指数外推法主要用于等温数据,而叠加法可利用各种不同温度条件下得到的数据。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 26168.1—2010 电气绝缘材料 确定电离辐射的影响 第 1 部分:辐射相互作用和剂量测定(IEC 60544-1:1994,IDT)

GB/T 26168.2—2010 电气绝缘材料 确定电离辐射的影响 第 2 部分:辐照和试验程序(IEC 60544-2:1991,IDT)

GB/T 26168.3—2010 电气绝缘材料 确定电离辐射的影响 第 3 部分:辐射环境下应用的分级体系(IEC 60544-4:2003,IDT)

GB/Z 28820.1—2012 聚合物长期辐射老化 第 1 部分:监测扩散限制氧化的技术(IEC/TS 61244-1:1993,IDT)

3 指数外推法

3.1 简介

指数外推法是基于在空气或过氧的环境中和等温条件下,对不同辐射剂量时得到的实验数据进行外推。剂量率上限值是实现均相氧化的条件(见 3.4)。不同剂量率条件下得到的试验数据都是用来图形外推至工作剂量率下的终点,这一终点指标是用做图法外推至工作剂量率得到的。

3.2 试验程序

可以根据现有文献资料,也可以计算氧化层厚度来估计实验材料的最大剂量率(参照 GB/Z 28820.1—2012)。在确定最大剂量率之后,还需要选择至少两个(最好 3 个)其他剂量率,每个剂量率应当至少比前一个剂量率低一个数量级。

应根据 GB/T 26168.2—2010 的一般原则来选择试样类型、辐射源、剂量测定和温度控制方法。尽管如参照 GB/Z 28820.1—2012 中所述氧气过压技术可能带来试样过渡老化风险,但所有辐照还是应当在空气中或恒定过压氧气条件下进行。应使用 GB/Z 28820.1—2012 中所述剖面技术检查试样厚度方向上的氧化均匀性。试验报告中应包括辐照源、剂量率、大气、温度、试样类型和厚度等详细内容。