



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 28820.4—2022/IEC/TR 61244-4:2019

聚合物长期辐射老化 第4部分：辐射条件下不同温度和 剂量率的影响

Long-term radiation ageing in polymers—Part 4: Effects of different
temperatures and dose rates under radiation conditions

(IEC/TR 61244-4:2019, Determination of long-term radiation ageing in
polymers—Part 4: Effects of different temperatures and dose rates under
radiation conditions, IDT)

2022-07-11 发布

2023-02-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义及缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	1
4 标准环境条件下辐射引发的降解机理	3
4.1 概述	3
4.2 氧气影响	3
4.3 剂量率效应影响-1:物理方面	3
4.4 剂量率效应影响-2:化学方面	4
4.5 降解机理研究	4
4.6 经验和加速因子	5
4.7 低剂量率试验和 LOCA 耐久性	5
4.8 LOCA 试验环境影响	5
4.9 顺序效应、协同效应和阻碍效应	6
4.10 等同于协同效应的顺序效应的试验条件	6
4.11 TMI 事故及后续研究	6
4.12 Arrhenius 定律及局限性	7
4.13 在役电缆老化过程中观察到的缓慢降解行为	9
4.14 逆温度效应	9
4.15 抗氧化剂作用	10
4.16 热环境和辐照环境下的其他降解特性	10
5 加速老化试验方法	11
5.1 顺序老化试验	11
5.2 同步老化试验	13
6 结论	13
参考文献	14

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/Z 28820《聚合物长期辐射老化》的第 4 部分。GB/Z 28820 已经发布了以下部分：

- 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；
- 第 4 部分：辐射条件下不同温度和剂量率的影响。

本文件等同采用 IEC/TR 61244-4:2019《确定聚合物长期辐射老化 第 4 部分：辐射条件下不同温度和剂量率的影响》，文件类型由 IEC 的技术报告调整为我国的国家标准化指导性技术文件。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 为与现有标准协调，将文件名称改为《聚合物长期辐射老化 第 4 部分：辐射条件下不同温度和剂量率的影响》。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件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。

本文件起草单位：广东电网有限责任公司广州供电局、安徽天康(集团)股份有限公司、深圳市沃尔核材股份有限公司、安徽尚纬电缆有限公司、无锡江南电缆有限公司、中广核三角洲(太仓)检测技术有限公司、江苏省产品质量监督检验研究院、临海市亚东特种电缆料厂、四川东材科技集团股份有限公司、东方电气集团东方电机有限公司、苏州太湖电工新材料股份有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所、江苏钰明新材料有限公司、江苏昕讯光电科技有限公司、上海电缆研究所有限公司、哈尔滨理工大学、上海核工程研究设计院有限公司、辽宁省检验检测认证中心。

本文件主要起草人：刘亚丽、莫文雄、黄青丹、黄慧红、宋浩永、王炜、徐成业、张龙、黄晓军、孙皓、李建喜、吴江、周巍、黄洪驰、张小俊、马俊锋、陈昊、朱永明、徐龙龙、孙建生、高俊国、卢燕云、郭宁、宋成伟、黄海琴、周城。

引 言

IEC 60216(所有部分)和 IEC 60544(所有部分)分别提出了测试电气绝缘材料加速热老化和辐射老化的参考指南。电气设备在实际应用中通常需要同时考虑温度和不同辐射强度的影响。

CIGRE WG D1.42 提供了在同时施加热作用、辐射作用下电缆和其绝缘材料的损坏数据。目前工业上广泛使用各类不同材料,但本文件仅研究如交联聚乙烯(XLPE)、乙丙橡胶(EPR)、硅橡胶(SIR)和聚氯乙烯(PVC)这几种较为常用材料。使用这些材料的测试数据,核电站运营商能够满足监管机构在“长期运行”框架下定义的要求,且表明多数已使用 30 年至 40 年的绝缘材料都处于良好的状态。此外,还从在役设备上获取材料作为试样,并与未老化的和人为老化的基准试样的试验结果进行比对。

核电行业的主要目的是获得在役绝缘材料和由这些材料组成的设备连接件的可靠剩余寿命值。但随着绝缘材料在役老化现象的出现,有必要更多地研究偏离加速老化试验的估计值。为更好地确定绝缘材料的降解过程,有必要更广泛了解材料在低强度热作用和辐射作用下的降解和相互关联的协同效应。GB/Z 28820.4 旨在总结结果,并在某些领域更新 CIGRE WG D1.42 中的文献参考资料,提出热老化—辐射老化多因子评定程序。

目前,GB/Z 28820 由 4 个部分构成。

- 第 1 部分:监测扩散限制氧化的技术。目的在于提出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。目的在于提出预测聚合物在低剂量率辐射下的老化程序。
- 第 3 部分:低压电缆材料在役监测程序。目的在于总结监测低压电缆材料在役降解的技术。
- 第 4 部分:辐射条件下不同温度和剂量率的影响。目的在于总结温度和剂量率对聚合物材料辐射老化的影响。

聚合物长期辐射老化

第4部分：辐射条件下不同温度和剂量率的影响

1 范围

本文件提供了评估/验证电离辐射下设备使用的电气绝缘材料(EIM)和电气绝缘系统(EIS)的一般性指南。除传感器、驱动器/电动机以及接头和端子外,电缆是应用 EIM 和 EIS 的典型电气设备,包括低压电力电缆、控制电缆和仪表电缆等。电缆设计简单,是研究 EIM 和 EIS 降解过程的理想设备。这些研究结果也能用于传感器、驱动器/电动机及接头和端子等电气设备。

本文件适用于模拟不同温度和辐射强度同时作用的评估/验证程序。

本文件不适用于特性试验方法的详细试验程序。

注1: 使用本文件评估某些特定产品时,可能需要使用其他与该产品相关的程序。

注2: 本文件所规定的程序中含有一定的新兴技术,因此在评估过程中,能将已获得经验以及特定的条件考虑其中。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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。

IEC 60544(所有部分) 电气绝缘材料 确定电离辐射的影响(Electrical insulating materials—Determination of the effects of ionizing radiation)

注: GB/T 26168(所有部分)电气绝缘材料 确定电离辐射的影响[IEC 60544(所有部分)]

IEC/TS 61244¹⁾(所有部分) 确定聚合物长期辐射老化(Determination of long-term radiation ageing in polymers)

注: GB/Z 28820(所有部分)聚合物长期辐射老化[IEC/TS 61244(所有部分)]

3 术语和定义及缩略语

3.1 术语和定义

IEC/TS 61244(所有部分)和 IEC 60544(所有部分)界定的术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 中用于本文件中的术语和定义见下列网址:

——ISO 在线浏览平台:<https://www.iso.org/obp>;

——IEC 电子百科:<http://www.electropedia.org/>。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

1) IEC/TS 61244-3:2005 已废止。