



中华人民共和国国家标准

GB/T 22577—2008

核电站用 1E 级电缆 通用要求

Class 1E cables for nuclear power generating stations—
General requirements

2008-12-15 发布

2009-10-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 代号、型号及产品表示方法	2
5 要求	3
6 质量鉴定规则	6
7 文件	9
8 包装、运输和储存	10
附录 A (资料性附录) 电缆绝缘、内衬层和填充、护套的燃烧特性	11
附录 B (资料性附录) 1E 级功能验证试验流程图	12
附录 C (资料性附录) 型式试验的样品的代表性规格	13
参考文献	14

前 言

《核电站用 1E 级电缆》系列标准包括六个标准,分别为:

- 核电站用 1E 级电缆 通用要求
- 核电站用 1E 级电缆 电力电缆
- 核电站用 1E 级电缆 控制电缆
- 核电站用 1E 级电缆 通信电缆
- 核电站用 1E 级电缆 仪表电缆
- 核电站用 1E 级电缆 热补偿电缆

本标准是《核电站用 1E 级电缆》系列标准之一。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 为资料性附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国电线电缆标准化技术委员会(SAC/TC 213)归口。

本标准起草单位:上海电缆研究所,核工业第二研究设计院,上海核工业研究设计院,核电泰山联营有限公司,江苏上上电缆集团,常州八益电缆有限公司,上海电缆厂有限公司,沈阳电缆厂有限公司,远东控股集团有限公司,上海藤仓橡塑电缆有限公司,江苏圣安电缆有限公司,宝胜科技创新科技股份有限公司,天津德塔科技集团,广东番禺电缆厂有限公司,江苏江扬电缆有限公司,安徽天康(集团)股份有限公司。

本标准主要起草人:孙建生、顾中杰、窦慧元、张正泗、王松明、周叙元、王怡瑶、柴松、汪传斌、程江、孙萍、庞玉春、李彦弘、张玉红、郭永升、夏喜明。

核电站用 1E 级电缆 通用要求

1 范围

本标准规定了用于核电站的 1E 级电缆的类别、一般要求、质量鉴定规则、试验方法和需提交的文件。

本标准适用于核电站用 1E 级电缆和电线,本标准也适用于核电站 1E 级设备内的电缆和电线。

核电站用 1E 级电缆包括电力电缆、控制电缆、通信电缆、仪表电缆、热补偿电缆等种类。各种电缆其使用工况以及功能特性各有区别,与电缆种类相关的核电站 1E 级特别要求由后续产品标准加以规定,本标准仅规定了核电站用 1E 级电缆的通用要求和最基本的 1E 级质量鉴定要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2900.10—2001 电工术语 电缆(idt IEC 60050-461:1984)

GB/T 11026.1—2003 电气绝缘材料耐热性 第 1 部分:老化程序和试验结果的评定(IEC 60216-1:2001,IDT)

GB/T 11026.2—2000 确定电气绝缘材料耐热性的导则 第 2 部分:试验判断标准的选择(idt IEC 60216-2:1990)

GB/T 11026.4—1999 确定电气绝缘材料耐热性的导则 第 4 部分:老化烘箱 单室烘箱(idt IEC 60216-4-1:1990)

GB/T 12666.1—2008 单根电线电缆燃烧试验方法 第 1 部分:垂直燃烧试验

GB/T 12727—2002 核电厂安全系统电气设备质量鉴定(IEC 60780:1998,MOD)

GB/T 18380.12—2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 12 部分:单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1 kW 预混合型火焰试验方法(IEC 60332-1-2:2004,IDT)

GB/T 18380.33—2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 33 部分:垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 A 类(IEC 60332-3-22:2000,IDT)

GB/T 18380.34—2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 34 部分:垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 B 类(IEC 60332-3-23:2000,IDT)

GB/T 18380.35—2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 35 部分:垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 C 类(IEC 60332-3-24:2000,IDT)

GB/T 18380.36—2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 36 部分:垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 D 类(IEC 60332-3-25:2000,IDT)

GB/T 19666—2005 阻燃和耐火电线电缆通则

JB/T 8137.1~8137.4—1999 电线电缆交货盘

IEC 60544.2:1991 测定电离辐射对绝缘材料的效应的指南 第 2 部分:辐照和试验的规程

3 术语和定义

GB/T 2900.10—2001 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

1E级(核安全级) class 1E(safety-related)

反应堆和核电厂(站)电气系统和设备的安全级别。这些系统和设备是完成反应堆紧急停堆、安全壳隔离、堆芯应急冷却以及反应堆和反应堆厂房的余热排出以及防止放射性物质向周围环境大量排放等各项功能所必需的。

3.2

设计基准事件 design basis event(DBE)

在设计中为确定构筑物、系统、部件的性能要求而采用的假想事件。

3.3

安装寿命 installed life

电缆从安装到拆除之间的间隔时间。在此期间,它们应满足设计运行条件的要求。

3.4

鉴定寿命 qualified life

证明电缆在一组规定的运行条件下具有满意性能的间隔时间。

3.5

K1类电缆 category K1 cable

安装在安全壳内,通过K1类质量鉴定程序验证其具备在正常环境条件下、地震荷载下以及在事故环境下和(或)在事故后能完成其规定功能的电缆。

3.6

K2类电缆 category K2 cable

安装在安全壳内或者安全壳外对辐射有要求的场合,通过K2类质量鉴定程序验证其具备在正常环境条件下和地震荷载下能完成其规定功能的电缆。

3.7

K3类电缆 category K3 cable

安装在安全壳外,通过K3类质量鉴定程序验证其具备在正常环境条件下和地震荷载下以及对一些设备规定的事故条件下能完成其规定功能的电缆。

3.8

质量鉴定 qualification

通过分析、型式试验或运行经验获得的证据,证明在规定的运行条件 and 环境条件下设备能按规定性能要求起作用。

3.9

例行试验 routine test

由制造方在成品电缆的所有制造长度上进行的试验,以检验所有电缆是否符合规定的要求。

3.10

抽样试验 sample test

由制造方进行,按规定的频度在成品电缆试样上,或在取自成品电缆的某些部件上进行的试验,以检验电缆是否符合规定要求。

3.11

型式试验 type test

为了证实设计和制造过程的有效性,对电缆进行的试验。

4 代号、型号及产品表示方法

4.1 代号

4.1.1 系列代号

核电站用1E级电缆 H

4.1.2 质量鉴定类别代号

K1 类电缆	K1
K2 类电缆	K2
K3 类电缆	K3

4.1.3 燃烧特性代号

电缆燃烧特性代号应符合 GB/T 19666—2005 的规定。

4.2 型号及产品表示方法

4.2.1 型号

核电站用 1E 级电缆的型号由燃烧特性代号、系列代号、质量鉴定类别代号和后续产品标准规定的电缆型号组成。

4.2.2 产品表示方法

核电站用 1E 级电缆表示方法由以下要素组成：燃烧特性代号、系列代号和质量鉴定类别代号、电缆型号等。表示方法的排列顺序示意如图 1 所示。

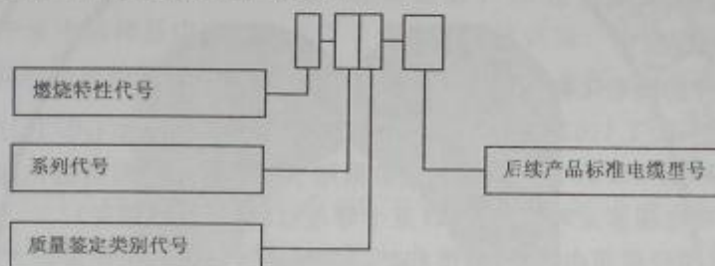


图 1 核电站用 1E 级电缆产品表示方法示意图

5 要求

5.1 概述

核电站用 1E 级电缆应为无卤、低烟、低毒、阻燃电缆。核电站用 1E 级电缆基本结构组成为：导体、绝缘层、屏蔽、内衬层和填充、护套等。电缆绝缘、内衬层和填充、护套的燃烧特性可参见附录 A。内衬层和填充、护套等材料应与绝缘的工作温度相匹配，应对绝缘及其他电缆构成物无有害影响。

本标准应与后续产品标准一起使用，电缆应符合本标准 and 后续产品标准规定。

5.2 质量鉴定要求

核电站用 1E 级电缆应达到或超过规定的性能要求，以保证在规定的寿命期间可靠运行。

应根据国家核安全相关法规编制设计、制造过程、产品交付、安装、维护和定期试验各阶段的质量保证大纲，以确保依据后续产品标准制造核电站用 1E 级电缆，并通过本标准规定的质量鉴定。

由于电缆结构组成中的绝缘、护套、填充等可燃物，其在成品电缆单位长度中的体积量以及燃烧特性关系到核电站电缆系统总体设计、安装敷设、运行等，成品电缆质量保证大纲应包含此类相关内容。

5.3 试验

5.3.1 概述

试验包括例行试验、抽样试验和型式试验。

例行试验和抽样试验由制造厂进行。试验项目和要求由产品标准规定。

型式试验包括常规型式试验和 1E 级功能验证试验。型式试验应能证明电缆在规定的使用条件下（包括 DBE 工况条件）能够满足 1E 级功能要求。模拟试验条件应达到或高于电缆实际工况规定的使用条件。样品应在产品中随机抽取，或者应采用与生产相似的方式制造。

常规型式试验包括常规的电气性能和非电气性能试验。除非另有规定，核电站用 1E 级电力电缆、控制电缆、仪表电缆、通信电缆和热补偿电缆的常规的电气性能和非电气性能应符合后续产品标准的要求。

1E 级功能验证试验的目的是验证 1E 级电缆在规定的工况条件下性能是否满足预期的寿命。规定的工况条件包括:温度、压力、湿气、辐射、机械应力、化学喷淋或者设计基准事件(DBE)结果的组合。应根据成品电缆的质量鉴定类别,确定 1E 级功能验证试验项目。1E 级功能验证试验由下列项目组成:

- 热老化试验;
- 常规辐照老化;
- 老化试验后相关性能试验;
- DBE 辐照试验;
- DBE 模拟试验;
- DBE 后模拟试验;
- 燃烧试验;
- 湿热老化试验;
- 长期运行模拟试验。

5.3.2 1E 级功能验证试验

5.3.2.1 常规运行条件的热老化和辐照老化

热老化试验应符合 GB/T 11026.1—2003、GB/T 11026.2—2000 和 GB/T 11026.4—1999 的规定。活化能的计算可参照 IEEE Std 101, 1987。老化数据用于确定鉴定材料的活化能,材料包括绝缘、护套(当电缆护套有可能影响电缆鉴定时)、胶泥,以及半导体材料(如果使用)。

热老化试验在空气循环烘箱内进行,温度和时间的扩展可以用阿伦尼乌斯方法,或者其他已证明有效并适用的方法,以模拟整个寿命期内的热老化。

辐照老化时,成品电缆应在空气中经受 γ 源(如 ^{60}Co 源)的辐照,试验应符合 IEC 60544.2:1991 的规定。辐照剂量应达到整个寿命期电缆经受剂量的总和,推荐的辐照累积剂量为 250 kGy,剂量率应不大于 10 kGy/h。

5.3.2.2 性能试验

经老化试验后成品电缆应通过相关性能试验,如机械物理性能试验、柔性保持试验以及特性试验(当有要求时)等。

柔性保持试验:样品应先被伸直(如果卷曲),再弯曲成内径不超过电缆外径 20 倍的线圈。然后线圈试样应浸于室温自来水中至少 1 h。浸水结束后,仍置于水中,线圈试样应通过 3 min 耐电压试验,在导体对导体,导体对水和屏蔽(如果存在)间,施加电压为交流 3 150 V/mm,或直流 9 450 V/mm。

除了这项试验,当有要求时,还应通过特性试验,如进行直流绝缘电阻或者高电压试验,证明同轴、三同轴和双同轴电缆或者其他屏蔽电缆要求的护套完整性和电气特性。

5.3.2.3 DBE 辐照试验

成品电缆应在空气中经受 γ 源(如 ^{60}Co 源)的辐照,辐照剂量为假设的 DBE 环境下预期的总剂量,剂量率应符合相关产品标准的规定。经 DBE 辐照试验后成品电缆应通过相关性能试验,如机械物理性能试验以及特性试验(当有要求时)(见 5.3.2.2)等。试验应符合各质量鉴定类别的规定。

5.3.2.4 DBE 模拟试验

DBE 模拟和试验程序应根据规定的 DBE 参数、需要监测的电气和环境参数,以及预期应用的接受判据。DBE 模拟和试验程序应涵盖环境和电气参数,应包含最低限度的接受判据。

DBE 模拟试验是把试样置于有压力的试验容器中试验,并且在施加 DBE 的极端环境下,施加额定电压和电流。试验室应具备:监测和调节温度和蒸汽压力、循环化学喷淋物、施加电气载荷和对置于其中的样品进行规定性能的试验。特定试验容器的设计不是试验性能的关键。实际上,基本原则是应使受试电缆表面经受相同的环境条件。

DBE 模拟试验程序如下:

- a) 样品安装后,在事故状态开始前,试验容器应稳定在设计基准事件前的环境条件至少 1 h。整个稳态试验过程中,试验样品应被施加规定的电压和电流。施加载荷的样品应经受一次 DBE 环境的全循环,并至少与规定的 DBE 环境试验曲线同样严酷,并伴有化学物喷淋。
- b) 在所要求的整个 DBE 模拟运行时间内,样品应能满足规定的电气性能要求。整个试验期间,应连续地或者以规定时间间隔收集并记录性能数据。如果未能连续监测数据,采样的间隔要求足以证明能够符合性能判据。性能指标(判据),例如电流、绝缘电阻和阻抗,应与样品的结构和应用有关,例如,应充分考虑到在同轴结构中护套保护屏蔽层的功能作用等。

试验持续时间应根据规定的 DBE 环境试验曲线,考虑到 DBE 后一些环境参数的降低和在 DBE 后期间要求的功能来确定。应确定 DBE 后持续时间依据,认识到压缩该持续时间对于实际目的可能是需要的。对应保持长期可运行的设备进行评估,包括使用一些能保持反应堆在安全状态的替代方案,可能提供一种压缩 DBE 后持续时间的适用依据。

5.3.2.5 DBE 后模拟试验

完成 DBE 模拟后,应将样品伸直(如果弯曲),然后卷绕于 40 倍电缆外径的轴上,浸入室温自来水中,并保持 1 h。仍置于水中的样品应通过 5.3.2.2 规定的耐压试验。当选择某些特种电缆,例如同轴或三同轴电缆来评定其附加的绝缘性能时,可以用更低的耐压试验电压,交流试验电压应不低于 2 倍额定电压加上 1 000 V。

5.3.2.6 燃烧试验

成品电缆应符合 GB/T 18380.33—2008 或 GB/T 18380.34—2008 或 GB/T 18380.35—2008 或 GB/T 18380.36—2008 的成束燃烧试验要求。

配电盘电缆、同轴电缆、双同轴和三同轴电缆至少应符合 GB/T 18380.12—2008 的单根垂直燃烧试验要求。

当有要求时,配电盘电缆、同轴电缆、双同轴和三同轴电缆应符合 GB/T 12666.1—2008 的单根垂直燃烧试验要求。

当有要求时,电缆的绝缘线芯应符合 GB/T 18380.12—2008 的单根垂直燃烧试验要求。

经过老化试验后的成品电缆至少应符合 GB/T 18380.35—2008 的成束燃烧试验的要求。

5.3.2.7 湿热老化试验和长期运行模拟试验

如有要求时,成品电缆应耐受湿热老化试验,这可以通过提供合格试验报告来证明。试验应符合后续产品标准的规定。

如有要求时,成品电缆应进行长期运行模拟试验,试验应符合后续产品标准的规定。

5.3.3 1E 级功能验证试验试验流程

各质量鉴定类别电缆的 1E 级功能验证试验项目如表 1 所示,试验流程图可参见附录 B。按照各质量鉴定类别要求的试验项目应依次累积完成,至少一个试样应经受除长期运行模拟试验和燃烧性能试验之外的全部要求的试验。

长期运行模拟试验当有要求时宜采用单独试样进行试验。

燃烧性能试验为破坏性试验,不要求试样进行试验程序要求的后续试验。

表 1 1E 级功能验证试验项目

序号	试验项目	1E 级功能验证试验		
		K1 类电缆	K2 类电缆	K3 类电缆
1	湿热老化试验	○	○	○
2	热老化试验	●	●	●
3	长期运行模拟试验	○	○	○

表 1 (续)

序号	试验项目	1E 级功能验证试验		
		K1 类电缆	K2 类电缆	K3 类电缆
4	常规辐照老化试验	●	●	—
5	DBE 辐照试验	●	—	—
6	DBE 模拟试验	●	—	—
7	机械物理性能试验, 柔性保持试验, 特性试验	●	●	●
8	DBE 后模拟试验(柔性保持试验), 特性试验	●	—	—
9	燃烧性能试验	●	●	●
10	老化试验后的燃烧性能试验	●	●	●

注: ● 要求的试验项目; □ 有要求时试验项目; — 不要求试验项目。

- a) K1 类电缆应通过热老化试验, 常规辐照试验, 老化后机械物理性能试验、柔性保持试验、特性试验, DBE 辐照试验, DBE 模拟试验, DBE 后模拟试验、特性试验, 燃烧性能和老化试验后燃烧性能试验。当有要求时, 还应通过湿热老化试验和长期运行模拟试验。试验应符合 5.3.2 的规定。
- b) K2 类电缆应通过热老化试验, 常规辐照试验, 老化后机械物理性能试验、柔性保持试验、特性试验, 燃烧性能和老化试验后燃烧性能试验。当有要求时, 还应通过湿热老化试验和长期运行模拟试验。试验应符合 5.3.2 的规定。
- c) K3 类电缆应通过热老化试验, 老化后机械物理性能试验、柔性保持试验、特性试验, 燃烧性能和老化试验后燃烧性能试验。当有要求时, 还应通过湿热老化试验和长期运行模拟试验。试验应符合 5.3.2 的规定。

6 质量鉴定规则

6.1 概述

质量鉴定的目的是证明 1E 级电缆在规定的运行条件 and 环境条件下能满足或超过规定的功能要求。1E 级电缆的质量鉴定应采用特殊的或通用的程序完成。质量鉴定的方法采用下述的鉴定方法之一或它们的组合, 方法包括: 型式试验、运行经历、分析法、组合法、在役鉴定。型式试验是优先选用的方法。

质量鉴定的结果应是一份质量鉴定报告(可能是一组文件, 包括试验或分析报告、设计说明等), 包括确定鉴定寿命, 鉴定寿命可表示为在规定运行温度条件下的可使用年限。

本标准以型式试验作为质量鉴定方法。

6.2 型式试验质量鉴定方法

6.2.1 概述

型式试验应证明电缆的性能满足或超过技术规格书中的要求。对于型式试验, 应预先安排试验条件的顺序, 这些试验条件满足或严于预期的或规定的运行条件(包括鉴定裕度), 并且还应考虑正常、异常和事故工况下的运行条件。型式试验参数应有裕度, 应符合 GB/T 12727—2002 的相关要求。

型式试验包括常规型式试验和 1E 级功能验证试验。

6.2.2 型式试验计划

鉴定程序的第一步是制定试验计划。试验计划应与技术规范相协调, 详细说明应进行的各项试验和建立技术规范与试验结果之间的可审查的关系。试验计划应提供证据, 证明所采用的试验方法是可行的。试验计划应包括:

- a) 被鉴定电缆的说明;
- b) 待试样品的数量;
- c) 安装和连接的要求;
- d) 加速老化程序;
- e) 要模拟的运行条件和环境条件,要测量的环境变量;
- f) 规定的性能和验收准则;
- g) 对试验设备的要求,包括准确度;
- h) 在型式试验期间允许的维修和更换;
- i) 性能限值 and 故障定义;
- j) 所采用的试验程序;
- k) 型式试验数据的文件化;
- l) 特殊情况说明。

6.2.3 型式试验项目

由于不同电缆品种其性能要求以及使用功能等不完全相同,应根据具体品种及规格选择合适的试验项目进行试验。除非另有规定,成品电缆常规型式试验项目应符合后续产品标准的规定。

当成品电缆通过常规型式试验,1E级功能验证试验可以确定成品电缆的鉴定寿命,试验的结果应证明电缆的鉴定寿命等于或超过电缆的安装寿命。应根据电缆不同的质量鉴定类别,进行相应质量鉴定类别的1E级功能验证试验。不同质量鉴定类别电缆的1E级功能验证试验项目见表1。

6.2.4 型式试验样品选择

6.2.4.1 要求

对于被鉴定的电缆,选择的型式试验样品应具有代表性,试验样品的代表性规格可参见附录C。

电缆运行期间的老化,会使其耐受DBE期间所施加的极限环境条件的能力有所降低或增加。因此,DBE条件的型式试验应包含老化和非老化的样品。

6.2.4.2 单芯和多芯电缆

对于单芯电缆、多芯电缆的绝缘线芯,应将绝缘暴露于试验环境下进行试验。但是,额定电压5 kV~35 kV的电力电缆应仅采用完整电缆进行试验。

带护套的单芯电缆样品应证明在护套和内层绝缘之间不存在不利的相互作用。多芯电缆也应用整体电缆鉴定,证明在外护套和内层绝缘、填充物、结构性包带之间不存在不利的相互作用。

有粘结护套结构的电缆样品应包括具有粘结护套结构和不具有粘结护套结构的电缆样品。

6.2.4.3 同轴、双同轴和三同轴电缆

同轴、双同轴和三同轴电缆样品的型式试验仅仅鉴定具有同样材料的电缆,当选择具有典型代表性样品时,应考虑其独特的结构,包括但不限于:编织屏蔽的编织角、用于阻水或抗静电的屏蔽填充材料。

同轴、双同轴和三同轴电缆应连同护套一起试验以确定护套能保持:

- a) 防潮层的完整性,并且不存在与内层绝缘不利的相互影响;
- b) 外屏蔽和接地之间要求的电气特性。

模拟DBE期间,热和蒸汽的作用会导致同轴和三同轴电缆芯层不同的收缩或膨胀,可能造成导体的短路或电气特性下降。在模拟DBE试验中应包含适当的样品长度和结构,以便评价这种潜在的故障模式。

6.3 型式试验程序

6.3.1 常规型式试验程序

常规型式试验程序应符合后续产品标准的规定。

6.3.2 1E级功能验证试验程序

6.3.2.1 试验程序

成品电缆应按各质量鉴定类别要求通过1E级功能验证试验,试验流程应符合5.3.3的规定。

热老化试验和常规辐照老化试验采用加速方式可以同时进行或依次进行。

试验条件的确定应充分考虑试验中的影响因素,例如与实际运行有关的协同作用、剂量率和与绝缘和护套材料类型有关的扩散限制氧化作用或者剂量率加速效应。如果能够证明采用的试验程序及条件不存在协同作用,应在鉴定报告中清晰地表述,并注明这一试验条件。

对于大多数类型的电缆结构,加速老化的作用在绝大多数情况下对组合成电缆的材料产生不同的影响。应完成对所有电缆主要组成材料的有关加速老化的敏感性评估,以便确定一个总的老化试验方案。可能需要进行单独样品的老化试验,例如,一次试验对绝缘,而另一次试验对护套。用于组成部分的加速老化方法的原理说明,应作为整个鉴定文件的一个部分。

如果在产品构成中使用了不同老化特性的材料,有必要对不同材料进行单独老化。使用片状、哑铃状或管状试样进行的补充老化和分析可用于证明这些材料在电缆的使用寿命期内的可接受性。这些补充样品的使用应在鉴定报告中说明。

电缆绝缘体系中所有关键组件,应包括至少一个试验样品。绝缘组件的样品可以是绝缘线芯,或者是材料样品(如:片状或哑铃状),以便获得更深入的鉴定数据。

一些特殊应用试验,包括用于惰性气体环境的电缆鉴定,例如用于沸水反应堆系统,由于运行环境的特殊性,特殊的试验条件和试验程序应符合后续产品标准的规定。

5.3.2.2 常规运行条件的热和辐射老化

样品应老化至规定寿命条件下的期望终点。

在进行热和辐照老化试验前,如有要求时,成品电缆应按照 5.3.2.7 的规定进行耐受湿热老化试验和长期运行模拟试验。

下列试验顺序可用于热和辐照老化,热老化先于辐照老化的顺序不是基本顺序。由于鉴定机构会注重潜在的协同效应,或者为了便于完成老化程序,也可以改变试验顺序。

- a) 按 6.2.4 要求选择适当长度的样品作为试样,每根试样的有效长度不少于 3.0 m;
- b) 受试样品置于空气循环烘箱内进行热老化试验,热老化试验应符合 5.3.2.1 的规定;
- c) 经上述 b) 热老化试验的试样应经受空气中常规辐照老化试验,辐照老化试验应符合 5.3.2.1 的规定;
- d) 经老化试验后成品电缆应通过相关性能试验,如机械物理性能试验、柔性保持试验以及特性试验(当有要求时)等。试验应符合 5.3.2.2 的规定。这些样品不要求通过进一步的鉴定试验,或者另一个浸水耐电压试验。

6.3.2.3 DBE 辐照

本条款的内容依据冷却剂丧失事故(LOCA)或高能量管线破裂(HELB),但不限于此。每一种电缆应准备至少 2 个样品,根据下列程序样品有效长度应不小于 3.0 m。

- a) 应至少有一个样品未经过老化;
- b) 应至少对一个样品进行常规工况的热和辐照老化。

DBE 辐照试验应符合 5.3.2.3 的规定。

6.3.2.4 DBE 模拟试验

DBE 模拟试验应符合 5.3.2.4 的规定,对于采用额外的屏蔽特征或者有附加绝缘的某些特种电缆,如同轴、双同轴或三同轴电缆,应按后续产品标准的规定对这些特殊应用的性能进行评定,例如高频特性。

6.3.2.5 DBE 后模拟试验

成品电缆经 DBE 模拟试验后,应通过 DBE 后模拟试验,试验应符合 5.3.2.5 的规定。

6.3.2.6 燃烧试验

燃烧试验应符合 5.3.2.6 的要求,试验程序应符合 5.3.3 的规定。

7 文件

7.1 概述

质量鉴定的最终结果应是证明文件的汇总。质量鉴定文件化的目的是为了证明成品电缆按其应用要求进行过质量鉴定,并满足规定的性能要求。

质量鉴定结论文件应详细阐述质量鉴定基准,证明电缆足够执行规定功能。文件应可审核,允许具资质人员和其他的评定方进行查询。文件应包括以下内容:

- a) 电缆设计书或电缆技术规格书;
- b) 质量鉴定型式试验大纲;
- c) 型式试验大纲制定依据;
- d) 试验数据和异常情况的分析;
- e) 型式试验报告;
- f) 积于运行经验或作为鉴定基础的分析和判断;
- g) 质量鉴定结论;
- h) 评审/批准签字和日期。

7.2 电缆设计书或电缆技术规格书

应详细描述电缆质量鉴定的范围和类型。其中包括(不限于):电缆适用范围,规定的功能,应明确标示构成的材料及其质量保证规程,电缆结构以及制造工艺的要点。还应包括电缆原始状态的专门详细描述。

7.3 质量鉴定试验大纲

质量鉴定应制定评定的计划及程序,计划及程序应包含规定性能要求、实际使用环境、DBE 模拟参数、评定电缆的范围、方法的说明,应确立评定的基本条件,包含描述和认可的用于部分评定的分析和操作经验。

应详细描述规定的使用环境条件和 DBE 模拟参数。应详细分析试验离散性和试验数据分析依据。应包括质量鉴定的基本法规和引用文件。

7.4 型式试验报告

型式试验数据的汇总形成型式试验报告。型式试验报告应包括:

- a) 电缆产品标准或性能规范;
- b) 通过试验证实的特殊性能说明;
- c) 充分地描述试验程序,包括试验样品、样品布置、模拟条件、性能数据和结果;
- d) 评价试验结果对符合规定要求的充分性。

型式试验报告还应当包括但不限于以下的信息:

- a) 试样描述;
- b) 试验设备的说明,包括设备的精度和校准记录;
- c) 时间程序和所有环境参数的施加顺序;
- d) 电压和电程序;
- e) 在环境曝露和/或 DBE 模拟期间及其后进行的试验和检查测量;
- f) 试验数据,包括支持性数据;
- g) 试验数据汇总分析及评估;
- h) 结论和建议;
- i) 审核/批准签字和日期。

试验结果应包括试验期间遇到的异常情况及其对试验结果的影响的分析;试验结果还应证明设定的环境序列是否已达到,电缆是否具备预期的功能。在试验数据外推的情况下,应充分说明外推的依据。

7.5 材料的可追溯性

详细描述用于电缆结构材料的规范文件应可获得和控制,以便提供鉴定结果可直接适用于产品的所有制造批次的证明。

7.6 改进

当电缆的材料或设计发生变化,或者设定环境发生改变,并致使其性能与先前的质量鉴定条件存在差异,先前的质量鉴定应重新审定以确定对合格状态的影响。重新审定应指出是否需要附加型式试验或追加分析,以确定对改进的产品或条件的鉴定。这种重新审定还应包括通过提供详细的判断或支持其结论的数据分析以决定是否需要进行附加型式试验或追加分析。该信息应与质量鉴定文件一同保存,并成为可审查文件的一部分。

8 包装、运输和储存

8.1 包装

电缆应成盘或成圈交货,并卷绕整齐,妥善包装,电缆端头应密封。电缆盘应符合 JB/T 8137.1—8137.4—1999 的规定。

每个包装件上应附有标签,标明:

- a) 制造方名称;
- b) 产品型号、规格、额定电压;
- c) 长度;
- d) 质量(重量);
- e) 制造日期,年 月;
- f) 电缆盘正确旋转方向。

装箱时,箱体外壳上应标明:

- a) 制造方名称;
- b) 产品型号、规格、额定电压;
- c) 箱体外形尺寸及质量(重量);
- d) 防震、防摔标志。

8.2 运输和储存

- a) 电缆应避免在露天存放,电缆盘不应平放;
- b) 运输中不应从高处扔下装有电缆的电缆盘,不应造成对电缆的机械损伤;
- c) 吊装包装件时,不应几盘同时吊装。在车辆、船舶等运输工具上,电缆盘应放稳,并采用合适方法固定,防止互撞或翻倒。

附录 A

(资料性附录)

电缆绝缘、内衬层和填充、护套的燃烧特性

电缆绝缘、内衬层和填充、护套的燃烧特性要求见表 A.1。

表 A.1 电缆绝缘、内衬层和填充、护套的燃烧特性

序号	试验项目	单位	绝缘	填充和 内衬层	护套	试验方法
1	氧指数差值最大绝对值(20℃和 80℃)	—	2 ^a	2 ^a	2	GB/T 2406
2	燃烧时释出气体的酸度					
2.1	pH 值,最小值	—	4.3	4.3	4.3	GB/T 17650.2
2.2	电导率,最大值	μS/mm	10	10	10	GB/T 17650.2
3	毒性指数,最大值	—	5	5	5	Def Star: 02-713
注:填充和内衬层的试验要求针对有机材料。						
^a 可选项。						

附录 B (资料性附录)

1E 级功能验证试验流程图

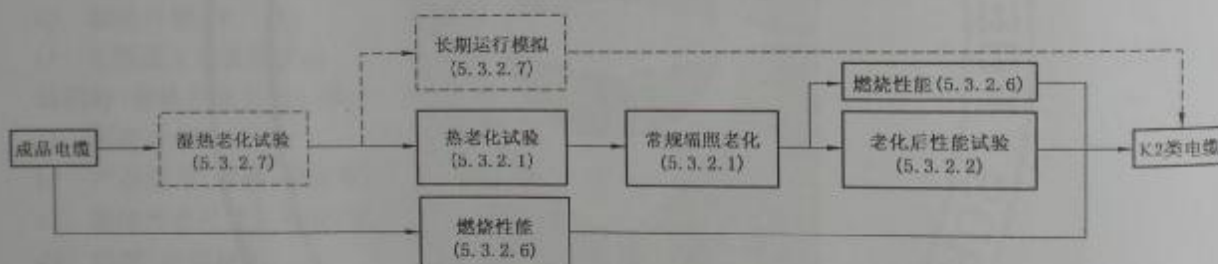
K1 类电缆的 1E 级功能验证试验流程图见图 B.1。



注：虚线表示当有要求时的试验项目。

图 B.1 K1 类电缆 1E 级功能验证试验流程图

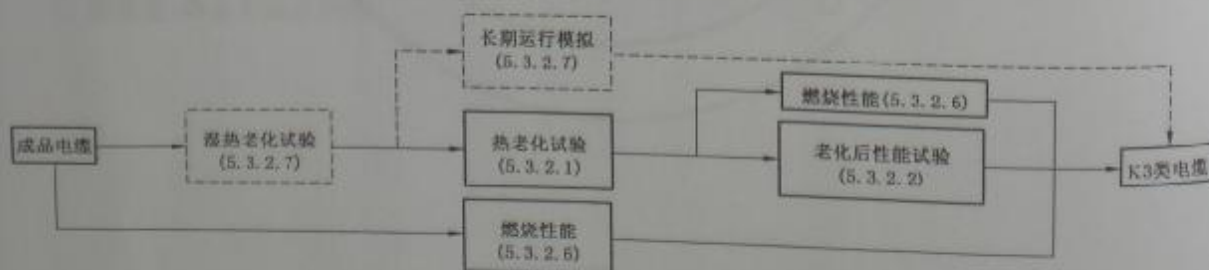
K2 类电缆的 1E 级功能验证试验流程图见图 B.2。



注：虚线表示当有要求时的试验项目。

图 B.2 K2 类电缆 1E 级功能验证试验流程图

K3 类电缆的 1E 级功能验证试验流程图见图 B.3。



注：虚线表示当有要求时的试验项目。

图 B.3 K3 类电缆 1E 级功能验证试验流程图

附录 C

(资料性附录)

型式试验的样品的代表性规格

型式试验样品的代表性规格可参考表 C.1。

表 C.1 型式试验的样品代表性规格

电缆类型	试验	代表性规格
1 000 V 及以下多芯控制电缆,多芯屏蔽型信号电缆(各个组件见下)或单芯电力电缆	湿热老化 长期运行模拟	单芯:2.5 mm ² 或 4 mm ²
	热老化和辐照老化	单芯或多芯:2.5 mm ² 或 4 mm ² 或实际规格
	DBE 模拟	单芯或多芯:2.5 mm ² 或 4 mm ² 或实际规格
		单芯:16 mm ² , 25 mm ² 或 35 mm ² 或实际规格
	单根垂直燃烧	单芯:2.5 mm ² 或 4 mm ² 或实际规格
	成束燃烧	7 芯:1.5 mm ² , 2.5 mm ² 或 4 mm ² 或实际规格
屏蔽对,三芯或四芯的多芯信号电缆	湿热老化 长期运行模拟	1.5 mm ² 的屏蔽对或实际规格
	热老化和辐照老化	
	DBE 模拟	
	单根垂直燃烧	
同轴电缆,三同轴电缆或者特种仪表电缆	湿热老化 长期运行模拟	实际规格
	热老化和辐照老化	
	DBE 模拟	
	单根垂直燃烧	
热电偶补偿电缆	湿热老化 长期运行模拟	芯线:0.5 mm ² 或实际规格
	热老化和辐照老化	
	DBE 模拟	
	单根垂直燃烧	
	成束燃烧	
1 000 V 以上 15 000 V 及以下电力电缆(单芯、三芯或多芯)	成束燃烧	16 mm ² (1 001 V~5 000 V), 70 mm ² 或 120 mm ² , 120 mm ² (1 001 V~15 000 V) 或实际规格

参 考 文 献

- [1] GB/T 2406《塑料燃烧性能试验方法 氧指数法》
 - [2] GB/T 17650.2—1998《取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第2部分 用测量 pH 值和电导率来测定气体的酸度》
 - [3] Def Stan 02-713《小样材料燃烧产物毒性指数的测定》
 - [4] IEEE 383:2003《IEEE Standard for Qualifying Class 1E Electric Cables and Field Splices for Nuclear Power Generating Stations》
 - [5] IEEE 323:2003《IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations》
 - [6] IEEE Std 101:1987《IEEE Guide for the Statistical Analysis of Thermal Life Test Data》
 - [7] RCC-E《压水堆核电站核岛电气设备设计和建造规则》(1993 年 1 月版)
 - [8] EJ/T 705—2006《核电厂安全级电缆及现场接头的型式试验》
-

参 考 文 献

- [1] GB/T 2406《塑料燃烧性能试验方法 氧指数法》
- [2] GB/T 17650.2—1998《取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第2部分 用测量pH值和电导率来测定气体的酸度》
- [3] Def Stan 02-713《小样材料燃烧产物毒性指数的测定》
- [4] IEEE 383:2003《IEEE Standard for Qualifying Class 1E Electric Cables and Field Splices for Nuclear Power Generating Stations》
- [5] IEEE 323:2003《IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations》
- [6] IEEE Std 101:1987《IEEE Guide for the Statistical Analysis of Thermal Life Test Data》
- [7] RCC-E《压水堆核电站核岛电气设备设计和建造规则》(1993年1月版)
- [8] EJ/T 705—2006《核电厂安全级电缆及现场接头的型式试验》

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
核电站用 1E 级电缆 通用要求
GB/T 22577-2008

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100044

网址: www.spc.net.cn

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社激光照排厂印刷
各地新华书店经销

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 30 千字
2009 年 1 月第一版 2009 年 1 月第一次印刷

书号: 155046·1-35836 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话: (010) 68533533



GB/T 22577-2008