

中华人民共和国国家标准

GB/T 15473—2011
代替 GB/T 15473—1995

核电厂安全级静止式充电装置 及逆变装置的质量鉴定

Qualification of class 1E static battery chargers and inverters
for nuclear power plants

2011-12-30 发布

2012-06-01 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

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术规格书 2

5 质量鉴定方法 3

6 文件..... 12

附录 A（资料性附录） 应力分析 14

附录 B（资料性附录） 老化不是重要失效机理的电子部件 17

附录 C（资料性附录） 老化不是重要失效机理的非电子部件 19

附录 D（资料性附录） 机电器件中失效机理的讨论 20

附录 E（资料性附录） 接插件的循环切换讨论 21

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 15473—1995《核电厂安全级静止式充电装置及逆变装置的质量鉴定》。

本标准与 GB/T 15473—1995 相比主要差异如下：

- 第 3 章增加了“蓄电池充电装置”、“设备”、“逆变装置”、“裕度”术语；删除了“故障模式和后果分析(FMEA)”、“失效”、“早期失效期”、“偶然失效期”、“损耗期”和“适度环境”术语；
- 在 4.2“安全级的特性和安全功能”中增加了“在定义工作特性和安全功能时应明确致劣因素”；
- 在 4.2.2 中增加了“f) 由业主或买主要求的其他工作特性”；
- 在 5.2.3.2 中增加了“电压或功率的典型应力小于或等于 0.5 不被看作是老化因素”；
- 在 5.2.3.3.2 中增加了辐照环境的剂量；
- 在 5.2.3.3.3 中增加了“h) 5.2.3.3.2 中没有提及的部件或材料”；
- 在 5.3.2 中增加了“部件的特定更换间隔时间应该小于或等于在质量鉴定过程中建立的时间”；
- 在 5.3.3.3.2 中增加了“应对润滑剂进行评价以决定其老化是否会抑制设备的运行”；
- 在 5.3.3.3.11 中将“活化能可取为 0.5 eV”改为“活化能可取为 0.8 eV”；
- 增加了 5.3.3.3.12 电机、泵和/或其他部件；
- 从 5.4.2.2 到 5.4.2.9, 增加了每节的标题；
- 在 5.6 中增加了延长合格寿命的内容。

本标准参照 IEEE Std 650:2006《核电厂安全级静止式充电装置及逆变装置的质量鉴定》(英文版)。

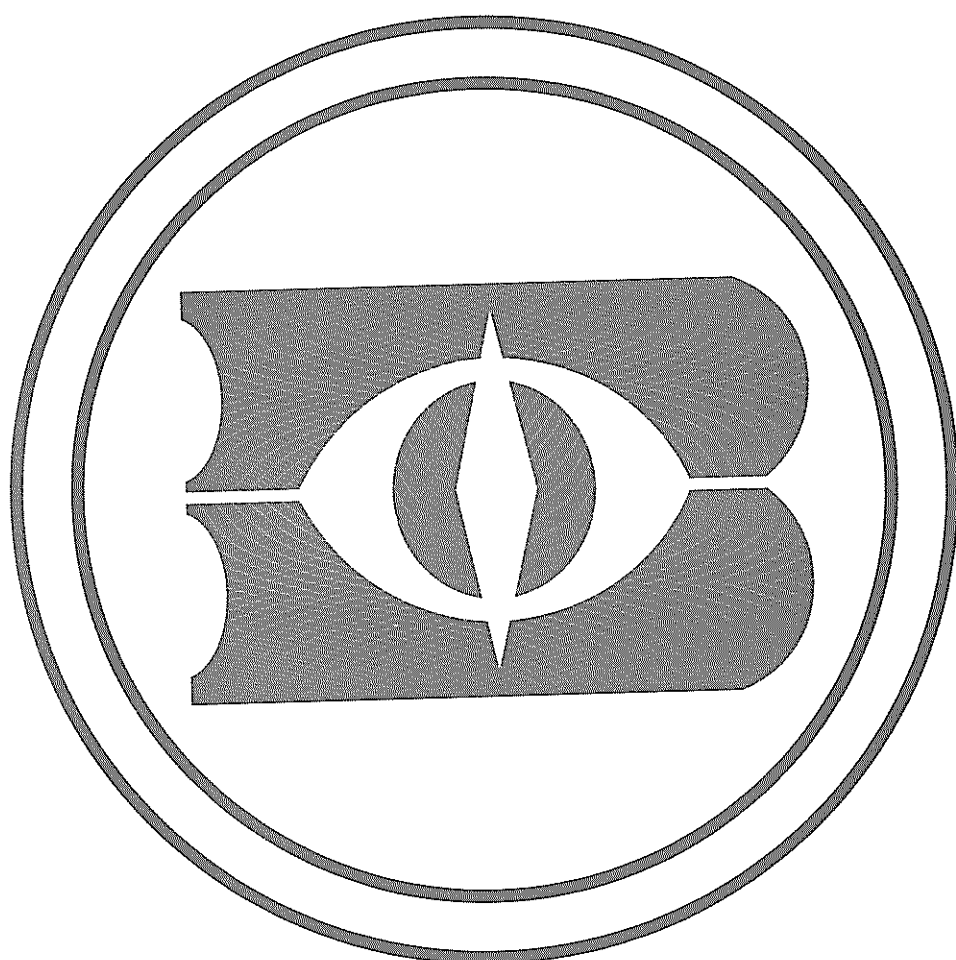
本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核仪器仪表标准化技术委员会(SAC/TC 30)归口。

本标准起草单位：上海核工程研究设计院。

本标准主要起草人：冯玉萍、陆曙东。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：GB/T 15473—1995。



核电厂安全级静止式充电装置 及逆变装置的质量鉴定

1 范围

本标准规定了安装在核电厂安全壳外的安全级静止式充电装置及逆变装置的质量鉴定方法,以保证其在规定的工作条件下能执行预定的功能。

本标准不适用于指导充电装置及逆变装置在电厂电力系统中的应用,也不规定这些装置的具体性能要求。

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 12727—2002 核电厂安全系统电气设备质量鉴定

GB/T 13625 核电厂安全系统电气设备 抗震鉴定

EJ/T 705 核电厂安全级电缆及现场接头的型式试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

- 3.1

老炼 burn-in

型式试验前或正式使用前设备或部件的预运行,以使其性能变稳定并发现早期故障。
- 3.2

蓄电池充电装置 battery charger

该设备将交流电转换为直流电,向蓄电池充电并维持在满充状态,同时在正常运行时为直流负荷提供电力。
- 3.3

部件 components

组成设备的各种物项。例如,电阻器、电容器、导线、接插件、晶体管、集成电路、电子管、开关和机电装置等。
- 3.4

设备 equipment

部件的装配合成,被设计和制造用来完成特定的功能。
- 3.5

运行经验 operating experience

在与被鉴定设备鉴定相当条件下可核实的运行数据的累积。
- 3.6

逆变装置 inverter

该设备将直流电转换成交流电。它包括辅助装置,例如,切换开关,交流电源变压器和调压器,输入

整流器(不同于蓄电池充电装置)和隔离装置(如隔离二极管)。

3.7

应力分析 stress analysis

对部件在特定电路中和特定工作条件范围内应用的一种电学及热力学的设计分析,对适用的部件进行机械循环评价,以决定对部件寿命的影响。

3.8

裕度 margin

规定的最苛刻的工作条件和型式试验条件之间的差别。这是考虑到设备生产中正常变更及确定满意工作性能中合理误差所需要的。

在确定定型试验时,提高试验等级,增加试验循环次数和延长试验时间,是其保证足够裕度的方法。

3.9

应力试验 stress test

在样品设备上进行的型式试验的一部分。试验时将设备加应力至其工作条件规定的范围。

3.10

合格寿命 qualified life

相对于一组规定的运行工况,能通过鉴定证明设备具有满意性能的时间间隔。

注:在合格寿命末期,设备能完成假想设计基准事件和设计基准事件后所要求的安全功能。安全级设备可能包含有重大老化机理的部件。质量鉴定程序将包括这些老化机理何时开始以及要求更换零件和进行维修的间隔时间等方面的资料。

4 技术规格书

4.1 概述

本章阐述了鉴定设备在技术规格书中载明的条款,包括设备标识、安全级的特性、设备电源要求及设计环境条件,以及电源、环境条件变化对设备安全级特性的影响。如果设备技术规格书包括裕度(见3.8),则应确定该数值。

4.2 安全级的特性和安全功能

4.2.1 总要求

应由核电厂业主或其代表确定其安全级特性和安全功能要求,并至少应包括正常、异常、设计基准事件及设计基准事件后工况的下述4.2.2~4.2.4中规定的要求。在定义工作特性和安全功能时应明确致劣因素。

4.2.2 安全级的特性

下列特性是在验收试验时需考虑的推荐性的运行工况、参数和特性要求:

- 输入条件,例如,电压、频率、相数和电流;
- 输出要求,例如,电压和电压调节范围、电流(最小值与最大值)、电流限值、频率与频率调节范围(仅对逆变装置)、负荷功率因数(仅对逆变装置)、纹波电压(仅对充电装置)、谐波畸变(仅对逆变装置);
- 冲击电压承受能力;
- 防止逆向直流(仅对充电装置);
- 辅助设备(如果采用的话)的特性,包括切换开关(操作性能,例如,切换时间、高压和低压触发

和过流触发)、逆变装置输入整流器(与充电装置具有相同的输入条件)、隔离装置(闭锁与导通功能)、交流电源变压器与调压器(输入条件和输出要求);

f) 由业主或买主要求的其他工作特性。

4.2.3 安全级充电装置及逆变装置的安全功能说明

在合格寿命内预期会发生的适用的运行工况和在设计基准事件(design basic event, DBE)工况下,应规定设备的安全功能(包括要求的运行时间)。

4.2.4 合格寿命目标(适用时)

设备的合格寿命目标应随运行工况一起确定,在适用的 DBE 之前、期间、之后应证明设备可以成功运行。

4.3 环境

应在业主的规范书中确定所有重要的环境参数。环境条件的范围应至少包括正常、异常工况以及设计基准事件和设计基准事件后工况。

如适用,设备技术规格书应包括下述运行工况的幅值及持续时间:

- a) 最低、最高及年平均环境温度;
- b) 最低、最高贮存温度;
- c) 最大相对湿度(运行及贮存);
- d) 海拔高度(静态大气压力);
- e) 运行振动;
- f) 抗震要求;
- g) 核辐射类型;
- h) 辐照(剂量率与总剂量);
- i) 射频干扰(radio frequency interference, RFI)和/或电磁干扰(electro-magnetic interference, EMI)水平(即充电装置及逆变装置对其他设备的影响,或反过来,后者对前者的影响)。

4.4 其他条件

如适用,设备技术规格书还应包括:

- a) 4.2 及 4.3 中列出的关于规定性能和环境限值的任一重大变化率或其组合;
- b) 机电设备预期的操作总数或总运行时间(包括周期性试验的周期);
- c) 非正常状态的大气污染(灰尘、油、真菌、化学或水喷雾等);
- d) 被鉴定的安全级设备与其他设备或装置的电气和机械接口(例如输入和输出连接、安装方式、电压、电流等);
- e) 介电试验参数。

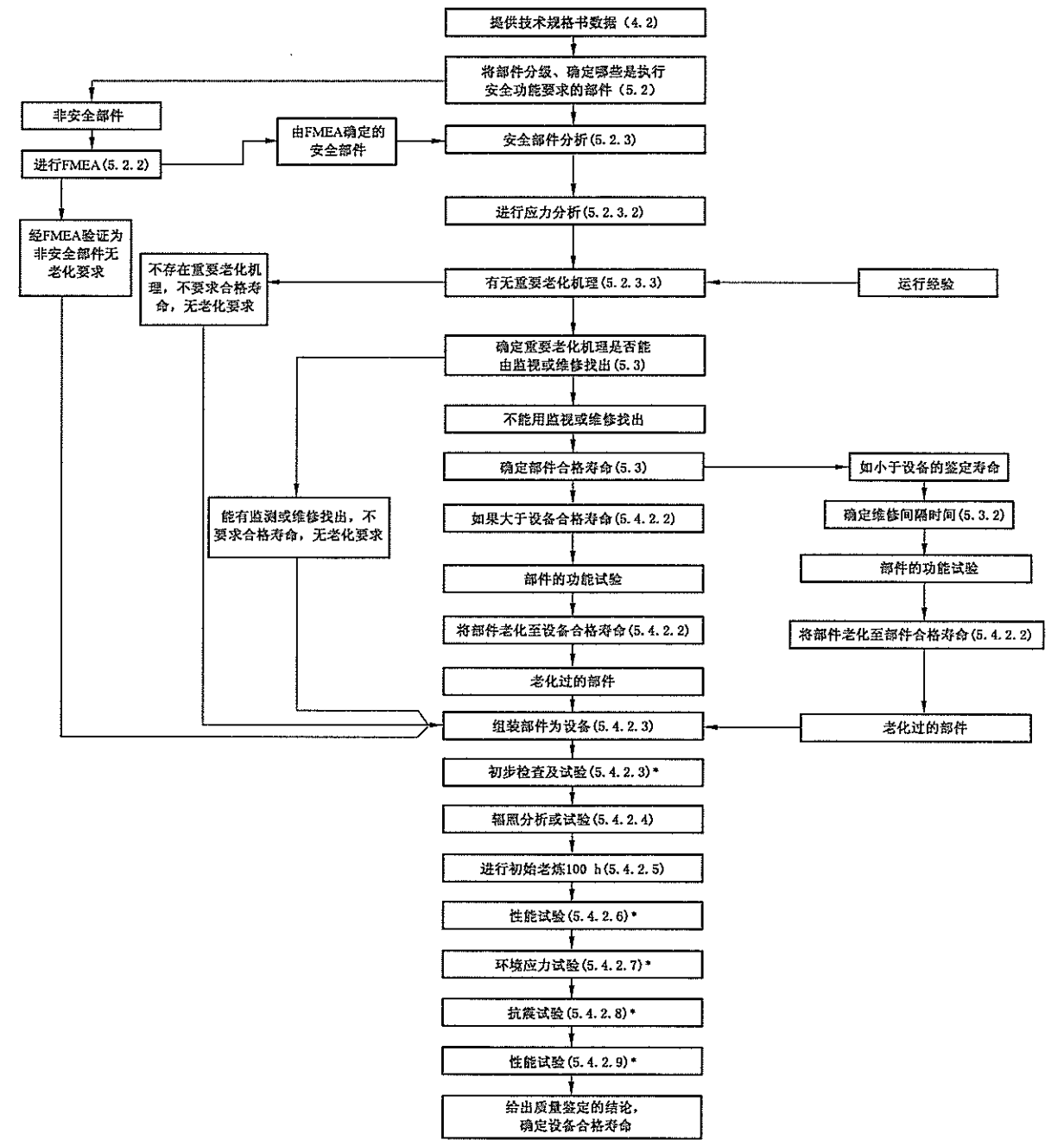
5 质量鉴定方法

5.1 概述

质量鉴定可按几种方式完成:型式试验、运行经验或分析。这些方法可以单独使用,也可以结合使用,本标准采用型式试验与分析相结合的方法,运行经验较少单独用作质量鉴定,它大多用来对试验作补充,这时经验可提供对在实际工作条件和维修条件下材料和部件性能随时间变化的信息。用分析方法进行质量鉴定应证明包括所用方法、原理和假定都合理。总之,尽管在外推试验数据和确定小的设计

改变对原先试验过的设备的影响方面,分析方法是有效的,但因充电装置及逆变装置都太复杂,以致不能仅用分析方法来做质量鉴定。

应用本章所阐述的质量鉴定程序对安全级充电装置及静止逆变装置进行质量鉴定,其质量鉴定流程图见图 1。



注 1: 本流程图为质量鉴定的优选方法,同型号相同额定值和不同额定值的产品由分析和(或)进一步试验进行质量鉴定。

注 2: 部件合格寿命等于特定部件的合格寿命(例如,电容器、变压器等)。

注 3: 设备合格寿命等于充电装置或者逆变装置的合格寿命。

* 任何失效需按照 5.4.3 进行分析。

图 1 安全级静止式蓄电池充电装置及逆变装置质量鉴定流程图

5.2 分析要求

5.2.1 总要求

应对充电装置及逆变装置所有部件进行分析,以决定哪些部件是执行其安全功能所必需的,哪些部件不是执行其安全功能所必需的。

5.2.2 非安全部件分析

应对所有假设为非安全部件进行故障模式和后果分析(failure mode, effects and analysis, FMEA),以论证这些部件的故障在设备整个合格寿命期间不影响充电装置及逆变装置执行其安全功能的能力,或不会经由接口影响其他设备的安全功能。非安全部件组装为样品设备时,不需附加分析或试验。任一部件,经 FMEA 分析确定其故障会影响充电装置及逆变装置执行其安全功能,都应确定作为安全部件并在 5.2.3 中阐明。

5.2.3 安全部件分析

5.2.3.1 概述

安全部件是指那些其故障会影响充电装置及逆变装置执行其所要求的安全功能能力或经由接口影响其他设备安全功能的部件;应按照本条要求对安全部件进行分析。

5.2.3.2 运行应力分析

设备质量鉴定的一个重要部分是验证其设计的完整性。因此,作为鉴定过程的一部分,应进行设备应力分析以保证任何电气部件不致被加应力到超过运行预计的范围而导致加速老化。如果任一部件发生过载情况,应重新设计以纠正这一情况。电压或功率的典型应力小于或等于 0.5 不被看作是老化因素。附录 A 给出了有关的背景资料及应力分析的例子。

5.2.3.3 部件分类

5.2.3.3.1 概述

充电装置及逆变装置内的所有安全部件应分为老化是重要失效机理或老化不是重要失效机理两类。在正常和异常工作环境下,在设备安装寿命内,如果某老化机理会引起它劣化,即在设计基准事件条件下设备不能执行其安全功能的概率逐渐增加,则该老化机理是重要失效机理。可利用运行经验、试验及分析方法进行部件分类。

5.2.3.3.2 没有重要老化机理的部件

如果部件以军品级部件的工艺进行设计和制造,并在设计额定值之内(由 5.2.3.2 中应力分析确定)和小于 10 Gy 辐照环境下使用,则在安装合格寿命期内,老化对下述部件的作用不重要。

- a) 电子部件,包括分立半导体、冲击电压抑制器(金属氧化物压敏电阻型与硅型)、电阻器、干式铝电解电容器、陶瓷电容器、干式纸介及塑料膜电容器、云母电容器、玻璃电容器、集成微电子器件、混合微电子电路、熔断器¹⁾、控制与仪表变压器和电抗器¹⁾;

1) 如果部件的设计与制造采用的工艺和材料与某些部件相同,而且有可考资料证明这些部件经过老化与未经老化其性能没有差别,则老化不是它们的重要失效机理。

- b) 非电子部件²⁾,包括两种,第一种由钢、铝、紫铜、黄铜、环氧/玻璃纤维层压件、陶瓷、玻璃充填邻苯二甲酸二烯丙脂等制成的结构件,无导线绝缘部件及连接件等;第二种为机电部件²⁾,在典型安全级静止式蓄电池充电装置及逆变装置中,对特定类型接插件¹⁾、插座¹⁾(集成电路、晶体管、继电器)、接线端子¹⁾(由下列材料制成:DAP(邻苯二甲酸二烯丙脂)、密胺、尼龙、尼龙66、玻璃充填酚醛、通用酚醛)、熔断器座¹⁾(由下述材料制成:密胺、X层压件、玻璃充填聚脂、酚醛、聚碳酸脂)、表计¹⁾、灯座¹⁾、电子延时继电器¹⁾、电动机、断路器(塑壳)、继电器¹⁾(通用型,正常不通电)、快速开关¹⁾等老化不是重要失效机理。

附录 B 与附录 C 为将另外部件分类为老化不是重要失效机理而提供指导。

如将那些不满足上述准则的部件分类为不含重要老化机理的部件,则需提供证明。

5.2.3.3.3 有重要老化机理的部件

除非能用书面文件证明老化不是重要失效机理,否则应假定下述部件具有重要老化失效机理:

- a) 机电部件:如继电器、风机、接触器、断路器;
- b) 绝缘导线;
- c) 磁性功率部件;
- d) 湿式电解电容器;
- e) 硒冲击过电压抑制器;
- f) 交流充油电容器;
- g) 有机材料[除上述 5.2.3.3.2 中 b)所列的第二种非老化机电部件之外];
- h) 其他 5.2.3.3.2 中没有提及的部件或材料。

5.3 部件质量鉴定

5.3.1 概述

可用定期在役监视或维修确定的具有重要老化机理的部件不必在型式试验前预先老化。在鉴定不能用定期在役监视或维修确定的具有重要老化机理的部件时,应将部件老化到设备合格寿命目标。如果部件合格寿命低于设备合格寿命,则应老化到部件合格寿命(在型式试验前),其值是根据运行经验或部件寿命试验数据确定的。

5.3.2 维修更换间隔时间的确定

极限寿命不符合预期的设备合格寿命的部件的更换间隔时间应等于或小于部件的合格寿命。在安装后可用附加试验、分析、或运行经验来延长部件的合格寿命。部件的特定更换间隔时间应该小于或等于在质量鉴定过程中建立的时间。

5.3.3 老化方法

5.3.3.1 总要求

具有重要老化机理的部件应采用下列一种或多种方法老化,以确定其合格寿命。

5.3.3.2 自然老化

现场设备已运行过的有效时间可作为该设备上部件的合格寿命。应提供文件证实该现场设备安装

- 1) 如果部件的设计与制造采用的工艺和材料与某些部件相同,而且有可考资料证明这些部件经过老化与未经老化其性能没有差别,则老化不是它们的重要失效机理。
- 2) 制造商或鉴定人员应验证辐照承受级别已包络所有设计辐照要求。

地点的工作条件符合或劣于规定的工作条件。

5.3.3.3 加速老化

5.3.3.3.1 概述

为了在短时间内模拟样品寿命而设计的加速过程。此过程是让部件置于符合已知可测的物理或化学退化规律的强化条件下,使它呈现出在类似于预期的运行工况下,它的寿命内可能具有的物理和电气性能。老化方法包括辐照、热老化和/或磨损老化(如需要)。

对不能免除老化的部件(见 5.2.3.3.2 和 5.2.3.3.3),推荐采用下列相应的方法进行加速老化。

5.3.3.3.2 断路器及机电开关

在典型的安全级充电装置和静止式逆变装置使用中,断路器和开关的主要老化相关失效模式是由于通断操作循环导致机械疲劳而造成,参见附录 D,然而,对所述装置上应用的材料,仍需按照 5.2.3.3 中要求进行分析。由于这类装置连续运行,断路器、控制和电源开关(及它们相应的信号继电器)仅在试验、预防性维修与校正维修以及电厂停堆期间操作通断循环,在合格寿命期内预期最大循环总数[见 4.4 中 b)],应根据下列因素综合考虑:

- a) 电厂运行前所有必要的试验所要求的操作循环次数;
- b) 预计设备维修操作循环次数;
- c) 营运单位为其他目的(设备或电厂维修等)的计划操作循环次数。

断路器及开关应在满负载情况下,按照上文确定的循环次数循环操作。其上的线圈绝缘系统应按 5.3.3.3.4 中规定老化。应对润滑剂进行评价以决定其老化是否会抑制设备的运行。

5.3.3.3.3 电磁式继电器

在典型的安全级充电装置和静止式逆变装置使用中,电磁式继电器与老化有关的主要失效原因是由于操作循环疲劳及线圈绝缘系统损坏。每个继电器的运行模式应划分为:

- a) 正常通电,频繁动作(每天多次);
- b) 正常通电,不频繁动作(维修和试验时使用的继电器);
- c) 正常断电,频繁动作;
- d) 正常断电,不频繁动作。

每个继电器在合格寿命内的最大预计操作循环次数取决于继电器在设备上的使用和 5.3.3.2 的相同规定。所有继电器应在模拟运行工况下按上述确定的次数进行操作循环。线圈绝缘系统须按 5.3.3.3.4 的要求老化。对 5.2.3.3 中规定的这些部件所用的材料也要进行分析。

5.3.3.3.4 电磁部件

用于充电装置及逆变装置的电磁部件寿命由绝缘系统决定。应采用已经完成热评价及已经获得温度与老化相关性数据的绝缘系统。电磁部件应按规定的加速老化至预计的合格寿命。

5.3.3.3.5 导线、电缆、端子板及接插件

绝缘导线、电缆应按 EJ/T 705 规定的方法对其在正常运行时的工作温度、湿度和时间进行质量鉴定。质量鉴定的依据应包括模拟合格寿命的预老化数据(例如,具有 95%置信度限值的阿伦纽斯曲线)。通过型式试验进行质量鉴定的设备上的导线、电缆绝缘应按照此数据进行热老化。为了试验在老化条件下所用连接方法的完整性,导线应尽可能带接插件和端子板成组地进行老化。当接插件插拔不频繁时,插拔不必考虑为质量鉴定的老化因素。应包括用于设备的各种型号的接插件和端子板。相互

连接应通过老炼试验(见 5.4.2.5)、应力试验(见 5.4.2.7)及抗震试验(见 5.4.2.8)引起的热应力和机械应力进行老化。附录 E 讨论了接插件的循环切换。

5.3.3.3.6 直流电解电容器

其加速老化应使电容器在额定工作电压及额定芯部温度下延续至额定寿命或稍短于额定寿命。额定寿命是电容器在额定条件下运行时,制造厂给出的寿命。加速因子按制造厂给出的曲线求得,该曲线为额定工作电压与芯部温度对实际运行工作电压与芯部温度的比值曲线。

5.3.3.3.7 交流充油电容器

对正弦波电压下应用的充油电容器,应按其寿命数据曲线进行加速老化。对在非正弦波电压或非 50 Hz 下应用的电容器(例如,整流电容器),应按照上述规定并用等效的 50 Hz 正弦电压进行老化。

5.3.3.3.8 冲击电压抑制器

可采用冲击电压抑制器,电压抑制二极管等保护功率型与控制型半导体部件,以防止设备输入与输出瞬时过电压。冲击电压抑制器的老化速率主要取决于所加电流值及作用时间。此部件仅在瞬间过电压时通过电流。冲击电压抑制器应用合格寿命内预计过电压总次数来进行老化。除非在设备技术规格书中另有要求,它应承受 100 次过电压以模拟合格寿命。此冲击电压应等于或大于 4.2.2 中 c) 的规定。

5.3.3.3.9 电路板组件

电路板可能由具有重要老化机理的部件和不具有重要老化机理的部件组成。应对板上所有部件进行分析,以确定是否存在具有重要老化机理的部件。如果没有,则在型式试验前不必老化。如果板上有重要老化机理部件而且不能由监视或维修发现,则具有最短合格寿命的部件决定电路板的合格寿命。所有具有重要老化机理的部件应按照本章老化方法,老化到最短寿命部件的合格寿命。这些部件可在或不在电路板上老化。如果不在板上老化,应注意当组装到板上时保证不损坏部件。

5.3.3.3.10 熔断器

安全级蓄电池充电装置与逆变装置中的熔断器用来保护半导体部件、仪表、电源控制电路。熔断器应根据相应的载流量、电压及温度正确选用。特别应提供足够的温度裕度以防止熔断器及其支座上温度升高到熔断器额定值以上。如果能提供文件确证上述均已满足,则认定所用熔断器不存在老化有关共模失效机理。如果不能提供这种文件则该器件可采用自然或加速方法老化。

5.3.3.3.11 有机材料

可用阿伦纽斯曲线开发被鉴定的有机材料加速热老化技术。如果对某材料没有阿伦纽斯曲线和活化能可用,应考虑使用一个类似材料的活化能。如不能判定参考的活化能是合理的,作为技术上合理的保守值,活化能可取为 0.8 eV。

5.3.3.3.12 电机、泵和/或其他部件

电机、泵、和/或其他部件可能由具有重要老化机理的材料组成。应对所有材料进行分析,以决定它们是否具有重要老化机理。如果一个部件不含任何具有重要老化机理的材料,则在型式试验前不必老化。如果一个部件具有不能由监视或维修发现的重要老化机理,应用本章所述的老化技术对这个部件进行老化。具有最短合格寿命的材料决定这个部件的合格寿命。

5.4 设备质量鉴定

5.4.1 概述

GB/T 12727—2002 中 5.4.2 简述了型式试验可能执行的顺序。对于包含具有不能由监视或维修技术发现重要老化机理的部件而组成的设备,由于部件老化速率的变化,该顺序不适用于本标准。因为设备是由已老化的部件组装而成的,样机设备的试验应在部件已老化并组装完成后进行。下述型式试验的顺序是保守的,老化后部件要经受附加的应力试验。除地震试验外,对于民品级部件满意性能和其正常偏差的合理不确定性,此裕度是足够的。因此,保证了在大多数恶劣条件下,设备能执行规定的功能。

5.4.2 型式试验

5.4.2.1 总要求

应按下述顺序进行型式试验。

5.4.2.2 部件老化

应对部件进行分析,如要求老化,则按照 5.2 老化至它们各自的合格寿命或设备的合格寿命,采用其中较短的值。

5.4.2.3 部件和设备老化

新的(不需要老化的)及老化过的部件,应按照适用的产品规程组装成完整设备。应进行机械检查、介电试验(见 4.4e))及正常情况下的功能试验(见 4.2)。当适用时,应用分析和(或)试验来证实设备承受 4.3i)中规定的抗 RFI/EMI 干扰的能力。经受 RFI/EMI 测试的设备应是从技术上被确认的典型的新的或已老化的设备部件。

5.4.2.4 辐照分析或试验

静止式充电装置及逆变装置位于仅受到低辐照强度(典型总累积剂量小于 10 Gy)作用。应提供试验或分析文件证明设备执行其所要求功能的能力没有因为 4.3g)及 4.3h)中规定的辐照剂量而受到影响。

5.4.2.5 设备老炼

设备应至少在室温条件下进行 100 h 的老炼(在满负荷下进行 50 h,在规定的最小负荷下进行 50 h),如果认为需适合安装情况,买主可以规定输入电压的变化范围,老炼使设备进入其正常安装状况并能消除初期严重的失效。

5.4.2.6 环境应力性能试验前测试

为了确定在正常或最恶劣条件下运行参数测量的基准及为试验结果的比较提供充分的依据,整机设备应承受下述处理过程:将设备放入一个环境试验室,它的温度和湿度能在运行工况所要求的整个范围内变化。在设定环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和通常的相对湿度下使设备在满负荷下运行 2 h,并将正常工况下的功能特性数据[见 4.2.2 中 a)和 b)]记录下来。这些数据作为下面后续试验的基准数据,这时可对设备进行调整。

5.4.2.7 环境应力试验

5.4.2.7.1 为了证明设备在 GB/T 12727—2002 规定的运行工况下能达到其规定的安全特性,参照图 2,并对试验室中的设备在满负荷条件下,或能产生最大热量的负荷条件下,执行 5.4.2.7.2~5.4.2.7.4 的应力试验。

5.4.2.7.2 将室温升高至 4.3 中规定的最高温度和最大相对湿度。设备应在此条件下运行 8 h。在其结束前,应记录最高、额定及最低输入电压下的功能特性数据[见 4.2.2 中 a)和 b)]和最大最小负荷。

5.4.2.7.3 将室温降低至 4.3 中规定的最低温度及可能达到的最大相对湿度(50%最小值)。设备应在此条件下运行 8 h。在其结束前应记录最高、额定及最低输入电压下的功能特性数据[见 4.2.2 中 a)和 b)]和最大最小负荷。

5.4.2.7.4 包括转换时间的一个整循环应延续最长至 36 h。在试验循环结束前,设备须在室温和环境湿度下达到稳定,并记录在最高、额定及最低输入电压下的最后一组功能特性数据[见 4.2.2 中 a)和 b)]和最大最小负荷。

此试验中使整台设备承受最严酷的和额定条件下的温度、湿度、输入电压及输出负荷(输入频率变化对老化没有影响)。

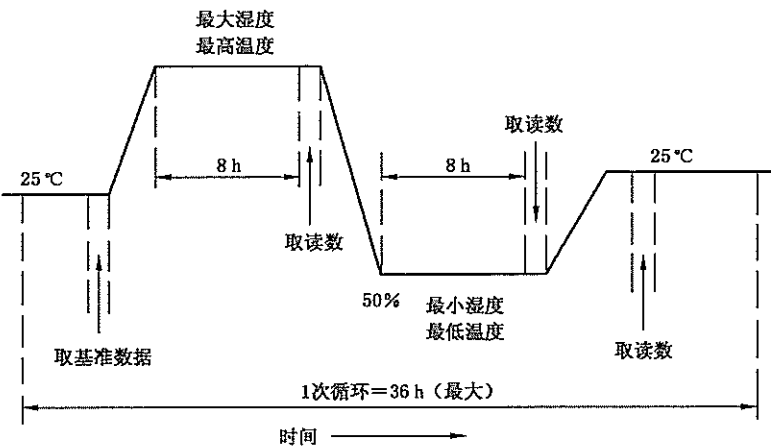


图 2 环境应力试验

5.4.2.8 抗震试验

对 4.3e) 中规定的设备承受运行振动要求的能力应由分析和(或)试验决定。设备应按 GB/T 13625 进行设备抗震鉴定。地震加速度值还应至少包括 10% 的裕度(见 4.1)。如果用试验方法,则在地震试验时和试验后,设备应在额定输出及规定输入电压下运行。

5.4.2.9 性能试验

成功地完成这些试验后,应进行性能试验证明符合 4.2 规定的正常条件下的安全级特性。这样就认为设备鉴定合格。

5.4.3 验收准则

如果在试验步骤 5.4.2.3、5.4.2.4 或 5.4.2.5 中发生任何失效,则失效部件应用与它进行过同样老化的部件更换。在型式试验结果的评价中,由试验中所获数据证明样品设备符合或超过其技术规格

书(见第4章)要求功能时,认为样品设备通过了型式试验鉴定。

在试验和质量鉴定过程中发生的任何失效应予以分析,以确定它是偶然的或是共因的。如果符合下述判据之一,则失效应认为不是共因的:

- a) 失效部件及其接口的实体检验确定造成失效的原因是偶然的工作质量问题;
- b) 再次校验应力分析以确定该部件的应用是正确的,且在试验样品中类似使用的部件没有类似失效,并且在更换部件后在随后的试验中失效不再重复。

注:由单一部件的故障引起的后续部件故障不被看作是共因的。

如果上述或其他的方法无法确定失效原因,应进一步分析。

如果一个失效被确认为不属于共因失效,则设备应用与所更换部件进行过同样老化的部件(即按5.3中要求)更换的方法修复。如果该型式试验继续进行,它应从发生失效的规定试验开始时(例如规定设计基准事件开始时)起继续进行。

如果确认为共因失效(与老化有关或与加应力有关),则表明设备质量鉴定不合格。质量鉴定可用重新设计、进行修改及按上述重新试验来完成,或用较低参数(例如较短的部件或设备的合格寿命,或较低的抗震值)重试,即按较低严酷条件质量鉴定来完成。

5.5 产品系列的质量鉴定

利用下述方法可对产品系列(即相同设计不同额定值的充电装置及逆变装置)进行鉴定:

- a) 按照5.4.2在样品设备上完成型式试验。
- b) 对鉴定样品以外其他额定值部件按5.2进行全面分析,以证明该类部件老化和质量鉴定不比已鉴定合格的样品受到更高的应力,以致要用不同的老化加速度。如果分析确定不同的老化加速度试验是必需的或已应用完全新型的零件,则此零件应作为部件或组件形式进行老化和抗震试验至相当于以前的质量鉴定水平。

注:对同种部件的不同额定值,如果所用应力不超过质量鉴定样品的值,则认为该种部件已通过型式质量鉴定。

- c) 验证经过质量鉴定的设备所用工作条件和正在鉴定中设备规定的工作条件,其严酷程度至少相当。
- d) 每种额定值的样品应按GB/T 13625用试验和(或)分析进行抗震鉴定,确认部件或组件的加速度不超过被鉴定样品的值。

5.6 合格寿命的延长

设备的合格寿命可通过以下内容得到延长:

- a) 对设备实际所处环境的保守性进行评估。
- b) 对用于确定合格寿命的因素的保守性进行评估,如阿伦纽斯活化能。
- c) 验证设备实际工况的严酷度低于鉴定中设计基准事件前的工况。
- d) 与已鉴定的设备相似,该鉴定设备具有一个更长的合格寿命。
- e) 对具有相同或相似设计和结构,并且已进行加速老化的时间比所安装设备的合格寿命更长的设备进行型式试验。
- f) 对具有相同或相似设计和结构,并且已在一个比所安装设备更严酷的环境下经历了自然老化的设备进行型式试验。合格寿命的延长时间为自然老化的时间超出初始确立的合格寿命的时间。
- g) 对具有相同或相似设计和结构,并且已经历一段自然老化和一段加速老化,其总时间大于所安装设备合格寿命的设备进行型式试验。自然老化和加速老化可按任何顺序进行。

6 文件

6.1 总则

应提供以下文件以验证安全级蓄电池静止式充电装置及逆变装置对其应用是合格的,符合第4章技术规格书要求,并且其合格寿命或所确定的定期监视或维修间隔时间是合适的。

6.2 质量鉴定计划

质量鉴定计划应包括对某一安全级静止式充电装置及逆变装置的特定应用进行质量鉴定的方法和程序。

计划应包括下列内容:

- a) 被鉴定设备的标识,如有必要,包括安装与接口要求;
- b) 适用于被鉴定设备的质量鉴定程序;
- c) 详述被鉴定设备和型式试验的设备间的差别以及用以判别这些差别的方法;
- d) 被鉴定设备验收准则;
- e) 被鉴定设备安全功能;
- f) 被鉴定设备的合格寿命目标(如有必要)。

这个计划用于保证型式试验设备与被鉴定设备间一致。

6.3 质量鉴定报告

6.3.1 质量鉴定报告应包括6.3.2~6.3.5的内容。

6.3.2 设备技术规格书(见第4章)。

6.3.3 由分析和试验确证的特定性能的说明,包括满足验收准则的总结。应列出可能不包括在质量鉴定中的特定功能和参数。

6.3.4 质量鉴定程序(见6.2)。

6.3.5 质量鉴定结果应包括下列内容:

- a) 如有必要,非安全相关部件故障模式及后果分析(FMEA,见5.2.2);
- b) 应力分析(见5.2.3.2);
- c) 部件质量鉴定分类的文件(见5.2.3.3);
- d) 维持质量鉴定所要求的按日程表进行的监视或维修、定期试验、以及零件更换等的说明;
- e) 5.3.1所述每项试验的试验数据、对老化敏感的部件老化数据(如有必要)、精度及仪表标定应提供抗震试验分析或报告;
- f) EMI/RFI分析或试验的文件(见5.4.2.3);
- g) 辐照分析或试验的文件(见5.4.2.4);
- h) 质量鉴定型式试验中出现的任何故障或异常的分析;
- i) 任何存放寿命要求;
- j) 如有必要,证明合格寿命是正确的从而确定设备的合格寿命;
- k) 有必要,合格寿命延长的数据。

6.4 产品系列的质量鉴定报告

质量鉴定报告(见6.3)为各种额定值的静止式充电装置和逆变装置鉴定提供依据。提供的文件应

证明已满足 5.5 的要求。

6.5 文件附加要求

6.5.1 合格证书

要求有一个证实所提供的设备符合买者的技术规格书要求的合格证。

6.5.2 批准签字与日期

每一份上述文件应有批准签字与日期。

6.5.3 质量鉴定报告

质量鉴定报告应有独立的审查人批准签字与日期。

附 录 A
(资料性附录)
应 力 分 析

A.1 引言

本附录概述一个应力分析程序并提供了按 5.2.3.2 中要求进行应力分析的实例。也可采用经正确验证其合理性后的其他程序。

A.2 目的

作为质量鉴定过程的一部分,应力分析的主要目的是保证部件不会由于增加应力使其加速老化超过使用范围。应力分析将指出哪里有(如果有的话)过载部件而要求重新设计。此外,对同类产品系列质量鉴定提供一个数据基础,以使其他额定值的产品与初始鉴定样品能直接进行设计比较。

A.3 程序

A.3.1 分析方法

应按照 5.2.3.2 中的要求对被鉴定的充电装置及逆变装置部件进行电应力、热应力和局部应力分析,此分析可用电子设备可靠性预测方法。该方法包括确定系统和部件的电应力、热应力强度及失效率,据此可合理地选择和使用每个部件及设备使用环境,分析时应注意:

- a) 为使应力分析有效,加载应力不应超过制造厂的额定值;
- b) 半导体应分析其热应力与电压应力;
- c) 电容器应分析其电压应力;
- d) 阻器应分析其热应力;
- e) 熔断器应分析其电压应力与热应力。

应力分析应假定入口环境空气温度为 25℃(或最大值),加上逆变装置及充电装置内部温升的最恶劣情况(通常为 5℃到 10℃)。应由充电装置及逆变装置电气原理图、组件图、材料清单、零件目录及数据表获得设计信息资料。

上述分析方法包括确定电应力、热应力及系统部件的失效率,这些方法基于正确地选择与使用每个部件以及设备使用的环境。

A.3.2 计算

在进行电应力分析时,对充电装置及逆变装置的每一回路都应详细分析。可用等效电路确定回路电流和节点电压。由这些电流和电压,能获得所施加的应力值。应对全部应力进行计算。应力比可定义如下:

- 对半导体,应力比等于使用的功率与额定功率的商,或者使用的电压与额定电压的商;
- 对电阻器,应力比等于使用的功率与额定功率的商;
- 对电容器,应力比等于使用的电压与额定电压的商。

对每个半导体器件应依据 T_{max} 和 T_s , 确定其应力校正因子,如式(A.1)计算。

$$CF = \frac{T_{max} - T_s}{150} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

CF ——应力校正因子；

T_{max} ——最高结点温度,单位为摄氏度(℃)；

T_r ——运行温度,单位为摄氏度(℃)。

部件应力应按在电路所有可能的运行模式下可以连续使用来计算,应采用运行模式最严酷的条件,因为最严酷条件不会对所有部件同时发生。所以分析结果是保守的。

A.3.3 应力分析数据

应力分析结果应按类似表 A.1 和表 A.2 的格式列表。这些应力分析表应按组件和(或)印刷板列出全部系统电气部件,应按型号和电路应用排列部件。存在同样最大应力的同类部件可在每一行按代号数值排列在一起。对军用部件应附有能够识别的简短说明。如果没有用军品级产品的条件,则应列出可接受的工业型号或可靠的供货单位表。

表 A.1 样品应力分析数据表

系统:INV 253-1-101 组件:DC-DC 转换板

设计代号	部件	数值	型号	技术规格书	应力		应力比	数量
					额定值	施加值		
CR122	硅二极管,整流		IN4004	MILS-19500	1A	<0.1A	0.1	1
CR123	硅二极管,整流		IN4004		1A	<0.1A	0.1	
CR124	硅二极管,整流		IN4004		1A	<0.1A	0.1	
CR125	VR		IN5353B		5W	0.27W	0.1	
CR126	硅二极管,整流		IN4004		1A	0.2A	0.2	
CR127						0.2A	0.2	
CR128						0.2A	0.2	
CR129						<0.1A	0.1	
CR130	硅二极管,整流		IN4004		1A	<0.1A	0.1	
CR131	VR		IN7543		400mW	55mW	0.2	
CR132	硅二极管,信号		IN914		75mW	<1.0mA	0.1	
CR133	硅二极管,整流		IN4004		1A	<0.1A		
CR134								
CR135								
CR136								
CR137	硅二极管,整流		IN4004		1A	<0.1A	0.1	
CR138	VR		IN5352B		6W	0.57W	0.2	
CR139	硅二极管,VR		IN5352B	1111S-19500	5W	0.57W	0.2	1
BRIM	硅二极管,整流桥		MDA990-3		30A	1.5A	0.1	1×4

注 1: 试验温度为 35℃。
注 2: 表中为美国产品的型号和数据。

表 A.2 样品应力分析数据表

系统:INV 253-1-101 组件:DC-DC 转换板

设计代号	部件	数值 KΩ	型号	技术规格书	应力		应力比	数量
					额定值	施加值		
R122	电阻器,CC	10	RC20	MIL-R-11	500 mW	17mW	0.1	1
R123	电阻器,MF	162	RN60	MIL-R-10509	125 mW	60 mW	0.5	
R124	电阻器,MF	13.7	RN60	MIL-R-10509	125 mW	7 mW	0.1	
R125	电阻器,CC	1	RN20	MIL-R-11	500 mW	80 mW	0.2	
R126	电阻器,CC	1				3 mW	0.1	
R127		100				2 mW	0.1	
R128		2.2				90 mW	0.2	
R129		470				8 mW	0.1	
R130	电阻器,CC	10	RC20	MIL-R-11	500 mW	20 mW	0.1	
R131	电阻器,WW	0.68	CW5	MIL-R-26	5 mW	0.68 W	0.2	
R132	电阻器,WW	0.68	CW5	MIL-R-26	5 mW	0.68 W	0.2	
R133	电阻器,WW	0.68	CW5	MIL-R-26	5 mW	0.68 W	0.2	
R134	电阻器,CT	1	RC20	MIL-R-11	500 mW	4 mW	0.1	
R135	电阻器,CC	390	RC42	MIL-R-11	2 mW	0.58 mW	0.3	
R136	电阻器,CC	470	RC20	MIL-R-11	500 mW	20 mW	0.1	
R137	电阻器,WW	1	CW10	MIL-R-26	1 mW	2.5 W	0.3	1
注 1: 试验温度为 35 ℃。								
注 2: 表中为美国产品的型号和数据。								
注 3: CC 表示碳质电阻,MF 表示金属膜电阻,WW 表示一线绕电阻。								

附录 B
(资料性附录)
老化不是重要失效机理的电子部件

B.1 引言

典型的安全级静止式充电装置和逆变装置的某些电子部件,老化不是重要失效机理。当在其设计额定值内应用时,电子部件老化的速率很低,以至于老化对失效的效果几乎观察不到。例如,只要按照其技术规格书生产和使用,硅半导体部件绝不会耗损。然而,如果半导体部件有加工缺陷(例如,在连接点)则可能导致该部件失效。大多部件仅有轻微缺陷,故可具有较长的工作寿命。约百分之一的部件具有引起早期严重失效的缺陷。要求通过老炼尽可能地发现并消除这些器件。

B.2 部件失效率时程曲线

电子部件的失效率时程曲线见图 B.1,该盆形曲线有三个特性区。第一区为早期失效期,在此期内由于各种缺陷部件的早期失效而导致高失效率。这些部件不代表其他长寿命部件,通常通过老炼期的老炼将其从使用中排除。在此期内初始高失效率将连续减至相对不随时间变化为止。老炼期较短,一般为 30 h~100 h。第二区为偶然失效期,在此期内该曲线纵坐标表示部件样品的随机失效率,这里没有规律性的失效机理,例如,没有早期的缺陷失效或耗损失效。这段时间是老炼时间的几千倍。第三区为耗损期,由于预计设备合格寿命在偶然失效期区域内,一个新(老炼过)部件的失效率基本等于老化至设备合格寿命部件的失效率,即电子部件耗损期处于设备合格寿命之外。实际上施加极端的温度和湿度能改变此种非老化特性,由于本附录仅用于适度环境,其温度和湿度保持在规定的工作条件内,因此在合格寿命内老化不是重要失效机理。

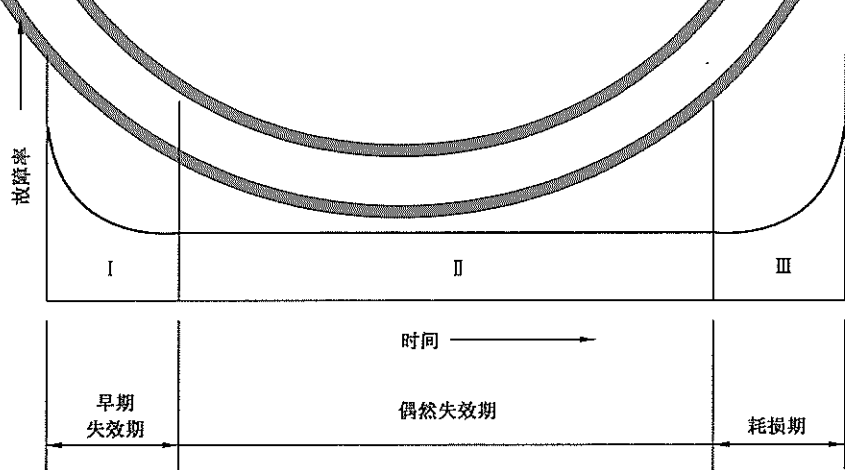


图 B.1 用百分率表示的部件失效率曲线

B.3 电阻器

只要电阻器在表 B.1 规定的功率之内使用,并且采用相当军品级电阻的加工制造工艺技术,则认为该电阻器可不考虑老化。

表 B.1 电阻降额使用限值

型 式	加载为额定功率的百分比/%
碳膜电阻	50
金属膜电阻	50
线绕电阻	60

附 录 C
(资料性附录)

老化不是重要失效机理的非电子部件

对某些用作结构件、无导线绝缘部件和接插件等的非电子部件(在典型安全级充电装置及逆变装置应用中),老化不是失效机理。这些部件用批准的方法加工处理过,根据核电厂质保大纲要求对焊接、锡焊、卷绕、组装、精整等过程进行严格控制。这些控制目的之一是保证机械零件、紧固件等在规定环境中不会发生结构完整性的劣化降级。此外,GB/T 13625 规定了对被鉴定设备要求模拟与结构有关的老化作用对设备的影响。

用于安全级静止式蓄电池充电装置及逆变装置中的无重要老化失效机理的部件是:铝、黄铜、陶瓷、紫铜、钢等制成的部件。

附 录 D
(资料性附录)
机电器件中失效机理的讨论

用于充电装置及逆变装置的机电部件主要失效原因为循环引起疲劳。它适用于正确设计和使用电应力情况下的继电器、开关(包括接触器、断路器)。它也适用于采用附录 C(参考件)所述经批准的材料或其他鉴定过部件的机电装置。因此,对装置中采用的材料要求按 5.2.3 进行分析。

虽然,某些继电器等器件在要求它动作前已保持在同样状态下(通电或不通电)若干年,随后发现接点粘住了,但这些情况不适用于充电装置及逆变装置,这是因为:

- a) 核电厂中对连有充电装置及逆变装置的蓄电池组的常规维护,要求每年把设备接入和切除 1~2 次,这些操作循环会涉及到上述全部有关装置;
- b) 有限寿命物项每几年进行一次维修更换,也要循环切换这些装置。

制造厂对这些机电装置进行过典型耐久性试验——操作试验几次至几十万次。当用于充电装置及逆变装置时,这些装置(指继电器、开关等)在其预计合格寿命中通常仅操作几百次。故实际操作循环仅是其试验寿命的小部分,这就提供了非常高的设计裕度。

因此,在等效应力条件下及合格寿命期内循环切换这些机电装置至预计循环总数,以及设备本身的最终温度—湿度和抗震试验,将提供合格寿命末期所预期条件的合理模拟。

附录 E
(资料性附录)

接插件的循环切换讨论

在静止式充电装置及逆变装置中,导线和电缆系统及其相应接插件和端子板在它们通过用户最终检查和验收后都是不动作的物项。切断接插件和重新接入接插件的次数是很少的,这可以通过计算在相关电路板组件上的平均无故障时间(mean time between failures, MTBF)得到它们的更换间隔来证明。接插件或端子板的运行没有计划维护要求,因此,在此设备中使用的这些器件的循环切换不是与老化有关的失效机理。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
核电厂安全级静止式充电装置
及逆变装置的质量鉴定
GB/T 15473—2011

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

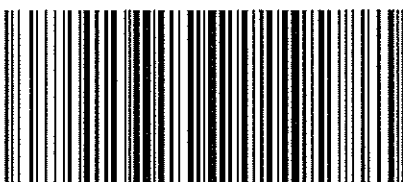
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 39 千字
2012 年 5 月第一版 2012 年 5 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-45014 定价 27.00 元



GB/T 15473-2011

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)68510107