

ICS 27.120.99

F 81

备案号: 29117-2010

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20019—2010

代替 EJ/T 504-1990

核电厂安全级仪表和控制设备电子元器件 老化筛选和降额使用规定

Ageing, screening, and derating rules of electronic elements and devices in safety
class instrument and control equipment of nuclear power plants

2010-05-01 发布

2010-10-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 老化筛选顺序和项目 3

5 老化筛选条件和方法 3

 5.1 老化筛选前提条件 3

 5.2 外观检查 3

 5.3 高温贮存 4

 5.4 温度循环 4

 5.5 功率老炼 4

 5.6 高温反偏 5

 5.7 测试 5

 5.8 标识 5

6 老化筛选合格性准则 5

7 元器件降额使用规定 5

 7.1 概述 5

 7.2 二极管 5

 7.3 晶体管 6

 7.4 光电器件 6

 7.5 晶闸管 6

 7.6 模拟集成电路 6

 7.7 数字集成电路 6

 7.8 电阻 6

 7.9 电位器 7

 7.10 电容器 7

参考文献 11

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准代替EJ/T 504-1990《三十万千瓦压水堆核电厂 安全级电子元器件老化筛选和降额适用规定》，与EJ/T 504-1990相比，主要技术变化如下：

- 修改了适用范围；
- 增加了规范性使用文件；
- 增加了术语和定义；
- 明确了电子元器件老化筛选顺序；
- 增加了在老化筛选试验前后对元器件进行外观检查的要求；
- 增加了老化筛选合格性准则；
- 在电子元器件老化筛选项目中取消了“湿热贮存”试验，增加了“高温反偏”试验；
- 增加了晶体管、光电器件、模拟集成电路、数字集成电路、电位器、电容器的降额使用规定。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由核工业标准化研究所归口。

本标准起草单位：上海核工程研究设计院，中科华核电技术研究院有限公司北京分院。

本标准主要起草人：李美儒、曹梅新、邱建文、马象睿、耿文行。

核电厂安全级仪表和控制设备电子元器件老化筛选和降额使用规定

1 范围

本标准规定了对核电厂安全级仪表和控制设备中电子元器件进行老化筛选和降额使用时的技术要求。

本标准适用于核电厂安全级仪表和控制设备的电子元器件老化筛选及降额使用,也可供其它安全级电气设备的电子元器件老化筛选及降额使用时参照或参考使用。

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,仅所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 2423.2-2001 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温

GB/T 2423.22-2002 电工电子产品环境试验 第22部分:试验方法 试验N:温度变化

GJB 63B-2001 有可靠性指标的固体电解质钽固定电容器总规范

GJB 128A-1997 半导体分立器件试验方法

GJB 360A-1996 电子及电气元件试验方法

GJB 548A-1996 微电子器件试验方法和程序

GJB 733A-1996 有可靠性指标的非固体电解质钽固定电容器总规范

GJB 972A-2002 有和无可靠性指标的塑料膜介质交直流固定电容器通用规范

GJB/Z 35-1993 元器件降额准则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

半导体器件 semiconductor device

其基本特性是由在半导体中的载流子流动所决定的器件。

3.2

半导体分立器件 semiconductor discrete device

被规定完成某种基本功能,并且其本身在功能上不能再细分的半导体器件。

3.3

膜 film

用任何淀积工艺在固体基片上形成的固体层。

3.4

集成电路 integrated circuit

将若干电路元件不可分割地连在一起，并且在电气上互连，以致就规范、试验、贸易和维修而言，被视为不可分割的一种电路。

3.5

半导体集成电路 semiconductor integrated circuit

在半导体内部和上面形成元件并互连的集成电路。

3.6

膜集成电路 film integrated circuit

元件和互连均以膜形式在绝缘基片表面上形成的集成电路。

3.7

混合集成电路 hybrid integrated circuit

由半导体集成电路与膜集成电路的任意组合，或由任何这些电路同分立元件的任意组合形成的集成电路。

3.8

光电器件 photoelectric device

具有光电转换功能的器件。

3.9

老化筛选 ageing and screening

将机械应力、电应力、光应力和热应力分别或同时施加到元器件上，以鉴别和剔除元器件潜在的或始发性缺陷的一种工艺或方法。

3.10

试验 test

一项完整的环境试验操作程序，通常包括：

- a) 预处理（必要时）；
- b) 初始检测（必要时）；
- c) 条件试验；
- d) 恢复；
- e) 最后检测。

在条件试验和（或）恢复期间可能要求中间检测。

3.11

预处理 pre-conditioning

为消除或部分抵消试验样品以前经历的各种效应，在条件试验前对试验样品所做的处理。

3.12

恢复 recovery

在条件试验之后，最后检测之前为使试验样品的性能稳定所做的处理。

3.13

降额 derating

元器件使用中承受的应力低于其额定值，以达到延缓其参数退化，提高使用可靠性的目的。通常用应力比和环境温度来表示。

3.14

应力比 stress ratio

元器件工作应力与额定应力之比。应力比又称降额因子。

4 老化筛选顺序和项目

对仪表和控制设备用电子元器件进行老化筛选的目的是为了在设备制造前暴露和发现在早期运行时出现的潜在的电子元器件缺陷，剔除有缺陷的元器件，以保证设备的质量。

对电子元器件的一般老化筛选顺序是：

- a) 外观检查；
- b) 常温测试；
- c) 高温贮存；
- d) 温度循环；
- e) 常温测试；
- f) 功率老炼；
- g) 常温测试；
- h) 高温反偏；
- i) 外观检查；
- j) 最终测试；
- k) 打印标记。

对不同元器件的具体老化筛选项目，见表1。

5 老化筛选条件和方法**5.1 老化筛选前提条件**

对元器件进行老化筛选的前提条件是：

- 元器件具有产品合格证书或相应的技术资料；
- 对元器件进行检查和测试，其参数符合产品规范要求。

5.2 外观检查**5.2.1 概述**

在对元器件进行老化筛选试验前和试验后应进行外观检查。

在对元器件进行外观初查或外观复查时，用目视或用适度的放大镜对元器件进行外观检查。

5.2.2 半导体分立器件

对半导体分立器件应检查：

- a) 产品的外引线或管脚不应有机械损伤、断裂、锈蚀等现象;
- b) 产品的主体不应有变形、颈缩、严重掉漆、开裂等现象;
- c) 产品型号、极性(二极管)等标志应清楚、正确。

5.2.3 集成电路

对集成电路应检查:

- a) 电路表面不应有污渍、锈蚀、镀层起泡脱落等损伤;
- b) 电路壳体不应有变形、碎裂,引线不应有机械损伤、锈蚀等现象;
- c) 电路的型号等标志应清楚、正确。

5.2.4 电阻器、电容器、电位器

对电阻器、电容器、电位器等应检查:

- a) 产品的主体不应有变形、破损,引线不应有损伤、断裂、锈蚀等现象;
- b) 产品型号、极性(电容器)等标志应清楚、正确。

5.3 高温贮存

对半导体分立器件和集成电路,应进行高温贮存试验。

将拆除包装的元器件置于高温试验箱中,在规定的贮存温度下连续存放规定的时间,然后取出置于试验室正常环境温度下恢复至室温。

对不同元器件的贮存温度和贮存时间等试验条件见表1,试验方法按GB/T 2423.2—2001中试验Bb执行。

试验箱内所存放元器件的总体积不应大于高温试验箱容积的20%。

5.4 温度循环

对半导体分立器件、集成电路、电阻、电位器、电容器和电感器,应进行温度循环试验。

将拆除包装的元器件置于低温试验箱(低温试验区)中,在规定的低温下存放30min,再取出放到高温试验箱(高温试验区)中,在规定的高温下存放30min,至此完成一个循环。高低温之间的总转移时间不应大于2min~3min,循环次数见表1规定。

对不同元器件的高温值、低温值和循环次数等试验条件的规定见表1,试验方法按GB/T 2423.22—2002中试验Na执行。

必要时,对分立元器件的试验方法见GJB 128A-1997中方法1051,对半导体集成电路和混合集成电路的试验方法见GJB 548A-1996中方法1010A,对电容、电阻、电位器的试验方法见GJB 360A-1996中方法107。

试验时温度试验箱内所存放元器件的总体积不应大于试验箱容积的20%。

5.5 功率老炼

对半导体分立器件(场效应管除外)、集成电路应进行功率老炼试验,对电容器应进行高温电老炼试验。

功率老炼试验是指对不同元器件按照本条和表1规定的温度条件、负荷条件和时间对元器件进行的老炼试验。对分立元器件(二极管、三极管、场效应管等)的具体试验方法见GJB 128A-1997中方法1038、1039、1040、1042,对半导体集成电路、混合集成电路的具体试验方法见GJB 548A-1996中方法1015,对电容的具体试验方法见GJB 733A-1996、GJB 63B-2001、GJB 972A-2002。

具体的老炼参数如下:

a) 温度:

- 1) 对二极管、三极管、场效应管,在实验室正常环境温度下进行老炼;
- 2) 对光电器件、晶闸管、半导体集成电路、混合集成电路、电容器等的老炼温度见表1。

b) 负荷,各种元器件的老炼负荷条件见表1;

c) 老炼时间,对不同元器件要求的老炼时间见表1。

5.6 高温反偏

对二极管、三极管、场效应管应进行高温反偏试验。反偏试验的温度条件、电压条件和时间见表1,对二极管的具体试验方法见GJB 128A-1997中方法1038,对三极管和小功率场效应管的具体试验方法见GJB 128A-1997中方法1039,对大功率场效应管的具体试验方法见GJB 128A-1997中方法1042。

5.7 测试

在正常大气条件(即实验室正常环境条件)下,按产品规范或协议,对元器件的电参数进行常温测试。

在按照第4章中规定的老化筛选顺序完成相应的老化筛选试验后,在实验室正常环境条件下恢复1h,再对元器件逐个(100%)按产品规范或设计要求进行电参数的最终测试。

5.8 标识

对经过老化筛选的元器件,应按相关文件规定进行标识。

6 老化筛选合格性准则

6.1 当元器件在老化筛选过程中或最终测试出现功能性失效、并经分析认为具有批次性时,应判定为批次不合格。

6.2 当最终测试的不合格率大于10%或单项试验不合格率大于5%时(送交老化筛选的数量大于20只),可判定为批次不合格。

6.3 对于送交老化筛选的数量较少(少于20只)的批次,可针对不合格品的分布情况进行具体分析,并确定处理意见。

7 元器件降额使用规定

7.1 概述

为延缓电子元器件参数退化,提高元器件在安全级仪表和控制电路中使用的可靠性,在选用元器件参数时采取降额使用,留有适当余量。

在安全级仪表和控制电路中元器件降额使用见GJB/Z 35-1993中对地面保障设备的降额(Ⅱ级和Ⅲ级)规定,具体可按7.2~7.10规定执行。

7.2 二极管

二极管降额使用规定如下:

- a) 反向电压为反向峰值工作电压的70%~80%;
- b) 工作电流为最大正向平均电流的65%~80%;
- c) 功率为最大允许功率的65%~80%。

7.3 晶体管

晶体管降额使用规定如下:

- a) 反向电压为额定反向电压的 60%~70%;
- b) 工作电流为额定电流值的 70%~80%;
- c) 功率为额定功率的 65%~75%。

7.4 光电器件

光电器件降额使用规定如下:

- a) 电压为额定电压的 70%~80%;
- b) 工作电流为额定电流的 65%~80%。

7.5 晶闸管

晶闸管降额使用规定如下:

- a) 电压为额定电压的 70%~80%;
- b) 工作电流为额定平均通态电流的 65%~80%。

7.6 模拟集成电路

模拟集成电路降额使用规定如下:

- a) 电源电压小于额定值乘以降额因子;
- b) 输入电压小于额定值乘以降额因子;
- c) 输入输出电压差小于额定值乘以降额因子;
- d) 输出电流小于额定值乘以降额因子;
- e) 功率小于最大允许值乘以降额因子。

各种模拟集成电路对应于不同降额参数的降额因子见表2。

7.7 数字集成电路

数字集成电路降额使用规定如下:

- a) 双极型数字电路电源电压须稳定,其容差范围为: $\pm 5\%$ 或按相关规范要求;
- b) 双极型数字电路的频率小于额定值的 90%;
- c) 双极型数字电路的输出电流¹⁾小于额定值的 90%;
- d) MOS 型数字电路的电源电压²⁾小于额定值的 80%;
- e) MOS 型数字电路的频率为额定值的 80%~90%;
- f) MOS 型数字电路的输出电流³⁾小于额定值的 90%。

7.8 电阻

电阻降额使用规定如下:

- a) 施加于各种电阻器的电压小于最大工作电压的 75%;
- b) 合成型、薄膜型电阻器及电阻网络的功率为额定功率的 60%~70%;

1) 输出电流降额将使扇出减少,可能导致使用器件的数量增加,反而使设备的预计可靠性下降。降额时应防止这种情况发生。
2) 电源电压降额后不应小于推荐的正常工作电压;输入电压在任何情况下不得超过电源电压。
3) 仅适用于缓冲器和触发器。

- c) 功率型线绕电阻器的功率为额定功率的 60%~70%;
- d) 精密型线绕电阻器的功率为额定功率的 45%~60%。

7.9 电位器

电位器降额使用规定如下:

- a) 施加于各种电位器的电压小于最大工作电压的 75%;
- b) 合成型、薄膜型非线性绕电位器的功率为额定功率的 45%~60%;
- c) 精密塑料型非线性绕电位器的功率小于额定功率的 50%;
- d) 非密封功率型线绕电位器的功率小于额定功率的 70%;
- e) 普通型、微调线绕型线绕电位器的功率为额定功率的 45%~50%。

7.10 电容器

电容器降额使用规定如下:

- a) 薄膜、玻璃釉、云母、陶瓷电容器以及钽电解电容器的直流工作电压为额定电压的 60%~70%;
- b) 铝电解电容器的直流工作电压为额定电压的 60%~70%;
- c) 可变电容器的直流工作电压小于额定电压的 50%。

表1 电子元器件老化筛选条件

筛选项目、条件		无 器 件												
		二极管	三极管	场效应管	光敏器件	发光器件	光电耦合器	晶闸管	半导体集成电路	混合集成电路	钽/铝电解电容器	无机介质电容器	电阻、电位器	电感器
高温贮存	贮存温度℃	Ge管：100±3 金属封装Si管：150±3 其他封装Si管：125±3 塑料封装Si管：100±3		150±3	100±3	100±3	85±3	150±3	金属封装：150±3 陶瓷封装：150±3 塑料封装：85±3	金属封装：125±3 塑料封装：85±3	—	—	—	—
	贮存时间h	24	24	24	48	48	48	24	24	24	—	—	—	—
温度循环	高温℃	Ge管：85±3 金属、陶瓷封装Si管：125±3 塑料封装Si管：85±3		125±3	85±3	85±3	85±3	125±3	金属封装：125±3 陶瓷封装：125±3 塑料封装：85±3	金属封装：125±3 陶瓷封装：125±3 塑料封装：85±3	85±3	85±3	电阻：125±3 电位器：85±2	85±3
	低温℃	-55±3 (塑料封装-40±3)		-55±3	-55±3	-55±3	-55±3	-55±3	-55±3 (塑料封装-40±3)	-55±3 (塑料封装-40±3)	-55±3 (铝电解-40±3)	-55±3	-55±3	-55±3
功率老炼	次数	5	5	5	7~10	7~10	7~10	5	5	5	5	5	5	5
	温度℃	15~35	15~35	—	70	70	70	100±3 或产品最高温度	金属封装：125±3 陶瓷封装：125±3 塑料封装：85±3 (其中：集成稳压器件在常温下进行功率老炼96h。)	85±3 (其中：DC/DC电源模块在壳温的工作范围内按0.7~1.0额定功率老炼48h。)	85±3 或产品最高温度	产品最高温度	—	—

表1 电子元器件老化筛选条件 (续)

筛选项目、条件		元器件												
		二极管	三极管	场效应管	光敏器件	发光器件	光电耦合器	晶闸管	半导体集成电路	混合集成电路	钽铝电解电容器	无机有机介质电容器	电阻、电位器	电感器
功率老炼	负荷	额定电流或额定功率 ^c	中小功率管: P=(1~1.2) PCM; T=T _{JM} ; 大功率管: P= (0.7~1) PCM; 加散热片使 T=T _{JM} 。	—	额定功率	额定功率	额定功率	交流阻断电压或直流正向阻断电压	额定负载	额定电压 额定电流	额定电压 (无极性电容老炼24h后换向老炼24h)	1.0~1.5倍 额定电压	—	—
	时间 h	12	24	—	24	24	24	24	96	48	48	24	—	—
高温反偏	温度 ℃	Ge管: 70±3 Si管: 125±3	PNP Si管: 125±3	结型: 125±3 MOS: 125±3 或产品规定温度	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	反偏条件	UF=0.8 额定反向电压	PNP Si管: CB结加 0.8 V (BR) CBO	结型: VDS=0, VGS=0.8V (BR) GS (或按产品规定); MOS小功率: VGS = (0.8 ~ 0.85)VGS; MOS大功率: VGS =0.8 VGS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	时间 (h)	12	24	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
* 如产品规范规定的最高温度低于表中值, 用规范规定的最高温度。														
* 其他封装指陶瓷封装、玻璃封装。														
* 整流、滤波二极管: 如 IF≤1A, I= (1.2~1.5) IF; 开关二极管: 如 IF≤10A, I= (1.2~1.5) IF; 稳压二极管: 如 PCM≤3W, P= (1.2~1.5) PCM。否则, I=IF 或 P=PCM。														

参 考 文 献

- [1] GB/T 2422-1995 电工电子产品环境试验 术语
 - [2] GB/T 2900.66-2004 电工术语 半导体器件和集成电路
 - [3] GB 9178-1988 集成电路术语
 - [4] GB/T 15291-1994 半导体器件 第6部分 晶闸管
 - [5] GJB 33A-1997 半导体分立器件总规范
 - [6] GJB 597A-1996 半导体集成电路总规范
 - [7] GJB 917-1990 线绕预调电位器总规范
 - [8] GJB 918-1990 非线绕预调电位器总规范
 - [9] GJB 1432A-1999 有可靠性指标的片式膜固定电阻器总规范
 - [10] GJB 1523-1992 精密线绕电位器总规范
 - [11] GJB 2438A-2002 混合集成电路通用规范
 - [12] GJB 4508-2002 光电器件环境应力筛选通用要求
-

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
核电厂安全级仪表和控制设备电子元器件
老化筛选和降额使用规定
NB/T 20019-2010

*

原子能出版社出版
核工业标准化研究所发行
北京海淀区颐子营1号院
邮政编码：100091
电 话：010-62863505
总装备部军标出版发行部印刷车间印刷
版权专有 不得翻印

*

2010年10月第1版 2010年10月第1次印刷
印数 1—200