

CS-00378

**EJ**

# 中华人民共和国核行业标准

**EJ/T 673—92**

---

## 核电厂保护系统敏感元件 和传感器型式检验准则

**1992-07-24 发布**

**1992-12-01 实施**

---

**中国核工业总公司 发布**

# 中华人民共和国核行业标准

## 核电厂保护系统敏感元件 和传感器型式检验准则

EJ/T 673—92

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了核电厂保护系统敏感元件和传感器的型式检验准则和文件编制的要求。

本标准适用于核电厂保护系统敏感元件和传感器的型式检验(包括对新研制或改进的敏感元件和传感器的检验,但不包括已根据 EJ/T 609 进行过型式检验的传感器电气插件)。

### 2 引用标准

EJ/T 609 核电厂保护系统电气插件型式检验准则

### 3 术语

#### 3.1 功能单元 functional unit

由其功能或由其动作限定的物项。功能单元可以是一个装置、数个装置的组合或装置的一部分。

#### 3.2 型式检验中的功能监测 functional monitoring during type testing

在某个试验步骤持续监测受试对象功能的试验程序。

#### 3.3 型式检验中的中间功能检查 interim functional check during type testing

在规定的检验点上验证受试对象功能的试验程序。

#### 3.4 委任专家 authorized expert

由营运单位或国家核安全局聘请的有资格、有水平的专业技术人员或机构,他必须提供法规、导则、暂行规定或指令方面的咨询,或者向营运单位、国家核安全局提供咨询。

### 4 检验规程

#### 4.1 受检仪表的选择

4.1.1 对于每个型号都必须选取三个经工厂测试过的仪表进行型式检验。

4.1.2 受检仪表必须有标记。

4.1.3 受检仪表可在试生产过程中选取,必须提供受检仪表履历的简要说明。其中应包括制造厂名、制造日期、工厂试验场所及工厂试验的有关资料、存放时间和型式检验前经受过的其他考验。

## 4.2 职责

4.2.1 根据 5.1~5.4 条,供理论分析的文件应由厂家提供,并经委任专家认可。

4.2.2 根据 5.5 条,实际检验的检验规程应由厂家制定,并经委任专家认可。

4.2.3 实际检验应由厂家检验员进行。

## 4.3 检验地点

为了完成实际检验,必须根据本标准的要求选择具有完善测试设备的检验地点,使检验能满足本标准规定的检验要求。

## 4.4 检验顺序

4.4.1 检验顺序必须分为理论分析和实际检验。

4.4.2 在完成所有单项理论分析之前,不得进行实际检验。

## 4.5 受检仪表的使用

4.5.1 如果型式检验顺利完成,且能证明受检仪表未受损坏,则该仪表也可应用于核电厂保护系统。

4.5.2 在顺利完成型式检验之后,制造厂家必须将一台试验样品至少稳妥地保存一年,以便日后验证。

## 5 理论分析

### 5.1 仪表文件

#### 5.1.1 一般要求

所有仪表文件必须包括有关仪表制造厂家、仪表型号和仪表更改说明的资料,以及 5.1.3~5.1.9 条所规定的内容。

#### 5.1.2 文件清单

用于确定仪表特征的文件必须汇编在仪表文件清单里。

#### 5.1.3 功能说明

功能说明必须提供关于仪表的应用范围、功能和运行方式的资料。

#### 5.1.4 数据表

5.1.4.1 数据表必须包括受检仪表的所有数据。例如,数据表应列入包括允差在内的下列内容:

- a. 输入参数;
- b. 输出参数;
- c. 电源;
- d. 允许的环境条件;
- e. 安装方式与电源连接方式;
- f. 用于承压或与被测介质接触之部件的材料;
- g. 传递特性;
- h. 电特性。

5.1.4.2 系统数据可列入系统数据表中。

### 5.1.5 使用说明书

#### 5.1.5.1 使用说明书应包括下列内容:

- a. 安装说明和标有尺寸的安装图;
- b. 启动说明;
- c. 调整说明;
- d. 有关特殊部件的参考资料;
- e. 维护说明;
- f. 包装和贮存说明。

#### 5.1.5.2 总的说明可包含在系统说明书中。

### 5.1.6 电路图

电路图必须标出仪表每个元件及元件之间的连接线。

### 5.1.7 零部件清单

零部件清单必须包括评价受检仪表功能所必需的全部机械零件和电气元件。

### 5.1.8 布置图

布置图必须标出零部件的实体布置及电气元件之间接线的布置(例如在印制电路板上)。

### 5.1.9 承压部件图

承压部件图必须提供强度计算所需的所有数据。

## 5.2 可靠性数据

### 5.2.1 一般要求

#### 5.2.1.1 必须确定正常运行条件下的仪表失效率。

5.2.1.2 必须详细说明仪表失效的影响和有关的失效率(失效包括完全失效和部分失效)。如果根据运行经验能以足够的精确度来确定功能单元的失效率,则必须优先选取运行经验评估的失效率而不取理论确定的失效率。

5.2.1.3 如果已知失效影响仅限于功能单元的一部分,则须表明,其余部分对受检仪表不会有任何影响。

#### 5.2.1.4 必须规定确定可靠性数据的程序。

### 5.2.2 根据运行经验确定失效率

5.2.2.1 为了确定新研制或改进的敏感元件或传感器的失效率,必须使用可比仪表的失效率。这些可比仪表的总运行寿命至少要达到 $10^7$ h,而且至少有10台已经运行了两年。

如果仪表使用了可比的电气插件的型号、可比的结构零件和同样的设计原则,而且对插件规定了同样的环境条件,则认为该仪表是可比的。

#### 5.2.2.2 对于可比仪表,必须提供下列各项最近两年的数据:

- a. 每年生产数;
- b. 生产的总数;
- c. 在役的估计数;
- d. 每年返厂检修数;

e. 每年厂外检修的估计数。

5.2.2.3 对于可比仪表和功能单元,厂内检修时必须做如下分类:

- a. 失效影响:完全失效和部分失效;
- b. 失效原因:制造缺陷、外物碰撞、磨损和设计缺陷;
- c. 失效原因评估:随机故障和共因故障。

5.2.2.4 为了评估失效的影响,必须根据 X 平方分布,给出平均失效率和 95%可信度的可信上限。

5.2.3 根据失效影响的分析确定失效率

5.2.3.1 应该说明插件失效对仪表功能失效的影响。

5.2.3.2 在失效分析中,应使用相应环境条件(温度、供电电压)下的功能子单元失效率。

5.2.3.3 必须阐明影响仪表失效率的原因。

5.2.3.4 必须依据某一插件完全失效的假定,进行仪表失效影响的分析。

5.2.3.5 必须阐明所用的分析程序、分析范围和辅助方法。

### 5.3 临界载荷分析

5.3.1 必须论证功能子单元及其电气连接部分所承受的静态和动态载荷没有超过允许的极限值。

5.3.2 对所选的功能子单元组合,必须研究各功能子单元允差对仪表功能的影响。

5.3.3 可用数学方法或实验方法进行论证。

### 5.4 承压部件和接触被测介质部件的验证

5.4.1 承压部件的强度计算

应对那些用以保证被测介质密封性能的承压部件进行应力分析。必须规定计算程序。允许用实际试验代替应力分析。提出的计算书必须附有关于仪表功能和试验条件的设计数据清单,除非数据表中已经列入。

5.4.2 材料合格证书

必须列出经过计算或试验的部件及那些与被测介质接触部件的材料清单,并对这些材料规定试验程序。在型式检验范围内,必须按厂家试验日程的要求给出这类材料的合格证书。

### 5.5 实际检验规程的制定

必须制定实际检验规程,检验规程必须阐明检验种类、受检仪表和检验过程,包括各试验步骤的顺序和范围。

## 6 实际检验

### 6.1 成品仪表特性的测试

必须进行仪表特性测试,以检查仪表是否与文件清单中的规定相一致。

### 6.2 功能试验

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 必须验证数据表中规定的仪表功能。为此,试验参数(诸如输入信号、输出负载、环

境温度和电源等)的选择值必须在数据表规定的范围内。另外,必须在仪表的理论分析范围内确定试验数值的组合。

6.2.1.2 在采用方式选择开关(例如用内部操作开关或外部操作开关)以改变仪表功能的情况下,应该对所有的运行方式进行测试。

#### 6.2.2 单个试验步骤

必须根据仪表的型号和功能完成下列单个试验步骤:

- a. 响应值;
- b. 调整范围;
- c. 回环特性;
- d. 特性;
- e. 噪声;
- f. 残留脉动;
- g. 再现性;
- h. 转换滞后;
- i. 时间响应;
- j. 负载影响。

#### 6.2.3 干扰影响

6.2.3.1 必须测试仪表的抗干扰性能,如短路阻抗、电振荡趋势、输入信噪比、高频干扰、非相关性和超压阻抗等。

6.2.3.2 干扰影响不应相互组合,原则上,必须以 6.2.1 条规定的试验参数额定值做试验,除非理论研究结果表明,对于干扰影响来说,该试验参数不太合适。

#### 6.3 中间功能检查

6.3.1 在实际检验过程中,必须在某些规定的点上进行中间功能检查.对于仪表的某一种运行方式,所选的各个试验步骤应在电源、输出负载和环境温度等的一个数值上进行。

6.3.2 中间功能检查不包括干扰影响试验。

#### 6.4 功能监测

6.4.1 必须根据 6.5~6.8 条的要求进行功能监测。

6.4.2 必须对试验参数和运行方式逐个进行测试,但不包括干扰影响。

6.4.3 功能监测必须能保证查出仪表出现的短期功能故障。

#### 6.5 气候试验

##### 6.5.1 一般要求

6.5.1.1 必须在数据表所列的气候条件下验证仪表在运输、贮存和运行的过程中不会损坏其功能。

6.5.1.2 对于传感器,必须用 6.5.2~6.5.6 条所述的气候试验进行验证。

6.5.1.3 对于敏感元件的验证工作必须经委任专家的同意。

6.5.1.4 必须在仪表未包装的情况下和仪表处于正常运行状态下,对其进行试验。

6.5.1.5 如果与下述气候试验有关的参数未列入数据表,则必须按 6.5.2~6.5.6 条规定

的要求和数值进行这些试验。

6.5.1.6 在气候试验之后,必须进行外观检查和中间功能检查。

#### 6.5.2 温度骤降后的低温试验

6.5.2.1 本试验验证仪表在低温下运输和贮存的适应性能。

6.5.2.2 试验必须在数据表规定的最低允许贮存温度( $T_{\min}$ )下的试验箱(室)中进行。如果数据表中没有规定,则必须取  $T_{\min} = -25^{\circ}\text{C}$ 。

6.5.2.3 仪表应处于非运行状态,并在  $(T_{\min} \pm 3)^{\circ}\text{C}$  下持续试验 24h。

#### 6.5.3 温度骤升后的高温试验

6.5.3.1 本试验验证仪表在干热下运输和贮存的适应性能。

6.5.3.2 试验必须在数据表规定的最高允许贮存温度( $T_{\max}$ )下的试验箱(室)中进行。如果数据表中没有规定,则取  $T_{\max} = 85^{\circ}\text{C}$ 。

6.5.3.3 仪表应处于非运行状态,并在  $(T_{\max} \pm 2)^{\circ}\text{C}$  下持续试验 24h。

#### 6.5.4 恒定湿热试验

6.5.4.1 本试验验证仪表在湿热而不结露的条件下运输和贮存的适应性能(见 6.8.3 条)。

6.5.4.2 如果数据表中没有规定有关数据,则试验必须按下列规定进行:

- a. 温度:  $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ;
- b. 相对湿度:  $(93 \pm \frac{3}{3})\%$ ;
- c. 持续时间: 48h;
- d. 工作状态: 非运行状态。

6.5.4.3 在完成中间功能检查之后,试验必须按下列条件进行:

- a. 温度:  $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ;
- b. 相对湿度:  $(93 \pm \frac{3}{3})\%$ ;
- c. 持续时间: 24h;
- d. 工作状态: 仪表处于运行状态,供电电压每隔 6h 在  $U_{\max}$  (电压最大值)和  $U_{\min}$  (电压最小值)间上下变化一次,电压变化时,其中间值按数据表选定。

#### 6.5.5 循环湿热试验

6.5.5.1 本试验验证仪表在相对湿度大、且有温度变化和可能结露的条件下贮存的适应性能。

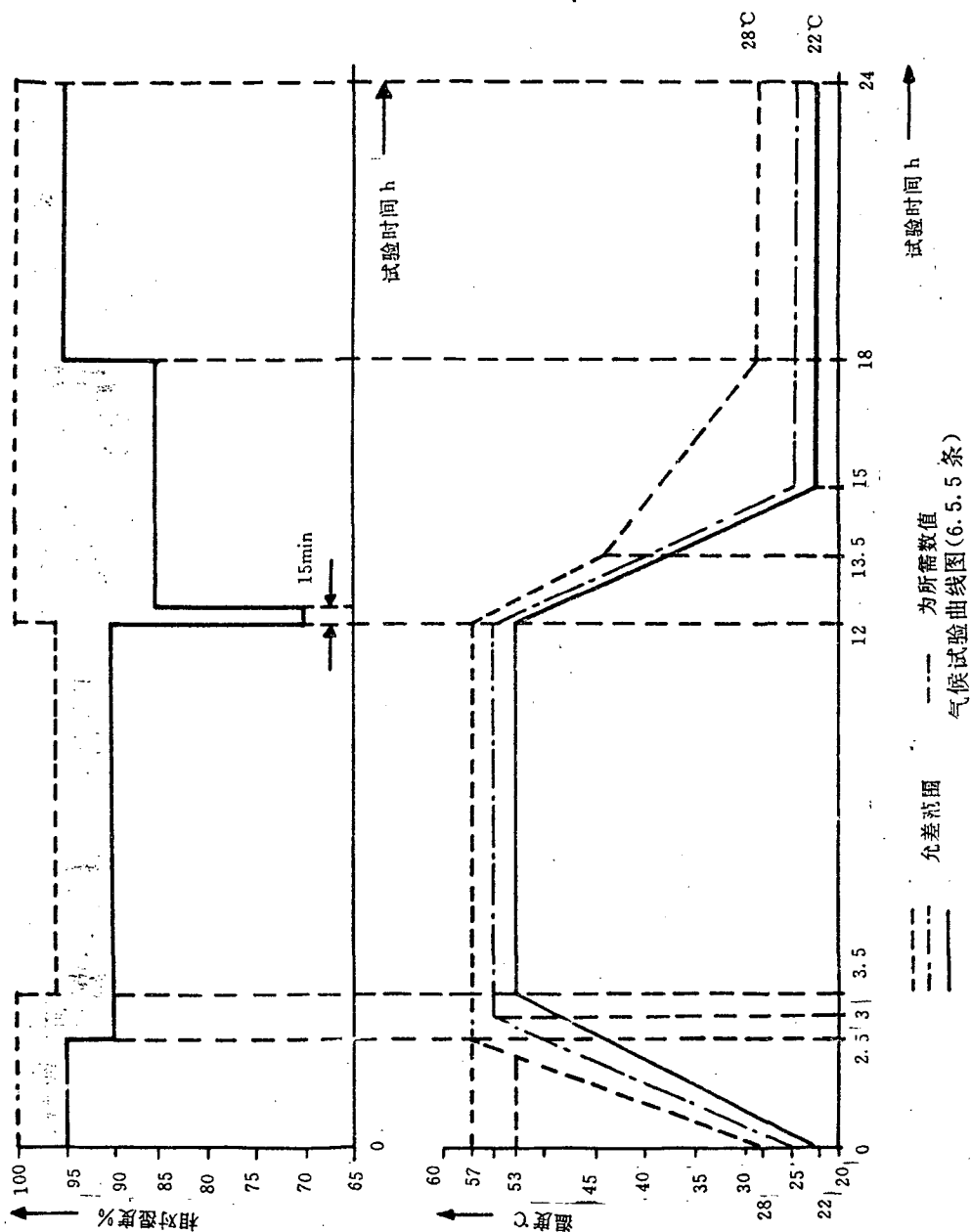
6.5.5.2 仪表应在非运行状态下进行试验。如果数据表中没有规定有关数据,则按下列规定进行试验:

6.5.5.2.1 仪表的初始温度必须与试验箱(室)的初始温度一致,即  $(25 \pm 3)^{\circ}\text{C}$  (气候试验曲线图)。

6.5.5.2.2 随后,试验箱(室)的相对湿度至少提高到 95%,温度保持在  $(25 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ 。

6.5.5.2.3 一旦达到该湿度值时(试验环境条件开始形成),必须在  $(3 \pm 0.5)\text{h}$  内将试验箱(室)的温度平滑地提高到  $(55 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。在升温过程中,相对湿度仍须至少维持在 95%。最后 15min 内降至 90%。对于温度时间常数较小的仪表,如果相对湿度接近 100%,才有可能结露。

6.5.5.2.4 在相对湿度为 $(93 \pm 2)\%$ 时,上限温度必须保持 $(9 \pm 0.5)\text{h}$ 。在以后的冷却过程中,开始的 $1.5\text{h}$ 内,平均温度变化率必须为 $10^\circ\text{C}/\text{h}$ 。在其后的 $1.5 \sim 4.5\text{h}$ 内试验箱(室)的温度必须降至 $(25 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。





6.5.5.2.5 冷却过程中,相对湿度不应小于 85%。在开始的 15min 内,允许降至 70%。

6.5.5.2.6 随后,在湿度大于 95%时,温度必须保持在 $(25 \pm 3)^\circ\text{C}$ ,直到为时 24h 的试验结束。

#### 6.5.6 循环干热试验(长期试验)

6.5.6.1 本试验验证仪表长期运行的适应性能。

6.5.6.2 仪表的初始温度必须与试验箱(室)的初始温度一致,即 $(25 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。

6.5.6.3 然后,试验箱(室)的温度必须在 1h 内升至数据表规定的仪表最大允许运行环境温度( $T_{\max}$ ),如果数据表中未规定,选  $T_{\max} = 70^\circ\text{C}$ 。

6.5.6.4 接着,按下列规定进行循环试验。

6.5.6.4.1 每一循环必须持续 24h。

6.5.6.4.2 每一循环期间,上限温度( $T_{\max}$ )的试验时间至少为 20h,下限温度 $(25 \pm 3)^\circ\text{C}$ 的试验时间至少为 2h。

6.5.6.4.3 仪表处于运行状态。供电电压每隔 24h 在  $U_{\max}$  和  $U_{\min}$  间上下变化一次。电压变化时,中间值按数据表选定。

在最大输出负载试验时,输出信号应为最大可能输出信号的 $(50 \pm 5)\%$ 。对于有机械运动部件的仪表,例如压力和差压传感器,整个长期试验期间,必须在全量程范围内以一定的低频正弦或三角波形改变输入值  $10^4$  次。另外,还须在量程的 $\pm 10\%$ 的范围内,以上述低频正弦或三角波形改变输入值  $10^6$  次。

6.5.6.4.4 本试验持续时间应不少于 1000h。

#### 6.6 机械荷载试验

##### 6.6.1 一般要求

6.6.1.1 必须验证仪表的功能不会因数据表规定的运输和运行过程中可能遇到的最大允许机械荷载而损坏。与功能有关的机械荷载试验见 6.5.6.4.3 条。

6.6.1.2 仪表在进行机械荷载试验之前必须卸封。

6.6.1.3 必须沿着三个互相垂直的轴双向加载。对处在运行状态下的仪表进行试验,必须将仪表按文件规定的方式安装在试验台架上。对于中心对称的仪表,只须做轴向和单向的径向试验。

6.6.1.4 在进行机械荷载试验的前后,都应进行外观检查和中间功能检查。

6.6.1.5 当变更机械荷载试验形式时,只允许进行中间功能检查。为此,仪表可留在试验台架上。

6.6.1.6 对处于运行状态下的仪表进行试验时,必须进行功能监测。

##### 6.6.2 振动试验(频率范围为 5~35Hz)

6.6.2.1 本试验验证仪表抗地震能力。

6.6.2.2 若数据表中没有规定,则按 6.6.2.3 条规定的最大偏转振幅和最大加速度进行试验。

6.6.2.3 试验应按下述强度的正弦波形以平滑改变频率的方式进行:

- a. 最大偏转振幅: $(10 \pm 2.5)\text{mm}$ ;

- b. 最大加速度:  $(1.5 \pm 0.2)g$ ;
- c. 扫描速度: 1 倍频程/min;
- d. 每根主轴持续时间: 1 个循环;
- e. 工作状态: 处于运行状态。

#### 6.6.3 振动试验(频率范围为 5~100Hz)

6.6.3.1 本试验验证仪表抗飞射物(如飞机)撞击振荡的能力。

6.6.3.2 若数据表中没有规定,则按 6.6.3.3 条规定的最大偏转振幅和最大加速度进行试验。

6.6.3.3 试验应按下述强度的正弦波形以平滑改变频率的方式进行:

- a. 最大偏转振幅:  $(10 \pm 2.5)mm$ ;
- b. 最大加速度:  $(5 \pm 0.4)g$ ;
- c. 扫描速度: 不大于 10 倍频程/min;
- d. 每根主轴持续时间: 1 个循环;
- e. 工作状态: 处于运行状态。

#### 6.6.4 冲击试验

6.6.4.1 本试验验证仪表对运输的适应性。

6.6.4.2 若数据表中没有规定,则按 6.6.4.3 条规定的最大加速度和冲击持续时间进行。

6.6.4.3 冲击试验应按以下规定进行:

- a. 加速度:  $30g$ ;
- b. 冲击持续时间:  $11ms$ ;
- c. 每个方向的冲击次数: 3;
- d. 总冲击次数: 18;
- e. 工作状态: 非运行状态。

6.6.4.4 单一的冲击激发必须为正弦脉冲,或锯齿形脉冲,或梯形脉冲。

#### 6.7 正常运行环境条件下的抗辐照试验

对于拟在正常运行时处于辐照环境下使用的仪表,必须验证其抗辐照性能。为此,必须进行辐照试验或进行理论分析。若用理论分析,必须规定分析用的数据来源。

#### 6.8 事故环境条件下的试验

##### 6.8.1 一般要求

6.8.1.1 用于事故工况的仪表必须依据数据表规定的事故环境条件及其相应的时限,按 6.8.2~6.8.6 条的规定进行试验。

6.8.1.2 对事故工况辐照环境下使用的仪表必须验证其抗辐照性能。为此,必须进行辐照试验或理论分析。若用理论分析,则必须规定分析用的数据来源。

6.8.1.3 在进行相应试验的前后,应进行外观检查和中间功能检查。

##### 6.8.2 预加载试验

##### 6.8.2.1 温度试验

6.8.2.1.1 仪表的初始温度必须等于试验箱(室)的初始温度,即  $(25 \pm 3)^\circ C$ 。

6.8.2.1.2 然后,试验箱(室)的温度必须提高到  $T_{\max} = (70 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ ,除非数据表中另有规定。

6.8.2.1.3 接着,仪表必须按下列要求进行循环试验:

- a. 循环周期为 24h;
- b. 每个循环的试验时间,在上限温度  $T_{\max}$  时不应少于 20h,在下限温度  $T_{\min} = (0^{+5})^{\circ}\text{C}$  时不应少于 2h;
- c. 仪表处于运行状态,供电电压每隔 24h 在  $U_{\max}$  和  $U_{\min}$  之间上下变化一次。电压变化时,中间值按数据表选定;
- d. 在最大输出负载试验时,输出信号应为最大可能输出信号的  $(50 \pm 5)\%$ ;
- e. 对于有机运动部件的仪表,例如压力和差压传感器,在整个温度试验期间,除必须在全量程范围内以一定低频变化的正弦或三角波形改变输入值  $10^4$  次,还须在量程的  $\pm 10\%$  的范围内,以上述低频正弦或三角波形改变输入值  $10^6$  次;
- f. 本试验持续时间应不少于 2000h。

注:本试验可用来模拟运行过程的热老化。试验温度摆幅应是核电厂预期运行时间的函数。因此,最高试验温度与使用现场环境的平均温度之间的温差应不小于  $45^{\circ}\text{C}$ 。

6.8.2.1.4 上述温度试验可代替 6.5.6 条的长期试验。

#### 6.8.2.2 辐照试验

6.8.2.2.1 对于辐照环境中使用以及必须依据 6.8.1.2 条进行辐照试验的仪表,必须规定其吸收剂量和吸收剂量率的试验值,以作为运行期间的环境条件。例如,对于百万千瓦(电功率)级以上压水堆核电厂安全壳中的仪表,必须施加吸收剂量率小于  $5 \times 10^2 \text{Gy/h}$  的初照射,直至该仪表的累积吸收剂量不小于  $5 \times 10^4 \text{Gy}$ 。

6.8.2.2.2 试验期间,仪表必须处于功能运行状态,记录仪表的输入和输出值。为了确定传递特性,例如对传感器,必须在开始的 2h 内和辐照试验结束之前进行中间功能检查。

6.8.2.2.3 试验必须按下列要求进行:

- a. 仪表可在空气中接受  $\gamma$  射线照射;
- b. 采用的剂量测定法必须保证测量的不可信度小于被测值的  $\pm 30\%$ ,且测量方法可由进行该项试验的用户选择;
- c. 受试仪表应处于温度为  $18 \sim 28^{\circ}\text{C}$  (波动幅度  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) 和湿度不大于 75% 的环境条件之中,如果不能保证所需的温度稳定性,则必须记录该温度。

#### 6.8.3 压力、温度和湿度试验

6.8.3.1 受检仪表经历的试验过程必须用图表的形式给出。该图表应给出压力、温度和湿度的数值、它们的升降曲线和滞留时间,以及它们的允差。

6.8.3.2 仪表必须处于功能运行状态,记录仪表的输入和输出值,同时进行中间功能检查和确定试验过程中的测量误差。

6.8.3.3 受检仪表在试验箱(室)中的安装,必须保证仪表不处在蒸汽出口段的位置,使之不会直接暴露于蒸汽流中;测量试验箱(室)温度用的敏感元件不要安装在蒸汽流中或受检仪表上。

6.8.3.4 按本条要求进行过试验的仪表不必再进行 6.5.4 条的试验。

#### 6.8.4 辐照试验

本试验可参照 6.8.2.2 条的规定进行。所不同的是,为了确定传递特性,必须在试验开始后 10,50,100h 时进行中间功能检查。

#### 6.8.5 抗硼酸试验

在压水堆核电厂安全壳里并有可能在事故中被淹没的仪表,必须在非运行状态下验证其抗硼酸的能力。试验按下列要求进行:

6.8.5.1 必须将受检仪表置于运行时所处的安装状态,并与其全部供应管线(信号、电源和其他辅助介质)一起浸入硼酸槽内。必须规定硼酸溶液的成分。

6.8.5.2 试验液体的温度为 70℃,试验持续时间不少于 24h。在此期间必须用空气均匀吹冲试验液。空气流量必须不小于 2L/min。

6.8.5.3 抗硼酸试验后,必须对受检仪表进行外观检查,并测定其功能。若该试验在 6.8.4 条的试验之前进行,则必须打开仪表以确认硼酸是否渗透进去。如果该试验是在 6.8.4 条的试验之后进行,则这一确认工作必须根据 6.8.4 条试验的结果进行。

#### 6.8.6 事故后加载试验

在安全壳内且要求在事故后工作 24h 以上的仪表,必须根据 6.8.2.1 条的规定进行持续 16 个循环的试验。试验的湿度应满足图 1 气候试验曲线的要求,试验时应模拟事故环境条件下硼酸造成的腐蚀影响,但不必进行 6.8.2.1.3 条 e 规定的试验。

### 6.9 电特性

#### 6.9.1 功耗电流

必须确定仪表的最大功耗电流。本试验最好在 6.2 条功能试验时进行。

#### 6.9.2 功耗

必须测定仪表的最大功耗。

#### 6.9.3 仪表电气插件的插拔试验

6.9.3.1 如果仪表的输入和输出电路设计成插件,则必须测试插件的插拔对仪表的影响。试验时,必须将输出信号设定在有代表性的数值上。例如对于模拟仪表,设定在最大输出的  $(50 \pm 5)\%$  上。拔掉插件 1min 后,再重新插回。再过 1min 后,测定其输出信号并确定试验前后输出信号之差值。上述插拔试验至少重复 10 次,并确定差值的平均值。

6.9.3.2 每次必须在插入状态下测定输入和输出信号值。

### 6.10 实际检验顺序

6.10.1 对不要求抗事故环境条件的仪表,其实际检验应按下列顺序进行:

- a. 成品仪表特性测试(6.1 条);
- b. 功能试验(6.2 条)和电特性测试(6.9 条);
- c. 气候试验(6.5 条);
- d. 辐照试验(6.7 条);
- e. 机械荷载试验(6.6 条);
- f. 功能试验(6.2 条)。

### 6.10.2 对要求抗事故环境条件的仪表,其实际检验应按下列规定的顺序进行:

- a. 成品仪表特性试验(6.1条);
- b. 功能试验(6.2条)和电特性测试(6.9条);
- c. 气候试验(6.5条,但6.5.4条和6.5.6条除外);
- d. 预加载温度试验(6.8.2.1条);
- e. 预加载辐照试验(6.8.2.2条);
- f. 机械荷载试验(6.6条);
- g. 压力、温度和湿度试验(6.8.3条);
- h. 辐照试验(6.8.4条);
- i. 抗硼酸试验(6.8.5条);
- j. 事故后加载试验(6.8.6条);
- k. 功能试验(6.2条)。

6.10.3 对已做过型式检验的仪表,如果必须进行补加型式检验以验证其抗事故环境条件的性能,那么6.10.2条规定的个别试验步骤可以取消。试验范围必须经委任专家同意。

### 6.11 实际检验时仪表故障的对策

在试验过程中仪表出现故障的情况下,必须同时确定故障出现的时间和故障的影响。必须准备一份调研报告。该报告应包括调研的有关资料并说明已确认的故障原因。如果调研结果表明存在共因故障,则必须采取相应的改进措施,凡需重复进行的型式检验项目,必须征得委任专家的同意。如果与共因故障无关,仪表经修复后,必须根据6.1条和6.2条的要求进行试验。在重复出现故障的试验步骤之后,再进行型式检验的其余试验步骤。

## 7 检验文件

### 7.1 理论分析文件

#### 7.1.1 理论分析文件必须包括:

- a. 仪表文件及委任专家对这些文件的鉴定意见(见5.1条);
- b. 可靠性数据及委任专家对这些数据的鉴定意见(见5.2条);
- c. 临界载荷分析及委任专家对该分析的鉴定意见(见5.3条);
- d. 承压部件和接触被测介质部件的文件及委任专家对这些文件的鉴定意见(见5.4条);
- e. 检验规程及委任专家对这些文件的鉴定意见(见5.5条)。

#### 7.1.2 必须把委任专家的鉴定结论表述在各个分析文件中。

### 7.2 实际检验文件

#### 7.2.1 检验记录表

检验记录表应包括:

- a. 编号;
- b. 仪表的型号、名称、包括修改情况;
- c. 仪表的编号;

- d. 仪表制造厂名;
- e. 检验规程的名称;
- f. 试验步骤,包括试验箱(室)环境温度、电源和湿度等试验参数报告书;
- g. 检验安排、检验方法和检验设备;
- h. 被测数值表的编号;
- i. 检验结果;
- j. 检验地点和检验日期;
- k. 检验人员的工作单位、姓名和签字。

在检验记录中还必须给出检验时出现的故障和可见缺陷。

#### 7.2.2 被测数值表

必须在被测数值表中给出实测数值、要求数值和允差。

### 7.3 检验证书

#### 7.3.1 检验证书必须包括:

- a. 编号;
- b. 仪表的型号、名称,包括修改情况;
- c. 检验文件明细表;
- d. 仪表制造厂名;
- e. 检验规程;
- f. 检验结果;
- g. 检验地点和检验日期;
- h. 检验人员和委任专家的工作单位、姓名和签字。

#### 7.3.2 总检验证书

总检验证书是各检验证书的摘要汇编。

### 7.4 文件保存的地点和期限

7.4.1 厂方必须保存 7.1~7.3 条规定的文件。从做过型式检验的该种仪表停产之日算起,保存期 7a。

7.4.2 营运单位必须保存 7.1.1 条和 7.3 条规定的文件。保存期为有关仪表的使用期。

7.4.3 保存的文件可以是原件、复印件或微缩胶卷。

**附加说明：**

本标准由全国核仪器仪表标准化技术委员会提出。

本标准由中国核动力研究设计院负责起草。

本标准主要起草人：蒋学智。

本标准参照原联邦德国 KTA-3505《反应堆保护系统敏感元件和传感器的型式检验》。

(Type Testing of Sensors and Transducers of the Reactor Protection System)