

# EJ

## 中华人民共和国核行业标准

EJ 574—91

### 核电厂安全级控制仪表盘（屏） 和机架的设计与鉴定

1991-10-11发布

1992-03-01实施

中国核工业总公司 发布

Radtek Radtek Radtek Radtek Radtek  
Radtek Radtek Radtek Radtek Radtek  
Radtek Radtek Radtek Radtek Radtek

## 中华人民共和国核行业标准

# 核电厂安全级控制仪表盘（屏） 和机架的设计与鉴定

EJ 574—91

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了核电厂安全级控制仪表盘（屏）和机架的设计要求，并规定了检验满足这些设计要求的鉴定标准。

本标准适用于核电厂安全级控制仪表盘（屏）和机架的设计与鉴定。

本标准不适用于：

- a. 非安全级部件和插件，除非它们可能影响安全级控制仪表盘（屏）和机架的设计与鉴定；
- b. 安全级控制仪表盘的单个部件与插件的鉴定和试验；
- c. 盘外部现场敷设的电缆。

### 2 引用标准

- GB 2951.19 电线电缆 燃烧试验方法  
GB 5204 核反应堆保护系统的定期试验与监测  
GB 5963 反应堆保护系统内部隔离  
GB 12727 核电厂安全系统电气物项质量鉴定  
GB 13625 核电厂安全系统电气设备抗震鉴定  
HAF 0400 核电厂质量保证安全规定

### 3 术语

#### 3.1 控制仪表盘（屏） control board (panel)

用于安装监督、测量和控制所使用的部件和插件的屏的组合物。它提供操纵员与系统之间目视的和操作的接口。控制仪表盘亦可称控制屏、控制开关板、附接操作台的仪表盘、或控制台。

#### 3.2 机架 rack

用来安装监督、测量和控制所使用的插件组合体的金属构件组成的框架。

#### 3.3 安全级控制仪表盘（屏）或机架 class 1E control board (panel) or rack

安装有安全级设备的控制仪表盘（屏）或机架。

## EJ 574—91

## 4 设计

控制仪表盘（屏）和机架的设计目标必须是：

- a. 提供一种适宜的结构，安全级部件在这种结构上能正确地执行其功能；
- b. 可利用的屏面板的面积得到最佳的使用；
- c. 满足所要求的抗震准则；
- d. 为将来的修改和设备的增添，留有部件安装的屏面板的位置和可用性。

### 4.1 人因工程

安全级控制仪表盘（屏）或机架的设计必须体现人因工程，并遵守核电厂控制室的设计中的有关规定。盘上相关器件的功能分组、设备的分级标识、控制器和显示器的编码、控制器的保安措施，以及设备的试验与维修的可接近性，均需考虑人因工程原则。

### 4.2 抗震

#### 4.2.1 总则

安全级控制仪表盘（屏）或机架的设计，必须满足GB 13625所规定的设计与鉴定的各项要求，使其所包含的设备在假想的运行与设计基准地震期间和地震后，能满足对它的基本性能要求，并保证作用力的放大不超过受鉴定设备正确地执行其功能的水平。

为满足抗震准则，通常使用的一些方法（单个使用或联合使用）包括：

- a. 按需要焊加强肋板；
- b. 对角线支撑至底座；
- c. 使用厚度为3.2mm或较厚的钢板。

#### 4.2.2 其他考虑

控制仪表盘（屏）或机架必须包括将其固定在支撑结构上的构件。

插入式设备、滑道安装设备或带检修门的设备，必须根据要求提供机械限制器，以便保持定位的牢固性。

安装在安全级控制仪表盘（屏）或机架之内、或与其连接或相邻的所有非安全级设备，其安装方式必须消除因地震事件可能使安全级设备或电路的性能变坏到超过允许的水平。

若安装在控制仪表盘构件上或构件内的设备之间存在相对运动，在配线和相邻设备的实体安排与设计参数上，必须考虑这种运动的最大范围。连至设备和终端设施的连接线应足够松弛，或使控制仪表盘（屏）或机架内部的相对运动不会引起故障。

### 4.3 隔离

#### 4.3.1 总则

在GB 5963中规定了用实体隔离的方法实现冗余安全级设备和电路的电气独立性的总要求。在安全级控制仪表盘（屏）和机架的设计中，应执行该标准所规定的隔离准则。

4.3.1.1 实现电气独立性优先采用的方法是将冗余的安全级设备和电路置于彼此分开的控制仪表盘（屏）和机架上，而这些控制仪表盘（屏）或机架符合实体隔离规则。这种方法亦适用于非操纵员接口的盘或机架，例如接线箱。

## EJ 574—91

4.3.1.2 由于操作上的需要和人因工程的考虑,需在同一个盘上安装冗余的安全级设备,或者安全级与非安全级设备混装,则控制仪表盘内必须满足规定的隔离要求。

## 4.3.2 电路

当冗余的安全级电路或安全级与非安全级混合的电路在同一个控制仪表盘(屏)或机架内安装时,内部隔离、配线标志和电缆入口都必须满足规定的隔离准则。与安全级电路相关的电路,必须象安全级电路一样,满足相同的隔离要求。否则必须进行分析。

为满足这些要求,在安全级控制仪表盘(屏)和机架的设计与建造中,必须考虑以下因素:

a. 冗余的安全级电路和相关的电路必须提供分开的电缆入口、导线槽和接线端子;非安全级电路亦必须提供分开的电缆入口、导线槽和接线端子,或将非安全级电路当作相关电路处理。

b. 为外部(现场)电缆提供的终端接点和电缆进线区的设计和布置,必须使外部电缆在控制仪表盘(屏)或机架的电缆入口处,至少保持最小的实体分隔距离。

c. 安装在安全级控制仪表盘(屏)和机架中的设备和部件位置,必须使安全级电路、相关的电路和非安全级电路保持最小分隔要求。

d. 内部配线必须按规定的路线敷设与支撑。至少在安全级控制仪表盘(屏)或机架的整个寿期内,必须保持所设计的实体分隔。

## 4.3.3 合格的分隔距离和屏障物

在着火具有重大危险的场所,设备和配线的实体分隔所要求的最小分隔距离为150mm的空气间距。除非分析证明较小的距离是正确的。如果最小的分隔距离不能保持,必须在要求分隔的设备和配线之间安装屏障物,在安全级控制仪表盘(屏)和机架内,所使用的合格防火屏障方法是:

a. 金属套管之间用12.5mm的自由空气间距隔开;

b. 两片阻燃材料之间用12.5mm的自由空气间距或等效的热绝缘材料分隔(见图1);

c. 单片阻燃材料与最靠近的安全级部件或配线路径之间应具有25mm的自由空气间距或等效的热绝缘材料(见图2)。非安全级部件或配线路径可以与屏障物靠近(见图3)。

## 4.3.4 屏障物的固定

当使用金属套管、电缆槽或其他合格的屏障物时,必须用焊接、螺栓或其他适当的方法,将其机械地紧固到控制仪表盘(屏)和机架的构件上,以便保持合格的分隔距离和结构上与机械上的完整性。屏障物应不妨碍将来的设备安装和维护。

## 4.3.5 接地

控制仪表盘(屏)或机架必须与地线相连,但不得损害冗余的安全级设备的独立性。

## 4.4 易燃物的控制

4.4.1 只要有可能,整个控制仪表盘(屏)或机架应使用阻燃的材料。

4.4.2 用于控制仪表盘(屏)或机架的材料,如果能满足下列要求,就认为是阻燃的:

## EJ 574—91

- a. 配线与电缆敷设,符合4.6条的规定;
- b. 其他非金属材料,按GB 2951.19进行试验,材料满足阻燃级别的要求。

4.4.3 如果经处理的材料满足4.4.2条的要求,可以认为是阻燃的。材料处理常使用四种处理方法:

- a. 化学变性;
- b. 浸渍;
- c. 压力浸渍;
- d. 涂敷。

4.4.4 控制仪表盘(屏)和机架应使用能阻止火灾蔓延的油漆和涂层。

4.4.5 必须避免使用燃烧时释放有毒的或腐蚀性气体的材料或熔化时会产生带有火焰飞沫的材料。

4.4.6 只要有可能,应该用阻燃材料将不能阻燃的材料包围住。如果不能使用阻燃材料,必须依据安全级设备和电路的独立性标准中的有关规定进行鉴定。

4.4.7 下列方法提供可接受的检验证据,证明在控制易燃材料方面已满足了对材料的要求:

- a. 由供货者提供材料符合4.4条和4.6条的证明书;
- b. 已做的试验结果符合4.4.2条所列规定;
- c. 由供货者提供已正确地进行阻燃处理和涂敷的证明书。

### 4.5 环境与位置

#### 4.5.1 环境的设计技术要求

安全级控制仪表盘(屏)和机架的设计必须能承受正常与异常运行中所遇到的环境条件。设计者必须规定控制仪表盘(屏)或机架须承受的环境条件:最高、正常和最低的温度、湿度、辐射和其他工作条件。在鉴定试验期间,环境的温度、湿度和辐射的最高和最低的数值必须具有一定的裕度。

#### 4.5.2 安装位置

安装在危险场所的控制仪表盘(屏)或机架,必须使其在规定的危险事件下不引起冗余的安全级系统共同失效。在鉴定大纲中所规定的极限条件,必须不与安装位置或环境相矛盾。

### 4.6 导线的选择

控制仪表盘(屏)和机架的插件与部件的相互连接线,必须根据安全级电缆的型式试验标准所规定的要求予以鉴定。导线的电流容量、降低因子、机械强度、耐热等级和绝缘特性,应满足电厂设计所确定的电路与安装的要求。

电缆和导线必须具有阻燃的绝缘。绝缘材料不应使用在燃烧时会释放有毒的或腐蚀性气体的材料,例如:未作处理的聚乙烯、聚氯乙烯(PVC)和尼龙。

### 4.7 配线方法

4.7.1 安全级配线必须满足以下要求:

- a. 必须用夹板、捆扎带、绳或导线槽等方法,至少在450mm间距上将导线束加

## EJ 574—91

以支撑。禁止使用不绝缘的金属线捆扎；

b. 端子板、接插件和其他接线设施，应按一定的方法排列，使终端接线引入的电缆能有次序的排列，并应考虑外部接线的敷设路线的空间要求；

c. 导线和电缆穿越的孔洞，必须安装边缘光滑的衬垫（例如绝缘垫）。所有配线必须避开锋利的边缘；

d. 配线必须精心施工，避免损伤绝缘。从导线上剥离绝缘时，不得擦伤或划伤芯线；

e. 必须禁止用绞接的方法连接芯线；

f. 做成活动节的电缆导线，必须是多股的柔软导线，并做成一个环状，在活动节的两侧牢固地固定，使应变疲劳和电缆遭受的磨损最小。

4.7.2 在控制仪表盘（屏）或机架上安装的设备（例如开关、指示器和插件）的配线，应避免维修中阻碍设备的拆除。

#### 4.8 电磁干扰

在控制仪表盘（屏）和机架的设计中，必须考虑电磁干扰，为了使这种干扰的影响最小，可以应用这样一些方法：使用低电压部件、进行实体隔离、把敏感的部件或干扰源屏蔽起来。

#### 4.9 标记方法

所有设备和配线应加上永久性的标记，并标注在控制仪表盘（屏）或机架的内部。为了使维护或修理人员认错设备的可能性最小，这样的标记应置于引人注目的地方。此外，安全级设备和它的配线必须用标志标明，以便工作人员易于从非安全级和冗余的安全级设备和配线中确认它们的独立性。

#### 4.10 定期试验

控制仪表盘（屏）和机架的设计必须便于实现GB 5204中规定的定期试验，并允许检查与试验任一设备，而无须拆除障碍物。为了进行定期试验而不断开永久性的接线或不使用临时跨接线，必须提供设备的专用试验线。为了便于试验与维护，部件必须排列整齐、易于接近。每个设备应是可拆除的，而不会影响其他设备、安装钢件、导线槽或管道。如果设备需要专用的试验线，在增加和拆除这种线时应不挪动设备。

以上为定期试验所作的考虑，应在控制室外的远距离控制仪表盘（屏）和机架中切实可行地实现，使对控制室操纵员的干扰最小。

#### 4.11 控制仪表盘的修改

在整个电厂的设计寿命内，应允许控制仪表盘增删部件，诸如开关、指示器或记录仪。当进行这种修改时，必须精心考虑，以保证安全级控制仪表盘（屏）或机架或者部件所作过的鉴定仍然有效，还必须考虑本标准对新控制仪表盘（屏）或机架的全部要求。

设计更改必须符合控制仪表盘（屏）和机架所应用的标准和技术条件。

#### 4.12 质量保证

质量保证必须符合HAF 0400的要求。

EJ 574—91

为证实所有电路的连续性和正确性符合接线说明书，必须进行试验。全部配线必须检查，以验证应用了良好的配线方法。

所有工具必须是高质量的，并符合预期的目的。工具必须定期检查和校验，以便保证使用期间的功能品质，提供性能的可靠重复性。

#### 4.13 技术说明书的要求

技术说明书必须包括（但不限于）：

- a. 设计；
- b. 制造；
- c. 设备固定；
- d. 配线；
- e. 端接设备；
- f. 接地；
- g. 安装；
- h. 试验；
- i. 地震荷载；
- j. 隔离；
- k. 包装与运输；
- l. 接收、装卸与贮存；
- m. 文件；
- n. 配线与部件的标记方法；
- o. 环境与位置；
- p. 阻燃；
- q. 通风与冷却；
- r. 标识铭牌；
- s. 如需要时，与合格寿命有关的老化。

#### 4.14 生产厂的选择

生产厂必须具备覆行规定准则的能力。安全级设备由多个厂家制造时，例如控制仪表盘（屏）或机架制造厂、仪表生产厂和电缆生产厂，必须使全部厂家共同遵守安全级设备的供货准则。

#### 4.15 维护

4.15.1 在安全级控制仪表盘（屏）和机架的设计中，必须考虑维护的要求。在设计中应考虑设备能快速和易于拆除，而不降低控制仪表盘的可靠性。

4.15.2 现场电缆、导线槽和接线端子区域，必须具有足够的空间位置，以便维护人员能将现场电缆连接到控制仪表盘（屏）或机架内的端子上。

### 5 鉴定

#### 5.1 总则



## EJ 574-91

安全级控制仪表盘(屏)和机架必须按照GB 12727进行鉴定。在实物尺寸许可的情况下,可以用型式试验鉴定它们。完整的鉴定可以是单个鉴定方法的组合,例如:型式试验、分析、或分析与试验的结合。

与安全级插件或设备安装在同一盘(屏)或机架上的非安全级插件或设备,不要求进行功能鉴定。当非安全级插件或设备的故障可能对安全级插件或设备的运行产生不利影响时,非安全级插件或设备必须服从结构上的鉴定要求。

鉴定大纲应包括依据设计技术条件提供的资料制定鉴定的初步方法或鉴定计划文件。大纲应成为技术文件包的一部分。鉴定计划应说明被鉴定的设备、被模拟的性能和环境,分析、运行经验与使用型式试验的组合。

## 5.2 老化

用受老化影响的材料做成的部件,例如接线板、开关、指示器、电子与电机设备、配线,必须满足GB 12727所述的老化要求。

在测定合格寿命时,试验或利用实际的结果是较好的方法。可以使用加速老化技术。在某些情况下,可以利用从不同来源获得的试验结果形成文件,证明部件的老化机理对于证实合格寿命是充分的。在适当的场合,还必须做辐射和机械的(循环的)老化。

## 5.3 环境试验

为了证明设计适合规定的环境温度,必须采用试验或分析的方法予以验证。

在下列情况下,必须按照5.3.1条的规定,对控制仪表盘(屏)或机架进行试验:

- a. 空气流动可能被阻塞;
- b. 预计的空气流动模式存在困难;
- c. 工程判断产生怀疑理由。

5.3.1 当使用试验方法鉴定构件和部件时,环境温度必须升高到预期的最高值。为了证实运行温度没有超过控制仪表盘(屏)或机架被鉴定的参数,必须在控制仪表盘(屏)或机架内选择若干点,取得充分的温度测量值。

若控制仪表盘(屏)或机架包含的设备所产生的总热量不大,或者包围部件的热层是轻微的场所,分析法是可接受的。

必须提供证明,说明使用分析方法来确定设计对于环境条件而言是适当的。

5.3.2 环境条件的分析是一种将已知的空气流动和热传导的热力学原理应用于设计的方法,以验证没有超过部件的环境鉴定值。

热负荷必须不使部件或导线周围温度的升高超过控制仪表盘(屏)或机架的鉴定值。这必须用分析予以检验。

5.3.3 安装控制仪表盘(屏)或机架的场所,其工作条件可能包括有害环境参数时,例如湿度、辐射或压力,必须按5.3.1条和5.3.2条中对温度所定的类似方法,实现对相应参数的试验或分析。

## 5.4 抗震鉴定

执行抗震鉴定的基本原则已在GB 13625中规定。必须应用这些原则鉴定设备满足假定的地震力。

## EJ 574-91

在执行抗震鉴定之前，设备必须按照质量鉴定标准所规定的鉴定顺序进行鉴定。

#### 5.4.1 试验

当控制仪表盘（屏）和机架用试验方法进行抗震鉴定时，必须遵照抗震鉴定标准所作出的规定。

5.4.1.1 应用的任一试验顺序，必须包括探测共振和多轴向、多频率的试验。试验应使控制仪表盘（屏）和机架受到要求反应谱（RRS）、运行基准地震（OBE）和安全停堆地震（SSE）的作用。

5.4.1.2 控制仪表盘（屏）或机架的固定，通常使用两种方法：螺栓紧固或焊接到埋设的钢件上。在进行控制仪表盘（屏）或机架的抗震试验时，必须考虑所采用的固定方式，使用动态等效支撑。

5.4.1.3 安装在控制仪表盘（屏）或机架上的安全级设备必须进行检查，保证抗震试验的影响不阻碍它们正确地执行其设计功能。

在一些情况下，设备自身鉴定期间进行设备的运行模拟，在这种情况下，设备安装位置的反应谱必须不超过设备试验所达到的试验反应谱（TRS）；或者，对设备进行试验必须达到该控制仪表盘（屏）或机架安装位置的反应谱。

假如在所作的任一试验中出现了失效，那么必须判明失效对设备的影响。在最终的试验报告中，必须提供消除这种失效的解决办法的文件。

#### 5.4.2 分析与试验结合

当使用分析与试验结合的方法进行抗震鉴定时，必须遵照抗震鉴定标准中有关的规定。以上各条中说明的有关试验的资料，在进行任一试验中必须予以考虑。分析方法通常使用在控制仪表盘（屏）和机架的范围内鉴定相似的其他设备，如另一个控制仪表盘。现场试验一般用来鉴定已经就位安装的控制仪表盘。对形状相似的设备进行分析时，设备的质量、质量分布、安装方法和外形都要相似。

如果用一种计算机模型预测外形和尺寸都相似的控制仪表盘（屏）或机架对地震力输入的响应。计算机模型必须用试验验证。由计算机模型所获得的结果，必须与控制仪表盘（屏）或机架进行试验所获得的任一结果非常接近。当用现场试验补充所作的分析时，必须应用相同的准则。

用于分析之中的假设必须形成文件，并说明假设的依据。

### 5.5 修改

#### 5.5.1 修改对安全级控制仪表盘（屏）或机架抗震鉴定的影响

在控制仪表盘（屏）或机架上添加或拆除设备，或进行结构上的修改，必须确定它们对整个抗震鉴定的影响，这必须用试验或分析方法来完成。另一方面，在控制仪表盘（屏）或机架的最初鉴定中，考虑到大多数预期的修改，可以在重量负荷上留有足够的裕度，在这种情况下，分析能满意地证明因修改所要求的重量负荷的变化是在试验条件的范围内。

当所作的修改大大地影响了重量、或改变了控制仪表盘（屏）或机架的结构时，必须重新进行鉴定。

## EJ 574—91

当所进行的修改对控制仪表盘结构的重量影响不大时，可以绕过试验，直接使用简单分析或工程判断。例如，在控制仪表盘上增添或拆除一个开关，相对于整个控制仪表盘的重量是无关紧要的。

### 5.5.2 其它鉴定状态的影响

在控制仪表盘（屏）或机架上所作的任一修改，必须针对因修改引起的重大变更作出评价。对下列各方面必须进行评估，如必要时进行适当的分析，并用试验补充。

- a. 因修改引起热负荷改变对控制仪表盘（屏）或机架内的其他部件产生什么影响。
- b. 热负荷必须从两个方面评估：点或区域的热负荷增加，对四周邻近的设备的影响；修改对控制仪表盘（屏）或机架整个热负荷具有的影响。
- c. 根据GB 12727设备的鉴定状态。
- d. 已作修改的控制仪表盘（屏）或机架中所使用的安全级设备，必须按原设备的相同基准进行鉴定。安全级控制仪表盘（屏）或机架上所用新的或修改过的设备，必须按质量鉴定标准中讨论的方法进行鉴定（例如，辐照的影响、老化模拟、功能试验）。

## 6 文件

### 6.1 总则

为了保证每个控制仪表盘（屏）和机架在规定的性能特征和环境参数下可靠运行，必须具备完整可核查的文件。这些文件在设备寿期内必须保存。

在插件和设备已单个做了鉴定的情况下，控制仪表盘（屏）和机架的文件与部件（插件）的文件必须是相容的。

### 6.2 文件的详细要求

为了表明符合技术条件的质量保证的各个方面，必须提供鉴定文件。

文件至少应包括：

- a. 有关合格寿命、地震和其他环境参数的技术要求；
- b. 鉴定计划，包括鉴定过程所使用的方法或特定方法的说明。

### 附加说明：

本标准由中国核工业总公司企管部提出。

本标准由全国核仪器仪表标准化技术委员会归口。

本标准由核工业第一研究设计院负责起草。

本标准主要起草人：彭经文、赵善德。

本标准参照采用美国IEEE420—1982 《核电厂控制仪表盘、屏和机架设计和鉴定标准》。

Radtek Radtek Radtek  
Radtek Radtek Radtek  
Radtek Radtek Radtek