|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 27.120.20 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png CNS |   F65 |

中国核学会团体标准

T/CNS XXXX—XXXX

核电厂安全级电气和仪控设备的商品级物项识别方法

Guideline for commercial grade items identification of safety electrical and I&C equipment of nuclear power plants

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国核学会  发布

目次

[前言 II](#_Toc129160306)

[1 范围 1](#_Toc129160307)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc129160308)

[3 术语和定义 1](#_Toc129160309)

[3.1 物项 item 1](#_Toc129160310)

[3.2 商品级物项commercial grade item，CGI 1](#_Toc129160311)

[3.3 基础部件 basic component 1](#_Toc129160312)

[3.4 技术评价technical evaluation 1](#_Toc129160313)

[3.5 验收 acceptance 1](#_Toc129160314)

[3.6 适用性确认 dedication 2](#_Toc129160315)

[4 概述 2](#_Toc129160316)

[5 识别方法 2](#_Toc129160317)

[5.1 识别流程 2](#_Toc129160318)

[5.2 物项分级 3](#_Toc129160319)

[5.3 筛选商品级物项 5](#_Toc129160320)

[6 记录 5](#_Toc129160321)

[附录A （资料性） 典型故障模式/原理 1](#_Toc129160322)

[附录B （资料性） 物项识别表（样例） 2](#_Toc129160323)

[附录C （资料性） 物项识别记录表（样例） 1](#_Toc129160324)

[参考文献 2](#_Toc129160325)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国核学会标准化技术委员会提出。

本文件由核工业标准研究所归口。

本文件起草单位：中国核电工程有限公司、中核控制系统工程有限公司、北京广利核系统工程有限公司、国核自仪系统工程有限公司、上海自动化仪表有限公司、上海昱章电气成套设备有限公、广东正超电气有限公司、苏州东仪核电科技股份有限公司、核工业标准化研究所。

本文件主要起草人：XXX。

核电厂安全级电气和仪控设备的商品级物项识别方法

* 1. 范围

本文件规定了核电厂安全级电气和仪控设备的商品级物项识别原则和流程。

其他核设施安全相关应用中的电气和仪控设备的商品级物项识别过程可参照本文件执行。

对于非安全级重要电气和仪控设备，当要求获得高于商品级物项的可靠性时，可参考本文件中的过程和方法执行商品级物项的识别。

本文件适用于新建核电厂安全级电气和仪控设备中的商品级物项识别过程或在役核电厂安全级电气和仪控设备升级改造中商品级物项的识别过程。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

NB/Z 20540-2019 商品级物项在核电厂安全级电气仪控设备中的应用指南

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。



物项 item

材料、零件、部件、系统、构筑物以及计算机软件的通称。

[来源：HAF 003-1991，名词解释]



商品级物项commercial grade item，CGI

满足下述条件的物项：

a) 不是为核设施专门设计或不以核设施特有的技术要求为条件；

b) 用于非核设施；

c) 按制造厂产品说明（如样本）中规定的技术条件从制造厂或供货商处采购。

[来源：GB/T 13629—2008，3.4]



基础部件 basic component

影响其安全功能的构筑物、系统、部件，或其中的零件，用于保证：

a) 反应堆冷却剂压力边界的完整性；

b) 反应堆停堆并维持在安全停堆状态的能力；

c) 预防或缓解事故后果的能力。

注：基础部件是执行 HAF 003 质量保证体系设计制造的安全级物项或通过适用性确认合格的商品级物项。

[来源：NB/Z 20540—2019，3.3]



技术评价technical evaluation

为确保在采购文件中对物项提出正确的技术要求而执行的评价。

[来源：NB/Z 20540—2019，3.6]



验收 acceptance

使用一种或多种验收方法获取客观证据，以合理保证商品级物项能执行预定的安全功能。

[来源：NB/Z 20540—2019，3.12]



适用性确认 dedication

为了充分确信商品级物项可作为基础部件适合于核电厂安全级应用，对商品级物项进行技术评价和验收的过程。

[来源：NB/Z 20540—2019，3.13]

* 1. 识别方法

商品级物项识别活动是商品级物项适用性确认（commercial grade dedication,CGD）活动的一个关键环节。

根据NB/Z 20540，商品级物项的识别是指从执行安全功能的设备中识别出需要执行适用性确认的物项。

* + 1. 识别流程

商品级物项的识别流程如图1所示，分为两步：

* 1. 物项分级：分析物项的功能以确认物项是否参与或影响安全功能的执行；
  2. 筛选商品级物项：对于参与或影响安全功能执行的物项，进一步分析确定其是否满足商品级物项的定义和条件，进而确定物项是按照安全级物项采购还是按照商品级物项采购。



图1 商品级物项的识别流程

* + 1. 物项分级
       1. 物项分级原则

本文件的使用中，分级范围为安全级电气和仪控设备。

物项分级应综合考虑物项所属母体设备执行的具体安全功能、物项是否执行母体设备的安全功能、物项是否有安全相关功能接口，以及物项故障是否影响安全功能执行，进而判定物项的分级。若物项对于其母体设备要求的安全功能是必须的，则该物项划分为安全级，否则该物项划分为非安全级。

* + - 1. 开始准备
         1. 应收集足够充分的输入资料，以保证物项分级工作顺利开展。输入资料的收集原则如下：

1. 物项所属系统的安全功能描述是明确的；
2. 物项母体设备的安全分级和安全功能是明确的；
3. 物项母体设备的设计图纸足够详尽。
   * + - 1. 收集的输入资料通常包括：
4. 待识别物项母体设备的采购技术规格书或技术要求文件；
5. 待识别物项母体设备的材料清单，应包括组成设备的全部物项；
6. 待识别物项及其母体设备的安全功能信息，如安全分析报告、物项所属工艺系统的系统手册、安全分级清单/原则或安全功能说明等；
7. 待识别物项母体设备的功能原理信息，如设备的原理图、单线图或接线图等施工图纸文件；
8. 待识别物项的说明书，如选型说明、安装使用说明书、样本资料。
   * + 1. 识别物项母体设备的安全功能，应分解并详述物项母体设备的安全分级和安全功能，为执行具体的物项等级划分做准备。方法如下：
9. 依据核电厂相关电气和仪控设备的安全分级清单和安全功能说明，确定物项母体设备的安全分级和安全功能；
10. 对于无法确定安全功能的物项母体设备，应查阅其所属工艺系统的系统手册，对工艺系统的安全功能进行分解，得到该物项所属母体设备执行的全部安全功能。
    * + 1. 待识别物项的等级划分，应符合以下要求：

逐一分析待识别物项在其所属母体设备中的应用功能，顺序判断第5.2.4.1～5.2.4.3条的符合性。

待识别物项等级划分的结果应是包络性的，若某一物项在其所属母体设备中既执行安全功能，又执行非安全功能，此时应判定该物项为安全级。

* + - * 1. 物项是否执行母体设备安全功能：

分析待识别物项对其母体设备执行安全功能所起的作用，以判断该物项是否为安全级。

当满足以下任一条件时，判定该物项为安全级：

1. 作为母体设备安全功能的主要实现

典型如，控制安全状态为关闭的电动阀门的关闭信号中间继电器；为设备整体供电的断路器、直流电源模块；安全级盘台上用于事故后监测的显示装置等。

1. 作为安全承压边界

典型如，在线仪表与介质直接接触部分。

1. 为母体设备安全功能提供必要支持

典型如，控制机柜的外壳为内部零部件建立正常工作环境。

1. 为应对电厂内部和外部故障事件而设计

电厂内部条件下始发故障事件可能造成执行或影响安全功能的物项失效，进而影响母体设备安全功能的完整性，典型如：

1. 环境条件（辐射、温度、压力、湿度等的变化）
2. 电磁干扰（EMI）
3. 电厂系统、设备或构筑物故障（管道泄漏与破裂、内部飞射物，以及爆炸、火灾、水淹等）

电厂外部原因导致的故障始发事件也可能导致执行或影响安全功能的物项失效，进而影响母体设备安全功能的完整性，典型如：

1. 自然事件（地震、洪水、龙卷风、雷击等）
2. 外部人为原因（飞行器撞击、爆炸、火灾、腐蚀性流体释放等）

物项具体需应对的故障事件取决于母体设备执行的安全功能描述。典型如，防护安全喷淋的机柜密封垫圈、保证设备电磁兼容性能的浪涌保护器等。

1. 运行人员执行安全功能所必须

典型如：安全功能要求运行人员依照设备状态进行操作，则指示部件应为安全级，但是当设备自动地完成要求的安全功能而不需要操纵员操作时，此时指示部件应为非安全级。

* + - * 1. 物项是否具有安全相关功能接口：

当物项自身并不参与执行所属母体设备的安全功能，则需分析其与安全功能回路之间的接口，以判断该物项是否为安全级。当满足以下任一条件时，判定该物项为安全级：

1. 该物项与安全功能回路之间的实体隔离和电气隔离不满足GB/T 13286中的适用条款要求

典型如，不执行安全功能的盘面指示灯，若其并未与执行安全功能的回路做电气隔离，其故障时可能会波及安全功能回路，因此不满足标准GB/T 13286的4.6条和6.2条要求，应判定为安全级。

1. 该物项与安全功能回路之间的实体隔离和电气隔离不满足项目设计文件特殊要求
   * + - 1. 物项故障是否影响安全功能：

当物项自身并不参与执行母体设备的安全功能，且不具有安全相关功能的接口，则需分析其故障模式及失效后果对其母体设备安全功能的影响（如图2所示），以判断该物项为安全级。



图2 物项的故障模式和影响分析流程

物项的故障分析应识别出可信故障模式。若物项的任一失效对其母体设备的安全功能造成影响，不考虑其严重性和发生频率，判定该物项为安全级，否则判定该物项为非安全级。

物项的故障模式应考虑如下因素：

1. 正常运行
2. 假设事故，如设计基准事故和地震事件
3. 老化
4. 由辐照、温湿度造成的退化
5. 材料的兼容性
6. 可用的运行历史记录（可用的工业数据、监管机构通知/报告、供货商信函等）

典型的故障模式参见附录A。

* + 1. 筛选商品级物项

对划分为安全级的物项需进一步评估，判断其是否满足商品级物项的定义和条件。安全级物项应优先选用遵循核级质保体系设计、生产及制造的物项。当该物项的设计、生产及制造过程遵循HAF003质保体系，则作为安全级物项采购；否则确定其作为CGI物项采购。

* 1. 记录

商品级物项的识别过程应以文档形式进行记录，记录内容应至少包括：

1. 输入文件清单；
2. 物项母体设备的安全功能描述，包含分析过程；
3. 物项分级过程记录；
4. 是否作为CGI采购的判定记录。

附录B给出了物项识别过程适用的参考表格样式。

附录C列出了物项识别汇总适用的参考表格样式。

2. （资料性）  
   典型故障模式/原理

|  |  |
| --- | --- |
| **故障模式/原理** | **描述** |
| 堵塞 | 过滤介质堵塞，导致不能执行物项的净化功能或流体堵塞 |
| 锈蚀 | 由于环境和材料间的化学或电气化学反应，例如氧化，造成材料的逐渐恶化 |
| 韧性断裂 | 以由外观的塑性变形引起的金属断裂为特征的断裂 |
| 腐蚀 | 由流动液体的磨蚀引起的材料损坏，通常被液体携带的固体颗粒加速腐蚀 |
| 应力超出 | 在过大外力的作用下，零件的材料变形或扭曲 |
| 破裂 | 由不可见的塑性变形引起的固体分裂 |
| 变质 | 由于暴露在高温或辐射下引起的材料机械和物理性能的丧失 |
| 机械蠕变 | 由于长时间的暴露在高温高压下，物体在物理（形状和尺寸）和机械特性上表现出的缓慢变化 |
| 开路 | 电气回路意外中断，导致电流失去完整通路 |
| 粘滞 | 通过过压、超温、摩擦或堵塞引起的正常移动物体的粘滞 |
| 短路 | 异常连接，电气电流被连接至大地或某些导体，通常导致过电流 |
| 不可接受的振动 | 由于不平衡、缺少支持或以临界速度旋转产生的机械振幅超出定义允许的限制 |

1. （资料性）  
   物项识别过程表（样例）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 物项名称：*断路器/继电器/按钮等（此处以断路器为例）* | | | | |
| 物项型号：S202-C2 | | 制造商： |  | |
| 对应物项代码：004QF | | | | |
| 物项功能描述：安全级供配电线路的分配与保护。 | | | | |
| **物项分级** | | | | |
| **1**．物项母体设备是否执行安全功能 ■是 □否 | | | | |
| 安全功能描述：物项母体设备为控制柜，用于安全级模拟量信号、开关量信号、电气供电的连接/扩展，以及就地控制和监测。 | | | | |
| **2**．物项是否执行母体设备安全功能 ■是 □否 | | | | |
| 功能描述：电气功能，控制设备得电/失电，回路保护，参与执行物项母体设备的安全功能。 | | | | |
| **3**．物项是否具有安全相关功能接口 □是 ■否 | | | | |
| 接口描述：断路器与就地盘箱柜电路连接，电源就地提供，未与其他执行安全功能的系统或设备接口。 | | | | |
| **4**．故障模式及影响分析 | | | | |
| 故障模式 | 对安全功能的影响分析 | | | 是否影响安全功能 |
| 不能正常接通 | 不能正常接通电路，无法为下游安全级设备供电，影响安全功能执行。 | | | ■是 □否 |
| 无法断开 | 无法断开电路，失去断路保护，导致设备损伤或失效扩大，影响安全功能执行。 | | | ■是 □否 |
| 动作不满足跳闸曲线 | 未达到分断条件而分断电路，导致下游设备失电而影响安全功能执行；或达到分断条件未断开，不能实现选择性保护，而造成失效扩散，影响更多安全级设备执行安全功能。 | | | ■是 □否 |

|  |  |
| --- | --- |
| **6**．物项分级 ■安全级 □非安全级 | |
| **筛选商品级物项** | |
| **7**．是否符合商品级物项定义  (1)不是为核设施专门设计或不以核设施特有的技术要求为条件；  (2)用于非核设施；  (3)按制造厂产品说明（如样本）中规定的技术条件从制造厂或供货商处采购。 | ■是 □否  ■是 □否  ■是 □否 |
| **8**．物项的设计、生产及制造过程遵循核级质保体系 | □是 ■否 |
| **9**．按照CGI验收 | ■是 □否 |

1. （资料性）  
   物项识别汇总表（样例）

| **序号** | **代码** | **名称** | **型号及规格** | **物项是否划分为安全级** | **是否按照安全级物项采购** | **是否按照商品级物项采购(执行CGD)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 601TO | 按钮 | LA38-11/209B 绿色 | √ | × | √ |
| 2 | 001JS | 隔离开关熔断器组 | OS32GD03K熔芯：OFAFC000GG10(10A)+OA1G10 | √ | × | √ |
| 3 | 001GS | 开关电源 | 4NIC-Q192/H 输入:380VAC 输出:48VDC 4A | √ | × | √ |
| 4 | 601CC | 选择开关 | LA38-22Y2/209B | √ | × | √ |
| 5 | 002FR | 热继电器 | TA25DU-0.63M(0.4-0.63A)+DB25/25 A | √ | × | √ |
| 6 | 111CC | 选择开关 | LA38-10Y2/209B | √ | × | √ |
| 7 | 004QF | 断路器 | S202-C2 | √ | × | √ |
| 8 | 005QF | 断路器 | S202M-C4DC | √ | × | √ |
| 9 | 001ES | 盘内照明 | GKL5208 AC220V 8W | × | × | × |

参考文献

[1]HAF 003 核电厂质量保证安全规定

[2]GB/T 13286-2021 核电厂安全级电气设备和电路独立性准则

[3]GB/T 13629-2008 核电厂安全系统中数字计算机的使用准则

[4]GB/T 7826-2012 系统可靠性分析技术 失效模式和影响分析（FMEA）程序

[5]EPRI NP-5652 Guideline for the Utilization of Commercial Grade Items in Nuclear Safety Related Applications (NCIG-07)

[6]EPRI NP-6895 Guidelines for the Safety Classification of Systems, Components, and Parts Used in Nuclear Power Plant Applications(NCIG-17)

[7]EPRI 3002002982 Guideline for the Acceptance of Commercial-Grade Items in Nuclear Safety-Related Applications

[8]EPRI TR-1008256 Guidelines for the Technical Evaluation of Replacement Items in Nuclear Power Plants