

附件二：

民用核安全机械设备模拟件制作实施细则

(征求意见稿)

第一章 总 则

第一条 根据《民用核安全设备监督管理条例》(以下简称《条例》)第十三条和《民用核安全设备设计制造安装和无损检验监督管理规定》(HAF601)的要求,申请领取民用核安全设备制造许可证或者安装许可证的单位,还应当制作有代表性的模拟件,特制定本实施细则。

第二条 本实施细则适用于申请领取民用核安全机械设备制造、安装许可证单位在取证申请审查过程中的模拟件制作工作。

第二章 管理职责

第三条 国家核安全局组织审查申请单位的模拟件制作方案和质量计划,选取见证点,并在申请单位的模拟件制作过程中实施监督。

第四条 申请领取民用核安全机械设备制造许可证或者安装许可证的单位,在提交申请文件的同时,提交模拟件制作方案和质量计划,并在模拟件制作过程中接受国家核安全局的监督。

第三章 总体要求

第五条 对于申请民用核安全机械设备制造和安装许可证的单位，应按所申请的核安全机械设备类别进行模拟活动。

第六条 对于民用核安全机械设备制造、安装许可证延续申请单位，针对在上一持证周期内没有进行过的许可范围内的民用核安全机械设备制造、安装活动，应进行相应的模拟活动。

制造和安装许可证申请单位如果原许可范围涵盖核安全 1 级反应堆压力容器、稳压器、蒸汽发生器或主泵且具有相应的活动经历，针对上述设备类别取证不需制作模拟件。

第四章 模拟件选型原则

第七条 模拟件选型应当结合其申请设备类别、核安全级别、制造工艺、材料牌号、结构型式、规格尺寸等来确定，并具有代表性。模拟件制作应不低于民用核安全设备标准或国家核安全局认可的其他规范标准的要求。

第八条 同时申请不同核安全级别的同一设备类别、设备品种的申请单位，应按照最高级别目标产品选取模拟件。

第九条 模拟件材料应与所申请目标产品的材料和（或）规范标准要求的材料同一类型。模拟件的结构形式、工艺设计、检验和试验要求应与申请制造的主要目标产品相适应。

第十条 对于反应堆压力容器、稳压器、蒸汽发生器、主泵、主管道和堆内构件等主设备模拟件需要参考堆型的特点。

第十一条 针对同时申请同一类别泵、阀门、阻尼器、压缩机、风机、控制棒驱动机构等的设计、制造许可证单位，在模拟件制作中还应完成设计鉴定试验，包括技术条件规定的环境鉴定试验、抗震试验等所有型式试验项目。

第十二条 各类民用核安全机械设备模拟件的结构形式、规格尺寸、材料等要求见附件 1。

第五章 模拟活动的过程控制

第十三条 制造、安装许可证申请单位必须在提交取证申请文件的同时，提交按本规定选取的模拟件制作方案和质量计划。申请单位应在相应的模拟件制作方案中，详细描述模拟件选型、模拟件制造工艺流程、模拟件关键制造工艺等。

模拟件制作方案的格式见附二，推荐的质量计划格式见附三。

第十四条 申请单位必须在模拟件制作方案和质量计划经国家核安全局审查批准后，方可开始模拟件制作。

第十五条 模拟件制作必须按照申请文件中提交并经审查认可的质量保证大纲文件的要求实施和控制。

申请单位必须按照产品生产过程履行质量计划。对于国家核安全局选取的见证点，申请单位应按规定提前 10 个工作日书面通知国

家核安全局，以便进行见证。

申请单位在完成模拟件制作后应进行一次内部监查，并形成监查报告。

第十六条 模拟件制作完成后，申请单位应完成模拟件的制造、试验、性能和质保控制的模拟件制作完工总结报告，并报国家核安全局。

模拟件制作完工总结报告的格式见附四。

第六章 附 则

第十七条 本实施细则由国家核安全局负责解释。

第十八条 本实施细则自发布之日起执行。

附一：

各类民用核安全机械设备模拟活动举例

一、民用核安全机械设备的制造

设备类别 / 品种		核安全级别	模拟件选取原则	主要模拟工艺	替代原则
压力容器、热交换器、储罐	压力容器（反应堆压力容器、稳压器）	1 级	➤ 筒体壁厚不应小于 40mm，直径不应小于 1000mm、高度不应小于 1500mm，包括筒体、封头和接管等结构。 ➤ 同时申请反应堆压力容器的，为体现反应堆压力容器的关键技术特点，还须选取主环缝焊接等厚度的模拟试块，以及异种金属（接管和安全端，直径和厚度 1: 1）的圆环。	➤ 焊接（堆焊）、检验、热处理、功能性试验等。 ➤ 反应堆压力容器还应模拟主环缝焊接、异种金属焊接（安全端焊接）和内层堆焊等。	除管板及其与传热管胀接、管板堆焊以及密封焊工艺外，其余项目反应堆压力容器可覆盖蒸汽发生器。
	管壳式热交换器（蒸汽发生器）	1 级	➤ 筒体与反应堆压力容器模拟件的要求一致。 ➤ 同时为体现蒸汽发生器的关键技术特点，选取主环缝焊接等厚度的模拟试块、异种金属（接管和安全端，直径和厚度 1: 1）的圆环、以及传热管和管板试块。 ➤ 模拟件管板厚度应大于 500mm、传热管数量不应小于 30 根，传热管的直径、壁厚、材质应与目标产品一致。	➤ 成形、焊接（堆焊）、检验、热处理、功能性试验等工艺。 ➤ 主焊缝焊接、异种金属焊接（安全端焊接）和内层堆焊等工艺。 ➤ 管板堆焊、钻孔，以及和传热管的胀管和密封焊等。	

设备类别 / 品种		核安全 级 别	模拟件选取原则	主要模拟工艺	替代原则
	压力容器 储罐	2、3 级	压力容器模拟件必须包括筒体、封头和接管等，尺寸如下： ➤ 申请产品壁厚大于（等于）40mm，其模拟件的壁厚不应小于 40mm，直径不应小于 1000mm，高度不应小于 1500mm；	工艺上应包括成形、焊接（堆焊）、检验、热处理、水压试验等。	➤ 选用奥氏体不锈钢材料的模拟件可以覆盖碳钢和合金钢模拟件。 ➤ 压力容器和热交换器模拟件壳体可以相互覆盖。
压力容器、 热 交 换 器、储罐	压力容器 储罐	2、3 级	➤ 申请产品壁厚小于 40mm，其模拟件壁厚应不小于申请产品壁厚（范围向下覆盖）、直径和高度应选申请产品中具有代表性的参数，若此时申请产品直径大于1000mm，高度大于1500mm时，模拟件直径不应小于1000mm，高度不应小于 1500mm。	工艺上应包括成形、焊接（堆焊）、检验、热处理、水压试验等。	➤ 选用奥氏体不锈钢材料的模拟件可以覆盖碳钢和合金钢模拟件。 ➤ 压力容器和热交换器模拟件壳体可以相互覆盖。
	管壳式热 交换器	2、3 级	管壳式热交换器模拟件除压力容器规定的结构外，还必须包括管板和传热管，管板厚度和传热管规格与目标产品一致，传热管数量不少于 15 根（U 型）（传热管采用奥氏体不锈钢材料），模拟应包括最小弯曲半径。	管壳式热交换器模拟件除一般容器中规定的工艺外，还必须包括传热管成形、胀管和密封焊等。	
	板 式 热 交 换 器	3 级	板式热交换器模拟件选取目标产品中的最大规格，结构型式、规格尺寸、设计压力和温度、主体材料等与目标产品相同。板片数量大于 100 的，其数量不低于 100 片；板片数量低于 100 的，按照实际板片数量。	板式热交换器模拟板片成形、装配、焊接、无损检验、水压试验等。	

设备类别 / 品种		核安全级别	模拟件选取原则	主要模拟工艺	替代原则
堆内构件		3 级	➤ 吊篮筒体的模拟筒节，选取直径不小于 1500mm，长度不小于 1000mm，壁厚不小于 40mm；同时选取板厚不低于 100mm 的支承板与筒节相焊，支承板至少包括 10 个镗孔(考核支承板平面度)。 ➤ 控制棒导向筒选取长度不低于 500mm，其余要求与产品一致。	筒体成形、焊接、机加、检验、热处理，以及导向筒的试验等。	
控制棒驱动机构		1 级	模拟件应选取一组控制棒驱动机构，其结构、尺寸、材料等与目标产品一致。	焊接、热处理、无损检验、机加、水压试验、冷态、热态性能试验等。	
泵	主泵	1 级	选择 2 级不锈钢离心泵做为模拟件。	焊接、热处理、无损检验、装配、动平衡试验、功能性试验、抗震试验、环境鉴定试验等。	
泵	离心泵 往复泵 屏蔽泵 其他类型 核安全级 泵等	2、3 级	模拟件应具有代表性，其结构型式（离心泵、往复泵、屏蔽泵及其它结构型式泵）和规格尺寸、设计压力和温度、主体材料、流量、扬程、电机功率、效率、NPSH 等与所选目标产品的一致。	焊接、无损检验、热处理、动平衡试验、装配、功能性试验等工艺，以及型式试验（环境鉴定试验、抗震试验等）。	➤ 结构上多级可以代替单级；双吸和单吸可以互相代替；卧式可以代替立式。 ➤ 材质替代见注 2。
压缩机	离心式 往复式	1、2、3 级	选取目标产品中有代表性的一种规格，按照同材质、结构和工艺。	焊接、热处理无损检验、动平衡试验、装配、功能性试验等工艺以及鉴定试验。	材质替代见注 2。
风机		1、2、3 级	选取目标产品中有代表性的一种规格，按照同材质、结构和工艺。	热处理、焊接、无损检验、动平衡试验、装配、功能性试验等工艺以及鉴定试验。	材质替代见注 2。

设备类别 / 品种		核安全级别	模拟件选取原则	主要模拟工艺	替代原则
阀门	隔离阀(截止阀、闸阀、球阀、蝶阀、隔膜阀等); 单向阀(包括升降式止回阀、旋起式止回阀、特殊型止回阀、疏水阀); 安全阀、释放阀(弹簧安全阀、先导式安全阀、爆破阀、卸压阀); 调节阀(比例调节阀、节流调节阀、减压阀); 其他类型核安全级阀(如仪表阀等)	1、2、3级	➤ 每种结构均需作模拟件,选择有代表性的目标产品,按照 1: 1 规格进行; ➤ 模拟件应与所申请的目标产品安全级别、结构型式、设计压力、温度、工作介质、主体材料牌号、驱动方式(手动、电动、气动、液动)(隔离阀、调节阀)、密封方式、起跳及回座压力(安全、释放阀)、调节方式(调节阀)、特殊要求等相同。	铸造、锻造、焊接、热处理、装配、无损检验、功能性试验、型式试验(环境鉴定试验、抗震试验等)。	➤ 结构上驱动方式电动可以代替其他方式,气动或液动可以代替手动。 ➤ 比例调节阀模拟件可代替其它调节阀;节流调节阀可以代替减压阀。 ➤ 材质替代见注 2
闸门	人员闸门 设备闸门 应急闸门等	2 级	➤ 人员闸门和应急闸门模拟件只限手动,筒节直径不小于 1000,厚度不小于 20,长度不小于 1000mm,在门上加顶升机构、锁紧机构、铰链机构。 ➤ 设备闸门模拟件选取封头焊接,包括顶圆和瓜瓣,封头内径不小于 3500mm,壁厚不小于 40mm,瓜瓣不小于 6 个。其余要求与目标产品一致。	成形、焊接、热处理、无损检验、密封试验、功能性试验等。	

设备类别 / 品种		核安全级别	模拟件选取原则	主要模拟工艺	替代原则
管道和管配件	直管	1 级	➤ 按照与目标产品相同的核安全级别、制造工艺、设计压力和温度等作为模拟件。选取长度不低于 2000mm 的直管。 ➤ 申请产品内径不小于 500mm，壁厚不小于 60mm 的，模拟件的内径不应小于 500mm，壁厚不应小于 60mm。 ➤ 申请产品内径小于 500mm 或壁厚小于 60mm 的，模拟件的内径和壁厚应不小于申请产品。	冶炼、铸造/锻造、挤压、穿孔、轧制、拉拔、热处理、无损检验、水压试验等。	材质替代见注 2
	直管	2、3 级	➤ 按照与目标产品相同的制造工艺、设计压力和温度等作为模拟件。原则上选取最大壁厚和最大通径的直管，长度不低于 2000mm。 ➤ 对于焊接直管，还应选取最大壁厚和最大壁厚对应的最小通径的焊接直管作为模拟件。	冶炼、锻、挤压、穿孔、轧制、拉拔、热处理、无损检验、水压试验等。	材质替代见注 2
	管道预制	1、2、3 级	➤ 按照与目标产品相同的核安全级别、制造工艺、材料、设计压力和温度等作为模拟件。管道预制包括弯管、主管焊接（管道与管件或管道与管道对接）、支管焊接（骑座式、插入式），弯管角度选取 90°。申请产品内径不小于 500mm，壁厚不小于 60mm 的，模拟件的内径不应小于 500mm，壁厚不应小于 60mm。支管插入式外径不小于 200mm，壁厚不小于 50mm，骑座式外径不大于 100mm，壁厚不小于 20mm。	对接焊（直管和弯头）、支管焊（骑座式、插入式）、弯制（冷、热）、热处理、无损检验、水压试验等工艺模拟。	材质替代见注 2
管道和管配件	管道预制	1、2、3 级	➤ 申请产品内径小于 500mm 或壁厚小于 60mm 的，模拟件的内径和壁厚应不小于申请产品。主管直径不小于 300mm 的，考虑插入式和骑座式支管焊接，对于主管直径小于 300mm，只选择骑座式支管焊接。	对接焊（直管和弯头）、支管焊（骑座式、插入式）、弯制（冷、热）、热处理、无损检验、水压试验等工艺模拟。	材质替代见注 2

设备类别 / 品种		核安全级别	模拟件选取原则	主要模拟工艺	替代原则
	热交换器 传热管	1、2、3级	➤ 选取目标产品中一种管子规格，核安全级别、制造工艺、设计压力和温度、材料等与目标产品相同，长度不小于30000mm。 ➤ U型管弯制选取目标产品中的最小弯曲半径，数量不少于5根。	冶炼、锻造、穿（钻）孔、挤压、轧制、拉拔、矫直、弯制、热处理、无损检验、水压试验等工艺。	➤ U型管可以代替直管 ➤ 材质替代见注2
	管件（弯头、三通、异径管等）	1、2、3级	➤ 按不同结构型式、材料、成形工艺（冷、热的推制、弯制、挤压、锻制）分别选取模拟件，原则上分别选取申请范围最大壁厚和与最大壁厚对应的最大通径、申请范围最大通径和与最大通径对应的最大壁厚的两种管件。 ➤ 弯头选取最大变形率。 ➤ 三通选择等径三通。 ➤ 有缝管件还需模拟焊接及焊后成形工艺。	铸造/锻造、冷/热成形（推制、挤压）焊接、热处理、无损检验等。	➤ 不锈钢冷、热成形可代替碳钢、合金钢的冷、热成形；合金钢冷、热成形可代替碳钢的冷、热成形。 ➤ 热成形三通可代替热成形弯头和异径管。
支承件	设备支承件	1、2、3级	选取申请目标产品中核安全级别最高、结构最复杂的设备支承件，1:1制作。		
	管道支承件（管部、连接件、根部、功能件）	1、2、3级	选取一套模拟件（包括管部、连接件、根部、功能件），选取有代表性的结构和规格，核安全级别最高、其结构型式、主体材料、规格尺寸、载荷等级等与目标产品一致。	成形、焊接、热处理、无损检验、功能性试验等。	恒力弹簧支吊架可以代替变力弹簧支吊架。
	阻尼器（机械阻尼器、液压阻尼器等）	1、2、3级	选取有代表性的结构和载荷等级，核安全级别最高、其主体材料、规格尺寸等与目标产品一致。	焊接、热处理、无损检验、功能性试验（包括动态和静态基本性能试验）、型式试验（环境鉴定试验等）等。	
波纹管、膨胀节	金属波纹膨胀节 特种型式金属膨胀节 金属波纹管	1、2、3级	选取目标产品中有代表性的结构形式、规格和主体材料牌号。	机加、波纹管压制、膨胀节的装配、焊接、热处理、无损检验、水压试验等。	金属波纹膨胀节可以代替金属波纹管。

设备类别 / 品种		核安全级别	模拟件选取原则	主要模拟工艺	替代原则
铸锻件	容器类锻件	1、2、3级	选取锻环，其内径、厚度、材料与目标产品一致，长度不小于1000mm。	冶炼、锻造、热处理、无损检验等。	➤ 泵体可以代替阀体、法兰。 ➤ 容器类锻件可以代替接管、支承、法兰类锻件。 ➤ 接管锻件可以代替法兰、支承类锻件。 ➤ 材质替代见注2。
	泵阀铸锻件、接管、法兰、支承类锻件	1、2、3级	选取目标产品中有代表性的泵体、阀体、接管、法兰或支承（同材质、结构和工艺）。对于同时申请铸造、锻造的，其铸造、锻造各选一个模拟件。	冶炼、铸造、补焊、锻造、热处理、无损检验等。	
法兰	——	1、2、3级	法兰制造模拟件选取目标产品中有代表性的一种规格，按照同材质、结构和工艺。	冶炼、锻造、热处理、机加、无损检验等。	材质替代见注2。
机械贯穿件	——	1、2、3级	选取有代表性的一种规格，按照同材质、结构和工艺。	焊接、无损检验、密封试验等。	材质替代见注2。

二、民用核安全机械设备的安装

设备类别 / 品种	核安全级别	模拟件选取原则	主要模拟工艺	替代原则
核安全机械设备安装 ——	—	➤ 选取奥氏体不锈钢管道对接焊，模拟件的内径不应小于500mm，壁厚不应小于60mm。 ➤ 同时选取与目标产品一致牛腿焊接。	焊接、无损检验。	

注1：本附件参照压水堆核电站制定，其它堆型可参照执行。

注2：材质替代原则：马氏体不锈钢和镍基合金可代替奥氏体不锈钢；奥氏体不锈钢可以代替碳钢和低合金钢；低合金钢可以代替碳钢。

附二：

模拟件试制方案的格式

封面： 题目、编审批、单位、日期、盖章

内容：

一、前言

二、模拟件选型原则。（应按照申请活动范围，并结合所申请的目标产品的结构特点、设计参数、材料、关键制造工艺等方面说明所选模拟件能够代表典型目标产品。）

三、模拟件总体要求（包括模拟件结构简图，以及结构、尺寸，材料、主要设计参数、技术要求等描述）。

四、模拟件制作、检验和试验中执行的规范、标准。

五、模拟件技术条件、工艺规程等。

六、模拟件制作过程中的质量保证总体要求简述。

七、从事模拟件制作主要人员基本情况。

八、模拟件制作所涉及的场地、设备情况（包括主要制作设备、检验和试验设备、清洁场地等）。

九、模拟件采购控制（包括主要部件采购技术条件和控制方法、分包控制要求等）。

十、模拟件所涉及的工艺评定内容（包括评定项目、评定方法、过程要求、取样方法（包括取样图）及验收要求等）。

十一、模拟件制作工艺流程图。

十二、模拟件制作关键过程控制（针对模拟件的铸造、锻造、成形、焊接、热处理、加工、装配、清洁度、胀接、检验、功能性

试验等主要制作过程控制说明)。

十三、模拟件的检验和试验（包括检验项目、检验方法、验收标准等）

- 1、模拟件主要检验和试验。
- 2、模拟件解剖试验（如有）。

十四、记录。

附三：

推荐的质量计划格式

质量计划

- 1. 编制目的
- 2. 编制依据
- 3. 适用范围
- 4. 归口管理部门
- 5. 实施要求
- 6. 质量计划表格内容

编号：		质量计划				共 页 第 页													
产品名称				产品型号				适用阶段				核安全等级				质保等级			
零件名称				零件型号				工程名称											
符号说明		R—书面见证点 W—现场见证点 H—停工待检点				技术条件和质量标准													
工序号	工序内容		依据文件				操作者	执行日期	见证点设置			实施情况(签字及日期)			记 录	备 注			
									QC	QA	第三方	QC	QA	第三方					
1	先决条件																		
2																			
3																			

附四：

模拟件完工总结报告的格式

一、方案概述

二、执行的规范标准

三、技术文件的制定

（1）工艺流程图

（2）工艺评定清单（焊接、胀接、成形、铸造、锻造、热处理等）

（3）工艺规程清单

四、模拟件试制活动的实施和质量保证体系的运行情况

1、质保体系文件

2、质量计划执行情况（包括先决条件检查、见证点执行情况等）

3、人员资质与培训

4、文件和记录控制

5、采购控制（包括主要原材料采购和复验、供方评价等）

6、工艺试验和工艺评定实施（描述主要工艺试验和工艺评定情况，包括试验/评定项目、试验/评定方法、过程控制、取样方法、试验/评定结果等）

7、工艺过程控制（描述主要工艺过程控制，如铸造、锻造、焊接、热处理、胀接、成形等）

8、清洁度控制

9、装备和场地

10、测量和试验设备检定

11、检验和试验控制

（1）模拟件主要检验和试验（包括氦检漏、功能性试验等）

（2）模拟件解剖试验（包括产品见证件设置、破坏性试验结果等）（如有）

12、不符合项控制

13、内部监查

五、结论