

附件 1

核安全导则 HAD 601/01-2013

民用核安全机械设备模拟件制作 (试行)

国家核安全局 2013 年 5 月 24 日批准发布

国家核安全局

民用核安全机械设备模拟件制作 (试行)

(2013年5月24日国家核安全局批准发布)

本导则自2013年5月24日起实施

本导则由国家核安全局负责解释

本导则是指导性文件。在实际工作中可以采用不同于本导则的方法和方案,但必须证明所采用的方法和方案至少具有与本导则相同的安全水平。

本导则的附件与正文具有同等效力。

本导则的附录为参考性文件。

目 录

1 引言	4
1.1 目的	4
1.2 范围	4
2 模拟件制作	4
2.1 总则	4
2.2 模拟件选型原则	4
3 模拟活动的过程管理	5
3.1 需要提交的文件	5
3.2 模拟件制作过程管理	5
3.3 模拟件完工总结报告	6
附件 I：民用核安全机械设备模拟活动要求	7
I.1 民用核安全机械设备的制造	7
I.2 民用核安全机械设备的安装	15
附件 II：模拟件制作方案的编写格式	16
附件 III：模拟件完工总结报告的格式	17
附录：推荐的质量计划格式	18

1 引言

1.1 目的

根据《民用核安全设备监督管理条例》（国务院第 500 号令）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）的规定，申请领取民用核安全设备制造或者安装许可证的单位，应当制作有代表性的模拟件。为了进一步明确民用核安全机械设备制造和安装许可证申请单位取证申请审查过程中的模拟件制作技术要求，特制定本导则。

1.2 范围

本导则适用于申请领取民用核安全机械设备制造或者安装许可证的单位（以下简称“申请单位”）在取证申请审查过程中的模拟件制作活动。

2 模拟件制作

2.1 总则

- （1）申请民用核安全机械设备制造或者安装许可证的单位，应按所申请的核安全机械设备类别进行模拟件制作活动。
- （2）申请单位确定模拟件制作要求时，要充分考虑自身的申请范围、产品结构、制造/安装能力和业绩。
- （3）申请单位应根据《核电厂质量保证安全规定》（HAF003）的要求建立完善的质量保证体系，该体系在模拟件制作过程中应得到有效实施。
- （4）申请单位应按照经国家核安全局认可的模拟件制作方案和质量计划进行模拟件制作活动，并在模拟件制作过程中接受国家核安全局的监督。

2.2 模拟件选型原则

- （1）申请单位应根据所申请设备类别、核安全级别、制造工艺、安装工艺、材料牌号、结构型式、规格尺寸等选择有代表性的模拟件。模拟件制作应符合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。

- (2) 同时申请不同核安全级别的同一设备类别、品种的单位，应按照最高级别的目标产品选取模拟件。
- (3) 模拟件材料应与所申请目标产品的材料和（或）规范标准要求材料同一类型。模拟件的结构型式、制作工艺、检验和试验要求应与申请制造的主要目标产品一致。
- (4) 对于反应堆压力容器、稳压器、蒸汽发生器、主泵、主管道、控制棒驱动机构、堆内构件、主蒸汽隔离阀等模拟件需要参考堆型和功率的特点。
- (5) 同时申请同一类别设备的设计、制造许可证单位，如泵、阀门、阻尼器、压缩机、风机、控制棒驱动机构等，在模拟件制作中还应完成所有的鉴定试验，包括技术条件规定的功能性试验、环境试验、抗震试验等。
- (6) 各类民用核安全机械设备模拟件的结构型式、规格尺寸、材料、制作工艺等见附件 I。

3 模拟活动的过程管理

3.1 需要提交的文件

申请单位必须在提交取证申请文件的同时，提交按本导则制定的模拟件制作方案和质量计划。申请单位应在其模拟件制作方案中，详细描述模拟件的选型原则、制造工艺流程、关键制造工艺等。

模拟件制作方案的编写格式见附件 II，推荐的质量计划格式见附录。

3.2 模拟件制作过程管理

- (1) 在模拟件制作方案和质量计划经国家核安全局审查认可后，申请单位方可开始模拟件的制作。
- (2) 在模拟件制作过程中，申请单位提交并经审查认可的质量保证大纲必须得到有效实施。对于模拟件制作过程中发生的不符合项，应上报国家核安全局。
- (3) 模拟件制作过程中，申请单位应严格履行质量计划。对于国家核安全局选取的“W”和“H”见证点，申请单位应提前 7 个工作日书面通

知国家核安全局，以便进行见证。

- (4) 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，备国家核安全局查阅。

3.3 模拟件完工总结报告

模拟件制作完成后，申请单位应形成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件 III。

附件 I：民用核安全机械设备模拟活动要求

I.1 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	代替原则
压力容器、热交换器、储罐	压力容器（反应堆压力容器、稳压器等）	1 级	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 容器模拟件：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，接管的直径不小于筒体直径的 1/5。 ➤ 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。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 成形、焊接（包括堆焊）、检验、热处理、功能性试验等。 ➤ 主环焊缝焊接、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代替蒸汽发生器。
	管壳式热交换器（蒸汽发生器等）	1 级	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 容器模拟件：与核 1 级压力容器的要求一致。 ➤ 为体现蒸汽发生器的关键技术特点，选取主焊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、传热管数量不应少于 30 根，传热管的直径、壁厚、材料参考目标产品确定。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 成形、焊接（包括堆焊）、检验、热处理、功能性试验等。 ➤ 主焊缝焊接、异种金属焊接（安全端焊接）和内层堆焊等。 ➤ 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	代替原则
压力容器、热交换器、储罐	压力容器 储罐	2、3级	<p>压力容器模拟件必须包括筒体、封头和接管（接管直径不小于筒体直径的 1/5）等，尺寸如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 申请产品壁厚不小于 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。 ➤ 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。 	成形、焊接（包括堆焊）、检验、热处理、功能性试验等。	压力容器和热交换器模拟件壳体可以相互代替。
	管壳式热交换器	2、3级	<p>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，管板厚度不低于 200mm，传热管规格、结构型式和材料与目标产品一致。采用 U 型传热管的，应包含目标产品中最小弯曲半径，数量不少于 15 根；采用直管的，数量不少于 30 根。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 成形、焊接（包括堆焊）、检验、热处理、功能性试验等。 ➤ 传热管成形、胀管和密封焊等。 	
	板式热交换器	2、3级	<p>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一致。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。</p>	板片成形、板片与密封垫片的连接、装配、焊接、检验、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	代替原则
堆内构件		3 级	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 吊篮筒体模拟件应至少包含筒节、法兰和两个管嘴。筒节直径不小于 1500mm，长度不小于 1000mm，壁厚不小于 40mm；法兰的尺寸应与筒节相适应；管嘴外径不小于 500mm，管嘴壁厚与直径之比与产品相匹配，不小于 80mm。 ➢ 控制棒导向筒选取下部控制棒导向筒 1: 1 模拟。 	筒体成形、焊接、机加工、检验、热处理、导向筒装配焊接的防变形工艺、导向筒的摩擦力试验等。	
控制棒驱动机构		1 级和 3 级	模拟件应选取一组控制棒驱动机构，其结构、尺寸、材料、工艺等与目标产品一致。	焊接、热处理、装配、检验、机加工、水压试验、冷态性能试验、热态性能试验等。	
泵	主泵	1 级	模拟件的结构型式、规格尺寸、设计压力和温度、主体材料、性能要求、工艺等与目标产品一致。	焊接、热处理、检验、机加工、动平衡试验、装配、功能性试验等。	
	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、屏蔽泵及其他结构型式泵）和规格尺寸、设计压力和温度、主体材料、流量、扬程、轴功率、效率、NPSH 等与所选目标产品一致。	焊接、热处理、检验、机加工、动平衡试验、装配、功能性试验等。	结构上多级可以代替单级；双吸和单吸可以互相代替。
压缩机	离心式 往复式等	1、2、3 级	针对目标产品中每种结构型式（离心式、往复式等），各选取有代表性的一种规格，按照同材料、结构、规格尺寸和工艺。	焊接、热处理、检验、机加工、动平衡试验、装配、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	代替原则
风机		1、2、3级	选取目标产品中有代表性的一种规格，按照同材料、结构、规格尺寸和工艺。	关键部件成形、焊接、热处理、检验、机加工、动平衡试验、装配、超速试验、功能性试验等。	
阀门	隔离阀（截止阀、闸阀、球阀、蝶阀、隔膜阀等）； 单向阀； 安全阀、释放阀； 调节阀； 其他类型核安全级阀（如爆破阀、仪表阀、电磁阀等）	1、2、3级	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 每种结构均需制作模拟件，选择有代表性的目标产品，按照 1：1 比例模拟。 ➤ 模拟件的核安全级别、结构型式、设计压力和温度、工作介质、主体材料、驱动方式（针对隔离阀和调节阀，包括手动、电动、气动、液动等）、密封方式、起跳及回座压力（针对安全阀、释放阀）、调节方式（针对调节阀）、特殊要求等应与所申请目标产品一致。 	焊接、热处理、检验、机加工、装配、功能性试验等。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 驱动方式上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他调节阀。

设备类别 / 品种		核安全级别	模拟件选取原则	主要模拟工艺	代替原则
闸门	人员闸门 设备闸门 应急闸门 等	2 级	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人员闸门和应急闸门模拟件筒节直径不小于 1000mm，厚度不小于 20mm，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、检验、功能性试验等。	
管道和管配件	主管道	1 级	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 模拟件的结构型式、材料、规格尺寸、制造工艺等与目标产品一致。 	冶炼、铸造/锻造、堆焊、补焊、机加工、热处理、检验、功能性试验等。	
	直管	1、2、3 级	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 模拟件的核安全级别、结构型式、制造工艺、材料等应与目标产品一致，长度不低于 5000mm。模拟件的规格应覆盖目标产品的最大公称直径和最大壁厚。 ➤ 对于焊接直管，还应选取最大壁厚和其对应的最小公称直径的焊接直管作为模拟件。 	冶炼、锻造、挤压、穿孔、轧制、拉拔、矫直、焊接（包括堆焊）、热处理、检验、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	代替原则
管道和管配件	热交换器 传热管	1、2、 3级	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 选取目标产品中一种管子规格，核安全级别、制造工艺、材料等与目标产品相同，直管数量不少于5根，核1级每根长度不小于20000mm，核2、3级每根长度不小于6000mm。 ➢ 弯管模拟件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、检验、功能性试验等。	U型管可以代替直管。
	管道预制	1、2、 3级	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 模拟件的核安全级别、制造工艺、材料等与目标产品一致。管道预制包括弯管、主管焊接（直管与管件或直管与直管对接）、支管焊接（骑座式、插入式/嵌入式），弯管角度选取不小于30°。 ➢ 主管道的预制，参照目标产品，模拟件内径不小于500mm，且壁厚不小于60mm。模拟件的插入式/嵌入式支管外径不小于200mm，壁厚不小于50mm，骑座式支管外径不大于100mm，壁厚不小于20mm。 ➢ 申请产品内径小于500mm或壁厚小于60mm的，弯管模拟件的内径和壁厚应不小于申请产品的最大规格；焊接模拟件的内径和壁厚应分别不小于申请范围的1/2。申请产品的主管直径不小于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。 ➢ 对于带挤压管嘴的直管模拟件，其挤压管嘴的数量应不少于2个。参照目标产品，选取最大直径和对应壁厚的管嘴，相邻管嘴距离选取最小。 	机加工、对接焊（直管和弯头）、支管焊（骑座式、插入式）、弯制（冷、热）、挤压（挤压管嘴）、热处理、检验、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	代替原则
管道和管配件	管配件（弯头、三通、异径管等）	1、2、3级	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 按不同结构型式、材料、成形工艺（推制、压制、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公称直径、申请范围最大公称直径和与最大公称直径对应的最大壁厚的两种管件。 ➢ 弯头选取最大变形率。 ➢ 三通选取等径三通。 ➢ 有缝管件还需模拟焊接和成形工艺。 	锻造、冷/热成形（推制、压制）、焊接、热处理、检验等。	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 原则上不锈钢成形可代替碳钢和合金钢的成形；合金钢成形可代替碳钢的成形。 ➢ 三通和弯头可代替相应成形方式的异径管。 ➢ 在相同成形工艺情况下，三通可以代替弯头。
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、结构有代表性的，原则上1:1制作。	成形、焊接、热处理、检验等。	
	管道支承件（管部、连接件、根部、功能件等）	1、2、3级	选取一套模拟件（包括管部、连接件、根部、功能件等）。选取有代表性的结构型式、规格尺寸和载荷等级，核安全级别选择最高，主体材料与目标产品一致。	成形、焊接、热处理、检验、功能性试验（仅对功能件）等。	
	阻尼器（机械阻尼器、液压阻尼器等）	1、2、3级	模拟件应具有代表性，核安全级别选择最高，其结构型式、规格尺寸、载荷等级、主体材料与目标产品一致。	装配、焊接、热处理、检验、功能性试验（包括动态和静态基本性能试验）等。	
波纹管，膨胀节	金属波纹管 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型式、规格尺寸和主体材料。	机加工、波纹管成形、膨胀节的装配、焊接、热处理、检验、功能性试验等。	

铸锻件	容器类锻件	1、2、3级	选取的模拟件应具有代表性，其结构型式、规格尺寸、材料与所选目标产品一致，其中筒体模拟件的高度应不小于1000mm。	冶炼、锻造、热处理、检验等。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 容器类锻件可以代替支承类锻件。 ➤ 同种工艺情况下，泵体可以代替阀体。 ➤ 泵阀类可以代替支承类。
	泵阀类铸锻件、支承类铸锻件	1、2、3级	选取目标产品中有代表性的泵体、阀体或支承作为模拟件。对于同时申请铸造、锻造许可证的，应分别制作模拟件。	冶炼、铸造、补焊、锻造、热处理、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结构型式和规格，其材料与目标产品一致。	冶炼、锻造（碾环）、热处理、机加工、检验等。	
机械贯穿件		1、2、3级	选取有代表性的一种结构型式和规格，其材料与目标产品一致。	焊接、检验、功能性试验等。	
钢制安全壳		2级	根据堆型的实际情况，具体要求由国家核安全局另行制定。		

1.2 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	代替原则
核安全机械设备安装	—	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 按照百万千瓦级核电站的设计实施主回路管道全比例焊接模拟。 ➤ 申请安全壳钢衬里的，还需选取与目标产品一致的牛腿焊接模拟件。 ➤ 钢制安全壳安装模拟件的选型原则由国家核安全局根据堆型的实际情况另行制定。 	焊接、热处理、检验、功能性试验等。	

注 1：本附件参照压水堆核电站制定，其他堆型可参照执行。

注 2：根据申请产品实际情况适当考虑材料代替。

附件 II：模拟件制作方案的编写格式

封面：

题目、编审批、单位名称、日期，并盖章。

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

包括模拟件图纸，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、检验试验规程等

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进行说明。

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. 鉴定试验大纲（同时申请设计和制造许可证的单位需提交）

十五. 记录。

附件 III：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、模拟件制作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、人员资质与培训

3、装备和场地

4、测量和试验设备检定

5、文件和记录控制

6、采购控制

包括主要原材料采购和复验、供方评价等。

7、质量计划执行情况

包括先决条件检查、见证点执行情况等。

8、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。

9、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。

10、清洁度控制

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

附录：推荐的质量计划格式

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				
模拟件名称		模拟件型号		生产令号		核安全等级		质保等级				
零件名称		零件图号		模拟件/零件编号								
符号说明		R—记录确认点 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/报告编号	备注
					QC	QA	评审单位	QC	QA	评审单位		
1												
2												
3												