

ICS 27.120.20

F 65

备案号: 57400—2017

NB

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20400—2017

**压水堆核电厂反应堆堆腔水池与
乏燃料水池中的不锈钢构件制造技术规程**

**Technical specification for fabrication of stainless steel elements of reactor
cavity pool and spent fuel pool in PWR nuclear power plant**

2017 - 02 - 10 发布

2017 - 07 - 01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本规定 2

5 制造要求 3

6 检验与试验 8

7 质量记录 9

8 不锈钢构件成品标识、保护与存放、包装、运输要求 10

附录 A（资料性附录） 橡胶密封材料技术要求 12

附录 B（资料性附录） 反应堆堆腔水池与乏燃料水池中的不锈钢闸门及门框制造要求 13

附录 C（资料性附录） 反应堆堆腔水池测量小室的制造要求 15

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由能源行业核电标准化技术委员会提出。

本标准由核工业标准化研究所归口。

本标准由中国核工业华兴建设有限公司负责起草，陕西特种橡胶制品有限公司参加起草。

本标准主要起草人：万吉祥、米建国、范明钦、孙波、李琴、王春明、卢俊生、张映南、宁卫木、苏有学。

压水堆核电厂反应堆堆腔水池与乏燃料水池中的不锈钢构件 制造技术规程

1 范围

本标准规定了压水堆核电厂反应堆堆腔水池和乏燃料水池中不锈钢构件的制造和质量要求。
本标准适用于压水堆核电厂反应堆堆腔水池和乏燃料水池在工厂制造的各类不锈钢成品构件。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口

GB/T 1184 形态和位置公差 未注公差值

GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱

GB/T 3098.15 紧固件机械性能 不锈钢螺母

GB/T 4842 氩气

GB/T 4844.1 工业氦气

GB/T 5267.4 紧固件表面处理 耐腐蚀不锈钢钝化处理

GB 6388 运输包装收发货标志

NB/T 20001—2013 压水堆核电厂核岛机械设备制造规范

NB/T 20002.1 压水堆核电厂核岛机械设备焊接规范第1部分：通用要求

NB/T 20002.2 压水堆核电厂核岛机械设备焊接规范第2部分：焊接填充材料验收

NB/T 20002.3 压水堆核电厂核岛机械设备焊接规范第3部分：焊接工艺评定

NB/T 20002.4 压水堆核电厂核岛机械设备焊接规范第4部分：焊接填充材料评定

NB/T 20002.5 压水堆核电厂核岛机械设备焊接规范第5部分：制造车间评定

NB/T 20002.6 压水堆核电厂核岛机械设备焊接规范第6部分：产品焊接

NB/T 20003.1 核电厂核岛机械设备无损检测 第1部分：通用要求

NB/T 20003.2 核电厂核岛机械设备无损检测 第2部分：超声检测

NB/T 20003.3 核电厂核岛机械设备无损检测 第3部分：射线检测

NB/T 20003.4 核电厂核岛机械设备无损检测 第4部分：渗透检测

NB/T 20003.6 核电厂核岛机械设备无损检测 第6部分：管材制品检测

NB/T 20003.7 核电厂核岛机械设备无损检测 第7部分：目视检测

NB/T 20003.8 核电厂核岛机械设备无损检测 第8部分：泄漏检测

NB/T 20004 核电厂核岛机械设备材料理化检验方法

NB/T 20007 压水堆核电厂用不锈钢

NB/T 20009 压水堆核电厂用焊接材料

NB/T 20160 压水堆核电厂不锈钢水池覆面施工技术规范

HAF 602 民用核安全设备无损检验人员资格管理规定

HAF 603 民用核安全设备焊工焊接操作工资格管理规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

不锈钢水池覆面 watertight stainless steel liner

为保证水池的密封性，在混凝土内壁铺设的不锈钢衬里结构；水池通常用于燃料组件或乏燃料组件的装载、转运和临时存储。

3.2

不锈钢水池构件 element of stainless steel pool

与不锈钢水池覆面配套的零部件，在反应堆堆腔水池和乏燃料水池中的主要构件包括闸门、门框和测量小室等成品构件。

3.3

临时性附件 temporary attachment

在不锈钢构件上临时焊接的专用零部件，其用途是便于构件的制造、搬运和装配，使用结束后就被拆除。

4 基本规定

4.1 材料

4.1.1 钢材

4.1.1.1 不锈钢构件的材质有奥氏体不锈钢、奥氏体-铁素体双相不锈钢。材料的种类包括：钢板、钢管、锻件、圆钢和轧制型材。

4.1.1.2 应按照设计文件要求采购，设计文件未明确规定的，按照 NB/T 20007 和 NB/T 20160—2012 中 4.1.1 的规定执行，采购文件应明确对钢材的制造要求，包括对钴、硼等元素含量的要求，和对不锈钢板的表面质量要求。

4.1.2 焊接材料

4.1.2.1 应按照设计文件要求采购，设计文件未明确规定的，应根据 NB/T 20160—2012 中 4.1.2 的规定选用焊接材料。对不锈钢构件焊接材料的要求，执行 NB/T20009 的规定。

4.1.2.2 应根据 NB/T 20002.4 的规定进行焊接材料评定。

4.1.3 密封元件材料

4.1.3.1 应按照设计文件要求采购，设计文件未明确规定的，宜采用三元乙丙（EPDM）或其它具有相同性能的材料。密封元件材料的技术指标参数应满足见附录 A 中的各项要求。

4.1.3.2 用于闸门的充气密封条（气囊）产品应满足下列要求：

- a) 使用压力: 0.2 MPa~0.4 MPa;
- b) 充气试验: 强度试验压力 0.8 MPa, 保压时间: 20 h ;
- c) 成品断面环切凹面薄弱环节的非压延方向拉断伸长率: 大于等于 300%, （环切宽度 10 mm）。

4.1.4 紧固件材料

4.1.4.1 用于不锈钢构件的各类紧固件材料，应满足设计文件要求，设计文件未明确要求的，宜选用奥氏体不锈钢或奥氏体-铁素体双相不锈钢。

4.1.4.2 不锈钢紧固件的机械性能执行 GB/T 3098.6 和 GB/T 3098.15 的规定，表面钝化处理执行 GB/T 5267.4 的规定。

4.1.5 辅助材料

4.1.5.1 辅助材料应满足 NB/T 20160—2012 中 4.1.3 的规定。

4.1.5.2 金属切削加工用冷却液和润滑剂，以及包装用材料等物项的化学成分应不得含有 NB/T 20001—2013 中 11.4.2.3 禁止的元素。

4.2 人员资格

4.2.1 焊工及焊接操作工应按照 HAF 603 的规定进行培训、考核并取证，施焊技能应满足焊接工艺的要求，人员资格应在有效期内。

4.2.2 无损检验人员应按照 HAF 602 的规定进行培训、考核并取证，实际操作技能应满足无损检验工艺要求，人员资格应在有效期内。

4.3 机具设备及量具

4.3.1 用于不锈钢构件加工的机具设备，应执行 NB/T 20160—2012 中 4.3 的规定。

4.3.2 检验量具应为完好状态，精度等级应满足待检尺寸公差和形位公差的要求，且在标定合格的有效期内。

4.3.3 自制检具应验收合格，宜纳入 C 级计量器具管理范围。

4.4 施工环境

不锈钢材料和焊接材料的存储环境，以及制造车间环境和技术评定，执行 NB/T 20160—2012 中 4.4 的规定。

4.5 酸洗钝化作业环境

4.5.1 不锈钢构件的酸洗钝化应在专用的池内操作。

4.5.2 应有专门的废液废水“中和处理”设施。

4.5.3 作业区应有良好的通风环境。

4.6 洗涤处理与包装场地环境

4.6.1 构件的洗涤处理应采用符合 NB/T 20001—2013 附录 G 中规定的“B 级水”进行冲洗。

4.6.2 洗涤处理与包装场地的要求应与构件制造车间条件相同。

4.7 技术准备

不锈钢构件制造的施工组织设计、施工方案、质量计划、制造图纸、作业程序、焊接数据包、工艺评定，以及其他各项技术准备工作，应执行 NB/T 20160—2012 中 4.5 的规定。

5 制造要求

5.1 一般规定

5.1.1 材料、零件和构件的标识

5.1.1.1 不锈钢材料、零件和构件的标识应执行 NB/T 20001—2013 中 第 5 章的规定。

5.1.1.2 下料切割前，应完成对零件坯料的标记移植和记录。

5.1.1.3 不锈钢表面的标识应符合下列要求：

- a) 应使用可以擦洗掉的标记；
- b) 使用的墨水、油漆等不得含有 NB/T 20001—2013 中禁止的任何污染物。

5.1.2 防污染

5.1.2.1 所有不锈钢构件的清洁度等级应为 A1 级。应执行 NB/T 20001—2013 中 11.4 的规定。

5.1.2.2 不锈钢零部件的加工应采取下列措施：

- a) 用于零件成形和组装的工具，应在加工前进行除油和清洁处理。
- b) 应避免不锈钢表面与碳钢直接接触。若无法避免，应在加工工序结束后，按 NB/T 20001—2013 第 11 章中的相关规定，采用 D 或 Da 检查不锈钢表面是否存在铁和氧化铁污染。若发现有污染物，可采用化学清洁工艺进行去污染处理。

5.2 零件制造工艺要点

5.2.1 下料

5.2.1.1 划线。不锈钢构件成品表面不得留下划线痕迹和样冲眼痕迹。

5.2.1.2 切割，应满足下列要求：

- a) 采用冷切割下料的零件，切口应平整，无表面裂纹，并应去除切口表面冷作硬化区；
- b) 采用等离子电弧下料的零件，应除掉切割面上所有的金属滴迹、沟痕等；应对切割面进行化学酸洗，或从切割面上去除氧化层，去除厚度宜为 1 mm；
- c) 需压制成形的钢板宜采用冷切割下料。若采用热切割下料，应有降低热应力的措施以减少变形。

5.2.2 成形加工

5.2.2.1 需要采用压力成形的零件，应按照 NB/T 20001—2013 中 7.1 的规定判别是否需要成形工艺评定。

5.2.2.2 成形工艺评定的试验和检验，合格标准与评定有效范围等，应执行 NB/T 20001—2013 中附录 A 的规定。应根据评定结果编制工艺评定试验报告和成形作业指导文件。

5.2.2.3 成形作业应按下列要求进行：

- a) 焊接后成形的零件，应先将焊接接头磨平；
- b) 卷制或压制成形的零件，应采取措施避免划伤表面，压模应在宽度方向覆盖整个钢板；
- c) 弯管制作应根据管子直径和厚度选择工艺和工具，使圆度偏差和厚度减薄量保持在设计许可的范围内，焊接管焊缝，应置于变形最小的区域内；
- d) 热成形零件宜在电炉或燃气炉内中性气氛或氧化气氛下进行加热，加热时不得与火焰直接接触，不得使用燃煤炉和高碳火焰加热炉。热成形后应进行固溶或稳定化热处理。零件在加热前应去除表面油脂和标记；
- e) 不锈钢零件经热加工或热处理后应进行酸洗去除表面氧化层。

5.2.2.4 成形产品的检验有：目视检测，尺寸检验和无损检测。无损检测按 NB/T 20001—2013 中表 A.1 的规定选择。

5.2.3 切削加工

不锈钢零件的切削加工宜采用碳化钨工具。

5.2.4 焊接坡口加工

5.2.4.1 焊接坡口宜采用机械加工。若采用等离子切割加工，应除去硬化区和热影响区。

5.2.4.2 焊接坡口应满足下列要求：

- a) 坡口尺寸执行 GB/T 985.1 的规定；
- b) 坡口外观质量检查执行 NB/T 20003.7 的规定；
- c) 板厚大于等于 10 mm 的对接坡口，应按照 NB/T 20003.4 进行 100% 渗透检测。

5.2.4.3 焊接坡口表面的修补。检验中发现的缺陷应进行修磨清除，需补焊时应执行 5.3.6 的规定。修补后应重新进行上述表面检查。

5.3 构件焊接

5.3.1 焊接方法

构件焊接，可选择手工电弧焊、钨极惰性气体保护焊、熔化极惰性气体保护焊、等离子弧焊接等。

5.3.2 施焊条件

5.3.2.1 焊接前，应按照 NB/T 20002 系列标准的要求，完成焊接材料评定、焊接材料验收、焊接工艺评定、补焊工艺评定和制造车间评定，编制焊接接头位置简图和焊接工艺指导书。

5.3.2.2 焊接材料的存放、入库、储存、出库、烘干和保管、标识等，执行 NB/T 20002.6—2013 中第 5 章的规定。

5.3.2.3 焊接操作应在厂房内实施，施焊环境应满足下列条件：

- a) 气体保护焊时风速小于等于 2 m/s；
- b) 手工焊时风速小于等于 10 m/s；
- c) 施焊工位应防止对流风；
- d) 相对湿度不大于 90%；
- e) 环境温度不低于 -10℃。

5.3.2.4 焊件温度应保持在 5℃ 以上，否则应在焊缝两侧大于等于 100 mm 范围内预热到 15℃ 以上。焊后应缓慢冷却。

5.3.3 焊接组装

5.3.3.1 组装平台表面应铺设不锈钢板。对水池闸门等大型构件的焊接组装可采用拼装式平台。

5.3.3.2 待焊构件组装，应按照 NB/T 20001—2013 中第 8 章的规定执行。

5.3.3.3 应按照构件的组装焊接工艺方案中规定的顺序和图纸要求的组对公差进行组装和检验。

5.3.3.4 与零部件表面接触的工装材质应采用不锈钢。组装操作应保证施工的清洁要求。严禁强力组装。

5.3.3.5 大型构件可采用加强筋板做焊接组装的临时性附件。

5.3.3.6 临时性附件的碳钢部分应进行防锈涂装处理，与不锈钢构件焊接部位的材质应与构件相同，使用的焊材和焊接工艺参数应与产品焊接一致。

5.3.3.7 拆除临时性附件时，不得采用可能导致不锈钢构件表面撕裂的方法。宜采用砂轮片磨削，磨削中不得损伤和烧伤不锈钢构件表面。零件表面残留焊缝应磨削至与母材表面平齐，并进行目视检查和渗透检测，如有缺陷则应执行 5.5 的规定。

5.3.3.8 焊接组装中的定位焊，应按照 NB/T 20002.6—2013 中 7.1 的规定执行，同时满足下列要求：

- a) 定位焊的焊接材料应与构件焊接完全相同；
- b) 当定位焊缝熔入焊接接头时，焊接操作应执行该焊缝焊接工艺文件的规定，同时应有定位焊缝焊记录和 VT、PT 检验记录。

5.3.4 焊接施工

5.3.4.1 宜用丙酮或酒精将焊接接头坡口及沿边缘区域 50 mm 范围擦洗干净。采用手工电弧焊时，在接头两侧应涂有至少 100 mm 宽度的防飞溅涂层。

5.3.4.2 地线夹头应采用奥氏体不锈钢材料。应将地线夹头紧固在工件上，不得采用点焊固定。

5.3.4.3 不得在非施焊表面引弧。必要时，可在对接焊缝的两端，外加与母材相同材质的引弧板和熄弧板。

5.3.4.4 惰性气体保护焊接要求：

- a) 不锈钢焊接用氩气纯度应为 99.99% 以上，并符合 GB/T 4842 的规定，焊接用氦气应符合 GB/T 4844.1 的规定；
- b) 焊接根部焊道时，焊缝背面宜有惰性气体保护；
- c) 保护气体的流量应符合焊接工艺规程的规定。气瓶压力低于 1.0 MPa 时不宜使用。

5.3.4.5 多层焊接要求：

- a) 每层焊道表面应是连续的，厚度均匀，并与邻近焊道的表面均匀过渡；
- b) 对需要进行背面清根的焊道，宜用砂轮打磨，不宜采用碳弧气刨。对清根表面应进行 VT 和 PT 检测；
- c) 各层间焊接起迄处应错开；
- d) 控制焊接层间温度不高于 150℃；
- e) 与水池介质接触的焊道宜最后施焊；
- f) 可按照 NB/T 20002.6—2013 中 7.4 的规定，采用“锤击”方式控制焊接变形。

5.3.4.6 应按照 NB/T 20002.6—2013 中 7.5 的规定，进行焊缝表面的最终加工。

5.3.5 焊缝表面的形状尺寸及外观检查

应按照 NB/T 20002.6—2013 中 7.6.1 的规定，进行焊缝的目视检测和尺寸检查。

5.3.6 补焊

应按照 NB/T 20002.6—2013 中第 9 章的要求，进行焊缝缺陷和母材表面缺陷的补焊。

5.3.7 产品焊接见证件

5.3.7.1 不锈钢构件焊接施工，应按照 NB/T 20002.6—2013 的规定制作产品焊接见证件。

5.3.7.2 应按每个核电机组制作一套与焊接工艺评定相对应的见证件。

5.3.7.3 应按照 NB/T 20002.6—2013 中第 11 章的要求，进行产品焊接见证件的焊接和检验、试验，编制焊接见证件报告。

5.3.8 焊接记录

5.3.8.1 应按照 NB/T 20002.6—2013 中 7.7 的要求，记录不锈钢构件的焊接施工。

5.3.8.2 焊接施工记录至少应包括下列内容：

- a) 焊缝编号（包括补焊焊缝编号）；
- b) 焊接工艺文件编号；
- c) 焊接方法；
- d) 焊接设备；
- e) 零件材料和焊接填充材料牌号及批号；
- f) 焊接坡口尺寸与组对间隙；
- g) 清根方法及检验；
- h) 焊工及焊接操作工签名及钢印编号；
- i) 焊缝施工日期和环境温度与湿度；
- j) 每层焊接作业的**开始焊接与结束时间**，焊接电流与电压和**焊接速度**，焊接起始温度和层间温度。

5.3.8.3 在焊接工艺文件的焊缝编号图中应记录每条焊缝对应的焊工及焊接操作工钢印编号。

5.4 变形矫正

5.4.1 矫正方法宜采用静力顶压和机械矫正，不得锤击构件，不得采用火焰矫正。

5.4.2 应采取措施保护构件表面不受损伤和污染。

5.5 表面缺陷修补

5.5.1 若发现疑似缺陷应按照 NB/T 20003.4 进行液体渗透检测，合格要求执行 NB/T 20003.4 中 8.1.2 的规定。

5.5.2 对表面缺陷宜采用铝基无铁砂轮进行修磨，修磨深度应控制在材料设计厚度负偏差以内，整修部分应圆滑，与周围表面连接应无棱角，接合斜率最大为 0.25。修磨后最终表面应具有与完好表面相当的粗糙度。

5.5.3 应按照 NB/T 20002.6—2013 中第 9 章的规定，对表面缺陷深度超过偏差允许值的部位，进行补焊和检测。

5.6 酸洗、钝化

5.6.1 应按照 NB/T 20160—2012 规程的规定，进行不锈钢构件表面的酸洗、钝化处理。

5.6.2 酸洗钝化工艺评定，应满足：

- a) 应分别进行酸洗液和钝化液、酸洗钝化膏等两类材料的酸洗钝化工艺评定；
- b) 工艺评定试板应与产品材质相同，抛光去除试板表面钝化膜，按照焊接工艺参数堆焊一道焊缝，并对试板表面进行脱脂和清洗；
- c) 应按照供应商提供的样品和工艺参数，在试板上进行酸洗、钝化试验，检查试板表面钝化膜的颜色。通过显蓝法验证钝化膜质量，确定酸洗和钝化工艺的合适参数。试验中应考虑环境温度的影响；
- d) 应按照 NB/T 20160—2012 中 5.2.5.2 规定的要求和准则，进行酸洗钝化工艺评定的检验和验收；
- e) 应根据检验结果评定酸洗钝化的原料是否满足要求，编制工艺评定报告。

5.6.3 酸洗、钝化处理，应满足：

- a) 酸洗钝化材料应与工艺评定报告一致；
- b) 应根据工艺评定报告编制产品酸洗钝化作业文件；
- c) 酸洗钝化前，应对构件表面进行去除氧化皮和去污脱脂处理，并检查构件表面粗糙度是否达到设计要求，必要时进行抛光处理；

- d) 小型构件的酸洗钝化处理可采用分别浸入酸洗液和钝化液的方式，大型构件的处理宜使用酸洗钝化膏；
- e) 每批酸洗钝化作业都应有一件见证件同时处理，见证件的制作与工艺评定试板相同；
- f) 酸洗钝化作业结束后，应及时用清水反复冲洗构件表面，清除残留在构件表面的酸性液体或膏剂，直至构件表面水渍的 PH 值为中性。清洗水质应达到 NB/T 20001—2013 中规定的 C 级水质要求；
- g) 酸洗钝化作业中，操作人员应进行个人防护；
- h) 酸洗钝化作业中产生的废液和废水，应按环境保护要求规定处理。

5.6.4 酸洗钝化质量检验，应满足：

- a) 检查构件表面的颜色，应为银白色且没有明显色差；
- b) 应采用显蓝法检验见证件的钝化膜质量，以证明同批不锈钢构件的酸洗钝化质量。

5.7 洗涤处理与清洁度检查

5.7.1 洗涤处理

5.7.1.1 应采用水质达到 NB/T 20001—2013 中 B 级以上的水进行洗涤。大型零部件可采用高压水枪冲洗，小型零件可采用浸入水中搅动清洗。

5.7.1.2 清洗后可采用晾干或用清洁的白布擦拭揩干。

5.7.2 清洁度检查

应按照 NB/T 20001—2013 中清洁度等级为 A1 级的要求，进行对不锈钢构件表面清洁度的检查，检查项目执行 NB/T 20001—2013 中附录 F 的规定。

5.8 构件装配

应按照产品设计图纸和组装工艺要求组装。组装前应复查各零部件的尺寸和表面质量。操作中不得损伤零件，应预防铁离子污染，保持零部件的清洁度。

6 检验与试验

6.1 焊缝无损检测

6.1.1 不锈钢构件的焊缝无损检测应按照 NB/T 20160—2012 中 5.2.3 的要求执行。

6.1.2 焊缝的检验方法包括：目视检测（VT），泄漏检测（LT），渗透检测（PT），射线检测（RT）和超声波检测（UT）。检验标准执行 NB/T 20002.6—2013 中对 1 级焊缝的规定。

6.1.3 无密封作用的焊缝可不进行 LT 检测；有密封作用的焊缝，若因检查部位的位置限制无法实施 LT 检测，可免除 LT 检测，但该焊缝应逐层进行 PT 检测。

6.2 公差与检验

6.2.1 公差要求，应满足：

- a) 不锈钢水池构件的制造精度应符合产品图纸中注明的尺寸公差和形状位置公差；
- b) 未注公差尺寸的极限偏差应执行 GB/T 1804 的规定，机加工件为 m 级，焊接件为 C 级；
- c) 未注形位公差应执行 GB/T 1184 标准的规定，机加工件按 H 级，非机加工件按 L 级。

6.2.2 检测时机。宜在酸洗钝化前完成对不锈钢构件的最终测量和检验。

6.2.3 反应堆堆腔水池和乏燃料水池中的闸门及门框的主要尺寸及测量方法见附录 B。

6.3 试验

6.3.1 水池闸门构件中充气密封条（气囊）的检验

6.3.1.1 应按照构件产品设计技术要求，在设计规定的压力条件下对充气密封条（气囊）进行气密性试验。

6.3.1.2 试验用气体可采用氮气或无油压缩空气。

6.3.1.3 合格标准：在设计规定时间内保压，压力表示值无变化，检查密封垫无漏气，外形变化无异常。

6.3.2 水池闸门构件的泄漏试验

6.3.2.1 水池闸门的泄漏试验应执行产品设计文件的规定。

6.3.2.2 若闸门构件的设计文件中没有明确泄漏试验要求，制造商在首次制造水池闸门构件时，可根据闸门的工作条件建造模拟装置，组装闸门、门框及充气密封条（气囊）进行泄漏试验，证明产品制造质量满足使用要求。

6.3.3 密封性能试验

对安装在不锈钢水池中有密封要求的测量小室构件，应设计和制造专用工装进行模拟水压试验。

6.3.4 功能测试

有传动机构的构件，应进行运转试验，按照设计文件要求的规定测试其功能。

7 质量记录

不锈钢构件制造应形成下述各项记录并存档（包括但不限于）：

- a) 产品合格证；
- b) 按照不锈钢构件实物最终尺寸编制的竣工图；
- c) 几何尺寸检查记录；
- d) 钢材质量证明文件；
- e) 焊材评定报告；
- f) 焊材验收报告；
- g) 焊接工艺评定报告及质量计划；
- h) 成型工艺评定报告及质量计划；
- i) 不锈钢构件制造质量计划；
- j) 焊接工艺指导书；
- k) 焊缝施工记录；
- l) 无损检测报告；
- m) 焊接见证件报告；
- n) 焊工资格；
- o) 无损检测人员资格；
- p) 酸洗、钝化报告；
- q) 清洁度检查报告；
- r) 试验记录和试验报告；
- s) 不符合项报告（若有）。

8 不锈钢构件成品标识、保护与存放、包装、运输要求

8.1 标识

8.1.1 不锈钢构件成品在包装前应挂牌标识。

8.1.2 应按照设计图纸要求和设计文件的规定制作产品铭牌，铭牌座的材质应与构件相同。

8.2 保护与存放

8.2.1 不锈钢构件成品在厂内转运时，应将转运车辆清扫干净。应将成品放在清洁的转运箱内并互相隔开，大型构件应固定在干净的木板上。应避免在转运过程中划伤构件表面。

8.2.2 成品库应达到Ⅱ级存放区要求，应设置醒目的物项标识牌。

8.2.3 小型构件成品宜存放在专用货架的指定位置，大型构件成品宜存放在干净木板上。可采用聚乙烯塑料布覆盖构件成品。

8.3 包装

8.3.1 一般要求

8.3.1.1 应封闭包装不锈钢构件成品。

8.3.1.2 应保证自发货之日起，至少在一年内不发生因包装不善而引起构件成品锈蚀、损坏和箱体自散及破损。

8.3.2 包装箱

8.3.2.1 应保证自发货之日起，至少在一年内不发生因包装不善而引起构件成品锈蚀、损坏和箱体自散及破损。

8.3.2.2 包装箱的材料可选用木板、木条纤维板以及其它能够满足需要的材料。用纤维板制作的包装箱不得用作海运。

8.3.2.3 应在包装箱的内壁衬防水材料，应采用整块材料做箱体顶盖的防水内衬。

8.3.2.4 包装箱的外形尺寸和质量应符合运输部门的有关规定。

8.3.3 装箱要求

8.3.3.1 对构件成品的包装，可采用聚乙烯膜或其它符合要求的塑料袋、金属铝箔严密封装，并放入干燥剂。

8.3.3.2 应将构件成品固定在箱体内，箱体的重心应尽量靠中、靠下。应锁紧可转动或移动的零部件，应塞牢卡紧箱内的附件和备件。

8.3.3.3 应将产品合格证和装箱清单等文件放入包装箱内。装箱清单内容应与包装箱内成品一致。

8.3.4 箱面标志

8.3.4.1 收发货标志应符合 GB/T 6388 的规定。

8.3.4.2 储运指示标志应符合 GB 191 的规定。

8.3.4.3 构件分多箱包装时，箱号宜采用分数表示。分母为该构件包装箱总数，分子为各包装箱的序号。

8.4 运输

8.4.1.1 构件成品运输应采用不会积水的运输工具，可采用敞开式运输工具。

- 8.4.1.2 应将包装箱牢固绑扎在运输工具上。将多个包装箱重叠放置时，应保证在整个运输过程中位于下层的包装箱不会损坏。
- 8.4.1.3 应采用阻燃材料的防雨罩覆盖包装箱。
- 8.4.1.4 对超大型构件的运输，应会同运输部门制定和执行专用运输方案。
- 8.4.1.5 采用公路运输超大型构件，为保证安全运输，发运前应勘察运输路线。

附 录 A
(资料性附录)
橡胶密封材料技术要求

A.1 总则

本附录列举了用于压水堆核电厂反应堆堆腔水池与乏燃料水池中不锈钢构件的橡胶密封材料的技术要求, 包括: 材料物理性能、高温老化试验、抗辐照条件、适用环境和使用寿命等技术指标。

A.2 材料物理性能

A.2.1 拉伸强度: 大于等于10 MPa。

A.2.2 拉断伸长率: 大于等于400%。

A.2.3 硬度: 67 ± 3 (绍尔A)。

A.2.4 撕裂强度: 大于等于30 kN/m。

A.3 技术要求

A.3.1 高温老化试验: 大于等于150 °C \times 13 h。

A.3.2 抗辐照条件:

a) 抗辐照剂量率: 大于等于 (4.93×10^3) Gy/h;

b) 累积剂量: 大于等于 (2.63×10^5) Gy。

A.3.3 适用环境: 在核反应堆堆腔水池和乏燃料水池的核辐射硼酸环境下使用。

A.3.4 使用寿命: 大于等于2年。

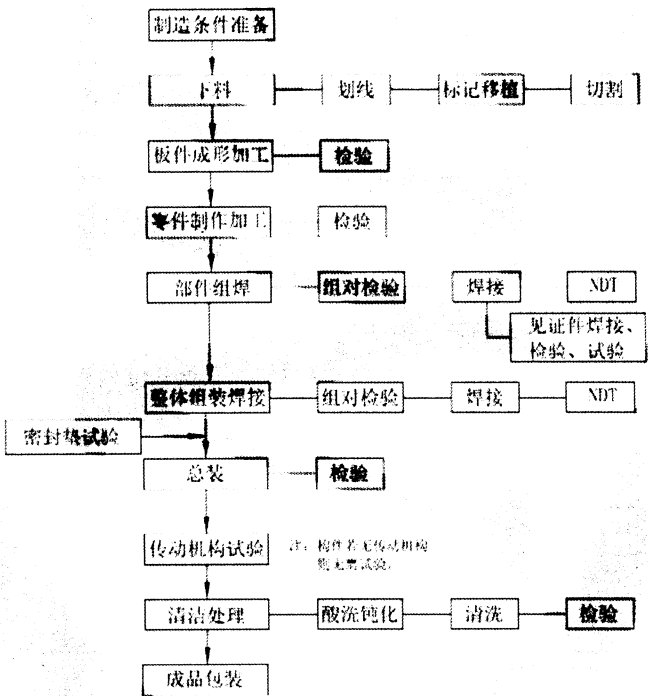
附录 B
(资料性附录)

反应堆堆腔水池与乏燃料水池中的不锈钢闸门及门框制造要求

B.1 总则

- B.1.1 本附录列举了CPR1000和M310、VVER-1000、AP1000和EPR等5种堆型的压水堆核电站中，用于反应堆堆腔水池与乏燃料水池的不锈钢闸门及门框在工厂内制造的要求。
- B.1.2 对不锈钢水闸门及门框的制造，优先执行采购合同中规定的各项技术要求。对采购合同中没有规定的部分，参考执行第2章列出的引用标准文件，以及第4~8章和附录B的规定。

B.2 制造工艺流程



图B.1 不锈钢水闸门及门框制造流程

B.3 制造技术要求

- B.3.1 制造条件准备参照执行本标准第4章的规定。
- B.3.2 产品制造工艺和质量检验，参照执行第4~8章的规定。
- B.3.3 用于乏燃料水池的闸门及门框中的全熔透焊缝，应进行100%的RT或UT检测。
- B.3.4 在采购合同的技术文件中，若规定了对组装密封垫后进行喷水、检测泄漏量的试验，该试验可在密封垫制造厂进行，闸门制造厂应到现场见证密封垫的密封性能试验情况，并获取相关试验报告。
- B.3.5 在采购合同范围内的用于打开和关闭闸门的传动机构，应进行功能性试验。

B.3.5.1 将闸门、门框和传动机构按照设计要求进行装配。

B.3.5.2 采用机械传动的机构，应进行5次以上的完全打开与关闭试验。试验中机构应运转自如，没有任何障碍。

B.3.5.3 采用气动系统驱动的机构，应进行20次以上的完全打开与关闭试验。试验中机构应运转自如，没有任何障碍。

B.3.6 在构件的包装和运输中，应防止因吊装和摆放不当造成永久变形，可在不影响闸门及门框使用的部位，焊接临时支撑件，在闸门及门框到核电站安装时拆除。对临时支撑件的拆除应执行5.3.3.7的规定。

B.3.7 闸门及门框的尺寸公差与形位公差检查应执行设计图样的规定。若图纸中未明确构件的主要尺寸公差和形位公差，可按照下列条款执行。

B.3.7.1 闸门主要尺寸公差及形位公差，见表A.1。

B.3.7.2 门框主要尺寸公差及形位公差，见表A.2。

表B.1 闸门主要尺寸公差及形位公差

| 序号 | 尺寸位置 | 公差 mm | 测量工具 |
|----|------------------|----------------------------|--|
| 1 | 门体宽度 | ± 2 | 卷尺（I级精度） |
| 2 | 门体长度 | ± 3 | 卷尺（I级精度） |
| 3 | 门体底部圆弧 | $R \pm 1$ | 圆弧样板（自制） |
| 4 | 门体边框直线度 | 1.2/1000， 全长 ≤ 4.0 | 在检测表面绷紧 0.2 mm 钢丝，用 0.5 mm 刻度的钢板尺检查 |
| 5 | 门体左、右侧边框与底部边框垂直度 | ≤ 3.0 | 自制边长为 1.5 m 直角尺 |

表B.2 门框主要尺寸公差及形位公差

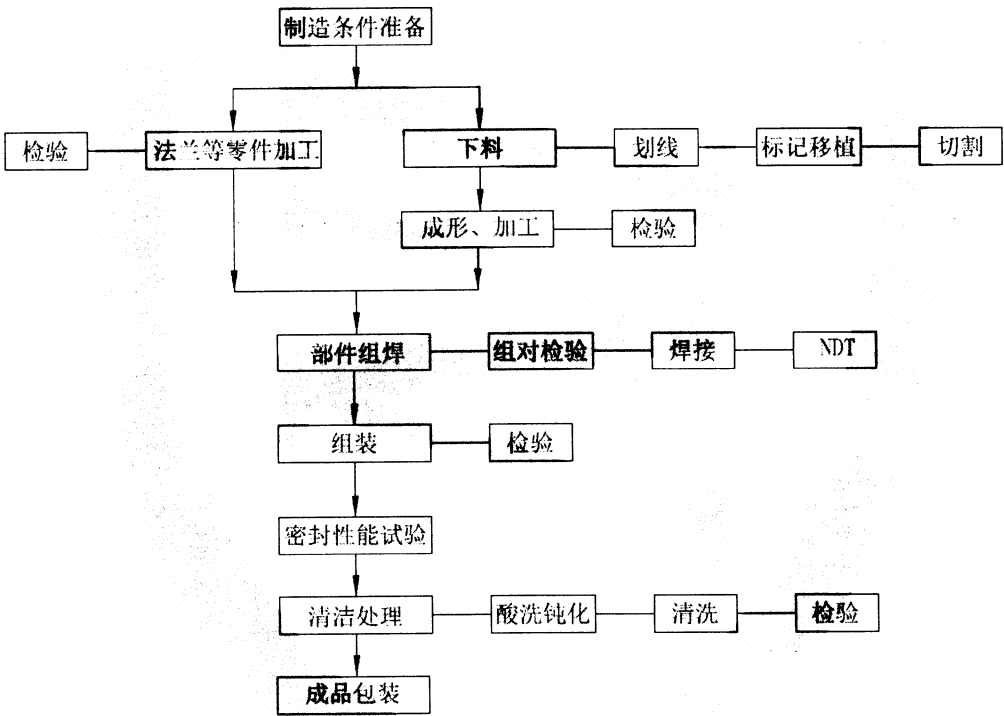
| 序号 | 尺寸位置 | 尺寸公差 mm | 测量工具 |
|----|---------------|----------------------------|--|
| 1 | 门框宽度（与闸门门体配合） | ± 4 | 卷尺（I级精度） |
| 2 | 门框长度（左、右） | ± 4 | 卷尺（I级精度） |
| 3 | 门框底部内圆弧 | ± 2 | 自制圆弧样板 |
| 4 | 门框侧边直线度 | 1.2/1000， 全长 ≤ 4.0 | 在检测表面绷紧 0.2 mm 钢丝，用 0.5 mm 刻度的钢板尺检查 |
| 5 | 门框侧边与底边的垂直度 | ≤ 3.0 | 自制边长为 1.5 m 直角尺 |

附 录 C
(资料性附录)
反应堆堆腔水池测量小室的制造要求

C.1 总则

- C.1.1 本附录列举了CPR1000和M310堆型核电站，安装在反应堆堆腔水池的测量小室在工厂内的制造要求。
- C.1.2 对测量小室的制造优先执行采购合同中规定的各项技术要求。对采购合同中没有规定的部分，参考执行第2章列出的引用标准文件，以及第4～8章和附录C的规定。

C.2 制造工艺流程



图C.1 测量小室制造工艺流程

C.3 制造技术要求

- C.3.1 制造条件准备参照执行第4章的规定。
- C.3.2 产品制造工艺和质量检验，参照执行第4～8章的规定。
- C.3.3 对测量小室盖板的焊缝无损检测，在表面切削加工完成后，应按照NB/T 20003.8进行真空罩泄漏检查（LT），合格后再按照NB/T 20003.4进行渗透检测（PT）。
- C.3.4 在产品组装时，应保证测量小室的盖板开启和关闭灵活无障碍。

C.3.5 在产品包装时，为避免意外损伤，应取出O型密封圈单独存放，在核电站现场安装时，再装入密封圈。

C.4 对测量小室的密封性能试验

C.4.1 试验目的：检查盖板焊缝和测量小室在关闭状态下的密封性能。

C.4.2 试验方法：在盖板顶部设置一密闭腔体，采用水压试验方式模拟盖板承受的水头压力，保压一定时间后，检查测量小室是否有泄漏。

C.4.3 试验压力：为测量小室工作水头的1.5倍水压。保压时间：0.5 h以上。

C.4.4 合格标准：打开盖板，检查测量小室的内腔无积液。
