ICS 27.120.20
CCS F 69

中华人民共和国国家标准

GB/T 16702.1—2025
部分代替 GB/T 16702—2019

压水堆核电厂核岛机械设备设计规范 第1部分：总则

Design specification for mechanical components in nuclear island of pressurized water reactor nuclear power plants—Part 1：General principle

2025-02-28 发布　　2025-02-28 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
引言 …… Ⅴ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 3
4　一般要求 …… 3
5　遵守本文件的设备及其级别 …… 4
5.1　遵守本文件的设备 …… 4
5.2　设备分级 …… 4
6　文件 …… 5
6.1　设备设计规范书 …… 5
6.2　设备规格书 …… 6
6.3　一般技术文件 …… 6
6.4　有关采购及制造的文件 …… 6
6.5　与焊接有关的文件 …… 7
6.6　与检验有关的文件 …… 7
6.7　不符合项报告 …… 8
6.8　质量文件和最终完工报告 …… 8
7　质量保证 …… 9
8　GB/T 16702 各部分的使用 …… 9
附录 A（规范性）　设计用材料的性能 …… 10
附录 B（规范性）　实验应力分析 …… 54
附录 C（规范性）　基本许用应力限值的确定 …… 63
附录 D（规范性）　承受外压的设备的设计规则 …… 65
附录 E（规范性）　圆形法兰螺栓连接设计 …… 81
附录 F（规范性）　线型支承设计规则 …… 105
附录 G（规范性）　1 级容器开孔补强规则 …… 142
附录 H（资料性）　显著几何不连续区域疲劳分析 …… 147
附录 I（资料性）　一级管道分析的其他规则 …… 150
附录 J（资料性）　D 级准则的有关规则 …… 162
附录 K（资料性）　快速断裂的防止 …… 170
附录 L（资料性）　确定使用系数需要遵循的规则 …… 180
附录 M（规范性）　材料的补充要求 …… 184

附录 N（规范性） 支承焊接填充材料的验收与焊接工艺评定 …… 202
附录 O（资料性） 应力分析方法 …… 207
附录 P（资料性） 动力分析法 …… 256
附录 Q（资料性） 1、2 和 3 级管道上矩形和圆环截面焊接附件的设计评定 …… 318
附录 R（资料性） 管道系统完工后复核的允许安装偏差 …… 332
附录 S（资料性） 2、3 级带金属编织的柔性软管 …… 339
附录 T（资料性） 2、3 级部件的 FF 级法兰设计 …… 342
附录 U（规范性） 带大开孔的整体平封头 …… 361
参考文献 …… 364

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。

本文件是GB/T 16702《压水堆核电厂核岛机械设备设计规范》的第1部分。GB/T 16702已经发布了以下部分：

——第1部分：总则；

——第2部分：1级设备；

——第3部分：2级设备；

——第4部分：3级设备；

——第5部分：小型设备；

——第6部分：堆内构件；

——第7部分：设备支承；

——第8部分：低压或常压储罐。

本文件部分代替GB/T 16702—2019《压水堆核电厂核岛机械设备设计规范》，与GB/T 16702—2019相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

——更改了本文件的适用范围（见第1章，2019年版的第1章）；

——增加了规范性引用的GB/T 4960.2、HAD003/08、HAF003、HAF601、和HAF603（见第3章、6.8.1、第7章、附录N）；

——删除了“不符合项处理”的有关规定（见2019年版的4.2）；

——删除了“零部件明细表”和“偏离报告”的有关规定（见2019年版的4.3.2.2、4.3.6.2）；

——增加了“小型设备”的相关要求（见5.2.1.2、表1）；

——更改了“焊缝分级”的相关要求（见5.2.4，2019年版的4.4.2.5）；

——增加了“设备设计规范书”的主要内容（见6.1）；

——删除了“1级设备”“2级设备”“3级设备”“小型设备”“堆内构件”“设备支承件”“低压或常压储罐”的有关规定（见2019年版的第5章～第11章）；

——更改了材料牌号及其对应的材料标准号、性能数据、许用应力值、疲劳曲线数据和疲劳曲线（见附录A，2019年版的附录A）；

——增加了表E.1、表E.3、垫片参数的定义、保证垫片初始密封所需的力和保证连接结构密封性要求的力的计算公式（见附录E）；

——增加了接管的补强范围规定（见附录G）；

——更改了化学元素和力学性能有关要求，删除了库存材料使用、小批量材料采购和材料残余元素有关要求，增加了反应堆压力容器一体化下封头（见附录M，2019年版的附录M）；

——更改了热处理和焊接工艺评定有关要求，增加了铁素体含量的测量方法和验收要求（见附录N，2019年版的附录N）；

——增加了“带大开孔的整体平封头”的相关规定（见附录U）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国核能标准化技术委员会（SAC/TC 58）提出并归口。

本文件起草单位：中国核动力研究设计院、中国核电工程有限公司、上海核工程研究设计院股份有限公司、中广核工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、中机生产力促进中心、核工业标准化研

究所。

本文件主要起草人：黄宗仁、李长香、傅孝龙、唐传宝、胡彧、景益、唐亮、左树春、唐妍婕、杨立才、李政、贺寅彪、张耀春、邓小云、尹祁伟、王庆田、陈昊、张可丰、杨志海、张锴、刘宏斌、吴炳洋、李柄锦、于新洋、田俊、汤华鹏、魏微、邱阳、马姝丽、邱天、谭波、李冬慧、黄敏、汤臣杭、苏应斌、何劲松、孙英学、杨传胜、邵雪娇、杜娟、吕勇波、石凯凯、郑斌、谢海、冯志鹏、刘文进、曾忠秀、李红鹰、冯琳娜、王仲辉、路晓晖、王艳苹、曲昌明、李栋梁、牛艳颖、孟祥盖、张吉来、缪岭、祁涛、王振锋、宋煜、张俊宝、张兴、王永东、高永建、殷海峰、沈睿、尤磊、高晨、盛朝阳、周舟、潘俊、吴飞飞、李茫。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1996 年首次发布为 GB/T 16702—1996，2019 年第一次修订；

——本次为第二次修订，将其拆分为 8 个部分，本文件编号调整为 GB/T 16702.1—2025。

引　言

GB/T 16702《压水堆核电厂核岛机械设备设计规范》是压水堆核电厂核岛机械设备设计通用技术标准，是贯彻我国核安全法规精神，积极推进压水堆核电厂核岛机械设备标准技术路线统一，促进压水堆核岛机械设备自主设计及国产化进程而制定相关标准中的重要组成部分。GB/T 16702 是指导我国压水堆核电厂核岛机械设备设计活动的基础性和通用性的标准，拟由八个部分构成。

——第 1 部分：总则。目的在于规定压水堆核电厂核岛机械设备设计需要遵守的总体要求及与其他部分配套使用的附录。

——第 2 部分：1 级设备。目的在于规定 1 级承压设备的材料、设计、制造、检验、压力试验及超压保护等设计中所需遵守的要求。

——第 3 部分：2 级设备。目的在于规定 2 级承压设备的材料、设计、制造、检验、压力试验及超压保护等设计中所需遵守的要求。

——第 4 部分：3 级设备。目的在于规定 3 级承压设备的材料、设计、制造、检验、压力试验及超压保护等设计中所需遵守的要求。

——第 5 部分：小型设备。目的在于规定小型承压设备的材料、设计、制造、检验、水压试验及泵的鉴定及验收试验等设计中所需遵守的要求。

——第 6 部分：堆内构件。目的在于规定堆内构件的材料、设计、制造、检验等设计中所需遵守的要求。

——第 7 部分：设备支承。目的在于规定压水堆核电厂核岛机械设备支承的设计中所需遵守的要求。

——第 8 部分：低压或常压储罐。目的在于规定低压或常压储罐的材料、设计、制造、检验及水压试验等设计中所需遵守的要求。

GB/T 16702（所有部分）与 NB/T 20001～NB/T 20009 系列标准一起构成适用于我国的压水堆核电厂核岛机械设备设计、制造的技术标准体系。该标准体系立足自主核电工程经验，吸纳核岛机械设备标准技术路线统一研究成果，符合我国核电监管体系要求和工业基础，是规范和指导我国压水堆核电厂核岛机械设备设计、制造等相关活动的重要依据。

本文件重点考虑了不同设计标准体系的差异和我国工程实践，增加了部分资料性和规范性附录，更新了材料标准号和性能数据，从而完善了我国压水堆核电厂核岛机械设备设计的总体要求。

压水堆核电厂核岛机械设备设计规范
第1部分:总则

1 范围

本文件规定了压水堆核电厂核岛机械设备设计总体要求。

本文件适用于压水堆核电厂核岛机械设备(承压设备及其支承、堆内构件)的设计。

2 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。

GB/T 1954 铬镍奥氏体不锈钢焊缝铁素体含量测量方法

GB/T 4960.2 核科学技术术语 第2部分:裂变反应堆

GB/T 16702(所有部分) 压水堆核电厂核岛机械设备设计规范

GB/T 16702.2—2025 压水堆核电厂核岛机械设备设计规范 第2部分:1级设备

GB/T 16702.3—2025 压水堆核电厂核岛机械设备设计规范 第3部分:2级设备

GB/T 16702.4—2025 压水堆核电厂核岛机械设备设计规范 第4部分:3级设备

GB/T 16702.5—2025 压水堆核电厂核岛机械设备设计规范 第5部分:小型设备

GB/T 16702.6—2025 压水堆核电厂核岛机械设备设计规范 第6部分:堆内构件

GB/T 16702.7—2025 压水堆核电厂核岛机械设备设计规范 第7部分:设备支承

GB/T 16702.8—2025 压水堆核电厂核岛机械设备设计规范 第8部分:低压或常压储罐

GB/T 25778 焊接材料采购指南

NB/T 20001—2023 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 20002.6—2021 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 20003.5 核电厂核岛机械设备无损检测 第5部分:磁粉检测

NB/T 20003.6 核电厂核岛机械设备无损检测 第6部分:涡流检测

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 20005.1 压水堆核电厂用碳钢和低合金钢 第1部分:1、2、3级设备用锻、轧件

NB/T 20005.2 压水堆核电厂用碳钢和低合金钢 第2部分:2、3级热交换器管板锻件

NB/T 20005.5 压水堆核电厂用碳钢和低合金钢 第5部分:1、2、3级承压铸件