

# 《压水堆承压部件 设计与制造 第 6 部分：堆芯支承结构》编制说明

## （征求意见稿）

### 一、工作简况

#### 1、任务来源

《压水堆承压部件 设计与制造 第 6 部分：堆芯支承结构》是《压水堆承压部件》系列设计与制造专篇的第 6 部分，由上海核工程研究设计院有限公司等单位编制。

该标准经过中国核能行业协会评审并经过公示后予以立项，并由上海核工程研究设计院有限公司与中国核能行业协会签订《中国核能行业协会团体标准制（修）订专项技术服务合同》。

团体标准《压水堆承压部件 设计与制造》系列标准编制周期为 18 个月，自 2020 年 1 月 1 日至 2021 年 6 月 30 日，其中项目的节点要求如下：

- 2020 年 6 月 30 日前，完成项目征求意见稿。
- 2020 年 10 月 30 日前，完成项目送审稿。
- 2021 年 2 月 28 日前，完成项目报批稿。

#### 2、主要工作过程

（1）标准起草阶段（2020 年 1 月 1 日至 2020 年 2 月 28 日）

主要任务是成立标准编制小组，分解工作任务、文件收集和调研分析、明确标准编制的进度控制。

在前期准备阶段成立标准编制小组和明确工作任务后，首先消化吸收上海核工程研究设计院有限公司牵头的中国先进核电标准体系研究课题的研究成果；收集了国标（GB）和能源标准（NB）有关的检测、检验标准，并对上述所有标准进行了研究和分析，确立编制标准的构架以及技术内容。

根据核电标准体系研究的前期工作分析结果，确定了本标准编制的进度安排。

在上述调研分析的基础上同时结合国内实际情况，起草了本标准的初稿。

## （2）征求意见阶段

征求意见待反馈。

## 3、主要参加单位和工作组成员及其所作的工作等

本标准由上海核工程研究设计院有限公司主编，编制组成员组成如下，详见表 1。

表 1 标准编制组成员名单

序号	姓名	单位	职务/职称	负责编写内容
1	栾佳明	上海核工程研究设计院有限公司	工程师	全文编制
2	薛国宏	上海核工程研究设计院有限公司	高工	力学章节编制
3	杨义忠	上海核工程研究设计院有限公司	工程师	材料章节编制
4	姚俊俊	上海核工程研究设计院有限公司	高工	焊接章节编制
5	丁宗华	上海核工程研究设计院有限公司	研高	全文校核
6	张翟	上海核工程研究设计院有限公司	高工	力学章节校核
7	李玲	上海核工程研究设计院有限公司	高工	材料章节校核
8	左波	上海核工程研究设计院有限公司	高工	焊接章节校核
9	林绍萱	上海核工程研究设计院有限公司	研高	全文审核
10	张明	上海核工程研究设计院有限公司	研高	力学章节审核
11	宁冬	上海核工程研究设计院有限公司	研高	材料章节审核

		限公司		
12	张俊宝	上海核工程研究设计院有 限公司	研高	焊接章节审核

## 二、标准编制原则和主要内容

### 1、标准编制原则

本标准的修订符合核电行业设备可靠性评价方法发展的原则，本着先进性、科学性、合理性和可操作性的原则以及标准的目标、统一性、协调性、实用性、一致性和规范性原则来进行本标准的制定工作。

#### （1）科学性

本标准借鉴了国际标准 ASME B&PV 规范 2007 版及 2008 补遗第Ⅲ卷 NG 分卷和 RCC-M 2007 版第 3 册 G 篇，同时结合我国工业标准体系的实际情况对本团体标准进行编写。

#### （2）实用性

本标准规定了堆芯支承结构的材料、设计、制造、检测等要求，通过前期对不同压水堆型堆芯支承结构的分析比较，提炼出对于堆芯支承结构的通用要求，对于压水堆堆型的堆芯支承结构具备一定的普遍适用性。

### 2、标准主要内容的依据

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准主要参考 ASME B&PV 规范 2007 版及 2008 补遗第Ⅲ卷 NG 分卷和 RCC-M 2007 版第 3 册 G 篇相关要求，并结合中国先进核电标准体系研究的研究成果以及国内核电工程的设计和制造经验而制定。

标准的主要章节内容如附录 A 所示。

### 3、解决的主要问题

核电标准体系是一项需要长期持续投入的系统工程，其通过不断地建设、完善和优化，来适应需求的变化和技术发展。核电标准体系的成长历程既是对当前

技术成果固化和产品标准化的过程，同时也是一个随技术和安全理念的发展不断地动态更新的持续过程。

在我国众多核电厂中，以 ASME 规范和 RCC-M 标准进行建造的核电厂，占据了主导地位。众所周知，压水堆核电站起源于美国西屋公司，西屋公司的核电站设计采用 ASME 规范体系。而 RCC-M 标准，是为适应法国核安全管理的要求并根据工业实践经验和业主（EDF）对制造和检测的要求，在 ASME 规范的基础上，由法国 AFCEN 协会负责编写的。该标准以 ASME 设计规范为基础，加入了西屋的设计规范的要求，并融入了法国与欧洲核电厂建造规定、规范和管理办法，最终形成了日趋符合法国工业和审管要求的压水堆技术。因此在以 RCC-M 为基础设计压水堆核电站中，可以发现大量源自 ASME 规范的要求。但是，由于两个规范标准的深度、结构、框架，配套法规、标准体系等多个方面的不同，在具体的技术实施层面，仍有许多明显的技术差异。

由于存在上述的技术差异，核岛机械设备现阶段采购、制造仍以具体项目的规格书、技术条件为主，不同堆型、不同项目之间，同类设备的技术要求存在差异，这对设备制造厂的制造、管理以及成本控制，造成较大的影响。

因此，核电业界，尤其是材料、设备制造单位，对核岛机械设备规范标准统一提出了需求，各方都期望能结合我国核电的发展方向和技术路线，立足于总结提炼并固化压水堆的技术实践成果，包括最新的重大专项实施成果，兼容并蓄我国既有标准规范、监管体制和工业基础实际以及实践经验，研究并构建适应我国工业体系、能够满足我国自主化核电建设和技术发展需求、具有自我完善和发展能力的压水堆核电厂核岛机械设备标准体系。

针对上述需求，大型先进压水堆核电站重大专项——中国先进核电标准体系研究（第二阶段）课题开展了核承压边界设备设计建造、材料、焊接、无损检验统一规范研究，形成具有跨堆型适用的核岛机械设备统一规范草案。本团体标准是在上述研究成果基础上，通过核能行业协会牵头，凝聚全行业专业技术力量形成的标准。其中《压水堆承压部件 设计与制造 第 6 部分：堆芯支承结构》融合了 ASME B&PV 规范 2007 版及 2008 补遗第 III 卷 NG 分卷和 RCC-M 2007 版第 3 册 G 篇相关要求，完善了三代核电压水堆核电厂堆内构件建造规则。

### 三、主要试验（或验证）情况

无。

### 四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

### 五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准的推广与应用，不仅有助于建立跨堆型的具有普遍适用性的自主化核岛机械设备标准体系，降低设计、制造、监管成本，提高核岛机械设备质量，也将为核电技术“走出去”奠定标准基础。

### 六、与国际、国外对比情况

本标准与 ASME B&PV 规范 2007 版及 2008 补遗第 III 卷 NG 分卷和 RCC-M 2007 版第 3 册 G 篇技术水平相当。

与本部分标准关系最密切的有国家核安全法规和国家能源行业核电体系标准。本部分标准是为贯彻我国核安全法规精神、积极推进压水堆核岛机械设备的国产化进程，而制定或修订的系列标准中的重要组成部分。核安全法规针对核安全设备行政管理包括对核设备制造和安装活动的行政管理提出的法律要求，明确了与核安全设备相关的核设备制造和安装活动的法律责任。本部分标准贯彻核安全法规精神，针对压水堆核电厂核岛机械设备制造活动所要遵循的明确而细致的技术规范，标准与法规要求是协调一致的。

### 七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

本标准是《压水堆承压部件》系列标准中设计与制造专篇的第 6 部分。

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

### 八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

## 九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为团体标准。

## 十、贯彻标准的要求和措施建议

标准发布后，上海核工程研究设计院有限公司将配合中国核能行业协会组织行业召开标准宣贯会，开展培训活动，促进该标准更好的贯彻实施。

## 十一、废止现行相关标准的建议

无。

## 十二、其他应予说明的事项

无。

## 附录 A 标准目录

前言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
3.1 压力 pressure.....	1
3.2 设计压差 design pressure difference.....	2
3.3 计算厚度 calculated thickness.....	2
3.4 设计厚度 design thickness.....	2
3.5 名义厚度 nominal thickness.....	2
3.6 热成形 hot forming.....	2
3.7 应力强度 stress intensity.....	2
3.8 总体结构不连续 gross structural discontinuity.....	2
3.9 局部结构不连续 local structural discontinuity.....	2
3.10 法向应力 normal stress.....	2
3.11 剪应力 shear stress.....	2
3.12 薄膜应力 membrane stress.....	2
3.13 弯曲应力 bending stress.....	3
3.14 一次应力 primary stress.....	3
3.15 局部一次薄膜应力 local primary membrane stress.....	3
3.16 二次应力 secondary stress.....	3
3.17 峰值应力 peak stress.....	3
3.18 载荷应力 load stress.....	3
3.19 热应力 thermal stress.....	3
3.20 总应力 total stress.....	4
3.21 安定性 shakedown.....	4
3.22 自由端位移 free end displacement.....	4
3.23 使用循环 service cycle.....	4
3.24 应力循环 stress cycle.....	4
4 范围和管辖边界.....	4
4.1 结构定义和本标准的适用范围.....	4
4.2 管辖的边界范围.....	5
5 材料.....	7
5.1 材料的通用要求.....	7
5.2 材料的断裂韧性要求.....	8
5.3 焊接材料.....	10
5.4 堆芯支承结构材料的检测和修补.....	11
5.5 材料制造商的质量体系大纲.....	18
6 设计.....	18

6.1	设计总则.....	19
6.2	分析法设计.....	26
6.3	堆芯支承结构设计.....	53
7	制造.....	56
7.1	总的要求.....	56
7.2	成形、装配和对中.....	58
7.3	焊接评定.....	60
7.4	指导焊缝的施焊、检测和返修的规则.....	62
7.5	热处理.....	65
7.6	机械连接件.....	65
8	检测.....	65
8.1	检测的通用要求.....	65
8.2	焊缝要求的检测.....	68
8.3	验收标准.....	69
8.4	无损检测人员的考核和取证.....	71