

ICS 27.120.20

F 65

备案号: 57398—2017

NB

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20398—2017

**压水堆核电厂反应堆厂房内部结构施工及
验收规范**

**Construction and inspection specification for reactor building internal structure
of 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	1
4 基本规定	2
5 模板分项工程	2
6 钢筋分项工程	4
7 混凝土分项工程	6
8 预制构件	8
9 钢结构工程	9
10 预埋件	10
11 嵌缝及孔洞封堵	11
12 涂装工程	12
表 1 模板制作允许偏差及检查方法	4
表 2 无损检测要求	10

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》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。

本标准起草单位：中国核工业华兴建设有限公司。

本标准主要起草人：范桂斌、杨尚、何强、魏春影、程金珠、曹荣华、司志国、卓开新、郭长城、高斌。

压水堆核电厂反应堆厂房内部结构施工及验收规范

1 范围

本标准规定了压水堆核电厂反应堆厂房内部结构施工和质量验收要求。

本标准适用于压水堆核电厂反应堆厂房内部结构施工和质量验收。

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 50164 混凝土质量控制标准

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范

GB 50666 混凝土结构工程施工规范

NB/T 20122 核电工程施工质量验收入交工验收管理规定

NB/T 20123 核电工程分部分项划分规定

NB/T 20126 压水堆核电厂核岛厂房嵌缝的施工及验收规范

NB/T 20127 压水堆核电厂预埋件制作与安装技术要求

NB/T 20130 混凝土辐射屏蔽

NB/T 20133.6 压水堆核电厂设施设备防护涂层规范 第6部分：涂装作业

NB/T 20160 压水堆核电厂不锈钢水池覆面施工技术规范

JGJ 18 钢筋焊接及验收规程

JGJ 55 普通混凝土配合比设计技术规程

JGJ 107 钢筋机械连接通用技术规程

JGJ 162 建筑施工模板安全技术规程

JGJ 256 钢筋锚固板应用技术规程

HAF 602 民用核安全设备无损检验人员资格管理规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

内部结构 internal structure

包容在反应堆厂房安全壳内钢筋/板混凝土结构及附属钢结构，主要为核蒸汽供应系统及其有关的设备和管道提供支承，为人员和设备提供屏蔽，对管道破裂后产生的甩击和飞射物进行防护等。

3.2

反应堆堆腔 reactor cavity

由钢筋混凝土及钢结构构成的用于放置反应堆压力容器的筒体结构。

3.3

屏蔽墙 **shielding wall**

为降低某一区域的辐射水平而置于辐射源和人、设备或其他物体之间的能减弱辐射的墙体。

3.4

混凝土初步试验 **preliminary test for concrete**

在试验室内采用基准配合比和推衍配合比试拌混凝土，验证拌合物的自密实性能、硬化混凝土的力学性能和长期性能等是否符合设计要求的试验。

3.5

混凝土可行性试验 **feasibility test for concrete**

在供应混凝土前，按照施工时生产混凝土的工艺制备混凝土，验证配合比的准确性、拌合物的均匀性及和易性、硬化混凝土的物理性能等是否符合设计要求的试验。

3.6

混凝土开盘鉴定 **concrete early identification**

根据前期已确定的混凝土配合比配置的第一盘混凝土，对第一盘混凝土进行坍落度、和易性等性能进行检验的过程。

3.7

牺牲混凝土 **sacrificial concrete**

受热熔化后能够与堆坑区不断地积累的堆芯熔融物混合，降低熔融物的固相和液相温度，其中的 Fe_2O_3 能够氧化熔融物中的锆， SiO_2 可以在高温下形成玻璃态基体包容住具有放射性的裂变产物，防止其扩散至外部环境中。

3.8

孔洞封堵 **plugging hole**

为保证核岛厂房气密、水密、防火、生物屏蔽等功能性要求，对各种孔洞或套管在物项（管道等）通过后进行封堵的工作。

3.9

嵌缝 **joint filleting**

为实现核岛建筑功能要求而嵌入接缝中的多种材料组合而成的系统。

4 基本规定

4.1 施工单位应具备相应的核电工程施工资质，有完善的施工技术标准、质量保证、质量控制及验收、职业健康及安全等管理体系。

4.2 施工操作人员应经过培训，并具备各自岗位所需的基本知识和技能水平。

4.3 工程施工所采用的原材料及成品应符合设计文件的质保等级要求，并应按相关材料的标准及规范进行验收。

4.4 施工用机具设备应符合相关规定，对需标定的设备应检验合格后使用。

4.5 质量验收要求应符合 NB/T 20122 及 NB/T 20123 的相关规定。

4.6 结构模块的施工及验收要求应符合核电行业标准的相关规定。

5 模板分项工程

5.1 一般规定

- 5.1.1 反应堆厂房内部结构模板主要包括屏蔽墙模板、堆腔模板、水池模板、平台模板及洞口模板。
- 5.1.2 模板应根据工程结构形式、荷载、施工设备和材料供应等条件进行设计，模板设计应符合下列规定：
- a) 满足 JGJ 162 的要求，确保模板及支撑具有足够的强度、刚度和稳定性；
 - b) 保证工程结构和构件各部分形状、尺寸和位置正确，且便于安装和混凝土浇筑、振捣；
 - c) 模板规格尺寸宜标准化，模板刚度考虑运输、堆放和装拆过程中的影响，模板重量满足现场起重设备能力的要求。
- 5.1.3 对搭设高度 5 m 及以上，搭设跨度 10 m 及以上，施工总荷载 10 kN/m^2 及以上，集中线荷载 15 kN/m^2 及以上的混凝土模板支撑工程，应编制模板支撑系统的安全专项施工方案。
- 5.1.4 模板制作时应在专用的制作平台上进行，制作平台应有足够的强度、刚度，并配有调平装置。
- 5.1.5 在浇筑混凝土之前，应对模板及其支撑体系进行验收。
- 5.1.6 使用中的模板应定期检查是否有损坏，对影响使用安全和混凝土成型质量的模板应进行维修。
- 5.1.7 模板拆除后应及时清理。模板堆放时应满足自稳角要求，当不能满足要求时，应采取加固措施，保证模板放置的稳定；无支撑架的模板叠层平放时，叠放高度不宜超过 2 m。

5.2 屏蔽墙模板

- 5.2.1 屏蔽墙模板，宜制作定型模板，数量应根据内部结构各层屏蔽墙角度、半径尺寸以及混凝土分层分段情况进行确定。
- 5.2.2 屏蔽墙模板主龙骨宜采用型钢制作，并应按照模板加工图安装模板护边角钢、爬梯、支腿、吊点。
- 5.2.3 内弧模板宜制作模板键，方便内弧模板的安装和拆除。
- 5.2.4 屏蔽墙模板长度或弧长尺寸不宜超过 5 m。
- 5.2.5 应按照模板加工图安装屏蔽墙模板护边角钢、爬梯、支腿、吊点。
- 5.2.6 屏蔽墙模板吊点应安装牢固，不得将吊钩挂在操作平台、龙骨或其他构件上。
- 5.2.7 屏蔽模板安装要求：
- a) 支设前，应保证模板干净，面板涂刷脱模剂，脱模剂应涂刷均匀，不得在模板就位后涂刷；
 - b) 模板之间的接缝宜采用海绵条粘贴以防漏浆；
 - c) 安装时宜遵循先内侧、后外侧，先角模、后直模的安装就位原则；
 - d) 内弧模板及内弧角模操作平台、护栏安装前应进行详细放样，防止安装过程中内弧模板间操作平台、平台护栏碰撞；
 - e) 模板支设加固应采用高强拉杆对拉、手拉葫芦拉结等方式加固，模板之间采用模板连接件加固。
- 5.2.8 模板拆除：先拆除倒链、顶撑等，再松动锚固爪和拉杆，使模板与混凝土表面脱离；模板起吊前，应采取措施防止模板倾覆。

5.3 反应堆堆腔模板

- 5.3.1 反应堆堆腔模板制作前应放样，以保证模板尺寸的准确性。
- 5.3.2 反应堆堆腔模板直径较小，宜选择弯弧能力较强的薄胶合板。
- 5.3.3 反应堆堆腔内模应先安装弧形模板，后安装模板键。
- 5.3.4 堆腔空间狭小部位，应合理安排施工顺序，保证模板支设操作空间及模板的固定。

5.4 水池模板

- 5.4.1 水池墙体直墙段模板宜采用定型模板，变截面墙体应配置异型模板。
- 5.4.2 水池模板高度应根据混凝土分层浇筑高度确定。

- 5.4.3 水池模板安装前应清理干净并涂刷脱模剂。
- 5.4.4 水池内侧模板安装前表面宜铺贴铁丝网并涂刷缓凝剂。
- 5.4.5 内侧模板宜根据混凝土初凝及终凝时间确定拆模时间。
- 5.4.6 拆模后应清除表面铁丝网并清理模板表面。

5.5 平台模板及洞口模板

- 5.5.1 环形平台侧模高度宜高出平台厚度 50 mm；环形平台侧模宜根据平台边缘与安全壳内壁之间的净距，制作适合的龙骨尺寸并保证侧模加固空间。
- 5.5.2 平台侧模拆除时的混凝土强度应保证其表面及棱角不受损伤。
- 5.5.3 平台底模支撑应根据楼板厚度计算支撑间距、龙骨间距尺寸以及支撑形式等。
- 5.5.4 平台底模安装过程中，楼板支撑布置及加固应严格按楼板支撑计算结果要求执行。
- 5.5.5 定位在楼板底模上的高精度预埋件，应准确放线定位并采取固定措施以保证预埋件的安装精度。
- 5.5.6 多个楼层间连续支模的底层支撑拆除时间，应根据连续支模的楼层间荷载分配和混凝土强度的增长情况确定。
- 5.5.7 楼板底模及其支撑拆除时的混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，混凝土强度应符合 GB 50204 的规定。
- 5.5.8 上层承重能力不足需在下层楼板或墙体安装特殊支撑的，宜采用钢管柱或类似钢构件进行支撑，其受力计算及拆除时间应满足设计要求。
- 5.5.9 异形洞口模板加工图纸应包含洞口模板平面图、立面图及剖面图，特殊异形洞口应明确洞口所处结构部位。
- 5.5.10 平台上洞口模板制作时，洞口模板高度应宜高出平台厚度 50 mm。
- 5.5.11 墙体上洞口模板设置振捣孔的要求：振捣孔与模板的距离不大于振捣棒作用半径的 0.7 倍，振捣孔间距不大于振捣棒作用半径的 1.4 倍，振捣孔直径不小于 100 mm。

5.6 质量验收

- 5.6.1 模板制作允许误差及检查方法见表 1。
- 5.6.2 模板安装偏差应符合设计文件要求，当设计文件无要求时应符合 GB 50204 的相关规定。

表1 模板制作允许偏差及检查方法

项次	项目	允许偏差 mm	检验方法
1	模板高度	±3	卷尺量检查
2	模板长度	-2	卷尺量检查
3	模板板面对角线差	≤3	卷尺量检查
4	板面平整度	2	2m 靠尺及塞尺检查
5	相邻面板拼缝高低差	≤1	平尺及塞尺量检查
6	相邻面板拼缝间隙	≤1	塞尺量检查

6 钢筋分项工程

6.1 一般规定

- 6.1.1 钢筋的品种、级别或规格应满足设计要求，钢筋变更时，应征得设计同意。

6.1.2 在浇筑混凝土之前, 应进行钢筋隐蔽工程验收, 其内容包括:

- a) 纵向受力钢筋的品种、规格、数量、位置等;
- b) 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率等;
- c) 箍筋、横向钢筋的品种、规格、数量、间距等;
- d) 预埋件的规格、数量、位置等。

6.2 钢筋加工

6.2.1 钢筋使用前应进行表面清洁、除锈、调直处理。

6.2.2 下料前对钢筋进行标记, 下料长度允许误差应控制在 ± 10 mm。

6.2.3 受力钢筋的弯钩和弯折应符合设计要求, 同时应满足下列规定:

- a) 直径大于 12 mm 的弯形钢筋应用弯曲机械进行弯曲;
- b) 弯曲应以等速进行, 且无冲击, 温度低于 5 °C 时, 应放慢弯曲速度; 如温度降至-5 °C 以下, 禁止弯曲;
- c) 除直径小于 12 mm 的低碳钢箍筋外, 不得在模板内弯曲钢筋;
- d) 除光面圆钢筋除外不应将已弯曲的钢筋扳直。

6.2.4 钢筋安装前应对钢筋进行标记, 钢筋标记应满足下列要求:

- a) 捆绑在已加工好的钢筋上;
- b) 写明区域、标高、加工编号、钢筋编号、钢筋形式、钢筋型号和数量。

6.3 钢筋连接

6.3.1 钢筋的连接方式应按照设计要求, 设计无要求时, 直径 25 mm 以上宜选用机械连接, 在施工难度大或有特殊要求时也可采用搭接或焊接连接。

6.3.2 钢筋采机械连接应符合 JGJ 107 的规定, 采用 I 级接头。

6.3.3 钢筋搭接、焊接连接应符合设计要求, 设计无要求时, 搭接应符合国家现行标准 GB 50204 的要求, 焊接应符合国家现行标准 JGJ 18 的要求。

6.4 钢筋安装

6.4.1 钢筋现场安装应符合国家现行标准 GB 50666 的要求, 同时还应满足下列规定:

- a) 钢筋锚固长度应按设计要求确定;
- b) 在最后一根钢筋绑扎后取下钢筋标记;
- c) 梁、板的上层钢筋应设置钢筋支撑, 支撑每平米不宜少于 1 个; 对于厚度较大的楼板, 支撑布置应进行计算确定。

6.4.2 钢筋需在施工现场切割的, 应经设计同意, 且宜采用机械切割。

6.4.3 堆腔钢筋安装应满足下列要求:

- a) 钢筋密集且预埋件较多部位, 应合理布置钢筋穿插顺序, 合理安排钢筋绑扎、预埋件安装、模板三者之间先后关系;
- b) 综合考虑上下层钢筋布置, 防止插筋与预埋件冲突;
- c) 堆腔混凝土浇筑前应再次复核钢筋位置及尺寸。

6.4.4 高度大于 4 m 的墙体宜制作钢筋网片, 钢筋网片制作应符合下列规定:

- a) 绑扎点应满绑;
- b) 根据网片大小设置 1~3 组剪刀撑;
- c) 吊点位置所在的整排横向绑扎点及以上两排的绑扎点宜用 10# 及以上铁丝进行加固, 吊点所在的竖向绑扎点也应加固;

d) 弧形网片应采用弧形支架固定,防止发生不可逆的变形。

6.4.5 钢筋网片安装应符合下列规定:

- a) 网片吊装应根据验算结果选择起吊用具;
- b) 网片吊装就位后与插筋绑扎牢固并设置有效临时支撑;
- c) 应采取有效措施保证网片的垂直度,特别是墙体阴阳角处及墙体的垂直交叉部位。

6.4.6 高强钢筋应符合下列规定:

- a) 高强钢筋直径、极限抗拉强度、屈服强度、延伸率、收缩率等应满足设计要求;
- b) 高强钢筋安装的位置和垂直度应符合设计要求,混凝土浇筑过程中应采取有效固定措施保证其位置的正确;
- c) 施工时不得有灼热火星溅到高强钢筋上;
- d) 安装后,外露部分应缠纸胶带或采取其他方式进行保护;
- e) 需张拉的高强钢筋,张拉力、张拉次数、时间间隔应考虑千斤顶张力的松弛及锚头处夹片的位置;钢筋的张拉顺序应遵循设计文件要求,当设计未要求时应遵循对称、先中间后角点的原则;
- f) 张拉完毕后沿螺帽顶端用砂轮锯或切断机将多余高强钢筋切除,严禁使用气割或电弧切割。

6.4.7 当钢筋锚固方式为锚固板时,锚固板的应用应符合 JGJ 256 的相关规定。

6.5 钢筋运输和贮存

6.5.1 钢筋运输和贮存时,严禁损坏包装和标志;钢筋装卸期间应避免损伤。

6.5.2 钢筋采购进场后应分类、分级、分牌号堆放,验收不合格钢筋另做标识,分开堆放。

6.5.3 检验合格钢筋在仓库或料棚堆放时,应保持地面干燥,钢筋不得堆置在地面上,应用间距为 1.5 m~2 m 的混凝土垄墙、砖墙或垫木垫起,使钢筋距离地面 200 mm 以上。

6.6 质量验收

6.6.1 钢筋的材料验收要求应符合 GB 50204 的要求。

6.6.2 钢筋机械接头应进行接头力学性能试验,试验结果应符合 JGJ 107 的要求;钢筋焊接接头应符合 JGJ 18 的要求。

6.6.3 钢筋加工尺寸偏差及安装位置偏差应符合设计要求,设计无要求时应按照 GB 50204 执行。

6.6.4 钢筋安装后验收应符合设计要求及 GB 50204 的相关规定。

6.6.5 高强钢筋尺寸偏差及安装位置偏差应符合设计要求。

6.6.6 高强钢筋张拉锚固后实际测得的预应力值应符合设计要求。

7 混凝土分项工程

7.1 一般规定

7.1.1 混凝土原材料应符合设计文件规定及相应现行国家标准规范的要求。

7.1.2 检验评定混凝土强度用的混凝土试件的尺寸按照设计文件要求执行;其标准成型方法、标准养护条件及强度试验方法应符合普通混凝土力学性能试验方法的规定。

7.1.3 钢筋密集部位,宜采用细石混凝土进行浇筑。

7.1.4 屏蔽混凝土施工应符合 NB/T 20130 的相关规定。

7.1.5 自密实混凝土应符合相关核电行业标准的规定。

7.2 配合比设计

7.2.1 混凝土配合比应按设计文件及 JGJ 55 中的相关规定进行设计，应满足设计要求的混凝土的强度等级、耐久性、工作性等。

7.2.2 混凝土配合比用于正式生产前，应进行混凝土初步试验和可行性试验，开始生产时应至少留置一组标准养护试件，作为验证配合比的依据。

7.2.3 混凝土拌制前，应测定砂、石含水率并根据测试结果调整材料用量。

7.2.4 混凝土中骨料粒径要求：

- a) 细石混凝土骨料最大粒径不超过 16 mm；
- b) 普通混凝土骨料粒径为不超过 31.5 mm。

7.2.5 当遇到下列情况时，应重新进行配合比设计：

- a) 混凝土有其他特殊要求时；
- b) 原材料发生改变时；
- c) 更换设备时。

7.3 混凝土施工

7.3.1 混凝土原材料每盘称量的偏差应符合 GB 50164 的规定。

7.3.2 混凝土搅拌前，根据砂、石含水率调整材料用量，并通知相关各方确认施工配合比。

7.3.3 首次使用的混凝土配合比应进行开盘鉴定，其性能指标应满足设计和施工要求。

7.3.4 混凝土的搅拌、运输必须满足连续浇筑的要求，并考虑以下要求：

- a) 搅拌机宜采用强制式搅拌机；
- b) 混凝土搅拌时间应由可行性试验确定；
- c) 混凝土在运输过程、浇筑过程中不得加外加剂或水；
- d) 当炎热季节浇筑大体积混凝土时，混凝土搅拌站宜对砂、石骨料采取遮阳降温、降低含水率的措施；
- e) 当采用泵送混凝土时，混凝土的运输宜采用混凝土搅拌运输车，应符合国家现行标准 GB 50666 的相关规定；
- f) 混凝土运输过程中，应控制混凝土运输车在现场等待时间（除试验室取样测温和做坍落度外），缩短运输时间，保证混凝土入模温度不超过 30℃。

7.3.5 钢筋较密集部位，混凝土浇筑前预留好混凝土下料口及振捣口，结构复杂部位还应设置排气孔。

7.3.6 在浇筑混凝土前，对模板内的杂物和钢筋上的油污应清理干净，对模板的缝隙和孔洞应堵严。

7.3.7 同一施工段的混凝土应连续浇筑，并应在底层混凝土初凝前将上一层混凝土浇筑完毕，混凝土每层浇筑厚度不应超过 500 mm。

7.3.8 混凝土振捣及养护应符合 GB 50666 的相关规定。

7.4 混凝土施工缝

7.4.1 混凝土施工缝设置应编制专门施工方案，特殊结构施工缝位置变动应征得设计同意。

7.4.2 混凝土结构垂直施工缝位置的留设应符合设计文件要求，设计无要求时应符合下列要求：

- a) 堆腔墙体不宜留设垂直施工缝；
- b) 墙、柱垂直施工缝宜设置在直墙与环墙交接处或纵横墙交接处；
- c) 水池墙体垂直施工缝可根据现场施工需要布置；
- d) 混凝土型号不同的结构应在分界处设置施工缝。

7.4.3 混凝土结构水平施工缝位置的留设应根据设计文件对结构的分层要求确定，同时应满足以下要求：

- a) 水池墙体高度较大时，根据钢筋绑扎及模板支设情况宜在墙体中部留设水平施工缝；

b) 混凝土型号不同上下结构应在分界处设置施工缝。

7.4.4 施工缝的处理应符合以下规定：

- a) 垂直施工缝宜采用铁丝网模板，混凝土初凝前用高压气加水冲洗铁丝网模板表面残浆，混凝土初凝后拆除铁丝网模板，采用机械凿毛处理；
- b) 水平施工缝在混凝土终凝前表面宜采用冲毛处理，使混凝土表面的石子均匀外露；在混凝土终凝后，宜采用机械凿毛处理。

7.4.5 结构施工缝位置应用与混凝土同型号的砂浆进行润湿，接浆厚度为 50 mm~100 mm。

7.5 堆芯熔融捕集器混凝土施工

7.5.1 牺牲混凝土配合比设计应符合设计要求。

7.5.2 牺牲混凝土施工前应根据现场施工需要进行泵送试验及振捣试验。

7.5.3 牺牲混凝土施工不宜预留垂直施工缝。

7.5.4 牺牲混凝土根据使用材料的不同划分施工段，同时混凝土浇筑厚度不应超过 500 mm。

7.5.5 牺牲混凝土振捣宜采用 $\phi 60$ 或 $\phi 30$ 振捣棒进行振捣，严禁过度振捣造成骨料下沉。

7.5.6 堆芯热交换器之间缝隙采用的浆体，用于制作浆体的干粉混合物的组分含量、外观、颜色、堆积密度、搅拌均匀性应满足设计要求，干粉混合物施工前应进行浆体试验。

7.5.7 浆体施工环境温度不应低于 10℃，浆体自生产至浇筑完毕不得超过 2 h。

7.5.8 热交换器间缝隙浆体搅拌加料顺序宜为：2/3 水→干粉混合物→1/3 水→浆体。

7.5.9 稠化或者分层的浆体禁止使用。

7.6 质量验收

7.6.1 用于检查混凝土强度的试件，应在混凝土的浇筑地点抽取，取样与试件留置应符合设计要求。

7.6.2 混凝土结构的质量验收应符合 GB 50204 的相关规定。

7.6.3 牺牲混凝土及热交换器缝隙的浆体的外观质量及尺寸要求应符合设计规定。

8 预制构件

8.1 一般规定

8.1.1 预制构件包含预制盖板、可移动墙等。

8.1.2 预制构件制作尺寸应根据图纸尺寸按照负偏差控制，对于形状复杂精度要求较高的预制盖板宜按照现场预留洞口实际尺寸测量后制作。

8.1.3 尺寸及重量较大的预制构件宜在厂房内构件安装位置处预制。施工前，应编制施工方案并进行施工验算，验算方法应符合 GB 50666 的规定。

8.1.4 预制构件模板应有足够的刚度，尺寸满足设计要求。周转使用的模板应定期检查其尺寸，模板的允许偏差及检查方法应符合 GB 50666 的规定。

8.2 预制构件制作与吊装

8.2.1 预制盖板钢框尺寸较大时，宜采取内侧加固措施，防止钢框产生变形。

8.2.2 构件在预制时，应按照设计要求预埋吊件或埋件。当设计无要求时，吊件设计应符合 GB 50666 中的设计计算要求。

8.2.3 预制构件在混凝土浇筑时，应设置同条件养护试块。预制构件混凝土强度应达到设计规定要求方可吊装。

8.2.4 预制构件混凝土振捣时，不得触碰预埋的起吊构件。

8.2.5 预制构件吊装前，应对构件就位位置、构件尺寸进行复核。

8.2.6 预制构件安装精度控制：

- a) 竖向连接：预制墙体安装前应对预埋在结构中的套管采取整体固定措施，避免结构混凝土浇筑后预埋套管移位；预制墙体预制时应再次测量结构中套管间距，若出现套管偏移，应经设计确认将可移动墙体底部框架开孔位置按照已预埋套管位置进行调整；
- b) 水平连接：预制墙体间连接及预制墙体与结构墙体间的连接方式应符合设计要求，当设计无要求时，连接点处应设置保证水平连接杆件穿过的措施；
- c) 安装在钢结构平台上的预制盖板，连接用钢构件宜在现场焊接，确保与钢结构开孔位置一致。

8.2.7 预制构件应贮存在坚固稳定的基座上，避免出现不正常受力的情况。当预制构件叠层存放时，构件应经过受力计算。

8.3 质量验收

8.3.1 预制构件的外观质量，不可出现缺棱掉角、蜂窝孔洞、麻面、露筋等现象。

8.3.2 预制构件的加工误差应满足 GB 50204 的相关规定。

8.3.3 预制构件安装精度应符合设计要求。

9 钢结构工程

9.1 一般规定

9.1.1 钢材的品种、规格、性能及检验等应符合设计规定及国家标准的相关规定，焊材的检验要求应符合设计规定及国家标准的相关规定。

9.1.2 钢结构连接用高强度大六角头螺栓连接副、扭剪型高强度螺栓连接副、普通螺栓、锚钉、自攻钉、射钉、锚栓（机械型和化学剂型）及螺母、垫片等标准配件，其品种规格性能等应符合设计规定及相关国家产品标准。

9.2 钢平台

9.2.1 钢平台的图纸深化设计应符合以下要求：

- a) 施工单位根据施工图绘制构件图；
- b) 深化设计的构造要求，应符合设计文件及国家相关标准的相关规定。

9.2.2 钢平台零构件加工、组装、预拼装、构件安装、涂装等应符合 GB 50205 及行业标准的规定。

9.3 堆腔底部环形构架

9.3.1 堆腔内的环形钢结构，宜采用弧形靠板进行加工精度控制。

9.3.2 在结构内部空间小、钢板薄、焊缝密度大的情况下，制作时宜制定专项方案，控制整体尺寸及变形。

9.3.3 焊接过程中宜采取分段退焊，跳焊，从中间往两边焊，均布圆周同时施焊，先长焊缝再短焊缝等焊接工艺。

9.3.4 宜采用分段组装施工的工艺方法，每段均包含组对、焊接、校正、无损检测等内容。

9.4 不锈钢覆面

不锈钢加工、安装及检验等应符合设计文件要求及NB/T 20160中的相关规定。

9.5 组合楼盖

- 9.5.1 组合楼盖施工顺序：钢梁安装、镀锌压型钢板安装、混凝土板浇筑。
- 9.5.2 钢梁的制作要求应符合 GB 50205 的相关规定。
- 9.5.3 镀锌压型钢板应采用“3W”型且双面镀锌，宜采用 Q235 材质，波高、波距、钢板厚度等应满足设计的规定。
- 9.5.4 钢梁安装时宜设置临时支撑，同时采取有效措施保证钢梁位置准确。
- 9.5.5 镀锌压型钢板通过连接件与钢梁焊接固定，安装时压型钢板宜与钢梁贴紧。焊接完成后，若连接件与压型钢板仍存在间隙，宜采取密封措施。
- 9.5.6 镀锌压型钢板应干净平整顺直，安装时应依照排版顺序依次进行；控制镀锌压型钢板搭接位置在钢梁上，且钢板间采用专用夹紧钳咬合压孔连接，接缝处应进行封堵。
- 9.5.7 混凝土浇筑过程中混凝土不宜大量堆积产生集中荷载；混凝土倾倒时宜先对准在钢梁上方，再向四周摊铺。
- 9.5.8 严禁采用振捣棒进行振捣，宜采用平板振捣器进行振捣。

9.6 焊接及无损检测

- 9.6.1 焊工应由取得焊工资格评定合格证人员担任。
- 9.6.2 无损检测人员应符合 HAF 602 的要求。
- 9.6.3 检测标准按照设计规定的文件执行，当设计无要求时，宜按表 2 的检测要求执行。
- 9.6.4 焊接作业前应制定相应的焊接工艺评定，焊接参数应符合焊接工艺评定相关要求。

表2 无损检测要求

焊缝种类 (按钢结构施工图的规定)	试验类型	试验范围
全熔透的平焊缝	外观检查	100 %
	X射线或超声检验	100 %
全熔透的交叉角焊缝	外观检查	100 %
	X射线或超声检验	所有焊接节点和每个焊工 每种焊接工艺10 %
部分熔透的平焊缝	外观检查	100 %
	液体渗透检验或磁粉检验	100 %
部分熔透的角焊缝	外观检查	100 %
	液体渗透检验或磁粉检验	10 %
贴角焊缝和不穿透焊缝	外观检查	100 %

9.7 质量验收

钢平台堆腔底部环形构架及组合楼盖的质量验收要求应符合GB 50205的相关要求。

10 预埋件

- 10.1 预埋件制作及安装应符合 NB/T 20127 的相关规定。
- 10.2 特殊预埋件安装

10.2.1 特殊预埋件安装精度高,安装时采取计算机辅助定位的方法,将预埋件各控制点 1:1 放样,计算出控制点的坐标和标高,必要时对复杂区域进行三维模拟放样,对可能出现与预埋件相碰、与钢筋或套管冲突等问题进行预判,确保预埋件的精确定位。

10.2.2 体型庞大、安装要求严格的预埋件应编制专项施工方案。

10.2.3 墙体上由多个预埋套管组成的套管组合应设置永久性固定支架保证套管间间距及整个套管组合的位置。

10.2.4 楼板上由多件预埋件组成的预埋件组合安装前应加设临时固定支架,支架上设置微调构件控制预埋件安装精度。混凝土浇筑时,对预埋件进行实时监测并及时调整。

10.2.5 安注水箱固定螺栓、中子探测器定位装置等特殊预埋件安装方法参考 NB/T 20127。

10.3 质量验收

预埋件各部分尺寸应制作准确,预埋件的加工允许偏差应符合设计要求;预埋件安装偏差应满足设计要求,当设计无要求时应满足 NB/T 20127 的相关规定。

11 嵌缝及孔洞封堵

11.1 一般规定

嵌缝材料及孔洞封堵材料要求应符合设计要求和相关核电行业标准的规定。

11.2 嵌缝施工

11.2.1 嵌缝施工应符合 NB/T 20126 的相关规定。

11.2.2 石蜡嵌缝应满足下列要求:

- a) 石蜡材料各项技术指标符合设计要求;
- b) 施工前,剥落或缺棱掉角的部位宜用环氧树脂砂浆进行修整,填缝内应清洁、干燥;
- c) 应分段进行施工并用隔离膨胀带隔开;
- d) 石蜡加热至液体状态后,采用专业注蜡设备进行石蜡灌注;
- e) 石蜡灌注时,每段从底部至顶部灌注,到指定标高后,可进行下一段灌注;
- f) 当嵌缝部位全部灌蜡完成,检查石蜡的温度。石蜡完全固化并冷却到 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 时,清除石蜡表面杂物,进行密封胶的施工及接缝保护装置的安装。

11.3 孔洞封堵施工

孔洞封堵材料及施工应符合相关核电行业标准的规定。

11.4 质量验收

11.4.1 嵌缝施工质量验收规范应符合 NB/T 20126 的相关规定,孔洞封堵的质量验收应符合相关核电行业标准的规定。

11.4.2 石蜡施工的质量要求:

- a) 环形接缝边缘的混凝土结构至少已浇筑 15 天;
- b) 石蜡灌注前采取措施对嵌缝两侧进行保护;
- c) 石蜡浇筑后表面的密封应连续、光滑、平整;
- d) 保护板固定应牢固、连续,同时与安全壳内壁保持一定间距。

12 涂装工程

涂装作业及质量验收应符合NB/T 20133.6的规定。

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
压水堆核电厂反应堆厂房内部结构施工及
验收规范

NB/T 20398—2017

*

核工业标准化研究所出版发行

北京海淀区骚子营 1 号院

邮政编码: 100091

电 话: 010-62863505

原子能出版社印刷

版权专有 不得翻印

*

2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—50

定价 32.00 元