

ICS 27.120.20

F 65

备案号: 57396-2017

NB

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20396—2017

**压水堆核电厂核安全有关的钢结构
施工规范**

**Code for Construction of nuclear safety related steel structures for pressure
water reactor 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 总则	2
5 材料	2
6 钢构件的制作	6
7 钢构件组装	7
8 钢构件的矫正及预拼装	8
9 钢结构的运输、现场装卸和贮存	9
10 钢结构的安装	9
11 涂装	12

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。

本标准由核工业标准化研究所归口。

本标准起草单位：中国核电工程有限公司。

本标准主要起草人：杨建华，隋春光，李玉民，张超琦，马佳，郭利峰，王宇欣，于坚，胡忠全。

压水堆核电厂核安全有关的钢结构施工规范

1 范围

本标准规定了压水堆核电厂核安全有关钢结构的建造要求。

本标准适用于压水堆核电厂中与核安全有关的钢结构的建造，钢结构包括主要和次要钢结构。其他核设施可参照执行。

本标准不适用于水池和房间的不锈钢衬里、锚固于混凝土内的钢构件，也不适用于安全壳钢衬里及有关零部件的建造。

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/T 1231—2006 大六角头螺栓、螺母、垫圈技术条件

GB/T 2101—2008 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定

GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范

GB 50661—2011 钢结构焊接规范

GB 50755—2012 钢结构工程施工规范

JGJ 82—2011 钢结构高强度螺栓连接技术规程

NB/T 20002.6 压水堆核电厂核岛机械设备焊接规范

NB/T 20133.1—2012 压水堆核电厂设施设备防护涂层规范 第1部分：通用要求

NB/T 20133.6—2012 压水堆核电厂设施设备防护涂层规范 第6部分：涂装作业

HAF 003 核电厂质量保证安全规定

HAD 003/07 核电厂建造期间的质量保证

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

核安全有关钢结构 nuclear safety related steel structure

直接或间接影响核安全的钢结构物项，包括直接包容或支撑核安全相关设备、部件的钢结构以及损坏后会影响到核安全设备和部件的钢结构。

3.2

主要钢结构 primary steel structure

核电厂中作为主要结构部件的钢结构物项，包括核岛厂房室外龙门架、吊车轨道梁、核安全有关厂房的主要钢构架和屋顶主梁以及设计中注明的钢结构等。

3.3

次要钢结构 secondary steel structure

核岛厂房中不作为主要结构部件的钢结构物项,包括工作及检修平台、设备或管道支撑钢架、钢梯、钢走道板、钢盖板、屋面及外墙板的支撑钢结构等。

3.4

构件 element

钢结构的基本单元,如梁、柱、支撑等。

3.5

紧固件 fastener

用于紧固两个或两个以上零件(或构件)成为一个整体时所采用的一类机械零件。如普通螺栓、高强螺栓等。

4 总则

4.1 钢结构工程施工单位应具备相应的钢结构工程施工资质,并应有安全、质量、职业健康和环境管理体系。

4.2 核安全有关的钢结构在施工前,应编制工作程序或施工方案。

4.3 在材料验收、制作和安装过程中,应严格按工序检验,合格后方可进入下道工序的施工。

4.4 制作、安装和质量检验应使用有效的计量器具。

4.5 核安全有关的钢结构的施工及质量检验,除符合本规范的规定外,还应符合 GB 50755—2012、GB 50205 和其他适用标准的规定。

5 材料

5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于核安全有关的钢结构材料的质量要求、进场验收及复验等。

5.1.2 核安全有关的钢结构所用的材料应附有质量合格证明书,应符合设计文件和相关的国家现行标准的要求,并应经进场验收合格后使用。

5.1.3 材料的订货、进场验收、复验及存储管理应符合 GB 50755—2012 及 GB 50205 的有关规定。

5.2 钢材

5.2.1 核安全有关钢结构采用的钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度和硫、磷含量的合格保证,对焊接结构尚应具有碳含量的合格保证。焊接钢结构以及重要的非焊接钢结构采用的钢材还应具有冷弯试验的合格保证。

5.2.2 核安全有关钢结构应根据设计文件的要求选用合适的钢材牌号和材质。常用的牌号有 Q235 等级 B、C、D 的碳素结构钢,以及 Q345 等级和 Q390 等级 B、C、D、E 的低合金高强度结构钢。其质量均应满足现行国家标准 GB/T 700 和 GB/T 1591 的要求。当采用其他牌号的钢材时,尚应符合相应有关标准的规定和要求。当设计文件对钢材有冲击要求时,应增加对钢材的 V 形缺口冲击试验,试验时的温度应比结构构件材料使用环境温度低 17℃,验收标准见表 1。

表1 V形缺口试验能量值

钢材最小屈服应力 f_y N/mm ²	三个试件冲击功平均值 J	三个试件冲击功最小值 J
≤ 250	≥ 21	≥ 14
$250 < f_y < 300$	≥ 27	≥ 21
≥ 300	≥ 41	≥ 34

5.2.3 钢材的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。进口钢材产品质量应符合设计和合同规定标准的要求。

5.2.4 钢板的厚度、外形、不平度及尺寸允许偏差应符合 GB/T 709 及设计文件的要求。钢板的表面质量及缺陷修整应满足 GB/T 14977 的要求。

5.2.5 有厚度方向要求的钢板，应附加厚度方向的抗拉试验要求，厚度方向的断面收缩率不得低于钢板在轧制方向做抗拉试验时材料轧制方向断面收缩率的 90%。

5.2.6 型钢表面质量应满足下列要求：

- a) 型钢表面不应有裂缝、折叠、结疤、分层和夹杂；
- b) 型钢表面缺陷允许清除，清除处应圆滑无棱角，但不应进行横向清除。清除宽度不应小于清除深度的五倍，清除后的型钢尺寸不应超出尺寸的允许偏差；
- c) 型钢不应有大于 5 mm 的毛刺；
- d) 型钢表面允许有局部发纹、凹坑、麻点和刮痕等缺陷存在，但不应超出型钢尺寸的允许偏差；
- e) 工字钢的腿端外缘钝化、槽钢的腿端外缘和肩钝化不应使直径等于 0.18 t 的圆棒通过，角钢的边缘外角和钝化不应使直径等于 0.18 d 的圆棒通过；
- f) 工字钢、槽钢的外缘斜度和弯腿挠度、角钢的顶端直角在距端头不小于 750 mm 处检查；
- g) 型钢不应有明显的扭转。

5.2.7 型钢的规格尺寸、外形、重量级允许偏差应符合现行国家标准 GB/T 706 及设计文件的要求。

5.2.8 型钢的牌号和化学成分应符合 GB/T 700 或 GB/T 1591 的有关规定。

5.2.9 型钢的力学性能应符合 GB/T 700 或 GB/T 1591 的有关规定。

5.2.10 进场检验及复验应满足本条的要求。

5.2.10.1 进场验收的检验批原则上应与各分项工程的检验批一致，也可根据工程规模及进料实际情况划分。

5.2.10.2 钢材的进场验收，应符合 GB 50755—2012 及 GB 50205 的有关规定。对于属于下列情况之一的钢材，应进行抽样复验：

- a) 国外进口钢材；
- b) 钢材混批；
- c) 板厚不小于 40 mm，且设计有 Z 向性能要求的厚板；
- d) 核安全相关钢结构中主要受力构件中所采用的钢材；
- e) 设计有复验要求的钢材；
- f) 对质量有疑义的钢材。

5.2.10.3 当设计文件无特殊要求时，钢结构工程中常用牌号的钢材的抽样复验检验批宜按照本条规定执行，钢材的检验项目的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。

- a) 牌号为 Q235、Q345 且板厚小于 40 mm 的钢材，应按同一生产厂家、同一牌号、同一质量等级的钢材组成检验批，每批重量不应大于 150 t；同一生产厂家、同一牌号的钢材供货重量超过 600 t 且全部复验合格时，每批的组批重量可扩大至 400 t。

- b) 牌号为 Q235、Q345 且板厚大于或等于 40mm 的钢材，应按同一生产厂家、同一牌号、同一质量等级的钢材组成检验批，每批重量不应大于 60 t；同一生产厂家、同一牌号的钢材供货重量超过 600 t 且全部复验合格时，每批的组批重量可扩大至 400 t。
 - c) 牌号为 Q390 的钢材，应按同一生产厂家、同一质量等级的钢材组成检验批，每批重量不应大于 60 t；同一生产厂家的钢材供货重量超过 600 t 且全部复验合格时，每批的组批重量可扩大至 300 t。
 - d) 牌号为 Q235GJ、Q345GJ、Q390GJ 的钢材，应按同一生产厂家、同一牌号、同一质量等级的钢材组成检验批，每批重量不应大于 60 t；同一生产厂家、同一牌号的钢材供货重量超过 600 t 且全部复验合格时，每批的组批重量可扩大至 300 t。
- 5.2.10.4 有厚度方向要求的钢板，应满足 GB/T5313 的要求，宜附加逐张超声波无损探伤复检。
- 5.2.10.5 热轧型钢的检验项目、取样数量和试验方法按表 2 进行。

表2 热轧型钢的检验项目、取样数量和试验方法

序号	检验项目	取样数量 个	取样方法	试验方法
1	化学成分	见相应牌号标准的规定		
2	拉伸	1	GB/T 2975	GB/T 228
3	弯曲	1		GB/T 232
4	常温冲击	3		GB/T 229
5	低温冲击	3		
6	表面质量	逐根		目视，量具
7	尺寸、外形	逐根		量具

注：工字钢、槽钢在腰部取样。

- 5.2.10.6 需方应在拆捆前按照型钢每捆的标志检查该捆型钢的长度、重量、每捆根数等内容，对上述内容有质量异议时不应拆捆。
- 5.2.10.7 复验和判定规则：如果不合格的结果是从试验中测得的，仅规定单个值（例如拉伸试验、弯曲试验）时，应采用下列方法：
- a) 试验单元是单件产品时，应对不合格项目做相同类型的双倍试验，双倍试验应全部合格，否则，产品应拒收。
 - b) 试验单元不是单件产品时，除非另有协议，供方可以将抽样产品从试验单元中挑出，也可不挑出：
 - 1) 如果抽样产品不从试验单元中挑出，应从同一批中再任取双倍数量的试样进行该不合格项目的复验。复验结果应全部合格；
 - 2) 如果抽样产品从试验单元中挑出，应随机从同一试验单元中选出另外两个抽样产品。然后从两个抽样产品中分别制取的试样，在与第一次试验相同的条件下再做一次同类型的试验，其试验结果应全部合格。
 - c) 成卷交货的产品复验不合格时，允许对该批产品逐卷进行检验，合格的单件产品允许交货。
- 5.2.10.8 进口钢材复验取样、制样及试验方法应按设计文件和合同规定执行。

5.3 紧固件

5.3.1 性能等级为 C 级和 A 级、B 级的普通螺栓，应采用符合 GB/T 700 规定的 Q235 钢制成。 应符合 GB/T 5780 和 GB/T 5782 的规定。

- 5.3.2 性能等级为 8.8 级的高强度螺栓宜采用符合 GB/T 699 规定的 45 号钢或 35 号钢制成。
- 5.3.3 性能等级为 10.9 级的高强度螺栓宜采用 GB/T 1228~GB/T 1231 规定的 35VB 钢制成, 或采用 GB 3077 规定的 20MnTiB 钢制成。
- 5.3.4 高强度螺母和垫圈宜采用 45 号钢、35 号钢或 Q345 钢制成。
- 5.3.5 锚栓采用 GB/T 700 规定的 Q235 钢制成, 或采用 GB/T 1591 规定的 Q345 钢制成。
- 5.3.6 钢结构连接用的紧固件进场检验, 应全数检查产品的质量合格证明文件、中文标志及检验报告等。
- 5.3.7 高强度螺母和垫圈宜采用 45 号钢、35 号钢或 Q345 钢制成。
- 5.3.8 高强度螺栓连接副进场验收检验批划分宜遵循下列原则:
- a) 与螺栓连接分项工程检验批划分一致;
 - b) 按高强度螺栓连接副生产出厂检验批批号, 宜以不超过 2 批为 1 个进场验收检验批, 且不超过 6000 套;
 - c) 同一材料、炉号、螺纹规格、长度、机械加工、热处理工艺及表面处理工艺的螺栓、螺母、垫圈为同批, 分别由同批螺栓、螺母及垫圈组成的连接副为同批连接副。
- 5.3.9 高强度螺栓连接副, 应按包装箱配套供货, 包装箱上应标明批号、规格、数量及生产日期。螺栓、螺母、垫圈外观表面应涂油保护, 不应出现生锈和沾染脏物, 螺纹不应损伤。按包装箱数抽查 5%, 且不应少于 3 箱进行外观检查。
- 5.3.10 高强度大六角螺栓连接副应分别有扭矩系数和预拉力的出厂合格检验报告, 并随箱带。当高强度螺栓连接副保管时间超过 6 个月后使用时, 应重新进行扭矩系数或预拉力试验, 并应在合格后再使用。
- 5.3.11 高强度大六角螺栓连接副应分别进行扭矩系数和预拉力复验, 试验螺栓应从施工现场待安装的螺栓批中随机抽取, 每批应抽取 8 套连接副进行复验。8 套扭矩系数的平均值应在 0.110~0.150 范围之内, 其标准偏差小于或等于 0.010。
- 5.3.12 普通螺栓作为永久性连接螺栓, 设计文件要求或对其质量有疑义时, 应进行螺栓实物最小拉力载荷复验, 复验时每一规格螺栓应抽查 8 个。

5.4 涂装材料

- 5.4.1 制作完成的钢构件必须涂装防腐, 防腐处理应符合 GB 50755—2012 第 13 章的规定, 并参照 NB/T 20133.6—2012 中 3.2 的相关规定执行。当采用镀锌防腐时, 除应符合现行国家标准的规定外, 还应满足下列要求:
- a) 对工作期间不暴露于海洋环境的钢结构或构件, 镀锌量不低于 0.40 kg/m^2 ;
 - b) 对工作期间暴露于海洋环境的钢结构或构件, 镀锌量不低于 0.735 kg/m^2 。
- 5.4.2 涂料的订货、检验、包装、运输、存储及质量控制文件应符合 NB/T 20133.1—2012 的要求。
- 5.4.3 当钢结构处在有腐蚀介质环境或外露时, 应进行涂层附着力测试, 在检测处范围内, 当涂层完整程度达到 70% 以上时, 涂层附着力达到合格质量标准的要求。

5.5 焊接材料

- 5.5.1 所有焊接材料均应附有质量证明书, 其订货、进场验收、复验及存储管理应满足设计文件的要求并符合 GB 50755《钢结构工程施工规范》及 GB 50205《钢结构工程施工质量验收规范》的规定。
- 5.5.2 选择的焊接材料应与母体金属力学性能相适应。
- 5.5.3 冲击性能
- 5.5.3.1 对于 5.2.2 中由于承受突然动态载荷而补充冲击性能要求的钢材, 其相应焊接材料熔敷金属的冲击性能应满足表 1 的要求, 试验温度不高于预期的最低工作温度。

5.5.3.2 对于设计确定的重要的焊接接头,其焊接材料熔敷金属在-29℃下冲击功最小值不小于27J。当预期的最低工作温度大于10℃时,焊接材料熔敷金属在室温的冲击功最小值不小于54J;当预期的最低工作温度小于10℃时,焊接材料熔敷金属在不高于预期的最低温度+11℃下的冲击功最小值不小于54J。

6 钢构件的制作

- 6.1 钢结构零件及部件加工前,应根据设计文件绘制加工图,编制加工工艺文件。
- 6.2 钢结构的制作公差应符合GB 50755—2012的要求。
- 6.3 钢构件的制作还应满足以下要求:
- a) 钢材使用前应除污、矫直和整平;
 - b) 切口要规整;
 - c) 产品焊缝的坡口可以通过机加工、磨削等机械方法或者热切割的方法,必要时应进行预热,最低预热温度与产品焊接时的规定相同。
- 6.4 钢结构零件的放样、号料和切割应符合GB 50755—2012中8.2和8.3的有关规定。
- 6.5 钢材的矫正、弯曲和边缘加工应符合GB 50755—2012中8.4和8.5的有关规定。
- 6.6 钢材的制孔应符合GB 50755—2012中8.6的有关规定。制孔后,应清除孔周边的毛刺、切屑等杂物,孔壁应圆滑,应无裂纹。在工作温度等于或低于-20℃的地区施工时,应采用钻成孔或先冲孔后扩钻的孔。
- 6.7 对于精制普通螺栓(A、B级),螺栓孔为I类孔,应具有H12的精度,孔壁表面粗糙度Ra不应大于12.5μm,为保证上述精度应钻孔成型。
- 6.8 对于粗制普通螺栓(C级),螺栓孔为II类孔,孔壁表面粗糙度Ra不应大于25μm,其允许偏差应符合表3要求。

表3 普通螺栓孔允许偏差

项目		允许偏差 mm
直径		+1.0
		0
圆度		2.0
垂直度		0.03 t且不大于2.0 (t为连接板的厚度)

6.9 高强度螺栓制孔允许偏差应符合表4的要求。

表4 高强度螺栓孔允许偏差

公称			M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
孔型	标准圆孔	直径	13.5	17.5	22.0	24.0	26.0	30.0	33.0
		允许偏差	+0.43 0	+0.43 0	+0.52 0	+0.52 0	+0.52 0	+0.84 0	+0.84 0
		圆度	1.00		1.50				

表 4 高强度螺栓孔允许偏差（续）

公称				M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
孔型	大圆孔	直径		16.0	20.0	24.0	28.0	30.0	35.0	38.0
		允许偏差		+0.43 0	+0.43 0	+0.52 0	+0.52 0	+0.52 0	+0.84 0	+0.84 0
		圆度		1.00		1.50				
	槽孔	长度	短向	13.5	17.5	22.0	24.0	26.0	30.0	33.0
			长向	22.0	30.0	37.0	40.0	45.0	50.0	55.0
		允许偏差	短向	+0.43 0	+0.43 0	+0.52 0	+0.52 0	+0.52 0	+0.84 0	+0.84 0
			长向	+0.84 0	+0.84 0	+1.00 0	+1.00 0	+1.00 0	+1.00 0	+1.00 0
		中心线倾斜度								

6.10 高强度螺栓连接构件的栓孔孔距允许偏差应符合表 5 的规定。

表5 高强度螺栓孔距允许偏差

孔距范围	<500	501~1200	1201~3000	>3000
同一组内任意两孔间	±1.0	±1.2	-	-
相邻两组的端孔间	±1.2	±1.5	±2.0	±3.0
注：孔的分组规定： a) 在节点中连接板与一根杆件相连的所有连接孔划分为一组； b) 接头处的孔：通用接头：半个拼接板上的孔为一组；阶梯接头：两接头之间的孔为一组； c) 在两相邻节点或接头间的连接孔为一组，但不包括 a)、b) 所指的孔； d) 受弯构件翼缘上，每 1m 长度内的孔为一组。				

6.11 高强度螺栓连接板螺栓孔的孔距及边距除应考虑专用施工机具的可操作空间，还应符合表 6 的要求。

表6 螺栓孔间距及边距要求

名称	位置和方向		最大值（取两者的较小值）	最小值
中心间距	外排		$8d_0$ 或 $12t$	$3d_0$
	中间排	构件受压力	$12d_0$ 或 $18t$	
		构件受拉力	$16d_0$ 或 $24t$	
中心至构件边缘 的距离	顺内力方向		$4d_0$ 或 $8t$	$2d_0$
	垂直内力方向	切割边		$1.5d_0$
		轧制边		$1.5d_0$
注1: d_0 为高强度螺栓的孔径, t 为外层较薄板件的厚度。				
注2: 钢板边缘与刚性构件(如角钢、槽钢等)相连的高强度螺栓的最大间距, 可按中间排数值采用。				

7 钢构件组装

7.1 构件组装宜在组装平台上进行, 组装平台应用足够的强度和刚度。构件组装可采用地样法、胎膜装配法等方法, 组装是可采用立装、卧装等方式。

7.2 钢构件的端部加工应符合 GB 50755—2012 中 9.4 的有关规定。

7.3 构件组装间隙应符合设计和工艺文件要求, 当设计和工艺文件无规定时, 组装间隙不应大于 2.0 mm。

7.4 吊车梁组装、焊接完成后不应允许下挠。吊车梁的下翼缘和重要构件的受拉面不得焊接工装夹具、临时定位板、临时连接板等。

7.5 拆除临时工装夹具、临时定位板、临时连接板等, 严禁用锤击落, 应在距离构件表面 3 mm~5 mm 处用气割切除, 对残留的焊疤应打磨平整, 且不得损伤母材。

7.6 钢结构构件的组装除应符合 GB 50755—2012 的有关规定外, 还应符合下列要求:

- a) 组装前, 应检查零件、部件的材质、规格、外观、尺寸、数量等, 均应符合设计要求;
- b) 组装焊接处的连接接触面及边缘 30 mm~50 mm 范围内的铁锈、毛刺、污垢等, 应在组装前清除干净;
- c) 板材、型材的拼接应在构件组装前进行; 构件的组装应在部件组装、焊接、校正并经检验合格后进行;
- d) 部件的组装不得挠曲或有其它损伤, 如规定有曲度, 则应按照规定进行加工;
- e) 所有管状构件均需封口;
- f) 构件应在组装完成并经检验合格后再进行焊接。

7.7 钢结构的焊接和检验除符合 GB 50661 和 GB 50755 的有关规定外, 还应符合本条的规定:

- a) 焊缝等级: 钢结构的焊缝质量等级根据设计文件确定。
- b) 应按照相关钢结构施工图的要求进行焊接, 在焊接工作开始前应完成以下工作:
 - 1) 焊接工艺评定;
 - 2) 焊接工艺规程;
 - 3) 焊接材料的验收;
 - 4) 焊接及无损检测人员资格证书。

7.8 钢结构的螺栓连接应符合 GB 50755—2012 第 7 章的有关规定, 高强螺栓的连接应符合 JGJ 82—2011 第 6 章的要求, 此外尚应符合下列规定:

- a) 构件的紧固件连接节点和拼接接头, 应在检验合格后进行紧固施工;
- b) 普通螺栓连接组装时, 螺母必须完全拧紧。受剪截面不得位于螺栓的螺纹部分。螺纹超出螺母不小于两个螺距;
- c) 高强螺栓连接组装前, 应进行表面处理, 处理后表面的抗滑移系数值应符合设计要求;
- d) 高强度螺栓连接组装时, 必须分初拧和终拧两次拧紧, 初拧扭矩值可取终拧扭矩值的 50 %。对于大型节点, 还应在初拧和终拧间增加复拧。高强度螺栓连接副的初拧、复拧和终拧, 宜在 24 h 内完成。

8 钢构件的矫正及预拼装

8.1 构件的外形矫正宜采取先总体后局部、先主要后次要、先下部后上部的顺序。

8.2 构件外形矫正可采用冷矫正和热矫正。当设计有要求时, 矫正方法和矫正温度应符合设计文件要求; 当设计文件无要求时, 矫正方法和矫正温度应符合 GB 50755—2012 中 8.4 的规定。

8.3 需要进行预拼装的构件, 在出厂前应进行自由状态预拼装。预拼装应符合 GB 50755—2012 中 10.2 和 10.3 的有关规定。根据 GB 50205—2001 的有关规定进行验收。

8.4 预拼装前，单个构件应检查合格；当同一类型构件较多时，可选择一定数量的代表性构件进行预拼装。

8.5 拼装必须按工艺要求的次序进行，当有隐蔽焊缝时，必须先予施焊，经检验合格方可覆盖。当复杂部位不易施焊时，应按工艺规定分别先后拼装和施焊。

8.6 为减少变形，尽量采取小件组焊，经矫正后再大件组装。

9 钢结构的运输、现场装卸和贮存

9.1 钢构件运输及贮存时，应采取措施避免损伤钢紧固件和油漆，同时应注意避免受损及产生永久变形。

9.2 钢构件贮存应考虑安装顺序，尽量避免钢构件产生不必要的装卸损伤。

9.3 钢结构必须按认可的方式在现场正确贮存，避免外部因素引起的不利影响。

9.4 贮存时，不应在钢结构内引起过大的应力。在开始安装之前，钢结构必须保持清洁（无油、油脂等）。

9.5 选择的装卸和贮存设备必须与已完成的油漆工程相协调。

9.6 钢构件在运输、存放和安装过程中损坏的涂层，以及安装连接部位，应按照 NB/T 20133.6—2012 中第 4 章的规定补涂。对于已镀锌的钢构件，受损伤的镀锌层应涂刷富锌的油漆。

9.7 紧固件的储运应符合本条规定。

9.7.1 存放应防潮、防雨、防粉尘，并按类型和规格分类存放。

9.7.2 使用时应轻拿轻放，防止撞击、损坏包装和损伤螺纹。

9.7.3 发放和回收应做记录，使用剩余的紧固件应当天回收保管。

9.7.4 长期保管超过六个月或保管不善而造成螺栓生锈及沾染赃物等可能改变螺栓的扭矩系数或性能的高强度螺栓，应视情况进行清洗、除锈和润滑等处理，并对螺栓扭矩系数或预拉力检验，合格后方可使用。

9.7.5 高强度螺栓连接处钢板表面处理方法及除锈等级应符合设计要求。连接处钢板表面应平整、干燥，表面不得有氧化皮、毛刺、焊疤、油漆和油污等。经处理后的摩擦型高强度螺栓连接的摩擦面抗滑移系数应符合设计要求。

9.7.6 高强度螺栓连接副在安装使用前严禁随意开箱。

10 钢结构的安装

10.1 钢结构的安装应符合 GB 50755—2012 第 11 章的规定。

10.2 安装前，应按构件明细表核对进场的构件，查验产品合格证和设计文件；工厂预拼装过的构件在现场组装时，应根据预拼装记录进行。

10.3 钢构件吊装前应清除其表面上的油污、冰雪、泥沙和灰尘等杂物。

10.4 钢结构构件安装过程中，未经设计方同意，钢构件不允许进行临时的切割、焊接或钻孔。

10.5 钢结构安装前，应对钢构件的质量进行检查。钢构件的变形、缺陷超出允许偏差时，应进行处理。

10.6 钢结构安装矫正时应考虑温度、日照和焊接等因素对结构变形的影响。施工单位和监理单位宜在相同的天气条件和时间段进行测量验收。

10.7 钢结构吊装宜在构件上设置专门的吊装耳板或吊装孔。设计文件无特殊要求时吊装耳板和吊装孔可保留在构件上，需要去除耳板时，可采用气割或碳弧气刨的方式在离母材 3 mm~5 mm 位置切除，并打磨至与母材平齐，严禁采用锤击方式去除。

- 10.8 高强度螺栓安装应满足本条要求。
- 10.8.1 安装高强度螺栓时，严禁强行穿入。当不能自由穿入时，该孔应用铰刀进行修缮，修整后孔的最大直径不应大于1.2倍螺栓直径，且修孔数量不应超过该节点螺栓数量的25%。修孔前应将四周螺栓全部拧紧，使板迭密贴后再进行铰孔。严禁气割扩孔。
- 10.8.2 在螺栓安装过程中，不得使用螺纹损伤及沾染污物的高强度螺栓连接副，不得用高强度螺栓兼作临时螺栓。
- 10.8.3 高强度螺栓连接处摩擦面如采用喷砂（丸）后生赤锈处理方法时，安装前应以细钢丝刷除去摩擦面上的浮锈。
- 10.8.4 高强度大六角头螺栓连接副的拧紧应分为初拧、终拧。初拧扭矩为终拧扭矩的50%左右。初拧后的高强度螺栓应用颜色在螺母上标记，按JGJ 82—2011的6.4.13规定的终拧扭矩值进行终拧。终拧后的高强度螺栓应用另一种颜色在螺母上标记。高强度大六角头螺栓连接副的初拧、终拧宜在一天内完成。
- 10.8.5 高强度螺栓在初拧和终拧时，连接处的螺栓应按一定顺序施拧，确定施拧顺序的原则为由螺栓群中央顺序向外拧紧，和从接头刚度大的部位向约束小的方向拧紧。
- 10.8.6 安装高强度螺栓时，构件的摩擦面应保持干燥，不得在雨中作业。
- 10.8.7 高强度螺栓连接副应按批配套进场，并附有出厂质量保证书。高强度螺栓连接副应在同批内配套使用。
- 10.8.8 经处理后的高强度螺栓连接处摩擦面应采取保护措施，防止沾染脏物和油污。严禁在高强度螺栓连接处摩擦面上作标记。
- 10.9 钢结构安装的测量和校正，应根据工程特点采用相应的工艺。厚钢板或异种钢板的焊接、高强度螺栓安装、栓钉焊和负温度下施工等主要工艺，应在安装前进行工艺试验，编制相应的施工工艺流程。
- 10.10 钢结构安装前应对建筑物的定位轴线、基础轴线和标高、地脚螺栓（锚栓）位置等进行检查，并应办理交接验收。
- 10.11 基础顶面直接作为柱的支撑面、基础顶面预埋钢板作为柱的支撑面时，其支撑面、地脚螺栓的允许偏差应符合表7的规定。

表7 支撑面、地脚螺栓的允许偏差

项目		允许偏差
支撑面	标高	±3.0
	水平度	1/1000
项目		允许偏差
地脚螺栓（锚栓）	螺栓中心偏移	5.0
	螺栓露出长度	+30.0
		0
	螺纹长度	+30.0
		0
预留孔中心偏移		10.0

10.12 除施工文件中注明者外，钢结构构件安装允许偏差应符合表8～表11的规定。

表8 柱子安装允许偏差

项 目	允许偏差 mm
柱子定位轴线	1.0
单节柱的垂直度	$h/1000$, 且不应大于5.0
注: h 为柱高。	

表9 钢梁安装允许偏差

项 目	允许偏差 mm	
跨中的垂直度	$h/400$, 且不应大于5.0	
侧向弯曲矢高 f	$l \leq 30000$	$l/1000$, 且不应大于5.0
	$300000 < l \leq 600000$	$l/1000$, 且不应大于20.0
注: h 为梁高, l 为梁跨度。		

表10 钢吊车梁安装允许偏差

项 目		允许偏差 mm
跨中的垂直度		$h / 500$
侧向弯曲矢高		$l / 1500$, 且不应大于5.0
垂直上拱矢高		10.0
两端支座中心位移	安装在钢柱上时, 对牛腿中心的偏移	3.0
	安装在混凝土柱上时, 对定位轴线的偏移	3.0
吊车梁支座加劲板中心与柱子承压加劲板中心的偏移		$t / 2$
注: h 为梁高, l 为梁跨度, t 为加劲板厚度。		

表11 钢平台、钢梯和防护栏杆安装允许偏差

项 目	允许偏差 mm
平台高度	± 10.0
平台梁水平度	$l/1000$, 且不应大于10.0
平台支柱垂直度	$H/1000$, 且不应大于10.0
承重平台梁侧向弯曲	$l/1000$, 且不应大于5.0
承重平台梁垂直度	$h/250$, 且不应大于10.0
直梯垂直度	$l/1000$, 且不应大于15.0
栏杆高度	± 15.0
栏杆立柱间距	± 15.0
注: h 为梁高, l 为梁跨度, H 为柱高。	

10.13 钢结构的施工测量应满足 GB 50755—2012 中第 14 章的相关要求。

10.14 钢结构的竣工验收应符合 GB 50205—2001 中第 15 章的规定。

11 涂装

11.1 防腐涂装施工前, 钢材应进行表面处理。可采用喷射/抛丸、手工或机械处理。

11.2 喷射/抛丸: 处理后的表面粗糙度一般为 $30\ \mu\text{m}\sim 70\ \mu\text{m}$, 测试方法按 GB/T 13288 进行。除锈等级应满足以下要求:

- a) 对新表面或全面清除旧涂层的钢表面, 喷射/抛丸处理后表面除锈等级至少为 GB/T 8923.1 中的 Sa2 1/2 级。
- b) 对已有涂层表面的局部喷射/抛丸处理后的表面除锈等级至少为 GB/T 8923.2 中的 P Sa2 1/2 级。
- c) 对焊缝、边缘和其他区域的表面缺陷, 喷射处理后的表面除锈等级至少为 GB/T 8923.3 中的 P2 级。

11.3 手工或机械处理: 当喷射处理难以实现时, 可用手工或动力工具通过刷、铲、磨、刮等方法进行表面处理, 处理后的表面除锈等级应达到 GB/T 8923.1 中的 St2 级。

11.4 除锈后的钢材表面, 必须用压缩空气或毛刷等工具将锈尘和残余磨料清除干净, 方可进行下道工序。

11.5 除锈验收合格的钢材, 在厂房内存放的应于 24 小时内涂完底漆, 在厂房外存放的应于当班涂完底漆。

11.6 构件表面不应误涂、漏涂, 涂层不应脱皮和返锈等。涂层应均匀、无明显皱皮、流坠、针眼和气泡等。

11.7 配置好的涂料不宜存放过久, 涂料应在当天配置。稀释剂的使用应按说明书的规定执行, 不得随意添加。

11.8 涂装时的环境温度和相对湿度应符合涂料产品说明书的要求。

11.9 施工图中注明不涂装的部位不得涂装。安装焊缝处应留出 $30\ \text{mm}\sim 50\ \text{mm}$ 暂不涂装。

11.10 涂料、涂装遍数、涂层厚度均应符合设计要求。当设计对涂层厚度无要求时, 涂层干漆膜总厚度: 室外应为 $150\ \mu\text{m}$, 室内应为 $125\ \mu\text{m}$, 其允许偏差为 $-25\ \mu\text{m}$ 。每遍涂层干漆膜厚度的允许偏差为 $-5\ \mu\text{m}$ 。

11.11 涂装完成后, 构件的标志、标记和编号应清晰完整。

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
压水堆核电厂核安全有关的钢结构
施工规范

NB/T 20396—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 34.00 元