

UDC



中华人民共和国国家标准

P

GB 50755—2012

钢结构工程施工规范

Code for construction of steel structures



www.docin.com

2012年01月01发布

2012年08月01实施

中华人民共和国住房和城乡建设部

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

目录

1	总则.....	4
2	术语和符号.....	5
2.1	术语.....	5
2.2	符号.....	6
3	基本规定.....	7
4	施工阶段设计.....	8
4.1	一般规定.....	8
4.2	施工阶段结构分析.....	8
4.3	结构预变形.....	9
4.4	施工详图设计.....	9
5	材料.....	10
5.1	一般规定.....	10
5.2	钢材.....	10
5.3	焊接材料.....	12
5.4	紧固标准件.....	14
5.5	钢铸件、锚具和销轴.....	14
5.6	涂装材料.....	14
5.7	材料存储.....	15
6	焊接工程.....	16
6.1	一般规定.....	16
6.2	焊接从业人员.....	16
6.3	焊接工艺.....	16
6.4	焊接接头.....	18
6.5	焊接质量检验.....	19
6.6	焊接缺陷返修.....	20
7	紧固件连接.....	21
7.1	7.1 一般规定	21
7.2	连接件加工及摩擦面处理	21
7.3	普通紧固件连接	22
7.4	高强度螺栓连接	22
8	钢零件及钢部件加工.....	26
8.1	一般规定	26
8.2	放样和号料	26
8.3	切割	26
8.4	矫正与成型	27
8.5	边缘加工	29
8.6	制孔	30
8.7	螺栓球和焊接球加工	30
8.8	铸钢节点加工	31
8.9	索节点加工	32
9	构件组装及加工.....	33
9.1	一般规定	33
9.2	部件拼接	33
9.3	构件组装	33
9.4	构件端部加工	34
9.5	构件矫正	34
10	钢构件预拼装.....	35
10.1	一般规定	35

10.2	实体预拼装.....	35
10.3	计算机辅助模拟预拼装.....	35
11	钢结构安装.....	36
11.1	一般规定.....	36
11.2	起重设备和吊具.....	36
11.3	基础、支承面和预埋件.....	37
11.4	构件安装.....	37
11.5	单层钢结构.....	38
11.6	多层、高层钢结构.....	39
11.7	大跨度空间钢结构.....	39
11.8	高耸钢结构.....	40
12	压型金属板工程.....	41
13	涂装.....	42
13.1	一般规定.....	42
13.2	表面处理.....	42
13.3	油漆防腐涂装.....	43
13.4	金属热喷涂.....	43
13.5	热浸镀锌防腐.....	44
13.6	防火涂装.....	44
14	施工测量.....	45
14.1	一般规定.....	45
14.2	平面控制网.....	45
14.3	高程控制网.....	45
14.4	单层钢结构施工测量.....	46
14.5	多层、高层钢结构施工测量.....	46
14.6	高耸塔桅钢结构施工测量.....	47
15	施工监测.....	48
15.1	一般规定.....	48
15.2	施工监测.....	48
16	施工安全和环保.....	50
16.1	一般规定.....	50
16.2	登高作业.....	50
16.3	安全通道.....	50
16.4	洞口和临边防护.....	50
16.5	施工机械和设备.....	50
16.6	吊装区安全.....	51
16.7	消防安全措施.....	51
16.8	环境保护措施.....	51
	本规范用词说明.....	52
	引用标准名录.....	53

1 总则

1.0.1 为在钢结构工程施工中贯彻执行国家的技术经济政策，做到安全适用、确保质量、技术先进、经济合理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于工业与民用建筑及构筑物钢结构工程的施工。

1.0.3 钢结构工程应按本规范的规定进行施工，并按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300和《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205进行质量验收。

1.0.4 钢结构工程施工，除执行本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。



2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 设计文件designdocument

由设计单位完成的设计图纸、设计说明和设计变更文件等技术文件的统称。

2.1.2 设计施工图designdrawing

由设计单位编制的作为工程施工依据的技术图纸。

2.1.3 施工详图shopdrawing

依据钢结构设计施工图和施工工艺技术要求，绘制的用于直接指导钢结构制作和安装的细化技术图纸。

2.1.4 临时支承结构temporarystructure

在施工期间存在的、施工结束后需要拆除的结构。

2.1.5 临时措施temporarymeasure

在施工期间为了满足施工需求和保证工程安全而设置的一些必要的构造或临时零部件和杆件，如吊装孔、连接板、辅助构件等。

2.1.6 空间刚度单元spacerigidunit

由构件组成的基本稳定空间体系。

2.1.7 焊接空心球节点weldedhollowsphericalnode

管直接焊接在球上的节点。

2.1.8 螺栓球节点boltedsphericalnode

管与球采用螺栓相连的节点，由螺栓球、高强度螺栓、套筒、紧固螺钉和锥头或封板等零、部件组成。

2.1.9 抗滑移系数slipcoefficientoffayingsurface

高强度螺栓连接中，使连接件摩擦面产生滑动时的外力与垂直于摩擦面的高强度螺栓预拉力之和的比值。

2.1.10 施工阶段结构分析constructionstageanalysis

在钢结构制作、运输和安装过程中，为满足相关功能要求所进行的结构分析和计算。

2.1.11 预变形presetdeformation

为了使施工完成后的结构或构件达到设计几何定位的控制目标，预先进行的初始变形设置。

2.1.12 预拼装testassembling

为检验构件形状和尺寸是否满足质量要求而预先进行的试拼装。

2.1.13 环境温度ambienttemperature

制作或安装时现场的温度。

2.2 符号

2.2.1 几何参数

b ——宽度或板的自由外伸宽度

d ——直径

f ——挠度、弯曲矢高

h ——截面高度

l ——长度、跨度

m ——高强度螺母公称高度

n ——垫圈个数

r ——半径

s ——高强度垫圈公称高度

t ——板、壁的厚度

p ——螺纹的螺距

Δ ——接触面间隙、增量

H ——柱高度

R_a ——表面粗糙度参数

2.2.2 作用及荷载

P ——高强度螺栓设计预拉力

T ——高强度螺栓扭矩

2.2.3 其它

K ——系数。

3 基本规定

- 3.1.1 钢结构工程施工单位应具备相应的钢结构工程施工资质，并有安全、质量和环境管理体系。
- 3.1.2 钢结构工程实施前，应有经施工单位技术负责人审批的施工组织设计、与其配套的专项施工方案等技术文件，并按有关规定报送监理工程师或业主代表；对于重要钢结构工程的施工技术方案和安全应急预案，应组织专家评审。
- 3.1.3 钢结构工程施工的技术文件和承包合同技术文件，对施工质量的要求不得低于本规范和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的规定。
- 3.1.4 钢结构工程制作和安装必须满足设计施工图的要求。施工单位应对设计文件进行工艺性审查；当需要修改设计时，必须取得设计单位同意，并办理相关设计变更文件。
- 3.1.5 钢结构工程施工及质量验收时，应使用经计量检定合格且在有效期内的计量器具，并按有关规定操作和正确使用。各专业施工单位和监理单位应统一计量标准。
- 3.1.6 钢结构施工用的专用机具和工具，应满足施工要求，并检验合格。
- 3.1.7 钢结构施工应按下列规定进行质量过程控制：
 - 1 原材料及成品进行进场验收；凡涉及安全、功能的原材料及半成品，按相关规定进行复验，并见证取样、送样；
 - 2 各工序按施工工艺要求进行质量控制，实行工序检验；
 - 3 相关各专业工种之间进行交接检验；
 - 4 隐蔽工程在封闭前进行质量验收。
- 3.1.8 本规范未涉及的新技术、新工艺、新材料和新结构，首次使用时应进行试验，并应根据试验结果确定所必须补充的标准，且应经专家论证。

www.docin.com

4 施工阶段设计

4.1 一般规定

- 4.1.1 钢结构工程施工阶段设计一般包括施工阶段的结构分析和验算、结构预变形设计、施工详图设计等内容。
- 4.1.2 施工阶段的结构分析和验算、施工详图设计、临时支承结构和施工措施设计时，选用的设计指标应符合设计文件、现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017和其他现行有关标准的规定。
- 4.1.3 施工阶段的结构分析和验算时，荷载应符合下列规定：
 - 1 恒载包括结构自重、预应力等，其标准值按实际计算；
 - 2 施工活荷载包括施工堆载、操作人员和小型工具重量等，其标准值可按实际计算；
 - 3 风荷载根据工程所在地和实际施工情况，可按不小于10年一遇风压取值，风荷载的计算应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009执行；当施工期间可能出现大于上述风压值时，应考虑应急预案；
 - 4 雪荷载的取值和计算应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009执行；
 - 5 覆冰荷载的取值和计算应按现行国家标准《高耸结构设计规范》GB50135执行；
 - 6 起重设备和其他设备荷载标准值宜按设备产品说明书取值；
 - 7 温度作用宜按当地气象资料所提供的温差变化计算；结构由日照引起向阳面和背阳面的温差宜按现行国家标准《高耸结构设计规范》GB50135执行；
 - 8 对于本条1~7款未规定的荷载和作用，可根据工程的具体情况确定。

4.2 施工阶段结构分析

- 4.2.1 当钢结构工程施工方法或施工顺序对结构的内力和变形产生较大影响时，或设计文件有特殊要求时，应进行施工阶段结构分析，并对施工阶段结构的强度、稳定性和刚度进行验算，其验算结果应满足要求。
- 4.2.2 施工阶段分析的荷载效应组合和荷载分项系数取值应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009和相关标准的规定。
- 4.2.3 施工阶段分析结构重要性系数不应小于0.9，对于重要的临时支承结构其重要性系数不应小于1.0。
- 4.2.4 施工阶段的荷载作用、结构分析模型和基本假定应与实际施工状况相符合。施工阶段的结构一般按静力学方法进行弹性分析。
- 4.2.5 施工阶段的临时支承结构和措施应按施工状况的荷载作用，对构件进行强度、稳定性和刚度验算，对连接节点进行强度和稳定验算。当临时支承结构作为设备承载结构时，应进行专项设计；若临时支承结构或措施对结构产生较大影响时，应提交原设计单位确认。
- 4.2.6 临时支承结构的拆除顺序和步骤应通过分析和计算确定，并编制专项施工方案，必要时可经专家论证。
- 4.2.7 对吊装状态的钢构件或结构单元，宜进行强度、稳定性和变形验算，动力系数宜取1.1~1.3。

- 4.2.8 索结构中的索安装和张拉顺序应通过分析和计算确定，并编制专项施工方案，计算结果应经原设计单位确认。
- 4.2.9 支承移动式吊装设备的地面或楼面，应进行承载力和变形验算。当支承地面处于边坡或临近边坡时，应进行边坡稳定验算。

4.3 结构预变形

- 4.3.1 当在正常使用或施工阶段因自重及其他荷载作用，发生超过设计文件或现行相关标准规定的变形限值时，或设计文件对主体结构提出预变形要求时，应在施工期间对结构采取预变形。
- 4.3.2 结构预变形计算时，荷载应取标准值，荷载效应组合应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009的规定。
- 4.3.3 结构预变形值应结合施工工艺，通过结构分析计算，并应由施工单位与原设计单位共同确定。结构预变形的实施应进行专项工艺设计。

4.4 施工详图设计

- 4.4.1 钢结构施工详图应根据结构设计文件和有关技术文件进行编制，并应经原设计单位确认；当需要进行节点设计时，节点设计文件也应经原设计单位确认。
- 4.4.2 施工详图设计应考虑施工构造、施工工艺、构件运输等有关技术要求。
- 4.4.3 钢结构施工详图应包括图纸目录、设计总说明、构件布置图、构件详图和安装节点详图等内容；图纸表达应清晰、完整，空间复杂构件和节点的施工详图，宜增加三维图形表示。
- 4.4.4 钢构件重量应在钢结构施工详图中计算列出，钢板零部件重量宜按矩形计算，焊缝重量宜以焊接构件重量的1.5%取值。

www.docin.com

5 材料

5.1 一般规定

- 5.1.1 本章适用于钢结构工程材料的订货、进场验收和复验、及存储管理。
- 5.1.2 钢结构工程所用的材料应符合设计文件和现行有关标准的规定，并具有质量合格证明文件，经进场检验合格后方能使用。
- 5.1.3 施工单位应制定材料的管理制度，做到订货、存放、使用规范化。

5.2 钢材

- 5.2.1 钢材订货时，其品种、规格、性能等均应符合设计文件和国家现行有关钢材标准的规定，常用钢材产品标准宜按表5.2.1采用。

表5.2.1常见钢材产品标准

标准号	标准名称
GB/T699	《优质碳素结构钢》
GB/T700	《碳素结构钢》
GB/T1591	《低合金高强度结构钢》
GB/T3077	《合金结构钢》
GB/T4171	《耐候结构钢》
GB5313	《厚度方向性能钢板》
GB/T19879	《建筑结构用钢板》
GB/T247	《钢板和钢带包装、标志及质量证明书的一般规定》
GB/T708	《冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》
GB/T709	《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》
GB912	《碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带》
GB/T3274	《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》
GB/T14977	《热轧钢板表面质量的一般要求》
GB/T17505	《钢及钢产品交货一般技术要求》
GB/T2101	《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般要求》
GB/T11263	《热轧H型钢和剖分T型钢》
GB/T706	《热轧型钢》
GB/T8162	《结构用无缝钢管》
GB/T13793	《直缝电焊钢管》
GB/T17395	《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》
GB/T6728	《结构用冷弯空心型钢尺寸、外形、重量及允许偏差》
GB/T12755	《建筑用压型钢板》
GB8918	《重要用途钢丝绳》
YB3301	《焊接H型钢》
YB/T152	《高强度低松弛预应力热镀锌钢绞线》
YB/T5004	《镀锌钢绞线》
GB/T5224	《预应力混凝土用钢绞线》
GB/T17101	《桥梁缆索用热镀锌钢丝》
GB/T20934	《钢拉杆》

- 5.2.2 钢材订货合同应对材料牌号、规格尺寸、性能指标、检验要求、尺寸偏差等有明确的约定。定尺钢材应考虑留有复验取样的余量；钢材的交货状态，宜按设计文件对钢材的性能要求与供货厂家商定。

5.2.3 钢材的进场验收，除遵守本规范外，尚应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的规定。对属于下列情况之一的钢材，应进行抽样复验。

- 1国外进口钢材；
- 2钢材混批；
- 3板厚等于或大于40mm，且设计有Z向性能要求的厚板；
- 4建筑结构安全等级为一级，大跨度钢结构中主要受力构件所采用的钢材；
- 5设计有复验要求的钢材；
- 6对质量有疑义的钢材。

5.2.4 钢材复验内容应包括力学性能试验和化学成分分析，其取样、制样及试验方法可按表5.2.4中所列的常用钢材试验标准或其他现行标准执行。

表5.2.4常见钢材试验标准

标准号	标准名称
GB/T2975	《钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备》
GB/T228	《金属材料室温拉伸试验方法》
GB/T229	《金属材料夏比摆锤冲击试验方法》
GB/T232	《金属材料弯曲试验方法》
GB/T20066	《钢和铁化学成分测定用试样的取样和制样方法》
GB/T222	《钢的成品化学成分允许偏差》
GB/T223	《钢铁及合金化学分析方法》

5.2.5 当设计文件无特殊要求时，钢结构工程中常用牌号钢材的抽样复验检验批宜按下列规定执行。

1牌号为Q235、Q345且板厚小于40mm的钢材，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，每批重量不大于150t；同一生产厂家、同一牌号的钢材供货重量超过600t且全部复验合格时，每批的组批重量可扩大至400t；

2牌号为Q235、Q345且板厚大于或等于40mm的钢材，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，每批重量不大于60t；同一生产厂家、同一牌号的钢材供货重量超过600t且全部复验合格时，每批的组批重量可扩大至400t；

3牌号为Q390的钢材，按同一生产厂家、同一质量等级的钢材组成检验批，每批重量不大于60t；同一生产厂家的钢材供货重量超过600t且全部复验合格时，每批的组批重量可扩大至200t；

4牌号为Q235GJ、Q345GJ、Q390GJ的钢板，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，每批重量不大于60t；同一生产厂家、同一牌号的钢材供货重量超过600t且全部复验合格时，每批的组批重量可扩大至200t；

5牌号为Q420、Q460、Q420GJ、Q460GJ的钢材，每个检验批由同一牌号、同一质量等级、同一炉号、同一厚度、同一交货状态的钢材组成，每批重量不大于60t；

6有厚度方向要求的钢板，Z15级钢板每个检验批由同一牌号、同一炉号、同一厚度、同一交货状态的钢板组成，每批重量不大于25t；Z25、Z35级钢板逐张复验。

5.2.6 进口钢材复验的取样、制样及试验方法应按设计文件和合同规定的标准执行。海关商检结果应经监理工程师认可后，可作为有效的材料复验结果。

5.3 焊接材料

5.3.1 焊接材料的品种、规格、性能等应符合现行国家标准和设计要求，常见焊接材料产品标准如表5.3.1所列。焊条、焊丝、焊剂、电渣焊熔嘴等焊接材料应与设计选用的钢材相匹配，且应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661的规定。

表5.3.1常见焊接材料产品标准

标准号	标准名称
GB/T5117	《碳钢焊条》
GB/T5118	《低合金钢焊条》
GB/T14957	《熔化焊用钢丝》
GB/T8110	《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》
GB/T10045	《碳钢药芯焊丝》
GB/T17493	《低合金钢药芯焊丝》
GB/T5293	《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》
GB/T12470	《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》
GB10432	《无头焊钉》
GB/T10433	《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》

5.3.2 用于重要焊缝的焊接材料，或对质量合格证明文件有疑义的焊接材料，应进行抽样复验，复验时焊丝宜按五个批（相当炉批）取一组试验，焊条宜按三个批（相当炉批）取一组试验。

5.3.3 用于焊接切割的气体应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661和表5.3.3所列常见焊接切割用气体标准的规定。

表5.3.3常见焊接切割用气体标准

标准号	标准名称
GB/T4842	《氩》
GB/T6052	《工业液体二氧化碳》
HG/T2537	《焊接用二氧化碳》
GB16912	《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》
GB6819	《溶解乙炔》
HG/T3661.1	《焊接切割用燃气丙烯》
HG/T3661.2	《焊接切割用燃气丙烷》
GB/T13097	《工业用环氧氯丙烷》
HG/T3728	《焊接用混合气体氩气和二氧化碳》



www.docin.com

5.4 紧固标准件

5.4.1 普通螺栓、高强度大六角头螺栓连接副、扭剪型高强度螺栓连接副应符合表5.4.1所列现行国家标准的规定。

表5.4.1钢结构连接用紧固件标准

标准号	标准名称
GB/T5780	《六角头螺栓C级》
GB/T5781	《六角头螺栓全螺纹C级》
GB/T5782	《六角头螺栓》
GB/T5783	《六角头螺栓全螺纹》
GB/T1228	《钢结构用高强度大六角头螺栓》
GB/T1229	《钢结构用高强度大六角螺母》
GB/T1230	《钢结构用高强度垫圈》
GB/T1231	《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》
GB/T3632	《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》
GB/T3098.1	《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》

5.4.2 高强度大六角头螺栓连接副和扭剪型高强度螺栓连接副应分别有扭矩系数和紧固轴力（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，应按相关要求重新进行扭矩系数或紧固轴力试验，合格后方可使用。

5.4.3 高强度大六角螺栓连接副和扭剪型高强度螺栓连接副应分别进行扭矩系数和紧固轴力（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，每批抽取8套连接副进行复验。

5.4.4 建筑结构安全等级为一级，跨度40m及以上的螺栓球节点钢网架结构，其连接高强度螺栓应进行表面硬度试验，8.8级的高强度螺栓其表面硬度应为HRC21~29，10.9级的高强度螺栓其表面硬度应为HRC32~36，且不得有裂纹或损伤。

5.4.5 普通螺栓作为永久性连接螺栓时，当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抽查8个。

5.5 钢铸件、锚具和销轴

5.5.1 钢铸件应符合表5.5.1中所列现行国家标准、设计文件和其他现行国家产品标准的规定。

表5.5.1钢铸件标准

标准号	标准
GB/T11352	《一般工程用铸造碳钢件》
GB/T7659	《焊接结构用碳素钢铸件》

5.5.2 预应力钢结构锚具应根据预应力构件的品种、锚固要求和张拉工艺等选用，锚具材料应符合设计文件、现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T14370及现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ85的规定。

5.5.3 销轴规格和性能应符合设计文件和现行国家标准《销轴》GB/T882的规定。

5.6 涂装材料

5.6.1 钢结构防腐涂料、稀释剂和固化剂，应按设计文件和相关现行国家标准选用，其品种、规格、性能等应符合设计文件及相关现行国家标准的要求。

5.6.2 富锌防腐油漆的锌含量应符合设计文件及现行行业标准《富锌底漆》HG/T3668的要求。

5.6.3 钢结构防火涂料的品种和技术性能应符合设计文件、现行国家标准《钢结构防火涂料》GB14907及其他相关标准的要求。

5.6.4 钢结构防火涂料的粘结强度和抗压强度应符合国家现行相关规范的要求，当采用薄涂型防火涂料时按每使用100t或不足100t应进行一次粘结强度抽检；采用厚涂型防火涂料时按每使用500t或不足500t应进行一次粘结强度和抗压强度抽检。

5.7 材料存储

5.7.1 材料存储及成品管理应有专人负责，管理人员应经企业培训上岗。

5.7.2 材料入库前应进行检验，核对材料的牌号、规格、批号、质量合格证明文件、中文标志和检验报告等，检查表面质量、包装等。

5.7.3 检验合格的材料应按品种、规格、批号分类堆放，材料堆放应有标识。

5.7.4 材料入库和发放应有记录，发料和领料时应核对材料的品种、规格和性能。

5.7.5 剩余材料应回收管理；回收入库时，应核对其品种、规格和数量，分类保管。

5.7.6 钢材堆放应减少钢材的变形和锈蚀，放置垫木或垫块。

5.7.7 焊接材料存储应符合下列规定：

1 焊条、焊丝、焊剂等焊接材料按品种、规格和批号分别存放在干燥的存储室内；

2 焊条、焊剂及栓钉瓷环在使用前，按产品说明书的要求进行焙烘。

5.7.8 连接用紧固件应防止锈蚀和碰伤，不得混批存储。

5.7.9 涂装材料应按产品说明书的要求进行存储。

6 焊接工程

6.1 一般规定

- 6.1.1 本章适用于钢结构施工过程中焊条电弧焊接、气体保护电弧焊接、埋弧焊接、电渣焊接和栓钉焊接等施工。
- 6.1.2 钢结构施工单位应具备现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661规定的基本条件和人员资质。
- 6.1.3 焊接用施工图的焊接符号表示方法应符合现行国家标准《焊接符号表示法》GB/T324和《建筑结构制图标准》GB/T50105的相关规定，图中应标明工厂施焊和现场施焊的焊缝部位、类型、坡口形式、焊缝尺寸等内容。
- 6.1.4 焊缝坡口尺寸应按现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661要求执行，坡口尺寸的改变应经工艺评定合格后执行。

6.2 焊接从业人员

- 6.2.1 焊接技术人员（焊接工程师）应具有相应的资格证书；对于大型重要的钢结构工程，焊接技术负责人应取得中级及以上技术职称并有五年以上焊接生产或施工实践经验。
- 6.2.2 焊接质量检验人员应接受过焊接专业的技术培训，有一定的焊接实践经验和技术水平，并经岗位培训取得相应的质量检验资格证书。
- 6.2.3 焊缝无损检测人员必须取得国家专业考核机构颁发的等级证书，并按证书合格项目及权限从事焊缝无损检测工作。
- 6.2.4 焊工必须经考试合格并取得资格证书，在认可的范围内焊接作业，禁止无证上岗。

6.3 焊接工艺

I 焊接工艺评定及方案

- 6.3.1 施工单位首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、接头形式、焊接位置、焊后热处理等各种参数及参数的组合，应在钢结构制作及安装之前进行焊接工艺评定试验。焊接工艺评定试验方法和要求，以及免予工艺评定的限制条件应符合《钢结构焊接规范》GB50661的有关规定要求。
- 6.3.2 焊接施工前，施工单位应以合格的焊接工艺评定结果或采用符合免除工艺评定条件为依据，编制焊接工艺文件，其中包含下列内容：
 - 1焊接方法或焊接方法的组合；
 - 2母材的规格、牌号、厚度及覆盖范围；
 - 3填充金属的规格、类别和型号；
 - 4焊接接头形式、坡口形式、尺寸及其允许偏差；
 - 5焊接位置；
 - 6焊接电源的种类和极性；
 - 7清根处理；
 - 8焊接工艺参数（焊接电流、焊接电压、焊接速度、焊层和焊道分布）

9预热温度及道间温度范围；

10焊后消除应力处理工艺；

11其他必要的规定。

II 焊接作业条件

6.3.3 焊接时，作业区环境温度、相对湿度和风速等应符合相关要求，当超出相关规定且必须进行焊接时，应编制专项方案。

6.3.4 现场高空焊接作业应搭设稳固的操作平台和防护棚。

6.3.5 焊接前，应采用钢丝刷、砂轮等工具清除待焊处表面的氧化皮、铁锈、油污等杂物，焊接坡口宜按现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661进行检查。

6.3.6 焊接作业应按工艺评定的焊接工艺参数进行。

6.3.7 当焊接作业环境温度低于0℃但不低于-10℃时，应采取加热或防护措施，应将焊接接头和焊接表面各方向大于或等于2倍钢板厚度且不小于100mm范围内的母材，加热到不规定的最低预热温度且不低于20℃后再施焊。

III 定位焊

6.3.8 定位焊焊缝的厚度不应小于3mm，不宜超过设计焊缝厚度的2/3且不超过8mm；长度宜不小于40mm和接头中较薄部件厚度的4倍；其间距宜为300mm~600mm。

6.3.9 定位焊缝与正式焊缝应具有相同的焊接工艺和焊接质量要求。多道定位焊焊缝的端部应为阶梯状。采用钢衬垫的焊接接头，定位焊宜在接头坡口内进行；定位焊焊接时预热温度宜高于正式施焊预热温度20℃~50℃；

IV 引弧板、引出板和衬垫

6.3.10 当引弧板、引出板和衬垫板为钢材时，应选用屈服强度不大于被焊钢材标称强度的钢材，且焊接性相近。

6.3.11 焊接接头的端部宜设置焊缝引弧板、引出板。焊条电弧焊和气体保护电弧焊焊缝引出长度应大于25mm，埋弧焊缝引出长度应大于80mm。焊接完成并完全冷却后，可采用火焰切割、碳弧气刨或机械等方法除去引弧板、引出板，并修磨平整，严禁用锤击落。

6.3.12 钢衬垫应与接头母材密贴连接，其间隙不应大于1.5mm，并与焊缝充分熔合。手工电弧焊和气体保护电弧焊时钢衬垫板厚度不应小于4mm；埋弧焊接时钢衬垫板厚度不应小于6mm；电渣焊时衬垫板厚度不应小于25mm。

V 预热和道间温度控制

6.3.13 预热和道间温度控制宜采用电加热、火焰加热和红外线加热等加热方法，并采用专用的测温仪器测量。预热的加热区域应在焊接坡口两侧，宽度为焊件施焊处厚度的1.5倍以上，且不小于100mm。温度测量点，当为非封闭空间构件时宜在焊件受热面的背面离焊接坡口两侧不小于75mm处，当为封闭空间构件时宜在正面离焊接坡口两侧不小于100mm处。

6.3.14 焊接接头的预热温度和道间温度应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661的规定；当工艺选用的预热温度低于上述最低要求时，应通过工艺评定试验确定。

VI 焊接变形的控制

6.3.15 采用的焊接工艺和焊接顺序应使构件的变形和收缩最小。根据构件焊缝的布置，可采用下列控制变形的焊接顺序：

1对接接头、T形接头和十字接头，在构件放置条件允许或易于翻转的情况下，宜双面

对称焊接：有对称截面的构件，宜对称于构件中性轴焊接；有对称连接杆件的节点，宜对称于节点轴线同时对称焊接；

2非对称双面坡口焊缝，宜先焊深坡口侧、然后焊满浅坡口侧、最后完成深坡口侧焊缝。特厚板宜增加轮流对称焊接的循环次数；

3长焊缝宜采用分段退焊法或多人对称焊接法；

4宜采用跳焊法，避免构件局部热量集中。

6.3.16 构件焊接时宜采用预留焊接收缩余量或预置反变形方法控制收缩和变形，收缩余量和反变形值宜通过预估计算或试验确定。

6.3.17 构件装配焊接时应先焊收缩量较大的接头、后焊收缩量较小的接头，接头应在拘束较小的状态下焊接。

VII 焊后消应力处理

6.3.18 设计文件或合同文件对焊后消除应力有要求时，需经疲劳验算的结构中承受拉应力的对接接头或焊缝密集的节点或构件，宜采用电加热器局部退火和加热炉整体退火等方法进行消除应力处理；若仅为稳定结构尺寸，可采用振动法消除应力。

6.3.19 焊后热处理应符合国家现行标准《碳钢、低合金钢焊接构件焊后热处理方法》JB/T6046的规定。当采用电加热器对焊接构件进行局部消除应力热处理时，应符合下列规定：

1使用配有温度自动控制仪的加热设备，其加热、测温、控温性能应符合使用要求；

2构件焊缝每侧面加热板（带）的宽度至少为钢板厚度的3倍，且不小于200mm；

3加热板（带）以外构件两侧宜用保温材料覆盖。

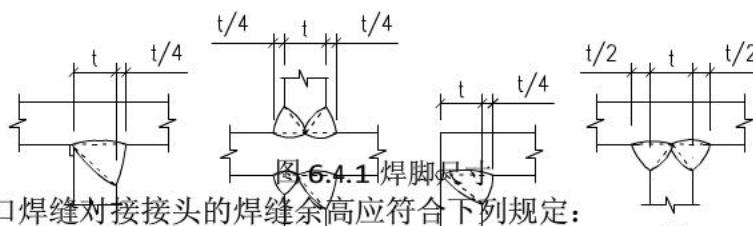
6.3.20 用锤击法消除中间焊层应力时，应使用圆头手锤或小型振动工具进行，不应对根部焊缝、盖面焊缝或焊缝坡口边缘的母材进行锤击。

6.3.21 采用振动法消除应力时，振动时效工艺参数选择及技术要求应符合《焊接构件振动时效工艺参数选择及技术要求》JB/T10375的规定。

6.4 焊接接头

I 全熔透和部分熔透焊接

6.4.1 T型接头、十字接头、角接接头等要求全熔透的对接和角接组合焊缝，其加强角焊缝的焊脚尺寸不应小于 $t/4$ （图6.4.1a,b,c），设计有疲劳验算要求的吊车梁或类似构件的腹板与上翼缘连接焊缝的焊脚尺寸为 $t/2$ ，且不应大于10mm（图6.4.1d）。焊脚尺寸的允许偏差为0~4mm。



6.4.2 全熔透坡口焊缝对接接头的焊缝余高应符合下列规定：

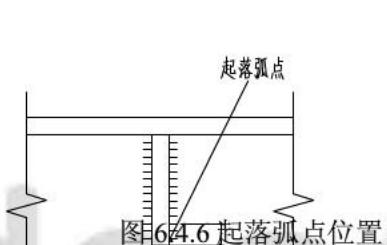
设计要求焊缝等级	(b)焊缝宽度 (mm)	焊缝余高 (mm)
一、二级焊缝	<20	0~3
	≥20	0~3

三级焊缝	<20	0~3.5
	≥20	0~4

- 6.4.3 全熔透双面坡口焊缝可采用不等厚的坡口深度，较浅坡口深度不应小于接头厚度的1/4。
- 6.4.4 部分熔透焊接应保证设计文件要求的有效焊缝厚度。T形接头和角接接头中部分熔透坡口焊缝与角焊缝构成的组合焊缝，其加强角焊缝的焊脚尺寸为 $t/4$ (t 为接头中最薄板厚)，且不超过10mm。

II 角焊缝接头

- 6.4.5 由角焊缝连接的部件应尽量密贴，根部间隙不宜超过2mm；当接头的根部间隙超过2mm时，角焊缝的焊脚尺寸应根据根部间隙值而增加，但最大不应超过5mm。
- 6.4.6 当角焊缝的端部在构件上时，转角处宜连续包角焊，起弧和熄弧点距焊缝端部宜大于10.0mm；当角焊缝端部不设置引弧和引出板的连续焊缝，起落弧点距焊缝端部宜大于10.0mm，弧坑应填满，如图6.4.6。



- 6.4.7 间断角焊缝每焊段的最小长度应不小于40mm，焊段之间的最大间距不应超过较薄焊件厚度的2倍。

III 塞焊与槽焊

- 6.4.8 塞焊和槽焊可采用手工电弧焊、气体保护电弧焊及自保护电弧焊等焊接方法。平焊时，应分层熔敷焊接，每层熔渣冷却凝固并清除后方可重新焊接；立焊和仰焊时，每道焊缝焊完后，应待熔渣冷却并清除后方可施焊后续焊道。
- 6.4.9 塞焊和槽焊的两块钢板接触面的装配间隙不得超过1.5mm。塞焊和槽焊焊接时禁止使用填充板材。

IV 电渣焊

- 6.4.10 电渣焊应采用专用的焊接设备，并采用熔化嘴和非熔化嘴方式进行焊接，电渣焊采用的衬垫可使用钢衬垫和水冷铜衬垫。
- 6.4.11 箱型构件内隔板与面板T型接头的电渣焊焊接宜采取对称方式进行焊接。
- 6.4.12 电渣焊衬垫板与母材的定位焊宜采用连续焊。

V 栓钉焊

- 6.4.13 栓钉应采用专用焊接设备进行施焊。首次栓钉焊接时，应进行焊接工艺评定试验，确定焊接工艺参数。
- 6.4.14 每班焊接作业前，宜至少试焊3个栓钉，检查合格后方可正式施焊。
- 6.4.15 栓钉焊接宜考虑钢板厚度和磁偏吹对焊接质量的影响。
- 6.4.16 当受条件限制而不能采用专用设备焊接时，栓钉可采用焊条电弧焊和气体保护电弧焊焊接，并按相应的工艺参数施焊，其焊缝尺寸应通过计算确定。

6.5 焊接质量检验

6.5.1 焊缝的尺寸偏差、外观质量和内部质量应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205和《钢结构焊接规范》GB50661的规定要求进行检验。

6.5.2 栓钉焊焊后应进行弯曲试验抽查，栓钉弯曲30°后焊缝和热影响区不得有肉眼可见裂纹。

6.6 焊接缺陷返修

6.6.1 焊缝金属或母材的缺欠超过相应的质量验收标准时，可采用砂轮打磨、碳弧气刨、铲凿或机械等方法彻底清除。采用焊接修复前，应清洁修复区域的表面。

6.6.2 焊缝缺陷返修应符合下列规定：

1 焊缝焊瘤、凸起或余高过大应采用砂轮或碳弧气刨清除过量的焊缝金属；

2 焊缝凹陷、弧坑、咬边或焊缝尺寸不足等缺陷应进行补焊；

3 焊缝未熔合、焊缝气孔或夹渣等应在完全清除缺陷后进行补焊；

4 焊缝或母材上裂纹应采用磁粉渗透或其他无损检测方法确定裂纹的范围及深度，用砂轮打磨或碳弧气刨清除裂纹及其两端各50mm长的完好焊缝或母材，并用渗透或磁粉探伤方法确定裂纹完全清除后，再重新进行补焊。对于拘束度较大的焊接接头上裂纹的返修，碳弧气刨清除裂纹前，宜在裂纹两端钻止裂孔后再清除裂纹缺陷。焊接裂纹的返修，应通知专业焊接工程师对裂纹产生的原因进行调查和分析，制定专门的返修工艺方案后按工艺要求进行；

5 焊缝缺陷返修的预热温度应比相同条件下正常焊接的预热温度提高30~50℃，并采用低氢焊接方法和焊接材料进行焊接；

6 焊缝返修部位应连续焊成，若中断焊接时应采取后热、保温措施，防止产生裂纹；

7 焊缝同一部位的缺陷返修次数不宜超过二次。当超过两次时，返修前应先对焊接工艺进行工艺评定，评定合格后方可进行后续的返修焊接。返修后的焊接接头区域应增加磁粉或着色检查。

www.docin.com

7 紧固件连接

7.1 7.1一般规定

7.1.1 本章适用于钢结构制作和安装中的普通螺栓、扭剪型高强度螺栓、高强度大六角头螺栓、钢网架螺栓球节点用高强度螺栓及拉铆钉、自攻钉、射钉等紧固件连接工程的施工。

7.1.2 钢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。

7.1.3 经验收合格的紧固件连接节点与拼接接头，应按照设计文件的规定及时进行防腐和防火涂装。对于接触腐蚀性介质的接头应用防腐腻子等材料封闭。

7.1.4 钢结构制作和安装单位应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的规定分别进行高强度螺栓连接摩擦面的抗滑移系数试验和复验；安装现场加的摩擦面应单独进行摩擦面抗滑移系数试验，其结果应符合设计要求。当高强度连接节点按承压型连接或张拉型连接进行强度设计时，可不进行摩擦面抗滑移系数的试验和复验。

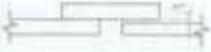
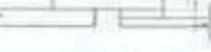
7.2 连接件加工及摩擦面处理

7.2.1 连接件螺栓孔应按本规范第8章的相关规定进行加工，螺栓孔的精度、孔壁表面粗糙度、孔径及孔距的允许偏差等应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的规定。

7.2.2 螺栓孔孔距超过相关规范的允许偏差时，可采用与母材相匹配的焊条补焊，并经无损检测合格后重新制孔，每组孔中经补焊重新钻孔的数量不得超过该组螺栓数量的20%。

7.2.3 高强度螺栓摩擦面对因板厚公差、制造偏差或安装偏差等产生的接触面间隙，应按表7.2.3规定进行处理。

表 7.2.3 接触面间隙处理

项目	示意图	处理方法
1		$\Delta < 1.0\text{mm}$ 时不予以处理
2		$\Delta = 1\text{~}3\text{mm}$ 时将厚板一侧磨成1: 10的缓坡，使间隙小于1.0mm
3		$\Delta > 3.0\text{mm}$ 时加垫板，垫板厚度不小于3mm，最多不超过三层，垫板材质和摩擦面处理方法应与构件相同

7.2.4 高强度螺栓连接处的摩擦面可根据设计抗滑移系数的要求选择处理工艺，抗滑移系数必须满足设计要求。采用手工砂轮打磨时，打磨方向应与受力方向垂直，且打磨范围不小于螺栓孔径的4倍。

7.2.5 经表面处理后的高强度螺栓连接摩擦面应符合以下规定：

1连接摩擦面保持干燥、清洁，不应有飞边、毛刺、焊接飞溅物、焊疤、氧化铁皮、污垢等；

2经处理后的摩擦面采取保护措施，不得在摩擦面上作标记；

3若摩擦面采用生锈处理方法时安装前应以细钢丝刷垂直于构件受力方向刷除去摩擦面上的浮锈。

7.3 普通紧固件连接

7.3.1 普通螺栓可采用普通扳手紧固,螺栓紧固应使被连接件接触面、螺栓头和螺母与构件表面密贴。普通螺栓紧固应从中间开始,对称向两边进行,大型接头宜采用复拧。

7.3.2 普通螺栓作为永久性连接螺栓时,紧固时应符合下列规定:

1螺栓头和螺母侧应分别放置平垫圈,螺栓头侧放置的垫圈不多于2个,螺母侧放置的垫圈不多于1个;

2对于承受动力荷载或重要部位的螺栓连接,设计有防松动要求时,应采取有防松动装置的螺母或弹簧垫圈,弹簧垫圈放置在螺母侧;

3对工字钢、槽钢等有斜面的螺栓连接,宜采用斜垫圈;

4同一个连接接头螺栓数量不应少于2个;

5螺栓紧固后外露丝扣应不少于2扣,紧固质量检验可采用锤敲检验。

7.3.3 连接薄钢板采用的拉铆钉、自攻钉、射钉等,其规格尺寸应与被连接钢板相匹配,其间距、边距等满足设计文件的要求。钢拉铆钉和自攻螺钉的钉头部分应靠在较薄的板件一侧。自攻螺钉、钢拉铆钉、射钉等与连接钢板应紧固密贴,外观排列整齐。

7.3.4 自攻螺钉(非自攻自钻螺钉)连接板上的预制孔径 d_0 应符合下式要求:

$$d_0=0.7d+0.2t_t \quad (7.3.4-1)$$

$$d_0 \leq 0.9d \quad (7.3.4-2)$$

式中 d——自攻螺钉的公称直径(mm);

t_t ——连接板的总厚度(mm)。

7.3.5 射钉施工时,穿透深度(指射钉尖端到基材表面的深度)应不小于10.0mm。

7.4 高强度螺栓连接

7.4.1 高强度大六角头螺栓连接副由一个螺栓、一个螺母和两个垫圈组成,扭剪型高强度螺栓连接副由一个螺栓、一个螺母和一个垫圈组成,使用组合应符合表7.4.1中的规定。

表7.4.1 高强度螺栓连接副组合

螺栓	螺母	垫圈
10.9S	10H	35-45HRC
8.8S	8H	35-45HRC

7.4.2 高强度螺栓长度应以螺栓连接副终拧后外露2~3扣丝为标准计算,可按下式(7.4.2)计算。选用的高强度螺栓公称长度应取修约后的长度,根据计算出的螺栓长度 l 按修约间隔5mm进行修约。

$$l=l'+\Delta l \quad (7.4.2-1)$$

$$\Delta l=m+ns+3p \quad (7.4.2-2)$$

式中, l' ——连接板层总厚度;

Δl ——附加长度, 或按表7.4.2选取;

m ——高强度螺母公称厚度;

n ——垫圈个数, 扭剪型高强度螺栓为 1, 高强度大六角头螺栓为 2;

s ——高强度垫圈公称厚度(当采用大圆孔或槽孔时, 高强度垫圈公称厚度按实际厚度取值);

p ——螺纹的螺距。

表7.4.2高强度螺栓附加长度 Δl (mm)

高强度螺栓种类	螺栓规格						
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
高强度大六角头螺栓	23	30	35.5	39.5	43	46	50.5
扭剪型高强度螺栓	—	26	31.5	34.5	38	41	45.5

注: 本表附加长度 Δl 由标准圆孔垫圈公称厚度计算确定的。

7.4.3 高强度螺栓安装时应先使用安装螺栓和冲钉在每个节点上穿入的安装螺栓和冲钉数量, 应根据安装过程所承受的荷载计算确定, 并符合下列规定:

1不应少于安装孔总数的1/3;

2安装螺栓不应少于2个;

3冲钉穿入数量不宜多于安装螺栓数量的30%;

4不得用高强度螺栓兼做安装螺栓。

7.4.4 高强度螺栓应在构件安装精度调整后进行拧紧。高强度螺栓安装应符合下列规定:

1扭剪型高强度螺栓安装时, 螺母带圆台面的一侧应朝向垫圈有倒角的一侧;

2大六角头高强度螺栓安装时, 螺栓头下垫圈有倒角的一侧应向螺栓头, 螺母带圆台面的一侧应朝向垫圈有倒角的一侧。

7.4.5 高强度螺栓现场安装时应能自由穿入螺栓孔, 不得强行穿入。若螺栓不能自由穿入时, 可采用铰刀或锉刀修整螺栓孔, 不得采用气割扩孔, 扩孔数量应征得设计同意, 修整后或扩孔后的孔径不应超过1.2倍螺栓直径。

7.4.6 高强度大六角头螺栓连接副施拧可采用扭矩法或转角法, 施工时应符合下列规定:

1施工用的扭矩扳手使用前应进行校正, 其扭矩相对误差不得大于±5%; 校正用的扭矩扳手, 其扭矩相对误差不得大于±3%;

2施拧时, 应在螺母上施加扭矩;

3施拧应分为初拧和终拧, 大型节点应在初拧和终拧之间增加复拧。初拧扭矩可取施工终拧扭矩的50%, 复拧扭矩应等于初拧扭矩。终拧扭矩可按公式(7.4.6)计算确定;

$$T_c = k P_c d \quad (7.4.6)$$

式中 T_c ——施工终拧扭矩(N·m);

k ——高强度螺栓连接副的扭矩系数平均值, 取0.110~0.150;

P_c ——高强度螺栓施工预拉力(kN), 可按表7.4.6-1选用;

d ——高强度螺栓公称直径(mm);

表7.4.6-1高强度大六角头螺栓施工预拉力(kN)

螺栓性能等级	螺栓公称直径(mm)						
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
8.8S	50	90	140	165	195	255	310
10.9S	60	110	170	210	250	320	390

4采用转角法施工时,初拧(复拧)后连接副的终拧角度应满足表7.4.6-2的要求;

表7.4.6-2初拧(复拧)后连接副的终拧转角

螺栓长度L	螺母转角	连接状态
$L \leq 4d$	1/3圈(120°)	连接型式为一层芯板加两层盖板
$4d < L \leq 8d$ 或 200mm 及以下	1/2圈(180°)	
$8d < L \leq 12d$ 或 200mm 以上	2/3圈(240°)	

注: 1.d为螺栓公称直径;

2.螺母的转角为螺母与螺栓杆之间的相对转角;

3.当螺栓长度L超过12倍螺栓公称直径d时螺母的终拧角度应由试验确定。

5初拧或复拧后应对螺母涂画颜色标记。

7.4.7 扭剪型高强度螺栓连接副应采用专用电动扳手施拧,施工时应符合下列规定:

1施拧应分为初拧和终拧,大型节点宜在初拧和终拧之间增加复拧;

2初拧扭矩值取公式(7.4.6)中 T_c 计算值的50%,其中k取0.13,也可按表7.4.7选用;复拧扭矩等于初拧扭矩;

表7.4.7扭剪型高强度螺栓初拧(复拧)扭矩值(N·m)

螺栓公称直径(mm)	M16	M20	M22	M24	M27	M30
初拧(复拧)扭矩	115	220	300	390	560	760

3终拧应以拧掉螺栓尾部梅花头为准,对于个别不能用专用扳手进行终拧的螺栓,可按第7.4.6条规定的方法进行终拧,扭矩系数k取0.13;

4初拧或复拧后应对螺母涂画颜色标记。

7.4.8 高强度螺栓连接节点螺栓群初拧、复拧和终拧应采用合理的施拧顺序。

7.4.9 高强度螺栓和焊接并用的连接节点,当设计文件无规定时,宜按先螺栓紧固后焊接的施工顺序。

7.4.10 高强度螺栓连接副的初拧、复拧、终拧应在24小时内完成。

7.4.11 高强度大六角头螺栓连接扭矩法施工紧固应进行下列质量检查:

1检查终拧颜色标记同时用约0.3kg重小锤敲击螺母对高强度螺栓进行逐个检查;

2终拧扭矩按节点数10%抽查,且不应少于10个节点;对每个被抽查节点按螺栓数10%抽查,且不应少于2个螺栓;

3检查时先在螺杆端面和螺母上画一直线,然后将螺母拧松约60°;再用扭矩扳手重新拧紧,使两线重合,测得此时的扭矩应在 $0.9T_{ch} \sim 1.1T_{ch}$ 范围内。 T_{ch} 按公式(7.4.11)计算:

$$T_{ch}=kPd \quad (7.4.11)$$

式中 T_{ch} ——检查扭矩(N·m);

P ——高强度螺栓设计预拉力(kN);

k ——扭矩系数。

4若发现有不符合规定时,应再扩大1倍检查;若仍有不合格者,则整个节点的高强度螺栓应重新施拧;

5扭矩检查宜在螺栓终拧1h以后24h之前完成, 检查用的扭矩扳手, 其相对误差不得大于 $\pm 3\%$ 。

7.4.12 高强度大六角头螺栓连接转角法施工紧固应进行下列质量检查:

1检查终拧颜色标记同时用约0.3kg重小锤敲击螺母对高强度螺栓进行逐个检查;

2终拧转角按节点数抽查10%, 且不应少于10个节点; 对每个被抽查节点按螺栓数抽查10%, 且不应少于2个螺栓;

3在螺杆端面和螺母相对位置划线, 然后全部卸松螺母, 在规定的初拧扭矩和终拧角度重新拧紧螺栓, 测量终止线与原终止线划线间的角度, 应符合表7.4.6-2要求、误差在 $\pm 30^\circ$ 者为合格;

4若发现有不符合规定的, 应再扩大1倍检查; 若仍有不合格者, 则整个节点的高强度螺栓应重新施拧;

5转角检查宜在螺栓终拧1h以后、24h之前完成。

7.4.13 扭剪型高强度螺栓终拧检查, 以目测尾部梅花头拧断为合格。对于不能用专用扳手拧紧的扭剪型高强度螺栓, 应按本条第7.4.11条或7.4.12条的规定进行质量检查。

7.4.14 螺栓球节点网架总拼完成后, 高强度螺栓与球节点应紧固连接, 螺栓拧入螺栓球内的螺纹长度不应小于1.1d(d为螺栓直径), 连接处不应出现有间隙、松动等未拧紧情况。

8 钢零件及钢部件加工

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于钢结构制作中钢零件及钢部件的加工。

8.1.2 钢结构加工前,应熟悉设计文件和施工详图,做好各道工序的工艺准备;并结合加工的实际情况, 编制加工工艺文件。

8.2 放样和号料

8.2.1 放样和号料应根据施工详图和工艺文件进行, 并按要求预留余量。

8.2.2 放样和样板(样杆)的允许偏差应符合表8.2.2的规定。

表8.2.2放样和样板(样杆)的允许偏差

项目	允许偏差
平行线距离和分段尺寸	± 0.5
样板长	± 0.5
样板宽	± 0.5
样板对角线差	1.0
样杆长	± 1.0
样板的角	\pm

8.2.3 号料的允许偏差应符合表8.2.3的规定。

表8.2.3号料的允许偏差 (mm)

项目	允许
零件外形尺寸	$\pm 1.$
孔距	$\pm 0.$

8.2.4 根据构件的受力特点和加工状况, 其主要零件应按工艺规定的方向进行号料。

8.2.5 号料后, 钢零件和钢部件应按施工详图和工艺要求进行标识。

8.3 切割

8.3.1 钢材切割可采用气割、机械切割、等离子切割等方法, 选用的切割方法应满足工艺文件的要求。切割后的飞边、毛刺应清理干净。

8.3.2 钢材切割面应无裂纹、夹渣、分层等缺陷和大于1mm的缺棱。

8.3.3 气割前钢材切割区域表面应清理干净。切割时, 应根据设备类型、钢材厚度、切割气体等因素选择适合的工艺参数。

8.3.4 气割的允许偏差应符合表8.3.4的规定。

表8.3.4气割的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差
零件宽度、长度	±3.0
切割面平面度	0.05t, 且不应大于2.0
割纹深度	0.3
局部缺口深度	1.0

注: t为切割面厚度

8.3.5 机械剪切的零件厚度不宜大于12.0mm, 剪切面应平整。碳素结构钢在环境温度低于-20℃、低合金结构钢在环境温度低于-15℃时, 不得进行剪切、冲孔。

8.3.6 机械剪切的允许偏差应符合表8.3.6的规定。

表8.3.6机械切割的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差 (mm)
零件宽度、长度	±3.0
边缘缺棱	1.0
型钢端部垂直度	2.0

8.3.7 钢网架(桁架)用钢管杆件宜用管子车床或数控相贯线切割机下料, 下料时应预放加工余量和焊接收缩量, 焊接收缩量可由工艺试验确定。钢管杆件加工的允许偏差应符合表8.3.7的规定。

表8.3.7钢管杆件加工的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差
长度	±1.0
端面对管轴的垂直度	0.005r
管口曲线	1.0

8.4 矫正与成型

8.4.1 矫正可采用机械矫正、加热矫正、加热与机械联合矫正等方法。

8.4.2 碳素结构钢在环境温度低于-16℃、低合金结构钢在环境温度低于-12℃时, 不应进行冷矫正和冷弯曲。碳素结构钢和低合金结构钢在加热矫正时, 加热温度一般为700~800℃, 最高温度严禁超过900℃, 最低温度不得低于600℃。

8.4.3 当零件采用热加工成型时, 根据材料的含碳量, 可选择不同的加热温度。加热温度一般应控制在900~1000℃, 而根据热加工需要, 加热温度也可控制在1100~1300℃; 碳素结构钢和低合金结构钢在温度分别下降到700℃和800℃之前, 应结束加工; 低合金结构钢应自然冷却。

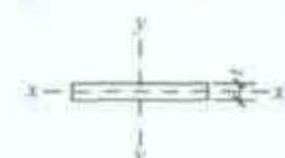
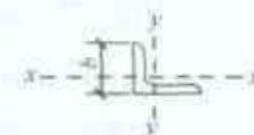
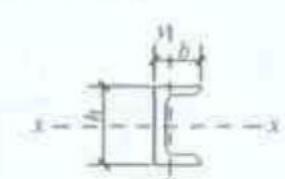
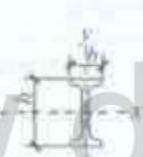
8.4.4 热加工成型温度应均匀, 同一构件不应对反复进行热加工; 温度冷却到200℃~400℃时, 严禁捶打、弯曲和成型。

8.4.5 工厂冷成型加工钢管, 可采用卷制或压制工艺, 并应考虑成型后径厚比对材料性能的影响。

8.4.6 矫正后的钢材表面, 不应有明显的凹痕或损伤, 划痕深度不得大于0.5mm, 且不应超过该钢材厚度允许负偏差的1/2。

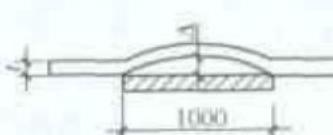
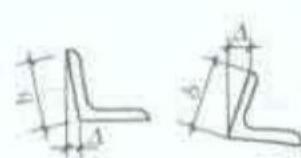
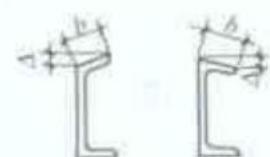
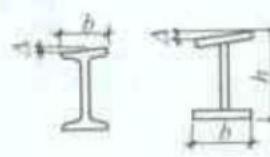
8.4.7 型钢冷矫正和冷弯曲的最小曲率半径和最大弯曲矢高应符合表8.4.7的规定。

表8.4.7冷矫正和冷弯曲的最小曲率半径和最大弯曲矢高 (mm)

钢材类别	图例	对应轴	矫正		弯曲	
			r	f	r	f
钢板 扁钢		x-x	50t	$\frac{l^2}{400t}$	25t	$\frac{l^2}{200t}$
		y-y (仅对扁钢轴线)	100b	$\frac{l^2}{800b}$	50b	$\frac{l^2}{400b}$
角钢		x-x	90b	$\frac{l^2}{720b}$	45b	$\frac{l^2}{360b}$
		x-x	50b	$\frac{l^2}{400b}$	25b	$\frac{l^2}{200b}$
槽钢		x-x	50b	$\frac{l^2}{400b}$	25b	$\frac{l^2}{200b}$
		y-y	90b	$\frac{l^2}{720b}$	45b	$\frac{l^2}{360b}$
型钢		x-x	50b	$\frac{l^2}{400b}$	25b	$\frac{l^2}{200b}$
		y-y	50b	$\frac{l^2}{400b}$	25b	$\frac{l^2}{200b}$

注: r为曲率半径; f为弯曲失高; l为弯曲弦长; t为板厚; b为宽度; h为高度
 8.4.8 钢材矫正后的允许偏差应符合表8.4.8的规定。

表8.4.8钢材矫正后的允许偏差(mm)

项 目	允许偏差	图 例
钢板的局部平面度	$t \leq 14$ 1.5	
	$t > 14$ 1.0	
型钢弯曲矢高	$L/1000$ 且不大于 5.0	
角钢肢的垂直度	$b/100$ 且双肢栓接角钢的角度不得大于 90°	
槽钢翼缘对腹板的垂直度	$b/80$	
工字钢、H型钢翼缘对腹板的垂直度	$b/100$ 且不大于 2.0	

8.4.9 钢管加工弯曲成型的允许偏差应符合表8.4.9的规定。

表8.4.9钢管弯曲成型的允许偏差

项目	允许偏差 (mm)
直径	$\pm d/200$ 且 ≤ 5.0
构件长度	± 3.0
管口圆度	$d/200$ 且 ≤ 5.0
管中间圆度	$d/100$ 且 ≤ 8.0
弯曲矢高	$L/1500$ 且 ≤ 5.0

注: d 为钢管直径

8.5 边缘加工

8.5.1 边缘加工可采用气割和机械加工方法，对边缘有特殊要求时宜采用精密切割。

8.5.2 气割或机械剪切的零件，需要进行边缘加工时，其刨削量不应小于2.0mm.。

8.5.3 边缘加工的允许偏差应符合表8.5.3的规定。

表8.5.3边缘加工的允许偏差

项目	允许偏差
零件宽度、长度	$\pm 1.0\text{mm}$
加工边直线度	$L/3000$, 且不应大于 2.0mm
相邻两边夹角	$\pm 6'$
加工面垂直度	$0.025t$, 且不应大于 0.5mm
加工面表面粗糙度	$R_a \leq 50\mu\text{m}$

8.5.4 焊缝坡口可采用气割、铲削、刨边机加工等方法, 焊缝坡口的允许偏差应符合表8.5.4的规定。

表8.5.4焊缝坡口的允许偏差

项目	允许偏差
坡口角度	$\pm 5^\circ$
钝边	$\pm 1.0\text{mm}$

8.5.5 零部件若采用铣床进行铣削加工边缘时, 加工后的允许偏差应符合表8.5.5的规定。

表8.5.5零部件铣削加工后的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差
两端铣平时零件长度、宽度	± 1.0
铣平面的平面度	0.3
铣平面的垂直度	$l/1500$

8.6 制孔

8.6.1 制孔可采用钻孔、冲孔、铣孔、铰孔、镗孔和锪孔等方法, 对直径较大或长形孔也可采用气割制孔。

8.6.2 利用钻床进行多层板钻孔时, 应采取有效的防止串动措施。

8.6.3 机械或气割制孔后, 应清除孔周边的毛刺、切屑等杂物; 孔壁应圆滑, 无裂纹和大于 1.0mm 的缺棱。

8.7 螺栓球和焊接球加工

8.7.1 螺栓球宜热锻成型, 加热温度宜为 $1150\sim 1250^\circ\text{C}$, 终锻温度不得低于 800°C , 成型后螺栓球不应有裂纹、褶皱和过烧。

8.7.2 螺栓球加工的允许偏差应符合表8.7.2的规定。

表8.7.2螺栓球加工的允许偏差

项目	允许偏差 (mm)	
球直径D/mm	D≤120	+2.0 -1.0
	D>120	+3.0 -1.5
球圆度/mm	D≤120	1.5
	120<D≤250	2.5
	D>250	3.0
同一轴线上两铣平面平行度/mm	D≤120	0.2
	D>120	0.3
铣平面距球中心距离		±0.2
相邻两螺纹孔中心线夹角		±30'
两铣平面与螺栓孔轴线垂直度		0.005r

注：R为螺栓球半径；D为螺栓球直径。

8.7.3 焊接空心球分为无肋焊接空心球和加肋焊接空心球，宜采用钢板热压成半圆球，加热温度宜为1000~1100℃，并经机械加工坡口后焊成圆球。焊接后的成品球表面应光滑平整，不应有局部凸起或折皱。

8.7.4 焊接空心球加工的允许偏差应符合表8.7.4的规定。

表8.7.4焊接空心球加工的允许偏差

项目	规格 (mm)	允许偏差 (mm)
直径	d≤300	±1.5
	300<d≤500	±2.5
	500<d≤800	±3.5
	d>800	±4
圆度	d≤300	±1.5
	300<d≤500	±2.5
	500<d≤800	±3.5
	d>800	±4
壁厚减薄量	t≤10	≤0.18t且不大于1.5
	10<t≤16	≤0.15t且不大于2.0
	16<t≤22	≤0.12t且不大于2.5
	22<t≤45	≤0.11t且不大于3.5
	t>45	≤0.8t且不大于4.0
对口错边量	t≤20	≤0.10t且不大于1.0
	20<t≤40	2.0
	t>40	3.0
焊缝余高		0~1.5

注：d为焊接空心球的外径；t为焊接空心球的壁厚。

8.8 铸钢节点加工

8.8.1 铸钢节点的铸造工艺和加工质量应符合设计文件及相关现行国家标准的要求。

8.8.2 铸钢节点加工宜包括工艺设计、模型制作、浇注、清理、热处理、打磨（修补）、机械加工和成品检验等工序。

8.8.3 复杂的铸钢节点接头宜设置过渡段。

8.9 索节点加工

8.9.1 索节点可采用铸造、锻造、焊接等方法加工成毛坯，并经车削、铣削、刨削、钻孔、镗孔等机械加工而成。

8.9.2 索节点的普通螺纹应符合现行国家标准《普通螺纹基本尺寸》GB/T196和《普通螺纹公差》GB/T197中7H/6g的规定，梯形螺纹应符合现行国家标准《梯形螺纹》GB/T5796中8H/7e的规定。



9 构件组装及加工

9.1 一般规定

- 9.1.1 本章适用于钢结构制作及安装中构件的组装及加工。
- 9.1.2 构件组装前,组装人员应熟悉施工详图、组态工艺及有关技术文件的要求,检查组装用的零部件的材质、规格、外观、尺寸、数量等均应符合设计要求。
- 9.1.3 组装焊接处的连接接触面及沿边缘30~50mm范围内的铁锈、毛刺、污垢等应在组装前清除干净。
- 9.1.4 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。
- 9.1.5 构件组装应根据设计要求、构件型式、连接方式、焊接方法和焊接顺序等确定合理的组装顺序。
- 9.1.6 构件的隐蔽部位应在焊接和涂装检查合格后封闭完全封闭的构件内表面可不涂装。
- 9.1.7 构件组装完成经检验合格后方可进行焊接。
- 9.1.8 焊接完成后的构件应根据设计和工艺文件要求进行端面铣平等加工。
- 9.1.9 钢构件组装的尺寸偏差,应符合设计文件和现行国家规范《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的规定。

9.2 部件拼接

- 9.2.1 焊接H型钢的翼缘板拼接缝和腹板拼接缝的间距不宜小于200mm。翼缘板拼接长度不应小于600mm; 腹板拼接宽度不应小于300mm, 长度不应小于600mm。
- 9.2.2 箱形构件的侧板拼接长度不应小于600mm, 相邻两侧板拼接缝的间距不宜小于200mm; 侧板在宽度方向一般不宜拼接, 当宽度超过2400mm确需拼接时, 最小拼接宽度不宜小于板宽的1/4。
- 9.2.3 设计无特殊要求时,热轧型钢可采用直口全熔透焊接拼接,其拼接长度不应小于600mm。
- 9.2.4 钢管接长时每个节间宜为一个接头,最短接长长度应符合下列要求:
 - 1当钢管直径D≤800mm时, 不小于600mm;
 - 2当钢管直径D>800mm时, 不小于1000mm;
 - 3当钢管采用卷制方式加工成型时,可由若干个接头,但最短接长长度应满足上述要求。
- 9.2.5 钢管接长时相邻管节或管段的纵向焊缝应错开错开的最小距离(沿弧长方向)应不小于5倍的钢管壁厚,且不小于200mm。
- 9.2.6 部件拼接焊缝应符合设计文件的要求,当设计无要求时应采用全熔透等强对接焊缝。

9.3 构件组装

- 9.3.1 构件组装宜在组装平台、组装支承架或专用设备上进行,组装平台及组装胎架应有足够的强度和刚度,并便于构件的装卸、定位。在组装平台或组装支承架上宜画出构件的中心线,端面位置线、轮廓线和标高线等基准线。
- 9.3.2 构件组装方法一般有地样法、仿形复制装配法、胎模装配法和专用设备装配法等;组装时

可采用立装或卧装。

- 9.3.3 构件组装间隙应符合设计和工艺文件要求,当设计和工艺文件中没有规定时,组装间隙一般不宜大于2.0mm。
- 9.3.4 焊接构件组装时应预放焊接收缩量,并对各部件进行合理的焊接收缩量分配。对于重要或复杂构件宜通过工艺性试验确定焊接收缩量。
- 9.3.5 设计要求起拱的构件,应在组装时按规定的起拱值进行起拱,起拱允许偏差应不大于起拱值的10%,且不大于10mm。设计未要求但施工工艺要求起拱的构件,起拱允许偏差应不大于起拱值的 $\pm 10\%$,且不大于 $\pm 10\text{mm}$ 。
- 9.3.6 桁架结构组装时,杆件轴线交点偏移应不大于3mm。
- 9.3.7 吊车梁和吊车桁架组装、焊接完成后不允许下挠。吊车梁的下翼缘和重要受力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。
- 9.3.8 拆除临时工装夹具、临时定位板、临时连接板等时严禁用锤击落,应在距离构件表面3mm~5mm处采用火焰切除,对残留的焊疤应打磨平整,且不得损伤母材。

9.4 构件端部加工

- 9.4.1 构件端部加工应在构件组装、焊接完成并经检验合格后进行。构件的端面铣平加工可用端铣床加工。
- 9.4.2 构件的端部铣平加工应符合下列规定:
 - 1根据工艺要求预先确定端部铣削量,铣削量不宜小于5mm;
 - 2按设计文件及现行国家规范《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205有关规定,控制铣平面的平面度和垂直度。

9.5 构件矫正

- 9.5.1 钢构件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。
- 9.5.2 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要求;当设计无要求时,矫正方法和矫正温度应符合本规范第8.4节的规定。

10 钢构件预拼装

10.1 一般规定

- 10.1.1 本章适用于合同要求或设计规定的钢构件预拼装。
- 10.1.2 预拼装前，单根构件应检查合格；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。
- 10.1.3 钢构件可采用整体预拼装或累积连续预拼装。当采用累积连续预拼装时，两相邻单元连接的构件应分别参与两个单元的预拼装。
- 10.1.4 除有特殊规定外，钢构件预拼装应按设计文件和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的相关要求进行验收。预拼装验收时，应避开日照的影响。

10.2 实体预拼装

- 10.2.1 预拼装场地应平整、坚实；预拼装所用的临时支承架、支承凳或平台应经测量准确定位，并符合工艺文件要求。重型构件预拼装所用的临时支承结构应进行结构安全验算。
- 10.2.2 预拼装单元可根据场地条件、吊装设备等选择合适的几何姿态进行预拼装。
- 10.2.3 钢构件应在自由状态下进行预拼装。
- 10.2.4 钢构件预拼装应按设计图的控制尺寸定位，并考虑预起拱、焊接收缩量及其他等工艺要求。
- 10.2.5 采用螺栓连接的节点连接件，必要时可在预拼装定位后进行钻孔。
- 10.2.6 当多层板叠采用高强度螺栓或普通螺栓连接时，宜先使用不少于螺栓孔总数10%的冲钉定位，再采用临时螺栓紧固。临时螺栓在一组孔内不得少于螺栓孔数量的20%，且不少于2个；预拼装时应使板层密贴。螺栓孔应采用试孔器进行检查，并符合下列规定：
 - 1当采用比孔公称直径小1.0mm的试孔器检查时，每组孔的通过率不应小于85%；
 - 2当采用比螺栓公称直径大0.3mm的试孔器检查时，通过率应为100%。
- 10.2.7 预拼装检查合格后，宜在构件上标注中心线、控制基准线等标记，必要时可设置定位器。

10.3 计算机辅助模拟预拼装

- 10.3.1 钢构件除采用实体预拼装外，还可采用计算机辅助模拟预拼装方法，模拟构件或单元的外形尺寸应与实物几何尺寸相同。
- 10.3.2 当采用计算机辅助模拟预拼装的偏差超过现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的相关要求时，应按本章第10.2节的要求进行实体预拼装。

11 钢结构安装

11.1 一般规定

- 11.1.1 本章适用于单层钢结构、多高层钢结构、大跨度空间结构及高耸钢结构等工程的安装。
- 11.1.2 钢结构安装现场应设置专门的构件堆场，并采取防止构件变形及表面污染的保护措施。
- 11.1.3 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。
- 11.1.4 构件吊装前应清除表面上的油污、冰雪、泥沙和灰尘等杂物，并做好轴线和标高标记。
- 11.1.5 钢结构安装应根据结构特点按照合理顺序进行，并形成稳定的空间刚度单元，必要时增加临时支承结构或临时措施。
- 11.1.6 钢结构安装校正时应考虑温度、日照和焊接变形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。
- 11.1.7 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，若需去除耳板，可采用气割或碳弧气刨方式在离母材3~5mm位置切除，严禁采用锤击方式去除。
- 11.1.8 钢结构安装过程中，制孔、组装、焊接和涂装等工序的施工均应符合本规范第6、8、9、13的有关规定。
- 11.1.9 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，应按本规范第13章的有关规定补漆。

11.2 起重设备和吊具

- 11.2.1 钢结构安装宜采用塔式起重机、履带吊、汽车吊等定型产品。选用非定型产品作为起重设备时，应编制专项方案，并经评审后再组织实施。
- 11.2.2 起重设备应根据起重设备性能、结构特点、现场环境、作业效率等因素综合确定。
- 11.2.3 起重设备需要附着或支承在结构上时，应得到设计单位的同意，并应进行结构安全验算。
- 11.2.4 钢结构吊装作业必须在起重设备的额定起重量范围内进行。
- 11.2.5 钢结构吊装不宜采用抬吊。当构件重量超过单台起重设备的额定起重量范围时，构件可采用抬吊的方式吊装。采用抬吊方式时，应符合下列规定：
 - 1起重设备应进行合理的负荷分配，构件重量不得超过两台起重设备额定起重量总和的75%，单台起重设备的负荷量不得超过额定起重量的80%；
 - 2吊装作业应进行安全验算并采取相应的安全措施，应有经批准的抬吊作业专项方案；
 - 3吊装操作时应保持两台起重设备升降和移动同步，两台起重设备的吊钩、滑车组均应基本保持垂直状态。
- 11.2.6 用于吊装的钢丝绳、吊装带、卸扣、吊钩等吊具应经检查合格，并应在其额定许用荷载范围内使用。

11.3 基础、支承面和预埋件

11.3.1 钢结构安装前应对建筑物的定位轴线、基础轴线和标高、地脚螺栓位置等进行检查，并办理交接验收。当基础工程分批进行交接时，每次交接验收不应少于一个安装单元的柱基基础，并应符合下列规定：

- 1基础混凝土强度达到设计要求；
- 2基础周围回填夯实完毕；
- 3基础的轴线标志和标高基准点准确、齐全。

11.3.2 基础顶面直接作为柱的支承面、基础顶面预埋钢板或支座作为柱的支承面时，其支承面、地脚螺栓（锚栓）的允许偏差应符合表11.3.2的规定。

表11.3.2 支承面、地脚螺栓（锚栓）的允许偏差（mm）

项目		允许偏差
支承面	标高	±3.0
	水平度	1/1000
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

11.3.3 钢柱脚采用钢垫板作支承时，应符合下列规定：

1钢垫板面积应根据混凝土抗压强度、柱脚底板承受的荷载和地脚螺栓（锚栓）的紧固拉力计算确定；

2垫板应设置在靠近地脚螺栓（锚栓）的柱脚底板加劲板或柱肢下，每根地脚螺栓（锚栓）侧应设1~2组垫板，每组垫板不得多于5块；

3垫板与基础面和柱底面的接触应平整、紧密。当采用成对斜垫板时，其叠合长度不应小于垫板长度的2/3；

4柱底二次浇灌混凝土前垫板间应焊接固定。

11.3.4 锚栓及预埋件安装应符合下列规定：

1宜采用锚栓定位支架、定位板等辅助固定措施。

2锚栓和预埋件安装到位后，应可靠固定；当锚栓埋设精度较高时，可采用预留孔洞、二次埋设等工艺；

3锚栓应采取防止损坏、锈蚀和污染的保护措施；

4钢柱地脚螺栓应按相关规定进行紧固，对于外露的地脚螺栓应采取防止螺母松动和锈蚀的措施；

5当锚栓需要施加预应力时，可采用后张拉方法，张拉力应符合设计文件的要求，并在张拉完成后进行灌浆处理。

11.4 构件安装

11.4.1 钢柱安装应符合下列规定：

1柱脚安装时，锚栓宜使用导入器或护套；

2首节钢柱安装后应及时进行垂直度、标高和轴线位置校正，钢柱的垂直度可采用经纬仪或线锤测量。校正合格后钢柱须可靠固定并进行柱底二次灌浆，灌浆前应清除柱底板与基础面之间杂物；

3首节以上的钢柱定位轴线应从地面控制轴线直接引上，不得从下层柱的轴线引上；钢柱校正垂直度时，应考虑钢梁接头焊接的收缩量，预留焊缝收缩变形值。

4倾斜钢柱可采用三维坐标测量法进行测校，或采用柱顶投影点结合标高进行测校，校正合格后宜采用刚性支撑固定；

11.4.2 钢梁安装应符合下列规定：

1钢梁宜采用两点起吊；当单根钢梁长度大于21米，采用2个吊装点吊装不能满足构件强度和变形要求时，宜设置3~4个吊装点吊装或采用平衡梁吊装，吊点位置应通过计算确定。

2钢梁可采用一机一吊或一机串吊的方式吊装，就位后应立即临时固定连接；

3钢梁面的标高及两端高差可采用水准仪与标尺进行测量，校正完成后应进行永久性连接。

11.4.3 支撑安装应符合下列规定：

1交叉支撑宜按照从下到上的次序组合吊装；

2若无特殊规定时，支撑构件的校正宜在相邻结构校正固定后进行；

3屈曲约束支撑应按设计文件和产品说明书的要求进行安装。

11.4.4 桁架（屋架）安装应在钢柱校正合格后进行，并符合下列规定：

1钢桁架（屋架）可采用整榀或分段安装；

2钢桁架（屋架）应在起扳和吊装过程中防止产生变形；

3单榀安装钢桁架（屋架）时应采用缆绳或刚性支撑增加侧向临时约束。

11.4.5 钢板剪力墙安装应符合下列规定：

1钢板剪力墙吊装时应采取防止平面外的变形措施；

2钢板剪力墙的安装时间和顺序应满足设计文件要求。

11.4.6 关节轴承节点安装应符合下列要求：

1关节轴承节点应采用专门的工装进行吊装和安装；

2轴承总成不宜解体安装，就位后需采取临时固定措施，防止节点扭转；

3连接销轴与孔装配时必须密贴接触，宜采用锥形孔、轴，用专用工具顶紧安装；

4安装完毕后做好成品保护，避免轴承受损。

11.4.7 钢铸件或铸钢节点安装应符合下列要求：

1出厂时应标识清晰的安装基准标记；

2现场焊接应严格按焊接工艺专项方案的施焊和检验。

11.4.8 由多个构件在地面组拼的重型组合构件吊装，吊点位置和数量应经计算确定。

11.4.9 后安装构件应根据设计文件或吊装工况的要求进行安装，其加工长度宜根据现场实际测量确定；当后安装构件与已完成结构采用焊接连接时，应采取减少焊接变形和焊接残余应力措施。

11.5 单层钢结构

11.5.1 单跨结构宜从跨端一侧向另一侧、中间向两端或两端向中间的顺序进行吊装。多跨结构，宜先吊主跨、后吊副跨；当有多台起重机共同作业时，也可多跨同时吊装。

11.5.2 单层钢结构在安装过程中，需及时安装临时柱间支撑或稳定缆绳，在形成空间结构稳定体系后方可扩展安装单层钢结构安装过程中形成的临时空间结构稳定体系应能承受结构自重、风荷载、雪荷载、施工荷载以及吊装过程中的冲击荷载的作用。

11.6 多层、高层钢结构

11.6.1 多层及高层钢结构宜划分多个流水作业段进行安装，流水段宜以每节框架为单位。流水段划分应符合下列规定：

1流水段内的最重构件应在吊装设备的起重能力范围内；

2吊装设备的爬升高度应满足下节流水段内构件的起吊高度；

3每节流水段内的柱长度应考虑工厂加工、运输堆放、现场吊装等因素，长度宜取2~3个楼层高度，分节位置宜在梁顶标高以上1.0m~1.3m处；

4流水段的划分应与混凝土结构施工相适应；

5每节流水段可根据结构特点和现场条件在平面上划分流水区进行施工。

11.6.2 流水作业段内的钢构件吊装宜符合下列规定：

1吊装可采用整个流水段内先柱后梁、或局部先柱后梁的顺序；单柱不得长时间处于悬臂状态；

2钢楼板及压型金属板安装与钢构件吊装进度同步；

3特殊流水作业段内的吊装顺序应按安装工艺确定，同时满足设计文件的要求。

11.6.3 多层及高层钢结构安装校正应依据基准柱进行，并符合下列规定：

1能够控制建筑物的平面尺寸并便于其他柱的校正，宜选择角柱为基准柱；

2钢柱校正宜采用合适的测量仪器和校正工具；

3基准柱校正完毕后，方可对其他柱进行校正。

11.6.4 多层及高层钢结构安装时，楼层标高可采用相对标高或设计标高进行控制，并应符合下列规定：

1当采用设计标高控制时，以每节柱为单位进行柱标高调整，使每节柱的标高符合设计的要求；

2建筑物总高度的允许偏差和同一层内各节柱的柱顶高度差符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的规定。

11.6.5 同一流水作业段、同一安装高度的一节柱，当各柱的全部构件安装、校正、连接完并验收合格后，方可从地面引放上一节柱的定位轴线。

11.6.6 高层钢结构安装时应考虑竖向压缩变形对结构的影响，并根据结构特点和影响程度可采取预调安装标高、设置后连接构件等相应措施。

11.7 大跨度空间钢结构

11.7.1 大跨度空间钢结构根据结构特点和现场施工条件，可采用高空散装法、分条分块吊装法、滑移法、单元或整体提升(顶升)法、整体吊装法、折叠展开式整体提升法、高空悬拼安装法等安装方法。

11.7.2 空间结构吊装单元的划分应考虑结构特点、运输方式、吊装设备性能、安装场地条件等因素。

11.7.3 索（预应力）结构施工应符合下列规定：

1 施工前应对钢索、锚具及零配件的出厂报告、产品质量保证书、检测报告以及索体长度、直径、品种、规格、色泽、数量等进行验收，验收合格后方可进行预应力施工。

2 为确保施工过程安全并符合设计要求，索（预应力）结构施工张拉前，应由专业预应力施工单位进行全过程施工仿真计算，并以仿真计算结果为依据确定张拉方案，编制完成相应的预应力施工专项方案。

3 索（预应力）结构施工张拉前，应由监理或相关单位对钢结构进行阶段验收。验收通过后方可允许预应力施工单位进行张拉。

4 索（预应力）张拉应遵循分阶段、分级、对称、缓慢匀速、同步加载的原则，并根据结构和材料具体特点确定超张拉的要求。

5 索（预应力）结构宜进行索力和结构变形监测，并形成监测报告。

11.7.4 大跨度空间钢结构施工应考虑环境温度变化对结构的影响。

11.8 高耸钢结构

11.8.1 高耸钢结构可采用高空散件（单元）法、整体起扳法和整体提升（顶升）法等安装方法。

11.8.2 高耸钢结构采用整体起板法安装时，提升吊点的数量和位置应通过计算确定，并且对整体起板过程中结构不同施工倾斜角度或倾斜状态进行结构安全验算。

11.8.3 高耸钢结构安装的标高和轴线基准点向上转移过程时应考虑风荷载、环境温度和日照对结构变形的影响。

12 压型金属板工程

- 12.0.1本章适用于楼层和平台中组合楼板的压型金属板施工，也适用于作为浇筑混凝土永久性模板用途的非组合楼板的压型金属板施工。
- 12.0.2压型金属板安装前，应绘制各楼层压型金属板铺设的布置图；图中应包含压型金属板的规格、尺寸和数量，与主体结构的支承构造和连接详图，以及封边挡板等内容。
- 12.0.3压型金属板安装前，应在支承结构上标出压型金属板的位置线。铺放时，相邻压型金属板端部的波形槽口应对准。
- 12.0.4压型金属板应采用专用吊具装卸和转运，严禁直接采用钢丝绳绑扎吊装。
- 12.0.5压型金属板与主体结构（钢梁）的锚固支承长度应符合设计要求，且不应小于50mm；端部锚固可采用点焊、贴角焊或射钉连接，设置位置应符合设计要求。
- 12.0.6转运至楼面的压型金属板应当天安装和固定完毕，当有剩余时应固定在钢梁上或转移到地面堆场。
- 12.0.7支承压型属板的钢梁表面应保持清洁，压型金属板与钢梁顶面的间隙应控制在1mm以内。
- 12.0.8安装边模封口板时，应与压型金属板波距对齐，偏差不大于3mm。
- 12.0.9压型金属板安装应平整、顺直，板面不得有施工残留物和污物。
- 12.0.10压型金属板需要预留设备孔洞时应在混凝土浇筑完毕后使用等离子切割或空心钻开孔，不得采用火焰切割。
- 12.0.11设计文件要求在施工阶段设置临时支撑的，应在混凝土浇筑前设置临时支撑，待浇筑的混凝土强度达到规定强度后方可拆除混凝土浇筑时应避免在压型金属板部位集中堆载。

www.docin.com

13 涂装

13.1 一般规定

- 13.1.1 本章适用于钢结构的油漆类防腐涂装、金属热喷涂防腐、热浸镀锌防腐和防火涂料涂装等工程的施工。
- 13.1.2 钢结构防腐涂装施工宜在钢构件组装和预拼装工程检验批的施工质量验收合格后进行。涂装完毕后，宜在构件上标注构件编号；大型构件应标明重量、重心位置和定位标记。
- 13.1.3 钢结构防火涂料涂装施工应在钢结构安装工程和防腐涂装工程检验批施工质量验收合格后进行。当设计文件规定钢构件可不进行防腐涂装时，安装验收合格后可直接进行防火涂料涂装施工。
- 13.1.4 钢结构防腐涂装工程和防火涂装工程的施工工艺和技术应满足本规范、设计文件、涂装产品说明书和现行相关国家产品标准的要求。
- 13.1.5 防腐涂装施工前，钢材应按本规范和设计文件要求进行表面处理。当设计文件未提出要求时，可根据涂料产品对钢材表面的要求，采用适当的处理方法。
- 13.1.6 油漆类防腐涂料涂装工程和防火涂料涂装工程应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的要求进行质量验收。
- 13.1.7 金属热喷涂防腐和热浸镀锌防腐工程可按现行国家标准《金属和其它无机覆盖层热喷涂锌、铝及其合金》GB/T9793和《热喷涂金属件表面预处理通则》GB/T11373以及其他相关要求进行质量验收。
- 13.1.8 钢构件表面的涂装系统应相互兼容。
- 13.1.9 涂装施工时，应采取相应的环境保护和劳动保护措施。

13.2 表面处理

- 13.2.1 钢构件采用涂料防腐涂装时，表面除锈等级按设计文件及《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB8923的规定，可采用机械除锈和手工除锈方法进行处理。
- 13.2.2 钢构件对不同底涂层和除锈等级其表面粗糙度可按表13.2.2选择并按现行国家标准《涂装前钢材表面粗糙度等级的评定(比较样块法)》GB/T13288执行。

表13.2.2钢材表面的粗糙度选择表

钢材底涂层	除锈等级	表面粗糙度 $R_a(\mu m)$
热喷锌/铝	Sa3级	60~100
无机富锌	Sa2½~Sa3级	50~80
环氧富锌	Sa2½	30~75
不便喷砂的部位	St3级	

- 13.2.3 经处理的钢材表面不应有焊渣、焊疤、灰尘、油污、水和毛刺等；对于镀锌构件，酸洗除锈后，钢材表面应露出金属色泽，无污渍、锈迹和残留任何酸液。

13.3 油漆防腐涂装

13.3.1 油漆防腐涂装可采用涂刷法、手工滚涂法、空气喷涂法和高压无气喷涂法。

13.3.2 钢结构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：

1当产品说明书对涂装环境温度和相对湿度未作规定时，环境温度宜控制在(5~38)℃之间，相对湿度不应大于85%，钢材表面温度应高于露点温度3℃，且钢材表面温度不超过40℃；

2被施工物体表面不允许有凝露；

3遇雨、雾、雪、强风天气应停止露天涂装，尽量避免在强烈阳光照射下施工；

4涂装后4小时内应保护，避免淋雨和沙尘侵袭；

5风力超过5级不宜采用喷涂。

13.3.3 涂料调制应搅拌均匀，随拌随用，不得随意添加稀释剂。

13.3.4 不同涂层间的施工应有适当的重涂间隔，最大及最小重涂间隔时间参照涂料产品说明书，超过最小重涂间隔才能施工，超过最大重涂间隔应按涂料说明书的指导进行施工。

13.3.5 表面除锈处理与涂装之间的间隔时间宜在4h之内在车间内作业或湿度较低的晴天不应超过12h。

13.3.6 工地焊接部位的焊缝两侧宜留出暂不涂装的区域，如图13.3.6所示，焊缝及焊缝两侧也可涂装不影响焊接质量的防腐涂料。

图示	钢板厚度t	暂不涂装的区域宽度b
	$t < 50$	50
	$50 \leq t \leq 90$	70
	$t > 90$	100

13.3.7 钢构件油漆补涂应符合下列规定：

1表面涂有工厂底漆的钢构件，因焊接、火焰校正、曝晒和擦伤等造成重新锈蚀或附有白锌盐时，应经表面处理后再按原涂装规定予以补漆；

2运输、安装过程的涂层碰损、焊接烧伤等应根据原涂装配套进行补涂。

13.4 金属热喷涂

13.4.1 钢结构金属热喷涂方法可采用气喷涂或电喷涂，并按照现行国家标准《金属和其他无机覆盖层热喷涂锌、铝及其合金》GB/T9793执行。

13.4.2 钢结构表面处理与热喷涂施工的间隔时间，晴天或湿度不大的气候条件下应在12h以内，雨天、潮湿、有盐雾的气候条件下不超过2h。

13.4.3 金属热喷涂施工应符合下列规定：

1采用的压缩空气应干燥、洁净；

2 喷枪与表面宜成直角，喷枪的移动速度应均匀，各喷涂层之间的喷枪方向应相互垂直，交叉覆盖；

3 一次喷涂厚度宜为 $25\sim80\mu\text{m}$ ，同一层内各喷涂带之间应有 $1/3$ 的重叠宽度；

4 当大气温度低于 5°C 或钢结构表面温度低于露点 3°C 时，应停止热喷涂操作。

13.4.4 金属热喷涂层的封闭剂或首道封闭油漆施工宜采用涂刷方式施工，施工工艺要求应符合第13.3节的规定。

13.5 热浸镀锌防腐

13.5.1 钢构件表面单位面积的热浸镀锌质量应符合设计文件规定的要求。

13.5.2 钢构件热浸镀锌应符合现行国家标准《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌技术条件及试验方法》GB/T13912的规定，并采取措施防止热变形。

13.5.3 热浸镀锌造成构件的弯曲或扭曲变形，应采取延压、滚轧或千斤顶等机械方式进行矫正。矫正时，应采取垫木方等措施保护表面镀锌层；不得采用加热矫正。

13.6 防火涂装

13.6.1 防火涂料涂装前，钢材表面除锈及防腐涂装应符合设计文件和国家现行标准的规定。

13.6.2 基层表面应无油污、灰尘和泥砂等污垢，且防锈层完整、底漆无漏刷。钢构件连接处的缝隙应采用防火涂料或其他防火材料填平。

13.6.3 选用的防火涂料应符合设计文件和国家现行标准的要求具有一定抗冲击能力，能牢固地附着在构件上，不腐蚀钢材。

13.6.4 防火涂料可按产品说明在现场进行搅拌或调配当天配置的涂料应在产品说明书规定的时间内用完。

13.6.5 厚涂型防火涂料，在下列情况之一时，宜在涂层内设置与钢构件相连的钢丝网或其他相应的措施：

1 承受冲击、振动荷载的钢梁；

2 涂层厚度等于或大于 40mm 的钢梁和桁架；

3 涂料粘结强度小于或等于 0.05MPa 的钢构件；

4 钢板墙和腹板高度超过 1.5m 的钢梁。

13.6.6 防火涂料施工可采用喷涂、抹涂或滚涂等方法。

13.6.7 防火涂料涂装施工应分层施工，上层涂层干燥或固化后，方可进行下道涂层施工。

13.6.8 厚涂型防火涂料有下列情况之一时应重新喷涂或补涂。

1 涂层干燥固化不良，粘结不牢或粉化、脱落；

2 钢结构的接头、转角处的涂层有明显凹陷；

3 涂层厚度小于设计规定厚度的 85% 时或涂层厚度虽大于设计规定厚度的 85% ，但未达到规定厚度的涂层其连续面积的长度超过 1m 。

13.6.9 薄涂型防火涂料面层涂装施工应符合下列规定：

1 面层应在底层涂装基本干燥后开始涂装；

2 面层涂装应颜色均匀、一致，接槎平整。

14 施工测量

14.1 一般规定

- 14.1.1 本章适用于钢结构工程的平面控制、高程控制及细部测量。
- 14.1.2 施工测量前，应根据设计施工图和钢结构安装要求，编制测量专项方案。
- 14.1.3 钢结构安装前应设置施工控制网。

14.2 平面控制网

- 14.2.1 平面控制网，可根据场区地形条件和建筑物的结构形式，布设十字轴线或矩形控制网，平面布置异型的建筑可根据建筑物形状布设多边形控制网。
- 14.2.2 建筑物的轴线控制桩应根据建筑物的平面控制网测定，定位放线可选择直角坐标法、极坐标法、角度（方向）交会法、距离交会法等方法。
- 14.2.3 建筑物平面控制网，四层以下和地下室宜采用外控法，四层及以上采用内控法。上部楼层平面控制网，应以建筑物底层控制网为基础，通过仪器竖向垂直接力投测。竖向投测宜以每50~80m设一转点，控制点竖向投测的允许误差应符合表14.2.3的规定。

表14.2.3轴线竖向传递投测的测量允许误差

项目	测量允许误差	
每 层	3	
总高度H	H≤30m	5
	30m< H≤60m	8
	60m< H≤90m	13
	90m< H<150m	18
	H>150m	20

- 14.2.4 轴线控制基准点投测至中间施工层后，应组成闭合图形并复测，调整闭合差。调整后的点位精度应满足边长相对误差达到1/20000和相应的测角中误差±10”的要求。设计有特殊要求时应根据限差确定其放样精度。

14.3 高程控制网

- 14.3.1 首级高程控制网应按闭合环线、附合路线或结点网形布设。高程测量的精度，不宜低于四等水准的精度要求。
- 14.3.2 钢结构工程高程控制点的水准点，可设置在平面控制网的标桩或外围的固定地物上，也可单独埋设。水准点的个数不应少于3个。
- 14.3.3 钢结构建筑地面以上的楼层标高宜采用悬挂钢尺测量方法进行传递，钢尺读数时应进行温度、尺长和拉力修正。标高向上传递时宜从2处分别传递，对于面积较大或高层结构宜从3处分别传递。当传递的标高误差小于3.0mm时，可取其平均值作为施工楼层的标高基准，若不满足则应重新传递。标高的测量允许误差应符合表14.3.3的规定。

表14.3.3 标高竖向传递投测的测量允许误差

项目	测量允许误差 (mm)	
每层	±3	
总高 (H)	H≤30m	±5
	30m < H ≤ 60m	±10
	H > 60m	±12

注：表中误差不包括沉降和压缩引起的变形值。

14.4 单层钢结构施工测量

14.4.1 钢柱安装前，应在柱身四面分别画出中线或安装线，弹线允许误差为1mm。

14.4.2 竖直钢柱安装时，应采用经纬仪在相互垂直的两轴线方向上，同时校测钢柱垂直度。
当观测面为不等截面时，经纬仪应安置在轴线上；当观测面为等截面时，经纬仪中心与轴线间的水平夹角不得大于15°。倾斜钢柱安装时，可采用水准仪和全站仪进行三维坐标校测。

14.4.3 工业厂房吊车梁与轨道安装测量应符合下列规定：

1根据厂房平面控制网，用平行借线法测定吊车梁的中心线。吊车梁中心线投测允许误差为±3mm，梁面垫板标高允许偏差为±2mm；

2吊车梁上轨道中心线投测的允许误差为±2mm，中间加密点的间距不得超过柱距的两倍，并将各点平行引测与牛腿顶部靠近柱子的侧面，作为轨道安装的依据；

3在柱子牛腿面架设水准仪按三等水准精度要求测设轨道安装标高。标高控制点的允许误差为±2mm，轨道跨距允许误差为±2mm，轨道中心线(加密点)投测允许误差为±2mm，轨道标高点允许误差为±1mm。

14.4.4 钢屋架（桁架）安装后应有垂直度、直线度、标高、挠度（起拱）等实测记录。

14.4.5 复杂构件的定位可由全站仪直接架设在控制点上进行三维坐标测定，也可由水准仪对标高、全站仪对平面坐标进行共同测控。

14.5 多层、高层钢结构施工测量

14.5.1 多层及高层钢结构安装前，应对建筑物的定位轴线、底层柱的位置线、柱底基础标高进行复核，合格后方能开始安装。

14.5.2 每节钢柱的控制轴线应从基准控制轴线的转点引测。

14.5.3 安装钢梁前，应测量钢梁连接的钢柱及邻近柱的垂直度；在整个区域构件安装完成后，应进行整体复测。

14.5.4 钢结构施工测量时，应考虑构件由于日照、焊接、沉降等引起的变形。安装过程中，宜对下列项目进行观测，并作记录。

1柱、梁焊缝收缩引起柱身垂直度偏差值；

2钢柱受日照温差、风力影响的变形；

3塔吊附着或爬升对结构垂直度的影响；

4沉降差异和压缩变形对建筑物整体变形影响。

14.5.5 复杂构件的定位可由全站仪直接架设在控制点上进行三维坐标测定，也可由水准仪对标高、全站仪对平面坐标进行共同测控。

14.5.6 主体结构的整体垂直度的允许偏差为 $H/2500+10\text{mm}$ (H 为高度)且不应大于 50.0mm ;
主体结构的整体平面弯曲允许偏差为 $L/1500\text{mm}$,且不应大于 25.0mm 。

14.5.7 建筑钢结构的高度在 150m 以上时,整体垂直度宜采用GPS或相应方法进行测量复核。

14.6 高耸塔桅钢结构施工测量

14.6.1 高耸塔桅钢结构的施工控制网宜在地面布设成田字形、圆形或辐射形。

14.6.2 由平面控制点投测到上部直接测定施工轴线点,应进行不同测法的校核,其测量允许误差为 4mm 。

14.6.3 高耸塔桅钢结构,标高在 ± 0.000 以上的塔身铅垂度宜使用激光铅垂仪进行测设,
标高在 100m 处激光仪旋转 360° 划出的激光点轨迹圆直径宜小于 10mm 。

14.6.4 高耸塔桅钢结构标高低于 100m 时,宜在塔身的中心位置上设置铅垂仪;标高在
 $100\sim 200\text{m}$ 之间时,宜设置四台铅垂仪;标高在 200m 以上时,宜设置包括塔身中心点的五台铅垂仪。铅垂仪的点位必须从塔的轴线点上直接测定,并用不同的测设方法进行校核。

14.6.5 激光铅垂仪投测到接收靶的测量允许误差应符合表14.6.5的要求。对于有特殊要求的
塔桅钢结构,其允许误差应由设计和施工单位共同确定。

表14.6.5高塔中心线铅垂度的测量允许误差

塔高(m)	50	100	150	200	250	300	350
高耸结构验收允许偏差(mm)	57	85	110	127	143	165	—
测量允许误差(mm)	10	15	20	25	30	35	40

14.6.6 高耸塔桅钢结构施工到 100m 时,宜进行日照变形观测,绘制出日照变形曲线,列出
最小日照变形区间,以指导施工测量。

14.6.7 塔桅钢结构标高的测定,宜用钢尺沿塔身铅垂方向往返测量,并对测量结果进行尺
长、温度和拉力修正,精度应大于 $1/10000$ 。

14.6.8 塔桅钢结构高度在 150m 以上时,整体垂直度宜采用GPS进行测量复核。

15 施工监测

15.1 一般规定

- 15.1.1 本章适用于高层结构、大跨度空间结构、高耸结构等大型重要钢结构工程，按设计要求和合同约定进行的施工监测。
- 15.1.2 施工监测方法应根据工程监测对象、监测目的、监测频度、监测时长、监测精度要求等具体情况选定。
- 15.1.3 钢结构施工期间，可对结构变形、结构内力、环境量等内容进行过程监测。钢结构工程具体的监测内容及监测部位可根据不同的工程要求和施工状况选取。
- 15.1.4 采用的监测仪器和设备应满足数据精度要求，且保证数据稳定和准确。宜采用灵敏度高、抗腐蚀性好、抗电磁波干扰强、体积小、重量轻的传感器。

15.2 施工监测

- 15.2.1 施工监测应编制专项施工监测方案。
- 15.2.2 施工监测点布置应考虑现场安装条件和施工交叉作业，采取可靠的保护措施。应力传感器应根据设计要求和工况需要布置于结构受力最不利部位或特征部位。变形传感器或测点宜布置于结构变形较大部位。温度传感器宜布置于结构特征断面，沿四面和高程均匀分布。
- 15.2.3 钢结构工程变形监测的等级划分及精度要求，应符合表15.2.3的规定。

表15.2.3钢结构变形监测的等级划分及精度要求

等级	垂直位移监测		水平位移监测 变形观测点的点位中误差(mm)	适用范围
	变形观测点的高程中误差(mm)	相邻变形观测点的高差中误差(mm)		
一等	0.3	0.1	1.5	变形特别敏感的高层建筑、空间结构、高耸构筑物、工业建筑等
二等	0.5	0.3	3.0	变形比较敏感的高层建筑、空间结构、高耸构筑物、工业建筑等
三等	1.0	0.5	6.0	一般性的高层建筑、空间结构、高耸构筑物、工业建筑等

注：1 变形观测点的高程中误差和点位中误差，是指相对于邻近基准的中误差；

2 特定方向的位移中误差，可取表中相应等点位中误差的 $1/2$ 作为

3 垂直位移监测，可根据需变形观测点的高程中误差或相邻变形观测点的高差中误差，确定监测精度等级。

- 15.2.4 变形监测方法可按表15.2.4选用，也可同时采用多种方法进行监测。应力应变宜采用应力计、应变计等传感器进行监测。

表15.2.4 变形监测方法的选择

类别	监测方法
水平变形监测	三角形网、极坐标法、交会法、GPS测量、正倒垂线法，视准线法，引张线法，激光准直法，精密测(量)距、伸缩仪法、多点位移法，倾斜仪等
垂直变形监测	水准测量、液体静力水准测量、电磁波测距三角高程测量等
三维位移监测	全站仪自动跟踪测量法、卫星实时定位测量法等
主体倾斜	经纬仪投点法、差异沉降法、激光准直法、垂线法、倾斜仪、电垂直梁法等
挠度观测	垂线法、差异沉降法、位移计、挠度计等

15.2.5 监测数据应及时采集和整理，并按频次要求采集，对漏测、误测或异常数据应及时补测或复测、确认或更正。

15.2.6 应力应变监测周期，宜与变形监测周期同步。

15.2.7 在进行结构变形和结构内力监测时，宜同时进行监测点的温度、风力等环境量监测。

15.2.8 监测数据应及时进行定量和定性分析。监测数据分析可采用图表分析、统计分析、对比分析和建模分析等方法。

15.2.9 需要利用监测结果进行趋势预报时，应给出预报结果的误差范围和适用条件。

16 施工安全和环保

16.1 一般规定

- 16.1.1 本章适用于钢结构工程的施工安全和环境保护。
- 16.1.2 钢结构施工前，应编制施工安全、环境保护专项方案和安全应急预案。
- 16.1.3 作业人员必须进行安全生产教育和培训。
- 16.1.4 新上岗的作业人员必须经过三级安全教育。变换工种时，作业人员应先进行操作技能及安全操作知识的培训，未经安全生产教育和培训合格的作业人员不得上岗作业。
- 16.1.5 必须为作业人员提供符合现行国家标准或行业标准要求的合格劳动保护用品，并培训和监督作业人员正确使用。
- 16.1.6 对易发生职业病的作业，应对作业人员采取专项保护措施。
- 16.1.7 当高空作业的各项安全措施经检查不合格时，严禁高空作业。

16.2 登高作业

- 16.2.1 搭设登高脚手架应符合现行行业标准《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130和《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166的规定；当采用其他登高措施时，应进行安全计算。
- 16.2.2 多层及高层钢结构施工应采用人货两用电梯登高，对电梯尚未到达的楼层应搭设合理的安全登高设施。
- 16.2.3 钢柱吊装松钩时，施工人员宜通过钢挂梯登高，并采用防坠器进行人员保护。钢挂梯应预先与钢柱可靠连接，并同时起吊。

16.3 安全通道

- 16.3.1 钢结构安装所需的平面安全通道应分层平面连续搭设。
- 16.3.2 钢结构施工的平面安全通道宽度不宜小于600mm，且两侧应设置安全护栏或防护钢丝绳。
- 16.3.3 在钢梁或钢桁架上行走的作业人员宜配戴双钩安全带。

16.4 洞口和临边防护

- 16.4.1 边长或直径为20~40cm的洞口可用刚性盖板固定防护；边长或直径为40~150cm的洞口应架设钢管脚手架、满铺脚手板等做固定防护；边长或直径在150cm以上的洞口应张设密目安全网防护并加护栏。
- 16.4.2 建筑物楼层钢梁吊装完毕后，应及时分区铺设安全网，安全网的垂直高度和间隔距离满足国家现行相关标准的规定。
- 16.4.3 楼层周边钢梁吊装完成后，必须在每层临边设置防护栏，且防护栏高度不低于1.2m。
- 16.4.4 搭拆临边脚手架、操作平台、安全挑网等必须可靠固定在结构上。

16.5 施工机械和设备

- 16.5.1 钢结构施工使用的各类施工机械应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》

JGJ33的规定。

16.5.2 起重机吊装机械必须安装限位装置，并定期检查。

16.5.3 安装和拆除塔式起重机时，必须有专项技术方案。

16.5.4 群塔作业应采取措施防止塔吊相互碰撞。

16.5.5 塔吊应有良好的接地装置。

16.5.6 采用非定型产品的吊装机械时，必须进行设计计算，并应进行安全验算。

16.6 吊装区安全

16.6.1 吊装区域应设置安全警戒线，非作业人员禁止入内。

16.6.2 吊装物吊离地面200~300mm时，应进行全面检查，确认无误后方能正式起吊。

16.6.3 当风速达到10m/s时，宜停止吊装作业；当风速达到15m/s时，禁止吊装作业。

16.6.4 高空作业使用的小型手持工具和小型零部件应采取防止坠落措施。

16.6.5 施工用电应符合现行行业标准《现行国家施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46的规定。

16.6.6 施工现场应有专业人员负责安装、维护和管理用电设备和电线路。

16.6.7 每天吊至楼层或屋面上的板材若未安装完，应采取牢靠的临时固定措施。

16.6.8 压型钢板表面有水、冰、霜或雪时，应及时清除，并采取相应的防滑保护措施。

16.7 消防安全措施

16.7.1 钢结构施工前，应有相应的消防安全管理制度。

16.7.2 现场施工作业用火必须经相关部门批准。

16.7.3 施工现场应按有关规定设置安全消防设施及安全疏散设施，并定期进行防火巡查。

16.7.4 气体切割和高空焊接作业时，应清除作业区危险易燃物，并采取防火措施。

16.7.5 现场油漆涂装和防火涂料施工时，应按产品说明书的要求进行防火保护。

16.8 环境保护措施

16.8.1 施工期间应控制噪声，合理安排施工时间，减少对周边环境的影响。

16.8.2 施工区域应保持清洁。

16.8.3 夜间施工灯光应向场内照射，减少对居民的影响；焊接电弧应采取防护措施。

16.8.4 夜间施工应做好申报手续，按照政府相关部门批准的要求施工。

16.8.5 现场油漆涂装和防火涂料施工时，应采取防污染措施。

16.8.6 钢结构施工剩下的废料和余料应妥善分类收集，统一处理和回收利用，禁止随意搁置、堆放。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词用语说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明必须按其它有关标准执行的写法为：“应符合……规定”或“应按照……执行”。



引用标准名录

1. 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB50300
2. 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB50205
3. 《钢结构设计规范》 GB50017
4. 《建筑结构荷载规范》 GB50009
5. 《高耸结构设计规范》 GB50135
6. 《优质碳素结构钢》 GB/T699
7. 《碳素结构钢》 GB/T700
8. 《低合金高强度结构钢》 GB/T1591
9. 《合金结构钢》 GB/T3077
10. 《耐候结构钢》 GB/T4171
11. 《厚度方向性能钢板》 GB5313
12. 《建筑结构用钢板》 GB/T19879
13. 《钢板和钢带包装、标志及质量证明书的一般规定》 GB/T247
14. 《冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》 GB/T708
15. 《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》 GB/T709
16. 《碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带》 GB912
17. 《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》 GB/T3274
18. 《热轧钢板表面质量的一般要求》 GB/T14977
19. 《钢及钢产品交货一般技术要求》 GB/T17505
20. 《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般要求》 GB/T2101
21. 《热轧H型钢和剖分T型钢》 GB/T11263
22. 《热轧型钢》 GB/T706
23. 《结构用无缝钢管》 GB/T8162
24. 《直缝电焊钢管》 GB/T13793
25. 《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》 GB/T17395
26. 《结构用冷弯空心型钢尺寸、外形、重量及允许偏差》 GB/T6728
27. 《建筑用压型钢板》 GB/T12755
28. 《重要用途钢丝绳》 GB8918
29. 《预应力混凝土用钢绞线》 GB/T5224
30. 《桥梁缆索用热镀锌钢丝》 GB/T17101
31. 《钢拉杆》 GB/T20934
32. 《钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备》 GB/T2975
33. 《金属材料室温拉伸试验方法》 GB/T228
34. 《金属材料夏比摆锤冲击试验方法》 GB/T229
35. 《金属材料弯曲试验方法》 GB/T232
36. 《钢和铁化学成分测定用试样的取样和制样方法》 GB/T20066
37. 《钢的成品化学成分允许偏差》 GB/T222
38. 《钢铁及合金化学分析方法》 GB/T223
39. 《钢结构焊接规范》 GBXXXX
40. 《碳钢焊条》 GB/T5117
41. 《低合金钢焊条》 GB/T5118
42. 《熔化焊用钢丝》 GB/T14957

- 43. 《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》 GB/T8110
- 44. 《碳钢药芯焊丝》 GB/T10045
- 45. 《低合金钢药芯焊丝》 GB/T17493
- 46. 《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》 GB/T5293
- 47. 《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》 GB/T12470
- 48. 《无头焊钉》 GB10432
- 49. 《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》 GB/T10433
- 50. 《氩》 GB/T4842
- 51. 《工业液体二氧化碳》 GB/T6052
- 52. 《焊接用二氧化碳》 HG/T2537
- 53. 《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》 GB16912
- 54. 《溶解乙炔》 GB6819
- 55. 《工业用环氧氯丙烷》 GB/T13097
- 56. 《六角头螺栓C级》 GB/T5780
- 57. 《六角头螺栓全螺纹C级》 GB/T5781
- 58. 《六角头螺栓》 GB/T5782
- 59. 《六角头螺栓全螺纹》 GB/T5783
- 60. 《钢结构用高强度大六角头螺栓》 GB/T1228
- 61. 《钢结构用高强度大六角螺母》 GB/T1229
- 62. 《钢结构用高强度垫圈》 GB/T1230
- 63. 《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》 GB/T1231
- 64. 《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》 GB/T3632
- 65. 《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》 GB/T3098.1
- 66. 《一般工程用铸造碳钢件》 GB/T11352
- 67. 《焊接结构用碳素钢铸件》 GB/T7659
- 68. 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》 GB/T14370
- 69. 《销轴》 GB/T882
- 70. 《涂料产品分类和命名》 GB/T2705
- 71. 《钢结构防火涂料》 GB14907
- 72. 《焊接符号表示法》 GB/T324
- 73. 《建筑结构制图标准》 GB/T50105
- 74. 《普通螺纹公差》 GB/T197
- 75. 《铸钢节点应用技术规程》 CECS235
- 76. 《普通螺纹基本尺寸》 GB/T196
- 77. 《梯形螺纹》 GB/T5796
- 78. 《金属和其它无机覆盖层热喷涂锌、铝及其合金》 GB/T9793
- 79. 《热喷涂金属件表面预处理通则》 GB/T11373
- 80. 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》 JGJ130
- 81. 《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》 JGJ166
- 82. 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ33
- 83. 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ46
- 84. 《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》 JGJ85
- 85. 《塔桅钢结构工程施工质量验收规程》 CECS80
- 86. 《高强度低松弛预应力热镀锌钢绞线》 YB/T152

87. 《镀锌钢绞线》 YB/T5004
88. 《建筑缆索用高密度聚乙烯塑料》 CJ/T3078
89. 《焊接构件振动时效工艺 参数选择及技术要求》 JB/T10375
90. 《焊接切割用燃气》 HG/T3661



