

《钢结构工程施工规范》（GB50755-2012）

钢一 李守涛

钢结构施工主要规范

序号	规范名称	标准	相关内容	备注
1	钢结构工程施工质量验收规范	GB50205	质量验收	主要规范
2	钢结构工程施工规范	GB50755	施工过程	
3	钢结构焊接规范	GB50661	焊接	
4	钢结构高强螺栓连接技术规程	JGJ82	高强螺栓	
5	高层民用建筑钢结构技术规程	JGJ99	高层施工	
6	空间网格结构技术规程	JGJ7	空间网格	
7	钢-混凝土组合结构施工规范	GB50901	型钢混凝土	
8	门式刚架轻型房屋钢结构技术规范	GB51022	单层钢结构	
9	装配式钢结构建筑技术标准	GBT51232	装配式	
10	钢结构防火涂料	GB14907	防火涂料	

前言

本规范是钢结构工程施工的通用技术标准，提出了钢结构工程施工和过程控制的基本要求，并作为制订和修订相关专用标准的依据。

本规范共分16章，主要包括：总则、术语和符号、基本规定、施工阶段设计、材料、焊接、紧固件连接、零件及部件加工、构件组装及加工、钢结构预拼装、钢结构安装、压型金属板、涂装、施工测量、施工监测、施工安全和环境保护等。

1 总则

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。

本规范适用于单层、多层、高层钢结构及空间钢结构、高耸钢结构、构筑物钢结构、压型金属板等工程施工。



单层钢结构工程



多层钢结构工程



高层钢结构工程



空间钢结构工程



高耸钢结构工程



压型金属板工程

1 总则

高耸钢结构主要包括广播电视发射塔、通讯塔、导航塔、输电高塔、石油化工塔、大气监测塔等；

构筑物钢结构主要有烟囱、锅炉悬吊构架、贮仓、运输机通廊、管道支架等。

本规范不适用于桥梁钢结构、海洋钻井平台钢结构等特殊钢结构工程，其施工应按现行国家或行业有关标准执行。



1 总则

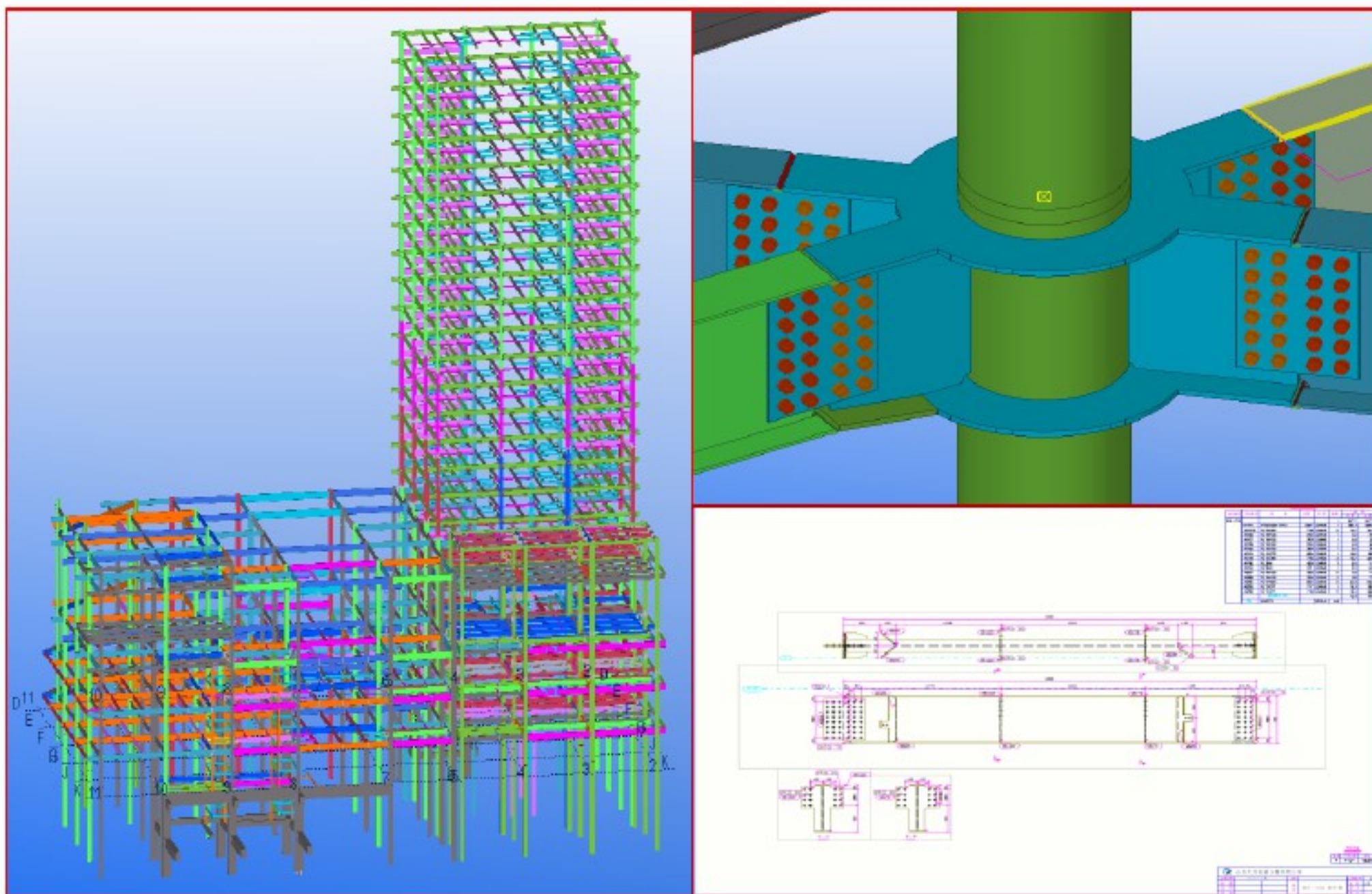
1.0.3 钢结构工程应按本规范的规定进行施工，并按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 进行质量验收。

本规范重点在于规范施工技术和工艺，不可避免的涉及施工过程的质量控制要求。本规范和验收规范都涉及到质量，但二者有着明确的分工：本规范所述的质量，重点在于讲述“**控制**”，即在進行某項施工時其應達到的**质量控制要求**；而验收规范则立足于规定如何“**验收**”，包括施工中间阶段和最终竣工阶段的**验收方法、程序和指标**等。

2 术语和符号

2.1.3 施工详图

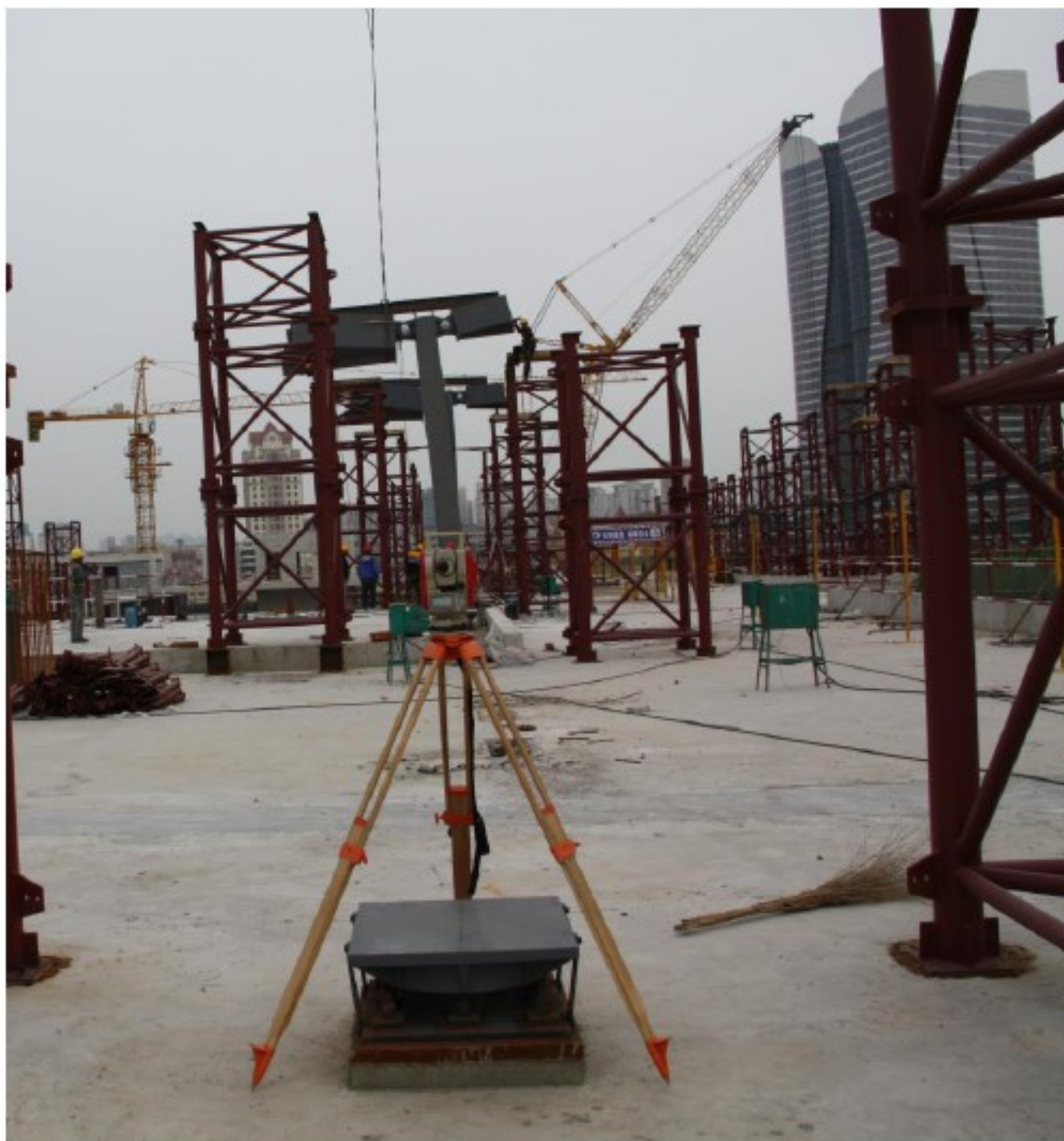
依据钢结构设计施工图和施工工艺技术要求，绘制的用于直接指导钢结构制作和安装的细化技术图纸。



2 术语和符号

2.1.4 临时支承结构

在施工期间存在的、施工结束后需要拆除的结构。



临时支撑塔架

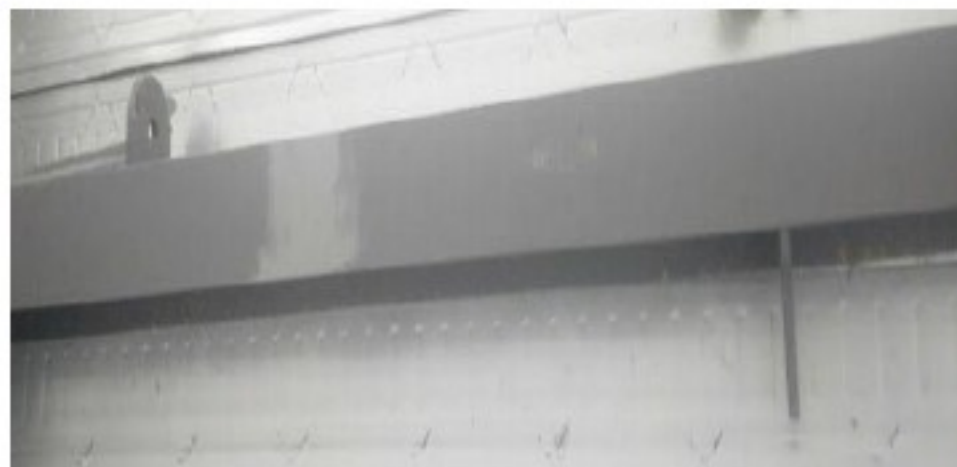


临时支撑塔架

2 术语和符号

2.1.5 临时措施

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。



吊装耳板



次梁安装卡板

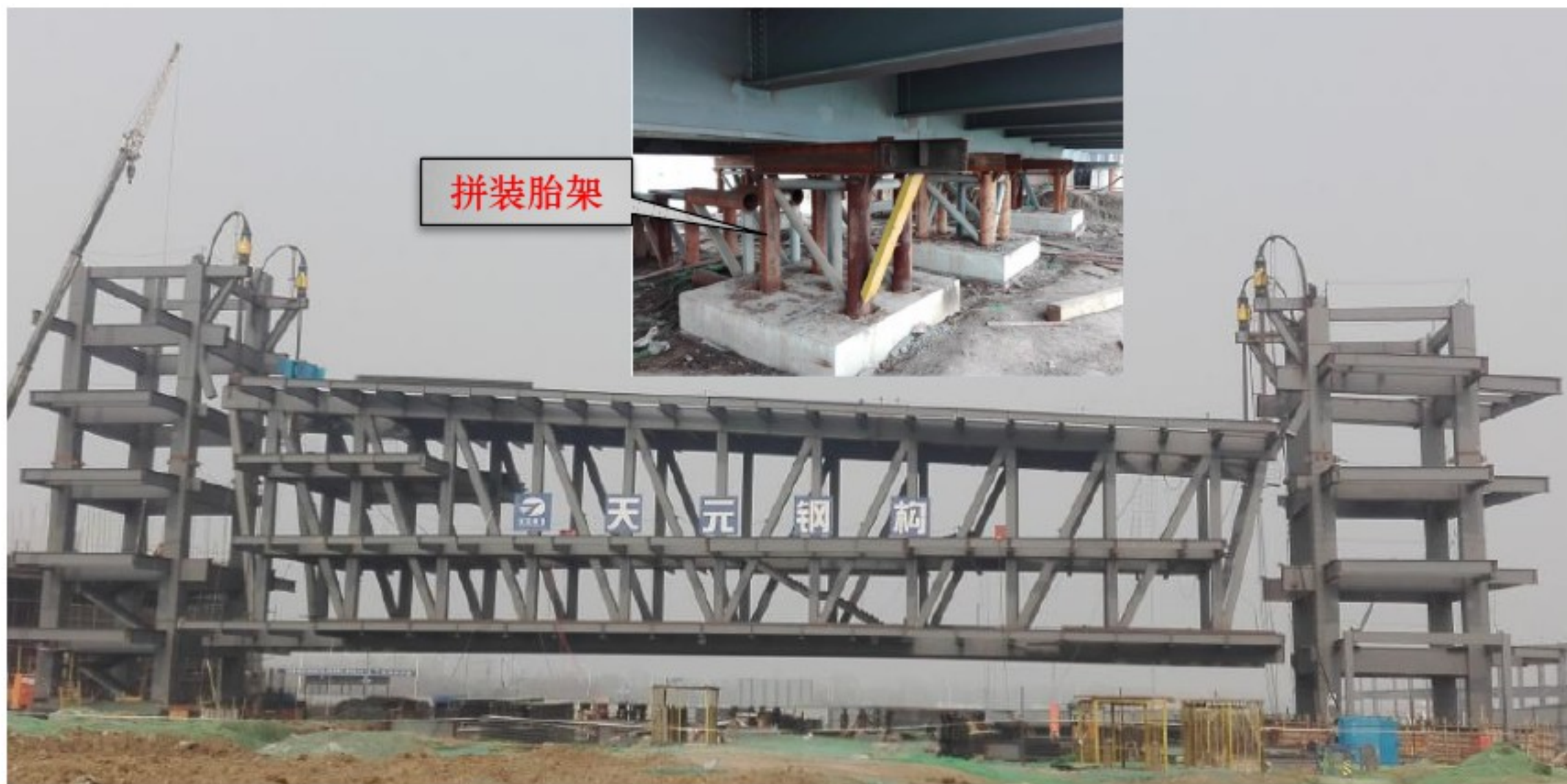


提升辅助构件

2 术语和符号

2.1.11 预变形

为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。



预起拱

3 基本规定

3.0.1 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、质量和环境管理体系。

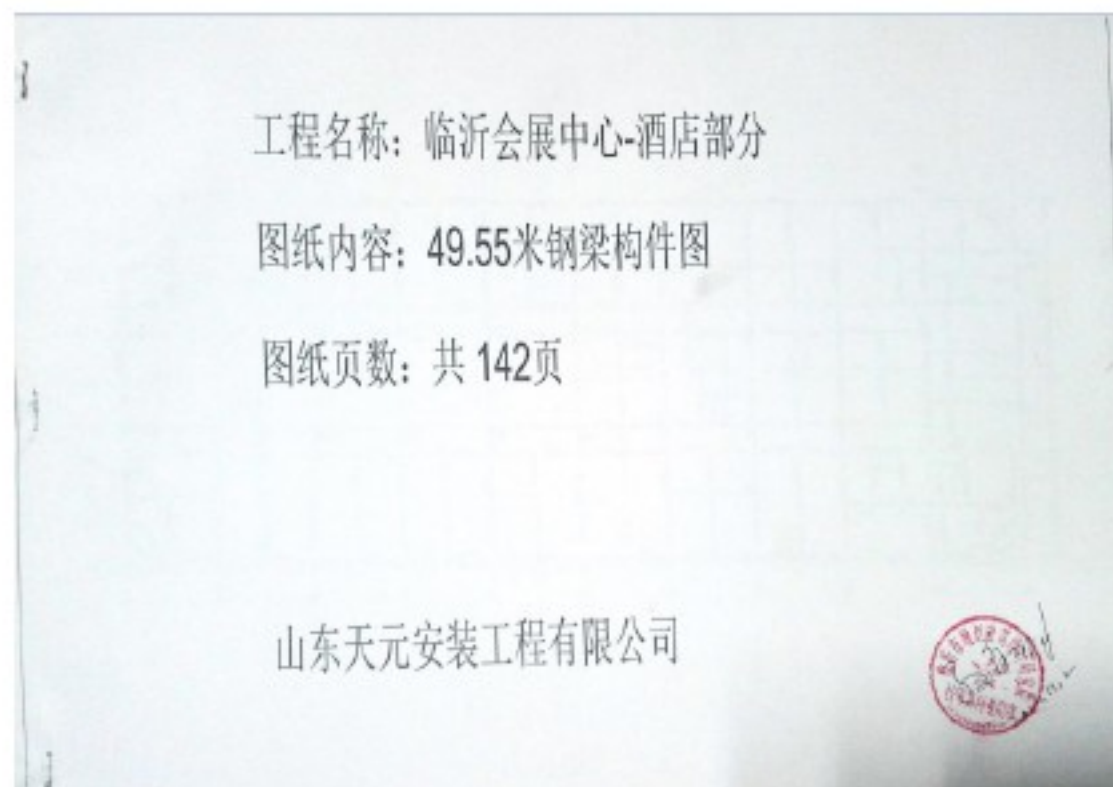
钢结构工程专业承包企业应在其资质范围内从事相应的钢结构工程施工。专业资质等级标准分为一、二、三级，其各自承包工程范围如下：

等级	承接范围
一级企业	不限
二级企业	单项合同额 ≤ 5 倍企业注册资金且跨度 $\leq 33\text{m}$ 、重量 $\leq 1200\text{t}$ 、单体建筑面积 $\leq 24000\text{m}^2$ 的钢结构工程制作与安装； 边长 $\leq 80\text{m}$ 、重量 $\leq 350\text{t}$ 、建筑面积 $\leq 6000\text{m}^2$ 的网架工程制作与安装。
三级企业	单项合同额 ≤ 5 倍企业注册资金且跨度 $\leq 24\text{m}$ 、重量 $\leq 600\text{t}$ 、单体建筑面积 $\leq 6000\text{m}^2$ 的钢结构工程制作与安装； 边长 $\leq 24\text{m}$ 、重量 $\leq 120\text{t}$ 、建筑面积 $\leq 1200\text{m}^2$ 的网架工程制作与安装。

天元集团、天元安装钢结构资质均为钢结构工程专业承包壹级。

3 基本规定

3.0.4 钢结构工程制作和安装应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，应取得原设计单位同意，并应办理相关设计变更文件。



设计院确认图纸

3 基本规定

3.0.6 钢结构施工用的专用机具和工具，应满足施工要求，且应在合格检定有效期内。

钢结构工程常用的施工机具主要包括：制作加工类、焊接机具类、紧固件连接类、测量划线类、吊装机具类等。



火焰数控切割机



埋弧自动焊机



CO₂保护焊机



电动扳手



全站仪



汽车吊

3 基本规定

3.0.7 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，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。

钢结构见证取样复验：钢板、地脚锚栓圆钢、圆管、支座、焊条、焊丝、焊剂、高强螺栓扭矩系数、保温棉、防火涂料等。



摩擦系数试验板

4 施工阶段设计

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 恒荷载应包括结构自重、预应力等，其标准值应按实际计算；
- 2 施工活荷载应包括施工堆载、操作人员和小型工具重量等，其标准值可按实际计算；
- 3 风荷载可根据工程所在地和实际施工情况，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》GB 50009的有关规定执行；当施工期间可能出现大于10年一遇风压取值时，应制定应急预案；
- 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》GB 50009的有关规定执行；
- 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》GB 50135的有关规定执行；
- 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》GB 50135的有关规定执行；

4 施工阶段设计

8 本条第1~7款未规定的荷载和作用，可根据工程的具体情况确定。

第2款中当无特殊情况时，高层钢结构楼面施工活荷载宜取 $0.6\sim 1.2\text{kN/m}^2$ ；

第3款风荷载分为施工工作状态风荷载和非施工工作状态，是考虑了结构施工的特点。当处于工作状态风荷载时，施工人员可以进行施工操作，否则应停止操作，而结构本身可根据需要决定是否加固，以保证安全。施工工作状态风荷载与施工设备运行的最大风速相对应。

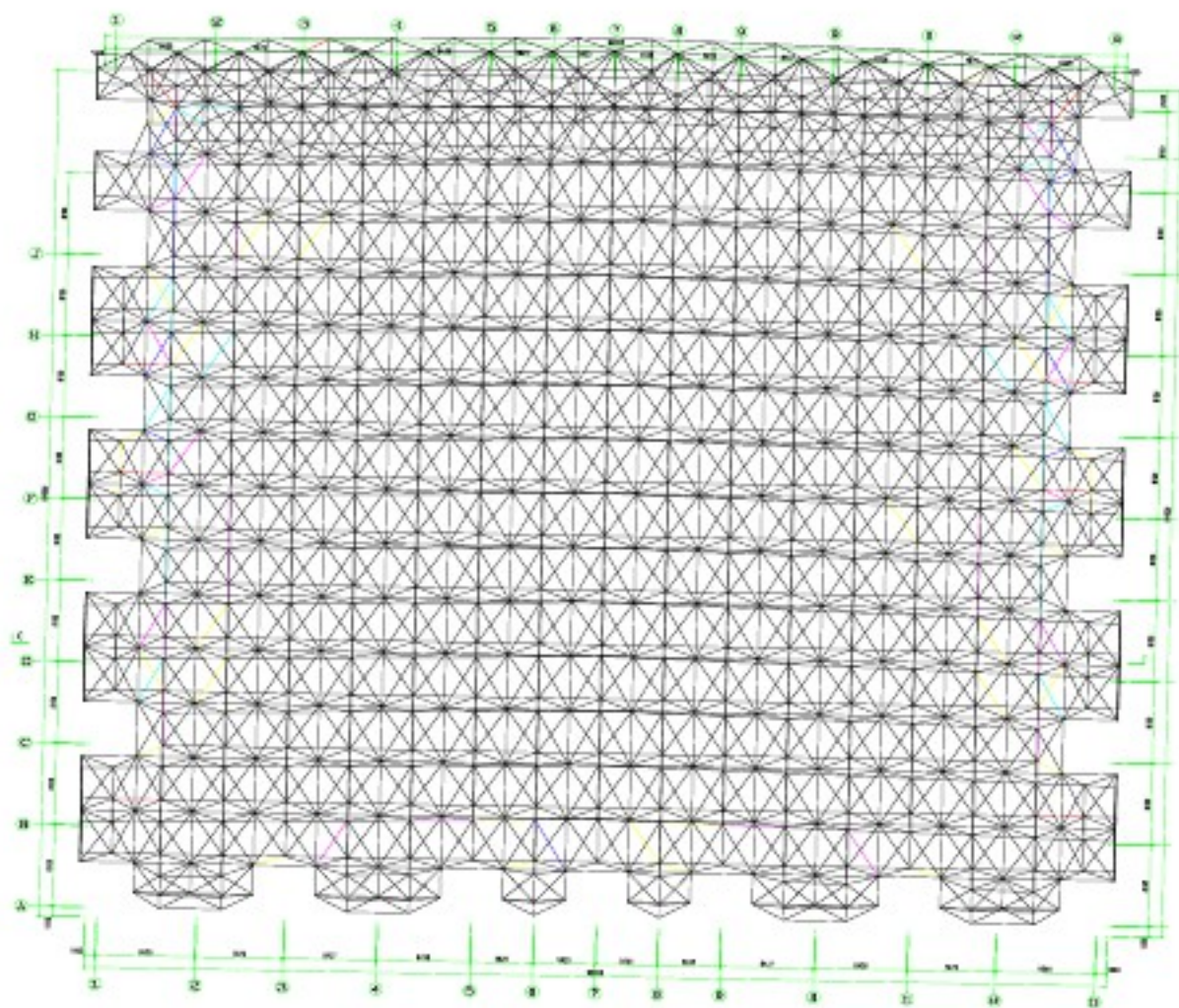
当对施工期内可能出现的极端风速也考虑应急预案，确保结构安全。



施工荷载过大钢梁变形

4 施工阶段设计

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，或设计文件有特殊要求时，应进行施工阶段结构分析，并应对施工阶段结构的强度、稳定性和刚度进行验算，其验算结果应满足设计要求。



共计替换108根杆件，替换杆件截面参照图层名，截面编号及尺寸如下

杆件编号	杆件截面(替换后)
D2	75.5x3.75
D3	88.5x4
D4	114x4
D6	140x4
D13	165x4.5

网架提升杆件替换

4 施工阶段设计

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，对构件应进行强度、稳定性和刚度验算，对连接节点应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；当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。



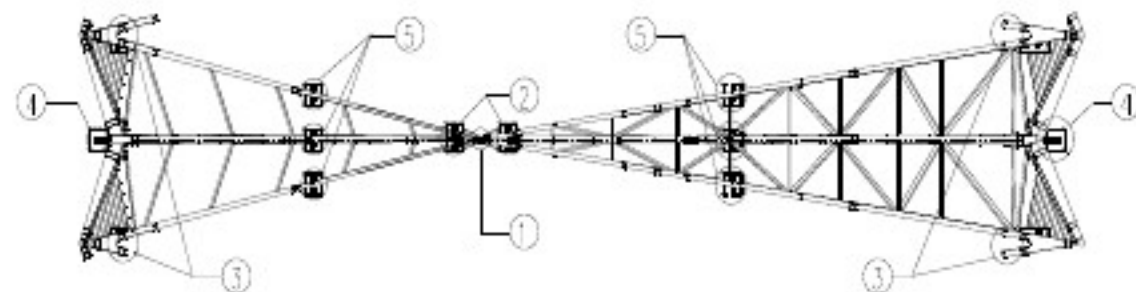
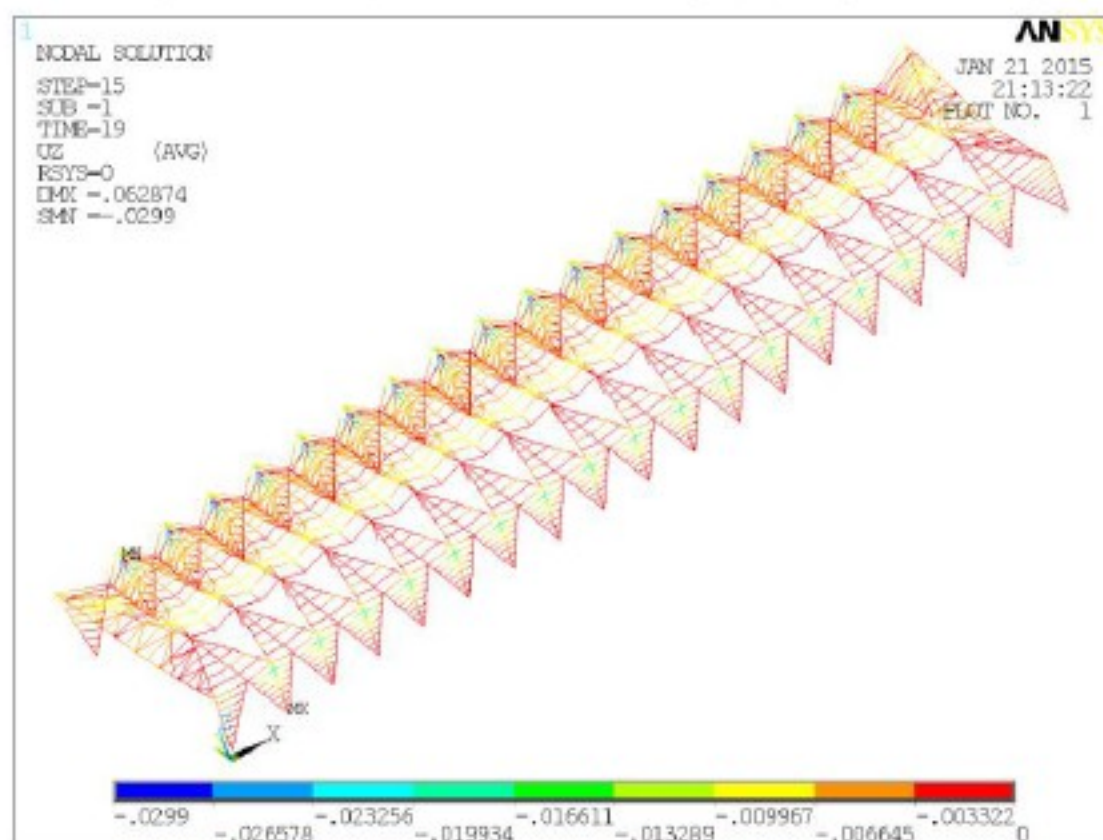
专项设计是指当临时结构作为设备承载结构时，其设计指标应按照相关设备标准的设计指标进行。

4 施工阶段设计

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，并应编制专项施工方案，必要时应经专家论证。

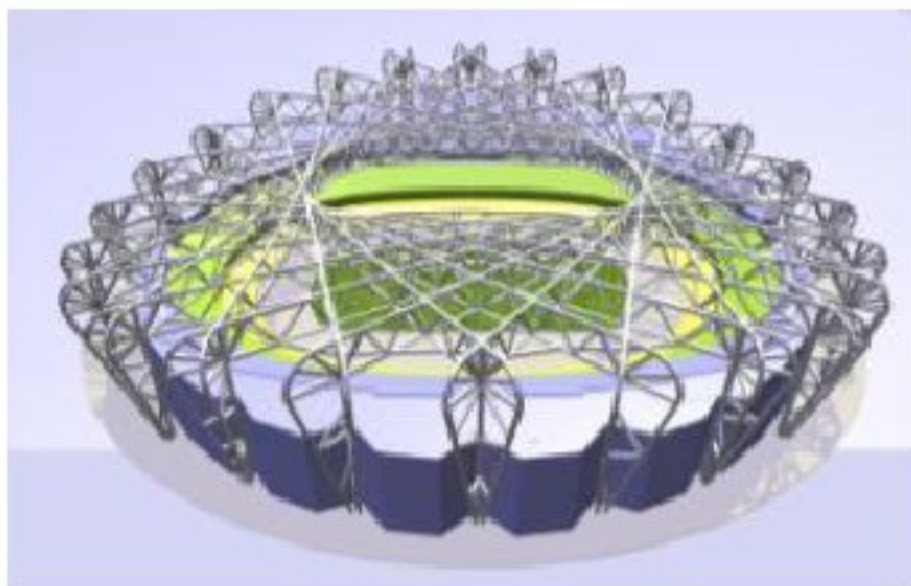
通过分析和计算确定拆撑顺序和步骤，其目的是为了为了使主体结构变形协调、荷载平稳转移、支撑措施的受力不超出预定要求和结构成形相对平稳。为了有效控制临时支撑的拆除过程，对重要的结构或柔性结构可进行拆撑过程的内力和变形监测。

实际工程施工时可采用等比或等距的卸载方案，经对比分析后选择最优方案。



整个结构拆撑卸载模拟

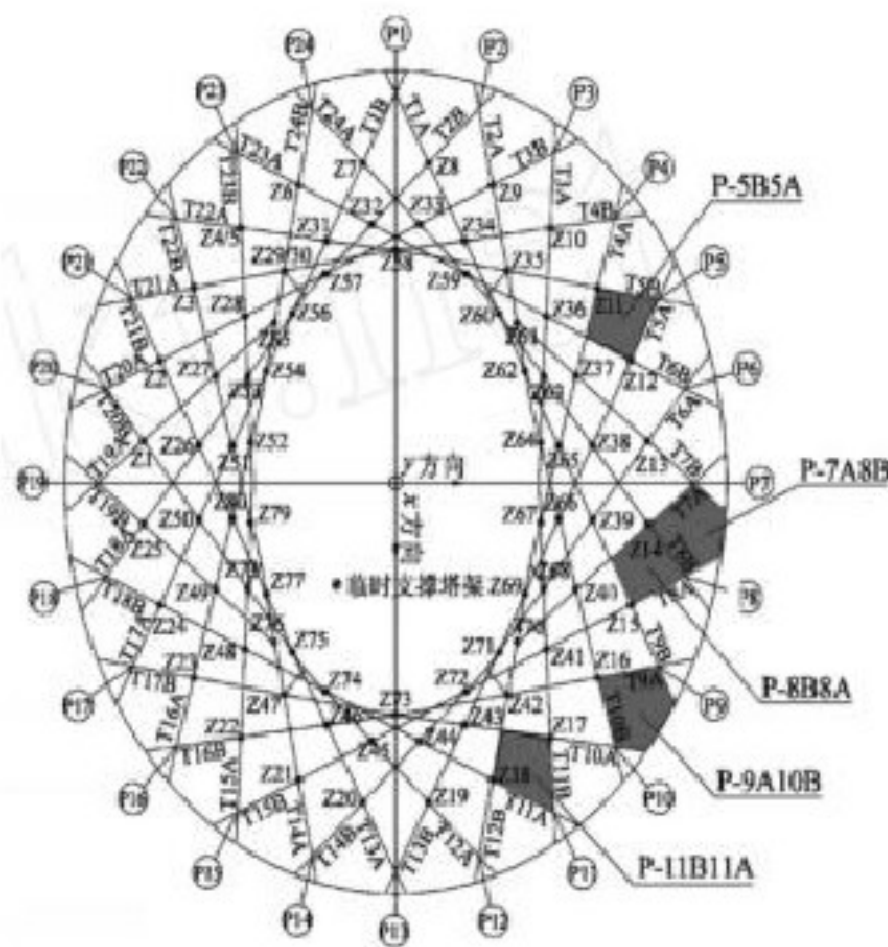
4 施工阶段设计



国家体育场

屋盖结构共设置了78个临时支撑塔架80个支点，分为外圈(Z1~Z25)、中圈(Z26~Z50)与内圈(Z51~Z80)。2006年9月13日~2006年9月17日卸载。

钢结构卸载按照“结构整体分级同步原则”进行，以位移控制为主、反力控制为辅。卸载后实测的屋盖内环中部平均最大挠度为271mm，与理论值286mm非常接近。



4 施工阶段设计

4.2.7 对吊装状态的构件或结构单元，宜进行强度、稳定性和变形验算，动力系数宜取1.1~1.4。

吊装状态的钢构件和结构单元未形成空间刚度单元，极易产生平面外失稳和较大变形，为保证结构安全，一般进行强度、稳定性和变形验算。若验算结果不满足要求时，需采取相应的加强措施。

动力系数取值范围，可根据选用起重设备而取不同值。当正常施工条件下且无特殊要求时，吊装阶段结构的动力系数可按下列数值选取：

液压千斤顶提升或顶升取1.1；

穿心式液压千斤顶钢绞线提升取1.2；

塔式起重机、拔杆吊装取1.3；

履带式、汽车式起重机吊装取1.4。

4 施工阶段设计

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，并应编制专项施工方案，计算结果应经原设计单位确认。

索安装和张拉顺序是影响索结构整体受力的重要因素，应通过分析计算来确定。由于索施工对结构受力影响较大，因此，其施工过程的计算分析结果应征得设计单位认可。



哈尔滨国际体育会展中心
(128m跨，国内最大跨单向张弦桁架)

4 施工阶段设计

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国家现行有关标准规定的变形限值，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。

根据预变形的对象不同，可分为一维预变形、二维预变形和三维预变形，如一般高层建筑或以单向变形为主的结构可采取一维预变形；以平面转动变形为主的结构可采取二维预变形；在三个方向上都有显著变形的结构可采取三维预变形。

根据预变形的实现方式不同，可分为制作预变形和安装预变形，前者在工厂加工制作时就进行预变形，后者是在现场安装时进行的结构预变形。

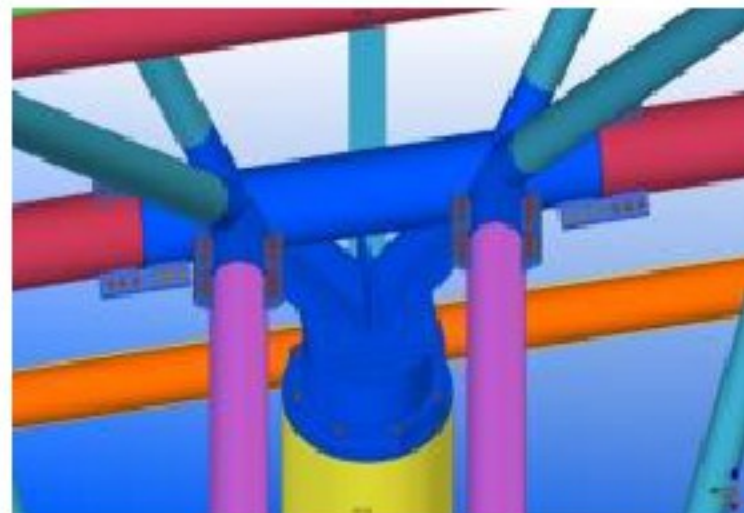
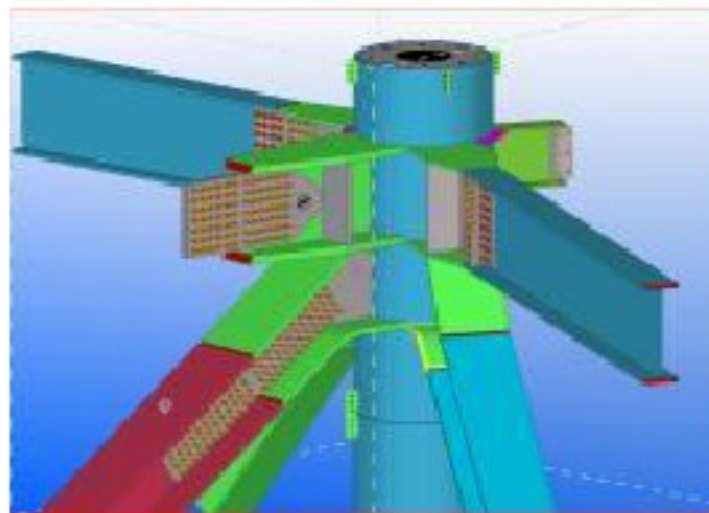
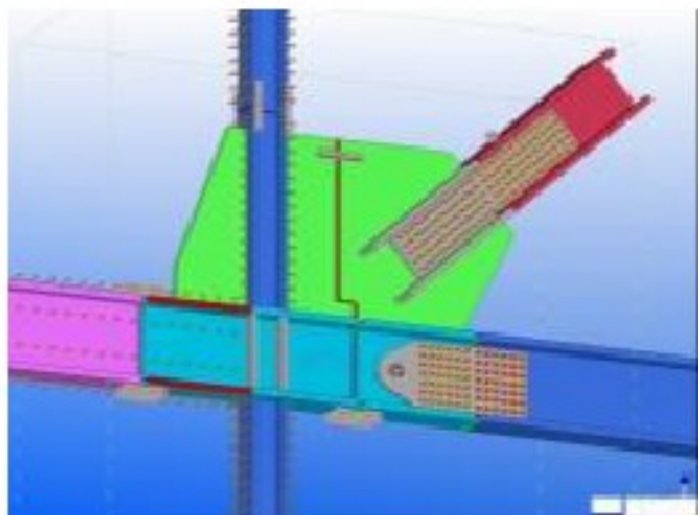
根据预变形的预期目标不同，可分为部分预变形和完全预变形，前者根据结构理论分析的变形结果进行部分预变形，后者则是进行全部预变形。

4 施工阶段设计

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。

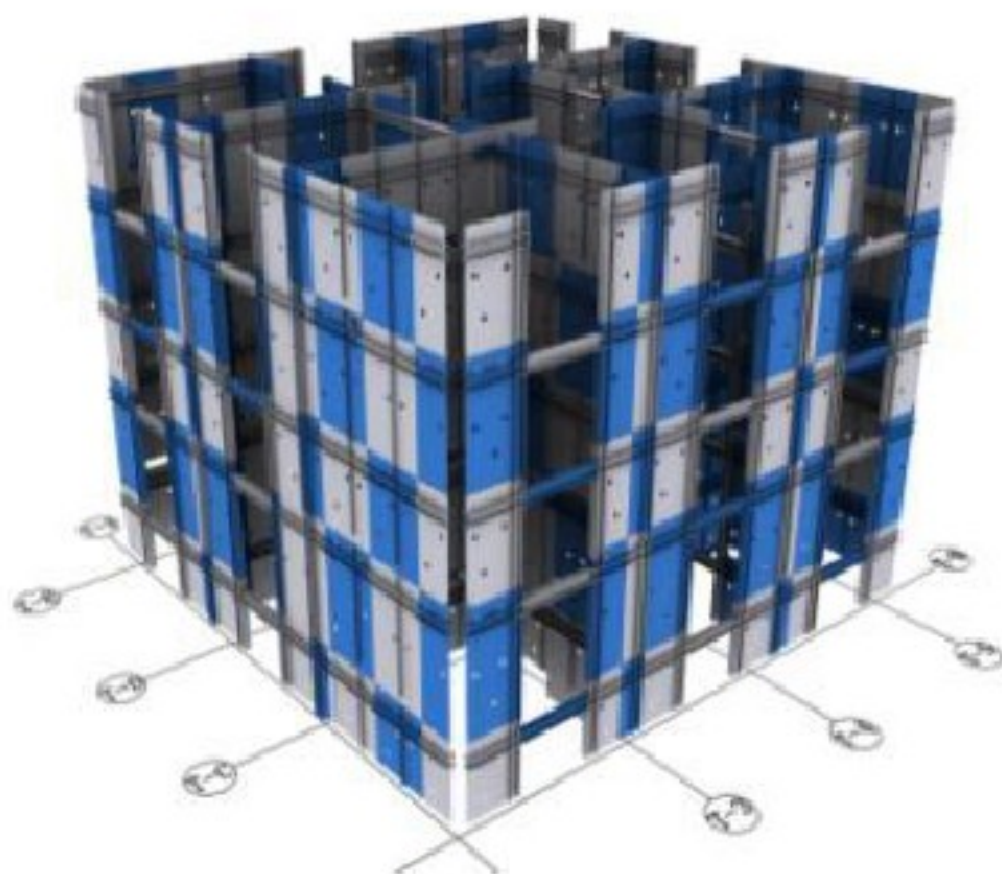
钢结构施工详图设计主要包括节点构造设计和施工详图绘制。节点构造设计是按便于加工制作和安装的原则，对构件的构造给予以完善，根据钢结构设计施工图提供的内力进行焊缝计算或螺栓连接计算确定连接板尺寸，并考虑运输和安装的能力确定构件的分段。

钢结构施工详图审批主要由原设计单位签认，其目的是验证施工详图与结构设计施工图的符合性。

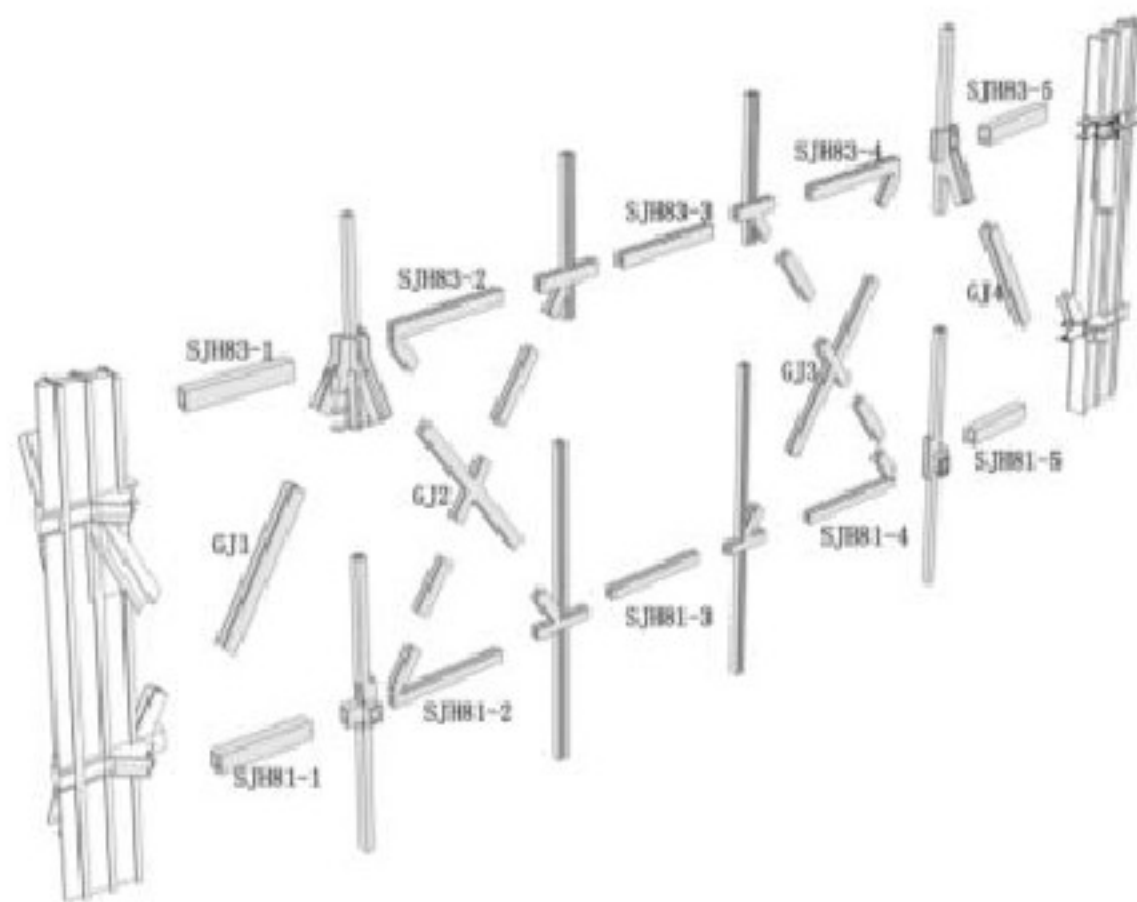


4 施工阶段设计

本条所述有关技术文件主要包括钢结构制作、运输和安装等需要在施工详图中考虑的技术要求，如构件分段分节、加工工艺措施、吊装措施、预设尺寸等，以及在施工详图设计前由混凝土工程、幕墙工程、机电工程等分部工程提供的技术要求。



钢板剪力墙的分段分节



桁架的分段分节

4 施工阶段设计

4.4.2 施工详图设计应满足钢结构施工构造、施工工艺、构件运输等有关技术要求。

施工详图设计重点考虑的施工构造、施工工艺要求主要包括：

- 1 封闭或管截面构件应采取相应的防水或排水构造措施；
- 2 钢管混凝土结构柱底板和内隔板应设置混凝土浇筑孔和排气孔，必要时可在柱壁上设置浇筑孔和排气孔。内隔板浇筑孔径不应小于200mm，排气孔孔径宜为25mm；
- 3 构件加工和安装过程中，根据工艺要求设置的工艺措施，以保证施工过程装配精度、减少焊接变形等；
- 4 管桁架支管可根据制作装配要求设置对接接头；铸钢节点应考虑铸造工艺要求；
- 6 安装用的连接板、吊耳等宜根据安装工艺要求设置，在工厂完成；安装用的吊装耳板要求进行验算，包括计算平面外受力；
- 7 桁架等大跨度构件的预起拱；构件的分段分节。



4 施工阶段设计

4.4.3 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%计算。

目前钢结构工程设计施工图的深度不能达到直接用于工厂加工、现场安装和工程量计算，需要深化设计转换成单根构件或单元的施工详图，包括细部尺寸和重量。按工程量计算规则钢板零部件按矩形计算，并参考桥梁规范焊缝重量直接按焊接构件重量的1.5%计算。

5 材料

5.2.3 钢材的进场验收，除应符合本规范的规定外，尚应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。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 板厚大于或等于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。

钢材混批主要是指炉号或批号混批。对钢材质量有疑义主要是指有质量合格证明文件但对文件有怀疑的情况，可以按下列情况进行界定：

对质量证明文件的**真伪性有疑义**，如复印件、印章签字不清、不全等；对质量证明文件**内容有疑义**，如化学成分与机械性能有矛盾，某项性能指标过高或过低等情况的钢材；质量证明**文件不全**的钢材；质量证明文件中检验项目少于设计要求的钢材。

5 材料

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，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**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，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**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，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300t；

4 牌号为Q235GJ、Q345GJ、Q390GJ的钢板，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300t；

5 牌号为Q420、Q460、Q420GJ、Q460GJ的钢材，每个检验批应由同一牌号、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，每批重量不应大于60t；

6 有厚度方向要求的钢板，宜附加逐张超声波无损探伤复验。

5 材料

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。

重要焊缝：

- 1) 建筑结构安全等级为一级钢结构中的一、二级焊缝；
- 2) 建筑结构安全等级为二级钢结构中的一级焊缝；
- 3) 大跨度（60m以上）钢结构中一级焊缝；
- 4) 吊车工作制A6级以上的吊车梁结构中一级焊缝；
- 5) 设计要求。

Q235用H08A埋弧焊丝，焊剂HJ431，CO₂气体保护焊ER491、ER506

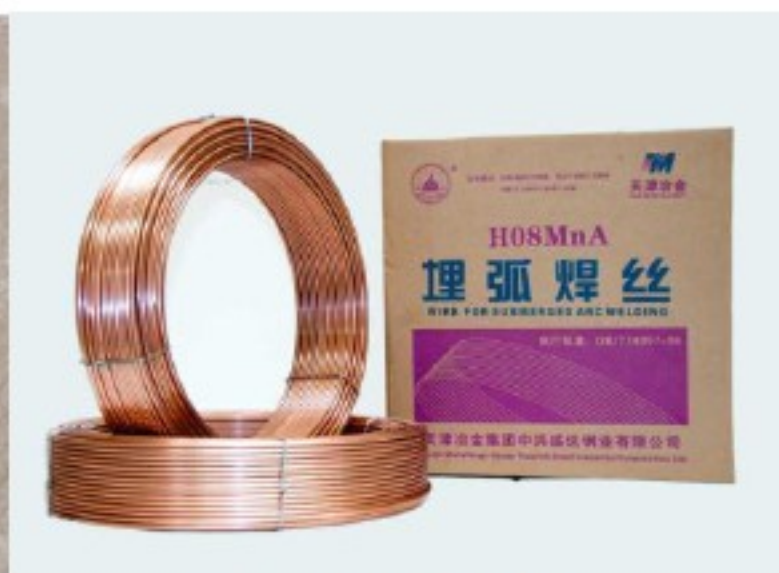
Q345用H08MnA埋弧焊丝，焊剂HJ431，CO₂气体保护焊ER506



实芯焊丝



药芯焊丝



埋弧焊丝

5 材料

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，并应在合格后再使用。

5.4.3 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，每批应抽取8套连接副进行复验。



扭剪型高强螺栓
紧固轴力试验



大六角型高强螺栓（摩擦型）
扭矩系数试验

5 材料

5.6.1 钢结构防腐涂料、稀释剂和固化剂，应按设计文件和国家现行有关产品标准的规定选用，其品种、规格、性能等应符合设计文件及国家现行有关产品标准的要求。

齐鲁中灰醇酸防锈漆主要组成：醇酸树脂 55% 颜料 10% 防锈填料 20% 分散剂1.5% 防沉剂 2% 催干剂 2% 200#溶剂 9.5%。

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/T 3668的相关规定。

富锌底漆分为无机富锌底漆（溶剂型、水性）、有机富锌底漆；每一种类型按不挥发分金属含量分3类：1类 不挥发分中金属锌含量 $\geq 80\%$ ，2类 $\geq 70\%$ ，3类 $\geq 60\%$ 。富锌防腐油漆锌含量复验宜采用化学分析法。

5 材料

5.7.7 焊接材料存储应符合下列规定：

- 1 焊条、焊丝、焊剂等焊接材料应按品种、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，应按产品说明书的要求进行焙烘。

对于低氢型（碱性）焊条，可防止产生裂纹。对于非氢型焊条可防止产生气孔，并使电弧稳定、柔和，减少飞溅。瓷环可以防止焊接不熔合，减少气孔。

低氢焊条烘焙温度应为 $350\sim 380^{\circ}\text{C}$ ，保温时间应为 $1.5\sim 2.0\text{h}$ ，烘焙后应缓冷，放置于 $110\sim 120^{\circ}\text{C}$ 的保温箱中存放待用。现场使用时应置于保温筒中。烘干后的低氢型焊条在大气中放置时间超过 4h 应重新烘焙，受潮的焊条不能使用，但重新烘焙次数不宜超过2 次，以免药皮失效。

6 焊接

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。

6.2.1 焊接技术人员（焊接工程师）应具有相应的资格证书；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，并应经岗位培训取得相应的质量检验资格证书。



焊工考试



王向聘美标焊接工程师证书

6 焊接

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，以及免于工艺评定的限制条件，应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

施工单位（包括制作和安装）对其首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、焊前预热、焊后热处理等，均应在施工前分别进行焊接工艺评定，其力学性能应符合设计要求。

检测报告
TESTING REPORT

报告编号: SCTA-020170620-00752-05
样品名称: J0802017-01
委托单位: 山东天元钢结构工程有限公司
生产单位: 山东天元钢结构工程有限公司
检测类别: 委托检测

青島科標檢測研究院有限公司
Qingdao Kebiao Testing Research Institute Co., Ltd.

检测报告
Test Report

报告编号 (No.): SCTA-020170620-00752-05 共 2 页 第 1 页

序号	检测项目	规格	检测结果	判定	备注
1	抗拉强度, MPa	20-470	485	符合	数量位置: 焊缝中心
1	抗拉强度, MPa	10-470	383	符合	数量位置: 焊缝中心
2	伸长	无限制	无限制	符合	数量
2	伸长	无限制	无限制	符合	数量
2	伸长	无限制	无限制	符合	数量
2	伸长	无限制	无限制	符合	数量
3	冲击吸收功 (夏比) - J	≥14J	112, 112, 111	符合	数量
3	冲击吸收功 (夏比) - J	≥14J	83, 86, 83	符合	数量

以下空白

报告结束

青島科標檢測研究院有限公司
Qingdao Kebiao Testing Research Institute Co., Ltd.

检测报告
Test Report

报告编号 (No.): SCTA-020170620-00752-05 共 2 页 第 2 页

图 1 试样照片

报告结束

青島科標檢測研究院有限公司
Qingdao Kebiao Testing Research Institute Co., Ltd.

6 焊接

6.3.3 焊接时，作业区环境温度、相对湿度和风速等应符合下列规定，当超出本条规定且必须进行焊接时，应编制专项方案：

- 1 作业环境温度不应低于 -10°C ；
- 2 焊接作业区的相对湿度不应大于90%；
- 3 当手工电弧焊和自保护药芯焊丝电弧焊时，焊接作业区最大风速不应超过 8m/s ，当气体保护电弧焊时，焊接作业区最大风速不应超过 2m/s 。

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。

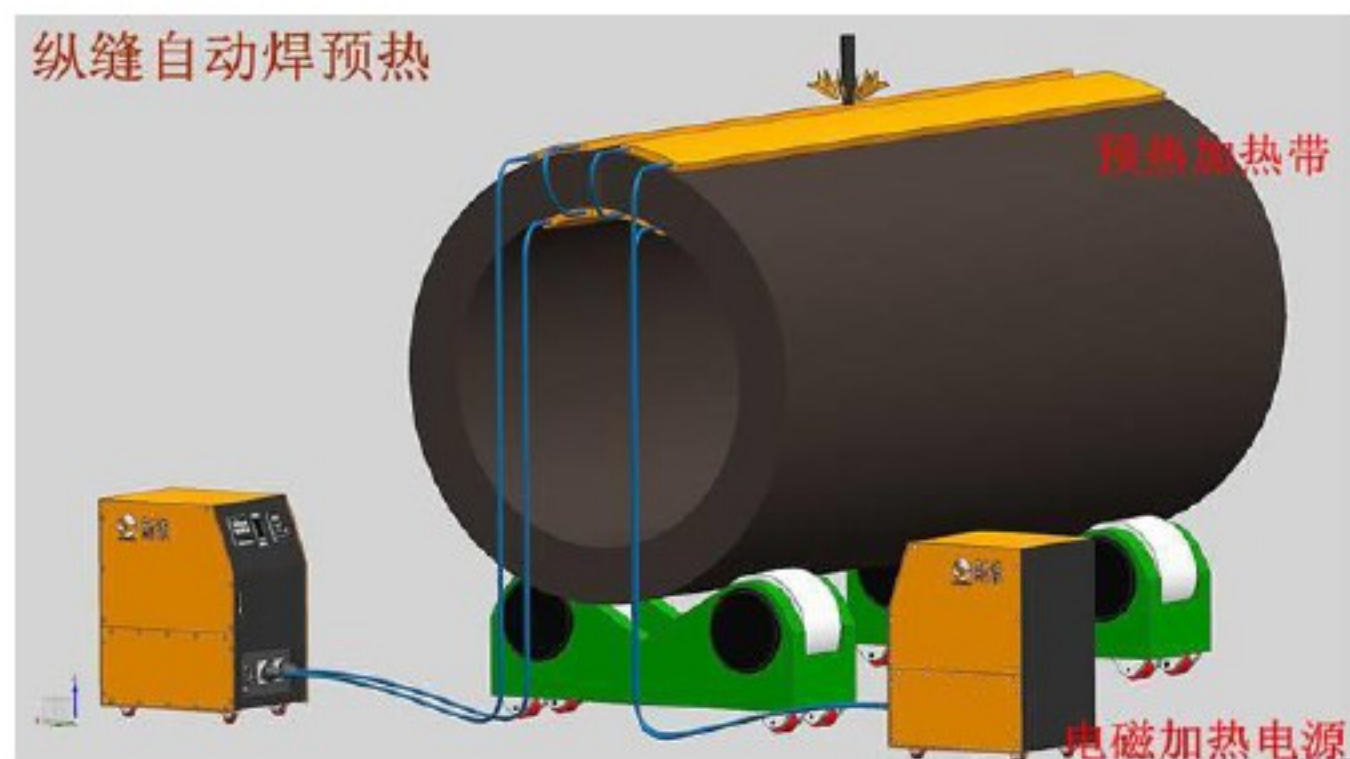


操作平台

操作平台

6 焊接

6.3.7 当焊接作业环境温度低于 0°C 且不低于 -10°C 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钢板厚度的2倍且不小于100mm范围内的母材，加热到规定的最低预热温度且不低于 20°C 后再施焊。

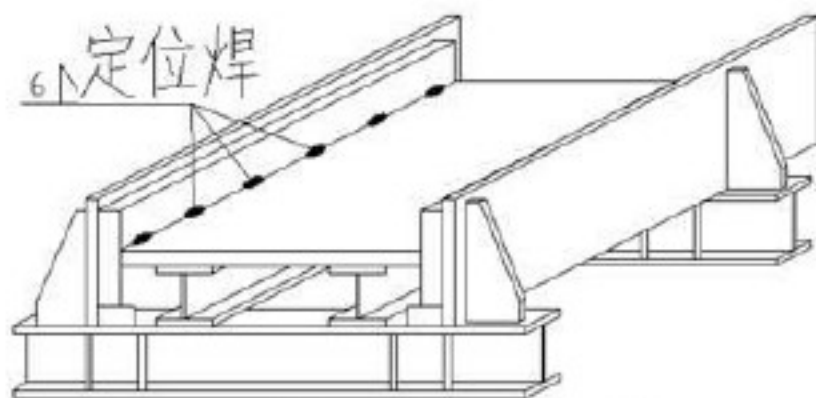


容器设备焊前预热

6 焊接

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；长度不宜小于40mm和接头中较薄部件厚度的4倍；间距宜300mm~600mm。

6.3.11 焊接接头的端部应设置焊缝引弧板、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，并应修磨平整，严禁用锤击落。



定位焊接

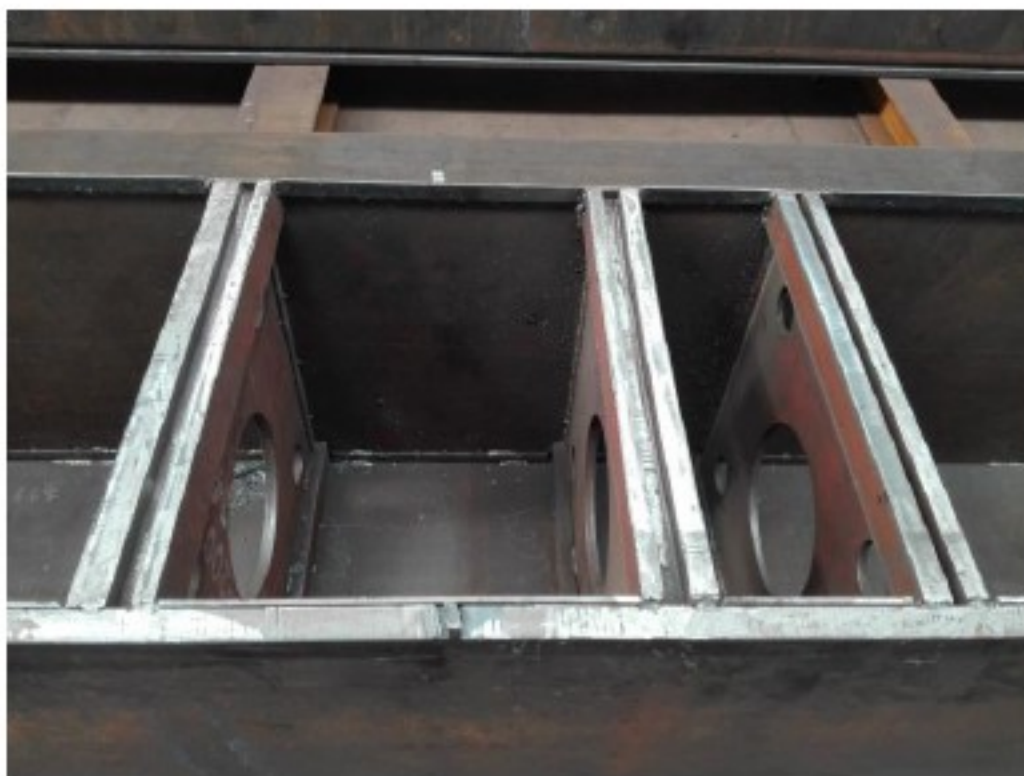


引弧板

6 焊接

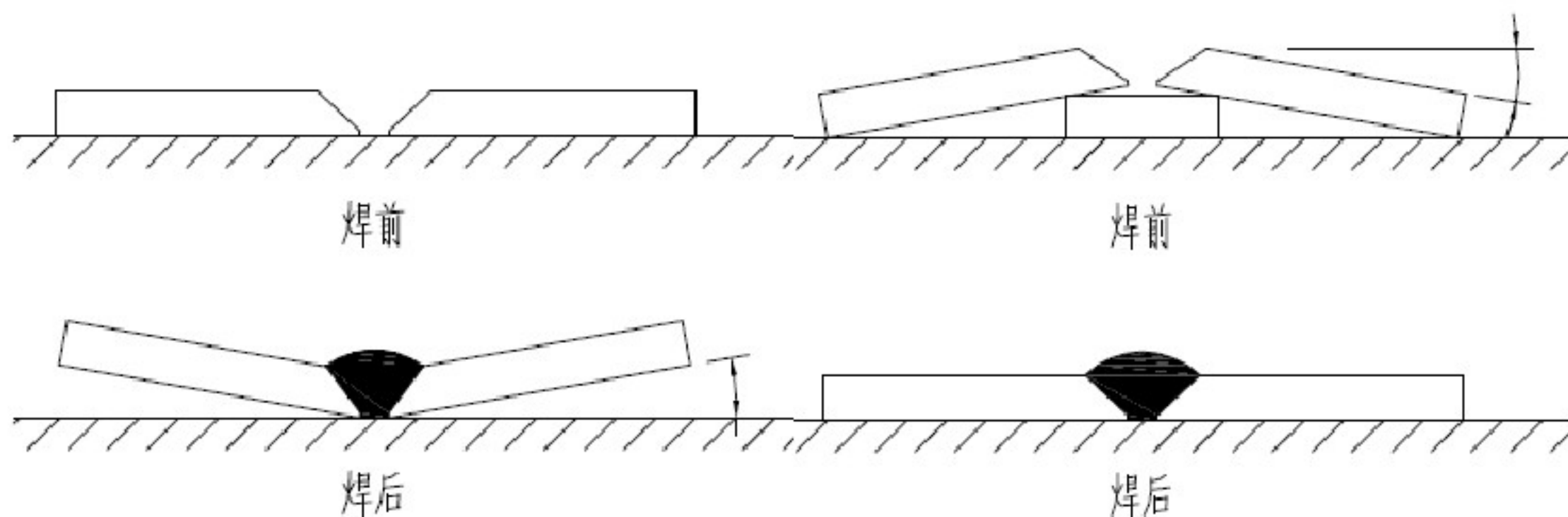
6.3.12 钢衬垫板应与接头母材密贴连接，其间隙不应大于1.5mm，并应与焊缝充分熔合。手工电弧焊和气体保护电弧焊时，钢衬垫板厚度不应小于4mm；埋弧焊接时，钢衬垫板厚度不应小于6mm；电渣焊时钢衬垫板厚度不应小于25mm。

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，并应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，宽度应为焊件施焊处板厚的1.5 倍以上，且不应小于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 焊接

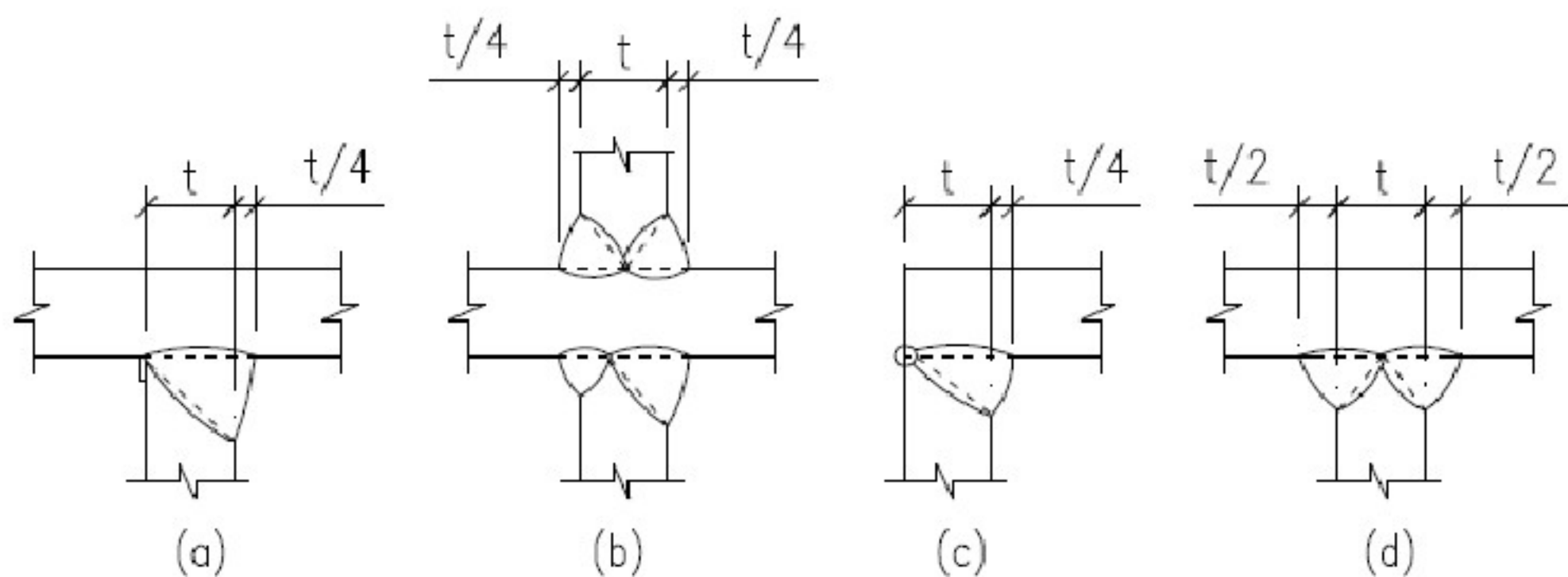
6.3.16 构件焊接时，宜采用预留焊接收缩余量或预置反变形方法控制收缩和变形，收缩余量和反变形值宜通过计算或试验确定。



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，不对根部焊缝、盖面焊缝或焊缝坡口边缘的母材进行锤击。

6 焊接

6.4.1 T形接头、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6.4.1 (a) ~ 图6.4.1 (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应为 $t/2$ ，且不应大于10mm[图6.4.1 (d)]。焊脚尺寸的允许偏差为4mm。



6 焊接

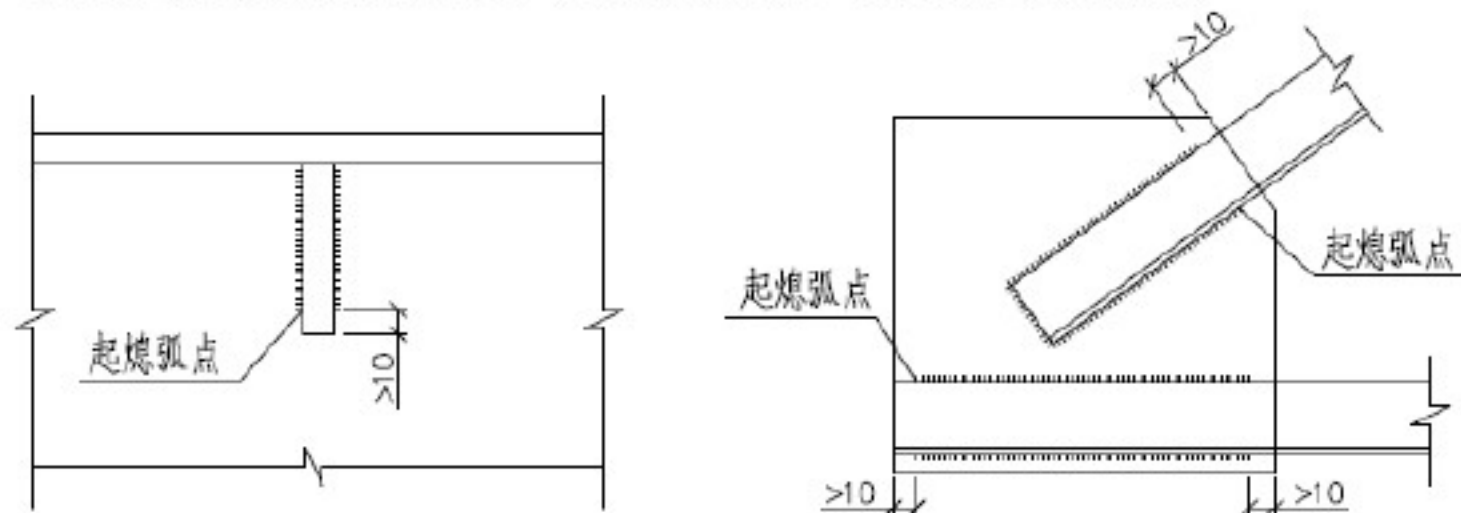
6.4.2 全熔透坡口焊缝对接接头的焊缝余高，应符合下列规定：

表 6.4.2 对接接头的焊缝余高(mm)

设计要求焊缝等级	焊缝宽度	焊缝余高
一、二级焊缝	$< 20\text{mm}$	0~3mm
	$\geq 20\text{mm}$	0~3mm
三级焊缝	$< 20\text{mm}$	0~3.5mm
	$\geq 20\text{mm}$	0~4mm

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。

6.4.6 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，起熄弧点（图6.4.6）距焊缝端部宜大于10.0mm，弧坑应填满。



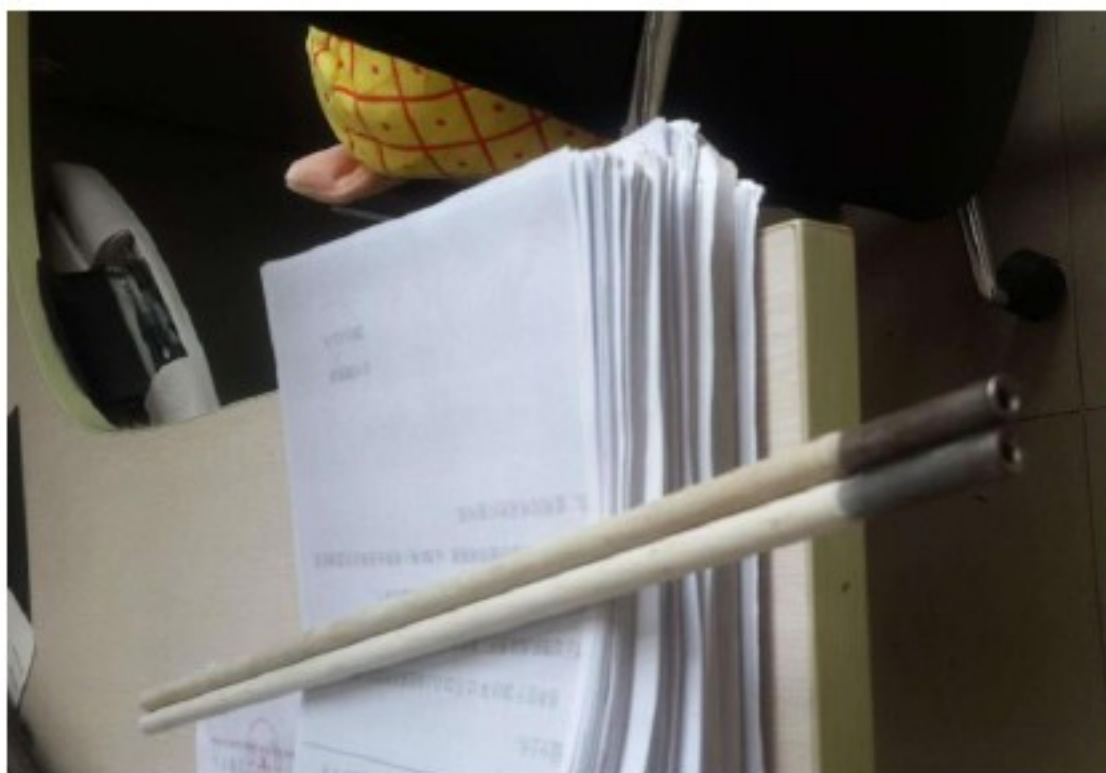
6 焊接

6.4.7 间断角焊缝每焊段的最小长度不应小于40mm，焊段之间的最大间距不应超过较薄焊件厚度的24 倍，且不应大于300mm。

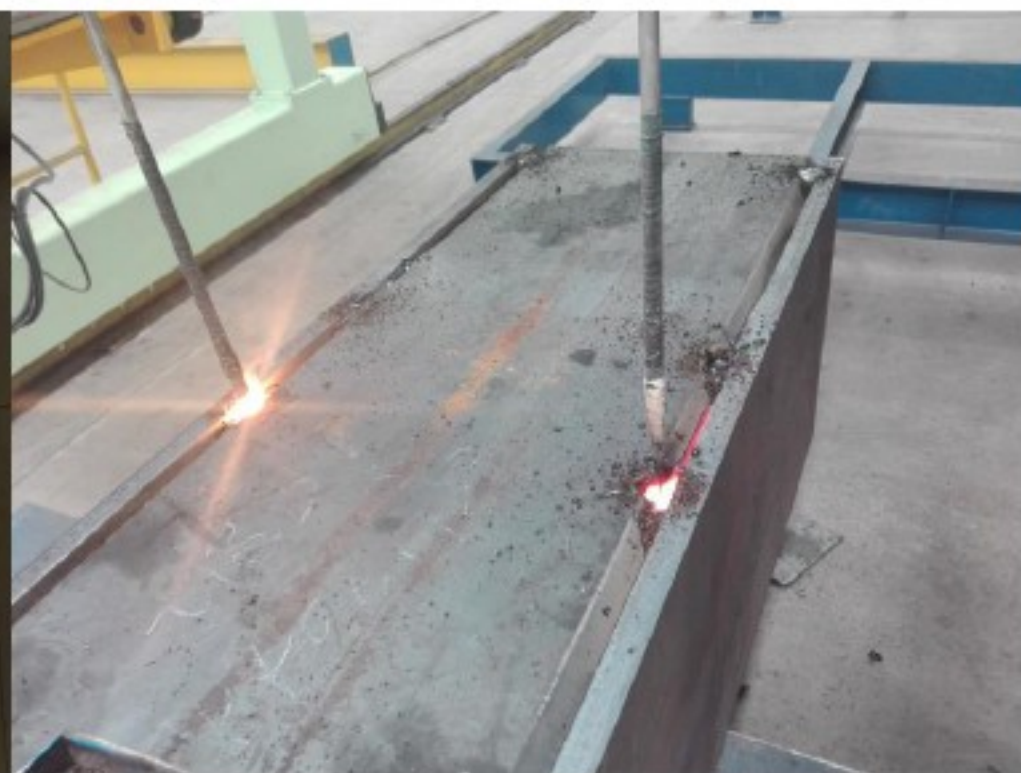
6.4.10 电渣焊应采用专用的焊接设备，可采用熔化嘴和非熔化嘴方式进行焊接。电渣焊采用的衬垫可使用钢衬垫和水冷铜衬垫。

6.4.11 箱形构件内隔板与面板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。



熔嘴



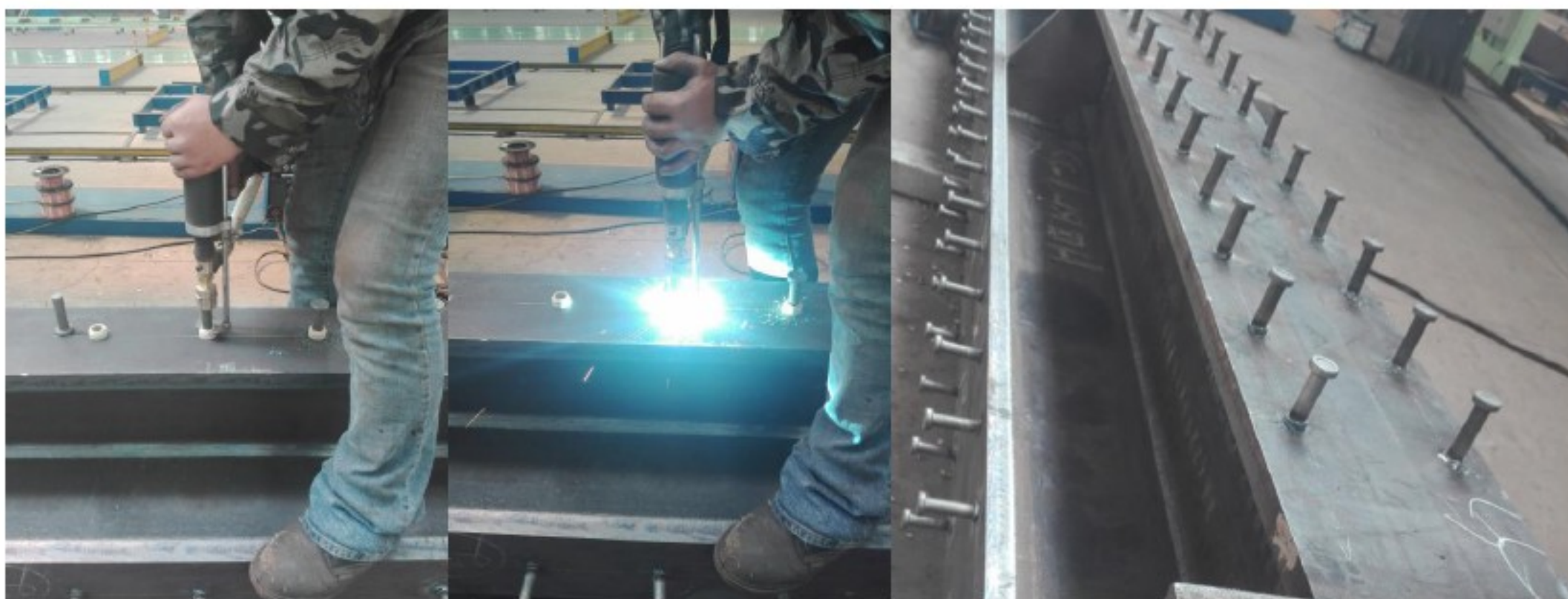
熔丝焊

6 焊接

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，并应确定焊接工艺参数。

6.4.14 每班焊接作业前，应至少试焊3 个栓钉，并应检查合格后再正式施焊。

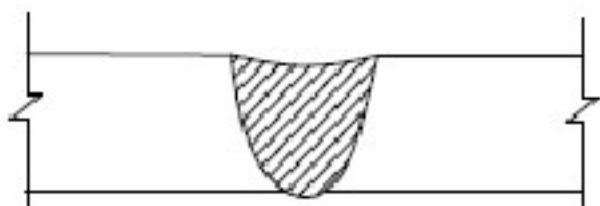
6.4.15 当受条件限制而不能采用专用设备焊接时，栓钉可采用焊条电弧焊和气体保护电弧焊焊接，并按相应的工艺参数施焊，其焊缝尺寸应通过计算确定。



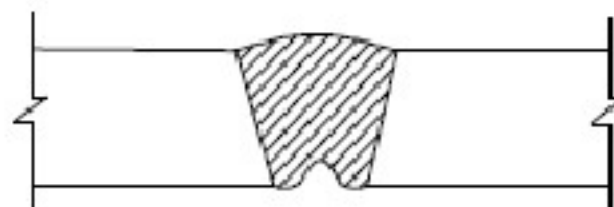
栓钉焊接

6 焊接

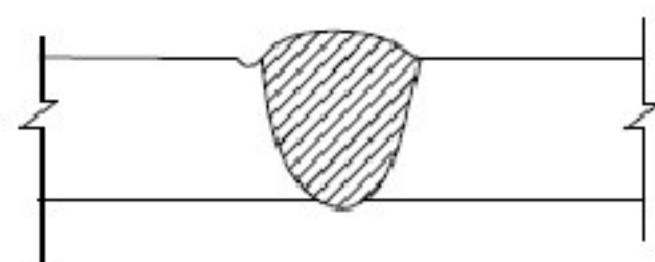
6.5.1 焊缝的尺寸偏差、外观质量和内部质量，应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定进行检验。



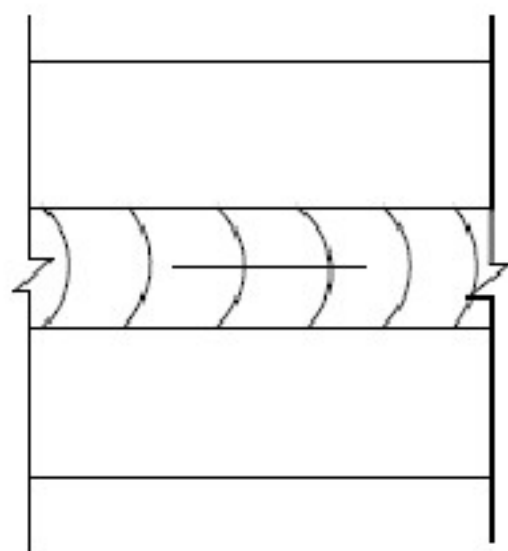
(a) 未焊满



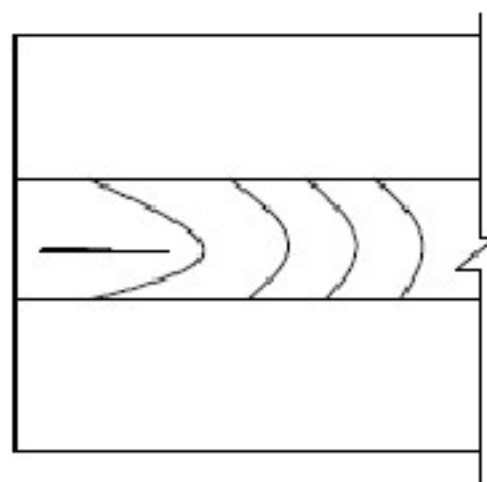
(c) 根部收缩



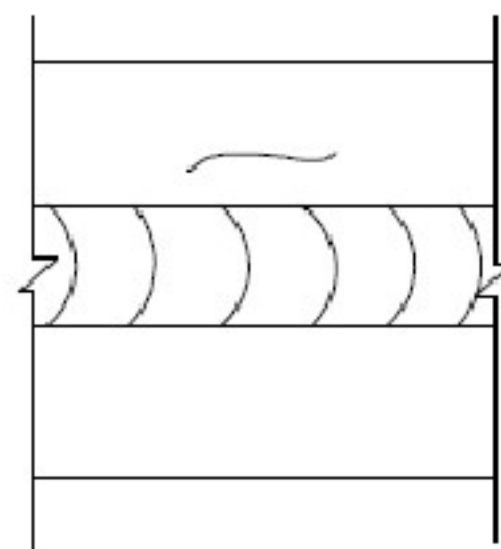
(e) 咬边



(g) 裂纹



(h) 弧坑裂纹



(i) 电弧擦伤

6 焊接

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、焊缝气孔或夹渣等在完全清除缺陷后应进行**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，应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，并应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，应通知焊接工程师对裂纹产生的原因进行调查和分析，应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高于相同条件下正常焊接的预热温度 $30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，并应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，中断焊接时应采取后热、保温措施；
- 7 **焊缝同一部位的缺陷返修次数不宜超过两次**。当超过两次时，返修前应先对焊接工艺进行**工艺评定**，并应评定合格后再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。

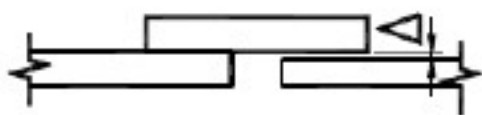
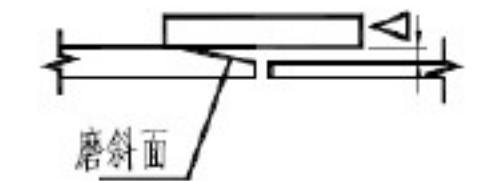
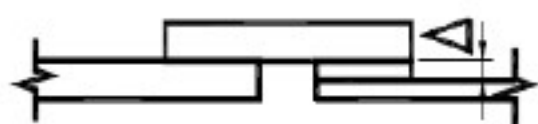
7 紧固件连接

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

7.2.2 螺栓孔孔距超过本规范第7.2.1 条规定的允许偏差时，可采用与母材相匹配的焊条补焊，并应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		$\Delta < 1.0\text{mm}$ 时不予处理
2		$\Delta = (1.0 \sim 3.0) \text{ mm}$ 时将厚板一侧磨成 1:10 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 紧固件连接

7.3.2 普通螺栓作为永久性连接螺栓时，紧固连接应符合下列规定：

- 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应多于2个，螺母侧放置的垫圈不应多于1个；
- 2 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，弹簧垫圈应放置在螺母侧；
- 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不应少于2扣，紧固质量检验可采用锤敲检验。

7 紧固件连接

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

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。

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，并应符合下列规定：

- 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 紧固件连接

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朝向螺栓头，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。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单位同意，修整后或扩孔后的孔径不应超过螺栓直径的1.2 倍。



7 紧固件连接

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：

3 施拧应分为初拧和终拧，大型节点应在初拧和终拧间增加复拧。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。终拧扭矩应按下式计算：

$$T_c = kP_c d$$

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 ——高强度大六角头螺栓施工预拉力，可按表7.4.6-1 选用(kN)；

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

7 紧固件连接

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：

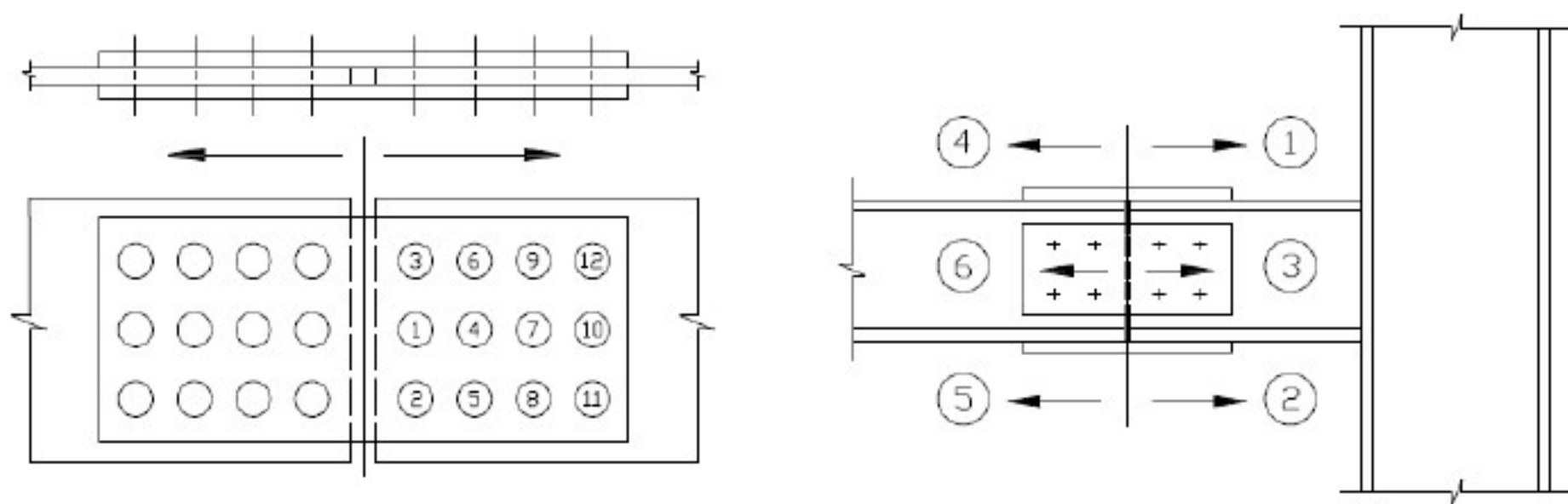
- 1 施拧应分为初拧和终拧，大型节点宜在初拧和终拧间增加复拧；
- 2 初拧扭矩值应取本规范公式（7.4.6）中 $c T$ 计算值的50%，其中 k 应取0.13，也可按表7.4.7选用；复拧扭矩应等于初拧扭矩；
- 3 终拧应以拧掉螺栓尾部梅花头为准，少数不能用专用扳手进行终拧的螺栓，可按本规范第7.4.6条规定的方法进行终拧，扭矩系数 k 应取0.13；
- 4 初拧或复拧后应对螺母涂画颜色标记。

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

7 紧固件连接

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 高强度螺栓和焊接混用的连接节点，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，宜在24h 内完成。

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螺栓直径的1.1 倍，连接处不应出现有间隙、松动等未拧紧情况。

8 零件及部件加工

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。

8.3.5 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°C 、低合金结构钢在环境温度低于 -15°C 时，不得进行剪切、冲孔。

8.4.2 碳素结构钢在环境温度低于 -16°C 、低合金结构钢在环境温度低于 -12°C 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，加热温度应为 $700^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ ，最高温度严禁超过 900°C ，最低温度不得低于 600°C 。

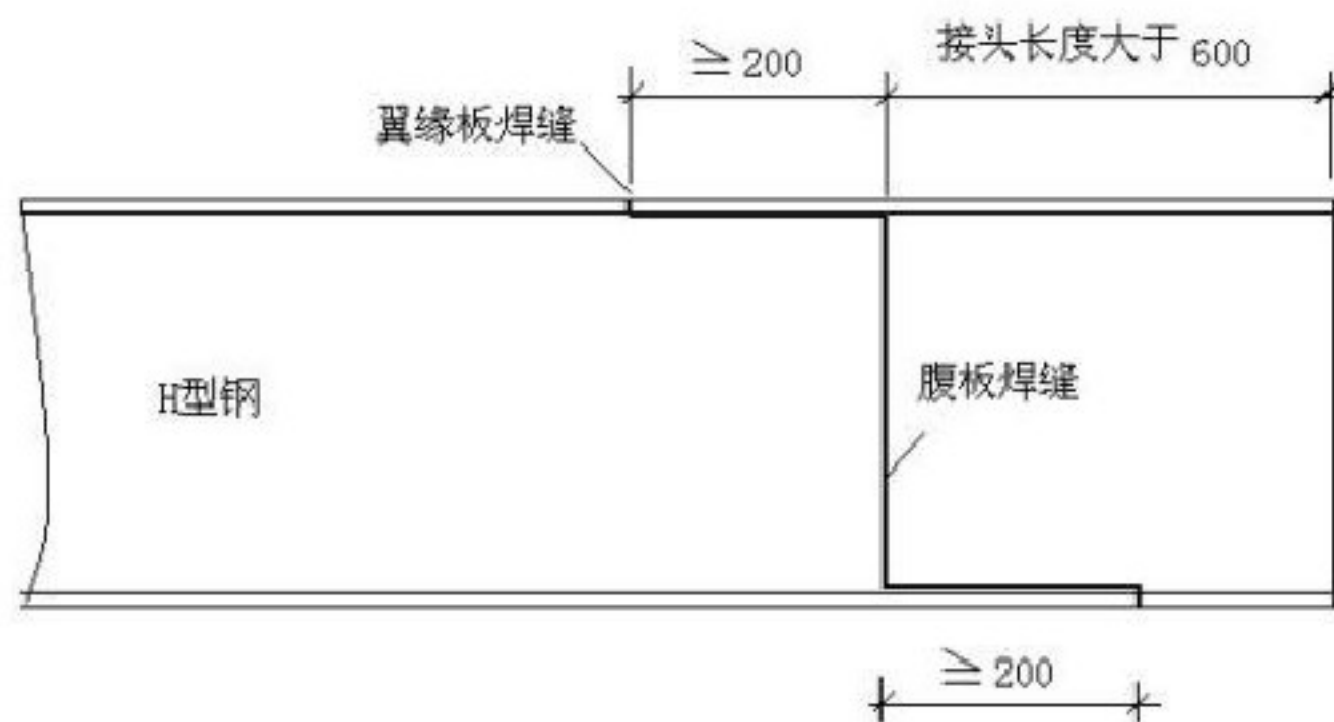
8.4.3 当零件采用热加工成型时，可根据材料的含碳量，选择不同的加热温度。加热温度应控制在 $900^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ，也可控制在 $1100^{\circ}\text{C}\sim 1300^{\circ}\text{C}$ ；碳素结构钢和低合金结构钢在温度分别下降到 700°C 和 800°C 前，应结束加工；低合金结构钢应自然冷却。

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。

9 构件组装及加工

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 构件组装及加工

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规定：

- 1 当钢管直径 $d \leq 500\text{mm}$ 时，不应小于500mm；
- 2 当钢管直径 $500\text{ mm} < d \leq 1000\text{mm}$ ，不应小于直径 d ；
- 3 当钢管直径 $d > 1000\text{mm}$ 时，不应小于1000mm；
- 4 当钢管采用卷制方式加工成型时，可有若干个接头，但最短接长长度应符合本条第1～3 款的要求。



Z形接口



直接口

9 构件组装及加工

9.3.1 构件组装宜在组装平台、组装支架或专用设备上进行，组装平台及组装支架应有足够的强度和刚度，并应便于构件的装卸、定位。在组装平台或组装支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 构件组装可采用地样法、仿形复制装配法、胎模装配法和专用设备装配法等方法；组装时可采用立装、卧装等方式。

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，起拱允许偏差不应大于起拱值的10%，且不应大于10mm。设计未要求但施工工艺要求起拱的构件，起拱允许偏差不应大于起拱值的 $\pm 10\%$ ，且不应大于 $\pm 10\text{mm}$ 。

9.3.9 构件端部铣平后顶紧接触面应有75%以上的面积密贴，应用0.3mm 的塞尺检查，其塞入面积应小于25%，边缘最大间隙不应大于0.8mm。



钢结构拼装平台

10 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，并应符合工艺文件要求。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。

10.2.6 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%，且不应少于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，并应符合下列规定：

- 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%。



预拼拼装

11 钢结构安装

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，需去除耳板时，可采用气割或碳弧气刨方式在离母材3mm~5mm 位置切除，严禁采用锤击方式去除。



钢柱对接耳板

11 钢结构安装

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。



两吊车抬吊

11 钢结构安装

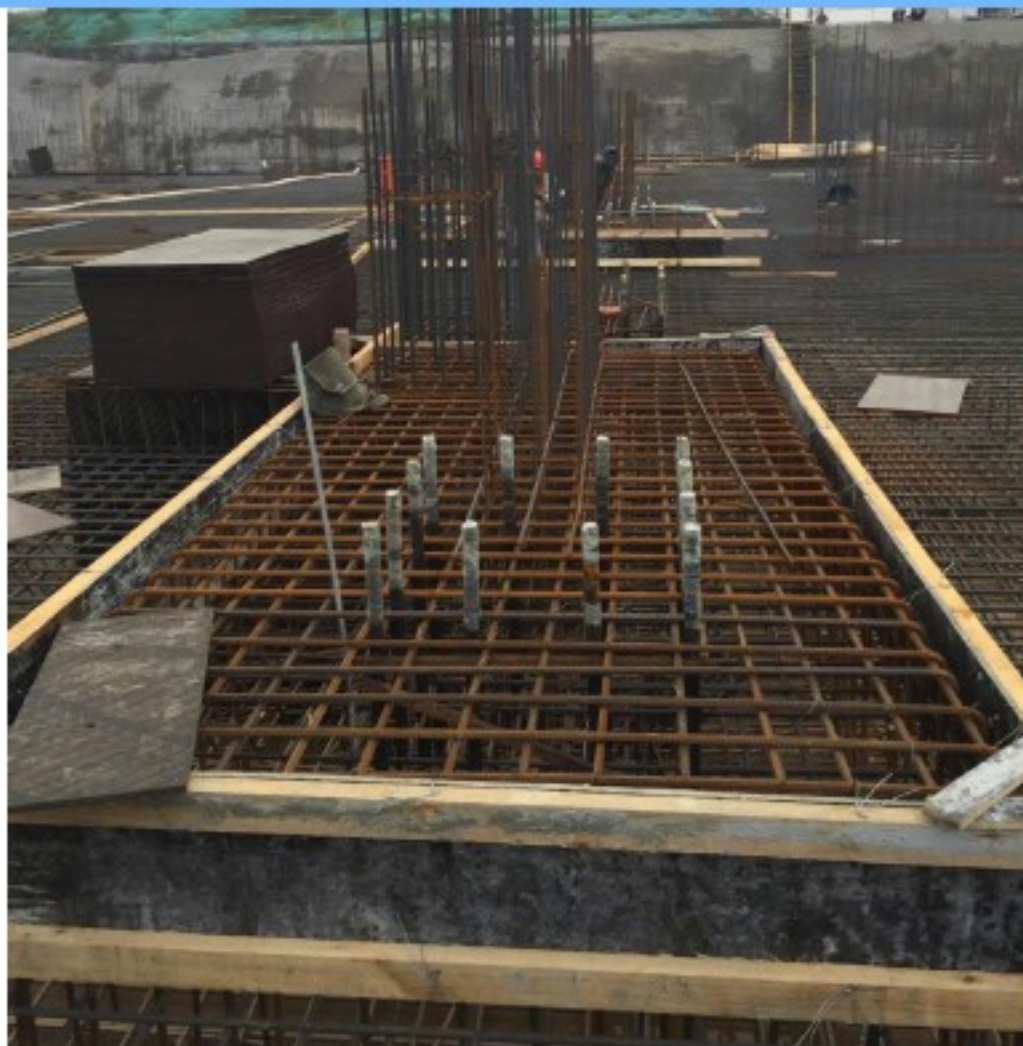
11.3.2 基础顶面直接作为柱的支承面、基础顶面预埋钢板（或支座）作为柱的支承面时，其支承面、地脚螺栓（锚栓）的允许偏差应符合表11.3.2 的规定。

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 钢结构安装



11 钢结构安装



11 钢结构安装

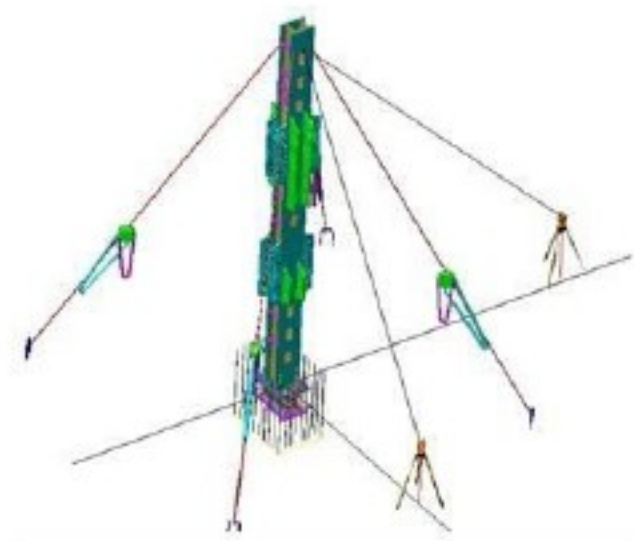
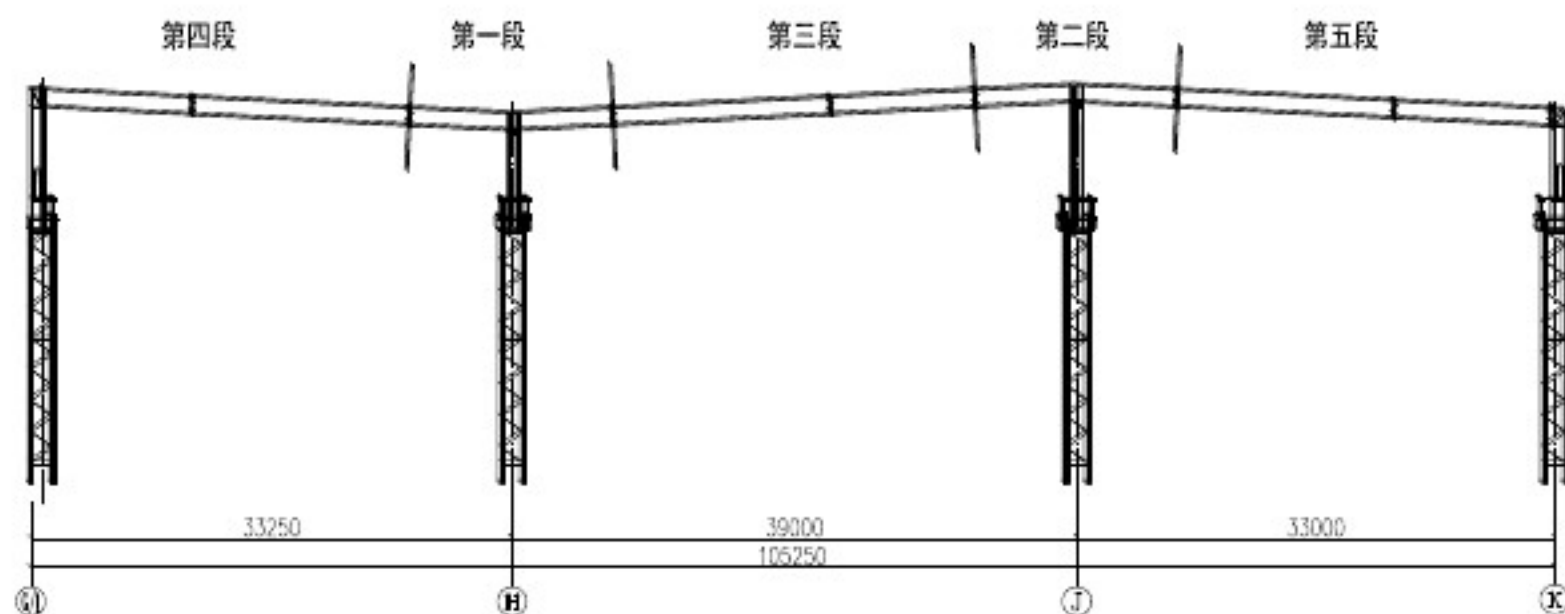
11.4.1 钢柱安装应符合下列规定：

- 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。校正合格后钢柱应可靠固定，并应进行柱底二次灌浆，灌浆前应清除柱底板与基础面间杂物；
- 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，应确定钢梁接头焊接的收缩量，并应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，也可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 钢结构安装

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，应及时安装临时柱间支撑或稳定缆绳，应在形成空间结构稳定体系后再扩展安装。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冲击荷载的作用。



11 钢结构安装

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起重设备的起重能力范围内；
- 2 起重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根据工厂加工、运输堆放、现场吊装等因素确定，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。

钢柱的安装分段一般根据钢柱的重量、塔吊型号及位置、层高、场地等情况确定。



钢柱分段

11 钢结构安装

11.6.6 高层钢结构安装时应分析竖向压缩变形对结构的影响，并应根据结构特点和影响程度采取预调安装标高、设置后连接构件等相应措施。

11.7.1 大跨度空间钢结构可根据结构特点和现场施工条件，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。

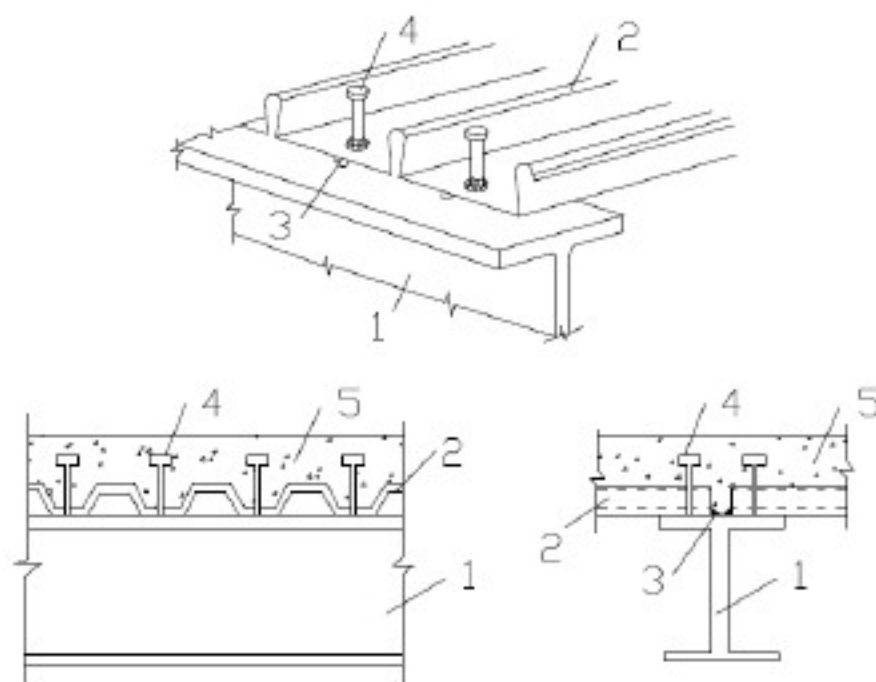


同步提升

12 压型金属板

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排版图；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。

12.0.5 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。



1-钢梁；2-压型金属板；3-点焊；4-剪力栓钉；5-楼板混凝土



楼承板施工

12 压型金属板

钢筋桁架楼承板



安装及生产

13 涂装

13.1.2 钢结构防腐涂装施工宜在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。

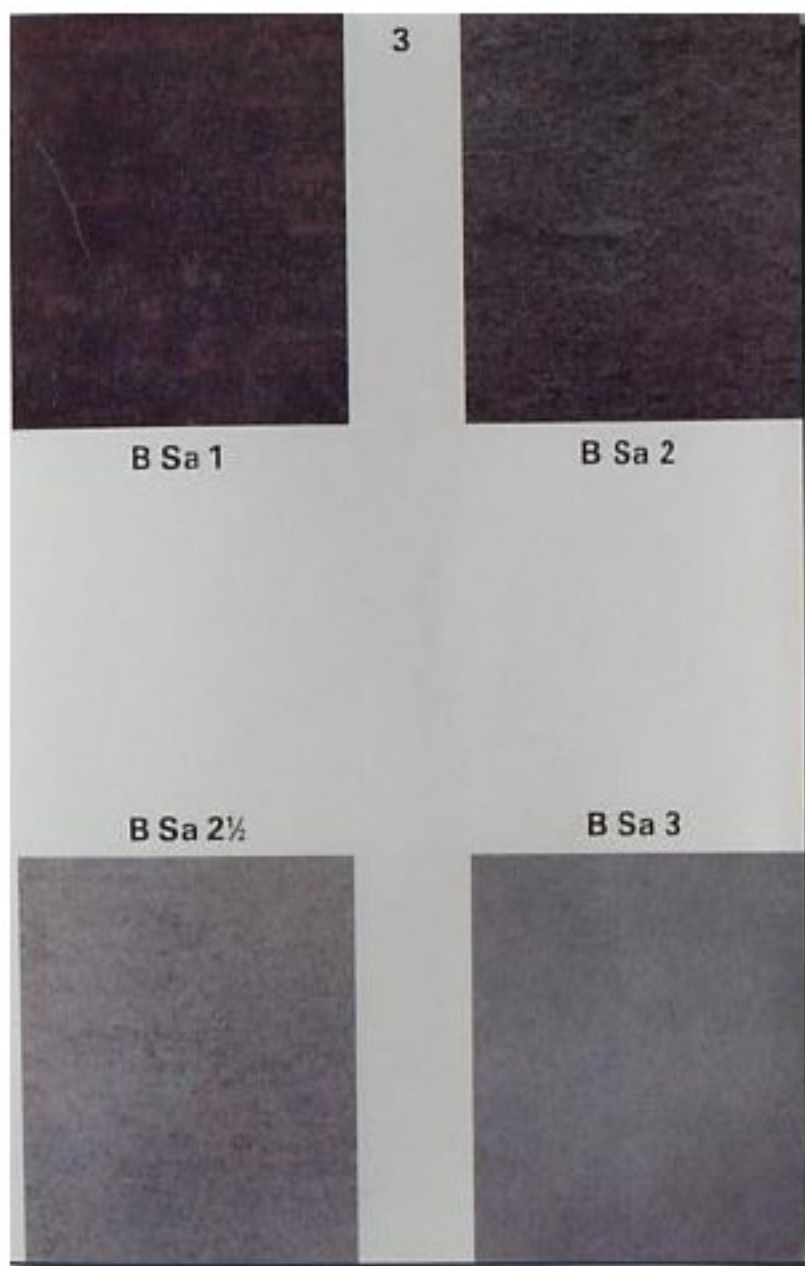
13.1.8 构件表面的涂装系统应相互兼容。

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。

钢构件表面防腐油漆的底层漆、中间漆和面层漆之间的搭配相互兼容，以及防腐油漆与防火涂料相互兼容，以保证涂装系统的质量。油漆与防火涂料需做相容性试验。

13 涂装

13.2.1 构件采用涂料防腐涂装时，表面除锈等级可按设计文件及现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB 8923 的有关规定，采用机械除锈和手工除锈方法进行处理。



除锈等级	除锈方法	处理手段和清洁度要求		
Sa1	喷射或抛射	喷（抛）棱角砂、铁丸、断丝和混合磨料	轻度除锈	仅除去疏松轧制氧化皮、铁锈和附着物
Sa2			彻底除锈	轧制氧化皮、铁锈和附着物几乎全部被除去，至少有2/3 面积无任何可见残留物
Sa2 _{1/2}			非常彻底除锈	轧制氧化皮、铁锈和附着物残留在钢材表面的痕迹已是点状或条状的轻微污痕，至少有95%面积无任何可见残留物
Sa3			除锈到出	表面上轧制氧化皮、铁锈和附着物全部除去，具有均匀多点光泽

13 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，除应符合涂料产品说明书的要求外，还应符合下列规定：

- 1 当产品说明书对涂装环境温度和相对湿度未作规定时，环境温度宜为 $5^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不应大于85%，钢材表面温度应高于露点温度 3°C ，且钢材表面温度不应超过 40°C ；
- 2 被施工物体表面不得有凝露；
- 3 遇雨、雾、雪、强风天气应停止露天涂装，应避免在强烈阳光照射下施工；
- 4 涂装后4h 内应采取保护措施，避免淋雨和沙尘侵袭；
- 5 风力超过5 级时，室外不宜喷涂作业。

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

13 涂装

13.6.5 厚涂型防火涂料，属于下列情况之一时，宜在涂层内设置与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 涂层厚度大于或等于40mm 的钢梁和桁架；
- 3 涂料粘结强度小于或等于0.05MPa 的构件；
- 4 钢板墙和腹板高度超过1.5m 的钢梁。



14 施工测量

14.2.3 建筑物平面控制网，四层以下宜采用外控法，四层及以上宜采用内控法。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50m~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。

项目		测量允许误差
每层		3
总高度H	$H \leq 30\text{m}$	5
	$30\text{m} < H \leq 60\text{m}$	8
	$60\text{m} < H \leq 90\text{m}$	13
	$90\text{m} < H \leq 150\text{m}$	18
	$H > 150\text{m}$	20

14.4.2 竖直钢柱安装时，应在相互垂直的两轴线方向上采用经纬仪，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° 。

15 施工监测

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。

16 施工安全和环境保护

16.2.3 钢柱吊装松钩时，施工人员宜通过钢挂梯登高，并应采用防坠器进行人身保护。钢挂梯应预先与钢柱可靠连接，并应随柱起吊。

16.8.3 夜间施工灯光应向场内照射；焊接电弧应采取防护措施。

