

ICS 91.200

P 72

备案号: J1267-2011



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3607—2011

石油化工钢结构工程施工技术规程

Technical specification for construction of steel structure
in petrochemical industry



2011-05-18 发布

2011-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	III
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 材料验收与保存	3
5.1 一般规定	3
5.2 钢材	3
5.3 焊接材料	3
5.4 连接用紧固件	3
5.5 涂装材料	3
5.6 压型金属板	4
5.7 材料保存	4
6 施工准备	4
6.1 技术准备	4
6.2 现场准备	5
7 钢结构工厂化制造	5
7.1 一般规定	5
7.2 排料	5
7.3 放样与号料	5
7.4 切割	6
7.5 制孔	7
7.6 矫正和成型	8
7.7 焊接 H 型钢制作	10
7.7.1 焊接 H 型钢组对	10
7.7.2 焊接 H 型钢焊接及矫形	10
7.8 管筒制作	11
7.9 箱型钢、十字钢制作	11
7.10 构件制作	11
7.11 零件、部件与构件出厂	13
8 钢结构塔架、框架管廊和平台梯子拼装	13
8.1 一般规定	13
8.2 塔架拼装	13
8.3 框架和管廊拼装	14
8.4 钢平台、钢梯和防护栏杆拼装	14
9 基础验收及处理	15
10 钢结构安装	16
10.1 钢构件复查	16
10.2 垫铁	16

10.3	塔架安装	17
10.4	框架和管廊安装	17
10.5	钢平台、钢梯和防护栏安装	17
10.6	压型金属板安装	18
10.7	其他构件安装	19
11	钢结构焊接和热处理	19
11.1	焊接准备	19
11.2	焊接要求	20
11.3	焊接质量检验	20
11.4	热处理	22
12	紧固件连接	22
12.1	普通螺栓连接	22
12.2	高强度螺栓连接	23
13	钢结构涂装	24
13.1	钢结构防腐涂装	24
13.2	钢结构防火涂装	24
14	施工过程技术文件	24
附录 A (资料性附录)	箱型钢、十字钢的制作	26
用词说明		29
附:条文说明		31

前 言

根据国家发展和改革委员会办公厅《2006 年行业标准项目计划》（发改办工业[2006]1093 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 14 章和 1 个附录。

本规程的主要技术内容是：材料要求；工厂化制造要求；拼装要求；基础验收及处理；安装要求；焊接和热处理要求；紧固件连接要求；涂装要求；施工过程技术文件要求及箱型钢、十字钢制作参考程序和工艺。

本规程由中国石油化工集团公司负责管理，由中国石油化工集团公司施工技术广州站负责日常管理，由中国石化集团宁波工程有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送日常管理单位和主编单位。

本规程日常管理单位：中国石油化工集团公司施工技术广州站

通讯地址：广州市荔湾区中山七路 81 号

邮政编码：510180

电 话：020-28348176

传 真：020-28348169

本规程主编单位：中国石化集团宁波工程有限公司

通讯地址：浙江省宁波市科技园区院士路 660 号

邮政编码：315103

本规程主要起草人员：沈海仁 张 进 胡 明 钟智峰

本规程主要审查人员：汪庆华 葛春玉 南亚林 郑祥龙 陈瑞金 关慰清 王永红 周培珊
束志军

本规程为首次发布。

石油化工钢结构工程施工技术规程

1 范围

本规程规定了石油化工工程中塔架、管廊和框架等钢结构工程工厂化制造和安装施工工艺及质量要求。

本规程适用于石油化工工程新建、扩建与改建项目碳素结构钢、低合金结构钢制作的塔架、管廊和框架等钢结构工程的施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规程的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规程，然而，鼓励根据本规程达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规程。

GB 9978 建筑构件防火喷涂材料性能试验方法

GB 14907 钢结构防火涂料

GB 50205—2001 钢结构工程施工质量验收规范

GB 50484 石油化工建设工程施工安全技术规范

GB/T 3098.1 紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱

GB/T 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级

JB/T 4730.2 承压设备无损检测 第2部分：射线检测

JB/T 4730.3 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

JB/T 4730.4 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测

JB/T 4730.5 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测

JB/T 4735 钢制焊接常压容器

SH 3137 石油化工钢结构防火保护技术规范

SH/T 3507 石油化工钢结构工程施工质量验收规范

SH/T 3503 石油化工工程建设交工技术文件规定

SH/T 3543 石油化工建设工程项目施工过程技术文件规定

SH/T 3606 石油化工涂料防腐蚀工程施工技术规程

国质检锅[2003]248号 特种设备无损检测人员考核与监督管理规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规程。

3.1

空间刚度单元 space rigid unit

由构件构成的基本稳定的空间体系。

3.2

构件 element

由零件或由零件和部件组成的钢结构基本单元，如梁、柱、支撑等。

3.3

高强度螺栓连接副 set of high strength bolt

高强度螺栓和与之配套的螺母、垫圈的总称。

3.4

钢结构工厂化制造 **steel structure shop fabrication**

在具有一定的加工能力和相对固定的场所,按生产工艺流水作业、按工序管理、按产品交付的加工制造过程。

3.5

零件 **part**

组成部件或构件的最小单元,如节点板、翼缘板等。

3.6

部件 **component**

由若干零件组成的单元,如焊接 H 型钢、牛腿等。

3.7

塔架 **flare structure**

由管材、板材或型材制作的零件、部件、构件组焊成或螺栓连接组成的高耸稳定空间体系。

3.8

管筒 **welded barrel**

由钢板滚制组焊成的管形构件。

3.9

框架 **frame**

由板材、型材制作的零件、部件、构件焊接或螺栓连接组成的用于支承设备或作为设备操作平台的稳定空间体系。

3.10

管廊 **pipe rack**

由板材、型材制作的零件、部件、构件焊接或螺栓连接组成的支承管线的稳定空间体系。

3.11

箱型钢 **box shape steel**

由两块腹板、两块翼板、端头板、衬板及垫板组成的长方体结构(参见附录 A 图 A.1 a))。

3.12

十字钢 **cross shape steel**

由四块翼板及三块腹板组成的十字型结构(参见附录 A 图 A.1 b))。

4 总则

4.1 石油化工钢结构工程施工应执行设计文件和本规程的规定,本规程的质量要求应符合 SH/T 3507 的规定。

4.2 石油化工钢结构工程施工安全应符合 GB 50484 的规定。

4.3 钢结构工程施工应有经批准的施工组织设计或施工方案等施工技术文件。

4.4 施工单位对首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法及焊后热处理等,应进行焊接工艺评定,并按合格焊接工艺评定的要求确定焊接工艺。

4.5 参加钢结构焊接的焊工,应考试合格并取得合格证书。持证焊工应在其考试合格项目及其认可范围内施焊。

4.6 无损检测人员应按《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》考试合格,并取得相应资质证书。

4.7 钢结构的制造、拼装、安装与质量检查和检验,应采用经计量检定、校准合格的计量器具。

4.8 钢结构的制造、拼装及安装应进行工序检验，上道工序合格后方可进行下道工序。隐蔽工程未经验收不得进行后序作业。

4.9 有预拼装要求的钢结构应在制造出厂前进行预拼装，并宜有安装单位参加预拼装验收。

4.10 钢结构安装在形成空间刚度单元、找正、并经隐蔽工程验收合格后，应及时对柱底板和基础顶面的空隙进行二次灌浆。

4.11 钢结构底漆的涂装应在构件制造前涂装完成。

4.12 防火涂料涂装工程应在钢结构安装工程施工质量验收合格后进行。

5 材料验收与保存

5.1 一般规定

5.1.1 钢结构材料应具有质量证明文件，其规格、性能等应符合产品标准和设计文件要求；进口材料的质量尚应符合合同规定的要求。设计文件要求复验的材料应按照要求复验。

5.1.2 当材料有下列情况之一时，不得使用：

- a) 质量证明文件的特性数据不符合产品标准或设计文件要求；
- b) 实物标识和质量证明文件标识不符；
- c) 对质量证明文件的特性数据有异议；
- d) 要求复验材料未经复验或复验不合格。

5.1.3 对钢结构材料进行验收时，若抽样检查或复验有一件不合格，可按原规定数量的两倍抽样，再进行检查或复验；若仍有不合格，则该批钢结构材料不得使用。

5.2 钢材

5.2.1 钢板厚度应符合产品标准的要求；型钢规格尺寸应符合产品标准的要求。

5.2.2 钢材的表面不应有裂纹、结疤、折叠、气泡和夹杂等缺陷。钢材不得有分层。表面锈蚀、凹陷或划痕等缺陷不得超过产品厚度负允许偏差值的1/2。钢材表面锈蚀等级不应低于GB/T 8923规定的C级。

5.2.3 当设计文件对材料有低温冲击韧性要求时，质量证明文件应具有夏比“V”形缺口试样的低温冲击韧性试验值，试验值应符合设计文件规定。

5.3 焊接材料

5.3.1 受潮变质、药皮破损、焊芯生锈的焊条和表面锈蚀、油污未经清除的焊丝以及受潮结块的焊剂不得使用。

5.3.2 重要钢结构采用的焊接材料应按批进行抽样复验，复验结果应符合产品标准和设计文件要求。

5.3.3 氩气的纯度不应低于99.99%；二氧化碳气体纯度不应低于99.5%，含水量不应超过0.005%。

5.4 连接用紧固件

5.4.1 钢结构连接用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随箱带有扭矩系数和紧固轴力（预拉力）的检验报告。

5.4.2 高强度螺栓连接副应按包装箱标明的批号配套供货，包装箱上应标明批号、规格、数量及生产日期。螺栓、螺母、垫圈表面应涂油保护，不应生锈和沾染污物，螺纹不应损伤。

5.4.3 高强度大六角头螺栓连接副在施工前应按GB 50205—2001附录B的规定检验扭矩系数，检验结果应符合GB 50205—2001附录B的规定。

5.4.4 扭剪型高强度螺栓连接副在施工前应按GB 50205—2001附录B的规定检验预拉力，检验结果应符合GB 50205—2001附录B的规定。

5.5 涂装材料

5.5.1 防腐蚀材料的底漆、中间漆、面漆应配套使用。

5.5.2 钢结构防火涂料应符合下列要求：

- a) 材料的品种应符合设计文件和 SH 3137 的规定；
- b) 耐火极限和理化性能应有具有资质的检测机构按照 GB 9978 的规定出具的合格检测报告；
- c) 粘结强度、抗压强度应符合 GB 14907 及设计文件的要求。

5.6 压型金属板

5.6.1 压型金属板及制造压型金属板所采用原材料的品种、规格、性能等应符合产品标准及设计文件的要求。

5.6.2 压型金属泛水板、包角板和零配件的品种、规格以及防水密封材料的性能应符合产品标准及设计文件的要求。

5.6.3 压型金属板成型后表面不应有裂纹，不应有明显的凹凸和皱褶。有涂层、镀层的金属压型板成型后，涂层、镀层不应有肉眼可见的裂纹、剥落和擦痕等缺陷。压型金属板的规格尺寸允许偏差应符合表 1 规定。

表 1 压型金属板的尺寸允许偏差

单位：mm

项 目		允许偏差值
波 距		±2.0
波 高	截面高度不大于 70	±1.5
	截面高度大于 70	±2.0
侧向弯曲	在测量长度范围内	20.0
压型金属板长度大于 10 000 时，测量长度为任选 10 000；小于 10 000 时，测量长度为板长扣除两端各 500 后的实际长度。		

5.7 材料保存

5.7.1 钢结构材料存放时，其下方应设置垫木或垫块。

5.7.2 钢材应按钢号和规格分别验收堆放，且应有明显标识，不同钢种不得混放。

5.7.3 螺栓、螺母和垫圈，应按材质、规格和型号分别验收入库存放，并防止锈蚀和损伤。

5.7.4 其他材料的存放应符合产品说明书要求。

6 施工准备

6.1 技术准备

6.1.1 施工单位应进行设计文件核查，核查要点为：

- a) 设计文件选用的规范及标准的适用性；
- b) 设计图纸的节点形式、拼接形式及位置；
- c) 专业内图纸的一致性，相关专业间图纸的符合性；
- d) 按照图纸核对材料表。

6.1.2 施工单位应参加建设/监理单位或总承包单位组织的设计交底，掌握下列内容：

- a) 工程难点、特点等；
- b) 设计文件对施工的技术要求；
- c) 设计单位对施工单位提出疑问的答复。

6.1.3 施工前，施工单位应具备下列资料：

- a) 设计文件；

- b) 材料质量证明文件;
- c) 必要的材料复验报告;
- d) 相应的标准规范;
- e) 已审批完毕的施工技术文件;
- f) 施工记录用表。

6.1.4 施工前,技术质量人员应对施工人员进行技术交底,并应符合以下要求:

- a) 交清楚工程范围、难点、特点等;
- b) 交清楚施工工艺;
- c) 交清楚各级质量控制点及控制要求;
- d) 交清楚安全技术要求;
- e) 及时回答施工人员提出的各种问题等。

6.2 现场准备

6.2.1 现场应按照建设工程项目施工技术文件进行布置,路、水、电、气应满足施工及安全技术要求。

6.2.2 根据施工技术文件要求,配备施工设备、工具和专用工装等。

6.2.3 现场焊接材料存储场所应配备烘干、去湿设施,并建立保管、烘干、发放制度。

7 钢结构工厂化制造

7.1 一般规定

7.1.1 钢结构工厂化制造单位宜对设计图纸进行二次设计,绘制制造图和安装图。

7.1.2 钢结构工厂化制造单位应编制相应的钢结构工厂化制造工艺文件。

7.1.3 零件、部件采用样板、样杆号料时,号料样板、样杆制作后应进行校准,并经检验人员复验确认后使用。使用过程中应对样板、样杆进行保护,保持量值准确,当发现失准时应立即停止使用,并对用其完成号料的零件、部件进行追溯复验。

7.2 排料

7.2.1 塔架结构的型钢腹杆接长时,接长长度不宜小于 1.0 m。腹杆长度小于 12 m 时,接头不宜多于一处;大于或等于 12 m 时,接头不宜多于二处。

7.2.2 塔架主肢采用型钢组合时,主肢各组合型钢接长对接焊缝不应在同一截面上,其相互间距应大于 100 mm;塔架各主肢接长的对接焊缝不应在同一截面上,其相互间距应大于 300 mm。

7.2.3 焊接 H 型钢翼缘板、腹板长度方向拼接缝可采用垂直长度方向或 45° 对接的形式,翼缘板拼接长度不应小于 2 倍的板宽,腹板拼接长度不应小于 600 mm;腹板拼接宽度不得小于 300 mm,与长度方向拼接缝为 T 字型;翼缘板拼接缝和腹板拼接缝的间距不应小于 200 mm。

7.2.4 管筒筒节应采用直缝卷管,单个筒节长度不应小于 500 mm;筒节直径大于 500 mm 时,可有两条纵向接缝,两纵缝的间距应大于 200 mm;两相邻筒节纵向焊缝的间距应大于壁厚的 3 倍,且不小于 100 mm。

7.2.5 在设计文件无要求时,节点、牛腿、加劲肋、连接孔与对接焊缝的间距应符合下列规定:

- a) 节点边缘与拼接焊缝的间距应大于 500 mm;
- b) 牛腿与拼接焊缝的间距不应少于 300 mm;
- c) 加劲肋与拼接焊缝的间距应大于 100 mm;当肋板尺寸较大、且肋板垂直于拼接焊缝时,允许肋板跨焊缝,但肋板压焊缝处应断开不焊;
- d) 连接孔边缘与拼接焊缝的间距应大于 100 mm。

7.3 放样与号料

7.3.1 放样应符合下列要求:

- a) 放样平台应平整、稳固,表面不得有妨碍放线的焊瘤、附着物及杂物;

- b) 放样、样板（样杆）的允许偏差应符合表2的规定；
c) 塔架、框架、管廊等结构的主体实样尺寸的允许偏差应符合表 3 的规定。

表 2 放样、样板（样杆）的允许偏差

项 目	允许偏差值
平行线距离和分段尺寸, mm	±0.5
宽度、长度, mm	±0.5
对角线长度差, mm	1.0
孔距, mm	±0.5
角度, (°)	±1/3

表 3 塔架、框架、管廊等结构的主体实样尺寸允许偏差 单位: mm

项 目	允许偏差值
杆件长度	±0.5
对角线长度差	1.0
各节间距	±2.0
两主肢间距	0.5
宽度、长度	±2.0
杆件汇交点偏离	2.0

7.3.2 钢结构的号料应符合下列要求:

- a) 放样和号料应按施工工艺要求预留切割、刨边、铣平等加工余量及焊接收缩余量; 号料前应核对材质及规格, 放样工作完成以后, 应进行复查确认;
b) 采用钢尺号料的允许偏差应符合表 4 的规定;
c) 弯曲构件号料或在弯曲构件上进行孔眼划线时, 应在构件弯曲加工完成、检查合格后进行。

表 4 号料允许偏差 单位: mm

项 目	允许偏差值
两相邻孔心距	±0.5
孔中心线间距	±0.5
孔中心线偏移	0.5
宽度、长度	±1.0
对角线长度差	1.0

7.3.3 塔架结构的号料尚应符合下列要求:

- a) 管形腹杆两端与管形主肢相贯线号料划线时, 其马鞍形断面沿腹杆周向的相对扭转不应大于 3.0 mm;
b) 塔架主肢节点板与主肢相贯的二条贯穿榫缝（主肢内、外侧各一条）的中心线应重合, 其划线偏差不应大于 2.0 mm。

7.4 切割

7.4.1 钢材切割面或剪切面应无裂纹、夹杂、分层和大于 1 mm 的缺棱。

7.4.2 材料切割应符合下列要求:

- a) 碳素结构钢的作业环境温度低于-16 ℃或低合金结构钢的作业环境温度低于-12 ℃时, 不得

- 进行剪切；
- b) 气体切割与机械剪切尺寸应符合表 5 的规定；

表 5 气体切割与机械剪切的允许偏差

单位: mm

项		目	允许偏差值
宽度、长度	气割	手工或自动切割	±2.0
		精密切割	±1.0
		机械剪切	±1.5
切割端面垂直度		气割、剪切	2.0
切割面平面度		气割、剪切	0.05t, 且不大于 2.0
割纹深度		气割	0.5
局部缺口深度		气割	1.0
注: t 为切割面厚度。			

注: t 为切割面厚度。

- c) 塔架管型主肢或管型腹杆与节点板相贯时, 榫缝宽度的允许偏差 $+2.0_0$ mm, 榫缝切割面应打磨干净;
- d) 焊接 H 型钢的翼缘板和腹板宜采用自动或半自动切割机切割, 翼缘板和腹板沿纵向切割宜采用两个或多个切割嘴同时进行;
- e) 对于需要进行边缘加工的钢板, 刨削余量不应小于 2.0 mm;
- f) 钢板边缘及坡口加工的允许偏差, 应符合表 6 的规定。

表 6 边缘及坡口加工的允许偏差

项	目	允许偏差值
加工边直线度, mm		$L/3\ 000$ 且不大于 2.0
加工面垂直度, mm		0.25 t 且不大于 0.5
相邻两加工边夹角, ($^{\circ}$)		± 0.1
坡口角度, ($^{\circ}$)		± 2.5
坡口钝边, mm		± 1.0

注: L 为加工边长度, t 为钢板厚度。

7.5 制孔

7.5.1 A、B 级螺栓孔应具有 H12 的精度, 孔壁表面粗糙度 R_a 不应大于 12.5 μm , 其允许偏差应符合表 7 的规定。

表 7 A、B 级螺栓孔径允许偏差

单位: mm

螺栓孔直径	允许偏差值
$D \leq 18$	$+0.18_0$
$18 < D \leq 30$	$+0.21_0$
$30 < D \leq 50$	$+0.25_0$

注: D 为螺栓孔直径。

7.5.2 C级螺栓孔孔壁表面粗糙度 R_a 不应大于 $25\ \mu\text{m}$ ，其允许偏差应符合表8的规定。

表 8 C级螺栓孔允许偏差 单位: mm

螺 栓 孔	允 许 偏 差 值
螺栓孔直径	$\begin{smallmatrix} +1.0 \\ 0 \end{smallmatrix}$
螺栓孔垂直度	$0.03t$ ，且不大于 2.0
注: t 为加工件厚度。	

7.5.3 螺栓孔间距的允许偏差应符合表9的规定。

表 9 螺栓孔孔距的允许偏差 单位: mm

项 目	螺 栓 孔 距			
	≤ 500	501~1 200	1 201~3 000	$> 3\ 000$
	允许偏差值			
同一组内任意两孔间距离	± 1.0	± 1.2	—	—
相邻两组的端孔间距离	± 1.2	± 1.5	± 2.0	± 3.0
任意两螺栓孔间距离	± 1.5	± 2.0	± 2.5	± 3.0
注1: 在节点中连接板与一根杆件相连的所有螺栓孔为一组。 注2: 对接接头在拼接板一侧的螺栓孔为一组。 注3: 在两相邻节点或接头间的螺栓孔为一组，但不包括上述两款所规定的螺栓孔。 注4: 受弯构件翼缘上的连接螺栓孔，每米长度范围内的螺栓孔为一组。				

7.5.4 螺栓孔边缘不得有裂纹、毛刺和大于 1.0 mm 的缺陷。

7.5.5 不合格的螺栓孔应采用与母材材质相匹配的焊材补焊、磨平后重新制孔。补焊工艺应与正式焊接相同。

7.6 矫正和成型

7.6.1 碳素结构钢在环境温度低于 $-16\ ^\circ\text{C}$ 、低合金结构钢在环境温度低于 $-12\ ^\circ\text{C}$ 时，不得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，加热温度不应超过 $900\ ^\circ\text{C}$ 。低合金结构钢在加热矫正后应自然冷却。

7.6.2 当零件采用热加工成型时，加热温度应控制在 $900\ ^\circ\text{C}\sim 1\ 000\ ^\circ\text{C}$ ；碳素结构钢和低合金结构钢在温度分别下降到 $700\ ^\circ\text{C}$ 和 $800\ ^\circ\text{C}$ 之前，应结束加工作业；低合金结构钢应自然冷却。

7.6.3 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10的规定。

表 10 冷矫正和冷弯曲的最小曲率半径和最大弯曲矢高 单位: mm

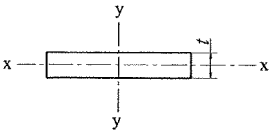
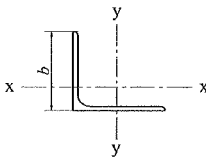
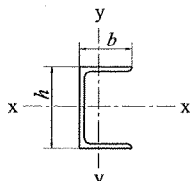
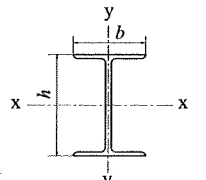
钢材类别	图例	对应轴	矫正		弯曲	
			r	f	r	f
钢板扁钢		x-x	$50t$	$L^2/400t$	$25t$	$L^2/200t$
		y-y (仅对扁钢轴线)	$100b$	$L^2/800b$	$50b$	$L^2/400b$

表 10 (续) 冷矫正和冷弯曲的最小曲率半径和最大弯曲矢高

单位: mm

钢材类别	图例	对应轴	矫正		弯曲	
			r	f	r	f
角钢		x-x	$90b$	$L^2/720b$	$45b$	$L^2/360b$
槽钢		x-x	$50h$	$L^2/400h$	$25h$	$L^2/200h$
		y-y	$90b$	$L^2/720b$	$45b$	$L^2/360b$
工字钢		x-x	$50h$	$L^2/400h$	$25h$	$L^2/200h$
		y-y	$50b$	$L^2/400b$	$25b$	$L^2/200b$

注: r 为曲率半径; f 为弯曲矢高; L 为弯曲弦长; t 为钢板厚度。

7.6.4 矫正和成型的允许偏差应符合表 11 的规定。

表 11 矫正后的允许偏差

单位: mm

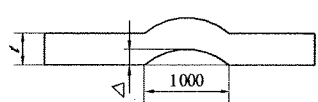
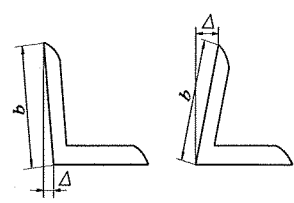
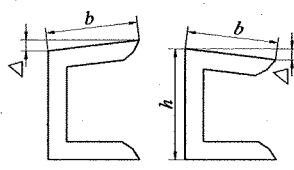
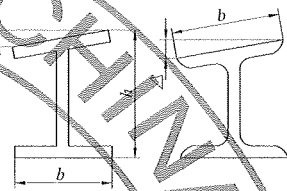
项 目	允许偏差值	图 例
钢板的局部平面度	$t \leq 14$ 1.5	
	$t > 14$ 1.0	
型钢弯曲矢高	$L/1000$, 且不大于 5.0	—
曲率半径	$r/250$, 且不大于 2.5	—
角钢肢的垂直度	$b/100$ 双肢栓接角钢的角度 不得大于 90°	
槽钢翼缘对腹板的垂直度	$b/80$	

表 11 (续) 矫正后的允许偏差 单位: mm

项 目	允许偏差值	图 例
工字钢、H 型钢翼缘板、 对腹板的垂直度	$b/100$, 且不大于 2.0	
注: b 为槽钢、工字钢、H 型钢翼缘板、角钢肢宽度; h 为槽钢、工字钢、H 型钢腹板高度; L 为型钢长度; t 为钢板厚度; r 为曲率半径。		

7.6.5 矫正后侧向直线度偏差和挠曲部分的长度之比不应大于 1/1 000, 且全长直线度偏差不应大于 4.0 mm。

7.7 焊接 H 型钢制作

7.7.1 焊接 H 型钢组对

- a) 翼缘板、腹板的拼接缝组对时, 其厚度方向对口错边量 $\Delta t \leq 0.1t$, 且不大于 1 mm (见图 1); 其宽度方向的对口错位量 Δb , 腹板不应大于 1.0 mm, 翼板不应大于 2.0 mm (见图 2);

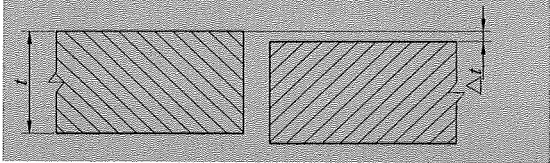


图 1 对接厚度错边量示意

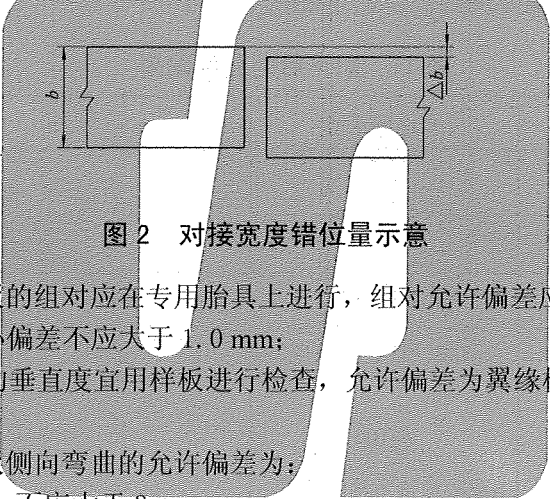


图 2 对接宽度错位量示意

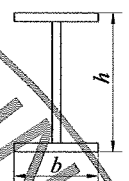
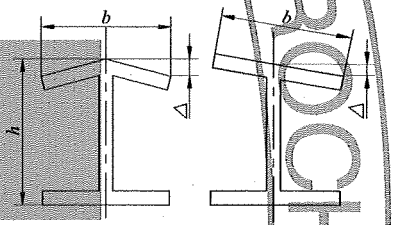
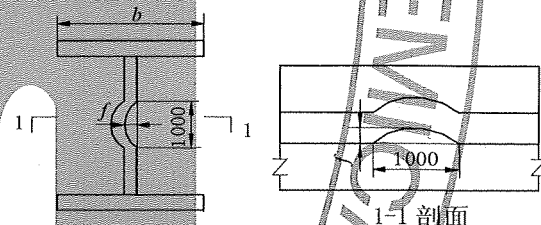
- b) H 型钢翼缘板和腹板的组对应在专用胎具上进行, 组对允许偏差应符合下列规定:
- 1) 翼板与腹板中心偏差不应大于 1.0 mm;
 - 2) 翼缘板对腹板的垂直度宜用样板进行检查, 允许偏差为翼缘板宽度的 1/100, 且不应大于 2.0 mm;
- c) H 型钢翼缘板和腹板侧向弯曲的允许偏差为:
- 1) 长度 $L \leq 6m$ 时, 不应大于 3 mm;
 - 2) 长度 $L > 6m$ 时, 不应大于 4 mm。

7.7.2 焊接 H 型钢焊接及矫形

- a) 焊接 H 型钢的焊接应符合本规程 11 章的规定;
- b) 翼缘板和腹板应先进行拼接焊缝的焊接, 并在长度方向留有适当余量, 所有拼接缝焊后应进行矫平, 局部平面度允许偏差应符合表 12 的规定;
- c) 组焊成构件的 H 型钢柱, 应在翼缘板上做出中心线标记;
- d) 焊接 H 型钢翼缘板和腹板组焊完毕后应进行矫形, 矫形后 H 型钢的尺寸、外形质量应符合表 12 的规定。

表 12 焊接 H 型钢的允许偏差

单位: mm

项 目		允许偏差值	图 例
截面高度 h	$h < 500$	± 2.0	
	$500 \leq h \leq 1000$	± 3.0	
	$h > 1000$	± 4.0	
截面宽度 b		± 3.0	
腹板偏心度 e		± 2.0	
翼缘斜度 Δ		± 2.0	
弯曲度		$L/1000$, 且不大于 5.0	—
扭曲度		$h/250$, 且不大于 5.0	—
腹板局部平 面度 f	$t < 14$	3.0	
	$t \geq 14$	2.0	
长度 L	$L \leq 6000$	± 3.0	—
	$L > 6000$	± 5.0	

7.8 管筒制作

7.8.1 管筒的制作应符合 JB/T 4735 的要求。

7.8.2 当管筒为钢结构主肢时,管筒纵向焊缝应避开节点板。当纵向焊缝不能避开节点板时,应按本规程 11.3.2 条要求将节点板覆盖部分及两端各延伸 100 mm 部分焊缝进行 100% 射线或超声检测。

7.9 箱型钢、十字钢制作

箱型钢、十字钢制作见附录 A。

7.10 构件制作

7.10.1 构件的组对宜在胎具上进行,组对允许偏差应符合下列规定:

- 牛腿、连接件的标高允许偏差为 2.0 mm,中心线偏差的允许值为 2.0 mm;
- 柱截面中心线与柱底板中心线偏移允许值为 2.0 mm;
- 有角度的连接板的组对,应采用样板检查。

7.10.2 构件端部铣平的允许偏差应符合表 13 的规定,外露铣平面应进行防锈保护。

7.10.3 高强度螺栓连接摩擦面的处理应符合本规程 12.2.2 条的规定。

表 13 端部铣平的允许偏差 单位: mm

项 目	允许偏差值
两端铣平时构件长度	± 2.0
两端铣平时零件长度	± 0.5
铣平面的平面度	0.3
铣平面对轴线的垂直度	$l/1\,500$
注: l 为铣平端面的测量长度。	

7.10.4 钢构件外形尺寸的允许偏差应符合表 14 的规定。

表 14 钢构件外形尺寸的允许偏差 单位: mm

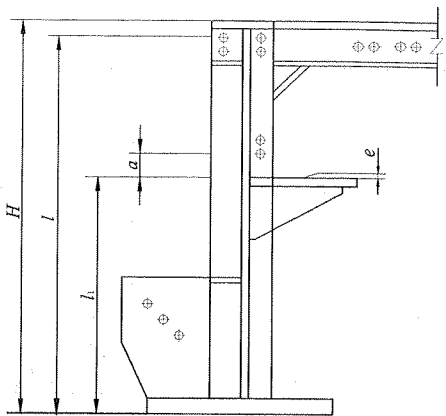
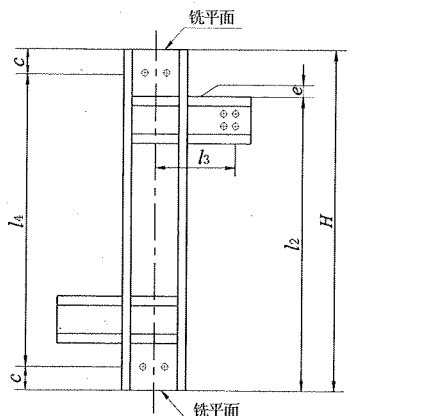
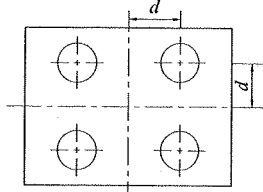
项 目		允许偏差值	图 例	
单 节 钢 柱	柱底面到柱端与梁连接的最上一个安装孔距离 l			
	柱底面到牛腿支承面距离 h			
	受力支托表面到第一个安装孔距离 a			
	柱身弯曲矢高			
	柱身扭曲	牛腿		3.0
其他处		8.0		
多 节 钢 柱	一节柱高度 H			
	两端最外侧安装孔距离 l_1			
	柱底铣平面到牛腿支承面的距离 l_2			
	铣平面到第一个安装孔距离 c			
	柱身弯曲矢高 f			
	一节柱的柱身扭曲			
	牛腿端孔到柱轴线距离 l_3			
	水平加劲肋的中心位置偏移			
柱和梁截面几何尺寸		连接处	± 3.0	
		其他处	± 4.0	
牛腿面的翘曲 e		2.0	—	
柱脚底板平面度		5.0	—	
柱脚螺栓孔中心线对柱轴线的距离 d		3.0		

表 14 (续) 钢构件外形尺寸的允许偏差

单位: mm

项 目		允许偏差值	图 例
柱和梁翼缘板对腹板的垂直度 Δ	连接处	1.5	
	其他处	$b/100$, 且不大于 5.0	
柱和梁截面几何尺寸	连接处	± 3.0	
	其他处	± 4.0	
梁长		0 -2.0	
受压构件(杆件)弯曲矢高		$l/1000$, 且不大于 10.0	

7.10.5 塔架构件制作应符合下列要求:

- 塔架主肢及腹杆采用不同厚度(或宽度)的钢板、不同直径的钢管或圆钢分别对接时, 均应有平滑的过渡段; 钢板过渡段长度应符合本规程 11.1.3 条的规定, 钢管或圆钢过渡段长度不应小于直径差的 2 倍;
- 主肢的柱脚底板焊接后, 其平面度不应大于 3.0 mm;
- 采用法兰连接的塔架结构, 法兰支撑面应平整, 承插法兰内径与钢管外径之差不得大于 4.5 mm, 且其组对间隙不得大于 3.0 mm;
- 两主肢上相互连接的法兰螺栓孔位置应相互对准, 中心偏差不得超过 2.0 mm。

7.11 零件、部件与构件出厂

7.11.1 构件制作完成后, 应标注醒目的件号, 零件、部件应妥善保管。

7.11.2 工厂化制造的零件、部件与构件出厂时, 制造单位应提交质量证明文件, 其内容包括:

- 原材料质量证明文件或试验、复验报告;
- 零件、部件、构件的产品检验记录;
- 无损检测报告;
- 高强度螺栓抗滑移系数试验报告;
- 防腐涂料涂装检验记录;
- 热处理报告;
- 构件预制清单;
- 制造图、安装图和相关二次设计文件。

7.11.3 构件经检查验收后, 应根据组装顺序分别存放。存放构件的场地应平整, 并垫置存放, 对易变形的构件应采取临时加固措施。

7.11.4 成捆绑扎的零件、部件与构件应有标牌, 装箱的零件和部件应有装箱清单, 重要的零件和部件还应有相关的安装说明文件等。

8 钢结构塔架、框架管廊和平台梯子拼装

8.1 一般规定

8.1.1 钢构件制作完成后, 宜成片或成框拼装成为空间刚度单元。

8.1.2 拼装前应对钢构件进行检查, 检查要求应符合本规程 10.1 条的规定。

8.1.3 钢构件拼装应在平整的刚性支撑面上进行。

8.2 塔架拼装

塔架分段拼装的允许偏差应符合表 15 的规定。

表 15 塔架分段拼装允许偏差

单位: mm

项 目	允 许 偏 差 值
上、下结合面长度差、宽度差	5.0
上、下结合面对角线差	10.0
竖面对角线长度差	10.0
截面对角线长度差	10.0
塔架分段高(长)度	±5.0
塔架分段主肢顶面相对高差	2.0

8.3 框架和管廊拼装

框架和管廊拼装的允许偏差应符合表 16 的规定。

表 16 框架、管廊安装(拼装)允许偏差

单位: mm

项 目		允 许 偏 差 值
柱轴线对行、列定位轴线的平行偏移和扭转偏移		3.0
柱实测标高与设计标高之差		±3.0
柱直线度		$H/1\,000$ ，且不大于 15.0
柱垂直度	$H<12\,000$	$H/1\,000$ ，不大于 10.0
	$12\,000\leq H<24\,000$	$H/1\,000$ ，不大于 20.0
	$24\,000\leq H<36\,000$	$H/1\,000$ ，且不大于 25.0
	$36\,000\leq H<48\,000$	≤30.0
	$H\geq 48\,000$	≤35.0
相邻层间两柱对角线长度差		5.0
相邻柱间距离		±3.0
梁标高		±3.0
梁水平度		$L/1\,000$ ，且不大于 5.0
梁中心位置偏移		2.0
相邻梁间距		±4.0
竖面对角线长度差		15.0
任一截面对角线长度差		15.0
注： L 为梁的长度， H 为柱子高度。		

8.4 钢平台、钢梯和防护栏杆拼装

钢平台、钢梯和防护栏杆外形尺寸的允许偏差应符合表 17 的规定。

表 17 钢平台、钢梯和防护钢栏杆形状与尺寸的允许偏差

单位: mm

项 目	允许偏差值	图 例
平台长度和宽度	± 5.0	
平台对角线差 $ h-l $	6.0	
平台支柱高度	± 3.0	
平台支柱弯曲矢高 f	5.0	
平台表面平面度 (1 000 范围内)	6.0	
梯梁长度 l	± 5.0	
钢梯宽度 b	± 5.0	
钢梯安装孔距离 a	± 3.0	
钢梯纵向挠曲矢高	$l/1\,000$	
踏步 (棍) 间距 a_1	± 5.0	
栏杆高度	± 5.0	
栏杆立柱间距	± 10.0	

9 基础验收及处理

9.1 钢结构安装前, 建设/监理单位应组织基础施工单位和钢结构安装单位进行基础中间交接验收, 验收合格后方可交付安装。

9.2 基础验收应符合下列规定:

- 基础上应有明显的标高基准线, 纵、横中心线;
- 基础外观不得有裂纹、蜂窝、空洞及露筋等缺陷;
- 基础混凝土强度应达到设计文件要求的75%, 周围土方应回填, 并夯实平整;
- 预埋螺栓的螺纹部分应无损伤, 并应涂油脂保护;
- 基础及地脚螺栓位置的允许偏差应符合表18的规定。

表 18 基础及地脚螺栓位置的允许偏差

单位: mm

检 查 部 位			允 许 偏 差 值
塔架结构的基础中心			20.0
塔架主肢基础支承面中心			5.0
框架或管廊柱子基础支承面中心			3.0
框架或管廊相邻两钢柱基础中心间距			±3.0
一次浇筑的基础支承面标高			0 -10
无垫铁安装支承面	标高		±3.0
	水平度		$L/1\ 000$
支承面埋件	标高		+5.0 0
	平直度	$L\leq 500$	3.0
		$L>500$	5.0
垫铁或混凝土垫块 支承面标高	同一支承面		±1.0
	不同支承面		±2.0
地脚螺栓	螺栓中心距（在根部和顶部两处测量）		±2.0
	螺栓中心对基础轴线距离		2.0
	顶端标高		+10 0
	螺纹长度		+30 0
注：L 为支承面长度。			

9.3 验收完毕后应对钢结构基础进行下述保护和处理:

- 钢结构安装前, 宜对基础表面进行麻面处理;
- 对钢结构预埋螺栓应进行保护。

10 钢结构安装

10.1 钢构件复查

10.1.1 安装前应对钢构件进行复查, 合格后方可进行安装。

10.1.2 钢构件复查要求如下:

- 构件应在明显位置标有构件标记;
- 框架及管廊的钢柱、塔架主肢等主要构件的中心线及标高基准点等标记应齐全;
- 运输、堆放和吊装等造成的钢构件变形及涂层脱落, 应按照预制质量要求矫正和修补;
- 高强度螺栓摩擦面应平整, 保持干燥、整洁, 不应涂油漆。

10.2 垫铁

10.2.1 用垫铁安装时, 基础表面应凿麻, 垫铁设置处应铲平, 铲平部位水平度应符合本规程表18的规定。

10.2.2 垫铁设置应符合下列要求:

- 垫铁组应设置在靠近地脚螺栓（锚栓）的柱脚底板加劲板或柱肢下, 每个地脚螺栓（锚栓）侧设置 1 组~2 组垫铁, 每组垫铁的垫铁数不宜超过 4 块;
- 斜垫铁应成对使用, 搭接长度不小于全长的3/4, 斜垫铁下面应有平垫铁;
- 垫铁表面的油污等应清除干净, 垫铁与基础面和柱底面的接触应平整、紧密。

10.2.3 构架整体找正完成后，垫铁间应定位焊固定。

10.3 塔架安装

10.3.1 塔架最下节的组装应在基础验收合格后进行。

10.3.2 采用扳转法安装的塔架，铰腕不应受轴向力的作用，并应在组装完底部第一节后，进行扳转试验，确认符合施工技术文件要求后，方可继续安装。

10.3.3 塔架在整体吊装、扳转或分段吊装前，应将底部和吊点部位作刚性封固。分段吊装前还应校准两段塔架间的相互连接尺寸。

10.3.4 塔架构件的组对间隙不宜大于 1.5 mm。

10.3.5 塔架任一分段组装或散装成段后，其尺寸允许偏差应符合本规程表 15 的规定。

10.3.6 塔架各杆件焊接后，主肢直线度偏差不应大于杆体长度 $1/1\,000$ ，且不大于 4.0 mm，其他杆件的允许偏差应符合下列规定：

- a) 杆长 $L \leq 10\text{m}$ 时，直线度为 5.0 mm；
- b) 杆长 $L > 10\text{m}$ 时，直线度为 8.0 mm。

10.3.7 塔架平台梁的中心位置、水平度和梁顶面标高允许偏差应符合下列规定：

- a) 中心位置允许偏差为 4.0 mm；
- b) 水平度为梁长的 $1/1\,500$ ，且不大于 5.0 mm；
- c) 同跨间内同一横截面内梁顶面标高允许偏差为 $\pm 3.0\text{ mm}$ 。

10.3.8 塔架安装后的垂直度及高度允许偏差应符合表 19 的规定。

表 19 塔架总装后垂直度及高度允许偏差

单位：mm

项 目		允许偏差值
垂直度	高度 $\geq 60\,000$	$l/1\,500$ ，且不大于 25
	高度 $< 60\,000$	$l/3\,000$ 加 5，且不大于 50
总高度 l		± 50.0

10.4 框架和管廊安装

10.4.1 框架和管廊结构安装前，应根据制作构件明细表逐件清点，检查合格后方可安装。

10.4.2 框架的安装可采用地面拼装和组合吊装的方法施工。已安装的结构应具有稳定性和空间刚度。

10.4.3 管廊宜在地面拼装成片，检查合格后成片吊装。

10.4.4 铰平面应接触均匀，接触面积不应小于 75%。

10.4.5 框架的节点采用焊接连接时，宜设置安装定位螺栓。每个节点定位螺栓数量不得少于 2 个。

10.4.6 地面拼装的框架和管廊结构焊缝需进行无损检测和返修时，无损检测和返修应在地面完成，合格后方可吊装。

10.4.7 框架节点采用高强度螺栓连接时，按下列要求执行：

- a) 每个安装节点临时螺栓和冲钉的数量应由计算确定，但每个节点的临时螺栓不得少于 2 个，冲钉数量不宜超过临时螺栓数量的 30%；
- b) 安装螺栓的长度，应以螺栓拧紧后露出 2 个~3 个螺距为宜；
- c) 承受剪力载荷的螺栓，其螺纹不应在受剪范围之内；
- d) 拧紧节点螺栓，应从中心到边缘按顺序对称拧紧；
- e) 设计文件要求顶紧的节点，接触面不应少于 75% 紧贴，且边缘最大间隙不应大于 0.8 mm。

10.4.8 当设计文件无要求时，框架和管廊安装的允许偏差应符合本规程表 16 的规定。

10.4.9 在安装的框架和管廊上施加临时载荷时，应经验算。

10.5 钢平台、钢梯和防护栏安装

10.5.1 钢平台、钢梯和防护栏杆应尽量在地面拼装成段或整体。

10.5.2 钢平台、钢梯和防护栏杆的扶手应平直，其安装的允许偏差应符合表 20 的规定。

表 20 钢平台、钢梯和防护栏杆安装的允许偏差

单位: mm

项 目	允 许 偏 差 值
平台高度	± 15.0
平台梁水平度	$l/1000$, 且不大于 20.0
平台支柱垂直度	$h/1000$, 且不大于 15.0
承重平台梁侧向弯曲	$l/1000$, 且不大于 10.0
直梯垂直度	$l/1000$, 且不大于 15.0
斜梯踏步水平度	5.0
栏杆高度	± 5.0
栏杆立柱间距	± 10.0

注: h 为平台支柱高度, l 为直梯和平台梁长度。

10.6 压型金属板安装

10.6.1 压型金属板应在支撑构件上可靠搭接。当设计文件中对搭接长度、宽度无要求时, 应不小于表 21 规定的数值。

表 21 压型金属板在支撑构件上的搭接长度与宽度

单位: mm

项 目			最小搭接尺寸
宽度方向			1.5 波距
长 度 方 向	截面高度大于 70	屋面	400
		墙面	150
	截面高度小于或等于 70	屋面坡度小于 1/10	300
		屋面坡度大于或等于 1/10	250
		墙面	150

10.6.2 压型金属板安装应平整、顺直, 板面不应有施工残留物和污物。檐口和墙面下端应呈直线, 不应有未经处理的孔洞。

10.6.3 压型金属板安装的允许偏差应符合表 22 的规定。

表 22 压型金属板安装的允许偏差

单位: mm

项 目	允 许 偏 差 值
屋面	檐口与屋脊的平行度
	压型金属板波纹线对屋脊的垂直度
	檐口相邻两块压型金属板端部错位
	压型金属板卷边板件最大波浪高
墙面	墙板波纹线的垂直度
	墙板包角线的垂直度
	相邻两块压型金属板的下端错位

注: L 为屋面半坡或单坡的长度; H 为墙面高度。

10.7 其他构件安装

10.7.1 管筒现场组装前, 应按施工技术文件要求设置防止筒体变形支撑点。

10.7.2 管筒安装后的垂直度及高度允许偏差应符合下列规定:

- 高度小于或等于 60 m 时, 垂直度为高度的 1/1 500, 且不大于 25 mm;
- 高度大于 60 m 时, 垂直度为高度的 1/3 000 加 5.0 mm, 且不大于 50 mm;
- 管筒安装完毕后, 总高度允许偏差为 ± 50.0 mm。

10.7.3 独立式管筒结构的直线度不应大于管筒高度的 1/1 000, 且不大于 15 mm。

10.7.4 管筒上波形补偿器的安装应符合下列规定:

- 筒口周长允许偏差为 ± 6 mm;
- 在焊接波形补偿器内部套管前, 焊缝应做煤油渗透试验。

10.7.5 钢构件安装螺栓孔不得用气割扩孔。已安装构件应按施工程序及时找正。不得在未经找正的构件上安装设备及管道等。

10.7.6 当设计文件规定钢桁架的拱度要求时, 桁架跨中拱度的允许偏差为桁架长度的 1/5 000; 当设计文件未要求起拱时, 桁架跨中拱度的允许偏差为 ± 10 mm。

10.7.7 吊车梁和吊车桁架不得下挠。

11 钢结构焊接和热处理

11.1 焊接准备

11.1.1 焊接材料存放应符合下列规定:

- 控制焊接材料库的温度和湿度, 库内温度宜为 5℃~30℃, 相对湿度不应大于 60%;
- 焊接材料应按牌号和规格分别存放, 存放位置与地面和墙面的距离不小于 300 mm。

11.1.2 焊接材料除应符合本规程 5.1 条、5.3 条要求外, 尚应符合下列要求:

- 应按施工技术文件的要求进行焊条、焊剂烘烤;
- 焊条烘干后应放在 100℃~150℃的恒温箱中随用随取, 领出的焊条应在保温筒内存放, 且不应超过 4 小时;
- 焊丝在使用前应清除油污、锈蚀。

11.1.3 不等厚对接焊件的组对应按图样要求进行, 当坡口处相对厚度差 $\Delta t \geq 3.0$ mm 时, 应按图 3 进行削边处理, 其中削薄长度 $L \geq 4\Delta t$ 。

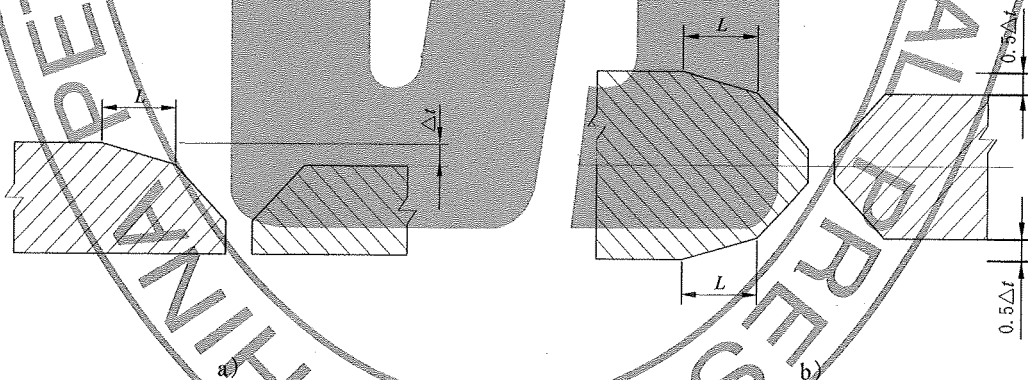


图 3 不等厚焊件的削边处理

11.1.4 等厚对接焊件的错边量不应大于板厚的 10%, 且不应大于 2.0 mm。

11.1.5 焊接接头坡口两侧各 20 mm 范围内应清除污物和锈蚀。

11.1.6 预热应在焊道中心两侧各不小于 2 倍焊件厚度且不小于 100 mm 的范围内进行, 预热温度应根据焊接的材质、厚度、接头拘束度及环境等因素, 经焊接工艺评定确定。碳素钢及低合金钢的预热温度参见表 23。

表 23 推荐的焊前预热温度

钢材种类	钢材厚度 t mm	焊接环境温度 ℃	预热温度 ℃
碳素钢	$20 \leq t \leq 30$	-20~0	50~100
	$30 < t \leq 38$	-20~0	75~125
	$t > 38$	-20~0	100~150
低合金钢	$25 \leq t \leq 32$	-10~0	75~125
	$t > 32$	-10~常温	100~150

11.1.7 钢结构拼接对接接头处应设置引弧板和息弧板。

11.2 焊接要求

11.2.1 发生下列情况之一且无防护措施, 不得施焊:

- a) 焊条电弧焊时, 风速大于或等于 8 m/s; 气体保护焊时, 风速大于或等于 2 m/s;
- b) 雨、雪环境;
- c) 相对湿度大于 90%;
- d) 碳素钢焊接环境温度低于 -20 ℃; 低合金钢焊接环境温度低于 -10 ℃。

11.2.2 定位焊应符合下列要求:

- a) 定位焊应与正式焊接的焊接工艺相同, 或经评定合格的工艺;
- b) 焊缝长度宜为 30 mm~50 mm, 间距宜为 300 mm~400 mm;
- c) 焊缝厚度为设计厚度的 1/2~2/3。当构件刚度和拘束度较大或承受载荷时, 定位焊缝的长度和焊缝厚度应适当增加。

11.2.3 施工技术文件中未要求进行预热的焊件, 当焊件温度低于 0 ℃时, 应在始焊处 100 mm 范围内预热至 15 ℃以上。

11.2.4 焊接 H 型钢翼缘板、腹板的对接焊缝、T 型接头焊缝和筒形结构的纵缝、环缝宜采用埋弧焊, 其他钢结构的焊缝宜采用 CO₂ 气体保护焊, 并均应控制焊接变形。

11.2.5 与母材焊接的工卡具材质应与母材相同或同一类别号。拆除工卡具时不应损伤母材, 拆除后应将残留焊疤打磨修整至与母材表面平齐。标准抗拉强度下限值 R_m 大于或等于 540 MPa 的钢材工卡具拆除打磨后应按 JB/T 4730.4 或 JB/T 4730.5 的规定进行表面无损检测, 以无线性缺陷为合格。

11.2.6 焊条电弧焊时, 不得在坡口以外的母材表面引弧。焊接中应注意引弧和熄弧处的质量, 收弧时应将弧坑填满。多层焊的层间接头应错开。

11.2.7 对焊接线能量有控制要求的, 应按照施工技术文件进行控制。

11.2.8 为减少焊接变形, 可根据构件焊缝情况, 选择适当的焊接方法控制变形, 如采用对称焊、退步焊、间断焊等方法。根据焊缝布置的位置, 应制定合理的焊接顺序, 按要求施焊。

11.3 焊接质量检验

11.3.1 外观检验

11.3.1.1 焊缝金属表面不得有裂纹、夹渣、焊瘤、烧穿、弧坑等缺陷, 其外观质量还应分别满足表 24、表 25、表 26 及表 27 的规定。

表 24 焊缝外观质量检验标准

焊缝等级		一级	二级	三级
质量标准	裂纹、夹渣、焊瘤、烧穿、弧坑	不允许	不允许	不允许
	气孔	不允许	不允许	直径小于或等于1.0 mm的气孔,在1 000 mm长度范围内不得超过5个。
	不要求修磨焊缝的咬边	不允许	深度不超过0.5 mm,累计总长度不超过焊缝长度的10%,连续长度不超过100 mm。	深度不超过0.5 mm
	要求修磨焊缝的咬边	不允许	不允许	—

表 25 对接焊缝余高允许偏差

单位: mm

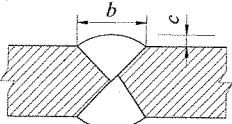
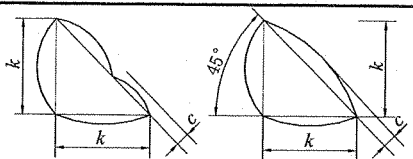
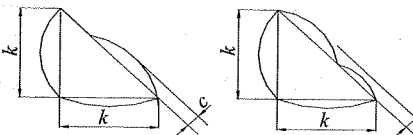
项 目	示 意 图	允许偏差值		
		一级	二级	三级
焊缝余高 c	 $b < 20$	0~2	0~2	0~3
	$b \geq 20$	0~3	0~3	0~4

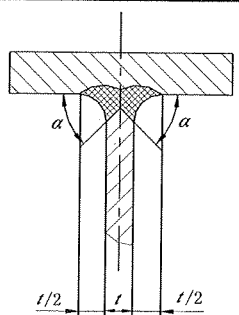
表 26 贴角焊缝尺寸允许偏差

单位: mm

项 目	示 意 图	允许偏差值	
		$k \leq 6$	$k > 6$
焊脚高度 k		$+1.5$ 0	$+3.0$ 0
焊缝余高 c		$+1.5$ 0	$+2.0$ 0

k 大于 8 时,贴角焊缝的局部焊脚尺寸,允许比设计的要求值低 1.0 mm,但缺陷部分总长不得超过焊缝总长的 10%。

表 27 T 型接头 K 形焊缝尺寸允许偏差

示 意 图	允许偏差值	
	角度 α ($^{\circ}$)	焊脚高度 mm
	± 5	$+1.5$ 0

注: t 为薄板厚度。

11.3.1.2 焊缝观感质量应成型良好，焊缝与母材平滑过渡，焊渣及飞溅物清理干净。

11.3.2 无损检测

11.3.2.1 设计文件要求全焊透的一、二级焊缝应采用超声检测进行内部缺陷的检验。超声波检测不能对缺陷做出判断时，应采用射线检测。其内部缺陷分级及检测方法应符合JB/T 4730.3或JB/T 4730.2的规定。

11.3.2.2 一级、二级焊缝的检测比例及评定等级应符合表28的规定，其中检测比例计算应按下述规定执行：

- a) 对工厂化制造的焊缝，应按每条焊缝计算百分比，且检测长度应不小于200 mm，当焊缝长度不足200 mm时，应对整条焊缝进行检测；
- b) 对现场安装焊缝，应按同一类型、同一施焊条件的焊缝条数计算百分比，检测长度应不小于200 mm，并应不少于1条焊缝。

表28 一级、二级焊缝检测比例及评定等级

焊缝质量等级		一级	二级
超声检测	评定等级	I	II
	检验等级	B级	B级
	检测比例	100%	20%
射线检测	评定等级	II	III
	检验等级	AB级	AB级
	检测比例	100%	20%

11.3.2.3 要求无损检测的焊缝，若被其他构（部）件覆盖或由于邻近构（部）件的安装影响无损检测时，应在无损检测合格后，方可覆盖或安装邻近（部）件。

11.3.2.4 无损检测应在焊缝外观及外形尺寸检查合格后进行；低合金钢的焊缝应在焊完24 h后进行无损检测。

11.3.2.5 当局部检测焊缝发现超标缺陷时，对该焊工的不合格焊缝加倍检测，加倍检测如仍有超标缺陷时，再加倍检测，仍有超标缺陷则应对该焊工施焊的同一批焊缝进行100%检测。

11.3.2.6 当设计文件无规定，且H型钢翼缘板的拼接缝采取45°对接的熔透焊时，可不进行无损检测。

11.3.2.7 对检测不合格的焊缝应进行返修，返修后应重新进行无损检测，并按原评定等级评定，直至合格。

11.4 热处理

11.4.1 热处理应在焊缝外观质量检查 and 无损检测合格后进行。

11.4.2 大风和雨、雪环境，无防护措施时，不得进行热处理。

11.4.3 对热处理易发生变形的构件，事先应采取支撑或加固等措施。

11.4.4 设计文件无要求时，热处理可按表29进行。

11.4.5 焊缝局部热处理时，加热范围应为焊缝两侧各不小于钢材厚度的2倍且不小于100 mm，加热区以外100 mm范围内应予以保温。

12 紧固件连接

12.1 普通螺栓连接

12.1.1 普通螺栓作为永久性连接螺栓时，当设计文件有要求时，应进行螺栓实物最小拉力载荷复验，试验方法按GB 50205—2001附录B，其结果应符合GB/T 3098.1的规定。

12.1.2 永久性普通螺栓紧固应牢固、可靠，外露丝扣不应少于 2 个螺距。

表 29 推荐的焊后热处理工艺参数

钢 号	需焊后热处理的厚度 mm		焊后热处理温度 ℃	恒温时间 h	升温速度 ℃/h		降温速度 ℃/h	
	焊前 不预热	焊前 预热			<300℃	≥300℃	≥300℃	<300℃
Q235、Q245R	>32	>38	580~620	当钢材厚度 $t \leq 50\text{mm}$ 时，为 $t/25$ 当钢材厚度 $t > 50\text{mm}$ 时，为 $1.5+t/100$	不限	不得超过 5 000/ t ，且 不得超过 200，最小 可为 50	不得超过 6 500/ t ， 且不得超 过 260，最 小可为 50	空中自然冷却
Q345、Q345R	>30	>34	600~640					
Q390	>28	>32	540~580					

12.2 高强度螺栓连接

12.2.1 钢结构制作和安装单位应按 GB 50205—2001 附录 B 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，现场处理的构件摩擦面应单独进行摩擦面抗滑移系数试验，合格后方可进行安装。

12.2.2 高强度螺栓连接前，应以细钢丝刷除去摩擦面的浮锈，构件表面应保持干燥、整洁，不应有飞边、毛刺、焊接飞溅物、焊疤等缺陷。除设计文件另有规定外，摩擦面不得涂漆。

12.2.3 高强度螺栓不得做临时螺栓使用。

12.2.4 紧固高强度螺栓的测力扳手，应在作业前校正，且应在每拧完 100 个螺栓后校正一次，其扭矩误差不得大于 $\pm 3\%$ 。

12.2.5 高强度螺栓安装时，穿入方向应一致，且不得强行穿入；高强度螺栓孔不得采用气割扩孔，机械扩孔应征设计同意，并取得确认文件。

12.2.6 高强度螺栓的拧紧应在同一天完成。拧紧分为初拧、复拧和终拧，初拧、复拧扭矩值各为终拧扭矩值的 50%，设计文件无规定时，终拧扭矩值按公式 (1) 计算。

$$T_c = K \cdot P_c \cdot d \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

T_c —— 终拧扭矩值，N·m；

K —— 扭矩系数，取 0.13；

P_c —— 标准预拉力值，kN；

d —— 螺栓公称直径，mm。

12.2.7 高强度螺栓应按照一定顺序施拧，宜由螺栓群中央顺序向外拧紧。

12.2.8 用扭矩扳手终拧的螺栓，应用经过标定的扭矩扳手抽查扭矩值，抽查数量为该节点螺栓总数的 10%，且不少于 1 个。检验所用的扭矩扳手其扭矩精度误差应不大于 3%。如发现不合格，应扩大检查 10%。如仍有不合格，则整个节点的高强度螺栓应重新拧紧。

12.2.9 扭剪型高强度螺栓，初拧（复拧）后的高强度螺栓应用颜色在螺母上涂上标记，然后用专用扳手终拧，以拧掉尾部梅花卡头为终拧结束，但断裂位置只允许在梅花卡头与螺纹连接的最小截面处。除因构造原因无法使用专用扳手终拧掉梅花头者外，未在终拧中拧掉梅花头的螺栓数不应大于该节点螺栓数的 5%，对所有梅花头未拧掉的扭剪型高强度螺栓连接副应采用扭矩法或转角法进行终拧并作标记。

12.2.10 扭矩检查应在螺栓终拧后 1 h~48 h 内完成，且按附录 A 的规定进行终拧扭矩检查。

12.2.11 高强度螺栓安装完毕后，应用锤击法对高强度螺栓逐个进行检查，不得有漏拧螺栓。锤重宜

为 0.25 kg~0.50 kg。

13 钢结构涂装

13.1 钢结构防腐涂装

13.1.1 设计文件无规定时, 钢结构构件的除锈方法、除锈等级应按SH/T 3606《石油化工涂料防腐工程施工技术规程》要求执行。

13.1.2 钢构件除锈完成且经检验合格后, 应在4 h内涂刷底漆, 否则应重新进行除锈处理。

13.1.3 钢结构涂料涂装工艺和质量要求应分别符合SH/T 3606《石油化工涂料防腐工程施工技术规程》和SH/T 3548《石油化工涂料防腐工程施工质量验收规范》的规定。

13.1.4 预制钢构件涂底漆前, 下列部位不得涂刷底漆:

- a) 高强度螺栓连接摩擦面和螺纹表面;
- b) 全封闭的构件内表面;
- c) 柱脚底板与基础接触面;
- d) 组装标记、安装焊缝两侧各50 mm范围内的构件表面;
- e) 设计文件要求不涂漆的部位。

13.1.5 焊缝未经检验, 焊缝及其两侧各50 mm钢材表面不得涂刷任何涂料。

13.1.6 构件表面有结露时不得进行涂装。涂装后4 h内不得淋雨。

13.1.7 高强度螺栓连接处的防腐处理应符合设计文件要求, 当设计文件无要求时, 应在螺栓头、螺母、垫圈和连接板周边涂以快干红丹漆封闭, 也可涂以与构件底漆相同或相近的厚涂型涂料封闭。

13.1.8 塔架结构的管筒形构件敞口处, 应封口保护并涂漆。

13.1.9 铣平的钢构件端面应涂刷清漆并加以保护。

13.1.10 涂装完毕后, 宜在构件上重新标注构件原编号。

13.2 钢结构防火涂装

13.2.1 钢材表面除锈及防锈底漆涂装应符合本规程 13.1.1 条规定。钢结构的防火涂装质量应符合设计文件和SH 3137的要求。

13.2.2 防火层施工前将钢结构的地脚螺栓和螺母表面用防水玛蹄脂做防腐保护。地脚螺栓与筋板间隙用松散保温材料(如矿物棉、硅酸铝等)填塞。

13.2.3 钢结构防火涂料的粘结强度、抗压强度应符合GB 14907的规定。薄涂型防火涂料的涂层厚度应符合设计的耐火极限要求。厚涂型防火涂料的涂层厚度, 80%及以上面积应符合设计的耐火极限要求, 且最薄处厚度不应低于设计文件要求的85%。

13.2.4 薄涂型防火涂料涂层表面裂纹的宽度不应大于0.5 mm; 厚涂型防火涂料涂层表面裂纹的宽度不应大于1 mm。

13.2.5 防火涂料涂装基层不应有油污、灰尘和泥砂等污垢。

13.2.6 防火涂料不应有误涂、漏涂, 涂层应闭合无脱层、空鼓、明显凹陷、粉化松散和浮浆等外观缺陷, 乳突应剔除。

14 施工过程技术文件

14.1 施工过程技术文件应与钢结构工程施工进度同步完成, 并应符合SH/T 3643的规定。

14.2 施工过程技术文件应符合下列规定:

- a) 数据应符合设计文件和技术标准要求;
- b) 施工过程技术文件应具有真实性、完整性、可追溯性, 且应及时向有关单位、部门报验;
- c) 责任人员签章齐全。

14.3 为后一工序覆盖的部位应进行隐蔽工程验收, 隐蔽工程应有相应的隐蔽记录。

14.4 钢结构安装工程按设计文件和合同规定范围全部完成后,应及时办理工程验收,并应对下列技术资料检查确认:

- a) 钢结构工程变更一览表及工程联络单;
- b) 钢结构基础复测记录;
- c) 钢材、连接材料和涂料等材料质量证明文件和试验、复验报告;
- d) 工厂化制造构件的产品质量证明文件;
- e) 高强度螺栓抗滑移系数试验报告和检查记录;
- f) 高强度螺栓连接检查记录;
- g) 隐蔽工程记录;
- h) 垫铁隐蔽记录;
- i) 超声检测报告;
- j) 射线检测报告;
- k) 钢吊车梁安装记录;
- l) 钢结构框架、管廊安装记录;
- m) 塔架、管筒安装检验记录;
- n) 防腐工程质量检查记录;
- o) 防火层施工检查记录;
- p) 其他有关文件和记录。

14.5 钢结构工程交工技术文件应按 SH/T 3503 和合同的规定,由责任单位编制,并向建设单位移交。

附录 A
(资料性附录)
箱型钢、十字钢的制作

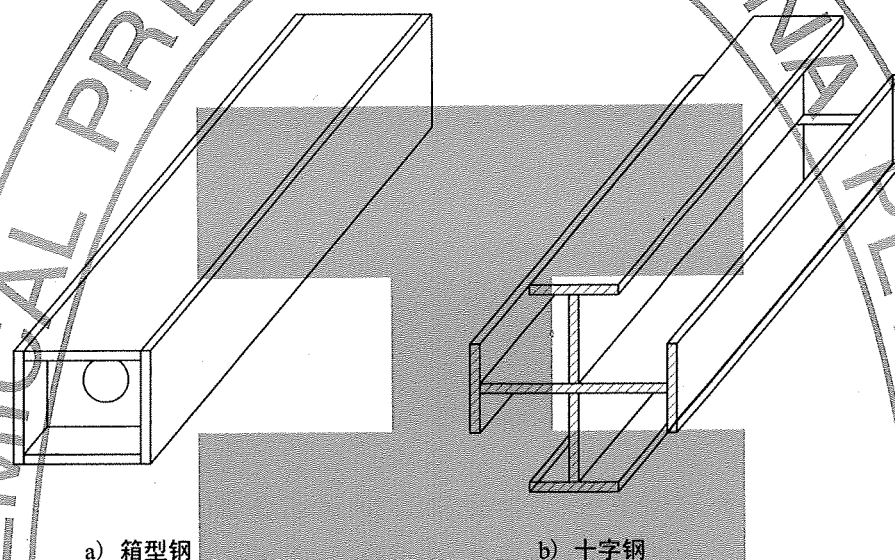


图 A.1 十字钢和箱型钢示意图

A.1 箱型钢制作

A.1.1 放样、下料

A.1.1.1 放样、划线应按加工工艺的要求预留加工余量和焊接收缩余量。

A.1.1.2 箱型钢箱体(见图 A.1 a))的四块主板宜采用多头自动切割机进行下料,其他零件的厚度大于 12 mm 可采用半自动切割机下料,小于或等于 12 mm 宜采用剪切下料。气割前应清除钢材切割区域表面的铁锈、污物等清理干净,气割后应清除熔渣和飞溅物。

A.1.2 坡口加工

A.1.2.1 根据焊接工艺要求,采用半自动切割机或刨边机加工坡口。坡口分为全熔透型和非全熔透型两种形式。为保证焊接质量,全熔透坡口的长度应在与非全熔透坡口相邻处适当加长。

A.1.2.2 坡口切割后,所有的熔渣和氧化皮等杂物应清理干净,并对坡口进行检查,如果切割后的沟痕超过了气割的允许偏差,应用施工技术文件规定的焊条进行修补,并与坡口面打磨平齐。

A.1.3 矫正

下料后零件、部件的变形可用机械矫正,也可采用火焰矫正的方法进行矫正,火焰矫正的温度不得超过 900 ℃。

A.1.4 工艺隔板的制作

A.1.4.1 组装箱体用工艺隔板应铣端,以保证箱形的方正和定位,并防止焊接变形。

A.1.4.2 工艺隔板的制孔应按本规程 7.5 条规定执行。

A.1.5 箱体组装

A.1.5.1 组装箱体前应将焊接区域范围内的氧化皮、油污等杂物清理干净。

A.1.5.2 箱体组装时,应按正式焊接的工艺进行定位焊焊接,且不得在母材上引弧。

A.1.5.3 箱体应先组装槽形,根据箱体截面积大小确定槽形组装主板,当截面不小于 800 mm×800 mm

时,可选择任意一块箱体主板作为组装主板;当截面小于 $800\text{ mm}\times 800\text{ mm}$ 时,应选择与加劲板不焊一边相对的箱体主板作为组装主板。

A.1.5.4 在装配平台上将工艺隔板和加劲板组装在组装主板上,工艺隔板宜从距离主板两端头 200 mm 起设置,工艺隔板之间的距离为 $1\,000\text{ mm}\sim 1\,500\text{ mm}$ 。

A.1.5.5 槽形内的工艺隔板、加劲板与主板的焊接可采用焊条电弧焊或二氧化碳气体保护焊。

A.1.5.6 在工艺隔板、加劲板与组装主板焊接完毕后,将另两相对的箱体主板与组装主板组装成槽形。

A.1.5.7 在加强板的三条焊缝无损检测合格,且槽形检查无变形扭曲后,方可进行箱体盖板组焊。

A.1.5.8 箱体四条主焊缝的焊接应按照焊接工艺的要求施焊,焊接采用二氧化碳气体保护焊进行打底,埋弧自动焊填充盖面。

A.1.5.9 在四条主焊缝的两端应设置引弧和引出板,其材质和坡口型式应与主焊缝相同。埋弧焊的引弧和引出焊缝应大于 50 mm 。焊接完毕后应用气割切除引弧和引出板,并打磨平整,不得用锤击落。

A.1.5.10 对于板厚大于 50 mm 的碳素钢和板厚大于 36 mm 的低合金钢,焊接前应进行预热,焊后应进行后热。预热温度宜控制在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$,预热区在焊道两侧,每侧宽度均应大于焊件厚度的2倍,且不应小于 100 mm 。

A.1.5.11 箱体内加劲板最后一边待箱体主板封焊后用熔嘴电渣焊补焊。为了控制电渣焊焊接变形,宜采用两两加劲板焊缝对称施焊的方法。

A.1.6 矫正、箱体端头坡口加工

A.1.6.1 箱体组焊完毕后,如有扭曲或弯曲变形,应进行火焰矫正或机械矫正。

A.1.6.2 箱体扭曲的机械矫正采用将箱体的一端固定而另一端施加反扭矩的方法进行。

A.1.6.3 箱体矫正合格后进行端头坡口加工。

A.2 十字钢制作

A.2.1 下料

按加工工艺的要求预留加工余量和焊接收缩余量。宜采用多头切割机进行下料,也可采用半自动切割机或手工切割下料。

A.2.2 加工坡口

根据焊接工艺确定坡口型式。坡口宜采用刨边机加工,也可采用半自动切割机进行加工。切割后,所有的流挂、飞溅、棱边均应清除干净。

A.2.3 H型钢和T型钢部件制作

A.2.3.1 H型钢制作按本规程7.7条规定执行。

A.2.3.2 T型钢制作按下列规定进行:

- T型钢制作宜采用先组焊H型钢,然后从中间割开,形成两个T型钢的方法加工;
- 切割时,在中间和两端各预留 50 mm 不割断,待部件冷却后再切割;
- 切割后的T型钢进行矫直、矫平及坡口加工。

A.2.3.3 待H型钢、T型钢矫正完成后,应对其进行铣端。

A.2.4 十字钢组装

A.2.4.1 在十字钢(见图A.1b))组装前应先制作工艺隔板,以方便十字钢的装配和定位。工艺隔板与构件的接触面要求铣端,边与边之间应成 90° 直角,以保证十字钢截面的垂直度。

A.2.4.2 复查装配H型钢和T型钢外形尺寸及矫正情况,检查合格且清除焊接区域内所有铁锈、氧化皮、飞溅、毛边等杂物后,方可进行十字钢组装。

A.2.4.3 将H型钢放置在装配台上,工艺隔板装配到相应的位置。将T型钢放到H型钢上,利用工艺隔板进行初步定位。对于无工艺隔板而有翼缘加劲板的十字钢,先采用临时工艺隔板进行初步定位。

A.2.4.4 检查加劲板外形尺寸,合格后将加劲板装配好。

- A. 2. 4. 5 检查十字钢端面的对角线尺寸和垂直度以及端面的平整度。
 - A. 2. 4. 6 经检查合格后,点焊固定 T 型钢和 H 型钢。
 - A. 2. 4. 7 待十字钢焊接完成后,将临时工艺隔板去除。
 - A. 2. 5 十字钢焊接
 - A. 2. 5. 1 十字钢宜采用 CO₂ 气体保护焊进行焊接。
 - A. 2. 5. 2 焊接前应将十字钢底面垫平。焊接宜采用从中间向两边双面对称同时施焊,以减小焊接造成的弯曲或扭曲变形。
 - A. 2. 5. 3 十字钢焊接完成后,应将构件上的飞溅、焊疤、焊瘤及其他杂物清除干净。
 - A. 2. 6 十字钢矫正
 - A. 2. 6. 1 焊接完成后应用压力机进行机械矫正或采用火焰矫正。火焰矫正时,加热温度应控制在 900℃ 以下。
 - A. 2. 6. 2 扭曲变形矫正采用一端固定,另一端采用施加反扭矩的方法进行矫正。
 - A. 2. 6. 3 矫正完成后,对十字钢的上端进行铣端,以控制构件长度。
-

用 词 说 明

对本规程条文中要求执行严格程度用的助动词，说明如下：

（一）表示要求很严格、非这样做不可并具有法定责任时，用的助动词为“必须”（must）。

（二）表示要准确地符合规程而应严格遵守时，用的助动词为：

正面词采用“应”（shall）；

反面词采用“不应”或“不得”（shall not）。

（三）表示在几种可能性中推荐特别合适的一种，不提及也不排除其他可能性，或表示是首选的但未必是所要求的，或表示不赞成但也不禁止某种可能性时，用的助动词为：

正面词采用“宜”（should）；

反面词采用“不宜”（should not）。

（四）表示在规程的界限内所允许的行动步骤时，用的助动词为：

正面词采用“可”（may）；

反面词采用“不必”（need not）。

中华人民共和国石油化工行业标准

石油化工钢结构工程施工技术规程

SH/T 3607—2011

条文说明

2011 北 京

目 次

1 范围	35
4 总则	35
5 材料	35
5.1 一般规定	35
5.2 钢材	35
5.3 焊接材料	35
5.4 连接用紧固件	35
5.6 压型金属板	36
6 施工准备	36
7 钢结构工厂化制造	36
7.1 一般规定	36
7.2 排料	36
7.3 放样与号料	36
7.4 切割	36
7.5 制孔	36
7.6 矫正和成型	36
7.7 焊接H型钢制作	36
7.8 管筒制作	36
7.9 箱型钢、十字钢制作	36
7.10 构件制作	36
7.11 零件、部件与构件出厂	37
8 钢结构塔架、框架管廊和平台梯子拼装	37
8.2 塔架拼装	37
8.3 框架和管廊拼装	37
8.4 钢平台、钢梯和防护钢栏杆拼装	37
10 钢结构安装	37
10.3 塔架安装	37
10.4 框架和管廊安装	37
10.6 压型金属板安装	37
11 钢结构焊接和热处理	37
11.1 焊接准备	38
11.2 焊接要求	38
11.3 焊接质量检验	38
11.4 热处理	38
12 紧固件连接	38
13 钢结构涂装	38
13.1 钢结构防腐涂装	38
14 施工过程技术文件	39

石油化工钢结构工程施工技术规程

1 范围

为了保证标准间的一致性，本规程的适用范围与 SH 3507《石油化工钢结构工程施工质量验收规范》相同。

4 总则

4.3 本条规定了施工前施工单位应持有施工组织设计或施工方案等施工技术文件。

4.5 对焊工给出持证规定，焊工按照 GB 50236《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》、JGJ 81《建筑钢结构焊接技术规程》或《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》考试合格并取得合格证书，均可在其考试合格项目及其认可范围内施焊。

4.6 无损检测对整个钢结构施工的质量有着至关重要的影响，故对无损检测人员的资质提出要求。

4.7 对钢结构检验用计量器具给出规定。

4.8 强调工序交接的重要性。

4.9 由于受到运输和起吊等条件的限制，为了检验构件的整体性，通常设计文件规定或合同要求预拼装，预拼装的钢结构安装精度要求较高，故安装单位宜参加预拼装，在预拼装时可以较全面地检查构件制作质量；预拼装根据实际情况亦可在现场进行。

4.10 主要规定二次灌浆应及时。

4.11 构件制作前涂敷底漆是为了材料保护，同时亦有利环境保护。

5 材料

5.1 一般规定

5.1.1 进场的材料均应有质量证明文件，证明文件上应包括规格性能和设计文件要求提供的参数等，所有这些应符合产品标准和设计文件要求。

5.1.2 本条列出了材料不得使用的情况，出现的问题应由建设单位、设计、监理及责任方共同协商解决。

5.2 钢材

5.2.3 本条强调了有低温冲击韧性要求材料的验收；

5.3 焊接材料

5.3.1 焊接材料保存不当，不仅影响焊接性能而且可能对接头的理化性能造成影响，对于外观出现本条列出的情况的焊条不得在工程中使用。

5.3.2 由于不同的生产批号质量往往存在一定的差异，本条对于重要的钢结构工程的焊接材料的复验作出了明确规定。该复验应为见证取样、送样检验项目。本条中“重要”是指：

- a) 建筑结构安全等级为一级的、二级焊缝；
- b) 建筑结构安全等级为二级的一级焊缝；
- c) 大跨度结构中的一级焊缝；
- d) 重级工作制吊车梁结构中一级焊缝；
- e) 设计文件要求。

5.4 连接用紧固件

5.4.1 紧固件应随箱带有扭矩系数和紧固预拉力的检验报告，对高强度螺栓应按照 GB 50205—2001 附录 B 检验其扭矩系数，并出具报告，报告的内容应符合 GB 50205—2001 附录 B 要求，否则不得使用。

5.6 压型金属板

鉴于压型金属板系列产品越来越多地应用于石油化工钢结构工程中，故对压型金属板材料进行要求。

6 施工准备

6.1.1、6.1.2 强调图纸核查及设计交底的重要性，该两项工作做得好，可减少后续施工作业修改与澄清，起到事半功倍的效果。

6.1.4 技术交底应覆盖所有参与施工的相关人员，交底由施工单位技术质量人员进行，交底的内容应以审批完毕的施工技术文件为依据，做到“六个交清楚”：交清楚工程范围、交清楚施工工艺、交清楚技术要求、交清楚质量标准、交清楚安全措施、交清楚班组应提供的施工原始记录。

7 钢结构工厂化制造

7.1 一般规定

7.1.1 通常设计图纸并未达到工厂化制造的深度，如构件的拆分、节点的详细图样、材料的套裁等，故建议制造单位进行二次设计，以满足工厂化制造的需要。

7.2 排料

本条给出了排料时对焊缝间和开孔、支撑、加强点与焊缝间距离的要求。

7.3 放样与号料

7.3.1 a) 放样平台的质量对钢结构制作有着重要的影响，故本条放样平台提出要求。

7.3.3 塔架是石油化工装置中常见的钢结构，与其他钢结构的主要区别是存在大量的型钢在长度方向的对接，因此本条对塔架提出了额外规定。

7.4 切割

7.4.2 a) 本条对碳素钢和低合金钢的作业环境温度做出规定，是为了保证钢材的低温情况下受到外力时不至于产生冷脆断裂。

7.5 制孔

螺栓孔精度与螺栓的精度等级有关，故本条根据螺栓的精度等级给出了制孔精度要求，同时给出了不合格螺栓孔的修补方法，但是不合格的螺栓孔不能大批量出现，如有出现应更换该零部件。

7.6 矫正和成型

7.6.5 侧向直线度偏差是指与挠度方向成 90° 的直线度偏差。

7.7 焊接 H 型钢制作

由于钢结构工厂化制造程度的提高，一些钢结构制造厂具备 H 型钢制造条件，本条对用板材拼接的 H 型钢制作进行了规定。本条规定的 H 型钢质量要求符合 YB 3301 的规定。

7.8 管筒制作

管筒结构主要是指成管筒状的高耸结构物，如独立式烟囱、排气筒、火炬等，其特点是壁薄、长细比大，故组装和吊装是刚度往往不够，易变形，安装后还需要揽风绳固定。

7.8.1 管筒制作习惯上执行 JB/T 4735 的规定，故本规程中管筒制作要求不另作规定，而是直接给出执行标准。

7.8.2 当塔架主肢为管筒时，因管筒焊缝较多，故在制作管筒时应注意焊缝尽量避开节点板，如不能避开，则应加强检测，以保证焊缝质量。

7.9 箱型钢、十字钢制作

现阶段箱型钢、十字型钢在本行业内的使用正在逐步增加，但限于经验不足，本次编制以附录 A 简略介绍这两种型钢的制作程序和工艺。

7.10 构件制作

构件是由零件或由零件和部件组成的钢结构的基本单元,构件的制作质量直接影响钢结构的整体质量。

7.10.4 表 14 是对钢柱和梁外形尺寸偏差的通用规定,对于其他特殊的钢结构,如与表 14 所列举的内容有不同要求时,可不执行表 14 的规定。

7.11 零件、部件与构件出厂

7.11.1 本条是规定了构件制作完成后,应注明件号,件号的编制应有规律性,件号编制说明应在钢结构制作工艺文件中明确阐述;零件可以不编制件号,但应有明确的规格和数量,并应单独装箱(或装袋),另行存放。

7.11.2 h) 在二次设计文件中,应明确构件的安装位置和连接形式。

7.11.4 装箱清单应至少包括件号、数量、主要的规格和主要尺寸。

8 钢结构塔架、框架管廊和平台梯子拼装

8.2 塔架拼装

塔架分段拼装时,除了应控制该段总体外形尺寸外,还应控制上下结合面对应尺寸,以便总体组装的外形尺寸控制。

8.3 框架和管廊拼装

本条对石油化工中常见的框架和管廊拼装进行规定,由于拼装和安装执行基本相同的安装工序,故在原则上均应符合表 16 规定,表 16 中的标高是指相对于柱底的高度。

8.4 钢平台、钢梯和防护栏杆拼装

本条是对钢平台、钢梯和防护钢栏杆的拼装精度提出要求。按常规钢梯在制造厂拼装成成品件再进行现场安装;为避免长途运输而产生变形,钢平台和钢栏杆则制作成构件再进行现场安装。

10 钢结构安装

10.3 塔架安装

10.3.3 塔架底部和吊点部位作刚性封固是保证塔架安全吊装的重要措施,由于塔架的特殊性,如果不做加固,结构在吊装过程中容易产生变形而失稳,甚至酿成事故。

10.3.4~10.3.8 塔架组装尺寸偏差过大,会造成受力不均,难以达到设计要求的使用条件,所以对安装精度提出了要求。

10.4 框架和管廊安装

10.4.2、10.4.3 框架和管廊制作成框或成片后吊装可以大大加快施工进度,这种施工方法已经在施工中普遍采用,由于钢结构在吊装过程和使用过程中各个构件的受力情况不同,因此是在施工前应校核其结构的稳定性和刚度,必要时应有加固措施。

10.4.6 为了尽可能减少高空作业,强调无损检测尽量在地面上进行是必要的。

10.4.7 因为螺纹主要的作用是提供紧固力,螺杆是受剪力的主体,如果在施工过程中不注意此点,可能会由于螺纹处受到过大剪力,而引起质量事故。

10.6 压型金属板安装

10.6.1 压型金属板在支撑构件上可靠搭接是指压型金属板通过一定的长度与支撑构件接触,且在这一范围内有足够数量的紧固件将金属板和支撑构件连为一体。

10.6.2 压型金属板的主要作用就是防雨水,因此规定压型金属板安装应平整、顺直。为了排雨水顺畅,板面不应有施工残留物和污物,孔洞应做适当堵塞。

11 钢结构焊接和热处理

11.1 焊接准备

11.1.1 为了保证焊接质量,在焊接之前应根据本条进行100%检查,且应做相应的记录。

11.1.3 对于不等厚度的对接焊件应按本条规定进行削边,至于采用何种削边方式应根据具体情况而定。

11.1.6 焊接预热温度受材质、厚度、环境温度及接头拘束度等影响,具体按焊接工艺规程执行。表23给出了推荐的预热温度。

11.2 焊接要求

11.2.1 本条规定了几种不得施焊的环境,但只要采取适当的保护措施可以施焊。

11.2.3 由于温度较低,钢材表面容易出现凝结水,故在焊接前,应在施焊处100 mm范围内预热至15℃以上。

11.2.5 本条对使用的工卡具的材质进行了规定,除本条规定的材料以外不得作为工卡具使用,母材上的残留焊疤打磨修整至与母材表面平齐;

11.2.8 钢结构焊接很重要的一点就是控制焊接变形,根据实际情况采用合理的焊接顺序可以减少焊接变形,提高钢结构的施工质量。

11.3 焊接质量检验

11.3.2 无损检测

11.3.2.1 由于SH/T 3507—2005中焊缝分类型式实际可操作性不强,且通常焊缝类别均由设计规定,故本次修订将焊缝分类改为执行设计文件规定。钢结构的无损检测采用超声波检测,是因为超声波检测对各种型式的接头适应性好,对裂纹和未熔透的缺陷检测灵敏度高,当用超声波检测不能对缺陷做出判断时,应采用射线检测。

11.3.2.2 由于工厂化制造的焊缝长度一般较长,而现场安装的焊缝一般较短,故本条分别对工厂化制造和现场安装的检测长度进行了更细化的规定。

11.3.2.4 低合金结构钢焊缝的延迟裂纹延迟时间较长,随着时间延长,产生延迟裂纹的几率逐渐减小等因素,故本规程规定焊接完成24 h后方可进行无损检测。

11.3.2.6 H型钢翼缘板的45°斜接区别于腹板的45°斜接,腹板的45°斜接应进行无损检测,而翼缘板的45°斜接则可不进行无损检测。

11.4 热处理

11.4.2 由于大风和雨、雪环境对热处理的影响较大,因此对于上述情况,应在采取防护措施的前提下,方可进行热处理。

11.4.4 表30是推荐的热处理工艺,表中列出了常见钢结构材料的热处理参数。

12 紧固件连接

近年来,石油化工钢结构工程中紧固件连接得到普遍应用,本章对紧固件连接,尤其对高强度螺栓连接进行了较全面的规定。

13 钢结构涂装

13.1 钢结构防腐涂装

13.1.1 钢结构的使用耐久性与钢结构的除锈质量和防腐涂装有着极大的关系,锈蚀可以使钢构件表面层剥落而减薄,直接影响钢结构的使用寿命,因此涂装施工前应除锈。

13.1.2 金属表面在空气中长时间暴露,易再度锈蚀或污染,因此本条规定应在除锈后4 h内涂刷底漆,否则应重新进行除锈处理。

13.1.10 构件制作完成后均应有编号,涂装工程容易把原来的编号覆盖,造成安装阶段的构件混乱,因此在涂装工程完成后应注意及时恢复原编号,为了吊装施工方便,大型构件应重新标明重量、重心

位置、中心线和定位标记。

14 施工过程技术文件

14.1 施工过程技术文件与钢结构工程施工同步是为了从资料上及时准确的反映工程实体的施工质量情况。

14.4 本条规定了施工过程技术文件应包括的资料，项目还应根据自身管理和合同的要求增补施工过程控制资料。



中 华 人 民 共 和 国
石 油 化 工 行 业 标 准
石油化工钢结构工程施工技术规程
SH/T 3607—2011

*

中国石化出版社出版
中国石化集团公司工程标准发行总站发行
地址：北京市东城区安定门外大街 58 号
邮编：100011 电话：(010) 84271850
石化标准编辑部电话：(010) 84289937
读者服务部电话：(010) 84289974
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail: press@sinopec.com.cn
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 3 字数 81 千字
2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

*

书号：155114·0314 定价：35.00 元
(购买时请认准封面防伪标识)