



CECS 80 : 96

中国工程建设标准化协会标准

塔桅钢结构施工及验收规程

**Specification for the fabrication, erection
and inspection of steel structural and
guyed mast engineering**

中国工程建设标准化协会标准

塔桅钢结构施工及验收规程

CECS80 : 96

主编单位：同济大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

批准日期：**1998**年**5**月**30**日

前 言

现批准《塔桅钢结构施工及验收规程》**CECS80 : 96** 为中国工程建设标准化协会标准,推荐给各有关单位使用。在使用过程中,请将意见及有关资料寄交上海市四平路 **1239** 号同济大学中国工程建设标准化协会高耸构筑物委员会(邮编:**200092**),以便修订时参考。

中国工程建设标准化协会

1996 年 **5** 月 **30** 日

目 次

1	总则	(1)
2	材料	(2)
3	塔桅钢结构的制作	(3)
3.1	放样、号料和切割	(3)
3.2	校正、弯曲和边缘加工	(4)
3.3	组装	(5)
3.4	焊接	(6)
3.5	制孔	(9)
3.6	构件验收	(11)
3.7	构件发运	(12)
4	塔桅钢结构防腐处理	(13)
4.1	除锈	(13)
4.2	热浸镀锌	(13)
4.3	热喷涂锌、铝、复合涂层	(14)
5	塔桅钢结构的安装	(15)
5.1	一般规定	(15)
5.2	基础	(16)
5.3	运输和堆存	(17)
5.4	钢塔安装	(17)
5.5	桅杆安装	(20)
5.6	连接和固定	(20)
5.7	结构整体校正	(21)
6	工程验收	(22)
6.1	工程中间验收	(22)
6.2	工程竣工验收	(22)
6.3	竣工技术文件	(23)
	附加说明	(24)

1 总 则

1.0.1 在塔桅钢结构工程施工及验收中为了做到安全施工、确保质量,特制定本规范。

1.0.2 本规程主要适用于电视塔、微波塔、无线电桅杆及大气污染监测塔等塔桅钢结构工程,对输电线路塔、石油化工塔、排气及火炬塔、球场照明塔、水塔以及矿井架、车库、索道支架等钢结构工程也可参照使用。

1.0.3 塔桅钢结构施工与验收,除应符合本规范的规定外,对已制定有专业规范、规程的结构工程,尚应符合其专业特殊规定的要求。

1.0.4 塔桅结构的制作必须根据施工图进行。施工图应按设计图纸及技术要求编制,如制作时需修改设计图纸及技术要求,必须取得设计单位的同意,签署设计更改文件。

1.0.5 塔桅钢结构在安装前,施工单位应按设计文件和施工图的要求编制施工组织设计(或施工方案)。

1.0.6 制作和安装以及质量检查所用量具、检测仪器等均应具有相应的精度,并应定期送计量部门鉴定。

1.0.7 制作和安装过程中,应严格按工序检验合格后,方能进行下道工序的作业。

1.0.8 塔桅钢结构的制作和安装,应遵守国家现行的劳动保护和安全技术等方面的有关规定。对于在高度 **30m** 及以上的塔桅钢结构上进行施工作业者,要具有登高作业证,并应编制有关安全措施。

2 材 料

2.0.1 钢材质量应符合现行的国家标准《普通碳素结构钢技术条件》(GB700—79)、《低合金结构钢技术条件》(GB1591—79)和《桥梁用碳素钢及普通低合金钢钢板技术条件》(YB168—70)的规定。采用其他钢种或钢号时应符合该钢种或钢号的技术标准的要求,并根据设计要求进行必要的工艺性能试验。当室外计算温度低于 -30°C 时,不得采用沸腾钢和半镇静钢。

2.0.2 钢材应附有质量证明书,并符合设计文件的要求,如对材质有疑义时,应按国家有关标准作抽样检验,结果符合国家标准的规定和设计文件的要求时方可采用。

2.0.3 采用进口钢材和代用材料时,必须提供该材料的机械性能及化学成份,并进行抽样检验,经设计同意后方可采用。

2.0.4 钢材表面锈蚀、麻点或划痕的深度不得大于该钢材厚度负偏差值的一半;断口处如有分层或裂缝缺陷等,应会同有关单位研究处理。

2.0.5 连接材料(焊条、焊丝、焊剂及各种用于制作螺栓和铆钉的材料等)和镀敷材料(热浸锌、热喷涂锌、铝和无机富锌涂料等)以及涂料(底漆及面漆)均应附有符合国家现行标准的质量证明书,并符合设计文件的要求。

2.0.6 严禁使用药皮脱落或焊芯生锈的焊条、受潮结块或已溶烧过的焊剂以及有锈蚀、裂纹、碰伤或混批的高强度螺栓。

2.0.7 用于加工螺栓的材料,如 35 号、45 号、40 硼等除材料本身应符合有关规定之外,其制成品的性能质量应符合设计文件的要求。

2.0.8 桅杆所用的钢丝绳、钢绞线等材料、性能质量也应符合有关规定及设计文件的要求。

3 塔桅钢结构的制作

3.1 放样、号料和切割

3.1.1 放样和号料,应根据工艺要求预留焊接收缩量及加工余量。对钢管塔桅的斜交钢管端部,应分别对内外壁按剖口要求放样和号料。

3.1.2 样板的尺寸及样板上任意两孔的孔距允许偏差**±0.5mm**;孔中心偏离允许**±0.5mm**。

3.1.3 零件直接号料时,长度和宽度的偏差不应大于**1.0mm**;孔的位置允许偏差同第**3.1.2**。

3.1.4 管形腹杆号料时,两端相贯线断面沿周向的相对扭转不应大于**2.0mm**。

3.1.5 弯曲零件的孔眼划线,应在零件弯曲加工完成,经检查合格后进行。

3.1.6 零件的切割线和号料线的允许偏差应符合下列规定:

手工切割	±2.0mm ;
自动、半自动切割	±1.5mm ;
精密切割	±1.0mm 。

当有特殊配合要求时,应由工艺确定。

3.1.7 切割前,应将钢材表面切割区域内的铁锈、油污等清理干净;切割后,断口上不得有裂纹和大于**1.0mm**的缺棱,并应清除边缘上的熔瘤和飞溅物等。

3.1.8 钢板、圆钢的切割面或剪切面及钢管下料端面的倾料度应符合表**3.1.8**的规定。

切割或剪切面允许倾斜度

表 3.1.8

钢板厚度 t (mm)	圆钢直径 d (mm)	钢管外径 D (mm)	允许倾斜度(mm)
$t \leq 20$	$d \leq 16$	$d \leq 95$	≤ 1.0
$22 \leq t \leq 34$	$18 \leq d \leq 25$	$102 \leq d \leq 168$	≤ 1.5
$t \geq 36$	$d \geq 25$	$108 \leq d \leq 377$	≤ 2.0
		$d \geq 400$	≤ 2.5

3.1.9 各类型钢下料倾斜度可按断面尺寸参照钢管外径相应的允许倾斜度规定。

3.1.10 圆钢用作主要受力件时,下料前应作三个试件,进行物理力学性能和化学分析检验。全部试验合格后方可用于工程。圆钢构件严禁冲剪下料。

3.2 矫正、弯曲和边缘加工

3.2.1 矫正后的钢材表面不应有明显的凹面和损伤,表面划痕深度不宜大于 **0.5mm**。

3.2.2 钢材矫正后的允许偏差应符合表 **3.2.2** 规定。

3.2.3 零件在冷矫正和冷弯曲时,其曲率半径和最大弯曲矢高,如无设计要求,应参照附表 **3.2.3** 的规定。

3.2.4 法兰盘的受压接触面宜车削或模压成略向内凹的平面,内凹深度一般为 **0.7~2.0mm**,根据具体结构及焊接工艺试验确定。

3.2.5 卷管直径大于 **600mm** 时,纵向接缝不应多于两道,且最小板宽应大于 **300mm**。

3.2.6 对普通碳素结构钢和低合金结构钢进行加热矫正或热加工时,其温度控制应符合国家标准《钢结构工程施工及验收规范》(**GB205—83**)中第 **3.2.4** 和 **3.2.5** 条的规定。

3.2.7 焊接坡口加工尺寸的允许偏差应符合国家标准《手工电弧焊焊接接头的基本型式与尺寸》(**GB985—80**)和《埋弧焊焊接接头的基本型式与尺寸》(**GB986—80**)中的有关规定。

3.3 组 装

3.3.1 组装前,连接表面及沿焊缝每边 30~50mm 范围内的铁锈,毛刺和油污等必须清除干净。

3.3.2 焊接连接的允许偏差不得超过表 3.3.2 的规定。

钢材矫正后的允许偏差

表 3.2.2

项次	项 目	示 意 图	允 许 偏 差
1	钢板、扁钢的局部挠曲矢高 f		在 1m 范围内 $\delta \leq 1.4\text{mm}$, $f \leq 1.5\text{mm}$, $\delta \leq 1.4\text{mm}$, $f \leq 1.0\text{mm}$
2	角钢、槽钢、工字钢、钢管及圆钢的挠曲矢高 f		长度的 $\frac{1}{1000}$, 但不大于 5.0mm
3	角钢肢的不垂直度 Δ		$\Delta \leq \frac{b}{100}$ 但双肢铆、栓连接角钢的角度不得大于 90°
4	槽钢、工字钢翼缘倾斜度 Δ		$\Delta < \frac{b}{80}$
5	钢管的椭圆度		D_0 : 钢管标准直径 D_1 : 长轴长度 D_2 : 短轴长度 $\Delta_1 = D_1 - D_0 \leq D_0/100$ $\Delta_2 = D_0 - D_2 \leq D_0/100$

3.3.3 钢管对接组装时,沿钢管周边的间隙 d , 边缘高度 s , 坡口角度 α 和钝边 a 的允许偏差应不超过表 3.3.2 的规定。

3.3.4 塔桅构件的组装应在工作台上进行,并由胎板控制构件的精确度。胎板必须有足够的刚度;其精确度(应使组装后的构件,经焊接后,应能达到第六节中外形和几何尺寸允许偏差的要求)由工艺确定。

3.3.5 定位点焊所用的焊接材料的型号,应与正式的焊接材料相同;点焊高度不宜超过设计焊缝高度的 $2/3$, 并应由有焊接合格证的工人点焊。

3.4 焊 接

3.4.1 焊接时应保证焊接环境具有良好的条件,发生下列任何一种情况,又无有效防护设施时不得施焊:

3.4.1.1 大风:风速大于或等于 10m/s ;

3.4.1.2 雨雪:下雨或下雪;

3.4.1.3 湿度:相对湿度大于或等于 90% 。

3.4.2 手工电弧焊时,严禁在母材表面引弧,焊接中应注意起弧和灭弧的质量,收弧时应将弧坑填满。

3.4.3 当进行每层焊接时,焊接每层焊缝以前,应将前一层熔渣和溅屑清除。每层焊的层内接头应错开。

3.4.4 要求焊缝与母材等强的钢管对接时,如焊缝根部不能清根后封底焊,则应在焊口里侧设置垫圈或垫板。

3.4.5 要求无损探伤的焊缝被其他零(部)件复盖影响无损探伤时,应先探伤,合格后方可连接其他零(部)件。

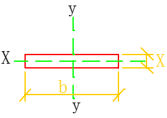
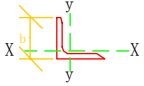
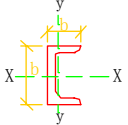
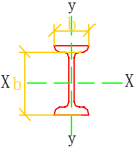
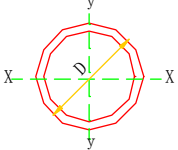
3.4.6 塔架节点和焊缝集中的部位,必须严格按照焊接工艺规定的焊接方法和焊接顺序施焊。

用工艺文件(规程、工艺卡等)确定的焊接工艺,应保证焊接连接所要求的机械性能,并使构件的收缩应力和变形减至最小。

3.4.7 构件及各节点的焊接,应在检查拼装合格以后方能进行。

冷矫正和冷弯曲的最小曲率半径
和最大弯曲矢高的允许值

表 3.2.3

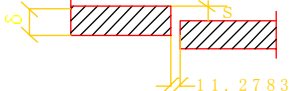
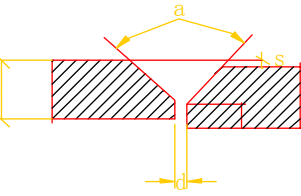
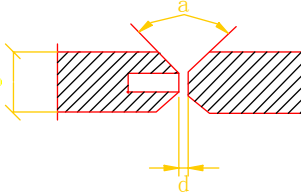
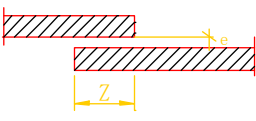
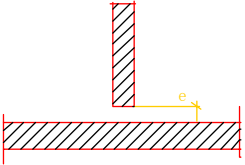
项次	钢材类别	示意图	$x-x$ $y-y$	矫 正		弯 曲	
				r	f	r	f
1	钢板扁钢		$x-x$	50δ	$\frac{L^2}{400\delta}$	25δ	$\frac{L^2}{200\delta}$
			$y-y$ (仅对扁钢轴线)	$100b$	$\frac{L^2}{800b}$	$50b$	$\frac{L^2}{400b}$
2	角 钢		$x-x$	$90b$	$\frac{L^2}{720b}$	$45b$	$\frac{L^2}{360b}$
3	槽 钢		$x-x$	$50h$	$\frac{L^2}{400h}$	$25h$	$\frac{L^2}{200h}$
			$y-y$	$90b$	$\frac{L^2}{720b}$	$45b$	$\frac{L^2}{360b}$
4	工字钢		$x-x$	$50h$	$\frac{L^2}{400h}$	$25h$	$\frac{L^2}{200h}$
			$y-y$	$50b$	$\frac{L^2}{400b}$	$25b$	$\frac{L^2}{200b}$
5	钢 管		$x-x$	$50b$	$\frac{L^2}{400D}$	$25D$	$\frac{L^2}{200D}$

注： r —曲率半径； f —弯曲矢高； L —弯曲弦长； δ —钢板厚度。

b —角钢、槽钢、工字钢宽度； h —槽钢、工字钢高度； D —钢管直径。

焊接连接组装的允许偏差

表 3.3.2

项次	项 目	示 意 图	允许偏差 (mm)
1	间隙 d		±1.0
	边缘高度 S $4 < \delta \leq 8\text{mm}$ $8 < \delta \leq 20\text{mm}$ $\delta > 20\text{mm}$		1.0 2.0 $\delta/10$ 但不大于 3.0
	坡口角度 α 钝 边 a		±5° ±1.0
2	长 度 L 间 隙 e		±5.0 1.0
3	最大间隙 e		1.0

3.4.8 构件的焊接位置,应当使焊工有最便利的工作条件,并能保证焊缝的质量。在必要的情况下,应采用专门的焊接装置——定位架、翻转架等焊接胎架。

3.4.9 焊接的各项要求除本节所列外,尚应符合《钢结构工程施工及验收规范》**GBJ205—83** 第三章第四节的有关规定。

3.5 制 孔

3.5.1 C级六角头螺栓和扭剪型高强度螺栓孔的直径比螺栓杆公称直径大**1.5~2.0mm**。螺栓孔应具有**H₁₂(H₁₃)**的精度。孔的允许偏差应符合表**3.5.1**的规定。

C级六角头螺栓和扭剪型高强度螺栓制孔允许偏差 表**3.5.1**

序号	名称		公称直径及允许偏差(mm)							
			12	16	20	22	24	27	30	36~48
1	螺 栓	公称直径	12	16	20	22	24	27	30	36~48
		允许偏差	±0.43		±0.52			±0.84		±1.00
	螺栓孔	直径	13.5	17.5	21.5	23.5	26	29	32	38~50
		允许偏差	+0.43 0		+0.52 0			0+0.84		0+1.00 0
2	不圆度(最大和最小直径之差)		1.00		1.50					
3	中心线倾斜度		应不大于板厚的 3% ,且单层板不得大于 2.0mm ,多层板迭组合不得大于 3.0mm 。							

3.5.2 A级和**B**级六角头螺栓孔的直径应与螺栓公称直径相等,孔应具有**H₉**的精度。其允许偏差应符合表**3.5.2**的规定。

A 级和 B 级螺栓孔径允许偏差(单位:mm)**表 3.5.2**

项次	螺栓杆公称直径、 螺栓孔直径	螺栓杆公称直径 允许偏差	螺栓孔直径 允许偏差
1	10~18	0 -0.18	+0.18 0
2	18~30	0 -0.21	+0.21 0
3	30~50	-0.25	+0.25 0

3.5.3 零(部)件、构件上孔的位置,在编制施工图时,宜按照国家标准《形状和位置公差》**GB/T184—80** 计算标准;如设计无要求时,成孔后任意两孔间距离的允许偏差应符合表 **3.5.3** 的规定。

孔距的允许偏差**表 3.5.3**

项次	项 目	允许偏差(mm)			
		≤500	>500~1200	>1200~3000	>2000
1	同一组内相邻两孔间	±0.7	—	—	—
2	同一组内任意两孔间	±1.0	±1.2	—	—
3	相邻两组的端孔间	±1.2	±1.5	+2.0	±3.0

注:孔的分组规定:

- ①在节点中接板与一根杆件相连的所有连接孔划为一组;
- ②接头处的孔;
通用接头——半个拼接板上的孔为一组;
阶梯接头——两接头之间的孔为一组;
- ③在两相邻节点或接头间的连接孔为一组,但不包括注(1)、(2)所指的孔;
- ④受弯构件翼缘上,每 1 米长度内的孔为一组。

3.5.4 不合格的螺栓孔,必须经设计同意后,才可扩钻或焊补后重新钻孔。扩钻后的孔径不得大于原设计孔径**2.0mm**;补孔应用与母材材质相同的焊条补焊,严禁用钢块填塞,每组孔中焊补重新钻孔的数量不得超过**20%**。处理后均应作出记录。

3.6 构件验收

3.6.1 构件制作完成后,检查部门应按照施工图的要求和本规范的规定,对成品进行检查验收。构件外形和几何尺寸的允许偏差应符合以下规定:

3.6.1.1 构件长度 L

当 $L \leq 5m$	$\pm 2mm$
$L > 5m$	$\pm 3mm$

3.6.1.2 塔的每一层构件、桅杆的各弦杆:

长度相对差	$1mm$
-------	-------

3.6.1.3 构件整体弯曲

$L/1000$,且不在于**5mm**

局部弯曲

被测长度的**1/750**,且不大于**3mm**。

3.6.1.4 法兰盘上孔距

单个法兰盘上孔距	$\pm 0.7mm$
----------	-------------

桅杆或组合构件各法兰盘相对应的孔距:

当孔径 $\leq \phi 21.5mm$	$\pm 1.5mm$
------------------------	-------------

孔径 $\geq \phi 26mm$	$\pm 2.0mm$
---------------------	-------------

3.6.1.5 法兰盘平面与设计位置的转角的正切:

当构件最大边宽 $\leq 1.5m$	$1 : \text{边宽}(mm)$
---------------------	---------------------

构件最小边宽 $> 1.5m$	$1 : 1500$
-----------------	------------

3.6.1.6 用直尺检查法兰盘平面间隙:

当法兰盘平面由若干单独法兰盘组成时:

在螺栓孔范围内间隙	不大于 1.0mm
-----------	------------------

在法兰盘边缘处间隙	不大于 1.2mm
-----------	------------------

当法兰盘平面为整体时:

在螺栓孔范围内间隙 不大于 **1.2mm**

在法兰盘边缘处间隙 不大于 **1.5mm**

3.6.1.7 构件上节点板

节点板在平面内偏移 **1.0mm**

节点板在平面外偏移 **2.0mm**

节点板上螺栓孔偏移 **1.0mm**

有多个节点板时,任意两组孔距或

节点板上孔与基准线的距离 **$\pm 1.5mm$**

3.6.1.8 桅杆或组合构件的横杆和斜杆

在平面内和平面外的偏移 **$\pm 3.0mm$**

3.6.1.9 固定拉线用的节点板在平面内和

平面外的偏移 **2.0mm**

3.6.1.10 钢平台和钢梯的允许偏差按 GBJ205—83 表 3.9.1—5 的规定。

3.6.2 新放样的较复杂的铁塔,应通过厂内试装检查验收。

3.7 构件发运

3.7.1 构件验收结束后,应在构件上按原标号标注进行编号,重大构件应标明重量、重心位置及定位标记。

3.7.2 构件出厂时,制造单位应提交产品质量证明书和下列技术文件:

3.7.2.1 设计更改文件、钢结构施工图,并应在图中注明修改部位;

3.7.2.2 制作中对问题处理的协议文件;

3.7.2.3 所用钢材和其他材料的质量证明书和试验报告;

3.7.2.4 产品合格证;

3.7.2.5 发运构件的清单。

3.7.3 构件发运时,应采取措施防止变形。法兰、螺孔、定位孔应加以保护。

4 塔桅钢结构防腐处理

4.1.1 塔桅钢结构防腐处理,目前有热浸镀锌法,热喷涂锌、铅复合涂层法,无机富涂料法及复合喷涂法多种方法。宜首先选用热浸镀锌法和热喷铝复合法层法。

4.1 除 锈

4.1.2 除锈质量分为三级并应符合表 4.1.1 的规定。

除锈质量等级表

表 4.1.1

等级	质 量 标 准	除 锈 方 法
1	钢材表面露出全部金属色泽,并且有一定的粗糙度	喷钢砂或石英砂除锈
2	钢材表面露出金属色泽	喷砂抛丸和酸洗
3	钢材表面允许存留不能再清除的少量轧制表皮。	一般工具(如钢铲、钢刷及砂布等)清除

注:1、2级用于出厂标准,3级限于补涂时的除锈处理。

4.2 热浸镀锌

4.2.1 浸锌的工艺根据各厂的设备制定酸洗、浸锌的温度、时间、清洗等工序,但其热浸镀锌件的锌层质量应符合下列要求:

4.2.1.1 外观:镀锌表面应具有实用性光滑,在连接处不允许有毛刺、满瘤和多余结块,并不得有过酸洗或露铁等缺陷。

4.2.1.2 锌附着量和锌层厚度:镀件厚度小于 5mm 时,锌附着量应不低于 460g/m²,即锌层厚度应不低于 65μm。镀件厚度

大于或等于 5mm 时,锌附着量应不低于 610g/m²,即锌层厚度应不低于 86μm。

4.2.1.3 均匀性:镀件的锌层应均匀,用硫酸铜浸蚀四次不露铁。

4.2.1.4 附着性:镀锌的锌层应与基本金属结合牢固,经锤击试验,锌层不剥离,不凸起或按 GB2694 测定。

4.2.2 严格控制浸锌过程的构件热变形,每根构件的长度伸缩量 $\leq 1/5000$,弯曲变形 $\leq 1/1500$ 。(l—构件长度)。

4.2.3 对运输和安装中损坏部位,要采取可靠的补救措施。

4.3 热喷涂锌、铝、复合涂层

4.3.1 除锈处理应达到 1 级除锈质量,不仅须将铁锈和氧化皮去除,同时还必须达到表面有足够的粗糙度,以保证喷涂层牢固地吸附在构件表面。

4.3.2 热喷涂前要进行予加热。锌和铝溶液喷涂应均匀,吸附牢固,涂层厚度 $\geq 100\mu\text{m}$,复合喷涂涂层厚度应 $\geq 80\mu\text{m}$ 以上。

4.3.3 喷涂后应用涂料(环氧树脂或氯丁橡胶银粉漆)填充毛细孔凹坑。

4.3.4 对运输和安装中损坏部位,在安装结束后要进行补喷涂。高空补喷涂须先除锈处理,并采取保温措施,确保涂层吸附牢固。

5 塔桅钢结构的安装

5.1 一般规定

- 5.1.1** 塔桅钢结构的安装程序,必须确保结构的稳定性和不致永久性变形。
- 5.1.2** 安装前,应按照构件明细表和安装排列图(或编号图)核对进场的构件,查验质量证明书和设计更改文件,工厂试予装的大型构件在现场组装时,应根据予组装的合格记录进行,严禁强组装。
- 5.1.3** 塔桅钢结构的安装应具备下列条件:
- 5.1.3.1** 设计文件齐备且已会审通过。
 - 5.1.3.2** 基础已验收。
 - 5.1.3.3** 构件齐全,质量合格,并有明细表、产品质量证明书及予组装记录。
 - 5.1.3.4** 施工组织设计或施工方案已经批准,必要的技术培训已经完成。
 - 5.1.3.5** 材料、劳动组织齐全。
 - 5.1.3.6** 机具设备运行良好。
 - 5.1.3.7** 施工场地符合施工组织设计或施工方案的要求。
 - 5.1.3.8** 水、电、道路能满足需要并保证连续施工。
- 5.1.4** 当构件在工地进行制孔,组装和焊接时,其质量要求均应符合本规范第三章的有关规定。安装螺孔不得用气割扩孔。
- 5.1.5** 构件安装和校正时,如检测空间的间距和跨度超过10m以上者,应用夹具和拉力器配合钢卷尺使用,其拉力值应根据温差换算标定读数。
- 5.1.6** 塔桅钢结构试验的方法,应按设计要求和专门规范的规定进行。如焊缝强度试验、钢架负荷试验、螺栓拉力试验等。
- 5.1.7** 未经设计同意,严禁在塔桅钢结构主要受力杆件上焊接悬挂物和卡具。

5.2 基 础

5.2.1 构件安装前,必须取得基础验收的合格资料(塔脚跨距、对角线尺寸和水平标高等)

5.2.2 基础应由建设单位会同土建施工单位、设计单位和安装施工单位进行联合验收。

验收时,土建施工单位应交验下列技术文件:

5.2.2.1 设计文件(包括设计变更通知和材料代用证明文件)

5.2.2.2 材料质量证明书或材料复验报告。

5.2.2.3 隐蔽工程记录。

5.2.2.4 凝土抗压强度试验报告。

5.2.2.5 基础混凝土工程施工记录。

5.2.2.6 土建基础复测记录。

联合检查验收的结果应符合设计要求和国家有关质量验收规范。

5.2.3 安装前,应根据基础验收资料复核各项数据,并标注在基础表面上,塔脚地脚螺栓位置,法兰支承面的偏差应符合表 5.2.3 的规定。

支承面、支座和地脚螺栓的允许偏差 表 5.2.3

项次	项 目	允 许 偏 差
1	支承面(混凝土柱墩) (1)标高 (2)水平度	$\pm 2.0\text{mm}$ 1/1000
2	支承表面(法兰上端面) (1)标高 (2)水平度(法兰上端面)	$\pm 1.5\text{mm}$ 1/500 且不大于 3mm
3	地脚螺栓位置扭转偏差(任意截面处)	$\pm 1.00\text{mm}$
4	地脚螺栓法兰对角线偏差	$\leq l/1500$ l —对角线距离 且 $<10\text{mm}$
5	地脚螺栓相邻之间偏差	$\leq b/1500$ b —塔脚跨距且 $<10\text{mm}$
6	地脚螺栓伸出法兰面的长度	$\alpha \pm 10\text{mm}$ α —设计螺栓伸出长度
7	地脚螺栓的螺纹长度	$l_w \pm 10\text{mm}$ l_w —设计螺纹长度

- 5.2.4 复核定位应使用原轴线控制点和测量标高的基准点。
- 5.2.5 钢塔柱脚下面的支承构造,应符合设计要求。需要填垫钢板时,每叠不得多于三块。
- 5.2.6 钢塔柱脚底板(法兰)与基础间的空隙(为调整法兰、底板水平高差而预留之空隙),在主要负荷加载之前应用细石混凝土浇筑密实。
- 5.2.7 露出基础顶面的螺栓在钢结构安装前,应涂防腐材料,并妥善保护,防止螺栓锈蚀与损伤。
- 5.2.8 检查基础施工中混凝土强度试验记录,基础轴线定位记录,隐蔽工程验收记录等基础施工验收资料。
- 5.2.9 纤绳地锚应符合设计要求,钢筋混凝土地锚应查验隐蔽工程验收记录,并查验回填土夯实程度。桩锚必须作抗拔试验,抗拔试验按 1.5 倍的拉力试拉。

5.3 运输和堆存

- 5.3.1 装卸、运输和堆存,均不得损坏构件,并防止搬动中的变形。堆放应放置在垫木上,已变形的构件应予矫正,并重新检验。
- 5.3.2 钢结构构件运送到安装地点的顺序,应符合安装程序,并应成套供应。
- 5.3.3 构件堆存应考虑扩大拼装和安装程序的要求。复杂塔桅钢结构构件堆放应按施工组织设计的场地布置图就位。

5.4 钢塔安装

- 5.4.1 钢塔安装应按审定批准后的施工组织设计或施工方案进行。
- 5.4.2 钢塔安装可采用单件吊装,扩大拼装(单根杆件拼搭成组合杆件进行吊装)和综合安装,有条件时,还可采用整体起板的方法安装。
- 5.4.3 扩大拼装时,对容易变形的构件应作强度和稳定性验算,需要时,应采取加固措施。
- 5.4.4 采用综合安装方法时,其结构必须能划分成若干独立体单元,每一体系(单元)的全部构件安装完毕后,均应具有足够的空间

刚度和可靠的稳定性

5.4.5 采用整体起板安装方法时,须经设计复算同意,并对辅助设施及设备要有完整的计算。

5.4.6 需要利用已安装好的结构吊装其他构件和设备时,应征得设计单位的同意,并对相关构件作强度和稳定性验算,采取可靠措施,防止损坏结构。

5.4.7 确定几何位置的主要构件(塔柱、横杆、刚性斜杆等),应吊装在设计位置上,在松开吊钩前应初步校正并固牢。

5.4.8 每吊完一层构件后,必须按表 5.4.8 的规定进行校正,继续安装上一层时,应考虑下一个层间的偏差值。

5.4.9 为确保施工人员安全,六级风以上不得施工。

整体及单层安装允许偏差

表 5.4.8

项次	项 目	允 许 偏 差
1	塔体垂直度: 整体垂直度 相邻两层垂直偏差	$\leq H/1500$ $\leq H/750$
2	电梯井道垂直度: 整体垂直度 任意两点垂直偏差	$\leq H/1500$ $\leq H/750$
3	塔柱顶面水平度 法兰顶面相应点水平高差 联结板孔距水平高差(每层断面相邻塔柱之间的水平高差)	$\leq \pm 2.00\text{mm}$ $\leq \pm 1.5\text{mm}$
4	塔楼平台水平度 塔楼梁高差 楼面板高差 工作平台高差	$\leq 1/1000$ $\leq 10\text{mm}$ $\leq 4\text{mm}$ $\leq 1/750$
5	塔体截面几何形状公差: 对角线误差: 相邻间距误差 球形网架各层横杆断面不同度	$\leq \pm 2.00\text{mm}$ $\leq \pm 3.00\text{mm}$ $\leq \pm 1.5\text{mm}$ $\leq \pm 2.5\text{mm}$ $\leq \pm 5.00\text{mm}$

- 5.4.10 对柔性斜杆和水平拉杆施加予应力应符合下列规定：
- 5.4.10.1 施加予应力应符合设计要求，其误差值应 $\leq\pm 5\%$ 。
 - 5.4.10.2 施加予应力应注意后施加予应力的杆件对已施加予应力杆件的应力值影响，并应防止杆件受扭。
 - 5.4.10.3 杆件施加予应力应考虑光照温度的影响。
 - 5.4.10.4 杆件施加予应力后，不得在该杆件上及其附近施焊或加热。
 - 5.4.10.5 同一节间的柔性杆件，宜同时施加予应力。
- 5.4.11 已安装的结构单元，在检测调整时，应考虑外界环境影响（如风力、温差和日照）出现的自然变形。
- 5.4.12 采用法兰连接的节点，法兰接触面的贴含率不低于75%，用0.3mm塞尺检查，插入深度的面积之和不得大于总面积的25%，边缘最大间隙不得大于0.8mm。
- 5.4.13 法兰间隙超过0.8mm时应用垫片垫实，垫片应镀锌，并作防腐处理。
- 5.4.14 采用结点板连接的节点，相接触的两平面贴合率不低于75%、用0.3mm塞尺检查，插入深度的面积之和不得大于总面积25%。
- 5.4.15 塔身中心垂直倾斜不得大于全塔高度的1/1500。
- 5.4.16 钢塔扭转角不得大于 $\pm 0.1^\circ$ 。
- 5.4.17 天线支撑、挂高、方位应符合设计要求，应与钢塔结构构件牢固联接。
- 5.4.18 馈线过桥的位置、强度等应符合设计要求，应与钢塔结构构件牢固联接。
- 5.4.19 有塔楼的钢塔、水、电、暖管道位置、强度等应符合设计要求，应与钢塔结构构件牢固联接。
- 5.4.20 拱架平面之平整度误差 $\leq\pm 15\text{mm}$ 。
- 5.4.21 钢楼梯踏步板应平整，倾斜误差 $\leq\pm 2.00\text{mm}$ 。
- 5.4.22 直爬梯上下段之间的竖杆及护圈竖杆应连成一体。

5.4.23 所有栏杆与相邻板之间的牢固联接。

5.5 桅杆安装

5.5.1 桅杆安装可采用单件吊装,扩大拼装(单段或几段组合)和综合安装,有条件时还可采用整体吊装。

5.5.2 扩大拼装和综合吊装时,对构件的变形应作强度和稳定性验算。

5.5.3 需要利用桅杆构件支撑吊装拔杆和吊装其他设备时,应对桅杆构件作强度和稳定验算。并应有可靠措施,防止损坏构件。

5.5.4 纤绳在安装前应按设计要求进行试拉检验,桅杆安装时纤绳应及时同步安装,并按设计要求进行予紧。桅杆吊装过程中应按安装荷载,加设临时纤绳。

5.5.5 构件联接应符合 5.4.9、5.4.10 及 5.4.11 之规定。

5.5.6 桅杆中心垂直倾斜不得大于被测高度的 $H/1500$ 。

5.5.7 纤绳地锚到桅杆中心的水平距离误差 $\leq H/1500$, 纤绳水平投影间的夹角 $\leq \pm 5^\circ$ 。

5.6 连接和固定

5.6.1 各类构件的连接接头,必须经过检查合格后,方可紧固和焊接。

5.6.2 塔柱、横杆、斜杆及塔楼主梁的连接螺栓必须 100%穿孔,次要部位的螺栓允许有总数 2%不能穿孔,但必须用电焊补救,焊缝强度应等于该节点全部螺栓强度,对于高强度螺栓,应等于所缺螺栓强度。

5.6.3 塔柱法兰螺栓用双螺母锁紧,其他螺栓用弹簧垫片锁紧,螺栓穿入方向应一致且合理,拧紧后外露长度为 2~3 丝扣。

5.6.4 拧紧法兰螺栓,应按圆周分布角度对称拧紧;拧紧节点螺栓,应按从中心到边缘的顺序对称拧紧。

5.6.5 受拉力和动力荷载的螺栓,紧固后必须采取有效的防止松

动的措施。

5.6.6 安装焊缝的质量标准应符合设计要求和第三章的有关规定

5.6.7 安装定位焊缝,需承受荷载者,焊点数量、高度和长度应由计算确定;不承受荷载的点焊长度,不得小于设计焊缝长度的10%,并不小于**50mm**。

5.6.8 楼板、屋面板拼接均应作封闭焊接,以防漏水,板与板下次梁之点焊间隔双向均等于次梁间隔,焊缝长度为**30mm**,在板面不平处,应加密焊点。

5.6.9 所有现场焊缝须按**3**级焊缝进行检查。焊材同工厂焊,焊接时注意防风、保温、除油污。检查合格后进行防锈处理。

5.7 结构整体校正

5.7.1 塔桅钢结构安装结束后须进行整体测量校正,所有数值均必须满足验收规范。

5.7.2 柔性斜杆花兰螺栓校正后应用止退片锁住。

5.7.3 校正后,所有螺栓均应用力矩扳手检查拧紧。

6 工程验收

6.1 工程中间验收

- 6.1.1** 下列工程必须进行工程中间验收。
- 6.1.1.1** 钢塔基础。
 - 6.1.1.2** 钢结构制作完毕出厂前。
 - 6.1.1.3** 分段组装完毕即将整体起吊(或旋转扳起)的塔架钢结构。
- 6.1.2** 中间验收由建设单位主持,施工单位和设计单位参加,联合检查验收。
- 6.1.3** 验收时应对被验工程进行全面检查,对照施工图和本规范规定。
- 6.1.4** 钢构件制作完出厂时应按第**3.6.1**条、第**3.6.2**条验收,并附有第**3.7.2**条所列的技术文件。
- 6.1.5** 钢塔和桅杆基础验收资料应符合第**5.2.3**~**5.2.9**条的规定。

6.2 工程竣工验收

- 6.2.1** 工程竣工验收应由建设单位主持、安装单位和设计单位参加,并邀请政府质量监督部门联合检查验收。
- 6.2.2** 钢结构的安装工程质量必须符合第五章第四、五节的规定。
- 6.2.3** 竣工验收,应提交下列文件:
- 6.2.3.1** 钢结构竣工图、施工图和设计更改文件。
 - 6.2.3.2** 在安装过程中所达成的协议文件。
 - 6.2.3.3** 钢结构构件出厂验收资料。
 - 6.2.3.4** 基础验收资料。

6.2.3.5 安装验收和质量评定资料。

6.3 竣工技术文件

6.3.1 工程竣工后,施工单位应在两个月内,向建设单位提交工程建设竣工技术文件,文件内容及份数应符合国家《基本建设项目文件材料归档范围》的规定。

附加说明

主编单位、参加单位和 主要起草人名单

主编单位：同济大学

参编单位：广播电影电视部设计院

电子工业部第十设计院

中国电机工程学会输电线路专业委员会

中国石化总公司洛阳石化工程公司建筑技术中心站

邮电部河北邮电设备厂

广播电影电视部设备制造厂

青岛东方铁塔公司

鞍山钢塔厂设计研究所

江西矿山机械厂钢塔分厂

大连理工大学

中国建筑西南设计院

编制委员会

主编：王肇民

编委：马人乐 王可民 王墨耕 倪寿南 刘大晖 杜治州

宁玉普 杨晓萍 罗命达 陆公辕 郭绍宗 唐玉德

唐国安 高定位 蒋演德 蒋寿时