

# 前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2016年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2015〕274号文）的要求，标准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，修订了本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 地基计算；5. 板式和十字形基础；6. 桩基础；7. 组合式基础；8. 施工及质量验收。

本标准修订的主要技术内容是：1. 调整了复合地基承载力计算；2. 补充了板式和十字形基础的构造要求；3. 修订了桩基础的构造要求及承台计算，删除了桩基础设计实例；4. 增加了组合式基础中格构式钢柱、型钢剪刀撑、型钢平台的构造要求，调整了计算内容，增加了组合式基础设计实例；5. 调整了施工及质量验收的内容，增加了型钢平台的施工质量验收内容；6. 补充了附录A塔机风荷载计算表；7. 补充了附录B格构式钢柱缀件的构造要求。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由中和华丰建设有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄至中和华丰建设有限责任公司（地址：浙江省宁波市鄞州区和济街68号城投大厦16楼；邮编：315040）。

本标准主编单位：中和华丰建设有限责任公司  
中国建筑科学研究院有限公司

本标准参编单位：大荣建设集团有限公司  
浙江大学宁波理工学院  
歌山建设集团有限公司

华锦建设集团股份有限公司  
浙江省建设机械集团有限公司  
中建六局建设发展有限公司  
中建三局第三建设工程有限责任公司  
宁波宁大工程建设监理有限公司  
宁波市民用建筑设计研究院有限公司  
重庆建工第九建设有限公司  
四川琨盛建筑工程有限公司

本标准主要起草人员：方美财 罗文龙 华锦耀 白海敏  
潘伟峰 吕国玉 赵剑泉 方鹏飞  
吴恩宇 张 辉 许国伟 管小军  
熊楚炎 于海祥 丁小华  
本标准主要审查人员：李守林 应惠清 刘兴旺 汤坤林  
华建民 栾景阳 刘新玉 姚圣龙  
陈云龙

# 目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	6
4	地基计算	8
4.1	地基承载力计算	8
4.2	地基变形计算	13
4.3	地基稳定性计算	13
5	板式和十字形基础	15
5.1	一般规定	15
5.2	构造要求	15
5.3	基础计算	16
6	桩基础	18
6.1	一般规定	18
6.2	构造要求	18
6.3	桩基计算	20
6.4	承台计算	22
7	组合式基础	27
7.1	一般规定	27
7.2	基础构造	28
7.3	基础计算	29
8	施工及质量验收	34
8.1	基础施工	34
8.2	地基土检查验收	35

8.3 基础检查验收 .....	35
8.4 桩基检查验收 .....	36
8.5 型钢平台和钢立柱检查验收 .....	37
附录 A 塔机风荷载计算 .....	39
附录 B 格构式钢柱缀件的构造要求 .....	45
本标准用词说明 .....	47
引用标准名录 .....	48

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

## Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms and Symbols .....	2
2.1	Terms .....	2
2.2	Symbols .....	3
3	Basic Requirements .....	6
4	Calculation of Foundation Soil .....	8
4.1	Bearing Capacity of Foundation Soil .....	8
4.2	Deformation of Foundation Soil .....	13
4.3	Stability Capacity of Foundation Soil .....	13
5	Slab and Cross Foundation .....	15
5.1	General Requirements .....	15
5.2	Constructional Requirements .....	15
5.3	Foundation Calculation .....	16
6	Pile Foundation .....	18
6.1	General Requirements .....	18
6.2	Constructional Requirements .....	18
6.3	Pile Foundation Calculation .....	20
6.4	Pile Cap Calculation .....	22
7	Combined Foundation .....	27
7.1	General Requirements .....	27
7.2	Constructional Requirements of Foundation .....	28
7.3	Foundation Calculation .....	29
8	Construction, Quality Inspection and Acceptance .....	34
8.1	Foundation Construction .....	34
8.2	Inspection and Acceptance of Foundation Soil .....	35

8.3	Inspection and Acceptance of Foundation	35
8.4	Inspection and Acceptance of Pile Foundation	36
8.5	Inspection and Acceptance of Steel Platform and Steel Column	37
Appendix A	Wind Load Calculation of a Tower Crane	39
Appendix B	Constructional Requirements of a Lattice Steel Column	45
	Explanation of Wording in This Standard	47
	List of Quoted Standards	48

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

# 1 总 则

**1.0.1** 为了规范塔式起重机（以下简称“塔机”）混凝土基础工程的设计、施工及质量验收，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于建筑工程施工中固定式塔机用混凝土基础的设计、施工及质量验收。

**1.0.3** 塔机混凝土基础的设计、施工及质量验收，除应符合本标准外，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 塔式起重机混凝土基础** concrete foundation of tower crane  
用于安装固定塔机、保证塔机正常使用且传递其各种作用到地基的混凝土结构，包括组合式基础，简称塔机混凝土基础。
- 2.1.2 组合式基础** combined foundation  
由若干格构式钢柱或钢管柱（简称钢立柱）与其下端连接的基桩以及上端连接的混凝土承台或型钢平台组成的基础。
- 2.1.3 十字形基础** cross foundation  
由长度和截面相同的两条相互垂直等分且节点加腋的混凝土条形基础组成的基础。
- 2.1.4 塔机的独立状态** independent state of tower crane  
塔机与邻近建筑物无任何连接的状态。
- 2.1.5 塔机的附着状态** attachment state of tower crane  
塔机通过附着装置与邻近建筑物连接的状态。
- 2.1.6 塔机自重荷载** dead load of tower crane  
塔机各部分的重力作用。
- 2.1.7 塔机起重荷载** lifting load of tower crane  
塔机总起重量的重力作用。
- 2.1.8 工作状态** in-service state  
塔机处于司机控制下的作业状态，含吊载运转、空载运转或间歇停机等状态。
- 2.1.9 非工作状态** out of service state  
塔机处于所有机构停止运动、切断动力电源、不吊载，并采取防风保护措施的状态。
- 2.1.10 最大起重力矩** maximum load moment



最大额定起重量重力与其在设计确定的各种组合臂长中所能达到的最大工作幅度的乘积。

### 2.1.11 结构充实率 structural adequacy ratio

塔机迎风面杆件和节点净投影面积除以迎风面轮廓面积的比值。

### 2.1.12 等效均布风荷载 equivalent uniform wind load

根据荷载效应相等的原则，将塔机沿计算高度分布的风荷载标准值换算为均布的风荷载标准值。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 作用和作用效应

$F$ ——相应于作用的基本组合时，塔机作用于基础的竖向力；

$F_g$ ——考虑荷载分项系数的塔机自重荷载设计值；

$F_{gk}$ ——塔机各部分的自重荷载标准值；

$F_{qk}$ ——塔机的起重荷载标准值；

$F_q$ ——考虑荷载分项系数的塔机起重荷载设计值；

$F_k$ ——相应于作用的标准组合时，塔机作用于基础顶面的竖向力；

$F_{vk}$ ——相应于作用的标准组合时，塔机作用于基础顶面的水平力；

$F_v$ ——相应于作用的基本组合时，塔机作用于基础顶面的水平力；

$G$ ——考虑荷载分项系数的基础及其上土的自重；

$G_k$ ——基础及其上土的自重标准值；

$M$ ——相应于作用的基本组合时，塔机作用于基础的力矩或截面的弯矩设计值；

$M_k$ ——相应于作用的标准组合时，塔机作用于基础的力矩或截面的弯矩值；

$M_s$ ——塔机风荷载作用于基础顶面的力矩设计值；

$M_{sk}$ ——塔机风荷载作用于基础顶面的力矩标准值；  
 $N$ ——作用于格构式钢柱的轴心力设计值；  
 $p_k$ ——相应于作用的标准组合时，基础底面处的平均压力值；  
 $p_i$ ——相应于作用的基本组合时，基础  $i$  截面对应的底面压力设计值；  
 $Q$ ——相应于作用的基本组合时的单桩轴向压力设计值；  
 $Q_k$ ——相应于作用的标准组合时的单桩所受竖向力标准值；  
 $Q'$ ——相应于作用的基本组合时的单桩轴向拔力设计值；  
 $q_s$ ——塔机所受风均布线荷载设计值；  
 $q_{sk}$ ——塔机所受风均布线荷载标准值；  
 $T$ ——相应于作用的基本组合时，塔机作用于基础的扭矩设计值；  
 $T_k$ ——相应于作用的标准组合时，塔机作用于基础的扭矩值；  
 $\omega_0$ ——基本风压。

### 2.2.2 抗力和材料性能

$f_a$ ——修正后的地基承载力特征值；  
 $f_{ak}$ ——地基承载力特征值；  
 $f_{spk}$ ——复合地基承载力特征值；  
 $f_c$ ——混凝土轴心抗压强度设计值；  
 $f_y$ ——普通钢筋强度设计值；  
 $f$ ——钢材抗拉、抗压和抗弯强度设计值；  
 $q_{pa}$ ——桩端土的承载力特征值；  
 $q_{sa}$ ——桩侧土的摩阻力特征值；  
 $R_a$ ——单桩竖向承载力特征值；  
 $R'_a$ ——单桩竖向抗拔承载力特征值。

### 2.2.3 几何参数

$A$ ——基础底面面积或格构式钢柱四肢的毛截面面积；  
 $A_p$ ——桩底端横截面面积；

$A_s$ ——普通钢筋的截面面积；  
 $B$ ——塔机的塔身桁架结构宽度；  
 $b$ ——矩形基础底面或基础梁截面的宽度；  
 $d$ ——桩身直径、方桩截面边长或基础埋置深度；  
 $H$ ——塔机的计算高度或格构式钢柱的总长度；  
 $H_0$ ——塔机的起重高度或格构式钢柱的计算长度；  
 $h$ ——基础或基础梁截面的高度；  
 $h_0$ ——基础或基础梁截面有效高度；  
 $L$ ——矩形承台对角线上两端桩轴线的距离；  
 $l$ ——矩形基础底面长度；  
 $U_p$ ——桩的截面周长；  
 $A_0$ ——格构式钢柱分肢的截面面积。

#### 2.2.4 计算系数

$\alpha$ ——塔机的风向系数；  
 $\alpha_0$ ——塔机桁架结构的平均充实率；  
 $\beta_z$ ——风振系数；  
 $\eta_b$ ——基础宽度的承载力修正系数；  
 $\eta_d$ ——基础埋深的承载力修正系数；  
 $\lambda$ ——基桩抗拔系数或轴心受压构件的长细比；  
 $\mu_s$ ——风荷载体形系数；  
 $\mu_z$ ——风压等效高度变化系数；  
 $\varphi$ ——轴心受压构件的稳定系数。

## 3 基本规定

**3.0.1** 塔机的基础形式应根据工程地质、荷载与塔机稳定性要求、现场条件、技术经济指标，并结合塔机使用说明书的要求确定。

**3.0.2** 塔机基础的设计应按独立状态下的工作状态和非工作状态的荷载分别计算。塔机基础工作状态的荷载应包括塔机和基础自重及覆土荷载、起重荷载、风荷载，并应计入可变荷载的组合系数，其中起重荷载可不计入动力系数；非工作状态下的荷载应包括塔机和基础的自重及覆土荷载、风荷载。

**3.0.3** 塔机工作状态的基本风压应按  $0.20\text{kN/m}^2$  取用，风荷载作用方向应按起重力矩同向计算；非工作状态的基本风压应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中给出的 50 年一遇的风压取用，且不应小于  $0.35\text{kN/m}^2$ ，风荷载作用方向应按最不利方向作用；塔机的风荷载可按本标准附录 A 的规定进行简化计算。

**3.0.4** 塔机基础和地基应分别按下列规定进行计算：

1 塔机基础及地基均应满足承载力计算的有关规定；

2 对不符合本标准第 4.2.1 条规定的塔机基础，应进行地基变形计算；

3 对不符合本标准第 4.3.1 条规定的塔机基础，应进行稳定性计算。

**3.0.5** 地基基础设计时所采用的作用效应与相应的抗力限值应符合下列规定：

1 当按地基承载力确定基础底面积及埋深或按单桩承载力确定桩数时，传至基础或承台底面上的作用效应应按正常使用极限状态下作用的标准组合，相应的抗力应采用地基承载力特征值

或单桩承载力特征值；

2 当计算地基变形时，传至基础底面上的作用效应应按正常使用极限状态下作用的准永久组合，相应的限值应为地基变形允许值；

3 当计算基坑边坡或斜坡稳定性时，作用效应应按承载力极限状态下作用的基本组合计算，其分项系数应为 1.0；

4 当确定基础或桩承台高度、计算基础内力、确定配筋和验算材料强度时，传给基础的作用效应和相应的基底反力应按承载力极限状态下作用的基本组合计算，并应采用相应的分项系数；

5 基础设计的结构重要性系数应取 1.0。

**3.0.6** 塔机基础设计应采用塔机使用说明书中提供的基础荷载，应包括工作状态和非工作状态的垂直荷载、水平荷载、倾覆力矩、扭矩以及非工作状态的基本风压；若非工作状态时塔机现场的基本风压大于塔机使用说明书提供的基本风压，则应按本标准附录 A 的规定对风荷载换算。塔机使用说明书没有特别说明的情况下，所提供的基础荷载应作为标准组合值进行计算。

**3.0.7** 塔机独立状态的计算高度  $H$  应按基础顶面至锥形塔帽一半处高度或平头式塔机的臂架顶取值。

**3.0.8** 塔机地基基础设计地质条件，应根据所在工程的岩土工程勘察报告确定，必要时应在设定的塔机基础位置补充勘探点。

## 4 地基计算

### 4.1 地基承载力计算

4.1.1 当塔机在独立状态时，作用于基础的荷载应包括塔机作用于基础顶的竖向荷载标准值、水平荷载标准值、倾覆力矩（包括塔机自重、起重荷载、风荷载等引起的力矩）荷载标准值、扭矩荷载标准值及基础与其上土的自重荷载标准值（图 4.1.1）。

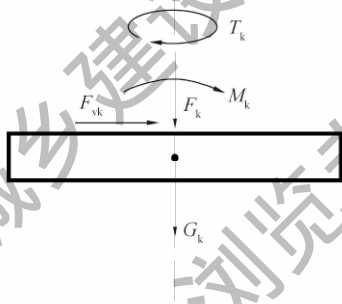


图 4.1.1 基础荷载

$F_k$ —作用于基础顶面的竖向荷载标准值（kN）； $F_{vk}$ —水平荷载标准值（kN）； $M_k$ —倾覆力矩荷载标准值（kN·m）； $T_k$ —扭矩荷载标准值（kN·m）； $G_k$ —基础及其上土的自重荷载标准值

4.1.2 矩形及十字形基础地基承载力计算应符合下列规定：

1 基础底面压力应符合下列公式要求：

1) 当轴心荷载作用时：

$$p_k \leq f_a \quad (4.1.2-1)$$

式中： $p_k$ ——相应于作用的标准组合时，基础底面处的平均压力值（kPa）；

$f_a$ ——修正后的地基承载力特征值（kPa）。

2) 当偏心荷载作用时，除应符合式（4.1.2-1）要求外，

尚应符合下式要求：

$$p_{\text{kmax}} \leq 1.2f_a \quad (4.1.2-2)$$

式中： $p_{\text{kmax}}$ ——相应于作用的标准组合时，基础底面边缘的最大压力值（kPa）。

2 基础底面的压力可按下列公式确定：

1) 当轴心荷载作用时：

$$p_k = \frac{F_k + G_k}{bl} \quad (4.1.2-3)$$

式中： $F_k$ ——相应于作用的标准组合时，塔机作用于基础顶面的竖向力（kN）；

$G_k$ ——基础及其上土的自重标准值（kN）；

$b$ ——矩形基础底面或基础梁截面的宽度（m）；

$l$ ——矩形基础底面长度（m）。

2) 当偏心荷载作用时：

$$p_{\text{kmax}} = \frac{F_k + G_k}{bl} + \frac{M_k + F_{\text{vk}} \cdot h}{W} \quad (4.1.2-4)$$

式中： $M_k$ ——相应于作用的标准组合时，塔机作用于矩形基础顶面短边方向的力矩值（kN·m）；

$F_{\text{vk}}$ ——相应于作用的标准组合时，塔机作用于矩形基础顶面短边方向的水平荷载值（kN）；

$h$ ——基础或基础梁截面的高度（m）；

$W$ ——基础底面的抵抗矩（m<sup>3</sup>）。

3) 当偏心距  $e > \frac{b}{6}$  时（图 4.1.2），应按下列公式计算：

$$p_{\text{kmax}} = \frac{2(F_k + G_k)}{3la} \quad (4.1.2-5)$$

式中： $p_{\text{kmax}}$ ——相应于作用的标准组合时，基础底面边缘的最大压力值（kPa）；

$a$ ——合力作用点至基础底面最大压力边缘的距离（m）。

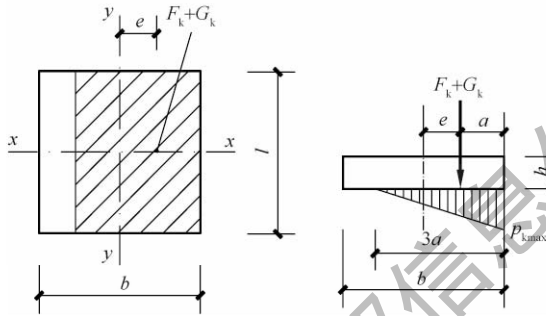


图 4.1.2 单向偏心荷载( $e > \frac{b}{6}$ )作用下的基底压力计算示意

3 偏心距  $e$  应按下列公式计算:

$$e = \frac{M_k + F_{vk} \cdot h}{F_k + G_k} \quad (4.1.2-6)$$

$$e \leq b/4 \quad (4.1.2-7)$$

式中:  $e$ ——偏心距 (m);

$M_k$ ——相应于作用的标准组合时, 作用于矩形基础顶面短边方向的力矩值 (kN·m);

$F_{vk}$ ——相应于作用的标准组合时, 作用于矩形基础顶面短边方向的水平荷载值 (kN);

$h$ ——基础的高度 (m);

$G_k$ ——基础及其上土的自重标准值 (kN);

$F_k$ ——相应于作用的标准组合时, 塔机传至基础顶面的竖向荷载值 (kN)。

4 当塔机基础为十字形时, 可采用简化计算法, 即倾覆力矩标准值、水平荷载标准值仅由与其作用方向相同的一个条形基础承载, 竖向荷载标准值 ( $F_k$ 、 $G_k$  之和) 应由全部基础承载。

4.1.3 方形基础和底面边长比小于或等于 1.1 的矩形基础应按双向偏心受压作用验算地基承载力, 并应符合下列规定:

1 塔机倾覆力矩的作用方向应取基础对角线方向 (图 4.1.3),



基础底面的压力应符合下列要求:

$$p_k \leq f_a \quad (4.1.3-1)$$

$$p_{k\max} \leq 1.2f_a \quad (4.1.3-2)$$

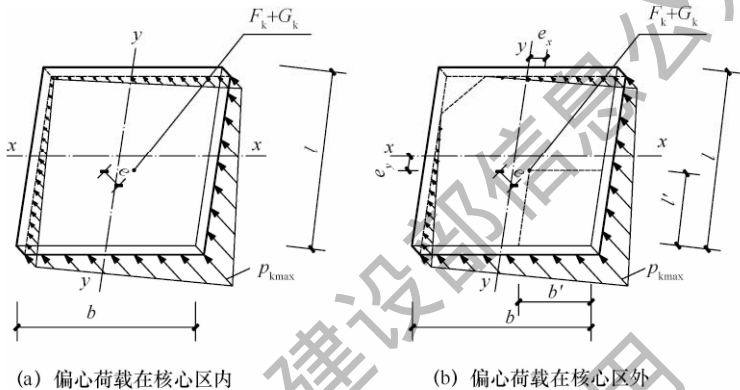


图 4.1.3 双向偏心荷载作用下矩形基础的基底压力

2 当偏心荷载合力作用点在核心区内时 ( $p_{k\min} \geq 0$ ), 应按下列公式计算:

$$p_{k\max} = \frac{F_k + G_k}{A} + \frac{M_{kx}}{W_x} + \frac{M_{ky}}{W_y} \quad (4.1.3-3)$$

$$p_{k\min} = \frac{F_k + G_k}{A} - \frac{M_{kx}}{W_x} - \frac{M_{ky}}{W_y} \quad (4.1.3-4)$$

式中:  $p_{k\max}$ 、 $p_{k\min}$ ——相应于作用的标准组合时, 基础底面边缘的最大、最小压力值 (kPa);

$F_k$ ——相应于作用的标准组合时, 塔机作用于基础顶面的竖向力 (kN);

$G_k$ ——基础及其上土的自重标准值 (kN);

$A$ ——基础底面面积 ( $m^2$ );

$M_{kx}$ 、 $M_{ky}$ ——相应于作用的标准组合时, 作用于基础底面对  $x$ 、 $y$  轴的力矩值 ( $kN \cdot m$ );

$W_x$ 、 $W_y$ ——基础底面对  $x$ 、 $y$  轴的抵抗矩 ( $m^3$ ).

3 当偏心荷载合力作用点在核心区外时 ( $p_{k\min} < 0$ ), 应按

下列公式计算：

$$p_{k\max} = \frac{F_k + G_k}{3b'l'} \quad (4.1.3-5)$$

$$e = \frac{M_k + F_{vk}h}{F_k + G_k} \quad (4.1.3-6)$$

$$b'l' \geq 0.125bl \quad (4.1.3-7)$$

式中： $F_{vk}$ ——相应于作用的标准组合时，作用于基础顶面的水平荷载值 (kN)；

$e$ ——偏心距 (m)；

$b$ ——方形基础和底面边长比小于或等于 1.1 的矩形基础  $x$  方向的底面边长 (m)；

$l$ ——方形基础和底面边长比小于或等于 1.1 的矩形基础  $y$  方向的底面边长 (m)；

$h$ ——基础的高度 (m)；

$b'$ ——偏心荷载合力作用点至  $e_x$  一侧  $x$  方向基础边缘的距离，按  $(\frac{b}{2} - e_x)$  计算 (m)；

$l'$ ——偏心荷载合力作用点至  $e_y$  一侧  $y$  方向基础边缘的距离，按  $(\frac{l}{2} - e_y)$  计算 (m)；

$e_x$ ——偏心距在  $x$  方向的投影长度 (m)；

$e_y$ ——偏心距在  $y$  方向的投影长度 (m)。

**4.1.4** 基础底面允许部分脱开地基土的面积不应大于底面全面积的 1/4。

**4.1.5** 地基承载力特征值应按岩土工程勘察报告取用。当基础宽度大于 3m 或埋置深度大于 0.5m 时，应将地基承载力特征值或载荷试验等方法确定的地基承载力特征值按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定进行修正。

**4.1.6** 对经过地基处理的复合地基的承载力特征值，应按国家现行标准《复合地基技术规范》GB/T 50783 和《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的规定进行计算。

4.1.7 当地基受力层范围内存在软弱下卧层时，应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定进行下卧层承载力验算。

## 4.2 地基变形计算

4.2.1 当地基主要受力层的承载力特征值不小于 130kPa 或小于 130kPa 但有地区经验时，且黏性土的状态不低于可塑（液性指数  $I_L \leq 0.75$ ）、砂土的密实度不低于稍密，可不进行塔机基础的天然地基变形验算。

4.2.2 当塔机基础有下列情况之一时，应进行地基变形验算：

- 1 基础附近地面有堆载作用；
- 2 地基持力层下有软弱下卧层。

4.2.3 基础下的地基变形计算可按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定执行。

4.2.4 基础的沉降量不得大于 50mm，倾斜率不得大于 0.001，且应按下列式计算：

$$\tan \theta = \frac{|S_1 - S_2|}{b} \quad (4.2.4)$$

式中： $\tan \theta$ ——倾斜率；

$\theta$ ——基础底面的倾角（°）；

$S_1$ 、 $S_2$ ——塔机使用期间基础倾斜方向两边缘的最大沉降量（m）；

$b$ ——基础倾斜方向的基底宽度（m）。

## 4.3 地基稳定性计算

4.3.1 当塔机基础底标高接近稳定边坡坡底或基坑底部并符合下列要求之一时，可不进行地基稳定性验算（图 4.3.1）：

1 基础底面外边缘线至坡顶的水平距离不小于 2.0m，基础底面至坡（坑）底的竖向距离不大于 1.0m，基底地基承载力特征值不小于 130kN/m<sup>2</sup>，且其下无软弱下卧层；

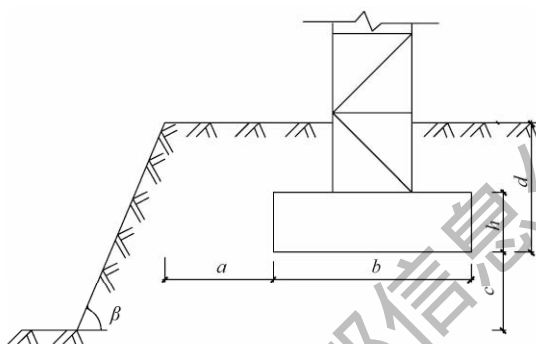


图 4.3.1 基础位于边坡的示意

$a$ —基础底面外边缘线至坡顶的水平距离 (m);  $b$ —垂直于坡顶边缘线的基础底面边长 (m);  $c$ —基础底面至坡(坑)底的竖向距离 (m);  $d$ —基础埋置深度 (m);  $\beta$ —边坡坡角 ( $^{\circ}$ )

## 2 采用桩基础。

**4.3.2** 处于边坡内且不符合本标准第 4.3.1 条规定的塔机基础, 应根据现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 和《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 采用圆弧滑动面方法进行边坡的稳定性分析。

## 5 板式和十字形基础

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 混凝土基础的形式构造应根据塔机使用说明书及现场工程地质等要求，选用板式基础或十字形基础。

**5.1.2** 当确定基础底面尺寸和计算基础承载力时，基底压力应符合本标准第4章地基计算的规定；基础配筋应按受弯构件计算确定。

**5.1.3** 基础埋置深度应根据工程地质、塔机的荷载大小和相邻环境条件及地基土冻胀影响等因素综合确定。基础顶面标高不宜超出现场自然地面。冻土地区的基础应采取构造措施避免基底及基础侧面的土受冻胀作用。

### 5.2 构造要求

**5.2.1** 基础高度应满足塔机预埋件的抗拔要求，且不宜小于1200mm，不宜采用坡形或台阶形截面的基础。

**5.2.2** 基础的混凝土强度等级不应低于C30，垫层混凝土强度等级不应低于C20，混凝土垫层厚度不应小于100mm。基础的配筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定，且板式基础最小配筋率不应小于0.15%，梁式基础最小配筋率不应小于0.20%。

**5.2.3** 板式基础在基础表层和底层配置直径不应小于12mm、间距不应大于200mm的钢筋，且上下层主筋之间用间距不大于500mm的竖向构造钢筋连接；十字形基础主筋应按梁式配筋，主筋直径不应小于12mm，箍筋直径不应小于8mm，且间距不应大于200mm；侧向构造纵筋的直径不应小于10mm且间距不应大于200mm。板式和十字形基础架立筋的截面面积不宜小于

受力筋截面面积的一半。

**5.2.4** 预埋于基础中的塔机基础节锚栓或预埋节，应符合塔机使用说明书规定的构造及材质要求，并应有支盘式锚固措施。

**5.2.5** 矩形基础的长边与短边长度之比不应大于 2，宜采用方形基础；十字形基础的节点处应采用加腋构造，且塔机塔身的 4 根立柱应分别位于条形基础的轴线上。

### 5.3 基础计算

**5.3.1** 基础的配筋应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定进行受弯、受剪计算。

**5.3.2** 当计算板式基础承载力时，应将塔机作用于基础的 4 根立柱所包围的面积作为塔身柱截面，并取柱边缘截面 I—I 处作为计算受弯、受剪的最危险截面（图 5.3.2）。计算时应采用基底地面的地基净反力，并按下式计算：

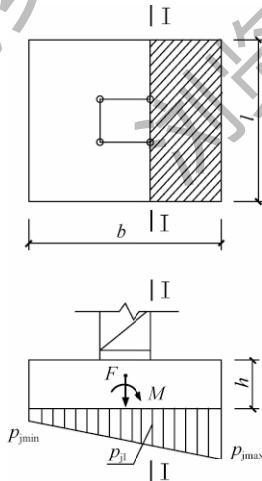


图 5.3.2 板式基础基底压力示意

$$p_j = \frac{p_{\max} + p_{j1}}{2} \quad (5.3.2)$$

式中： $p_j$ ——基础底面地基净反力设计值（kPa）；

$p_{j\max}$ ——扣除基础及其上土重后相应于作用的基本组合时的基础底面边缘最大地基反力设计值（kPa）；

$p_{ji}$ ——扣除基础及其上土重后相应于作用的基本组合时的塔机立柱边截面 I—I 处基础底面地基反力设计值（kPa）。

**5.3.3** 计算十字形基础时，倾覆力矩设计值和水平荷载设计值应按其中任一条形基础纵向作用计算，竖向荷载设计值应由全部基础承受（图 5.3.3）。

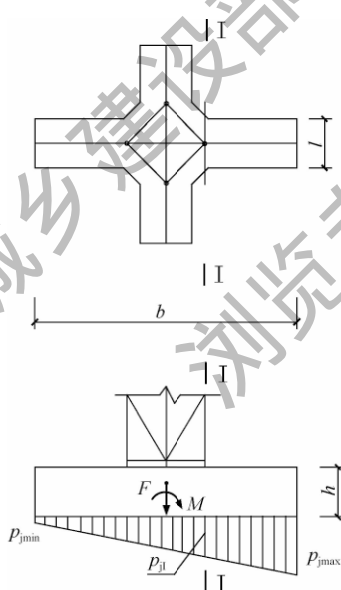


图 5.3.3 十字形基础基底压力示意

$F$ —竖向荷载设计值（kN）；

$M$ —倾覆力矩设计值（kN·m）

## 6 桩 基 础

### 6.1 一 般 规 定

**6.1.1** 当地基土为软弱土层，采用浅基础不能满足塔机对地基承载力和变形的要求时，宜采用桩基础。

**6.1.2** 基桩可采用预制混凝土桩、预应力混凝土管桩、混凝土灌注桩或钢管桩等，宜采用与工程桩同类型的基桩。当在软土中采用挤土桩时，应计入挤土效应的影响。

**6.1.3** 桩端持力层宜选择中低压缩性的黏性土、中密或密实的砂土或粉土等承载力较高的土层。桩端全断面进入持力层的深度，对于黏性土、粉土不宜小于  $2d$ ，对于砂土不宜小于  $1.5d$ ，对于碎石类土不宜小于  $1d$ ；当存在软弱下卧层时，桩端以下硬持力土层厚度不宜小于  $3d$ ，并应验算下卧层的承载力，位于基坑边的塔机基础基桩长度不宜小于邻近基坑围护桩的长度。 $d$  为圆桩设计直径或方桩设计边长。

**6.1.4** 桩基计算应包括桩顶作用效应计算、桩基竖向抗压及抗拔承载力计算、桩身承载力计算、桩承台计算等，可不计算桩基的沉降变形。

**6.1.5** 桩基础设计应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定。

**6.1.6** 当塔机基础位于岩石地基时，可采用岩石锚杆基础。

### 6.2 构 造 要 求

**6.2.1** 桩基构造应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定。预埋件布置应符合塔机使用说明书的要求。承台的混凝土强度等级不应小于 C30，混凝土灌注桩的强度等级不应小于 C25，混凝土预制桩的强度等级不应小于 C30，预应力混



凝土桩的强度等级不应小于 C40。

**6.2.2** 基桩钢筋的配置应符合计算和构造要求。纵向钢筋的最小配筋率，对于灌注桩宜为 0.20%~0.65%（小直径桩取高值）；对于预制桩不宜小于 0.8%；对于预应力混凝土管桩的预应力钢筋不宜小于 0.45%。纵向钢筋应沿桩周边均匀布置，其净距不应小于 60mm，非预应力混凝土桩的纵向钢筋不应小于 8 $\Phi$ 12。圆形截面桩的箍筋应采用螺旋式，直径不应小于 6mm，间距宜为 200mm~300mm。桩顶以下 5 倍基桩直径范围内的箍筋间距应加密，间距不应大于 100mm。当基桩属抗拔桩或端承桩时，应等截面或变截面通长配筋。灌注桩混凝土保护层厚度不应小于 35mm，水下灌注桩主筋的混凝土保护层厚度不应小于 50mm，预制桩主筋的混凝土保护层厚度不应小于 30mm。

**6.2.3** 承台宜采用截面高度不变的矩形板式或十字形梁式承台，截面高度不宜小于 1200mm，且应满足塔机使用说明书的要求。基桩宜均匀对称布置，且不宜少于 4 根，边桩中心至承台边缘的距离不应小于桩的直径或截面边长，且桩的外边缘至承台边缘的距离不应小于 250mm。十字形梁式承台的节点处应采用加腋构造。

**6.2.4** 板式承台基础上下面配筋应根据计算或构造要求确定，钢筋直径不应小于 12mm，间距不应大于 200mm，上下层钢筋之间应设置竖向架立筋，宜沿对角线配置暗梁。十字形承台应按两个方向的梁分别配筋，承受正负弯矩的主筋应按计算配置，箍筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 200mm。

**6.2.5** 当桩径小于 800mm 时，基桩嵌入承台的长度不宜小于 50mm；当桩径不小于 800mm 时，基桩嵌入承台的长度不宜小于 100mm。

**6.2.6** 基桩主筋伸入承台基础的锚固长度不应小于 35 倍主筋直径，对于抗拔桩，桩顶主筋的锚固长度应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定。对预应力混凝土管桩和钢管桩，宜采用植于桩芯混凝土不少于 6 $\Phi$ 22 的主筋锚入承台基础。

当采用预应力混凝土管桩时，应按抗拔桩的要求设置桩端锚固钢筋和桩节间端板的连接。预应力混凝土管桩和钢管桩中的桩芯混凝土长度不应小于3倍桩径，且不应小于2500mm，其强度等级宜比承台提高一级。

### 6.3 桩基计算

**6.3.1** 桩顶作用效应，应取沿矩形或方形承台对角线方向的倾覆力矩和水平荷载及竖向荷载进行计算。当采用十字形承台时，倾覆力矩和水平荷载的作用应取其中任一条形承台按其纵向作用进行计算，竖向荷载应按全部基桩承受进行计算。

**6.3.2** 基桩的桩顶作用效应应按下列公式计算：

1 轴心竖向力作用下：

$$Q_k = \frac{F_k + G_k}{n} \quad (6.3.2-1)$$

2 偏心竖向力作用下：

$$Q_{k\max} = \frac{F_k + G_k}{n} + \frac{M_k + F_{vk}h}{L} \quad (6.3.2-2)$$

$$Q_{k\min} = \frac{F_k + G_k}{n} - \frac{M_k + F_{vk}h}{L} \quad (6.3.2-3)$$

式中： $Q_k$ ——相应于作用的标准组合时，轴心竖向力作用下，基桩的平均竖向力（kN）；

$Q_{k\max}$ ——相应于作用的标准组合时，偏心竖向力作用下，角桩的最大竖向力（kN）；

$Q_{k\min}$ ——相应于作用的标准组合时，偏心竖向力作用下，角桩的最小竖向力（kN）；

$F_k$ ——相应于作用的标准组合时，作用于桩基承台顶面的竖向力（kN）；

$G_k$ ——桩基承台及其上土的自重标准值（kN），水下部分按浮重度计；

$n$ ——桩基中的桩数；

$M_k$ ——相应于作用的标准组合时，沿矩形或方形承台的

对角线方向，或沿十字形承台中任一条形承台纵向作用于承台顶面的力矩（kN·m）；

$F_{vk}$ ——相应于作用的标准组合时，塔机作用于承台顶面的水平力（kN）；

$h$ ——承台的高度，组合式基础的基桩桩顶荷载作用效应计算时，应包括格构式钢柱至桩顶的长度（m）；

$L$ ——矩形承台对角线或十字形承台中任一条形承台两端基桩的轴线距离（m）。

### 6.3.3 桩基竖向承载力应符合下列公式要求：

$$Q_k \leq R_a \quad (6.3.3-1)$$

$$Q_{kmax} \leq 1.2R_a \quad (6.3.3-2)$$

式中： $R_a$ ——单桩竖向承载力特征值（kN）。

### 6.3.4 单桩竖向承载力特征值可按下式计算：

$$R_a = u \sum q_{sia} \cdot l_i + q_{pa} \cdot A_p \quad (6.3.4)$$

式中： $u$ ——桩身周长（m）；

$q_{sia}$ ——第*i*层岩土层的桩侧摩阻力特征值（kPa）；

$l_i$ ——第*i*层岩土的厚度（m）；

$q_{pa}$ ——桩端土的承载力特征值（kPa）；

$A_p$ ——桩底端横截面积（m<sup>2</sup>），当采用敞口预应力混凝土空心桩时，应计及桩端土塞效应，按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 规定取值。

### 6.3.5 桩的抗拔承载力应符合下列公式要求：

$$Q'_k \leq R'_a \quad (6.3.5-1)$$

$$R'_a = u \sum \lambda_i q_{sia} l_i + G_p \quad (6.3.5-2)$$

式中： $Q'_k$ ——相应于作用的标准组合时，计算的基桩拔力，即按本标准公式（6.3.2-3）计算  $Q_{kmin}$  出现的负值（取其绝对值）（kN）；

$R'_a$ ——单桩竖向抗拔承载力特征值（kN）；

$\lambda_i$ ——抗拔系数，当无试验资料且桩的入土深度不小于 6.0m 时，可根据土质和桩的入土深度，取  $\lambda_i =$

0.5~0.8 (砂性土, 桩入土较浅时取低值; 黏性土和粉土, 桩入土较深时取高值);

$G_p$ ——桩身的重力标准值 (kN), 水下部分按浮重度计。

### 6.3.6 桩身承载力计算应符合下列规定:

#### 1 轴心受压桩桩身承载力应符合下式要求:

$$Q \leq \psi_c f_c A_{ps} + 0.9 f'_y A'_s \quad (6.3.6-1)$$

式中:  $Q$ ——相应于作用的基本组合时, 桩顶轴向压力设计值 (N);

$\psi_c$ ——基桩成桩工艺系数, 混凝土预制桩和预应力混凝土空心桩取 0.85; 干作业非挤土灌注桩取 0.90; 泥浆护壁和套管护壁非挤土灌注桩和挤土灌注桩取 0.70~0.80; 软土地区挤土灌注桩取 0.60;

$f_c$ ——混凝土轴心抗压强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>);

$A_{ps}$ ——桩身截面面积 (mm<sup>2</sup>);

$f'_y$ ——纵向主筋抗压强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>);

$A'_s$ ——纵向主筋截面面积 (mm<sup>2</sup>)。

#### 2 轴心抗拔桩桩身承载力应符合下式要求:

$$Q' \leq f_y A_s + f_{py} A_{ps} \quad (6.3.6-2)$$

式中:  $Q'$ ——相应于作用的基本组合时, 桩顶轴向拉力设计值 (N);

$f_y$ 、 $f_{py}$ ——普通钢筋、预应力钢筋的抗拉强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>);

$A_s$ 、 $A_{ps}$ ——普通钢筋、预应力钢筋的截面面积 (mm<sup>2</sup>)。

#### 3 轴心抗拔桩的裂缝控制宜按三级裂缝控制等级计算。

## 6.4 承台计算

### I 受弯及受剪计算

**6.4.1** 桩基承台应进行受弯、受剪承载力计算, 应将塔机作用于承台的 4 根立柱所包围的面积作为柱截面, 承台弯矩、剪力应按本标准第 6.4.2 条和第 6.4.3 条规定计算, 受弯、受剪承载力和配筋应按国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和

《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定进行计算。

**6.4.2** 多桩矩形承台弯矩的计算截面应取在塔机基础节柱边(图 6.4.2), 弯矩可按下列公式计算:

$$M_x = \sum N_i y_i \quad (6.4.2-1)$$

$$M_y = \sum N_i x_i \quad (6.4.2-2)$$

式中:  $M_x$ 、 $M_y$ ——分别为绕  $x$  轴、 $y$  轴方向计算截面处的弯矩设计值 ( $\text{kN} \cdot \text{m}$ );

$x_i$ 、 $y_i$ ——分别为垂直  $y$  轴、 $x$  轴方向自桩轴线到相应计算截面的距离 ( $\text{m}$ );

$N_i$ ——不计承台自重及其上土重, 在作用的基本组合下, 第  $i$  根桩的竖向反力设计值 ( $\text{kN}$ )。

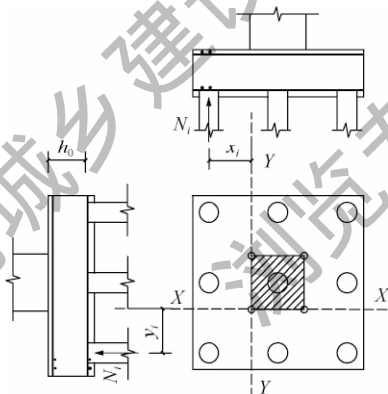


图 6.4.2 承台弯矩计算示意

$h_0$ —承台在柱边截面的有效高度 ( $\text{m}$ )

**6.4.3** 板式承台应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定进行截面受剪承载力验算。

**6.4.4** 当板式承台基础下沿对角线交点布置有基桩时, 宜在桩顶配置暗梁。

**6.4.5** 对于十字形梁式承台和板式承台中暗梁的弯矩与剪力计算, 应视基桩为不动铰支座, 可按简支梁或连续梁计算(图 6.4.5-1、图 6.4.5-2), 图 6.4.5-2 中  $l$  为对角线方向的基桩轴线

间距，集中荷载  $F_{\max}$ 、 $F_{\min}$  作用点的尺寸  $l_1$ 、 $l_2$  按塔机立柱的实际间距确定。倾覆力矩设计值应按其中任一梁纵向作用，竖向荷载设计值应由全部基础承受。连续梁宜对称配置承受正负弯矩的主筋；简支梁架立筋的截面面积不宜小于受力筋截面面积的一半。暗梁设计截面的宽度不应小于桩径。

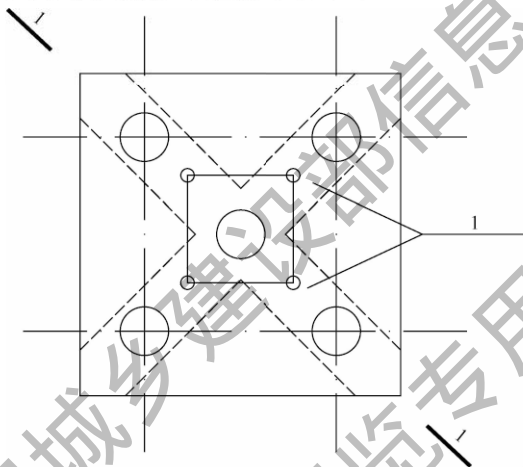


图 6.4.5-1 板式承台暗梁平面  
1—暗梁

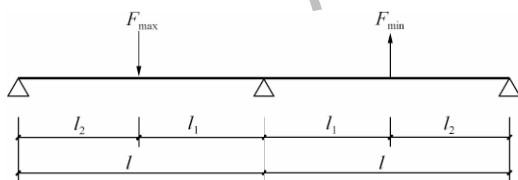


图 6.4.5-2 暗梁 (1-1 截面) 计算简图

**6.4.6** 塔机对角线上两立柱对基础的集中荷载设计值可按式计算：

$$F_{\max} = \frac{F}{4} + \frac{M}{L_1} \quad (6.4.6-1)$$

$$F_{\min} = \frac{F}{4} - \frac{M}{L_1} \quad (6.4.6-2)$$

式中： $F_{\max}$ 、 $F_{\min}$ ——塔机倾覆力矩沿塔身截面对角线方向作用时，相应对角线上两立柱对基础的集中荷载最大设计值和最小设计值（kN）；

$F$ ——塔机作用的基本组合时作用于基础顶部的竖向荷载（kN）；

$M$ ——塔机作用的基本组合时作用于基础顶部的倾覆力矩（kN·m）；

$L_1$ ——塔机塔身截面对角线上两立柱轴线间的距离（m）。

## II 受冲切计算

6.4.7 桩板式承台厚度应满足基桩对承台的冲切承载力要求。

6.4.8 对位于塔机塔身柱冲切破坏锥体以外的基桩，承台受角桩冲切的承载力可按下列公式计算（图 6.4.8）：

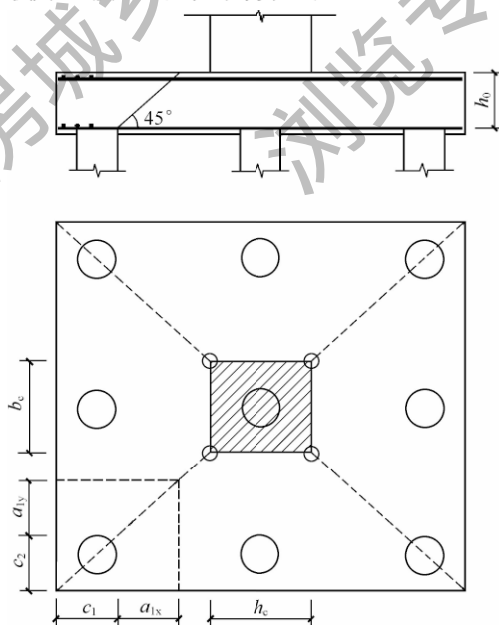


图 6.4.8 承台角桩冲切计算示意

$$N_1 \leq [\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)]\beta_{hp} \cdot f_t \cdot h_0 \quad (6.4.8-1)$$

$$\beta_{1x} = \frac{0.56}{\lambda_{1x} + 0.2} \quad (6.4.8-2)$$

$$\beta_{1y} = \frac{0.56}{\lambda_{1y} + 0.2} \quad (6.4.8-3)$$

$$\lambda_{1x} = \frac{a_{1x}}{h_0} \quad (6.4.8-4)$$

$$\lambda_{1y} = \frac{a_{1y}}{h_0} \quad (6.4.8-5)$$

式中： $N_1$ ——相应于作用的基本组合时，不计承台及其上土重的角桩桩顶的竖向力设计值（N）；

$\beta_{1x}$ 、 $\beta_{1y}$ ——角桩冲切系数；

$c_1$ 、 $c_2$ ——角桩内边缘至承台外边缘的水平距离；

$a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ ——从承台底角桩顶内边缘引  $45^\circ$  冲切线与承台顶面相交点至角桩内边缘的水平距离（mm）；当塔机塔身柱边位于该  $45^\circ$  线以内时，则取由塔机塔身柱边与桩内边缘连线为冲切锥体的锥线；

$\beta_{hp}$ ——承台受冲切承载力截面高度影响系数，当  $h \leq 800\text{mm}$  时， $\beta_{hp}$  取 1.0；当  $h \geq 2000\text{mm}$  时， $\beta_{hp}$  取 0.9；其间按线性内插法取值；

$f_t$ ——承台混凝土抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$h_0$ ——承台外边缘的有效高度（mm）；

$\lambda_{1x}$ 、 $\lambda_{1y}$ ——角桩冲跨比，其值应为 0.25~1.0。



## 7 组合式基础

### 7.1 一般规定

7.1.1 当塔机安装于地下室基坑中，根据地下室结构设计、围护结构的布置和工程地质条件及施工方便的要求，塔机基础（承台）可设置于地下室底板下、顶板上或底板至顶板之间。

7.1.2 组合式基础可由混凝土承台或型钢平台、格构式钢柱或钢管柱、型钢剪刀撑及灌注桩或钢管桩等组成（图 7.1.2）。

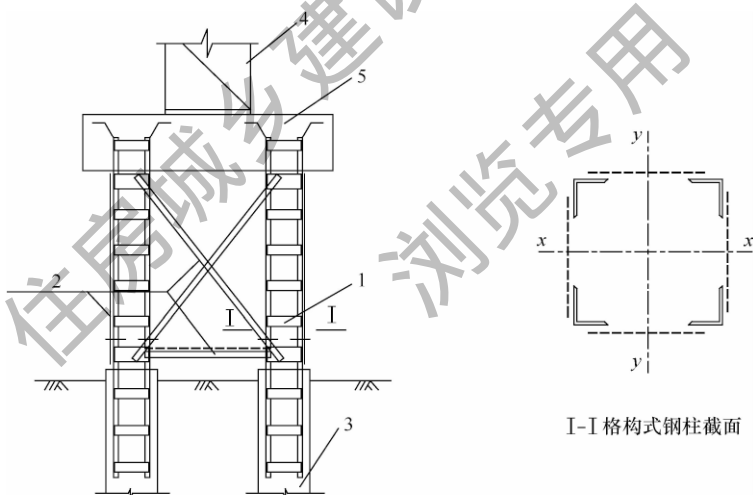


图 7.1.2 格构式钢柱组合式基础立面示意

1—格构式钢柱；2—型钢剪刀撑；3—灌注桩；4—塔机；5—混凝土承台

7.1.3 混凝土承台、基桩设计应符合本标准第 6 章桩基础的规定。

7.1.4 型钢平台的设计应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定，型钢平台与钢立柱的连接强度不应低于

钢立柱自身强度。

**7.1.5** 钢立柱轴线应与下端的灌注桩轴线重合，灌注桩的最小中心距应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定。

**7.1.6** 塔机基础在地下室基坑中的基桩宜避开底板的基础梁、承台及后浇带或加强带；承台和钢立柱应避免基坑支护结构，钢立柱应避免楼层的梁及竖向构件。

**7.1.7** 应随着基坑土方的分层开挖，及时在钢立柱外侧四周设置竖向型钢剪刀撑及水平剪刀撑，型钢剪刀撑的构造要求应符合本标准第 7.2 节的规定。钢立柱在连接型钢剪刀撑的节点处，宜设置横隔板，且应放大连接型钢剪刀撑的节点缀板。

## 7.2 基础构造

**7.2.1** 混凝土承台构造应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 及本标准第 5.2 节、第 6.2 节规定。

**7.2.2** 格构式钢立柱的布置应与下端的基桩轴线重合，且宜采用焊接四肢组合式对称构件，截面轮廓尺寸不宜小于  $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ ，分肢宜采用等边角钢，且不宜小于  $L100\text{mm} \times 10\text{mm}$ ；缀件应采用缀板式。格构式钢柱宜伸入承台厚度的中心。格构式钢柱的构造和分肢角钢的接长要求应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定，其中缀件的构造应符合本标准附录 B 的规定。

**7.2.3** 灌注桩的构造应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 和本标准第 6.2 节的规定，其直径不宜小于  $700\text{mm}$ ，且截面尺寸应满足格构式钢柱插入基桩钢筋笼的要求。灌注桩在格构式钢柱插入部位和桩顶以下  $5d$  范围的箍筋应加密， $d$  为桩的直径，间距不应大于  $100\text{mm}$ 。

**7.2.4** 格构式钢柱上端伸入混凝土承台的锚固长度应满足抗拔和抗冲切要求，分肢角钢可采用焊接竖向锚固钢筋的连接构造，宜在邻接承台底面处焊接承托角钢（规格同分肢），下端伸入灌

注桩的锚固长度不应小于 2.0m，且不宜小于格构式钢柱截面长边的 5 倍，分肢角钢应与基桩的纵筋焊接。

**7.2.5** 型钢平台可采用整体式或分离式构造，宜采用型钢和厚钢板组成的整体式构造。型钢平台与塔机塔身的连接，应符合塔机使用说明书规定。

**7.2.6** 型钢剪刀撑斜杆的截面积宜大于格构式钢柱分肢的截面积，剪刀撑斜杆的夹角宜按  $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$  布置，与钢柱分肢及缀件的连接焊缝厚度不宜小于 6mm，绕角焊缝长度不宜小于 200mm。当格构式钢柱的净长度超过 4.5m 时，应设置水平型钢剪刀撑，水平剪刀撑的竖向间距不应超过 4m，其构造要求同竖向型钢剪刀撑。格构式钢柱连接水平型钢剪刀撑的节点处宜设置横隔板。采用方钢管作剪刀撑的构造要求应符合现行行业标准《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 196 的有关规定。

### 7.3 基础计算

**7.3.1** 混凝土承台基础计算应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定。基础计算时将格构式钢柱作为支座，并按本标准第 6.4 节规定进行受弯、受剪、受冲切承载力计算。

基桩计算应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 和本标准第 6.3 节规定进行，但桩基承台及其上土的自重中应包括格构式钢柱的自重，承台的高度应是承台顶面至灌注桩顶面设计标高的距离。

**7.3.2** 格构式钢柱应按轴心受压构件设计，并应符合下列规定：

1 格构式钢柱受压整体稳定性应符合下式要求：

$$\frac{N_{\max}}{\varphi A f} \leq 1 \quad (7.3.2-1)$$

式中： $N_{\max}$ ——格构式钢柱最大轴心受压设计值 (N)，应按本标准第 6.3 节规定且取作用的基本组合计算；

$A$ ——构件毛截面面积 ( $\text{mm}^2$ )，即分肢毛截面面积

之和；

$f$ ——钢材抗拉、抗压和抗弯强度设计值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )；

$\varphi$ ——轴心受压构件的稳定系数，根据构件的换算长细比  $\lambda_{0\max}$  和钢材屈服强度，按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 确定。

2 格构式钢柱的换算长细比应符合下式要求：

$$\lambda_{0\max} \leq [\lambda] \quad (7.3.2-2)$$

式中： $\lambda_{0\max}$ ——格构式钢柱绕两主轴  $x$ 、 $y$  的换算长细比中大值 (图 7.3.2)；

$[\lambda]$ ——轴心受压构件允许长细比，取 120。

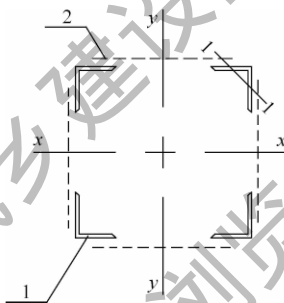


图 7.3.2 格构式组合构件截面

1—分肢；2—缀板或缀条

3 格构式钢柱分肢的长细比应符合下列公式要求：

当缀件为缀板时：

$$\lambda_1 \leq 0.5\lambda_{0\max}, \text{ 且 } \lambda_1 \leq 40\epsilon_k \quad (7.3.2-3)$$

当缀件为缀条时：

$$\lambda_1 \leq 0.7\lambda_{0\max} \quad (7.3.2-4)$$

式中： $\lambda_1$ ——格构式钢柱分肢对最小刚度轴 1—1 的长细比 (图 7.3.2)，其计算长度应取两缀件间的净距离；

$\epsilon_k$ ——钢号修正系数，其值为 235 与钢材牌号中屈服点数值的比值的平方根。

7.3.3 格构式轴心受压构件换算长细比 ( $\lambda_0$ ) 应按下列公式

计算：

当缀件为缀板时：

$$\lambda_{0x} = \sqrt{\lambda_x^2 + \lambda_1^2} \quad (7.3.3-1)$$

$$\lambda_{0y} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} \quad (7.3.3-2)$$

当缀件为缀条时：

$$\lambda_{0x} = \sqrt{\lambda_x^2 + 40A/A_{1x}} \quad (7.3.3-3)$$

$$\lambda_{0y} = \sqrt{\lambda_y^2 + 40A/A_{1y}} \quad (7.3.3-4)$$

$$\lambda_x = H_0 / \sqrt{I_x / (4A_0)} \quad (7.3.3-5)$$

$$\lambda_y = H_0 / \sqrt{I_y / (4A_0)} \quad (7.3.3-6)$$

$$I_x = 4[I_{x0} + A_0 (a/2 - Z_0)^2] \quad (7.3.3-7)$$

$$I_y = 4[I_{y0} + A_0 (a/2 - Z_0)^2] \quad (7.3.3-8)$$

式中： $A_{1x}$  ( $A_{1y}$ ) —— 构件截面中垂直于  $x$  轴 ( $y$  轴) 的各斜缀条的毛截面面积之和 ( $\text{mm}^2$ )；

$A_0$  —— 格构式钢柱分肢的截面面积 ( $\text{mm}^2$ )；

$\lambda_x$  ( $\lambda_y$ ) —— 整个构件对  $x$  轴 ( $y$  轴) 的长细比；

$H_0$  —— 格构式钢柱的计算长度 (mm)，取混凝土承台厚度中心至格构式钢柱插入灌注桩 2m 的长度；当采用型钢平台时，取格构式钢柱顶端至格构式钢柱插入灌注桩 2m 的长度；

$I_x$  ( $I_y$ ) —— 格构式钢柱的截面惯性矩 ( $\text{mm}^4$ )；

$I_{x0}$  —— 格构式钢柱的分肢平行于分肢形心  $x$  轴的惯性矩 ( $\text{mm}^4$ )；

$I_{y0}$  —— 格构式钢柱的分肢平行于分肢形心  $y$  轴的惯性矩 ( $\text{mm}^4$ )；

$a$  —— 格构式钢柱的截面边长 (mm)；

$Z_0$  —— 分肢形心轴距分肢外边缘距离 (mm)。

**7.3.4** 格构式轴心受压构件剪力  $V$  值可认为沿构件全长不变，

且由承受该剪力的缀件面分担，其值应按下列公式计算：

$$V = \frac{Af}{85} \sqrt{\frac{f_y}{235}} \quad (7.3.4)$$

式中：A——格构式钢柱四肢的毛截面面积之和（ $\text{mm}^2$ ），

$$A = 4A_0;$$

$A_0$ ——格构式钢柱分肢的截面面积（ $\text{mm}^2$ ）；

$f$ ——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值（ $\text{N}/\text{mm}^2$ ）。

**7.3.5 缀件设计**（图 7.3.5-1、图 7.3.5-2）应符合下列规定：

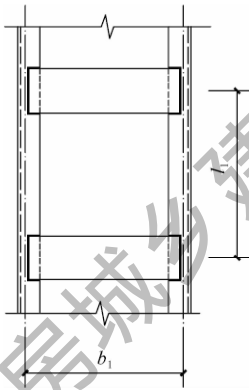


图 7.3.5-1 缀板式格构式  
钢柱立面示意

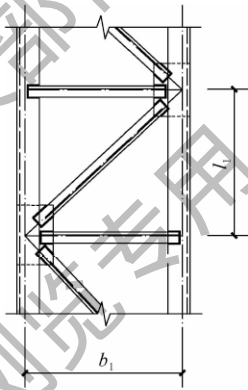


图 7.3.5-2 缀条式格构式  
钢柱立面示意

**1** 缀板应按受弯构件设计，弯矩和剪力值应按下列公式计算：

$$M_0 = \frac{Vl_1}{4} \quad (7.3.5-1)$$

$$V_0 = \frac{Vl_1}{2 \cdot b_1} \quad (7.3.5-2)$$

**2** 斜缀条应按轴心受压构件设计，轴向压力值应按下列公式计算：

$$N_0 = \frac{V}{2 \cdot \cos \alpha} \quad (7.3.5-3)$$

式中： $M_0$ ——单个缀板承受的弯矩（ $\text{kN} \cdot \text{m}$ ）；

$V_0$ ——单个缀板承受的剪力（ $\text{kN}$ ）；

$N_0$ ——单个斜缀条承受的轴向压力（ $\text{kN}$ ）；

$b_1$ ——分肢型钢形心轴之间的距离（ $\text{m}$ ）；

$l_1$ ——格构式钢柱的一个节间长度，即相邻缀板轴线距离（ $\text{m}$ ）；

$\alpha$ ——斜缀条和水平面的夹角（ $^\circ$ ）。

**7.3.6** 格构式钢柱的连接焊缝应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 进行设计，并应符合本标准附录 B 的规定。

**7.3.7** 型钢平台应进行受弯、受剪、受扭承载力计算，型钢平台与钢立柱的连接焊缝或螺栓应进行承载力计算，均应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。

## 8 施工及质量验收

### 8.1 基础施工

**8.1.1** 基础施工前应按塔机基础设计及施工方案做好准备工作，塔机基础的基坑较深时应按现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004 的规定采取支护及降排水措施。

**8.1.2** 基础的钢筋绑扎和预埋件安装后，应按设计要求检查验收，合格后方可浇筑混凝土，振捣中不得碰撞、移位钢筋或预埋件，混凝土浇筑后应及时保湿养护。基础四周应回填土方并夯实。

**8.1.3** 安装塔机时基础混凝土应达到设计强度的 80% 以上，塔机运行使用时基础混凝土应达到设计强度的 100%。

**8.1.4** 基础混凝土施工中在基础顶面四角应进行沉降及位移观测，并应做原始记录，塔机安装后应定期观测并记录，沉降量和倾斜率不应超过本标准第 4.2.4 条规定。

**8.1.5** 当吊装组合式基础的钢立柱时，垂直度和上端偏位值不应大于本标准规定的允许值。钢立柱应位于灌注桩的钢筋笼内，且应与灌注桩的主筋焊接牢固。

**8.1.6** 组合式基础中型钢平台的各构件安装前宜在工厂加工焊接组装，然后运至现场扣在钢立柱上点焊定位，再与钢立柱分肢角钢及其加劲肋板焊接固定，焊缝质量等级不应低于二级。型钢平台与塔机塔身节若用螺栓连接，应在工厂采用台式钻机将平台板或型钢的翼板钻成孔，严禁现场气割成孔。

**8.1.7** 对组合式基础，随着基坑土方的分层开挖，应按本标准第 7.1.7 条规定及时设置钢立柱的型钢剪刀撑。

**8.1.8** 基坑开挖中应保护好组合式基础的钢立柱。基坑开挖到设计标高后，应立即浇筑工程混凝土基础的垫层，并宜加强加厚



组合式基础混凝土承台或型钢平台投影范围内的垫层厚度，加厚的垫层厚度不宜小于 300mm，且应配置构造钢筋并掺入早强剂。钢立柱或塔机基础节立柱在底板厚度的中央位置处应焊接止水钢板。

**8.1.9** 基础的防雷接地应按现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 的规定执行。

## **8.2 地基土检查验收**

**8.2.1** 塔机基础的基坑开挖后应按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的规定进行验槽。坑底标高、长度和宽度、坑底平整度及地基土层性质应符合设计要求，地质条件应符合岩土工程勘察报告的描述。

**8.2.2** 基础土方开挖工程质量检验标准应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的规定。

**8.2.3** 地基加固工程，应在正式施工前进行试验段施工，论施工参数及加固效果进行论证。验证加固效果的载荷试验最大加载压力不应小于设计要求压力值的 2 倍。

**8.2.4** 经地基处理后的复合地基承载力应符合设计要求。检验方法应按国家现行标准《复合地基技术规范》GB/T 50783 和《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的规定执行。

**8.2.5** 地基土的检验除应符合本节规定外，尚应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的有关规定，必要时应检验塔机基础下的复合地基。

## **8.3 基础检查验收**

**8.3.1** 钢材、水泥、砂、石子、外加剂等原材料进场时，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定进行材料性能检验。

**8.3.2** 基础的钢筋绑扎后，应做隐蔽工程验收，验收合格后方

可浇筑混凝土。隐蔽工程应包括塔机基础节的预埋件或预埋节等。

**8.3.3** 基础混凝土强度等级必须符合设计要求。用于制作结构构件混凝土强度检测试件的混凝土，应在浇筑地点随机抽取。取样与试件留置应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

**8.3.4** 基础结构的外观质量不应有严重缺陷。不宜有一般缺陷。对已经出现的严重缺陷或一般缺陷应采取有效措施进行处理，并重新组织验收，合格后方可安装塔机。

**8.3.5** 基础的尺寸允许偏差和检验方法应符合表 8.3.5 的规定。

**表 8.3.5 基础的尺寸允许偏差和检验方法**

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
轴线位置		±15	经纬仪及钢尺检查
标高		±20	水准仪或拉线、钢尺检查
平面外形尺寸(长度、宽度、高度)		±20	钢尺检查
表面平整度		取 10、 $L/1000$ 的最小值	水准仪或拉线、钢尺检查
预埋锚栓	标高(顶部)	±10	水准仪或拉线、钢尺检查
	中心距	±2	钢尺检查

注：表中  $L$  为矩形或十字形基础的长边；预埋基础节的允许偏差按预埋锚栓控制，垂直度允许偏差为 5mm。

## 8.4 桩基检查验收

**8.4.1** 预制混凝土桩、预应力混凝土管桩、钢桩等施工过程中应进行下列检验：

1 打入深度、停锤标准、静压终止压力值及桩身垂直度检查；

- 2 接桩质量、接桩间歇时间及桩顶完整状况；
- 3 每米进尺锤击数、最后 1.0m 锤击数、总锤击数、最后三阵贯入度及桩尖标高等。

#### 8.4.2 灌注桩施工过程中应符合下列规定：

1 灌注混凝土前，应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定，对已成孔的中心位置、孔深、孔径、垂直度、孔底沉渣厚度进行检验；

2 应对钢筋笼安放的实际位置等进行检查，并应填写相应质量检测、检查记录。

8.4.3 混凝土灌注桩的强度等级应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定进行检验。

8.4.4 成桩桩位偏差的检查应按国家现行标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 和《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定执行。

8.4.5 桩基宜随同主体结构基础的工程桩进行承载力和桩身质量检验。

8.4.6 基桩与承台的连接构造以及主筋的锚固长度应符合本标准第 6.2 节的规定。

### 8.5 型钢平台和钢立柱检查验收

8.5.1 钢材及焊接材料的品种、规格、性能等应符合国家现行相关产品标准和设计要求。焊条等焊接材料与母材的匹配应符合设计要求及现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢结构工程施工规范》GB 50755 的规定。

8.5.2 焊工应持证上岗。

8.5.3 焊缝长度及厚度应符合设计要求，焊缝表面不得有裂纹、焊瘤、气孔、夹渣、弧坑裂纹、电弧擦伤等缺陷。

8.5.4 型钢平台、钢立柱及缀件的拼接误差应符合设计要求及国家现行标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

**8.5.5** 钢立柱的安装允许偏差和检验方法应符合表 8.5.5 的规定，并宜在插入安装中采用模架固定 4 根钢立柱的平面位置。

**表 8.5.5 钢立柱安装的允许偏差**

项目	允许偏差 (mm)	检验方法
柱端中心线对轴线的偏差	20	用吊线和钢尺检查
柱基准点标高	±10	用水准仪检查
柱轴线垂直度	$0.5H/100$ 且 $\leq 35$	用经纬仪或吊线和钢尺检查

注：表中  $H$  为格构式钢柱的总长度。

**8.5.6** 型钢平台的安装允许偏差和检验方法应符合表 8.5.6 的规定。

**表 8.5.6 型钢平台安装的允许偏差**

项目	允许偏差 (mm)	检验方法
平台标高	±10	用水准仪检查
平台梁水平度	$L/1000$ ，且 $\leq 20$	用水准仪检查
平台梁垂直度	$h/200$ ，且 $\leq 20$	用吊线和钢尺检查

注：表中  $L$  为平台梁的长度， $h$  为平台梁的截面高度。

## 附录 A 塔机风荷载计算

### A.1 风荷载标准值计算

A.1.1 垂直于塔机表面上的风荷载标准值，应按下列式计算：

$$W_k = 0.8\beta_z\mu_s\mu_z\omega_0 \quad (\text{A.1.1})$$

式中： $W_k$ ——风荷载标准值 ( $\text{kN/m}^2$ )；

$\beta_z$ ——风振系数；

$\mu_s$ ——风荷载体形系数；

$\mu_z$ ——风压等效高度变化系数；

$\omega_0$ ——基本风压 ( $\text{kN/m}^2$ )。

A.1.2 塔机的风振系数可根据不同的基本风压  $\omega_0$  和地面粗糙度类别及塔机的计算高度  $H$  按表 A.1.2 确定。

表 A.1.2 塔机风振系数  $\beta_z$

$\omega_0$ ( $\text{kN/m}^2$ )	地面粗糙度类别															
	A				B				C				D			
	$H$ (m)				$H$ (m)				$H$ (m)				$H$ (m)			
	40	45	50	55	40	45	50	55	40	45	50	55	40	45	50	55
0.20	1.48	1.49	1.49	1.49	1.59	1.59	1.59	1.59	1.77	1.77	1.77	1.76	2.13	2.11	2.09	2.06
0.25	1.49	1.50	1.50	1.50	1.61	1.61	1.61	1.61	1.79	1.79	1.79	1.78	2.15	2.14	2.11	2.09
0.30	1.50	1.51	1.51	1.52	1.62	1.62	1.62	1.62	1.81	1.81	1.80	1.80	2.17	2.16	2.14	2.12
0.35	1.51	1.52	1.52	1.53	1.63	1.63	1.63	1.63	1.82	1.82	1.82	1.81	2.19	2.18	2.16	2.14
0.40	1.52	1.53	1.53	1.53	1.64	1.64	1.64	1.64	1.83	1.83	1.83	1.82	2.21	2.20	2.18	2.15
0.45	1.53	1.53	1.54	1.54	1.65	1.65	1.65	1.65	1.85	1.85	1.84	1.83	2.22	2.21	2.19	2.17
0.50	1.53	1.54	1.55	1.55	1.65	1.66	1.66	1.66	1.86	1.86	1.85	1.84	2.24	2.23	2.21	2.18
0.55	1.54	1.55	1.55	1.56	1.66	1.66	1.67	1.67	1.87	1.87	1.86	1.85	2.26	2.24	2.22	2.19
0.60	1.55	1.55	1.56	1.56	1.67	1.67	1.67	1.67	1.88	1.87	1.87	1.86	2.27	2.25	2.23	2.21

续表 A.1.2

$\omega_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	地面粗糙度类别															
	A				B				C				D			
	H (m)				H (m)				H (m)				H (m)			
	40	45	50	55	40	45	50	55	40	45	50	55	40	45	50	55
0.65	1.55	1.56	1.56	1.57	1.67	1.68	1.68	1.68	1.88	1.88	1.88	1.87	2.28	2.27	2.24	2.22
0.70	1.56	1.56	1.57	1.58	1.68	1.69	1.69	1.69	1.89	1.89	1.88	1.88	2.29	2.28	2.26	2.23
0.75	1.56	1.57	1.58	1.58	1.69	1.69	1.69	1.69	1.90	1.89	1.89	1.89	2.30	2.29	2.27	2.24
0.80	1.57	1.57	1.58	1.59	1.69	1.70	1.70	1.70	1.90	1.90	1.90	1.89	2.31	2.30	2.28	2.25
0.85	1.57	1.58	1.59	1.59	1.70	1.70	1.70	1.71	1.91	1.91	1.91	1.90	2.32	2.31	2.29	2.26
0.90	1.57	1.59	1.59	1.60	1.70	1.71	1.71	1.72	1.91	1.91	1.92	1.91	2.33	2.31	2.29	2.26
0.95	1.58	1.59	1.60	1.60	1.71	1.71	1.71	1.72	1.92	1.92	1.92	1.91	2.34	2.32	2.30	2.27
1.00	1.58	1.60	1.60	1.61	1.71	1.72	1.72	1.72	1.92	1.93	1.93	1.92	2.34	2.33	2.31	2.28
1.05	1.59	1.60	1.60	1.61	1.72	1.72	1.73	1.73	1.93	1.93	1.93	1.92	2.35	2.34	2.31	2.29
1.10	1.59	1.60	1.61	1.61	1.72	1.73	1.73	1.73	1.94	1.94	1.94	1.93	2.36	2.35	2.32	2.29
1.15	1.60	1.61	1.61	1.62	1.72	1.73	1.74	1.74	1.94	1.95	1.94	1.94	2.37	2.35	2.33	2.30
1.20	1.60	1.61	1.62	1.62	1.73	1.74	1.74	1.74	1.95	1.95	1.95	1.94	2.37	2.36	2.33	2.30
1.25	1.60	1.61	1.62	1.63	1.74	1.74	1.74	1.75	1.95	1.95	1.95	1.95	2.38	2.36	2.34	2.31
1.30	1.61	1.62	1.62	1.63	1.74	1.75	1.75	1.75	1.96	1.96	1.96	1.95	2.39	2.37	2.34	2.32
1.35	1.61	1.62	1.63	1.63	1.74	1.75	1.75	1.75	1.96	1.96	1.96	1.96	2.39	2.37	2.35	2.33
1.40	1.61	1.62	1.63	1.63	1.74	1.75	1.76	1.76	1.97	1.97	1.97	1.97	2.40	2.38	2.36	2.34
1.45	1.61	1.62	1.63	1.64	1.75	1.76	1.76	1.76	1.97	1.97	1.97	1.97	2.40	2.38	2.36	2.34
1.50	1.62	1.63	1.63	1.64	1.75	1.76	1.76	1.77	1.97	1.97	1.98	1.98	2.41	2.39	2.37	2.35

注：1 地面粗糙度的类别按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 第 8.2.1 条确定。

2 此表分别按塔机计算高度  $H$  为 40m、45m、50m、55m 编制，当计算高度  $H$  在 40m~45m、45m~50m、50m~55m 之间时按线性插入法查表取值；当计算高度  $H$  不足 40m 时，按 40m 查表取值。

3 此表按锥形塔帽小车变幅的塔机编制，其他类型的塔机应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《高耸结构设计规范》GB 50135 的规定自行计算。

**A. 1.3** 塔机的风荷载体形系数 $\mu_s$ ，当塔身为型钢或方钢管杆件的桁架时，取 1.95；当塔身为圆钢管杆件的桁架时，可根据不同的基本风压 $\omega_0$  和风压等效高度变化系数 $\mu_z$  按表 A. 1.3 确定。

表 A. 1.3 塔机圆钢管杆件桁架的体形系数 $\mu_s$

风压等效 高度变化 系数 $\mu_z$	基本风压 $\omega_0$ (kN/m <sup>2</sup> )											
	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.20	1.40	1.50
0.62	1.80	1.80	1.80	1.76	1.73	1.70	1.66	1.63	1.59	1.52	1.45	1.42
0.65	1.80	1.80	1.79	1.76	1.72	1.68	1.65	1.61	1.57	1.50	1.43	1.39
0.66	1.80	1.80	1.79	1.75	1.72	1.68	1.64	1.61	1.57	1.49	1.42	1.38
0.69	1.80	1.80	1.78	1.74	1.71	1.67	1.63	1.59	1.55	1.47	1.40	1.36
0.84	1.80	1.80	1.75	1.70	1.66	1.61	1.56	1.51	1.47	1.37	1.28	1.23
0.92	1.80	1.78	1.73	1.68	1.63	1.58	1.53	1.47	1.42	1.32	1.22	1.16
0.96	1.80	1.78	1.72	1.67	1.62	1.56	1.51	1.45	1.40	1.29	1.18	1.13
0.99	1.80	1.77	1.72	1.66	1.61	1.55	1.49	1.44	1.38	1.27	1.16	1.11
1.20	1.80	1.74	1.67	1.60	1.53	1.47	1.40	1.33	1.27	1.13	1.00	0.93
1.29	1.79	1.72	1.65	1.58	1.50	1.43	1.36	1.29	1.22	1.07	0.93	0.90
1.34	1.79	1.71	1.64	1.56	1.49	1.41	1.34	1.26	1.19	1.04	0.90	0.90
1.39	1.78	1.70	1.63	1.55	1.47	1.39	1.31	1.24	1.16	1.00	0.90	0.90
1.54	1.77	1.68	1.59	1.51	1.42	1.33	1.25	1.16	1.07	0.90	0.90	0.90
1.65	1.75	1.66	1.57	1.48	1.38	1.29	1.20	1.11	1.01	0.90	0.90	0.90
1.69	1.75	1.65	1.56	1.46	1.37	1.28	1.18	1.09	0.99	0.90	0.90	0.90
1.73	1.74	1.65	1.55	1.45	1.36	1.26	1.16	1.07	0.97	0.90	0.90	0.90

注：当风压等效高度变化系数 $\mu_z$ 、基本风压 $\omega_0$  处于表列中间值时，可按线性插入法取值。

**A. 1.4** 塔机的风压高度变化系数，可采用等效高度变化系数 $\mu_z$  将风荷载转化为等效均布线荷载，当塔机计算高度 $H$  为 30m、40m、45m、50m、55m，根据不同的地面粗糙度，可按表 A. 1.4 确定。

表 A.1.4 塔机风压等效高度变化系数 ( $\mu_z$ )

塔机独立计算高度 $H$ (m)	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
30	1.54	1.20	0.84	0.62
40	1.65	1.29	0.92	0.65
45	1.69	1.34	0.96	0.66
50	1.73	1.39	0.99	0.69
55	1.77	1.42	1.03	0.71

注：当塔机独立计算高度  $H$  为 30m~40m、40m~45m、45m~50m 及 50m~55m 之间时，可按线性插入法查表取值。

**A.1.5** 当风沿着塔机塔身方形截面的对角线方向吹时(图 A.1.5)，风荷载应乘以风向系数  $\alpha$ ， $\alpha$  应取为风向着方形截面任一边作用时的 1.2 倍。

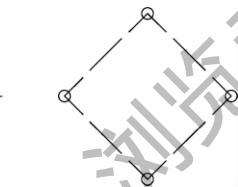


图 A.1.5 沿塔机塔身截面对角线的风向

**A.1.6** 塔身前后片桁架的平均充实率  $\alpha_0$ ，对塔身无加强标准节的塔机宜取 0.35；对塔身的加强标准节占爬升架以下一半的塔机宜取 0.40；加强标准节处于中间值时可按线性插入法取值。当塔身桁架构件由型钢制作时，平均充实率  $\alpha_0$  应乘扩大系数 1.1。

## A.2 独立塔机工作状态时风荷载计算

**A.2.1** 工作状态时塔机风荷载的等效均布线荷载标准值应按下列公式计算：

$$q_{sk} = W_k A / H \quad (\text{A.2.1-1})$$



$$W_k = 0.8\beta_z\mu_s\mu_z\omega_0 \quad (\text{A. 2.1-2})$$

$$A = \alpha_0 BH \quad (\text{A. 2.1-3})$$

式中： $q_{sk}$ ——塔机工作状态时，风荷载的等效均布线荷载标准值 (kN/m)；

$\omega_0$ ——基本风压，塔机工作状态时值取 0.20 kN/m<sup>2</sup>；

$A$ ——塔身单片桁架结构迎风面面积 (m<sup>2</sup>)；

$\alpha_0$ ——塔身前后片桁架的平均充实率；

$B$ ——塔身桁架结构宽度 (m)；

$H$ ——塔机独立状态下计算高度 (m)。

**A. 2.2** 工作状态时，作用在塔机上风荷载的水平合力标准值应按下列公式计算：

$$F_{sk} = q_{sk} \cdot H \quad (\text{A. 2.2})$$

式中： $F_{sk}$ ——作用在塔机上风荷载的水平合力标准值 (kN)。

**A. 2.3** 工作状态时，风荷载作用在基础顶面的力矩标准值应按下列公式计算：

$$M_{sk} = 0.5F_{sk} \cdot H \quad (\text{A. 2.3})$$

式中： $M_{sk}$ ——风荷载作用在基础顶面的力矩标准值 (kN·m)，按起重力矩同方向计算。

### A. 3 独立塔机非工作状态时风荷载计算

**A. 3.1** 非工作状态时塔机风荷载的等效均布线荷载标准值应按下列公式计算：

$$q'_{sk} = W'_k A / H \quad (\text{A. 3.1-1})$$

$$W'_k = 0.8\beta_z\mu_s\mu_z\omega'_0 \quad (\text{A. 3.1-2})$$

$$A = \alpha_0 BH \quad (\text{A. 3.1-3})$$

式中： $q'_{sk}$ ——非工作状态时，风荷载的等效均布线荷载标准值 (kN/m)；

$W'_k$ ——非工作状态时，风荷载标准值 (kN/m<sup>2</sup>)；

$\omega'_0$ ——非工作状态时的基本风压 (kN/m<sup>2</sup>)，按当地 50 年一遇的风压取用，且不小于 0.35kN/m<sup>2</sup>。

**A.3.2** 非工作状态时，作用在塔机上风荷载的水平合力标准值应按下列式计算：

$$F'_{sk} = q'_{sk} \cdot H \quad (\text{A.3.2})$$

式中： $F'_{sk}$ ——非工作状态时，作用在塔机上风荷载的水平合力标准值（kN）。

**A.3.3** 非工作状态时，风荷载作用在基础顶面上的力矩标准值应按下列式计算：

$$M'_{sk} = 0.5F'_{sk} \cdot H \quad (\text{A.3.3})$$

式中： $M'_{sk}$ ——非工作状态时，风荷载作用在基础顶面上的力矩标准值（kN·m），按最不利方向组合。

## 附录 B 格构式钢柱缀件的构造要求

**B.0.1** 缀板型格构式钢柱（图 B.0.1）中，同一截面处缀板的线刚度之和不应小于格构式钢柱分肢线刚度的 6 倍。缀板尺寸宜满足下列公式要求：

$$\text{缀板高度：} \quad d \geq \frac{2}{3} b_1 \quad (\text{B.0.1-1})$$

$$\text{缀板厚度：} \quad t \geq \frac{1}{40} b_1 \text{ 且 } t \geq 8\text{mm} \quad (\text{B.0.1-2})$$

缀板间距： $l_1 \leq 2b_1$ ，且应符合本标准公式（7.3.2-3）中分肢长细比的规定

式中： $b_1$ ——分肢型钢形心轴之间的距离。

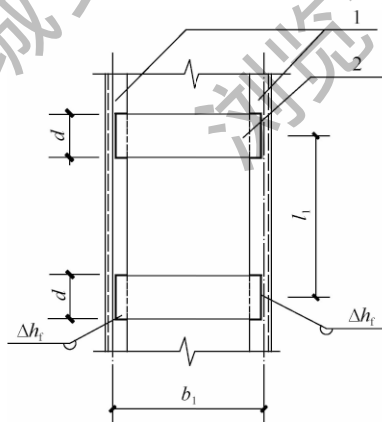


图 B.0.1 缀板式格构式钢柱立面图

1—分肢；2—缀板

**B.0.2** 缀条型格构式钢柱（图 B.0.2）中，斜缀条与构件轴线间的夹角应在  $40^\circ \sim 60^\circ$  范围内。缀条截面常用单个角钢，不宜小

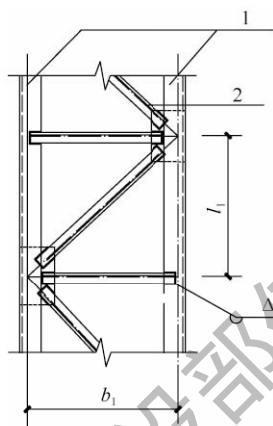


图 B.0.2 缀条式格构式钢柱立面图

1—分肢；2—缀条

于 L63mm×6mm，长细比不宜大于 80。横缀条间距  $l_1$  应符合本标准公式 (7.3.2-4) 中分肢长细比的规定。

**B.0.3** 缀件与格构式钢柱分肢应电焊连接，缀件与分肢搭接的长度不宜小于分肢截面宽度的一半，否则应采用节点板连接。对缀板宜采用绕角焊，对缀条宜采用三面围焊。角焊缝的焊脚尺寸  $h_f$  不宜小于 5mm，且不宜大于缀件的厚度。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：  
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，在条件允许时首先应这样做的：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- 2 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 3 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 4 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 5 《高耸结构设计规范》 GB 50135
- 6 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 GB 50202
- 7 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 8 《钢结构工程施工质量验收标准》 GB 50205
- 9 《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330
- 10 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 11 《钢结构工程施工规范》 GB 50755
- 12 《复合地基技术规范》 GB/T 50783
- 13 《建筑地基基础工程施工规范》 GB 51004
- 14 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
- 15 《建筑地基处理技术规范》 JGJ 79
- 16 《建筑桩基技术规范》 JGJ 94
- 17 《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》  
JGJ 196