

ICS 91.080.40

P25

备案号：

DB42

湖北省地方标准

DB42/T 927-2013

预制混凝土构件拼装塔机基础技术规程

Technical specification for prefabricated
concrete block assembled base of tower crane

2013 - 12 - XX30 发布

20134 - XX02 - XX20 实施

湖北省质量技术监督局

湖北省住房和城乡建设厅

联合发布

目 次

前言.....	II
<u>引言.....</u>	<u>1</u>
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和符号.....	2
3.1 术语.....	2
3.2 符号.....	4
4 基本规定.....	6
5 设计.....	6
5.1 一般规定.....	6
5.2 结构设计计算.....	7
5.3 构造要求.....	13
6 制作与检验.....	13
6.1 <u>预制件预制构件</u> 的制作与检验.....	13
6.2 拼装连接索及配件的检验.....	14
6.3 出厂检验.....	14
7 拼装与验收.....	14
7.1 一般规定.....	14
7.2 拼装.....	15
7.3 验收.....	16
7.4 拆除和堆放.....	17
8 运输 <u>和</u> 维护与报废.....	18
8.1 运输.....	18
8.2 维护.....	18
8.3 报废.....	18
附录 A 预制 <u>混凝土构件拼装</u> 塔机基础拼装结构图.....	19
附录 B 拼装连接索张拉施工记录表.....	23
附录 C 预制 <u>混凝土构件拼装</u> 塔机基础拼装验收记录表.....	24
附录 D 预制 <u>混凝土构件拼装</u> 塔机基础安全使用巡查记录表.....	25
附录 E 预制 <u>混凝土构件</u> 拼装塔机基础地基承载力确定方法.....	26

附录 F 预制拼装塔机基础地基处理方案.....	
--------------------------	--

关于发布湖北省地方标准《预制混凝土构件拼装塔机基础技术规程》的公告 第 42 号

现批准《预制混凝土构件拼装塔机基础技术规程》为湖北省地方标准，编号 DB42/T927-2013，自 2014 年 2 月 20 日实施。

本标准由湖北省住房和城乡建设厅委托湖北省建设工程标准定额管理总站出版发行。

湖北省住房和城乡建设厅
2013 年 12 月 24 日

国家工程建设标准化信息网

WWW.CCSN.GOV.CN



首 页 法律法规 领导讲说 现行标准 年度计划 标准公告 标准备案
支撑机构 实施监督 综合新闻 征求意见 在编标准 行政许可 地方动态
行业动态 国际动态 组织机构 标准知识 局部修订 标准体系 出版信息

标准备案详细信息

备案号：	J12527-2013
标准编号：	DB42/T927-2013
标准名称：	预制混凝土构件拼装塔机基础技术规程
批准日期：	2013-12-30
实施日期：	2014-2-20
批准部门：	湖北省住房和城乡建设厅

前 言

[本标准本规程](#)是按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

[本标准本规程](#)的编写主要[参考](#)了JGJ/197-2010 [混凝土预制混凝土预制](#)拼装塔机基础技术规程。[本标准本规程](#)与JGJ/197-2010的[差异](#)主要[差异](#)是：塔机基础的应用范围从额定起重力矩400kN·m以下，扩展到额定起重力矩800kN·m以下。

[本标准本规程](#)由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口。

[本标准本规程](#)主编单位：湖北省建筑工程管理局、湖北省鑫塔塔基基础设施制造有限公司。

[本标准本规程](#)参编单位：湖北省建设工程质量安全监督总站、武汉市城乡建设委员会、武汉市城建安全生产管理站、宜昌市建设工程质量（安全）监督站、襄阳市建筑安全生产监督管理站、荆门市建筑安全生产监督管理站、荆州市建筑工程安全监察站、黄冈市建筑安全监督管理站、江苏鑫塔基业建设新技术发展有限公司。

[本标准本规程](#)主要起草人：张晓曦、刘中强、金玉祥、从卫民、岳晨曦、敖勇、叶兵、邱济彪、周伟、王伟震、张军民、钟先国、张明清、姚专、高秀川。

[本标准本规程](#)由湖北省建筑工程管理局负责解释。[本标准本规程](#)在执行过程中如有意见和建议，请寄送至湖北省建筑工程管理局（地址：湖北省武汉市武昌区中南一路 78 号，邮政编码：430071）。

引 言

本文件的发布机构提请注意声明符合本文件时,可能涉及到[砼预制混凝土预制](#)拼装塔基基础多组合地脚螺栓孔、[混凝土预制混凝土预制](#)拼装塔机基础预制[中构件中](#)连接孔道定位方法等条相关的专利内容的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性和有效性的[好](#)范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件发布机构保证,[他愿意同任何申请人在合理和非歧视的条款和条件下他愿意与任何申请人在合理和非歧视的条款和条件下](#),就使用授权许可进行商谈。

专利权人姓名:江苏鑫塔基业建设新技术发展有限公司,从卫民

地址:江苏省淮安市北京北路 112 号

专利名称:[混凝土预制混凝土预制](#)拼装塔机基础预制[中构件中](#)连接孔道定位方法

专利号:2009 1 0030618.1

请注意除上述专利外,本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

预制混凝土构件拼装塔机基础技术规程

1 范围

本规程规定了混凝土预制混凝土构件拼装塔机基础技术规程的基本规定、设计、制作与检验、拼装与验收和运输、维护与报废。

本规程适用于小车变幅水平臂额定起重力矩不超过 $800\text{kN}\cdot\text{m}$ 的塔式起重机预制混凝土基础的设计、制作、拼装、验收和使用与维护。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规程的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

GB 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱

GB/T 5031 塔式起重机（与5.2.8引用时不一致，5.2.8引用时带有年号？）

JGJ 81—建筑钢结构焊接技术规程

GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线

GB/T 13752 塔式起重机设计规范GB 3098—紧固件机械性能

GB/T 5031—塔式起重机—

GB 5144—塔式起重机安全规程—

GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器

GB/T 5224—预应力混凝土用钢绞线

GB/T 13752—塔式起重机设计规范

GB/T 14370—预应力筋用锚具、夹具和连接器

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50017 钢结构设计规范

GB50009——（条文未提到，不应列入！）—

JGJ79

GB/T 50081—普通混凝土力学性能试验方法

GB 50135—高耸结构设计规范

GB 50202—建筑地基基础工程施工质量验收规范（条文未提到，不应列入！）—

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50205—钢结构工程施工质量验收规范（条文未提到，不应列入！）—

GB 50330 建筑边坡工程技术规范

GB 50666 混凝土结构工程施工规范

JGJ79 建筑地基处理技术规程

JGJ 85—预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程

JGJ 92 无粘结预应力混凝土结构技术规程

JGJ 196—建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程—

JGJ/T197 ~~=2010~~ 混凝土预制混凝土预制拼装塔机基础技术规程
~~JGJ 276—~~建筑施工起重吊装工程安全技术规范

3 术语和符号

JGJ/T197-2010 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。~~为了更好的使用~~为了便于使用，以下重复列出了 JGJ/~~T~~197-2010 中的某些术语和定义。

3.1 术语

3.1.1

混凝土预制预制混凝土构件拼装塔机基础 prefabricated concrete block assembled base of tower crane

通过拼装连接索将经过专门设计的混凝土预制件预制混凝土构件拼装成一体,用于传递塔式起重机荷载至地基的基础。简称预制塔机基础。

~~—【JGJ/T197—2010, 术语 2.1.1】—~~

3.1.2

中心件 cruciform block

置于预制塔机基础中心部位的十字形混凝土预制件预制混凝土构件。

~~—【JGJ/T197—2010, 术语 2.1.2】—~~

3.1.3

过渡件 extending block

扩展预制塔机基础长度的混凝土预制件预制混凝土构件。

~~—【JGJ/T197—2010, 术语 2.1.3】—~~

3.1.4

端件 outer block

预制塔机基础端部的混凝土预制件预制混凝土构件。

~~—【JGJ/T197—2010, 术语 2.1.4】—~~

3.1.5

配重块 ballast block

搁置于过渡件、端件之间且中部悬空用以抗倾覆的混凝土预制件预制混凝土构件。

~~—【JGJ/T197—2010, 术语 2.1.5】—~~

3.1.6

定位剪力键 shear resisting positioning couplings

设置在相邻预制件预制构件之间用于限制预制件预制构件连接的形位公差并起到抗剪作用的钢制耦合件。

【JGJ/T197—2010，术语 2.1.6】

3.1.7

拼装连接索 joining strand

将[预制件预制构件](#)连接成整体的预应力钢绞线。

【JGJ/T197—2010，术语 2.1.7】

3.1.8

配件 fittings

与[预制件预制构件](#)和拼装连接索配套使用的螺栓、螺母、垫圈、垫板、锚具、承压板等的总称。

【JGJ/T197—2010，术语 2.1.8】

3.1.9

扩大墩 expand the pier

为了满足底座较大塔机的连接要求，加大过渡件梁宽而采用的构造做法。

3.1.10

转换底座 convert the base

由上下[层钢杆](#)面板，中间焊接加劲钢板，便于传递塔机荷载而设置的连接构件。

3.2 符号

3.2.1 材料性能

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_{ptk} ——预应力钢绞线[极限](#)强度标准值；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值；

f_t^b ——螺栓抗拉强度设计值；

f_y ——钢筋的抗拉强度设计值；

f_{yv} ——箍筋抗拉强度设计值；

f_v ——定位剪力键钢材的抗剪强度设计值。

3.2.2 作用、作用效应及承载力

f_a ——修正后的地基承载力特征值；

f_{ak} ——地基主要受力层的承载力特征值；

F ——[预制](#)塔机基础与塔式起重机连接处单根主肢杆上的连接螺栓的最大拉力设计值；

F_{hk}^t ——塔式起重机作用在[其](#)基础顶面上的水平荷载标准值；

- F_v ——塔式起重机作用在**其**基础顶面上的**垂直竖向**荷载设计值；
 F_{vk}^b ——塔式起重机作用在**其**基础底面上的**垂直竖向**荷载标准值；
 F_{vk}^t ——塔式起重机作用在**其**基础顶面上的**垂直竖向**荷载标准值；
 F_y ——每根连接螺栓的预紧力~~（设计值？）~~；
 G_k ——**预制**塔机基础自重及配重的标准值；
 M ——塔式起重机作用在基础底面上的弯矩设计值；
 M_k^b ——塔式起重机作用在**其**基础底面上的弯矩标准值；
 M_k^t ——塔式起重机作用在**其**基础顶面上的弯矩标准值（在计算工作状态时应计入动力系数，取 1.1—1.3）；
 M_{\max} ——**预制**塔机基础梁截面内的最大弯矩设计值；
 M_R ——抗滑力矩；
 M_S ——滑动力矩；
 M_{stb} ——**预制**塔机基础抵抗倾覆的力矩值；
 M_{dst} ——塔式起重机作用在**其**基础上的倾覆力矩值；
 M_y ——螺栓副的预紧力矩~~（设计值？）~~；
 N ——单个连接螺栓的拉力设计值；
 N_{p0} ——拼装连接索考虑**预应力**损失后的拉力的合力设计值；
 $p_{k,m}$ ——**预制**塔机基础底面上的平均压力标准值；
 $p_{k,\max}$ ——**预制**塔机基础底面边缘处的最大压力标准值；
 $p_{k,\min}$ ——**预制**塔机基础底面边缘处的最小压力标准值；
 V ——剪力设计值；
 σ_{con} ——预应力钢绞线张拉控制应力；
 σ_l ——预应力钢绞线的预应力损失值；
 σ_{pe} ——预应力钢绞线的有效预应力。

3.2.3 几何参数

- A ——**预制混凝土构件拼装**塔机基础底面积；
 A_0 ——混凝土基础**梁截面**~~（底面？）~~换算截面面积；

- A_p —— 预应力钢绞线截面面积；
- A_{p1} —— 单根预应力钢绞线的截面面积；
- A_s —— 预制混凝土构件拼装塔机基础翼缘受力钢筋的截面面积；
- A_{so} —— 定位剪力键的总截面总面积；
- A_{sv} —— 同一截面内各肢箍筋的全部截面面积；
- a —— 塔身截面对角线上两根主肢杆形心间距；
- b —— 预制混凝土构件拼装塔机基础梁截面的宽度；
- b_0 —— 基础端件的宽度；
- d —— 螺栓的公称直径；
- d_e —— 螺栓的有效直径；
- h —— 预制混凝土构件拼装塔机基础梁截面高度；
- h_0 —— 截面有效高度；
- l —— 预制混凝土构件拼装塔机基础底面的长度；
- l_0 —— 预制混凝土构件拼装塔机基础最小的抗倾覆力臂；
- W_{min} —— 预制混凝土构件拼装塔机基础的最小截面抵抗矩。

3.2.4 计算系数及其他

- K_{stb} —— 抗倾覆稳定安全系数性系数；
- n —— 基础底部预应力钢绞线数量；塔机每根主肢杆上的连接螺栓数量；
- α —— 荷载不均匀系数。

4 基本规定

- 4.0.1 预制混凝土构件拼装塔机基础应由定位剪力键和拼装连接索将中心件、过渡件、端件连接而成，配重块应按计算配置。
- 4.0.2 预制混凝土构件拼装塔机基础应安装牢固、连接可靠。
- 4.0.3 预制混凝土构件拼装塔机基础应拼装便利，在正常维护下应能重复使用。
- 4.0.4 预制件预制构件的混凝土设计强度等级不应低于 C40，其相关指标应符合《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。
- 4.0.5 混凝土预制件预制构件应配置 HRB400 级或 HRB335 级钢筋，其相关指标应符合《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。
- 4.0.6 拼装连接索应采用抗拉强度标准值拼装连接索应采用极限强度标准值 f_{ptk} 为 1860N/mm² 的无粘结高强低松弛预应力钢绞线，其相关指标应符合《预应力混凝土用钢绞线》GB/T5224 的规定。

4.0.7 预埋件、承压板等宜采用 Q235、Q345、Q390 和 Q420 钢，其相关指标应符合《钢结构设计规范》GB50017 的规定。

4.0.8 连接螺栓应采用 40Cr 钢并经调质处理，调质后其极限抗拉强度不应小于 750N/mm²，屈服强度不得小于 550 N/mm²，相关材料与和物理力学指标~~(不明确!)~~应符合国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 的规定。应符合《紧固件机械性能》GB3098 的规定。

4.0.9 锚具质量应符合《预应力混凝土用锚具、夹具和连接器》GB/T14370 的要求。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 预制混凝土构件拼装塔机基础的设计计算应符合《建筑地基基础设计规范》GB50007 的规定，其地基基础设计等级宜取为丙级其地基基础设计等级可取为丙级。

5.1.2 预制混凝土构件拼装塔机基础的地基承载力特征值，额定起重力矩 400kN·m 及以下不应低于 80kN/m²，额定起重力矩 400kN·m 以上 800kN·m 及以下不应低于 120kN/m²。地基承载力特征值及相应设计指标宜根据岩土工程勘察报告取值，当持力层为表层土且岩土工程勘察报告中未提供表层土承载力时，可通过现场按附录 E 测试确定。

5.1.3 预制件预制构件设计应符合下列要求：

- 1 预制件预制构件设计应构造简单、坚固耐用、便于制作、运输和拼装；
- 2 整体平面布置应合理规范；
- 3 截面形式宜采用倒 T 形，其截面尺寸宜符合建筑模数。

5.1.4 预制混凝土构件拼装塔机基础设计应包括下列内容：

- 1 基础底面地基承载力验算、地基稳定性验算、基础抗倾覆验算、基础承载力计算；
- 2 受拉区拼装连接索根据计算确定，并按构造要求布置受压区拼装连接索；
- 3 编写预制混凝土构件拼装塔机基础设计说明；
- 4 绘制预制混凝土构件拼装塔机基础平面布置组合图；
- 5 绘制预制件预制构件配筋图及模板图；
- 6 绘制预埋件和拼装连接索布置图；
- 7 绘制定位剪力键详图和布置图。

5.2 结构设计计算

5.2.1 作用在预制塔机基础上的荷载及其荷载效应组合应符合下列规定作用在预制混凝土构件拼装塔机基础上的荷载及其荷载组合应符合下列规定：

1 作用在预制混凝土构件拼装塔机基础顶面的荷载应由塔式起重机生产厂家按《塔式起重机设计规范》GB/T5031-T13752-2008 提供。塔式起重机作用在基础顶面上的垂直荷载标准值塔式起重机作用在基础顶面上的竖向荷载标准值、水平荷载标准值、弯矩标准值及扭矩标准值分别为 F_{vk}^t 、 F_{hk}^t 、 M_k^t 、 T_k^t

(图 5.2.1-1)。

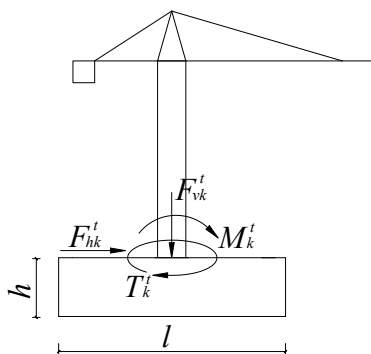


图 5.2.1-1 基础顶面荷载标准值

2、对预制混凝土构件拼装塔机基础的底面压力进行验算时，作用在基础底面上的荷载应采用标准组合。标准组合中取用的垂直荷载标准值和弯矩标准值应按下列公式计算标准组合中取用的竖向荷载标准值和弯矩标准值应按下列公式计算：

$$F_{vk}^b = F_{vk}^t + G_k \quad (5.2.1-1)$$

$$M_k^b = M_k^t + F_{hk}^t \cdot h \quad (5.2.1-2)$$

式中： F_{vk}^b ——作用在基础底面上的垂直荷载标准值作用在基础底面上的竖向荷载标准值 (kN)；

G_k ——预制混凝土构件拼装塔机基础的自重及配重的标准值 (kN)；

M_k^b ——预制混凝土构件拼装塔机基础作用在其基础底面上的弯矩标准值 (kN·m)；

h ——预制混凝土构件拼装塔机基础梁截面高度 (m)。

3、对预制混凝土构件拼装塔机基础进行抗倾覆验算时，应采用荷载基本组合设计值。倾覆力矩和抗倾覆力矩应按下列公式计算 (图 5.2.1-2)：

$$M_{stb} = 0.9l_0 \times F_{vk}^b \quad (5.2.1-3)$$

$$M_{dst} = 1.4M_k^t + 1.0F_{hk}^t h \quad \text{考虑动力系数 1.1} \quad (5.2.1-4)$$

$$l_0 = \frac{\sqrt{2}}{4}(l + b_0) \quad (5.2.1-5)$$

式中： M_{stb} ——预制混凝土构件拼装塔机基础抵抗倾覆的力矩值 (kN·m)；

M_{dst} ——塔式起重机作用在基础上的倾覆力矩值 (kN·m)；

l_0 ——预制混凝土构件拼装塔机基础最小的抗倾覆力臂 (mm)；

b_0 ——基础端件的宽度 (mm)；

l ——预制混凝土构件拼装塔机基础底面的长度 (mm)。

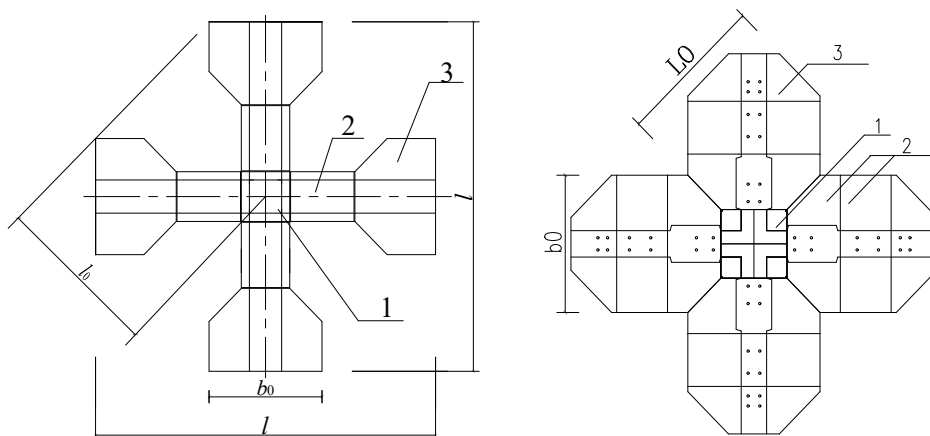


图 5.2.1-2 最小抗倾覆力臂示意图

1—中心件；2—过渡件；3—端件

4—对预制混凝土构件拼装塔机基础进行截面承载力计算时，应采用荷载基本组合，垂直荷载设计值和弯矩设计值应按下列公式计算；

$$F_v = 1.35 F_{vk}^t \quad (1.35 \rightarrow 1.2) \quad (5.2.1-6)$$

$$M = 1.4 M_k^t + 1.0 F_{hk}^t h \quad (5.2.1-7)$$

式中： F_v ——塔式起重机作用在其基础顶面上的垂直竖向荷载设计值(kN)；

M ——塔式起重机作用在其基础底面上的弯矩设计值(kN·m)。

5.2.2 预制混凝土构件拼装塔机基础的地基承载力应符合下列规定：

1 塔式起重机在偏心荷载作用下基础底面的压力应按下列公式确定（图 4.5.2.2）：

$$\left. \begin{array}{l} p_{k,\max} \\ p_{k,\min} \end{array} \right\} = \frac{F_{vk}^b}{A} \pm \frac{M_k^b}{W_{\min}} \quad (5.2.2-1)$$

式中： $p_{k,\max}$ ——预制混凝土构件拼装塔机基础底面边缘的最大压力标准值(kN/m²)；

$p_{k,\min}$ ——预制混凝土构件拼装塔机基础底面边缘的最小压力标准值(kN/m²)；

W_{\min} ——预制混凝土构件拼装塔机基础的最小截面抵抗矩(m³)；

A ——预制混凝土构件拼装塔机基础底面积(m²)。

2、基础底面的压力，应符合下列公式要求：

$$p_k \leq f_a \quad (5.2.2-2)$$

2)

$$p_{k,\max} \leq 1.2 f_a \quad (5.2.2-3)$$

式中： $p_{k,m}$ ——预制混凝土构件拼装塔机基础底面上的平均压力标准值(kN/m²)；

f_a ——经过宽度和深度修正后的地基承载力特征值(kPa)。

当基底出现零应力区时, 偏心距 e 应小于 $l/4$; 偏心距 e (m)应按下列公式计算:

$$e = \frac{M_k^b}{F_{vk}^b} \quad (5.2.2-4)$$

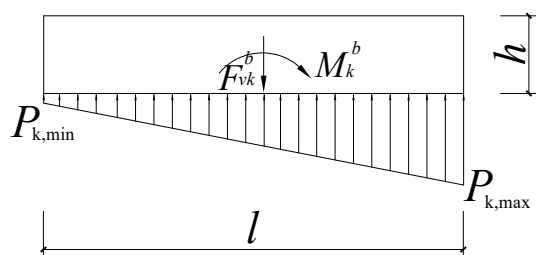


图 5.2.2 基底压力示意图

5.2.3 ~~对~~经过地基处理的复合地基的承载力特征值, 应按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ79 的规定进行计算。

~~5.2.4~~ 预制混凝土构件拼装塔机基础的地基稳定性计算应符合下列规定:

1 ~~当~~预制混凝土构件拼装塔机基础底面标高接近土坡底或基坑底(图 5.2.3), 当 h' 不大于 1.0m、 a' 不小于 2.0m、 f_{ak} 不小于 130kN/m² 且地基持力层无软弱下卧层时, 可不做地基稳定性验算。

2 ~~当~~预制混凝土构件拼装塔机基础处于边坡内且不符合 ~~土条 1 款~~ 的规定时, 应进行边坡的稳定性验算, 可按《建筑边坡工程技术规范》GB50330 的规定, 按圆弧滑动面法进行计算。最危险滑动面上的诸力对滑动中心所产生的抗滑力矩与滑动力矩应符合下式要求:

$$\frac{M_R}{M_S} \geq 1.25 \quad (5.2.3)$$

式中: M_R M_R ——抗滑力矩(kN·m);

M_S M_S ——滑动力矩(kN·m)。

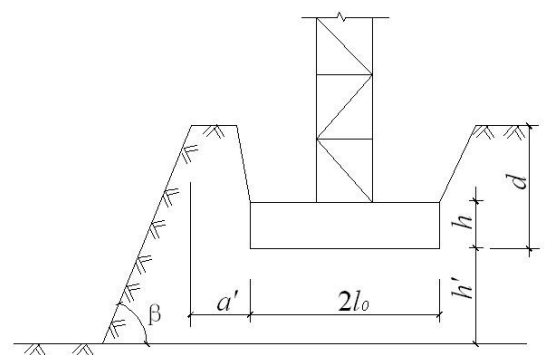


图 5.2.3 基础底面外边缘至坡顶的水平距离示意

a' —基础底面外边缘至坡顶的水平距离； $2l_0$ —垂直于坡顶边缘线的基础底面边长；

h' —基础底面至坡（坑）底的竖向距离； d —基础的埋置深度； β —边坡坡角。

5.2.4—5 预制混凝土构件拼装塔机基础的抗倾覆稳定性应符合下式要求：

$$\frac{M_{\text{stb}}}{M_{\text{dst}}} \geq K_{\text{stb}} \quad (\text{原式: } \frac{M_{\text{stb}}}{M_{\text{dst}}} \geq K_{\text{stb}})$$

(5.2.4)

式中： $k_{\text{stb}}K_{\text{stb}}$ ——抗倾覆稳定性系数抗倾覆稳定安全系数：当预制混凝土构件拼装塔机基础有埋深时， k_{stb} 应按不小于 2.0 取值；无埋深时， k_{stb} 应按不小于 2.2 取值。

5.2.56 倒 T 形预制件预制构件在受拉翼缘中配置的—的受力钢筋截面面积应按下列公式计算应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 有关规定配置，且应满足最小配筋率的要求。

$$A_s = \frac{M_I}{0.9 f_y h_0} \quad (5.2.5)$$

式中： M_I ——预制塔机基础倒 T 形预制件中的最大弯矩设计值 (kN·m)；

A_s ——预制塔机基础翼缘每米长的受力钢筋的截面面积 (mm²)；

f_y ——钢筋的抗拉强度设计值 (N/mm²)；

h_0 ——预制塔机基础翼缘的有效高度 (mm)。

5.2.67 预制混凝土构件拼装塔机基础梁的斜截面受剪应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 有关条件，受剪承载力应符合下列规定：

1—整体抗剪受剪承载力应符合下式要求：

$$V \leq 0.75 \left(0.7 f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \right) \quad (5.2.56-1)$$

式中： V ——构件斜截面上的最大剪力设计值 (kN)；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值 (N/mm²)；

b ——基础梁截面的宽度 (mm)；

h_0 ——基础梁截面的有效高度 (mm)；

f_{yv} ——箍筋抗拉强度设计值 (N/mm²)；

A_{sv} ——配置在同一截面内箍筋各肢的全部截面面积 (mm²)；

s ——沿构件长度方向的箍筋间距 (mm)。

2. 拼接面处的受剪承载力抗剪应符合下列公式要求：

$$V \leq 0.5N_{p0} \quad (5.2.56-2)$$

$$A_{so} \geq (V - 0.2N_{p0}) / f_v \quad (5.2.56-3)$$

式中： V ——拼接面处的剪力设计值；

N_{p0} ——拼装连接索考虑预应力损失后的拉力的合力设计值：当 N_{p0} 大于 $0.3f_cA_0$ 时，应取 N_{p0} 等于 $0.3f_cA_0$ ，此处， A_0 为构件的换算截面面积， f_c 为混凝土轴心抗压强度设计值；

A_{so} ——定位剪力键的总截面总面积 (mm²)；

f_v ——定位剪力键钢材的抗剪强度设计值 (N/mm²)。

5.2.78 预制混凝土构件拼装塔机基础连接螺栓的设计应符合下列规定：

1. 水平孔道附加横向箍筋总截面面积 A_{sv} 应符合下列公式要求：

$$A_{sv} \geq \frac{F}{0.8f_{yv}} \quad (5.2.67-1)$$

$$F = \frac{M_k^t}{a} - \frac{F_{vk}^t}{4} \quad (5.2.67-2)$$

式中： A_{sv} ——承受连接螺栓拉力所需的附加横向钢筋总截面面积 (mm²)；

F ——预制混凝土构件拼装塔机基础与塔式起重机连接处单根主肢杆上连接螺栓组的最大拉力设计值 (kN)；

a ——塔身截面对角线上两根主肢杆形心间距 (mm)。

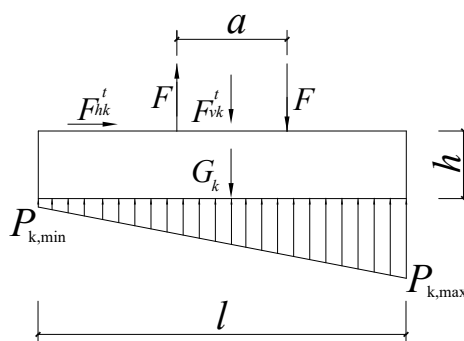


图 5.2.7 连接螺栓受力示意图

2. 连接螺栓的拉力应按下列公式验算：

$$N \leq \frac{\pi d_e^2}{4} f_t^b - F_y \quad (5.2.67-3)$$

$$N = \alpha \frac{F}{n} \quad (5.2.67-4)$$

$$F_y \leq \frac{M_y}{0.318d} \quad (5.2.67-5)$$

式中： N ——单个连接螺栓的拉力设计值(kN)；

d_e ——螺栓的有效直径(mm)；

f_t^b ——螺栓抗拉强度设计值(N/mm²)；

F_y ——每根连接螺栓的预紧力(kN)；

α ——荷载不均匀系数， α 取 1.1；

n ——每根主肢杆上的连接螺栓数量(个)；

M_y ——螺栓副的预紧力矩(kN·m)，按塔式起重机说明书或《塔式起重机》GB/T5031-2008的有关规定取值；

d ——螺栓的公称直径(mm)。

5.2.89 预制混凝土构件拼装塔机基础拼装连接索的设计应符合下列规定：

1 拼装连接索施加的有效预应力应按下列公式计算：

$$\sigma_{pe} = \sigma_{con} - \sigma_l \quad \text{——(按混凝土规范)}$$

(5.2.78-1)

式中： σ_{pe} ——预应力钢绞线的有效预应力(N/mm²)；

σ_{con} ——预应力钢绞线张拉控制应力(N/mm²)，可取 $\sigma_{con} = 0.55 f_{ptk}$ ；

σ_l ——预应力钢绞线的预应力损失值， σ_l 取 200 N/mm²；

f_{ptk} ——预应力钢绞线强度标准值(N/mm²)。

2 预应力钢绞线的截面面积和根数可按下列公式计算：

$$A_p \geq \frac{M_{max}}{0.9 h_0 \sigma_{pe}} \quad (5.2.8-1-2)$$

$$n = \frac{A_p}{A_{p1}} \quad (5.2.8-23)$$

式中： A_p ——预应力钢绞线截面面积(mm²)；

M_{\max} ——预制混凝土构件拼装塔机基础梁截面内的最大弯矩设计值 ($\text{kN} \cdot \text{m}$) ;

σ'_{pe} ——考虑拼接缝影响, 经折减后的有效预应力 (N/mm^2), $\sigma'_{\text{pe}} = 0.85\sigma_{\text{pe}}$;

h_0 ——预制混凝土构件拼装塔机基础梁的有效高度, 取基础截面顶部到下部钢绞线合力点的距离 (mm) ;

n ——基础底部预应力钢绞线数量 (根), 取整数;

A_{p1} ——单根预应力钢绞线的截面面积 (mm^2)。

5.2.910 对预制混凝土构件拼装塔机基础预应力张拉和锚固端、连接螺栓孔部位, 应按《混凝土结构设计规范》GB50010 进行局部受压承载力计算, 并配置必要的间接钢筋网或螺旋式钢筋。

5.2.101 对符合本规程适用范围的, 即小车变幅水平臂额定起重力矩不超过 $800\text{kN} \cdot \text{m}$ 的塔式起重机基础, 可不进行正常使用极限状态的裂缝控制验算和挠度验算。

5.3 构造要求

5.3.1 预制混凝土构件拼装塔机基础下应设置强度等级为 C15 的素混凝土垫层, 垫层厚度: 额定起重力矩在 $400\text{kN} \cdot \text{m}$ 及以下的不应小于 100mm; 额定起重力矩在 $400\text{kN} \cdot \text{m}$ 以上的不应小于 150mm, 垫层上宜设置 105mm~20mm 厚干拌 1:2.5 水泥黄砂沙作为褥垫找平层。

5.3.2 预制件预制构件 (基础梁) 的箍筋直径不应小于 8mm, 且不应小于受力筋直径的 0.25 倍。箍筋宜采用对焊封闭箍筋; 也可采用末端做成 135° 弯钩、弯钩端部平直段长度不应小于 10 倍箍筋直径的搭接封闭箍筋。

5.3.3 对于有多孔组合时的扩大墩, 应设置暗梁及箍筋加强。垂直连接孔口周围应设置双向竖向连接孔口周围应设置双向 $\phi 6@100$ 钢筋网片。水平孔道以上的连接螺栓孔, 沿全高设置 $\phi 6@50$ 钢筋网片, 孔边与梁外边缘距离应小于 80mm。

5.3.4 连接螺栓的直径不应小于 24mm。

5.3.5 预制件预制构件拼接面处的角部应设置截面不小于 $50\text{mm} \times 5\text{mm}$ 的防碰撞等边角钢。

5.3.6 张拉端及固定端应配置构造钢筋网片 $\phi 6@100$ 或螺旋钢筋。连接螺栓预留孔处, 梁两侧应配置 2 根 $\phi 12$ 构造钢筋。

5.3.7 受压区 (基础顶面) 拼装连接索的预应力钢绞线对额定起重力矩 $\leq 400\text{kN} \cdot \text{m}$ 的塔式起重机不应少于 2 根; 对在 $400\text{kN} \cdot \text{m} <$ 额定起重力矩 $\leq 800\text{kN} \cdot \text{m}$ 的塔式起重机不应少于 4 根。

5.3.8 预制混凝土构件拼装塔机基础内穿拼装连接索的孔应按水平直线布置, 十字梁两个方向孔高差不应大于 25mm。

5.3.9 当基础与塔机采用钢转换底座时, 应根据具体条件进行专门设计, 且钢底板厚度应大于 30 mm, 钢板上孔边至钢板外缘大于 2 倍孔径, 加劲钢板厚度应大于 14mm, 并采用 CO_2 气体保护焊。

5.3.10 拼接面处定位剪力键的数量不应少于 4 个, 定位剪力键距截面边缘的距离不得小于 100mm。

5.3.11 预制混凝土构件拼装塔机基础倒 T 形预制件预制构件翼缘高度不应小于 200 mm; 当翼缘高度大于 250 mm 时, 宜采用变厚度翼板, 翼板坡度不应大于 1:3, 翼板坡面上应做凸起水平面, 用手搁置配重件。

5.3.12 当预制件预制构件梁腹板高度大于 450mm 时, 应在梁两侧面沿高度配置纵向构造钢筋, 每侧纵向构造钢筋的截面面积不应小于腹板截面面积的 0.1% 且直径不应小于 HRB400 ϕ 直径 12mm, 其间距不宜大于 200mm。

5.3.13 张拉端、固定端的承压板厚度不应小于 12mm。

5.3.14 预制件预制构件梁底板配置的非预应力纵向受力钢筋的最小配筋率不应小于 0.15%。

5.3.15 预制件预制构件梁底板中受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 45mm。

5.3.16 定位剪力键的锚筋应采用 3 根 HRB400 级钢筋，直径设置 3 根不应小于 HRB400 直径 $\phi 12\text{mm}$ 的钢筋，且长度不应小于 300mm。

6 制作与检验

6.1 预制件预制构件的制作与检验

6.1.1 预制件预制构件应在固定场所集中制作与检验。

6.1.2 预制件预制构件应严格按照设计图纸加工制作。

6.1.3 预制件预制构件所使用的材料，应具有合格证、检验试验报告。

6.1.4 预制件预制构件制作过程的质量控制应符合《混凝土结构工程施工规范》GB50666及《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的相关规定。

6.1.5 预制件预制构件的制作允许偏差与检验方法应符合表 6.1.5 的要求。

表 6.1.5 预制件预制构件尺寸允许偏差与检验方法

项 目	允 许 偏 差 (mm)	检 查 方 法
轴 线	+5 0	钢尺检查
几何尺寸	± 5	角尺和量尺检查
表面平整度	+5 0	2m 靠尺和塞尺检查
预埋件中心线位置	+5 0	钢尺检查
预留孔中心线位置	± 3	钢尺检查
预留洞中心线位置	± 10	钢尺检查
主筋保护层厚度	+10 -5	钢尺或保护层厚度测定仪量测
对角线差	+10 0	钢尺量两个对角线

6.2 拼装连接索及配件的检验

6.2.1 拼装连接索的检验应符合下列规定：

1 首次使用钢绞线的检验应按《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ92 的有关规定执行，并应具有产品出厂合格证和出厂检验报告。

2 重复使用的钢绞线应符合下列要求：

1a) 钢绞线不应产生塑性变形；

2b) 单根钢绞线丝不得产生脆断或裂纹；

3e) 钢绞线不得出现明显锈蚀脱皮，因锈蚀使截面面积减少 5% 以上的钢绞线不得使用；

4d) 钢绞线使用次数不得超过 20 次；

5e) 钢绞线在同一夹持区使用不应超过 6 次。

6.2.2 锚具、连接螺栓等质量要求应按本规程第 4.0.8、4.0.9 条规定执行。

6.3 出厂检验

- 6.3.1 应对[预制件预制构件](#)的几何尺寸、数量以及拼装质量逐件进行实测检验。
- 6.3.2 应对配件的数量、型号、形状尺寸进行检查。
- 6.3.3 按本规程第 6.3.1 条、第 6.3.2 条要求检验合格后，进行涂装编号并出具产品出厂合格证。

7 拼装与验收

7.1 一般规定

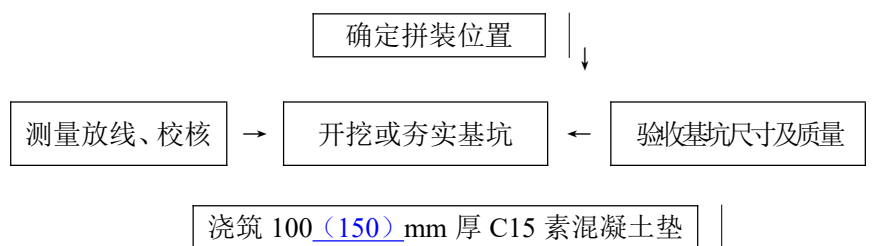
- 7.1.1 拼装前应制定合理的拼装方案。预制塔机基础的拼装应符合本规程附录 A 的规定。
- 7.1.2 拼装单位应具有预应力施工资质，拼装施工应由经过专门培训的人员持证上岗。
- 7.1.3 预制[混凝土构件拼装](#)塔机基础严禁设置在积水浸泡的地基和冻土地基上。使用过程中严禁基槽内积水。当预制[混凝土构件拼装](#)塔机基础位于不良工程地质环境时，应有保证基础及地基稳定的技术措施。
- 7.1.4 张拉用千斤顶和压力表应配套标定、配套使用；张拉设备的标定期限不应超过半年；当张拉设备出现不正常现象时或千斤顶检修后，应重新标定。
- 7.1.5 吊装[预制件预制构件](#)时应设专人指挥，[预制件预制构件](#)起吊应平稳，不得偏斜和大幅度摆动。
- 7.1.6 钢绞线在张拉或拆除时，严禁在基础梁两端正前方站人或穿越，工作人员应位于千斤顶侧面操作。
- 7.1.7 安装高度限值：额定起重力矩 $400\text{kN}\cdot\text{m}$ [及以下按厂家说明书的要求以下应符合厂家说明书的规定要求](#)；额定起重力矩 $400\text{kN}\cdot\text{m}$ 以上 $800\text{kN}\cdot\text{m}$ [以下独立高度按厂家说明书的要求及以下独立高度应符合厂家说明书的规定要求](#)，附着高度以厂家说明书的要求再乘以附着间距以厂家说明书的要求再乘以 0.8 的折减系数。
- 7.1.8 [地基基坑](#)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规范》GB50202 的规定进行验收。经地基处理后的复合地基的承载力应达到设计要求的标准。检验方法应按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ79 的规定进行。

[7.1.9](#) 应提供基础的使用说明，包括下列要求：

- 1—地基承载力及周围环境；
- 2—基础构件及钢绞索的配置；
- 3—基底面积、基础及压重总重量、截面抵抗矩及钢绞索有效拉力和位置；
- 4—复核偏心矩及基底的_{最大}压应力；
- 5—塔身附着时原厂家的附着要求说明书；
- 6—塔身的防雷接地电阻不大于 4Ω 。

7.2 拼装

- 7.2.1 预制[混凝土构件拼装](#)塔机基础拼装可按图 7.2.1 所示流程进行：



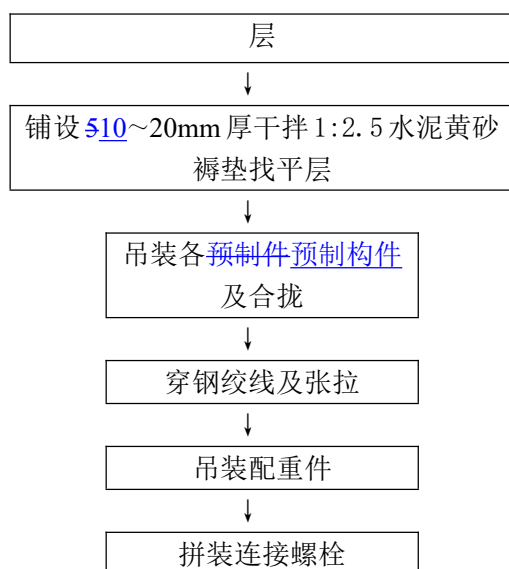


图 7.2.1 预制塔机基础拼装流程

7.2.2 预制混凝土构件拼装塔机基础拼装前应进行下列准备工作：

- 1、确认拼装位置的地基承载力特征值；
- 2、收集相邻建筑、道路、管线、边坡等相关资料；
- 3、拼装场地的道路应平整坚实、无障碍物，并满足运输和吊装要求；
- 4、依据设计要求清点预制件预制构件和配件数量，核对型号；
- 5、根据设计和相关规范的要求检查预制件预制构件和配件质量；
- 6、必须对拼装机具进行校核、检查；
- 7、组织拼装人员进行技术交底。

7.2.3 预制混凝土构件拼装塔机基础的拼装应符合下列规定：

- 1、拼装位置应符合项目施工组织设计的要求；
- 2、基坑的尺寸及深度应达到设计要求，开挖后应对基坑底部进行夯实；
- 3、素混凝土垫层的平整度不得大于 5mm；
- 4、在预制件预制构件吊装过程中不应破坏褥垫层，构件高差、平整度应满足设计要求；
- 5、预制件预制构件应按设计要求吊装，起吊时绳索与构件水平面夹角不宜小于 45°；
- 6、应按平面布置依次吊装中心件、过渡件、端件，定位剪力键的凹件与凸件应紧密咬合，预制件预制构件的间隙不应大于 8mm；
- 7、预制件预制构件的中心位置应与轴线重合；
- 8、预制件预制构件的拼接面缝隙内不得有杂物；
- 9、配重块应搁置于基础边缘，中部应悬空，并与基础有可靠连接；配重块搁置未达设计配置的总重量前，不得安装塔机；
- 10、连接螺栓的预留长度应满足使用要求；
- 11、预制混凝土构件拼装塔机基础周边包括张拉索端部应砌挡墙围护，挡墙下部留泄水孔。

7.2.4 拼装连接索应按下列规定进行施工：

- 1、拼装连接索的张拉程序和张拉力应符合预制混凝土构件拼装塔机基础的设计要求；
- 2、拼装连接索张拉首先应进行合拢张拉，待拼装构件完全合拢后再进行正式逐根对称张拉；张拉时应严格控制油泵压力表值，读数偏差不得大于 0.5MPa，张拉过程应由监理人员进行现场监督，并按本规程附录 B 填写拼装连接索张拉施工记录表；
- 3、张拉后，各预制件预制构件的拼接应严密，预制件预制构件拼接面应紧密吻合，构件间的高差

不应大于 2mm;

4— 拼装连接索的锚具及保留的钢绞线外露部分应设置全密封的防护套,在套上防护套之前先应在锚具外露钢绞线上涂覆油脂或其他可清洗的防腐材料。

7.3 验收

7.3.1 预制混凝土构件拼装塔机基础拼装质量应符合下列要求:

- 1— 预制混凝土构件拼装塔机基础底部与垫层之间缝隙应用黄砂塞紧;
- 2— 张拉力应满足设计要求;
- 3— 预制塔机基础的表面不得有结构性裂缝预制混凝土构件拼装塔机基础的表面不得有结构性裂缝;
- 4— 预制混凝土构件拼装塔机基础的压重应符合设计要求;
- 5— 连接螺栓连接不得松动,螺栓副预紧力矩应符合塔式起重机说明书的要求;
- 6— 锚具、夹片应清洁,张拉后锚具及外露钢绞线应满涂防腐油脂,并用专用护套套牢;
- 7— 当预制混凝土构件拼装塔机基础无埋深时,端件周边应抹 40mm×40mm、强度等级为 M15 水泥砂浆带。

7.3.2 预制混凝土构件拼装塔机基础的拼装允许偏差及检验方法应符合表 7.3.2 的规定。

表 7.3.2 预制塔机基础拼装允许偏差及检验方法

项 目	允 许 偏 差	检 验 方 法
构件轴线	$+3$ 0 mm	钢尺检查
整体尺寸	$+15$ -10 mm	钢尺检查
预制件预制构件间高差	$+2$ 0 mm	水平仪测量
预制件预制构件拼接面缝隙	$+0.2$ 0 mm	裂缝观察仪观测
预制件预制构件与垫层之间缝隙	$+2$ 0 mm	塞尺检查
安装面水平度	$+1$ 0 ‰	水平仪测量

7.3.3 预制混凝土构件拼装塔机基础验收后,应按本规程附录 C 填写预制塔机基础安装验收记录表。

7.3.4 正常应有专人定期巡查,正常使用三个月或遇六级以上风使用三个月或遇六级以上风、暴雨后,应对预制混凝土构件拼装塔机基础进行检查,并按本规程附录 D 填写预制混凝土构件拼装塔机基础安全使用巡查记录表。

7.4 拆除和堆放

7.4.1 预制混凝土构件拼装塔机基础拆除应符合下列规定:

- 1— 基础上方的塔机拆除完毕,回填材料清理后,方可进行拆除;
- 2— 张拉端、固定端头应留出足够的工作面;
- 3— 退锚时工作锚具距锚环不应小于 200mm,退锚拉力应缓慢增加,当夹片退出 2mm~3mm 后,即刻用专用工具拨出,不得用手取出;
- 4— 退锚时钢绞线最大拉应力不应大于 $0.75f_{ptk}$;
- 5— 钢绞线全部抽出以前不得拆除预制塔机基础。

7.4.2 拆除预制混凝土构件拼装塔机基础工艺流程应按图 7.4.2 所示流程进行。

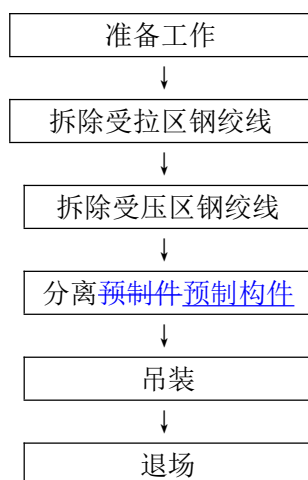


图 7.4.2 拆除预制混凝土构件拼装塔机基础工艺流程

7.4.3 拆除钢绞线应采用张拉千斤顶并与工作锚栓相应的卸荷座按下列程序操作：

- 1—将卸荷座穿过钢绞线套在工作锚上；
- 2—将千斤顶安装到钢绞线上，锚固好后进行缓慢张拉；
- 3—当锚固端夹片松动时，方可用钳子自卸荷座出口处拔出夹片；
- 4—缓慢回油使钢绞线松动，最后卸下千斤顶等设备，抽出钢绞线。

7.4.4 预制件预制构件的堆放应符合下列规定：

- 1—堆放场地应平整、坚实；
- 2—预制件预制构件之间连接面、定位剪力键凹孔处不得有杂物，并按预制件预制构件的编号进行堆放。

8 运输和维护与报废

8.1 运输

8.1.1 预制件预制构件运输应根据其长度、高度、重量选用合适的车辆。

8.1.2 预制件预制构件在运输车辆上应水平放置，并用绳索绑扎牢固，预制件预制构件与绳索接触的边角应采用柔性衬垫。

8.2 维护

8.2.1 当预制件预制构件有非结构性破损时，应进行修补后方可继续使用。

8.2.2 配件使用从安装使用到拆除一个周期后，应按下列要求进行维护：“一个周期”未见有定义？

- 1—钢绞线应涂防腐油，外加套管保护；
- 2—螺栓螺纹用钢丝刷刷净，满涂防腐油脂；
- 3—定位剪力键的凹凸面用钢丝刷刷去浮锈，满涂防腐油脂；
- 4—外露铁件用钢丝刷刷去浮锈，涂防锈漆二度。

8.3 报废

8.3.1 预制混凝土构件拼装塔机基础预制件预制构件出现下列情况之一时应报废：

- 1—预制件预制构件在主要受力部位出现宽度大于 0.3mm 的裂缝；

- 2_ ~~预制件~~ 预制构件 出现结构性破坏;
 - 3_ ~~定位~~ 剪力键产生严重锈蚀, 截面面积减少 10% 以上。
- 8.3.2 拼装连接索达不到本规程第 6.2.1 条中的重复使用要求时应报废。
- 8.3.3 配件出现下列情况 之一 时应报废:
- 1_ ~~连接~~ 螺栓出现明显锈蚀脱皮, 截面面积减少 10%;
 - 2_ ~~连接~~ 螺栓发生弯曲变形超过 5 度;
 - 3_ ~~连接~~ 螺栓螺纹出现严重变形或有严重锈蚀;
 - 4_ ~~连接~~ 螺栓使用次数达 10 次以上;
 - 5_ ~~夹片~~ 出现断裂或平绞破损超过 5%;
 - 6_ ~~锚环~~ 出现裂缝、变形或环面出现塑性变形;
 - 7_ ~~压板~~ 出现塑性变形达到 5% 以上弯度;
 - 8_ ~~压板~~ 出现明显锈蚀脱皮, 截面面积减少 10% 以上。

附录 A

(规范性附录)

预制 混凝土构件拼装 塔机基础拼装结构图

图 A.0.1 至图 A.0.4 给出了预制 混凝土构件拼装 塔机基础拼装结构图(包括中心件、过渡件、端件), 定位剪力键构造示意图(包括拼装结构图、中心件、过渡件、端件)

A.0.1 额定起重力矩在 400kN·m 及以下 的预制 混凝土构件拼装 塔机基础可按图 A.0.1 进行拼装。图中的配重块为满配示意, 实际工程应用的配重块应按计算配置。

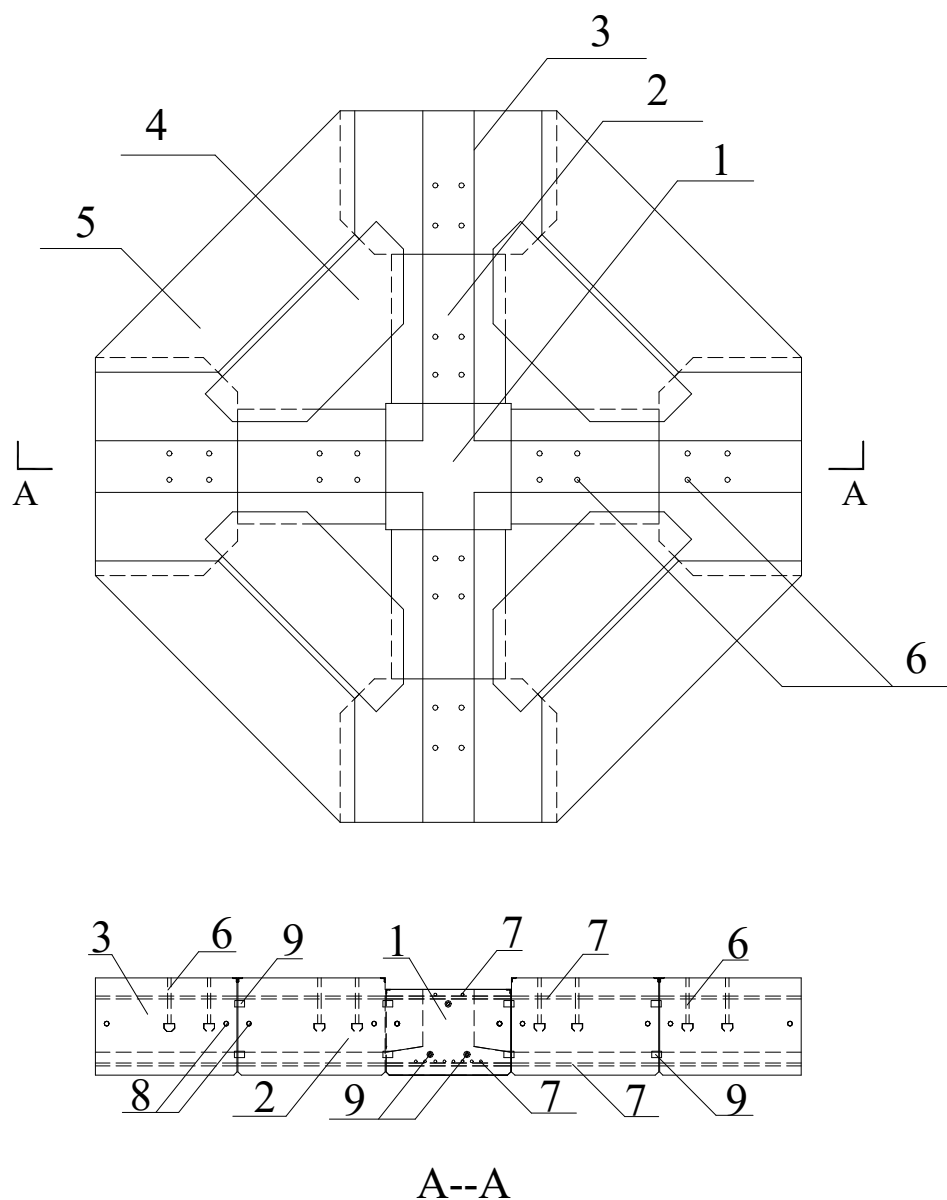


图 A.0.1 拼装结构图

1—中心件；2—过渡件；3—端件；4—配重块；

5—配重块；6—连接螺栓孔；7—预应力孔；8—吊装孔；9—定位剪力键

A.0.2 额定起重力矩在 $400\text{kN} \cdot \text{m}$ 及以下的预制混凝土构件拼装塔机基础组成件应由中心件(图 A.0.2-1)、过渡件(图 A.0.2-2)、端件(图 A.0.2-3)、定位剪力键(图 A.0.2-4)构成。

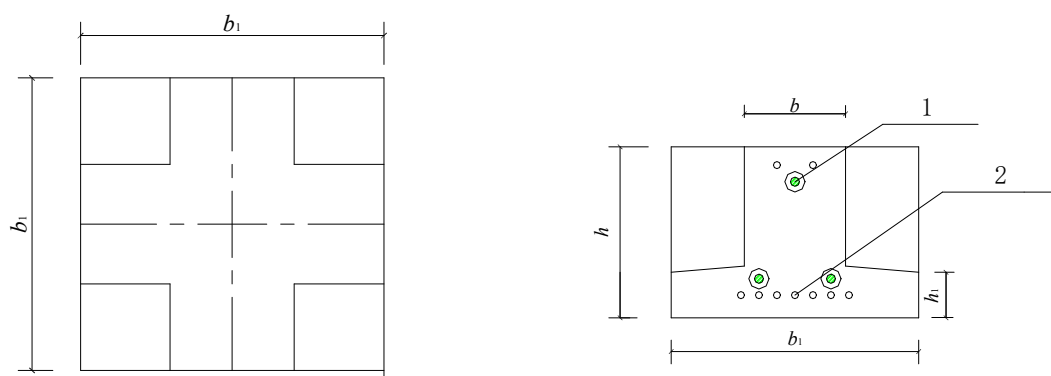


图 A.0.2-1 中心件

1—定位剪力键； 2—预应力孔

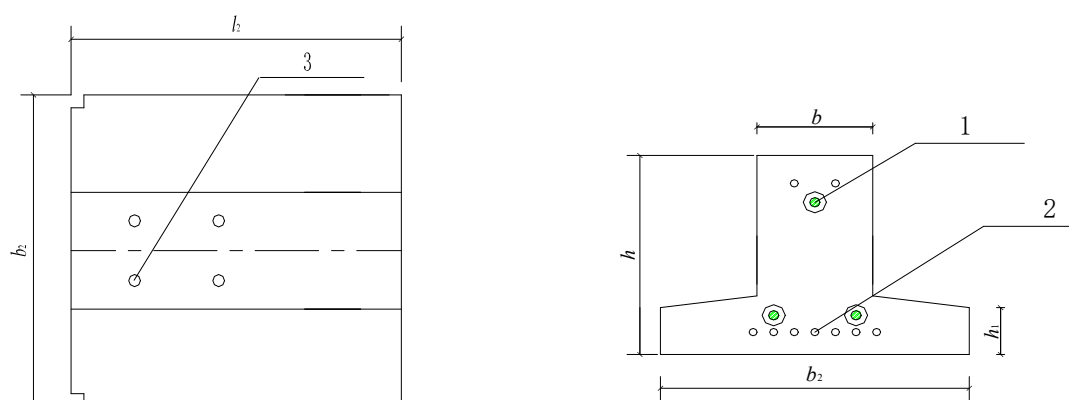


图 A.0.2-2 过渡件

1—定位剪力键； 2—预应力孔； 3—连接螺栓孔

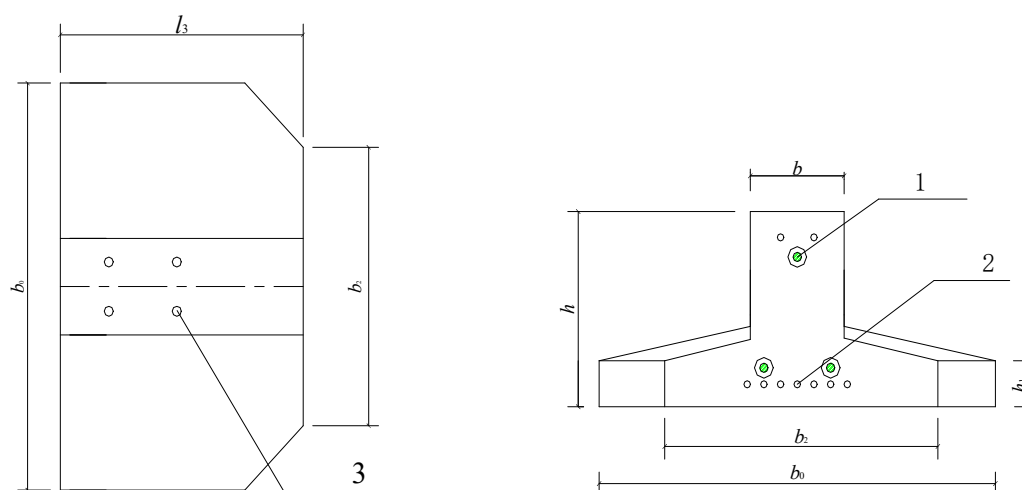


图 A.0.2-3 端件

1—定位剪力键； 2—预应力孔； 3—连接螺栓孔

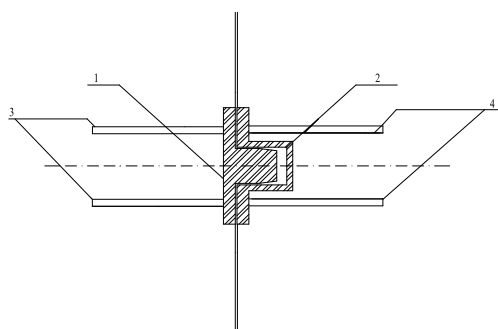


图 A.0.2-4 定位剪力键构造示意图

1—凸件；2—凹件；3—焊接于凸件上的钢筋；4—焊接于凹件上的钢筋

A.0.3 额定起重力矩在 $400\text{kN}\cdot\text{m}$ 以上、 $800\text{kN}\cdot\text{m}$ 以下的 QTZ400 至 QTZ800 及以下的预制混凝土构件拼装塔机基础可按图 A.0.3 进行拼装。图中的配重块为满配示意，实际工程应用的配重块应按计算配置。

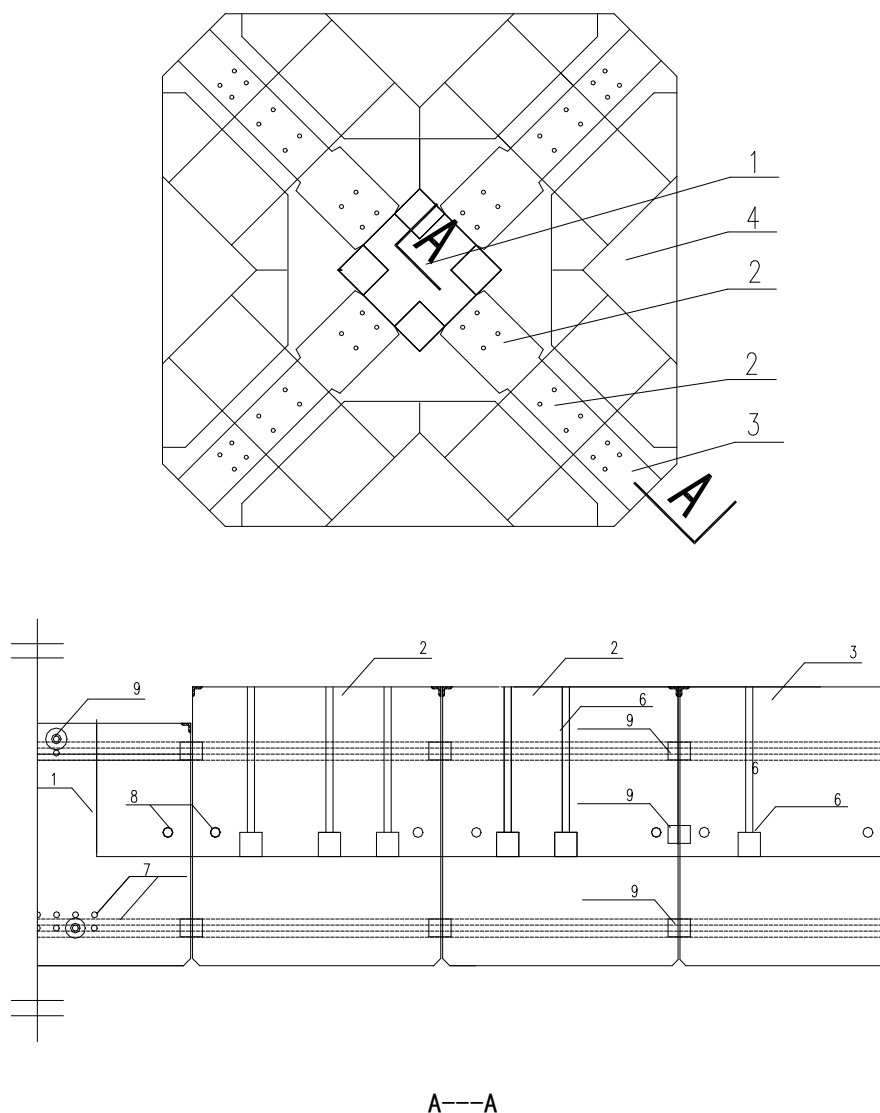


图 A.0.3 QTZ400 至 QTZ800 及以下拼装结构图

1—中心件；2—过渡件（扩大墩）；3—端件；4—配重块；
5—配重块；6—连接螺栓孔；7—预应力孔；8—吊装孔；9—定位剪力键

A.0.4 额定起重力矩在 $400\text{kN}\cdot\text{m}$ 以上、 $800\text{kN}\cdot\text{m}$ 以下的 QTZ400 至 QTZ800 及以下的预制混凝土构件拼装塔机基础组成件应由中心件（图 A.0.4-1）、过渡件（图 A.0.4-2）、端件（图 A.0.4-3）构成，定位剪力键构造同图 A.0.2-4。

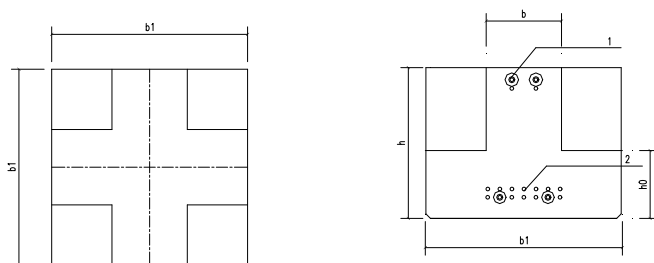


图 A.0.4-1 中心件

1—定位剪力键； 2—预应力孔

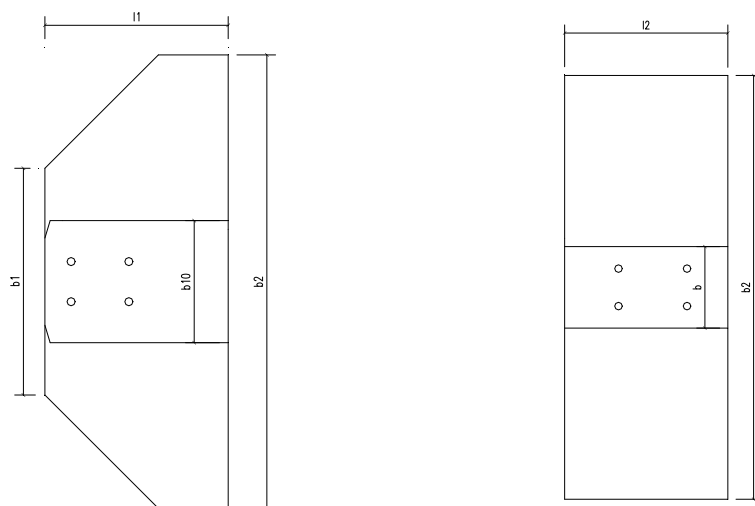


图 A.0.4-2 过渡件

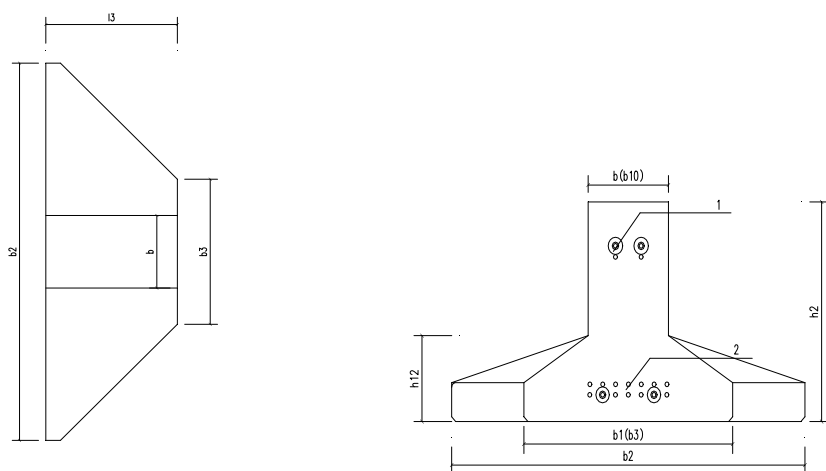


图 A.0.4-3 端件

附录 C
(资料性附录)

预制混凝土构件拼装塔机基础拼装验收记录表

表 C 预制混凝土构件拼装塔机基础拼装验收记录表

工程名称		预制混凝土构件拼装塔机基础拼装施 工单位				
塔机类型		基础类型				
检 查 项 目		验收标准	检查数值			结论
地基承载力特征值 (kN/m ²)		设计要求				
配重块总重量 (kN)		设计要求				
垫层平整度 (mm)		7.2.3.3				
预制件预制构件拼装后整体尺寸 (mm)		7.3.2				
预制件预制构件表面破损情况		8.3.1				
张拉后预制件预制构件之间缝隙 (mm)		7.3.2				
预制件预制构件与垫层之间缝隙 (mm)		7.3.2				
钢绞线、锚具表面锈蚀或破损情况		8.3.2				
外露钢绞线、锚具保护		8.2.2				
承压板受力后情况		8.3.3				
基础周边的围护挡墙		7.2.3				
安装面水平度		7.3.2				
验收结果	<p style="text-align: center;">预制混凝土构件拼装塔机基础拼装单位 (盖章)</p> <p style="text-align: center;">代表 (签字):</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>					
验收结论	<p style="text-align: center;">工程监理人员 (签字):</p> <p style="text-align: center;">塔机使用单位代表 (签字):</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>					

注：表中“检查标准”栏中数字指本规程的条款号。

附录 D
(资料性附录)

预制混凝土构件拼装塔机基础安全使用巡查记录表

表 D 预制混凝土构件拼装塔机基础安全使用巡查记录表

编号：

巡查时间：

工程名称		塔机使用单位	
塔机型号		塔机基础类型	
巡查地点		工地负责人	
检查内容		检查标准	检查结果
基础	基础上方配重	设计要求	
	预制件预制构件之间缝隙	7.3.2	
螺栓及锚固压板	连接螺栓连接紧固情况	7.3.1	
	锚固压板变形情况	8.3.3	
	连接螺栓涂油及保护	8.2.2	
	连接螺栓弯曲变形	8.3.3	
钢绞线及锚具	端头压板变形	8.3.3	
	张拉端伸出部分防护	7.3.1	
	锚具、夹片、防护套异常情况	8.3.3	
周边围护及地基	基础周边挡土墙情况	7.2.3	
	基础局部沉降引起的塔身倾斜	≤3‰	
	基础周边环境	7.1.3	
	邻近深基坑情况	7.1.3	
巡查单位意见	塔机使用单位意见	监理单位意见	
巡查人（签字）： 年 月 日		负责人（签字）： 年 月 日	
		监理工程师（签字）： 年 月 日	

注：1 检查结果达不到标准的，暂停使用并调整，经再次检查合格后方可使用；

2 表中“检查标准”栏中数字指本规程的条款号。

附录 E

(规范性附录)

预制混凝土构件拼装塔机基础地基承载力确定方法

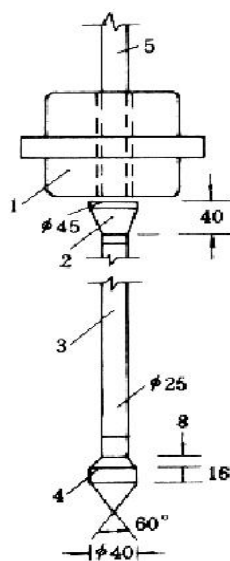
E.0.1 轻型动力触探确定表层填土地基承载力方法

E.0.1.1 轻型动力触探设备

圆锥动力触探试验是利用一定的锤击动能，将一定规格的圆锥探头打入土内，依据贯入击数判别土层的变化，确定土的工程性质，对地基土作出岩土工程评价。轻型动力触探是圆锥动力触探试验的一种类型，主要测试浅部 1~4m 深度内土层，通过大量试验数据与其他测试建立经验关系，可用于工程实践，得出地基土承载力、压缩模量等岩土参数。

轻型动力触探试验的优点是：设备简单且坚固耐用；操作及测试方法容易；适应性广，能快速、经济，连续测试土层性质。适用土类有：素填土、含少量杂物的杂填土、粘性土、粉土等，设备见图 E.0.1 所示。

轻型动力触探仪由圆锥探头、探杆、穿心锤三部分组成，穿心锤重10kg，落距50cm，将圆锥探头击入土中，计每击入30cm深度的锤击数N10。



图E.0.1 轻型动力触探仪

E.0.1.2 测试方法

- 1) 先用轻便钻具钻至试验土层标高以上0.3m处，然后对所需试验土层连续进行触探。
- 2) 试验时，穿心锤落距为0.5m(±0.02m)，使其自由下落。记录每打入土层中0.3m时的锤击数。
- 3) 如遇密实坚硬土层，当贯入0.3m所需锤击数超过100击或贯入0.15m 超过50击时，即可停止试验。如需对下卧土层进行试验时，可用钻具穿透坚实上层再贯入。
- 4) 本试验一般用于贯入深度小于4m的土层。必要时，也可在贯入4m 后，用钻具将孔掏清，再继续贯入2m。

E.0.1.3 数据整理

轻型动力触探试验根据实测锤击数N10进行土层的力学分层，在每层土的测试数据中剔除个别指标异常值后计算每层土实测锤击数的算术平均值，以此作为该层土的计算值，利用计算值确定地基土设计参数。

E.0.1.4 成果应用

根据测试成果，可按下列表确定地基土的承载力、压缩模量。

表E.0.1 粘性土承载力特征值

N10	15	20	25	30
f_{ak} (kPa)	105	145	190	230

表E.0.2 素填土承载力特征值

N10	10	20	30	40
f_{ak} (kPa)	85	115	135	160

E.0.2 用静力触探试验确定表层土的承载力

静力触探试验（CPT），是把具有一定规格的圆锥形探头借助机械匀速压入土中，以测定探头阻力等参数的一种原位测试方法。借助于静力触探试验可以进行土层的力学分层，估算土的状态、密实度、强度、压缩性、地基承载力、单桩承载力及液化判别等。

静力触探试验是连续贯入，因此在表层土中同样可以取得测试数据，在房屋建设工程中因建筑物基础埋置深度、荷载等因素，岩土工程勘察报告中，往往表层土的承载力不提供，但我们可以从静力触探试验中得到的锥尖阻力 P_s ，利用工程实践中总结出的承载力与 P_s 值之间的经验关系，分析出表层土的承载力特征值 f_{ak} ，具体如下：

对于粉土 $f_{ak} = P_s \times 20 + 50$

对于粘性土 $f_{ak} = P_s \times 100$

f_{ak} 的单位为 kPa， P_s 单位为 MPa，1000kPa=1MPa

100kPa=10t / m²

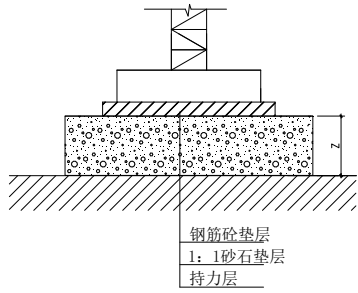
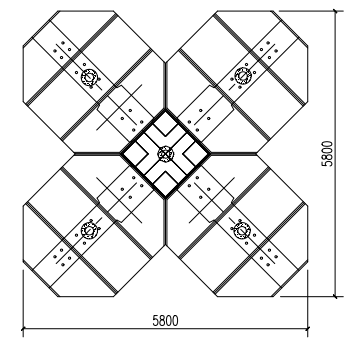
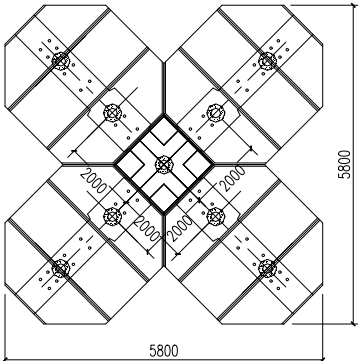
表层土一定要并尽可能夯实，塔基周边更要夯实点。结果比上述公式要提高（10~20）kPa。

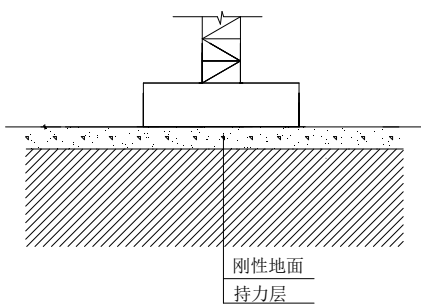
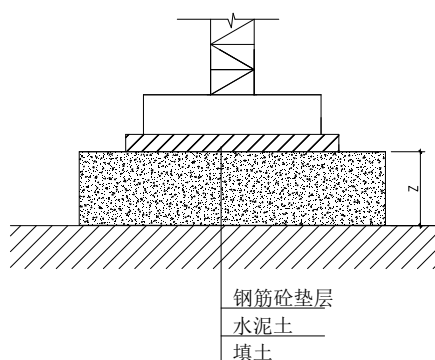
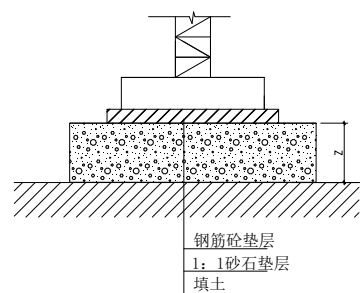
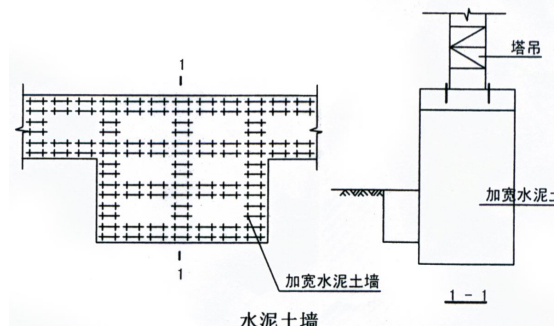
当采用双桥静力触探试验时，锥尖阻力 q_c 和侧壁阻力 f_s 换算成比贯入阻力 P_s ，可按 $P_s = q_c + 6.4 \times f_s$ 换算。

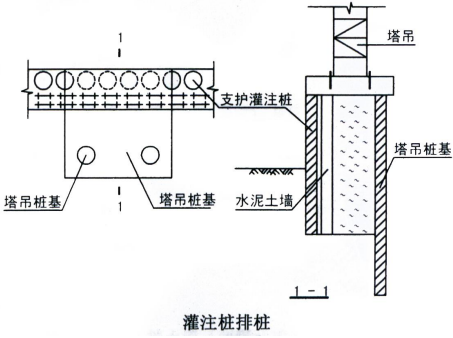
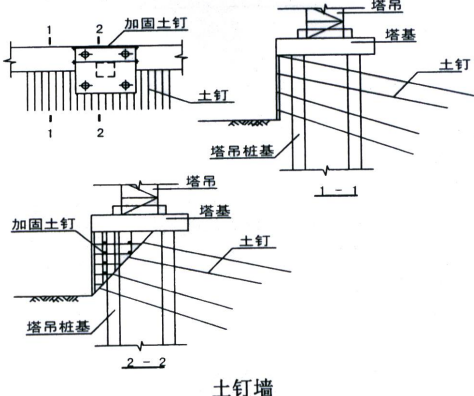
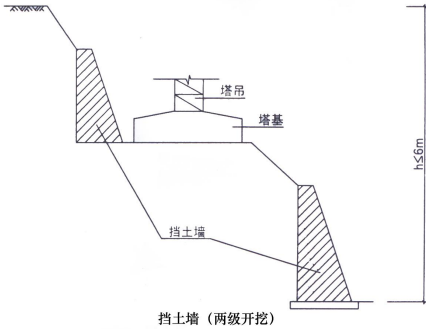
附录F
(规范性附录)
预制拼装塔机基础地基处理方案

按照《混凝土预制拼装塔机基础技术规程》DB43 技术要求,对QTZ63、QTZ80的塔机基础地基承载力特征值应 $\geq 120\text{kPa}$ 。当地基承载力满足要求,且持力层厚度也满足要求的情况下,根据基础埋深确定由表层土下挖至一定深度后铲除浮泥夯实以后做150厚C15砼垫层即可满足要求,基坑平面尺寸为7500 \times 7500。当持力层厚度较薄,承载力不能达到要求时,应对地基进行处理。

F.0.1 处理方法:

	做法	图示
F.0.1.1 持力层承载力不满足要求	——当地基承载力特征值 $=70\text{kPa}$ 时,上部土层挖除700mm厚度并夯实后,用1:1砂石垫层分层夯实,再采用 $\Phi 10$ 螺纹钢、间距 200×200 ,双向单层钢筋网片250厚C30钢筋混凝土即可满足要求(基础外侧挑出宽度与厚度相同)。当地基承载力特征值 $\geq 80\text{kPa}$ 时可直接在基底下采用钢筋混凝土垫层250厚C30。	
F.0.1.2 桩基法	当地基承载力特征值 $\leq 60\text{kPa}$ 时,在塔机基础下,打桩5根,要求单桩承载力特征值 $\geq 600\text{kN}$,其上再采用 $\Phi 10$ 螺纹钢、间距 200×200 双向单层钢筋网片、厚度250mm的C30钢筋混凝土的砼垫层(基础外侧挑出宽度与厚度相同)。	
F.0.1.3 复合桩基法	当地基承载力特征值 $\leq 60\text{kPa}$ 时,在塔机基础下,打桩9根,中心距 $S_a=2000\text{mm}$,要求单桩承载力特征值 $\geq 300\text{kN}$,桩顶做厚度200-300mm 1:1砂石垫层,其上再采用 $\Phi 10$ 螺纹钢、间距 200×200 ,双向单层钢筋网片的砼垫层。	

F.0.1.4 地表为刚性地面	当地表为砼路面、操场（厚度 $\geq 200\text{mm}$ ）等情况时，不破坏刚性地面，将塔机基础置于刚性地面。	
F.0.1.5 持力层为较厚的新填土时	1、当上部填土为较厚的新填土时，可利用挖掘机开挖一定厚度的填土，采用15%的水泥与填土掺合搅拌成水泥土，并按300mm分层回填压实。再采用 $\Phi 10$ 螺纹钢间距200 \times 200，双向单层钢筋网片250厚C30钢筋混凝土即可满足要求。处理范围的平面尺寸为7500 \times 7500	A、当填土堆填时间少于2年时，处理的水泥土厚度 $Z \geq 1200\text{mm}$ B、当填土堆填时间 ≥ 2 年时，处理的水泥土厚度 $Z \geq 800\text{mm}$ 
	2、可利用挖掘机开挖一定厚度的填土夯实后，用1:1砂石垫层分层夯实，再采用 $\Phi 10$ 螺纹钢间距200 \times 200，双向单层钢筋网片250厚C30钢筋混凝土即可满足要求。处理范围的平面尺寸为7500 \times 7500	A、当填土堆填时间少于2年时，砂石垫层厚度 $Z \geq 1200\text{mm}$ B、当填土堆填时间 ≥ 2 年时，砂石垫层厚度 $Z \geq 800\text{mm}$ 
F.0.1.6 作用于深基坑边缘的处理	采用水泥搅拌桩进行基坑围护，处理至塔基下7500 \times 7500范围，并在基坑内侧对土层进行加固，加固范围7500 \times 2000。	

	<p>利用基坑支护中的灌注桩排桩和水泥土填止水帷幕，并在基坑外侧的塔基下设置2根灌注桩组成塔吊基础。</p>	 <p>灌注桩排桩</p>
<p>—</p>	<p>利用基坑支护中的土钉墙，在基坑外侧的塔基下设置4根灌注桩组成塔吊基础。</p>	 <p>土钉墙</p>
	<p>塔吊位于基坑中部，用于基坑开挖深度$\leq 6\text{m}$、基坑放坡开挖的情况，进行分2级开挖，在基坑内侧土下各砌筑一道挡土墙，挡土墙顶部厚度380，挡土墙长度7500。塔吊置于中部平台上。</p>	 <p>挡土墙（两级开挖）</p>

以上几种处理方法，施工单位可根据实际情况对照处理，必要时应经过计算。

F.0.2 塔基安装结束后，应在塔基四周砌挡墙并留泄水孔，如在深基坑边应做防护坡处理以防塌方。要求塔机安装单位经常检查连接螺栓的紧固与塔机的运行状况。定期检测塔机的垂直度，发现偏差3%，即通知安装单位及时处理以确保塔机安全运行。（钢绞线一定要在挡墙内）。

混凝土预制拼装塔机基础技术规程用词说明

混凝土预制拼装塔机基础技术规程用词说明

- 1 为了便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的词：
正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件允许时首先这样做的词：
正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，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”。

湖 北 省 地 方 标 准

混凝土预制拼装塔机基础技术规程 混凝土构件拼装塔机基础技术规程

条 文 说 明

条文说明

《混凝土预制预制混凝土构件拼装塔机基础技术规程》(DB42/927-2013), 经湖北省住房和城乡建设厅 2013 年 12 月 24 日以第 42 号公告批准发布。

本规程制订过程中, 编制组进行了大量的调查分析, 开展了多项专题研究和验证性试验, 总结了我国工程建设 8 万多台次预制混凝土构件拼装塔机基础应用的工程实践经验, 参考了国内外先进的相关文献资料, 在总结国家规程在总结建工行业标准《混凝土预制混凝土预制拼装塔机基础技术规程》(JGJ/T179-2010) 的基础上, 塔机基础的应用范围从额定起重力矩 400kN·m 以下, 扩展到额定起重力矩 800kN·m 以下进一步规范了混凝土预制预制混凝土构件拼装塔机基础的设计、制作与检验、拼装与验收、运输、维护与报废, 增加了 QTZ400-800 塔机基础的范围, 较全面地体现了预制混凝土构件拼装塔机基础的安全适用、技术先进、经济合理、保证质量、重复利用、节能环保的总体要求。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定, 《混凝土预制预制混凝土构件拼装塔机基础技术规程》编制组按章、节、条、款顺序编制了本规程的条文说明, 对条文规定的目的、依据及执行过程中需注意的有关事项进行了说明。但是, 本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 范围.....	32
2 规范性引用文件.....	32
3 术语和符号.....	32
3.1 术语.....	32
3.2 符号.....	32
4 基本规定.....	33
5 设计.....	33
5.1 一般规定.....	33
5.2 结构设计计算.....	34
5.3 构造要求.....	37
6 制作与检验.....	37

6.1	预制件预制构件的制作与检验.....	37
6.2	拼装连接索及配件的检验.....	37
6.3	出厂检验.....	37
7	拼装与验收.....	37
7.1	一般规定.....	37
7.2	拼装.....	38
7.3	验收.....	38
7.4	拆除和堆放.....	39
8	运输和维护与报废.....	39
8.1	运输.....	39
8.2	维护.....	39
8.3	报废.....	39

4—范围

预制混凝土构件拼装塔机基础是一项自成体系的成套技术，该技术适应了建筑工业化、机械化、高效、快捷、文明施工和节能环保的要求，已在江苏、安徽、山东、河南、四川、陕西、山西等省推广应用 80000 多台次。为促进预制混凝土构件拼装塔机基础技术的发展和保证安全施工，在总结现有实践经验的基础上制定了本规程。

本条界定了本规程的适用范围，供预制混凝土构件拼装塔机基础的设计、制作、拼装单位应用。额定起重力矩为塔机制造厂家提供的起重性能表(或曲线)所给出的额定起重力与相应的工作幅度的乘积，在塔式起重机使用过程中不应超过此限值。

2—规范性引用文件

下列文件对于本规程的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规程。

GB 3098—紧固件机械性能
 GB/T 5031—
 GB 5144—塔式起重机安全规程
 GB/T 5224—预应力混凝土用钢绞线
 GB/T 13752—塔式起重机设计规范
 GB/T 14370—预应力筋用锚具、夹具和连接器
 GB 50007—建筑地基基础设计规范
 GB 50010—混凝土结构设计规范
 GB 50017—钢结构设计规范
 GB/T 50081—普通混凝土力学性能试验方法
 GB 50135—高耸结构设计规范
 GB 50202—建筑地基基础工程施工质量验收规范
 GB 50204—混凝土结构工程施工质量验收规范
 GB 50205—钢结构工程施工质量验收规范
 GB 50330—建筑边坡工程技术规范
 GB 50666—混凝土结构工程施工规范
 JGJ 81—建筑钢结构焊接技术规程
 JGJ 85—预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程
 JGJ 92—无粘结预应力混凝土结构技术规程
 JGJ 196—建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程
 JGJ/197-2010—
 JGJ 276—建筑施工起重吊装工程安全技术规范 GB 3098—紧固件机械性能
 GB/T 5031—塔式起重机—
 —
 GB/T 5224—预应力混凝土用钢绞线
 GB/T 13752—塔式起重机设计规范
 GB/T 14370—预应力筋用锚具、夹具和连接器
 GB 50007—建筑地基基础设计规范

GB 50010—混凝土结构设计规范

GB 50017—钢结构设计规范

GB50009—建筑结构荷载规范

JGJ79—建筑地基处理技术规程

—

GB 50135—高耸结构设计规范

—

GB 50204—混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50205—钢结构工程施工质量验收规范

GB 50330—建筑边坡工程技术规范

GB 50666—混凝土结构工程施工规范

—

JGJ 85—预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程

JGJ 92—无粘结预应力混凝土结构技术规程

—

JGJ/T197-2010 混凝土预制拼装塔机基础技术规程

3—术语和符号

3.1—术语

——本规程列出10个术语是为了使与预制混凝土构件拼装塔机基础有关的俗称和不统一的称呼在本规程及今后的使用中形成单一的概念，利用已知或根据其概念特征赋予其涵义，但不一定是术语的准确定义。

3.2—符号

本规程的符号按照以下次序以字母的顺序列出：—

——大写拉丁字母位于小写字母之前（A、a、B、b等）；—

——无脚标的字母位于有脚标的字母之前（B、B_m、C、C_m等）；—

——希腊字母位于拉丁字母之后；—

公式中的符号概念已在正文中表述的不再列出。

4—基本规定

4.0.1—本条简明的说明了预制混凝土构件拼装塔机基础组成部分。预制件预制构件包括中心件、过渡件、端件、配重块；拼装连接索是指将预制件预制构件连接成整体的预应力钢绞线；配件包括固定张拉装置零件、螺栓、螺母、垫圈、垫板等。

4.0.2—预制件预制构件之间是通过钢绞线张拉连接，拼接面处由预应力拼装面的摩擦力及定位剪力键抗剪，预制混凝土构件拼装塔机基础与塔式起重机之间通过连接螺栓连接。为保证预制混凝土构件拼装塔机基础拼装、使用安全，组成预制塔机基础的各系统之间的连接应保证安全可靠。

4.0.4—预制混凝土构件拼装塔机基础的预制件预制构件主要为钢筋混凝土构件，由于预制件预制构件之间采用高强钢绞线预应力技术进行连接，结构体系属于无粘结后张拉预应力结构，根据《混凝土结构设计规范》GB50010第4.1.2条规定，要求混凝土强度等级不应低于C40。

4.0.5—本规程在钢筋方面提倡使用HRB400级钢筋，与预制件预制构件的混凝土强度等级C40相匹配。

4.0.6—拼装连接索的作用是先采用穿索方式将预制件预制构件串联在一起，然后对索施加预应力使各个预制件预制构件连成整体组成共同受力的预制混凝土构件拼装塔机基础。

在不考虑现场安装条件，仅将预制混凝土构件拼装塔机基础拼装在空旷的地面上时，各种类型的预应力钢绞线和预应力钢筋均可作拼装连接索。从经济合理、安全可靠、实际应用和方便操作等因素上考虑，拼装连接索应具备如下几方面的性能：—

——(1) 应具备较高的强度。索的强度较高，设计计算所需的索的根数就少，则便于预制件预制构件的截面尺寸控制、拼装预制件预制构件时施工方便。

——(2) 应具备可装拆功能。预制混凝土构件拼装塔机基础是可重复使用的拼装式基础。要求拼装连接索的锚固系统能够装拆。换句话说要求拼装连接索张拉锚固可靠，又能拆除基础时退锚方便。

——(3) 应具备一定的柔软性。预制混凝土构件拼装塔机基础的使用场地是各式各样的，大多数情况下预制混凝土构件拼装塔机基础的基槽深度为0.5m—0.8m，特殊情况下基础埋深为零（直接使用混凝土地面为预制混凝土构件拼装塔机基础的持力层）和基础埋深大于1.0m（表层杂填土为新填土或属于软弱土层，层厚大于1.0m）。在基槽内具有一定深度时，要求索要具有一定的柔软性才能便于穿索施工。

经过对现有的预应力钢筋和钢绞线进行适用性分析和大量的实际使用经验总结，—

$f_{ptk} = 1860 \text{ N/mm}^2$ 的无粘结高强度低松弛预应力钢绞线是适合的选择之一。—

4.0.7—为了扩大钢材在预制混凝土构件拼装塔机基础中的应用范围，本条列入了《钢结构设计规范》GB50017中规定的牌号，当采用其他牌号的钢材时，尚应符合相应有关标准的规定和要求。

4.0.8—传统塔机基础的连接螺栓通常采用45#钢或45#钢经调质处理，本规程中的塔机基础是预制混凝土构件拼装塔机基础且是多次重复使用的，对连接螺栓的要求应更高，采用40Cr并经调质处理后，提高了螺栓机械性能，其许用应力不应小于《塔式起重机设计规范》GB/T13752-92标准中规定螺栓连接的许用应力的1.7倍。

5—设计

5.1—一般规定

5.1.1—塔式起重机基础为临时性结构，选择设计等级为丙级，因基础在双向预应力作用下，基础整体刚度较大，均匀的沉降变形对塔机在独立高度的使用没有影响，一般情况下可不进行地基变形验算。

5.1.2—本条文规定了地基承载力特征值的最低值及地基承载力的主要确定方法。由于岩土工程勘察报告中常常不提供表层土的承载力特征值，甚至不提供表层土的相关参数，针对预制塔机基础的地基持力层多数为表层土的情况，本文提出了表层土地基承载力特征值可通过现场测试。现场测试（见附录E）可选用轻型动力触探和静力触探试验等方法。增加120kPa说明

5.1.3—本条对预制混凝土构件拼装塔机基础的结构构造、整体平面布置、截面形式等设计作出了规定。

5.1.4—本条规定了预制混凝土构件拼装塔机基础设计应包含的内容。—

5.2—结构设计计算

5.2.1—本条主要是对作用在预制混凝土构件拼装塔机基础顶面上的标准荷载的取值和对预制混凝土构件拼装塔机基础在进行基础底面压力验算、抗倾覆验算、基础截面设计时所应选用的荷载分别作出的规定。

根据现行国家标准《塔式起重机设计规范》（GB/T 13752-92）第4.6.3条规定，混凝土基础的抗倾覆稳定性验算和地面压应力验算均用到了塔式起重机作用在基础上的荷载 M 、 F_v 、 F_h ，这些荷载是

生产厂商经过工况分析,选取最不利工况时的荷载组合确定出的荷载值并在使用说明书中给出。

—《塔式起重机设计规范》GB/T 13752-92采用许用应力法,地面许用压应力是按《工业与民用建筑地基基础设计规范》TJ7-74地基土的容许承载力确定的。现在使用的《建筑地基基础设计规范》GB50007—2012为概率极限状态设计方法,鉴于《工业与民用建筑地基基础设计规范》TJ7-74地基土容许承载力与《建筑地基基础设计规范》GB50007—2012中的地基承载力特征值相当,可以近似认为《塔式起重机设计规范》GB/T 13752-92规范中的 $M \leftarrow F_v \leftarrow F_h$ (由生产厂商提供,具体分为工作状态和非工作状态两种情况。设计时应分别按工作状态和非工作状态进行计算,从安全角度比较后取值)与《建筑地基基础设计规范》GB50007—2012规范中的荷载标准值对应,即与本条中出现的 $M_k^t \leftarrow F_{vk}^t \leftarrow F_{hk}^t$ 相对应。

由于塔式起重机荷载中永久荷载为自重,可变荷载为风荷载、起升荷载、运行冲击荷载等,生产厂商给出的垂直荷载 F_v 、水平荷载 F_h 及弯矩 M 中均没有具体组合方法,所以本条第2~4款中给出了与《建筑地基基础设计规范》(GB50007—2012)对应荷载组合值:—

1) 塔式起重机的垂直竖向荷载 F_{vk}^t 主要为自重,起升荷载等所占比例较小,所以属于永久荷载控制的情况。—

标准组合时荷载分项系数取1.0;—

基本组合时垂直竖向荷载分项系数取1.35;—

计算抗倾覆弯矩时垂直竖向荷载分项系数按照《建筑结构荷载规范》GB50009规范第3.2.5条规定取0.9。—

2) 塔式起重机作用在基础顶面的水平荷载 F_{hk}^t 主要为风荷载组成,属于可变荷载,在计算中乘土基础高度组合到弯矩中去。在弯矩的组合中,该项不起控制作用。—

在标准组合中荷载分项系数取1.0,荷载组合值系数取0.6,则 $1 \times 0.6 = 0.6 < 1.0$,从安全角度取1.0;—

在基本组合中荷载分项系数取1.4,荷载组合系数取0.6,则 $1.4 \times 0.6 = 0.84 < 1.0$,从安全角度取1.0。—

3) 塔式起重机作用到基础顶面的弯矩 M_k^t 主要由风荷载和起升荷载产生,属于可变荷载且起控制作用。—

在标准组合中荷载分项系数取1.0,荷载组合值系数取1.0;—

在基本组合中荷载分项系数取1.4。—

5.2.2 本条主要是按照现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007中5.2节的相关规定确定的。本规程中的预制塔机基础为十字形或近似十字形基础,与矩形基础的计算有所不同,用本条款公式(4.2.2-1)计算 $p_{k,max} \leftarrow p_{k,min}$ 时可采用简化计算,即作用在基础底面上的弯矩标准值 M_k^b 仅由与其作用

方向相同的条形基础承载,且与此对应的截面抵抗矩为 W_{min} ,垂直竖向荷载 F_{vk}^b 由全部基础承载;公式(4.2.2-2)、(4.2.2-3)中的 f_a 根据地质勘察报告取值,未提供表层土地基承载力特征值时,按本规程4.1.2条中的方法确定。当地基承载力达不到设计要求,应对地基进行处理。地基处理应符合《建筑地基处理技术规程》JGJ79的规定,处理方案应有注册结构工程师或注册岩土工程师签章。对于基底出现零应力

区时偏心矩值的取定,根据《塔式起重机设计规范》GB/T13752-92 标准 4.6.3 条规定,混凝土基础的抗倾覆稳定性公式中 $e \leq b/3$,此时在该偏心距范围内对应的基础脱离地基土的面积不大于1/2的基础底面面积,本条款中的偏心矩 e 取小于 $l/4$,对于目前所使用的预制塔机基础,经计算沿十字梁方向基础脱离地基土的面积小于1/6的基础底面面积,沿十字梁 45° 方向基础脱离地基土的面积小于1/16的基础底面面积,均在规范规定的范围内。

5.2.3 本条规定1中的参数和塔机制造商提供的常用塔机荷载数据,按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB50330的规定,经过验算符合要求;本条规定2可根据《建筑边坡工程技术规范》GB50330第5.2.3条中的公式计算。

5.2.4 预制混凝土构件拼装塔机基础的抗倾覆稳定性计算是涉及塔吊安全使用的重要内容,其抗倾覆稳定性应符合《塔式起重机设计规范》GB/T13752及《塔式起重机安全规程》GB5144的要求;本条给出了抗倾覆稳定性验算的公式,式中抗倾覆稳定性系数 $k_{\text{稳}}$ 由《塔式起重机设计规范》抗倾覆稳定性验算中偏心距的要求推算为1.5,考虑预制混凝土构件拼装塔机基础的形状与整体现浇塔机基础的区别并偏于安全,有埋深(预制塔机基础的顶面位于地表以下)时为2.0,无埋深时提高到2.2。

5.2.5 预制混凝土构件拼装塔机基础的截面设计计算是设计制造预制混凝土构件拼装塔机基础混凝土预制件预制构件、连接件以及拼装要求的主要工作。该截面设计计算的方法主要参照《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定和公式,公式中的 $0.9h_0$ 为截面内力臂的近似值。

5.2.6 本条中基础梁的受剪承载力计算分两块进行,一是对基础整体梁的抗剪计算,另一个是对拼接面处的抗剪计算。基础整体梁的受剪承载力计算公式(4.2.6-1)是根据《混凝土结构设计规范》GB50010第7.5.4条中公式(7.5.4-1)、(7.5.4-2)、(7.5.4-3)稍作调整,因为本规程中的预制混凝土构件拼装塔机基础是通过拼装连接索将预制件预制构件连成整体,其构成型式类同节段式混凝土桥梁,因此参照AASHTO《节段式混凝土桥梁设计和施工指导性规范》第8.3.6条抗剪强度折减系数取为0.65,对于连接孔道处的抗剪,应考虑连接孔道对截面削弱的影响;由预加力所提高的构件受剪承载力 $0.05N_{p0}$,为偏于安全,忽略不计。拼接面处的剪力设计值 V 为上部塔机传递给预制塔机基础的垂直竖向荷载、弯矩、水平荷载在拼接面处产生的剪力的矢量和;若塔机生产厂家提供扭矩值时,则在计算剪力合力时应予以考虑,否则不予考虑。公式(5.2.6-2)中的 $0.5N_{p0}$ 是考虑由预加力在混凝土面与面之间的磨擦所增加的拼接面处的剪力设计值,式中0.5的磨擦系数,依据《重力式码头设计与施工规范》JTJ290第3.4.10条规定,混凝土面与混凝土面磨擦系数为0.55,本式中取0.5偏于安全。公式(5.2.6-3)再设置定位剪力键是为了提高拼接面处的安全度,且便于拼装施工,精确定位。

5.2.7 连接螺栓水平孔道应设于梁的中下部,参照《混凝土结构设计规范》GB50010第10.2.13条的规定,连接螺栓的拉力应全部由附加箍筋承受,箍筋应沿水平孔道两侧布置,并从梁底伸到梁顶,做成封闭式。为提高可靠度,附加箍筋的设计强度 f_{yv} 乘以降低系数0.8,扩大墩补偿了垂直竖向连接螺栓孔对梁截面的削弱,增加了布置布置抗拔力钢筋的空间。

根据《机械设计(下)》(西北工业大学主编,1979年1月第一版)式(17-26),螺栓的预紧力 F_y

与预紧力矩 M_y 之间的关系式为:

$$F_y = \frac{M_y}{\frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_v) + \frac{f}{3} \left(\frac{D_0^3 - d^2}{D_0^2 - d^2} \right)}$$

式中: d —— 螺纹公称直径(mm);

d_2 —— 螺纹中径(mm), $d_2 \approx 0.9d$;

α —— 螺纹升角($^{\circ}$), $\alpha \approx 2.5^{\circ}$;

φ_v —— 三角螺纹的当量摩擦角($^{\circ}$), $\varphi_v = \operatorname{tg}^{-1} f_v$, $f_v = 0.3 \sim 0.4$, 取 $f_v = 0.35$ 时,

$$\varphi_v = \operatorname{tg}^{-1} 0.35 = 19.29^{\circ} ;$$

f —— 螺母与支承面间的摩擦系数, 对于加工过的金属表面, $f = 0.2$;

D_0 —— 螺母环形支承面的外径(mm), 可近似取 $D_0 = 1.7d$ 。

将以上各参数代入上式, 可整得公式 (5.2.7.5)。

5.2.8 根据《混凝土结构设计规范》GB50010 第 6.1.3 条规定并考虑到体外张拉和重复使用等因素,

取 $\sigma_{\text{con}} = 0.55 f_{\text{ptk}}$ 。由于拼装连接索的作用类似于粘结预应力束, 参照美国公路桥梁规范 (AASHTO) 规

定, $\sigma_l = 221 \sim 228 \text{ N/mm}^2$, 美国后张混凝土协会 (PTI) 建议 $\sigma_l = 138 \text{ N/mm}^2$, 本规程建议取

$\sigma_l = 200 \text{ N/mm}^2$ 。关于 σ'_{pe} 计算式中的 0.85 系数是参照 AASHTO《节段式混凝土桥梁设计和施工指导性

规范》第 8.3.6 条抗弯强度折减系数取为 0.85。

5.2.9 本条按《混凝土结构设计规范》GB50010 第 7.8 节的内容确定。

5.2.10 预制混凝土构件拼装塔机基础可以认为是采用倒楼盖形式的弹性地基梁, 这种形式不会产生很大的挠度, 因此不需进行挠度验算。如果在使用状态下截面内产生拉应力, 则裂缝将集中发生在拼接缝处, 所以对于额定起重力矩不超过 $800 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 的塔式起重机基础, 可不进行裂缝验算。

5.3 构造要求

5.3.1~5.3.16 针对预制混凝土构件拼装塔机基础的预制件提出了具体的构造要求, 这些要求是必须保证的。

当塔机为无底架独立式基础时, 塔身支腿的任务是将塔身传来的上部荷载传给混凝土基础。由于混凝土基础的抗压强度比钢材低很多, 因而必须扩大基础的受压面, 在支腿底部有一块较大的钢底板, 把支腿的内力分布到大面积的混凝土基础, 基础也做成比一般梁宽的扩大墩。一方面补偿开孔对截面的削弱, 另一方面可配置一定数量的附加钢筋, 传递抗拔拉力。这样, 在受压状态下, 荷载通过支腿钢底板传至扩大墩, 再传至基础底板。同样, 支腿在受拉状态下, 荷载通过地脚螺栓将拉拔力传至水平孔道的受力点。

传统的无底架塔机, 其独立式支腿是在支腿上预埋 2~4 根地脚螺栓在混凝土基础里面或在混凝土基础内预埋支腿。为使预制基础能具有较好的方便拆卸、方便更换、方便紧固、维护等功能, 在扩大墩的中下方开水平孔道, 并在扩大墩面上开设垂直竖向连接孔与水平孔道相连, 水平孔道用于紧固和装卸螺栓, 扩大墩主要承受支腿传来的拉力和压力。扩大墩的设计主要考虑混凝土墩的抗剪; 附加钢筋的设置; 局部承压的验算。

由于塔身支腿的地脚螺栓孔, 不可能与预留的连接螺栓孔完全一致, 或支腿是预埋在基础内的钢支腿, 这就需要附加一个转换底座, 将支腿的内力经过转换底座传给基础。转换底座是由钢制上、下面板, 中间焊接加劲钢板组成, 上面板与支腿底脚用螺栓连接, 下面板用连接螺栓与基础连接。

对于自制的转换底座, 应进行专门的设计, 制作应有钢结构施工资质或特种设备的生产许可, 必须采用气体保护焊接, 出厂前或使用一个周期应进行无损检测。

6—制作与检验

6.1—预制件预制构件的制作与检验

6.1.1—~~预制混凝土构件拼装塔机基础对预制件预制构件的质量要求较高，应采用工厂化制作，。~~

6.1.5—~~为保证预制混凝土构件拼装塔机基础的整体性，对预制件预制构件尺寸的允许偏差要求比现行国家标准《混凝土施工质量验收规范》GB50204高。~~

6.2—拼装连接索及配件的检验

6.2.1~6.2.2—~~拼装连接索及配件的质量直接影响预制塔机基础的安全使用，拼装连接索及配件质量必须满足相应要求。~~

6.3—出厂检验

6.3.1~6.3.3—~~生产厂家应按照本规程要求，设计制作不同实用范围的成套产品，并出具产品合格证明。~~

7—拼装与验收

7.1—一般规定

7.1.1—~~本条要求施工现场的管理人员在组织预制混凝土构件拼装塔机基础施工时，应结合施工现场的场地、起重作业量、作业人员的情况及可能出现的问题做通盘考虑和安排，制定具体的拼装方案。为清楚反映预制混凝土构件拼装塔机基础的拼装构成，本条给出了截面形式为倒T形的预制塔机基础的拼装结构图。~~

7.1.2—~~由于预制混凝土构件拼装塔机基础拼装具有预应力张拉施工等技术要求，预制混凝土构件拼装塔机基础拼装单位应有预应力施工的资质，施工操作的人员应经过专门的培训并持证上岗。~~

7.1.3—~~经积水浸泡的地基的承载力将会减小以致达不到预制拼装基础对地基承载力的要求，冻土地基也存在同样的情况。另外，由于基槽内积水使拼装连接索的锚固装置浸泡于水中会对其锚固性能造成不利影响。条文对此作出严格的禁止规定，并在本规程的第7.2.4条第4款对锚具及钢绞线外露部分的防腐处理和套上防护套保护处理。当预制拼装基础位于深基坑边或一面有堆载时，应按本规程的第5.2.3条进行抗滑移稳定性验算。~~

7.1.4—~~本条对张拉机具提出相应的要求。~~

7.1.5~7.1.6—~~本条是安全施工要求，拼装施工过程必须做到安全、可靠、高效。“安全第一，预防为主，综合治理”是安全生产的基本方针，操作人员应严格遵守“不伤害自己、不伤害他人和不被他人伤害”的现场安全施工的“三不”原则，为防止钢绞线在张拉和拆除时发生意外，特制定本条文。~~

7.1.7—~~安装高度限值：额定起重力矩400kN·m以下独立高度和附着高度均按厂家说明书的要求；额定起重力矩400kN·m以上800kN·m以下独立高度按厂家说明书的要求，附着高度以厂家说明书的要求再乘以0.8的折减系数。研究表明，独立状态对塔基最不利，当有一道附着时，基础所受到的倾覆弯矩仅有独立高度的30%以下，当有两道附着时，基础所受到的倾覆弯矩仅有独立高度的10%左右，多道附着基础几乎受到的是轴心压力，基础底板的压应力将大大减少，偏于安全考虑，附着高度比厂家提供的高度有所折减。~~

7.1.8—~~提供了基础构件尺寸、拼装总面积及基础总重量（含配重）、截面抵抗矩及钢绞索有效拉力和位置后，便可复核偏心矩及基底压力是否满足稳定性及承载力要求；每块基础构件标明重量，方便现场检查；预制拼装塔机基础与传统基础一样，附着时可按原厂家的附着要求施工，当附着长度超过原厂家的长度时，应进行专门的设计。~~

7.2—拼装

7.2.2—拼装前的准备工作

2—为确保预制混凝土构件拼装塔机基础在拼装和使用过程中做到安全、合理、高效的安全生产，须掌握相关环境资料。

4—预制混凝土构件拼装塔机基础的拼装施工是按预制件预制构件设计“对号入座”，保证拼装顺利进行。

6—为使拼装达到设计要求应检查机具精度及性能。

7—预制混凝土构件拼装塔机基础拼装前通过技术交底，将拼装要点和质量要求落实到班组和操作人员，这是确保拼装施工质量的必要措施。

7.2.3—本条对拼装施工过程中的各个方面作出具体规定和要求，在基础外围应设置积水坑，确保基础底面以上无积水。

7.2.4—拼装连接索张拉施工是整个拼装施工的关键，张拉过程及张拉值记录应由监理人员进行现场监督，以便确保拼装施工质量。本条文第4款对锚具及外露钢绞线的防腐处理和保护是确保该基础安全使用的措施之一。

7.3—验收

质量验收及安全使用巡查是预制混凝土构件拼装塔机基础施工及使用管理中的关键控制点之一，本条文分别就拼装质量、拼装允许偏差检验方法、安装验收的记录和安全使用巡查记录等给出了具体规定。本规定所涉及部分应按照国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204和《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202执行。

7.4—拆除和堆放

7.4.1~7.4.3—规定了预制混凝土构件拼装塔机基础的拆除程序、拆除过程中的具体要求和方法。

7.4.4—预制混凝土构件拼装塔机基础是重复使用的预制件预制构件拼装组成的基础，对堆放提出了相关要求，否则会使预制件预制构件受损。

8—运输和、维护与报废

8.1—运输

8.1.1~8.1.2—预制件预制构件运输车辆的选择及预制件预制构件在车上的位置、绑扎方法等是运输过程中注意成品保护的重要环节，为保证预制件预制构件从出厂到拼装现场的质量不因运输过程中的装车、绑扎等方法不当造成预制件预制构件降低质量水平和使用效果而提出的要求。

8.2—维护

8.2.1~8.2.2—对使用后的预制件预制构件及配件的维护，重点从影响预制件预制构件及配件重复使用质量方面，提出了具体维护方法的要求。

8.3—报废

8.3.1~8.3.3—预制件预制构件和配件的质量影响到预制塔机基础的安全使用。因此，该条详细的给出多项报废要求，应严格执行。

1 范围

预制混凝土构件拼装塔机基础是一项自成体系的成套技术，该技术适应了建筑工业化、机械化、高效、快捷、文明施工和节能环保的要求，已在江苏、安徽、山东、河南、四川、陕西、山西等省推广应用 80000 多台次。为促进预制混凝土构件拼装塔机基础技术的发展和保证安全施工，在总结现有实践经验的基础上制定了本规程。

本条界定了本规程的适用范围，供预制混凝土构件拼装塔机基础的设计、制作、拼装单位应用。额定起重力矩为塔机制造厂家提供的起重性能表(或曲线)所给出的额定起重力与相应的工作幅度的乘积，在塔式起重机使用过程中不应超过本规程规定的此限值。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规程的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文规程。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

GB/T 13752 塔式起重机设计规范
 GB 50007 建筑地基基础设计规范
 GB 50010 混凝土结构设计规范
 GB 50017 钢结构设计规范
 GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
 GB 50330 建筑边坡工程技术规范
 GB 50666 混凝土结构工程施工规范
 GB/T 5031 塔式起重机
 GB 3098.1 《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》
 GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线
 GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
 JGJ79 建筑地基处理技术规程
 JGJ 92 无粘结预应力混凝土结构技术规程
 JGJ/T197 混凝土预制拼装塔机基础技术规程

2—规范性引用文件

下列文件对于本规程的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文规程。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

~~GB 3098—紧固件机械性能~~
~~GB/T 5031—塔式起重机~~

~~GB/T 5224—预应力混凝土用钢绞线~~
~~GB/T 13752—塔式起重机设计规范~~
~~GB/T 14370—预应力筋用锚具、夹具和连接器~~

[GB 50007—建筑地基基础设计规范](#)

[GB 50010—混凝土结构设计规范](#)

[GB 50017—钢结构设计规范](#)

[GB50009—建筑结构荷载规范](#)

[JGJ79—建筑地基处理技术规程](#)

—

[GB 50135—高耸结构设计规范](#)

—

[GB 50204—混凝土结构工程施工质量验收规范](#)

[GB 50205—钢结构工程施工质量验收规范](#)

[GB 50330—建筑边坡工程技术规范](#)

[GB 50666—混凝土结构工程施工规范](#)

—

[JGJ 85—预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程](#)

[JGJ 92—无粘结预应力混凝土结构技术规程](#)

—

[JGJ/T197-2010—混凝土预制拼装塔机基础技术规程](#)

3 术语和符号

3.1 术语

本规程列出 10 个术语是为了使与预制混凝土构件拼装塔机基础有关的俗称和不统一的称呼在本规程及今后的使用中形成单一的概念，利用已知或根据其概念特征赋予其涵义，但不一定是术语的准确定义。

3.2 符号

本规程的符号按照以下次序以字母的顺序列出：

——大写拉丁字母位于小写字母之前（A、a、B、b 等）；

——无脚标的字母位于有脚标的字母之前（B、B₀、C、C₀等）；

——希腊字母位于拉丁字母之后；

公式中的符号概念已在正文中表述的不再列出。

4 基本规定

4.0.1 本条简明的说明了预制混凝土构件拼装塔机基础的组成部分。预制构件包括中心件、过渡件、端件、配重块；拼装连接索是指将预制构件连接成整体的预应力钢绞线；配件包括固定张拉装置零件、螺栓、螺母、垫圈、垫板等。

4.0.2 预制构件之间是通过钢绞线张拉连接，拼接面处由预应力拼装面的摩擦力及定位剪力键抗剪，预制混凝土构件拼装塔机基础与塔式起重机之间通过连接螺栓连接。为保证预制混凝土构件拼装塔机基础拼装和使用阶段的安全，组成预制塔机基础的各系统之间的连接应保证安全可靠。

4.0.4 预制混凝土构件拼装塔机基础的预制构件主要为钢筋混凝土构件，由于预制构件之间采用高强钢绞线预应力技术进行连接，结构体系属于无粘结后张拉预应力结构，根据《混凝土结构设计规范》

GB50010-2010 第 4.1.2 条规定,要求混凝土设计强度等级不应低于 C40。

4.0.5 本规程在钢筋方面提倡使采用 HRB400 级钢筋,与预制构件的混凝土强度等级 C40 相匹配。

4.0.6 拼装连接索的作用是先采用穿索方式将预制构件串联在一起,然后对索施加预应力使各个预制构件连接成整体,组成共同受力的预制混凝土构件拼装塔机基础。

在不考虑现场安装条件,仅将预制混凝土构件拼装塔机基础拼装在空旷的地面上时,各种类型的预应力钢绞线和预应力钢筋均可作拼装连接索。从经济合理、安全可靠、实际应用和方便操作等因素上考虑,拼装连接索应具备如下几方面的性能:

(1) 应具备较高的强度。索的强度较高,设计计算所需的索的根数就少,便于预制构件的截面尺寸控制、拼装预制构件时施工方便。

(2) 应具备可装拆功能。预制混凝土构件拼装塔机基础是可重复使用的拼装式基础。要求拼装连接索的锚固系统能够装拆。换句话说要求拼装连接索张拉锚固可靠,又能拆除基础时退锚方便。

(3) 应具备一定的柔软性。预制混凝土构件拼装塔机基础的使用场地是各式各样的,大多数情况下预制混凝土构件拼装塔机基础的基槽深度为 0.5m~0.8m,特殊情况下基础埋深为零(直接使利用混凝土地面为预制混凝土构件拼装塔机基础的持力层)和或基础埋深大于 1.0m(表层杂填土为新填土或属于软弱土层,层厚大于 1.0m)。在当基槽内具有一定深度时,要求索要具有一定的柔软性才能便于穿索施工。

经过对现有的预应力钢筋和钢绞线进行适用性分析和大量的实际使用经验总结,

$f_{ptk}=1860\text{N/mm}^2$ 的无粘结高强低松弛预应力钢绞线是合适的选择之一。

4.0.7 为了扩大钢材在预制混凝土构件拼装塔机基础中的应用范围,本条列入了《钢结构设计规范》GB50017 中规定的牌号,当采用其他牌号的钢材时,尚应符合相应有关标准的规定和要求。

4.0.8 传统塔机基础的连接螺栓通常采用 45#钢或 45#钢经调质处理,本规程中的塔机基础是预制混凝土构件拼装塔机基础且是多次重复使用的,对连接螺栓的要求应更高,采用 40Cr 并经调质处理后,提高了螺栓机械性能,其许用应力不应小于《塔式起重机设计规范》GB/T13752-92 标准中规定螺栓连接的许用应力的 1.7 倍。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 塔式起重机基础为临时性结构,可选择设计等级为丙级,因基础在双向预应力作用下,基础整体刚度较大,均匀的沉降变形对塔机在独立高度的使用没有影响,一般情况下可不进行地基变形验算。

5.1.2 本条文规定了地基承载力特征值的最低值及地基承载力的主要确定方法。由于岩土工程勘察报告中常常不提供表层土的承载力特征值,甚至不提供表层土的相关参数,针对预制塔机基础的地基持力层多数为表层土的情况,本文条提出了表层土地基承载力特征值可通过现场测试确定。现场测试(见附录 E)可选用轻型动力触探和静力触探试验等方法。增加 120kPa 说明

5.1.3 本条对预制混凝土构件拼装塔机基础的结构构造、整体平面布置、截面形式等设计作出了规定。

5.1.4 本条规定了预制混凝土构件拼装塔机基础设计应包含的内容。

5.2 结构设计计算

5.2.1 本条主要是对作用在预制混凝土构件拼装塔机基础顶面上的标准荷载标准值的取值和对预制混凝土构件拼装塔机基础在进行基础底面压力验算、抗倾覆验算、基础截面设计时所应选用的荷载及荷载组合分别作出的规定。

根据现行国家标准《塔式起重机设计规范》(GB/T 13752-92) 第 4.6.3 条规定,混凝土基础的抗倾

覆稳定性验算和地底面压应力验算均用到了塔式起重机作用在基础上的荷载 M 、 F_v 、 F_h ，这些荷载是生产厂商经过工况分析，选取最不利工况时的荷载组合确定出的荷载值并在使用说明书中给出。

《塔式起重机设计规范》GB/T 13752-92 采用许用应力法，地基础底面许用压应力是按《工业与民用建筑地基基础设计规范》TJ7-74 地基土的容许承载力确定的。鉴于现行国家标准现在使用的《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 中的地基承载力特征值与为概率极限状态设计方法，鉴于《工业与民用建筑地基基础设计规范》TJ7-74 中的地基土容许承载力与《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 中的地基承载力特征值相当，可以近似认为《塔式起重机设计规范》GB/T 13752-92 规范中的 M 、 F_v 、 F_h （由生产厂商提供，具体分为工作状态和非工作状态两种情况。设计时应分别按工作状态和非工作状态进行计算，从安全角度比较后取值）与《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 规范中的荷载标准值对应，即与本条中出现的 M_k^t 、 F_{vk}^t 、 F_{hk}^t 相对应。

由于塔式起重机荷载中永久荷载为自重，可变荷载为风荷载、起升荷载、运行冲击荷载等，生产厂商给出的垂直荷载竖向荷载 F_v 、水平荷载 F_h 及弯矩 M 中均没有具体组合方法，所以本条第 2~4 款中给出了与《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）相对应的荷载组合值：

1) 塔式起重机的竖向荷载 F_{vk}^t 主要为自重，起升荷载等所占比例较小，所以属于永久荷载控制的情况。

①标准组合时荷载分项系数取 1.0；

②基本组合时竖向荷载分项系数取 1.35；

③计算抗倾覆弯矩时竖向荷载分项系数按照《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 规范第 3.2.5 条规定取 0.9。

2) 塔式起重机作用在基础顶面的水平荷载 F_{hk}^t 主要为风荷载组成，属于可变荷载，在计算中乘以基础高度后组合到弯矩中去。在弯矩的组合中，该项不起控制作用。

①在标准组合中荷载分项系数取 1.0，荷载组合值系数取 0.6，则 $1 \times 0.6 = 0.6 < 1.0$ ，从安全角度取 1.0；

②在基本组合中荷载分项系数取 1.4，荷载组合系数取 0.6，则 $1.4 \times 0.6 = 0.84 < 1.0$ ，从安全角度取 1.0。

3) 塔式起重机作用到基础顶面的弯矩 M_k^t 主要由风荷载和起升荷载产生，属于可变荷载且起控制作用。

①在标准组合中荷载分项系数取 1.0，荷载组合值系数取 1.0；

②在基本组合中荷载分项系数取 1.4。

5.2.2 本条主要是按照现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 中 5.2 节的相关规定确定的。本规程中的预制塔机基础为十字形或近似十字形基础，与矩形基础的计算有所不同，用本条款公式（5.2.2-1）计算 $p_{k,max}$ 、 $p_{k,min}$ 时可采用简化计算，即作用在基础底面上的弯矩标准值 M_k^b 仅由与其作

用方向相同的条形基础承载，且与此对应的截面抵抗矩为 W_{\min} ，竖向荷载 F_{vk}^b 由全部地基基础承载；公式（5.2.2-2）、（5.2.2-3）中的 f_a 根据地质勘察报告取值，未提供表层土地基承载力特征值时，按本规程 5.1.2 条中的方法确定。当地基承载力达不到设计要求，应对地基进行处理。地基处理应符合《建筑地基处理技术规范》JGJ79 的规定，处理方案应有注册结构工程师或注册岩土工程师签章，由现场监理人员监督实施。对于基底出现零应力区时偏心矩值的取定，根据《塔式起重机设计规范》GB/T13752-92 第 4.6.3 条规定，混凝土基础的抗倾覆稳定性公式中 $e \leq b/3$ ，此时在该偏心距范围内对应的基础脱离地基土的面积不大于 1/2 的基础底面面积，本条款中的偏心矩 e 取小于 $l/4$ ，对于目前所使用的预制塔机基础，经计算沿十字梁方向基础脱离地基土的面积小于 1/6 的基础底面面积，沿十字梁 45° 方向基础脱离地基土的面积小于 1/16 的基础底面面积，均在 GB/T13752-92 规范规定的范围内。

5.2.4 本条规定 1 款中的参数和塔机制造商提供的常用塔机荷载数据，按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB50330 的规定，经过验算符合要求；本条规定 2 款可根据《建筑边坡工程技术规范》GB50330 中的公式计算。

5.2.5 预制混凝土构件拼装塔机基础的抗倾覆稳定性计算是涉及塔吊安全使用的重要内容，其抗倾覆稳定性应符合《塔式起重机设计规范》GB/T13752 及《塔式起重机安全规程》GB5144 的要求；本条给出了抗倾覆稳定性验算的公式，式中抗倾覆稳定性系数 K_{stb} 由《塔式起重机设计规范》抗倾覆稳定性验算中偏心距的要求推算为 1.5，考虑到预制混凝土构件拼装塔机基础的形状与整体现浇塔机基础的区别并偏于安全，抗倾覆稳定性系数 K_{stb} 有埋深（预制塔机基础的顶面位于地表以下）时为 2.0，无埋深时提高到 2.2。

5.2.6 预制混凝土构件拼装塔机基础的截面设计计算是设计制造预制混凝土构件拼装塔机基础混凝土预制混凝土构件、连接件以及拼装要求的主要工作。该截面设计计算的方法主要参照《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定和公式构造要求，公式中的 $0.9h_0$ 为截面内力臂的近似值。

5.2.7 本条中预制混凝土构件拼装塔机基础的斜截面承载力的计算，应符合《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关条件，其中 b 为预制混凝土构件梁宽减去竖向连接孔的直径， h_0 为截面的有效高度减去水平连接孔道的高度，基础梁的受剪承载力计算分两块进行，一是对基础整体梁的抗剪计算，另一个是对拼接面处的抗剪计算。基础整体梁的受剪承载力计算公式(5.2.5-1)是根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 6.3.4 条中公式（6.3.4-1）、（6.3.4-2）、（6.3.4-3）稍作调整，因为本规程中的预制混凝土构件拼装塔机基础是通过拼装连接索将预制构件连成整体，其构成型式类同节段式混凝土桥梁，因此参照 AASHTO《节段式混凝土桥梁设计和施工指导性规范》（应给出规范的代号和年号！1989）第 8.3.6 条抗剪强度折减系数取为 0.65，对于连接孔道处的抗剪，应考虑连接孔道对截面削弱的影响，由预加力所提高的构件受剪承载力 $0.05N_{p0}$ ，为偏于安全，忽略不计。拼接面处的剪力设计值 V 为上部塔机传递给预制塔机基础的竖向荷载、弯矩、水平荷载在拼接面处产生的剪力的矢量和；若塔机生产厂家提供扭矩值时，则在计算剪力合力时应予以考虑，否则不予考虑。公式（5.2.5-2）中的 $0.5N_{p0}$ 是考虑由预加力在混凝土面与面之间的磨擦所增加的拼接面处的剪力设计值，式中 0.5 的磨擦系数，依据《重力式码头设计与施工规范》JTJ290 第 3.4.10 条规定，混凝土面与混凝土面磨擦系数为 0.55，本式中取 0.5 偏于安全。公式（5.2.6-3）再设置定位剪力键是为了提高拼接面处的安全度，且便于拼装施工，精确定位。（注：本条直接参考 AASHTO《节段式混凝土桥梁设计和施工指导性规范》第 8.3.6 条抗剪强度折减系数取为 0.65 是不合适的，因为美国规范的计算公式中材料强度的取值为标准值，本规程中材料强度的取值为设计值，已考虑了材料性能分项系数 γ_c 、 γ_s ， $1/\gamma_c$ 、 $1/\gamma_s$ 即类似于美国规范的抗剪强度折减

系数，应作必要换算后确定，如假定抗剪折减系数为 k_v ，则 $k_v = \frac{1}{\gamma_c + \frac{1}{\gamma_s} \frac{f_{yvk} \frac{A_{sv}}{s} h_0}{0.7 f_{tk} b h_0}} = 0.65753$ ，取抗剪

折减系数为 0.75。经计算后确定 k_v 的取值，肯定不会是 0.65，在中国规范已考虑了 $1/\gamma_c \leftarrow 1/\gamma_s$ 的条件下，再考虑 0.65 打折，显然是不合理的，过于保守了，没有道理！对于连接孔道处的抗剪，应考虑连接孔道对截面削弱的影响；由预加力所提高的构件受剪承载力 $0.05N_{p0}$ ，为偏于安全，忽略不计。拼接面处的剪力设计值 V 为上部塔机传递给预制塔机基础的竖向荷载、弯矩、水平荷载在拼接面处产生的剪力的矢量和；若塔机生产厂家提供扭矩值时，则在计算剪力合力时应予以考虑，否则不予考虑。公式 (5.2.5-2) 中的 $0.5N_{p0}$ 是考虑由预加力在混凝土面与面之间的摩擦所增加的拼接面处的剪力设计值，式中 0.5 的摩擦系数，依据《重力式码头设计与施工规范》JTJ290 第 3.4.10 条规定，混凝土面与混凝土面摩擦系数为 0.55，本式中取 0.5 偏于安全。公式 (5.2.6-3) 再设置定位剪力键是为了提高拼接面处的安全度，且便于拼装施工，精确定位。

5.2.8 连接螺栓水平孔道应设于梁的中下部，参照《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 9.2.11 条的规定，连接螺栓的拉力应全部由附加箍筋承受，箍筋应沿水平孔道两侧布置，并从梁底伸到梁顶，做成封闭式。为提高可靠度，附加箍筋的抗拉设计强度设计值 f_{yv} 乘以降低系数 0.8，扩大墩补偿了竖向连接螺栓孔对梁截面的削弱，增加了布置布置抗拔力钢筋的空间。

根据参考《机械设计（下）》（西北工业大学主编，1979 年 1 月第一版）式 (17-26)，螺栓的预紧力 F_y 与预紧力矩 M_y 之间的关系式为：

$$F_y = \frac{M_y}{\frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_v) + \frac{f}{3} \left(\frac{D_0^3 - d^2}{D_0^2 - d^2} \right)}$$

式中： d — 螺纹公称直径 (mm)；

d_2 — 螺纹中径 (mm)， $d_2 \approx 0.9d$ ；

α — 螺纹升角 (°)， $\alpha \approx 2.5^\circ$ ；

φ_v — 三角螺纹的当量摩擦角 (°)， $\varphi_v = \operatorname{tg}^{-1} f_v$ ， $f_v = 0.3 \sim 0.4$ ，取 $f_v = 0.35$ 时，

$\varphi_v = \operatorname{tg}^{-1} 0.35 = 19.29^\circ$ ；

f — 螺母与支承面间的摩擦系数，对于加工过的金属表面， $f = 0.2$ ；

D_0 — 螺母环形支承面的外径 (mm)，可近似取 $D_0 = 1.7d$ 。

将以上各参数代入上式，可整得公式 (5.2.7-5)。

5.2.9 根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 10.1.8 条规定并考虑到体外张拉和重复使用等因素,取 $\sigma_{\text{con}} = 0.55 f_{\text{ptk}}$ 。由于拼装连接索的作用类似于粘结预应力束,参照美国公路桥梁规范(AASHTO)

规定, $\sigma_l = 221 \sim 228 \text{ N/mm}^2$, 美国后张混凝土协会(PTI)建议 $\sigma_l = 138 \text{ N/mm}^2$, 本规程建议取

$\sigma_l = 200 \text{ N/mm}^2$ 。关于 σ'_{pe} 计算式中的 0.85 系数是结合我国大多数体外预应力节段梁抗弯强度折减系数,并参考 AASHTO《节段式混凝土桥梁设计和施工指导性规范》第 8.3.6 条于接缝抗弯强度折减系数取为 0.85。(注:系数 0.85 也应予以换算,美国规范的抗弯强度折减系数即相当于中国规范的材料性能分项系数 $1/\gamma_c \sim 1/\gamma_s$,故应考虑 $1/\gamma_c \sim 1/\gamma_s$ 的综合影响后予以必要的换算,学习国外规范不应生搬硬套!)

5.2.10 本条按《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 6.6 节的内容确定。

5.2.11 预制混凝土构件拼装塔机基础可以认为是采用倒楼盖形式的弹性地基梁,这种形式不会产生很大的挠度,因此不需进行挠度验算。如果在使用状态下截面内产生拉应力,则裂缝将集中发生在拼接缝处,所以对于额定起重力矩不超过 $800 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 的塔式起重机基础,可不进行裂缝控制验算。

5.3 构造要求

5.3.1~5.3.16 针对预制混凝土构件拼装塔机基础的预制构件提出了具体的构造要求,这些要求是必须保证的。

当塔机为无底架独立式基础时,塔身支腿的任务是将塔身传来的上部荷载传给混凝土基础。由于混凝土基础的抗压强度比钢材低很多,因而必须扩大基础的受压面,在支腿底部有一块较大的钢底板,把支腿的内力分布到大面积的混凝土基础,基础也做成比一般梁宽的扩大墩。一方面补偿开孔对截面的削弱,另一方面可配置一定数量的附加钢筋,传递抗拔拉力。这样,在受压状态下,荷载通过支腿钢底板传至扩大墩,再传至基础底板。同样,支腿在受拉状态下,荷载通过地脚螺栓将拉拔力传至水平孔道的受力点。

传统的无底架塔机,其独立式支腿是在支腿上预埋 2-4 根地脚螺栓在混凝土基础里面或在混凝土基础内预埋支腿。为使预制基础能具有较好的方便拆卸、方便更换、方便紧固、维护等功能,在扩大墩的中下方开水平孔道,并在扩大墩面上开设竖向连接孔与水平孔道相连,水平孔道用于紧固和装卸螺栓,扩大墩主要承受支腿传来的拉力和压力。扩大墩的设计主要考虑混凝土墩的抗剪;附加钢筋的设置;局部承压的验算。

由于塔身支腿的地脚螺栓孔,不可能与预留的连接螺栓孔完全一致,或支腿是预埋在基础内的钢支腿,这就需要附加一个转换底座,将支腿的内力经过转换底座传给基础。转换底座是由钢制上、下面板,中间焊接加劲钢板组成,上面板与支腿底脚用螺栓连接,下面板用连接螺栓与基础连接。

对于自制的转换底座,应进行专门的设计,制作应有钢结构施工资质或特种设备的生产许可,必须采用气体保护焊接,出厂前或安装使用到拆除一个周期应进行无损检测。(对“一个周期”在条文或条文说明中应作必要交代!)

6 制作与检验

6.1 预制构件的制作与检验

6.1.1 预制混凝土构件拼装塔机基础对预制构件的质量要求较高,应采用工厂化制作。

6.1.4~6.1.5 为保证预制混凝土构件拼装塔机基础的施工质量,预制构件制作过程的质量控制应符合

《混凝土结构工程施工规范》GB50666 整体性，对预制构件尺寸的允许偏差要求比现行国家标准《混凝土施工质量验收规范》GB50204 的要求高。

6.2 拼装连接索及配件的检验

6.2.1~6.2.2 拼装连接索及配件的质量直接影响预制塔机基础的安全使用，拼装连接索及配件质量必须满足相应要求。

6.3 出厂检验

6.3.1~6.3.3 生产厂家应按照本规程要求，设计制作不同实用范围的成套产品，并出具产品合格证明。

7 拼装与验收

7.1 一般规定

7.1.1 本条要求施工现场的管理人员在组织预制混凝土构件拼装塔机基础施工时，应结合施工现场的场地、起重作业量、作业人员的情况及可能出现的问题做通盘考虑和安排，制定具体的拼装方案。为清楚反映预制混凝土构件拼装塔机基础的拼装构成，本条给出了截面形式为倒 T 形的预制塔机基础的拼装结构图。

7.1.2 由于预制混凝土构件拼装塔机基础拼装具有预应力张拉施工等技术要求，预制混凝土构件拼装塔机基础拼装单位应有预应力施工的资质，施工操作的人员应经过专门的培训并持证上岗。

7.1.3 经积水浸泡的地基的承载力将会减小以致达不到预制拼装基础对地基承载力的要求，冻土地基也存在同样的情况。另外，由于基槽内积水使拼装连接索的锚固装置浸泡于水中会对其锚固性能造成不利影响。条文对此作出严格的禁止规定，并在本规程的第 7.2.4 条第 4 款对锚具及钢绞线外露部分的防腐处理和套上防护套保护处理。当预制拼装基础位于深基坑边或一面有堆载时，应按本规程的第 5.2.3 条进行抗滑移稳定性验算。

7.1.4 本条对张拉机具提出相应的要求。

7.1.5~7.1.6 本条是安全施工要求，拼装施工过程必须做到安全、可靠、高效。“安全第一，预防为主，综合治理”是安全生产的基本方针，操作人员应严格遵守“不伤害自己、不伤害他人和不被他人伤害”的现场安全施工的“三不”原则，为防止钢绞线在张拉和拆除时发生意外，特制定本条文。

7.1.7 安装高度限值：额定起重力矩 $400\text{kN}\cdot\text{m}$ 及以下的独立高度和附着高度均按厂家说明书的要求；额定起重力矩 $400\text{kN}\cdot\text{m}$ 以上 $800\text{kN}\cdot\text{m}$ 及以下的独立高度按厂家说明书的要求，附着高度以厂家说明书的要求再乘以 0.8 的折减系数。研究表明，独立状态对塔基最不利，当有一道附着时，基础所受到的倾覆弯矩仅有独立高度的 30% 以下，当有两道附着时，基础所受到的倾覆弯矩仅有独立高度的 10% 左右，多道附着基础几乎受到的几乎是轴心压力，基础底板的压应力将大大减少，偏于安全考虑，附着高度比厂家提供的高度有所折减。

7.1.9 提供了基础构件尺寸、拼装总面积及基础总重量（含配重）、截面抵抗矩及钢绞索有效拉力和位置后，便可复核偏心矩及基底压力是否满足稳定性及承载力要求；每块基础构件标明重量，方便现场检查；预制拼装塔机基础与传统基础一样，附着时可按原厂家的附着要求施工，当附着长高度超过原厂家规定的长高度时，应进行专门的设计。

7.2 拼装

7.2.2 拼装前的准备工作

2 为确保预制混凝土构件拼装塔机基础在拼装和使用过程中做到安全、合理、高效的安全生产，须应掌握相关环境资料。

4 预制混凝土构件拼装塔机基础的拼装施工是按预制构件设计“对号入座”，保证拼装顺利进行。

6 为使拼装达到设计要求应检查机具精度及性能。

7 预制混凝土构件拼装塔机基础拼装前通过技术交底，将拼装要点和质量要求落实到班组和操作人员，这是确保拼装施工质量的必要措施。

7.2.3 本条对拼装施工过程中的各个方面作出具体规定和要求，在基础外围应设置积水坑，确保基础底面以上无积水。

7.2.4 拼装连接索张拉施工是整个拼装施工的关键环节，张拉过程及张拉值记录应由监理人员进行现场监督，以便确保拼装施工质量。本条文第4款对锚具及外露钢绞线的防腐处理和保护是确保该基础安全使用的措施之一。

7.3 验收

质量验收及安全使用巡查是预制混凝土构件拼装塔机基础施工及使用管理中的关键控制点之一，本条文分别就拼装质量、拼装允许偏差检验方法、安装验收的记录和安全使用巡查记录等给出了具体规定。本规定所涉及部分应按照国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204和《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202执行。

7.4 拆除和堆放

7.4.1~7.4.3 规定了预制混凝土构件拼装塔机基础的拆除程序、拆除过程中的具体要求和方法。

7.4.4 预制混凝土构件拼装塔机基础是重复使用的预制构件拼装组成的基础，对堆放提出了相关要求，否则会使预制构件受损。

8 运输和维护与报废

8.1 运输

8.1.1~8.1.2 预制构件运输车辆的选择及预制构件在车上的位置、绑扎方法等是运输过程中注意成品保护的重要环节，为保证预制构件从出厂到拼装现场的质量不因运输过程中的装车、绑扎等方法不当造成预制构件降低质量水平和使用效果而提出的要求。

8.2 维护

8.2.1~8.2.2 对使用后的预制构件及配件的维护，重点从影响预制构件及配件重复使用质量方面，提出了具体维护方法的要求。

8.3 报废

8.3.1~8.3.3 预制构件和配件的质量影响到预制塔机基础的安全使用。因此，该条详细地给出了多项报废要求，应严格执行。

