

ICS 53.020.20
J 80



中华人民共和国国家标准

GB/T 5031—2019
代替 GB/T 5031—2008

塔式起重机

Tower crane

2019-08-30 发布

2020-03-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 分类与标识	3
5 技术要求	5
6 试验方法	28
7 检验规则	32
8 信息标志	32
9 包装、运输和贮存	33
10 安装及爬升	34
11 使用检查	39
附录 A (规范性附录) 结构试验方法	40
附录 B (资料性附录) 工作空间限制器——防碰撞/分区装置的规定	45
附录 C (资料性附录) 订购塔机时制造商应提供的资料	48
附录 D (规范性附录) 安全装置试验方法	50
附录 E (规范性附录) 塔式起重机检验项目及判定	53
附录 F (资料性附录) 塔机爬升操作	56

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 5031—2008《塔式起重机》。与 GB/T 5031—2008 相比主要技术变化如下：

- 增加了“定置式塔机”“爬升支撑装置”“换步支撑装置”等术语(见 3.13、3.14、3.15)；
- 修改了型号分类方法和标识原则(见 4.1、4.2, 2008 年版的 4.1 和 4.2)；
- 修改了“平衡重与压重”的技术要求(见 5.2.1, 2008 年版的 5.2.1.1)；
- 补充修订了对“爬升装置”的要求(见 5.2.3、5.6.11)；
- 调整了对“钢丝绳防脱装置”的要求(见 5.6.10, 2008 年版的 5.6.10)；
- 增加了“爬升装置”试验方法(见 6.7)；
- 增加了“动臂变幅幅度限制装置检验”方法(见附录 D.6)；
- 删除了“可靠性”要求及试验方法(见 2008 年版的 5.2.5、6.4、附录 F)；
- 删除了附录 A 和附录 I, 改为直接引用标准(见 2008 年版的 5.3.1.2、11.5.4、附录 A、附录 I)。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国起重机械标准化技术委员会(SAC/TC 227)归口。

本标准负责起草单位：北京建筑机械化研究院有限公司。

本标准参加起草单位：中联重科股份有限公司、沈阳三洋建筑机械有限公司、抚顺永茂建筑机械有限公司、徐州建机工程机械有限公司、湖北江汉建筑工程机械有限公司、北京市建设机械与材料质量监督检验站、哈尔滨工业大学、四川建设机械(集团)股份有限公司、浙江省建设机械集团有限公司、江苏正兴建设机械有限公司、广西建工集团建筑机械制造有限责任公司、山东鸿达建工集团有限公司、上海市建筑科学研究院(集团)有限公司、浙江虎霸建设机械有限公司、哈尔滨东建机械制造有限公司、江麓机电集团有限公司、成都久和建机科技有限责任公司、辽宁省安全科学研究院、广东省建筑科学研究院集团有限公司、北京正和工程装备服务有限公司、上海市建工设计研究总院有限公司、江西江特电机有限公司、中国新兴建设开发有限责任公司、北京城建五建设集团有限公司、中铁建设集团有限公司、江西中天机械有限公司、江西华伍制动器股份有限公司、北京建工土木工程有限公司、中国建设教育协会。

本标准主要起草人：罗文龙、姚金柯、喻乐康、李国威、才冰、米成宏、田广范、文朝辉、王凯晖、兰朋、廖多常、金鹤翔、王兴杰、姜渭、付剑雄、郑军、周志勇、樊斌、王一华、祝丽蓉、史向东、肖鸣、陈云龙、汤坤林、卢天星、杨杰、沈宏志、田凯、罗斌飞、杜军华、游大江、帅玉兵、刘承桓。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 5031—1985、GB/T 5031—1994、GB/T 5031—2008；
- GB 9462—1988、GB/T 9462—1999；
- GB/T 17806—1999；
- GB/T 17807—1999。

塔式起重机

1 范围

本标准规定了塔式起重机(以下简称塔机)的分类与标识、技术要求、试验方法、检验规则、信息标志、包装、运输和贮存、安装及爬升、使用检查。

本标准适用于 GB/T 6974.3 所定义的塔式起重机。

本标准不适用于可装设塔身的流动式起重机,带或不带臂架的安装桅杆。

2 规范性引用文件

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

- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母
- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带
- GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相
- GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 4728(所有部分) 电气简图用图形符号
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5118 热强钢焊条
- GB 5144 塔式起重机安全规程
- GB/T 5226.32 机械电气安全 机械电气设备 第 32 部分:起重机械技术条件
- GB/T 5293 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 5972 起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废
- GB/T 6974.1 起重机 术语 第 1 部分:通用术语
- GB/T 6974.3 起重机 术语 第 3 部分:塔式起重机
- GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝
- GB/T 8918 重要用途钢丝绳
- GB/T 10051.1 起重吊钩 第 1 部分:力学性能、起重量、应力及材料
- GB/T 10051.2 起重吊钩 第 2 部分:锻造吊钩技术条件
- GB/T 12470 埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 13752 塔式起重机设计规范
- GB/T 14292 碳素结构钢和低合金结构钢热轧条钢技术条件

- GB/T 20118 钢丝绳通用技术条件
GB/T 20303.3 起重机 司机室和控制站 第3部分:塔式起重机
GB/T 20863.3 起重机械 分级 第3部分:塔式起重机
GB/T 24817.3 起重机 控制装置布置形式和特性 第3部分:塔式起重机
GB/T 24818.3 起重机 通道及安全防护设施 第3部分:塔式起重机
GB/T 26557 吊笼有垂直导向的人货两用施工升降机
GB/T 27546 起重机械 滑轮
GB/T 28264 起重机械 安全监控管理系统
GB/T 31052.1 起重机械 检查与维护规程 第1部分:总则
GB/T 31052.3 起重机械 检查与维护规程 第3部分:塔式起重机
JB/T 2300 回转支承
JB/T 5946 工程机械 涂装通用技术条件
JB/T 5947 工程机械 包装通用技术条件
JB/T 10559 起重机械无损检测 钢焊缝超声检测
JB/T 10837 建筑施工机械与设备 三排柱式回转支承
JB/T 10838 建筑施工机械与设备 单排交叉滚柱(锥)式回转支承
JB/T 10839 建筑施工机械与设备 单排球式回转支承
JB/T 11157 塔式起重机 钢结构制造与检验
JB/T 11865 塔式起重机车轮技术条件
JGJ 332 建筑塔式起重机安全监控系统应用技术规程

3 术语和定义

GB/T 6974.1、GB/T 6974.3 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全距离 safety pass clearance

塔机运动部分与周围障碍物之间的最小允许距离。

3.2

工作状态 in-service

塔机处于司机控制之下进行作业的状态(含吊载运转、空载运转或间歇停机)。

3.3

非工作状态 out-of-service

已安装架设完毕的塔机,不吊载,所有机构停止运动,切断动力电源,并采取防风保护措施的状态。

3.4

最大工作压力 maximum working pressure

正常操作状态下液压回路或元件中的最大压力。

3.5

独立起升高度 non-tie-in load-lifting height

塔机运行或固定独立状态时,空载、塔身处于最大高度、吊钩处于最小幅度的最大允许高度处,吊钩支承面对塔机基准面的最大垂直距离。

注1:对动臂变幅塔机,起升高度分为最大幅度时起升高度和最小幅度时起升高度。

注2:对固定式塔机基准面为基础上表面,对轨道运行式塔机基准面为轨顶。

3.6

小车变幅速度 trolley-travelling speed

对小车变幅塔机,吊载最大幅度时的额定起重量,小车稳定运行的速度。

3.7

全程变幅时间 luffing speed

对动臂变幅塔机,吊载最大幅度时的额定起重量,臂架仰角从最小角度到最大角度所需要的时间。

3.8

回转速度 slewing speed

额定起重力矩载荷状态、吊钩位于最大高度时的稳定回转速度。

3.9

慢降速度 creep speed

起升滑轮组为最小倍率,吊载该倍率允许的额定起重量,吊钩稳定下降时的最低速度。

3.10

运行速度 crane-travelling speed

空载,起重臂平行于轨道方向时塔机稳定运行的速度。

3.11

额定起重力矩 rated load moment

与基本臂最大幅度相同或相近臂长组合状态,基本臂最大幅度与相应额定起重量的乘积。

3.12

平头式塔机 flat-top crane

臂架与塔身为 T 形结构型式的上回转塔机。

3.13

定置式塔机 stationary tower crane

一次组装到位,不带爬升的组装式固定式塔机

3.14

爬升支撑装置 climbing supporting device(shoe)

爬升式塔机爬升时连接爬升液压缸与塔身踏步或爬梯的传力装置。

3.15

爬升换步装置 climbing shift-supporting device(shoe)

爬升式塔机用于实现爬升液压缸卸载、爬升支撑装置换步的支撑装置。

4 分类与标识

4.1 分类

4.1.1 按组装方式

塔机按组装方式分为自行架设塔机和组装式塔机。

4.1.2 按回转部位

塔机按回转部位分为上回转塔机和下回转塔机。

4.1.3 组装式塔机按上部结构特征

组装式塔机按上部结构特征分为水平臂(含平头式)小车变幅塔机、倾斜臂小车变幅塔机、动臂变幅

塔机、伸缩臂小车变幅塔机和折臂小车变幅塔机。

动臂变幅塔机按臂架结构型式分为定长臂动臂变幅塔机与铰接臂动臂变幅塔机。

4.1.4 组装式塔机按中部结构特征

组装式塔机按中部结构特征分为爬升式塔机和定置式塔机。

4.1.5 爬升式塔机按爬升特征

爬升式塔机按爬升特征分为内爬式塔机和外爬式塔机。

4.1.6 按基础特征

组装式塔机按基础特征分为轨道运行式塔机和固定式塔机,固定式塔机又分为固定底架压重塔机和固定基础塔机。

自行架设塔机按基础特征分为轨道运行式塔机和固定式塔机。

4.1.7 自行架设塔机按上部结构特征

自行架设塔机按上部结构特征分为水平臂小车变幅塔机、倾斜臂小车变幅塔机、动臂变幅塔机。

4.1.8 自行架设塔机按转场运输方式

自行架设塔机按转场运输方式分为车载式和拖行式。

4.2 标识

4.2.1 制造商应在产品技术资料、样本和产品显著部位标识产品型号,型号中至少应包含塔机的额定起重力矩,单位为吨米($t \cdot m$)。

4.2.2 额定起重力矩按表 1 规定。

表 1 额定起重力矩

额定起重力矩 $t \cdot m$	基本臂最大幅度 m	相应额定起重量 t
16	16	1
20	20	
25	25	
31.5		1.26
40	30	1.34
50		1.67
63	35	1.8
80		2.29
100	40	2.5
125		3.13

表 1 (续)

额定起重力矩 t · m	基本臂最大幅度 m	相应额定起重量 t
160	45	3.56
200		4.4
250		5.6
315	50	6.3
400		8
500		10
630	55	11.46
>630		按实际起重量计算

注：最大臂长小于基本臂时，额定力矩为最大幅度与相应额定起重量的乘积。

5 技术要求

5.1 一般规定

5.1.1 塔机的设计准则和计算方法应符合机械基本原理及 GB/T 13752 的规定，新产品定型前应按附录 A 进行结构测试验证。

5.1.2 未做特殊申明时，产品应能在以下条件下正常使用：

- a) 工作环境温度 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 90% (不凝露)；
- b) 安装架设时塔机顶部 3 s 时距平均瞬时风速不大于 12 m/s，工作状态时不大于 20 m/s，非工作状态时风压按 GB/T 13752 规定；
- c) 无易燃和/或易爆气体、粉尘等非危险场所；
- d) 海拔高度 1 000 m 以下；
- e) 工作电源符合 GB/T 5226.32 规定；
- f) 塔机基础符合产品使用说明书中的规定；
- g) 使用工作级别不高于产品使用说明书的规定。

5.1.3 对额定起重力矩大于或等于 63 t · m 的塔机，最大臂长组合时最大幅度处额定起重量应不小于 1 000 kg。

5.1.4 在空载、额定载荷、110% 额定载荷、125% 静载、连续作业试验中应满足：

- a) 控制装置操作灵活、动作准确；
- b) 各机构运转平稳、制动可靠；
- c) 紧固件连接无松动、销轴定位可靠；
- d) 结构、焊缝及关键零部件无损伤；
- e) 机构无泄漏、渗油面积不大于 1 500 mm²；
- f) 机构温升、噪声在限定范围内。

5.2 整机

5.2.1 平衡重与压重

5.2.1.1 平衡重和压重应有与臂架组合长度相匹配的明确安装位置，且固定可靠、不移位。

5.2.1.2 平衡重和压重应在吊装、运输和使用中不破损,且重量不受气候影响。

5.2.1.3 可拆分吊装的平衡重和压重,应易于区分且装拆方便,每块平衡重和压重都应在本身明显的位置标识重量。

5.2.1.4 移动式平衡重的移动轨迹应唯一,平衡重不随臂架运动自动按函数关系移动时,应有让司机清晰识别其位置的措施或指示装置。

5.2.2 稳定性要求

5.2.2.1 塔机部件实际重量误差应不大于设计值的 $\pm 2\%$,整机抗倾覆稳定性应符合 GB/T 13752 的规定。

5.2.2.2 自行架设塔机在架设、变换工作方式及拖行时,应满足稳定性要求。使用说明书应规定架设程序和方法、操作要求与安全措施。

5.2.2.3 组装式塔机安装稳定性应符合 GB/T 13752 的规定,使用说明书应规定安装顺序及关键步骤检查要求和注意事项。每个吊装部件均应给出吊装位置、轮廓尺寸及重量,并根据需要设置吊装装置,如:吊环、销轴等。

5.2.3 爬升装置

5.2.3.1 塔机的爬升装置应有可靠的导向,爬升装置的结构强度、刚度应符合 GB/T 13752 规定。爬升支撑装置及踏步强度应按爬升动力系统最大能力效应进行验算。

5.2.3.2 爬升速度宜不大于 0.8 m/min。

5.2.3.3 正常爬升中即使液压缸完全伸出,爬升装置的导向仍应可靠有效。

5.2.3.4 换步支撑装置应有被锁定或自动停靠在干涉爬升装置升降运动位置的装置或功能。

5.2.4 主要性能参数误差

塔机安装到设计规定的最大独立高度时,主要性能参数误差应符合:

- a) 空载时,最大幅度误差不大于设计值的 $\pm 2\%$,最小幅度误差不大于设计值的 $\pm 10\%$;
- b) 独立起升高度不小于设计值;
- c) 各机构运动速度误差不大于设计值的 $\pm 5\%$;
- d) 起升机构应具有慢速下降功能,慢降速度根据服务需求确定,但不大于 9 m/min;
- e) 尾部回转半径不大于其设计值 100 mm;
- f) 固定底架压重塔机支腿纵、横向跨距的误差不大于设计值的 $\pm 1\%$;
- g) 轨道运行的塔机,其轨距误差不大于设计值的 $\pm 0.1\%$,且不大于 ± 6 mm;
- h) 整体拖运时的宽度、长度和高度均不大于其设计值;
- i) 空载、风速不大于 3 m/s 状态下,独立状态塔身(或附着状态下最高附着点以上塔身)轴心线的侧向垂直度误差不大于 0.4%,最高附着点以下塔身轴心线的垂直度误差不大于 0.2%。

5.2.5 刚性要求

在额定载荷作用下,塔机起重臂根部连接处的水平静位移应不大于 $1.34H\%$ (H 为最大独立状态下起重臂根部连接处至塔机基准面的垂直距离)。

额定载荷启制动时,司机室水平振动加速度应小于 $0.2g$ (g 为重力加速度)。

5.2.6 外观及表面防护

5.2.6.1 塔机表面应涂漆防锈,特殊标志及涂膜质量应符合 JB/T 5946 的规定。

5.2.6.2 外露并需拆卸的销轴、螺栓、链条等连接件及弹簧、液压缸活塞杆等应采取非涂装的防锈措施。

5.2.7 噪声

5.2.7.1 塔机工作时,司机室内噪声应不大于 80 dB(A)。

5.2.7.2 塔机工作时,在距各传动机构边缘 1 m、上方 1.5 m 处测得的噪声值应不大于 90 dB(A)。

5.3 结构

5.3.1 材料

5.3.1.1 主要承载构件应采用镇静钢,钢材牌号及质量组别应符合设计文件的规定并有相关的证明文件。

5.3.1.2 主要承载构件钢材质量组别应根据对塔机结构脆性破坏影响因素的评价结果进行选择。评价与选择方法见 GB/T 13752。

5.3.1.3 主要承载构件宜使用热轧轧制型材,冷拔、冷轧型材应经退火后使用。厚度大于 50 mm 钢板的使用应符合 GB/T 13752 的规定。

5.3.1.4 用于焊接的主体材料应具有良好的可焊性。可按表 2 评定钢材的可焊性,不符合表 2 规定时,应采取焊前预热、焊后保温等措施。

表 2 钢材可焊性评定指标

钢材类别	$w(C)$ %	C_E %
碳素结构钢(GB/T 700) 优质碳素结构钢(GB/T 699)	≤ 0.25	—
低合金高强度结构钢(GB/T 1591)	—	≤ 0.46

表 2 中 C_E 为含碳元素当量, C_E 按式(1)计算。

$$C_E = w(C) + \frac{w(Mn)}{6} + \frac{w(Cr) + w(Mo) + w(V)}{5} + \frac{w(Ni) + w(Cu)}{15} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$w(C)$ ——C 元素在钢材中质量分数;

$w(Mn)$ ——Mn 元素在钢材中质量分数;

$w(Cr)$ ——Cr 元素在钢材中质量分数;

$w(Mo)$ ——Mo 元素在钢材中质量分数;

$w(V)$ ——V 元素在钢材中质量分数;

$w(Ni)$ ——Ni 元素在钢材中质量分数;

$w(Cu)$ ——Cu 元素在钢材中质量分数。

5.3.1.5 当需要接料时,接头的型式与强度应充分考虑其对结构疲劳的影响和受力要求,每个杆件的接料处应不多于一处。

5.3.1.6 型材缺陷的限制应符合 GB/T 14292 的规定,板材缺陷的限制应符合 GB/T 3274 的规定。

5.3.1.7 材料代用应保证不降低原设计的强度、刚度、稳定性、疲劳强度,不影响原设计规定的性能和功能要求。

材料代用后,自重比原设计重量增大 3% 以上或迎风面积增加较多时,应按 GB/T 13752 中的要求重新进行计算校核。

材料代用还应考虑加工制造时产生的影响,如应力集中、可焊性、热处理性、内应力等,不得降低承

载能力和使用寿命。

5.3.2 连接

5.3.2.1 焊接

5.3.2.1.1 焊接环境

结构焊接时应根据焊接方法、构件复杂程度、母材强度、厚度等确定焊接环境,对母材强度级别 σ_s 大于 345 MPa、母材厚度大于 40 mm 的非交叉焊缝结构焊接,焊接环境应符合以下要求:

- a) 气体保护焊焊接处附近风速不大于 2 m/s;
- b) 焊接区域局部环境温度不低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 焊接处被焊件表面温度不低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- d) 不在雨、雪中焊接且被焊件表面干燥。

5.3.2.1.2 焊接材料

手工焊接用焊条应符合 GB/T 5117 或 GB/T 5118 的规定。选择的焊条型号应与被焊件材料牌号、焊缝所受载荷类型、焊接方法等相适应。主要受力构件宜采用低氢型焊条。

气体保护焊用焊丝应符合 GB/T 8110 的规定。选择的焊丝型号应与焊接方法相匹配。

埋弧焊用焊丝与焊剂质量及组配应符合 GB/T 5293 和 GB/T 12470 的规定。选择的焊剂牌号应与被焊件材料牌号、焊缝所受载荷类型相匹配。

5.3.2.1.3 接头

焊接接头型式应符合 GB/T 985.1、GB/T 985.2 的规定。

塔身标准节(以下简称标准节)螺栓连接套、踏步部位宜进行局部抗撕裂能力验算。

5.3.2.1.4 质量

焊接质量应符合 JB/T 11157 的规定。

5.3.2.1.5 无损探伤

关键受力对接焊缝应进行无损探伤,质量不低于 GB/T 3323 的 II 级或 JB/T 10559 的 I 级验收要求。

5.3.2.2 螺栓连接

主要受力结构件间的螺栓连接应采用高强度螺栓,高强度螺栓副应符合 GB/T 3098.1 和 GB/T 3098.2 的规定,并应有性能等级符号标识及合格证书。

标准节、回转支承等类似受力连接用高强度螺栓应提供楔荷载合格证明。

5.3.2.3 销轴连接

销轴连接应有可靠的轴向定位,并符合 GB 5144 的要求。

5.3.3 互换性

主要结构件(如臂架、塔顶、回转平台、回转支承座和标准节等)的加工应有必要的工艺装备,保证顺利装配。

同规格塔身标准节应能任意组装。主肢结合处外表面阶差应不大于 2 mm。

标准节之间采用摩擦型高强螺栓连接时,连接螺栓应不采用锤击即可顺利穿入,螺栓按规定紧固后主肢端面接触面积应不小于应接触面面积的 70%。

5.3.4 结构表面

在钢丝绳运动中有可能接触到的结构表面不应有尖角。

5.3.5 排水

塔机钢结构外露表面不应有存水。封闭的管件和箱形结构内部不应存留水。

5.3.6 通道及安全防护设施

通道及安全防护设施的设置应符合 GB/T 24818.3 的规定。

5.3.7 司机室

司机室应符合 GB/T 20303.3 的规定。

5.4 机械

5.4.1 机构

5.4.1.1 设计准则

5.4.1.1.1 起升机构

动力驱动的起升机构应能使载荷以可控制的速度上升或下降。不应有单独靠重力下降的运动。起升机构的工作级别应符合 GB/T 20863.3 的要求。

5.4.1.1.2 动臂变幅机构

动力驱动的动臂变幅机构应能使臂架和载荷以可控制的速度变幅。不应有单独靠重力下降的运动。

动臂变幅机构的工作级别应符合 GB/T 20863.3 的要求。

5.4.1.1.3 小车变幅机构

小车变幅机构应能使变幅小车带载在水平或倾斜的臂架上运行。

如小车变幅机构还要承受载荷的分力,则还应符合起升机构中的相关要求。

小车变幅机构应能使小车带着载荷沿塔机臂架结构以可控制的速度双向运动(无论臂架斜度如何)。

不应有单独靠重力作用的运动。

小车变幅机构的工作级别应符合 GB/T 20863.3 的要求。

5.4.1.1.4 运行机构

如塔机安装有运行机构,则运行机构应能使塔机在直线轨道或特制的曲线轨道上运行。

运行机构至少应在两个支脚上提供驱动力,车轮直径和数量应满足各支脚承载要求。

塔机应装备有非工作状态用的抗风防滑锚定装置。其抵抗力应按 GB/T 13752 中有关非工作状态风力产生的滑移力进行估算。

运行机构的工作级别应符合 GB/T 20863.3 的要求。

5.4.1.1.5 回转机构

回转机构应能使臂架和载荷在正常工作风力作用下可控回转。

宜采用集电器供电,不使用集电器时,应设置限位器限制臂架两个方向的旋转角度。电缆应安装固定在不会被损坏的位置。

回转机构的工作级别应符合 GB/T 20863.3 的要求。

5.4.1.2 电动机

电动机的选择应符合 GB/T 13752 的规定。

5.4.1.3 联轴器

5.4.1.3.1 起升和动臂变幅机构

电动机和减速箱间联轴器中的弹性元件即使损坏也不应发生危险运动。

联轴器类型应基于机构总体设计、使用和性能要求进行选择,对不均匀的旋转体应做动平衡,使其能:

- a) 避免振动;
- b) 抑制有害的扭矩峰值;
- c) 补偿被连接件的同轴度误差。

5.4.1.3.2 运行机构

采用液力联轴器或等效装置以降低启动冲击时,制动器或制动系统应安装在液力联轴器的输出端。

采用其他型式联轴器的要求见 5.4.1.3.1。

5.4.1.3.3 回转机构

采用液力联轴器或等效装置以降低启动冲击时,制动器或制动系统应安装在液力联轴器的输出端。

采用其他型式联轴器的要求见 5.4.1.3.1。

5.4.1.4 制动器

5.4.1.4.1 一般要求

当提升动力被切断时,制动器应自动动作。制动器的热效能应适合小时制动次数、使用环境温度和允许温升的要求。

制动器的设计应满足在紧急情况下,满载从最高处下降制动,考虑制动器的发热和散热后,制动器应有足够的制动力使载荷以可控制的速度下降。

电动机和制动器控制回路的设计应保证,电动机产生的任何电动势能不影响制动要求。

制动弹簧的可靠性应适合制动器预期寿命与预期制动次数的要求。制动器系统的设计应保证制动弹簧的预压力不会影响弹簧的弹性常数。

应有防止污染物渗入而影响制动性能的防护措施。

5.4.1.4.2 起升机构

制动力矩应不小于额定载荷产生力矩的 1.5 倍。

制动衬垫表面应与制动轮(或盘)相适应以避免不均匀磨损,并不应使用有危害的材料(如:石棉)制造。

最大额定起重量 25 t 及以上塔机宜装设安全制动器并符合 5.4.1.4.3 的要求。

5.4.1.4.3 动臂变幅机构

应设有可由操作者和超速保护开关控制的、直接作用于卷筒凸缘上的安全制动器。

应采取措施来自动控制支持制动器和安全制动器的动作时间次序,防止产生不当的冲击载荷。

制动力矩应不小于额定载荷产生力矩的 1.5 倍。

当提升动力被切断时,支持制动器应自动动作,安全制动器可稍后作用。

使用手册应至少提供制动磨损检查的时间间隔和建议步骤。

制动衬垫表面应与制动轮(或盘)相适应以避免不均匀磨损,并不应使用有危害的材料(如:石棉)制造。

5.4.1.4.4 小车变幅机构

在最恶劣工况和试验工况下,制动器应能将小车可靠制停在要求位置。

应设有极限限制装置以防止小车冲出臂架。

5.4.1.4.5 运行机构

制动器应使塔机平缓制停,制造商应充分考虑加速度值。

总的制动力矩应能抵抗按 GB/T 13752 估算的工作状态作用于塔机上的风载荷。

5.4.1.4.6 回转机构

制动力矩应使塔机回转部分在正常工作状态风力作用下保持不动。

若采用常闭式制动器,塔机进入非工作状态时应可通过手动或遥控方式解除制动,确保臂架能随风转动。若采用遥控解除方式,遥控系统应有安全触点和指示以确保制动分离。

5.4.1.5 液压系统

5.4.1.5.1 概述

液压系统及相关元件的性能应符合 GB/T 3766 的要求。

5.4.1.5.2 液压油

液压油的物理和化学特性应满足使用和预期循环次数的要求。

液压油的黏度确定应考虑塔机工作温度范围及温升,保证系统准确工作。

5.4.1.5.3 油箱

应设有最高、最低油面的标识。

放油孔大小和位置的选择应能限制油的流速以避免形成紊流。

5.4.1.5.4 滤油器

过滤能力应能满足液压元件工作的要求。

滤油器规格应能满足所有工况,考虑允许温升后预期黏度变化范围内流速的需要。

滤油器设计成只为一部分集成回路使用时,如果说明书中提供了它们的清洗和更换清单,则可不设堵塞指示器。这种情况下,要有详细的滤油器拆洗以及系统部件拆洗和油箱清洗的详细程序。如没有提供堵塞指示器时,建议安装旁路以便滤油器堵住时油液从旁路通过。

5.4.1.5.5 液压回路

液压回路的设计与制造应遵循即使有一个或更多的元件损坏或发生故障也要使事故风险为最小的原则。

液压回路的特性设计应使在一切正常操作状况下,液压缸和保压装置运动的可控制。

回路中应有防止系统超压的装置,主要点应能预先观测到压力值。

应有预防在执行机构长期不动作后产生气穴现象的措施。

5.4.1.5.6 泵

泵的流量和压力应满足工作的要求。

泵的极限压力应大于溢流阀的设定压力。为避免泵或其他元件的损坏,应防止或限制发动机的反转。如不会造成损坏,则可只标有现场选择运动方向的指令或警告。

5.4.1.5.7 管路及接头

管路及接头的极限承受能力应不小于各自最大工作压力的4倍。

宜选用具有安全功能的油管 and 接头。

5.4.1.5.8 液压缸

在正常状态下,考虑可预见的如温度变化造成压力增大等情况下液压缸产生的最大力不应对结构产生破坏。

使用单作用缸时,应保证活塞杆的安全收回。

回路的设计应能防止液压缸内腔的部分或全部为真空。使用说明书应有使用前检查系统可能形成真空的检查要求和处理方法。

应考虑塔机在使用环境条件下和停用时期活塞杆的防腐蚀。

液压缸应有截止阀,截止阀应通过硬管连接到液压缸或直接安装在液压缸上,在无动力或油管失效时停止液压缸动作,并应有防止超压的功能。

当外载作用使液压缸运动时,应有保持活塞杆速度稳定的装置,以防止对结构的振动。

液压缸的安装除了要方便部件的拆卸,还要易于塔机和相关部件的维修操作。

5.4.1.5.9 阀

需要使用者进行调整的阀应安装在方便操作的地方。

5.4.1.6 齿轮传动

5.4.1.6.1 起升机构

起升机构的承载能力应根据外载、驱动力矩和制动力矩计算。

轴的强度应满足由外载荷产生的最大瞬间弯曲、扭转和剪切的要求。

齿轮传动装置的固定及其与卷筒轴的连接应考虑同轴度误差和机架结构变形等的影响。

应能不用拆卸齿轮传动装置即可检查和补充润滑剂。

当齿轮传动装置设计成可交替驱动几个卷筒时,则每个卷筒都应有单独的控制运动的措施。

5.4.1.6.2 动臂变幅机构

动臂变幅机构的承载能力应根据提升臂架连同载荷及其附件的力、驱动力矩和制动力矩计算。

轴的强度应满足由外载荷产生的最大瞬间弯曲、扭转和剪切的要求。

齿轮传动装置的固定和与卷筒轴的连接应考虑同轴度误差和机架结构变形等的影响。

应能不用拆卸齿轮传动装置即可检查和补充润滑剂。

当齿轮传动装置设计成可交替驱动几个卷筒时,则每个卷筒都应有单独的控制运动的措施。

5.4.1.6.3 运行机构

轨道运行的塔机,其运行机构应设有即使在某一支承轮失效时也能对塔机形成有效支撑的装置,装置应在失效点下坠 5 mm 前作用。

5.4.1.6.4 回转机构

不应使用自锁减速器,以便在需要时臂架能随风旋转。

传动零件应按电动机的输出扭矩或制动器的制动力矩中的最大值选择计算。

5.4.1.7 钢丝绳和卷筒

5.4.1.7.1 总则

钢丝绳应符合 GB/T 8918 或 GB/T 20118 的规定。

钢丝绳的选择应符合 GB/T 13752 的规定。

钢丝绳的端部固定应符合 GB 5144 的规定。

钢丝绳的维护保养、检验及报废应符合 GB/T 5972 的规定。

5.4.1.7.2 起升机构

卷筒表面应光滑以防止钢丝绳的不正常磨损。

卷筒的最小卷绕直径应符合 GB/T 13752 的规定,钢丝绳偏离与卷筒轴垂直平面的角度应不大于 1.5° 。

卷筒宜加工折线绳槽,绳槽深度应在 $0.25d \sim 0.40d$ 之间,绳槽半径应在 $0.525d \sim 0.650d$ 之间(d 为钢丝绳公称直径)。

卷筒两端均应有侧板,在达到最大设计许用容绳量时,侧板外缘高度超出缠绕钢丝绳外表面应不小于 2 倍钢丝绳直径;容绳量的设计应保证在最大起升高度时,吊钩下降到最低位置状态,卷筒上应存有不少于 3 圈安全圈。

5.4.1.7.3 动臂变幅机构

卷筒表面应光滑以防止钢丝绳的不正常磨损。

卷筒的最小卷绕直径应符合 GB/T 13752 的规定,钢丝绳偏离与卷筒轴垂直平面的角度不大于 1.5° 。

卷筒宜加工折线绳槽,绳槽深度应在 $0.25d \sim 0.40d$ 之间,绳槽半径应在 $0.525d \sim 0.650d$ 之间(d 为钢丝绳公称直径)。

卷筒两端均应有侧板,在臂架仰角达到最大角度状态时,侧板外缘高度超出缠绕钢丝绳外表面应不小于 2 倍钢丝绳直径;容绳量的设计应保证在臂架仰角达到最小角度状态,卷筒上应存有不少于 3 圈安全圈。

5.4.1.7.4 小车变幅机构

牵引小车两个方向运动的钢丝绳宜设计成彼此独立。卷筒应加工绳槽。在全臂长工作时,两绳间

应空余不少于 1 个绳槽。

复合槽摩擦轮驱动系统只能用于近似水平载荷场合。其摩擦力矩不小于 2 倍最恶劣工况的需求力矩。

驱动绳轮应有不少于 3 个绳槽；张紧装置和导向轮宜为一体。复合槽轮宜用楔形槽。

应有保持张力的装置以保证正常工作。

计算时，钢丝绳与绳轮间的摩擦系数取值宜不超过 0.10。

钢丝绳设计选择时应考虑以下因素：

- a) 臂架倾斜角度；
- b) 车轮滚动阻力；
- c) 轮缘产生的摩擦阻力；
- d) 起升钢丝绳引起的摩擦阻力；
- e) 提升载荷的力(对没有载荷平移系统的倾斜臂架塔机)；
- f) 张紧装置的作用；
- g) 风力影响；
- h) 机械惯性。

5.4.1.8 维护保养

5.4.1.8.1 机构的设计应使维护保养方便且容易实现，更换易损件时应不需要拆卸整个机构。

5.4.1.8.2 机构的设计应方便检查。尤其是对回转支承连接螺栓、齿轮啮合处和回转支承润滑的检查。

5.4.2 吊钩

5.4.2.1 吊钩的选择应符合 GB/T 10051.1 的规定。

5.4.2.2 吊钩的制造、质量及检验应符合 GB/T 10051.2 的规定。

5.4.2.3 吊钩应设有防止吊索或吊具非人为脱出的装置。

5.4.3 滑轮

5.4.3.1 滑轮的最小卷绕直径应符合 GB/T 13752 的规定，钢丝绳绕进或绕出滑轮时偏斜的最大角度不应大于 4°。

5.4.3.2 装配好的滑轮应运转灵活，绳槽槽底及槽侧跳动应符合 GB/T 27546 的规定。

5.4.4 车轮

车轮应符合 JB/T 11865 的规定。

5.4.5 回转支承

5.4.5.1 回转支承应符合 JB/T 10837、JB/T 10838、JB/T 10839 或 JB/T 2300 的规定。

5.4.5.2 回转支承及其安装螺栓的选择应符合 GB/T 13752 的规定。

5.5 电气

5.5.1 总则

塔机电气系统应同时满足 GB/T 5226.32 和本标准的要求。对用于易燃和/或易爆场所的塔机还应符合相关的防爆标准要求。

5.5.2 电源与供电

5.5.2.1 凡无特殊要求的塔机,采用 380 V、50 Hz 的三相交流电源。在正常工作条件下,供电系统在塔机馈电线接入处的电压波动应不超过额定值的 $\pm 10\%$ 。根据用户的特殊要求也可以采用其他参数的三相交流电源,电源的容量及压降应满足整机工作的要求。

5.5.2.2 总电源回路应设置总断路器。总断路器应具有电磁脱扣功能,其额定电流应大于塔机额定工作电流,电磁脱扣电流整定值应大于塔机最大工作电流并符合整定要求。总断路器的断弧能力应能断开在塔机上发生的短路电流。

5.5.2.3 应采用 TN-S 接零保护系统供电。工作零线应与塔机的接地线(保护零线)严格分开。

5.5.2.4 导线的选用应符合 GB/T 13752 相关规定。

5.5.2.5 轨道运行的塔机应采用电缆卷筒或类似装置供电。采用电缆卷筒供电时应满足:

- a) 对于外径不大于 21.5 mm 的电缆,电缆卷筒底部直径不小于电缆外径的 10 倍;对于外径大于 21.5 mm 的电缆,电缆卷筒底部直径不小于电缆外径的 12.5 倍。
- b) 电缆卷筒能自动收放电缆,电缆卷筒的驱动转矩不小于放电缆时所需的最大转矩。
- c) 在收放电缆过程中,作用在电缆导线上的力尽可能地小。对于没有加强芯的电缆,作用在铜导线截面上的最大拉力为 15 N/mm^2 ;要求收放速度高或电缆自重较重时,采用具有加强芯的电缆。
- d) 电缆卷筒的集电滑环满足相应的电压等级和电流容量的要求,每个滑环至少有一对电刷,电刷的防护等级不低于 IP54。

5.5.2.6 沿塔身垂直悬挂的电缆应使用电缆网套或其他装置悬挂,其挂点数量应根据电缆的规格、型号、长度及塔机工作环境确定,保证电缆在使用中不被损坏。

5.5.2.7 电缆需接长时,应采用中间接线盒,接线盒的防护等级应不低于 IP44。

5.5.2.8 回转处采用集电器供电的塔机,集电滑环应满足相应的电压等级和电流容量的要求,每个滑环至少应有一对电刷,电刷的防护等级应不低于 IP54。集电器的设计应方便维护与检查。

5.5.3 控制系统

5.5.3.1 控制系统的图形符号应符合 GB/T 4728.1~GB/T 4728.13 的规定。

5.5.3.2 控制系统的设计应符合 GB/T 13752 的规定,控制回路电源应取自隔离变压器。在供电系统电压波动到额定值的 90%时,无论载荷处于什么位置,系统应保证机构正常工作且不出溜钩。

5.5.3.3 电器元件的选择应符合塔机工作环境及机构工作级别的要求。

5.5.3.4 采用的电子控制装置抗群脉冲干扰等级应不低于 2 000 V 级,并应能在温度 $-20 \text{ }^\circ\text{C} \sim +60 \text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度不大于 95%(25 $^\circ\text{C}$ 时)的环境下正常工作。

5.5.3.5 各限位开关动作应灵敏可靠,防护等级不低于 IP44。

5.5.3.6 控制系统配线(含外接线、缆)固定应整齐可靠、便于检修。所有导线端部及接线端子应有正确的标记、编号,并与电气原理图和布线图一致。软线缆不应直接接入端子。

5.5.3.7 动力电路和控制电路的对地绝缘电阻应不低于 $0.5 \text{ M}\Omega$ 。

5.5.3.8 电控柜(配电箱)应有门锁。门内应有电气原理图或布线图、操作指示等,门外应设有有电危险的警示标志。防护等级应不低于 IP44。

5.5.3.9 电气系统的安装应便于维护。

5.5.4 控制装置

5.5.4.1 控制装置宜优先采用联动操纵台(固定式、遥控式)。操纵台的布置形式和特性应符合 GB/T 24817.3 的规定。

5.5.4.2 操纵台应操纵灵活、动作准确可靠,操作杆应能自动回零且具有防止因无意刮碰而引起机构误动作的功能。

5.5.4.3 可以在两处或两处以上分别操纵的控制系统,应设有可靠的电气互锁装置。

5.5.4.4 操纵力不应超过 100 N,推荐采用如下值:

- a) 左右方向的操作,控制在 5 N~40 N 之间;
- b) 前后方向的操作,控制在 8 N~60 N 之间。

5.5.4.5 采用有线遥控式操纵台时,其控制电路电压应不高于 48 V,防护等级应不低于 IP44。

5.5.4.6 采用无线遥控式操纵台时,除满足 5.5.4.1~5.5.4.4 外,还应符合 GB/T 13752 的规定。

5.5.5 电气保护

5.5.5.1 电动机的保护

电动机应具有如下一种或一种以上保护,具体选用应按电动机及其控制方式确定:

- a) 短路保护;
- b) 在电动机内设置热传感元件;
- c) 热过载保护。

5.5.5.2 线路保护

所有线路都应具有短路或接地故障引起的过电流保护功能,在线路发生短路或接地故障时,瞬时保护装置应能分断线路。

5.5.5.3 错相与缺相保护

电源电路中应设有错相与缺相保护装置。

5.5.5.4 零位保护

塔机各机构控制回路应设有零位保护。初始供电以及运行中因故障或失压停止运行后重新恢复供电时,机构应不能自行动作,只有控制装置置零位后,机构才能重新启动。

5.5.5.5 失压保护

当塔机供电电源中断后,凡涉及安全或不宜自动开启的用电设备均应处于断电状态,避免恢复供电时用电设备自动启动。

5.5.5.6 欠压与过压保护

应设置欠压与过压保护装置,当电压低于 85%或高于 110%额定电压时,装置应发出报警或自动切断电源电路。

5.5.5.7 紧急停止

司机操作位置处应设置紧急停止按钮,在紧急情况下能方便切断塔机控制系统电源。紧急停止按钮应为红色非自动复位式。

5.5.5.8 预减速保护

具有多挡变速的变幅机构,应设有自动减速功能使变幅到达极限位置前自动降为低速运行。

具有多挡变速的起升机构,应设有自动减速功能使吊钩在到达上限位前自动降为低速运行。

5.5.5.9 超速开关

动臂变幅机构应设置超速开关,超速开关的整定值取决于控制系统性能和额定下降速度,通常为最大外变幅速度的 1.25 倍~1.4 倍。

5.5.5.10 避雷保护

塔机主体结构、电动机机座和所有电气设备的金属外壳、导线的金属保护管均应可靠接地,其接地电阻应不大于 4 Ω 。采用多处重复接地时,其接地电阻应不大于 10 Ω 。

5.5.6 照明、信号

5.5.6.1 司机室应有照明设施,照度不应低于 30 lx。照明电路电压应不大于 250 V,在司机室主电气线路被切断时,照明设施应能正常工作。

5.5.6.2 塔顶高于 30 m 的塔机,其最高点及臂端应安装红色障碍指示灯,指示灯的供电应不受停机影响。

5.5.6.3 自行架设塔机在转场运输时应装有直流 24 V 的宽度、高度、长度、转向及刹车警示灯,其性能及控制应符合交通安全的要求。

5.5.6.4 控制装置上应设有电源开合状态信号指示、超起重力矩和超起重量的报警或信号指示。

5.5.7 其他

5.5.7.1 司机室用取暖、降温设备应采用单独电源供电。选用冷暖风机时应选用防护式,并固定安装、外壳接地。

5.5.7.2 若设置升降机,其电气设计、安全设施应符合 GB/T 26557 的规定。

5.6 安全装置

5.6.1 起升高度限位器

5.6.1.1 动臂变幅的塔机,当吊钩装置顶部升至对应位置起重臂下端的最小距离为 800 mm 处时,应能立即停止起升运动,但应有下降运动。对没有变幅重物平移功能的动臂变幅的塔机,还应同时切断向外变幅控制回路电源。

5.6.1.2 小车变幅的塔机,吊钩装置顶部升至小车架下端的最小距离为 800 mm 处时,应能立即停止起升运动,但应有下降运动。

5.6.1.3 所有型式塔机,当钢丝绳松弛可能造成卷筒乱绳或反卷时应设置下限位器,在吊钩不能再下降或卷筒上钢丝绳只剩 3 圈时应能立即停止下降运动。

5.6.2 幅度限位器

5.6.2.1 动臂变幅的塔机,应设置幅度限位开关,在臂架到达相应的极限位置前开关动作,停止臂架继续往极限方向变幅。

5.6.2.2 小车变幅的塔机,应设置小车行程限位开关和终端缓冲装置。限位开关动作后应保证小车停车时其端部距缓冲装置最小距离为 200 mm。

5.6.3 动臂变幅幅度限制装置

动臂变幅的塔机,应设置臂架极限位置的限制装置。该装置应能有效防止臂架向后倾翻。

5.6.4 回转限位器

回转处不设集电器供电的塔机,应设置正反两个方向回转限位开关,开关动作时臂架旋转角度应不大于 $\pm 540^\circ$ 。

5.6.5 运行限位器

轨道运行的塔机,每个运行方向应设置限位装置,其中包括限位开关、缓冲器和终端止挡。应保证开关动作后塔机停车时其端部距缓冲器最小距离为 1 000 mm,终端止挡距轨道终端最小距离为 1 000 mm。

5.6.6 起重力矩限制器和起重量限制器

5.6.6.1 当起重力矩大于相应幅度额定值并小于额定值 110%时,应停止上升和向外变幅动作,但应有下降和内变幅动作。

5.6.6.2 力矩限制器控制定码变幅的触点和控制定幅变码的触点应分别设置,且能分别调整。

5.6.6.3 小车变幅的塔机,如最大变幅速度超过 40 m/min,在小车向外运行,且起重力矩达到额定值的 80%时,变幅速度应自动转换为不大于 40 m/min 的速度运行。

5.6.6.4 当起重量大于最大额定起重量并小于 110% 额定起重量时,应停止上升方向动作,但应有下降方向动作。具有多挡变速的起升机构,限制器应对各挡位具有防止超载的作用。

5.6.6.5 在塔机达到额定起重力矩和/或额定起重量的 90% 以上时,应能向司机发出断续的声光报警。在塔机达到额定起重力矩和/或额定起重量的 100% 以上时,应能发出连续清晰的声光报警,且只有在降低到额定工作能力 100% 以内时报警才能停止。

5.6.7 小车断绳保护装置

小车变幅塔机应设置双向小车变幅断绳保护装置。

5.6.8 小车防坠落装置

小车轮应有轮缘或设有水平导向轮以防止小车脱离臂架。

变幅牵引力使小车有偏转趋势时,小车轮应无轮缘并设有水平导向轮。

应设置小车防坠落装置,即使车轮失效小车也不得脱离臂架坠落,装置应在失效点下坠 10 mm 前作用。

5.6.9 抗风防滑装置

轨道运行的塔机,应设置非工作状态抗风防滑装置,其强度应满足 5.4.1.1.4 的要求。

5.6.10 钢丝绳防脱装置

起升与变幅滑轮的入绳和出绳切点附近、起升卷筒及动臂变幅卷筒均应设有钢丝绳防脱装置,该装置表面与滑轮或卷筒侧板外缘间的间隙不应超过钢丝绳直径的 20%,装置应有足够的刚度,可能与钢丝绳接触的表面不应有棱角。

卷扬机驱动的自行架设塔机架设绳轮系统,滑轮组间钢丝绳采用交叉 8 字形穿绕时可不设钢丝绳防脱装置。

5.6.11 爬升装置防脱功能

爬升式塔机爬升支撑装置应有直接作用于其上的预定工作位置锁定装置。在加节、降节作业中,塔

机未到达稳定支撑状态(塔机回落到安全状态或被换步支撑装置安全支撑)被人工解除锁定前,即使爬升装置有意外卡阻,爬升支撑装置也不应从支撑处(踏步或爬梯)脱出。

爬升式塔机换步支撑装置工作承载时,应有预定工作位置保持功能或锁定装置。

5.6.12 安全监控管理系统

塔机宜安装符合 GB/T 28264 或 JGJ 332 要求的安全监控管理系统。

5.6.13 风速仪

除起升高度低于 30 m 的自行架设塔机外,塔机应配备风速仪,当风速大于工作允许风速时,应能发出停止作业的警报。

5.6.14 工作空间限制器

用户需要时,塔机可装设工作空间限制器,参见附录 B。对单台塔机,工作空间限制器应在正常工作时根据需要限制塔机进入某些特定的区域或进入该区域后不允许吊载。对群塔(两台以上),该限制器还应限制塔机的回转、变幅和整机运行区域以防止塔机间结构、起升绳或吊重发生相互碰撞。

当群塔作业的工作空间限制器间采用有线通信时,应采取有效措施防止电缆(电线)意外损坏。

5.7 制造商提供的技术资料

5.7.1 销售塔机时应提供的资料

制造商在签订供货合同时提供有关资料,参见附录 C。该资料应作为合同附件存入设备档案。

5.7.2 供货时应提供的资料

5.7.2.1 制造商供货时应提供塔机的使用说明书,使用说明书内容至少应包括:

- a) 场地的准备、塔机基础及附着的设计资料:
 - 1) 适用于所售塔机结构型式,在最大独立安装状态时塔机对基础的垂直作用力、水平作用力、倾覆力矩和扭转力矩。并应说明主要作用力是来自工作状态还是非工作状态,以及相应的风速和作用方向。对轨道运行的塔机,可用轮压或台车负荷来描述。
 - 2) 适用于所售塔机结构型式,按制造商推荐的附着间距范围和悬臂高度时塔身附着点的作用力。并应说明主要作用力是来自工作状态还是非工作状态,以及相应的风速和作用方向。当附着不当会对塔身受力的影响时,应在文件的适当位置对安装人员给出警示,必要时应用示意图对附着细部进行描述和说明。
 - 3) 对轨道运行的塔机,应说明满足抗风防滑要求所能承受的最大风速,以及当超过工作风速时应采取的安全措施。
 - 4) 基础要求(含固定基础塔机连接埋件形位公差要求)。
 - 5) 架设安装的场地要求。
 - 6) 平衡重和压重的要求。
- b) 组装式塔机安装说明:
 - 1) 构件与部件的轮廓尺寸及重量。
 - 2) 必要时,推荐构件与部件的吊点及吊挂方法。
 - 3) 按规定程序安装/拆卸时,非均衡构件和部件的重心位置。
 - 4) 推荐的安装方法和顺序。当构件强度或稳定性限制需采用特殊安装方法或安装顺序时,应在文件的适当位置对安装人员给出警示。

- 5) 关键部件的连接细节。必要时应用示意图进行描述和说明：
 - 螺栓、销轴和其他所需零部件；
 - 连接处的安装方法；
 - 高强螺栓的预紧力矩或预紧力；
 - 在安装过程中各步骤控制力矩或力的要点。
- 6) 爬升操作说明及要求。
- c) 自行架设塔机架设说明：
 - 1) 底架调平要求；
 - 2) 架设中作业人员站位要求；
 - 3) 立塔前的检查要求；
 - 4) 架设程序说明及检查要求。
- d) 安装后的检查、调试和使用说明：

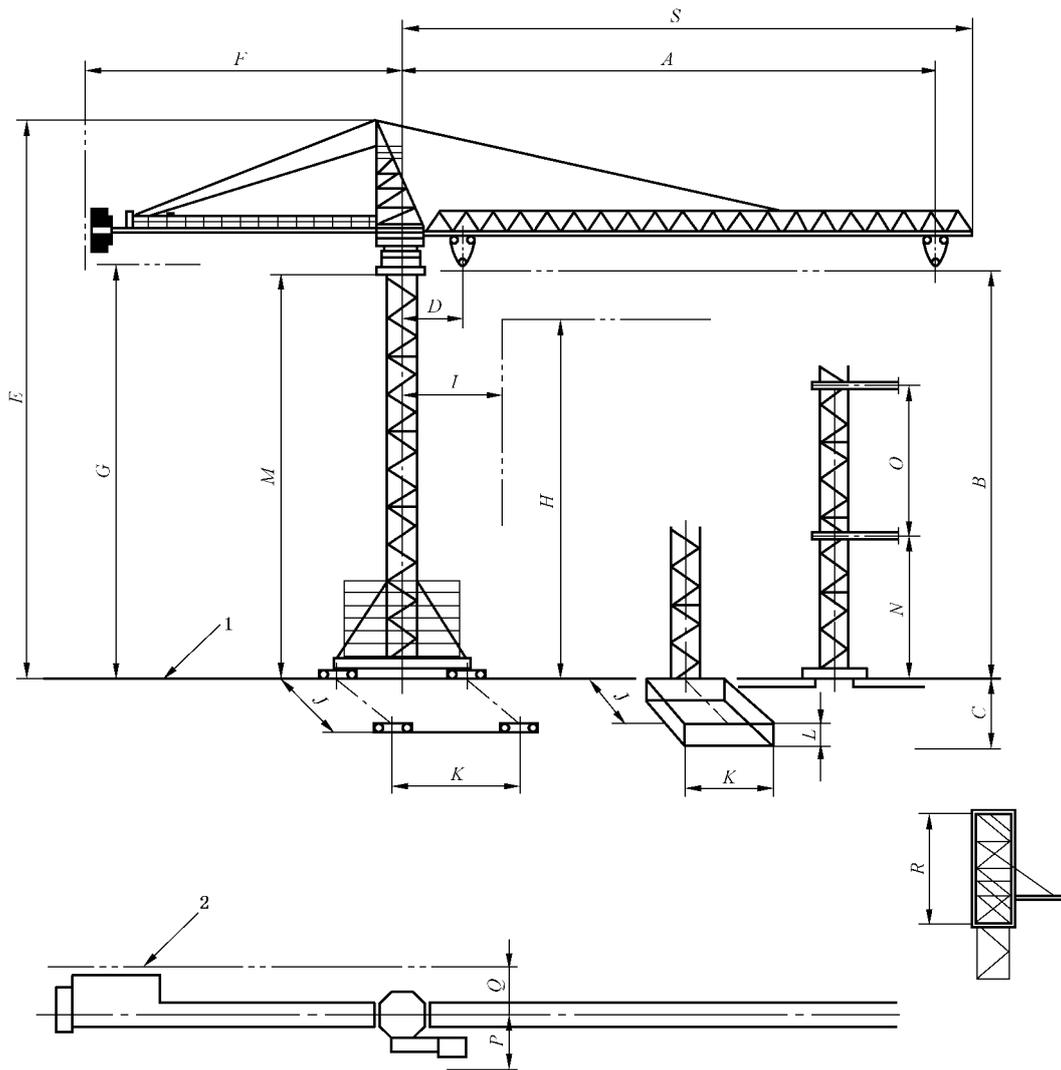
应详细说明塔机安装后应进行的检查内容、方法和要求,尤其是安全装置的种类、安装位置、工作原理、调试方法与要求。以及关键零件(如螺栓)的重复使用限制条件等。
- e) 与塔机操作使用有关的资料、数据和建议。至少应包括以下内容：
 - 1) 正确的操作方法与限制操作要求；
 - 2) 主要性能参数,包括但不限于起重特性图表、起重量与起升速度关系图表、电气原理图等；
 - 3) 司机交接班要求；
 - 4) 动臂变幅塔机非工作状态安全停放角；
 - 5) 其他能保证按设计要求进行操作以及能减少事故和设备损坏可能性的建议。
- f) 维护要求与建议：

应提供有关塔机维护保养的说明和检查维护频度的建议。并提供与 GB/T 31052.3 检查要求有关的详细技术资料 and 基础数据。
- g) 整机外廓尺寸：

应提供与所售塔机结构型式相符的整机外廓尺寸数据,例如图 1~图 5 所标尺寸。

5.7.2.2 其他

制造商还应提供设备清单、配件目录及政府相关主管部门要求的其他资料。



说明：

1 —— 基准面；

2 —— 建筑物界线；

A —— 最大幅度；

B —— 基准面以上吊钩最大起升高度；

C —— 基准面以下吊钩最大下降高度；

D —— 最小幅度；

E —— 塔顶顶部距基准面的最大垂直距离；

F —— 尾部回转半径；

G —— 尾部以下净高；

H —— 障碍物的最大高度；

I —— 塔身中心到障碍物的最小距离；

J —— 轨距，或基础宽度；

K —— 轴距，或基础长度；

L —— 基础深度；

M —— 最大独立塔身高度；

N —— 第一道附着高度；

O —— 附着间距；

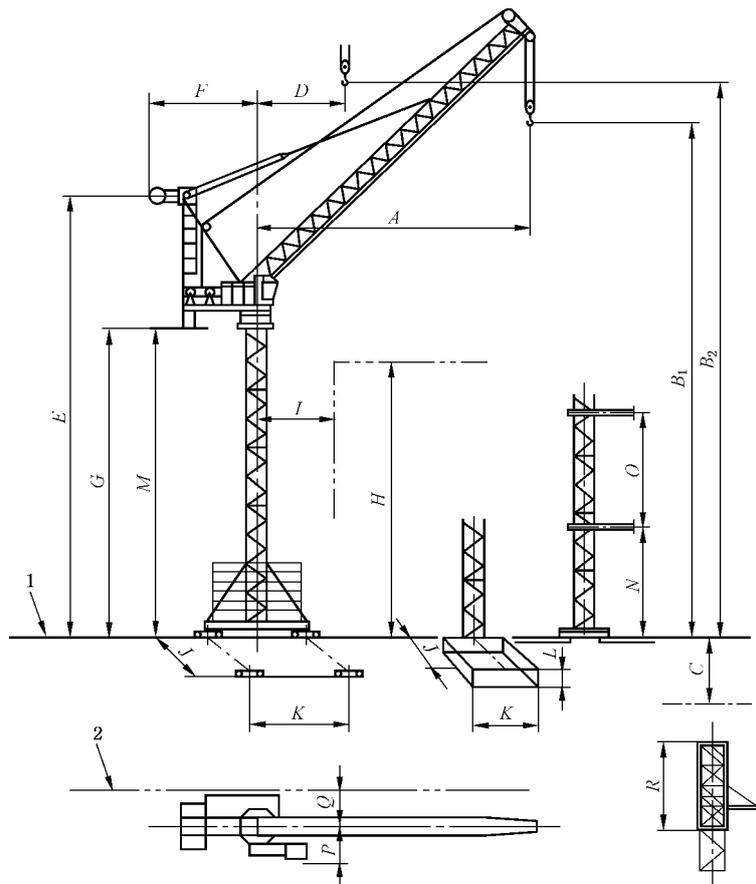
P —— 司机室侧边的最小间隙；

Q —— 司机室对侧的最小间隙；

R —— 爬升架高度；

S —— 最大回转半径。

图 1 制造商应提供的塔机使用尺寸示例——水平臂塔机



说明:

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| 1 —— 基准面; | I —— 塔身中心到障碍物的最小距离; |
| 2 —— 建筑物界线; | J —— 轨距,或基础宽度; |
| A —— 最大幅度; | K —— 轴距,或基础长度; |
| B_1 —— 最大幅度时基准面以上吊钩最大起升高度; | L —— 基础深度; |
| B_2 —— 最小幅度时基准面以上吊钩最大起升高度; | M —— 最大独立塔身高度; |
| C —— 基准面以下吊钩最大下降高度; | N —— 第一道附着高度; |
| D —— 最小幅度; | O —— 附着间距; |
| E —— 塔顶顶部距基准面的最大垂直距离; | P —— 司机室侧边的最小间隙; |
| F —— 尾部回转半径; | Q —— 司机室对侧的最小间隙; |
| G —— 尾部以下净高; | R —— 爬升架高度。 |
| H —— 障碍物的最大高度; | |

图 2 制造商应提供的塔机使用尺寸示例——动臂变幅塔机

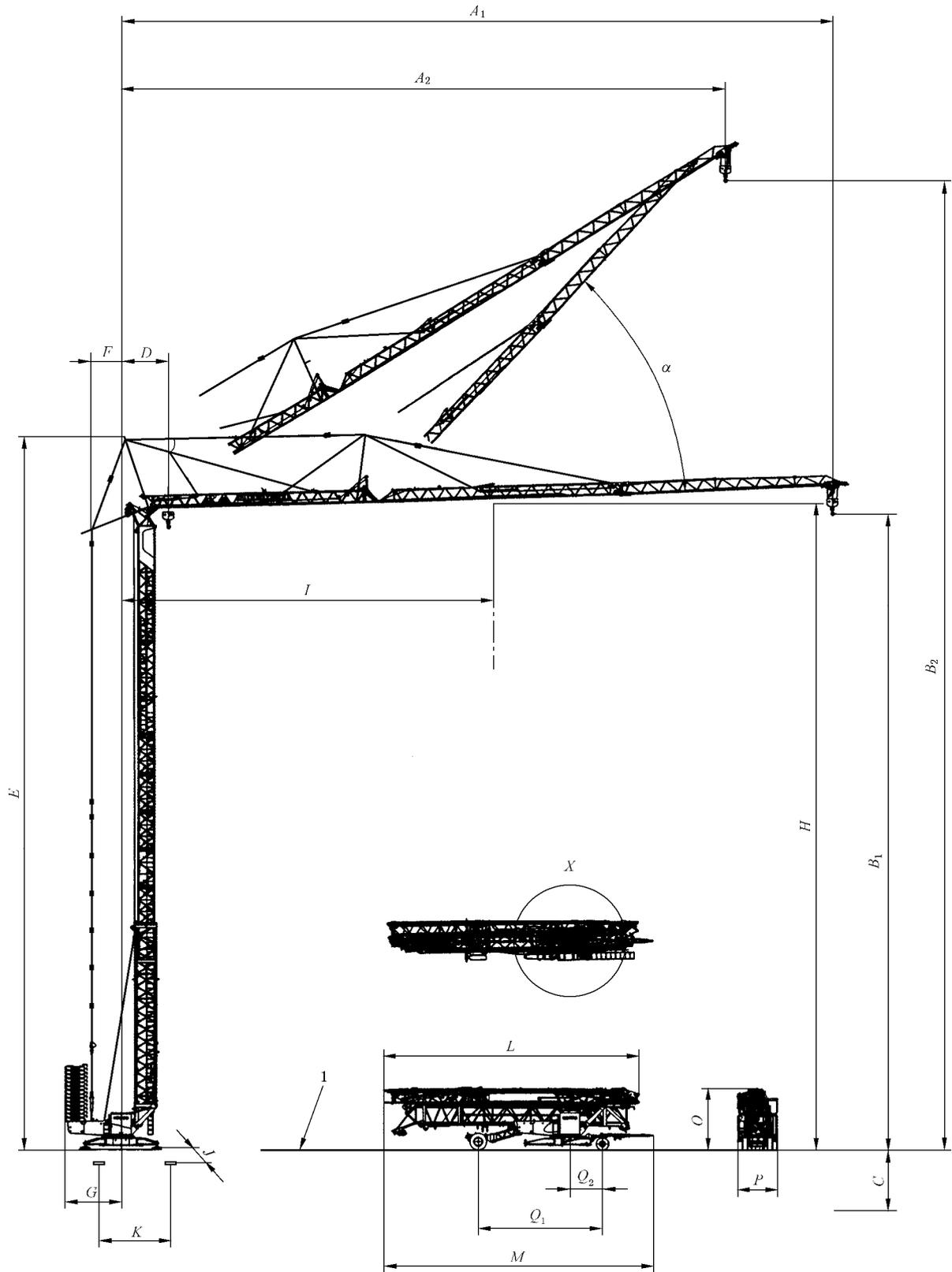


图 3 制造商应提供的塔机使用尺寸示例——拖行式自行架设塔机

说明:

l ——基准面;

A_1 ——最大幅度;

A_2 ——最大幅度;

B_1 ——最大幅度基准面以上吊钩最大起升高度;

B_2 ——最大幅度基准面以上吊钩最大起升高度;

C ——基准面以下吊钩最大下降高度;

D ——最小幅度;

E ——塔顶顶部距基准面的最大垂直距离;

F ——尾部回转半径;

G ——回转平台的回转半径;

H ——障碍物的最大高度;

I ——塔身中心到障碍物的最小距离;

J ——支腿宽度;

K ——支腿长度;

L ——运输状态下去掉轮轴时塔机的总长;

M ——运输状态下塔机的总长;

α ——臂架的位置;

O ——运输状态下塔机的高度;

P ——运输状态下塔机的宽度;

Q_1 ——轴距;

Q_2 ——前轴与回转轴之间的距离。

图 3 (续)

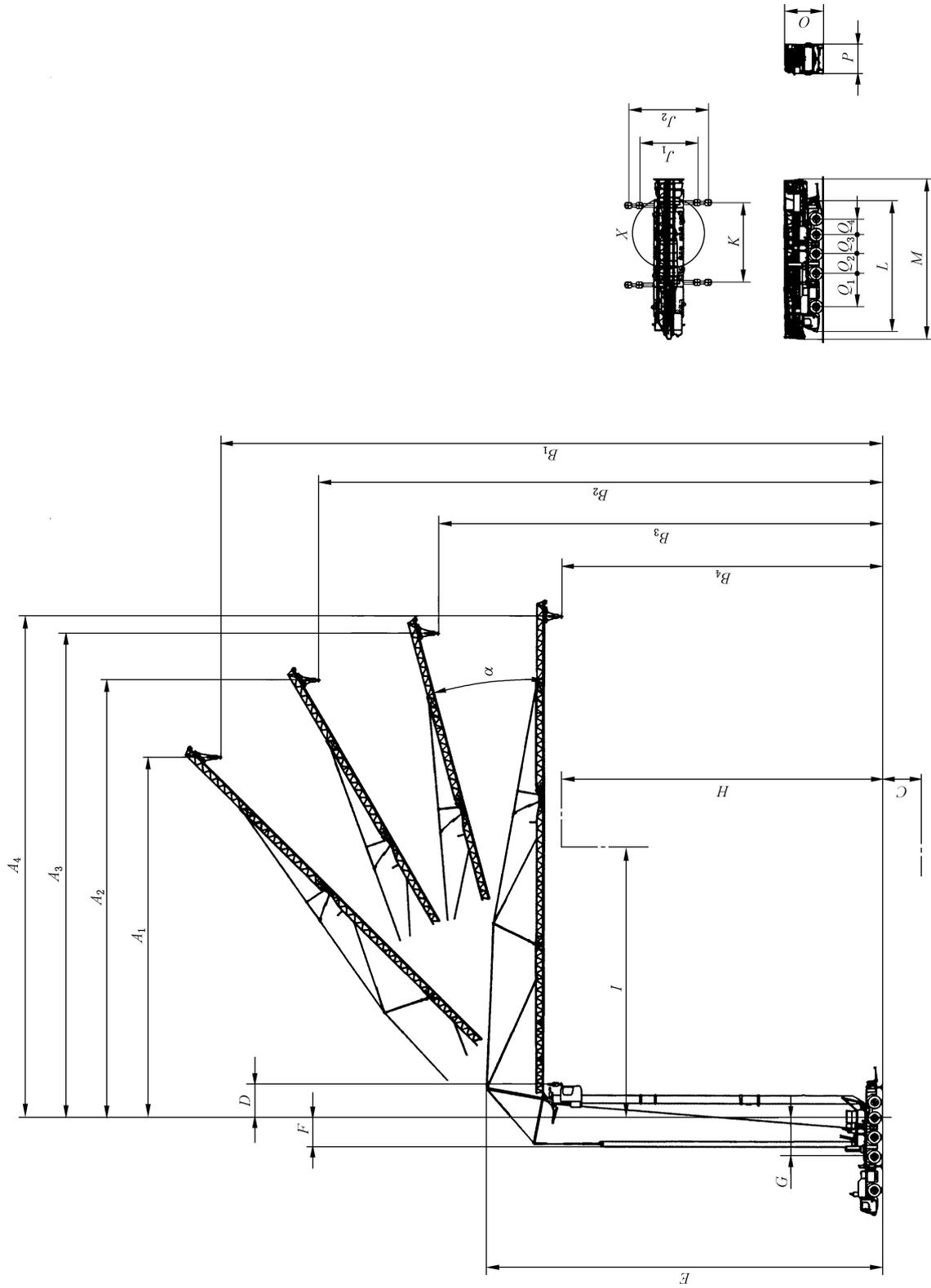


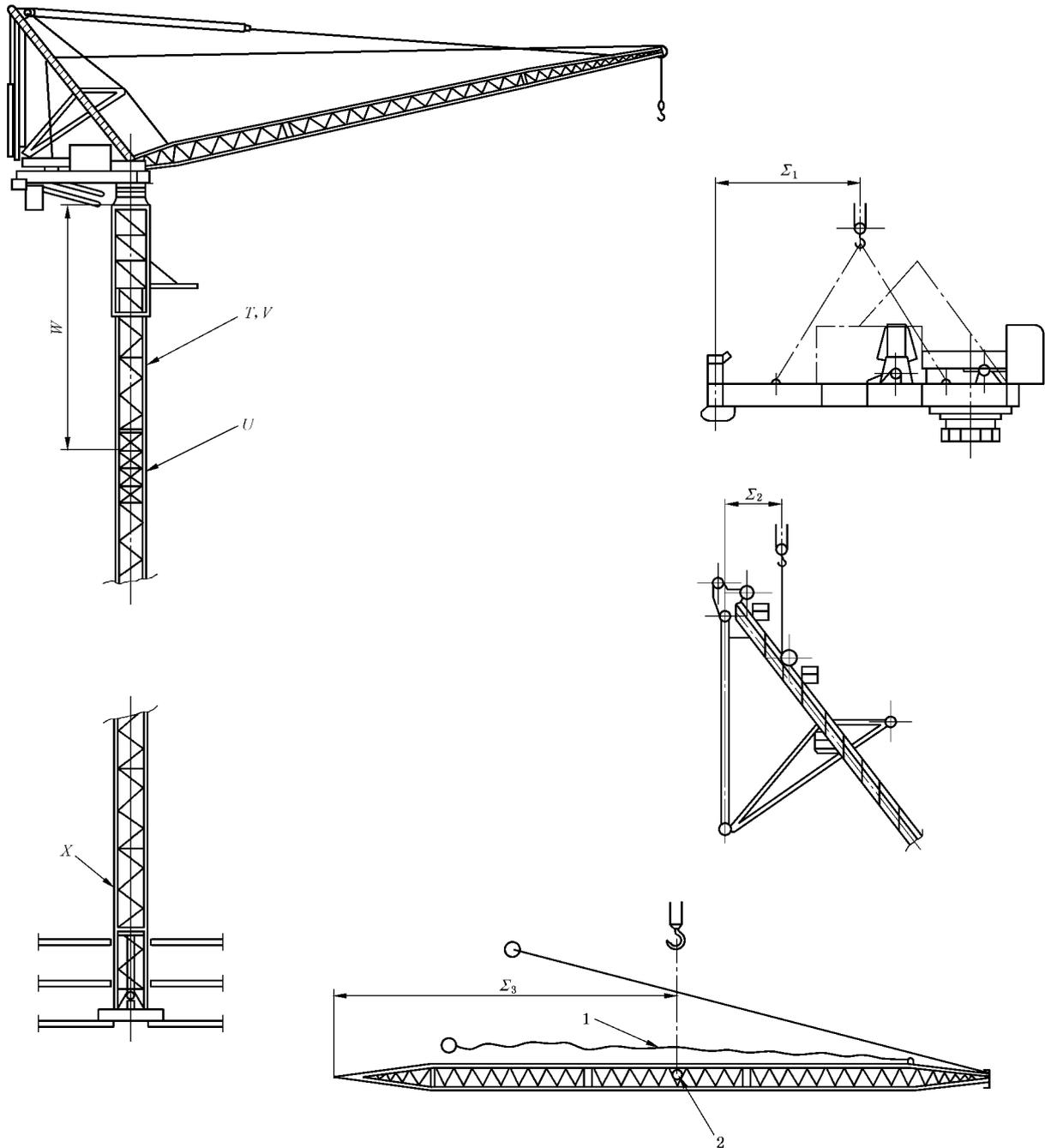
图 4 制造商应提供的塔机使用尺寸示例——车载式自行架设塔机

说明:

- 1 —— 基准面;
- A₁ —— 最大幅度;
- A₂ —— 最大幅度;
- A₃ —— 最大幅度;
- A₄ —— 最大幅度;
- B₁ —— 最大幅度基准面以上吊钩最大起升高度;
- B₂ —— 最大幅度基准面以上吊钩最大起升高度;
- B₃ —— 最大幅度基准面以上吊钩最大起升高度;
- B₄ —— 最大幅度基准面以上吊钩最大起升高度;
- C —— 基准面以下吊钩最大下降高度;
- D —— 最小幅度;
- E —— 塔顶部距基准面的最大垂直距离;
- F —— 尾部回转半径;
- G —— 回转平台的回转半径;

- H —— 障碍物的最大高度;
- I —— 塔身中心到障碍物的最小距离;
- J₁ —— 支腿宽度;
- J₂ —— 支腿宽度;
- K —— 支腿长度;
- L —— 运输状态下去掉轮轴时塔机的总长;
- M —— 运输状态下塔机的总长;
- α —— 臂架的位置;
- O —— 运输状态下塔机的高度;
- P —— 运输状态下塔机的宽度;
- Q₁ —— 轴间距;
- Q₂ —— 轴间距;
- Q₃ —— 轴间距;
- Q₄ —— 轴间距。

图 4 (续)



说明：

1 —— 安装拉索；

2 —— 重心；

T —— 塔身标准节数量；

U —— 塔身加强节数量；

V —— 标准节外形尺寸和质量；

W —— 附着点以上的最大悬臂高度；

X —— 内爬式塔身的数量和质量；

$\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3$ —— 装运或安装用吊装部件的重心位置。

图 5 制造商应提供的塔机附加使用尺寸示例

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 试验样机

6.1.1.1 试验样机应有完整的结构、配套机械、电气设备的检验数据、记录和合格证。

6.1.1.2 试验样机应装配完备、调试合格。试验期间,按照使用说明书要求在试验前进行班前保养。在试验过程中不允许修配或更换零部件。

6.1.1.3 试验样机应为设计规定的标准基本机型。

6.1.2 仪器、设备

6.1.2.1 测试用的仪器、设备均应有产品合格证,应是在检定周期内且检定合格。其性能和精度应满足测量的要求。

6.1.2.2 试验用载荷的质量与其标定值的误差应不大于1%。

6.1.3 其他

6.1.3.1 试验塔机的基础或轨道应符合制造商使用说明书的规定。

6.1.3.2 试验环境温度为 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。试验时风速不超过 8.3 m/s ,对小车变幅速度、全程变幅时间、回转速度、运行速度及侧向垂直度测试时风速不超过 3 m/s 。

6.1.3.3 电源电压误差为额定电压的 $\pm 10\%$ 。

6.1.3.4 参与塔机测试的司机及指挥等人员应有相关的资质。

6.2 技术资料检查

审查技术资料的完整性,计算书中载荷及组合、验算项目的完整性及合规性。

6.3 零部件外观检查、尺寸与重量测量、标准节互换性

在整机装配前采用目测等常规方法检查。标准节互换性应通过任意抽取两节相同规格的标准节进行组装检查。

6.4 外观及表面防护检查

非涂装件目测检查,涂装质量检查按 JB/T 5946 的要求进行。

6.5 结构焊缝检查

结构焊缝检查按 JB/T 11157、GB/T 3323 或 JB/T 10559 的要求进行。

6.6 稳定性试验与校核

6.6.1 安装与拆卸稳定性按使用说明书要求的顺序和方法进行实际操作检验。

6.6.2 整机抗倾覆稳定性按 6.3 实测零部件重量对计算书进行比对审查。

6.7 爬升装置试验

爬升装置试验在最低安装状态按空载、静态和动态分别进行:

a) 空载试验,液压缸全伸测量液压系统超压保护是否有效,目测液压缸截止阀是否符合要求。

- b) 静态试验,在液压缸初顶状态,调整配平载荷幅度,使前后不平衡力矩到 25% M (M 为吊钩最小幅度时塔机全部被顶起部件重量对液压缸轴线的力矩),爬升 100 mm~200 mm 时静置 1 h,回位到安全状态后检查导向及爬升装置结构是否损伤;反向力矩重复上述实验效果应一致。
- c) 动态试验,按使用说明书要求进行一个标准节安装爬升操作,目测检查爬升导向、爬升支撑装置、爬升换步装置是否符合要求。

6.8 空载试验

6.8.1 常规方法测量工作幅度、起升高度等主要性能参数。

6.8.2 侧向垂直度检查,应在塔身最大独立安装高度、空载、臂架相对塔身 0°和 90°时分别沿臂架方向测量(见图 6),标尺贴靠在塔身结构中心的最低处和最高处,读出两处的值。侧向垂直度按式(2)计算。

$$\Delta L = \frac{|L_1 - L_2|}{\Delta H} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- ΔL ——侧向垂直度;
- L_1 ——上部测量点标尺读数,单位为毫米(mm);
- L_2 ——下部测量点标尺读数,单位为毫米(mm);
- ΔH ——两个测量点间的高度差,单位为毫米(mm)。

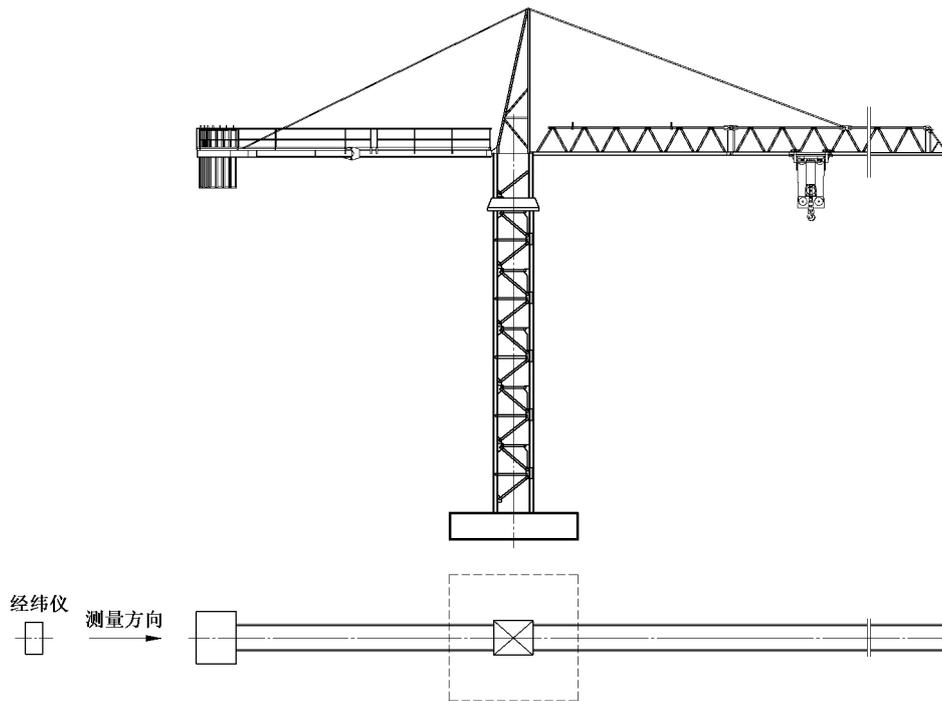


图 6 侧向垂直度测量方向示意图

6.8.3 测量电气系统绝缘、接地电阻。

6.8.4 目测检查销轴连接、结构表面、排水、通道及安全防护设施、机械防护、标志。

6.8.5 操作起升、回转、变幅、运行各动作,检查机构运行、控制装置操控、电气保护、行程限位器的动作准确性和可靠性等是否符合规定。

6.9 额定载荷试验

额定载荷试验按表 3 进行。每一工况试验不少于 3 次。各参数的测定值取为 3 次测量的算术平

均值。

表 3 额定载荷试验

工况	试验方法				试验目的	
	起升	变幅		回转		运行
		动臂变幅	小车变幅			
最大幅度相应的额定起重量	在起升全程范围内以额定速度进行起升、下降,在每一起升、下降过程中进行不少于三次的正常制动	在最大幅度和最小幅度间,臂架以额定速度进行俯仰变幅	在最大幅度和最小幅度间,小车以额定速度进行两个方向变幅	以额定速度进行左右回转。对不能全回转的塔机,应超过最大回转角	以额定速度往复行走。臂架垂直于轨道,吊重离地 500 mm 左右,往返运行不小于 20 m	测量各机构的运动速度;机构及司机室噪声;力矩限制器、起重量限制器精度
最大额定起重量相应的最大幅度		—	在最小幅度和对应该起重量允许的最大幅度间,小车以额定速度进行两个方向变幅			
具有多挡变速的起升机构,每挡速度允许的额定起重量		—				
对设计规定不能带载变幅的动臂式塔机,可不按本表规定进行带载变幅试验。 对可变速的其他机构,应进行试验并测量各挡工作速度。						

6.10 110%额定载荷动载试验

110%额定载荷动载试验按表 4 进行。每一工况试验不少于 3 次。每一次的动作停稳后再进行下一次启动。

6.11 连续作业试验

连续作业循环次数不少于 30 次,中途因故停机,循环次数应重新计算。

作业循环的规定:吊重为 70%最大额定起重量,在相应幅度起升不小于 10 m,回转 180°以上再回到原位,在相应幅度至最小幅度间往返变幅一次,吊重下降到地面。这一作业过程为一次作业循环。

对于轨道运行的塔机,作业循环还应包括往返运行 20 m 以上距离。

试验完毕测量减速器温升,检查各部件是否有损坏及异常现象。

6.12 安全装置试验

安全装置试验方法按附录 D 进行。

6.13 拖行试验

对拖行式自行架设塔机,拖行试验总里程应不少于 20 km,其中 1.2 倍最大拖行速度连续拖运里程

不少于 5 km。

表 4 110%额定载荷动载试验

工况	试验方法				试验目的	
	起升	变幅		回转		运行
		动臂变幅	小车变幅			
最大幅度相应额定起重量的 110%	在起升全程范围内以额定速度进行起升、下降	在最大幅度和最小幅度间,臂架以额定速度进行俯仰变幅	在最大幅度和最小幅度间,小车以额定速度进行两个方向变幅	以额定速度进行左右回转。对不能全回转的塔机,应超过最大回转角	以额定速度往复行走,臂架垂直于轨道,吊重离地 500 mm 左右,往返运行不小于 20 m	根据设计要求进行组合动作试验,并目测检查各机构运转的灵活性和制动器的可靠性。卸载后检查机构及结构各部件有无松动和破坏等异常现象
起吊最大额定起重量的 110%,在该吊重相应的最大幅度时		—	在最小幅度和对应该起重量允许的最大幅度间,小车以额定速度进行两个方向变幅			
在上两个幅度的中间幅度处,相应额定起重量的 110%		—	—	—		
具有多挡变速的起升机构,每挡速度允许的额定起重量的 110%		—	—	—		
对设计规定不能带载变幅的动臂式塔机,可不按本表规定进行带载变幅试验。						

6.14 125%额定载荷静载试验

125%额定载荷静载试验按表 5 进行,试验时臂架分别位于与塔身成 0°和 45°的两个方位。

表 5 125%额定载荷静载试验

工况	试验方法	试验目的
最大幅度相应额定起重量的 125%	起升额定载荷,离地 100 mm ~ 200 mm,停稳后,逐次加载至 125%,测量载荷离地高度,停留 10 min 后同一位置测量并进行比较	检查制动器可靠性,并在卸载后目测检查塔机是否出现可见裂纹、永久变形、油漆剥落、连接松动及其他可能对塔机性能和安全有影响的隐患
起吊最大额定起重量的 125%,在该吊重相应的最大幅度时		
在上两个幅度的中间幅度处,相应额定起重量的 125%		
试验时不准许对制动器进行调整。 试验时允许对力矩限制器、起重量限制器进行调整。试验后应重新将其调整到规定值。		

7 检验规则

7.1 分类

塔机检验分为型式检验和出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品投放市场前;
- b) 产品结构、材料或工艺有较大变动,可能影响产品性能和质量;
- c) 产品停产1年以上,恢复生产。

7.2.2 型式检验时,随机抽取一台样机,并进行标记、封存。允许在塔机安装架设前进行抽样。

7.2.3 型式检验时,在表 E.2 的 4 种组合中,任一组合的判定数被达到,样机即判定为不合格。

型式检验时,首次抽样样机不合格,允许进行修复、调试或更换易损件后重检,仍不合格应重新抽样。第二次抽样样机仍不合格,应判定该批产品不合格。

7.2.4 型式检验项目和合格判定见附录 E。

7.3 出厂检验

7.3.1 产品出厂前应进行出厂检验,所有项目均应合格并出具合格证。

7.3.2 出厂检验项目见附录 E。

8 信息标志

8.1 标志

8.1.1 制造商标志

每台塔机均应有耐用金属标牌永久清晰地标识以下信息:

- a) 产品名称和型号标识;
- b) 产品制造编号和出厂日期;
- c) 制造商名称;
- d) 制造许可证号。

8.1.2 额定能力标志

每台塔机均应有耐用且清晰的图表标牌,该标牌应固定在司机处于操作位时可见的位置,其图表应包括但不限于以下内容:

- a) 对应不同臂长、倍率时各幅度的起重量、合适的起升速度及得当的平衡重布置;
- b) 与限制器和操作步骤有关的警告提示;
- c) 最大允许工作风速;
- d) 应将吊索及附加取物装置作为起升载荷组成部分的提示。

8.2 有关司机操作的信息

8.2.1 控制装置和指示装置

所有控制装置应标有文字或符号以指示其功能,并在适当的位置指示操作的动作方向。信息应易

于识别且清晰可见。

8.2.2 紧急情况说明

制造商认为必要的一些紧急情况说明和警告提示信息应做成标牌,并固定在司机可看到的位置。

8.2.3 塔机司机任务信息

有关司机在操作塔机之前、操作过程中及操作完成后的各项任务信息,应以标牌形式永久固定在司机室内,无司机室时(如采用遥控操纵台)应固定在塔机电源开关附近。

8.3 塔机工作区域有关人员的警告信息

可能影响在塔机上或塔机周围工作人员安全的危险警告信息,应以文字、图形和/或符号标牌的形式给出并固定在合适的位置。

8.4 设备可追溯性信息

塔机的标准节、臂架、拉杆、塔顶等主要结构件应设有可追溯制造日期的永久性标志。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

9.1.1 塔机及其零部件的包装应符合 JB/T 5947 的规定。

9.1.2 装箱单应与实物相符,装箱单内容应包括产品制造编号、箱号、箱内零部件名称与数量、重量、连接件使用部位、发货日期、检验员签字等。

9.1.3 零部件应有识别标志,如标牌、标签等。标牌、标签应牢固清晰。

9.1.4 在向用户提供整机时,制造商应随机提供:

- a) 订货合同规定的其他附属设备、装置及备件;
- b) 安装、维修保养所必需的专用工具;
- c) 5.7.2 规定的技术资料。

9.2 运输

9.2.1 塔机的运输应符合铁路、公路交通运输的规定。

9.2.2 自行架设塔机整体拖运还应满足:

- a) 拖运装置应设有制动、转向装置,并符合通用牵引车辆的要求。
- b) 塔机回转部分应锁止,以防止机构损坏;
- c) 最大轴荷应符合道路桥梁限载要求。

9.3 贮存

9.3.1 塔机贮存时,应采取措施防止结构变形。长期贮存时,弹簧、轮胎、液压缸均应卸去载荷,轮胎应适当充气。

9.3.2 长期贮存时,应定期清理、涂漆。裸露的装配面应采取有效的防腐措施,电气系统、塑料零件、橡胶制品应避免日光直晒和油污以防止过早老化。

9.3.3 长期贮存后启用时,应按第 11 章要求进行全面检查。

9.3.4 塔机贮存时,应保存有详细档案,贮存期间的所有变动情况均应详细记入档案。

10 安装及爬升

10.1 人员的职责和基本要求

10.1.1 总则

要求进行吊装作业的组织或个人应指派一个全权代表(以下简称指派人员)全面管理塔机的安装、拆卸、爬升工作。指派人员不应是塔机司机。

10.1.2 指派人员的职责

指派人员应负有以下职责:

- a) 对塔机安装相关事项进行审核,包括:工作计划、塔机安装位置的选择、工作规程和监管。还应包括与其他责任团体的协商以及确保在必要时与相关各组织之间的协作。
- b) 安排对塔机进行全面的检查、检验等,以及确认设备已按要求进行维护。
- c) 保证故障和事故报告的程序有效运行,以及对故障和事故采取必要的正确处理办法。
- d) 负有组织塔机安装、拆卸、爬升的责任。
- e) 核实通道的梯子、休息平台及其附件与制造商的说明书相一致。
- f) 其他参见 10.2、10.3 中关于指派人员的职责。

10.1.3 塔机安装人员

10.1.3.1 职责

塔机安装人员负责根据制造商使用说明书安装塔机(见 10.3)。在安装过程中应指定一人作为“安装主管”全过程监管安装工作。

10.1.3.2 基本要求

塔机安装人员应符合以下条件:

- a) 具有资格证书;
- b) 年龄大于 18 周岁;
- c) 适应该项工作,特别是视力、听力、灵活性和反应能力;
- d) 具备安全搬运重物,包括安装塔机的体力;
- e) 能够登高作业;
- f) 具有估计载荷质量、平衡载荷及判断距离、高度和净空的能力;
- g) 经过吊装及信号技术的培训;
- h) 具有根据载荷的情况选择吊具和附件的能力;
- i) 在塔机安装、拆卸以及所安装类型塔机的操作方面经过全面培训;
- j) 在所安装类型塔机的安全装置的安装和调试方面经过全面培训;
- k) 完全熟悉并掌握制造商使用说明书中相关章节的要求;
- l) 能熟练并正确使用所有个人安全防护装备。

10.1.4 塔机安装主管

10.1.4.1 职责

塔机安装主管在塔机的整个安装/拆卸、爬升过程中不应离开现场。塔机安装主管除具有塔机安装

员的职责外还具有以下职责：

- a) 管理所有安装人员和在安装/拆卸过程中可能用到的相关辅助起重设备的操作人员。
- b) 提供保证塔机按塔机安装工作计划运行的技术措施。
- c) 保证塔机的附属设施与安装报告完全一致。
- d) 查证所有安装人员都配备有必要的工具和个人安全保护设备。
- e) 保证通道设备随安装过程的逐步正确安装,以便于安装人员使用。尤其要注意：
 - 1) 梯子连接螺栓；
 - 2) 扶手,尤其是休息平台和检查平台的扶手；
 - 3) 从地面到最低的梯子的下端或塔机底架的通道；
 - 4) 从建筑物到塔机的通道。
- f) 其他参见 10.3.3、10.3.4、10.3.8 中关于安装主管的职责。

10.1.4.2 基本要求

塔机安装主管除满足塔机安装员的要求外还应满足以下条件：

- a) 有 5 年以上塔机或类似设备的安装与拆卸工作经验并接受过安装主管方面的培训；
- b) 熟悉并拥有该塔机的用户手册；
- c) 接受过对塔机安装拆卸人员进行管理的培训；
- d) 能证实安装过程中使用设备的适用性。

10.2 塔机安装位置选择

10.2.1 通则

塔机安装位置的选择应考虑所有影响其安全操作的因素,特别注意以下几点：

- a) 地基承载和附着条件；
- b) 现场和附近的其他危险因素；
- c) 在工作或非工作状态下风力的影响；
- d) 满足安装架设(拆卸)空间和运输通道(含辅助起重机站位)要求。

10.2.2 地基承载和附着条件

10.2.2.1 一般要求

指派人员应确保安装处的地基承载能力和附着物能够承受塔机在工作状态和非工作状态所施加的载荷。

当塔机安装位置靠近已经存在或即将建成的建筑物的地基时,指派人员应确保地基已按照设计的要求进行了处理。

在安装(拆卸)或使用中,当塔机附近地区地基受到其他施工影响时,应及时咨询设计师(建筑),对塔机基础整体或局部进行维护。

无论采用轨道基础、特殊基础还是固定基础安装,均应保证基础的公差满足塔机安装使用的要求。

需要附着使用时,附着结构型式应遵照制造商的要求或主管工程师确认的计算结果设计选用,并应校核附着结构和附着物的承载能力。

10.2.2.2 固定基础

采用固定基础安装时,固定基础的尺寸应满足塔机工作状态和非工作状态稳定要求以及地基承载能力的要求。固定基础应由专业工程师设计。

当设计的基础要求降低塔机的独立使用高度时,应在设计文件中清晰地标明允许的最大独立使用高度并确保按其执行。

10.2.2.3 轨道基础

轨道的选用和铺设应符合制造商使用说明书和 GB 5144 的要求。

轨道上(内)不应存放物料,建议对整个轨道范围采用围挡封闭以防止未经授权人员进入。

当有交通工具需要通过轨道的情况时,应采取特别措施以防止发生碰撞和干扰轨道。

轨道不应焊接使用。

在计算整机稳定性时,不应记入抗风防滑锚定装置的有利作用。

轨道应定期(最长不超过 1 个月)检查,有超差、悬空等异常情况时应立即处理。

在任何需要时或非工作状态下应及时锁定抗风防滑锚定装置。

10.2.2.4 特殊基础

当需要采用如钢结构平台等特殊基础时,指派人员应保证该基础是由专业工程师设计并能满足塔机使用要求。

10.2.3 周围障碍物

10.2.3.1 通则

塔机的安装选址应充分考虑周边障碍物对塔机操作和塔机运行对周边的影响,如附近建筑物、其他塔机、公共场所(包括学校、商场等)、公共交通区域(包括公路、铁路、航运等)。在塔机及其载荷不能避开这类障碍时,应向有关政府部门咨询。

塔机基础应避开任何地下设施,无法避开时,应对地下设施采取保护措施,预防灾害事故发生。

10.2.3.2 高架电气线路和电缆

塔机离开高架电缆线的安全距离应符合 GB 5144 的要求。对不能确认不带电的电缆线应按带电考虑,对不能确认为低压的电缆线应按高压考虑。在无法满足要求时,应采取切实的保护措施并经相关部门许可。

10.2.3.3 航空站/飞机场和航线附近的塔机管理

当塔机在航空站/飞机场和航线附近安装使用时,指派人员应向相关部门通报并获得许可。

10.2.3.4 强磁场区域的塔机管理

当塔机在强磁场区域(如电视发射台、发射塔、雷达站附近等)安装使用时,指派人员应采取保护措施以防止塔机运行切割磁力线发电而对人员造成伤害,并应确认磁场不会对塔机控制系统(采用遥控操作时应特别注意)造成影响。

10.2.3.5 群塔安装

群塔安装时,塔机间安全距离应符合 GB 5144 的规定。动臂变幅塔机采用改变非工作状态臂架安全停放角度实现安全距离时,指派人员应采取由专业工程师书面确认的非吊钩挂载方式的防止臂架后翻附加措施。

10.3 安装、拆卸和爬升(降)

10.3.1 工作计划

塔机的安装、拆卸和爬升(降)均应制定详细的工作计划并经相应的监督。在计划阶段,安装施工组织可采用列检查表的方式以确保没有遗漏。计划应由具有实践操作经验的人制定,在施工前应召开全部有关人员参加的工作会议以使每个人都明白操作程序和自己的职责。工作计划至少应包含以下内容:

- a) 塔机进场(出场)运输方式;
- b) 装/拆过程中辅助起重机的选择和站位;
- c) 运输车辆的进出通道安排;
- d) 塔机安装处的场地情况;
- e) 塔机需要安装的最大高度和臂架长度;
- f) 周围障碍物情况(见 10.2.3);
- g) 安装过程中需要的所有专用起重设备;
- h) 与相邻设施业主的联络;
- i) 按法规要求需要联系的当地政府部门和机构;
- j) 必要的道路封闭安排;
- k) 从制造商使用说明书中获得的以安装人员能完全理解的语言表述的实用信息;
- l) 塔机安装施工区域应用绳索或类似物进行围挡以阻止无关人员进入。

10.3.2 供电

塔机的供电应符合政府主管部门的要求,同时还应注意以下几点(与设计要求无关):

- a) 在通电之前应检查电源与塔机设备性能的兼容性;
- b) 应提供电路保险或断路器;
- c) 应严格保证工作过程中不损坏、拖拽电缆;
- d) 除塔机内部电源开关外,还应备有明显可见的外部开关用于切断塔机电源。

10.3.3 执行

塔机的安装、拆卸和爬升(降)应在安装主管指挥下按照制造商使用说明书要求进行。安装主管在认为场地条件、气候、障碍物或其他原因不能保证安全时有权终止作业。

塔机安装主管应密切联络施工区域内所有人员并认真考虑区域内任何人员发出的信息或预警。

10.3.4 管理

在塔机的安装、拆卸和爬升(降)过程中,安装主管还应负责对辅助起重机操作司机进行管理。指派人员应保证所有的操作一直处于监督员的监管之下。

10.3.5 安装前的检查

所有部件在安装前均应按 GB/T 31052.3 要求进行检查以证实处于良好状态。

所有部件的吊点均应进行标识或确认。

10.3.6 天气

塔机的安装、拆卸和爬升(降)不应在超过制造商规定的允许最大风速、雨、雪、大雾和塔机结构上结

冰等气候条件下进行。应特别注意对爬升(降)作业的风速限制。

气候条件(如塔机结构、走台上等有冰)有可能对安装人员造成危险时,不应进行安装、拆卸或爬升(降)作业。

10.3.7 制造商有关塔机安装、拆卸和爬升(降)的说明

塔机安装、拆卸和爬升(降)的操作程序应严格遵循制造商使用说明书中的要求进行。确因条件限制需要变动时,为确保塔机安装时的稳定性和不对塔机结构及机械施加额外载荷,任何与指定程序有偏离的操作方法均应由制造商或专业工程师提供。这点对塔机的爬升(降)作业尤为重要。

10.3.8 塔机的爬升(降)

10.3.8.1 通则

爬升装置是用于加高或降低塔机高度的执行机构。为便于说明,附录 F 描述了两种主要的爬升方式。

如附录 F 所述,大部分塔机采用的爬升原理基本一致,但爬升装置的具体结构型式和操作方式因塔身的不同而不同,任何情况下均应注意制造商使用说明书中的说明。

10.3.8.2 指派人员

指派人员应保持计划的可控性和爬升作业的交接验证。应对使用说明书中的相关要求非常熟悉,并对爬升作业负有管理的责任。

指派人员应考虑到所有与爬升作业有关的风险,制定切实有效的作业计划并确保:

- a) 塔机的基础或支撑结构有足够的强度满足塔机新的工作状态受力要求;
- b) 塔机爬升时回转锁定且不会被其他结构影响;
- c) 邻近固有设施的要求,包括:铁路、机场及其他邻近设施,保证知会了这些设施的拥有者;
- d) 当邻近塔机在工作时,已同塔机协调员协商;
- e) 重新安装的塔机已经经过有效的维护和保养,处于良好状态;
- f) 施工中需要使用的设备准备齐全并已经过有效的维护和保养,处于良好状态;
- g) 已经任命安装主管,安装主管应非常熟悉作业安全计划和施工塔机爬升的特殊要求并对整个操作过程负责;
- h) 有应急预案并准备了必要的救援设施;
- i) 为安装队伍提供了制造商有关当前塔机的最新使用说明、施工中要用到的标准节和爬升装置。

10.3.8.3 安装主管

安装主管应完成下列工作:

- a) 开始作业前保证安装队伍中的所有人员在作业中遵守安全规定,熟悉安全作业计划,了解作业塔机的规格型号和爬升特殊要求;
- b) 开始作业前保证对作业中需要使用的设备进行检查,确认处于良好状态;
- c) 开始作业前确认施工塔机操作状态良好,无影响作业的缺陷;应特别注意爬升装置的安装程序,并保证塔机垂直度在制造商容许的范围内;
- d) 开始作业前确认在作业中气候状况不会对塔机的稳定性造成影响;
- e) 保证在开始作业前对所有人员的通信设备进行检查,确认处于良好状态;
- f) 保证作业中臂架位置和塔机的平衡状态符合制造商的要求;
- g) 保证在作业过程中对气候条件进行监视;一般状况下,爬升作业时塔机顶部风速不应超过12 m/s。

10.3.8.4 爬升之后的塔机再调校

塔机爬升完成后在交付使用前应按 GB/T 31052.3 要求进行检查。

10.3.9 部件与材料

10.3.9.1 部件替换

只有经过制造商的正式书面许可,不同型号塔机间的结构部件才可替换使用。

替换结构部件后的新组合塔机应重新进行测试并将替换的部件清单详细列入测试报告中。

10.3.9.2 材料

没有制造商的详细书面说明不允许修理或替换。

高延伸率螺栓副的重复使用应严格按照制造商使用说明书中的要求进行。

除非制造商使用说明书中另有规定,高强度摩擦型螺栓副不应重复使用。

除非制造商使用说明书中另有规定,回转支承用螺栓只要一拆卸即应更换,并按制造商使用说明书中的要求紧固。

11 使用检查

塔机应按 GB/T 31052.1 及 GB/T 31052.3 要求进行检查与维护。

附 录 A
(规范性附录)
结构试验方法

A.1 结构应力测试

A.1.1 测试工况及载荷

A.1.1.1 结构应力测试的工况和载荷见表 A.1。

A.1.1.2 侧载可以采用吊重侧向偏移的方法实施,但必须保证在加侧载时不得产生铅垂方向的附加分力。水平侧向载荷的方向应与臂架的纵向轴线垂直。水平侧载大小按 10%起重量确定。

A.1.1.3 在加载和测试过程中,回转机构或转台应制动在规定的位上。

表 A.1 结构应力测试的工况和载荷

序号	测试工况	载荷	试验目的	被测结构	测试项目
1	最大额定起重量相应的最大幅度,臂架与轨道方向垂直	QH 及 1.25QH	验证主要结构件的强度和刚度	臂架、拉杆、塔身、回转平台、回转支承座、底架、支腿	结构件的静应力及臂架根部水平变位
2	最大额定起重量相应的最大幅度,臂架与轨道成 45°角	QH 及 1.25QH	验证主要结构件的强度和刚度	塔身、回转支承座、底架、支腿	结构件的静应力及臂架根部水平变位
3	小车位于臂架跨中,制造商提供的测试点位置	QH 及 1.25QH	验证塔机的强度和刚度	臂架、拉杆	臂架及臂架拉杆的静应力
4	最大幅度、臂架与轨道方向垂直	QH 及 1.25QH	验证主要结构件的强度和刚度	臂架、拉杆、塔身、回转平台、回转支承座、底架、支腿	结构件的静应力及臂架根部水平变位
5	最大幅度、臂架与轨道成 45°角	QH 及 1.25QH	验证主要结构件的强度和刚度	塔身、回转支承座、底架、支腿	结构件的静应力及臂架根部水平变位
6	最大幅度、臂架与轨道方向垂直	QH 及 10%QH (侧载)	验证主要结构件的强度和刚度	臂架、塔身、回转平台、回转支承座、底架、支腿	结构件的静应力
<p>注 1: QH——相应幅度下的额定起重量。 注 2: 动臂式塔机无工况“3”。</p>					

A.1.2 测试点的规定

A.1.2.1 应力测试点的选择

A.1.2.1.1 应力测试点应选择在危险应力区,危险应力区应在结构受力分析的基础上确定,可以分为以下三种类型:

- a) 均匀应力区——在较大面积内的应力都几乎相等的应力区,屈服应力的出现,将引起结构件的永久变形;

- b) 应力集中区——该区内屈服应力的出现不会引起结构件的永久变形,但应力集中会影响结构件的疲劳寿命,如孔眼、锐角、焊缝、铰点等断面剧变处;
- c) 弹性屈曲区——如受压杆和板的弹性屈曲,从应力看,该区的最大应力并没有达到材料的屈服点,但可因发生挠曲或过大变形而导致结构件的破坏。

A.1.2.1.2 测定弦杆和腹杆的应力,应在节间中部对称贴应变片,最后以平均应力和计算出的最大应力来评定该节间的安全度。

A.1.2.1.3 在应力集中区内贴应变花,测出其主应力和最大应力。

A.1.2.2 平面(二向)应力区的贴片

结构承受平面应力状态,如果预先能用某些方法(如脆性涂料法)确定主应力方向,则可沿主应变方向贴上互相垂直的两个应变片。如果主应变的方向无法确定,则应贴上由3个应变片组成的应变花,关于应变花的数据处理见 A.1.4.3。

A.1.2.3 测点编号

根据选择好的测试部位和确定的测试点,绘制测点分布图,对贴片统一编号,并指明应变片或应变花的贴片位置。

A.1.3 试验程序

A.1.3.1 检查和调整样机,使之处于正常工作状态。

A.1.3.2 调试和检查有关仪器,合理选择灵敏系数,消除所有不正常现象。

A.1.3.3 测量消除自重影响的应变片基准 ϵ_0 。

A.1.3.4 测量在空载应力状态时应变片在自重作用下的读数 ϵ_1 。

空载应力状态是将塔机调整到表 A.1 所规定的测试工况。幅度同对应的测试工况、吊钩落地、回转机构或转台应制动或锁住,运行机构处于制动状态。如果零应力状态基准 ϵ_0 无法读出,可以取空载状态作初始状态,应变仪调零。

A.1.3.5 测量应变片在负载应力状态下的读数 ϵ_2 。

负载应力状态是塔机按表 A.1 规定进行加载。其幅度允差不大于 $\pm 1\%$ 。如测试工况规定要加侧向载荷,则应在臂架侧分别加侧向载荷来测量。

A.1.3.6 卸载至空载应力状态,检查各应变片的回零情况。如果某测点的应变片读数与原数据 ϵ_1 偏差超过 $\pm 0.03\sigma_s/E$,认为该测点数据无效,应查明原因,按原测试程序重新测量,直到合格。

注: σ_s 为材料屈服极限; E 为弹性模量。

A.1.3.7 每项试验应重复做3次,比较测试数据无重大差别。如果误差超过10倍的微应变,则应查明原因,并重新测试,直至稳定。

A.1.3.8 观察结构是否有永久变形或局部损坏。如果出现永久变形或局部损坏应立即终止试验,进行全面检查和分析。

A.1.3.9 测试数据、观察到的现象和说明应随时记录。

A.1.4 应力测试的数据处理和安全判别方法

A.1.4.1 计算两个测试状态的应力

空载应力(自重应力) σ_1 按式(A.1)计算:

$$\sigma_1 = E(\epsilon_1 - \epsilon_0) \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

负载应力 σ_2 按式(A.2)计算:

$$\sigma_2 = E(\epsilon_2 - \epsilon_1) \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

σ_1 ——空载应力(不测空载应力时,用计算应力代替),单位为兆帕(MPa);

σ_2 ——负载应力,单位为兆帕(MPa);

ϵ_0 ——零应力状态应变仪读数;

ϵ_1 ——空载应力状态应变仪读数;

ϵ_2 ——负载应力状态应变仪读数。

注: ϵ_0 、 ϵ_1 和 ϵ_2 均带正负号,拉应变为正,压应变为负。

A.1.4.2 最大单向应力

最大单向应力由空载应力与负载应力的代数和决定。按式(A.3)计算。

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_2 \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

σ_{\max} ——最大应力,单位为兆帕(MPa)。

注: σ_1 和 σ_2 各带自己的正负号。

A.1.4.3 平面(二向)应力状态的数据处理

对于承受二向应力的弹塑性材料,按变形能(第四)强度理论计算,其当量单向应力计算如下:

a) 当主应力(变)的方向已知,并测得了两个方向的主应力时,当量单向应力按式(A.4)计算。

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

σ' ——当量单向应力,单位为兆帕(MPa);

σ_x ——最大主应力,单位为兆帕(MPa);

σ_y ——最小主应力,单位为兆帕(MPa)。

主应力可由主应变求得,按式(A.5)、式(A.6)计算。

$$\sigma_x = E(\epsilon_x + \mu\epsilon_y)/(1 - \mu^2) \dots\dots\dots (A.5)$$

$$\sigma_y = E(\epsilon_y + \mu\epsilon_x)/(1 - \mu^2) \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

ϵ_x ——最大主应变;

ϵ_y ——最小主应变;

μ ——泊松比。

b) 主应力(变)的方向未知,可用应变花测得3个方向的线应变。当量单向应力按式(A.7)计算。

$$\sigma' = \frac{E}{2} \left[\frac{\epsilon_a + \epsilon_c}{1 - \mu} + \frac{2}{1 + \mu} \sqrt{(\epsilon_a - \epsilon_b)^2 + (\epsilon_b - \epsilon_c)^2} \right] \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

ϵ_a ——a应变片的应变;

ϵ_b ——b应变片的应变;

ϵ_c ——c应变片的应变。

应变花的贴片方式见图A.1。

c) 对于脆性材料,可采用最大应变(第二)强度理论求得当量应力,按式(A.8)计算。

$$\sigma_x = E\epsilon_x \dots\dots\dots (A.8)$$

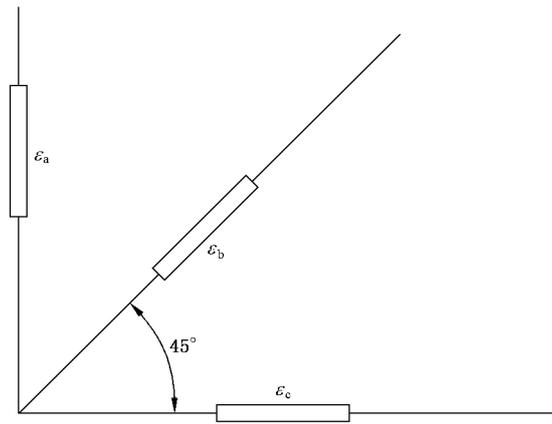


图 A.1

A.1.4.4 测试应力值的安全判别方法

A.1.4.4.1 一般要求

根据表 A.1 测试工况及载荷进行测试,测得结构的最大应力,应满足下列分类给出的安全判据,各危险应力区的安全系数见表 A.2。超载工作状态只用于考核结构完整性,卸载后不得出现可见裂纹,永久变形,油漆剥落,连接松动。

表 A.2 结构强度安全系数(最小值)

均匀应力区(n_I)	应力集中区(n_{II})	弹性屈曲区(n_{III})
1.48	1.1	1.6

A.1.4.4.2 I类——均匀应力区

安全系数按式(A.9)计算。

$$n_I = \sigma_s / \sigma_r \text{ 或 } n_I = \sigma_s / \sigma' \quad \dots\dots\dots (A.9)$$

式中:

σ_r ——根据表 E.1 给定的测试工况和载荷进行测试时,结构中被测部位测出的最大拉应力(对于单向应力、塑性材料 σ_r 相应于 σ_{max} ;脆性材料 σ_r 相当于 σ_x),单位为兆帕(MPa);

n_I ——安全系数。

A.1.4.4.3 II类——应力集中区

安全系数按式(A.10)计算。

$$n_{II} = \sigma_s / \sigma_r \text{ 或 } n_{II} = \sigma_s / \sigma' \quad \dots\dots\dots (A.10)$$

式中:

n_{II} ——安全系数。

A.1.4.4.4 III类——弹性屈曲区

对于弦杆和腹杆等受压元件的安全系数,按式(A.11)计算。

$$n_{III} = 1 / [\sigma_{ra} / \sigma_{cr} + (\sigma_{rm} - \sigma_{ra}) / \sigma_s] \quad \dots\dots\dots (A.11)$$

式中:

σ_{ra} ——由一个截面上若干个测点的应变读数确定的平均应力,单位为兆帕(MPa);

σ_{rm} ——压杆被测截面上最大的计算压应力,单位为兆帕(MPa);

σ_{cr} ——受压杆发生屈曲的临界应力,单位为兆帕(MPa);

n_{III} ——安全系数。

对于 σ_{cr} 的计算如下:

a) 当欧拉临界应力低于比例极限时,按式(A.12)计算。

$$\sigma_{cr} = \pi^2 E / (K \cdot L / r)^2 < \sigma_p \quad \dots\dots\dots (A.12)$$

式中:

K ——长度折算系数。一些常见情况可以用下列经验数据:

对于主弦杆, $K = 1.0$;

对于以全截面与管状弦杆连接的腹杆, $K = 0.75$;

对于以全截面与角形或“T”形弦杆连接的腹杆, $K = 0.9$ 。

L ——受压杆件长度,单位为毫米(mm)。

r ——截面惯性半径,单位为毫米(mm)。

σ_p ——材料比例极限,单位为兆帕(MPa)。

b) 当欧拉临界应力高于比例极限时,按式(A.13)计算。

$$\sigma_{cr} = \sigma_s - \left[\frac{\sigma_p (\sigma_s - \sigma_p) (KL/r)^2}{\pi^2 E} \right] > \sigma_p \quad \dots\dots\dots (A.13)$$

A.1.4.4.5 IV类——板的局部屈曲区

一般要求对所有的试验工况(包括超载试验工况)IV类区域的应变片读数,都应能回到空载时的读数。

A.2 臂架根部连接处位移测量

臂架根部连接处位移测量工况和载荷见表 A.1。以额定载荷工况进行判定,变位限制值见 5.2.5。

A.3 结构动特性测试

A.3.1 对塔机结构动特性的测试项目为:

- a) 危险应力区危险点的动应力;
- b) 司机室的振动特性。

A.3.2 测量方法为在额定载荷下,正常操作起升离地时和额定速度下降制动时,测试动应力和振动特性。

A.3.3 对动特性的限制如下:

- a) 按 A.3.1 a),各部件的最大应力点由振动产生的最大应力不应超过许用应力;
- b) 司机室水平振动加速度应符合 5.2.5 的规定。

A.4 试验报告

试验应进行记录和数据整理,并提出报告。对不正常现象,应有实况记录,并做出分析意见。

对试验发现的个别部位的合应力或结构变位超出规定值时,虽然没有发现破坏或不正常现象,报告中也应特别指出,并提出分析意见,做出结构是否可正常工作的明确结论。

附录 B

(资料性附录)

工作空间限制器——防碰撞/分区装置的规定

B.1 范围

本附录说明了关于在塔机上安装工作空间限制器(例如禁止重叠、躲避固定障碍物等)和与此相关的防碰撞装置(针对交迭安装塔机)的要求。

B.2 电源供应

B.2.1 工作空间限制器

因工作空间限制器不能脱离塔机而独立工作,当塔机电源切断时,工作空间限制器电源应同时自动切断。

B.2.2 防碰撞装置

因塔机停止工作时,防碰撞装置仍需运行,在切断塔机机构动力和控制电源时,应继续给防碰撞装置供电。

B.3 要求

在设计和制造塔机时应考虑到能够安装工作空间限制器和/或防碰撞装置。为此,塔机应满足:

- a) 为可选择安装的防碰撞装置预置必要的设备;或
- b) 安装传感器,以输出防碰撞装置运行时的必要信息;或
- c) 根据 b)中要求,预置传感器的安装参考选择点。

塔机制造商应给出防碰撞装置控制塔机运动或功能的必要连接点。

防碰撞装置连接点的选择应使防碰撞装置的动作与塔机机构的正常操作协调一致(在停止惯性运动之前减速、机械制动的使用等)。尤其是,应符合塔机制造商规定的启动和停止操作步骤,避免导致意外的突然动作。

所有与防碰撞装置控制塔机运动的连接点应安装到一个专门的控制箱里,或者装到一个专门的接线盒内。塔机出厂已安装有防碰撞装置时,不要求安装专门的控制箱或接线盒。

B.4 信号

指示信号应在塔机司机的视野范围内。指示信号可使用信号灯、仪表盘或屏幕显示。

B.5 使用说明

B.5.1 塔机安装的说明

B.5.1.1 提醒塔机安装人员/司机以避免下列危险(见图 B.1):

- a) 移动的塔机与固定障碍物之间发生碰撞。
- b) 进入禁止区域或危险空域。
- c) 由下列情况引起的不同塔机运行中发生碰撞：
 - 1) 两塔机交迭工作时,高位塔机的起升绳与低位塔机的平衡臂之间的碰撞;
 - 2) 高位塔机的起升绳与低位塔机的臂架之间的碰撞;
 - 3) 当两塔机在相同的轨道或在非常接近的轨道上运行时,低位塔机的臂架和/或平衡臂与高位塔机的塔身之间的碰撞。

B.5.1.2 提示塔机安装人员/司机,为了降低危险,安装工作空间限制器和/或防碰撞装置是必要的。

B.5.1.3 建议当高位塔机的起升绳与低位塔机的平衡臂有可能发生碰撞时,应将低位塔机的平衡臂运动覆盖区域设置为禁止区域。

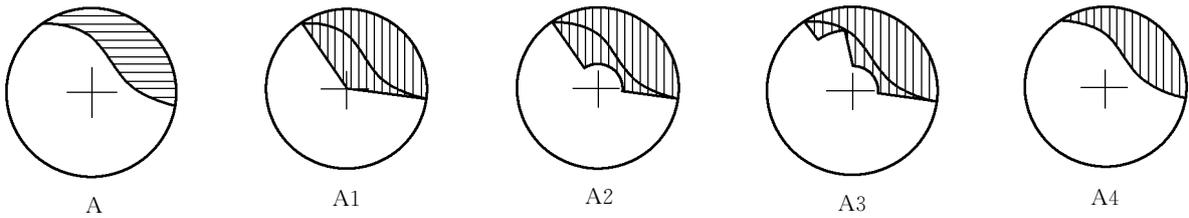
B.5.2 防碰撞装置正确安装的说明

应如下详细叙述:

- a) 装置的电源供应:

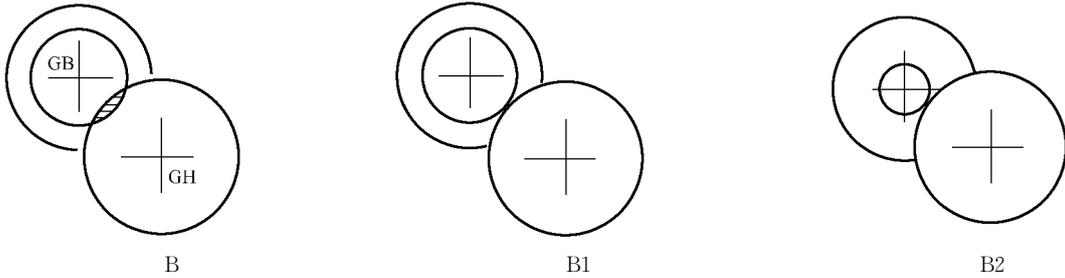
如果防碰撞装置由塔机制造商提供,塔机制造商应给出装置要求的电源特性信息(电压、功率、接地方法等)。
- b) 防碰撞装置运行要求的信息:
 - 1) 如果防碰撞装置所需要的信息可以从塔机上现有传感器获得,则应说明它们的特征和可行的连接[见 B.3 b)];
 - 2) 或者,防碰撞装置所需要的信息不可以从塔机上获得,则应说明可安装的传感器和安装参考选择点特征(传感器输出信号特性和种类、切断运动的方式和特征及其他相关特性)。[见 B.3 c)]。
- c) 防碰撞装置的运行:

说明防碰撞装置实现控制塔机运行和功能的必要的连接点和连接点的特征。



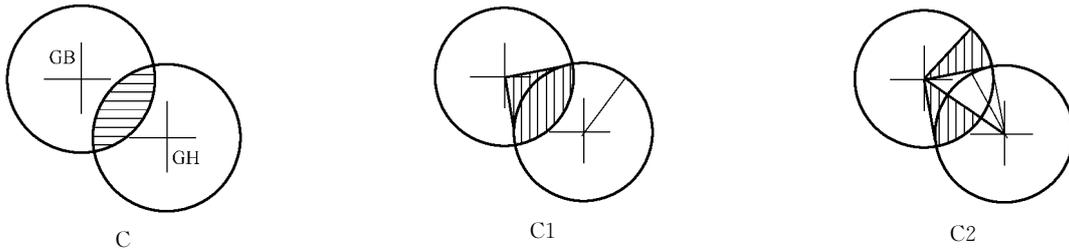
禁止区域：

A1 禁止接近扇形区域； A2 禁止接近环形区域；
A3 禁止接近多个环形区域； A4 禁止接近具有一定外形轮廓的区域。



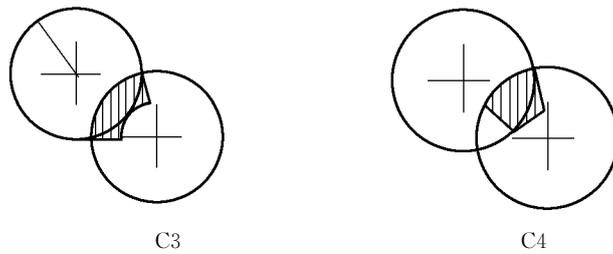
避免碰撞的解决方案：

B 平衡臂/起升绳； B1 更改布局； B2 重新选择设备。



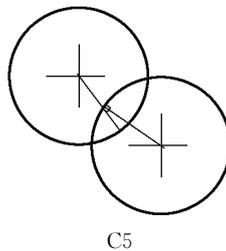
通过禁止低位塔机接近特定区域：

C1 高位塔机的臂架处于任意位置； C2 考虑高位塔机臂架的可能位置。



通过禁止高位塔机接近特定区域：

C3 低位塔机的臂架处于任意位置； C4 考虑低位塔机臂架可能系固位置。



通过监测高位塔机钢丝绳和低位塔机臂架的相对位置：

C5 安装追踪装置。

 重叠区域
GH: 高位塔机

 禁止接近区域
GB: 低位塔机

图 B.1 交迭安装示例和可能的解决方案

钢丝绳型式、规格及长度： 主起升： 副起升： 变幅(小车/动臂)：	
轨距(适用时)：_____ m	钢轨型号：_____
轮压：工作状态 _____ N	非工作状态 _____ N
每米轨道作用载荷：工作状态 _____ N	非工作状态 _____ N
最大独立状态基础受力：	
工作状态：垂直力：_____ N 水平力：_____ N 倾翻力矩 _____ N·m 扭矩 _____ N·m	
非工作状态：垂直力：_____ N 水平力：_____ N 倾翻力矩 _____ N·m 扭矩 _____ N·m	
架设状态：垂直力：_____ N 水平力：_____ N 倾翻力矩 _____ N·m 扭矩 _____ N·m	
塔机工作制说明： 整机及各机构的工作级别(按 GB/T 20863.3 或与需方协议结果)	
设计计算风压：安装状态：_____ Pa 工作状态：_____ Pa 非工作状态：_____ Pa	
载荷类型：	搬运物料类型：
吊钩或其他类型取物装置：	
设计许用气候状态(包括如：风速、降雨量和污染等)：	
工作风速：_____ m/s	
工作环境温度：_____ °C	相对湿度：_____ %
最高温度：_____ °C	相对湿度：_____ %
最低温度：_____ °C	相对湿度：_____ %
其他：	
供电系统(柴油发电机或工业供电)： 电缆卷筒、集电器或电缆直供：(详细说明)	
电力供应：	
电压：_____ V	相位：_____
频率：_____ Hz	容量：_____ kVA
限位器型号规格(起升/变幅/回转/运行)：	
限制器型号规格(起重量/力矩)：	
显示器型号规格：	
特殊要求情况说明，如： 危险的气体、水蒸气、固体或挥发性液体环境使用； 用于电镀、酸洗或热镀作业； 用于盐碱气氛中时应说明暴露程度； 需要防范白蚁的特殊说明； 不能预先给定净空尺寸的障碍物； 供电电压的变化超过正常电压 10% 的情况； 其他	
法律或技术的其他特殊要求说明： 如制造许可等	
几种净空要求(见图 1)： G ：_____ m； H ：_____ m； I ：_____ m	
* 本附录给出的订单形式仅供参考。	

附 录 D
(规范性附录)
安全装置试验方法

D.1 起重力矩限制器试验

D.1.1 试验按定幅变码和定码变幅方式分别进行。各项重复 3 次。要求每次均能满足要求。

D.1.2 定幅变码试验方法如下：

- a) 在最大工作幅度 R_0 处以正常工作速度起升额定起重量 Q_0 ，力矩限制器不应动作，能够正常起升。载荷落地，加载至 110% Q_0 后以最慢速度起升，力矩限制器应动作，载荷不能起升，并输出报警信号；
- b) 取 0.7 倍最大额定起重量(0.7 Q_m)，在相应允许最大工作幅度 $R_{0.7}$ 处，重复 a) 项试验。

D.1.3 定码变幅试验方法如下：

- a) 空载测定对应最大额定起重量(Q_m)的最大工作幅度 R_m 、0.8 R_m 及 1.1 R_m 值，并在地面标记；
- b) 在小幅度处起升最大额定起重量(Q_m)离地 1 m 左右，慢速变幅至 $R_m \sim 1.1R_m$ 间时，力矩限制器应动作，切断外变幅和起升回路电源，并输出报警信号。退回，重新从小幅度开始，以正常速度向外变幅，在到达 0.8 R_m 时应能自动转为低速往外变幅，在到达 $R_m \sim 1.1R_m$ 间时，力矩限制器应动作，切断外变幅和起升回路电源，并输出报警信号；
- c) 空载测定对应 0.5 倍最大额定起重量(0.5 Q_m)的最大工作幅度 0.5 $R_{0.5}$ 、0.8 $R_{0.5}$ 及 1.1 $R_{0.5}$ 值，并在地面标记；
- d) 重复 b) 项试验。

D.2 起重量限制器试验

D.2.1 总则

试验按以下程序进行，各项重复 3 次。要求每次均能满足要求。

D.2.2 最大额定起重量试验

正常起升最大额定起重量 Q_m ，起重量限制器应不动作，允许起升。

载荷落地，加载至 110% Q_m 后以最慢速度起升，起重量限制器应动作，切断所有挡位起升回路电源，载荷不能起升并输出报警信号。

D.2.3 速度限制试验

对于具有多挡变速且各挡起重量不一样的起升机构，应分别对各挡位进行试验，方法同 D.2.2。试验载荷按各挡位允许的最大起重量计算。

D.3 安全监控管理系统精度试验

D.3.1 总则

安全监控管理系统精度用幅度、起重量与力矩 3 项参数的显示精度表征，试验按以下程序进行，各

项重复 3 次。要求每次均能满足要求。

D.3.2 幅度显示精度试验

空载状态下,取最大工作幅度的 30%($R_{0.3}$)、60%($R_{0.6}$)、90%($R_{0.9}$),小车在取点附近小范围内往返运行两次后停止,测定小车的实际幅度 $R_{0.3实}$ 、 $R_{0.6实}$ 、 $R_{0.9实}$,读取显示器相应显示幅度 $R_{0.3显}$ 、 $R_{0.6显}$ 、 $R_{0.9显}$ 。分别计算它们的算术平均值 $R_{实}$ 和 $R_{显}$,显示精度按式(D.1)计算。

$$\Delta R = \frac{|R_{实} - R_{显}|}{R_{实}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

ΔR ——幅度显示精度;

$R_{实}$ ——3 次实际幅度的算术平均值,单位为米(m);

$R_{显}$ ——对应的 3 次显示幅度的算术平均值,单位为米(m)。

D.3.3 起重量显示精度试验

分别起升最大额定载荷的 30%($Q_{0.3}$)、60%($Q_{0.6}$)、90%($Q_{0.9}$),读取相应的显示起重量 $Q'_{0.3}$ 、 $Q'_{0.6}$ 、 $Q'_{0.9}$,分别计算它们的算术平均值 Q 及 Q' ,显示精度按式(D.2)计算。

$$\Delta Q = \frac{|Q - Q'|}{Q} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

式中:

ΔQ ——起重量显示精度;

Q ——3 次实际起重量的算术平均值,单位为千克(kg);

Q' ——对应的 3 次显示起重量的算术平均值,单位为千克(kg)。

D.3.4 力矩显示精度试验

起升额定起重量 Q_0 ,分别在最大工作幅度的 30%($R_{0.3}$)、60%($R_{0.6}$)、90%($R_{0.9}$)附近小范围内往返运行两次后停止,测定小车的实际幅度 $R_{0.3实}$ 、 $R_{0.6实}$ 、 $R_{0.9实}$,读取显示器相应显示力矩 $M_{0.3显}$ 、 $M_{0.6显}$ 、 $M_{0.9显}$ 并计算其算术平均值 M' ,显示精度按式(D.3)计算。

$$\Delta M = \frac{|M - M'|}{M} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

式中:

ΔM ——起重力矩显示精度;

M' ——3 次显示起重力矩的算术平均值,单位为千牛米(kN·m);

M ——对应的 3 次实际起重力矩的算术平均值,单位为千牛米(kN·m), M 按式(D.4)计算。

$$M = \frac{9.8 \times Q_0 \times (R_{0.3实} + R_{0.6实} + R_{0.9实})}{3000} \quad \dots\dots\dots (D.4)$$

式中:

Q_0 ——额定起重量(见 D.1.1),单位为千克(kg)。

D.4 行程限位装置试验

各行程限位装置的试验应在塔机空载状态下按正常工作速度进行。

各项试验重复进行 3 次,限位装置动作后,停机位置应符合 5.6 的规定。

D.5 小车防坠落装置检验

小车防坠落装置的功能通过尺寸测量方法进行校核。小车单边(或单轮)上轨后,对边(或对角)支承轮失效时,装置应能保证小车不会脱出臂架而坠落,校核时应考虑加工误差和小车上载荷的影响。即小车相对臂架处于极限位置时,小车应能可靠地悬挂在臂架上。

D.6 动臂变幅幅度限制装置检验

动臂变幅幅度限制装置功能通过空载运动目测及查验计算书的方式进行。吊钩空载,臂架内变幅到设计最大仰角(最小幅度),目测内变幅控制回路应自动断电,且机械止挡已开始对臂架形成反向推力(如:弹性伸缩阻挡杆已接近弹性元件压缩极限,移动式平衡重已对臂架形成反向推力),查验计算书有此状态臂架防后翻能力验算。

附录 E
(规范性附录)

塔式起重机检验项目及判定

塔机型式检验及出厂检验项目按表 E.1 规定。

按表 E.2 判定是否合格。

表 E.1 检验项目表

序号	检验项目	要求	检验方法	项目分类	检验类别		备注	
					型式	出厂		
1	一般规定	计算书	5.1.1	6.2	A	○		
		随行文件	5.7.2		B	○	○	
		结构测试	5.1.1	附录 A	A	○		
		控制装置	5.1.4	6.8、6.9、 6.10、6.11、 6.12	A	○	○	
		机构运转、密封、温升	5.1.4		B	○	○	
		螺栓、销轴连接	5.1.4		B	○	○	
		结构、焊缝及关键零部件	5.1.4		A	○	○	
2	整机	平衡重与压重	5.2.1	6.8	A	○	○	
		稳定性	5.2.2	6.6	A	○		
		爬升装置	5.2.3	6.7	A	○		
		最大幅度误差	5.2.4	6.8	C	○		
		最小幅度误差	5.2.4		C	○		
		独立起升高度	5.2.4		C	○		
		最大幅度起升高度(动臂变幅塔机)	5.2.4		C	○		
		起升速度误差	5.2.4	6.9	C	○		
		变幅速度误差	5.2.4		C	○		
		回转速度误差	5.2.4		C	○		
		运行速度误差	5.2.4		C	○		
		慢降速度	5.2.4		B	○		
		尾部回转半径	5.2.4	6.3	C	○	○	
		固定式塔机的支腿跨距	5.2.4		B	○	○	
		轨道运行式塔机的轨距	5.2.4		B	○	○	
		整体拖运外形尺寸	5.2.4		C	○		
		塔身轴线侧向垂直度	5.2.4	6.8	B	○	○	
		静态刚性	5.2.5	附录 A	B	○		
动态刚性	5.2.5	C	○					
外观及表面防护	5.2.6	6.4	C	○	○			
噪声	5.2.7	6.9	B	○				

表 E.1 (续)

序号	检验项目		要求	检验方法	项目分类	检验类别		备注
						型式	出厂	
3	结构	材料	5.3.1	6.3	A	○	○	
		焊接质量	5.3.2.1.4、 5.3.2.1.5	6.5	A	○	○	
		螺栓连接	5.3.2.2	6.2	B	○	○	
		标准节互换性	5.3.3	6.3	A	○		
		结构表面	5.3.5	6.8	B	○	○	
		排水	5.3.6		C	○		
		通道及安全防护设施	5.3.7		B	○	○	
		司机室	5.3.8		B	○		
		A	○					
		C	○		○			
		A	○		○			
		A	○		○			
4	起升机构	联轴器	5.4.1.3.1	6.9、6.10、6.11	A	○	○	
		制动器防护	5.4.1.4.1		C	○	○	
		制动器	5.4.1.4.2		A	○	○	
		卷筒凸缘高度	5.4.1.7.2		B	○		按说明书最大容绳量
	动臂变幅机构	联轴器	5.4.1.3.1	6.9、6.10、6.11	A	○		
		制动器防护	5.4.1.4.1		C	○	○	
		主制动器	5.4.1.4.3		A	○	○	
		附加制动器	5.4.1.4.3		A	○	○	
		卷筒凸缘高度	5.4.1.7.3		B	○		
	小车变幅机构	制动器防护	5.4.1.4.1	6.8	C	○	○	
		卷筒绳槽	5.4.1.7.4		B	○		
	运行机构	轮、轴失效防护	5.4.1.6.3	6.8	A	○	○	
		供电装置	5.5.2.5		C	○		
	回转机构	制动器	5.4.1.4.6	6.8	B	○	○	
		减速器	5.4.1.6.4		A	○		
	液压系统	超压保护	5.4.1.5.5	6.7	A	○	○	
液压缸截止阀		5.4.1.5.8	A		○	○		
吊钩	防脱钩装置	5.4.2.3	6.8	B	○	○		
5	电气	绝缘	5.5.3.7	6.8	A	○	○	
		控制装置	5.5.4		A	○	○	
		电动机保护	5.5.5.1		B	○	○	
		线路保护	5.5.5.2		B	○	○	
		错相与缺相保护	5.5.5.3		A	○	○	

表 E.1 (续)

序号	检验项目		要求	检验方法	项目分类	检验类别		备注
						型式	出厂	
5	电气	零位保护	5.5.5.4	6.8	A	○	○	
		失压保护	5.5.5.5	6.9	A	○		
		欠压与过压	5.5.5.6		A	○		
		紧急停止	5.5.5.7	6.8	A	○	○	
		预减速保护	5.5.5.8		C	○		
		超速开关	5.5.5.9		B	○		
6	安全装置	起升高度限位器	5.6.1		6.8	B	○	○
		幅度限位器	5.6.2	B		○	○	
		回转限位器	5.6.4	B		○	○	
		运行限位器	5.6.5	B		○	○	大车运行
		动臂变幅幅度限制装置	5.6.3	6.13	A	○		
		起重力矩限制器	5.6.6		A	○	○	
		起重量限制器	5.6.6		A	○	○	
		小车变幅断绳保护	5.6.7	6.8	A	○		
		小车防坠落装置	5.6.8 和 5.4.1.4.4	6.13	A	○		
		抗风防滑装置	5.6.9	6.8	A	○	○	大车运行
		钢丝绳防脱装置	5.6.10		B	○	○	
		爬升装置防脱功能	5.6.11	6.7	A	○	○	
安全监控管理系统	5.6.12	6.13	B	○	○			
7	信息标志	标志	8.1	6.8	C	○	○	
		司机操作信息	8.2		C	○	○	
		警告信息	8.3		C	○	○	
		设备信息	8.4		C	○	○	
8	自行架设塔机拖行		9.2.2	6.14	B	○		

注：○——检验项目。

表 E.2 样机检验判定

检验项目	不合格项数量及组合			
	1	2	3	4
A类	1	0	0	0
B类	0	2	1	0
C类	0	0	3	6

附录 F
(资料性附录)
塔机爬升操作

F.1 总则

塔机爬升是指通过适当的装置改变塔身高度的过程,塔机爬升包括升塔和降塔。

本附录说明了以下两种主要的爬升方法:

- a) 外爬升——通过使用爬升架爬升系统嵌入标准节来改变塔机高度的爬升方式(见 F.2);
- b) 内爬升——通过爬升系统直接在支撑塔机的建筑物上进行爬升的方式(不需嵌入标准节)(见 F.3)。

为清楚起见,本附录描述了这两种主要爬升方法的一般要求。

应注意,虽然大部分塔机使用的爬升原理相同,但各种塔机的结构构造型式千差万别,在任何情况下均应关注制造商使用说明书中的有关特殊说明。

F.2 外爬升操作

一个典型的爬升结构由一个一面开口的金属桁架、一个标准节引进装置和一套安装在爬升架内的爬升液压缸系统组成。爬升架为一整体并有三面包裹住塔身,在开口的一面预先提升一个新的要安装的标准节。

典型的爬升操作过程如下:

- a) 将爬升架可靠固定在塔机回转部分的下面,爬升液压缸的支腿在塔身的顶升支撑点上[见图 F.1 b)]。
- b) 通过塔机本身将一个新的标准节提起并放到爬升架上[见图 F.1 c)]。然后通过配平使塔机上部结构相对爬升液压缸中心前后平衡并将臂架保持在正确的位置。
- c) 给爬升液压缸加力伸出,使连接在塔身顶部的塔机上部结构上升直到足够放入一个新标准节的距离[见图 F.1 d)]。通过爬升液压缸和爬升架的延展,将新标准节引入爬升架并与塔身对正[见图 F.1 e)]。下降爬升液压缸和爬升架直到塔机上部结构连接到新标准节的顶部;分离引进装置[见图 F.1 f)]并继续下降塔机上部结构和新标准节直到将新标准节下部与塔身顶部连接[见图 F.1 g)]。重复相同的过程[见图 F.1 h)和图 F.1 i)],即可继续进行加节。

F.3 内爬升操作

当塔机安装并支撑在建设中的建筑物内时,就需要随建筑施工的进程在建筑物内爬升(见图 F.2)。

塔机由两套环梁支撑。在安装时,塔机被这两套环梁夹持住,允许塔机的工作载荷通过环梁传递给建筑物。

要爬升到上一个平面时,在塔机上环梁上部合适的距离再安装一套环梁;然后通过配平使塔机的倾覆力矩最小,松开环梁中夹持塔身的装置,使用塔身底部的爬升部件和液压装置将塔机升高,当塔身底部到达中环梁时,将塔机夹持在中环梁和上环梁间,即可将下环梁移开留待下次爬升使用。

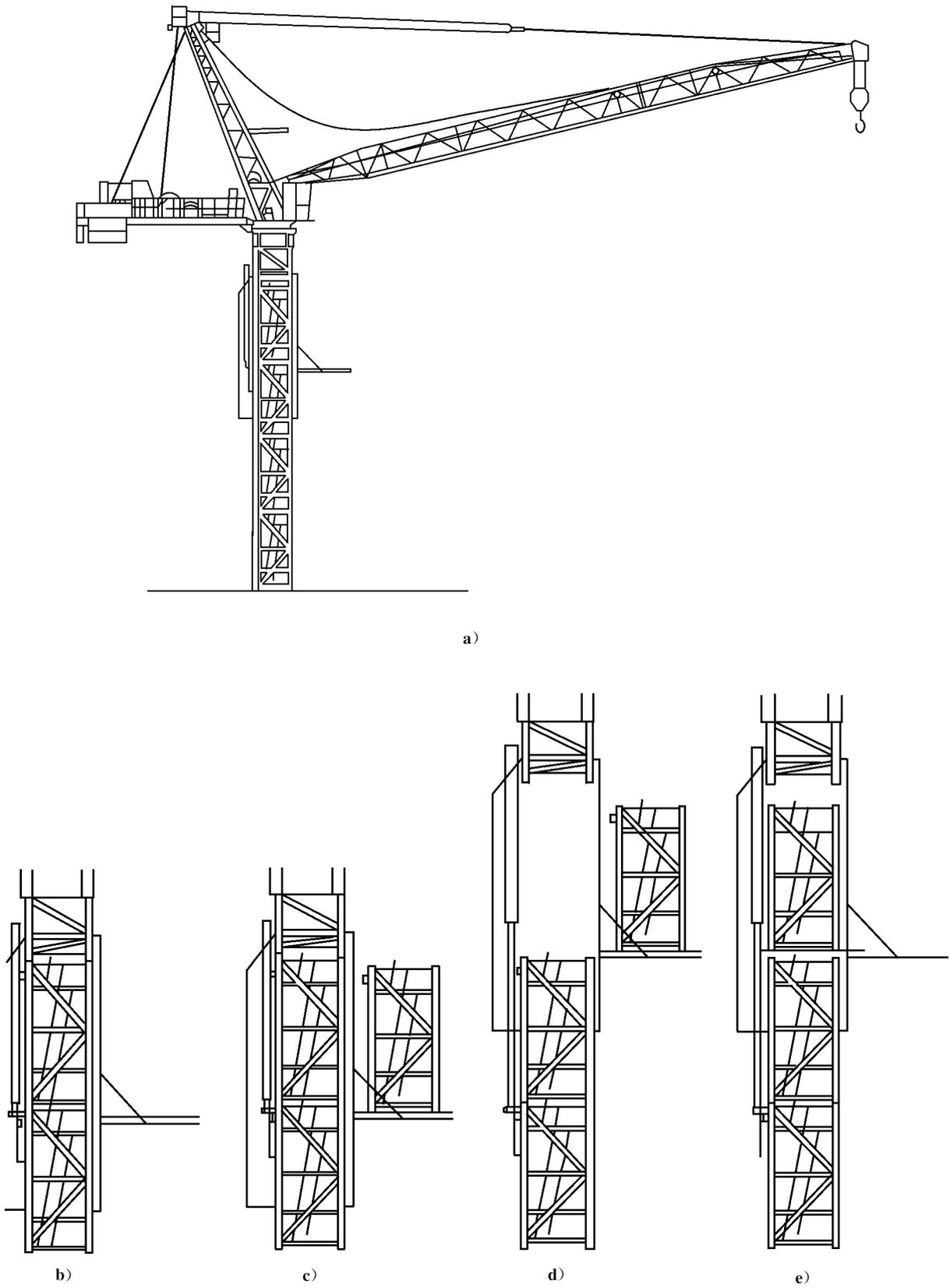


图 F.1 外爬升

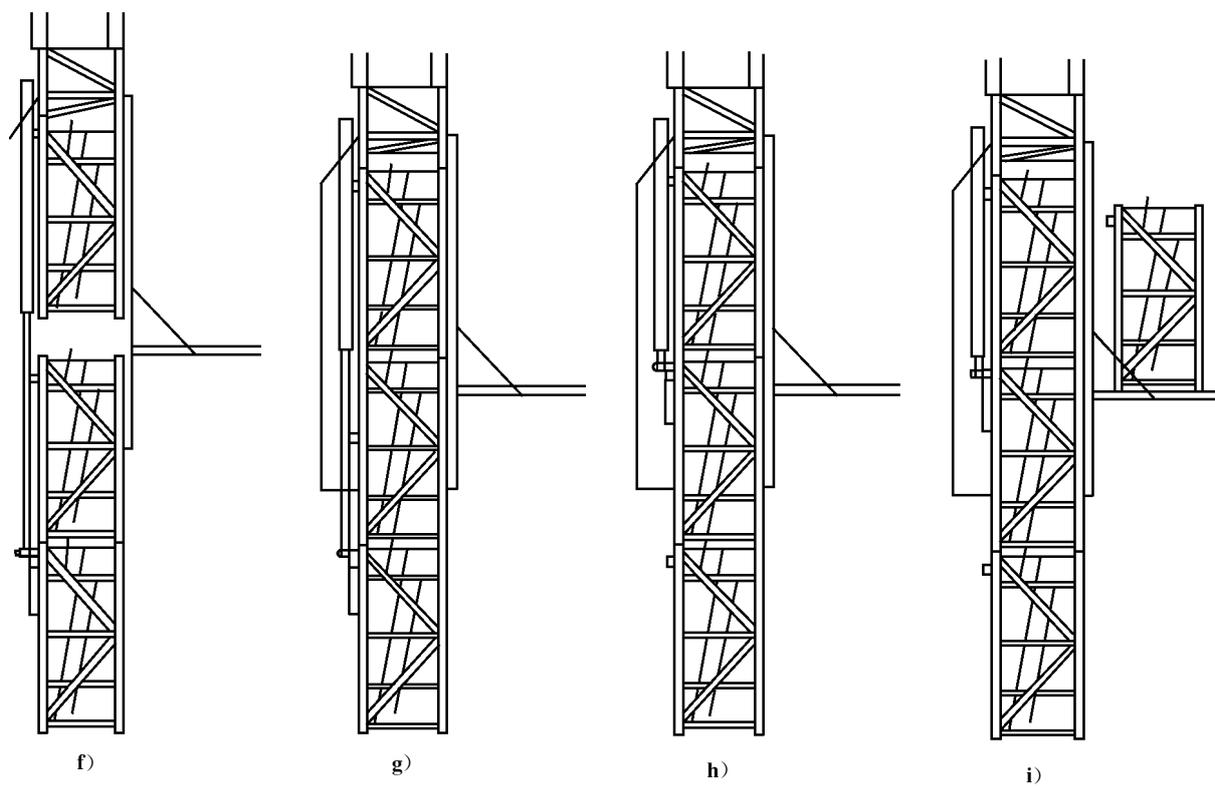
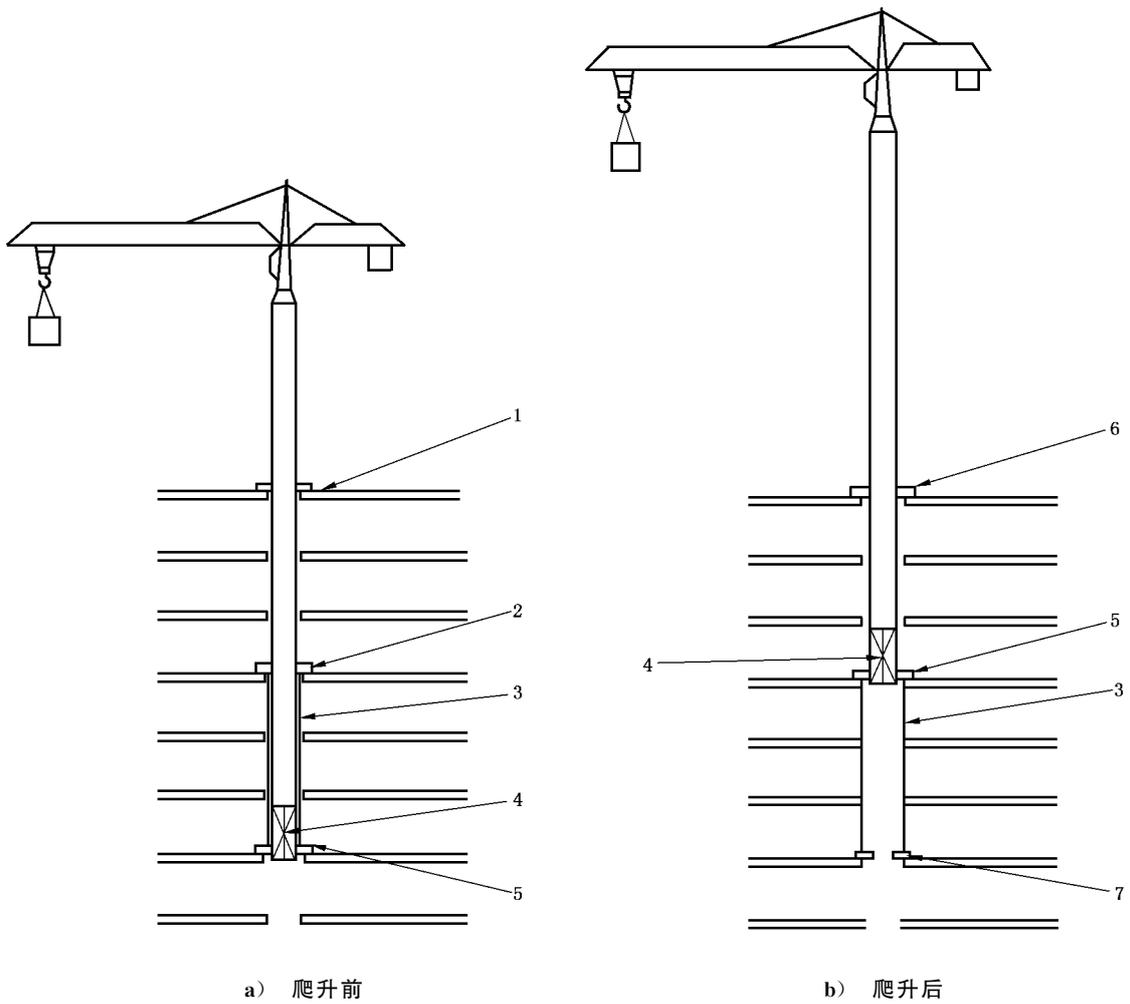


图 F.1 (续)



说明：

- 1——新的顶部环梁(爬升前安装)；
- 2——中部环梁(先前的顶部环梁)；
- 3——爬升支撑；
- 4——爬升部件和液压装置；

- 5——底部环梁；
- 6——顶部环梁；
- 7——旧的底部环梁(要移走的)。

图 F.2 内爬升

中 华 人 民 共 和 国

国 家 标 准

塔式起重机

GB/T 5031—2019

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2019年7月第一版

*

书号: 155066 · 1-63283

版权专有 侵权必究



GB/T 5031—2019