

《塔式起重机》 GB/T 5031-2008

中华人民共和国国家标准

GB/T 5031--2008 代替 GB/T 5031--1994, GB/T 9462--1999 , GB/T 17806 ~17807--1999

塔式起重机 Tower Crane

2008-08-07 发布 2009-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会 发布

GB/T 5031--2008

目次

前言	… …1
1 范围	… …1
2 规范性引用文件	… …1
3 术语	… …2
4 分类与标识	… …3
5 技术要求	… …3
6 试验方法	… …20
7 检验规则	… …23
8 信息标识	… …24
9 包装、运输和贮存	… …25
10 安装及爬升	… …25
11 使用检查	… …30
附录 A （资料性附录）影响脆性破坏因素评价和钢材质量组别的选择	… …34
附录 B （规范性附录）工作空间限制器— 防碰撞 / 分区装置的规定	… …37
附录 C （资料性附录）订购塔机时制造商应提供的资料	… …40
附录 D （规范性附录）安全装置试验方法	… …42
附录 E （规范性附录）结构试验方法	… …44
附录 F （规范性附录）可靠性试验方法	… … 49
附录 G （规范性附录）塔式起重机检验项目及判定	… … 54
附录 H （资料性附录）塔机爬升操作	… … 58

附录 I （资料性附录）定期、全面及特殊检查报告示例	… … 62
----------------------------	--------

参考文献	… … 74
------	--------

GB/T 5031--2008

前言

本标准代替 GB/T 9462--1999 《塔式起重机技术条件》、GB/T 5031--1994 《塔式起重机性能试验》、GB/T 17806--1999 《塔式起重机可靠性试验方法》、GB/T 17807--1999 《塔式起重机结构试验方法》、JG/T 5037--1993 《塔式起重机分类》。

本标准参考了 ISO 12480--3:2005 《起重机安全使用第 3 部分：塔式起重机》、ISO 9927 --3: 2005 《起重机 检查 第 3 部分：塔式起重机》、ISO 9374--3: 2002 《起重机咨询、定货、销售、供货各方应提供的资料第 3 部分：塔式起重机》等有关内容。

本标准与 GB/T 9462--1999 等 5 个标准相比主要变化如下：

- 重新规定了塔式起重机的型号标识原则，取消了 JG/T 5037--1993 中的参数系列；
- 增加了根据钢材脆性破坏评价结果选择钢材质量组别的要求；
- 增加了对焊接的环境要求和无损探伤要求；
- 增加了部分机构要求；
- 增加了部分安全装置的种类和要求；
- 增加了制造商应提供的技术资料要求；
- 增加了部分信息标识要求；
- 增加了安装及爬升的要求；
- 对塔机的检查要求进行了详细描述。

本标准的附录 B、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G 为规范性附录。

本标准的附录 A、附录 C、附录 H、附录 I 为资料性附录。

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。

本标准参加起草单位：长沙中联重工科技发展股份有限公司、沈阳三洋建筑机械有限公司、抚顺永茂建筑机械有限公司、四川建设机械（集团）股份有限公司、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、湘潭江麓建筑机械有限公司、浙江省建设机械有限公司、哈尔滨东建机械制造有限公司、湖北江汉建筑工程机械有限公司、浙江虎霸建设机械有限公司、辽宁省安全科学研究院、山东省德州生建机械厂、上海新时达电气有限公司、江西特种电机股份有限公司、北京中建正和建筑机械施工有限公司。

本标准主要起草人：罗文龙、李守林、喻乐康、林贵瑜、王连、邓小芹、杨道华、林永、付剑雄、方国庆、樊滨、文

朝辉、周志勇、秦可新、刘晓东、蔡亮、卢天星、史洪泉。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

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

塔式起重机 GB/T 5031--2008

1 范围

本标准规定了塔式起重机（以下简称塔机）的术语、分类与标识、技术要求、试验方法、检验规则、信息标识、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。

本标准不适用于配备有塔式起重装置的流动式起重机。

2 规范性引用文件

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

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 700 碳素结构钢（GB/T700--2006，ISO 630:1995, NEQ）

GB/T 985 气焊、手工电弧焊及气体保护焊缝坡口的基本型式与尺寸

GB/T 986 埋弧焊焊缝坡口的基本型式与尺寸

GB/T 1591 低合金高强度结构钢（GB/T 1591--1994，neq ISO 4950: 1981）

GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱（GB/T 3098.1--2000，idt ISO 898-1: 1999）

GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母 粗牙螺纹（GB/T 3098.2--2000，idt ISO 898-2: 1992）

GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带

GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相

GB/T 3766 液压系统通用技术条件（GB/T 3766--2001，eqv ISO 4413: 1998）

GB/T 4728.1~4728.13 电气简图用图形符号

GB/T 5117 碳钢焊条

GB/T 5118 低合金钢焊条

GB 5144 塔式起重机安全规程

GB 5226.2--2002 机械安全 机械电气设备 第32部分：起重机械技术条件（idt IEC 60204-32:1998）

GB/T 5293 埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂

GB/T 5972 起重机用钢丝绳检验和报废实用规范 (GB/T 5972—2006, ISO 4309:1990, IDT)

GB/T 6974.3 起重机 术语 第3部分: 塔式起重机 (GB/T 6974.3—2008, ISO 4306-3:2003, IDT)

GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝

GB 8918 重要用途钢丝绳 (GB 8918—2006, ISO 3154:1988, MOD)

GB/T 10051.1 起重吊钩 机械性能 起重量 应力及材料

GB/T 10051.2 起重吊钩 直柄吊钩技术条件

GB/T 10054 施工升降机

GB 10055 施工升降机安全规程

GB/T 12470 埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂

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 20303.3 起重机 司机室 第3部分: 塔式起重机 (GB/T 20303.3—2006, ISO 8566-3:1992, IDT)

GB/T 20304 塔式起重机 稳定性要求 (GB/T 20304—2006, ISO 12485:1998, IDT)

GB/T 20863.3 起重机械 分级 第3部分: 塔式起重机 (GB/T 20863.3—2007, ISO 4301-3:1993, IDT)

GB 50256 电气装置安装工程 起重机电气装置施工及验收规范

JB/T 2300 回转支承

JB/T 6392.1 起重机车轮 型式尺寸、踏面形状与轨道的匹配

JB/T 6392.2 起重机车轮 技术条件

JB/T 9005.1 起重机用铸造滑轮 绳槽断面

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用三排柱式回转支承

JB/T 10838 建筑施工机械与设备用单排交叉滚柱(锥)式回转支承

JB/T 10839 建筑施工机械与设备用单排球式回转支承

JG/T 5011.12 建筑机械与设备 涂漆通用技术条件

JG/T 5012 建筑机械与设备 包装通用技术条件

JG/T 5057.40 建筑机械与设备 高强度紧固件技术条件

JG/T 5082.1 建筑机械与设备 焊接通用技术条件

3 术语

GB/T 6974.3 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

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（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 起升高度 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、吊钩处于最小幅度处，吊钩支承面对塔机基准面的允许最大垂直距离。

注：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。

3.6 起升速度 load-lifting speed

起吊各稳定运行速度挡对应的最大额定起重量，吊钩上升过程中稳定运动状态下的上升速度。

3.7 小车变幅速度 trolley-travelling speed

对小车变幅塔机，起吊最大幅度时的额定起重量、风速小于 3 m/s 时，小车稳定运行的速度。

3.8 全程变幅时间 luffing speed

对动臂变幅塔机，起吊最大幅度时的额定起重量、风速小于 3 m/s 时，臂架仰角从最小角度到最大角度所需要的时间。

3.9 回转速度 slewing speed

塔机在最大额定起重力矩载荷状态、风速小于 3 m/s、吊钩位于最大高度时的稳定回转速度。

3.10 慢降速度 creep speed

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

3.11 运行速度 crane-travelling speed

空载、风速小于 3 m/s，起重臂平行于轨道方向时塔机稳定运行的速度。

3.12 最大起重力矩 maximum load moment

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

3.13 平头式塔机 hammerhead crane ;flat-top crane

臂架与塔身为 T 形结构型式的上回转塔机。

4 分类与标识

4.1 分类

4.1.1 按架设方式

塔机按架设方式分为快装式塔机和非快装式塔机。

4.1.2 按变幅方式

塔机按变幅方式分为小车变幅塔机和动臂变幅塔机。小车变幅塔机按臂架小车轨道与水平面的夹角大小可分为水平臂小车变幅塔机和倾斜臂小车变幅塔机。

4.1.3 按臂架结构型式

小车变幅塔机按臂架结构型式分为定长臂小车变幅塔机、伸缩臂小车变幅塔机和折臂小车变幅塔机。

按臂架支承型式小车变幅塔机又可分为平头式塔机和非平头式塔机。

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 按回转方式

塔机按回转方式分为上回转塔机和下回转塔机。

4.2 标识

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最大起重力矩,单位为吨米(t.m)。

5 技术要求

5.1 一般规定

5.1.1 产品应有完整的设计图纸,设计的准则和计算方法应符合 GB/T 13752 的规定。

5.1.2 未作特殊申明时,产品应能在以下条件下安全正常使用:

- a) 工作环境温度 $-20^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$;
- b) 安装架设时塔机顶部风速不大于 12m/s, 工作状态时塔机顶部风速不大于 20m/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 1000m 以下;
- e) 工作电源符合 GB 5226.2—2002 中 4.3 的规定;
- 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。

5.2 整机

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 塔机应设置安装平衡重、压重的合适位置及可靠的固定方法。平衡重和压重的重量、形状和尺寸应符合吊装和固定的要求,并能承受规定的载荷而不损坏。每块平衡重和压重都应在本身明显的位置标识重量。

5.2.1.2 对最大起重力矩大于 63t.m 的塔机,最大臂长组合时最大幅度处起重量不应小于 1000 kg 。

5.2.2 稳定性要求

5.2.2.1 塔机的抗倾翻稳定性和防风稳定性应符合 GB/T 20304 的规定。

5.2.2.2 快装式塔机在架设、放倒、变换结构型式及拖行时，应保证自身的稳定性。使用说明书应详细规定架设程序和方法、操作要求与安全措施。

5.2.2.3 非快装式塔机应详细规定安装顺序，并应保证安装过程中各种状态下的稳定性。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。

5.2.2.4 塔机的爬升装置应有可靠的导向，爬升装置的结构型式及强度应保证在允许风力最不利方向作用下塔机爬升稳定性要求。爬升油缸的选择和配置应符合 GB 5144 的要求。

5.2.3 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，最大幅度允差为其设计值的 $\pm 2\%$ ，最小幅度允差为其设计值的 $\pm 10\%$ ；
- b) 起升高度应不小于设计值；
- c) 各机构运动速度允差为其设计值的 $\pm 5\%$ ；
- d) 应具有慢速下降功能，慢降速度根据起重量大小确定，但不大于 9m/min；
- e) 尾部回转半径应不大于其设计值的 100 mm；
- f) 支腿纵、横向跨距的允差为其设计值的 $\pm 1/100$ ；
- g) 对于轨道运行的塔机，其轨距允差为其设计值的 $\pm 1/1000$ ，最大允许偏差为 ± 6 mm；
- h) 整体拖运时的宽度、长度和高度均不应大于其设计值；
- i) 空载，风速不大于 3m/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允差为 4/1000，最高附着点以下塔身轴心线的垂直度允差为 2/1000。

5.2.4 静刚度要求

在额定载荷作用下，塔机臂根铰点的水平静位移应不大于 $1.34H/100$ 。H 为臂根铰点至塔机基准面（无附着时的最大独立高度）或最高附着点（有附着时的最大悬臂高度）的垂直距离。

5.2.5 可靠性要求

制造商认为需要时，可对整机进行可靠性试验。

5.2.6 外观及表面防护

5.2.6.1 塔机外观和商标图案布置应美观大方、鲜明醒目。

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

5.2.6.3 涂装的质量应符合 JG/T 5011.12 的规定。

5.2.7 噪声

5.2.7.1 塔机工作时，司机室内噪声不应超过 80 dB(A)。

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

5.3 结构

5.3.1 材料

5.3.1 门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。评价与选择方法见附录 A。

5.3.1.3 宜使用热轧轧制型材，冷拔、冷轧型材应经退火后使用。用于主要承载构件的轧制厚钢板，受力方向应与轧制方向一致。

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 1 评定钢材的可焊性，不符合表 1 规定时，应采取焊前预热、焊后保温等措施。

表 1 钢材可焊性评定指标

钢 材 类 别	$w(C)/\%$	$C_E/\%$
GB/T 700 GB/T 699	≤ 0.25	—
GB/T 1591	—	≤ 0.46

表 1 中 C_E 为含碳元素当量, C_E 按式(1)计算。

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

5.3.2 联接

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 $\sigma_s \leq 345 \text{ MPa}$ 、母材厚度 $\delta \leq 40 \text{ mm}$ 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 2m/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°C ；
- d) 不应在雨、雪中焊接且被焊件表面应干燥。

5.3.2.1.2 焊接材料

焊接材料的要求如下：

- 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适应；
- 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适应。

5.3.2.1.3 接头

焊接接头型式应符合 GB/T 985、GB/T 986 的规定

5.3.2.1.4 质量

焊接质量和检验方法应符合 JG/T 5082.1 的规定。

5.3.2.1.5 无损探伤

主要受力构件的对接焊缝应进行无损探伤，射线检测按 GB/T 3323 规定，透照质量不低于 AB 级，合格级别为 II 级；

超声波检测按 JB/T 10559 规定，检验级别不低于 B 级，合格级别为 I 级

5.3.2.2 螺栓联接

主要受力结构件的螺栓联接部位应采用高强度螺栓，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

塔身标准节（以下简称标准节）、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 销轴联接

销轴联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不大于 2 mm。

对采用螺栓连接的标准节，标准节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不小于应接触面的 70 %。

5.3.4 接料规定

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，每个杆件的接料处不应多于一处。

5.3.5 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。

5.3.6 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，防止内部锈蚀或冻胀破坏发生。

5.3.7 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 5144 的规定。

5.3.8 司机室

司机室及其安装使用应符合 GB/T20303.3 和 GB 5144 的规定。

5.3.9 钢材缺陷的限制

型材缺陷的限制见 GB/T 14292 的规定。

板材缺陷的限制见 GB/T 3274 的规定。

5.3.10 材料代用

材料代用应保证不降低原设计计算的强度、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。

5.4 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用于使载荷以可控制的速度上升或下降。不允许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使臂架和载荷以可控制的速度变幅。不允许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）。

不允许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，则塔机应可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的锚定装置。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

回转机构应满足臂架静止时定位的要求。

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。

5.4.1.1.6 液压系统

液压系统及相关元件的性能设计应满足 GB/T 3766 的要求。

5.4.1.2 动力（电机）

5.4.1.2.1 起升和动臂变幅机构

电机的选择应符合 GB 5226.2—2002 规定。

5.4.1.2.2 小车变幅机构

电机的功率和扭矩应满足所有工作状态和试验状态小车运行的需要，主要考虑以下几个方面：

- a) 臂架倾斜角度的影响；
- 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) 风力影响；
- g) 惯性力和机械性能。

5.4.1.2.3 运行机构

电机所需功率按如下基本要求估算：

- a) 满载运行摩擦阻力；
- b) 车轮与轨道侧面摩擦阻力；
- c) 轨道坡度阻力；
- d) 按启动时间计算的惯性阻力；
- e) 正常工作状态下结构上的风力。

5.4.1.2.4 回转机构

电机应能提供以下需要的总功率：

- a) 满载运行；
- b) 按启动时间计算的惯性阻力。

电机提供的总力矩应足够克服以下力矩：

- 作用在臂架上的正常工作状态风阻力矩；
- 作用在其他回转结构上的正常工作状态风阻力矩；
- 作用在载荷上的正常工作状态风阻力矩；
- 摩擦阻力矩。

5.4.1.3 联轴器

5.4.1.3.1 起升和动臂变幅机构

电机和减速箱间联轴器中的弹性元件即使损坏也不能发生危险运动。联轴器应按机械设计基本原理、使用要求和性能要求进行选择与制造，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) 能补偿可能的不同轴。

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

当提升动力被意外切断时，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。

电机和制动器控制回路的设计应保证在电机只要有驱动力时，制动器不能有任何制动动作。

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。

制动器的制动表面应采取保护措施以避免油、雨水及其他污物渗入。

5.4.1.4.2 起升机构

瞬时制动力矩至少为 1.5 倍额定载荷产生的力矩。

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。

5.4.1.4.3 动臂变幅机构

为防止主制动器或驱动机构失效，以及可能要对电机和主制动器进行更换或维修时提供制动，应设有可由操作者和超速保护开关控制的、直接作用于卷筒缘上的附加制动器。

应采取措施来自动控制主制动器和附加制动器的动作时间次序，防止产生不当的冲击载荷。

瞬时制动力矩至少为 1.5 倍额定载荷产生的力矩。

当提升动力被意外切断时，主制动器应自动动作，附加制动器可稍后作用。

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。

制动衬热表面应与制动轮（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。

小车轮应有轮缘或设有水平导向轮以防止小车脱离臂架。

当变幅钢丝绳偏心牵引小车时，小车轮应无轮缘并设有水平导向轮。

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。

总的瞬时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力。

5.4.1.4.6 回转机构

静态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，油缸和保压装置运动的可控制。

在回路的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不小于各自最大工作压力的4倍。

截止阀应通过硬管连接到油缸或直接安装在油缸上。

5.4.1.5.8 油缸

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油缸产生的最大力不应使结构产生破坏。

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油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。

油缸应有截止阀，在无动力或油管失效时停止油缸动作。截止阀应有防止超压的功能。

当外载作用使油缸运动时，应有保持活塞杆速度稳定的装置，以防止对结构的振动。

油缸的安装除了要力便部件的拆卸，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容易操作的地方。

5.4.1.6 齿轮传动

5.4.1.6.1 起升机构

起升机构的承载力设计应根据外载、驱动力矩和制动力矩的计算。

轴的强度要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，则每个卷筒都要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力设计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的计算。

轴的强度要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，则每个卷筒都要有单独的控制运动的措施。

5.4.1.6.3 运行机构

对于轨道运行的塔机，其运行机构应设有即使在某一支承轮失效时也能防止塔机倾翻的装置。

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

钢丝绳的要求如下：

- 起升和变幅钢丝绳应符合 GB 8918 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；
- 钢丝绳的安装、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，应采取措施以保证钢丝绳正确缠绕，钢丝绳偏离与卷筒轴垂直平面的角度不大于 1.5° 。

卷筒宜加工绳槽。绳槽节距 p 应在以下范围内： $1.04d < p < \text{SPAN}$ 为钢丝绳直径。

绳槽深度应在 $0.25d$ 到 $0.40d$ 之间，绳槽半径应在 $0.525d$ 到 $0.650d$ 之间。

卷筒两端应有凸缘，在达到最大设计容绳量时，凸缘高度超出缠绕钢丝绳外表面不小于 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，卷筒上至少还存有 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° 。

卷筒应加工绳槽，保证钢丝绳正确缠绕，以减少钢丝绳表面磨损和变形及可能的疲劳或损坏。

绳槽节距 p 应在以下范围内： $1.04d < p < 1.15d$ ， d 为钢丝绳直径。

绳槽深度应在 $0.25d$ 到 $0.40d$ 之间，绳槽半径应在 $0.525d$ 到 $0.650d$ 之间。

卷筒两端应有凸缘，在达到最大设计容绳量时，凸缘高度超出缠绕钢丝绳外表面不小于 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，卷筒上至少还存有 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应设计成彼此独立。钢丝绳卷筒应加工绳槽。在全臂长工作时，两绳间至少应空余一个绳槽。

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。

驱动绳轮至少要有三个槽；张紧装置和导向轮宜为一体。复合槽轮可用楔形槽。

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建议不超过 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。

应设有即使在钢丝绳失效时也能保持小车定位的保护装置。

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 JB/T 9005.1 的规定。

5.4.4 车轮

车轮应符合 GB 5144、JB/T 6392.1 及 JB/T 6392.2 的规定。

5.4.5 回转支承

5.4.5.1 回转支承的技术要求应符合 JB/T 10837、JB/T 10838、JB/T 10839 及 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。

5.4.6 操纵机构

操纵机构应符合 GB/T 13752 及 GB 5144 的规定。

5.5 电气

5.5.1 总则

塔机电气系统应同时满足 GB 5226.2—2002 和本标准的要求。对于易燃和 / 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 380V、50Hz 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（俗称三相五线制）供电。供电线路的零线应与塔机的接地线严格分开。

5.5.2.4 导线的选用应符合 GB/T 13752 相关规定。

5.5.2.5 对于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：

- 对于外径不大于 21.5 mm 的电缆，电缆卷筒底部直径应不小于电缆外径的 10 倍；对于外径大于 21.5 mm 的电缆，电缆卷筒底部直径应不小于电缆外径的 12.5 倍；
- 电缆卷筒应能自动收缠电缆，电缆卷筒的驱动转矩应不小于收缠电缆时所需的最大转矩；
- 在收放电缆过程中，作用在电缆导线上的力应尽可能的小，对于没有加强芯的电缆，作用在铜导线截面上的最大允许拉力为 15N/mm^2 ；要求缠绕速度高或电缆自重较重时，应采用具有加强芯的电缆；
- 电缆卷筒的集电滑环应满足相应的电压等级和电流容量的要求，每个滑环至少有一对电刷，电刷的防护等级应不低于 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 ~ 4728.13 的有关规定。

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会出现溜钩。

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 2000 V 级，并应能在温度 $-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 95 % (25°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。多芯铜线不允许直接压入端子。

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。防护等级不低于 IP 44。

5.5.3.9 电气系统的安装还应符合 GB 50256 的规定并便于维护。

5.5.4 操纵装置

5.5.4.1 操纵装置宜优先采用联动操纵台 (固定式、遥控式)。操纵台的布置应符合 GB 5144 的规定。

5.5.4.2 操纵台应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，应设有可靠的电气联锁装置。

5.5.4.4 操纵力不应超过 100 N ，推荐采用如下值：

— 对于左右方向的操作，控制在 $5\text{ N} \sim 40\text{ N}$ 之间；

— 对于前后方向的操作，控制在 $8\text{ N} \sim 60\text{ N}$ 之间。

5.5.4.5 采用有线遥控式操纵台时，其控制电路电压不应高于 48 V ，防护等级不低于 IP 44。

5.5.4.6 采用无线遥控式操纵台时，除满足 5.5.4.1 \sim 5.5.4.4 外，还应符合 GB 5226.2—2002 中 9.2.7 的规定。

5.5.5 电气保护

5.5.5.1 电机的保护

电机应具有如下一种或一种以上保护，具体选用应按电机及其控制方式确定：

a) 短路保护；

b) 在电机内设置热传感元件；

c) 热过载保护。

5.5.5.2 线路保护

所有外部线路都应具有短路或接地引起的过电流保护功能，在线路发生短路或接地时，瞬时保护装置应能分断线路。

5.5.5.3 错相与缺相保护

塔机应设有错相与缺相、欠压、过压保护。

5.5.5.4 零位保护

塔机各机构控制回路应设有零位保护。运行中因故障或失压停止运行后，重新恢复供电时，机构不得自行动作，应人

为将控制器置零位后，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，各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 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。

5.5.5.7 预减速保护

塔机具有多挡变速的变幅机构，宜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。

塔机具有多挡变速的起升机构，宜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。

5.5.5.8 超速开关

对动臂变幅机构，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，通常为额定下降速度的 1.25 倍 ~1.4 倍。

5.5.5.9 避雷保护

为避免雷击，塔机主体结构、电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 4Ω 。采用多处重复接地时，其接地电阻应不大于 10Ω 。

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 30lx。照明电路电压应不大于 250V，其供电应不受停机影响。

5.5.6.2 塔顶高于 30m 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 快装式塔机在拖行时应装有直流 24V 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 操纵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铁壳防护式，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 10054 及 GB 10055 的规定。

5.6 安全装置

5.6.1 起升高度限位器

5.6.1.1 对动臂变幅的塔机，当吊钩装置顶部升至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，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，但应有下降和向内变幅运动。

5.6.1.2 对小车变幅的塔机，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 对动臂变幅的塔机，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，停止臂架再往极限方向变幅。

5.6.2.2 对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

对动臂变幅的塔机，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

对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

对于轨道运行的塔机，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 1000 mm ，缓冲器距终端止挡最小距离为 1000 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。

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 对小车变幅的塔机，其最大变幅速度超过 40 m/min，在小车向外运行，自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。

5.6.7 小车断绳保护装置

对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

对小车变幅塔机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。

5.6.9 抗风防滑装置

对轨道运行的塔机，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 计算受力的要求。

5.6.10 钢丝绳防脱装置

滑轮、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 % ，装置可能与钢丝绳接触的表面不应有棱角。

5.6.11 爬升装置防脱功能

自升式塔机应具有可靠的防止在正常加节、降节作业时，爬升装置从塔身支承中或油缸端头从其连接结构中自行（非

人为操作)脱出的功能。

5.6.12 报警及显示记录装置

5.6.12.1 报警装置

塔机应装有报警装置。

在塔机达到额定起重力矩和 / 或额定起重量的 90% 以上时, 装置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, 装置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。

5.6.12.2 显示记录装置

塔机应安装有显示记录装置。该装置应以图形和/或字符方式向司机显示塔机当前主要工作参数和额定能力参数。主要工作参数至少包含当前工作幅度、起重量和起重力矩; 额定能力参数至少包含幅度及对应的额定起重吊和额定起重力矩。对根据工作需要可改变安装配置(如改变臂长、起升倍率)的塔机, 显示装置显示的额定能力参数应与实际配置相符。显示精度误差不大于实际值的 5%; 记录至少应存储最近 1.6×10000 个工作循环及对应的时间点。

5.6.13 风速仪

对臂根铰点高度超过 50 m 的塔机, 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, 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。

当塔机间的工作空间限制器间采用有线通讯时, 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

制造商在签定供货合同时需提供有关资料, 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、倾翻力矩和扭转力矩。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造成影响时, 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) 轨道的安装要求。

5) 架设安装的场地要求。

6) 平衡重和压重的要求。

b) 安装说明如下:

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须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。

c) 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。

d) 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) 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。

e) 维护要求与建议:

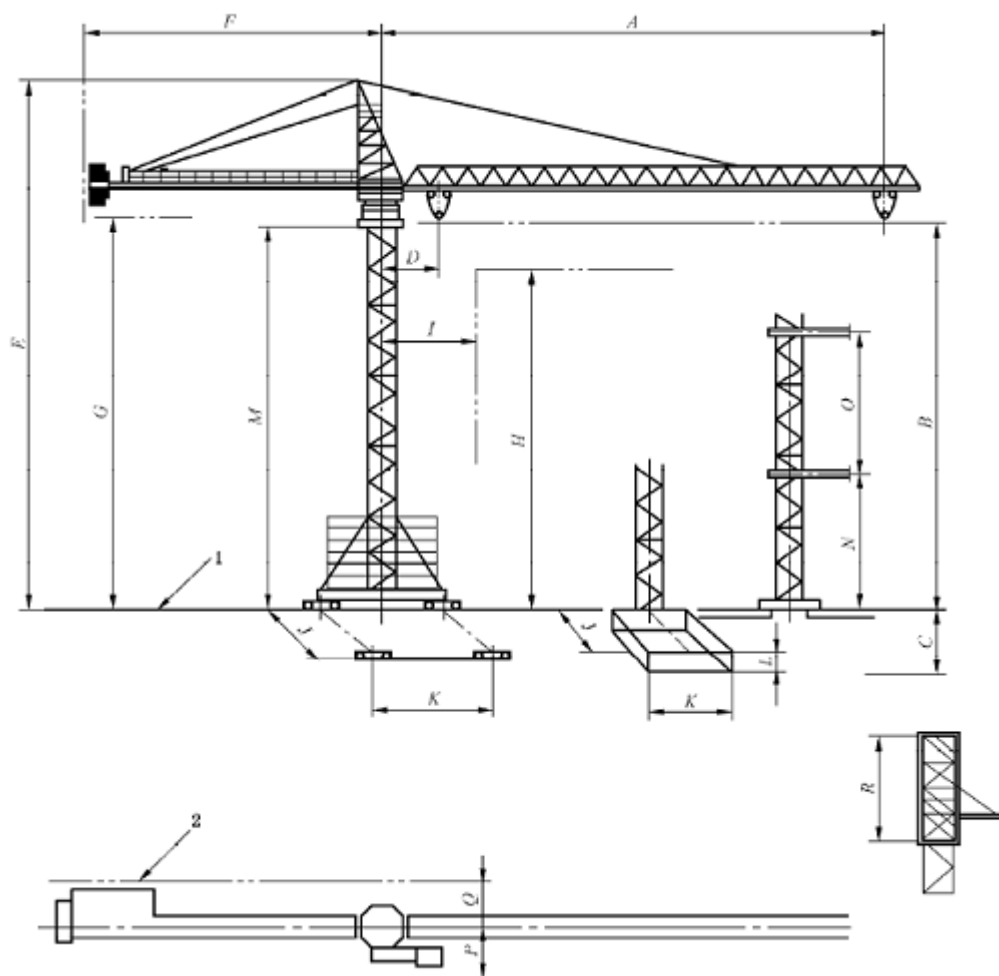
应提供有关塔机维护保养的说明和检查维护频度的建议。并提供与第 11 章检查要求有关的详细技术资料 and 基础数据。

f) 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 2 和图 3 所标尺寸。

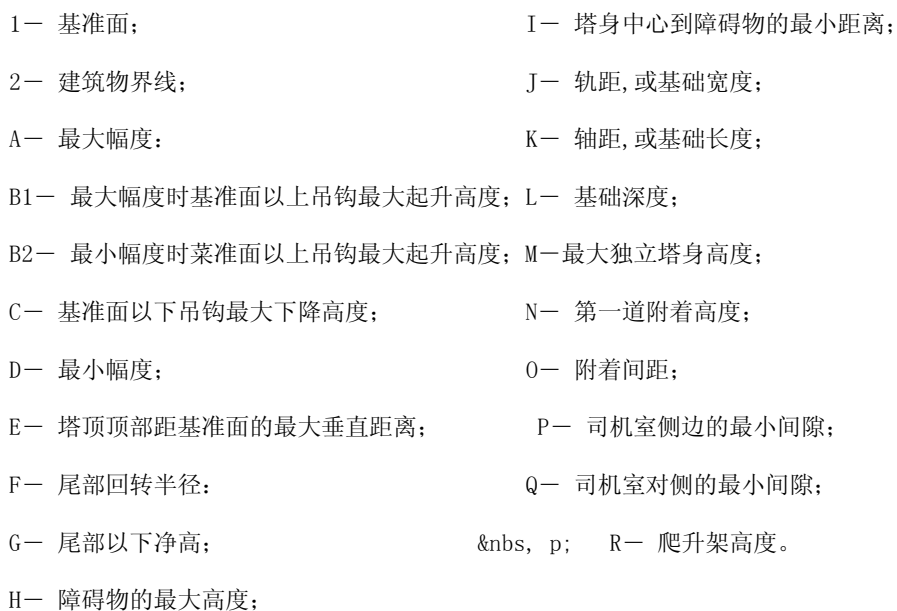
5.7.2.2 其他

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。

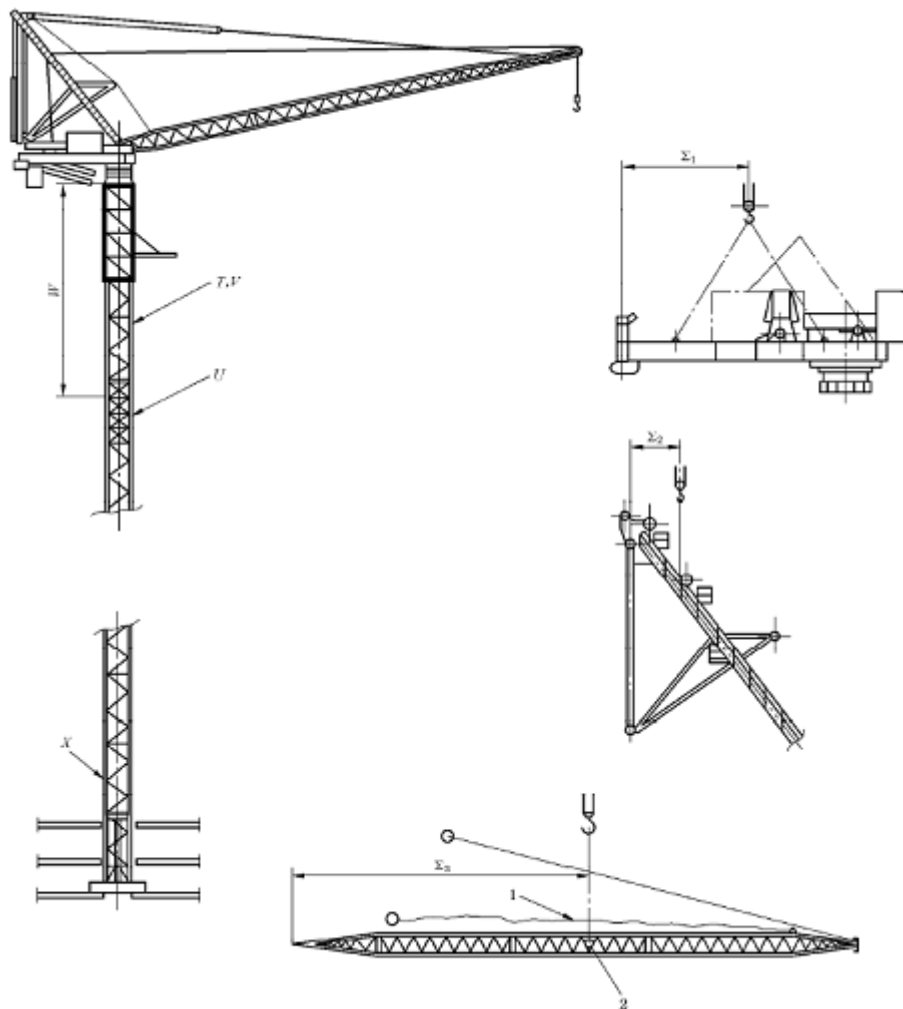


- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1— 基准面； | I— 塔身中心到障碍物的最小距离； |
| 2— 建筑物界线； | J— 轨距, 或基础宽度； |
| A— 最大幅度； | K— 轴距, 或基础长度； |
| B— 基准面以上吊钩最大起升高度； | L— 基础深度； |
| C— 基准面以下吊钩最大下降高度； | M— 最大独立塔身高度； |
| D— 最小幅度； | N— 第一道附着高度； |
| E— 塔顶顶部距基准面的最大垂直距离； | O— 附着间距； |
| F— 尾部回转半径； | P— 司机室侧边的最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

图 1 制造商应提供的塔机使用尺寸示例



24



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；

Σ— 装船或安装用零部件质量和重心标示图示。

图 3 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 试验环境温度应在-15℃ ~+40℃ 之间，风速不超过 8.3 m/s 。对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± 10 %。

6.1.3.4 参与塔机测试的司机及指挥人员应有相关的资执。

6.2 性能试验

6.2.1 质量、尺寸、参数测量

6.2.1.1 各零部件质量在总装前分别进行测定。

6.2.1.2 工作幅度、起升高度等尺寸参数在空载状态下测量。

6.2.1.3 侧向垂直度在最大独立安装高度、空载状态、臂架相对塔身 0° 和 90° 时分别沿臂架方向测量（见图 4），标尺贴靠在塔身结构中心的最低处和最高处，用经纬仪读出两处的值。侧向垂直度误差按式（2）计算。

$$\Delta L = \frac{|L_1 - L_2|}{\Delta H} \leq 4/1000 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

L1—上部测量点标尺读数，单位为毫米（mm）；

L2—下部测量点标尺读数，单位为毫米（mm）；

△H—两个测量点间的高度差，单位为毫米（mm）。

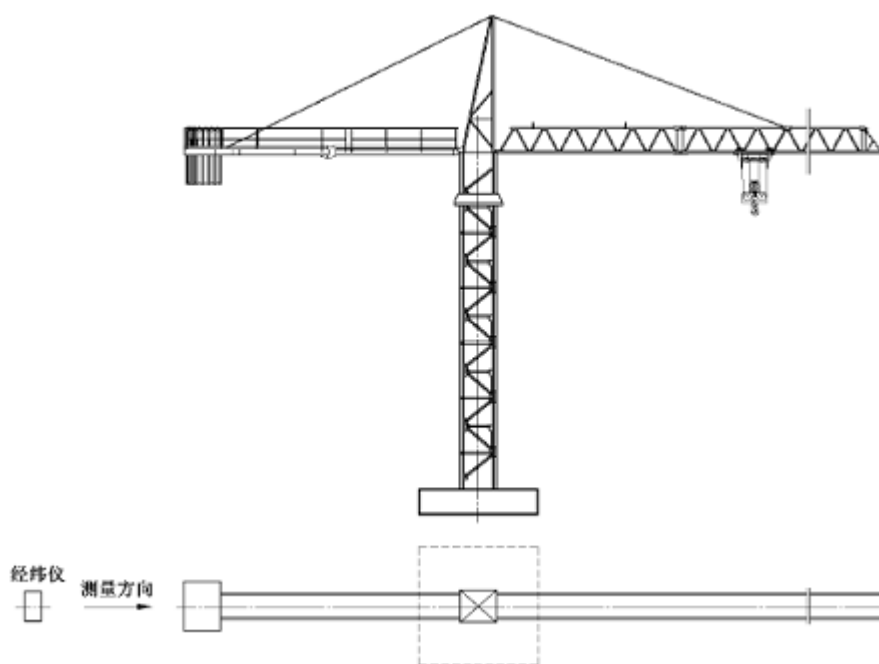


图 4 侧向垂直度测量方向示意图

6.2.1.4 标准节互换性通过任意抽取两节相同规格的标准节进行组装检查。

6.2.2 机构安全检查

采用目测等常规方法检查。

6.2.3 结构安全检查

采用目测等常规方法检查。

6.2.4 空载试验

塔机空载状态下，起升、回转、变幅、运行各动作的操作试验。检查：

- a) 操作系统、控制系统、联锁装置动作准确性和灵活性；
- b) 各行程限位器的动作准确性和可靠性；
- c) 各机构中无相对运动部位是否有漏油现象，有相对运动部位的渗漏情况，各机构运动的平稳性，是否有爬行、振动、冲击、过热、异常噪声等现象。

6.2.5 额定载荷试验

额定载荷试验按表 2 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。

6.2.6 110 %额定载荷动载试验

110 %额定载荷动载试验按表 3 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。

表 2 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			
最大额定起重量相应的最大幅度	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	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500mm左右，往返运行不小于20m	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
具有多档变速的起升机构，每档速度允许的额定起重量		——				测量每档工作速度
注 1：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。 注 2：对可变速的其他机构，应进行试验并测量各档工作速度。						

表 3 110 %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500mm左右，往返运行不小于20m	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%						

具有多档变速的起升机构，每档速度允许的额定起重量的110%		——	
注：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。			

6.2.7 125%额定载荷静载试验

125%额定载荷静载试验按表4进行。试验时臂架分别位于与塔身成0°和45°的两个方位。

表4 125%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%	起升额定载荷，离地100mm~200mm，停稳后，逐次加载至125%，测量载荷离地高度，停留10min钟后同一位置测量并比较	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
注1：试验时不允许对制动器进行调整； 注2：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。		

6.2.8 外观检查

目测检查。

6.2.9 电气系统试验和检查

常规方法进行试验和检查。

6.2.10 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10m，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20m以上距离。

试验完毕检查各部件，不应有损坏及异常现象。

6.2.11 安全装置试验

安全装置试验方法按附录D进行。

6.3 结构试验

结构试验方法按附录E进行。

6.4 可靠性试验

可靠性试验方法按附录F进行。

7 检验规则

7.1 分类

塔机检验分为型式检验、出厂检验和使用检查。

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；
- d) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求。

7.2.2 型式检验项目和合格判定见附录 G

7.3 出厂检验

7.3.1 产品交货，用户验收时应进行出厂检验（或称交收检验）。出厂检验通常在生产厂内进行，特殊情况可在供需双方协议地点进行。

7.3.2 出厂检验项目和合格判定见附录 G。出厂检验应提供检验报告。

7.4 使用检查

塔机在正常使用中应按规定进行检查，检查的内容、周期与要求按第 11 章规定进行。

7.5 抽样

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。

7.6 判定规则

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。

7.7 检验机构和人员

7.7.1 型式检验应由具有资质的检测机构完成，主检人员应有相关的资格证书

7.7.2 出厂检验应由制造商质检部门完成，需方认为有必要时可派有能力的工程师参与或委托有资质的检测机构完成。

8 信息标识

8.1 标识

8.1.1 制造商信息

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 额定能力信息

每台塔机均应有耐用且清晰的图表标牌，该标牌应固定在塔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 操纵装置和指示装置

所有操纵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 JG / T 5012 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 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、油缸均应卸去载荷，轮胎应适当充气。

9.3.2 长期贮存时，应定期洁理、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（以下简称雇主）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方法。
- 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。

其他参见 10.2、10.3 和第 11 章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:
 - 梯子连接螺栓;
 - 扶手,尤其是休息平台和检查平台的扶手;
 - 从地面到最低的梯子的下端或塔机底架的通道;
 - 从建筑物到塔机的通道。

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;
- b) 接受过对塔机安装拆卸人员进行管理的培训;

c) 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）不允许存放物料，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。

除非得到冶金专家的许可轨道不应焊接使用。

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。

10.3 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；

1) 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）：

- 在通电之前应检查电源与塔机设备性能的兼容性；
- 应提供电路保险或断路器；
- 应严格保证工作过程中不损坏、拖拽电缆；
- 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 H 描述了两种主要的爬升方式。

如附录 H 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讯设备进行检查，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 12m/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，应由有能力的人员（见 11.3.1）对塔机进行检验。检验应包括所有指示和限制装置。

检验应确认：塔机再安装正确，可安全使用。检验结果应详细记入报告中。

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。

高强度摩擦型螺栓副的重复使用应符合 JG/T 5057.40 的规定。

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

11.1 一般要求

为了塔机的工作安全，应保持塔机处于适当的工作状况。因此所有塔机均应进行使用检查，以使不安全的情况得以及时排除。指派人员应安排塔机的检查工作。

检查包括：

- 日常检查；
- 周期检查；
- 定期检查；
- 全面检查；
- 特殊检查。

注：当制造商给出与此部分不同的检查说明时，应参照制造商的说明进行检查。

11.2 日常检查

11.2.1 通则

日常检查应在每班开始工作前进行。包括目测检查（一般不需要拆卸）和功能测试。

日常检查应由具有该方面能力的人进行（如塔机司机）。

11.2.2 内容

日常检查至少应包括以下内容：

- a) 机构运转情况，尤其是制动器的动作情况（空载时）；
- b) 指示与限制装置的动作情况；
- c) 肉眼可见的明显缺陷，包括钢丝绳和钢结构。

11.2.3 结果

发现任何缺陷均应向指派人员报告。指派人员应根据缺陷严重程度作出塔机停用、维修、部分或整体检查、限制性使用等决定。

应查明缺陷产生的原因，并对缺陷进行分级。

应将结果及时记入设备档案（包括维修日期、处理方法等）。

11.3 周期检查

11.3.1 通则

周期检查包括目测检查（一般不需要拆卸）和功能测试。

周期检查应由有足够能力的人（如有经验的技师— 因职业经历和经验在塔机领域具有丰富的知识并受过专业训练的人员）执行。

11.3.2 内容

周期检查除 11.2.2 外还应包括以下内容：

- a) 润滑：油位、漏油、渗油；
- b) 液压装置：油位、漏油；
- c) 吊钩及防脱装置：可见的变形、裂纹、磨损；
- d) 钢丝绳：按 GB/T 5972 要求；
- e) 结合及连接处：目测检查锈蚀情况；
- f) 连接螺栓松动：用专用扳手检查，标准节连接螺栓松动时应特别注意接头处是否有裂纹；
- g) 销轴定位情况，尤其是臂架连接销轴；
- h) 接地电阻：按 5.5.5.9 ；
- i) 起重力矩与起重量的限制器：精度变化；
- j) 制动磨损：制动衬垫减薄、调整装置、噪音等；
- k) 液压软管：尤其在工作时弯曲的软管；
- l) 电气安装：状态、老化迹象、水气凝结；
- m) 基础及附着：状态变动。

11.3.3 检查周期

周期检查的周期应按塔机的实际使用情况和环境决定。至少：

- a) 项目 11.3.2a) — 11.3.2g) 每月检查一次；
- b) 项目 11.3.2h) — 11.3.2m) 每 6 个月检查一次和/或按制造商要求。

11.3.4 结果

发现任何缺陷均应向指派人员报告。指派人员应根据缺陷严重程度作出塔机停用、维修、部分或整体检查、限制性使用等决定。

应查明缺陷产生的原因，并对缺陷进行分级。

应将结果及时记入设备档案（包括维修日期、处理方法等）。

11.4 定期检查

11.4.1 通则

定期检查包括目测检查（一般不需要拆卸）和功能测试（空载和额定载荷）。

定期检查应由有足够能力的人（如有经验的技师）执行。检查人员应掌握的资料：

之前的检查报告；

可能获得的自动记录的运行数据(工作循环次数、时数、天数、负载等)，根据这些数据可判断塔机各零部件的服务时间。

11.4.2 内容

定期检查时零部件功能测试应按载荷最不利位置进行，除 11.3.2 外还包括以下内容：

- a) 核实塔机的标志和标牌。
- b) 核实使用说明书没有丢失。
- c) 核实保养记录。
- d) 核实部件、设备及钢结构。将塔机上安装的零部件与技术文件所列明细进行对比。
- e) 根据设备表象判断老化状况：
 - 传动装置或其零部件松动、漏油；
 - 重要零件（如电机、齿轮箱、制动器、卷筒）连接装置磨损或损坏；
 - 明显的异常噪音或振动；
 - 明显的异常温升；
 - 连接螺栓松动、裂纹或破损；
 - 制动衬垫磨损或损坏；
 - 可疑的锈蚀或污垢；
 - 电气安装处（电缆入口、电缆附属物）出现损坏；
 - 钢丝绳按 GB/T 5972 要求；
 - 吊钩按 GB 5144 。
- f) 额定载荷状态下的功能测试及运转情况：
 - 机械，尤其是制动器；
 - 安全装置。
- g) 金属结构：
 - 焊缝，尤其注意可疑的表面油漆龟裂；
 - 锈蚀；
 - 残余变形；
 - 裂缝。
- h) 基础与附着。

11.4.3 检查周期

塔机每年至少进行一次定期检查，每次重新安装后按定期检查要求进行检查。

对快装式塔机，在折叠或展开后只需按 11.4.2 中的 b)、c)、f)、g) 和 h) 项检查。

注 1：塔机拆卸后应进行必要的检查。

注 2：更换滑轮组或增加标准节不被认为是拆卸或重新安装。

11.4.4 结果

定期检查应提供检查报告。报告中应指出已检查的零部件以及遗留的缺陷。附录 I 提供了这种报告的示例。

报告应提供给指派人员。指派人员应根据缺陷严重程度作出塔机停用、维修、部分或整体检查、限制性使用等决定。

应查明缺陷产生的原因，并对缺陷进行分级。

应将结果及时记入设备档案（包括维修日期、处理方法等）。

11.5 全面检查

11.5.1 通则

全面检查是根据 11.5.3 周期内所做的详细检查。

全面检查应由有足够能力的人（如专业工程师—具有塔机设计、制造或维修经验、熟悉有关条例和标准的工程师）执行。检查人员应根据检查结果作出采取何种处理措施的判断。检查人员应掌握的资料：

- 之前的检查报告；
- 可能获得的自动记录的运行数据（工作循环次数、时数、天数、负载等），根据这些数据可判断，塔机各零部件的服务时间。

11.5.2 内容

全面检查至少应包括定期检查的所有内容。在考虑以下结果后，必要时可进行无损检测和 / 或解体检查：

- 之前的检查内容和结果（包括日常、周期、定期检查）；
- 目前的测试结果；
- 目前的目测结果。

在解体检查时，应特别小心遵循维护保养说明要求进行，防止误操作。维护保养说明书中未说明时，应与塔机制造商或部件制造商联系寻求帮助。

全面检查过程中应特别注意以下情况：

- 振动；
- 异常噪音或温升；
- 整机或部件状况差：变形、锈蚀、磨损等；
- 机械设备的完整性，电机和齿轮箱、栏杆扶手、滑轮、轴；
- 制动器；
- 接头、螺栓、销轴。

11.5.3 检查周期

11.5.3.1 使用情况无自动记录的塔机或部件的检查周期

对塔机整机或部件的全面检查应根据塔机的使用频度、载荷状况确定，至少应符合如下的时间要求：

- 第 4 年时；
- 第 8 年时；
- 第 10 年时；
- 第 10 年以后每年全面检查一次

11.5.3.2 使用情况有自动记录的塔机或部件的检查周期

按制造商使用说明书中规定的周期。考虑设备闲置、贮存同样会对设备造成损伤，应至少按 11.5.3.1 的周期进行全面检查。

制造商应对使用说明书规定的全面检查周期计算方法进行说明（累积或重新计算）。

11.5.4 结果

全面检查报告应包括专业工程师的检查结果和检查结论及建议，还应包括下一次全面检查的时间。附录 I 提供了这种报告的示例。

应查明缺陷产生的原因，并对缺陷进行分级。

应将结果及时记入设备档案（包括维修日期、处理方法等）。

11.6 特殊检查

11.6.1 通则

发生以下情况后应进行特殊检查：

- a) 不可预见的环境，如：
 - 极端天气状况（暴风雨等）；
 - 7 度裂度及以上地震；
 - 超载、碰撞或基础被扰动。
- b) 改造后，如：增加额定能力、更换机构、改变控制位置、更换供电、改变承载结构设计、在承载结构上进行焊接、控制系统改造或改变与利用等级和载荷谱有关的使用条件。

检查应由有能力的人员（有经验的技师或专业工程师）按其应有的状态进行确认。

11.6.2 内容

特殊检查的内容应与发生的事故或改造内容相适应。

附录 A （资料性附录）影响脆性破坏因素评价和钢材质量组别的选择

本附录给出了对影响脆性破坏因素进行评价，及根据评价结果选择材料组别的方法，以保证塔机结构材料抗脆性破坏的安全性。

A.1 对影响脆性破坏因素的评价

在塔机金属结构中，导致构件材料发生脆性破坏的重要影响因素有：

- 纵向残余拉伸应力与自重载荷引起的纵向拉伸应力的联合作用；
- 构件材料的厚度；
- 工作环境湍度。

A. 1. 1 纵向残余拉伸应力与自重载荷引起的纵向拉伸应力的联合作用的影响

自重载荷引起的纵向拉伸应力 σ_G 与焊接纵向残余拉伸应力的联合作用，见图 A1 所示。

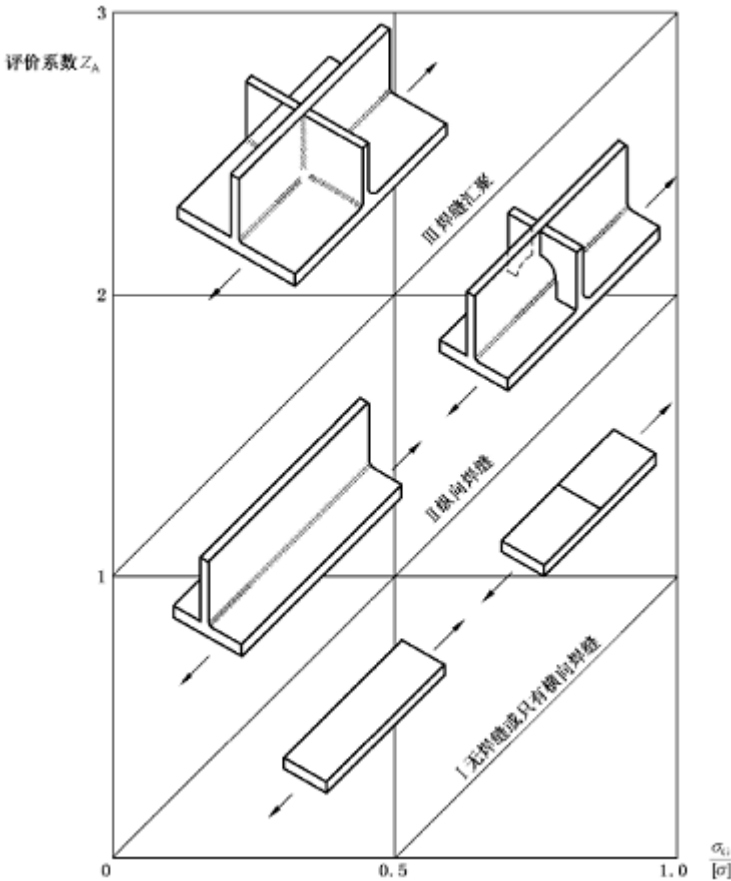


图 A. 1 焊缝类型

I 类焊缝：无焊缝或只有纵向焊缝，脆性破坏的危险性小。当自重等永久载荷引起的结构构件纵向拉伸应力 σ_G 与许用拉伸应力 $[\sigma]$ 之比 $\sigma_G / [\sigma] > 0.5$ 时，才考虑此因素对脆性破坏的影响。评价系数 Z_A 按式 (A. 1) 计算。

$$Z_A = \frac{\sigma_G}{0.5[\sigma]} - 1 \quad \text{--- (A.1)}$$

II 类焊缝：只有纵向焊缝的结构，脆性破坏的危险性增加。评价系数 Z_A 按式 (A. 2) 计算。

$$Z_A = \frac{\sigma_G}{0.5[\sigma]} \quad \text{--- (A.2)}$$

III 类焊缝：焊缝汇集，高度应力集中，脆性破坏的危险性最大，评价系数 Z_A 按式 (A. 3) 计算。

$$Z_A = \frac{\sigma_G}{0.5[\sigma]} + 1 \quad \text{--- (A.3)}$$

在有条件时，宜对 III 类焊缝进行消除残余应力的热处理（温度宜为 $600^\circ\text{C} \sim 650^\circ\text{C}$ ），处理后可视为 I 类焊缝选取钢材组别。

A. 1. 2 构件材料厚度的影响

构件材料的厚度越大，脆性破坏的危险性也越大。当 $5\text{ mm} < \delta \leq 20\text{ mm}$ 时，评价系数 ZB 按式 (A.4) 计算。当 $20\text{ mm} < \delta \leq 100\text{ mm}$ 时，评价系数 ZB 按式 (A.5) 计算。

$$Z_B = \frac{9}{2500} \delta^2 \quad (A.4)$$

$$Z_B = 0.65 \sqrt{\delta - 14.51} - 0.05 \quad (A.5)$$

式中：

δ — 构件材料厚度，单位为毫米 (mm)。

对轧制型材和矩形截面用假想厚度 δ' 来进行评价， δ' 按下述规定确定：

a) 对轧制型材：

1) 对圆截面 (直径为 d)： $\delta' = d/1.8$

2) 对方截面 (边长为 a)： $\delta' = a/1.8$

b) 对截面长边为 b 、短边为 c 的矩形截面：

1) 当两边之比 $b/c \leq 1.8$ 时： $\delta' = c/1.8$

2) 当两边之比 $b/c > 1.8$ 时： $\delta' = c$

A.1.3 工作环境温度的影响

塔机的工作环境温度取为塔机使用地点的年最低日平均温度。当塔机结构的工作环境温度在 0°C 以下时，随着温度的降低，材料脆性破坏的危险性越来越大。在 $-30^\circ\text{C} \sim 0^\circ\text{C}$ 间时，评价系数 Zc 按式 (A.6) 计算。在 $-30^\circ\text{C} \sim -55^\circ\text{C}$ 间时，评价系数 Zc 按式 (A.7) 计算。

$$Z_C = \frac{6}{1600} T^2 \quad (A.6)$$

$$Z_C = \frac{-1.25T - 33.75}{10} \quad (A.7)$$

式中：

T — 塔机结构的工作环境温度，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)。

A.2 钢材质量组别的确定

采用综合评价法，将评价系数 ZA、ZB、Zc 相加，由表 A.1 查选所要求的钢材质量组别。表 A.2 给出了各质量组别对应的钢材牌号及相应的冲击韧性值。

表 A.1 与总评价系数有关的钢材质量组别的划分

总评价系数 $\sum Z = Z_A + Z_B + Z_C$	与表 A.2 对应的钢材质量组别
≤ 2	1
≤ 4	2
≤ 8	3
≤ 16	4

表 A.2 钢材质量组别及钢材牌号

钢材质量组别	冲击韧性 A_{KV}	冲击韧性的试验温度， $^\circ\text{C}$	钢材牌号	国家标准

1	—	—	Q235A	GB/T700
			Q345A Q390A	GB/T1591
2	≥ 27	+20℃	Q235B	GB/T700
	≥ 34		Q345B Q390B	GB/T1591
3	≥ 27	0℃	Q235C	GB/T700
	≥ 34		Q345C Q390C Q420C	GB/T1591
4	≥ 27	-20℃	Q235D	GB/T700
	≥ 34		Q345D Q390D Q420D Q460C Q460D	GB/T1591

附录 B（规范性附录）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（针对交叉安装塔机）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

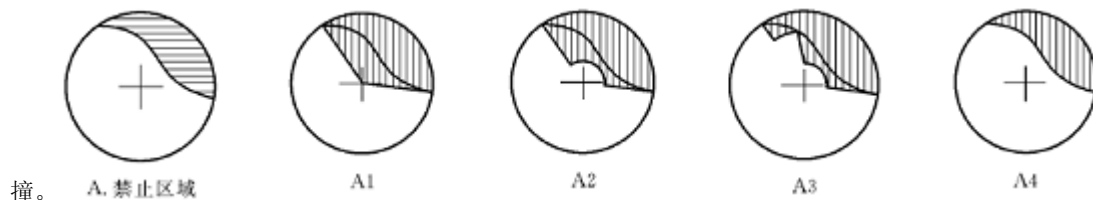
指示信号应在塔机司机的视野范围内。指示信号可使用信号灯、仪表盘或屏幕显示。

B.5 使用说明

B.5.1 塔机安装的说明（见图 B.1）

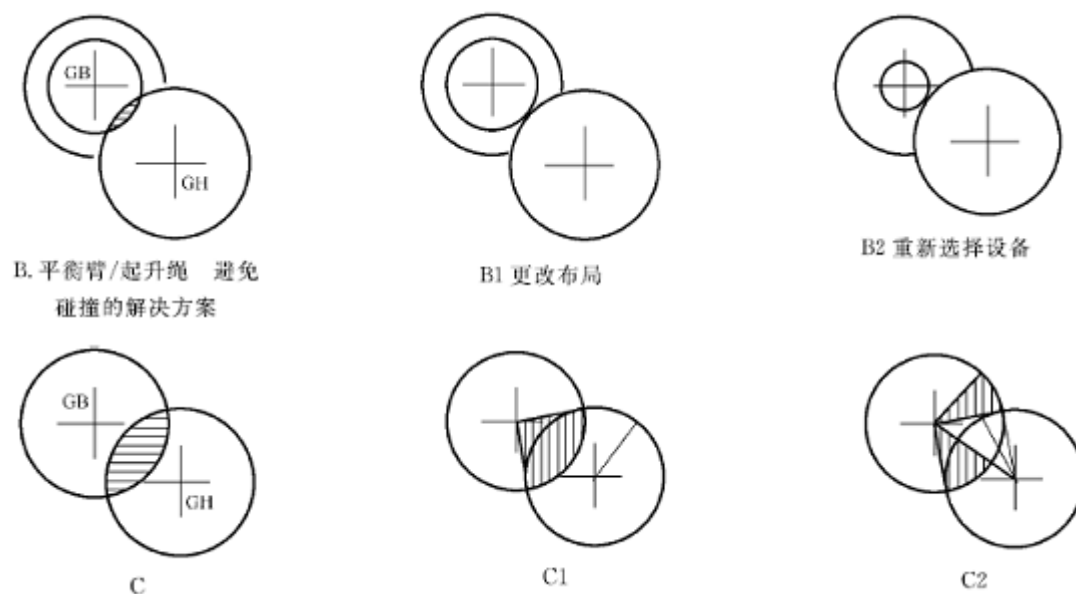
B.5.1.1 提醒塔机安装人员/司机以避免下列危险：

- 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。



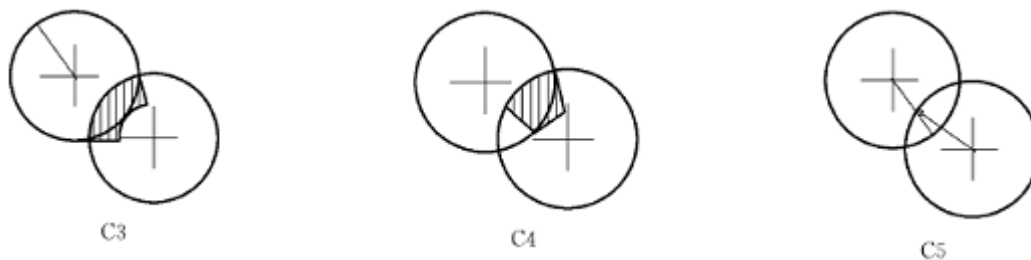
A1 禁止接近扇形区域；A2 禁止接近环形区域；

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



通过禁止低位塔机接近特定区域：

CI 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



禁止接近区域

GH : 高位塔机

GB : 低位塔机

图 B.1 交叉安装示例和可能的解决方案

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. 3b)]。

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. 3c)]。

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。

附 录 C
(资料性附录)
订购塔机时制造商应提供的资料

供货单或订货单格式*	
公司名称:	
公司地址:	
联系人:	
联系电话:	
塔机安装地:	
塔机的型号及名称:	数量:
产品设计标准: 产品制造标准:	
额定起重能力:(需要时应单独提供幅度-起重量列表) 主起升: 起升倍率 最大起重量及其相应幅度: _____ t 幅度为: _____ m 最大幅度及其相应起重量: _____ m 起重量为: _____ t	
副起升(需要时): 起升倍率 最大起重量及其相应幅度: _____ t 幅度为: _____ m 最大幅度及其相应起重量: _____ m 起重量为: _____ t	
起升高度	
水平臂(见图 1 示例)	动臂(见图 2 示例)
主起升: 起升倍率 在基准面以上: _____ m 在基准面以下: _____ m	
副起升(需要时): 起升倍率 在基准面以上: _____ m 在基准面以下: _____ m	
操作方式: 司机室固定联动台 有线遥控 无线遥控	
工作速度	
正常速度 主起升: _____ m/min 副起升: _____ m/min 大车行走: _____ m/min 小车变幅: _____ m/min 动臂变幅(全程变幅时间): _____ min	慢降速度(如有时) _____ m/min _____ m/min _____ m/min _____ m/min
钢丝绳型式、规格及长度: 主起升: 副起升: 变幅(小车/动臂):	

表 (续)

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	
^a 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_o 处以正常工作速度起升额定起重量 Q_o ，力矩限制器不应动作，能够正常起升。载荷落地，加载至 110 % Q_o 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 $R_o.7$ 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 及 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 1m 左右，慢速变幅至 $R_m - 1.1 R_m$ 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 $R_m - 1.1 R_m$ 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 $R_o.5$ 、0.8 $R_o.5$ 及 1.1 $R_o.5$ 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 显示装置显示精度试验

D.3.1 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.3.2 幅度显示精度试验

空载状态下，取最大工作幅度的 30 % ($R_o.3$)、60 % ($R_o.6$)、90 % ($R_o.9$)，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 $R_o.3$ 实、 $R_o.6$ 实、 $R_o.9$ 实，读取显示器相应显示幅度 $R_o.3$ 显、 $R_o.6$ 显、 $R_o.9$ 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。

$$\Delta R = \frac{|R_{\text{实}} - R_{\text{显}}|}{R_{\text{实}}} \times 100\% \leq 5\% \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

ΔR — 幅度显示精度；

R 实 — 三次实际幅度的算术平均值，单位为米 (m)；

R 显 — 对应的三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 % ($Q_o.3$)、60 % ($Q_o.6$)、90 % ($Q_o.9$)，读取相应的显示起重量 $Q'_{o.3}$ 、 $Q'_{o.6}$ 、 $Q'_{o.9}$ ，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。

$$\Delta Q = \frac{|Q - Q'|}{Q} \times 100\% \leq 5\% \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

式中：

ΔQ — 起重量显示精度；

Q — 三次实际起重量的算术平均值，单位为千克（kg）；

Q' — 对应的三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。

$$\Delta M = \frac{|M - M'|}{M} \times 100\% \leq 5\% \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

式中：

ΔM — 起重力矩显示精度；

M' — 三次显示起重力矩的算术平均值，单位为千牛米（ $kN \cdot m$ ）；

M — 对应的三次实际起重力矩的算术平均值，单位为千牛米（ $kN \cdot m$ ）

M 按式（D.4）计算。

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

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。

附录 E （规范性附录）结构试验方法

E.1 结构应力测试

E.1.1 测试工况及载荷

E.1.1 结构应力测试的工况和载荷见表 E.1 。

表 E.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	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

	置				
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
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”。					

E.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。

E.1.1.3 在加载和测试过程中，回转机构或转台应制动或锁死在规定的位置上。

E.1.2 测试点的规定

E.1.2.1 应力测试点的选择

E.1.1.1.1 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。

E.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。

E.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。

E.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，则必须贴上由三个应变片组成的应变花，关于应变花的数据处理见

E.1.4.3。

E.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。

E.1.3 试验程序

E.1.3.1 检查和调整样机，使之处于正常工作状态。

E.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。

E.1.3.3 测量消除自重影响的应变片基准 ε_0 。

E.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 E.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。

E.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 E.1 规定进行加载。其幅度允差不大于±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

E.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±0.03 σ_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。

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

E.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。

E.1.3.9 测试数据、观察到的现象和说明应随时纪录。

E.1.4 应力测试的数据处理和安全判别方法

E.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（E.1）计算。

$$\sigma_1 = E(\varepsilon_1 - \varepsilon_0) \dots\dots\dots (E.1)$$

负载应力 σ_2 按式（E.2）计算。

$$\sigma_2 = E(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \dots\dots\dots (E.2)$$

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。

E.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（E.3）计算。

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

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。

E.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（E.4）计算。

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

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（E.5）、（E.6）计算。

$$\sigma_x = E(\varepsilon_x + \mu \varepsilon_y) / (1 - \mu^2) \dots\dots\dots (E.5)$$

$$\sigma_y = E(\varepsilon_y + \mu \varepsilon_x) / (1 - \mu^2) \dots\dots\dots (E.6)$$

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, 可用应变花测得三个方向的线应变。当量单向应力按式 (E. 7) 计算。

$$\sigma' = \frac{E}{2} \left[\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{1 - \mu} + \frac{2}{1 + \mu} \sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_2)^2} \right] \quad (\text{E. 7})$$

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 E. 1。

图 E. 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 (E. 8) 计算。

$$\sigma_x = E \varepsilon_x \dots \dots \dots (\text{E. 8})$$

E. 1. 4. 4 测试应力值的安全判别方法

E. 1. 4. 4. 1 一般要求

根据表 E. 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 E. 2。超载工作状况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 E. 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

E. 1. 4. 4. 2 I 类— 均匀应力区

安全系数按式 (E. 9) 计算。

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

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 相当于 σ_{\max} ; 脆性材料 σ_r 相当于 σ_x), 单位为兆帕 (MPa);

σ_s — 材料屈服极限, 单位为兆帕 (MPa);

n_I — 安全系数。

E. 1. 4. 4. 3 II 类— 应力集中区

安全系数按式 (E. 10) 计算。

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

式中:

n_{II} — 安全系数。

E. 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 (E. 11) 计算。

$$n_{III} = 1 / [\sigma_s / \sigma_c + (\sigma_m - \sigma_s) / \sigma_s] \dots \dots \dots (\text{E. 11})$$

式中:

$\sigma_{\text{中}}$ —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);

$\sigma_{\text{大}}$ —压杆被测截面上最大的计算压应力, 单位为兆帕 (MPa);

σ_{E} —受压杆发生屈曲的临界应力, 单位为兆帕 (MPa);

n_0 —安全系数。

对于 σ_{E} 的计算如下:

a) 当欧拉临界应力低于比例极限时, 按式 (E. 12) 计算。

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

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 (E. 13) 计算。

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

E. 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。

E. 2 臂根铰点位移测量

臂根铰点位移测量工况和载荷见表 E. 1 。以额定载荷工况进行判定, 变位限制值见 5. 2. 4 。

E. 3 结构动特性测试

E. 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。

E. 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。

E. 3. 3 对动特性的限制如下:

a) 按 E. 3. 1 中 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小于 0. 2g 。

E. 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, 并作出分析意见。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, 作出结构是否可正常工作的明确结论。

附录 F (规范性附录) 可靠性试验方法

F. 1 试验方法

F. 1. 1 预备试验

在可靠性试验前，应进行三个作业循环的空载预备试验。预备试验的一个作业循环为：吊钩起升到最大起升高度位置，再下降到离地面约 500mm — 1500mm 处，上升下降过程中各进行一至两次制动；塔机往返运行各 20 m ；在工作全幅度范围内往返变幅各一次；左右转 180° 以上各一次。

试验中各机构动作应平稳、灵活、无异常现象。

F.1.2 整机可靠性试验

F.1.2.1 塔机可靠性试验的循环次数和试验工况见表F.1和表F.2。

表 F.1 工作机构循环次数

塔式起重机工作级别	工作机构	规定循环次数 (M)
A1~A4	起升机构、回转机构	5000
	小车变幅机构	3000
	动臂变幅机构	500
	运行机构	1200
A5~A6	起升机构、回转机构	11000
	小车变幅机构	5000
	动臂变幅机构	500
	运行机构	1600

表 F.2 试验工况

序号	试验工况	一个作业循环的内容		循环次数
1	最大额定起重量，相应的最大幅度和额定工作速度	起升和回转同时动作	1. 试验载荷由地面起升至最大高度，上升中进行一至两次的正常制动；载荷下降至离地合适高度，下降中进行一至两次的正常制动；其中载荷起升离地至合适高度时，开始向左右各回转 180°，回转动作不受起升制动的影响； 2. 在工作幅度以内往返变幅各一次； 3. 塔机往返运行各 20m； 4. 载荷下降放在地面上。	M×15%
		起升和变幅同时动作	1. 试验载荷由地面起升至最大高度，上升中进行一至两次的正常制动；载荷下降至离地合适高度，下降中进行一至两次的正常制动；其中载荷起升离地至合适高度时，开始在工作幅度以内往返变幅各一次，变幅动作不受起升制动的影响； 2. 向左右各转 180°； 3. 塔机往返运行各 20m； 4. 载荷下降放在地面上。	

表 F.2 (续)

序号	试验工况	一个作业循环的内容		循环次数
2	最大幅度相应的额定起重量和额定工作速度	起升和回转同时动作	1. 试验载荷由地面起升至最大高度，上升中进行一至两次的正常制动；载荷下降至离地合适高度，下降中进行一至两次的正常制动；其中载荷	M×17.5%

作

			起升离地至合适高度时，开始向左右各回转 180°，回转动作不受起升制动的影响； 2. 在工作幅度以内往返变幅各一次； 3. 塔机往返运行各 20m； 4. 载荷下降放在地面上。	
		起升和变幅同时动作	1. 试验载荷由地面起升至最大高度，上升中进行一至两次的正常制动；载荷下降至离地合适高度，下降中进行一至两次的正常制动；其中载荷起升离地至合适高度时，开始在工作幅度以内往返变幅各一次，变幅动作不受起升制动的影响； 2. 向左右各转 180°； 3. 塔机往返运行各 20m； 4. 载荷下降放在地面上。	
3	在上两个幅度中间幅度处，相应的额定起重量和额定工作速度	起升和回转同时动作	1. 试验载荷由地面起升至最大高度，上升中进行一至两次的正常制动；载荷下降至离地合适高度，下降中进行一至两次的正常制动；其中载荷起升离地至合适高度时，开始向左右各回转 180°，回转动作不受起升制动的影响； 2. 在工作幅度以内往返变幅各一次； 3. 塔机往返运行各 20m； 4. 载荷下降放在地面上。	M×35%
		起升和变幅同时动作	1. 试验载荷由地面起升至最大高度，上升中进行一至两次的正常制动；载荷下降至离地合适高度，下降中进行一至两次的正常制动；其中载荷起升离地至合适高度时，开始在工作幅度以内往返变幅各一次，变幅动作不受起升制动的影响； 2. 向左右各转 180°； 3. 塔机往返运行各 20m； 4. 载荷下降放在地面上。	

对于不能进行带载变幅的塔式起重机，不进行表 F.2 中规定的变幅试验，变幅机构按表 F.1 所规定的循环次数单独试验；试验时吊钩以额定变幅速度由最大幅度至最小幅度，再由最小幅度至最大幅度为一个作业循环。

F.1.2.2 在试验循环内，制动后再起升时吊重砝码不应有明显的下滑现象。

F.1.2.3 相邻两次起重作业循环中，回转运动应按不同的方向进行。

F.1.2.4 当某工作机构的试验循环次数达到表 F.1 规定值时，以后的试验中可不进行该机构的作业循环。

F.1.2.5 在按表 F.2 工况进行两个机构的同时动作时，出现一个机构先完成规定的动作时，要等另一个机构也完成规定的动作后，再按顺序进行下一个动作

F.2 试验结论

F.2.1 可靠度

可靠度按式 (F.1) 计算。

$$K = \frac{T_1}{T_1 + T_2 + T_3} \times 100\% \dots\dots\dots (F.1)$$

式中：

K—可靠度；

To—总作业时间，可靠性试验期内实际作业累计时间，单位为小时（h）；

T1—总的修复时间，见 F. 4，单位为小时（h）；

T2—总的维修时间，按技术操作程序对产品进行维修保养所需的时间，单位为小时（h）；

F. 2. 2 平均无故障时间

平均无故障时间按式（F. 2）计算。

$$MTBF = \frac{T_1}{N} \dots\dots\dots (F. 2)$$

式中：

MTBF—平均无故障时间，单位：小时（h）；

N—在可靠性试验总作业时间内出现的当量故障数，按 F. 4 进行分类与统计（当 N<1 时，按 N=1 计） F. 2. 3 首次无故障工作时间

为累计当量故障次数 N 达到 1 时的工作时间，用 TF 表示，单位为小时。

F. 2. 4 可靠性评定

塔机可靠性指标为：K≥85 % ； MTBF ≥0. 25To ； TF ≥150 。

F. 3 试验报告

试验结束后，编写可靠性试验报告. 试验报告应包括下列内容：

- a) 试验报告名称；
- b) 试验任务来源；
- c) 试验依据和目的；
- d) 试验样机的型号、编号、出厂日期、制造商及主要性能参数；
- e) 试验概况（包括试验起止时间、地点、气候、环境、场地、工作方式等）；
- f) 试验设备和仪器；
- g) 试验记录表格；
- h) 试验内容和各项数据的统计；
- i) 试验结果；
- j) 试验结果的评定意见；
- k) 试验的主检、审核及批准人员签字、日期。

F. 4 故障与统计

F. 4. 1 故障

指在可靠性试验中，塔机丧失规定功能的现象。

F. 4. 2 故障分类

根据故障的性质和危险程度将故障分为四类，见表 F. 3 。

F. 4. 3 故障统计原则

- a) 同时发生的故障有因果关系的，只当作一次故障，其故障类别按其中严重者确定，但同时发生的故障应记入记录表中；无因果关系的，要分别计算故障。
- b) 排除故障期间发现的同一部分的另一故障与正在排除的故障一起被认为是同一故障。
- c) 试验期间内，不必停车或停车稍作处理即可排除的故障（如非主要部件紧固件的松动等），不作故障处理。
- d) 按使用说明书规定更换易损零件，不作故障处理，但应计入保养时间。

e) 故障次数计算采用累计当量故障次数算法, 按式 (F.3) 计算。

$$N = \sum_{i=1}^4 \varepsilon_i n_i \dots\dots\dots (F.3)$$

式中:

ε_i — 第 i 级故障的危害度系数, 见表 F.3 ;

n_i — 第 i 级故障发生的次数.

F.4.4 修复时间

F.4.4.1 修复时间是从样机发生故障到恢复规定功能所需的时间。下列时间不计入修复时间:

- a) 由于明显的外界原因或其他不可抗拒的原因引起的停机时间;
- b) 每日预防性保养和检查时间;
- c) 属于分析故障原因的专门技术研究和检查时间。

F.4.4.2 参加修复的人员限 3 名, 人员增加时, 按人时折算, 如 6 人修理 1 h , 按 2 h 计算。

表 F.3

故障级别	故障分类	故障特征	故障举例	故障危害度系数. ε
1	致命故障	导致或可能导致人身伤亡, 产品严重损坏造成重大经济损失 或对周围环境造成严重损害	1. 电器绝缘小不良, 电器设备漏电; 2. 安全装置失效引起的主要零部件破坏或倒塔; 3. 构件损坏导致物品脱落; 4. 臂架拉杆(拉索)或平衡臂拉杆(拉索)拉断; 5. 非明显的外部原因或其他不可抗拒的原因引起的倒塔	10
2	严重故障	导致样机主要零部件损坏 或基本性能显著下降, 不能用 随车工具和备用易损件排除	1. 重量限制器、力矩限制器和各种限位开关失灵; 2. 大车行走轮、水平导轮或轮缘破坏; 3. 主要结构件焊缝开裂或结构产生永久变形; 4. 机构驱动电机烧坏; 5. 机构传动件破坏, 减速器壳体开裂;	2.5

			6. 回转支承卡阻； 7. 塔身、回转支承、塔顶、回转塔身等主要 结构件连接件破坏； 8. 起升绳或变幅绳断股； 9. 机构制动系统失灵； 10. 变幅小车脱离运行轨道； 11. 漏油严重，影响工作	
--	--	--	---	--

表 F.3 （续）

故障级别	故障分类	故障特征	故障举例	故障危害度, 系数. ε
3	一般故障	造成停车或作业能力下降, 用随车工具和易损备件能现场修复	1. 机构变速箱或支架紧固螺栓松动； 2. 传动皮带或链条损坏，但不引起重物 跌落； 3. 非主要受力销轴、键破坏； 4. 报警信号失灵； 5. 接触器、继电器、碳刷、集电环等电器 元件接触不良或粘连； 6. 回转支承、各机构减速机有异常的 响声； 7. 轴承、轴承壳或其他机构过热	0.8
4	轻微故障	对产品性能稍有影响或几乎没有影响的，不需要更换零件，并用随机工具能轻易（40 min）排除	1. 电器系统中的熔断器烧断或脱落； 2. 故障灯、探照灯、风速仪信号损坏； 3. 工作电笛不响； 4. 操作机构费力； 5. 箱体渗油 > 15cm ²	0.1

附录 G （规范性附录）塔式起重机检验项目及判定

塔机检验时，按表 G.1 确定缺陷等级及各项检验是否合格。送检样机按表 G.2 判定是否合格。

表 G.1 检验项目表

序号	检验项目	要求	缺陷等级	检验类别	备注
----	------	----	------	------	----

				致命	严重	一般	型式	出厂	
1	技术 资料	设计图纸	完整	△			○		
		计算书或资料来源证明	具有	△			○		
		基础及附着设计资料	具有	△			○	○	
		使用说明书	具有	△			○	○	
		部件清单	具有		△		○	○	
		法规要求的文件	具有	△			○	○	
2	信息 标 牌	标识	8.1		△		○	○	
		司机操作信息	8.2		△		○	○	
		警告信息	8.3		△		○	○	
		设备信息	8.4		△		○	○	
3	质量 尺寸 参数	回转部分部件重量允差	±2%		△		○		
		压重重量允差	±2%		△		○		
		最大幅度允差	5.2.3			△	○		空载
		最小幅度允差	5.2.3			△	○		空载
		最小幅度时起升高度	5.2.3			△	○		空载
		最大幅度时起升高度（动臂变幅塔机）	5.2.3			△	○		空载
		尾部回转半径	5.2.3			△	○		
		固定式塔机的支腿跨距	5.2.3		△		○	○	
		轨道运行式塔机的轨距	5.2.3			△	○	○	
		整体拖运外形尺寸	5.2.3			△	○		
		塔身轴线侧向垂直度	5.2.3	△			○	○	
		标准节互换性	5.3.3 <, /SPAN>	△			○	○	
4	结构	梯子、扶手和护圈	GB5144		△		○	○	
	安全	平台、走道、踢脚板和栏杆	GB5144		△		○	○	
	防护	结构表面	5.3.5		△		○	○	

表 G.1（续）

序号	检验项目			要求	缺陷等级			检验类别		备注
					致命	严重	一般	型式	出厂	
5	机构 安全	主起 升机 构/副 起升 机构	卷筒凸缘高度	5.4.1.7.2		△		○	○	按说明书中最大容绳量计
			制动器防护	5.4.1.4.1			△	○	○	
		动臂 变幅 机构	卷筒凸缘高度	5.4.1.7.3		△		○	○	按仰角达到最小角度状态时容绳量计
			制动器防护	5.4.1.4.1			△	○	○	
			附加制动器	5.4.1.4.3	△			○	○	
		小车	制动器防护	5.4.1.4.1			△	○	○	

		变幅机构	轮缘/水平导向轮	5.4.1.4.4		△		○	○	
			卷筒绳槽	5.4.1.7.4		△		○	○	
		运行机构	驱动 数量	5.4.1.1.4		△		○	○	
			支承失效防护	5.4.1.6.3	△			○	○	
		回转机构	非工作状态要求	5.4.1.4.6	△			○	○	
			传动零件	5.4.1.6.4	△			○	○	
6	电 气	吊钩	防脱钩装置	设有		△		○	○	
		电机保护		5.5.5.1		△		○	○	
		线路保护		5.5.5.2	△			○	○	
		错相与缺相保护		5.5.5.3	△			○	○	
		零位保护		5.5.5.4	△			○	○	
		失压保护		5.5.5.5	△			○	○	
		紧急停止		5.5.5.6	△			○	○	
		预减速保护		5.5.5.7			△	○	○	
		超速开关		5.5.5.8	△			○	○	
		避雷保护		5.5.5.9	△			○	○	
		绝缘		5.5.3.7	△			○	○	
7	空载试验	运转情况		正常	△			○	○	
		操纵情况		灵活、可靠	△			○	○	
8	额定载荷试验	运转情况		正常	△			○	○	
		操纵情况		灵活、可靠	△			○	○	
		主起升机构速度允差		±5%		△		○		
		副起升机构速度允差		±5%		△		○		
		回转速度允差		±5%		△		○		
		变幅速度允差		±, 5%		△		○		

表 G.1 (续)

序号	检验项目		要求	缺陷等级			检验类别		备注
				致命	严重	一般	型式	出厂	
8	额定载荷试验	运行速度允差	±5%			△	○		
		慢降速度允差	±10%			△	○		配有时
		司机室噪声, dB(A)	≤80		△		○	○	
		主起升机构噪声, dB(A)	≤90		△		○	○	
		副起升机构噪声, dB(A)	≤90		△		○	○	
		关键零、部件损坏 ^a	无	△			○	○	
9	110%动载试验	运转情况	正常		△		○	○	
		操纵情况	灵活、可靠		△		○	○	
		关键零、部件损坏	无	△			○	○	
		起升时先溜后升	无	△			○	○	
		小车滑移(小车变幅)	无	△			○	○	
		臂架滑降(动臂变幅)	无	△			○	○	
10	125%	受力杆件永久变形	无	△			○	○	

	静载试验	焊缝裂纹	无	△			○	○	
		关键零、部件损坏	无	△			○	○	
		吊钩下滑	无		△		○	○	
		小车滑移（小车变幅）	无		△		○	○	
		臂架升降（动臂变幅）	无	△			○	○	
11	外观质量	焊缝	JG/T5082.1				○	○	
		连接件表面处理	5.2.6.2			△	○	○	
		结构件表面涂装	无脱皮、无气泡、无皱皮、无漏涂			△	○	○	
		铸、锻件表面质量	无结疤、无夹渣、无夹层、无裂纹			△	○	○	
12	连续作业试验	紧固件	无松动		△,		○	○	
		齿轮减速器温升	≤35℃			△	○	○	
		蜗杆减速器温升	≤60℃			△	○	○	
		箱体渗油	≤15 cm ²			△	○	○	
		关键零、部件损坏	无	△			○	○	

表 G.1（续）

序号	检验项目		要求	缺陷等级			检验类别		备注
				致命	严重	一般	型式	出厂	
13	安全装置	行程限位器	5.6	△			○	○	
		起重力矩限制器	5.6	△			○	○	
		起重量限制器	5.6	△			○	○	
		抗风防滑装置	5.6	△			○	○	大车运行
		缓冲器、止挡装置	5.6	△			○	○	大车运行和小车变幅
		报警装置	5.6		△		○	○	
		显示记录装置	5.6	<, /TD>	△		○	○	
		幅度限制装置	5.6	△			○	○	动臂变幅
		变幅断绳保护	5.6	△			○	○	小车变幅
		小车防坠落装置	5.6 和 5.4.1.4.4	△			○	○	小车变幅
		钢丝绳防脱 装置	5.6		△		○	○	
		爬升装置防脱功能	5.6		△		○	○	
14	结构试验	按附录 E 进行		△			○		
15	可靠性试验	按附录 F 进行		△			○		见 5.2.5
注 1: △——指明不合格项目所属缺陷等级;									
注 2: ○——指明该检项目。									
a 包括臂架、塔顶、平衡臂、拉杆、小车、塔身及其连接, 钢丝绳、机构零部件。									

表 G.2 样机检验判定

缺陷等级	缺陷数量及组合			
	1	2	3	4
致命	1	0	0	0
严重	0	2	1	0
一般	0	0	3	6
注 1：型式检验时，在四种组合中，任一组合的判定数被达到，样机即判定为不合格。 注 2：出厂检验时不允许有致命和严重缺陷，一般缺陷由制造商与用户协商。 注 3：重复的检验项目其故障只计算一次。				

附录 H （资料性附录）塔机爬升操作

H.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 H.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 H.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。

H.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油缸系统组成。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，爬升油缸的支腿在塔身的顶升支撑点上 [见图 H.1b)]。
- b) 通过塔机本身将一个标准节提起并放到爬升架上[图 H.1c)]。然后通过配平使塔机上部结构相对爬升油缸中心前后平衡并将臂架保持在正确的位置。
- c) 给爬升油缸加力伸出，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 [图 H.1d)]。通过爬升油缸和爬升架的延展, 将新标准节引入爬升架并与塔身对正[图 H.1e)]。下降爬升油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[图 H.1f)]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[图 H.1g)]。重复相同的过程[图 H.1h) 和图 H.1i)]，即可继续进行加节。

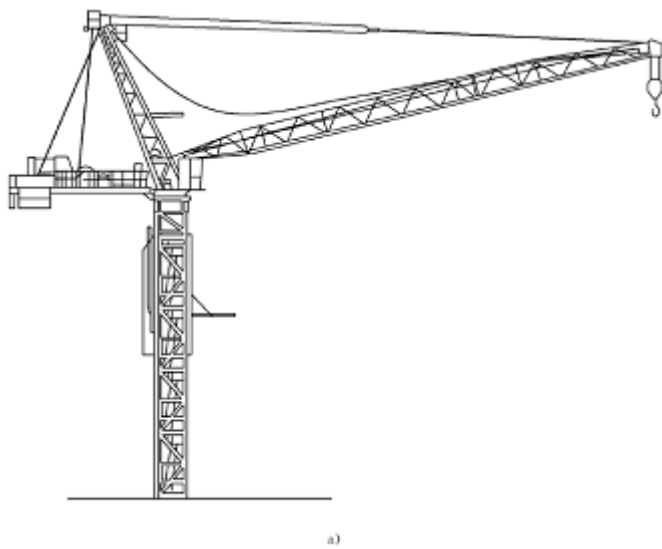


图 H . 1 外爬升

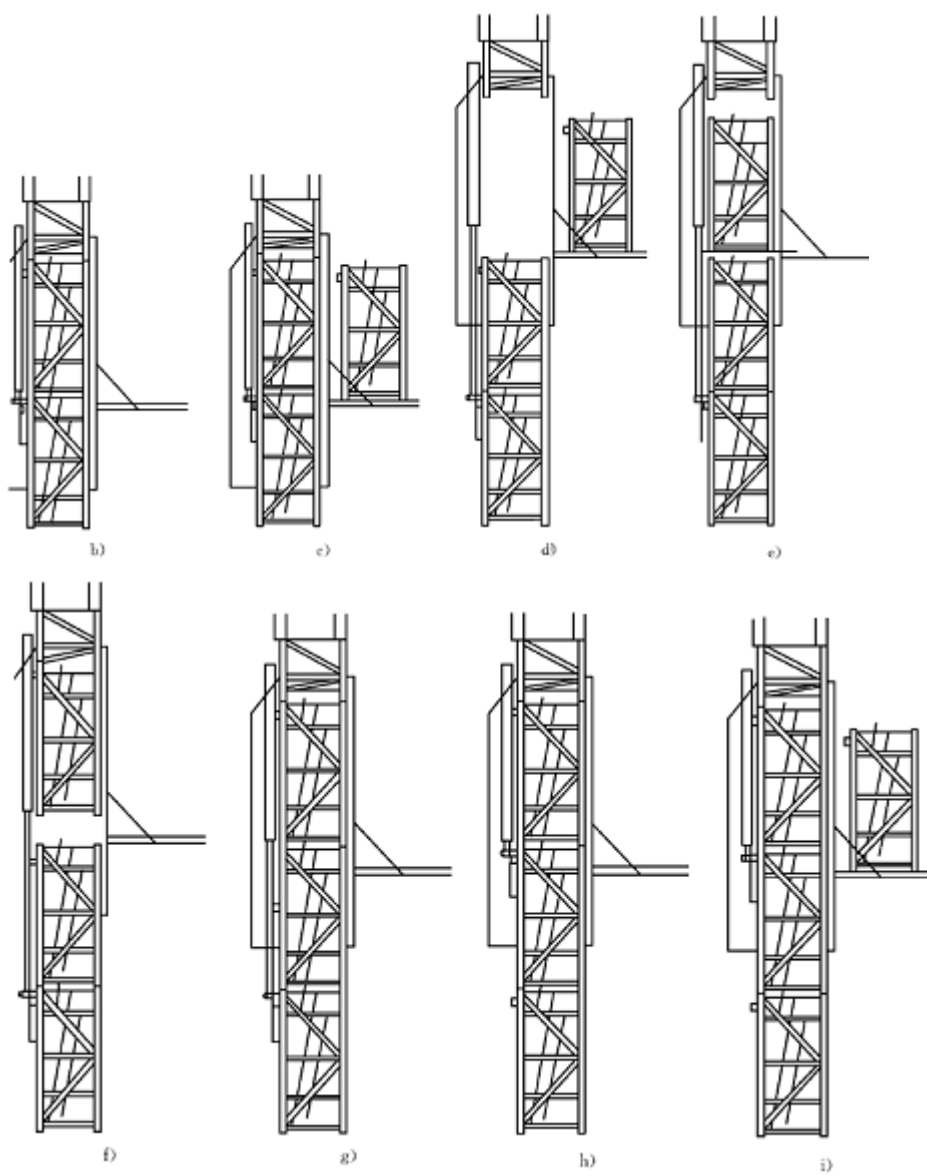


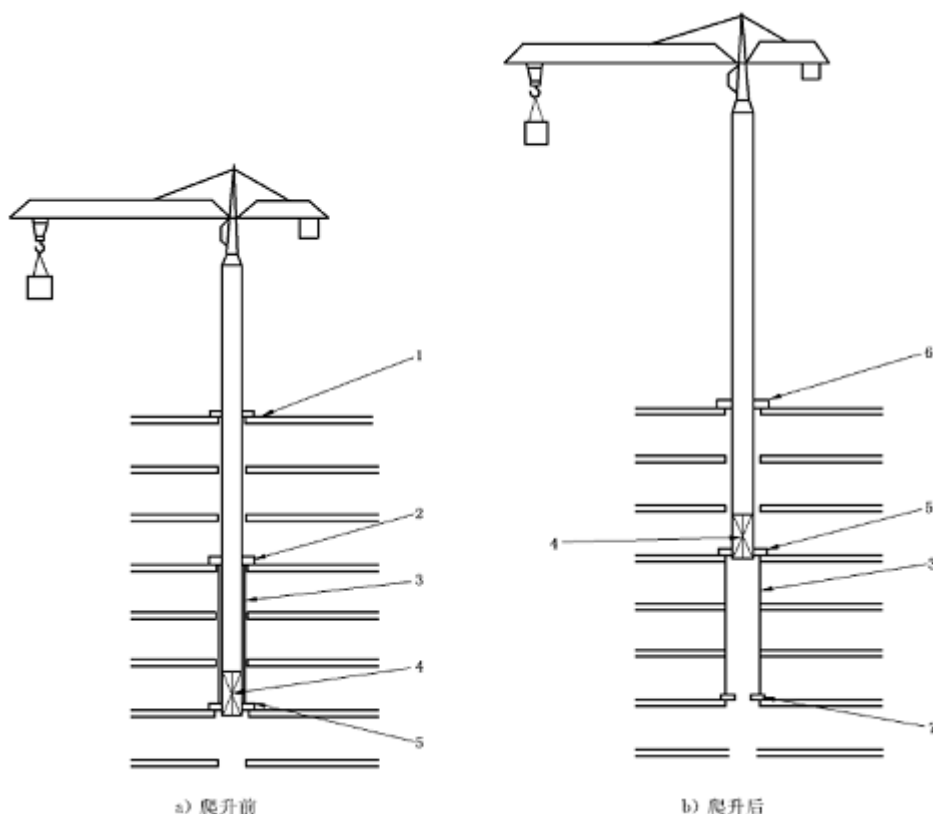
图 H.1 (续)

H.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 H.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。



- 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 H.2 内爬升

附录 I（资料性附录）定期、全面及特殊检查报告示例

公司： _____
 塔机名称和型号： _____
 制造商： _____

检查日期： _____
 出厂编号： _____
 出厂日期： _____

用户 / 租用者地址: _____ 设备编号: _____

使用地点: _____

检查机构及人员: _____ 签名 _____ 日期 _____

检查结论: _____

参考文献

- | | |
|---------------------|---|
| [1]GB/T 3811 | 起重机设计规范 |
| [2]AWS D1. 1:2002 | 钢结构焊接规范 (美国) |
| [3]ISO7752-3:1993 | 起重机-控制装置-布置形式和特性-第3部分: 塔式起重机 |
| [4]ISO9374-3:2002 | 起重机-咨询、定货、销售、供货各方应提供的资料-
第3部分: 塔式起重机 |
| [5]ISO9927-1:1994 | 起重机-检查-第1部分: 总则 |
| [6]ISO9927-3:2005 | 起重机-检查-第3部分: 塔式起重机 |
| [7]ISO9942-3:1999 | 起重机-信息标牌-第3部分: 塔式起重机 |
| [8]ISO10245-1:1994 | 起重机-限制器和指示器-第1部分: 总则 |
| [9] ISO10245-3:1999 | 起重机-限制器和指示器-第3部分: 塔式起重机 |
| [10]ISO10972-1:1998 | 起重机-对机构的要求-第1部分: 总则 |
| [11]ISO10972-3:2003 | 起重机-对机构的要求-第3部分: 塔式起重机 |
| [12]ISO12480-1:1997 | 起重机-安全使用-第1部分: 总则 |
| [13]ISO12480-3:2005 | 起重机-安全使用-第3部分: 塔式起重机 |

发布时间: 2009-3-11