



中国电力投资集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

火电工程大型起重机械 安全管理指导手册

中国电力投资集团公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



中国电力投资集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

火电工程大型起重机械 安全管理指导手册

中国电力投资集团公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本手册在对火电工程常用的八类大型起重机械的主要技术参数、大型起重机械安全装置及使用操作禁忌进行详细介绍的基础上,对起重机械安全管理体系、大型起重机械危害辨识分析及大型起重机械安装、拆卸、使用、维护的安全管理要求分别作了全面、系统的介绍。在附录部分主要列出了电力建设现场常见机械的原理及性能介绍,介绍了各种起重机的分类、构造、技术参数等,国家发布的机械安全法规、国家/行业发布的规范/标准,以及日常机械安全管理中常见的管理表式,以此规范施工现场大型起重机械安全管理,提升整体管控水平。

本手册数据可靠、内容翔实、简明实用,为了方便使用,书中配有大量插图。可供结构吊装和设备安装起重技术人员随时查用参考,也是起重机械安全技术管理部门、起重机械安装维修单位、各类起重机械用户的各级管理人员、检测人员、工程技术人员、安装调试人员和操作人员的实用工具书。

图书在版编目(CIP)数据

火电工程大型起重机械安全管理指导手册 / 中国电力投资集团公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2012.11

ISBN 978-7-5123-3660-5

I. ①火… II. ①中… III. ①火力发电—电力工程—起重机械—安全管理—技术手册 IV. ①TH210.8-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 257676 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 1 月第一版 2013 年 1 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.75 印张 381 千字
印数 0001—2000 册 定价 48.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《火电工程大型起重机械安全管理指导手册》

编 写 委 员 会

主 任 陆启洲

副 主 任 邹正平

委 员 原 钢 徐 杨 靳东来 赵风云 陈冠文

冀国平 李建勋 贺 徙 王 海 黄宝德

张永清 李 牧 张 昊 岳 乔 熊建明

金明权 周 伟 张宝军 王 昕 程建棠

主 编 徐 杨

副 主 编 靳东来 冀国平 李建勋 王 海

编 委 黄宝德 张永清 李 牧 张 昊 岳 乔

熊建明 金明权 李 彬

编写人员 程建棠 陈家佐 王 昕 邢建辉 谢旭东

尚 锋 钱国权 倪 昊 李光明

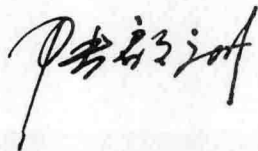
随着火电行业的发展，600MW、1000MW 大容量机组越来越多，设备单件质量及体积越来越大，所有这些都要求必须配备大量、不同类型的大型起重机械。火电工程大型起重机械使用的特点是其发生安全事故的可能性较大，全国每年均有多起较大以上大型起重机械事故发生。而大型起重机械一旦发生事故，后果严重，极易引起群死群伤的恶性事件，给国家和人民的生命财产带来巨大损失，直接影响现场的工期、进度、效益等问题。因此，火电工程大型机械安全管理一直是火电建设安全管理的重点工作之一。

近年来，通过火电工程项目参建各方的重视和努力，大型起重机械安全形势虽然有所好转，但起重机械安全形势依然严峻。如何通过有效的管理，减少和预防起重机械事故的发生，遏制重大起重机械事故发生，是摆在火电工程参建各方各级管理人员、从业人员面前的重大课题。

通过对大量起重机械安全事故原因的分析来看，引起起重机械事故的不安全因素主要包括人为因素、管理因素和技术因素，其中人为因素是主因。为了强化中国电力投资集团公司（以下简称集团公司）火电建设起重机械的安全管理，提高现场起重机械安全管理人员的素质，集团公司组织国内火电建设行业起重机械资深专家编制了《火电工程大型起重机械安全管理指导手册》，便于各级管理人员学习、查找机械管理的相关知识，用于指导管理的实践工作，目的是通过全面落实大型起重机械安全管理标准与技术标准，落实“任何风险都可以控制、任何违章都可以预防、任何事故都可以避免”的企业安全管理理念。

本书以通俗的语言、简练的文字，对常见的起重机械各种安全装置进行了系统的介绍，对常用的起重机械的安全操作禁忌做了列举，同时总结了大量火电施工起重机械安全管理经验，分析了机械安全的各方面危害辨识与评价，突出了内容的实用性、代表性和可操作性。

希望本书的出版，不仅能迅速提高集团公司火电建设项目管理人员施工起重机械管理水平，帮助他们解决工作中的实际问题，消除管理短板，提高隐患排查治理实效，也能为我国火电建设同行提供有益的帮助和借鉴。



前言

针对火电工程施工现场大型起重机械发生事故的可能性较大、造成的后果严重的情况，为保证施工现场整体安全、进一步规范火电工程大型起重机械安全管理，在集团公司统一策划和组织下，我们开展了《火电工程大型起重机械安全管理指导手册》的编写工作。

我们在编写本手册时，从始至终坚持了以下两个原则：一是坚持准确性和实用性。多年来，起重机械已经形成了较完整的科学的技术管理体系。为使起重机械相关人员能迅速提高起重机械安装、使用和维修等方面的管理水平，我们从现有的资料中，加以认真筛选，把实际工作中经常遇到的起重机械安全管理最需要的内容吸收进来，以突出内容的实用性、代表性和可操作性。二是坚持以最新的国家标准、行业标准为依据，对常见的起重机械各种安全装置进行了比较系统的介绍，对常用的起重机械的安全操作禁忌做了列举，并在附录中对常见起重机械的构造及安装、使用、拆卸的技术要求、负荷试验方法和安全检查要求进行了详细的介绍。本手册结合电力工程建设的实际情况，介绍了机械安全管理体系的构建和运作模式，从管理的角度对大型起重机械的进退场、安装与拆卸、维修与保养提出了要求，吸收了大量的起重机械安全管理经验，分析了机械安全的各方面危害辨识与评价，突出了内容的系统性、科学性和先进性。

本手册作为集团公司火电工程安全管理的指导性文件，适用于集团公司范围内火电工程的大型起重机械安全管理，核电等其他工程项目也可参考使用。

本手册在编写过程中，参照并引用了《电力建设起重机械安全管理》（陈家佐编）、《电力起重机械培训系列教材——基础知识篇》（程建棠编）的部分内容，并得到了中国能建浙江省火电建设公司等相关单位的大力支持与帮助，在此表示衷心感谢。望各单位在使用过程中针对本手册的不足提出建议与意见，我们将不定期进行完善与升级。

编写委员会

2012年9月

目 录

序 前言

1 起重机械概述.....	1
1.1 起重机主要技术参数	2
1.2 起重机的工作分级	9
2 起重机械安全防护装置和使用操作禁忌.....	13
2.1 起重机械安全防护装置概述	13
2.2 起重机械使用操作通用禁忌	16
2.3 履带起重机安全防护装置和安全操作禁忌	22
2.4 汽车起重机安全防护装置和安全操作禁忌	29
2.5 塔式起重机安全防护装置和安全操作禁忌	34
2.6 门式起重机安全防护装置和安全操作禁忌	43
2.7 桥式起重机安全防护装置和安全操作禁忌	45
2.8 升降机安全防护装置和安全操作禁忌	50
2.9 卷扬机组安装和使用要求	56
2.10 液压提升装置安全防护装置和安全操作禁忌	59
3 大型起重机械危害辨识分析	63
3.1 危害辨识风险评价常用方法	63
3.2 常见的各类危害因素	63
3.3 起重机械及管理的常见缺陷	68
4 起重机械安全管理体系	69
4.1 现场起重机械安全管理体系	69
4.2 各单位机械安全管理职责	69
4.3 各级岗位责任制	71
4.4 机械安全管理主要制度	73
4.5 起重机械安全管理资料	75
5 起重机械进场、安装拆卸、维护保养管理.....	77
5.1 起重机械进场、安拆和使用管理.....	77
5.2 起重机械安装、拆卸管理	79
5.3 起重机械使用管理	81
附录 A 履带起重机	85
附录 B 汽车起重机	96
附录 C 塔式起重机	111

附录 D 门式起重机	137
附录 E 桥式起重机	150
附录 F 施工升降机	159
附录 G 卷扬机组及液压提升装置	173
附录 H 起重机械主要法律法规、规章规范	193
附录 J 起重机械常用管理检查表式	209
附录 K 起重机械及管理常见缺陷	232
附录 L 安全防护装置在典型起重机械中的设置要求	238
附录 M 计算风压与风力等级	240
参考文献	242

1 起重机械概述

起重机械 以间隙、重复工作方式，通过起重吊钩或其他吊具起升、下降，或升降与运移重物的机械设备。

起重机械按其功能和结构特点，分为轻小型起重设备、起重机、升降机、工作平台、机械式停车设备五类，如图 1-1 的所示。

轻小型起重设备 构造紧凑，动作简单，作业范围投影以点、线为主的轻便起重机械。分为千斤顶、滑车、起重葫芦和卷扬机。

起重机 用吊钩或其他取物装置吊挂重物，在空间进行升降与运移等循环性作业的机械。按照构造可分为桥架型起重机、臂架型起重机、缆索型起重机三类。

桥架型起重机 取物装置悬挂在能沿桥架运行的起重小车、葫芦或臂架起重机上的起重机。施工中常见的为桥式起重机和门式起重机。

臂架型起重机 取物装置悬挂在臂架上或沿臂架运行的小车上的起重机。通常有起升、回转、变幅和行走四大机构分别实现吊钩升降、回转、变幅和行走，通过这些机构配合，实现在圆形场地及其上空作业。施工中常见的臂架型起重机有流动式起重机、塔式起重机和门座起重机。

1) 流动式起重机。能在带载或不带载情况下沿无轨路面行驶，且依靠自重保持稳定的臂架型起重机，一般以发动机作为动力装置，通过液压传动实现机构动作。可分为履带起重机、汽车起重机、轮胎起重机、全路面起重机等。

2) 塔式起重机。臂架安装在垂直塔身顶部的回转式臂架型起重机。

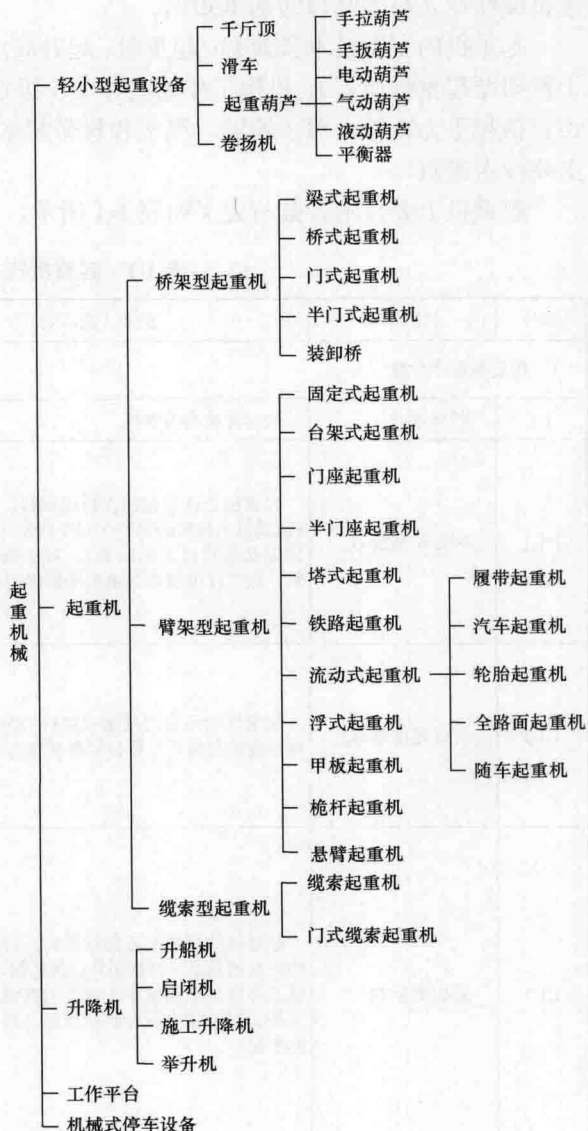


图 1-1 起重机械的分类

3) 门座起重机。安装在门座上, 下方可通过铁路或公路车辆的移动式回转臂架型起重机。在铁轨上运行, 特性近似塔式起重机。

升降机 重物或取物装置只能沿导轨升降的起重机械。

1.1 起重机主要技术参数

起重机的技术参数表征起重机的作业能力, 是设计起重机的基本依据, 也是所有从事起重机械作业人员须掌握的基本知识。

起重机的主要技术参数有: 起重量、起升高度、跨度(对于桥架型起重机而言)、幅度(对于臂架型起重机而言)、机构工作速度和工作级别等。其中, 臂架型起重机的主要技术参数中还包括起重力矩等; 对于轮胎、汽车和履带起重机, 其爬坡度和最小转弯(曲率)半径也是主要技术参数。

起重机主要技术参数与定义如表 1-1 所示。

表 1-1 起重机技术参数与定义

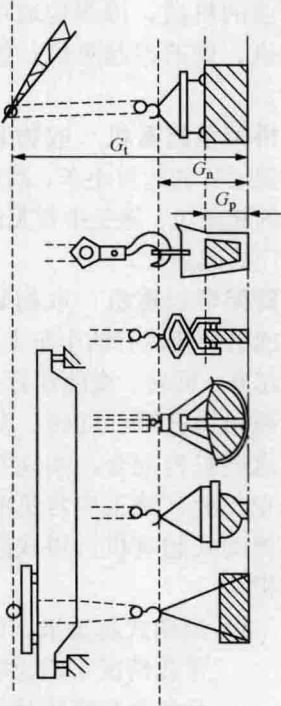
编号	名词术语	定义(或说明)	示意图
1 质量和载荷参数			
1.1	起重量 G	被起升重物的质量	
1.1.1	额定起重量 G_n	起重机允许吊起的重物或物料, 连同可分吊具(或属具)质量的总和(对于流动式起重机, 包括固定在起重机上的吊具)。对于幅度可变的起重机, 根据幅度规定起重机的额定起重量	
1.1.2	有效起重量 G_p	起重机能吊起的重物或物料的净质量。对于幅度可变的起重机, 根据幅度规定有效起重量	
1.1.3	总起重量 G_t	起重机能吊起的重物或物料, 连同可分吊具上的吊具或属具(包括吊钩、滑轮组、起重钢丝绳, 以及在臂架或起重小车以下的其他吊物)的质量总和。对于幅度可变的起重机, 根据幅度规定总起重量	
1.1.4	最大起重量 G_{max}	起重机正常工作条件下, 允许吊起的最大额定起重量	

表 1-1 (续)

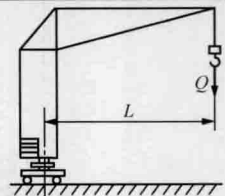
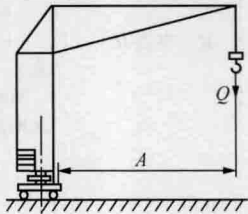
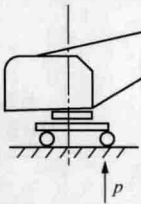
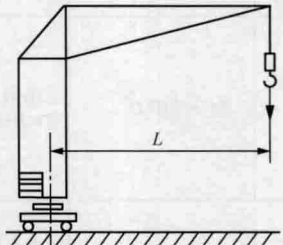
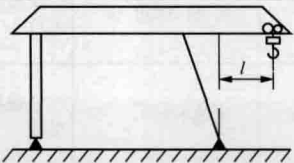
编号	名词术语	定义 (或说明)	示意图
1.2	起重力矩 M	幅度 L 和相应起吊物品重力 Q 的乘积	
1.3	起重倾覆力矩 M_A	起吊物品重力 Q 和从载荷中心线至倾覆线距离 A 的乘积	
1.4	起重机总质量 G	包括压重、平衡重、燃料、油液、润滑剂和水等在内的起重机各部分质量的总和	
1.5	轮压 p	一个车轮传递到轨道或地面上的最大垂直载荷 (按工况不同, 分为工作轮压和非工作轮压)	
1.6	外伸支腿最大压力	支腿全伸进行起重作业时, 一个支腿座承受的最大法向反作用力	
2 起重机尺寸参数			
2.1	幅度 L	起重机置于水平场地时, 空载吊具垂直中心线至回转中心线之间的水平距离 (非回转浮式起重机为空载吊具垂直中心线至船舶护木的水平距离)	
2.1.1	最大幅度 $L_{\max}$	起重机工作时, 臂架倾角最小或小车在臂架最外极限位置时的幅度	
2.1.2	最小幅度 $L_{\min}$	臂架倾角最大或小车在臂架最内极限位置时的幅度	
2.2	悬臂有效伸缩距 l	离悬臂最近的起重机轨道中心线到位于悬臂端部吊具中心线之间的距离	

表 1-1 (续)

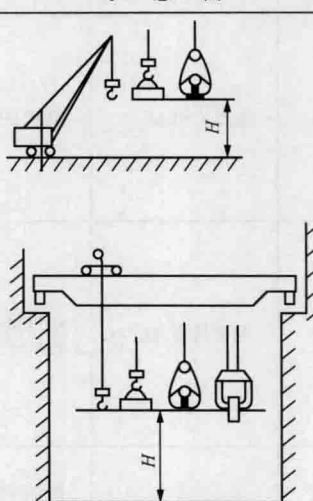
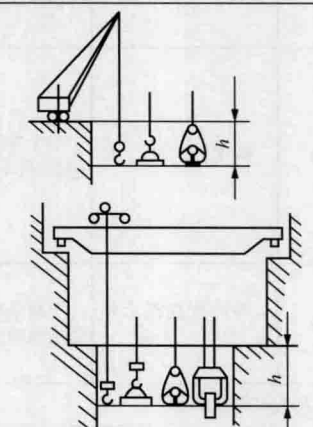
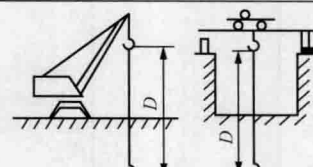
编号	名词术语	定义 (或说明)	示意图
2.3	起升高度 H	起重机水平停车面至吊具允许最高位置的垂直距离。 ——对吊钩和货叉, 算至它们的支撑表面; ——对其他吊具, 算至它们的最低点 (闭合状态)。 对桥式起重机, 应是空载置于水平场地上方, 从地面开始测定其起升高度	
2.4	下降深度 h	吊具最低工作位置与起重机水平支承面之间的垂直距离。 ——对吊钩和货叉, 从其支承面算起。 ——对其他吊具, 从其最低点算起 (闭合状态)。 桥式起重机从地平面起算下降深度。应是空载置于水平场地上方, 测定其下降深度	
2.5	起升范围 D	吊具最高和最低工作位置之间的垂直距离 ($D=H+h$)	
2.6	起重臂长度 L_b	起重臂根部销轴至顶端定滑轮轴线 (小车变幅塔式起重机为至臂端形位线) 在起重臂纵向中心线方向的投影距离	
2.7	起重机倾角	在起升平面内, 起重臂纵向中心线与水平线的夹角	
2.8	尾部半径	与臂架相对的起重机另一侧回转部分的最大半径	

表 1-1 (续)

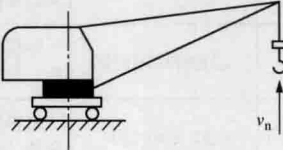
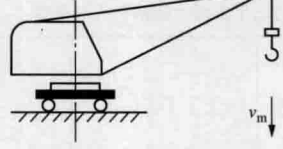
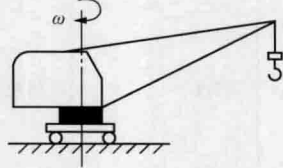
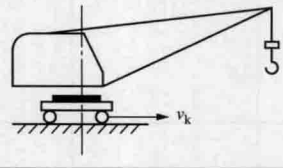
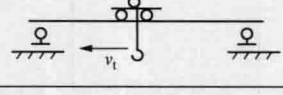
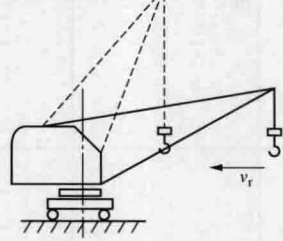
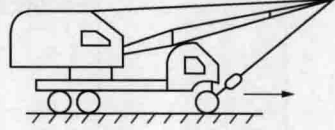
编号	名词术语	定义(或说明)	示意图
3 运动速度			
3.1	起升(下降)速度 v_n	稳定运动状态下, 额定载荷的垂直位移速度	
3.2	微速下降速度 v_m	稳定运动状态下, 安装或堆垛最大额定载荷时的最小下降速度	
3.3	回转速度 ω	稳定状态下, 起重机转动部分的回转角速度。规定为在水平场地上, 离地 10m 高度处, 风速小于 3m/s 时, 起重机幅度最大, 且带额定载荷时的转速	
3.4	起重机(大车)运行速度 v_k	稳定运动状态下, 起重机运行的速度。规定为在水平路面(或水平轨面)上, 离地 10m 高度处, 风速小于 3m/s 时的起重机带额定载荷时的运行速度	
3.5	小车运行速度 v_t	稳定运动状态下, 小车运行的速度。规定为离地面 10m 高度处, 风速小于 3m/s 时, 带额定载荷的小车在水平轨道上运行的速度	
3.6	变幅速度 v_f	稳定运动状态下, 额定载荷在变幅平面内水平位移的平均速度。 规定为离地 10m 高度处, 风速小于 3m/s 时, 起重机在水平路面上, 幅度从最大值至最小值的平均速度	
3.7	变幅时间	幅度从最大值改变到最小值时所需的时间。规定为离地面 10m 高度处, 风速小于 3m/s 时, 起重机在水平路面上, 吊对应于最大幅度的起重量, 从最大幅度至最小幅度所需的时间	
3.8	(道路)行驶速度	在道路行驶状态下, 起重机由自身动力驱动的最大运行速度	
3.9	吊重行驶速度	在坚硬地面上, 起重机吊起额定载荷平稳运行时的速度	

表 1-1 (续)

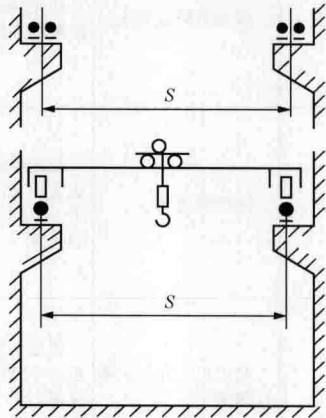
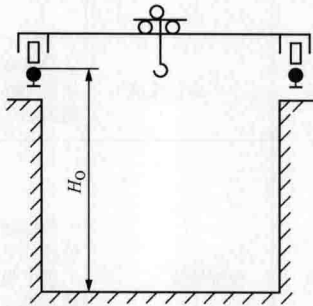
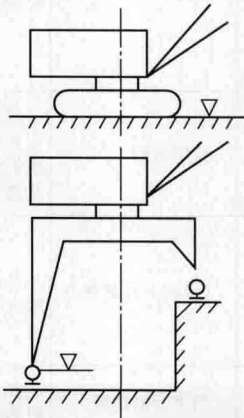
编号	名词术语	定义(或说明)	示意图
3.10	起重臂伸缩速度	起重臂伸出(或缩回)时,其头部沿臂架纵向中心线移动的速度	
3.11	起重臂伸缩时间	空载状态下,起重臂以最大伸缩速度由全缩(全伸)状态,运动到全伸(全缩)状态所用的时间	
3.12	收放支腿时间	起重机的外伸支腿由全缩(全伸)运动状态到全伸(全缩)状态所用的时间	
4 与起重机运行线路有关的参数			
4.1	跨度 S	桥架型起重机支承中心线之间的水平距离	
4.2	起重机轨道标高 H_0	桥架型起重机轨道顶面和地面之间的垂直距离	
4.3	起重机停车面	支承起重机运行装置的基础或轨顶水平面。起重机轨道或路面在不同水平面时,最低的支承水平面为起重机的停车面	

表 1-1 (续)

编号	名词术语	定义 (或说明)	示 意 图
4.4	轨距或轮距 K	对于除铁路起重机之外的臂架型起重机, 为轨道中心线或起重机行走轮踏面 (或履带) 中心线之间的水平距离。 对于铁路起重机为运行路线两钢轨头部顶面下内侧 16mm 处的水平距离。 对于起重小车, 为小车轨道中心线之间的距离; 起重机两侧为双轨线路时, 轨距为双轨几何中心线之间的距离	
4.5	基距 (轴距) B	沿起重机 (或小车) 纵向运动方向的起重机 (或小车) 支承中心线之间的距离	
4.6	外伸支腿纵向间距 B_0	垂直于起重机纵向运动方向的外伸支腿垂直中心线之间的距离	
4.7	外伸支腿横向间距 K_0	垂直于起重机纵向运动方向的外伸支腿垂直中心线之间的距离	
4.8	制动距离	工作结构从操作制动开始至机构停住, 吊具 (或大车、小车) 所经过的距离	
4.9	工作坡度 i	起重机允许工作的坡度, 由 $i = h / B$ 确定, 一般以百分数表示。 B 表示起重机基距; h 表示坡道上基距 B 两起点位置的垂直高差。 其高差应在无载时测得	

表 1-1 (续)

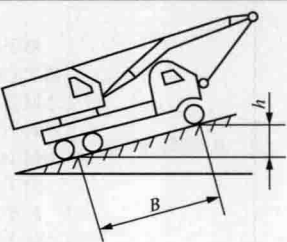
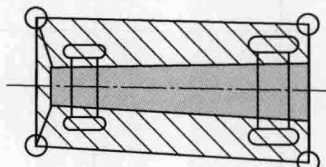
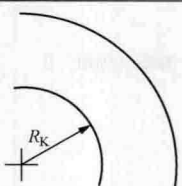
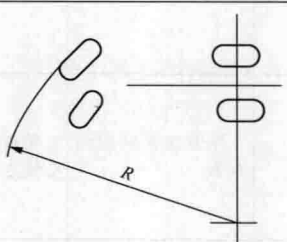
编号	名词术语	定义(或说明)	示意图
4.10	爬坡能力	无载起重机能以稳定行驶速度爬行的最大坡度 $i=h/B$, 一般以百分数表示	
4.11	支承轮廓	起重机支承件(车轮、履带或外伸支腿)各支承点连线在水平面上的投影	
4.12	线路曲线半径 R_K	起重机运行线路曲线段, 内轨中心线的最小曲率半径	
4.13	最小转弯半径 R	起重机转向时, 其前轮外侧运行轨迹的最小圆弧半径	
5 一般性能参数			
5.1	工作级别	考虑起重量和时间的利用程度以及工作循环次数的起重机械特性	
5.2	机构工作级别	按机构利用等级(机构在使用期限内, 处于运转状态的总小时数)和载荷状态划分的机构工作特性	
5.3	起重特性曲线	表示臂架型起重机作业性能的曲线, 由起重量和起升高度曲线组成	
5.3.1	起重量曲线	表示起重量随幅度改变的曲线。直角坐标系的横坐标为幅度, 纵坐标为额定起重量	
5.3.2	起升高度曲线	表示最大起升高度随幅度改变的曲线。直角坐标系的横坐标为幅度, 纵坐标为起升高度	
5.4	下挠度	在额定载荷下, 梁或杆件向下产生的弹性变形量, 从加载前实际位置算起	

表 1-1（续）

编号	名词术语	定义（或说明）	示 意 图
5.5	钢丝绳滑轮组倍率	通过吊钩滑轮组的挠性件分支数与卷筒的挠性件根数之比	
5.6	启动时间	在工作载荷作用下，机构速度从零增至额定值时所需时间	
5.7	制动时间	在工作载荷作用下，通过制动器使机构的速度从额定值降至零值时所需时间	

1.2 起重机的工作分级

起重机、机构、结构及其零部件的工作级别与起重机、机构、结构及其零部件的利用等级和载荷应力状态有关，它是表明起重机、机构、结构及其零部件工作繁重程度的参数。合理地划分起重机、机构、结构及其零部件的工作级别，是保证起重机、机构、结构及其零部件可靠设计的基础。

1.2.1 工作级别

为适应起重机不同的使用情况和工作要求，在设计和选用起重机、机构、结构及其零部件时，应对起重机及其组成部分进行工作级别的划分，包括起重机整机、机构、结构及其零部件的分级。本节仅涉及起重机整机的分级。

1.2.2 起重机的分级

1 起重机的使用等级。

起重机的设计预期寿命，是指设计预设的该起重机从开始使用起到最终报废时止能完成的总工作循环数。起重机的一个工作循环是指从地面起吊一个物品起，到能开始起吊下一个物品时止，包括起重机、小车运行及正常的停歇在内的一个完整的过程。

起重机的使用等级表明了该起重机工作忙闲程度，由起重机的总工作循环数决定。起重机的使用等级是将起重机可能完成的总工作循环数划分成的 10 个级别，用 U_0 、 U_1 、 $U_2 \cdots U_9$ 表示，见表 1-2。

表 1-2 起重机的使用等级

使 用 等 级	总工作循环数	起重机使用频繁程度
U_0	$C_T \leq 1.60 \times 10^4$	很少使用
U_1	$1.60 \times 10^4 < C_T \leq 3.20 \times 10^4$	
U_2	$3.20 \times 10^4 < C_T \leq 6.30 \times 10^4$	
U_3	$6.30 \times 10^4 < C_T \leq 1.25 \times 10^5$	
U_4	$1.25 \times 10^5 < C_T \leq 2.50 \times 10^5$	不频繁使用
U_5	$2.50 \times 10^5 < C_T \leq 5.00 \times 10^5$	中等频繁使用
U_6	$5.00 \times 10^5 < C_T \leq 1.00 \times 10^6$	较频繁地使用
U_7	$1.00 \times 10^6 < C_T \leq 2.00 \times 10^6$	频繁使用