

工程起重机

哈尔滨建筑工程学院 主编



高等学校试用教材

中国建筑工业出版社

本书主要介绍工程起重机（轮胎式起重机和塔式起重机）的设计计算的理论和计算方法。其内容包括工程起重机的类型、组成、作用和发展趋势以及设计的主要参数和计算原则；并叙述了起重机的起升、回转、变幅和有轨行走机构的设计计算；其次还介绍了轮胎式起重机的总体设计和箱形吊臂、伸缩机构和车架设计的计算方法。此外，对建筑工程中的塔式起重机的类型、安装、拆卸和运输方法也作了阐述。最后还介绍了现代工程起重机的安全装置中力矩限制器的设计原理。

本书是高等学校建筑机械（工程机械）专业试用教材；也可作为有关专业的教学参考书；同时还可供工程起重机械的科研、生产和使用单位的技术人员参考。

高等学校试用教材
工 程 起 重 机
哈尔滨建筑工程学院 主编

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷（北京阜外南礼士路）

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：21³/₄ 字数：529千字
1981年6月第一版 1981年6月第一次印刷
印数：1—11,700册 定价：2.25元
统一书号：15040·4103

前 言

本书是根据高等学校建筑机械专业《建筑机械设计》课程、“工程起重机”的编写大纲编写的。《建筑机械设计》课程共分三部分：第一部分是工程起重机；第二部分是土方机械；第三部分是桩工及混凝土机械。

“工程起重机”除介绍一般通用的起重零部件和起升、回转、变幅、行走机构设计计算外，主要叙述现代的液压轮胎式起重机和新型的塔式起重机的设计理论和计算方法。液压轮胎式起重机（汽车起重机和轮胎起重机）是近十几年发展起来的一种新型的工程起重机械。目前还缺乏系统介绍它的设计计算方面的书籍。关于塔式起重机设计计算方面的书籍国内也不多。故编写本书也是一次尝试。在编写过程中得到了工程起重机行业的科研和生产单位以及兄弟院校的大力支持，提供了资料和意见，在此表示衷心感谢。

本书由哈尔滨建筑工程学院顾迪民主编，参加编写的有：重庆建筑工程学院杨景秋（第一、二、三、四章和第六章部分），曾凡璐（第五、六章）；哈尔滨建筑工程学院林和生（第七章），李恒涛（第十章），顾迪民（第八、十一、十二、十四、十五、十六章和十三章部分），孟晓平（第十三章部分）；同济大学叶元华（第九、十七、二十章），张正元（第十八、十九、二十一章）等。

本书由西安冶金建筑学院田维铎审阅。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中存在不少缺点和错误，切望读者批评指正。

编 者

一九七九年十一月

目 录

前言

第一篇 总 论

第一章 概述	1
第一节 工程起重机的分类及其特点	1
第二节 工程起重机的组成及其作用	4
第三节 工程起重机发展趋势	7
第二章 工程起重机的性能参数与工作类型	11
第一节 工程起重机的主要性能参数	11
第二节 工程起重机工作类型	14
第三章 工程起重机计算载荷与计算方法	16
第一节 作用在起重机上的载荷	16
第二节 起重机载荷计算类别	20
第三节 工程起重机设计计算方法	21
第四章 工程起重机的驱动型式	25
第一节 工程起重机对驱动装置的要求	25
第二节 内燃机—机械驱动	25
第三节 电力—机械驱动	27
第四节 复合驱动	29

第二篇 起重零部件

第五章 起重零件	32
第一节 钢丝绳	32
第二节 滑轮及滑轮组	36
第三节 卷筒	40
第四节 吊钩、抓斗和其他取物装置	47
第六章 制动器和离合器	54
第一节 制动器	54
第二节 离合器	67

第三篇 起重机主要机构

第七章 起升机构	72
第一节 起升机构的组成和型式	72
第二节 起升机构的设计计算	76

第三节 起升机构的调速	80
第八章 回转机构和回转支承装置	86
第一节 回转机构和回转支承装置的类型	86
第二节 回转支承装置的选择	91
第三节 回转机构传动装置的设计	108
第九章 变幅机构	114
第一节 变幅机构型式	114
第二节 运行小车式变幅机构	120
第三节 吊臂俯仰摆动式变幅机构	125
第十章 有轨行走机构	132
第一节 有轨行走机构的分类	132
第二节 有轨行走机构的支承装置	133
第三节 有轨行走机构的设计计算	135
第四节 塔式起重机的转弯	140
第五节 夹轨器	143

第四篇 轮胎式起重机

第十一章 轮胎式起重机分类及其参数的确定	145
第一节 轮胎式起重机的分类	145
第二节 起重机的组成和名称	148
第三节 轮胎式起重机的主要参数	149
第四节 轮胎式起重机动力装置选择	158
第十二章 轮胎式起重机底盘的选型	161
第一节 轮胎式起重机底盘类型	161
第二节 底盘轮轴的布置和轴荷的确定	162
第三节 底盘主要尺寸的确定	167
第十三章 轮胎式起重机吊臂及其伸缩、折叠机构	170
第一节 箱形吊臂连接尺寸的确定	170
第二节 箱形吊臂伸缩机构类型及其工作原理	175
第三节 伸缩机构的伸缩方式对吊臂受力和起重性能的影响	181
第四节 桁架式吊臂连接尺寸及其折叠机构	185
第十四章 轮胎式起重机支腿压力的计算	191
第一节 支腿型式及其跨距确定	191
第二节 支腿压力和轮胎压力的计算	194
第十五章 轮胎式起重机的稳定性	199
第一节 轮胎式起重机的行驶稳定性	199
第二节 轮胎式起重机起重稳定性	201
第三节 轮胎式起重机的起重性能	206
第十六章 轮胎式起重机的金属结构	214
第一节 伸缩式箱形吊臂的设计计算	214

第二节 起重机车架的设计计算	246
----------------------	-----

第五篇 塔式起重机

第十七章 塔式起重机类型及稳定性计算	255
第一节 概述	255
第二节 塔式起重机类型	256
第三节 塔式起重机基本参数及发展概况	264
第四节 稳定性计算	267
第十八章 塔式起重机的金属结构	270
第一节 压杆式吊臂的计算	270
第二节 水平式吊臂的计算	284
第三节 上回转水平吊臂塔式起重机的塔身计算	298
第四节 下回转压杆式吊臂塔式起重机的塔身计算	309
第十九章 塔式起重机的爬升方式及爬升机构	318
第二十章 塔式起重机的安装、拆卸和运输	324
第一节 上回转塔式起重机的安装、拆卸	324
第二节 下回转塔式起重机的安装和拆卸	327
第三节 塔式起重机的运输方法	332
第二十一章 工程起重机的安全装置	336
第一节 压杆式吊臂的机械式起重力矩限制器	336
第二节 水平式吊臂的机械式载荷力矩限制器	338
第三节 液压伸缩臂的轮胎式起重机的电子式起重力矩限制器	340

第一篇 总 论

第一章 概 述

第一节 工程起重机的分类及其特点

工程起重机是各种工程建设广泛应用的重要起重设备。它对减轻劳动强度, 节省人力, 降低建设成本, 提高劳动生产率, 加快建设速度, 实现工程施工机械化起着十分重要的作用。

工程起重机主要包括轮胎式起重机、履带式起重机、塔式起重机、桅杆式起重机和缆索式起重机等。它适用于工业建筑、民用建筑和工业设备安装等工程中的结构与设备的安装工作以及建筑材料、建筑构件的垂直运输与装卸工作。它也广泛应用于交通、农业、油田、水电和军工等部门的装卸与安装工作。

下面就工程起重机中常用的、主要的机种——轮胎式起重机、履带式起重机和塔式起重机的主要特点作一概略介绍。

一、轮胎式起重机

轮胎式起重机既是工程起重机的主要品种, 又是一种使用范围广、作业适应性大的通用型起重机。在一些国家中将轮胎式起重机和履带式起重机统称为自行式起重机或移动式起重机。轮胎式起重机又分为汽车起重机和轮胎起重机两种类型。

(一) 汽车起重机 (图1-1~4)

通常习惯上把装在通用或专用载重汽车底盘上的起重机称为汽车起重机。图 1-1 所示

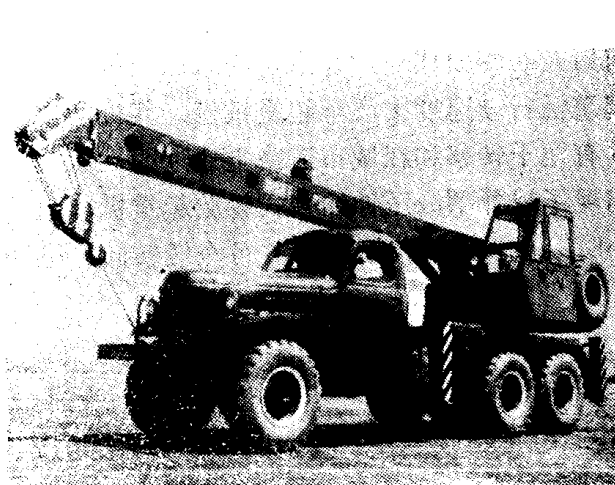


图 1-1 伸缩臂式液压汽车起重机
(通用汽车底盘)



图 1-2 伸缩臂式液压汽车起重机
(专用汽车底盘, $Q=16$ 吨)

为利用通用汽车底盘安装成伸缩臂式液压汽车起重机；图1-2、3所示为安装在专用汽车底盘上的伸缩臂式液压汽车起重机；图1-4所示为安装在专用汽车底盘上的桁架臂式汽车起重机。

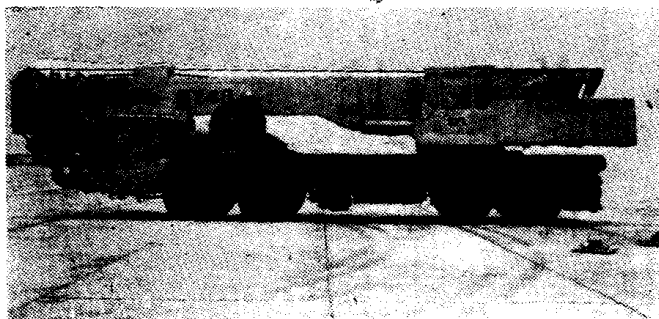


图 1-3 伸缩臂式液压汽车起重机
(专用汽车底盘, $Q=40$ 吨)

汽车起重机由于它是利用汽车底盘，所以具有汽车的行驶通过性能，机动灵活，行驶速度高，可快速转移，转移到作业场地后能迅速投入工作，因此特别适用于流动性大，不固定的作业场所。由于汽车底盘通常是由专业厂生产的，因而在现成的汽车底盘上改装成起重机比较容易和经济。

汽车起重机由于具有上述这些特点，因而随着汽车工业的迅速发展，近年来各国汽车起重机的品种和产量都有很大发展。但汽车起重机也有其弱点，主要是起重机总体布置受汽车底盘的限制，一般车身都较长，转弯半径大，并且只能在起重机左右两侧和后方作业。

(二) 轮胎起重机

将起重作业部分装设在专门设计的自行轮胎底盘上所组成的起重机称为轮胎起重机。图1-5所示为桁架臂式轮胎起重机；图1-6所示为伸缩臂式液压轮胎起重机。轮胎起重机因为它的底盘不是汽车底盘，因此设计起重机时不受汽车底盘的限制。轴距、轮距可根据起重机总体设计

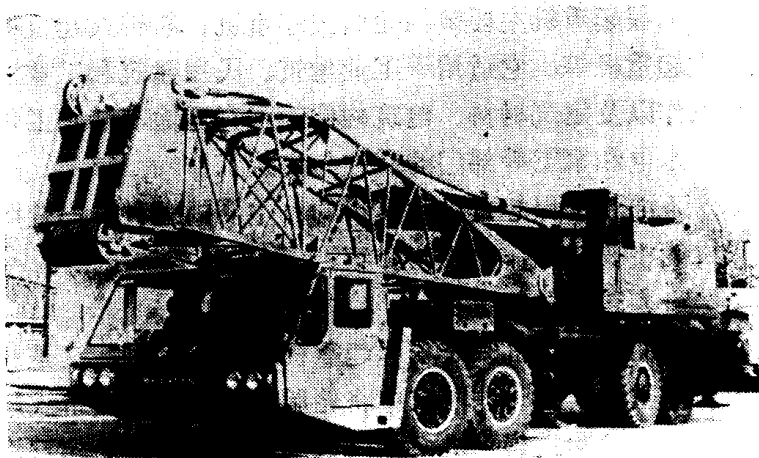


图 1-4 桁架臂式汽车起重机(专用汽车底盘, $Q=100$ 吨)

的要求而合理布置。轮胎起重机一般轮距较宽，稳定性好；轴距小，车身短，故转弯半径小，适用于狭窄的作业场所。轮胎起重机可前后左右四面作业，在平坦的地面上可不用支腿吊重以及吊重慢速行驶。一般说来，轮胎起重机行驶速度比汽车起重机慢，其机动性不及汽车起重机。但它与履带式起重机相比，具有便于转移和在城市道路上通过的性能。近年来轮胎起重机行驶速度有显著提高，并且出现了越野型液压伸缩臂式轮胎起重机，它具有较大的牵引力和较高的行驶速度(40公里/小时以上)，越野性能好，并可全轮转向，机动

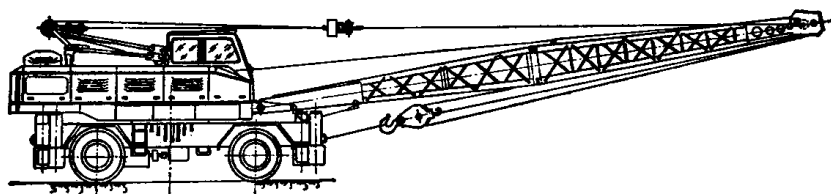


图 1-5 桁架臂式轮胎起重机 ($Q=16$ 吨)

灵活，特别适于狭窄场地上作业，七十年代以来国外很重视这一类型产品的发展。

二、履带式起重机

如图 1-7 所示把起重作业部分装在履带底盘上，行走依靠履带装置的起重机称为履带式起重机。履带式起重机在很长一段时期内是作为单斗挖掘机的一种变型机械，只是在近期才作为独立机种来生产。履带式与轮胎式相比，因履带与地面接触面积大，故对地面的平均比压小，约为 0.5~2.5 公斤/厘米，可在松软、泥泞地面上作业。它牵引系数高，约为轮胎式的 1.5 倍，爬坡度大，可在崎岖不平的场地上行驶。由于履带式起重机支承面宽大，故稳定性好，一般不需要象轮胎式起重机那样设置支腿装置。对于大型履带式起重机，为了提高作业时的稳定性，履带装置设计成可横向伸展（图 1-7 中虚线所示为履带缩回时位置），以扩大支承宽度。但履带式起重机行驶速度慢（1~5 公里/小时），而且行驶过程要损坏路面。因此，转移作业场地时，需通过铁路运输或用平板拖车装运（图 1-8）。又因履带底盘笨重，用钢量大（一台同功率的履带式起重机比轮胎式重 50%~100%），制造成本高。因此，随着现代化建筑体系装配程度不断提高，工期不断缩短，要求广泛采用机动灵活，便于转移的起重机。近年来各种中小型轮胎式起重机产量大大增加，而履带式起重机有相对减少的趋势。但大型的履带式起重机仍有其独特的用途。

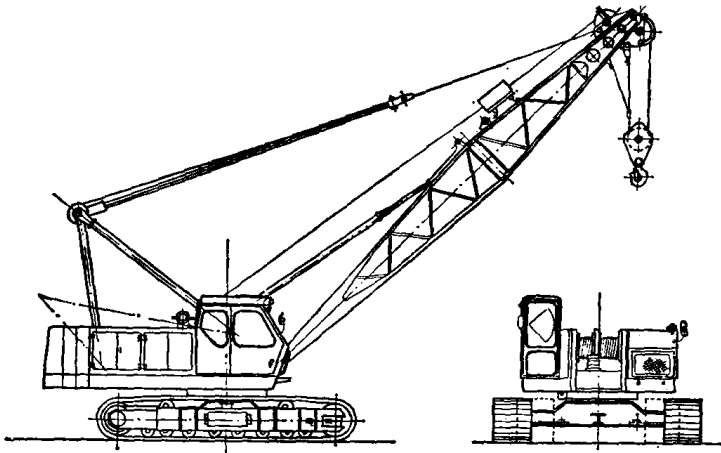


图 1-7 履带式起重机

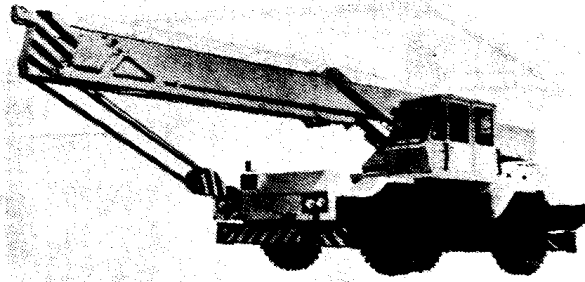


图 1-6 液压伸缩臂式轮胎起重机（Q=16吨）

支腿装置。对于大型履带式起重机，为了提高作业时的稳定性，履带装置设计成可横向伸展（图 1-7 中虚线所示为履带缩回时位置），以扩大支承宽度。但履带式起重机行驶速度慢（1~5 公里/小时），而且行驶过程要损坏路面。因此，转移作业场地时，需通过铁路运输或用平板拖车装运（图 1-8）。又因履带底盘笨重，用钢量大（一台同功率的履带式起重机比轮胎式重 50%~

100%），制造成本高。因此，随着现代化建筑体系装配程度不断提高，工期不断缩短，要求广泛采用机动灵活，便于转移的起重机。近年来各种中小型轮胎式起重机产量大大增加，而履带式起重机有相对减少的趋势。但大型的履带式起重机仍有其独特的用途。

三、塔式起重机

如图 1-9 所示，塔式起重机的结构特点是有一直立的塔身，起重臂连结在垂直塔身的上部，故塔式起重机起升高度和工作幅度都很大。塔式起重机在房屋建筑，电站建设以及料场、混凝土预制构件厂等场所得到广泛应用。

塔式起重机由于塔身是直立的，起重臂与塔身组成“T”型，其有用幅度比轮胎式或履带式起重机大得多，故可使起重机靠近所施工的建筑物。一般情况下，塔式起重机的有用幅度接近全幅度的 80%。同样情况下，若选用履带式或轮胎式起重机，其有用幅度则不超过 50%，并随着建筑物的增高而急剧减少。特别是在高层建筑中，塔式起重机与履带式

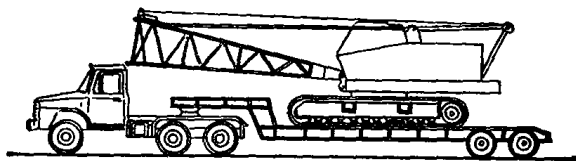


图 1-8 用平板拖车装运履带式起重机

或轮胎式相比较，其优越性更为明显。所以广泛应用塔式起重机来建造多层和高层建筑。

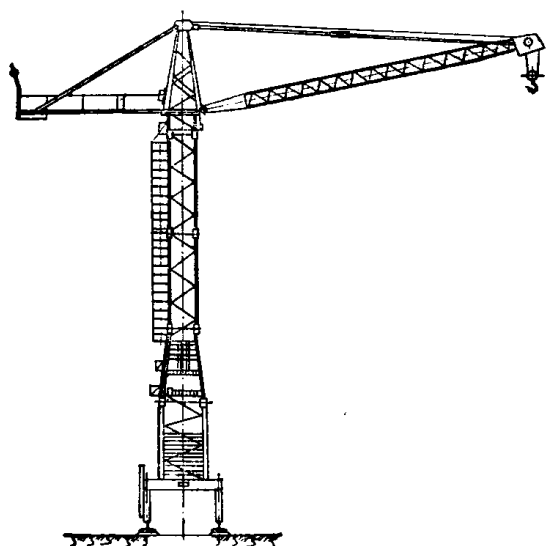


图 1-9 塔式起重机

塔式起重机的动力装置是用外接电源的电动机，而一般施工现场都有动力电源，可很方便地接通电源，不需要造价昂贵的内燃机动力装置。但是塔式起重机普通是在专用的宽轨道上行走的，故需专门平整场地，铺设轨道，增加铺轨费用。近年来为适应高层建筑或超高层建筑施工的需要，一种能自行升高的自升塔式起重机的研制和应用日益增多。这种自升塔式起重机无需铺设轨道，如图1-10所示。它可安装在施工的建筑物内部（一般是安装在电梯井或楼梯间结构上）或附着于建筑物上（图1-11 a）。在其底架上安装行走台车后，也可作为在轨道上行走的自升塔式起重机（图1-11 b）。

七十年代生产的塔式起重机一般多是这种三用或四用自升塔式起重机（即固定式、轨道式、爬升式和附着式）。

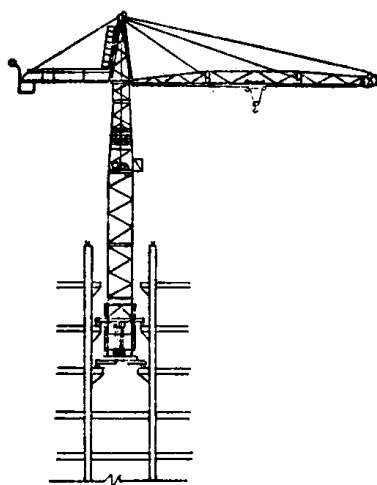


图 1-10 内爬式自升塔式起重机

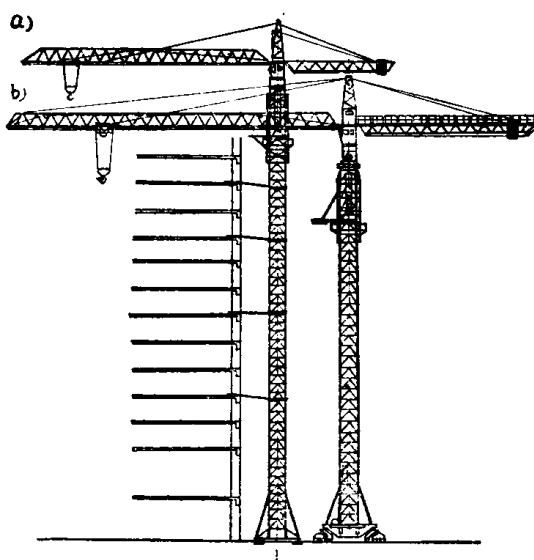


图 1-11 自升塔式起重机
a)附着式；b)轨道式

第二节 工程起重机的组成及其作用

为使起重机能正常进行作业，各种类型起重机通常是由工作机构、金属结构和动力装置与控制系统三部分组成的。这三个部分的组成及其作用分述如下：

一、工作机构

工作机构是为实现起重机不同的运动要求而设置的。大家知道，要使一个重物从某一位置运动到空间任一位置，则此重物不外乎要作垂直运动和沿两个水平方向的运动。起重机要实现重物的这些运动要求，必须设置相应的工作机构。不同类型的起重机，其工作机

构稍有差异。例如厂房内使用的桥式起重机和露天货场使用的龙门起重机（图1-12），要使重物实现三个方向的运动，则设有起升机构（实现重物垂直运动）、小车运行和大车运行机构（实现重物沿两个水平方向的运动）。而对于轮胎式起重机、履带式起重机和塔式起重机，一般设有起升机构、变幅机构、回转机构和行走机构。依靠起升机构实现重物的垂直上下运动；依靠变幅机构和回转机构实现重物在两个水平方向的移动；依靠行走机构实现重物在起重机所能及的范围内任意空间运动和使起重机转移工作场所。这四个机构是工程起重机的基本工作机构。

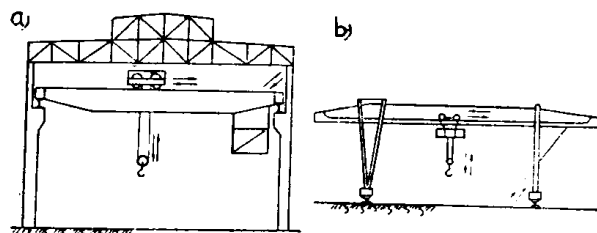


图 1-12 桥式和龙门式起重机运动形式
a) 桥式起重机；b) 龙门式起重机

（一）起升机构

起升机构是起重机最主要的机构。如图1-13所示，它是由原动机、卷筒、钢丝绳、滑轮组和吊钩组成。原动机的旋转运动，通过卷筒—钢丝绳—滑轮组机构变为吊钩的垂直上下直线运动。起重机因驱动形式的不同，驱动卷筒的原动机可为电动机，可为液压马达，也可作为机械传动中某一主动轴。当原动机为电动机或高速液压马达时，应通过减速器改变原动机的扭矩和转速。为了提高下降速度，起升机构往往设置离合器，使卷筒脱离原动机动力，在重物自重作用下反向旋转，让重物或空钩自由下降。

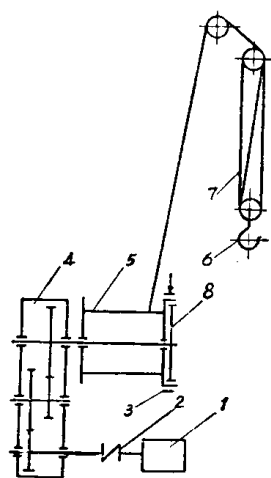


图 1-13 起升机构

1—原动机；2—联轴器；3—制动器；4—减速器；5—卷筒；6—吊钩；7—滑轮组；8—离合器

大型起重机往往备有两套起升机构，吊大重量的称为主起升机构或主钩；吊小重量的称为副起升机构或副钩。副钩的起重重量一般为主钩的 $1/5 \sim 1/3$ 或更小。

为使重物停止在空中某一位置或控制重物的下降速度，在起升机构中必须设置制动器或停止器等控制装置。

（二）变幅机构

起重机变幅是指改变吊钩中心与起重机回转中心轴线之间的距离，这个距离称为幅度。起重机由于能变幅，这就扩大了作业范围，即由垂直上下的直线作业范围扩大为一个面的作业范围。

不同类型的起重机，变幅型式也不同。对轮胎式起重机和履带式起重机有钢丝绳变幅和液压油缸变幅两种类型（图1-14、15）。钢丝绳变幅机构与起升机构相类似，所不同的只是从变幅卷筒引出的钢丝绳不是连结到吊钩上，而是连结在吊臂端部。上述两种变幅型式都是使吊臂绕下铰点在吊臂平面内改变吊臂与水平面夹角来实现的。这种变幅形式的起重机又称为动臂式起重机。在有些塔式起重机中，变幅是靠小车沿吊臂水平移动来实现的，称为小车式变幅（图1-16）。

（三）回转机构

起重机的一部分（一般指上车部分或回转部分）相对于另一部（一般指下车部分或非回转部分）作相对的旋转运动称为回转。为实现起重机的回转运动而设置的机构称为回转

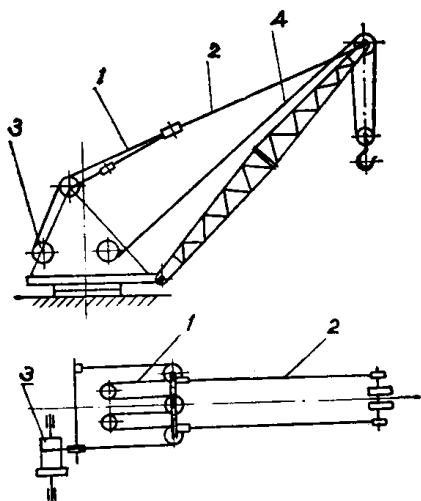


图 1-14 钢丝绳变幅

1—吊臂变幅绳；2—悬挂吊臂绳；3—变幅卷筒；4—起升绳

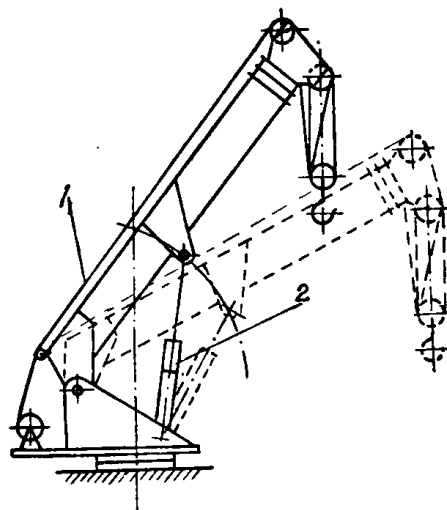


图 1-15 液压油缸变幅

1—起升绳；2—变幅液压油缸

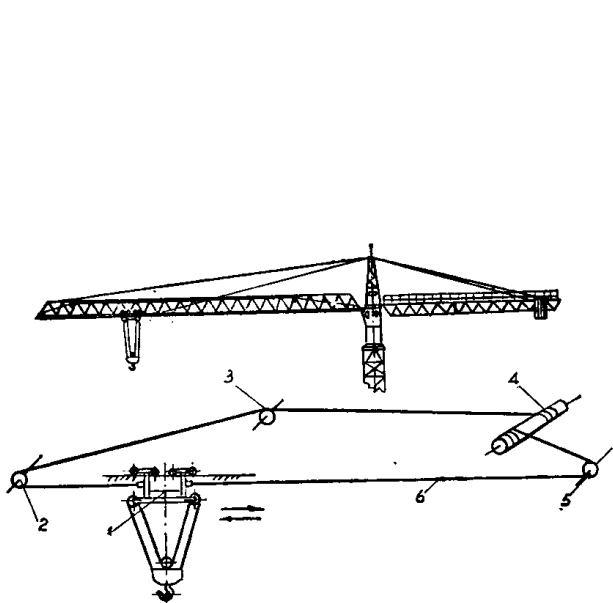


图 1-16 塔式起重机小车牵引变幅

1—小车；2—吊臂端部导向轮；3—张紧轮；4—卷筒；5—吊臂根部导向轮；6—钢丝绳

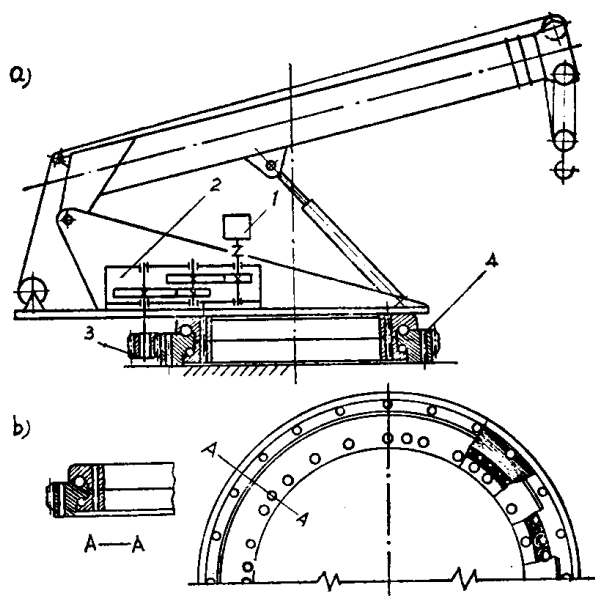


图 1-17 回转机构

a) 回转机构；b) 回转支承装置

1—原动机；2—减速器；3—小齿轮；4—大齿圈

机构（图1-17）。

起重机有了回转运动，从而使起重机从线、面作业范围又扩大为一定空间的作业范围。回转范围分为全回转（回转 360° 以上）和部分回转（可回转 270° 左右）。一般轮胎式起重机、履带式起重机和塔式起重机多是全回转的（图1-17）。所示为回转机构设在上车部分时的工作原理图。它是由原动机经减速器将动力传递到小齿轮上，小齿轮既作自转又作沿着固定在大齿圈上的公转，从而带动整个上车部分回转。

（四）行走机构

轮胎式起重机的行走机构就是通用或专用汽车底盘或专门设计的轮胎底盘。履带式起重机的行走机构就是履带底盘。塔式起重机的行走机构是专门设计的在轨道上运行的行走台车。

二、金属结构

起重机的吊臂、回转平台、人字架、底架（车架大梁、门架、支腿横梁等）和塔式起重机的塔架等金属结构是起重机的重要组成部分。起重机的各工作机构及零部件都是安装或支承在这些金属结构上的。起重机的金属结构是起重机的骨架。它承受起重机的自重以及作业时的各种外载荷。组成起重机金属结构的构件较多，其重量通常占整机重量的一半以上，耗钢量大。因此，起重机金属结构的合理设计，对减轻起重机自重，提高起重性能，节约钢材都有重要意义。

三、动力装置与控制系统

动力装置是起重机的动力源，是起重机的最重要组成部分。它在很大程度上决定了起重机的性能和构造特点。不同类型的起重机由不同类型的动力装置组成。轮胎式起重机和履带式起重机的动力装置多为内燃机。可由一台内燃机对上下车各工作机构供应动力；对于大型汽车起重机，有的上下车各设一台内燃机，分别供应起重机构（起升、变幅、回转）的动力和行走机构的动力。塔式起重机以及相对固定在港口码头、仓库料场上工作的一些轮胎起重机的动力装置是外接电源的电动机。

起重机的控制系统包括操纵装置和安全装置。动力装置是解决起重机做功所需的能源。有了这个能源，就能使起重机各机构运动。而控制系统则是解决各机构怎样运动的问题。如动力传递的方向，各机构运动速度的快慢，以及使机构突然停止等。相应于这些运动要求，起重机的控制系统设有离合器、制动器、停止器、液压传动中的各种操纵阀，以及各种类型的调速装置和专用的安全装置等部件。通过这些控制系统创造的条件，改变起重机的运动特性，以实现各机构的起动、调速、改向、制动和停止，从而达到起重机作业所要求的各种动作。

第三节 工程起重机发展趋势

近年来随着建设工程规模不断扩大，起重安装工程量越来越大，尤其是现代化大型石油、化工、冶炼、电站以及高层建筑的安装作业逐年增多。因此，对工程起重机，特别是大功率的工程起重机的需要量日益增加。随着现代科学技术的发展，各种新技术、新材料、新结构、新工艺在工程起重机上得到广泛的应用。所有这些因素都有力地促进了工程起重机的发展。根据国内外现有工程起重机产品和技术资料的分析，近年来工程起重机的发展趋势主要体现在以下几方面。

一、广泛采用液压技术

由于液压传动具有体积小、重量轻、结构紧凑、能无级调速、操纵简便、轻巧、运转平稳和工作安全可靠等优点，因此，近年来国内外各种类型的工程起重机广泛采用液压传动。我国的主要工程起重机厂，近年来的产品多是液压起重机。现已研制成功的有3、5、8、12、16、32、40、65等吨位级的伸缩臂式液压起重机。图1-18所示为我国长江起重机厂研制的65吨伸缩臂式液压汽车起重机。国外液压起重机在品种和产量方面都有较大的发展，特别是大吨位级液压起重机发展非常迅速。100吨位级以上大型桁架臂式汽车起重机也开始采用液压传动。目前国外已有200吨级的液压汽车起重机。中、小吨位级的起重机已普遍采用液压传动。随着液压技术和液压元件的发展，液压起重机将会获得进一步

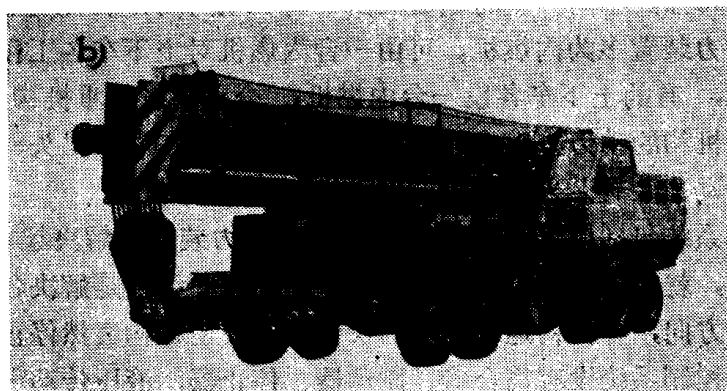
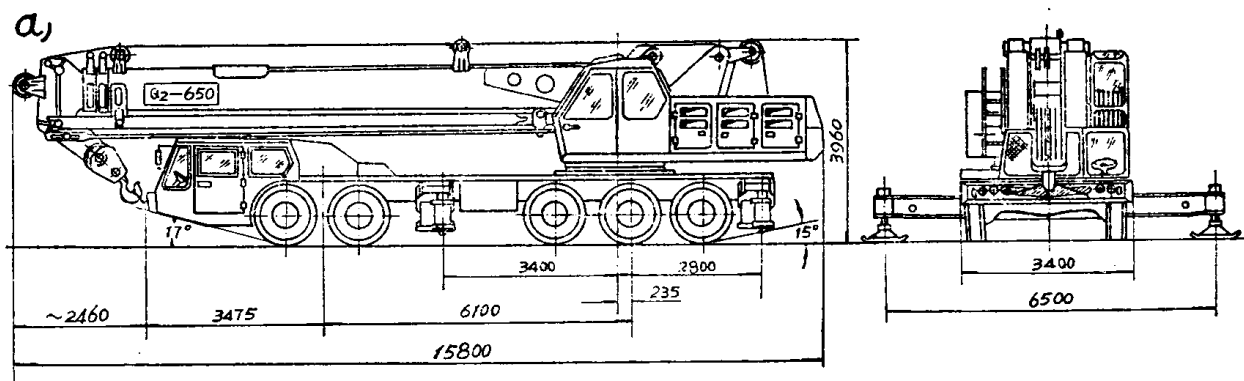


图 1-18 65吨伸缩臂式液压汽车起重机

发展。

二、通用型起重机以中小型为主，专用起重机向大型大功率发展

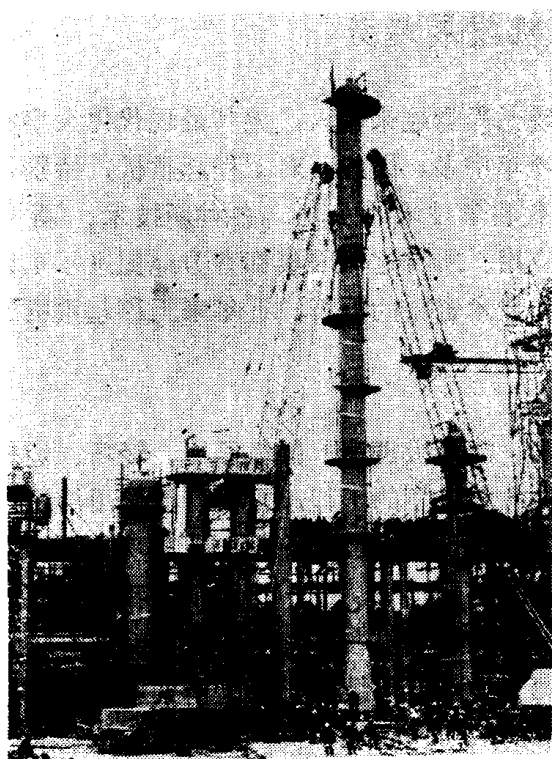


图 1-19 100吨桁架臂式汽车起重机

为了提高建设工程的装卸和安装作业的机械化程度，工程起重机的发展，仍是以轻便灵活的中小型起重机为主。目前国外普遍采用10~40吨级的工程起重机。从数量上看，中小吨级的占多数。因此国外很重视改进、提高中型（16~40吨级）液压起重机的性能。但为了满足大型石油、化工、冶炼设备和高层建筑大型板材、构件的安装，国内外已生产了一些100吨级以上的大型和特大型轮胎式起重机。图1-19所示为我国北京起重机器厂研制的100吨级汽车起重机正在吊装大型化工设备的作业情况。图1-4是它的行驶状态的情况。

目前超过100吨级的轮胎起重机品种逐渐增多。从发展情况看，大型或特大型起重机以发展桁架臂式起重机为主，而伸缩臂式液压起重机，由于伸缩臂的重量和行驶状态的长度的限制，它的发展有待技术和材料的进一步研究。

由于大型电站、大型高炉和化工建设的需要，塔式起重机的起重量、幅度和起升高度都有了大幅度的提高。

三、重视“三化”，逐步过渡采用国际标准

目前各国在发展工程起重机新产品中都很重视“三化”（标准化、系列化、通用化）。一些国家对自行式起重机制订了国家标准，规定了起重量系列。有些国家对起重量虽然没有统一的规定，但各制造厂自成系列，注意采用通用零部件，为生产和使用提供有利条件。目前一些国家还按起重机的起升机构、回转机构、驱动桥、转向桥以及中心回转接头等，不分用于汽车起重机还是轮胎起重机一律进行标准化、系列化、通用化，使一种部件可以用在两种不同类型的起重机上。

此外，还可使一种部件用到起重量大小不同的起重机上，如设计系列化吊臂，小起重量起重机的主臂可作为大起重量起重机的副臂；小起重量液压起重机基本臂可作为大起重量起重机的二节臂等。有的国家，设计时要求相近吨级的起重机基本部件通用化。如10~16、25~40、63~100吨的主副起升机构、回转机构等完全通用。

我国对轮胎式起重机和塔式起重机分别制订了基本参数系列，统一了产品型号和等级。对轮胎式起重机还制订了技术条件标准。

为了发展品种，增加产量，提高产品质量和满足现代化专业生产的要求，工程起重机的“三化”水平将进一步得到提高。

目前世界上许多国家，不仅重视制订本国的产品标准，而且非常重视采用国际标准（ISO）。有的国家甚至废除了本国国家标准而直接采用ISO标准。

国际标准化组织（ISO）目前设有153个技术委员会，其中与起重机行业直接有关的技术委员会为TC-96起重机、起重设备和挖掘设备技术委员会。该委员会下设有4个分技术委员会：TC-96/SC₁起重机设计程序分技术委员会；TC-96/SC₂起重术语分技术委员会；TC-96/SC₃起重机钢丝绳选择分技术委员会；TC-96/SC₄起重机试验方法分技术委员会。该TC-96技术委员会已先后制订了《起重机结构的风力荷载 TC-96/DIS 4302》及《起重机的试验规则和步骤TC-96/DIS4310》等标准。

四、发展一机多用的产品

为了充分发挥工程起重机的作用，扩大其使用范围，有的国家在设计起重机时重视了产品的多用性。例如在工作装置设计方面，除了使用吊钩外，还设计了配备有电磁吸盘、抓斗、拉铲和木料抓取器等取物装置。有的还设计成用于建筑基础工程中，如装设钻孔装置和振动打桩拔桩装置等一机多用的产品（图1-20）。

又如在整机设计方面，近年来出现了自行塔式起重机，即汽车或轮胎塔式起重机和履带塔式起重机以代替固定式或轨道式塔式起重机。这种类型的塔式起重机是在原来轮胎式或履带式动臂起重机的基础

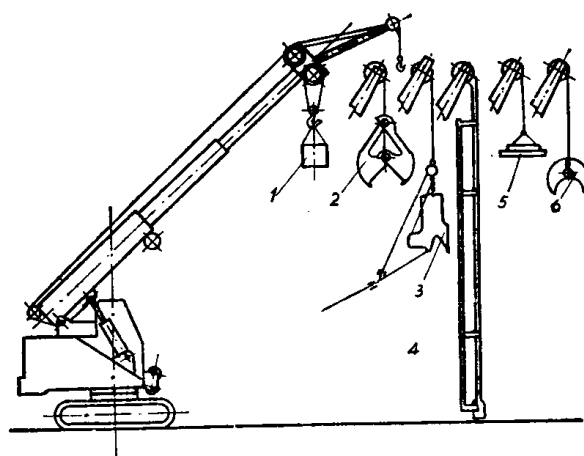


图 1-20 工作装置多用性的起重机
1—吊钩；2—抓斗；3—拉铲；4—打桩设备；
5—电磁吸盘；6—抓取器

上更换或改装吊臂而成的。如图 1-21 所示的履带塔式起重机就是将（图 1-7）所示的履带式起重机主吊臂顶节段卸下更换成塔式起重机用的顶节段并铰接上悬臂组成的履带塔式起重机。因此，这种塔式起重机是履带起重机一机多用的变型，它既具有塔式起重机能够靠近建筑物作业的优点，又具有自行式起重机机动灵活便于转移的优点。这种塔式起重机依靠起重机本身把主臂和悬臂架立起来，因此，一到现场即可迅速投入作业，并且不需铺设轨道。

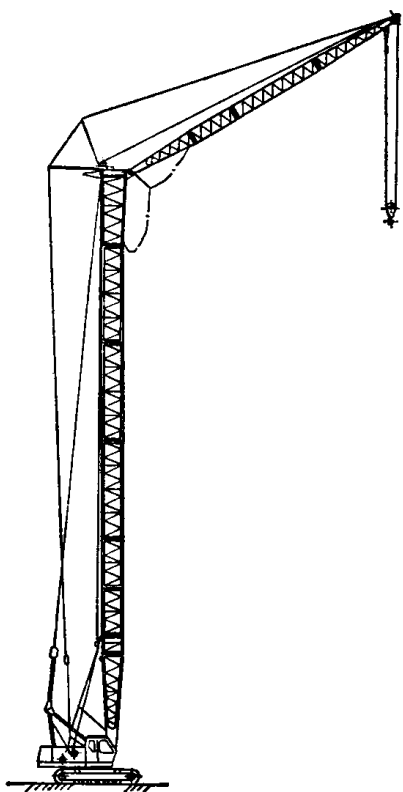


图 1-21 履带塔式起重机

塔式起重机也向一机多用的方向发展。在七十年代生产的塔式起重机一般多是三用或四用（如前所述的固定式、轨道式、爬升式和附着式四用）。

五、采用新技术、新材料、新结构、新工艺

为了减轻起重机的自重，提高起重性能，保证起重机高效可靠地工作，各国都非常重视采用新技术、新材料、新结构和新工艺。

新技术的应用除前述的广泛采用液压传动外，有的起重机还采用液力传动。由于液力变矩器与发动机恰当匹配，使发动机扭矩自动地适应行驶条件；并还采用动力换挡变速箱，液压转向装置以减轻司机的操作强度。

为了防止起重机超载以至倾翻，近年来研制了电子式起重力矩限制器。这是一种较为完善的安全装置。当载荷接近额定起重量时，自动发出警报信号；当超载时，力矩限制器自动切断起重机工作机构以保证起重机整机稳定安全。

采用新技术更加完善操作条件，是国外发展工程机械的一个普遍倾向。工程起重机也不例外。为了进一步改善司机操作环境，除司机室做得宽敞，视野良好，保温隔热和隔声外，还装置有远距离联系设备和工业电视设备等。

由于钢铁工业的发展，合金钢强度不断提高，为工程起重机减轻自重，特别是吊臂自重，创造了极为有利的条件。国外在七十年代后期能出现 160、200 吨级的液压汽车起重机，就是由于有可能采用了高强度低合金钢。国外有的采用了极限强度达 70~90 公斤/厘米²级的高强度合金钢制作箱形伸缩吊臂。桁架式吊臂普遍采用高强度钢管。支腿横梁及底架大梁采用高强度易焊合金钢。

为了减轻起重机的自重，除了采用高强度钢材外，在结构型式方面的改进也是十分重要的。设计先进合理的箱形吊臂引起了各国的重视。近年来轮胎式起重机出现了盆形底座，起重机的上车通过回转支承安装在盆形底座上，从盆形底座上在对角线方向安装四个辐射式（可摆动）支腿。这样吊重负荷经由盆形底座直接传递给支腿，而起重机底盘只承受行驶时的自重。这样，起重机就可设计得轻一些。其他，如设计多节支腿横梁来加大起重机支承宽度以提高起重性能等。

新材料、新结构的应用，促使采用各种新的加工工艺，国外为了扩大高强度钢材的应用，重视高强度钢的焊接工艺等等。

第二章 工程起重机的性能参数与工作类型

第一节 工程起重机的主要性能参数

工程起重机的主要性能参数包括起重量、起升高度、幅度、各机构工作速度和重量指标等。对于塔式起重机还包括起重力矩和轨距等参数。这些参数表明起重机工作性能和技术经济指标，它是设计起重机的技术依据，也是生产使用中选择起重机技术性能的依据。

一、起重量

起重机起吊重物的重量称为起重量，通常以 Q 表示，单位吨。起重机的起重量参数通常是以额定起重量表示的。所谓额定起重量是起重机在各种工况下安全作业所容许的起吊重物的最大重量。它是随着幅度的加大而减少的。轮胎式和履带式起重机起重量一般不包括吊钩的重量，但对于取物装置为抓斗或电磁吸盘时，则包括抓斗和电磁吸盘的重量。对于塔式起重机，起重量往往包括吊具重量。轮胎式和履带式起重机的名义吨位级（即起重机铭牌上标定的起重量）通常是以最大额定起重量表示的。最大额定起重量是指基本臂处于最小幅度时所起吊重物的最大重量。但应予以指出，有些大吨位级起重机，最大额定起重量往往没有实用意义，因为幅度太小，当支腿跨距较大时，重物在支腿内侧。所以在这种情况下的最大额定起重量只是根据起重机强度确定的最大额定值，它只是标志起重机名义上的起重能力。

起重量是起重机的主要技术参数。为了适应国民经济各部门的需要，同时考虑到起重机品种发展实现标准化、系列化和通用化，对起重机的起重量，国家制订了系列标准。一机部于1974年对轮胎式起重机制订了基本参数系列标准，规定了轮胎式起重机最大额定起重量参数系列（表11-5）。国家建委于1978年对塔式起重机也制订了基本参数系列，规定了起重量和最大起重量参数（表17-1）。

二、幅度

如前所述，起重机回转中心轴线至吊钩中心的距离称为幅度或称工作幅度。当某一长度的吊臂处于与水平面成某一夹角时，这个幅度值也就确定了。但当吊臂处于同一夹角时，在吊重状态与在空钩状态时其幅度值是不等的。所以标定起重机幅度参数时，通常是指在额定起重量下，起重机回转中心轴线至吊钩中心的水平距离，并用 R 表示，单位米（图2-1）。幅度表示起重机不移位时的工作范围。所以幅度也是衡量起重机起重能力的一个重要参数。如图2-1所示，为了反映起重机实际工作能力，往往还以有效幅度 A 表示。对于轮胎式起重机有效幅度是指在使用支腿侧向工作时起吊最大额定起重量时吊钩中心垂线到该侧支腿中心线的水平距离。设计起重机时，应合理确定有效幅度。对于轮胎式起重机，在JB1375—74标准（表11-5）中按不同起重量的起重机规定了不同的有效幅度范围。

三、起重力矩

起重机的工作幅度与相应于此幅度下的起重量的乘积称为起重力矩，并以 M 表示，则