

绪 论

一、通用机械设备的概念及其在生产中的作用和地位

根据机械设备的使用范围，可以将其分为两大类：一类是专用机械设备，只局限在某一特定生产过程中使用；另一类是通用机械设备，不局限在某一特定生产过程中使用，而可以在其他生产领域中使用，如为完成起重、运输工作的起重机和连续运输机，为输送各种流质用的各种类型的泵与风机，提升重物的升降电梯，提供动力的内燃机等。

在工业生产中，这些通用机械设备处于不可缺少的重要地位。在任何生产过程中，原料、半成品及成品的起重搬运工作是必不可少的。在一个年产 700 万吨的钢铁联合企业中，各种物品的流量就高达 5 000 万吨左右，而且其中多数是要求在高温、快速的情况下完成运输工作的。为了完成这些任务，通常要装备各种类型的起重、运输机械。此外，在生产中，各种起重、运输机械的投入使用，直接影响着生产流程上各工艺设备的配置情况。这些起重、运输机械便是联系各工艺设备之间的重要组成环节，从而超出了辅助工作的地位。

冶金生产中的各种冶金炉，必须由泵和风机供给冷却水和助燃的空气。以一个年产十余吨铅、锌、铜的冶金厂为例，它应用的各类泵和风机在 1 000 台左右，占全部机械设备的 50% 以上。再以黑色冶金生产为例，高炉炼一吨生铁需要供应 2 200 ~ 2 500 立方米的空气，平炉炼一吨钢需要十几吨冷却水；一个年产 150 万吨钢的联合企业，每昼夜的耗水量达几十万吨之多。可见，对一个冶金厂来说，没有具备相当能力的泵及风机来完成如此大量的流体输送任务，冶金生产是不可能进行的。

我国对于起重、运输、泵与风机一类机械设备的研究、制造有着悠久的历史 and 杰出的贡献。约在公元前 1760 ~ 1756 年间，我国即发明了为农田灌溉提水用的起重工具——桔槔。公元前 1115 ~ 1079 年间又发明了灌溉用的辘轳。辘轳是一种最简单的绞车，它利用摇柄半径和卷筒半径的不同，以回转运动代替了桔槔的杠杆的摆动，从而达到了既省力又增加了提升高度的目的。到了公元 186 ~ 189 年间又发明了用于灌溉的提水翻车（脚踏水车），这种翻车就是现今应用的刮板运输机的雏形。

鼓风机的应用最初是从冶炼事业中开始的，我国是世界上第一个生产铸铁的国家，在公元前 600 多年就已经在炼铁生产中应用了鼓风工具——囊（音 tuó），这是一个大的皮囊（音 náng），利用人力拉压进行鼓风。以后又出现了“木扇”，木扇是一种利用人力启闭木箱盖板的鼓风机装置。到了公元 37 年开始利用水力带动木扇鼓风，称为“木排”。欧洲发明水力鼓风机是在 11 ~ 12 世纪，比我国晚了 1 000 年左右。以后我国又发明了手拉木制风箱。在公元 1637 年宋应星著的《天工开物》上，详细记载了在当时已经普遍应用的手拉木风箱的构造，其作用原理现在仍应用于往复式水泵和压气机上。

虽然我国在历史上曾在各种起重运输、给水送风机械方面有着许多发明创造，当时在世界上处于领先地位，但是由于封建统治的长期束缚，特别是自清末以来，三座大山的压迫，使得这些生产技术始终处于停滞状态，三千年前即开始应用的桔槔、辘轳而至今仍作为某些

乡村的提水工具。在这漫长的岁月里，随着各国之间贸易、航海业、冶金及采矿工业的发展，推动了这些机械的不断改进提高。特别是在 18 世纪以后，由于资本主义的兴起，生产力飞跃发展，从 18 世纪末期到 19 世纪末期，蒸汽驱动、电力驱动的起重机相继出现，使起重机的起重量、速度和功率大大提高，类型不断增多，而且在起重机的重要部分开始采用了合金钢。泵与风机的生产技术水平同样在不断发展。19 世纪出现了性能很好的蒸汽驱动的往复式泵，19 世纪中期出现了离心式泵和离心式通风机。以后随着对流体规律认识的不断提高，这种离心式泵和风机的性能不断得到改善，种类也愈来愈多。

解放后，随着我国工农业生产的高速发展，各种通用机械的技术水平和生产能力也在不断提高。由于成立了专门的起重运输机研究机构和专业制造厂，目前，我国国民经济各部门所需要的各种型号的起重运输机，从类型方面说，已经全部可以自行设计和制造。水泵、通风机、鼓风机和压气机已经实现了系列化，完全可以大规模生产。

当前，我国正在朝着现代化的方向前进。在这新的进程中，我国的起重机、运输机、泵与风机的设计和制造水平将不断改进。今后的发展方向应该是增加产品类型，节能高效，降低噪声，符合环保要求，提高使用的可靠性，简化操作及实现自动化，以赶上并超过世界先进水平，满足生产发展的需要。

二、本课程性质和任务

本课程是中等职业学校机电设备安装与维修专业的一门专业课程。该课程的任务是：使学生具备该专业高素质劳动者和中初级专门人才所必须的通用机械设备方面的基本知识和基本技能；能正确选用、调试、使用、维修、保养常用通用机械设备。

三、本课程教学目标

本课程的教学目标是：使学生具备机电设备安装与维修专业高素质劳动者和中初级专门人才所必需的通用机械设备方面的基本知识和基本技能，具有分析和解决常用通用机械设备常见故障的初步能力，并初步具备辩证思维的分析能力和良好的职业道德。

知识目标：

- (1) 常用通用机械设备的工作原理、结构、技术参数、性能；
- (2) 通用机械设备结构分析的基本思路和途径；
- (3) 选用、调试、使用、维修、保养常用通用机械设备的基本知识。

能力目标：

- (1) 能根据产品使用说明书及有关技术资料，正确选用、调试和使用常用通用机械设备；
- (2) 能对常用通用机械设备的常见故障进行分析判断，并能采取适当的技术措施排除故障；
- (3) 能按要求正确地保养通用机械设备。

第一章 起重机械

第一节 概述

起重机械是一种以间歇作业方式对物料进行起升、下降和水平移动的搬运机械。起重机械的作业通常带有重复循环的性质。一个完整的作业循环一般包括取物、起升、平移、下降、卸载，然后返回原处等环节。经常起动、制动、正向和反向运动是起重机械的基本特点。起重机械广泛用于工业、交通运输业、建筑业、商业和农业等国民经济各部门及人们日常生活中。

一、起重机的作用

起重机是现代工业生产过程中机械化、自动化的代表之一。它是改善物料的搬运条件、减轻劳动强度、提高劳动生产率必不可少的重要机械设备。随着经济建设的高速发展，机械化和自动化程度的不断提高，与此相适应的起重机技术也迅猛发展，产品不断更新换代，使用范围也不断扩大。对于一些企业，如果没有起重机，不仅工作效率低，劳动强度大，甚至难以工作。高层建筑的施工，上万吨级或几十万吨级大型船舶的建造，火箭和导弹的发射，大型电站的施工和设备安装，大重件的装卸和搬运等都离不开起重机。例如，一个 20 万千瓦的火力发电站，全部用煤作燃料，每天需消耗 2 000 吨煤，假如煤场距锅炉房 0.5km，每天需用 1500 人运煤。又例如，一艘时速为 18 海里的 5 万吨级轮船，往复 7 000 海里的航线约要 16 天，在 6 个港口停卸时间 37 天，装卸费占运费的 40% ~ 60%。起重体不仅可以作为辅助的生产设备，完成原料、半成品、成品的装卸及搬运，也可进行机电设备、船体分段吊运及安装，而且也是一些生产过程工艺操作中必须的技术装备。例如，冶金工业中炉料准备、加料、钢水浇铸成锭、脱模取锭等，必须依靠起重机。据统计在国内冶金、煤炭部门，其机械技术装备总量或总重中，起重机约占据 25% ~ 65%。

由此可见，起重机是机械化作业的重要物质基础，是一部分主要的固定资产，对于港口码头、车站库场、生产车间、海洋工程、航空航天、电力建设、建筑安装等，已成为主要生产要素，是现代化生产的重要标志。

二、起重机的分类

起重机的分类见图 1-1。

1. 桥式类型起重机

它除起升机构外，还有小车和大车运行机构，为此，起重机可在大、小车运行机构所能到达的整个场地及其上空作业。如梁式起重机、门式起重机、集装箱岸桥等。

2. 臂架式类型起重机

它除起升机构外，通常还有变幅、回转和运行机构，由于这些机构的相互配合，起重机

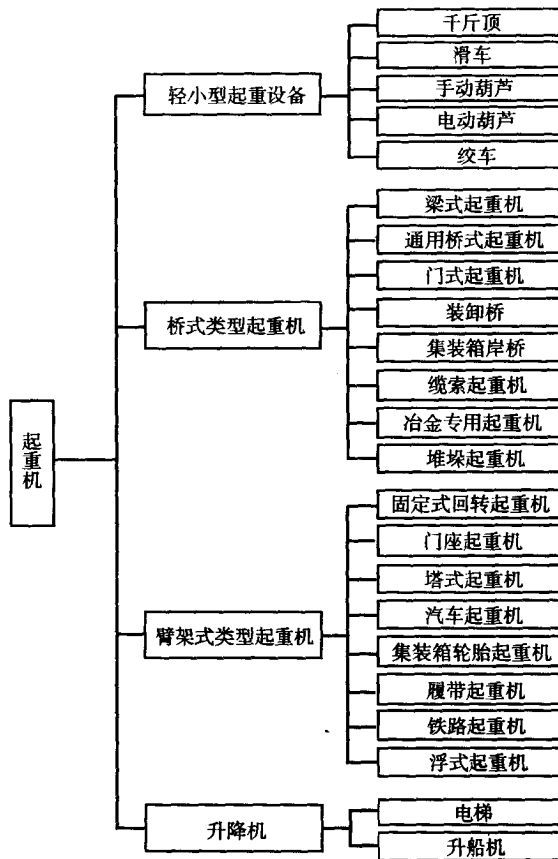


图 1-1 起重机的分类

可以在运行机构所能到达和臂架回转机构所及的场地及其上空作业。如固定式回转起重机、门座起重机、汽车起重机等。

3. 轻小型起重设备

它通常只配备一个起升机构，只能实现一个方向上的往复运行，且在一条直线上作业。如千斤顶、滑车、电动葫芦等。

4. 升降机

与轻小型起重设备相同，只能实现一个方向上的直线作业。如电梯、升船机等。具体关于电梯的内容在下一章专门论述。

第二节 起重机的基本结构

我国自 20 世纪 50 年代开始（根据前苏联资料）试制了建筑业用的高架塔式起重机、机械制造业用的桥式起重机、造船工业用的门座起重机，而且以通用型与专用型同时并重为原则进行开拓和发展。所以，制造起重机工厂几乎遍及全国各个省、市，总计大约近百家之多，产品可谓多种多样，但基本构造不外乎由运动机构、承载机构、动力源和控制设备以及

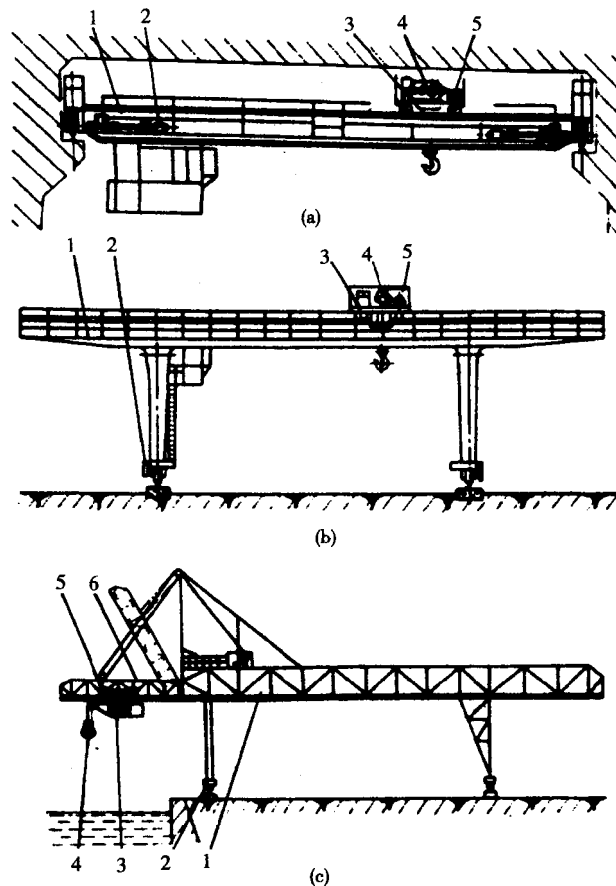
安全装置、信号指示装置等组成，来完成起重机的各种动作。

一、起重机的组成

(一) 运动机构

运动机构包含载荷沿垂直方向升降机构（起升机构）和沿水平方向移动载荷的机构（运行机构、旋转机构、变幅机构）。一些简单起重机械，如千斤顶、手拉滑车和卷扬机等，一般只具备载荷升降机构。而根据实现移动的方式不同，起重机分为桥式和回转式两大类。桥式类型主要依靠起重机的运行机构和小车运行机构的组合实现平移；回转类型则依靠起重机回转机构和改变回转半径的变幅机构实现平移。

运动机构图解请参看图 1-2、图 1-3。



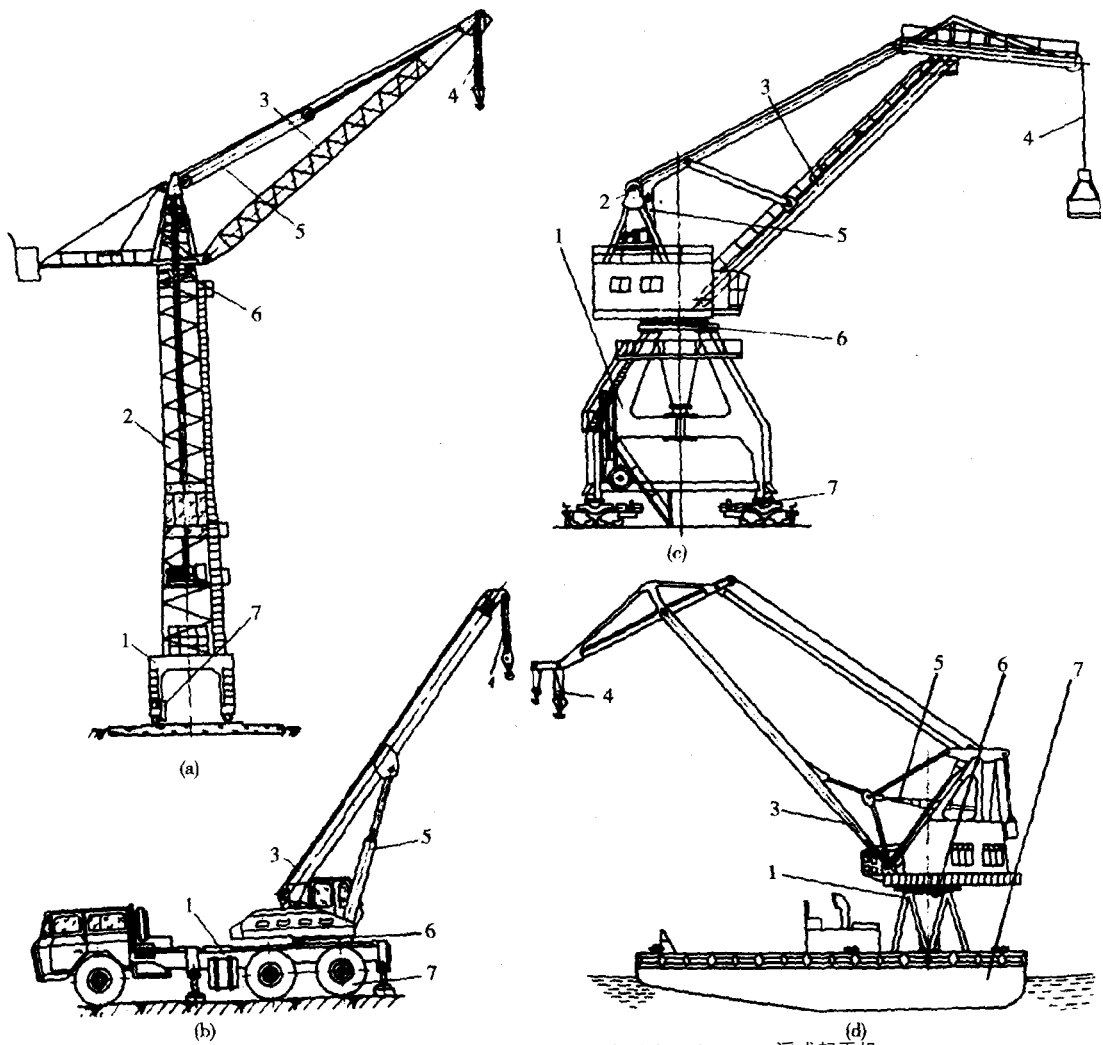
(a) 通用桥式起重机；(b) 门式起重机；(c) 装卸桥

1—桥架；2—大车运行机构；3—小车架；
4—起升机构；5—小车运行机构；6—俯仰悬臂

图 1-2 桥架型起重机简图

1. 起升机构

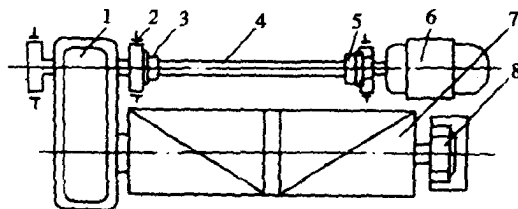
起升机构是用以支承起吊重物并作垂直升降的机构，主要由取物装置、钢丝绳、卷绕系



(a) 塔式起重机；(b) 汽车起重机；(c) 门座起重机；(d) 浮式起重机
 1——门架（或其他底架）；2——塔架；3——臂架；4——起升机构；5——变幅机构；
 6——回转机构；7——起重机运行机构（或其他可运行的机械）

图 1-3 臂架型起重机简图

统以及传动装置等部分组成,用来实现物品上升与下降动作。它是各种起重机的主要结构部分。它的传动装置由卷筒装置、减速器、制动器、轴、电动机等组成。见图 1-4。

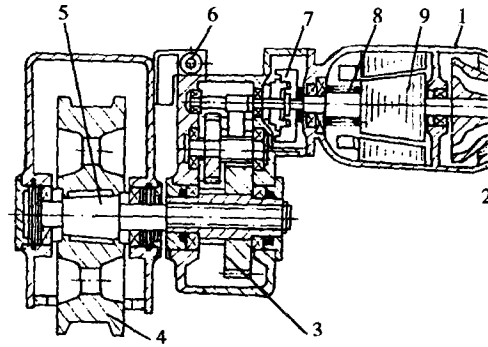


1——减速器；2——制动器；3——带制动轮的联轴器；
 4——浮动轴；5——联轴器；6——电动机；7——卷筒；
 8——卷筒支座

图 1-4 单吊钩起升机构的传动装置

2. 运行机构

用以驱使起重机行走的机构叫运行机构。它主要用作水平运移物品以及调整起重机（小车）的工作位置。通用桥式起重机和门式起重机运行机构的用途往往属于前者，而门座起重机和装卸桥的运行机构往往属于后者。运行机构由下列部件组成：电动机、传动装置（传动轴、联轴器和减速器等）、制动器和车轮等组成。在大型起重机中，为了降低车轮的压力，提高传动件和支承件的通用化程度，便于装配和维修，常采用带有平衡梁的车轮组。运行机构的驱动方式见图 1-5，它采用“三合一”驱动装置的大车运行机构，所谓“三合一”即带制动器的电动机和减速器组合成一体。



1——电动机外壳；2——锥形制动器；3——减速器；
4——车轮；5——车轮轴；6——扭力支撑；
7——联轴器；8——弹簧；9——锥形转子

图 1-5 套装式“三合一”运行机构

3. 变幅机构

用以改变起重幅度的专用机构称为变幅机构。如调整起重臂架幅度的液压装置或其他卷筒式牵引装置等。变幅机构通常由起伏摆动的臂架系统、活动平衡重和变幅驱动装置三部分组成。起重幅度就是取物装置的中心线到起重机旋转中心线的水平距离，用 R 表示。起重幅度必须遵守下面的关系式：

$$M = QR$$

式中， M ——起重机的最大倾覆力矩（ $\text{kN}\cdot\text{m}$ ）；

Q ——起重机的额定起重量（ t ）；

R ——起重幅度（ m ）。

臂架式起重机的变幅机构按作业要求可分为非工作性变幅和工作性变幅两种，按性能要求又可分为非平衡变幅和平衡变幅两种。一般为了提高生产率，节约驱动功率和使操作平稳可靠，需要采用平衡变幅，即应用各种方法使起重机在变幅过程中物品的重心线沿水平线移动

或近似水平移动，如图 1-6 所示。变幅传动装置常有绳索滑轮组、扇形齿轮、曲柄连杆、齿条传动、螺杆、液压缸等几种形式。

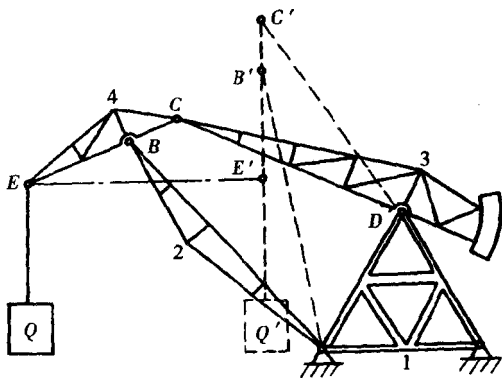
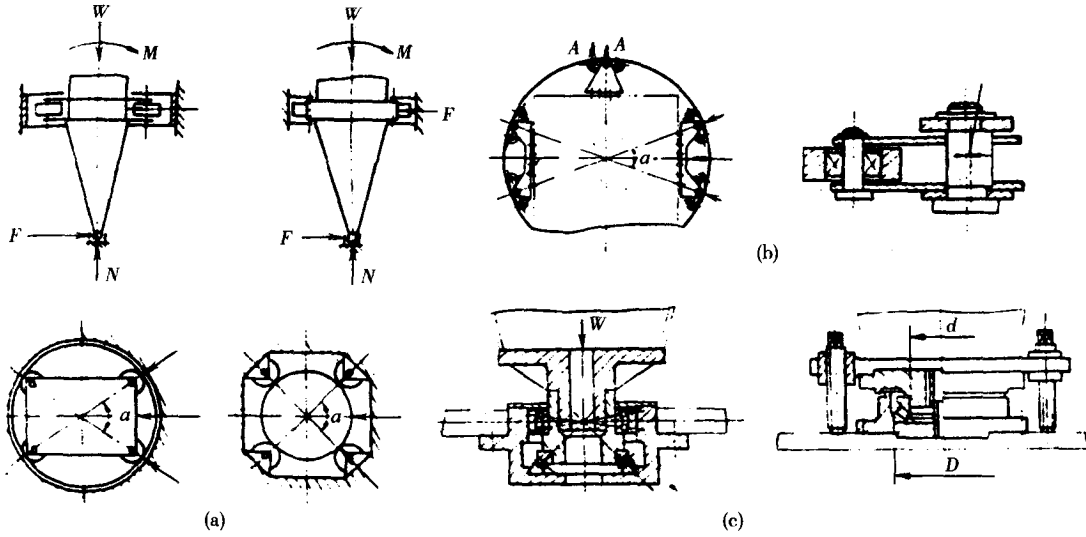


图 1-6 传动装置为曲柄连杆的起重机

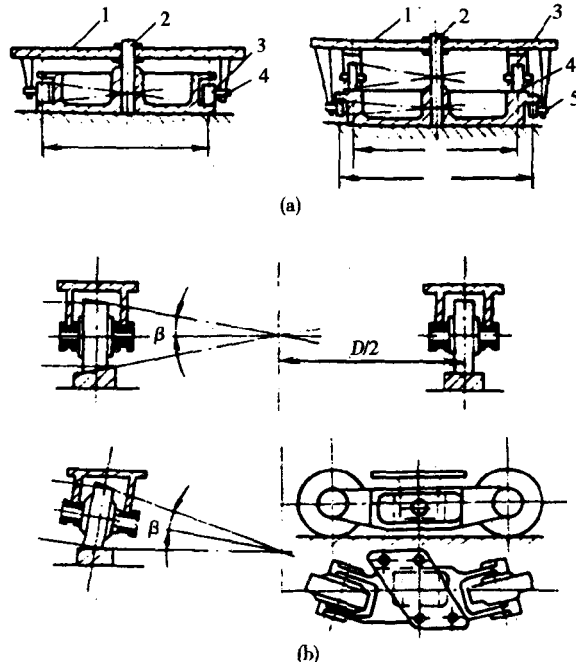
4. 旋转机构

使起重机围绕自己垂直轴作圆弧转动的机构叫做旋转机构。起重机旋转时，重物或设备沿圆弧作水平移动，所以，旋转机构是用以改变吊装物体平面位置的机构，一般为齿轮传动装置。回转式起重机的旋转机构由旋转支承装置和旋转驱动装置两大部分组

成，前者用来将起重机旋转部分支持在固定部分上，后者用来驱动起重机旋转部分相对于固定部分的回转。现有的旋转支承装置主要有柱式和转盘式两大类，见图 1-7、图 1-8。回转机构中最后一级传动一般都采用齿圈传动机构。



(a) 结构及受力简图；(b) 上支座结构简图；(c) 下支座结构简图
图 1-7 转柱式回转支承装置



(a) 支承装置示意图；(b) 支承滚轮结构简图
1—转盘；2—中心轴；3—滚轮；4—轨道；5—防倾翻反滚轮
图 1-8 支承滚轮式回转支承装置

（二）承载机构

所谓承载机构是指起重机主要承受载荷的构件组合，即起重机的金属结构和吊具以及钢丝绳等承载件。

1. 金属结构（机架）

起重机机架由型钢、钢板、型钢梁、钢板梁、箱型截面构件、圆钢和管结构等组成。在起重机金属结构中，主要承载构件一般用普通碳素钢 Q235 - A、Q235 - B、Q235 - C 或低合金高强度钢 16Mn、16MnTi 和 14MnV 等制造。也可采用铝镁、铝锰和铝锌锰等合金制造桥式起重机的主梁和臂架型起重机的臂架。它具有密度小、不锈蚀的特点，但强度较钢低，成本高，只在特殊场合下选用。

在选择起重机金属结构时，要注意使用条件。当温度为 -20°C 以下时，主要承载构件一定要保证钢材的冲击韧性 $\alpha_k \geq 30\text{J}/\text{cm}^2$ ，即采用镇静钢。特别重要的结构， α_k 应不低于 $60\text{J}/\text{cm}^2$ 。焊接结构应采用可焊性好的钢材，一般尽量不用厚板（ $\delta > 24$ ），厚板易引起应力集中和多向应力。

2. 吊具

吊具也称取物装置，是起重机中必不可少的部件之一，对提高劳动效率和安全生产有密切的关系。为了适应各类货物的装卸要求，通常装备的吊具有吊钩、电磁吸盘和抓斗等。在选择或验算吊具时，除了考虑静载荷外，还必须考虑因突然起动、刹车及其他意外原因造成动载荷加大。

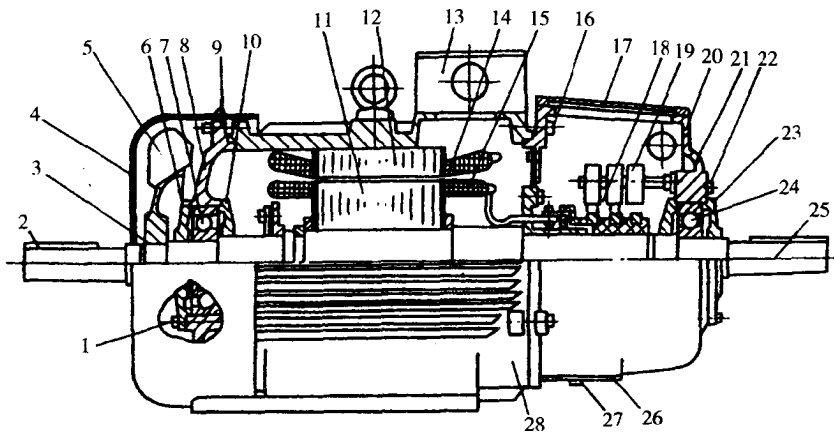
（三）动力源

驱动起重机工作的能量形式叫动力源。一般来说，起重机的驱动多用电力，也可用内燃机。人力驱动只用于轻小型起重设备或特殊需要的场合。我们在这简单介绍一下起重电动机，人们通常将起重机械用的电动机称作起重电动机，它与一般电动机一样，也分直流和交流两大类。直流起重电动机的调速性能好，但造价和设备投资较高，故其使用受到了一定程度的限制。交流起重电动机又分为三相和单相两种。三相起重电动机由于具有结构简单、成本低廉、工作可靠、维修方便等许多特点，其应用面尤为广泛，它要占到起重电动机总数的 90% 左右。至于单相起重电动机，国内目前还很少应用，而国外已开始兴起。

在工作中，起重电动机一般都将承受很大的过载，以及经常的起动、制动和逆转，并长期处在高温、高湿、多尘埃以及有振动和冲击的条件下运行。为此，起重电动机一般都具有普通电动机所不具有的特点，如有较高的过载能力、较大的起动转矩、较低的额定转速、较小的飞轮转矩、较高的绝缘耐热等级、零部件有较高的机械强度、基本防护结构多为封闭式等。起重电动机和一般电动机一样也是由定子、转子和端盖等三个最基本的部分构成的，见图 1-9。

（四）控制设备

控制设备常断开完成改变电路的参数和操纵电动机的换向等功能。具体地说，它能使电



- 1—螺栓；2—平键；3—挡圈；4—外风罩；5—外风扇；6—轴承外盖；
 7—前轴承；8—前端盖；9—螺钉；10—轴承内盖；11—转子铁心；
 12—定子铁心；13—出线盒；14—定子绕组；15—转子绕组；16—螺栓；
 17—视察窗；18—集电环；19—电刷架；20—后端盖；21—轴承内盖；
 22—螺栓；23—轴承外盖；24—后轴承；25—转轴；26—排尘孔盖；
 27—螺栓；28—机座

图 1-9 绕线转子交流起重电动机的典型结构

动机外接电阻接入或断开以改变其电路的相关参数和特性，同时使电动机处于起动、制动、起动、调整和调速等状态下工作。一般有鼓形控制器与凸轮控制器两种产品，也包括一些控制柜、保护柜和总受电箱等使保护装置投入工作的电控设备。

1. 凸轮控制器

凸轮控制器线路简单，维护方便，普遍用于直接控制起升和运行机构的中小容量电动机。

2. 主令控制器

主令控制器是一种多回路的手动电器，它包括按钮、行程开关、限位开关、转换开关、接近开关、信号灯等。

3. 控制柜

控制柜与主令控制器配合组成控制系统来操纵电动机运转。这类系统线路较复杂，体积大，成本高。

4. 保护柜

保护柜与凸轮控制器或主令控制器相配合，用于起重机短路保护，零压保护和总过流保护。

5. 总受电箱

采用主令控制器操纵的大型起重机和冶金起重机上广泛使用总受电箱对起重机进行保护

和控制。它主要由总低压断路器和接触器组成。

(五) 安全装置与信号指示装置

起重机在工作时，一旦发生行程位置、起重量等指标超出额定值，系统就会发出警示信号，随后马上停止工作。保护设备免于损坏的装置称为安全装置，它们有上升高度限位器、行程限位器、安全开关、偏斜调整装置、超载限制器、电子秤、载重力矩限制器等多种类型。同时起重机上应装设音响讯号，便于司机和挂钩人员联系，并能起警告作用，音响讯号通常使用电铃，声音嘈杂之处应使用电笛。在有些地方起重机顶部应装设红色信号灯。

下面我们举一个安全保护实例，以桥式起重机起升机构用超载限制器为例，其报警点的设定为：额定起重量的 90% 时，声光报警；额定起重量的 105% 时，延时 2s，切断起重机的上升主回路（延时目的是避开启动时冲击载荷引起的瞬时虚假超载）；额定起重量的 130% 时，立即切断起升电动机的上升回路。综合误差为 $\pm(3 \sim 5)\%$ 额定起重量，并有质量显示功能。

二、起重机械主要零部件

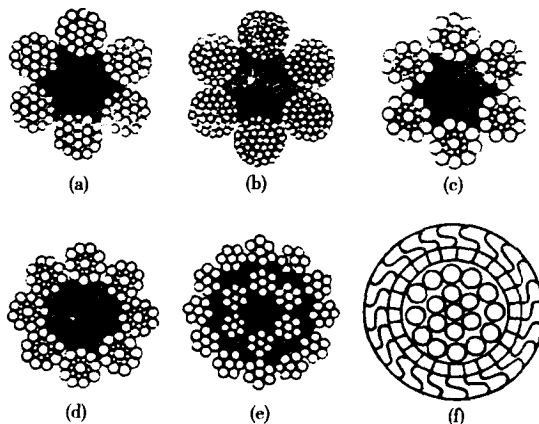
(一) 钢丝绳

1. 分类

钢丝绳是起重机械中最常用的挠性件。在起升和变幅机构中用作承载绳，在运行和回转机构中用作牵引绳。

绳芯有钢丝绳芯和纤维芯（麻芯或棉芯）两种。

钢丝绳按绕制方法分为顺绕绳、交绕绳和混绕绳。根据钢丝绳股中钢丝与钢丝间的接触状态又分为点接触绳、线接触绳和面接触绳。起重机械常用的钢丝绳断面见图 1-10。



(a) 点接触钢丝绳 6×19 ; (b) 点接触钢丝绳 6×37 ;
(c) 线接触钢丝绳 6×19 ; (d) 线接触钢丝绳 8×19 ;
(e) 不旋转钢丝绳 18×7 ; (f) 面接触钢丝绳

图 1-10 起重机械常用的钢丝绳断面

2. 钢丝绳的选用

起重机通常选用纤维芯钢丝绳，高温作业、多层卷绕及横向承压时，宜采用钢丝绳芯的钢丝绳。在室内工作一般用光面钢丝绳；在室外、水下及潮湿或腐蚀环境中工作，用镀锌钢丝绳。

顺绕绳用在带绳槽的卷筒及物品升降时不含自转的场合。交绕绳无此限制，但寿命比顺绕低。在某些起重机中，使用倍率为 1 的单根钢丝绳或起升高度 H 与滑轮直径 D 之比 $H/D > 35 \sim 40$ 时，均应采用不旋转钢丝绳。

点接触钢丝绳只宜用在不常工作的起重机中，其他起重机应优先选用线接触钢丝绳，少数也可用异型股钢丝绳，面接触钢丝绳主要用于缆索起重机的承载索。

3. 绳径的确定

钢丝绳直径的确定有选择系数法和安全系数法两种方法。

(1) 选择系数法。

应说明公式

$$d_{\min} = c \sqrt{F} \text{ (mm)}$$

式中， d_{\min} ——钢丝绳的最小直径 (mm)；

——选择系数 ($\text{mm}/\text{N}^{\frac{1}{2}}$)，按表 1-1 选取；

F ——钢丝绳最大工作静拉力 (N)。

(2) 安全系数法。

应说明公式

$$F_0 \geq Fn \text{ (N)}$$

F_0 ——所选用钢丝绳的破断拉力 (N)；

n ——钢丝绳最小安全系数，按表 1-1 选取。

表 1-1 c 和 n 值

机构工作级别	选择系数 c 值			安全系数 n
	钢丝公称抗拉强度 60 (MPa)			
	1550	1700	1850	
M1 ~ M3	0.093	0.089	0.085	4
M4	0.099	0.095	0.091	4.5
M5	0.104	0.100	0.096	5
M6	0.114	0.109	0.106	6
M7	0.123	0.118	0.113	7
M8	0.140	0.134	0.128	9

(二) 卷筒组和滑轮组

1. 卷筒组

卷筒组一般由卷筒、连接盘、轴及轴支承架组成。卷筒材料通常采用灰铸铁或球墨铸

铁，工作繁重（M6及以上）的采用铸钢，大直径（ $D \geq 1.2\text{m}$ ）或单件生产的用 Q235-B 或者 16Mn 等钢板卷焊而成，卷筒表面一般有钢丝绳螺旋槽。绳槽有标准槽和深槽两种，通常用标准槽。对抓斗起重机及其他有脱槽危险时宜用深槽，多层卷绕时用光面卷筒及折线卷筒。卷筒的壁厚和几何尺寸按表 1-2 计算，大尺寸的焊接卷筒（ $D > 1.2\text{m}$ ）还要验算在钢丝绳压力下的筒壁稳定性。

表 1-2 卷筒主要几何尺寸

计算项目	计算公式	说明
卷筒底径 D (mm)	$D \geq ed$	e 为卷筒与钢丝绳直径比
单层卷绕卷筒壁厚 δ (mm)	钢卷筒 $\delta \approx d$ 铸铁卷筒 $\delta \approx 0.02D + (6 \sim 10)$	
单层卷绕卷筒长度 L_1 、 L_2 (mm)	单联卷筒 $L_1 = l_0 + 2l_2 + l_2$ 双联卷筒 $L_2 = 2(l_0 + l_1 + l_2) + l_3$ $L_0 = \left(\frac{H_{\max}}{\pi D_0} + n_g \right) t$ $D_0 = D + d$	l_1 由结构需要定； $l_2 \approx 3t$ 为固定钢丝绳头用； l_3 根据钢丝绳允许偏角决定； H_{\max} 为最大起升高度； a 为滑轮组倍率； $n_g > 1.5$ 为固定绳储备圈； t 为绳槽节距
多层卷绕卷筒长度 L_d (mm)	$L_d = \frac{1.1 l_{\Sigma} t'}{2\pi (D + zd)}$ $t' = (1.1 \sim 1.2) d$	l_{Σ} 为多层卷绕钢丝绳总长； z 为多层卷绕层数； t' 为第一排钢丝绳绕螺旋节距

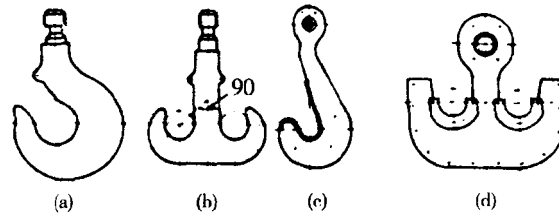
2. 滑轮组

滑轮组分定滑轮组和动滑轮组，它们与钢丝绳一起构成一个缠绕系统，达到起升货物时省力或者加（减）速的作用。定滑轮的位置是固定的，而动滑轮则常与吊钩或其他吊具组合在一起，并随之升降，滑轮一般用 HT150 和 QT450-10 等铸铁制造，载荷较大的滑轮也可用 ZG230-450、ZG270-500 或 ZG35Mn 等铸钢制造，对于大型滑轮（ $D \geq 800\text{mm}$ ）以用焊接结构为宜。近年来已研制成功用轧制工艺生产的滑轮，产品质量好，生产效率高。用尼龙等有机材料制造的滑轮重量大为减少，特别适用于作臂架起重机臂前端处的定滑轮和动滑轮。

（三）吊钩组

吊钩组是起重机中应用最广的取物装置。它由吊钩、吊钩螺母、推力轴承、吊钩横梁、

护板等组成。吊钩分单钩和双钩（图 1-11）。通常 80 吨以下用单钩，80 吨以上用双钩。成批生产的吊钩宜用模锻；大吨位、单件生产的吊钩采用自由锻或板钩（即片式吊钩）。



(a) 锻造单钩；(b) 锻造双钩；
(c) 片式单钩；(d) 片式双钩

图 1-11 吊钩的种类

吊钩材料按力学性能分为 5 个等级，见表 1-3。

表 1-3 吊钩材料及主要力学性能

强度等级	屈服点 σ_s (MPa)	冲击吸收功 A_k (J)	钢 号
M	235	48	DG20 或 DG20Mn
P	315	41	DG20Mn
(S)	390	41	DG34CrMo
T	490	34	DG34CrMo①
(V)	620	34	DG34CrMo②或 DG30Cr2Ni2Mo

注：1. 优先采用 M、P 级，对括号内的强度尽量避免采用。

2. 同一钩号的吊钩采用不同材料制造，可得到不同强度等级，在不同工作级别可用于不同起重量的起重机。

大钩号也可选用 DG30Cr2Ni2Mo。

用于小钩号。

(四) 抓斗

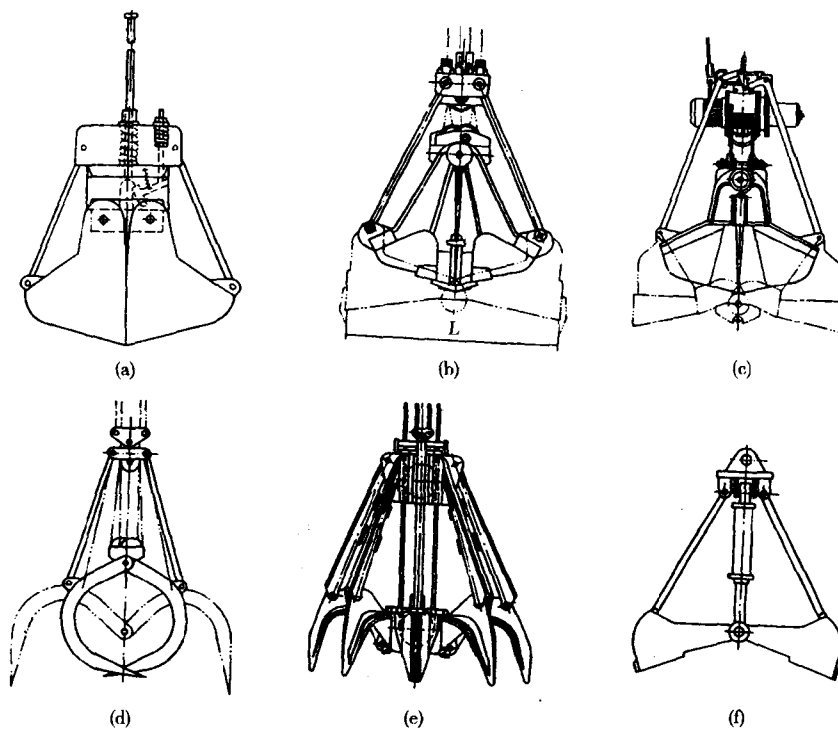
抓斗是装卸散料的主要取物装置，也有用来抓取圆木等长细物料的抓斗。

根据抓取物料的不同，抓斗有矿石抓斗、煤抓斗、粮食抓斗等；根据抓斗开闭方式不同分为单绳抓斗、双绳抓斗、马达抓斗和液压抓斗；根据颚板数目的不同又可分为双颚板抓斗和多颚板抓斗（或多爪抓斗），见图 1-12。

(五) 车轮与轨道

车轮有双轮缘、单轮缘及无轮缘三种。踏面有圆柱形、圆锥形和圆锥鼓形三种。起重机大车车轮主要用双轮缘圆柱形车轮。对于轨距小（如桥式起重机的小车）的车轮可用单轮缘。采用无轮缘车轮时应加水平轮。圆锥鼓形车轮多用于沿工字钢下翼缘运行的悬挂式起重机和架空单轨运输小车的运行机构中。

车轮的材料一般用 ZG340-640，对于工作繁重、轮压较大者宜采用 ZG65Mn、ZG55SiMn、ZG50MnMo 和 ZG35CrMnSi。中小规格的车轮也可采用锻钢，如 45Mn、50Mn、65Mn 等，寿命较铸钢长。最好采用轧制的合金钢轮箍，利用材料更合理。



(a) 单绳抓斗；(b) 双绳抓斗；(c) 马达抓斗；
(d) 圆木抓斗；(e) 多爪抓斗；(f) 液压抓斗

图 1-12 抓斗的种类

起重机轨道通常采用方钢、铁路钢轨（P 型）和起重机钢轨（QU 型）。方钢主要用作桥架型起重机小吨位小车运行轨道，大型起重机的大车运行轨道采用 QU 型钢轨。其他采用 P 型钢轨。

钢轨的选用可参考表 1-4。

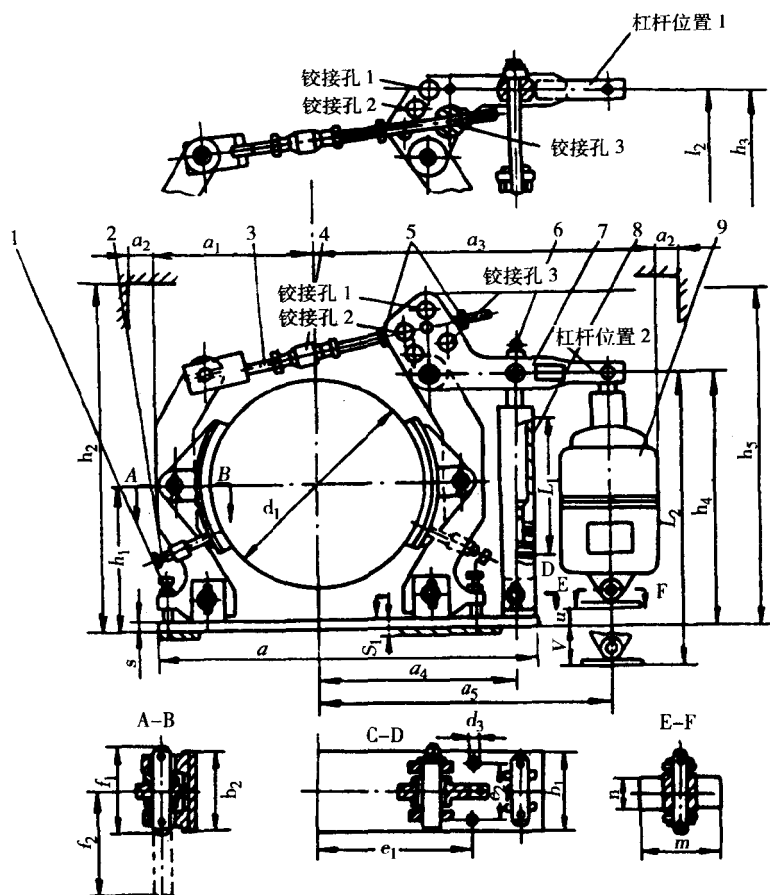
表 1-4 钢轨的选用

车轮直径 (mm)	200	315	400	500	630	710	800	900
起重机轨道						QU70	QU70	QU80
铁路轨道	P15	P22	P30	P38	P38	P43	P43	P50
方钢	40	50	60	80	80	90	90	100

(六) 制动装置

制动装置主要用来阻止悬吊物品下降，阻止臂架或转台在风力作用下转动，实现停车以及按工作需要减低机构运动速度。制动装置由制动器与打开装置组成。目前广泛应用的是有电气打开装置的制动器，它能支持物品（或臂架）不下落，同时又可起到调节速度的作用。这种制动器靠弹簧制动（抱闸），靠电磁铁或液压推杆打开（松闸）。表 1-5 列出了 SQZ 系列液压推杆制动器的安装尺寸。

表 1-5 SQZ 系列液压推杆制动器的外形及安装尺寸



1——支持点；2——制动瓦支持；3——调速杆；4——调整螺母；5——螺母
6——主弹簧固定点；7——制动支臂；8——主弹簧；9——电力液压推动器

制动器 型号	安 装 尺 寸 (mm)																				配电力液压 推动器型号
	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	b_1	b_2	b_3	e_1	e_2	a	a_1	a_2	a_3	f_1	f_2	S	S_1	a_4	a_5	
SQZ-200	155	390	345	270	364	80	80	14	145	55	395	170	10	450	85	130	10	5	205	330	YTD-23/5
SQZ-250	185	470	412	320	435	100	100	18	180	65	485	205	10	468	105	160	12	5	250	385	YTD-30/5
														485							YTD-50/6
SQZ-315	225	580	525	415	550	120	125	18	220	80	590	252.5	13	557.5	125	190	12	5	303	458	YTD-50/6
														557.5							YTD-80/6
SQZ-400	270	675	602	480	634	150	160	22	270	100	720	305	15	640	155	235	16	10	370	540	YTD-80/6
														650							YTD-121/6
SQZ-500	330	810	735	585	773	180	200	22	325	130	860	370	15	735	190	290	20	10	445	625	YTD-121/6
														745							YTD-201/6
SQZ-600	410	960	900	730	940	220	250	27	400	170	1040	450	20	845	230	350	24	10	540	735	YTD-121/6
														855							YTD-201/6
														855							YTD-301/6

续表

制动器 型号	安 装 尺 寸 (mm)																			配电力液压 推动器型号	
	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	b_1	b_2	b_3	e_1	e_2	a	a_1	a_2	a_3	f_1	f_2	S	S_1	a_4		a_5
SQZ-710	460	1072	1004	820	1052	250	280	27	450	190	1160	500	20	915	260	395	24	10	600	795	YTD—201/6
														915							YTD—301/6

第三节 桥式起重机

桥式起重机是机械制造工业和冶金工业中用得最为广泛的一种起重机械，它是由桥架和起重小车两大部分组成。桥架两端通过运行装置支承在厂房或露天货场上空的高架轨道上，沿轨道纵向运行；起重小车在桥架主梁上沿小车轨道横向运行。

桥式起重机有装在起重小车上的起升机构、小车运行机构和装在桥架上的大车运行机构等三种工作机构，通常为电驱动。桥式起重机起重量一般为 5 ~ 250t，最大可达成 1 200t；起重机跨度一般为 10.5 ~ 31.5m，最大可达 60m。桥式起重机型号多种多样，最常见、最典型的是通用桥式起重机，它是指用吊钩、抓斗或电磁吸盘作取物装置的一般用途的桥式起重机。下面以它为例介绍桥式起重机各部件结构。

一、桥式起重机的分类及主要参数

(一) 桥式起重机的分类

桥式起重机有多种多样，一般按以下方法进行分类，详见表 1-6。

表 1-6 桥式起重机的分类

分 类 方 法	类 型
按结构分	单主梁桥式起重机 双梁桥式起重机 电动葫芦桥式起重机 双小车桥式起重机 挂梁桥式起重机
	带回转臂架的桥式起重机 带回转小车的桥式起重机 带导向架的桥式起重机 柔性吊挂桥式起重机
按吊具分	吊钩桥式起重机 抓斗桥式起重机 电磁桥式起重式 两用桥式起重机 三用桥式起重机 料箱 电磁桥式起重机 料箱 抓斗桥式起重机