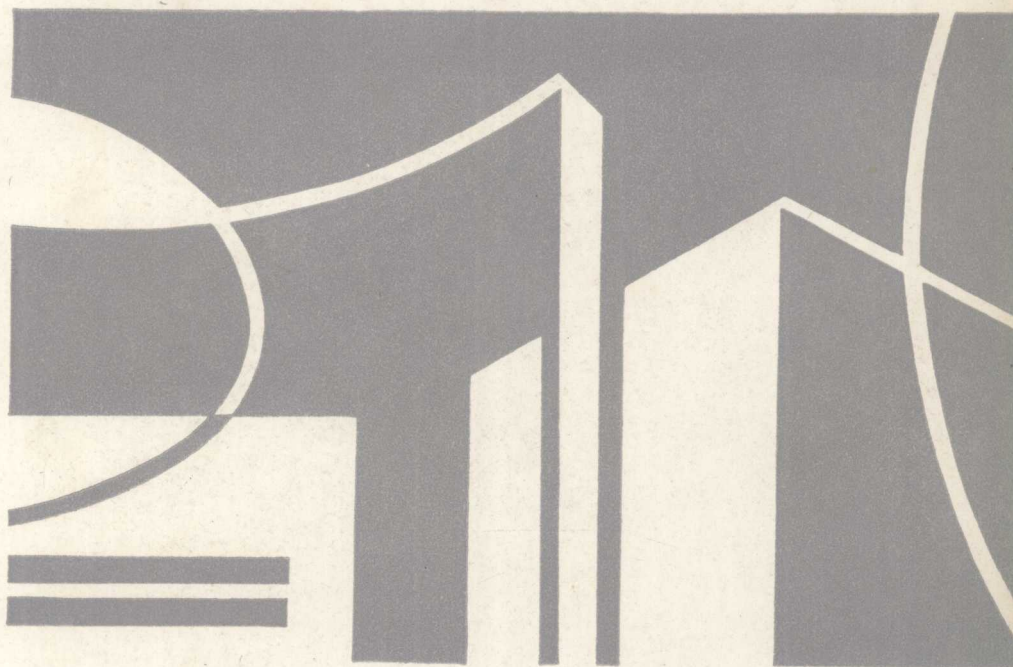


中等专业学校试用教材

# 起重机械

窦汝伦 编



中国建筑工业出版社

号 230 字登海(京)

中等专业学校试用教材

# 起重机械

窦汝伦 编

江苏工业学院图书馆  
藏书章

ISBN 7-112-01628-7/D·151  
定价：3.00元  
1992年9月第一版  
1992年9月第一次印刷  
中国工业出版社

(京)新登字 035 号

本书是根据建设部教育司颁布的有关“业务规格”、“教学计划”和“课程大纲”，为普通中等专业学校建筑机械专业编写的教材。

全书分为绪论、起重零部件、起重机性能参数及工作机构、起重桅杆及施工升降机、建筑工程起重机等五章，并附有复习题和习题。

本书采用最新规范和标准，突出了中专层次以实用为主的特色，在一定程度上反映了起重机领域内的最新成就和发展动向。

本书可作为有关专业的教学参考书，也可供从事土建施工的技术人员参考。同时也可作为建筑工人和管理人员的培训教材及相近专业的代用教材。

中等专业学校通用教材

起重机械

窦汝伦 编

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

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：12<sup>5</sup>/<sub>8</sub>。字数：307千字

1992年9月第一版 1992年9月第一次印刷

印数：1—4,600册 定价：3.05元

ISBN7—112—01648—7/G·151

(6681)

# 前 言

本书是根据1989年12月制订的全国建筑类中等专业学校“建筑机械”专业的“业务规格”、“教学计划”和“起重机械课程大纲”编写的。

在编写中采用了我国最新颁布的规范和标准,如《起重机设计规范》(GB3811—83)、《钢丝绳术语和钢丝绳标记、代号》(GB8706~8707—88)、《优质钢丝绳》(GB8918—88)、《建筑机械与设备分类》(ZBJ04007—88)、《建筑机械与设备产品型号编制方法》(ZBJ04008—88)等。在编写风格上力求理论联系实际,突出中专层次以实用为主的特色。在内容安排上着重于工作原理、构造和使用及一些必要的设计计算。在一定程度上反映了起重机械领域内的最新成就和发展动向。

全书分为绪论、起重零部件、起重机性能参数及工作机构、起重桅杆及施工升降机、建筑工程起重机五章和一些维护、保养、使用等方面的内容,并附有复习题、习题以及大纲要求的作业题和必需的表格。

本书以讲述新定型的产品为主,但对于某些虽已技术落后而施工现场仍大量使用的机型(如QT60/80塔式起重机)也作适当介绍。

本书适用于初中毕业生四年制、三年制和高中毕业生二年制普通中专及成人中专建筑机械专业,也可作建筑工人和管理人员的培训教材及相近专业的代用教材,也可供从事建筑施工的技术人员参考。

本书根据专家对初稿评审的意见,经建设部中等专业学校建筑机电与设备安装专业教学指导委员会认真讨论推荐出版。

在初稿的评审过程中,太原重型机械学院徐克晋教授、山西建筑工程学校张锡璋高级讲师对本书初稿进行了认真的审阅,提出了许多宝贵意见,经过修改,提高了本书的质量。在此谨表示衷心感谢。

本书中的第五章第二节由内蒙古建筑学校格日勒编写,其余部分均由窦汝伦编写。由山西建筑工程学校张锡璋担任主审。由内蒙古地质局张永红、内蒙建校格日勒绘制插图。

在编写过程中还得到了济南建机厂华克萍、连云港机械厂苏德新、西安冶金建筑学院樊超然等同志的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,缺点和错误之处难免,望使用本书的教师和读者批评指正。

# 目 录

第一章 绪论	1
第一节 起重机械的用途和在建筑工程中的作用	1
第二节 建筑工程用起重机的类型及特点	1
第三节 建筑工程起重机的的发展趋势	6
第四节 起重机工作类型	8
第五节 起重机的工作级别和机构工作级别	9
第二章 起重零部件	14
第一节 起重机械的基本组成	14
第二节 钢丝绳	16
第三节 滑轮和滑轮组	29
第四节 卷筒	34
第五节 吊钩与卡环	39
第六节 制动器	42
第七节 停止器	53
第八节 卷扬机	54
复习题和习题	66
第三章 起重机的性能参数和工作机构	61
第一节 起重机的主要性能参数	61
第二节 起升机构	63
第三节 旋转机构	74
第四节 变幅机构	89
第五节 行走机构	95
复习题和习题	101
第四章 起重桅杆与施工升降机	103
第一节 起重桅杆	103
第二节 单桅杆吊装的方法	123
第三节 施工升降机	126
复习题和习题	130
第五章 建筑工程起重机	131
第一节 塔式起重机	131
第二节 轮式起重机	176
复习题和习题	189
附录	190
主要参考文献	198

# 第一章 绪 论

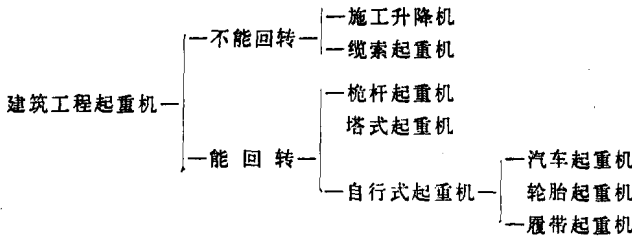
## 第一节 起重机械的用途和在建筑工程中的作用

起重机械是现代化生产建设的重要机械设备。它对减轻劳动强度，提高劳动生产率，降低建设成本，加快建设速度，实现建筑机械化起着十分重要的作用。

起重机械主要用作垂直运输，有行走机构的还可兼做短距离的水平运输。它是一种循环作业的机械，在建筑施工中，特别是在高层建筑、大型厂房日益增多的情况下，起重机已成为垂直运输与结构吊装必不可少的重要设备。并且建筑工程用起重机在我国已经形成了独立的体系。因此，广泛运用起重机械是建筑工业现代化生产的重要标志之一。

## 第二节 建筑工程用起重机的类型及特点

建筑工程起重机主要适用于工业建筑、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。同时也广泛应用于交通、农业、油田、水电和军工等部门的装卸与安装工作。为了能够方便地了解各种建筑工程用起重机的主要特性及其使用场所以便于选型，根据其结构、用途和特点分类如下：



下面就建筑工程中常用的起重机的主要机种作概略介绍。

### 一、塔式起重机

如图1-1所示，塔式起重机的结构特点是有一直立的塔身，起重臂连接在垂直塔身的上部，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地用的最广。

塔式起重机由于塔身是直立的，起重臂与塔身组成“Γ”字型，其幅度利用率比轮式起重机或履带式起重机大的多，故可使起重机靠近所施工建筑物。一般情况下，塔式起重机的幅度利用率可达80%。同样情况下，若选用轮式或履带式起重机，其幅度利用率则不超过50%。并随着建筑物的增高而急剧减少。特别是在高层建筑中其优越性更为明显。

塔式起重机的动力装置是用外接电源的电动机，一般施工现场可以很方便地接通动力电源，是比较经济的。但是通常使用的轨道式塔式起重机（如图1-1所示），需要在专用的轨道上运行，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1-2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1-3a）。在其底架上安装行走台车后，也可作为在轨道上运行的轨道式自升塔式起重机（图1-3b）。目前生产的塔式起重机一般可以具有固定式、轨道式、内爬式和附着式中的三种或四种性能。

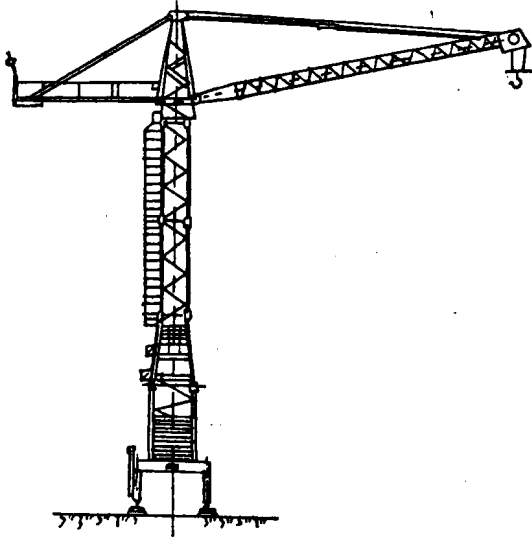


图 1-1 塔式起重机

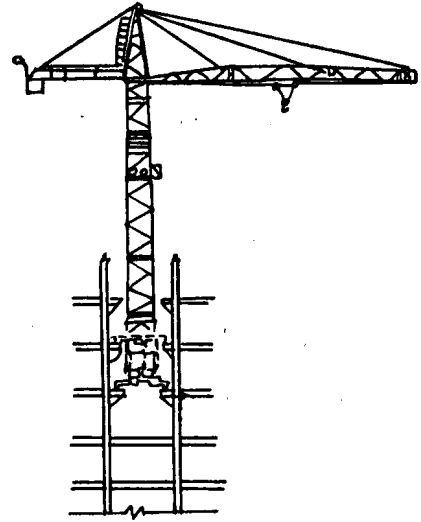


图 1-2 内爬式自升塔式起重机

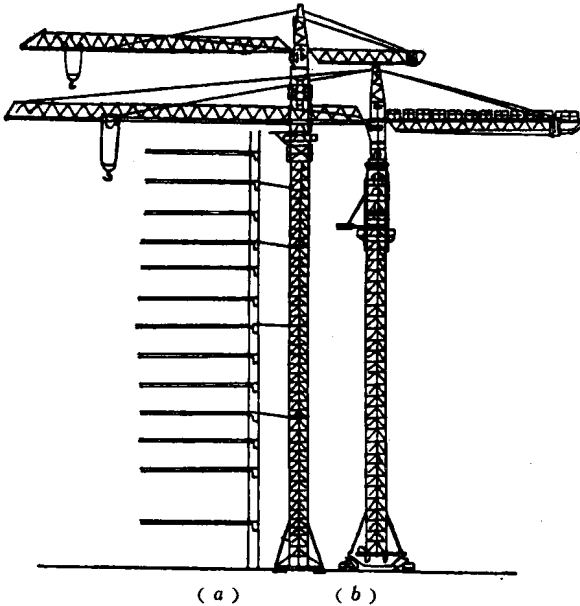


图 1-3 自升塔式起重机  
(a)附着式；(b)轨道式

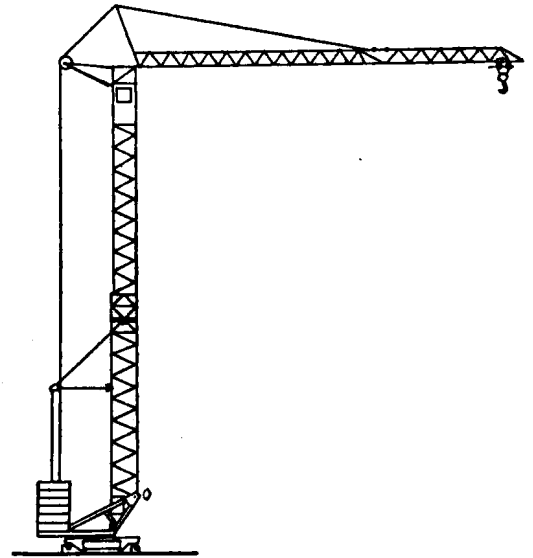


图 1-4 快速安装塔式起重机

从70年代以后我国又开始研制、发展快速安装塔式起重机，目前已可生产从 $16t \cdot m \sim 80t \cdot m$ 十余种型号。

快速安装塔式起重机（图1-4）是一种下回转、能快速自行架设及整体拖运的'建筑用塔式起重机。此机现已发展成为一个独立的品种系列，它与自升式塔式起重机已成为现代

建筑用塔式起重机的两个主要品种。

快速安装塔式起重机的基本特点，一是整体拖运外形尺寸小，二是依靠塔机本身所具有的机构或装置，快速实现运输状态与工作状态的相互转换，包括上、下轨（即拆卸道路拖运轮组）、竖立（或倒下）塔身、装卸平衡重、伸缩塔身、拉臂（或折臂）、增减塔身节等环节。不需要其它专用起重设备，一般只需二、三个人在几小时内，甚至几十分钟内完成。

目前，也有把塔式起重机的底盘部分制成轮胎式或履带式的，并称其为汽车塔式起重机、轮胎塔式起重机和履带塔式起重机，其型式如图1-5所示。

## 二、汽车起重机

汽车起重机如图1-6所示，由上车和下车两部分组成。下车采用通用或专用的载重汽车底盘。上车包括臂架、转台和操作室。臂架、转台和操作室由回转支承装置支承在下车上。转台上有起升机构、回转机构、变幅机构和平衡重。臂架有桁架臂和箱形臂两种结构，目前多采用箱形伸缩臂架。

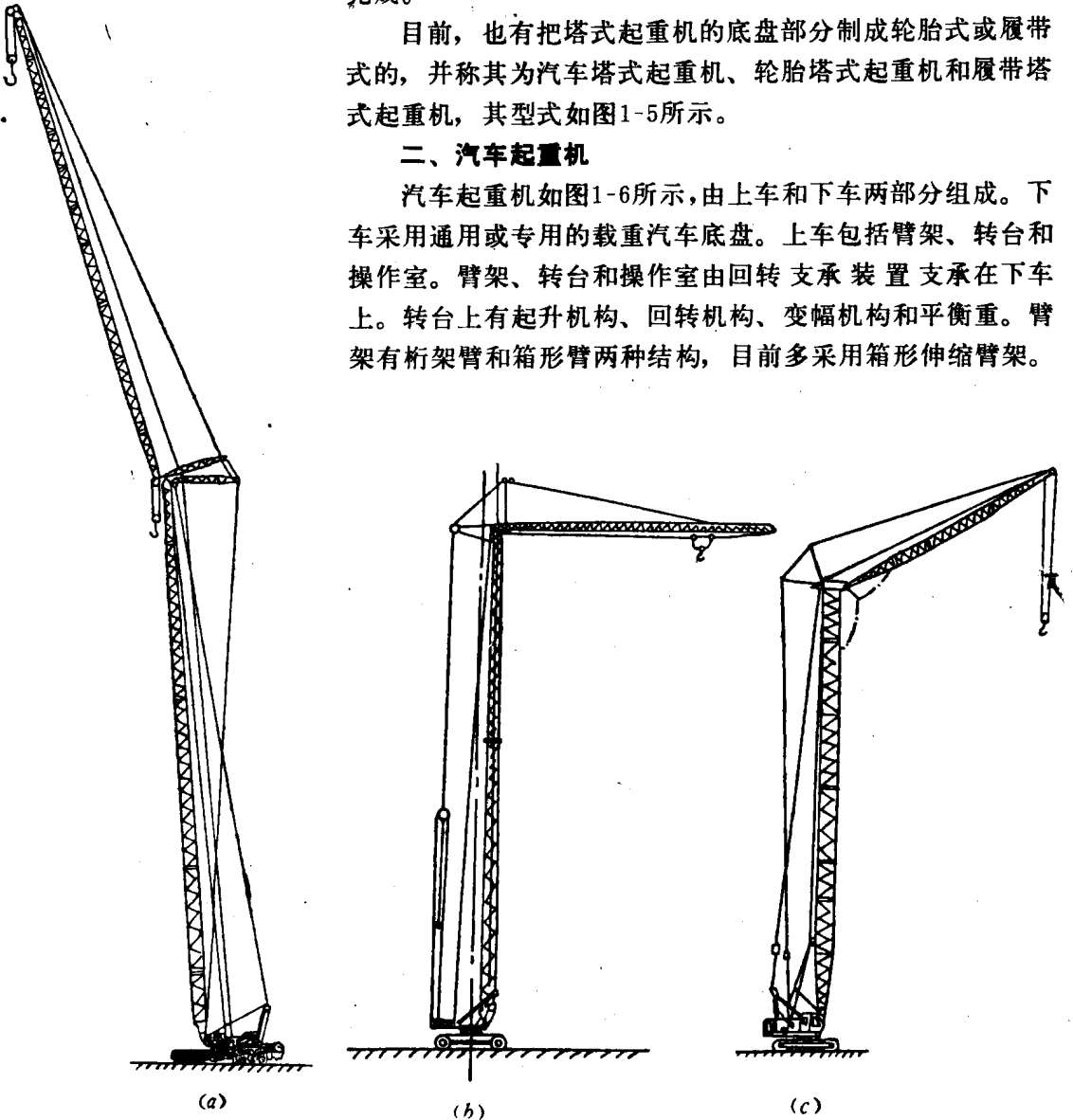


图 1-5 各种类型底盘的塔式起重机

(a)汽车塔式起重机；(b)轮胎塔式起重机；(c)履带塔式起重机

图1-6为液压式伸缩臂汽车起重机，除运行部分采用机械传动装置外，起升、回转、变幅和吊臂伸缩都采用液压传动，为了增加工作稳定性，还设有四个支腿。它可以70km/h的速度在公路上与汽车编队行驶，到工地后只要扳动手柄，液压支腿即可自动伸出、找平，多节伸缩臂可以在几分钟内由停放状态而伸出几十米高，立即参加吊装工作（图1-



7), 因此特别适用于流动性大、不固定的作业场所。但汽车起重机也有其缺点, 主要是它只能在起重机的左右两侧和后方作业。

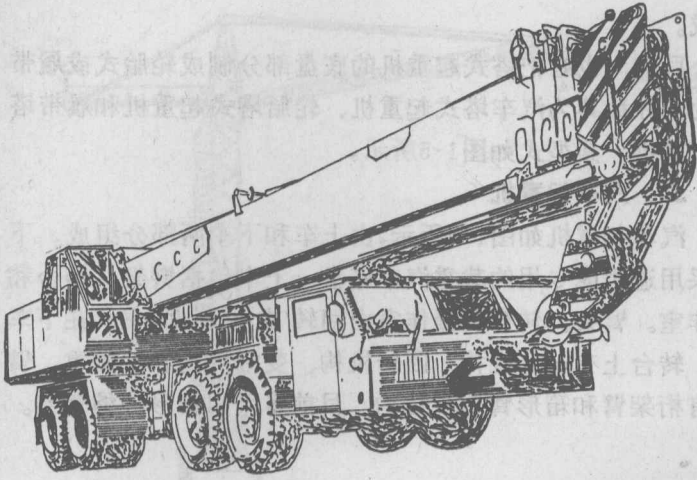


图 1-6 汽车起重机(停放状态)

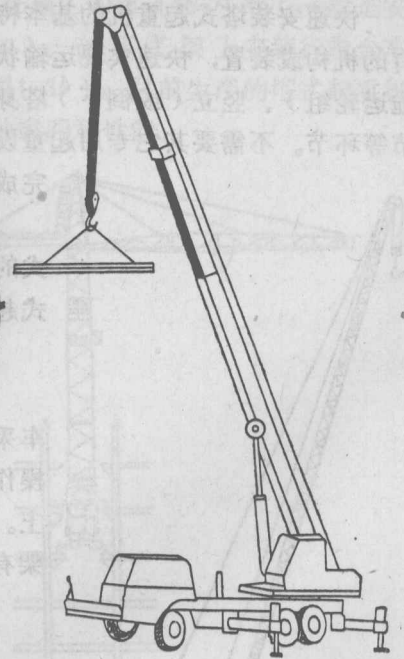


图 1-7 汽车起重机在施工

### 三、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1-8所示为桁架臂式轮胎起重机。轮胎起重机一般轮距较宽, 稳定性好, 轴距小, 车身短, 转弯半径小, 适用于狭窄的作业场所。轮胎起重机可以在前后左右四面作业。在平坦地面上可不打支腿就能吊重载以及可吊载慢速行驶。轮胎起重机与汽车起重机相比, 行驶速度低, 转换工作场地性能较差一些。近年来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(可达40km/h以上), 越野性好, 并可全轮转向, 机动灵活, 特别适于狭窄场地上作业。

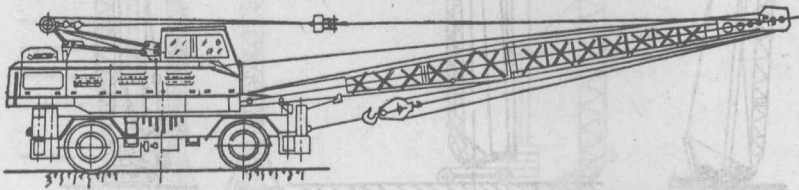


图 1-8 桁架臂式轮胎起重机(Q=16t)

汽车起重机和轮胎起重机, 统称为轮式起重机。

### 四、履带起重机

履带起重机如图1-9所示。它与轮胎起重机构造类似, 只是行走支承装置换了履带运行装置, 可以在松软的地面上行走和作业(接地压强约为0.05~0.15MPa), 爬坡度大。由于履带支承面宽大, 故稳定性好, 不需装设支腿。但履带起重机行驶速度慢(1~5km/h), 而且行驶过程要损坏路面, 因此转移作业场地时需要载运。近来履带起重机也发展

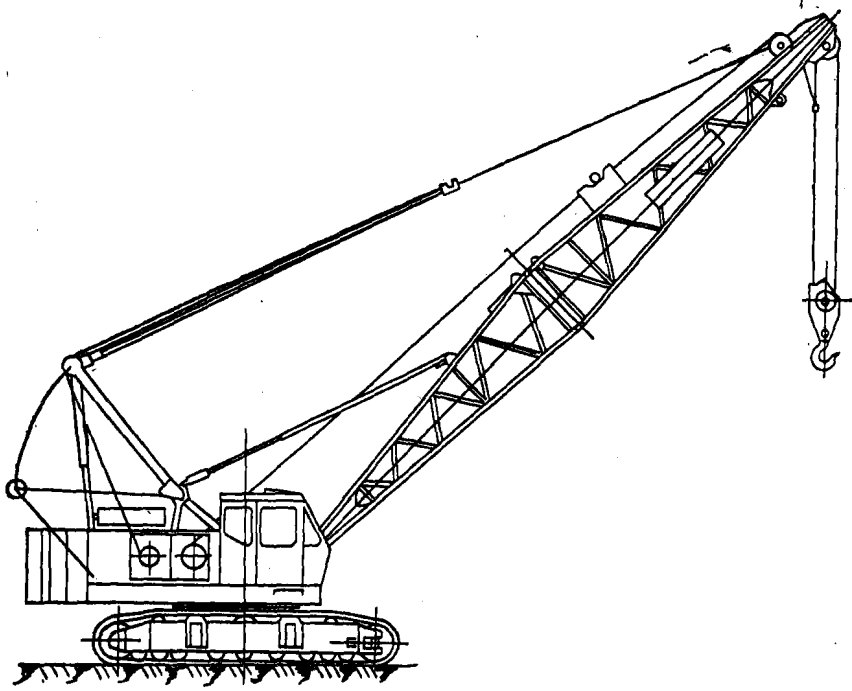


图 1-9 履带起重机

了液压式的，其构造原理与液压式汽车起重机相似。

### 五、桅杆起重机

桅杆起重机如图1-10所示。桅杆通过活动顶板被桅索牵引而直立于回转支座之上。起重臂架用变幅滑轮组悬吊，桅杆回转靠缠绕在转盘上的钢丝绳带动。起升、变幅和回转三个动作由三台卷扬机带动。

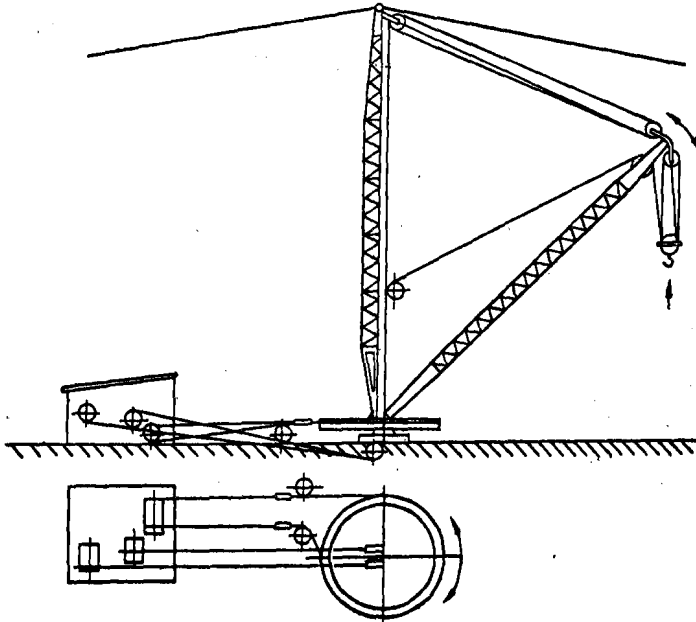


图 1-10 桅杆起重机

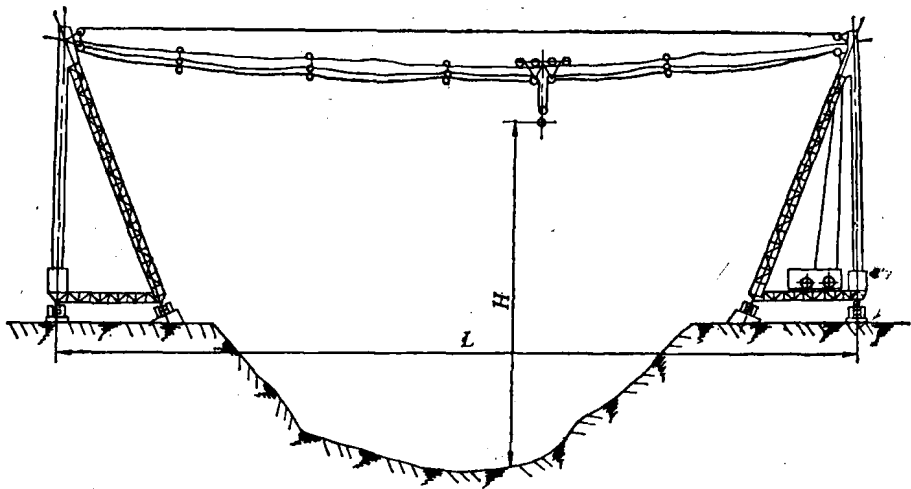


图 1-11 缆索起重机

桅杆起重机结构简单，设备简易，在建筑安装和设备安装工程仍被采用，并有其独特作用。

### 六、缆索起重机

在跨度太大或地形复杂时（如林场、煤场、山区、水库等），采用钢丝绳承载作为“桥梁”的起重机称为缆索起重机，如图1-11所示。取物装置有吊钩、吊罐和抓斗等，用于运输成件、散粒物料或抓取泥土、浇注混凝土等工程。

### 七、施工升降机

施工升降机是用来垂直提升各种建筑材料和建筑构件的一种起重设备。常用的大都具有敞露的起重平台，其上放置拟提升的物品，通过卷扬机与钢丝绳滑轮组系统来实现平台的升降运动。另外，也可用吊斗代替平台，来提升散碎及浆液状的物料（如混凝土）。

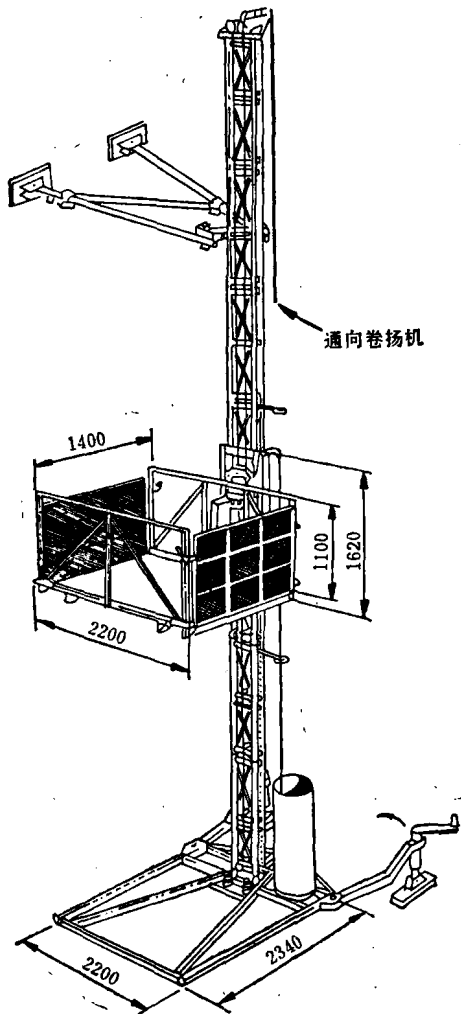


图 1-12 施工升降机

## 第三节 建筑工程起重机的 发展趋势

近年来，随着建筑工程规模不断扩大，建筑构件预制化、装配化的发展和建筑工程技术的提高，起重安装工程量越来越大。根据国内外现有建筑工程起重机产品及技术资料的分析，近年来建筑工程起

重机的发展趋势主要体现在以下几个方面：

### 一、中小型起重机向自行架设、快速安装发展，专用起重机向大型发展

80年代初，国外重型塔式起重机的起重能力已达到 $10000t \cdot m$ ，其最大幅度为 $100m$ ，该幅度下的起重量为 $94.5t$ 。大型伸缩臂汽车起重机的起重量已达 $400t$ ，最大起升高度为 $108m$ 。桁架式吊臂汽车起重机其最大起重重量已达 $1000t$ 。

在国内，目前已能生产 $250t \cdot m$ 以上的塔式起重机。近几年，我国塔式起重机的发展大致趋向两个方面：一个是自重轻、能自立、多用途、拆装方便的中小型塔式起重机。随着我国商品房的出现，这类塔式起重机将会有更快的发展；另一个是力矩大、力臂长、多用、多速并能快速安装的大型塔式起重机。随着大中城市高层、超高层建筑的增加，大型板材、构件的安装工作量越来越大，因此，大型塔式起重机的发展仍会有上升趋势。

### 二、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、操作方便、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建筑工程起重机广泛采用液压传动。例如：下回转快速安装塔式起重机折曲式塔身的竖立、伸缩式塔身的立塔、顶升接高已普遍采用液压传动。上回转自升塔式起重机的顶升大多数采用的是液压方式。汽车起重机近年来的产品也多是液压起重机。我国现已研制成功的有 $3.5$ 、 $8$ 、 $12$ 、 $16$ 、 $32$ 、 $40$ 、 $865$ 等吨位级的伸缩臂式液压起重机。

随着液压技术的不断发展，建筑工程起重机采用液压技术会更加广泛，并成为中小型起重机械的主要发展方向。

### 三、普遍采用组合设计、电子计算机广泛地用于起重机安全装置

目前，工业发达国家主要塔式起重机生产厂，都采用组合设计技术，如瑞典生产的 $000$ 型组合式自升塔式起重机，由 $61$ 种传动件和结构件相互组合，可装成 $100t \cdot m$ 到 $600t \cdot m$ 的 $41$ 种不同型号的塔式起重机。组合设计的自升塔式起重机将塔身标准节设计成 $2 \sim 3$ 种不同规格的塔身节，其断面外廓尺寸相同，但主弦杆截面积不同，腹杆规格也有所不同，故能根据不同需要加以组合，以适应在起升高度和起重能力方面的某些特定要求。

组合设计对设计、加工制造和使用三方面均有显著效益。我国迄今生产塔式起重机的单位已有 $100$ 多家，产品型号 $130$ 多种，因此，采用组合设计、统一基础件、统一机型，加强标准化、系列化将是今后几年我国塔式起重机的发展方向。

近年来由于采用了电子技术，从硬件到软件两方面把建筑工程起重机产品的功能、性能以及制造技术提高到一个新水平。

例如在汽车起重机中，电子计算机控制设备可将起重机工作时的起吊负荷、负荷极限、工作幅度、臂架长度、臂架角度、起重力矩、提升高度等七个主要参数的变化，通过光电数字显示反映到司机室的安全指示板上，从而保证了工作的可靠和安全。

随着电子计算机的普及，电子计算机在我国建筑工程起重机械中的应用也将越来越广。

### 四、采用新技术、新结构、新材料、新工艺

70年代末，国外出现的锤子式结构塔式起重机（图1-13）近年来得到推广应用。这种起重机起重臂和平衡臂形成一体，塔身和臂架组成锤子状结构，由于塔身和臂架均是伸缩式的，因而安装架设速度快，折叠运输时的外廓尺寸小，架设时所需的空间小，并便于在

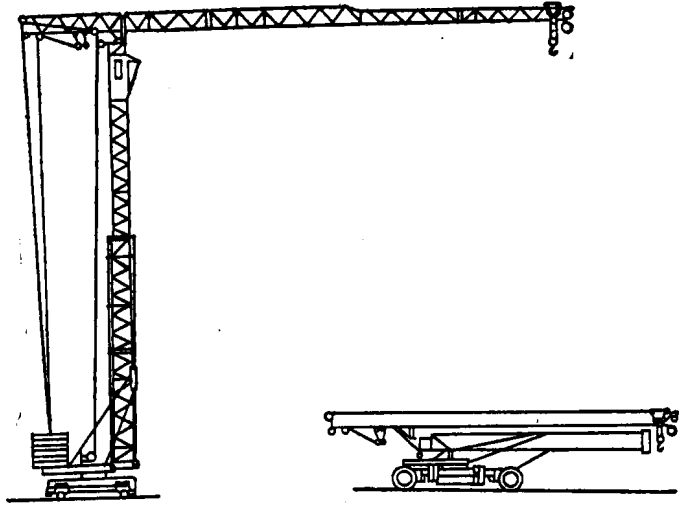


图 1-13 锤子式结构塔式起重机

市区运输转移工地。我国大部分城市，建筑拥挤，道路狭窄，为适应这种状况，开发40~80t·m级别，占地小，尾部半径小，安装运输方便的新结构城市型起重机是一个方向。

国外制造塔式起重机钢结构材料一般为普通碳素结构钢和低合金钢。近年来采用钢管制作塔身结构日益增多，据资料，采用低合金钢管结构的自重可减轻15~17%。随着钢铁工业的发展，合金钢强度的不断提高，建筑工程起重机的自重，特别是吊臂自重，将会继续减轻。

新材料、新结构、新技术的应用，促使采用各种新的加工工艺，为了扩大高强度钢材的应用，将会更加重视高强度钢的焊接工艺等。

#### 第四节 起重机工作类型

起重机工作类型是指起重机工作忙闲程度和载荷变化程度的参数。

工作忙闲程度，对整个起重机来说，就是指在一年总时间约8700小时内，起重机的实际运转时数与总时数的比；对机构来说，则是指一个机构在一年时间内运转时数与总时数的比。在起重机的一个工作循环中，机构运转时间所占的百分比，称为该机构的接电持续率，用 $JC$ 表示。在起重机中要根据各个机构不同的接电持续率选择电动机。

$$JC\% = \frac{t}{T} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中  $t$  —— 起重机一个工作循环中机构的运转时间；

$T$  —— 起重机一个工作循环的总时间。

载荷变化程度，按额定起重量设计的起重机在实际作业中，起重机所起吊的载荷往往小于额定起重量。这种载荷的变化程度用起重量利用系数  $K = \frac{Q_1}{Q_0}$  表示。 $Q_1$ 为起重机在全年实际起重量的平均值； $Q_0$ 为起重机的额定起重量。

根据起重机的工作忙闲程度和载荷变化程度把起重机的工作类型划分为：轻级、中级、重级和特重级四种工作类型。

整个起重机及其金属结构的工作类型是按其主起升机构的工作类型而定的，同一台起重机各机构的工作类型可以各不相同。

起重机的工作类型和起重量是两个不同的概念，起重量大，不一定是重级，起重量小，也不一定是轻级。如水电站用的起重机起重量达数百吨，但使用机会却很少，只有在安装机组、修理机组时才使用，其余时间都停歇在那里，所以尽管起重量很大，但还是属于轻级。又如货场用的起重机，起重量一般为10~20t，虽然起重量不大，但非常繁忙，所以属于重级。表1-1所列是起重机工作类型主要指标的平均值。

起重机工作类型表

表 1-1

工作类型	工作忙闲程度		载荷变化程度	
	起重机年工作小时数	机构运转时间率 (JC%)	机构载荷变化范围	每小时工作循环数n
轻级	1000	15	经常起吊(1/3) 额定载荷	5
中 级	2000	25	经常起吊(1/3~1/2) 额定载荷	10
重 级	4000	40	经常起吊额定载荷	20
特 重 级	7000	60	起吊额定载荷机会较多	40

从以上情况可知，如果把轻级工作类型的起重机用在重级工作类型的场所，起重机就会经常出故障，影响安全生产。所以，要注意起重机的工作类型必须与工作条件相符合。

### 第五节 起重机的工作级别和机构工作级别

#### 一、起重机工作级别

从1984年5月1日开始实施的《起重机设计规范》(GB3811-83)按起重机利用等级和载荷状态划分为A1~A8级，8个工作级别。

##### 1. 起重机利用等级

利用等级是表征起重机在其有效寿命期间的使用频繁程度，用总的工作循环次数N表示。根据总的循环次数N，把起重机利用等级分为U<sub>0</sub>~U<sub>9</sub>10级。表1-2所列是起重机利用等级表。

起重机利用等级

表 1-2

利用等级	总的工作循环次数 N	附 注	利用等级	总的工作循环次数 N	附 注
U <sub>0</sub>	1.6 × 10 <sup>4</sup>	不经常使用	U <sub>5</sub>	5 × 10 <sup>5</sup>	经常中等地使用 不经常繁忙地使用
U <sub>1</sub>	3.2 × 10 <sup>4</sup>		U <sub>6</sub>	1 × 10 <sup>6</sup>	
U <sub>2</sub>	6.3 × 10 <sup>4</sup>		繁忙地使用	U <sub>7</sub>	2 × 10 <sup>6</sup>
U <sub>3</sub>	1.25 × 10 <sup>5</sup>			U <sub>8</sub>	4 × 10 <sup>6</sup>
U <sub>4</sub>	2.5 × 10 <sup>5</sup>	轻闲使用	U <sub>9</sub>	> 4 × 10 <sup>6</sup>	

## 2. 起重机的载荷状态

起重机的载荷状态与两个因素有关。一个是，实际起升载荷与最大载荷的比 $\left(\frac{P_i}{P_{\max}}\right)$ 有关，另一个是起升载荷作用次数与总的工作循环次数比 $\left(\frac{n_i}{N}\right)$ 有关。表示 $\left(\frac{P_i}{P_{\max}}\right)$ 和 $\left(\frac{n_i}{N}\right)$ 关系的值称载荷谱系数 $K_p$ 。其表达式如下：

$$K_p = \sum \left[ \frac{n_i}{N} \left( \frac{P_i}{P_{\max}} \right)^m \right] \quad (1-2)$$

式中  $P_i$ ——第*i*个起升载荷， $P_i = P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ ；

$n_i$ ——载荷 $P_i$ 的作用次数；

$N$ ——总的工作循环次数， $N = \sum n_i$ ；

$P_{\max}$ ——最大起升载荷；

$m$ ——指数， $m = 3$ 。

表1-3所列是起重机的载荷状态及其名义载荷谱系数表。

起重机的载荷状态及其名义载荷谱系数 $K_p$

表 1-3

载 荷 状 态	名义载荷谱系数 $K_p$	说 明
Q1—轻	0.125	很少起升额定载荷，一般起升轻微载荷
Q2—中	0.25	有时起升额定载荷，一般起升中等载荷
Q3—重	0.5	经常起升额定载荷，一般起升较重的载荷
Q4—特重	1.0	频繁地起升额定载荷

## 3. 起重机工作级别

是根据利用等级和载荷状态把起重机分为8种工作级别A1~A8。

表1-4所列是起重机工作级别的划分表。

起重机工作级别的划分

表 1-4

载荷状态	名义载荷谱系数 $K_p$	利 用 等 级									
		$U_0$	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_6$	$U_7$	$U_8$	$U_9$
Q1—轻	0.125			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q2—中	0.25		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Q3—重	0.5	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8		
Q4—特重	1.0	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8			

从上述分类中可知，起重机工作级别是依金属结构受力状态为根据的。它与起重机工作类型的分类根据是不同的。尽管如此，还是可以找出两者的相当关系。即：A1~A4相当轻型；A5~A6相当中型；A7相当重型；A8相当特重型。建筑工程用起重机工作级别举例见表1-5所列。

建筑工程用起重机工作级别举例

表 1-5

起 重 机 型 式	工 作 级 别
塔式起重机	用吊罐装卸混凝土 一般建筑安装用 A4~A6 A2~A4
汽车、轮胎履带起重机	安装及装卸用吊钩式 装卸用抓斗式 A1~A4 A4~A6
缆索起重机	安装用吊钩式 装卸或施工用吊钩式 装卸或施工用抓斗式 A3~A5 A6~A7 A7~A8

二、机构工作级别

起重机机构工作级别是根据机构的利用等级和载荷状态分为 8 级 M1~M8。

1. 机构利用等级

机构利用等级是按机构使用寿命分为 10 级，见表 1-6 所列。总的使用寿命 规定为机构在设计的使用年数内处于运转的总小时数，它仅作为机构的设计基础，而不能视为保用期。

机构利用等级

表 1-6

机构利用等级	总设计寿命 h	说 明
T <sub>0</sub>	200	不经常使用
T <sub>1</sub>	400	
T <sub>2</sub>	800	
T <sub>3</sub>	1600	
T <sub>4</sub>	3200	经常轻闲地使用
T <sub>5</sub>	6300	经常中等地使用
T <sub>6</sub>	12500	不经常繁忙地使用
T <sub>7</sub>	25000	繁忙地使用
T <sub>8</sub>	50000	
T <sub>9</sub>	100000	

2. 机构载荷状态

机构的载荷状态表明机构受载的轻重程度，它可用载荷谱系数 K<sub>m</sub> 表征，K<sub>m</sub> 用以下公式计算。

$$K_m = \Sigma \left[ \frac{t_i}{t_T} \left( \frac{P_i}{P_{max}} \right)^m \right] \quad (1-3)$$

式中 P<sub>i</sub>——该机构在工作时间内所承受的各个不同的载荷，(P<sub>i</sub> = P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, …… P<sub>n</sub>)；

P<sub>max</sub>——P<sub>i</sub> 中的最大值；

t<sub>i</sub>——所有不同载荷作用时的持续时间总和，t<sub>T</sub> = Σt<sub>i</sub>；

m——指数，m = 3。

表 1-7 所列是机构载荷状态及其名义载荷谱系数 K<sub>m</sub> 表。



机构载荷状态分级及其名义载荷谱系数 $K_m$ 

表 1-7

载荷状态	名义载荷谱系数 $K_m$	说明
L1—轻	0.125	机构经常承受轻的载荷, 偶尔承受最大的载荷
L2—中	0.25	机构经常承受中等的载荷, 较少承受最大的载荷
L3—重	0.5	机构经常承受较重的载荷, 也常承受最大的载荷
L4—特重	1.0	机构经常承受最大的载荷

## 3. 机构工作级别

机构工作级别按机构的利用等级和载荷状态分 8 级, 设计与安全标准都与机构的工作级别有关。见表 1-8 所列。

机构工作级别

表 1-8

载荷状态	名义载荷谱系数 $K_m$	机构利用等级									
		$T_0$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$	$T_7$	$T_8$	$T_9$
L1—轻	0.125			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
L2—中	0.25		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
L3—重	0.5	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8		
L4—特重	1.0	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8			

起重机机构工作级别举例见表 1-9 所列。

建筑工程用起重机机构工作级别举例

表 1-9

起重机型式			主 起 升 机 构			小 车 运 行 机 构		
			利用等级	载荷状态	工作级别	利用等级	载荷状态	工作级别
塔式起重机	建筑施工 安装用	$H < 60m$	$T_2 \sim T_4$	L2	$M_2 \sim M_4$	$T_3$	$L_1 \sim L_2$	$M_3$
		$H > 60m$	$T_4 \sim T_5$	L2	$M_4 \sim M_5$	$T_3 \sim T_5$	L2	$M_3$
	输送混凝土用	$H < 60m$	$T_3 \sim T_4$	$L_2 \sim L_3$	$M_4 \sim M_5$	$T_5$	L3	$M_5 \sim M_6$
		$H > 60m$	$T_4 \sim T_5$	$L_2 \sim L_3$	$M_4 \sim M_6$	$T_5$	L3	$M_6$
汽车轮胎履带起重机	安装及装卸用吊钩式 装卸用抓斗式		$T_4 \sim T_5$	$L_1 \sim L_2$	$M_3 \sim M_4$			
			$T_5 \sim T_6$	$L_2 \sim L_3$	$M_5 \sim M_7$			
绳索起重机	安装用吊钩式		$T_3 \sim T_5$	L2	$M_3 \sim M_5$	$T_3 \sim T_4$	L2	$M_3 \sim M_4$
	装卸用吊钩式		$T_5 \sim T_6$	L3	$M_6 \sim M_7$	$T_5 \sim T_6$	$L_2 \sim L_3$	$M_5 \sim M_6$
	装卸用抓斗式或输送混凝土用		$T_6 \sim T_7$	$L_3 \sim T_4$	$M_7 \sim M_8$	$T_6$	L3	$M_7$