



每分册重点突出，既有一定的系统性，又有相对独立性。深度介于《建筑机械工人技术学习丛书》和中等专业学校有关教材之间，是前者理论上的提高和系统化，是后者内容的浓缩和简化，与施工实际结合得更紧密。文字力求通俗易懂，适于自学。目的在于让读者通过自学本丛书，掌握建筑机械基础知识，以适应机械化施工的需要。

这套丛书由天津工程机械研究所、北京建筑工程学院和太原重型机械学院等单位的部分同志参加编写。全套丛书由天津工程机械研究所高衡、张全根同志主编。

由于我们缺乏经验，丛书在编辑和内容上错误和不当之处在所难免，欢迎广大读者批评、指正。

中国建筑工业出版社

本书系建筑机械基础知识丛书之一。

全书内容共分5章，系统地介绍了建筑工程施工中常用的大型和中小型建筑机械的总体设计及其通用零部件、工作机构、自行式行走装置的设计。全书阐述的基础理论和设计方法、程序，简明实用，便于自学。

本书可供具有初中以上文化水平的建筑机械工人、工程技术人员及有关管理干部学习参考。

建筑机械基础知识丛书

建筑机械设计

张庆生

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

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 1/32 印张：14<sup>5</sup>/<sub>8</sub>。字数：329千字

1991年11月第一版 1991年11月第一次印刷

印数：1—2.560册 定价：8.95元

ISBN7-112-01299-6/TU·947

(6341)

## 出版说明

现代化建筑施工，要求广泛采用各种类型建筑机械（包括机械化手工具）。施工机械化水平直接影响到工程质量和施工速度，对克服公害、扩大施工范围、降低工程成本和减轻劳动强度也有重要作用。为此，国内外建筑部门都在不断提高机械装备率，加强建筑机械的使用与管理工作。

为了适应建筑部门广大职工学习建筑机械基础知识的需要，我们组织编写这套《建筑机械基础知识丛书》。主要读者对象是具有初中以上文化水平的建筑机械工人、工程技术人员及有关管理干部。

这套丛书以建筑机械中使用最广泛、结构较复杂的挖掘机械、建筑用起重机械、铲土运输机械等为重点，介绍其工作原理、结构特征和简要的设计计算方法。

丛书计划先出以下九册：

1. 建筑机械概论
2. 建筑机械设计
3. 建筑机械底盘
4. 建筑机械工作装置
5. 建筑机械液压传动
6. 建筑机械液力传动
7. 建筑机械动力装置
8. 建筑机械常用电气设备
9. 建筑机械的现代化

# 目 录

第一章	概论	1
第一节	建筑机械在国民经济中的地位和作用	1
第二节	建筑机械产品开发	2
第三节	设计任务书	4
第四节	起重机械设计总则	5
第五节	许用应力与安全系数	32
第二章	建筑机械总体设计	42
第一节	方案设计与论证	42
第二节	轮式起重机总体设计	46
第三节	塔式起重机总体设计	64
第四节	履带推土机总体设计	84
第五节	轮式装载机总体设计	101
第六节	单斗液压挖掘机总体设计	129
第七节	中小型建筑机械总体设计简介	173
第三章	建筑机械通用零部件的设计	185
第一节	钢丝绳及绳具	185
第二节	滑轮及滑轮组	191
第三节	卷筒	202
第四节	取物装置	215
第五节	制动装置	234
第六节	离合器	281
第七节	车轮组及轨道	291
第四章	建筑机械通用工作机构的设计	297
第一节	卷扬机构设计	297

第二节	俯仰变幅机构设计 .....	316
第三节	伸缩机构设计 .....	329
第四节	回转机构设计 .....	345
第五章	自行式建筑机械行走装置设计 .....	384
第一节	概述 .....	384
第二节	轮胎式行走装置设计 .....	385
第三节	履带式行走装置设计 .....	439
第四节	轨道式行走装置设计 .....	451

# 第一章 概 论

## 第一节 建筑机械在国民经济中的 地位和作用

进行现代化建设，必须建造大批的工厂、矿山、水库、电站、铁路、港口、机场和各种科学研究基地；为了改善人民的物质文化生活，需要建筑大量舒适、美观的住宅和文化、教育、体育、卫生、商业等公共福利设施。因此，基本建设要求有更多更好的建筑机械来加快国民经济的发展速度。

建筑机械是实现建筑现代化的一个重要环节。我国建筑业的特点是占用劳动力多、劳动强度大、劳动条件差，只有实现建筑施工机械化，才能从落后的手工操作和笨重的体力劳动中解放出来；才能赢得高速度，保证工程质量和降低工程造价。

建筑施工机械化也为建筑工艺的改革提供了可靠保障。建筑施工工艺的改革和新技术的应用，反过来又会对建筑机械的性能、质量和品种提出更高的要求，进一步促进建筑机械的发展。

在国外，各工业先进国家为加快经济发展和建设速度，都千方百计地提高机械化施工水平，为此，建筑机械的开发，在国外得到高度重视。因为一个国家所生产的建筑机械产品品种、数量和质量，是衡量这个国家生产建设能力的重要标

志之一。

国内外的经验证明，建筑机械对全面实现施工机械化，建筑构件、制品生产工厂化，建筑体系工业化，从根本上改变建筑业的面貌，都具有十分重要的意义。

## 第二节 建筑机械产品开发

建筑机械新产品的开发，一般要经过四个阶段；总体设计、技术设计、样机试制和试验鉴定。

### 一、总体设计

总体设计的主要任务是根据任务书正确地选择机型、机构总成的结构型式、驱动型式和动力型式；合理的总体布置方式以及总体的设计计算，确定出各部件的技术参数，作为部件设计的依据。

总体设计对整机性能起着决定性的作用，是关系到产品全局性的工作。产品性能的好坏不仅取决于各组成部分自身性能的优劣，更重要的是组成部分之间是否协调有关。一台机器是由许多总成和零部件组合起来的一个有机整体，这些总成和零部件在工作过程中是相互依赖又相互制约的，因此整机的性能通过各组成部分的合理匹配与协调得以充分发挥各自的作用。在设计过程中，从全局出发，以科学的方法处理和解决好整机系统各部分之间又依赖又制约的复杂关系，是总体设计的重要内容，也是方案设计成败的关键。如果在总体设计中对产品的整体参数与其各组成部分的性能协调匹配考虑得不周或注意不够，即使各个部件的设计是先进的，性能是良好的，但组合在一起也不一定能获得整机的良好性能，这是因为某些部件的优点可能被另一些部件所抵消或限



制，使其得不到充分发挥。因此，在总体设计时，不能片面强调某一局部，必须从整机系统出发，全面考虑，综合平衡，一定要处理好机械系统中各组成单元之间的相互依存与制约关系，才能获得较为理想的设计方案。为了寻求较为理想的设计方案，总体设计方案阶段常常是同时提出多种方案，对这些方案进行全面的分析论证、对比评价，选择出最佳设计方案。

## **二、技术设计**

技术设计是在基本完成总体设计并取得了理想的方案之后进行的。

技术设计的主要内容包括：各机构、总成及零部件的具体结构设计；各机构的原理分析与理论计算；零件和结构件的强度、刚度与稳定性的计算；装配组件配合制的选择及其尺寸公差、形位公差的确定，并计算装配尺寸链，完成全部生产图纸。

在技术设计进程中，设计、工艺和供销三方面的人员应紧密配合。设计人员要主动和工艺、供销人员联系，以便提高产品的工艺性，和做好外购件、外协件和各种用料的准备工作。这种密切协作，才能保证产品的设计质量和加快试制速度。

## **三、样机试制**

样机试制是为验证和考察图纸设计的正确性。设计人员应参加样机的试制工作。这样做既有利于及时解决试制过程中的各种技术问题，也利于设计人员在试制实践中总结经验，提高设计水平。

## **四、试验鉴定**

样机试制完成后，按照试验大纲的要求进行台架试验和

工业性试验，以考察样机的性能是否达到设计指标。试验完成后，提出试验报告，对参试样机做出评价。

产品鉴定是由主管部门邀请有关专家对申请鉴定的样机进行全面的审查、考核、评议，最后做出鉴定结论。

### 第三节 设计任务书

设计任务书是产品设计、研制的依据，也是样机试验、鉴定的基本标准。

设计任务书的基本内容，主要是指产品的主参数、性能指标、机型特点、质量要求以及设计中必须执行的有关标准、规范和使用的有关数据资料等等。例如，起重机械的设计任务书应提供：起重量或起重力矩（主参数），同时还要提出机型特点及起升高度、工作幅度、工作速度和结构自重等基本参数的控制指标。

确定设计任务书的基本依据是：

1. 国家或部级颁布的建筑机械产品的主参数和基本参数系列标准；
2. 国家或部级颁布的建筑机械设计规范、技术条件、安全规程、型式试验等一切应遵循的标准；
3. 设计产品的调查研究及分析论证报告；
4. 有关国内外同类型、同等级产品的技术资料和企业标准等；
5. 理论分析或经验计算；
6. 用户单位的要求和制造厂的生产条件等。

## 第四节 起重机械设计总则

由于起重机械属各类型建筑机械中使用最广泛、结构及技术特征最具代表性的机种，本节就起重机械的设计总则作一概要的阐述。

### 一、工作特点与工作级别

起重机械是间歇工作的机器，具有短暂而循环作业的特征。起重机械工作时各机构时开时停，时而正转，时而反转。不同使用场合下的起重机械，其时间的利用程度也不同，有的起重机械日夜三班工作，有的只一班工作，有的甚至一天只完成几次作业。以上情况表明，起重机械及其机构的工作繁忙程度是不同的。此外，作用于起重机械上的载荷也是变化的，有的起重机械经常满载工作，有的经常吊轻载，其载荷情况差异很大。还有，由于各机构的短暂而重复的工作，起、制动频繁，所以经常受到动力冲击载荷的作用；由于机构工作速度的不同，这种动力冲击载荷的作用程度也不同。起重机械的这种工作特点，在设计起重机零部件、结构件和确定起重机械原动机功率时都必须予以考虑。

按我国的《起重机械设计规范》GB3811—83的规定，将起重机械和机构依据工作繁忙程度和载荷波动特性分别划分了它们的工作级别。

#### 1. 起重机械工作级别的划分

##### (1) 起重机械的利用等级

起重机械的利用等级是起重机械工作繁忙程度的定量指标。按起重机械设计寿命期内总的工作循环次数  $N$  分为 10 级，见表 1-1。

起重机械的利用等级(GB3811—83)

表 1-1

利用等级	总的工作循环次数 $N$	附 注
$U_0$	$1.6 \times 10^4$	不经常使用
$U_1$	$3.2 \times 10^4$	
$U_2$	$6.3 \times 10^4$	
$U_3$	$1.25 \times 10^5$	
$U_4$	$2.5 \times 10^5$	经常轻闲地使用
$U_5$	$5 \times 10^5$	经常中等地使用
$U_6$	$1 \times 10^6$	不经常繁忙地使用
$U_7$	$2 \times 10^6$	繁忙地使用
$U_8$	$4 \times 10^6$	
$U_9$	$>4 \times 10^6$	

## (2) 起重机械的载荷状态

载荷状态是表明起重机械工作时载荷的波动程度。

起重机械的载荷状态按名义载荷谱系数分为4级, 见表1-2。

起重机械的载荷状态及其名义载荷谱系数  $K$ ,

(GB3811—83)

表 1-2

载荷状态	名义载荷谱系数 $K$ ,	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	0.50	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) 起重机械的工作级别

按上述的利用等级和载荷状态，起重机械的工作级别分为A1~A8级，见表1-3。对于建筑塔式起重机和轮式起重机推荐的工作级别见表1-4。

起重机械工作级别的划分 (GB3811—83) 表 1-3

载荷状态	名义载荷谱系数 $K$	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	0.50	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8		
Q4-特重	1.0	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8			

塔式起重机及轮式起重机的工作级别

(GB3811—83)

表 1-4

起重机型式	用途	工作级别
塔式起重机	一般建筑安装作业	A2~A4
	用吊罐装卸混凝土	A4~A6
汽车、轮胎起重机	安装及装卸作业	A1~A4

## 2. 机构工作级别的划分

### (1) 机构的利用级别

机构利用级别表明起重机械各机构工作繁忙程度的指标，按机构总设计寿命分为10级，见表1-5。总设计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，它仅作为机构零件的设计基础，而不能视为保用期。

### (2) 机构的载荷状态

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	

机构载荷状态表明机构承受载荷的轻重程度, 用载荷谱系数  $K_m$  表示。见表1-6。这4级载荷状态所对应的载荷谱图如图1-1所示。

机构载荷状态分级及其名义载荷谱系数

GB3811—83)

表 1-6

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, 偶尔承受最大载荷
L2-中	0.25	机构经常承受中等载荷, 较少承受最大载荷
L3-重	0.5	机构经常承受较重载荷, 也常受最大的载荷
L4-特重	1.0	机构经常承受最大载荷

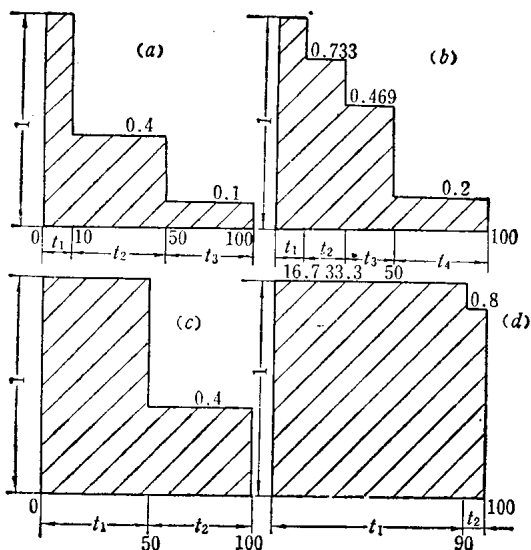


图 1-1 机构的载荷谱图

### (3) 机构的工作级别

机构工作级别按机构的利用等级和载荷状态分为 8 级，见表 1-7。对于建筑塔式起重机和轮式起重机推荐的机构工作级别见表 1-8。

机构工作级别 (GB3811—83)

表 1-7

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			

塔式起重机、轮式起重机推荐的机构工作级别

(摘自GB3811—83)

表 1-8

起重机型式			起升机构			小车运行机构			大车运行机构		
			利用等级	载荷状态	工作级别	利用等级	载荷状态	工作级别	利用等级	载荷状态	工作级别
塔式起重机	建筑施工	$H < 60m$	$T_2 \sim T_4$	L2	$M_2 \sim M_4$	$T_3$	$L_1 \sim L_2$	$M_3$	$T_2$	L3	$M_3$
		$H > 60m$	$T_4, T_5$	L2	$M_2, M_5$	$T_3 \sim T_5$	L2	$M_3$	$T_3$	L2	$M_3$
	输送混凝土	$H < 60m$	$T_3, T_4$	$L_2, L_3$	$M_4, M_5$	$T_3$	L3	$M_5, M_6$	$T_2 \sim T_5$	L3	$M_3 \sim M_6$
		$H > 60m$	$T_4, T_5$	$L_2, L_3$	$M_4 \sim M_6$	$T_3$	L3	$M_6$	$T_3$	L2	$M_3$
轮式起重机	安装与装卸		$T_4, T_5$	$L_1, L_2$	$M_3, M_4$				$T_3, T_4$	$L_1, L_2$	$M_2 \sim M_4$

起重机型式			回转机构			变幅机构		
			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	$H < 60m$	$T_2 \sim T_4$	L3	$M_3 \sim M_5$	$T_2, T_3$	L3	$M_2, M_3$
		$H > 60m$	$T_2 \sim T_4$	L3	$M_3 \sim M_5$	$T_2, T_3$	L3	$M_2, M_3$
	输送混凝土	$H < 60m$	$T_4 \sim T_5$	L3	$M_5, M_6$	$T_3, T_4$	L3	$M_4, M_5$
		$H > 60m$	$T_4 \sim T_5$	L3	$M_5, M_6$	$T_3, T_4$	L3	$M_4, M_5$
轮式起重机	安装与装卸		$T_4$	L2	$M_4$	$T_4$	L2	$M_4$



## 二、载荷情况与计算载荷

### (一) 载荷情况

为使起重机械能安全可靠地工作，必须对起重机械及其零部件进行必要的计算。这些计算通常分为强度计算、寿命计算和强度验算三种类型。在设计起重机械时，要针对不同的计算类型，将载荷作适当的分类和组合。相应于上述三种计算类型有三种载荷情况。

#### 1. I类载荷—正常工作载荷

这类载荷系指起重机械在正常工作情况下产生的载荷，即起重机械工作时经常可能出现的载荷。它是用来计算零件疲劳、磨损和发热的一种计算载荷。起重机械的零部件所承受的载荷通常是在很大范围内变化的，因此要根据一定的方法找出一个假想载荷来代替变化的载荷，它对零部件产生的效应与实际相当。这个假想的载荷是根据变化载荷选择典型的载荷谱图以及整个使用期的应力循环次数进行计算。

#### 2. II类载荷—工作最大载荷

这类载荷是指在起重机械的使用期工作时可能出现的最大载荷，即起重机械在工作时可能发生的最不利的载荷组合。它是用来计算零件和钢结构件的强度、局部稳定性以及起重机械的抗倾翻稳定性计算。

如果整机和机构中装有某种安全装置时，则上述的最大载荷应以安全装置的限制载荷为计算载荷。

#### 3. III类载荷—非工作最大载荷

这类载荷系指起重机械在非工作状态时可能出现的最大载荷，如起重机械所承受的非工作状态的最大风力等。这种载荷是用来计算起重机械非工作安全性。

上述三种载荷并不是每一个零部件都要进行这些计算。