

中等专业学校教学用书

起重运输机械

冶金工业出版社

中等专业学校教学用书

起重运输机械

太原冶金工业学校 李铮 主编

冶金工业出版社出版

(北京市市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 17 1/2 字数 414 千字

1982年6月第一版 1982年6月第一次印刷

印数 00,001~10,000 册

统一书号:15062·3844 定价1.40元

前 言

本书是根据1978年冶金部中等专业学校教材会议制订的冶金机械教学计划编写的，作为起重运输机械课程的教学用书。

本书主要内容分三部分：第一部分为起重机零部件；第二部分为起重机械；第三部分为运输机械。书中较全面地介绍了起重运输机械的原理、构造、计算、选用以及维护运转方面的知识。为了便于读者设计计算，书中附有必要的技术资料，以备查用。

本书是由山东有色金属学校王顶忠（绪论一、二、三、四章）、史世国（五、六章）和太原冶金工业学校李铮（绪论、七～十一章）合编的。初稿完成后，鞍山钢铁学校邵子敏及昆明冶金工业学校罗树臻参加了审稿，提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

1979.8

目 录

第一章 绪论

第一节 起重运输机械的重要应用	1
第二节 起重运输机械的种类	1
第三节 起重机械的基本参数	1
第四节 起重机械的零、部件	7

第二章 钢丝绳

第一节 钢丝绳的制造和种类	8
第二节 钢丝绳的选择和计算	11
第三节 钢丝绳在使用时注意的问题和安全检查	17
第四节 钢丝绳末端固结方法	18
习 题	19

第三章 滑轮与卷筒

第一节 滑轮	20
第二节 滑轮组	21
第三节 绳索卷筒	26
习 题	34

第四章 取物装置

第一节 吊钩夹套	35
第二节 夹钳	39
第三节 电磁盘	41
第四节 抓斗	42
习 题	44

第五章 制动装置

第一节 制动装置的类型及其应用	45
第二节 棘轮停止器	46
第三节 块式制动器	48
第四节 块式制动器的检查、保养及调整	62
第五节 带式制动器	66
第六节 棘轮带式制动器	72
第七节 盘式制动器	73

习 题	74
-----	----

第六章 车轮与轨道

第一节 车轮	75
第二节 轨道	78
第三节 车轮和轨道的选择	83
习 题	87

第七章 简单起重设备

第一节 千斤顶	88
第二节 滑车	91
第三节 绞车	98
第四节 绞车的设计计算	100
习 题	106

第八章 桥式起重机

第一节 概述	106
第二节 桥式起重机小车	117
第三节 桥架	129
第四节 桥架运行机构	138
第五节 桥式起重机的电气设备	142
第六节 起升机构的计算	146
第七节 运行机构的计算	157
第八节 电磁桥式起重机及抓斗桥式起重机	165
第九节 龙门起重机	166
第十节 桥架金属结构计算的初步知识	171
第十一节 单主梁工字钢桥架的计算	175
习 题	181

第九章 桥式起重机的安装、运转及维护知识

第一节 桥式起重机的组装与架设	182
第二节 起重机的试车	184
第三节 桥式起重机安全操作知识	186
第四节 起重机的维护和保养	186
第五节 桥架主梁变形的修理	187
第六节 小车三条腿和打滑	192
第七节 起重机的歪斜和啃道	192
习 题	196

II

第十章 旋转起重机

第一节	固定式转柱旋转起重机	196
第二节	固定式定柱旋转起重机	200
第三节	转盘起重机	204
第四节	运行式旋转起重机	206
第五节	旋转机构的计算	224
第六节	变幅机构	229
第七节	旋转起重机的稳定性	233
习 题		235

第十一章 运输机械

第一节	带式运输机	236
第二节	板式运输机	257
第三节	刮板运输机	258
第四节	提升机	259
第五节	螺旋运输机	262
第六节	气力运输	264
第七节	无轨运输车辆	265
习 题		270

附 录

国际单位制及其换算表	271
------------	-----

第一章 绪 论

第一节 起重运输机械的重要应用

起重运输机械是使生产过程机械化,减轻体力劳动强度和提高劳动生产率的重要工具之一,在工厂、矿山、车站、港口、建筑工地、水电站、仓库等各部门中,都得到广泛地应用。在现代化的钢铁企业中,起重运输机更是不可缺少的。例如一个年产165万吨的中型钢铁联合企业,仅是物品的流通量就有1300万吨左右,其中有不少是在高温快速下进行的,要满足这些需要,通常所使用的各类起重运输机多达二、三百台。近年来,由于工业技术的不断发展,生产水平不断提高,起重运输机的作用已超出作为辅助设备的范围,进而直接应用于生产工艺过程中,成为生产流水作业上的主体设备组成部分。因此世界上各国都在不断改进起重机的性能,提高运转速度和生产能力,提高自动化水平,制造方便可靠的新型的高效能的起重机和运输机来满足生产的需要。

解放后我国起重运输机械制造业也得到了很大的发展,不仅产品的种类基本齐全,而且有了自己的系列和标准;不仅能生产小型灵巧的起重机械,而且也能生产吨位很大的,技术较先进的大型起重机,如钢铁工业用的350(吨)铸造起重机,300(吨)锻造起重机和350(吨)液压脱锭起重机,水电站开启闸门用的400(吨)龙门起重机,安装用的400(吨)桥式起重机等等。

第二节 起重运输机械的种类

起重运输机的种类比较多,分类的方法在各国也不统一,为了学习方便,现分两大类来进行讲述。

一、起重机械

起重机械是提升物品(或是提升和运移)的一种机械,工作中呈间歇,周期性运转,通常在一个工作循环中,它的主要机构做一次正向和反向运动。常见的型式如下表。

二、运输机械

这里所说的运输机械是指企业内部短程运输物品的一种专用机械(不包括汽车、火车、船舶、飞机等交通运输工具)。它的类型较多。对其中能沿着一定路线以连续流动的方式来运送物品的运输机,称之为“连续运输机”。

常见的运输机械形式如下表。

第三节 起重机械的基本参数

起重机的基本参数,是设计起重机或选用起重机的主要依据。这些参数主要有起重机的起重量、生产率、起升高度、跨度和幅度、各个机构的工作速度和工作类型、轮压、外形尺寸等。

一、额定起重量Q

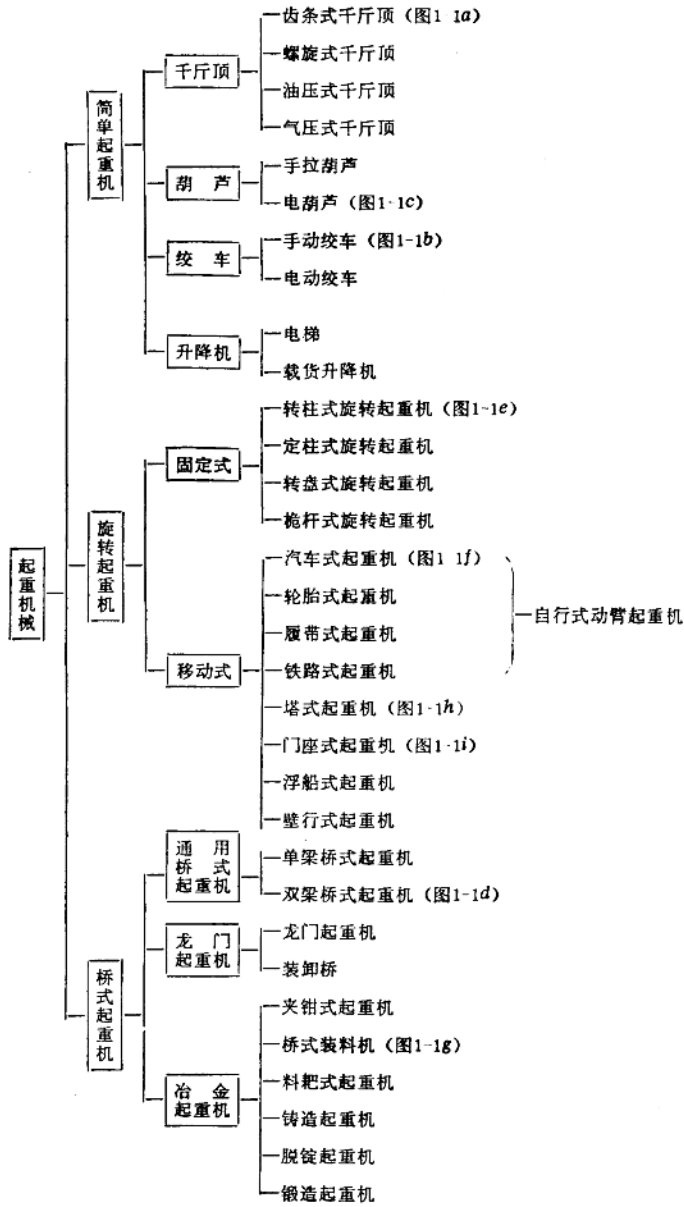
起重机能提升的最大重量(吨),即为额定起重量。

二、生产率G

起重机单位时间内吊运货物的总重量（吨/小时），即为生产率。

三、起升高度H

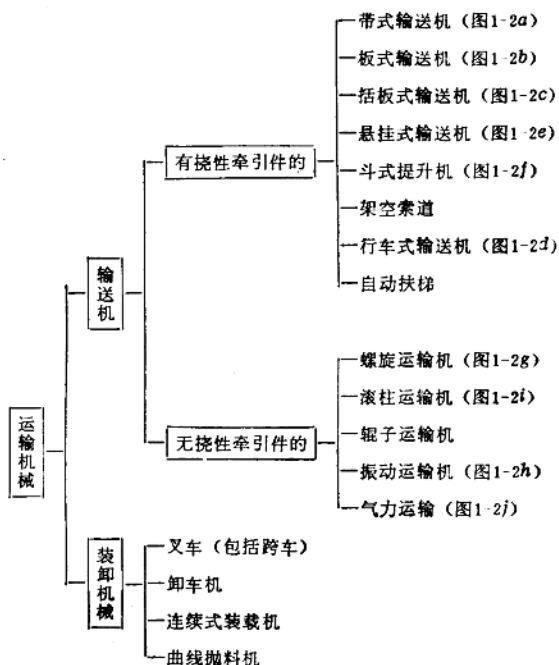
起升高度一般系指从起重机工作地面至取物装置最高位置之间的距离（米）。



四、跨度L和幅度a

跨度一般指桥式起重机大车两边车轮踏面中心线之间的距离（米）。

幅度一般指旋转起重机旋转轴线到取物装置中心线间的水平距离（米）。



五、工作速度

工作速度包括提升速度、小车运行速度、大车运行速度及旋转速度(转/分)。

六、起重机工作类型

起重机工作类型是表征起重机繁忙程度和工作条件的参数，分为轻级、中级、重级、超重级、最重级等五个等级。

同样起重量的起重机，在各个场合使用的情况差别可能很大，如专供主设备检修用的起重机，平时很少使用，而专供成品运输的起重机则异常繁忙，这表明不同的工作条件对起重机零部件的强度和寿命以及电气设备的容量和发热有不同的影响，为了使定型产品的起重机能够适应各种使用条件，把同一起重量的起重机划分成几个标准工作类型（或工作制度），这种标准工作类型既是设计和生产起重机械的依据，也是表征起重机性能的重要标志。对于用户来说，也应该按这标准工作类型提供设计原始资料或是按标准工作类型来选用起重机械。

标准工作类型的划分主要考虑下列几个因素：

1) 起重量利用系数 K_Q 。

$$K_Q = \frac{Q_{CP}}{Q_N}$$

式中 Q_{CP} ——起重机一年内的平均起重量；

Q_N ——起重机的额定起重量。

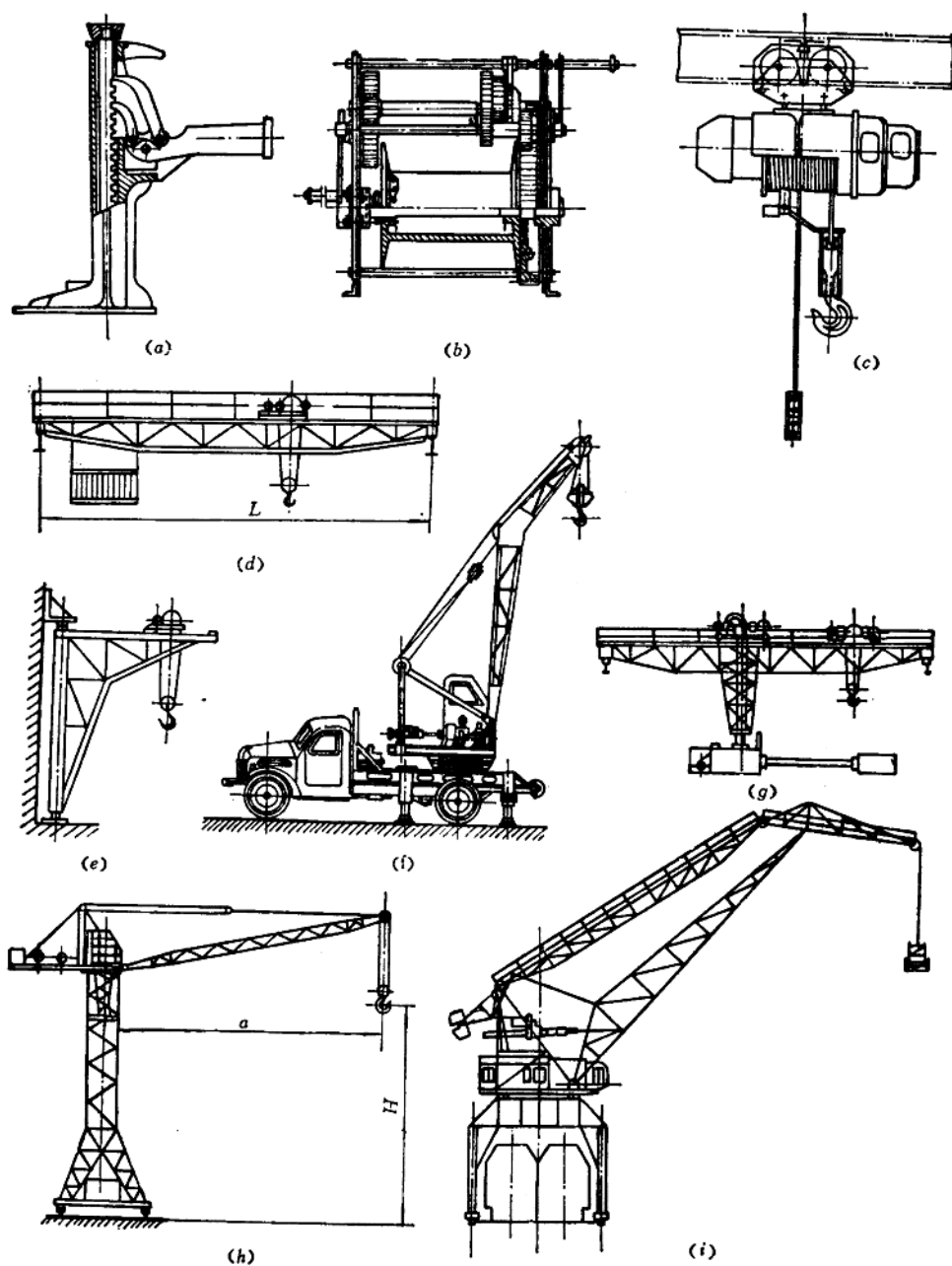


图1-1 各种类型的起重机

a—千斤顶；b—手动绞车；c—电动葫芦；d—桥式起重机；e—转柱式起重
机；f—汽车式起重机；g—桥式装卸机；h—塔式起重机；i—门座式起重机

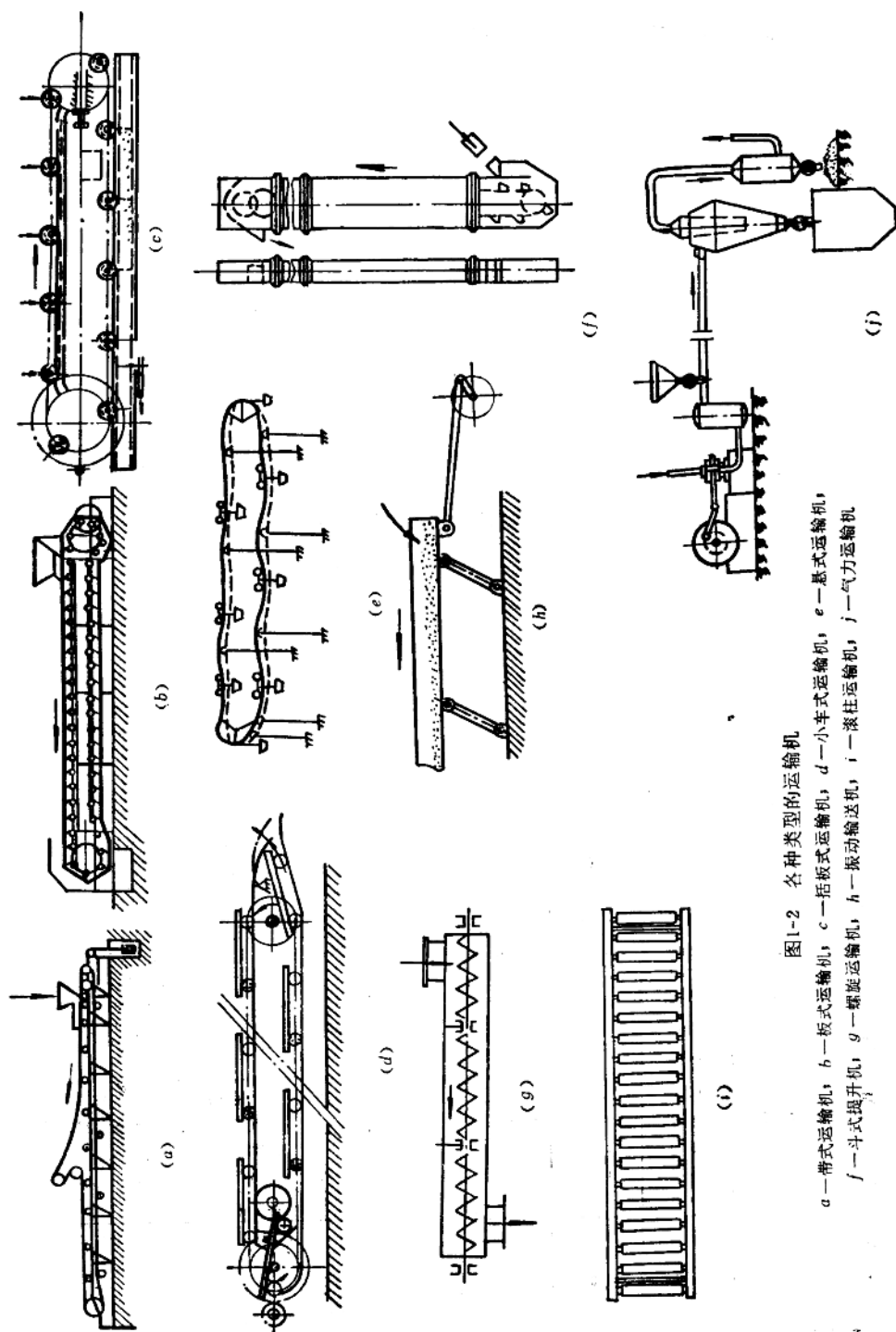


图 1-2 各种类型的输送机

a—带式输送机；b—板式输送机；c—刮板式输送机；d—小轮式输送机；e—悬式输送机；
f—斗式提升机；g—螺旋输送机；h—振动输送机；i—滚柱输送机；j—气力输送机

2) 起重机的繁忙程度可用以下的时间利用系数表示:

$$\text{机构的年利用系数: } K_{\text{年}} = \frac{\text{一年内的的工作天数}}{365}$$

$$\text{机构日利用系数: } K_{\text{日}} = \frac{\text{一昼夜中工作小时数}}{24}$$

$$\text{机构接电持续率: } JC\% = \frac{t}{T} \times 100\%$$

式中 t —— 在一个工作循环中该机构的工作时间;

T —— 一个工作循环全部时间 (包括工作时间和休息时间), 在电力驱动的机构中, 一个工作循环取为10分钟。

3) 每小时接合次数 Z : 以次/小时计。

4) 环境温度。

在设计起重机时, 不同工作类型的安全系数、金属结构和机构中零件的强度和寿命, 以及在选取电动机的容量时都要区别对待。

表 1-1 起重机机构工作类型的分类

工作类型 等级	载荷特性 K_Q	繁忙程度		接电持续率 $JC(\%)$	每小时 接合次数	环境温度 ($^{\circ}\text{C}$)	机构名称及用途 (典型情况)
		年 利 用 系 数 $K_{\text{年}}$	日 利 用 系 数 $K_{\text{日}}$				
轻 级	1.00	极 少	用	—	60	25	检修用的起重机, 电站机器房起重机的起升和运行机构; 建筑起重机、装卸桥等的运行机构; 防风夹轨器的绞车以及 其它较少工作的机构
	0.75	少	用	—			
	0.50	0.25	0.33	15			
	0.25	0.50	0.67	15			
	0.10	1.00	1.00	25			
中 级	1.00	1.00	0.67	15	120	25	用于中批量生产机械车间和装配车间的起重机以及机修车间的起重机的提升和运行机构; 建筑起重机的旋转机构; 电动滑车
	0.75	0.50	0.33	25			
	0.50	0.50	0.67	25			
	0.25	1.00	1.00	40			
	0.10	1.00	1.00	60			
重 级	1.00	1.00	0.67	25	240	25	用于大批量生产工厂的工艺车间过程及仓库用起重机的各机构; 建筑起重机的起升机构; 绳索起重机小车的起升机构和运行机构
	1.00	1.00	0.33	40			
	0.75	0.75	0.67	40			
	0.50	1.00	1.00	40			
	0.25	1.00	1.00	60			
超 重 级	1.00	1.00	1.00	40	300	45	用于冶金生产工艺车间和仓库起重机的各机构; 冶金生产用的抓斗和电磁铁起重机的各机构; 装卸桥的起升和运行机构
	0.75	1.00	1.00	60		25	
	0.50	1.00	1.00	60		45	
	0.25	1.00	1.00	60			
	0.10	1.00	1.00	60			
最 重 级	1.00	1.00	1.00	60~80	720	45~60	夹钳起重机和料耙起重机的起升和运行机构; 用于港口和铁路枢纽起重机的旋转机构、抓斗闭合机构和提升机构

注: 在确定起重机各机构的工作类型时, 如果各个数据中有一项超出同一级的水平, 即应列入高一级的的工作类型。

起重机各个机构的工作类型可能不一样,但整台起重机的工作类型应以主提升机构的工作制度为准。

连续运输机的基本参数是生产率、运输长度、提升高度(倾斜角)、工作速度、物料特性、外形尺寸及重量等。这些将在带式运输机一章中介绍,此处从略。

第四节 起重机械的零、部件

起重机械是由许多专用的和一般的零、部件所组成的。一般零件是“机械零件”课的内容,专用零、部件则是本课程要学习的内容。作为设计及研究起重机械的基础有必要先对这些专用零、部件加以系统地讨论。为了便于了解起重机械的基本结构及其共同性的组成零、部件,下面分析一台起重机小车的结构示意图,以说明起重机的主要组成部分及其零、部件。

图1-3即为桥式起重机的起重小车的结构示意图。起重小车上装着两组在起重机中最常见的机构,即起升机构和运行机构。

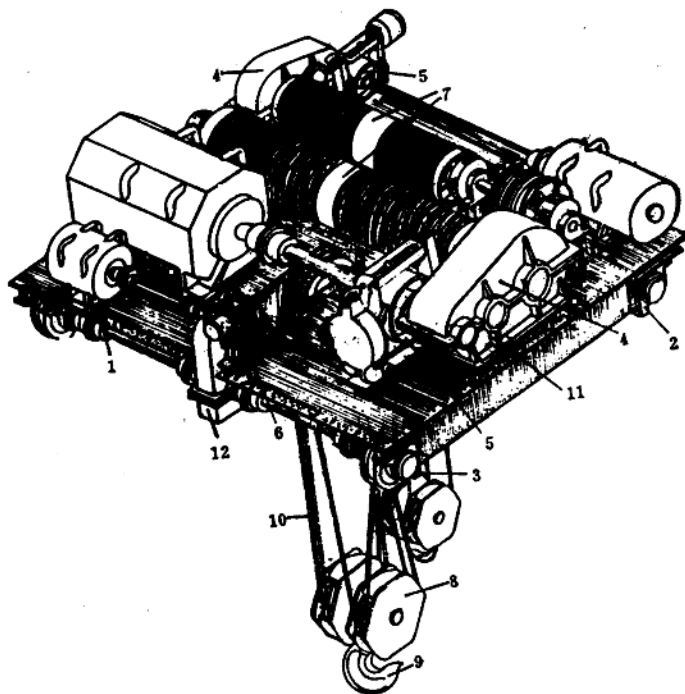


图 1-3 桥式起重机的起重小车示意图

1—电动机; 2、3—车轮; 4—副起升机构减速箱; 5、6—制动器; 7—卷筒; 8—滑轮; 9—吊钩; 10—钢丝绳; 11—主起升机构减速箱; 12—运行机构减速箱

起升机构包括:原动机1,制动器5,传动机构(如减速器等)4,卷绕绳索10的卷筒7,滑轮8及吊钩9,吊钩上有时还挂上电磁铁等各种取物装置,以便起升不同的物品。

起升机构工作时,原动机1通过传动机构4来驱动卷筒7,当卷筒作正反转时即可把吊钩9吊住的物品起升或放下。制动器5用来使物品能悬吊于空中,它是起升机构中的重要

装置之一。

起重小车的运行机构包括：原动机1，制动器6，传动机构12及车轮2、3等。原动机1通过传动机构来驱动车轮，使小车沿轨道运行，因此吊钩上的物品就能水平地移动。运行机构的制动器6用来使小车能在一定位置迅速地停下来（即制动）。

由上述结构中可知，一般起重机的起升及运行机构中包括下面一些零、部件：

绳索（也有用链条的）——起重用挠性构件；

卷筒、滑轮等——承装零件；

吊钩、抓斗、起重电磁铁——取物装置；

制动器等——制动装置；

车轮及轨道等——运行构件；

原动机及传动机构——驱动装置；

金属构架。

上列前五类零、部件都是起重机械中具有共同性的专用零、部件。

一般根据起重机械的工作要求，除上述起升和运行两种机构外还有其它的机构，例如旋转机构、变幅机构等。其专用零、部件将在以后有关章节中介绍。

第二章 钢丝绳

钢丝绳是起重机械中应用最广泛的挠性件，由于它具有强度高、自重轻、工作平稳、工作速度高、弹性较好、承受骤加载荷和过载能力强等优点，所以得到广泛应用。

第一节 钢丝绳的制造和种类

一、钢丝绳的制造

钢丝绳是用0.2~5毫米直径的钢丝拧成的。钢丝材料是用50、60和65号钢，先热轧成 $\phi 6$ 的圆钢，然后经过多次冷拔、热处理工艺达到所需之直径（ $\phi 5 \sim \phi 0.2$ ）。它的拉伸强度极限通常为130~200公斤/毫米²，特殊情况下可达240公斤/毫米²。起重机械中用160~180公斤/毫米²的较适宜。钢丝的质量根据耐弯折次数的多少分为特级、Ⅰ级及Ⅱ级。起重机采用Ⅰ级，特级用于载客电梯，Ⅱ级用于系物等次要用途。

钢丝首先捻成股，然后将若干股（通常为6股）围绕着绳芯捻制成绳。

二、钢丝绳的分类

根据捻绕次数，钢丝绳可分为：

1. 单绕绳

如图2-1所示，单绕绳是由若干层钢丝依次围一钢芯绕制而成的。这种钢丝绳构造最

简单，它的特点是刚性大，不适宜用作起重绳，只宜用作起重机的桅索、拉索和架空索道的承载索等。

2. 双绕绳

如图2-2所示，双绕绳是先由钢丝捻成股，然后再由股捻成绳。这种钢丝绳挠性较好，而制造工艺又不太复杂，起重机主要用这种绳。

3. 三绕绳

三绕绳是把双绕绳作为股，再由几股捻成绳。其特点是挠性特别好，但由于制造复杂，并且钢丝相对较细，容易磨损折断，故在起重机中不采用。

根据绳股的构造，钢丝绳又可分为：

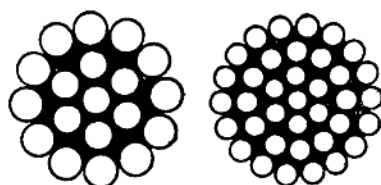


图 2-1 单绕钢丝绳

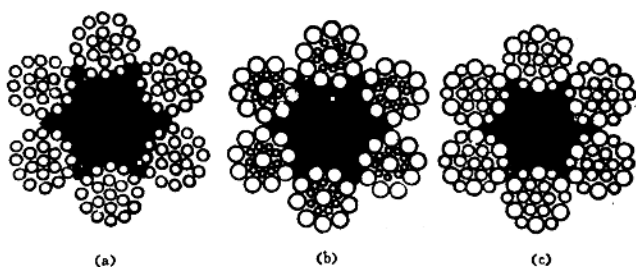


图 2-2 双绕钢丝绳

a—普通型钢丝绳；b—X型钢丝绳；c—W型钢丝绳

1. 点接触绳（图2-3 a）：

这种绳的构造是绳股中各层钢丝直径相同，为了使各钢丝有稳定的位置，而内外各层钢丝的节距不同，互相交叉，接在交叉点上。这种钢丝绳的钢丝在反复弯曲时容易磨损折

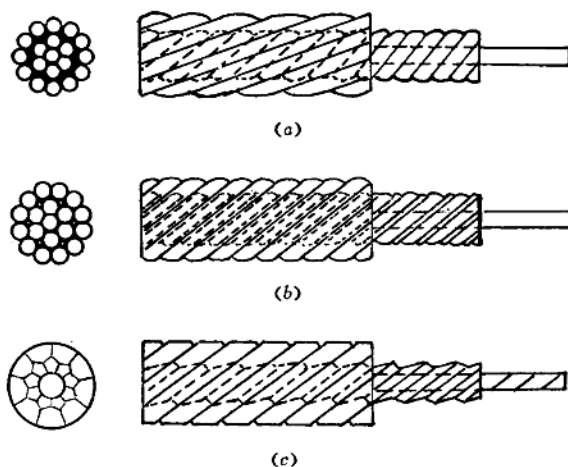


图 2-3 钢丝绳的构造

a—点接触；b—线接触；c—面接触

断。点接触绳各层钢丝的螺旋倾斜角大致相同，钢丝受力均匀。其优点是制造工艺简单、价廉。过去曾广泛用于起重机，现在多被线接触绳所代替。

2. 线接触绳 (图2-3b) :

线接触绳的绳股各层钢丝的节距相同，外层钢丝位于里层各钢丝之间的沟缝里，内外层钢丝互相接触在一条螺旋线上，为此，需要采用不同直径的钢丝 (图2-3b、c)。这种绳寿命较长，挠性好。相同直径的钢丝绳，线接触型比点接触型的总金属断面大，因而承载能力大。采用线接触钢丝绳时，可以选用较小的直径，从而可以采用直径较小的卷筒与滑轮。这样就可以选用较小的减速器和起升机构。由于这些优点，所以现在起重机已多用线接触钢丝绳代替普通的点接触钢丝绳。

我国生产的线接触钢丝绳有瓦林吞型 (粗细式) 和西尔型 (外粗式)。起重机主要用瓦林吞型 [标记为 6W (19)]，它的挠性较好。西尔型的外层钢丝直径较粗，适于用在磨损较严重的地方。但由于刚性较大，所以要求较大的卷筒和滑轮。

3. 面接触绳 (图2-3c)

面接触型过去只用于单绕封闭绳，现在已开始制造多股的双绕面接触绳，它的优点与线接触绳相同。缺点是制作较复杂。

根据绳股的捻绕方向，钢丝绳还可分为：

1. 顺绕绳 (图2-4b)

顺绕绳是绳内股的绕向和股内钢丝绕向相同。这种钢丝绳的挠性较好、表面光滑，但它有自行松散和扭转的缺点。当用顺绕绳自由悬挂物品的一端时，物品会在空中打转。因此，它只能用于经常保持绳不松散的地方。通常用于具有刚性导轨悬挂的情况 (如电梯)。

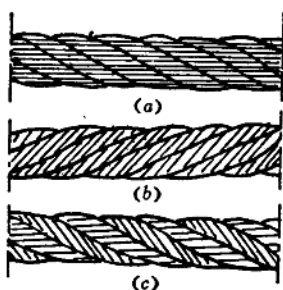


图 2-4 钢丝绳的绕向

a—交绕；b—顺绕；c—混合绕

2. 交绕绳 (图2-4a)

交绕绳内股的绕向与股内钢丝的绕向相反。由于丝和股因弹性应力所产生的扭转变形方向相反，具有互相抵消的作用，不易自行松散，故在起重机中用的较多。它的缺点是挠性小、表面不光滑，与滑轮和卷筒的接触面小，因而磨损快。

3. 混合绕绳 (图2-4c)

相邻两绳股的钢丝绕向相反钢丝绳为混合绕绳。这种绳由于绕捻复杂，没有突出的优点，故用得较少。

目前在制绳工艺上采用了预变形的办法。这种方法是在成绳之前，用几个导轮使绳股呈弯曲的形状，成绳之后，其残余内应力极小，这就消除了扭转松散的趋势，因之，又称为不松散绳。采用这种预变形的顺绕绳，既能发挥顺绕绳的优点，又免除了它的缺点。

预变形的钢丝绳由于消除了内应力，因而挠性好，寿命也长 (提高约50%)，国内已有很多制造厂采用了这项新工艺。

根据钢丝的表面处理情况，钢丝绳又可分为：

光钢丝：光钢丝一般常用于室内；

镀锌钢丝：镀锌钢丝用于潮湿环境；

镀锌钢丝：镀锌钢丝耐酸。

近来国外有的厂家将钢丝绳或绳股包覆一层薄的尼龙或卡普龙之类的合成塑料，起到了很好的防腐效果。同时这种薄层也使钢丝绳耐磨损，可提高钢丝绳的寿命，是值得推广的一种新技术。

三、绳芯

绳芯的作用是：

1. 增加挠性与弹性

一般在绳中心布置一股麻芯。有时为了更好地增加钢丝绳的挠性与弹性，在钢丝绳的每一股中央也布置麻芯。

2. 润滑

在制绳时绳芯浸饱润滑油，工作时能渗出油液，起到润滑作用。

绳芯的种类：

1. 有机芯

有机芯通常用麻做成，最常用的钢丝绳就是这种麻芯钢丝绳，它的挠性好，但不能用于高温。

2. 石棉芯

石棉芯主要用于在高温下使用的钢丝绳，如铸造起重机上用的钢丝绳。

3. 金属芯

金属芯是用软钢的钢丝制的。它用于高温或多层卷绕的地方。近来有采用螺旋金属管作为绳芯的，管中储有润滑油。

圆股钢丝绳的国家标准为GB1102—74。钢丝绳的标记方法举例如下：

公称抗拉强度170公斤/毫米²、I号甲组镀锌钢丝制成的直径为15.0毫米、右同向捻绕钢丝绳标记为：

钢丝绳 6 × 37-15.0-170-I-甲-镀-右同GB1102—74；

公称抗拉强度155公斤/毫米²、特号光面钢丝制成的直径为21.5毫米、右交互捻、线接触钢丝绳的标记为：

钢丝绳6X (19) -21.5-155-特-光-右交GB1102—74。

第二节 钢丝绳的选择和计算

选用钢丝绳时，首先根据钢丝绳的使用情况（如一般、高温、潮湿、多层卷绕、耐磨……），从表2-1中确定钢丝绳的型式。然后再根据受力情况决定钢丝绳的直径。

钢丝绳的受力情况比较复杂，在工作中承受拉伸、弯曲、扭转、压缩等复合应力。除此之外尚有冲击载荷影响，因此很难精确计算。为了简化计算，只根据拉伸载荷进行实用计算，即算出钢丝绳内的工作拉力 S_{max} ，然后乘以安全系数 n ，求出绳的破坏拉力 $S_{\text{断}}$ ，以此做为选择钢绳直径 d 之依据，其公式为：

$$S_{\text{断}} \geq n S_{\text{max}} \quad (2-1)$$

式中 $S_{\text{断}}$ ——钢丝绳的破断拉力，可由附表和起重机手册中查得；

n ——安全系数，见表2-2。有时起重机手册只列出全部钢丝的破断拉力总和，实际绳的 $S_{\text{断}}$ 为：