



教育部高职高专规划教材

齐大信 主 编

通用机械



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

通用机械

齐大信 主编

化学工业出版社
教材出版中心
·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

通用机械/齐大信主编. —北京: 化学工业出版社,
2004. 5
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-5568-4

I. 通… II. 齐… III. 通用设备: 机械设备-高
等学校: 技术学院-教材 IV. TH-43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 044672 号

教育部高职高专规划教材

通用机械

齐大信 主编

责任编辑: 高 钰

文字编辑: 闫 敏

责任校对: 陶燕华

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 353 千字

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5568-4/G · 1445

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

本书是由中国冶金教育学会机械学科教学研究会、全国高职高专冶金机械课程组为贯彻教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》的文件精神，组织全国冶金高职高专课程组有关学校共同编写的。

本书内容包括起重机、输送机、离心式水泵、通风机、鼓风机、活塞式空气压缩机和内燃机，着重讲述它们的工作原理、结构、性能特点、运行、调节、维修、选择计算等相关知识。

本教材主要供高职高专机械类及相近专业使用。也可供电大、职大等成人高校和民办高校选用，还可供有关工程技术人员参考。

为适应高职高专人才培养目标和教学改革的需要，更好地满足教学要求，本教材具有以下特点。

① 为突出高职专业特色，构建高职专业宽口径知识平台和能力、素质结构，本教材知识覆盖面广，内容包括各生产部门常用的通用机械，适用专业多，具有较强的专业通用性。

② 为适应培养生产一线应用性人才的需要，本教材加强了如安装、运转、维护、修理等实用性内容，突出实践综合能力的培养，具有较强的工程实用性。

③ 简化理论推导，突出基本理论和基本公式的意义讨论和工程应用，体现了职业教育的教学特点。

④ 全书采用法定计量单位，全面贯彻最新国家标准和行业标准。

参加本书编写工作的有：第一章由王丽珍、侯维芝编写，第二章由陆蕴香编写，第三章由刘敏丽、齐大信、胡慧萍编写，第四章由邵林波编写，第五章由齐大信、华建慧、马秀清编写，第六章由齐大信、李士军编写，第七章由窦金平、周明编写。

本书由齐大信任主编，刘敏丽、侯维芝、窦金平任副主编、冀立平任主审。

本书编写过程中，得到了全国高职高专冶金机械课程组和有关院校的大力协助和支持，在此表示衷心感谢。

由于编写水平所限，书中缺点、错误与不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2004.2

内 容 提 要

本书是根据全国高职高专专门课开发指导委员会制定的《通用机械》课程的基本要求和教材编写大纲，遵循“拓宽基础、强化能力、立足应用、激发创新”的原则而编写的。

全书包括起重机、输送机、离心式水泵、通风机、鼓风机、活塞式空气压缩机和内燃机。主要讲述上述常见通用机械的工作原理、结构分析、性能特点、运行调节、选择计算、维护修理、安装等知识。

本教材知识覆盖面宽、工程实用性强、适应专业广、便于教学。

本书是高职高专院校机械类专业教材，可供职工大学、电视大学和其他院校机械类及相近专业使用，也可供有关工程技术人员参考。

目 录

第一章 起重机	1
第一节 概述.....	1
一、起重机械的组成.....	1
二、起重机械的分类.....	1
三、起重机械的基本参数.....	4
第二节 起重机的主要零部件.....	4
一、钢丝绳.....	4
二、滑轮与滑轮组	11
三、卷筒	16
四、取物装置	17
五、制动器	20
六、车轮与轨道	24
第三节 千斤顶	25
一、机械千斤顶	25
二、液压千斤顶	26
第四节 葫芦	27
一、手动葫芦	27
二、电动葫芦	28
第五节 桥式起重机	31
一、概述	31
二、起重小车	35
三、桥架及运行机构	40
四、桥式起重机的安装、运行与维护	48
第二章 输送机	59
第一节 带式输送机	59
一、带式输送机的构成与类型	59
二、带式输送机的主要零部件	60
三、带式输送机的生产率与带宽计算	65
第二节 板式输送机	68
第三节 螺旋输送机	69
第四节 气力输送机	70
第三章 离心式水泵	72
第一节 概述	72
一、离心式水泵的工作原理与分类	72
二、离心式水泵的工作参数	73

第二节 离心式水泵的特性曲线	75
一、离心式水泵基本方程式	75
二、离心式水泵实际运转特性曲线	77
三、离心式水泵运行时的工况点、工况及工作区	78
第三节 离心式水泵的构造	80
一、离心式水泵的主要零部件	80
二、几种常用离心式水泵	82
第四节 离心式水泵的轴向推力及平衡方法	86
一、轴向推力的产生	86
二、轴向推力的大小	87
三、轴向推力的危害	87
四、轴向推力的平衡方法	87
第五节 离心式水泵的汽蚀	89
一、汽蚀现象及对泵工作的影响	89
二、离心式水泵的吸水高度	90
三、离心式水泵的汽蚀余量	92
四、提高水泵抗汽蚀性能的措施	93
第六节 离心式水泵的调节	94
一、节流调节	94
二、减少叶轮数目调节	94
三、改变叶轮转速调节	95
四、切割叶轮叶片长度调节	95
五、离心式水泵的联合工作	95
第七节 离心式水泵的选择计算	97
一、离心式水泵选择计算步骤	97
二、离心式水泵选择计算实例	98
第八节 离心式水泵的安装、运转与维修	100
一、离心式水泵的安装	100
二、离心式水泵的运转	101
三、离心式水泵的维修	101
第四章 通风机	105
第一节 概述	105
一、风机的分类与应用	105
二、通风机的工作原理	106
三、通风机的基本工作参数	106
第二节 通风机特性曲线	109
一、通风机基本方程式	109
二、离心式通风机的叶型分类及选择	109
三、通风机运转特性曲线	110
四、通风机运行时的工况点，工况及工作区	111

第三节 离心式通风机	113
一、离心式通风机的类型、型号编制及构造	113
二、离心式通风机的调节	118
三、离心式通风机的联合工作	122
四、离心式通风机的选择计算	124
五、离心式通风机的维修、常见故障及消除方法	127
第四节 轴流式通风机	132
一、轴流式风机的工作原理、构造与型号编制	132
二、轴流式通风机的调节	135
三、轴流式风机实例	137
第五章 鼓风机	140
第一节 离心式鼓风机	140
一、离心式鼓风机的工作原理	140
二、离心式鼓风机的型号编制	141
三、离心式鼓风机实例	142
第二节 罗茨式鼓风机	145
一、罗茨式鼓风机的工作原理	145
二、罗茨式鼓风机的型号编制	147
三、罗茨式鼓风机实例	148
四、罗茨式鼓风机的故障与修理	150
第六章 活塞式空气压缩机	151
第一节 概述	151
一、活塞式空压机的分类	151
二、活塞式空压机的工作参数	153
三、容积式压缩机的型号编制	153
第二节 活塞式空压机的工作理论	154
一、单级单动式空压机的理论工作循环	154
二、压缩空气的三种理想循环	155
三、单级单动式空压机的实际工作循环	156
四、活塞式空压机的两级压缩	157
第三节 活塞式空压机的构造	158
一、L型空压机的结构	159
二、L型空压机的主要零部件	161
三、空压机的附属设备	165
第四节 活塞式空压机的安装、零部件装配与常见故障及排除方法	173
第七章 内燃机	180
第一节 概述	180
一、内燃机的应用与分类	180
二、内燃机的型号编制	180
第二节 内燃机的工作原理	181

一、内燃机的基本术语·····	181
二、柴油机的工作原理·····	182
三、汽油机的工作原理·····	183
第三节 内燃机构造·····	184
一、内燃机总体构造·····	184
二、内燃机的机体组件·····	185
三、内燃机的曲柄连杆机构·····	191
四、柴油机的配气机构和进排气系统·····	195
五、柴油机的燃料供给系统·····	197
六、柴油机的冷却系统·····	202
七、润滑系·····	203
八、汽油机的燃料供给系统·····	204
九、汽油机的点火系统·····	208
十、汽油机汽油喷射系统·····	210
十一、启动系统·····	211
第四节 内燃机的装配与修理·····	213
一、内燃机的装配·····	213
二、内燃机的修理·····	215
参考文献 ·····	220

第一章 起重机械

第一节 概述

起重机械主要用于装卸和搬运物料。不仅广泛应用于工厂、矿山、港口、建筑工地等生产领域，而且也应用到人们的生活领域。起重机械是以间歇、重复工作方式，通过起重吊钩或其他吊具的起升、下降及移动完成各种物品的装卸和移动。使用起重机械能减轻工人劳动强度，提高劳动生产率，甚至完成人们无法直接完成的某些工作。

一、起重机械的组成

起重机械一般是由工作机构、金属结构与电气控制系统三部分组成的。

(1) 工作机构 起重机械的任务是把在工作范围内的重物，从某一位置运送到需要的另一位置。因此重物要做升降运动和水平运动。起重机械工作机构就是为实现不同运动而设置的机械机构。一般可概括为起升、运行、回转和变幅四大机构。

起升机构是升降重物的机构，它是起重机械组中最重要的机构，任何一种起重机械都有这种机构。有的起重机不止一套起升机构，按起重能力大小分为主起升机构和副起升机构。

运行机构是使起重机或起重小车行走的机构。

回转机构是使起重机的回转部分在水平面内，绕回转中心线转动的机构。

变幅机构是改变起重机重物与回转中心线之间水平距离的机构。

上述这些工作机构的不同组合与金属结构的合理搭配，形成了不同类型及不同型号的起重设备。

(2) 金属结构 金属结构是构成起重机械的躯体，是安装支撑各机构、并承受自身和起升重量的主体部分。

(3) 电气控制系统 电气控制系统包括动力设备、操纵装置和安全装置，它在一定程度上决定了起重机的性能和构造特点。各机构的启动、调速、改向、制动和停止由操纵装置实现。工厂、建筑工地等起重机的动力装置一般为三相电动机，流动式起重机（如汽车起重机）的动力装置大都为内燃机。

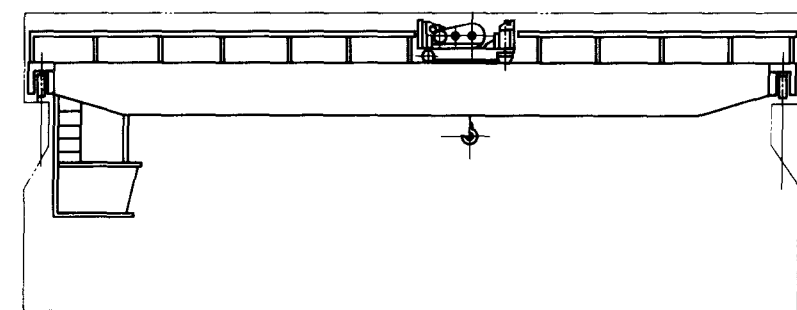
二、起重机械的分类

按照起重机械具有机构的多少、动作繁简的程度，以及工作性质和用途，可把起重机械归纳为简单起重机械、通用起重机械、特种起重机械。

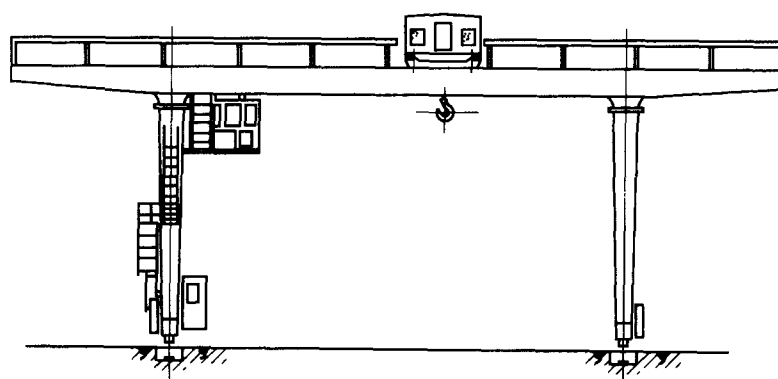
简单起重机械设备体积小，结构紧凑，动作简单，一般只具备一、二个运动机构。有手动也有电动。如千斤顶、绞车、手动葫芦、电动葫芦等。

通用起重机械一般都是用吊钩工作，间或配合使用各种辅助吊具，如抓斗、夹钳、电磁吸盘等，用来搬运各种物品（成件、散料和液体）。

特种起重机械是具备二个以上机构的多动作起重机。专门用于某些专业性的工作，构造比前述两类起重机械更为复杂，如各种冶金专用起重机、建筑专用起重机和港口专用起重机等。见图 1-1、图 1-2。

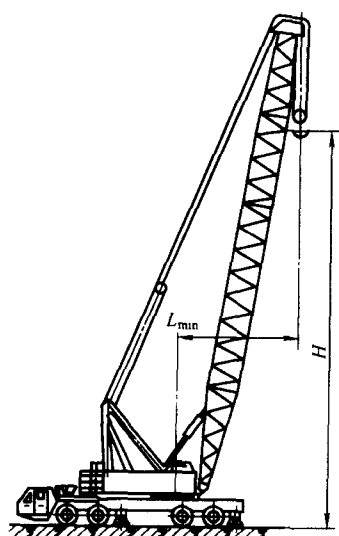


(a) 桥式起重机

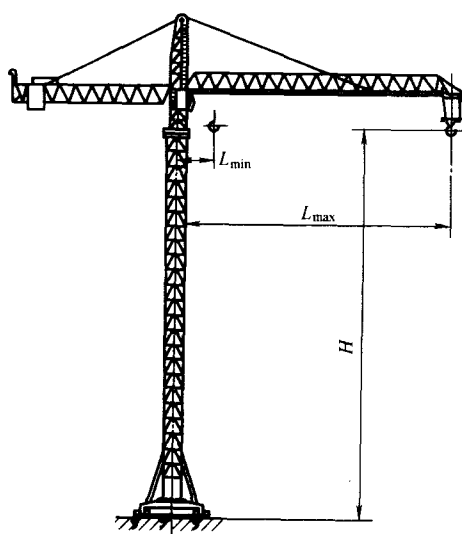


(b) 门式起重机

图 1-1 桥架型起重机



(a) 汽车起重机



(b) 塔式起重机

图 1-2 臂架型起重机

表 1-1 起重机械整机和机构工作级别举例

起重机械形式	整机工作级别	主起升机构			副起升机构			小车运行机构			大车运行机构			回转机构			变幅机构		
		利用等级	载荷情况	工作级别	利用等级	载荷情况	工作级别	利用等级	载荷情况	工作级别	利用等级	载荷情况	工作级别	利用等级	载荷情况	工作级别	利用等级	载荷情况	工作级别
桥式起重机械	一般用途 (吊钩式)	A1~A3	T ₂	L1, L2 M1, M2	T ₃	L1	M2	T ₂	L1, L2 M1, M2	M1, M2	T ₂	L1	M1						
		A3~A5	T _{3, T4}	L1, L2 M2~M4	T _{4, T5}	L1, L2 M3~M5	M3~M5	T _{4, T5}	L1, L2 M3~M5	M3~M5	T _{4, T5}	L1, L2 M3~M5	M3, M5						
		A6~A7	T _{5, T6}	L2, L3 M5~M7	T ₅	L3	M6	T ₅	L3	M6	T ₆	L2, L3 M6, M7	M6, M7						
	抓斗式	A6~A7	T _{5, T6}	L3 M6~M7				T _{5, T6}	L3 M6~M7	M6~M7	T _{5, T6}	L3 M6, M7	M6, M7						
		A8	T _{6, T7}	L3 M7, M8				T _{5, T6}	L3 M7, M8	M6, M7	T _{5, T6}	L3 M6, M7	M6, M7						
		A7~A8	T _{6, T7}	L3 M7, M8				T _{5, T6}	L3 M7, M8	M6, M7	T ₆	L3 M7	M7						
	冶金专用	A8	T _{7, T8}	L3 M8	T _{7, T8}	L3	M8	T _{7, T8}	L3 M8	M8	T _{7, T8}	L3 M8	M8	T ₇	L3	M7			
		A6~A8	T _{6, T7}	L3, L4 M7, M8	T _{6, T7}	L3, L4 M7, M8	M7, M8	T ₆	L3, L4 M7, M8	M7, M8	T _{6, T7}	L3 M7, M8	M7, M8						
		A7~A8	T _{6, T7}	L3 M7, M8	T ₆	L3 M7, M8	M7, M8	T _{5, T6}	L3 M7, M8	M6, M7	T _{5, T6}	L3 M7, M8	M7, M8						
		A8	T _{5, T6}	L3 M6, M7	T _{7, T8}	L3 M6, M7	M7, M8	T _{5, T6}	L3 M6, M7	M7, M8	T _{5, T6}	L3 M7, M8	M7, M8						
门式起重机械	一般用途吊钩式	A8	T _{7, T8}	L3, L4 M8	T _{5, T6}	L2	M6	T _{5, T6}	L4 M6	M8	T _{6, T7}	L4 M6	M8	T _{6, T7}	L3 M8	M7, M8			
		A7~A8	T _{6, T7}	L3 M7, M8							T _{6, T7}	L3 M7, M8	M7, M8						
		A8	T ₇	L4 M8				T _{6, T7}	L4 M8	M8	T _{6, T7}	L4 M8	M8	T _{6, T7}	L3 M8	M7, M8			
		A7~A8	T _{6, T7}	L3 M7, M8				T _{5, T6}	L3 M7, M8	M6, M7	T _{5, T6}	L3 M7, M8	M6, M7						
	装卸用抓斗式	A5~A6	T ₅	L2, L3 M5, M6	T ₅	L2, L3 M5, M6	M5, M6	T ₅	L3 M5, M6	M5, M6	T ₅	L3 M5, M6	M5, M6						
		A7~A8	T _{6, T7}	L3, L4 M7, M8				T _{6, T7}	L4 M7, M8	M7, M8	T ₆	L2, L3 M7, M8	M6, M7						
		A2~A3	T ₃	L1, L2 M2, M3	T ₃	L2 M3	M3	T ₃	L2 M3	M3	T ₃	L2 M3	M3						
	造船安装用吊钩式	A4~A5	T ₄	L2, L3 M4, M5	T ₄	L2, L3 M4, M5	M4, M5	T ₃	L2, L3 M4, M5	M4, M5	T ₃	L2, L3 M4, M5	M5, M6						
		A6~A8	T _{6, T7}	L2, L3 M6~M8				T _{6, T7}	L2, L3 M6~M8	M6~M8	T _{6, T7}	L2, L3 M5~M8	M5~M8						
	装卸集装箱用																		

三、起重机械的基本参数

起重机械的基本参数是说明其性能和技术经济指标的数据。它是设计和选用起重机械的重要依据。主要有以下内容。

(1) 额定起重量 G (额定起重力矩 M) 起重机械起重能力的大小通常用额定起重量 G 表示。额定起重量是起重机在正常使用情况下, 允许最大限度起升的重物质量。它包括抓斗、电磁吸盘、盛钢桶和其他吊具的质量, 但不包括吊钩、吊环及滑轮组的质量。单位为千克或吨 (kg 或 t)。对于桥架型起重机, 额定起重量是一个定值。对于臂架型起重机, 如塔式起重机, 工作时经常改变幅度, 起重能力用额定起重力矩来表示。额定起重力矩 M 等于起重机工作时的幅度与相应起重量的乘积。单位为千牛·米 ($kN \cdot m$)。对于额定起重量, 国家已有系列标准。

(2) 起升高度 H 起升高度 H 是起重机取物装置上下极限位置的垂直距离, 单位为米 (m)。下极限位置为工作场地的地面, 吊钩从钩口中心算起。采用电磁盘和抓斗等取物装置时, 算至它们处于闭合状态的最低点。桥架型和臂架型起重机的起升高度已有国家系列标准。

(3) 跨度 S 和轨距 K 跨度 S 是桥架型起重机运行轨道中心线之间的水平距离, 单位为米 (m), 跨度是说明桥架型起重机作业范围的主要参数。轨距 K 是起重机轨道中心线或车轮踏面中心线之间的水平距离。它是影响起重机稳定性及起重机本身尺寸的参数。

(4) 运动速度 运动速度主要包括起升、运行、变幅、回转等机构工作速度。单位为米/分 (m/min) 或米/秒 (m/s)。

(5) 生产率 生产率是表示起重机装卸能力的综合指标。是指单位时间内提升及运移货物的质量。单位为吨/时 (t/h)。

(6) 起重机械的工作级别 起重机械的工作级别是反映整机和各机构工作繁重程度的指标。起重机械的工作级别包括起重机整机的工作级别和各工作机构的工作级别。

在使用寿命期限内, 各机构使用频率 (忙闲程度) 即利用等级、载荷状态 (是否满载) 都不一样。不管各机构的构造、类型、工况如何, 根据利用等级 ($T_0 \sim T_9$) 和载荷状态 ($L1 \sim L4$) 这两个主要特征因素将工作级别划分为八个等级 ($M1 \sim M8$)。

起重机的工作级别是按起重机在总设计寿命期内, 将总工作循环次数分为十级, 将载荷状态按承载轻重分为四级。起重机的工作级别即按这两个参数划分为八个等级 ($A1 \sim A8$)。

固定使用的起重机工作级别是确定的, 但一台起重机各机构的工作级别不一定相同。工作级别不同, 机构的尺寸、安全系数、零件材料都有可能不同。见表 1-1 起重机整机和机构工作级别举例。

第二节 起重机的主要零部件

一、钢丝绳

钢丝绳是起重机械中应用最广泛的挠性件。它具有强度高、自重轻、运行平稳、弹性较好, 极少骤然断裂等优点。因此被广泛用于起重机、牵引机等机械中, 起张紧、支承作用以及做捆扎物品的系物绳等。

(一) 钢丝绳的构造

起重机械常用的钢丝绳是由钢丝先捻成股，再由若干股围绕着绳芯绕成螺旋状而形成的。其构造如图 1-3 所示。

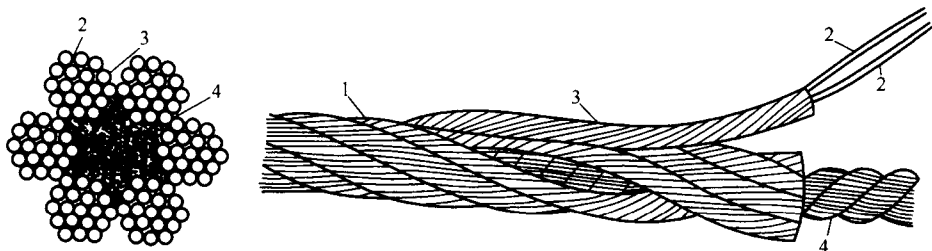


图 1-3 双绕钢丝绳构造

1—钢丝绳；2—钢丝；3—绳股；4—绳芯

钢丝是用碳素钢或合金钢通过多次冷拉和热处理而成的圆形（或异形）丝材，直径约为 0.5~2mm。抗拉强度可达 1400~2000MPa (N/mm²)。

钢丝表面有光面（代号 NAT）和镀锌两种。镀锌钢丝具有良好的防潮、防腐蚀作用，常用于露天或有腐蚀性介质的场所。镀锌钢丝按镀锌层的抗腐蚀能力分为 A、AB、B 级三种。A 级用于严重腐蚀条件，用代号 ZAA 表示；AB 级用于一般腐蚀条件，用代号 ZAB 表示；B 级用于轻腐蚀条件，用代号 ZBB 表示。

绳股是由一定形状和数量的多根钢丝拧成一层或多层螺旋状而形成的。钢丝绳一般均由多股构成，应用广泛的是 6 股绳与 8 股绳。钢丝绳股的组成有两种，一种是全部用钢丝拧成，另一种绳股中间有纤维芯。

钢丝绳股包围的中间一般也有绳芯，绳芯的作用是增加挠性与润滑。绳芯按其材料分为以下两种：

(1) 纤维芯 (FC) 有天然纤维芯和合成纤维芯之分。

① 天然纤维芯（代号为 NF）。天然纤维芯通常用棉芯、麻芯，其优点是挠性、弹性以及润滑性好，但不能耐高温。

② 合成纤维芯（代号 SF）。合成纤维芯通常是由聚合物（合成高分子化合物）制成的纤维芯，如聚乙烯、聚丙烯等，具有良好的成型与耐磨作用。

(2) 金属丝芯 金属丝芯有金属丝绳芯 (IWR) 与金属股绳芯 (IWS) 之分。

金属丝芯能耐高温并能承受很大的径向、横向作用力，多用于高温或不易润滑的地方，但挠性较差。

(二) 钢丝绳的分类

1. 按钢丝绳的捻绕次数分类

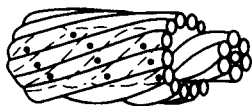
(1) 单绕绳 是由钢丝绳一次绕捻成绳，结构简单，刚性大挠性差，适用于做起重机的桅索、拉索和架空索道的承载索道等。

(2) 双绕绳 是由钢丝绕成股，然后由股绕成绳。这种钢丝绳挠性好，结构紧凑，制造工艺不太复杂，在起重机械中应用极为广泛。

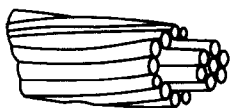
(3) 三绕绳 是将双绕绳作为股，再由几股绕成绳，其挠性特别好，但制造工艺复杂，钢丝相对较细，容易折断，故在起重机械中较少应用。

2. 按钢丝绳在股中接触状态分类

(1) 点接触绳（非平行捻） 股中相邻两层钢丝具有近似相等的捻角，而捻距不同，因此，相邻两层钢丝之间呈点接触状态。如图 1-4 (a)。点接触钢丝绳制造工艺简单，价廉，但是接触点应力较大，在反复弯曲过程中钢丝绳内钢丝易磨损折断，绳索寿命较低，因此常用于捆扎、固定用途。



(a) 点接触



(b) 线接触

图 1-4 股内各层钢丝接触状态

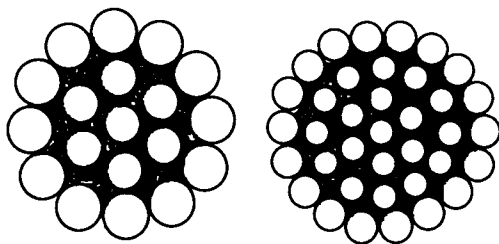
(2) 线接触绳（平行捻） 绳股由不同直径钢丝捻成，股中所有钢丝具有相同的捻距，所有钢丝相互之间呈线接触状态，如图 1-4 (b)。这种绳索的优点为：①接触应力小，寿命长；②粗细钢丝合理分布，外层粗钢丝增加耐磨性，内层细钢丝可增加绳索挠性；③钢丝在绳索的横截面内充填较严密。因此，相同直径钢丝绳，线接触型比点接触型的钢丝绳承载能力大，且防尘与抗潮能力较强；④在相同载荷下采用线接触绳可选用较小直径的钢丝绳。从而可以采用较小尺寸的滑轮与卷筒，使机构紧凑、质量轻。由于上述优点，线接触绳已在

起重机中广泛应用。

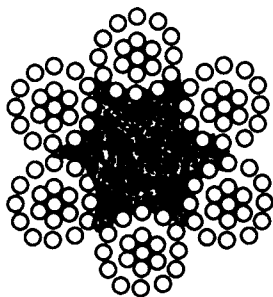
线接触钢丝绳常用类型有以下三种。

① 西鲁型（简称代号 S）。又称外粗型，如图 1-5 (b) 所示，内外层钢丝直径不同，外层用粗钢丝，内层用细钢丝，主要优点是耐磨，适用于磨损较严重的场合。

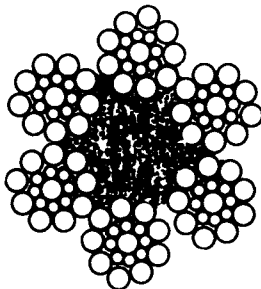
② 瓦林吞型（简称代号 W）。又称粗细型，如图 1-5 (c) 所示，外层用粗细不同直径钢丝组成，特点是断面充填严密，承载能力大、挠性好，是起重机常用的钢丝绳类型。



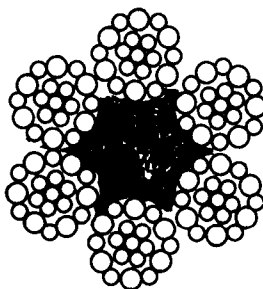
单绕钢丝绳



(a) 普通型钢丝绳



(b) S 型钢丝绳



(c) W 型钢丝绳

图 1-5 钢丝绳结构

③ 填充型 (简称代号 Fi)。在股中内外两层空隙中填充一层细钢丝, 使断面结构紧密, 承载能力大。

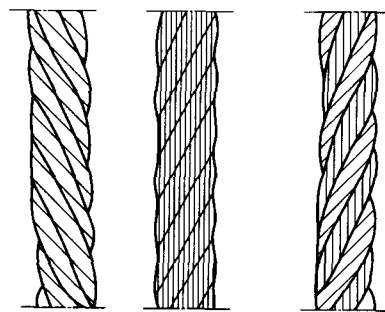
另外还有由西鲁型和瓦林吞型组成的混合式结构钢丝绳即西鲁瓦林吞型 (SW) 和瓦林吞西鲁型 (WS)。

3. 按钢丝捻成股和股捻成绳的方向分类

(1) 同向捻 见图 1-6 (a), 它是指丝在股中的捻向与股在绳中的捻向相同。这种绳挠性好、表面光滑、钢丝磨损小, 但它有自行扭转和松散的缺点。当重物自由悬挂在绳索一端时, 会使重物在空中打转, 所以起升机构不宜采用。只有在具有刚性导轨悬挂的情况下 (如电梯) 才使用。为克服同向捻的缺点, 出现了不松散绳, 在制绳工艺上采用预变形方法, 在成绳前使绳股得到弯曲形状, 成型后残余内应力很小, 这就消除了扭转松散的趋势。

(2) 交互捻 见图 1-6 (b), 丝在股中的捻向与股在绳中的捻向相反, 使绳和股自行松散的趋势互相抵消, 克服了同向捻绳的缺点, 在起重机中得到广泛应用。

(3) 混合捻 见图 1-6 (c), 绳由两种相反捻向的股捻成, 即一半同向捻, 一半交互捻, 此种绳制造工艺复杂, 很少采用。



(a) 同向捻 (b) 交互捻 (c) 混合捻

图 1-6 钢丝绳的绕向

国家标准规定股在绳中捻制的螺旋方向是自左向上、向右为“右向捻绳”, 用字母“Z”表示; 股在绳中捻制的螺旋方向是自右向上、向左为“左向捻绳”, 用字母“S”表示; 钢丝绳的捻向在标注时, 用两个字母表示, 第一个字母表示钢丝绳的捻向, 第二个字母表示股的捻向。“ZZ”, “SS” 分别表示右同向捻和左同向捻。“ZS”、“SZ” 分别表示右交互捻和左交互捻。

(三) 钢丝绳的标记

国家标准 GB 8707—88 规定了钢丝绳的标记方法。举例如下:

以公称抗拉强度 1770MPa, 光面 (NAT) 的钢丝制成公称直径为 18mm 的钢丝绳, 右同向捻 (ZZ), 6 股绳, 每股逐层钢丝数由外部向中心分别为 9、9、1, 天然纤维芯 (NF) 的钢丝绳, 其最小破断拉力为 190kN, 单位长度质量为 117kg/100m, 钢丝绳的全称标记为:

18 NAT 6(9+9+1)+NF 1770 ZZ 190 117 GB 1102—88

钢丝绳的全称标记也可简化, 以简称标记表示。它是将全称标记中股的总数与每股的钢丝总数用“×”号隔开, 再用“+”号与芯代号隔开。如上例简称标记为 6×19S+NF (S 代表西鲁型)。

(四) 钢丝绳的选择

根据上述钢丝绳的构造, 结合起重机的使用条件和要求 (如挠性、耐磨性、抗温性、抗横向压力和防腐蚀性等), 首先选择钢丝绳的形式, 然后再根据受力情况计算钢丝绳的直径。

由于钢丝绳的受力状态十分复杂, 它在工作时受拉伸、弯曲、扭转、挤压等复合应力作