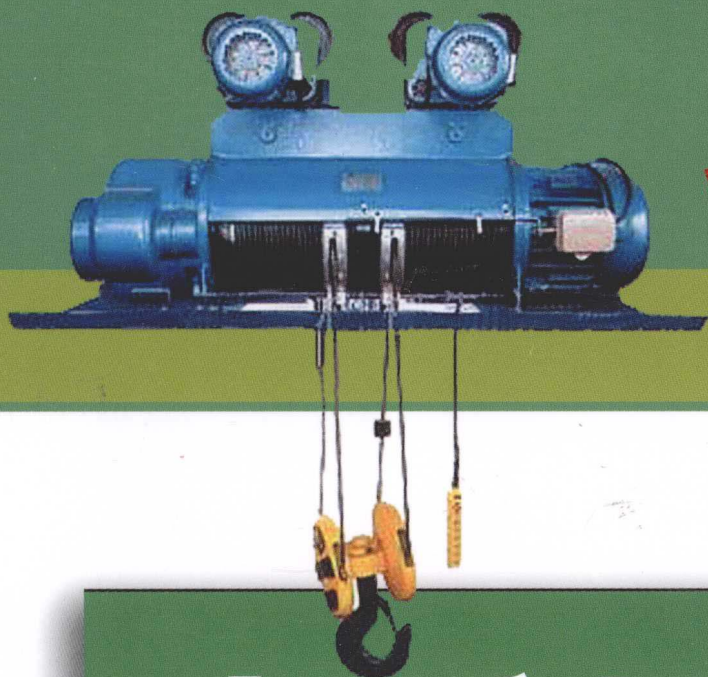
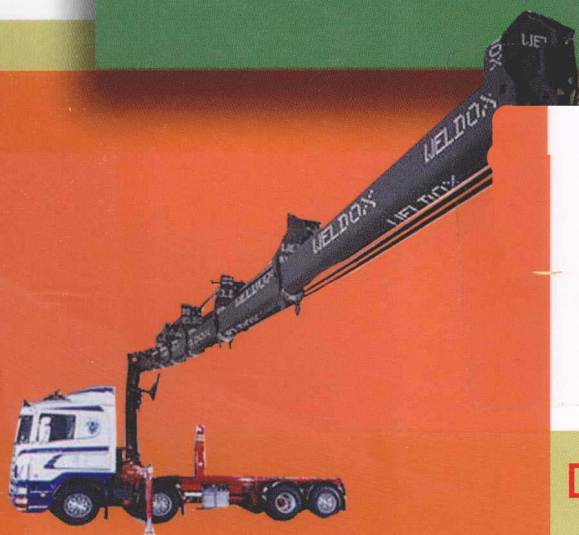




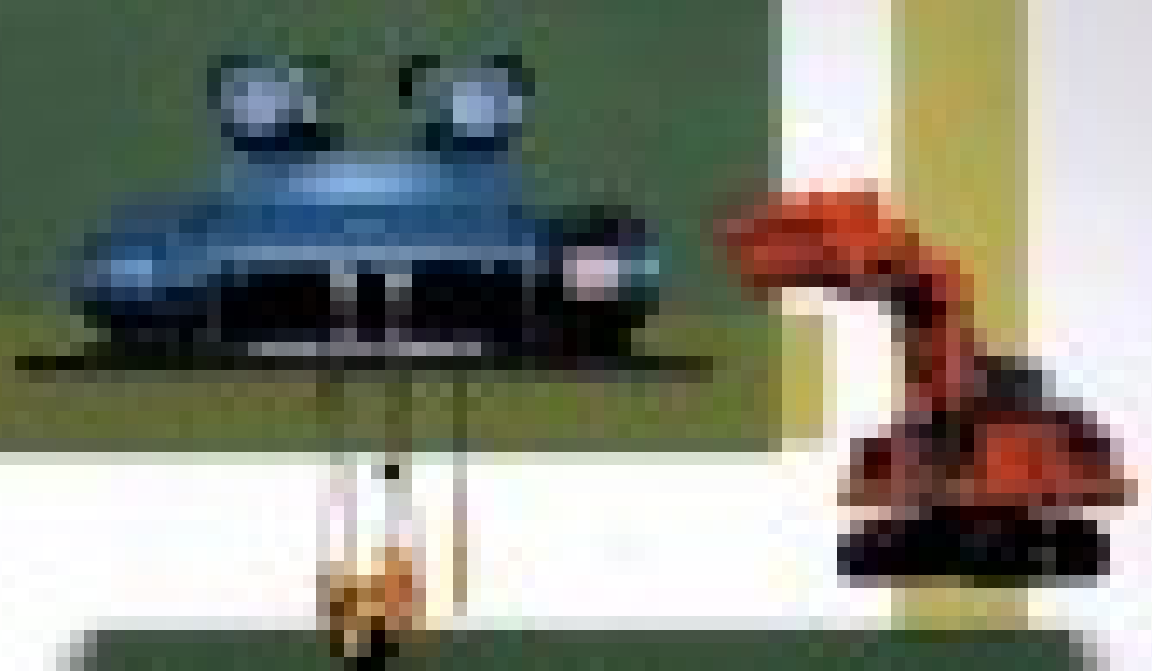
起重机械

安装维修实用技术

郭宏毅 姜克玉 安振木 郭鹏伟 主编



 河南科学技术出版社



起重机械

安装维修实用技术

主编：王德胜 副主编：王德胜 王德胜 王德胜



中国机械工业出版社

起重机械

安装维修实用技术

郭宏毅 姜克玉 安振木 郭鹏伟 主编

河南科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

起重机械安装维修实用技术/郭宏毅等主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2010. 6
ISBN 978 - 7 - 5349 - 4578 - 6

I. 起… II. 郭… III. ①起重机械-设备安装 ②起重机械-维修 IV. ①TH21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 091357 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028 65788613

网址: www.hnstp.cn

责任编辑: 冯 英

责任校对: 柯 姣

责任印制: 张艳芳

封面设计: 霍胤良

印 刷: 河南省瑞光印务股份有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 21.5 字数: 500 千字

版 次: 2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 1 - 4000

定 价: 39.80 元

版权所有, 侵权必究

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系。

前言

起重机械伴随着人类文明走过了三千余年风雨历程，随着人类的进步而进步，随着科学的发展而发展。在工矿企业、车站码头、建筑工地、仓储货栈、观光景点、办公写字楼、社区住宅、医院宾馆、商场饭店、娱乐消费等场所，起重机械已成为人们不可缺少的伙伴和得心应手的工具。

现代控制理论使起重机械更加灵活，不仅可减轻人们的劳动强度，还可替代人们到太空、海底去探索科学的奥秘。然而，起重机械作为一种特种设备，在给人们带来方便的同时，也会给人们带来困扰和伤害，所以，必须注重起重机械的安全质量和使用管理。

为保障起重机械作业人员和使用管理人员的安全，使他们对起重机械有一定的认识，我们于2002年编写了《起重机械安装与维修实用技术》。该书在编写过程中，注意了突出实践性、针对性和实用性，作为起重机械作业人员的教材和工具书，经过七年多使用，颇受好评。

近年来，国家针对特种设备颁布了许多新的法律法规，有关起重机械的政策法规及国家标准也在不断地颁布或修改。为适应新的要求，我们根据TSG Q7016—2008《起重机械安装改造重大维修监督检验规则》、TSG Q6001—2009《起重机械安全管理人员和作业人员考核大纲》等，对《起重机械安装与维修实用技术》进行修订，增加了更多的安全技术知识和实用性内容，使其更适于对起重机械专业人员的培训，同时也可供相关作业人员参考使用。

限于水平和经验，书中可能存在有疏漏错讹之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2010年5月于郑州

《起重机械安装维修实用技术》编写人员

主 编：	郭宏毅	姜克玉	安振木	郭鹏伟	
编写者：	刘爱国	李和平	韩金玉	赵瑞金	翟 让
	陈剑峰	丁会中	蒲国辉	代新广	周会如
	王心君	张华军	苏晓峰	赵霄雯	董天乐
	尹献德	刘振刚	李东兴	马晓萍	张文敏
	薛 建	朱红民	王 娜	吴 瑜	赵刚群
	王鸿银				

目 录

第一篇 起重机械概论

第一章 起重机械基本知识	(1)
第一节 起重机械简述	(1)
第二节 起重机械常用材料与使用寿命	(9)
第二章 起重机的基本构造	(13)
第一节 起重机的金属结构	(14)
第二节 起重机各机构的组成	(21)
第三章 起重机的安全装置	(31)
第一节 位置限制器与调整装置	(31)
第二节 防风防爬装置	(34)
第三节 安全钩、防后倾装置和回转锁定装置	(36)
第四节 超载保护装置	(38)
第五节 防碰装置与危险电压报警	(42)
第四章 起重机机械的主要零部件	(44)
第一节 机械作业基础知识	(44)
第二节 起重机机构的主要零部件	(50)

第二篇 起重机械电气作业实用技术

第一章 通用电气技术	(80)
第一节 电气技术基础知识	(80)
第二节 电子技术基础	(92)
第三节 特种设备常用电器	(103)
第四节 特种设备通用电动机	(111)
第五节 电工常用仪表的使用常识	(118)
第二章 起重机的电气拖动	(123)
第一节 起重机用电动机	(123)
第二节 起重机的控制	(127)
第三节 桥式与门式起重机几种典型的电气线路分析	(132)
第三章 塔式、移动式起重机的电气控制系统	(143)
第一节 塔式起重机的电气控制系统	(143)
第二节 汽车起重机的电气线路简介	(148)

第三篇 起重机的安装修理与维护保养

第一章 起重机的安装	(152)
第一节 桥式起重机结构及小车的安装	(152)
第二节 门式起重机及装卸桥结构的安装	(155)
第三节 大、小车运行机构的安装	(161)
第四节 连接接头的质量要求与安全装置的安装	(165)
第五节 起重机轨道安装质量要求	(168)
第六节 偏斜自行调整装置与大车电缆的安装	(173)
第七节 起重机的架设	(175)
第八节 电气设备的安装和调整	(181)
第九节 塔式起重机的安装架设及使用注意事项	(184)
第十节 起重机的运转试验	(193)
第二章 起重机的维护保养与润滑	(195)
第一节 桥式、门式起重机的维护保养	(195)
第二节 起重设备的润滑与涂漆	(213)
第三章 起重机故障检查分析与排除	(222)
第一节 起重机故障的诊断技术	(222)
第二节 起重机常见故障的排除实例	(225)
第四章 起重机的修理技术	(245)
第一节 起重机桥架的变形和修复	(245)
第二节 机构的调整与修复	(271)
复习题集	(295)
附录	(312)
参考文献	(338)

第一篇 起重机械概论

第一章 起重机械基本知识

随着科学技术的发展，先进的电气控制技术和机械技术逐渐应用到起重机械上，使起重机械的自动化程度更加完善、结构日趋简单、性能更加可靠、品种也越来越全。因此，起重机械的安装维护人员必须要不断学习新技术，不断提高安装、维修质量，以确保起重机械的安全运转，减少以至杜绝发生人身伤亡事故。

第一节 起重机械简述

一、起重机械的工作特点

起重机械是以间歇、重复的工作方式，通过取物装置的起升、下降或升降与运移物料的设备。在其工作过程中，经历上料、运送、卸料及返回原处的过程，工作范围较大，危险因素很多。如施工电梯和升降机在用吊笼（或轿厢）输送人员和物料时，被提升在空中的人员、物料等的安全取决于提升钢丝绳和一些安全装置的有效性、可靠性。

起重机械的工作特点，可概括如下：

（1）起重机械通常都具有庞大的金属结构和比较复杂的机构，能完成一个起升、下降运动，一个或几个水平运动。作业过程中，常常是几个不同方向的运动同时操作，技术难度较大。

（2）所吊运的物件多种多样，载荷是变化的，重达成百上千吨，长则几十米至上百米，形状很不规则，还有散粒、热融状态、易燃易爆危险物品，使吊运过程复杂而危险。

（3）大多数起重机械需要在较大范围内运行，有的要装设钢轨和车轮、轮胎或履带，还有的需在钢丝绳上行走（如架空索道），活动空间较大，危险面也增大。

（4）暴露的、活动的零部件较多，且常与吊运作业人员直接接触（如吊钩、钢丝绳等），潜在着许多偶发的危险因素。

（5）作业环境复杂。工矿企业、码头、建筑施工工地、运输、旅游等场所，都有起重机械在运行。作业场所还常会遇到高温、高压、易燃、易爆、输电线路、强磁场等危险因素，这些都会对设备及人员构成威胁。

（6）作业中常需多人配合，存在较大难度。要求驾驶、指挥、司索等作业人员熟练

配合、协调工作、互相照应。作业人员应有处理现场紧急情况的能力。

(7) 升降机、电梯、索道等直接载运人员在导轨、平台、钢丝绳上做升降、位移运动, 潜伏着许多偶发的危险因素等。

上述诸多危险因素的存在, 决定了起重机械伤害事故较多发生。据有关资料统计, 我国每年起重机械伤害事故的因工死亡人数已占全部因工死亡人数的 15% 左右。为了保证起重机械的安全运行, 国家已将其列为特种设备加以特殊管理。

二、起重机械的种类

起重机械按其功能和构造特点, 可分为三类: 即轻小型起重设备、起重机和只进行上下运动的升降机。它们又是由结构和用途不同的各式各样的起重设备组成。

(一) 轻小型起重设备

轻小型起重设备的特点是结构紧凑, 动作简单, 作业范围投影以点、线为主。包括液压千斤顶、滑车、起重葫芦、卷扬机和悬挂单轨系列小型起重机等。其中起重葫芦项内又包括手拉葫芦、手扳葫芦、气动葫芦、电动葫芦等。卷扬机包括卷绕式绞车、摩擦式绞车、绞盘等。

(二) 起重机

起重机的特点是可以使挂在起重吊钩或其他取物装置上的重物在空间实现垂直升降和水平运移。它有桥架型、臂架型、缆索型三种结构类型。

1. 桥架型起重机

桥架型起重机包括桥式、门式和半门式三种类型。

(1) 桥式起重机: 桥式起重机是使用最普遍的起重机, 它的种类很多。有带回转臂的、带回转小车的、单主梁、双主梁、同轨双小车、异轨双小车、挂梁桥式起重机、电动葫芦、带导向架、柔性吊挂、悬挂起重机和梁式起重机。

(2) 门式、半门式起重机: 包括双梁、单梁和可移动三种起重机。

2. 臂架型起重机

臂架型起重机种类很多, 它包括门座、半门座、塔式、铁路、流动式、浮式、甲板型、桅杆式、悬臂臂架型起重机等类型。

(1) 门座臂架型起重机包括港口、船厂、电站门座型三种类型。

(2) 塔式起重机包括固定、移动和自升三种形式。

(3) 铁路起重机包括蒸汽机、内燃机和电动机为动力的三种类型。

(4) 流动式起重机包括轮胎式、汽车式和履带式三种。

(5) 桅杆式起重机包括缆绳式、斜撑式和单立柱移动式三种类型。

(6) 悬臂臂架型起重机包括柱式、壁上和自行车式三种类型。

3. 缆索型起重机

缆索型起重机包括缆索、门式缆索两种。其中缆索式起重机又有固定式、平移式、辐射式三种类型。

(三) 升降机

升降机的特点是重物或取物装置只能沿垂直的导轨升降。它包括电梯、建筑施工用升降机和简易提升机三种。

三、起重机械的基本参数

起重机械的参数表征起重机的作业能力，是所有从事起重作业人员必须掌握的基本知识。

起重机械的主要参数有起重量、起升高度、跨度（桥架式类型）、幅度（臂架式）、机构工作速度、工作级别等。对于轮胎、履带、铁路起重机等，爬坡度和最小转弯（曲率）半径也是主要技术参数。

（一）起重机械参数

GB 6974.2—86《起重机械名词术语——起重机械参数》中介绍了中国目前已生产制造与使用的各种类型起重机械参数（标准术语名称）、定义及示意图。

（二）起重机械的工作级别

起重机械的工作级别，即起重机械的分级是由起重机械的利用等级（表 1.1.1）和起重机械的载荷状态（表 1.1.2）所决定的，工作级别用符号 A 表示（表 1.1.3），其工作级别分为 8 级，即 A1 ~ A8 级（表 1.1.4、表 1.1.5）。

表 1.1.1 起重机械的利用等级

利用等级	总的工作循环次数 N	附 注
U0	1.6×10^4	不经常使用
U1	3.2×10^4	
U2	6.3×10^4	
U3	1.25×10^5	
U4	2.5×10^5	经常轻闲地使用
U5	5×10^5	经常中等地使用
U6	1×10^6	不经常繁忙地使用
U7	2×10^6	繁忙地使用
U8	4×10^6	
U9	$> 4 \times 10^6$	

表 1.1.2 起重机的载荷状态

载荷状态	名义载荷谱系数 K_F	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，一般起升较重载荷
Q4——特重	1.0	频繁起升额定载荷

表 1.1.3 起重机的工作级别

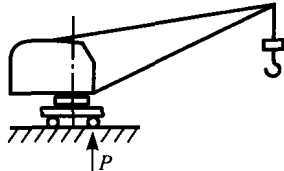
载荷状态	名义载荷谱系数 K_F	利 用 等 级									
		U0	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9
Q1——轻	0.125			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q2——中	0.25		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Q3——重	0.5	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8		
Q4——特重	1.0	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8			

表 1.1.4 起重机械的技术参数与定义

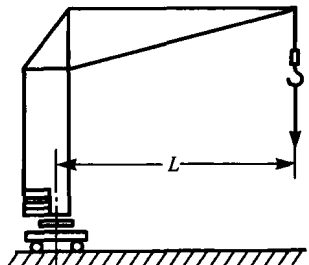
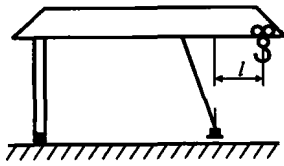
1 质量和载荷参数

编号	名词术语	定义 (或说明)	示意图
1.1	起重量 G	被起升重物的质量	
1.1.1	有效起重量 G_p	起重机能吊起的物或物料的净质量。对于幅度可变的起重机，根据幅度规定有效起重量	
1.1.2	额定起重量 G_n	起重机允许吊起的重物或物料，连同可分吊具（或属具）质量的总和（对于流动式起重机，包括固定在起重机上的吊具）。对于幅度可变的起重机，根据幅度规定起重机的额定起重量	
1.1.3	总起重量 G_t	起重机能吊起的重物或物料，连同可分吊具上的吊具或属具（包括吊钩、滑轮组、起重钢丝绳，以及在臂架或起重小车以下的其他吊物）的质量总和。对于幅度可变的起重机，根据幅度规定总起重量	
1.1.4	最大起重量 G_{max}	起重机正常工作条件下，允许吊起的最大额定起重量	
1.2	起重力矩 M	幅度 L 和相应起吊物品重力 Q 的乘积 $M = QL$	
1.3	起重倾覆力矩 M_A	起吊物品重力 Q 和从载荷中心线至倾覆线距离 A 的乘积	

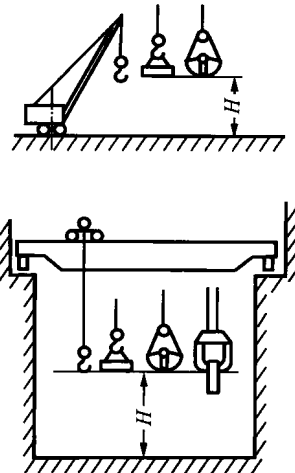
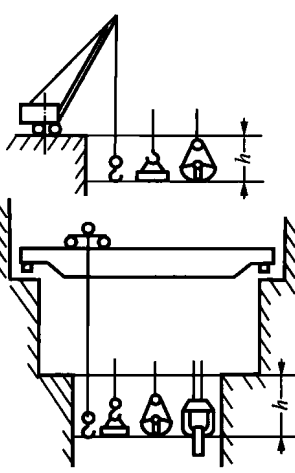
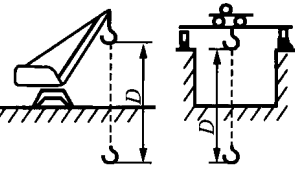
续表

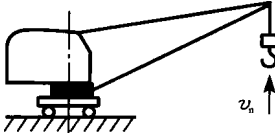
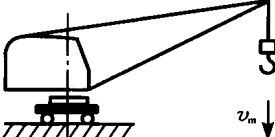
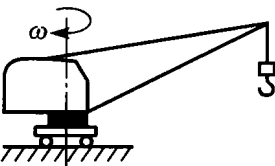
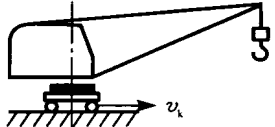
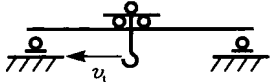
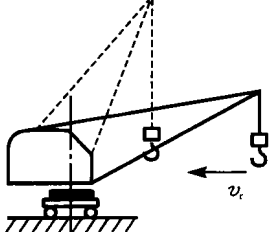
编号	名词术语	定义（或说明）	示意图
1.4	起重机总质量 G_0	包括压重、平衡重、燃料、油液、润滑剂和水等在内的起重机械各部分质量的总和	
1.5	轮压 P	一个车轮传递到轨道或地面上的最大垂直载荷（按工况不同，分为工作轮压和非工作轮压）	

2 起重机尺寸参数

编号	名词术语	定义（或说明）	示意图
2.1	幅度 L	起重机置于水平场地时，空载吊具垂直中心线至回转中心线之间的水平距离（非回转浮式起重机为空载吊具垂直中心线至船艏护木的水平距离）	
2.1.1	最大幅度 $L_{\max}$	起重机工作时，臂架倾角最小或小车在臂架最外极限位置时的幅度	
2.1.2	最小幅度 $L_{\min}$	臂架倾角最大或小车在臂架最内极限位置时的幅度	
2.2	悬臂有效伸缩距 l	离悬臂最近的起重机轨道中心线到位于悬臂端部吊具中心线之间的距离	

续表

编号	名词术语	定义 (或说明)	示意图
2.3	起升高度 H	起重机水平停车面至吊具允许最高位置的垂直距离。 ——对吊钩和货叉, 算至它们的支承表面; ——对其他吊具, 算至它们的最低点 (闭合状态)。 对桥式起重机, 应是空载置于水平场地上方, 从地面开始测定其起升高度	
2.4	下降深度 h	吊具最低工作位置与起重机水平支承面之间的垂直距离。 ——对吊钩和货叉, 从其支承面算起; ——对其他吊具, 从其最低点算起 (闭合状态)。 桥式起重机从地平面起算下降深度。应是空载置于水平场地上方, 测定其下降深度	
2.5	起升范围 D	吊具最高和最低工作位置之间的垂直距离 $(D = H + h)$	
2.6	起重臂长度 L_b	起重臂根部销轴至顶端定滑轮轴线 (小车变幅塔式起重机为至臂端形位线) 在起重臂纵向中心线方向的投影距离	
2.7	起重机倾角	在起升平面内, 起重臂纵向中心线与水平线的夹角	

编号	名词术语	定义 (或说明)	示意图
3.1	起升 (下降) 速度 v_n	稳定运动状态下, 额定载荷的垂直位移速度	
3.2	微速下降速度 v_m	稳定运动状态下, 安装或堆垛最大额定载荷时的最小下降速度	
3.3	回转速度 ω	稳定状态下, 起重机转动部分的回转角速度。规定为在水平场地上, 离地 10 m 高度处, 风速小于 3 m/s 时, 起重机回转幅度最大, 且带额定载荷时的转速	
3.4	起重机 (大车) 运行速度 v_k	稳定运动状态下, 起重机行动的速度。规定为在水平路面 (或水平轨面) 上, 离地 10 m 高度处, 风速小于 3 m/s 时的起重机带额定载荷时的运行速度	
3.5	小车运行速度 v_l	稳定运动状态下, 小车运行的速度。规定为离地面 10 m 高度处, 风速小于 3 m/s 时, 带额定载荷的小车在水平轨道上运行的速度	
3.6	变幅速度 v_r	稳定运动状态下, 额定载荷在变幅平面内水平位移的平均速度。 规定为离地 10 m 高度处, 风速小于 3 m/s 时, 起重机在水平路面上, 幅度从最大值至最小值的平均速度	

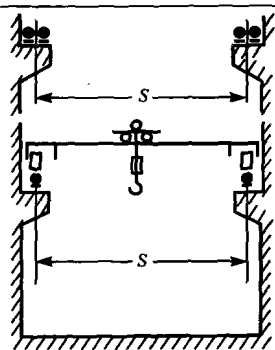
编号	名词术语	定义 (或说明)	示意图
4.1	跨度 S	桥架型起重机支承中心线之间的水平距离	

表 1.1.5 起重机械工作级别举例

起重机械形式			工作级别
桥式起重机	吊钩式	电站安装及检修用	A1 ~ A3
		车间及仓库用	A3 ~ A5
		繁重工作车间及仓库用	A6 ~ A7
	抓斗式	间断装卸用	A6 ~ A7
		连续装卸用	A8
	冶金专用	吊料箱用	A7 ~ A8
		加料用	A8
		铸造用	A6 ~ A8
		锻造用	A7 ~ A8
		淬火用	A8
		夹钳、脱锭用	A8
		揭盖用	A7 ~ A8
		料耙式	A8
		电磁铁式	A7 ~ A8
门式起重机	一般用途吊钩式		A5 ~ A6
	装卸用抓斗式		A7 ~ A8
	电站用吊钩式		A2 ~ A3
	造船安装用吊钩式		A4 ~ A5
	装卸集装箱用		A6 ~ A8
装卸桥	料场装卸用抓斗式		A7 ~ A8
	港口装卸用抓斗式		A8
	港口装卸集装箱用		A6 ~ A8
门座起重机	安装用吊钩式		A3 ~ A5
	装卸用吊钩式		A6 ~ A7
	装卸用抓斗式		A7 ~ A8
塔式起重机	一般建筑安装用		A2 ~ A4
	用吊罐装卸混凝土		A4 ~ A6

第二节 起重机械常用材料与使用寿命

一、常用材料基础知识

起重机的结构及零部件常用金属材料有黑色金属（钢、铁、铬、锰）和有色金属（铜、银、铝）等两大类。其他材料如橡胶、塑料等在起重机中也被广泛采用。

（一）钢

1. 钢的分类

（1）按用途分：有结构钢、工具钢、特殊性能钢三大类。

（2）按冶炼材质分：有普通钢、优质钢、高级优质钢等。

2. 钢的性能特点

（1）结构钢：结构钢分为工程结构钢和机器结构钢两种。

工程结构钢包括碳素结构钢和低合金钢，通常轧制成钢板和型材供应。如电梯的导轨、支架、对重架、轿层门支承梁等零部件大多用结构钢制造。

机器结构钢按用途和热处理的特点分有调质钢、渗碳钢、弹簧钢、滚动轴承钢等，这类钢常用来制造电梯减速器的螺杆、齿轮和传动轴以及轴承，制作制动轮、弹簧以及扶梯梯阶的链轮及回转机构等。

在结构钢中加入少量其他金属元素的钢称为合金钢。该类钢有较高的屈服强度、良好的塑性及较好的耐蚀性。合金钢 16Mn 的屈服强度可达 350 MPa，是起重机结构常用的材料。

（2）特殊性能钢：特殊性能钢是指有特殊物理、化学、力学性能的钢材。被广泛用于电梯、扶梯等。如门套、门扇、轿壁、围裙板、上下盖板等大多使用不锈钢制造。

（二）铸铁

铸铁的主要组成元素为铁、碳、硅等，为了提高铸铁的性能，常通过加入一定量的合金元素，制成合金铸铁。一般把含碳量大于 2.11% 的铁碳合金称为铸铁。

（1）灰口铁：灰口铁中的碳全部或大部分以片状石墨形式存在，它的力学性能虽然不高，但可通过孕育处理以提高其力学性能，故应用十分广泛。在起重机中常用铸铁制造电动机外壳、减速机壳体、箱盖等。

（2）球墨铸铁：球墨铸铁中的碳大部分或全部呈球状石墨，保留了灰口铸铁的优点，又具有同钢一样可进行各种热处理，使其强度、塑性、韧性增强的特点。它的疲劳极限接近一般中碳钢，冲击疲劳强度高于中碳钢。它具有优异的力学性能，适用于载荷较大、受力复杂的曳引轮。

（三）有色金属及高分子材料

有色金属铝、铜及它们的合金在起重机中应用广泛。

高分子材料塑料、橡胶等以其重量轻、强度高、耐腐蚀性能好、绝缘性好等特性被应用于起重机中。

（四）起重机常用润滑材料

常用润滑材料有润滑油和润滑脂两大类。机械油、变压器油和齿轮油以及黄油、二硫