

刘爱国 安振木 主编
陈剑锋 翟 让

起重机械

安装与维修实用技术



河南科学技术出版社



ISBN 7-5349-3009-X



责任编辑 冯 英

封面设计 霍维深

ISBN7-5349-3009-X/T · 581

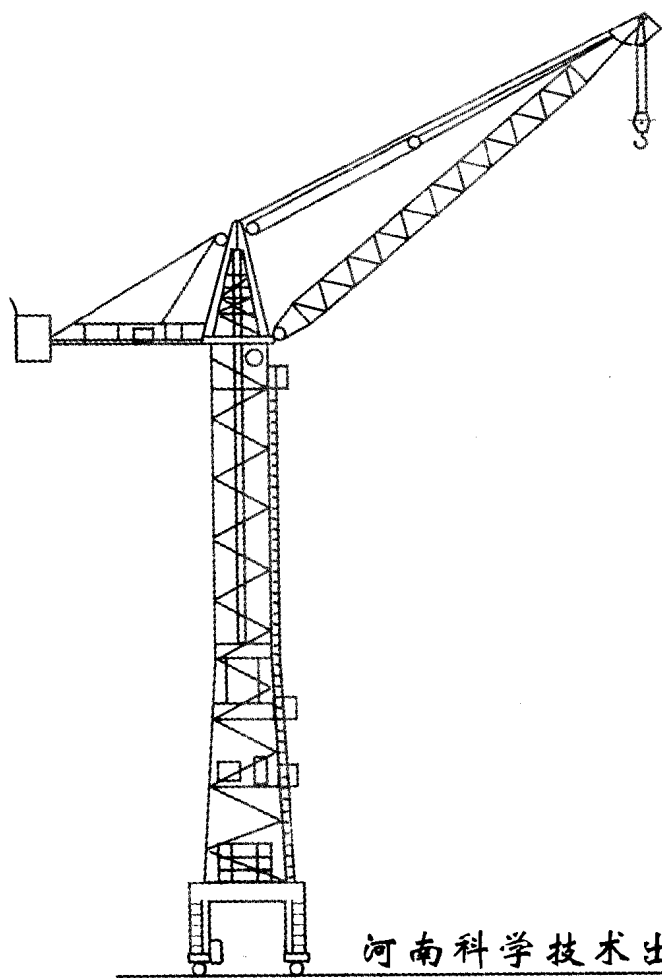
定价: 35.00 元

9 787534 930096 >

起重机械

安装与维修实用技术

刘爱国 安振木 陈剑锋 翟让 主编



河南科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

起重机械安装与维修实用技术/刘爱国等主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2003. 8
ISBN 7-5349-3009-X

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 040500 号

责任编辑 冯 英 责任校对 王艳红

河南科学技术出版社出版发行

(郑州市经五路 66 号)

邮政编码: 450002 电话: (0371) 5737028

郑州文华印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本: 787mm × 1 092mm 1/16 印张: 22.25 字数: 500 千字

2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—4 000

ISBN 7-5349-3009-X/T·581

定价: 35.00 元

《起重机械安装与维修实用技术》编写人员

主 编：刘爱国 安振木 陈剑锋 翟 让
副主编：王进昌 吴 瑜 刘敏霞 朱红民 张明生 郭宏毅
李尚清
编写者：安振木 刘爱国 陈剑锋 吴 瑜 翟 让 刘敏霞
张明生 黄万乾 陈冬林 张洪学 江 涛 苏晓峰
张华军 张国柱 朱 迪 郭鹏伟 高万民 金进良
汪 洋 郭振卿 蔡相平 刘正凡 王进昌 郭宏毅
李尚清 朱红民 赵瑞金
主 审：金进良 汪 洋 郭文学

前言

随着人类生产活动规模的不断扩大,起重机械的使用越来越广泛,而起重作业所引起的伤害事故在国内外工业生产伤害事故中占很大比例。为保障劳动者在生产过程中的安全与健康,防止起重作业伤害事故的发生,凡从事起重机械生产、安装、维护和管理的企业单位的工作人员,不仅要具备熟练的生产技术,还必须具备起重作业的安全生产知识和技能。为此,我们编写了这本《起重机械安装与维修实用技术》,以供学习和参考。

本书根据国家现行标准,结合河南省实际,着重介绍了桥式、门式及塔式起重机械安装、维修的基本知识,对各企事业单位从事起重机械设计、安装、维修等作业的人员比较实用,可作为提高业务技术的教材和参考书,也可作为各工矿企事业单位安装技术人员的参考书。

本书结合生产实际,由浅入深,抓纲带目,通俗易懂,具有较强的系统性和实用性,凡具有一定文化知识的同志皆可看懂。

本书第一章由高级工程师刘敏霞、张明生、王进昌编写;第二章由工程师陈剑锋、吴瑜编写;第三章由郭宏毅、李尚清、陈冬林编写;第四章由电气工程师翟让编写;第五、六、七、八章为安振木、刘爱国编写;第九章为工程师朱红民、安振木编写;第十章由高级工程师张华军、江涛、苏晓峰等编写。全书由高级工程师刘爱国主编,由安振木统改统校统一修订。并由河南省特种设备研究所金进良、汪洋所长,开封宏达路桥设备厂高级工程师郭文学厂长担任主审。书后总复习习题集由陈剑锋、郭宏毅、王进昌、李尚清、吴瑜、刘正凡等编。

在编写过程中,洛阳市经贸委安全局潘景洛局长给予大力支持帮助;开封宏达路桥设备厂厂长郭文学先生对本书的编写提供了生产和安装过程中的实际经验,并对本书的编写作了具体的指导和审核;还有义煤集团特种设备安装维修公司经理朱红民,不但亲自执编,还对编写提出不少宝贵意见;义马矿务局多经公司经理郭振卿给予鼎力支持,对本书的维修、安装内容提出不少修改意见。在此一并致谢。

书后我们列出了编写过程中参考引用的文献,在此向各位作者致以衷心感谢。

限于水平和经验,难免有疏漏错讹之处,恳请读者提出宝贵意见。

编 者

2003 年元月于郑州

目 录

第一章 起重机械基本知识	(1)
第一节 起重机械概述	(1)
第二节 起重机械的安全工作性能	(9)
复习思考题	(12)
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	(22)
复习思考题	(32)
第三章 起重机的安全装置	(34)
第一节 位置限制器与调整装置	(34)
第二节 防风防爬装置	(37)
第三节 安全钩、防后倾装置和回转锁定装置	(39)
第四节 超载保护装置	(41)
第五节 防碰装置与危险电压报警	(45)
复习思考题	(47)
第四章 起重机的电气系统与电气设备	(48)
第一节 起重机的电气系统	(48)
第二节 桥式与门式起重机几种典型的电气线路分析	(60)
第三节 塔式起重机与其他起重机械的电气控制系统	(67)
第四节 施工升降机的电气控制系统	(72)
第五节 汽车起重机的电气线路简介	(75)
复习思考题	(78)
第五章 起重机主要零部件的调整与修复	(80)
第一节 吊钩与吊钩组	(80)
第二节 钢丝绳	(83)
第三节 滑轮与滑轮组	(92)
第四节 卷筒、卷筒组与安全圈	(94)
第五节 齿轮、减速器与联轴器	(97)
第六节 制动装置	(108)
第七节 车轮、车轮组与轨道	(119)
复习思考题	(123)
第六章 起重机的维护保养与润滑	(124)
第一节 桥式、门式起重机的维护保养	(124)
第二节 塔式起重机的维护保养	(144)

第三节 起重设备的润滑与涂漆	(148)
复习思考题	(157)
第七章 起重机故障检查分析与排除	(158)
第一节 起重机故障的诊断技术	(158)
第二节 起重机常见故障的排除方法	(164)
复习思考题	(190)
第八章 起重机的修理技术	(191)
第一节 起重机桥架的变形和修复	(191)
第二节 机构的调整与修复	(217)
复习思考题	(228)
第九章 起重机的安装	(229)
第一节 桥式起重机结构及小车的安装	(229)
第二节 门式起重机及装卸桥结构的安装	(232)
第三节 大、小车运行机构的安装	(238)
第四节 连接接头的质量要求与安全装置的安装	(242)
第五节 起重机轨道的安装质量要求	(245)
第六节 偏斜自行调整装置与大车电缆的安装	(250)
第七节 起重机的架设	(252)
第八节 电气设备的安装和调整	(258)
第九节 塔式起重机的安装架设及使用注意事项	(261)
第十节 起重机的运转试验	(270)
复习思考题	(272)
第十章 起重机的检测检验	(273)
第一节 桥式、门式起重机的检测与检验	(273)
第二节 电气系统的检验	(292)
第三节 塔式起重机的检验	(307)
复习思考题	(312)
总复习习题	(313)
附录 起重机械安全规程	(322)
参考文献	(348)

第一章 起重机械基本知识

起重机械是工矿企业、车站码头、各企事业单位实现运输机械化、自动化，提高劳动生产率的重要工具和设备。有些起重设备还能在生产过程中进行某些特殊的工艺操作，如担任危险的、对人体有严重危害的特殊作业，使操作程序更加简化、可靠，操作人员更加省力，也更加安全。

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，以确保起重机械的质量，减少以至杜绝发生人身伤亡事故。

第一节 起重机械概述

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

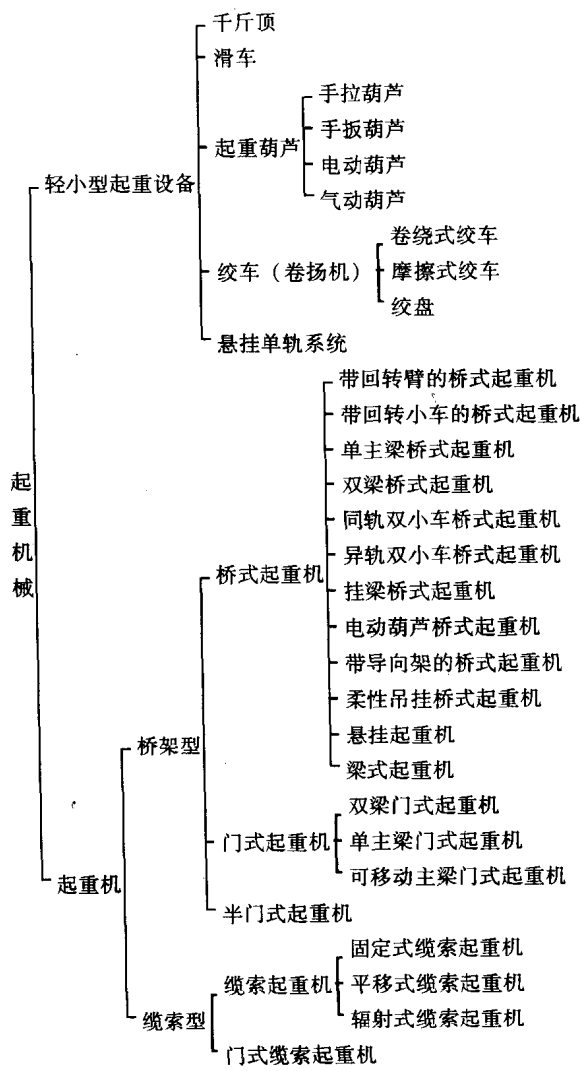
动，潜伏着许多偶发的危险因素等。

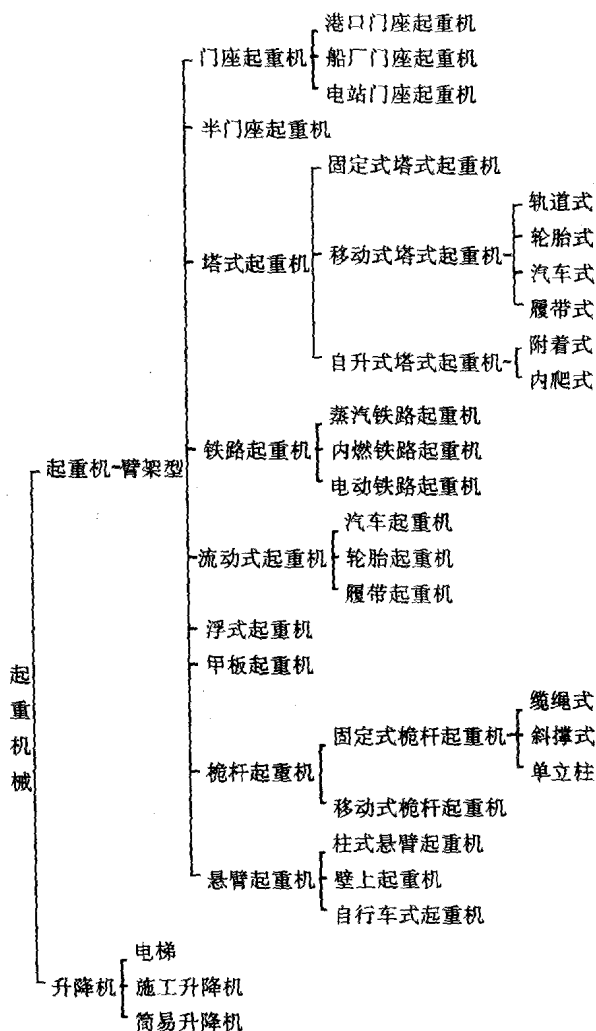
上述诸多危险因素的存在，决定了起重机械伤害事故较多发生。据有关资料统计，我国每年起重机械伤害事故的因工死亡人数已占全部因工死亡人数的 15% 左右。为了保证起重机械的安全运行，国家已将其列为特种设备加以特殊管理。

二、起重机械的种类

起重机械按其功能和构造特点，可分为 3 类。第一类是轻小型起重设备。其特点是轻便，构造紧凑，动作简单，作业范围投影以点、线为主。第二类是起重机。其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。第三类是升降机。其特点是重物或取物装置只能沿导轨升降。这 3 类起重机械，又是由许多结构和工作用途不同的起重机械组成的，表 1.1 中的起重机械类别是按结构特点分类的。

表 1.1 起重机械的类别





三、起重机械的基本参数

起重机械的参数是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）关于起重机械参数

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，现摘录一部分如表 1.2 所示。

（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 1.3）和起重机械的载荷状态（表 1.4）所决定，工作级别用符号 A 表示（表 1.5），其工作级别分为

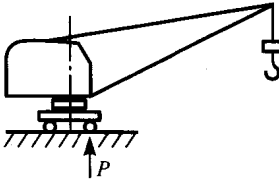
8 级，即 A1 ~ A8 级（表 1.6）。

表 1.2 起重机械的技术参数与定义

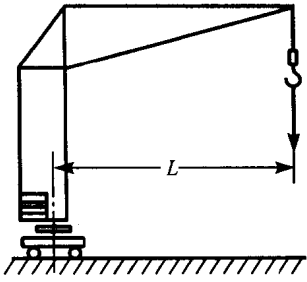
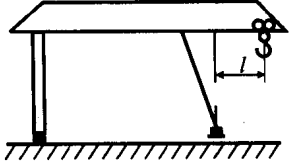
1 质量和载荷参数

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	

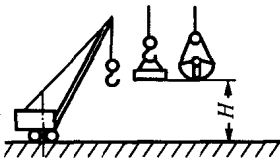
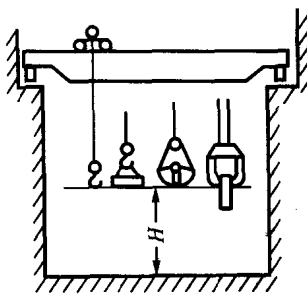
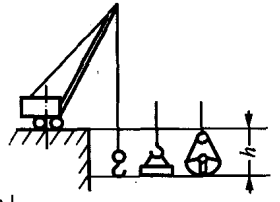
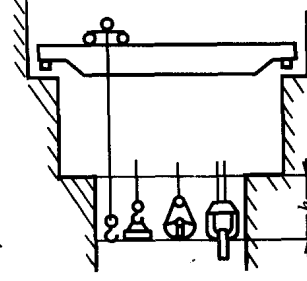
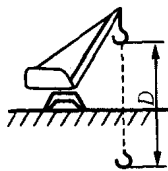
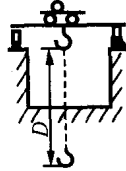
续表

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)	

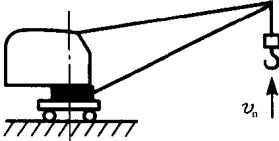
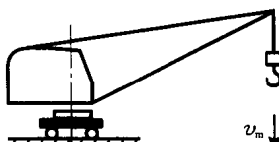
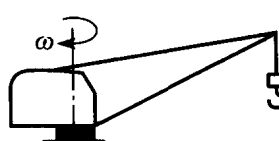
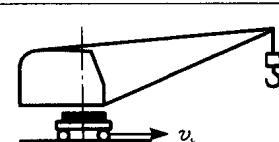
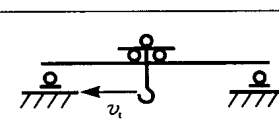
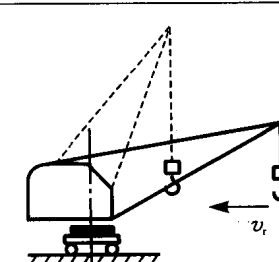
2 起重机尺寸参数

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_0	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	起重倾角	在起升平面内, 起重臂纵向中心线与水平线的夹角	

3 运动速度

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 10m 高度处, 风速小于 3m/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 10m 高度处, 风速小于 3m/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 10m 高度处, 风速小于 3m/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 10m 高度处, 风速小于 3m/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	

4 与起重机运行线路有关的参数

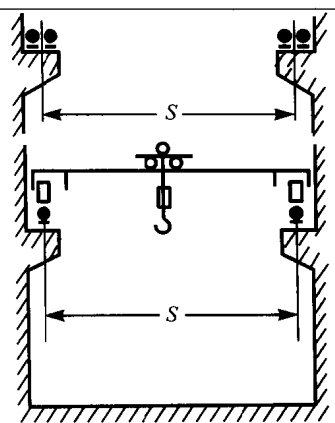
编号	名词术语	定义 (或说明)	示意图
4.1	跨度 S	桥架型起重机支承中心线之间的水平距离	

表 1.3 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 1.4 起重机载荷状态

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 1.5 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	0.50	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8		
Q4——特重	1.00	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8			

表 1.6 起重机械工作级别举例

起重机械型式		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
门式起重机	一般用途吊钩式	料场装卸用抓斗式
		A7 ~ A8
		装卸集装箱用
		A6 ~ A8
		造船安装用吊钩式
装卸桥	料场装卸用抓斗式	港口装卸用抓斗式
		A8
		港口装卸集装箱用
门座起重机	安装用吊钩式	装卸用吊钩式
		A6 ~ A7
		装卸用抓斗式
塔式起重机	一般建筑安装用	用吊罐装卸混凝土
		A4 ~ A6

第二节 起重机械的安全工作性能

一、起重机械的正常安全工作条件

一般起重机械都应满足下列安全工作条件：

(1) 金属结构和机械零部件应具有足够的强度、刚度和抗屈曲能力。

首先要求零部件和金属结构受载后不破坏。对于应力状态复杂的钢丝绳等零件，通常要按主要载荷、主要变形型式，采用较高的安全系数进行静强度计算。还必须要求在载荷