

QIZHONGJIXIENOLINQUANLIRENYUAN
HUIJUTERENYUAN
PEIXUNJIAOCAI



起重机械安全管理人员和作业人员 培训教材

主 编 贺 能

湘潭大学出版社

起重机械安全管理人员和 作业人员培训教材

主 编 贺 能

副主编 喻 颖



湘潭大学出版社

版权所有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

起重机械安全管理人员和作业人员培训教材 / 贺能
主编. — 湘潭: 湘潭大学出版社, 2018.11
ISBN 978-7-5687-0279-9

I. ①起… II. ①贺… III. ①起重机械—安全管理—
技术培训—教材 IV. ①TH210.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第290579号

起重机械安全管理人员和作业人员培训教材

QIZHONG JIXIE ANQUAN GUANLI RENYUAN HE ZUOYE RENYUAN PEIXUN JIAOCAI
贺能 主编

责任编辑: 丁立松 王利剑
封面设计: 张丽莉
出版发行: 湘潭大学出版社
社 址: 湖南省湘潭大学工程训练中心
电 话: 0731-58298960 0731-58298966 (传真)
邮 编: 411105
网 址: <http://press.xtu.edu.cn/>
印 刷: 长沙鸿和印务有限公司
经 销: 湖南省新华书店
开 本: 787 mm×1092 mm 1/16
印 张: 20
字 数: 514 千字
版 次: 2018 年 11 月第 1 版
印 次: 2018 年 11 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-5687-0279-9
定 价: 49.00 元

编 委 会

主 编 贺 能

副主编 喻 颖

主 审 许 刚

编委会 贺 能 喻 颖 唐晓广 屈湘赣

湛晓波 艾伟平 齐青松 李祖福

周六军 许必玉 焦少彬

前 言

随着经济社会的发展,起重机械在经济建设中的应用越来越广泛,已成为重要的工业基础装备。近年来,起重机械事故发生较为频繁,特别是桥门式起重机,因其高空高速、使用频繁、操作和维护难度大等因素,有些管理人员和作业人员对起重机械的性能及安全技术知识缺乏了解,维护保养不到位,经常发生设备故障及人身伤亡事故。

据统计,在工业企业中,起重机伤害事故所占比例最高,这样不仅影响了企业的正常的生产秩序,也影响了其经济效益的提升,妨碍了企业的可持续发展。

2014年1月1日起实施的《特种设备安全法》明确规定:“特种设备安全管理人员、检测人员和作业人员应当按照国家有关规定取得相应资格,方可从事相关工作。”

近年来,由于《特种设备安全法》、《特种设备目录》、《TSG 08—2017 特种设备使用管理规则》、《起重机安全管理人员和作业人员考核大纲》(国质检特〔2013〕680号)等法律法规的实施和部分技术标准的更新,相对以前,对起重机械的管理要求和技术要求发生了较大变化。目前,市面上的起重机械作业人员培训教材存在诸多缺陷。如:技术标准过时,培训内容不适应时代发展需要,甚至错误,等等。如不及时更新,可能会对起重机械从业人员造成误导,因此,目前迫切需要出版一部起重机械安全管理人员和作业人员培训教材,以适应当前起重机械安全管理人员和作业人员安全培训的需要。

鉴于此,湖南省特种设备检验检测研究院湘潭分院组织有关专家,在对目前起重机械从业人员教材适用性、针对性调研的基础上,编写了这本《起重机械安全管理人员和作业人员培训教材》。

本教材共13章58节,并有10个附录。本教材具有以下特点:

(1) 突出适用性。本教材根据最新的法律法规和相关技术标准,全面更新了起重机械相关管理要求和技术要求,专门编写了起重机安全管理、起重机械事故分析等章节,

且将 10 个与起重机械安全管理人员和作业人员相关的主要法规标准作为附录编入书中,便于起重机械从业人员培训的具体实施和操作。

(2) 突出针对性。本教材严格按照最新的《特种设备目录》、《起重机械安全管理人员和作业人员考核大纲》(国质检特[2013]680 号)等法规要求进行编写,已排除出特种设备范畴的起重设备和不需要持证上岗的起重机械作业人员的相关部分没有编入,因此,非常适合于当前起重机械安全管理和作业人员的培训学习,极具针对性。

(3) 突出可操作性。本教材编写过程中,专门针对各类起重机的结构原理、操作要求、维护保养要求等进行了详细阐述,对起重机械从业人员的日常工作具有非常强的指导作用。

本书宜作为起重机械使用单位安全管理人员和作业人员的安全培训教材,同时,也可以用作起重机械安装维修人员、检验人员的参考教材。因时间紧、任务重、所涉及标准法规多,同时,也因编者经验所限、水平所限,本书可能存在错误和不足之处,敬请各位读者提出宝贵的修订意见。

本书编写组

2018 年 11 月

内容提要

本书着重介绍了起重机械安全管理人员和作业人员所必须掌握的基本知识、操作要领和需要掌握的相关法规标准要求。

本书主要针对纳入监管的、《特种设备目录》范围内的、按照《特种设备作业人员作业种类与项目》(总局 2011 第 95 号公告)规定需要配备安全管理人员和作业人员的起重机类别,阐述了这些类型起重机的性能参数、结构原理、操作技术、安全管理知识、事故预防、维护及检修等内容。

本书在编写过程中力求基本理论与工作实践相结合,突出实用性、针对性、可操作性,重点突出,内容准确、简练。本书文字通俗易懂,与最新的法律法规、技术标准相融合,图文并茂,实用性强。可作为起重机械安全管理人员和作业人员安全技术培训教材,也可作为起重机安装、维修、检验等从业人员的学习参考。

目 录

第 1 章 概 论	(1)
第 1 节 起重机械的分类	(1)
第 2 节 起重机的基本参数	(3)
第 3 节 起重机的工作级别	(6)
第 2 章 起重机的通用部件	(8)
第 1 节 取物装置	(8)
第 2 节 制动器	(13)
第 3 节 钢丝绳	(19)
第 4 节 车轮与轨道	(28)
第 5 节 滑轮和卷筒	(31)
第 6 节 减速器和联轴器	(34)
第 3 章 起重机的安全保护装置	(37)
第 1 节 限位器	(37)
第 2 节 缓冲器	(40)
第 3 节 防碰撞装置	(42)
第 4 节 防偏斜和偏斜指示装置	(44)
第 5 节 夹轨器和锚定装置	(46)
第 6 节 超载限制器	(49)
第 7 节 其他安全保护装置	(55)
第 4 章 桥门式起重机	(66)
第 1 节 桥式起重机	(66)
第 2 节 门式起重机	(87)
第 3 节 桥门式起重机的安全操作	(89)
第 4 节 桥门式起重机常见故障与排除	(91)
第 5 节 桥门式起重机的维修和保养	(98)

第 5 章 塔式起重机	(104)
第 1 节 塔式起重机概述	(104)
第 2 节 塔式起重机安全防护及电气保护装置	(111)
第 3 节 塔式起重机的稳定性	(113)
第 4 节 塔式起重机风险控制与安全运行管理	(114)
第 5 节 塔式起重机安全操作规程	(117)
第 6 节 塔式起重机试验与检验	(120)
第 6 章 门座式起重机	(122)
第 1 节 门座式起重机的分类和构造	(122)
第 2 节 门座式起重机的工作机构	(128)
第 3 节 门座式起重机的稳定性	(132)
第 4 节 门座式起重机的安全管理与安全操作	(133)
第 5 节 门座式起重机的试验与检验	(135)
第 7 章 流动式起重机	(139)
第 1 节 流动式起重机的分类和特点	(139)
第 2 节 流动式起重机的工作机构	(140)
第 3 节 流动式起重机的主要参数	(146)
第 4 节 流动式起重机的主要安全防护装置	(147)
第 5 节 流动式起重机的稳定性	(148)
第 6 节 流动式起重机的安全操作	(150)
第 7 节 流动式起重机的日常管理	(155)
第 8 章 升降机	(156)
第 1 节 施工升降机	(156)
第 2 节 简易升降机	(161)
第 9 章 起重机械的维护保养及常见故障	(163)
第 1 节 起重机的维护保养	(163)
第 2 节 起重机械的润滑	(165)
第 3 节 起重机械的常见故障及排除方法	(169)
第 4 节 起重机械主要零部件及保护装置的报废	(176)
第 10 章 起重机司机的安全操作	(184)
第 1 节 起重机司机的基本要求	(184)
第 2 节 起重机司机的安全操作要求	(185)
第 3 节 起重机司机的安全操作方法	(188)

第 11 章 起重机的指挥、司索	(194)
第 1 节 索具	(194)
第 2 节 物体质量的计算	(196)
第 3 节 基础力学知识	(198)
第 4 节 物体的吊挂	(199)
第 5 节 起重机司索人员的安全技术要求	(201)
第 6 节 起重机械指挥人员的安全操作要求	(202)
第 12 章 起重机的安全管理	(205)
第 1 节 起重机械的选型	(205)
第 2 节 起重机械的全过程管理	(206)
第 13 章 起重机典型事故案例分析	(210)
第 1 节 物的不安全状态造成的事故	(210)
第 2 节 人的不安全行为造成的事故	(219)
附 录	(224)
附录 1 中华人民共和国特种设备安全法	(224)
附录 2 特种设备安全监察条例(节选)	(237)
附录 3 特种设备目录(起重机械部分)	(247)
附录 4 特种设备使用管理规则(TSG 08—2017)(节选)	(249)
附录 5 特种设备事故报告和调查处理规定	(272)
附录 6 特种设备作业人员监督管理办法	(278)
附录 7 特种设备作业人员作业种类与项目(节选)	(282)
附录 8 特种设备作业人员考核规则(TSG Z6001—2013)	(283)
附录 9 起重机械安全管理人员和作业人员考核大纲(节选)	(293)
附录 10 起重吊运指挥信号(GB5082—1985)	(295)
参考文献	(307)

第 1 章 概 论

第 1 节 起重机械的分类

随着经济社会的发展,起重机已经成为许多工业企业必不可少的主要生产装备,是实现生产过程自动化、机械化,减轻繁重体力劳动,提高劳动生产率,改善劳动条件的重要基础装备之一。起重运输机械广泛用于机械、冶金、化工、矿山、林业等企业,遍布于人类生产、生活的各种场所中。

起重机械以间歇、重复的工作方式,通过吊钩或其他吊具起升、搬运物料的一种危险因素较大的特种设备。起重机械形式多样,种类繁多。按一般分类方法,把起重机械分为:轻小型起重设备、起重机和升降机。

按照《特种设备目录》(国家质检总局 2014 年第 114 号公告),起重机械的定义如下:

起重机械是指用于垂直升降或者垂直升降并水平移动重物的机电设备,其范围规定为:额定起重量大于或者等于 0.5 t 的升降机;额定起重量大于或者等于 3 t(或额定起重力矩大于或者等于 40 t·m 的塔式起重机,或生产率大于或者等于 300 t/h 的装卸桥),且提升高度大于或者等于 2 m 的起重机;层数大于或者等于 2 层的机械式停车设备。

《特种设备目录》中起重机械的分类具体见表 1-1 所示:

表 1-1 起重机分类及代码

代 码	类 别	品 种
4100	桥式起重机	
4110		通用桥式起重机
4130		防爆桥式起重机
4140		绝缘桥式起重机
4150		冶金桥式起重机
4170		电动单梁起重机
4190		电动葫芦桥式起重机

续表

代 码	类 别	品 种
4200	门式起重机	
4210		通用门式起重机
4220		防爆门式起重机
4230		轨道式集装箱门式起重机
4240		轮胎式集装箱门式起重机
4250		岸边集装箱起重机
4260		造船门式起重机
4270		电动葫芦门式起重机
4280		装卸桥
4290		架桥机
4300	塔式起重机	
4310		普通塔式起重机
4320		电站塔式起重机
4400	流动式起重机	
4410		轮胎起重机
4420		履带起重机
4440		集装箱正面吊运起重机
4450		铁路起重机
4700	门座式起重机	
4710		门座起重机
4760		固定式起重机
4800	升降机	
4860		施工升降机
4870		简易升降机
4900	缆索式起重机	
4A00	桅杆式起重机	
4D00	机械式停车设备	

起重机因其自身结构以及其使用环境、操作频繁、空中作业、物件容易发生坠落等特点，还有人的不安全行为和设计、制造、安装不合理因素，检查不细致，维修不及时，主要部件磨损等，都直接威胁着相关人员的生命安全，同时，也影响使用单位的正常生产、经营和企业的可持续发展。

据统计，2008 年至 2012 年，发生起重机械事故 243 起，死亡 272 人，占同时期特别事故总数的 16.45%，占总死亡人数的 17.7%。因起重事故造成的死亡人数占整个生产事故死亡人数比例 10%以上，将起重机械列为特种设备是基于其危险程度和人员伤亡事故概率来

划定的。

第2节 起重机的基本参数

起重机的基本参数是表征起重机的特性,它包括:起重量、起重力矩、起升高度、幅度、起重臂倾角、轮压、外形尺寸、自重、通过性参数等。

一、起重量

额定起重量 G_n 是起重机在正常工作时所允许起升物料的最大重量。

起重机的取物装置本身的重量(除吊钩组以外),一般应包括在额定起重量中。如抓斗、起重电磁铁、挂梁等各种辅助吊具的重量。即

$$G_n = G_p + G_k$$

式中: G_n 为起重机的额定起重量; G_p 为所吊运物品的最大质量; G_k 为可以从起重机上取下的取物装置(即可拆分吊具)的质量。

桥架型起重机的额定起重量是一个固定的数量,起重量较大的桥架起重机通常有两个起升机构,即主钩与副钩,副钩起重量一般为主钩的 $1/5 \sim 1/3$ 。而臂架类起重机的额定起重量则因工况不同而不同,通常起重机铭牌上标定的起重量为最大额定起重量。

对于幅度可变的起重机,根据幅度来规定起重机的额定起重量。

对于流动式起重机(如汽车式),起重量是指基本臂(最短臂长)处于最小幅度时所允许起吊的最大重量。

对于塔式起重机,起重量是指基本臂处于最大幅度时所允许起吊的最大重量。

最大起重量 $G_{\max}$ 是指起重机正常工作条件下允许吊起的最大额定起重量。

二、起重力矩

起重力矩是起重量 G 与幅度 L 的乘积(也称载荷力矩)。

额定起重力矩:额定起重量 G_n 与幅度 L 的乘积。即

$$M = G_n \times L$$

式中: M 为额定起重力矩; G_n 为起重机的额定起重量; L 为幅度。

起重力矩是综合起重量和幅度因素的一个很重要的参数。臂架类型起重机工作时,不但要求起重量,还要求相应的幅度。所以,以起重力矩作为衡量起重机能力的指标,比起重量更为合适。

三、起升高度

起重机吊具的最高工作位置与起重机的水准地平面之间的垂直距离称起重机的起升高度 H ,如图 1-1 所示。

起重机吊具的最低工作位置与起重机水准地平面之间的垂直距离称起重机的下降深度 h ,如图 1-1 所示。

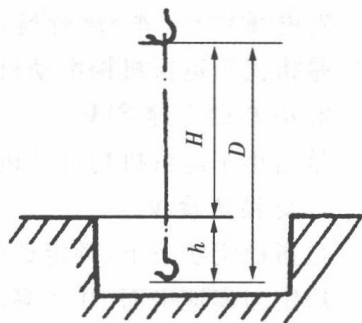


图 1-1 起重机的起升范围示意图

起重机吊具的最高和最低工作位置之间的垂直距离称起重机的起升范围 D ，如图 1-1 所示。

它们之间的关系是

$$D=H+h$$

式中： D 为起重机的起升范围； H 为起重机的起升高度； h 为起重机的下降深度。

当无下降深度的使用场合，起升范围 D 等于起升高度 H ，如图 1-1 所示。

对起升高度和下降深度的测量，以吊钩钩腔中心作为测量基准点，对其他吊具（如抓斗等）以闭合状态的最低点为基准。

四、跨度

桥架型起重机两端运行车轮踏面中心线之间的距离称为起重机的跨度。

起重机的跨度，由安装起重机的厂房跨度而定。其关系如

$$S=L-2d$$

式中： S 为起重机的跨度； L 为厂房跨度； d 为厂房两侧柱子纵向定位轴线与起重机轨道中心线之间的距离。

起重机跨度值应优先采用表 1-2 给定的起重机标准跨度。

表 1-2 桥式起重机跨度系列

起重量 G_n		建筑物跨度定位轴线间距 L										
		12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
		跨度 S										
≤ 50	无通道	10.5	13.5	16.5	19.5	22.5	25.5	28.5	31.5	34.5	37.5	40.5
	有通道	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40
$>50\sim 125$			—	16	19	22	25	28	31	34	37	40
$>125\sim 320$		—	—	15.5	18.5	21.5	24.5	27.5	30.5	33.5	36.5	39.5

注 1：有无通道，指建筑物上沿着起重机运行线路是否留有人行安全通道。

注 2：建筑物跨度定位轴线间距 L 和起重机跨度超过表中给定值时，按每 3 m 一档延伸。

五、工作速度

1. 额定起升速度 V_n

是指起升机构电动机在额定转速时，取物装置的上升速度(m/min)。

2. 起重机(大车)运行速度 V_k

是指大车运行机构电动机在额定转速时，起重机的运行速度(m/min)。

3. 小车运行速度 V_r

是指小车运行机构电动机在额定转速时，小车的运行速度(m/min)。

4. 变幅速度 V_r

是指稳定状态下，额定载荷在变幅平面内水平位移的平均速度。

规定为离地平面 10 m 高度处，风速小于 3 m/s 时，起重机在水平地面上，幅度从最大值至最小值的平均速度(m/min)。

5. 起重臂伸缩速度

是指起重臂伸出(或回缩)时,其尖部沿臂架纵向中心线移动的速度(m/min)。

6. 行驶速度 V

是指在道路行驶状态下,起重机由自身动力驱动的最大运行速度(km/h)。

7. 回转速度 n

是指在旋转机构电动机为额定转速时,起重机转动部分的回转角速度(最大幅度、带额定载荷)(r/min)。

六、幅度

臂架类型起重机回转中心线与取物装置中心线之间的水平距离称为幅度 L 。

最大幅度 $L_{\max}$ 是指起重机工作时,臂架仰角最小或小车在臂架最外极限位置时的幅度。

最小幅度 $L_{\min}$ 是指臂架仰角最大或小车在臂架最内极限位置时的幅度。

值得注意的是,当臂架在某一仰角时,其吊重状态与空钩状态时的幅度值是有变化的,因为吊重时的臂架会发生弹性形变。

七、起重臂倾角

在起升平面内,起重臂纵向中心线与水平线之间的夹角称为起重臂倾角,一般在 $25^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 之间变化。

八、轮压

起重机的轮压是指小车处在极限位置时,起重机自重和额定起重量作用下在大车车轮上的最大垂直压力。

九、外形尺寸

起重机的外形尺寸是指整机的长度、宽度、高度的最大尺寸。外形尺寸在一定程度上反映出起重机的经济性和通过性能,对于流动式起重机因为外形尺寸受到道路、桥梁涵洞等限制,各国对外形尺寸都作出具体规定。通常宽度限在 3.4 m 以内,高度应低于 4 m。

十、自重

自重是指工作状态时的机械总重,有的机型是指在行驶状态下的重量。额定起重量与自重之比称为起重机的重量利用系数。这一系数是起重机的一项综合性经济性的指标。

因为自重与起重机类型、吨位级别、底盘形式等因素有关。一般来说,大吨位的起重机的重量利用系数要比小吨位起重机高,但重量利用系数越高,耐用性和可靠性往往不太理想。

十一、通过性参数

通过性参数是指流动式起重机正常行驶时能够通过各种道路功能的参数,包括接近角 α 、离去角 β 、最小转弯半径 γ 、最小离地间隙 h 、最大爬坡度等。

第3节 起重机的工作级别

起重机的工作级别是表征起重机基本能力的综合参数,用户可根据使用的工艺要求选择适当工作级别的起重机,以达到既适用又经济的目的。

起重机的工作级别是按起重机的使用等级和载荷状态来划分的,根据 GB/T3811—2008《起重机设计规范》,起重机工作级别共分为八级,即 A1~A8 八级,见表 1-3 所示。

表 1-3 起重机工作级别

载荷 状态	载荷谱 系数 K_P	使用等级									
		U_0	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	U_9
Q1—轻	$K_P \leq 0.125$	A1	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q2—中	$0.125 < K_P \leq 0.250$	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8
Q3—重	$0.250 < K_P \leq 0.500$	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8
Q4—特重	$0.500 < K_P \leq 1.000$	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8	A8

起重机载荷状态是表明起重机受载的轻重程度,见表 1-4 所示。起重机载荷状态按载荷谱系数分为 Q1~Q4 四级。

表 1-4 起重机的载荷状态

载荷状态	载荷谱系数 K_P	说明
Q1—轻	$K_P \leq 0.125$	很少起升额定载荷,一般起升轻微载荷
Q2—中	$0.125 < K_P \leq 0.250$	有时起升额定载荷,一般起升中等载荷
Q3—重	$0.250 < K_P \leq 0.500$	经常起升额定载荷,一般起升较重载荷
Q4—特重	$0.500 < K_P \leq 1.000$	频繁地起升额定载荷

起重机的使用等级是按起重机设计寿命期内总的工作循环次数 N 来划分的,共分为十级,即 $U_6 \sim U_9$,见表 1-5 所示。

表 1-5 起重机的使用等级

利用等级	总的工作循环次数 N	起重机使用频繁程度
U_0	$N \leq 1.6 \times 10^4$	很少使用
U_1	$1.6 \times 10^4 < N \leq 3.2 \times 10^4$	
U_2	$3.2 \times 10^4 < N \leq 6.3 \times 10^4$	
U_3	$6.3 \times 10^4 < N \leq 1.25 \times 10^5$	
U_4	$1.6 \times 10^5 < N \leq 2.5 \times 10^5$	不频繁使用
U_5	$2.5 \times 10^5 < N \leq 5 \times 10^5$	中等频繁使用
U_6	$5 \times 10^5 < N \leq 1 \times 10^6$	较频繁使用
U_7	$1 \times 10^6 < N \leq 2 \times 10^6$	频繁使用
U_8	$2 \times 10^6 < N \leq 4 \times 10^6$	特别频繁使用
U_9	$4 \times 10^6 < N$	

起重机金属结构和其他机构的工作级别是进行起重机设计时的设计依据。起重机工作级别是关系起重机安全的一个重要依据,是安全检查、事故分析计算和确定零部件报废标准的依据。一般来说,工作级别不同,安全系数就不同,报废标准也不同。

另外,需要说明的是,起重机整机工作级别、金属结构工作级别与起重机机构工作级别是不同的。同一台起重机,由于各个工作机构受载的不一致性和工作的不等时性,即使是同一台起重机,不同机构的工作级别与起重机整机的工作级别往往是不一致的,这在不同机构的零部件报废和更新时要特别注意。

如果仅仅看起重量,而忽略其工作级别,把工作级别低的起重机频繁、满负荷使用,那么就会加速易损零部件的报废,使起重机故障频发,甚至引发安全事故。