

现代企业安全生产培训系列教材

起重机械 作业人员安全技术 培训教材

王福绵 主编



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

起重机械作业人员安全 技术培训教材

王福绵 主编

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书根据起重机械的结构特征和使用的广泛性,选择桥门式起重机、塔式起重机、流动式起重机、门座起重机、施工升降机等五个典型机种及其零部件和安全装置作为培训的内容,使得各种起重设备的作业人员都能对起重机械的工作原理、操作要求、安全使用、存在的风险、紧急情况下的处理和维护保养等有所掌握。

本书适合起重机作业人员和有关管理人员使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

起重机械作业人员安全技术培训教材/王福绵主编. —北京:北京理工大学出版社,2006.5

ISBN 7-5640-0735-4

I. 起… II. 王… III. 起重机械-操作-安全技术-技术培训-教材 IV. TH210.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 028574 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心)
68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefeditor@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 880 毫米×1230 毫米 1/32

印 张 / 10.75

字 数 / 286 千字

版 次 / 2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

印 数 / 1~4000 册

定 价 / 38.00 元

责任校对 / 张 宏

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

起重机械因其吊起重物的能力而得名。

起重机械被广泛应用于生产建设之中。从飞船发射到设备制造、金属冶炼、物资搬运、楼宇建筑等,都离不开起重机械的帮助。起重机械的应用,解决了劳动者的健康和工作效率问题,使劳动者身体的疲劳损伤得以减轻或避免,健康效益难以衡量;使得物流效率空前提高。

目前,我国已经形成庞大的起重机械市场。经国家质量监督检验检疫总局颁发许可证的起重机械制造单位有 1 500 家左右,起重机械安装、改造、维修单位近 2 000 家。正在使用的起重机械已达 100 余万台,相应的起重机械作业人员也较多,目前经考核授予资格证的已有 44 万余人,实际的作业人员更多。这样庞大的企业群体和人员队伍,其使用安全问题自然受到人们的普遍关注,特别是多年来居高不下的起重机械事故,已经引起政府部门的高度重视。2003 年,国务院发布条例将起重机械列为特种设备加强安全管理,体现了政府对起重机械作业人员安全和健康的关心。其中对于起重机械的管理要求是所有管理人员、技术人员和作业人员必须要掌握的。要落实这些要求,又必须从具体的环节入手,最重要的一个环节就是对于起重机械作业人员的培训,这已经为多年的事故状况所证明。起重机械的事故原因分析表明,80%左右的起重机械伤害事故,是由于起重机械作业这个环节造成的。要大幅度地减少起重机械事故,抓住起重机械作业人员培训,把安全管理、使用、维护保养、检验的经验和技术普及开来,从而提高作业人员的素质和能力是最有效的办法。为此,我们编写了这本《起重机械作业人员安全技术培训教材》。全书共八章,介绍了国家近期有关起重机械安全管理的基本要求、金属结构和机械零部件的损伤原理等基本知识,为了使本书具有针对性,

还介绍了桥门式起重机、塔式起重机、流动式起重机、门座起重机、施工升降机五个主要机种的安全操作、维护、保养、修理、检查等具体要求。

本书适用于起重机械安全操作、维护、保养、修理、检查等作业人员的安全知识和技能培训,对于有一定自学能力的人,也可以作为一本起重机械安全操作技术知识手册进行自学。

本书编入了我国政府的最新的安全管理要求。

针对本书内容,还另外编制了题库,既方便培训部门的教学,又有助于学员对本书内容的理解和要点的掌握。本书与各类起重机的使用维护说明书配合,还可作为起重机司机的培训教材。

本书第一、七、八章和第二章的零部件为通用知识及要求;第二、三、四、五、六章分别为各类起重机的基本知识和要求,培训时可以根据学员的作业范围有所选择,突出重点,有的放矢。

本书由王福绵主编。参加编写的人员有史向东、秦可新、赵鹏华、毛居双、尤建阳、赵康维、薛林、邱洪伟、宋玉环、沙漫等。

本书在编写过程中,得到了有关单位和专家的大力支持,在此表示衷心感谢!

限于编者水平,有疏漏和错误之处,敬请读者批评指正。

编者

2005年12月

目 录

第一章 起重机械概述	1
第二章 桥、门式起重机	8
第一节 桥、门式起重机的使用场所及分类	8
第二节 桥、门式起重机的主要构造	10
第三节 桥、门式起重机的机构及主要零部件	13
第四节 桥、门式起重机的安全防护装置	37
第五节 起重机械电气安全保护	49
第六节 桥、门式起重机安装、使用及维护保养	74
第七节 桥、门式起重机常见故障及排除方法	82
第八节 桥、门式起重机的典型事故案例	96
第三章 塔式起重机	107
第一节 塔式起重机的用途、分类及性能	107
第二节 塔式起重机的结构组成	108
第三节 塔式起重机的机构工作原理	115
第四节 塔式起重机使用中的操作方法及安全注意事项	126
第五节 塔式起重机日常维护保养及检验方法	144
第六节 塔式起重机的常见故障及排除方法	151
第七节 塔式起重机的危险因素及典型事故案例	161
第四章 流动式起重机	176
第一节 流动式起重机的分类及结构特点	176
第二节 流动式起重机主要机构及工作原理	180
第三节 流动式起重机的安全防护装置	191
第四节 流动式起重机维护保养及检查	202
第五节 流动式起重机常见故障及排除方法	209
第六节 流动式起重机的典型事故案例分析和预防对策	217

第五章 门座起重机	223
第一节 概述	223
第二节 门座起重机的分类及构造	225
第三节 门座起重机的机构及工作原理	227
第四节 门座起重机的保养	235
第五节 门座起重机常见故障及排除方法	241
第六节 门座起重机安全操作规程	249
第七节 门座起重机典型事故案例和预防对策	250
第六章 施工升降机	255
第一节 施工升降机用途、分类及主要技术参数	255
第二节 施工升降机结构组成及工作原理	257
第三节 施工升降机的安装	269
第四节 施工升降机使用操作知识和安全注意事项	271
第五节 施工升降机的维护保养	273
第六节 施工升降机的常见故障及排除方法	282
第七节 施工升降机的典型事故案例和预防对策	284
第七章 起重机械零部件的失效分析与拆装技术	289
第一节 起重机械零部件的失效处理	289
第二节 起重机械的拆卸与装配	301
第三节 起重机械零部件的清洗与检查	305
第四节 起重机械的装配	310
第五节 起重机械修理中的零件测绘	317
第八章 起重机械安全管理的基本要求	326
第一节 设计制造的规定	326
第二节 安装修理改造的规定	328
第三节 使用管理的规定	330
参考文献	335

第一章 起重机械概述

一、起重机械的工作特点和发展趋势

综合起重机械的工作特点,从安全技术角度分析,可概括如下:

(1) 起重机械通常具有庞大的结构和比较复杂的机构,能完成一个起升运动、一个或几个水平运动。例如,桥式起重机能完成起升、大车运行和小车运行三个运动;门座起重机能完成起升、变幅、回转和大车运行四个运动。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) 所吊运的重物多种多样,载荷是变化的。有的重物重达几百吨乃至上千吨,有的物体长达几十米,形状很不规则,还有散粒、热熔状态、易燃易爆危险物品等,使吊运过程复杂而危险。

(3) 大多数起重机械,需要在较大的范围内运行,有的要装设轨道和车轮(如塔吊、桥吊等),有的要装设轮胎或履带在地面上行走(如汽车吊、履带吊等),还有的需要在钢丝绳上行走(如客运、货运架空索道),活动空间较大,一旦造成事故影响的面积也较大。

(4) 有些起重机械,需要直接载运人员在导轨、平台或钢丝绳上做升降运动(如电梯、升降平台等),其可靠性直接影响人身安全。

(5) 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),潜在许多偶发的危险因素。

(6) 作业环境复杂。从大型钢铁联合企业,到现代化港口、建筑工地、铁路枢纽、旅游胜地,都有起重机械在运行;作业场所常常会遇有高温、高压、易燃易爆、输电线路、强磁等危险因素,对设备和作业人员形成威胁。

(7) 作业中常常需要多人配合,共同进行一个操作,要求指挥、

捆扎、驾驶等作业人员配合熟练、动作协调、互相照应,作业人员应有处理现场紧急情况的能力。多个作业人员之间的密切配合,存在较大的难度。

上述诸多危险因素的存在,决定了起重伤害事故较多。根据有关资料统计,我国每年起重伤害事故的因工死亡人数,占全部工业企业因工死亡总人数的15%左右。为了保证起重机械的安全运行,国家将它列为特种设备加以特殊管理,许多企业都把管好起重设备作为安全生产工作的关键环节。

起重机的发展趋势,将主要体现在如下几个方面:

(1) 重点产品大型化。起重机的起重量将会越来越大,以满足特殊工程的需要。

(2) 通用产品轻量化。将广泛采用新材料和采用合理的结构形式,以减轻设备自重。采用新的结构形式,主要是在梁、臂的截面形式上下工夫,如汽车起重机吊臂采用八角形截面或带有变形孔的伸缩臂;采用新的计算方法,如有限单元法与结构力学的有机结合,并配合使用电子计算机,精确计算应力值,避免设计中的“肥梁胖柱”;采用新材料,起重机结构件将越来越多地采用高强度钢,零部件逐渐采用塑料,现在滑轮已经采用铸尼龙材料,缓冲器采用了聚氨酯材料,国外还有采用碳纤维强化塑料(密度是钢的 $1/3 \sim 1/4$,强度是钢的 $3 \sim 5$ 倍)代替起重机部分结构件的趋势。

(3) 高速化以满足生产率日益提高的要求。

(4) 多样化。将向同一设备可使用多种工作装置的要求发展,扩大使用范围。

(5) 最优化。将普遍采用先进的设计计算方法,并配用电子计算机进行优化设计,以选择合理的结构形式。

(6) 通用化。力求提高系列产品零部件的通用率。

(7) 液压化。主要体现在轮式起重机向全液压传动发展。

(8) 安全化。起重机械的可靠性、安全性和舒适性将成为评价设备的重要指标;特别是安全性,将作为评价先进性的头等重要指

标。例如,在安全防护装置的配备、司机室的合理布置以及减少振动和噪声等方面,都将会作为制造厂家设计原则的一部分。

(9) 自动化。采用微机系统控制和操作遥感控制技术越来越多。

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。第一类是轻小型起重设备,包括千斤顶、滑车、葫芦等。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,包括桥门式起重机、塔式起重机、流动式起重机、门座起重机、桅杆起重机、缆索起重机等。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,包括电梯、施工升降机、简易升降机等。

除此以外,起重机还有多种分类方法。按取物装置和用途分类,有吊钩起重机、抓斗起重机、电磁起重机、冶金起重机、堆垛起重机、集装箱起重机和救援起重机等;按运移方式分类,有固定式起重机、运行式起重机、自行式起重机、拖引式起重机、爬升式起重机、便携式起重机、随车起重机等;按驱动方式分类,有悬挂起重机等;按使用场合分类,有车间起重机、机器房起重机、仓库起重机、贮料场起重机、建筑起重机、工程起重机、港口起重机、船厂起重机、坝顶起重机、船上起重机等。

三、起重机械的主要参数

起重机械的参数,是表明起重机械工作性能的指标,也是设计的依据。在起重吊运作业中,这些参数又是选用各类起重设备的依据。

1. 额定起重量

额定起重量是指起重机能吊起的重物或物料连同可分吊具或属具(如抓斗、电磁吸盘、平衡梁等)质量的总和(t 或 kg)。

2. 跨度

桥架型起重机运行轨道轴线之间的水平距离称为跨度,单位为米(m)。

3. 轨距

轨距也称轮距,按下列三种情况定义:

- (1) 对于小车,为小车轨道中心线之间的距离;
- (2) 对于铁路起重机,为运行线路两钢轨头部下内侧 16 mm 处的水平距离;
- (3) 对于臂架型起重机,为轨道中心线或起重机行走轮踏面距离。

4. 幅度

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。单位为米(m)。图 1-1 是幅度的示意图。

5. 起重力矩

起重力矩用幅度与其相对应的起吊物品重力的乘积表示。

6. 起重倾覆力矩

起重倾覆力矩,是指起吊物品重力 G 与其至倾覆线距离 A 的乘积。如图 1-2 所示。

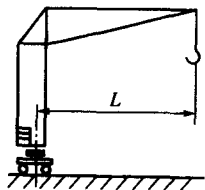


图 1-1 幅度

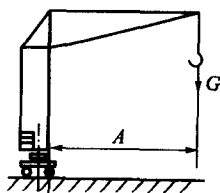


图 1-2 倾覆力矩

7. 起升高度 H

起升高度,是指起重机水平停机面或运行轨道至吊具允许最高位置的垂直距离,单位为米(m)。

8. 运行速度

运动速度也称工作速度,按起重机工作机构的不同分为多种。

- (1) 起升(下降)速度,是指稳定运动状态下,额定载荷的垂直位移速度(m/min)。

(2) 回转速度,是指稳定运动状态下,起重机转动部分的回转角速度(r/min)。

(3) 起重机(大车)运行速度,是指稳定运行状态下,起重机在水平路面或轨道上,带额定载荷的运行速度(m/min)。

(4) 小车运行速度,是指稳定运动状态下,小车在水平轨道上带额定载荷行驶的速度(m/min)。

(5) 变幅速度,是指稳定运动状态下,吊臂挂最小额定载荷,在变幅平面内从最大幅度至最小幅度的水平位置的平均速度(m/min);变幅速度有时也用变幅时间衡量,它是指吊对应于最大幅度的起重量,从最大幅度至最小幅度所需的时间(min)。

9. 起重机工作级别

起重机工作级别是考虑起重量和时间的利用程度以及工作循环次数的工作特性。它是按起重机利用等级(整个设计寿命期内,总的工作循环次数)和载荷状态划分的。

四、起重机常用的材料

起重机的机构零件、金属结构、连接件和附件均由金属和非金属材料加工制成。

(1) 起重机零件一般由锻件、轧制件、焊接件、铸件作为坯件,经机械加工而成。

(2) 起重机金属结构的材料主要是钢材。普通碳素钢 Q235 是制造起重机金属结构最常用的材料,根据化学成分和脱氧方法, Q235 分为 A、B、C、D 四个等级。起重机金属结构的重要承载构件规定采用 Q235B、Q235C、Q235D,对一般起重机金属结构构件,当设计温度不低于 $-25^{\circ}C$ 时,允许采用沸腾钢 Q235F,工作级别为 A7 和 A8 的起重机金属结构,宜采用平炉镇静钢 Q235C 或特殊镇静钢 Q235D。需要减轻结构自重时,可采用 16Mn 或 15MnTi,对室外工作受温度影响较大的起重机,如门式起重机等,其金属结构的选择必须慎重。选择碳素结构钢应按 GB700 选用,低合金钢按 GB1591

选用。

(3) 金属结构的连接。起重机金属结构从基本件组装成部件,再从部件组装成整机,都需要通过连接来实现。连接是起重机组装过程中必不可少的过程。有焊接和螺栓连接两种方式。但在同一接头处,不得采用两种以上的连接方式。

五、安全系数

起重机按许用应力法进行设计计算,基本条件是保证零件或构件的危险截面、危险点的计算应力小于许用应力。材料的极限应力与许用应力(或计算应力)之比,就是安全系数。

安全系数的大小与构件的重要性、安全性和计算精度等因素有关。对于钢丝绳、卷筒、制动器等零部件,通常将安全系数取得大些。

安全系数概念的实质:一方面考虑是在强度条件中有些量本身就存在着主观考虑与客观实际间的差异,如材质不均匀、构件实际截面尺寸可能偏小、对设计载荷估计不够精确、计算时所作的简化与实际情况有出入等。这些因素都有可能使构件的实际工作条件。比设计时所设想的条件偏于不安全一面,所以要在强度条件中以安全系数形式来考虑这些因素,这是自身补偿的考虑。另一方面考虑则是给构件以必要的强度储备,这是因构件在使用期内可能碰到意外载荷或不利工况,对这些因素,应和构件的重要性及由于它的损坏可能造成的后果联系起来。这种强度储备也是以安全系数的形式考虑在强度条件中的。因此,笼统地把安全系数看成是安全倍数是危险的。

六、起重机的可靠性及使用寿命

起重机的可靠性是指起重机的综合质量特性,也是指表征起重机作业能力的各项参数保持在预定范围内的可能性。起重机的可靠性包括无故障性、耐久性、维修性和保全性。

无故障性是指起重机在一定使用时间内,保持无故障正常作业的质量特性;耐久性是指起重机在规定的技术保养和修理条件下,保持正常工作能力,直到极限状态的质量特性;维修性是指起重机防止

故障、探明故障原因、排除故障、恢复机器正常工作的质量特性；保全性是指起重机在保存和运输过程中以及过程之后，保持无故障性、耐久性、维修性的能力的质量特性。

零件和结构的使用寿命由多种因素确定，如安全性、失效的后果、裂纹发现的难易、工作级别和经济性等。起重机零件和金属结构的使用寿命一般在 10~25 年之间。

第二章 桥、门式起重机

第一节 桥、门式起重机的使用场所及分类

桥、门式起重机是在固定的跨间或地面轨道上用于装卸和搬运物料的机械设备,被广泛用于一般工业企业和冶金企业的车间、仓库、货场、水电站等(图 2-1 所示)。

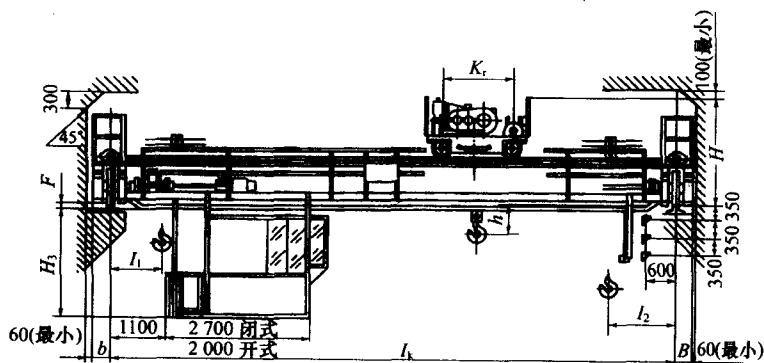


图 2-1 通用桥式起重机外形图

一、桥式起重机的分类

桥、门式起重机分类如图 2-2 所示。

随着工业技术的不断发展,桥式起重机的种类越来越多。根据使用吊具不同,可分为:吊钩式起重机、抓斗式起重机、电磁吸盘式起重机。根据用途不同,可分为:通用桥式起重机、冶金专用桥式起重机、水电站用桥式起重机等。根据主梁结构形式可分为:箱形结构桥式起重机、桁架结构桥式起重机、管形结构桥式起重机。还有型钢

(工字钢)和钢板制成的简单截面梁的起重机,称为梁式起重机,这种起重机多采用电动葫芦作为起重小车。

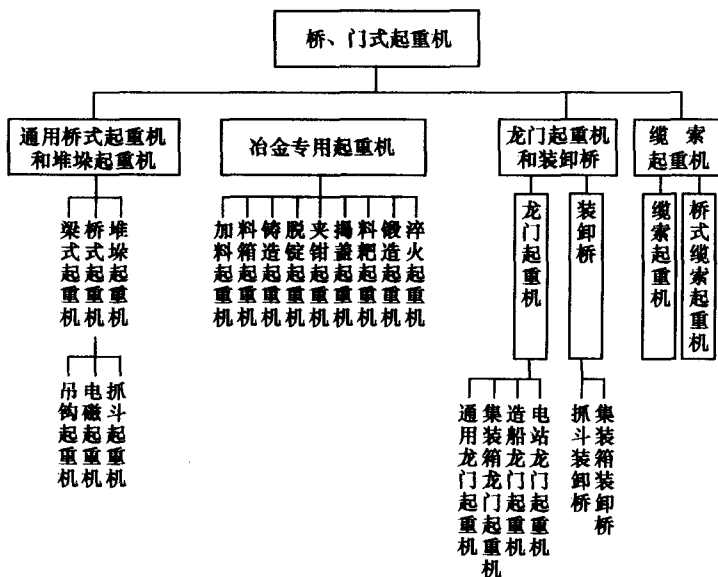


图 2-2 桥、门式起重机分类

二、门式起重机的分类

门式起重机根据吊具不同,可分为:吊钩式、抓斗式、电磁吸盘式龙门式起重机,还有集装箱龙门式起重机。根据用途不同,可分为:一般用途门式起重机、集装箱门式起重机、水电站用门式起重机、船坞用门式起重机。根据主梁结构不同,可分为:单主梁和双主梁门式起重机、箱形主梁和桁架主梁门式起重机。根据支腿形式可分为:L形支腿门式起重机、C形支腿门式起重机。

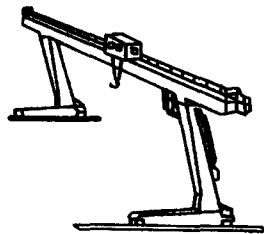


图 2-3 L形单主梁门式起重机

如图 2-3、图2-4 所示为带马鞍的八字形支腿门式起重机。根据悬臂数目不同,可分为:双悬臂、单悬臂、无悬臂式门式起重机。

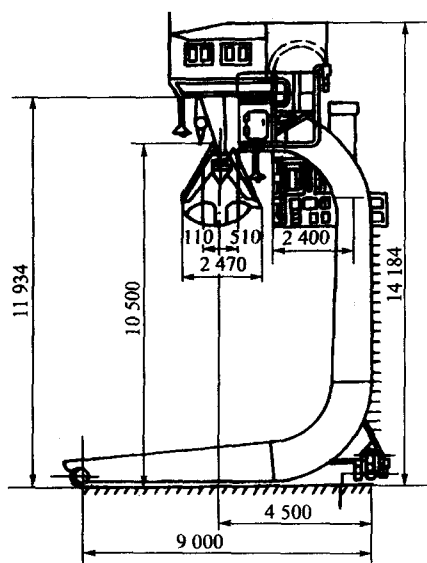


图 2-4 C形单主梁门式起重机

第二节 桥、门式起重机的主要构造

一、主要构造

桥、门式起重机一般由主梁(桥架)、端梁、支腿和下横梁等结构件构成结构主体,主梁上的小车轨道上装有起升机构和小车运行机构的小车架,端梁和下横梁装有大车运行机构台车架,主梁、端梁、支腿上布置栏杆、走台和爬梯,主梁下方吊挂司机室,在主梁内或上方及司机室内布置起重机的电控系统,通过主梁上的集电器将电源引入起重机,主梁上装有小车导电装置,起重机总电源导电装置等。桥式起重机的外观如图 2-1 所示。