

SAFETY TECHNOLOGY

特种设备作业人员安全培训系列教材

Safety Technology
For Cranes

起重机械安全技术

大庆油田特种作业安全培训中心 编



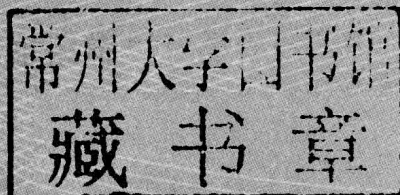
中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

特种设备作业人员安全培训系列教材

起重机械安全技术

Safety Technology for Cranes

大庆油田特种作业安全培训中心 编



中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

前 言

特种设备是指涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施和场(厂)内专用机动车辆。

特种设备在国民经济建设中使用广泛,发挥了巨大的作用,涉及石油、化工、建筑等各行各业,而且数量巨大,发生事故后严重威胁人员生命及财产安全,破坏环境,甚至会引起国际反响。为此国家专门制定和颁布了相关的法律法规、规范等加强对特种设备及其作业人员的管理。

随着近几年《特种设备安全监察条例》、《特种设备作业人员监督管理办法》、《高耗能特种设备节能监督管理办法》、相关特种设备安全技术规范、相关特种设备安全技术监察规程等的修订、制定及颁布,原有培训教材已不能继续适应当前培训的需求。同时,为进一步促进特种设备安全培训的发展,为安全生产奠定良好的基础,大庆市质量技术监督局、大庆油田有限责任公司和大庆油田特种作业安全培训中心组织相关人员编写了《特种设备作业人员安全培训系列教材》。系列教材的编写者结合多年的培训、科研、生产及管理的经验,努力将理论与实际相结合,力求通俗易懂,形式新颖,使学员既学到真正技能又有一定理论基础,体现了科学性和实用性。

《特种设备作业人员安全培训系列教材》所有编写工作人员在此对鼓励、支持、帮助过我们的领导、同事、同行、朋友等表示衷心的感谢!

《特种设备作业人员安全培训系列教材》编委会

2011年12月

前 言

起重作业是利用危险因素较大的起重机械的吊钩或其他吊具起升、搬运物料的一种作业,属于特种作业范畴。由于起重设备不良状态、自然环境的变化,作业中的吊车司机、司索工、指挥人员违章作业极易对操作者本人及他人、周围设施、设备的安全造成重大危害。多数事故都是由于直接从事起重作业的操作人员缺乏安全知识、安全操作技能较差或违章作业造成的。因此,加强对直接从事起重作业的操作人员(吊车司机与指挥人员)的安全培训和考核非常有必要,这也是保障安全生产的重要环节之一。

本书是《特种设备作业人员安全培训系列教材》之一,严格按照《起重机械安全管理人员和作业人员考核大纲》(TSGQ 6001—2013)标准编写,全书共分十五章,详细介绍了起重机的基础知识、起重机安全防护装置、各种起重机安全技术、起重机维护保养、起重机事故案例、起重机械作业人员安全防护等方面知识。本书不仅可以作为压力容器安全管理人员和操作人员培训教材,同时也可供相关人员学习和工作参考之用。

本书在编写过程中参阅了有关公开出版的书籍和文章,其中绝大部分已在参考文献中注明,但仍有不尽之处,望谅解,并在此一并表示感谢!

限于编者水平,书中错误和不当之处在所难免,恳请读者予以批评指正。

《特种设备作业人员安全培训系列教材》编委会

2015年1月



起重机械安全技术

目 录

第一章 起重机械概述	1
第一节 起重机械简介	1
第二节 起重机的基本参数	13
第三节 起重机的基本结构组成	21
第二章 起重机的基础知识	38
第一节 电学基础知识	38
第二节 液压传动基础知识	41
第三节 力学基础知识	46
第三章 起重吊点的选择及物体绑扎	51
第一节 物体吊点选择的原则	51
第二节 吊装物体的绑扎方法	54
第三节 绑扎吊运化学危险品相关知识	58
第四章 索具与吊具	60
第一节 吊具、索具的通用安全规定	60
第二节 绳 索	61
第三节 常用索具、吊具	69
第五章 起重吊运指挥信号	91
第一节 起重吊运指挥信号(GB 5082—85)	91
第二节 指挥信号的应用	106
第三节 对讲机使用方法	111
第四节 起重司索与指挥人员职责	112



第六章 起重机的安全防护装置	115
第一节 限制运动行程与工作位置的安全装置	115
第二节 防超载的安全装置	119
第三节 抗风防滑和防倾翻装置	122
第四节 联锁保护装置	124
第五节 其他安全防护装置	124
第七章 葫芦式起重机安全技术	132
第一节 葫芦式起重机的安全技术	132
第二节 葫芦式起重机安全操作规程	136
第三节 葫芦式起重机常见故障与排除	137
第八章 通用桥式起重机安全技术	143
第一节 桥式起重机安全技术	143
第二节 桥式起重机司机安全操作规程	152
第三节 桥式起重机常见故障与排除	154
第九章 流动式起重机安全技术	160
第一节 流动式起重机的分类	160
第二节 流动式起重机的工作机构	163
第三节 流动式起重机的常见故障及排除	169
第四节 流动式起重机的安全操作	175
第十章 起重机易损件的报废	183
第一节 金属结构的报废	183
第二节 机构主要易损件的报废	184
第三节 常用电气系统装置的报废	192
第四节 安全防护装置的报废	193
第五节 其他易损件的报废	195
第十一章 起重机日常维护和保养	197
第一节 流动式起重机日常维护和保养	197
第二节 桥式(含电动葫芦起重装置)、门式起重机日常维护和保养	200



第十二章 常见起重机事故类型与案例	202
第一节 起重机事故类型	202
第二节 各类起重机典型事故案例	208
第三节 事故的应急处置	218
第十三章 电气安全与登高作业及防火知识	220
第一节 起重机电气安全	220
第二节 触电急救	225
第三节 起重机司机登高作业安全措施	228
第四节 起重机电气火灾及灭火方法	229
第十四章 起重机械作业人员安全防护知识	231
第一节 机械伤害知识	231
第二节 劳动防护用品的使用	234
第三节 安全标志	249
第四节 起重机械作业现场自我保护的相关知识	274
第十五章 起重机械相关法律法规及标准	276
第一节 起重机械相关法律法规简介	276
第二节 起重机械相关标准简介	278
附 录	284
参考文献	285



第一章 起重机械概述

中国在发明和使用起重机械方面历史悠久,远在新石器时代末期(公元前 5000—公元前 4000 年),我国劳动人民已能利用木棍滚动来搬运巨石,以后又发明了辘轳。在汉朝(公元前 200 年),四川井盐开采过程中广泛采用以绞车、滑车组成的起重装置。这种以木杆组成井架和揽风绳(拖拉绳)稳定的结构形式就是现今龙门桅杆或升降机的始祖。中国的长城、地下宫殿、故宫、历代古都钟楼的巨大铸钟及上百吨的铸雕像的吊装都凝聚着中国劳动人民的智慧。

古埃及在建造金字塔时,使用不等臂杠杆及滚子、斜面,用逐级升级法来提升巨石,有的巨石重达 10 t。

18 世纪工业革命使起重机制造采用了金属材料,并出现了用蒸汽锅炉驱动的起重机。

中国由于长期受封建制度的束缚,社会生产和科学技术得不到发展,直到新中国成立后,起重机械才逐步发展。1963 年,我国有了第一台自产的起重机,起重能力仅为 5 t。目前,我国自主研发生产的全地面汽车起重机最大起重量达到 1 200 t,履带起重机最大起重量达到 3 800 t,桥门式起重机最大起重量达到 22 000 t。

第一节 起重机械简介

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。它通过工作机构的组合运动,把物料提升,并在一定空间范围内移动,然后按要求将物料安放到指定位置,空载回到原处,从而完成一次物料搬运的工作循环。动作间歇性和作业循环是起重机械的工作特点。

一、起重机械的工作特点

(1) 起重机械通常具有庞大的结构和比较复杂的机构,作业过程中常常是几个不同的运动同时操作,技术难度较大。

(2) 吊运的重物多种多样,载荷是变化的。有些重物重达上百吨,体积大且不规则,还有散粒、热融和易燃易爆危险品等,使吊运过程复杂而危险。

(3) 起重机械需要在较大的范围内运行,活动空间较大,一旦造成事故,影响的面积也较大。

(4) 起重机械暴露的、活动的零部件较多,且常与作业人员直接接触(如吊钩、钢丝绳



等),具有许多潜在的、偶发的危险因素。

(5) 作业环境复杂,如涉及企业、港口、工地等场所,以及高温、高压、易燃易爆等危险环境因素,对设备和作业人员造成威胁。

(6) 作业中常常需要多人协同配合,共同完成一个吊运作业,对指挥、操作人员要求较高,作业难度较大。

二、起重机械的分类

根据《起重机械分类》(GB/T 20776—2006),起重机械分为下列五类。

1. 轻小型起重设备

轻小型起重设备的特点是轻便、构造紧凑、动作简单,其作业范围投影以点、线为主。一般只有一个升降机构,如千斤顶、滑车、电动葫芦等,电动葫芦常配有运行小车与金属构架以增大作业范围。

2. 起重机

起重机是指在一定范围内垂直提升和水平搬运重物的多动作起重机械。其特点是在空间实现垂直升降和水平运输。根据水平运动形式不同,可分为桥架型、臂架型和缆索型等。

桥架型起重机除起升机构外,还有小车、大车两个运行机构。依靠这些机构的配合动作,可在整个长方形场地及其上空作业。这类起重机适用于车间、仓库、露天堆场等物品的装卸工作。

臂架型起重机除起升机构外,通常还有旋转机构和变幅机构,依靠这些机构的配合动作,可在圆形场地及其上空作业。臂架型起重机可装设在车辆或其他运输工具上,这样就构成了常见的各种臂架型起重机,如门座起重机、塔式起重机和悬臂起重机等。它们具有良好的机动性,特别适用于露天装卸及安装工作。

缆索型起重机又叫走线滑车,是挂有取物装置的起重小车沿架空承载索运行的起重机,常用在其他吊装方法不便或不经济的场合,以及吊重量不大,跨度、高度较大的场合,如桥梁建造、电视塔顶设备吊装。

3. 升降机

升降机的特点是重物或取物装置只能沿导轨升降,导轨可以是垂直的,也可以是倾斜的或曲线式的。一般分为升船机、启闭机、施工升降机和举升机四种。

4. 工作平台

工作平台是依靠液压技术进行升降运动,用以载人进行作业或输送重物的机械设备。一般分为桅杆爬升式升降工作平台、移动式升降工作平台两类,又可细分为剪叉式高空作业平台和臂架式高空作业平台、套筒油缸式高空作业平台、桅柱式高空作业平台和桁架式高空作业平台等。

5. 机械式停车设备

机械式停车设备是在停车场中用以搬运或停放汽车的机械设备。它可以在城市有限的土地面积上充分利用有效空间多层停放机动车辆。一般分为九种类型。

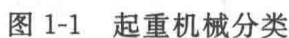
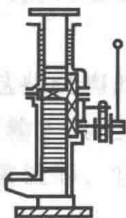
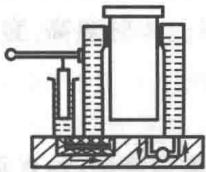
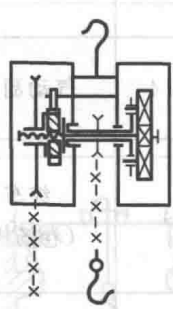
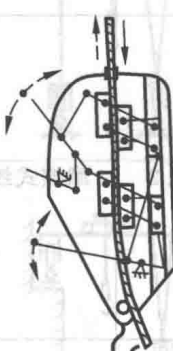
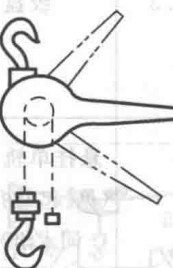




图 1-1 中各类起重机械定义如表 1-1 所示。

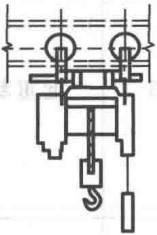
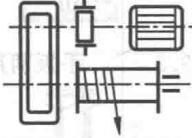
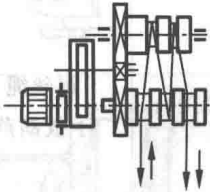
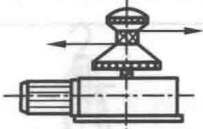
表 1-1 各类起重机械定义

编 号	名词术语	英 文	定义(或说明)	示意图
1	轻小型起重设备	series lifting equipments	构造紧凑,动作简单,作业范围投影以点、线为主的轻便起重机械	
1.1	千斤顶	jack	用刚性顶举件作为工作装置,通过顶部托座或底部托爪在小行程内顶升重物的轻小起重设备	
1.1.1	螺旋千斤顶	screw jack	采用螺杆或由螺杆推动的升降套筒作为刚性顶举件的千斤顶	
1.1.2	齿条千斤顶	rack-pinion jack	采用齿条作为刚性顶举件的千斤顶	
1.1.3	液压千斤顶	hydraulic jack	采用柱塞或液压缸作为刚性顶举件的千斤顶	
1.2	滑车	pulley block	由定滑轮组、动滑轮组及依次绕过定滑轮和动滑轮的起重绳组成的轻小起重设备	

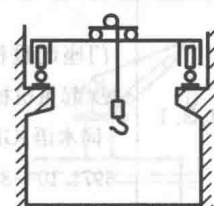
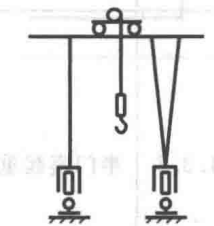
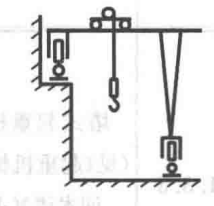
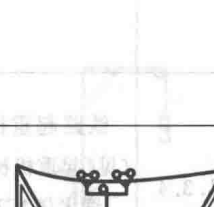
编 号	名词术语	英 文	定义(或说明)	示意图
1.3	起重葫芦	hoist	由汇装在公共吊架上的驱动装置、传动装置、制动装置以及挠性件卷放,或夹持装置带动取物装置升降的轻小起重设备	
1.3.1	手拉葫芦	chain block	由人力通过曳引链轮驱动,最后经星轮或有巢链轮卷放起重链条,以带动取物装置升降的起重葫芦	
1.3.2	手扳葫芦	lever block	由人力通过扳柄驱动钢丝绳或链条,以带动取物装置运动的起重葫芦	
1.3.2.1	钢丝绳手扳葫芦	rope lever block	由人力通过扳柄驱动钢丝绳夹持器,交替牵引钢丝绳,以带动取物装置运动的起重葫芦	
1.3.2.2	环链手扳葫芦	chain lever block	由人力通过扳柄驱动有巢链轮卷放起重环链,以带动取物装置升降的起重葫芦	



续表

编 号	名词术语	英 文	定义(或说明)	示意图
1.3.3	电动葫芦	electric hoist	由电动机驱动,最后经卷筒、星轮或有巢链轮卷放起重绳或起重链条,以带动取物装置升降的起重葫芦	
1.3.4	气动葫芦	pneumatic hoist	以压缩空气为动力的起重葫芦	
1.4	绞车 (卷扬机)	winch	由动力驱动的卷筒通过挠性件(钢丝绳、链条)起升、运移重物的起重装置	
1.4.1	卷绕式绞车	drum hoist	起重挠性件的末端固定在卷筒上,卷筒起卷放和收储起重挠性件双重作用的绞车	
1.4.2	摩擦式绞车	friction hoist	起重挠性件只在卷筒上缠绕数圈,一端绕入时另一端放出,卷筒依靠挠性件和筒壁间的摩擦力在挠性件出入端之间造成拉力差,使挠性件获得牵引力的绞车	
1.4.3	绞盘	capstan	卷筒外周呈凹弧面,使卷入的起重挠性件能沿卷筒(绞盘头)轴向自动滑向弧底,不致产生轴向游移的单卷筒摩擦式绞车	
1.5	悬挂单轨系统 (见《起重机械名词术语》GB 6974.15—86)	underslung monorail system	若干台简易的起重小车沿一条悬挂于空中的轨道行走,进行吊运物品的轻小起重设备	

续表

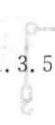
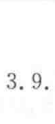
编 号	名词术语	英 文	定义(或说明)	示意图
2	起重机	crane	使挂在起重吊钩或其他取物装置上的重物在空间实现垂直升降和水平运移的起重机械	
2.1 起重机按构造分类				
2.1.1	桥架型起重机	overhead type crane	取物装置悬挂在可沿桥架运行的起重小车或运行式葫芦上的起重机	
2.1.1.1	桥式起重机 (见《起重机械名词术语》GB 6974.12—86)	overhead traveling crane	桥架两端通过运行装置直接支承在高架轨道上的桥架型起重机	
2.1.1.2	门式起重机 (龙门起重机) (见《起重机械名词术语》GB 6974.13—86)	portal bridge crane (gantry crane)	桥架通过两侧支腿支承在地面轨道或地基上的桥架型起重机	
2.1.1.3	半门式起重机 (半龙门起重机)	semi-portal bridge crane	桥架一侧直接支承在高架或高建筑物的轨道上,另一侧通过支腿支承在地面轨道或地基上的桥架型起重机	
2.1.2	缆索型起重机	cable type crane	挂有取物装置的起重小车沿架空承载运行的起重机	
2.1.2.1	缆索起重机 (见《起重机械名词术语》GB 6974.14—86)	cable crane	承载索两端分别固定在两支架顶部的缆索型起重机	



续表

编 号	名词术语	英 文	定义(或说明)	示意图
2.1.2.2	门式 缆索起重机	portal cable crane	承载索末端分别固定在 桥架两端,桥架通过两侧支 腿支承在地面轨道上的缆 索型起重机	
2.1.3	臂架型起重机	jib type crane	取物装置悬挂在臂架顶 端,或挂在可沿臂架运行的 起重小车上的起重机	
2.1.3.1	门座起重机 (见《起重机械名 词术语》GB 6974.10—86)	portal slewing crane	沿地面轨道运行,下方可 通过铁路车辆或其他地面 车辆的门形座架的可回转 臂架型起重机	
2.1.3.2	半门座起重机	semi-portal slewing crane	半门座一侧通过运行台 车支承在高架轨道上,另一 侧通过支腿和运行台车支 承在地面轨道上的半门形 座架的可回转臂架型起重 机	
2.1.3.3	塔式起重机 (见《起重机械名 词术语》GB 6974.9—86)	tower crane	臂架安置在垂直的塔身 顶部的可回转臂架型起重 机	
2.1.3.4	铁路起重机 (见《起重机械名 词术语》GB 6974.7—86)	railway crane	在铁路线上运行,从事装 卸作业以及铁路机车、车辆 颠覆等事故救援的臂架型 起重机	

续表

编 号	名词术语	英 (文)	定义(或说明)	示意图
2.1.3.5	流动式起重机 (见《起重机械名词术语》GB 6974.6—86)	mobile crane	可以配备立柱或塔架,能在带载或空载情况下沿无轨路面运行,并依靠自重保持稳定的臂架型起重机	
2.1.3.6	浮式起重机 (见《起重机械名词术语》GB 6974.8—86)	floating crane	以专用浮船作为支承及运行装置,浮在水上作业,可沿水道自航或拖航的臂架型起重机	
2.1.3.7	甲板起重机	deck crane	装在船舶甲板上,用来装卸船货的可回转臂架型起重机	
2.1.3.8	桅杆起重机 (见《起重机械名词术语》GB 6974.11—86)	derrick crane	臂架下端与桅杆下部铰接,上端通过钢丝绳与桅杆相连,桅杆本身依靠顶部和底部支承保持直立状态的可回转臂架型起重机	
2.1.3.9	悬臂起重机	cantilever crane	取物装置吊挂在臂端,或悬挂在可沿悬臂运行的起重小车上,悬臂不能俯仰的臂架型起重机	
2.1.3.9.1	柱式悬臂起重机	pillar jib crane	悬臂可绕固定于基座上的定柱回转,或者是悬臂与转柱刚接,在基座支承内一起相对于垂直中心线转动的由立柱和悬臂组成的悬臂起重机	



续表

续表

编 号	名词术语	英 文	定义(或说明)	示意图
2.1.3.9.2	壁上起重机	wall crane	固定在墙壁上的悬臂起重机,或者可沿墙上或其他支承结构上的高架轨道运行的悬臂起重机	
2.1.3.9.3	自行车式起重机	walking crane	顶部由高架轨道导向,底部可沿地面轨道运行的悬臂起重机	
2.2 起重机按取物装置和用途分类				
2.2.1	吊钩起重机	hook crane	用吊钩作为取物装置的起重机	
2.2.2	抓斗起重机	grabbing crane	用抓斗作为取物装置的起重机	
2.2.3	电磁起重机	magnet crane	用电磁吸盘作为取物装置的起重机	
2.2.4	冶金起重机 (见《起重机械名词术语》GB 6974.16—86)	metallurgy crane	适应金属冶炼、轧制等热加工特殊要求,直接用于生产工艺流程中的特种起重机	

