

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材配套复审教材

起重作业

QIZHONG ZUOYE

含起重司索指挥作业

(复审教材)

《全国特种作业人员安全技术培训复审教材》编委会



气象出版社

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材配套复审教材

起重作业

含起重司索指挥作业

(复审教材)

《全国特种作业人员安全技术培训复审教材》编委会

江苏工业学院图书馆
藏书章

气象出版社

内 容 简 介

本书以国家相关部门现有考核大纲、标准为依据,以现有各地教材为参考,广泛吸收培训复审工作中的经验,突出“安全”为主线 and 复审工作的特点,着重介绍了起重作业人员(含起重司索指挥作业)复审中所必须掌握的新技术、新工艺、新设备等安全技术知识。包括桥式、塔式、流动式、门座式及其他各类起重机的安全技术、安全操作及常见故障与排除知识,起重司索与指挥知识等;书末有典型事故案例及防范措施。

图书在版编目(CIP)数据

起重作业/《全国特种作业人员安全技术培训复审教材》编委会编. —北京:气象出版社,2003. 6

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材配套复审教材

ISBN 7-5029-3586-X

I. 起... II. 全... III. 起重机械-操作-安全技术-技术培训 教材 IV. TH210.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 046914 号

气象出版社出版

(北京海淀区中关村南大街 46 号 邮编:100081)

总编室:010-68407112 发行部:010-62175925

网址:<http://cmp.cma.gov.cn> E-mail:qxcbbs@263.net

责任编辑:方益民 成秀虎 终审:黄润恒

封面设计:阳光图文工作室 责任技编:陈 红 责任校对:宋春香

*

北京燕龙印刷有限公司印刷

气象出版社发行

*

开本:850×1168 1/32 印张 5.875 字数:155 千字

2003 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 4 次印刷

定价:9.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社

发行部联系调换

《全国特种作业人员安全技术培训复审教材》

编审委员会

顾问:王文琦

编写委员会:

主任:曲世惠

副主任:孔 勇 甘心孟 董常军 张跃农 张双文 杨志增
王学彭 石连堂 高学光

委员(按姓氏笔画排序):

戈忠勇 王学荣 孔申成 田 辉 冉庆杰 刘剑华
刘铁军 吴 杰 汪 洋 张伟华 李洪义 李培武
陈桂成 沈建柱 杜树珊 邵俊磊 林国文 杨进山
杨宝全 赵连波 徐向东 徐文琪 魏在江

审定委员会:

主任:姜培生

副主任:孟广华 范士伟 邵本德 胡建昌 马方谟 陈福庆
毕建范 李绍宇

委员(按姓氏笔画排序):

丁埃亮 乃成龙 于晓东 王成河 王家茂 王兆辉
丛 杰 史瑞奇 刘国华 刘成厚 纪玉清 李士明
李昌卫 吴日胜 陈崇文 周 涛 周厚明 杨亦文
郝蜀生 程咸勇

前 言

特种作业容易发生伤亡事故,对操作者本人、他人及周围设施、设备的安全造成重大危害。从统计资料分析,大量的事故都发生在这些作业中,而且大多数是由于直接从事这些作业的操作人员缺乏安全知识、安全操作技能差或违章作业造成的。依法加强对直接从事这些操作的作业人员即特种作业人员进行安全技术培训和考核并定期进行复审是非常重要的。

为保障人民生命财产的安全,促进安全生产,《安全生产法》等有关法律法规作出了一系列规定,要求特种作业人员必须经过专门的安全技术培训,持证上岗。电工、焊工、电梯、起重机械、企业内机动车辆等作业人员属特种作业人员,必须经专门的安全技术培训取得操作证才能上岗。之后每两年还要进行一次复审。原国家劳动部、国家经委、国家质检总局针对各工种特点,制定了具体的培训、复审大纲、标准和要求。这些法律法规和具体标准成为教材编写的依据。

特种作业人员培训工作已经开展多年,具有广泛的社会影响和群众基础。从目前情况看,经过第一次培训后需要两年进行一次“复审”的人员越来越多,而复审教材却处于空白。国家经贸委安全生产局已组织编写了全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材供培训使用,各方反映急需与之配套的复审教材,为此,国家经贸委安全科学技术研究中心青岛办事处、青岛市安全生产协会、青岛东方盛安全技术有限公司(青岛国音安全信息网络有限公司)等单位共同组织了全国部分省市具有丰富培训工作经验的专家、教授、工程技术人员共同编写这套复审教材。本套复审教材包括:《电工作业》、《起重作业(含起重司索指挥作业)》、《金属焊接与切割作业》、《电梯作业》、《建筑登高作业》、《企业内机动车辆驾驶员》、《制

冷与空调作业》等。本套教材由曲世惠、刘衍胜、孟广华、甘心孟、范士伟、邵本德、王宗振、董常军、张双文、崔绍源、李胜利、潘继才等同志主编。

本套教材的编写以国家相关部门现有考核大纲、标准为依据，以现有各地教材为参考，广泛吸收培训复审工作中的经验，突出“安全”为主线和复审工作的特点，着重介绍了特种作业人员复审中所必须掌握的新技术、新工艺、新设备等安全技术知识，书末有典型的事故案例分析，便于加强警示，每章配以适量的复习题，便于学员的复习和相关知识的掌握。整套教材集科学性、先进性、实用性于一体，力求高质量、高品位。

本套教材在编写过程中，得到了广东、甘肃、陕西、青海、内蒙古、福建、广西、新疆、西安、广州、包头、柳州、青岛、济南、烟台、威海、淄博、潍坊、聊城、济宁、泰安、德州等省（区）市安全监督、质量技术监督部门、劳动保护教育中心的大力支持，在此，谨对上述单位表示感谢。

《起重作业》（复审教材）由刘衍胜、王宗振同志主编，参加编写的还有单楠、李海波、张和秋、曲泽京、刘海云、孙豪伟、邵根宝等。

由于水平所限，疏漏之处在所难免，敬请读者不吝指正。

编者

2003年1月18日

目 录

前言

第一章 起重机械基本知识	(1)
第一节 起重机械主要参数及基本构成	(1)
第二节 起重机械主要零部件	(9)
第三节 起重机械安全保护装置	(17)
第二章 桥式起重机	(25)
第一节 桥式起重机安全技术	(25)
第二节 桥式起重机的安全操作	(33)
第三节 桥式起重机常见故障与排除	(37)
第三章 塔式起重机	(44)
第一节 塔式起重机安全技术	(44)
第二节 塔式起重机的安全操作	(53)
第三节 塔式起重机常见故障与排除	(56)
第四章 流动式起重机	(60)
第一节 流动式起重机安全技术	(60)
第二节 流动式起重机的安全操作	(66)
第三节 流动式起重机常见故障与排除	(73)
第五章 门座式起重机	(81)
第一节 门座式起重机的安全技术	(81)
第二节 门座式起重机的安全操作	(86)
第三节 门座式起重机的常见故障与排除	(89)
第六章 其他类型起重机	(97)
第一节 葫芦式起重机安全技术	(97)
第二节 吊笼安全技术	(104)

第七章 起重司索与指挥	(111)
第一节 司索与起重方案的确定.....	(111)
第二节 司索与指挥人员的职责要求.....	(116)
第三节 指挥信号的应用.....	(121)
第八章 起重机典型事故案例分析与防范措施	(131)
第一节 起重机事故类型.....	(131)
第二节 起重机典型事故案例分析.....	(137)
附录 1 起重吊运指挥信号	(155)
附录 2 复习题	(176)
附录 3 课时安排	(180)

第一章 起重机械基本知识

起重机械是以间歇、重复的工作方式在一定范围内实现升降、水平移动物品的机械设备。动作间歇性和作业循环是起重机械的工作特点。

起重机械是现代工业生产不可缺少的设备,被广泛应用于各种物料的起重、运输、装卸、安装和人员输送等作业中,从而大大减轻了体力劳动强度,提高了劳动生产效率。有些起重机械还能在生产过程中进行某些特殊的工艺操作,使生产过程实现机械化和自动化。由于起重范围内涉及安全的因素较多,特别是提升钢丝绳和一些安全装置的有效性,对起重机械的安全程度要求较高。

第一节 起重机械主要参数及基本构成

起重机械种类繁多,结构庞杂,但总体参数和构成是统一的。

一、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、起重葫芦、卷扬机、绞车等。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。起重机是起重机械的主体部分,有很多种类。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、便携式起重机等;按结构形式分类有桥式起重机、门式起重机、半门式起重机、门座式起重机、塔式起重机、流动式起重机,铁路、甲板、浮式起重机以及桅杆、悬臂起重机等。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、施工升降机和简易升降机等。其特点是重物或其他取物装置只能沿导轨升降。

二、起重机械的主要参数

起重机的技术参数是表征起重机的作业能力,是设计起重机的基本依据,也是所有从事起重作业人员必须掌握的基本知识。

国家标准 GB6974. 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的主要技术参数(标准的术语名称)、定义及示意图。

起重机的基本技术参数主要有:起重量、起升高度、跨度(属于桥式类型起重机)、幅度(属于臂架式起重机)、机构工作速度、利用等级、载荷状态和工作级别等。其中臂架式起重机的主要技术参数中还包括起重力矩等,对于轮胎、汽车、履带、铁路起重机其爬坡度和最小转弯(曲率)半径也是主要技术参数。

随着起重机技术的发展,工作级别已成为起重机一项重要的技术参数。

1. 起重量 G

起重量是指被起升重物的质量。一般分为有效起重量、额定起重量、总起重量、最大起重量等。单位为千克(kg)或吨(t)。

2. 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)。单位为米(m)。

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。

3. 跨度 S

桥架型起重机支承中心线之间的水平距离。单位为米(m)。

4. 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舶护木的水平距离)。单位为米(m)。

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。

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。

5. 运动速度 V

运动速度包括升降、变幅、回运、大车行走等机构的工作速度等。单位为米/秒(m/s)。

(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。

(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)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,起重机幅度最大,且带额定载荷时的转速。

(4)起重机(大车)运行速度 V_k :稳定运动状态下,起重机运行的速度。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。

(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。

(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。

6. 起重机的利用等级 U

起重机在有效寿命期间有一定的工作循环总数。单位为次数。起重机作业的工作循环是从准备起吊物品开始,到下一次起吊物品为止的整个作业过程。工作循环总数表征起重机的利用程度,它是起重机分级的基本参数之一。工作循环总数是起重机在规定使用寿命期间所有工作循环次数的总和。

确定适当的使用寿命时,要考虑经济、技术和环境因素,同时也要涉及设备老化的影响。

工作循环总数与起重机的使用频率有关。为了方便起见,工作循环总数在其可能范围内,分成 10 个利用等级($U_0 \sim U_9$),如表 1-1 所示。

表 1-1 起重机利用等级

利用等级	总的工作循环次数 N	附 注
U_0	1.6×10^4	不经常使用
U_1	3.2×10^4	
U_2	6.3×10^4	
U_3	1.25×10^5	
U_4	2.5×10^5	经常轻闲地使用
U_5	5×10^5	经常中等地使用
U_6	1×10^6	不经常繁忙地使用
U_7	2×10^6	繁忙地使用
U_8	4×10^6	
U_9	$> 4 \times 10^6$	

7. 起重机械荷载状态 Q

荷载状态是起重机分级的另一个基本参数,它表明起重机的主要机构——起升机构受载的轻重程度。荷载状态与两个因素有关:一个是实际起升载荷 G 与额定载荷 G_n 之比 G/G_n ,另一个是实际起升载

荷 G 的作用次数 N 与工作循环总数 N_n 之比 N/N_n 。表示 G/G_n 和 N/N_n 关系的线图称为载荷谱。表 1-2 列出了起重机械载荷状态。

表 1-2 起重机械载荷状态

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

8. 起重机械工作级别 A

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)和起重机械的载荷状态(表 1-2)所决定,起重机械的工作级别用符号 A 表示,其工作级别分为 8 级,即 $A_1 \sim A_8$ 级。

起重机械的工作级别如表 1-3 所示。

表 1-3 起重机械的工作级别

载荷状态	名义载荷谱系数 K_F	利 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	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

三、起重机械的基本构成

尽管各类起重机械外观形式千差万别,但其组成都有共同点,即各类起重机械均由四部分组成:金属结构、工作机构、电力拖动与电气控制系统和安全装置等。

1. 起重机械的金属结构

由金属材料轧制的型钢和钢板作为基本构件,采用铆接、焊接

等方法,按照一定的结构组成规则连接起来,能够承受载荷的结构物称为金属结构。这些金属结构可以根据需要制作梁、柱、桁架等基本受力组件,再把这些金属受力组件通过焊接或螺栓连接起来,构成起重机用的桥架、门架、塔架等承载结构,这种结构又称为起重机钢结构。

起重机钢结构作为起重机的主要组成部分之一,其作用主要是支承各种载荷,因此本身必须具有足够的强度、刚度和稳定性。

2. 工作机构

能使起重机发生某种动作的传动系统,统称为起重机的机构。因起重运输作业的需要,起重机要做升降、移动、旋转、变幅、爬升及伸缩等动作,而这些动作必然要由相应的机构来完成。

起重机最基本的机构,是人们早已公认的四大基本机构——起升机构、运行机构、旋转机构(又称为回转机构)和变幅机构。除此之外,还有塔式起重机的塔身爬升机构和汽车、轮胎等起重机专用的支腿伸缩机构。

起重机每个机构均由四种装置组成,其中必然有驱动装置、制动装置和传动装置。另外一种装置是与机构的作用直接相关的专用装置,如起升机构的取物缠绕装置、运行机构的车轮装置、回转机构的旋转支承装置和变幅机构的变幅装置。

驱动装置分为人力、机械和液压驱动装置。手动起重机是依靠人力直接驱动;机械驱动装置是电动机或内燃机;液压驱动装置是液压泵和液压油缸或液压马达。

制动装置是制动器,各种不同类型的起重机根据各自的特点与需要,将采用各种块式、盘式、带式、内张蹄式和锥式等制动器。

传动装置是减速器,各种不同类型的起重机根据各自的特点与需要,将采用各种不同形式的齿轮、蜗轮和行星等形式的减速器。

3. 起重机的电力拖动与电气控制系统

起重机钢结构负责载荷支承;起重机机构负责动作运转;起重

机机构动作的起动、运转、换向和停止等均由电气或液压控制系统来完成,为了起重机运转动作能平稳、准确、安全可靠,离不开电力拖动与电气控制与保护。

(1)起重机电力拖动

起重机对电力拖动的要求有:调速、平稳或快速起制动、纠偏、保持同步、机构间的动作协调、吊重止摆等。其中调速常作为重要要求。

由于起重机调速绝大多数需在运行过程中进行,而且变化次数较多,故机械变速一般不太合适,大多数需采用电气调速。电气调速分为两大类:直流调速和交流调速。

直流调速有三种:固定电压供电的直流串激电动机,改变外串电阻和接法的直流调速;可控电压供电的直流发电机——电动机的直流调速;可控电压供电的晶闸管供电——直流电动机系统的直流调速。

直流调速具有过载能力大、调速比大、起制动性能好、适合频繁的起制动、事故率低等优点。缺点是系统结构复杂、价格昂贵、需要直流电源等。

交流调速分为三大类:变频、变极、变转差率。

调频调速技术目前已大量地应用到起重机的无级调速作业当中,电子变压变频调速系统的主体——变频器已有系列产品供货。

变极调速目前主要应用在葫芦式起重机的鼠笼型双绕组变极电动机上,采用改变电机极对数来实现调速。

变转差率调速方式较多,如改变绕线异步电动机外串电阻法、转子晶闸管脉冲调速法等。

除了上述调速以外还有双电机调速、液力推动器调速、动力制动调速、转子脉冲调速、蜗流制动器调速、定子调压调速等等。

(2)起重机的自动控制

可编程序控制器——程序控制装置一般由电子数字控制系统组成,其程序自动控制功能主要由可编程序控制器来实现。

自动定位装置——起重机的自动定位一般是根据被控对象的使用环境、精度要求来确定装置的结构形式。自动定位装置通常使用各种检测元件与继电接触器或可编程序控制器,相互配合达到自动定位的目的。

大车运行机构的纠偏和电气同步——纠偏分为人为纠偏和自动纠偏。人为纠偏是当偏斜超过一定值后,偏斜信号发生器发出信号,司机断开超前支腿侧的电机,接通滞后支腿侧的电机进行调整。自动纠偏是当偏斜超过一定值时,纠偏指令发生器发出指令,系统进行自动纠偏。电气同步是在交流传动中,常采用带有均衡电机的电轴系统,实现电气同步。

地面操纵、有线与无线遥控——地面操纵多为葫芦式起重机采用,其关键部件是手动按钮开关,即通常所称的手电门。有线遥控是通过专用的电缆或动力线作为载波体,对信号用调制解调传输方式,达到只用少通道即可实现控制的方法。无线遥控是利用当代电子技术,将信息以电波或光波为通道形式传输达到控制的目的。

起重电磁铁及其控制——起重电磁铁的电路,主要是提供电磁铁的直流电源及完成控制(吸料、放料)要求。其工作方式分为:定电压控制方式和可调电压控制方式。

(3)起重机的电源引入装置

起重机的电源引入装置分为三类:硬滑线供电、软电缆供电和滑环集电器。

硬滑线电源引入装置有裸角钢平面集电器、圆钢(或铜)滑轮集电器和内藏式滑触线集电器进行电源引入。

软电缆供电的电源引入装置是采用带有绝缘护套的多芯软电线制成的,软电缆有圆电缆和扁电缆两种形式,它们通过吊挂的供电跑车进行引入电源。

(4)起重机的电气控制

不同类型的起重机的电气设备是多种多样的,其电气回路也不一样,但电气回路基本上还是由主回路、控制回路、保护回路等

组成。在这里不一一介绍。

四、安全保护装置

为保证起重机设备的自身安全及人员的安全,各种类型的起重机均设有多种安全防护装置,常见的起重机安全防护装置有各种类型的限位器、缓冲器、防碰撞装置、防偏斜和偏斜指示装置、夹轨器和锚定装置、超载限制器和力矩限制器等等。

第二节 起重机械主要零部件

一、吊钩

吊钩是起重机用得最多的取物装置。它承担着吊运的全部载荷,是起重机的重要零件之一,一旦损坏断裂,极易造成重大事故,所以必须对吊钩经常进行认真的安全检查。

1. 吊钩的种类

吊钩按其制造方法可分为锻造吊钩和叠片式吊钩两种。

(1) 锻造吊钩

锻造吊钩是一个整体的锻制品。它在工作中,往往受冲击载荷作用,所以吊钩用的材料,除应有足够的强度外,还应有较好的韧性。

锻造吊钩又可分为单钩和双钩。受偏心力的作用,单钩又分为A型和B型两种。A型钩身短,叫短钩;B型钩身长,叫长钩。双钩受对称力的作用,钩体材料较能充分利用。双钩多用于75t以上的大型起重机,单钩用于3~75t的中、小型起重机。

(2) 叠片式吊钩

叠片式吊钩也分为单钩和双钩两种,单钩用于起重量为50~175t的起重机,双钩用于起重量为100~350t的起重机。

2. 吊钩的检查及报废

吊钩每年至少要检查1~3次,要定期清洗润滑,进行退火处