

建筑施工安全技术培训丛书

建筑施工起重、 吊装安全技术

主 编 谢亚力

编写人员 崔贵云 颜翠巧

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工起重、吊装安全技术/谢亚力主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2006

建筑施工安全技术培训丛书

ISBN 7-5045-5826-5

I. 建… II. 谢… III. ①起重机械-安全技术②建筑-安装-结构吊装-安全技术 IV. ①TH210.8②TU758.15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 104859 号

中国劳动社会保障出版社出版发行
(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

新华书店经销

厂印刷 装订厂装订

850 毫米×1168 毫米 32 开本 8.75 印张 209 千字

2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷

定价: 19.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

内 容 简 介

本书是安博士建筑施工安全技术培训丛书之一。

随着人类活动规模的不断扩大，起重机械的应用越来越广泛。起重机械作业引起的伤害事故，在国内外工业生产中均占有较大的比例，为进一步提高从业人员的素质，加强起重机械的安全管理工作，减少和防止起重伤害事故，组织编写了这套供起重机械操作和管理人员学习培训用书。

本书根据现行国家标准和起重机械近年来的发展动态，针对起重机械使用各个环节中涉及人身和设备安全问题，着重介绍了起重机械在操作使用过程中应该遵守的基本要求，对在建筑施工中应用最多的塔式起重机、施工升降机和物料起重机等类设备的原理、安装维修要求、检验验收要求和常见故障及其排除等进行了简述，对吊装安全技术的有关要求也作了介绍，并穿插了部分典型事故案例。因此，本书可作为建筑施工起重、吊装一线操作人员的安全培训用书，又可供建筑施工管理、安装、修理人员参考使用。

本书由谢亚力主编，崔贵云、颜翠巧参与编写。

限于编者的水平和经验，难免有疏漏和不当之处，恳请读者和专家提出宝贵意见。

进一步提高对安全生产工作重要性的认识

党中央和国务院高度重视安全生产工作。党的十六届五中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十一个五年规划的建议》（以下简称《建议》）将安全生产工作作为重要方面加以强调。胡锦涛总书记、温家宝总理多次就安全生产工作作出重要批示，要求我们以对人民群众高度负责的态度做好安全生产工作。

建筑安全生产直接涉及到建筑劳动者的生命安全，与人民群众的根本利益息息相关。搞好建筑施工安全生产工作，是建设系统各级领导认真践行“三个代表”重要思想的直接体现，也是贯彻落实科学发展观和构建社会主义和谐社会的内在要求。党的十六届五中全会指出，必须坚持“节约发展、清洁发展、安全发展，实现可持续发展”，安全发展是科学发展观的重要内涵之一，科学发展首先需要安全发展，各个经济领域和各行各业的发展都

编者注：本文摘自国家建设部黄卫副部长于2005年11月24日《在部分地区及有关城市建设行政主管部门负责人安全生产约谈会上的讲话》，代作为“安博士建筑施工安全技术培训系列丛书”的前言。本丛书共计七册：①土方工程施工安全技术；②脚手架工程安全技术；③建筑施工起重、吊装安全技术；④高处作业安全防护技术；⑤模板工程安全技术；⑥建筑施工用电安全技术；⑦建筑施工电气焊安全技术。在此，我们谨代表本丛书作者对黄卫副部长给予的大力支持表示衷心的感谢。

必须以安全为前提和保障。建筑业的健康、持续、快速发展，绝不能以损害劳动者的生命安全和身体健康作为代价。建筑业在为国民经济作出重要贡献的同时，必须保障安全生产，这样才能与全面建设小康社会的要求相适应。安全的发展还是构建社会主义和谐社会的重要内容，有能力切实保障社会成员的生命财产安全，正是一个社会文明、进步、和谐、发展的基本标志。

我们一定要认真贯彻落实党的十六届五中全会精神，贯彻落实党中央、国务院领导的重要指示，以科学发展观统领安全工作全局，科学认识和正确把握建筑安全生产的特点和规律，自觉履行法定职责，用好人民赋予的权力，警钟长鸣，长抓不懈，兢兢业业，求真务实，切实保障人民生命财产安全，为全面建设小康社会创造安全稳定的社会和经济环境。

国家建设部副部长 黄卫

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 建筑施工起重、吊装的工作特点及发展趋势	(1)
第二节 建筑施工起重机械的分类及主要技术参数	(4)
第三节 建筑施工起重机械使用的基本要求	(7)
第二章 建筑施工起重、吊装操作基本知识	(12)
第一节 力学知识	(12)
第二节 载荷与应力	(19)
第三节 液压传动基础知识	(21)
第三章 建筑施工起重、吊装的一般用具	(24)
第一节 钢丝绳	(24)
第二节 地锚	(32)
第三节 吊具	(35)
第四节 滑轮及滑轮组	(40)
第五节 卷筒	(44)
第六节 齿轮与减速器	(45)

第七节	制动装置·····	(48)
第八节	联轴器·····	(50)
第九节	车轮与轨道·····	(51)
第四章	建筑施工起重机械安全装置·····	(54)
第一节	位置限制与调整装置·····	(54)
第二节	防风防爬装置·····	(58)
第三节	起重量限制器 ·····	(60)
第四节	力矩限制器 ·····	(62)
第五节	防碰装置 ·····	(66)
第六节	危险电压报警器 ·····	(68)
第五章	塔式起重机·····	(70)
第一节	塔式起重机的类型、基本参数及特性·····	(70)
第二节	塔式起重机的构造及功能·····	(75)
第三节	塔式起重机的工作机构·····	(81)
第四节	塔式起重机的电气系统·····	(87)
第五节	塔式起重机的安全装置与附属装置·····	(90)
第六节	塔式起重机的安装架设·····	(98)
第七节	塔式起重机的危险因素及使用操作安全 要求·····	(112)
第八节	塔式起重机的常见故障及排除方法·····	(127)
第九节	塔式起重机的检验 (验收) ·····	(135)
第六章	施工升降机和物料提升机·····	(138)
第一节	施工升降机的类型及技术参数·····	(138)
第二节	施工升降机的构造及功能·····	(141)

第三节	施工升降机的安全装置及附属装置·····	(152)
第四节	施工升降机的安装与拆卸及使用安全 要求·····	(157)
第五节	施工升降机的技术试验（验收）·····	(161)
第六节	物料提升机·····	(165)
第七章	其他类型建筑施工起重机械·····	(176)
第一节	履带式起重机·····	(176)
第二节	汽车、轮胎式起重机·····	(179)
第三节	其他起重机具·····	(184)
第八章	建筑起重吊装安全技术·····	(190)
第一节	建筑起重吊装的基本要求·····	(190)
第二节	起重吊装施工的一般原则·····	(196)
第三节	建筑施工起重吊装中的土法吊装·····	(206)
第四节	指挥信号·····	(210)
第九章	建筑施工起重、吊装典型事故案例分析·····	(212)
附录	起重吊运指挥信号·····	(245)

第一章 概 述

第一节 建筑施工起重、吊装的工作特点及发展趋势

随着改革开放步伐的不断加快，我国实现了前所未有的经济繁荣和社会发展。社会的各方面尤其是建设领域，在科学发展观所倡导的可持续、健康和安全发展理论指引下，出现了重大工程项目遍地开花的大好局面。建设工程项目在向传统理论上横向、纵向发展的同时，又出现了一大批地下、超高空和超大规模的基建工程。在这种形势下，建筑施工技术飞速发展，越来越多的建筑起重机械投入使用。建筑起重机械的广泛使用，不但大大地减轻了体力劳动强度，提高了劳动生产率，而且能在生产过程中进行某些特殊的工艺操作，从而实现了生产过程的机械化、自动化和智能化。建筑起重机在建筑施工中承担各种物料的起重、运输、装卸和人员输送等作业任务，成为不可缺少的设备。

建筑起重机械是以间歇、重复的工作方式，通过起重吊钩或其他吊具的起升、下降、运转来升降与运移物料的机械设备。它在搬运物料时，会经历上料、运送、卸料及返回原处的过程，工作范围较大，危险因素较多。电梯和升降机是在垂直方向上沿道轨运行，用轿厢或吊笼输送人员和物料的起重运输设备。被提升在空中的人员、设备等的安全，取决于提升钢丝绳和一些安全装

置的有效性，因而对其安全程度要求较高。

一、建筑施工起重、吊装的工作特点

从安全技术角度分析，建筑施工起重、吊装的工作特点可概括如下：

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方向的运动同时操作，技术难度较大。

2. 作业中常常需要多人配合共同操作，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，因而工作难度较大。

3. 大多数起重机械需要在较大范围内运行，有的要装设轨道，如塔吊、桥吊等；有的要装设轮胎或履带，如汽车吊、履带吊等；还有的需要在钢丝绳上运行，如客运、货运、架空索道等。因活动空间较大，一旦造成事故，带来的影响、造成的损害也较大。

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），其可靠性会直接影响人身安全。

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（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，作业场所常常会遇到高温、高压、易燃易爆、输电线路、强磁等危险因素，给设备和作业人员带来危险。

7. 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、热融状态、易燃易爆危险物品等，这使得吊运过程复杂而危险。

上述诸多危险因素的存在，决定了建筑施工起重、吊装伤害事故发生较多。根据有关资料，我国每年建筑施工起重、吊装伤害的因工死亡人数，占全部工业企业因工死亡总人数的15%左右。为了保证建筑施工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，许多建筑施工企业都把管好起重机械设备及相关操作人员作为安全生产工作的关键环节。

二、建筑施工起重机械的发展趋势

从近些年的技术发展看，建筑施工起重机械的发展趋势主要体现在以下几个方面：

1% 起重机械设备的技术含量越来越高，许多航天、军事和信息领域的高精尖技术被运用到起重机械设备上，全方位地提高了产品技术性能。例如，变频调速技术、直流调速技术、PLC技术、HMI人机界面和网络技术等新技术在塔式起重机上的应用，大大地改善了塔式起重机的技术性能，方便了使用。

2% 最优化。普遍采用先进的设计计算方法，并配合电子计算机进行优化设计，以选择合理的结构形式。

3% 高速化。用以满足生产率日益提高的要求。

4% 多样化。向同一设备可使用多种工作装置的要求发展，使用范围扩大。

5% 通用产品轻量化。广泛采用新材料和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。

6% 通用化。力求提高系列产品零部件的通用率。

7% 液压化。主要体现为轮式起重机向全液压传动发展。

8% 安全化。起重机的可靠性、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，将作为评价的头等重要指标。例如，安全防护装置的配备、司机室的合理布置、振动和噪声危害的减少等。

9% 自动化。采用微机系统控制和操作遥控控制技术越来越多。

10% 重点产品大型化。起重机械的起重量将会越来越大，以满足特殊工程的需要。

第二节 建筑施工起重机械的分类及主要技术参数

一、建筑施工起重机械的分类

建筑施工起重机械的分类很多，按其功能和构造特点通常可分为简单动作建筑施工起重机械和复杂动作建筑施工起重机械两大类。

1% 简单动作建筑施工起重机械

简单动作建筑施工起重机械只能完成起升和降落动作，属于这类起重机械的有千斤顶、起重葫芦、卷扬机、电梯（升降机）等。

2% 复杂动作建筑施工起重机械

复杂动作建筑施工起重机械一般具有三个以上的运动机构，可以在它覆盖的工作空间范围内把货物运送到任何地方。复杂动作起重机械又可分为桥架式类型和臂架式类型两类，其中臂架起重机械包括塔式起重机、门座式起重机、履带式起重机、汽车式起重机、轮胎式起重机等。

二、建筑施工起重机械的主要技术参数

建筑施工起重机械的主要技术参数包括起重量、起升高度、幅度以及各机构的工作速度等。塔式起重机还包括起重力矩和轨距参数。这些参数表明了起重机械的工作性能和技术经济指标，是建筑施工中选择、使用起重机的依据。

1. 起重量

起重量是指被吊起重物的质量，一般分为额定起重量、最大起重量、有效起重量、总起重量等。建筑起重作业用的比较多的是额定起重量。起重机在正常作业时所允许的吊起重物或物料，加上取物装置（吊钩除外）质量的总和，称为起重机的额定起重量。如带抓斗和电磁吸盘的起重机，其额定起重量等于允许吊装物品的最大质量与抓斗（或电磁吸盘）质量之和，即：

$$Q_{\text{额}} = Q_{\text{物}} + Q_{\text{吊具}}$$

式中 $Q_{\text{额}}$ —— 起重机的额定起重量；

$Q_{\text{物}}$ —— 允许吊装物品的最大质量；

$Q_{\text{吊具}}$ —— 可从起重机上取下的取物装置的质量（吊钩除外）。

2. 起升高度

起重机的起升高度，是指起重机运行轨道顶面或地面到取物装置“上极限”位置的高度（吊钩算到吊钩中心，抓斗及其他取物装置算到取物装置的最低点）。当取物装置下放到地面或轨道顶面以下时，其下放深度加起升高度，称为总起升高度。起重机的总起升高度包括起升高度和下放深度，即：

$$H_{\text{总}} = H_{\text{起升}} + H_{\text{下放}}$$

3. 幅度

起重机回转中心至吊钩中心的水平距离称为幅度，也称工作半径。起重量的大小随幅度变化而变化，如履带起重机臂杆上的

角度指示盘，即表明起重臂杆的工作幅度。

4. 起重力矩

塔式起重机的主要参数之一是起重力矩。起重机的工作幅度与相应幅度下的起重量，两参数的乘积称为起重力矩。塔式起重机的最大工作幅度与相应的起重量的乘积为起重力矩的标定值。汽车式起重机以最小工作幅度与相应起重量的乘积作为起重力矩的标定值。

5. 额定工作速度

工作速度主要包括起升速度、小车运行速度、大车运行速度、旋转速度等，额定工作速度是指机构驱动装置在额定转速下各机构的工作速度。

6. 跨度

桥式起重机运行轨道两条中心线之间的距离，称为起重机的跨度。

7. 工作级别

起重机的工作级别（工作类型、工作制度）是反映起重机工作能力的综合参数。它表明了起重机承担工作繁重程度的能力。工作繁重程度可用工作的时间率及工作的载荷率二者组合的状况来确定。

起重机的工作级别由主起升机构的工作级别决定，起重机金属结构的工作级别与起重机的工作级别相同。各机构的工作级别则由机构的载荷率和机构忙闲程度的组合状况来确定。

各机构的载荷率按其特性可分为大、中、小三类；起重机起升机构的忙闲程度按其运转时间率也可分为三级，即轻闲、中等和繁忙。根据起重机各机构的载荷率和忙闲程度的不同组合状况，可得到相应的机构工作级别，见表 1-1。起升机构工作级别确定后，即可确定起重机的工作级别。

表 1-1 起重机工作级别划分表

载荷率	忙闲程度		
	轻闲	中等	繁忙
小	轻级	轻级	中级
中	轻级	中级	重级
大	中级	重级	特重级

起重机的工作级别直接影响着起重机的金属结构、机构的零部件、电动机、磨损与发热等。为保证起重机经济、耐用，必须按照施工的工艺要求恰当地选用起重机的工作级别。

第三节 建筑施工起重机械使用的基本要求

一、对建筑施工起重机械设备的要求

1. 建筑起重机械多属于特种设备，其正确使用必须遵守国家起重机械相关的规范标准：

- (1) 建筑机械使用安全技术规程 (JGJ 33-2001)。
- (2) 塔式起重机安全规程 (GB 5144-94)。
- (3) 起重机械安全规程 (GB 6067-85)。
- (4) 龙门架及井架物料提升机安全技术规范 (JGJ 88-92)。
- (5) 施工升降机安全规则 (GB 10055-1996)。
- (6) 起重吊运指挥信号 (GB 5082-85)。

2. 施工现场起重机械设备的安装 (包括在施工现场顶升、锚固和拆卸等)，必须由具备建设行政主管部门颁发的起重设备安装工程专业承包资质证书的安装单位进行，安装单位应当按照有关规定以及起重机械设备安全技术规范的要求进行安装作业，并对其安装质量负责。没有取得资质证书的单位，不得从事塔式

起重机的拆装业务。

3.4.1 施工现场起重机械设备安装前，必须根据起重机械设备技术要求、施工现场环境、设备状况以及辅助起重设备条件和有关技术标准制定专项安全施工方案和技术措施，由专业技术人员监督实施并对安装作业的安全负责。安装作业前必须对作业人员进行安全技术交底，安装作业中各工序应定人、定岗、定责，定专人统一指挥，应设置警戒区，并设专人监护。

3.4.2 起重机械设备安装完毕，必须经过安装单位和使用单位共同进行检验验收，经双方技术负责人共同签字后方可使用，首次使用的起重机械设备，还必须向国家有关部门核准的起重机械设备检验检测单位申请监督检验。未经检验验收或检验验收不合格的，不得使用。安装单位应当在投入使用前，将有关安装安全技术资料移交使用单位，并对使用单位进行安全技术交底。使用单位应将其存入施工现场安全管理资料档案。

3.4.3 起重机械必须建立起重机械安全技术档案，对在用的起重机械及时进行日常和定期的维修保养及检验检查。

安全技术档案应当包括以下内容：

- (1) 建筑起重机械的设计文件、制造单位、产品质量合格证明、使用维护说明等文件以及安装技术文件和资料；
- (2) 建筑起重机械的定期检验和定期自行检查的记录；
- (3) 建筑起重机械的日常使用状况记录；
- (4) 建筑起重机械及其安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表的日常维护保养记录；
- (5) 建筑起重机械运行故障和事故记录。

起重机械必须经起重机械检验检测机构定期进行检验检测，未经定期检验或者经检验不合格的，不得继续使用。

3.4.4 起重机械的金属结构、轨道等必须做可靠的重复接地，

在附近建筑物的防雷保护范围以外的起重机械应按地区雷暴日年平均天数和架体的高度设置防雷装置，避雷针、引下线、接地体连接应符合有关规范的规定，重复接地和防雷接地的接地体可共用。

7% 建筑起重机械出现故障或者发生异常情况，使用单位应当对其进行全面检查，消除事故隐患后，方可重新投入使用。

8% 建筑起重机械存在严重事故隐患，无改造、维修价值，或者超过安全技术规范规定的使用年限，设备使用单位应当及时予以报废，并应当向原登记的特种设备安全监督管理部门办理注销。

9% 建筑起重机械使用单位应当制定特种设备的事故应急措施和救援预案。

二、对起重机械操作人员的要求

1% 基本要求

(1) 建筑工地起重机械作业人员（包括安装拆卸工、起重司机和起重信号工等，以下简称作业人员）必须取得国家建设行政主管部门统一格式的特种设备作业人员证，方可上岗作业。省级建设行政主管部门负责作业人员的考核发证工作。

(2) 使用单位应当对作业人员进行设备使用和安全作业基本知识培训，作业人员应具备必要的设备使用技能和安全作业知识。

(3) 作业人员在作业中应当严格执行建筑工地起重机械的安全操作规程和相关的安全作业规章制度，应当对建筑工地起重机械使用状况进行经常性检查，在检查或作业过程中发现事故隐患或者其他不安全因素的应当立即处理；情况紧急时，可以决定停止使用设备并及时向现场安全管理人员和有关负责人报告。

2% 起重机械操作过程中的要求