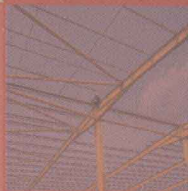


建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材



塔式起重机司机

住房和城乡建设部工程质量安全监管司 组织编写

中国建筑工业出版社

建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材

塔式起重机司机

住房和城乡建设部工程质量安全监管司 组织编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

塔式起重机司机/住房和城乡建设部工程质量安全监管司组织编写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009
建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材
ISBN 978-7-112-11282-1

I. 塔… II. 住… III. 塔式起重机-安全技术-技术培训-教材 IV. TH213.308

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 167078 号

**建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材
塔式起重机司机**

住房和城乡建设部工程质量安全监管司 组织编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 9 $\frac{1}{8}$ 字数: 262 千字

2009 年 12 月第一版 2009 年 12 月第一次印刷

定价: 22.00 元

ISBN 978-7-112-11282-1
(18595)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书作为针对建筑施工特种作业人员之一塔式起重机司机的培训教材，紧紧围绕《建筑施工特种作业人员管理规定》、《建筑施工特种作业人员安全技术考核大纲（试行）》、《建筑施工特种作业人员安全操作技能考核标准（试行）》等相关规定，对塔式起重机司机必须掌握的安全技术知识和技能进行讲解，全书共7章，包括：基础理论知识、塔式起重机概述、塔式起重机的技术条件、塔式起重机的安全操作、塔式起重机主要零部件、塔式起重机维护保养和常见故障、塔式起重机常见事故与案例。本书针对塔式起重机司机的特点，本着科学、实用、适用的原则，内容深入浅出，语言通俗易懂，形式图文并茂，系统性、权威性、可操作性强。

本书既可作为塔式起重机司机的培训教材，也可作为塔式起重机司机常备参考书和自学用书。

* * *

责任编辑：刘江 范业庶

责任设计：赵明霞

责任校对：袁艳玲 陈晶晶

《建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材》 编写委员会

主任：吴慧娟

副主任：王树平

编写组成员：（以姓氏笔画排名）

王 乔	王 岷	王 宪	王天祥	王曰浩
王英姿	王钟玉	王维佳	邓 谦	邓丽华
白森懋	包世洪	邢桂侠	朱万康	刘 锦
庄幼敏	汤坤林	孙文力	孙锦强	毕承明
毕监航	严 训	李 印	李光晨	李建国
李绘新	杨 勇	杨友根	吴玉峰	吴成华
邱志青	余大伟	邹积军	汪洪星	宋回波
张英明	张嘉洁	陈兆铭	邵长利	周克家
胡其勇	施仁华	施雯钰	姜玉东	贾国瑜
高 明	高士兴	高新武	唐涵义	崔 林
崔玲玉	程 舒	程史扬		

前 言

建筑施工特种作业人员是指在房屋建筑和市政工程施工活动中，从事可能对本人、他人及周围设施设备的安全造成重大危害作业的人员。《建设工程安全生产管理条例》第二十五条规定：“垂直运输机械作业人员、安装拆卸工、爆破作业人员、起重信号工、登高架设作业人员等特种作业人员，必须按照国家有关规定经过专门的安全作业培训，并取得特种作业操作资格证书后，方可上岗作业”，《安全生产许可证条例》第六条规定：“特种作业人员经有关业务主管部门考核合格，取得特种作业操作资格证书”。

当前，建筑施工特种作业人员的培训考核工作还缺乏一套具有权威性、针对性和实用性的教材。为此，根据住房城乡建设部颁布的《建筑施工特种作业人员管理规定》和《建筑施工特种作业人员安全技术考核大纲（试行）》、《建筑施工特种作业人员安全操作技能考核标准（试行）》的有关要求，我们组织编写了《建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材》系列丛书，旨在进一步规范建筑施工特种作业人员安全技术培训考核工作，帮助广大建筑施工特种作业人员更好地理解 and 掌握建筑安全技术理论和实际操作安全技能，全面提高建筑施工特种作业人员的知识水平和实际操作能力。

本套丛书共 12 册，适用于建筑电工、建筑架子工、建筑起重司索信号工、建筑起重机械司机、建筑起重机械安装拆卸工和高处作业吊篮安装拆卸工等建筑施工特种作业人员安全技术考核培训。本套丛书针对建筑施工特种作业人员的特点，本着科学、

实用、适用的原则，内容深入浅出，语言通俗易懂，形式图文并茂，可操作性强。

本教材的编写得到了山东省建筑工程管理局、上海市城乡建设和交通委员会、山东省建筑施工安全监督站、青岛市建筑施工安全监督站、潍坊市建筑工程管理局、滨州市建筑工程管理局、济南市工程质量与安全生产监督站、山东省建筑安全与设备管理协会、上海市建设安全协会、山东建筑科学研究院、上海市建工设计研究院有限公司、上海市建设机械检测中心、威海建设集团股份有限公司、上海市建工（集团）总公司、上海市机施教育培训中心、潍坊昌大建设集团有限公司、山东天元建设集团有限公司等单位的大力支持，在此表示感谢。

由于编写时间较为紧张，难免存在错误和不足之处，希望给予批评指正。

住房和城乡建设部工程质量安全监管司

二〇〇九年十一月

目 录

1 基础理论知识	1
1.1 力学基本知识	1
1.1.1 力学基本概念	1
1.1.2 重心和吊点位置的选择	3
1.1.3 物体质量、重力的计算	5
1.2 电工学基础	10
1.2.1 基本概念	10
1.2.2 三相异步电动机	15
1.2.3 低压电器	19
1.3 机械基础知识	23
1.3.1 机械基础概述	23
1.3.2 机械传动	26
1.3.3 轴系零部件	39
1.3.4 螺栓联接和销联接	47
1.4 液压传动知识	49
1.4.1 液压传动的基本原理	49
1.4.2 液压传动系统的组成	50
1.4.3 液压油的特性及选用	51
1.4.4 液压系统主要元件	51
2 塔式起重机概述	62
2.1 塔式起重机的类型和特点	62
2.1.1 塔式起重机的概述	62

2.1.2	塔式起重机的分类及特点	64
2.2	塔式起重机的性能参数	67
2.2.1	起重力矩	67
2.2.2	起重量	68
2.2.3	幅度	69
2.2.4	起升高度	69
2.2.5	工作速度	69
2.2.6	尾部尺寸	70
2.2.7	结构重量	70
2.3	塔式起重机的结构组成及工作原理	70
2.3.1	塔式起重机的组成	70
2.3.2	塔式起重机的金属结构	71
2.3.3	塔式起重机的工作机构	79
2.3.4	电气系统	87
2.4	塔式起重机的安全装置	89
2.4.1	安全装置的类型	89
2.4.2	主要安全装置的构造和工作原理	91
3	塔式起重机的技术条件	104
3.1	塔式起重机的技术条件	104
3.1.1	塔式起重机的技术要求	104
3.1.2	塔式起重机基础的技术条件	105
3.1.3	塔式起重机拆装作业的技术要求	109
3.1.4	安全距离	111
3.1.5	塔式起重机使用的技术要求	113
3.2	塔式起重机安全防护装置的调试与维护	119
3.2.1	限制器的调试和维护保养	119
3.2.2	限位装置的调试和维护保养	123

3.2.3	其他安全装置的维护保养	126
3.3	塔式起重机的检验	126
3.3.1	型式检验	127
3.3.2	出厂检验	127
3.3.3	安装检验	127
3.3.4	塔式起重机性能试验	128
3.3.5	塔式起重机安全装置的试验	131
4	塔式起重机的安全操作	135
4.1	塔式起重机使用管理制度	135
4.1.1	交接班制度	135
4.1.2	三定制度	137
4.1.3	机长职责	137
4.1.4	塔式起重机司机岗位职责	138
4.2	起重吊运指挥信号	138
4.2.1	手势信号	139
4.2.2	旗语信号	139
4.2.3	音响信号	139
4.2.4	起重吊运指挥语言	140
4.2.5	起重机驾驶员使用的音响信号	140
4.3	塔式起重机的操作	141
4.3.1	控制台的操作	141
4.3.2	操作实例	143
4.4	塔式起重机的安全操作规程	147
4.4.1	塔式起重机司机应具备的条件	147
4.4.2	操作前的安全检查	148
4.4.3	塔式起重机安全操作	150

5 塔式起重机主要零部件	155
5.1 钢丝绳	155
5.1.1 钢丝绳的分类和标记	155
5.1.2 钢丝绳的选用	159
5.1.3 钢丝绳的穿绕与固定	161
5.1.4 钢丝绳的润滑	164
5.1.5 钢丝绳的检查和报废	164
5.2 吊钩	176
5.2.1 吊钩的种类	176
5.2.2 吊钩的安全技术要求	177
5.2.3 吊钩的报废	178
5.3 卷筒	179
5.3.1 卷筒的种类	179
5.3.2 卷筒的结构	180
5.3.3 钢丝绳在卷筒上的固定	180
5.3.4 卷筒安全使用要求	181
5.3.5 卷筒的报废	182
5.4 滑轮和滑轮组	182
5.4.1 滑轮的分类与作用	182
5.4.2 滑轮的构造	182
5.4.3 滑轮组	184
5.4.4 滑轮的报废	185
5.5 制动器	186
5.5.1 制动器的分类	186
5.5.2 制动器的作用	188
5.5.3 制动器的检查	188
5.5.4 制动器的报废	189
5.6 吊具索具	189

5.6.1	卸扣	189
5.6.2	吊索	191
5.6.3	倒链	194
5.7	高强度螺栓	195
5.7.1	高强度螺栓的等级和分类	195
5.7.2	高强度螺栓的预紧力	196
5.7.3	高强度螺栓的安装使用	198
6	塔式起重机维护保养和常见故障	199
6.1	塔式起重机的维护保养	199
6.1.1	塔式起重机维护保养的意义	199
6.1.2	塔式起重机的维护保养分类	200
6.1.3	塔式起重机的维护保养的内容	200
6.2	塔式起重机常见故障的判断及处置	209
6.2.1	机械故障的判断及处置	210
6.2.2	电气故障的判断及处置	214
7	塔式起重机常见事故与案例	218
7.1	塔式起重机常见事故	218
7.1.1	塔式起重机常见的事故类型	218
7.1.2	塔式起重机事故的主要原因	219
7.2	事故预防措施	221
7.2.1	塔式起重机购置租赁	221
7.2.2	塔式起重机拆装队伍选用	221
7.2.3	作业人员培训考核	222
7.2.4	技术管理	222
7.2.5	检查验收	223
7.3	事故案例分析	223

7.3.1	塔式起重机超载倾斜事故案例	223
7.3.2	起重钢丝绳断裂事故案例	224
7.3.3	起重臂脱落事故案例	225
7.3.4	违章使用塔式起重机倾翻事故案例	225
7.3.5	违规安装塔式起重机倾翻事故案例	226
7.3.6	违章斜吊作业事故案例	228
7.3.7	违规使用塔式起重机触电事故案例	228
附录 A	塔式起重机安装自检记录	230
附录 B	塔式起重机载荷试验记录表	234
附录 C	塔式起重机综合验收表	235
附录 D	(资料性附录) 风力等级、风速与风压对照表	237
附录 E	钢丝绳可能出现的缺陷的典型示例	238
附录 F	起重吊运指挥信号	245
附录 G	建筑起重机械司机 (塔式起重机) 安全技术考核大纲 (试行)	271
附录 H	建筑起重机械司机 (塔式起重机) 安全操作技能考核标准 (试行)	273
参考文献	279

1 基础理论知识

1.1 力学基本知识

1.1.1 力学基本概念

(1) 力的概念

力是一个物体对另一个物体的作用，它包括了两个物体，一个叫受力物体，另一个叫施力物体，其效果是使物体的运动状态发生变化，或使物体变形。

力使物体运动状态发生变化的效应称为力的外效应，使物体产生变形的效应称为力的内效应。力是物体间的相互机械作用，力不能脱离物体而独立存在。

(2) 力的三要素

力的大小表明物体间作用力的强弱程度；力的方向表明在该力的作用下，静止的物体开始运动的方向，作用力的方向不同，物体运动的方向也不同；力的作用点是物体上直接受力作用的点。在力学中，把“力的大小、方向和作用点”称为力的三个要素。

如图 1-1 所示，用手拉伸弹簧，用的力越大，弹簧拉得越长，这表明力产生的效果跟力的大小有关系；用同样大小的力拉弹簧和压弹簧，拉的时候弹簧伸长、压的时候弹簧缩短，说明力

的作用效果跟力的作用方向有关系。如图 1-2 所示，用扳手拧螺母，手握在扳手手柄的 A 点比 B 点省力，所以力的作用效果与力的方向和力的作用点有关。三要素中任何一个要素改变，都会使力的作用效果改变。

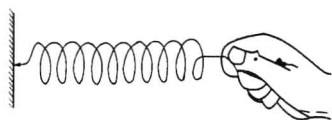


图 1-1 手拉弹簧

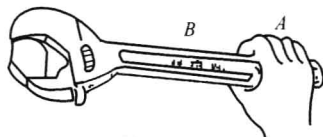


图 1-2 用扳手拧螺母

(3) 力的单位

在国际计量单位制中，力的单位用牛顿或千牛顿，简称为牛 (N) 或千牛 (kN)。工程上曾习惯采用公斤力、千克力 (kgf) 和吨力 (tf) 来表示。它们之间的换算关系为：

$$1 \text{ 牛顿(N)} = 0.102 \text{ 公斤力(kgf)}$$

$$1 \text{ 吨力(tf)} = 1000 \text{ 公斤力(kgf)}$$

$$1 \text{ 千克力(kgf)} = 1 \text{ 公斤力(kgf)} = 9.807 \text{ 牛(N)} \approx 10 \text{ 牛(N)}$$

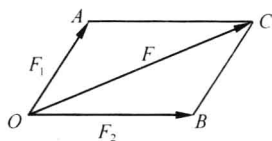


图 1-3 平行四边形法则

(4) 力的合成与分解

力是矢量，力的合成与分解都遵从平行四边形法则，如图 1-3 所示。

平行四边形法则实质上是一种等效替换的方法。一个矢量（合矢量）的作用效果和另外几个矢量（分矢量）共同作用的效果相同，就可以用这一个矢量代替那几个矢量，也可以用那几个矢量代替这一个矢量，而不改变原来的作用效果。

在分析同一个问题时，合矢量和分矢量不能同时使用。也就是说，在分析问题时，考虑了合矢量就不能再考虑分矢量；考虑了分矢量就不能再考虑合矢量。

(5) 力的平衡

作用在物体上几个力的合力为零，这种情形叫做力的平衡。

在起重吊装作业中，因力的不平衡可能造成被吊运物体的翻转、失控、倾覆，只有被吊运物体上的力保持平衡，才能保证物体处于静止或匀速运动状态，才能保持被吊物体稳定。

1.1.2 重心和吊点位置的选择

(1) 重心

重心是物体所受重力的合力的作用点，物体的重心位置由物体的几何形状和物体各部分的质量分布情况来决定。质量分布均匀、形状规则的物体的重心在其几何中心。物体的重心可能在物体的形体之内，也可能在物体的形体之外。

1) 物体的形状改变，其重心位置可能不变。如一个质量分布均匀的立方体，其重心位于几何中心。当该立方体变为一长方体后，其重心仍然在其几何中心；当一杯水倒入一个弯曲的玻璃管中，其重心就发生了变化。

2) 物体的重心相对物体的位置是一定的，它不会随物体放置的位置改变而改变。

(2) 重心的确定

1) 材质均匀、形状规则的物体的重心位置容易确定，如均匀的直棒，它的重心在它的中心点上，均匀球体的重心就是它的球心，直圆柱的重心在它的圆柱轴线的中点上。

2) 对形状复杂的物体，可以用悬挂法求出它们的重心。如图 1-4 所示，方法是在物体上任意找一点 A，用绳子把它悬挂起来，物体的重力和悬索的拉力必定在同一条直线上，也就是重心必定在通过 A 点所作的竖直线 AD 上；再取任一点 B，同样把物体悬挂起来，重心必定在通过 B 点所作的竖直线 BE 上。这两

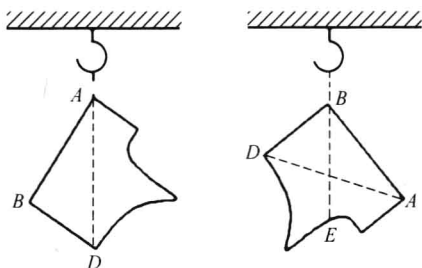


图 1-4 悬挂法求形状不规则物体的重心

条直线的交点，就是该物体的重心。

(3) 吊点位置的选择

在起重作业中，应当根据被吊物体来选择吊点位置，吊点位置选择不当就会造成绳索受力不均，甚至发生被吊物体转动、倾翻的危险。吊点位置的选择，一般按下列原则进行：

1) 吊运各种设备、构件时，要用原设计的吊耳或吊环。

2) 吊运各种设备、构件时，如果没有吊耳或吊环，可在设备四个端点上捆绑吊索，然后根据设备具体情况，选择吊点，使吊点与重心在同一条垂线上。但有些设备虽然未设吊耳或吊环，如各种罐类以及重要设备，却往往有吊点标记，应仔细检查。

3) 吊运方形物体时，四根绳应拴在物体的四边对称点上。

4) 吊装细长物体时，如桩、钢筋、钢柱、钢梁等杆件，应按计算确定的吊点位置绑扎绳索，吊点位置的确定有以下几种情况：

①一个吊点：起吊点位置应设在距起吊端 $0.3L$ (L 为物体的长度) 处。如钢管长度为 10m ，则捆绑位置应设在钢管起吊端距端部 $10 \times 0.3 = 3\text{m}$ 处，如图 1-5 (a) 所示。

②两个吊点：如起吊用两个吊点，则两个吊点应分别距物体两端 $0.21L$ 处。如果物体长度为 10m ，则吊点位置为 $10 \times 0.21 = 2.1\text{m}$ ，如图 1-5 (b) 所示。