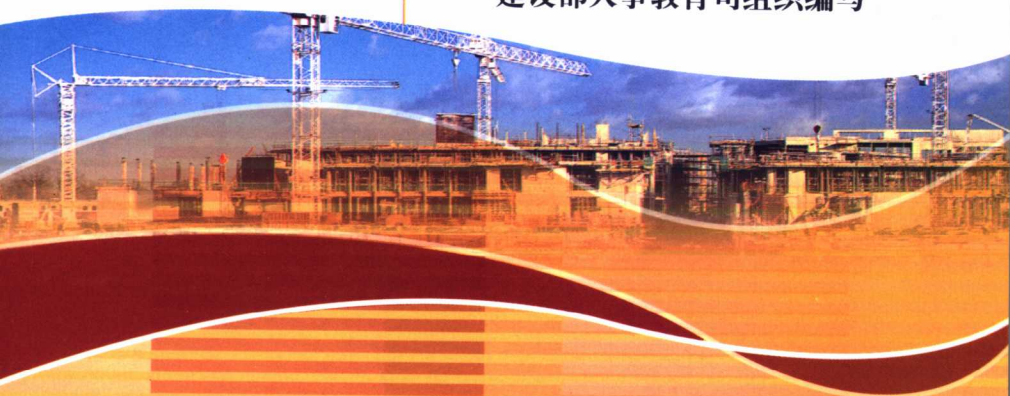


建筑职业技能培训教材

塔式起重机驾驶员

(技师)

建设部人事教育司组织编写



 中国建筑工业出版社

建筑职业技能培训教材

塔式起重机驾驶员

(技师)

建设部人事教育司组织编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

塔式起重机驾驶员 (技师)/建设部人事教育司组织
编写. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006
建筑职业技能培训教材
ISBN 7-112-07662-5

I. 塔... II. 建... III. 塔式起重机-技术培训-
教材 IV. TH213.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 156262 号

建筑职业技能培训教材

塔式起重机驾驶员

(技师)

建设部人事教育司组织编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 9½ 字数: 245 千字

2006 年 2 月第一版 2006 年 2 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 18.00 元

ISBN 7-112-07662-5

(13616)

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)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书根据建设部最新颁布的《职业技能标准、职业技能鉴定规范和职业技能鉴定题库》，由建设部人事教育司组织编写。本书主要内容包括：钢材的基本知识、力学基础知识、塔式起重机的种类与技术性能、塔式起重机的金属结构及安全技术要求、塔式起重机的部件及其安全技术要求、塔式起重机的工作机构、塔式起重机的电气设备、塔式起重机的整机稳定性及安全装置、塔式起重机的液压系统、塔式起重机的拆装与顶升、塔式起重机的安全作业、塔式起重机的使用维护等。

本书可作为塔式起重机驾驶员技师培训教材，也可作为相关专业工程技术人员参考书。

* * *

责任编辑：朱首明 张 晶

责任设计：赵 力

责任校对：刘 梅 关 健

建筑职业技能培训教材编审委员会

顾 问：李秉仁

主任委员：张其光

副主任委员：陈 付 翟志刚 王希强

委 员：何志方 崔 勇 沈肖励 艾伟杰 李福慎
杨露江 阙咏梅 徐 进 于周军 徐峰山
李 波 郭中林 李小燕 赵 研 张晓艳
王其贵 吕 洁 任予锋 王守明 吕 玲
周长强 于 权 任俊和 李敦仪 龙 跃
曾 葵 袁小林 范学清 郭 瑞 杨桂兰
董海亮 林新红 张 伦 姜 超

出版说明

为贯彻落实《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》精神，加快培养建设行业高技能人才，提高我国建筑施工技术水平和工程质量，我司在总结各地职业技能培训与鉴定工作经验的基础上，根据建设部颁发的木工等16个工种技师和6个工种高级技师的《职业技能标准、职业技能鉴定规范和职业技能鉴定试题库》，组织编写了这套建筑职业技能培训教材。

本套教材包括《木工》（技师 高级技师）、《砌筑工》（技师 高级技师）、《抹灰工》（技师）、《钢筋工》（技师）、《架子工》（技师）、《防水工》（技师）、《通风工》（技师）、《工程电气设备安装调试工》（技师 高级技师）、《工程安装钳工》（技师）、《电焊工》（技师 高级技师）、《管道工》（技师 高级技师）、《安装起重工》（技师）、《工程机械修理工》（技师 高级技师）、《挖掘机驾驶员》（技师）、《推土铲运机驾驶员》（技师）、《塔式起重机驾驶员》（技师）共16册，并附有相应的培训计划和大纲与之配套。

本套教材的组织编写本着优化整体结构、精选核心内容、体现时代特征的原则，内容和体系力求反映建筑业的技术和发展水平，注重科学性、实用性、人文性，符合相应工种职业技能标准和职业技能鉴定规范的要求，符合现行规范、标准、新工艺和新技术的推广要求，是技术工人钻研业务、提高技能水平的实用读本，是培养建筑业高技能人才的必备教材。

本套教材既可作为建设职业技能岗位培训的教学用书，也可供高、中等职业院校实践教学使用。在使用过程中如有问题和建议，请及时函告我们。

建设部人事教育司
2005年9月7日

前 言

本书根据建设部颁布的《职业技能标准》和《职业技能鉴定规范》塔式起重机驾驶员（技师）的鉴定内容而编写的。

本书主要内容有基础理论知识、塔式起重机的基本知识、金属结构、零部件以及塔式起重机的工作机构、电气设备、整机稳定性、顶升与拆装原理、安全操作、维护保养及故障处理、工程机械管理等几个方面。

本书根据设备行业的特点，具有很强的规范性、针对性和实用性。内容通俗易懂，适合塔式起重机司机技师自学使用及职工技能鉴定和考核的培训。

教材编写时参考了已出版的多种相关培训教材，对这些教材的编作者，一并表示谢意。

本教材由董海亮、郭瑞、刘双飞、陈敏编写，全书由董海亮统稿主编，四川建筑职业技术学院张伦副教授主审。

在本书的编写过程中，由于编者的专业水平和实践经验，再加上时间比较仓促，难免有不妥甚至疏漏之处，敬请各位同行批评指正，以便修改，在此表示感谢。

目 录

一、钢材的基本知识	1
(一) 钢材的力学性能	1
(二) 钢的分类	4
(三) 钢材热处理知识	6
二、力学基础知识	11
(一) 力和力矩、合力矩定理.....	11
(二) 荷载的分类.....	14
(三) 约束和约束反力.....	15
(四) 结构计算简图.....	18
(五) 物体受力分析.....	18
(六) 结构平衡计算.....	20
(七) 强度、刚度和稳定性.....	26
(八) 结构内力计算.....	27
三、塔式起重机的种类与技术性能	31
(一) 塔式起重机的类型.....	31
(二) 塔式起重机载荷.....	35
(三) 塔机参数及其技术性能.....	38
四、塔式起重机的金属结构及安全技术要求	49
(一) 概述.....	49
(二) 塔身.....	50
(三) 起重臂.....	54
(四) 平衡臂.....	56
(五) 底架.....	59
(六) 塔式起重机金属结构的联接及安全技术要求.....	62

五、塔式起重机的零部件及其安全技术要求	68
(一) 钢丝绳	68
(二) 滑轮 滑轮组和卷筒	84
(三) 吊钩	90
(四) 制动器	93
(五) 减速器	100
(六) 变幅小车	102
(七) 回转支承	105
六、塔式起重机的工作机构	110
(一) 起升机构	110
(二) 双速笼型电动机驱动小车牵引机构	114
(三) 回转机构调速系统	115
(四) RT 系列大车走行机构	119
七、塔式起重机的电气设备	122
(一) 基础电气原理	122
(二) 塔式起重机电器设备组成	145
八、塔式起重机的整机稳定性及安全装置	176
(一) 概述	176
(二) 塔式起重机工作状态稳定性	177
(三) 塔式起重机非工作状态稳定性	181
(四) 塔式起重机安装架设稳定性	182
(五) 塔式起重机防风抗滑安全性验算	184
(六) 塔式起重机的安全装置	185
九、塔式起重机的液压系统	200
(一) 液压传动的基本原理	200
(二) 液压泵	202
(三) 液压缸	204
(四) 控制阀	206
(五) 塔机所采用的液压顶升系统	211
十、塔式起重机的拆装与顶升	216

(一) 对安装场地的要求	216
(二) 对安装人员的基本要求和注意事项	217
(三) 上回转塔机的安装架设	219
(四) 内爬式塔机的安装、爬升与拆卸	228
(五) 塔式起重机的附着锚固	242
(六) 塔式起重机安装后的检查和验收	247
十一、塔式起重机的安全作业	251
(一) 塔式起重机的安全操作规程	251
(二) 塔式起重机的使用检测与试验	256
(三) 起重吊装作业指挥旗语信号	262
(四) 塔式起重机发生事故的原因	263
(五) 塔式起重机的内业资料	268
十二、塔式起重机的使用维护	272
(一) 塔式起重机的保养	272
(二) 塔式起重机的润滑技术	274
(三) 常见故障及排除方法	279
参考文献	282

一、钢材的基本知识

(一) 钢材的力学性能

所谓钢材力学性能是指钢材在外力作用时表现出来的性能，包括强度、塑性、硬度、韧性及疲劳强度等。

1. 强度

是指钢材在外力作用下抵抗塑性变形和断裂的能力。抵抗能力越大，钢材的强度越高。强度的大小通常用应力来表示，根据载荷性质的不同，强度可分为抗拉强度、抗压强度、抗剪强度、抗扭强度和抗弯强度。在机械制造中常用抗拉强度作为钢材性能的主要指标。

(1) 屈服强度

钢材在拉伸过程中当载荷不再增加甚至有所下降时，仍继续发生明显的塑性变形现象，称为屈服现象。钢材产生屈服现象时的应力，称为屈服强度。用符号 σ_s 表示。其计算方法如下：

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0}$$

式中 F_s ——钢材屈服时的载荷，N；

S_0 ——式样的原始截面积， mm^2 。

有些金属材料（如高碳钢、铸铁等）没有明显的屈服现象，测定 σ_s 很困难。在此情况下，规定以试样长度方向产生 0.2% 塑性变形时的应力作为材料的“条件屈服强度”或称条件流限。用

$\sigma_{0.2}$ 表示。

屈服强度标志着金属材料对微量变形的抗力。材料的屈服强度越高，表示材料抵抗微量塑性变形的能力越大，允许的工作应力也越高。因此，材料的屈服强度是机械设计计算时的主要依据之一，是评定金属材料质量的重要指标。

(2) 抗拉强度

钢材在拉伸时，材料在拉断前所承受的最大应力，称为抗拉强度。用符号 σ_b 表示。其计算方法如下

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0}$$

式中 F_b ——试样破坏前所承受的最大拉力，N；

S_0 ——试样的原始截面积， mm^2 。

抗拉强度是材料在破坏前所能承受的最大应力。 σ_b 的值越大，表示材料抵抗拉断的能力越大。它也是衡量金属材料强度的重要指标之一。其实用意义是：金属结构件所承受的工作应力不能超过材料的抗拉强度，否则会产生断裂，甚至造成严重事故。

2. 塑性

断裂前金属材料产生永久变形的能力，称塑性。一般用拉伸试样的延伸率和断面收缩率来衡量。

(1) 延伸率

试样拉断后的标距长度伸长量与试样原始标距长度的比值的百分率，称为延伸率，用符号 δ 来表示。其计算方法如下：

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中 L_1 ——试样拉断后的标距长度，mm；

L_0 ——试样原始标距长度，mm。

(2) 断面收缩率

试样拉断后截面积的减小量与原截面积之比值的百分率，用

符号 ψ 表示。其计算方法如下：

$$\psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\%$$

式中 S_0 ——试样原始截面积， mm^2 ；

S_1 ——试样拉断后断口处的截面积， mm^2 。

δ 和 ψ 的值越大，表示金属材料的塑性越好。这样的金属可以发生大量塑性变形而不破坏。

3. 硬度

材料抵抗局部变形，特别是塑性变形、压痕或划痕的能力称为硬度。硬度是衡量钢材软硬的一个指标，根据测量方法不同，其指标可分为布氏硬度（HBS）、洛氏硬度（HR）、维氏硬度（HV）。依据硬度值可近似地确定抗拉强度值。

4. 韧性

金属材料抗冲击载荷不致被破坏的性能，称为韧性。它的衡量指标是冲击韧性值。冲击韧性值指试样冲断后缺口处单位面积所消耗的功，用符号 α_k 表示。 α_k 值越大，材料的韧性越好；反之，脆性越大。材料的冲击韧性值与温度有关，温度越低，冲击韧性值越小。

5. 疲劳强度

钢材在交变荷载反复多次作用下，可在最大应力远低于抗拉强度的情况下突然破坏，这种破坏称为疲劳破坏。钢材的疲劳破坏指标用疲劳强度（或称疲劳极限）来表示，它是指试件在交变应力的作用下，不发生疲劳破坏的最大应力值。

研究证明，钢材的疲劳破坏是拉应力引起的，首先在局部开始形成微细裂纹，其后由于裂纹尖端处产生应力集中而使裂纹迅速扩展直至钢材断裂。因此，钢材的内部成分的偏析、夹杂物的

多少以及最大应力处的表面光洁程度、加工损伤等，都是影响钢材疲劳强度的因素。

6. 蠕变

在长期固定载荷作用下，即使载荷小于屈服强度，金属材料也会逐渐产生塑性变形的现象称蠕变。蠕变极限值越大，材料的使用越可靠。温度越高或蠕变速度越大，蠕变极限就越小。

(二) 钢 的 分 类

钢是含碳量在 0.04%~2.3%之间的铁碳合金。为了保证其韧性和塑性，含碳量一般不超过 1.7%。钢的主要元素除铁、碳外，还有硅、锰、硫、磷等。钢的分类方法多种多样，其主要方法有如下七种：

1. 按品质分类

- (1) 普通钢 ($P \leq 0.045\%$, $S \leq 0.050\%$)。
- (2) 优质钢 (P 、 S 均 $\leq 0.035\%$)。
- (3) 高级优质钢 ($P \leq 0.035\%$, $S \leq 0.030\%$)。

2. 按化学成分分类

- (1) 碳素钢：低碳钢 ($C \leq 0.25\%$)；中碳钢 ($C \leq 0.25\% \sim 0.60\%$)；高碳钢 ($C \leq 0.60\%$)。
- (2) 合金钢：低合金钢 (合金元素总含量 $\leq 5\%$)；中合金钢 (合金元素总含量 $> 5\% \sim 10\%$)；高合金钢 (合金元素总含量 $> 10\%$)。

3. 按成形方法分类

- (1) 锻钢；
- (2) 铸钢；

(3) 热轧钢；

(4) 冷拉钢。

4. 按金相组织分类

(1) 退火状态的：亚共析钢（铁素体+珠光体）；共析钢（珠光体）；过共析钢（珠光体+渗碳体）；莱氏体钢（珠光体+渗体）。

(2) 正火状态的：珠光体钢；贝氏体钢；马氏体钢；奥氏体钢。

(3) 无相变或部分发生相变的。

5. 按用途分类

(1) 建筑及工程用钢：普通碳素结构钢；低合金结构钢；钢筋钢。

(2) 结构钢：

1) 机械制造用钢：(a) 调质结构钢；(b) 表面硬化结构钢：包括渗碳钢、表面淬火用钢；(c) 易切结构钢；(d) 冷塑性成形用钢：包括冷冲压用钢、冷镦用钢。

2) 弹簧钢。

3) 轴承钢。

(3) 工具钢：碳素工具钢；合金工具钢；高速工具钢。

(4) 特殊性能钢：不锈钢耐酸钢；耐热钢，包括抗氧化钢、热强钢、气阀钢；电热合金钢；耐磨钢；低温用钢；电工用钢。

(5) 专业用钢：如桥梁用钢、船舶用钢、锅炉用钢、压力容器用钢、农机用钢等。

6. 综合分类

(1) 普通钢：

1) 碳素结构钢：(a) Q195；(b) Q215 (A、B)；(c) Q235 (A、B、C)；(d) Q255 (A、B)；(e) Q275。

2) 低合金结构钢。

3) 特定用途的普通结构钢。

(2) 优质钢 (包括高级优质钢):

1) 结构钢: (a) 优质碳素结构钢; (b) 合金结构钢; (c) 弹簧钢; (d) 易切钢; (e) 轴承钢; (f) 特定用途优质结构钢。

2) 工具钢: (a) 碳素工具钢; (b) 合金工具钢; (c) 高速工具钢。

3) 特殊性能钢: (a) 不锈钢; (b) 耐热钢; (c) 电热合金钢; (d) 电工用钢; (e) 高锰耐磨钢。

7. 按冶炼方法分类

(1) 按炉种分:

1) 平炉钢: (a) 酸性平炉钢; (b) 碱性平炉钢。

2) 转炉钢: (a) 酸性转炉钢; (b) 碱性转炉钢或 (a) 底吹转炉钢; (b) 侧吹转炉钢; (c) 顶吹转炉钢。

3) 电炉钢: (a) 电弧炉钢; (b) 电渣炉钢; (c) 感应炉钢; (d) 真空自耗炉钢; (e) 电子束炉钢。

(2) 按脱氧程度和浇注制度分: 沸腾钢; 半镇静钢; 镇静钢; 特殊镇静钢。

(三) 钢材热处理知识

钢在固态下加热到一定温度, 在这个温度下保持一定时间, 然后以一定冷却速度冷却到室温, 以获得所希望的组织结构和工艺性能, 这种加工方法称为热处理。热处理在机械制造业中占有十分重要的地位。

热处理之所以能使钢的性能发生变化, 其根本原因是由于铁有同素异构转变, 从而使钢在加热和冷却过程中, 其内部发生了组织与结构变化的结果。

根据加热、冷却方法的不同可分为退火、正火、淬火、回

火等。

1. 退火

定义：将钢加热到适当温度并保持一定时间，然后缓慢冷却（一般随炉冷却）的热处理工艺称为退火。

目的：①降低钢的硬度，提高塑性，以利于切削加工及冷变形加工；②细化晶粒，均匀钢的组织及成分，改善钢的性能或为以后的热处理作准备；③消除钢中的残余内应力，以防止变形和开裂。

常用的退火方法有完全退火、球化退火、去应力退火等几种。

（1）完全退火

将钢完全奥氏体化，随之缓慢冷却，获得接近平衡状态组织的工艺称为完全退火。它可降低钢的强度，细化晶粒，充分消除内应力。

完全退火主要用于中碳钢及低、中碳合金结构钢的锻件、铸件等。

（2）球化退火

为使钢中碳化物呈球状化而进行的退火称为球化退火。它不但可使材料硬度低，便于切削加工，而且在淬火加热时，奥氏体晶粒不易粗大，冷却时工件的变形和开裂倾向小。

球化退火适用于共析钢及过共析钢，如碳素工具钢、合金工具钢、轴承钢等。

（3）去应力退火

为了去除由于塑性变形、焊接等原因造成的以及铸件内存在的残余应力而进行的退火称为去应力退火。

工艺是：将钢加热到略低于 A_1 的温度（一般取 $600 \sim 650^\circ\text{C}$ ），经保温缓慢冷却即可。在去应力退火中，钢的组织不发生变化，只是消除内应力。

零件中存在内应力是十分有害的，如不及时消除，将使零件