

电力施工企业职工岗位技能培训教材

起重技术

中国电力企业联合会企业部组织
西北电力建设一公司
汤毛志 主编



中国电力出版社

电力施工企业职工岗位技能培训

起重技术

中国电力出版社
西北

江苏联合职业技术学院图书馆

汤毛志 主编

藏书章

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是火电建设类初、中、高级工培训教材之一。内容包括起重基础知识和实际操作方法。着重讲解了起重工、机具的结构、性能、规格和使用方法,对装卸与运输的类型及施工方法、火力发电厂热机系统的主要设备的组合吊装及运输方法也作了比较详细的介绍。

本书除作为起重工初、中、高级工培训教材外,也可供其他专业人员阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

起重技术/汤毛志编著. -北京:中国电力出版社,1998.12

电力施工企业职工岗位技能培训教材

ISBN 7-80125-918-1

I. 起… II. 汤… III. 起重机械-技术培训-教材
IV. TH2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 25606 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京鑫正大印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1999 年 3 月第一版 2002 年 5 月北京第三次印刷
787 毫米×1092 毫米 32 开本 12.5 印张 276 千字
印数 6201—9200 册 定价 15.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

电力施工企业职工岗位技能 培训教材编审委员会

名誉主任：张绍贤 刘 宏

主 任：赵宗鹤 贾国栋

副 主 任：孙永安 张克让 孙力源（常务）

王 钜

委 员：（排名不分先后）

程连飞 段景祥 周炳申 徐玉华

朱铁生 马惠廉 张乐安 杨逸云

杨万涛 乐秀弟 李新华（常务）

李汉型（常务） 徐相奎

前 言

为适应施工企业深化改革,加强管理和提高职工队伍素质的需要,继1994年出版发行了《电力施工企业中层干部岗位培训教材》之后,我们又组织编写了这套《电力施工企业职工岗位技能培训教材》。

组织编写这套教材,考虑到以下三个方面的情况:一是近十几年来我国电力建设事业发展速度很快,每年装机都超过1000万kW,这个发展速度不仅缓解了我国长期缺电的局面,同时也带动了电力施工企业管理和技术的进步,在施工中遇到了许多新设备,出现了许多新技术和新工艺,对此应当及时进行总结和推广,原来的培训教材已难以适应现在的需要;二是施工企业进入市场参与竞争,必须不断提高队伍素质和加强职工培训,因此教材建设就是一项不可缺少的基础工作;三是工人技术等级标准已修订并颁发了多年,也应有一套新的教材与之适应。总之培训教材必须适应情况的变化和满足实际需要。

这套教材覆盖了火电、送变电施工14个主要岗位工种,共13册,不仅适用于火电、送变电施工企业职工岗位技能培训,也适用于发供电企业安装、检修人员的岗位技能培训,电力系统中专技校及其他行业有关人员的岗位培训也可选用和参考。

这套教材的主要特点是紧密联系施工实际,突出操作技能,兼顾必要的基础技术知识。火电以国产300MW机组安装技术为主,送变电以500kV设备安装技术为主,兼顾了330kV和220kV送变电施工技术。

除“送电线路施工”两个分册外,每册书后附有“教材使用说明”,以便针对不同培训对象,灵活选用教材内容。

组织编写这套教材,得到了很多单位的支持,特别是陕西电建总公司、山东电力集团公司、山东电建一公司、上海电力建设局、陕西电建

一公司、陕西电建三公司、甘肃送变电公司、陕西送变电公司等单位及有关同志做了大量的工作。

主要参加编写人员及分工如下：

热工仪表及控制装置安装	马惠廉
电气二次回路接线及施工	牟思浦
高压电气设备安装	魏国柱
管道安装	谢万钧
厂用电安装	姚展祥
汽轮机本体安装	苏云提
汽轮机辅机安装	李浩然
起重技术	汤毛志
锅炉本体安装	刘永贵
锅炉辅机安装	李盈昌
锅炉钢架安装	刘永贵
送电线路施工（初、中级工）	朱延庆
送电线路施工（高级工）	王洪昌

在教材出版发行之际，谨对上述单位及有关编审人员表示诚挚谢意。

由于我们经验不足、水平有限，致使培训教材出现疏漏以至错误之处在所难免，在此恳请给予批评指正。

电力施工企业职工岗位技能培训教材编审委员会
中国电力企业联合会企业部

1998年6月

编 者 说 明

随着电力工业的迅速发展，对职工队伍的技术素质提出了越来越高的要求。工人是生产的主力军，通过培训，不断提高工人的文化知识和生产技能，提高劳动效率，是一项根本性的、有战略意义的工作。为了满足技术培训的需要，根据上级领导的指示精神，编写了既适应火电建设各类起重作业人员的专业培训，又适合其他专业人员阅读参考的《起重技术》。

本书是在原编写的学徒工、初级工培训教材及技工培训教材的基础上编写而成的。本书由西北电力建设第一工程公司汤毛志主编，西北电力建设第一工程公司王宝兴担任主审。

由于编写时间仓促，培训教材中肯定存在错误和不足之处，希望使用单位和广大读者提出宝贵意见。

编者

1999年3月

努力搞好教材建設
為提高電業職工
素質服務

史大楨
丁巳年春

目 录

前 言

编者说明

第一章 起重基础知识	1
第一节 面积的计算	1
第二节 体积的计算	2
第三节 圆周等分弦之长度	4
第四节 重量的计算	6
第五节 应用三角	11
第六节 力的基本概念	17
第七节 重心	35
第八节 摩擦与惯性	36
第九节 材料强度的基本概念和计算	46
复习题	58
第二章 起重索具、工具和地锚	60
第一节 麻绳	60
第二节 钢丝绳	64
第三节 钢丝绳绳卡（卡头）	82
第四节 卡环	85
第五节 吊环与吊钩	89
第六节 起重专用工具	92
第七节 地锚	103
复习题	116
第三章 常用起重机具	118
第一节 千斤顶	118

第二节	链式起重机	124
第三节	滑车和滑车组	127
第四节	卷扬机	144
第五节	电动葫芦	151
复习题		152
第四章	起重工的基本操作法	155
第一节	起重工的“五步”工作法	155
第二节	起重工的“十字”操作法	157
第三节	常用绳扣系结法	167
第四节	绳索的插接法	172
第五节	起重指挥信号	180
第六节	起重作业安全注意事项	186
复习题		191
第五章	一般起重机	193
第一节	木质桅杆起重机	193
第二节	金属桅杆起重机	201
第三节	系缆式桅杆起重机	211
第四节	回转桁架式桅杆起重机	213
第五节	缆索起重机	215
复习题		224
第六章	工程起重机	226
第一节	工程起重机的分类及其特点	226
第二节	工程起重机的主要机构	233
第三节	工程起重机的主要技术参数	235
第四节	工程起重机的安装	239
第五节	移动式起重机的整机稳定性	257
复习题		261

第七章 装卸和运输	263
第一节 设备装卸车的分类	263
第二节 运输的分类	265
第三节 大件设备装、运、卸实例介绍	271
第四节 设备、构件装、运、卸施工方案 编制依据	295
复习题	298
第八章 钢结构及混凝土构件吊装	300
第一节 混凝土和预制构件的概述	300
第二节 构件的分段	304
第三节 板的堆放	306
第四节 构架的吊装	307
第五节 梁、板和屋架的吊装	317
第六节 构件吊装实例	319
第七节 混凝土电杆的吊装	323
第八节 钢结构件的吊装	327
复习题	333
第九章 电厂机、炉设备吊装	335
第一节 锅炉设备简介	335
第二节 典型锅炉设备吊装	337
第三节 锅炉主要组合件吊装	347
第四节 锅炉设备吊装施工方案的编制	361
第五节 汽轮发电机主要设备吊装	365
复习题	387
使用说明	389

第一章 起重基础知识

在火力发电厂的建设过程中，设备的装卸车，运输及组合吊装，经常会遇到数学和力学方面的概念和知识。作为一个起重工，必须熟知这些知识并运用自如。例如被吊件的外形尺寸有多大，重量是多少，选用什么样的工机具，采用什么样的方法进行施工比较合理等等。因此，有关设备的面积、体积、重量、圆周等分弦的长度、三角、摩擦力、惯性力、力的分解与合成、简单的机械原理、载荷与应力、材料强度的基本概念和简单计算等等，都是起重工应掌握的基础知识。

第一节 面积的计算

在施工中，为了合理的选择施工场地、施工方法以及工机具，就需要进行面积计算。在进行面积计算时，单位必须统一。有时物体形状不规则，运算时，首先进行分别计算，然后再相加。图 1-1 所示的物体的形状就是由半圆 I，长方形 II，正方形 III 和三角形 IV 所组成。

其计算步骤如下：

$$S_I = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot b^2 \right) = \frac{1}{8} \pi b^2$$

$$S_{II} = b \cdot L$$

$$S_{III} = a^2$$

$$S_{IV} = \frac{1}{2} a \cdot h$$

即：

$$S = S_I + S_{II} + S_{III} + S_{IV}$$

$$= \frac{1}{8}\pi b^2 + bL + a^2 + \frac{1}{2}ah$$

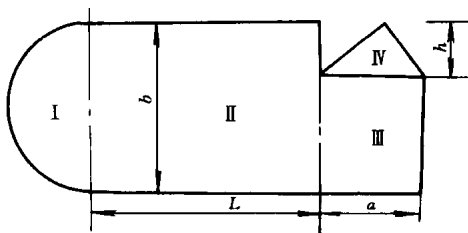


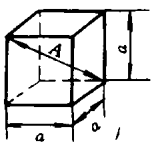
图 1-1 不规则件平面尺寸示意图

在工作中，经常遇到的有三角形、平行四边形、圆形等。

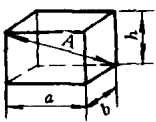
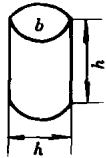
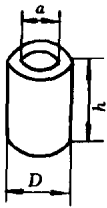
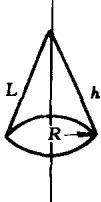
第二节 体 积 的 计 算

为了计算被吊物体的重量，就需先求出此物体的体积，几种常见物体图形体积的计算方法如表 1-1。

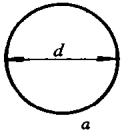
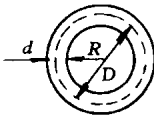
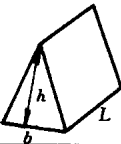
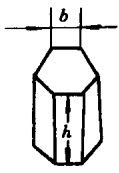
表 1-1 立体图形及计算公式表

序号	图 例	计 算 公 式 V—体积 S—表面积 S _侧 —侧面积
1	正立方体 	$V = a^3$ $S = 6a^2 \quad S_{\text{侧}} = 4a^2$ $A = a \cdot \sqrt{3} \approx 1.7321a$

续表

序号	图 例	计 算 公 式 V—体积 S—表面积 S _s —侧面积
2	长方体 	$V = ab \cdot h$ $S = 2(ab + ah + bh)$ $S_s = 2h(a + b)$ $A = \sqrt{a^2 + b^2 + h^2}$
3	圆柱体 	$V = \pi r^2 \cdot h$ $S = 2\pi r(r + h)$ $S_s = 2\pi r \cdot h$
4	中空圆柱体 	$V = \pi h(R^2 - r^2)$ $= \pi \delta h(D - \delta)$ $= \pi \delta h(2r + \delta)$
5	圆锥体 	$V = \frac{\pi R^2 \cdot h}{3} = 1.0472 R^2 \cdot h$ $S = \pi RL + \pi R^2 = \pi R(L + R)$ $S_s = \pi RL = \pi R \sqrt{R^2 + h^2}$ $L = \sqrt{R^2 + h^2}$

续表

序号	图 例	计 算 公 式 V—体积 S—表面积 S _侧 —侧面积
6	球 体 	$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = 4.18879r^3 = \frac{1}{6}\pi d^3$ $S = 4\pi r^2 = \pi d^2$ $r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$
7	圆 环 体 	$V = 2\pi^2 R \cdot r^2 = \frac{1}{4}\pi^2 D d^2$ $S = 4\pi^2 R \cdot r = \pi^2 D d$
8	任意三角形体 	$V = \frac{1}{2}b \cdot h \cdot L$
9	正六角形柱体 	$V = 2.598b^2 \cdot h$

第三节 圆周等分弦之长度

在我们日常的工作中,经常遇到圆周等分弦这个问题。那

么，我们怎样才能等分圆周长呢？

将一个圆分成若干等分，其圆上每相邻两点间的距离就是等分弦之长度。如图 1-2 所示， a 就是圆周六等分之长度。相邻两弦相交点就是我们平时要求的点。

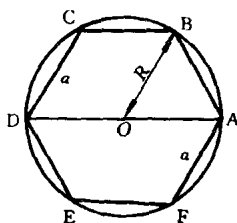


图 1-2 圆周六等分弦之长度

在架设桅杆起重机，确定拖拉绳的锚坑位置间距时，常运用圆周等分弦之长度公式进行计算。公式如下

$$\text{弦长} = 2 \times \text{半径} \times \text{弦长系数}$$

常用圆周等分弦长系数见表 1-2。

表 1-2 圆周等分弦长系数

等分数	弦长系数	等分数	弦长系数	等分数	弦长系数
3	0.8660	7	0.4339	11	0.2817
4	0.7071	8	0.3827	12	0.2589
5	0.5878	9	0.3420	13	0.2393
6	0.5000	10	0.3090	14	0.2225

例 1-1 已知桅杆起重机每个拖拉绳的锚坑与底座距离均为 100m，共挖八个锚坑，如图 1-3 所示，求各地锚坑相距多远？

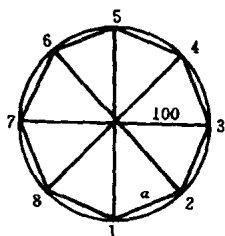


图 1-3 锚坑点示意图

解 圆周八等分，查表 1-2 知：弦长系数为 0.3827

$$\begin{aligned} \text{则：坑距} &= 2 \times \text{半径} \times \text{弦长系数} \\ &= 2 \times 100 \times 0.3827 \\ &= 76.54(\text{m}) \end{aligned}$$

第四节 重量的计算

前一节已经讲过，物体的体积，可以按各种形体选用各自的体积计算公式进行计算。如形体复杂，可以将其分割进行单独计算，而后相加。

质量和重量有密切的联系，但实际上它们是完全不同的两个物理量。它们之间的区别在于：第一，一个物体的质量表示这个物体所含的物质的多少和惯性的大小；一个物体的重量是由于地球的吸引而受到的力，也是产生重力加速度的原因。第二，一个物体的质量是恒量，把它放到任何地方总是不变的；一个物体的重量是变量，同一物体在地球上各个地方的重量并不一样。第三，物体的质量是一个没有方向性的物理量，是一个标量；重量是一个矢量，方向总是竖直向下的。

在物理学中，常常用单位体积的物质的重量来比较轻重。例如 1m^3 铁的重量是 78kN ， 1m^3 水银的重量是 136kN ， 1m^3 水的重量是 10kN 等等。这样，各种物质的轻重就非常明显了。

我们用重度这个名词来表示各种物质的轻重，某一物质的重度等于这一物质的重量跟它的体积的比，也就是单位体积的这种物质的重量。 G 代表它的重量， V 代表体积， γ 代表重度。那么

$$\gamma = G/V$$

重度的单位是重量和体积单位的组合，如果体积的单位用 m^3 ，重量的单位用 kN 来表示，那么重度的单位就是 kN/m^3 。