

铁路工人职业技能培训教材



装卸工

ZHUANGXIEGONG

铁道部劳动和卫生司
铁道部运输局



中国铁道出版社



铁路工人职业技能培训教材

装 卸 工

铁道部劳动和卫生司

铁道部运输局

中国铁道出版社

2008年·北京

图书在版编目(CIP)数据

装卸工/铁道部劳动和卫生司,铁道部运输局编.
北京:中国铁道出版社,2005.6(2008.7重印)
铁路工人职业技能培训教材
ISBN 978-7-113-06513-3

I. 装… II. ①铁…②铁… III. 铁路运输:货物运输-装卸工艺-技术培训-教材 IV. U294.26

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第058563号

书 名: 铁路工人职业技能培训教材
装卸工
作 者: 铁道部劳动和卫生司、铁道部运输局
出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
责任编辑: 黄 燕
特邀编辑: 沙 成
封面设计: 马 利
印 刷: 中国铁道出版社印刷厂
开 本: 787 mm × 1 092 mm 16开本 印张: 7.75 字数: 186千
版 本: 2005年6月第1版 2008年7月第2次印刷
印 数: 4 001 ~ 7 000册
书 号: ISBN 978-7-113-06513-3/U · 1796
定 价: 16.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话:路电(021)73044 发行部电话:路电(021)73169

市电(010)51873044

市电(010)63545969

本书参编单位及人员

主编单位: 郑州铁路局

主 编: 李全欣 常立新 张敬勇

主 审: 刘 哲 田鸿静

审稿人员: 王淑花 周家宏 孟凡瑞

序

由铁道部劳动和卫生司、运输局牵头组织,一些从事铁路职业教育的教师、各业务部门骨干及工程技术人员参加编写的《铁路工人职业技能培训教材》与广大职工见面了。

这套培训教材通俗易懂、图文并茂、易于自学,有较强的现实性和针对性,既较好地适应了当前铁路职工岗位达标培训及技能鉴定的需要,又考虑了今后一定时期技术和管理的发展趋势,是一套有价值的培训教材。相信这套教材在提高职工技术业务素质方面,将会发挥很好的作用。

党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标,其中一个重要的文化目标,就是要形成全面学习、终身学习的学习型社会。十六届三中全会又进一步强调,要“构建现代国民教育体系和终身教育体系,建设学习型社会,全面推进素质教育”,并提出了包括统筹人与自然和谐发展的“五个统筹”的要求。在生产力的诸要素中,人是最能动、最积极的因素。人的素质提高,是开拓、创造先进生产力的重要保证。因此,我们抓好教育,培养人才,既是适应全面建设小康社会需要、实现铁路跨越式发展和促进社会主义物质文明、政治文明、精神文明协调发展的客观要求,也是实践“三个代表”重要思想的具体体现。

以胡锦涛同志为总书记的党中央对人才工作高度重视,把实施人才强国战略放在关系党和国家事业全局的重要地位。全路各单位要按照党中央的要求,把培养人才工作放在更加重要的战略位置,坚持以“三个代表”重要思想为指导,认真贯彻党的十六大和十六届三中全会精神,全面落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,积极推进铁路职业教育的体制创新、制度创新和教育教学改革,全面提高铁路职工队伍素质,使职业教育工作更好地为铁路跨越式发展服务,为促进铁路各项事业全面协调发展服务。

编好教材是提高培训质量的关键。随着铁路跨越式发展的全面推进,新知识、新技术、新设备、新工艺必将大量用于生产实践;同时,在铁路管理体制、经营机制、作业和建设标准、服务理念等方面也将产生深刻的变革,迫切要求铁路职工在知识、技术和观念上进行更新。加快职工培训教材建设,已成为加强和改进铁路职工教育培训工作的当务之急。

这套教材的编写和出版发行,应该说是一个良好的开端。希望今后看到更多、更好地反映铁路新知识、新技术的各类培训教材问世,为进一步抓好铁路职工素质教育提供高质量的精品。

刘志军

2003年12月

前言

近年来部领导多次指出:建设一支高素质的铁路职工队伍,既是保证运输安全的现实需要,也是铁路长远发展的根本大计;并反复强调:全面提高职工队伍素质,是实现科教兴路的重要内容,狠抓职工教育培训,在职工素质达标上抓落实、求深化,把可靠的行车设备、先进的技术装备与高素质的职工队伍结合起来,是实现运输安全基本稳定的必由之路。

素质提高靠培训,教材是培训的基础。为了给铁路运输业主要工种的工人提供一套适应性较好、可读性较强的职业技能培训教材,以进一步提高其技术业务素质,更好地满足铁路科技进步对职工队伍素质的要求,为铁路安全运输生产服务,铁道部决定再统一组织编写《铁路工人职业技能培训教材》(指定培训教材)。教材由铁道部劳卫司牵头,各铁路局分工编写,铁道部运输局各业务部门审定,携手合作,共同完成。

这套教材包括铁路运输(车务、客运、货运、装卸)、机务、车辆、工务、电务部门的45个工种(职名),是以《铁路职业技能标准》、《铁路职业技能鉴定规范》、《铁路运输企业岗位标准》中的知识和技能要求为依据,并参考《铁路工人职业技能培训教学计划、教学大纲》的内容编写的。教材本着突出技能的原则,强调培训的针对性、实用性和有效性,以专业知识为主要内容,充分反映铁路的新技术、新材料、新工艺、新设备及新标准、新规程;力求贴近现场实际,并应用案例教学的手法,用直观的案例和图示进行分析和说明,努力提高培训的质量和效果;以提高岗位技能为核心,突出非正常情况下应急处理能力的训练;同时,本着“少而精”的原则,知识以必须、够用为度,文字力争生动、通俗易懂,图文并茂。它既可以作为工人新职、转岗、晋升的规范化岗位培训教材,也可以作为各种适应性岗位培训的选学之用(适用于各级职业学校教学),还可作为职工自学课本。同时,每章后面还列有复习、思考、练习题,作为考工、鉴定的参考。总之,这套教材的出版,将力图使培训、岗位达标及职业技能鉴定结合起来,使培训、考核、使用、待遇相统一的政策得以逐步落实。

铁道部劳动和卫生司

铁道部运输局

2003年12月



目 录

第一章 基础理论知识	1
第一节 数学基础知识.....	1
第二节 力学基本知识.....	10
第三节 电工知识.....	19
第四节 计量基础知识.....	27
复习思考题.....	29
第二章 相关业务知识	30
第一节 消防知识.....	30
第二节 劳动保护基本知识.....	32
第三节 起重作业一般知识.....	33
第四节 货车种类与标记.....	34
复习思考题.....	37
第三章 装卸综合知识	38
第一节 人力装卸作业安全技术要求.....	38
第二节 货物装载加固的基本技术条件和方法.....	52
第三节 危险货物装卸的基本知识.....	58
第四节 常用机具.....	60
复习思考题.....	63
第四章 铁路装卸作业标准	66
第一节 铁路装卸作业程序标准.....	66
第二节 铁路装卸人力作业标准.....	69
第三节 铁路运输货物堆码标准.....	73
第四节 包装储运图示标志.....	80
第五节 铁路装卸名词术语.....	81
复习思考题.....	86
第五章 铁路装卸作业	88
第一节 装卸作业线路安全防护.....	88
第二节 装卸车前后“三检”制.....	89
第三节 常见货车车门的启、闭,篷布的苫、撤和折叠.....	90
第四节 常见货物装卸车作业.....	92
第五节 掏装箱作业.....	114
第六节 典型事故案例分析.....	115
复习思考题.....	116

第一章

基础理论知识

第一节 数学基础知识

一、代数方程

含有未知数的等式叫方程。

1. 一元一次方程

只含有一个未知数，并且未知数的最高次数是 1 的整式方程称为一元一次方程，如

$$2x+3=9$$

一元一次方程一般有加减、乘除和混合 3 种形式，不同形式的方程有不同的解法。

(1) 解加减形式的方程

在等式 $a+b=c$ 中：

若 a 为未知数，则 $a=c-b$

若 b 为未知数，则 $b=c-a$

(2) 解乘除形式的方程

在等式 $a \cdot b = c$ 中：

若 a 为未知数，则 $a=c/b$

若 b 为未知数，则 $b=c/a$

(3) 解混合形式的方程

在等式 $b/a+c=d$ 中：

若 a 为未知数，则 $a=b/(d-c)$

若 b 为未知数，则 $b=a(d-c)$

[例 1] 解方程： $2x+3=9$

解：

$$2x+3=9, 2x=6, x=6/2=3$$

利用一元一次方程解应用题时，主要是分析题意，找出已知数、未知数及它们之间的关系，再列方程求解。

[例 2] 某站需装一批钢材 280 t，使用标重 50 t 和 60 t 车辆共 5 辆，问如何安排车辆，才能使每辆车均达到满载？

解：设 50 t 车辆用 x 辆，则 60 t 车辆数为 $(5-x)$ 辆，根据题意可知其等量关系为：

$$50 \text{ t (车辆装车总重)} + 60 \text{ t (车辆装车总重)} = 280 \text{ t}$$

数学表达式即方程式可列为：

$$50x+60(5-x)=280$$



$$\text{解方程: } 50x + 300 - 60x = 280$$

$$10x + 280 = 300$$

$$10x = 20$$

$$x = 2$$

答: 50 t 车辆数为 2 辆, 60 t 车辆数为 3 辆。

[例 3] 电瓶叉车充电工将含量 75% 的硫酸加蒸馏水稀释成含量是 45% 的硫酸 200 mL, 问需要含量 75% 的硫酸多少毫升?

解: 含量 45% 的硫酸表示 100 mL 中含硫酸 45 mL, 同样 75% 的硫酸表示 100 mL 中含硫酸 75 mL。

因加蒸馏水前后所含纯硫酸的量没有改变, 即等量关系为:

加水前纯硫酸含量 = 加水后纯硫酸含量

设: 需要 75% 的硫酸 x 毫升

列方程: $75\%x = 45\% \times 200$

$$x = 45\% \times 200 \div 75\%$$

$$x = 120$$

答: 需要 75% 的硫酸 120 mL。

2. 二元一次方程

含有二个未知数, 且未知数的次数都是一次的方程为二元一次方程, 如:

$$2x + 3y = 6$$

一般一个方程只能解一个未知数, 对二元一次方程来讲, 如果只有一个方程, 则有无数组解适合该方程。如 $2x + 3y = 6$, 其解有:

$$\begin{cases} x=0 \\ y=2 \end{cases} \begin{cases} x=3 \\ y=0 \end{cases} \dots\dots$$

所以, 二元一次方程需要两个方程才能有唯一的解。

[例 4] 解方程组:

$$\begin{cases} 3x + y = 40 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} 2x + 5y = 44 \end{cases} \quad (2)$$

解法一: 代入消元法

变 (1) 为 $y = 40 - 3x$

将 (3) 式代入 (2) 式, 得:

$$2x + 5(40 - 3x) = 44$$

$$2x + 200 - 15x = 44$$

$$15x - 2x = 200 - 44 \quad 13x = 156$$

$$\text{所以 } x = \frac{156}{13} = 12$$

将 $x = 12$ 代入 (3) 式, 得:

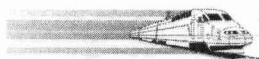
$$y = 40 - 3 \times 12 = 4$$

即方程组的解为: $x = 12, y = 4$ 。

解法二: 加减消元法

(1) 式两边同乘 5, 得: $15x + 5y = 200$

(4)



(4) 式减 (2) 式, 得:

$$15x + 5y - 2x - 5y = 200 - 44$$

$$13x = 156, x = 12$$

将 $x=12$ 代入 (1) 式, 得: $y=40-36=4$

则方程组的解为:

$$\begin{cases} x=12 \\ y=4 \end{cases}$$

[例 5] 题为 [例 2], 请列二元一次方程组求解。

解: 设 50 t 车辆为 x 辆, 60 t 车辆为 y 辆, 根据车辆总数列式为:

$$x + y = 5$$

根据总重量列式为:

$$50x + 60y = 280$$

则方程组为:

$$\begin{cases} x + y = 5 \\ 50x + 60y = 280 \end{cases}$$

此题无论用代入消元法还是加减消元法, 均能得:

$$\begin{cases} x=2 \\ y=3 \end{cases}$$

3. 一元二次方程

前面讨论的都是一次方程, 但在生产实际中还会遇到二次方程。

只含一个未知数, 且未知数的最高次数是 2 的方程, 叫做一元二次方程。

一元二次方程的一般形式是:

$$ax^2 + bx + c = 0 \quad (a \neq 0)$$

其中叫 ax^2 二次项, a 为二次项系数; bx 叫一次项, b 为一次项系数; c 为常数项。 b 、 c 可以为正数、负数或零; a 不为零。因为如果 $a=0$, 就不是二次方程。

(1) 一元二次方程的解法

[例 6] 解方程: $x^2 = 16$

解: 由平方根的意义可知, 满足此方程的未知数 x 的值就是 16 的两个平方根 4 及 -4, 即

$$x = \sqrt{16} = \pm 4$$

此方程的两个根分别记为:

$$x_1 = 4, x_2 = -4$$

以上的例子是缺少一次项的一元二次方程, 对于此类型的方程, 我们可以直接用以上方法求解。

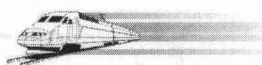
对形如 $ax^2 + bx + c = 0$ 的一元二次方程通用的解法是公式法, 即直接用求根公式求解的值。

求根公式为:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (a \neq 0)$$

当 $b^2 - 4ac > 0$ 时, 方程有两个不相等的实数根; 当 $b^2 - 4ac = 0$ 时, 方程有两个相等的实数根; 当 $b^2 - 4ac < 0$ 时, 方程无实数根。

[例 7] 用公式法解方程: $3x^2 + 5x = 12$



解：化为一般形式 $3x^2 + 5x - 12 = 0$

这里 $a=3$, $b=5$, $c=-12$, 代入公式得：

$$x = \frac{-5 \pm \sqrt{5^2 - 4 \times 3 \times (-12)}}{2 \times 3}$$

$$= \frac{-5 \pm \sqrt{169}}{6} = \frac{-5 \pm 13}{6}$$

所以 $x_1 = \frac{4}{3}$, $x_2 = -3$

【例 8】请判别方程 $x^2 - 6x + 9 = 6x - 3x^2$ 的根的情况。

解：化方程为一般式： $4x^2 - 12x + 9 = 0$

$$\text{由 } b^2 - 4ac = (-12)^2 - 4 \times 4 \times 9$$

$$= 144 - 144 = 0$$

说明方程有两个相等的实根。

(2) 一元二次方程的应用

【例 9】在一块宽 1.2 m、长 1.65 m 的铁板的四个角上截去四个相等的小正方形（见图 1—1），然后弯边，做成一个底面积为 1 m^2 的无盖盒子。问小正方形的边长是多少？

解：设小正方形的边长为 x ，则盒子的底的长为 $(1.65 - 2x)$ ，宽为 $(1.2 - 2x)$

$$\text{列方程：} (1.65 - 2x) \times (1.2 - 2x) = 1$$

$$\text{整理得：} 4x^2 - 5.7x + 0.98 = 0$$

$$\text{则 } x = \frac{-(-5.7) \pm \sqrt{(-5.7)^2 - 4 \times 4 \times 0.98}}{2 \times 4}$$

$$x = \frac{5.7 \pm \sqrt{16.81}}{8} = \frac{5.7 \pm 4.1}{8}$$

$$x_1 = 0.2, x_2 = 1.225$$

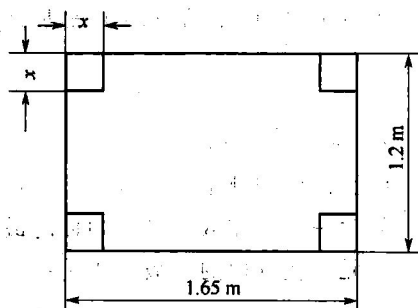


图 1—1

据实际情况，小正方形边长为 1.225 m 是不可能的，所以小正方形的边长应为 0.2 m。

二、三 角 形

根据三角形内角的特点可分为锐角三角形、直角三角形和钝角三角形。锐角三角形的三个内角都是锐角（小于 90° 的角叫锐角），直角三角形的三个内角中有一个是直角（等于 90° 的角叫直角），钝角三角形的三个内角中有一个是钝角（大于 90° 的角叫钝角）。根据三角形三条边的长短可分为等边三角形、等腰三角形和不等边三角形。三条边都相等的三角形叫等边三角形，有两条边相等的三角形叫等腰三角形，三条边都不相等的三角形叫不等边三角形。

1. 三角形内角和定理

三角形三个内角的和等于 180° 。

【例 10】求六角螺母的每个内角。

解：各边相等且内角都相等的多边形叫正多边形，六角螺母的正面图是正六边形。

过六边形 $ABCDEF$ 的一个顶角 A ，作对角线 AC 、 AD 、 AE ，如图 1—2 所示，这样就把这个六边形分成四个三角形。因此，六边形六个内角的和就等于这四个三角形内角之和的总和，所以六角螺母内角之和 $= 4 \times 180^\circ = 720^\circ$ 。

因为六角螺母是正多边形，其六个内角都相等，每个角等于内角之和的 $1/6$ ，所以六角螺母每个内角为：

$$720^\circ \div 6 = 120^\circ$$

由以上式子可推出正多边形的内角和公式：

$$\text{内角和} = (n-2) \times 180^\circ$$

其中 n 为正多边形的边数。

2. 勾股定理

勾股定理：直角三角形的斜边的平方等于两条直角边的平方的和。

勾股定理反映了直角三角形三条边之间的一种特殊关系，是其他三角形所没有的，也正因其特殊，勾股定理在工作实践中有着广泛的用途。

数学表达式写为： $AB^2 = BC^2 + AC^2$

其中 AB 为斜边， BC 和 AC 为两条直角边。

[例 11] 图 1—3 中所示的工件，求图中两圆孔中心 A 、 B 间的距离。

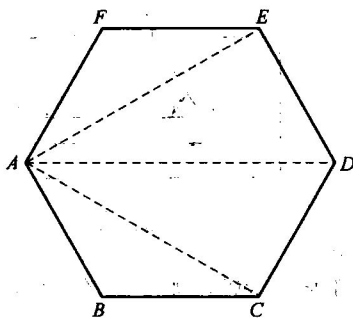


图 1—2

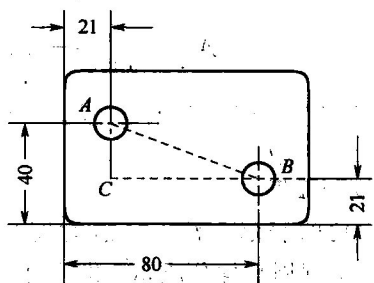


图 1—3

解：根据图示，知三角形 ABC 为直角三角形， $\angle C$ 是直角，且

$$AC = 40 - 21 = 19$$

$$BC = 80 - 21 = 59$$

由勾股定理得：

$$AB^2 = AC^2 + BC^2 = 19^2 + 59^2 = 361 + 3481 = 3842$$

所以 $AB = \sqrt{3842} \approx 62$

3. 三角函数

三角函数反映的是直角三角形的边与角之间的关系，这种函数关系在工作中经常用到。

在图 1—4 所示的直角三角形 ABC 中，存在下

列函数关系：

$$\sin \alpha = \frac{\alpha \text{ 的对边}}{\text{斜边}} = \frac{y}{r}; \quad \cos \alpha = \frac{\alpha \text{ 的邻边}}{\text{斜边}} = \frac{x}{r};$$

$$\tan \alpha = \frac{\alpha \text{ 的对边}}{\alpha \text{ 的邻边}} = \frac{y}{x}; \quad \cot \alpha = \frac{\alpha \text{ 的邻边}}{\alpha \text{ 的对边}} = \frac{x}{y}.$$

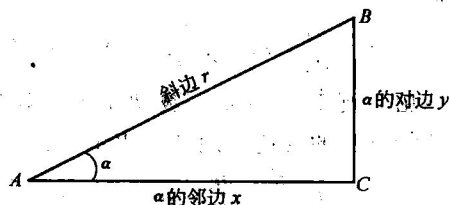
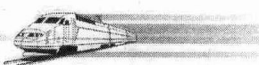


图 1—4

从上面三式可以看出，在直角三角形中，若已知一个锐角（小于 90° 的角）和任意一条边，则可以

通过三角函数表来求出另外两条边；若已知任意两条边，也可以通过查反三角函数表，来求



出任意锐角。

常用特殊角的三角函数值见表 1—1。

表 1—1 特殊角的三角函数值

	$\sin\alpha$ (正弦)	$\cos\alpha$ (余弦)	$\tan\alpha$ (正切)	$\cot\alpha$ (余切)
0°	0	∞	0	∞
30°	0.5	0.866	0.577	1.732
45°	0.707	0.707	1	1
60°	0.866	0.5	1.732	0.577
90°	1	∞	∞	0

【例 12】 已知一燕尾槽如图 1—5 所示，求 x 等于多少？

解：过 B 作一直线垂直于 AE ，且交 AE 于 C ，当燕尾角 $\angle BAC = 55^\circ$ 时，在直角三角形 ABC 中：

$$\tan 55^\circ = \frac{BC}{AC} = \frac{h}{AC}$$

所以

$$AC = \frac{h}{\tan 55^\circ} = 0.7h$$

而 $a = x + 2AC = x + 2 \times 0.7h = x + 1.4h$

所以 $x = a - 1.4h$

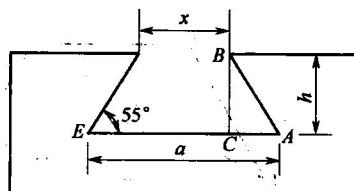


图 1—5

4. 度与弧度

平面角的表示方法，一般有度与弧度两种表示方法。

度是将一个圆周平均分成 360 份，每一份称为 1° ，既一周等于 360° ；弧度是将一个圆周定义为 2π 弧度。

三、传动比计算

1. 皮带传动

皮带轮的转速快慢与轮的直径有关。计算皮带轮的转速时，如果不考虑皮带滑动的情况，那么皮带上任一点的线速度（即轮上任一点每分钟运行的距离）都是相等的。

【例 13】 一对皮带轮，主动轮直径 $d_1 = 200$ mm，转速 $n_1 = 300$ r/min；被动轮直径 $d_2 = 600$ mm，求被动轮的转速 n_2 。

解：如图 1—6 所示，皮带轮上任一点的线速度 = 圆周长 $\times$ 每分钟转速。列式为：

$$\pi d_1 n_1 = \pi d_2 n_2 \quad d_1 n_1 = d_2 n_2$$

所以

$$n_2 = \frac{d_1}{d_2} \times n_1 = \frac{200}{600} \times 300 = 100 \text{ (r/min)}$$

由【例 13】可知，被动轮与主动轮的转速比等于两轮直径的反比，用公式表示为：

$$i = \frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1}, \quad n_2 : n_1 = d_1 : d_2$$

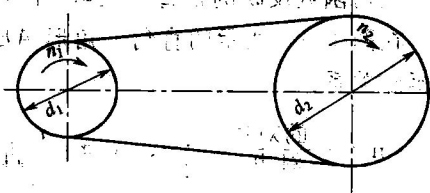


图 1—6

所以在已知主动轮的转速时，可根据上式确定被动轮的直径，以达到被动轮预定的转速。

2. 齿轮传动

齿轮传动的特点是在一定时间内齿轮转过的齿数相等。



【例 14】 一对啮合齿轮，其主动轮齿数 $Z_1=60$ 齿，转速 $n_1=300$ r/min，被动轮齿数 $Z_2=90$ 齿，求被动轮转速 n_2 。

解：如图 1—7 所示，因为齿轮上每分钟转过的齿数=每分钟转速×某齿轮齿数，故有：

$$n_1 Z_1 = n_2 Z_2$$

所以
$$n_2 = \frac{Z_1}{Z_2} \times n_1 = \frac{60}{90} \times 300 = 200 \text{ (r/min)}$$

由【例 14】可知，被动轮与主动轮的转速比等于两齿轮齿数的反比，即：

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2}; \quad n_2 : n_1 = Z_1 : Z_2 \quad (5)$$

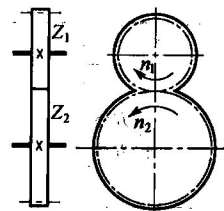


图 1—7

【例 15】 减速箱主动轴的转速 $n_1=2\,000$ r/min，主动轴上的齿轮齿数 $Z_1=13$ ，而动力输出轴的转速 $n_2=650$ r/min，问动力输出轴上的齿轮的齿数 Z_2 应是多少？

解： $n_1=2\,000$ r/min， $n_2=650$ r/min， $Z_1=13$ ，代入公式 (5) 得：

$$\frac{650}{2\,000} = \frac{13}{Z_2}, \quad Z_2 = \frac{2\,000 \times 13}{650} = 40$$

答：动力输出轴上的齿轮应是 40 齿。

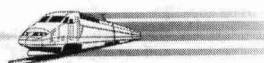
四、面积、体积、重量等计算

1. 面积

面积是衡量一个平面或物体表面大小的物理量，在很多工作中都会用到。常用面积的计算公式见表 1—2。

表 1—2 常见图形面积公式

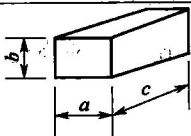
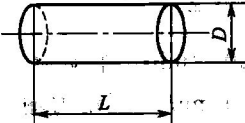
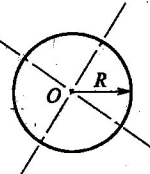
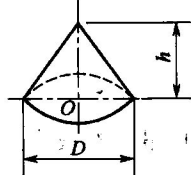
几何名称	几何图形	图形面积 S 的计算
三角形		$S = \frac{1}{2}ah = \frac{1}{2}ah$ 式中：a、h 为边长，h 为高
正方形、长方形、平行四边形		$S = a^2, S = ab, S = ah$ 式中：a、b 为边长，h 为高
梯形		$S = \frac{1}{2}(a+b)h$ 或 $S = mh$ 式中：h 为高，m 为中线
菱形		$S = \frac{1}{2}L_1L_2$ 式中：L1、L2 为两对角线之长
圆形		$S = \pi R^2 = \frac{1}{4}\pi D^2$ ；圆周长 $C = 2\pi R$ 式中：R、D 为圆的半径和直径



2. 体积

体积是衡量物体所占空间大小的物理量，在铁路装卸作业中经常使用。常见物体的体积计算公式见表 1—3。

表 1—3 常用体积计算公式

物体名称	图 形	体积 V 的计算公式
正方体 长方体		$V=a^3$ (对正方体 $a=b=c$) $V=a \times b \times c$
圆柱体		$V=\frac{1}{4}\pi D^2 L=\pi R^2 L$ 式中: D 为底圆直径, R 为底圆半径
球 体		$V=\frac{4}{3}\pi R^3=\frac{1}{6}\pi D^3$ 式中: R 、 D 为球体半径和直径
圆锥体		$V=\frac{1}{12}\pi h D^2=\frac{1}{3}\pi h R^2$ 式中: D 、 R 为底圆直径和半径

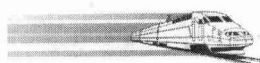
3. 重量

物体的重量就是物体体积和密度的乘积，它的单位：N。物体的密度就是单位体积内某种物质的质量，密度的单位：kg/m³，质量的单位：kg。不同性质的物质具有不同的密度。在计算物体重量时，体积和密度的单位应一致。地球上物体的重量和质量在数值上是相等的，所以在铁路运输中通常记作某某货物“××kg”或“××t”。常见物质的密度见表 1—4。

表 1—4 常见货物的密度

物 质 名 称	密 度	物 质 名 称	密 度
金	19.3	胶皮板	1.60~1.80
铅	11.4	塑 料	0.91~1.40
铜	8.90	普通混凝土	2.40
钢、铁	7.80	钢筋混凝土	2.50
锡	7.30	砖(普通)	1.70
锌(板材)	7.20	※砂(干、粗砂)	1.40~1.90
铝	2.70	※碎 石	1.32~2.00
水银(0℃)	13.60	※毛石(大块)	1.60~2.00
冰	0.90	※土壤(干黏土)	0.70~1.50
水(4℃)	1.00	※烟 煤	0.20
木材(湿度 15%)	0.40~0.80	※无烟煤	0.70~1.00
玻璃(常用)	2.50~2.70	煤 油	0.80
陶 瓷	2.30~2.45	汽 油	0.70
纯橡胶	0.93	机 油	
铸 铁	7.22	酒 精	0.79

注：凡有※号者，均为散集状态时的密度。



常见货物重量的计算方法如下：

(1) 竹木

- ① 原木
- ② 方木
- ③ 板料
- ④ 毛竹

这类材料主要先知道其体积单位是多少，然后根据其密度估算出重量。

(2) 钢材

- ① 线材和圆钢
- ② 方钢、异型钢材

查表求出每米钢材的重量，根据总长度求出总重量。

- ③ 钢板：根据钢材材质查表求出每立方米的重量，然后根据总立方米数求出总重量。

常见钢材（木材）的规格、重量表都可在相关资料上查到，这里就不再一一列出。

4. 散堆装货物的划线装车

货物装载高度的计算公式为：

$$H_{\text{货}} = \frac{P_{\text{标}}}{LB r}$$

式中 $H_{\text{货}}$ ——货物应装载的高度 (m)；

$P_{\text{标}}$ ——货车标重 (t)；

L ——车辆内长 (m)；

B ——车辆内宽 (m)；

r ——货物的单位体积重量 (t/m^3)。

用敞车或有端侧板的平车煤、砂子等，为了多装货物，有时就得超出侧板起脊，见

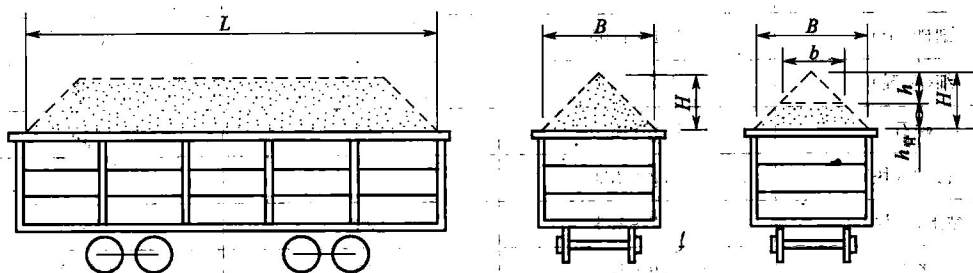


图 1—8 散堆货物装车示意图

图 1—8，这时装载货物的重量为：

$$P = (V_{\text{车}} + V_{\text{脊}}) r$$

式中 P ——装载货物的重量 (t)；

$V_{\text{车}}$ ——装到侧板时货物的体积 (m^3)；

$V_{\text{脊}}$ ——货物“起脊”部分的体积 (m^3)；

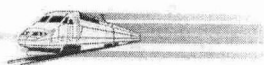
r ——所装货物的单位体积重量 (t/m^3)。

当货物部分为三角形锥体时，其体积按下式计算：

$$V_{\text{脊}} = \frac{BH(3L-B)}{6}$$

式中 L ——车辆内长 (m)；

B ——车辆内宽 (m)；



H ——起脊部分的高度 (m), 且

$$H = \beta \frac{B}{2} \tan \alpha$$

其中 α ——货物的自然坡度 (安息角), 取表 1—5 中的运动项数值,

β ——防止货物损失的装载高度的安全系数, 为 0.8~0.85。

当货物“起脊部分”为棱台时, 其体积按下式计算:

$$V_{\text{脊}} = \frac{BH(3L-B)}{6} - \frac{bh(2b+3L-3B)}{6}$$

式中 b ——棱台上部宽 (m),

h ——三角形锥体截去部分的高度 (m),

$$h = H - h_{\text{脊}}$$

其中 $h_{\text{脊}}$ ——“起脊部分”的高度 (m)。

表 1—5 松散物料的堆比重和安息角

物 料 名 称	堆密度(t/m ³)	安 息 角	
		运 动	静 止
无烟煤(干、小)	0.7~1.0	27°~30°	27°~45°
烟煤	0.8~1.0	30°	35°~45°
焦炭	0.36~0.53	35°	30°
赤铁矿	2.0~2.8	30°~35°	40°~45°
铜矿	1.7~2.1		40°
粗砂(干)	1.4~1.9		
细砂(干)	1.4~1.05	30°	30°~35°
细砂(湿)	1.8~2.1		32°
碎石	1.32~2.0	25°	45°
白云石(块)	1.2~2.0		
黏土(小块)	0.7~1.5	35°	50°
水泥	0.9~1.7	40°	40°~45°

第二节 力学基本知识

一、力的分类和性质

1. 力的分类

物体之间的相互作用叫作力。力的种类按其性质和方式的不同有重力、摩擦力、弹力、磁力等。与我们工作实际紧密相关的是重力、弹力和摩擦力。

(1) 重力: 重力就是地球对物体的吸引力, 物体受到的重力就是物体的重量。重力的方向总是垂直向下, 并作用于物体的重心上。

(2) 弹力: 当两个物体相互作用, 发生几何变形时, 相互作用的物体将产生一种恢复几何状态的作用力, 这就是弹力。如用手按橡皮会感到橡皮对手的作用力, 这个作用力就