

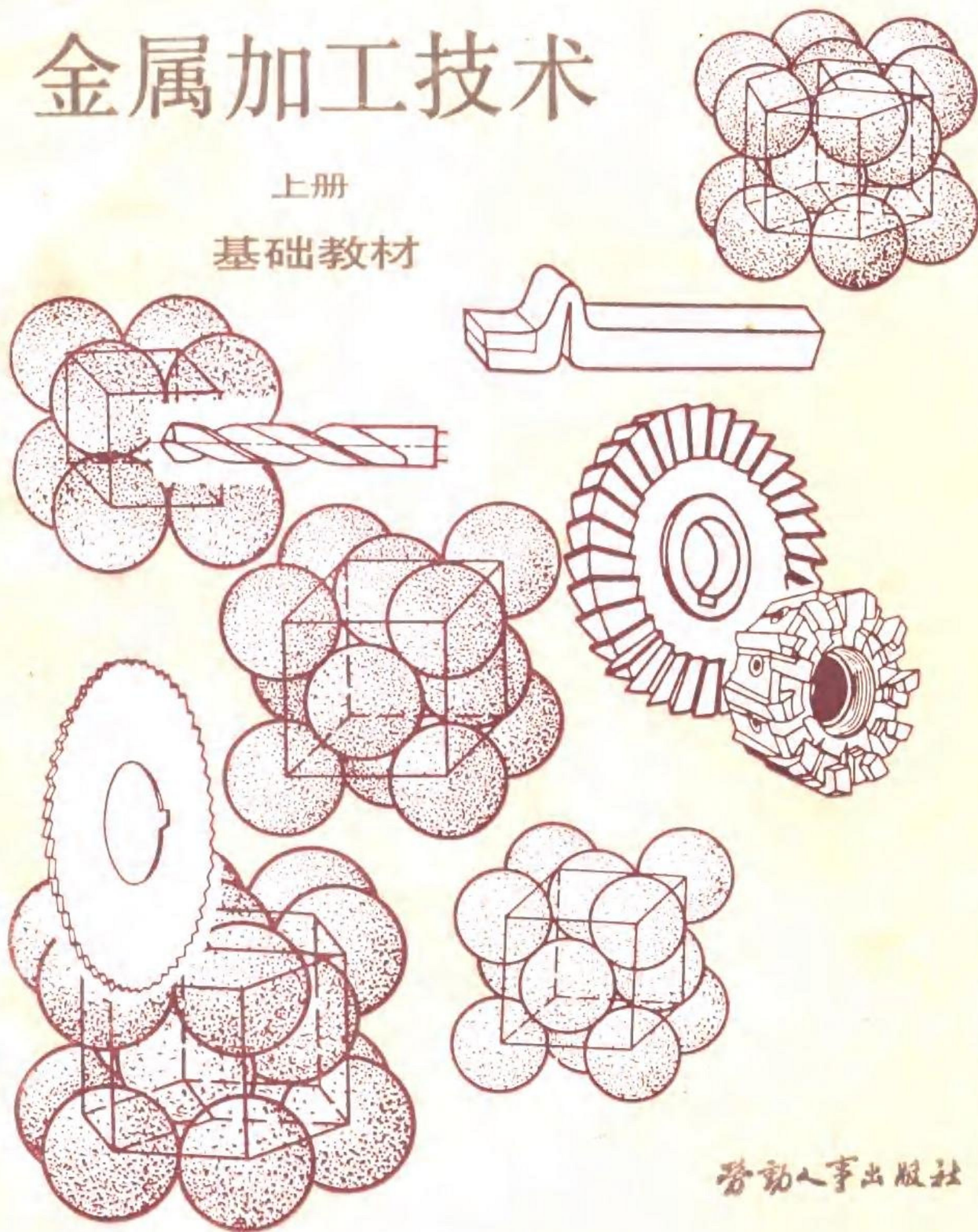
(联邦德国) D·法耳克等著

第二汽车制造厂技工学校组织翻译

金属加工技术

上册

基础教材



劳动人事出版社

本书译自联邦德国德·法耳克(D. Falk)等著的波义特(Beuth)出版公司1986年出版的《Metalltechnik (Grundstufe)》(第三版)。全书共分两册,上册内容包括:热学、化学、电工学等;材料学知识有材料的基本性能、钢铁冶金生产的工艺过程、常用钢材的性能及使用范围、部分有色金属及非金属材料的主要性能与用途;加工技术方面有切割、车、刨、铣、磨等切削加工、变形加工(弯曲、锻造、矫直)、连接(螺纹、销钉、键、铆、焊、胶接)等基本知识。

本书充分考虑职业技术教育的特点,打破各门课按学科自成系统的习惯,深入浅出,通俗易懂、重点突出,图文并茂。这些特点,值得我们编写职业技术教材借鉴。此书是第二汽车制造厂组织翻译的,是该校与联邦德国合办技工班的教材蓝本。因此,适于有关技工学校教师或工程技术人员参考,也可作为技工学校、职业中学、在职培训参考教材,以及青工自学使用。

金属加工技术

上册

(基础教材)

[联邦德国]法耳克 果克耳 拉尔内特 斯克累索尔斯克

第二汽车制造厂技工学校组织翻译

责任编辑:王有先

劳动人事出版社出版
(北京市和平里中街12号)

怀柔县东茶坞印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 21印张 519千字

1989年10月北京第1版 1989年10月北京第1次印刷

印数:3100册

ISBN 7-5045-0401-7/IG·044 定价9.65元

前 言

技术对于一个现代化的工业公司是重要的基础。

新的教学计划和学校组织者的部署应能反映技术的发展和技术的变化，新的教学方法和系统不但应建立在重要学科的基础之上，而且也要建立在学科衔接的基础之上。因此必须完成这些基本科学的细心谨慎的调和，由此才能在现在这一代人的培训中使他们有职业上的灵活性和较强的自学能力。

本书适合于学校授课使用和为生产企业在全部的金属技术的职业范围内的业余连续培训时采用。特别适合作为下列学校的教材。

- 普通职业学校
- 职业专科学校
- 职业基础学校（职业基础培训年）
- 专科高中（技术类）
- 专科学校
- 职业预备年龄的。

自然科学基础、材料科学和生产技术学这三章可以按照不同的顺序用心学完，这是为了能够适应不同的教学计划要求和教学者的提示。

编者特别重视书中内容的合于学习规律的叙述。试验的叙述和要点、参数均以有边框的形式表示，是为了学员更好的理解。印刷粗体字和代表符号也应有助于读者的领会。

通过自己的努力学习而获得知识，在现时代是有重大意义的。因此本书中附有大量插图，学员可通过直接观察插图更好地理解，并能比较容易地掌握和理解其间的关系。借助于本书的学习内容可给学员建立一个稳固的基础知识，同时这样也可促使学员有能力对自己的全部职业专科的学习材料进行有目标的分析 and 理解。

本书使用的技术代表符号和公式皆以现代技术通用的有效的概念为基准，并与最新颁布的标准相符合。附录在每一题目范围结尾部分的一些问题是用于学习的检查之用的。

编者和出版社对改进建议在任何时间都表示欢迎和感谢。

编者和出版社

于布朗斯维克 1979年

目 录

前言

1. 自然科学的一技术的基础	1
1.1 物理学基础	1
1.1.1 物理量和单位	2
1.1.2 国际单位制 (SI)	3
1.1.1~1.1.2节作业题	6
1.1.3 力学	7
1.1.3.1~1.1.3.5节的习题	31
1.1.3.6节的习题	35
1.1.4 热学	36
1.1.4节的习题	45
1.2 化学基础	45
1.2.1 物质的构成	45
1.2.2 混合物和溶液	49
1.2.3 氧化和还原	51
1.2.4 酸、碱和盐	51
1.2.5 腐蚀	53
1.2节的习题	55
1.3 电工学基础	55
1.3.1 电能的特性	56
1.3.2 电的量	58
1.3.3 直流电路定律	62
1.3.4 电功和电功率	65
1.3.5 防止触电危险的保护措施	66
1.3节的习题	68
2. 材料学	69
2.1 材料、辅助材料和辅助介质	69
2.2 材料的性能	70
2.1和2.2节的习题	72
2.3 应力种类和机械性能	72
2.3.1 应力种类	72
2.3.2 强度	72
2.3.3 硬度	74
2.3.4 脆性	74
2.3节的习题	75

2.4 冶金学基础	75
2.4.1 金属的结构	76
2.4.2 金属键	77
2.4.3 金属聚集状态	77
2.4.4 合金	79
2.4节的习题	82
2.5 钢铁生产	82
2.5.1 生铁生产	82
2.5.1节的习题	84
2.5.2 炼钢方法	85
2.5.2节的习题	88
2.5.3 铸铁	88
2.5.3节的习题	91
2.6 合金元素	91
2.6节的习题	93
2.7 半成品(钢坯)	93
2.7.1 凝固钢的组织结构	93
2.7.2 真空浇铸法	94
2.7.3 连续浇铸法	94
2.7.1~2.7.3节的习题	95
2.7.4 轧制生产的半成品	95
2.7.5 挤压法	95
2.7.6 拉拔	97
2.7.7 冷弯型钢	97
2.7.4~2.7.7节的习题	98
2.8 材料的标准化	98
2.8.1 标准化的原则	98
2.8.2 钢材的分类	98
2.8.1和2.8.2节的习题	99
2.8.3 钢铁材料的命名系统	100
2.8.4 形状标准化	101
2.8.3和2.8.4节的习题	103
2.9 钢的分类和用途	104
2.9.1 结构钢	104
2.9.2 工具钢	106
2.9节的习题	107
2.10 有色金属(非铁金属)	108
2.10.1 概述	108
2.10.2 有色重金属	109

2.10.3 轻金属	111
2.10节的习题	114
2.11 塑料	114
2.11.1 原材料和生产方法	115
2.11.2 塑料制品的生产	116
2.11.3 塑料的加工	117
2.11节的习题	118
2.12 天然非金属材料	119
2.12.1 石棉	119
2.12.2 皮革	119
2.12.3 木材	119
2.12.4 玻璃	119
2.12.5 陶瓷材料	120
2.12节的习题	120
2.13 钢材性能的变化	120
2.13.1 组织结构和铁—碳化铁相图	120
2.13.2 退火	122
2.13.3 淬火	123
2.13.4 回火	125
2.13.5 调质	125
2.13节的习题	125
2.14 材料检验	126
2.14.1 工厂检验	126
2.14.2 拉力试验(DIN50145)	128
2.14.3 工艺试验	129
2.14节的习题	135
3. 加工技术	137
3.1 检验	137
3.1.1 概述	137
3.1.2 长度检验	141
3.1.3 角度检验	151
3.1.4 表面检验	153
3.1.5 垂直度和水平度检验	153
3.1.6 公差和配合(ISO)	154
3.1节的习题	159
3.2 划线	162
3.2.1 划线的目的	162
3.2.2 划线表面的准备	162
3.2.3 划线工具和辅助工具	163

3.2.4	划线过程	164
3.2.5	划线操作	164
3.2.6	事故预防	165
	3.2节的习题	166
3.3	加工方法	167
3.3.1	加工	167
3.3.2	加工方法的分类	168
3.3.3	加工流程	169
3.3.4	事故预防	169
	3.3节的习题	170
3.4	切割方法	170
3.5	切割	171
3.5.1	楔形切割	171
	3.5.1节的习题	178
3.5.2	剪切	179
	3.5.2节的习题	186
3.6	切削加工 I	186
3.6.1	整削	186
	3.6.1节的习题	190
3.6.2	锯割	190
	3.6.2节的习题	195
3.6.3	锉削	195
	3.6.3节的习题	200
3.6.4	刮削	200
	3.6.4节的习题	203
3.6.5	套丝板牙、板牙架和丝锥	204
	3.6.5节的习题	209
3.7	切削加工 II	209
3.7.1	机床切削加工	209
	3.7.1节的习题	216
3.7.2	车削加工	217
	3.7.2节的习题	231
3.7.3	刨削加工和插削加工	231
	3.7.3节的习题	235
3.7.4	钻孔	236
	3.7.4节的习题	242
3.7.5	钻埋头孔	243
	3.7.5节的习题	245
3.7.6	铰孔	245

3.7.6节的习题	249
3.7.7 铣削加工	249
3.7.7节的习题	259
3.7.8 磨削加工	259
3.7.8节的习题	266
3.8 变形加工	267
3.8.1 弯曲	267
3.8和3.8.1节的习题	273
3.8.2 锻造	274
3.8.2节的习题	278
3.8.3 矫直	278
3.8.3节的习题	280
3.9 初成形	280
3.9.1 初成形技术的各种方法	281
3.9.2 液态金属的初成形	281
3.9.3 固态金属的初成形	283
3.9节的习题	284
3.10 接合	285
3.10.1 螺纹连接	286
3.10.1节的习题	293
3.10.2 销钉连接	294
3.10.2节的习题	296
3.10.3 键连接	296
3.10.4 楔连接	298
3.10.3和3.10.4节的习题	300
3.10.5 压配合连接	300
3.10.5节的习题	302
3.10.6 铆接	302
3.10.6节的习题	305
3.10.7 钎焊低温焊接	305
3.10.7节的习题	309
3.10.8 高温焊接	310
3.10.8.1和3.10.8.2的习题	315
3.10.8.3节的习题	320
3.10.9 胶结连接	320
3.10.9节的习题	325

1. 自然科学的一技术的基础

技术有力地改变了人类的生活。技术装备的建造和技术方法的应用，是当今人口高度密集的人类赖以生存的重要基础。

古代技术和现代技术都建立了不可磨灭的功绩。而技术装备和机器的建造和使用的设计图样又是建立在自然科学的，特别是物理学的规律基础上的。

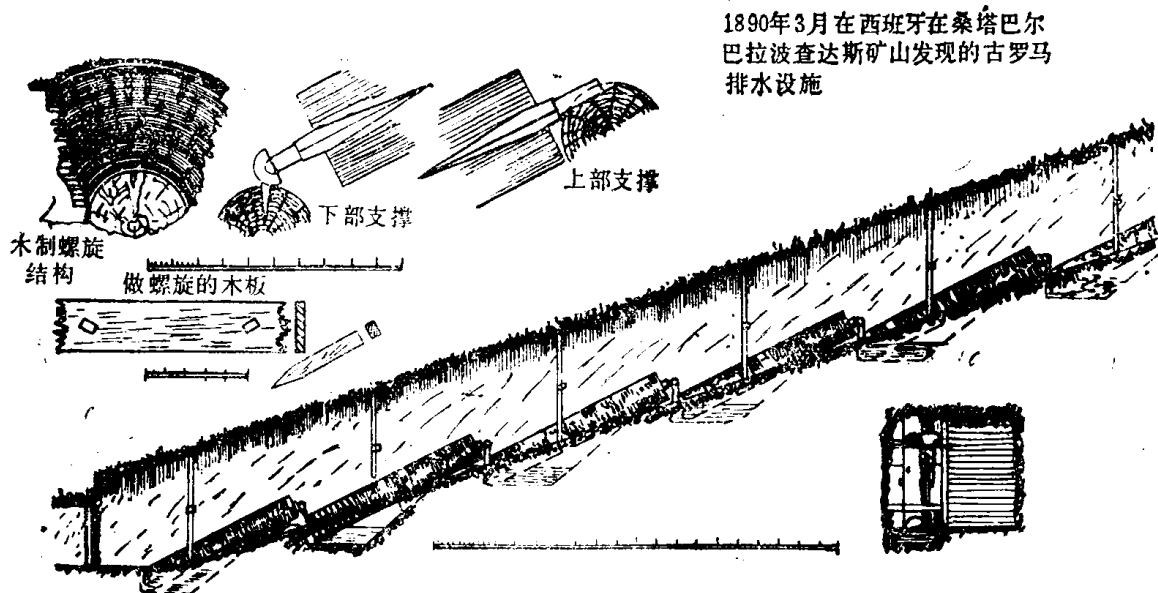
因此，本书第一部分将论述物理学、化学和电工学基础概念，对它们的讨论范围适应于从事金属加工职业范围的人，在工艺学上必需的知识。

1.1 物理学基础

根据今天对物理学的理解，物理学应是研究非生物性质的，不产生物质本质演变过程的现象。

从事物理学研究的、其工作方法的特征是：

- 对物质运动过程的观察和记录（图1—1）。
- 整理观察的结果和描述内容并将推测出来的合理有效的相互关系公式化。
- 进行有可测量的运动过程的试验（图1—3，略，图1—4，略）。



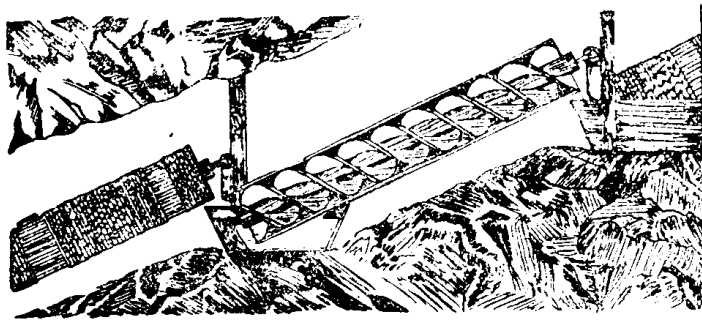


图 1—1和图 1—2 公历纪元200年从210米深的矿井排水用的排水螺杆泵，每段蜗杆长5米，每段螺杆的提水高度为1.5米

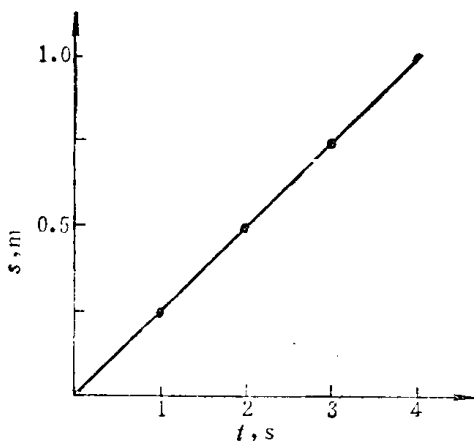


图1—5 试验值的表解和图解

行程 s	m	0	0.25	0.50	0.75	1.00	
时间 t	s	0	1	2	3	4	
行程 时间	$\frac{s}{t}$	$\frac{m}{s}$	0	0.25	0.25	0.25	0.25

在相等的时间内，
通过的路程相等，
称为物理学上同一性。

图 1—6 相同运动的定义

在被测量路段上的运行工具

• 以手头的试验结果与推测出的合理有效的相互关系进行验证并将这个物理学法则公式化。

1.1.1 物理量和单位

物理学从事于事物过程的可测量性能的研究。事物过程的可测量性能称之为物理量，如：行程，时间，速度。

为简化书写起见，物理量按DIN1304（西德工业标准）以公式常用字母标记。除了拉丁字母外，常使用希腊字母作为公式的符号。例如， F 代表力， s 代表行程， Q 代表密度。

对于一个量的形式的不同测量结果，例如不同的长度，相互之间是可以进行比较的，但必须对每一个量的形式规定一个测量单位或简称单位。量及其单位都用字母表示。

众所熟知的单位是长度单位“米”。测量两点间直线距离的长度，例如图1—7所示的工件，即以作为所涉及的直线距离的单位的若干倍长表示。

测量就是把一个未知量（长度）与一已知量（长度单位）的比较。一般可做如下解释：

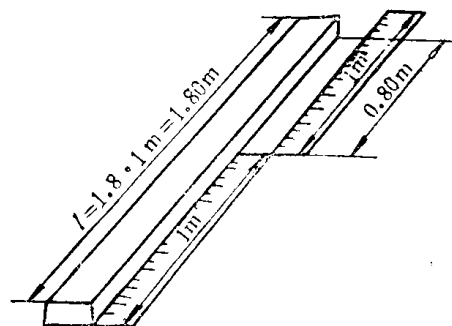


图 1—7 做为与单位长度相比较的长度测量

物理量是数值与单位的乘积:

$$s = 3 \times m$$

$$\text{量} = \text{数值} \times \text{单位}$$

物理量是过程特性的数字描述。

1.1.2 国际单位制 (SI)

物理学内有许多为测量用的量的形式,为此采用许多相适应的测量单位,或者一个单位系统。

1.1.2.1 基本量和基本单位

在联邦德国,从1969年7月2日起在计量技术用单位的准则中规定,对所有的计量单位全都采用国际单位制,即SI制。SI制对7个基本量规定了基本单位或基础单位(DIN1301)。所有其他由此推导而产生的量和单位称为导出量和导出单位。

1.1.2.2 单位的倍量和分量

如果仅用基本单位表示测量结果,有时会得出很大的数目字和很小的数目字。例如:

从布朗斯维克到杜塞尔多夫的高速公路,其距离长度为 $l = 351000$ 米。而在坐标镗床上镗孔,孔间中心距的加工精度却小于 $s = 0.00001$ 米。

表 1.1 SI 制的基本量和基本单位

基本量	DIN1304 公式用符号	单位名称	单位符号	基本量	DIN1304 公式用符号	单位名称	单位符号
长度	l, s	米	m	热力学温度	T	开(尔文)	K
质量	m	千克(公斤)	kg	物质的量	n	摩(尔)	mol
时间	t	秒	s	发光强度	I	坎(德拉)	cd
电流	I	安(培)	A				

表 1.2 十进位制倍量和分量的单位

表示的因数	词头部分	词头符号	表示的因素	词头部分	词头符号
10^1	十	da	10^{-2}	厘	c
10^2	百	h	10^{-3}	毫	m
10^3	千	k	10^{-6}	微	u
10^6	兆	M	10^{-9}	纳(诺)	n
10^{-1}	分	d	10^{-12}	皮(可)	p

便于实用的需要,尽量避免使用繁多的数字来表示一度量单位。一般可采用10的幂来表示度量单位的十进倍量和分量单位,即在该度量单位符号之前加上十进倍量和分量的符号字母。

例如:

$$1000m = 10^3m = 1km \text{ (1千米)}$$

$$0.000001m = 10^{-6}m = 1\mu m \text{ (1微米)}$$

1.1.2.3 导出量和单位

为了说明某些过程的特征,而在基本量中又没有适用的数量形式,故需借助于导出量和导出单位。

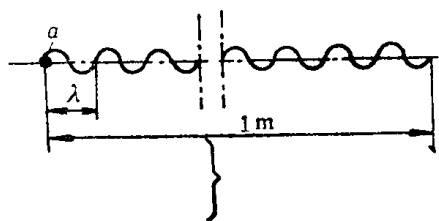
例如:

导出量速度等于(基本)量长度和(基本)量时间之商值。

$$v = \frac{s}{t}; [v]' = \frac{m}{s}$$

与此相适应，可得出速度量的单位是长度值单位和时间值单位之商。

1.1.2.4 长度、面积、体积



a: 辐射源 } 原子氦——辐射

λ: 波长

$$1650763, 73 \cdot \lambda = 1m$$

图 1—9 “米”是SI制的长度单位

SI制中的长度单位是“米”，“米”为一个已确定的原子辐射波长的倍数（图1—8）。

在金属学基础中最常用的长度单位是毫米（mm）。例如图纸上，用数值表示长度时，应在数值旁标注mm。

长度

公式符号 l

单位符号 m

凡是平面皆由双向大小构成：长度和宽度

平面

公式符号 A

单位符号 m^2

$$A = l \cdot b$$

A : 表面 l : 长度 b : 宽度

$$[A] = m \cdot m = m^2$$

凡是体积皆由三向大小构成：长·宽·高

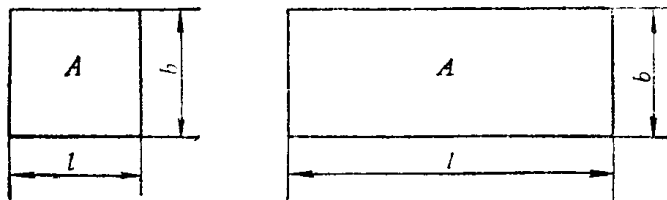


图 1—10 正方形和矩形为最简单的平面

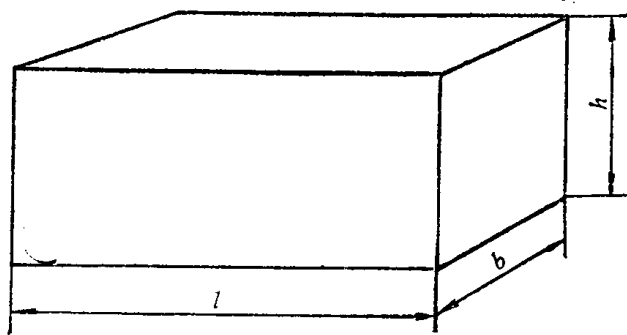


图 1—11 长方六面体为最简单的物体

体积

公式符号 V

单位符号 m^3

$$V = l \cdot b \cdot h$$

V : 体积 l : 长度

b : 宽度 h : 高度

$$[V] = m \cdot m \cdot m = m^3$$

1.1.2.5 质量和密度

在SI制中，对质量单位的描述如下：

质量的单位是千克 (kg)

它等于国际千克原器的质量。

质量是一个基本量，但是难于简单地把质量的定义讲解清楚。尽管如此，人们还是满足于迄今对质量所做出的解释。

- 一物体的质量与其物态（固体、液体、气体）无关。
- 物体的质量大小与所处的位置和温度无关。
- 凡物体的质量都具有一定的体积。

表 1.3 若干物质的质量 (单位千克)

氢气	$1.67 \cdot 10^{-27}$	
1 l(升)空气(0°C)	$1.29 \cdot 10^{-3}$	机车 $1.0 \cdot 10^5$
1 l(升)水(4°C)	1.00	地球 $5.98 \cdot 10^{24}$
小汽车(PKW)	$1.0 \cdot 10^3$	太阳 $1.99 \cdot 10^{30}$

• 物体的质量具有惯性，具有保持静止状态或运动状态的性质，该性质称做物体的惯性。（图1—12）。

• 物体的质量之间相互有引力作用。

质量

公式符号 m

单位符号 kg

人们可以在天平上测量质量。测量时把被测质量的物体同已知质量的物体（译注：砝码）进行比较（图1—12）。

当天平上的两端重量相等时，则两物体的质量相等。

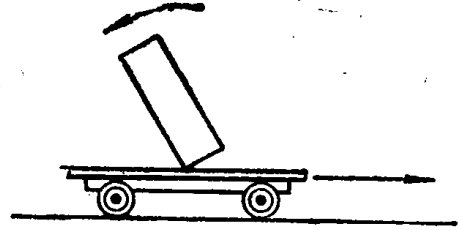


图 1—12 当小车突然开动时，木块就会倾倒
（源自Braunschweig联邦物理技术学院）

当质量就是称重的结果而被获知时，在商业上和其它一些行业中，即使用重量一词来代表质量。例如钢铁厂使用的原料就是按吨或公斤计量购入的。

一物体的密度用其质量和其体积之商表示。

密度能够比较各种不同材料所含有的质量（图1—14）。

密度

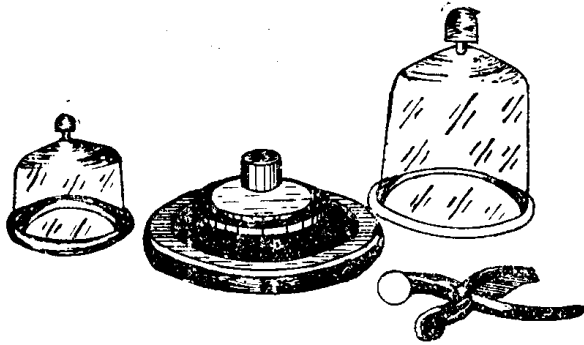


图 1—13 国际公斤原器的图片

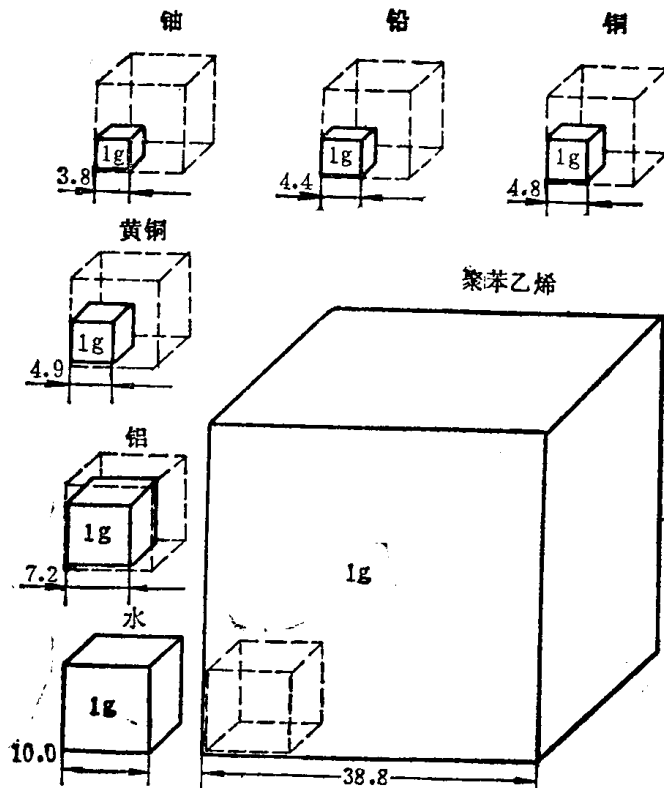


图 1—14 由不同材料组成的固体，当质量相同时其占有的容积不同。

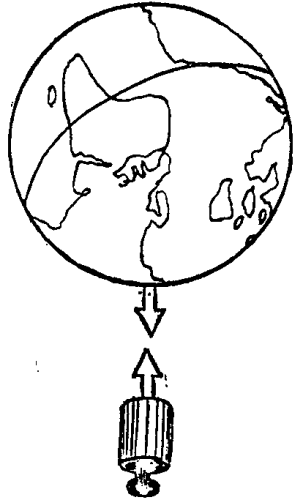


图 1-15 被称量物与地球相互吸引

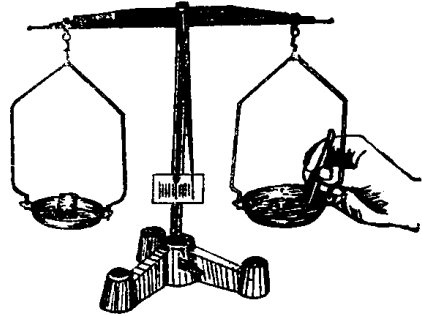


图 1-16 质量比较用天平

表 1.4 若干材料的密度 (g/cm³)

水4°C	1.00	铅	11.35
石油	0.85	铁	7.86
水银	13.55	金	19.3
空气	1.29 · 10 ⁻³	铜	8.93
氧	1.43 · 10 ⁻³	镁	1.74
氮	1.25 · 10 ⁻³	锌	7.13
铝	2.7		

公式符号 ρ

单位符号 $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ : 密度 m : 质量 V : 体积

$$[\rho] = \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

1.1.2.6 时间

在SI制(国际单位制)中, 时间的基本单位是“秒”。“秒”为某一原子辐射周期时间的倍量。

基本单位秒的倍量和分量:

分钟 (min) 1min = 60s
 小时 (h) 1h = 60min = 3600s
 毫秒 (ms) 1ms = 10⁻³s = 0.001s

时间

公式符号 t

单位符号 s

1.1.1~1.1.2 的 节 作 业 题

1. 要足够熟练地指出SI制的五个基本量和其从属的单位。
2. 请说明一个基本单位和一个导出单位之间的区别。
3. 请指出在下列概念中哪一种不是物理量?
质量、噪声、密度、数量、体积、音响?
4. 按下列尺寸计算长方体支柱的体积
 $L=3\text{dm}$ $b=7\text{mm}$ $h=13\text{cm}$

5. 试将下列长度尺寸换算成m:

136.7nm 0.0046mm 5264cm 0.006dm

6. 一厂房, 长度 $l=124$ 米, 地基面积 $A=19a$, 那么厂房宽度 b 为多少? 已知, $1a(\text{Ar})=100\text{m}^2$ (Ar—公亩——译者注)。

7. 试说明质量这一物理量的符号和作用。

8. 一物质的体积 $V=14\text{dm}^3$, 质量 $m=0.115\text{t}$, 试求其密度 Q ? $1\text{t}=1000\text{kg}$ 。

9. 锌的密度 $Q=7.13\text{g}/\text{cm}^3$, 试将其换算成 kg/m^3 。

1.1.3 力学

力学是物理学领域里的一个部份, 力学从事下列内容的研究:

- 物体的运动
- 作用于物体的力
- 运动和力的关系

1.1.3.1 运动学

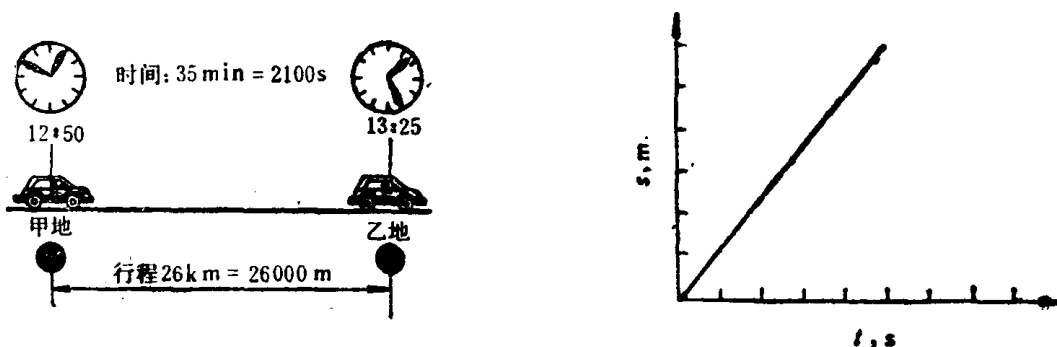
物体所处位置的变化称为运动 (图1—19, 略)

人们区分物体运动的形式为:

- 匀速的运动 (如直线运动)。
- 变速的运动 (匀速的加速运动和不匀速的加速运动), 而圆周运动是匀速加速运动。

匀速运动

物体的匀速运动是物体在相等的时间空间内通过相等的路程。(图1—18) 匀速运动的试验, 前此已经说明。(参照1.1节)



$$v = \frac{s}{t} = \frac{26000\text{m}}{2100\text{s}} \quad v = 12.38\text{m/s}$$

$$v = \frac{26\text{km}}{2100 \cdot \frac{1}{3600}\text{h}} \quad v = 44.6\text{km/h}$$

图 1—18 匀速直线运动

物体运动路程 s 的长度与经过的时间 t 的商叫做速度 v 。

速度

公式符号 v

单位符号 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$v = \frac{s}{t}$$

v : 速度 s : 距离 t : 时间

$$[v] = \frac{m}{s}$$

$$1\text{km/h} = \frac{1000\text{m}}{3600\text{s}} = \frac{1}{3.6}\text{m/s}$$

变速的运动

匀加速直线运动

汽车从某一状态 ($v=0\text{km/h}$) 出发, 经过一定的时间之后, 达到一确定的速度 (例如 $v=80\text{km/h}$), 而速度本身每时每刻都在变化着。被称为, 汽车被加速了。

速度的这种变化可以通过一个试验进行验证并被测出。

试验1-1: 加速度测量 (图略)

试验装置:

一小车位于水平运行的轨道上, 小车可被用绳索悬挂着的质量重块而产生运动。体撞压力开关时, 运动随即停止, 计时表同时开始运转。

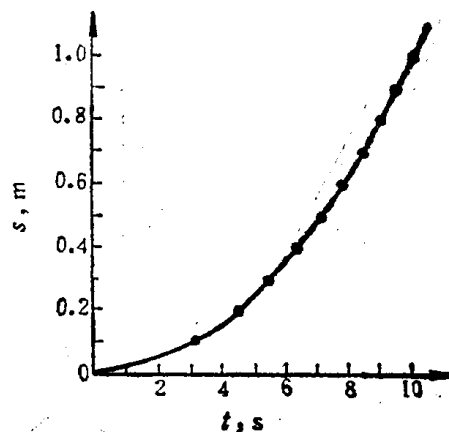
测试步骤:

每间隔10cm距离 (s), 计时表测录一次时间。

测量结果

测量顺序号	s (m)	t (s)	t^2 (s) ²
1	0.1	3.16	9.99
2	0.2	4.47	19.98
3	0.3	5.48	30.03
4	0.4	6.32	39.94
5	0.5	7.07	49.98
6	0.6	7.75	60.06
7	0.7	8.37	70.05
8	0.8	8.94	79.92
9	0.9	9.49	90.06
10	1.0	10.00	100.00

时间与距离的关系



试验表明:

路段是在一个持续不断的时期内经过的。速度也是这样取出的。路程和时间的依赖关系不是线性的。因此要探试, 通过计算 t^2 值, 则获得了线性的关系。

如果将 t^2 值和 s 值的关系制成图线, 将会得到一条直线。 $\frac{s}{t^2}$ 的商数永远具有相同值。因

此, 从数学上人们可写为: $\frac{s}{t^2} = \text{const.}$ 用公式表达如下:

$$\frac{s}{t \cdot t} = \text{const} \quad \text{以 } \frac{s}{t} = v \text{ 代入}$$

那是允许的，若采纳如下假设，在每一个很小的路段内部切削速度是不变的，那么就可以得出 $\frac{v}{t} = \text{常数}$ 。

这个常数称为加速度。

加速度就是速度和需用时间的商。

加速度

公式符号 a

单位符号 m/s^2

$$a = \frac{v}{t}$$

a : 加速度 v : 速度 t : 时间

匀加速运动是加速度保持相等（常数）的运动，即在每秒钟内速度的总数递增或递减（图1-20）。速度递减（负加速度），则称为匀减速运动。

$$[a] = \frac{\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{s}} = \text{m/s}^2$$

计算实例：

一辆大功率快速赛车，销售说明书上写道：该车从启动状态开始经过6.8s，其速度可达100km/h。试求赛车的加速度 m/s^2 ？

$$v = 100 \text{ km/h} = 100 \cdot \frac{1}{3.6} \text{ m/s}$$

$$v = 27.8 \text{ m/s} \quad t = 6.8 \text{ s}$$

$$a = \frac{v}{t}$$

$$a = \frac{27.8 \text{ m/s}}{6.8 \text{ s}} = \frac{27.8}{6.8} \text{ m/s}^2$$

$$a = 4.09 \text{ m/s}^2$$

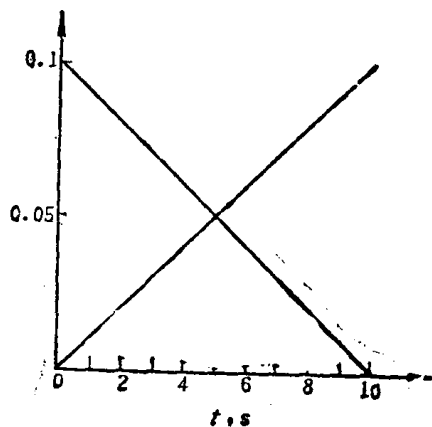


图 1-20 加速度时和减速度时的速度和时间关系

物体自由下落是匀加速运动的一种特殊情况。自由下落可以理解为一物体在一真空空间里（即在没有自由下落阻力的空间里）向地球球心方向落下，一切物体的自由下落速度都相等。

自由下落属匀加速运动，生效的匀加速度被称为重力加速度或落体加速度。

由 $a = \frac{v}{t}$ 导出 $g = \frac{v}{t}$ 和 $v = g \cdot t$

落下加速度

公式符号 g