

全国建设职业教育系列教材

管道安装 基本计算

全国建设职业教育教材编委会

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

管道安装基本计算/全国建设职业教育教材编委会编.
北京:中国建筑工业出版社,2000.9
ISBN 7-112-04195-3

I. 管... II. 全... III. 房屋建筑设备-管道-安装
计算方法 IV. TU81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 30717 号

全国建设职业教育系列教材
管道安装基本计算
全国建设职业教育教材编委会
刘大宇 主编

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店总店科技发行所发行
北京市彩桥印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:24 字数:581 千字
2000 年 12 月第一版 2000 年 12 月第一次印刷
印数:1—2,000 册 定价:35.00 元

ISBN 7-112-04195-3
G·323 (9676)

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)

本书介绍管道安装的相关计算知识,内容包括:工程数学、机电常识计算、流体力学基本计算、热工学基本计算、水暖管道计算、型钢构件的计算放样、管道工程预算。

本书可作为技工学校、职业高中相关专业的教学用书,并可作为安装工程不同层次的岗位培训教材,亦可作为一线施工管理、技术人员参考用书。

“管道安装”专业教材(共四册)

总主编 秦 飙

《管道安装基本计算》

主编 刘大宇

**参编 杜渐 程和美 袁发崇 张子平 罗玉娟 陈润霖
杨晓萍**

全国建设职业教育系列教材(电气安装和管道安装专业)

编审委员会名单

主任委员：荣大成

副主任委员：董安徽 沈元勤

委员：(按姓氏笔画为序)

邓立功 李 宣 李柏年 刘大宇

沈 超 金 亮 张江南 张建成

张金和 秦 飙 谢忠钧

顾问：德国汉斯·赛德尔基金会职业教育专家

威茨勒(Wetzler), 法赛尔(Fasser)

序

随着我国国民经济持续、健康、快速的发展,建筑业在国民经济中的支柱产业地位日益突出,对建筑施工一线操作层实用人才的需求也日益增长。为了培养大量合格的人才,不断提高人才培养的质量和效益,改革和发展建筑业的职业教育,在借鉴德国“双元制”职业教育经验并取得显著成效的基础上,在赛德尔基金会德国专家的具体指导和帮助下,根据《中华人民共和国建设部技工教育专业目录(建筑安装类)》并参照国家有关的规范和标准,我们委托中国建设教育协会组织部分试点学校编写了建设类“建筑结构施工”、“建筑装饰”、“管道安装”和“电气安装”等专业的教学大纲和计划以及相应的系列教材。教材的内容,符合建设部 1996 年颁发的《建设行业职业技能标准》和《建设职业技能岗位鉴定规范》的要求,经审定,现印发供各学校试用。

这套专业教材,是建筑安装类技工学校和职业高中教学用书,同时适用于相应岗位的技能培训,也可供有关施工管理和技术人员参考。

各地在使用本教材的过程中,应贯彻国家对中等职业教育的改革要求,结合本地区的实际,不断探索和实践,并对教材提出修改意见,以便进一步完善。

建设部人事教育司

2000 年 6 月 27 日

前 言

“管道安装”专业教材是根据《建设系统技工学校建安类专业目录》和二元制教学试点“管道安装”专业教学大纲编写而成。该套教材突破传统教材按学科体系设置课程,以及各门课程自成系统的编排方式,依据建设部《建设行业职业技能标准》对培养中级技术工人的要求,遵循教育规律,按照专业理论、专业计算、专业制图和专业实践四大部分分别形成《管道安装基本理论知识》、《管道安装基本计算》、《管道安装识图与放样》和《管道安装实际操作》四门课程,突出能力本位、技能培养的原则,力求形成新的课程体系。

本教材教学内容具有实用性和针对性,紧贴一线施工现场,将施工现场最基本、最实用的知识和技能经筛选、优化,按照初、中、高三个层次由浅入深进行编写。本套教材纵向以管道安装程序为主轴线,横向四本书大体形成理论与实践相结合的一个整体,但每本书又根据门类分工形成自己的独立体系。

本套教材力求深入浅出,通俗易懂。在编排上采用双栏排版,图文结合,新颖直观,增强了阅读效果。为了便于读者掌握学习重点,以及教学培训单位组织练习和考核,每章节后附有提纲挈领的小结和精心编制的习题供参考、选用。

《管道安装基本计算》一书由南京建筑职业技术教育中心刘大宇主编,参编的有杜渐、程和美、袁发崇(编写第1~5章);陕西省建筑安装技校张子平、罗玉娟(编写第6、7章);四川攀枝花市建工技校陈润霖、杨晓萍(编写第8章)。

本教材由陕西省建筑安装技校张江南牵头;由中国建筑八局工业设备安装公司副总工程师刘明贵主审;参审的还有四川攀枝花市建工技校陈润霖、山东建筑安装技校张金和。

本套教材在编写中,建设部人事教育劳动司有关领导给予了积极有力的支持,并作了大量组织协调工作。德国赛德尔基金会及其派出的职教专家威茨勒(Wetzler)先生和法赛尔(Fasser)先生在多方面给予了大力的支持和指导。南京市建筑职业技术教育中心作为学习“二元制”最早的单位,提供了许多有益的经验 and 有价值的资料。各参编学校领导对本套教材的编写给予了极大的关注和支持。在此,一并表示衷心的感谢。

由于二元制的试点工作尚在逐步推广过程中,本套教材又是一次全新的尝试,加之编者水平有限,编写时间仓促,书中定有不少缺点和错误,望各位专家和读者批评指正。

目 录

第1章 绪论	1	识	219
1.1 专业计算的性质和任务	1	6.4 供暖工程有关计算的知识	228
1.2 专业计算的学习内容和方法	1	6.5 泵的有关计算知识	246
1.3 常用数据、符号、标准、单位制	2	第7章 型钢构件的计算放样	252
第2章 工程数学	11	7.1 钢板展开长度的计算	252
2.1 初中数学知识复习提要	11	7.2 角钢、槽钢、扁钢的下料计算	253
2.2 指数和对数,三角函数基础知识	24	7.3 弯头、三通、大小头下料计算	262
2.3 解析几何基础知识	37	7.4 弯管下料计算	269
第3章 机电常识计算	47	7.5 胀管率	280
3.1 物理化学常识	47	第8章 管道工程预算	286
3.2 钳工常识计算	68	8.1 管道安装工程定额的基本概	念
3.3 电工常识计算	81		286
3.4 工程力学	101	8.2 建筑安装工程费用及计算方	法
第4章 流体力学基本计算	137		295
4.1 流体静力学基本计算	137	8.3 室内给排水管道工程量计算	301
4.2 流体动力学的基本计算	142	8.4 供暖管道工程量计算	314
4.3 伯努利方程及其应用计算	144	8.5 工艺管道工程量计算	332
4.4 管道阻力计算基本知识	149	8.6 给排水管道工程施工图预算编	制方法及实例
第5章 热工学基本计算	162		343
5.1 工程热力学基本计算	162	8.7 供暖管道工程施工图预算编	制方法及实例
5.2 传热基本计算	179		354
第6章 水暖管道计算	193	8.8 工艺管道工程施工图预算编	制方法及实例
6.1 室内给水管道水力计算	193		365
6.2 室内排水管道水力计算	214	参考文献	375
6.3 热水供应系统计算的一般知			

第 1 章 绪 论

1.1 专业计算的性质和任务

专业计算作为专业理论教学的有机补充,占有举足轻重的地位。它的研究对象是:专业理论课程中所涉及到的基本概念、基本规律、定理、规则、规范、标准、方法、工艺等诸方面的计算内容。

1.2 专业计算的学习内容和方法

1.2.1 专业计算的学习内容

专业计算具有以下特点:

1) 实用性。必须准确、紧密、快捷地为设备安装、管道施工工艺及其相关计算服务。

2) 时效性。推出或展示的计算法则、计算程序及计算技巧,必须满足当今设备安装、管道施工工艺的最新技艺和最新研究成果。

3) 超前性。计算技能和计算方法设计应充分考虑到本专业发展的未来趋势。

4) 可持续发展性。计算技能和计算方法的设计应充分考虑到相关专业的可持续发展性。

(1) 工程数学

不是数学教学的简单重复,而是将诸如国际单位制中量纲运算、流体力学、工程热力学与传热学、钳工工艺、电工基础以及管道安装工艺学中所涉及到的计算知识、计算规则、计算方法加以汇总、归纳、浓缩。它主要有下列三大条块:①初中数学知识复习提要;②三角函数基础知识;③解析几何基础知识。

(2) 机电常识计算

建筑设备安装的智能化和高精度,以及管道安装的工厂化、标准化、系列化、装配化,对培养高素质、复合型管道安装工,提出了更高的要求。一专多能的管道工,应对所涉及到的安装钳工、电焊工、气焊工、通风工等知识略知一二。为此,我们在本章将介绍物理化学知识、钳工常识、电工基础知识,以及工程力学中静力学基本概念及有关规律。

(3) 流体力学基本计算

工程流体力学是研究工程实际问题中流体平衡和运动规律,以及流体和固体间相互作用的一门科学。在管道中,水的输送、热的供给、降温排汽、除尘排毒等均以流体为介质,研究其基本概念、基本规律,以及流体静力学、动力学、管道阻力计算等知识,对本专业的专业计算技能提高至关重要。

(4) 热工学基本计算

热工学包括工程热力学和传热学两部分。在管道施工工艺、设备安装施工中,必须了解其基础知识。工程热力学是研究热能与机械能间相互转化规律的一门科学。管道专业理论中所涉及到的供热、通风、锅炉及锅炉房设备、制冷与空调等专业知识,将会遇到大量工质在加热、冷却、蒸发、凝结、加温和除湿等状态变化和热量计算。有效增强热工设备的传热,削弱热力管网的热损失,提高换热设备的生产能力,节约能源的热工计算和热力分析等,构成了管道专业计算的重要环节。

(5) 水暖管道计算

现代化工业与民用建筑,都是由建筑、结构、供热、通风、给排水、电气等相关工程所构成的综合体。建筑给排水工程所涉及的知识领域广泛,除节水技术、供水系统自动控制、热水水质控制、节约燃料,开发利用新型能源

外,还应逐步掌握设计秒流量计算,管网水力计算,水泵扬程计算,热水量和耗热量计算。同时,还应逐步掌握室内供暖系统,室外供热管道水力计算,设备选择,安装技术等。

(6) 管道工艺计算

管道安装工艺学是管道专业的主干课程。随着建筑安装工程与科学技术的高速发展,对管道工程提出了更高的要求。新技术、新材料、新工艺、新产品的推陈出新,对管道制作与安装的质量要求更加严格。因此各种管道、板材、型钢的下料、放样、弯管及减薄率等计算,显得尤为重要。

(7) 管道工程预算

建筑安装工程所需的人力、材料、施工机具的消耗、施工工期,资金数量等,需使用共同遵循的计量标准,以保证工程造价有一统一的标准尺度。该标准就是《全国统一安装工程预算定额》。正确、合理地使用定额,通过切实可行的补充定额,单位估价表,差价数量及其地方性法规,对供水供热,及其工艺管道工程量计算,工程造价及成本计算,以及编制相关的施工图预算至关重要。

1.2.2 专业计算的学习方法

由专业计算的内容可知,专业计算与专业理论所讲授的知识技能密切相关。所以,学好专业计算,不必像学习数学知识那样,对公式、定理、规则、公理、定律等进行系统性、严密性逻辑推理、论证、证明。而关键应在于计算技术在专业领域内、施工生产实践中的应用。为此,我们推荐下列学习方法,以供参考。

(1) 科学严谨的学习方法

对专业计算中所涉及到的理化基础知识、量纲运算、力学知识、材料性能、工程量计算等,除应考虑其在数学基础上的科学性以外,还应当注重其在工程实践中的应用条件、适用范围,使其能更完美地为工程实际服务。

另外,诸如像材料强度、热工参数、流体形态等测定,可通过实验和现场勘测取得。

(2) 学以致用用的学习方法

在学好相关专业理论的同时,通过大量规则、高密度的计算技能训练,不仅可巩固并加深理解施工工艺中相关理论、规律、规则、规范、标准等诸方面专业知识,更重要的是也培养了自己独立思考、学以致用、严谨认真的敬业精神。

(3) 理论联系实际的学习方法

专业计算虽然在模块化教学中,是一门相对独立的综合类课程。但是就其所涉及到的机电常识、水暖管道计算、管道工艺计算以及管道工程预算,无一不与工程实际密切相关。深入了解国内外管道施工发展的概况,认真深入施工现场调研,是学好本课程的关键。

1.3 常用数据、符号、标准、单位制

下面我们将中华人民共和国法定计量单位、常用数学符号、文字表量符号等分别列表如下,以供读者学习时备查使用。

国际单位制的基本单位 表 1-1

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克(公斤)	kg
时间	秒	s
电流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol
发光强度	坎[德拉]	cd

国际单位制的辅助单位 表 1-2

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

国际单位制中具有专门名称的导出单位

表 1-3

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式例
频率	赫[兹]	Hz	s^{-1}
力;重力	牛[顿]	N	$kg \cdot m/s^2$
压力,压强;应力	帕[斯卡]	Pa	N/m^2
能量;功;热	焦[耳]	J	$N \cdot m$
功率;辐射通量	瓦[特]	W	J/s
电荷量	库[仑]	C	$A \cdot s$
电位;电压;电动势	伏[特]	V	W/A
电容	法[拉]	F	C/V
电阻	欧[姆]	Ω	V/A
电导	西[门子]	S	A/V
磁通量	韦[伯]	Wb	$V \cdot s$
磁通量密度,磁感应强度	特[斯拉]	T	Wb/m^2
电感	亨[利]	H	Wb/A
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}C$	
光通量	流[明]	lm	$cd \cdot sr$
光照度	勒[克斯]	lx	lm/m^2
放射性活度	贝可[勒尔]	Bq	s^{-1}
吸收剂量	戈[瑞]	Gy	J/kg
剂量当量	希[沃特]	Sv	J/kg

国家选定的非国际单位制单位

表 1-4

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时 间	分 [小]时 天(日)	min h d	1 min = 60s 1 h = 60min = 3600s 1 d = 24h = 86400s
平 面 角	[角]秒 角[分] 度	($''$) ($'$) ($^{\circ}$)	$1'' = (\pi/648000)\text{rad}$ (π 为圆周率) $1' = 60'' = (\pi/10800)\text{rad}$ $1^{\circ} = 60' = (\pi/180)\text{rad}$
旋转速度	转/每分	r/min	$1 \text{ r/min} = (1/60)s^{-1}$
长 度	海里	n mile	1 n mile = 1852m(只用于航程)
速 度	节	kn	$1 \text{ kn} = 1 \text{ n mile/h} = (1852/3600) \text{ m/s}$ (只用于航行)
质 量	吨 原子质量单位	t u	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$ $1 \text{ u} \approx 1.6605655 \times 10^{-27} \text{ kg}$
体 积	升	L	$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
能	电子伏	eV	$1 \text{ eV} \approx 1.6021892 \times 10^{-19} \text{ J}$
级 差	分贝	dB	
线 密 度	特[克斯]	tex	$1 \text{ tex} = 1 \text{ g/km}$

用于构成十进倍数和分数单位的词头

表 1-5

所表示的因数	词头名称	词头符号	所表示的因数	词头名称	词头符号
10^{18}	艾[可萨]	E	10^{-1}	分	d
10^{15}	拍[它]	P	10^{-2}	厘	c
10^{12}	太[拉]	T	10^{-3}	毫	m
10^9	吉[咖]	G	10^{-6}	微	μ
10^6	兆	M	10^{-9}	纳[诺]	n
10^3	千	k	10^{-12}	皮[可]	p
10^2	百	h	10^{-15}	飞[母托]	f
10^1	十	da	10^{-18}	阿[托]	a

习用非法定计量单位法定计量单位换算关系表

表 1-6

量 的 名 称	习用非法定计量单位		法定计量单位		单位换算关系
	名 称	符 号	名 称	符 号	
力	千克力	kgf	牛顿	N	1 kgf = 9.80665N
	吨力	tf	千牛顿	kN	1 tf = 9.80665kN
线分布力	千克力每米	kgf/m	牛顿每米	N/m	1 kgf/m = 9.80665N/m
	吨力每米	tf/m	千牛顿每米	kN/m	1 tf/m = 9.80665kN/m
面分布力、压强	千克力每平方米	kgf/m ²	牛顿每平方米 (帕斯卡)	N/m ² (Pa)	1 kgf/m ² = 9.80665N/m ² (Pa)
	吨力每平方米	tf/m ²	千牛顿每平方米 (千帕斯卡)	kN/m ² (kPa)	1 tf/m ² = 9.80665kN/m ² (Pa)
	标准大气压	atm	兆帕斯卡	MPa	1 atm = 0.101325MPa
	工程大气压	at	兆帕斯卡	MPa	1 at = 0.0980665MPa
	毫米水柱	mmH ₂ O	帕斯卡	Pa	1 mmH ₂ O = 9.80665Pa (按水的密度为 1g/cm ³ 计)
	毫米汞柱	mmHg	帕斯卡	Pa	1 mmHg = 133.322Pa
	巴	bar	帕斯卡	Pa	1 bar = 10 ⁵ Pa
体分布力	千克力每立方米	kgf/m ³	牛顿每立方米	N/m ³	1 kgf/m ³ = 9.80665N/m ³
	吨力每立方米	tf/m ³	千牛顿每立方米	kN/m ³	1 tf/m ³ = 9.80665kN/m ³
力矩、弯矩、扭矩、力偶矩、转矩	千克力米	kgf·m	牛顿米	N·m	1 kgf·m = 9.80665N·m
	吨力米	tf·m	千牛顿米	kN·m	1 tf·m = 9.80665kN·m
双弯矩	千克力二次方米	kgf·m ²	牛顿二次方米	N·m ²	1 kgf·m ² = 9.80665N·m ²
	吨力二次方米	tf·m ²	千牛顿二次方米	kN·m ²	1 tf·m ² = 9.80665kN·m ²
应力、材料强度	千克力每平方毫米	kgf/mm ²	兆帕斯卡	MPa	1 kgf/mm ² = 9.80665MPa
	千克力每平方厘米	kgf/cm ²	兆帕斯卡	MPa	1 kgf/cm ² = 0.0980665MPa
	吨力每平方米	tf/m ²	千帕斯卡	kPa	1 tf/m ² = 9.80665kPa
弹性模量、剪变模量、压缩模量	千克力每平方厘米	kgf/cm ²	兆帕斯卡	MPa	1 kgf/cm ² = 0.0980665MPa
压缩系数	平方厘米每千克力	cm ² /kgf	每兆帕斯卡	MPa ⁻¹	1cm ² /kgf = (1/0.0980665)MPa ⁻¹

续表

量的名称	习用非法定计量单位		法定计量单位		单位换算关系
	名称	符号	名称	符号	
地基抗力刚度系数	吨力每三次方米	tf/m ³	千牛顿每三次方米	kN/m ³	1 tf/m ³ = 9.80665kN/m ³
地基抗力比例系数	吨力每四次方米	tf/m ⁴	千牛顿每四次方米	kN/m ⁴	1 tf/m ⁴ = 9.80665kN/m ⁴
功、能、热量	千克力米	kgf·m	焦耳	J	1 kgf·m = 9.80665J
	吨力米	tf·m	千焦耳	kJ	1 tf·m = 9.80665kJ
	立方厘米 标准大气压	cm ³ ·atm	焦耳	J	1 cm ³ ·atm = 0.101325J
	升标准大气压	L·atm	焦耳	J	1 L·atm = 101.325J
	升工程大气压	L·at	焦耳	J	1 L·at = 98.0665J
	国际蒸汽表卡	cal	焦耳	J	1 cal = 4.1868J
	热化学卡	cal _{th}	焦耳	J	1 cal _{th} = 4.184J
	15℃卡	cal ₁₅	焦耳	J	1 cal ₁₅ = 4.1855J
功 率	千克力米每秒	kgf·m/s	瓦特	W	1 kgf·m/s = 9.80665W
	国际蒸汽表卡每秒	cal/s	瓦特	W	1 cal/s = 4.1868W
	千卡每小时	kcal/h	瓦特	W	1 kcal/h = 1.163W
	热化学卡每秒	cal _{th} /s	瓦特	W	1 cal _{th} /s = 4.184W
	升标准大气压每秒	L·atm/s	瓦特	W	1 L·atm/s = 101.325W
	升工程大气压每秒	L·at/s	瓦特	W	1 L·at/s = 98.0665W
	米制马力		瓦特	W	1 米制马力 = 735.499W
	电工马力		瓦特	W	1 电工马力 = 746W
动力粘度	千克力秒 每平方米	kgf·s/m ²	帕斯卡秒	Pa·s	1 kgf·s/m ² = 9.80665Pa·s
	泊	P	帕斯卡秒	Pa·s	1 P = 0.1Pa·s
运动粘度	斯托克斯	St	二次方米每秒	m ² /s	1 St = 10 ⁻⁴ m ² /s
发 热 量	千卡每立方米	kcal/m ³	千焦耳每立方米	kJ/m ³	1 kcal/m ³ = 4.1868kJ/m ³
	热化学千卡 每立方米	kcal _{th} /m ³	千焦耳每立方米	kJ/m ³	1 kcal _{th} /m ³ = 4.184kJ/m ³
汽化热	千卡每千克	kcal/kg	千焦耳每千克	kJ/kg	1 kcal/kg = 4.1868kJ/kg
热 负 荷	千卡每小时	kcal/h	瓦特	W	1 kcal/h = 1.163W
热强度、容积热负荷	千卡每立方米小时	kcal/(m ³ ·h)	瓦特每立方米	W/m ³	1 kcal/(m ³ ·h) = 1.163W/m ³
热流密度	卡每平方 厘米秒	cal/(cm ² ·s)	瓦特每平方米	W/m ²	1 cal/(cm ² ·s) = 41868W/ m ²
	千卡每平方 米小时	kcal/(m ² ·h)	瓦特每平方米	W/m ²	1 kcal/(m ² ·h) = 1.163W/m ²
比 热 容	千卡每千 克摄氏度	kcal/(kg·℃)	千焦耳每千 克开尔文	kJ/(kg·K)	1 kcal/(kg·℃) = 4.1868kJ/(kg·K)
	热化学千卡 每千克摄氏度	kcal _{th} /(kg·℃)	千焦耳每 千克开尔文	kJ/(kg·K)	1 kcal _{th} /(kg·℃) = 4.184kJ/(kg·K)

续表

量的名称	习用非法定计量单位		法定计量单位		单位换算关系
	名称	符号	名称	符号	
体积热容	千卡每立方米摄氏度	$\text{kcal}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	千焦耳每立方米开尔文	$\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$	$1 \text{ kcal}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C}) = 4.1868 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$
	热化学千卡每立方米摄氏度	$\text{kcal}_{\text{th}}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	千焦耳每立方米开尔文	$\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$	$1 \text{ kcal}_{\text{th}}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C}) = 4.184 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$
传热系数	卡每平方厘米秒摄氏度	$\text{cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C})$	瓦特每平方米开尔文	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$1 \text{ cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}) = 41868 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
	千卡每平方米小时摄氏度	$\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$	瓦特每平方米开尔文	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$1 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}) = 1.163 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
导热系数	卡每厘米秒摄氏度	$\text{cal}/(\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C})$	瓦特每米开尔文	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	$1 \text{ cal}/(\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}) = 418.68 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
	千卡每米小时摄氏度	$\text{kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$	瓦特每米开尔文	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	$1 \text{ kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}) = 1.163 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
热阻率	厘米秒摄氏度每卡	$\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}/\text{cal}$	米开尔文每瓦特	$\text{m} \cdot \text{K}/\text{W}$	$1 \text{ cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}/\text{cal} = (1/418.68) \text{ m} \cdot \text{K}/\text{W}$
	米小时摄氏度每千米	$\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal}$	米开尔文每瓦特	$\text{m} \cdot \text{K}/\text{W}$	$1 \text{ m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal} = (1/1.163) \text{ m} \cdot \text{K}/\text{W}$
光照度	辐透	ph	勒克斯	lx	$1 \text{ ph} = 10^4 \text{ lx}$
光亮度	熙提	sb	坎德拉每平方米	cd/m^2	$1 \text{ sd} = 10^4 \text{ cd}/\text{m}^2$
	亚熙提	asb	坎德拉每平方米	cd/m^2	$1 \text{ asb} = (1/\pi) \text{ cd}/\text{m}^2$
	朗伯	la	坎德拉每平方米	cd/m^2	$1 \text{ la} = (10^4/\pi) \text{ cd}/\text{m}^2$
声压	微巴	μbar	帕斯卡	Pa	$1 \mu\text{bar} = 10^{-1} \text{ Pa}$
声能密度	尔格每立方厘米	erg/cm^3	焦耳每立方米	J/m^3	$1 \text{ erg}/\text{cm}^3 = 10^{-1} \text{ J}/\text{m}^3$
声功率	尔格每秒	erg/s	瓦特	W	$1 \text{ erg}/\text{s} = 10^{-7} \text{ W}$
声强	尔格每秒平方厘米	$\text{erg}/(\text{s} \cdot \text{cm}^2)$	瓦特每平方米	W/m^2	$1 \text{ erg}/(\text{s} \cdot \text{cm}^2) = 10^{-3} \text{ W}/\text{m}^2$
声阻抗率、流阻	CGS 瑞利	CGS rayl	帕斯卡秒每米	$\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$	$1 \text{ CGS rayl} = 10 \text{ Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$
	瑞利	rayl	帕斯卡秒每米	$\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$	$1 \text{ rayl} = 1 \text{ Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$
声阻抗	CGS 声欧姆	$\text{CGS} \Omega_A$	帕斯卡秒每三次方米	$\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$	$1 \text{ CGS } \Omega_A = 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$
	声欧姆	Ω_A	帕斯卡秒每三次方米	$\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$	$1 \Omega_A = 1 \text{ Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$
力阻抗	CGS 力欧姆	$\text{CGS} \Omega_M$	牛顿秒每米	$\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}$	$1 \text{ CGS } \Omega_M = 10^3 \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}$
	力欧姆	Ω_M	牛顿秒每米	$\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}$	$1 \Omega_M = 1 \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}$
吸声量	赛宾	Sab	平方米	m^2	$1 \text{ Sab} = 1 \text{ m}^2$

常用数学符号表

表 1-7

符 号	意义或读法	符 号	意义或读法
$\overline{AB}, AB$	[直]线段 AB	%	百分比
$\angle$	[平面]角	()	圆括号或小括号
$^{\circ}$	度	[]	方括号或中括号
$'$	[角]分	{ }	花括号或大括号
$"$	[角]秒	$\pm$	正或负
$(\quad)$	弧 AB	$\mp$	负或正
π	圆周率	max	最大
$\triangle$	三角形	min	最小
$\square$	平行四边形	+	加
$\odot$	圆	-	减
$\perp$	垂直	$\cdot, \times$	乘
$\parallel, \parallel$	平行	$\frac{a}{b}, a/b, ab^{-1}$	a 除以 b 或 a 被 b 除
$\sim$	相似	$\sum_{i=1}^n a_i$	$a_1 + a_2 + \cdots + a_n$
$\cong$	全同或全等	$\prod_{i=1}^n a_i$	$a_1 \cdot a_2 \cdots a_n$
$\because$	因为	a^p	a 的 p 次方或 a 的 p 次幂
$\therefore$	所以	$a^{1/2}, a^{\frac{1}{2}}$ $\sqrt{a}, \sqrt{a}$	$\left\{ \begin{array}{l} a \text{ 的 } \frac{1}{2} \text{ 次方,} \\ a \text{ 的平方根} \end{array} \right.$
$=$	等于	$a^{1/n}, a^{\frac{1}{n}}$ $\sqrt[n]{a}, \sqrt[n]{a}$	$\left\{ \begin{array}{l} a \text{ 的 } \frac{1}{n} \text{ 次方,} \\ a \text{ 的 } n \text{ 次方根} \end{array} \right.$
$\neq$	不等于	$ a $	a 的绝对值, a 的模
$\triangleq$	相当于	sgn a	a 的符号函数
$\approx$	约等于	$\bar{a}, (a)$	a 的平均值
$\propto$	成正比	$n!$	n 的阶乘
$:$	比	f	函数 f
$<$	小于	$x \rightarrow a$	x 趋于 a
$>$	大于	$\lim_{x \rightarrow a} f(x)$	x 趋于 a 时 $f(x)$ 的极限
$\leq$	小于或等于	$\overline{\lim}$	上极限
$\geq$	大于或等于	$\underline{\lim}$	下极限
$\ll$	远小于	sup	上确界
$\gg$	远大于	inf	下确界
∞	无穷[大]或无限[大]	Δx	x 的[有限]增量
$.$	小数点	$\simeq$	渐近等于

续表

符 号	意义或读法	符 号	意义或读法
$\frac{df}{dx}$	单变量函数 f 的 导[函]数或微 商	$\lg x, \log_2 x$	x 的以 2 为底的对数
df/dx		$\sin$	正弦
f'		$\cos$	余弦
Df	多变量 $x, y, \dots$ 的函数 f 对于 x 的偏微商或偏导数	$\tan$	正切
$\frac{\partial f}{\partial x}$		$\cot$	余切
$\partial f / \partial x$		$\sec$	正割
$\partial_x f'$		cosec	余割
df	函数 f 的全微分	$\arcsin$	反正弦
δf	f 的(无穷小)变差	$\arccos$	反余弦
$\int f(x) dx$	函数 f 的不定积分	$\arctan$	反正切
$\int_a^b f(x) dx$	函数 f 由 a 至 b 的定积分	arccot	反余切
$\iint_A f(x, y) dA$	函数 $f(x, y)$ 在集合 A 上的 二重积分	arcsec	反正割
e	自然对数的底	$\operatorname{arc cosec}$	反余割
$e^x, \exp x$	x 的指数函数(以 e 为底)	$\sinh$	双曲正弦
$\log_a x$	以 a 为底的 x 的对数	$\cosh$	双曲余弦
$\ln x, \log_e x$	x 的自然对数	arsinh	反双曲正弦
$\lg x, \log_{10} x$	x 的常用(布氏)对数	arcosh	反双曲余弦

文字表量符号表

表 1-8

量的名称	符 号	量的名称	符 号
时间和空间		角速度	ω
[平角]面	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$ 等	角加速度	α
立体角	Ω	速度	u, v, w, c
长度	$l, (L)$	加速度	a
宽度	b	重力加速度, 自由 落体加速度	g
高度	h	周期	
厚度	$\delta, (d, t)$	周期	T
半径	r, R	时间常数	$\tau, (T)$
直径	d, D	频率	$f, (\nu)$
程长, 距离	s	转速, 旋转频率	n
面积	$A, (S)$	角频率, 圆频率	ω
体积, 容积	V	波长	λ
时间, 时间间隔	t	波数	σ
持续时间			

续表

量的名称	符 号	量的名称	符 号
圆波数,角波数	K	表面张力	γ, σ
振幅级差,场级差	L_F	功	$W, (A)$
功率级差	L_P	能[量]	$E, (W)$
阻尼系数	δ	势能,位能	$E_p, (V)$
对数减缩率	Δ	动能	$E_k, (T)$
衰减系数	α	功率	P
相位系数	β	质量流量	q_m
传播系数	γ	体积流量	q_v
力学		热学	
质量	m	热力学温度	T, Θ
密度	ρ	摄氏温度	t, θ
相对密度	d	线[膨]胀系数	α_l
比容(比体积)	v	体[膨]胀系数	α_v, γ
线密度	ρ_l	相对压力系数	α_p
面密度	$\rho_A, (\rho_s)$	压力系数	β
动量	p	压缩率	χ
动量矩,角动量	L	热,热量	Q
转动惯量	$I, (J)$	热流量	Φ
力	F	热流[量]密度	q, φ
重力	$W, (P, G)$	热导率(导热系数)	λ, K
引力常数	G	传热系数	h, a
力矩	M	[总]传热系数	k, K
转矩,力偶矩	T	热绝缘系数	M
压力,压强	p	热阻	R
正应力	σ	热扩散率	$a(\alpha, \chi)$
切应力(剪应力)	τ	热容	C
线应变	ϵ, e	比热容	c
切应变(剪应变)	γ	比热[容]比	γ
体积应变	θ	定熵指数	χ
泊松比	μ, ν	熵	S
弹性模量	E	比熵	s
切变模量(剪变模量)	G	内能	$U, (E)$
体积模量	K	焓	$H, (I)$
压缩系数	χ	比内能	$u, (e)$
截面惯性矩	$I_a, (I)$	比焓	$n, (i)$
极惯性矩	I_p	电学和磁学	
截面系数	W, Z	电流	I
摩擦系数	$\mu, (f)$	电荷[量]	Q
[动力]粘度	$\eta, (\mu)$	电荷[体]密度	$\rho(\eta)$
运动粘度	ν	电荷面密度	σ

续表

量的名称	符 号	量的名称	符 号
电场强度	$E, (K)$	光通量	$\Phi, (\Phi_v)$
电位, (电势)	V, φ	光量	$Q, (Q_v)$
电位差, (电势差), 电压	U	[光]亮度	$L, (L_v)$
电动势	E	光出射度	$M, (M_v)$
电通[量], 密度, 电位移	D	[光]照度	$E, (M_v)$
电通[量], 电位移通量	Ψ	曝光量	H
电容	C	光视效能	K
电流密度	$J, (S, \delta)$	光视效率	V
电流线密度	$A, (\alpha)$	折射率	n
磁场强度	H	声	
磁位差(磁势差)	U_m	声速	c
磁通势, 磁动势	F, F_m	声能密度	D, w
磁通[量]密度, 磁感应强度	B	声[源]功率	W, P
磁通[量]	Φ	声能通量	Φ
磁导率	μ	声强[度]	I
磁化强度	M, H_i	声阻抗率	Z_s
[直流]电阻	R	[声]特性阻抗	Z_c
[直流]电导	G	声阻抗	Z_a
电阻率	ρ	声阻	R_a
电导率	ν, σ, κ	声抗	X_a
磁阻	R_m	声质量	M_a
磁导	$\Lambda, (P)$	声导纳	Y_a
阻抗, (复数阻抗)	Z	声导	G_a
电抗	X	声纳	B_a
[交流]电阻	R	损耗系数	δ
导纳, (复数导纳)	Y	反射系数	r
电纳	B	透射系数	τ
[交流]电导	G	吸声系数	α
功率	P	隔声量, 传声损失	R
电能[量]	W	吸声量	A
光		响度级	L_N
发光强度	$I, (I_v)$	响度	N