

计量中的科学

J I L I A N G Z H O N G D E K E X U E

卢敬叁 李玉秋 编著

中国标准出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计量中的科学/卢敬叁等编. —北京: 中国标准出版社, 2001

ISBN 7-5066-2555-5

I. 计… II. 卢… III. 计量学 IV. TB9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 064746 号

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32 印张 9 插页 4 字数 255 千字

2001 年 11 月第一版 2001 年 11 月第一次印刷

*

印数 1—2 500 定价 **25.00** 元

网址 www.bzcbbs.com

*

科目 588—185

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68533533

前 言

当人们在广播里、电视上听到和看到我国发射的卫星准确入轨、正常运行，我们乘坐的飞机在一望无际的天空中飞行，万吨巨轮在蓝色的茫茫大海中航行，大家会对我们的祖国在科技方面取得的巨大成就感到无比自豪。

恩格斯在他的《自然辩证法》一书中写到：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”。计量科学也是这样，它在生产中诞生，反过来又为生产服务，是我们认识自然和改造自然的一种手段。为了普及计量基础知识，让广大读者了解、熟悉和掌握计量科学方面的知识，我们编著了《计量中的科学》一书。

本书通俗地介绍了计量科学技术的基础知识，十大计量学科的内容和作用，计量与国民经济的关系，计量科技在国

际往来与科技合作中的作用,我国计量科技在国际上的地位和声誉,计量科学技术的特点及发展规律以及现代计量科学技术及其发展。由于我们的水平有限,书中难免有缺点和错误,恳切希望广大读者批评、指正。

编 者

2001 年 4 月

目 录

第一章 计量浅说	1
一、中国计量科学研究的殿堂	1
(一) 华夏现代计量的崛起	1
(二) 计量科学的“风帆”起航	3
(三) 展望未来任重道远	6
二、计量浅说	6
(一) 什么是计量	6
(二) 计量的意义	8
(三) 计量工作和科研工作的任务	10
(四) 现代计量科学技术的主要内容——十大计量	13
第二章 计量科学技术的作用和意义	52
一、计量中的科学	52
(一) 国计民生的技术基础	52
(二) 怎样达到量值统一	55
(三) 向更高精度迈进	57
二、计量单位与米制公约	58
(一) 量的概念	58
(二) 计量与单位	59
(三) 米制的形成	60

三、计量——你身边的科学	64
四、生活中离不开计量科学	66
五、计量科研为国民经济建设服务	67
六、计量测试技术与国民经济建设	69
(一) 计量测试技术在国民经济建设中的作用	69
(二) 计量测试技术是产品质量监督检验的技术基础 ...	72
(三) 计量测试技术有着广泛的应用前景	73
七、信息高速公路与计量科学技术	74
八、计量科学技术与国际商品仲裁	78
(一) 计量科技是商检、科技进步的必备条件	79
(二) 计量科技在进口商品检验中的作用	80
(三) 索赔是值得我们重视的问题	82
九、计量科学与国防建设	83
(一) 国防建设的技术基础	84
(二) 测量条件和实践意义	86
(三) 国防计量的发展趋向	88
十、时间计量技术与人类社会生活	90
(一) 标准时间的意义	90
(二) 时间的划分和定义	90
(三) 铯原子钟 30 万年误差 1 秒	91
(四) 时间频率的传递	93
(五) 时间频率的作用	94
十一、计量科学技术与现代社会发展	95
(一) 计量的历史由来	95
(二) 计量科技与生活息息相关	97
(三) 物理学和计量学相互作用的实践意义	97
(四) 计量科技在人们日常生活中的应用	99

(五) 计量科技在医疗方面的应用	100
(六) 计量科技在高技术领域的应用	101
(七) 忽视计量将损害自身利益	103
(八) 计量科技应全面得到加强	104
(九) 计量科技未来发展的趋势	105
十二、科学地看待和使用无线通信的电磁辐射	107
(一) 无线通信以惊人的速度发展	108
(二) 电磁污染环境及资源浪费问题亟待解决	108
(三) 应科学地看待和使用移动通信电磁辐射	110
(四) 计量标准是检验和监督有害无害的科学依据 ..	111
十三、微波辐射的应用与防护	112
十四、电磁辐射污染环境	114
(一) 电磁辐射的产生和应用	115
(二) 电磁辐射的危害	116
(三) 电磁辐射的防治及建议	118
十五、计量科技为阿尔法磁谱仪研制提供质量保证	120
十六、“米”定义的由来	121
十七、时间单位“秒”定义的变迁	124
十八、颜色计量让生活更精彩	129
(一) 颜色计量的作用	130
(二) 颜色使电视画面更艳丽	130
(三) 颜色用于防伪效果好	131
(四) 用颜色治病已成为可能	132
(五) 彩色文件使办公提高效率	133
十九、光的计量与人们生活	134
(一) 探索太阳光的奥秘	134
(二) 光的测量基础	135

(三) 光计量造福人类的几个小故事	136
(四) 光也会给人类造成危害	139
二十、标准物质在国民经济和人民生活中的作用	140
二十一、压力计量前途无量	144
二十二、高频和微波功率测试技术新发展	145
(一) 射频脉冲峰值功率测量方法的研究	145
(二) 功率方程法用于确定喇叭天线的输入功率	146
(三) 用衰减器扩展小功率计量程的又一种换算方法	146
(四) 单板计算机在微波功率传递系统中的应用	146
二十三、我国光辐射计量基准仪器新成果	147
二十四、高精度动态光电显微镜	148
二十五、流量计量的作用、意义与 21 世纪流量测量 展望	149
(一) 流量计量的基础作用	150
(二) 流量测量和流量仪表	151
(三) 流量标准和流量计的检定	152
(四) 21 世纪流量计的展望	153
附录 1 铯原子钟	155
附录 2 时间频率怎样传递	158
附录 3 “幽灵电波”将是 21 世纪第五公害	160
附录 4 浅析计量、标准化和质量保证的关系	163
附录 5 世界上最精确的“米尺”在哪里	165
附录 6 倒计时与闰秒	168
附录 7 计量测试与质量管理体系	170

第三章 我国计量科学技术在国际上的

地位和声誉

一、国际交往与合作给我国的计量科学技术发展插上了腾飞

的翅膀	175
(一) 与国际接轨连接五洲四海	175
(二) 过硬的技术让国际刮目相看	179
(三) 夯实科研基础, 迎接世纪挑战	191
二、我国重力加速度测量跨出国门	193
(一) 重力加速度测量及其意义	193
(二) 研制重力仪服务于经济	194
(三) 重力加速度测量跨出国门取得成果	195
附录 广泛开展国际技术交流与合作	197

第四章 计量科学技术的未来与展望 199

一、如何面对国际计量技术的新挑战	199
二、小尺寸测量大世界	201
(一) 构成物质世界的原子和分子	202
(二) 探寻神秘世界的纳米计量	203
(三) 应用前景广阔的纳米技术	205
(四) 纳米技术将改变我们的生活	206
三、计量科学在高科技中的应用及发展趋势	209
四、计量科学在节约能源中的实践意义	214
五、计量科学在生产力发展中的意义	215
六、计量科学未来的发展	217
七、自动计量检测的发展方向	219
八、计量在生产中的应用及发展	220
(一) 计量技术是质量保证的基础	220
(二) 现代工业对计量的需求越来越高	221
(三) 计量在生产中的革新方向	222
九、计量科技“八五”与“九五”回顾	223

(一) 为国民经济建设服务效益显著	223
(二) 科学技术取得丰硕成果	224
(三) 国际科技合作成绩斐然	226
(四) “九五”期间计量科学技术发展回顾	227
十、“九五”计量科技新进展与“十五”展望	228
(一) 科学研究取得了丰硕成果	228
(二) 开展检定测试确保量值溯源	231
(三) 经济需要是计量科技开发的基点	233
(四) 国际科技合作成果显著	234
(五) “十五”期间计量科学技术展望	235
十一、应大力开发传感器技术	237
十二、应加快我国计量科学技术迈向国际市场的步伐	238
十三、心灵的窗户在流泪	241
十四、面向经济走向社会的当代计量科学技术	244
附录 1 工业计量技术的作用及发展	249
附录 2 树立质量检测索赔观念	253
附录 3 发展计量科技 适应市场经济	256

第五章 计量科学技术发展的规律和特点 259

一、计量科学技术的发展规律、特点与科研的管理	259
(一) 计量科技的形成及发展	261
(二) 计量科技的发展规律及特点	262
(三) 计量科技发展需有科学管理做保障	270
二、计量科学伴你走向未来	275
(一) 电视画面上的时钟	276
(二) 医疗保健的卫士	277
(三) 日常生活的伙伴	277

第一章

计 量 浅 说

计量在我们的生活中扮演着“量”的概念，控制“量”的多少能使我们的生活更加科学、舒适，提高我们的生活质量。本章主要介绍计量的定义、现代计量科技的主要内容——十大计量。在以下的文章里，你将更加广博地了解到计量的科学知识。

一、中国计量科学研究的殿堂

在北京北三环东路的和平街北口处，有一座环境优美，绿茵花丛满院春色的大院子，这就是中国计量科学研究所的所在地。它人才济济，成果累累，是我国计量科学研究的重要基地。

计量是人们日常生活中离不开的科学，它在经济建设中，涉及的领域十分广泛，是工业农业生产、国防建设、科学研究、国内外贸易、环境保护、医疗卫生等领域中的技术基础。

中国计量科学研究所 40 多年的建设中，倾注了党和国家领导人的关怀和支持，融入了科学技术人员的心血和智慧，孕育着高新技术和新的人才，为计量科学的崛起和发展写下了辉煌的篇章，成为我国经济建设中不可缺少的生力军和技术基础。

（一）华夏现代计量的崛起

计量有着悠久的历史，我国古代度量衡有很高的科技水平，是发展天文、水利、建筑和手工业必备的实用技术，又是发展和巩固封建经济必需的技术手段，秦朝统一的度量衡制度，一直沿用了 2000 多年，创造出灿烂的华夏文化。18 世纪，帝国主

义入侵，各国度量衡制度随之而来，更加剧了我国近代度量衡制度的混乱局面。新中国成立时，计量管理主要是在商用度量衡的范畴，现代计量技术还是一片空白。

新中国成立后，党和政府在展开大规模工业化建设之初，就十分重视计量、标准化等技术基础的建设。1955年，经一届全国人大第二次常务委员会会议批准，国务院设立了国家计量局，统一管理全国计量工作，同时加紧计量技术机构的建设，开展计量科学研究和检定工作。科技工作者在一张白纸上描绘计量技术发展的蓝图，在荒墟上建造中国计量科学技术的殿堂。1958年1月经国务院批准，一机部工具研究院的计量部分并入国家计量局，大大加强了计量基础建设和统一管理全国计量工作的力量，使计量科学技术得到很快发展。60年代初，在聂荣臻元帅的主持下，计量科学研究纳入了1962年~1972年的十年科技发展规划。国家投入了大量的人力、物力和财力进行建设。1965年，中国计量科学研究院正式命名时，已建立起了长度、力学、热工、电磁、光学、无线电、时间频率、放射性、化学共9个实验室和1个实验工厂，十大计量已初具雏型。计量人员1958年时不足100人，1965年已增加到1500人，其中科技人员800多人。一大批青年科技人员满怀对祖国的一片赤诚，献身这古老而又崭新的计量事业。在独立自主、自力更生方针的指引下，计量院广大科技人员和工人奋发图强，以满腔的热忱夜以继日、刻苦学习、努力钻研。在短短的时间内，自行设计、自己研制，建立起一批国家急需的计量基准、标准，发展了计量测试手段，一代计量科学技术骨干迅速成长起来。先后建立了氪₈₆光波波长基准，复现米的准确度达到了当时国际水平 1×10^{-8} ；100毫米的基准量块组，用两种不同干涉仪测量，达到国际先进水平；24米大长度比较仪，保证了大地测量、重力

网、铁路、大坝、地震预报等常用的殷钢基线尺的量值统一；质量千克基准的准确度达到 1×10^{-8} ；1兆牛杠杆式标准测力机、5兆牛基准测力机，布、洛、维氏硬度基准等也建立起来了；完成的锌、镱、银、金、铜等金属的固定点工作，固定点的复现误差均在国际温标规定的范围之内，水三相点达到了当时国际水平，光电高温计、高温铂铑-铂基准热电偶、钨带基准温度灯、氧点复现等都取得了成果；国家临时伏特基准组和临时欧姆基准组、光强基准、250℃水溶液酸标准也都相继建立。这些计量基准、标准，有力地支持国家经济建设和科学技术的发展，也为中国计量科学研究的腾飞打下了坚实的基础。

（二）计量科学的“风帆”起航

党的十一届三中全会的春风吹遍神州大地，计量科学技术也扬起“风帆”，加快了前进的步伐。改革开放十多年来，中国计量科学研究院已建设成为我国计量科学技术的研究中心和发展基地。在千余人的科技队伍中，高级技术人员 300 余人，中级技术人员 400 余人。固定资产逾亿元，建立了长度、热工、力学、电磁、电离辐射、无线电、时间频率、光学、化学、声学等十大类计量学科，计 70 个专业 68 个实验室。依靠自己的力量研制出了国际单位制中的“米”、“秒”、“千克”、“开尔文”、“安培”、“坎德拉”6 个基本物理量的计量基准，及其导出量的计量标准 300 多项，其中一些基准、标准的主要技术指标已达到国际水平。如实现米的新定义的碘稳频氦氖激光器，实现 1990 国际温标 (ITS-90) 中、高温固定点及铂电阻温度计、20 兆牛基准测力机、绝对重力仪等 20 多项科研成果，经多次国际比对有的达到了国际先进水平，个别的处于国际领先水平，并在某些方面有独特创新。

全国科学大会以来，中国计量科学研究院先后共获得国家级及部级科研成果 210 余项，其中获国家科学技术进步一等奖 3 项、二等奖 21 项、三等奖 17 项；获国家自然科学奖二等奖 1 项；获国家发明奖 10 项。目前，中国计量科学研究院建立的基础、标准，在种类、准确度等方面基本上满足了国民经济建设中的需要。为贯彻《中华人民共和国计量法》，统一全国量值，提供了可靠的技术保证。

在科学技术面向国民经济建设的方针指导下，中国计量科学研究院利用现代计量科学技术手段，开发研制了一批技术水平和应用价值较高的测试仪器和测试技术，解决了生产、科研的急需。如，在为工业生产服务的项目中，石油部门急需的石油管状螺纹标准、石油含水测量仪及其标定装置；可以避免硅钢片检测中大量取样消耗的整张硅钢片测量装置、巨型客机检修用的扭矩测量仪，现已用于许多钢厂和焦化厂的 240 吨大型焦炉煤塔秤；为高科技及其产业发展服务的项目有航天火箭发动推力传感器的标定，葛洲坝工程的力学和核电站放射性测试，北京正负电子对撞机上多种巡回检测装置，为航天事业服务的频率与时间标定，为大规模集成电路和光纤生产检测的有硅单晶电阻率标准样片、高精度光纤带宽测试系统；为科学技术进步服务的项目有高温超导材料参数的测量、稳频激光器的研究以及通过中央电视台发播、由国家时间频率基准控制的标准时间频率信号，用于录音机、摄像机、放映机和盒带生产质量检验用的低频抖动标准，盒带长度测量仪以及磁带磁粉磁参数测量装置。为钟表工业研制的薄量块激光干涉仪，啤酒线杀菌机温度控制和测量系统，啤酒灌装机液体控制系统和啤酒在线浊度计等；为卫生保健与医疗检测服务的项目有，紫外辐射照度计、钴 60 γ 射线吸收剂量标准以及验光仪标准用的顶焦度基准，

超声多普勒胎心仪以及胎心仪灵敏度检测装置等。在为各行业各部门的服务中，都取得了巨大的经济效益和社会效益。

在国内外贸易、商品检验、社会安全、环境保护、医疗卫生、残疾康复以及企业节约能源、降耗、提高产品质量等经营管理中，计量科学技术起到了重要作用。中国计量科学研究院利用已建立的计量手段，为之提供了必要的计量监督和计量技术保证。如对进口商品质量仲裁工作，几年来在将近 100 起的经济仲裁中，由于计量测量数据准确可靠，并且有很高的权威性，挽回了重大的经济损失，维护了国家尊严，树立了我院现代计量科研与检测的先进、公正、准确的形象。

在国际交流与合作中，中国计量科学研究院作为国家级的计量科研基地，以其高水平的科研成就和较强的综合技术实力，在国际计量领域享有较高声誉。与美国、英国、德国、法国、日本、意大利、澳大利亚、芬兰、俄罗斯、新加坡等国家的计量机构有着广泛交流与合作，并积极参与国际组织的活动。在国际计量科学研究中，中国计量科学研究院解决了石英套管在高温下的析晶问题，制造出高性能的高温铂电阻温度计，为高温段用铂电阻温度计代替热电偶奠定了技术基础。提供的 612 纳米激光器的光谱测量数据被国际米定义咨询委员会采纳推荐，作为实现新米定义波长标准的依据。电学单位采用新量值，中国计量科学研究院提供的 4 种方法测量的数据，成为世界上仅有的 4 个能够提供 4 种数据的国家之一。中国计量科学研究院为发展国际计量科学技术做出了突出贡献。中国计量科学研究院还是国际法制计量组织成员之一，先后参加制定、修订国际建议共 173 件次，为国际法制计量委员会（CIML）通过、发布计量器具检定、法制管理、人员培训等技术法规文件提供了最直接的技术服务，促进了国际法制计量科学技术的发展，受到

国际上的重视。近年来，中国计量科学研究院在新加坡多次举办计量测试仪器展览会，为我国计量仪器进入国际市场展示了良好的前景。

（三）展望未来任重道远

随着社会主义市场经济体制的逐步建立，改革开放，经济建设的腾飞，给计量科学又一次提出了新的要求。要求我们更好地为祖国的四化建设服务，投身到国民经济建设的主战场，为经济的繁荣做出贡献。

在今后的计量科学技术的发展中，中国计量科学研究院将继续加强、完善计量基本单位体系的研究和建立，同时致力于发展我国高新技术产业所需要的计量标准研究，探索计量单位量值新的传递技术和方法，进行在线测量，使计量标准和检测技术直接应用于生产。在提高产品质量的各类测试技术过程中，积极承担经济发展中的测试任务，建立适应社会主义市场经济体制的计量科学技术和管理体制，为我国计量科学技术的发展与进步做出不懈的努力。

千里之行，始于足下。为实现计量院的发展目标，必须不断地深化改革，加速学科、人才、组织机构的调整，集中优势力量完成国家科研计划和法制计量任务，加速开发和应用研究，勇攀计量科技高峰，使我国计量科学技术保持国际先进地位。

让我们扬起计量科学技术的风帆，满怀信心地驶向更美好的未来。

二、计 量 浅 说

（一）什么是计量

说起计量，我们往往会简单地理解为“尺、斗、秤”，也就

是我们常说的“度量衡”。随着科学技术的迅速发展，计量科学技术必然需要相应的发展。目前，计量科学已发展为长度、热学、力学、电磁、无线电、时间频率、电离辐射、光学、声学 and 标准物质等十大计量科学。当然，尺、斗、秤也是计量，不过只是计量学科的一小部分。那么，究竟什么是计量呢？为了便于大家弄清这个问题，不妨让我们先来谈谈日常生活中经常碰到的计量事情。

物体都有长短、轻重之分，当我们需要知道这些物体的长短或轻重时，就要用米尺和秤，例如用尺量布、用秤来称粮食，用温度计量体温；乘客乘飞机或火车，要用手表来掌握时间；每月用了多少度电、多少立方米煤气、多少吨水就要用电表、煤气表和水表；烧锅炉就要用锅炉上的压力表，冬天屋里冷热要用暖气上的热力表，等等。在这些事例中我们就要用各种计量器具对未知物体的长度、重量以及温度、时间、容量、压力等等的物理量进行测量，而这种测量在人们的生产活动和日常生活中是大量的。在对物体的测量中，我们把一个暂时未知的量同另一个约定的已知量进行比较，从而得出未知物体的量，这个比较的过程就是计量。就拿我们用体温计量体温来说吧，一支刻有 42°C 的完好体温计，上面的刻度标有计量单位，是已知的量，而人的体温则是待测的暂时未知的量；把体温计放在人的腋下或口腔里，测出人体的温度，这个过程就是计量。正因为许多事物都包含着未知的量，所以计量的范围是非常广泛的，涉及到生产、科研、国防和生活等各个方面。此外，计量器具的种类很多，计量单位的名称也很复杂。随着生物工程、信息技术、高能物理、宇航技术等现代高新科学技术的发展，前沿领域都对计量不断提出新的、更高的要求，计量已经成为我们认识自然和改造自然的一种必不可少的手段。今天的计量与我