



计量技术基础

JILIANG JISHU JICHU

张文娜 熊飞丽◎编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

计量技术基础

张文娜 熊飞丽 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书系统地介绍了计量技术的基础知识。全书共16章和1个附录,第1章至第6章重点介绍了计量的基本概念、单位制、测量误差与数据处理、计量器具的特性评价及量值传递和溯源。第7章至第16章按学科划分,分别阐述了10大计量专业知识的概要。各章均附有思考题可供选用。附录为通用计量术语及定义。

本书适合作为仪器科学与技术、电子科学与技术等专业的教材或教学参考书,也可供其他相关专业的师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计量技术基础/张文娜,熊飞丽编著. —北京:国防工业出版社,2009.6

ISBN 978-7-118-06281-6

I. 计... II. ①张...②熊... III. 计量-基本知识 IV. TB9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 045694 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16½ 字数 372 千字

2009年6月第1版第1次印刷 印数 1—4000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

计量是为实现单位统一、量值准确可靠而开展的一项活动。计量学是关于测量的科学,它涉及测量理论、测量技术和测量实践等多个领域。

在过去,计量称为度量衡,这是因为当时人类主要从事农业和手工业生产,在生产和商品交换中,只需要对常用的长度、容量和质量进行计量。随着社会的发展和科学技术的进步,现代的计量已经远远不是过去简单的度量衡所能涵盖的。现代计量工作由科学计量、法制计量和工程计量3个部分组成。现代计量已成为国民经济和国防建设中一项重要的技术基础,是一个国家、一个地区和一个行业发展的探测器。

本书从计量、测量的基本概念入手,简要回顾了计量发展的历史,接着系统阐述了计量技术的基础理论,最后介绍了计量技术的10大专业领域。在介绍计量技术的基础理论时,力求概念准确、叙述简洁、透彻。首先介绍了量和单位制的定义,这部分内容是保障测量结果准确可靠的基础;继而阐述了测量结果及误差的概念,重点叙述不确定度的概念及评定方法,以便得到正确的测量结果;接着阐述了计量器具和常见的测试与计量方法,这部分内容是进行量值传递、保障量值准确可靠的物质技术基础;最后介绍了保障测量结果准确可靠的法律手段和措施,即量值传递和溯源以及计量检定体系、规范等相关知识。在介绍10大计量专业时,以量值传递方法、计量原理与计量方法为主,注重对学生基本测量方法和能力的培养,以使他们在掌握共性知识的基础上解决更广泛的计量问题。

本书注重理论和实践相结合,以方便学生学习和理解。教材中的有关术语、定义和技术吸收了国际计量科学技术的最新成果并参照了相关的国家计量技术法规。重点参照的技术法规有:JJF 1001—1998《通用计量术语及定义》(见附录)、JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》和我国《计量法》等。

本书编写过程中参考了许多文献,在此谨向参考文献的作者们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限、书中有错误与不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2008年8月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 计量学及其分类	1
1.1.1 几个基本概念	1
1.1.2 计量学研究的内容	2
1.1.3 计量学的分类	3
1.2 计量的产生与发展	4
1.3 计量的特点、作用和意义	6
1.3.1 计量的特点	6
1.3.2 计量的作用与意义	7
1.4 国际计量组织简介	10
思考题	11
第2章 量和单位制	12
2.1 量和量值	12
2.1.1 量的概念和分类	12
2.1.2 量值的概念	14
2.2 单位和单位制	14
2.2.1 计量单位	14
2.2.2 基本单位和导出单位	15
2.2.3 倍数单位和分数单位	15
2.2.4 量纲	16
2.3 国际单位制	17
2.3.1 国际单位制的优点	17
2.3.2 国际单位制的构成	18
2.4 我国的法定计量单位	22
思考题	23
第3章 测量误差与数据处理	24
3.1 误差的基本概念	24
3.1.1 误差的定义及表示法	24

3.1.2	误差来源	25
3.1.3	误差分类	26
3.1.4	表征测量结果质量的指标	26
3.2	误差的基本性质与处理	27
3.2.1	随机误差	27
3.2.2	系统误差	30
3.2.3	粗大误差	32
3.2.4	测量结果的数据处理步骤	34
3.3	测量的不确定度	35
3.3.1	测量的不确定度的基本概念	35
3.3.2	标准不确定度的评定	36
3.3.3	测量的不确定度的合成	37
3.3.4	测量的不确定度的评定步骤	40
3.4	最小二乘法与回归分析	43
3.4.1	最小二乘法	43
3.4.2	回归分析	45
	思考题	46
第4章	计量器具及其特性	48
4.1	计量器具的分类和特点	48
4.1.1	计量器具按结构特点分类	48
4.1.2	计量器具按计量用途分类	50
4.2	计量器具的主要特性	52
4.2.1	计量器具的静态特性	52
4.2.2	计量器具的动态特性	54
4.3	计量器具的组成和选用	54
4.3.1	计量器具的组成	54
4.3.2	计量器具的选用	57
	思考题	58
第5章	测试与计量方法	59
5.1	直接计量法和间接计量法	59
5.1.1	直接计量法	59
5.1.2	间接计量法	60
5.2	基本计量法和定义计量法	61
5.2.1	基本计量法	61

5.2.2	定义计量法	61
5.3	直接比较计量法和替代计量法	62
5.3.1	直接比较计量法	62
5.3.2	替代计量法	62
5.4	微差计量法和符合计量法	64
5.4.1	微差计量法	64
5.4.2	符合计量法	65
5.5	补偿计量法和调换计量法	66
5.5.1	补偿计量法	66
5.5.2	调换计量法	66
5.6	中介源测试计量法	66
5.7	静态计量和动态计量	67
5.8	通过被测量的重建进行测量的方法	68
5.9	其他计量方法	69
	思考题	69
第6章	量值传递和溯源	70
6.1	概述	70
6.1.1	量值传递和溯源的概念	70
6.1.2	量值传递、溯源及保证量值准确一致的基础	70
6.1.3	量值传递与溯源体系	71
6.2	量值传递与溯源的方式	71
6.2.1	用计量基准及计量标准进行逐级传递	71
6.2.2	用发放标准物质进行量值传递	72
6.2.3	用计量保证方案进行量值传递	73
6.2.4	用发射标准信号进行传递的方式	75
6.3	量值传递的主要方法	75
6.3.1	计量检定	75
6.3.2	校准	77
6.3.3	比对	78
6.4	国家计量检定系统表及计量检定规程	79
6.4.1	国家计量检定系统表概述	79
6.4.2	计量检定规程	80
	思考题	81

第7章 几何量计量	82
7.1 几何量计量的基本概念.....	82
7.1.1 几何量的概念及特点	82
7.1.2 几何量计量的几个基本原则	83
7.2 长度计量.....	84
7.2.1 米的定义和复现	84
7.2.2 长度计量的标准器	84
7.2.3 长度计量的基本技术	86
7.3 角度计量.....	91
7.3.1 角度单位的定义和复现	91
7.3.2 角度计量的标准器	91
7.4 工程参量计量.....	97
7.5 纳米计量	100
7.5.1 纳米计量仪器.....	101
7.5.2 纳米计量中的传递标准	102
思考题.....	103
第8章 力学计量	105
8.1 力学计量的内容和分类	105
8.2 质量计量	105
8.2.1 质量的概念、单位及其复现方法	105
8.2.2 衡量原理和衡量方法	107
8.2.3 空气浮力对衡量结果的影响	109
8.3 容量计量	109
8.3.1 容量的概念和单位	109
8.3.2 容量计量的原理和方法	110
8.4 密度计量	110
8.4.1 密度的概念和单位.....	110
8.4.2 密度计量的原理和方法	111
8.5 力值计量	113
8.5.1 力的概念和单位.....	113
8.5.2 力值计量的原理和方法	113
8.6 硬度计量	114
8.6.1 硬度的概念	114
8.6.2 硬度计量的原理和方法	115

8.7 压力计量	117
8.7.1 压力的概念、单位和分类	117
8.7.2 压力计量的原理、方法和装置	118
8.8 流量计量	120
8.8.1 流量的概念及单位	120
8.8.2 流量计量的原理、方法和装置	120
8.9 振动与冲击计量	122
8.9.1 振动与冲击计量的基本概念及分类	122
8.9.2 振动计量的原理、方法和装置	123
8.9.3 冲击计量的原理、方法和装置	125
思考题	126
第9章 温度计量	128
9.1 温度计量的基本概念	128
9.1.1 温度	128
9.1.2 温标	128
9.2 温度的直接计量和测试技术	131
9.2.1 玻璃液体温度计	131
9.2.2 热电阻温度计	132
9.2.3 热电偶温度计	135
9.3 温度的间接计量和测试技术	138
9.3.1 热辐射的基本理论	138
9.3.2 几种辐射测温法	139
思考题	144
第10章 电磁学计量	145
10.1 电学量计量单位的复现和实物计量基准	145
10.1.1 电流	145
10.1.2 电压	147
10.1.3 电阻	150
10.1.4 电容和电感	151
10.2 电学计量测试的基本技术	152
10.2.1 补偿法	152
10.2.2 电桥法	152
10.2.3 交直流转换技术	156
10.2.4 功率和能量计量	157

10.3 磁学计量测试的基本技术	158
10.3.1 磁场计量	159
10.3.2 磁通计量	160
10.3.3 材料的磁特性计量	161
思考题	161
第11章 电子学计量	163
11.1 概述	163
11.1.1 电子计量的频率范围	163
11.1.2 电子计量的参量及其分类	163
11.1.3 电子学计量主要特点	164
11.2 高频电压计量	164
11.2.1 高频电压的表征	165
11.2.2 高频电压标准	165
11.3 高频功率计量	168
11.3.1 功率计量的重要性	168
11.3.2 功率标准	168
11.4 衰减计量	170
11.4.1 标准衰减器	170
11.4.2 衰减的计量方法	171
11.5 阻抗计量	173
11.5.1 阻抗的定义	173
11.5.2 阻抗标准	173
11.5.3 阻抗的计量方法	174
11.6 噪声计量	175
11.6.1 噪声计量中的常用术语	175
11.6.2 标准噪声源	176
11.7 场强计量	176
11.7.1 场强的概念	176
11.7.2 场强标准	177
思考题	178
第12章 时间频率计量	180
12.1 时间频率计量的基本概念	180
12.1.1 时间和频率	180
12.1.2 时刻	180

12.1.3 时标	180
12.2 时间频率基准	182
12.2.1 铯原子时间频率基准的工作原理	182
12.2.2 铯原子时间频率基准	182
12.3 时间频率的计量	185
12.3.1 时间间隔计量	185
12.3.2 频率值计量	185
12.4 频率稳定度及其计量	188
12.5 时间频率量值的传递	190
12.5.1 时间频率传递方法的分类	190
12.5.2 利用卫星进行时频传递的实现方法	191
12.6 时间频率计量的发展	193
12.6.1 时间频率基准的发展动态	193
12.6.2 时间频率传递体系的发展动态	194
思考题	196
第13章 光学计量	197
13.1 概述	197
13.1.1 光辐射的波段范围	197
13.1.2 光学计量的内容	197
13.2 光度计量	197
13.2.1 光度计量的主要内容和计量单位	197
13.2.2 光度计量中的常用定律	198
13.2.3 光度量的计量方法	200
13.3 辐射度计量	201
13.4 激光参数计量	202
13.4.1 激光功率和能量的计量方法	202
13.4.2 激光功率计量	203
13.4.3 激光能量计量	204
13.4.4 其他激光参数的计量	205
13.5 色度计量	205
13.5.1 颜色计量的原理	205
13.5.2 色度的计量方法	206
13.6 可见光成像光学计量	207
思考题	208

第 14 章 声学计量	209
14.1 声学计量的基本概念	209
14.1.1 几个基本声学量	209
14.1.2 声学量的分贝表示	210
14.2 空气声声压计量	210
14.2.1 耦合腔互易法	211
14.2.2 自由场互易法	211
14.2.3 活塞发生器法	212
14.2.4 静电激励器法	212
14.3 水声声压的计量	212
14.4 超声计量	213
14.4.1 电学法	213
14.4.2 力学法	213
14.4.3 热学法	214
14.4.4 光学法	214
14.5 噪声计量	215
14.5.1 消声室和半消声室计量噪声声功率级的精密方法	215
14.5.2 混响室计量噪声声功率级的精密方法	215
14.5.3 工程法	216
思考题	217
第 15 章 化学计量	218
15.1 化学计量的基本概念	218
15.1.1 化学计量的基本单位——摩尔	218
15.1.2 化学的计量方法	218
15.1.3 标准物质	219
15.2 分析化学计量	219
15.2.1 化学分析法	219
15.2.2 仪器分析法	219
15.3 物理化学计量	221
15.3.1 酸度(pH)计量	221
15.3.2 黏度计量	221
15.3.3 水溶液电导的计量	222
15.3.4 湿度计量	222
思考题	223

第 16 章 电离辐射计量	225
16.1 电离辐射的基本概念.....	225
16.1.1 同位素、放射性核素和衰变	225
16.1.2 常见的射线	225
16.1.3 电离辐射的量和单位	226
16.2 放射性活度计量.....	227
16.3 电离辐射剂量计量.....	228
16.3.1 X 射线照射量测量——自由空气电离室	228
16.3.2 γ 射线照射量测量——空腔电离室	229
16.3.3 吸收剂量测量——量热计	229
16.4 中子计量.....	230
16.5 电离辐射量的传递与校准.....	231
16.5.1 标准物质传递	231
16.5.2 仪器传递	232
16.5.3 活度比对	232
思考题.....	233
附录 通用计量术语及定义 (JJF 1001—1998)	234
1 范围	234
2 引用文献	234
3 量和单位	234
4 测量	237
5 测量结果	238
6 测量仪器	241
7 测量仪器的特性	244
8 测量标准	246
9 法制计量和计量管理	248
参考文献	252

第1章 绪论

1.1 计量学及其分类

1.1.1 几个基本概念

1. 定义

在《国际通用计量学基本术语》(中国计量出版社,1993年版)中,只有“测量”的定义,而没有“计量”的定义。因此,国际上在某种意义上是把“计量”与“测量”看成是同一概念。

在我国的长期实践中,习惯用“计量”一词。虽然可以把“计量”作为“计量学”的简称,但在我国计量界,对计量一词含义的理解与国际上“计量学”概念的定义不完全吻合。如果在通用计量术语中只取“计量学”一词,在实际使用中就会出现许多不便。

经过多次讨论,我国专家学者们提出了许多见解,为进一步探索计量定义开阔了眼界。为适应中国国情,JJF 1001—1998《通用计量术语及定义》中,在“计量学”、“测量”词目外,另增加了“计量”(metrology)词条,定义为实现单位统一、量值准确可靠的活动。同时在“计量学”和“测量”两个词义下,分别注明:“计量学有时简称计量”、“测量有时也称计量”,使三者反映的概念既有所区分同时又有内在的联系。“计量”定义更深化了“计量学”定义的内涵。以后若无特别注明,本文中的所有定义均来自 JJF 1001—1998《通用计量术语及定义》。

在不引起误解的情况下,“计量学”可简称为“计量”,此时“计量”是指测量的理论和实践而不能仅仅是“一组操作”,讲到相应的“操作”,就是特定目的的测量,包括“检定”、“校准”、“定值”、“定度”、“标定”等。专门从事测量理论研究与应用工作的机构称为计量院、计量所、计量站、计量室等,其工作人员称为计量人员、计量检定人员等。

2. 测量

从定义上看,测量是以确定被测对象量值为目的的全部操作。如:称体重、量血压等,对测量准确度要求不高。根据被测量或被测对象的复杂程度,测量可能是简单的操作,也可能是复杂的操作,整个过程是从明确或定义被测量开始,包括测量原理和方法的选定、测量标准和仪器设备的选用、控制影响量的取值范围、进行实验和计算,直到获得具有适当不确定度的测量结构,如:激光频率的绝对测量,地球到月球的距离测量等。

测量的目的在于确定量值,这是测量定义的核心内涵,有别于其他操作的本质特征。测量的最终目标是把可测的量与一个数值联系起来,使人们对物体、物质和自然现象的属性进行认识和掌握,达到从定性到定量的转化。

3. 计量学

现代计量的操作过程中,不同的量或不同量值的同一种量,根据其特点和准确度要求

不同,要应用相应的测量原理和测量方法,选用不同的测量器具和数据处理方法,即现代计量是一门科学,称为计量学。根据国际计量局(Bureau International des Poids et Mesures, BIPM)、国际电工委员会(International Electrotechnical Commission, IEC)、国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)、国际法制计量组织(International Organization of Legal Metrology, OIML)联合制定的《国际通用计量学基本名词》中,定义计量学(metrology)为有关测量的知识领域。包括有关测量的所有理论与实践的各个方面,而不考虑测量的准确度如何,以及它在什么科学技术领域内进行。

JJF 1001—1998《通用计量术语及定义》定义:“计量学就是关于测量的科学”。GJB 2715—1996《国防计量通用术语》也确定“计量”(metrology)是“计量学”的简称,是研究测量的科学,计量是保证测量实现单位统一和量值准确可靠的一门科学。

随着科学技术的发展,计量学成为一门研究测量理论和实践的综合性学科,它和物理学的各分支学科、化学、天文学、环境科学以及法学紧密结合、互相渗透,成为这些学科的基础和前沿。

4. 计量

计量是为实现单位统一、量值准确可靠的活动。它涉及整个测量领域,并按法律规定,对测量起着指导、监督、保证的作用。

由于计量也是两种物质的直接或间接的比较过程,从这一意义上说,计量是测量的组成部分。不同的是:一般的技术测量是指用已知的标准单位对不明量值的物质进行比较,以求得该物质的数量。测量的任务是给出明确的数量概念。而计量是指用标准器具对已知量值的同类量进行比较,实现正确的测量。其任务是对测量结果给出可靠性概念,起到统一量值的作用,从技术上保证测量结果的准确和一致,在数量上和质量上正确地反映客观物质的真实情况,使人们得到一个正确的认识。可以说,计量是一种特定的测量,进行计量不仅是为了确定量值,以比较量的大小,而且也是为了统一量值。

5. 测试

“测试”是一种试验研究性的测量。测试的范围很广,这往往是对一种新事物在没有固定成熟的单位量值或测量手段和测量方法的情况下进行的一种探索性的测量。有的测试项目可用现有的计量手段,即利用已有的基准器、标准器去解决;有的测试项目需要研究一些新的测试技术、测试方法或测试手段去解决。从历史的发展来看,人们要获得对客观物质数量方面的认识,一般都是先从测试开始,经过反复的试验和多种方法的比较,然后形成一种公认的、标准的单位量值或最妥善的测试方法和手段。利用确定的单位量值、手段和方法,求得某一物质的数量认识的活动称为测量。

计量、测量、测试三者有密切的关系。计量是搞好测量的保证,测量是计量效果的具体体现,计量为测试研究提供基础条件,测试为计量开拓新的领域,提供新的技术手段和方法,测试是测量工作的先导,测量是测试工作的成熟化、固定化。

1.1.2 计量学研究的内容

从学科发展来看,计量学本是物理学的一部分,或者说是物理学的一个分支。随着科学技术、经济和社会的发展,计量学的领域和内容也在不断地扩展和充实,逐渐形成了一

门研究测量理论与实践的综合性学科。特别是计量学作为一门科学,它同国家法律、法规和行政管理紧密结合的程度,在其他学科中是少有的。

计量学作为一门科学,研究的主要内容包括计量理论、计量技术与计量管理,并主要体现于下列方面:

- (1) 研究计量单位及其计量标准的建立、复现、维护、保存和使用。
- (2) 研究计量器具的计量特性评定。
- (3) 研究量值传递与量值溯源的方法。
- (4) 研究基本物理常数、常量的准确测定。
- (5) 研究标准物质特性的准确测定。
- (6) 研究测量理论和测量结果的处理方法。
- (7) 研究计量法制和管理。
- (8) 研究计量人员进行计量能力的培养与考核方法。
- (9) 研究测量相关的一切理论、方法和实际应用问题。

随着生产的发展,科学技术的进步,计量学研究的内容不断丰富,目前已突破传统的物理量的范畴,扩展到化学量和工程量,乃至生理量和心理量。

1.1.3 计量学的分类

根据计量学研究的领域和应用的各个方面,计量学可分为如下几类:

(1) 通用计量学:涉及计量的一切共性问题而不针对具体被测量的计量学部分。例如,关于计量单位的一般知识(诸如单位制的结构、计量单位的换算等)、测量数据处理、计量器具的基本特性等。

(2) 应用计量学:涉及特定计量的计量学部分。通用计量学是泛指,不针对具体的被测量,应用计量学则是关于特定量的计量,如长度计量、温度计量、硬度计量、频率计量等。

(3) 技术计量学:涉及计量技术,包括工艺上的计量问题的计量学部分。例如,自动测量、在线测量、动态测量等测量技术和测量方法等。

(4) 理论计量学:涉及计量理论的计量学部分。例如,关于量的定义和计量单位的实现、复现等测量理论等。

(5) 质量计量学:涉及质量管理的计量学部分。例如,关于原材料、设备以及生产中用来检查和保证有关质量要求的计量器具、计量方法、计量结果的管理等。

(6) 法制计量学:涉及法制管理的计量学部分。例如,为保证公众安全、国民经济和社会的发展,根据法律、法规和规章要求对计量单位、计量器具、计量方法和不确定度以及专业人员的技能等所进行的强制管理。

(7) 经济计量学:涉及计量的经济效益的计量学部分。这是近年来人们相当关注的一门边缘学科,涉及面甚广。例如,计量在国民经济中的作用和效益评估,计量对科技发展、生产率的增长、产品质量的提高、物质资源的节约、国民经济的管理、医疗保健以及环境保护方面的作用等。

当前,国际上趋向于把计量学分为科学计量、工程计量、法制计量,分别代表计量基

础、应用和政府起主导作用的社会事业 3 个方面,这时计量学简称为计量。

(1)科学计量:科学计量主要是指基础性、探索性、先行性的计量科学研究,通常用最新的科技成果来精确地实现计量单位,并为最新的科技发展提供可靠的测量基础。科学计量通常是国家计量科学研究单位的主要任务,包括计量单位与单位制的研究、计量基准与标准的研制、物理常数与精密测量技术研究、量值溯源与量值传递系统的研究、量值比对方法与测量不确定度的研究等。定义单位和建立计量单位体系是科学计量的核心内容。

(2)工程计量:工程计量也称为工业计量,是指各种工程、工业企业中的实用计量。例如,关于能量、原材料的消耗、工艺流程的监控以及产品品质与性能的计量测试等。工程计量涉及面甚广,随着产品技术含量提高和复杂性的增大,为保证经济贸易全球化所必须的一致性和互换性,它已成为生产过程控制不可缺少的环节,是各行各业普遍开展的一种计量。工程计量测试能力实际上是一个国家工业竞争力的重要组成部分。

(3)法制计量:法制计量的特征除了政府起主导作用,即由政府或代表政府的机构管理外,还有一个明显的特征:直接传递到公众一端,即直接与最终用户的计量器具及其测量结果有关。主要是涉及与安全防护、医疗卫生、环境监测和贸易结算等有利害冲突或需要特殊信任领域的强制计量。例如,关于衡器、压力表、电表、水表、煤气表、血压计以及血液中酒精含量等的计量。

当然,计量学的上述划分不是绝对的,而是突出了某一方面的计量问题。在实际工作中,往往并不、也没有必要去严格区分。

从以上对科学计量、工程计量和法制计量的介绍可以看出:科学计量是计量学的基础部分,包括基础理论和基础设施,它既为工程计量提供测量技术手段,又为法制计量提供技术保障;工程计量是计量学应用于生产建设中的部分;法制计量是计量学在社会经济生活应用中受到法定管理的部分,它并不是计量学中科学与科学计量、工程计量并列的第 3 个组成部分,而是与这两者相交叉的重叠。

1.2 计量的产生与发展

计量的基本含义是由数和单位来表示事物的物理量,从这点出发,计量起源于人类对数和量的认识,而这种认识又是基于人类的生存需要和社会发展的需要。可以说,我国几千年的文明史,也包含着一部量和单位制及其管理的计量发展史。然而无论是古代还是近代,计量的范畴都局限在“度量衡”,只是到了现代,由于科技的快速发展和工业化的需求促进,才形成现代计量。总之,计量伴随着人类改造自然而出现,计量伴随着社会生产力的发展,生产关系的变化而变化和发展。

计量的发展是与人类社会的进步联系在一起的,它是人类文明的一个重要组成部分。计量的发展主要经历了古典计量阶段、经典计量阶段和现代计量阶段。

1. 古典计量阶段

古典计量阶段,是以权利和经验为主的初级阶段,没有充分的科学依据。

考古发现,原始社会村落遗址的屋基排列整齐,方圆有致,没有准确一致的测量,是不