

● 毛 远 俊 汤 自 明 赵 球 保 ●

实用工业

计量管理

GONGYEJILIANC

湖南科学技术出版社

前 言

计量事业的发展历来与人类文明和社会进步联系在一起，人们从事社会生产，进行科学技术活动和经济交流，都有赖于计量。随着生产的发展、科学技术的进步和经济交流活动的不断扩大，计量工作已进入了一个新的发展时期。

现在计量学已成为一门独立的学科，它不仅在理论基础、技术手段和量值传递系统方面得到了很大的充实和发展，而且其应用领域也极大地扩展了。目前，计量工作已成为我国国民经济发展的重要技术基础。

工业计量管理，充实和扩展了现代计量学的内容，并成为工业企业全面提高素质、改善生产和经营管理、提高产品质量、降低能源与原材料消耗、考核定额和落实经济责任制的重要基础工作。

编写本书的目的在于总结这些年来工业计量管理的经验，研究如何进一步加强工业企业特别是中、小型企业和乡镇企业的计量工作，以促进工业企业的计量管理工作。

本书共分七章，重点阐述工业企业计量管理、计量定级升级和乡镇企业的计量工作，同时还介绍了计量技术、计量法制和计量器具选型等基础知识，并收入了一些实例和数据表格，以资实用。本书可供企业家、总工程师和管理干部、计量管理和计量检定测试人员、工艺设计和能源管理人员参考使用，还可作计量管理培训班的讲义以及有关大专院校师生的参考书。

本书第一、二章由赵球保编写,第三、四章由汤自明编写,第五章由毛远俊编写,第六、七章由汤自明、毛远俊编写,全书由高级工程师毛远俊审查定稿。在编写过程中得到了湖南省计量管理局副局长尹国仪高级工程师的指导和支持,中南工业大学刘元扬副教授参加了第七章的审校工作,在此表示感谢。

本书在编写中曾几次修改,但由于时间较仓促,疏漏和错误之处在所难免,敬希读者批评指正。

编著者

1989年6月

目 录

第一章 计量和计量技术	(1)
§ 1 量和计量	(1)
§ 2 计量学和计量技术概述	(5)
2.1 计量学简介	(5)
2.2 计量技术的分类	(7)
§ 3 计量在国民经济中的作用	(15)
3.1 计量在工业生产中的作用	(15)
3.2 计量在农业生产中的作用	(19)
3.3 计量在国防现代化建设中的作用	(20)
3.4 计量在国内外贸易中的作用	(21)
3.5 计量在科学技术发展中的作用	(22)
第二章 管理科学和计量管理	(26)
§ 1 现代管理科学简介	(26)
1.1 管理科学的形成与发展	(26)
1.2 现代管理科学的内容	(28)
1.3 现代管理的基本原理与相应原则	(28)
§ 2 计量管理的主要特性	(30)
2.1 计量管理的含义	(30)
2.2 计量管理的分类	(32)
2.3 计量管理的主要特性	(35)
§ 3 计量管理的基本任务	(36)
3.1 确定计量管理任务的原则	(36)

3.2 计量管理的基本任务	(37)
§ 4 计量管理的基本方法	(39)
4.1 传统的计量管理方法	(39)
4.2 系统的计量管理方法	(42)
4.3 计量管理常用的数学方法	(46)
第三章 工业企业计量工作的法制管理	(47)
§ 1 计量单位制	(47)
1.1 我国法定计量单位的构成	(48)
1.2 法定计量单位的使用方法	(51)
1.3 国家推行法定计量单位的步骤	(55)
§ 2 计量标准的考核与计量器具的强制检定	(56)
2.1 计量标准的考核	(57)
2.2 计量器具的强制检定与监督	(58)
§ 3 对制造计量器具的监督及其检定印、证的管理	(62)
3.1 对制造计量器具的监督	(63)
3.2 检定印、证管理	(66)
第四章 工业企业的计量管理	(69)
§ 1 计量在工业生产中的地位和作用	(69)
§ 2 计量机构的建设	(72)
2.1 计量机构的性质	(73)
2.2 计量机构的设置模式	(74)
2.3 企业有关职能部门的计量职责和权限	(77)
§ 3 计量器具的管理	(82)
3.1 计量标准的管理	(83)
3.2 计量器具的选型与采购	(84)

3.3	计量器具的入库验收	(85)
3.4	计量器具的领用	(86)
3.5	计量器具的检定	(87)
3.6	专用器具的管理	(89)
3.7	计量器具的A、B、C分类管理	(90)
§ 4	计量数据的管理	(94)
4.1	计量数据的特征	(94)
4.2	计量数据管理的范围	(95)
4.3	计量数据的管理环节	(96)
第五章	乡镇企业的计量工作	(99)
§ 1	发展乡镇企业计量工作的途径	(100)
§ 2	对乡镇企业计量工作的要求	(105)
§ 3	乡镇企业计量工作的考核	(109)
第六章	工业企业计量工作的定级、升级	(115)
§ 1	计量工作定级升级的考核标准	(116)
§ 2	计量管理水平	(116)
2.1	厂长对计量工作的领导情况	(118)
2.2	计量人员的配备	(125)
2.3	计量管理制度	(134)
2.4	原始记录与技术档案	(136)
§ 3	计量器具的配备	(158)
3.1	能源计量器具配备率	(159)
3.2	工艺及质量管理计量器具配备率	(162)
3.3	经营管理计量器具配备率	(165)
§ 4	工业企业计量网络图	(168)
4.1	计量网络图的分类及其配套内容	(169)

4.2	编制计量网络图的标准和依据	(171)
4.3	计量网络图的编制方法和步骤	(172)
§ 5	计量检测水平的评价	(174)
5.1	能源计量检测率	(174)
5.2	工艺过程控制计量检测率	(188)
5.3	产品质量主要参数计量检测率	(192)
5.4	经营管理计量检测率	(193)
§ 6	计量技术素质	(196)
6.1	计量标准和量值传递系统	(196)
6.2	计量标准周检合格率	(197)
6.3	在用计量器具周检合格率	(198)
6.4	在用计量器具抽检合格率	(199)
6.5	计量人员的技术水平	(199)
第七章	计量器具的选用	(200)
§ 1	计量器具选用的一般原则	(200)
1.1	计量性能的选择	(200)
1.2	计量器具的使用条件	(201)
1.3	计量器具的经济性	(202)
§ 2	常用长度计量器具的选用	(202)
2.1	长度计量器具的不确定度	(204)
2.2	长度计量器具的选用	(209)
§ 3	计量仪表的选用	(212)
3.1	工业仪表的分类	(212)
3.2	流量测量仪表的选用	(213)
3.3	温度测量仪表的选用	(221)
3.4	压力和真空度测量仪表的选用	(224)

3.5	物位测量仪表的选用	(225)
3.6	成分分析仪表的选用	(227)
3.7	显示仪表的选用	(231)
§ 4	能源计量器具的选用	(232)
§ 5	测量能力指数与计量器具的选用	(234)
5.1	M_{CP} 值的定义	(234)
5.2	M_{CP} 值的评价标准	(236)
5.3	用 M_{CP} 值选择计量器具	(238)

附录:		(244)
-----	-------	-------

附录一	中华人民共和国计量法.....	(244)
-----	-----------------	-------

附录二	中华人民共和国计量法实施细则.....	(248)
-----	---------------------	-------

附录三	中华人民共和国强制检定的工作计量器具 明细目录.....	(258)
-----	---------------------------------	-------

附录四	中华人民共和国依法管理的计量器具目录	(260)
-----	-----------------------------	-------

附录五	企业能源计量器具配备和管理通则(试行)	(264)
-----	------------------------------	-------

附录六	计量器具新产品管理办法.....	(269)
-----	------------------	-------

附录七	工业企业计量工作定级升级办法(试行).....	(273)
-----	-------------------------	-------

附录八	关于《工业企业计量工作定级升级办法》的补 充规定.....	(278)
-----	----------------------------------	-------

附录九	关于对(86)量局工字第199号文件的补充规定	(282)
-----	----------------------------------	-------

附录十	关于加强乡镇企业计量工作若干问题的规定	(287)
-----	------------------------------	-------

附录十一	工业企业计量网络图设计技术规定.....	(289)
------	----------------------	-------

附录十二	中华人民共和国计量检定规程分类目录	(304)
附录十三	计量标准装置及主要配套设备一览表.....	(305)
附录十四	检定常用计量器具所需标准和设备一览表	(341)
主要参考文献.....		(346)

第一章 计量和计量技术

各类工业企业都希望用最小的投资,生产出最多、最好的产品,为社会创造更多的财富,取得最佳的经济效益。这里所说的最小的投入,最大的产出,就有一个“量”的概念。怎样解决“量”的计量问题,如何实施工业计量管理,这就是本书所要研究解决的中心课题。工业计量管理,概括来说就是如何加强对工业产品的科研开发、生产经营中一系列计量活动的管理,以保证计量单位的统一和量值的准确。工业计量管理工作直接影响着工业企业的产品质量和经济效益,对国民经济的迅速发展,具有十分重要的意义。要搞好这项工作,必须对它的管理任务和内容、管理方法与途径等,有一个较为系统的了解,能够掌握特别是能够运用与其有关的一些计量方面的知识。在这里,我们先就计量和计量技术这个基础性课题,作一个简要的介绍。

§1 量和计量

客观世界存在各种各样的物质,这些物质的存在状态及其运动的规律是多种多样的。人们在认识自然、改造自然的过程中,随着认识的深化和生产、劳动、生活的需要,逐渐开始认识和了解客观事物的不同性质与特征,如树木的大小、距离的远近、食物的多少、物体的轻重、山之高低、水之深浅等等。然而这还是很不够的,我们不能局限于粗略的感性认识,而应

当进而进行定量的描述。通过长期的实践，人们形成了某些概念，如对物体的轻重形成了重量的概念；对距离、深浅、高低、长短形成了长度的概念；对物质的多少、物体的大小形成了质量、体积或容量的概念；对物体的冷热、材质的软硬、过程的快慢等，形成了温度、硬度、时间频率和速度等概念。由上可知，这些长度、质量、容量、温度、硬度、时间频率、速度等概念，都是客观事物所固有的一种性质或称属性，人们把物质的这些属性称为“量”。在计量学里所说的“量”，就是指这种可以测量的“量”。“量”是人们可以定性区别并能定量确定的事物的属性。除上述“量”的概念外，还存在另外的情况，如气体的香臭、食物的味道等。人们能定性区别，但还不能加以定量确定，因而还不能将它们称为“量”，而只能叫做“性质”。只有当这些现象能够加以定量测定时，就转化为“量”了。

在人们的日常生活中，随时随地都存在着对“量”进行测量的问题。买蔬菜，要用秤来称一下重量；买布料，要用米尺来量一下长短；上班前，要看一看钟表上的时间；感冒了，医生会用体温计来量一量体温……这些，都是测量。测量是人类认识世界和改造世界的一种重要手段。比如我国长江，河宽水深，阻碍了行人车辆的通行，怎样在长江两岸架设一座座大桥，就需掌握河流的水文特性、地质构造及地形、地貌特征，只有通过多方面的测量工作，才能获得进行技术经济论证和合理设计的科学数据；在兴建过程中，还必须通过测量，才能保证桥墩和桥梁的高度、大小、垂直度、强度等等达到设计要求，从而确保大桥工程的成功，保证大桥的质量。又比如在工业生产中，生产水泥时的炉温如何确定并进行控制，机加工时对机械零部件的长短大小又怎样设计与加工，生产出的粘土红砖这一产品在抗压强度上是否达到规定的质量指标参数要求……这些都只

有通过测量才能解决。测量在现代化的大规模生产以及科学技术等领域中所起到的作用十分重要。

综上所述，人们在认识世界和改造世界的过程中，要经常进行大量的测量活动。就其定义来说，测量就是“为确定被测对象的量值而进行的实验过程”。为确定被测对象量值的大小，常利用一个已知的单位量去与被测的同类量进行比较，这样所测得的结果可以在一定的准确度内重复出现。为此，测量必须具有一定的手段和方法，其结果都由具有确定单位的量值所表达。如果被测的不是一个“量”，也确定不了量值，如前面提到的食物的味道与气体的香臭，人们至今还不能利用一个已知的确定的单位量来对它们进行比较，而只能凭经验靠感官进行“品尝”或“嗅闻”，这种过程不能称为“测量”。

测量有它自己的发展过程。人们最初进行的测量活动是十分简单而原始的，测量的单位是可以任意选择的。如用人的脚步来丈量山的高度，用水浸到人体的部位来确定河水的深浅，还有布手为尺、掬手为升、取权定量、滴水记时等。后来，随着生产的发展和商品的交换形成社会活动时，客观上提出了测量必须统一的要求，即在一定的准确度内对同一物体进行测量时，在不同地方，用不同的测量手段，所测得的结果应当是一致的。于是，出现了大家公认的统一的测量单位以及能够体现这种单位量值的实物标准，用公认的这种标准来校准测量器具，并采用法律形式将其固定下来，以此实现测量的统一和量值的准确，从而形成了区别于一般测量的一种新概念，这就是我们所称之为“计量”的新概念。它是为了在一定准确度内实现测量统一才出现的一种新概念。计量的目的就是为了保证测量统一，保证量值准确可靠与一致。

从上可知，测量是计量的依托，没有测量就没有计量，而

计量的出现是测量发展的客观需要，并发展成了一门专门研究与怎样实现测量统一和准确的科学——计量学，计量是使测量结果真正具有价值的基础，计量又促进了测量的发展。所以，我们可以这样说，计量是测量的一种特殊形式，是保证测量单位统一和量值准确一致的测量。但计量并不等于测量，当测量是为着实现统一，即旨在使量值溯源到标准、基准时，则这种测量才是计量。保证测量统一是社会的共同要求，为了保障社会的共同利益，国家对计量要实行法制管理。

计量具有社会性和统一性。计量已构成正常的社会活动所不可缺少的组成部分，从人类出现交易和着衣、筑屋开始，就已如此。在社会的任何一个环节中缺少计量，就难以实现正常运转。正因如此，就必须保证测量的统一，包括计量制度的统一，单位量值的统一等。我们以时间的计量为例，国际统一的原子时标的准确度为30万年只相差1秒(10^{-13} 秒)，由它来控制 and 统一世界各国和各地的时间。不难设想，如果世界时间一旦失去统一，在当今世界的空中、陆地、海洋上将会出现何等混乱的情景，从中我们可以看到计量具有社会性和统一性这一特点。

计量又具有科学性和准确性。计量是一门综合性较强的科学，它横跨和渗透在各个学科之中，从古典力学、现代电子学到量子学的基本物理常数，都与计量有着原理上或生产上的联系。计量作为一门科学，无论在计量技术、计量管理诸方面都已形成一整套较为系统的科学，无论在理论上还是在实践上都已发展成为社会活动中不可缺少的一门科学。它的科学性与准确性是同时建立起来的。计量的核心问题是围绕一个“准”字。量值的准确可靠，是靠计量的科学性来实现，同时它又是实现测量统一的基础。只有在准确的基础上才能达到真正的统一，也只有科学、完备的计量才能真正达到准确。

计量还具有强制性或法制性。计量既然具有社会性和统一性，计量制度就必须统一，单位量值就必须统一、准确，这就必须依靠一定的强制措施特别是靠法律来保证。所以，当今世界不论是大国小国，都根据自己国家的实际情况建立起不同形式的计量法规，并在世界上也建有各种具有协调功能的国际计量规范。这些强制措施、法规与规范，是实现计量统一、维护本国社会经济秩序和国际间平等交换的保证。在计量活动中既含有技术行为又含有监督管理行为，而这些又只有采取强制性的办法，通过法律和规章，才能达到统一和准确之目的。《中华人民共和国计量法》（详见本书附录一）的颁布与实施，使我国计量法制管理进一步得到了加强，也表明我国的计量工作提高到一个新的水平。

§ 2 计量学和计量技术概述

2.1 计量学简介

现代计量已经发展成为一门独立的学科——计量学。计量学是研究测量、保证测量统一和准确的科学，它涉及到整个测量的一切知识领域。具体来说，计量学所研究的是计量单位、计量单位制及计量基准、标准的建立、保存和使用；测量方法和计量器具；测量误差及准确度的测定；观测者进行测量的能力以及计量法制监督管理等；计量学还研究物理常数和标准物质、材料特性的准确测定。它包括有关测量的全部理论与实践的各个方面。

计量学的形成与发展，大致经历了三个阶段：在古代，伴随着商品交换而出现的“商业计量”技术，是以“度量衡”为标志；伴随着近代产业革命而产生的“工业计量”技术，以“长、热、力、电”的计量为标志；伴随着现代新的产业革命产生的“现代计

量”技术，以“长、热、力、电、光、声、化、无线电、时间频率、电离辐射”等方面的“十大计量”为标志。计量学已逐步成为一门独立的、综合性较强的技术基础学科。

当前，计量学的发展正处在重要的历史时期。计量科学技术促进了国民经济和科学技术的发展，而计量科学技术本身又需要当代最新科学技术成就来充实和扩展。现代计量科学技术发展的重点主要体现在如下几个方面：

1. 提高测量准确度。比如在几何量的准确度方面，在20世纪初达到 0.01mm ，到本世纪80年代初为 $2.5 \times 10^{-9}\text{m}$ ，相当于 $0.0025\mu\text{m}$ ，这比50年代初期又提高了100倍。计量学在利用当代最新科学成就、最新的测量方法方面，集中体现在国家最高的计量基准的准确度上。同时，极大地提高了基本物理常数测量的准确度。在很短的时间内，一些基本物理常数的准确度已提高了三个数量级。1958年，测量真空中光速的准确度，当时只能达到 1×10^{-6} ，但是，到1971年已能达到 4×10^{-9} ，从而导致了新的米定义的产生。阿伏加德罗常数 N 的准确测量，已达到了 1×10^{-7} ，这就导致了“摩尔”的复现。

2. 扩大量程范围，即测量的量限从中间向两极延伸。科学技术的发展，要求测量一些特大或特小的量，通过研究利用激光技术、回旋加速器、等离子体热源等，向两极扩大测量范围，解决对极小长度、大距离、大电流、超高压、极弱磁场、真空紫外光谱、超高温、超低温等极端状态下的精密测量问题。

3. 解决在特殊条件下的测量。计量学所研究建立的一些计量基准、标准，测量的准确度是很高的，不能直接在现场运用。对处于高温、高压、高真空、大冲击、强振、强电磁干扰及放射性环境等条件下的测量问题，需研究新的测量方法，采用自动、连续、动态等先进的测量技术才能解决。

4. 发展多参数的测量技术。在实际的测量中, 常存在多参数的测量问题, 如多个参数的同时测量、多维测量和不同参数的跟踪测量等, 有关的测量仪器也应运而生, 如三坐标测量机, 可对三相位移分别进行测量; 自动网络分析仪的使用, 能够在很短的时间内进行大量测量和处理大量数据, 它可用相当细密的一些跳步来进行点测, 从而得到能全面表征被测对象各种参数的数据, 同时在测量中还能够自动改正那些错误的信号, 以保证测量的准确。

从上可见, 计量学所研究的领域正在进一步扩展, 正在突破传统的物理量测量的范围, 开始深入化学、工程测量等其它非物理量测量的领域。

2.2 计量技术的分类

计量技术和计量管理是计量工作的两大支柱。计量技术主要是从事计量单位制的研究、确定与采用, 计量基准、标准的建立、复制、保存和比对, 测量方法的研究、确定、执行与推广, 各类量值的准确度的计算, 各类计量器具的研究及检定技术的掌握等等。按照计量学的研究成果, 根据被测参量的不同性质, 计量技术可以分为许多类, 我国习惯上分为“十大计量”。在这十大类中, 每一类又分为一些具体的计量项目。“十大计量”是指: 几何量计量(亦称长度计量)、力学计量、温度计量、电磁计量、无线电计量(亦称电子计量)、时间频率计量、声学计量、光学计量、化学计量和放射性计量(亦称电离辐射计量)等。

1. 几何量计量(亦称长度计量)

几何量计量是现代计量科学技术的重要组成部分, 它主要是研究和确定长度计量单位的定义, 研究、建立和保存长度计量基准、标准, 组织长度量值传递, 开展长度计量器具的检定与修理, 确保长度量值的准确一致, 研究和开发长度方面新的

计量测试方法与新的计量仪器，开展几何量的精密测试等。按照现代计量学的分类，长度计量包括以下计量项目：线纹、端度、角度、平面度和工程参量如圆度、锥度、粗糙度、渐开线、螺旋线等的精密测试。随着社会生产、科学技术和现代计量学的发展，几何量计量还将增加新的计量项目。

我国的几何量计量具有悠久的历史。早在商朝时期就已有象牙尺进行测量；秦始皇统一度量衡时的“度”就是指此；公元9年已制成钢质的卡尺，用来测量车轮的直径、板厚和槽深；后因我国长期受封建统治，科学技术发展缓慢，计量处于停滞和落后状态。新中国成立前，除了制造简单的长度量具以外，根本谈不上制造精密量具，也未能统一全国的计量制度。新中国成立后，几何量计量基准、标准逐渐建立，并在全国形成了统一的长度量值传递网络，保证了我国长度量值在国内国际上的统一。我国长度计量单位是采用国际单位制“米”，符号为“m”，其定义为：“光在真空中 $1/299792458$ 秒的时间间隔内所经过的距离”。目前，我国长度基准的复现、长度标准的制造与量值的传递方面已达到或接近国际水平，先后研制了一批重要的计量仪器，如光电光波比长仪、激光量块干涉仪、高稳定频率的氦氖激光器、精密丝杠动态测量仪、激光干涉二坐标测量机、双频激光干涉仪、激光光波比长仪、多齿分度检定装置、小角度激光干涉仪、孔径干涉比较仪等等。这些仪器的研制成功和投入使用，大大提高了我国几何量计量技术水平，如激光光波自动比长仪是我国自行设计制造的高准确度计量仪器，其测量准确度高，每米达到万分之二毫米，用它检定1000毫米的米尺时，10分钟便可完成，检定数据由电子计算机处理，实现了测量过程的自动化。

自采用光波的波长来定义“米”的自然基准以来，特别是