

# 油品计量基础

( 第三版 )

曾强鑫 编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

# 油品计量基础

(第三版)

曾强鑫 编

中国石化出版社

## 内 容 简 介

本书介绍了石油计量的初级基础知识,按照中国石油化工股份有限公司石油计量教学大纲的要求,该书分为十二章编写,即:概述、计量机构、法制计量管理、法定计量单位、误差理论基础、石油基础知识、散装油品测量方法、容器容积表的使用方法、石油产品质量计算、石油产品自然损耗的管理、流量及流量计计算、容器和衡器的自动化计量。油品计量幻灯教材、油品计量换算程序和习题集答案等可以在中国石化出版社网站 [www.sinopec-press.com](http://www.sinopec-press.com) 下载。

本书还可作为工具书使用。书中不仅从理论上对石油计量进行了阐述,还介绍了很多具体的使用(操作)方法,而且收录了不少与之相关的文字与数据,便于计量员在工作中应用。

本书适合于从事石油计量工作的人员、石油院校的学生以及对石油计量感兴趣的人员阅读。

## 图书在版编目(CIP)数据

油品计量基础 / 曾强鑫编. —3 版.  
—北京:中国石化出版社, 2016. 1  
ISBN 978-7-5114-3831-7

I. ①油… II. ①曾… III. ①石油产品-计量-基本知识 IV. ①TE626

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 014674 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

### 中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: [press@sinopec.com](mailto:press@sinopec.com)

北京富泰印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经销

\*

787×1092 毫米 16 开本 12.25 印张 307 千字

2016 年 2 月第 3 版 2016 年 2 月第 1 次印刷

定价:40.00 元

# 目 录

|                        |        |
|------------------------|--------|
| 第一章 概 述 .....          | ( 1 )  |
| 第一节 计量工作简史 .....       | ( 1 )  |
| 一、概述 .....             | ( 1 )  |
| 二、计量工作简史 .....         | ( 2 )  |
| 第二节 计量的特点与作用 .....     | ( 4 )  |
| 一、计量的特点 .....          | ( 4 )  |
| 二、计量在国民经济中的作用 .....    | ( 5 )  |
| 第三节 计量学 .....          | ( 6 )  |
| 一、计量学及其特点 .....        | ( 6 )  |
| 二、计量学的分类 .....         | ( 7 )  |
| 第四节 计量技术 .....         | ( 7 )  |
| 习 题 .....              | ( 8 )  |
| 第二章 计量机构 .....         | ( 10 ) |
| 第一节 国际计量机构与组织 .....    | ( 10 ) |
| 一、米制公约组织 .....         | ( 10 ) |
| 二、国际法制计量组织(OIML) ..... | ( 10 ) |
| 第二节 国内计量管理体系 .....     | ( 11 ) |
| 一、计量行政管理部门 .....       | ( 11 ) |
| 二、计量技术机构 .....         | ( 12 ) |
| 三、其他计量组织 .....         | ( 13 ) |
| 习 题 .....              | ( 13 ) |
| 第三章 法制计量管理 .....       | ( 14 ) |
| 第一节 计量立法 .....         | ( 14 ) |
| 第二节 法制计量管理的对象 .....    | ( 15 ) |
| 一、法制计量管理的对象与范围 .....   | ( 15 ) |
| 二、量值传递 .....           | ( 15 ) |
| 三、技术机构的计量授权及管理 .....   | ( 16 ) |
| 四、基、标准器及其他设备的考核 .....  | ( 16 ) |
| 五、检定人员的考核 .....        | ( 16 ) |
| 六、环境条件 .....           | ( 16 ) |
| 七、技术法规 .....           | ( 17 ) |
| 八、计量器具的管理 .....        | ( 17 ) |
| 习 题 .....              | ( 19 ) |
| 第四章 法定计量单位 .....       | ( 20 ) |
| 第一节 量、量制和量纲 .....      | ( 20 ) |

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| 一、[可测量的]量 .....             | ( 20 ) |
| 二、量制与量纲 .....               | ( 21 ) |
| 第二节 单位和单位制 .....            | ( 22 ) |
| 一、测量单位(计量单位)(简称单位)概念 .....  | ( 22 ) |
| 二、单位制 .....                 | ( 23 ) |
| 第三节 国际单位制 .....             | ( 23 ) |
| 一、国际单位制(SI)的构成 .....        | ( 23 ) |
| 二、制外单位 .....                | ( 26 ) |
| 三、国际单位制的使用方法 .....          | ( 26 ) |
| 第四节 法定计量单位 .....            | ( 27 ) |
| 一、我国的法定计量单位 .....           | ( 27 ) |
| 二、法定计量单位使用方法及规则 .....       | ( 28 ) |
| 习 题 .....                   | ( 31 ) |
| 第五章 误差理论基础 .....            | ( 33 ) |
| 第一节 误差定义及表示方法 .....         | ( 33 ) |
| 一、误差的定义 .....               | ( 33 ) |
| 二、误差的表示方法 .....             | ( 34 ) |
| 第二节 误差的来源 .....             | ( 37 ) |
| 第三节 误差分类及其性质 .....          | ( 37 ) |
| 第四节 消除或减少误差的方法 .....        | ( 40 ) |
| 一、系统误差的消除或减少 .....          | ( 40 ) |
| 二、随机误差的消除或减少 .....          | ( 42 ) |
| 第五节 计量数据处理 .....            | ( 45 ) |
| 习 题 .....                   | ( 49 ) |
| 第六章 石油基础知识 .....            | ( 51 ) |
| 第一节 石油的组成及性质 .....          | ( 51 ) |
| 第二节 石油产品常用基本生产方法和理化指标 ..... | ( 53 ) |
| 一、常用基本生产方法 .....            | ( 53 ) |
| 二、常用理化指标 .....              | ( 54 ) |
| 第三节 石油的特性 .....             | ( 57 ) |
| 一、易燃烧 .....                 | ( 57 ) |
| 二、易爆炸 .....                 | ( 58 ) |
| 三、易蒸发 .....                 | ( 59 ) |
| 四、易产生静电 .....               | ( 59 ) |
| 五、易受热膨胀 .....               | ( 60 ) |
| 六、具有一定的毒害性 .....            | ( 62 ) |
| 第四节 石油产品分类 质量要求及管理 .....    | ( 63 ) |
| 一、石油产品分类 .....              | ( 63 ) |
| 二、几种常用石油产品的质量要求及管理 .....    | ( 64 ) |
| 第五节 安全防护 .....              | ( 66 ) |

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| 一、认真贯彻中国石化集团公司安全生产的基本方针 ..... | ( 66 ) |
| 二、安全管理的基本原则 .....             | ( 66 ) |
| 三、计量员应具备的安全防护基本知识 .....       | ( 66 ) |
| 习 题 .....                     | ( 67 ) |
| 第七章 散装油品测量方法 .....            | ( 70 ) |
| 第一节 油罐技术要求 .....              | ( 70 ) |
| 一、油罐分类 .....                  | ( 70 ) |
| 二、油罐附件 .....                  | ( 71 ) |
| 三、铁路油罐车 .....                 | ( 72 ) |
| 四、汽车油罐车 .....                 | ( 79 ) |
| 五、油船 .....                    | ( 79 ) |
| 第二节 油品液面高度的计量 .....           | ( 80 ) |
| 一、长度的基本概念 .....               | ( 80 ) |
| 二、容器石油静态液高测量有关术语 .....        | ( 81 ) |
| 三、量具的基本结构和技术条件 .....          | ( 81 ) |
| 四、油水总高测量 .....                | ( 82 ) |
| 五、罐内水位测量法 .....               | ( 83 ) |
| 第三节 油品温度的测量 .....             | ( 83 ) |
| 一、温度的基本概念 .....               | ( 83 ) |
| 二、容器石油温度测量有关术语 .....          | ( 84 ) |
| 三、量具的基本结构和技术条件 .....          | ( 85 ) |
| 四、测量方法 .....                  | ( 85 ) |
| 五、测温操作注意事项 .....              | ( 86 ) |
| 第四节 油品密度的取样测量和含水测定 .....      | ( 86 ) |
| 一、密度的基本概念 .....               | ( 86 ) |
| 二、容器石油密度测量有关术语 .....          | ( 87 ) |
| 三、量具的基本结构和技术条件 .....          | ( 87 ) |
| 四、石油液体手工取样 .....              | ( 88 ) |
| 五、油品密度测定 .....                | ( 88 ) |
| 六、含水测定 .....                  | ( 89 ) |
| 习 题 .....                     | ( 90 ) |
| 第八章 容器容积表的使用方法 .....          | ( 94 ) |
| 第一节 容积的基本概念 .....             | ( 94 ) |
| 一、特性 .....                    | ( 94 ) |
| 二、容量计量的有关术语 .....             | ( 94 ) |
| 第二节 立式金属油罐容积表 .....           | ( 95 ) |
| 一、拱顶立式金属油罐容积表 .....           | ( 95 ) |
| 二、浮顶立式金属油罐容积表 .....           | ( 96 ) |
| 第三节 卧式金属油罐容积表 .....           | ( 97 ) |
| 第四节 球形罐容积表 .....              | ( 97 ) |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| 第五节 铁路油罐车容积表 .....      | ( 97 )  |
| 一、简明铁路罐车容积表 .....       | ( 97 )  |
| 二、特种罐车容积表 .....         | ( 99 )  |
| 第六节 汽车油罐车容积表 .....      | ( 99 )  |
| 第七节 油船舱容积表 .....        | ( 100 ) |
| 习 题 .....               | ( 101 ) |
| 第九章 石油产品质量计算 .....      | ( 104 ) |
| 第一节 质量的基本概念 .....       | ( 104 ) |
| 第二节 石油计量表 .....         | ( 104 ) |
| 第三节 石油标准密度的换算 .....     | ( 105 ) |
| 第四节 石油标准体积的计算 .....     | ( 107 ) |
| 第五节 空气中石油质量的计算 .....    | ( 108 ) |
| 一、空气中石油质量计算的要求 .....    | ( 108 ) |
| 二、立式金属油罐油品质量的计算 .....   | ( 111 ) |
| 三、卧式金属油罐油品质量的计算 .....   | ( 113 ) |
| 四、铁路油罐车油品质量计算 .....     | ( 113 ) |
| 五、汽车油罐车油品质量计算 .....     | ( 114 ) |
| 习 题 .....               | ( 114 ) |
| 第十章 石油产品自然损耗和管理 .....   | ( 117 ) |
| 第一节 油品损耗原因 .....        | ( 117 ) |
| 一、蒸发损失 .....            | ( 117 ) |
| 二、零星洒漏损失 .....          | ( 118 ) |
| 三、储输油容器设备的黏附、浸润损失 ..... | ( 118 ) |
| 第二节 石油损耗的分类、计算与管理 ..... | ( 118 ) |
| 一、保管过程中损耗的分类与计算 .....   | ( 118 ) |
| 二、运输损耗的分类与计算 .....      | ( 121 ) |
| 三、零售损耗及零售损耗率计算 .....    | ( 123 ) |
| 第三节 石油产品损耗及处理 .....     | ( 123 ) |
| 一、运输损耗处理 .....          | ( 123 ) |
| 二、保管、零售损耗处理 .....       | ( 124 ) |
| 三、超耗索赔 .....            | ( 124 ) |
| 四、索赔资料及手续 .....         | ( 124 ) |
| 五、处理期限 .....            | ( 125 ) |
| 六、综合例题 .....            | ( 125 ) |
| 第四节 降低石油成品油损耗的措施 .....  | ( 128 ) |
| 第五节 油品虚假溢损的分析与防范 .....  | ( 130 ) |
| 一、油品虚假溢损的分析 .....       | ( 130 ) |
| 二、油品虚假溢损的防范 .....       | ( 131 ) |
| 习 题 .....               | ( 131 ) |
| 第十一章 流量及流量计计量 .....     | ( 135 ) |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 第一节 流量的概念 .....         | (135) |
| 第二节 流量计 .....           | (135) |
| 一、流量计分类 .....           | (135) |
| 二、流量计的主要技术参数 .....      | (136) |
| 三、流量计工作原理及特性 .....      | (136) |
| 四、质量式流量计 .....          | (138) |
| 五、影响流量计准确性的因素 .....     | (139) |
| 第三节 成品油流量计计量的计算方法 ..... | (140) |
| 一、体积流量的计量数据处理 .....     | (140) |
| 二、质量流量的计量数据处理 .....     | (141) |
| 三、流量计示值的误差修正 .....      | (141) |
| 习 题 .....               | (144) |
| 第十二章 容器和衡器的自动化计量 .....  | (146) |
| 第一节 容器计量的自动化仪表 .....    | (146) |
| 一、液位计分类及测量原理 .....      | (146) |
| 二、计量性能要求 .....          | (147) |
| 三、几种液位计简介 .....         | (147) |
| 第二节 衡器计量 .....          | (149) |
| 一、衡器的分类 .....           | (149) |
| 二、称量原理 .....            | (149) |
| 三、衡器的计量性能和准确度等级划分 ..... | (150) |
| 四、台秤 .....              | (150) |
| 五、电子衡器 .....            | (151) |
| 习 题 .....               | (156) |
| 习题答案(计算题部分) .....       | (158) |
| 教 学 用 表 .....           | (161) |
| 浮顶罐容积表 .....            | (161) |
| 浮顶罐小数表 .....            | (162) |
| 浮顶罐静压力修正表 .....         | (163) |
| 立式油罐容积表 .....           | (164) |
| 立式油罐小数表 .....           | (165) |
| 静压力容积修正量表 .....         | (165) |
| 卧式油罐容积表 .....           | (166) |
| 简明铁路罐车容积表 .....         | (167) |
| G70D 容积计量表 .....        | (168) |
| 汽车油罐车容量表(测实表) .....     | (169) |
| 汽车油罐车容量表(测空表) .....     | (169) |
| 102 船舱容量表 .....         | (169) |
| 大庆液化舱容量表 .....          | (170) |
| 液货舱纵倾修正值表 .....         | (170) |

表 59B 产品标准密度表 ..... (171)

表 60B 产品体积修正系数表 ..... (173)

附录 散装液态石油产品损耗标准 GB 11085—89 ..... (177)

参考文献 ..... (181)

第一版后记 ..... (183)

第二版后记 ..... (184)

第三版后记 ..... (185)

# 第一章 概述

## 第一节 计量工作简史

### 一、概述

计量是“实现单位统一、量值准确可靠的活动”。此定义的“单位”指计量单位。《中华人民共和国计量法》规定：“国家采用国际单位制。国际单位制计量单位和国家选定的其他计量单位，为国家法定计量单位。”此定义的“活动”，包括科学技术上的、法律法规上的和行政管理上的活动。

人类为了生存和发展，必须认识自然、利用自然和改造自然。而自然界的一切现象、物体和物质，是通过一定的“量”来描述和体现的。也就是说，“现象、物体或物质的特性，其大小可用一个数和一个参照对象表示。”这里的“量”，是指可测的量，它必须借助于计量器具测得。它区别于可数的量。因此，要认识大千世界和造福人类社会，就必须对各种“量”进行分析和确认，既要区分量的性质，又要确定其量值。计量正是达到这种目的的重要手段之一。量可指一般概念的量或特定量，其参照对象可以是一个测量单位、测量程序、标准物质或其组合。

随着科技、经济和社会的发展，计量的内容也在不断地扩展和充实，通常可概括为6个方面：计量单位和单位制；计量器具(或测量仪器)，包括实现或复现计量单位和计量基准、标准与工作计量器具；量值传递与量值溯源，包括检定、校准、测试、检验与检测；物理常量、材料与物质特性的测定；不确定度、数据处理与测量理论及其方法；计量管理，包括计量保证与计量监督等。

测量是“通过实验获得并可合理赋予某量一个或多个量值的过程。”如：测量是通过实验获得，说明测量在一定的控制条件下，其结果是可以重复获得的；其目的是为了合理的赋予某量一个或多个量值。“合理的赋予”说明测量必须要符合相应的测量程序、测量方法、测量仪器及其测量结果的处理，不是随意的一种操作，而随着量的扩展和测量仪器的发展，不是只获得一个量值，也可以获得多个量值，进行多参数的测量。明确了测量是一个“过程”，即是一项活动，什么是过程？过程是指“一组将输入转化为输出的相互关联相互作用的活动。”测量过程有三个要素：①输入 确定被测量及对测量的要求（包括资源）；②测量活动 它需要进行策划，要确定测量原理、方法、程序、配备资源、选择具有测量能力的人员、控制测量条件、识别测量过程中影响量的影响、实施测量的操作；③输出 按输入的要求给出测量结果。

测量不适用于标称特性。如：人的性别；油漆样品的颜色；化学中斑点测试的颜色；ISO 两个字母的国家代码；在多肽中氨基酸的序列。

测量意味着量的比较并包括实体的计数。

测量的先决条件是对测量结果预期用途相适应的量的描述、测量程序以及根据规定测量程序(包括测量条件)进行操作的经校准的测量系统。

测量结果是“与其他有用的相关信息一起赋予被测量的一组量值。”

由于整个测量活动的不完善以及测量误差的必然性，通常，测量结果只是我们对被测量的真值作出的估计。所以，在给出测量结果时应同时说明本结果是如何获得的，是示值，还是平均值；已作修正，还是未作修正；不确定度是如何评定的；置信概率和自由度为多少等。

测量方法是“对测量过程中使用的操作所给出的逻辑性安排的一般性描述。”测量的方法有：替代测量法、微差测量法、零位测量法、直接测量法、间接测量法、定位测量法等。此外还有按被测对象的状态分类的，如静态测量、动态测量、瞬态测量以及工业现场的在线测量、接触测量、非接触测量等。

计量究其科学技术是属于测量的范畴，但又严于一般的测量，在这个意义上可以狭义地认为，计量是与测量结果置信度有关的、与不确定度联系在一起的规范化的测量。

计量是一门科学。

## 二、计量工作简史

计量在历史上称为度量衡，其含义包括长度、容积、质量的计量，所用的主要器具是尺、斗、秤。在英语中尺子和统治者是一词——ruler，我国古代把砝码称为“权”，至今仍用天平代表法制与法律的公平。这些都表明计量是象征着权力和公平的活动。

计量发展的历史是与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。早在 100 多万年以前人类的祖先——猿人，为了加工木棒、打制石器和分吃食物，就逐渐萌发出长短、轻重、多少的概念。起初他们只是靠眼、手等感觉器官进行分辨估量，随着生产力的发展和人类改善生活条件的客观需要，人类社会最早的计量器具——度量衡脱颖而出。古代人从“布指知寸”、“布手知尺”、“舒肘为寻”、“迈步定亩”，自然而然地过渡到以人体的某一部分为标准的客观自然物长度标准。

据《史记·夏本记》记载“禹，声为律，身为度，称以出”。即说大禹把自己的身长作为当时的长度标准。国外也是如此。如英国以英王查理曼大帝的足长为“一英尺”，以英王埃德加姆的拇指关节之间长度为“一英寸”，以英王亨利一世的手臂向前平伸时，从他的鼻尖到其指尖的距离为“一码”；法国则以国王脚长的 6 倍定义为“脱瓦斯尺”。这些当时是长度的“标准器”。古埃及最早的尺——“腕尺”是用人的臂膊肘至指尖的距离来确定的，长约 46cm。尔后人们根据“布手知尺”的原则，即以人手的大拇指和食指分开的距离作为一尺的长度（大约 16cm 左右），精心制作出了最早的尺。现在已经发现并传世的我国最早的两支商代象牙尺，一支长 15.78cm（藏于中国历史博物馆），另一支长 15.80cm（藏于上海博物馆），均刻有十寸，每寸刻十分，是“布手知尺”和我国长度单位上应用十进制的有力证据。

春秋战国时期各诸侯国先后确立，社会制度发生了巨大变革，对度量衡的发展也产生了很大影响，并且发明了用黄钟律管作为度量衡的单位量值标准，使度量衡 3 个量值单位都有了比较准确的依据。就是说只要有一支黄钟律管，就可以得到长度、容量和质量三个量的单位量值。《汉书·律历表》中记载的上述史实，国际上的一些计量专家、学者对此作过很高的评价：“中国古代早已采用律管作为长度的标准器，而过了几千年，世界上才提出了采用光的波长作为长度基准的方案”。

公元前 221 年，秦始皇统一中国，颁发了统一度量衡的诏书，废除其他各诸侯国的度量衡制度，确立了秦国的度量衡制度。秦代度量衡制度为我国古代计量奠定了一个牢固的基础，对封建社会的发展起了重要的作用，至今仍被广为传颂。该制度在当时是较先进的，其中的度、量制的大部分皆采用了十进制。秦代不仅颁布了度量衡制度，还实行了定期检定等

严格的法制管理，以保证度量衡的准确统一。另外，还明文规定了各种度量衡器具的允许误差。这时，计量已从原始的度量衡发展为比较完善的古典度量衡。直到 19 世纪中叶清朝末期，米制正式传入我国止，两千多年的历代封建王朝的度量衡制度，基本上都是沿用了秦制，这与古代我国经济发展速度缓慢，社会生产力水平相对较低是相一致的。但是计量管理上我国也曾一度走在世界前列，在世界计量史上留下光辉的篇章。

1790 年，法国资产阶级的社会革命和工业革命，推动了社会生产力和自然科学的发展，其中牛顿力学和热力学理论的建立使力学计量和温度计量获得很快的发展。机械工业的兴起和发展，促使长度计量（几何量）技术迅速发展，欧姆定律、法拉第电磁感应定律和麦克斯韦电磁波理论的创立，开始了电磁计量。由法国天文学家穆顿和威日根提出新的十进计量制度和建立以自然物为计量单位的设想，则在较短的时间内就得到了世界上很多国家的科学家的认可与赞同，从而使西欧各国的计量技术很快走在了世界各国的前列。

1792 年，法国天文学家德拉布里和麦卡恩领导一支测量队，对法国敦刻尔克至西班牙的巴塞罗那之间的地球子午线长度（后又延至地中海的福尔门特拉岛）进行了精确测量，以此确定北极至赤道的子午线长度，再取其四千万分之一作为一米。定义为：米为地球子午线长度的四千万分之一。与此同时，拉瓦锡尔等人也仔细地测量了在温度 4℃ 时 1 立方分米的纯水质量，并定义为 1 千克。根据上述定义，用铂铱合金制作了米原器和千克原器，于 1799 年 6 月 22 日保存于法国巴黎的共和国档案局里。因此，又称做“档案局米”和“档案局千克”。尔后，逐步形成了一个以长度单位“米”为基础的新的计量单位制，这就是“米”制。

1875 年 3 月，法国政府召开“米制外交会议”。当年 5 月 20 日正式签署了“米制公约”，设立了国际计量局（BIPM）。用含 90% 的铂和 10% 铱铂铱合金制作了 30 支米原器，选出一根最接近于“档案局长”尺寸的作为国际米原器，其余分配给签字国作为这些国家的国家米原器，并定期与国际米原器进行对比。于 1889 年召开第一届国际计量大会（CGPM），批准了国际米原器，宣布了这个米原器以后在水冰点温度时代表长度单位一米。由于米制的构成比较科学，很快就为大部分国家所接受并相继采用。可是由于旧中国一直处于各帝国主义的控制之下，各种计量制度混用，如中国的铁路、航运权，属英美的就用英制，属于俄国的则用俄制，无法统一起来，严重阻碍了米制的推广工作。虽然当时的政府在 1928 年就决定采用米制，但到 1949 年全国解放时，米制仍未能在全国推行。我国近代的计量管理仅局限于度量衡范围，一直落后于世界先进国家。

1949 年中华人民共和国成立后，在当时的中央财经委员会技术管理局设立度量衡处，负责全国度量衡的统一管理工作。1954 年全国人大批准设立国家计量局作为国务院直属机构，其主要任务是“负责米制的推行；计量器具国家检定；建立国家基准器；监督指导计量器具的制造修理、销售和进出口；审定工业计量标准器的设置；起草制定国家有关计量方面的法规、文件等”。

1959 年 6 月 25 日，国务院发布了《关于统一我国计量制度的命令》，确定米制为我国基本计量制度。同时正式采用十两为一斤的市制，废除其他旧杂制。1977 年我国正式参加国际米制公约组织，颁发《中华人民共和国计量管理条例（试行）》，并规定我国逐步采用国际单位制。1984 年 2 月 27 日，国务院发布《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》；1985 年全国人大通过《中华人民共和国计量法》；1987 年 1 月 19 日，国务院又发布《中华人民共和国计量法实施细则》。半个世纪以来，我国的计量管理工作取得了很大成绩，突出的有以

下几个方面：①在全国范围内实现了计量制度的统一；②基本上形成了全国计量管理网和量值传递网，为统一量值、保证量值准确一致奠定了基础；③加强了计量器具产品的投产和生产过程中的质量监督管理；④加强了对所使用的计量器具的管理；⑤颁发和发布了各种计量检定系统表和计量器具检定规程；⑥广泛开发了计量技术教育培训与计量人员的考证发证工作，形成了一支庞大的计量干部队伍；⑦建立和发展了同国际计量组织的广泛联系与业务交流；⑧在全国范围内形成了一个较完善的计量法规体系，计量管理纳入了法制轨道，使管理更科学更有效。

60多年来，我国的计量事业取得了辉煌的成就，中国的计量单位从杂乱无章到与国际接轨的统一计量单位，从行政管理走向法制管理，这都凝聚着计量工作者的辛勤与汗水。计量在发展生产和科技进步中发挥了不可估量的作用，当代计量科学已经进入了量子计量学阶段，我们要把系统工程等现代化科学技术融入到计量科学技术中去，在贯彻实施《中华人民共和国计量法》的同时，使我国的计量事业不断地发展壮大起来，更快地跨入世界计量科学的先进行列。

## 第二节 计量的特点与作用

### 一、计量的特点

计量的特点取决于计量所从事的工作，即为实现单位统一、量值准确可靠而进行的科技、法制和管理活动。概括地说，可归纳为准确性、一致性、溯源性及法制性4个方面。

准确性是指测量结果与被测量真值的一致程度。由于实际上不存在完全准确无误的测量，因此在给出量值的同时，必须给出适应于应用目的或实际需要的不确定度或误差范围。否则，所进行的测量的质量(品质)就无从判断，量值也就不具备充分的实用价值。所谓量值的准确，即是在一定的不确定度、误差极限或允许误差范围内的准确。

一致性是指在统一计量单位的基础上，无论何时、何地，采用何种方法，使用何种计量器具，以及由何人测量，只要符合有关的要求，其测量结果就应在给定的区间内一致。也就是说，测量结果应是可重复、可再现(复现)、可比较的。换言之，量值是确实可靠的，计量的核心实质是对测量结果及其有效性、可靠性的确认，否则，计量就失去其社会意义。计量的一致性不仅限于国内，也适用于国际，例如，国际关键比对和辅助比对结果应在等效区间或协议区间内一致。

溯源性是指“通过文件规定的不间断地校准链，测量结果与参照对象联系起来的特性，校准链中的每项校准均会引入测量不确定度。”这种特性使所有的同种量值，都可以按这条比较链通过校准向测量的源头溯源，也就是溯源到同一个计量基准(国家基准或国际基准)，从而使准确性和一致性得到技术保证。否则，量值出于多源或多头，必然会在技术上和管理上造成混乱。所谓“量值溯源”，是指自下而上通过不间断的校准而构成溯源体系；而“量值传递”，则是自上而下通过逐级检定而构成检定系统。量值传递是“通过测量仪器的校准或检定，将国家测量标准所实现的单位量值通过各等级的测量标准传递到工作测量仪器的活动，以保证测量所得的量值准确一致。”

法制性来自于计量的社会性，因为量值的准确可靠不仅依赖于科学技术手段，还要有相应的法律、法规和行政管理。特别是对国计民生有明显影响，涉及公众利益和可持续发展或需要特殊信任的领域，必须由政府主导建立起法制保障。否则，量值的准确性、一致性及溯

源性就不可能实现,计量的作用也难以发挥。

## 二、计量在国民经济中的作用

随着社会生产力的提高、市场经济的不断发展和科学技术的进步,计量的范畴与概念也随之发生了变化。如果说早期的计量仅限于度量衡的概念,局限在商业贸易范围内,那么,现代计量则是渗透到国民经济的各个领域,无论是工农业生产、国防建设、科学实验和国内外贸易乃至人们日常生活都离不开计量,它已经成为科学研究、经济管理、社会管理的重要基础和手段。计量水平的高低已成为衡量一个国家的科技、经济和社会发展程度的重要标志之一。

计量在学科方面具有双重性。从科学技术角度来说,它属于自然科学,从经济与管理学、社会学的概念方面理解,它又属于社会科学范畴。因此,计量具有自然科学与社会科学双重性。这一性质,客观上决定了它在国民经济当中所具有的重要地位及所起的重要作用。

### 1. 计量与人民生活

计量与人民生活密切相关,商品生产和交换是当代社会的一个特点。人们日常买卖中的计量器具是否准确,家用电表、水表和煤气表是否合格,公共交通的时刻是否准确,都直接关系到人们的切身利益。

粮食是人们生活的必需品,它直接关系到人们的生存和健康。所以粮食及粮食制品的生产、贮存和加工过程都离不开计量测试。

在医疗卫生方面,计量测试的作用更显出重要性。计量和化验的数据不准,将会产生严重的后果。所以计量与人民的生活无时无刻地相联。

### 2. 计量与工农业生产

计量在工农业生产中的作用和意义是很明显的,计量是科学生产的技术基础。从原材料的筛选到定额投料,从工艺流程到产品质量的检验,都离不开计量。优质的原材料、先进的工艺设备和现代化的计量检测手段,是现代化生产的三大支柱。

农业生产,特别是现代化的农业生产,也必须有计量来保证。事实证明,科学生产和新技术开发应用都离不开计量测试。

### 3. 计量与国防科学

计量在国防建设中具有非常重要作用,国防尖端系统庞大复杂,涉及许多科学技术领域,技术难度高,要求计量的参数多、精度高、量程大、频带宽,所以计量在国防尖端技术领域更显得尤为重要。

对国防尖端技术系统来说,工作环境比较特殊,往往要在现场进行有效的计量测试且难度较大。例如,飞行器在运输、发射、运行、回收等过程中,要经历一系列的震动、冲击、高温、低温、强辐射等恶劣环境的考验。原子弹、氢弹等核武器的研制与爆炸威力的实验,对计量都有着极其苛刻的特殊的要求。

在国防建设中,计量测试是极其重要的技术基础,具有明显的技术保障作用,它为指挥员判断与决策提供了可靠的依据,对实验成功与否有着极大的关系。

### 4. 计量与贸易

计量在贸易中起着很重要的作用,从历史上简单的商品交换,到今天发达的国际贸易,每一步都离不开计量。在不同国家与不同民族之间的交易,都要有公正的、统一的计量器具来保障双方交易的公平合理性。按照国际惯例和合同条款要求,货物一般均按上岸后的计量结果来作为结账的依据。过去,我国在出口原油时,缺乏精确可靠的计量手段,为了避免索赔罚款,往往采取多装多运的办法,使大量的原油白白浪费掉,甚至遭到船主以超重为由提

出索赔的憾事。如果我们将计量精度提高到接近国际计量水平，可避免不应有的经济损失，同时也提高了我国在国际上的计量声誉。计量是保证产品质量、提高商品市场竞争能力的主要技术保障。对于国际贸易计量更是重要手段之一。计量水平的高低已成为衡量一个国家科技、经济和社会发展进步程度的重要标志。随着我国对外贸易的不断扩展，对计量准确度的要求也将越来越高。

5. 计量与科学技术

科学技术是人类生存与发展的重要基础，没有科学技术就不可能有人类的今天，计量本身就是科学技术的一个组成部分。近几年的科技成果的涌现，如原子对撞机、深水探测机器人、地球资源卫星及卫星测控技术、航天工程“神州号”试验飞船、储氢纳米碳管的研制成功、三峡工程的建设，标志着我国现代科技发展的先进水平。这些先进成果的涌现标志着我国的测量技术也进入了一个新的发展阶段，也将我国的测量技术水平带入新的进程。

60 多年来，计量机构经历了由国家计量局、国家技术监督局、国家质量技术监督局、国家质量监督检验检疫总局的变迁，每一次变迁，计量工作都得到了逐步强化和发展，计量领域越来越宽广，计量工作的地位和作用进一步加强。

第三节 计 量 学

一、计量学及其特点

计量学是“测量及其应用的科学。”计量学是研究测量原理和方法，保证测量单位统一和量值准确的科学。它包括测量理论与实践的各个方面，是现代科学的一个重要组成部分。计量学研究的是与测量有关的一切理论和实际问题。从计量学的发展进程来看，它由科学计量学，发展到法制计量学，进而扩展至工业计量学。计量学涵盖有关测量的理论及不论其测量不确定度大小的所有应用领域。

所谓科学计量学是指：研究计量单位、计量单位制及计量基准、标准的建立、复现、保存和使用；计量与测量器具的特性和各种测量方法；测量不确定度的理论和数理统计方法的实际应用；根据预定目的进行测量操作的测量设备以及进行测量的观测人员及其影响；基本物理常数有关理论和标准物质特性的测量。

所谓法制计量学是指：为满足法定要求，由有资格的机构进行的涉及测量、测量单位、测量仪器、测量方法和测量结果的计量活动，它是计量学的一部分。

所谓工业计量学也称为工程计量学是指：各种工程及工业企业中的应用计量。即为工业提供的校准和测试服务，并利用测量设备，按生产工艺控制要求检测产品特性和功能所进行的技术测量。所以工业计量学也称做技术计量学。

现代计量学已发展为量子物理学和测量误差为基础，以国际单位制确定计量单位，利用激光、超导、传感和转换技术以及现代信息计算技术等最新成就的新兴测量科学。随着生产和科学技术的发展，现代计量学的内容还会更加丰富。

现代计量学作为一门独立的学科，它的主要特点大致如下：

- (1) 要求建立通用于各行各业的单位制，以避免各种单位制之间的换算。
- (2) 利用现代科技理论方法，在重新确立基本单位定义时，以客观自然现象为基础建立单位的新定义，代替以实物或宏观自然现象定义单位。使基本单位基准建立为“自然基准”，从而使得可以在不同国家独立地复现单位量值以及大幅度提高计量基准的准确度，使量值传

递链有可能大大缩短。

(3) 充分采用和吸取了自然科学的新发现和科学技术的新成就, 如约瑟夫森效应、量子化霍尔效应、核磁共振及激光、低温超导和计算机技术等, 使计量科学面目一新, 进入了蓬勃发展的阶段。

(4) 现代计量学不仅在理论基础、技术手段和量值传递方式等方面取得很大发展, 而且在应用服务领域也获得了极大的扩展。计量学得到了世界各国政府、自然科学界、经济管理界以及工业企业的普遍重视。

## 二、计量学的分类

(1) 计量包括的专业很多, 有物理量、工程量、物质成分量、物理化学特性量等。按被测量来分, 我国目前大体上将其分为十大类(俗称十大计量): 几何量(长度)计量、温度计量、力学计量、电磁学计量、无线电(电子)计量、时间频率计量、电离辐射计量、光学计量、声学计量、化学(标准物质)计量。每一类中又可分若干项。

(2) 从学科发展来看, 计量原本是物理学的一部分, 或者说是物理学的一个分支。随着科技、经济和社会的发展, 计量的概念和内容也在不断地扩展和充实, 以致逐渐形成了一门研究测量理论与实践的综合性学科。就学科而论, 计量学又可分为: 通用计量学、应用计量学、经济计量学等 7 个分支。

① 通用计量学是研究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)、测量误差与数据处理、测量不确定度、计量器具的基本特性等。

② 应用计量学是研究特定计量的计量学部分, 是关于特定的具体量的计量, 如长度计量、频率计量、天文计量、海洋计量、医疗计量等。

③ 技术计量学是研究计量技术, 包括工艺上的计量问题的计量学部分。例如, 几何量的自动测量、在线测量等。

④ 理论计量学是研究计量理论的计量学部分。例如, 关于量和计量单位的理论、测量误差理论和计量信息理论等。

⑤ 品质计量学是研究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品质要求的计量器具、计量方法、计量结果的质量管理等。

⑥ 法制计量学是研究法制管理的计量学部分。例如, 为了保证公众安全、国民经济和社会的发展, 依据法律、技术和行政管理的需要而对计量单位、计量器具、计量方法和计量精确度(或不确定度)以及专业人员的技能等所进行的法制强制管理。

⑦ 经济计量学是研究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, 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。

(3) 国际法制计量组织还根据计量学的应用领域, 将其分为工业计量学、商业计量学、天文计量学、医用计量学等。

## 第四节 计量技术

计量技术是指研究建立基标准、计量单位制、计量检定和测量方法等方面的科学技术;

也是通过实现单位统一和量值准确可靠的测量，发展研究精密测量，以保证生产和交换的进行，保证科学研究可靠性的一门应用科学技术。

计量技术贯穿于各行各业，是面向全社会服务的横向技术基础，以实验技术为主要特色直接为国民经济与社会服务，是人类认识自然、改造世界的重要手段。随着现代科学技术的发展，计量技术水平也不断提高。目前按计量技术专业分类的十大计量涉猎于现代科学的各个领域，也完全适应于广大人民群众生产和生活的需要。计量比度量衡更确切、更概括、更科学。

几何量是人类认识客观物体存在的重要组成部分之一，用以描述物体大小、长短、形状和位置。它的基本参量是长度和角度。长度单位名称是米，单位符号是 m。角度分为平面角和立体角，其单位名称分别是弧度和球面度，对应的单位符号分别是 rad 和 sr。长度单位米在国际单位制中被列为第一个基本单位，许多物理量单位都含有长度单位因子。因此，不但几何量本身，而且大量导出单位的计量基准的不确定度在很大程度上都取决于长度与角度量值的准确度。在几何量计量中除了使用两个基本参量外，还引入许多工程参量，如直线度、圆度、圆柱度、粗糙度、端面跳动、渐开线、螺旋线等，这些参量都是多维复合参量。

温度是表征物体冷热程度的物理量，它的单位名称是开[尔文]，单位符号是 K，它是国际单位制中七个基本单位之一。从能量角度来看，温度是描述系统不同自由度间能量分布状况的物理量；从热平衡的观点来看，温度是描述热平衡系统冷热程度的物理量，它标志着系统内部分子无规律运动的剧烈程度。

力学计量研究的对象是物体力学量的计量与测试。与其他计量专业相比，力学计量涵盖的内容更广泛。通常分为质量、密度、容量、黏度、重力、力值、硬度、转速、振动、冲击、压力、流量、真空等 13 个计量项目。质量是国际单位制中七个基本单位之一，单位名称为千克，单位符号是 kg。其他力学计量单位均为导出单位。

时间频率计量包括时间与频率计量。时间是国际单位制中七个基本单位之一，单位名称是秒，单位符号是 s。频率是单位时间内周期性过程重复、循环或振动的次数，可用相应周期的倒数表示，它的单位名称是赫[兹]，单位符号是 Hz。

还有电磁学计量、无线电(电子)计量、电离辐射计量、光学计量、声学计量、化学(标准物质)计量等。这十大计量构成了计量领域的完整体系，使科学技术技术不断地向前发展。

习 题

一、填空题

1. 计量是“实现\_\_\_\_，量值\_\_\_\_的活动。”
2. 我国的计量，远在秦始皇称霸的时代，称之为“\_\_\_\_”，其量的单位仅为长度、\_\_\_\_，所用的主要器具是尺、\_\_\_\_、秤。
3. 《中华人民共和国计量法》规定：“国家采用\_\_\_\_。\_\_\_\_和国家选定的\_\_\_\_计量单位，为国家法定计量单位”。
4. 计量学研究的是与\_\_\_\_有关的一切理论和实际\_\_\_\_。
5. 计量的特性为：准确性、\_\_\_\_性、\_\_\_\_性、法制性。
6. 测量是通过\_\_\_\_获得并可合理赋予某量一个或多个\_\_\_\_的过程。

二、判断题(答案正确的打√，答案错误的打×)

1. 计量是可数的量。 ( )