

計量技術概論

〔蘇〕С. Ф. 馬利科夫著



机械工业出版社



53.5
469

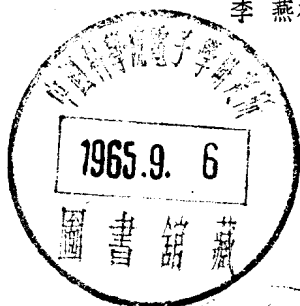
計 量 技 術 概 論

修訂第二版

〔苏〕С·Ф·馬利科夫著

国家計量局編譯处 合譯
曾乃真、梁繼輔

李燕校訂



机械工业出版社

5504

本书介绍计量的物理数学基础、单位制及其组成，有关基准器、标准器、工作用量具、计器的知识。此外，还介绍计量方法的分类，关于误差理论的简单说明，并对测量长度、质量、温度、力、压力及电学量的量具，计器及计量方法加以介绍。

本书的读者对象是工厂实验室、技术检查科、国家计量机关的工作人员。同时也可供大专学校计量专业的学生参考。

本书这次重印，删去第3、4两页。

С. Ф. Маликов

ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНИКУ ИЗМЕРЕНИЙ

МАШГИЗ 1952

(根据苏联国立机器制造科技书籍出版社一九五二年版译出)

* * *

計量技术概論

[苏] С. Ф. 馬利科夫 著

国家計量局編譯处 合譯

曾乃真、梁畿輔

李燕 校訂

*

机械工业出版社出版 (北京苏州胡同 141 号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张 $7\frac{5}{16}$ · 字数 189 千字
1958 年 6 月北京第一版·1965 年 4 月北京第四次印刷
印数 7,571—14,070 · 定价 (科七) 1.30 元
(1963 年 11 月中国工业出版社北京新一版)

*

统一书号: 15033 · 953(1716)

目 次

緒論	6
第一章 关于权度的历史資料	13
第二章 計量的物理数学基础	32
第三章 量具和計器	62
第四章 計量方法	83
第五章 計量誤差	88
第六章 長度的計量	115
第七章 質量的計量	149
第八章 時間計量	167
第九章 溫度計量	181
第十章 力的計量	197
第十一章 压力計量	205
第十二章 电学量的計量	218

53.5
469

計 量 技 術 概 論

修訂第二版

〔苏〕С·Ф·馬利科夫著

国家計量局編譯处 合譯
曾乃真、梁徽輔

李燕校訂



机械工业出版社

本书介绍计量的物理数学基础、单位制及其组成，有关基准器、标准器、工作用量具、计器的知识。此外，还介绍计量方法的分类，关于误差理论的简单说明，并对测量长度、质量、温度、力、压力及电学量的量具，计器及计量方法加以介绍。

本书的读者对象是工厂实验室、技术检查科、国家计量机关的工作人员。同时也可供大专学校计量专业的学生参考。

本书这次重印，删去第3、4两页。

С. Ф. Маликов

ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНИКУ ИЗМЕРЕНИЙ

МАШГИЗ 1952

(根据苏联国立机器制造科技书籍出版社一九五二年版译出)

* * *

計量技术概論

[苏] С. Ф. 馬利科夫 著

国家計量局編譯处 合譯

曾乃真、梁畿輔

李燕 校訂

*

机械工业出版社出版 (北京苏州胡同 141 号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张 $7\frac{5}{16}$ · 字数 189 千字

1958 年 6 月北京第一版·1965 年 4 月北京第四次印刷

印数 7,571—14,070 · 定价 (科七) 1.30 元

(1963 年 11 月中国工业出版社北京新一版)

*

统一书号: 15033 · 953(1716)

目 次

緒論	6
第一章 关于权度的历史資料	13
第二章 計量的物理数学基础	32
第三章 量具和計器	62
第四章 計量方法	83
第五章 計量誤差	88
第六章 長度的計量	115
第七章 質量的計量	149
第八章 時間計量	167
第九章 溫度計量	181
第十章 力的計量	197
第十一章 压力計量	205
第十二章 电学量的計量	218

緒 論

計量学的研究对象

本書的內容包括兩方面：計量学与計量技术。

計量学^① 是一种关于权度的学科。最初計量学是一种叙述性的科学，它記述了在各国中已有的权度制，表明了各种权度制中尺寸大小的关系，提供了关于权度起源、發展与相互关系的簡單資料。長时期以来，在計量学中，除了权度之外，还包括貨幣的制度。許多俄文的計量学書中，例如：彼得魯雪夫斯基^②（Ф. И. Петрушевский）、庫茨涅佐夫^③（С. К. Кузнецов）、切列浦宁^④（Л. В. Черепнин）的書中，就包括这样的一些內容。多数外国作者的書中也包括同样的一些內容。

在上一世紀中，特别是从它的中叶起，便开始进行了許多極為精密的計量工作。这都是与各种不同單位的制定、与各單位基准器的建立、与各种不同权度制中尺寸大小的比較有关的。有極重要科学意义的、重建俄制权度基准器的工作，是在 1893~1899 年 間 由偉大的俄国科学家門捷列夫（Д. И. Менделеев）所完成的。关于这些工作將在下面作比較詳細的叙述。

門捷列夫对于長度、質量、重量、压力、体积以及其他各量所进行的計量，是具有世界意义的古典計量，它們奠定了現代苏联計量学的基础。

在門捷列夫的計量学著作中，下述著作值得特別注意：“一立

① 起源于希臘字 μετρον—权度，λογος—学說。

② 普通計量学。1849年版，波蘭計量学：1837年版。

③ 希伯萊計量学，1913年版。

④ 俄国計量学，档案管理总局，1944年。

升空气的重量，~~“恢复水的重量”~~“恢复长度和重量标准量具或原器的工作过程”，“精密的或者计量学的衡量方法”，“重量的变动”，“重量变动的实验研究”。

作为一个计量学者来说，門捷列夫所起的作用，不仅是由于他进行了世界上最精密的计量和制定了这些计量的方法，而主要的还是由于他在自己的著作中指出了：在精密计量中能决定计量精度的极微小的细节，具有何等的作用，对于这些微小细节，甚至有经验的计量学者与实验家也不是经常加以注意的。

門捷列夫总是从批判分析过去其他学者们所作过的事情来开始自己的每一件工作，并且他几乎经常能找出他们工作中的疏忽和缺点，这是由于他们没有注意到随实际一起存在的所有情况。門捷列夫的每一著作都把计量学向前发展了一大步，而他所制定的方法，工作方式与科学结论已成为他的学派的基础。苏联的及外国的计量学者至今仍然学习着門捷列夫五十年前所写的计量学著作。

现在，计量学就是按照这一词广义地来了解的一门关于精密计量的科学，其中包括计量单位、量具、基准器、精密计量方法以及在计量中产生错误或误差的理论。

阿达莫维奇[●] (Н. И. Адамович) 的书，就是按照这样布局写出的第一本俄文计量学书籍。

计量技术的内容包括一般的与各别的计量方法和计量原理的叙述，以及在各个计量方面，例如：在角度、长度、密度、质量、压力、力、硬度、电学、热学及其他各种量的计量方面，所用的量具和计器的叙述。

物理量计量的概念

物理量的计量，即是將物理量与作为计量单位的其他一个同类的量相比较。某量与计量单位相比较，即是确定被测之量中包括

● 阿达莫维奇：“计量学与长度计量概論”。权度总署，1927年版。

有該單位的若干倍数，或是確定該單位的某一部分組成了這一被測之量。

每次計量的結果均是名數，并由兩部分所組成（任何一個名數均如此）：數目和單位的名稱。

計量的結果可稱為量的數值或簡稱為量值。例如：兩“千克”即為質量的數值，它說明：用千克作為計量單位，而被測之物体的質量則為千克質量的兩倍。同樣，棒的長度等於 $\frac{3}{4}$ “米”，這一句話中，“ $\frac{3}{4}$ 米”這一數值表明：用米作為計量單位，而被測之棒的長度只為一米長度的 $\frac{3}{4}$ 。

人們通常以稱為量具的那種實物范型來實現計量單位，而在具體的計量中，則使用量具和各種設備——計量儀器；有時，也使用一定複雜程度的計量裝置，並且應用各種不同的計量方法。

計量技術發展簡述

計量的起源是很古老的。計量是最初人類物質文明的一部分。自從人類學會使用勞動工具，并用工具來改造周圍環境的時候起，人們就開始從事計量了。在最古的人類文化遺物中，就有关于人類進行計量的記載。

時間的計量、距離及面積的計量、重量及體積的計量，都是最初的一些計量；這因為時間是正確組織農業耕作以及在一天中正確支配工作時間所不能缺少的東西，而距離及面積是與耕地的地段、牧場及獵場有關的，體積及重量則主要地用以計算糧食及其他貴重物品。經過一段時期後，但仍在很古老的年代，由於建築技術的發展，幾何量的計量——面積、體積、角度——也有了特別的發展。

在很早的年代里，計量還是很原始的，它的目的只在於決定兩個或幾個量中哪一個大些或者小些。例如：由兩處地方到某處地方的距離或路程哪一段長些；哪一塊土地的面積大些；哪一個重量大些或小些。進行這種計量是憑眼睛看，靠體力的感覺（在手上秤一

秤)，以及按行走時間的久暫等等來估計的。

嗣後，計量開始有目的地要找出某一個量是另一個量的若干倍或其幾分之一。在這個階段中，仍然沒有計量單位或量具，亦即還不存在那種按一定條件挑選出來、在兩個或幾個同類量彼此比較時用以決定其大小的量。此時如要找出兩量間的比例，即將兩個量直接地相互比較，而不借助於一定的、規定好的量，亦不借助於某一個偶然的量具。計量的結果還不具备「名數」這個名詞所表示的準確意義。古代虜獲物的分配就是這種計量的一個例子，此時祭司或首領應當得到全部虜獲物的某一定部分，或者為其他參加者所得部分的若干倍。

在當時，人們會將其所要觀測的物體和量，去與自己身體的大小相比較和對照。長度方面最初的一些量具，就是人身上的一部分：手肘的長度，腳掌的長度，當手指盡量張開時大拇指與小指之間的距離，雙手左右伸開後的長度等等。較遠的距離則用拋出石頭所能達到的距離，或者用由日出到日末的一天中所能走完的路程等等來作為量具。用一把或一捧來計量體積。物體的重量，按輕易能被人們舉起的重量來計量。在計量容量時，使用椰子的外殼作為量具，是偶然性量具的一個例子。所有這些都是任意的量具，是偶然性的。在某一次計量中，使用了某種量具，而同樣的量，在相同地點作另一次計量時，就可採用另外一種同樣是任意選來的、偶然性的量具。

稍後，就出現了用實物來表示單位的量具：用一定長度的尺杆代表手肘或腳掌，用石頭或金屬製成各種形式的砝碼作為重量的量具；為了計量液體的體積或者計量容量，則使用由椰實作成的有一定容量的瓢或者專用的容器。

經過一段時期後，隨著文化的提高以及手工業及貿易的發達，量具亦愈益完善，並得到法律的規定，同時各種量具之間亦有了一定的關係。

直到中世紀末，時間的計量、幾何尺寸以及重量的計量，長期

地都是当时唯一进行的一些計量。在十四——十六世紀中，手工業、科学、艺术、建筑学都开始蓬勃的發展。与科学發展的同时，就有必要計量各种新出現的量以及在科学与技术中开始起着重要作用的一些量。例如，在十七世紀中出現了：計量空气压力用的气压表；計量空气中水分用的湿度計；計量溫度用的溫度計；計量水压用的压力計。

在十八世紀出現了：計量力量的測力計；計量热量的卡洛里計；开始进行了某些光学量的計量。在十九世紀初，除溫度之外又出現了一些其他的热量單位。由于蒸气机的發明以及机械动力机的推广，产生了功和功率的概念；出現了用以計量它們的單位：呎-磅，馬力。在十九世紀中叶，开始进行了电学的計量，而光学計量亦有所进展。

在十九世紀末及二十世紀初，有了新的物理現象的發現，因而出現了新的計量部門：X光射綫的計量，放射性的計量，以及在分子及原子物理方面的計量。如今，沒有任何一个知識領域中，計量不起着重大的作用的。科学、技术、工業、貿易、建筑業、各种形式的運輸業、衛生事業、教育、艺术等等，所有这些部門，沒有計量就不行。

計量学在科学、技术及工業中的作用和意义

各种物理量都必須計量，而計量过程本身就是一种实验，計量学則是关于量具及精密計量的科学，因而計量学应当屬於研究各种物理現象的物理科学。物理学与計量学之間的連系，还可以由下述事实來說明：大多数的計量均借助于按一定物理定理而作用的計量仪器来进行。

对于科学的發展來說，計量学过去以及現在都有着重大的意义。可以毫不夸大地說：所有确定各种物理量彼此間关系的物理定理，都是由于計量技术的改进才被發現的。通过計量才能測定星球的直徑以及分子与原子的直徑；測定太陽的質量，月球以及天際其

他星球的質量，各星球之間的距離以及光波的長度。有这样的仪表，它能自动地記錄在 25 公里高空中的溫度、压力及湿度，并能帮助認識在同溫層中發生的現象。借助于傳播到海底并由海底反射出来的声波，可以測量海的深度。由于計量，使人們改正了很多过去根据自然現象的观察所作的的不正确的推断和結論；例如，已經可以确定，不动的星球在实际上是彼此相对移动的；已經發現，太陽輻射出的热量是不固定的；地球的磁極与地理極并不重合；地球并非球形，而是所謂地球体等等。計量以及計量仪器补充了我們的感覺器官，并使我們能觉察出力目看不見的光綫，認識并估計电場及磁場。还可以举出更多的例子来，但是，所举的这些例子已經足以說明計量在精密科学中和在認識环境繞我們周圍的大自然中的意义了。

科学中的大部分發現，都是借助計量而完成的，这不仅限于物理科学的部門，在生物学、藥物学以及經濟科学等部門中亦都如此。

偉大的俄罗斯学者門捷列夫曾經这样来表达計量对于科学和認識自然界的意义：「在自然界中，权度是达到認識的主要工具」，「从开始有計量的时候起，才开始有科学」。

計量学与其他科学之間，特别是与物理科学之間，存在着密切的相互作用：物理科学的进步引起計量技术的發展，而計量技术的进步又引起科学更进一步的發展。

計量对于技术、工業及貿易有着很大的意义。在人民的經濟生活中，自远古以来計量就始終起着重大的作用。在苏联的社会主义国民經济中，它的意义就更大了。列宁說过：“……社会主义首先就是統計”^①。国家所开支、分配、生产与收获的全部价值都必須統計。但是，如果沒有計量，亦即如果不用数目及权度来表示价值，則統計亦就难以想象了。

在社会主义經濟中，計量是發展技术与工業的必要条件，是使

① 列宁全集，26卷，1949年第四版255頁（俄文版）。

工業企業和生产合理化的基础。

現代的技术不但要求計量为数甚多的量，而且要有很高的計量准确度。如果过去計量几何尺寸之誤差为一毫米就算滿足的話，則目前机器制造的主要部門，特别是精密机械部門，都要求計量誤差不超过一微米的几分之几。在某些設備及儀器的生产中，所用零件的重量总共不过是一毫克的几分之几。进行这些零件的衡量时，应具有較高級精度的誤差。还有某些机构，它們工作中的誤差不超过四分之一秒。

在計量与标准化之間亦存在着紧密的連系，标准化就是对原料、半成品、成品以及材料統一規定出其質和量方面的要求。为要确定某种标准，就必须进行一系列的研究和实验，而这又与大量的計量工作是分不开的。

第一章 关于权度的历史資料

俄制計量

洛果奇(локоть)和沙繩(сажень)是古代俄罗斯極為广泛应用的長度計量單位。一个洛果奇之長約等于从肘骨至中指前端关节的長度,同时,此長度比十个維尔索克(вершок 約等于 44.5 cm)稍長一些。根据[貿易書]及[計数知識]●上的記載,三个洛果奇等于两个阿尔申(аршин)。

沙繩的最初記載見于 1017 年的年鑒中,彼时它等于三个洛果奇。曾經还有过两种尺寸不定的沙繩:兩臂平伸的沙繩和斜沙繩。兩臂平伸的沙繩之長度等于双臂向左右平伸的長度,而斜沙繩的長度則等于由左脚跟至向上举起的右手末端的長度。在十六世紀,一个沙繩曾經等于三个阿尔申。此时之沙繩称为新沙繩、皇家沙繩、国家沙繩、烙印沙繩以及鷹头沙繩●,或称为三阿尔申沙繩以区别于三洛果奇沙繩。

阿尔申的最初記載見于十六世紀的沙皇詔書中。根据[計数知識]上的記載,一个阿尔申等于 $1\frac{1}{2}$ 洛果奇,即 27 英寸。在 1736 年权度委员会曾經以法律規定阿尔申等于 28 英寸。同时將阿尔申等分为四个切特沃尔基(четверть)●,每个四分之一又等分为四个維尔索克。

維尔斯达(верста)用于長距离的計量,关于它的最初記載見于十一世紀的历史中。古代的維尔斯达等于 750 沙繩,彼时之沙繩

● 十六世紀末和十七世紀初的書。

● 烙印沙繩,即在沙繩上烙有印的;鷹头沙繩,即沙繩上烙有或印有鷹形(国徽)的。

● [четверть] 一字在俄文中是四分之一的意思,此处則用来作为一种長度單位。——譯者