



计 量

上海人民出版社

计 量

上海市计量测试管理局情报资料室

上海人民广播电台出版

计 量

上海市计量测试管理局情报资料室

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印十二厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 2.875 字数 60,000

1975年8月第1版 1975年8月第1次印刷

统一书号: 7171·652 定价: 0.19 元

前 言

革命导师恩格斯指出：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”^①计量学也是这样，它是在阶级斗争、生产斗争和科学实验的长期实践过程中产生和发展起来的，是人们认识自然和改造自然的一种重要手段。

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国计量事业有了很大的发展。目前，已经开展了长度、热学、力学、电磁、无线电、时间频率、放射性、光学、声学 and 物理化学等十大计量，在为三大革命运动服务中，发挥了积极作用。

为了让广大工农兵和青少年了解、熟悉计量这门科学，普及计量基础知识，使计量工作沿着毛主席的革命路线更好地为三大革命运动服务，我们编写了《计量》一书。

本书通俗地介绍了计量的基础知识，计量与国民经济的关系，现代计量技术，我国计量发展简史，国际单位制和常用计量单位及其换算等。由于我们水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳切希望广大读者批评、指正。

上海市计量测试管理局情报资料室

一九七四年十二月

^① 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社 1971 年版，第 162 页。

目 录

一、计量浅说	1
(一)什么是计量	1
(二)计量的作用	6
(三)计量工作的任务	14
二、现代计量技术	18
(一)长度计量	18
(二)温度计量	23
(三)力学计量	35
(四)电磁计量	47
(五)无线电计量	56
三、我国计量简史	61
(一)计量的产生和发展	61
(二)计量的阶级烙印	64
(三)我国计量的新阶段	66
四、国际单位制	69
(一)国际单位制的建立	69
(二)国际单位制的构成原则	70
(三)国际单位制的基本单位	71
(四)国际单位制的特点	73
附录	75
1. 公制计量单位中文名称	75

2. 我国市制计量单位名称.....	76
3. 国际单位制单位.....	78
4. 国际单位制词冠.....	79
5. 与国际单位制并用的单位.....	79
6. 暂时与国际单位制并用的单位.....	79
7. 国际单位制建议一般不用的其他单位.....	80
8. 希腊字母及读音.....	86

一、计 量 浅 说

(一) 什么是计量

红色卫星在预定的轨道上准确地运行，飞机在一望无际的天空中高速翱翔，我国自行设计制造的万吨轮在茫茫的海面上航行，汽车在蜿蜒的山区公路上安全行驶。在这种种运动中，怎样来辨别航向、方位和速度呢？当然，凭着人们的肉眼是不够的，还需要一种特殊的“眼睛”。这种特殊的“眼睛”，就是各种各样的计量仪器和仪表。

谈起计量，人们往往会理解为就是“尺、斗、秤”，也就是通常所说的“度量衡”。实际上，这种理解是不全面的。当然，尺、斗、秤也是计量，不过只是计量的一小部分。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事情。

当我们需要知道某一东西的长短或轻重时，就要用尺和秤，例如用尺来量布的尺寸，用秤来称粮食的斤两；当我们感到身体不舒服时，就可用体温计来测量体温；当我们急着去开会时，往往要看看手表；当我们要知道每月耗用多少电和煤气时，就要去看看电度表和煤气表；当我们操作锅炉时，就要注意锅炉上的压力表……从这些事例可以想到，人们可以利用各种计量器具对物体的长度、重量以及温度、时间、容量、压力等等物理量进行测量，而这种测量在人们的生产活动和日

常生活中是大量碰到的。在这里，实质上是把一个暂时未知的量同另一个约定的已知量作比较，这个比较的过程就叫做计量。

就拿人们量体温来说吧，一支刻有摄氏四十二度的完好的体温计，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；把体温计放在人的口腔内，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，所以计量的范围就非常广泛，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。现代科学技术的发展，对计量不断提出新的、更高的要求，计量已经成为人们认识自然和改造自然的一种不可缺少的手段。

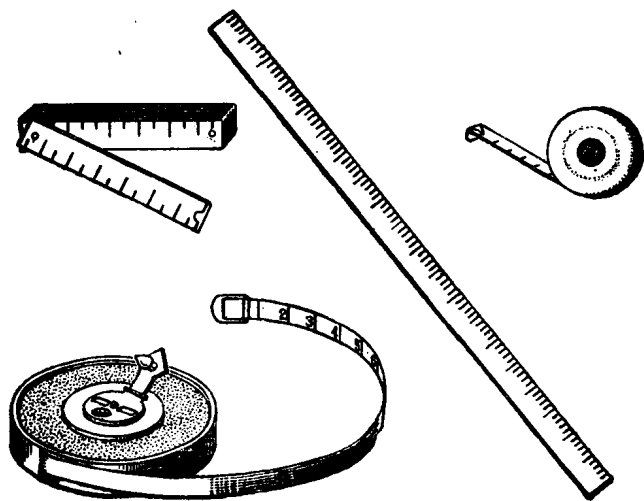


图 1

大家都熟悉尺、斗、秤，这些是人们常用的计量工具。应当看到，尺、斗、秤现在已经有了很大的发展。譬如尺，在一般人的概念中都是长条形的。例如量布用的竹、木直尺，小学生用的小木尺，木工师傅用的木折尺，还有测量人员用的皮卷尺和钢卷尺等等（图 1）。这些尺只能在日常生活和一般生产中使用。在现代工业生产中，产品的精度要求很高，这些长条形尺是不能满足需要的，于是就产生了各种各样特殊的“尺”。例如游标卡尺、百分表、千分尺等（图 2）。它们的形状完全脱出了长条形的概念，精度也大大提高了。就拿千分尺来说，它的测量精度可达到四个微米，相当于一根头发丝的十八分之一。这样的精度，一般直尺是达不到的。上述各种各样的尺，通称为长度计量器具，它们对于保证零件加工尺寸的准确性起着重要的作用。

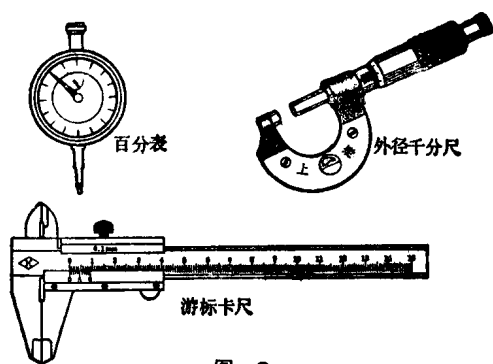


图 2

秤，人们熟知的有菜场上使用的木杆秤，商店柜台上放着的案秤和放在地上有四个轮子的台秤（图 3），还有工厂里使用的大地秤和称火车用的轨道衡等等。随着生产的发展，上述这些秤又不能适应需要了，秤也有了很大的发展。

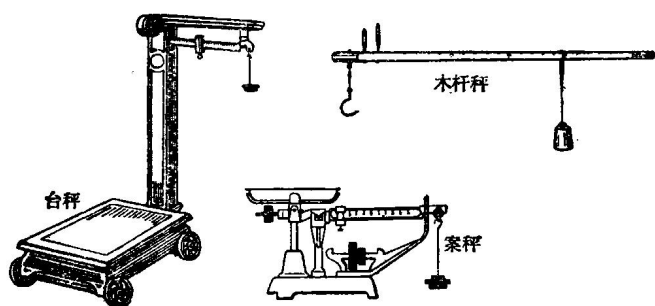


图 3

譬如钢铁厂里，每炼一炉钢要投入许多卡车的原材料。这样，过秤的任务就非常繁重，每天都有卡车排队等待过秤。过秤员忙着打秤砣，看尺花，但仍然满足不了需要。工人群众与计量人员一起通过生产实践，创造了一种电子自动秤。当卡车一开上秤面，数字仪表立即反映出它的重量，计量时间快，再不需要象以前那样打秤砣、看尺花了（图4）。秤火车也有

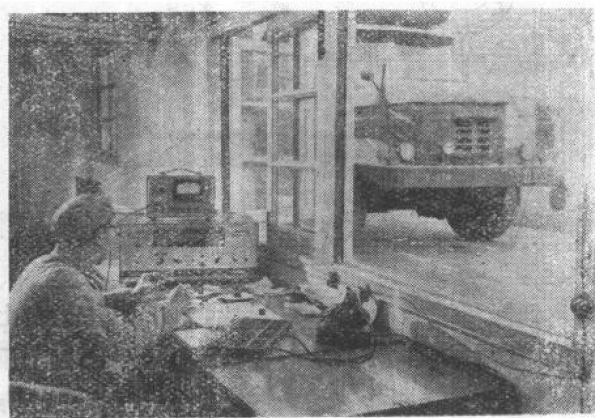


图 4

了电子自动秤,并可以在不停车的情况下过秤,不需要拆卸车厢,大大加快了过秤速度。

电子秤还有更多的重要作用。当炼钢炉内的钢水倾入可容纳几十吨重量的钢包后,要马上知道钢包内钢水的准确重量,以便确定浇铸多少只钢锭。这时,几十吨的重量加上一千多度的高温环境,决非一般的秤所能胜任的。有了电子自动秤,就可以避免由于不知道钢包内钢水的准确重量而造成短锭报废或余钢回炉的浪费情况了。

“斗”已经是淘汰的计量工具了。如果现在还能看到的话,那就是在泥塑《收租院》中,“大斗进,小斗出”作为在黑暗的旧社会地主阶级用来残酷剥削劳动人民的见证了。至于在化验室里用的量杯、量筒、量瓶等,当然也是斗的一种形式。

综上所述,可见尺、斗、秤的概念已经起了变化。随着工农业生产的突飞猛进和国防、科学技术事业的迅速发展,我们通常所说的“度量衡”的概念也变化了,度量衡已经不能包含现代计量的内容了。例如,我们经常接触到的量体温,就既不是量长短,也不是称重量;使用的既不是尺,也不是斗或秤。测量体温,一般不超过摄氏四十度,可以使用体温计,而冶金工业中测量的温度就大大超过摄氏四十度了。炼钢的温度一般要有摄氏一千度以上,测量这样高的温度当然是体温计无法胜任的,这就必须使用测温仪表。这种四十度和一千度以上的温度的测量,都属于热学计量。又如,平时大家打开收音机收听广播时,却不会想到也要用到“计量”。原来,经过灌制录音带或唱片,通过一系列装置用电波播送出来,到我们收听时已经不可能完全是原来的声音了。我们一般说,原来的声音“失真”了。因此,就要用一些无线电计量仪器、仪表,通过对

频率、波形等参数的测量,获得“失真”到什么程度的数据,以便研究措施,尽量减少“失真度”。又如,收音机质量的好坏,也是通过无线电计量仪器、仪表来检查的(图5)。这些,都是属于无线电计量方面的。

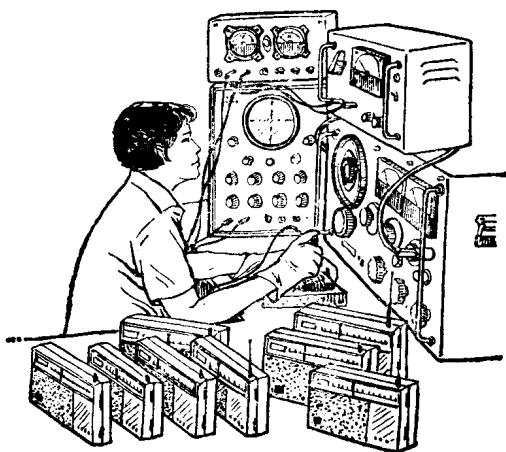


图 5

随着生产和科学技术的发展,今天的计量已经发展成为一门科学——计量学。它的范围也已经由原来的度(长度)、量(体积)、衡(力学)扩展到现在的长度、热学、力学、电磁、无线电、时间频率、放射性、光学、声学 and 物理化学等十个方面。

(二) 计量的作用

在毛主席的无产阶级革命路线指引下,我国社会主义革命和社会主义建设蓬勃发展,欣欣向荣。通过无产阶级文化大革命和批林批孔运动,广大工农兵斗志昂扬、干劲冲天,抓

革命促生产取得了丰硕的成果。广大计量人员也深入生产第一线,实行三结合,在三大革命中发挥了积极的作用。

人们常说:“计量是工业生产的眼睛”。这就是说,在现代工业生产中,计量有着人们的肉眼所起不到的重要作用。计量技术对于保证产品质量,提高产量,安全生产,发展品种,节约原材料,降低成本和提高劳动生产率等等,是个不可缺少的重要环节。特别是在各种精密产品的生产中,从原材料、设计、工艺、零部件加工、装配,直至成品检验出厂,都离不开计量。

就以手表生产来说吧,一只手表有一百三十多个零件,每个零件都有严格的尺寸和形状的要求。例如,擒纵轮片,也叫骑马轮片,是手表中的一个关键零件。它的齿轮外圆和冲面的尺寸不能相差一忽米,即一根头发丝的七分之一。这样精密的骑马轮片,没有计量这个特殊的“眼睛”,单凭着人们的肉眼是无法保证加工精度的。而且,它的几何形状复杂,体积小,数量又特别多,每天有成万个要检验,这里即使运用上面谈到的千分尺、百分表等,也很难解决问题。但是,不管千难万难,工人同志发挥集体智慧,就能克服重重困难。手表厂的工人、技术人员和干部组成了“三结合”小组,开展技术革新,他们安装了光学长度投影仪,用它来检查骑马轮片,既保证了质量又提高了产量。这种投影仪,可以把骑马轮片放大五十倍,再在影下边放上标准样板,相互一对照,就可以将不同的尺寸看得清清楚楚。零件是否合格,也就一目了然了。质量好坏,直接影响到手表的精度。用尺寸准确的骑马轮片装配的手表走时准确;而用尺寸小了的骑马轮片装配的手表,每小时就要快四分钟。

再来谈谈纺织厂的喷丝头，它是化学纤维纺丝机上喷丝用的一种高精度、耐腐蚀的贵重元件。它的规格和品种很多，有的象帽子，有的象瓦片。一块直径四十毫米的喷丝头上，分布着直径相同的一万二千个喷丝孔。每个孔的直径只有0.06毫米，比一根头发丝还要细；但公差不能超过它的十分之一，即六个微米；而且孔与孔之间的距离要相等。加工这种孔，没有计量这个“眼睛”是无法进行的。加工这种孔要用一种很细的冲针，生产这种冲针的精度要求更高，公差只有二微米，即一根头发丝的三十五分之一。开始加工这种冲针时，没有计量这个“眼睛”，工人的视力强度要求非常高，质量也很难进一步提高。在伟大领袖毛主席“独立自主、自力更生”的方针指引下，纺织机械厂的工人师傅、技术人员和计量工作人员一起，决心从视力强度很高的劳动中解放出来，群策群力，应用计量测试技术，研究改进措施。他们给磨针专用机床安上计量“眼睛”——投影仪，解决了这些问题。投影仪把放大的冲针清楚地映在投影屏上，不仅磨针时清晰方便、操作省力，而且又保证了冲针的加工质量。

现在，用这种高质量的冲针和计量这个“眼睛”——工具显微镜来加工喷丝孔，就保证了喷丝孔孔径尺寸的准确性。喷丝孔的孔径尺寸准确，喷出来的纤维质量就好，否则将会造成喷出的纤维粗细不一，疵点多，容易断丝、并丝，直接影响到纺织品的质量。

再谈谈万吨轮的生产。万吨轮全长一百几十米，比手表和喷丝头不知要大多少倍，但计量工作也十分重要，甚至还更复杂。

万吨轮内，有一根几十米长的轴，由六段组成，安装时要

求非常直,误差不能超过 0.1 毫米,即大约一根半头发丝的粗细。这是一项多么艰巨的工作啊! 如果达不到要求,就会要大大影响万吨轮的质量。而要想达到要求,就得借助于计量这个“眼睛”。过去曾采用过一些测量方法,但测量一次要十多个小时。经过无产阶级文化大革命的战斗洗礼,造船厂的计量人员在打造船工业翻身仗的战斗中,下车间,上船台,实行三结合,和工人师傅一起研究改进测量方法。现在采用光学仪器来测量万吨轮长轴的直线性。它是通过仪器中的望远镜,首先将仪器中的十字与跟前目标靶中的十字对准,然后再去对准几十米外的目标靶中的十字,使三者成为一线,和射击的原理基本相同。由于利用光学准直的原理,测量精度高,并可根据测出的数据,将轴的同心度调整到 0.02 毫米以内,大大提高了长轴安装的精度,也比原方法大大缩短了测量时间。这种光学计量仪器,还可以用来测量机座的平面度,测量汽缸、曲轴的垂直度等。计量工作的改进,提高了万吨轮质量,也缩短了生产周期。

从以上几个例子,可以看到长度计量与机械工业的密切关系。其实,其他计量与工业生产的关系也是非常密切的。

现代冶金工业生产中,对温度有着严格的要求。如炼钢炉内温度的控制,直接关系到冶炼的质量。要知道炉内一千多度的温度和准确控制温度,当然只有依靠温度计量仪器这个“眼睛”了。如果没有计量这个眼睛,就不能准确观察和控制炉内温度。这样,温度太高了,就会改变钢材的金相组织。温度低了,钢水中的有害杂质就不能除去。所以,冶金工业的生产少不了温度计量。

化工生产与计量也有着密切的关系。因为主要是采用管道和反应锅进行生产的，眼看不见，手摸不着。生产过程中，工艺流程的顺利进行，主要依靠对温度、压力、流量的准确指示和调节，来保证管道化、反应锅的正常工作。这就需要用温度、压力、流量等计量仪表来反映和控制生产了。例如酒精的生产，在蒸煮工序中，采用不同的原料对温度就有不同的要求。有的原料，要求控制在摄氏一百三十六度，不能相差一到二度。如果温度高了，再加上流速控制不当，就要烧焦结块，不能流入下道工序；温度低了，原料煮不烂、烧不透，反应不完全，应该转化为酒精的原料没有得到完全的转化。总之，温度高了或低了都要影响酒精的产量。因此，准确地掌握温度，关系到节约工业用粮的大事。过去，在蒸煮锅中安装的是一种精度较低并且操作不方便的水银温度计，操作工人看一次温度要爬到二层楼高的锅顶上，拔出温度计，记好温度数据，再下来调节温度。这样，不仅劳动强度很高，而且当拔出温度计进行观察时，已不能很准确反映蒸煮锅内的实际温度了。酒精厂的生产工人和计量人员，正确运用计量仪表来指导酒精生产，为节约工业用粮，提高酒精产量，大搞技术革新，为酒精生产配备了更精确的“眼睛”。现在，只要坐在仪表室里，再也不用爬到二层楼高的锅顶上，就能观察锅内酒精生产的反应情况，并实现温度、压力、流量的自动调节和控制。这样，既大大减轻了工人同志的劳动强度，又保证了酒精的正常生产。此外，压力计量更是直接关系到生产的安全问题。解放前，酒精厂的资本家只顾残酷剥削工人，根本不顾工人的生命安全，蒸煮设备和压力计量仪表长期不检修。由于压力表失灵，锅内的压力已经超过规定的标准，但指示不出来。再加上蒸煮

锅年久失修，压力过大而引起了蒸煮锅爆炸，造成工人的严重伤亡事故。解放后，在党和毛主席的正确领导下，工人阶级翻身做了主人，加强了生产安全措施，开展了计量工作，定期对压力表进行检修，保证了生产的顺利进行和生产的安全。

纺织工业生产中，也需要计量的密切配合。例如，在棉涤纶、毛涤纶（通常我们叫做“的确凉”）的生产过程中，准确的计量与产品的质量有着很大的关系。这里，我们来谈谈温度计量和它的关系。

“的确凉”织成后，还要经过好几道工序。例如烧毛工序、热定型工序、漂白工序、染色工序等。这些工序都需要用计量仪器、仪表来控制温度。

“的确凉”经过烧毛，可以使布面光滑，去掉毛绒。如果不能准确计量烧毛的温度，温度高了就会造成布面烧焦发脆，强力显著下降；温度低了毛绒烧不掉，不光滑，还容易起毛。为了消除“的确凉”加工中的褶影，保持稳定的尺寸，不缩水，并且形态挺括，必须经过热定型处理。目前工厂生产大多采用摄氏二百度慢车速热定型。纺织工人为了生产更多更好的“的确凉”，又创造了摄氏八百度高温快速热定型机，使产量成倍增长。但这就更需要准确的计量仪器、仪表来保证它的温度要求了。如果超过了所规定的温度，就会使“的确凉”发生脆裂现象；低于所规定的温度，“的确凉”就会飘而不挺。因此，操作工人必须依靠计量仪器、仪表这个“眼睛”，随时监视温度的变化。漂白工序也需要准确地计量温度，才能保证漂白的质量。又如，在染色工序中，“的确凉”的颜色与印染时的温度有着密切的关系。温度的变化，直接影响着染布颜色的色泽一