



1983

计量管理概要

《陕西计量》专 辑

SHANXI JILIANG ZHUANJI

新
華
社

PDG

前 言

最近几年,我国计量事业有了迅速发展,各级计量机构逐步建立和健全起来,一大批热心计量事业并具有一定基础理论知识的科技人员和职工走上了计量工作岗位。在各个专业计量及其他学科的一些最新成果得到了广泛地应用。计量基准、标准的复现精度不断提高,检测手段也在向高精度、多功能、自动化方向迈进,我国的计量测试技术在许多方面已经达到或接近国际先进水平。

随着计量测试技术的迅速发展,计量管理水平需要有一个很大的提高才能相适应。我国计量事业的现状还有很多不足,如计量机构和计量标准器的重复设置、有些应建项目长期处于空白状态、不少科研成果和检测手段不能有效地发挥经济效益等问题,主要是计量管理工作薄弱所致。为了改变计量管理工作的落后状况,最近几年国家颁发了一系列法令性文件,明确了政府计量部门的职能作用和厂矿企业计量机构的任务。一批有专业知识的领导干部和技术管理人员陆续充实到计量部门,使计量管理工作出现了一个崭新的面貌。

为了适应计量管理工作人员的需要,陕西省计量测试学会管理专业委员会组织编写了这本《计量管理概要》,介绍有关这方面的基本知识和资料,以供大家在工作中参考。我们也希望能对计量技术人员有所裨益。

本《概要》共分八章。第一、四、八章由阎永胜同志编写;第二章由马立英和王新全同志编写;第三章由马立英同志编写;第五章由许步高同志编写;第六章由阎永胜、张步汉、权安成同志编写;第七章由许国珍同志编写。由阎永胜同志负责进行了审阅。附录部分由马立英、许步高同志摘录。

由于水平所限,不足之处在所难免,恳望读者指正。

编 者

1983年9月

目 录

第一章 计量管理基础知识

1.1 常用计量名词术语	(1)
1.2 误差理论与计量	(6)
1.3 度量衡与米制	(10)
1.4 现代计量技术简介	(17)
1.5 计量工作在国计民生中的重要作用	(19)
1.6 计量工作的方针、任务和政策规定	(21)
1.7 实现计量科学管理应遵循的基本原则和方法	(23)
1.8 计量科学技术的现代化	(28)

第二章 计量标准的管理

2.1 计量标准管理的基本内容	(29)
2.2 计量标准的申报、审批及授权检定	(29)
2.3 计量标准的监督检查	(31)
2.4 计量检定人员的考核发证	(31)
2.5 量值传递系统	(32)

第三章 厂矿企业的计量管理

3.1 厂矿企业计量工作的任务	(44)
3.2 厂矿企业计量机构的任务	(45)
3.3 厂矿企业主管部门的任务	(45)
3.4 厂矿企业计量人员的主要职责	(46)
3.5 厂矿企业计量机构的设置	(46)
3.6 厂矿企业计量机构的组织形式和管理体制	(46)
3.7 计量人员配备	(48)
3.8 厂矿企业计量标准的设置与工作条件	(48)
3.9 厂矿企业计量整顿验收工作	(49)
3.10 厂矿企业计量“五查”评比工作	(50)
3.11 厂矿企业能源计量管理	(55)

第四章 计量器具管理

4.1 计量器具管理	(61)
4.2 计量器具的抽验	(65)
4.3 使用中的计量器具管理	(66)
4.4 高精度计量标准仪器设备的管理	(67)
4.5 电度表的管理	(90)

4.6 计量器具管理目录	(90)
--------------	------

第五章 检定规程的管理

5.1 检定规程的性质和任务	(104)
5.2 检定规程的编制与审批颁布	(105)
5.3 现行检定规程目录	(116)
5.4 暂行检定方法目录	(125)
5.5 有关检定印、证的若干规定	(128)
5.6 检定规程的出版发行	(132)

第六章 衡器管理

6.1 衡器管理的重要性	(134)
6.2 陕西省衡器管理的基本经验	(136)
6.3 对JJG17—80杆秤检定规程的理解	(138)
6.4 对移动式杠杆秤检定规程的理解	(141)

第七章 计量协作的组织与管理

7.1 西北五省(区)的计量协作	(147)
7.2 西北地区无线电、时间频率计量的协作组织	(147)
7.3 工业计量中的组织协作问题	(148)
7.4 地、县计量工作的协作	(149)

第八章 国际单位制简介

8.1 数、量和单位	(154)
8.2 量纲和量纲式	(154)
8.3 什么是国际单位制	(156)
8.4 国际单位制的构成	(158)
8.5 一些主要单位定义的实际实现	(164)
8.6 为什么要采用国际单位制	(168)
8.7 米制公约组织机构的历史资料	(174)
8.8 我国工程技术中几种常用单位改制的技术方案	(179)

附录一 计量管理文件

中华人民共和国计量管理条例(试行)	(181)
国务院批转国家计量局《关于加强计量工作报告》的通知	(183)
陕西省计量管理办法(试行)	(187)
全国厂矿企业计量管理实施办法	(189)
关于国营工业企业全面整顿中对计量工作的要求(试行)	(191)
国家经委、国家计量总局《企业能源计量器具配备、管理通则(草案)》	(193)
陕西省计量局转发国家计量总局《关于建立计量基准、标准的申报、审批和授权检定	

的几点意见》·····	(198)
国家计量总局《关于建立计量基准、标准的申报、审批和授权检定的意见》·····	(199)
陕西省建立计量标准审核细则·····	(200)
国家标准计量局《关于北京等六省、市标准计量部门承担本经济协作区量值传递任务的函》·····	(201)
陕西省人民政府转发国际单位制推行委员会颁发的《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》的通知·····	(202)
国家出版事业管理局、中国国际单位制推行委员会“关于贯彻《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》的联合通知”·····	(202)
教育部《关于教材采用国际单位制的通知》·····	(203)
中国文字改革委员会和国家标准计量局《关于部分计量单位名称统一用字的通知》·····	(204)
陕西省计量局《关于计量器具检定、测试和修理收费标准的暂行规定》·····	(206)
陕西省计量管理局、陕西省工商行政管理局《关于对生产、修理计量器具企业进行登记管理》的通知·····	(206)
国家计量局关于贯彻《广告管理暂行条例》的通知·····	(210)
国家计量总局《关于加强电度表计量管理工作》的通知·····	(211)
陕西省经济委员会《关于当前电度表生产、质量检验、销售问题的通知》·····	(214)
陕西省人民政府《关于加强衡器管理的通告》·····	(214)
国家计量总局、轻工业部、商业部、工商行政管理总局、全国供销合作总社《关于不准制造、销售管形弹簧秤的通知》·····	(216)
西北地区无线电计量协作管理暂行办法·····	(216)

附录二 计量管理经验汇编

加强管理,搞好冶金计量工作·····	(218)
建立量具三级管理体制,提高计量管理工作水平·····	(221)
认真贯彻“条例”与“实施办法”,努力提高计量管理水平·····	(224)
加强计量管理,确保产品质量·····	(226)
健全计量网点,加强衡器管理·····	(228)
加强衡器管理,杜绝短斤少两,维护社会主义商业信誉·····	(229)

第一章 计量管理基础知识

计量学是研究测量、保证测量统一和准确的科学。

计量学研究对象包括计量单位及其基准、标准的建立、保存和使用；测量方法和计量器具；测量的准确度；观测者进行测量的能力；计量法制和管理等。

计量学也包括研究物理常数和标准物质、材料特性的准确测定。

计量学是综合性的应用技术基础科学。

计量管理是实现计量学的保证。由于计量管理内容综合性、技术性、政策性很强，所以国家采取法律或政府指令的形式来强调计量工作的法制作用。

计量与国家经济建设、人民生活以及生产和人身安全的关系极为密切。计量工作对建设高度民主、高度文明的社会主义现代化强国有着重要作用。因此，掌握计量管理基础知识，是广大计量管理人员的必备条件。

计量管理涉及到许多科学领域，它要求掌握的知识面极广，我们只能择其要点，对计量管理的职能与涉及到的有关学科作一个概述。其主要内容有：

计量名词术语——从事计量工作的共同科学语言；

误差理论与计量——计量技术的理论基础；

从度量衡到米制——我国计量单位制的历史演变过程；

现代计量技术简介——介绍我国目前十大类计量技术现状；

计量工作的作用——介绍计量在国计民生中的重要地位和作用；

计量工作的任务和方针、政策——从事计量工作的依据；

实现计量科学管理应遵循的基本原理和方法——介绍一般科学管理的原则和方法在计量管理中的应用；

计量科学技术的发展趋势——介绍现代计量科学技术的发展方向和途径。

1.1 常用计量名词术语

计量学

研究测量、保证测量统一和准确的科学。

注：

计量学研究计量单位及其基准、标准的建立、保存和使用；测量方法和计量器具；测量的准确度；观测者进行测量的能力以及计量法制和管理等。计量学也包括研究物理常数和标准物质、材料特性的准确测定。

〔可测的〕*量

可以定性区别并能定量确定的现象或物体的属性。

注：

广义的量和特定意义的量，就名词“量”而论是不加区别的，广义的量如：长度、时间、质量、温度、硬度、电阻；特定意义的量如：杆的长度、导线的电阻。

•在名词术语中方括号〔 〕中的内容一般可省略。

量值

数值和计量单位的乘积。

例：

1m, 5kg, 10s。

量的数值

量值的纯数部分。

例：

上例中的1, 5, 10。

计量单位

有明确定义和名称并命其数值为1的一个固定的量。

例：

1 m, 1 kg, 1 s。

计量器具

凡能用以直接或间接测出被测对象量值的量具、计量仪器（仪表）和计量装置统称为计量器具。

注：

计量器具也包括计量基准、计量标准。

〔实物〕量具

以固定形式复现量值的计量器具。

注：

（1）量具可用或不用其它计量器具而进行测量工作。

某些量具只复现量的单个值，用它进行测量时必须用其它计量器具，例如砝码要用天平才能进行质量的测量，砝码这种量具叫“从属量具”。有些量具有两种并存的功能，即复现量值和不用其它计量器具进行测量，例如尺子这种量具叫做“独立量具”。

（2）量具的特点一般为没有指示器和在测量过程中没有可以运动的测量元件。

（3）量具可分为单值量具（如：砝码、量块、标准电池、固定电容器）；多值量具（如：毫米分度的线纹米尺）；成套量具（如：砝码组、量块组）。

（4）千分尺、游标卡尺和百分表等虽属于结构简单的长度计量仪器（仪表），但我国习惯上称为“通用量具”。此处“量具”二字的含义与定义显然不符。

计量仪器（仪表）

将被测的量转换成可直接观测的指示值或等效信息的计量器具。

例：

电流表、压力表、温度表、干涉仪、水表、天平等。

注：

（1）计量仪器（仪表）可分为能读出示值的指示式仪器（仪表）；可记录示值的记录式仪器（仪表）；能将被测量和已知量进行比较的比较式仪器（仪表）等等。

（2）有时由一独立而完备的组件构成的传感器；能产生附加或附属功能的部件也属于计量仪器（仪表）。例如：热电偶、变送器、调节器等

计量装置

为确定被测量值所必需的计量器具和辅助设备的总体。

国家〔计量〕基准

用来复现和保存计量单位，具有现代科学技术所能达到的最高准确度的计量器具，经国家鉴定并批准，作为统一全国计量单位量值的最高依据。

注：

又称“主基准”

副基准

通过直接或间接与国家基准比对来确定其量值并经国家鉴定批准的计量器具。它在全国作为复现计量单位的地位仅次于国家基准。

工作基准

经与国家基准或副基准校准或比对，并经国家鉴定，实际用以检定计量标准的计量器具。它在全国作为复现计量单位的地位仅在国家基准及副基准之下。

注：

设立工作基准为的是不使国家基准和副基准由于使用频繁而丧失其应有的准确度或遭受损坏。

〔计量〕标准

按国家规定的准确度等级，作为检定依据用的计量器具或物质。

标准物质

在规定条件下，具有高稳定的物理、化学或计量学特性，并经正式批准作为标准使用的物质或材料。

检定

为评定计量器具的计量性能（准确度、稳定度、灵敏度等）并确定其是否合格所进行的全部工作。

检定规程

为评定计量器具的计量性能，作为检定依据的具有国家法定性的技术文件。

注：

检定规程的内容包括：检定规程的适用范围、计量器具的计量性能、检定项目、检定条件、检定方法、检定周期以及检定结果的处理等。

暂行检定方法

在尚无检定规程作为依据时，为评定计量器具的计量性能，地区和部门暂行规定的具有法定性的技术文件。

注：

暂行检定方法如经国家计量管理部门审核同意，也可推荐在全国范围内使用。

抽样检定

从一批同样的计量器具中，按统计学方法，抽取一定数量样品进行检定，作为代表该批计量器具检定结果的一种检定。

周期检定

按检定规程或暂行检定方法规定，对使用中的计量器具所进行的定期性的检定。

比对

在规定条件下,对相同准确度等级的同类基准、标准或工作用计量器具之间的量值进行比较。

测试

具有试验性质的测量。

注:

测试也可以理解为试验和测量的全过程。

检定条件

检定规程中所用计量标准、检定设备和环境条件所作的规定。

检定方法

检定规程中所规定的操作方法和步骤。

检定周期

计量器具相邻两次周期检定间的时间间隔。

检定证书

证明计量器具检定合格的文件。

检定标记

证明计量器具检定合格的标记。

检定结果通知书

证明计量器具检定不合格的文件。

量值传递

通过检定,将国家基准所复现的计量单位量值通过标准逐级传递到工作用计量器具,以保证对被测对象所测得的量值的准确和一致。

检定系统

是国家法定性技术文件,它用图表结合文字的形式,规定了国家基准、各级标准直至工作用计量器具的检定程序。其内容包括:对基准、标准、工作用计量器具的名称、测量范围、准确度和检定的方法等的规定。

测量范围

在允许误差限内计量器具的被测量值的范围。

注:

测量范围的最高、最低值称为测量范围的“上限值”、“下限值”。

量程

测量范围上限值和下限值之差。

分度值

相邻两刻线所代表的量值之差。

稳定度

在规定工作条件内,计量器具某些性能随时间保持不变的能力。

灵敏度

计量器具对被测的量变化的反应能力。对于给定的被测量值,计量器具的灵敏度 S 用被观测变量的增量与其相应的被测的量的增量之商来表示:

$$S = \frac{\Delta L}{\Delta X}$$

式中： ΔL ——被观测量的增量；
 ΔX ——被测量的增量。

注：

(1) 具有刻度的计量器具，灵敏度可用沿刻度增值方向的位移与引起它的被测量的增量之商来表示。

沿刻度上的灵敏度可以是常数或变数。

(2) 在分子分母是同一类量的情况下，灵敏度也称“放大比”或“放大倍数”。

灵敏度

引起计量仪器（仪表）示值可察觉变化的被测的量的最小变化值

注：

也称“灵敏限”。

准确度等级

根据计量器具准确度大小所划分的等别或级别。

测量

为确定被测对象的量值而进行的实验过程。

精密度

表示测量结果中的随机误差大小的程度。

注：

(1) 精密度是指在一定的条件下进行多次测量时，所得测量结果彼此之间符合的程度。精密度通常用随机不确定度来表示。

(2) 精密度可简称为“精度”。

正确度

表示测量结果中的系统误差大小的程度。

注：

正确度是指在规定的条件下，在测量中所有系统误差的综合。理论上对已定系统误差可用修正值来消除，对未定系统误差可用系统不确定度来估计。

准确度（精确度）

是测量结果中系统误差与随机误差的综合，表示测量结果与真值的一致程度。

注：

从误差观点来看，准确度反映了测量的各类误差的综合。若已修正所有已定系统误差，则准确度可用不确定度来表示。

计量单位制

根据规定原则所建立的一套各种物理量的已知单位。简称计量单位制。

例：英制计量制度、公制、市制、国际单位制（SI）等。

计量工作

为了保证用于计量中的各种计量器具准确、一致和正确使用，所进行的量值传递、监督、检查、组织、管理等工作的总称。

计量保证

为了适应工农业生产、国防建设、科学研究、国内外贸易、人民生活和健康等方面的需要,根据计量法规,运用计量技术,实现测量的统一、准确,以达到规定的技术要求。

法制计量学

为了保证公众安全和适当的测量准确度,根据技术和法规要求而论及计量单位、计量方法和计量器具的计量学部分。

国际法制计量组织

是根据1955年在巴黎召开的国际法制计量会议所建立的,其主要目的为:

制定法制计量总则;

为会员国一致起见,研究法制计量管理的法律和规程,这些问题的解决与国际有关;

草拟计量器具及其应用的典型法律和规程;

研究计量器具检定和检查典型部门的详细组织图;

规定计量器具应有所需和足够的特性与品质,使其为会员国批准并推荐到国际上使用。

国际法制计量组织包括:

国际法制计量大会;

国际法制计量委员会;

国际法制计量局。

计量管理

计量管理部门对使用计量的方法和手段以及获得、表示和使用检定结果的条件进行的管理。即对计量活动进行的管理。

1.2 误差理论与计量

1.2.1 误差公理

对自然界各类量变现象的研究,是通过科学实现来完成的。人们常常发现在实验中测得的数值同被研究对象的真实数值不一致。我们把这种矛盾现象在量值上称为误差。实践证明,误差既是普遍存在的,又是可以控制的,但不可能消失。这种误差的产生和存在的必然性、普遍性,被称为误差公理。即实验结果都具有误差,误差自始至终存在于一切科学实验的过程之中。

1.2.2 研究误差的意义

误差是客观存在于一切实验过程中的。为了正确认识这一规律性,分析研究实验测量时所产生的误差的原因及误差的性质是十分必要的。通过误差研究,可以正确的、合理的进行仪器设计、选用设备和测量方法,并以最佳过程获得最佳效果。

误差会歪曲客观现象,通过对误差的研究可使人们掌握歪曲的程度。所以误差理论发展成为一种专门学科。误差理论与计量科学关系是十分密切的。

1.2.3 误差定义

误差有不同的性质和表现形式,现分别定义如下:

1) 绝对误差:

某量值的绝对误差是指该量给出值的误差,即测量结果和被测量真值之间的差。可用公

式表示为:

$$\text{绝对误差} = \text{测量结果} - \text{被测量的真值} \cdots \cdots \cdots \text{①}$$

所谓真值,它具有时间和空间的含义,在某一时刻和某一位置或状态下,量的效应体现出的客观值或实际值。

真值一般是未知的,因此真误差也是未知的。真值只有在理论上是可知的,叫理论真值。如三角形内角之和是 180° 。真值在实际应用中是未知的。因此人为地确定了计量学约定真值,使误差理论为应用服务,使科学实验成为可能。

计量学约定真值是国际计量大会决议中规定的七个基本单位的量值,即

长度单位一米(m)——米等于氪-86原子的 $2p_{1/2}$ 和 $5d_{5/2}$ 能级之间跃迁所对应的辐射,在真空中的1650763.73个波长的长度。

时间单位一秒(S)——秒是铯-133原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应的辐射的9192631770个周期的持续时间。

质量单位一千克(kg)——千克等于国际千克原器的质量。

电流强度单位安培(A)——安培是一恒定电流,若保持在处于真空中相距1米的两无限长,而圆截面可忽略的平行直导线内,则在此两导线之间产生的力在每米长度上等于 2×10^{-7} 牛顿。

热力学温度单位一开尔文(K)——热力学温度单位开尔文是水三相点热力学温度的 $1/273.16$ 。

发光强度单位一坎德拉(cd)——坎德拉是一光源在给定方向上的发光强度,该光源发出频率为 540×10^{12} 赫兹的单色辐射,且在此方向上的辐射强度为 $1/683$ 瓦特每球面度。

物质的量单位一摩尔(mol)——摩尔是一系统的物质的量,该系统所包含的基本单元数与 0.012 千克碳-12的原子数目相等;在使用摩尔时,基本单元应予指明,可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子,或是这些粒子的特定组合。

凡满足以上规定复现出的量值,都可以认为是真值,叫作计量学约定真值。

为了满足各种实验测量中的不同需要,人们常把计量标准器的量值作为相对真值对待。在同种量的比较过程中,把高一等级的计量标准器的量值作为低一等级计量标准器或计量器具(通用)的真值,叫作相对真值。

有了计量学约定真值和计量标准器相对真值,便使各种科学实验中的测量成为可能。因此,误差理论得到了广泛的实际应用。

由①式可知:

$$\text{修正值} = - \text{绝对误差} = \text{被测量的真值} - \text{测量结果} \cdots \cdots \cdots \text{②}$$

或写作:

$$\text{被测量的真值} = \text{测量结果} + \text{修正值}$$

上式说明含有误差的测量结果加上修正值后可以减少误差的影响。所以,计量检测通常采用加修正值的办法来保证量值的准确和统一。计量标准器送检的主要目的是为了获得一个准确的修正值,以确保量值传递的准确一致。

取修正值时要十分小心,因为错误的修正会产生更坏的结果。

2) 相对误差

为描述测量的准确程度而引出的相对误差这个概念,也叫误差率。其定义式如下:

$$\text{相对误差} = \frac{\text{测量的绝对误差}}{\text{被测量的真值}} \cdots \cdots \cdots \textcircled{3}$$

当误差较小时，真值近似于测量结果，这时可得：

$$\text{相对误差} \approx \frac{\text{测量的绝对误差}}{\text{测量结果}} \cdots \cdots \cdots \textcircled{4}$$

3) 分贝误差

分贝误差是相对误差的一种表示法，常用在无线电、声学等计量检测中。

4) 引用误差

引用误差是一种简易、实用、方便的相对误差。在多档位和连续刻度的仪器仪表中，测量范围不是一个点而是一个量程。各刻度点示值及其对应的真值是不一样的。若按③、④式计算相对误差，所用的分母也就不一样，计算烦琐。为了使计算和划分准确度等级方便些，取绝对误差与测量范围上限值或量程之比值，以百分数表示。由此可得出定义式：

$$\text{引用误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{满刻度值}} \cdots \cdots \cdots \textcircled{5}$$

一般讲，如果仪表为 s 级，则仅说明合格仪表最大引用误差不超过 $s\%$ ，而不能说明在各刻度点上的示值误差都有 $s\%$ 的准确度。

设仪表的满刻度值为 x_1 ，测量点为 x ，则该仪表在 x 点邻近处的示值误差应为：

$$\left. \begin{aligned} \text{绝对误差} &\leq x_1 \cdot s\% \\ \text{相对误差} &\leq \frac{x}{x_1} \cdot s\% \end{aligned} \right\} \cdots \cdots \cdots \textcircled{6}$$

一般 $x \neq x_1$ ，故当 x 越接近 x_1 ，其测量准确度越高，反之， x 越远离 x_1 ，其测量准确度越低。这就是为什么在利用这类仪表测量时，尽可能在仪表满刻度值 $2/3$ 以上量程内测量的原因。在分析此类仪表对测量值的实际影响时，需按⑥式作换算，不能直接采用对应于它的准确度等级的值，在选择仪表进行测量时，应注意这一点。如果仪表选择适当，用低等级的仪表测量可起高等级仪表的作用。所以对仪表的选择根据被测量的大小，并兼顾仪表等级和测量上限是经济合理的。

1.2.4 误差源

误差源即误差来源，可分为四种：

1) 装置误差。

(1) 标准器误差。标准器是提供标准量值的器具，如氩—86灯管、标准量块、标准电阻、铯原子钟等。标准器体现的量值也是具有误差的。

(2) 仪表误差。如使用天平、电桥等比较仪器和温度计、秒表、检流计等指示仪表进行测量，都会引进误差。

(3) 附件误差。测量的必要条件和为计量提供方便的辅助设施，统称测量附件。如电测量中的转换开关、移动接触点、电源、热源、连接导线等，都会引进测量误差。

装置误差的表现形式有：

机构误差——始等臂天平的不等臂、线纹尺分划不均、量块测量面的不平行性和非平面性、望远镜光学性能与理想光学系统的差异、零件联结间隙产生的隙动等。这种误差大部分是由制造工艺和长期使用磨损引起的。

调整误差——仪表、量具在测量前没有调整到正确状态，如不垂直、不水平、偏心、定向不准等，都引起误差。

标准量值误差——提供标准量值的标准由于本身制造时的不准确性及其随时间、空间位置变化带来示值变动所引起的误差。如电阻、电池的老化，振荡器频率的长期漂移和短时波

动，硬度块的各处硬度值的不同，讯号失真等。

2) 环境误差。

由于各种环境因素与要求的标准状态不符及其在空间上的梯度、随时间的变化引起的测量装置和被测量本身的变化所带来的误差。这些因素和温度、湿度、气压、振动、照明、速度、风效应、辐射、空气含尘量等客观因素有关系。计量仪器仪表检测时，环境因素引起的误差，是一个重要的误差来源。

3) 人员误差。

人员误差是由测量者的生理变化，检测技术熟练程度和固有习惯、反应敏感程度等因素引起的。如对瞬时讯号测量时的记录滞后或超前趋向，对准测量标记时的始终偏左或偏右，偏上或偏下等。

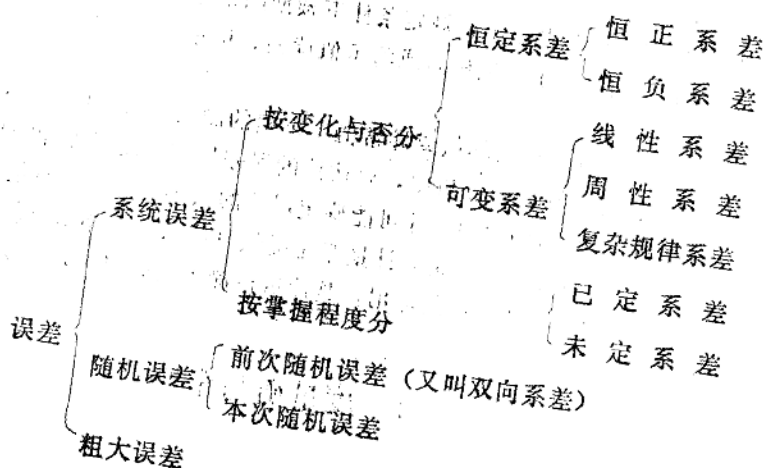
4) 方法误差。

方法误差是不遵守统一的检测规程，实验方法选择不合理或经验公式中各种系数的近似值的选定等因素引起的误差。

误差来源有时是单个起作用的，但往往是几种误差源同时起作用。因此在误差分析时，要首先搞清楚引起误差的各种来源，然后有针对性地处理。当几种误差来源综合作用时，可作为一个独立的误差因素考虑。

1.2.5 误差的分类

按照检测时对基准、标准、量具、仪器仪表和实验结果影响的性质，误差分为系统误差、随机误差、粗大误差三类。按照变化和掌握程度还可细分，具体划分是：



1) 系统误差

定义：在相同条件下多次测量同一量时，在偏离测量规定条件时或由于测量方法所引入的因素，按某确定规律所引起的误差。

所谓确定的规律是，这种误差可以归结为某一个因子或某几个因子的函数，这种函数一般可以用解析式、曲线图或数表来表达。

例如：某些电量是频率的函数，度盘偏心引起的角度测量误差按正弦规律变化，尺长是

温度的函数等。

实验条件确定后，系统误差就是一个恒定值。多次测量的平均值也不能减弱或加强它的影响。对不随条件变化而保持恒定的系统误差，称为恒定系统误差。因此，系统误差按其值变化与否分为恒定系统误差和可变系统误差两类。

还有一种分类法，就是按对系统误差掌握的程度分为四类：

- (1) 已定系统误差——绝对值和方向均已知；
- (2) 未定系统误差——绝对值和方向均未知；
- (3) 定向系统误差——方向已知，绝对值未知；
- (4) 定值系统误差——绝对值已知，方向未知；

能够修正的系统误差，只有已定系统误差，其它类系统误差不能修正，有些可在测量中通过一定方法消除。如用对径读数取平均值的方法，可消除度盘偏心引起的测角误差等。

2) 随机误差 (也称偶然误差)

定义：在实际测量条件下，多次测量同一量值时，误差的绝对值和符号以不可预定方式变化着的误差。

例如：对准标志（刻线、汞柱等）的不一致；读数的不一致；天平示值变动性；实验条件波动等，都会产生随机误差。

由于随机误差在各项测量中的无规律，使它们有正负相消的机会。随着测量次数的增加，误差的代数和平均值趋近于零。因此多次测量的平均值的随机误差比单个测量值的随机误差小。这种性质称为抵偿性。

3) 粗大误差

定义：明显歪曲测量结果超出在规定条件下预期的误差。

如测量时大幅度地对错了测量标志或将示值读错、记错，实验状况未达到予想的指标等都会带来粗大误差。

含有粗大误差的测量值称为坏值或异常值。正确的测量结果不应含有粗大误差。所以一切坏值都应剔除。因此，在误差分析中，要估计的误差只有系统误差和随机误差两类。

可见，只有解决了真值的问题，才可能确定误差的大小和方向，真值如果不可知，误差也就不可知。因此，从特定含义上讲，计量学是提供真值（包括相对真值）和保证真值可行性的科学。误差理论及其在测量中的应用，是计量检测者的必修课，也是计量管理工作者的应有的基础知识。

1.3 度量衡与米制

1.3.1 度量衡的产生

人类社会早在父系氏族公社时期，由于生产力进一步发展，产生了第一次社会大分工时（畜牧业和农业分开），不同部落之间出现了交换活动。据古书中记载，在神农氏的时候，“日中为市”（《易·系辞》），就是指这段时期的交换情况。在父系氏族公社后期，又产生了第二次社会大分工（手工业和农业分开），商品生产随之兴起，商品交换更加发展并日益成为经常的现象，商品交换中是遵循等价交换原则，而经济利益便使人们“斤斤计较”。这些都要借助于准确的公认的度量衡器具才能实现。我国早在父系氏族公社后期就已经有了度量衡，虽然我们目前尚未发现一件这个时期的度量衡器物，但在史书中，对这个时期的度

量衡情况却有许多记载。

1.3.2 奴隶社会时期的度量衡

1) 度量衡器具的使用范围

从夏代开始,我国进入奴隶社会,在奴隶制度下,奴隶主占有生产资料 和 奴隶(生产者),占有奴隶劳动的全部产品,度量衡器具也被奴隶主所占有。《夏书》中载:“关石和钧,王府则有”,而广大奴隶是无权使用这些度量衡器具的。奴隶主利用他们占有的度量衡器具,对奴隶和平民进行残酷的剥削和压榨。

在奴隶制初期,社会上出现了专门经营商品买卖的商人,随着商品生产的扩大,度量衡器具更加广泛地应用于商品交换中。同时在水利工程、房屋、宫殿建筑中,度量衡器具也被广泛使用。相传大禹治水时,已使用了“准绳”和“规”“矩”(准绳是测量物体平直的器具,类似现在长度计量中的平面度量,“规”和“矩”是校正方圆的器具,类似现在的角度计量)这些器具都是水利工程中必不可少的测量工具。在水利工程中,也离不开尺子这个测量长度的度量衡器具。

度量衡的发展是手工业技术发展的基础之一,商代的青铜器制作精美,比例匀称,需要有准确的度量衡器才能制做出来。从商代的青铜器物可以看出当时度量衡的发展及其应用于手工业制造中的状况。

2) 现在所知最早的尺

商代出土的两支象牙尺(河南安阳出土),一支长15.78厘米(尺上刻有十寸,每寸内刻有十分),藏中国历史博物馆,一支长15.80厘米(尺上刻有十寸,每寸内刻有十分)藏上海博物馆,这是现在见到的我国最早的尺子。这两支牙尺的长度均不到一市尺的二分之一长。为什么古代的尺度这样短?最初人们测量物体是以人体的某一部分做基准的,测量长度是用手作基准故有“布手知尺”。

尺的长度根据手的长短来确定,并非我国古代所独有,古埃及最早的尺度是根据人的胳膊肘至指尖的距离来确定的,称为“腕尺”。一“腕尺”长46.4厘米。这说明世界各民族度量衡的发展是有共同之处的。

3) 度量衡管理制度的建立

我国周代度量衡已有了很大发展,并制定了度量衡管理制度。据《周礼》记载·由“内宰”(掌王宫政令的官吏)在中央颁行度量衡制度,由“大行人”(掌天子诸侯之间的重大交际礼仪的官吏)兼管统一标准器,由“质人”管理市场上的度量衡。这一套管理制度的建立,使度量衡在较大范围内得到了统一。

1.3.3 封建社会时期的度量衡

1) 度量衡在各诸侯国分别发展

春秋战国时期,由于铁器的出现和耕牛的使用,生产力迅速提高,奴隶制陷于崩溃,封建的生产关系先后在各诸侯国建立。由于生产关系的变革,不仅促进了生产力的提高,也促进了度量衡的进一步发展。

如齐国新兴地主阶级田氏,采用改变度量衡进位制的方法打击奴隶主政权。齐国旧有的量制是四升为豆,四豆为区,四区为釜,十釜为钟。田氏则把自己家的量制改为玉豆为区,五区为釜,十釜为钟。这样,“钟乃大矣”。田氏用家量(大斗)借贷,而用公量(小斗)收之,使百姓得到好处,受到人们的拥护,壮大了政治力量,最后夺取了齐国的奴隶主政

权。夺权后，遂将家量推行全国，废止了齐国的旧量制。田氏的家量将齐国公量的四进位制改为五进位制，显然是很大的进步，后来齐国又在这个基础上，将五进制改为十进制。

秦国在商鞅变法（公元前356年）后，为了便利税收和经济交往，“平斗桶、权衡、丈尺”，统一了全国的度量衡。商鞅监造的铜方升，（现存上海博物馆）是公元前344年商鞅在秦国颁发的标准量器。铜方升的一壁刻有方升的容积：“爰积十六尊五分尊壹为升”，“尊”是寸的假借字，即16.2立方寸为一升。经上海市计量局测量，方升内口长12.48厘米，宽6.97厘米，深2.32厘米，计算容积为202.15立方厘米。相当于我们现在一升的五分之一左右。通过方升上的铭文，我们可知，铜方升的制作已经采用了“以度审容”的方法，这是我国最早采用的确定容积的科学方法，其优点在于便于按尺寸校准和复制，直到现在，我国和国际上量器容积的确定，仍是采用这种以度审容的办法。

楚国的度量衡发展也很快。由于楚国大量使用黄金货币（这种黄金货币是凿成若干小块后按重量使用的）要求有更为准确的小称量天平。1954年在楚国故地湖南长沙左家公山战国墓出土的木衡铜环权，有九枚铜环权，重量以倍数递增（一铢、二铢、三铢、六铢、十二铢、一两、二两、四两、半斤）最大称量为半斤（125克），最小称量为铢（0.65克）。可见当时已远远不再是斤斤计较，而是到了锱铢必较的阶段了。越来越小的量值的出现，是度量衡向前发展的一个重要标志，因为度量衡本身的发展过程即是所能测的量值从大到小以至无限小的变化过程。

由于度量衡在各诸侯国分别发展，各成体系，量值和名称不统一，如楚国一升合220毫升，秦国一升合200毫升，韩国一升合270毫升，量器的名称秦国称升、斗、桶，齐国称豆、区、釜、钟，衡器的名称有的用铢、两、斤、钧、石，有的用铢、铢、铢、铢、铢等等。后来随着商品交换的兴盛，相互贸易的扩大，各国的度量衡又不断地趋向统一，量值的差异也逐渐缩小，这就为以后秦始皇统一全国度量衡创造了一定的基础。

2）秦始皇统一度量衡的成就

公元前221年，秦始皇统一中国后，进行了一系列的改革和统一工作。统一全国度量衡，就是把秦国所使用的度量衡制度（即一百多年前商鞅制定的度量衡制度），用法令的形式颁行全国，废除其它各国所旧有的度量衡制度。秦始皇发布统一全国度量衡的诏书全文是：“廿六年，皇帝，尽并兼天下诸侯，默首大安，立号为皇帝。乃诏丞相状、绾、法度量则，不壹歟（嫌）疑者皆明壹之”。

秦始皇的诏书是最高的命令形式，不仅诏于全国，还用规范的小篆字体铸、刻到度量衡器物上。现存的秦权、秦量，都铸、刻有秦始皇的诏书，有的权、量上还加刻了秦二世的诏书。这些出土的秦权、秦量，分布地点较广。除陕西、甘肃等秦国故地出土外，在山东的齐国故地、江苏的楚国故地、河南的韩国故地、山西的赵国故地，以及燕长城线上的河北围场、辽宁的赤峰、内蒙的敖汉旗和燕长城以北一百多里的内蒙奈曼旗沙巴营子古城等地均有出土。这表明当时秦始皇曾在全国辽阔的疆域内实现了度量衡的统一。

秦代的度量衡制度，根据《汉书·律历志》载为：

度制（五度）1引=10丈=100尺=1000寸=10000分

量制（五量）1斛=10斗=100升=1000合=2000龠

衡制（五衡）1石=4钧，1钧=30斤，1斤=16两，1两=24铢

秦代度量衡的量值：