



全国“星火计划”丛书

辽宁省计量局干部培训中心 组编
中国计量出版社

乡镇企业计量技术培训教材

长度计量

全国“星火计划”丛书

乡镇企业计量技术培训教材

长 度 计 量

(第 二 版)

辽宁省计量局干部培训中心

中 国 计 量 出 版 社

组 编

中国计量出版社

内 容 提 要

本书是乡镇企业计量技术培训教材的长度计量部分。书中除了介绍长度计量所必备的初级基础知识外，重点介绍了常用量具、量仪的原理、使用、检定以及典型几何量的测量方法。本书联系实际深入浅出，是为具有初中文化程度进行技术补课用的教材，可供厂矿计量人员和机械工人学习参考。

全国“星火计划”丛书

乡镇企业计量技术培训教材

长 度 计 量

(第二版)

辽宁省计量局干部培训中心 组编

中国计量出版社

责任编辑 栾桂芬

—*

中国计量出版社出版

北京和平门内11区7号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

—*

开本 787×1092/32 印张 11 字数 248 千字

1988年10月第2版 1988年10月第3次印刷

印数 35 001—65 000

ISBN 7-5026-0148-1/TB·128

定价 3.30 元

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

《全国“星火计划”丛书》编委会

主任委员

杨 浚

副主任委员 (以姓氏笔划为序)

卢鸣谷 罗见龙 徐 简

委 员 (以姓氏笔划为序)

王晓方 向华明 米景九 应曰珽

张志强 张崇高 金耀明 赵汝霖

俞福良 柴淑敏 徐 骏 高承增

前 言

计量测试技术是发展国民经济的一项重要技术基础。它涉及到自然科学基础理论、工程技术、法制和科学管理等方面。它与工农业生产、交通运输、国防科研、商业贸易、医疗卫生、环境保护、以及人民日常生活等方面都有密切的关系，并在提高经济效益和产品质量方面都有着重要的作用。

为贯彻党的十二大提出的，在本世纪末实现工农业总产值翻两番的战略目标，计量测试技术工作必须发挥技术基础的作用。为此，调动和充分发挥计量战线青壮年职工的聪明才智，是做好这一工作的重要保证。

中共中央、国务院作出了《关于加强职工教育工作的决定》，中央五委、局发出了《联合通知》，要求在“六五”计划期间完成青壮年职工的文化技术补课的特定历史任务，使他们成为合格的生产技术业务骨干。为了解决辽宁省计量系统青壮年职工技术补课的需要，我们编写了计量三级工技术补课教材，并聘请了东北工学院有关专业的教授、讲师和省内科量专业的有关工程技术人员组成了计量三级工补课教材编审委员会（详见于后）。

计量三级工的标准（即应知应会的内容），是参照原一机部技术工人等级标准和上海市计量技术工人等级标准编写而成的。

此次出版的教材有：长度计量、温度计量、电学计量和误差理论入门四种。内容以文化补课合格为起点，从基础知识入手，循序渐进，内容主要包括计量技术初级理论、量值

传递、标准量具和仪器、检定规程、测试方法的选择，以及检定中的有关技术问题的处理等。力求体系完整文字简洁、联系实际、深入浅出，以适应具有初中文化程度补课对象的需要。本系列教材：长度计量由王之伟萍同志执笔；温度计量由邢书田同志执笔；电学计量由朱祯学、潘铁义、张树波、王吉祥同志执笔；误差理论入门由杜汉玉同志执笔。

为了更好地提高补课效果，在不同的计量专业补课中，还要结合必修的基础课，如初级电工原理、机械原理、机械零件、制图等等。

我们在编写过程中，承蒙计量出版社及有关同志的热情帮助和支持。对此，我们深表谢意。

此教材涉及的内容较广，更由于时间的紧迫和水平所限，书中不妥之处和错误力难避免，希望读者给予指正。

编 者

一九八三年四月

编 审 委 员 会

主 任:	王 志 中		
副 主 任:	王 祯	赵 国 权	
委 员:	沈 庆 堉	李 纯 甫	王 魁 汉
	张 育 功	史 伟 萍	王 兴 文
	邢 书 田	宋 德 华	朱 祯 学
	张 树 波	潘 铁 义	王 吉 祥
	杜 汉 玉	马 伟 达	

再 版 说 明

计量是企业的技术基础。乡镇企业在其发展中，迫切需要建立计量机构和培训计量人员。

本书原为计量部门和厂矿企业用“计量三级工技术补课教材”之一，自1984年出版后，深得广大初级计量人员的欢迎。这次由本社和辽宁省计量局干部培训中心针对乡镇企业的需要，组织修订再版，改作“乡镇企业计量技术培训教材”。

本书由原执笔者史伟萍同志修正了第1版中的一些错误，同时对第六章作了较大改动，使本书更具精练、准确。

“乡镇企业计量技术培训教材”共有《长度计量》、《温度计量》、《电学计量》、《力学计量》和《误差理论入门》五种，其中《力学计量》是这次新组编的。对本套书的出版，热切希望得到广大乡镇企业技术人员的意见和要求，以便进一步改进。

中国计量出版社

1988.4.

目 录

前 言	(I)
第一章 概论	(1)
1.1 长度计量的任务和内容	(1)
1.2 长度计量的基准与标准	(4)
1.3 长度计量的量值传递系统	(9)
1.4 长度计量的单位及符号	(11)
1.5 长度计量的工作条件	(11)
1.6 长度计量器具的维护和保养	(15)
第二章 测量	(18)
2.1 测量的基本概念	(18)
2.2 测量方法的分类	(18)
2.3 长度计量器具的分类	(23)
2.4 计量器具基本度量学指标	(24)
2.5 计量器具的选择原则	(28)
2.6 阿贝原则	(31)
2.7 正确选择测量基面的原则及定位方法	(35)
2.8 常见测量误差及计算	(41)
第三章 光学基础知识	(48)
3.1 几何光学的基本定律	(48)
3.2 平面镜成象及平面光学元件	(50)
3.3 球面透镜及成象原理	(54)
3.4 光波干涉原理	(59)
第四章 量块计量	(65)
4.1 量块的用途和构造	(65)
4.2 量块的名词术语及定义	(67)

4.3	量块的正确使用与维护保养	(71)
4.4	量块的检定	(73)
第五章	线纹与角度计量	(100)
5.1	线纹尺的用途	(100)
5.2	线纹尺的结构与材料	(100)
5.3	线纹尺的检定	(101)
5.4	角度单位制	(114)
5.5	多面棱体和度盘	(115)
5.6	角度量块的检定	(120)
5.7	角度测量仪器	(123)
5.8	角度测量方法	(139)
第六章	表面粗糙度测量	(146)
6.1	表面粗糙度对零件性能的影响	(147)
6.2	表面粗糙度的评定参数和数值系列	(149)
6.3	评定表面粗糙度的基本原则	(155)
6.4	表面粗糙度测量及仪器	(156)
第七章	形位公差及其测量	(170)
7.1	形位公差种类、评定准则	(170)
7.2	形状误差及其测量	(173)
7.3	位置公差及其测量	(199)
第八章	平面样板及坐标尺寸测量	(214)
8.1	平面样板坐标尺寸的测量	(214)
8.2	轮廓形状样板尺寸的测量	(227)
8.3	非整形圆弧样板半径测量	(233)
第九章	轴孔类零件的测量	(238)
9.1	圆柱体的综合测量——量规法	(238)
9.2	轴径的测量及仪器	(241)
9.3	孔径的测量及仪器	(249)
第十章	螺纹测量	(253)
10.1	圆柱螺纹的形成、参数及种类	(253)
10.2	螺纹的综合测量	(260)

10.3 螺纹的单项测量	(263)
第十一章 通用机械式量具	(280)
11.1 通用机械式量具的分类及基本原理	(280)
11.2 游标量具	(282)
11.3 测微量具	(293)
11.4 指示量具	(307)
11.5 平直度量具	(322)
第十二章 新技术在长度计量中的应用	(332)
12.1 电动测量	(332)
12.2 气动测量	(334)
12.3 计量光栅测长	(336)
12.4 激光测长	(337)
编 后	(340)

第一章 概 论

1.1 长度计量的任务和内容

长度计量和人们生活与生产活动紧密相关。做衣服要用尺量体裁衣；盖房子要丈量土地；为加工出合格零件，工人要用卡尺测量零件尺寸。为保证长度量值的统一与准确，要建立长度的基准、标准，检定员要用精密仪器检定标准量具等。所有这些工作，都是长度计量工作的内容。一般说来，长度计量就是对物体几何量的测量。

长度计量的主要任务是：确定长度单位和以具体的基准形式复制单位；建立标准传递系统和传递方法；正确使用计量器具，合理选择测量方法和确定测量精度。

在现代大生产中，为了提高劳动生产率，保证产品质量，降低成本，就需要进行高度专业化协作性生产。而要实现高度专业化协作性生产，就必须采用互换性原则。

所谓互换性原则，就是机器中的零部件按规定的精度分别制造，不经钳工修配或其他任何辅助加工及调整，就能装成机器，并完全符合规定的使用性能要求。按照这种原则生产的零部件或机器，就称为具有互换性。在使用机器过程中，当有些易损件需要更换时，要求备件不需任何钳工修配即能装上机器，并能完全满足规定的使用性能，这样的备件也称为具有互换性。

比如电灯泡的灯头和插座，必须具有互换性，才能使灯泡装到相同规格的插座上。长度计量工作为保证互换性，组

织专业化生产，提高产品质量和劳动生产率，提供了可靠的技术保证。

为实现互换性原则，必须对产品零件进行准确测量。例如，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要求，必须进行准确的测量。如擒纵轮片，齿轮外圆和冲面尺寸要求不能差 0.01 mm 。由于是成批生产，一般都用光学投影仪放大，并与标准图样比较。合格的零件，装配时不用挑选，装配后即能保证技术要求。

一辆汽车有上万个零件，成百家工厂进行专业化生产，最后集中进行部装和总装。如果各工厂制造的零部件和安装尺寸不符合统一的规格要求，装配时就会装不上，即使装上了，配合性能也不符合要求。比如汽缸里的活塞和活塞销，配合公差为 0.003 mm ，如果活塞销小了，就敲缸，时间久了，容易断裂，使连杆失去控制，打破缸体，出现事故。

对使用机器来讲，互换性也很重要。农村中大量使用的拖拉机、柴油机、水泵等，使用一个时期以后，往往需要更换易损件。这些易损件如果没有互换性，在使用现场就无法很快把备件换上，影响了生产。

同时，为了实现互换性生产，必须提供足够精确的加工设备（如车床等）、夹具（如夹盘等）、刀具（如车刀、滚丝模等）和量具（如千分尺、卡尺等），所有这些，都需要依靠长度计量来使之达到精度要求。

现代科学技术研究中，更离不开长度计量。研究宏观世界，测量天体间距离；研究微观世界，测量分子结构，电子工业中需要精密测量集成电路的刻划定位等等。

为了测量准确，必须保证测量工具、仪器准确。因此，利用先进的科学技术，建立长度的基准器、标准器，并把基准量值传递到计量器具直至工件上去，也就是我们所说的量

值传递，使计量器具达到准确一致、正确使用，研究正确的测量方法，这就是长度计量工作者的主要任务。

在机械制造业中，所需测量的工件和测量项目是多种多样的。根据被测量的几何量的特点，可分为：

长度——矩形的长、宽、高；厚度；圆柱形工件的直径和轴向尺寸等。

角度——平面角度（斜率等）；锥度；空间角度（如两轴交错的夹角）等。

坐标尺寸——包括平面坐标尺寸及空间坐标尺寸（三坐标的），如箱体工件、凸轮及一个机器中各零部件的装配尺寸等。

表面形状误差——如工件的平面度、直线度、圆度等。

相互位置误差——如两平面（或两直线）间的垂直度、平行度等。

表面粗糙度——表面的微观不平度。

波度——表面的中间不平度。

长度计量包括了以下内容，并设置了相应的量值传递标准器：

光波——标准器为氪86光波波长；

端度——标准器为标准量块；

线纹——标准器为标准刻线尺；

平面度——标准器为标准平晶；

角度——标准器为标准多面棱体；

粗糙度——标准器为标准粗糙度样板。

随着工农业生产发展的需要和科学技术的不断发展，长度计量所包含的内容将越来越广泛，各种新技术（如激光、光栅等）在长度计量工作中将得到越来越广泛的应用，长度计量

工作也必将显示出越来越重要的技术基础作用。

复 习 题

1. 长度计量的任务是什么？它对国民经济发展有哪些重要作用？举例说明。
2. 长度计量包括哪些内容？

1.2 长度计量的基准与标准

(一) 长度计量的单位——米

要测量一个物体的长度，实际上就是将被测量的物体与作为能够复现长度单位的标准量具或仪器进行比较，从而确定被测物体的尺寸。那末作为标准量具的尺寸是如何确定的呢？这就涉及到长度计量的单位——米。1米究竟有多长？它是如何确定的？

1790年左右，法国人经过多年艰苦的测量和计算，把1米定为经过巴黎气象台的地球子午线的四千万分之一。这一长度单位是通过一根横截面为 $25 \times 4.05 \text{ mm}$ 的铂杆来具体体现的，它被命名为“阿希夫尺”；又因它一直保存在巴黎档案馆内，故又称为“档案馆米尺”。但这种米尺在比较时困难、端面易磨损以及端点的标志本身不明确、尺子测量轴的概念不明确，因此在1875年的国际米尺会议上要求制造具有刻线的基准米尺。

1888年国际权度局接受了三十一支米尺，通过与阿希夫尺比较，No.6尺的长度最接近，特定为国际长度基准，存放在巴黎国际计量局，其余由抽签方法分发给当时国际计量局各成员国，作为该国最高基准器。米原器形状如图1-1。

当时长度单位“米”的定义为：“在 0°C 时，米尺左右两端光滑面上，两中间分划线间沿米尺测量轴的距离。”

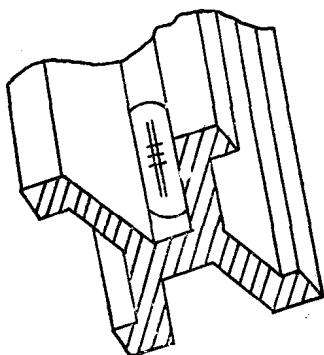


图 1-1

倍波长。

这个定义的修改在计量学中有极为重要的意义：

(1) 提高复现精度几十倍，达 $\pm 3 \times 10^{-9}$ ；

(2) 不存在稳定性问题；

(3) 不怕损坏、复现容易；

(4) 可直接用于传递，一次可测长度达700mm。

目前，氪灯发出的特定波长，仍然作为长度基准。为了符合定义，氪灯必须放在装有液氮的杜瓦瓶中，并处于规定的条件下，其装置见图 1-2。

这种米原器由于变形会引起长度的改变，损坏后难以恢复，在传递精度上不易提高，用自然基准（即光波波长）来代替实物基准就能克服这些缺点。

1960年，国际计量大会对“米”这个长度计量单位给予新的定义：

米的长度等于氪-86原子的 $2p_{1/2}$ 和 $5d_{5/2}$ 能级之间跃迁的辐射在真空中的 1 650 763.73

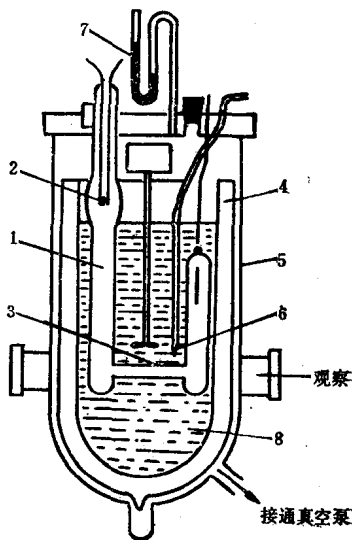


图 1-2

1—灯管外壳；2—灯丝；3—毛细管；
4—杜瓦瓶；5—壳体；6—热电偶；
7—气压计；8—液氮