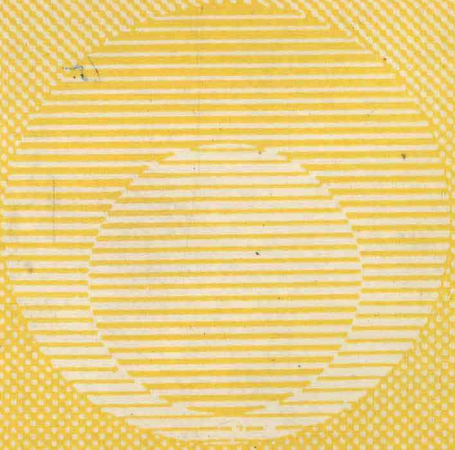


全国工人中级技术考核培训教材



计量鉴定修理工



中国劳动出版社

全国工人中级技术考核训教培材

计量鉴定修理工

劳动部培训司组织编写

中国劳动出版社

(京)新登字114号

本书是为了贯彻《工人考核条例》，根据机械工业部颁布的《工人技术等级标准》应知、应会要求编写的全国工人中级技术考核培训教材。

本书内容分两部分：第一部分系统地介绍计量的基本知识、量具及机械传动量仪、常用光学机械量仪、齿轮量仪及齿轮测量、螺纹及其测量、常用表面粗糙度量仪及测量、形状和位置误差及其测量等内容；第二部分为试题与答案。

本书可作为中级计量鉴定修理工晋级考核前的自学和培训教材，也可供从事培训工作及有关人员参考。

本书由黄宏振、叶年义、张少华、刘雪晴、蔡华里、刘艾东编写，黄宏振主编，顾坤明审稿。

计量鉴定修理工

劳动部培训司组织编写

责任编辑：任萍

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街1号)

北京怀柔东茶坞印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 15.375印张 342千字

1993年10月北京第1版 1994年10月北京第1次印刷

印数：2000册

ISBN 7-5045-1501-9/TS·084 定价：8.80元

(凡购买劳动版图书，如有缺页、倒页、脱页、
装错者，出版社发行部给予调换)

前 言

为了适应工人岗位培训和贯彻《工人考核条例》，建立工人培训、考核、使用相结合的制度，推动职业技术培训，提高工人队伍素质的需要，我们组织编写了这套《全国工人中级技术考核培训教材》。1990年首批编写的十种教材，受到了广大读者的欢迎，经过三年的试用，我们在总结经验的基础上，这次又编写出版了铸造工、锻压工、电镀工、油漆工、模型工、齿轮工、起重工、筑炉工、工具钳工、铆工（铆、钣金、冲压工）、计量鉴定修理工、物理金相实验工、电工仪表修理工、热工仪表检修工、内外线电工、工业化学分析工等十六种教材。以后还将陆续编写出版其他工种教材。

《全国工人中级技术考核培训教材》，在内容编排上突破了文化课——技术基础课——专门工艺学的模式。从工人岗位生产技术的实际出发，突出操作技能训练。全书分两部分。第一部分内容着重阐明本工种中级技术的生产工艺、设备调整与维修等操作技能和技术理论知识及新技术、新工艺、新设备的有关知识。第二部分内容汇集了本工种的数百例试题与答案。因此，这套教材紧密结合在职工人岗位培训需要，可供组织升级考核复习和学员练习使用，也可供有关行业的人员自学使用。

在编写这套教材过程中，得到河北省劳动厅、湖南省劳

动厅、上海市劳动局、江西省劳动厅、四川省劳动厅、河南省劳动厅、辽宁省劳动局、安徽省劳动局、湖北省劳动厅、新疆维吾尔自治区劳动厅、陕西省劳动局、广东省劳动局、天津市劳动局、黑龙江省劳动局等单位的大力支持，在此深表谢意！

由于编写这套教材时间仓促和缺乏经验，不足之处在所难免，恳切欢迎各单位和个人提出宝贵意见和建议。

劳动部培训司

1992年6月

目 录

第一部分 计量的基本知识及量仪

第一章 误差理论的基础知识	(1)
§ 1—1 误差的概念与分类	(1)
§ 1—2 系统误差的特征及其消除	(7)
§ 1—3 随机误差的特征及计算	(11)
§ 1—4 粗大误差的特征及剔除	(17)
§ 1—5 测量结果的有效数字处理	(20)
§ 1—6 量具、量仪的误差分析	(25)
第二章 长度计量仪器的光学基础	(31)
§ 2—1 光学基本知识	(31)
§ 2—2 几何光学基本定律	(33)
§ 2—3 光波干涉原理	(35)
§ 2—4 平面镜和透镜成像原理	(43)
§ 2—5 光学仪器中常见的光学元件	(50)
第三章 电学基本知识	(55)
§ 3—1 正弦交流电路	(55)
§ 3—2 直流稳压电路	(62)
§ 3—3 晶体管低频电压放大电路	(67)
§ 3—4 晶体管正弦振荡电路	(73)
§ 3—5 电桥电路	(76)

第四章 量具及机械传动量仪.....	(80)
§ 4—1 量块.....	(80)
§ 4—2 杠杆千分尺.....	(90)
§ 4—3 测微计.....	(94)
§ 4—4 杠杆齿轮比较仪.....	(97)
§ 4—5 扭簧比较仪.....	(99)
第五章 常用光学机械量仪.....	(104)
§ 5—1 光学分度头.....	(104)
§ 5—2 自准直仪.....	(115)
§ 5—3 投影仪.....	(120)
§ 5—4 测长机.....	(124)
§ 5—5 万能工具显微镜.....	(130)
第六章 齿轮量仪及齿轮测量.....	(139)
§ 6—1 渐开线圆柱齿轮的主要参数.....	(139)
§ 6—2 渐开线圆柱齿轮的测量.....	(147)
§ 6—3 蜗轮蜗杆的测量.....	(175)
§ 6—4 常用齿轮刀具的测量.....	(186)
第七章 螺纹及其测量.....	(215)
§ 7—1 常用圆柱螺纹的主要几何参数.....	(215)
§ 7—2 圆柱外螺纹的中径测量.....	(221)
§ 7—3 圆柱螺纹的螺距测量.....	(227)
§ 7—4 圆柱螺纹的牙型半角测量.....	(231)
§ 7—5 圆柱内螺纹中径的测量.....	(235)
§ 7—6 圆锥螺纹中径、锥度测量.....	(241)
§ 7—7 螺纹刀具主要参数的测试方法.....	(253)
第八章 常用表面粗糙度量仪及测量.....	(267)
§ 8—1 表面粗糙度及参数介绍.....	(267)

§ 8—2 表面粗糙度的测量.....	(279)
第九章 形状和位置误差及其测量.....	(307)
§ 9—1 形状和位置误差的检测原则和评定原则.....	(307)
§ 9—2 形状误差的测量.....	(313)
§ 9—3 位置度误差的测量.....	(345)

第二部分 试题与答案

试题.....	(364)
一、名词解释.....	(364)
二、填空.....	(366)
三、判断.....	(376)
四、选择.....	(383)
五、问答.....	(399)
六、计算.....	(405)
答案.....	(410)
一、名词解释.....	(410)
二、填空.....	(420)
三、判断.....	(425)
四、选择.....	(426)
五、问答.....	(427)
六、计算.....	(459)

附录1 中级计量鉴定修理工标准

附录2 计量鉴定修理工教学大纲

第一部分 计量的基本 知识及量仪

第一章 误差理论的基础知识

§ 1-1 误差的概念与分类

一、误差的基本概念

任何测量过程，无论采用多么精密的测量器具，多么完善的测量方法，由于受到计量器具和计量条件的限制，测量结果不可避免地都会有误差。

测量误差即指测得值与被测量的真值之间的差值。真值是一个理想的概念，在实际测量中，常用相对真值或算术平均值代替。

测量误差可以用绝对误差表示，也可以用相对误差表示。

绝对误差是指测得值与被测量的真值之差。即：

$$\Delta X = X - X_0$$

式中 ΔX ——绝对误差；

X ——测得值；

X_0 ——真值。

由于 X 可能大于、小于或等于 X_0 ，所以测量误差可为正值、负值或为零。即测量误差是代数值。

真值可以表示为： $X_0 = X \pm |\Delta X|$ 。此式说明测量误差绝对值的大小决定了测量的准确度。误差的绝对值愈大，准确度愈低，即测量结果愈偏离真值；误差的绝对值愈小，准确度愈高，即测量结果愈接近真值。因此要提高测量的准确度，只有从各个方面寻找有效措施来减小测量误差。

绝对误差只能用来判断相同的被测尺寸的精确度；若对大小不同的同类量进行测量，并比较其精确度，就需要采用测量误差的另一种表达方式——相对误差。

相对误差——测量的绝对误差与被测量的真值之比。
即：

$$\text{相对误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{被测量真值}}$$

由于被测量真值是未知的，所以实际运用中相对误差用绝对误差与实际值之比表示，也可近似用绝对误差与测得值之比表示。即：

$$\text{相对误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{实际值}} \approx \frac{\text{绝对误差}}{\text{测得值}}$$

相对误差是一个没有单位的数值，通常用百分数(%)表示。例如，对于 50 ± 0.004 毫米和 200 ± 0.006 毫米两种测量结果，就难于直接按其绝对误差的大小来判断其测量准确度的高低。而用相对误差，由于

$$\varepsilon_1 = \frac{0.004}{50} \times 100\% = 0.008\%$$

$$\varepsilon_2 = \frac{0.006}{200} \times 100\% = 0.003\%$$

可知后者的测量准确度比前者高。

式中 ε ——相对误差。

在长度计量中，相对误差应用较少，通常所说的测量误差，一般是指绝对误差。

在实际工作中，经常使用修正值的概念，修正值与绝对误差数值相同，符号相反。

即：
$$\begin{aligned}\text{修正值} &= \text{被测量真值} - \text{测得值} \\ \text{被测量真值} &= \text{测得值} + \text{修正值}.\end{aligned}$$

在计量中，通常采用加修正值的方法来保证量值的准确。各种量具的标准值(名义值)通常也是通过加修正值来获得更准确的量值。一般称修正后的量值为该量的实际值。但在修正量值时，必须十分注意修正值的符号和数值的正确性，否则会带来更大的误差。

二、误差的基本类型

为了提高测量的准确度，就必须减少测量误差。因而进一步了解误差的性质及其规律，就成为计量技术的重要问题之一。误差按其性质可分为三类：系统误差、随机误差和粗大误差。

系统误差——在同一条件下，多次重复测量同一量值时，绝对值和符号保持不变，或在条件改变时，按一定规律变化的误差。前者属于定值系统误差，后者属于变值系统误差。

定值系统误差是指在全部测量过程中，其误差的数值大小和符号均保持不变，对每次测得值的影响都是相同的。例如用比较仪测量零件时，调零时所用量块的误差，基本尺寸为20毫米的量块，经检定后其实际尺寸为20.0015毫米，若量块按20毫米使用，测量结果中总有-0.0015毫米的系统误差存在。

变值系统误差是指在测量过程中，其误差对每次测得值的影响是按一定规律变化的。例如在测量过程中由于温度的均匀变化而引起的测量误差(按线性变化)。

系统误差的出现是有规律的，因而通常可经分析和实验或检定后掌握其规律，再设法消除。

随机误差——在同一条件下，多次重复测量同一量值时，误差的绝对值和符号均不定。所谓随机是指它在单位测量中，误差出现是无规律可循的，但若进行多次重复测量，则误差服从统计规律。

随机误差主要是由一些随机因素造成，而这些因素又都不起显著作用。零部件配合不稳定，零部件的变形，环境变化，温度波动，测量力不稳定，仪器中油膜的变化，视差等都是产生随机误差的因素。例如：对某一零件在指定部位多次重复测量，所得结果不相同，说明随机误差的存在。

随机误差是多种多样综合因素造成的，不能消除。但在多次测量中，它出现的机会可用概率论和数理统计方法确定，因而可以设法减少并控制它对测量结果的影响。

粗大误差——超出在规定条件下预计的误差，在一组实测值中有个别数值比较大，对测量结果有明显的歪曲。

这种误差是由某种不正常的原因造成的，如测量人员粗心大意造成的读数误差或记录误差、突然振动引起的误差等。

粗大误差对测量结果有明显的歪曲，故应按一定规则予以剔除。

一个正确的测量，不应包含粗大误差。所以在进行误差分析时，主要分析系统误差和随机误差，系统误差和随机误差也不是绝对的，它们在一定条件下是可以互相转化的。对

某一具体误差，在此条件下为系统误差，而在另一条件下可为随机误差，反之亦然。例如按一定的名义尺寸制造的量块，存在着制造误差，其中某一量块的制造误差为固定差值，可认为是系统误差，但对一批量块而言，可认为是随机误差。在使用某一量块时，若没有检定出该量块的尺寸偏差，而按标称尺寸使用，则制造误差属于随机误差。若检定出量块的尺寸偏差，按实际尺寸使用，则制造误差属于系统误差。

总之，系统误差和随机误差之间并不存在绝对的界限。随着对误差性质认识的深化和测试技术的发展，有可能把过去作为随机误差的某些误差分离出来，作为系统误差来处理，或把某些系统误差当作随机误差来处理。

三、准确度

准确度和误差是两个相反的概念，是从两个方面来说明测量的准确度。误差是不正确、不精密的意思，是指测量结果离开真值程度。在测量中把系统误差小，称为正确度高；随机误差小，称为精密度高；系统误差和随机误差都小，称为准确度高。

对于具体的测量，一般来说，精密度高而正确度不一定高，正确度高而精密度也不一定高。但准确度高，则精密度和正确度都高。

四、误差产生的原因

测量误差虽是不可避免但却可以控制。要减小测量误差，首先应了解测量误差产生的原因。测量误差种类和产生的原因有下列几方面。

1. 测量器具误差 测量器具误差是指测量器具本身的误差，它由测量器具的设计、制造、装配和使用调整的不准确而引起的，有时为了简化量具的制造，不得不简化结构，这

样就牺牲了设计方面的完善性。例如：在杠杆机械量具中，杠杆的传动比不是常数，但刻度却是均匀的，因而引起设计时的原理误差。测量器具在制造、装配和调整时也存在误差。如传动系统各元件制造不准确所引起的放大比误差；传动系统元件接触间隙引起读数不稳定误差以及磨损所引起的误差等。

测量器具误差综合表现为示值误差和示值稳定性，可用更高准确度的仪器或量块来定期检定，以确定其校正值，供测量时校正测量结果使用。

2. 方法误差 方法误差是指选择的测量方法和定位方式不完善所引起的误差。同一参数可以用不同方法测量，由于方法不同，测得结果也往往不一样。因此，采用间接测量时，应选择最合理的测量方法，并对其所引起的测量方法误差进行分析，以便加以校正或估计其准确度。

3. 环境误差 环境误差是由于环境因素与要求的标准状态不一致所引起的测量误差。测量过程中环境条件影响的因素有温度、湿度、振动、灰尘等。其中温度影响最大。在长度计量中规定标准温度为 20°C ，实际上由于各种原因，对标准温度有差异。当温度变化时，由于被测工件、量仪和基准件的材料不同，其线膨胀系数也不同，这样就产生测量误差。

若在恒温室内进行测量，如室温与标准温度差异为测量准确度所许可，而且被测工件、量仪和基准件的温度达到平衡后才进行测量，这时，由温度变化所产生的测量误差，可略而不计。

4. 人员误差 人员误差是人为的原因所引起的测量误差。如测量人员眼睛的最小分辨能力和调节能力；测量技术

的熟练程度；测量习惯以及疏忽等因素所引起的测量误差。

总之，造成测量误差的因素很多。所以测量者应对一些可能产生测量误差的原因进行分析，掌握其影响规律，设法消除或减少其对测量结果的影响，以提高测量的准确度。

§ 1-2 系统误差的特征及其消除

一、系统误差的特征

测量结果的准确度，不仅取决于随机误差，而且也取决于系统误差，有时系统误差比随机误差要大许多，这时，系统误差对测量准确度的影响比偶然误差更大。

在多次测量同一量值时，系统误差不具有抵偿性，它是固定的或服从某一函数规律的误差。

系统误差的主要特征归结如下：系统误差产生在测量前，具有确定性；多次测量不能减弱和消除它——不具有抵偿性。

二、系统误差的分类

系统误差的产生原因与诸多因素有关，其表现形式也多种多样。按误差出现的规律可分为恒定系统误差和变值系统误差两类。按对误差掌握的程度，系统误差又可分为已定系统误差和未定系统误差两类。

1. 恒定系统误差 是指在整个测量过程中，误差的大小和符号始终保持不变的系统误差。恒定系统误差随测量时间的变化为一常量。例如，压力表和测长仪等需要调整零位的测量仪器，由于零位没有调准，使用时引起零位误差。测量人员的视差，标准仪器误差相对被检测仪器误差的影响均属恒定系统误差。

2. 变值系统误差 是指在整个测量过程中, 误差的大小和符号按某一确定规律变化的系统误差。变值系统误差按其变化规律可分为线性系统误差, 周期系统误差和复杂规律变化的系统误差三类。

(1) 线性误差是指在整个测量过程之中, 随测量值或时间的变化, 误差值成比例地增大或减小, 称为线性变化的系统误差。如刻度值为1毫米的标准刻尺, 由于制造的误差, 刻度值偏大(偏小)。则产生了随测量值的大小而变化的线性系统误差。

(2) 周期性变化的系统误差是指在整个测量过程中, 若随着测量值或时间的变化, 误差是按周期性变化的, 称为周期性变化的系统误差。如圆盘指针指示型仪表(压力表、测角仪等), 由于仪表装配问题, 指针回转中心与表盘中心存在偏心, 在整周回转过程中将会出现周期性变化的指示误差。

(3) 复杂规律变化的系统误差是指在整个测量过程中, 误差是按确定的但比较复杂的规律变化的。有时甚至只能用经验公式或实验曲线来描述其变化规律, 称为复杂规律变化的系统误差。如对于刻度盘或标尺的刻度误差, 就全量程而言, 属复杂规律性的系统误差。因为虽然各刻度点的误差的大小和符号是确定的, 但对整个量程的误差变化规律只能用实验曲线表示出来。

3. 已定系统误差 是指在整个测量过程中, 误差的大小和符号为已知, 引起这类系统误差的因素已确切掌握, 对测量结果的影响一般可利用加修正值的方法予以修正。

4. 未定系统误差 是指在整个测量过程中误差的大小和符号未知, 影响这类误差的因素不容易掌握, 误差变化呈现的规律虽有确定性, 但很复杂, 要想找到它往往要付出人

力、物力和财力的极大代价。而通常又无此必要，但对这类误差总可估计出误差的变化区间，即误差一般不会超过的极限值，称为系统误差限(不确定度)。

三、系统误差的发现方法

系统误差的数值往往比较大，因此必须消除系统误差的影响，才能有效地提高测量精度。下面介绍两种发现系统误差的方法。

1. 实验对比法 实验对比法是改变产生系统误差的条件，进行不同条件的测量以发现系统误差。这种方法适用于发现不变的系统误差。例如量块按标称尺寸使用时，在测量结果中就存在由于量块尺寸偏差而产生的不变系统误差，多次测量也不能发现这一误差，只有用另一块高一级精度的量块进行对比时才能发现它。

2. 残余误差观察法 将测得值按先后顺序排列起来，算出各测得值的残余误差，再观察各测得值的残余误差符号和大小变化，或者将测得值的残余误差按先后顺序作成曲线图，同各种特征系统误差曲线图比较，以判断是否存在系统误差和存在什么样的系统误差。若残余误差大体上是正负相同，且无显著变化规律，则无根据怀疑存在系统误差。若残余误差有规律地递增或递减，且在开始与结束时误差符号相反，则存在线性系统误差，或残余误差有规律地逐渐由正(或负)变负(或正)，再由负(或正)变正(或负)，且循环交替重复变化则存在周期性系统误差。

四、系统误差的减小或消除

在测量过程中，发现有系统误差存在，必须进一步分析比较，找出可能产生系统误差的因素以及减小或者消除系统误差的方法，以尽可能地消除这些系统误差对测量结果的影响。