

基层供电企业员工岗前培训系列教材

仪表与测量

河南省电力公司 组编

周雁青 主编

孟 昊 主审

专业类



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

基层供电企业员工岗前培训系列教材

仪表与测量

河南省电力公司 组编

周雁青 主编

孟 昊 主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《基层供电企业员工岗前培训系列教材》是依据《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》，结合生产实际编写而成的。

继 2010 年本套教材推出 14 个分册之后，2012 年又推出 8 个分册。目前，本套教材共有 22 册。本册为《仪表与测量》，全书共 8 个单元，主要内容有：电工测量和仪表基础知识、磁电系仪表、电磁系仪表和仪用互感器、电动系仪表、电能表、电阻测量仪表、新型电工仪表、实验。

本书可作为基层供电企业新员工、复转军人入职和生产技术人员提升职业能力的培训用书，也可供电力职业院校教学使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

仪表与测量/周雁青主编；河南省电力公司组编. —北京：中国电力出版社，2012. 8

基层供电企业员工岗前培训系列教材

ISBN 978 - 7 - 5123 - 3461 - 8

I. ①仪… II. ①周… ②河… III. ①电工仪表—岗前培训—教材 ②电气测量—岗前培训—教材 IV. ①TM93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 209562 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 10 月第一版 2012 年 10 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 12 印张 215 千字

印数 0001—3000 册 定价 30.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《基层供电企业员工岗前培训系列教材》

编 委 会

主 任 凌绍雄

副 主 任 焦银凯 杨义波

委 员 孙永阁 陈水增 王 静 张 静 邓启民

李忠强 惠自洪 郭海云 戴 泌 付红艳

易 帆 王生甫 赵玉谦

前言

为了增强基层供电企业员工岗前培训的针对性和实效性,进一步提高岗前培训员工的综合素质和岗位适应能力,河南省电力公司牵头组织,技术技能培训中心郑州校区和南阳校区的教学管理人员及部分教师共同策划、编写了《基层供电企业员工岗前培训系列教材》。该套教材按照电网主要生产岗位的能力素质模型和岗位任职资格标准,实施基于岗位能力的模块培训,提高培训教学的针对性和可操作性,培养具有良好职业素质和熟练操作技能、快速适应岗位要求的中级技能人才。

该套教材针对基层供电企业员工岗前培训的特点,在编写过程中贯彻以下原则:

第一,从岗位需求分析入手,参照国家职业技能标准中级工要求,精选教材内容,切实落实“必须、够用、突出技能”的教学指导思想。

第二,体现以技能训练为主线、相关知识为支撑的编写思路,较好地处理了基础知识与专业知识、理论教学与技能训练之间的关系,有利于帮助学员掌握知识、形成技能、提高能力。

第三,按照教学规律和学员的认知规律,合理编排教材内容,力求内容适当、编排合理新颖、特色鲜明。

第四,突出教材的先进性,结合生产实际,增加新技术、新设备、新材料、新工艺的内容,力求贴近生产实际,缩短培训与企业需要的距离。

继2010年本套教材推出14个分册之后,2012年又推出8个分册。目前,本套教材共有22册。本册为《仪表与测量》。本书共8个单元,主要介绍电工测量和仪表基础知识、磁电系仪表、电磁系仪表和仪用互感器、电动系仪表、电能表、电阻测量仪表、新型电工仪表、实验。本书由河南省电力公司技术技能培训中心周雁青主编,参加编写的有河南省电力公司技术技能培训中心张玉峰、贾凤姣和南阳热电厂有限责任公司许合成。本书由河南省电力公司技术技能培训中心孟昊主审。在编写中参考了有关资料和文献,在此对资料和文献的作者表示感谢。

由于编写时间仓促,水平有限,难免出现疏漏,敬请读者在使用中多提宝贵意见,以便修订时加以完善。

编者

2012年7月

目 录

前言

单元一 电工测量和仪表基础知识

1

课题一 电工测量基础知识	1
思考与练习	4
课题二 测量误差及其消除方法	4
思考与练习	7
课题三 有效数字及其运算	7
思考与练习	11
课题四 电工仪表的分类、标志和型号	11
思考与练习	15
课题五 指示仪表的组成和基本原理	15
思考与练习	22
课题六 仪表的误差和准确度	22
思考与练习	26
课题七 对仪表的主要技术要求	27
思考与练习	28

单元二 磁电系仪表

29

课题一 磁电系测量机构	29
思考与练习	34
课题二 磁电系电流表	34
思考与练习	39
课题三 磁电系电压表	39
思考与练习	42
课题四 指针式万用表	42
思考与练习	49

单元三 电磁系仪表和仪用互感器

50

课题一 电磁系测量机构	50
-------------------	----

思考与练习·····	55
课题二 电磁系电流表和电压表·····	55
思考与练习·····	58
课题三 仪用互感器·····	58
思考与练习·····	63
课题四 钳形电流表·····	64
思考与练习·····	66
单元四 电动系仪表 ·····	67
课题一 电动系测量机构·····	67
思考与练习·····	71
课题二 电动系电流表和电压表·····	71
思考与练习·····	74
课题三 电动系功率表·····	74
思考与练习·····	81
课题四 三相电路有功功率的测量·····	81
思考与练习·····	85
课题五 三相电路无功功率的测量·····	85
思考与练习·····	89
单元五 电能表 ·····	90
课题一 单相感应系电能表的结构·····	90
思考与练习·····	99
课题二 单相感应系电能表的工作原理·····	99
思考与练习·····	103
课题三 三相电能表·····	103
思考与练习·····	107
课题四 电能表的使用·····	107
思考与练习·····	109
课题五 电子式电能表·····	110
思考与练习·····	117
单元六 电阻测量仪表 ·····	118
课题一 直流单臂电桥·····	118

思考与练习	122
课题二 直流双臂电桥	122
思考与练习	125
课题三 绝缘电阻表	125
思考与练习	130
课题四 接地电阻测试仪	130
思考与练习	135
单元七 新型电工仪表	136
课题一 数字式万用表	136
思考与练习	142
课题二 数字双钳相位伏安表	142
思考与练习	145
课题三 数字式高压绝缘电阻测试仪	145
思考与练习	148
课题四 泄漏电流测试仪	148
思考与练习	153
课题五 双钳口接地电阻测试仪	154
思考与练习	159
课题六 电力电缆故障测试仪	159
思考与练习	166
单元八 实验	167
实验一 用电流互感器配合交流电流表测量电流	167
实验二 用钳形电流表测量电动机的电流	168
实验三 数字万用表的使用	169
实验四 用直流单臂电桥测量电动机绕组的直流电阻	171
实验五 用直流双臂电桥测量导线的电阻	172
实验六 用绝缘电阻表测量电动机的绝缘电阻	173
实验七 用接地电阻测量仪测量接地装置的电阻	174
实验八 三相电路有功功率的测量	175
实验九 单相电能表的正确连接	177
实验十 三相电能表的正确连接	177
参考文献	179

单元一

电工测量和仪表基础知识

本单元介绍电工测量和电工仪表的基础知识。

通过本单元学习，要求理解电工测量的概念、常用的电工测量方法和测量单位；了解测量误差形成的原因和分类，掌握测量误差的消除方法和表示方法；了解电工仪表的分类、组成、基本原理、准确度等级及技术要求，掌握电工仪表误差和准确度的概念。

课题一 电工测量基础知识

学习目标

1. 理解电工测量的含义。
2. 熟悉测量方法的分类。
3. 掌握测量方法的区别。

知识点

1. 电工测量的概念。
2. 测量方法分类。
3. 各种测量方法的区别。
4. 测量过程。

技能点

1. 掌握电工测量过程。
2. 熟悉测量时应采用的测量方法。

学习内容

电力工业的主要产品是电能。众所周知，电能是人们的感觉器官所不能直接感觉和反应的。在电能的生产、传输、分配和使用等各环节中，只有通过各种仪表的测量才能对电能质量、负荷情况等加以监视，才能保证生产的安全和经济运行，所

以人们常把测量仪表称为电力工业的“眼睛”。

一、电工测量的概念

测量,通常是指通过试验的方法,去测定一个未知量大小的过程。这个未知量称为被测量。为了确定被测量,就要把它与作为测量单位的同类标准量进行比较,以确定被测量是这个测量单位的多少倍或多少分之一,从而得出这个被测量的大小(包括数值和单位)。电工测量就是借助于测量设备,把未知的电量或磁量与作为测量单位的同类标准电量或标准磁量进行比较,从而确定这个未知电量或磁量大小(包括数值和单位)的过程。

一个完整的测量过程,通常包含如下三个方面:

1. 测量对象

电工测量的对象主要有三类:①反映电和磁特征的物理量,如电流 I 、电压 U 、电功率 P 、电能 W 及磁感应强度 B 等;②反映电路特征的物理量,如电阻 R 、电容 C 、电感 L 等;③反映电和磁变化规律的非电量,如频率 f 、相位 φ 、功率因数 $\cos\varphi$ 等。

2. 测量方法

根据测量的目的和被测量的性质,可选择不同的测量方法。

3. 测量设备

将被测量与标准量进行比较的测量设备,包括测量仪器和作为测量单位参与测量的度量器。在测量中实际使用的是测量单位的复制体,称为度量器。度量器是电气测量设备的重要组成部分,它不仅作为标准量参与测量过程,而且是维持电磁学单位统一、保证量值准确传递的器具。度量器按照精度和用途不同,可分为基准度量器、标准度量器和工作量具三种。基准度量器是现代技术水平所能达到的精度最高的度量器,由国际和各国的最高计量部门保存。为保证测量仪器的准确一致,还要建立不同等级的标准度量器,以用来检定低一级的测量仪器,把量值准确地传递到生产第一线。电工测量方面常用的度量器有标准电池、标准电阻、标准电感和标准电容等。进行电量或磁量测量所用的仪器仪表,统称为电工仪表。电工仪表是根据被测电量或磁量的性质,按照一定原理构成的。

除以上三个主要方面外,测量过程中还必须建立测量设备必需的工作条件,慎重地进行操作,认真记录测量数据,并考虑测量条件的实际情况,进行数据处理,以确定测量结果和测量误差。

二、测量方法分类

1. 按测量方式分类

(1) 直接测量。在测量过程中,能够直接将测量与同类标准量进行比较,或

能够直接用事先刻度好的测量仪器对被测量进行测量,从而直接获得被测量数值的测量方式,称为直接测量。例如,用电压表测量电压、用电能表测量电能以及用直流电桥测量电阻等,都是直接测量。直接测量方式广泛应用于工程测量中。

(2) 间接测量。当被测量由于某种原因不能直接测量时,可以通过直接测量与被测量有一定函数关系的物理量,然后按函数关系计算出被测量的数值,这种间接获得测量结果的方式称为间接测量。例如,用伏安法测量电阻,是利用电压表和电流表分别测量出电阻两端的电压 U 和通过该电阻的电流 I , 然后根据欧姆定律 $I = U/R$ 计算出被测电阻值 R 的大小。

间接测量的误差比直接测量大,而且还要进行计算,所以通常只在直接测量有困难时才采用,常用于科研、试验室及工程测量中。

2. 按度量器参与测量过程的方式分类

在测量过程中,作为测量单位的度量器可以直接参与,也可以间接参与。当用天平测量质量时,就必须有天平砝码作为度量器,而用弹簧秤测质量时,就没有度量器的直接参与;当用电桥测量电阻时,就必须有标准电阻器,而用欧姆表测电阻时,就没有标准电阻的直接参与。没有度量器直接参与的仪器设备之所以也能用来进行测量,是因为它们的刻度已经事先用标准量具进行了检定。根据度量器参与测量过程的方式,可以把测量方法分为直读法和比较法。

(1) 直读法。在电工测量中,凡是可以用直接指示的仪器仪表读取被测量数值,而无需度量器的直接参与的方法,称为直读法。用直读法测量时,度量器不直接参与测量过程,而是间接地参与测量过程。例如,用欧姆表测量电阻时,从指针在标度尺上指示的刻度可以直接读出被测电阻的数值。这一读数被认为是可信的,因为欧姆表标度尺的刻度事先用标准电阻进行了校验,标准电阻已将它的量值和单位传递给欧姆表,间接地参与了测量过程。直读法测量的过程简单,操作容易,读数迅速,因此应用很广,但其测量的准确度不高。

(2) 比较法。凡是在测量过程中需要度量器的直接参与,并通过比较仪器来确定被测量数值的方法,称为比较法。在电工测量中,比较法由于有了标准度量器的直接参与,因此比直读法具有更高的准确度。但是,比较法对测量仪器和试验条件的要求较高,相应的测量设备也比较昂贵,而且操作也比较复杂,所以通常只在高准确度测量时采用。

根据被测量与度量器进行比较时的不同特点,又可将比较法分为零值法、差值法和替代法三种。

1) 零值法又称平衡法,是在测量过程中改变标准量,使之与被测量相等,即使它们的差值为零,从而确定被测量数值的方法。零差值由指零仪判断,此时电路

处于平衡状态,所以又称为平衡法。此时按一定的关系可计算出被测量的数值。例如用电位差计测电势,用电桥测电阻等都属于这种方法。显然,零值法测量的准确度主要取决于度量器和指零仪表的灵敏度。

2) 差值法是测出被测量与标准量的差值或正比于该差值的量,从而根据标准量来确定被测量数值的方法,如用不平衡电桥测电阻。采用差值法可以达到较高的测量准确度。

3) 替代法是分别把被测量和标准量接入同一测量仪器,在用标准量替代被测量时,调节标准量,使仪器的工作状态在替代前后保持一致,然后根据标准量来确定被测量的数值。用替代法测量时,由于替代前后仪器的工作状态是一样的,仪器本身性能和外界因素对替代前后的影响几乎是相同的,因而有效地克服了所有外界因素对测量结果的影响。使用替代法测量的准确度主要取决于替代的标准量。



思考与练习

1. 什么是电工测量? 电工测量的对象是什么? 电工测量中常用的度量器有哪些?
2. 按被测量的测量方式有几种?
3. 按度量器参与测量过程方式不同,测量方法分为哪两种? 有什么区别?

课题二 测量误差及其消除方法

学习目标

1. 了解测量误差的种类。
2. 理解测量误差的形成原因。

知识点

1. 测量误差的分类。
2. 测量误差的形成原因。
3. 测量误差的消除方法。

技能点

1. 掌握测量误差的产生原因。
2. 熟悉测量误差的消除方法。

学习内容

任何测量都要力求准确。但是,在实际的测量中,由于受到测量方法、仪器仪

表、测量条件和观测经验等多方面因素的影响,使得测量结果不可能是被测量的真实数值,而只是它的近似值。任何测量的结果与被测量的真实值之间总是存在着差异,这种差异称为测量误差。

一、测量误差的分类

根据测量误差的性质,可以将测量误差分为系统误差、偶然误差和疏失误差三类。

1. 系统误差

在相同条件下多次测量同一量时,大小和符号保持不变或在条件改变时按照一定规律变化的测量误差,称为系统误差。造成系统误差的原因主要有以下三方面:

(1) 测量设备的误差。由于标准度量、仪器仪表本身具有误差,例如刻度不准,结果在测量中就会造成系统误差。

(2) 测量方法的误差。指由于测量方法不够完善而引起的误差。例如引用近似公式,以及未足够估计漏电、接触电阻、仪表内阻等影响,都会造成系统误差。

(3) 测量装置的安装或配线不当,周围环境条件的变化以及测量人员经验不足、反映不准等因素,都会在测量中造成系统误差。

系统误差反映了测量结果偏离其真实值的程度,即测量结果的准确度。系统误差越小,测量结果的准确度越高。

2. 偶然误差

偶然误差又称为随机误差,是一种大小和符号都不确定的误差。即在同一条件下对同一被测量重复测量时,各次测量结果都不一致,没有确定的变化规律。产生偶然误差的原因很多,温度、湿度、磁场、电场、电源频率等的偶然变化都可能引起这种误差;此外,观测者本身感官分辨能力的限制,也是偶然误差的一个来源。偶然误差反映了测量的精密度,偶然误差越小,精密度越高,反之则精密度越低。

系统误差和偶然误差是两类性质完全不同的误差。系统误差反映在一定条件下误差出现的必然性;而偶然误差则反映在一定条件下误差出现的可能性。系统误差和偶然误差两者对测量结果的综合影响反映为测量的准确度,又称精确度。

3. 疏失误差

疏失误差是在测量过程中由于操作、读数、记录和计算等方面的错误而引起的一种明显歪曲测量结果的误差,如对测量仪表的不正确读数、对观察结果的不正确记录等。显然,含有疏失误差的测量结果都应该摒弃。

二、测量误差的消除方法

测量误差是不可能绝对消除的,但要尽可能减小误差对测量结果的影响,使其

减小至允许的范围内。要减小测量误差，应根据误差的来源和性质，采取相应的措施和方法。必须指出：当一个测量结果中既存在系统误差又存在偶然误差时，要截然区分两者是不容易的。所以应根据测量的要求和两者对测量结果的影响程度，选择消除方法。一般情况下，在对精密度要求不高的工程测量中，主要考虑对系统误差的消除；而在科研、计量等对测量准确度和精密度要求较高的测量中，必须同时考虑消除上述两种误差。

1. 系统误差的消除

对于系统误差的消除，一般有以下三种方法：

(1) 对度量器及测量仪器进行校正。在测量中，度量器和测量仪器的误差直接影响测量结果的准确度，所以在准确度要求较高的测量结果中，常引入校正值，以消除误差。

(2) 消除误差的根源。选择合理的测量方法，配置恰当的测量仪器，改善仪表安装质量和配线方式，尽量使测量仪表在规定的使用条件下工作，测量前检查调整仪表零位以及采取屏蔽措施来消除外部磁场、电场等各种外界因素造成的影响。

(3) 采用特殊的测量方法。

1) 替代法。在保持仪表读数状态不变的条件下，用等值的已知量去替代被测量。这样测量结果就与测量仪表的误差及外界条件的影响无关，从而消除了系统误差。例如用电桥测电阻时，用标准电阻替代被测电阻，并调整标准电阻使电桥达到原来的平衡状态，则被测电阻值就等于这个标准电阻值，这样就排除了电桥本身和外界因素的影响，消除了由它们所引起的系统误差。

2) 正负消去法。如果第一次测量时误差为正，第二次测量时误差为负，则对同一量反复测量两次，然后取两次测量的平均值，即可消除这种系统误差。例如指针式仪表，由于活动部分的摩擦作用，导致对同一大小的被测量，在其数值上升或下降情况下进行测量就会有不同的读数。为了消除这种系统误差，可使被测量由小增大到某一点，再从大减小到同一点，然后再取两次测量的平均值，就可消除摩擦所引起的系统误差。

3) 换位法。当系统误差恒定不变时，在两次测量中使其从相反的方向影响测量结果，然后取其平均值，从而使这种系统误差得到消除。例如，用等比率臂电桥进行测量时，为了消除比率臂电阻值不准造成的误差，可以采取换臂措施，将两个比率臂电阻的位置调换，再进行一次测量，然后取两次测量的平均值即可。

2. 偶然误差的消除

与系统误差不同，对于偶然误差，不能用试验的方法加以检查和消除，只能根据多次测量中各种偶然误差出现的概率用统计学的方法加以处理。理论和实践证

明,在足够多次的测量中,绝对值相等的正误差和负误差出现的机会(次数)是相同的,而且,小误差比大误差出现的机会更多。在足够多次的测量中,偶然误差的算术平均值必然趋近于零,这是在一系列测量的偶然误差总和中,正、负误差互相抵消的结果。由此可知,为了消除偶然误差对测量结果的影响,可以采用增加重复测量次数的方法。测量次数越多,测量结果的算术平均值越趋近于实际值。因此,在测量仪器仪表选定以后,测量次数是保证测量精密度的前提。

在工程测量中,由于偶然误差较小,通常不予考虑。

3. 疏失误差的消除

由于疏失误差大多数情况下是由测量人员粗心大意造成的,所以测量人员要有严谨的科学态度和工作作风,加强责任心。包含有疏失误差的测量结果是显然错误的,并且常常严重地歪曲了测量的结果,因此,这种测量结果是不可信的,应予以摒弃。

思考与练习

1. 什么是测量误差?根据误差的性质,可以把测量误差分为哪几类?
2. 产生测量误差的主要原因有哪些?
3. 简述消除测量误差的基本方法。

课题三 有效数字及其运算

学习目标

1. 掌握有效数字的基本概念。
2. 会进行有效数字的简单运算。

知识点

1. 有效数字的概念。
2. 数据的舍入规则及运算规则。
3. 有效数字的简单运算。

技能点

有效数字的简单运算。

学习内容

一、有效数字的概念

由于测量方法的不同,系统误差的影响,以及测量人员感官的差别,测量误差是不可避免的。如果读取数据的位数过多,不但不能提高准确度,反而容易出差

错；如果读取数据的位数过少，又会增大误差。那么，测量数据究竟应该取多少位才合适呢？我们先看下面这个例子。图 1-1 所示为 0~50V 量程的电压表。

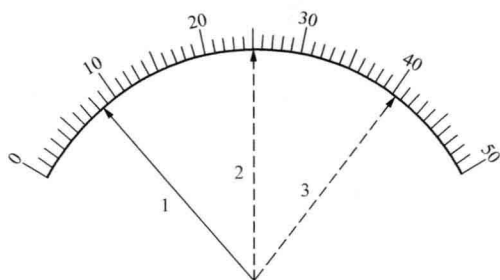


图 1-1 0~50V 量程的电压表

当电压表指针在位置 1 时，读数为 8.5 (V)，其中小数点后的“5”是估读的（欠准的）；指针在位置 2 时，刚好指在 25 (V) 处，应记为 25.0V；指针在位置 3 时，刚好指在 40 (V) 处，应记为 40.0V。如果该表量程为 5V，则分别应记为 0.85、2.50、4.00V。这种仪表的测量值最多只能写成 3 位数，因为 3 位数后的数字是无意义的。

一个数据位数的多少应与误差大小相对应，因此提出了有效数字的概念。

一个数据，从左边第一个非零数字起至右边含有误差的一位为止，中间的所有数字都为有效数字。如电流值为 100A，表示数据有 3 位有效数字。为避免误解，可根据有效数字的位数将其写成 10 的乘幂形式。如 2.5×10^3 表示数据为 2 位有效数字， 1.20×10^3 表示数据有 3 位有效数字。可见，有效位数表征着近似值的准确程度。

对于误差来说，只保留一两位有效数字就够了，因为误差本身就是一个估计数。

在数学中，1.1 和 1.10 是相等而没有区别的，但作为测量数据，二者是有区别的。前者表示误差出现在小数点后第一位，后者表示误差出现在小数点后第二位，因此，后者比前者要精确。

“0”这个数字，当它在数字中间或在数尾时，是有效数字，如 101、200、2.30。在小数点后的数尾不能随便增加或减少零。但当“0”在第一个非零数字之前时，就不是有效数字，如 0.023 中第一个和第二个“0”都不是有效数字，因为 0.023m 可以写成 $23 \times 10^{-3} \text{m} = 23 \text{mm}$ ，也可写成 $23 \times 10^{-6} \text{km}$ ，采用不同乘幂仅改变单位，而不改变准确度，故此数的有效位数为 2。

为了保证测量仪器的准确度，其指示机构必须使读数有足够的位数，位数不够会增加仪器的测量误差，位数太多又没有必要。如数字式电压表的误差为万分之几，就应设计 5 位读数，若仅有 4 位读数，则误差达千分之几，若设计 6 位读数，则第六位表示整个读数的 10 万分之几，比总误差还小，所以这一读数已无意义。

二、数据修约与舍入规则

1. 数据修约的概念

当有效位数确定后，要对有效位数右边的数字进行处理，即把多余位数上的数

字全舍去，或舍去后再向有效位数的末位进一，这种处理方法称为数据修约。

2. 数据修约规则

(1) 数据修约规则又称为舍入规则，与传统的“四舍五入”方法略有不同。舍入规则可以概括为以下几句口诀：

四舍六入五不定

五后非 0 则进一

五后皆 0 视五前

五前奇数则进一

五前偶数则舍去

解释如下：

1) 当有效位数确定为 n 后，第 $n+1$ 位的数字小于或等于 4 时，舍去有效位后的所有数字；当第 $n+1$ 位的数字大于或等于 6 时，舍去有效位后的所有数字，并向第 n 位进一。

【例 1-1】 将下列各数修约成有效位数为 3 位的数。

5.432、12.675、0.053463。

解：

5.43 2：因 $2 < 4$ ，故舍去，得 5.43。

12.6 75：因 $7 > 6$ ，故舍去并进 1，得 12.7。

0.0534 63：因 $6 = 6$ ，故舍去并进 1，得 0.0535。

2) 当有效位数确定为 n 后，第 $n+1$ 位的数字等于 5 时，舍入规则与 5 的前后数字有关，可分三种情况：① 5 后有非 0 数字时，舍去 5 及 5 后的所有数字，并向第 n 位进一；② 5 后全为 0 或 5 后无任何数字，而 5 前为奇数时，则舍去 5，并向第 n 位进一；③ 5 后全为 0 或 5 后无任何数字，而 5 前为偶数时，则舍去 5，但不向第 n 位进一。

【例 1-2】 将下列数修约成有效位数为 3 位的数。

25.2501，32.75，45.8500。

解：仿照 [例 1-1]，得

25.2 501：因 5 后有非 0 数 1，故舍去进 1，得 25.3。

32.7 5：因 5 后无数字，5 前为奇数 7，故舍去后进 1，得 32.8。

45.8 500：因 5 后全为 0，而 5 前为偶数 8，故舍去后，不进 1，得 45.8。

(2) 负数的修约。先将负数的绝对值按上述方法修约，然后在修约后的数值前加上负号。

(3) 不许连续修约。数的修约应一次成功，不许从右到左连续修约成指定的有