

DIANNENG JILIANG
JI ZHUANGBIAO JIEDIANGONG

电能计量 及装表接电工

李国胜
主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

DIANNENG JILIANG
JI ZHUANGBIAO JIEDIANGONG

电能计量 及装表接电工

常州大学图书馆
主 编 李国胜
参 藏 王 敏 王承裕 徐文靖
金金群 陈正坤



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是根据《中华人民共和国计量法》、DL/T 448—2000《电能计量装置技术管理规程》和 DL/T 825—2002《电能计量安装接线规则》以及电力营销工作特别是电能计量及装表接电的工作实际编写而成的。本书以电能计量及装表接电的实际工作所需要的职业能力模块作为章节,坚持以实用性为原则取舍章节内容,抛弃了过时的电能计量知识,介绍了电能计量及其相关的一些实用新知识、新技术、新设备和新材料。

本书介绍了测量的基本知识和电能计量“四新知识”;阐述了电能表(包括电子式电能表)和互感器的基本结构、工作原理、主要技术参数、安装接线方法;详细阐述了多功能电能表的工作原理、基本功能、轮显内容、故障分析及其检定方法;介绍并比较了各种抄表方式;同时,还介绍了电能计量相关的电气设备、电能计量工作安全和电能计量管理知识,包括最新的精诚管理知识。最后,本书针对电能计量实际工作中的核心技能及其训练方法进行了详细论述。

本书可供各供电公司用电营销专业从事技术和管理的各种人员、主要是电能计量人员及反窃电工作者使用,也可以作为从事用电报装、装表接电、用电检查、电能表修校、抄表核算收费人员以及农网配电营业工和进网作业电工的学习书籍。同时,本书还可以作为电能计量人员、装表接电工及电能表修校工职业技能培训和鉴定考核用书。

图书在版编目(CIP)数据

电能计量及装表接电工/李国胜主编. —北京:中国电力出版社, 2010. 5
ISBN 978-7-5123-0214-3

I. ①电… II. ①李… III. ①电能-电量测量②电度表-安装 IV. ①TM933. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 042359 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 5 月第一版 2010 年 5 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.75 印张 484 千字
印数 0001—3000 册 定价 40.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
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

随着电力体制改革的不断深入、电力买方市场的逐步成熟,电力营销工作在电力企业中的作用将进一步凸现。电力营销工作,对内肩负着提高企业经济效益的重任,对外履行服务电力客户、服务社会的职责。电力营销工作质量的好坏不仅直接影响电力企业的生存和发展,而且影响电力企业在广大电力客户中的形象与声誉,甚至影响着社会的稳定与和谐。电力营销工作处在电力市场的最前沿。

电能计量工作是电力企业经营管理及电网安全经济运行的重要环节,其技术和管理水平不仅事关电力工业的可持续发展和电力企业的社会形象,而且影响贸易结算的准确、公正,涉及广大电力客户和电力企业的经济利益和社会资源节约。因此,电力企业必须高度重视电能计量工作,认真贯彻执行国家计量法规及有关电能计量技术标准和规程,努力提高计量人员的业务水平。

电能计量是电能供需双方的“一杆秤”,是电能买卖双方的关注焦点,电能计量工作的质量直接关系到用电营销工作质量。现场电能计量专业人员,应通过不断加强业务学习,快速提高自身实际工作能力,为电能计量工作质量的全面提升,夯实坚实的专业基础。

为了提高电能计量及装表接电人员的实际工作能力,为“电能计量服务于电力营销”和“装表接电服务于电力营销”的全过程服务理念打下坚实基础,更好地为电力营销工作服务,编者编撰了本书。

本书是编者多年从事电能计量及装表接电培训教学和研究工作、指导现场电能计量及装表接电实际工作的经验总结和知识积累,是编者经过充分调查电能计量及装表接电现场工作实际后,在反复研究提炼的基础上,采用职业能力分析法和运用最新的“一体化”和“一步式”理论编写而成的。

本书依据国家电网公司新近发布的《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》,坚持“职业能力定位,相关知识补充”和“力求实用而不求全”的编写原则,重点阐述了电能计量及装表接电工作所需要的职业知识和职业能力。

本书的电能计量实际技能训练部分,遴选了现场电能计量及装表接电工作的主要工作项目,以典型工作任务作为实训项目,旨在提高读者的核心职业技能或主要技能,可以快速提高读者的实际工作能力特别是动手操作技能。

因此,本书阐述的电能计量及其相关知识紧密结合了现场工作实际;本书的编排方式,符合读者的学习心理;本书介绍的专业技能,体现了本专业的核

心技能；本书提供的“四新知识”，让读者能了解本专业的发展趋势。

本书在编写过程中，很多现场技术专家给予了鼎力支持和帮助，荆州供电公司的李定柏提供了一些现场实用的知识，武汉供电公司的童祚武提供了一些新的技术资料，还有一些同行对本书提出了很多宝贵的意见和建议；同时，在本书的出版过程中得到了中国电力出版社华中办事处的大力帮助。在此，编者一并表示深切的谢意。

因编写时间和编写水平所限，一定存在疏漏甚至错误之处，恳请广大读者、有关专家不吝赐教。

编者

2010年4月

前言

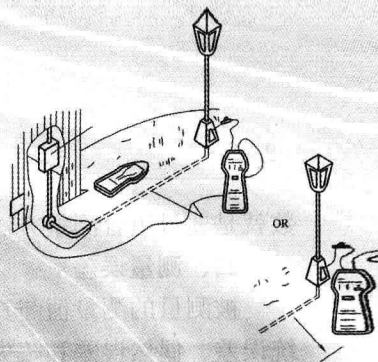
第一章 电能计量的基本知识	1
第一节 电工测量	1
第二节 仪表误差	2
第三节 准确度	4
第四节 计量	6
第五节 检定与校准	8
第六节 有效数字与数据修约化整	11
第二章 电能表	13
第一节 电能表概述	13
第二节 常用电能表	21
第三节 特殊用途电能表	26
第四节 电子式电能表	29
第五节 电能表的误差、准确度和灵敏度	40
第三章 测量用互感器	46
第一节 互感器概述	46
第二节 普通电流互感器	49
第三节 多抽头式电流互感器	56
第四节 电压互感器	57
第五节 组合互感器	63
第六节 新型互感器	63
第四章 电能计量装置的安装及接电	66
第一节 计量装置的安装接线规范	66
第二节 用户的计量方式	72
第三节 计量装置的正确接线	74
第四节 电力用户的接电	80
第五章 多功能电能表	88
第一节 多功能电能表概述	88
第二节 多功能电能表的功能	91
第三节 常见多功能电能表轮显内容	100
第四节 多功能电能表故障分析	106
第五节 多功能电能表的检定	108

第六节 三相多功能电能表的发展趋势	115
第六章 电能计量新知识	117
第一节 电能表的发展过程简介	117
第二节 多用户电能表	117
第三节 预付费电能表	119
第四节 后付费电能表	123
第五节 谐波智能电能表	124
第六节 载波电能表	125
第七节 高压电能表	126
第八节 贯穿电子式电能表	128
第九节 开合式电流互感器和零序电流互感器	131
第十节 计量在线监测系统	132
第十一节 电能计量新概念和新材料	132
第十二节 数字电网技术	137
第十三节 计量设备及计量技术的发展趋势	138
第七章 自动抄表方式	141
第一节 抄表方式概述	141
第二节 利用单片机抄表器抄表	144
第三节 红外抄表和无线抄表	145
第四节 基于 GPRS 技术的远程自动抄表系统	146
第五节 电力载波远程自动抄表系统	148
第六节 车载无线自动抄表系统	149
第七节 基于 GSM/SMS 技术的远程自动抄表系统	150
第八节 RobuNet 无线自组网抄表系统	150
第九节 RS-485 总线方式的远程自动抄表系统	151
第十节 低压电力用户集中抄表系统建设组网方案介绍	152
第八章 常用电气设备	157
第一节 低压开关电器	157
第二节 低压熔断器	159
第三节 低压断路器	163
第四节 剩余电流保护器	166
第五节 配电箱和开关箱	168
第六节 高压断路器	169
第七节 高压隔离开关	171
第八节 高压负荷开关	173
第九节 高压熔断器	174
第十节 交流电动机	176
第十一节 变压器	186

第十二节 电力电缆	192
第九章 电能计量管理	196
第一节 电能计量及电能计量装置	196
第二节 电能计量及装置管理要求	197
第三节 电能计量工作的质量管理	199
第四节 电能计量装置的技术管理	199
第五节 电能计量装置的运行管理	205
第六节 电能计量检定与修理管理	210
第七节 电能计量的信息管理	212
第八节 电能计量的印证管理	214
第九节 关口电能计量管理	216
第十节 电能计量工作的安全管理	218
第十一节 现代全面质量管理	221
第十章 电能计量工作安全	235
第一节 安全工作概述	235
第二节 保证工作安全的基本措施	237
第三节 影响电流伤害人体的因素	244
第四节 触电及其防护	245
第五节 电力系统的接地运行方式	248
第六节 安全接地的基本知识和技术	250
第七节 接地制式	253
第八节 工作现场触电抢救	256
第九节 安全色与安全标志	262
第十一章 电能计量实际技能训练	264
第一节 实际技能训练概述	264
第二节 实际技能训练项目	267
附录 专用变压器用户电能计量装置技术标准 (推荐)	302
参考文献	307
后记	308

第一章

电能计量的基本知识



第一节 电 工 测 量

测量是人们对客观事物取得数量概念的一种认识过程。

一、电工测量的定义

对各种电量或磁量（或电路参数）的测量过程称为电工测量。

电工测量的过程就是把被测量与同类标准量进行比较，从而确定被测量大小的过程。这个标准量是测量单位的复制体，即度量器。

二、度量器（或量具）

1. 定义

测量单位的复制体即为度量器（或量具），例如国际千克原器、标准电阻器等。



小提示：在法国巴黎的国际计量局里，人们用铂铱合金制成了一个质量为 1kg 的圆柱体作为 1kg 的标准，称为国际千克原器。科学家曾规定，1m 是一根铂铱合金棒上刻定的两条细线间的距离。

2. 分类

度量器分为基准度量器和标准度量器。

基准器，是现代技术水平所能达到的精确度最高的度量器；不同等级的标准器，是用来进行比较测量和检定低一级的测量仪器仪表的。

三、测量方法

按获取测量结果的方式，电工测量方法可分为直接测量法和间接测量法以及组合测量法。

1. 直接测量法

直接测量是指被测量的数值可在一次试验中直接测出。直接测量包括直读法和比较法。

（1）直读法：用直接指示的仪表读取被测量数值，而无需度量器直接参与的测量方法。如电流表测量电流，电压表测量电压，弹簧秤测量重力，压力表测量压力等。

（2）比较法：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测量方法。如使用天平测量质量、使用电桥测量电阻等。

2. 间接测量法

间接测量是首先测出相关量，然后根据被测量与其相关量的函数关系将被测量推算出来。如通过欧姆定律用伏安法测电阻、通过测量电阻确定温度、测量导体的电阻率等。

3. 组合测量法

组合测量是将测量得到的一定数目的量值，与一组被测量按若干种不同的函数关系进行组合，然后列出一组方程，通过求解方程组来得到被测量的数值。如标准电阻的电阻温度系

数就是通过组合测量方法确定的。

四、测量误差

被测量的测量值与真实值间的差别称为测量误差。根据误差的性质，测量误差可分为系统误差、偶然误差和疏失误差。

1. 系统误差

(1) 特点：在相同条件下测量值恒定偏大（或偏小）或在条件变化时按某一规律变化。例如：卖菜秤、未调零的电流表等。

(2) 产生原因：测量仪器、测量环境、测量方法、测量个人。

(3) 减小办法：①采用准确度高的仪器和好的测量方法；②在规定条件下使用仪器；③采用特殊的测量方法，如正负误差补偿法、替代法等。例如：为消除外磁场对电流表读数的影响，可将电流表放置的位置调换 180°C 后再测量一次，则在两种位置下测得结果的误差符号必是一正一负，取其平均值后，就能消除这种由外磁场影响而引起的系统误差。这种测量方法即称为正负误差补偿法。

2. 偶然误差（即随机误差）

(1) 特点：测量值具有偶然性。例如：同个人同仪器同条件重复测量同一量时，测量值各不相同。在偶然误差中，绝对值相等的负、正误差出现的机会相等，且小误差比大误差的机会多。

(2) 产生原因：小的、相互独立的偶然因素，如温度、湿度的偶然变化，外磁场的突变引起的误差。

(3) 减小办法：进行多次测量取得各项测量值的算术平均值作为测量结果；测量次数越多，随机误差越小。

3. 疏失误差（即粗大误差）

(1) 特点：测量值明显偏离了真实值。例如：不正确地使用测量仪器、不正确地读数或记录等。

(2) 产生原因：人为疏失、不正确操作或由测量条件的突变引起。

(3) 消除办法：增加责任感或监控测量条件。



小提示：坏值：含有疏失误差的测量结果称为坏值，测量者应抛弃坏值。

第二节 仪 表 误 差

一、仪表误差的定义和分类

1. 定义

被测量的仪表示值与真实值的差别称为仪表误差。仪表示值（指示值或显示值）其实是近似值。

2. 分类

根据仪表误差的产生原因，仪表误差可分为基本误差和附加误差两类。

(1) 基本误差：仪表在规定的正常工作条件下具有的误差。基本误差是因仪表的内部结构、工艺等方面不够完善而引起，如活动部分的摩擦、刻度标尺不准等。



小提示：正常工作条件是指规定的正常温度、湿度、大气压、放置方式等。

(2) 附加误差：因工作条件偏离了规定而增加的仪表误差。如温度超出了规定的条件，如工作位置不正、外磁场影响等。

二、仪表误差的表示方法

1. 绝对误差 ΔA

绝对误差是指被测量的仪表示值 A_x 与真实值 A_0 之间的差值。

$$\Delta A = A_x - A_0 \quad (1-1)$$

(1) 若 $\Delta A > 0$ ，则 A_x 偏大。

(2) 若 $\Delta A < 0$ ，则 A_x 偏小。

(3) $A_0 = A_x + (-\Delta A) = A_x + C$ ($C = -\Delta A$ 称为校正值)。



小提示：真值、近真值与校正值。

1) 真值：被测量的真实值。

2) 近真值：高一级或高数级的标准仪器所测得的数值。只要标准仪器的误差是测量仪器误差的 $1/3 \sim 1/20$ 时，就可以用近真值代替真值。

3) 校正值：测量仪器定期送计量部门进行检定的主要目的是要得到准确的校正值，以保证量值传递的准确性。

【例 1-1】 用一只标准电压表检定两只普通电压表 a、b 时，标准表的指示值为 100V，a、b 两表的读数各为 101V、99.5V。求它们的绝对误差。

解 对于 a 表： $\Delta A_a = +1V$ ；

对于 b 表： $\Delta A_b = -0.5V$ 。

2. 相对误差 γ

相对误差是指绝对误差 ΔA 与真实值 A_0 的比值。

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\% \quad (1-2)$$

实际上， $A_x \approx A_0$ ，所以 $\gamma = \frac{\Delta A}{A_x} \times 100\%$ (即示值误差)。

【例 1-2】 一只量程 $A_m = 250V$ 的电压表：测 220V 电压时 $\Delta A_1 = +1V$ ， $\gamma_1 = ?$ 测 10V 电压时 $\Delta A_2 = +0.9V$ ， $\gamma_2 = ?$

解 $\gamma_1 = \frac{\Delta A_1}{A_0} \times 100\% = \frac{+1}{220} \times 100\% = +0.45\%$

$$\gamma_2 = \frac{\Delta A_2}{A_0} \times 100\% = \frac{+0.9}{10} \times 100\% = +9\%$$

可见，同一只电压表测量不同电压时，尽管绝对误差差不多，但是相对误差相差很大，所以不能用相对误差表示一个表准不准。

3. 引用误差 γ_m

引用误差是指绝对误差 ΔA 与仪表量程 A_m 的比值。

$$\gamma_m = \frac{\Delta A}{A_m} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中：仪表量程 A_m 指仪表的满刻度值 (即上量限)。

引用误差是被测量为仪表量程时的相对误差, 即: $\gamma_m = \gamma |_{A_x=A_m}$ 。

虽然同一只仪表在两次测量时的引用误差差不多相等, 但还是不完全相等, 因此引用误差并不能表示一个表准或不准。

4. 最大引用误差 $\pm K\%$

最大引用误差是指最大绝对误差 ΔA_m 与仪表量程 A_m 的比值。

$$\pm K\% = \frac{\Delta A_m}{A_m} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中: K 为仪表的准确度。

【例 1-3】 测量实际值为 100V 的电压时, a 电压表的指示值为 105V, b 电压表的指示值为 99V; 在测量实际值为 200V 的电压时, c 电压表的指示值为 199.5V。试分别求出 a、b、c 三块电压表的绝对误差和相对误差。

$$\text{解} \quad \Delta A_a = 105 - 100 = 5V \quad \gamma_a = \frac{5}{100} \times 100\% = +5\%$$

$$\Delta A_b = 99 - 100 = -1V \quad \gamma_b = \frac{-1}{100} \times 100\% = -1\%$$

$$\Delta A_c = 199.5 - 200 = -0.5V \quad \gamma_c = \frac{-0.5}{200} \times 100\% = -0.25\%$$



小提示: 偏差: 计量器具的偏差是计量器具的测量值与标称值之差。

例如: 某标准电阻的标称值是 100Ω , 测量值是 100.01Ω , 这个电阻的偏差是 $100.01 - 100 = 0.01\Omega$ 。

第三节 准 确 度

一只装在 10 万 kW 发电机上的功率表, 如果读数偏大 1%, 那么在 24h 内就会少发电 24 000kWh, 发电机的能力没有得到充分发挥; 相反, 如果仪表的指示值偏小, 就会使设备寿命缩短甚至造成烧毁事故。所以, 一个仪表要有足够的准确度。

一、仪表的准确度与最大绝对误差

(1) 仪表的准确度 K 。从式 (1-4) 可见

$$K = 100 \left| \frac{\Delta A_m}{A_m} \right| \quad (1-5)$$

一个仪表的准确度 K 可以用来表示该仪表的准确程度。

(2) 最大绝对误差 ΔA_m 。

$$\Delta A_m = \frac{\pm K A_m}{100} = \pm K\% A_m \quad (1-6)$$

二、基本误差与仪表的准确度

指示仪表的基本误差用最大引用误差表示, 基本误差与准确度的对应关系如表 1-1 所示。

表 1-1 基本误差与准确度的对应关系

准确度 K	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0
基本误差	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$	$\pm 1.5\%$	$\pm 2.5\%$	$\pm 5.0\%$

各级仪表在正常条件下使用时,其基本误差不应超出表 1-1 的规定。

【例 1-4】 利用准确度为 1.0 级、量程为 10A 的电流表测量 4A 电流。求:

(1) 允许的绝对误差 ΔA_m ;

(2) 最大的相对误差 $\gamma_{\max}$ 。

解 (1) 最大的绝对误差 $\Delta A_m = \frac{\pm K A_m}{100} = \pm 1.0 \times 10 / 100 = \pm 0.1 \text{ A}$

(2) 最大的相对误差 $\gamma_{\max} = \frac{\Delta A_m}{A_x} \times 100\% = \pm 0.1 / 4 \times 100\% = \pm 2.5\%$

三、测量结果的准确度

(1) 测量结果的准确度可用测量时的最大相对误差 $\gamma_{\max}$ 表示。

(2) 最大相对误差。

$$\gamma_{\max} = \frac{\Delta A_m}{A_x} \times 100\% \quad (1-7)$$

(3) 仪表准确度 K 与测量结果准确度 $\gamma_{\max}$ 的关系。

$$\gamma_{\max} = \frac{\Delta A_m}{A_x} = \frac{\Delta A_m}{A_m} \times \frac{A_m}{A_x} = K \times \frac{A_m}{A_x}$$

显然,当 $A_x = A_m$ 时,测量结果的准确度等于仪表的准确度。

【例 1-5】 利用 $K=0.5$ 、 $A_m=100\text{A}$ 的电流表测量 4A 电流时,其测量结果的准确度多大?

解 $\Delta A_m = \frac{\pm K A_m}{100} = \pm 0.5 \times 100 / 100 = \pm 0.5 \text{ A}$

$$\gamma_{\max} = \frac{\Delta A_m}{A_x} \times 100\% = \pm 0.5 / 4 \times 100\% = \pm 12.5\%$$

通过分析例 1-4 和例 1-5 可以看出:

(1) 仪表的准确度 K 虽然提高了,但是测量结果的准确度 $\gamma_{\max}$ 却下降了;

(2) 片面追求仪表的准确度而忽视仪表量程的合理选择是不对的。

四、对仪表量程和准确度的要求

(1) 仪表的量程 A_m 。仪表的量程 A_m 应满足 $2A_m/3 \leq A_x \leq A_m$ 。仪表准确度一定时,被测量的大小尽可能接近测量仪表的量程。

(2) 仪表的准确度 K 。仪表应有足够的准确度。

【例 1-6】 欲测量 100V 电压,要求测量结果的相对误差不大于 $\pm 1.25\%$,问应选用上量限为 250V 的哪一种准确度等级的电压表?

解 根据式 (1-7),最大相对误差 $\gamma_{\max} = \frac{\Delta A_m}{A_x} \times 100\%$

$$\frac{\Delta A_m}{A_x} \times 100\% = \Delta A_m / 100 = \pm 1.25\%$$

$$\Delta A_m = \pm 1.25$$

所以,仪表的准确度为

$$K = 100 \left| \frac{\Delta A_m}{A_m} \right| = 100 \times 1.25 / 250 = 0.5$$

因此,应选用上量限为 250V、准确度等级为 0.5 的电压表。

【例 1-7】 利用 $K=1.0$ 、 $A_m=250V$ 的电压表，分别测量 110V 和 220V 电压时，其测量结果的准确度各为多大？

解
$$\Delta A_m = \frac{\pm K A_m}{100} = \pm 1.0 \times 250 / 100 = \pm 2.5V$$

(1)
$$\gamma_{\max} = \frac{\Delta A_m}{A_x} \times 100\% = \pm 2.5 / 110 \times 100\% = \pm 2.28\%$$

(2)
$$\gamma_{\max} = \frac{\Delta A_m}{A_x} \times 100\% = \pm 2.5 / 220 \times 100\% = \pm 1.14\%$$

可见，在准确度一定的情况下，测量仪表的量程应选择合适的。

第四节 计 量

一、计量的定义

计量是测量的一种特殊形式，是把被测量与国家基准或标准的单位进行比较，以确定是否符合要求，是否合格，最后给出校准报告或具有法律效应的“检定证书”，以保证单位的统一和量值的准确可靠。

二、计量单位

计量单位是有明确的定义和名称，并赋予其数值为 1 的一个固定量，是用以量度同类量大小的标准量。

我国于 1984 年 2 月 27 日发布了“关于在我国统一实行法定计量单位的命令”，明确规定我国采用国际单位制。国际单位制是 1960 年第 11 届国际计量大会通过的，其国际代号为 SI。SI 单位包括 SI 基本单位、SI 导出单位和 SI 辅助单位三类。

(1) 基本单位。在国际单位制中基本量的主导单位为基本单位，是构成单位制中其他单位的基础。SI 制中的基本单位共有 7 个。如：长度单位——米（m）；质量单位——千克（kg）；时间单位——秒（s）；电流单位——安（A）。

(2) 导出单位。在确定了基本单位以后，按定义、定律及物理量之间的关系或推导出来的单位。如：速度的单位 m/s。电工测量中具有专门名称的导出单位如表 1-2 所示。

表 1-2 电工测量中具有专门名称的导出单位（SI）

量	名称	符号	量	名称	符号
频率	赫（兹）	Hz	电阻	欧（姆）	Ω
功率	瓦（特）	W	电感	亨（利）	H
电压	伏（特）	V	电导	西（门子）	S
电容	法（拉）	F	磁通	韦（伯）	Wb

(3) 辅助单位。国际上把既可作为基本单位，又可作为导出单位的单位单独作为一类，称为辅助单位。如：平面角的单位为弧度（rad）。

三、计量基准和标准

1. 基准

基准是计量的原始依据和最高标准，按其作用和用途可分为以下几个等级。

(1) 国家基准：在特定计量领域内用来复现和保存计量单位，并具有最高计量学特性，经国家鉴定并批准，作为统一全国计量单位量值最高依据的计量器具。

(2) 副基准：通过与国家基准对比或校准来确定其量值，并经国家鉴定批准的计量用具。副基准在全国用作复现计量单位，在国家计量检定系统中的地位仅在国家基准之下。

(3) 工作基准：通过与国家基准或副基准对比或校准，并经国家鉴定，实际用以检定计量标准的计量器具。工作基准用作复现计量单位，在国家计量检定系统中的地位仅在国家基准和副基准之下。

设立工作基准的目的，主要是为了不使国家基准和副基准由于频繁使用而丧失其应有的计量学特性。

2. 标准

按国家计量检定系统规定的准确度等级，用于检定较低等级计量标准器具或工作计量器具的计量器具称为标准。

计量标准在国家计量检定系统中的地位在工作基准之下、工作计量器具之上。

四、量值传递

各地区或各部门所使用的计量标准器具和上级标准相对比，若对比结果其误差在允许范围内，这些标准器具就可以作为本地区和本部门的计量器具的标准。下一级的标准器具就以这些标准器具为标准进行对比，若误差在允许范围内，就可以作为更下一级的标准器具。这样逐级对比，逐级传递，直至工作量具。这个过程就是量值传递。

换言之，量值传递就是通过对计量器具的检定和校准，将国家基准所复现的计量单位量值通过各等级计量标准传递到工作计量器具，以确保量值的准确和一致。

五、计量器具允许误差表示方法

计量器具的允许误差，通常是指允许的基本误差最大值，简称基本误差限。

1. 用绝对误差表示允许误差

(1) 如果计量器具的允许误差不随被测量的大小改变，其绝对误差为

$$\Delta A = a \quad (1-8)$$

式中： a 是以被测量的单位所表示的常数， a 前面可加“±”，表示允许误差为正值或负值。

(2) 如果计量器具的允许误差随被测量 X 的大小呈线性变化，其绝对误差为

$$\Delta A = a + bX \quad (1-9)$$

式中： a 是一个有单位的常量； b 为常数。

2. 用相对误差表示允许误差

(1) 如果相对误差的允许值不随被测量大小改变，相对误差等于允许的绝对误差 ΔA 与输入量的真实值 A_0 的百分比值，即

$$\gamma = \frac{\Delta A}{X_0} \times 100\% \quad (1-10)$$

(2) 如果相对误差的允许值按接近线性关系随被测量大小改变，其相对误差为

$$\gamma = c + d \left(\frac{A_m}{X} - 1 \right) \quad (1-11)$$

式中： A_m 为计量器具测量范围的上限； c 、 d 为常数。



小提示：在一些情况下，允许误差的一部分用相对误差表示，另一部分用绝对误差表示。

3. 用引用误差表示允许误差

引用误差 γ_m 是绝对误差 ΔA 与引用值的百分比值，即

$$\gamma_m = \frac{\Delta A}{X_N} \times 100\% \quad (1-12)$$

式中： X_N 为引用值或基准值。

引用值可以是指仪表的量程、上限值或指明的其他值。

第五节 检定与校准

一、检定

检定是查明和确认计量器具是否符合法定要求的程序，它包括检查、加标记和出具检定证书，是对测量器具计量特性及技术要求的全面评定。

检定可分为以下几种：定期检定、修理检定和验收检定。

1. 定期检定

(1) 定期检定的定义。定期检定也称周期检定，是对计量器具、精密仪表进行的例行检定。

(2) 定期检定的内容。定期检定的内容包括准确度、灵敏度、稳定性、输入特性、抗干扰特性等技术指标。

(3) 强制检定。强制检定是指由县级以上人民政府计量行政部门所属或者授权的计量检定机构，对于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测方面，并列入《中华人民共和国强制检定的工作计量器具目录》的计量器具实行定点定期检定。

(4) 计量检定。计量检定是指对具体的计量器具进行对比，并评定该计量器具的性能是否合格所做的一系列工作。

2. 修理检定

(1) 修理检定的定义。修理检定是对损坏的计量器具或精密仪表修复后进行的检定。

(2) 修理检定的目的。修理检定的目的是确认修理后的计量器具或仪表功能恢复程度，以保证使用的可靠性、稳定性。

(3) 修理检定的内容。修理检定的内容应按定期检定的项目进行，如有必要也可按修理的内容增加一些检定项目。

3. 验收检定

(1) 验收检定的定义。验收检定是对新购入的新产品，包括进口产品的检定。

(2) 验收检定的项目。对于计量器具，除了要做型式试验规定的项目外，还包括外观检查、装配工艺检查等项目。



小提示：计量检定属于一种强制检定，是统一量值、确保计量器具一致的重要措施。

二、校准

校准是在规定条件下，为确定计量仪器、测量系统的示值，或者实物量具、参考物所代表的量值，与相对应的由标准所复现的量值之间关系的一组操作。

三、校准与检定的主要区别

1. 目的不同

(1) 校准的目的是对照计量标准，确定测量装置的示值误差，确保量值准确，属于自下而上量值溯源的一组操作。这种示值误差的评定应根据组织的校准规范作出相应规定，并做好校准记录。

(2) 检定的目的是对测量器具计量特性及技术要求进行强制性全面评定。这种全面评定属于量值统一的范畴，是自上而下的量值传递过程。检定应评定计量器具是否符合规定要求，同时通过检定，评定测量装置的误差范围是否在规定的误差范围之内。

2. 对象不同

(1) 校准的对象是属于强制性检定之外的测量装置。我国非强制性检定的测量装置，主要是在生产和服务提供过程中大量使用的计量器具，包括进货检验、过程检验和最终产品检验所使用的计量器具等。

(2) 检定的对象是我国计量法明确规定的强制检定的测量装置。《中华人民共和国计量法》第九条明确规定：“县级以上人民政府计量行政部门对社会公用计量标准器具，部门和企业、事业单位使用的最高计量标准器具，以及用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测方面的列入强检目录的工作计量器具，实行强制检定。未按规定申请检定或者检定不合格的，不得使用。”

检定的对象主要是以下三个大类的计量器具。

1) 计量基准。

2) 计量标准。

3) 列入强制检定范围的计量器具：计量法和强制检定的工作计量器具明细目录中规定，“凡用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测的，均实行强制检定。”在这个明细目录中，已明确规定 59 种计量器具列入强制检定范围。

以上三大类之外的测量装置则属于非强制检定，即为校准的范围。

3. 依据不同

(1) 校准的主要依据是一些生产和服务组织根据实际工作需要自行制定的《校准规范》，或参照《检定规程》的要求，在《校准规范》中，组织自行规定校准程序、方法、校准周期、校准记录及标准标识等方面的要求。因此，《校准规范》属于组织实施校准的指导性技术文件。

(2) 检定的主要依据是《计量检定规程》，这是计量设备检定必须遵守的法定技术文件。其中，通常对计量检测设备的检定项目、检定条件、检定方法和检定结果等作出规定。计量检定规程可以分为国家计量检定规程、部门计量检定规程和地方计量检定规程三种。这些规程属于计量法规性文件，必须由经批准的授权计量部门制定，其他组织无权自行制定。

4. 方式不同

(1) 校准的方式可以采用组织自校、外校或自校加外校相结合的方式进行。组织在具备条件的情况下，可以采用自校方式对计量器具进行校准，从而节省本组织开支。组织进行自