

现代脉冲计量

刘明亮 陆福敏 编著
朱江淼 郁月华



科学出版社

www.sciencep.com

现代脉冲计量

刘明亮 (北京工业大学)
陆福敏 (上海市计量测试技术研究院)
朱江森 (北京工业大学)
郁月华 (中国计量科学研究院)

编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统地讲述了脉冲信号和宽带系统的计量测试基本原理和方法,特别是对人们关注的脉冲计量测试的新理论、新方法也进行了较为详细的介绍。全书共分9章。主要介绍脉冲信号与宽带系统的描述及测量模型、脉冲参数的估计、测量误差与测量不确定度、脉冲信号发生器与脉冲电压表的计量、通用示波器的计量、示波器校准仪的计量、时域反射与传输测量技术、Nose-to-Nose 校准技术和时域自动网络分析系统。

本书理论和实践并重,在强调基本概念、基本知识和基本方法的同时,注重实用性、通俗性和可读性。全书以测量模型为研究问题的切入点,以测量结果(即测量系统的响应)为主线,主张计量测试是对被测对象(信号与系统)的一种操作、一种反问题的求解、一种信息获取方式,并关注新理论和新技术的应用。

本书既可作为高等院校通信、电子、自动化、科学仪器和机电一体化等相关专业的教学和参考用书,又可作为计量测试人员的培训教材,还可供相关专业的工程技术人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

现代脉冲计量/刘明亮等编著. —北京:科学出版社, 2010

ISBN 978-7-03-027647-6

I. 现… II. 刘… III. 脉冲计量 IV. TM935.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 091538 号

责任编辑:姚庆爽/责任校对:李奕莹

责任印制:赵 博/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

涿海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 5 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2010 年 5 月第一次印刷 印张: 24 3/4

印数: 1—2 500 字数: 479 000

定价: 75.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

在电子信息科学领域，尽管所研究的问题千差万别，但按其研究对象可概括为两个：一是信号，二是系统。研究信号而不研究脉冲信号，就像“入庙而不访僧”；研究系统而不研究宽带系统，就如同“登舟而不问水”。测量是获取信息的主要手段，是研究信号与系统的一种重要方法。目前，人们已普遍认识到，没有测量就没有科学，没有标准的测量是不科学的。就测量的对象而言，无外乎是信号特性和系统特性两类。本质上，计量就是一种测量，脉冲计量的研究对象是脉冲信号和宽带测量系统。本书主要研究的是脉冲信号和宽带系统的计量基本原理和方法，特别是对人们关注的计量测试的新理论、新方法也进行了较为详细的介绍。

本书以测量模型作为研究问题的切入点，揭示了测量结果就是测量系统/设备的响应，指出计量测试实质上是对被测信号与系统的一种操作、一种反问题求解、一种信息获取方式。特别是在脉冲信号和宽带系统的测量中，测量系统/设备的特性模糊了测量结果。研究如何扣除测量系统的影响是本书的特色之一。

脉冲信号是用示波器测量的，然而，示波器的瞬态特性是用特性已知的脉冲信号作为标准来检定的。诚然，这在上升时间不是很快时，遵循一定测试条件是可以相互测试的。然而，当上升时间达到几十皮秒甚至更短时，测试条件将难以满足。“鸡生蛋还是蛋生鸡”的问题困扰着人们，使之难以进行有效地测试。值得庆幸的是，20 世纪 90 年代，取样示波器 HP54124T 的设计者、HP 公司的设计主管 Rush 先生和比利时博士 Verspecht 共同提出了 Nose-to-Nose 校准技术，成功地解决了“鸡生蛋还是蛋生鸡”的问题。本书结合作者在这一方面的研究成果，较为详细地介绍了这一技术。

数字示波器、示波器校准仪和脉冲信号发生器等是常用的测量仪器。特别是，数字示波器是近二三十年发展起来并逐渐得到广泛应用的一类测量仪器。由于数字示波器的结构不同于传统的模拟示波器，所以其系统特性不能沿用高斯函数来表征。因此，其转换系数和检定方法必须做相应的改进。示波器校准仪是一种专门用于校准示波器的仪器，用它定期对示波器进行校准，以保证示波器具有符合要求的技术指标。函数信号发生器早期曾作为脉冲信号发生器的一个分支，由于这类信号源的不断发展壮大，目前它已作为一类新型信号源而

独立存在，其检定方法也需要交流、科学统一和规范。本书结合作者的检定经验，重点介绍了数字示波器、示波器校准仪、脉冲信号发生器和函数信号发生器的计量技术。

当测量频率较高且阻抗又不匹配时，将会产生反射波。反射波叠加到被测波形上引起波形失真，从而导致测量结果的不准确。因此，在测量中应限制影响测量结果的反射。然而，在时域中，可以利用这种反射来确定传输系统中阻抗不连续点的位置、性质和不连续的程度。这种测量方法称为时域反射（TDR）技术，它在微波系统和器件的设计、维护中有着广泛应用。与 TDR 相对应的时域传输（TDR）技术越来越受到重视，基于 TDR/TDR 的 S 参数测量是值得推荐的一种方法，本书对这些内容也进行了概略的介绍。

由于计算机技术在计量测试中的广泛应用，所以利用脉冲信号源、取样示波器和微型计算机容易构建时域自动网络分析系统。这样就能按数学定义方式测量脉冲参数，便捷地测试系统的传输特性。本书在回顾了传统的自动脉冲测量系统和时域自动网络分析仪（系统）之后，着重介绍了基于 Nose-to-Nose 校准技术的时域自动网络分析系统。这种新型自动网络分析系统不仅构建方法简便，而且在测试技术指标和自动化程度方面，是传统的自动脉冲测量系统和时域自动网络分析仪无法比拟的。

在本书编著过程中，我们的指导思想是理论和实践并重，同时注重新理论、新技术的应用。在重视知识的系统性和完整性的同时，力求概念清晰、准确，并突出了基本理论、基本概念和基本方法这些长期基本不变的内容。在编著过程中，还充分注重本书的通俗性，遵循由浅入深、先易后难、循序渐进的认识规律和通俗易懂的原则。

本书的绪论、第 1 章和第 2 章由刘明亮教授执笔；第 3 章和第 4 章由陆福敏研究员执笔；第 5 章和第 6 章由郁月华高级工程师执笔；第 7 章由朱江森副教授和刘明亮教授共同执笔；第 8 章由刘明亮教授和朱江森副教授共同执笔；第 9 章由朱江森副教授执笔。全书由刘明亮教授统稿。朱江森副教授在攻读博士学位期间及刘第、贺云辉、李梅、王伶、高昀、邓超、高剑、马秀莹、卢峰、赵祎、赵科佳、王跃佟、宋亚玲、李洋、卢燕涛、吴迪、张莉莉、王辰等硕士在攻读硕士学位期间，做了大量的前期研究工作；岳慧同志、硕士王焱、张骏、张晗、魏丽娟、尔宾等做了不少的编辑工作，在此一并表示感谢。

在本书写作期间，特别怀念和感谢我国的电子测量领域，特别是时域测量的开拓者，汤世贤先生、苏秉炜先生、郭允晟先生和孙圣和先生等，他们治学严谨、学识渊博，为祖国测量、计量事业忙碌的身影时刻激励着我们，他们永远是我们这些知识传承者学习的榜样。

最后，要感谢中国计量科学研究院和上海计量技术研究院的各级领导和同行们，特别是中国计量科学研究院的高小询所长和缪京元工程师给我们提供了学习和研究的平台，为编撰本书奠定了基础。

由于作者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

作 者

2010年3月

目 录

前言

第 0 章 绪论	1
0.1 测量与计量	1
0.2 脉冲计量的内容与特色	3
参考文献	5
第 1 章 脉冲信号与宽带系统的描述及测量模型	6
1.1 信号的一般描述方法	6
1.1.1 信息与信号	6
1.1.2 信号的基本描述方法	7
1.2 脉冲信号与脉冲波形参数	8
1.2.1 脉冲信号	8
1.2.2 脉冲波形参数定义	8
1.2.3 脉冲波形的顶值和底值确定方法	10
1.3 脉冲信号的频域描述	12
1.3.1 周期脉冲信号的频谱	12
1.3.2 单脉冲信号的频谱	14
1.4 几种典型信号及其频谱	15
1.4.1 单位冲激脉冲信号	15
1.4.2 单边指数信号	17
1.4.3 单位阶跃信号	18
1.4.4 单个矩形脉冲信号	19
1.4.5 高斯脉冲信号	20
1.4.6 斜坡信号	21
1.4.7 周期矩形脉冲信号	22
1.5 单脉冲信号的函数描述法	24
1.5.1 单脉冲信号的函数描述	24
1.5.2 函数描述法的要点	26
1.6 线性时不变系统的描述方法	26
1.6.1 线性时不变系统	26
1.6.2 冲激响应	27
1.6.3 阶跃响应	29
1.6.4 系统函数	30

1.7 脉冲信号与宽带系统的测量模型及条件	32
1.7.1 脉冲信号的测量模型	32
1.7.2 宽带系统的测量模型	33
1.7.3 测量条件	33
参考文献	34
第2章 脉冲参数的估计	36
2.1 反卷积的几个关键问题	37
2.1.1 反卷积的存在和物理可实现	38
2.1.2 反卷积算法分类与选取原则	40
2.1.3 噪声对反卷积的影响	41
2.1.4 反卷积滤波器	42
2.1.5 反卷积最佳稳定解的判据	43
2.2 用于脉冲测量和宽带系统测量的反卷积算法	45
2.2.1 频域反卷积算法	45
2.2.2 时域反卷积算法	47
2.2.3 用卷积计算实现反卷积	52
2.3 脉冲信号参数的估计	57
2.3.1 上升时间的估计	57
2.3.2 过冲的估计	63
2.3.3 脉冲信号参数的全参数自动估计法	65
2.4 测量系统的参数估计	67
2.4.1 瞬态上升时间的估计	67
2.4.2 转换系数的估计	68
2.4.3 带宽的估计	70
2.4.4 过冲的估计	71
2.4.5 测量系统瞬态特性参数的全自动估计法	71
2.5 宽带取样示波器的估计	75
2.5.1 详尽模型法	75
2.5.2 标准脉冲法	79
2.5.3 Nose-to-Nose 校准技术简介	81
参考文献	82
第3章 测量误差与测量不确定度	84
3.1 测量误差及其表示方法	84
3.1.1 等精度测量与非等精度测量	84
3.1.2 测量误差及其来源	84
3.1.3 测量误差的描述	86
3.1.4 测量误差的分类	88

3.1.5 测量结果的评价	89
3.2 随机误差	91
3.2.1 初识随机误差	91
3.2.2 随机误差的特性	92
3.3 粗大误差	97
3.3.1 赖特判别法	97
3.3.2 格鲁布斯判别法	98
3.4 系统误差	99
3.4.1 产生系统误差的原因	100
3.4.2 系统误差的特征	100
3.4.3 检验与判别系统误差的方法	101
3.4.4 消除或减弱系统误差的方法	103
3.5 测量不确定度基本知识	105
3.5.1 测量误差的缺陷	105
3.5.2 测量不确定度	106
3.5.3 测量不确定度的发展简况	108
3.6 测量结果的置信问题	109
3.6.1 置信区间和置信度	109
3.6.2 正态分布的置信问题	110
3.6.3 其他分布的置信问题	111
3.7 测量不确定度评定方法	112
3.7.1 测量不确定度的来源	112
3.7.2 数学模型的建立	113
3.7.3 测量不确定度的 A 类评定	114
3.7.4 测量不确定度的 B 类评定	115
3.8 测量误差与测量不确定度的合成	116
3.8.1 测量误差的合成	116
3.8.2 测量不确定度的合成	118
3.8.3 自由度	119
3.9 测量数据处理与测量不确定度评定实例	123
3.9.1 有效数字处理	123
3.9.2 测量数据的表示方法	124
3.9.3 测量不确定度的报告	126
3.9.4 测量不确定度的评定实例	128
参考文献	129
第 4 章 脉冲信号发生器与脉冲电压表的计量	130
4.1 脉冲信号发生器的基本知识	130

4.1.1	脉冲信号发生器的分类	130
4.1.2	脉冲信号发生器的基本结构	131
4.1.3	脉冲信号发生器的技术特性和工作方式	132
4.2	脉冲信号发生器的检定	133
4.2.1	输出脉冲的重复频率检定	133
4.2.2	脉冲宽度的检定	135
4.2.3	脉冲延迟时间的检定	136
4.2.4	脉冲幅度的检定	137
4.2.5	脉冲波形参数的检定	139
4.3	脉冲信号发生器主要参数测量不确定度的评定	140
4.3.1	脉冲幅度测量不确定度的评定	140
4.3.2	重复频率测量不确定度的评定	143
4.3.3	脉宽测量不确定度的评定	144
4.4	函数发生器的基本知识	146
4.4.1	函数发生器的构成方法	146
4.4.2	任意波形的产生方法	149
4.4.3	函数发生器的常用技术指标	150
4.5	函数发生器的校准项目与方法	151
4.5.1	函数发生器的校准项目	151
4.5.2	通用型函数发生器的校准方法	151
4.6	函数发生器主要项目的不确定度评定	155
4.6.1	方波幅度的不确定度评定	155
4.6.2	正弦波幅度的不确定度评定	156
4.6.3	方波重复频率的不确定度评定	157
4.6.4	方波上升时间的不确定度评定	158
4.6.5	正弦波幅度平坦度的不确定度评定	160
4.6.6	函数发生器的不确定度评定结果	161
4.7	脉冲电压表的检定与不确定度评定	163
4.7.1	脉冲电压表的检定特点	163
4.7.2	脉冲电压表的检定原理	163
4.7.3	脉冲电压表的不确定度评定	164
	参考文献	165
第5章	通用示波器的计量	166
5.1	模拟示波器的基本知识	166
5.1.1	示波器的基本功能	166
5.1.2	模拟示波器原理框图	167
5.1.3	与垂直偏转系统关联的功能和参数	168

5.1.4 与水平偏转系统关联的功能和参数	169
5.2 示波器校准仪	171
5.2.1 示波器校准仪的基本构成	171
5.2.2 示波器校准仪的主要功能模块	172
5.2.3 示波器校准仪的特点	174
5.2.4 校准仪偏差表头和误差表头	177
5.3 模拟示波器的校准	180
5.3.1 模拟示波器的主要校准项目	181
5.3.2 频带宽度的校准	181
5.3.3 脉冲瞬态响应的校准	183
5.3.4 垂直偏转系数的校准	184
5.3.5 ΔV 光标电压的校准	185
5.3.6 Δt 光标时间的校准	186
5.3.7 扫描时间系数的校准	187
5.4 模拟示波器的不确定度评定	187
5.4.1 垂直偏转系数的测量不确定度评定	187
5.4.2 扫描时间系数的测量不确定度评定	189
5.4.3 脉冲瞬态响应的测量不确定度评定	191
5.4.4 频带宽度的测量不确定度评定	194
5.4.5 ΔV 光标电压的测量不确定度评定	196
5.4.6 Δt 光标时间的测量不确定度评定	196
5.4.7 示波器的测量不确定度评定结果报告表	196
5.5 数字示波器的基本知识	197
5.5.1 数字示波器的结构与基本原理	197
5.5.2 数字示波器的特点	198
5.5.3 数字示波器的技术特性	199
5.6 数字示波器主要校准项目的校准方法	205
5.6.1 垂直幅度的校准	205
5.6.2 直流增益的校准	207
5.6.3 直流电压测量准确度的校准	208
5.6.4 直流偏置的校准	209
5.6.5 频带宽度的校准	209
5.6.6 时基测量准确度的校准	210
5.6.7 数字示波器上升时间校准	211
5.6.8 采样速率的校准问题	211
5.7 数字示波器的测量不确定度评定举例	211
5.7.1 输入阻抗 50Ω 的测量不确定度评定	211
5.7.2 基于 Period 自动测量的时间间隔的测量不确定度评定	212

5.7.3	直流增益的测量不确定度评定	213
5.7.4	偏置电压的测量不确定度评定	214
5.7.5	脉冲幅度的测量不确定度评定	215
5.7.6	频带宽度的测量不确定度评定	216
参考文献		217
第6章	示波器校准仪的计量	218
6.1	JJG278—2002 规程的补充说明	218
6.1.1	关于印刷错误与用语不够准确	218
6.1.2	关于需要进一步说明的内容	219
6.2	示波器校准仪的检定项目与基本检定方法	222
6.2.1	示波器校准仪的检定/校准项目	222
6.2.2	示波器校准仪检定/校准的基本方法	223
6.3	示波器校准仪 9500B 的检定方法	224
6.3.1	直流输出电压的检定	225
6.3.2	方波幅度的检定	225
6.3.3	时标信号检定的注意事项	226
6.3.4	低频正弦电压信号幅度的检定	228
6.3.5	正弦波幅度平坦度的检定	228
6.3.6	快沿脉冲上升时间的检定	229
6.3.7	负载电阻的计量	230
6.3.8	9500B 输出电流的检测方法	232
6.4	示波器校准仪 5820A 的检定	234
6.4.1	方波幅度的检定	234
6.4.2	输出电流的检定	235
6.4.3	直流电压测量功能的检定	237
6.5	示波器校准仪的测量不确定度评定	238
6.5.1	正负直流电压检定结果的不确定度评定	238
6.5.2	正负脉冲幅度测量不确定度评定	239
6.5.3	斩波器法测脉冲幅度的不确定度评定	241
6.5.4	时标信号的测量不确定度评定	242
6.5.5	上升时间测量不确定度评定	244
6.5.6	正弦波幅度不平坦度的测量不确定度评定	248
6.6	示波器校准仪的自校准	250
6.6.1	示波器校准仪 9500B 自校准时的仪器连接	250
6.6.2	DC 电压的自校准	251
6.6.3	方波电压的自校准	252
6.6.4	低频正弦波幅度的自校准	253
参考文献		255

第 7 章 时域反射与传输测量技术	256
7.1 时域反射测量的基本概念	256
7.1.1 时域反射测量的基本思想	256
7.1.2 时域反射计的基本结构	258
7.1.3 时域反射计的分类	258
7.1.4 时域反射计的技术指标	259
7.1.5 时域反射计的特点	260
7.2 时域反射测量的基本知识	260
7.2.1 均匀传输线及其特性阻抗	260
7.2.2 电信号在传输线中的传播速度	262
7.2.3 阶跃脉冲信号在传输线中的传输特点	262
7.3 时域反射的测量原理	264
7.3.1 用直流电路模拟 TDR 的测量过程	264
7.3.2 时域反射信号的描述	265
7.3.3 负载电阻失配时引起的反射波与显示波形	267
7.3.4 传输线中阻性不连续时引起的反射波与显示波形	268
7.3.5 不连续性电阻的测量	269
7.3.6 电抗性负载引起的反射波与显示波形	269
7.3.7 传输线中间的电抗引起的反射波和显示波形	273
7.3.8 阻抗的 TDR 测量	273
7.4 TDR 测量的实例	274
7.4.1 安捷伦 (Agilent) 54753A/54754A TDR 功能模块	274
7.4.2 时域反射测量的应用举例	274
7.5 时域传输测量技术	280
7.5.1 TDT 测量原理	280
7.5.2 由 4005/4016 构建 TDT 测试系统	281
7.6 S 参数的时域测量	282
7.6.1 基于 TDR/TDT 的 S 参数测量原理	282
7.6.2 基于 TDR/TDT 的 S 参数的测量结果	283
参考文献	285
第 8 章 Nose-to-Nose 校准技术	286
8.1 Nose-to-Nose 校准技术的基本原理	287
8.1.1 Nose-to-Nose 校准技术的基本思想	287
8.1.2 kick-out 脉冲的产生机理	289
8.1.3 kick-out 脉冲表达式	291
8.1.4 kick-out 脉冲的分离	293
8.1.5 检验式 (8-18) 的方法	295

8.2 影响 kick-out 脉冲信号源的因素	295
8.2.1 选通脉冲的形状与 kick-out 脉冲的关系	295
8.2.2 选通脉冲有效底宽与 kick-out 脉冲的关系	296
8.2.3 选通脉冲的有效底宽决定取样示波器的带宽	297
8.2.4 offset 电压数值与 kick-out 脉冲的关系	297
8.3 电路参数对 kick-out 脉冲的影响	298
8.3.1 取样电路中的电阻和保持电容的影响	298
8.3.2 微波二极管参数与取样脉冲源内阻的影响	300
8.4 取样电路的平衡性的影响与对策	305
8.4.1 选通脉冲不对称的影响	305
8.4.2 取样电路参数的不对称对 kick-out 脉冲的影响	306
8.4.3 消除电路参数不对称影响的方法	309
8.4.4 选通脉冲与电路参数对称性的共同影响及其消除方法	309
8.5 Nose-to-Nose 对接的计算机仿真验证	310
8.5.1 Nose-to-Nose 对接的电路模型	310
8.5.2 kick-out 脉冲的响应波形	311
8.6 测量数据的预处理	313
8.6.1 混叠及其影响	313
8.6.2 频率分辨力的影响	314
8.6.3 反射的影响及其消除方法	315
8.6.4 时基抖动及其对策	318
8.6.5 转换接头的影响与去除方法	320
8.6.6 反卷积滤波器	323
8.7 实现 NTN 校准技术的自动校准系统	324
8.7.1 自动校准系统的组成	325
8.7.2 系统的功能	325
8.7.3 校准结果	327
8.8 宽带取样示波器过渡时间与带宽不确定度的分析	328
8.8.1 影响测量结果不确定度的主要因素及其不确定度分量	329
8.8.2 kick-out 脉冲响应波形的不确定度评定	333
8.8.3 测量不确定度的算法传递	339
8.9 NTN 校准技术的学术价值	348
8.9.1 自校准技术	348
8.9.2 突破了传统带宽的限制	349
8.9.3 NTN 校准技术彰显计量测试属于反问题	351
参考文献	351

第 9 章 时域自动网络分析系统	354
9.1 引言	354
9.1.1 时域网络分析的发展	354
9.1.2 时域网络分析的特点与优势	355
9.1.3 与标/矢量网络分析仪的主要区别	356
9.2 传统的时域自动网络分析系统	357
9.2.1 自动脉冲测量系统的基本结构	357
9.2.2 时域自动网络分析仪	358
9.3 基于 NTN 技术的时域自动网络分析系统	360
9.3.1 基于 NTN 技术的 TDANA	360
9.3.2 基于 NTN 技术的 APMS	370
9.4 示波器自动校准系统	373
9.4.1 基于 GPIB 接口的模拟示波器自动校准系统	373
9.4.2 基于 GPIB 的数字存储示波器自动校准系统	378
参考文献	380

第 0 章 绪 论

0.1 测量与计量^[1~4]

“测量”(measurement)与“计量”(metrology),尽管在有些资料中两者可以混称、混用,但是它们是两个不同的概念。下面将对其逐一进行说明。

1) 测量

测量是用数值描述、揭示客观世界的重要手段,它是通过实验方法对所研究的客观事物取得定量数据的过程。人们通过观察对客观事物进行定性分析,通过测量对客观事物进行定量分析,逐步认识客观事物并揭示其规律,从而建立各种定律和定理。在科学发展史上,许多重大发明、发现都是由测量导出或升华的。因此,著名科学家门捷列夫对测量的意义曾给出了科学评价“没有测量,就没有科学”。从专业术语的角度,测量可表述为以获取“量值”为目的的一种(组)操作,所谓量值是指由一个数乘以测量单位所表示的特定量的大小。该操作常借助专门仪器或设备,将被测对象与已知同类单位进行直接或间接比较,以取得用数值和单位共同表示的测量结果。

信息科学包括三方面的内容,即信息获取、信息传输和信息处理。而信息获取主要是靠测量和仪器实现的,它是信息科学的源头、前提和基础;信息获取若不正确,信息传输和信息处理将无从谈起。因此,信息获取的质量将影响信息科学的整体水平。在现代产业中,测量成本已占产品总成本的 20%~30%,有些特殊产业的测量成本所占的比率更高,例如,在大规模集成电路的生产成本中,测量成本已超过 50%。

2) 计量

计量可看作一种特殊的测量,其定义为:用技术和法制手段共同实现的单位统一和量值准确可靠的测量。换言之,计量是保证量值统一和准确一致的一种测量。具体地,就是把被测量与国家计量部门作为基准或标准的同类单位量进行比较,以确定是否合格,并给出具有法律效力的《检定证书》。计量主要有三个特征:统一性、准确性和法制性。所谓统一性是指在世界范围内统一单位,便于国际交往、沟通和比对;所谓准确性是指所获得的量值可以溯源到基准;所谓法制性是指可用立法和行政手段来保障各计量内容的实现。

计量的工作内容包括单位的统一,基准和标准的建立,量值的传递,测量方

法与手段的研究, 计量监督管理等。

计量按其内容可分为科学计量、法制计量和工程计量三类。科学计量的任务是研制和建立计量基准装置, 保证量值传递的溯源, 为法制计量和工程计量提供必要保障。法制计量的任务是由政府计量行政主管部门, 对关系国计民生的重要计量器具和商品计量行为依法进行监管, 以确保相关量值准确。工程计量的任务是为社会的其他测量活动进行量值溯源, 提供计量校准、检测服务。

3) 计量与测量的关系

实际上, 计量和测量是两个既有联系又有区别的概念。下面再从专业层面来分析一下计量和测量的关系。测量是通过实验获取客观事物定量信息的过程。具体地, 就是把待测未知量与同类已知的标准单位量进行比较, 以获得待测量的量值, 已知的标准单位量是由“器具”直接或间接地体现(所谓器具是以直接或间接方式测出被测对象量值的量具、仪器和装置的统称, 用于测量的称为测量器具, 用于计量的称为计量器具), 而测量误差取决于测量仪器和测量方法。计量是用法定标准的已知量与同类的受检仪器(未知量)进行比较, 这时的标准量和体现标准量的计量器具是准确的、法定的, 而测量误差被认为是由受检仪器引起的, 计量是为检定仪器进行的一种测量。由此可见, 计量与测量都是比较过程, 只是比较对象、误差源不同。为了保证测量结果的准确性, 必须定期对在测量中使用的仪器进行检定和校准, 即计量。因此, 计量是测量的基础和依据。可以说没有测量, 就没有计量; 没有计量, 测量将失去意义。

4) 基准与标准

“基准”(primary standard)与“标准”(standard)这两个术语, 在一些文献中区分比较严格, 将原级(最高级)标准称为基准, 其他级别的称为标准。但是, 1999年开始实施的国家计量技术规范, 对这两个术语并不严格区分, 而且将“测量标准”、“计量基准”、“计量标准”均视为同一个概念, 例如, “国际测量标准”可以说成“国际计量基准”, “国家测量标准”也可说成“国家计量基准”。

测量标准或计量基准可以分为基准、次级标准、参考标准、工作标准等几个层次。

“基准”又称为原级标准, 它具有最高的计量学特性, 其值不必参考相同量的其他标准, 是被指定的或普遍承认的测量标准。

次级标准也称为次基准, 它是通过与相同量的基准比对而定值的测量标准。

参考标准, 是指“在给定地区或组织内, 通常具有最高计量学特性的测量标准, 在该处所做的测量均从它导出”的一类标准。有时它的计量级别可达到次级标准。

工作标准, 是用于日常校准或核查实物量具、测量仪器或参考物质的测量标准。