

FLUKE®

校准

——理论与实践

[美] Fluke Corporation 著

汪铁华 译 童光球 审校

中国计量出版社

TM93

F75

463580

FLUKE.

校准

——理论与实践

〔美〕

福禄克公司
Fluke Corporation 著

汪铁华 译

童光球 审校



00463880

中国计量出版社

知识
财产
PDG

著作权合同登记 图字: 01 — 1999 — 1042 号

图书在版编目(CIP)数据

校准——理论与实践 / 美国福禄克公司著; 汪铁华译. —北京: 中国计量出版社, 2000.1

书名原文: Calibration: Philosophy in Practice (Second Edition)

ISBN 7-5026-1224-6

I. 校… II. ①美…②汪… III. ①直流—电子测量②低频—电子测量 IV. TM93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 42470 号

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

889mm × 1194mm 16 开本 印张 25.5 字数 763 千字

2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷

*

印数 1—3000 定价: 80.00 元



序

《校准——理论与实践》是美国福禄克公司 (FLUKE) 编写、出版的关于直流和低频电学测量的一本计量学专著。全书分为七篇, 除绪论外, 分别独立地论述了计量学的一般原理、一级标准和二级标准、校准器和校准、统计学、实验室的管理、计量学中应考虑的实际问题。

关于一般计量学和电学计量, 国内、国外已经有不少专著, 与这些专著相比, 《校准——理论与实践》具有一些独有的特点。

本书在内容上包括一般计量学导论和直流、低频电学计量两大部分, 但是, 这两大部分内容在书中并没有完全分开。全书以一般计量学导论为纲, 将直流、低频电学计量的内容结合进去, 或者用整章、整节详细论述, 或者作为一般计量学导论的例子。

福禄克公司是研制和生产电学测量仪器的著名厂家, 在电学测量和计量领域有着丰富的经验。因此, 本书第三篇“一级标准和二级标准”(共八章)、第四篇“校准器和校准”(共五章)和第七篇“计量学中应考虑的实际问题”(共三章)可以说反映了直流和低频电学计量的当代水平, 是本书中最有价值的部分。这三篇, 加上其他部分的个别章节(如第5章“基本直流和低频计量学”), 构成了相当完整的直流和低频电学计量学。

第七篇“计量学中应考虑的实际问题”值得特别推荐。测量是实践, 是实验, 是实际工作。从一定意义上讲, 计量学的目标是探求并实现当代整体科学技术水平下测量的极限。为此, 计量工作者必须发现并解决无数看似不起眼却影响大局的技术难题, 这里需要科学态度, 需要智慧, 更需要高超的技术和熟练的技巧。第七篇中包含解决这类技术问题的思路和诀窍, 是众多计量工作者的经验总结, 在其它计量学著作中是难以找到的。

第六篇论述实验室的管理。在我国, 实验室管理处于纯经验的阶段, 这显然不适应现代科学技术的发展和创新。实验室(或研究室、研究所)作为一个机构, 像企业、政府、学校等机构一样, 也有一个管理问题, 即如何管理才能最合理地利用机构内外的资源以最有效地实现机构的既定目标。由于本书的性质和篇幅的限制, “实验室的管理”这一重要的主题不可能在第六篇中全面和详尽地论述。但是, 在计量学专著中包括这一主题是很有见地, 具有启发性的。我曾在多个场合表达过应该重视实验室管理的意见和看到实验室管理专著出版的愿望。在此, 我再次重申这个意见和愿望。

祝贺《校准——理论与实践》中文版的出版, 希望它在我国计量教育培训、科学技术事业中发挥应有的作用。

中国计量测试学会理事长 王以铭

1999年8月24日

中文版说明

《校准——理论与实践》(《Calibration: Philosophy in Practice》Second Edition) 中文版终于与中国读者见面了。

《校准——理论与实践》是美国福禄克公司 (FLUKE) 积近 50 年在电学计量领域和生产电学计量仪器方面的经验, 由几十位计量专家——其中有许多世界著名专家——共同撰写的一本计量学专著。该书自 1994 年第二版面世以来, 一直被世界各国的计量工作者在论文中引述, 或作为制定技术规范及实际操作的参考。

1994 年以来, 许多中国计量工作者阅读了《Calibration: Philosophy in Practice》一书英文版原著。该书受到中国计量工作者、专家和大学教师的欢迎。但是, 由于受到语言和专业方面的限制, 广大读者希望能够出版该书中文版, 以便更准确地理解有关理论和技术。对于中国读者对该书的厚爱, 我们深表谢意!

几年来, 我们先后收集到一些热心读者的译稿; 但是, 考虑到该书的翻译有一定难度, 我们采取了比较慎重的态度。根据理论、概念——清晰、准确, 语言、文字——生动、流畅的原则, 我们对收集到的译稿进行了认真的阅读、比较, 并征求了一些专家的意见。最终, 选择了由汪铁华先生翻译, 童光球先生审校的中文稿。在此我们向两位专家表示谢意!

《校准——理论与实践》的出版始终得到中国计量测试学会理事长王以铭先生的关心和指导; 中国计量出版社做了大量工作。对此, 我们向王以铭先生和中国计量出版社表示衷心的感谢! 同时我们也感谢所有关心该书中文版出版和为此作出努力的各界人士!

在《校准——理论与实践》的出版过程中, 针对读者提出的原著中的一些问题, 我们在 Warren Wong、Steve Chapman 和 Dave Agy 三位美国专家的帮助下, 进行了订正。由于我们各方面水平所限, 《校准——理论与实践》一书的中文版肯定有错误或不尽人意的地方。在此我们恳请读者提出宝贵意见, 以便今后再版时改正。

我们希望《校准——理论与实践》一书能对中国广大计量工作者的工作有所助益; 同时希望该书能成为中国高校计量和电子测量专业教师 and 学生的教学参考书。

美国福禄克公司北京办事处
1999 年 5 月 1 日

目录

第一篇 绪论

第1章 关于本书

您应当阅读本书的哪些部分?	5
新参与计量学工作的人	5
有经验的计量学家	5
实验室的管理者	5
各篇的内容是什么?	5
本书中使用的惯例	6

第2章 计量学的传奇史

第二篇 计量学的一般原理

第3章 计量学概述

什么是计量学?	15
计量学意味着什么	15
哪些人需要了解计量学	15
是谁或者什么东西在控制着计量学?	15
谁来进行计量学的工作?	15
校准——这是什么意思	16
计量和校准工作是在哪里进行的?	16
一级实验室	16
二级实验室	16
研究实验室	16
校准实验室	16
流动实验室	16
计量学过程涉及到哪些内容?	16
标准单位和测量标准	17
溯源性	17
常用的计量学术语	17

第4章 国际计量学

现代米制	21
单位制	21
基本单位	21
SI 和科学	21
辅助单位	22
导出单位	22
倍率因子	22
其它单位制	23
自然常数	23
国家实验室	23
国际计量学组织机构	23
物理标准机构	23
非协议机构	24
ANSI 的作用	25
技术和专业协会	26
美国的标准编写机构	26
其它美国机构	26
重要参考文献	26

第5章 基本直流和低频计量学

测量单位	29
一贯的、一致的和统一的单位	29
单位的定义、实现和表示	29
单位的传播和扩展	29
测量设备	30
测试设备的类型	30
工作原理	31
设备及测试结构的不理想性	31
测量的类型	33
直接测量	33
差动测量	33
传递测量	34
比率测量	34
间接测量	34
校准测量	34
校准测量的类型	34
校准测量的例子	34
校准测量报告	35
测量不确定度	35
测量误差	35
不确定度的表示	35
重要参考文献	36

第6章 标准和溯源性

溯源性和国家计量系统	39
为什么测量必须是可溯源的	39
溯源性校准涉及到哪些内容	40
标准	40
理想标准	40
您的测量工作的标准	40
溯源性	41
建立和维护溯源性	41
维护一个本地标准	42
不太严格的维护溯源性的方法	43
提供溯源性的计量服务	43
国家计量服务	43
商业计量服务	44
计量保证方案	44
反向的 MAP	44
福禄克公司的 DVMP	44
报告	45
溯源性的证实	45
用文件表示校准的结果	45
管理工作负荷	45
改进校准工作	45
通知使用者有关的信息	46
重要参考文献	46

第三篇 一级标准和二级标准**第7章 直流电压和直流电流**

直流电流和直流电压的 SI 定义	51
安培	51
伏特	51
直流电压的表示	51
约瑟夫逊效应固有标准	52
仔细观察约瑟夫逊结	52
谁需要约瑟夫逊阵列	54
固态直流电压标准	55
饱和标准电池	58
扩展电压的量值	60
比率技术	61
工作标准	61

直流电流	61
连接电路时的考虑	61
直流探奥	62
饱和及不饱和惠斯登电池	62
标准电池的历史	62
NBS 保存伏特的方法	62
电压标准的比较	63
重要参考文献	63

第 8 章 直流电阻

直流电阻的 SI 定义 (欧姆)	67
电阻的表示	67
量子霍尔效应固有电阻标准	67
仔细观察量子霍尔效应固有标准	67
托马斯 1 Ω 电阻标准	68
Reichsanstalt 实物标准	68
Rosa 实物标准	68
ESI SR104 电阻	69
电阻标准的保存	69
电阻器的相互比较	69
扩展电阻的量值	71
比率技术	71
工作标准	72
福禄克公司的 742A	72
福禄克公司的 DMM 校准标准	73
连接电路时要考虑的问题	73
电阻探奥	73
电阻标准的历史	73
NIST 保存欧姆的方法	73
电阻标准表	75

第 9 章 直流比率

非比率定标技术	79
串联电池	79
布鲁斯·菲尔德法	79
直流电流的标定	80
量子标准方法	80
电压比率	80
哈蒙电阻器	80
开尔文-瓦利分压器	82
其它分压器	83
使用直流分压器	85
校准直流分压器	86

电阻比率	89
电位差计法	89
电桥法	89
电流法	91
连接电路时的考虑	93
比率标准表	93
重要参考文献	93

第 10 章 AC-DC 计量学原理

基本概念	97
电压产生的功率	97
热电变换器	98
福禄克公司的固态真有效值探测器	99
单元真空热电偶变换器	100
进行传递	101
交流电压的确定	101
交流电流的确定	102
频率的影响	102
其它 AC-DC 装置	102
多结热偶变换器	103
对数/反对数变换器	103
静电式和电动式的仪器	103
重要参考文献	103

第 11 章 使用 AC-DC 传递标准

AC-DC 传递标准的类型	107
福禄克公司的有效值探测器型标准	107
真空热偶型标准	108
AC-DC 电压传递	109
参考平面	109
频率响应	110
进行传递工作	110
在校准点之间使用 792A	110
准备进行传递	111
DMM 与 792A 配合使用时应注意之点	112
使用分流器来进行 AC-DC 电流传递	112
避免传递误差	113
4 端连接	113
连接器的考虑	114
线路连接的考虑	114
失真和噪声	115
传递标准的校准	115
AC-DC 差	115

用半刻度靴带法进行量程间的比较	115
重要参考文献	117
第 12 章 电感和电容	
电感	121
电感的 SI 定义	121
电感的标准	121
电感的溯源性标准	122
DC 电路中电感和电阻的时间常数	122
AC 电路中的感抗	122
电容	124
电容的 SI 定义	124
法拉的实现	124
电容的溯源性标准	125
DC 电路中电容和电阻的时间常数	126
AC 电路中的容抗	126
比较电感器和电容器中的电流	128
重要参考文献	128
第 13 章 阻抗导纳和 AC 比率	
阻抗、导纳和阻抗导纳	131
阻抗	131
导纳	131
阻抗导纳	132
AC 电阻	132
阻抗导纳的校准	132
经典的方法	133
电子学的方法	135
AC 比率	136
阻抗比率和电阻比率	136
音频分压器	137
电阻分压器	137
电抗分压器	138
使用音频分压器	138
射频比率	140
连接器及连接时应考虑的问题	141
重要参考文献	141
第 14 章 时间和频率	
秒的 SI 定义	145
秒的其它定义	145
历书秒	145
平均太阳秒	145
世界时	145

协调原子时和世界时	146
频率	147
频率标准的发布	147
时标之间的协调	150
守时问题	151
原子钟的可靠性	151
测量地球转动中的变化	151
重要参考文献	151

第四篇 校准器和校准

第 15 章 多功能校准器

对激励的要求	157
校准器的功能	157
校准器的输出幅度范围	157
校准器的负载电流和顺从电压	158
校准器的保护能力	158
校准器的输出噪声	159
校准器的构造形式	159
多功能校准器和单功能校准器	159
直接输出和分压输出	160
提升放大器	160
校准器的电路	160
直流电压和直流电流	160
交流电压和交流电流	161
电阻	161
宽带电压输出	162
校准器应用中应考虑的问题	162
校准器对于使用环境的敏感性	162
校准器使用中不确定性的来源	163
操作特点	165
手动操作	165
计算机控制的操作	165
校准器的内部诊断	165
校准器校准步骤的存贮	165
多功能校准器的校准	165
校准器的不确定度分类	166
校准器的检定	166
校准器的调节	166
各种设计方案的比较	166

直流电压	166	其它的 DMM 校准项目	190
交流电压	168	简化的 DMM 校准方法	190
重要参考文献	168	不开盖校准	190
第 16 章 原器校准		闭环校准	191
原器校准的发展	171	原器校准	191
原器校准的过程	171	实验室 DMM 的校准	191
调节的过程	172	第 18 章 示波器的校准	
采用原器校准的多功能校准器的例子	172	示波器的类型	195
5440A	172	模拟示波器	195
5700A	173	基本的模拟示波器	196
原器校准的验证	174	数字存储示波器	197
原器校准的溯源性	174	数学运算	198
多功能校准器的设计	174	数据处理	198
原器校准的结果	175	组合示波器	198
数据收集	175	示波器的校准	198
周期性的审核	175	要考虑的重要问题	198
校准间隔和性能预测	175	垂直通道	198
原器校准和传统校准方法的比较	176	时基	199
重要参考文献	177	DSO 的定时	199
第 17 章 数字多用表的校准		进行校准工作	199
数字多用表的类型	181	模拟示波器的校准	199
实验室 DMM	181	数字存储示波器的校准	200
台式 / 系统 DMM	181	在校准设备方面要考虑的问题	201
手持式 DMM	181	自动化的示波器校准系统	201
DMM 的构造	182	结论	202
DMM 的各种功能部件	182	重要参考文献	202
模拟数字变换器	182	第 19 章 自动化校准	
信号调理电路	184	校准过程	205
交流电压变换器	184	设置工作	206
电阻变换器	185	日常工作	206
电流变换器	186	工作负荷的调整	206
DMM 的一般校准要求	187	自动化的核心工作	206
校准调节的理论	187	仪器的周检	206
内部参考基准	187	校准	206
调节 ADC 时的考虑因素	188	文件的编制	206
积分型 ADC	188	自动化的好处	207
R ² 型 ADC	188	计算机和软件	208
DC 电压量程的校准	188	操作员提示型校准	208
AC-DC 变换器的校准	189	计算机辅助校准	208
电阻变换器的校准	190	闭环校准	208
电流变换器的校准	190	校准软件的要求	208

自动化和公司的质量	211
重要参考文献	211

第五篇 统计学

第20章 计量学的统计学方法介绍

数据总体	217
分布	217
数据分布	218
正态分布	218
均值或平均值	219
方差	219
样本方差	219
标准偏差	219
样本标准偏差	219
不确定度	219
置信水平	219
置信区间	219
学生 t 统计分布	220
数据分布和测试不确定度比	220
计算测试不确定度比	220
理想情况和实际情况的测试结果	220
1:1 的测试不确定度比	221
用统计学方法改善性能	222
讨论	222
重要参考文献	223

第21章 计量学中使用的统计工具

什么时候使用统计学方法	227
计量学中的统计技术	228
估计	228
预计模型	228
风险评估	228
统计过程控制	228
直方图分析	228
各种统计学测试	228
线性回归 (曲线拟合)	231
经典统计学和非经典统计学	233
测试白噪声	233
重要参考文献	234

第22章 不确定度的表述

建立不确定度文件	237
定义	237
误差	237
不确定度	237
置信区间	237
置信水平	237
额定的不确定度	237
合成不确定度的方法	237
简单测量	238
以高于规定技术指标的性能来使用仪器	238
从一个标准来进行传递	239
对仪器进行特性修正	240
间接测量	241
对标准值定标	241
测量线性度	241
使用两个标准产生一个已知电压	241
使用三个标准产生精密的电压	242

第23章 统计过程控制

计量学统计过程控制的指导原则	247
控制测量的不确定度	247
控制图的类型	248
失控指示	248
计算和处理漂移	249
统计过程控制的应用	249
属性图和变量图	250
从哪里开始	250
在福禄克公司应用统计过程控制	250
属性图的应用	250
变量图的应用	253
花费和益处	257
重要参考文献	257

第六篇 实验室的管理

第24章 服务和维护的原则

实验室的使命	263
校准间隔和调节原则	263
校准间隔	263

调节仪器的原则	263
调节原则的优点和缺点	264
日常维护	264
机械连接	265
仪器的清洁处理	265
随时向客户报告情况	265

第 25 章 实验室的环境

对环境进行控制的需求	269
场地	269
实验室的室内布局	269
建筑结构	270
电源要求	270
电源稳压要求	270
接地	270
测量接地电阻	271
通风	271
照明	271
温度控制	271
监视温度	272
湿度	272
屏蔽和射频干扰的滤波	273
各种工业导则	273
ISA RP52.1	274
NCSL RP-7	274

第 26 章 工作负荷管理

研究基本问题	277
分析工作负荷及实验室的能力	277
工作负荷、能力和周转时间	277
基本工作能力和费用因素的实际估计	278
每个雇员的工作时间	278
劳动工资率和工资开销	278
实验室的开销	278
设备、设施和操作步骤	279
起动与继续运行	279
工作人员的水平	279
信息系统	280
测试设备管理系统	280

第 27 章 选择新的测试设备

采购仪器时应考虑的问题	285
能力	285

可靠性	286
拥有仪器设备的费用	286
寿命周期费用	286
采购费用 (ACQ)	287
培训费用 (TRN)	287
操作费用 (OPR)	288
校准费用 (CAL)	288
维修费用 (MAINT)	289
各种费用因素的影响	289

第 28 章 实验室的质量和 ISO 9000

ISO 9000	293
ISO 9000 定义的内容	293
ISO 9000 和公司的关系	293
ISO 9000 和计量实验室	293
软件工具有哪些帮助作用	294
ISO 9000 注册和质量	295
质量体系	296
以客户满意为中心	296
组织和结构	297
准备接受 ISO 审核	298
高层管理机构的支持	299
质量体系和 ISO 9000	299
典型的活动范围	299
期望的成果	299
重要参考文献	300

第 29 章 实验室的认可

实验室认可的好处	303
实验室认可的过程	303
实验室认可机构	304
全世界的实验室认可体系	304
实验室认可的标准	304
实验室认可和 ISO 9000 的关系	304
实验室认可如何适应全球的测量工作	305
重要参考文献	306

第 30 章 实验室的审核

谁提出审核的要求?	309
谁来进行审核?	309
审核的标准	309
解决解释的问题	309
准备接受审核	310

第一印象的作用	310
预先找出问题	310
自我审核	310
审核有多么重要?	310
样板标准的讨论	310
机构和管理	311
质量体系、审核和复查	311
人员	312
设施和环境	312
设备和参考资料	312
测量的溯源性和校准	312
校准方法	313
被校仪器的管理	314
校准记录	314
证书和报告	315
校准的分包	316
申诉意见	316
重要参考文献	316

第31章 仪器的技术指标

分析技术指标	319
解释技术指标	319
置信	320
当心“准确度”这个词	320
技术指标的构成部分	321
基本技术指标	321
调节技术指标	322
限制技术指标	324
比较技术指标: 一个详细的例子	324
识别出要进行变换的项目	325
变换技术指标	325
应用置信区间	325
其它的考虑因素	326
工作负荷	326
支持的标准	326
制造厂家的支持	326
可靠性	326
服务的准则	326
信誉	326
重要参考文献	326

第七篇 计量学中应考虑的实际问题

第32章 接地、屏蔽和保护

接地	331
理想的地和实际的地	331
电源线的地线系统	332
安全地线的地回路误差	332
屏蔽	333
电磁辐射	334
对电场的屏蔽	334
磁场耦合	335
将磁场拾取现象减到最小	335
磁屏蔽	336
保护	336
仪器的保护	336
高阻抗测量	337
对电流源进行保护	338
带有保护端的仪器相互连接的方法	339
频率的限制因素	340
重要参考文献	340

第33章 寄生参量危害录

热电动势	343
接触电阻	343
绝缘电阻	344
表面泄漏电流	345
介电吸收	346
噪声和 AC-DC 变换器	346
寄生电容	347
来自外部源的噪声	347
来自变压器绕组的噪声	347
由直流电压的变化产生的噪声	348
寄生电感	348
偏置电流	349
泵出电流	350
其它的有害效应	350

第 34 章 AC 探奥

经典 AC-DC 计量学	353
汤姆逊和珀耳帖热效应	353
低电平电压的传递	353
其它 AC 标准	355
真有效值响应的热堆	355
采样电压表	355
合成电压标准	355
AC 标准电池	355
组合电压	355
组合电压的符号	355
组合正弦电压波形	355
非正弦电压波形的傅里叶级数	356
方波	357
供比较用的正弦波	357
锯齿波和三角波	357
比较组合电压	358
分析电压波形	358
波形的图示	358
平均电压值	358
有效值电压	359
方和根电压	359
正弦波的参量	359
组合方和根电压	360

测量组合 AC 电压	360
DC 响应	360
谐波响应	361
内部相移	361
带宽	361
动态幅度范围	362

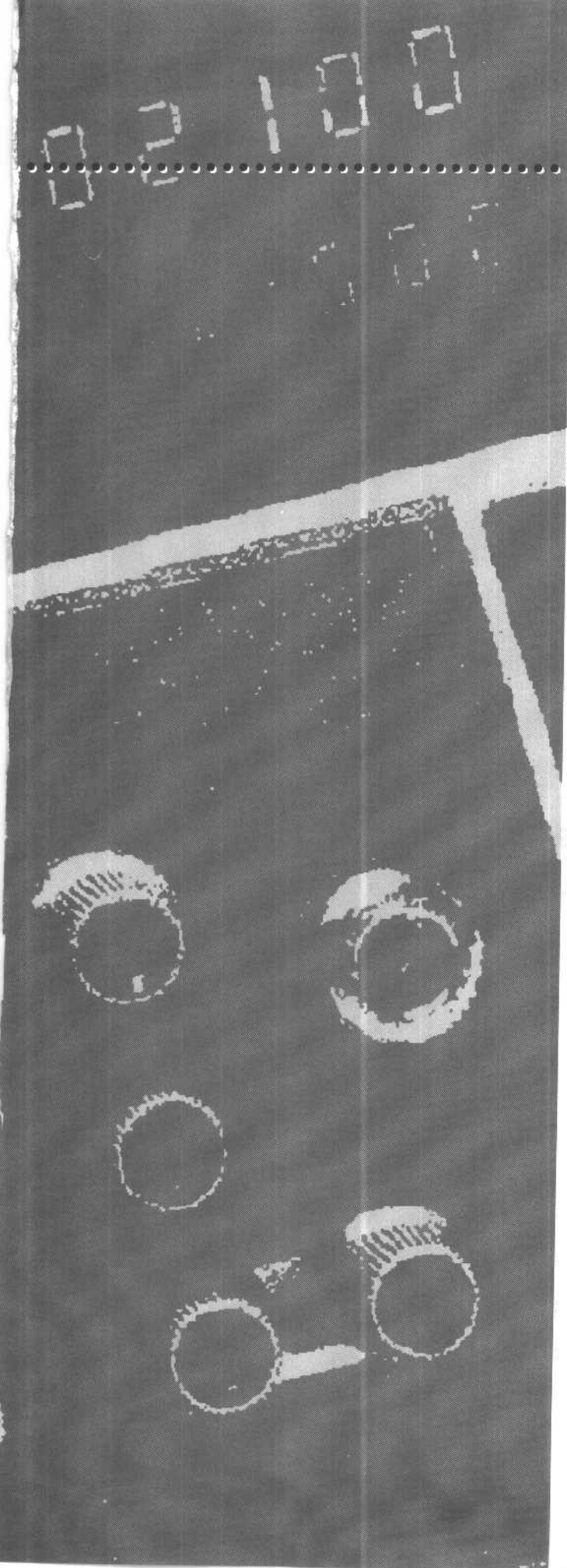
附录

文献资料

计量学家的书架	367
美国国家标准技术研究院(NIST)的信息	367
美国海军观测台(USNO)的信息	368
您的当地计量服务机构	368
专业组织机构	368
专业会议	369
期刊	369
各章更多的参考资料	369

撰写参与者

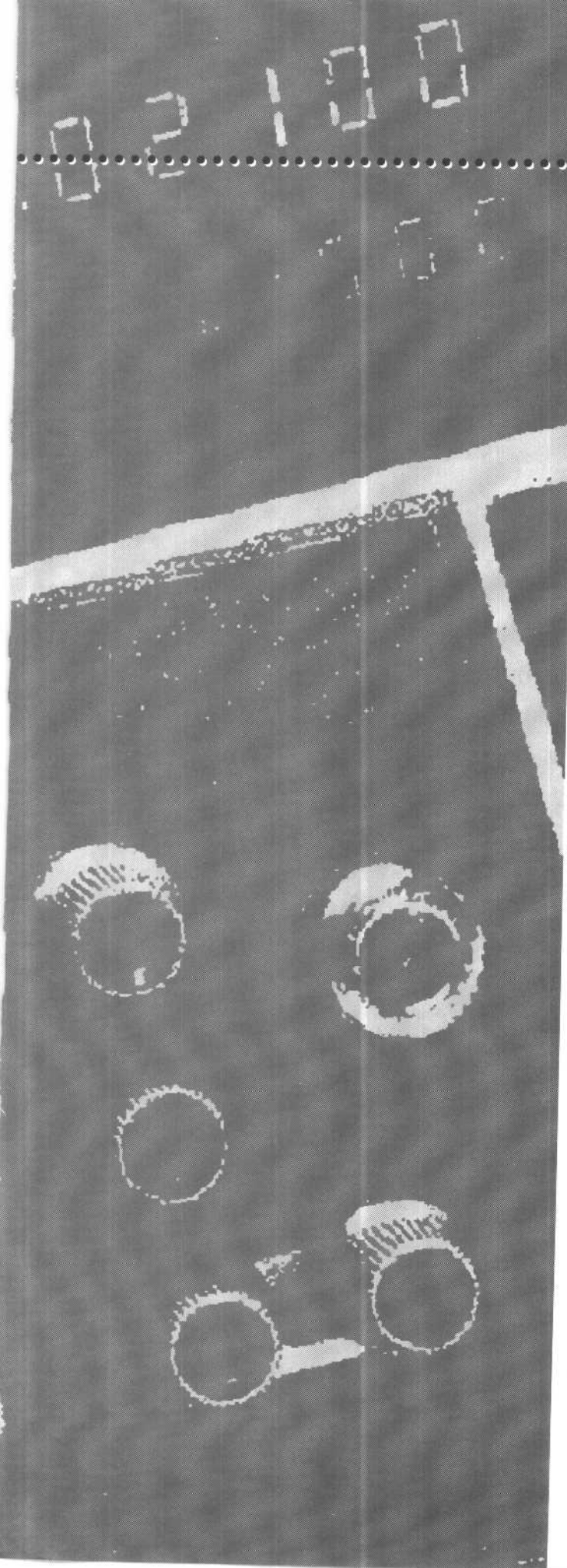
术语汇编



FLUKE®

第一篇

绪 论



FLUKE®

第1章
关于本书

不像其它的计量学书籍那样,本书所涉及的不只是这个学科的一个方面。《校准——理论与实践》是一本单卷本图书,它包括七个单独的篇,每一篇都涉及DC和低频测量学的一个不同的领域。每一篇中的各章都围绕着一个中心主题,如“实验室的管理”和“一级标准和二级标准”。

每一篇的内容都反映了该主题当前的最高水平,以及可能对该主题的未来产生影响的近期和中期发展情况。

本书强调“整体实验室”的途径。计量学家不应当局限于在实验室的范围内来观察他们自己或者他们的专业;现代的现实决定了实验室要成功地运行、要致力于质量、要与其客户的需要结合起来,并且要促进其自身的提高。本书的目的就是帮助人们实现这些目标。

您应当阅读本书的哪些部分?

本书是考虑到计量学领域中三种类型的人士的需要而编写的:新参与计量学领域工作的人、有经验的计量学家和工程师以及实验室的管理者。

新参与计量学工作的人

计量学怎样适合于日常生活的模式?计量和测量的范围是什么?新参与计量学工作的人需要考虑哪些事情?“标准”的特性是什么?为什么要做各种书面的工作?与测量和比较实验室标准密切相关的技术有哪些?

对于新参与计量学工作的不同水平的人来说,第二篇“计量学的一般原理”和第三篇“一级标准和二级标准”将有助于解答这些问题。并且,更重要的可能是有助于提出更多的问题。

有经验的计量学家

现在,价格可以承受的台式计算机的不断增长,已经对计量学的两个领域产生了极大的影响:自动化的校准和统计分析。高准确度、高稳定性、多功能性的一级标准和二级标准已经开始出现,可以和计算机配合使用,超高准确度的多功能校准器也已经问世。这些新的设备给测试工作、测试步骤设计工作、以及计量学过程的实施阶段带来了哪些变化呢?

有经验的计量学家将会特别珍视第四篇“校准器和校准”、第五篇“统计学”和第七篇“计量学中应考虑的实际问题”。

实验室的管理者

实验室不仅必须在传统意义上是具有很高生产能力的,而且还必须富有创新精神、能够接受变革。而且,随着我们步入越来越窄的时间和空间,需要越来越准确、越精密的测量设备和方法,实验室也就比以往任何时候都更加引人注目。对于很多科学领域来说,计量学都是关键的途径。

为了跟上这些新的要求,计量学实验室的管理者必须对于测试设备和数据资源方面的变化规章和改进情况如何影响他们自身以及如何影响其实验室了如指掌。他们还必须学会在新的采购工作中作出正确的决策,不仅从价格的观点,而且从测量的观点来作出决策。实验室的管理者会发现第六篇“实验室的管理”特别有用。

各篇的内容是什么?

这七篇的题目及其中心主题如下:

第一篇:绪论

除本章外,第一篇还包括“计量学的传奇史”。这一章用诗人般的眼光来观察计量学家和他们的工作。新的计量学家可能会觉得很有趣;有经验的计量学家则可能会发现这一章中表达的某些思想。

第二篇:计量学的一般原理

这一篇对计量学作一般概述。它能帮助您“填补”在初次进入这门学科时出现的“空白”。如果您想获得一幅计量学的总体图画,我们推荐您阅读这一篇。

第三篇:一级标准和二级标准

这一篇详细地介绍在计量设备层次结构中地位较高的那些设备。还讨论了几种重要的电学量的测量标准的特性,以及用来传递测量量的一些恰当的技术。

在这里,有经验的计量学家可能会对如何照料一级标准和二级标准获得更深入的理解。将要在标准实验室工作的新的计量学家会发现这一篇特别有用。

第四篇：校准器和校准

这一篇详细地介绍了使用当今更加通用的多功能校准器时所运用的高级测量方法。本篇还论述了原器校准 (artifact calibration) 和校准自动化的发展状况。几乎每一个人都会从这一篇得到许多有用的东西。不论是新的计量学家寻找对某一种测量方法的解释；还是有经验的计量学家或实验室的管理者，希望更多地了解如何将自动化的方法集成到他们的校准过程中去，他们都会有所收获。

第五篇：统计学

这一篇是对计量学中的统计学的全面介绍。有经验的计量学家会比其它任何人更多的翻到本书的这一篇。而新的计量学家则应当阅读“计量学的统计学方法介绍”

第六篇：实验室的管理

这一篇的对象是实验室的管理者或希望对计量学的“其它部分”有更多了解的其它的人。这一篇中包括了实验室的支持、实验室的设施、实验室的审核、实验室的认可，以及仪器的技术指标等方面的内容。

第七篇：计量学中应考虑的实际问题

这一篇可以供实际设计测试或者进行校准工作的计量学家作为有用的参考资料。很多重要而难于寻找的内容都包含在“接地、屏蔽和保护”、“寄生参量危害录”，和“AC 探奥”中。

附录

在这些附录中，您可以找到内容丰富的术语汇编和有用的计量学文献资料目录。

我们福禄克公司一向愿意接受对我们的工作和产品的意见和批评，因为这能够帮助我们更好地为您服务。如果您对本书中的内容有什么意见，请来信或来电告知。

美国福禄克公司

P.O. Box 9090 Everett, WA 98206, USA

美国福禄克公司 北京办事处

北京建国门外大街22号赛特大厦2301室 邮政编码100004

电话: (010) 6512 3435

传真: (010) 6512 3437

本书中使用的惯例

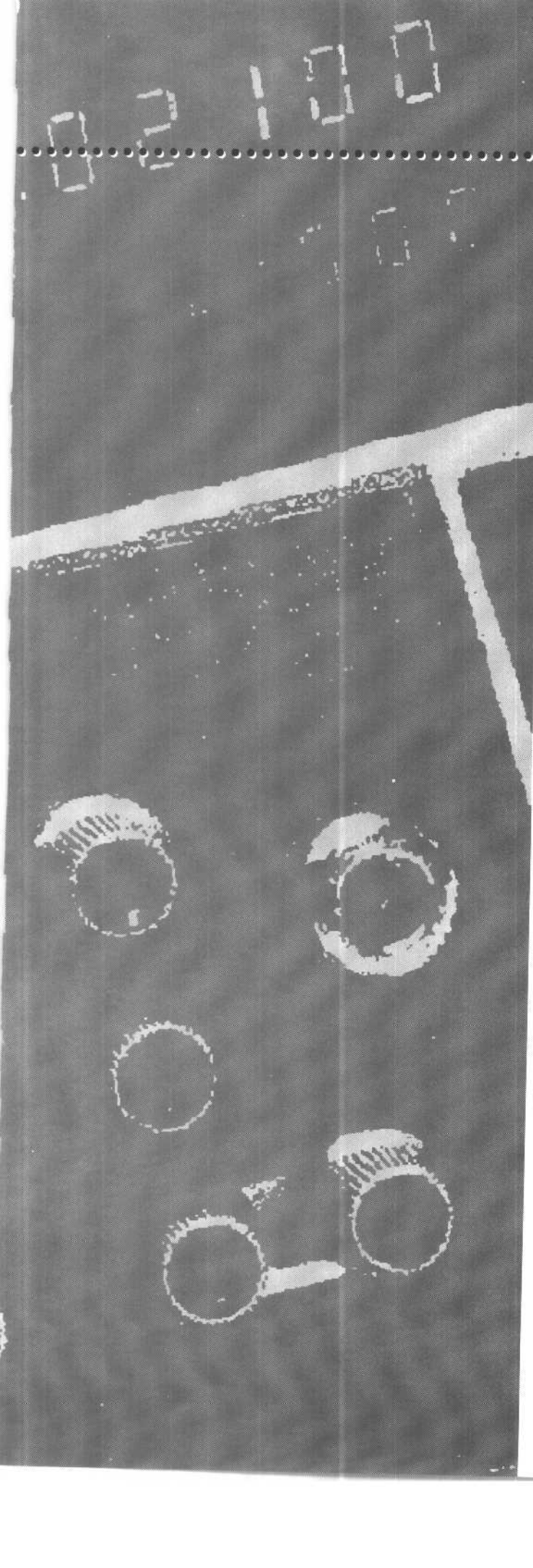
数字的符号采用美国惯例，使用逗号和小数点作为分隔符^[1]。例如，米定义为光在真空中在 $1/299\,792\,458$ s 的时间间隔中所走过的路程；一台数字多用表的显示器可能指示 +9.995 V。

本书中出现的电路图大多数已经作了简化，以便更清楚地表示其概念。实际的电路在有关设备的手册中详细介绍。

代表分立元件的数值或其寄生参量的测量值的变量用大写字母表示。代表不测量的电路寄生参量的变量用小写字母表示。

译者注：

〔1〕本书译成中文时，按国家标准改用空格代替逗号作为数字分隔符。



FLUKE®

第2章

计量学的 传奇史

“计量学的传奇”这个短语让您联想到了什么？以下是一些可能让您受到启迪的思索。

1. The first part of the document is a list of the names of the persons who were present at the meeting. The names are listed in alphabetical order.

2. The second part of the document is a list of the topics that were discussed at the meeting. The topics are listed in alphabetical order.

3. The third part of the document is a list of the actions that were taken at the meeting. The actions are listed in alphabetical order.

4. The fourth part of the document is a list of the decisions that were made at the meeting. The decisions are listed in alphabetical order.