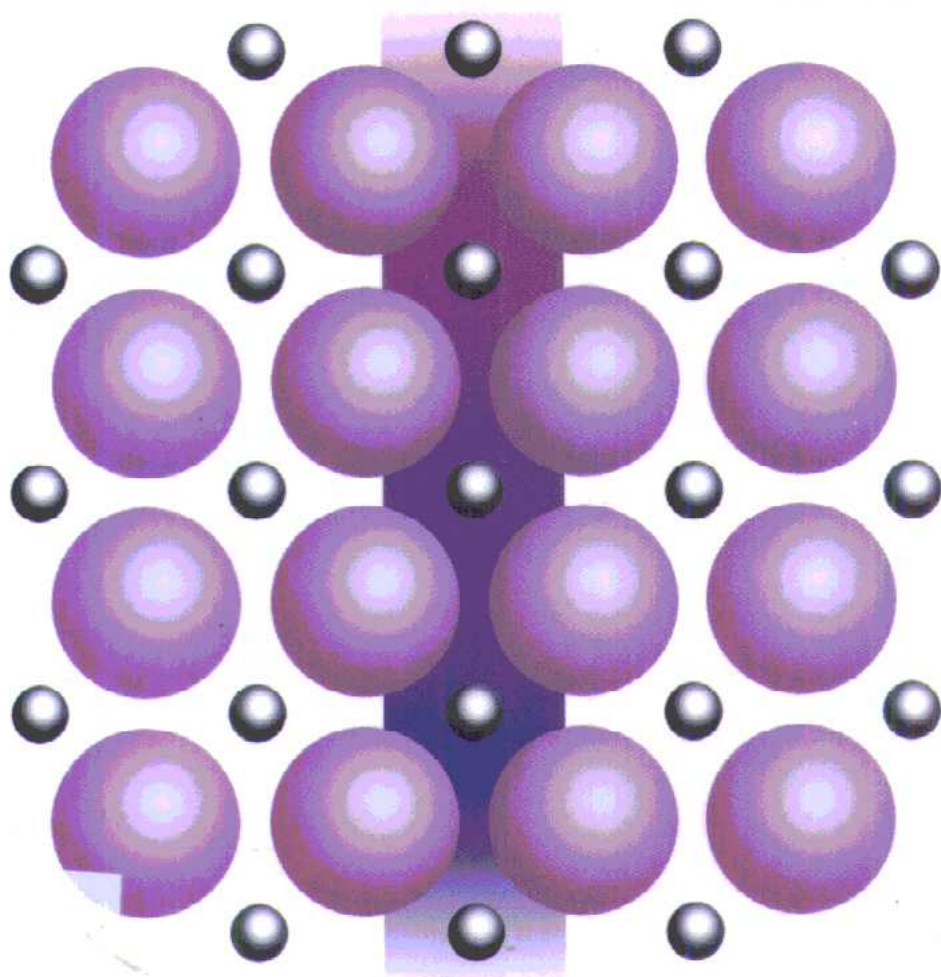


OHM 电子电气入门丛书

图
解

电气电子测量

〔日〕 熊谷文宏 著



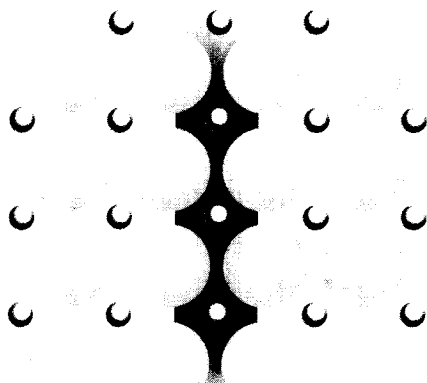
科学出版社 OHM社

OHM 电子电气入门丛书

图解 电气电子测量

〔日〕熊谷文宏 著

王益全 译 张炳义 校



科学出版社

OHM 社

2000 北京

图字：01 - 1999 - 2925 号

Original Japanese edition

Etoki Denki Denshi Sokutei

by Fumihiko Kumagai

Copyright © 1991 by Fumihiko Kumagai

published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition is co-published by Ohmsha, Ltd. and Science Press.

Copyright © 1999

All rights reserved.

本书中文版权为科学出版社和 OHM 社所共有

絵とき 電気電子測定

熊谷文宏 オーム社 1998 第1版第5刷

图书在版编目(CIP)数据

图解电气电子测量/(日)熊谷文宏著;王益全译. -

北京:科学出版社,2000.1

(OHM 电子电气入门丛书)

ISBN 7-03-008172-2

I. 图… II. ①熊… ②王… III. 电气测量-图解 IV. T
M93-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 73150 号

科学出版社 OHM 社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

北京东方科龙电脑图文制作有限公司 制作

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

2000 年 1 月第 一 版 开本: 889 × 1194 1/32

2000 年 1 月第一次印刷 印张: 5 3/4

印数: 1—5 000 字数: 151 000

定 价: 17.50 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

前 言

晶体管的发明揭开了电子时代的序幕。半导体技术经历了从集成电路(IC)到大规模集成电路(LSI)的飞速发展过程。计算机技术走进我们的生活也正是集成电路和数字技术发展的结果。

近年来,由数字IC构成的各种数字式测量仪器仪表相继诞生。数字式仪器仪表与传统的依靠指针偏转测量的模拟式仪器仪表相比,具有测量精度高、测量操作简单等一系列优点,是一种符合时代潮流的测量器具。

然而,具有这种性能的数字式仪器仪表,仍然是以模拟式仪器仪表的原理作为基础。在电压、电流和功率等基本电量测量时,动圈式电压表、电流表及电动式功率表等目前仍被广泛使用着。

本书以工科职业高中以及专科学校学生在实验和实习中经常使用的模拟式基本测量器具为主,同时也介绍了生产现场广泛使用的数字式测量仪器仪表。

本书撰写的目的在于帮助开始学习电气电子课程的读者了解有关测量器具及测量方法,而较少述及测量器具的深奥原理,尽可能结合实习中的具体实例说明测量方法。实习教学中,要实际接触测量仪器仪表,构成实验电路,通过对实验结果的分析来验证所学理论。实习和实验中,亲自动手是十分重要的,否则即使心里明白,由于未接触测量实践也会感到无所适从。为了使测量器具的特征和测量方法形象化,本书采用了大量照片,同时尽可能以我们身边的实例,用插图的形式加以说明。希望通过本书的学习,使学生对实验和实习更有兴趣,达到充分理解掌握的目的。

最后,对承担了本书的汇总、提供了很多日本有代表性厂商的测量器具的照片和资料,并为本书的策划和编辑作出贡献的欧姆社(OHMSHA)的各位深表谢意。

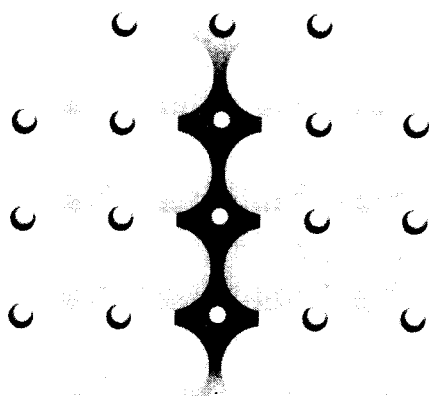
作 者

OHM 电子电气入门丛书

图解 电气电子测量

〔日〕熊谷文宏 著

王益全 译 张炳义 校



科学出版社

OHM 社

2000 北京

图字: 01 - 1999 - 2925 号

Original Japanese edition

Etoki Denki Denshi Sokutei

by Fumihiko Kumagai

Copyright © 1991 by Fumihiko Kumagai

published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition is co-published by Ohmsha, Ltd. and Science Press.

Copyright © 1999

All rights reserved.

本书中文版权为科学出版社和 OHM 社所共有

絵とき 電気電子測定

熊谷文宏 オーム社 1998 第1版第5刷

图书在版编目(CIP)数据

图解电气电子测量/(日)熊谷文宏著;王益全译. -

北京:科学出版社,2000.1

(OHM 电子电气入门丛书)

ISBN 7-03-008172-2

I. 图… II. ①熊… ②王… III. 电气测量-图解 IV. T

M93-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 73150 号

科学出版社 OHM 社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

北京东方科龙电脑图文制作有限公司 制作

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

2000 年 1 月第 一 版 开本: 889 × 1194 1/32

2000 年 1 月第一次印刷 印张: 5 3/4

印数: 1—5 000 字数: 151 000

定价: 17.50 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

译者序

目前,我国的中等教育正在从应试教育向素质教育转化,这是我国教育领域的一次具有深远意义的变革。长期以来,从教师到学生,重视理论知识,轻视实践环节;重视书本知识,轻视动手能力是普遍现象。“高分低能”限制了某些有潜力的学生向深层次的发展。在我国,较少有面向青少年的培养他们实际动手能力的科普书籍出版,也为应试教育的弊端提供了佐证。

译者有幸向青少年读者推荐本书。书中介绍的有关电气电子测量技术是现代青年必备的基础知识和基本技能。书中没有繁琐复杂的理论推导,而主要介绍了常用模拟式和数字式仪器仪表的基本结构、使用方法和测试原理。书中图文并茂,一改科技图书的沉闷与枯燥,是一本值得一读的好书。

沈阳工业大学张炳义副教授对本书进行了仔细的审校,提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

科学出版社为本书的出版提供了机会和诸多帮助,在此致以深切的谢意。

由于译者水平有限,谬误之处在所难免,敬请读者批评指正。

译者

前 言

晶体管的发明揭开了电子时代的序幕。半导体技术经历了从集成电路(IC)到大规模集成电路(LSI)的飞速发展过程。计算机技术走进我们的生活也正是集成电路和数字技术发展的结果。

近年来,由数字IC构成的各种数字式测量仪器仪表相继诞生。数字式仪器仪表与传统的依靠指针偏转测量的模拟式仪器仪表相比,具有测量精度高、测量操作简单等一系列优点,是一种符合时代潮流的测量器具。

然而,具有这种性能的数字式仪器仪表,仍然是以模拟式仪器仪表的原理作为基础。在电压、电流和功率等基本电量测量时,动圈式电压表、电流表及电动式功率表等目前仍被广泛使用着。

本书以工科职业高中以及专科学校学生在实验和实习中经常使用的模拟式基本测量器具为主,同时也介绍了生产现场广泛使用的数字式测量仪器仪表。

本书撰写的目的在于帮助开始学习电气电子课程的读者了解有关测量器具及测量方法,而较少述及测量器具的深奥原理,尽可能结合实习中的具体实例说明测量方法。实习教学中,要实际接触测量仪器仪表,构成实验电路,通过对实验结果的分析来验证所学理论。实习和实验中,亲自动手是十分重要的,否则即使心里明白,由于未接触测量实践也会感到无所适从。为了使测量器具的特征和测量方法形象化,本书采用了大量照片,同时尽可能以我们身边的实例,用插图的形式加以说明。希望通过本书的学习,使学生对实验和实习更有兴趣,达到充分理解掌握的目的。

最后,对承担了本书的汇总、提供了很多日本有代表性厂商的测量器具的照片和资料,并为本书的策划和编辑作出贡献的欧姆社(OHMSHA)的各位深表谢意。

作 者

目 录

I 测量的基础知识

1.1 测量概述	12
什么是测量/直接测量与间接测量/偏转法 与零位法/模拟式与数字式	
1.2 测量结果的正确性	15
什么是误差/误差的种类/测量器具的允许 误差/有效数字的取法	
1.3 电量的单位与标准器的结构	19
什么是SI单位/什么是电量单位/测量器具 的首要前提——标准器/标准电池/标准电 阻器/标准电容器/标准电感器	
1.4 什么是指式仪表	24
指式电工仪表的分类/观察分度盘	
1.5 指式电工仪表的结构	27
使指针偏转的力——驱动力矩/与驱动力矩 相平衡的游丝的作用/抑制过偏转的阻尼 力矩/转轴的2种支承方式	
本章小结	30

II 电与磁的测量

2.1 直流电流、电压的测量	32
动圈式仪表是直流仪表的主流/电流表串 联连接/电流表量程的扩大/电压的测量	
2.2 交流电流、电压的测量	37
交流电流、电压测量仪表/动铁式仪表的结 构/整流式仪表的结构/理想电流表与理想 电压表	

2.3	电功率与电能的测量	41
	电动式功率表的结构/交流功率测量/感应式电度表的结构	
2.4	微小电流和电动势的测量	45
	蛙腿的验电器/反射式检流计/实用电子检流计/电动势测量/仪表的标尺校正	
2.5	高电压、大电流的测量	50
	身边的直流高电压/用静电电压表测量高电压/直流大电流测量/交流高电压、大电流测量/不切断电路时电流的测量	
2.6	磁的测量	55
	铁心的磁性能/用高斯计测量磁感应强度/用磁通计测量磁通量/直流磁化特性研究/交流磁化特性研究/铁损耗测量	
	本章小结	61

III 模拟式万用表与数字万用表的使用方法

3.1	模拟式万用表与数字万用表的不同 ...	64
	什么是万用表/模拟式万用表与数字万用表的比较/模拟式万用表至今仍被使用的理由	
3.2	用模拟式万用表测量电压、电流	69
	测量前应明确的事项/测量失误时保护电路动作/直流电流的测量/交流电压的测量	
3.3	用模拟式万用表测量电阻	72
	电阻表的反向标尺/电流从黑表笔流出/用电阻表测量二极管	
3.4	数字式仪表的结构	75
	用数字电压表测模拟量/A/D转换器的构成/数字万用表的构成/为什么数字电压表的输入电阻如此高	
3.5	数字万用表的使用方法	80

直流电压的测量/最大读数 3199 的意义/ 数字式仪表也有误差/电流的测量/电阻的 测量/测试二极管是否良好	
本章小结	85

IV 电路元器件的测试

4.1 低阻电阻、中阻电阻及高阻电阻的测量 ...	88
任何物体都有电阻/中阻电阻的测量/使用 惠斯通电桥的中阻电阻测量/用双臂电桥 测量低阻电阻/用绝缘电阻表测量高阻电 阻	
4.2 用交流电源测量电阻	93
为什么必须接地/用接地试验测量接地电 阻/电解液电阻的测量	
4.3 测量器具用阻抗元件	97
可变电阻器/可变电感器/可变电容器	
4.4 低频用阻抗元件的测量	100
阻抗或电抗测量/适用于 L, C, R 测量的万 能电桥/用万能电桥测量 L_x, C_x, R_x /初学 者也能使用的 LCR 参数测试仪	
4.5 半导体特性的测试	105
半导体器件测量时的注意事项/晶体三极 管静特性的测试/特性曲线测试仪的结构/ 电流放大系数的简易测量法	
本章小结	110

V 电信号的波形观测

5.1 示波器的结构	112
电子束管的结构/辉度与焦距/垂直轴、水 平轴的位置调节/波形能被看到的原因/用 触发器使波形静止/触发电平调节	
5.2 用示波器观测波形	118
使用探测器连接/用示波器测量电压/用示	

波器测量时间(周期)和频率	
5.3 用双线示波器观测波形	121
什么是双线示波器/用双线示波器测量相位	
5.4 高性能示波器	125
具有引导输出功能的示波器/数字存储示波器	
5.5 记录波形的仪器	128
各种记录仪/直动式记录仪/自动平衡记录仪/X-Y 记录仪/多笔式记录仪的相位补偿机构	
本章小结	133

VI 高频信号的测量

6.1 高频电流的测量	136
什么是集肤效应/杂散电容的存在/高频电流的测量	
6.2 高频电压、电功率的测量	141
高频电压测量仪表/检波放大式电子电压表/放大检波式电子电压表/高频电功率测量仪表/通过式功率表/终端式功率表	
6.3 信号发生器的作用	146
振荡器的种类/低频振荡器/函数发生器/标准信号发生器	
6.4 频率的测量	150
频率计精度高的原因/变换器式频率计/频率仪/频率仪的测量准确度	
6.5 高频阻抗元件的测量	155
高频用阻抗测试仪器的种类/ Q 表的原理/用 Q 表测量电感/用 Q 表测量静电电容	
本章小结	159

VII 各种应用测量技术

7.1 位移与长度的测量	162
传感器的作用/位移的测量/用静电电容法 测量薄膜厚度/差动变压器式电测微计	
7.2 转速、角度及转矩的测量	166
转速的测量/电磁式转速表的结构/光电式 转速表的结构/用旋转编码器检测旋转角 度/电机驱动转矩的测量	
7.3 温度与光的测量	171
温度测量概述/电阻式温度计/热电式温度 计/光高温计/用光功率表测量激光	
7.4 远程测量与测量自动化	176
什么是远程测量/模拟方式的远程测量/数 字方式的远程测量/连接测量仪表与计算 机的接口/RS 232C 接口/GP-IB 接口	
本章小结	183

I

测量的基础知识

现代社会中不能没有电。电的安全、正确使用主要是指电压、电流和电功率等电量的正确测量及其控制。

测量电量时,使用了各种电气的、电子的测量仪器仪表。要正确使用这些仪器仪表,进而正确地进行测量,以下事项十分重要:

- 1) 选择与测量项目相称的、具有所需测量精度的仪表。
- 2) 仪表本身的允许误差小,动作稳定。
- 3) 能够熟练地使用仪表,做到无错误测量。

本章学习正确测量的基础知识,包括误差与准确度,电量标准器,指示式仪表的结构等。

1.1 测量概述

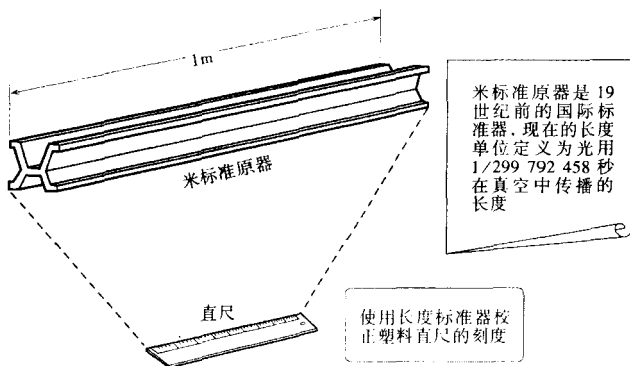


图 1.1 国际米标准原器与直尺的关系

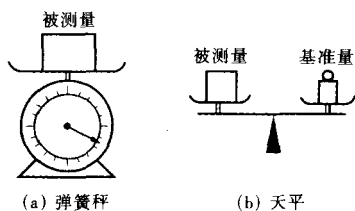


图 1.2 偏转法与零位法

1.1.1 什么是测量

在古代测量长度的单位大多利用人身体的某一部分。最原始的长度单位是用足底的长度或手指宽度等作为长度的单位。经过漫长的历史变迁,足底长度逐渐演变成今天仍然使用的英呎(约30cm),而手指宽度则以大姆指宽度作为基准单位,进而演变成今天的英吋(约2.54cm)。

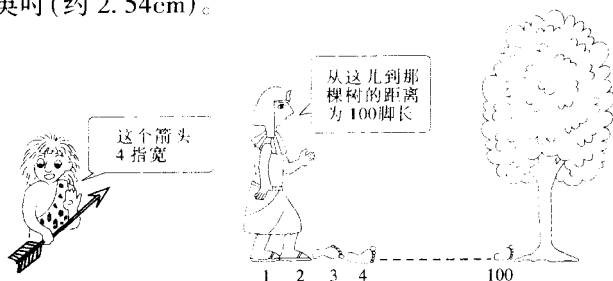


图 1.3 古人的长度测量单位

我们来考虑一下作为被测物体的基准物理量或单位。为了表示某物理量的数量,必须有与该物理量相同种类的比较基准,这个基准量称为**单位**。求取某物理量是基准单位的多少倍的操作称为**测量**,完成这种操作的装置是**测量器具**。

1.1.2 直接测量与间接测量

在测量方法中,有直接测量法和间接测量法。测量某物理量时,被测量与同种类量进行比较的方法称为**直接测量**。与上述方法不同,直接测量与被测量有一定关系的其它某独立量,由测量结果经计算求取被测量的方法称为**间接测量**。以电阻测量为例对

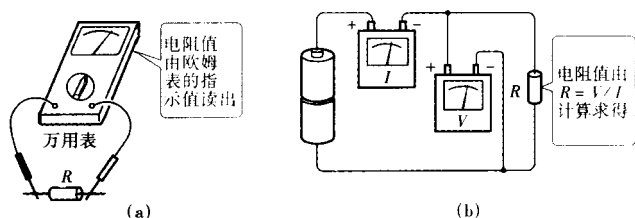


图 1.4 电阻的直接测量与间接测量