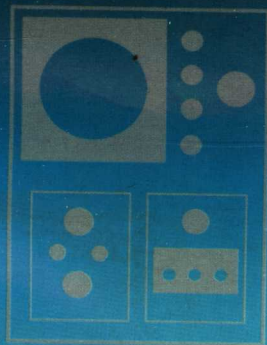


电工必读丛书

与测量 电工仪表

郑凤翼 主编 方明 审校



人民邮电出版社

电工必读丛书

电工仪表与测量

郑凤翼 主编
方 明 审校

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书从实用角度出发,介绍电工人员在生产实践中应掌握的电工测量用模拟式仪器仪表、数字式仪表、电子仪器的结构、工作原理和使用方法,以及非电量的电气测量,使初、中、高级电工阅读后能够了解常用电工测量仪器与仪表在结构、原理、使用和维修诸方面的知识,并能掌握基本的测量技术。

本书共八章,内容力求简明、实用,可供各行各业初、中、高级电工人员参阅。

电工必读丛书

电工仪表与测量

◆ 主 编 郑凤翼
审 校 方 明
责任编辑 刘建章

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
北京朝阳隆昌印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/32

印张:16.625

插页:1

字数:377千字

1999年11月第1版

印数:1-5000册

1999年11月北京第1次印刷

ISBN 7-115-08106-9/TN·1522

定价:22.00元

丛书前言

电广泛应用在社会生活的各个领域,在广大农村,在工矿企业,在各行各业,形成了庞大的电工人员队伍。

为了普及、提高电工知识,帮助广大初、中、高级电工人员学习电工基本理论知识,掌握科学规范的电气操作技术,提高操作技能水平,我们组织编写了这套《电工必读丛书》。

本套丛书从实用角度出发,介绍工矿、农村、机关企事业单位电工人员在生产实践中遇到的各种电工技术问题。

电工技术是近代科学技术的一个重要领域,已成为现代工业、农业、国防、科技以及人民生活中应用十分广泛的学科,并且在理论上、技术上日益发展,产品不断更新。

随着电子技术的发展,电工技术与电子技术互相促进,引起电工产品革命性的变化和普遍的更新换代。

这些都要求广大电工人员不但要掌握传统的电工技术以及大量的电工新知识、新理论和新的应用技术,而且还要对电子技术有所了解,如晶体管电路、运算放大器、晶闸管电路、数字电路,甚至微电子技术。

本套丛书既考虑到电工人员目前的实际技术状况,又兼顾到今后生产发展的需要,为进一步掌握新知识,新技能奠定基础,因此本套丛书较全面地覆盖了电工技术领域的主要内容,以及电子技术在电工产品上的应用知识。

本套丛书以实际、实用、实效为特点。在内容上,努力做到理论与实践紧密结合,与技术培训紧密配合,以定性分析为主,突出物理概念,避免繁琐的数学公式推导,并给出工程计算的简单公式,以体现理论对实践的指导作用。操作技能方面以培养电工人员掌握复杂的操作技能和增强分析、判断、排除各种复杂故障的能力为重点。文字叙述方面尽量做到深入浅出,通俗易懂、图文并茂、文字精练,便于自学。

本丛书所用电气图形符号、文字符号及电气图绘制方法均采用现行国家标准。

本丛书适合工矿企业以及农村的初、中、高级电工阅读,也可作为各类培训班教材使用。

希望广大从事电气工作的工作人员对丛书提出宝贵意见,以便于改进出版工作,更好地为读者服务。

《电工必读丛书》编委会

前 言

在现代工农业生产中,应用着数量众多的仪器仪表。这些仪器仪表,在工农业生产中起着巨大的作用。被誉为工农业生产和科学试验的“耳朵”和“眼睛”,它真实地记录了整个生产过程的各种参数。人们通过这些参数来调整生产工艺过程,使整个生产过程能有序地协调进行。若没有它们真实地记录下生产过程中的各种参数,要制订最佳的工艺规程也就成为不可能的事。

尽管仪器仪表发展已经历了三代,即模拟式仪表、数字式仪表和智能式仪表,而且后两代仪表在各方面都有一定的优越性,但后两代仪表毕竟还是不能完全替代第一代电工仪表。电工仪表以其结构简单、使用及维修方便等优点,拥有极大的市场。仍具有强大的生命力,是工农业生产的得力助手。

目前随着家用电器产品的发展,电器用具的普及,仪器仪表也跟着进入了千家万户,直接与人们的日常生活联系在一起,这些仪器仪表大都归属于第一代。

总之,电工仪表不论在工农业生产或在国民经济的各个部门都获得了广泛的应用,对各项事业的发展起着积极的推动作用。

随着电子技术的发展,特别是微电子技术的发展,以电子技术为手段的测量工作不仅在许多新的科学领域内使用,就是在

传统的电学测量中,如电压、电流、阻抗、频率等测量中,也都采用电子测量方法。

由于传感器技术的发展,可以比较方便地将非电量转换成电信号,因此电工仪器仪表在非电量测量上也得到了广泛应用和迅速的发展。

电工仪器仪表,特别是电子仪器仪表在科学研究、生产建设中的作用是极为重要的。正确掌握使用仪器仪表的方法,对提高分析测量结果、设计测试方案、排除故障等就显得非常重要。

只有用好电工仪器仪表,才能使仪器仪表发挥更大的作用;只有对仪器仪表做好维护保养工作,才能使仪器仪表使用的寿命更长。为此,我们必须了解各种电工仪表的结构,懂得它们的工作原理,从而掌握各种常用电工仪表的正常使用方法和一般维修的知识。

鉴于这些情况,本书全面介绍了常用电工测量的模拟式仪器仪表、数字式仪表、电子仪器的结构、工作原理和使用方法,以及非电量的电气测量,使初、中、高级电工阅读后能够了解常用电工测量仪器与仪表在结构、原理、使用和维修诸方面的知识,并能掌握基本的测量技术。本书在叙述上力求由浅入深、通俗易懂,不仅具有实用性、可读性还便于自学。相信它能为从事这方面工作的人员在使用和维修电工仪表时提供方便。

参加本书编写的工作人员有郑丹丹、孟庆涛、齐宝霞、朱义、杨栋林、王宝明、车明颖、严海若、姚立常、侯绍琳、王晓琳、温永库等。

在本书写作过程中,编者参考了大量的书刊杂志和有关资料,并引用了其中一些资料,难以一一列举,在此一并向有关这些书刊和资料的作者表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 电工仪表与测量基本知识	1
第一节 常用电工测量方法及测量误差与消除	1
一、常用电工测量方法	1
二、测量的误差与消除	4
第二节 电工仪表主要技术要求	6
一、仪表的误差与准确度	6
二、仪表的灵敏度	10
第三节 常用电工仪表的分类、型号和标志	12
一、电工仪表的分类	12
二、电工指示仪表的标志	14
三、电工指示仪表的型号	18
第四节 计量基础知识	19
一、法定计量单位	19
二、计量标准的建立和量值传递	25
三、工矿企业计量机构的职能	27
第五节 仪表的选择、使用与维修	28
一、常用指示式电流表、电压表的型号和规格	28
二、常用电工仪表的选择	30
三、仪表使用	36
四、仪表的维修	39

第二章 指示式(直读式)测量仪表	41
第一节 指示式(直读式)测量仪表的测量机构	41
一、指示仪表测量机构的作用和原理	41
二、磁电系测量机构	48
三、电磁系测量机构	53
四、电动系测量机构	60
五、铁磁电动系测量机构	64
六、整流系仪表的工作原理	65
七、磁电系检流计	68
第二节 直读式测量仪表的测量电路	70
一、磁电系直流电流表和电压表测量电路	71
二、电磁系电流表、电压表测量电路	76
三、电动系仪表测量电路	79
四、整流式交流电表	84
第三节 万用表	85
一、万用表的结构	85
二、万用表的测量原理	88
三、万用表实际电路示例	96
四、使用万用表注意事项	104
第四节 钳形电表	109
一、钳形电流表的分类	110
二、钳形电表的结构及工作原理	111
三、钳形电表的选用	112
四、钳形电表的正确使用	113
五、钳形电表使用注意事项	115
六、钳形电表使用的扩展	115

第五节 兆欧表	116
一、兆欧表的用途	116
二、兆欧表的结构和工作原理	117
三、兆欧表的选择	123
四、兆欧表的正确使用与维护	124
第六节 接地电阻测量仪和接触电阻测量仪	126
一、接地电阻测量仪	126
二、接触电阻测试仪	132
第三章 比较式测量仪表	134
第一节 直流单臂电桥	134
一、直流单臂电桥的工作原理	134
二、QJ23 型直流单臂电桥	135
三、直流单臂电桥的使用方法	137
第二节 直流双臂电桥	141
一、直流双臂电桥的工作原理	141
二、QJ103 型直流双臂电桥	143
三、直流双臂电桥的使用	144
第三节 交流电桥	145
一、交流电桥的工作原理	146
二、交流电桥应用举例	149
第四节 直流电位差计	152
一、直流电位差计的分类和主要技术特性	152
二、直流电位差计的工作原理	155
三、直流电位差计的结构	158
四、UJ23 型携带式电位差计	166
五、直流电位差计的使用	168

第四章 数字式测量仪表	171
第一节 数字式测量仪表特点、分类和技术指标	171
一、数字式仪表及其特点	171
二、数字仪表的分类和技术指标	175
三、电量转换器	177
第二节 数字式测量仪表的结构原理	180
一、V-T型模/数(A/D)转换器	183
二、V/F型A/D转换器	192
三、逐次比较型A/D转换器	194
四、数字式测量仪表常用的单片A/D转换器	197
第三节 电子计数器	199
一、电子计数器的基本构成	199
二、电子计数器的分类	202
三、通用电子计数器的几种主要测试功能	203
四、通用电子计数器的基本工作过程	207
第四节 数字电压表	209
一、双积分数字式直流电压表的工作原理	210
二、用ICL7106构成的 $3\frac{1}{2}$ 位数字电压表	214
三、用ICL7107构成的 $3\frac{1}{2}$ 位数字电压表	220
四、用MC14433型A/D转换器构成的 $3\frac{1}{2}$ 位 数字电压表	227
五、ICL7135构成的 $4\frac{1}{2}$ 位数字电压表	238
第五节 数字万用表	247
一、DT890B型数字万用表性能	247
二、DT890B型数字万用表电路	250
三、DT890B数字万用表的使用方法	264

四、注意事项	267
第六节 其它数字式测量仪表	268
一、数字电容表	268
二、数字毫欧表	273
三、ST89 型 3½ 位数字温度表	276
四、数字式转速表	281
五、SP89 型 3½ 位数字压力表	285
第五章 常用电气量的测量	290
第一节 电流的测量	290
一、测量电流用仪器仪表的测量范围和误差	290
二、测量电流的方法	291
第二节 电压的测量	293
一、测量电压用仪器仪表的测量范围和误差	293
二、电压的测量方法	295
第三节 功率的测量	297
一、功率测量仪器仪表的测量范围和误差	297
二、直流功率的测量	298
三、单相交流功率的测量	298
四、三相功率的测量方法	298
第四节 电能的测量	306
一、电能测量仪器仪表的测量范围和误差	306
二、电能的测量方法	306
第五节 电阻的测量	309
一、测量电阻的仪器仪表的测量范围及误差	309
二、电阻的测量方法	309
第六节 交流 R、L、C 参数的测量	313

一、R、L、C 参数测量仪器仪表的测量范围及误差	313
二、R、L、C 参数的测量方法	314
第六章 传感器及非电量的电气测量	318
第一节 概述	318
一、非电量测量对象分类及测量系统的构成	318
二、传感器的特性及分类	319
第二节 温度传感器及温度测量	324
一、热电阻温度传感器及利用热电阻测量	324
二、热电偶及利用热电偶测温	325
三、利用集成温度传感器测温	333
四、利用辐射温度计测温	341
第三节 电阻式传感器及其应用	341
一、电阻应变计	341
二、电阻应变式传感器及应用	344
三、电位器式传感器及应用	346
第四节 电感式传感器及应用	348
一、基本原理	348
二、电感式传感器	348
第五节 电容式传感器及应用	354
一、工作原理	354
二、主要类型	354
三、使用注意事项	356
第六节 压阻式传感器及应用	356
一、压阻式压力传感器	357
二、压阻式加速度传感器	357
第七节 压电式传感器及应用	359

一、压电效应及压电效应测量电路	359
二、压电式力传感器	360
三、压电式压力传感器	361
四、压电式加速度传感器	362
第八节 磁电式传感器及应用	364
一、基本工作原理	364
二、磁电式速度传感器	365
三、电磁流量计	366
第九节 霍耳式传感器	367
一、霍耳元件基本原理	367
二、霍耳集成电路	370
三、霍耳位移传感器	370
四、霍耳压力传感器	372
五、霍耳振动传感器	372
六、霍耳效应开关	373
七、霍耳转速传感器	373
第十节 湿度传感器及湿度测量	374
一、湿度的定义及其表示方法	374
二、常用湿敏传感器	376
三、湿度传感器使用注意事项	379
第十一节 光电式传感器	381
一、光电效应	381
二、光电传感器	381
第十二节 信号处理及电路	383
一、零点迁移和量程迁移	383
二、V/I、I/V 转换电路	389
三、非线性补偿电路	396

四、放大电路	414
五、光耦合隔离放大器	415
第七章 磁测量	418
第一节 磁场测量	419
一、旋转线圈磁强计	419
二、数字磁通表	420
三、磁通门磁强计	421
四、霍尔效应磁感应强度计	422
五、核磁共振测场仪	422
第二节 静态磁特性测量	423
一、冲击检流计法	423
二、用光电放大磁通计测量	426
第三节 动态磁特性测量	428
一、用示波器测量动态磁滞回线	429
二、瓦特表法测量铁损	429
第八章 常用电子仪器	433
第一节 信号发生器	433
一、低频信号发生器	433
二、XFG-7型高频信号发生器	439
三、脉冲信号发生器	445
第二节 电子示波器	450
一、示波器的结构原理	451
二、ST16型示波器	466
三、SR-8型双踪示波器	480
四、其他类型示波器	491

第三节 晶体管特性图示仪	494
一、晶体管特性图示仪的测量原理	494
二、JT-1型图示仪简介	498
三、JT-1型图示仪的各部分开关、旋钮的作用	501
四、使用方法及注意事项	504
五、JT-1型晶体管特性图示仪的应用实例	506