

数字电表 检测技术

SHUZIDIANBIAOJIANCEJISHU



冯占岭 编著

人民邮电出版社



225538

数字电表检测技术

冯 占 岭 编著

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书系统地介绍直流和交流数字电压表、数字电流表、数字欧姆表、数字多用表、标准电压(电流)源、多功能标准源(多功能校准器)等数字式智能式电表的电路结构、技术特性、使用维修、检定方法和检测技术。本书重点论述了各种数字电表的测量原理、误差分析、实验方法、干扰抑制和自动测试系统,并列举了大量实例和实验数据。这是一本系统、全面介绍数字电表及检测技术的著作,既有较高学术水平,又有很强的实用性。

本书可供生产科研单位、计量检定部门、产品质量检测中心、工矿企业等从事检定测试、研制生产、使用和维修数字电表的广大工程技术人员阅读,也可作为数字仪表、数字测量技术培训班教材,及供高等院校有关专业的师生参考。

D-115/04

数字电表检测技术

Shuzi dianbiao Jian ce Ji shu

冯占岭 编著

责任编辑 刘君胜 孙中臣

*

人民邮电出版社出版发行

北京崇文区夕照寺街14号

北京顺义向阳印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

*

开本:787×1092 1/16 1996年12月第1版

印张:34.5 1996年12月北京第1次印刷

字数:854千字 印数:1—6 000册

ISBN 7-115-06261-7/TN·1116

定价:40.00元

前 言

数字电表检测技术在科学实验、工程技术、计量检定、教学科研、邮电通信、国防技术以及工农业生产等诸多领域中有着非常广泛的应用。多年来,我国研制生产出许多数字电表的高新产品,还从国外引进许多中高档数字式电表,促进了我国的数字化测量技术水平的广泛应用和提高;同时我国各有关部门和系统从事数字仪表和数字化测量技术的工程技术人员也在逐年增加。为了满足数字电表在许多方面的需要,我们编写了这本书。

本书共分十一章。编写内容以直流数字电压表为基础,分别叙述了交直流数字电压表、数字电流表、数字欧姆表、数字多用表、标准电压(电流)源、多功能标准源(多功能校准器)及数字式、智能式电参量仪器仪表的技术指标、电路结构、误差分析计算、计量检定方法、测量应用技术、实验技术、使用操作技巧、维护修理、抗干扰措施、测量自动化及智能化、自动测试系统、国内外最新技术水平及未来发展趋势等内容。本书总结了作者长期从事数字电表的检定测试以及用数字电表进行其它检测工作所积累的经验,其特点是内容新颖、实用性强,基本概念、原理分析与电路实例相结合,因此有着广泛的使用价值。

本书在编写过程中,中国计量科学研究院李之彬研究员,丁诚、郭宝芹工程师,北京市计量科学研究所王顺平工程师,航天部五院第五一四研究所马志毅、刘燕虹高级工程师,北京无线电技术研究所吴天麟高级工程师,深圳胜利仪器公司蓝恒森总工程师,上海电表厂赵钟秀、范后仁高级工程师等均给予大力支持和帮助,赵钟秀先生还编写了本书中的部分内容,在此特向他们表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限,书中难免有疏漏、不当或错误之处,敬请广大读者及有关专家批评指正。

作者

1996年10月于北京

目 录

第一章 数字电压表基本工作原理	1
§ 1 概 述	1
一、数字电表是一种新型仪表	1
二、数字电表发展过程	1
三、检测技术的重要性	2
§ 2 数字电压表电路结构	3
一、数字电压表通用框图	4
二、直流数字电压表基本原理	4
三、数字多用表原理简介	4
四、一种数字电压表的电路结构	7
§ 3 模拟/数字变换技术	9
一、数字的表示方法	10
二、模拟——数字变换	11
三、数字——模拟变换	12
§ 4 逐次逼近型和斜波式 V/T 变换型数字电压表原理	13
一、逐次逼近型数字电压表原理	13
二、斜波式 V/T 变换型数字电压表原理	16
§ 5 双积分型数字电压表工作原理	17
一、工作过程	17
二、微机控制的双积分式 A/D 变换器	19
§ 6 脉冲调宽型数字电压表工作原理	22
一、工作原理分析	22
二、7081 型脉冲调宽型 A/D 变换	23
三、脉冲调宽型数字电压表的主要优缺点	25
§ 7 快速变换型数字电压表工作原理	25
一、快速测量变换技术	25
二、三次积分快速 A/D 变换	26
三、全并行比较式 A/D 变换	27
四、串并行比较式 A/D 变换	29
§ 8 剩余电压再循环型数字电压表工作原理	30
一、工作原理	30

二、技术特性	31
§ 9 复合型数字电压表工作原理	31
一、两次采样电感分压式 A/D 变换原理	32
二、复合型数字电压表的特点	33
§ 10 数字仪表的显示器和供电电源	33
一、显示器概述	33
二、显示器的发展过程	34
三、显示器件的种类	34
四、数字显示方式	36
五、数字电压表的供电电源	37

第二章 数字电压表技术性能与使用维修 39

§ 1 数字电压表的分类和性能特点	39
一、数字电压表的分类	39
二、数字电压表的性能特点	40
§ 2 数字式与模拟式电表的性能比较	42
一、模拟式电表的性能特点	42
二、数字式与模拟式电表性能比较	42
§ 3 数字电压表的主要技术术语	44
一、测量范围和量程	44
二、分辨力和抗干扰能力	47
三、输入阻抗和零电流	48
四、显示能力和显示位数	48
五、测量速度和响应时间	49
六、信息输出	50
§ 4 数字电压表的使用和操作方法	52
一、面板结构和操作功能	52
二、地址选择开关的使用举例	56
三、PZ115A 型数字电压表的使用	57
§ 5 数字电压表的预调和校准	59
一、数字电压表的预调整	59
二、数字电压表的校准	60
§ 6 数字电压表的维护和修理	62
一、数字电压表故障检查	62
二、数字电压表故障的检修方法	63
三、故障检修常用仪器仪表	63
四、微处理器式数字电压表的故障检修	64
五、数字电压表的可靠性	67
§ 7 典型数字电压表的主要技术指标	67
一、PZ115A 和 PZ126A 型直流数字电压表	67

二、PF66 型数字多用表	70
三、1281 型、1071 型及 1081 型精密数字电压表	72
四、7081 型、7075 型、7061 型及 7062 型精密数字电压表	74
五、8506A 型带微处理器式电压表	77
六、2001 型数字电压表	79
七、HP3458A 型和 HP34401A 型数字电压表	80
八、TR6877 及 2501A 型数字电压表	84
九、带打印机的数字多用表	85
§ 8 手持式数字电表的普及和应用	86
一、国内外状况	87
二、手持式数字电表的发展	88
第三章 数字电压表的误差	90
§ 1 测量误差的表示方法	90
一、误差的表示方法	90
二、常用测量误差的说明	92
§ 2 数字电压表的误差源和误差分析	94
一、数字电压表的误差源	94
二、内装标准源的误差分析	100
§ 3 数字电压表的误差表达方法	106
一、数字电压表的误差公式	106
二、数字电压表的误差曲线	108
三、误差系数的比例关系	110
§ 4 变换量程引起的落差	112
一、数字电压表的落差	112
二、减小落差的方法	113
三、进制方式的比较	115
§ 5 输入阻抗和零电流对测量误差的影响	115
一、输入阻抗的影响	115
二、输入零电流的影响	116
三、斩波放大器的影响	117
§ 6 数字电压表的误差计算方法	119
一、数字电压表的误差计算	119
二、输入阻抗和零电流引起误差的计算	120
三、温度系数引起误差的计算	121
四、误差系数的计算方法	121
五、数字电压表长期误差的估计	122
§ 7 仪器仪表技术指标的解释	123
一、仪器仪表技术指标的组成	123
二、技术指标的物理含义	125

§ 8 测量不确定度及其应用	127
一、不确定度的计算和应用	128
二、数字电表测量数据的处理	130
第四章 直流数字电压表的检定方法	133
§ 1 检定工作的一般规则	133
一、检定概述	133
二、外观和通电检查	133
三、选取检定点和检定标准的选择	134
四、标准条件和额定工作条件	136
§ 2 电学单位及数字电压表传递系统	138
一、溯源能力与电学单位的传递	138
二、直流电压和数字电压表传递系统	138
三、数字电压表的准确度等级	140
§ 3 直接比较法检定	142
一、检定线路和原理	142
二、检定注意事项	143
三、检定直流数字电压表低量程的例举	144
§ 4 直流标准仪器法检定	146
一、电位差计和分压箱法	146
二、差值法检定	151
三、标准电池法	152
四、多档十进分压箱法	153
§ 5 直流标准电压源法检定	155
一、标准源工作特性和误差	155
二、检定和操作过程	156
§ 6 基于直流标准仪器法的检定装置	158
一、7105A 型检定装置工作原理及技术指标	158
二、自校准工作程序	162
三、检定操作和实验数据	165
§ 7 高准确度数字电压表检定标准	168
一、标准部件的技术性能	168
二、电流比较仪式电位差计简单原理	170
三、总体误差分析	172
§ 8 一种直流电压校准系统	174
一、系统的构成及工作原理	174
二、实验数据和技术特性	176
§ 9 高准确度检定装置的比对	179
一、比对装置和方案	179
二、比对实验步骤	181

三、比对数据和数据处理	184
-------------------	-----

第五章 标准源原理及特性	189
---------------------------	------------

§ 1 国内外标准源的水平	189
一、直流标准源	189
二、交流标准源	190
§ 2 直流标准源工作原理及特性	193
一、工作原理和电路结构	193
二、国产标准源介绍	196
§ 3 可编程直流标准电压电流源	198
一、微处理器控制式直流标准源	198
二、YJ93 型可编程标准源	201
三、可编程标准电压电流源的技术特性	203
§ 4 电子式电压标准	204
一、产生的背景和技术特性	204
二、电子式电压标准的误差校验	206
三、电子式电压标准的使用与维护	209
四、直流电压维护方案	209
§ 5 交流标准电压电流源	212
一、交流标准电压源	212
二、交流标准电压电流源	215
三、交直流标准电流源	217
§ 6 可编程多功能校准器	218
一、5700A 校准器的技术特点	218
二、可编程标准源的设计	219
§ 7 交直流标准电压源的检定测试方法	222
一、直流标准电压源的检定测试	222
二、交流标准电压源的检定测试	228
§ 8 程控源的自动校准技术	231
一、程控源的自动校准	231
二、5440 型直流电压源的校准技术	232
三、Datron 系列标准源的校准方法	237
§ 9 一种多功能校准器的自动检定	238
一、直流电压和电阻检定	238
二、交流电压和电流检定	242
三、高频宽带检定	246
§ 10 UPS 原理及应用	246
一、UPS 的基本电路结构	246
二、UPS 的种类	248
三、如何选择 UPS	250

第六章 交流数字电表及检测	252
§ 1 数字电表中的转换器	252
一、数字多用表概述	252
二、数字电表中的转换器	253
§ 2 交流数字电压表	254
一、交流数字电压表的分类	254
二、交流电压的特征参量	255
三、交流数字电压表工作原理	257
§ 3 平均值转换原理和输出特性	262
一、平均值转换器工作原理	262
二、平均值转换器的输出特性	265
§ 4 峰值电压测量技术	267
一、峰值数字电压表	267
二、一种峰值检波电路	269
三、峰值电压测量的应用	270
§ 5 有效值电压转换器	272
一、热偶式转换器	272
二、模拟运算式转换器	274
三、对数运算式转换器	275
四、计算机采样算法	276
五、交流功率变换原理	277
§ 6 交流有效值测量标准	279
一、一种 AC/DC 全固态电压转换器件	279
二、交流自动测量标准	282
三、交流有效值校准系统	283
四、音频功率标准装置	285
§ 7 交流数字电表检定测试方法	288
一、交流数字电压表误差检定	288
二、交流数字电压表主要性能测试	290
三、交流数字电流表的检定测试	294
§ 8 超低频电压的测量	297
一、超低频电压测量原理	297
二、用数字电压表测量超低频电压	299
三、超低频电压检定装置	301
§ 9 交流数字电表的波形响应和使用方法	302
一、电压电流的测量	302
二、交流数字电表的波形响应	304
三、交流数字电表的测量和使用方法	308
四、交流标准源的正确使用	310

§ 10 交流电压电流检定系统	311
一、交流电压计量器具检定系统	311
二、交流电流计量器具检定系统	312
第七章 直流数字电流表和欧姆表	314
§ 1 直流数字电流表工作原理	314
一、电流—电压(I-V)转换器	314
二、带斩波放大器的 I-V 转换器	315
§ 2 直流数字电流表的检定测试方法	315
一、直流标准电流源法	316
二、直接比较法和直流标准仪器法	318
三、直流数字电流表的误差和准确度等级	320
§ 3 数字欧姆表工作原理	321
一、运算放大器法和积分运算法	321
二、电压降法和比率法	324
三、数字式电阻标准	324
§ 4 数字欧姆表的检定测试方法	325
一、用标准电阻和过渡电阻箱检定	326
二、电阻校准器法(标准源法)检定	327
三、标准数字欧姆表法检定	328
四、直流大电阻和小电流的测量技术	328
§ 5 数字多用表的自动校准技术	330
一、自动校准原理	330
二、Datron 数字多用表的自动校准	331
三、Solartron 数字多用表的校准方法	334
四、Fluke 5130A 校准工作站	337
五、自动校准技术的基本特点	338
§ 6 普及型数字电表的功能扩展	339
一、普及型数字电表的功能和类型	339
二、数字/模拟条图双显示数字多用表	341
三、普及型数字多用表测量功能的增强和扩展	344
四、普及型数字多用表使用注意细则	345
§ 7 数字电表的技术规格选择	346
一、数字电表的技术规格选择	346
二、电压测量和量程选择	347
第八章 数字电表性能测试及应用技术	349
§ 1 输入特性及测试	349
一、输入阻抗的测试	349
二、零电流的测试	352

§ 2 稳定误差和线性误差的测试	353
一、稳定误差的测试	353
二、线性误差的测试	355
§ 3 显示能力和分辨力的测试	356
一、显示能力的检查	356
二、分辨力的测试	357
§ 4 一般电气指标的测试和检查	358
一、温度系数的测试	358
二、供电电源电压和频率的影响试验	360
三、辅助输出信息的测试	361
四、绝缘电阻和耐压强度试验	362
五、其它项目的检查试验	363
§ 5 测试结果的处理	364
一、数据处理和检定误差	364
二、数据表格	365
§ 6 数字电表的应用技术	367
一、用数字电表检定指针式电表	367
二、测量比率值	368
三、带打印的数据采集器	369
四、数字电表用于非电量测量	370
§ 7 直流电阻仪器的数字化检测	372
一、用数字电压表检定直流电桥和电阻箱	372
二、用数字电压表检定标准电阻和分压箱	374
三、用数字电压表检定电位差计	377
四、用多功能校准器检定直流仪器	379
§ 8 计量保证方案及应用	381
一、计量保证方案及其特点	381
二、测量过程中的质量控制	382
三、计量保证方案的应用	383

第九章 数字电压表的干扰抑制和保护技术

§ 1 干扰的型式和特征	385
一、干扰源概述	385
二、干扰的型式和特征	385
§ 2 串模干扰电压的抑制	388
一、对工频干扰的抑制——双积分技术	388
二、自动频率跟踪技术	390
三、滤波技术	391
§ 3 共模干扰电压的抑制	393
一、浮地输入电路	393

一、双层浮地保护电路	395
§ 4 测量电路之间的连接方法	397
一、保护电路结构分析	397
二、测量电压源及零值检测器的连接	398
§ 5 数字电压表的屏蔽技术	402
一、单元电路之间的隔离	402
二、仪用对称放大电路	404
三、静电效应及其防护	405
§ 6 工业控制系统的抗干扰	407
一、控制系统干扰的来源和抑制	407
二、工频仪表的拍频干扰	408
§ 7 微伏小电压及其测量	410
一、微弱信号测量的重要性	410
二、直流纳伏小电压的测量方法	412
§ 8 数字式纳伏表	413
一、电子式指零仪技术状况	413
二、一种高灵敏度自校式纳伏表	415
§ 9 数字电压表保护技术问答	417
一、保护端的接法	417
二、同一种电路的五种接法	420
三、应变仪输出电压的正确测量	422
§ 10 抗干扰能力的测试方法	424
一、串模干扰抑制比的测试方法	424
二、共模干扰抑制比的测试方法	425

第十章 智能式数字电表 428

§ 1 智能式仪器仪表	428
一、什么是智能式仪器仪表	428
二、智能仪器仪表的技术特性	429
三、智能化测量仪器的硬件结构	430
四、智能仪器仪表的软件结构	432
§ 2 智能式数字电压表	434
一、基本工作方式	434
二、智能式直流数字电压表工作原理	435
三、高速采样电压表	436
四、智能式数字表的内总线	437
§ 3 典型智能式数字电表的电路结构	438
一、8520A 型电路结构	438
二、7150P 型数字多用表	440
三、HG1850 型电压表	441

四、PZ-62 型数字电压表	442
§ 4 智能式数字电表的运算程序功能	444
一、7065 型数字电压表的运算程序	444
二、8520A 型数字电压表的运算程序	447
§ 5 智能式数字电表的自检和诊断功能	449
一、数字多用表的自检功能	449
二、数字多用表的故障自动诊断功能	451
§ 6 智能式数字电表的总体设计	454
一、智能式仪器仪表的设计步骤	454
二、HG1963 型数字多用表整机结构	454
三、HG1963 型数字多用表总体设计	456
§ 7 智能式 LCR 测量仪	462
一、交流电桥发展简况	462
二、智能式 LCR 测量仪工作原理	463
三、智能式交流测量仪技术特性	466
§ 8 数据采集系统	467
一、数据采集系统概述	467
二、数据采集系统的电路结构	468
三、Hydra 型数据采集器	470
§ 9 电子信息与检测技术的现代化	471
一、仪器仪表设计的现代化和智能化	471
二、电子信息技术与检测技术	472
三、智能仪表在电测技术中的作用	474
第十一章 数字电表的自动测试系统	476
§ 1 智能仪器仪表的接口功能	476
一、接口技术简介	476
二、IEEE-488 接口功能	476
三、标准接口与测试系统	478
§ 2 自动测试系统	481
一、自动测试系统产生的背景	481
二、从人工测试到自动测试	482
三、检测过程的自动化	483
四、自动测试系统的发展	485
§ 3 自动测试系统的组建	486
一、组建自动测试系统的几项工作	486
二、自动测试系统的连接方式	488
三、一种直流数字电压表的自动检定	489
四、建立数字多用表自动测试系统	491
§ 4 自动检测装置的结构和程序	492

一、自动检测装置的结构	492
二、测试软件编写	494
三、检定数据的处理	495
§ 5 数字电表的自动检定和校准软件	496
一、自动校准的基本结构	497
二、MET/CAL 校准软件及功能扩充	497
§ 6 智能式多用表的自动测试系统	500
一、智能式多用表的自动测试	500

第一章 数字电压表基本工作原理

§ 1 概 述

一、数字电表是一种新型仪表

数字电表,是把连续的被测模拟电参量自动地变成断续的、用数字编码方式并以十进制数字自动显示测量结果的一种电测量仪表。这是一种新型仪表,它把电子技术、计算机技术、自动化技术的成果与精密电测量技术密切地结合在一起,成为仪器仪表领域中独立的一个分支。

数字电表的种类很多,它们的内部结构往往相差很大,应用场合各不相同。根据电表的用途(即被测量的性质)计有:数字电压表、数字欧姆表、数字电流表、数字功率表、数字Q(品质因数)表、数字静电计、数字电桥、电子计数器等。如经过适当变换,还可制成测量许多非电量的仪表,如数字温度表、数字转速表、数字位移表、数字钟、数字秤、数字测厚仪、数字高斯计等。还有许多其它数字式测量仪器和测量装置。

数字式电压、电流、电阻测量仪表还包括数字多用表(DMM)和校准器(Calibrator)。近年发展起来的直流电压参考标准(DCV Reference Standard),热电转换标准(Thermal Transfer Standard)等高准确度计量仪器也可归入这一门类。

数字多用表是指可直接测量电压、电流、电阻或其它电参量,其功能可任意组合并以十进制数字显示被测量的电测量仪表。它通常具有直流电压、交流电压、直流电流、交流电流、电阻等五种测量功能。有些数字多用表还具有温度、频率等测量功能。但不论有多少测量功能,数字电表及数字多用表电路结构的基础是直流数字电压表(DC-DVM),所以在本书章节内容的安排上也以直流数字电压表为主。

科学技术的发展为测量(包括计量)提供了新的原理、新的技术、新的仪表及新型元器件,同时又对测量仪表提出了更新、更高的要求。数字式电表就是在精密电测量技术、计算技术、自动化技术和电子技术的基础上产生和发展起来的新型仪表。

二、数字电表发展过程

1952年,美国NLS公司首创四位数字电压表,40多年来经过了不断的改进和提高。数字电压表(DVM)是从电位差计的自动化过程中研制成功的。开始它是四位数码显示,然后是五位、六位显示,而现在发展到七位、八位数码显示;从最初的一两种类型发展到原理不同的几十种类型;从最早采用继电器、电子管发展到全晶体管、集成电路、微处理器化;从一台仪器只能测一两种参数到能测十几种参数的多用型;显示器件也从辉光数码管发展到等离子体管、发光

二极管、液晶显示器等。数字电压表的体积和功耗越来越小,重量不断减轻,价格也逐步下降,可靠性越来越高,量程范围也逐步扩大。

我国研制数字式电表是从1958年开始并发展起来的。1960年研制成数字频率计,计数频率为 $0\sim 1\text{MHz}$,准确度为 1×10^{-6} 。1964年北京、上海同时研制出五位数字电压表。目前我国已有几十个单位研制和生产数字仪表,并出现了许多六位、七位数字电压表,准确度达百万分之几甚至更高,分辨力已达到 $0.01\mu\text{V}$,微处理器式数字电压表已大量生产和广泛使用。80年代初,我国科技人员依靠自己的力量,研制成多种类型、不同工作原理的数字电压表和数字多用表。并配有微处理器和IEEE-488接口,已接近当时的国际先进水平。80年代以来,随着改革开放政策的实施,一些骨干厂相继从国外引进了智能式数字电表的制造技术。北京无线电技术研究所于1982年引进智能电表生产线和8520A、8840A、8050A三种产品的制造技术。天津、上海、哈尔滨等电表仪器公司、厂家从国外分别引进了数字多用表的制造技术。这些骨干厂和研究所通过引进、消化、吸收,已推出了一批国产化产品,其综合技术指标接近和达到80年代中期的国际先进水平。与此同时,我国许多专家学者对数字仪表的工作原理和检测技术在理论上也进行了多方面的探讨,取得了一批科研成果。计量部门也建立了检定装置,规定了检定方法和量值传递系统。许多企业还研制了一批新产品,有些也达到了很高的技术水平。

回顾一下DVM的发展过程,大致可分为以下三个阶段。

(1) 数字化阶段。50~60年代中期,DVM的特点是运用各种原理实现模-数(A/D)转换,即将模拟量转化成数字量,从而实现测量仪表的数字化。1952年,第一台问世的数字电压表是采用电子管的伺服比较式;1956年出现斜波式V/T(电压-时间变换型);1961年出现全晶体管化的逐次逼近比较式;1963年出现电压-频率(V/F)变换型(单积分式);1966年出现双积分式(双斜式)等。这一时期的显示位数是 $3\frac{1}{2}\sim 5\frac{1}{2}$ 位。

(2) 高准确度阶段。由于精密电测量的需要,DVM开始向高准确度、高位数方向发展,出现了所谓复合型原理的仪表。如1971年日本研制的TR-6567(三次采样积分式);1973年英国研制的SM-215(两次采样电感分压比较型);1972年日本研制的TR-6501型DVM已达到了八位数。与此同时,对积分方案进行了改进和提高,出现了如Dana公司的6900型(七位)、Solartron公司生产的7075型(八位),其准确度可达百万分之几。

(3) 智能化阶段。由于电子技术、大规模集成电路(LSI)及计算机技术的发展,使人们不久即研制出微处理器式(μP)数字电压表,实现了DVM数据处理自动化和可编程序。因为带有存储器并使用软件支持,所以可进行信息处理,可通过标准接口组成自动测试系统(ATS)。例如,Fluke公司的8506A型、Solartron公司的7065和7081型、Datron公司的1071和1281型等。它们除了完成原有DVM的各种功能外,还能够自校、自检,保证了自动测量的高准确度,实现了仪器、仪表的“智能化”。当前,智能式电表发展十分迅速,而微处理式DVM在智能仪表中占的比重最大。智能化的DVM为实现各种物理量的动态测量提供了可能。

三、检测技术的重要性

多年来,在测量技术领域中,各种模拟指针式电表、电位差计、电桥、分压箱等测量设备一直占据着主导地位。这些古典的仪器仪表虽然有工作稳定、可靠、结构简单等多种优点,但操作麻烦、速度慢、量程范围小,不能实现自动化测量。数字式电表却克服了这些缺点,从它问世之日起就得到了突飞猛进的发展,其应用范围也越来越广泛。