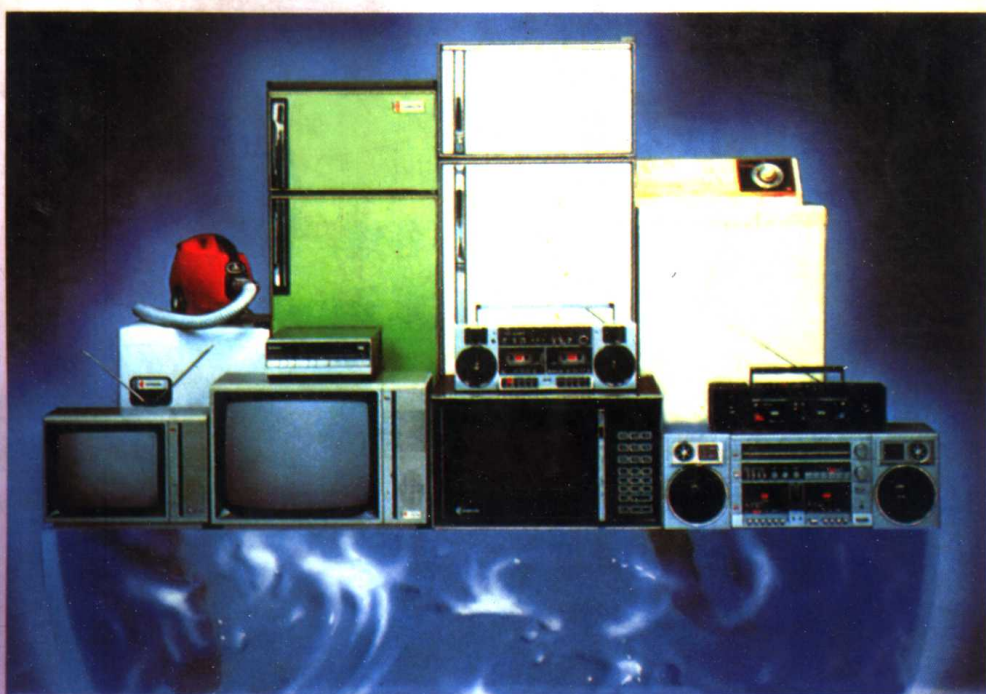


家电维修技术精华丛书⑦

常用 仪器仪表 维修技术精选

● 主编 沙占友 ● 副主编 魏永昌



第二届全国家电维修

技术征文大奖赛精华

最新出版！



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

本书是第二届全国家电维修技术精华征文大奖赛优秀文章汇编，是继1992年我社出版的首届全国家电维修技术精华征文大奖赛优秀文章汇编《家电维修技术精华丛书》之后，奉献给读者的又一套“汇理论和实践于一体、融实用和启发于一炉”的高质量维修技术丛书。

家电维修技术精华丛书 7

常用仪器仪表维修技术精选

主 编 沙占友
副主编 魏永昌

電子工業出版社

内 容 简 介

本书为第二届全国家电维修技术征文大奖赛出版的《家电维修技术精华》丛书中常用仪器仪表分册。全书共分三篇。第一篇为数字万用表及指针万用表类,重点介绍近20种数字或指针万用表的维修、调试及测量技巧。第二篇是电子测量仪器仪表类,阐述近30种常用仪器仪表的故障检修和使用技巧,还包括20余种自制仪表的安装调试。第三篇为电源类,介绍12种电源装置的修理或制作经验。全书共收入52篇文章。

本书内容丰富,选材新颖,联系实际,通俗易懂,集实用性、技巧性、知识性于一身,可供专业及业余家电维修人员、电子爱好者阅读。

家电维修技术精华丛书 7
常用仪器仪表维修技术精选
主编 沙占友 副主编 魏永昌
责任编辑:吴云驰

电子工业出版社出版
北京市海淀区万寿路495信箱(100036)
电子工业出版社发行 各地新华书店经销
北京科技印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 25.25 插页: 4 字数: 640千字

1995年8月第一版 1995年8月北京第一次印刷

印数: 10100册 定价: 26.50元

ISBN 7-5053-3026-8/TN·856

第二届全国《家电维修技术精华》征文 大奖赛评选委员会

主任委员:洪增高

副主任委员:颜杰先 邓又强 蒋臣琦、罗庆忠

委员:(按姓氏笔划排序)

于韶光	邓 晨	王有春	王德声	王玉国	王昌喜	白为民
刘 东	刘洪昆	刘宪坤	孙 萌	李 军	李玉全	沙占友
吴金生	吴建忠	何文勇	严 毅	张殿阁	张道远	张新华
陆孝如	陈 忠	陈小柱	周 明	杨德秀	梁祥丰	姚志清
韩广兴	龚兰方	虞国平	廖汇芳	鞠养器	魏永昌	

第二届全国《家电维修技术精华》征文 大奖赛编辑委员会

主任委员:梁祥丰

副主任委员:颜杰先 邓又强 王有春 廖汇芳 王玉国

委员:(按姓氏笔划排序)

文宏武	王昌喜	王德声	孙 萌	刘宪坤	何文勇	沙占友
吴金生	严 毅	李玉全	陆孝如	杨德秀	杨逢仪	张殿阁
张新华	周 明	周晓燕	林 培	施玉新	韩广兴	龚兰方
虞国平	鞠养器	魏永昌				

获奖者姓名、作品名(仪器仪表类)

一等奖	巧用晶体管特性图示仪检测组合电路与集成电路	崔恩仲
二等奖	电视信号类维修仪表的制作与应用	张义方
三等奖	在线电阻测量仪	唐春华
	用“星移斗转法”设计与改装指针式万用表	黄大方
	自制示波器红外接收探头	陈善华

序 言

继首届全国家电维修技术精华征文大奖赛之后,全国家用电子产品维修管理中心、电子工业出版社、电子报社、《电子天府》杂志社、《今日电子》杂志社等五家单位,又联合举办了第二届征文竞赛。读者手中翻阅的这套《家电维修技术精华丛书》,便是这一届征文活动的硕果。

随着我国经济文化生活的普遍提高,家用电子电器产品的社会拥有量也在迅猛增加。与此同时,“家电维修难”的社会呼声,也随之有所增高。造成当前“家电维修难”的原因虽然是多方面的,但家电维修人员的数量和技术水平跟不上现实家电数量和技术迅猛发展,无疑是造成“难”的重要原因之一。可以预见,由于今后进入家庭的家用电子电器产品的品种越来越多,其新技术含量越来越高,故今后更需要一大批具有较强维修技术水平的专业人才群,即需要一批既具有较好理论知识,又具有丰富实践经验的维修人才。否则,“家电维修难”的问题,必将更加突出。因此,培养家电维修人员,提高他们的技术水平已是摆在我们面前的一项重要任务。值得高兴的是,这五家单位举办的“全国家电维修技术精华征文竞赛”活动,在普及和提高我国家电维修技术水平、发现和培养“文武双全”的维修技术人才方面,已经起到了积极的推动和促进作用。

家电维修事业,是一个于国于民都十分重要的事业,也是一个大有发展前途的产业。它不仅仅是广大消费者的需要,也是家电产品生产厂家改善售后服务的迫切需要。因此,各厂家不仅要重视培养自己的维修力量,也要积极支持社会上专业和业余维修队伍的成长,支持象“大奖赛”这类有益的活动。

希望有关家电维修的企事业单位和有识之士、家电维修的专家和能手,都来积极关心和支持我国的家电维修事业。也希望能认真总结这两届“全国家电维修技术精华征文大奖赛”的经验,把这一活动搞得更好,将更多更好的《家电维修技术丛书》奉献给广大读者。

电子工业部副部长

吕解奎

一九九五年三月八日

出 版 说 明

作为第二届全国家电维修技术精华征文大奖赛的丰硕成果,这套《家电维修技术精华丛书》,今天终于付梓并即将奉献给全国广大家电维修爱好者。

本丛书共有8个分册,分别是:1. 收音机、收录机、组合音响维修技术精选; 2. 电视维修技术精选(上)(彩电); 3. 电视维修技术精选(下)(黑白电视及其它电视技术); 4. 录像机维修技术精选; 5. 计算机游戏机维修技术精选; 6. 家用通信设备维修技术精选; 7. 常用仪器仪表维修技术精选; 8. 家用电器维修技术精选(制冷、洗衣机及小家电)。

对于这套丛书,其技术内涵的好坏高低,尚待读者评价,但这套《精华》丛书出版的本身,已是值得我们和整个家电维修技术界高兴的事了。因为这套丛书的再度出版发行,不仅反映了众多有识之士对我国家家电维修事业的高度重视与关心,同时也证明我国家家电维修技术界人才济济,高手如云,足可撰写出许多“汇理论和实践于一体,融实用与启发于一炉”的高质量维修技术文章来。

1990年9月我们在《电子报》上以《开我国维修征文竞赛先河》为题,掀起了我国“首届家电维修技术精华征文大奖赛”活动,并于1992年1月编辑出版了一套“开我国家家电维修技术图书一代新风”的《家电维修技术精华》丛书。那套共计十个分册的《精华》丛书,一出版便立即受到广大读者的欢迎,一版再版,共计发行了七十余万册,并连续两次被评为全国优秀畅销图书。而且,至今在家电维修界雄风仍在,价值尤存。

由于1990年“首届全国家家电维修技术精华征文大奖赛”的成功,我们五家单位于1993年2月又乘胜举办了“第二届全国家电维修技术精华征文大奖赛”。评委于1994年4月从数千份征文来稿中初步推荐了735篇文章参加评奖,经三评三审,于1994年10月召开评审会,最后评选出108篇获奖文章。这套丛书,实际上是这次征文大奖赛的“获奖文集”(其中也编入一些虽未获奖,但仍属较好的、有价值的文章)。

从这次征文竞赛的参赛者和参赛稿分析,大体上有如下几个特点:第一,这届参赛稿的质量普遍高于首届征文,这说明我国家家电维修技术界的水平,较过去已有显著提高,具有坚实理论基础与丰富实践经验的“文武”双全的维修能手,已经大有人在。第二,参赛者的所在地区、职业、文化程度、职务、年龄等极为分散,这说明我国家家电维修人才众多,朝野皆是,为我国家家电维修产业的长三发

展提供了雄厚的人才基础。第三,在获奖文章作者中,维修产业从业人员所占的比例很小。这一现象不能不引起有识之士的担心与忧虑。据有关部门调查,上海市共有家电维修从业人员一万余人,其中有技术职称的仅 660 人左右——而其中 90% 的人又只具有修理 54cm 普通彩电的技术水平,其余从业人员则大多是各类下岗待业人员、稍有电子知识的民工和上过一期家电维修培训班的人员。作为大都市的上海尚且如此,其他地方的状况也就可想而知了。可见,要真正把家电维修人员提高到现代科技型维修专业技术人才,真是任重道远!这也正说明我们举办“全国家电维修技术精华征文大奖赛”是具有何等重大的现实意义和深远历史意义啊!第四,与上述第三点相伴随的另一特点是参赛稿中涉及新型高技术家电的来稿较少。例如,高档音响、新型大屏幕彩电、传真机、新型通讯设备、电脑等新产品的高质量参赛稿便很少,以至于我们在编辑出版时,不得不将《征文条例》中原计划的 12 个类别(即《精华》丛书计划的 12 个分册)调整合并为 8 个分册。这一现象也从另一侧面说明我国维修技术水平,目前尚主要停留在“经验型”的阶段。

尽管这两届《精华》征文的来稿还存在美中不足之处,但其总体技术水平和其“获奖文集”——《家电维修技术精华丛书》,仍然代表了我国当前家电维修技术界的最高水平。我们从中看到,一个科技化和现代化的家电维修产业雏形已经出现。

“竞争”的意义在于参与。当然,有竞争,就有胜败。人们当然要为胜利者鼓掌欢呼,为失败者惋惜感叹。但是,我们不以胜败论英雄,更不以胜败论贡献,而要以是否参与竞争论英雄和贡献。“胜固可喜爱,败亦欣然”。凡是勇于参加竞争,并竭尽全力去争取胜利的人,即使最终“败于高手剑下”,他们仍然不愧为推动人类历史进步的英雄。

“弃燕雀之小志,慕鸿鹄以高翔”。我们家电维修人员,绝非昔日之工匠,而是今日之科技人才。“志之所向、金石为开,谁能御之!”由“工匠型”向“科技型”的转化,一定会在我们这一代维修能手中普遍实现!

全国家用电子产品维修管理中心

电子工业出版社

《电子报》报社

《电子天府》杂志社

《今日电子》杂志社

1995 年 2 月 14 日

前 言

第二届全国家电维修技术征文大奖赛以后,我们将获奖文章和虽未获奖但仍不失为优秀的文章汇总,编辑出版了《家电维修技术精华丛书》。本丛书共有8册,本书为第7册,即《常用仪器仪表维修技术精选》。在编排上,根据家电维修中常用的仪器仪表,本书共分三篇,即数字万用表与指针万用表类;电子测量仪器仪表类和电源类。

电子工业的飞速发展,电子技术的日益普及,电子产品的广泛应用,标志着当今已经进入名符其实的电子时代。随着家电产品的升级换代,家电维修工作日益重要,而要从维修工作就离不开仪器仪表,小至万用表,大至各种通用及专用测试仪器都是家电维修人员的得力工具与助手。有人把它们比作“眼睛”、“耳朵”,是颇有道理的。大量实践证明,对于家电维修人员来讲,学会正确使用仪器仪表只是工作的前提条件,熟悉其工作原理才是工作的基础,而掌握仪器仪表的维修技术则是工作的可靠保证。唯此,才能得心应手地维修好家电,实现高效、优质。

鉴于仪器仪表在家电维修工作中的重要地位,本届全国家电维修技术征文大奖赛专门出版《常用仪器仪表维修技术精选》分册。全书共收入52篇作品。为拓宽维修用仪器仪表的覆盖面,书中有五篇稿件是请专家及电子工程技术人员撰写的(约稿,不参加评选)。本书各篇文章立意新颖,内容丰富,联系实际,通俗易懂,不乏真知灼见,都具有一定的代表性。

由于时间仓促,参赛文章的种类繁杂,技术水平参差不齐,稿件质量差别也很大,加之我们自身水平有限,书中不足乃至错误之处在所难免。诚恳希望广大读者批评指正。

编者

1995年2月

目 录

第一篇 数字万用表与指针万用表类

数字万用表新颖测试功能电路维修技术	沙占友(1)
普及型数字万用表的故障判断和修理方法	尚学友(49)
数字万用表检测大容量电容器的方法	周永青(60)
用“星移斗转法”设计与改装指针式万用表	黄大方(73)
普通万用表的一般修理和简易校验	陆晓安(85)
MF500 型万用表常见故障检修	陈忠禄(99)
500 型万用表的维修及量程扩展	项逢晨(105)
万用表附加器	颜 荣(108)
中、低挡指针式万用表的改装	胡小良(113)
指针式万用表准确测定小电容简法	蒋选清(116)
自制彩管灯丝有效值电压表	张小平(119)
在线电阻测量仪	唐春华(122)

第二篇 电子测量仪器仪表类

ST16 型示波器电源及显示系统的故障维修	程 敏(138)
SR-8 型双踪示波器的检修要点	朴仕然(144)
提高 SR-8 型双踪示波器亮度及灯丝电路的改进	黎文炳(150)
SB-10 型示波器工作原理及典型故障检修	周天龙(155)
SB-10B 型双踪示波器无扫描基线的故障检修	杨柳松(164)
示波器常见故障的检修	熊 明(176)
示波器电路分析与故障检修	李育林(185)
通用示波器快速检修示例	王金涛(194)
325 型示波器的几点改进	李 琛(198)
示波器高频高压及显示电路常见故障分析	刘常玉(199)
多用途的示波器扫描速度校准仪	尚学友(202)
自制示波器红外接收探头	陈善华(204)
XFD6 型低频信号发生器常见故障检修	邱 凯(209)
XFG-7 型高频信号发生器常见故障检修	邱 凯(217)
XD2 型信号发生器的维修及扩展应用	虞 初(226)
电视信号类维修仪表制作与应用	张义方(230)
JS-6B 型晶体管试验器常见故障检修	邱 凯(243)

巧用晶体管特性图示仪检测组合电路与集成电路	崔恩仲(252)
JT-1 型晶体管特性图示仪的常见故障检修	朱建元(262)
GS-5A 型电子管测试仪常见故障检修	沙占友(264)
自制低成本、宽量程的微型数字频率计	范成元(272)
自制家电维修通用小仪表 20 例	张义方(274)
检波器与高频信号源的妙用	张圣超(300)
简易音乐信号发生器	魏学纲(303)
元器件测试仪的制作与应用	张义方(307)
一种简单实用的电容测试器	彭佩烘(326)
自制“峰值测量仪”检修行电路	张圣超(327)
反向击穿电压及匝间短路测试仪	杨奇辉(330)
CY2693 型数字 RLC 测试仪精度下降的故障分析及维修	董正平(331)
921 型电子镇流器的元件检测筛选仪	陈基生(336)
$\mu K-1$ 型组件检测仪	周天龙(346)

第三篇 电 源 类

检修彩电用多路稳压电源	李励义(352)
“超级”稳压电源	蒋伟新 叶祥圣(355)
“万能”电视维修电源	周天龙(357)
家电维修用多功能电源	郭长福(361)
家用交流稳压器	周天龙(364)
家电维修中多电源的制作与使用	叶纪福(368)
多用交流调试电源	吴观炎(370)
安全检测类维修仪表的制作与应用	张义方(372)
直流电子负载	吴观炎(385)

第一篇 数字万用表与指针万用表类

数字万用表新颖测试功能电路维修技术

沙 占 友

目前,数字万用表正在国内迅速推广与普及,已成为现代电子测量与维修工作之必备仪表。近年来问世的各种新型袖珍式数字万用表更以其独特优点,受到广大电子技术人员和业余爱好者的青睐。本文首先简述新型数字万用表的测试功能,然后在剖析 10 种新型数字万用表整机电路的基础上,重点介绍 15 种新颖测试功能电路的原理与维修,最后阐述调试方法及数字万用表中的集成电路代换。本文所介绍的维修技术,可供检修其他数字万用表时参考。

一、新型数字万用表测试功能简介

最近几年推出的袖珍式数字万用表,主要增加了下述测试功能:

1. 自动关机电路

DT840D、DT1000 型数字万用表以及 DT970 和 DT980 改进型数字万用表,均增加了自动关机(亦称自动断电)功能,可避免因忘记关电源而长时间空耗电池。当仪表停止使用或停留在某一挡位的时间超过 15 分钟时,能自动切断电源,使仪表进入“休眠”状态,此时整机静态工作电流仅 $7\mu\text{A}$ 左右,功率约 $63\mu\text{W}$,耗电量可忽略不计。重新开启电源时,只需按动两次电源开关。对 DT840D 而言,转动一下量程开关也能重新启动电源。

2. 标志符显示功能

新型数字万用表大多增加了标志符显示功能,包括单位符号(例如 mV 、 V 、 μA 、 mA 、 A 、 Ω 、 $\text{k}\Omega$ 、 $\text{M}\Omega$ 、 nS 、 kHz 、 nF 、 μF),测量项目符号(AC、DC、HOLD、 Δ),特殊符号(如低电压指示符 LO、BAT、蜂鸣器符号、10 倍乘符号 $\times 10$)等。典型产品有 DT840D、DT890C₊、DT960T、DT970、DT980 和 DT1000 型。其中,DT960T 和 DT980 型的液晶显示器在小数点下方还设有量程符号,例如十位小数点下边可显示 2000,表明该小数点显示时所对应的量程为 2000.0。观察起来一目了然。

3. 电池测试功能

DT830B 型数字万用表增加了电池测试档,能分别测量 1.5V 电池、9V 叠层电池在额定负载下的放电电流,迅速判定电池质量好坏。

4. 方波信号发生器

DT810 型数字万用表设有 50Hz 方波信号档,可代替信号发生器用以检修电子仪器及家电产品。

5. AC/DC 自动转换功能

最新研制的 DT860D 型 $3\frac{1}{2}$ 位自动量程数字万用表具有交流/直流自动转换功能,能够简化操作手续。该仪表选用 NJU9207F 型 $3\frac{1}{2}$ 位单片 DMM 专用芯片。在测量直流电压时,功能选择端均呈高电平,仪表选择 DCV 工作模式。当被测量为交流电压时,利用控制信号使仪表自动进入 ACV 测量模式。

6. 真有效值测试功能

平均值响应的 AC/DC 转换器对失真的正弦波会产生明显的测量误差,更无法测量非正弦波。为适应精确测量交流电压的需要,必须采用真有效值测量法,即利用集成电路中的运算器来实现有效值的转换。因测量原理符合有效值电压的定义式,故称之为真有效值,其读数比平均值 AC/DC 转换器更准确,也更客观。这类数字万用表的典型产品有 DT960T、DT980。

7. 逻辑电平测试功能

利用 DT970 的逻辑测试挡,能代替逻辑测试笔测量 TTL、CMOS 集成电路的逻辑电平(高电平或低电平),在测量到低电平时还伴有蜂鸣声。

8. 测量频率

DT930F₊、DT930FG、DT960T、DT1000 型均设有一个 20kHz 频率挡,可以测量 10Hz~20Hz 的音频。DT890FC、DT980 设两个频率挡(20kHz、200kHz),能测 10~200kHz 的低频。DT970 则有 4 个频率挡(4kHz、40kHz、400kHz、4MHz),测量范围是 0~4MHz(自动转换量程),准确度达 $\pm 0.1\%$ 。

9. 测量高阻

普通数字万用表仅能测量 0~20M Ω 的电阻。DT890C₊、DT890D、DT1000 型数字万用表都增设 200M Ω 高阻挡,将测量电阻值的上限扩展了十倍。

10. 测量电导

新研制的 DT940C、DT930F₊、DT930FG 等数字万用表设置 100nS 电导挡,可以间接测量 10~10000M Ω 的高阻及超高阻。

11. 读数保持功能及峰值保持功能

DT930F₊、DT950、DT960T、DT980、DT1000、3211B 型还增加了读数保持键(HOLD)。测量过程中按下此键可将读数保存下来,以便于观察或者记录。DT970 型专门设置了峰值保持键(PK HOLD)。

12. 测量电容

DT890B、DT890D、DT890C₊、DT930F₊、DT940C 等数字万用表均可以测量电容量。由于采用最新设计的容抗法 C/V 转换电路,实现了电容挡的自动调零,大大简化了操作。

13. 测量温度

DT830C、DT890C₊、DT970、DM6018 等均属于测温型数字万用表,配上热电偶(仪表附件),即可测量温度。有些表还内置半导体温度传感器,专用以测量室温。

14. 相对值测量功能

DT950、DT960T 设置了相对值测量键(REL Δ),按下此键后首次测量值即被存储下来,并将以后每次测量结果自动减去初始值,在显示器上仅示出二者差值。利用该功能键可完成电阻比对、元器件筛选,尚可测量电压、电流的相对值。

15. 模拟条图显示功能

美国 Fluke 公司生产的 70、80 系列、国产 DT960、SIC6010 等,均属于数字/液晶模拟条图双显示数字万用表。此类仪表既保留了数字仪表测量准确度高的优点,又能观察被测模拟量的变化过程及变化趋势。

二、数字万用表新颖功能电路原理与维修

数字万用表的常规测试项目包括直流电压(DCV)、交流电压(ACV)、直流电流(DCA)、交流电流(ACA),以及测量半导体二极管的正向压降 V_F 、小功率晶体管共发射极电流放大系数 h_{FE} 、检查线路通断(蜂鸣器挡)。近期间世的数字万用表主要增加了 15 种新颖测试功能:(1)自动关机电路;(2)标志符驱动及显示电路;(3)电池测试电路;(4)方波信号发生器;(5)AC/DC 自动转换电路;(6)真有效值-直流(TRMS/DC)转换器;(7)逻辑电平测试电路;(8)频率-电压(f/V)转换器;(9)高阻-电压(HI Ω /V)转换器;(10)电阻比(R_x/R_0)转换器;(11)电导-电压(G/V)转换器;(12)读数保持(HOLD)及峰值保持(PK HOLD)电路;(13)容抗法电容量-电压(C/V)转换器;(14)由热电偶和 PN 结构成的温度-电压(T/V)转换器;(15)由集成温度传感器构成的温度-电压转换器。

下面结合新型数字万用表的整机电路,重点阐述这 15 种新颖功能电路的原理与维修技术,读者可举一反三,触类旁通。

(一)自动关机电路

下面以 DT1000 型 4½ 位数字万用表为例,介绍自动关机电路的工作原理与故障检修。

1. DT1000 型数字万用表整机电路剖析

DT1000 属于高准确度、高分辨力、多功能型 4½ 位数字万用表。DCV 档的最高准确度为 $\pm 0.05\%$,最高分辨力达 $10\mu V$,可作为 0.1 级标准仪表使用。该仪表采用 CMOS 单片 4½ 位 A/D 转换器,以多路扫描方式驱动大屏幕液晶显示器,最大显示值为 ± 19999 。DT1000 型可测 DCV、ACV、DCA、ACA、 Ω (含 $200M\Omega$ 高阻挡)、C、f、 V_F 、 h_{FE} ,共设置 31 个量程。仪表具有自动关机、读数保持等功能。

DT1000 型 4½ 位数字万用表的总电路参见《新型数字万用表原理与维修》一书(电子工业出版社 1994 年 8 月出版)。图中, S_1 是电源开关, $S_2(S_{2a} \sim S_{2g})$ 是量程转换开关,SB 为读数保持键。电路中共使用 8 片集成电路: IC_1 (ICL7129), IC_2, IC_3, IC_6 (3 片 TL062), IC_4 (CD4011), IC_5 (ICM7555), IC_7 (LM358), IC_8 (ICL8069C)。DT1000 型数字万用表的功能电路剖析见表 1。

表 1 DT1000 型数字万用表功能电路剖析表

功能电路名称	电路构成及关键元器件
A/D 转换器	IC ₁ (ICL7129); IC _{3b} ($\frac{1}{2}$ TL062); 外围件: R ₁ , R ₂ , C ₁ , C ₂ , C ₃ , R ₅ , C ₂₁
外部基准电压源	IC ₈ (ICL8069C); 外围件: R ₃₁ , RP ₁ (校准基准电压 V _{REF}), R ₃₃
DCA	分压器: R ₆ ~R ₁₁ (精密网络电阻)
ACV	分压器: R ₆ ~R ₁₁ ; 线性 AC/DC 放大器 IC _{2a} ($\frac{1}{2}$ TL062); 外围件: D ₁₀ , RP ₃ (校准用), C ₆ , C ₇ , R ₂₀ , C ₁₉
DCA	分流器: R ₁₂ ~R ₁₅ ; 保护电路: FU, D ₇ , D ₈
ACA	R ₁₂ ~R ₁₅ , IC _{2a} ($\frac{1}{2}$ TL062)等
Ω	标准电阻: R ₆ ~R ₁₁ , R ₂₆ ; 保护电路 PTC, T ₂
200M Ω 档	分压器: R ₂₆ , R ₂₇ ; R ₆₃ , PTC, T ₂
C	文氏桥振荡器: IC _{6a} ; 电压放大器: IC _{6b} , IC _{7a} ; 有源滤波器 IC _{7b} ; AC/DC 转换器: IC _{2a} , RP ₂ (校准用)
f	放大整形器: IC _{2b} ($\frac{1}{2}$ TL062), IC ₄ (CD4011); f/v 转换器: IC ₅ (ICM7555), RP ₄ (校准用)
自动关机	电压比较器: IC _{3a} ($\frac{1}{2}$ TL062); S ₁ , C ₂₀ , T ₃ , T ₄ , R ₅₈

2. 自动关机电路的工作原理

DT1000 型数字万用表的自动关机电路如图 1 所示。电路由电源开关 S₁、电解电容器 C₂₀ (47 μ F)、电压比较器 IC_{3a} ($\frac{1}{2}$ TL062)、NPN 晶体管 T₃ (JE9013)、PNP 型晶体管 T₄ (JE9015) 组成。其中, R₅₈ 和 C₂₀ 在电路中起到定时作用。运放 IC_{3a} 接成比较器。T₃ 为推动管, T₄ 起开关作用。

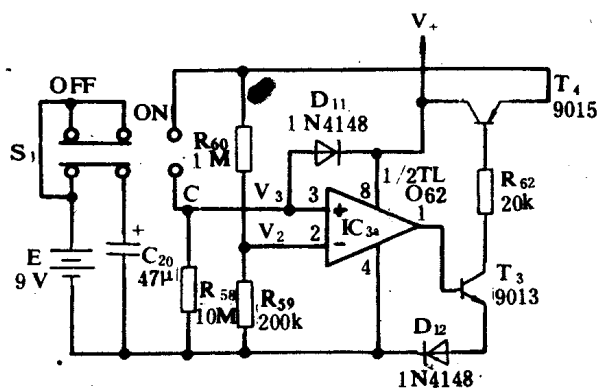


图 1 自动关机电路

当 S₁ 拨于“OFF”(关)位置时,9V 叠层电池 E 向 C₂₀ 充电,使 V_{C₂₀}=E。S₁ 拨至“ON”(通)位置时,C₂₀ 的正极经过 C 点接 IC_{3a} 的第 3 脚,而电池 E 的正极则经过 V 点加到 T₄ 的发射极上。由图可见,IC_{3a} 的第 3 脚与第 2 脚分别为同相输入端,反相输入端。令二者电压分别为 V₃、V₂。初始状态下,V₃=E=9V,V₂=ER₅₉/(R₆₀+R₅₉)=9×200k/(1M+200k)=1.5V。由于 V₃>V₂,所以 IC_{3a} 的输出为高电平,使得 T₃、T₄ 均导通。T₄ 导通之后就使芯片的电源接

通, V 端经过 T_4 接至 V_+ 端, 使所有芯片均正常工作。 C_{19} 为电源滤波电容。

随着 C_{20} 不断向 R_{58} ($10M\Omega$) 放电, 导致 V_3 逐渐降低, 当 $V_3 < 1.5V$ 时, IC_{3a} 翻转, 输出为低电平, 迫使 T_3 、 T_4 截止, V_+ 的线路被切断, 仪表停止工作。设自动关机电路的供电时间为 t , 有公式

$$V_{C_{20}}(t) = Ee^{-t/R_{58}C_{20}} \quad (1)$$

将 $V_{C_{20}}(t) = V_2 = 1.5V$, $E = 9V$, $R_{58} = 10M\Omega$, $C_{20} = 47\mu F$ 一并代入 (1) 式中计算出 $t = 842s \approx 14min$ 。

自动关机之后仪表消耗电流极小, 因为 E 的负载只有 R_{60} 与 R_{59} 。泄漏电流 I_0 由下式确定:

$$I_0 = \frac{E}{R_{60} + R_{59}} \quad (2)$$

典型情况下 $E = 9V$, 再根据 $R_{60} = 1M\Omega$, $R_{59} = 200k\Omega$, 很容易计算出 $I_0 = 7.5\mu A$ 。

需要指出, 在临近自动关机之时, LCD 上首先会出现低电压指示符 (LOW BATT), 然后读数开始闪烁并迅速消失。这可作为自动关机动作的预警信号, 提醒操作人员注意。上述闪烁现象是由于 V_+ 已降到 ICL7129 的临界电压 ($6V$), 芯片处于间断工作状态所致。这段时间很短, 一般不超过几秒钟。

3. 自动关机电路的故障分析

(1) 仪表刚通电不久 (远小于规定的 15 分钟) 即自动关机

① 9V 电池的电量不足。

② 储能电容 C_{20} 严重漏电, 使存储电量很快就泄放掉。

③ 印制板受潮, 导致 R_{60} ($1M\Omega$)、 R_{59} ($200k\Omega$) 的阻值下降。亦可使 C_{20} 的电荷较快地泄放掉。

(2) 开机后就不能自动关机

一般是 T_4 击穿短路, 起不到开关作用而造成的。此时电池正极直接经过 V 点与 V_+ 连通。

(3) 开机后仪表不工作, 芯片上均测不到电压。

① 电压比较器 IC_{3a} ($\frac{1}{2}TL062$) 损坏。

② 推动管 T_3 击穿后开路。

③ 开关管 T_4 开路。

(4) 改变仪表连续工作时间的办法

若想延长仪表每次连续工作的时间, 可适当增大 C_{20} 的容量, 反之亦然。例如取 $C_{20} = 100\mu F$ 时, 连续工作时间大约为 30 分钟。但是增大 C_{20} 容量之后, 9V 叠层电池的使用寿命也相应缩短些。这是由于电池瞬间放电电流过大所致。此外, C_{20} 宜选用漏电小、介质损耗低的钽电容。

(二) 标志符驱动及显示电路

现以 DT840D 等型号的数字万用表为例, 阐述标志符驱动及显示电路的原理和维修。

1. DT840 型数字万用表整机电路剖析

DT840 型 $3\frac{1}{2}$ 位数字万用表的总电路参见《新型数字万用表原理与维修》一书。 S_1 是电

源开关, $S_2(S_{2a} \sim S_{2h})$ 为量程选择开关, 图中已将 S_2 拨至直流 200mV 量程。该仪表共有 30 个量程, 增加了标志符显示功能、自动关机功能。电路中使用 4 片集成电路: IC_1 (TSC7106), IC_2 (CD4011), IC_3 (IC_{3a} 与 IC_{3b} 合用一片 TL062), IC_4 (TL061)。DT840D 型数字万用表的功能电路剖析见表 2。

表 2 DT840D 型数字万用表功能电路剖析表

功能电路名称	电路构成及关键元器件
A/D	IC_1 (TSC7106); 外围件: R_{24} , RP_1 (校准基准电压), R_{26} ; 振荡器阻容件: R_{39} , C_{10} ; 积分电阻 R_{38} ; 积分电容: C_9 ; 自动调零电容: C_8 ; 基准电容: C_{11}
标志符驱动电路	T_3 , T_4 , 开关 S_{2a} , $R_{49} \sim R_{59}$
自动关机电路	IC_4 (TL061), S_1 , C_{15} , T_5 , T_6 , $R_{60} \sim R_{62}$
DCV	分压器: $R_1 \sim R_7$
ACV	分压器: $R_1 \sim R_6$, 线性 AC/DC 放大器: IC_{3b} ($\frac{1}{2}$ TL062); 外围件: D_7 , C_2 , C_5 , RP_2 (校准 ACV 档), R_{37} , C_6
DCA	分流器: $R_8 \sim R_{13}$; 保护电路: FU , D_1 , D_2
ACA	$R_8 \sim R_{13}$, IC_{3b} ($\frac{1}{2}$ TL062) 等
Ω	标准电阻: $R_1 \sim R_7$; 保护电路: T_1 , PTC, R_{37}
二极管和蜂鸣器挡	电压比较器: IC_{3a} ($\frac{1}{2}$ TL062); 门控振荡器: IC_2 (CD4011); 压电陶瓷蜂鸣器: BZ
测量晶体管 h_{FE} 挡	8 芯 h_{FE} 插座; 基极偏置电阻: R_{28} , R_{29} ; 取样电阻: R_{27}

2. DT840D 的标志符驱动及显示电路

DT840D 型数字万用表采用 JH163 型 $3\frac{1}{2}$ 位液晶显示器, 除数字外还可显示多种标志符, 包括 AC、 h_{FE} 、mV、V、 μ A、mA、A、 Ω 、k Ω 、M Ω 等符号, 便于操作者读数和记录。

标志符驱动电路见图 2, 由晶体管 T_3 、 T_4 , 开关 S_{2a} 等组成。 T_3 (JE9014) 起反相作用, T_4 是射随器, 提高驱动能力, 二者均以 TEST 端为数字地。TSC7106 的 BP 端输出的方波信号 V_{BP} , 首先经过 T_3 反相, 再经过 T_4 获得反相后的方波信号 V'_{BP} , 接至欲显示的标志符驱动端。以 200mV 挡为例, 由于 mV 标志符两端施以相位完全相反的两个方波电压, 因此在液晶屏右端的“mV”标志符发光。受量程开关控制, 数值显示与标志符显示总是互相对应的。

总电路中的 $R_{49} \sim R_{59}$ 为偏置电阻, 采用 2M Ω 片状电阻, 能使未选中的标志符可靠地消隐。

3. 其他型号数字万用表的标志符驱动电路

DT980 型 $4\frac{1}{2}$ 位数字万用表的显示驱动电路如图 3 所示。该表采用 ICL7129 型 A/D 转换器。由 IC_{2a} ($\frac{1}{2}$ TL062) 构成一级电平转换器。 V_{DISP} 为多路扫描 LCD 驱动器的电源负极引出端。调整电位器 RP_1 (5k Ω) 可以设定第 19 脚 (V_{DISP}) 用以驱动 LCD 的电平幅值, 改善液晶显示器的亮暗对比度。

仪表显示器上的标志符主要包括 AC (交流)、低电压指示符 (在矩形框内标注 +、一极)、H (读数保持)、二极管图形符号, 以及各种单位符号 (kHz、nF、 μ F、 Ω 、k Ω 、M Ω 、mV、V、mA、A)。ANND 端 (3 脚) 为标志符驱动端, 可分别驱动标志符 AC 和 H。举例说明, 按下读数保持键时, SB_{1b} 闭合, ANND 信号就令“H”发光。单位符号的显示还受量程开关 S_2 的控制。