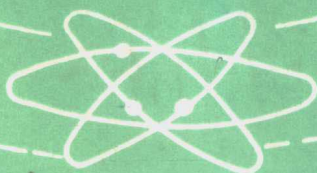


高等学校教材

智能仪器

张世箕 编



电子工业出版社

智能仪器

张世笑 编

责任编辑：郭延龄

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京科技印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：20.25 插页：1 字数：480千字

1987年6月第一版 1987年6月第一次印刷

印数：1—4,200册 定价：3.35元

统一书号：15290·491

出版说明

根据国务院关于教材工作分工的规定，我部承担了全国高等学校工科电子类专业课教材的编审、出版的组织工作。从1977年底到1982年初，由于各有关院校，特别是参与编审工作的广大教师的努力和有关出版社的紧密配合，共编审出版了教材159种。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应社会主义现代化建设培养人才的需要，反映国内外电子科学技术水平，达到“打好基础、精选内容、逐步更新、利于教学”的要求，在总结第一轮教材编审出版工作经验的基础上，电子工业部于1982年先后成立了高等学校《无线电技术与信息系统》、《电磁场与微波技术》、《电子材料与固体器件》、《电子物理与器件》、《电子机械》、《计算机与自动控制》，中等专业学校《电子类专业》、《电子机械类专业》共八个教材编审委员会，作为教材工作方面的一个经常性的业务指导机构。并制定了1982~1985年教材编审出版规划，列入规划的教材、教学参考书、实验指导书等共217种选题。在努力提高教材质量，适当增加教材品种的思想指导下，这一批教材的编审工作由编审委员会直接组织进行。

这一批教材的书稿，主要是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中评选择优和从第一轮较好的教材中修编产生出来的。广大编审者，各编审委员会和有关出版社都为保证和提高教材质量作出了努力。

这一批教材，分别由电子工业出版社、国防工业出版社、上海科学技术出版社、西北电讯工程学院出版社、湖南科学技术出版社、江苏科学技术出版社、黑龙江科学技术出版社和天津科学技术出版社承担出版工作。

限于水平和经验，这一批教材的编审出版工作肯定还会有许多缺点和不足之处，希望使用教材的单位、广大教师和同学积极提出批评建议，共同为提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系由全国高等学校工科电子类专业教材编审委员会、《无线电技术与信息系统》编审委员会、《仪表与测量》编审小组评选审定,并推荐出版。

本书由成都电讯工程学院张世箕教授撰写,由北京邮电学院汪雍副教授主审。撰、审者均依据上述委员会及《仪表与测量》编审小组审定的大纲进行撰写和审阅的。

本课程的参考教学时数为60至80学时(大学本科学生)或40学时(研究生)。本教材主要阐述如何利用微处理器系统使电子仪器实现智能化,包括有关的原理以及具体硬件和软件设计方法。书中分别阐明智能仪器的特点、设计工作内容及过程、面板输入和键语分析、面板显示和语音输出、通用接口(GPIB)、D/A和A/D变换、基本算法、测量算法和误差修正等提高仪器性能的技术,软件设计要领,开发和调试设备的利用等。

本书含有适当的程序段举例,一般以8080和6800指令并列,以便适应不同读者的习惯。书中各章内容有相对独立性,可供按需选用;先后次序亦可自由更动。

本书读者需具备“微计算机原理”、“电子测量”、“电子仪器”等方面的必要基础。

参加本书评审工作的还有北方交大蒋焕文副教授、北京工业大学汪庆宝副教授、天津大学王慧云副教授、桂林电子工业学院陈尚松讲师等,并为本书提出许多宝贵意见,这里表示诚挚的感谢。蒋焕文同志为本书的出版奔走操劳,不辞辛苦,尤为感激。

编审小组
1985年8月

序

本书是作为研究生和高年级大学生的教学参考书而撰写的。本书可以作为有关专业课程的教材,亦可供有关工程技术人员在实际工作中作参考。

本书假定读者对于电子仪器本身的模拟和数字传统硬件,电子测量和控制原理以及微处理器系统(微计算机)本身均已具备必要的知识。本书在此基础上阐述把微处理器系统应用于电子仪器中的问题,所述的理论和方法亦适用于其它智能化电子设备的设计。

本书各章的内容大体上是互相独立的。使用时,可按需要而加以选取,先后次序亦可不限。

本书的程序举例大都是一些不完整的程序片断,其目的在于举例说明某种可行的办法,而且其编码并不一定是优化的。程序举例往往用 8080 和 6800 编码并列,以便利不同读者,亦可供互相对比。用 8080 编码而不用 Z-80 编码,是因为二者的指令集向上兼容,8080 编码可用于 Z-80 系统,反之,Z-80 编码未必能用于 8080 系统。

本书是在另一本内部刊印的书籍 [2] 的基础上,根据为研究生课程、大学选修课程、工程技术人员短期学习班等多轮教学的经验重新撰写而成。于此,谨对文献 [2] 的作者们致谢。在经过删繁撮要、存菁补遗之后,本书内容与文献 [2] 颇有异趣,幸读者识焉。文献 [1] 和 [2] 篇幅较大,内有不少更详细的程序段举例,并有多个附录,仍可供阅读本书时参考。文献 [3] 亦有参考价值。

限于时间、水平和经验,本书疏漏谬误之处,间或难免,敬祈读者惠于指正,不胜感谢。

作 者

1985 年 8 月 成都电讯工程学院

参 考 文 献

- [1] 张世箕、郭成生、杨安禄、王树菁、陈光祚:《智能仪器设计》上册;四川省自动化仪器代表学会科学仪器专业委员会资料,成都科学仪器厂印,1982 年 3 月。
- [2] 同上,下册;1983 年 8 月。
- [3] J. B. Peatman: "Microcomputer-Based Design", Mc Graw-Hill Book Co., 1977.

目 录

出版说明

前言

序

第一章 绪论	1
1.1 智能仪器以及本书的目的	1
1.2 智能仪器举例	2
1.3 本书的内容	9
第二章 设计工作过程	11
2.1 智能仪器设计的计划	11
2.2 前期硬件设计	14
2.3 前期软件设计	17
2.4 后期设计	21
第三章 面板键盘输入	25
3.1 键盘输入的特点	25
3.2 键盘输入的处理	26
3.3 键盘的组织	27
3.4 键合跳动和叠键的防止	35
3.5 键语分析	36
第四章 面板显示和语音输出	44
4.1 面板显示的主要方式	44
4.2 发光二极管显示	44
4.3 七段和多段字符显示器	45
4.4 七段显示器的驱动方式	47
4.5 点阵字符显示器	4
4.6 矢量式 CRT 显示	51
4.7 点阵式 CRT 显示	52
4.8 Motorola 6845 型 CRT 控制器	54
4.9 Motorola 6845 CRTC 的应用	56
4.10 人工语言合成	63
4.11 语音程序的编制	66
第五章 GPIB 接口	70
5.1 GPIB 接口的来历	70
5.2 实施 GPIB 接口的基本方法	71
5.3 MC-68488 接口片	72
5.4 MC-68488 内部寄存器的内容和作用	76
5.5 MC-68488 GPIA 的程控	80
5.6 MC-68488 应用举例	84

5.7	Intel-8291A 接口片	90
5.8	8291A 内部寄存器的内容和作用	92
5.9	8291A 内部辅助命令及寄存器 A 和 B	96
5.10	8291A 的内部计数器和 DMA 工作	98
5.11	8291A 与 8291 的差别	99
5.12	8291A 的程控	100
5.13	8292 型 GPIB 控者	105
5.14	8292 的命令	109
5.15	8292 与 8291A 的联合工作	112
5.16	8291/8292 GPIB 控制器举例	115
第六章	数字量变换为模拟量	127
6.1	D/A 变换器	127
6.2	利用 DAC 产生波形	128
6.3	利用 DAC 绘图	132
6.4	8 比特以上的 DAC 的连接	136
6.5	专为微处理器配用的 DAC	139
第七章	模拟量变换为数字量	148
7.1	A/D 变换器	148
7.2	比较式 A/D 变换技术	148
7.3	ADC 集成电路的使用	153
7.4	数字面板表集成电路的利用	156
7.5	利用 DPM 构成数据采集系统	160
7.6	数据采集系统及其定时	163
7.7	采集到的数据的利用	166
7.8	数据采集集成电路	170
第八章	基本算法	173
8.1	算法的基本概念	173
8.2	二进制整数的表示法	175
8.3	二进整数加法	179
8.4	二进整数减法	181
8.5	二进整数乘法	181
8.6	二进整数除法	187
8.7	二进制定点数的计算	192
8.8	二进制浮点数的计算	195
8.9	十进数的计算	199
8.10	常用函数的近似计算	200
8.11	检索和查表	204
第九章	测量算法	214
9.1	主序算法和内务算法	214
9.2	定时算法	217
9.3	随机误差的处理	220
9.4	利用误差模型修正误差	221

9.5	利用校准数据修正误差	226
9.6	通过曲线拟合来求得校准方程	228
9.7	误差修正技术应用举例	231
9.8	利用算法来提高仪器硬件性能	238
9.9	多处理器系统中的算法问题	251
9.10	自检与告警显示	259
第十章	软件设计	267
10.1	结构化设计	267
10.2	由顶向下设计	270
10.3	模块化编程	271
10.4	结构化编码	274
10.5	非结构化程序变换为结构化	277
10.6	伪编码	281
10.7	文件的编制与文体	282
10.8	结构化分析	285
10.9	结构化设计举例	289
10.10	编码	292
10.11	操作系统	295
第十一章	开发和调试设备的利用	300
11.1	微处理器测试设备	300
11.2	微处理器开发设备	301
11.3	A型开发系统	302
11.4	调试仪	304
11.5	B型开发系统	307
11.6	仿真	309
11.7	正式的调试	309
11.8	多重微处理器系统的调试	312

程序举例目录

程序举例 3.1 键入识别之一.....	27
程序举例 3.2 键入识别之二.....	27
程序举例 3.3 图 3.6 键盘的扫描程序.....	29
程序举例 3.4 图 3.6 键盘的一种识键程序.....	31
程序举例 4.1 CRT 显示 RAM 的清除	57
程序举例 4.2 6845 型 CRTIC 初始化	57
程序举例 4.3 显示字符的写入.....	59
程序举例 4.4 CRTIC 的更新	60
程序举例 4.5 控制符的处理.....	60
程序举例 4.6 回车操作.....	61
程序举例 4.7 换行操作.....	61
程序举例 4.8 向上展卷 (Scroll up)	62
程序举例 4.9 向下展卷 (Scroll down)	62
程序举例 4.10 向上翻页 (Page up).....	62
程序举例 4.11 向下翻页 (Page down)	63
程序举例 4.12 语词词典的编制.....	67
程序举例 4.13 语音调用子程序.....	68
程序举例 4.14 语音片驱动子程序.....	69
程序举例 5.1 MC-68488 的初始化	80
程序举例 5.2a 用地址开关设置地址.....	80
程序举例 5.2b 由软件规定地址.....	80
程序举例 5.3 受命为听者.....	81
程序举例 5.4a 受命为讲者(发单拜特).....	81
程序举例 5.4b 受命为讲者(发一串数据).....	81
程序举例 5.5 扩大讲者或听者受命.....	82
程序举例 5.6 请求服务和响应串行查询.....	83
程序举例 5.7 PP2 组态及 PP 响应	83
程序举例 5.8 器件清除和触发.....	84
程序举例 5.9 多功能接口(测距仪 GPIB 接口).....	86
程序举例 5.10 Intel-8291A 的初始化.....	100
程序举例 5.11a 置第一种受命方式(大、小主地址)	101
程序举例 5.11b 第二种受命方式(主、副地址)	101
程序举例 5.11c 置第二种受命方式(主、副地址末五位相同)	102
程序举例 5.12 扩大讲者(第三种受命方式)	102
程序举例 5.12a 听者的结尾(收数据串时).....	103
程序举例 5.13 SRQ 和 SP 响应.....	104
程序举例 5.14 PP 组态与响应(用 DIO8 作 1 响应)	104
程序举例 5.15 器件清除和触发	104

程序举例 5.16	8292/8291 接口的初始化	115
程序举例 5.17	8292/8291 接口发送	116
程序举例 5.18	8292/8291 接口接收	117
程序举例 5.19	8292/8291 控制器外部传递	119
程序举例 5.20	8292/8281 控制器命令触发 (DT 功能)	120
程序举例 5.21	8292/8291 控制器清除器件 (DC 功能)	120
程序举例 5.22	8292/8291 控制器响应 SRQ	121
程序举例 5.23	8292/8291 控制器作串行查询	121
程序举例 5.24	8292/8291 控制器作并行查询组态	122
程序举例 5.25	8292/8291 控制器作并行查询	123
程序举例 5.26	8292/8291 控制器结束并行查询	123
程序举例 5.27	8292/8291 控制器令并行查询解组	124
程序举例 5.28	8292/8291 控制器转让控制权	124
程序举例 5.29	8292/8291 控制器接收控制权	123
程序举例 5.30	8292/8291 控制器发 REN	126
程序举例 5.31	8292/8291 控制器发 $\overline{\text{REN}}$	126
程序举例 5.32	8292/8291 控者发 IFC	126
程序举例 6.1	产生正向斜波	129
程序举例 6.2	正向锯齿波的产生	130
程序举例 6.3	锯齿上下限的调节	130
程序举例 6.4	三角波的产生(有缺陷的)	131
程序举例 6.5	三角波的产生(完善的)	131
程序举例 6.6	矩形脉冲的产生	132
程序举例 6.7	用纸带记录仪绘图	133
程序举例 6.8	用纸带记录仪绘图(方案二)	133
程序举例 6.9	示波器显示及触发	134
程序举例 6.10	X-Y 显示(X 为线性扫描)	135
程序举例 6.11	X-Y 显示(X 和 Y 分存于两个文件)	136
程序举例 6.12	Y-Y 显示(X 和 Y 存于一个文件)	136
程序举例 6.13	10~16 比特 DAC	138
程序举例 6.14	AD7543 DAC 的控制(用 MC-6800)	145
程序举例 6.15	AD7543 DAC 的控制(用 8505)	146
程序举例 7.1	斜波比较式 A/D 变换	149
程序举例 7.2	逐次逼近式 ADC (8 比特)	151
程序举例 7.3	逐次逼近式 ADC (8 比特)的另一种处理	151
程序举例 7.4	逐次逼近式 ADC(10 比特)	152
程序举例 7.5	Intel-8255 PPI 与 ADC 联接	154
程序举例 7.6	Motorola-6820 型 PIA 与 ADC 联接	155
程序举例 7.7	AD2009 DPM 的控制和读数	158
程序举例 7.8	用 DM2000 AR 构成记录仪作巡检	161
程序举例 7.9	10 比特 ADC 作数据采集(软件定时)	164
程序举例 7.10	定时脉冲的查询	164
程序举例 7.11	Intel-8080 的中断处理	165

程序举例 7.12	MC-6800 的中断处理	166
程序举例 7.13	数据采集和数据动态显示	167
程序举例 7.14	Intel-8080 的二重中断	169
程序举例 7.15	MC-6800 系统的双重中断	170
程序举例 7.16	数据采集电路	172
程序举例 8.1	单字节有符号数扩展为双字节	178
程序举例 8.2	双字节有符号数压缩为单字节	179
程序举例 8.3	单字节无符号数相加 ($Z = X + Y$)	179
程序举例 8.4	N字节二进制数相加	180
程序举例 8.5	双字节加法	181
程序举例 8.6	单字节无符号数相乘 ($X * Y = Z$)	182
程序举例 8.7	双字节无符号数相乘 ($X * Y = Z$)	182
程序举例 8.8	单字节有符号数相乘时的修正	184
程序举例 8.9	双字节任意数相乘	184
程序举例 8.10	双精度单字节无符号数除法	190
程序举例 8.11	双精度单字节有符号数除法	190
程序举例 8.12	双字节无符号数的舍入	194
程序举例 8.13	双字节有符号数的舍入	194
程序举例 8.14	三字节有符号数截去N位后舍入	195
程序举例 8.15	SQR(X) 的一种算法 (X 为二字节数)	200
程序举例 8.16	无序清单的检索	205
程序举例 8.17	最大(最小)值的检索	206
程序举例 8.18	气泡法递增(递减)排序	207
程序举例 8.19	Shell 氏递增(递减)排序	209
程序举例 8.20	递增(递减)清单的对半检索	211
程序举例 8.21	表格驱动子程序	213
程序举例 9.1	套环延时子程序 (N_1 , ms)	220
程序举例 9.2	TCXO 程序	234
程序举例 10.1	电压表中的浮点除法	293
程序举例 10.2	电压表的操作系统	297
程序举例 10.3	电压表的操作系统中的 IRQ 处理	297

第一章 绪 论

1.1 智能仪器以及本书的目的

什么是智能仪器,未有明确定义。顾名思义,这意味着仪器中含有一定的人工智能,即是仪器可以代替人的部分脑力劳动。然而,迄今所谓的智能仪器,实际所具备的人工智能仍相当有限。目前,许多人习惯用智能仪器这个词来称呼新一代电子仪器。它们的主要特点,或者说,它们同原有的老一代传统仪器的主要区别,在于仪器内含有微处理器系统,由它来实现对仪器的控制和数据处理,从而使仪器具有以下一些突出的特色:

a. 仪器的功能较多,适于极其广泛的各种应用。多功能的特色,主要是利用间接测量来实现。配有适当的传感器(变换器),测量功能可更进一步扩展。

b. 面板控制(本地控制)采用为数不多的单触点功能按键和数字键来输入控制信息(本地输入)。按键往往亦供复用(一键多用),甚至可以一定的键序(键语)来编程,从而使仪器的使用十分方便,极其灵活而多样化。

c. 面板显示(本地输出)除了简单的单个 LED 指示灯外,多用七段显示器来显示十进制数字(或兼能显示若干拉丁字母及特殊符号),乃至在点阵式字符显示器或 CRT 上显示全部 GB-1988“信息交换处理用七位编码字符集”(等效于 ISO-646, SJ-939, ASCII)以及其它一些异形字符(如希腊字母或任何文字,符号、图形)。

d. 常配有 GPIB 通用接口(SJ-2479, IEC-625, IEEE-488),有完善的远地输入和输出能力。接口母线上大都用 GB-1988 码传输,间或用纯二进制数字作快速传输。有些仪器也配备 BCD 并行接口或 RS-232C 串行接口。总之,大都可纳入自动测试系统中工作。

e. 除了能通过接口接入自动测试系统中之外,仪器本身亦具备一定的自动化能力,如自动量程转换、自调零、自校(准)、自检(查)、自诊(断)等。

f. 利用微处理器执行适当或巧妙的测量算法,常可克服或弥补仪器硬件本身的缺陷或弱点,从而获得较高的性能/价格比。

因此,所谓智能仪器,可以理解为以微处理器为基础而设计制造出来的具有上述特点的一代新型仪器。本书就是在这个意义上来论述这一代新仪器设计中一些共同的基本问题。其中许多问题的解决办法,同样也适用于其它许多带有微处理器系统的新一代电子设备。因此也可以把这里的仪器一词理解为广义的仪器,即是任何一个独立自主的电子设备,例如通信系统中的一台接收机,雷达系统中的一个激励器,医疗护理系统中的一台心电图监测仪,理化分析中的一台色谱仪,商店中的一台电子秤或计价收款机,工业过程中的一台控制器或数控机床等等。

本书假定读者对于仪器本身的一些传统模拟和数字电路、测量和控制原理,以及微处理器系统(微计算机)本身均已具备必要的知识。本书从上述基础出发,集中于论述如何

把微处理器系统应用到电子仪器的设计中,以改善仪器各方面的性能,使之具备上述的一系列特色,从而跻于新一代电子设备的行列。

1.2 智能仪器举例

这里举出二个智能仪器的例子,使读者对于上一节所述智能仪器的一些特色,至少能获得外观上进一步的印象。其中第一例是面板控制十分简单的例子。另一例则是可用键语控制及远地控制的较复杂而十分灵活多样化的例子。

1.2.1 通用计数器一例

图 1.1 为一种智能通用计数器的面板布置。其设计是使本地控制尽可能简化以方便使用。由图可见,面板上除电源开关外,还有二个拨动开关,分别用来插入或删除一个低通滤波器(滤除干扰)和一个 26dB 输入衰减器。这三个传统控制开关,在仪器的使用中,一般只在开始时拨动一次即可。另外有一个旋钮(右上角)用来调节闸门时间,在 60ms 至 11s 之间连续可调。

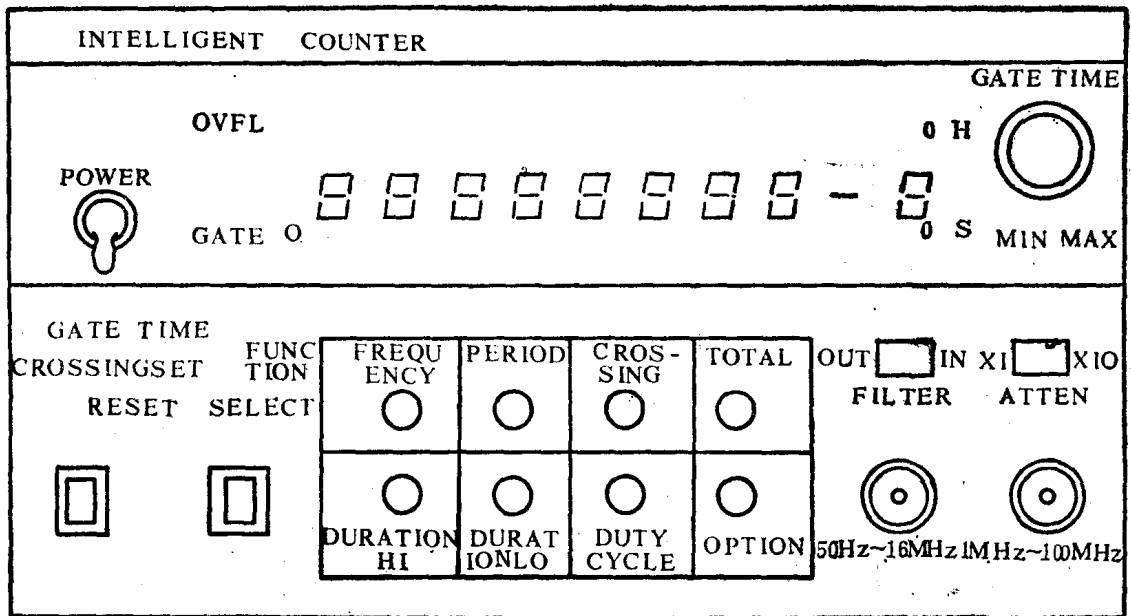


图 1.1 一种智能计数器

除此之外,面板上一共只有二个按键(图 1.1 左下方)。右边一个按键作功能选择用,即选择仪器的工作模式。开机时,功能预置于正常的测频模式。每按一下功能选择键,就依次变换为测周期,测过零点次数、累计计数,脉冲顶部(高电平)持续时间、脉冲底部(低电平)持续时间、脉冲空度系数、用选购件(内部 50Hz 至 1GHz)测频、正常预测、测周期……这样周而复始。同时,面板下半部中央二排 LED 指示灯中有一个相应的指示灯发亮,表明当时工作在哪一种模式。

另一个按键有三种不同作用:

- a. 读闸门时间: 在测频时,按住此键,在面板上部一排七段 LED 显示器即显示出当

时(由闸门时间旋钮所调到的)闸门时间之值;放手时,则又自动返回正常显示测频结果。这样,利用闸门旋钮可以随时方便而精确地调到任何所需闸门时间。

b. 预置偏置值: 在测量过零点数目时,用来预置一个偏置值 (offset)。使得

$$(\text{面板显示}) = (\text{实测值}) - (\text{偏置值})$$

以便于测量频率偏差或起伏。具体预置方法如下: 在测量过零点数目的工作模式中,按一下此键,面板显示就变为全 0。再按一下此键,则最高位显示数每隔约半秒由 0 自动依此变为 1、2...、9、0、1、2...周而复始。在显示出某一数字时(例如 4),及时按键,则该位数就停在此数,不再变化。同时,其次一位数则开始由 0 至 9 周而复始变化。在适当时刻按一下键,就置定了这第二位数。其余类推。直到八位数都预置以后,小数点就在头三位数的左下侧位置依此轮流出现,周而复始。适时按键,即置定小数点位置。这时幂值开始由 0 至 9 依次循环变化。适时再按键即置定了幂值。这样全部置定完毕后,所预置的整个偏置数值就明灭闪烁,以表示预置完毕。再按一下键,就停止闪烁而作稳定显示,这时所预置的偏置值就被存入内存。在用功能键改变工作模式之后,此预置值仍保存于内存中,到再次进入测量过零点模式时仍起作用。在此模式中,当偏置值已预置完毕存入后,再按此键,面板上就又再度显示全 0。然后又可重复上述整个过程来预置一个新的值。

c. 累计复位: 在累计计数工作模式中,按此键时即复位,显示变为全 0,又从头从 0 开始计数。

面板上用七段 LED 显示器显示八位十进数随以一个“-”号和一位幂值,亦即以科学法显示。同时;按照所选工作模式,自动显示出相应的单位(Hz 或 s)。计数器溢出时,左上方溢出指示灯亮,以示告警。测频时,显示值左下方的闸门灯随闸门启闭而明灭。

在刚接通电源时,仪器进行自检,面板上先显示全 9 并闪烁,接着显示闪烁全 8.....接着再显示全 0,然后再周而复始。这表明仪器工作正常。按动过功能选择键后,自检显示即不复出现。

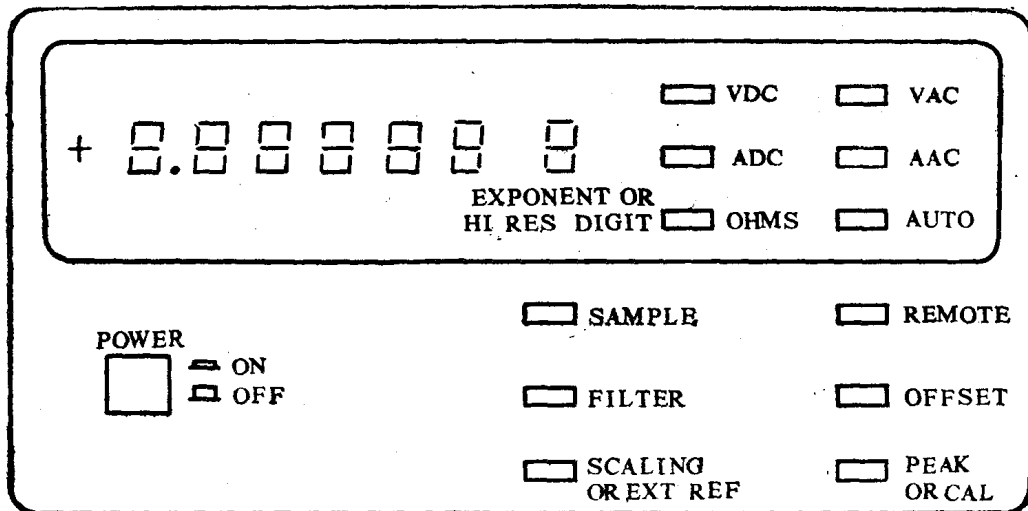
1.2.2 多用表一例

图 1.2a 和 b 分别示一台控制比较复杂而十分灵活的智能多用表的面板控制键盘和显示。

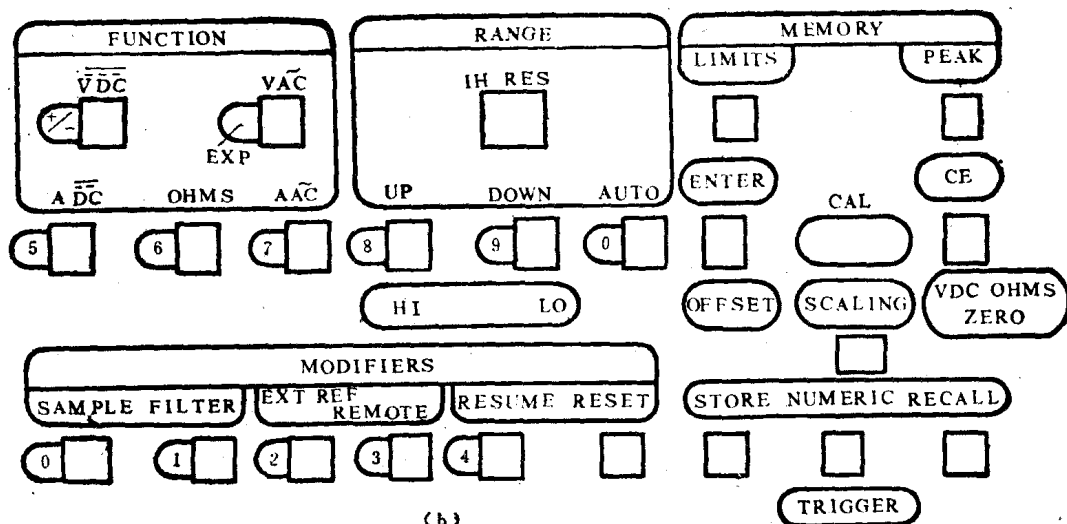
用七段 LED 显示器显示带小数点的 6 位十进数,前面显示一个“+”号或“-”号。右边隔开一小段距离再显示一位十进数作为幂值,或者作为第七位有效数字(在按过高分辨力按键 HI RES 后)。另外有 12 个 LED 指示灯,如图 1.2a 中小矩形所示。

面板上的按键,依照功能(FUNCTION)、量程(RANGE)、限定条件(MODIFIERS)、存贮(MEMORY)而分别集群排除,如图 1.2b 所示。注意其中大多数按键均为复用键。例如 VDC 键又作+/-键用,VAC 键又作幂记号(科学记法中的 E)键。量程变高(UP)和变低(DOWN)键,则分别亦作数字 8 和 9 之用;此外,在预置极限值(LIMITS)时,又作为输入或读出上限值(HI)和下限值(LO)之用。

仪器在刚接通电源后,即进行自检。若自检结果正常,即在面板上显示出该仪器的型号(例如 8502-5)或其所用软件的代号(例如 HI-1.2.4)。约一秒钟后,显示出仪器内已选用的插件,例如 1234598,表示插有欧姆变换器(02)、分流器(03)、校准因子存贮器(04)、GPIB 接口(05)、有效值交直流变换器(09)、光电耦合隔离器(08)。再经约一秒



(a)



(b)

图 1.2 智能多用表面板一例
(a) 显示; (b) 键盘

钟后,仪器即自动进入初始工作状态: 测量直流电压、1000V 档、慢采样率 (S7, 即每次读数为 $2^7=128$ 次采样的平均值,每次采样约 5 至 6ms)、快滤波 (F0, 滤除高频及电源谐波相关的干扰)、无偏置 (OFFSET 为 0)、不除以比例因子 (SCALING 为 1)、无峰值记录 (PEAK 为 0)、不用外部参考电压源 (EXT REF 为 OFF)、触发方式为自动 (AUTO)、直流电压及欧姆不作零点修正 (VDC/OHMS ZERO 为 OFF)、不受远控 (REMOTE 为 OFF)。

在一般情况下,面板显示值为

$$(\text{面板显示值}) = \frac{(\text{测得值})}{(\text{SCALING})} - (\text{OFFSET})$$

在作本地控制时,按键顺序应为功能、量程、限定条件、存贮。各键的效能如下:

功能:

VDC: 测直流电压

VAC: 测交流电压

ADC: 测直流电流

AAC: 测交流电流

OHMS: 测欧姆

量程:

AUTO: 自动量程转换。在 AUTO 时,若按 UP 或 DOWN 即自动变为自控量程。

UP: 量程换高一档。已在最高档时,仍停留在最高档。

DOWN: 量程换低一档。已在最低档时,仍停留在最低档。

HI RES: 高分辨力显示。使分辨力提高一个量级,显示出七位有效数字。再次按 HI RES 即回复到正常显示。

限定条件:

SAMPLE: 按一下进入采样率 $S5(2^5 = 32 \text{ 采样/读表})$ 。再次按 SAMPLE 又回到 $S7$

其它采样率可由下列键语得到:

按键: [STORE] [NUMERIC] [SAMPLE] 数字 0~17 [ENTER]

显示: ? YES? GO 数字 熄灭

所存入的采样率 s_n 即 (2^n) 中的 n 值,可用下列键语来读出(面板显示):

按键: [RECALL] [SAMPLE]

显示: ? n 值

这时若一直按住 [SAMPLE] 键,则一直显示出 n 值;一放手, n 值显示即消失,仪器恢复正常显示测得值。

FILTER: 按一下即进入慢滤波,可以较好地控制电源频率干扰。再按一下又返回快速滤波。

其它滤波方式用下列键语:

[STORE] [NUMERIC] [FILTER] 1 或 2 或 3 [ENTER] 1 为旁路滤波; 2 是能暂停 (time-out) 的慢滤波,即是在更换功能或量程后第一次读数之前暂停约 500ms, 每次读数后亦暂停 500ms; 3 是能暂停的快速滤波。在 F1 或 F3 滤波时,按一下 [FILTER] 即返回正常慢滤波;在 F2 时,按一下 [FILTER] 即返回正常快速滤波 F0。用下列键语来读出滤波代号: [RECALL] [FILTER]。

EXT REF: 按下时,面板显示出由仪器背后接入的外部参考电压之值。放手时,即进入外参考工作状态。

$$(\text{显示值}) = \frac{(\text{测得值})}{(\text{外参考值})} - (\text{OFFSET})$$

REMOTE: 按一下即进入远控状态,再按则返回本地控制。用 GPIB 接口时,由系

统的控者发 REN, 使仪器进入接受远控, 按 [REMOTE] 键返回本控。

RESUME: 按一下即脱离手控触发或外部触发工作模式, 而返回到内部自动触发模式。

RESET: 按一下即回到刚通电时的初始工作状态, 并抹掉一切输入的内存数据(校正因子除外)。

存贮:

LIMITS: 按一下即进入高低极限工作模式, 再按一下则回复正常工作模式。

在极限工作模式中, 用下列键语来规定高、低极限:

[LIMITS] [STORE] [NUMERIC] [HI] 数值 [ENTER]

[LIMITS] [STORE] [NUMERIC] [LO] 数值 [ENTER]

可用下列键语来读出所存入的高低极限值:

[RECALL] [HI] [LIMITS]

[RECALL] [LO] [LIMITS]

在极限工作模式中, 当所得测量结果(在正常工作时应予显示之值)大于或小于所存入的高低限时, 即在面板上显示出 HI 或 LO; 若在极限之内则显示 PASS。当更换了功能后, 则自动脱离极限工作模式, 而返回正常工作模式。但所存的高低限仍保存于内存中。

PEAK: 按一下即进入峰值记录模式; 再按一下则返回正常工作模式。

在峰值记录模式中, 仪器把一连串测量结果的最大值(高峰)和最小值(低峰)存贮下来。可以用下列键语来读出所存峰值:

[RECALL] [HI] [PEAK]

[RECALL] [LO] [PEAK]

VDC/OHMS ZERO: 这个键是一种调零手段, 可用来修正(扣除掉)零点误差。当仪器处于最低电压或电阻量程时, 在仪器的测量输入端被短路的情况下, 仪器显示不为零, 而为某一数值 D。这是由于短路电阻不是真正为零, 以及接触电位差、热电动势等而致的结果。在此情况下, 可输入键语:

[STORE] [VDC/OHMS ZERO]

面板显示即由 D 变为 0。这时仪器把所测得的 D 值存贮下来, 此后即自动从测得值中扣除此项误差, 然后再予显示。在 VDC 工作模式中, 可用下列键语读出所存的 D 值:

[RECALL] [VDC/OHMS ZERO]

OFFSET: 按一下即进入偏置工作模式; 再按一下即退出而返回正常模式。

在偏置模式中, 面板显示为

(显示值) = (测得值) - (OFFSET 值)

这种工作模式可以作为一种特殊的调零手段。例如, 当被测点远离仪器而用长引线引来时, 在引线远端(被测点处)短路, 显示将不为零, 而显示出某个数值 D。可以用当时显示的 D 值作为偏置值存入, 键语为:

[STORE] [OFFSET] [OFFSET]

如欲存入任何偏置值, 则键语为:

[STORE] [NUMERIC] [OFFSET] 数值 [ENTER] [OFFSET]