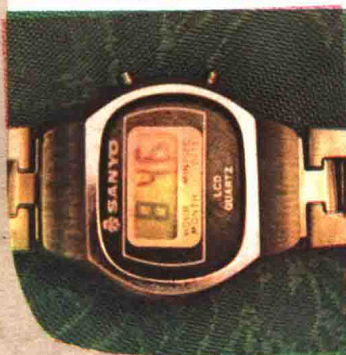


79.824  
SDS

307544



DIANZISHOURIAODESHIYONGWEIXIU

# 电子手表的使用维修

# 电子手表的使用维修

沈 冬 生

湖南科学技术出版社

# 电子手表的使用和维修

沈冬生

责任编辑：王劲松

\*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

\*

1982年1月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：3.75 字数：82,000

印数：1—45,400

统一书号：15204·73 定价：0.34元

## 前 言

数字式电子手表,是近年来迅速发展起来的电子计时器件,它的准确性高,售价低,功能多,大有取代传统机械表的趋势。可以断言,数字式电子表今后将有较大的发展。

随着电子表的蓬勃发展,使用电子表和关心这方面技术的人会越来越多。从这种需要出发,本书主要介绍了数字式液晶显示电子手表(俗称第四代电子表)的结构原理、安装程序、使用及调校、故障检修方法等,还简单介绍了指针式石英电子表(俗称第三代电子表)基本原理和测量修理方法。内容力求简明扼要,文字力求通俗易懂,主要供钟表维修工作人员、业余无线电爱好者和电子表用户阅读参考。

本书在编写中,得到上海手表厂和有关单位的大力支持,在此顺致谢意。由于编者的理论水平和实践经验有限,本书存在的缺点和错误,衷心期望广大读者和手表维修、制造工作者批评指正。

编 者

一九八一年十月

# 目 录

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第一章 数字式电子手表的结构原理..... | (1) |
|-----------------------|-----|

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第一节 电子手表的发展概况和展望..... | (1) |
|-----------------------|-----|

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第二节 电子手表与机械手表的区别..... | (2) |
|-----------------------|-----|

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第三节 数字式电子手表的基本原理及结构..... | (4) |
|--------------------------|-----|

|                 |      |
|-----------------|------|
| 第四节 电子手表电池..... | (17) |
|-----------------|------|

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 第二章 CMOS 场效应集成电路..... | (21) |
|-----------------------|------|

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 第一节 CMOS 集成电路的特点..... | (21) |
|-----------------------|------|

|                  |      |
|------------------|------|
| 第二节 场效应管的种类..... | (23) |
|------------------|------|

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 第三节 MOS场效应管的结构及工作原理..... | (24) |
|--------------------------|------|

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 第四节 CMOS 集成电路使用注意事项..... | (27) |
|--------------------------|------|

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 第三章 数字式电子手表拆装及检修..... | (28) |
|-----------------------|------|

|                 |      |
|-----------------|------|
| 第一节 常用测试仪表..... | (28) |
|-----------------|------|

|            |      |
|------------|------|
| 一、万用表..... | (28) |
|------------|------|

|              |      |
|--------------|------|
| 二、电子校表仪..... | (31) |
|--------------|------|

|                  |      |
|------------------|------|
| 三、石英稳频信号发生器..... | (32) |
|------------------|------|

|                  |      |
|------------------|------|
| 四、双目放大镜和显微镜..... | (33) |
|------------------|------|

|                    |      |
|--------------------|------|
| 第二节 拆装方法及注意事项..... | (33) |
|--------------------|------|

|               |      |
|---------------|------|
| 第三节 元件检验..... | (35) |
|---------------|------|

|               |      |
|---------------|------|
| 第四节 清洗处理..... | (48) |
|---------------|------|

|                    |      |
|--------------------|------|
| 第五节 常见故障的检修方法..... | (55) |
|--------------------|------|

|                                     |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| 一、无显示…………… (55)                     | 九、闪烁…………… (60)    |
| 二、多划和缺划…………… (57)                   | 十、显示淡, 无升压… (61)  |
| 三、按钮不灵…………… (58)                    | 十一、显示时深时淡… (61)   |
| 四、长期亮灯…………… (59)                    | 十二、显示时有时无… (61)   |
| 五、“田”字…………… (59)                    | 十三、乱显示…………… (62)  |
| 六、灯不亮…………… (60)                     | 十四、在光照下乱显示… (62)  |
| 七、漏电…………… (60)                      | 十五、走时不准…………… (62) |
| 八、月、时、分不跳… (60)                     | 十六、灯光暗…………… (63)  |
| 十七、瞬时日差合格, 实走误差大, 或乱显示…………… (63)    |                   |
| 十八、电流正常, 输出端和公共端都有波形, 不显示…………… (63) |                   |
| 第六节 爱卡牌六功能电子手表使用及调校…………… (64)       |                   |
| 第七节 金雀牌电子手表性能及测量方法…………… (67)        |                   |

#### 第四章 指针式石英电子手表测量方法及检修…………… (72)

|                                             |
|---------------------------------------------|
| 第一节 指针式石英电子手表简介…………… (72)                   |
| 第二节 指针式石英电子手表的清洗…………… (76)                  |
| 第三节 宝石花指针式石英电子手表测量方法…………… (78)              |
| 第四节 登月牌SZ—JN型双历指针式石英电子手表<br>使用和调校…………… (84) |

附表一: 指针式石英电子手表检修顺序…………… (87)

附表二: 指针式石英电子手表常见故障一览表…………… (88)

附表三: 电子手表常用电池一览表…………… (91)

附表四: 数字式石英电子手表一览表…………… (92)

# 第一章 数字式电子手表的结构原理

## 第一节 电子手表的发展概况和展望

目前, 电子技术的进展, 正吸引人们对高精度、高可靠性的晶体管手表的极大注意。早在五十年代, 人们已将晶体管用于手表, 产生了第一代电子手表, 即摆轮游丝式电子表。这种手表以晶体管振荡器代替发条, 精度略比机械表高。以后, 为了进一步提高精度, 产生了第二代电子手表, 即音叉式电子手表, 其频率比晶体管振荡器高而稳定。这两种表虽然在六十年代技术上已相当成熟, 但与石英电子表相比, 无论在走时精度、结构和成本方面都相去甚远, 因此, 一、二代电子表现已逐步被淘汰, 石英电子手表已取而代之, 日益受到人们的重视和欢迎。

目前, 石英电子表正在向多功能发展, 从显示功能来看, 除有秒、分、时、上午、下午、星期、日、月、年的显示外, 还可以同时贮存两种时间: 世界标准时间和当地时间。有的电子表还有闹时、秒表、闰年调整、电池寿命预报等附加功能。近年来, 还有三、四代混合的石英电子表, 即除计时外, 还附有其他功能。如附有计算器的电子表, 能进行四则运算, 连乘连除、开方、百分比等运算。最近还出现一种保健电子表, 能测量人体脉搏、血压和体温。还有一种带有微型录音机的电子表, 能播收音乐、口语报时。因此, 电子手表已大大越出计时功能的

范围。

电子手表显示时间的形式可分为三种：

(一) 发光二极管显示型。需要看时间的时候，按动按钮，表面上便会显示出小型红色数字，呈现一、二秒钟后，这些数字又会消失。

大多数的发光二极管电子表除了能显示时分两种数字外，还可以显示日期和秒，不过并不是与时、分数字同时出现。如果显示不同的数字，便要按动不同的按钮，显示秒的数字亦可继续不断地呈现。

(二) 液晶体显示型。显示的数字是由各划联接起来，时和分的数字继续不断地在表面上呈现，无须按按钮。

(三) 石英模拟型。这类表的表面和时分秒针都与普通机械手表一样。表内晶体管所控制的微型电动机驱使表面的时、分、秒针运行。

石英电子表走时非常准确，一个月内的快慢误差不出数秒。和传统式手表相比，可以省回一笔保养费用，因为购买电子表电池的费用，今后将比良好的传统手表洗油费用便宜。我国电子手表本身的售价也随着工艺技术的进步而日益下降，最后可能下降到这样一个程度：当你发现表内电池能量将要耗完的时候，就把它扔掉，因为买新电子表的价格和买电池的价格并不会相差多少。

## 第二节 电子手表与机械手表的区别

与机械手表相比，电子手表的时间精度有了显著的提高，而在机件、装配、生产技术等方面也有如下的新特点：

一、由于摆轮、擒纵叉等调速机构电子化了，就不需要机械手表那种复杂的调速机构。

二、由于调速机构、擒纵叉、原动机构、自动机构换成石英振荡器、电子电路、微型马达、电池，就减少了装配零件数，尤其是数字式电子表，其装配工时只有机械手表的 $1/2 \sim 1/3$ 。

三、在机械手表向石英手表转变时，时间精度有了惊人的发展。就是说由过去机械手表日差几秒向月差几秒的高精度化发展，而且目前还出现了年差几秒的超高精度的产品。既然手表是测时的仪器，则技术的核心就是时间精度的提高。

四、石英手表的精度、可靠性极高，也是由于充分有效地利用了以前机械式手表的生产技术，从而确立了与其同样成本的大量生产技术，而且使生产程序进一步合理化了。

五、随着机芯小型化、薄型化的发展，加上电子时代形象的一些设计，从而大大地丰富了机械手表时代所没有的一些表机类型。

六、由于电子学的应用，可以装上过去机械手表无法考虑的各种附加机能。石英手表的历史虽不到十年，但正如以上所述，目前的技术都能从各方面体现消费者的要求，因而确立了大量生产的基础。可以认为，这是几百年机械手表历史形成的精密机械学与现代微电子学结晶的产物。

七、对于手表来说，机械上改进虽然有限，但追求高精度的努力，今后还是不会停止的。当前的目标不仅要达到最高的精度水平，而且还要实现可以大量生产的实用水平。如象电波手表那样，可以采用外部标准进行校正的方式。不过，电子手表还存在降低功耗等困难，因此在石英振荡器、振荡电路方面还须进一步改进。

八、持续时间——电子表即使一直放着，走时也超过一年

以上，因此能有效地保持高精度。其主要缺点是每隔一到二年必须调换电池。目前，国内外电子表厂正在努力设法解决这一问题，主要采用以下两种作法：（一）由太阳能补充电池；（二）进一步延长电池寿命。

总之，今后电子表设计的努力方向主要是：（一）设计得可以经济而有效地生产；（二）设计得可以经济地增加新的功能；（三）设计得可以克服以前各种型式的缺点，使其更为适用。

### 第三节 数字式电子手表的基本原理及结构

随着大规模CMOS 集成电路的不断发展，数字式电子表应运而生。本章简略介绍其基本工作原理及组件的基本特性。

#### 一、数字式电子手表的工作原理

图1—1为数字式电子表的电路方框图。其基本工作原理是：石英振子、振荡电容、微调电容与集成电路中的振荡电路，组成了手表的振荡部分，产生每秒32768次的振荡频率，把该频率送进分频电路，经216次分频，变成每秒一次的脉冲信号。再送进秒计数器，即输入60个脉冲信号，产生一个输出信号，其输出的脉冲便是一分钟一次。秒计数器除每一分钟输出一个脉冲信号到分计数器外，同时它本身的秒脉冲信号在显示器上显示出秒数字。

分、时、日计数器的工作原理与秒计数器相同。解码电路是将每个计数器的内容，改为7划数字编码，去推动7划显示的液晶显示板或发光二极管。

解码后的信号，电流不足，电压1.5伏也不足以推动液晶显

示板工作，所以必须经过推动电路，加大电流，并经升压电路将电压升为3伏。

每个计数器的内容，除了随振荡电路的正常走时改变外，也可由调校系统改变。

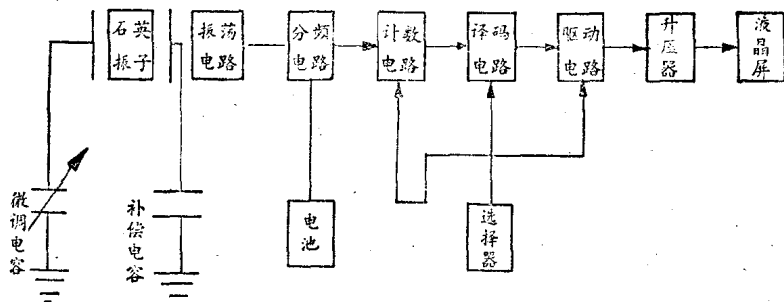


图1—1 数字式电子表的电路方框图

## 二、数字式电子表的基本结构

数字式电子表主要采用两种显示器件：LED(Light Emitting Diode发光二极管显示器)和LCD(Liquid Crystal Display 液晶显示器)两种。

LED电子表利用GaAs/p发光二极管作显示器，这种显示器功耗大，表面不是持续发光，而是在需要看时间时，按下按钮，才能看到显示数字。

LCD电子表应用向列型液晶显示作为显示器。这种显示器功耗很小（小于1微安），能连续显示。因此，在电子手表市场上，LCD数字手表的地位日趋重要。

LCD电子手表的基本元件有：CMOS集成电路、液晶屏、印刷线路板、石英晶体振荡器、电容、微调电容、光散射器、微型灯泡、导电橡胶连接器、电池等等。

## (一) CMOS集成电路

数字石英表的集成电路，全名为互补型金属—氧化物—半导体集成电路 (Complementary Metal Oxide-Semiconductor) 缩写成 CMOS。它控制了电子表的所有功能。集成电路晶片面积约有10平方毫米，用金线或铝线点焊而接到电路板的引线上，再加黑色密封胶保护。

这种集成电路的特点是集成度高，就是很小面积的硅片能容得下数千个晶体管，并且耗电极低。根据半导体过去质量的记录，在合理使用的情况下，集成电路损坏的机会很小，寿命应该是很长的。现在见到的电子表集成电路损坏，绝大部分都是由于使用时受外界(水汽、静电等)破坏引起。

集成电路常见的质量问题有：

### 1. 静电/高压电源破坏

干燥天气中，由人身上带的高压静电最易破坏集成电路。预防方法是：所有机件、工作台及人体都要接地，焊接用的电烙铁也要接地。

### 2. 水气短路

由于集成电路是低电耗的器件，最易引起水气短路，导致电路超载而短路。

## (二) 液晶显示器(Liquid Crystal Display)

一般认为物质只有固体、液体和气体三种状态。这种看法并不完全正确，特别是对某些有机物来说，由固体变为液体并不是简单的转变，而要经过一个相当复杂的转变过程。例如，有机物在16℃时熔化，76℃时变成完全澄清的液体。此时，一方面具有液体的流动性，同时又具有液晶体的性质，即晶体所具有的光学特性和晶体电学特性，因此它是介于固体和液体之间的一种中间状态，故称液晶体。液晶体一般由棒状柱形对称

分子构成，它有偶极的功能基团。各分子沿一个方向排列，呈现为各向异性的液体。液晶的许多物理性质，对外界的刺激是灵敏的。电场、磁场、热能和声能都能使它产生光效应。实际上，直到现在，一切有关显示的研究都集中于光电效应上。液晶本身并不发光而是产生光散射、光学密度的调制或色彩的变化。

两片玻璃间垫一薄层涤纶膜，中间充满液晶，四周密封，即可制成液晶显示屏，把它和相应的CMOS 集成电路匹配，就可以进行数字显示。

向列相 (Nematic) 的液晶体是普遍使用的显示液晶，它在  $0^{\circ}\text{C}$ — $60^{\circ}\text{C}$  时分子呈现扭转状液晶，温度过高便变为液态，过低便变为结晶。液晶的扭转分子在电场作用下，便依电场方向作单方向排列。利用这种特性便可制成液晶显示板。

### 1. 液晶显示板LCD的构造

LCD显示板由前偏光板，前玻璃板，透明字划电极，液晶体，透明公共电极，后玻璃板线偏光板，反光板组成。见图1—2所示。玻璃板采用硼硅玻璃板，制作中要对LCD进行配向处理，

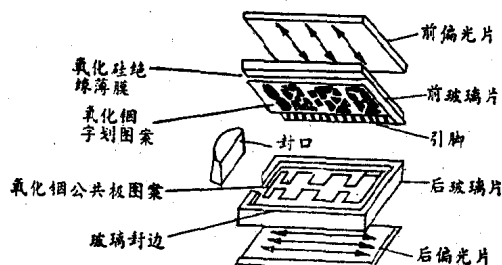


图1—2 液晶显示板

即对公共电极和字划电极进行特殊处理，以使液晶分子的排列互成 $90^{\circ}$ 。一般采用的方法有两种：擦磨法和斜角蒸附 $\text{SiO}_2$ 法。

制字形可分为光刻法和印刷法两种。其中印刷法比较简单，制作中使字体略为倾斜，使观看更加舒适些。字划电极分七段，有七条引出线，公共电极为一体，有一条引出线，如图1—3所示，字划电极用英文a—g表示。

注入液晶后的封合，对LCD寿命的影响很大，可采用金属封合、环氧树脂封合及玻璃封合等不同的方法。

偏光板采用高分子材料的塑料膜，放在碘溶液中浸渍，慢慢地拉出，这样在塑料膜上就形成了碘的披膜，然后干燥，最后按要求的外形落料，即成为偏光板。塑料膜的透明度要求很高。

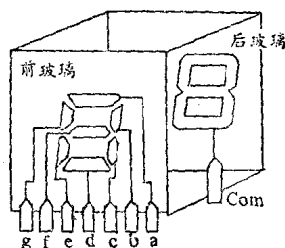


图1—3 字划电极

## 2. LCD的寿命

LCD的确切寿命无法说明，它与制造工艺和使用方法有关。理论上的寿命可达10年，但一般为保险起见，各个厂家一般只公布5年。经实践发现，一般LCD的失效与偏光板有很大关系，因为偏光板的抗温性很差，当液晶板受潮后，偏光板劣化，则LCD失效。同时LCD还受温度的制约，一般温度范围在 $10^{\circ}\text{C}$ — $60^{\circ}\text{C}$ 之间，温度过高过低，对LCD均有影响，紫外线的长期照射对液晶也有一定影响。因此，要提高液晶显示板的寿命，就要在提高液晶纯度，改进偏光板材料等方面下功夫。当然，使用者也应注意保护，以延长它的寿命。

## 3. LCD的驱动

LCD用直流驱动，效果不好，而且寿命很短，故一般采用交流驱动。电子表驱动LCD，一般采用频率 $32\text{Hz}$ 的交变电压，选用 $32\text{Hz}$ 的频率，是由液晶反应速度决定的，如果频率低（低

于 $25\text{Hz}$ ), LCD显示的字就会发生闪动; 频率过高, LCD的反应速度跟不上, 看不到一个准确的时间, 所以一般采用 $32\text{Hz}$ 频率的交变电压驱动LCD。

#### 4. LCD的工作原理

由于在制作LCD时对它进行了定向处理, 所以当把液晶注入到液晶盒中时, 液晶分子便按所处理的方向排列, 从前玻璃板到后玻璃板的液晶分子刚好被扭转了 $90^\circ$ 。前偏光板与前玻璃板的处理方向相同, 而后偏光板则与后玻璃板处理方向相同, 这样前偏光板只允许与其处理方向一致的振动光通过。因此, 当在字划电极和公共电极之间没有施加电压时, 光线以水平方向进入前偏光板及玻璃板后, 被液晶扭转 $90^\circ$ , 又以垂直方向穿过后玻璃板及偏光板, 落在反射板上, 反射板又将光线反射回去, 这样我们看到的LCD便为透明无显示的。当在字划电极与公共电极之间施加电压时, 液晶分子便改变了原来的排列顺序而变成与电场方向一致的垂直排列, 这时以水平方向射入的光线, 穿过前偏光板与玻璃板, 不能被液晶扭转 $90^\circ$ , 变成与后玻璃板处理方向一致的光通过落到反射板上, 只能停止在后偏光板上。这时我们看到的LCD (在通电的部分) 便为黑色, 由于CMOS按照特定的逻辑给字划电极供电, 所以, 我们便能

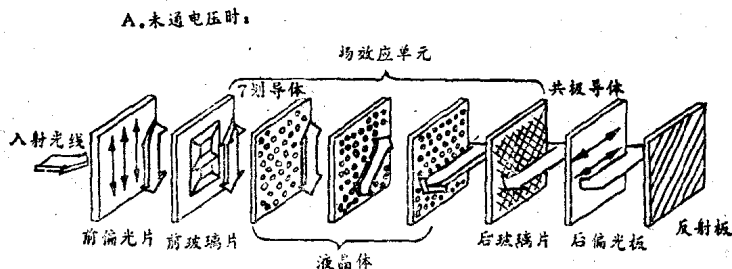


图1-4 (A) 液晶显示板的原理

得到一组标准时间的数字显示。原理如图1—4所示。

B. 通电压之后:

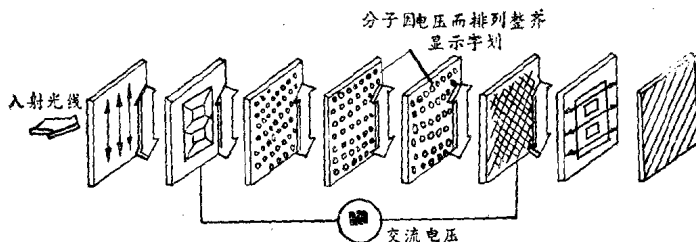


图1—4 (B) 液晶显示板的原理

## 5. LCD的质量特性

(1) LCD易受外界水汽等污染,所以封口必须良好,否则会因泄漏而变黑。

(2) LCD会因紫外线的照射而劣化,故不宜长时间曝晒在阳光下,保存时要用黑色纸包好,放在避光处。

(3) 偏光板 (polarizer) 易因湿气而脱落或劣化,应干燥保存。

(4) LCD因电场而起作用故冬天的高压静电会使LCD暂时变黑,要采取人体及工作台、工具接地等防静电措施。

(5) 直流电会使LCD劣化,要用交流驱动。

(6) LCD因制造厂不同而有不同的反应时间,反应时间在走马式显示中非常重要。

(7) 温度会劣化LCD,保管时室温不要超过60℃。

(8) 工作中要带指套,指套可用冷弗利安 (Freon) 清洗。

## (三) 石英振子 (Quartz Crystal)

石英是一种氧化硅结晶体 (Silicon Oxide)可分为人造晶体和天然晶体两种,由于天然晶体含有杂质,所以电子表一般采用人造晶体。

石英有这样的特点：当在晶体上施加电气时，晶体便产生机械变形；当在晶体上施加压力时，它便变形产生电气。这种现象叫做石英的压电效应。因它具有这种特性而且振荡频率高而稳定，所以，被视为理想的振荡器件而应用于电子表中。由于采用了石英晶体振荡子代替摆轮，使得电子表比机械表的走时精度提高了千百倍。

### 1. 石英振子的制造

石英晶体是在 $400^{\circ}\text{C}$ 、1000个大气压情况下把天然石英粉碎再结晶，然后再按一定方向切割成形的。其切割面的方向，影响振动频率。早期采用棒状晶体，它的工艺简单，但抗冲击性差，后来人们采用音叉形石英晶体，效果更佳。

石英晶体制成后是封装在真空的金属筒里的，这是为了消除阻抗和气体的干扰，保持较高的振荡频率。石英晶体的制造可用方块图表示：

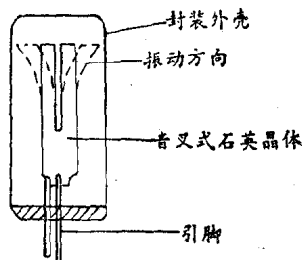


图1—5 石英晶体制造方块图

### 2. 石英振子的工作原理

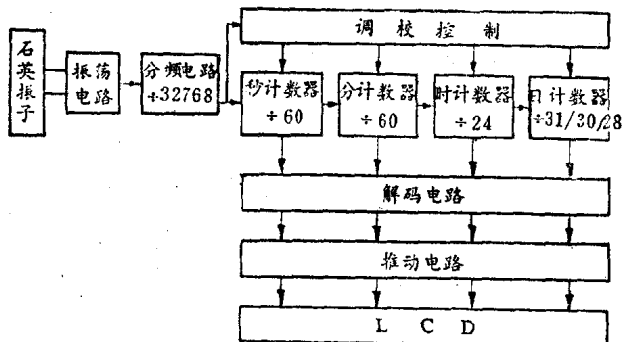


图1—6 数字电子表电路图