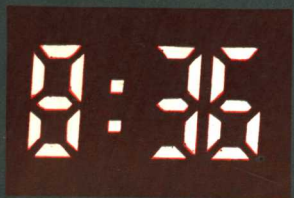


液晶数字式电子手表的 使用与修理

路治中

河南科学技术出版社



内 容 介 绍

本书从实用出发，在简述液晶数字式电子手表原理与结构的基础上，重点详述了该类手表的使用方法、调校步骤与维修措施。尤其在调校与维修方面，书文结合直观插图，讲得方法具体、步骤详细、措施得力。它是每个电子手表用户的随身顾问和良友，也是专业电子手表修理部门的重要参考书。

液晶数字式电子手表的 使用与修理

路 治 中

责任编辑 孟庆云

河南科学技术出版社出版

河南省通许县印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787×1092毫米 32开本 2.375印张 50千字

1985年8月第1版 1985年8月第1次印刷

印数：1—5,060册

统一书号15245·63 定价 0.80元

前 言

近年来液晶数字式电子手表大量涌入市场，它以走时准确、使用方便、价格低廉、款式新颖等优点受到广大人民的欢迎，赢得了众多的用户。

不少用户缺乏有关这种手表的使用、维修常识，如买来手表不会用，使用中间出了毛病不会修，甚至把一些正常的现象误认为故障等等。鉴于上述情况，为了增加用户这方面的知识，帮助他们用好这类手表，结合自己工作中的一些肤浅体会，编写了这本小册子。

本书以实用为主，对这类电子手表的结构和原理仅作简单介绍，重点详述其使用方法、调校步骤及维修措施，力求文字通俗易懂。尽量作到交代使用方法清楚、调校步骤详细、维修措施具体，以期使读者能正确使用此类手表，并且借助于此书自己能动手排除使用中出现的简单故障。

由于笔者水平有限，书中难免错误和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

概 述	(1)
第一章 液晶数字式电子手表的构造与工作原理	(4)
第一节 基本工作原理	(4)
第二节 主要结构	(6)
一、石英晶体谐振器	(7)
二、集成电路	(9)
三、导电橡胶	(11)
四、液晶显示屏	(14)
五、扣式微型电池	(17)
第二章 液晶数字式电子手表的调校	(24)
第一节 五功能电子手表的调校	(24)
一、按钮的用途	(25)
二、调校步骤	(26)
第二节 六功能电子手表的调校	(31)
第三节 多功能电子手表的调校	(32)
一、按钮的用途	(32)
二、调校步骤	(34)
第四节 调校过程中的某些现象	(39)

第三章 液晶数字式电子手表的维护与修理	(41)
第一节 电子手表的使用和维护	(41)
一、电子手表的选购	(41)
二、使用电子手表注意事项	(43)
三、电子手表走时快慢的调整	(44)
四、电池更换与电子手表寿命	(46)
第二节 电子手表的故障与修理	(49)
一、普通电子手表拆装方法	(49)
二、电子手表的故障与修理	(50)
第三节 无微调电容电子手表走时的调校	(64)
一、补焊微调电容器	(65)
二、加装小型电容或自制小电容	(66)

概 述

作为测量、记录和显示时间流逝的钟表，有着十分悠久的历史。从古到今，人们在长期的劳动实践中，先后创制出了各类钟表，诸如滴漏、砂漏、火闹钟、摆钟、石英钟、原子钟等等，一次比一次精密，一次比一次准确。究其发展过程大致可归纳为以下几个阶段：

- 一、连续流动型钟表（滴漏、砂漏等）；
- 二、无周期控制机械钟（重锤式机械钟）；
- 三、周期控制机械钟（摆钟等）；
- 四、石英钟；
- 五、原子钟。

第一阶段和第二阶段的钟表，精度不高，稳定性也差。到十七世纪，钟表发展进入第三阶段，出现了受周期运动控制的钟表，这就提高了钟表的稳定性，走时精度每天误差只有10秒。本世纪初，美国人莫里森发明了石英钟。它是利用石英晶体的压电效应制成的。石英晶体的物理化学特性非常稳定，用它制成的晶体振荡器，作为“时基”，具有极高的频率稳定性，每天误差不到 $1/10^4$ 秒。本世纪五十年代，原子钟的问世使钟表进入一个全新时代，性能稳定，走时准

确，每天误差不到 $1/10^8$ 秒。原子钟实质上还是石英钟，只是石英晶体振荡器的频率受原子系统的监视和控制，并被随时校准着。这种精密的时间频率计量装置，是现代科学技术取得的宝贵成果，不仅能满足物理学、天文学、计量测试以及宇宙航行等尖端工程技术对高精度时间频率的需求，而且将会对这些学科今后的进一步发展产生重大影响。

在我们的日常生活中，钟表的使用日益普遍，品种也越来越多。随着人民生活水平的不断提高，手表已成为人们工作和生活中不可缺少的东西了。目前，采用机械传动，依靠指针指示的机械手表尚居多数。这类手表结构复杂，装配繁琐，价格也较高。而作为近代科学技术的一项新成果——电子手表，以它的使用方便，走时准确，结构简单，功能较多等特点，博得人们欢迎。第一代电子手表仍用摆轮和游丝作谐振器，以电子开关电路保证电子表的走时。第二代电子手表用音叉谐振器取代摆轮和游丝，以电子线路输出的脉冲信号使之振动，通过能量转换使轮系和指针转动。第三代电子手表的晶体振荡器是利用石英晶体的压电特性做成的，有低频高频之分，用此作计时基准，通过脉冲信号驱动微型步进电机，带动轮系和指针，实现计时。第四代电子手表即数字式石英电子表，它没有机械传动部件，属于全电子结构。有使用液晶显示时间的（称被动显示），又有使用发光二极管显示时间的（称主动显示）。前者耗电少，成本低，但寿命短；后者耗电大，但寿命长，而且暗处也能看时间。

第三代、第四代电子表最大优点就是走时准确，这是机

械手表所不及的。机械手表依靠摆轮游丝系统的振荡来实现计时，其频率为 $2.5 \sim 6 \text{ Hz}$ 。这一较低的振荡频率本来就影响了走时的精度，加上人们带着机械手表骑车或跑步，摆轮受到较强震动，稳定性变差，准确度下降，所以每天误差几秒钟就已经算是上好的手表啦。石英电子手表由于其晶体振荡器的振荡频率很高（多数为 32768 Hz ），振荡周期很稳定，所以走时的准确性也就很高。一些高档电子表年误差仅 ± 3 秒。

电子表结构简单，成本低，既便于做成各种款式又容易增设各种功能。如除了指示时、分、秒、日历外，还可以显示月、日、星期、上午、下午，对于大月、小月还可以自动显示，不必另行调节。此外还有具备计算器、定闹装置、体温计、世界时等功能的电子表。为了适应人们的生活习惯，又出现了时间指示采用指针式，其他功能采用数字显示的电子表。新近又研制了一种全电子化模拟手表，采用上百个液晶元件，用类似长短针的方式来显示时间，称为液晶指针式电子表。

近年来，款式新颖、价格便宜的各种石英电子手表进入了我国手表市场。由于它的优异性能，很多人对电子手表越来越感兴趣。本书将对液晶显示数字式石英电子表的基本原理、主要结构以及使用维护作一概略介绍，使读者能正确使用它，并自己动手排除一些常见故障。

第一章 液晶数字式电子手表 的构造与工作原理

第一节 基本工作原理

石英电子表根据它显示时间的方式不同,可以分为指针式电子表和数字式电子表。这两种电子表的晶体振荡器,都由石英晶体、电容器、振荡电路等组成,准确度高稳定性好。它产生的32768赫兹标准频率,采用二分频法,经过多次分频,依次分为16384、8192、4096赫兹……。从而得到脉冲电信号,以此驱动电子表的指示部分,显示时间。

对于指针式电子表需经过十六次分频。由于分频后得到的信号很弱,还须经驱动电路放大,以得到驱动步进电机的频率为0.5 Hz的双向脉冲。每个脉冲信号可使步进电机旋转180°。再通过机械轮系的传动便可带动指针和日历盘指示出时间来。这种类型的电子表,从外观看起来很象一般的机械表。所以也称机械型晶体手表。

数字式电子手表则是经过分频电路的十五次分频,成为1赫兹的电信号,即每秒一次的标准信号。再经过计数、译

码和驱动控制电路，使液晶屏或发光二极管显示出时间来。因为这种类型的电子手表没有机械传动部分，都是些电子器件，所以称为全电子手表或电子型晶体手表。

由上述可知，石英晶体振荡器是电子手表的核心部件，象人的心脏一样。晶体振荡器的振荡频率是否稳定决定电子表质量的优劣。通过调节电子表的频率微调电容器，可以改变晶体振荡器的谐振频率，从而实现调校电子表的走时误差。另外，电子表的各种功能则是依据预先设计好的逻辑线路，通过不同的按钮触点及按动次数来实现的。

电子表的工作一般采用微型扣式电池作为能源。电池的电压为1.5伏特，工作电流仅几个微安。

图1—1所示的方框图表示出了数字式石英电子表的基本工作原理。

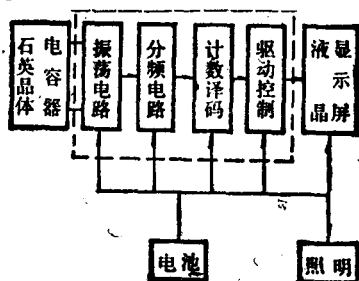


图1—1 电子表工作原理方框图

其中虚线所包围振荡电路、分频电路、计数译码、驱动控制等的工作，是由一块低功耗的大规模集成电路（CMOS）来完成的。

第二节 主要结构

液晶显示数字式石英电子手表的内部结构并不复杂，如图1—2所示。一只五功能的电子手表的组成仅有十四种二十多个零件；其中有塑料骨架、线路底板、石英晶体、大规模集成电路、导电橡胶、液晶显示屏、反光板、微调电容、固定电容、照明灯泡、扣式电池以及电池压片、按钮触片、紧固螺丝等。虽然零件不多，看起来简单，但是一些主要元

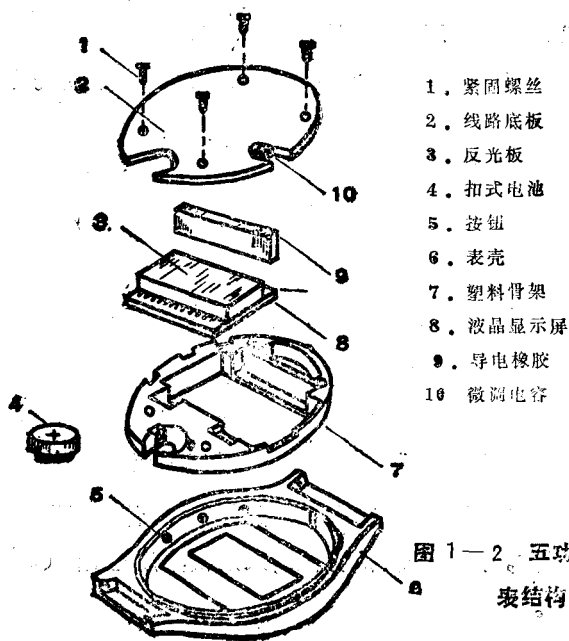


图1—2. 五功能电子
表结构图

器件本身的结构却是复杂的，精密度高，制作困难。譬如大规模集成电路仅仅2毫米²大小，竟含有2000~3000个半导体三极管、二极管和电阻。

下面对电子手表的主要元件分别作一介绍。

一、石英晶体谐振器

石英晶体俗称水晶，它是一种重要的压电材料，熔点高，硬度大。其化学成分是二氧化硅（ SiO_2 ）。由于天然石英晶体产量有限，不能满足需要，人们用“水热温差法”在高压釜中培育出人造石英晶体，在质量上它完全可以和天然石英晶体比美。由于在这种晶体的生成过程中可以人为地控制其外形尺寸，所以材料利用率较高，加工亦比较简便。因此不仅在电子手表中得到应用，而且也更广泛地应用于无线电设备、通讯导航、时间频率计量装置以及彩色电视机中。

石英晶体在外加电压的作用下，它的某些方向会出现应变，电场强度与应变之间存在着线性关系，这种现象称为逆压电效应。电子手表晶体振荡元件就是利用石英晶体的这种特性制造出来的。

把一定形状、尺寸的石英晶片接于振荡电路中，当电路的交变频率与石英晶体的固有频率一致时，就会产生稳定而强烈的谐振。这时晶体机械振动幅度最大，由压电效应产生的电荷也最多，呈现为电压谐振状态。用在手表中的石英晶体必须尺寸小，受振动和冲击时频率变化甚微才行。另一方面，石英晶体振荡器所耗功率也必须小，只有这样，一粒微

型电池才能长久地维持其工作。为了制作体积小的晶体就要采用高频晶体，但是电子表中大规模集成电路的功耗却与频率成正比例。也就是说，只有频率越低所耗功率才能越小。这便出现了“高频率”和“低功耗”都需要满足的矛盾要求，为此，选择了最合适的频率数值 3 2 7 6 8 赫兹作为晶体振荡器的谐振频率。

用于电子表中的石英晶体常做成棒状结构或音叉式结构。后者体积小，重量轻，抗振动、冲击能力强，多被采用。其外部用金属壳真空封装成圆柱形，看起来象一只小容量的电解电容器，也有其他形式的成品。这一元件还被叫做石英谐振器。

图 1—3 是石英谐振器的结构图。这种音叉式石英晶体

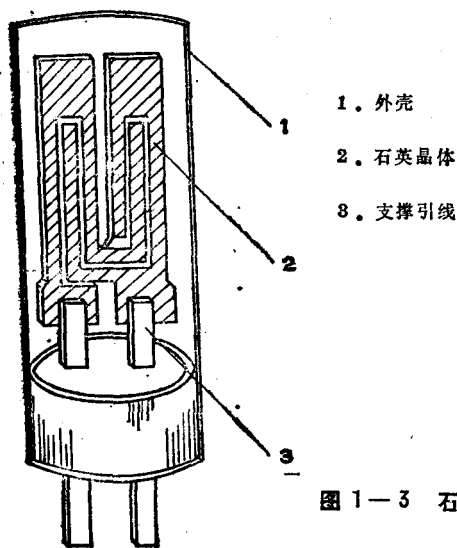


图 1—3 石英谐振器

电极是蒸发镀金的,抗老化性能好,每年频率变化约 5×10^{-1} Hz。支撑牢固,振荡频率高度稳定,误差仅 $10^{-8} \sim 10^{-9}$ 赫兹。此外,石英谐振器的频率稳定性是与激励电平有着密切关系的,过大的激励电平会使频率稳定性显著下降,甚至损坏晶片。电子手表采用1.5伏特的直流电源,功耗仅几个微瓦,加到振荡器元件的激励电平是很低的,所以就可以获得特别稳定的振荡频率。

二、集成电路

本世纪四十年代,电子元器件开始向小型化发展。从1948年发明晶体管以来,首先出现了由小型分立元件组装的高密度电路。到了六十年代,才出现集成电路。即把许多分立元件包括相互间的连接线,通过一些精细的工艺处理,做在一块基片上,形成一个整体。

按照制造工艺的不同,集成电路可分为三种类型:半导体集成电路、膜集成电路、混合集成电路。

所谓半导体集成电路,就是在—块半导体单晶材料基片上,通过特殊的工艺方法制作出在电性能方面互相隔离的三极管、二极管、电阻、电容等元件。其中电阻采用P型或N型硅。电容则使用PN结电容或用二氧化硅作电介质而做成的。将这些元件按规定要求连接起来就构成了一个微型完整电路。这种集成电路密度高,焊接少,可靠性好。

膜集成电路又分为厚膜集成电路和薄膜集成电路两种。

厚膜集成电路是采用网版印刷法,在玻璃或陶瓷基片

上，通过漏印板，以附着的方式，把电阻、介质、导体等不同材料印刷上去，制作出电阻、电容来。而薄膜集成电路则是采用真空淀积技术，即通过真空蒸发和阴极溅射的方法，在基片上依次获取多层薄膜来构成电路的。

膜集成电路只用于制作无源元件（电阻、电容等），其数值范围较大，特性也好，很难制成良好的有源元件，所以晶体管等元件的制作仍用硅平面工艺。

至于混合集成电路，则是结合了半导体集成电路、膜集成电路而制成的一种微型结构。这种电路兼有上述两种电路的优点，但制作工艺要复杂得多。

集成电路具有体积小，重量轻，耗电少以及牢固可靠等诸多突出优点，所以很短的时间里就取得了惊人的发展。集成规模越来越大，用途也越来越广泛。象电子计算机，各种电子设备等都采用了集成电路。目前不仅有了在一块硅片上制作上千个元件（在数字电路中制作上百个门）的大规模集成电路，而且随着集成度的大大提高，每片集成十万个元件以上的超大规模集成电路也出现了。

电子手表大都采用互补金属氧化物半导体集成电路（CMOS）来完成各种逻辑功能。这种电路耗电量极小，仅几个微安。使用电压范围宽，1.2伏特就可以正常工作。抗干扰能力强，在 $-10\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内工作，稳定可靠。另外寿命很长，制造工艺也简单。

通常要用超声压焊或其他特殊焊接方式把大规模集成电路接到电子手表的印刷线路底板上，并涂敷黑胶以固定和保

护集成电路，防止碰伤及光照影响。

三、导电橡胶

导电橡胶是一种新型电路联通元件，有着很好的电气性能。在某些电路系统中，导线联接或锡焊方法难以实现的场合，导电橡胶却可以简单可靠地接通电路，传递信息。在电子手表中，它用来传送控制液晶屏笔划电极工作的各种信号。这些控制信号从电子手表中大规模集成电路输出，由印刷线路底板上的对应接点，经导电橡胶传递到液晶屏。导电橡胶在电子手表中的安放位置参见图 1—4。

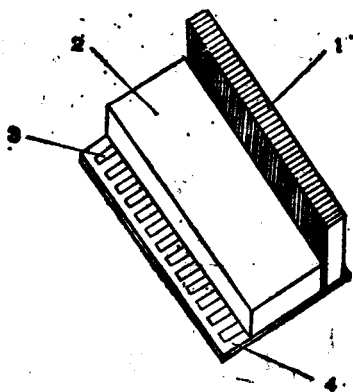


图 1—4 导电橡胶安放位置

- | | |
|---------|---------|
| 1. 导电橡胶 | 2. 液晶屏 |
| 3. 透明电极 | 4. 装配阶面 |

导电橡胶用硅橡胶材料制作。根据不同的使用场所，可

做成多种形体，以适应许多电气设备、仪器仪表及电子计算机等的需要。

电子手表中的导电橡胶多数是条形的，有的用一条，有的用两条。它由极薄的导电层和绝缘层相间叠制而成，如图 1-5 所示。导电层的成分主要是炭黑。绝缘层则是硅橡胶。这种结构在硅橡胶着色后会更清晰地看出条条纹路，故也有称导电橡胶为斑马胶的。

导电橡胶的绝缘层的绝缘电阻可达 1 兆欧；导电层的电阻在 2 千欧姆以下，这是因为炭黑本身非良导体，有一定电阻之故。此数量级的电阻值，对于以电场效应工作、高阻低功耗的液晶显示来说，不会有什么影响。此外，导电橡胶具有很好的弹性和抗老化性能，对温度的适应范围也很广（ $-15\sim 80^{\circ}\text{C}$ ）。

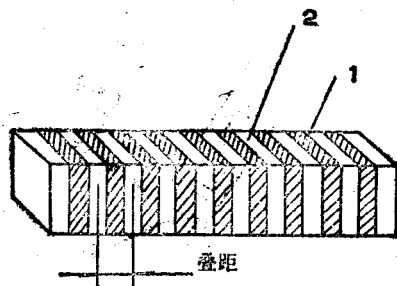


图 1-5 导电橡胶结构图

1. 导电层 2. 绝缘层

条形导电橡胶的规格有多种，主要参数是导电橡胶的叠