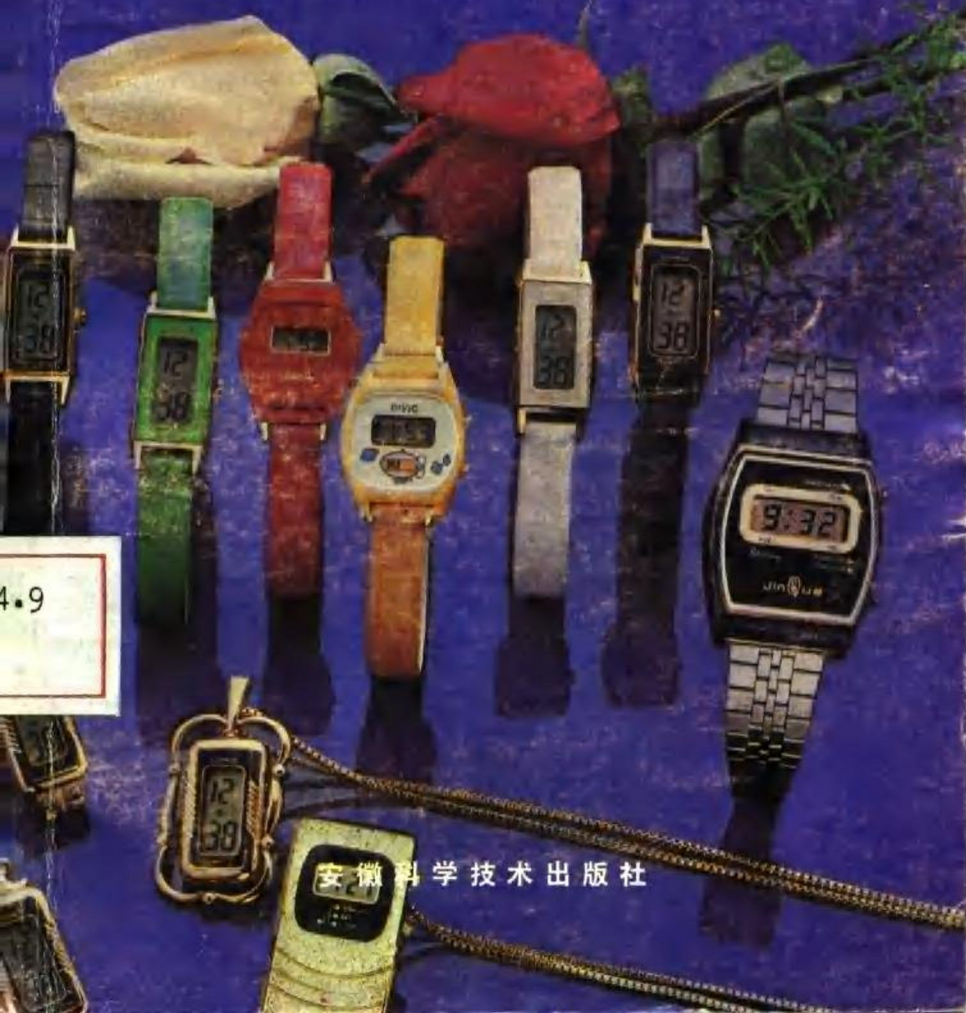


纪 养 培 编 著

液晶数字手表

使用 · 原理 · 维修



安徽科学技术出版社

内 容 提 要

本书是我国第一本液晶数字手表的专门著作。全书共分七章，系统地讲述了液晶数字手表的原理、使用和维修知识，尤以维修技术为重点。还收集选编了国内出售这类表机款式的有关图例、资料，以及英汉液晶手表用语等，适于钟表修理专业人员、有关专业的师生和广大电子手表用户阅读。

责任编辑：孙述庆

封面设计：陈乐生

液晶数字手表

使用·原理·维修

纪养培 编著

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路1号)

安徽省新华书店发行 安徽新华印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/32 印张：8.75 字数：116,000

1984年8月第1版 1984年8月第1次印刷

印数：1—19,000

统一书号：15200·38 定价：1.00元

前 言

液晶显示式石英电子手表，又称液晶数字手表，它是七十年代国际上出现的新型精密计时仪器，也是当今手表产品的一个重要发展方向。我国从1979年开始，逐步由引进整表、元件向国产化过渡，目前市场上投放了大量不同显示功能和多种结构形式的这类表机，它的发展非常迅猛，使用日益普遍，和人们的关系越来越密切。然而，大家对它的了解，远没有象传统的机械手表那么普及、深入；当前许多人甚为关心液晶数字手表的使用、选购、保养和维修等一系列的问题，迫切需要获得这方面的知识。本书就是为满足读者这些要求和适应电子手表的发展，并根据自己几年来从事这一技术工作的实践所得和资料积累而写成的。

书中以维修技术为重点，并从使用和维修的角度，比较系统地介绍了液晶数字手表的基础知识；书中还选编了国内出售这类表机款式的有关图例、资料，以及英汉液晶手表用语等，以供读者参考。

本书在编写、绘图过程中，曾分别得到陈锡产、马丽琼同志的帮助，并承安徽科技出版社的大力支持，在此一并致谢。

由于本人水平有限，书中难免有错漏之处，敬请读者和同行们批评指正。

编著者

一九八三年三月

目 录

1. 概 述	1
1.1 电子手表的变革	1
1.2 液晶数字手表的特点	10
1.3 液晶数字手表的发展动态	13
2. 使用、保养和选购	18
2.1 功位和功能	18
2.2 按 钮	24
2.3 基本功能的调校方法	35
2.4 专用功能和多项功能的调校方法	42
2.5 使用条件和保养要点	52
2.6 用电须知	55
2.7 选购原则	57
3. 工作原理	61
3.1 液晶显示原理	61
3.2 数字显示电路	68
3.3 实际工作线路	91
4. 元器件及其故障.....	97
4.1 基 板	100
4.2 CMOS集成电路	103
4.3 石英晶体	114
4.4 振荡电容和微调电容	122

4.5	液晶屏	126
4.6	升压电容和滤波电容	132
4.7	导电橡胶	134
4.8	小灯泡	139
4.9	银锌电池	141
4.10	结构件和表壳件	148
5.	检修仪器及其使用	153
5.1	万用表	154
5.2	测试盒	168
5.3	校表仪	172
5.4	示波器	179
5.5	电烙铁	182
5.6	装拆工具	183
5.7	清洗工具	185
5.8	修理工具	188
6.	拆装、清洗与焊接	191
6.1	拆 装	192
6.2	清 洗	195
6.3	焊 接	198
6.4	拆装焊修后的质量要求	201
7.	故障检测与修理	203
7.1	故障检测方法	203
7.2	故障修理方法	209
7.3	常见故障及其修理法	211
7.4	检修实例	230

附 录

- 一、各种液晶手表及其配用的电池规格241
- 二、国内外银锌电池型号244
- 三、电池夹持方式图解248
- 四、英汉液晶手表常用名词术语250
- 五、几种电子手表基板实体图263

1

概述

1.1 电子手表的变革

电子手表是一种现代化计时器。按其结构特点和演变过程来划分,已经出现了四代。第一代是摆轮游丝式电子手表,第二代是音叉式电子手表,第三代和第四代可以统称为石英电子手表,但第三代是指针指示形式,称为指针式石英电子手表,而第四代是数字显示形式,称为数显式石英电子手表。

电子手表的崛起和变革,反映了人们对新型计时仪器的强烈追求和现代科学技术的突飞猛进。在短短的二、三十年间,电子手表从“呱呱堕地”到快步迈入石英化时期,它为钟表工业的发展开创了崭新的局面。如今,日新月异的石英电子手表正在和机械手表进行着激烈的竞争和较量,使机械手表的传统地位发生了急剧的变化,石英电子手表在全世界的消费量,已经赶上并超过了机械手表。

机械手表已有几百年的历史。它设计原理非常成熟,制作

技艺十分精细，其优异的机械性能差不多达到了登峰造极的地步。如果我们打开表盖，可以看到表内复杂的机件犹如一座秩序井然的微型工厂在工作，实在令人叹服。然而，机械手表的走时精度要想继续获得提高，却是件异常困难的事情。

走时精度和频率元件直接有关，也就是说，机械手表走时精度的高低，是由摆轮游丝系统的摆动频率及其稳定性所决定。摆轮游丝就是手表的频率元件。实践和理论证明，增加频率元件的工作频率，可以大大提高手表的走时精度。快摆机械手表就在这方面做了有益的尝试，当它的摆动频率从每秒2.5次(碰撞声为5次)提高到3次(碰撞声为6次)时，每天的走时精度可提高十秒左右。

不过，对机械手表来说，摆动频率越高，表机轮系部分的磨损也就越大，如若要将摆动频率提高到每秒5次(碰撞声为10次)以上，势必大大缩短手表的使用寿命。所以，提高走时精度的根本办法还在于设计革命，这就促使人们去变革沿袭了三百多年历史的摆轮游丝等时系统。

人们注意到，电和机械之间的某些物理现象有着奇妙的相似之处。例如，振动和振荡就是一例。振动是指一种机械过程，而振荡则是指一种电的过程。可贵的是，电的振荡频率要比机械的振动频率高得多。人们致力于电振荡的研究，把振荡技术运用到钟表领域，并获得了成功。我们从表1-1清楚地看到，随着振荡频率的逐步提高，这些手表的计时精度越来越高。一般说来，频率和精度之间有着一定的比例关系，即走时精度每提高10倍，工作频率相应要提高100倍。音叉式电子手表和石英电子手表的振荡频率远远高于机械手表

表1-1 工作频率、品质因数和计时精度之间的密切关系

名 称	工作频率 (Hz)	品质因数 (Q值)	走时误差	计时精度	
				日差 (秒/日)	精度比
机械手表	2.5	100~300	10分/月	±20	1
游丝摆轮式电子手表	2.5~5	100~500	1分/周	±10	2
音叉式电子手表	150~720	3000~5000	1分/月	±2	10
石英电子手表	32768	8万~12万	1分/年	±0.2	100
高频石英手表	4194304	500万	3秒/年	±0.01	2000

的摆动频率，其频率准确度分别提高到 10^{-4} 和 10^{-5} 以上，这也是这些电子手表能够达到并远远超过名牌机械手表走时精度的原因所在。从表中我们还可以看出，频率元件的品质因数(Q值)十分重要，它是指频率元件自身抵御外界干扰的一种能力。Q值越高，振荡系统的抗干扰能力就越强，表机的走时性能也就越稳定。当石英电子手表的频率稳定度高于 10^{-5} 时，它对于地球引力、气压、温度和振动等外来影响所引起的频率变化，比起机械手表来，就变得极其微小了。

所谓电子手表，就是利用微型电池作为能源，并通过电子器件和电子线路进行工作的手表。一度有人制成了以电池代替发条，并以触点开关形式工作的电动手表，由于它没有采用电子器件(如晶体管等)来组成电路工作，所以尚不是真正的电子手表，一般称之为零代电子手表。

现将第一代至第四代电子手表的发展概况和结构特点分述如下：

一、摆轮游丝式电子手表

摆轮游丝式电子手表为第一代电子手表。它的诞生，是被音叉式电子手表“逼”出来的。瑞士物理学家马可斯·赫策尔，曾在1954年发明了音叉式电子手表，这种手表的优异走时性能大大超过了传统的机械手表，狭隘保守的瑞士资本家为了保牢传统手表的垄断地位而拒绝生产。这个发明和专利致被美国人买去，连同发明者本人也被招聘到美国。不几年，音叉表在美国制成，并在1960年投放市场。人们赞誉音叉表的高精度，并称之谓手表结构的一次重大革命。处于被动的瑞士钟表界为了挽回时机和打破音叉表的垄断，从1959年底起，利用自己钟表技术的雄厚力量，突击研制出一种结构新颖和便于生产的电子手表，使之与音叉手表相抗衡。这就是第一代电子手表的来历。

这种手表是在机械手表的基础上，吸取了电动手表(零代电子手表)和音叉手表的特点而综合设计制成的。它和机械手表相比，并没有根本的区别。它仍然保留了摆轮游丝计时系统，仅是革除了发条装置的动力源，采用微型电池驱动由晶体三极管、电阻、电容和线圈、钐钴磁钢等元件所组成的振荡电路，定时地向摆轮游丝系统提供电能，维持摆轮连续不断的等时振动(图1-1-1)。这种手表的特点是：连续走时长，不需要每天上弦；等时误差小，克服了发条力矩的松紧变化；走时精度有所提高，采用了快摆频率，频率为每秒3次、4次和5次，也就是每小时的节拍为21600次、28800次和36000次。但是，它的走时精度和机械手表一样，难以继续提高，而且，它的结构并没有多大的简化，零件并未减少，因而

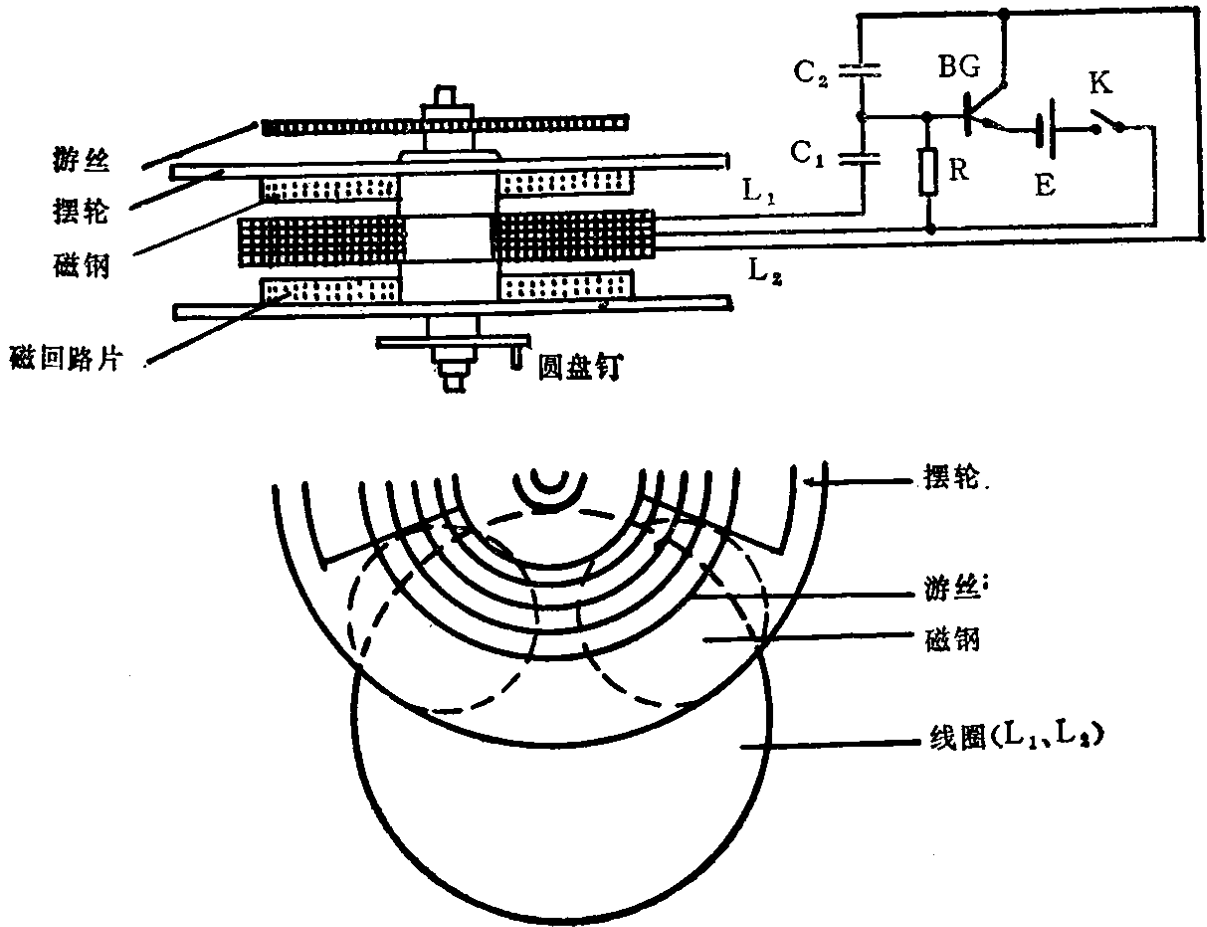


图1-1-1 摆轮式电子手表

发展受到了限制。

这种手表于1963年试制成功，1967年投放市场，主要牌号为瑞士埃勃什手表厂生产的E·S·A 9150型。我国上海也曾生产过这种类型的向阳牌电子手表。

二、音叉式电子手表

音叉式电子手表为第二代电子手表。它彻底地改变了三

百多年来传统手表的摆轮游丝结构，是一种新型的计时仪器。音叉本来是一种简单的声乐器件，可用作乐器定音的基准。由于音叉频率较高，温度特性好，工作稳定，用它制成的频率元件使表机的走时精度大大提高。

音叉手表的振荡电路，是由晶体三极管、电阻、电容和线圈、钎钴磁钢等组成。起振后，音叉频率元件发出嗡嗡之声，频率为300~720赫兹(每秒振动次数)。在工作过程中，叉臂上的棘爪随着音叉振动，不断去推动计数棘轮。并通过轮系的传递和减速，最后带动三根指针实现时间的指示(图1-1-2)。表机中的棘轮、棘爪部件，具有把音叉叉臂的往复运动转变为齿轮旋转运动的重要作用。但棘轮的直径很小，为2~2.4mm。在它的圆周上通常要滚铣出300~360个小齿，每个齿距仅为20~25微米，在加工中有一定的技术难度。同时，棘轮棘爪部件在装配、维修过程中，调整也很困难，而且还容易磨损和不耐振动。尽管这种手表具有走时精度较高

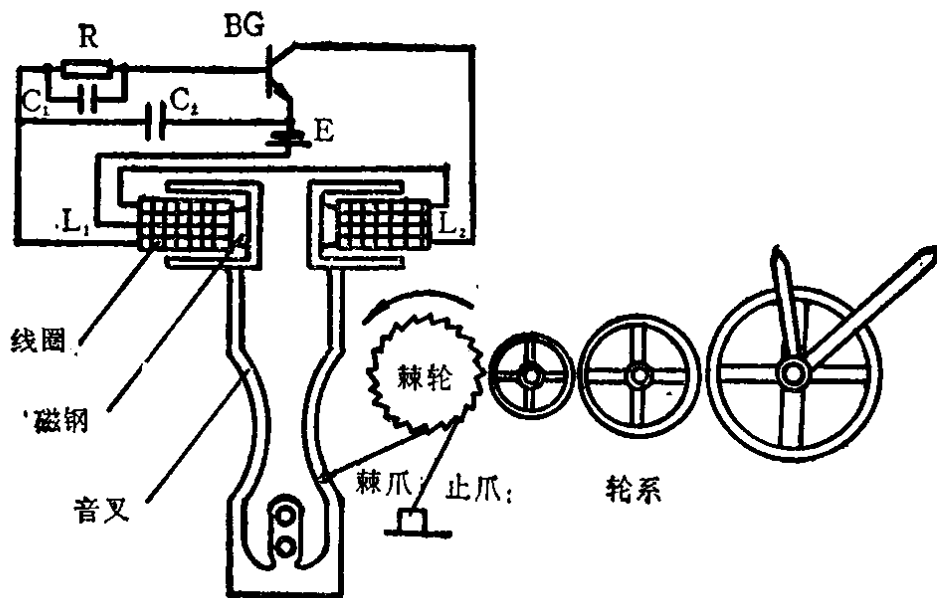


图1-1-2 音叉式电子手表

(每月误差为 1 分钟)、零件比机械手表减少等特点,但由于上述原因,加上结构复杂、存在位差等缺点,最后终于被石英电子手表所更替。

音叉手表在 1954 年发明,于 1960 年投放市场。其代表产品是美国布洛瓦公司的“阿卡特隆”音叉表,后来瑞士埃勃什公司也获得专利从事生产,产品牌号为“莫萨巴”。我国天津也曾生产过这种产品。

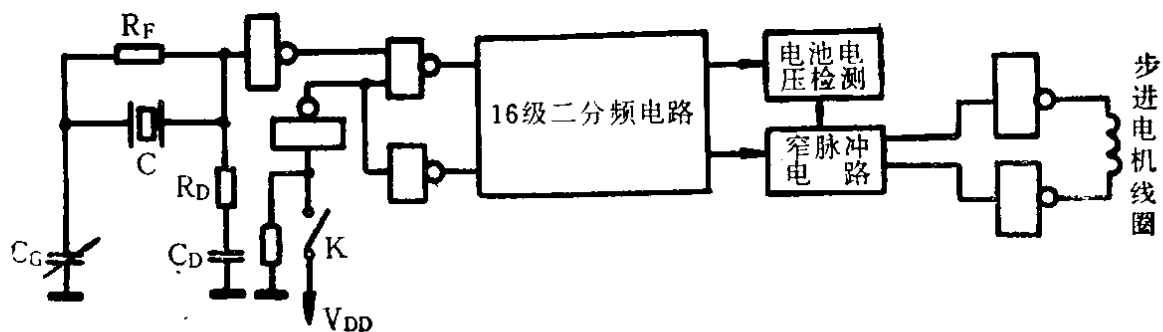
三、指针式石英电子手表

早在三十年代初期,美国人马里逊制成了世界上第一台石英钟。由于石英振荡技术应用于钟表,使钟表的走时精度获得了很大的提高。石英钟几年、几十年乃至几百年才差一秒钟,这就启示人们去寻求石英钟表小型化的道路。随着现代科学技术的不断发展,特别是电子技术和微电子技术的迅速进展,终于使电子手表在六十年代中期,进入了石英化的新时代。

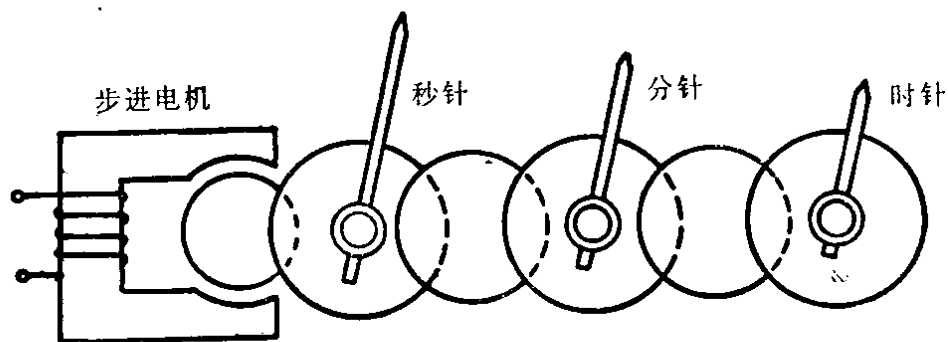
石英电子手表和其它的电子手表一样,都是以频率元件的名称来命名的。例如,我们把带有摆轮游丝频率元件的电子手表称做摆轮游丝式电子手表;把带有音叉频率元件的电子手表,称做音叉式电子手表。同样,我们把带有石英晶体频率元件的电子手表,就称做石英电子手表。不过严格地讲,石英电子手表应当称为水晶电子手表。因为石英是总称,它包括的石英晶体有 α -石英、 β -石英和鳞石英、方石英之分。而在电子手表中所使用的石英晶体,则是其中的 α -石英,这就是人们熟知的水晶。不过,由于“石英电子手表”长期沿用,业已成为约定俗成的商品名称了。

第三代电子手表是采用机械手表的指针形式指示时间的，所以又叫指针式石英电子手表。它由石英晶体、CMOS集成电路、线圈、微型电机、轮系和电池等主要元件组成。石英晶体的工作频率为32768赫兹，这样高的振荡频率在CMOS电路中形成以后并不能直接利用，还必须继续经过电路的分频和整形放大作用，变成秒脉冲或半秒脉冲，才能去控制电机转子作每秒一次或半秒一次的定向旋转，然后带动齿轮和指针，达到计时的目的(图1-1-3)。

这种手表在国际上又称模拟式石英电子手表。它的特点是：走时精度高，一年的走时误差为3分钟；机械零件减少



a)、电路组成



b)、传动系统

图1-1-3 指针式石英电子手表

了50%；功耗极小，一节电池可用2~5年；它的工作频率超出了人耳的听觉范围，因而是无声手表。这种手表在1967年由瑞士和日本先后制成，1969年在日本开始投放市场。目前我国也能大量生产。指针式石英电子手表和数显式石英电子手表在一起，已成为当今手表产品中的佼佼者，受到了人们的重视和欢迎。

四、数显式石英电子手表

数显式石英电子手表是在第三代电子手表的基础上，大胆摒弃机械轮系和传统指针方式，采用了大规模集成电路和新型显示技术设计而成的，也称为全电子手表或固态手表。它的出现，为电子手表的发展开创了崭新的局面，并被人们誉为手表结构的一次彻底革命。

数显式石英电子手表有两种。1969年在美国首先研究出发光二极管显示的石英电子手表，国际上称作LED型电子手表。它是通过发光二极管的亮点组成阿拉伯数字进行显示的。它的特点是：显示寿命长，有多种色彩，而且显示鲜艳，在黑暗环境中异常清晰。它的缺点是功耗较大，使用不太方便。仅在使用瞬间，按动一下按钮或变更表机方位才有所显示。同时，在强烈光线下字画容易湮没，看不清楚。这种手表虽然流行一时，不久便开始衰落，被后来出现的液晶显示式石英电子手表所代替。

液晶显示式石英电子手表，就是本书所介绍的液晶数字手表或液晶手表。应当指出，美国从1968年起，曾一度对DSM型(动态散射型)的液晶手表进行过研究，由于它的一些难以克服的缺点，未能实际应用。我们现在所说的液晶数

字手表，是指FE型(场效应型)液晶手表。它的历史当从1973年底由日本精工舍投放市场算起，至今还不过十年左右的时间。但是，它的发展速度之快，花色品种之多，销售数量之大，功能用途之广，都是机械手表和其它电子手表望尘莫及的。现在，无论在商店里还是在人们的手腕上，液晶手表到处可见，几年前还是神秘和陌生的商品，如今却是习以为常的了。

1.2 液晶数字手表的特点

现代科学技术的迅速发展，使手表工业从精密机械行业跨入了电子行业，这是计时工业的一大转变和飞跃。尽管指针式石英电子手表和液晶数字手表一样，同属于石英电子手表，但液晶数字手表由于没有机械齿轮部分，实现了全电子化和数字化，使手表工业经历着一场彻底的变革。它既具有传统手表计时的特点，又兼有数字仪表所特有的优点，它是现代科学技术的综合成果。因而，它具有其它类型手表所无法具备的优异特点：

一、显示直观

它通过数字形式直接显示时间和日期，明了直观；而不必象指针手表那样麻烦，在观察三针所在位置时，还要通过大脑思维“转译”，才能知道实际时间。在液晶手表的显示屏上，还采用直观的文字、形象的图形，以及可供识别的标记等形式，来显示手表中的多种功能，易读易懂，新颖别致。