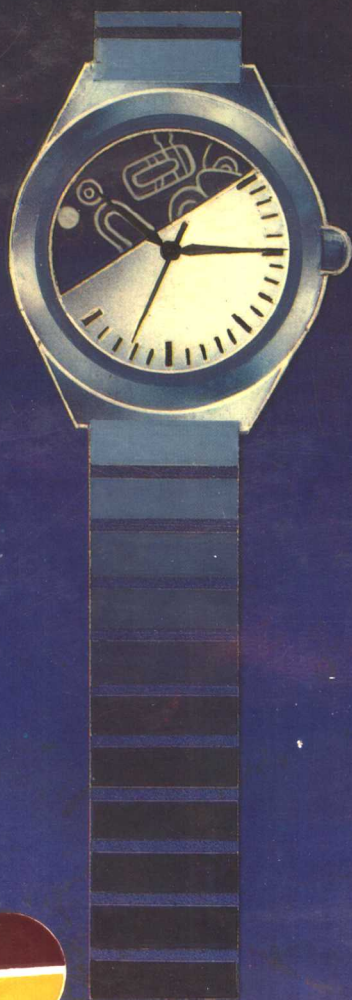


# 指针石英手表 的结构与维修

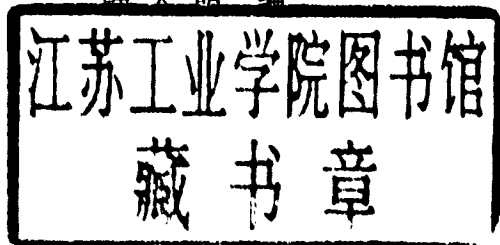
韩天明 编



陕西科学技术出版社

# 指针石英手表的结构与维修

韩天明 编



陕西科学技术出版社

**指针石英手表的结构与维修**

韩天明 编

陕西科学技术出版社出版发行

(西安市北大街131号)

新华书店经销 陕西省建筑印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 4.125印张 8万字

1992年7月第1版 1992年7月第1次印刷

印数: 1—8,000

ISBN 7-5389-1153-X/TM·16

定 价: 2.80元

# 前 言

近年来，随着现代科学技术的发展，指针石英手表得到了迅速的发展。在国内市场上，国产指针石英手表和进口指针石英手表（包括中外合资厂组装的指针石英手表）的销量日益增多。越来越多的销售和维修部门迫切需要了解它的结构原理、使用保养和维修技术。为此，我们根据实践经验，并参考一些生产厂家的资料，编写了这本“指针石英手表的结构与维修”。简明扼要地介绍了指针石英手表的一些基础知识和维修技术，以满足维修服务人员 and 广大消费者的需要。

由于编者水平有限，不妥之处请批评指正。

编 者

1991年11月1日

# 目 录

## 第一部分 指针石英手表的基础知识

|            |                |        |
|------------|----------------|--------|
| <b>第一章</b> | 指针石英手表的特点      | ( 1 )  |
| <b>第二章</b> | 指针石英手表的结构与工作原理 | ( 3 )  |
| 一、         | 指针石英手表的结构      | ( 3 )  |
| 二、         | 指针石英手表的工作原理    | ( 4 )  |
| 三、         | 指针石英手表机芯零部件名称  | ( 4 )  |
| <b>第三章</b> | 指针石英手表的电子元件    | ( 5 )  |
| 一、         | 石英振子           | ( 5 )  |
| 二、         | 集成电路           | ( 9 )  |
| 三、         | 步进电机           | ( 12 ) |
| 四、         | 微调电容           | ( 16 ) |
| 五、         | 电路板            | ( 17 ) |
| <b>第四章</b> | 指针石英手表的机械部分    | ( 18 ) |
| 一、         | 传动系统           | ( 19 ) |
| 二、         | 传动系统传动比        | ( 19 ) |
| 三、         | 拨针停秒机构         | ( 21 ) |
| <b>第五章</b> | 指针石英手表用电池      | ( 22 ) |
| 一、         | 对表用电池的要求       | ( 22 ) |
| 二、         | 表用电池规格、容量      | ( 23 ) |
| 三、         | 电池使用寿命计算       | ( 25 ) |

|                           |        |
|---------------------------|--------|
| 四、氧化银电池的构造                | ( 26 ) |
| 五、锂电池                     | ( 27 ) |
| 六、电池的更换与存放                | ( 28 ) |
| <b>第六章 指针石英手表的使用保养和选购</b> | ( 28 ) |
| 一、指针石英手表的使用               | ( 28 ) |
| 二、指针石英手表的保养               | ( 31 ) |
| 三、指针石英手表的选购               | ( 32 ) |

## 第二部分 指针石英手表的维修知识

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| <b>第七章 维修指针石英手表的工具和仪器</b>     | ( 33 ) |
| 一、常用工具                        | ( 33 ) |
| 二、专用工具                        | ( 34 ) |
| 三、测试仪器                        | ( 34 ) |
| <b>第八章 指针石英手表的拆装清洗与加油</b>     | ( 40 ) |
| 一、外观件的拆卸                      | ( 42 ) |
| 二、机芯的拆卸及注意事项                  | ( 43 ) |
| 三、清洗                          | ( 44 ) |
| 四、机芯装配与要求                     | ( 45 ) |
| 五、外观的装配                       | ( 46 ) |
| <b>第九章 指针石英手表机芯电路及电子元件的测试</b> | ( 47 ) |
| 一、电池电压的测试                     | ( 47 ) |
| 二、测电路板输出信号                    | ( 47 ) |
| 三、测线圈输入端脉冲信号                  | ( 48 ) |
| 四、测表机功耗                       | ( 49 ) |
| 五、测线圈阻值                       | ( 50 ) |

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| 六、测线圈与线圈架是否短路               | ( 51 ) |
| 七、测电路板与主夹板有无短路              | ( 51 ) |
| 八、测电路板输出两孔的阻值               | ( 52 ) |
| 九、测微调电容                     | ( 52 ) |
| 十、测电路板复位柱与输出两端是否短路          | ( 53 ) |
| 十一、测石英振子振荡信号                | ( 53 ) |
| 十二、测电路板输出两孔电压               | ( 54 ) |
| 十三、检查停秒复位杆功能                | ( 54 ) |
| 十四、检查集成电路(漏极、栅极)阻值          | ( 55 ) |
| 十五、检查电路是否短路                 | ( 55 ) |
| 十六、测石英振子是否短路                | ( 55 ) |
| 十七、步进电机力矩的检查                | ( 56 ) |
| 十八、转子磁钢磁力的测量与判断             | ( 56 ) |
| 十九、判断电池的容量                  | ( 56 ) |
| <b>第十章 指针石英手表检修顺序</b>       | ( 57 ) |
| 一、检查电源部分                    | ( 57 ) |
| 二、检修电路板部分                   | ( 58 ) |
| 三、检修步进电机部件                  | ( 59 ) |
| 四、检查轮系部分                    | ( 59 ) |
| 五、检查日历、周历部分                 | ( 59 ) |
| 六、检查其它部分                    | ( 60 ) |
| <b>第十一章 指针石英手表常见故障判断与检修</b> | ( 61 ) |
| 一、走时有误差                     | ( 61 ) |
| 二、日误差较大                     | ( 61 ) |
| 三、功耗过大                      | ( 62 ) |
| 四、电路无输出信号                   | ( 62 ) |

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| 五、电路有输出信号, 但停表                        | ( 63 ) |
| 六、机械部分故障引起的停表或秒针原位<br>抖动 (鸡吃米)        | ( 64 ) |
| 七、其它故障                                | ( 65 ) |
| <b>第十二章 指针石英手表中易损件的修配和<br/>    调整</b> | ( 66 ) |
| 一、表玻璃                                 | ( 66 ) |
| 二、柄轴                                  | ( 66 ) |
| 三、石英振子                                | ( 67 ) |
| 四、线圈                                  | ( 67 ) |
| 五、转子                                  | ( 67 ) |
| 六、微调电容                                | ( 68 ) |
| 七、停秒复位杆                               | ( 68 ) |
| 八、断螺钉的取出                              | ( 68 ) |
| <b>第十三章 常见指针石英手表机芯实例简介</b>            | ( 69 ) |
| 一、日本精工(SEIKO)双历石英手表                   | ( 69 ) |
| 二、精工日历石英手表                            | ( 71 ) |
| 三、精工三针石英女表                            | ( 73 ) |
| 四、精工二针石英女表                            | ( 74 ) |
| 五、西铁城(CITIZEN)日历石英女表                  | ( 75 ) |
| 六、西铁城三针石英手表                           | ( 77 ) |
| 七、西铁城38系列指针石英手表                       | ( 78 ) |
| 八、西铁城二针石英女表                           | ( 79 ) |
| 九、东方(ORIENT)薄型石英女表                    | ( 80 ) |
| 十、东方薄型石英男表                            | ( 82 ) |
| 十一、东方D3系列指针石英手表                       | ( 84 ) |

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| 十二、东方二针石英女表·····            | ( 84 )       |
| 十三、瑞士百浪多(PRONTO)石英手表·····   | ( 85 )       |
| 十四、瑞士雷达(RADO)二针石英女表·····    | ( 86 )       |
| 十五、瑞士欧米茄(OMEGA) 日历石英手表····· | ( 87 )       |
| 十六、瑞士956414日历石英女表机芯·····    | ( 88 )       |
| 十七、瑞士955124双历石英手表机芯·····    | ( 89 )       |
| 十八、瑞士日历石英表机芯·····           | ( 91 )       |
| 十九、瑞士三针石英女表机芯·····          | ( 93 )       |
| 二十、法国日历石英手表机芯·····          | ( 94 )       |
| 二十一、法国三针石英女表机芯·····         | ( 96 )       |
| 二十二、德国日历石英手表机芯·····         | ( 97 )       |
| 二十三、德国二针石英女表机芯·····         | ( 99 )       |
| 二十四、日本20系列石英表机芯·····        | ( 99 )       |
| 二十五、日本V238A石英女表机芯·····      | (101)        |
| 二十六、日本UX13双历石英女表机芯·····     | (103)        |
| 二十七、日本2Y51三针石英女表机芯·····     | (104)        |
| 二十八、烟台北极星牌指针石英手表·····       | (105)        |
| 二十九、天津银箭牌指针石英手表·····        | (107)        |
| 三十、上海宝石花日历石英手表·····         | (108)        |
| 三十一、钻石牌石英手表·····            | (110)        |
| 三十二、天津海鸥指针石英手表·····         | (111)        |
| 三十三、上海牌双历石英手表·····          | (113)        |
| 三十四、泰山牌指针石英手表·····          | (114)        |
| <b>第十四章 双显示石英电子手表·····</b>  | <b>(116)</b> |
| 一、西湖牌双显手表特点·····            | (116)        |
| 二、双显手表的基本调整方法·····          | (117)        |

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 三、西湖牌双显手表机芯的拆卸·····  | (118) |
| 四、西湖牌双显手表检修注意事项····· | (118) |
| 五、西湖牌双显手表的使用保养·····  | (119) |

# 第一部分 指针石英手表的基础知识

## 第一章 指针石英手表的特点

以微型钮扣电池输出的电能为动力源，用石英晶体做为振荡器，用传统的指针指示时间的手表，叫做指针式石英电子手表。简称指针石英手表。

指针石英手表在外观上以及指示时间的形式上与一般机械手表相同，在国际上又称为模拟式石英手表。直观上看与机械手表不同的是秒针动作不太一样，机械手表的秒针基本上属连续走动的，而指针石英手表的秒针是间歇走动的，一秒跳动一次，一次一秒格。从机芯内部看，指针石英手表与机械手表的传动系统、指针系统都是使用机械齿轮，但指针石英手表的动力源是电池，而机械手表的动力源是发条。机械手表里有摆轮、游丝、擒纵系统作为时间基准，而石英手表则是用石英振子、集成电路、步进电机来取代摆轮、游丝、擒纵系统作为时间基准。

与机械手表相比较，指针石英手表具有以下特点：

**1. 计时精确** 衡量钟表的质量优劣，主要看它的走时精度。而走时精度又主要决定于钟表的工作频率，频率越高，抗干扰性强，走时精度就越高，误差也越小。机械手表的工作频率一般为2.5赫到3赫，日误差在 $\pm 30$ 秒以内；普通指

针石英手表的工作频率为32768赫，日误差不超过 $\pm 0.1$ 秒，月误差不超过 $\pm 15$ 秒，比机械手表精度高出近百倍。高频指针石英手表的频率为4194304赫，年误差仅在3秒以内。但高频指针石英手表因为成本、功耗等因素而尚未普及。机械手表是靠发条来提供动力的，它不可能克服发条输出力矩变化而引起的走时快慢误差；而指针石英手表是用电池作为动力源，它在整个供电时期，电压相对是平稳的，几乎不会起什么变化。另外，由于机械手表的调速系统如摆轮、游丝等的重力影响，它又存在着一定的位差，走时精度会受到位置变化的影响。而在指针石英手表内这些因素基本上不存在，这些误差小到可以忽略不计，因而指针石英手表不但计时精确，而且走时稳定。

**2.使用方便** 机械手表是利用发条来提供动力的，当不上发条时，表即停走。即使是自动手表，也必须借助手臂的不断活动而得到能量补充。当手表不戴放下时，它持续不了很长时间也会停走。而指针石英手表是以微型电池作为能源的，一只合格的专用电池可用1~2年，有的甚至达到3~5年。指针石英手表本身还有断电（节电）装置，当拉出柄头时，表即停走，可以节省功耗，推进后即刻可恢复正常走时。

**3.可以精确到秒** 指针石英手表的误差是以秒来计算的，因而它带有停秒装置。拉出柄头后，秒针即停走，可以精确对秒，使指针石英手表走时更显得准确。而机械手表走时一般是达不到这种精确到秒状态的。

**4.使用寿命较长** 指针石英手表内的齿轮传动属减速传动，本身又无发条，因而磨损小。指针石英手表的防震、防磁性能也较机械手表好，如果使用得当，一般使用寿命可达到10年以上。但一些较低档次的石英表，由于元件质量、防

潮性能、维修条件等因素，使用寿命可能要短一些。

**5. 结构简单零件数少** 零件数少仅有同等机械手表零部件的 $1/2 \sim 2/3$ ，因而大大减少了生产工序、装配工时，降低了成本，适合厂方大规模生产。

**6. 体积小** 由于现代微电子工业的高速发展使石英振子、集成电路、步进电机、电池等体积不断缩小，为指针石英手表的小型化、薄型化创造了条件。一般指针石英手表的机芯尺寸为 $15 \times 17 \text{ mm}$ 。在国外，机芯是 $7 \times 9 \text{ mm}$ 的小型指针石英女表，机芯厚度 $1 \text{ mm}$ 的薄型指针石英手表，也都成为现实。因而指针石英手表的外观造型和款式都优于机械手表。

指针石英手表走时精确、使用方便，具有机械手表无可比拟的优点，它既符合时代的潮流，又具有机械手表的特点。近年来，它不但在产量上，而且在品种质量上都取得了飞速的发展。

## 第二章 指针石英手表结构与工作原理

### 一、指针石英手表的结构

指针石英手表分外观和机芯两大部分。外观部分的壳、面、针与机械手表完全相同。机芯则包括电器部分和机械部分，分别由电池、石英振子、集成电路、微调电容、步进电机、传动轮系、指针机构、拨针停秒装置等组成。有的指针石英手表附加有日历和周历机构，还有附加月历、闹时、秒表等功能的指针石英手表。普通指针石英手表机芯结构如图1所示：

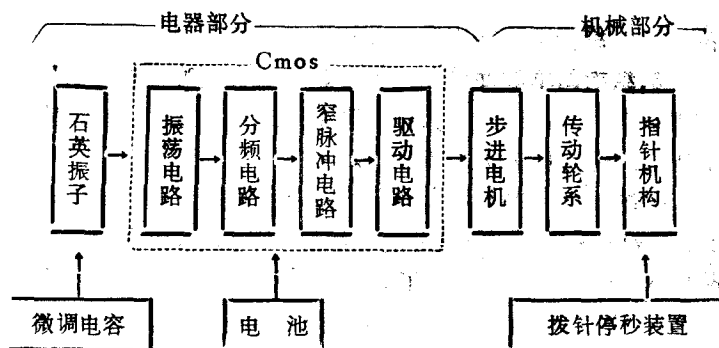


图1 指针石英手表机芯结构方框图

## 二、指针石英手表的工作原理

从图1方框图中可以看出，当电流由电池输入到电子电路时，通过振荡电路使石英振子开始振荡，石英振子的振荡频率是32768赫。再通过集成电路中的分频电路将这个高频振荡信号分频为0.5赫的脉冲信号，然后通过窄脉冲电路形成正负交变的窄脉冲信号，并经驱动电路放大，由集成电路两个输出端点输出。步进电机上线圈引线的两点分别与集成电路两个输出端点相接。因此，每个脉冲信号线圈上都有电流通过，使定子磁化，驱动转子转动。转子带动传动系统，使秒轮、分轮、时轮按要求转动，带动时、分、秒三针指示出时间。

## 三、指针石英手表机芯零部件名称

**1. 电器部分** 由电源、电路板组件、步进机三部分组成。

(1) 电源：包括微型扣式电池、负极片、正极卡(压)

簧、绝缘片。

(2) 电路板组件：是由电路基板、石英振子、集成电路、微调电容、复位柱等组合在一起。

(3) 步进电机：由定子片、转子部件、线圈部件以及防磁屏等组成。

**2. 机械部分** 由传动轮系、指针机构、拨针停秒装置、夹板、紧固件及其它附加装置组成。

(1) 传动轮系：包括传动轮、秒轮、过轮、中心轮等。

(2) 指针机构：包括分轮、时轮、跨轮、时轮簧、跨轮压片等。

(3) 拨针停秒装置：主要包括柄头柄轴、离合轮、离合杆、拉档、拨针轮、压簧、止秒、复位簧等。

(4) 夹板：一般有主夹板、上夹板、中夹板、下夹板之分。

(5) 紧固件：指机内各种螺钉、位钉管。

(6) 附加装置：日历、双历石英表还有日历盘、周历盘、日历过轮、日历周历拨轮、定位簧、日历盘压片等机械零件。

## 第三章 指针石英手表的电子元件

### 一、石英振子

石英振子是指针石英手表中用来控制走时精度的振荡元件，它是采用石英晶体材料制成的；纯粹的石英其晶体外形

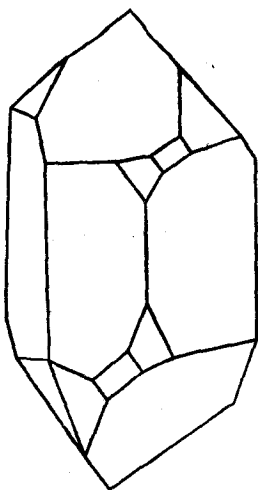


图2 石英晶体

呈六角棱柱体，两端呈锥形，质地坚硬，无色透明（图2）。它具有光、电、机械等方面一些特殊的性能。它的化学名称是二氧化硅，化学分子式为  $\text{SiO}_2$ 。天然石英因受自然环境中不同条件的影响，比较稀少，往往晶体上也会出现各种缺陷和杂质，如果用来作为制造石英振子的原材料，利用率比较低，成本也相对较高。因此，目前指针石英手表中的石英振子是采用人造石英晶体来制造的。

### 1. 石英晶体的压电效应

压电效应是指物体受到外力作用而产生电场的一种现象。当对石英晶体施加力的情况下，其一定的方位上就产生正电荷，相对的位置上则产生负电荷。这是石英晶体一个十分重要的特性。石英晶体还有一个十分重要的特性，就是当在石英晶体上加以直流电流时，就能使石英晶体变形。如果加以交流电流时，其晶体就能不断地反复地变形，而成为振荡。若以前一个特性为正压电效应，后一个特性就是逆压电效应。在实际工作时，由于对石英晶体施加了一定的电流，就能使石英晶体不断反复振荡而成为稳定的振荡源，以实现时间的控制。

**2. 石英晶体的振荡频率** 石英晶体的振荡频率是指它在每秒内的振荡次数。其单位是Hz(赫)。石英晶体实际上的振荡频率还和它的切型以及外型尺寸有关。目前，指针石

英手表中所广泛应用的石英振子是音叉状石英晶体，振荡频率为32768赫。

**3. 石英振子的构造** 石英晶体的频率会因外界条件的影响而发生变化。因此要把它封装在密闭的容器内而成为石英振子。石英振子由石英晶体、外壳、底座、引线等组成。如图3a、b所示。

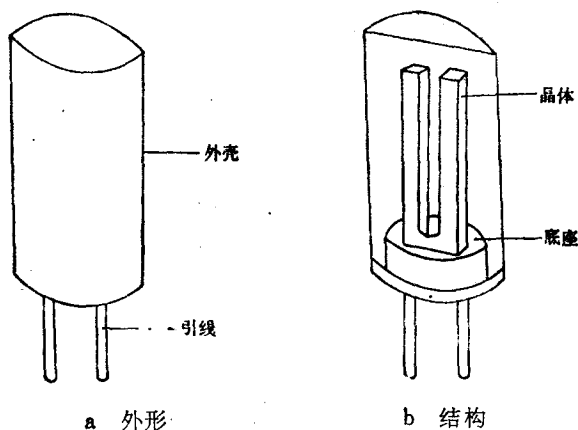


图3 石英振子示意图

根据压电效应，将石英晶体表面蒸镀上金属电极，并置于交变电场中，由于交流电压的作用，使石英晶体产生机械振动。又由于机械振动的结果，在它的表面就产生交变电荷，从而在电路中出现交变电流。石英晶体有其固有振动频率，当外加交变电压的频率与石英晶体固有振动频率相同时，石英晶体就有最大的振幅，电路中交变电压也最大。这就是石英晶体的机械振动与外加交变电压发生压电谐振。为