



SHIYING
ZHONG
DESHIYONG
YUWEIXIU

石英钟的 使用与维修

● 韩天明 编
● 陕西科学技术出版社

石英钟的使用与维修

韩天明 编

陕西科学技术出版社

石英钟的使用与维修

韩天明 编

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街131号)

新华书店经销 岐山彩印厂印刷

787×1092毫米 32开本 2.5印张 4.7万字

1989年3月第1版 1989年3月第1次印刷

印数：1—11,000

ISBN 7-5369-0350-2/Z·39

定价：1.10元

402875

前 言

钟表的石英化开创了钟表业的新纪元。近年来，随着电子技术的发展，电子石英钟的品种、数量不断增多，它以走时精度高、使用方便、性能可靠、造型美观而受到广大消费者的欢迎。

随着电子石英钟的迅速发展和广泛使用，越来越多的消费者迫切需要了解它的结构、原理、使用和保养，尤其是一些销售和服务部门更需要掌握各种电子石英钟的性能和维修技术。为此编写了该书，以问答的形式，简明扼要地介绍了电子石英钟的一些基础知识，以满足消费者和销售服务人员的需要。由于本人水平所限，文中多有不当之处，望读者批评指正。

编 者

目 录

1. 什么叫时间?	(1)
2. 什么是北京时间?	(1)
3. 什么是电子钟? 电子钟有哪些种类?	(1)
4. 各种钟的频率和走时精度的关系如何? ...	(2)
5. 石英钟是怎样发展起来的?	(3)
6. 我国主要有哪些牌号的石英钟?	(4)
7. 石英钟能否取代机械钟?	(4)
8. 画出石英钟的工作原理方框图, 它们 之间的相互关系是什么?	(5)
9. 什么是石英晶体?	(6)
10. 什么是石英晶体的“正压电效应”和 “逆压电效应”?	(6)
11. 钟用石英晶体谐振器的结构怎样?	(7)
12. 对钟用石英晶体谐振器的要求是什么? ...	(7)
13. 什么是石英晶体谐振器的电压特性?	(8)
14. 什么是石英晶体振荡器?	(9)
15. 什么是集成电路, CMOS集成电路的 含义是什么?	(9)
16. 对钟用集成电路的要求是什么?	(9)
17. 钟用CMOS集成电路的种类有哪些?	(10)
18. 什么叫分频器?	(11)
19. 步进电机在石英钟内起什么作用?	(12)

20.对钟用步进电机的要求是什么?	(12)
21.步进电机由哪几部分构成?	(13)
22.步进电机是如何工作的?	(14)
23.目前钟用步进电机的种类有哪些?	(15)
24.为什么转子只向一个方向转动?	(17)
25.对钟用电池的要求是什么?	(18)
26.石英钟常用电池的规格有几种?	(18)
27.石英钟电池使用寿命如何计算?	(18)
28.指针式石英钟的机械部分指哪些?	(20)
29.什么是传动比? 画出石英钟传动示意图...	(20)
30.长城牌石英钟轮系齿数与转动比各是 多少?	(20)
31.BZ II型北极星牌石英钟轮系齿数与 转动比各是多少?	(22)
32.怎样计算石英钟的传动比?	(22)
33.轮系是怎样工作的?	(24)
34.拨针停秒机构是怎样工作的?	(24)
35.石英钟的分轮是什么样的结构?	(25)
36.在石英钟内秒轮压簧起什么作用?	(25)
37.微调电容的作用是什么?	(26)
38.指针式石英钟的优点有哪些?	(26)
39.商品石英钟的质量标准要求如何?	(27)
40.石英钟的检验标准是什么?	(27)
41.指针式石英钟如何使用和保养?	(27)
42.怎样挑选石英钟	(29)
43.石英钟有关名词如何解释?	(30)

44. 拆装清洗和测试维修石英钟需要哪些工具?	(30)
45. 怎样使用万用表?	(31)
46. 使用万用表应注意哪些事项?	(33)
47. 石英钟电路怎样焊接?	(34)
48. 石英钟由哪些零部件组成?	(35)
49. 长城牌石英钟机芯如何拆装?	(36)
50. 北极星牌石英钟机芯的装配关系是什么?	(37)
51. 北极星牌石英钟怎样拆装?	(38)
52. 拆装石英钟应注意哪些事项?	(39)
53. 怎样清洗石英钟?	(40)
54. 石英钟检查修理的程序与步骤是什么?	(41)
55. 怎样用万用表测试电容器?	(42)
56. 石英晶体谐振器如何检验?	(42)
57. CMOS集成电路如何检验?	(43)
58. 步进电机的转子有哪些故障?	(44)
59. 怎样检查步进电机的定子片?	(44)
60. 步进电机的线圈怎样测量和修理?	(45)
61. 石英钟功耗怎样测量?	(46)
62. 石英钟功耗变化的原因是什么?	(47)
63. 在没有仪器的情况下怎样维修石英钟?	(47)
64. 石英钟不走的原因主要有哪些?	(48)
65. 石英钟走时快有哪些原因?	(49)
66. 石英钟走时慢有哪些原因?	(49)
67. 石英钟走时快一倍是什么原因?	(49)

68. 石英钟走时慢一倍是什么原因? (50)
69. 石英钟无一定规律走慢的原因是什么? ... (50)
70. 石英钟秒针不前进, 但每隔 2 秒钟抖动一下是什么原因? (50)
71. 石英钟出现时走时停的原因主要有哪
些? (50)
72. 秒钟出现倒走的原因是什么? (51)
73. 为什么有时石英钟装入电池后秒针不
立即走动, 而是原地抖动一下后再向
前走动? (51)
74. 怎样检修秒针原位抖动的故障? (51)
75. 哪些现象调整微调电容不起作用, 怎
么办? (52)
76. 石英钟停秒装置如何检查? (52)
77. 潮湿的空气对石英钟有什么影响? (53)
78. 怎样配换石英晶体谐振器? (54)
79. CMOS 集成电路是否能配换? (54)
80. 石英钟主要有哪些附加功能? (55)
81. 装饰扭摆石英钟扭摆的工作原理是什
么? (53)
82. 装饰扭摆石英钟扭摆系统常见有哪些
故障? (57)
83. 装饰平摆的工作原理是什么? (57)
84. 装饰平摆常见有哪些故障? (58)
85. 吊丝扭摆的工作原理是什么? (58)

86. 吊丝扭摆易出现哪些故障?	(59)
87. 拨轮机构的装配方法如何?	(59)
88. 上海钻石牌石英电子闹钟有哪些特点? ...	(60)
89. 钻石牌石英电子闹钟拆装程序是什么? ...	(61)
90. 石英电子闹钟有哪些装配要求?	(63)
91. 闹鸣器的结构及工作原理是什么?	(63)
92. 石英电子闹钟不闹的主要原因有哪些? ...	(64)
93. 石英钟有什么样的日历双历结构?	(64)
94. 音乐报时石英钟的工作原理是什么?	(65)
95. 音乐报时石英钟是怎样正确报时奏乐的?	(66)
96. 音乐报时石英钟音乐报时部分易出现哪些故障?	(67)
97. 一般进口石英钟机芯的拆装程序及注意事项有哪些?	(67)
98. 什么是光控石英钟? 它的原理是什么? ...	(69)

1. 什么叫时间？

时间是物质存在的一种客观形式，由过去，现在和将来构成的连续不断的系统。是物质的运动，变化的持续性的表现。任何一种物质的变化、运动和发展都永远伴随着时间而发生。

时间的意义有二，一是时段，有起点和终点的一段时间，是两个瞬时之间的间隔长短。二是时刻，时间中的某一点，例如。现在是上午8点10分。

2. 什么是北京时间？

由于地球自转，地球上各处看到太阳先后不同，形成了所谓的经度“时差”，所以世界各地的地方时也就不同，这给人们的生活和来往都带来了不便。为了方便起见，规定地球表面每隔15度经线为一个时区，地球圆周360度，共分24个时区，以英国格林威治天文台的经线为零，向东向西各7.5度为零时区，作为世界标准时间的起点，从零时区边界线向东向西每隔15度的区域各依次划分12个时区。

我国领土辽阔，从东经73度至135度，横跨62度，占有5个时区，也就是说从我国西北边境到东北的边缘。在同一瞬间，时间相差4个小时。为了方便起见，国家规定，把北京所在时区（东8时区）的标准时间。作为全国统一标准时间，即是“北京时间”。

3. 什么是电子钟？电子钟有哪些种类？

凡使用电池做为能源的钟，统称为电子钟。它大致分为

以下几类：

第一代，电子摆轮钟，又称晶体管钟，它以电池为能源，以摆轮游丝作为振荡器，其走时精度为日差不超过正负60秒，它的结构简单，维修方便，并可附加日历、电闹等装置，虽然它的精度还稍差些，但尚能满足需要，因而目前在民用钟内，电子摆轮钟仍有一定的比例。

第二代，电子音叉（音片）钟，以电池为能源，把频率较高的音叉或音片作为钟的振荡器，因而精度可达日差不超过正负16秒。虽然它的精度提高了一些，但由于结构较复杂，加工、装配和维修都不方便，闹装置等也不好增加，目前电子音叉钟已淘汰，仅生产部分音片大挂钟。

第三代，

（1）电子指针石英钟，也简称石英钟。它以电池为能源，以频率很高的石英晶体作为振荡器，并用指针指示时间，走时精度月差不超过正负15秒，由于它使用方便，走时准确，式样美观大方，符合人们的心理习惯，因而是民用钟的发展趋势。本文介绍的石英钟，就指此种电子指针石英钟。

（2）电子显示石英钟，也称液晶显示钟，它同样以电池为能源，以石英晶体作为振荡器，但它以液晶屏显示数字来表示时间，因而称液晶显示钟，虽然它的精度同指针石英钟一样，但因为它式样呆板，外观不新颖，因而国内市场销售比较少。

4. 各种钟的频率和走时精度的关系如何？

各种钟的振荡器频率与钟的走时精度有着非常密切的关系，一般情况下，振荡器频率愈高，钟的走时精度也愈高，

为了提高走时精度，提高振荡器频率是唯一的方向。现将六
种钟的振荡频率与走时精度列表如下，以供比较。

各种钟的频率及走时精度表

类 型	振 荡 器	频率 (赫兹)	日差 (秒/天)
机械闹钟	摆轮游丝	0.6	120~180
机械大钟	平 摆	1	20
晶体管钟	摆轮游丝	2.5	60
音片钟	音 片	300	10
石英钟	石英晶体	32768(4194304)	0.1~0.5
原子钟	铯 原 子	9192631770	10^{-5}

从表中也可以看出，原子钟的精度特别高，3000年误差
不超过1秒。但由于造价、体积等因素，原子钟尚不能普及作
为民用钟使用，只作为科学研究和校准时间用。

5. 石英钟是怎样发展起来的？

石英钟的诞生已有半个多世纪了，1923年美国的皮尔斯
教授成功的设计出了一种电子管石英振荡器电路，这就是有
名的皮尔斯电路。1928年美国纽约贝尔电话实验室制成了世
界上第一台石英钟。这台电子管石英钟的走时精度特别高，每
日误差少于0.002秒，一年不超过10秒。但是由于电子管耗
电量，体积也很大，成本相当高，再加上晶体需要恒温，
耗电量会更大。因而当时的石英钟只能用于航海、天文、科
研等部门。到了50年代末、60年代初晶体管技术的出现，使

石英钟的应用范围扩大了，尤其低功耗大规模CMOS集成电路出现，使石英钟的体积大大减小，成本降低，开始向民用方向发展。特别是近年来，它的发展速度令人吃惊，在国外，石英钟已占有绝对优势。在国内，石英钟也以前所未有的速度向前发展。截至1986年我国石英钟产量已达到300多万只，比1985年的120万只，增长了约1.5倍，预计1987年将达到700万只。石英钟正在猛烈地冲击着传统的机械钟市场。

6. 我国主要有哪些牌号石英钟？

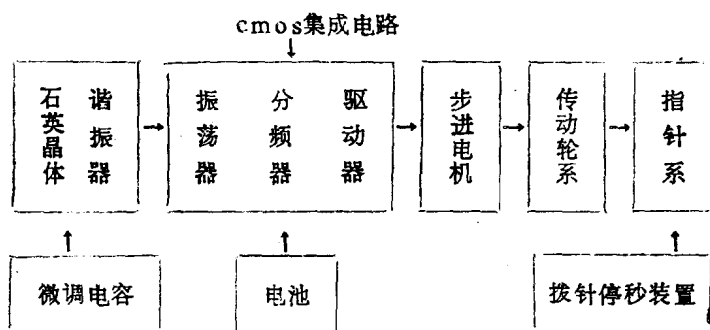
近年来，我国石英钟生产已有较大发展，生产厂家较多。国内主要靠自己生产石英钟的厂家和产品有天津石英钟厂生产的长城牌石英钟，烟台北极星钟厂生产的北极星牌石英钟，济南钟表厂生产的康巴丝石英钟，无锡钟厂生产的红梅牌石英钟，上海第四钟表厂生产的钻石牌和马蹄牌石英钟，沈阳钟厂生产的金杯牌石英钟，冀县钟表厂生产的三利牌石英钟等。各厂生产的石英钟机芯是自行设计制造，但石英晶体谐振器和CMOS集成电路多是国外进口，电路布局焊接和机芯构造各不相同。其它一些厂以及广东、福建等地名厂生产的石英钟，绝大多数属于组装厂，引进日本、香港的机芯进行组装生产，牌号较多。

7. 石英钟能否取代机械钟？

石英钟以它走时准确、使用方便等特点，受到人们欢迎，近年来在我国发展较为迅速，生产量年年增加，大有取代机械钟之势。但是由于我国地域辽阔，消费水平还不平衡。目前国产石英钟的品种、性能尚不完善，尤其是带闹铃和报

时报刻音乐钟还不够理想，不合人们的要求。有关石英钟的知识和维修技术尚未普及。因此石英钟在我国近十多年内还不可能取代机械钟。

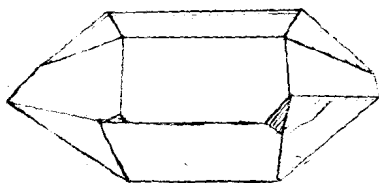
8. 画出石英钟的工作原理方框图，它们之间的相互关系是什么？



石英钟的工作原理示意图如上，从示意图看出，石英晶体谐振器和CMOS集成电路的振荡器配合，产生一个稳定的高频率信号，作为时间基准信号。这个高频信号经过分频器的多级分频以降低其频率来满足步进电机的需要。变频的信号再由驱动器放大输出给步进电机转换成机械能（使转子转动）。步进电机转子转动带动传动轮系，传动轮系又带动指针系转动，从而达到精确指示时间的目的。微调电容调整石英晶体频率。拨针停秒装置用来校对指针。整个石英针电路用一节1.5伏的电池提供能量。

9. 什么是石英晶体？

石英是一种矿物，成分是二氧化硅，质地坚硬，纯料石英无色透明，呈晶体，叫石英晶体，又称“水晶”。石英体属六角晶体系，呈六面棱柱形，两端呈角锥形（见图1）它



有光、电、机械等方面一些特殊物理性能，是造石英钟的主要材料。

图1 石英晶体

目前石英钟用的晶体基本上采用的是人造石英晶体。它由碳酸钠（ NaCO_3 ）溶液与天然石英碎片（ SiO_2 ） $380-400^\circ\text{C}$ 的高温 and 9.8×10^7 帕（约1000大气压）高压下晶而成。

10. 什么是石英晶体的“正压电效应”和“逆压电效应”？

所谓“正压电效应”，就是当石英晶体片受到机械力作用时，在石英晶体片的一面便产生正电荷，另一面产生电荷，这种使机械能转变成电能的现象叫做石英晶体的“压电效应”。

“逆压电效应”就是在石英晶体片二面加以电压时，英晶体片便产生机械形变（即振荡），机械形变的大小与加电压的大小成正比，这就是石英晶体的“逆压电效应”

由于石英晶体同时具有正压电效应和逆压电效应，就使电荷与机械形变（振荡）相互转换，这种转换能反复

行，这就是石英晶体谐振器得以振荡的最基本原理。

11. 钟用石英晶体谐振器的结构怎样？

石英晶体经过定向、切割、研磨、抛光、镀电极、装架、封装等一系列复杂的工艺过程之后，就成为实用的石英晶体谐振器（见图2）。

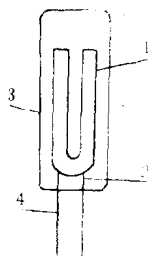
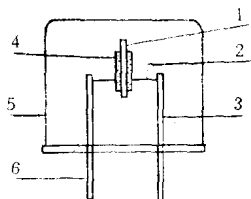


图2 石英晶体谐振器

a: 1. 圆片状

晶体 2. 内引线

3. 内支架

4. 电极 5. 外壳

6. 外引线

b: 1. 音叉状

晶体 2. 内引线

3. 外壳 4. 外引线

它的电极是通过真空蒸发而形成的，引线一方面用以通电压，另一方面用以固定石英晶体。通过控制电极蒸发层厚度可以把石英谐振器频率调整到标准频率。

钟用标频4194304赫的石英晶体谐振器，采用扁平金属外壳封装，其密封较好，机械强度高，因而被石英钟广泛采用，其结构示意图见图2a，部分石英钟仍还采用圆柱状外壳，音叉型石英晶体谐振器，频率为32768赫，其结构示意图见图2b。

12. 对钟用石英晶体谐振器的要求是什么？

(1) 频率稳定度要高。石英钟走时准确，主要取决于

晶体谐振器的稳定的频率；

(2) 温频系数要小，以减轻温度变化对走时精度的影响；

(3) 频率老化特性好；

(4) 耐冲击、抗振动，以保证石英钟在运输和使用过程中，受外力的作用，走时精度不会有较大的影响；

(5) 功耗低，从而延长电池的使用寿命，节省能源；

(6) 体积小、成本低。

目前石英钟采用的晶体谐振器，分别为4194304和32768赫晶体。这两种晶体谐振器的晶体频率稳定，温频系数、老化特性及抗震性能都比较好，应用较广泛。

13. 什么是石英晶体谐振器的电压特性？

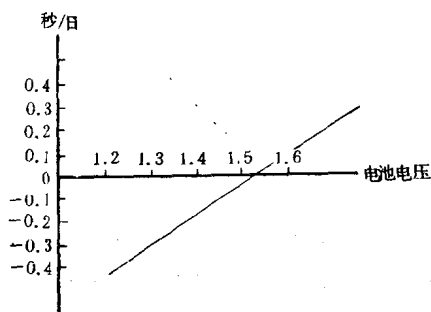


图3 石英谐振器的电压特性

从石英谐振器的电压特性图中可以看出，石英晶体谐振器在电池电压为1.55伏时其振荡频率最准确，而当电池电压衰减到1.4伏以下时，

其频率日渐变小，

使钟的走时也日渐变慢。当电池电压衰减到1.3伏以下时，其电池容量也即将耗完，石英晶体谐振器便会停振，使钟停走。因此，一般电池用到1年或电池电压降低到1.35伏时应及时更换新电池。