

手表结构原理

9

内 容 简 介

本书共分三大部分：第一部分论述机械手表机心结构的基本原理；第二部分分析机械手表机心结构的理论特性和影响走时性能的各项因素；第三部分介绍国内几种主要的机械手表机心结构概况。并结合生产实践对机械手表结构理论的应用和发展进行了探讨。

本书可供设计、制造和修理手表的工人、技术人员以及大专院校、科研单位有关计时专业的师生和研究人员在生产和科学实验中参考。

手 表 结 构 原 理

(机械手表)

上海手表二厂 陈昌山 编

上海人民大众出版社

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海群众印刷厂印刷

开本 880×1156 1/32 印张 9.5 字数 244,000

1974年5月第1版 1974年6月第1次印刷

印数 1-68,000

统一书号：15171·126 定价：0.67元

毛主席语录

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

理论的基础是实践，又转过来为实践服务。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

前 言

解放以来,在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线指引下,我国的手表制造,作为一项新兴工业,从无到有,得到了迅速的发展。现在,全国各地已建立了不少手表厂,生产出各种类型的手表,创造和积累了丰富的实践经验。

为了进一步提高机械手表的产质量,培养青年技工,并给计时专业理论研究工作提供必要的素材,需要把我们工作中的主要经验,包括成功的经验和错误的经验,加以总结,把感性认识提高到理性认识。我们现在根据自己工作中的点滴体会,融合了兄弟单位的先进经验,并从实际需要出发,吸收了国外某些手表专业书中有益的东西,编写了这本《手表结构原理》。

马克思、恩格斯、列宁、斯大林教导我们说:应当从客观存在着的事物出发,从其中引出规律,作为我们行动的向导。为此,我们在本书第一、第二部分力求深入浅出地阐述手表机心的基本结构、理论特性,以及影响手表走时精度的各项因素。在本书第三部分,介绍了国内一些主要机械手表机心的结构概况,以利于综合分析,发扬优点、克服缺点、取长补短、共同提高,希望能有助于促使国产手表机心结构趋向于更合理、更先进,达到更高的水平。

但是人类认识的历史告诉我们,许多理论的真实性是不完全的。限于我们的理论水平、实际经验和表达能力,本书无论在理论探讨或结构分析等方面,都会存在一定的缺点,远远达不到预期的要求。我们恳切希望广大读者经过实践的检验来纠正它的不完全性,及时指出谬误,提出批评的意见。

本书在编写过程中,曾得到轻工业部第一生产组和科技组的关切和重视;并且得到天津大学精密仪器工程系、上海科技大学数学系和其他兄弟单位的协作和支持。

编 者

1973年10月

目 录

前言	i
----------	---

第一部分 机械手表基本原理

绪言	2
第一章 原动系	5
§ 1-1 概述	5
§ 1-2 发条力矩和效率	5
§ 1-3 力矩落差	9
第二章 传动系	13
§ 2-1 概述	13
§ 2-2 齿轮传动原理和基本要素	15
§ 2-3 传动系的齿形特点	21
第三章 擒纵调速系	27
§ 3-1 调速机构的频率和周期	27
§ 3-2 快慢针与活动外桩环的作用	32
§ 3-3 擒纵机构各部名称和定义	36
§ 3-4 擒纵机构的动作名称	40
§ 3-5 擒纵机构的工作过程	43
§ 3-6 擒纵机构的运动角度	46
§ 3-7 双圆盘的保险作用	50
§ 3-8 擒纵机构的标准化及发展	54
第四章 上条拨针系	57
§ 4-1 工作概况	57
§ 4-2 指针轮系的类型和特性	63
§ 4-3 特殊形式的齿轮传动	67
§ 4-4 上条轮系和棘爪机构	68

第五章 夹板类	75
§ 5-1 概述	75
§ 5-2 手表机心的外形分类尺寸	77
§ 5-3 夹板的结构形式	79
§ 5-4 夹板的精度要求	84
第六章 螺钉类和钻石类	89
§ 6-1 手表螺钉的品种类型	89
§ 6-2 螺纹规格	91
§ 6-3 表钻的主要品种类型	97
§ 6-4 表钻的公差和尺寸规格	99
§ 6-5 手表支承结构的形式和润滑要求	106

第二部分 理论特性和影响走时的各项因素

引言	120
第七章 手表走时性能的名词、术语和定义	121
表差——日差——位差——等时差——温度系数——综合指 标——动力摆幅差——方位摆幅差——延续走时——日变差 ——平均日差——平均日变差——最大日变差——日偏差 ——平均日偏差——最大日偏差——复原差——二次温度误 差——平立平均位差	
第八章 原动系的理论特性	132
§ 8-1 发条特性和润滑条件的影响	132
§ 8-2 原动系结构条件的影响	135
§ 8-3 选配发条的理论要求	138
第九章 传动系对走时的影响	141
§ 9-1 传动系齿形理论特性的分析	141
§ 9-2 各级传动对走时的影响	156
§ 9-3 齿轮啮合深度的影响	158
第十章 擒纵调速系的理论特性和对走时的影响	167
§ 10-1 冲量传递与振荡周期的关系	167
§ 10-2 擒纵机构的自动起摆	168

§ 10-3	摆轮不平衡的影响	171
§ 10-4	摆轮静平衡和动平衡调整	175
§ 10-5	游丝的工作特性	177
§ 10-6	游丝重力作用与偏心运动的影响	180
§ 10-7	摆夹板方位的影响	188
§ 10-8	游丝内桩的影响	192
第十一章	外界条件对走时的影响	194
§ 11-1	温度的影响	194
§ 11-2	气压和高度的影响	198
§ 11-3	湿度的影响	202
§ 11-4	磁场的影响	204
§ 11-5	外界动力作用下的影响	209

第三部分 几种国产机械手表的结构概况

第十二章	SB5 型手表	212
§ 12-1	结构特点	212
§ 12-2	结构数据与走时性能	215
第十三章	SG3 型手表	218
§ 13-1	结构特点	218
§ 13-2	结构数据与走时性能	219
第十四章	SL2 型手表	222
§ 14-1	结构特点	222
§ 14-2	结构数据与走时性能	224
第十五章	SM1 型手表	228
§ 15-1	结构特点	228
§ 15-2	结构数据与走时性能	231
第十六章	SN2 型手表	235
§ 16-1	结构特点	235
§ 16-2	结构数据与走时性能	238
第十七章	SS1 型手表	241
§ 17-1	结构特点	241

§ 17-2 结构数据与走时性能	243
第十八章 ST5 型手表	247
§ 18-1 结构特点	247
§ 18-2 结构数据与走时性能	250
第十九章 SZ1 型手表	253
§ 19-1 结构特点	253
§ 19-2 结构数据与走时性能	260
第二十章 国产手表机心易损件的规格	264
摆轴——游丝——发条——柄轴——棘爪簧——离合杆簧	

附 录

一、摆轮式机械钟表主要零、部、组件的统一编号和标准名 词术语	275
二、机械手表原理常用符号和名称	282
三、本书图表索引	285

第一部分
机械手表基本原理

绪 言

“世界上除了运动着的物质，什么也没有，而运动着的物质只有在空间和时间之内才能运动。”（列宁：《唯物主义和经验批判主义》）时间和我们的关系非常密切。我们的一切活动，无论生产、学习、工作、休息，从什么时候开始，到什么时候结束，都要受到时间的制约。特别是当我们在争分夺秒地完成革命任务的时候，时间的重要性就更为突出了。

用什么来计量时间呢？一般来说，总离不开钟表。在日常生活中，人们多利用钟表来计时。手表由于携带和使用方便，为广大工农兵和革命群众所欢迎。因此，如何提高手表的使用效能，做好手表的生产和维修工作，已成为当前手表行业中的一项重要任务。应该如何来做好这一工作呢？“大家明白，不论做什么事，不懂得那件事的情形，它的性质，它和它以外的事情的关联，就不知道那件事的规律，就不知道如何去做，就不能做好那件事。”

为此，我们准备在本书中先把有关手表结构的基本原理、性质，以及影响手表走时性能的主要因素，循序地进行论述和分析，并对国内经过轻工业部鉴定，业已正式投产的部分主要手表机芯的结构特征，重点扼要的加以说明。我们希望通过实际产品的介绍和分析，能比较具体地反映出对手表结构的要求，和当前我国手表工业生产实践中的具体情况，为进一步发展有关手表的学术理论、设计原理和生产维修等各项工作，提供理论基础，使有利于提高手表的产质量、增加新品种和改进修理技术，更好地为人民服务。

手表虽然是一种比较精密与复杂的计时仪器，它的工作原理和结构又具有一定的特点；但要了解和掌握它也并不是什么难事。毛主席教导我们：“入门既不难，深造也是办得到的，只要有心，只

要善于学习罢了。”

下图是机械手表的一个最简单的结构方框图，也是它的基本结构原理示意图(图 I)。

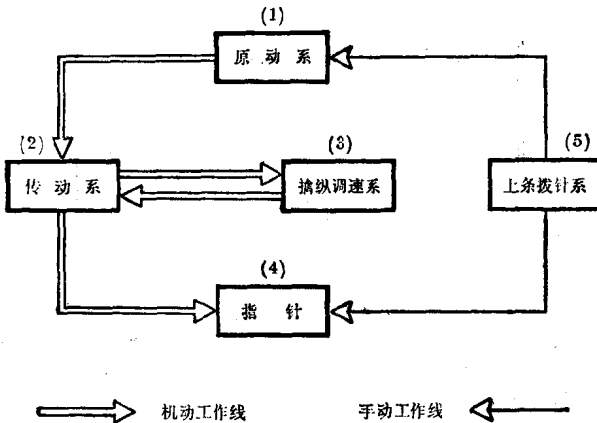


图 I 机械手表结构方框图

形象化一些，还可以作成另一种形式的结构原理图(图 II)。

通过图 I 或图 II，我们就可以对机械手表的结构，取得一个简单的概念。机械手表主要是用弹性元件——发条等作为原动系(1)，经过一组齿轮即传动系(2)来推动擒纵调速系(3)工作，再由擒纵调速系反过来控制传动系的转速。传动系在推动擒纵调速系的同时还带动着指针(4)，由于传动系的转速是受擒纵调速系控制的，所以指针也就能按照一定的规律，在表盘上指出时间。上条拨针系(5)是上发条或拨动指针的机件，对它的作用情况，大家都比较熟悉。

在上述机械手表的这几个结构系统之间，由(1)至(4)都是依靠发条的动力，通过机械传动来进行工作的，所以我们在图中用“机动工作线”表示他们相互间的联系。

而(5)和(1)或(4)之间，平时都是不工作的，只有在需要上条或拨针时，由于使用者手指的动力，才使它们发生传动作用，所以

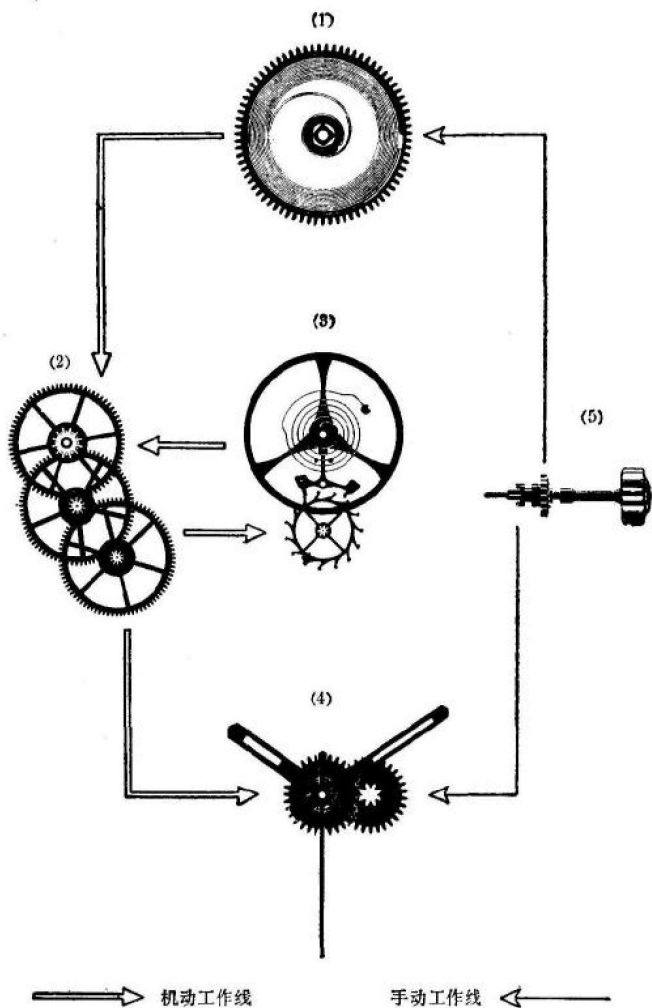


图 II 机械手表结构示意图

我们在图中用“手动工作线”来表示它们相互间的联系。

下面我们就按照这些机构的次序，以及手表机心中其他主要组成部分，来阐明这些机构的作用，它们的性质，以及它们相互间的联系和规律。

第一章 原 动 系

§1-1 概 述

原动系是区分钟表类别的主要依据之一。在钟表发展史中,过去曾经有过用水为原动力的钟,也有用重锤作为原动力的钟,后来发明了发条,出现了挂表,并逐步演变而为手表。现在随着科学事业的不断发展,又有不用发条作为原动力的电手表出现。电手表由于结构上的差异,还可以区分为摆轮游丝式电手表或音叉表、石英表等等。在我们这本书中,是以目前大家普遍使用的机械手表为对象。机械手表是以发条作为原动力的。

机械手表的原动系中通常包括有5个零件,其具体名称为:条盒轮、条盒盖、条轴、发条和发条外钩。图1-1中,上图表示这几个零件装配在一起的情况,其中条盒盖已被剖除一部分,从而可以看到条盒内的其他零件;下图照片是条盒盖卸除后各个零件的实际形状。

原动系中的发条,在自由状态时是一个螺旋形或S形的弹簧,富有弹性。它的内端有一个孔,套在条轴的钩上;它的外端有一个外钩,钩在条盒轮的内壁上。当我们转动手表的上条柄头上发条时,通过上条拨针系的作用,使条轴旋转而将发条卷紧在条轴上。发条卷紧后,由于弹性作用,自然要弹开。这时因条轴不能作相反方向的旋转,所以发条就通过它的外钩迫使条盒轮旋转。条盒轮实际上就是手表中一个最大的齿轮,当发条迫使条盒轮转动时,条盒轮的轮齿就驱使和它相啮合的齿轴转动,从而带动传动系和擒纵调速系,使整个手表机构工作。

§1-2 发条力矩和效率

手表原动系动力的大小是以发条力矩的数值来表示的,它的

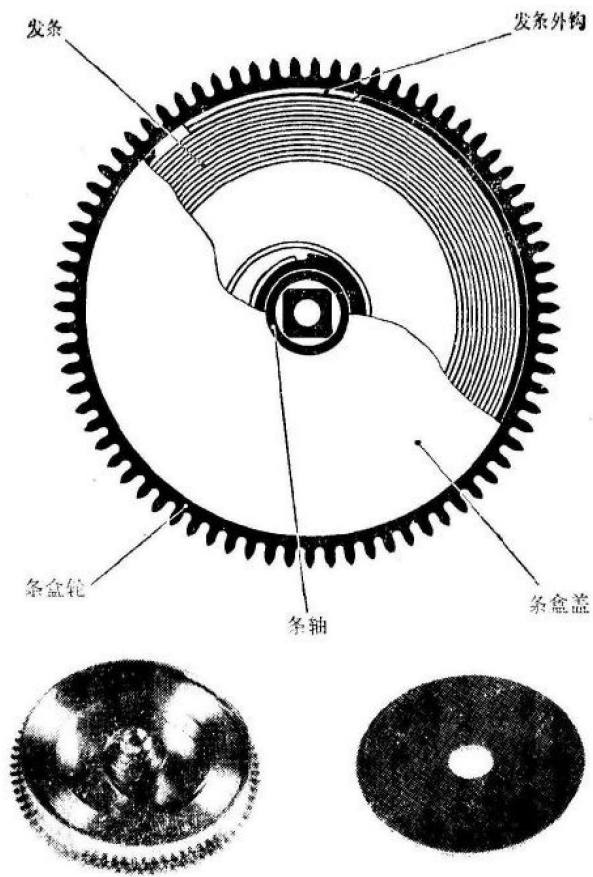


图1-1 原 动 系

单位是克·毫米,相当于1克的力作用在与支点距离为1毫米的力点上的力矩。

手表发条力矩的大小随着它在条盒中上紧圈数的增加而增加。当发条全部上紧时,圈数最多,力矩最大;当发条完全放松时,圈数最少,力矩也最小。它理论上的特性曲线是一条直线。

图1-2 是发条形态和特性曲线。图中:纵坐标 M 表示发条力矩,横坐标 n 表示发条圈数。 A 点相当于未成形前的发条; B 点相

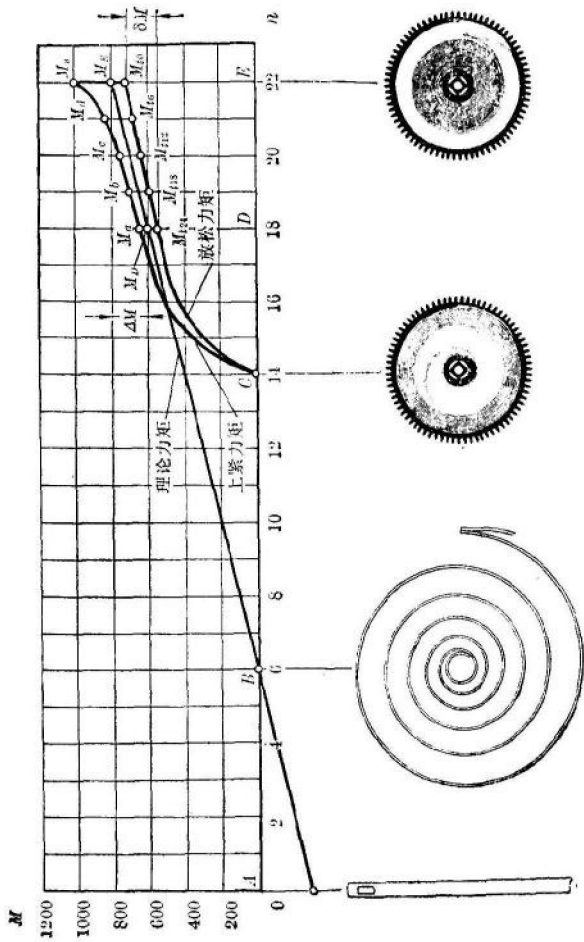


图 1-2 发条形态和特性曲线

M_K —最大理论力矩； M_D —24 小时后理论力矩； M_{10} —最大工作力矩； M_{46} —6 小时后工作力矩； M_{42} —12 小时后工作力矩； M_{18} —18 小时后工作力矩； M_{24} —24 小时后工作力矩； M_s —最大上紧力矩； $M_a \sim M_g$ —相应于 $M_{24} \sim M_{46}$ 位置中的上紧力矩； ΔM —理论力矩落差； δM —实际工作力矩落差

当于发条成形后自由状态的圈数,其力矩为零; C 点是发条装入条盒轮后放松的状态,这时虽然发条已有应力,但由于受到条盒轮的限制,其实际力矩仍然为零; E 点为发条完全上紧时的情况; D 点为发条放松 24 小时以后的位置(此图是按照条盒每转一圈工作为 6 小时的机心结构情况计算的)。

从图 1-2 中可以看出,发条上紧时的力矩大于理论力矩,而放松时的力矩则小于理论力矩。其原因主要是发条有弹性变形误差和圈间摩擦、边缘摩擦等各种损耗,所以它的实际力矩曲线和理论力矩曲线必然存在着偏移。

发条的放松力矩实际上也就是它的工作力矩,如果将图中 $M_{t0} \sim M_{t24}$ 之间各点的力矩值按下式计算,即可得出 24 小时的平均工作力矩

$$M_m = \frac{M_{t0} + M_{t6} + M_{t12} + M_{t18} + M_{t24}}{5}$$

式中: M_m ——发条平均工作力矩。

根据下列公式还可以求出发条的效率

$$\eta = \frac{\frac{1}{2}(M_{t0} - M_{t24}) + M_{t6} + M_{t12} + M_{t18} + M_{t24}}{\frac{1}{2}(M_s - M_o) + M_d + M_c + M_b + M_a}$$

式中: η ——发条效率。

如图 1-3 所示,以发条力矩仪上实际测得的发条力矩曲线为例,读出各有关数据,并代入上列两个公式,即能分别求出这一发条的平均工作力矩和效率。

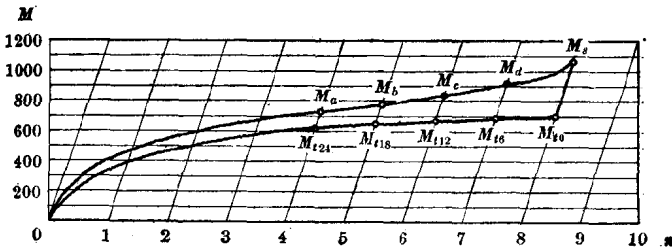


图 1-3 发条力矩曲线实例(其条盒每转为 6 小时)

平均工作力矩:

$$M_m = \frac{700 + 690 + 670 + 650 + 620}{5} = 666 \text{ 克} \cdot \text{毫米}$$

效率:

$$\eta = \frac{\frac{1}{2}(700 - 620) + 690 + 670 + 650 + 620}{\frac{1}{2}(1070 - 730) + 920 + 840 + 780 + 730} = 77.62\%$$

§1-3 力矩落差

发条上紧力矩和工作力矩之间的变化, 主要决定于发条的材料、形状、摩擦以及发条外端与条盒的固定方式。目前, 绝大多数的手表发条都已普遍采用片状外钩(参阅图 1-1), 这种外钩在发条工作时能灵活的作径向移动, 可以使发条各圈在上紧和放松时, 都能基本上接近同心, 并减小圈间摩擦, 采用这种外钩固定, 是一种工艺简单而效率较好的固定形式。

发条力矩变化的另一个重要现象, 是它工作力矩各圈之间的“力矩降”。亦即在发条由上紧转变为放松的开始点上, 工作力矩最大; 以后逐渐降低, 至完全放松时就等于零。由于手表在实际使用中都要求每天上条一次, 所以在发条工作力矩曲线上, 占重要地位的主要是 $M_{t0} \sim M_{t24}$ 之间的一段工作力矩。这一段力矩降的变化值, 实际上也就是手表原动系在 24 小时内工作力矩的变化, 我们在生产和实际应用中, 均已习惯的称之为发条力矩的“落差”。

发条力矩的大小对手表机构工作时摆轮摆幅的大小有一定影响, 而且非常敏感, 当力矩增加时摆幅也必然会增大。这一现象在手表中还是比较容易发现的, 只要打开发条已经放松的手表后盖, 逐渐上紧发条, 并注意摆轮的摆幅, 就能看到它变化的情况。

当我们要求手表在工作时, 摆轮能够经常保持比较稳定的摆幅, 就必须要求 M_{t0} 与 M_{t24} 之间的落差要小。

发条力矩落差的大小, 除了和效率有内在联系以外, 还决定于发条自由状态时的圈数, 并且和它的最大工作力矩有一定的比例