

手表结构与维修

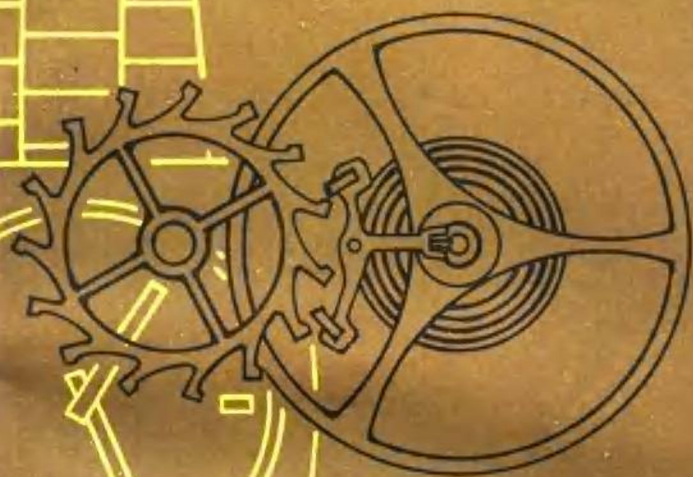
张仁茂
牟培兴编

陕西

TH714.9

27
3

社



手表

结构与维修

陕西科学技术出版社

青年学艺丛书

手表结构与维修

张仁茂 牟培兴 编

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 陕西省印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5.125 字数 107,000

1983年6月第1版 1983年6月第1次印刷

印数 1—85,000

统一书号: 15202·63 定价: 0.46元

出版说明

为了发展生产，活跃社会主义经济，满足人民生活需要，使广大青年通过自学能够掌握一门技术，我们约请有关单位的同志编写了《青年学艺丛书》。这套丛书包括：《摄影基础知识》、《服装量裁缝基础知识》、《陕西风味菜谱》、《烹调问答》、《半导体收音机修理基础知识》、《电视机的原理与维修》、《磁带录音机测试维修指南》、《手表结构与维修》、《集体商业企业会计》和《商业珠算》等。这套丛书将分册陆续出版。

《青年学艺丛书》以基础知识和基本技术为主，理论联系实际，语言通俗易懂，内容由浅入深、循序渐进。既方便广大青年自学、实践，也可供业余爱好者学习参考。

目 录

第一章 手表机芯结构基本知识	(1)
第一节 原动系	(3)
第二节 齿轮传动系	(15)
第三节 擒纵调速系	(37)
第四节 夹板、宝石和手表的三防	(57)
第五节 日历手表和自动手表	(64)
第二章 手表的维修	(72)
第一节 手表的拆卸装配和清洗加油	(72)
第二节 原动系及上条拨针机构零件的修理	(85)
第三节 擒纵调速系零件的修理	(94)
第四节 传动部分和夹板部分的修理	(135)
第五节 其他	(146)

第一章 手表机芯结构基本知识

手表可分为机械手表和电子手表两大类。本书只讲机械手表结构的基本知识。

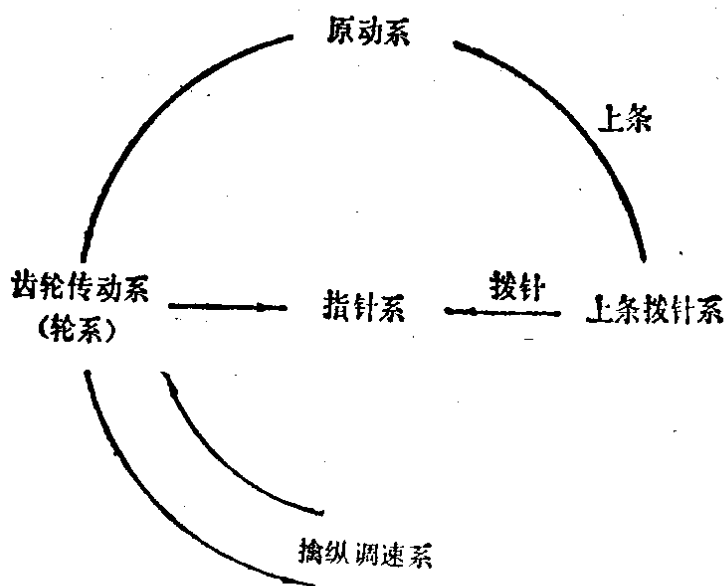
常见的机械手表按结构一般可分为以下几类：

1.粗马表：俗称铁丝马。在国外属经济表一类，其主要特点是擒纵叉的进销和出销是用钢丝制成，耐磨性较差，机芯结构简单，零件制造粗糙，加工方便，精度要求较低，使用寿命较短。一只新粗马表在二三年内走时比较准确，时间过长就逐渐失去走时准确性，并且难以修复。

2.细马表：俗称宝石马。其主要特点是擒纵叉上装置二只方形人造宝石，耐磨性好，机芯零件制造精密，可以长期保持走时准确。

3.日历表：在表盘上设有指示日期的装置。常见的有单日历（只能指示日期）、双日历（能指示日期和星期）、三用日历（能指示日期、星期、月份），其他还有四用日历（能指示日期、星期、月份和星月的移动）等。

4.自动表：机芯内附加自动上条装置，装有自动锤，利用人体手腕的活动使表内的自动锤自动上条。自动表可分为半自动和全自动二种：半自动表的自动锤转动角度只有 270° ~ 280° 左右，只能单向上条；全自动表的自动锤转动角度是 360° ，往返旋转都能上条。另外，自动表的条盒轮无条钩，装置安全式副发条，当上满条后，能自动打滑，保持发条能



量。

按手表的式样和性能来分，经常见到的品种还有二针表、短三针、长三针、慢摆、快摆、防水、防震、防磁手表等。

手表是精密细小的计时工具。机

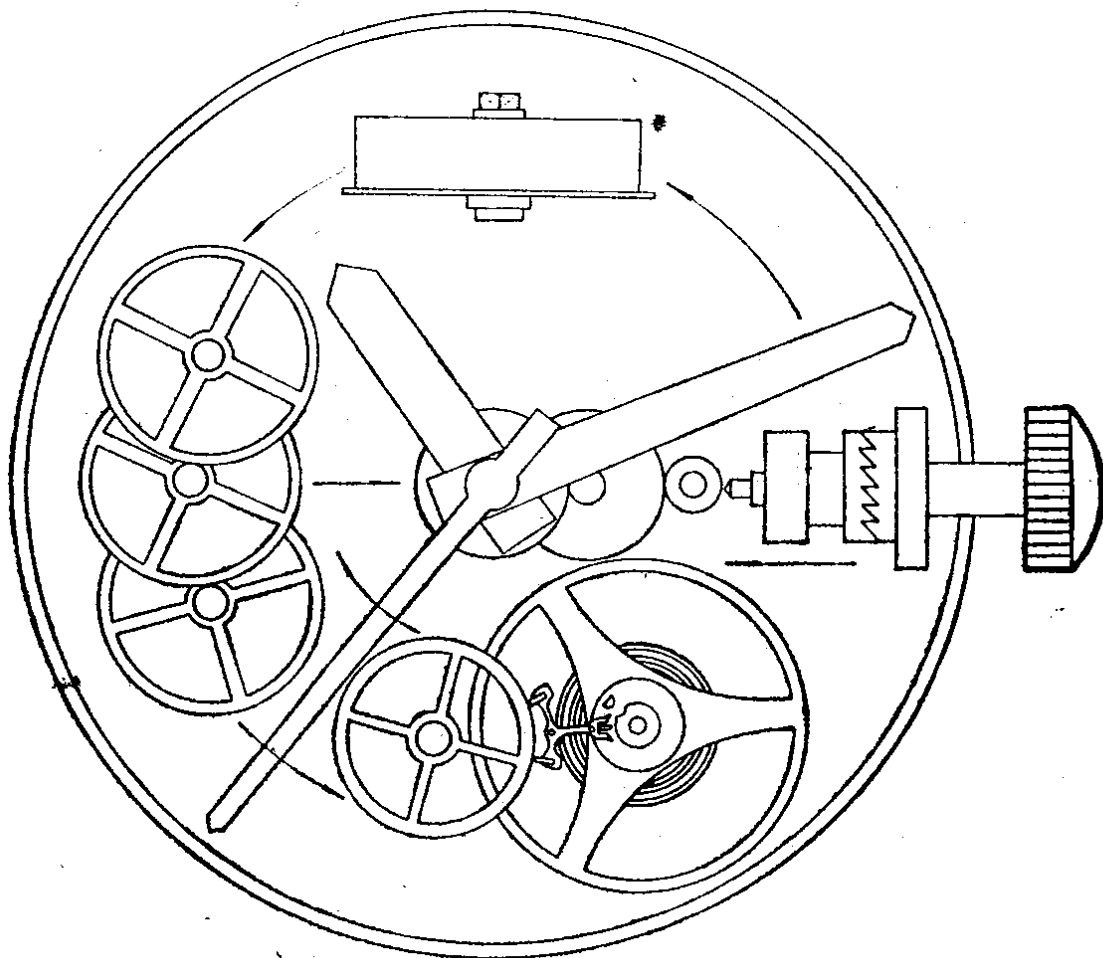


图 1—1 机械手表结构原理示意图

机械手表按结构原理一般可分为五部分：原动系、齿轮传动系、擒纵调速系（包括擒纵机构和摆轮游丝系统）、指针系和上条拨针系。如图 1—1 所示。

如按手表的零件组成可分为七部分：原动系、轮系、擒纵调速机构、上条拨针机构、夹板类、螺钉钻石类、壳面针外观类。

图 1—1 就是机械手表的一个最简单的结构原理示意图。机械手表的动力来自原动系，原动系中的发条是一个弹性元件，装在条盒轮内，能储存能量。能量通过齿轮传动系传递给擒纵调速系，使擒纵机构和摆轮游丝调速系统工作。而擒纵调速系又反过来控制着齿轮传动系的转速，使齿轮按一定规律作间歇转动。齿轮传动系同时还带动着指针系转动，所以指针也就能按一定的时间规律在表盘上指示出相应的时间。上条拨针系是用来上紧发条或拨动指针的，平时都不工作，当需要上发条或拨针时，用手指转动柄头即可。

下面我们对手表机芯中各部分的作用、性质，组成及相互关系分别加以叙述。

第一节 原动系

原动系是储存和传输手表工作能量的。目前机械手表原动系的原动力多采用发条。上紧发条后储藏弹性势能，当发条放松时输出的力矩推动轮系运转。

一、原动系零部件的组成和作用

原动系零件如图 1—2 所示。

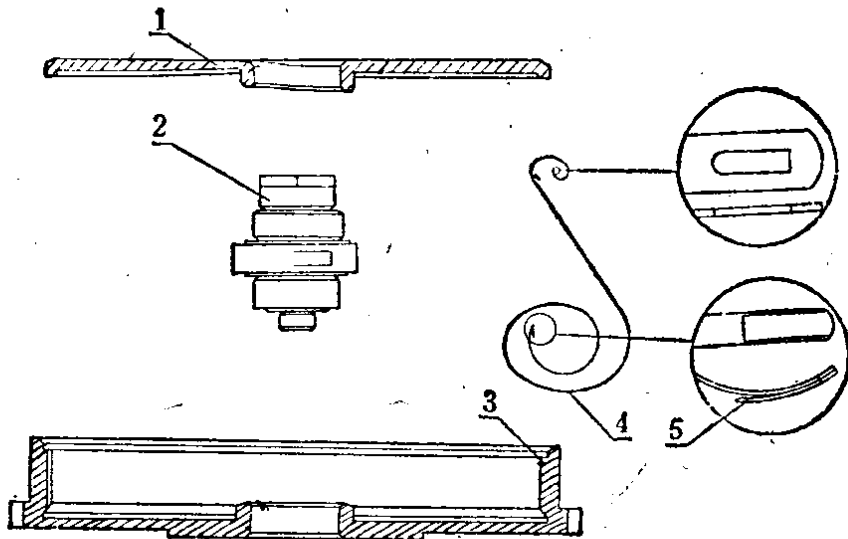


图 1—2 原动系零件

1 条盒盖 2 条轴 3 条盒轮 4 发条 5 外钩

(1) 发条：原动系的储能元件。

(2) 条盒轮：俗称头轮。发条的能量通过它传输给轮系，又是轮系部分的第一个齿轮。

(3) 条盒盖：俗称头轮盖。盖在条盒轮上，封住发条，能防尘和防止润滑油流散。

(4) 条轴：俗称头轮芯。其上有一方榫，装置大钢轮，保证条轴随着大钢轮同一方向转动。条轴上的轴钩能钩住发条内孔，通过大钢轮运动使发条上紧。上条时条盒轮不转，条轴转动，发条就被卷到条轴上。

二、发条

1. 发条的形状和要求

发条的外形有S形和蜗线形（螺旋形）二种，目前手表中常用的是S形发条。一般发条放在台面上要求平稳，发条的边缘应在同一平面上，不允许有宝塔形。装进条盒后，发条边缘与条盒底和条盒盖之间应有间隙。发条表面应具有尽可能高的光洁度，不能有锈斑，最好使用不锈钢制造的发条。盘入条盒时应注意不要使发条局部受力过大而形成“硬弯”，否则会降低发条的使用寿命。

2. 发条外钩形状和特点

发条外钩结构形状有七种，如图1—3所示。

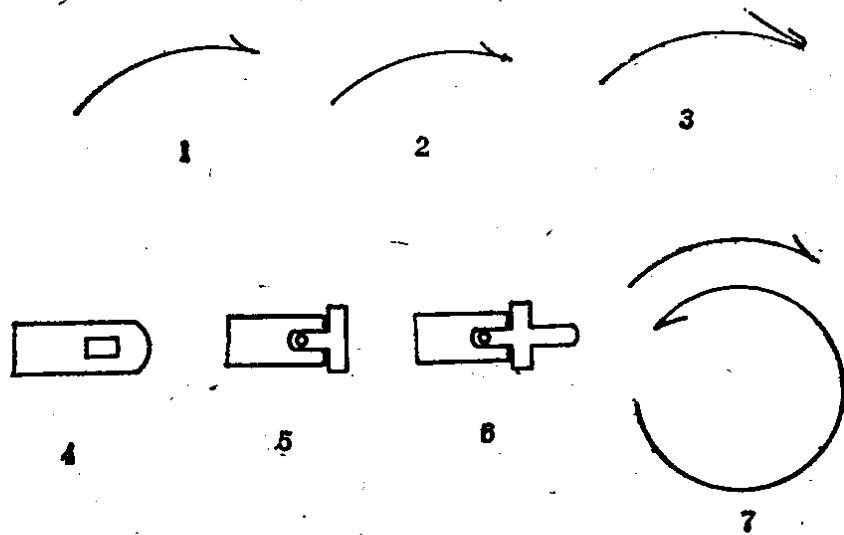


图 1—3 发条外钩形状

- ①固定铆合式（V形固定） ②活络铆合式 ③活络式
④洞孔式 ⑤T字式 ⑥十字式 ⑦安全式

发条外钩的特点，要求发条在放松时，各圈与轴心保持同心圆，使输出力矩均匀；上条时偏心程度要小，从而减小圈间摩擦。要使发条符合以上要求，关键决定于外钩的结构。结构不好的外钩，发条在放松时形成一边松一边紧，紧的一边增大摩擦，输出的力矩就不均匀。发条放入条盒内的

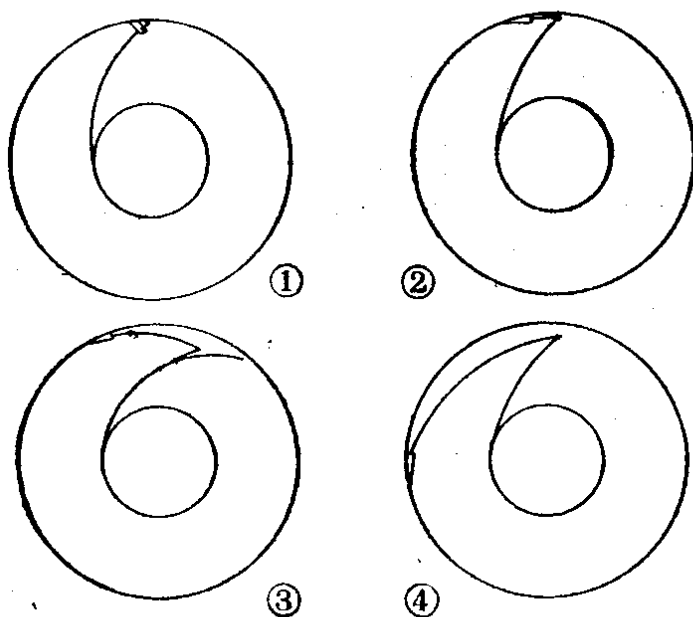


图 1—4 发条放入条盒示意图

- ① 洞孔式发条 ② 一般式发条
③④ 有铆合短发条

情况见图 1—4。

①图1—4①所示：发条的外钩为洞孔式，发条在放松时偏心现象严重，易断条。

②图1—4②所示：发条外钩为一般式，即采用图 1—3 ①②③所示的三种结构，偏心现象有所改善，但仍不够理想。

③图 1—4 ③④所示：发条外端另铆一段短发条，采用图 1—3 ⑤

⑥所示的外钩结构，其弯度介于发条盒与发条外端之间，这样减少了发条放松时的偏心现象。

上面介绍的几种形状，以T字式、十字式较为适宜，高级表常采用这种结构，但加工工艺稍难。目前普通手表中最常用的外端固定形式是V形固定。安全式由一圈安全环制成，一般用于自动表。

3. 发条的力矩曲线和工作效率计算

发条盘入条盒轮内，产生弹性变形，具有了弯曲力矩，也就是我们所讲的发条力矩。发条力矩的大小可以从力矩曲线看出。发条的理论力矩曲线是一条直线。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。发条的实际力矩曲线与理论力矩曲线不同。手

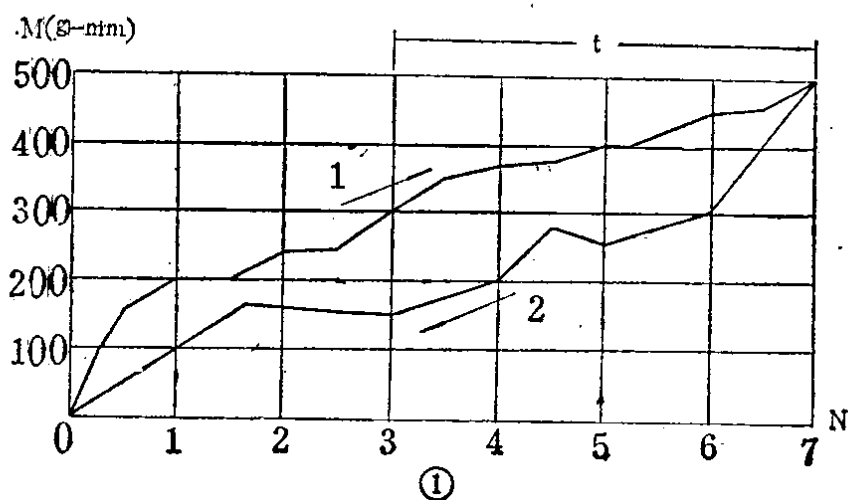
表运行过程中，发条是按实际力矩曲线的规律变化的。一条是上紧力矩曲线，它表示发条上紧所需力矩与上紧程度的关系。另一条是放松力矩曲线（又称输出力矩曲线），它表示发条由完全上紧到逐渐放松，发条所输出的力矩与上紧程度的关系。

发条力矩的测定一般有二种方法。一种是生产车间或制造单位常使用的发条力矩测定仪。使被测发条与已知的标准盘簧进行比较，可以读出发条在一定圈数时的力矩值。转动一定的圈数，就有一个相应的上紧力矩，这样，可以找出若干个关系点，就能画出上紧力矩曲线。同样，使发条放松一定的圈数，就有一个相应的放松力矩，找出若干个关系点，就能画出放松力矩曲线。另一种是实验中用的发条力矩测定仪（发条疲劳试验仪）。将被测发条与标准片簧进行比较，由夹着记录纸的工作台和片簧一端的记录笔的相互运动，把片簧的变形和记录纸的位移综合起来，画出一条反映发条力矩随着上紧圈数变化的上紧曲线，当发条被逐渐放松时，可画出放松曲线。发条的上紧力矩比理论力矩要大，因为上紧时要附加克服因摩擦而产生的力矩。发条的放松力矩比理论力矩要小，因为放松时发条由于摩擦产生了能量的损失。

怎样来分析发条力矩曲线呢？要求上紧曲线和放松曲线要接近，曲线波动要小，这样说明发条工作时摩擦损失小，而且工作效率高；要求曲线的斜率小，这说明发条的落差小，工作稳定性好。我们从发条力矩曲线看出，在手表运行过程中，发条力矩是变化的，输出功率也相应地是变化的。原动系输出功率的变化，相应地使输给摆轮游丝系统的能量发生变化，这样，在摆轮游丝系统能量消耗一定的条件下，

将造成摆轮振幅的变化。一般讲来，摆轮振幅的变化会造成摆轮游丝系统振动周期的变化，因而影响手表走时的准确度。由此可见，发条力矩的变化是影响手表走时准确度的一个重要因素。修表师傅也应懂得选择合适的发条力矩，来满足手表走时精度的要求。从发条力矩曲线可以看出发条力矩落差的大小，一般手表在发条完全上紧后再放松3~4圈，就是手表走过24小时以后发条还具有的力矩值。力矩落差太大影响手表的等时性，也就是手表在发条上紧时走时准确，而走了24小时之后，由于发条力矩降落太多或力矩不稳，使手表走时不再准确，这就是手表的等时性不好。再有，放松力矩曲线距离上紧力矩曲线太远，就会影响手表的延续走时。在修表中，往往会碰到这种情况：检查传动系及擒纵调速系等各部分均正常，但手表延续走时不够，这可能就是发条力矩不够所造成的。

例如，有二种不同的发条力矩曲线，进行对比分析，第一种是不良的曲线变动（图1—5①），第二种是良好的曲线变动（图1—5②）



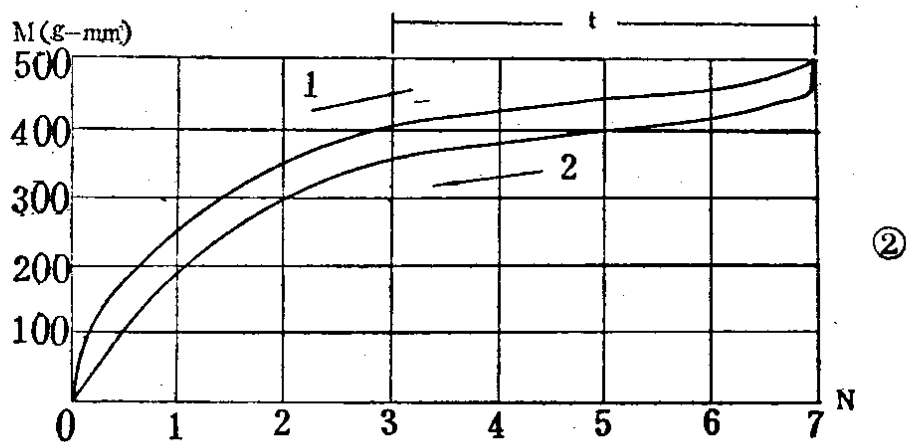


图 1—5 发条力矩曲线比较图

①不良曲线

②良好曲线

1. 上紧

2. 放松 (输出)

发条力矩曲线变动的工作效率计算:

第一种曲线

第二种曲线

圈数 n	上紧力矩 M _紧	放松力矩 M _松	圈数 n	上紧力矩 M _紧	放松力矩 M _松
3	300	150	3	410	350
4	350	200	4	450	380
5	400	250	5	470	410
6	450	300	6	490	440
7	500	500	7	500	460
力矩总和	2000	1400	力矩总和	2320	2040

$$\begin{aligned}
 \text{发条工作效率} &= \frac{\text{放松力矩总和}}{\text{上紧力矩总和}} \\
 &= \frac{1400}{2000} = 0.70 \\
 &= 70\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{发条工作效率} &= \frac{2040}{2320} \\
 &= 0.88 \\
 &= 88\%
 \end{aligned}$$

从上述二种力矩曲线变动和效率计算中看出，第一种曲线波动较大，工作效率较低；第二种曲线较平稳，工作效率较高。如果发条外钩质量不好，会影响力矩的均匀性，使表机失去等时性。发条力矩也不能太大，特别是上紧后刚开始工作的前2小时力矩过大，会造成摆幅过大，容易损坏擒纵机构零件，或出现击摆、反摆或停表等现象。所以对发条力矩的要求是很严格的。例如，蝴蝶牌统机手表发条的技术要求规定：发条的工作圈数不少于7.5圈；上足发条时，输出力矩（即最大力矩）不大于950克——毫米；由上足发条至放松四圈时的力矩（即半弦力矩）不少于700克——毫米；发条力矩落差不大于200克——毫米。

5. 对发条性能的要求

①体积小，输出力矩大，而且力矩落差要小。发条的长度、厚度和宽度设计要合理，制造时要符合设计要求，特别是厚度必须均匀。为了减少摩擦，增大输出力矩，最好采用胖形发条，如图1—6所示。

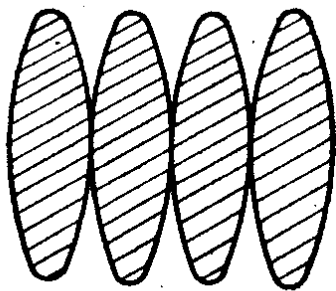


图1—6 胖形发条

②发条由完全上紧到完全放松使条盒轮的转数最大。

③使用寿命要长。可选用抵抗疲劳破坏能力强的优质材料制造，例如不锈钢。要耐腐蚀，抗氧化，不生锈，不易磁化。发条的制造质量要高，表面应光滑，不许有斑疤、纹痕和凹凸的小粒点。边缘需磨光（倒圆角），不允许有裂缝。

6. 发条断裂的因素

发条损坏的主要形式是折断，具体原因有以下几种：

- ①生锈，表面上有锈斑或条痕。
- ②发条装入条盒时带入微粒。
- ③温度变化和气候潮湿的影响。
- ④将发条盘入条盒时用力不均匀，形成“硬弯”或折断。
- ⑤长时期浸入汽油易脆断裂。

三、原动系各零部件的组装和工作过程

先将发条的外钩一端卷入条盒轮内，钩住条盒轮的内钩，全部卷入后放入条轴（应点入适量的手表发条专用润滑脂，但不能采用常用的表油，自润滑发条可不用点油），然后将条盒盖盖上。

条轴方榫一端，穿过条夹板的轴孔，将大钢轮的方孔套于其上，拧上大钢轮螺钉。在大钢轮旁条夹板的棘爪槽内装置棘爪簧、棘爪，拧上棘爪螺钉，这样原动系的零件就和棘爪机构有机的组合在一起了（图 1—7）。

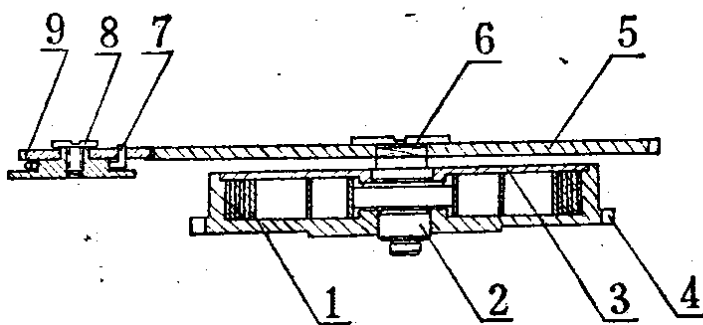


图 1—7 原动系和棘爪机构零件

- 1.发条 2.条轴 3.条盒盖 4.条盒轮
- 5.大钢轮 6.大钢轮螺钉 7.棘爪簧
- 8.棘爪螺钉 9.棘爪

上条时，大钢轮顺时针方向转动（棘爪逆时针方向转动），使条轴也顺时针方向转动而使发条卷紧。上条后，在发条弹性力矩的作用下，条轴和大钢轮逆时针方向转动，并带动棘爪顺时针方向转动。但当棘爪转动后，大钢轮的一个

齿卡在棘爪的外圆柱面上不能继续转动，这就防止了条轴继续反转。这时，由于条轴不能反转，发条就通过它的外钩，迫使条盒轮以一定的平均角速度转动，使表机不停地工作。

四、原动系的简单计算

发条理论力矩的变化规律可用下列公式表示：

$$M = \frac{Ebh^3\pi}{12L} \cdot n$$

式中，M—发条力矩

E—发条材料的弹性模数

b—发条宽度

h—发条厚度

n—发条的上紧圈数

L—发条长度

π —常数3.1416

下面介绍几个参数的简单求法：

1. 求发条的厚度h

$$h = \frac{R}{30} \sim \frac{R}{50}$$

式中，R——条盒轮的半径

例如：统一机芯条盒内径 $\phi 10.56\text{mm}$ ，取 $\frac{R}{h} = 45$ ，

$$\text{则 } h = \frac{R}{45} = \frac{10.56/2}{45} = \frac{5.28}{45} = 0.117\text{mm}$$

2. 求发条的长度L

选择恰当的发条长度能使条盒的总转数为最大。如果发

条放松后的内半径 $\rho_{松}$ 等于上紧后的外半径 $\rho_{紧}$ ($\rho_{松} = \rho_{紧}$) 时, 条盒的总圈数最大。

确定发条的长度有二种方法:

(1) 经验法: 在手表维修中, 如何选择恰当的发条长度, 一般可凭经验。目前手表的条盒总转数一般为6~10圈, 在这种情况下, 当发条放松后的内半径 $\rho_{松}$ 与条轴半径 r 之差, 约等于条盒内半径 R 与条轴半径 r 之差的 $\frac{3}{5}$ 时, 一般就能满足条盒总转数最大的条件(图1—8①)。如果使用

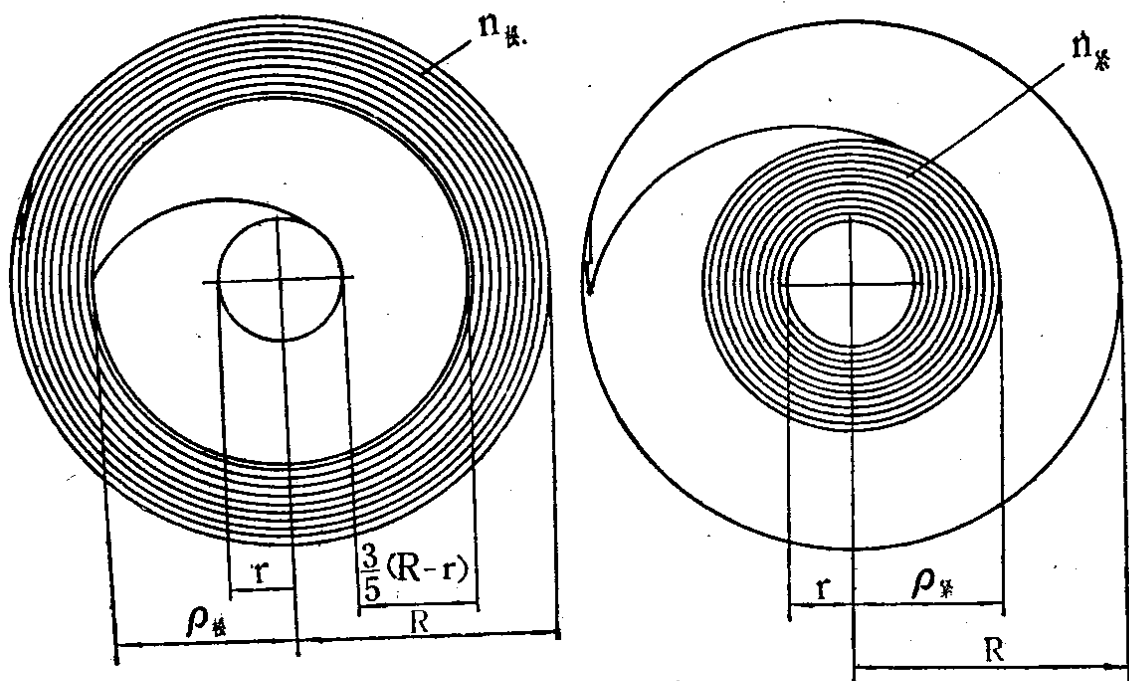


图1—8 发条的放松和上紧

①放松状态

②上紧状态

加长发条, 可减少力矩落差, 增加储能, 这时, 发条与条轴间空间的径向尺寸, 约等于条盒内半径 R 与条轴半径 r 之差的 $\frac{1}{2}$ 。近些年来, 对装入条盒轮内的发条性能进一步研究证