

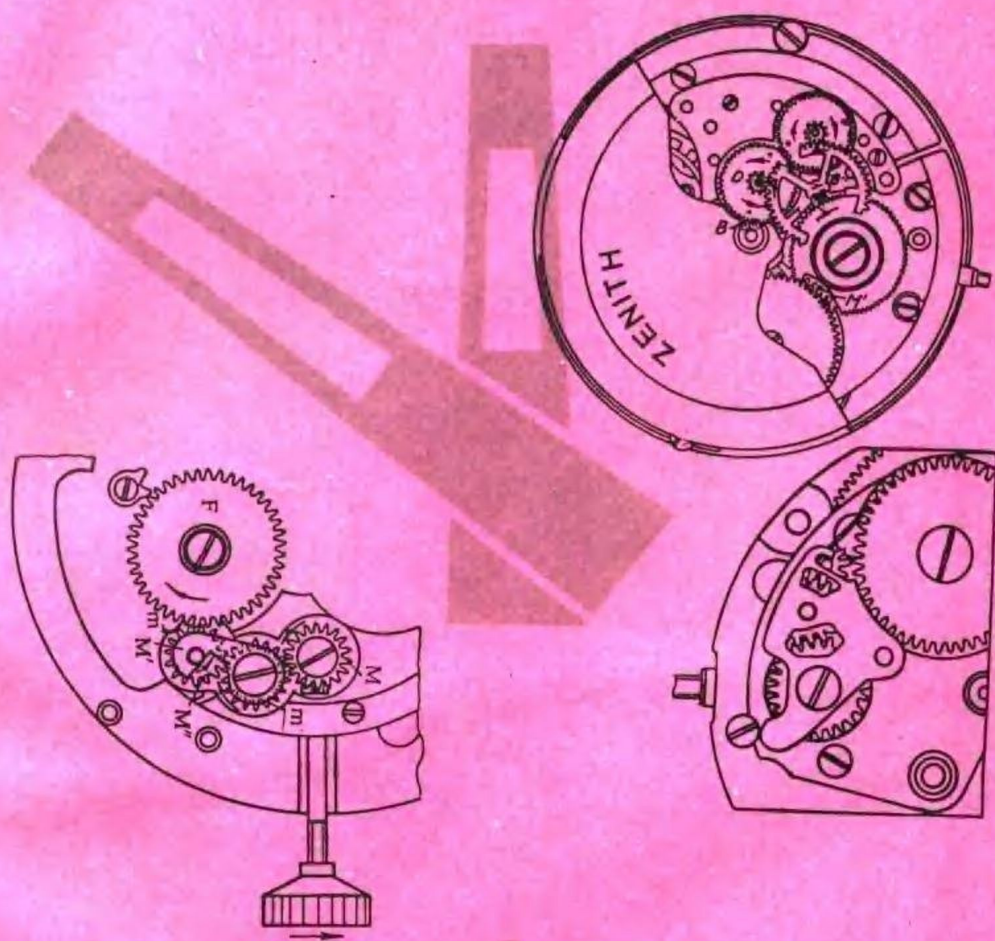
许耀南 石文礼 编著

# 自动手表

---

## 结构原理与维修

---



4.9

轻 工 业 出 版 社

## 内 容 提 要

本书对自动上条机构的自动锤、支承、换向机构、自动条盒轮、自动发条和解脱机构的结构原理作了详细介绍。对瑞士、日本、苏联、法国和美国的25种男、女自动表的结构尺寸和有关参数作了测量和分析。对不同类型的基础机心的结构参数、装配和润滑也作了说明。国产自动表从设计、计算、对比试验和检验都作了论述。

对各种典型自动表结构以及有特色的零部件，本书都附有结构图。

本书可供从事钟表工业、计时仪器、精密机械和精密仪器的科技人员、工人、修理师傅及业余爱好者参考，也可作为大专院校的教学参考书。

### 自动手表结构原理与维修

许耀南 石文礼 编著

\*

轻工业出版社出版

(北京安外黄寺大街甲3号)

固安县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

\*

787×1092毫米1/16印张：17.5字数：397千字

1990年11月 第一版第一次印刷

印数：1-3,000 定价：14.50元

ISBN7-5019-0860-5/TS·0562

## 前 言

自动手表是手表的一个主要品种，其发展极为迅速。自动手表不需要手上条，走时准确，工作可靠，维修方便。它可以与电子手表媲美。出于总结经验和为进一步发展我国手表工业的目的，我们编写了这本书。

本书对自动手表结构原理，国内外自动手表的各种典型结构，作了详细介绍。

本书在编写过程中，天津大学精仪系计时教研室容光文副教授给了我们很多指导和帮助，并对全文作了审校。书中图片的描制得到马志明、苏彦彬、马云芳、张会祥和王志芳同志的大力帮助，在此我们表示感谢。

由于我们的业务知识、实践经验所限，书中一定存在不少缺点和错误，欢迎读者批评指正。

作 者

1988年2月

# 目 录

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| <b>第一章 概述</b> .....           | ( 1 )  |
| 第一节 自动手表的起源和历史.....           | ( 1 )  |
| 第二节 自动手表的工作原理.....            | ( 3 )  |
| 第三节 自动上条机构对提高走时精度的作用.....     | ( 5 )  |
| 第四节 对自动上条机构的要求.....           | ( 6 )  |
| 第五节 自动手表展望.....               | ( 6 )  |
| <b>第二章 自动上条机构及其工作原理</b> ..... | ( 8 )  |
| 第一节 自动上条机构分类.....             | ( 8 )  |
| 一、按自动锤转动角度分类.....             | ( 8 )  |
| 二、按上条方向分类.....                | ( 9 )  |
| 三、按装配形式分类.....                | ( 11 ) |
| 四、按平面传动形式分类.....              | ( 11 ) |
| 五、按轴向排列分类.....                | ( 12 ) |
| 第二节 自动锤.....                  | ( 12 ) |
| 一、自动锤的作用及对它的要求.....           | ( 12 ) |
| 二、自动锤在机心中所处的位置及运动形式.....      | ( 13 ) |
| 三、自动锤运动传出的方式.....             | ( 15 ) |
| 四、自动锤的结构.....                 | ( 16 ) |
| 五、高密度合金材料.....                | ( 17 ) |
| 第三节 支承.....                   | ( 19 ) |
| 一、作用和要求.....                  | ( 19 ) |
| 二、种类.....                     | ( 19 ) |
| 第四节 换向、传动机构.....              | ( 24 ) |
| 一、齿轮摇动式换向机构.....              | ( 25 ) |
| 二、棘轮棘爪式换向机构.....              | ( 30 ) |
| 三、换向轮机构.....                  | ( 33 ) |
| 第五节 自动条盒轮和自动发条.....           | ( 55 ) |
| 一、自动条盒轮.....                  | ( 56 ) |
| 二、自动发条.....                   | ( 57 ) |
| 第六节 解脱机构.....                 | ( 59 ) |
| 一、只有第一功能的解脱机构.....            | ( 60 ) |
| 二、只有第二功能的解脱机构.....            | ( 65 ) |
| 三、有两个功能的解脱机构.....             | ( 66 ) |
| <b>第三章 自动上条机构的设计计算</b> .....  | ( 73 ) |
| 第一节 概述.....                   | ( 73 ) |

|  |         |
|--|---------|
| 一、设计所包括的内容                                 | ( 73 )  |
| 二、方案选择和图纸设计                                | ( 73 )  |
| 第二节 自动发条和副发条的设计计算                          | ( 75 )  |
| 一、手表对自动发条部件的要求                             | ( 75 )  |
| 二、自动发条工作原理                                 | ( 76 )  |
| 三、自动发条的设计计算                                | ( 77 )  |
| 四、副发条的设计计算                                 | ( 83 )  |
| 第三节 自动锤部件的设计计算                             | ( 89 )  |
| 第四节 自动手表上条速度                               | ( 99 )  |
| 一、上条速度的概念                                  | ( 99 )  |
| 二、设计时上条速度的确定                               | ( 100 ) |
| 三、设计时上条速度的计算                               | ( 102 ) |
| 四、测试时上条速度的计算                               | ( 108 ) |
| 五、动态效应                                     | ( 110 ) |
| 第五节 自动上条机构的齿轮传动                            | ( 111 ) |
| 一、特点                                       | ( 111 ) |
| 二、传动比的选择                                   | ( 112 ) |
| <b>第四章 国产自动手表</b>                          | ( 114 ) |
| 第一节 双菱牌 ZB—ZC 型自动手表                        | ( 114 ) |
| 一、结构和工作原理                                  | ( 114 ) |
| 二、装配、润滑和维修                                 | ( 123 ) |
| 三、计算                                       | ( 125 ) |
| 四、上条速度和磨损试验                                | ( 129 ) |
| 第二节 上海牌 SS4D 型自动日历手表                       | ( 132 ) |
| 一、结构和工作原理                                  | ( 132 ) |
| 二、整机工作原理                                   | ( 136 ) |
| 三、特点                                       | ( 137 ) |
| <b>第五章 自动上条机构的装配、检验及维修</b>                 | ( 138 ) |
| 第一节 装配和润滑                                  | ( 138 ) |
| 一、拆卸                                       | ( 138 ) |
| 二、清洗和润滑                                    | ( 139 ) |
| 三、装配                                       | ( 143 ) |
| 第二节 检验                                     | ( 146 ) |
| 第三节 自动上条机构的寿命和可靠性                          | ( 146 ) |
| <b>第六章 外国自动表自动上条机构介绍</b>                   | ( 148 ) |
| 第一节 瑞士摩凡陀 (MOVADO) C <sub>225M</sub> 半自动手表 | ( 148 ) |
| 第二节 瑞士拉阿塞-勒古尔特赫 (LAGER-LECOULTRE) 半自动闹手表   | ( 151 ) |
| 第三节 瑞士国际 (INTERNATIONAL) C8531 自动手表        | ( 155 ) |

|       |   |       |
|-------|---|-------|
| 第四节   | 瑞士普林 (BUREN) 薄形自动手表·····                            | (159) |
| 第五节   | 瑞士英纳格 (ENICAR) AR1125和AR165D自动手表·····               | (164) |
| 第六节   | 瑞士天梭 (TISSOT) 2481自动手表·····                         | (172) |
| 第七节   | 苏联光荣 (CJIABA) 7427自动手表·····                         | (174) |
| 第八节   | 瑞士浪琴 (LONGINES) 341自动手表·····                        | (177) |
| 第九节   | 瑞士伊博 (Ebauches SA) AS5200~5206自动机心·····             | (180) |
|       | 一、自动上条机构·····                                       | (181) |
|       | 二、上条拨针机构·····                                       | (183) |
|       | 三、基础机心·····   | (187) |
|       | 四、维修·····   | (188) |
| 第十节   | 法国伊博 (FRANCE EBAUCHES) FE 4612A 自动机心·····           | (188) |
| 第十一节  | 瑞士亚米茄 (OMEGA) Ω710极薄型自动手表·····                      | (192) |
| 第十二节  | 瑞士亚米茄 (OMEGA) Ω1010自动手表·····                        | (199) |
| 第十三节  | 瑞士风德麦龙 (FONTAINEMELON S·A) FHF 412自动<br>手表·····     | (205) |
| 第十四节  | 日本精工舍 (SEIKO) 7009A自动手表·····                        | (209) |
| 第十五节  | 瑞士劳力士 (ROLEX) RB 1570自动手表·····                      | (213) |
| 第十六节  | 瑞士伊博 (Ebauches S·A) ETA 2878及ETA 2879 自动<br>机心····· | (218) |
| 第十七节  | 瑞士伊博 (Ebauches S·A) ETA 2658 自动女用机心·····            | (224) |
| 第十八节  | 日本西铁城 (CITIZEN) 6601 女用自动手表·····                    | (227) |
| 第十九节  | 日本精工舍 (SEIKOSHA) 女用自动手表·····                        | (232) |
| 第二十节  | 瑞士英纳格 (ENICAR) AR815B女用自动手表·····                    | (235) |
| 第二十一节 | 苏联2016女用自动手表·····                                   | (239) |
| 第二十二节 | 瑞士浪琴 (LONGINES) L990—1双条盒自动机心·····                  | (243) |
| 第二十三节 | 日本7钻自动手表·····                                       | (248) |
| 第二十四节 | 美国天美时 (TIMEX) 粗马表自动机心·····                          | (255) |
| 第二十五节 | 瑞士天梭 (TISSOT) 2780自动机心·····                         | (261) |

# 第一章 概 述

## 第一节 自动手表的起源和历史

普通手表和怀表都必须用手拧动柄头上紧发条，表才能运行。自动手表、自动怀表则不然，只要戴在人的手腕上或装在衣袋里就能自动上紧发条。说到它的发展历史，要追溯到很远的年代。

手表最早出现在欧洲。1510年前后，意大利、法国和德国的工匠先后造出了蛋形表，这就是有名的“纽伦堡”蛋，它是由德国纽伦堡制表工 Peter-Henlein(彼得·亨林)制成的蛋形表面而得名，接着法国制表工也造出这种表。在1534年前，这种蛋形表从法国传到瑞士，到1564年日内瓦金银珠宝首饰业工匠们学会了制表，并拿到市场上出售。

1770年瑞士人 Abraham-Louis-Perrelet (阿伯拉罕·路易斯·珀勒里) 制造出第一块自动怀表。1780年瑞士著名技工 Abraham-Louis-Breguet (阿伯拉罕·路易斯·布勒盖特) 完善了这种怀表，做得相当精致。布勒盖特还是防震器和挑框游丝的发明者，并最早提出消除位差的机构，被人们称为“钟表师之王”，他是测时术和航海钟制造专家。

图 1-1 是 1892 年取得瑞士专利的自动怀表，它的工作原理是这样的：在图(a)中，自动锤  $A$  安置在支承  $A'$  上， $A$  被固定在小夹板  $P$  上的簧  $U$  连在一起而动作。簧棘爪  $C$  固定在  $A$  上， $C$  与棘轮  $B$  啮合，止逆簧棘爪  $C'$  也与  $B$  啮合。衣袋内装着这种表的人在走路时，怀表受到向上的加速度作用， $A$  受力摆动方向如箭头所示， $A$  摆动时， $C$  推动  $B$  转动。 $A$  摆动到如图(b)极端位置时，限位钉  $T$  阻止  $A$  摆动，止逆簧棘爪  $C'$  使  $B$  不能倒转。加速度停止时， $U$  使  $A$  返回到图(a)静止位置。 $B$  转动通过轮系(图中未表示出来)传递给条轴。当发条上紧时，一个精巧的装置使得销钉  $Z$  抬起  $C'$ ，如图(c)，这时  $B$  便与  $C'$  脱开，尽管怀表还在运动， $A$  通过  $C$  仍然使  $B$  继续转动，可是在发条力矩的作用下， $B$  随着  $C$  退回，这时  $A$  的摆动已不能引起条轴转动使发条上紧。怀表运行一段时间， $Z$  便松开  $C'$ ， $C'$  又参与  $B$  的啮合，自动上条又可以继续进行。实际上通过人的活动，带动装在衣袋内的自动怀表一起上下运动，使得自动锤不断地摆动将发条上紧。

自动怀表不佩戴时，也可以用钥匙上紧发条。

自动怀表刚问世，人们惊喜地赞赏奇迹般的工艺。外行简直不理解：一块表怎么能这样长时间的运行而不要什么外接能源呢？他们认为这是一台“永动机”。这些艺术珍品，当时仅少量、甚至个别地为王公贵族生产，只有少数行家才知道其构造的奥秘。

第一次世界大战以后，手表应用愈来愈普遍，手表较怀表位置变动频繁，更易受到冲击和振动。因此，它特别适合自动上条。经过 50 多年人们不断努力，1922 年英国制表工 John-Harwood (约翰·哈伍德) 制造了第一块自动手表，并在瑞士取得专利。图 1-2 是哈伍德自动上条机构。现代自动表的结构与它有许多相似之处。它单向上条，锤齿轴  $O$  支承在自动上夹板  $B$  上， $O$  通过止逆轮  $R'$  及上条轮  $R$  带动上条棘轮  $T$  上紧发



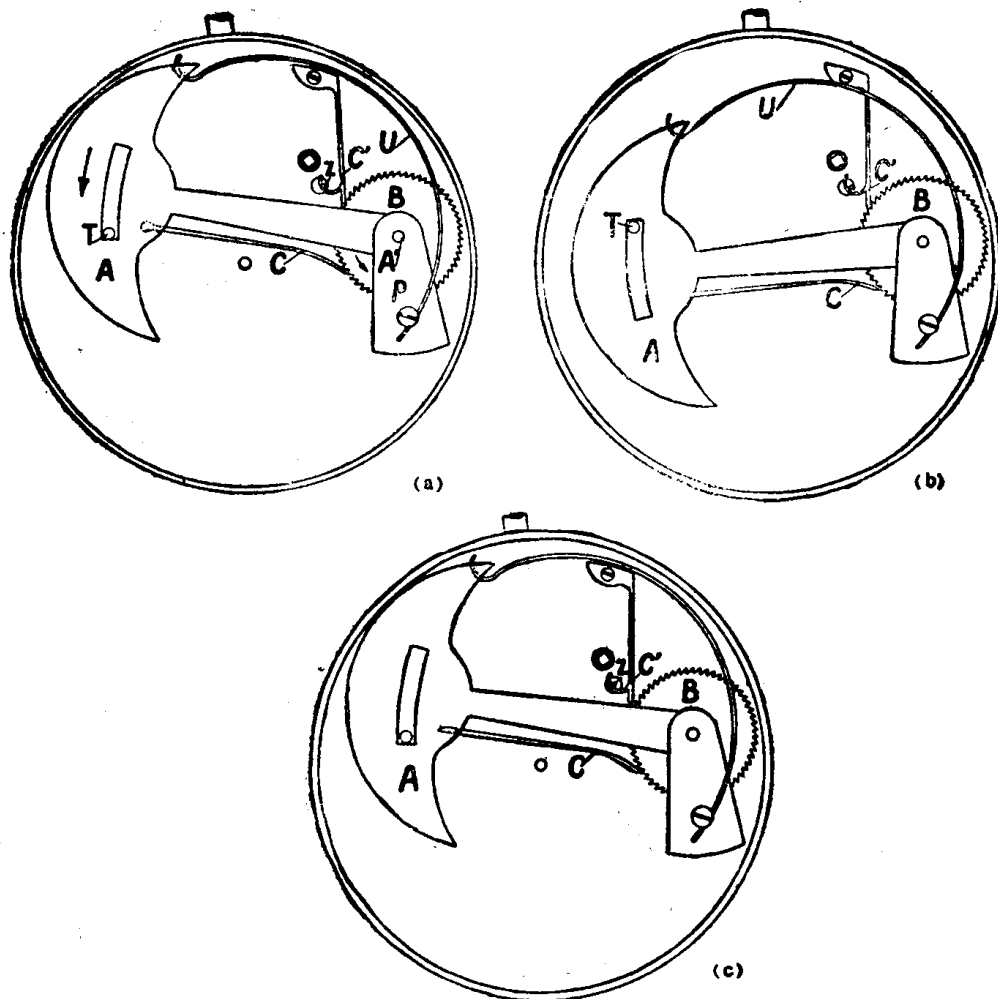


图 1-1 自动怀表原理图

(a) 自动锤A处在静止位置 (b) 自动锤A摆动到极端位置 (c) 棘轮B止逆簧棘爪C'脱开  
 A—自动锤 A'—支承 P—小夹板 U—簧 C—簧棘爪 B—棘轮 C'—止逆簧棘爪  
 T—限位钉 Z—销钉

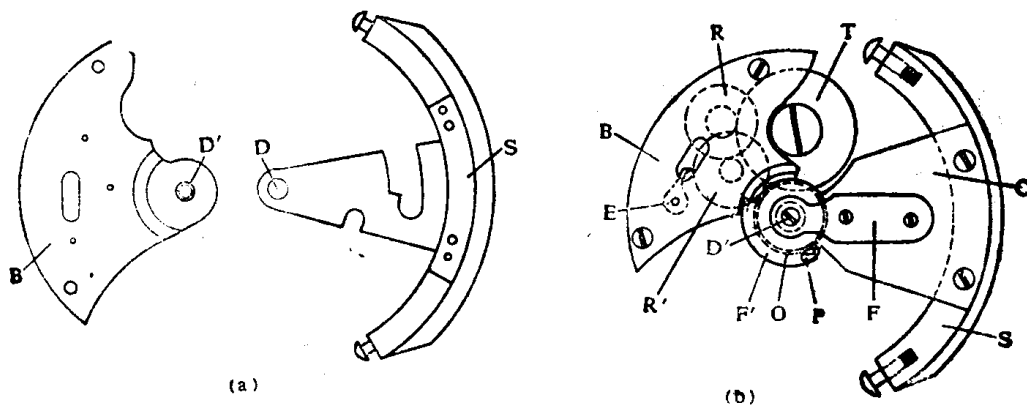


图 1-2 哈伍德自动上条机构

(a) 自动上条机构零件 (b) 自动上条机构 B—有支承台D'的自动上夹板  
 S—有轴承孔D的自动锤(表盘面) C—连接自动锤与轴承的锤板 E—  
 止动棘爪 F—摩擦片 R—自动上条轮 T—上条棘轮 F'—带动小棘爪  
 P的摩擦片 O—摆齿轴 P—小棘爪 R'—止逆轮



条，止动棘爪  $E$  防止  $R'$  倒转，摩擦片  $F$  与  $F'$  靠摩擦作用与自动锤一起转动。当  $S$  作顺时针转动，小棘爪  $P$  在  $O$  上打滑，不起上紧发条作用。当  $S$  作逆时针转动， $P$  推动  $O$  一起转动，经  $R$  带动上条棘轮  $T$  上紧发条。

瑞士生产自动表最早的工厂是劳力士 (ROLEX) 表厂，1931 年开始批量生产半自动手表。

日本精工舍 (SEIKO) 到 1955 年开始生产自动手表。

我国在 1964 年开始生产自动手表。

自 1950 年以来，自动锤作为最有效的能量收集器日益被广泛采用。它是将手臂运动的能量转换为上条的能量，其效率为 80 ~ 97 %。自动锤、轴承、传动机构、换向机构、条盒、自动发条和解脱机构均不断得到改进。自动手表目前已成为一种可靠的计时器。自动手表的式样也有不少改进，过去粗陋、不精致的计时器，现在已变为漂亮美观的珠宝装饰品。

现在，生产自动手表的国家、厂家很多，生产最多的国家是瑞士和日本，苏联、法国、美国和西德也生产一定的数量。瑞士自动表的特点是，品种结构多，有男式、女式，有简单的、复杂的，有的做工非常精致。日本自动表生产量很大，但品种、结构不多。美国和西德生产的大部分是粗马自动表，结构比较简单。

我国北京手表厂、上海手表厂、天津和辽宁手表厂都在成批生产各种式样的自动手表。为了满足国内、外市场的需要，许多表厂的研究、设计部门正进一步开展研制工作，使自动手表达到新的水平。

## 第二节 自动手表的工作原理

自动手表不是永动机，而是靠人手臂的运动使自动锤也跟着运动，通过一套机构使发条不断上紧，以维持表机的运行。如果一块自动表静止地放在那儿，最多过 45 小时表就不会运行了。所以，手臂运动是自动手表运行的关键。手表戴在活动量多的人手上，经过几个小时就能将发条上紧；相反，手表戴在活动量少的人手上，经过一天也不能将发条上紧。有时夜间，他的表放在桌子上，第二天早晨起床，会发现表停了。这些都是设计时要考虑的问题。

到目前为止，自动手表已有几百种不同的结构，这是不断改进和发展的结果，其工作原理可以用图 1-3 方块图表示。自动上条机构主要是由自动锤、支承、换向及传动机构、解脱机构及原动系五部分组成。基础机心指用手上发条的机心。基础机心的优劣常常影响自动上条机构。过去基础机心、自动上条机构是分开来设计的，或者先有基础机心，然后在它上面设计自动上条机构，这样设计成的自动机构有许多缺点，如太厚、不美观。现在基础机心和自动上条机构统一设计，这样的自动上条机构会更加合理。大多数自动表的上条拨针机构都能用手来上紧发条，只有少数自动表，上条拨针机构不能用来上条，只能用来拨针。

下面简单地介绍自动上条机构五个组成部分的作用，其结构将在下一章详述。

(1) 自动锤：国外叫重锤或转子。现代自动手表的自动锤，一般都配置在表机的中心位置，它绕轴转动。自动锤一般由锤板和锤体（也叫自动锤体）两个零件组成。锤体

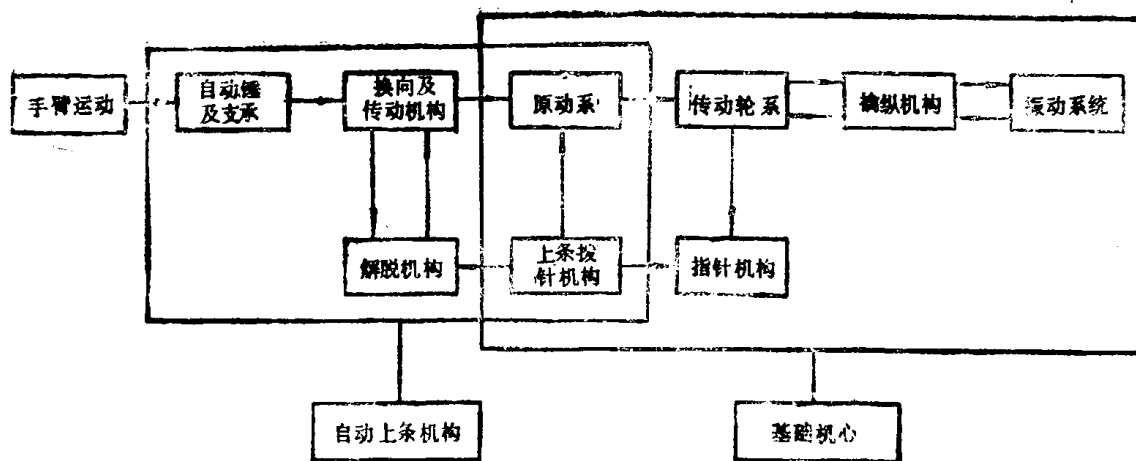


图 1-3 自动机构工作原理方块图

材料一般采用密度为  $(16.5 \sim 18.9) \times 10^3 \text{kg/m}^3$  的钨合金，锤板用黄铜加工而成。这两个零件连接采用压合或铆合，有的用螺钉连接，有的粗马表还用焊接的方法。

单向上条、双向上条、半自动手表和全自动手表都是由自动锤来确定的，这些在第二章中详细说明。

(2) 支承：是自动锤的轴承，轴承的种类很多，它根据表的结构、要求而不同，有的简单地采用一根小钢轴或红钻石轴承，复杂的则采用微型滚珠轴承。

(3) 换向及传动机构：换向机构又称机械整流器。它的种类很多，自动锤无论顺或逆时针转动，通过换向机构的作用，都能使上条棘轮上紧发条。传动机构由一个或两个自动上条轮组成，它除了起减速作用外还能使自动锤的静力矩减小以减轻自动锤的重量。

(4) 解脱机构：解脱机构的功能有两个。一是自动锤转动上紧发条时，由于解脱机构的作用，此转动不能传递到上条轮；二是当手上发条时，由于解脱机构的作用，上条、上条棘轮转动不能传递到自动机构。

(5) 原动系：指原动组件，它包括条盒轮、条盒盖、条轴和自动发条。自动上条机构的条盒轮和自动发条比较特别，条盒轮内壁没有挂发条的钩槽，一般是光滑的，有的则加工成 3~8 个小圆弧槽，这样可减少上紧条以后打滑力矩的波动和改善润滑条件。因此，自动表用手上发条时，会感觉到它永远上不紧，这是由于上到一定圈数时发条便开始打滑的缘故。自动发条由发条体和副发条组成，少数自动发条没有副发条，而是将发条体与条盒内壁相接触的那一段加厚一些，起副发条的作用。

下面以亚米茄 (OMEGA) 661 型全自动双向上条机构为例说明这五个组成部分及其相互作用。

图 1-4 为亚米茄 661 型自动表机，它还可以用手上发条，自动锤  $A$  配置在表机的中心， $A'$  为支承， $A$  与锤齿轴  $B$  紧压配合组成一体， $B$  与大导轮  $C$  啮合。 $C$  同时与小导轮  $C'$  和上换向轮片  $D$  啮合。换向轮由上、下换向轮片  $D$ 、 $D'$  及换向轮齿轴  $d$  等零件组成。 $C'$  与  $D'$  啮合，传动机构即自动上条轮  $E$ 。上、下换向轮片通过有五个齿的小行星轮  $d'$  的作用带动换向轮齿轴  $d$  与  $E$  轮片啮合， $E$  的齿轴  $e'$  与上条棘轮  $F$  啮合， $F$  通过条轴上紧发条， $G$  为条盒轮。



图 1-4 亚米茄661型自动表机

A—自动锤 A'—支承 B—锤齿轴 C—大导轮 C'—小导轮 D—上换向轮片 D'—下换向轮片 d—换向轮齿轴 d'—五个齿的小行星轮 E—自动上条轮 e—自动上条齿轴 F—上条棘轮 G—条盒轮 M—上条轮 m—小上条轮 M''—摇摆轮 m'—簧

A 顺、逆时针转动，通过换向、传动机构带动 F 上紧发条。

解脱机构是由簧  $m'$  和 F、M 轮之间的小上条轮  $m$ 、摇摆轮  $M''$  组成的， $M''$  在  $m'$  作用下绕  $m$  摆动， $M''$  可与 F 啮合或脱啮。当手上条时，M 通过  $m$  使得  $M''$  与 F 啮合上紧发条；当自动上条时，F 转动使  $M''$  与 F 脱啮，这样便少消耗 A 所做的功。

自动表的结构多种多样，不是每一块自动表都是有这五个组成部分，许多自动表没有专门的解脱机构。

### 第三节 自动上条机构对提高走时精度的作用

自动手表只要戴在手上，就不必用手上条，这给使用上的方便自不待言。除此以外，自动上条机构还能提高手表的走时精度。

自动手表的发条力矩比普通手表的平稳、变动率小。如北京手表厂生产的 ZB—2C 型 40 钻自动手表和 ZB—2 型 20 钻普通手表，它们的基础机心相同，它们的发条力矩比较见表 1-1。

自动手表的发条力矩变动率比普通表小，摆幅落差也小，从而提高了手表的走时精度。实际上，自动表使用过程中发条力矩的实际变动率比表 1-1 中的值小得多，因为自动手表是佩戴在手上的，由于自动上条机构不断上紧发条，使发条力矩经常保持上紧的状态，因而表的摆幅落差很小，这样便保证了自动手表有较高的走时精度。

表 1-1

| 表机型号         | ZB-2C  | ZB-2   |
|--------------|--------|--------|
| 发条力矩         |        |        |
| 满条力矩(g·mm)   | 828.82 | 917.00 |
| 24小时力矩(g·mm) | 661.76 | 717.65 |
| 力矩变动率        | 20.15% | 21.73% |

注:  $1\text{g}\cdot\text{mm}=9.8\times 10^{-6}\text{N}\cdot\text{m}$

#### 第四节 对自动上条机构的要求

每个国家都根据自己的生产条件的不同,对自动上条机构提出不同的要求,甚至每个工厂对自动上条机构也提出自己的要求。

一般而言,对自动上条机构原则上有如下的要求:

- (1) 结构简单:在满足技术条件下,结构尽量简单,零件数量少。
- (2) 工作可靠寿命长:自动上条机构每一零件,每个工作部位都要运转灵活、工作可靠,而且使用寿命要长。
- (3) 工艺性好:自动上条机构的零、部件要易于加工,适合大量生产。
- (4) 便于装配维修:适合流水线装配,便于市场维修。
- (5) 有利于表壳造型:在可能的条件下,机构应尽量薄些,自动锤加工成倒角,以便于造型。

#### 第五节 自动手表展望

目前世界上,日本、美国和瑞士的电子手表发展很快,自动手表的发展前途,是各国关心的问题。有不少人担心,机械式手表会被电子表所淘汰。我们认为,如果自动手表能达到下列要求,被淘汰的前景是不存在的。

(1) 高的走时精度:提高摆轮游丝的振动频率,从过去的 18000 次/h 提高到 21600 次/h、28800 次/h,甚至 36000 次/h。加上自动表的佩戴也能提高走时精度,这样可使表的走时精度每月不超过 1 min。

(2) 耐用、可靠:设计制造自动机构,要考虑到经久耐用,工作可靠。要保持表在相当长的时期内不需修理,润滑问题要妥善解决。快速回转条盒的应用,改进了的齿轮齿形,以及专门改进了的一些零件,都能延长使用寿命。现代新检验方法,也使手表可靠性提高,很少发生故障。目前,自动手表的可靠性是很高的,它经常在 5 年、甚至 10 年之内无需维修,这是任何其他日夜连续工作的机械装置难以做到的。自动手表的使用寿命长,一些名牌手表制造商正力图使之更长。他们的努力,无疑会导致新的进展。

(3) 使用经济、方便:自动手表的走时,依赖佩戴者手臂的动作。从经济上看,自动手表仍然是最经济不过的。它每天自动上条,不需象电子表那样调换电池,可省去购买电池的费用。必要的维修是校对一下时间,这可在月底调拨日历时同时进行。总之,

任何手表都不能象自动手表那样方便适用。

(4) 最多的功能：多年来，人们已满足于一块指示小时、分钟及秒的手表，今天他们还要求指示日期和星期。自动手表能毫无困难地提供这些附加的功能，因为它始终拥有足够的能源。自动手表必要时还可增添更多的功能。

(5) 便宜的价格：手表价格便宜，才可能大量销售。也只有大量生产，才可能降低成本。因此，自动手表的结构必须简单，生产成本必须降低。目前，手表中大量采用冲压件、塑料件，这对大量生产廉价自动手表提供了有利条件。

(6) 维修容易：机械手表是沿用了数十年的传统产品。它的维修，无须建立新的维修中心和维修点，修理技术已没有问题。

## 第二章 自动上条机构及其工作原理

### 第一节 自动上条机构分类

自动手表机心结构繁多，外观造型新颖。根据它们不同的结构特点，作如下分类。

#### 一、按自动锤转动角度分类

自动锤转动角度大小不一，通常分下面两种。

##### 1. 半自动手表

自动锤转动角度小于  $360^\circ$  的自动手表。在图 2-1 (a) 中， $A$  是自动锤， $T$  是两个缓冲弹簧。当自动锤顺、逆时针转动并接触到  $T$  时，左、右  $T$  受到  $A$  的冲击，因而压缩变形，随后将自动锤弹回去。自动锤的转动角度受两个缓冲弹簧的限制，其转动角度一般为  $120\sim 150^\circ$ 。

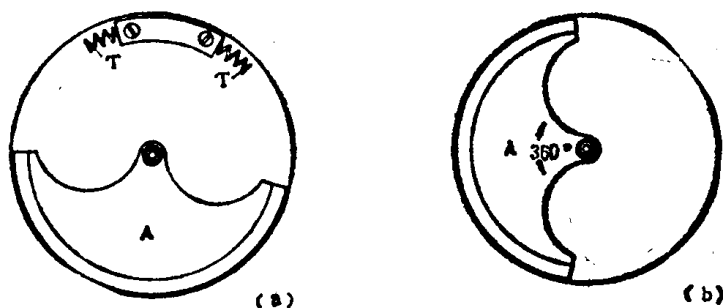


图 2-1 自动锤转动角度分类

(a) 转动角度小于  $360^\circ$  (b) 转动角度大于  $360^\circ$

由于自动锤摆动角度较小，所以上条速度不高，是自动手表初期的结构，目前采用的不多。此外自动锤转动受缓冲弹簧的影响，在工作中发生冲击振动，容易使螺钉等紧固件发生松动。

##### 2. 全自动手表

自动锤转动角度可以大于  $360^\circ$  的自动手表。如图 2-1 (b) 中，自动锤  $A$  可以顺、逆时针方向转动任意角度，不受任何限制，所以又叫它“转子”。

全自动手表由于  $A$  可在大于  $360^\circ$  的范围内自由往返转动，所以上条速度高于半自动手表。又因没有缓冲弹簧、自动锤转动不受任何限制，避免了冲击振动，这也优于半自动手表。

半自动手表结构上和性能上的缺点，已为现在生产的全自动手表所克服，半自动手表只有在老式表或者特殊结构（如闹手表）中才能见到。

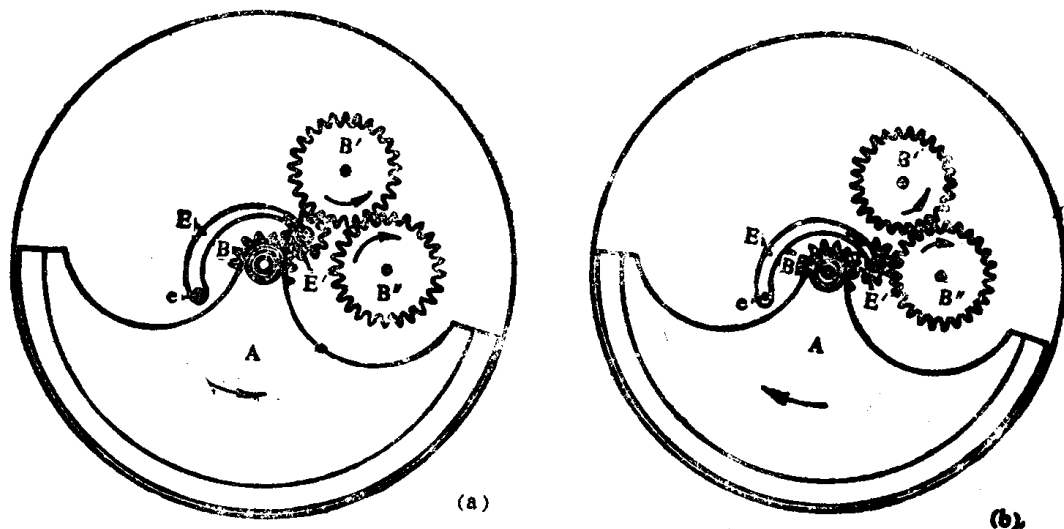
## 二、按上条方向分类

不论全自动手表还是半自动手表，自动锤转动都有两个方向——顺时针和逆时针。有些自动手表，自动锤两个方向转动都有上紧发条的作用。有些自动表，自动锤转动只有一个方向可上紧发条，另一个方向不能上紧发条，这时称自动锤空转。根据上条方向，自动手表分下面四类。

### 1. 全自动双向上条

自动锤两个方向转动都能上紧发条。

图 2-2 中，自动锤  $A$  和锤齿轴  $B$  组成一体，摇动轮  $E'$  固定在以  $e$  为轴的摇杆  $E$  上， $E'$  可以摇动。图 2-2 (a) 中， $A$  逆时针转动， $B$  与  $E'$  啮合，由于啮合力作用， $E'$  与  $B'$  啮合， $B'$  与  $B''$  啮合， $B''$  顺时针转动并通过其他轮系（图中未画）上紧发条。图 2-2 (b) 中， $A$  顺时针转动， $B$  与  $E'$  啮合，由于啮合力作用， $E'$  不再与  $B'$  啮合而直接与  $B''$  啮合， $B''$  仍顺时针转动。也就是  $A$  顺、逆时针转动，都能上紧发条。



(a)

(b)

图 2-2 全自动双向上条

(a)  $A$  逆时针转动 (b)  $A$  顺时针转动

### 2. 半自动双向上条

自动锤转动角度小于  $360^\circ$ ，两个方向都能上紧发条。

图 2-3 中，自动锤  $A$  与锤齿轴  $B$  组成一体， $B$  与扇形齿轮  $B'$  啮合， $B'$  上装两个棘爪  $C$  及  $C''$ ，棘爪簧  $R$  和  $R''$  分别压在  $C$  和  $C''$  上，使它们和棘轮  $B''$  啮合。

图 2-3 (a) 中， $A$  逆时针转动， $B$  使  $B'$  顺时针摆动，这时  $C''$  推动  $B''$  顺时针转动，而  $C$  沿  $B''$  滑动。 $B''$  的齿轴通过上条轮  $M$  带动上条棘轮  $F$  上紧发条。图 2-3 (b) 中， $A$  顺时针转动， $B$  使  $B'$  逆时针摆动，这时  $C$  推动  $B''$  顺时针转动， $C''$  沿  $B''$  滑动。 $B''$  的齿轴通过上条轮  $M$  带动上条棘轮  $F$  上紧发条。这样便达到双向上条的目的。应该指出， $A$  的转动角度受缓冲簧的限制，小于  $360^\circ$ 。

### 3. 全自动单向上条

自动锤转动角度大于  $360^\circ$ ，只有一个方向能上紧发条。

图 2-4 (a) 中，自动锤  $A$  和锤齿轴  $B$  不固定成一体，棘爪  $C$  和棘爪簧  $R$  装在  $A$



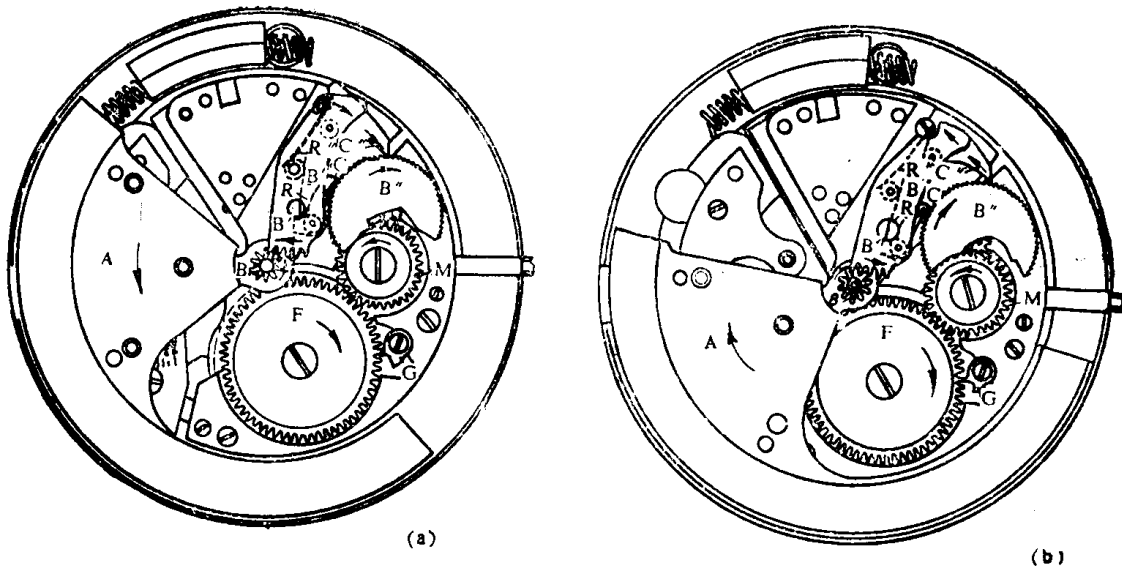


图 2-3 半自动双向上条  
(a) A 逆时针转动 (b) A 顺时针转动

上， $R$  的作用使  $C$  始终与  $B$  啮合，棘爪  $C''$  是锤齿轴  $B$  的止逆棘爪。 $A$  逆时针转动， $C$  推动  $B$  逆时针转动，再经过其他齿轮（图中未画）使发条上紧； $A$  顺时针转动， $C$  沿  $B$  齿面滑动，不能上紧发条，这时  $B$  在  $C''$  作用下不能后退。

#### 4. 半自动单向上条

自动锤转动角度小于  $360^\circ$ ，只有一个方向能上紧发条。

图 2-4 (b) 中，扇形齿轮  $B$  用螺钉固定在自动锤  $A$  上，棘轮  $b$  和齿轴  $b'$  组成一体，齿轮  $B'$  空套在轴上，其上装有棘爪  $C$  和棘爪簧  $R$ ，在  $R$  的作用下， $C$  和棘轮  $b$  啮合，棘爪  $C'$  是齿轮  $B''$  的止逆棘爪，在棘爪簧  $R'$  作用下， $C'$  与  $B''$  啮合。当  $A$  逆时针转动， $B$  与  $B'$  啮合， $B'$  顺时针转动， $B'$  上  $C$  使  $b$  和  $b'$  顺时针转动，然后经其他齿轮上紧发条。当  $A$  顺时针转动， $B$  使  $B'$  逆时针转动，这时  $C$  在  $b$  的齿面上滑动，因而不能上紧发条。 $A$  的转动受缓冲簧限制。

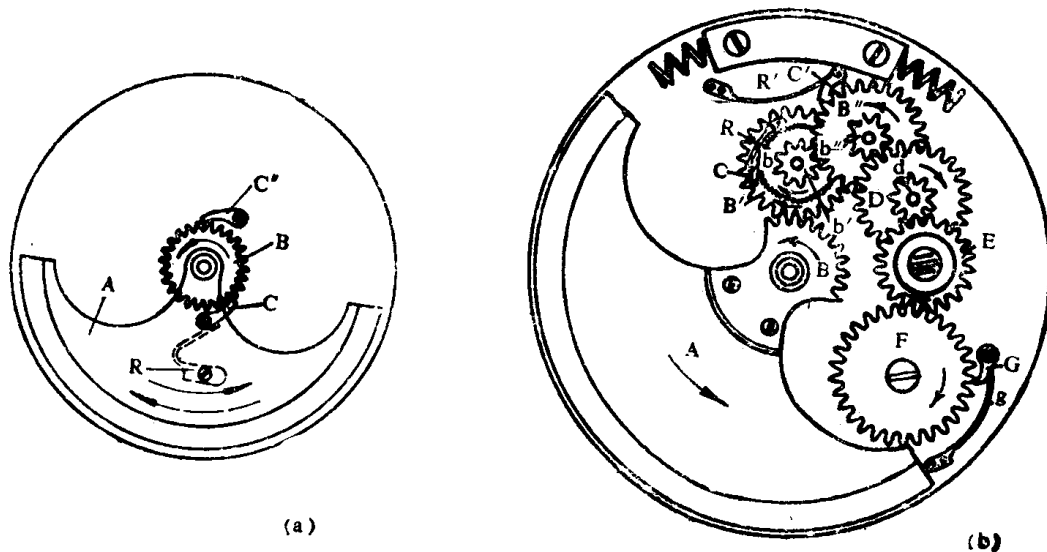


图 2-4 单向上条  
(a) 全自动单向上条 (b) 半自动单向上条

综上所述，自动表有四种结构：全自动双向上条，半自动双向上条，全自动单向上条，半自动单向上条。一般说来，双向上条结构比单向上条复杂。单向上条结构简单、零件少，也能达到使用要求。

### 三、按装配形式分类

手表基础机心有两个面，装表盘和指针的面叫表盘面，装轮系及擒纵机构的面叫装配面。自动上条机构安置在装配面，按装配形式分为两类。

#### 1. 整体式装配

图 2-5 中，*A* 是自动锤，*B* 是自动上夹板，*C* 是自动下夹板，*D* 是基础机心，*E* 是自动上条机构。整体式装配先把自动上条机构安装在自动上、下夹板之间，然后把它作为一个整体装在基础机心上。有些整体式装配虽然没有自动下夹板，有一个或几个轴向定位弹性插片或定位板，用螺钉把它固定在 *B* 上。整体式装配的优点是装配、维修时拆装方便，缺点是零件多、增加机心厚度。

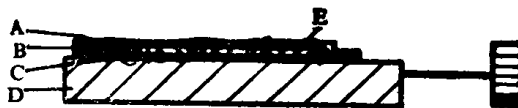


图 2-5 整体式装配

#### 2. 零件式装配

图 2-5 中去掉自动下夹板，这样就不能先把自动上条机构装配成一个整体，而是把自动上条机构的零、部件，一件一件地装到基础机心上，然后装自动上夹板 *B*。零件式装配的优点是结构简单、零件少、机心加厚少，缺点是拆装不方便。

### 四、按平面传动形式分类

自动手表结构很多，其平面传动形式多种多样，可以归纳为两类：自动锤的运动通过上条轮传递到上条棘轮；或者直接传递到上条棘轮上紧发条。

#### 1. 通过上条轮传递形式

图 2-6 (a) 中，自动锤 *A* 和锤齿轴 *B* 组成一体，*D* 和 *E* 是结构完全相同的换向轮，两者互相啮合，*B* 和 *E* 啮合，*B'* 是自动上条轮，它的轮片和 *D*、*E* 的齿轴啮合，*B'* 的齿轴和上条轮 *M* 啮合，*F* 是上条棘轮。这种结构，由于上条轮参加传递运动而增

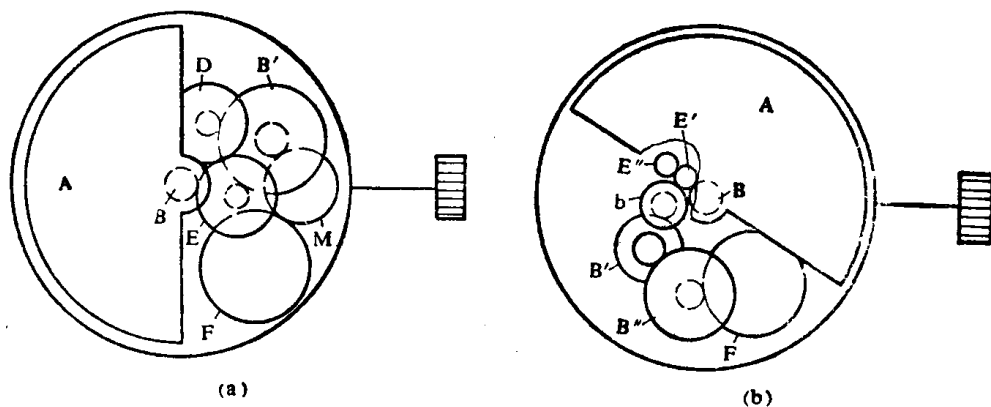


图 2-6 平面传递形式分类

(a) 通过上条轮的传递 (b) 直接传递到上条棘轮