

图书在版编目 (CIP) 数据

钟表技术: 原理·装配·维修/萧治平主编. —北京:
中国轻工业出版社, 2008. 7

ISBN 978-7-5019-6442-0

I. 钟… II. 萧… III. 钟表-技术 IV. TH714.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 067845 号

责任编辑: 刘云辉

策划编辑: 刘云辉 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王超男 责任校对: 燕杰 责任监印: 胡兵 张可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 印刷厂

经销: 各地新华书店

版次: 2008 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 16.25

字数: 375 千字

书号: ISBN 978-7-5019-6442-0/TS·3755 定价: 28.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

70342K4X101ZBW

前 言

在钟表技术领域，从古代的日晷到现代的石英钟表，经历了数千年漫长的岁月。然而日新月异的钟表技术成就，应当首推目前在商业橱窗中展示的各种精密机械钟表和轻巧新颖的石英电子钟表。本书系统地阐述了这两大类钟表的基本原理和装配、维修技术。

本书主要用于钟表技术教育和技能培训。为此，在编写时，特别注意基本原理与实践技术并重；机械技术与石英电子技术兼容；时钟机构与手表机构兼备以适应各个方面、各个系统的教育和培训的需要。

本书除部分结构设计、齿轮参数计算、尺寸链计算及振动公式推导属高职或高级工培训教育层次外，其他内容均适用于中专、职校和技校的技术教育或初、中级工技术培训。

本书在编写过程中，尽可能全面地搜集各类具有代表意义的钟表技术资料，为此得到上海钟表行业有关单位的积极支持和大力配合；本书的编写和出版还得到了上海钟表公司培训中心王惠基、张顺生等领导的关心和支持；上海大学史美琪副教授对书稿作了仔细的审校，并提出了宝贵的修改意见。

此次修改和再版，上海市工业技术学校高级讲师张建鸣又对本书作了全面审校。在此谨向所有为本书作出过贡献的同仁、专家表示诚挚的感谢！

由于编者水平有限，不足之处在所难免，还望各界有识之士不吝指正。

编者

2008年3月

第一章 钟表计时基本知识

第一节 时间与时间的计量

一、时间

宇宙间万物的运动、变化，诸如花木的盛衰，流星的闪耀与烟灭，无一不在时间中演变、运行。

时间没有开始，也没有终了，明日复明日，昨日后面有前天，时间无始无终。

时间不具有重复性，古人云，人不能够两次涉足同一条河流，因为当你举足欲试时，那一条河早已远去。

时间与宇宙万物同时存在，与人类生活息息相关。

二、时间的计量

时间是可以计量的，各种各样的钟表就是计量时间的精密仪器。

日晷【gǔi】和圭表是最古老的计时器具，图 1-1 是日晷，图 1-2 是圭表。



图 1-1 日晷

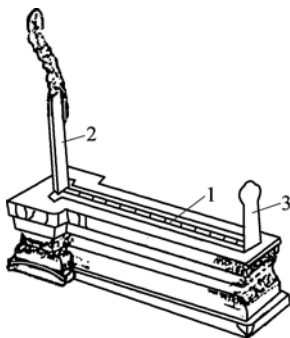


图 1-2 圭表

1—圭表 2—表（南） 3—表（北）

它们都是利用太阳光的投影计量时刻，测定节气和一年时间的长短。滴水刻漏（图 1-3）、玉石刻漏是我国古代应用较普遍的计时器具。

唐宋年间，朝廷还专门建造了宰相用的待漏院，宰相每日来朝，至此待玉漏到晨而后上朝。著名古文“待漏院记”有：“金门未辟，玉漏犹滴，待漏之际，相君有思……”，可见古代滴漏使用之盛况。

此外，水运浑仪、砂漏、香钟、大明殿灯漏、五轮砂漏等都是我国古代著名的计时仪器。

计量时间有两种性质：其一是计量某一瞬时是什么时候，称为时刻计量；其二是计量两个

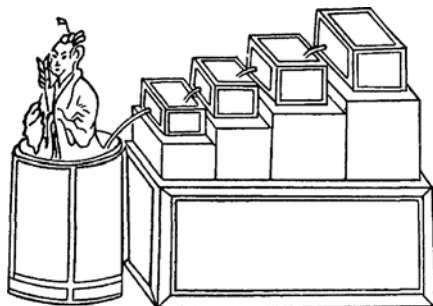
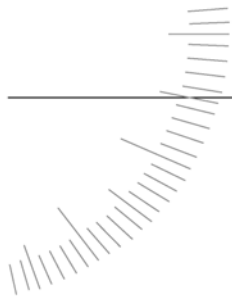


图 1-3 滴水刻漏

瞬间之间的间隔距离，称为时段计量。

时刻计量需要计量单位和计量起算点，例如，火车开车时间：17 点 30 分，“点”、“分”是计量单位。半夜零点则是计量起算点。

时段计量只需要计量单位，不需要计量起算点。例如：火车从上海开到南京需要 2h，即从开车的瞬间到抵达的瞬间，时间间隔是 2h。其中“h (小时)”为计量单位，与起算点无关。

第二节 时间基准的制定

正如计量长度要有尺一样，计量时间也要有个基准。

早期计量时间的基准是靠测量天体的运转，图 1-4 是天体运转示意图。太阳中心连续两次经过上中天的时段成为一个真太阳日，它的 $1/24$ 为 1h (小时)，1 小时有 60min (分钟)，1min 又有 60s (秒)，一天共有 86400s。

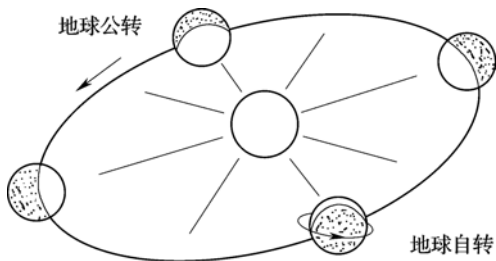


图 1-4 天体运转示意图

可是，由于风速、潮汐、气候、日月蚀以及地球轨道与太阳距离的改变，地球自转的速度便每天不同，也就是每个真太阳日的时间都不一样长。最长和最短的真太阳日相差较大，因此，用真太阳日作一天的基准便不可能准确。

1820 年，法国科学家举行会议，决定以全年各真太阳日的平均值或称平太阳日，表示一天的长短。并被科学界公认为时间计量的标准。一个平太阳日的 $1/86400$ 为 1 秒，或称 1 平秒。

1839 年，英国科学家琼斯经过长期的天文观察，发现地球自转的周期每年均有显著的变化（转速减慢、季节性变化和不规则变化等）。地球自转周期既然有变化，那么，根据地球自转而建立的平太阳日时间基准也将是不稳定的。近代许多科学技术的发展对时间

计量的准确度提出越来越高的要求，为了适应这种要求，1956年，科学家提出了以地球公转为基础而建立的新的国际计时基准，这个基准规定，1s等于地球绕太阳公转一周（一年）所需时间的31556925.9747分之一，但是地球每年公转周期也不尽相同。所以又规定追溯到1900年1月1日中午12时的太阳回归年长度作为计量基准。上述定义的秒又称历书秒，它是经过长年累月考证得到的，准确度比以前高很多，并自1960年正式使用。

以前的时间基准都是通过对天体运转进行复杂的测量计算获得的。科学技术的进步与发展为研制高精度的计时仪器创造了条件。铯原子钟就是人们利用其稳定的原子频率制成的一种高精度、高稳定度的计时仪器。

1967年，国际度量衡委员会决定，从1972年1月1日零时（世界时）开始，标准时间用国际铯原子钟得到。由此获得的时间基准又称原子时。它的精确度比此前高得多，并且改变了依赖繁复的天体测量和计算确定时间以及缺乏绝对的时间基准的状况，从此使秒的定义与天体运行脱离了关系。

第三节 区时系统——全球计时方法的统一

建立区时系统之前，世界各地的时钟都没有一定的时间准则。例如，1880年，在美国纽约州布法罗火车站就有三个时钟——一个显示布法罗当地时间，一个显示纽约市时间，而另一个则显示俄亥俄哥伦布市的时间，其混乱情况可想而知。

1883年，美国铁路局召开会议，决定将全国划为4个时区，每个时区相差1小时，这便是最早的区时制度。同年早些时候，在华盛顿举行国际会议，会议决定把区时制度扩大到在全世界推行。

它的方法是将全世界分成24个时区，每个时区宽为 15° 经线，各区都以该区中央经线的地方时为该时区的标准时间，如图1-5所示。零时区（又称中时区），从通过伦敦

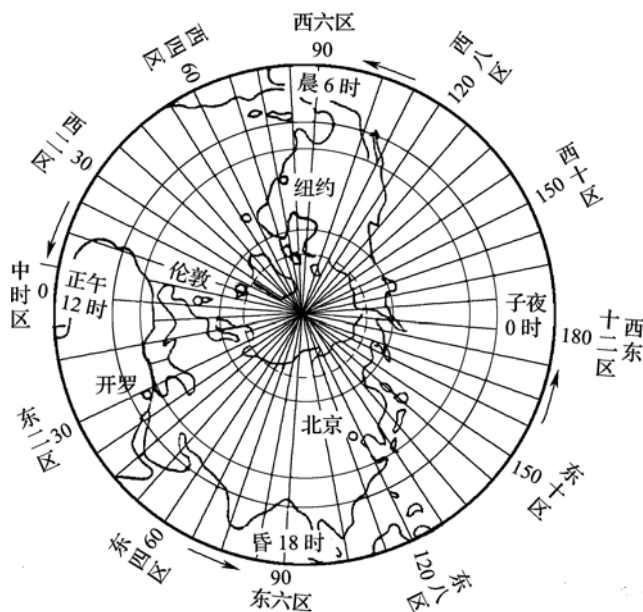
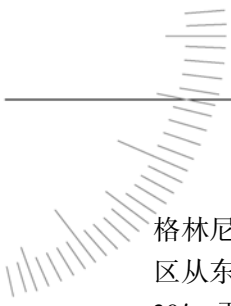


图1-5 地球自转使地球上不同的地方时



格林尼治天文台的零度经线开始，向东西各伸展 $7^{\circ}30'$ ，零度经线为该区中央经线，东一区从东经 $7^{\circ}30'$ 到东经 $22^{\circ}30'$ ，东经 15° 为该区中央经线。西一区从西经 $7^{\circ}30'$ 到西经 $22^{\circ}30'$ ，西经 15° 为该区中央经线。以此类推，东西十二区重合。

由于每个时区相差 1h，全球 24 个时区的时刻正好都是相差整小时数，使用十分方便。

例如，伦敦为零时区，北京为东八区，两地相差为 8h。又由于地球自西向东旋转，所以伦敦比北京晚八小时。因此，若某一瞬时，伦敦为中午 12 点 34 分，则北京为晚上 8 点 34 分，计算十分简捷。

第四节 常用计时名词

一、北京时间

我国首都北京在东经 116° 属东八区。而东八区的中央经线是东经 120° ，所以，“北京时间”实际上是东经 120° 的地方时。

还要说明：实际上的时区界限并不完全按照经线划分，为了方便起见，往往按照各国行政区域或自然界线来划分。我国领土辽阔，东西横跨好几个时区，为了方便起见，目前只采用一个时区，即东八区的区时——“北京时间”作为全国统一的标准时间。

二、格林尼治时间

1884 年，国际上将通过英国格林尼治天文台的经线定为零度经线（本初子午线），零时区即以通过这条经线的地方时作为区内标准时间。常称作“格林尼治时间”，也常称作“世界时”。

三、日界线

在日界线没有定出之前，有这样一个难题：按照区时系统，当北京为星期一 20 点的时刻，向东推算，12 时区的时间应为星期二零点；向西推算，12 时区的时间应为星期一零点。试问，这个时刻，在这个时区的时间是星期二零点还是星期一零点呢？

为此，国际上人为地规定，以 180° 经线附近的一条线作为“日界线”，日界线除南极洲外不经过任何陆地。地球上的每一天从日界线开始，即日界线是地球上每一天最早的地方。当飞机或轮船由西向东航行经过日界线时，应将日期减少一天；当飞机或轮船由东向西经过日界线时，应将日期加上一天。

例如，7 月 4 日轮船由西向东越过日界线，那么应将船上所有日期翻回到 7 月 3 日。

又如，9 月 11 日轮船由东向西越过日界线，那么应将船上所有日期向前翻到 9 月 12 日。

有了日界线，前面提出的难题也就迎刃而解了。

四、闰秒

闰秒是在1972年实行“原子时”时间基准以后诞生的，目的是为了补偿科学上的时间基准与地球运转速度的差异。即每隔若干年，在标准时间上加上一二秒或减去一二秒，以使科学上的标准时间和地球运行相吻合。上述加或减的时间，定于当年12月31日的最后一分钟内或当年6月30日最后一分钟内进行。

第五节 世界钟

世界钟是依据区时系统原理设计的，如图1-6所示。这是一种结构较为简单的世界钟，其中24小时时圈按顺时针方向运动，它与时轮的传动比为1:2。即时针转两圈，24小时时圈只转一圈。最外圈为地名圈，地名圈也分24等份，按时区顺序，在每个等份内标明各时区的重要城市1~2个。地名圈是不转的，但可以调节，以改变主要显示位置的城市名称。

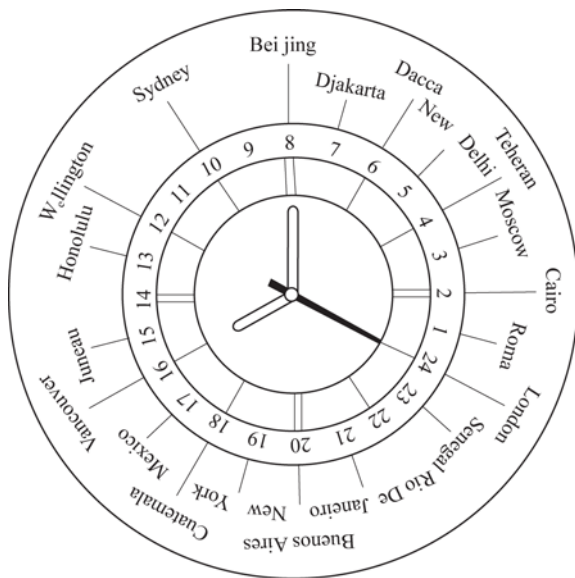
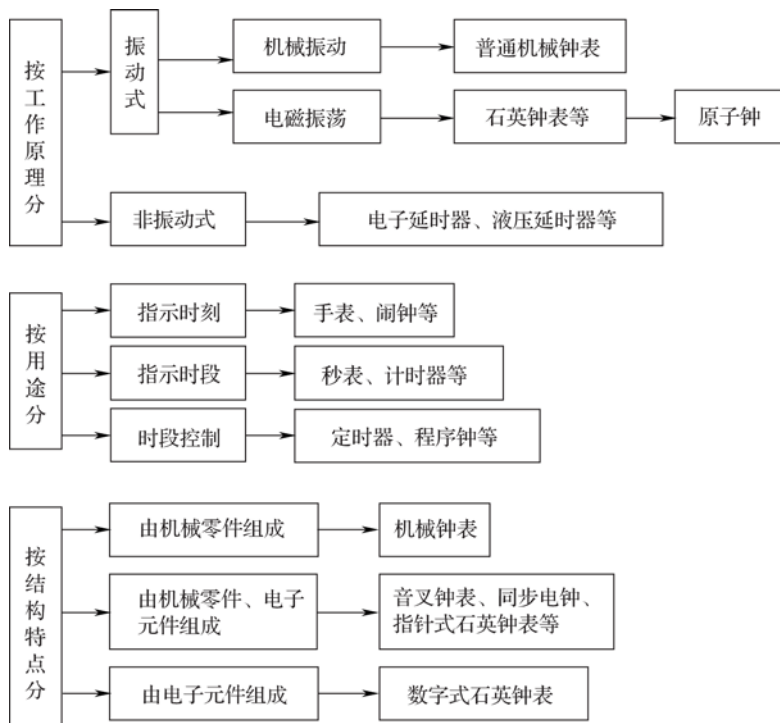
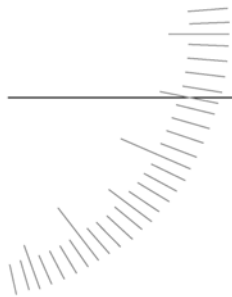


图1-6 世界钟

第六节 现代钟表分类

现代钟表种类繁多，为了便于概括地了解，下面根据不同特点将其分类。



第七节 振动计时钟表的基本原理

现代钟表绝大部分都是属于振动计时钟表。这种振动计时钟表的基本工作原理可以用下面的公式来表示：

$$T = T_0 \cdot N$$

式中 T ——被测量时间；

T_0 ——振动系统的振动周期；

N ——被测过程内的振动次数。

例如：某振动系统的振动周期 $T_0 = 0.6\text{s}$ ，若在测量一个化学反应过程的时间中，共振动 50 次，那么，这个化学反应过程的时间为

$$T = T_0 \cdot N = 0.6\text{s} \times 50 = 30\text{s}$$

这个基本原理既适用于机械振动计时钟表，又适用于石英振荡计时钟表。

第二章 机械钟表整机工作原理与传动形式

第一节 机械手表整机工作原理与传动形式

一、机械手表整机工作原理

机械手表的机芯由六大部分组成即：摆轮游丝系统（振动系统）；擒纵机构；齿轮传动（或称传动轮系）；指针机构；原动机构和上条拨针机构，其工作原理见图 2-1 所示。

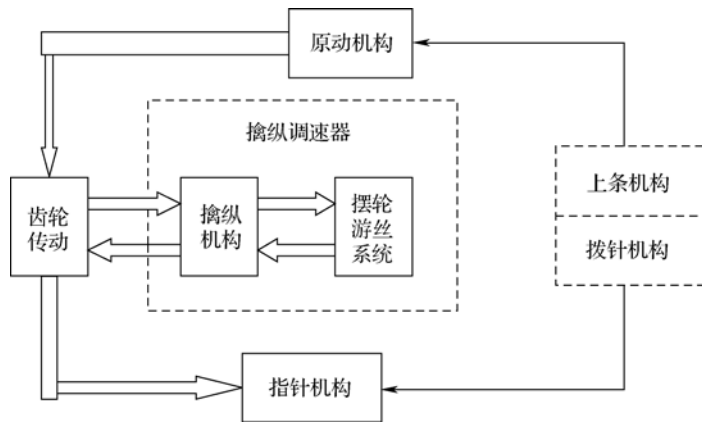


图 2-1 机械手表工作原理图

由图可见，上条机构把原动机构的发条卷紧，原动机构将发条的弹性位能转变为机械能，带动传动轮系，传动轮系将发条的能量通过擒纵机构输送到摆轮游丝系统，使其维持一个稳定振动。摆轮游丝系统又将振动计时信号经过擒纵机构、传动轮系并按一定的传动比传递给指针机构指示时间。

二、机械手表的传动形式

机械手表由不同的齿轮部件组成传动轮系，条盒轮又称为头轮，与条盒轮啮合的齿轴称为二齿轴，铆装在二齿轴上的轮片称为二轮片。其他按传动顺序依次称为三齿轴、三轮片；四齿轴、四轮片等。

不同的机芯，齿轮平面位置有不同的安排。根据二轮部件平面位置的安排，机械手表的基本传动形式可以分为中心二轮式（二轮部件在机芯中心）和偏二轮式（二轮部件不在机芯中心）两大类。中心二轮式根据秒轮部件或秒齿轴的传动特点，又可分成：直接传动式；秒簧式；无中心秒针式及双三轮式。偏二轮式根据指针运动传递的方式又可分为：头轮传出式；二轮传出式和三轮传出式三种。

我国手表厂生产的机芯大多属于中心二轮式的直接传动式和偏二轮式的三轮传出式。

SZ1 型机芯为我国机械手表的统一机芯，它是中心二轮式（直接传动式）的一种典

型结构，图 2-2 是 SZ1 型机芯传动示意图。由于二轮在机芯中心，秒轮也在机芯中心，所以二齿轴必须做成管状，以便秒轴通过，它比其他传动形式多一块中夹板，以支持中心轮。分轮套在中心轮（二轮）管上，两者之间为摩擦配合。因而分轮成为主传动链中的一环，在拨针后不会给分针带来任何起动滞后现象。秒轮部件的秒齿轴在中心轮管内，中心轮管内孔的一部分作为秒齿轴的径向支承，因此主夹板、中夹板上的中心齿轴孔和上夹板上的秒轴孔的同轴度误差，以及中心齿轴内孔的质量都对秒齿轴的运动有影响。

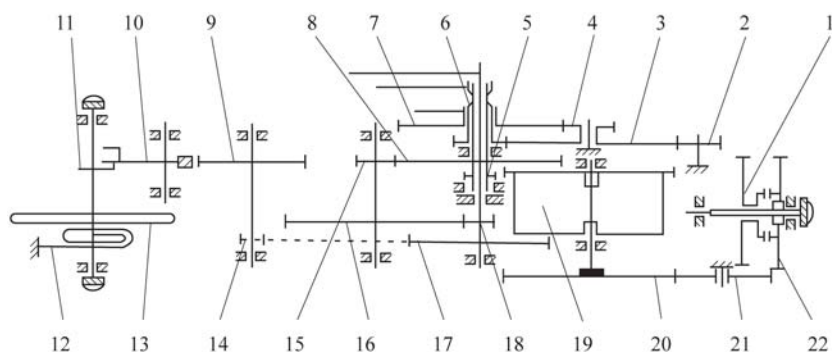


图 2-2 SZ1 型机芯传动示意图

- 1—离合轮 2—拨针轮 3—跨轮片 4—跨齿轴 5—中心齿轴 6—分轮 7—时轮 8—中心轮片
9—擒纵轮片 10—擒纵叉部件 11—双圆盘部件 12—游丝 13—摆轮 14—擒纵齿轴 15—过齿轴
16—过轮片 17—秒轮片 18—秒齿轴 19—条盒轮 20—大钢轮 21—小钢轮 22—立轮

与其他传动形式比较，中心二轮式（直接传动式）机芯的传动关系比较简单，工作可靠，零件加工工艺性较好，整机的拆卸和安装简单，但机芯比较厚。SM2、LSS 型机芯均属于偏二轮式中的三轮传出式，其机芯传动示意图如图 2-3 所示。

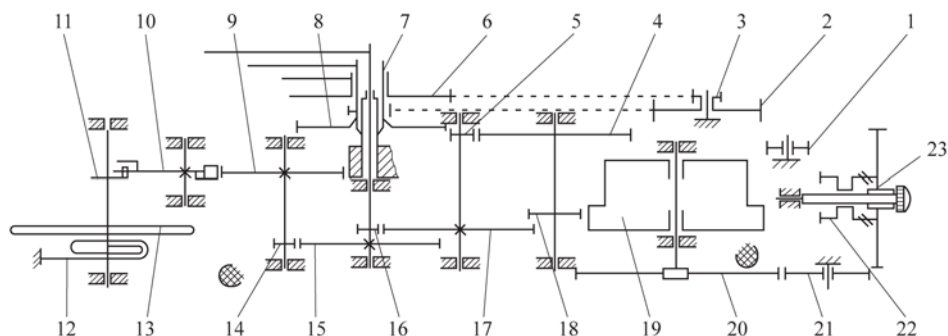


图 2-3 SM2 机芯传动示意图

- 1—拨针轮 2—跨轮片 3—跨齿轴 4—二轮片 5—三齿轴 6—时轮 7—分轮 8—分轮片
9—擒纵轮片 10—擒纵叉部件 11—双圆盘部件 12—游丝 13—摆轮 14—擒纵齿轴 15—秒轮片
16—秒齿轴 17—三轮片 18—二轮片 19—条盒轮 20—大钢轮 21—小钢轮 22—离合轮 23—立轮

偏二轮式的二轮从机芯中心移开，使条盒轮直径可增大，从而可增大能量的储备。另外在主夹板的中心压入一个空心的中心节管，作为秒轴的径向支承和分轮部件的转轴。对中心节管的轴向压合深度与垂直度的要求比较严格。与此同时，取消了中夹板，走针运动

由三齿轴传给分轮片，因为分轮片不是主传动链的一环，所以沿正向拨针后，会出现分针起迟现象，此迟现象产生于三齿轴与分轮片的啮合齿侧间隙。

第二节 机械闹钟整机工作原理与传动形式

机械闹钟由走时系统和闹时系统两大部分组成。

走时系统包括：走时原动机构；传动轮系；擒纵机构；摆轮游丝系统和指针机构五大部分。上条和拨针直接用上条匙和拨针匙拨动，无需特殊装置。闹钟的擒纵机构通常是销钉式的，结构简单，制造成本低。摆轮游丝系统结构与机械手表大同小异，其工作原理也没有什么两样。

闹时系统包括：闹时原动机构；传动轮系；无固有振动调速器；闹时控制和对闹机构等。闹时系统通过对闹机构能在预先调定的时刻发出音响信号。统机闹钟是闹钟的典型机构，其整机工作原理如图 2-4 所示。由两个原动机构分别带动走时系统和闹时系统，走时系统的本机时间标准信号由摆轮游丝系统产生，并经过销钉式擒纵机构按一定传动比由齿轮传动系统输送到指针机构指示时间。

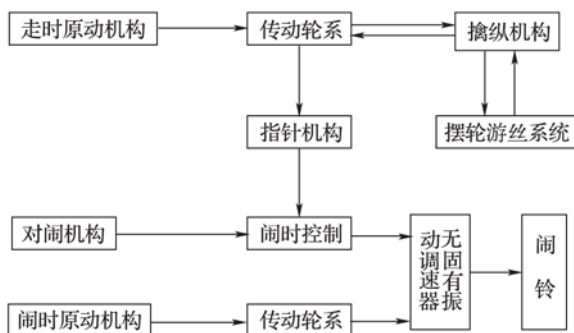


图 2-4 闹钟工作原理图

闹时系统受指针机构的控制，只要拨准对闹机构，便能按时起闹。打闹动作受无固有振动调速机构控制，闹差在 $\pm 5\text{min}$ 之内，锁闹范围在 10.5h 之内。

统机闹钟的传动形式如图 2-5 所示。拨针时，二轮上的十字簧所产生的摩擦力被外力克服，使指针机构与主传动轮系脱开，因而可以任意拨动指针，校对时间。正常工作时，二轮与二轮轴靠十字簧产生的摩擦力连接在一起，使主传动轮系带动指针机构正常运行。

闹钟的主传动由走头轮开始，依次是二轮、三轮、四轮和五轮（擒纵轮）。四轮是秒轮，在机芯中心。指针运动由二轮传出，经过拨针轮带动跨轮，再带动分轮和时轮。前夹板上也装有中心节管，作为分轮的转轴和秒轮的径向支承。这种传动形式与机械手表的偏二轮式很相似。只是闹钟的分轮是被动轮，跨轮片是主动轮，而机械手表正常工作时，分轮是主动轮，跨轮片是被动轮。

闹钟的闹时系统传动是从闹头轮开始，经过尖齿轮便到达无固有振动调速器的擒纵叉，俗称闹卡子，传动较为简捷。

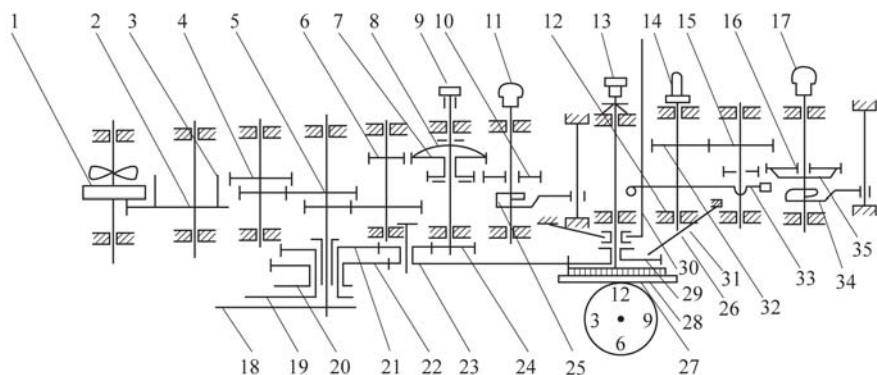
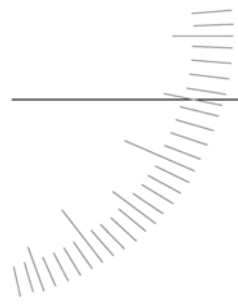


图 2-5 闹钟传动示意图

- 1—摆轮 2—擒纵叉 3—叉销 4—擒纵轮 5—秒轮 6—三轮 7—二轮 8—十字簧 9—拨针匙
 10—头轮 11—上条匙 12—元宝簧 13—对闹簧 14—止闹簧 15—尖齿轮 16—闹头轮
 17—上条匙 18—秒针 19—分针 20—时针 21—分轮 22—时轮 23—过轮 24—拨针轮
 25—走条 26—对闹轴 27—对闹轮 28—对闹面 29—闹轮 30—起闹簧 31—止闹簧
 32—闹卡子 33—闹锤 34—闹去条 35—碟形簧

第三节 摆钟整机工作原理与传动形式

摆钟的整机工作原理如图 2-6 所示，它包括走时系统和报时系统两大部分。走时原动机构将发条的能量通过传动轮系经擒纵机构送到物理摆振动系统。补偿各种摩擦的能量损耗，维持摆的振动不息。同时摆振动系统再将振动周期信号（计时标准信号）传递给擒纵机构，并按规定传动比将信号通过传动轮系输送到指针机构，长短针按 12:1 的转速关系指示时间。报时系统也设有原动机构和齿轮传动系，报时机构的动作受报时控制机构控制，在整点和半点打点报时，打点动作由传动轮系的打三轮轴通过八角凸轮传送到打点轴，执行打点，打点速度由离心调速器控制。

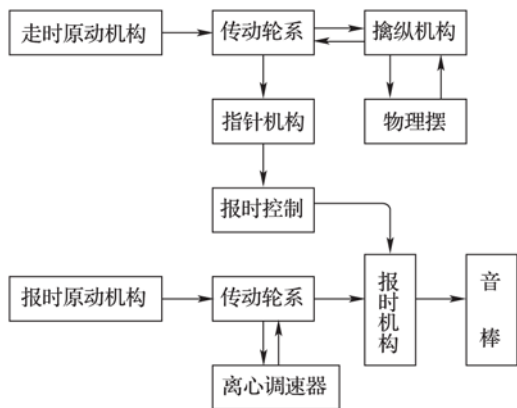


图 2-6 摆钟的整机工作原理

图 2-7 是摆钟走时系统传动示意图。图 2-8 是摆钟报时系统传动示意图。

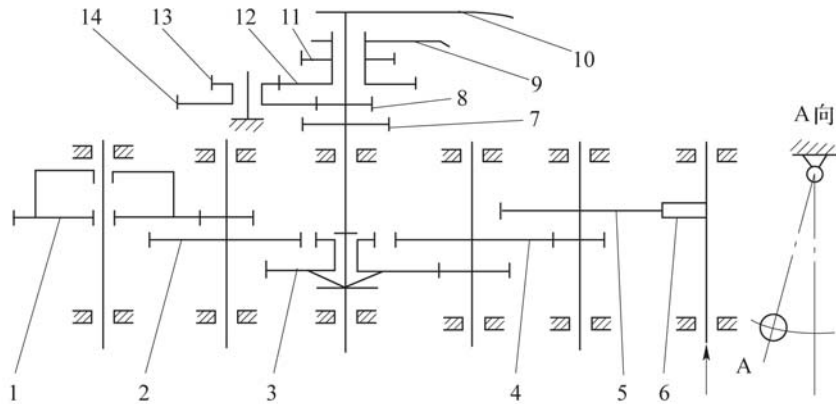


图 2-7 摆钟走时系统传动示意图

1—走头轮 2—走二轮 3—走三轮 4—走四轮 5—擒纵轮 6—擒纵叉 7—二角凸轮
8—分轮 9—时针 10—分针 11—十二角凸轮 12—时轮 13—跨齿轴 14—跨轮片

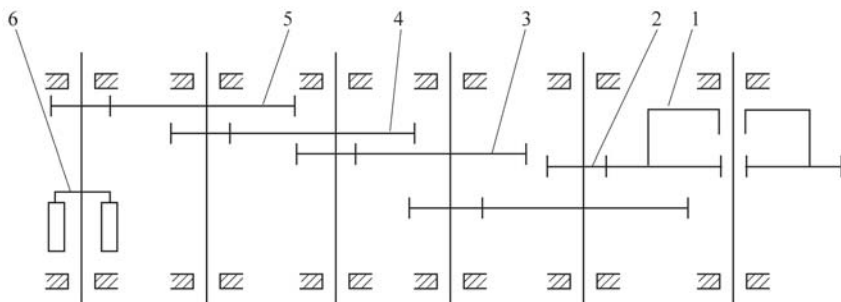


图 2-8 摆钟报时系统传动示意图

1—打头轮 2—打二轮 3—打三轮 4—打四轮 5—打五轮 6—风轮

摆钟走时系统主传动由走头轮开始，经过走二轮、走三轮、走四轮，最后到达擒纵轮（也称走五轮）。其中，走三轮在机芯中心，又称中心轮。其转速为每小时一转，分针即装在走三轮轴的前端，分针与轴的配合处为方榫，三轮与三轮轴的连接靠三轮片上的十字簧压紧后产生的摩擦力。正常走时传动靠摩擦力带动三轮轴和分针运转，拨针时，直接拨动分针，依靠分针中心的方孔和三轮轴端方榫传递外力矩，使之克服十字簧产生的摩擦力矩，让指针传动与主传动解脱，以校对时间，三轮轴的前部还压配有中心齿轴，它与跨轮啮合传递时针的运动。此外，三轮轴上，三齿轴的后面还紧配有二角凸轮，以传递整点和半点报时的动作信号。时轮管上还铆有十二角凸轮，以传递 1~12 整点打点次数的信息。

摆钟报时齿轮传动从打头轮开始，经过打二轮、打三轮、打四轮、打五轮，最后为风轮（又称打六轮）。其中打三轮上铆有八角凸轮，传递打点动作。打四轮的轮轴前端紧配有拨齿凸轮，凸轮上有拨销作拨动扇形齿板用。打五轮上铆有止钉，它与控制机构的开关杠杆协同工作，可使发音机构处于停顿状态。打六轮即为风轮，实际上是离心阻尼调速器，它可调节打点的速度，使之均匀动听。

摆钟报时控制机构工作原理如图 2-9 所示。

机构进入打点阶段。

(3) 打点阶段：机构进入了打点阶段后，发音机构开始运转并进行打点。在发音机构中，打三轮与打四轮（图 2-8）两轴之间的传动比与打点凸轮的角凸轮的角数是相等的，这样就使打点锤每打一下，拨齿凸轮就转过一整圈。拨齿凸轮 7 在转动过程中，先是拨销 8 进入扇形齿板的齿凹中，然后拨齿凸轮 7 把开关止钉 9 抬起，于是开关杠杆 5 的折弯 B 从齿凹中退出，拨销 8 得以拨转扇形齿板的齿，当后者转过约一个齿距时，拨齿凸轮 7 释放开关止钉 9，开关杠杆 5 的折弯 B 落入扇形齿板的齿凹内，防止后者落下，接着拨销 8 从齿凹中退出。这样，拨齿凸轮 7 每转一圈，打点锤打一下，扇形齿板则顺时针方向转过一个齿距。随着打点的进行，扇形齿板 3 渐渐被抬起，最终当折弯 B 落到扇形齿板 3 最后一个齿的外侧时，开关杠杆 5 一下子逆时针方向转过一个较大角度，直至开关止钉 9 支在拨齿凸轮 7 的凹口上为止。这时，折弯 D 就落入止钉 10 运动的轨迹圆内，于是止钉 10 被折弯 D 挡住，发音机构停止打点，而控制机构进入休止阶段。

第三章 振动系统

机械手表和机械闹钟都是以摆轮游丝组件作为振动系统来产生标准时间信号（标准时段）的。而机械摆钟则是以摆的振动来产生时间基准，用以计量时间。

本章将要阐述这两种振动系统的结构及其工作原理。

第一节 摆轮游丝系统的结构

一、机械手表的摆轮游丝系统结构

机械手表的摆轮系统结构如图 3-1 所示，它由摆轮部件、游丝部件、活动外桩环部件、快慢针部件和防振器部件组成。

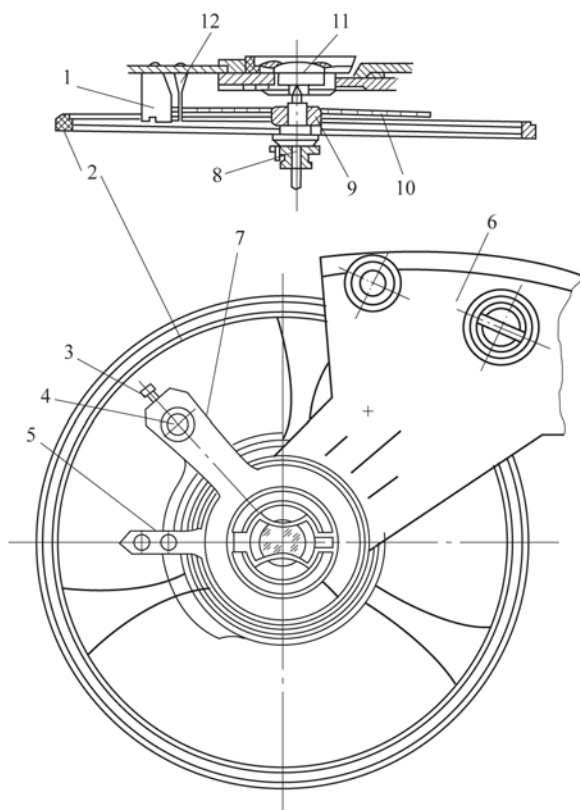


图 3-1 摆轮游丝系统的结构

- 1—外夹 2—摆轮 3—外桩螺钉 4—外桩 5—快慢针 6—摆夹板 7—外桩环 8—摆轴
9—内桩 10—游丝 11—防振轴承 12—内夹

1. 摆轮部件

摆轮部件由摆轮和摆轴通过铆钉连接在一起，如图 3-2 所示。根据摆轮轮缘结构不同，又有光摆、带螺钉摆、开口摆之分，如图 3-3 所示。带螺钉摆可通过螺钉来调节快慢，开口摆可进行温度补偿，但这两种摆轮由于结构复杂，加工工艺性差，已经被光摆所取代。

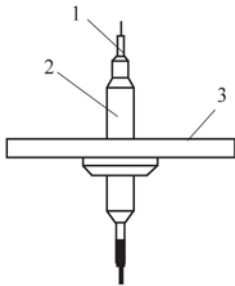


图 3-2 摆轮部件

1—摆轴颈 2—摆轴 3—摆轮（摆盒）

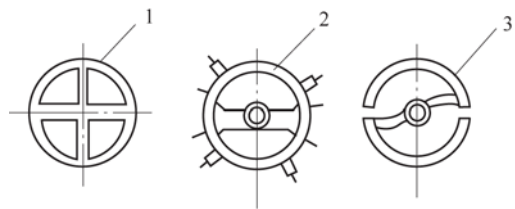


图 3-3 摆轮轮缘结构

1—光摆 2—带螺钉摆 3—开口摆

光摆摆轮制造工艺简单，运转时空气阻力小，相对于其他摆轮具有较大的轮缘直径，相应地增加了转动惯量，并采用了膨胀系数极小的镍白铜材料，因而明显地优于前述两种摆轮。

2. 游丝部件

游丝部件由游丝、内桩、外桩、外桩销组成，如图 3-4 所示。游丝用矩形截面的带料绕制成盘状，各圈在同一平面上，以阿基米德螺线形状，盘旋而出。游丝按其展开方向可分为右旋游丝和左旋游丝两种，如图 3-5 所示。

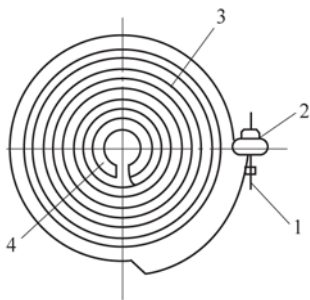


图 3-4 游丝部件

1—游丝销 2—外桩 3—游丝 4—内桩

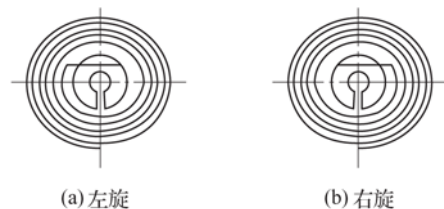


图 3-5 游丝旋向

游丝是通过内桩和摆轴连接在一起的，内桩一般分为圆内桩和三角内桩两种，如图 3-6 所示。游丝外端是固定在外桩上的，游丝外端与外桩的固定方法有两种：穿销式和粘接式，如图 3-7 所示。

3. 活动外桩环部件

活动外桩环部件由外桩环和外桩管构成，如图 3-8 所示。它们之间通过铆钉连接在一起。活动外桩环通过防振器套装在摆夹板上，可以转动，用以调整摆轮左右振幅，俗称调“跷脚摆”。