

机械秒表与数显电子秒表修理

丁新心 张晓梅 周燕 编著

计量器具修理丛书



1.707

中国计量出版社

计量器具修理丛书

机械秒表与数显电子 秒表修理

主 编 潘承沅

副主编 程云志 马维伦 于殿林

丁新心 张晓梅 周 燕 编著

中国计量出版社

出版前言

为满足广大基层计量工作者的实际需要，我社组编了以传授修理经验为特点的《计量器具修理丛书》。

本丛书主要针对使用面宽的各种工作计量器具（包括强制检定与非强制检定的工作计量器具）的修理技术，介绍该计量器具修理用的必备工具、检修步骤和方法、故障排除等。能为基层的计量检定修理人员、工矿企业计量人员提供指导。

哈尔滨市计量检定测试所对这套丛书给予了热忱支持，主动承担了一部分计量器具修理书的撰稿任务，他们组织所内技术骨干及有丰富实践经验的同志在总结经验基础上进行编写。他们这种实事求是的风格和为后人传授知识、经验的精神，值得人们称道。

我社欢迎广大基层计量工作者对本丛书提出建议与意见，更欢迎把您们多年来的经验总结后也能撰写成稿，传授给广大计量工作者。

本社编辑部

~~~~~ 编 者 的 话 ~~~~~

机械秒表和数字显示式电子秒表是测量时段用的计量器具。它们被广泛应用于工业、医疗、体育和科学研究等各部门。在使用中，经常遇到秒表出现各种故障甚至损坏的情况，由于目前有关这方面的修理书籍不多，为满足读者需要，我们编写了本书。

本书力求通俗易懂，深入浅出，原理与实用兼顾。

本书较系统介绍了机械秒表与数字显示式电子秒表的基本原理和构造，常见故障分析，检修步骤及修理方法。可供从事秒表的计量检定、修理、管理人员及钟表修理人员参考使用。

本书在哈尔滨市技术监督局王源灿局长支持、关怀、领导下，经副局长王铁华高级工程师审阅指导，由潘承沆高级工程师任主编，程云志、马维伦、于殿林三位工程师任副主编。

由于经验不足，时间仓促，书中错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

1990 年元月

目 录

第一章 机械秒表.....	(1)
第一节 机械秒表结构原理.....	(1)
一、概述.....	(1)
二、结构.....	(3)
三、工作原理.....	(4)
第二节 机械秒表检修条件及必备工具和仪器.....	(7)
一、检修条件.....	(7)
二、必备工具.....	(7)
三、必备仪器.....	(10)
第三节 机械秒表常见故障及排除方法.....	(11)
一、故障分析及排除方法.....	(11)
二、示值误差分析与调整.....	(24)
第四节 机械秒表检修步骤.....	(30)
一、整机拆卸.....	(31)
二、零件清洗.....	(34)
三、零部件组装.....	(35)
四、拆装中注意的问题.....	(40)
五、注油.....	(41)
第五节 机械秒表正确使用及保养.....	(42)
一、正确使用.....	(42)
二、保养.....	(43)

第二章 数字式电子秒表	(44)
第一节 数字式电子秒表的结构与工作原理	(44)
一、数字式电子秒表的特点	(44)
二、数字式电子秒表的结构	(45)
三、数字式电子秒表的工作原理.....	(46)
第二节 数字式电子秒表检修准备工作	(47)
一、数字式电子秒表元器件简介.....	(47)
二、检修条件.....	(63)
三、必备工具.....	(64)
四、必备仪表和仪器	(65)
第三节 数字式电子秒表常见故障及排除方法	(67)
一、显示方面常见故障的排除	(67)
二、大电流故障.....	(77)
三、走时不准故障.....	(79)
四、其它故障.....	(82)
第四节 数字式电子秒表的检修	(83)
一、电路基板的判别与常用测量方法.....	(83)
二、拆装与清洗.....	(87)
三、检修步骤.....	(90)
四、误差分析与调整	(93)
第五节 数字式电子秒表保养与正确使用	(98)
一、使用方法.....	(98)
二、保养方法.....	(102)
附表: 上海钻石秒表零件明细	(104)
主要参考文献	(105)

第一章 机械秒表

第一节 机械秒表结构原理

一 概 述

所有的计量过程都是一个比较过程。所以为了计量时间就要有一个时间标准去和需要计量的时间进行比较。目前在时间计量中作为标准的物质运动应用最多的是各种形式的振动。如用摆轮游丝构成的振动系统的振动，石英晶体的振荡，铯、氢、铷原子内部的电磁振荡等。不同形式的振动系统的运动有不同的稳定度，利用它们制成的计量器具也就有不同的稳定度和准确度。一般来说，运动越稳定，时间计量的准确度就越高。

秒表是最典型的测量时段用的计量器具。测量时段是指测量两个时刻之间的间隔，在工业、医疗、体育和科学研究等部门中秒表被广泛的利用。

机械式秒表是利用摆轮游丝系统的振动来计量时间的。利用摆轮游丝系统的振动计量时间的基本原理是在该系统振动时，每完成一次全振动，时间就过去一个大小等于其振动周期的时段。所以，用其周期乘以它的从起步到停止间的全

振动次数，就等于过去的时段。即

$$\text{时间} = \text{振动周期} \times \text{振动次数}$$

利用这一基本原理制成的秒表走时系统的工作原理见图

(1-1)。

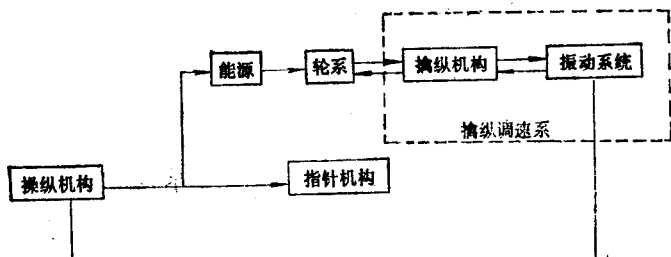


图 1-1 机械秒表工作原理图

秒表按精度等级分为一、二、三级。

机械秒表有五种分类方法：

1 按秒针的跳动量可分为：百分之一 (0.01) s、五十分之一 (0.02)s、十分之一 (0.1) s 和五分之一 (0.2) s 共四种。

2 按秒针数量可分为双针和单针秒表。

3 按秒针动作情况可分为：简单动作和综合动作秒表。前者在指针停止后，必须使它回零才可重新启动，后者可在指针停止的任何位置上再开始启动。

4 按分针动作情况分为：瞬时动作及半瞬时动作秒表。前者分针随秒针动作连续地转动，而后者的分针只在秒针动作到某一值时才跳动一次。

5 按结构可分为：连续动作和不连续动作秒表。前者在秒针启动和停止时都不中断摆轮的运动，后者秒针的启动和

停止都是由于摆轮的推动和止动的结果。

有些秒表的表盘可以转动，转动表盘即可对零。

部分国产秒表规格型号见表 (1-1)。

表 1-1

型 号	规格(分针每转/ 每秒每转)	最小刻度值	延续走时	级 别	暂停机构
501	2 分/3 秒	0.01 s	0.5 h	一 级	无
502	4 分/6 秒	0.02 s	1.5 h	一 级	无
503	15 分/30 秒	0.1 s	6 h	二 级	有(I)式
504	15 分/30 秒	0.1 s	6 h	二 级	无
505	30 分/60 秒	0.2 s	12 h	二 级	无
506	30 分/60 秒	0.2 s	12 h	二 级	有(I)式
803	15 分/30 秒	0.1 s	6 h	二 级	有(I)式
806	30 分/60 秒	0.2 s	12 h	二 级	有(I)式
807	15 分/30 秒	0.1 s	6 h	二 级	脉搏计
809	30 分/1 分	0.01 min	12 h	二 级	有(I)式

二 结 构

秒表走时系统主要有原动系、轮系、擒纵机构、摆轮游丝系统、上条机构、指针机构以及操纵机构(操纵指针启动、停止、回零)。

各部分的作用分别如下：

1 原动系：由能以弹性位能形式储存能量的发条等元件组成的原动系是秒表工作的能源，起着储存和传输能量的作用。

2 轮系与擒纵机构：由若干对齿轮组成的轮系把能量通过擒纵机构定期地传递给摆轮游丝系统，以补充不断消耗

的能量，把摆轮游丝系统的全振动次数转换成与之有一定比例关系的擒纵轮转角，并把与计量时间有一定比例关系的擒纵轮转角按正确关系转换成各指针的转动。

3 摆轮游丝系统：该系统的振动周期是秒表计量时间用作标准的时段。

4 指针机构：指针机构在轮系的带动下产生秒针和分针的转动。

5 上条机构：上条机构用来上紧发条，也就是把外界的能量传给原动系。

6 操纵机构：由于秒表是用来测量时段的，所以除了上述基本组成部分外，还有操纵机构。它用来操纵秒表的起步、停止、回零，以达到测量时段的目的。

秒表计量时间的准确性主要取决于摆轮游丝系统振动周期的稳定性和自动计算摆轮游丝系统全振动次数的准确性。

一般情况下，计算全振动次数是不会有差错的，所以摆轮游丝系统振动周期的稳定性是秒表准确性的关键。

三 工 作 原 理

操纵机构是控制秒表起动、止动和指针回零的机构，它的动作过程也可以说是机械秒表的工作过程。所以我们就着重讨论其操纵机构。

图（1-2）所示由导柱轮控制的秒表的操纵机构。

秒表有两根指针，一根为指示秒的秒针，另一根为指示分钟数的分针。

秒表只有一个操纵柄，它同时又是上条柄头。秒表机构工作的整个循环过程是通过三次按压柄头来实现的。第一次

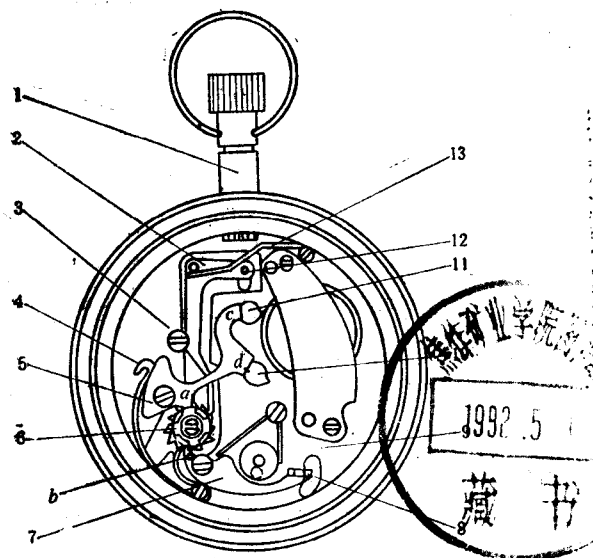


图 1-2 秒表结构图

- 1—起动手柄；2—推杆；3—螺钉；4—弹簧；5—回零杠杆；6—导柱轮；7—摆轮制动杠杆；8—弹性销；9—弹簧；10—桃轮；11—桃轮；12—销钉；13—弹簧

按压柄头使秒表开始工作（即起动手）。第二次按压柄头，秒表停止工作（即止动手）。第三次按压柄头，全部指针均返回零位（即回零）。

图（1-2）表示机构被制动时的情况：指针在零位，并且固定不动；推杆2被弹簧13抬起，未与导柱轮6的棘齿相接触；回零杠杆5在弹簧4的作用下使其凸起部a落在导柱轮的导柱之间，同时右边的工作面压住桃轮11和10，使指针稳定在零位。摆轮的制动杠杆7的凸起部b顶在导柱轮的导柱上，杠杆7的末端有一细的弹性销8，它蹭住摆轮15的轮缘，把摆轮制住。

图中9是一根弹簧，用来把杠杆7压向导柱轮的导柱上。4是导柱轮棘齿部分的定位簧片。

导柱轮是秒表操纵机构中的重要零件。它的上面有四个扇形导柱，这四个导柱操纵着回零杠杆5和摆轮制动杠杆7的运动。导柱轮的下面是一个具有12个斜齿的棘轮。导柱轮的转动借助于推杆2推动棘齿来实现。

秒针借助于套筒与凸轮11连接在一起。而套筒则套在秒轴上，并依靠弹簧的摩擦使之固定。分针也用同样的方法与凸轮10及分针轴连接。

起动时的情况见图(1-2)。把柄头按下后，通过起动柄1把运动传给推杆2。推杆向下作直线运动（因它的运动受到螺钉3的圆柱面及在夹板凹槽内滑动的销钉12的限制），它推动导柱轮的棘齿转过一个齿。这时，导柱（压迫回零杠杆5的凸部a，使它升起而落在导柱外圆柱面的右极限位置上。这样，回零杠杆就释放了凸轮11和10，使指针能够转动。与此同时，摆轮的制动杠杆7在弹簧9的作用下，其凸部b落入导柱之间，这样就释放了被弹性销8压住的摆轮。弹性销同时推动摆轮使其起振。于是秒表开始工作。

为了使秒表机构停止工作，必须再一次按压柄头。于是推杆2又使导柱轮转过一个棘齿。这时摆轮制动杠杆的凸部b在导柱的推动下，绕自己的轴作逆时针方向转动，从导柱之间升起，落到导柱的外圆柱面上，于是弹性销又制住摆轮，使机构停止工作图(1-2)。当导柱轮旋转时，回零杠杆5的凸起部a沿导柱的外表面滑动。

为了使指针返回零位而第三次按压柄头。这时，导柱轮再转过一个棘齿，而使回零杠杆5的凸部落入导柱之间，从而在弹簧4的作用下杠杆5右边两个工作面c和d撞击凸

轮，将凸轮转动到稳定位置上，这样指针便回到零位。

第二节 机械秒表检修条件及必备工具和仪器

一 检修条件

检修人员必需对秒表的结构原理有一定的了解，需要具备一定的修理能力，在工作中善于独立思考问题，做到细致、认真、负责。

检修室的清洁和安静是检修秒表的必要条件。要求检修室明亮、干燥、清洁、地面平整、室内温度平稳。工作台要稳固，并配有多个抽屉，工作台上要设置台灯。

二 必备工具

修理秒表的好坏、速度快慢不仅取决于检修人员的技术水平及其对秒表结构、性能的了解，而且在很大程度上取决于检修工具的适用与否和工具质量的好坏。下面列出部分常用工具供参考。

- 1 改锥一套（6件即可）；
- 2 镊子两把（不锈钢）；
- 3 寸镜一个；
- 4 酒精灯一个；
- 5 吹尘球一个；
- 6 起针器一个（专用自制）；
- 7 空心冲子二个；
- 8 注油笔三个（粗、中、细）；
- 9 什锦组锉一套；
- 10 长条砧子一个；

- 11 方砧一个；
- 12 天然油石（三角什锦）一个；
- 13 毛刷一个；
- 14 汽油缸二个（大、小）；
- 15 拿子一个；
- 16 尖嘴钳一个；
- 17 手锤一把。

主要工具的使用要求：

（1）镊子（镊子钳）

一般至少需要备有两把。一把弹性较硬的，用于拆装表机时钳取零件，一把弹性较软而尖细的，用于整修游丝及夹取小螺丝。镊子选用时要注意两尖必须一样长，口要合得严，夹紧时尖端不能有缝隙，使用时要根据夹取零件的大小掌握好手法。

（2）改锥（起子）

改锥以粗细编号，编号由1~10，一般备有6件一套的就够用了。改锥两面的坡度一般在 15° ~ 20° 之间。旋动表机螺丝时，改锥的前口宽度应比所拧螺丝口小 $1/6$ 左右，过窄会损坏改锥，过宽会划伤夹板。

（3）寸镜

寸镜的选择要根据个人的视力适当选用，初学使用时不宜使用高倍数的放大镜。戴寸镜不仅有放大作用，而且可使视线集中，有助于两手准确操作。

（4）注油笔

注油笔可分粗、中、细三种。粗号直径0.3 mm，用于给发条上油；中号直径0.2 mm，用于轮系；细号直径0.1 mm，用于擒纵机构。使用时要控制注油量，需要油量少的地方，贮油时只要迅速提起就行了；需要多注油时，贮

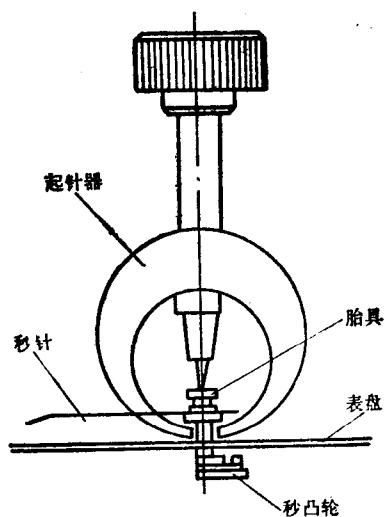


图 1-3 自制起针小胎具

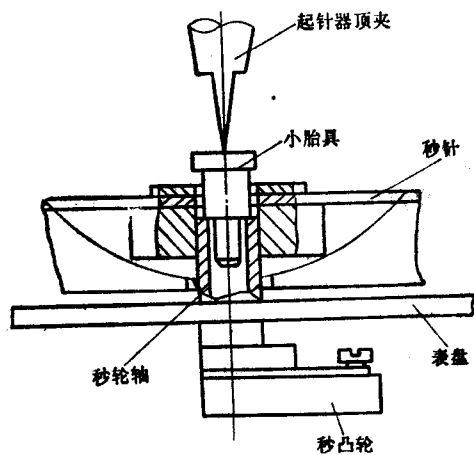


图 1-4 自制起针小胎具局部放大图

油时稍停一下就可以增加贮油量。

(5) 起针器

秒表的秒针和分针是分别与秒凸轮和分凸轮透过表盘压在一起的。在秒表修理时一般不要分开，只是在秒针或分针断了或错位需要更换调整的情况下，才有必要将针从凸轮套管上拨下。在做这项工作时，不能使用一般的起针器，需用自制专用小胎具插入秒针或分针套内，用自制起针工具的尖端顶这个小胎具就能将针从凸轮套管上起下来。如图（1-3）。注意：在起针时，要将表盘从秒轮轴和分轮轴上起下，再进行这项工作。

三 必 备 仪 器

1 精密钟

精密钟是跳动量为 0.5s （秒）的高精度可携带的机械计时仪表。根据机械秒表检定规程（JJG 107—83）规定，标准精密钟的日差不超过 $\pm 4\text{s}$ 。它可以用来指示时刻、测量时间间隔，用于检定各种机械秒表。有条件的可配一台走时精度高的石英钟，其秒针跳动量应为 0.5 秒或 1 秒，并且晶振准确度优于 2×10^{-6} 。

2 秒表检定仪

SJ-1时间检定仪可用于检定秒表。其它还有秒表生产厂校验秒表用的秒表校时控制仪、OWA-1石英晶体校表仪等检定秒表的仪器。

SJ-1时间检定仪检定秒表的原理见图（1-5）。

秒表检定仪自身引入误差有三方面：

（1）时基信号的误差；

（2）元件延时误差；

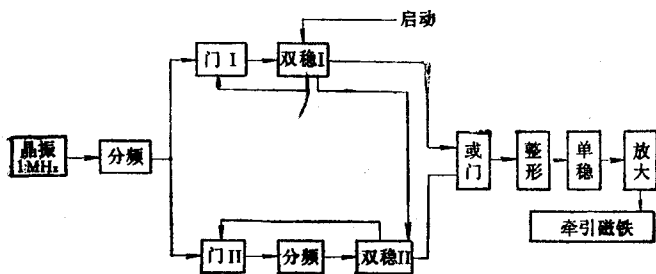


图 1-5 SJ-1时间检定仪工作原理图

(3) 执行机构的误差。

秒表检定仪自身存在的误差只要做到不大于0.002 s，就能满足校验秒表的要求。

SJ-1 时间检定仪还可以检定电秒表和电子毫秒仪。

第三节 机械秒表常见故障及排除方法

一 故障分析及排除方法

机械秒表的结构，根据不同型号虽然有所不同，但总的来说其工作原理大同小异，都是由启动、制动、复原、传动、擒纵、调速、能源几个机构组成。所以，我们还是以上海秒表厂生产的钻石牌秒表为例，就其常见故障及共性问题进行分析。

(一) 上条柄向下按不动

- 有几种原因：1 顶杆与主夹板锈蚀；2 斜齿轮锈蚀；3 上条轴柄锈蚀。

解决办法：拆下上条柄、顶杆、斜齿轮，清洗注油，就