

重锤坠力天文钟述略

刘亦泽

(南京博物院保管部 江苏南京 210016)

Driven by gravity, the chronometer bell stored in Nanjing Museum was a new discovery by replacing the traditional bells which use sand or water as its motive. Research on the bell's power fountain, catch-loose timing wheel, dial plate display, time-given method, making year gives practical information for the further research of bells during late Ming and early Qing dynasty.

Key Words: Gravity Chronometer Bell Catch-loose Wheel Dial Plate Display Time-given Method

内容提要 南京博物院入藏的清初重锤坠力天文钟表,是以坠力动源取代水、沙动源的一种新型天文钟表。探析坠力天文钟表的动源、擒纵调速机构、字盘显示、报时方法和制作年代,为研究明末清初的钟表提供了实物资料。

关键词 重锤坠力 天文钟表 擒纵机构 字盘显示 报时方法

中图分类号 P111.1

文献标识码 A

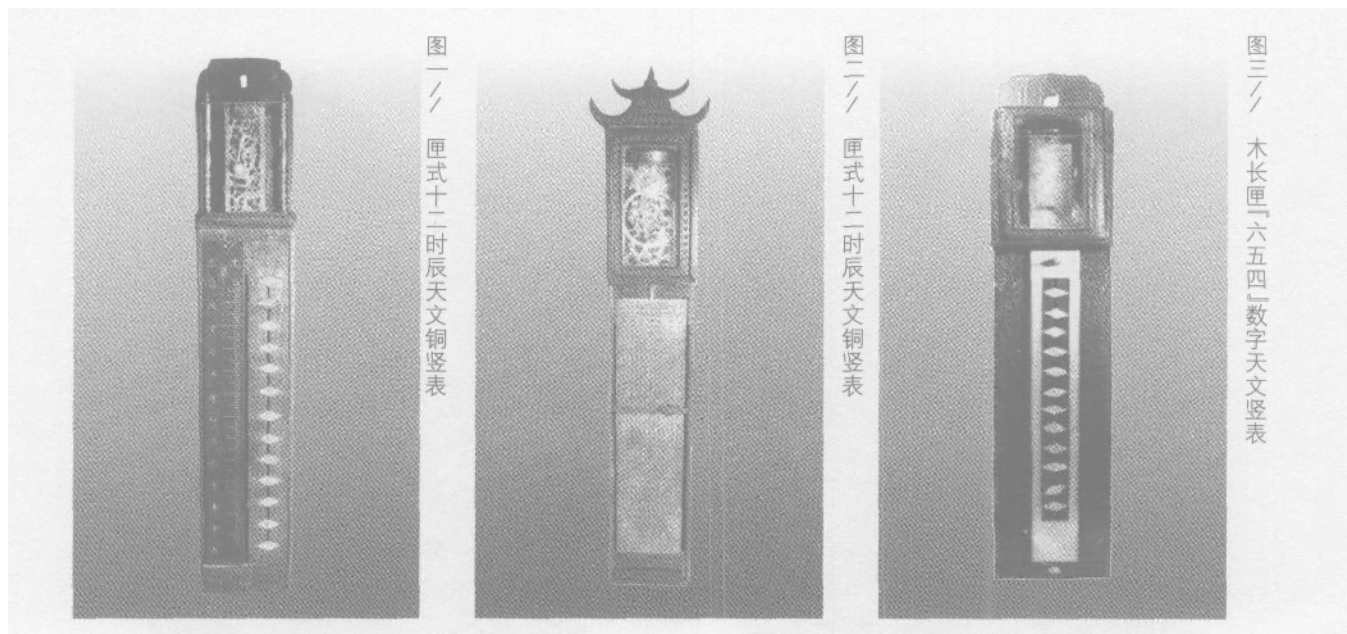
将日月星辰和水流更象变换成计时器是中国古代科技史上的一大发明。我国最早的计时器称“表”和“漏”。表,是用以测量日影计时的标杆,漏,即下漏水以知刻数,亦就是滴水计时的仪器。可见,计时器的产生和发展无不与日月、水流的运行有着紧密的联系。而天文科学的发展又加快了计时器的不断更新,以更加准确地表现天象的变化。天文钟就是一种能用多种形式来表达天体时空运行的计时仪器。它既能表示天象,又能计时。它是把动力机械和许多传动机械组合在一个整体里,“利用机械构造,把机轮的运动变慢,使它连续保持一个恒定的速度,与天体的运动一致。欧洲人把这种仪器称为天文钟。”^[1]

我国是世界上最早发明天文钟表的国家,自东汉科学家张衡于元初四年(17年)首创了第一台有齿轮的机械钟^[2],之后有唐开元十三年(725年)僧一行等人创制的首台巨型自鸣钟^[3];北宋元祐三年(1088年)在苏颂领导下创制的第一台天文钟——水运仪象台;元代郭守敬创制的“大明殿灯漏”^[4];元末明初詹希元发明的“五轮沙漏”^[5]

等。这些钟因制造年代不同,在动力源、传送擒纵机构、部件组织排列和机件功能等方面,都会显示其时代的特点。它们的形制虽不尽一致,但动源部分的结构原理都很相似,或以水,或以沙为动源,亦就是利用水流和沙流的流量来计时。而收藏于南京博物院的清代重锤坠力天文钟表,其动源有别于上述计时仪器,它以重锤坠力为动源结构,这在清初天文钟表制造业上是一项重大发明。

一 独创的动源结构——重锤坠力

南博所藏的清初天文钟,其动力源皆以重锤的下坠力为动源部件。该钟可分为二种:一种为“筒子钟”,筒子钟又分两式,匣式十二时辰天文铜竖表(图一、图二)和木长匣“六五四”数字天文竖表(图三)。表壳质地为木和铜质,表内上部安置机芯,下部为重锤的升降通道,表面为显示板。铜制钟表面有与数字对应的十二时辰显示标记;木质钟表面有四对“六五四”数字显示。另一种为“梳摆式自鸣钟”,它又分两式,十二时辰坠力铁壳挂钟(图四)和十二时辰坠力铜挂钟(图五)。两款上部的钟碗形状各异,但都有两根梳摆,动源为下坠锡



图一 方式十二时辰天文铜竖表

图二 方式十二时辰天文铜竖表

图三 木长匣「六五四」数字天文竖表

砣,单针,钟摆周围标注着十二时辰与数字,集走时、报时、闹时于一体。

重锤坠力竖表的运行方式:以重锤的坠力升降为动力源,随着铅锤的缓慢下坠,显示板的时间由“酉”开始(下午六时),装在重锤之上的指针随之自上而下的指示时刻,当重锤降至底部失去重力作用,到次日的下午六时左右,钟摆就会停走。此时应将丝绳卷紧,拨动摆锤,方能继续运行。重锤坠力取代了又多且大的乘放水、沙的容器,使计时器构件变得小巧而精致。坠力动力源的改革为计时器的发展开拓了一个新领域,它是钟表科技发展进程中的一个重要标志,也是中外科技文化交流碰撞的结果。它不仅标志着中国钟表技术的革新与进步,也是对世界钟表发展作出了杰出贡献。

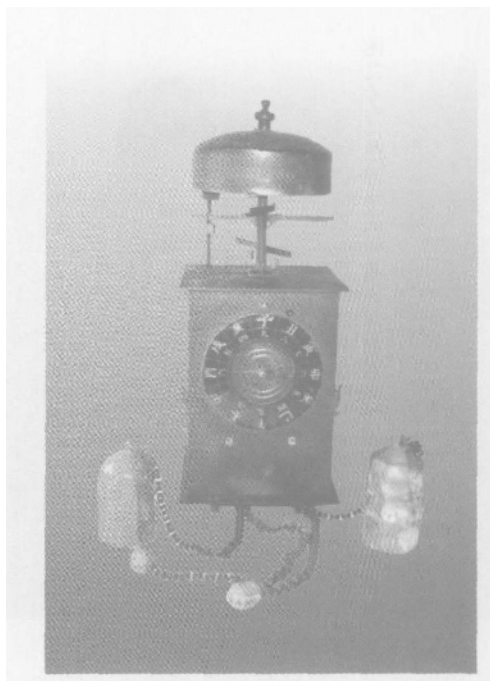
二 精确的传递机构——擒纵调速器

我国不仅是古代机械钟的发明国,也是机械钟采用“擒纵机构”的创始国。北宋苏颂发明的“水运仪象台”中报时器里的机械擒纵器,与现代钟表里的锚状擒纵器的作用就非常相似。由于元明两朝制钟技术处于停滞与倒退状态,此时欧洲钟表业正以更为先进的科学技术一度领先并影响我国的钟表制造业,到清康熙初年中国机械钟制造业才重新崛起,这时我国生产的钟表擒纵调速器已有仿制西方的了。

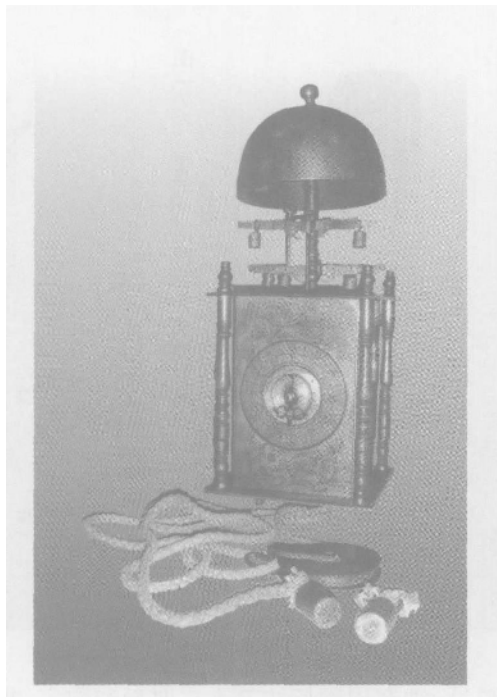
擒纵调速器,简称擒纵器,是机械钟表的关键部件,有人称之为机械钟表的心脏。它由擒纵机构和振动系统两部分组成,依靠振动系统的周期性

震动,使擒纵机构保持精确和规律性的间歇运动,从而取得调速作用。擒纵,就是一收一放之意。“擒”,就是将主传动的运动锁定(擒住);“纵”,就是以震荡系统的一部分势能,开启(放开)主传动链运动,同时从主传动链中取回一定的能量以维持震荡系统的工作。它的作用是把原动系的能量传递给振动系,使振动系统作等幅振动,并把振动系统的振动次数传递给指示机构,达到计时的目的。

近代钟表应用最广的是叉瓦式擒纵机构,它由擒纵轮、擒纵叉、双圆盘和限位钉等组成。南博所藏清初坠力天文钟的擒纵器是仿制西洋,但在擒纵机构装置上又十分别致。如“木长匣坠力筒子钟”的擒纵调速机构是以重锤下坠力为动力,它通过一丝绳绕在头轮上,利用头轮、二轮、侧轮的齿合,将铅锤的下坠力传递给尖齿式火轮(即擒纵轮)。尖齿火轮与挂摆匹配,控制着齿轮的运转速度。“梳摆式自鸣钟”的擒纵调速机构是由卧式双侧火轮、二支轴叶擒纵器和梳子摆组成的,这两根梳子摆分别担负着调控昼夜走时速度的作用。梳子摆是14世纪初盛行欧洲的以重锤驱动的机械钟装置,它以“摆”或“梳子摆”为振荡器叉瓦直接固定在轴杆上。这套独特的擒纵调速器机构装置,在现今古钟表收藏中已极为罕见了。关于梳子摆结构的文献记载,清代嘉庆十四年(1809年)江苏人徐朝俊所著的《觚厚蒙术》书中的“自鸣钟图表法”曾提及到。此书记载了我国钟表制造、钟表机械理论和维修技术等,是我国第一部近代机械钟



图四// 十二时辰坠力铁挂钟



图五// 十二时辰坠力铜挂钟

表理论性的书籍。

三 传统的时辰记时、单针显示和报时方法

十二时辰是中国古代对周天的一种划分，《史记·历书》历伍子篇和《汉书·五行志》等书都有“加时”和以十二时辰为名的。东汉王充《论衡·询时篇》云：“一日之中，分为十二时，平旦寅，日出卯也……”。清赵翼《陔余丛书》说：“一日十二时始于汉。”清代钟表仍沿袭汉代以十二时辰作为计时单位，它与一般钟表表面不同的是，木长匣十二时辰天文竖表表面显示板上有显示十二时辰与对应的时初、时正的报时记数（图3），还可以根据不同的月份选择时间读数，并在显示板上巧妙地设计了曲线，指示月落日升和季节的变化。这种报时、指读和日月变化的设计，使钟表既有典型的装饰性，又有很强的实用性。

天文钟的另一特点是单针指示。近代机械钟最常见的是双针指示时间，而单针指示极为少见。从文献记载来看，元朝郭守敬创制的巨型天文钟“大明殿灯漏”的指针设计，是以木人用手指刻。到元末明初的詹希元创制“五轮沙漏”配置的指针只有一根，字盘是子、丑、寅、卯等^[6]，成为世界上最早带有字盘、指针的独立计时仪器^[7]。木长匣十二时辰坠力天文钟的字盘和指针形式几乎与詹希元的“五轮沙漏”相似，为单针指示，它的字盘和指针均采用十二时辰计时。我国古代在很长时期计时

法是十二时辰、百刻制。百刻制计时大约出现在西周之前（公元前11世纪），就是把一昼夜均分为100刻。西汉初期在刻漏上使用的还是单一的百刻计时制。“自明末受西洋计时器的影响，逐渐改为一个时辰为两小时，一天为二十四个小时，一小时为四刻，一个时辰为八刻，一昼夜记九十六刻，改变了百刻制。”^[8]这种九十六刻制的计时法，只需配单针指示。从单针指示法可以看出，该天文钟表承袭了我国古老钟表的计时制和指时制。

天文钟的报时打钟法也独具一格，但其报时方式在古代文献中均未记载。它的报时打法如表一。

表一//

时辰	子	丑	寅	卯	辰	巳	午	未	申	酉	戌	亥
时初	九下	八下	七下	六下	五下	四下	九下	八下	七下	六下	五下	四下
时正	一下	二下	一下	二下	一下	二下	一下	二下	一下	二下	一下	二下

从表一可以看出，每个时辰分“时初”和“时正”敲钟（每一时辰的前一小时为时初，后一小时为时正）。时初敲钟：子时打九下，丑时打八下，寅时打七下，卯时打六下，辰时打五下，巳时打四下，午时打九下，以此类推。子时（夜半）和午时（日中）是一天时辰上的两个重要时刻，因我国传

统崇尚“九”，以九为贵，所以此时都打九下。时正敲钟：子时打一下，丑时打两下，寅时打一下，卯时打两下，其余类推，一昼夜共打九十六下。这种独特的报时敲钟法在古典小说《红楼梦》中曾被引述过，可见当时已被广泛的使用。后来欧洲采用一至十二下的西洋钟报时法，这种初正报时法才逐步被取代。在乾隆以后制作的钟几乎全部采用一至十二下的报时方法，这点后来也被人们作为鉴定钟表年代的重要依据。

清代重锤坠力天文古钟，仍保留了本国传统的字盘显示，即十二时辰记时、单针指示以及初、正报时法。它之所以成为珍贵的文物，就在于它在设计上并没有完全西化，仍承袭了本民族的传统文化，成功地将我国机械钟表制造水平发挥到了极致。

四 坠力天文钟制作年代的确定

中国率先研制钟表并获得成功是在13世纪，后来才西传至欧洲并普及开来。西洋的计时器也经过水钟和机械钟两个阶段。“据国外文献记载，14世纪中叶意大利米兰最早出现的机械钟，是在中国制作天文钟的影响下诞生的。”^[9]英国剑桥大学李约瑟博士说：“这样一来，中国天文钟的传统，似乎很可能是后来欧洲中世纪天文钟的嫡系祖先！”^[10]到了16世纪以后，欧洲钟表制造业才开始兴盛起来，随之向世界各地传播。最早传入中国是在17世纪初。明万历二十八年（1600年），意大利耶稣会的传教士利玛窦来到中国传教，进献给明神宗一只“自鸣钟”，使中国人开始认识了西方流行的计时钟表，进而影响和促进了中国机械钟表的制造。清康熙时期（1662～1722年），因康熙皇帝对西方文化的热爱，尤其对西洋钟表的偏爱，并把它作为一项科学技术加以重视和研发，除购进产品、引进技术外，还投入大量的人力、财力、物力生产钟表。在钟表设计上，有的纯仿欧式，有的也保留了民族的传统特色。由于康熙朝对钟表业的重视，我国机械钟表制造业才由一度衰弱逐步走向兴盛。

重锤坠力天文钟的制作年代，清初刘献庭（1648～1695年）撰《广阳杂记》及《清通志》等史籍，均记述了用重锤作动力的计时仪器^[11]。但在以后的一些文献，如嘉庆间著的《蒿厚蒙术》中“自鸣钟图表法”所载齐彦槐制作的球型天文钟，即强调采用以发条为动力了。“竖表在铁制钟之先，仍是坠力筒子钟的形式，因为它走到下半部的时候必快，发动力前后不平衡，所以又改为圆盘。”^[12]重锤坠力为发动动力，它的不足之处是前后不均衡，

计时精度不太高，所以后来改进为转动均匀的圆盘——时轮结构，即以发条为动源。德国人首先用钢发条代替重锤，创造了用冕状轮擒纵机构的小型机械钟。发条动源比坠力动源更加先进，但在始创时间上比坠力动源要晚一个世纪。

由此可以确定，用中国固有的十二时辰计时，且以重锤作动源的机械钟，是在康熙年间就开始制造了，并在乾隆之前广为流行。乾隆时期除制作大型钟表外，其他钟表都以发条为动源。乾隆以后，以重锤为动源的天文钟表逐渐被以发条为动力源的钟表所取代。

坠力天文钟表与其他文物一样具有历史、欣赏和科学三方面的价值。在我国古代计时仪器的发展进程中，它反映出一个时代的文化背景和文化特征，从它的机械装置和外观样式上不难看出它汲取了西洋钟表的元素，已成为中西钟表文化合璧的结晶。尤其是当年深藏在皇宫内仅供皇帝和少数贵族享用的计时器，如今陈列在博物馆与世人见面，服务于大众，满足于人们精神文化的需求。一台台精湛的天文钟表，足以充分体现出中国古代钟表技师那独具匠心的设计、妙手神工的制作、出色的才干和智慧。同时，坠力天文钟还为钟表研究者提供了钟表发展、内部机械结构原理、各部件的差异、制造工艺、科学技术等多方面的信息，并为鉴定同类钟表器型的年代、结构和工艺提供了标准器。

[1]王振铎：《揭开我国“天文钟”的秘密》，《文物参考资料》1958年第9期。

[2]《晋书·天文志》。

[3]《旧唐书》卷二十五《天文志》。

[4]《元史·天文志》。

[5]《明史》卷二十五《天文志》。

[6]陈凯歌：《清代苏州的钟表制造》，《故宫博物院刊》1981年第4期。

[7]《钟表》，中国钟表工业科技情报站出版，1979年第12期。

[8]李泽奉、刘如伸：《钟表鉴赏与收藏》，吉林科学技术出版社1994年1月。

[9]刘仙洲：《中国在计时器方面的发明》，中国科学院印，1956年8月。

[10]清·刘献庭：《广阳杂记》卷三；《清通志》卷五十《器服略》。

[11]徐文璘、李文光：《谈清代的钟表制造》，《文物》1959年第2期。

[12]《宋学士全集》卷十五《轮沙漏铭》。