

不可不知的 科技发明

BUKE BUZHI DE KEJI FAMING

王宗斌 郭惠英 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

不可不知的科技发明

王宗斌 郭惠英 编著

中国铁道出版社

2017年·北京

内 容 简 介

本书以深刻影响人类社会的重大科技发明为线索,以这些重大科技发明起源、生成、发展为主体,深刻解剖其产生的历史背景、智慧内涵、思想方法,以独特的视角,优美的笔调演绎其中的故事,展现科学家们献身科学的感人精神。书中既有历史上的计时工具、科学家与宗教愚昧的拼搏历程、经典科学理论建立、力热光电原各领域突出成就与惊人业绩,也有现代原子钟、超导、激光、可控热核反应、智能机器人、量子计算机等最前沿的科技介绍与可能对人类产生重大影响的展望。本书内涵丰富,思想深邃。

图书在版编目(CIP)数据

不可不知的科技发明/王宗斌,郭惠英编著. —北京:
中国铁道出版社,2017. 12
ISBN 978-7-113-23527-7

I. ①不… II. ①王…②郭… III. ①科学技术-
创造发明-世界-普及读物 IV. ①N19-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 200591 号

书 名: 不可不知的科技发明
作 者: 王宗斌 郭惠英 编著

责任编辑: 许士杰 编辑部电话: (010)51873204 电子信箱: syxu99@163.com
编辑助理: 曹丽莉
封面设计: 崔丽芳
责任校对: 王 杰
责任印制: 郭向伟

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街 8 号)
网 址: <http://www.tdpress.com>
印 刷: 三河市华业印务有限公司
版 次: 2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 11.75 字数: 288 千
书 号: ISBN 978-7-113-23527-7
定 价: 38.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)
打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前言

在今天,我们正在面临科技给我们的生活带来翻天覆地的变化。

超导冲淡了一切发展的瓶颈,可控热核反应带来的廉价的能量彻底解决人类面临的困境,纳米材料制造出具有神奇功能的纳米器件,全息投影产生亦真亦幻的情景,激光技术带来无法想象的美妙愿景,量子通信具有高保密与海量存储信息的特点,智能机器人走进生活中带来无可比拟的方便……粒子物理的研究会不会制造出一个黑洞,或者拨动亚原子内部的“弦”重新爆炸产生新宇宙让我们生存的世界毁灭?量子计算机走进生活中,智能设备的智商会不会高出人类的智商,把人类变成动物园中的保护物种,世界变成了机器的世界?我们是不是最后一批死去的人,半人半机器是不是在这个世界上常存,或3D打印机帮助人类永生?

你了解这些吗?这些都会变成现实吗?

为了让普通的大众,了解这些重大科技发明的起源、生成、发展过程,以及它们产生的历史背景、智慧内涵、思想方法,本书从科学发展的源头谈起,详尽地介绍了计时工具的发展脉络、宇宙的探索历程、机器的创制与演变、电的研究及电能开发的路径、光学研究过程中的是是非非,新材料的开发带来信息传播发生的飞跃。在介绍这些内容时,自然地穿插了经典科学理论突破性的建立过程,历史上重大发明推动人类变革发展的效应,以及科学家们在发现真理过程中的悬疑苦索、艰苦劳作的感人精神。本书中对照性地谈及了中外古今发明,让我们感到了中国古代科技的辉煌,近代的没落,当今的重新崛起。

写作本书的目的并不是为了介绍完备的科学理论,自然也就没有任何一个公式性符号与令人费解的科学结论。本书力求挖掘出这样三点,其一是科学研究已经帮助人类把自然了解到什么程度,出现了哪些使人类发展即将发生飞跃的科技发明,让读者具有前瞻性的科学意识;其二人类是怎样了解万事万物的,如何对待疑问和不确定性,对历史上那些科技发明是怎么想、怎么做的?读者应接受科学的思想,学会科学的方法;其三是漫长科学的研究历程是什么,研究过程中都发生了什么,让读者受到科学精神的熏陶。

请打开这本书吧,你将体会到人类智慧超群,欣赏到五彩缤纷世界的的神奇。你能在阅读中领略科学家们的睿智与才华,体会发明家们的灵性与智慧,从而找到启迪思维的方法,为寻找适合自己发展的道路提供依据。本书具有解决问题的方法,有创新发展的道路,更让你知道如何学会创新,如何从容面对人生的挑战,如何在未来真正实现自己的价值。本书也会引导你去做合理的事,如何合理地去 做,如何做得更合理。

本书一、二、三、五章由王宗斌执笔,四、六两章由郭惠英执笔,王宗斌统一协调。作者是中学教育第一线人员,科学知识水平有限,解读不恰当、不准确在所难免,恳请各位读者谅解并批评指导,对不足之处提出宝贵的意见。

特别要感谢本书的编辑在编写过程中的指导,感谢所有编写过程中的关心与支持这本书同事们!

编著者

2017年11月

目 录

第一章 记述流逝的岁月	1
一、古老的时钟	1
二、水运仪象台	4
三、把握了自然节奏	8
四、精确的机械表	11
五、廉价的石英钟	15
六、原子钟	17
第二章 深邃的人类思想	22
一、宇宙中心的寻找	22
二、给天空立法	29
三、运动的破解	36
四、宇宙大爆炸	43
五、浮想联翩的黑洞	50
第三章 助推人类的进步	57
一、简单机械的演变	57
二、热动力改造世界	65
三、智能机器人	74
四、3D 打印机	82
五、可穿戴设备	90
第四章 自然灵魂的捕捉	97
一、初识自然的灵魂	97
二、划时代的发现	101
三、超导改变世界	105
四、恶魔降临	110
五、人造太阳	116
第五章 敲开微观世界	123
一、几何规律的创造	123

二、光是什么	127
三、新奇的光	134
四、射线来自哪儿	140
五、骇人的激光	145
第六章 代替人的智慧	151
一、半导体创造的奇迹	151
二、计算机对世界的改变	156
三、细微之处显神奇	164
四、最安全的通信方式	170
五、量子计算机将怎样改变世界	176

第一章 记述流逝的岁月

一、古老的时钟

太阳东升西落,月亮盈亏圆缺,人们认识了“日”、“月”;暑往寒来,春华秋实,人们认识到了四季的更替和“年”的变迁。但要想感受一日之内的时间,必须要让时间“显形”。怎么才能够让它显形呢?人们就开始寻找、创造可以表示时间的工具。就这样时间的印迹——钟表就诞生了。

光芒耀眼的太阳悬挂在天空,阳光下的各种物体投在地面上的影子,这不就是时间的印迹吗?喜欢思考的人,观察到阳光下各种物体的影子,随着太阳在天空中的移动而不断缓慢地变化着位置,影子的位置与太阳在天空中的位置是一一对应。这一重大发现,让远古的人们创造出了记录时间的工具——太阳钟,即圭表(如图1所示)与日晷(如图2所示)。

圭表包括两部分,放置在正南、北方向平卧的尺子“圭”和直立在平面的标竿“表”组成,表在南端,且与圭互相垂直。测量表影落在圭尺上的长度可以定出正午时刻,再根据表影落在圭尺上长度的周期变化,就可推算出24节气。其中日影最短的那一天是夏至,日影最长的那一天是冬至,连续两次日影最长(冬至)或最短(夏至)之间的时间间隔,就是一年天数。这样,我们就不难知道,圭表的主要功能不是测量时刻,而是测量节气,确定一年天数。



图1 圭表

日晷表意是,“日”指“太阳”,“晷”表示“影子”,“日晷”的意思为“太阳的影子”。日晷有晷盘和晷针组成,晷盘面上有刻度,晷针是装在晷盘中央与盘面垂直的针,针影随太阳运转,在盘面上移动,在盘上所在的位置,对应相应的时刻,这样就知道对应的时辰。

日晷根据晷面的角度有好多种类型,如赤道式日晷、地平式日晷、垂直式日晷、子午式日晷以及卯酉式日晷等等。赤道式日晷是指晷面与赤道平面平行,是最重要和最常见的日晷,是古代天文观测仪器中的基本组成部分。它蕴含了古代人类与自然融合的精华,是人类了解天体、自然的一大重要的创举。地平式日晷的晷面必须是水平的,它的好处是制造容易,安装简便,易于普及;缺陷是晷面上的刻度随时间变化的实际情况来进行刻划,往往不均匀,反之,如果刻均匀,时辰误差太大。现代社会中,它被安装在城市的广场、道路、小区、花园、学校、寺堂、游览点和码头等地方做装饰品,显得非常别致和美观。欧洲的一些国家,常将日晷挂在墙上使用,这种日晷,叫垂直式日晷,只能测半天时辰。

日晷最早是什么人发明的呢?这已经是遥远的历史了。6000年前古巴比伦就开始使用日晷记时,古埃及与古印度也在较为远古的时候就在应用,古欧洲人在古埃及人影响下也在广泛使用日晷记时。而在中国,根据殷墟出土卜辞《尚书·尧典》中的记录,距今五千多年前的尧统治的时代,圭表与日晷用来记时已经相当普遍,相传更早的黄帝时代圭表与日晷已经被使用。值得一说的是,美洲的古民族阿兹特克人的遗址上,也找到日晷。



图2 日晷

太阳钟被人类使用了几千年,阴天和晚上看不到阳光的时候不能用,而且非常笨重且精确度太低,这些显而易见的缺点成为终止它生命的利器。青铜的广泛使用,使人们发明了配合日晷计时仪器——漏刻。

“漏刻”又名“铜壶滴漏”,其中“漏”指漏壶,“刻”指受水壶中的刻箭,更准确地说是浮箭上的时辰刻度。漏刻计时,同天文日晷测影和恒星位置观测比对,以确定计时的起点和时间单位。在几千年的使用中,人们发展了形式多样的漏刻(如图3所示)。

据说,在公元前2000年之前,中国已经有了漏刻。中国在春秋时期,开始广泛使用沉箭漏。沉箭漏结构简单,只有单壶,下部有流管,带有刻度的刻箭(又称箭尺)直立地浮在水面上。使用时,壶中水通过流管不断泄到壶外,箭尺便逐渐下沉,上面的刻度显示出时间。沉箭漏的壶中水位因在滴泄中逐渐下降,所以导致流速不均,为了能够表示相等的时间间隔,箭尺的刻度,下端的越来越疏,上端的越来越密,不能等距地划分。

古埃及盛产漏壶钟。主要结构由两个互相叠置的圆筒组成,水从上面的圆筒穿过一个小孔滴入下面的圆筒,水滴完就可以报出某个时辰过去了,再重新装满水。古埃及法老王朝的钟表巧匠创造出了装有指针和鸣击装置的漏壶钟,每隔一小时,一定数量的圆球便滚落到金属盖上,发出大声的鸣响。

古埃及的漏壶钟还出口到欧洲。著名哲学家柏拉图(相当于中国战国时期人)把下面的圆筒挂起来,可以旋转,他又做了一个哨管,过一定的时间,圆筒便翻倒,把水倒出,水又流往哨管,水流的冲击造成的气流使哨管吱吱作响,成为最古老的闹钟。据说君士坦丁大帝(相当于中国东晋时代人)有一只奇妙的钟,形状像一棵树木,枝桠上坐满了各种动物,下面蹲着许多的狮子,时钟一敲,狮子便张开大口,发出吼声,在今天来看,也是一只极不寻常的、复杂的计时器。

中国在东汉时期,出现了浮箭漏,由漏壶与箭壶两部分组成,这种漏刻克服了沉箭漏水位下降导致流速不均。箭尺放在箭壶中,采取措施来保持漏壶水位的稳定,使漏壶的水均匀地滴入箭壶,箭尺便随箭壶水位的升高而逐渐上浮,箭尺的刻度能够均匀划分,并且可不间断地长时段计时。在逐步使用中,人们又将浮箭漏发展为复式浮箭漏。中国使用了七百年,现存国家博物馆最大的铜壶滴漏,整件由日壶、月壶、星壶、受水壶组成。水滴由日壶滴入月壶,月壶滴入星壶,星壶中的水用恒定的流量滴入受水壶。受水壶壶盖上正中立着刻有时辰刻度的铜表尺,前方放着带着浮舟(木箭下端是一块木板)木制浮箭。浮舟托着木箭,随逐渐增加的受水壶中的水位缓缓上升,木箭的顶端指示着铜表尺上的刻度,就知道了当时的时间。



图3 复式漏刻

在南北朝时期,北魏道士李兰发明秤漏,有别于以往的漏刻。据现代学者研究,秤漏的漏壶中的水,是通过虹吸管流入受水壶的,时间的累积量是用秤称量受水壶中水的重量的增加来显示。一斤水对应一古刻即 14.4 分钟或 864 秒。那么一两(16 两 1 斤)水就对应 54 秒。半两水位对应 27 秒,秤漏大大地提高了精确度。秤漏发明之后,在隋唐风行全国,后经改进后,被政府司天机构采用,一直沿用到宋,后来失传。

大约在中国南宋时期,欧洲的一名僧侣发明了沙漏(如图 4 所示),由于它不受天气冷热的限制,在中东、欧洲被广泛使用。在中国,明代詹希元也设计制作了沙漏。沙漏原理与水漏的原理差不多,根据沙流量的多少来计量时间的。沙流速度易受到各种偶然因素的影响,沙的流动不像水流那样连续流畅,而且沙漏又不能像漏壶中那样采用多壶连用,不能采取恒定水位等减小流速变化的方法,来使沙流速度基本不变,所以其精度比不上漏壶。



图4 沙漏

古人计时,还用过火钟,如香烛钟与蜡烛钟,它们是用燃烧刻有时间标记的薰烛计算时间。据传中国的一位制做钟表的能工巧匠,用各种各样的薰料制成了一种香味钟,它每小时散发出一种不同的味道。

更为精巧的机械钟出现后,这些原始钟表才退出历史舞台。

二、水运仪象台

仰望夜空,月光皎洁,星斗闪烁,总能引发人们的遐思,诱发人们探索的欲望。人类好奇的天性,怎能不对神秘的宇宙产生痴迷?我们的祖先渴望了解宇宙,想知道宇宙中错综的关系,典雅的事实,微妙的机制,更想搞清楚这些悬挂在天空中的颗颗宝石,究竟什么时候升,什么时候落,究竟在做些什么?

当我们把目光聚焦到西汉时期,会看到落下闳独自在仰望深邃无垠的苍穹,琢磨着天象的变化。在这位古代科学家心目中,大地是个球形,外裹着一个球形的天穹,地球浮于天表内的水上,星星、太阳、月亮都附着在天穹之上,天穹就像车轮一样,永不停息地转动着。按照这种想法,他创制出世界上第一台比较精密完整的观测仪器——浑天仪。但是,人们只能在历史传记中找到只言片语的记述,其具体结构、详细描述已经完全淹没在历史的车轮之中,找不到它的痕迹。

时间向后推移,东汉的大科学家张衡接过了落下闳研究天文的接力棒,又向宇宙发出深深叩问。他在落下闳浑天仪的基础上,进行了大胆的创新与发明。铸造了一个大铜球代表天球,贯穿球心的铁轴代表天球的方向,轴和球的两个交点,一个叫北天极,一个叫南天极,球外表面上刻有地平圈和子午圈,以及二十八星宿和其他恒星,其中北极高出地平圈成 36° 角。而轴的方向恰好与地球自转轴的方向吻合,北极高出地平面的角,正是当时东汉首都洛阳的地理纬度。天球安装时,一半露在地平圈之上,一半隐在地平圈之下。另外,他又加上了互成 24° 的交角的赤道圈和黄道圈,在这两圈上,各列有二十四节气,并从冬至点起,刻分成三百六十五又四分之一度,每度又分四格,太阳每天在黄道上移动一度。更重要的发明是张衡把当时农业生



图5 落下闳观天

产中,已经开始使用的齿轮系统创造性应用进来,用漏壶滴出来的水的力量带动齿轮,齿轮带动天球绕轴旋转,天球从东向西旋转,一天一周,刻在上面的恒星就从东边升到地平圈以上,又向西边落到地平圈以下,正好跟天空里恒星东升西落的情况相符合,并且同步转动。这样,人在屋子里看着仪器,就可以知道某星正从东方升起,某星已到中天,某星就要从西方落下,准确地看到天象。跑出屋子一看,天空中的实际情况和浑天仪表示的完全一致。张衡的这架流水转动的浑天仪,是世界上第一架自动的天文仪器。



图6 张衡看浑仪

时光步入盛唐,僧人一行却在青灯古佛旁参经查典,痴迷在浩瀚宇宙之中。他从史迹中找到张衡创作,又吸收之后好多能人志士的智慧,联合机械专家梁令瓚,创造了人类的奇迹,发明了非常精密的黄道仪。黄道仪的核心部件,仍然用浑天仪显示天象的浑象,在此基础上又做了大量的改进,在天球之外又做了黄道环与二轮,二轮上面铸有日月。天球放在木柜子中,一半在柜中,一半在柜外,又做两个木人,分别在木人前置钟鼓。黄道仪也是用水力通过齿轮系统推动其旋转,一天一夜,天球转动一周,日月二轮也随着转动。天球标有的星宿、日月所处位置以及相对时间内转过黄、赤道上所刻的周天度数,与实际观测到的完全一致。

最为大放异彩的是它的计时系统,用了水车方案,而分割时间的工具是秤漏,用定位的秤砣把握时间。它是在转轮外周安一圈水斗,秤杆端头挑住水轮,漏水注入平正位置那个斗里,

到水量够了,秤被压翻,转轮就走过一斗,倒出一斗水,秤杆又截住下一个水斗从头顶注水。转轮又推动计数和声像显示系统,两个木人在带动下,每过一刻就自动击鼓,每至一辰则自动撞钟。这可能世界上所创造的第一架自鸣钟,当时称这一制作为奇妙神功,唐玄宗把它抬在朝常之上让百官参观。现代的有些科学家认为,一行黄道仪已经有了现代钟表的关键部位擒纵器,已经是现代钟表的雏形。这台机器后来生锈,转不动了,被闲置后在战火中销声匿迹了,最为可惜的是,没有留下详细制作过程中的记录与图纸,让一行等人这项发明封存在历史的记忆之中。

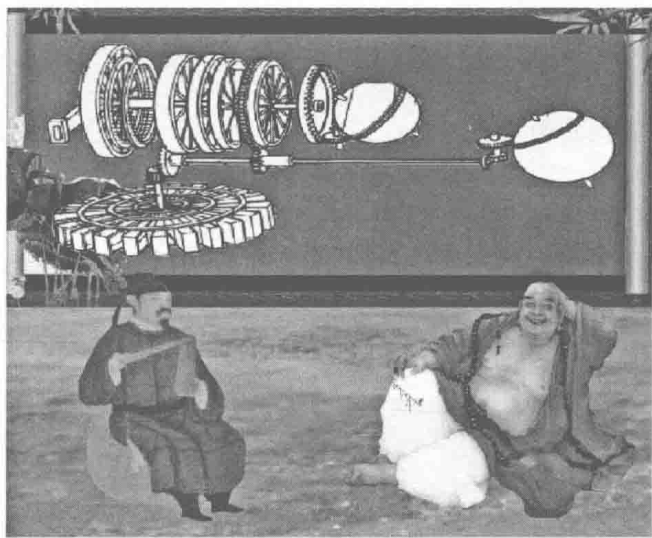


图7 一行研究水运仪

时间的列车不停歇的向前飞逝,进入到赵宋王朝,人们的才化横溢在词章曲赋上。大街小巷,要么充满了离愁别绪,闺情绮怨的悲切;要么是意境高旷,悲壮激昂的雄声。达官贵人,豪绅富商,都沉浸在莺歌燕舞、风华秋月之中。身居丞相之职的苏颂,却注视繁星,遍折汉唐遗迹,决心要做一件传诵千古的发明,复制并发展汉唐的水运仪象装置。

苏颂组织了韩公廉、周日严等一批学者,组成了一个精通天文、数学、机械学知识的团队。在苏颂的领导下,团队中的科学家应用劳动人民使用凸轮、桔槔、筒车、水车等生产机械的经验,通过精密的理论计算,先制成了全部仪器的小木样,经过检验之后,又制成了大木样。大木样成功之后,又命一批天文学家经过检测3个多月,验证了这台水运仪象台与实际天象相合。然后用了一万多公斤的铜材,在两年之内,把天文观察、天象演示、自动报时集于一机的“水运仪象台”制作成功。这台机器的传动系统复杂,要求动静态平衡及相互配合。既要准确调整与天体运行同步,又要解决水动力能源,时间显示精度,在当时的全靠手工制作、装配的情况下,其难度之大是难以想象的。

水运仪象台整体结构是木楼式建筑,形状是上狭下广的正方形,底宽二丈一尺,高三丈五尺,共分三层。

顶层是一个露天的平台,到仪象台的台基有7米多高。上面覆盖有九块活动屋板,构思巧妙,有观测活动时按需要打开,不需要时可以随意关闭来遮蔽日晒雨淋。里面设有用来观测天体运行“浑仪”,它上面有四游仪窥管。浑仪用龙柱支持,下面有水槽以定水平。顶层活动屋板

的设计与四游仪窥管,是人类观测活动的首创。顶层的设计已经具备现代天文观测室的雏形了。

中层是一间没有窗户的“密室”,是天象演示台,里面放置浑象。球面上画着天体星宿的形状位置,球外有经纬圈,设有“昼夜机”。天球的一半隐没在“地平”之下,另一半露在“地平”的上面,靠机轮带动旋转,一昼夜转动一圈,真实地再现了星辰的起落等天象的变化。中层正是现代天文台室内天文演象馆的前身,其中的昼夜机是现代转仪钟(天文台的跟踪机械)的前身。

最有创意的是下层,设有向南打开的大门,门里装置有五层木阁,木阁后面是与昼夜机关联的机械传动系统。第一层木阁负责全台的标准报时,每到一个时辰的时初、时正,就会出现一个穿红、紫色衣服的木人分别在左右门里摇铃;每过一刻钟,就会出现一个穿绿衣的木人在中门击鼓,它被命名为“正衙钟鼓楼”。第二层木阁的机轮边有24个司辰木人,每逢时初、时正,司辰木人按时在木阁门前出现,手拿时辰牌,牌面显示当时时辰的名称,如子初、子正、丑初、丑正等,相当于现代时钟的时针表盘。第二层的职责是报告十二个时辰的时初、时正名称。第三层木阁装置有96个司辰木人,其中有24个木人报时初、时正,其余木人报刻。第三层的职责是报告刻。第四层木阁的专项职能是报告晚上的时刻。木人可以根据四季的不同击钲报更数。第五层木阁职能是报告昏、晓、日出以及几更几筹等详细情况,木人位置可以随着节气的变更,共装置有38个木人。



图8 苏颂与水运仪象台

五层木阁里共有162个木人,一天一夜的误差只有一秒,已经相当精确。这些木人如此准确的报时与精彩的表演,都是依靠水的恒定流量,推动水轮做间歇运动,在“昼夜机”复杂的机械装置运转协调下实现的。这套水力装置中的“天关”(擒纵器),是现代钟表中的关键部位。苏颂等人发明的“水运仪象台”,被誉为“世界时钟鼻祖”,工作时擒纵器发出的嘀嗒嘀嗒的声音,不仅使它与古代的计时器有了根本的区别,也是它成为钟表首创的喝彩。

苏颂对这台机器的制造,写了《新仪象法要》三卷,详细介绍水运仪象台的缘起、经过、它与前代类似仪器相比的特点、设计及使用方法,书中附图六十三种。

水运仪象台使用34年后,在金兵的战火中消失了,以至于人们无法直接去了解它、去认知

它，最终淹没在时间的长河中，使得苏颂和水运仪象台一道成了泥土里的珍珠。历史是时间的学问，藏在人类的记忆之中，嘀嗒嘀嗒的钟声更像一种叮咛，不要忘记这种创举。

时至今日，苏颂和水运仪象台重新变得明星耀眼，各国科学家都在纷纷复制苏颂的水运仪象台。中国国家博物馆、福建同安县、北京天文台、中国台湾台中自然博物馆、苏州古代天文计时仪器研究所，都先后复制了按比例缩小的模型。著名研究中国科技史的专家李约瑟博士，也复制了按比例缩小的模型。日本长野县的“仪象堂”博物馆中陈列了一台按照实物大小进行完全复原的一台水运仪象台，并且还能够经久不息地运转。今天，苏颂的家乡也有一台能够经久不息地运转，如同实物一样的一台水运仪象台，算是对九泉之下的大发明家的一种告慰吧！

三、把握了自然节奏

1583年的一天，年仅17岁还是医科大学学生的伽利略，来到比萨大教堂去做礼拜。宏伟壮丽的教堂里，善男信女们跪满一地，他们一会儿作起祈祷、唱起赞美诗，一会儿虔诚地听着神甫讲解圣经。

这位年青人渐渐感到无聊，为了打发这些令人烦躁的时光，他不由自主地四下张望起来，拱形的廊柱，雕刻精美的祭坛一一从眼中闪过。

一位教堂司事，注满教堂顶部悬挂的油灯的油，巨大的青铜吊灯开始晃动，漫不经心地在空中来回划出看不见的圆弧，链条在摆动过程中发出了嘀嘀嗒嗒声音，伽利略百无聊赖的注意力被它们吸引了。这不过是再平常不过的一件事，可是伽利略却像触了电一样，目不转睛地凝视吊灯，跟踪着摆动的过程，几乎忘记了周围的一切，思绪远离了他的祷告活动，脑海里突然闪出测量吊灯摆动时间的念头。

凭着学医的经验，他用右手按着左腕的脉，计算着吊灯摆动一次脉搏跳动的次数。最初，吊灯的摆动幅度较大，摆动的速度较大，在一个大圆弧上摆动，伽利略测算来回摆动一次脉搏跳动的次数。经过一段时间后，摆动幅度减小了，摆动的速度也变小，在一个较小的圆弧上摆动，伽利略又测算来回摆动一次脉搏跳动的次数，令他诧异的是，两次测量的脉搏跳动的次数是相同的，即两次的时间相同。伽利略不放心，继续测量来回摆动一次的时间，直到吊灯几乎停止摆动时才结束，可是每次测量的结果都表明来回摆动一次需要相同的时间。

伽利略发现了一个惊天的秘密，吊灯摆一次的时间，不管圆弧大小，总是一样的，与摆动幅度的大小无关。

伽利略的脑子里翻腾开了，他想，书本上明明写着这样的结论，摆经过一个短弧要比经过长弧快些，这是古希腊哲学家亚里斯多德的说法，谁也没有怀疑过。难道是自己的眼睛出了毛病，还是怎么回事？

审视过去，回望历史，世界的表象就像一层薄薄尘埃覆盖人类的心智，时代精英们思维的错误，让这层薄薄尘埃变浓、变厚，遮蔽人类的智慧。时间又在不断挤压，盲目与崇信变成最大动力，真理就被隐藏了。

伽利略的活动正在轻轻扫拂着蒙蔽人类智慧的尘埃，就像幽幽地打开智慧透亮的水晶盒，激烈的思维犹如一束火蓝的焰火，开始精灵般跃动，映照到剔透无瑕的世界的本身。这灵动的思维，吹响了揭示自然内在规律的号角，闪烁着去激荡真理的灵魂。



图9 伽利略凝视吊灯产生了疑问

伽利略带着初次发现的喜悦与迷惑，发了狂似地跑回大学宿舍。对于这个十分认真又喜欢研究问题的人，根本不会满足只从一次实验中得到的结果，就此罢休，想通过反复的实验研究，严密推理，探索自然现象内在的客观规律。他找来两根同样长的绳索，并各坠上一块相同重量的石块，然后分别将两个绳子系在不同的厅柱上，准备做他那以后轰动科学界的实验。他请他的教父穆契柯·铁达迪帮助他进行这个试验。“我要你数一数绳索摆动的次数，而我则同时数另一条。”老头子耸一耸肩，说道：“又是一桩伽利略的发疯念头。”伽利略手拿两个石摆，将一个拉到距离垂直线四手掌阔的距离，另一个则拉到两手掌阔的距离，然后同时放手。两个人也同时计数，然后加以比较。伽利略成功了。两条绳索的起点虽不相同，但在同样的时间内，同样的摆动次数，达到同样的点上。

然而，他还是不敢确信，当然谁也不会相信一个医科大学生的科学发现，能够否定大名鼎鼎的亚里士多德的权威说法。于是他又找了不同长度的丝线、绳子，还有不知从哪里搞到的木球、铁球、铜球等实验用品。他用细绳的一端系上小球，另一端系在天花板上，做成了一个单摆，然后用沙漏记录摆动的时间。先用铜球实验，又分别换用铁球和木球实验，着迷地一次又一次重复。他发现，对于同一个球，摆线的长度不同，摆动一次所用的时间就不同。但无论用木球、铁球，还是铜球实验，摆线的长度相同，来回摆动一次所用时间几乎相同。

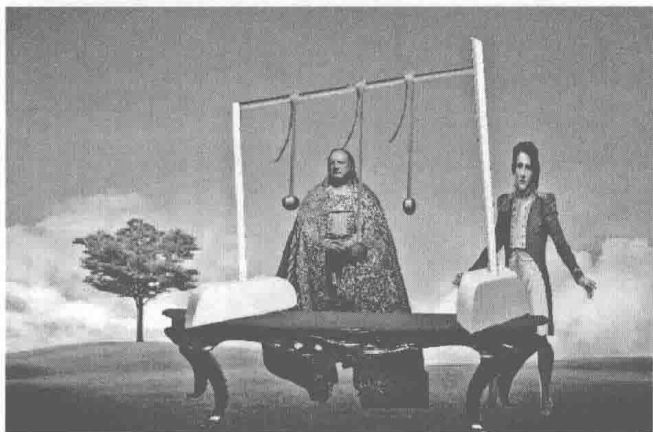


图10 伽利略研究单摆

伽利略并不满足得到的结论,他还想知道,决定摆球摆动一次的时间究竟是什么因素呢?伽利略做了两个摆长完全相等的单摆,但所挂的摆球轻重却不同,对比它们的摆动过程,发现它们的摆动过程几乎是同步的,即摆动一次的时间相同。他又做了十几个摆长不同的摆,逐个测量它们的摆动一次的时间,发现摆线的长度越长,摆动一次的时间就长。

最后,伽利略不得不大胆地得出这样的结论:亚里士多德的结论是错误的,决定摆动周期的,是绳子的长度,和它末端的物体重量与摆动的幅度没有关系。而且,相同长度的摆绳,摆动的周期是一样的。

伽利略用自己的脉搏跳动把握住了自然跳动的脉搏,发现了自然的节奏原则,对后世影响是无法估量的,他找到精确测量时间的自然依据,为钟表的制造奠定了基础。

伽利略发现了单摆的等时性,就立即提出应用单摆的等时性测量时间的设想。这位善于解决问题的科学家,首先就把它应用在自己熟悉医疗上。当时医生治病测量病人脉搏跳动的快慢,只凭经验,出现较大误差。伽利略制作了一个测量脉搏跳动时间的标准长度的单摆,大大的提高准确度,受到医生喜爱,很快就在当时医学界流行,这就是世界上最早的“脉搏仪”。

后来,伽利略又用单摆的等时性测量重力加速度。重力加速度会随着纬度和海拔高度而发生变化,伽利略测出该地区标准长度的单摆的周期,算出该地区重力加速度。伽利略把这种方法推广到了探查地下矿藏上。地下矿藏分布会引起地质结构的不同,从而使重力加速度的大小发生微小变化,因而,通过测量重力加速度可以发现地下矿产资源,这就是地质勘探家们常用的重力探矿的方法。

伽利略晚年后,双目失明的他与他的两名爱徒维维亚尼、托里拆利,共同探讨利用单摆的等时性制造钟表。这两位年青的学者设计了制造钟表的图纸,但由于其他因素的限制,以及对单摆更深层次的认识不够,没有把钟表制造出来。

十几年之后,这个殊荣被荷兰物理学家惠更斯摘走了。

惠更斯在伽利略研究的基础上,对摆做了更深入的研究。他在重复伽利略的实验时发现,单摆的等时性并不严密,只是近似成立,当摆动幅度增大到一定幅度再增大时,摆的周期就会变化,他利用自己出众的数学才能,建立了摆运动的数学理论。而且通过他的精心研究从理论上证明,真正等时的摆,摆动轨迹是一条摆线。

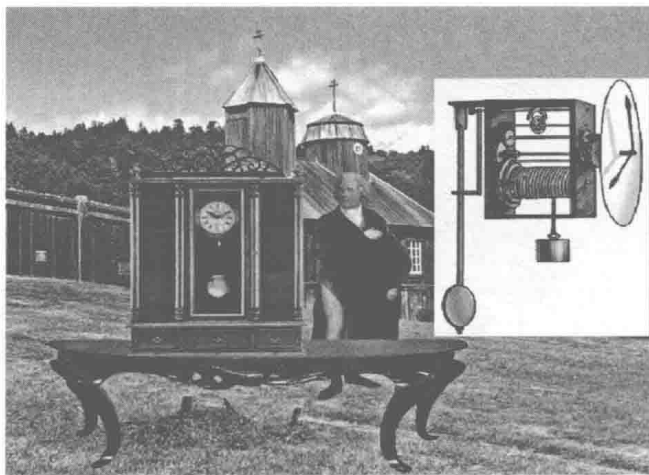


图 11 惠更斯与他的落地摆钟