

The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time

经度

Longitude

一个孤独的天才解决他所处时代
最大难题的真实故事

Dava Sobel

[美] 达娃·索贝尔 著

肖明波 译



世纪出版集团 上海人民出版社

图书在版编目（CIP）数据

经度：一个孤独的天才解决他所处时代最大难题的真实故事/（美）索贝儿（Sobel, D.）著；肖明波译.——上海：上海人民出版社，2015

书名原文：Longitude

ISBN 978-7-208-06912-1

I.①经... II.①索.....②肖... III.①经度-普及读物 IV.①P901-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第168371号

书名：经度：一个孤独的天才解决他所处时代最大难题的真实故事

作 者：[美]达娃·索贝尔

译 者：肖明波

责任编辑：雷静宜

转 码：南通众览在线数字科技有限公司

ISBN：978-7-208-06912-1/G.1125

本书版权，为北京世纪文景文化传播有限责任公司所有，非经书面授权，不得在任何地区以任何方式进行编辑、翻印、仿制或节录。

文
景



Horizon

豆瓣小站：世纪文景 新浪微博：@世纪文景

微信号：shijiwenjing2002

发邮件至wenjingduzhe@126.com订阅文景每月书情

目录

[中文版序](#)

[2005年十周年纪念版序言](#)

[第一章 假想的线](#)

[第二章 航行在精确计时前的大海上16](#)

[第三章 漂泊在时钟机构般的宇宙中22](#)

[第四章 装在魔瓶里的时间](#)

[第五章 怜悯药粉](#)

[第六章 经度奖金](#)

[第七章 木齿轮制造者的成长经历](#)

[第八章 “蚱蜢”出海](#)

[第九章 天钟的指针](#)

[第十章 钻石计时器](#)

[第十一章 水与火的考验](#)

[第十二章 两幅肖像的故事](#)

[第十三章 詹姆斯·库克船长的第二次航行](#)

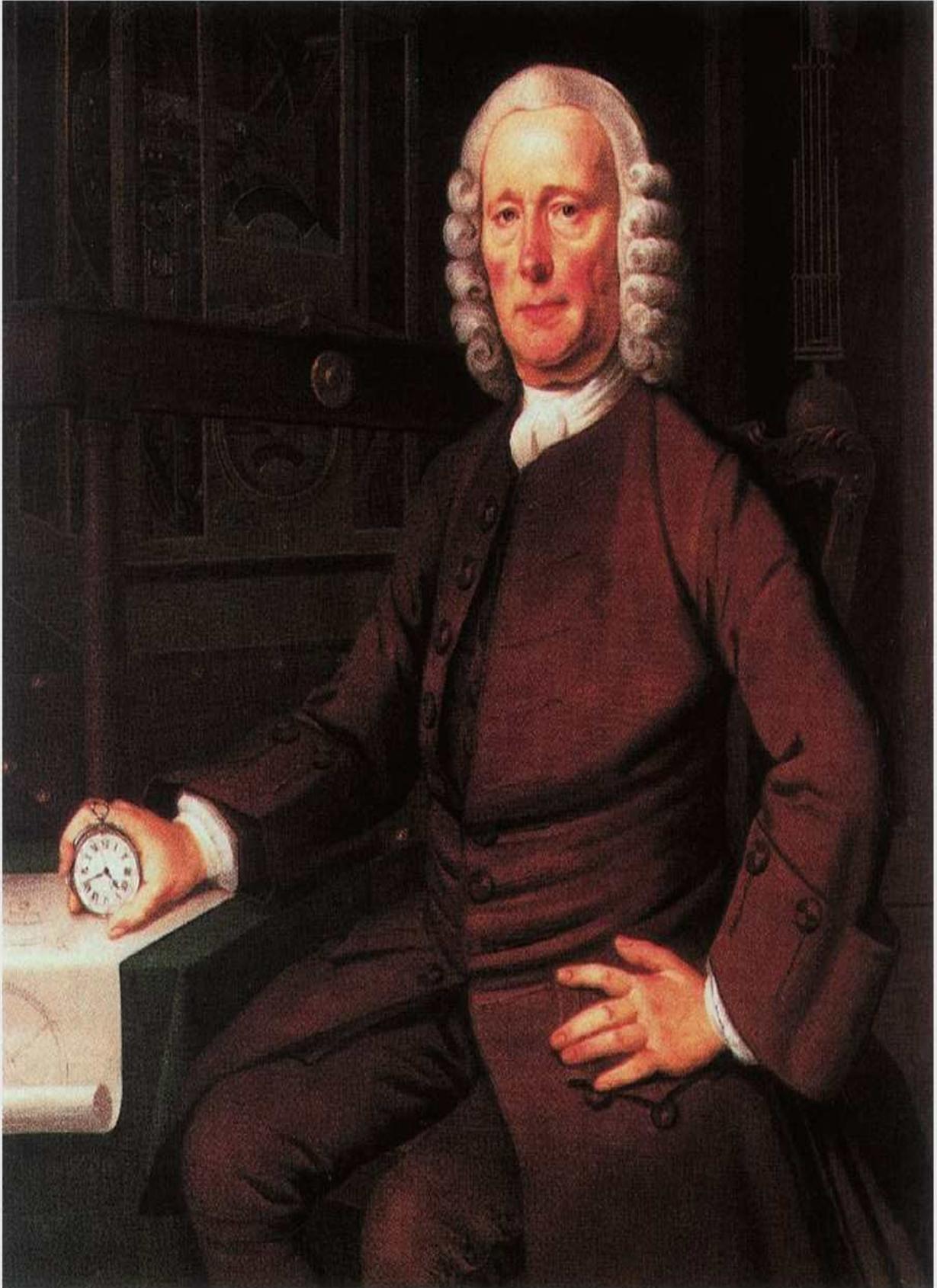
[第十四章 天才作品的量产之路](#)

[第十五章 在子午线院内](#)

[致谢](#)

[参考文献](#)

[译后记](#)

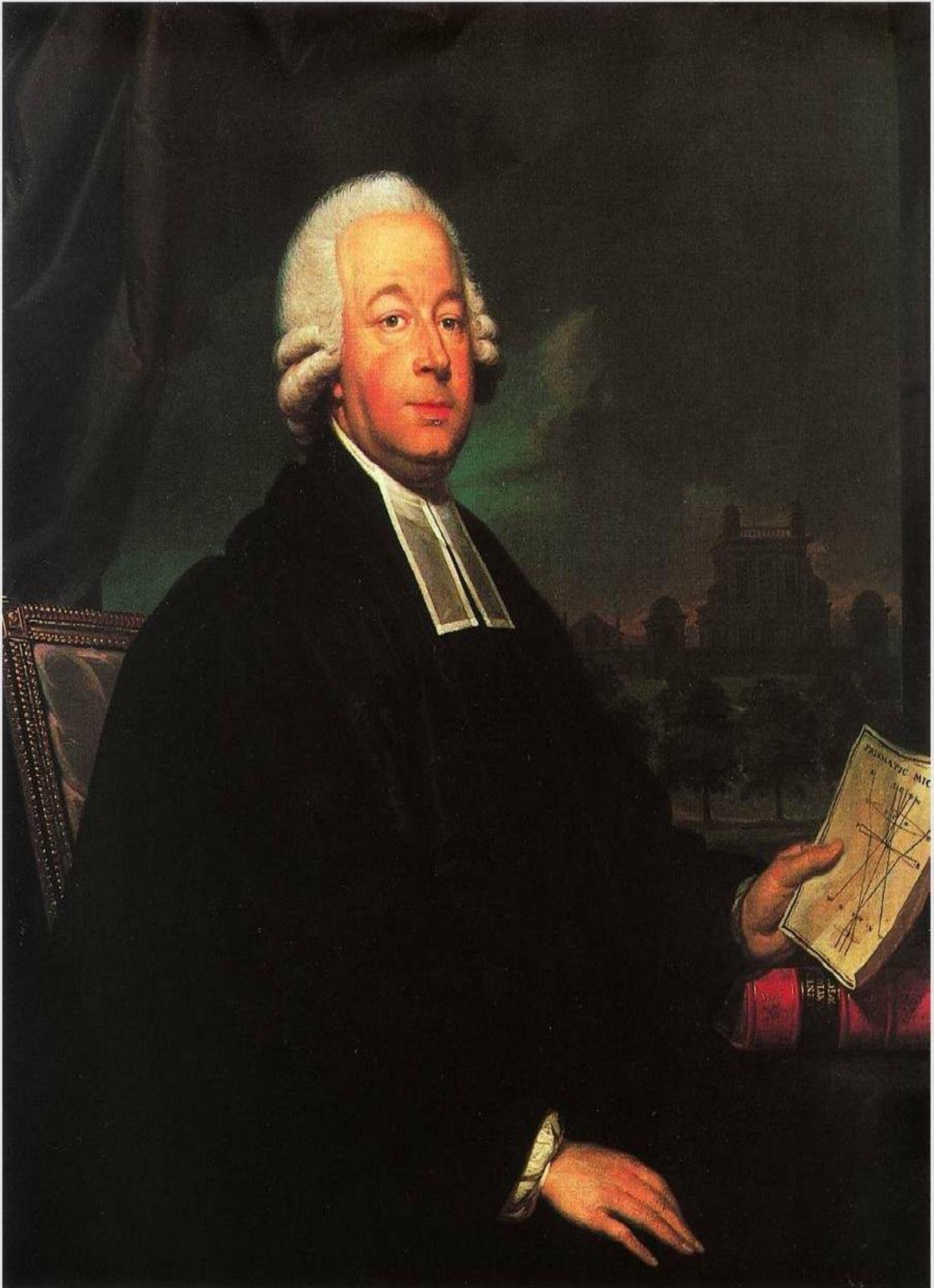


73岁时的约翰·哈里森（1693~1776），他手中的怀表可能是约翰·杰弗里斯为他定制的。





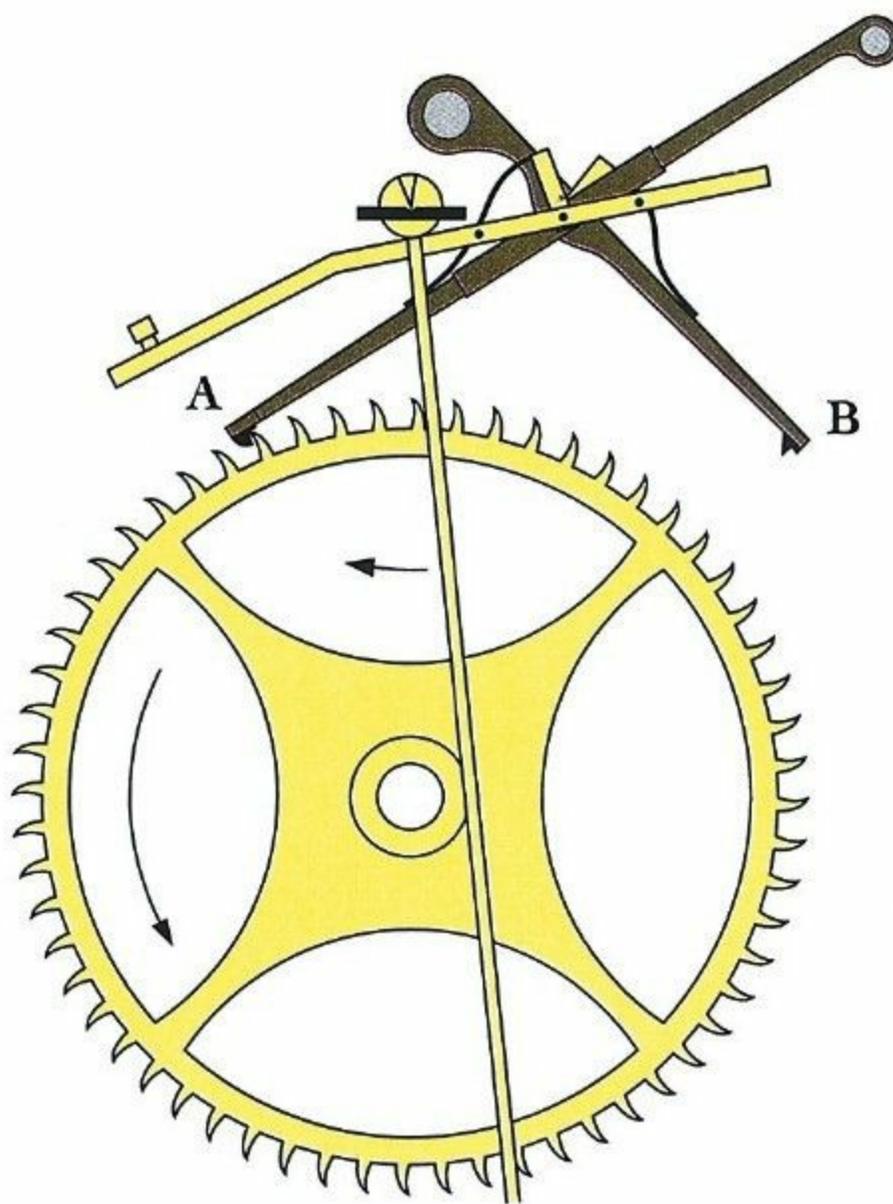
H4的正视图与后视图



内维尔·马斯基林博士牧师（1732~1811），此图绘于他53岁的那一年。

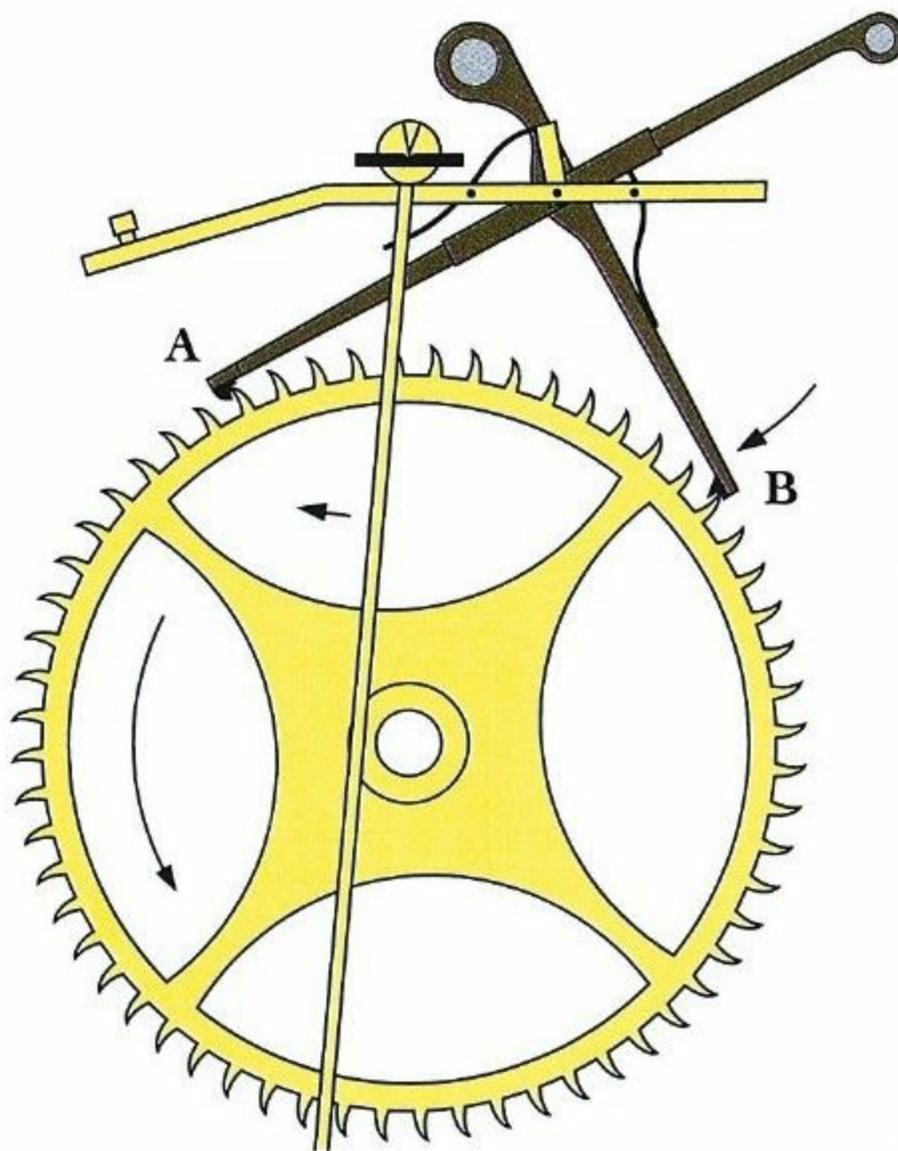


1766年左右的皇家天文台

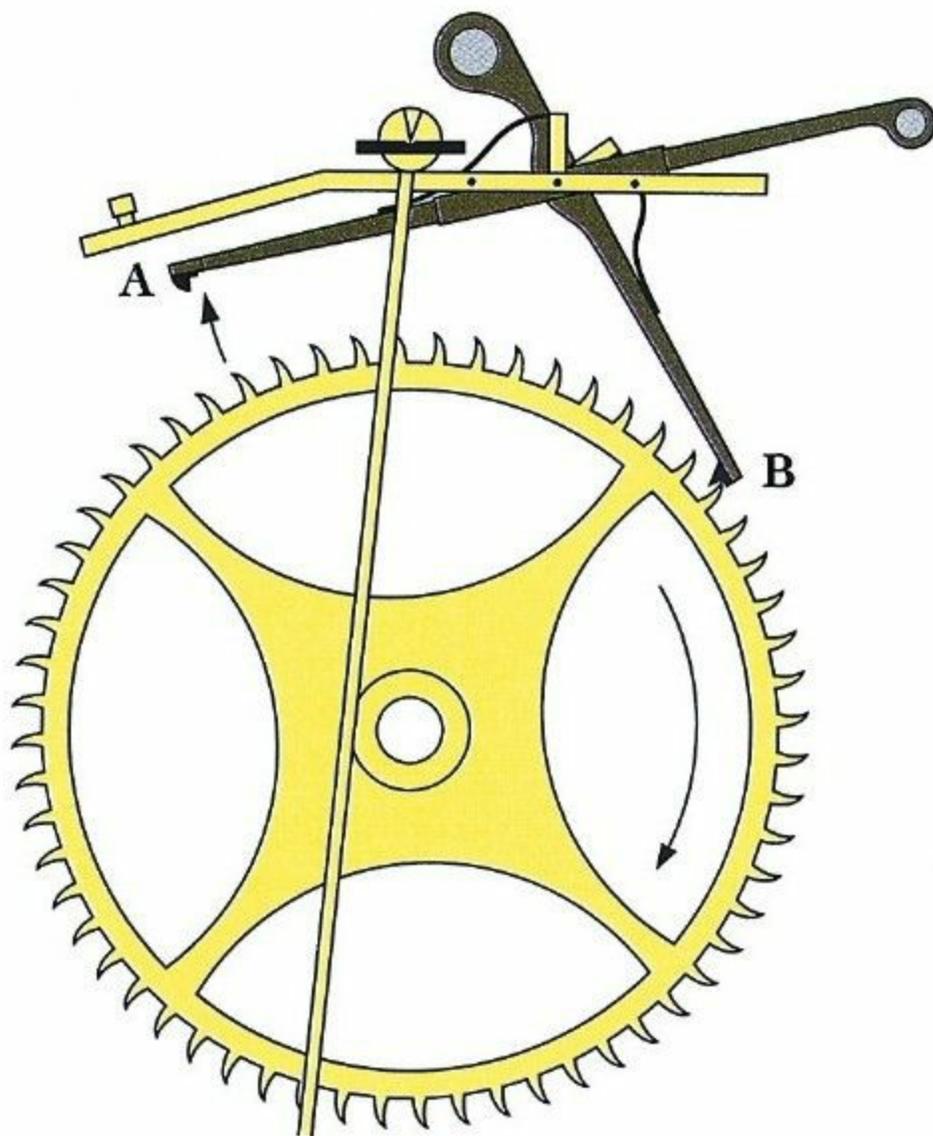


哈里森灵巧的“蚱蜢”擒纵器，在计时器的齿轮和它的摆或平衡器之间提供离合。不像其他擒纵器，它工作时不存在摩擦，因此也不需要润滑。

右图：当钟摆向右边摆时，擒纵器推杆A和轮齿接触；然后在钟摆回到左边时，轮齿通过推杆冲击钟摆。



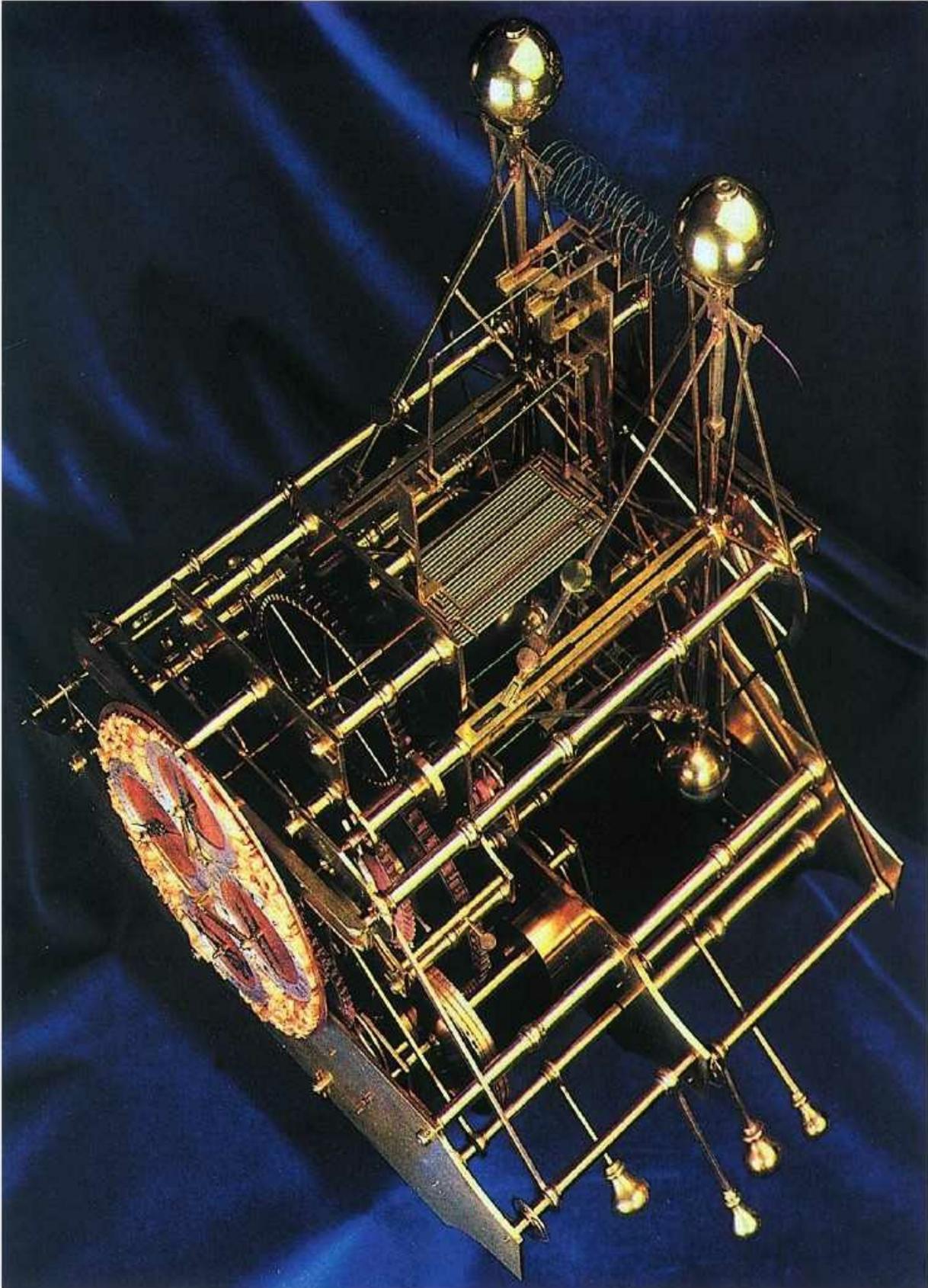
上图：当推杆B和另一个轮齿接触时，齿轮反弹，将推杆A松开，使之脱离齿轮。



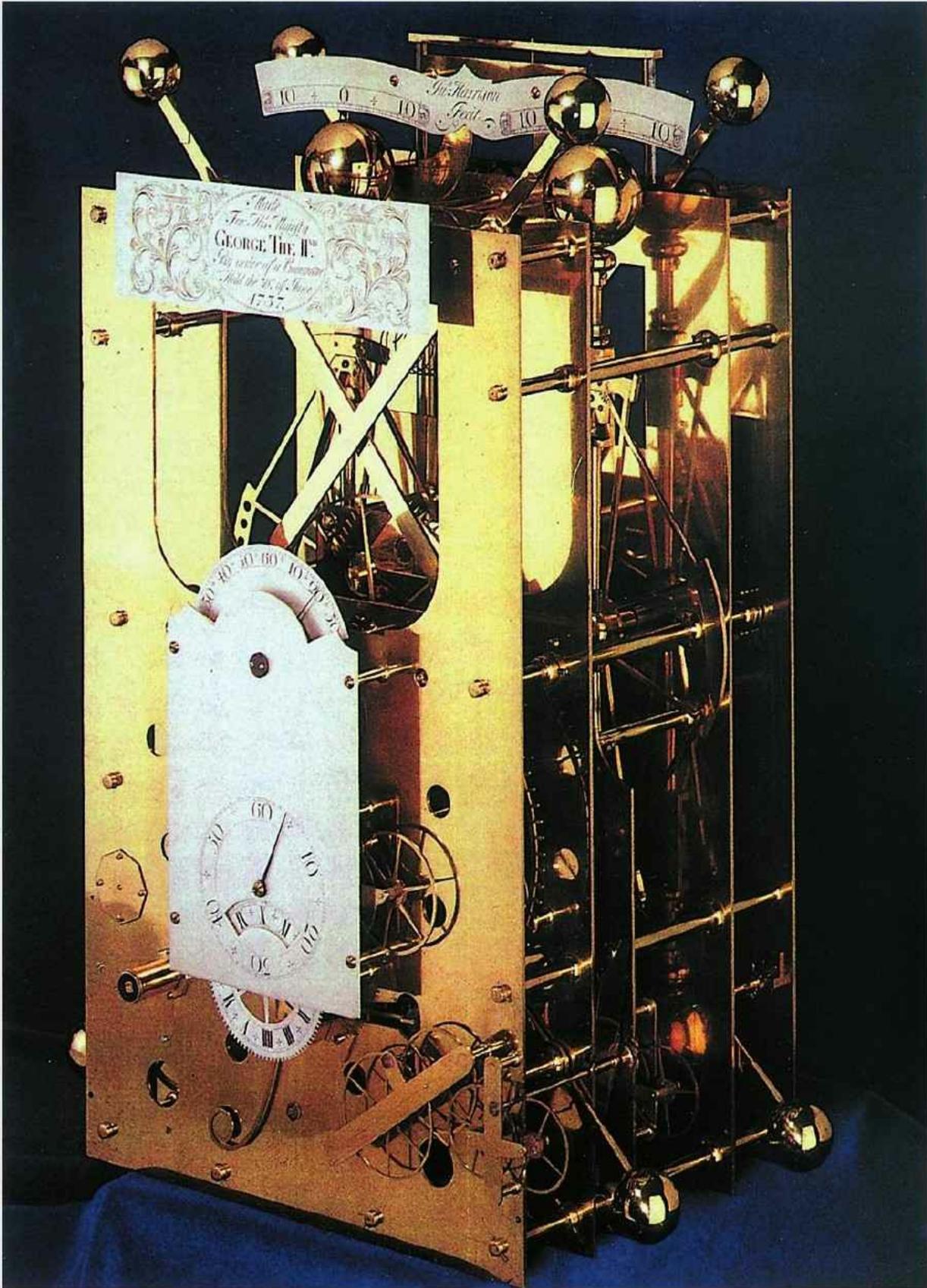
右图：通过推杆B，摆受到冲击，向右运动。这些动作受到擒纵器的其他部件控制。



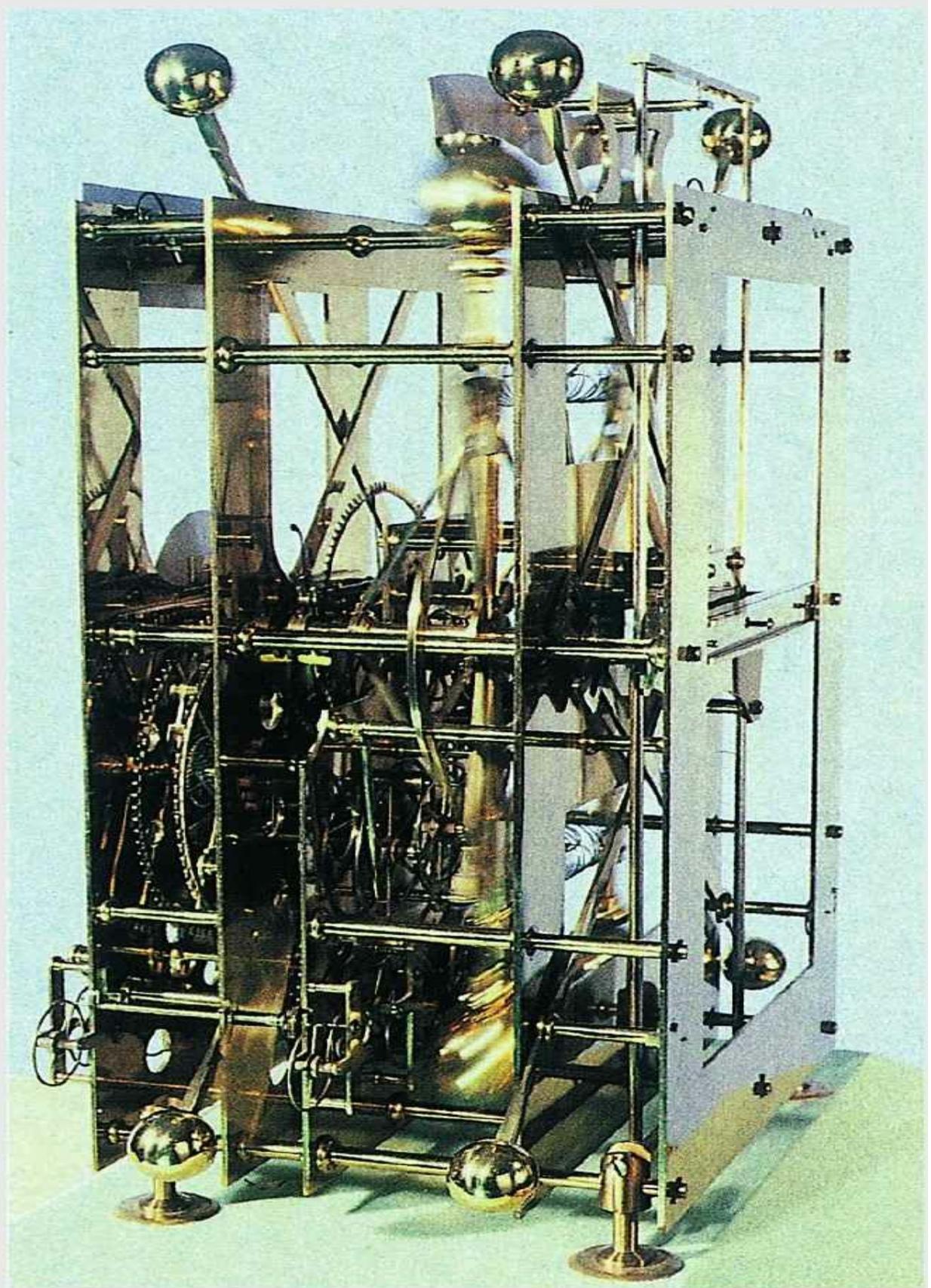
H1的正视图



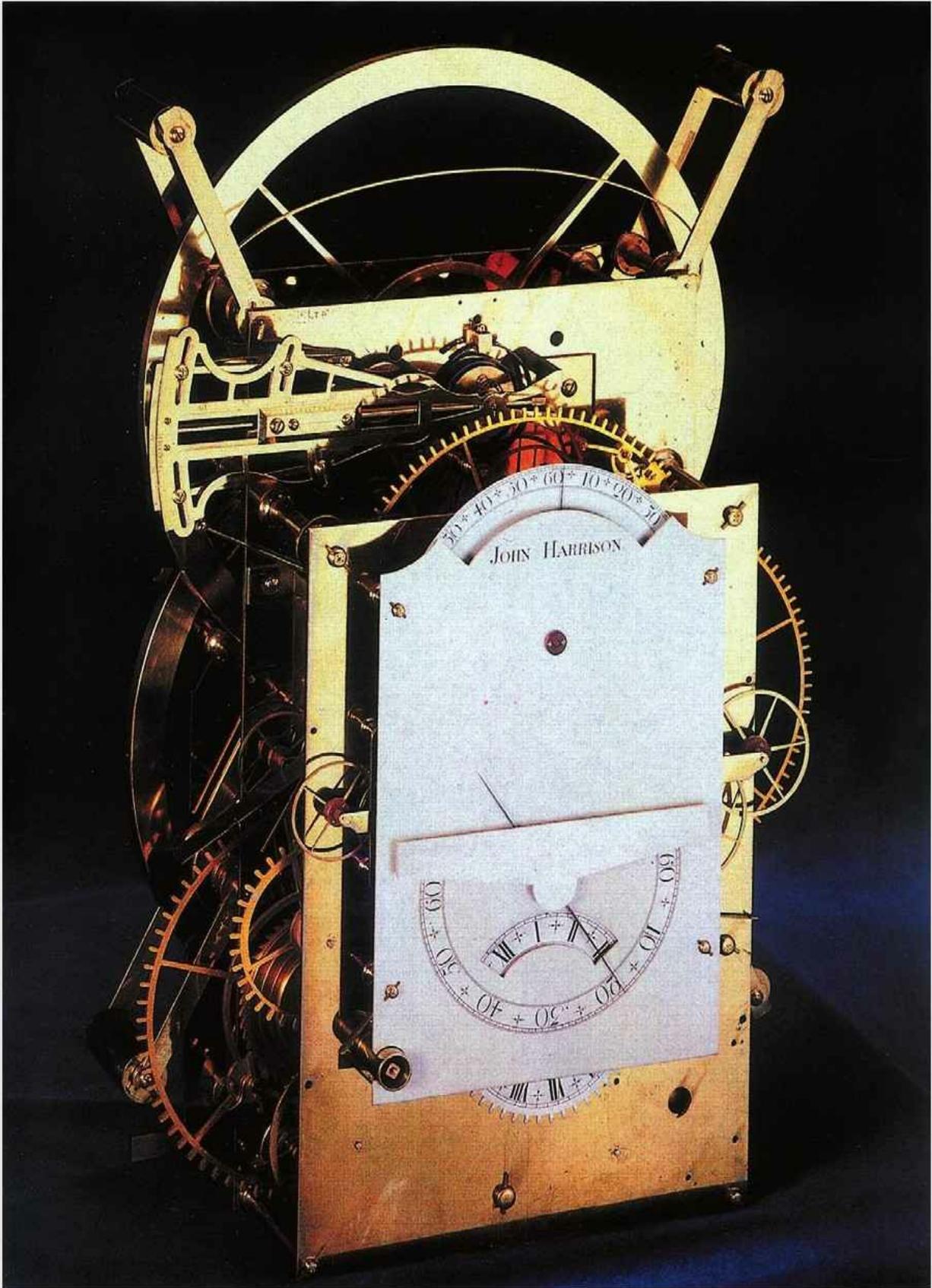
H1的俯视图



H2的正视图



H2的侧视图



H3的正视图

献给我的母亲，

贝蒂·格鲁伯·索贝尔，

一位四星级的飞机领航员。

她本可以乘着飞机在空中自由翱翔，

却总是驾着车驶过布鲁克林的卡纳西区。

中文版序

我非常荣幸地看到，这本小书在过去10年中被翻译成了包括希伯来语、冰岛语和土耳其语在内的30种外国文字。不过，这个新的汉语译本让我感到格外亲切，因为我有幸参与了它的翻译过程。

我并不懂汉语，既不会说，也读不来。我之所以能参与到其中，要多谢我那出色的译者——肖明波。他为了确保翻译的正确性，与我通了信。过去，也有一两个译者向我提出过一两个问题，但是多数情况下他们都在孤军奋战，根本没咨询过我。而肖明波每翻译一章都会（通过电子邮件）发给我一封挺长的信，希望再三查证不熟悉的单词的细微含义或措辞的微妙变化。尽管这种交流为我增加了相当多的额外工作（！），但我知道明波的工作更艰苦。因此，我很高兴能帮助他，也很荣幸地得知他对正确理解我的原意那么看重。我衷心地感谢他，并希望通过他的努力会有更多的中国读者喜爱这个故事。

达娃·索贝尔

2006年12月4日

2005年十周年纪念版序言

尼尔·阿姆斯特朗

在我还是一个长在俄亥俄小村镇的小男孩时，获得精确时间的方式有两种：第一种是通过收音机——它在正点播报“刚才最后一响，是东部标准时间……点整”；另一种是通过法院的时钟——它是人们安排日常工作的重要帮手。镇上有些人没有手表，要靠法院的钟声来确定上下班时间。有些人有手表，但是它们在5个小时里可能快或慢上5分钟，因此每天都需要拨准好几次，而手表的精确度也成了主人炫耀的资本。

法院的圆顶高高耸起，比小镇教堂的尖顶还高。沿着圆顶下的筒状墙体，均匀分布着4面钟，每一面对应着罗盘上的一个基本方位。学生偶尔得到许可进入法院高塔内参观。虽然站在地面上看，这个塔的外表并不怎么起眼，但是当学生们进到里面探索时，就会发现其内部坑坑洼洼，而布满灰尘的横梁和支柱也纵横交错。那些钟面外形巨大，表针比小孩的个头还长。这一番体验在我脑海里留下了生动的印象：钟表是很重要的东西。

沿泰晤士河乘船顺流而下，从威斯敏斯特到达格林尼治的旅程，也可算是时间长河上的一段航程。这条河两岸积淀了两千年的历史——从罗马时代的伦迪尼乌姆（Londinium）港直到撒克逊人时代。这段历史记载了1665年的大瘟疫、次年的伦敦大火、工业革命，以及20世纪两次世界大战所造成的破坏等重大事件。

很显然，格林尼治是一个适于远航的城镇。游客在格林尼治码头弃舟登陆，徒步而行，沿途经过快速帆船“卡迪萨克”号（Cutty Sark）和弗朗西斯·奇切斯特（Francis Chichester）单人环球飞行时所驾驶的小飞机“吉普赛飞蛾2号”（Gypsy Moth II），再穿过一小段迷人的乡村小道，就来到了英国国家海洋博物馆。那里陈列着英国最著名的海军上将和海军英雄霍拉肖·纳尔逊（Horatio Nelson）及英国最伟大的海军探险家詹姆斯·库克（James Cook）使用过的海图和物品。长廊上堆满了各种图画、轮船模型、科学和导航仪器以及地图集。那里还有世界上最大的航海图书馆。

多年以前，我在这个博物馆里看到了自己向往已久的东西——最早的几台高精度航海钟，它们可能也算是人类历史上最有意义的时钟了。它们

是由约克郡一位名叫约翰·哈里森（John Harrison）的人在18世纪制造的。哈里森原来是木匠，后来才改行当了钟表匠。他的前三台钟完全不同于我此前见过的任何一台时钟。最早的那一台，每边长约两英尺，看起来像是铜制的，四根指针各有一个单独的表盘；两个摆动臂由弹簧连接起来，其顶端各带一个向上鼓出的球形重锤。

哈里森的第二台和第三台钟看起来要小一些。它们的机械装置跟第一台类似，但或多或少又有些差别。哈里森最后的那台钟——据记载，也是性能最好的一台——跟另外的几台完全不同。它看起来像一块装在银制表盒里的超大怀表，直径约莫五六英寸，厚达两英寸。这台钟的每个零部件都造得毫无瑕疵，很容易让人产生这样的印象：这哪里是木匠能造得出来的，分明是珠宝匠的杰作嘛。

离开博物馆后，我走到街对面，穿过公园，顺着山坡爬上克里斯托弗·雷恩爵士（Sir Christopher Wren）在1675年设计的格林尼治天文台，来到了“弗拉姆斯蒂德之宅”。英国国王查理二世下令建造了这个天文台，以提高航海导航能力，并“在海上确定渴望已久的经度，从而完善航海技术”。就在这一年，他还任命约翰·弗拉姆斯蒂德为第一任皇家天文官。

本初子午线经过格林尼治天文台。一个通过该天文台以及南北极的虚拟平面，恰好可将地球分成东西两个半球。这个天文台也是格林尼治标准时间（Greenwich Mean Time, GMT）的基准点，因此每天、每年和每个世纪都是从这个地方开始的。

有段时间，人们曾将哈里森的精密時計移出博物馆，横穿马路，越过公园，放到了山上的天文台里。具有讽刺意味的是，安置这些时钟的场所竟然就是它们最大的批评群体——天文学家的实验室。

为解决在海上确定经度的问题而建立的这个天文台，有一段令人神往的历史。这些精密時計，同样也是为了解决确定经度的问题而制作的；而且，在我看来，它们的故事甚至更加令人着迷。这些年里，我又连续4次回到格林尼治，都是专程去看望它们，并向它们表达我由衷的敬意。

我选择的职业要求我掌握航空航天导航技术，因此我对航海技术的历史也很痴迷。我了解到，在哥伦布完成首次大西洋横渡后，欧洲两大最强劲的海上争霸对手——西班牙和葡萄牙——就新发现大陆的管辖权爆发了激烈的争斗。

教皇亚历山大六世颁发了“分界线教皇诏书”（Bull of Demarcation），来解决这场争端。教皇陛下抱着一种超然物外的平和心态，在海图上穿过亚速尔群岛以西100里格¹的地方，从南到北划出了一条子午线。他将该线以西的所有土地（不管是已发现的还是未发现的）统统划归西班牙，而该线以东的土地则划归葡萄牙。尤其是考虑到当时都没有人知道这条线在海上的具体位置，这一外交裁决真的算得上是主观臆断了。

早期的船长都通晓纬度的含义；在北半球时，还可以通过测量北极星在地平线上的高度来测出纬度。但是，没有人了解经度。麦哲伦的抄写员皮加费塔（Pigafetta）曾这样写道：“麦哲伦船长花了许多小时研究经度问题，但是领航员们却很满足于他们获得的纬度信息，而且也很骄傲，都不愿提起经度这码事。”当我搜寻“导航问题是如何得到解决的”这个问题的答案时，总是会得出这样的结论：所有一切都得归功于约翰·哈里森非凡的创造力和高超的技艺。

作为对有关哈里森成功和磨难的任何信息都无比渴求的“小学生”，我发现《经度》一书为我揭示了许多闻所未闻的细节和关系。那些不熟悉这一段独特历史的读者，在阅读本书时无疑会欣赏到一个引人入胜的故事，一个关于计时技术和导航技术所取得的辉煌成就的故事。而那些对这个主题已有所涉猎的朋友，我想，也定能从本书中获得惊喜。{书籍朋友圈分享微信Booker527}

第一章 假想的线

当我起了玩心，就用由经线和纬线织成的大网在大西洋中捕捞鲸鱼。

——马克·吐温，《密西西比河上》

在我还是小姑娘的时候，有个星期三，父亲带我外出游玩。他给我买了一个缀着珠子的铁丝球，我很喜欢它。轻轻一压，便可将这个小玩意收成一个扁扁的线圈，夹入双掌。再轻轻一扯，又可让它弹开，变成一个空心球。它在鼓起来的时候，很像一个小小的地球。那些铰接在一起的铁丝，就像我上课时在地球仪上看到的用细黑线画出的经纬线一样，都是些纵横交织的圆圈。几颗彩色的珠子，不时从铁丝上滑过，就像是航行在公海上的轮船。

那次，父亲肩着我，迈开大步，正沿着纽约第五大道走向洛克菲勒中心。我们停下脚步，注视着将天和地扛在肩上的阿特拉斯²的铸像。

阿特拉斯高举在肩的青铜球，跟我手里玩的铁丝球一样，也是用假想的线围成的透明世界。赤道、黄道、北回归线、南回归线、北极圈、本初子午线……即便在那时，我也可从罩在球面上的方格中，辨认出一套功能强大的符号系统，它能表示出地球上实际存在的所有陆地和水域。

如今，经线和纬线所处的统治地位比我40多年前所能想象的还要牢固，因为这么久以来它们纹丝未动，而它们所辖世界的格局却发生了变化——大陆在日益广阔的海面上漂移了，国界也因战争或和平一再地得到重新划定。

我年幼时就掌握了分辨经线和纬线的诀窍。纬线，或称平行纬线圈，确实确实是相互平行的。从赤道到两极，它们环绕着地球，形成一系列逐渐缩小的同轴圆圈。经线则是另一番景象：由北极绕到南极，再绕回来，形成一个个大小相同的大圆，因此，它们都汇聚于地球两极。

在古代，至少是在公元前300年时，人们的头脑中就已经有了纵横交织的经线和纬线这种概念。公元150年，地图作家兼天文学家托勒密³在他绘制的人类历史上第一本世界地图册中，为27张地图画上了经纬线。在这本划时代的地图册中，托勒密还将所有的地名按字母次序排出了索引，并根据旅行家们的记录尽可能精确地给出了每个地点的经度和

纬度。只是，托勒密本人对外部世界的认识也不过是基于空想。在他生活的那个年代，人们普遍抱着这么一种错误观念：生活在赤道上的人会被酷热烤化，变成畸形。

托勒密将赤道标记为零度纬圈。他这种选择并非出于主观臆断，而是从他的前辈们那里找到了具有权威性的依据。他们在观察天体运动时，从大自然中得到了启发。在赤道处，太阳、月亮和行星差不多都是从正上方经过。同样地，南北回归线这两条著名纬线的位置也是根据太阳运动确定的——它们表示了太阳的视运动在一年中的南北界线。

不过，托勒密可以根据个人意愿自由地选定本初子午线（即零度经线）的位置。他选的本初子午线穿过了邻近非洲西北海岸的幸运群岛⁴。后来的地图制作家们先后将本初子午线挪到亚速尔群岛、佛得角群岛以及罗马、哥本哈根、耶路撒冷、圣彼得堡、比萨、巴黎和费城等许多地方，最后才确定在伦敦。因为地球在旋转，经过地球两极画出的任何一条经线都可以作为基准的起始线，根本没有什么差别。至于本初子午线究竟设在何处，这纯粹就是一个政治问题。

经线和纬线的方向不同，这是连小孩都看得出来的表面差别。除此之外，二者之间还存在着实质性的差别：零度纬线由自然法则确定，是确定不变的，而零度经线则时时在移动，就像沙漏中的沙子一样。这一差别决定了纬度可以轻而易举地得出，而要测定经度（尤其是在海上测定经度）则困难重重。在人类历史上相当长的一段时期里，如何测定经度的问题甚至难倒了世上最聪明的人。

任何一位称职的水手都可以根据白昼的长短、太阳或一些常见恒星距离地平线的高度，相当精确地测算出他所在的纬度。克里斯托弗·哥伦布⁵在1492年就是“沿纬线航行”的——他顺着一条直线航道横渡了大西洋。他以这种方式航行，要不是被美洲大陆挡住，本来肯定是可以抵达印度的。

经度的测量则不同，因为它牵涉到了时间。一个人要确定自己在海上的经度，就必须知道船上的时间，以及始发港或另一个经度已知的地方在同一个时刻的时间。领航员可以将这两个时间之差转换成地理上的间距。因为地球要24小时才能转完一个360°的整圈，所以每小时转1/24圈即15°。于是，轮船和出发地之间的时差每相差一小时，就表示它的经度向东或向西变化了15°。在海上航行时，每天太阳升到最高点的那一刻，领航员可将自己船上的时钟拨到当地正午时分；然后查看始发港时

钟，于是两个时间每相差一小时就可换算成一个15°的经度差。

同样15°的经度也对应着一段航行距离。在赤道处，地球的周长最大，15°的经度跨越的距离足有1 000英里。而在赤道以南或以北的地方，每度对应的里程数就会变小。1°的经度在全世界范围内都等价于4分钟的时间；但是若折合成距离，1°的经度会由赤道上的68英里逐渐缩短，直到变为两极处的0英里。

同时获取两个不同地方的精确时间，是计算经度的先决条件。今天，随便找两块廉价手表就能轻而易举地完成这项任务。但是，直到摆钟时代，还是没法做到这一点。在一艘颠簸的船上，摆钟可能会摆得太快，可能会摆得太慢，甚至还可能完全停摆。如果从一个寒冷的国度启程开往一个位于热带的贸易区，沿途温度的正常变化会让时钟的润滑油变得稀薄或黏稠，会让其中的金属部件发生热胀冷缩，同样会造成上述灾难性的后果。此外，气压的升降以及地球重力随纬度不同而发生的细微变化，也可能会影响到时钟的快慢。

在探险时代，尽管配备了当时最好的海图和罗盘，但由于缺乏测定经度的实用方法，伟大的船长们都曾在海上迷失过方向。从瓦斯科·达·伽马⁶到瓦斯科·努恩涅斯·德·巴尔波⁷，从费迪南德·麦哲伦⁸到弗朗西斯·德雷克爵士⁹，他们都是靠了幸运女神的援手或上帝的眷顾，才不由自主地抵达了“目的地”。

由于越来越多的航船启程，去征服或开辟新的领土，去发动战争，或者在异域之间运送金银与货物，因此各国的财富就在海面上漂来送去。然而，没有哪艘航船掌握了确定本身位置的可靠手段。于是，无数的船员在猝不及防中遇难身亡了。单单是发生在1707年10月22日的一起海难中，就有4艘回航的英国战舰在锡利群岛（Scilly Isles）附近触礁，致使将近2 000名将士死于非命。

在长达4个世纪的时间里，整个欧洲大陆都在积极寻求解决经度问题的方案。多数欧洲国家的君主最终都参与了这场运动，其中就有大名鼎鼎的英国国王乔治三世和法国国王路易十四。“巴恩提”号（Bounty）的威廉·布莱¹⁰船长和伟大的环球旅行家詹姆斯·库克¹¹船长都曾带着一些比较有希望成功的经度测量方法，到海上去检验它们的精度和可行性。库克船长在暴死于夏威夷之前，曾在三次远洋探险中进行过这类试验。

一些著名的天文学家试图借助“钟表机构般的宇宙”来迎接经度问题的挑

战：伽利略、卡西尼 [12](#)、惠更斯 [13](#)、牛顿和哈雷 [14](#)都曾求助于月球和星星。人们在巴黎、伦敦和柏林建起了规模宏大的天文台，想以天文观测的方式来测定经度。与此同时，有些愚钝痴迷的人则提出了另外一些较笨的办法，比如先将信号船以某种方式停泊到外海一些精心安排的位置上，然后再通过船上的伤狗吠叫或火炮轰鸣的声音来传递信息。

在寻找经度问题解决方案的奋斗历程中，科学家们还受启发作出了一些别的科学发现，并由此改变了他们对宇宙的认识。这其中包括首次精确地测定了地球重量、星际距离以及光速。

时间在流逝，却没有找到一种真正管用的方法。于是，寻求经度问题的解决方案，就像寻觅“不老泉” [15](#)的位置、永动机的秘密和炼铅成金的秘方一样，也蒙上了一层传奇色彩。一些海洋大国（包括西班牙、荷兰和某些意大利的城市国家）的政府，则纷纷以提供累积奖金悬赏可行方案的方式，不时掀起人们解决这个问题热情。英国国会还在1714年通过了著名的“经度法案”，设立了一笔丰厚程度相当于“国王赎金”的巨额奖金（折算成今天的货币约合数百万美元），以征求一种“切实可用的”经度测定方法。

英国钟表匠约翰·哈里森是一个机械设计与制作方面的天才，他开创了便携式精密计时科学，并为解决经度问题的事业奉献了毕生精力。他完成了连牛顿都怀疑是否可能完成的伟业——他发明的时钟就像那不灭的火种一样，可以将始发港的真实时间带到世界上任何一个偏远的角落。

哈里森出身平凡却聪明绝顶。他曾与同时代一些举足轻重的人物几度交锋。他结下了一个特别的仇敌：第五任皇家天文官（**Astronomer Royal**）内维尔·马斯基林牧师（**Reverend Nevil Maskelyne**）。这个人 and 哈里森争夺那份令人垂涎的丰厚奖金，并在某些紧要关头耍出了只能称作“不公平竞争”的卑劣伎俩。

哈里森没有受过正规的教育，也没有给哪个钟表匠当过学徒，但是他却造出了一系列几乎不存在摩擦的时钟。这些钟不用上油，无需清洗，而且还是用防锈材料制成的。此外，不管周遭怎么颠簸摇晃，它们的运动部件之间总是能保持完美的平衡。他舍弃了钟摆，并在时钟内部以适当方式将不同的金属组合在一起，使得一种金属成分因温度变化而出现的热胀冷缩能被另一种金属成分的变化抵消，从而保持了时钟速率的恒定。

然而，科学界的精英们却不相信哈里森的“魔箱”，并漠视他的每一项成功。负责颁发经度奖金的委员们——内维尔·马斯基林也是其中一位——每次都看怎么有利于天文学家而不是哈里森之类的“工匠”获奖，就怎么修改竞赛规则。但是哈里森的方法终究还是凭借其实用性和精度胜出了。哈里森的后继者们又对他那复杂而精巧的发明在设计上进行了成功的改造，使之得以批量生产和广泛应用。

经过40年的抗争，年迈体衰的哈里森终于在乔治三世的庇护之下，于1773年获得了那份本应属于他的奖金。在这40年中，哈里森经历了政治阴谋、国际战争、学术诽谤、科技革命和经济动荡等种种考验。

所有这一切以及许多其他的线索，都和经线交织在一起。如今卫星网络能于须臾之间将一艘船定位在几英尺的范围内；在这样一个年代，将这些缠结的头绪一一解开理顺，回顾它们的故事，也可以让我们以一种全新的目光来看待地球吧。

第二章 航行在精确计时前的大海上 ¹⁶

在海上坐船，在大水中经理事务的，
他们看见了耶和华的作为，
及他在深水中的奇事。

——《圣经·诗篇》107：23-24 ¹⁷

海军上将克洛迪斯利·肖维尔爵士（Sir Clowdisley Shovell）冲着在海上整整缠了他12天的浓雾骂道：“鬼天气！”克洛迪斯利爵士在击败了法国地中海舰队后，从直布罗陀凯旋；如今，他却无法战胜像帷幕一样笼罩四周的浓密秋雾。因为担心舰船可能会触上岸边礁石，上将就把他手下的所有领航员都召集起来，共商对策。

由于上下齐心，英国舰队平安地抵达了布列塔尼半岛（Brittany peninsula）外韦桑岛（?le d'Ouessant）以西的洋面。但是，当水手们继续往北航行时，他们惊恐地发现早先在锡利群岛附近测出的经度是错的。这些小岛距离英国西南角只有20英里左右，看上去像一条垫脚石铺就的小路，直指兰兹角（Land's End）。于是，在1707年10月22日那个大雾笼罩的夜晚，锡利群岛就成了克洛迪斯利爵士将近2 000名将士的无名墓碑。

旗舰“联合”号（Association）首先撞上礁石，几分钟后就沉入海中，船上的人无一幸免。面对这明摆着的危险，其他舰只都还来不及作出反应，“老鹰”号（Eagle）和“罗姆尼”号（Romney）这两艘军舰也跟着——头扎进了礁石丛中，并像石头一样沉入了海底。总共才5艘军舰，一下子就损失掉了4艘。

只有两个活人被冲到岸边，其中一个就是克洛迪斯利爵士本人。在海浪将他送回祖国大陆的过程中，他眼前也许闪现了自己过去57年的生活情景。他当然有足够的时间回顾过去24小时发生的事。在这段时间里，他作出了自己海军生涯中最严重的一次误判。“联合”号船员中的一名水手曾凑上去向他报告说：在整段烟雾弥漫的航程中，他始终记录着自己对舰队位置的估测。这位不知名的水手很清楚，皇家海军严禁下级越权进行这种颠覆性的导航。但是，根据他的计算，他们面临的触礁危险实在

太大了，所以他甘愿冒着被砍头的危险也要将自己的忧虑报告长官。肖维尔上将却以违抗军令罪当场对他判处了绞刑。

在克洛迪斯利爵士差点被淹死的时候，身边可没有人对他唾斥道：“我早就警告过你会这样的！”但是，据说这个海军上将刚瘫倒在沙滩上，当地一名赶海的妇女就发现了她，并看上了他手上戴的绿宝石戒指。他们两人一个贪欲旺盛，一个精疲力竭，于是她毫不费力就杀害了他，并夺走了戒指。30年后，她在临终前向牧师作了忏悔，坦承自己有罪，并出具这枚戒指以示悔悟。

在海员们测不出经度的日子里，克洛迪斯利爵士舰队的覆灭算是为长篇的航海传奇添上了最浓重的一笔。在这段悲惨历史中，每一页都讲述着经典的恐怖故事——有坏血病和干渴引起的死亡，有身背帆缆的鬼魂，还有海难式的着陆：船体猛撞岩石，溺水身亡者的尸体堆积在沙滩上腐烂发臭。单单因为弄不清经度而迅速导致船毁人亡的事例，就不下几百起。

在勇敢和贪婪的双重驱策下，15~17世纪的船长们都依靠“航位推测法”来估测他们在始发港东面或西面多远的地方。船长会将一块木头从船上扔下水去，并观察船以多大的速度远离这个临时航标。他会在他的航行日志中记下这个粗略的速度，还会记下他根据星辰或罗盘得出的航行方向，以及他在某条特定航线上的航行时间——这可由沙漏或怀表给出。再综合考虑洋流、风力和判断误差等因素的影响，他就可以推断出本船所在地的经度了。当然，他会经常性地错过目标，只落得徒劳地搜寻他渴望找到淡水的那个海岛，甚至根本就找不到他最终想要抵达的那块陆地。这种航位推测法往往会让他送掉老命。

因为不知道经度，长途航行的时间会拖得更长，而水手们长时间待在海面上很容易患上一种叫作坏血病的可怕疾病。当年海上的伙食中缺少新鲜水果和蔬菜，水手们维生素C摄入量不足，因此会引起身体结缔组织的坏死。他们的血管会出血，即使没受什么伤，整个人看上去也是遍体鳞伤的，而一旦受了伤，伤口又不能愈合。他们的双腿会浮肿，会因自发性出血渗入肌肉和关节而痛苦不堪。他们还会牙龈出血，牙齿松动。他们会呼吸困难，身体虚弱。一旦脑血管破裂，他们就会一命呜呼。

航船在全球范围内缺乏经度信息，除了可能使人员遭受痛苦之外，还会造成巨大的经济损失。远洋轮船被局限在安全有保障的几条狭窄航道上。因为只能靠纬度进行导航，捕鲸船、商船、战舰和海盗船都聚集在

这些繁忙的航道上，并沦为彼此的劫掠对象。比如，1592年，一个由6艘英国军舰组成的舰队隐藏在亚速尔群岛的外海，准备伏击从加勒比海返航的西班牙商船。这时，一艘从印度返航的巨型葡萄牙大商船“圣母”号（Madre de Deus）进入了他们的埋伏圈。尽管“圣母”号上配备了32杆铜管枪，但还是很快就败下阵来，并失去了一批珍贵的货物。这艘船的货舱中装着成箱的金币、银币、珍珠、钻石、琥珀、麝香、壁毯、织锦和乌檀木，还装载着数以吨计的香料——胡椒400多吨、丁香45吨、桂皮35吨、肉豆蔻皮和肉豆蔻各3吨。结果证明这艘“圣母”号价值50万英镑，这大致相当于当时整个英国国库年净收入的一半。

到17世纪末的时候，每年有将近300艘轮船往返于不列颠群岛与西印度群岛之间，忙着与牙买加进行贸易。因为这些货船中的任何一艘出现闪失都会造成难以估量的损失，商家们都企望能避免发生这种意外事故。他们渴望发现秘密航道，而这又意味着必须找到一条测定经度的途径。

曾作为一名军官在英国皇家海军中服役的塞缪尔·佩皮斯 ¹⁸对当时的导航技术所处的可怜状态大感震惊。他在评论自己到丹吉尔（Tangiers）的一次航行时写道：“大家都处在一片混乱中——对于如何改进估测结果各有各的办法，又都有自己的一套荒谬说辞，而对估测结果所采取的态度更是乱糟糟的。从中可以很清楚地看出，若非万能的上帝赐予恩典，若非吉星高照，若非大海辽阔无边，在航海中还会出现更多的灾难和厄运。”

致使4艘战舰沉没的锡利群岛海难，说明佩皮斯这段话很有先见之明。1707年这次事故的发生地距离英国航运中心太近了，于是经度问题就一跃成为英国国家事务中的头等大事。原本就已吃过好几个世纪的苦头了，现在突然又断送掉这么多生命、这么多战舰和这么多的荣耀，于是在不具备测定经度手段的情况下进行导航的荒唐性就越发凸显出来了。克洛迪斯利爵士舰队遇难将士们（献身于经度事业的2000位新殉难者）的冤魂，更促成英国出台了著名的1714年经度法案。在这项法案中，国会承诺为解决经度问题者提供一笔两万英镑的奖金。

1736年，一位名叫约翰·哈里森的无名钟表匠带着一项大有前途的解决方案，登上了英国皇家舰队的“百夫长”号（Centurion），前往里斯本试航。船上的军官亲眼看见了哈里森的时钟可以怎样改进他们的估测结果。事实上，当哈里森那新奇的装置表明他们在返回伦敦途中偏离航线60英里时，他们都很感激他。

然而，1740年9月，当“百夫长”号在海军上将乔治·安森 [19](#) 的指挥下启程驶往南太平洋时，经度时钟却被留在岸上——依旧立在哈里森位于红狮广场的家中。那时，我们的发明家已经完成了这台钟的第二次改进，并且正在家中辛勤地进行第三次改进。但是，这些发明在当时并没有得到普遍认同，甚至在接下来的50年里也没有得到广泛应用。因此，安森的舰队进入大西洋航行时，靠的还是老一套：高超的船舶驾驶技术、纬度读数以及“航位推测法”。在经过了一次非同寻常的远洋横渡之后，舰队完好无损地到达了巴塔哥尼亚（Patagonia），但是接下来却因为在海上失去了经度信息，引发了一场大悲剧。

1741年3月7日，安森的“百夫长”号上已经出现了讨厌的坏血病。在这种情况下，它通过勒梅尔海峡（Straits Le Maire），从大西洋进入了太平洋。当他们正沿合恩角绕行时，暴风从西面袭来。风帆给扯成了碎片，船也剧烈地颠簸起来，好些失去把持的人都因跌撞当场毙命。风力有时会减弱一点，但那只是为更猛烈的袭击积聚力量，就这样“百夫长”号饱受了58天毫不容情的折磨。狂风中还夹杂着雨、霰和冰雹。同时，坏血病也一直在消耗着船组人员，每天都会夺走6~10条性命。

安森顶着这一连串的打击，基本上是沿着南纬60°一路向西航行，直到他以为自己已经抵达了火地岛 [20](#) 以西200来英里的地方。他的舰队中另外5艘船在风暴中跟“百夫长”号失散了，其中有几艘就这样永远消失了。

当安森碰到两个月以来的头一个明月之夜时，他预计海面终于要风平浪静了，就掉转船头，向北驶往一向享有“人间天堂”美誉的费尔南德斯岛 [21](#)。他知道，在那里他可以为部下们找到淡水，以救危济难和延续生命。在到达那里之前，他们都只能靠着这个仅存的希望活下去——希望在辽阔的太平洋上航行几天后，就能找到那座如沙漠绿洲般的海岛。当雾气消散，安森马上看到了陆地，而且已近在眼前，可那是位于火地岛西端的诺戈尔岬（Cape Noir）。

这是怎么回事？难道他们一直开反了方向吗？

原来是强劲的海流破坏了安森的计划。他一直以为他们的船在向西行进，但实际上几乎在原地踏步。因此，他别无选择，只有重新往西航行，再往北以求生存。他心里明白，如果他失败了，如果水手的死亡率还是这么高，那么存活下来的人手会连扬帆远航都不够。

根据“百夫长”号1741年5月24日这一天的航行日志记载，安森最终还是将这艘船开到了费尔南德斯岛所在的南纬35°纬线上。接下来只需沿着纬度圈航行就可靠岸停泊了。但是该往哪个方向开呢？费尔南德斯岛现在是位于“百夫长”号的东面还是西面呢？

对此谁都没把握。

安森猜的是西面，所以他就往西开了。但是，在海上令人绝望地漂了4个昼夜后，他对原来的选择完全丧失了信心，于是又掉转船头往回开。

在“百夫长”号沿着35°纬度圈往东开了48小时后，他们终于看到了陆地！但那是西班牙所属智利的山崖海岸，根本没法登陆。这一震惊迫使安森在航行方向和思维方式上再次来了个180°的大转弯。他不得不承认，在放弃向西航行并掉头往东时，他们距离费尔南德斯岛也许已经只有区区几个小时的航程了。于是，这艘船不得不再次原路返回。

1741年6月9日，“百夫长”号终于在费尔南德斯岛抛下了锚。在为寻找这个岛而费尽周折的两个星期中，安森又赔进去了80条性命。尽管他是一位有能耐的航海家，可以保证船在具有合适深度的水中航行，从而避免船员们因触礁而大规模地溺水身亡，但是他的延误却让坏血病得到了肆虐的机会。安森帮忙将生病的海员用吊床运上岸，接下来却只能眼睁睁地看着病魔将他们一个接一个地从他手里夺走。最后，原来的500人死去了一大半。

第三章 漂泊在时钟机构般的宇宙中 ²²

有天夜里，我梦见自己和托勒密一道，
被锁进了天父的手表。
表内21颗红宝石星星，
镶嵌在众天层之上；
原动天像发条一样盘卷，
闪着光，直通宇宙边缘。
带齿槽的各天层彼此啮合，
转到时间齿轮的最后一齿时，
表盖就合上了。

——约翰·西阿迪，《天父的手表》

肖维尔爵士和安森上将的经历表明：就算是最好的水手，一旦看不到陆地，仍然会迷失方向，因为大海根本就无法为测定经度提供任何有用的线索。不过，天空倒有可能为此带来一丝希望：通过天体间的相对位置，也许可以解读出经度。

日出又日落，黑夜接白昼；月圆又月缺，月份在更迭；夏冬至，春秋分，四季循环转不停。不断公转自转着的地球，像是宇宙天钟齿轮上的一颗轮齿；自古以来，人们就是根据地球运动来确定时间的。

当海员们转向天空寻求导航帮助时，他们发现天空具有罗盘和时钟的双重功能。星座（特别是柄上包含北极星的小熊星座）在夜晚可以指示出航行的方向——当然天空必须晴朗才行。而在白天，人们则可以通过对太阳的运动进行追踪，同时获得方向和时间信息。于是，人们看着太阳像个橘红色的火球，从东面的海上冉冉升起；随着它越爬越高，颜色也逐渐由黄色变成刺目的白色；到正午时分，太阳会暂停在运行轨道上——那情形就像是向上抛出的小球，在上升和下降交替的一瞬，会短暂

地在空中停住。这相当于“正午报时汽笛”。每个晴朗的日子，人们就在这个时刻重新设定计时沙漏。现在人们只需要一个天文事件，可以给出其他地方在此刻的时间就行了。比如说，如果预测到马德里在午夜时分会发生全月食，而驶向西印度群岛的海员们在当地晚上11点观测到了这一天文事件，那么他们就知道自己所处的地理位置比马德里早一个小时，也就是说他们的经度在马德里西面 15° 。

但是，日食和月食都不会频繁出现，没法为导航提供什么实质性的帮助。如果运气好，人们也许可以指望每年用这种方法校准一次经度。但是，海员们需要的却是一种每天都会出现的天文事件。

早在1514年，德国天文学家约翰尼斯·沃纳（Johannes Werner）就偶然地发现了一种利用月球运动确定位置的方法。月亮每小时的运行距离大致等于它本身的宽度。在夜间，它看上去就像是以这种庄严的步伐，走过繁星密布的旷野。在白昼（每个月有一半的日子，月亮白天也会挂在天上），它又会靠近或远离太阳。

沃纳曾建议天文学家画出月亮运行轨迹两旁的星星位置，并年复一年月复一月地预测：在未来每一个有月光的夜晚，月亮何时会掠过哪颗星星。类似地，也可以按时辰绘出太阳和月亮在白昼的相对位置。然后，天文学家就可出版所有月亮运行轨迹的数据表格，预先给出在经度被选定为零度参考点的某地（比如，柏林或纽伦堡），月亮和某颗星星交会的时间。有了这个信息，领航员就可将他观测到月亮靠近某颗星星的时间和参考地发生同一事件的时间进行比较。于是，他可求出两地时间相差多少小时，再乘上 15° ，就能确定自己所处的经度了。

这种“月距法”存在的主要问题在于：人们并不是很清楚群星的位置，而整个计算过程却有赖于此。而且，当时人们还没有详细地弄清月球运动所服从的自然法则，因此天文学家们不能根据某天或某晚的月亮位置，精确地预测出它在第二天的位置。此外，海员们也没有精确的仪器，可以在摇摇晃晃的船上测出月亮和星星之间的距离。这种思想太超前于那个时代了，人们只好继续寻找可揭示宇宙时间的其他线索。

1610年，也就是在沃纳提出这个大胆设想近100年之后，伽利略在他位于帕多瓦（Padua）的阳台上，发现了一种自认为是人们梦寐以求的天体时钟。伽利略是最早用望远镜观察太空的科学家。他用望远镜看到了许多让他发窘却又丰富多彩的细节：月球上有山，太阳上有黑子，金星有位相，土星外有环（他将它错误地当成了两个紧靠在一起的卫星），

而且有4颗卫星绕着木星旋转——就像这颗行星围绕太阳旋转一样。后来，伽利略将这4颗卫星命名为美第奇（Medicean）星。他用这些新发现的卫星讨好其佛罗伦萨的庇护人科西莫·德·美第奇（Cosimo de' Medici），以便在政治上获得关照。很快，伽利略又发现这些卫星除了可以为自己谋利外，还可以为航海事业服务。

伽利略不是海员，但是跟那个时代的其他自然哲学家一样，他也熟知经度问题。在接下来的一年中，他耐心地观察了木星的卫星，计算出这些卫星的运动周期，并记下了这些小天体消失在中央大天体——木星的阴影背后的次数。伽利略根据这些卫星的运行情况，找到了一种解决经度问题的方法。他声称，木星的卫星每年会发生上千次卫星蚀，而且其发生时间是可预测的，因此可用于校准时钟。他根据观测结果绘制了一个表格，以预报未来几个月内每颗卫星消失和重新出现的时间。伽利略梦想借此获得荣耀，盘算着有那么一天，各国的海军都会采用他的天体运行时间表进行导航。这个时间表又被称作星历表。

伽利略将他的计划写信告诉了西班牙国王菲利普三世，因为后者承诺过以达克特²³的形式为“经度的发现者”提供一笔丰厚的终身津贴。但是，当伽利略向西班牙宫廷提交他的方案时，距发布悬赏公告的1598年已过去了近20年，而可怜的菲利普也早已被各种稀奇古怪的来信折磨得精疲力竭了。菲利普三世的大臣驳回了伽利略的提议，理由是：水手们在船上观察卫星已属不易，自然更别指望他们经常能轻而易举地找到卫星，并据此进行导航。何况，“木星时钟”不能在白天使用，因为此时木星要么不在天上，要么被太阳光遮蔽了。而夜间观测，一年中也只有部分日子能进行，而且还要求天空晴朗。

尽管存在这些明显的困难，伽利略还是设计出了一款特制的导航帽盔，可以根据木星的卫星测定经度。这种名叫“塞拉通”（Celatone）的帽盔，从外形上看，跟铜制防毒面具差不多，不过其中一个视孔连着望远镜。观测者可以通过“塞拉通”上的空视孔，用肉眼在天空中找到亮度稳定的木星，而另一只眼睛则可以利用望远镜观看木星的卫星。

伽利略是一位锲而不舍的实验科学家，他带着自己发明的新玩意，跑到里窝那港（Livorno），以证明其可用性。他还派了一个学生到航船上去做试验。但是这种方法一直没得到人们的认可。伽利略本人也承认：即使在陆地上，观察者的心跳都有可能让整个木星跑出望远镜的视野范围。

尽管如此，伽利略还是试图将自己的方法兜售给托斯卡纳²⁴政府和荷兰官员，因为这两个地方设立的奖金还一直没有人认领。尽管后来荷兰人送给他一条金链，以表彰他为解决经度问题所做出的努力，但是伽利略最终也没能获得任何一笔奖金。

伽利略终其余生一直坚持观察他的这些卫星（现在已被恰当地改称为“伽利略卫星”了），他一心一意地追踪着它们的运动——直到因为年纪太大、眼睛太花再也看不清它们为止。伽利略在1642年去世，但人们对木星卫星的兴趣却并未随之消亡。到了1650年之后，伽利略测定经度的方法终于得到了普遍认同，不过仅限于在陆地上。测量人员和地图制作者使用伽利略的方法对世界重新进行了测绘。正是在地图制作领域，这种测定经度的方法首次获得了巨大的成功。此前绘制的地图，对欧洲与其他洲之间的距离估计偏低，并夸大了每个国家的国界。如今，借助天体，可以对大地进行权威性的丈量了。据说，法国国王路易十四在面对一张基于精确的经度测量重新绘制的本国地图时，曾抱怨说：他丢在天文学家手里的领土比丢在敌人手里的还要多。

伽利略方法所取得的成功大大地鼓舞了地图制作者，他们强烈要求进一步提高木星卫星蚀的预测精度。对这些事件的发生时间预测得越准，绘制的图就会越精密。因为一些国家的边界悬而未决，许多天文学家发现“观察木星的卫星，并提高所出版表格的精度”是一份收入颇丰的工作。1668年，意大利博洛尼亚大学的一位天文学教授——乔凡尼·多美尼科·卡西尼，基于大量细致的观测，出版了当时最精确的表格。卡西尼也因制作了精良的星历表而受邀前往巴黎，到“太阳王”路易十四的宫廷作客。

尽管路易十四对领土面积的缩小感到不快，但他对科学还是抱着支持态度的。1666年，当他的总理让·科尔伯特²⁵提议创建法国皇家科学院时，他给予了大力支持。在解决经度问题的压力日益增大的形势下，再经过科尔伯特的极力劝说，路易国王批准了在巴黎建立天文台。接下来，科尔伯特又吸引著名的外国科学家到法国科学院来任职，并充实天文台的队伍。他聘请克里斯蒂安·惠更斯为科学院的创始人，并引进卡西尼当天文台台长。（惠更斯最终返回了荷兰，并因经度方面的工作数次前往英国访问；而卡西尼则在法国扎下了根，以后也没再离开。卡西尼在1673年加入了法国国籍，现在也常被认为是法国天文学家，因此他的法国名字让——多米尼克和他的原名多美尼科同样常用。）

卡西尼以新天文台台长的身份，派特使访问了丹麦的乌拉尼亚堡 [26](#) 遗址。乌拉尼亚堡是由第谷·布拉赫 [27](#)——历史上最伟大的用肉眼进行观测的天文学家——建立的“天宫”。利用在巴黎和乌拉尼亚堡两地对木星的卫星所进行的观测，卡西尼确定了两地的经度和纬度。卡西尼还号召波兰和德国的观测者们开展国际合作，观测木星卫星的运动，共同完成经度测量的大业。

就在巴黎天文台轰轰烈烈地开展这项活动期间，来自丹麦的客座天文学家奥勒·雷默（Ole Roemer）有了一个惊人的发现：当地球沿轨道绕太阳运行到最靠近木星的位置时，木星的所有4颗卫星都会提前发生卫星蚀。类似地，当地球运行到离木星最远的位置时，木星的卫星蚀又会比预期时间晚几分钟。雷默得出了正确的结论：这种现象可以用光的速度来解释。正如天文学家所宣称的那样，卫星蚀确实会遵循恒定的规律按时出现。但是，在地球上观测到这些卫星蚀的时间，还取决于来自木星卫星的光线到达地球前要在太空中穿越多远的距离。

在此之前，人们都认为光线以人类测不出来的速度，瞬时地从一个地方到达另一个地方。雷默意识到以前测量光速的试验之所以失败，原因在于测试距离太近。比如说，伽利略就曾经徒劳地进行过试验——他试图测量一座意大利山峰上的灯光到达另一座山峰上的观察者眼中所需要的时间。不管他和他的助手登上的山峰相距多远，他都毫无例外地测不出速度。但是，在雷默现在这个试验中（尽管是无意中进行的），地球上的天文学家观察的是从另一个星球的阴影中重新出现的卫星所发出的光。在穿越了这么遥远的星际距离之后，光信号的到达时间就显示出了不同。1676年，雷默首次利用偏离卫星蚀预测时间的大小，测出了光速。（他估计的光速稍稍低于现在的公认值——每秒300 000公里。）

与此同时，英国的一个皇家委员会正着手进行一项徒劳无益的工作：研究在远洋船上用罗盘磁针偏角测定经度的方案是否可行。国王查理二世拥有世界上最大的商贸船队，因此他强烈地感觉到了解决经度问题的迫切性，并渴望这个问题能在英国人手里得到解决。查理的情妇，一个名叫路易丝·德·克劳内尔（Louise De Keroualle）的年轻法国女人，向他报告了这么一条消息：她的一位同胞找到了一种测定经度的办法，而且他最近渡过英吉利海峡来到了英国，想恳请英王听他阐述一下自己的思想。查理听了这个消息肯定很高兴，他马上就同意了。

尽管巴黎方面很热衷于用木星的卫星测定经度，但这位名叫圣皮埃尔

（Sieur de St.Pierre）的法国贵族²⁸并不赞成这种做法。他说他本人相信地球卫星具有更强的导航能力。他提议通过月亮和选定的一些恒星来测定经度，这跟约翰尼斯·沃纳在160年前的想法差不多。英王觉得这个主意很有意思，于是他就指示皇家委员会改变了工作重点。这个委员会的委员包括了罗伯特·胡克²⁹——一个对使用望远镜和显微镜同样得心应手的博学之士，以及圣保罗大教堂³⁰的建筑师克利斯托夫·雷恩³¹。

为了对圣皮埃尔的提议进行评估，皇家委员会召来了27岁的天文学家约翰·弗拉姆斯蒂德，并请他提出专家意见。弗拉姆斯蒂德在提交的报告中断言：这种方法在理论上是合理的，但非常不切实际。得益于伽利略的影响，在接下来的数年中，人们也陆续研制出了一些还算不错的观测仪器，但却一直没能画出令人满意的星图，也没有找出月亮的运行路线。

年轻而有胆识的弗拉姆斯蒂德建议国王建立一个天文台，并委派一位大臣负责必要的工作，说这样也许会有助于改变被动局面。国王接受了他的建议，还任命弗拉姆斯蒂德为首任御用“天文观测员”，这一头衔后来变成了皇家天文官。英王下令建立格林尼治天文台，并在委任状上责成弗拉姆斯蒂德“以最大程度的细心、尽最大的努力，修正天体运行表格和恒星位置，以便人们在海上能确定渴望已久的经度，从而完善航海技术”。

后来，弗拉姆斯蒂德本人在追述这些事件的转变过程时写道，查理国王“当然不愿意他的船主和水手们被剥夺任何机会，而是希望他们能把握天空可能提供的任何帮助，使导航更加安全”。

因此，和此前的巴黎天文台一样，建立英国皇家天文台的初衷是，借助天文学的手段来解决经度问题。所有遥远的星星都得编入星表，以便能绘出一条航海路线图，供在地球的洋面上航行的船员们使用。

委员雷恩设计了皇家天文台。秉承国王的旨意，他将天文台的地址定在格林尼治公园的最高处，并在里面为弗拉姆斯蒂德和一名助手附设了宿舍。委员胡克负责具体的施工。这座天文台在1675年6月开始动工兴建，花了大半年时间才竣工。

弗拉姆斯蒂德在第二年5月入住天文台（他住过的那所房子至今还被称作“弗拉姆斯蒂德之宅”）。到10月，他就筹措到了足够多的仪器设备，并尽快投入了工作。弗拉姆斯蒂德为完成国王交给他的任务，整整奋斗

了40多年。他编纂了一本优秀的星表，但该书在1725年出版时，他已去世。此时，艾萨克·牛顿爵士已通过他的万有引力定理，帮助人们消除了对月球运动的困惑。这一进展也鼓舞了人们，他们梦想有朝一日天空能揭示出经度。

与此同时，远离天文学家们流连的那些山头，工匠和钟表匠们在探索着解决经度问题的另一条途径。一个有望实现的理想导航之梦告诉人们：船长只需简单地比对一下自己的怀表和另一台指示始发港正确时间的恒定时钟，就可以在舒服的船舱内测定经度了。

第四章 装在魔瓶里的时间

钟表间不存在神秘交流又有什么关系？

当秋日和风从丽日上盘旋而下，

翩翩落叶自然会像百万旅鼠³²一样，从马路两旁轻掠而过。

一件事不过是小小的一片时空，

你可以将它塞入猫儿眯缝的眼中邮走。

——戴安娜·阿克曼，《钟表间的神秘交流》

时间之于钟表恰似思想之于大脑。时钟或手表以某种方式包含了时间。但是，时间可不愿像《天方夜谭》中那个被关在神灯里的妖精一样受到禁锢。不管它是像沙子一样洒落，还是随着一个一个啮的齿轮转动，就在我们进行观察的时候，时间已无可挽回地溜走了。就算沙漏的玻璃球破碎了，就算日冕上的投影被黑暗笼罩住了，就算所有表针都因主发条完全松弛而静静地停住了，时间还是会照常流逝。我们顶多只能指望手表显示出时间的推移。因为时间有自己的节拍，就像心跳或退落的潮水一样，时钟并没有真的留住时间的脚步。它们只是跟上了时间的步伐而已——如果做得到这一点的话。

一些钟表爱好者猜想，如果让海员们像携带一桶水或一块牛的肋肉一样，将始发港的时间也带上船，那么好的计时设备也许就足以解决经度问题了。早在1530年，佛拉芒³³天文学家盖玛·弗里修司³⁴就曾主张用机械钟表作为确定海上经度的一种手段。

弗里修司这样写道：“在我们所处的这个时代，我们见到了各种小型钟表。它们大小适中，制作精巧，不会给旅行者带来什么麻烦的。”我想他的意思应该是：对富有的旅行者来说，这些小钟表在重量和价格方面都不会成为问题；当然，它们在计时精度上会差点。“而且它们还能帮助测定经度。”不过，弗里修司明确表示，要做到这一点得满足两个条件，即在出发的时候要以“最高的精度”拨准钟表，而在航行时它的走时也不能出偏差。这两个条件实际上排除了在那个年代运用这种方法的可能性。直到16世纪前叶，也没有哪块钟表能胜任这项工作。因为它们不

够精确，也没法保证在外海温度变化时仍然走得准。

英国的威廉·坎宁安（William Cunningham）有没有听说过弗里修司的提议，人们并不清楚，但在1559年，他确实重新唤起了人们对计时法的兴趣。为了应用这种方法，他还建议人们使用“从佛兰德斯 [35](#) 之类的地方带过来的”手表或用“在伦敦西门外 [36](#) 就能弄到的”手表。但是这些钟表每天走时误差通常会高达15分钟，因此其精度还远远达不到确定地理位置的要求。（以相差的小时数乘上 15° 得出的只是一个粗略的位置；人们还得将分钟数和秒钟数除以4，才能把时间读数精确地转换成弧度数和弧分数。）1622年，英国航海家托马斯·布伦德威尔（Thomas Blundeville）提议在进行越洋航行时使用“某种真正的钟表”来测定经度，但直到此时钟表技术还是没有取得显著的进步。

不过，手表的缺点并没有阻止人们的梦想，他们依然相信：手表一经完善就可以用来测定经度了。

伽利略还只是医学院的一个年轻学生时，就曾成功地用单摆解决了脉搏测量问题。年长之后，他又萌生过制作第一台摆钟的念头。据伽利略的门生兼传记作者文森佐·维维安尼（Vincenzo Viviani）说，1637年6月，这个伟人描述了将单摆应用于“带齿轮装置的钟表，以协助领航员测定经度”的思想。

据传说，伽利略早年在教堂里的一次神秘经历，促使他产生了可以用单摆进行计时的深刻洞察。故事是这样的：一盏从教堂大屋顶上垂下来的油灯，让阵阵穿堂风吹得摆来摆去，直叫人犯困。伽利略观察到，教堂司事抓住油灯托盘，点着灯芯；在灯盏重放光明后，教堂司事就松开手并顺势推了一把；于是枝形吊灯又开始摆起来，而且这一次摆动的幅度更大了。伽利略用自己的脉搏测量了吊灯的摆动时间，他还发现摆绳的长度决定了摆动的速率。

伽利略一直有意利用这个非凡的观察结果来制作一台摆钟，但始终没找到机会。文森佐根据他画的图纸，造出了一个模型。后来，佛罗伦萨城的元老们根据那个设计模型的预测建造了一座屋顶钟。但是制成第一台可运转的摆钟的殊荣，最终落在了伽利略的学术继承人克里斯蒂安·惠更斯头上。惠更斯是一位荷兰外交官的儿子，他虽然继承了家里的土地和财产 [37](#)，却把科学研究当作自己的生命。

惠更斯也是一位很有天分的天文学家，他看出伽利略观测到的土星

的“卫星”实际上是一个环，尽管这在当时看来有点不可思议。惠更斯还发现了土星最大的卫星，并将它命名为“泰坦”³⁸。此外，他还是第一个注意到火星斑纹的人。但是，惠更斯不愿意将全部精力都耗在望远镜前。他头脑里总有太多的事情要办。据说他还曾斥责过他在巴黎天文台的上司卡西尼，因为台长大人只会整天埋头进行天文观测。

惠更斯已被公认为第一个伟大的钟表制作家。他发誓自己未曾受过伽利略工作的启发，而是独自地产生了摆钟这个想法。确实，他在1656年制作的第一台摆控时钟，表明了他对钟摆运动的物理机理以及如何保持恒定的运动速率等问题都有着更深的理解。两年后，惠更斯出版了一本专著《时钟》（*Horologium*），专门阐述摆钟的原理。在书中，他声称他的时钟是一台适于确定海上经度的仪器。

到1660年时，惠更斯根据他阐述的原理，造出了两台而不是一台航海钟（*Marine Timekeeper*）。在接下来的几年里，他请愿意跟他合作的船长带上这两台钟出海，并对它们进行了仔细的测试。在1664年进行第三次这种试验时，惠更斯的时钟随船航行到了北大西洋中靠近非洲西海岸的佛得角群岛，然后返航。在整个往返航行的过程中，这两台钟一直都能准确地给出船的经度。

这样，惠更斯就成了这个领域公认的权威。他在1665年又出版了另一本书 *Kort Onderwys* ³⁹，这是一本关于如何使用航海钟的说明书。但是，接下来的几次航行却暴露出这些仪器的脆弱性。它们好像只有在天气好的情况下才能正常工作。当狂风掀起的巨浪将船打得东摇西晃时，钟摆的正常摆动就会受到干扰。

为了解决这个问题，惠更斯发明了螺旋平衡弹簧，以代替钟摆来设定时钟的转速。他还于1675年为这项技术申请了法国专利。当惠更斯碰上罗伯特·胡克这个性格火爆而又刚愎自用的竞争对手时，他再一次感到有必要向世人表明自己才是首创这项计时技术的发明人。

胡克在科学领域已经取得了几项名垂青史的成就。作为一位生物学家，他在观察昆虫肢体、鸟类羽毛和鱼鳞的显微结构时，用了“Cell”（细胞）这个词来称呼他在生物体内辨认出的那些小室。胡克同时还是一位测绘师和建筑师，他在1666年伦敦大火⁴⁰之后还帮助重建了这座城市。作为一位物理学家，胡克又在光的特性、引力理论、蒸汽机的可行性、地震的起因和弹簧的运动等方面进行了探索。也就是在发明螺旋平衡弹

簧这件事上，胡克与惠更斯发生了冲突，他宣称这个荷兰人窃取了他的成果。

胡克与惠更斯就一项螺旋平衡弹簧的英国专利发明权所引发的冲突，一度使皇家学会的好几次会议被迫中断。这起争端终于被搁置不议，而冲突双方对所作出的裁决都不满意。

最后，尽管胡克和惠更斯谁也没有造出一台真正的航海钟，但他们还是斗个没完。这两大巨人各自遭到的惨败，似乎又给用时钟解决经度问题的前景蒙上了一层阴影。同时，天文学家们还在努力收集必要的数据，以便应用“月距法”。他们对時計法不屑一顾，并为有机会跟这种方法划清界限而感到欢欣。在他们看来，经度问题的解决途径将来自天空——来自伟大的宇宙“天钟”，而不是普通的时钟。

第五章 怜悯药粉

这所学院要丈量全球，

将最渺茫的梦想化为现实；

他们还要通过测定经度，

将航海变成乐事。

从今往后，每个水手都可随意驾船，

轻轻松松，直开到澳洲新西兰。

——无名氏（约1660年），《格雷沙姆学院民谣》⁴¹

17世纪末，当各家学术团体的会员们还在为如何解决经度问题而争论不休时，无数的怪人和投机分子纷纷抛出了自己的小册子，轻率地发表他们确定海上经度的方案。

这些古怪方法中最有趣的无疑要算1687年提出来的“伤狗学说”了。其预测方法基于一种叫做“怜悯药粉”的江湖郎中药方。这种神奇的药粉是由法国南部一位闯劲十足的肯内姆·迪格比爵士⁴²发明的，据说有远程疗伤的功效。要发挥“怜悯药粉”的魔力，人们只需将它涂在病人的一件物品上就可以了。比如说，在包扎过伤口的一小段绷带上洒些“怜悯药粉”，会加快伤口的愈合速度。不幸的是，这个愈合过程往往伴随着疼痛。有流言说，肯内姆爵士——出于治疗的目的——在割伤了人的刀子上洒上药粉，或将病人的衣物浸入用药粉泡制的药液中，病人就会痛得跳起来。

于是，用“迪格比药粉”解决经度问题的荒谬念头，很自然地出现在那些盲从者的头脑里：在起航时，把一条受伤的狗带上船去；将一个可靠的人留在岸上，并让他每天正午时分将包扎过狗的绷带浸入“怜悯药粉”的溶液中；这条狗必定会尖叫着作出反应，这样就可以给船长一个时间的提示。狗的尖叫声意味着：“现在太阳到伦敦的天顶上了。”船长就可以将这个时间和他船上的本地时间进行对比，并相应地求出经度。当然，人们必须指望在海上相隔几千里格时，这种药粉的神力还是能切实有

效。还有很重要的一点是，不能让那道传递信息的伤口在几个月的航程中愈合掉。（有些历史学家建议，在一次远程航行中，可能要多次让狗受伤。）

在提出解决经度问题的这个方案时，也不知是出于真心还是出于讽刺，反正其作者指出：跟一个海员为导航牺牲掉一只眼睛相比，让“一条狗忍受久伤不愈的苦痛”的做法并不算太恐怖和唯利是图。这个小册子声称：“在发明后象限仪（Back-Quadrants）之前，应用最广泛的还是前向高度观测仪（Forestaff）；那时，每20个老船长中就有19个会因为天天盯着太阳以确定航向，而成为独眼龙。”实际情况也差不多真的如此。当英国航海家兼探险家约翰·戴维斯⁴³——在1595年将反向高度观测仪（Backstaff，也称后视杆）用于导航时，水手们马上表示了热烈的欢迎，并称颂它是对旧式直角仪（也称雅各布仪）进行的一项伟大革新。原来的观测仪要求人们直接迎着耀眼的阳光，以测量太阳相对于地平线的高度；而对眼睛的有限保护措施，也只不过是仪器的视孔玻璃涂涂黑而已。以这种方式进行观测，要不了几年就足以毁掉人的视力。可是，又不能不进行观测。既然都有了早期的领航员们为确定经度而丧失一半以上的视力这种先例，现在还有谁会反对为达到同样的目的而弄伤几条可怜的狗呢？

一种更人道些的解决方案用的是磁罗盘。12世纪时发明的罗盘，已成为当时每条船上的标准装备。人们将罗盘装在常平架（Gimbals）上，以保证它在船颠簸时也能处于竖直状态；并将它保存在罗盘柜里，这样就可以既获得支撑，又免受风吹雨打。当乌云遮蔽了白日的太阳或夜晚的北极星时，罗盘可以帮助航海者们寻找方向。不过，许多航海者相信，晴朗的夜空和好罗盘配在一起，还可以测出航船所处的经度。如果领航员既能读出罗盘的指示，又能看到星星的方位，他就可以通过测量两个北极——磁北极和真实北极之间的距离，来测定经度。

罗盘的指针指向磁北极，而北极星则高高地挂在真实北极上空——或者很靠近它的地方。当一艘船在北半球沿着某个纬线圈向东或向西航行时，领航员可以注意到磁北极和真实北极之间的距离如何变化：在大西洋中部某些子午线上看，这个距离好像很大；而从太平洋的某些有利位置看去，这两个北极又似乎重合。（可以用如下方法来模拟这种现象：将一整棵丁香插在脐橙上距离脐疤约一英寸的地方，然后在与眼睛齐平的平面上缓缓地转动脐橙。）可以绘制一张海图，将磁北极和真实北极之间的距离与经度联系起来；事实上，人们确实也为此绘制过许多海

图。

跟那些天文学方法相比，这种所谓的磁偏法有一个显著的优点：它不需要同时已知两个地方的时间，或者已知一个预测事件何时发生。不需要彼此相减以确定时间差，也不需要乘上任何度数进行换算。磁北极和北极星的相对位置就足以给出东经或西经的度数了。这种方法似乎实现了在地球表面布上正确经线的梦想，但是它既不完备也不准确。罗盘的指针很少会在所有的时候都指向正北方，多数罗盘总会有一定的波动范围，甚至每次航行的波动幅度还会不同，因此很难进行精确测量。更有甚者，得出的结果还会受到地磁异常现象的污染——正如埃德蒙·哈雷在历时两年的观测航程中所发现的那样，不同海域的地磁强度会时强时弱。

1699年，英国威尔特郡（Wiltshire）斯托克顿教区70岁的神父塞缪尔·菲勒（Samuel Fyler），提出了一种在夜空中绘出经线的方法。他表示：他（以及任何对天文学更有造诣的人）能够识别出一排排从地平线直达天顶的星星。应该能从中找出24条由星星串成的子午线，使得每条对应着一天中的一个小时。菲勒推测，接下来的工作就很简单了：只需准备一张地图和一个注明每条子午线何时出现在加那利群岛上空的时间表就可以了（按当时的惯例，本初子午线经过加那利群岛）。水手在当地午夜时分观察位于头顶的是哪一排星星。为了方便表述，不妨假设他看到的是第四列星星，再假设他还知道时间，并根据他的表格，得出此时此刻位于加那利群岛上空的应该是第一列星星；这样便可以计算出他的经度是位于加那利群岛以西3个小时，也就是西经45°。但是，就算在晴朗的夜晚，菲勒的方法需要的天文数据，也超出了当时世界上所有天文台已获得的数据，更何况它的推理过程本身就不太严密。

肖维尔上将18世纪初在锡利群岛遭遇的那场导致多艘舰船损失的海难，更增加了解决经度问题的迫切性。

在这场事故后，两个声名狼藉的角色——威廉·惠斯顿（William Whiston）和汉弗莱·迪顿（Humphrey Ditton）也加入到了这场角逐中来。他们都是数学家，也是要好的朋友，还经常在一起进行广泛的讨论。惠斯顿曾接替他的导师牛顿成为剑桥大学卢卡斯讲座的数学教授，但是后来他又因为一些非正统的宗教观点（比如他对诺亚大洪水所作的自然解释）丢掉了这个职位。迪顿则是伦敦基督慈善学校（Christ's Hospital）数学学院的一位教师。这俩伙计在某个下午的一次愉快长谈中，偶然地找到了一种解决经度问题的方案。

后来，在他们将自己的思路重新整理成书时，迪顿先生解释道：声音也许可以作为发给海员的一种信号。如果在某些时刻，在一些已知的参考地点，有意地鸣放大炮或制造出其他的大声响，那么就等于在海面布满了有声航标。惠斯顿先生真诚地附和道：他记得自己身在剑桥，都曾听到和法国舰队交火的枪炮声，从90英里外的苏塞克斯郡滩头岬（Beachy Head）传来。而且，他还由可靠的消息来源得知，荷兰战争中炮弹的爆炸声一直传到了“更远的英格兰中部”。

因此，如果让足够多的信号船停泊在各大洋上精心选定的位置，只需比较发出期望信号的已知时间和在船上听到信号时的实际时间，水手们就可以估算出自己跟这些静止的炮舰之间的距离。有了这个信息后，如果再考虑到声音传播速度的因素，他们就可以计算出自己所在位置的经度了。

不幸的是，当这两个人将他们自己的思路告知航海者时，得到的答复是：声音在海上的传播不够可靠，没法用于精确的定位。要不是惠斯顿突然又想出了将声信号和光信号相结合的主意，这种方案也许早就寿终正寝了。他提议为信号炮填充加农炮弹，让它们射到一英里多的高空后再爆炸，这样水手们就可以记录看到火球后过多久才听到爆炸声——颇像在气象上通过记录雷声滞后闪电多少秒的方法，来测量雷暴的距离。

当然，惠斯顿还担心利用炮弹爆炸的亮光在海上传递时间信号也可能发生闪失。因此，在1713年6月7日那天观看了为纪念“和平感恩节”而燃放的烟花后，他感到特别高兴。这使他确信，如果将一枚精确定时的炸弹送上6 440英尺的高空（他认为这是当时技术能达到的最高极限），那么方圆100英里内的人肯定都看得到爆炸。在确证了这一点之后，他就和迪顿合写了一篇文章，列出了实施这种方案的必要步骤，并刊登在随后一个星期的《卫报》上。

首先，必须派出一支新式的舰队，在洋面上每隔600英里停泊一艘。惠斯顿和迪顿没看出这会有什么問題，因为他们误判了对锚链长度的要求。他们声称，北大西洋最深的地方也就只有300英寻⁴⁴。实际上，该水域的平均深度达到了2 000英寻，而且洋底有时还会下陷到3 450多英寻。

作者们说：如果水太深，锚挖不到底，可以将一些重物抛入海中，让洋流将它们漂到较平静的海域，船只就能停稳了。不管怎样，他们都信心满满，觉得这些小问题可以通过反复试验得到妥善解决。

更重要的是确定每艘船的位置。这个时间信号必须从已知经纬度的地方发出。因为不需要频繁地确定这些地点的经纬度，可以用木星的卫星蚀完成这项任务，也可以用日食或月食。或许也可以用“月距法”确定这些船的位置，省得过往船只还要进行艰难的天文观测或繁琐的计算。

领航员们只需注意观看当地午夜时分发射的信号火箭，并聆听炮声，就可放心地继续航行了，因为他们有把握得出船在海上某些固定点之间的位置。如果有云挡住了亮光，那么光听声音也足以确定位置。而且，也不用等多久，下一艘信号船又可提供一次位置修正。

两位作者希望这些船可以得到自然豁免，不遭海盗劫掠或来自敌对国家的攻击。事实上，它们应该受到所有有贸易往来国家的法律保护：“如果有任何其他船只，损坏信号船，或者出于娱乐、欺骗等目的模仿信号船的爆炸声，在每个国家都应被视为严重的犯罪行为”。

很快，批评者就指出：就算能克服所有显而易见的障碍（其中一个不小的障碍就是完成这项任务所需的费用），还是存在相当多的问题。操纵这些船就需要几千人。这些人的处境比灯塔守望人更悲惨——不仅要忍受孤独，风霜雨雪的侵袭，也许还有饥饿的威胁，而且必须一直保持清醒状态。

1713年12月10日，惠斯顿和迪顿的提议再次公开发表，刊登在《英国人》上。1714年，它又以单行本的形式出版，书名是《在海面上和陆地上测定经度的一种新方法》。虽然惠斯顿和迪顿的方法存在着致命的缺陷，他们却成功地将经度问题推向了解决之路。凭借着顽强的决心和渴望得到公众认可的心理，他们联合了伦敦航运界的各路人马。1714年春天，他们发起了一项请愿活动，请“皇家舰队舰长、伦敦商会代表以及商船船长”在请愿书上签了名。这份文件如同向英国国会下的一份挑战书，要求政府关注经度问题，并通过重赏能切实可行地在海上测定精确经度的人，以促使经度问题早日得到彻底解决。

商人和海员们呼吁成立一个委员会来关注这项工作的现况。他们要求设立一笔基金，支持人们对各种有望成功的思想进行研究开发。他们还要求向真正解决了这个问题的人颁发一笔相当于“国王赎金”（A King's Ransom）的高额奖金。

第六章 经度奖金

她上身只剩一件粗布短背心，
原是她多年前做闺女时买的时新，
论长度现在虽然已难蔽体，
她对这唯一的好衣服仍很得意。

——罗伯特·彭斯，《汤姆·奥桑特》⁴⁵

商人和海员们要求采取措施解决经度问题的请愿书，在1714年5月上呈给了威斯敏斯特宫⁴⁶。6月，英国国会成立了一个专门的委员会，对面临的挑战作出回应。

在受命迅速采取行动后，委员们向72岁的老前辈艾萨克·牛顿爵士以及他的朋友埃德蒙·哈雷求助，请他们提出专家意见。哈雷几年前就前往圣赫勒拿岛⁴⁷绘制南半球的星图去了。当时，南半球的夜空基本上还是一片处女地。哈雷发表了300多颗南方星星的星表，这为他赢得了入选皇家学会的荣誉。为了测量地磁变化，他还曾广泛地进行了长途航行。因此，他精通经度方面的知识，而他本人对寻求经度问题的解决方案也多有涉足。

牛顿那天“神情疲惫”，但他还是向委员们大声宣读了特意准备的书面意见，并回答了他们的提问。他总结了现存的各种测定经度的方法，并表示所有这些方法在理论上都是正确的，但“难以实现”。当然，他这么说在整体上有点保守。例如，牛顿对時計法作了如下评述：

“其中的一种方法是利用钟表进行精确计时。但是，由于存在着船只运动、温度和湿度的波动以及重力随经度而变化等困难，可以进行这种精确计时的钟表还没有造出来。”他暗示，将来也不太可能造得出来。

牛顿先提及钟表法，再论述同样问题重重却多少更有希望一点的天文解决方案，其目的也许就是要用钟表法当挡箭牌。他谈到，利用木星的卫星蚀测定经度的方法，虽然对航海者帮不上什么忙，但不管怎么说，在陆地上是行得通的。他说，其他天文方法有的要求预知某星体何时会消

失在我们月球的背后，有的要求对日食或月食进行定时观察。他还提到了宏伟的“月距”计划。该计划通过在白天测量太阳和月亮的距离、在夜晚测量星星和月亮的距离的方式来测定经度。（就在牛顿发表这番演说的时候，弗拉姆斯蒂德正在皇家天文台为确定星星位置而头疼不已，而这项工作正是那个受到过度追捧的“月距法”的基础。）

经度委员会将牛顿的证词写入了他们的正式报告。这份文件对所有方法都一视同仁，也没有在英国本土的奇思和国外的妙想之间分什么彼此。它只是敦促国会广泛征集各种可能解决方案——不管它是来自哪个科学领域，也不管它是由哪个国家的个人或团体提出的——并对成功方案的提出者加以重赏。

真正的经度法案则是在安妮女王统治期间的1714年7月8日颁布的。这项法案贯彻了上述报告中的所有精神。就奖金而言，它分别设立了一等奖、二等奖和三等奖：

凡是有办法在地球大圆上将经度确定到半度范围内的，奖励20 000英镑；

凡是有办法将经度确定到2/3度范围内的，奖励15 000英镑；

凡是有办法将经度确定到1°范围内的，奖励10 000英镑。

因为1°的经度在赤道处的地球表面上跨度为60海里（相当于68英里），就是零点几度的经度也会对应一个相当大的距离——因此，用具有这种精度的方法来确定船只相对于目的地的位置，还是会出现不小的误差。政府愿意投入如此巨大的一笔奖金，来重赏一种误差高达许多英里的“实用”方法，这件事本身就已清楚地表明：英国不惜高昂代价，想要改变航海业所处的可怜境况。

经度法案确立了一个特选的评审小组，该小组后来被称作经度局（Board of Longitude）。经度局由科学家、海军军官和政府官员组成，行使奖金发放的决定权。皇家天文官是经度局的当然委员（*ex-officio member*）。其他当然委员还有皇家学会会长、海军大臣、下议院议长、海军总司令以及牛津大学和剑桥大学的萨维尔（Savilian）、卢卡斯（Lucasian）和普卢姆（Plumian）讲座数学教授。（牛顿来自剑桥大学，他在那里当了30年的卢卡斯讲座教授；1714年，他又出任了皇家学会会长。）

根据经度法案，经度局有权发放激励奖金，帮助贫穷的发明家将有望成功的思想付诸实现。因为经度局有权决定经费下拨，所以它也许可以算是世界上第一家官方的研究开发资助机构了。（经度局一直存在了100多年，对此大家都始料未及。截止到1828年它最终解散时，由它支付出去的经费超过了10万英镑。）

为了方便经度局委员们对一种方法的实际精度作出判断，它必须在皇家舰队的一艘船上进行测试，而且测试时这艘船要“处在海上，正在由大不列颠驶往经度局委员们任意选定的一个西印度群岛港口的途中……并检查经度误差是否真的没有超出前述范围”。

即使在经度法案颁布之前，解决经度问题的所谓方案已比比皆是。而在1714年之后，随着其潜在价值的大幅提升，这类解决方案更是泛滥成灾了。经度局在很长一段时期内都被人们团团围住（实际情况真的如此，并非夸张的说法）。其中有图谋不轨的人，也有愿望良好的人，他们都是听到悬赏的事后，冲着奖金来的。在这些满怀希望的竞争者中，有些人被强烈的贪欲冲昏了头脑，甚至连参赛条件都还没有来得及看清呢。于是，经度局收到了诸如改良船舵、净化海上饮用水和完善专用于暴风雨天气的特种风帆之类的提议。在经度局的百年历程中，它收到了太多太多的永动机设计图，以及旨在化圆为方⁴⁸或尽量提高圆周率数值计算精度的种种提议。

受经度法案的影响，“测定经度”一词也成了“知其不可为而为之”的代名词。经度经常性地成了人们谈论的话题，甚至成了取笑的对象，连那个年代的文学作品中也出现了它的身影。比如，在《格列佛游记》中，当人们让好船长勒缪尔·格利佛将自己想象成一个长生不老的“斯特鲁德布鲁格”⁴⁹时，他预计自己可以经历的赏心乐事包括：目睹各种彗星的回归，见证汹涌的大河萎缩成清浅的小溪，并且“发现经度仪、永动机、万灵药以及其他种种伟大发明，都已被改造得尽善尽美了”。

在解决经度问题的竞赛活动中，总是掺杂着贬抑其他参赛者的场面。一位署名为“R.B.”的小册子作者，在谈到力主使用鸣炮法的惠斯顿先生时说：“如果他还有那么一丁点儿脑子的话，那也一定是迷糊掉了。”

对同是满怀希望的参赛者，一个最机敏最简洁的抨击，无疑出自于英国贝弗利（Beverly）的杰里米·撒克（Jeremy Thacker）笔下。在听说了利用炮声、经火烤的罗盘指针、月球的运动、太阳的仰角或随便什么其他方式进行经度测定的种种不完善提议后，撒克自己设计了一种密封在真

空容器中的新型钟表，并声称他的方法才是最好的：“总之，我很满意地看到我的读者们开始认同，跟我的精密時計（Chronometer）相比，测声计（Phonometers）、测火计（Pyrometers）、月球计（Selenometers）、太阳计（Heliometers）以及这个计那个计根本就不值一提。”

撒克诙谐的新名词“精密時計”显然也是由他首创的。他在1714年最初这么说时也许只是开玩笑，但后来这个词却被普遍采纳，作为航海钟的一个绝妙好名。至今，我们还在将这种设备称作“精密時計”。不过，撒克发明的“精密時計”本身可没有它的名字那么出色。毋庸讳言，这种时钟确实体现了两项值得夸耀的新进展。首先，它的玻璃外壳所形成的真空容器可以防护计时器，使之免受令人烦恼的大气压力和湿度变化的影响。其次，它采用了两根经过巧妙配对的发条杆，因此在上发条时钟表仍然可以工作。在撒克引入这种“储能器件”（maintaining power）之前，用发条驱动的钟表在上发条时都要停下来，于是走时就不准了。撒克还将整个仪器像罗盘一样挂到常平架上。他采取这种预防措施，是为了避免在遇到暴风雨的时候，時計在颠簸的甲板上跌来撞去。

撒克发明的时钟不能根据温度变化进行调节！尽管真空容器有一定的隔热能力，但是隔热效果还不够好。对此，撒克自己也很清楚。

当时，室温变化对所有计时器的运行速率影响都很大。金属的摆杆受热会膨胀，遇冷又会收缩，因此在不同的温度下，秒钟会以不同的节拍走时。与此类似，平衡弹簧受热会变软变弱，遇冷又会变硬变强。撒克在测试他的“精密時計”时，对这个问题作了非常周详的考虑。事实上，在提交给经度局的报告中，他包含了关于这个“精密時計”在各种温度下运行速率的记录，并给出了不同温度条件下预计误差的容许范围。航海者在使用这种“精密時計”时，只需对照温度计上的水银柱高度，进行必要的计算，就可以加权校正钟盘上显示的时间了。该计划存在不足的地方也就是这里：人们不得一直盯着“精密時計”，同时注意环境温度的变化，并将这些信息折算成经度读数。最后，撒克也承认，即使在理想状况下，他的“精密時計”每天的误差有时也会高达6秒。

以前那些钟表每天的快慢往往高达15分钟。与之相比，区区6秒听起来似乎算不得什么，何必这么吹毛求疵呢？

原因在于不同的精度会有截然不同的结果，这中间牵涉到了钱的因素。

要证明一台钟有资格获得20 000英镑的奖金，它确定出来的经度误差必须在半度之内。这也就意味着，每24小时它的快慢不能超过3秒钟。通过算术计算可以证明这一点：从英格兰到加勒比海的航程要花6个星期，而可容许的最大经度误差为半度，也就是2分钟时间。如果每天出现3秒钟的误差，在海上连续航行40天，到航行结束时，合在一起的总误差就达到了2分钟。

在经度局委员们第一年评阅的众多方案中，撒克的小册子写得最好。但是，人们并没有因此就对这种方法寄予更大的希望。有待完善的工作太多了，而已真正实现的却很少。

牛顿等不及了。他觉得他现在已经很清楚，星星才是解决经度问题的希望所在。随着天文学的进步，在过去几个世纪中被一再提起的“月距法”，开始赢得更多人的信赖和拥戴。得利于牛顿本人在用数学公式表达万有引力定律方面所作的努力，人们对月球运动有了更好的认识，而且还能在一定程度上预测月球的运动了。但是，世人仍然在焦急地等着弗拉姆斯蒂德完成他对星星的测量。

弗拉姆斯蒂德不愿轻易放过任何一个错误，因此，虽然他在绘制星图上已花了40年功夫，却仍然不肯公布他的数据。他将这些数据都封存在格林尼治。牛顿和哈雷想方设法从皇家天文台弄到了弗拉姆斯蒂德的大部分记录，并于1712年自作主张以盗版形式出版了他的星表。弗拉姆斯蒂德对此展开了报复：他收集到了已印行的400本书中的300本，并将它们通通烧毁。

弗拉姆斯蒂德给从前的观测助理亚伯拉罕·夏普（Abraham Sharp）写信说：“大约两周前，我将它们付之一炬了。如果牛顿爵士明白事理的话，他一定会同意，我这样做是帮了他和哈雷博士一个天大的忙。”也就是说，草率地发表还没有经过充分验证的星星位置，只会让一位受人尊敬的天文学家名誉扫地。

尽管不成熟的星表引起了风波，但牛顿还是一如既往地相信：钟表机构般的宇宙将最终胜出，以其有规律的运动为海上往来的船只导航。人造钟表无疑可以成为天文估算的有益补充，只是永远也没法取而代之。为经度局工作了7年之后，牛顿在1721年给海军大臣乔赛亚·伯切特（Josiah Burchett）写信，谈到了自己的一些感受：

“一块好手表也许可以保证在海上的估算值几天不出问题，让人们知道

何时进行天文观察。在更好的钟表问世之前，要实现这个目标，一块好的宝石手表可能也就够用了。但是，一旦失去了海上的经度信息，什么样的手表也没法将它找回来了。”

牛顿没能活到最终颁发经度奖金的那一天——他在1727年去世了。40年后，一位自学成才的钟表匠因为制作了一块超大的怀表，夺得了这项大奖。

第七章 木齿轮制造者的成长经历

哦！她完美得无与伦比——

她可以同任何近代的女圣徒来比拟；

地狱的刁滑的权力不能施在她的身上，

她的守护神也中止了他的守备；

即使她的最细小的行动也很正确，

如同哈里森所制造的最精妙的時計一般。

——拜伦，《唐璜》 50

人们对约翰·哈里森的早年生活知之甚少，因此，他的传记作者们不得不像用细纱织布的纺织工一样，根据不多的事实来拼凑出他生平的全貌。

不过，他生命中的那些精彩场面会让我们联想起其他一些传奇人物，而他们鼓舞人心的事迹也为编写哈里森的故事提供了极大的帮助。比如，哈里森因为对知识如饥似渴而刻苦自学，与之相仿，亚伯拉罕·林肯年轻时也曾出于同样的目的在烛光下彻夜苦读。他出身低微（甚至可能要算出身贫寒），却凭着自己的创造力和勤奋而致了富，就像托马斯·爱迪生和本杰明·富兰克林一样。如果不怕有类比过头之嫌，哈里森的遭遇跟耶稣基督也有些类似：原来都是木工，并在默默无闻中度过了前30年，然后才因自己的思想而为世人瞩目。

解决了“经度问题”的那个约翰·哈里森，于1693年3月24日出生于英国约克郡，在家里5个孩子中排行老大。按当时的传统习俗，他家给孩子取名时也很吝啬，就用那么几个常用的名字。因此，如果不借助纸和笔，都要分不清那么多个名叫亨利、约翰和伊丽莎白的人谁是谁了。具体来说，约翰·哈里森是这个或那个亨利·哈里森的儿子、孙子、兄弟和叔叔，而他的妈妈、姐姐、两任妻子、唯一的女儿以及三个媳妇中的两个又都叫做伊丽莎白。

他的第一个家大概是在一个叫诺斯特尔修道院（Nostell Priory）的庄园里。一个富有的地主拥有这个庄园，并雇用老哈里森当了庄园的木工兼看守。在约翰还很小的时候——大约是4岁左右吧，最迟也不晚于7岁——不知因为什么缘故，他们全家搬迁到了林肯郡一个叫巴罗（Barrow）的村子。因为该村位于亨伯（Humber）河的南岸，所以又被称作亨伯河上的巴罗。

在巴罗时，年轻的约翰跟父亲学做木工。他不知从哪儿学了音乐，会拉一种老式的六弦提琴（viol），也曾在教堂敲钟并为它们调过音，最后还当上了巴罗教区教堂的唱诗班指挥。（在多年以后的1775年，哈里森发表了《关于这种机械.....的描述》，以阐述他的计时器的工作原理，文中就有一个附件详细解说了他关于音阶的基本理论。）

不知怎么回事，在约翰十几岁时，大家就都知道了他渴望读书。也许他曾大声说出来过，也许他对弄懂事情的来龙去脉太着迷了，人们都能从他的眼神里看出来。不管实际情况到底怎样，反正在1712年左右，来这个教区访问的一位牧师对约翰的求知欲给予了鼓励，并借给他一本珍贵的教科书——剑桥大学数学家尼古拉斯·桑德森（Nicholas Saunderson）的自然哲学系列讲座的手抄讲义。

在拿到这本书时，约翰·哈里森已经能读会写了。他使用这两项技能誊抄了桑德森的著作，在上面作了注解，还将自己这个抄录本命名为“桑德森先生的机械学”。为了更好地理解运动定律的性质，他认真地写下每一个字，画出每一张图，并附上了图片说明。在接下来的几年里，他专注得像个圣经学者，一遍遍地研读这个抄录本，并不断地在书上添加自己的旁注，后来甚至还写下了一些颇具见识的心得。自始至终，他的笔迹看起来整洁、小巧而有序，这也许表明了他是一个思想有条理的人。

虽然约翰·哈里森坚决地摒弃了莎士比亚，也从不允许这个诗人的作品出现在家里，但是牛顿的《自然哲学的数学原理》和桑德森的讲义却占有了他一席之地，并对他往后的职业生涯很有助益，使他得以更好地把握自然界的规律。

1713年，还不足20岁的哈里森造出了自己的第一台摆钟。至于他为何要从事这项工作，以及他在没有当过钟表匠学徒的情况下怎么会有如此出色的表现，到现在还是一个谜。不过，他制作的这台钟现在还在。作为产品成型时期的遗迹，上面签有姓名和日期的那台钟的运动机件和钟

面，现已由位于伦敦同业公会会所（Guildhall）的钟表商名家公会 [51](#) 陈列在一个单间博物馆的展览柜里。

这台钟除了是由伟大的约翰·哈里森制作的这一点之外，还有一个非同寻常的特点：它几乎完全是用木头制成的。这是一台由木匠制造出来的钟表，它用橡木做齿轮，黄杨木做轴，并用少量的黄铜和钢铁提供连接和驱动。哈里森一向注重实际，头脑又灵活，不管拿到什么材料，都能让它们物尽其用。齿轮的木齿在正常的磨损下不会崩落，因为它在设计上有效地利用了坚硬的橡木中的纹理，保证了抗毁性。

历史学家想弄明白，哈里森在加工自己的钟表前，是否拆开过哪些钟表进行一番研究。据传说（可能是杜撰的），哈里森在幼年时生了一场病，他就是靠倾听放在枕边的一块怀表的嘀嗒声，才硬撑过来的。但是，谁也猜不出这个小男孩能从哪里弄来这么一个东西。在哈里森年轻时，时钟和手表的价钱都挺高。而且，就算他家里买得起一块怀表，他们也不一定知道上哪儿去买。18世纪前叶，在林肯郡北部一带地区生活或工作过的知名钟表匠，除了自学成才的哈里森本人之外，也找不出第二个了。

哈里森在1715年和1717年又造了两台几乎一模一样的木钟。在它们造成之后的几个世纪里，这些计时装置的钟摆和高高的钟壳都丢失了，只有机芯部分保存了下来。唯一例外的是，这三台钟的最后一台还有一块木门残片也流传了下来，其大小跟一份法律文件差不多。事实上，门的背面真的贴有一份文件，而且看来正是这张纸为子孙后代保住了这块软木。如今，这张起过保护作用的纸，即哈里森的时差 [52](#) 表格，跟他的第一台钟一起，陈列在伦敦同业公会会所的展柜里。

这台时钟的使用者可以根据该表格，矫正太阳时间或“真实”时间（所谓的真太阳时，即日冕上显示的时间）与人为的但更有规律的“平均”时间（所谓的平太阳时，即用一台每24小时敲一次正午的时钟所测出的时间）之间的差别。随着季节的变化，太阳正午和平均正午之间的偏差会在一个容许范围内时大时小。如今，我们不再理会太阳时间了，而是简单地以格林尼治平均时间为标准。但是，在哈里森生活的年代，日冕仍然在广泛地应用。一台好的机械时钟还得和时钟般的宇宙对时间，这可以通过使用一种叫“时差”的数学技巧来完成。哈里森在年轻时就弄懂了这些计算，而且他还亲自进行了天文观察，并独自计算出了时差数据。

在对该转换表的实质进行概述时，哈里森手写了一个标题“北纬53°18'巴

罗村日出日落表；及钟表准确时，长钟摆与太阳之间应该且必定存在的偏差表”。⁵³这段文字听起来古怪有趣，部分原因在于它的表述方式太古老，部分原因则是它本身就含糊不清。据那些最崇敬哈里森的人说，他一直不知道怎样以书面形式清楚地表达自己的意思。他写出来的东西含混不清，就像“嘴里含着石子”的证人所作的口供。不管在他头脑里产生的思想或在他的钟表里实现的思想是怎样地熠熠生辉，一经他用语言表述出来，马上就会黯然失色。他在自己发表的最后一部作品中，大致地描述了和经度局打交道的整个过程。在讲述这段令人很不是滋味的历史时，他那没完没了的委婉啰唆风格真是得到了淋漓尽致的发挥——书中第一个句子就长达25页，甚至连标点符号都不带一个！

在个人交往方面，哈里森倒是直率得很。他不失时机地向伊丽莎白·巴雷尔求婚，并于1718年8月30日与她成亲。第二年夏天，他们的儿子约翰降生了。后来，伊丽莎白在孩子不满7岁的那个春天就因病去世了。

对于哈里森鳏居期间的私人生活，我们知之不详。这是不足为怪的，因为他并没有留下什么日记或信件，记述他这段时间的活动和忧虑。不过，他所处教区的记录表明，他在伊丽莎白去世6个月后，又娶了一个比他小10岁的妻子。哈里森和他的第二任妻子伊丽莎白·斯科特于1726年11月23日结婚，并在一起共同生活了50年。婚后没几年，他们就生了两个孩子。第一个孩子是生于1728年的威廉，他后来成了父亲的捍卫者和得力助手。至于第二个孩子——生于1732年的伊丽莎白，我们只知道她是在12月21日这天受洗礼的，除此之外一无所知。哈里森和前妻生的孩子约翰在18岁时就死了。

没有人知道哈里森最初在什么时候又是通过什么途径听说了经度奖金这件事。有人说：赫尔港（Port of Hull）离哈里森家不远，就在北面五英里处；那是英格兰的第三大港口，悬赏的消息肯定早就在那里炒得沸沸扬扬了；而随便哪个海员或商人都可能将这个公告的内容带到亨伯河下游，并通过摆渡传到河对岸去。

可以想见，哈里森在成长的过程中，对经度问题一定很熟悉——那情形就像如今随便哪个机灵的学童都知道人类急需治疗癌症的良方，也知道我们在核废料处理方面并没有什么好办法。经度问题是哈里森生活的那个年代所面临的一大科技难题。甚至在国会悬赏之前——至少在他获悉有这笔奖金之前，哈里森似乎就已经开始思考如何确定海上的时间和经度了。总之，不管哈里森是否对经度问题偏爱有加，他一直以来忙于从事的工作已为他解决这个问题作好了思想准备。

1720年左右，已成了当地一个小有名气的钟表匠的哈里森，被查尔斯·佩勒姆爵士（Sir Charles Pelham）请到他位于布罗克莱斯比庄园（Brocklesby Park）的府第，为新马厩建造一座塔钟。

于是，曾担任教堂敲钟人的哈里森受布罗克莱斯比塔吸引，再次爬到了他熟悉的高空。不过，这一次不是去扯动钟绳，而是设计制造一台可以在高高的塔楼上向所有人忠实地播报正确时间的新仪器。

哈里森在1722年左右完成了这座塔钟，它现在仍在布罗克莱斯比庄园里向人们报时。它已连续运转了270余年——仅在1884年工人们对它进行装修时，才短暂地停过一段时间。

从精美的外壳到无摩擦的齿轮传动机构，处处都表明这座塔钟的制作者是一位大师级的木匠。比如，这座钟不用上油就能工作。它从来都不需要润滑剂，因为那些需要润滑的部件一般都采用一种会自己渗出油脂的热带坚木——愈疮木（Lignum Vitae）雕刻而成。哈里森还小心地避免在钟内任何部件上使用钢或铁，以免在潮湿的环境下生锈。凡是需要金属的地方，他都装上了铜制部件。

在用橡木制造齿轮传动机构时，哈里森还发明了一种新的齿轮。时钟运转轮系中的每一个齿轮就如同儿童画里的太阳——木纹线从齿轮中心向齿尖辐射，就像用铅笔直尺画上去的一样。为了进一步从结构上保证轮齿经久耐用，哈里森特意选用了快速生长的橡树木；这种树的树干里的年轮一圈一圈间距较远，包含了更多的新木，因而加工出来的木材纹理宽且强度高。（在显微镜下观察，年轮部分跟空洞密布的蜂窝似的，而年轮之间的新木看上去则像是实心的。）在可以牺牲一点强度的其他部位，比如齿轮的中心部分，哈里森总是选用生长较慢的橡木，以减轻重量——年轮靠得越近木头，看上去木纹越多，掂起来也越轻。

哈里森对木材的精准认识在今天也许比较好理解，因为我们有了后见之明，而且还可以用X光来验证他所做出的抉择。回顾起来，还有一点也很明白，那就是当哈里森在布罗克莱斯比庄园的高塔上，采用不用上油的齿轮机构时，他已经朝着制造航海时钟的方向迈出了重要的一步。不用上油的时钟在此之前绝对是闻所未闻的，而它跟过去造出来的任何时钟相比，在海上进行精确计时的可能性却要大得多。因为在航行的过程中，随着气温的上升或下降，润滑油会变稀薄或浓稠，从而导致时钟走得过快或过慢，甚至完全停摆。

在制作别的时钟时，哈里森跟弟弟詹姆斯进行了合作。詹姆斯比他小11岁，但跟他一样，也是极好的工匠。在1725年至1727年之间，兄弟俩一起制作了两台落地式大座钟。詹姆斯·哈里森用醒目的手写体在这两台钟上签上了自己的名字，就签在刷过漆的木质钟壳的外表面上。尽管钟表史学家们谁也不怀疑约翰才是这两座钟的设计师和制作过程的主导者，可是里里外外哪里也找不到约翰·哈里森的名字。有记录显示约翰在日后生活中不乏宽宏大度的行为，据此判断，他似乎是存心要帮年少的亲弟弟一把，让弟弟一个人将名字签在两人联手创造出的作品上。

两样新奇的小玩意，确保了这些落地大座钟能以几乎完美的方式精确计时。哈里森这两个精巧的发明后来被称作“烤架”和“蚱蜢”。如果你到伦敦同业公会会所，还可以看到由哈里森兄弟制作的一台钟紧靠后墙安放。从它外壳上的小玻璃窗往里看，就会明白这个叫“烤架”的小玩意从何得名。透过窗子就可以看到的截钟摆，是由两种不同金属条相间合成的，很像用来烤肉的烤炉上的那些平行钢条。这种“烤架”钟摆真的耐得住冷热，且不会有负面作用。

在哈里森生活的那个年代，多数钟摆受热会膨胀变长，因而在热天里会摆得慢些。若遇冷，它们又会收缩，因而又会摆得快些，于是时钟的走速就朝相反的方向变。每种金属都会呈现出这种讨厌的趋势，只是程度不同而已，也就是说每种金属都有自己独特的热胀冷缩率。哈里森将两种不同的金属条——黄铜条和钢条——长短不同地组合在一起制成一个摆，就解决了这个问题。在温度变化时，这些组在一起的金属彼此抵消长度上的变化，因此钟摆就不会摆得太快或太慢了。⁵⁴

“蚱蜢”擒纵器⁵⁵是对时钟“起搏器”的“心跳”进行计数的器件，它的名字源于其中那些交叉部件的运动方式。这些部件运动起来，看着就像蚱蜢跳动时后腿的踢动一样，不过是无声无息的，也不存在深深困扰着已有擒纵器设计的摩擦问题。

哈里森兄弟利用星辰有规律的运动，对他们制作的“烤架——蚱蜢”时钟进行了精确度测试。他们用自家窗户的一条边框和邻居家烟囱柱的侧影，作为自制天文跟踪仪器上的十字准线，用于星星定位。夜复一夜，当给定的几颗恒星跑出他们的视野范围并消失在烟囱背后时，他们就记下时钟的钟点。因为地球的自转，恒星消失的时间每晚刚好比前一晚提早了3分56秒（太阳时）。如果哪一台钟能够跟这个恒星时间表同步，那就证明它和上帝创造的伟大天钟一样完美无缺了。

在所有这些深夜测试中，哈里森兄弟制作的时钟在整整一个月里累计误差都没有超过一秒钟。这让当时世界上生产出的具有最高质量的钟表都相形见绌了，因为它们每天会有一分钟左右的漂移。比哈里森钟表所达到的非凡精度更绝的只有一件事，那就是这一前所未有的高精度竟然是由两个乡巴佬独自创造出来的，而不是出自托马斯·托姆皮恩 [56](#) 或乔治·格雷厄姆 [57](#) 之类的大师之手，尽管这些人在伦敦市区的钟表制作中心拥有昂贵的材料和许多熟练的机械师。

哈里森晚年回忆道，到了1727年，获得经度奖金的愿景已促使他将精力转向克服航海钟里存在的特殊困难。他意识到，如果能将自己那些精巧的时钟进行改造，使之适于海上使用，那他就可以名利双收了。

他已找出了绕过润滑剂问题的途径，以无摩擦的机械在精度上达到了新高，并研制出了一种适合所有季节使用的钟摆。他准备着手对付带咸味的空气和多风暴的海洋了。具有讽刺意味的是，哈里森看出：要获得那20 000英镑的奖金，他将不得不放弃他的“烤架”钟摆而另辟蹊径。

尽管“烤架”钟摆在陆地上获得了成功，但钟摆毕竟是钟摆，在翻腾的海面上，什么样的钟摆都会失灵。为了取代带摆锤的分段摆杆，哈里森开始在头脑中构想出一组有弹性的跷跷板，它们自成体系，相互平衡，因而经得住最猛烈的海上颠簸。

经过将近4年的不懈努力，他终于想出了这种令自己满意的新颖装置。然后，他就启程前往200英里外的伦敦，打算将自己的计划和盘托给经度局。

第八章 “蚱蜢”出海

在这个沉迷于闲谈的凡世，

哪里找得到离经的纬线？

——克里斯托弗·弗赖伊，《不该受火刑的女人》⁵⁸

1730年夏天，约翰·哈里森来到伦敦，却怎么也找不到经度局。尽管这个威严的机构在15年前就成立了，却连个正式的办公地点都没有。事实上，它一直就没开过会。

提交给经度局的所有方案都显得太无关紧要和平庸了，只需由某个委员给满怀热望的发明人发一封拒绝函，就可以打发掉。还没有哪项提案看上去有足够大的吸引力，需要劳驾5个委员——经度法案规定的最少法定人数——聚到一起来，对这种方法的价值进行严肃的讨论。

不过，哈里森知道经度局中最著名的一位委员——伟大的埃德蒙·哈雷——的身份。于是，他就直奔格林尼治，到皇家天文台去找他。

在约翰·弗拉姆斯蒂德去世后的1720年，哈雷成了第二任皇家天文官。弗拉姆斯蒂德生前生活严肃简朴，像个清教徒。他要是知道哈雷成了自己的继任者，在九泉之下也会被气翻身的，因为他在世时就曾公开谴责哈雷贪杯好饮、满嘴脏话，“活像个远洋船长”。当然，弗拉姆斯蒂德对哈雷和他的同谋牛顿剽窃他的星表并违背他的意愿将之公开出版这件事也一直耿耿于怀，到死也不肯原谅他们。

哈雷深受众人的爱戴，对下属也和蔼可亲，他以颇为幽默的方式掌管着天文台。他也因观测月球和发现恒星的固有运动规律，为这个天文台增添了无限的光彩。这是不容抹杀的——哪怕他果真如人们所传言的那样，在一天夜里和沙皇彼得大帝像两个顽皮的学童一样蹦蹦跳跳，轮流用独轮车将对方推过篱笆去。

哈雷礼貌地接待了哈里森。他专心地听哈里森讲解了航海钟思想。那些原理图给他留下了深刻的印象，他也亲口承认了这一点。不过，哈雷心里明白：经度局是不会欢迎这个机械方案的，因为他们认定经度问题是一个天文学问题。要知道，经度局里充斥着天文学家、数学家和航海

家。哈雷本人就在夜以继日地将大部分精力花在解决月球运动规律上，以便能更好地利用“月距法”测定经度。不过，他还是采取了一种开明的态度。

哈雷没有将哈里森送进虎口，而是建议他去拜会大名鼎鼎的钟表制造家乔治·格雷厄姆。对于哈里森提议制造的航海钟，被后人誉为“正人君子”的乔治·格雷厄姆无疑是最有发言权的鉴定人。至少，他能理解它设计中的精妙之处。

哈里森担心格雷厄姆窃取他的设计思想，但他还是听从了哈雷的建议。不然，他还能怎么办呢？

比哈里森年长20岁左右的格雷厄姆在跟他接触了一整天后，还成了他的资助人。哈里森以他那可以模仿的风格，描绘过他们第一次会面的情景：“跟我料想的差不多，格雷厄姆先生开始时对我挺粗鲁的。我没法子，也只好粗鲁地回应他。但不管怎样，我们后来还是打破了僵局……事实上，他最后对我采取这样的思路或方法很是诧异。”

哈里森去见格雷厄姆时是上午10点。到了晚上8点，他们还在那里聊。身为首席科学仪器制造家兼皇家学会会士的格雷厄姆，还留乡村木匠哈里森吃了晚饭。当最后到了挥手道别的时候，格雷厄姆以各种方式向即将回巴罗的哈里森表示了鼓励，甚至还慷慨地为他提供了一笔不用急于偿还的无息贷款。

在接下来的5年中，哈里森一直在潜心试制他的第一台航海钟。这台钟后来被称为哈里森一号或简称为H-1，因为它标志着哈里森这一系列努力中的第一个产品。他弟弟詹姆斯也帮了忙，但很奇怪的是，他们谁也没有在这台时钟上签名。跟他俩以前合作造出的钟一样，这台时钟的运转轮系用的也是木质齿轮。但是，总的说来，它看上去既不像过去造的任何一台钟，也不同于后来造的哪台钟。

这台钟有着宽宽的底座和高高的突起，用锃亮的黄铜制成，两边的连杆和平衡杠以古怪的角度向外伸出，不禁使人联想起一艘从来就不曾存在过的古船。它看起来像是长划船和大帆船二者的混合体；高高翘起的船尾带着华丽的装饰，正面朝前；两根高耸的桅杆，上无片帆；带圆头的黄铜船桨，由两排看不见的船工操纵着。这是一艘从装它的瓶子中逃出并漂荡在时间海洋之上的模型船 [59](#)！

H-1的正面有几个标着数字的钟面，清楚地表明这是一台用于计时的机器：一个钟面标出小时，另一个计分钟，第三个嘀嘀嗒嗒地指示秒钟，最后一个则给出每月的日期。不过，整个装置看起来相当复杂，也暗示着它肯定不只是一台精确的時計。庞大的发条和陌生的机械总是让人忍不住想要强占这个东西，并驾着它进入另一个时代。虽然好莱坞在道具设计方面煞费苦心，可是真还没看到有哪部关于时间旅行的科幻电影，曾表现出如此令人折服的时间机器。

哈里森兄弟将重达75磅⁶⁰的H-1装在一个长宽高三边均为4英尺的光滑钟壳里。这个钟壳也许曾遮挡了看得见时钟不断旋转的那几个侧面。可能从外头只能看到它的正面。这一面的4个钟面，由串着8个小天使雕像和4顶皇冠的蛇形索子（或无叶藤蔓）团团围绕。但是，跟哈里森早期制作的钟表一样，这个钟的钟壳也早已消失无踪，将钟表的内部机构暴露在外，任凭人们审视。如今，H-1披着钢化玻璃的外罩，依然坚持生活和工作在位于格林尼治的英国国家海洋博物馆（每天要上一次发条）。令游客们欣喜不已的是，在那里，它满带着无摩擦的荣耀，仍在顽强地运转。它那精雕细琢的表面和骨架般的内部机构看上去极不和谐——那情形就像一位穿着考究的女子站在透视屏后显露出跳动的肝脏。

早在H-1漫长生涯的初期，它就已成为充满矛盾对立的研究对象了。它属于那个时代却又超前了那个时代；当它终于问世时，这个世界却已因等它等得太久而厌倦了。尽管H-1达到了既定目标，但是它工作的方式太奇特了，人们对它的成功都感到困惑不解。

哈里森兄弟将H-1抬到亨伯河的一条驳船上进行了试验。然后在1735年，约翰又将它运到伦敦，并履行了自己向乔治·格雷厄姆许下的诺言。

格雷厄姆看到这台神奇的航海钟非常高兴，连忙将它展示给皇家学会（而不是经度局），而皇家学会也给了它英雄般的欢迎。在哈雷博士和另外三位同样印象深刻的皇家学会会士的一致同意之下，格雷厄姆为H-1和它的制作者写了如下鉴定书：

约翰·哈里森曾付出大量的心血和金钱，设计并制造出了这台用于测量海上时间的机器。它所依据的原理，在我们看来，有望达到非常高的精确度，足以满足经度法的要求。我们认为，它完全应该得到公众的褒奖，以便对这几个发明进行一次彻底的试验和改进，从而消除因不同的冷热程度、空气的干湿程度以及船只上的种种扰动因素而自然引起的时

间不规则性。

尽管有这些喝彩声，英国海军部还是拖延了一年才安排正式的试验。而且，海军部的将领们也没有按经度法案的规定将H-1送往西印度群岛，而是命令哈里森带着他的时钟前往斯皮特黑德⁶¹，登上驶向里斯本的英国皇家海军“百夫长”号。1736年5月14日，海军大臣查尔斯·韦杰爵士（Sir Charles Wager）给“百夫长”号指挥官普罗克特船长（Captain Proctor）写了下面这封引荐信：

先生，放在您船上的这台仪器在伦敦城里得到了所有见过它（以及少数几个没见过它）的数学家们的认可，他们都认为这是迄今为止世上最好的时间测量装置。至于它在海上使用时会有多成功，请您作出评判。我已给约翰·诺里斯爵士写信，想请他安排这台仪器和它的制作者（我想他现在应该和您在一起了）搭上第一班开过来的船回国……对此人很熟悉的人都说他极具独创性，也很冷静，还说如果给他一些鼓励，他就能取得更大的成就。因此，我希望您能客气地发挥他应有的作用，也希望您尽可能友善地对待他。

普罗克特船长立即回信说：

为了尽可能便利此人进行观察，我已将这台仪器安置在我的舱室里。我觉得他是一个很冷静、很勤快也很谦逊的人，所以不由我不对他心生好感。不过，因为存在着许多不平衡震动和各种运动等不利于时间测量的困难，所以我着实为这位老实人担心，我恐怕他是在向不可能的事情挑战。不过，请爵士放心，我一定会在我权力所及的范围内，好好为他提供各种方便和帮助，并让他知道：您对他的成功很关注，还曾特别关照过我们要善待他……

普罗克特船长本不必担心哈里森的机器的性能。倒是这个人的胃让他很伤脑筋。颠簸的越洋航行让这个钟表匠除在船长舱照看航海钟之外，多数时间都是手吊舷栏，向海里呕吐。哈里森可以使用两条哑铃状的平衡杠和4根螺旋状的平衡弹簧，帮助H-1在整个航行过程中保持平衡；遗憾得很，他没法给自己也安上同样的装置，以保持体内舒泰。多亏老天开眼，不到一周，“百夫长”号就让强劲的海风迅速地吹到了里斯本。

好心的普罗克特船长一抵达港口就猝死了，都没来得及在航海日志上留下任何关于这次航行的记录。仅仅过了4天，英国皇家海军“奥福德”号（Orford）的船长罗杰·威尔斯（Roger Wills）就得到指令，将哈里森送

回英格兰。根据威尔斯的记录，一路上的天气可谓“狂风暴雨与风平浪静交替甚频”，这使得回航时间拖到了一个月之久。

当船终于靠近陆地时，威尔斯认为抵达了达特茅斯港附近一个位于南部海岸线上的著名地点——斯塔特（Start）。那是他推算出的船位。但是，哈里森根据自己的航海钟的推算结果反驳说：看到的陆地一定是彭赞斯（Penzance）半岛上的利泽德（Lizard）——一个在斯塔特以西60英里的地方。结果真的是利泽德。

这一正确推测给威尔斯船长留下了极深的印象。后来，他立下了一份发过誓的书面陈述，坦承了自己的错误，并称赞了这台计时仪器的精确性。威尔斯将这份签署日期为1737年6月24日的证书送给了哈里森，作为对他的一个官方褒奖。这也标志着哈里森春风得意的一周的开始，因为经度局的委员们认为他的神奇机器值得讨论，并在30日这一天召开了成立23年以来的首次集会。

哈里森将他本人和他的H-1介绍给坐在评判席上的8位经度局委员，他们将对他的工作作出评价。这些委员中有几张友善的面孔是他熟悉的。除了已经成为他的支持者的哈雷博士之外，哈里森还看到了海军部的查尔斯爵士——就是在H-1初航前夕写信关照并要求公正对待他的那个人。还有里斯本舰队司令——海军上将诺里斯（Norris），他曾向哈里森下达过准航命令。参会的两名学术界人士分别是剑桥大学的普卢姆讲座天文学教授罗伯特·史密斯（Robert Smith）博士和牛津大学的萨维尔讲座天文学教授詹姆斯·布拉德利 ⁶² 博士。他们也支持哈里森，因为两位教授都在格雷厄姆代表皇家学会起草的举荐信上签下了自己的名字。史密斯博士甚至还跟哈里森一样是音乐爱好者，并且对音阶也有自己的一套独特理论。皇家学会会长汉斯·斯隆爵士（Sir Hans Sloane）的出席更充实了科技界与会代表的实力。另外两位哈里森不认识，他们是下议院议长阿瑟·翁斯洛阁下（Right Honorable Arthur Onslow）以及国土与耕地委员会委员蒙森勋爵（Lord Monson）。这两个人代表了经度局中的政界势力。

哈里森可以赢得一切了。他带着自己的优胜作品，面对的是一群业已倾向于对他为国王和祖国所作贡献感到骄傲的专家和政治家。他完全有权利要求进行一次前往西印度群岛的航行试验，以证明H-1有资格获得经度法案所许诺的20 000英镑的奖金。但是，他过于精益求精，也就没有提出这种要求。

不仅如此，哈里森反而指出了H-1存在的一些不足之处。在场的人中也只有他自己批评了这台航海钟。尽管它在往返里斯本的24小时试验中偏差不过几秒，他还是指出这台钟表现出了一些他想纠正的“缺陷”。他坦率地承认，他需要再对这个机械作些修改和调整。他认为，还可以把这台钟改小一些。如果经度局能够为他进一步的研发预先提供一些经费支持，再干两年，他就可以造出一台新时钟。那将是一台更好的时钟。届时他会再回到经度局，向他们申请进行一次前往西印度群岛的正式航行试验。而这次就免了吧。

经度局批准了这一不容他们拒绝的请求。至于哈里森要求用作种子基金的500英镑，经度局承诺尽快拨给他一半。在向皇家海军一艘舰艇的船长提交了准备进行海上测试的最终产品后，哈里森就可以领取另外的一半。从留下的会议纪要来看，当时达成的协议是，到时候哈里森可以亲自带上新时钟前往西印度群岛，也可以指定“某个合适的人”代劳。（可能经度局的委员们听说过哈里森晕船的事，特意为他留下了回旋的余地。）

协议中还包含了最后一个条款：一旦完成了第二台时钟的海上试验，哈里森就要将这台钟连同第一台航海钟一道上交，“以供公众使用”。

如果换个更有商业头脑的人，也许会对这一点提出异议。事实上，哈里森完全可以据理力争：经度局有权拿走第二台机器，因为它得到了他们的经费支持，但是他们不能要他上交自筹经费制作的第一台机器。然而，他不仅没有为所有权争辩不休，反而将经度局对归属权的兴趣解读成对他的工作表示肯定和鼓励。他自以为现在是受雇于他们了，就像一位受命为皇室创作一件伟大作品的艺术家，自然会因此得到皇家的嘉奖的。

当第二台时钟完成后，哈里森将这一猜想醒目地甚至带点炫耀性地写在了它的正面。在H-2朴实无华的钟面上方有一块银色的铭牌，上面镂空刻着：“谨遵1737年6月30日召开的委员会议之命，为乔治二世陛下制造”，铭文四周还围绕着涡卷形的装饰图案。

如果说哈里森曾对H-2抱过什么大的幻想，他自己也很快就让它们一一破灭了。在1741年1月将这个新时钟展示给经度局时，他已经嫌弃它了。他在经度局委员们面前的表现差不多是上一次情形的翻版。他说：他真正需要的只是希望经度局开恩让他回家去再尝试一次。结果，H-2最终也没能出海参加测试。

第二台时钟是一个由黄铜制成的重家伙，重达86磅（尽管它确实如哈里森承诺的那样，是装在一个较小的盒子里），但是它处处都像第一台那样非同寻常。它体现出了几项新的改进——其中的一项是一套保证统一驱动的机械装置，另一项是一个更灵敏的温度补偿器件，它们在提高精度方面都算得上是小小的革命。而且整台仪器还成功地通过了许多严格的测试。皇家学会1741~1742年的报告说，这些测试包括了让H-2受热、受冷以及“接连几个小时受到剧烈摇晃——比处在风暴中的船还要晃得更厉害”。

H-2不仅成功地经受住了这些考验，而且赢得了皇家学会的全力支持：“这些试验（在没有出海航行的情况下，尽最大限度进行测定）的结果是这样的——该钟表运转得十分有规律和精确，可以将船的经度确定到国会提出的最小误差范围内，甚至可能还要比这个误差小得多。”

但是，这在哈里森看来还不够好。正是那些指引他作出最精巧创新的牢固信念——走自己的路，让别人说去——使得他对喝彩声充耳不闻。如果H-2的机械装置过不了他自己这一关，皇家学会说它怎么怎么好又有什么用呢？

此时，48岁的哈里森已经来伦敦定居了。在将近20年的时间里，他杜门谢客，将自己关进工作间，潜心研制那被他称作“精致的第三台机器”的H-3。他只在向经度局申请和领取偶尔发放的500英镑津贴时才露一露面。经过艰苦卓绝的奋斗，他终于将前两个时钟里面的杆状平衡器改进成了圆形平衡齿轮，为第三台时钟增色不少。

与此同时，H-1却成了万众瞩目的焦点。格雷厄姆将它从哈里森那儿借出来，陈列在自己的店里。于是，各地的参观者都特地赶过来一睹这台时钟的风采。

巴黎来的皮埃尔·勒罗伊（Pierre Le Roy），作为他父亲朱利安·勒罗伊（Julien Le Roy）“法国国王御用钟表制作师”这一头衔的当然继承人，也对H-1给予了高度评价。他在1738年访问伦敦时，称这个时钟是“一项极灵巧的发明”。勒罗伊家的主要竞争对手，出生于瑞士的钟表学家费迪南德·贝尔图⁶³，在1763年首次看到H-1时也深有同感。

一向以对时间和钟表着迷而出名的英国艺术家威廉·贺加斯⁶⁴，出道时实际上是一个钟表外壳雕刻家，后来也对H-1产生了特殊兴趣。他在1835年的畅销作品《浪子生涯》⁶⁵中描绘了一位“经度狂人”，此人在精

神病疗养院的墙上到处涂鸦，画的却是解决经度问题的一种笨法子。现在，H-1使得测定经度这一课题的地位，从玩笑的对象一跃而成为代表科学与艺术相结合的最高水平的典范。在发表于1753年的《美的分析》一书中，贺加斯将H-1描述为“有史以来人类制造的最精巧的运动装置之一”。

第九章 天钟的指针

游月上高天，
何处可流连？
莲步轻攀处，
零星伴身边。

——塞缪尔·泰勒·柯勒律治，《老水手之歌》[66](#)

运动着的月亮，无论是圆月、凸月还是新月，终于可以像一根带着夜光的天钟指针，散发着清辉，为18世纪的导航者们指示时间了。这座天钟以广袤的天空为钟面，而太阳、行星和恒星则是印在它上面的数字。

海员们没法匆匆一眼就读出天钟上的时间，得借助复杂的观测仪器才行，同时也要进行目测（为了保证精度，此过程可能要连着重复7次之多），而且还要用上对数表（该表已早早地由人们手工计算汇编好，以方便水手们在远洋航行时使用）。根据天钟钟面上的指示计算时间，大约需要4个小时——而且还要求天气好。要是碰上多云天，天钟就会被遮蔽掉。

天钟成了约翰·哈里森夺取经度奖金路上的主要竞争对手，而基于月球运动测量的“月距法”则是有望替代哈里森计时器的唯一合理方法。刚好就在哈里森制作航海钟的那个年代，得力于各路人马的共同努力，科学家们终于积蓄了足够的理论、仪器和信息，可以使用天钟了。

在测定经度的领域，几个世纪的努力都没有找到一种管用的方法，现在突然之间却冒出了两种对立的方法；它们看上去同样优越，而且在齐头并进。从18世纪30年代到60年代的这几十年中，人们努力完善这两种方法，并开辟出了平行发展的道路。更加陷入孤立无援的哈里森，在时钟机构的迷阵中低调地追寻着自己的出路；而他的对手们（即天文学和数学教授们）则向商人、海员和国会许愿：利用月亮就能测定经度。

1731年，也就是在哈里森以文字和图形方式写出H-1的制作方法之后的第二年，两位发明家——一个英国人和一个美国人——独立地发明

了“月距法”赖以工作的仪器，这是人们长久以来苦苦寻找的仪器。科学史年鉴将这一成果同时归功于约翰·哈德利⁶⁷和托马斯·戈弗雷⁶⁸。约翰·哈德利是一位英国乡绅，他最先将这种仪器展示给了英国皇家学会；而托马斯·戈弗雷则是美国费城的一位穷困的玻璃工，他几乎在同时获得同一个灵感。（后来，人们还发现牛顿爵士也曾拟定计划，要制作一台几乎同样的设备，但是该计划的文字描述一度迷失在他遗留给埃德蒙·哈雷的堆积如山的手稿中，直到他死后很久才被发掘出来。哈雷本人以及在他之前的罗伯特·胡克也草拟过可达到相同目标的类似设计。）

多数的英国水手将这个仪器称作哈德利象限仪（而不是戈弗雷象限仪），这也是情有可原的。有些人将它叫做八分仪，因为它弯曲的刻度盘形成了 $1/8$ 个圆周。还有一些人则更愿意叫它反射象限仪，以突出这台仪器的反射镜可使它的测量能力倍增。不管用的是哪个名称，反正不久之后，这种仪器就开始帮助水手们找出他们所在地的纬度以及经度了。

在过去的几个世纪里，人们一直使用老式仪器，先是等高仪（astrolabe），接着是直角仪，然后是反向高度观测仪，都要通过测量太阳或某颗恒星高出地平线的高度，来确定纬度和当地时间。而现在，由于成对反射镜的作用，这台新式反射象限仪却可以直接测量两个天体的高度，以及它们之间的距离。即使船遇到颠簸，领航员看到的天体之间的相对位置也保持不变。除此之外，哈德利象限仪还有一个优点，即内置了一个人为的地平线。结果证明，在黑暗或浓雾中，当看不到实际的地平线时，这项功能还能救人性命呢。象限仪很快就演化为一种更精确的仪器——六分仪，它将望远镜和更大量程的测量弧结合在一起。这些增强功能可以用于精准地确定两种一直在变动却可以透露天机的距离，即白天太阳和月亮之间的距离以及夜晚恒星和月亮之间的距离。⁶⁹

有了详细的恒星星表和一台可靠的仪器后，一位好的领航员就可以站在甲板上测量月亮距离了。（实际上，许多谨慎的领航员都采用坐姿，以便能更好地保持自身稳定，而那些不折不扣的一丝不苟者则采取平躺姿势。）接下来，他就查一个表格——那上面列出了伦敦或巴黎在一天中不同时辰观测到的月亮和多种天体之间的角距离。（顾名思义，角距离指的是从观察者眼睛到两个观测目标的射线之间的夹角大小，其度量单位是弧度。）举个具体的例子，他接下来对比他看到月亮与位于狮子座中心的轩辕十四（Regulus）相距 30° 的时间，和在始发港预测到这一特定位置的时间。不妨假设，领航员观察到的这一事件发生在当地时间凌

晨1点，而表格显示在伦敦上空要到凌晨4点才会观测到同一事件，于是船上的时间要早3个小时——因此，船本身位于伦敦以西经度相差45°的地方。

在一份英国旧报纸上，刊登过这么一幅调侃“月距法”的漫画。厚脸皮的太阳问月亮说：“我说，老伙计，来支烟不？”怯弱的月亮答道：“不要，老不正经的。离我远点！”²⁰

天文学家们确定了恒星在天钟钟面上的位置，而哈德利的象限仪就利用了他们的这项成果。约翰·弗拉姆斯蒂德一个人就为绘制天空星图这项不朽的事业投入了近40年的时间。作为第一任皇家天文官，弗拉姆斯蒂德完成了30 000次单独的观察，并对所有这些观察都作了忠实的记录；他还使用自制的或自费购置的望远镜，对观察结果挨个进行了验证。在弗拉姆斯蒂德最终定稿的星表上，记录的恒星数目比第谷在丹麦乌拉尼亚宫编纂的天空图集中收入的条目多出两倍，而且精确度也提高了好几个数量级。

由于弗拉姆斯蒂德自己的观测仅限于格林尼治的上空，因此他很高兴地看到，浮夸的埃德蒙·哈雷在1676年皇家天文台成立后不久，就启程前往南大西洋进行观察。哈雷在圣赫勒拿岛建立了一个小型的天文台。他的地点选对了，但大气条件却不佳。在烟雾弥漫中，哈雷仅仅观察到了341颗新的恒星。尽管如此，这一成就还是为他赢得了“南方第谷”的美誉。

从1720年至1742年，在哈雷本人担任皇家天文官期间，他专注于对月球运行进行追踪。毕竟，绘制月亮在星罗棋布的天幕中的运动轨迹是一项富于挑战性的工作，与之相比，绘制天空星图只能算是小儿科了。

因为月亮在一个不规则的椭圆轨道上绕地球运行，因此月球和地球之间的距离以及它与背景恒星之间的关系在不断地变动。而月球沿轨道的运行又以18年为周期发生周期性变化，因此要进行任何有意义的月球位置预测，最低限度也得有18年的观测数据作基础。

哈雷夜以继日地观察月亮，以揭示其复杂运动的奥秘。为了获得月球运动的历史线索，他还刻苦钻研了古时候的月食记录。所有关于月球轨道运动的数据，都可能为构造领航员需要的表格提供素材。哈雷根据这些原始资料推断出：月亮绕地球运动的速率随着时间的推移在加快。（如今，科学家断言，月亮的运动并没有加速，而是由于潮汐的制动作用，

致使地球的自转速度放慢了，不过哈雷注意到的相对变化还是正确的。）

早在成为皇家天文官之前，哈雷就已预测到了那颗使他名垂千古的彗星的回归。他又在1718年指出，天空中最亮的星星中有3颗，自从古希腊人和古代中国人在两千年前绘出它们的位置以来，已经改变了方位。哈雷还发现，就在第谷绘制星图以来的100多年里，这3颗星星也已发生了轻微的移位。不过，哈雷向海员们保证道：恒星的这种“自行”现象（虽然该现象代表了他本人最伟大的发现之一），要经过漫长的岁月才能勉强觉察出来，因此并不会妨碍天钟的使用。

83岁时，哈雷依然精神矍铄、体力充沛。不过，他还是想将皇家天文官的位子让给他的当然继承人詹姆斯·布拉德利，可惜没有获得国王乔治二世的恩准。布拉德利只好又多等了将近两年，直到哈雷去世。他是在1742年1月，圣诞节过去两个星期后，才就任皇家天文官的。新皇家天文官的上任，标志着一向备受哈雷推崇的约翰·哈里森的运势将急转直下。尽管布拉德利在1735年曾签名支持过航海钟，但他对天文学之外的任何事物都没什么好感。

布拉德利在职业生涯的早期就以试图测量星际距离而出名。尽管他没能求出星际距离的实际大小，但是他通过一台24英寸长的望远镜，首次为地球确实在太空中运动提供了确凿的证据。就在这一次不成功的星际距离测量试验中，他还得出了光速的一个新的真实值，改进了奥勒·雷默早先的估计值。他确定出了木星那大得惊人的直径长度。他检测出了地轴倾角的微小偏差，并正确地将之归因于月球的引力。

跟他的前任弗拉姆斯蒂德和哈雷一样，皇家天文官布拉德利在格林尼治安顿下来后，马上就将完善导航技术当成了自己的主要职责。与弗拉姆斯蒂德相比，他在某些方面可谓有过之而无不及，比如他对星表更为精益求精，比如他婉言谢绝了给他加薪的提议。

与此同时，巴黎天文台在格林尼治已有成就的基础上更上了一个台阶。法国天文学家尼古拉斯·路易斯·德·拉卡伊（Nicolas Louis de Lacaille）重拾哈雷多年前搁下的工作，在1750年启程前往好望角。在那里，他将非洲上空将近2 000颗南部恒星编入了星表。拉卡伊在北半球的天空中也留下了他的印记，他定义了好几个新的星座，并将它们命名为他自己所处时代的“万神殿巨兽”²¹——望远镜星座、显微镜星座、六分仪星座和时钟星座。

天文学家们以如下方式建立起支撑“月距法”的三大支柱之一：确定恒星的位置，并研究月亮的运动。发明家们又为水手们提供了测量月亮与太阳或其他恒星之间的关键距离的手段，从而树起了另一根支柱。要精确地运用这种方法，现在就只缺一些可以将仪器读数转换成经度位置的详细月球表格了。结果证明，这个问题中最难解决的部分正是创建这些月历表（lunar ephemerides）。月球运行轨道的复杂性，使得预测月亮——太阳距离和月亮——星星距离的工作困难重重。

因此，在收到德国地图制作者托拜厄斯·迈耶（Tobias Mayer）自称填补了“月距法”中缺失环节的一组月球表格时，布拉德利对此大感兴趣。迈耶也觉得自己可以认领经度奖金了，正是这件事促使他将自己的思想以及一台新的圆周观测仪一并上呈给英国海军部的安森爵士——经度局的一名委员。（如今已当上海军大臣的乔治·安森，就是1741年指挥“百夫长”号在合恩角与费尔南德斯岛之间进行凄惨的南太平洋航行的那个安森准将。）海军大臣安森将这些表格转交给布拉德利，请他对它们进行评估。

地图制作者迈耶在哥廷根工作，他的任务是为霍曼地图局（Homann Cartographic Bureau）的地图产品确定精确的坐标。他用了多种工具和手段，其中就包括月食和恒星的月球掩食（也就是，当月球运行到某些恒星前面时，预计会出现的遮蔽现象）。尽管迈耶重点关注的是陆地地图，但他也必须和船员一样依靠月亮来确定时空中的位置。不过，在满足自己预测月亮位置的需求时，迈耶还掌握了一项可直接应用于经度问题的新技术——他首创了一套间隔为12小时的月球位置表格。在从事这项工作时，他和瑞士数学家伦哈德·欧拉⁷²进行了长达4年的通信，受益匪浅，因为欧拉将太阳、地球和月亮之间的相对运动简化成了一组优雅的数学方程。

布拉德利将迈耶的估计值和自己的在格林尼治进行的数百次观测进行了对比。迈耶的结果在角距离上的偏差无一超出1.5弧分之外。这么高的吻合度让他感到很兴奋，因为该精度意味着可以将经度确定在半度的误差范围以内——而按经度法案的规定，半度恰恰是获取头等奖的神奇数。在1757年，也就是布拉德利拿到手抄月球表的那一年，他安排约翰·坎贝尔（John Campbell）船长在“艾塞克斯”号（Essex）上对它们进行了海上测试。尽管爆发了七年战争，在布列塔尼半岛（Brittany）外海的几次航行测试却还是在照常进行。测试结果表明，“月距法”前途光明。在39岁的迈耶死于病毒感染后，经度局于1762年向他的遗孀颁发了

3 000英镑的奖金，以表彰他所作出的贡献。另外，欧拉也因为奠定了理论基础而获得了300英镑的奖金。

因此，“月距法”是由散布在世界不同地区的各个研究者共同推进的，他们都为这个体系庞大的项目贡献了自己的一份力量。难怪这一方法在世界范围内都显得意义重大。

就连测量月亮距离（后来简称为“月距”）时存在的困难，也只是更增加了其可敬性。除了需要测量不同天体的高度以及他们之间的角距离之外，领航员还需要考虑天体和地平线接近程度这个因素，因为在靠近地平线的地方，光线会发生严重的折射，从而使得天体的视位置高出它们的实际位置一大截。领航员还要克服月视差问题，因为在制作这些表格时假定了观察者处于地心位置，而船航行在波涛之上时大致处于海平面，站在后甲板上的水手们则很可能会足足高出海平面20英尺。这些因素都需要通过合适的计算进行修正。显然，如果一个人既能掌握所有这些神秘信息的数学运算，又能经受得住风吹浪打而不晕船，那他完全有理由为自己的天赋异禀感到庆幸了。

在意义重大的“月距法”尚处于有待成熟的阶段时，经度局的海军将领和天文学家们就公开地对它表示了支持。联系到他们自己在海上和天空方面的生活经历，出现这种情况也算是顺理成章了。由于众多研究者通力合作，为完成这项国际性的大事业做出了不懈努力，到18世纪50年代，这种方法看起来总算是切实可行的了。

相形之下，约翰·哈里森为世人提供的只是一个装在盒内嘀嗒作响的小东西。简直是荒唐透顶啊！

更糟糕的是，哈里森的这个装置将经度问题的复杂性统统交由内部的硬件机括处理了。使用者不必掌握数学或天文学知识，也不用积累什么经验，就可以让它工作起来。在科学家和借助天体进行导航的人看来，航海钟里包含了某些不适宜的东西，有点取巧，也有点侥幸。要是换作早些年，哈里森提出这么一种魔箱式解决方案，也许会被指控为施展巫术。事实上，哈里森是独身一人对抗着科学根底深厚的航海特权阶级。他为自己设定了很高的标准，而他的对手对他又极度不信任，因此他所处的这一独特地位更显突出。他不仅没有因为他的成就获得预期的褒奖，反而经历了许多令人不快的考验，这些考验开始于1759年，那时他刚完成自己的不朽杰作——第四台计时器H-4。

第十章 钻石计时器

黄金珍珠与水晶，
制成钟盒多晶莹。
盒内别有一洞天，
小小月夜爱煞人。

——威廉·布莱克，《水晶钟盒》

常言道：罗马建成，非一日之功。其实，光是罗马城的一小部分——西斯廷教堂的建造就花了8年时间，而对它进行装饰又用了11年。从1508年至1512年，米开朗基罗⁷³就是仰卧于脚手架之顶，以《旧约》中的故事为题材，在这个教堂的拱顶上绘制壁画。自由女神像从构思到铸成经历了14个春秋。同样地，雕刻拉什莫尔山⁷⁴国家纪念公园的四大总统像前后也是14年。开凿苏伊士运河⁷⁵和巴拿马运河⁷⁶都用了10年功夫。有证据表明，从作出将人送上月球的决定到阿波罗登月舱成功着陆也历时十载。

约翰·哈里森制作航海钟H-3却花了19年时间！

哈里森在没有什么经验的情况下，仅用了两年就建造了一座塔钟；他在9年内又造出了两台具有开创性意义的航海钟。因此，历史学家和传记作家们没法解释他在制作H-3时为何要花那么长的时间。我们并不是说工作狂似的哈里森拖延了时间或分散了精力。实际上，有证据表明他除了制作H-3外，别的什么也没干；他为从事这个项目基本放弃了其他赚钱的活计，并差点因此毁掉自己的健康和家庭。尽管为了维持生计，他也曾承接过几台普通时钟的制作工作，但根据记录下来的情况，他这一时期的收入似乎完全得自于经度局——他们数次允许他对最后期限进行延期，并给他拨过五次款，每次500英镑。

17世纪创建的皇家学会，作为享有盛誉的科学社团，在这些艰难的岁月里一直是哈里森的强大后盾。在他的朋友乔治·格雷厄姆和其他一些敬仰他的皇家学会会员的一再坚持下，哈里森曾暂离他的工作台，接受了1749年11月30日颁发给他的科普利奖章⁷⁷。（后来获得该奖章的人包括

了本杰明·富兰克林、亨利·卡文迪什 [78](#)、约瑟夫·普里斯特利 [79](#)、詹姆斯·库克船长、欧内斯特·卢瑟福以及阿尔伯特·爱因斯坦。)

哈里森在皇家学会的支持者们向他授予了这枚奖章——作为他们的最高献礼。后来，他们还提出要授予他皇家学会会士（Fellowship in the Royal Society）的头衔，这样他的名字后面就可以加上享有崇高威望的缩写“F.R.S.”。但是哈里森婉言谢绝了。他反而请求皇家学会将他儿子威廉吸纳为会员。哈里森肯定知道，会士头衔要凭科学成就争取，一般不能像财产那样进行转让，就算是给直系亲属也不行。不过，威廉凭着自己的真才实学也于1765年正式入选为皇家学会会员。

约翰·哈里森这个存活下来的唯一的儿子选择了子承父业。虽然在制作航海钟的工作启动时，威廉还只是个毛孩子，但H-3却伴随他度过了从十来岁到二十几岁的时光。直到45岁时，他仍在忠心耿耿地和父亲一道研制经度时计，护送它们去进行试验，并支持老哈里森挺过与经度局打交道时遭受的种种磨难。

对于制作包含了753个单独零件的H-3时面临的困难，哈里森父子似乎一直保持着平和的心态。他们从未诅咒过这台仪器，也没有因为它耗去了他们这么多年的心血而感到懊悔。约翰·哈里森在回顾自己职业生涯的里程碑时，反而因为H-3给了他铁的教训而满怀感激。他曾这样写到H-3：“若不是通过和我的第三台机器打的这些交道……我怎么可能知道世上还会有这么意义重大的的一件事，又怎么可能做出这么有用的一个发现呢……花在我精致的第三台机器上的这些金钱和时间都是完全值得的。”

哈里森在H-3中引入的一项创新，在如今的恒温器和其他一些温控设备中还能找到呢。它的名字毫无诗意，就叫作双金属片。双金属片类似烤架摆，但性能更好，能更迅速地对任何可能影响时钟走速的温度变化进行自动补偿。尽管哈里森在前两台航海钟里已放弃使用钟摆，但他还是保留了用铜条和铁条组合成的“烤架”，安在平衡器附近，以便实现免受温度波动影响的时钟。如今，他专为H-3制作了这个简单朴实的金属片——由黄铜薄片和钢铁薄片铆合而成——来达到同样的目的。

哈里森为H-3研制的一个新奇的防摩擦器件也沿用至今，那是带夹圈的滚球轴承（caged roller bearing）。如今，几乎所有带运动部件的机器都因为安装了这种轴承得以平稳运转。

H-3在这三台航海钟中是最轻的，只有60磅重——比H-1轻了15磅，而比H-2轻了26磅。H-3不再使用每头带5磅铜球的哑铃状平衡杠，而代之以两个大的圆形平衡器。这两个平衡器一个装在另一个上方，彼此用金属带相连，并由一根螺旋弹簧控制着。

考虑到船长舱房中地方狭小，哈里森一开始就将计时器的紧凑性作为追求目标。不过，他从来没有想过要制作可以放在船长衣袋中的经度手表，因为大家都知道，手表不可能达到时钟那么高的精度。H-3比较小巧，只有两英尺高、一英尺宽。按哈里森1757年完成这项工作时的技术水平来衡量，这差不多已是一台航海钟所能达到的最小尺寸了。尽管哈里森并不觉得H-3的性能有多令人振奋，但他认为它的体积已经够小了，可以让船上的其他物件摆放得井井有条了。

一次极偶然的机缘巧合——如果你相信机缘这么回事——改变了他对这个问题看法。他在伦敦结识了形形色色的工匠，并将经度時計所需要的各种铜器和专业性细活都直接外包给他们。这些工匠中有一个叫约翰·杰弗里斯（John Jefferys）的人，他是钟表商名家公会的“自由人”⁸⁰。1753年，杰弗里斯为哈里森制作了一块供他个人使用的怀表。杰弗里斯显然遵循了哈里森的设计指标，因为他在这块表内安装了一个小小的双金属片，从而保证它不管天冷天热都能准确走时。温度每变化一度，当时的其他手表都会变快或变慢十秒左右。此外，所有早先的手表在上发条时要么停走要么反走，而这一块表包含了值得夸耀的“储能器件”，因此在上发条的同时也可以正常走时。

有些钟表史学家认为，杰弗里斯的这个计时器是第一款真正的精密表。隐喻性地说，哈里森的名字遍布了整块表的里里外外；而实际情况是，只有约翰·杰弗里斯在表盖上签上了自己名字。（这块表至今还保存在钟表匠博物馆中。说起来真是奇迹，因为这块表曾被锁在一个珠宝店的保险柜里，而该店在“二战”的不列颠战役期间被炸弹直接击中，致使它在接下来的十天里又被埋入灼热的建筑物瓦砾中备受烘烤。）

结果证明这块表走时奇准。哈里森的后代们回忆，他一直将它装在衣袋里。这块表的身影也时时闪现在他的脑海中，让他琢磨着如何缩小航海钟的尺寸。1755年6月，他在照例就H-3最近一次的延迟向经度局作出解释时，提起了杰弗里斯制作的这块手表。由那次会议的纪要可知，哈里森说过，根据一块“已经按他的指导生产出来的”手表——即杰弗里斯制作的那块手表——他有“较充分的理由相信，这么小的机器说不定也可以……对测定经度起很大的帮助作用”。

1759年，哈里森完成了那块最终为他赢得经度奖金的H-4。这台时钟在外形上更像杰弗里斯制作的那块手表，而不是像它正统的前辈H-1、H-2和H-3。

作为大个的铜制航海钟系列的后继者，H-4像从魔术帽中扯出的兔子一样让人感到惊讶不已。尽管它直径达到了5英寸，当怀表是大了点；但是，在航海钟里，它可是个不折不扣的小不点，而且它的重量也仅为3磅。H-4装在一副银表盒内，高雅的白色表面上用黑线醒目地描出4幅式样相同的图案，其主题为花哨繁复的水果与叶子。这些图案环绕着表盘上表示小时的罗马数字和表示分秒的阿拉伯数字，中间3根青钢表针无误地指示出正确时间。人们很快就意识到，这块表简直就是优雅和精确的化身。

哈里森很钟爱这块表，并用比他表达其他思想时清晰得多的话语说：“我想我可以斗胆地说，世界上没有哪一个机械的或数学的东西，在构造上比我这块表或经度時計更漂亮或精美了……我要衷心地感谢万能的上帝，总算让我活到了完成它的那一天。”

在这个神奇的仪器内部，零部件看起来比外表还要可爱。就在银表盒下面，有一块镂空雕花的平框架，保护着藏在密密麻麻的花哨雕饰后面的机件。这些设计除了让观察者眼花缭乱之外，并没有实际的用处。靠近平框架边界的地方，写着醒目的签名“John Harrison & Son A.D. 1759”（约翰·哈里森父子于公元1759年）。而在平框架之下，位于转动的齿轮之间的钻石和红宝石被用来消除摩擦。这些经过精心切割的小宝石，代替了哈里森原来那些大时钟里的防摩擦齿轮和机械“蚱蜢”。

哈里森是如何掌握给他的钟表装上宝石这项技术的，这是H-4最撩人的秘密之一。哈里森关于这块表的描述，只是简单的一句声明：“推杆 ⁸¹是钻石的。”随后他并没有作出进一步的解释，比如为什么选用这种材料，以及怎样将这些宝石弄成这种至关重要的形状。由制表匠和天文学家组成的委员会曾将这块表拆开检查并反复进行了测试。即使在那段充满磨难的岁月里，也没有留下任何针对钻石部件进行提问和讨论的记录。

如今，H-4被庄严地陈列在国家海洋博物馆的展览柜里，每年都吸引着数以百万计的游客前往参观。大多数的游客都是在参观过H-1、H-2和H-3的展柜后，才过来看这块表的。无论是大人还是小孩，都会像受了催

眠一样呆呆地站在那些大个的航海钟前面。他们会跟着H-1和H-2那如节拍器般摇摆的摆式平衡器，左右转动着脑袋；他们会随着有规律的嘀嗒声呼气吸气；偶尔还会因为从H-2底部伸出的单叶风扇突然开始转动，而吓得喘不过气来。

然而H-4却会让他们全身发冷地停住。它原本想要表明这是一系列有序的思想和努力的结果，但是给出的结论却让人感觉完全不合乎逻辑。而且，它还处于静止状态，跟前面看到的那些急速转动着的时钟形成了鲜明的对比。它的机芯隐藏在封闭的银表盒里面，而它的表针也凝固不动了。甚至连秒针也一动不动。H-4现在不走时了。

如果管理员同意，H-4还是可以走时的，但是他们不愿意这么干，因为H-4现在享有崇高的地位，像一个神圣的遗迹或一件无价的艺术珍品，要好好留存给后人。让它走时也许会毁坏它。

在上足发条后，H-4一次可以走30个小时。也就是说，它跟那些大个航海钟一样，也要每天上发条。但是跟那些大个子前辈不同，H-4可经不起人们天天折腾了。事实上，这块常被誉为“史上头号重要计时器”的H-4，已给出了无声而有力的证据，表明它因为太受欢迎而备受摧残。就在50年前，它还待在带垫子和发条钥匙的原装表盒里。可是这些年里它们全给弄丢了，就丢在H-4的使用过程中——人们将它从一个地方转移到另一个地方，展览它，给它上发条，让它走时，清洗它，再转移它。1963年，在得过丢失表盒这一令人警醒的惨痛教训之后，H-4还是作为展品之一，前往美国参加了华盛顿海军天文台的一次展览。

哈里森的大个航海钟，跟他那座位于布罗克莱斯比庄园的塔钟一样，“本钱”雄厚，受得住经常性的使用，因为它们在设计上都具有无摩擦的特性。它们都体现了哈里森在通过仔细选择和安装部件来消除摩擦方面所作出的开创性工作。但是，就连哈里森也没能在制作H-4时将防摩擦齿轮和带夹圈的滚珠轴承小型化。因此，他不得不给这块表上润滑油。

用于润滑钟表的润滑油，经常会将机件弄得脏兮兮的，因此得定期保养才行（哈里森所处的时代如此，今天也还是如此）。当润滑油渗入机芯中，它会改变黏度和酸碱度，到后来它不仅没法再起润滑作用，反而会滞留在机芯内部的角落中，大有让钟表停摆的危险。因此，为了保证H-4持续工作，维修人员要定期对它进行清洗，大约每3年一次；而清洗过程要求将所有的部件完全卸下来——而且不管维修人员如何小心翼翼，

也不管带着多少敬畏之心，用镊子进行操作时，还是会有损坏某些部件的风险。

而且，运动部件即使一直处于润滑状态，还是会不断地受到摩擦，迟早会出现磨损，最后人们不得不将它替换掉。照自然磨损过程的速度估计，管理员担心用不了3~4个世纪，H-4就会变得面目全非，完全辨认不出哈里森在3个世纪前将它交到我们手里时的模样。不过，以它目前这种“假死”状态来看，H-4可能有望长期得到妥善保存，虽然具体能有多长的寿命还不得而知。预计可以延续几百年乃至几千年——基于这一未来，我们可以恰当地将这个计时器称为钟表学上的《蒙娜·丽莎》或《夜巡》[82](#)。

第十一章 水与火的考验

自从这十位英雄启程

前往弗拉姆斯蒂德山

各显身手以来，

已过去了两月有余……

但是，马斯基林牧师——

你这科技界的小丑啊！

你当心点，别老想着靠耍手腕取胜……

要知道设立经度奖金的那个伟人，

像统治天空的朱庇特主神一样铁面无私。

——《C. P.》《格林尼治号子》或《天文比赛者》

一个歌颂英雄的故事难免要朝一个恶棍喝喝倒彩——在历史上以“水手们的天文学家”而著称的内维尔·马斯基林牧师就充当了这个故事中的反面角色。

公正地说，马斯基林更像一位反英雄而不是一个恶棍。也许，他只是顽固不化而不是冷酷无情。不过，约翰·哈里森却对他恨之入骨，而且他的怨恨也并非毫无来由。这两个人之间的紧张关系将角逐经度奖金的最后竞争演变成了激战。

马斯基林从参与“月距法”方面的工作开始，到欣然支持它，最后发展成为它的代言人。他痴迷于精确观察和详尽计算，因此对他而言，和这种方法融为一体并非什么难事，他甚至将自己的婚期推迟到了52岁。他对什么事情，从天体位置到个人生活中的琐事（包括他40年中大大小小的每一笔开销），都作了记录，而且在记录时都毫无例外地采取了一种客观的超然物外的态度。他甚至用第三人称口吻写作自传。这一份保存下来的自传手稿是这样开头的：“M博士是长期定居在威尔特斯县

（Wilts）珀顿（Purton）的一个古老家族中最后一位男性继承人。”在随后的一些页中，他交替地将自己称为“他”和“我们的天文官”——甚至在主人公于1765年成为皇家天文官之前就这么称呼了。

作为家族中一长串名叫内维尔的男子中的第四位，马斯基林生于1732年10月5日。因此，他比约翰·哈里森要年轻40岁左右，虽然他看上去似乎从未年轻过。早年的他被一位传记作家称为“学习相当刻苦”以及“有点一本正经”的人；他全身心地投入了天文学和光学的学习，一门心思想成为一位重量级的科学家。他们家在家信中用昵称“比利”和“芒”称呼他的哥哥威廉和埃德蒙，用“佩吉”称呼他的妹妹玛格丽特，而称呼他从来都是直接用“内维尔”。

跟没受过正规教育的约翰·哈里森不同，内维尔·马斯基林先后上了威斯敏斯特中学和剑桥大学。他半工半读，以干杂活的方式换取学费减免，直到完成大学学业。作为三一学院的一名会员（fellow），他还担任过圣职，他因此获得了“牧师”的尊称。曾有一段时期，他还在位于伦敦北面约十英里处的奇平巴尼特（Chipping Baret）教堂当过副牧师。在18世纪50年代的某个时候，当马斯基林还是一名学生时，他就因为献身于天文学事业的抱负以及与剑桥大学的渊源，结识了后来成为第三任皇家天文官的詹姆斯·布拉德利。他们俩是天生的绝配，于是两颗忠诚而讲究条理的心就终身结合在一起，为寻求经度问题的解决方案而共同奋斗。

布拉德利的职业生涯当时所处的阶段是，正准备借助德国天文学家、数学家兼地图制作者托拜厄斯·迈耶寄来的月球表，对“月距法”进行全面整理。根据马斯基林对这件事的描述，1755~1760年间，布拉德利在格林尼治进行了1 200次观测，然后通过“繁琐的计算”得出结果，并与迈耶的预测结果比较，以验证这些月球表。

马斯基林对这类事情自然抱有浓厚的兴趣。1761年，出现了一次事先就被大肆渲染的天文现象——“金星凌日”。利用这次机会，马斯基林通过布拉德利在一支探险队中谋得了一份美差：验证迈耶工作的正确性，并表明月球表在导航中的价值。

马斯基林远航到了大西洋上赤道南部的一个小岛——圣赫勒拿岛。在17世纪，埃德蒙·哈雷在这个岛上绘制过南部星图；而在接下来的一个世纪里，拿破仑·波拿巴也被流放到这个岛上，度过了他生命的最后时光。在往返于圣赫勒拿岛的航程中，马斯基林使用哈德利象限仪和迈耶的月球表，多次测出了他们在海上的经度，这令他自己和布拉德利都很

高兴。在马斯基林能干的双手之下，“月距法”像被施过魔法似的管用了。

马斯基林还用“月距法”精确地测定了圣赫勒拿岛的经度——此前它一直是未知的。

在这个岛上逗留期间，马斯基林完成了他名义上的主要任务：当金星像一个小小的黑斑一样穿过太阳表面时，他一连好几个小时，对该过程进行了观察。要发生这种金星凌日现象，金星必须刚好在地球和太阳之间通过。这三个天体的相对位置和运行路径决定了金星凌日现象会成对地发生，两次之间的间隔为8年，但每个世纪只出现一对。

1677年，哈雷目击了更常见些的水星凌日现象的部分过程。他对此类天文现象的潜在价值大感兴奋，并敦促皇家学会跟踪接下来要出现的金星凌日现象。该现象跟哈雷彗星的回归一样，他都不可能在有生之年亲眼看见了。哈雷令人信服地表明：如果在地球上广泛分布多个观察点，并从这些地方对行星凌日现象进行多次仔细观察，就可以揭示出地球和太阳之间的实际距离。

于是，作为一次规模不大却又算是国际性的科学考察活动的一部分，马斯基林在1761年1月启程前往圣赫勒拿岛。参加这次科考活动的还有几支法国天文远征队，他们分别前往西伯利亚、印度和南非等地一些精心选择的观察点。在1761年6月6日发生金星凌日现象时，两个英国天文学家，查尔斯·梅森（Charles Mason）和耶利米·狄克逊（Jeremiah Dixon）结为搭档，并在好望角成功地进行了观测——几年后，这两个人还划定了美国宾夕法尼亚州和马里兰州之间的著名分界线⁸³。第二次金星凌日现象预计会在1769年6月3日出现。于是，詹姆斯·库克船长进行了第一次航行，到他提议的玻利尼西亚去观察这次天文事件。

不幸的是，马斯基林发现自从哈雷访问圣赫勒拿岛以来，该地区的气候条件并没有多大的好转，以致金星凌日过程的后半部分都被乌云遮蔽掉了，没能看全。不过，他在这里多待了几个月，比较了圣赫勒拿岛和格林尼治的重力情况，还设法测量了地球到附近的高亮度恒星——天狼星的距离，并通过对月球进行的观察计算出了地球的大小。这项工作，加上他在经度前沿的杰出表现，足以弥补他在观察金星时留下的遗憾了。

与此同时，在测定经度历史上具有重大意义的另一次航行也在1761年启航，不过它与观察金星凌日现象没有丝毫关系，那是威廉·哈里森携带

着他父亲制作的钟表前往牙买加进行海上试验。

哈里森的第一个计时器H-1只到过葡萄牙的里斯本，而H-2根本就没出过海。造了将近20年的H-3，如果不是受阻于七年战争，本来在1759年完工后马上就可以出海进行试验的。这一世界性的战争波及了包括北美洲在内的三大洲，将英国、法国、俄国和普鲁士等国家都卷入了冲突。在战乱期间，皇家天文官布拉德利带着月距表的手抄副本，登上了在敌对国法国的海岸边巡逻的军舰，对它进行测试。但是，任何头脑正常的人都不会将H-3这种独一无二的仪器带到这么不安静的水域，因为在这里它有可能被敌军俘获。至少布拉德利开始时是这样认为的。但是到1761年，终于开始对H-3进行正式测试时，这种论点就不攻自破了，尽管大战还在激烈地进行着——那时这场以持续时间得名的七年战争才进行到第五年。至此，人们不禁要设想，布拉德利也许居心叵测地希望H-3遭遇点什么不测。不管怎样，沾了追踪金星凌日现象这一国际行动的光，所有打着科学旗号的航行在某种程度上都合法化了。

在H-3制作完成但还未试验的日子里，哈里森很自豪地于1760年夏季向经度局提交了他的主打作品H-4。经度局选择了在同一次航行中对H-3和H-4一道进行测试。因此，1761年5月，威廉·哈里森带着较重的航海钟H-3从伦敦坐船抵达了朴次茅斯港，他已得到命令在那里等待安排船只。与此同时，约翰·哈里森却正在忙乱地对H-4作最后的精调。他计划在朴次茅斯港和威廉碰头，并在起锚前的那一刻将便携的计时器H-4交到他手里。

5个月后，威廉仍然在朴次茅斯港的码头上，等待开船命令。此时已是10月份了，推迟试验让威廉感到百事不顺，而他又担心他妻子伊丽莎白的健康状况——她在儿子约翰出生后一直生着病，这一切让他焦躁不安。

威廉怀疑布拉德利博士是为了个人的利益而故意推迟海上试验。通过拖延哈里森的试验，布拉德利可以为马斯基林争取更多的时间，以获取支持“月距法”的证据。这听起来好像是威廉单方面偏执狂式的臆想，但是他有证据表明布拉德利本人对经度奖金也感兴趣。在一篇日记中，威廉记载了他和父亲如何在一个仪表制造商的店里偶然碰到布拉德利博士，并在那里引发了布拉德利明显的敌意。威廉这样写道：“博士看起来很生气。他情绪激动地对哈里森先生说，如果不是因为他和他那该死的手表，迈耶先生和他本来早就分享了那一万英镑的奖金了。”

作为皇家天文官，布拉德利是经度局的当然委员，因而也是经度奖金竞赛的一位裁判。威廉的描述似乎表明布拉德利本人也在争夺经度奖金。布拉德利在“月距法”上的个人投入可以称作“利益冲突”，只是用这个术语来描述哈里森父子所对抗的势力似乎显得太轻描淡写了一点。

不管是什么原因导致了延迟，经度局在10月份威廉返回伦敦后不久，就召开了会议，并决定采取行动。于是，威廉在11月总算登上了英国皇家海军“德普特福特”号（Deptford）。这次只带上了H-4。在等待出发的漫长岁月里，他父亲觉得不让H-3参加试验更合适。哈里森父子将所有一切都押在H-4这块钟表上了。

为了保证这次试验的可信度，经度局坚持给装H-4的盒子加上四把锁，每把锁由不同的钥匙来开启。当然，威廉握有其中的一把钥匙，因为他得负责每天给H-4上发条。另外三把则交由愿意见证威廉一举一动的可靠人选保管。他们分别是当时刚得到委任状还未及上任的牙买加总督威廉·利特尔顿（William Lyttleton）——他是钟表匠威廉在“德普特福特”号上的旅伴、该船的船长达德利·迪格斯（Dudley Digges）以及迪格斯的中尉J.苏厄德（J.Seward）。

两个天文学家（一个待在朴次茅斯，另一个随船前往牙买加）负责确定离开时和到达时正确的当地时间。威廉得到指示，要由他们来设定时间。

航程刚展开不久，人们就发现许多奶酪和成桶的饮料已不适于食用。迪格斯船长下令将它们统统扔进海里，于是危机陡然出现。这艘船的船长在航海记录中写道：“这一天所有的啤酒都倒光了，人们不得不喝清水。”威廉向人们承诺，苦难很快就会过去，因为他用H-4估算出“德普特福特”号将在一天内抵达马德拉岛 ⁸⁴。迪格斯争辩说这块表偏差太大，因为现在船离马德拉岛还很远，并提出要跟威廉打赌。不管怎样，第二天早上马德拉岛就进入了人们的视野，很快成桶的葡萄酒又装上了船。于是，迪格斯向威廉作出了新的提议：他愿意在第一时间购买威廉和他父亲投放市场的第一台经度時計。还在马德拉岛时，迪格斯就提笔给约翰·哈里森写信说：

亲爱的先生，我刚得空告知您.....您制作的钟表完美地预测到了马德拉岛的经度；根据我们的航海日志，我们东偏了1°27'。我用一张法国地图查出，那会是特内里费岛（Teneriffe）所处的经度。因此，我认定您的钟表是正确无误的。再见。

这次横渡大西洋的航行花了将近3个月时间。1762年1月19日，“德普特福特”号一抵达牙买加的罗亚尔港（Port Royal），经度局的代表约翰·罗宾逊就架起他的天文仪器，确定了当地的正午。接着，罗宾逊和哈里森用他们的钟表进行了对时，并根据它们的时差确定了罗亚尔港的经度。经过81天的海上航行，H-4仅仅慢了5秒钟！

迪格斯船长是个不肯抹杀别人功劳的大好人，他仪式性地向威廉——以及他那不在现场的父亲——赠送了一台八分仪，以纪念这次成功的试验。这个当过奖品的特殊仪器现在也陈列在国家海洋博物馆。博物馆的管理员在一张评论卡上写道：对于那些设法叫使用“月距”测定经度的方法显得多余的人而言，它似乎是一件奇特的礼物。肯定是迪格斯船长在哪里看过斗牛比赛，所以他就以这种方式将“被征服的动物的耳朵和尾巴”奖给了威廉。实际上，这件礼物对迪格斯而言是一个牺牲，因为即使手头有了这块可以给出伦敦时间的钟表，他还是需要用八分仪来确定海上的当地时间。

在他们抵达牙买加一个多星期之后，威廉、罗宾逊以及这块表搭乘“梅林”号（Merlin）返回英国。因为返程时天气比较恶劣，威廉一直在为保持H-4干燥而操心。巨浪滚滚的大海不时将海水泼进船内，甲板往往浸在两英尺深的水里，甚至连船长舱也漏进去足有6英寸深的积水。可怜的威廉晕着船，却还要将这块表裹在毯子里，为它提供防护。当毯子湿透了，他就睡在里面，用自己的体温将毯子烘干。在航行结束时，威廉发起了高烧。但是多亏采取了这些预防措施，最终的结果让他感到自己的一番苦心总算没有白费。到3月26日回国时，H-4一直在运转。而且，经校正后，去程和回程加一起的总误差，也不到两分钟。

因为哈里森的钟表已经实现了经度法案规定的所有指标，按说在当时当地就应该把奖金颁发给他，但是一些不利于他的事件“串通一气”，阻止了这笔经费名至实归地发到他手里。

首先，他们随即就在那个6月召开的那次经度局会议上，对试验进行了评估。原来规定只需四把钥匙和两位天文学家，现在经度局又招来三名数学家再三核对用于确定朴次茅斯和牙买加时间的数据，似乎这两个地方的数据突然之间变得不够充分、不够精确了。委员们还指责威廉没有遵照皇家学会设定的某些规则，通过木星卫星蚀来确定牙买加的经度——威廉并没有意识到有人要求他这么做，而且无论如何，他也不知道怎样才能做到这一点。

因此，经度局在1762年8月提交的最终报告中得出的结论是：“对这块表所进行的试验不足以在海上测定经度。”H-4必须在更严密的监视下再进行一次新试验。下次再带着它前往西印度群岛吧，但愿那时运气能好点！

约翰·哈里森获得的奖金不是20 000英镑，而是1 500英镑。这是用于表彰他制作了“一块对大众相当有用的手表，‘虽然’还没有迹象表明该项发明在测定经度时能派上大用场”。在H-4完成第二次海上任务后，他还可以指望再领到1 000英镑。

作为“月距法”这一竞争方案的拥护者，马斯基林紧随威廉之后，于1762年5月从圣赫勒拿岛返回了伦敦，而且他此行收获颇丰。他立即出版了《英国海员指南》（*The British Mariner's Guide*）——相当于迈耶月球表的英译本，再加上这些表格的使用说明。这项工作奠定了他日后的声誉。

迈耶本人因病毒感染在那年的2月去世，年仅39岁。接下来，皇家天文官布拉德利也在同年7月逝世。他享年69岁，可能也不算死得太早了，但马斯基林却断言：他导师是由于长期从事月球表方面的艰巨工作才英年早逝的。

哈里森父子很快就发现，虽然经度局中没了布拉德利这个人，但他们的处境也丝毫未见改善——布拉德利的去世并没有缓和其他委员的强硬态度。皇家天文官的岗位一直空缺了整整一个夏天，到后来纳撒尼尔·布利斯⁸⁵才被任命担任这个职务。威廉只好和经度局的委员们通信，为这块表辩护。他在6月和8月的两次经度局会议上受到了沉重的打击，并在回家时给父亲带去了令人丧气的消息。

第四任皇家天文官布利斯成为经度局的当然委员后，马上就将矛头指向了哈里森父子。跟他的前任布拉德利一样，布利斯的心目中也只有“月距法”。他坚持认为这块表的所谓精确性不过是一个偶然事件，并预计它在下一次试验时就不会得到精确的结果。

经度局中没有哪个天文学家或海军将领具备钟表方面的知识，也不知道是什么使它运转得如此有规则。也许他们不能理解它的机理，但是他们从1763年年初起就不断地向哈里森施加压力，让他将H-4的工作机理解释给他们听。这件事不只是在智力上满足好奇心的问题，它还关系到了国家安全。这块表是有价值的，因为它似乎改进了对月球运动进行定时

的普通钟表。在天气恶劣，看不到月亮和星星时，这块表甚至可以取代“月距法”。而且，约翰·哈里森也不是越活越年轻。要是他死了，并将这个可能有用的秘密带进坟墓，那该怎么办？要是在下一次试验时发生海难，致使威廉和这块表一同葬身海底，那又该怎么办？很明显，经度局必须先彻底弄清楚这个计时器的秘密，才能再次派他们到海上去对它进行试验。

法国政府派出了一个由包括费迪南德·贝尔图在内的钟表学家组成的小代表团，前往伦敦，希望哈里森能向他们披露这块表的内部机构。哈里森当时就相当警惕——这也是可以理解的——他将法国人赶走了。同时，他也恳求国人向自己保证不会有人盗取他的思想。他还请求国会下拨50000英镑经费，以兑现保护他的权益的承诺。谈判很快就陷入僵局。哈里森没有得到经费，他也没有透露钟表的机密。

最后，1764年3月，威廉和他的朋友托马斯·怀亚特（Thomas Wyatt）一起登上了英国皇家海军“鞑靼”号（Tartar），带着H-4驶向巴巴多斯岛（Barbados）。“鞑靼”号的船长约翰·林赛爵士（Sir John Lindsay）对第二次试验的第一阶段进行了监督，并在前往西印度群岛的途中对这块表的操作过程进行监视。威廉在5月15日靠岸，并准备和经度局指派的天文学家们（他们乘坐“路易莎公主”号先期抵达了这座岛上）核对记录，这时他发现了一张熟悉的面孔。在天文台正准备对这块表的性能作出评判的，就是由纳撒尼尔·布利斯精心挑选的忠实追随者——内维尔·马斯基林牧师。

马斯基林向驻岛人员抱怨说，他自己也在进行第二次试验。在前往圣赫勒拿岛的航行中，他已清楚地表明“月距法”才是解决经度问题的绝佳方案。他还大吹法螺：在这次来巴巴多斯岛的途中，他确信他已完全地解决了这个问题，经度奖金也非他莫属了。

当威廉听到这些言论后，他和林赛船长都质疑马斯基林是否还适合对H-4作出公正的评判。马斯基林被他们的指控激怒了。他先是大动肝火，继而又变得很不安。就在这种不安的状态下，他将天文观测弄得一团糟——尽管所有出席的人都回忆道，当时的天空万里无云。

第十二章 两幅肖像的故事

美妙的音乐失去了合度的节奏，

听上去是多么可厌！

人们生命中的音乐也正是这样。

我曾经消耗时间，现在时间却在消耗着我；

时间已经使我成为他计时的钟，

我的每一个思想代表着每一分钟。

——威廉·莎士比亚，《理查二世的悲剧》 86

约翰·哈里森生前请人给他画过两幅引人注目的肖像，它们一直保存至今。第一幅是由托马斯·金（Thomas King）创作的正式油画肖像，绘制时间在1765年10月至1766年5月之间。另一幅是由彼得·约瑟夫·塔沙尔特（Peter Joseph Tassaert）于1767年开始创作的版画。这幅版画显然是以第一幅画为蓝本进行创作的，因为几乎每一个细节都与那幅油画相同。实际上，它们之间只在一个细节上有出入——而恰恰就是这个差别，向我们讲述了一个让画中人感到屈辱和绝望的故事。

如今，这幅油画挂在老皇家天文台的画廊里。这表明哈里森作为一个重要的人物得到了承认。画中的他身穿咖啡色双排扣常礼服和西裤，采用坐姿，而他的发明则摆放在身旁。他右边是H-3；身后是他为另外几个计时器设计制作的高精度烤架摆调节器。他坐在那里，后背挺直，带着志得意满的神色，却并不显得趾高气扬。他头戴白色的绅士假发，面部光洁得令人难以置信。（根据哈里森在童年康复病体时迷上钟表的那个故事，他当时患的是重症天花。但是，从这张画看来，要么是那个传说有误，要么是他神奇地复了原，要么就是画家故意将那些麻子掩去未画。）

他双目平视，只是因为已是70多岁的高龄，蓝色的眼睛显得有点泪光闪闪的。只有那中间上拱的双眉以及眉宇间的皱纹，才暴露出他匠人式的谨慎和时刻萦绕心头的焦虑。他左手叉腰，放在髋部。而右小臂则搁在

桌子上，手里握着……那块杰弗里斯怀表！

H-4到哪去了呢？在创作这幅画的时候，它早已制成多时了，而且一直被哈里森当作心肝宝贝。他原本是想坚持将H-4画进去的。事实上，它真的出现在塔沙尔特的版画中了。令人感到奇怪的是，版画和油画对哈里森右手腕这个地方的处理大不相同。在版画中，他的右手空着，掌心向上，隐约地显示出要伸向H-4的姿势。现在，这块表放在桌上，因透视变形缩短了一点，下面是它的几张设计图。应该承认，時計H-4看起来确实太大了，没法像比它小一半的杰弗里斯怀表那样，轻松地握在哈里森手中。

H-4之所以没有出现在油画上，是因为作画时它根本就不在哈里森手里。哈里森请人创作版画肖像时，正好赶上他逐渐获得“经度发现者”这个美名的时候，于是H-4给换了上去。而这期间发生的事情将哈里森逼到了忍无可忍的地步。

1764年夏天，这块表参加了令人气恼的第二次试验，可是几个月过去了，经度局什么话也没说。经度局的委员们在等数学家将H-4的计算结果和天文学家在朴次茅斯和巴巴多斯岛的经度观察结果进行比较，因为要将所有这些因素都考虑在内才能作出判断。当他们得到最终报告时，经度局的官员们承认他们“一致认为，上述時計能以足够高的准确度进行计时”。他们除了这么说之外几乎别无选择，因为结果证明，这块表可以将经度确定到10英里的范围之内——比经度法案条款规定的精确度还高出两倍有余！但是这一巨大的成功只不过为哈里森赢得了一场小小的胜利。这块表和它的制作者还要进行大量的解释工作。

那个秋天，经度局提出可以给他一半的奖金，条件是哈里森要将所有的航海钟上缴给他们，并完全揭秘H-4内部的神奇钟表机构。如果哈里森想要获得20 000英镑的全额奖金，他还得监制出两台而不是一台H-4的复制品，以证明其设计和工作性能具有可重复性。

让事态发展更趋紧张的是，纳撒尼尔·布利斯打破了皇家天文官长期担任这个职务的一贯传统。约翰·弗拉姆斯蒂德当了40年皇家天文官，埃德蒙·哈雷和詹姆斯·布雷德利在这一岗位上都干了20多年，而布利斯任职才两年就去世了。果然不出哈里森所料，1765年1月宣布的新任皇家天文官——因而也是经度局的当然委员——就是他的死对头内维尔·马斯基林。

32岁的马斯基林就任第五任皇家天文官的那天是星期五。就在第二天（即2月9日星期六）的早上，甚至还在举行亲吻英王手背的参拜仪式之前，马斯基林就作为经度局最新的委员参加了经度局预定的会议。马斯基林倾听了委员们围绕向哈里森付款这件棘手的事情所展开的辩论，并补充提议向伦哈德·欧拉和托拜厄斯·迈耶的遗孀颁发奖金。然后，马斯基林才转入自己的议事安排。

他大声地宣读了一份长长的旨在鼓吹“月距法”的备忘录。他带来的4位东印度公司船长都异口同声地附和着这种论调。他们说，他们根据马斯基林在《英国海员指南》上列出的步骤，多次使用过“月距法”，而且每次都只用了4个小时左右就算出了经度。他们同意马斯基林的主张：应该出版并广泛发行这些月球表，这样，“该方法就可以更方便地为水手们所普遍采用了。”

这标志着确立“月距法”正统地位的活动再次掀起高潮。哈里森的精确時計也许是可以更快地给出结果，但它毕竟是个怪兮兮的东西，哪里比得上人人都能用上的天体！

1765年，国会通过了一道新的经度法案，使得哈里森陷入了更深的困境之中。这道法案的正式名称是“乔治三世第五号法案”；它对1714年的旧经度法案进行了说明，并补充了一些专为哈里森而设的特别条款。该法案甚至在一开头就对哈里森指名道姓，称他当前处在与经度局作对的状态。

哈里森的心情糟透了。他多次气愤地从正在召开的经度局会议当中冲出来。有人还听到他赌咒说：“如果他身体里还流着一滴英国血”，他就不会再满足他们提出的种种无耻要求。

经度局主席埃格蒙特伯爵谴责了哈里森：“先生……你是我碰到过的最古怪、最顽固的家伙。你就按我们要求的去做，好不好？这一点你完全办得到。你要是答应我们，我保证会给你钱的！”

最后，哈里森屈服了。他交出了自己的设计图纸，并提供了一份书面说明。他还承诺将所有秘密展示给由经度局选定的一个专家委员会。

那年夏天早些时候，即1765年8月14日，由一队大人物组成的钟表匠审理委员会，来到了红狮广场哈里森的家中。出席的人包括两位剑桥大学的数学教授，他们是被哈里森嘲讽地称为“神父”或“牧师”的约翰·米歇尔

(John Michell) 牧师和威廉·勒德拉姆 (William Ludlam) 牧师。参加人员中还有三位著名的制表匠：托马斯·马奇 (Thomas Mudge)，一个对制作航海钟也大有兴趣的人；威廉·马修斯 (William Mathews)；以及拉克姆·肯德尔 (Larcum Kendall)，他原来在约翰·杰弗里斯那里当过学徒。第六个委员是广受尊敬的科学仪器制造商约翰·伯德 (John Bird)，他曾为皇家天文台安装了用于绘制星图的壁式象限仪和中星仪⁸⁷，还为许多科学考察队装备过独特的仪器设备。

内维尔·马斯基林也跟来了。

在接下来的6天中，哈里森一个零件一个零件地将这块表拆开来；在发誓不说假话的前提下，向他们解说了每一个部件的功能，描述了如何将各项革新有机地结合在一起以实现完美计时功能，并回答了他们提出的所有问题。当一切结束后，这些评判专家共同签署了一份文件，证明他们相信哈里森确实已经将自己所知道的一切告诉了他们。

最要命的是，经度局还坚持要求哈里森将这块表重新装配起来并上交。他们将它锁进了一个箱子里，然后再扣押（真的是要交赎金才能借出的那种扣留）在海军部的一间仓库里。与此同时，他还得在没有原来那块表 (H-4) 作参考的情况下，开始复制两块同样的表；甚至连他的原始设计图和说明书都给夺走了——马斯基林已将它们送往印刷厂，进行复印、制版和印刷成书，并向公众大量出售。

这哪里是坐下来让人画像的时候！但是，偏偏在这个时候，金先生为哈里森先生画了那幅油画肖像。也许在那年秋末，当他最终获得了经度局向他承诺过的10 000英镑后，他的表情已经又能恢复平静了。

1766年年初，哈里森收到了费迪南德·贝尔图的第二封来信。贝尔图从巴黎赶来，满怀希望，想要实现他上次在1763年来访时没能得到满足的愿望：获悉H-4制作的详情。哈里森没打算向贝尔图交底。他干吗要将自己的秘密泄露给一个不能给他带来什么好处的人呢？英国国会都愿意以10 000英镑的价钱交换他的秘密，而现在贝尔图似乎只愿为此付很低的价钱——贝尔图代表法国政府出价500英镑，要求对H-4进行一次私人参观。哈里森拒绝了他。

但是，贝尔图在来伦敦之前，已经和托马斯·马奇进行过钟表匠与钟表匠之间的通信。现在既然贝尔图来到了这座城市，他自然就要去舰队街马奇的表店拜访了。显然，没有人告诉过马奇（以及其他任何一位当时

在场的专家），哈里森展示给他们看的東西是應該保密的。在和來訪的鐘表學家一起進餐時，馬奇的談話中涉及H-4這個話題的地方逐漸多了起來。他曾將這個時計握在手里，並親自探查過它最隱秘的詳情。現在他就將這一切向貝爾圖和盤托出，甚至还畫了一些草圖。

事實證明，貝爾圖和其他歐洲大陸的鐘表匠在制作他們自己的航海鐘時，並沒有竊取哈里森的設計。不過，哈里森確實有理由對這種隨便洩漏和宣揚他的機密的行徑表示深惡痛絕。

經度局溫和地警告了馬奇。經度局的委員們並沒有因為他的輕舉妄動而感到過於不安，而且他們除了哈里森這樁事，還有一些其他的事情要忙。這些事情中有一件尤其值得注意：馬斯基林牧師先生請求逐年出版一個航海星曆，供有意使用“月距法”測定經度的海員們使用。通過提供大批的預測數據，他減少了每個領航員需要進行的數學計算，因而大大縮短了得出一個位置所需要的时间——從4個小時降到了30分鐘左右。這個皇家天文官聲稱，他非常樂意擔負起這項工作。他僅僅要求作為官方發行機構的經度局，提供經費以便給兩位解決數學計算問題的人員發工資，並支付印刷費用。

馬斯基林在1766年出版了第一卷《航海年鑑和天文星曆》（*Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris*），此後他繼續指導著它的出版工作，直到1811年他去世為止。甚至在他逝世後的好幾年里，海員們還能依靠他的工作繼續進行導航，因為1811年出版的《航海年鑑和天文星曆》中包含了直到1815年的預測數據。接下來，繼承馬斯基林衣鉢的人又繼續出版月球表直至1907年，而《年鑑》本身到今天還在發行。

《年鑑》代表著馬斯基林為導航事業立下的不朽功勳。這也是特別適合他的一項工作，因為其中包含了大量費時費力的細節：像他那樣計算出月球每隔3個小時相對於太陽或10個參考恆星的一個位置，就算是經刪節的數據，用極小的字體印刷，每個月也有整整12頁。每個人都會同意，《年鑑》和它的配套書《必備的表格》（*Requisite Tables*）為海員們確定海上的位置提供了最穩妥的方法。

在哈里森的油畫畫像完成後的1766年4月，經度局又沉重地打擊了他一次。這次打擊很可能讓他失去了風度。

為了消除“H-4的精度是否得之於機遇或運氣”這種揮之不去的疑慮，經度局決定對該計時器進行一次比前兩次航行更嚴格的新型試驗。為此，

他们将这个计时器从海军部转移到了皇家天文台。在天文台里，皇家天文官马斯基林利用职务之便，连续10个月天天对它进行测试。那些大个的经度机器（3台航海钟）也将被运到格林尼治，在那里它们的走时将与天文台的大标准时钟进行比较。

哈里森心爱的H-4在海军部一座孤塔中受了数个月煎熬之后，又落进了死对头之手。想想哈里森听说这个消息后会作出什么反应！这场劫难发生之后没几天，又有人来敲他的门。打开门才发现，这个不速之客正是马斯基林。他手持一纸“逮捕令”，专程前来“逮捕”另外几台航海钟。

“约翰·哈里森先生，”这道公文是这样开头的，“我们经度局委员们受国会确定海上经度法案的委派，再次命令你将手头的3台机器或计时器上缴给格林尼治皇家天文官马斯基林牧师——现在它们已经充公了。”

忧心忡忡的哈里森将马斯基林领进了他保存时钟的房间。这些钟表已亲密地陪伴了他30年了。它们都在以各自独特的方式走时，就像一群聚会的老朋友在愉快地交谈。它们一点也不在乎时间已经让它们变得过时了。它们絮絮叨叨，完全忘却了外面的世界，只愿在这个温馨的地方满怀爱意地彼此关怀。

在他的航海钟分别前，哈里森希望马斯基林能向他稍作让步——为他签署一份书面声明，证明在他从哈里森家里拿走这些计时器时，它们都是完好无损的。马斯基林起先还想争辩，但不久就让了步，他这样写道：它们看上去都像是完好无损的，并签上了他的名字。双方火气都上来了，因此当马斯基林问哈里森要怎样运输这些计时器（即应该按原样运走还是先拆开再运）的时候，哈里森生气了，并明确地表示：如果他提什么建议的话，一旦发生什么不幸的事，他们肯定会将过失赖在他身上的。最后，他提出可以将H-3按原样运走，但是H-1和H-2需要稍微拆开一下再运。但是，眼睁睁地看着航海钟被夺走的耻辱是他没法忍受的，于是他就上了楼，独自钻进了自己的房间。在那里，他听见重物撞击地面的响声。原来是马斯基林的工人将H-1抬上在门外恭候的马车时，失手将它摔到地上了。当然，这纯属意外。

H-4在拉克姆·肯德尔护送之下，坐船顺泰晤士河前往格林尼治接受试验。而3台大个的航海钟却乘着没有减震弹簧的马车，穿过伦敦的大街小巷，一路嘎吱响着颠簸到格林尼治。我们不必劳神去想象哈里森的反应。詹姆斯·塔西（James Tassie）在1770年左右为哈里森制作了带浮雕侧面像的珐琅奖牌；那上面刻画着这个上了年纪的钟表匠，他两片薄薄

的嘴唇断然地向下撇着。

第十三章 詹姆斯·库克船长的第二次航行

当英国最伟大最无畏的航行家临终时，
听到他最后呻吟的是一双野蛮人的耳朵。

他的骸骨被抛撒在一座热带荒岛上，
远离他记忆中珍藏的那方故土。

那禁锢他行动的命运真不公平啊——

无论在热带、寒带还是温带，
他都曾以无与伦比的热情和永不动摇的信念，
探访过那里的每条海岸和每片海洋。

——乔治·B.艾里（第六任皇家天文官），《多尔口斯》

德国泡菜。

那是詹姆斯·库克船长在1772年启程进行第二次成功航行时使用的暗语。这位伟大的环球航行家在他的英国船员们的饮食中加入了大量的德国泡菜（他们中有些人还愚蠢地对它嗤之以鼻），他用这种办法成功地将坏血病却之船外。德国泡菜的主要成分是富含维生素C的卷心菜，而且还要将这些切得很细的卷心菜腌起来，使之发酵变酸，成为名副其实的泡菜。实实在在就腌在盐水中的德国泡菜可以在船上长期保存——至少在环球航行期间不会变质。库克将德国泡菜当作他航海时的蔬菜。直到这种菜在英国皇家海军的伙食供应中先后被柠檬汁和酸橙所代替，它一直在拯救着水手的生命。

库克手下的人营养都很好，因此全都可以投入科学试验和探险工作。他还为经度局进行了一些现场测试，对“月距法”（库克作为一个老练的航海者，已充分地掌握了这种方法）和根据约翰·哈里森的神奇计时器仿制出的几台新航海钟作了比较。

库克在“决心”号（Resolution）的航海日志中写道：“我一定要在此记下

这一点——只要我们还有这么一块好表作为导航工具，我们（在经度上）的误差就不会大到哪儿去。”

哈里森希望库克带上H-4本身，而不是一个复制品或模仿品。他本来很想就他的奖金赌一把，由他的表在库克指挥的船上所表现出来的性能，来决定他是赢得还是失去另外的10 000英镑。但是，经度局说：在对H-4能否获得余下部分的经度奖金作出决定之前，它必须待在英国本土。

很有意思的是，H-4曾成功地完成了两次海上试验，赢得了3位船长的赞誉，甚至还从经度局争取到了一纸关于其精确度的证明，却没通过1766年5月至1767年3月之间在皇家天文台进行的为期10个月的试验。它的运转速率变得极不稳定，有时一天就能快上20多秒。也许是因为在展示过程中拆卸H-4损坏了什么东西，才导致了这一不幸的结果。也有人说，内维尔·马斯基林的恶毒心愿对这块表施了魔法，要不就是他每天给表上发条时动作过于粗鲁。还有人认为，是他在故意歪曲试验结果。

马斯基林在收集他想诋毁的统计数据时所采用的逻辑颇为古怪。他假装这个计时器在进行6次前往西印度群岛的航行，每次6星期——这可追溯到当时还在生效的1714年版经度法案的原始条款。马斯基林并没有因为这块表看起来受过某种损伤，而对它降低要求。这种损伤表现在，它如今很容易对温度的变化产生过度的反应，而以前平稳而精确地适应环境正是它的一大特色。马斯基林可不管这么多，他照样将H-4拴在天文台一个靠窗的座位上，并对每次“航行”的性能进行统计。然后，他将这块表走快的时间转换成经度度数，再以海里为单位进一步转换成在赤道处的距离。比如，在第一次模拟航行中，H-4走快了13分20秒，或 $3^{\circ}20'$ 的经度，因此偏离目标200海里。在接下来的几次航行中，它的表现稍微好了一点。第五次试验的结果最好，它走快了5分40秒，或 $1^{\circ}25'$ 的经度，因而距离理想的落点只有85海里。因此，马斯基林不得不得出结论：“在前往西印度群岛的六周航行中，单靠哈里森先生的表，没法让经度保持在 1° 的误差范围内。”

然而，此前的记录证明，在两次前往西印度群岛的实际航行中，哈里森先生的表已经将经度确定到了半度或更小的误差范围里。

但是，马斯基林说的是不能指望这块表在一次长达6周的航行中测定船的位置，“也不能指望它连续数日将经度确定在半度的范围里；如果天气极度寒冷，保持精确度的时间可能还要更短些；不过，它仍不失为一种实用和有价值的发明，如果和观测月球与太阳以及恒星之间的距离联

合使用，进行导航时可能还具有相当大的优势”。

马斯基林用这种轻描淡写的赞扬，很有技巧地承认了“月距法”的几个重大缺陷。具体来说，每个月大约有6天时间，身在地球上的人们会因为月亮太靠近太阳而看不见它，于是不管什么与月亮的距离都没法测量。在这些时候，H-4确实会“具有相当大的优势”。每个月还有13天时间，月亮虽然会照亮夜空，但它位于太阳的另一边。此时，使用计时器会更方便些——在这两个星期里，没法测量这两大天体之间的巨大距离，领航员们要画出月亮相对于恒星之间的位置才行。人们进行夜间观察的时间是用普通钟表来确定的，但由于时间不太准确，所有的努力也许都会白费。如果船上有一块诸如H-4之类的钟表，就可以精确地确定使用“月距法”的时间，从而提高这种方法的可靠性。因此，在他看来，计时器也许可以弥补“月距法”的不足，但却永远没法取代它。

总之，马斯基林轻率地认定那块表不如恒星稳定。

哈里森自费出版了一本定价为6便士的小册子，以宣泄他内心的不满。无疑有枪手帮忙，因为那些谩骂都是用清晰平实的英语写成的。其中的一点攻击针对的是原本应该监督马斯基林每天对那块表进行操作的那些人。他们住在附近的皇家格林尼治治疗养院——一个为那些不再适合执行海上任务的水手们提供疗养的机构。哈里森指控道，这些退役的水手都太老了，动不动就气喘吁吁，根本爬不上前往天文台途中的那段陡峭山坡。他说，就算他们有强健的肺和灵便的手脚，可以爬上山顶，他们也不敢对皇家天文官的任何举动有什么微词，只会乖乖地在登记簿上签上自己的名字，表示完全支持马斯基林写下的一切。

此外，哈里森还抱怨，H-4处于阳光的直射之下。虽然他们将这块表放在一个玻璃柜里，很安全，但是它像身处温室一般，不得不忍受酷热。与此同时，测量计时器环境温度的温度计却放在房子另一头的阴暗角落里。

马斯基林一点也没有感到愧疚，自然更不会想着要对哪一条指控作出回应。他再也没有搭理过哈里森父子，他们也没有再跟他说过话。

在H-4饱受马斯基林的蹂躏之后，哈里森希望能跟它团圆。他询问经度局是否可以将它赐还。经度局拒绝了。74岁的哈里森不得不凭借过去的经验和H-4留给他的印象，继续制造两块新表。为了向他提供进一步的指导，经度局给了哈里森两本包含他本人的插图和文字说明的书——

《哈里森先生的计时器的原理与插图》，该书新近由马斯基林出版了。毕竟，出版这本书的本意就是要让所有人都能重新制造出H-4。（而实际上，正因为是哈里森写的，这些说明文字晦涩难懂。）

为了证实H-4确实可复制，经度局还雇请钟表匠拉克姆·肯德尔设法进行了一次精确的复制。这方面的工作表明经度局在根据自己的解释极力追求法律的“精神”，因为原来的经度法案并没有规定“切实可用的”方法必须可以由发明者或其他任何人进行复制。

哈里森认识肯德尔并对他充满敬意。肯德尔曾经在约翰·杰弗里斯那里当过学徒。在制作杰弗里斯怀表乃至H-4时，他也许都帮过忙。他也曾作为专家之一出现在历时6日、巨细无遗的H-4“发现”现场。总之，他是制作复制品的最佳人选。连哈里森都这样认为。

肯德尔花了两年半的时间才完成复制工作。经度局在1770年1月收到肯德尔的复制品K——1之后，就重新召集曾经详细审查过H-4的委员们开会，因为这些人最有资格评判它们在多大程度上彼此相似。于是，约翰·米歇尔、威廉·勒德拉姆、托马斯·马奇、威廉·马修斯以及约翰·伯德等人重新聚集到一起，对K——1进行测试。很自然，肯德尔在委员会中空出来的席位是由威廉·哈里森填补的。与会者一致认为，除了在肯德尔签名的背板上雕刻有更繁复的花饰之外，K——1和H-4完全是一模一样的。

威廉·哈里森毫不吝啬地夸奖了K——1。他告诉经度局说：肯德尔的作品在某些方面比他父亲的还要优越。当经度局选择让库克船长带上K——1而不是H-4去进行太平洋航行时，他一定希望能够收回自己说过的那些话吧。

其实，经度局的决定跟哪块表更优越毫无关系，因为他们将H-4和K——1看作完全相同的东西。只是经度局选择了将H-4搁置起来而已。因此，库克在进行环球航行时，带的就是复制品K——1和一个名叫约翰·阿诺德（John Arnold）的钟表制造业暴发户所提供的三个较便宜的仿制品。

与此同时，尽管遭受了不公平待遇、年事已高、眼力衰退以及阵发性痛风等重重不利因素的困扰，哈里森还是在1770年完成了经度局命令他制造的两块表中的第一块。这个计时器现在被称为H-5，其内部机构的复杂程度一点也不亚于H-4，但外表要简朴得多。表盘上也没有虚饰。表

正面的中心处有一颗铜制小星，看上去像一朵有八片花瓣的小花，似乎是起装饰作用的。实际上，它是一个穿透表盘玻璃盖的凸边旋钮；转动这个旋钮就可以在不打开玻璃表盖的情况下，调动表针，因而有助于防止灰尘进入运动部件。

哈里森也许想用这个星花状的旋钮传递一个潜在的信息。因为它让人联想起罗经花（Compass Rose）的位置和形状，人们不禁会由此想到水手们多年以来赖以寻找航向的另一个更古老的仪器——磁罗盘。

H-4的背板上有华丽卷曲的虚饰，与之相比，H-5的这个部位显得单调平淡。确实，H-5是由一个更伤心也更睿智的人制作出来的作品，他被迫干着自己曾经那么心甘情愿甚至是满心欢喜地干过的活。虽然如此，简朴的H-5仍不失为了一件漂亮的作品。如今，它占据着伦敦同业公会会所钟表匠博物馆的中央舞台——实实在在地处在房间的正中央。它现在还装在原配的木制表盒里，下面衬着磨损了的红缎垫子。

哈里森花了3年才制成这块表，而对它进行测试和调整又花了两年。等到对它满意时，他已经79岁了。他无法想象怎么还能去启动另一项规模同样浩大的工程。即使他可以完成这项工作，官方的测试可能也会要延伸到下一个10年，而他肯定是活不了那么长了。这种被逼得山穷水尽而又无望讨回公道的感觉，促使他鼓足勇气，将自己遇到的麻烦告诉了国王。

英国国王乔治三世陛下对科学有浓厚的兴趣，而且关注过H-4的试验。他甚至在H-4结束首次航行从牙买加归来时，还接见过约翰·哈里森和威廉·哈里森。再后来，国王乔治还在里士满（Richmond）设立了一个御用天文台，并且刚好赶上了观看1769年的金星凌日现象。

1772年1月，威廉给国王写了一封辛酸的信，讲述了他父亲跟经度局和皇家天文台打交道的艰难历程。威廉礼貌地——几乎用了恳求的口吻——询问这块新表（H-5）是否可以“在里士满的天文台存放一段时间，以确定并展示它的优越程度”。

于是，国王终于在温莎城堡⁸⁸接见了威廉。威廉的儿子约翰在很久以后的1835年，对这次关键性会谈进行描述时写道，国王低声地嘀咕：“这些人受虐待了呀。”他大声地承诺威廉：“哈里森，以上帝的名义，我会为你们讨回公道的。”

乔治三世果然言而有信。他将H-5交给了他的御前科学教师兼天文台台长德曼布雷（S.C.T.Demainbray），由后者负责对它进行历时6周的室内试验——这令人回想起马斯基林的做法。跟原来的海上和陆地试验一样，装H-5的盒子上了锁，而且三把钥匙分给了三个负责人：德曼布雷博士一把，威廉一把，国王乔治一把。这三个人每天中午在天文台碰头，将这块表和标准表进行对照，并为它上发条。

虽然这块表受到了这种礼遇，但它在开始时却表现奇差。它快慢无度，让哈里森父子感到非常尴尬。不久，国王记起来，他在靠近这块表的壁橱里存放着几块天然磁石，于是赶紧将它们拿走。在摆脱了这些磁石对其部件的奇异引力之后，H-5不负众望，重新发挥出了它的正常水平。

国王考虑到哈里森的敌人可能会反对，就延长了试验时间。在1772年5月至7月，连续进行了10周每日观测之后，他可以很自豪地为这个新计时器辩护了，因为事实证明H-5的精度范围每日都保持在1/3秒以内。

乔治三世将哈里森父子纳入自己的庇护之下，并帮助他们绕过了冷酷无情的经度局：直接向首相诺斯伯爵（Lord North）和国会求助，以获得威廉所说的“纯粹的公道”。

在政府向经度局施加压力，要求透露实情后，经度局委员们在1773年4月24日召开了会议，并在两位国会议员的监督之下，再次追踪了哈里森事件那曲折的全过程。接着，国会在3天后就哈里森事件的详细情况进行了公开辩论。在国王的授意下，哈里森放弃了使用法律武器进行力争，只是简单地诉诸大臣们的良心：他已经是个老人了；他为这些方面的工作已经奉献了毕生的精力；尽管他成功了，但仅获得了一半的奖金，以及追加的——同时也是无法完成的——新要求。

这种办法奏效了。虽然要通过正常的渠道才能做出最终决定——这又花了几周时间，但是最后在6月底，哈里森又领到了8 750英镑。这笔钱大体相当于经度奖金中拖欠他的余款，但那不是令人垂涎的奖金。相反，这笔钱是国会出于善意奖励给他的——尽管经度局对此不以为然，但毕竟用的不是它的钱。

不久，国会出台了另一道法案，规定了往后要赢得经度奖金的条件。1774年出台的这道新法案废止了以前所有关于经度的立法。它对试验新计时器规定了到目前为止最严格的条件：所有的参赛作品都必须提交双份，接下来的试验包括在格林尼治进行一整年的测试，然后是两次环绕

大不列颠的航行（一次朝东，另一次朝西），再就是前往由经度局任意指定的一些地点的航行，最后是在皇家天文台再进行长达12个月的航行后观察。据说马斯基林得知这个消息后开怀大笑，说这个法案“扔给那些工匠们一块会咬断牙齿的硬骨头”。

结果证明马斯基林的这句话很有先见之明——此后再没有人领得这笔奖金。

但是，当库克于1775年2月从第二次航行回来，并盛赞用计时器测定经度的方法时，哈里森感觉自己得到了进一步的支持。

库克船长报告说：“肯德尔先生制作的表（价格为450英镑）在性能上超过了最热烈的拥戴者的期望；偶尔用月亮观测结果校正一下，它就成了我们在各种气候条件下进行航行的忠实向导。”

英国皇家海军“决心”号的航海日志显示，库克多次提到这个计时器，并称它为“我们可信赖的钟表朋友”和“我们从不失灵的钟表向导”。在它的帮助下，库克制作了南太平洋诸岛的第一张高精度的海图。

库克在航海日志中还记录道：“如果我不承认这个实用而有价值的计时器给了我们非常大的帮助，那是对哈里森先生和肯德尔先生不公正。”

库克非常钟爱K——1，因此他在1776年7月12日进行第三次远征时也带着它。这次航行没有前两次那么幸运。尽管这位著名的探险家有着高超的外交能力，尽管他努力尊重他所到之处的土著，库克船长还是在夏威夷群岛遇到了很大的麻烦。

当夏威夷土著首次碰到库克——他们见到的第一个白人时，他们将他当成神灵罗诺（Lono）的化身予以欢迎。但是几个月后，当他绕过阿拉斯加，重返他们的岛上时，升级的紧张局势迫使库克赶紧启航离去。不幸的是，几天后，“决心”号的前桅受损，他们不得不重返凯阿拉凯库亚湾（Kealahou Bay）。在随后的敌对行动中，库克被杀害了。

根据当时保存下来的记录，几乎就在库克船长死去的那一刻，K——1也停止了嘀嗒嘀嗒的走时。

第十四章 天才作品的量产之路

现在不需要星星了，熄灭它们。

包扎起月亮并且把太阳也拆下。

——W. H.奥登，《歌》⁸⁹

约翰·哈里森死于1776年3月24日，距离他1693年出生的那一天刚好83年。他去世后，在钟表制造业中享有烈士般崇高的地位。

几十年以来，他孤军奋战，几乎是独自一人，认真地寻求着用计时器解决经度问题的方案。然而突然之间，紧随在哈里森的H-4取得成功，大批的钟表匠都开始从事制造航海钟这个特殊职业。在海洋大国，它成了一个蓬勃发展的朝阳产业。事实上，有一些现代的钟表史学家认为，哈里森的工作帮助英国征服了海洋，因而成就了大英帝国的霸业——因为正是借助于精密时计，大不列颠才得以降服汹涌的波涛。

在巴黎，伟大的钟表匠皮埃尔·勒罗伊和费迪南德·贝尔图已将他们的精密航海计时器（*montres marines*）和航海大时钟（*horloges marines*）改进得近乎完美，但是这两个死对头谁也没能设计出一种可以既迅速又便宜地进行复制的计时器。

正如经度局不厌其烦地一再提醒的那样，哈里森的钟表确实太复杂了，不好复制，而且还贵得惊人。拉克姆·肯德尔复制它的时候，经度局委员们付给他500英镑，作为两年多努力工作的报酬。当经度局请他培训其他钟表匠制作更多的复制品时，肯德尔退缩了，因为他认为这东西太昂贵了。

肯德尔告诉经度局：“我认为，如果哈里森先生这种表真能降到200英镑一块，那也要等到很多年以后。”

同时，一个水手花20英镑左右（相对于那笔款子而言是个很小的数目），就可以买到一个很好的六分仪和一套月距表。这两种方法的价格太悬殊，而航海钟除了容易使用和具有更高的精度之外，又不能提供更多的功能。必须让更多的人买得起它才行。

肯德尔试图模仿原来那块制造出一块便宜的表，以颠覆哈里森的权威地位。在根据H-4照葫芦画瓢地完成了K-1之后，肯德尔又投入了两年时间，在1772年造出了K-2。为此，经度局又付给他200英镑。尽管K-2在大小上跟K-1和H-4差不多，但它在内部构造上却要差一截，因为肯德尔省去了上弦机构（Remontoire）——该机构将主发条的动力逐渐释放出来，保证不管发条是刚上紧还是快松弛了，施加在计时部件上的力度都能保持恒定不变。所有对于H-4的上弦机构有足够了解并知道其优点的人，都对它赞不绝口。事实证明，少了这个机构的K-2在格林尼治进行测试时表现平平。

但是，K-2的航海生涯却包括了航海史上的几次最著名的航行。这个计时器跟随北极考察队探过险，在北美呆过几年，乘船到过非洲，并登上过威廉·布莱指挥的英国皇家海军“巴恩提”号。布莱船长的坏脾气为许多传说提供了素材，但是他的故事中有一段却鲜为人知，那就是当“巴恩提”号发生兵变时，水手们带着K-2逃走了。他们将这块表留在达塔希提岛（Pitcairn Island）上，直到1808年，才由一艘美国捕鲸船的船长将它买走，于是K-2又展开了一段新的冒险历程。

1774年，肯德尔制作了第三款更便宜的计时器（这一次省去了钻石），并以100英镑的价钱将它卖给了经度局。K-3的性能并不比K-2好，但是它还是成功地搭乘英国皇家海军“发现”号，参加了库克的第三次航行。（顺便提一下，布莱在这次航行时担任了库克船长手下的领航员。虽然库克在夏威夷惨遭杀害，布莱却活了下来，后来还当上了澳大利亚新南威尔士的总督；也就是在这个地方，他在“朗姆酒叛乱”⁹⁰期间，遭到叛军囚禁。）

肯德尔自己的创新没有一个可以和他复制K-1时的大手笔相媲美。看到其他一些创造力远胜于他的人赶超上来了，他很快就打消了试验自己新思想的念头。

舰队街的托马斯·马奇就是这些人中的一个。马奇年轻时在“正人君子”乔治·格雷厄姆那儿当过学徒。跟肯德尔一样，马奇也在哈里森的家里参加了对H-4的解剖和讨论。后来他在跟费迪南德·贝尔图共进晚餐时，不小心泄露了些详细情况，尽管他发誓不是有意要犯错误。马奇赢得了手艺精良和童叟无欺的好名声。他在1774年制造了自己的第一台航海钟，其中不仅包含了哈里森的多种思想，还进行了改良。马奇制作的精密時計从里到外都让人羡慕，尤其值得夸耀的是一个特殊形式的上弦机构和一个八面镀金的表壳，顶上是整面的银丝细工。后来在1777年，

他又造了分别叫做“阿绿”和“阿蓝”的两块表——它们彼此配成一对，唯一的差别只是表壳的颜色——诚心想竞争余下的10 000英镑奖金。

在格林尼治对马奇的第一个计时器进行测试时，皇家天文宫内维尔·马斯基林因为误操作无意中让它停止了走时，而在接下来的一个月里，他又不慎弄断了这个仪器的主发条。大为恼火的马奇取代哈里森成了马斯基林的新对头。这两个人一直进行着激烈的交锋，直到18世纪90年代早期马奇病倒为止。然后，马奇的律师儿子小托马斯继续进行这场争斗，他还不时地采用小册子的形式发起攻击。最后，小托马斯从经度局赢回了3 000英镑，作为对他父亲所作贡献的表彰。

肯德尔和马奇在有生之年各制作了3台航海钟，哈里森制作了5台，而约翰·阿诺德则完成了几百台高质量的航海钟。他数量巨大的产出可能比我们所知道的还要多，因为阿诺德是个精明的生意人，他经常在表上刻上“第一号”的字样，虽然这块表绝不是某个特定产品线上同类产品中最早的一款。阿诺德制造速度快的秘密在于，他将大量常规的工作承包给不同的工匠，自己只承担困难的部分，特别是精密的调试部分。

随着阿诺德这颗新星的升起，精密時計这个词作为航海钟的首选名字也得到了广泛应用。杰里米·撒克早在1714年就创造出了这个术语，但直到1779年，当它出现在东印度公司职员亚历山大·达尔林普尔⁹¹写的小册子《对在海上使用精密時計者的几条有用提示》的题目中之后，这个词才流行起来。

“这里将那些用来在海上测量时间的机器命名为精密時計，”达尔林普尔解释道，“[因为]如此有价值的一台机器理应以其名字而不是其定义为人所知。”

阿诺德向经度局提供了自己的前三个盒装精密時計。它们和K-1一起参加了库克船长的航行。阿诺德的三块表都参加了1772~1775年前往南极洲和南太平洋的航行。“气候的变幻”（库克这样描述全球天气的变化范围）致使阿诺德的时钟运行情况不佳。库克宣称它们在他的两条船上的表现都没给他留下什么印象。

因此，经度局切断了对阿诺德的经费支持。但是，这件事不仅没有令这个年轻的钟表匠灰心丧气，反而激起了他探索新思想的斗志。他产生的那些新思想全部都取得了专利，并不断得到改进。1779年，他因造出被称作“第36号”的怀表式精密時計而轰动一时。它真的小到可以装进衣袋

中，而马斯基林和他的代表们就让它在他们的衣袋里放了13个月，以测试其精确度。在任何相邻的两天中，它的走时从未快过或慢过3秒以上。

同时，阿诺德继续锻炼着他在大规模生产方面的技能。1785年，他在伦敦南部的韦尔霍尔（Well Hall）开设了一家工厂。他的竞争对手，小托马斯·马奇也试着开办了一家工厂，仿照他父亲的精密時計生产出了30来个样品。但是，小托马斯是律师，不是钟表匠。小马奇造出的计时器，在精度方面无一赶得上老马奇原来那三个。可是，马奇的精密時計在造价上却比阿诺德的高一倍。

阿诺德做起事来有条不紊。他20岁出头时就已名声大振，因为他造出了一块匪夷所思的微型手表，其直径仅半英寸。他还于1764年将它安在一枚戒指上，作为礼物献给了国王乔治三世。阿诺德在结婚前，就已决定要将制作航海钟当作自己毕生的事业。他选择的妻子不仅富有，而且在拓展他的生意和改善家庭生活方面都很有一套。他们一道倾其所有，用心培养独子约翰·罗杰·阿诺德（John Roger Arnold）。约翰也有意发展他们的家业。他在巴黎跟随父亲亲自选定的最佳师傅学习钟表制作技艺。当他在1784年成为一个正式的合伙人之后，公司名字就改成了阿诺德父子公司。但是作为钟表匠，老阿诺德一直比他儿子技高一筹。他的头脑中有无数的好点子，而且看来这些点子都在他的精密時計中一一试验过了。他最好的且有市场竞争力的新产品，大多得益于对哈里森以灵巧而复杂的方式首创的东西进行巧妙简化。

阿诺德最大的竞争对手是托马斯·厄恩肖——此人领导世界进入了真正的现代化精密時計时代。厄恩肖对哈里森式的复杂性作了精简，又对阿诺德式的多样性作了裁剪，可以说是提炼出了精密時計的理想精髓。同样重要的是，他设计出了一种不需上油的计时部件，从而简化了哈里森最重大的一个思想，使之得以用较小的尺寸实现。

厄恩肖不如阿诺德有计谋和商业头脑。他娶了一个穷女人，生了一大堆的孩子，而且财务管理也很差，都曾被债主投进监狱呢。但是，正是这个厄恩肖，他将精密時計从一种需要特殊定制的稀罕物，变成了一种可以用流水线生产的东西。厄恩肖自己在经济上的需求也许促使他朝着这方面努力：他坚持采用单一的基本设计（与之不同，阿诺德为了个人的利益，太爱花样百出了一点），可以在大约两个月内拿出一台厄恩肖式精密時計，再用它换来现金。

阿诺德和厄恩肖除了是商业上的竞争对手之外，还在一场原创权争夺战中成了不共戴天的仇敌：他们都声称是自己首创了一个名叫锁簧式天文钟擒纵器（spring detent escapement）的精密计时关键部件。在所有手表和时钟中，擒纵器都处于核心地位；它根据时钟调整器设定的节奏，交替地锁住和释放运动部件。追求完美计时的精密時計，就是根据它们擒纵器的不同设计来进行区分的。哈里森在大的航海钟里使用了他的“蚱蜢”擒纵器，他在随后的H-4中使用的擒纵器，则是根据老式冕状轮擒纵器（verge escapement）经巧妙修改而成的。马奇因为发明了杠杆式擒纵器而赢得了永久性的赞誉；几乎所有20世纪中叶以前制造的机械手表和怀表，包括著名的英格索尔金币表（Ingersoll dollar watch）、最初的老鼠手表和早期的天美表（Timex），都采用了这种擒纵器。阿诺德在1782年听说了厄恩肖的锁簧式天文钟擒纵器，而在此之前，他似乎对自己的枢柱天文钟擒纵器（Pivoted detent escapement）完全满意。阿诺德在得知这种擒纵器的那一刻灵机一动，马上意识到：如果用锁簧取代擒纵器中的枢柱，就不必再为那些机件上油了。

阿诺德没法看到厄恩肖的擒纵器，但是他设计出了自己的版本，然后就带着几张自己的草图赶到了专利局。厄恩肖没有钱为他的发明申请专利，但是他可以证明自己才是原创者——他可以用他为别人制作的手表来证明，也可以用他和地位稳固的钟表匠托马斯·赖特（Thomas Wright）达成的联合申请专利的协议来证明。

因为阿诺德与厄恩肖之间的吵吵嚷嚷，连伦敦的钟表制造业界都分裂成了两大阵营，更别提皇家学会和经度局了。争斗双方及其方方面面的支持者们，都火药味十足地大打笔墨官司。有充分的证据表明，阿诺德在申请专利前曾经查看过厄恩肖的手表的内部结构；但是谁又能说这种机构不是他自己想出来的呢？阿诺德与厄恩肖一直没能达成让双方都满意的共识。事实上，直到今天，历史学家们还在为此争论不休——他们还在不断地挖掘出新证据，并在这场陈年争论中站到某一边去。

在马斯基林的怂恿下，经度局于1803年宣布厄恩肖精密時計的运转状况良好，赛过了以往在皇家天文台试验过的任何一款钟表。马斯基林终于遇到了一个对他胃口的钟表匠，虽然没人明白他为什么会看上厄恩肖。不管是出于何种考虑，反正这个皇家天文官看到厄恩肖手艺精良，就建议并鼓励他修理天文台的钟表，还为他提供了机会——这种赞助形式持续了十多年。但是，自认“性格暴躁”的厄恩肖，却让马斯基林的日子颇不好过。马斯基林对此一定早有心理准备：跟“工匠”打交道就是会这样

的。比如，厄恩肖抨击了马斯基林用长达一年的试验来测试精密时计的做法，并成功地将试验期缩短到了6个月。

1805年，经度局向托马斯·厄恩肖和约翰·罗杰·阿诺德（老阿诺德已经在1799年过世了）每人颁发了3 000英镑的奖金——和此前奖给迈耶以及马奇的继承人的金额相同。厄恩肖对此大声抗议，并公开表示了他的不满，因为他觉得自己应该得到更大份额的奖励。幸运的是，厄恩肖因为商业上的成功，在那时已过上了富足的生活。

东印度公司和皇家海军的船长们成群结队地涌向精密时计生产厂，抢购精密时计。1780年代，在阿诺德与厄恩肖的尴尬事闹得最凶的时候，阿诺德的精密时计都降到了80英镑一个，而厄恩肖的则降到了65英镑一个。怀表式的精密时计还可以以更低的价格买到。尽管海军军官们要自掏腰包购买精密时计，但多数人还是很乐意花这笔钱。18世纪80年代的航海日志证实了这一点，因为它们开始每日都提及计时器的经度读数。1791年，东印度公司向它的商船船长发放了新的航海日志簿，其中就有一些预先印制好的页面，上面包含了“精密时计测出的经度”这一特别栏目。许多海军舰长在天空条件允许的情况下，会继续依靠“月距法”，但是精密时计的可信度在日益提高。比较测试表明，精密时计的精度比“月距法”要高一个数量级，原因主要在于精密时计使用起来更简便。使用困难的“月距法”不仅要进行一系列的天文观察，要查星历表，还要进行校正计算，因此在多个环节上都为引入误差大开了方便之门。

在世纪之交，海军采购了一批精密时计，存放在位于朴次茅斯的海军学院。如果哪个船长打算从该港口出海，他便可以去领取一个带上。但是，因为供应量较小而需求甚大，军官们经常发现海军学院存放精密时计的橱柜空空如也，于是他们索性就去自行购置了。

阿诺德、厄恩肖和越来越多的同时代人，向国内外销售精密时计，供军舰、商船乃至游艇使用。因此，全世界航海钟的数目从1737年的一个增长到了1815年的将近5 000个。

随着风行一时的经度法案被废止，经度局也在1828年解散了。具有讽刺意味的是，在解散时，经度局的主要任务已转变为专门对测试精密时计和将它们分配给皇家海军的工作进行监督。1829年，海军自己的海道测量师（首席海图绘制师）接管了这项工作。这项工作很繁重，因为它的职责包括设定新表的速率、对旧表进行维修，以及在工厂和海港之间小心翼翼地运送精密时计。

一艘船往往要用上两三个精密时计，这样它们可以交叉核对。大型调查船携带的精密时计甚至可能多达40个。据记载，英国皇家海军“小猎犬”号⁹²在1831年启航时，携带了22个精密时计，用于完成海外大陆的经度测定工作。这些精密时计有一半是由海军部提供的，有6个归罗伯特·菲茨罗伊（Robert Fitzroy）船长个人所有，另外5个则是他租来的。正是依靠“小猎犬”号的这次远洋航行，公派的博物学家——年轻的查尔斯·达尔文才来到了加拉帕戈斯群岛⁹³，并对那里的野生动植物进行了研究。

1860年，英国皇家海军在七大洋上的军舰统统加起来也不到200艘，却拥有将近800个精密时计。很显然，一种新观念的时代来临了。哈里森方法那无与伦比的实用性已经得到了充分的证明，而曾经让人透不过气来的强大竞争也在转眼间烟消云散。因为精密时计已经在航船上确立了牢固的地位，像其他必不可少的东西一样，人们很快就将它的存在视为理所当然了，连每天使用精密时计的水手们都忘掉了它那段充满明争暗斗的历史，也忘掉了它的原创者姓甚名谁。

第十五章 在子午线院内

“墨卡托⁹⁴的北极、赤道、热带、时区和子午线哟，都有什么用啊？”敲钟人这样高声喊。

船员们应答道：它们都只是些约定的记号呢。

——刘易斯·卡罗尔，《猎鲨记》

我现在就站在这个世界的本初子午线上。这是零度经线所在地，是时空的中心，也是名副其实的东西方交汇点。它刚好一直通入位于格林尼治的老皇家天文台的院子里。在夜晚，埋在地下的灯光透过罩在子午线上的玻璃，像一条闪亮的人造中洋裂口⁹⁵，以不亚于赤道的权威，将地球分成相等的两半。为了在天黑后更增几分气势，一道绿色激光直射夜空，这样连10英里之外位于山谷对面的艾塞克斯也能看到这条子午线了。

像漫画书中势不可挡的超级英雄一样，这条经线贯穿了附近的建筑物。它前面一截是“子午楼”（Meridian House）木地板上的一根铜条，然后再变成一行红色光点——令人联想起飞机紧急出口处的灯光指示系统。在外面，鹅卵石和水泥板铺成的长带，伴着本初子午线一路穿行；用铜制字母和核对符号，标出了世界各大城市的名称和纬度。

就在我跨越本初子午线的那一刻，一台精心放置的机器发给我一张纪念票，上面打印着这一刻的时间——精确到了1/100秒。但是，这不过是穿插在参观中的小把戏而已，每张票的售价为1英镑。实际的格林尼治标准时间——全世界据此拨准钟表时间——要精确得多，到了百万分之一秒。这个时间由安放在“子午楼”里的一台原子钟给出，它上面显示的数字变化太快，人眼都跟不上。

第五任皇家天文官内维尔·马斯基林将本初子午线的位置争取到了现在这个地方，它距离伦敦市中心只有7英里。在马斯基林住在皇家天文台期间，也就是从1765年到他去世的1811年，他共发行了49期内容丰富的《航海年鉴》。他列在《航海年鉴》上的所有月亮太阳——距离和月亮——恒星距离，都是以格林尼治子午线为基准计算出来的。因此，从1767年发行第一期开始，全世界依靠马斯基林月球表的船员，都会计算他们相对于格林尼治的经度。在此之前，他们可以很满意地将所处位置

表示成任何方便的子午线以东或以西多少度。他们最经常使用的参照点是出发地或目的地，比如“利泽德以西 $3^{\circ}27'$ ”。但是，马斯基林的表格不仅使“月距法”变得实用了，而且也将格林尼治子午线变成了一个全球通用的参照点。甚至连《航海年鉴》的法文译本也保留了马斯基林根据格林尼治子午线进行的计算结果——尽管在这本法文版的《航海历书》（*Connaissance des Temps*）中，每隔一个表就考虑了以巴黎子午线作为本初子午线的情况。

在精密时计战胜“月距法”成为测定经度的首选方法之后，也许有人认为，格林尼治的崇高地位肯定会动摇。但实际情况恰恰相反。领航员还是需要不时地观测月亮距离，以验证他们的精密时计。不管他们是从哪儿来，到哪儿去，翻到《航海年鉴》的相应页面，自然就会计算他们的经度是在格林尼治以东或以西多少度。与此类似，制图家们在绘制地图的航行中，对于海图上未标明的地方，也会以格林尼治子午线为基准记录那些地方的经度。

1884年，在美国华盛顿特区举行的国际子午线大会上，来自26个国家的代表们投票决定了正式的公约。他们宣布格林尼治子午线为全球的本初子午线。但是，这一决定没有得到法国的鼎力支持，他们继续使用巴黎天文台子午线——在格林尼治东面 2° 多一点的地方——作为经度起始点，直到27年后的1911年。（甚至到了那个时候，他们还是不甘心直接说格林尼治标准时间，而是更喜欢使用“延迟9分21秒的巴黎标准时间”这一独特的措辞。）

既然时间就是经度，经度就是时间，老皇家天文台也就担负起了敲响午夜钟声的职责。每一天都是从格林尼治开始的。全球各时区的法定编号也根据早于或晚于格林尼治标准时间的小时数而定。格林尼治时间甚至被拓展到了太空：宇航员使用格林尼治标准时间对各种预测和观测进行计时，只是在天文历中，他们称之为世界时（*Universal Time*）或UT。

其实，早在全世界都选定格林尼治时间为标准时间之前半个世纪，该天文台的官员们就在“弗拉姆斯蒂德之宅”的房顶，为来往于泰晤士河上的船只提供视觉信号了。当海军军舰在这条河上抛下船锚后，舰长们就可以根据每天13点——下午1点钟落下的报时球，拨准精密时计。

尽管现代船只依靠的是无线电和卫星信号，但是子午线院的报时球升落仪式，仍在继续举行着，从1833年至今，天天如此。人们期待着这个仪式，就像期待着每天的下午茶。因而在下午12点55分时，一颗稍微砸扁

了一点的红色报时球就会升上风标杆的半中腰。它在那里停留3分钟，以示预警。然后，它会升到杆顶，并再等上2分钟。成群的学生和处于半清醒状态的成年人，就会伸长脖子盯住那个极像古旧潜水钟的东西。

这个日复一日发生着的古怪事件虽说早已过时，却给人一种高贵典雅的感觉。当强劲的西风将朵朵白云吹送到双子天文观测塔上空，那颗红色金属球在十月蓝天的映衬下，显得格外动人。甚至连年幼的孩子也在静静地期待。

下午1点整，这个球就往下落，像一个从很短的竿上滑下的消防队员。人们并未感觉到这一动作中包含了什么高科技或精确计时思想。但是，正是这个球和其他报时球以及分布在世界各港口的报时枪，终于为海员们提供了一条拨准精密时计的途径——而不必在海上每过几个星期就要多次求助于“月距法”。

在“弗拉姆斯蒂德之宅”里，也就是哈里森在1730年首次向埃德蒙·哈雷寻求建议和咨询的那个地方，哈里森的几个计时器尊荣地各就其位，等待着四方游客的朝拜。大个的航海钟H-1、H-2和H-3，是在1766年5月23日被野蛮地从哈里森家里夺走的；然后这些人又以一种极不光彩的方式将它们运到了格林尼治。马斯基林在完成测试后，就没再给它们上过发条，也没照管过它们，而是随便地将它们扔进了一个潮湿的储藏间。马斯基林在世时没有再想起过它们——在他死后，它们又在那里待了25年。然后在1836年，才由约翰·罗杰·阿诺德的一个合伙人——E.J.登特提出免费为这些大时钟进行清洗。光是进行必要的翻新，登特就辛辛苦苦地干了整整4年。这些航海钟之所以受损，部分原因就在于它们原配的钟壳气密性不好。但是，登特清洗完后，又将这些计时器放回了它们原来的钟壳里。跟他刚找到它们时相比，保存情况并没有得到什么改善，于是新一轮的腐烂过程马上就开始了。

皇家海军少校鲁珀特·T.古尔德（Rupert T.Gould）在1920年对这些计时器发生了兴趣。他在回忆当时的情景时说：“它们都显得肮脏不堪、残破不全而且腐蚀严重——特别是一号钟，看上去就像是跟‘英王乔治’号一道沉入了海底并且一直没被打捞上来过一样。它遍身罩着一层蓝绿色的铜锈——甚至连木质部分也不例外。”

古尔德是一个十分敏感的人，他对这种可悲的疏忽感到震惊，因此希望能得到许可将所有4个钟表（3台时钟和一块表）都恢复到可以工作的状态。他提出免费承担这项后来花了他12年时间的工作，尽管他并没有受

过钟表维修方面的专门训练。

古尔德以他典型的幽默口吻评论道：“我想好了，如果从一号钟开始，我不会给这台机器造成什么进一步的损害；从这一点来看，我和哈里森处在同一条战壕呢。”于是，他说干就干，用一把普通的帽刷开始认真地清理起来。结果，他从H-1身上扫下了整整两盎司的灰尘和铜绿。

古尔德个人生活中发生了悲剧，所以他才会自愿地承担起这项困难的工作。他在第一次大战爆发时，就因精神崩溃而没法正常服役。他不幸的婚姻和分居，被《每日邮报》以耸人听闻的方式大肆渲染，致使他丢掉了海军中的职位。比较起来，这些年和这几台奇怪的过时钟表一起关进阁楼与世隔绝，对古尔德而言倒不失为一种积极治疗。在将它们逐一修好的过程中，他自己也恢复了身体的健康和精神的安宁。

古尔德的修理工作一多半耗在H-3上，他自己估计为此花了7年左右的时间。这看来也是正常的，因为哈里森制作这台钟也花了最长的时间。事实上，正是哈里森遇到的问题导致了古尔德的问题——

1935年，古尔德在航海研究协会的一次聚会上说：“三号钟不只是像二号钟一样复杂，它还很深奥难懂。他在其中实现了几个完全独特的零件——几个别的制表匠想都不会想到要用的部件。哈里森之所以能将它们发明出来，也得益于他采用了工程师而不是钟表匠的方法来解决他遇到的机械问题。”古尔德多次懊恼地发现“哈里森试过但随后又抛弃了的一些零件还留在原处”。他不得不挑出这些分散注意力的东西，以找到真正值得抢救的零件。

在他之前的登特只是清理了这些机器，并锯掉破损部件的粗糙边缘，使它们看上去显得整洁些。古尔德可不想这么干，他要让所有的东西转起来，让这些钟表能在嘀嗒声中重新开始精确计时。

在古尔德工作的过程中，他记满了18本笔记本，包括用彩色墨水精心绘制的图形，和详细而生动的文字描述——比哈里森写出的东西要清晰明了多了。这一切他都是为自己准备的，因为它们可以指导他重复一些复杂的步骤，并且避免不必要地重犯一些代价高昂的错误。比如说，拆除或替换H-3的擒纵器一般要花8小时，而古尔德不得不重复进行这一工作，甚至多达40次以上！

至于H-4这块表，“我花了3天才学会怎样将表针取下来，”古尔德报告

说，“好几次我都要相信它们是焊上去的了。”

尽管他最先清理了H-1，但这台钟却是最后修复完工的。结果证明这是一件好事，因为H-1丢失了太多的零件，古尔德需要在探索其他钟表的过程中积累足够经验后，才能有把握处理H-1：“里面没有主发条，没有主发条筒，没有链条，没有擒纵器，没有平衡弹簧，没有限位弹簧，也没有上发条的齿轮……24个防摩擦齿轮丢失了5个。复杂的‘烤架’补偿机构也丢了许多零件，剩下的又多是残缺不全的。秒针丢了，时针裂了。至于小部件，如销子、螺丝之类，保存下来的部分更是连十分之一都不到。”

但是，古尔德凭着H-1的对称结构以及他个人的坚定决心，终于根据保存下来的部件复制出了丢失的相应部件。

他承认：“最难做的是最后的那项工作——在平衡弹簧上调整一块小的钢制控制片（check-piece）。我只能这样来描绘这项工作的困难程度：就好比骑一辆自行车，去追赶一辆货运卡车，还要将线穿入插在卡车后挡板上的一根针里。1933年2月1日下午4时许，我终于完成了这项工作。当时狂风暴雨正敲打着我阁楼的窗户——5分钟后，一号钟重新开始走时了，这是1767年6月17日以来的头一次，中间整整隔了165年！”

多亏了古尔德的努力，放在天文台长廊里的这台钟现在还在走时。这台修复的计时器是对约翰·哈里森的永久性纪念，就好比圣保罗大教堂是对克里斯托弗·雷恩的最好纪念。尽管哈里森的遗体埋在格林尼治西北几英里外，跟他的第二任妻子伊丽莎白和儿子威廉一起，长眠在位于汉普斯特德的圣约翰教堂墓地，但是他的思想和感情却留在这里——格林尼治。

海洋博物馆照管这些海钟的管理员提到它们时，都充满敬意地称它们为“哈里森一家子”，好像它们真的是一家人而不是一组钟表。每天清早，在游客们到来之前，他都戴上白手套，打开展柜的保险锁，给它们上好发条。跟现代保险柜一样，每把锁都有两把不同钥匙，而这两把钥匙只有配合使用时才打得开锁——这令我们联想起18世纪进行钟表试验那会还盛行的分掌钥匙的保险措施。

要给H-1上发条，必须有技巧地将它的铜链条往下一扯。而H-2和H-3则是用钥匙转着上发条。这样，它们就可以走时了。H-4却处在休眠状态，一动不动，也不让人触摸。它跟K——1一起放在一个透明的展示

柜里。

在读了无数关于它们的结构和试验的叙述后，在观看了关于它们内部和外部所有细节的纪录片和图片后，当我终于实实在在地站在这些机器面前时，我不禁热泪盈眶。我接连在他们中间徘徊了好几个小时。后来，一个6岁左右的小女孩吸引了我的注意力，她长着一头金黄的卷发，左眼上方斜贴着一张大大的邦迪。她在一遍遍地观看着那部自动重复播放的关于H-1运行机理的彩色动画片，时而专注地盯着屏幕，时而又放声大笑。她很兴奋，都舍不得将双手从小电视屏幕上放开——尽管她父亲在找到她后，就扯开了她的小手。在征得她父亲的同意后，我问小姑娘为什么这么喜欢这部片子。

她回答说：“我不知道，我就是喜欢它。”

我也喜欢它。

我喜欢观看在卡通时钟斜着身子沿黑色的波浪爬上去再滑下来时，这些晃动、互相连接着的部件是怎么保持节奏平稳的。为了在视觉上达到提喻⁹⁶的效果，这个卡通时钟不仅逼真地显示了真实的时间，而且还被描绘成一艘航行在海上的轮船，一海里接一海里地穿越着时区边界。

约翰·哈里森用他的航海钟，在时空中进行了有益的探索。他克服了重重困难，成功地用四维——时间维将三维球面上的点连接在一起。他从星体手中艰难地夺过世界的位置信息，并将这个秘密锁进了一块怀表。

致谢

感谢哈佛大学历史科学仪器博物馆的“戴维·P.惠特兰德”特聘管理员威廉·J.H.安德鲁斯，是他最早向我传授了经度方面的知识；感谢他主持了1993年11月4日至6日在美国马萨诸塞州坎布里奇市召开的经度研讨会。

也感谢《哈佛杂志》的编辑们——特别是约翰·贝塞尔、克里斯托弗·里德、简·马丁以及珍妮特·霍金斯，感谢他们派我参加了经度研讨会，并在1994年3~4月期上以封面报道的形式发表了我关于该研讨会的文章。

还要感谢教育发展与支持委员会出版分会的评委们，感谢他们将我的经度文章评为校友杂志上的最佳特写，并向我颁发了他们1994年度的金质奖章。

特别感谢沃克公司（Walker&Company）的出版商乔治·吉布森，感谢他阅读了那篇文章，并看出可以据此写成一本书——他还出人意料地打电话将这件事告诉了我。

最后要向威廉·莫里斯经纪人公司（William Morris Agency）副总裁迈克尔·卡莱尔致以特别的谢意，非常感谢他不遗余力地为这个项目奔走操劳。

参考文献

本书是一本科普读物，不是为学术研究而写作的。因此，在正文中，我没有使用脚注，我访谈过的历史学家的姓名大多未提及，我读过并在写作时参考过的著作的书名也省略了。我欠他们一份深深的感谢。

出席经度研讨会（哈佛大学，1993年11月4~6日）的演讲人代表着从钟表学到科学史的广泛专业领域中的世界专家，而他们都为这本薄薄的小书贡献了自己的才智。威尔·安德鲁斯无论是按字母次序还是按实际贡献都应排在首位。乔纳森·贝特斯是位于格林尼治的英国国家海洋博物馆的钟表馆管理员，他为本书牺牲了自己大量的时间，并出了许多主意。安德鲁斯和贝特斯不仅在我动笔前为我提供过指导，而且阅读了我的手稿，并提出了大量有益的建议，从而保证了本书在技术上的正确性。

我还想单独列出哈佛大学史密森天文物理中心的欧文·金里奇，他收集了在本书第五章和第六章概述的几种解决经度问题的落选方案，并称之为“狂热的”方案。金里奇从他的朋友约翰·H.斯坦利——布朗大学图书馆特殊藏品部主任——那里得到了一份稀有的小册子《好奇的探询》（*Curious Enquiries*），并从中发现了“怜悯药粉”方法。

其他研讨会演讲人，按英文字母次序，包括哈里森研究小组和英国时钟学会的马丁·伯吉斯；瑞典的拉夏德芬；国际钟表博物馆管理员凯瑟琳·卡迪纳尔；纽约城市大学的布鲁斯·钱德勒；“钟表商名家公会”的前任会长乔治·丹尼尔斯；英国皇家海军的退休军官H.德里克·豪斯；英国肯特郡柏肯地区的钟表匠安德鲁·L.金；哈佛大学库利奇讲座历史学教授兼经济学教授戴维·S.兰德斯；不列颠博物馆的助理管理员约翰·H.利奥波德；普林斯顿大学的迈克尔·S.马奥尼；荷兰阿姆斯特丹国立航海博物馆的资深管理员威廉·莫泽尔·布鲁因斯；伦敦的钟表插图画家戴维·M.彭尼；英国苏塞克斯郡的精密表制造商安东尼·G.兰德尔；位于格林尼治的英国国家海洋博物馆的阿兰·尼尔·斯廷森；加州大学洛杉矶分校退休地理学教授诺曼·J.W.思罗尔；来自巴黎的作家和历史学家A.J.特纳；以及赖斯大学的历史系系主任阿尔伯特·范·赫尔登。

美国佛蒙特州米德尔布里市的古文物钟表史学家弗雷德·鲍威尔给我提供了帮助——他寄给我好几张彩色剪报和报告，并指引我去参观了古导航仪器的展览。

在开始的几个月里，我一直抱着这样一种疯狂的想法：我不用到英国去亲眼观摩这些计时器，就可以写出这本书来。我要好好地感谢我的牙医博士兄弟斯蒂芬·索贝尔，是他促使我启程前往伦敦，和我的两个孩子佐伊和艾萨克一道，站在本初子午线上，驻足于老皇家天文台四周，并到好几个博物馆参观了钟表。

为了编出这个经度故事，我查阅了大量书籍。我要感谢那些帮我寻找罕见版本和绝版书籍的人。他们是：哈佛大学的威尔·安德鲁斯和他的助理玛莎·理查森；罗杰斯和特纳书商公司（伦敦与巴黎）的P.J.罗杰斯；伦敦皇家学会的桑德拉·卡明；宾夕法尼亚州哥伦比亚市钟表博物馆的艾琳·杜德娜；伊利诺伊州罗克福德市时间博物馆的安妮·薛尔克罗斯；纽约州东汉普顿市湾景书店的伯顿·范·多伊森；我亲密的朋友戴安娜·阿克曼；以及我的超级好侄女阿曼达·索贝尔。下面是一份完整的参考书目。

Angle, Paul M. *The American Reader*. New York: Rand McNally, 1958.

Asimov, Isaac. *Asimov's Biographical Encyclopedia of Science and Technology*. New York: Doubleday, 1972.

Barrow, Sir John. *The Life of George Lord Anson*. London: John Murray, 1839.

Bedini, Silvio A. *The Pulse of Time: Galileo Galilei, the Determination of Longitude, and the Pendulum Clock*. Firenze: Biblioteca di Nuncius, 1991.

Betts, Jonathan. *Harrison*. London: National Maritime Museum, 1993.

Brown, Uoyd A. *The Story of Maps*. Boston: Little, Brown and Company, 1949.

Dutton, Benjamin. *Navigation and Nautical Astronomy*. Annapolis: U.S. Naval Institute, 1951.

Earnshaw, Thomas. *Longitude: An Appeal to the Public*. London: 1808; rpt. British Horological Institute, 1986.

Espinasse, Margaret. Robert Hooke. London: Heinemann, 1956.

Gould, Rupert T. John Harrison and His Timekeepers. London: National Maritime Museum, 1978. (Reprinted from *The Mariner's Mirror*, Vol. X XI, No.2, April 1935.)

———. *The Marine Chronometer*. London: J.D.Potter, 1923; rpt. *Antique Collectors' Club*, 1989.

Heaps, Leo. *Log of the Centurion*. New York: Macmillan, 1973.

Hobden, Heather, and Hobden, Mervyn. *John Harrison and the Problem of Longitude*. Lincoln, England: Cosmic Elk, 1988.

Howse, Derek. *Nevil Maskelyne, The Seaman's Astronomer*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1989.

Landes, David S. *Revolution in Time*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1983.

Laycock, William. *The Lost Science of John "Longitude" Harrison*. Kent, England: Brant Wright, 1976.

Macey, Samuel L, ed. *Encyclopedia of Time*. New York: Garland, 1994.

May, W. E. "How the Chronometer Went to Sea, "in *Antiquarian Horology*, March 1976, pp.638-663.

Mercer, Vaudrey. *John Arnold and Son, Chronometer Makers, 1762-1843*. London: Antiquarian Horological Society, 1972.

Miller, Russell. *The East Indiamen*. Alexandria, Virginia: Time-Life, 1980.

Morison, Samuel Eliot. *The Oxford History of the American People*. New York: Oxford University Press, 1965.

Moskowitz, Saul. "The Method of Lunar Distances and Technological Advance, "in *Navigation*, Vol, 17, Issue 2, pp. 101-121, 1970.

Pack, S. W.C. Admiral Lord Anson. London: Cassell, 1960.

Quill, Humphrey. John Harrison, the Man Who Found Longitude. London: Baker, 1966.

———. John Harrison, Copley Medalist, and the £ 20, 000 Longitude Prize.

Sussex: Antiquarian Horological Society, 1976.

Randall, Anthony G. The Technology of John Harrison's Portable Timekeepers. Sussex: Antiquarian Horological Society, 1989.

Vaughn, Denys, ed. The Royal Society and the Fourth Dimension: The History of Timekeeping. Sussex: Antiquarian Horological Society, 1993.

Whittle, Eric S. The Inventor of the Marine Chronometer: John Harrison of Foulby. Wakefield, England: Wakefield Historical Publications, 1984.

Williams, J. E.D. From Sails to Satellites: The Origin and Development of Navigational Science. Oxford, England: Oxford University Press, 1992.

Wood, Peter H. "La Salle: Discovery of a Lost Explorer," in American Historical Review, Vol. 89, 1984, pp.294-323.

译名对照表 Académie Royale des Sciences

皇家科学院

Act 5 George III

乔治三世第五号法令

Anne, queen of England

安妮, 英国女王

Anson, George

乔治·安森

Arnold, John

约翰·阿诺德

Arnold, John Roger

约翰·罗杰·阿诺德

Azores

亚速尔群岛

Balboa, Vasco Núñez de

瓦斯科·努恩涅斯·德·巴尔波

Berthoud, Ferdinand

费迪南德·贝尔图

Bird, John

约翰·伯德

Bligh, William

威廉·布莱

Bliss, Nathaniel

纳撒尼尔·布利斯

Blundeville, Thomas

托马斯·布伦德威尔

Board of Longitude

经度局

Bradley, James

詹姆斯·布拉德利

Brahe, Tycho

第谷·布拉赫

Brocklesby Park tower clock

布罗克莱斯比庄园的塔钟

Burchett, Josiah

乔赛亚·伯切特

Campell, John

约翰·坎贝尔

Canary Islands

加那利群岛

Cape Verde Islands

佛得角群岛

Cassini, Jean Dominique

卡西尼·吉恩——多米尼克

Cavendish, Henry

亨利·卡文迪许

Chronometer (s)

精密時計

Charles II , King of England

英国国王查理二世

Clockmaker's Museum

钟表匠博物馆

Colbert, Jean

让·科尔伯特

Columbus, Christopher

克里斯托弗·哥伦布

Cook, James

詹姆斯·库克

Copley Gold Medal

科普利奖章

Cunningham, William

威廉·坎宁安

Dalrymple, Alexander

亚历山大·达尔林普尔

Darwin, Charles

查尔斯·达尔文

Davis, John

约翰·戴维斯

Demainbray, S. C.T.

S. C.T.德曼布雷

Dent, E. J.

E. J.登特

Digby, Sir Kenelm

肯内姆·迪格比爵士

Digges, Dudley

达德利·迪格斯

Ditton, Humphrey

汉弗莱·迪顿

Dixon, Jeremiah

耶利米·狄克逊

Drake, Sir Francis

弗朗西斯·德雷克爵士

Earnshaw, Thomas

托马斯·厄恩肖

East India Company

东印度公司

Egmont, Lord

埃格蒙特伯爵

Einstein, Albert

阿尔伯特·爱因斯坦

Equation of Time

时差方程

“Equation of Time”table

“时差方程”表格

Equator

赤道

Euler, Leonhard

伦哈德·欧拉

Fitzroy, Robert

罗伯特·菲茨罗伊

Flamsteed, John

约翰·弗拉姆斯蒂德

Flamsteed House

弗拉姆斯蒂德之家

Fortunate Islands

幸运群岛，现在称为加那利群岛与马德拉群岛

Franklin, Benjamin

本杰明·富兰克林

Frisius, Gemma

盖玛·弗里修司

Fyler, Samuel

塞缪尔·菲勒

Galilei, Galileo

伽利略·伽利雷

Galilei, Vincenzo

文森佐·伽利雷

Gama, Vasco da

瓦斯科·达·伽马

George II, King of England

乔治二世，英国国王

George III, King of England

乔治三世，英国国王

Godfrey, Thomas

托马斯·戈弗雷

Gould, Rupert T.

鲁珀特·T.古尔德

Graham, George

乔治·格雷厄姆

Greenwich

格林尼治

Greenwich mean time (GMT)

格林尼治标准时间

Greenwich meridian

格林尼治子午线

Guildhall (London)

(伦敦) 同业公会会所

Hadley, John

约翰·哈德利

Hadley's quadrant

哈德利象限仪

Halley, Edmond

埃德蒙·哈雷

Halley's comet

哈雷彗星

Harrison, Elizabeth Barrel

伊丽莎白·巴雷尔·哈里森

Harrison, Elizabeth Scott

伊丽莎白·斯科特·哈里森

Harrison, James

詹姆斯·哈里森

Harrison, John

约翰·哈里森

Harrison, John (son of William)

约翰·哈里森（威廉之子）

Harrison, William

威廉·哈里森

Harrison timekeeper

哈里森计时器

H-1

哈里森一号

H. M.S.Beagle

英国皇家海军“小猎犬”号

H. M.S.Bounty

英国皇家海军“巴恩提”号

H. M.S.Centurion

英国皇家海军“百夫长”号

H. M.S.Discovery

英国皇家海军“发现”号

H. M.S.Resolution

英国皇家海军“决心”号

Hogarth, William

威廉·贺加斯

Homann Cartographic Bureau

霍曼地图局

Hooke, Robert

罗伯特·胡克

Huygens, Christiaan

克里斯蒂安·惠更斯

International Median Conference

国际子午线大会

Jefferys, John

约翰·杰弗里斯

Jefferys watch

杰弗里斯表

Juan Fernández Island

费尔南德斯岛

Jupiter

木星

Jupiter satellites

木星卫星

Kendall, Larcum

拉克姆·肯德尔

Kendall timekeepers

肯德尔时计

Keroualle, Louise De

路易丝·德·克劳内尔

King, Thomas

托马斯·金

Lacaille, Nicolas Louis de

尼古拉斯·路易斯·德·拉卡伊

Le Roy, Julien

朱利安·勒罗伊

Le Roy, Pierre

皮埃尔·勒罗伊

Lindsay, Sir John

约翰·林赛爵士

Longitude Act of 1714

1714年经度法案

Longitude prize

经度奖金

Louis XI V , king of France

路易十四，法国国王

Ludlam, William

威廉·勒德拉姆

Lunar distance method

月距法

Lunar tables

月球表格

Lyttleton, William

威廉·利特尔顿

Magellan, Ferdinand

费迪南德·麦哲伦

Magnetic variation method

磁偏法

Maskelyne, Nevil

内维尔·马斯基林

Mason, Charles

查尔斯·梅森

Mathews, William

威廉·马修斯

Mayer, Tobias

托拜厄斯·迈耶

Medici, Cosimo de'

科西莫·德·美第奇

Michell, John

约翰·米歇尔

Monson, Lord

蒙森勋爵

Moon (Earth's)

月亮（地球的卫星）

montres marines

精密航海计时器

Mudge, Thomas

托马斯·马奇

Mudge, Thomas, Jr.

小托马斯·马奇

Napoleon, Bonaparte

波拿巴·拿破仑

National Maritime Meseum

国家海洋博物馆

Nautical Almannac and

Astronomical Ephemeris

《航海年鉴和天文星历》

Newton, Sir Isac

艾萨克·牛顿爵士

Norris, Admiral

海军上将诺里斯

North, Lord

诺斯伯爵

North Star

北极星

Onslow, Arthur

阿瑟·翁斯洛

Oxford University

牛津大学

Paris Observatory

巴黎天文台

Paris meridian

巴黎子午线

Parliament

国会

Pelham, Sir Charles

查尔斯·佩勒姆爵士

Pepys, Samuel

塞缪尔·佩皮斯

Peter the Great

彼得大帝

Philip III, king of Spain

菲利普三世，西班牙国王

Powder of Sympathy

怜悯药粉

Priestley, Joseph

约瑟夫·普里斯特利

Prime meridian

本初子午线

Principles of Mr Harrison's

Timeskeeper with Plates of

《哈里森先生的计时器的原理与

the same, The

插图》

Proctor, Captain

普罗克特船长

Ptolemy

托勒密

Richmond, Observatory at

设立在里士满的天文台

Robison, John

约翰·罗宾逊

Roemer, Ole

奥勒·雷默

Royal Navy

皇家海军

Royal Observatory at Greenwich

格林尼治皇家天文台

Royal Society

皇家学会

Rutherford, Ernest

欧内斯特·卢瑟福

St. Helena

圣赫勒拿

St. Pierre, sieur de

圣皮埃尔老爷

Saturn

土星

Saunderson, Nicholas

尼古拉斯·桑德森

Scilly Isles

锡利群岛

Seven Years War

七年战争

Sharp, Abraham

亚伯拉罕·夏普

Shovell, Cloudisley

克洛迪斯利·肖维尔

Sloane, Sir Hans

汉斯·斯隆爵士

Smith, Robert

罗伯特·史密斯

Star catalogs

星表

Tables Requisite

《必备的表格》

Tassaert, Peter Joseph

彼得·约瑟夫·塔沙尔特

Tassie, James

詹姆斯·塔西

Thacker, Jeremy

杰里米·撒克

Timekeeper method

時計法

Tompion, Thomas

托马斯·汤姆皮恩

Transit of Venus

金星凌日

Tropic of Cancer

北回归线

Tropic of Capricorn

南回归线

Universal Law of Gravitation

万有引力定律

Universal Time

世界时

Vivian, Vincenzo

文森佐·维维安尼

Wager, Sir Charles

查尔斯·韦杰爵士

Werner, Johannes

约翰尼斯·沃纳

Whiston, William

威廉·惠斯顿

Wills, Roger

罗杰·威尔斯

Worshipful Company of

“钟表商名家公会”

Clockmakers, The Wounded dog theory

伤狗学说

Wren, Christopher

克利斯托夫·雷恩

Wright, Thomas

托马斯·赖特

Wyatt, Thomas

托马斯·怀亚特

译后记

《经度》是美国著名的科普作家达娃·索贝尔女士的成名作。它在1995年出版后不久，便登上了《纽约时报》畅销书排行榜，并蝉联达数十周之久。本书在国际上得到了极高的评价，著名作家索尔·贝娄和卡尔维诺以及第一位登上月球的宇航员阿姆斯特朗等人都对它十分欣赏。这本书还荣获了包括“美国图书馆协会1996年度好书”、“英国年度出版大奖”、“法国Le Prix Faubert de Coton大奖”、“意大利Premio del Mare Circeo大奖”、“英国Rhone-Poulenc大奖决赛入围作品”在内的多项殊荣。由于书中故事具有强烈的戏剧性，1998年美国PBS公司根据该书摄制了纪录片《沧海迷航：寻找经度的故事》（Lost at Sea: the Search for Longitude）；后来A&E公司又将它改编成电视连续短剧；2000年英国BBC公司还将该书的故事搬上了银幕，拍摄成同名故事片。到目前为止，《经度》一书已被翻译成30国文字，其中包括了1998年台湾时报文化出版公司出版的繁体中文译本（由范昱峰、刘铁虎翻译），以及2000年海南出版社出版的简体中文译本（由汤江波翻译）。

一本科普书之所以能取得如此巨大的成功，原因固然很多，但在相当程度上还得归功于其作者高超的文字驾驭水平、引人入胜的讲故事能力以及从科学史中发掘绝妙素材的才华。达娃·索贝尔曾担任《纽约时报》科学专栏的记者，并为《奥杜邦》（Audubon）、《发现》（Discover）、《生活》（Life）、《纽约客》（The New Yorker）以及《哈佛杂志》（Harvard Magazine）等期刊撰写过大量以科学研究和科技史为题材的文章。除了一炮打红的《经度》之外，达娃·索贝尔后来又出版了《伽利略的女儿》和《一星一世界》等畅销科普著作，并接二连三地获得大奖。美国国家科学委员会（National Science Board）还向她授予了2001年度“个人公众服务奖”，以表彰她在提高普通民众科技意识方面所作出的卓越贡献。达娃还是国际天文联合会（IAU）行星定义委员会的委员。不久前，该委员会向2006年IAU大会提交了决议草案，最终剥夺了冥王星“大行星”的地位，造成举世轰动。

在收集资料时，我发现达娃·索贝尔和她的《经度》并非一开始就如此顺畅和辉煌，而是走过了一段相当艰难曲折的道路。1993年，她丈夫离开了她和两个孩子。为了排遣内心的苦闷，她就去参加了在哈佛大学举行的经度研讨会。后来，她在一次访谈中这样说：“这对我来说是一次美好的逃离，如果我仍然维持着婚姻，我想我也不会动笔写这本书

了。”她这段经历不禁让我们想起书中最后一章的情节：古尔德少校通过修复哈里森的钟表，走出了个人悲剧的阴影，“恢复了身体的健康和精神的安宁”。达娃·索贝尔在为《经度》寻找出版社时也颇费周折。在美国，书稿被多家出版社退回，最后才由小出版社Walker&Company接受出版。在英国的Fourth Estate出版社表示愿意出版该书之前，它也遭到过十家英国出版社退稿。真是好事多磨！这不是也和本书主人公的遭遇有些神似吗？当《经度》和《伽利略的女儿》两本书大获成功之后，许多知名的大出版社就开始在她的门外排队，殷切地期待着她下一本书的脱稿…… [97](#)

现在，还是让我们来看看达娃·索贝尔在这本被誉为“不是小说却胜似小说”的“书中瑰宝”里，用她的如花妙笔向我们描绘了怎样一个故事吧。随着欧洲进入大航海时代，越来越多的航船启程，去开辟新的领土，去发动战争，或者在异域之间运送金银财宝。然而，因为缺乏测定经度的有效手段，人们在看不见陆地后就很容易在茫茫大海中迷失方向，于是船毁人亡的悲剧时有发生。当时的大科学家如牛顿和伽利略，都认为经度问题是天文问题，因此只在天文学与数学上精研，但这种方法在长达四百年的时间里都没取得什么突破。于是，欧洲列强君主纷纷悬赏重金征求解决经度问题的方案。出身卑微的钟表匠哈里森凭着个人的天才和勤奋，独力开辟出了用机械钟表的方式解决经度问题的新路子。刚好此时，一种叫“月距法”的天文学方法，在全球科技精英们的共同努力下，终于也取得了重大突破，走向了实用化（虽然它操作起来相当繁琐，挺费时间，精度也不够高，在性能上明显劣于哈里森的方法）。于是，哈里森的方法非但没为他换来荣誉和财富，反而带给他大半辈子的屈辱和误解。最后在英国国王的直接干预下，这种方法才得到了它应有的地位。有些现代的钟表史学家甚至认为：哈里森的工作帮助英国征服了海洋，从而成就了大英帝国的霸业——因为正是借助于精密时计，大不列颠才得以降服汹涌的波涛。 [98](#)

大英帝国的崛起，不禁让我们联想起它利用坚船利炮发动鸦片战争、打破中国国门并强迫清政府签署丧权辱国的不平等条约的历史。诚然，现在的中国人不会再相信洋人的膝关节跟僵尸一样不会弯曲，也不会再容忍自己的国土上竖起“华人与狗不得入内”的牌子，更不会浅陋到要将自己落后挨了打的账算到哈里森发明航海钟的头上去。不过，我们在建设创新型国家的时候，难道就不能从约翰·哈里森及其伟大发明的坎坷遭遇中吸取一点什么教训吗？我们在开发海洋资源和发展海上军事力量的时候，难道就不能从世界海洋大国的发展历程中得到一些启迪和借鉴

吗？

其实，早在900多年前，我国北宋的苏颂就设计出了世界上最早的带擒纵机构的天文钟——水运仪象台。苏颂被英国科技史专家李约瑟博士称为“中国古代和中世纪最伟大的博物学家和科学家之一，是一位重视科学规律的杰出学者”。哈佛大学历史学库利奇讲座教授兼经济学教授戴维·S·兰德斯在《时间革命》（*Revolution in Time*）一书中也说：“作为计时仪器，苏颂的天文钟所达到的水平，一直到17世纪才为克里斯蒂安·惠更斯发明的摆钟所赶超。”但是，当时的太史局直长赵齐良却找政治借口攻击苏颂和他的水运仪象台，欲置之于死地。他上书哲宗皇帝说：“宋以火德王，名‘水运’，非吉兆。”幸亏苏颂深受皇帝信任，才免遭灭顶之灾。可惜的是，这台在宋代经济繁荣中诞生的精妙仪器仅用了34年，就在频频迭起的战火中毁灭了。后来，金和南宋的统治者都曾想复制它，却因无力筹集人才和资金，致使水运仪象台从此销声匿迹。从这个角度讲，与晚生700年的哈里森相比，苏颂反倒显得生不逢时了，虽然他曾出相入阁并在多个学科领域作出了世界性的贡献。⁹⁹

因为《经度》这本优秀作品早先的中文译本中存在着许多不尽如人意的地方，现在我们根据它的十周年纪念版进行了全面的重译，希望能更好地体现出原书的迷人风采。必须承认，这本书确实不太容易翻译。首先，它涉及的知识面相当广泛，包括了天文、地理、航海、钟表学、数学、物理、文学和历史等诸多领域。其次，不仅每一章都有出处各异的诗歌题引，而且还使用了不少惯用语、双关语、隐喻和非英语词汇。此外，语言环境、文化背景和意识形态等方面的差异也为翻译带来了一定困难。因此，在翻译的过程中，我一直要求自己勤查参考书，并充分地利用互联网资源（在某些意义上，本书真称得上是互联网时代的译本了）；对于存在疑问的地方，总是反复校对，多方查核，绝不轻易放过。在定稿前又多次进行了修改和润色，力图做到“信、达、雅”。

我在互联网上查找惠更斯的荷兰语出版物“*Kort Onderwys*”的意思时，找到了对此有研究的哈佛大学科学史系的马里奥·比亚乔里教授。他不仅回答了我的问题，还热心地告诉我：他的同事欧文·金格里奇教授可能知道达娃·索贝尔的电子邮箱。就这样，我和本书的作者取得了联系，并请她对我在翻译中遇到的一些问题直接进行答疑。每译完一章，我都会发给她两三个以上的问题（其中难免包括一些让她又好笑又好气的幼稚问题吧），而达娃总是不厌其烦地在第一时间尽其所能给我详尽的解答。要知道，这对她而言真的非常不容易——她太忙了，在飞机上

或候机室里经常还要办公。她的和蔼可亲、认真负责和机智博学让译者深为感动并大受教益。印象最深刻的一次是，在回答我对第七章“*And, at the risk of overstretching the metaphor, Harrison started out as a carpenter, spending the first thirty years of his life in virtual anonymity before his ideas began to attract the world's attention*”这句话的问询时，达娃告诉我：她这里实际上是以带点幽默的语气暗示哈里森的经历和基督耶稣有些类似，因为他们都干过木匠，在早年都是籍籍无名之辈，而后来又都凭着自己伟大的思想为世人瞩目。这在美国也许属于常识性的知识，而我虽然曾翻阅过《圣经》，也在美国生活了五六年，却怎么也没往这方面去联想。我想，我之所以能克服翻译中的这类拦路虎或陷阱，大多得益于达娃的热心帮助和支持。尤其让我感激的是，她还请出版商给我寄来了该书的最新版，并特意为我们这个中译本写作了短序。她说：她很高兴能与我通信，我的一些问题对她也颇有启示作用，并希望我能继续承担她下一部书《一星一世界》的翻译工作。虽然明知那是一项比翻译《经度》更具挑战性的任务，但我还是答应了下来，并决心努力保证翻译质量。我想，也惟有如此，才能不辜负达娃对我的期望和稍稍回报一下她对我的援手之情吧。

达娃·索贝尔认为“这是一本科普读物，不是为学术研究而写作的”，所以在原书中没有使用注解。但是，为了方便普通中文读者理解，我们还是根据《简明不列颠百科全书》等工具书和互联网资源，适当地添加了一些译注——所有注释均为译者所加，特此说明。

在本书的翻译过程中，我广泛地参阅了海南版中译本的译文，并通过台湾的时报悦读网，查看和参考了台湾版的有关资料，在此向这两个译本的作者表示诚挚的谢意。感谢编辑周运先生，他不仅给予我高度的信任，耐心地为我提供指导，而且还多次慷慨地赠书给我。感谢匡腊英老师，她两次阅读了本书译稿，并提出了许多有益的修改意见。感谢我的爱人张静老师，她不仅在生活上照顾我，还分担了为本书添加注解和译名对照表等方面的工作，保证了本书的顺利完成。帮助过译者的人还有很多，难以一一列举，在此一并表示感谢。

译者非常用心地翻译了这本书，但是由于才疏学浅，难免出错，恳请广大读者和专家学者不吝指正。{书籍朋友圈分享微信Booker527}

肖明波

2006年12月12日

于厦门瓢饮斋

[1] 里格 (league)，英国旧时长度单位，相当于3.0英里或4.8公里。——译者注，下同

[2] 阿特拉斯 (Atlas)，希腊神话中泰坦巨人之子。据希腊诗人赫西俄德的说法，阿特拉斯是泰坦巨神的一族，这个家族曾试图统治天国，但被宙斯家族推翻并取代。宙斯降罪后，阿特拉斯被判以双肩来支撑苍天，成为一个擎天神。在艺术作品中，他被描绘成肩负着天空或天球仪的形象。

[3] 托勒密 (Ptolemy)，晚古时期著名希腊天文学家、地理学家、数学家和地心说的创立者。生平不详，活动时期为公元127~145年，全名Laudius Ptolemaeus。他的《天文学大成》(Almagest)共13卷，是16世纪以前最重要的天文学著作。他的地球为宇宙中心的学说(“托勒密体系”)，在被哥白尼的学说取代前一直占有统治地位达1 300年之久。他编纂了《地理学指南》(Geographia)，内含一份标有经纬度的地名目录；此外还写有关于音阶和年表的论文，绘制过几幅地图，包括一幅世界地图。

[4] 幸运群岛 (Fortunate Islands)，现在称为加那利群岛与马德拉群岛。在16世纪末到19世纪初，被海员们公认为一个美丽得像天堂的群岛。在哥伦布时代之前，人们还以为这些群岛是最靠近地球边界的地方。

[5] 克里斯托弗·哥伦布 (Christopher Columbus, 1451~1506)，出生于意大利港口城市热那亚，出生名为Christóbal Colón，著名的航海家和冒险家，美洲大陆的发现者。为了纪念这位冒险家，自1971年起，美国将每年10月的第二个星期一定为哥伦布日。

[6] 瓦斯科·达·伽马 (Vasco da Gama, 约1460~1524)，葡萄牙探险家、航海家和殖民地行政官员。他是第一个航行到印度的欧洲人 (1497~1499)，并为葡萄牙在东方的贸易和拓殖开启了富饶之门。

[7] 瓦斯科·努恩涅斯·德·巴尔波 (Vasco Núñez de Balboa, 1475~1519)，西班牙探险家和殖民地总督。1513年他成为第一个发现太平洋的欧洲人。

[8] 费迪南德·麦哲伦 (Ferdinand Magellan, 约1480~1521)，葡萄牙航海家。1519年，麦哲伦和他的远征船队绕过南美洲 (维尔京角) 到达太平洋 (1520年)，这个大洋是他命名的。他在菲律宾被杀后，他船队中的一条船继续航行，回到了西班牙 (1522年)，从而完成了第一次环球航行。麦哲伦海峡就是以他的姓氏命名的。

[9] 弗朗西斯·德雷克爵士 (Sir Francis Drake, 约1545~1596)，英国伊丽莎白时代著名的海军英雄和航海家，是第一个环球航行的英国船长 (1577~1580)，曾任舰队副司令击败西班牙无敌舰队 (1588年)。

[10] 威廉·布莱 (William Bligh, 1754~1817)，英国海军将领。1787年任科学考察船“巴恩提”号船长。1789年4月28日，在该船从塔希提岛驶向友爱 (汤加) 群岛后，布莱及其他18名忠于他的船员被哗变船员放逐至海上漂流。他们乘的救生艇在海上漂泊了4 000英里后，终于在1789年6月14日抵达东印度群岛的帝汶岛。1805年布莱被任命为新南威尔士总督。由于他的“暴虐行为”，1808年又引起一次哗变，副总督乔治·约翰斯将他逮捕并遣返英国。1811年布莱晋升为海军少将，1814年晋升为海军中将。

[11] 詹姆斯·库克 (James Cook, 1728~1779)，英国海军上校和航海家，太平洋和南极海洋的探险家。1768年皇家学会与海军部组织首次科学考察，被任命为考察队指挥官，其任务是护送

学会科学家到塔希提岛观察金星凌日的情况。该任务完成后，考察船向南和向西去找寻南方大陆，发现了新西兰。库克在探索新大陆、航海、测绘海图和航海卫生等方面都卓有成就。经他测绘而改变的世界地图，较历史上任何人都多。

[12] 吉恩·多米尼克·卡西尼（Jean Dominique Cassini, 1625~1712），其意大利原名：Giovanni Domenico Cassini（乔凡尼·多美尼科·卡西尼），是意大利裔法籍天文学家，巴黎皇家天文台的第一任台长（1671年）。他大大拓展了有关太阳视差以及木星、火星、金星自转周期等方面的知识，首次记录了对黄道光观测的结果。“卡西尼环缝”（土星两个光环A和B之间的暗区）以他的姓氏命名。描述月球转动的“卡西尼定律”是他于1693年确立的。

[13] 克里斯蒂安·惠更斯（Christiaan Huygens, 1629~1695），荷兰数学家、天文学家、物理学家，光的波动理论的创立者，发现了土星光环的真实形状，建立了圆周运动的数学理论，并且成功地把它用于复摆的振动。

[14] 埃德蒙·哈雷（Edmond Halley, 1656~1742），英国天文学家和数学家。1705年运用牛顿的运动定律准确预测了一颗彗星的出现周期，称这颗彗星将于1758年回归。这一预言得到证实，后世将之命名为哈雷彗星。1720年他继弗拉姆斯蒂德任格林尼治天文台第二任台长。

[15] “不老泉”（Fountain of Youth），传说此泉泉水能治百病，恢复青春。早期西班牙探险家曾在美洲和西班牙群岛寻觅此泉。

[16] 作者将本章题目取为“The sea before time”，是受了一部曾在美国流行一时的描写恐龙的动画片“The land before time”（国内译作“小脚板走天涯”）的启发。因为它们讲述的都是人类文明或现代技术出现之前的故事。

[17] 本诗译文参考了中英对照和合本《圣经》（新国际版），国际圣经协会，2000年。

[18] 塞缪尔·佩皮斯（Samuel Pepys, 1633~1703），英国文学家兼海军行政长官。佩皮斯主要以他在27~36岁（1660~1669）10年间所写日记闻名。日记是用速记法写的，共计四开本6卷，125万字，他的日记中包括对伦敦大火（1666年9月）和大瘟疫（1664~1666）的详细描述，也是一部最杰出的艺术作品，成为继《圣经》和鲍斯威尔的《约翰逊传》之后，英语中最佳枕边读物。

[19] 乔治·安森（George Anson, 1697~1762），英国海军上将。1740年，他率领的“百夫长”号是第一艘越过太平洋到达中国水域的英国船只。1751~1756年和1757~1762年两度任海军大臣。他改革了英国舰队组织，修正了作战方案，建立了海军陆战队，提高了英国舰队的作战能力，写了《环绕世界航行》一书，描写了自己的航海经历。

[20] 火地岛（Tierra del Fuego），南美洲最南端岛群。主岛火地岛呈三角形，隔麦哲伦海峡与大陆相望。群岛约2/3属智利，1/3属阿根廷。群岛于1520年为西班牙航海家费迪南德·麦哲伦所发现，但直到1826~1836年始由英国海军对该地进行系统勘测。

[21] 胡安·费尔南德斯岛（Juan Fernández Island），南太平洋上小岛群，许多岛屿都是费尔南德斯海底山脉突出海面的火山峰，位于智利瓦尔帕莱索地区以西650公里。航海家费迪南德·麦哲伦约于1563年发现该群岛。

[22] 标题原文“Adrift in a Clockwork Universe”也有双重意义，既概括了利用天文学方法进行导航的多项早期工作，又表示用这类方法进行导航时，可能会因其无效性而致使航船在海上漫无目

标地漂荡。因此，也许也可译作“随着宇宙天钟去漂荡”。

[23] 达克特，旧时欧洲一些国家通用的一种金币。

[24] 托斯卡纳（Tuscany），在古代由埃特鲁斯坎人居住，在公元前4世纪中期被罗马人占领。美第奇家族统治时代，托斯卡纳成为其下属的一个庞大的公爵封地（1569~1860），后来它与萨丁尼亚王国合并。1861年2月18日正式归入意大利。

[25] 让·科尔伯特（Jean Colbert, 1619~1683），法国政治家，路易十四的财政大臣。科尔伯特任法兰西学院院士时，曾创办法国科学院（1666年）。在科尔伯特的鼓励下，路易十四创建了巴黎天文台。

[26] 乌拉尼亚堡（Uranienborg），得名于古希腊的天文女神乌拉尼亚，又称天文堡。它是由第谷于1576年建立的“天宫”，是望远镜发明（约1608年）以前最后一座古代天文台，又是第一座完全由国家资助并在天文学史上率先得到广泛可靠资料，包括编出1 000多颗恒星星表的现代天文台。

[27] 第谷·布拉赫（Tycho Brahe, 1546~1601），丹麦天文学家。他所做的天文观测可能是望远镜发明之前最精确的。在他逝世前不久，他把自己一生精心观测的资料赠给他的学生和助手开普勒，为开普勒发现行星运动三定律和牛顿发现万有引力定律创造了条件。

[28] 罗伯特·默顿的《十七世纪英格兰的科学、技术与社会》的中译本（范岱平等译，北京，商务印书馆，2000年）将这个名字译作“勒·西厄·德·圣彼埃尔（Le Sieur de St.Pierre）”。本书海南版译本（汤江波译，海口，海南出版社，2000年）将它处理为“来自圣皮埃尔的先生”显然不妥当。据哈佛大学科学史系的马里奥·比亚乔里教授解释，“Sieur de”为一种法国贵族称号，因此这里译为“叫圣皮埃尔的法国贵族”。

[29] 罗伯特·胡克（Robert Hooke, 1635~1703），英国物理学家。发现名为胡克定律的弹性定律，并将之应用到钟表平衡摆的螺旋弹簧的设计上。他在包括生物在内的很多领域作了极有意义的研究。

[30] 圣保罗大教堂（Saint Paul's Cathedral），现为美国圣公会伦敦主教座堂，也是英联邦的牧区教堂。旧圣保罗大教堂在1666年伦敦大火时焚毁，现存建筑由克利斯托夫·雷恩爵士设计，是一座古典式和哥特式混合型的建筑。

[31] 克里斯托弗·雷恩（Christopher Wren, 1632~1723），英国天文学家、几何学家、物理学家和杰出的建筑师。他的设计风格多变，不拘一格，最杰出的代表作是圣保罗大教堂，其造型后来被誉为“标准设计”。直到18世纪，英国哥特式结构都受到他对哥特式的态度的影响。

[32] 旅鼠是北极分布最广、繁殖力最强的一种食草性动物。据说，当旅鼠的数量急剧膨胀到一定程度时，它们会显示出一种非常强烈的迁移意识，除了少数留守下来担当传宗接代的神圣任务外，其余的会聚成一大群开始集体迁徙。开始时似乎没有什么方向和目标，到处乱窜，但是后来，却忽然朝着同一个方向，浩浩荡荡地进发。沿途不断有老鼠加入，使队伍愈来愈壮大，常常达数百万只！它们往往是白天休整进食，晚上摸黑前进，沿着一条笔直的路线奋勇向前，直奔大海，然后纷纷跳将下去，直到全军覆没。不过，许多专家认为旅鼠不会集体自杀。它们的数量为什么会呈现周期性的变化，是一个还没有定论的生物学课题，可能与天敌、食物、气候、季节等因素有关。

[33] 佛拉芒（Flemish），近代比利时两个主要的文化语言集团之一，主要分布在西部和北部，讲荷兰语诸方言（一般称佛拉芒语）。

[34] 盖玛·弗里修司（Gemma Frisius, 1508~1555），卢万大学的数学教授和查理五世皇帝的御用天文学家。他于公元1530年在荷兰建议，不妨用一具准确的机器钟来决定测量经度的标准时间，钟走的是本初子午线的当地时间，就像现在的格林尼治时间一样。

[35] 佛兰德斯（Flanders），中世纪公国，在低地国家西南部。包括今法国的北部省、比利时的东佛兰德斯省和西佛兰德斯省以及荷兰的泽兰省。15~17世纪佛兰德斯省归属西班牙（后为奥地利）哈布斯堡王室统治。在法国革命战争过程中，佛兰德斯省已不再是一个政治实体。

[36] 本书作者认为“Without Temple barre”是“Temple barre外面的地区”。马里奥·比亚乔里教授认为：“Without Temple barre”大致指的是Temple门之外，而“Temple barre”曾是伦敦西门，因此应该可以译作伦敦城外。这里，译者综合二人意见进行了处理。

[37] 原文为“landed son”。本书海南版译本译作“难缠的儿子”，令人费解。我通过电子邮件向马里奥·比亚乔里教授请教，他说这是一个很奇怪的法，也许不正确，他觉得唯一合理的解释是“惠更斯继承了家里的土地和/或头衔”，但是当时他家刚成贵族，而惠更斯似乎一直也没获得过贵族头衔。后来本书作者解释说，她这里指的是惠更斯继承了他父亲的土地和财产。

[38] “泰坦”（Titan）：即土卫六。

[39] “Kort Onderwys”是“Kort Onderwys Aengaende het gebruyck Der Horlogien Tot het vinden der Lenghten van Ost en West”这个荷兰语标题的缩写。该书发表于1665年，它的第一个英语译本出现在1670年的英国皇家学会哲学汇刊上，题目译为《使用钟摆确定海上精度的说明书》

（Instructions concerning the Use of Pendulum-Watches, for finding Longitude at Sea）。——本译注根据原书作者的同事威尔·安德鲁所提供的资料译出。马里奥·比亚乔里教授也为译者部分地解答过这个疑难。

[40] 伦敦大火，发生在1666年9月2日至5日，是伦敦历史上最严重的一次火灾，曾烧掉大多数公用建筑，包括圣保罗大教堂，87个教区教堂，约13 000幢民居。

[41] 据罗伯特·默顿的《十七世纪英格兰的科学、技术与社会》，这是在英国皇家学会开始于格雷沙姆学院聚会之后不久写就的一首民谣，反映出人们对利用磁针变化测定经度的普遍赞赏。该书的中译本将这首民谣译作：“学院要将整个世界丈量，此事实在最荒唐；但是因此发现了经度，使航海心旷神怡；水手们能够轻而易举，能把任何船只驶向极地。”有人认为它是威廉·格兰维尔（William Glanvill）写作的《赞美每周在格雷沙姆学院聚会的哲学家和智者酌可挑选的集会》，参见Charles R.Weld, A History of the Royal Society, Vol. I, pp.79-80。也有人认为作者或许是约瑟夫·格兰维尔（Joseph Glanvill），参见Dorothy Stimson, “Ballad of Gresham College”, Isis, XVIII, 1932, pp.103-117。

[42] 肯内姆·迪格比（Kenelm Digby, 1603~1665），英国廷臣、自然哲学家、炼金术士、外交官。曾在法国居住，和笛卡儿及其他一些学者相友善，著有《论物体的本性》（Treatise on the Nature of Bodies）。

[43] 约翰·戴维斯（John Davis, 约1550~1605），英国航海家和探险家。他曾发明了整个18世纪都在使用的象限仪。

[44] 英寻（fathom），长度单位，相当于6英尺（1.83米），主要用于测量水深和锚链的长度。

[45] 本诗翻译参考了网络上的译文，但未找到原译者为何人，特此说明和感谢。

[46] 威斯敏斯特宫（Palace of Westminster），又称国会大厦，是英国国会上下两院的所在地。威斯敏斯特宫位于英国伦敦威斯敏斯特市，坐落在泰晤士河西岸，始建于公元750年（都铎时代），占地8英亩，是世界上最大的哥特式建筑，1987年被列为世界文化遗产。

[47] 圣赫勒拿岛（St. Helena）是南太平洋的岛屿，英国殖民地。为火山岛，火山活动现已停止。1815~1821年间是拿破仑一世的流放地，属英国王室管辖。第二次世界大战中，该岛具有战略意义。1960年以后发展为电信中心。

[48] 化圆为方问题是2400多年前古希腊人提出的三大几何作图难题之一（另两个是三等分任意角问题和倍立方问题），其任务是用直尺和圆规求作一个正方形，使其面积等于一已知圆的面积。该问题曾吸引许多人研究，但无一成功。19世纪有人证明了直规法可作出的线段长度只能是代数数。而化圆为方问题相当于求作长为 π 的线段，但 π 并非代数数——1882年法国数学家林德曼（F. Lindemann, 1852~1939）证明了 π 是超越数，因此同时也证明了化圆为方问题是不可能用尺规作图法解决的问题。

[49] 斯特鲁德布鲁格（Struldbrug），《格列佛游记》中一虚构国度Luggnagg的居民。虚拟的永不死亡的人物，然年届80时，法律宣布其已死亡，从此专靠政府救济而悲惨地生活下去。

[50] 本诗译文参考《唐璜》，朱维基译，上海，上海译文出版社，1982年。

[51] 钟表商名家公会（The Worshipful Company of Clockmakers），是1631年成立的一家英国行会，至今仍然存在，其网站是www.clockmakers.org。

[52] 时差（Equation of Time），指真太阳时与平太阳时之差。

[53] 原文为“A Table of the Sun rising and Setting in the Latitude of Barrow 53 degrees 18 minutes; also of difference that should & will be betwixt ye Longpendillom & ye Sun if ye Clock go true”。

[54] “烤架”钟摆（gridiron），又称“铁栅摆”，其形状可参见亚·沃尔夫的《十八世纪科学、技术和哲学史》（下册，周昌忠、苗以顺、毛荣运译，北京，商务印书馆，1997年）图77“哈里森的铁栅摆”。这种装置现在一般都被“殷钢”杆代替，殷钢是一种热膨胀可忽略不计的镍钢合金。

[55] 钟、表等的擒纵器（Escapement），又称司行轮。时计中控制齿轮系统运动的装置，钟锤、发条或其他动力源通过它将能量传到摆或摆轮，利用脉动的方法使后者处于有规律的摆动状态，从而使一个齿每隔一段时间从棘爪中脱出来。

[56] 托马斯·托姆皮恩（Thomas Tompion, 1639~1713，于1639年7月25日受洗），英国17世纪最著名的钟表制造家，以革新制表技术著名。

[57] 乔治·格雷厄姆（George Graham, 约1674~1751），英国著名制表工，发明了直进式擒纵机构。

[58] 原文“A longitude with no latitude”是双关语。在英文中longitude（经度、经线）这个词一般总是和latitude（纬度、纬线）同时出现，而这句诗中却别出心裁地与仅有一字母之差的

platitude（陈词滥调）联用，造成了出人意料的效果。因此，这里将它处理为“离经的纬线”。或许也可相应地翻译成：“在这个纷扰的尘世间，到处是飞短流长；让我上哪去找条脱俗的经线，不作老生常谈？”

[59] 这里指的是一种用镊子和其他小工具在玻璃瓶内装配起来的模型船。装好后，人们会感觉奇怪：那么大的船连桅带帆是怎么通过细细的瓶颈的？

[60] 磅（Pound），英制重量单位，相当于453.592克。

[61] 斯皮特黑德（Spithead），英国英吉利海峡中的一个小海峡，位于大不列颠岛和怀特岛东北岸之间，是一个开阔避风的深水海峡。除设皇家海军基地外，也是大型船只进出南安普敦水道最安全的航道。

[62] 詹姆斯·布拉德利（James Bradley, 1693~1762），英国天文学家，因发现光行差效应而闻名。1742年，他成为继弗拉姆斯蒂德和哈雷之后的第三位皇家天文学家，也是后牛顿学派的第一流的实测天文学家。

[63] 费迪南德·贝尔图（Ferdinand Berthoud, 1727~1807），瑞士杰出的钟表制造家，在计时方面有大量著作。在试制航海钟遭到两次失败之后，他终于在1769年取得好成果，获得了西班牙海军航海钟的独家供应权。他对时计的种种改进，大部分为现代设计所采用。

[64] 威廉·贺加斯（William Hogarth, 1697~1764），英国油画家、版画家和艺术理论家。在肖像画、风俗画和历史画方面有巨大贡献。1731~1732年创作了一套铜版画《妓女生涯》（共6幅），一举成名；接着又创作了另一套铜版画《浪子生涯》（共8幅）。1735年后他专心从事油画创作，1740年前后，重新回到肖像画创作上来，1745年又出版了一套铜版画《时髦婚姻》。另外他还出过多幅油画作品，1753年出版了理论著作《美的分析》（Analysis of Beauty），结合绘画实践阐述其理论观点。

[65] 《浪子生涯》（The Rake's Progress），又译作《浪子回头》或《浪子的历程》。

[66] 本诗翻译部分地参考了海南版译本。

[67] 约翰·哈德利（John Hadley, 1682~1744），英国数学家和发明家，天才机械师。他改进并制作了可以用于天文学方面的有足够精度和放大率的第一批反射望远镜。1730年，他发明了一个双反射八分仪，用以测量太阳或一颗恒星在地平线上的经纬度。他的双反射原理使精确定位变得容易多了。后来，他还成了英国皇家学会副会长。

[68] 托马斯·戈弗雷（Thomas Godfrey, 1704~1749），发明家和数学家，早年为费城自学成才的玻璃工人，是本杰明·富兰克林的知识分子圈中的一员。1730年制成改进的象限仪。

[69] 上述仪器的说明和图示可参见亚·沃尔夫的《十八世纪科学技术和哲学史》第六章“航海仪器”。

[70] 原文“Keep your distance”一语双关，既说明了在使用“月距法”时，要时刻关注月亮和太阳的距离，又表示在这个漫画场景里，拟人化的月亮“女士”希望好占女子便宜的太阳“先生”别靠自己太近。

[71] 当指平常所说的白羊、金牛、巨蟹、狮子、天蝎等十二星座。

[72] 伦哈德·欧拉（Leonhard Euler，1707~1783），18世纪著作最多的一位数学家，在几何学、微积分、力学和数论等方面都有重大的开创性贡献，发展了一些求解实测天文学中未解决的问题的方法。他提出了两个较完整的月球运动理论。

[73] 米开朗基罗（Michelangelo，1475~1564），意大利文艺复兴时期成就卓越的雕刻家、画家、建筑设计家和诗人。他对艺术的三大体系（雕塑、绘画、建筑设计）均擅长，并将三者视为一个整体。

[74] 拉什莫尔山（Mount Rushmore），在美国南达克他州西南的布莱克山区，海拔1 829米。在拉什莫尔山东北面的花岗岩上雕刻着美国总统华盛顿、杰斐逊、林肯和罗斯福的巨大头像。这四座头像，每座高约18米，分别象征着：创建国家、政治哲学、捍卫独立、扩张和保守。这一纪念地1927年开始动工，1941年建成。

[75] 苏伊士运河（Suez Canal），位于埃及东北部。贯通苏伊士地峡，连接地中海和红海，北起塞得港，南至苏伊士城，长160公里，宽180~200米，深12~15米，为不设船闸的海平面运河。1859年开工，历时10年才竣工。

[76] 巴拿马运河（Panama Canal），通过巴拿马地峡沟通大西洋与太平洋的通航运河。运河于1904年开工，1914年8月15日首次通航。全长约82公里，宽152~304米，两端各有3对水闸。巴拿马运河大大缩短了大西洋与太平洋之间的航程。

[77] 科普利奖章（Copley Gold Medal），是英国皇家学会颁发的最古老的科学奖之一。1731年以皇家学会的高级会员戈弗里·科普利爵士的遗赠设立。每年颁发一次，为一枚镀金银质奖章和100英镑奖金，授予专为申请此奖而进行的自然哲学研究成果。获奖成果都需发表过，或向皇家学会通报过，而且只授予在世学者。对获奖者没有国籍、种族的限制，对获奖项目完成的时间也没有限制，同一学者可以因不同成果而多次获奖。科普利奖章虽然奖金金额远比不上其他很多奖，但它在学术上的地位因其历史久远而不衰。

[78] 亨利·卡文迪什（Henry Cavendish，1731~1810），英国物理学家和化学家。曾用扭力天平验证万有引力定律，从而确定了引力常数和地球的平均密度。

[79] 约瑟夫·普里斯特利（Joseph Priestley，1733~1804），英国教士、政治家、教育家和科学家。它大大推动了18世纪的自由思想和实验科学。他的多方面著作对欧洲和北美的政治、宗教和科学曾产生了深远的影响。

[80] “自由人”（Freeman）制度为钟表商名家公会实施的一种制度。至少在理论上，一个人要先成为该公会的一名“自由人”，才能在伦敦出售钟表或钟表部件。可以通过为一名自由钟表匠当学徒、缴纳赎金或子承父业等几种不同的方式，成为一名“自由人”。

[81] 推杆（Pallets），是钟表内接受摆轮的推动并将冲量分给平衡轮或钟摆的任何一种杠杆或平面，是擒纵机构的一部分。

[82] 《夜巡》（The Night Watch），荷兰画家伦勃朗的代表作，由阿姆斯特丹皇家美术馆收藏。

[83] 即著名的梅森——狄克逊分界线，原为美国宾夕法尼亚州和马里兰州之间的著名分界线；在“南北战争”前时期，它被看作诸蓄奴州和禁奴州的分界线，长233英里，系1765~1768年间由英国人查尔斯·梅森和耶利米·狄克逊测定，位于北纬39°43'。至今仍是区分北部和南部的象征性

政治和社会标志。

[84] 马德拉岛（Madeira），是北大西洋上一个属于葡萄牙的群岛中最大的一个岛屿。它距离里斯本980公里，东距北非西海岸约580公里。在蒸汽轮船发明之前，该岛一直是从非洲贩卖黑奴的重要转运站，无数黑奴从这里被贩运到欧洲和美洲。现为欧洲著名的旅游胜地之一，被誉为大西洋的明珠。岛内特产一种叫马德拉酒的白葡萄酒。据说马德拉酒本身并不爽口，但一次偶然的机会，海盗们把从岛上掠夺来的马德拉酒挂在船头，不想经过日光暴晒后却变得香醇可口了，从此该酒名扬天下。

[85] 纳撒尼尔·布利斯（Nathaniel Bliss, 1700~1764），英国著名天文学家。他于1742年继任哈雷成为牛津大学的几何学教授，并任萨维尔讲座教授；同年当选为皇家学会会士。他在1762年至1764年期间，出任第四任英国皇家天文官。

[86] 本诗译文参考了《莎士比亚全集》，《理查二世》，第五场，朱生豪译，北京，人民文学出版社，1978年。

[87] 中星仪（transit instruments）是观测恒星过中天（过观测站子午圈）时刻的一种天体测量仪器，又称子午仪，结构与子午环相似，但没有精密度盘。利用中星仪可以精确地测定恒星过中天的时刻，以求得恒星钟的钟差，从而确定世界时、恒星赤经和基本天文点的经度。中星仪是1684年丹麦人罗默发明的。早期测定恒星中天时刻用的是“耳目法”和“电键法”，都不免带有不同程度的人差。近代中星仪应用光电技术，基本上消除了人差，但是，水准读数上仍然存在人差。中星仪由望远镜、目视接触测微器、寻星度盘、挂水准器、太尔各特水准器以及望远镜支座等部分组成。

[88] 温莎城堡（Windsor Castle），英国皇家居住地。位于英格兰伯克郡温莎和梅登里德皇家自治市，坐落在白垩山上，占地5公顷。

[89] 我原来的译文为：“现在不需要星星了，让它们统统熄灭吧。将月亮包扎起来，再把太阳也拆下。”但翁德良先生认为“奥登的诗句是有力的，说话斩钉截铁”，所以帮我进行了修改。特此感谢。

[90] 朗姆酒叛乱（The Rum Rebellion），澳大利亚历史上新南威尔士军团军官发动的叛乱。1808年1月26日，他们冲进总督府，逮捕禁止贩卖朗姆酒的总督布莱，接管了总督的权利。直到1809年12月麦夸里总督赴任，1810年军团调回英格兰，才算罢休。

[91] 亚历山大·达尔林普尔（Alexander Dalrymple, 1737~1808），英国地理学家，英国海军部的第一个水文专家。在职时成立了海军部水文处，收集并出版了许多有价值的海图。

[92] “小猎犬”号（Beagle），英国海军的一艘双桅帆船，排水量240吨。1831~1836年在太平洋等地区作勘探考察时，查尔斯·达尔文曾以博物学家的身份参加，在航海中进行了观察，并以此创立进化论。

[93] 加拉帕戈斯群岛（Galápagos Islands），又名科隆群岛，属厄瓜多尔，位于太平洋东部，跨赤道两侧。1835年查尔斯·达尔文曾到岛上考察，对论证自然选择学说起到了很大作用。

[94] 墨卡托（Gerhardus Mercator, 1512~1594），佛兰德的地理学家，地图制作家。

[95] 中洋裂口（Mid-ocean Rift），是因为板块的分离，而在海床上所产生的裂缝。

[96] 提喻法（Synecdoche）是一种局部代表全体或以全体喻指部分的修辞手法，还可以种代表属，或以属说明种，或以材料的名称代表所做成的东西。

[97] 详情可参见《中国时报》记者董成瑜撰写的文章：“戴瓦·梭贝尔——用科普写作扭转失婚人生”。

[98] 电子杂志《三思科学》2001年第6期刊登了一篇名叫“寻找经度——英国格林尼治天文台”的文章，对这个故事及相关内容进行了简明而生动的讲述，而且图文并茂，可以作为本书的导读。

[99] 详情可参见《苏颂研究文集——纪念苏颂首创水运仪象台九百周年》，娄曾泉、洪辉星、庄添全主编，厦门，鹭江出版社，1993年。