

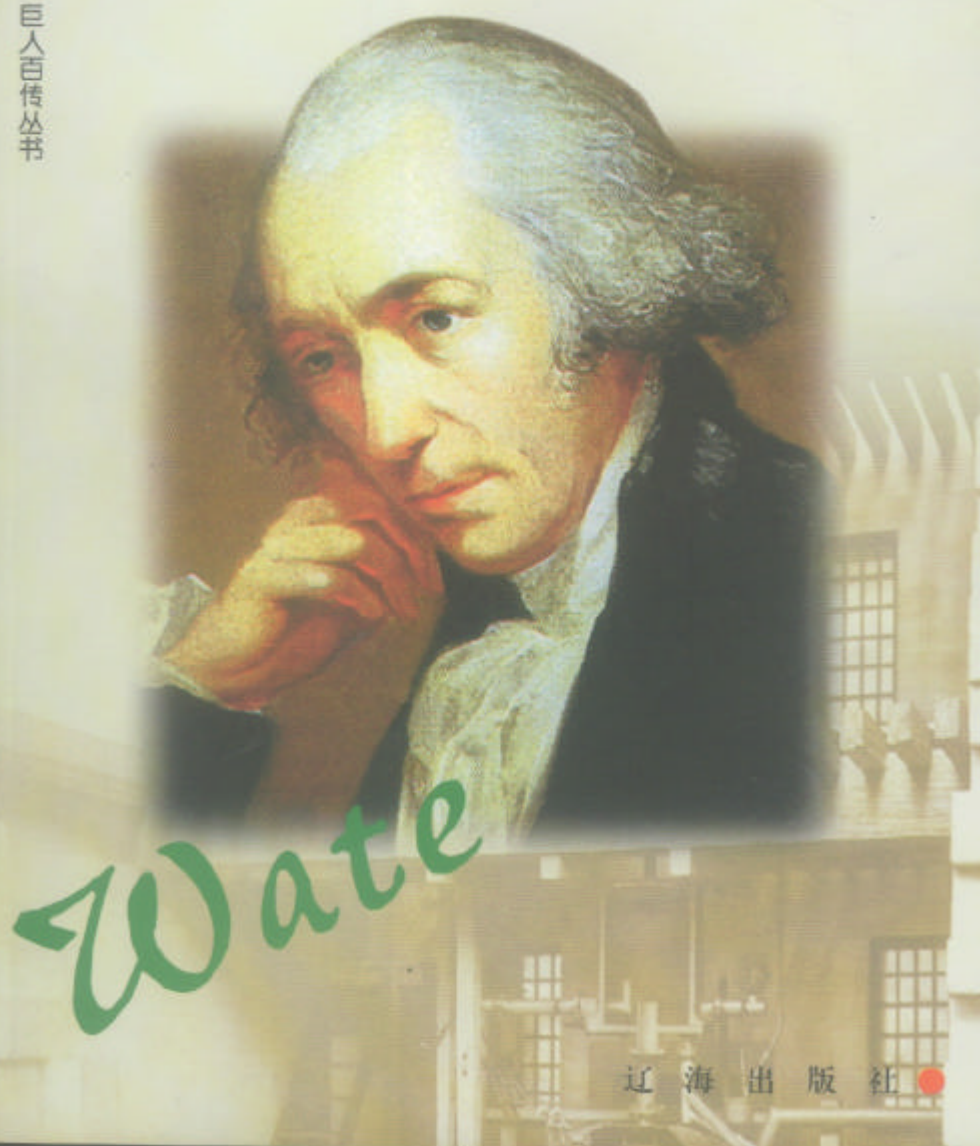


布老虎传记文库·巨人百传丛书

科学家卷

瓦特

孙文芳 萧泽芴编著



辽海出版社

引 言

人生的辉煌要靠自己的智慧、耐力、勇敢去完成。瓦特这位辞世已 179 年的科学先行者就是用自己的心血和意志力去完善自我的。一个人需要这种精神，一个群体需要这种精神，一个向上的民族和一个伟大的国家更需要这种精神。

“瓦特精神”应该对青少年富有强烈的诱惑力。如果“瓦特精神”是块巨大的磁铁的话，它将吸引更多的后生们勇往直前，开拓新时代，走向 21 世纪。

大英百科全书是这样向读者介绍詹姆斯·瓦特的：

“瓦特生于 1736 年 1 月 19 日，卒于 1819 年 8 月 25 日，英国发明家，高效率蒸汽机的发明者。对工业革命起了重大的作用。青年时曾从事数学仪器制造。1764 年，在修理一台纽科门蒸汽机模型时，发现它严重浪费蒸汽，并认识到这是因为损失了蒸汽的潜热，因此他就在机身外加一个冷凝器，结果大大降低了蒸汽的消耗量。1769 年，他取得了‘降低火机的蒸汽和燃料消耗量的新方法’的专利。1776 年，这种机器开始在厂矿使用。1781 年，他发明了行星式齿轮，将蒸汽机的往复运动变为旋转运动。1782 年，他发明的双作用蒸汽机使活塞沿两个方向的运动都产生动力。1784 年，他发明了平行运动连杆机构，解决了双作用蒸汽机的结构问题。1788 年，他又发明了自动控制蒸汽机速度的离心调速器，并在 1790 年发明压力表，这就使瓦特蒸汽机配套齐全，切合实用，当时造纸厂、面粉厂、纺织厂、铁厂和酒厂以及运河和自来水厂都要求使用瓦特蒸汽机，其需求量大增，瓦特由此致富。他还从事其他学术活动。1785 年被选为伦敦皇家学会会员，1806 年，还被授予格拉斯哥大学法学博士，1814 年被选为法兰西科学院外国院士。”

在英国工作期间，我曾多次参观过伦敦的科技博物馆。那里陈列着丰富多彩的有关科学技术进步的历史文物，使人能够感受到人类文明飞腾前进的脉搏。在引人入胜的大量实物展品中，最使我感兴趣的莫过于瓦特的蒸汽机了，因为正是它，推动了当年震撼世界的工业革命，开创了大工业生产的新时代。

马克思和恩格斯对于瓦特蒸汽机的巨大意义，都曾给予高度评价。恩格斯在他的著名著作《社会主义从空想到科学的发展》中说：“当革命在法国保证了资产阶级的政治胜利的时候，在英国，瓦特、阿克莱、卡特赖特以及其他，开创了产业革命，这一革命把经济力量的重心完全转移了。”的确是那样，由瓦特改进的蒸汽机，以及由英国的企业家和发明家阿克莱、卡特赖特等人，成功地将动力机械应用于纺织工业，这就使得英国的工业生产如虎添翼。它所引起的不仅仅是生产力的大解放，而且还使整个社会的经济结构、财富占有和阶级构成发生了全面的巨大变化。只不过是瓦特作为一名工程技术人员，对于他的发明创造所带来的这些革命性的成果，从来就没有想到而已。

在苏格兰的工业中心格拉斯哥，我曾访问过瓦特当年曾在那里研究和改进蒸汽机的格拉斯哥大学，并且参观过瓦特进行蒸汽机试验时所使用过的一些模型和工具。这所大学的经济史系主任安东尼·斯莱文教授说：“詹姆斯·瓦特之所以成功，既有其历史的必然性，也有其历史的偶然性。”18 世纪英国资本主义经济的蓬勃发展，迫切需要解决工业生产的动力问题。为此，当时

全国各地许多智慧的头脑，都集中于蒸汽机的研究、改进和发明方面。这个重要的科技课题，最终由瓦特来加以解决，这除了由于他个人的刻苦钻研和技术条件之外，还与他周围有着一批大学教授和工业家朋友的帮助分不开的。因此，可以说瓦特的蒸汽机，实际上是科学理论、工艺技术和企业资本三者结合的产物。缺少任何一方，都是不可能圆满实现的。

人们通常把詹姆斯·瓦特，说成是蒸汽机的“发明者”。其实，这是一个很大的谬误。早在瓦特出生之前，英国著名的发明家托马斯·纽科门，就于1712年在斯塔福德郡的达德利堡附近，成功地安装了他的第一台蒸汽机。这种被称之为“纽科门蒸汽机”，曾多年来被用于带动矿井排水的水泵机，也有人用它来提水以驱动水车。

对于托马斯·纽科门这个名字，除了从事工程技术的专业人员以外，很少有人熟悉它。于是就出现了这样一种奇怪的现象：最初的发明者竟然鲜为人知，而后来的改良者反而名驰于世。乍看起来，这种现象也许是不公平的。但仔细一想，这种约定俗成的说法也并非全无道理。

作为一名开创者，纽科门所取得的成就，显然是应该受到充分肯定的。但是，也要承认他的动力机实在粗糙得很。这种蒸汽机的发明者采用内凝喷嘴和自动阀装置，在汽缸里造成真空，再利用相当于大气压的蒸汽，带动泵杆一上一下地运动。19世纪的苏格兰作家塞缪尔·斯迈尔斯，曾对纽科门的蒸汽机做过这样的描述：“它的工作过程非常拙笨，而且显得十分吃力，总要发出大量的呼哧呼哧、吱嘎吱嘎和扑通扑通等难听的噪音。当泵杆下降的时候，就会听到一种冲击声以及沉重的和震耳的碰撞声。接着，在泵杆升起的时候，抽水机开始工作了，又会听到一种吱嘎声、呼哧声和再一次的扑通声。然后，泵机抽上来的水流了出来，排放到别的地方去。”

概括说来，纽科门的蒸汽机有这样一些弱点：它不是旋转式的，运作异常缓慢，其用途也只限于矿井抽水。更糟糕的是，由于效能很低而不得不大量消耗燃料，因此，只有煤矿主才能够用得起，因为在煤矿里煤炭是不值多少钱的。

詹姆斯·瓦特的成功，正是用他的天才将这种粗糙、原始的蒸汽机，改装成为一种更有效率和更为经济的动力机，使它的运作准确而稳当，使它的机件结构美观而整齐，并且把它由简单的上下运动变成旋转运动，从而能够带动各种机器转动。在此之前，人类所有的机器和机械，都只能用风能和水能来驱动，因此有着很大的局限性；而瓦特创造的蒸汽机，以稳定的机械动力来取代原来受局限的自然动力，这就给了工业革命的发展以巨大的促进。瓦特的技术成就，很快便转化成为巨大的生产力，从而对人类社会和整个经济的发展，都起了不可估量的推动作用。因此，他在人们心目中的崇高声望，可以说是当之无愧的。

当今世界，正处在由信息技术的进步所引起的一场新的产业革命之中。这场革命在经济和社会领域的影响，同样是十分深远的。在当代信息技术、生物技术、材料技术、能源技术和航天技术等方面都在日新月异的今天，让我们重温一下第一次工业革命的历史，更多地了解一些关于瓦特这位伟大的发明家的生活和工作情况，显然是很有意义的一件事。

詹姆斯·瓦特是一位富有传奇魅力的人。从他的成长道路和奋斗经历，我们可以受到许多有益的启迪。例如，他自幼就体弱多病，由于母亲的娇生惯养，助长了他那高傲和孤僻的性格。在他小的时候，没有任何迹象表明他

会成为一个未来的“天才”，反而由于显得呆头笨脑和不合群而经常受到同学们的欺负。中学毕业前夕，他的家庭又遭到了严重不幸：弟弟在海上遇难，忧伤过度的母亲撒手人寰，父亲的生意也几乎破产。家庭经济状况的困窘，使他失去了上大学深造的机会，不得不外出学徒，以便将来靠自己的手艺谋生。开始工作以后，尽管他对科技研究很有兴趣，但却不得不去从事各种繁重的劳动，以便挣钱吃饭。这样，他就没有条件把自己有限的精力，集中投放在研究试验方面。然而，所有这一切，都没有阻止他那种勤学苦干的精神。不论做什么工作，他总是那么认真踏实，一丝不苟，特别是自从他接触到蒸汽机的研制试验以后，更是锲而不舍，刻苦钻研。就这样月复一月，年复一年，也不知克服了多少艰难险阻，闯过了多少技术难关，终于使他所设计的瓦特蒸汽机问世，并且不断加以改进，使之成为节能高效、方便实用的动力机，从而使大工业生产成为可能。

当今，我们正处于世纪之交，时代向我们提出了“科教兴国”的任务。一切勇于在科技殿坛上攀登高峰的有志之士，特别是那些风华正茂的青少年们，正在千方百计地开发自己的智慧，力求为祖国的振兴做出应有的贡献。这里把瓦特的事迹介绍给读者，正是想使他那种开拓进取的“瓦特精神”，能够作为激励我们去开创未来的动力机。

“长江后浪推前浪，一代新人换旧人”。在科技发展的历史长河中，人们总是后来居上。但愿在新的发展浪潮中，聪明智慧的炎黄子孙能像人类的祖先那样再创辉煌，为祖国也为全人类做出新的贡献。

总 序

郭锴权

一个对人类充满美好遐想和机遇的 21 世纪正悄无声息地向我们走来。21 世纪是竞争的世纪，是高科技知识爆炸的世纪。竞争的关键是人才，人才的关键是素质。素质从哪里来？有人说，3（语文、数学、英语）+X=素质。素质=传记人物的 EQ 情怀。这话有一定的道理。

翻阅《巨人百传丛书》书稿，不难发现多数巨人的伟业始于风华正茂、才思敏捷的青少年时期，我们的丛书记录着以下巨人们创造的令人赞叹的辉煌业绩：美国飞行之父、16 岁的莱特兄弟已是多种专利的小发明家；诺贝尔 24 岁首次取得气体计量仪发明专利；爱迪生 29 岁发明电灯；居里夫人 31 岁发现钷、钋、镭三元素；达尔文 22 岁开始环球旅行并伏案构思巨著《物种起源》；克林顿 46 岁出任美国总统；比尔·盖茨 28 岁成为全球电脑大王，并评为 1998 年度世界首富；普希金 24 岁开始创作传世之作《叶甫盖尼·奥涅金》……读着巨人们的一本本使人激动不已的奋斗史，他们追求卓越的精神和把握机遇的能力，使人肃然起敬，这一切对今天的青少年朋友无疑具有启迪、教育和诱惑力。正是基于这一点，我们编撰了这套丛书。获悉《巨人百传丛书》即将付梓，北京大学附属中学校长赵钰琳先生、清华大学附属中学校长赵庆刚先生、天津南开中学校长康岫岩先生和复旦大学附属中学校长曹天任先生先后寄来了热情洋溢的信，对丛书出版寄予殷切的期盼和高度的评价。

北京大学附属中学校长赵钰琳先生说：“我们高兴地向广大青少年朋友推荐《巨人百传丛书》。在世纪之交，能有这样的精品丛书陪伴你，是智慧上的愉悦。”

清华大学附属中学校长赵庆刚先生说：“每一位具有世界影响的伟大人物，都蕴藏着一部感人至深的故事。”

天津南开中学校长康岫岩先生说：“高山仰止。巨人是人类的精英。世纪伟人南开中学最杰出的校友周恩来以及毕业于南开中学的四十多位院士校友和各界杰出校友们的业绩，充分证明了这一点。”

复旦大学附属中学校长曹天任先生说：“仔细阅读这套丛书，犹如看到他们的音容笑貌，言谈举止，感受他们的理想、信念、胸怀、情操，这将帮助你学习做人，学习做学问，学习做事业……”

有必要说明的是，《巨人百传丛书》的读者对象为初、高中学生和部分大专学生，因而在传主和传主内容的选择上有针对性的考虑，如果有挂一漏万或不足之处，敬请学界原谅。

1998 年 6 月于盛京

瓦 特

第一章 羸弱的孩提时代

1 家世背景

在格拉斯哥市中心的乔治广场上，耸立着詹姆斯·瓦特的一座大理石座铜像。那是在1832年为纪念这位杰出的发明家而修建的。这座造型精致的铜像清楚地表明：瓦特的事业与格拉斯哥这座城市有着密不可分的关系。瓦特在格拉斯哥设计的蒸汽机，开创了大机器生产的新时代，不仅使英国在很长一个时期里享有“世界工厂”的称号，而且也给格拉斯哥这座工商城市带来了空前的繁荣。瓦特的名字，自然也就成为这座城市的骄傲。

格拉斯哥坐落在苏格兰西南部的克莱德河畔。那里既有航运之便，又有煤铁之饶，所以很早便成为一座工业重镇和外贸商埠。苏格兰人口的一半左右，集中在格拉斯哥周围的斯特拉思克莱德地区。

从格拉斯哥沿着克莱德河西去，大约经过三十多公里路程，便到了河口地区。在宽阔的克莱德河口南岸，有一座名叫格里诺克的小城。格里诺克是一座天然良港，那里地处河口地带，可以停泊吃水深些的大船，所以很自然地成为格拉斯哥的一个辅助港口。格里诺克的居民们，也都从事着与港运业务有关的各种生产经营活动。“靠山吃山，靠海吃海”。格里诺克人依靠海港为生，日子也都能够过得下去。

1736年1月19日，詹姆斯·瓦特就诞生在格里诺克这座小城。

瓦特一家，原本不是当地人。詹姆斯·瓦特的爷爷托马斯·瓦特，小时候为了避难，才从他的老家阿伯丁市，逃到格里诺克附近的港口小镇卡茨代克居住。那时正是英国资产阶级大革命时期，拥戴国王查理一世的英格兰将领蒙特罗斯侯爵，于1644年8月在苏格兰高地召募了一支剽悍的军队，横冲直撞，风靡直下，连续打了几个大胜仗，占领了苏格兰北部的大片地区，被国王封为苏格兰总督和军队总司令。蒙特罗斯侯爵所到之处，保皇党人对支持国会的资产阶级和城市平民等，总要进行残酷的镇压。为了躲避保皇党人和军队的迫害，正在阿伯丁的马里舍尔学院读书的托马斯·瓦特，也随着逃难的民众向南转移，最后定居在卡茨代克。

英国的内战一直持续到1648年，最终以克伦威尔的国会军取得全胜而结束，国王查理一世于1649年1月30日，以“暴君、叛国者、杀人犯和人民公敌”等罪名，被送上了断头台，在伦敦被当众处死。同年5月19日，英国宣布为共和国，直到1660年王朝复辟为止。

托马斯·瓦特在卡茨代克小镇找到了一份工作，在当地的一所学校里当数学教员。这是一所职业中学性质的学校，学生几乎全部都是当地平民的子弟，他们的父兄有的是做买卖的小商人，有的是耍手艺的小工匠，有的是搞海上运输的小船主，有的是传统的农民或渔民。年轻的托马斯在那里干得很起劲，随着社会发展对人才的需求变化，他还先后开设了工程勘测和航海技术等专业课程。

经过资产阶级大革命洗礼的英国，社会经济发展的速度很快，尽管后来又经历了王朝复辟，但却无法阻挡历史潮流的前进。英国新兴的资产阶级与封建贵族势力经过反复较量，最后找到了一种妥协性的解决方案：英国实行立宪君主制，国家政权由资产阶级掌握，但保留国王（或女王）作为国家元首的地位。后来，王室的权力又不断受到限制，逐渐变成只有象征性的地位。

国王或女王虽然受到人们的尊重，在国家政治生活中享有至高无上的荣誉，在两院议会中还控制一个贵族院（上院），但实权却都操纵在由资产阶级代表组成的政府和平民院（下院）手里。经过历史的进一步磨合，英国的贵族逐渐资产阶级化了，他们也经商办企业，成为贵族兼资本家；英国的资产阶级也逐渐贵族化了，无论是在政界或商界有杰出成就的，都会受到国王（或女王）的赐勋封爵，也可以进贵族院，功劳特别大的还可以成为世袭勋爵，死后可以把爵位传给自己的子孙后代。就这样你中有我、我中有你地不断演变，最后使他们都成为当代资产阶级利益的代表者，而不再有人去维护落后的封建势力的利益了。

英国的资产阶级革命，给格拉斯哥地区也带来了一些变化。

格拉斯哥虽说早在 12 世纪初叶便开始建城，但直到 19 世纪初期，全市的人口也只有 5 万人。

早期的格拉斯哥，是由乔斯林主教负责修建的一座大教堂开始，逐渐发展起来的。继乔斯林之后一代又一代的主教和大主教们，在格拉斯哥的莫伦迪纳河畔，修建了一批属于教会的建筑物，其中包括教堂、经院、城堡和主教居住的私邸。15 世纪中期，格拉斯哥大学创立。长期以来，格拉斯哥是以其沉静的教堂和清静的学府而著称于世的。是一座肃穆、高贵的城市。

莫伦迪纳河是克莱德河的一个支流。在这两条河流的汇合口附近，风景异常优美。格拉斯哥的宗教和大学建筑物，都是建在地势较高、风景秀丽的莫伦迪纳河下游两岸，迄今仍然是一片令人流连忘返的旅游胜地。而在克莱德河畔的布鲁米洛大街等现今繁华的地区，却一直沉睡了几个世纪，成为金雀花盛开的荒野。

15~16 世纪，是英国资本主义蓬勃发展的时期。到了 16 世纪初期，伦敦已经出现上千人的手工工场，英国的呢绒逐渐在欧洲市场上占据首位。除了纺织工业以外，英国的采矿、冶金、煤炭、造船、制纸、酿酒、玻璃、火柴等工场手工业，也都有了很大发展。海外贸易，已经扩展到了全世界。格拉斯哥的情况，同样也不例外。据苏格兰商会的一份统计材料表明，在格拉斯哥市注册登记的业主，在 1604 年总共有 574 家，其中各种手工业主为 361 户，商业店主为 213 户。从这份珍贵的档案材料可以看出，到了 17 世纪初期，格拉斯哥的工商业已经有了一定的规模。

早在 16 世纪后期，英国就开始执行海外殖民政策。1607 年，英国在北美洲的弗吉尼亚，正式建成了第一块号称“永久的殖民地”。弗吉尼亚盛产的烟草，开始大量进入英国。格拉斯哥的烟草商们，垄断了全国半数以上的烟草进口，他们把从弗吉尼亚收购的烟草，装船运到克莱德河沿岸的格拉斯哥、格里诺克和卡茨代克，再由这里转到欧洲各地，特别是法国。到了 18 世纪的时候，格拉斯哥已成为欧洲的烟草贸易中心。据历史档案记载，格拉斯哥地区从北美进口的烟草，在 1771 年达到 4 726 万多磅，相当于当年英国烟草进口总额的一半以上。前去装运烟草的船只，总要满载着英国制造的纺织品、针织品、印刷品、鞋子、马鞍、手套、玻璃等产品，这样可以使船只往返都赚钱。在 1735 年的时候，格拉斯哥的商人们总共拥有 60 多艘载重百吨以上的商船，其中有 15 艘专门从事往返弗吉尼亚的船运业务。

当时的克莱德河流量较小，加之经常遭到泥沙淤积，河水不深，航行极为不便。直到 1786 年开始疏浚这条河流之前，只有载重 6 吨以下的小船，才可以在涨潮的时候驶抵格拉斯哥的布鲁米洛码头。大些的船只，必须位于

河口地带的格里诺克和卡茨代克港装卸货物。从 1668 年起，这两个港口划归格拉斯哥市政当局统一管辖。后来由于格里诺克港的发展，卡茨代克逐渐成了它的一个组成部分。尽管克莱德河后来经过人工改造，成为一条重要的商业水道，大船可以直达格拉斯哥港，但是，位于河口地带的格里诺克和卡茨代克港，仍然以其天然优势，继续保持着它作为格拉斯哥的辅助港地位。

托马斯·瓦特活了 92 岁，是格拉斯哥地区变革时代的见证人。他在卡茨代克工作期间，结识了一位名叫玛格丽特·希勒的姑娘，两个人很快便坠入爱河并且结了婚。玛格丽特的父亲，是当地从事船运贸易生意的商人。在希勒家族的帮助下，托马斯·瓦特夫妇也“下海”做起船运和外贸生意来，抓住当时经济大扩展的机遇赚了一些钱，成为当地颇有名望的一位绅士。后来，他还被任命为当地的郡参议员。

托马斯和玛格丽特生了不少的孩子，但活下来的只有两个男孩。大儿子约翰，从小时起就在他爸爸的亲自教育下，学业进步很快，后来成为格拉斯哥市的一名土地测量员。由格拉斯哥行政区当局组织的对克莱德河进行的首次勘测，就是由他负责完成的。这项勘测成果，为后来的克莱德河疏浚改造工程，奠定了初步基础。

小儿子詹姆斯，生于 1698 年。同他哥哥约翰不同的是，詹姆斯除了头脑聪明，学习很好以外，手脚也特别灵巧，从小就喜欢帮助妈妈做些家务劳动，家里的桌椅家具出了毛病，都是由他负责修理的，所以很讨父母的喜爱。为了把他培养成为适应当时社会需要的人，詹姆斯在念完中学以后，便被父亲送到一位造船工匠那里当学徒。这位工匠所造的木帆船，都是接受委托、购料加工的，凭借一身木工手艺和设计本领，赚取劳务费用，这在当时是很受人羡慕的一项职业。

詹姆斯本来就聪明灵巧，他的木工手艺和造船技能进步很快，深受工匠师傅的喜欢。大约在 1730 年的时候，詹姆斯离开了师傅，自己在格里诺克开设了一家作坊。他的经营范围很广泛，除了造船和制作木器家具之外，还承包土木建筑、房屋修缮工程，并且经营船运业务和做些杂货买卖。他还同人合股拥有几只小船，可以在本国或邻近的欧洲国家进行货运业务。总之，詹姆斯不仅是一位有着专门技能的手艺人，而且也是一位善于经营的生意人。进入中年，便像他的父亲一样，成为当地的一名有钱的财主和有声望的人士。在格里诺克这座小城，他曾被挑选去担任过不少的官职，其中包括当过市参议员，还曾一度被推选出任过市长。这表明，瓦特家族在当地算是比较显赫的了。

在詹姆斯二十多岁的时候，他爱上了当地的一位名叫艾格尼丝·米尔黑德的姑娘。艾格尼丝比他小 3 岁，结婚以后，成为丈夫的一个好帮手。在詹姆斯结婚的时候，他的父亲托马斯分给了他一份财产，作为成家立业的资本。詹姆斯用他父亲给的钱，在格里诺克市威廉街北端的中码头附近，买下了一所住宅。这座住宅的后院，连接宽阔的克莱德河。从这座宅院直到克莱德河岸的那块地皮，产权也归房主所有。詹姆斯利用这片空地，建起了他的木工和造船作坊。应该说，詹姆斯的事业和家庭，都是从这里开始的，他那个与他同名、但却闻名世界的儿子詹姆斯·瓦特，就出生在威廉街的这座房子里。可惜的是，这座本来应被保存的房子，后来几经易主，早就被拆掉了。现在留在那里的，是一座以“詹姆斯·瓦特酒店”为名的高大建筑物，店主显然是想在这块风水宝地上借助名人效应，来为自己招揽生意，但却无意中使这

座酒店，成为这位伟大工程师诞生地的纪念性建筑物。

2 童年岁月

1736 年 1 月 19 日，小詹姆斯·瓦特在格里诺克市诞生了。

詹姆斯是他父母生下的第六个孩子。他的父母结婚以后，便接连不断地生起孩子来。18 世纪初期的英国，从环境保护情况到卫生医疗条件，都是比较落后的。煤炭和矿产资源的大量开采，纺织、印染、造纸、机械等各种工场手工业的大肆发展，给生态环境、特别是英国的水资源，造成严重破坏和污染。城市人口的急剧增加，住宅条件的异常恶劣，造成疾病盛行，瘟疫不断，严重威胁着人们的生命安全。也不知道是由于当时的这种社会环境，还是由于他父母的遗传基因存在某种先天性的弱点，先于小詹姆斯出生的 4 个哥哥和 1 个姐姐，都在很小的时候便死去了。5 个孩子的相继夭折，给他们的父母带来了极大的悲痛。特别是小詹姆斯的母亲，她从 20 多岁嫁给詹姆斯以来，尽管丈夫对她关怀备至，但是，沉重的家庭负担，接连不断的怀胎与分娩，对一心扑在事业上的丈夫的温暖与照顾，已经压得她喘不过气来；而一个个孩子在他们来到这个世界没有多久的时候，便突然地离开人世，使她再也看不到那一张张可爱的小脸，听不到他们召唤母亲的哭声，更使她要忍受难以想象的揪心痛苦。孩子竟是母亲身上的一块肉啊，丢一个也不舍得，何况连续失去 5 个！

作为父亲的老詹姆斯，自从 1730 年告别了工匠师傅，自己独立门户，开始营业制造木器家具和木船之后，便整天忙得不可开交。他既是老板，要招揽生意，应酬客户，管理账目，负责盈亏；又是工匠，要亲自设计，选择木料，着墨画线，指挥加工。更多的时候，他是同请来的工人们一起干着拉锯、刨木、凿孔、组合等木工活。他因为多年学徒，加上年轻和有文化，为人又诚实厚道，很快便在格里诺克站稳了脚跟。在他住宅后院直达克莱德河畔的那片空地，现在成了他的木工作坊，在那里搭起了一排工棚，摆放着木工用的长凳、长桌等工作台；工棚外面，还有造船用的船台及木架。在这块天地里，老詹姆斯是核心人物，一切都要围着他转。好在他从他父亲托马斯那里继承了一副好脾气，可以整天不紧不慢地埋头工作。家里的事，则全都交给他的那位贤内助了。就连孩子生病，他也没有时间去帮助照顾。孩子死了，他作为父亲心里自然也很难过，可又有什么办法呢？给死去的孩子精心制作一只小棺材，就算是尽了他做父亲的心意。男人，毕竟要面对生活。一旦当他投入工作，心里再大的烦恼和痛苦，也会很快便得烟消云散。

母亲艾格尼丝在 5 次怀胎分娩和丧儿丧女的折磨与打击下，身体明显的不如过去了。可是，在她 34 岁那年，他又怀上了第六胎。人到中年，她和丈夫一样，多么希望能有一个孩子啊！她默默地向上帝祈祷，希望圣主能保佑腹中的孩子平安地诞生，健康地成长。也许是真诚祈祷的结果，圣诞节过后不到一个月的时间，她的第六个出世了！是个男孩，用什么名字给他在教堂里的出生簿上注册呢？父亲想了一想，高兴地说：“就用我的名字给他登记吧！叫詹姆斯，小詹姆斯！圣经里叫詹姆斯的，可都是些了不起的人物啊！”母亲面带笑容表示同意。她轻轻地吻了一下刚刚来到人世的小詹姆斯，满怀深情地说道：“只求小詹姆斯能像他父亲那样强壮，长大了能接他父亲的班，我也就心满意足了！”

然而，小詹姆斯的健康状况并不太好。瘦小娇弱的身体，经常地生病。已经失去 5 个孩子的母亲，无论如何也不愿这个儿子再从她的身边走去。平

时，她对孩子的照顾可以说是周到耐心、无微不至，既怕冷着，又怕热着。她对孩子一直管得很严，可又十分娇惯，生怕他会发生意外。每当小詹姆斯生病的时候，她总是忧心忡忡，坐立不安。小时候体弱多病的小詹姆斯之所以能够多次死里逃生，没有像他的哥哥姐姐那样过早地被病魔夺去生命，应该说是他母亲精心护理的功劳。有几次严重高烧，连医生都失去信心的时候，只有这位饱经风霜的母亲仍然抱着希望，片刻不离地守护在他的身旁，才使得这盏几度濒于熄灭的生命烛光能够继续维持下去。

母亲的过分关心和娇宠，也给小詹姆斯在性格方面带来了某些消极的影响。他从懂事的时候起，就不能像别的孩子那样无忧无虑、无拘无束、打打闹闹、蹦蹦跳跳、充满了孩童时代的天真和欢乐；而总是把自己关在一个小天地里，过分的忧虑逐渐变为不必要的忧伤。也许是受了母亲的感染，他对自己的健康状况也经常疑神疑鬼，稍有不适，便觉得末日将临，在情绪上显得异常悲观和沮丧。于是，在他的童年生活中，就逐渐形成了无病找病、小病大养、大病恐慌的怪癖，从而养成了他的孤僻和忧郁的性格。这样，就使得他那本来就很羸弱的身体，变得更加易于染上疾病。何况，恐惧疾病本身，有时会比真的生病更加苦恼和损害健康。

由于父母的过分溺爱，小詹姆斯直到 10 岁之前，从来都没有离开过家门。他最初所受的启蒙教育，是由他的父亲和母亲共同负责授课的。除了在绘画方面表现突出以外，没有任何迹象表明他会成为未来的一个天才。

当小詹姆斯进入 11 岁的时候，他的父亲终于说服了母亲，要送他到学校去读书了。这坐名叫姆亚当学校的小学，坐落在格里诺克市的鲁端街，离家不算太远。从娇生惯养的家庭，来到喧闹紧张的学校，对这个性格孤僻而又十分自尊的孩子来说，还真有些不习惯。老师上课的时候，他规规矩矩地坐在教室里，显得呆头笨脑；而在下课以后，他由于经常拒绝同学们的邀请，不去参加踢球等体育活动或集体玩耍，所以总要受到同学们的欺侮和歧视。

小詹姆斯在姆亚当学校待了两年，日子虽然不太好过，却是从家庭到学校、从父母教育到教师教学、从封闭的安乐窝到开放的小社会的必然应合。这种跌打碰撞，对于他的意志锻炼是大有好处的。儿童的可塑性毕竟很大，通过这段学校生活，使他逐渐去掉了一些娇气，对集体生活开始适应起来，学习成绩也有了一定的提高。

在小詹姆斯 13 岁那年，他终于完成了小学的学业，开始进入中学了。他考进了格里诺克市威克尔刻街的那所文法学校，这在全市算是最好的一所中学了。这里的学生，差不多都是有钱人家的孩子。他们从服装到风度，都与姆亚当学校的情况大不相同。譬如，这里的男孩子们也都喜欢游玩，但在请人参加的时候却是彬彬有礼，绝对不会出现粗鲁野蛮的语言和动作。在这所文法学校里，小詹姆斯的聪明才智开始显露出来了。他不仅遵守纪律，懂得礼貌，而且在学习成绩方面也总是名列前茅，所以深受老师们的喜爱。校长约翰·马尔对小詹姆斯特别赏识，因为他对马尔教授的数学课领会的很快，在历次考试中，他的数学成绩都是全班的第一名。马尔对他的这位得意门生也格外关怀，经常鼓励他要“百尺竿头，不断前进”，以便将来能念大学，学工程，成为对社会有用的人才。

在资本主义经济蓬勃发展的英国，由于社会的变革和利益的调整，当时的社会秩序比较混乱，社会治安状况不尽令人满意。苏格兰是英国的一个落后地区，比起南部的英格兰来，无论是在经济上或在文化教育上，都要落后

得多。而在苏格兰地区本身，也存在严重的发展不平衡的问题。苏格兰南部的平原地带，资本主义经济发展较快，像格拉斯哥地区，已经成为英国的一个工业和贸易中心，与英格兰地区的差距不大；而在苏格兰的北部山区，人们却仍然过着传统的农牧生活。那里古老的封建氏族制度，迄今没有什么改动。氏族酋长的权力很大，在氏族成员中享有至高无上的威信。尽管那里由于气候恶劣、土地贫瘠、交通不便等因素，经济发展相当落后，人们的生活比较贫困，但是，他们却普遍存在着一种莫名其妙的高傲、自满情绪，都把那些经商的人看成是从事“不正当职业者”，不管他们手里有多少钱，都是值得蔑视的贱骨头。

社会转型时期所造成的这种地区差距过大的现象，必然要导致社会的动荡不稳。每逢灾荒之年，那些吃不饱肚子的山里人，就会成群结队地从高地到平原，轻则偷盗抢劫，杀人越货；重则武装造反，割据称雄。他们对于平原地区的那些“暴发户”特别仇恨，每到一地，都要把他们当作报复的对象。居住在平原地区的苏格兰人，则把他们的这些高地邻居，看成是无法无天的野蛮人。其心态情景，就好像是最初迁居美洲的欧洲移民，对待当地的印第安部落的态度一样。

1745年，当小詹姆斯10岁的时候，那些无法无天的野蛮人又下山抢掠了。他亲眼看到那些可怕的野蛮人，原来是一群衣衫褴褛、面带饥色的武装匪徒。他还亲眼看到几艘停泊在格里诺克港里的皇家兵船，用猛烈的炮火把一群山地人赶跑了的情景。苏格兰高地人的历次武装叛乱，都遭到政府军的无情镇压。在高山生活的苏格兰人越来越少，尽管那里的氏族制度后来也受到时代的冲击，但那里的贫困落后面貌，却长期没有得到解决。直到英国的资本主义社会高度发达的今天，诸如苏格兰高地等偏僻山区与沿海平原地区之间的差距，无论是在经济上的鸿沟，还是在文化上的隔阂，都是十分明显的。由于英国政府长期以来没有采取有力措施来逐渐缩小地区差距问题，就为贫困山区的民族分裂主义势力，提供了滋长的土壤，成为长期左右英国政局和影响社会安定的一个政治问题。

童年时代的社会动荡局面，也成为家长约束小詹姆斯的一个因素。直到上中学的时候，父母仍然不允许他随便出去活动。每天放学以后或在假日期间，他都只能待在家里。好在小詹姆斯是个性格内向和好静的孩子，他也能够在家里待得下去。除了复习功课和阅读杂书以外，他最有兴趣的是待在他父亲的工作间里，或者站在旁边观看大人们干活的情景，或者给大人们当个小帮手，而他在作坊里潜移默化所学到的东西，也许比在学校里从书本上所学到的全部知识对于他后来的工作都有着更为深远的意义。

也不知是出于应和孩子的兴趣，还是来自培养孩子的目的，老詹姆斯专门给他儿子安排了一个工作台，一些常用工具，还有一个铁匠炉。由于他对各种手工艺活都有着深厚的兴趣，加上秉性聪敏，悟性较高，又有他父亲的耐心指导，所以，小詹姆斯的手艺进步很快。最初，他通常是学着制造某些简单的东西，例如炉灶上的吊钩、儿童玩的小风琴，或者用一枚银币打成一把小饭勺等等；后来又学会了修理船上用的指南针、象限仪及其他航海仪表，而且这些从废品堆里捡来的仪器、仪表，经他修理后都在他父亲的造船工场里派上了用场。作坊里的工人叔叔看到他小小年纪，竟有这么高超的技术，常常夸奖他有一双巧手，说“小詹姆斯的手指头上，个个都刻着好运纹。”他对人们的这些赞许，心里也总感到美滋滋的。

小詹姆斯的心灵手巧，使得他后来比较容易地说服父亲，让他离开家门去寻师学徒，以便日后能成为一名仪器仪表制造者。这在当时的各种工匠中，由于地位和收入都属最高的一行，因而最受人们羡慕。

3 学徒生涯

英国过去的文法学校，是一种专为那些准备将来升入大学的学生开设的中学，入学学生必须经过严格的考试，只有那些得分最高的学生才被录取。在教学方面，对学生的要求也很严格，这同中国的重点中学，颇有相似之处。

小詹姆斯·瓦特在威克尔刻街的那所文法学校里，学习成绩一直名列前茅。校长约翰·马尔和老师们，普遍期待着他能顺利地步入大学，成为一名受过高等教育的知识分子。他的父母更是望子成龙，希望他能成为一名给瓦特家族争光的接班人。

可是，“天有不测风云，人有旦夕祸福。”就在小詹姆斯中学毕业的前夕，他的家庭连续遭到了几场意外的劫难。先是他父亲的一艘木帆船在去美洲的途中，不幸遇上了坏天气，被风浪打得粉碎。船上的人，全都落水身亡，包括他的弟弟约翰。约翰比他哥哥小两岁，尽管也受妈妈的娇宠，但身体却健壮，顽皮好动。当时的英国有股“美洲热”，许多人到那里去做买卖，也有许多人向那里移民定居。詹姆斯和约翰小兄弟俩，读过不少关于去美洲“淘金”的书，也听过不少关于那块神秘大陆的美妙传说，所以都向往那里。父亲知道孩子们的心愿，在小约翰的再三恳求下，他决定把约翰交给自己一只商船的船长，让他带着约翰去弗吉尼亚开开眼界。想不到的是，灾难偏偏落在他的头上。

约翰的死，给这个家庭带来了巨大的悲痛。特别是对他的母亲，更是一场致命的打击。这位可怜的母亲艾格尼丝·米尔黑德，总共生了8个孩子：前5个都在出生后不久便因病夭折，后3个总算都活了下来，其中除了詹姆斯和约翰两个小兄弟外，还有最后生下来的一个女孩琼。在这位母亲的精心照料下，3个孩子逐渐长大了，可是母亲的心血也差不多熬尽了，她再也经受不住沉重的打击了。可偏偏就在这个时候，小约翰在大西洋里遇难的消息传到她的耳朵里，使得她如痴如癫，一病不起，终于在1753年告别人世，死时才52岁。

对于父亲詹姆斯来说，除了丧妻丧子之外，他所遭受的打击还有经济上的巨大损失。他的一只可以跑远洋的大帆船被打碎了，船上的货物全都损失了，还有船员们的死亡抚恤，所有这一切，都要落到他这个船主身上。他只好变卖家产，该赔偿的赔偿，该抚恤的抚恤，咬着牙把这个苦果吞咽下去。

小詹姆斯在母亲去世以后，似乎一下子变得懂事起来。他同母亲的关系非同一般，连做梦也没有想到，一直疼爱他的母亲会突然地离开他，而且是一去不返。还有那位自幼就在一起玩耍的弟弟约翰，就在几天前还抱着那位大胡子船长的脸吻个不停，因为他终于答应要带他去美洲逛一趟。想不到的是，他和那位老船长也永远回不来了。对于父亲此时此刻的心情和处境，小詹姆斯也一清二楚，因为他毕竟不再是个小孩子了。在埋葬了母亲之后，他便主动提出要放弃学业，出去拜师学徒，以便能学到一门借以谋生的手艺。他的父亲在百般无奈的情况下，也只好放弃了原来准备供他念大学的打算，同意他去学门手艺，以便将来能回格里诺克继承他的事业。

1754年的6月，18岁的詹姆斯·瓦特在中学毕业以后，便立刻收拾行装，动身到格拉斯哥去。然而遗憾的是，在这样一座著名的城市里，竟然找不到一位有资格做他师傅的手艺人。最初，他跟着一位自称光学仪器商人干了一些时候，但很快便发现那位“师傅”不过是一名普通机匠而已，他能教的手

艺技术，瓦特早就掌握了。

然而，瓦特在格拉斯哥待的这段时间，并没有白白浪费。他住在外祖父的家里，认识了这个家族里一位名叫乔治·米尔黑德的成员。这位远房舅舅，当时在格拉斯哥大学任人文学教授。在两年前成立的格拉斯哥文学协会里，他是一名积极分子，有时还带着瓦特去参加一些活动。通过这种关系，瓦特结识了苏格兰的一些最有学问的人。这所大学的教授们，也都很喜欢这位年轻人。瓦特从童年时代起，就是一个喜欢博览群书的人。那些教授们看到他小小年纪，竟有着那么渊博的知识，而且头脑敏捷，记忆力也强得惊人，可以非常准确地说出某件事情的来龙去脉，所以无不为之称奇。在那些欣赏他的教授当中，有一位是物理学教授罗伯特·迪克博士。迪克博士邀请瓦特到物理系去，帮他安装一批刚刚运到的教授天文学用的仪器。在完成这项工作任务期间，瓦特表现出的聪明热情和熟练的技巧，给迪克博士留下了深刻的印象；瓦特对这位既有高深学问又很平易近人的教授，也从心眼里敬佩不已。就这样，他们俩成为终生的好朋友。

迪克博士显然认为瓦特作为一个急需拜师学艺的年轻人，继续在格拉斯哥待下去，是没法得到进一步提高的。为了学到真本领，他必须到伦敦去，因为伦敦集聚了一批举世闻名的仪器制造商，只有拜他们为师，才能学到真手艺。他把这种想法告诉了瓦特，并且表示如果瓦特能够取得父亲的同意，他将给瓦特写一封介绍信，也许人家会收留他。

1755年的5月，瓦特回到格里诺克，找他父亲商量去伦敦拜师学艺的事。他的父亲高兴地说：“既然有迪克博士引见，那你就及早动身去吧，因为能跟那些大名鼎鼎的仪器制造商学徒，是一件非常难得的事情。”很快，他就给儿子准备了足够的盘缠。

6月7日，詹姆斯·瓦特骑上父亲给他准备的一匹马，动身到伦敦去。与他一起策马同行的，是一位名叫约翰·马尔的海军教官。这位年轻的军官是格里诺克那所文法学校校长的儿子，名字也同他的父亲一样。他这次到南方去，是为了到停泊在泰晤士河里的“汉普顿宫廷”号军舰上工作。詹姆斯当年在文法学校读书时，曾经是马尔校长的得意门生。这次同他儿子结伴同行，自然是一件非常舒心的事情。

瓦特是第一次出远门，到一个完全陌生的地方去。他的行李箱是从利思装船，通过海路运往伦敦的。在他的衣袋里，小心翼翼地装着迪克博士的一封信。这封推荐信是写给著名的仪器制造商詹姆斯·肖特的，他住在伦敦斯特兰德区的萨里街，也是一位苏格兰人。

瓦特本来可以跟着他的行李，一道搭船走海路去伦敦，但是，由于他相信“有陆不登舟”的哲理名言，害怕乘船旅行会遇到意外事故，“天有不测风云”嘛！他的弟弟小约翰，不就是好端端地被风浪淹死在大海里的吗？想到这些，他还是选择了走陆地这条比较艰苦和相对缓慢的道路。

马尔比瓦特大几岁，生活经验也比瓦特多。这两位年轻的旅伴，从格里诺克动身以后，首先是经过戈德斯特里姆和伯里克，到达英格兰的北部重镇纽卡斯尔，然后沿着当时最好的道路大北方路直线南下。6月初的英国，算是一年中最好的季节，天气通常晴朗，这给路上的行人提供了方便。他们两个骑马的技术都不高明，一路上只能慢腾腾地走着，时而聊天，时而观景，整整花了14天的时间，终于到达了伦敦。

首都伦敦是一个繁华的大都市，从小地方初来的瓦特，从一开始就遇到

了不少的困难。他费了好大劲才找到了詹姆斯·肖特，把迪克博士的那封荐举信恭恭敬敬地交给了他。肖特虽然很友好地接待了瓦特，但却不肯收他为徒。他指点瓦特去找了另外几名仪器制造商，得到的回答却都大致相同。他们不肯收留瓦特的主要原因，是因为他没有正式学过徒，而现在才开始当学徒工，又显得年龄太大了。如果把他作为一名出了徒的工匠留下干活，他又不合乎当时的雇佣规定。

伦敦的行会制度，一直是非常严格的。任何一个外来户，要想在一门技术行业里站住脚，都是一件十分困难的事情，更何况像瓦特这种不合乎规定条件的人了。有真才实学是一回事，有学徒经历和出徒证明又是另外一回事。看来，只讲文凭不认人的情况，古今中外都有这种现象。

可怜的瓦特在伦敦街头白白跑了一个月，遇到了一次又一次的失望。但是，功夫不负有心人，他那种坚持不懈、忍辱负重的精神，最后终于取得了如意报偿。在瓦特的真诚恳请下，科恩希尔地区芬奇巷的仪器制造商约翰·摩根，终于同意留下他当一年学徒工，条件是要付给他 20 个畿尼的学费，还要为他无偿地干一些活。瓦特痛快地答应了他的条件。

摩根是一位学者，是当时伦敦有名的数学家，同时又是掌握操作技术的手艺人。在仪器制造业这个行当里，像他这种理论和实践都在行的能手并不多见，自然他会成为一名佼佼者。1752 年，他曾为西班牙国王制作了一个 18 英寸的反射望远镜，收取了 1200 英镑的费用，在同行中一时传为美谈。

也正由于摩根的名气大，才有足够的胆量，敢于藐视时钟仪表制造商行会那些神圣的规定。伦敦的这个行会曾明文规定：“任何外来人，不管他是外国人还是英国人，都不准加入仪器仪表制造商行会，也不许在这一行业里当学徒。很明显，他们是想通过技术垄断，来为自己谋取高额利润。

瓦特在伦敦找到肯收留他的师傅以后，心情非常高兴。在给他父亲的一封信里，瓦特曾这样谈论他的师傅摩根：“虽然他主要是一位黄铜匠人，但在这门行当的很多方面，他能够教我学会不少东西，例如各种产品的规格、比例和象限等。”

瓦特在伦敦 12 个月的学徒期间，曾给自己的生活节奏安排得十分紧张。他决心要在这为时一年的学徒生涯中，掌握别人通常要用 3~4 年的训练才能学会的技艺。为此，他必须兢兢业业，埋头苦干。师傅的耐心指点，加上他原有的功底，再加上他的刻苦努力，勤学苦练，就使得他的手艺进步很快。

年近 20 岁的瓦特，已经懂得生活的艰辛。他知道父亲为他提供的生活费用来之不易，因此，必须在生活上精打细算，每周只安排 8 个先令的花销，决不浪费一个铜板。他每周要在芬奇巷摩根的店铺里工作 5 天，每天都是从清晨一直干到晚上 9 点钟。尽管这么长的工作时间，往往会把他累得精疲力竭，但在回到寝室以后，瓦特仍然不肯马上休息。他要利用夜晚和清晨一大早的时间，揽点零星的修理活来干，以便赚点钱来补贴自己的生活费用。

其实，即使什么事情也没有，瓦特也不敢在夜间随便上街头去玩。因为当时的伦敦并不太平，经常有为海军抓壮丁或者拐卖人口的事情发生，使人们生活在一种恐怖的气氛之中。英国同法国打了 7 年仗，为的是争夺北美和印度等海外殖民地。由于在战争初期损失惨重，为了补充前线急需的兵源，抓壮丁便成为当时英国的一件常事。此外，伦敦当时还有些专门贩卖人口的“人蛇集团”，他们把绑架拐骗来的人口，主要是外地来的打工汉，装船运到西印第安的种植园去当奴隶，做苦工，通常是一去便杳无音讯。

在给他父亲写的一封信里，瓦特曾描述过当年伦敦抓壮丁的情景。他写道：

现在，他们对能被抓到的任何人，不管是在陆地上生活的“旱鸭子”，还是熟悉水性的海员，都要被逼着去当海军。只有在伦敦城的辖区里，他们必须把抓到的人首先送给市长审查，然后才允许把那些不受其保护的人带走。也就是说，在那些被抓到的壮丁中，只有那些能证明自己是学徒工或是可靠的商人，才有可能被放掉。假如我被他们抓到送去见市长的话，我还不承认自己是在伦敦城里工作的，因为作为一个没有取得市民身份的人在他的辖区内工作，即使是在那里打短工，也都是违犯他们的法律的。

从这封信里，我们可以看出瓦特当年在伦敦过着提心吊胆的生活，并非庸人自扰，而是确有一定道理的。像他这种生性谨慎的人，在那种动乱的岁月里，要保住来之不易的学习机会和卫护自身的安全，最好的办法就是待在家里。另外，从这封信里，我们还可以看到为什么伯明翰等商业中心，在18世纪的时候能够得到飞速发展，其原因之一就是那里没有行会制度的束缚。那些从四面八方来到这些商业中心的人，并不像城市游民那样，不受法律的保护。而在伦敦这座王室所在的都会里，各种清规戒律实在太多了！

瓦特躲过了伦敦街头动乱的危险，也以惊人的速度学到了手艺。到了1756年4月的时候，他已经可以用自豪的语气给他父亲写道：“我认为不管在什么地方，我都不愁没有饭吃，因为现在我已经能像大多数工匠那样出色地工作了，尽管我干的活还不如他们那样熟练。”同年6月，他又在信中得意地告诉他父亲，说他曾“用黄铜制造出一件法式接头的两脚规”，而这件制品则被评为全行业中最杰出的作品。

辛勤的劳动，终于结出了丰硕的成果。为时一年的学徒生涯，现在到了结束的时候了。1756年7月，在学徒期满，告别那位可尊敬的师傅，并且永远离开他那个狭窄的工作间时，他一定会感到非常快慰。带着采购来的价值20英镑的金属材料，收拾好平时为自己制造的一些小工具，还特地买来了一部宝贵的专业教科书，即由斯通翻译的尼古拉斯·拜昂的著作：《数学仪器的制造和使用》，风华正茂的詹姆斯·瓦特，踏上了返回苏格兰的漫长道路，去迎接新的生活挑战。

第二章 年轻时代的抱负

1.5 英镑报酬的启示

从伦敦回到格里诺克以后，瓦特在自己的家乡度过了一个夏天。年近花甲的父亲，给了他深厚的父爱和周到的照顾。这次难得的休息机会，使他那疲惫不堪的身体和过于紧张的精神，都得到了彻底的放松和康复。

转眼，夏去秋来。苏格兰的10月，天高气爽景色宜人。各级学校在经过漫长的暑假之后，过惯了学生生活的瓦特，似乎感到自己的“暑假”也应该结束了！

为了开始新的生活，瓦特首先到了格拉斯哥，想去见见他在大学里的那些老相识，特别是那位德高望重、乐于助人的良师益友迪克博士。

说来也真凑巧，不早不晚，正在这个时候，有一位名叫亚历山大·麦克法兰的富商，给他的母校格拉斯哥大学，捐赠了一批天文仪器。这位新近去世的富商，生前曾在牙买加的罗亚尔港，修建了一座天文台。他在遗嘱中留言要把他的一批天文仪器，捐赠给母校作为教学使用。这批刚刚运抵格拉斯哥大学的天文仪器，在漫长的海运过程中，显然是由于经心不够而遭到损坏。负责接受这项捐赠的迪克博士，决定把清洗和修理这批天文仪器的工作，交给瓦特来干，并且在这所大学的自然科学教室楼附近，给他找了一个工作间。急于试试身手的瓦特，自然是很高兴地接受了这项任务。

瓦特在这个工作间里，埋头工作了两个多月。他把麦克法兰捐赠的这批天文仪器，一件一件地擦洗干净；对于那些受到损坏的部件，也都设法加以修理，或者换上新的配件。这批天文仪器从拆卸、清洗，到修理、组装，全部劳动都是他一个人干下来的。学校当局给了他5英镑的劳务报酬，这在当时算是一笔可观的收入。更重要的收获也许不在于这笔酬金，而是通过修理这批精密仪器，显示了他高超的工匠技艺，从而把他和这所大学更加紧密地连在一起。

当瓦特在格拉斯哥大学完成了那批天文仪器的修理任务以后，一年一度的圣诞节也快来临了。欧洲人不管是不是虔诚的基督教徒，但是对于圣诞节这个传统的家庭团聚节日，却都普遍十分重视。瓦特告别了他在格拉斯哥的亲戚和朋友，又回到了格里诺克他父亲身边。

瓦特的父亲老詹姆斯，自从3年前心爱的妻子死去以后，也显得衰老多了。他本来想让小詹姆斯去念大学，因为他身体单薄，生性怯弱，不是块经商做买卖的材料，只好随着他的爱好，让他去多啃几年书本，将来好在知识界里混碗饭吃。他对詹姆斯的弟弟，也就是那个身体健壮、生性好动、机灵活泼的小约翰，十分喜爱。他想能够接他的班的，也就是说能够继承他的事业，继续经营好他的作坊和商务业务的，只有小约翰一个人了。也许正是为了培养他的这个儿子，他才同意让小约翰随着他的一条船去美洲，本来想通过这次远洋旅行，可以增加他的阅历，锻炼他的意志，万万没有想到的是，偏偏让他遇上了那场海难。商船被风浪打碎了，儿子和老船长葬身大海，生意赔本了，接着，几十年来日夜相处的妻子也撒手人寰。这接二连三的严重打击，使得老詹姆斯这位意志坚强的汉子，也有些经受不了了。

现在，老詹姆斯只有小詹姆斯这一个儿子了。不管愿意还是不愿意，都得靠他来支撑老一代开创的事业了。“知子莫若父”，他也看得出来，经过

这几年的外出磨炼，小詹姆斯也的确长进多了。手艺上的进步且不说，就在人情世故方面也比过去通达多了。小詹姆斯也看透了父亲的心意。为了能在家里照顾年近花甲的父亲，他决定留在格里诺克，就地开创自己的事业。

然而，事情并不尽如人意。像小詹姆斯这样一位有着高超手艺的仪器工匠，让他去充当父亲的帮手，实在是学非所用，发挥不了他的才能和专长，而要让他从事仪器制造和修理行业，又没有多少生意可做。格里诺克毕竟是个小城市，除了港湾停泊的船只有些仪表仪器需要请他修理以外，其他方面的主顾便寥寥无几。看到这种情况，老詹姆斯再也不能沉默下去了。他通情达理地对小詹姆斯说道：“儿子，你不能总这样待在格里诺克，否则，会荒废掉你来之不易的手艺。到格拉斯哥去试试看，能闯出局面，就留在那里，实在混不下去，再回来也不迟。好在我还不算太老，一时也用不上你来照顾。”

小詹姆斯经过再三的犹豫，再三的考虑，终于接受了父亲的劝告。事业和家庭，有时并不能两全其美。但如果能用干出一番事业来安慰老人的心愿，难道不也是一种孝道吗？

1757年的8月2日，小詹姆斯又回到了格拉斯哥，再次受到了那批有影响的朋友们的欢迎和帮助。

格拉斯哥大学成立于1451年，是英国有名的最高学府之一。从中世纪起，它就是一所文理医工并重的综合性大学，出过不少的杰出人物。大学是做学问的地方，历来号称“象牙之塔”，市侩气息不浓，所以有名望的大教授同普通的工匠成为朋友，也并不是什么怪事，何况他们之间的交往，通常也是相互受益的。

在帮助迪克教授修理和安装好麦克法兰捐赠的那批天文仪器之后，詹姆斯·瓦特已经成为这所大学的“知名人士”。人们都知道他是曾在伦敦跟着名师学过徒的一名工匠，而且通过修理天文仪器，已经表现出他果然技艺高超。任何一所文理医工各科齐备的综合性大学，都有许多教学和科研用的精密仪器，需要经常有人负责维修。因此，像瓦特这种工匠，正是格拉斯哥大学急需的人才。加上他所结识的那些教授们的帮助，学校当局终于同意在校园里给他一个工作间，并且给了一个“大学数据仪器制造者”的头衔，成了这所大学的“编外员工”。

大学的环境对于瓦特来说，显然是非常有益的。他失去了上大学读书的机会，但却交结了几位大学教授和一批有学问的朋友。同这些当代精英相处，可以学到知识，开阔眼界，活跃思路，知道很多外部世界的事情。所有这一切，都对瓦特的工作有着长远的影响。因为，没有高瞻远瞩的眼光，没有通晓全局的头脑，科技研究的方向不与经济发展的需求接轨，那么，他那双掌握复杂工艺的手即使再灵巧，也不会做出什么惊天动地的事情来。他后来借以成名的蒸汽机，从一开始就是在这批有头脑的朋友们的支持、鼓励和帮助下，才通过他的刻苦钻研，终于改进成功的。瓦特蒸汽机这项伟大的技术成果，之所以能够转化成震撼世界的生产力，也是他周围那批有眼光的朋友们，坚定地把他赶出工作间，逼进他自称毫无兴趣的商业领域的结果。

瓦特是一个性格内向的人，好静不好动，这也是他喜欢大学环境的一个原因。他在大学里的那间工作室，成了他工作、读书、会友的小天地。他在这里虽然过得愉快，但在经济上却相当拮据。他不是这所大学的正式员工，没有固定工薪可领。仅靠大学里的修理活，显然是难以维持生计的。何况，瓦特也是一个闲不惯的人，如果无事可做，会比什么都难受。眼前的现实情

况，逼迫他必须走出校门，进入市场，到社会上去寻求出路。

开始的时候，瓦特增加了修理和制造乐器的业务。其实，他既不好音乐，也不懂得乐器。靠着认真钻研音乐的数据原理，琢磨各种乐器的制作规律，加上他在数据仪器制造工艺方面的精湛技术，很快便成为乐器制造和修理业务的行家里手。什么管笛、吉他、竖琴、风笛、风琴等等，都成了他十分熟悉的东西，不管哪个结构和部件出了毛病，都可以轻而易举地被修理好。松闲的时候，他还经常制作一些乐器。他曾制造出几台用手弹的管风琴，而且演奏效果很好。他在这方面的成功，得益于他的数学知识和机械技术。正是由于他掌握了机械技术，才使得他在制作这种管风琴的时候，能够设计出一种改进型的音栓装置，并且安装上一种使演奏者能更加有效地控制乐器里面的风压和音质的设备。据说瓦特当年制造的管式大风琴，至少有一台曾被使用到 1935 年。

苏格兰人在理财方面，历来有着传统的精明。在市场经济的大潮中，瓦特也逐渐学会了“游泳”。在格拉斯哥市，他终于站稳了脚跟。在解决了生存问题之后，现在的课题是，开始寻求更大的发展。

1759 年，瓦特同格拉斯哥的一位名叫约翰·克雷格的建筑师，合伙在盐市大街开了一家经营仪器制造和修理业务的店铺。这家商店的开业资本，主要是由克雷格提供的；而日常的仪器制造、修理和销售业务，则由瓦特来全面承担。这种金钱和技术的结合，使得合伙双方都有利可图。

4 年以后，瓦特在格拉斯哥市区的经营活动，又有了一次新的进展。在 1763 年 12 月 1 日的《格拉斯哥日报》上，我们可以找到这样一则广告“詹姆斯·瓦特的商店，已经从索特默卡特地区，迁至布坎南先生在特朗格特拥有的地界里。他在那里销售各种数据仪器和乐器，同时出售各种玩具和其他商品。”从这则广告中可以看出，瓦特的仪器制造生意仍然没有打开局面，所以才不得不靠搞多种经营，包括制造金属钮扣、装饰品等小玩艺儿，来增加营业收入。但是无论如何，他现在的生意还是发展了。他的商店已经雇上了几名工人，他自己也开始带上了徒弟。

瓦特在格拉斯哥开始发迹的另一个迹象，是在 1763 年，也就是他迁移店铺的同一年，他在著名的德尔夫特菲尔德陶瓷公司中，取得了一笔数额可观的股票。这家成立于 1748 年的陶瓷公司，当时坐落在阿盖尔街和布鲁米洛大街之间，公司门前的那条德尔夫特菲尔德街，现在已经被格拉斯哥的市政当局，改为詹姆斯·瓦特街。

瓦特与陶瓷业的关系，看来还不仅仅是作为一家陶瓷公司的股东而已。18 世纪中期，英国出现了一批规模较大的陶瓷工厂，也出现了一些闻名欧美的制陶技艺大师。与瓦特同时代的陶瓷设计者和制造商乔赛亚·韦奇伍德，就是最为知名的一位。他同人合伙在斯特福德郡开设的那家制陶工厂，生产出多种由他设计的精美陶瓷制品，成为王公贵族和有钱人家收藏的珍品，产品畅销整个欧洲。有趣的是，就连这位大名鼎鼎的陶艺大师，也曾声称詹姆斯·瓦特是他们陶瓷制造业中的一员。瓦特对制陶工艺技术虽然外行，但在坯料的化学成分、陶瓷的美术设计等方面，确实参与过某些产品的改进工作。他对当时制陶业的最大贡献，还是为包括韦奇伍德陶瓷公司在内的一批厂家，制造过他们为生产精工彩陶所需要的某些精密仪器和设备。这样看来，把瓦特与英国的陶瓷工业挂起钩来，也并非一点没有根据。

在格拉斯哥开设店铺期间，作为一项多种经营业务，他还卖过自己绘制

的地图和海图，包括由他伯父约翰勘测的克莱德河地图。也正是在从事绘图工作的时候，他成功地取得了一项小发明，那就是设计制造出一种能绘制透视图的仪器。这种仪器的设计非常精巧，可以折叠起来放在一个盒子里，装进衣袋携出使用。它是根据比例绘图仪的原理制造的，可以用来把一张图纸，按照自己需要的尺寸，方便地复制出一份新图来。他总共制造了五十多个这种绘图仪，并且销售到全国各地。由于他当时没有对这项小发明注册专利，所以后来被其他一些仪器制造商们仿制，畅销到世界许多国家。

瓦特在格拉斯哥的大学宿舍，一直住到 1763 年。后来，随着市区业务的发展，搬到德尔夫特菲尔德街离陶瓷公司不远的一所房子去住，仍然保留了他在大学里的那间工作室。

瓦特之所以迁移新居，还与他准备结婚有关。1764 年 7 月 16 日，28 岁的瓦特与相爱多年的表妹马格雷特·米勒结了婚，新房就在这所房子里。从两小无猜的青梅竹马，到燕尔新婚的年轻夫妇，自然是如鱼似水，百般恩爱。马格雷特从小就知道表哥的脾气，干起活来就不顾一切，有时连吃饭都会忘记，这对他那虚弱的身体十分不利。结婚以后，她在生活上无微不至地关怀着他，不许他去做那些“劳而无功”的研究试验。她毕竟是一个没有见过大世面的家庭妇女，心里想的主要是丈夫和家庭的生计。他们结婚不久，妻子就怀上了孩子。作为丈夫和眼看就要当爸爸的瓦特，这时也把拼命挣钱，以便让妻子和未来的孩子过上好生活，作为他的中心任务。所以，他的店铺开展多种经营业务，招揽了很多与仪器制造无关的事情。为了赚钱，甚至可以利用空闲时间和下脚料去制造某些小服饰，或者去绘制地图、海图销售，但对他在格拉斯哥大学从事的那些研究试验，却早已置之脑后了。

瓦特确实是一位难得的人才。然而，他现在却正处在一个十字路口上：他可以同大学里的那些高贵朋友一道，去从事某项重要的发明创造，一旦试验成功，就可以成为青史留名的人物，也可以继续他目前的生活状况，也许会挣到越来越多的钞票，却白白浪费他一手精湛的工艺技术，更不会做出什么惊天动地的大事来。显然，这段时期他所选择的是后者，正在沿着一条世俗之路，一步步地滑下去。

自从搬出校园宿舍，特别是结婚成家之后，瓦特同大学里的那些良师益友开始疏远了。除非有工作任务，他很少待在大学给他安排的工作间里，这样，也就难得同过去的老朋友们见上一面。

瓦特变了，变得有些庸俗起来。他把利用手上的技术，尽多地换回一些金钱，看成是现实的养家之道，而把跟随大学教授去进行研究试验，看成是没有成功把握的冒险勾当。他既自卑，缺少必胜的信心和勇气，又自满，有时会相当固执己见。

然而，他在大学里的那批朋友却没有忘记他。尽管他们多半是知名的教授，但却从相识开始，就认定瓦特正是他们梦寐以求的合作者，因为如果没有像他这种技术高超的工匠师傅的参与，那么，再好的设计思路也只能停留在理论上，很难变为新的发明创造现实。因此，为了瓦特，也为了他们自己，更为了科技进步的需要，无论如何也要把瓦特拉回来！

2 良朋挚友

有人说詹姆斯·瓦特的成功，是既占天时、地利，又得人和的结果。

天时，是指当时的产业革命迫切需要解决的课题，就是为工业提供一种方便实用的动力机械。瓦特所研制的蒸汽机，恰好适应了时代的最大需求。

地利，是指瓦特生活在第一次产业革命的中心英国，可以亲身感受到工业疯狂发展时期的时代脉搏。

人和，是指在瓦特走向成功的道路上，始终有一批真诚的朋友，为他提供各种宝贵的帮助。没有大学里的那些教授为他出谋划策，没有实业界的一些朋友为他提供资金设备和开拓市场，那么，瓦特再有本事，也只能一事无成。

他在格拉斯哥大学结识的第一位良师益友，是物理系主任罗伯特·迪克博士。是这位教授慧眼识珠，通过请瓦特去帮他安装一批教学用的天文仪器，看出了瓦特的聪明才干；是这位教授，亲自写信介绍瓦特到伦敦去拜师学艺；也是这位教授，在瓦特学徒期满之后，为他在格拉斯哥大学安排了一些事情，并且提供了一个工作间。所有这些，对于一个刚离中学、初次涉世的年轻人来说，都是莫大的荣幸。遗憾的是，迪克教授不幸于 1757 年 5 月因病去世。瓦特对失去这位良师益友和恩人，感到十分悲痛。

正在瓦特处于徘徊时期，把他从安乐窝里拉到正路上来的，也是他在大学里的那批朋友，特别是约瑟夫·布莱克和约翰·罗比森这两位年轻的教授。是他们的耐心开导和热情鼓励，终于使瓦特有了勇气和信心，重新振作起来，继续投入研究试验。对于这些能够在关键时刻提供真诚帮助的朋友，瓦特是感恩戴德、莫齿难忘的。直到 1799 年布莱克去世的时候，他还哀伤地写道：“我可以这么说，我所取得的成就大部分应归功于他。”

瓦特最初遇到布莱克和罗比森，是 1756 年他为麦克法兰捐赠的那批仪器工作的时候。这批天文仪器非常精美，当瓦特在清洗和修理仪器的时候，把很多教授和学生吸引到他在物理系附近的小工作间里。在前来参观的教师当中，就有伦理学教授亚当·斯密。后来，这位教授曾以他那部名著《国富论》而驰名于世。他的经济理论曾被卡尔·马克思批判吸收，成为马克思主义政治经济学的来源之一。在格拉斯哥大学博物馆的正厅里，我们可以看到两座大理石雕像，分别是詹姆斯·瓦特和亚当·斯密。这两位生活在同时代的杰出人物，成为这所大学的历史骄傲。

约瑟夫·布莱克当时只有 28 岁，不久前才被任命为教解剖学和化学的教授。他是一位苏格兰酒商的儿子，出生在法国，曾在贝尔法斯特、格拉斯哥和爱丁堡受过教育，最后在爱丁堡大学的医学院毕业。然而，他最大的兴趣是在化学方面。在他的学术生涯中，曾因重新发现当时叫做“固定空气”的二氧化碳，提出潜热的概念，以及发现重碳酸盐而闻名于世。

布莱克的研究工作非常讲究精细准确，以至有“定量化学之父”的美称。自从认识瓦特并逐渐成为朋友之后，布莱克常找瓦特帮他制造一些他所需要的实验仪器。实际上，正是由于那些仪器制造者们，通过自己的高超技术和精巧的工艺，使各种精密量具和观测仪器的准确度有了很大提高，才使得 18 世纪的很多科研成果的出现成为可能。例如，在精确的热量测量仪表出现之前，对于自然和物体的热量就只能通过观察来进行估计。由于有了这类精密仪表，布莱克才能够通过他所进行的一系列的科学实验，最终确立了特定热

和潜热等理论。

布莱克教授对于自然热度的研究，是于 1759 年至 1762 年之间在格拉斯哥进行的。他注意到冰在溶解时要吸收热量，但温度并不改变，因此，他推论这部分热量一定是和冰的质点结合，从而成为潜热。在这一实验的后期阶段，瓦特曾对他提供过可贵的帮助。他利用瓦特为他特制的精密仪器仪表，于 1761 年对他的这一假设进行了定量实验，最后得到了完全证实。同样，他的潜热学说对瓦特后来进行的蒸汽机研制试验，也起了巨大的影响。

布莱克教授生于 1728 年 4 月，比瓦特大 8 岁。他身材高大修长，面孔端庄英俊，衣着整齐考究，举止彬彬有礼。他有一种惊人的魅力，能使所有的朋友都对他表示由衷的敬佩和尊重。科伯恩勋爵对布莱克教授，曾有这样一段评述：

就连最不听话的孩子见了布莱克，也都会表示尊敬。对于这样一位看来是那么温文尔雅、和蔼可亲而又名气很大的人，没有一个孩子会去惹他生气。

多年以后，罗比森在给瓦特的一封信里，回忆了他同布莱克第一次见面时的情景。他写道：

我第一次同他相识，是在您的工作间里遇到他的。当时，您正在擦洗麦克法兰的仪器。他悄悄地走了进来，背朝着我们站在那里，饶有兴趣地观赏着伯德的象限仪，独自轻轻地吹着口哨，他的那种风度，真使我为之动心。

布莱克、罗比森和瓦特这三个人，最后成为终生的坚定朋友。他们之间相互尊重，相互帮助，相互启发，贵在真诚。

约翰·罗比森当时是一个只有 18 岁的大学生。他对布莱克教授有点畏惧，但同瓦特在一起的时候，则是另外一种心情。他曾写道：

在我喜爱的那些学科（数学和机械原理）方面，我冒昧地以为自己相当精通。当后来发现瓦特先生比我强得多的时候，我又颇感自卑。然而，由于他对这些学科有着极其浓厚的兴趣，所以，对任何与他有着共同情趣的人，他都乐意与之攀谈……我到他那里去闲聊的时候很多，而且不消说，也经常和他逗趣儿。我们之间，就这样开始相识了。

1757 年，19 岁的罗比森在大学毕业并取得学位之后，曾申请留校给迪克博士当助手的职位，但由于他年纪太轻而未被接受。

两年以后，罗比森离开格拉斯哥，开始到国外周游。然而，他那种喜好追根寻底的活跃思路，却激励着瓦特去着手进行他们曾经探讨过的蒸汽试验。

罗比森于 1759 年乘船去过诺尔斯海军上将管辖的加拿大。当时，英国和法国为了争夺这块殖民地，正在进行一场战争。罗比森到了加拿大不久，正好经历了争夺魁北克的围攻战。这场旷日持久的战争打了 7 年，结果法国战败，被迫于 1763 年签订《巴黎条约》，把在加拿大的法国殖民地割让给英国。

回到英国以后，罗比森又受到经度局的委托，乘船航行到西印度群岛，去对著名的哈里森经线仪进行测定。约翰·哈里森是英国的一位钟表制造商，与瓦特算是同行。当时，英国政府为了海外扩张的需要，专门成立了一个经

度局，并授权该局重赏 2 万英镑，奖给第一个发明航海天文钟的人。条件是这种航海天文钟必须有实用价值，用它来计算经度时，在从英国开往西印度群岛的航行中到达终点时，误差不得超过半度。摘取这项桂冠的是钟表匠哈里森。1762 年，对他制造的第四号体积更小、准确度更高的航海天文钟进行了测验，结果是在一次开往牙买加的航行中，误差仅为 5 秒。罗比森参加的这次远航，正是为了进行这项成功的测定。

1763 年，罗比森回到格拉斯哥大学，担任了化学教授。他与瓦特的亲密关系，也很快恢复起来，而且好像从来就没有间断过一样。罗比森对于他的老师布莱克，也始终怀着尊敬与友情。布莱克的许多重要发现和原理，生前都没有发表过详细报告，而是写在自己的讲稿里。布莱克于 1799 年去世后，他的学生和朋友罗比森，把他的讲稿和笔记整理成书，以《化学原理讲义——已故布莱克在爱丁堡大学的讲稿》为题，于 1803 年出版。这本书将作为他们之间的友谊见证，永远传为美谈。

除了科技界的朋友之外，瓦特还结识了一些实业界的朋友。其中曾长期与之合作的有约翰·罗巴克、威廉·斯莫尔和马修·博尔顿等。他们不仅以其经济实力，支持过瓦特的科学实验；而且以其商业头脑，把瓦特的技术成果推向市场，使其能及时转化成生产力，自己也从中获取巨额的财富。这方面的情况，我们以后会逐渐介绍。

3 初试蒸汽

在英国有一个古老的传说，讲的是瓦特当年发现蒸汽作用力的美妙故事。

据说，当瓦特还是一个孩子的时候，在伦弗鲁郡格里诺克市他家中的大火炉旁，他注意到水壶中的水烧开时，把壶盖顶了起来，从而“发现了”蒸汽的作用力。在一幅由史东所绘的著名油画中，年轻的瓦特正和父母一起用茶，在餐桌上的水壶从水壶嘴冒出蒸汽，瓦特聚精会神地正在观察蒸汽由沸腾的水壶中冒出、凝结的情形。

这个故事当然是不真实的。它流传很广，使人误以为瓦特是在家中喝茶时有了蒸汽机的构想。

其实，这段情节是根据他的一位阿姨所描述的。瓦特的阿姨这样说道：“我从来没有看过你这么游手好闲的男孩！快去看书或做些有用的事。你已经半小时没说话了，只会打开壶盖然后再盖上，现在又拿一个咖啡杯和汤匙放在蒸汽上面：观看蒸汽怎么从壶口冒出来，并且去盛接以及计算有多少水滴。”

无独有偶，在几百英里以外的德文郡达特茅斯市，当时也有一个十分类似的传说，却同瓦特的老前辈托马斯·纽科门的名字联系起来了。作为世界上第一台实用蒸汽机的制造者，纽科门最有资格誉为蒸汽机的最早发明家，而瓦特则起了一个伟大的改进者的作用。关于他们两个人的上述传说，只不过是一篇生动的民间故事而已，因为那种人所共知的现象，是用不着他们去发现的。远在古代，人们对蒸汽的作用力就有了认识；而在纽科门和瓦特的时代，蒸汽的作用力确定为自然科学已成为事实，后来则称为科学。

认识到一种力的存在是一回事，而要成功地驾驭这种力使之为人类所用，则是困难得多的另一回事。瓦特的功绩，就在于他通过不断的研究改进，终于找到了一种安全简便的办法，为工业提供了节能高效的蒸汽机。

自从瓦特诞生以来的两个多世纪，在人类历史的长河中，只不过是转瞬即逝的一刹那。然而，由于瓦特和他的继承者们的发明所引起的变化，却是那么巨大和广泛，以至于使他的童年时代所处的世界，与我们生活的当今世界相比，竟有着天壤之别，相隔甚远。

不过，在当时的英国也有两件新事，已经使工业革命的势头有了发展。首先是阿布拉罕·达比于 1709 年前后，在希罗普郡的科尔布鲁克代尔，完成了利用焦炭炼铁的技术改进。这项新技术的采用，使炼铁工业不再受木炭供应的限制，从而有可能大量增加生产。其次是由于炼铁厂的老板们现在需要更多的煤炭，于是，托马斯·纽科门于 1712 年在斯塔福德郡，成功地安装了他的第一台矿用蒸汽机抽水泵，从而使得矿工们可以在矿井深层采煤。

纽科门的蒸汽动力泵机，在发明初期安装的不多。但在 1733 年这项发明专利权期满之后，采用它的人便很快增多起来。到了瓦特出生的时候，在苏格兰的埃尔郡和中洛锡安的一些煤矿里，也有一些这种动力抽水机在工作。但同英格兰中部地区相比，苏格兰当时还是个不发达地区，几乎还没有受到新技术的触动。到了 18 世纪 50 年代，由于约翰斯莱顿等工程师使用了大口径的铁制汽缸，并对其他零件做了一些改进，纽科门式的发动机在英国的应用，在数量和功率两个方面都有了很大的提高。这激发了年轻的罗比森去思索新动力的可能性：为什么发动机的用途，只限于矿井抽水呢？难道不可以

用它来转动机器，甚至驱动道路上行驶的马车吗？当他们在瓦特的作坊里交谈的时候，罗比森这些满怀希望的推想很快便引起了瓦特的兴趣。据斯迈尔斯说，他确曾设计出一种装有蒸汽机的车辆的原始模型，这种车辆带有两个用马铁片制作的汽缸。这次试验的失败表明了瓦特缺少这方面的知识，因而使瓦特决心加以弥补。瓦特从未见过纽科门式的发动机，于是他便开始研究，他从诸如德萨古利尔斯、贝利多尔和斯威策等作家那里了解到了他的前辈帕平、萨弗里和纽科门曾经取得的成就。

瓦特能够致力于这方面研究的时间是有限的，因此直到 1761 年、1762 年，他才开始进入实际的试验阶段。他设法搞到了一个帕平蒸煮器（即现今高压锅的最初的雏形），把它用作蒸汽发生器，从而使他能确定蒸汽在高压情况下的功率。在这方面，他是按照萨弗里的办法进行试验的，萨弗里当年曾利用蒸汽的压力，把水管内的水顶上去。他把一个装有密封活塞块的小注水器连接到蒸煮器上，并在蒸煮器和注水器之间装一个阀门；根据阀门的转动方向，既能使蒸汽进入汽缸，也能把它全部排放出去。瓦特发现，在他使蒸汽进入汽缸的时候，这个小活塞就被往上顶，这股力可以顶起 15 磅的重量。当他转动阀门把蒸汽从蒸煮器里排放出去时，在汽缸里的蒸汽放尽后，活塞就下落，并且这种过程还可以连续反复。

即使从消极方面来说，这个第一次试验仍具有极大的意义。它表明从一开始，瓦特就如愿以偿地领会并证实了高压蒸汽具有膨胀力。瓦特确实制作过一台极其粗糙简单的高压蒸汽发动机，并且像他这样一位具有聪明才智的能工巧匠，是不可能在头脑里没有出现过这种想法的。倘若这种双向阀像纽科门式发动机上的阀那样是用机械操纵的话，这台蒸汽机就会成为自动的了。这种蒸汽机的运转原理与纽科门式发动机的原理相比会简单和有效得多。然而，瓦特却根本不考虑去采取这一有希望发展的途径。他之所以这样做的理由，可以用他自己的话来做出最好的解释：

我很快便放弃了根据这种原理制作发动机的想法，因为我知道它很容易导致对萨弗里的发动机的那些方面的否定，即萨弗里发动机的锅炉有发生爆炸的危险；难以使它的连接处密封；还有因为研制不了有助于活塞下降的真空装置，从而会浪费大量的蒸汽力等。

瓦特的这段解释，尽管是在回顾往事时所写的，但却无疑公允地说明了他当时不使用高压蒸汽的原因。的确，用当时通用的材料和工艺去制造一台锅炉，或者设计出能够经得住高压的接头和垫圈，本来就是件极端困难的事情。然而，有志者最后总会想出办法来的。瓦特最终确实采用了那套大大超过了当时实际条件的操作系统，并且在它取得成功之前，他在着手解决实际工程问题方面所遇到的困难，决不是不令人望而生畏的。瓦特在写上面这段话的时候，肯定知道这一点，不过他那过于谨小慎微和极端固执的作风，使得他在由于技术进步而原来那些困难已不复存在之后很久，仍然坚持反对使用高压蒸汽。他就是这样一个人：一旦认准了一条路比其他的路好，他就会一直沿着它走到底，决不回头。因此，他的第一次实际试验是具有决定性意义的。而那条令瓦特怯步的道路，却将留给那位伟大的康瓦尔人理查德·特里维西克去勇敢地开辟了。

瓦特反对利用高压发动机的另一个理由，是“有助于活塞下降”的真空装置会造成损失，其实，这种说法是自相矛盾的。实际上，这种损失只高达

一个大气压，即每平方英寸 13~14 磅的压力，特里维西克后来的试验表明，当他把蒸汽加压到每平方英寸 100 磅或 100 磅以上时，这种损失简直是微不足道的。此外，特里维西克还表明，瓦特发动机上的真空装置的优越性，在某种程度上是被冷凝气泵耗费的力所抵消了；而冷凝气泵又是保持真空状态所必不可少的。

瓦特和特里维西克共有的惟一特点是：两个人几乎都没有一点精明果断的经商能力。而在其他各个方面，他们则大相径庭。奇怪的是，他们这种天生固有的秉性，似乎也如实地反映到了他们各自的创造发明上。瓦特的那种大型横杆式发动机，设计得机身庞大、沉重、运转缓慢、无噪音，而且运转起来是那样从容不迫，准确无误，这正是其制造者独具匠心的真实写照：谨慎、执拗、意志坚定和对工艺精益求精的态度。而在赫尔兰矿区的特里维西克式堪称为技术杰作的高压柱式发动机，其爆炸似的排气声，在 5 英里以外的地方都能听得见，它简直集中体现了其制造者那种变幻莫测的创造力、勇猛的胆量和真正的潜力。

赫尔兰的这台发动机，仅仅是瓦特初次试验的那种装置的扩大型号而已，因为既做活塞又是活塞杆的柱塞杆，直接驱动抽水杆而不通过横杆起作用。瓦特不敢再对能顶起 15 磅重量的小活塞进一步加以改进。而特里维西克则用一个高 12 英尺、直径 33 英寸的汽缸，取代了瓦特的小注水器；他所使汽缸充气的压力相当高，因此当它喷汽轰鸣时，就像从锅炉安全阀冲出的蓝色火焰一样。把人们吓得惶惶而逃。当瓦特进行首次试验时，特里维西克还没有出生，但是当瓦特拆掉了他的装置，并决心另走一条不同的道路时，在这两位伟大的工程师之间的最终的尖锐冲突就注定要发生了。

4 勇闯新路

瓦特在摒弃了高压蒸汽的试验之后，他未来的进程似乎也是预先安排好的，因为导致他以后几次试验的情况完全是偶然发生的。在这方面，约翰·安德森教授在无意中起了作用。

在瓦特的第一位大学朋友和赞助人迪克博士于1757年5月去世后，安德森便接任了他的自然科学教授的职务。大学责成安德森负责修复一台纽科门式发动机的操作模型，这台模型曾被送到伦敦的一位名叫西森的仪器制作师那里修理过。显然，西森未能胜任这项工作，因为最后把这台模型取回来时，发现它仍然转动不了。因此，安德森便派人把这台小型模型转送到了瓦特的作坊，并吩咐他使其恢复正常运转。不难想象，瓦特对于这一突如其来的天赐良机感到喜出望外，精神振奋。对瓦特来说，手头有了这么一台模型，要比只看一下与原物大小一般大的发动机要宝贵得多。他通过阅读资料，获得了知识，这就使他很快能让这台发动机运转起来，但是他对这台发动机的运转情况却很感失望。因此，为了了解他之所以感到不满意并努力加以改进，在这里有必要简要地介绍一下纽科门式发动机的工作原理及其应用方式。

纽科门式发动机体现着早在他之前便已经确立的两个科学原理的实际应用，其一是大气具有重压作用，从而使空气对凡是已将它排除的空间就无孔不入。早期的自然科学家们曾把这种结果，用一言以蔽之即“大自然憎恶真空存在”，但是，他们在制造真空来表明这一点理由上却遇到重重困难。德国萨克森的奥托·冯·格里克（1602—1686）和爱尔兰人罗伯特·博伊尔（1627—1691）俩人都曾用设计气泵的方法，把密封容器内的空气抽干净，从而获得这方面的成功。然而，法国人丹尼斯·帕平（1647—1714）用来造成真空的方法却迥然不同。他的方法表明，如果在一个密封容器内充满了蒸汽，那么空气就会被排出，而当这个密封容器冷却后，里面就会产生真空，因为蒸汽凝聚成水后所占的地方，只是密封容器全部容积中很小的一部分。这就是纽科门应用在他发动机上的第二个原理。

纽科门使用了一个在顶部开口的竖式汽缸中工作的活塞，他把这个汽缸直接安装在锅炉之上。蒸汽压力只要略大于大气的压力，蒸汽就可随意流入活塞下被封闭的汽缸底部。这个活塞通过铁链，与一个扇形齿轮连接，并把这个扇形齿轮装在一根木杆的一端，而横梁的中心则装有一个枢轴。在横梁的另一端，可用同样的方法连接着泵杆。由于泵杆的重压（在某些情况下还要平衡，借助于一种平衡砵来调整），把活塞拉向汽缸的顶部，与此同时进汽阀就被打开，使蒸汽冲入汽缸。随着活塞到达冲程的顶端，进汽阀便被关闭，注水阀即告打开。这就使冷水从安装在高处的水箱里喷进汽缸，水箱之所以安装在高处是为了提供一个良好的水位差。在那张著名的格拉斯哥模型图纸上，可以清楚地看到这个注水箱。喷射冷水的目的是使汽缸里的蒸汽冷凝，因而造成真空。于是，大气压就作用于活塞上面，把它压下来，从而提起泵杆，把水从矿里抽出。这样一道工作程序就完成了。汽缸里的蒸汽冷凝后的水和注入的水，以及随着蒸汽带进汽缸的空气，则通过排水阀和排气阀排放干净，否则就会积聚起来，用当时流行的一个形象的说法，就是这台发动机就要“动弹不了”。关于最初的纽科门式发动机，蒸汽阀和注水阀据说都是人工操作的，但它们不久便通过高架横梁上的一根被称为塞杆的装置而机械地进行工作了。

正像在前面提到过的那样，对纽科门式发动机的主要反对意见是它的燃料消耗量特大。瓦特读过关于这一问题的权威性论述，其中指出，汽缸经喷水冷却以后，要不断被重新加热，在此期间，以蒸汽形式产生并使用的部分热量便被浪费掉了。例如，德萨古列斯就坚决反对以铁制汽缸来取代最初时期发动机上所用的黄铜汽缸。他振振有词地争辩说：薄壁的黄铜汽缸比起传热慢而又笨重的铁汽缸来传热和散热要迅速得多，因此，采用铁汽缸是倒退了一步，这就使发动机的效率降低了。尽管如此，铁制汽缸还是成功了。由于技术上的原因，用铁铸造的汽缸要比用黄铜铸造的汽缸大得多，这就使得制造那些能从较深处抽水的并具有大功率的发动机成为可能。对于那些煤矿主来说，只要这些发动机能有更大的功率，把水从矿井中排除干净，效率的高低却是无关紧要的。然而，这台小发动机的模型的运转特性却故意与一丝不苟的瓦特作对。

瓦特发现这台发动机模型耗费的蒸汽如此之多，以至超出了那只使之运转的小锅炉的能力，而一次只能完成几个冲程而已。他决心要找出造成这种状况的原因，而他解决这个问题的方式与前人相比，则要根本得多，科学得多。在此之前，德萨古列斯并没有对如此过度耗费蒸汽这一问题给瓦特提供过完整的答案，但他意识到在做深入研究之前，他必须从已知的常数中确定某些测量的基础。在大气压力下，一定数量的水能产生多少数量的蒸汽？而要蒸发这样数量的水又需要多少热量？并且在产生了这样数量的蒸汽之后，又需要多少冷水才能使蒸汽冷凝还原为水？在提出这些问题并寻求其答案的过程中，瓦特探索的思路同约瑟夫·布莱克是一样的，尽管他没有意识到这一点。

瓦特的第一次试验是用一把水壶，从壶嘴上接一根管子，通进一个带刻度的并盛有冷水的烧瓶里。然后，他把水壶里的水烧开，直到烧瓶里的水的温度达到沸点，此时就再也没有一点蒸汽会冷凝了。他注意到烧瓶里的水的数量已增加了 $1/6$ ，这便是蒸汽冷凝下来的水。由此他做出了正确的推算：如果要把水变成蒸汽，那么在水达到沸点时，它就能比原来它本身的体积增加 6 倍。然后，他又把这一结果转换成温度的形式，他的办法是把 1 克水从零摄氏度提高到 100 摄氏度所需要的热量，作为 100 个热量单位。试验开始的时候，烧瓶里冷水的温度是 11 摄氏度，因此要把这 1 克水的温度提高到沸点，就需要 89 个热量单位。然而，这项试验却表明：从水壶里出来的蒸汽，能够将与其等量水的温度提高到沸点，并使其体积增加 6 倍，其结果是所耗费的热量单位为 534 个。瓦特无法对这一现象做出解释。接下去所发生的情况，最好用他自己的话来加以说明：

由于对这一异乎寻常的事实感到十分惊疑和不理解其原因，我便向我的朋友布莱克博士提起此事，他于是对我解释了他的潜热理论，这一理论他在此以前就已讲授过一些时候了；但是由于我自己一直在忙于谋求生意，因此，当我无意中发现了一个用绝妙的理论加以证实的无可辩驳的事实时，即使是我以前对它就有所闻，我也是不会去重视它的。

正如布莱克对瓦特解释的那样，当水沸腾并转变成蒸汽的过程中，尽管温度不再进一步升高，但却继续吸收热量。当蒸汽冷凝时，这部分热量就会被释放出来，正是这一结果，曾使瓦特感到迷惑不解。实际上，他们俩得出的结论是相同的，只是通过的途径不同而已。瓦特所取得的 534 个热量单位

这一数字（注：当今蒸汽潜热的精确数字为 537 个热量单位），正是布莱克所说的蒸汽的潜热。布莱克对于他的结论能被别人用这种实际的方法加以证实，自然感到喜悦，因此，他以极大的兴趣关注着瓦特试验的进展，并且给了他很多帮助和指点。罗比森回到大学后，他也同样满腔热忱地鼓励瓦特进行试验。

一旦瓦特掌握了关于潜热的理论，纽科门式发动机效率低的症结也就迎刃而解了，并且这对他后来的所有试验工作都起着指导的作用。他终于知道了在汽缸交替加热和冷却的过程中，损失掉的热量到底有多少；通过试验还发现，对进汽和注水做再多的调整，都无法弥补这一基本缺陷。他曾利用了几个星期的时间，为此绞尽脑汁，也没有能够解决这一矛盾，即从效率考虑，应该尽可能地保持汽缸的热量，而为了造成真空，似乎又必须使汽缸冷却。他对于摆脱这一进退两难困境的途径的发现，正是他最著名的一项创举。瓦特在晚年曾对格拉斯哥的一位工程师罗伯特·哈特确切地讲述了这一发现的由来。

瓦特想到解决的办法，是在偶然的会里，他是在一个星期天下午散步时产生的灵感。

那是一个美丽的四处漫溢草香的 1765 年 5 月。和风徐来，吹动格拉斯哥草地上的低矮丛林。这是一块河边的广阔草地，羊群在这儿啃食青草。洗衣妇们都在这儿晒床单。工作之余，大家也都来这儿沿着河岸散步，并且享受新鲜的空气。由于苏格兰严格规定星期天不准工作，于是瓦特会穿上他星期天的最佳行头，离开他的工作台，和其他人一样，来到河边草地呼吸新鲜空气。

他这时已经成家了。这天下午，他的太太待在家里。瓦特一个人出门。他一面深思，一面经过洗衣妇的屋子，以及牧羊人住的屋子。

突然之间，他想到了这个谜底的答案。

瓦特说：“那是在格拉斯哥的格林公园里发生的事情。在一个晴朗的安息日下午，我出去散步。我走过那家老洗衣房，然后又通过夏洛特街尽头的大门，进入了这个公园。当时，我正思考着那台发动机的问题。当走到赫德剧场时，有一个想法浮现在我的脑海里：由于蒸汽是一种具有弹性的物体，因此，凡是有真空的地方，它就无孔不入；如果在汽缸和排气室之间有一条通道的话，那么蒸汽就会涌进这个排气室里，并且可能在那里冷凝而不需要冷却汽缸。然后我又领会到，如果我使用一个像纽科门式的发动机上的那种喷嘴，我就准能解决冷凝蒸汽和注水的问题。为了做到这一点，我想到了两条途径，其一，如果能制成一条向下延伸三十五六英尺长的排水管，那么水就可以从这条管道流走，而所有的空气则可由一个小气泵抽出；其二，制造一个大到足以把水和空气一起抽走的泵……当我还未走过高尔夫球场的时候，对这件事情的整个安排便已经胸有成竹了。”

瓦特的这一重大构思就这样形成了，他急得手指发痒，跃跃欲试，想先搞出模型来，可是出于对苏格兰安息日的考虑，他不能马上就到他那个靠近牛肉市场尽头的一个小院中的小作坊里去。这个小作坊就是他当时（1765 年 5 月）进行试验工作的地方。但是，就在第二天，他便开始动手制造了一个装置，尽管这个装置设计简单、制作粗糙，但却能够使他对他的新理论进行检验。现在同瓦特的其他的一些模型一起保存在科学博物馆里的这个装置，被认为是分离式冷凝器原理的第一次历史性的应用。按照传统的做法，这台

装置归科学博物馆所有是理所当然的。它是由伯明翰的詹姆斯·瓦特公司于1876年赠给科学博物馆的。由于这正是我们所期望的，因此看来也就没有理由去怀疑它的真实性了。这个装置是由三个直立排列的圆筒状主要部件组成的。首先是一个装有保温套的封闭式蒸汽汽缸，另外还配有一个活塞和一个活塞杆，这个活塞杆的下端通过一个填料函伸出来，头上带有一个挂钩，用来提升供试验的重物。这个汽缸的旁边是冷凝器部件和气泵筒，这两个部件在其底部，由一个作为冷凝器一部分的长方形水箱把它们连接在一起。虽然，这台小模型肯定在某个时候损坏过，并且修理时所用的方法也未能使它运转，但瓦特用来证实自己理论的方法，却似乎是显而易见的。

他首先是往冷凝器里倒冷水。只要临时去掉气泵缸上的活塞，就能够做到这一点。然后，他使蒸汽通过一条管子以及与汽缸顶部相连接的管子注入汽缸，里面要排除的空气便从冷凝器顶上一个简单的单向阀泄出。当蒸汽开始从这个阀门喷出时，就表明汽缸里已经充满了蒸汽。于是关闭蒸汽开关，气泵活塞便升起，在冷凝器里造成部分真空。这就使得蒸汽从汽缸进入了冷凝器，并在这里通过冷却，水得到冷凝，这样就在活塞上部的汽缸里造成了真空。由于在蒸汽缸套里处于大气压下的蒸汽是与活塞下面的汽缸相通的，所以必然会把活塞推向汽缸顶部。当蒸汽再次进入汽缸顶部时，活塞两面的压力便均衡了，结果，加在活塞杆上的重压就会使活塞再次返回底部。于是，这种循环就又开始了。

显然，这个小模型用这种方式只能运转几个冲程而已，因为冷凝器里的水很快就会变得太热，从而无法使蒸汽有效地冷凝下来。不过这运转几个冲程，就足以向这位欢欣鼓舞的发明家证明：他的设想是行得通的；他使两种看来互相对立的条件一致起来，即既要保持汽缸的恒热，又要在汽缸里造成有效的真空。

瓦特在证实了自己的观点之后，他的当务之急便是设计和制造一个高效率的冷凝器。蒸汽冷凝器有两种：一种是喷射型的，另一种是表面型的。纽科门运用的是喷射原理，他采取喷洒冷却水的办法，使发动机的汽缸里的蒸汽冷凝。表面型冷凝器原理，是给进入的蒸汽提供最大的冷却面积。它除了冷凝的是蒸汽而不是冷却水之外，其他的功能和设计都与汽车上的散热器类似。其实，安装在本世纪早些时候制造的那些蒸汽型汽车上的冷凝器，与传统的散热器没有什么区别。正如人们将会看到的，后来，瓦特采用了喷射式冷凝器，然而，他最初试验的却是表面型冷凝器，它是用马口铁皮焊成一些小桶，在小桶上安装着小圆管或狭长形的槽，冷水可以通过它们而循环流动。

罗比森后来讲述了发生在这一时期的一件小事。这件小事非常清楚地说明了瓦特复杂性格中的两个侧面：一个侧面是他会偶尔出现一种强烈的自信情绪，这同他常有的意志消沉和自我怀疑的情绪形成了鲜明的对照；另一个侧面是他那种秘而不宣的性格，使他有时甚至对自己最好的朋友都信不过。有一次，罗比森没打招呼就闯进了瓦特家的起居室，发现这位发明家正坐在火炉旁，他的膝盖上放着“一个小小的马口铁箱”。罗比森后来才明白，这就是表面冷凝器。毫无疑问，瓦特当时正在用火炉里烧着的烙铁焊接它。罗比森立刻便开始兴致勃勃地同他谈起这个他们俩都极为关注的问题，而且还向瓦特问起试验的进展如何。瓦特却闭口不答，默默地坐在那里凝视着炉火。过了很长时间，当罗比森继续追问他的时候，他才终于冷冷地瞅着他并粗暴地开口说道：“老兄，你就用不着再操这份心了；我现在已经制成了一台一

点蒸汽都不会浪费的发动机了。它将全部沸腾发热，咳，要是我高兴的话，还可以注进热水。”说完之后，他就把那个小小的马口铁箱放在地板上，用脚把它轻轻地踢到桌子底下，不让人看见，事情就这样结束了。直到后来，罗比森才间接地听说，他这个朋友发明的是一个分离式冷凝器。

瓦特吹嘘得太早了，他虽然已经取得了重大的发现，但是他所提到的那台发动机，只不过是一个并不完美而且是个粗糙的玩具而已，它仅适于说明一个理论罢了。要将这个玩具变成一台大功率的、实用的机器，还需要很多年的时间。瓦特在这些充满了困难、沮丧和挫折的岁月里再不能“单干下去了”，而需要从他的朋友那里得到一切帮助和鼓励。

第三章 科学家的成功之路

1 寻求资本支持

从设想到现实之间，有着一一条漫长而艰险的道路。对于瓦特来说，在经过了一系列的科学实验之后，现在到了把他的蒸汽机推向市场的时候了。因此，他的当务之急，是寻求一位既有商业头脑，又有经济实力的合作者，来作为他的坚强后盾。

已故的 H.W.迪金森博士曾经大胆地猜测说，假如瓦特早意识到在他的发明被实际应用之前，就不得不解决那么多令人望而生畏的技术问题，那么他极可能在一开始就会放弃这项发明，鉴于他很容易变得意志消沉而失去信心，这是完全可能的事。

瓦特尽管是一位具有实践经验的能工巧匠，然而，他所从事的工作范围，正像他自己在伦敦的经历所表明的那样，只不过是制作仪器而已，而且这种行业和与其工作性质十分相近的钟表制造行业之间，相互严密封锁，闭关自守，要想进入他们的作坊是极端困难的，同时，行业的秘诀在他们那里也是控制相当严的。因此，这种行业对于外界实际上没有什么影响，而在那里机械工程这项新奥的工艺和行业则正在竞争中诞生。18 世纪中叶的那些高明的钟表匠和仪器制作师所制作的一些精确、雅致和复杂的珍品，与同一时期的那些机械安装工的工艺粗糙的制品相比，其差异之大，几乎使人不可能相信乃是同一时代的产品。在这个时候，瓦特还从来没有见过一台真正的纽科门式发动机，因此，也就不难理解为什么他对于摆在他面前的困难，竟然毫无所知。

纽科门式发动机成功的秘诀，在于他和他的助手们本身都是作坊机匠，因而机器是由他们设计和研制的，制造出一台机器，严格地受到他们能力的限制。詹姆斯·瓦特却不是这样，他错误地设想，由作坊工匠们去放大一个仪器制作师的模型，是不会有困难的。

让人们来考虑，把瓦特对他当时的技术设备所提出的严格要求，与托马斯·纽科门所提出的要求相比较一下，虽然分离式冷凝器是瓦特最重大的一项发明，并且是他的蒸汽发动机的关键特征，但在这种情况下，无论是把它作为一个部件来制造，还是把它应用于发动机，都不是最大的困难所在。即使在当时，把这种分离式冷凝器应用于一台不同类型的传统的纽科门式发动机，本来并不是很困难的。其实，后来有很多纽科门式发动机通过这种方法进行了改装，从而在热效率方面，有了明显的改善，不过这些改装有时是无视瓦特专利权的。

正像瓦特的第一个模型所表明的那样，他所设想的各类改进措施超出了分离式冷凝器本身，他决心要把汽缸保持在与蒸汽相同的温度上。他认识到蒸汽在汽缸里凝聚，虽然是纽科门式发动机效率低的最主要的原因，但决不是惟一的原因。另外的原因则是纽科门用了一种底部开口的汽缸，以及运用冷空气作为动力。在发动机的每一动力冲程中，这种冷空气在把活塞压下去的同时，也使得汽缸冷却下来，因此，瓦特决定用蒸汽取代空气。虽然他的早期试验已使他了解到高压蒸汽具有膨胀力，但致使做出这一决定的，却是他对提高热效率的探求，而不是对利用这种动力的构思。在这里强调这一点是极其重要的。尽管他预想到了放入的蒸汽压力不会大于大气压力，但从制

造的观点来看，这一改革却包含着纽科门曾经回避过的巨大的技术困难。纽科门由于使用了底部开口的汽缸，因而能够使活塞面保持少量的水，并在需要时通过管子和关闭阀把水队注入箱里补充进去。这部分水起了密封作用，以弥补粗糙的汽缸膛和配合不良的活塞的缺陷。在一个密封的汽缸里使用蒸汽，则不能采用这些原始但却有效的权宜之计。活塞杆要伸出汽缸的一端，就必须使用某种形式的气体汽密填料函或密封套，而且因为决不可能用水来密封，所以活塞必须一点不漏气地安装在汽缸内。后来证明这是所有问题中最棘手的问题，因为它提出了比当时通常的工艺标准高得多的要求。

瓦特于 1765 年 4 月在写给他最初时期的一位朋友林德博士的信中说道：“除了这台发动机之外，我对任何别的事物都可以一概不加考虑。”然而，约瑟夫·布莱克和约翰·罗比森的积极性也丝毫不亚于这位发明家本人，不过他们的社会背景完全是学术性的，这就使得瓦特的这两位科学界的朋友，对将会遇到的实际技术问题毫无思想准备。正是由于布莱克把瓦特介绍给了他的朋友约翰·罗巴克博士，才使他在漫长而又艰辛的成功之路上迈开了脚步。罗巴克是卡伦炼铁厂的创始人，堪称苏格兰工业革命之父。他们因相识而各自所受的裨益，对瓦特来说要多于罗巴克。

约翰·罗巴克（1718—1794）是谢菲尔德市一位刀匠的儿子。与他同名的孙子，由于对政府在进行克里米亚战争的问题上提出了不信任案，曾使阿伯丁勋爵的政府倒了台，后来由帕默斯顿勋爵执政，从此，他成了这个城市大名鼎鼎的激进派议员。罗巴克在莱顿学医，毕业之后，于 1745 年开始在伯明翰开业行医。然而，他最大的兴趣却是在化学方面，并且在自己家里配备了一个实验室。正是由于这一共同兴趣，最终才使布莱克和罗巴克走到一起来了，但是，布莱克的研究是纯学术性的，而罗巴克的研究则限于应用化学方面，从而使他投身于工业生涯。他开办的第一个企业是一家生产硫酸和其他一些化学产品的工厂，这些化学产品是伯明翰地区各金属行业中所需要的。这个企业的成功鼓舞了罗巴克和他的合股人塞缪尔·加伯特，在普雷斯顿潘斯又开设了一家规模更大的硫酸厂。正是由于这一冒险企业同样获得成功，才使罗巴克放弃了他在伯明翰的经营而迁移到了苏格兰。他在普雷斯顿潘斯结识了在科肯济的威廉·卡德尔，卡德尔是个热衷于促进苏格兰工业发展的人，曾试图在这里建设一座炼铁厂，但是没有取得成功。苏格兰在当时不产铁。这件有可能办成的事，激发了兴致勃勃而又富有事业心的罗巴克的满腔热情，并且为建设一座炼铁厂而开始四处选择最合适的地点。

罗巴克最后决定在斯特林郡的卡伦河畔建厂，因为那里可供应充足的水源、铁砂、煤炭和石灰石。他在这项冒险企业中的合股人是他的同事卡伯特和卡德尔。技术工人是从英格兰和科尔布鲁克达尔炼铁厂招来的，机器设备由约翰·斯米顿进行设计，第一座高炉于 1760 年 1 月 1 日开炉。他们第一年里炼出了 1500 吨铁，后来又有几座高炉建成投入生产，产量稳步增长。由于苏格兰的铁砂特别适合炼铁，所以实际上这一产量全部都是铸铁，卡伦炼铁厂后来以铸造大炮而驰名，尤其是专门制造的大口径短炮，在 1779 年同法国舰队的战斗中，首次证实了这种大炮具有毁灭性威力。

罗巴克的下一个步骤，是要租借汉密尔顿公爵在博尼斯附近的金内尔公馆和地产。他把金内尔公馆作为他的家，但他的主要目标却是要在这块地产上发展采煤业。到那时候为止，他所有的企业都买卖兴隆，而且他已经成为一位大富翁了，只是这项新近的投机买卖却颇不走运。他在金内尔开采深层

煤的尝试，因矿井积水而遭到挫折，其水量之大，连纽科门式抽水机也甘拜下风。这是 1765 年的情况，当时罗巴克从他的朋友布莱克那里，第一次听到关于詹姆斯·瓦特打算要搞蒸汽发动机的详细情况。

布莱克把他的这两位朋友召集到一起，希望对他们两个人都有助益。他相信瓦特的发动机能够解决罗巴克在博尼斯的问题；毫无疑问，他也想到过像罗巴克这样一位既精明又有办法的人，是能够帮助瓦特摆脱目前所处的困境的。瓦特在仪器生意中的合股人约翰·克雷格新近去世，使瓦特蒙受了损失。因为他不得不把这位已故合股人所投到这家企业的较大部分的资金，偿付给克雷格的委托人，所以这就使他在财务方面陷于瘫痪状态。为了减轻这一损失，为了使瓦特能够继续他的试验工作，布莱克自己曾借钱给他，但他的资力毕竟有限，而且他不久就要离开格拉斯哥到爱丁堡去担任教授职务。固然，接任他的人罗比森是瓦特的一位最可信赖的朋友，但罗比森清楚地知道，这位发明家最需要的还是像罗巴克这样一位富商的支持。

罗巴克最初对瓦特的发明表示疑虑，但很快便改变了看法，这在他 1765 年 9 月写的一封信中就有披露，他在信中极力劝说瓦特“以尽快的速度抓紧把这项发明搞下去”。对瓦特而言，这却是一件说来容易做起来难的事情。进一步的试验已经向他表明，距离实际成功还相差甚远，而谋生的需要又意味着他不可能全力以赴去进行其发动机的研制。从后来的情况看，如果罗巴克一开始就在资金上给予瓦特以足够的支持，使他能够潜心于研制发动机的话，那么罗巴克是可以得到相当可观的报偿的，这在当时对他来说是完全能够办得到的，可是，他对这项研究的结果显然不够乐观。对这件事，也许在某种程度上也要责怪瓦特，因为他既没有尽力求助于罗巴克，也没有设法说服罗巴克接受自己的想法。虽然金内尔公馆距离格拉斯哥并不太远，瓦特却以健康不佳和腿脚不灵为由，婉谢了罗巴克约见他的恳切邀请。因此，在后来的一段时期，他们俩仅仅保持着通信联系。

瓦特仍在按照一种不带平衡横杆的倒置式汽缸发动机的思路进行思考，他曾按照这种思路制作了一个带有一个铜制汽缸的试验模型，冷凝器给他造成了很多困难。几个连接处多次开裂，最后他只好用一个比较简单的鼓形桶来代替，桶里装满冷水，一根蒸汽管从中通过，但其中最大的问题，亦即使瓦特多年煞费苦心的问题，则是怎样才能使活塞不漏气。后来，当我们发现瓦特曾写道，他当时希望搞出一个适用于圆周只有 1/16 英寸的活塞，并把这看作仿佛是一项了不起的成就时，我们是能够理解他是怎样因当时的粗糙工艺而受到挫折的。在为制作一种确实不漏气的活塞而进行的徒劳的尝试中，瓦特曾试过用油来进行封闭，也试用过各种各样的材料。这一回，他又采用了“以那种旧绳索制成的英国纸板来代替纸并加以熔化”，来作为活塞的密封圈材料，但这些权宜之计没有一项证明是完全有效或可以长久耐用的。

尽管有着这些困难，然而，这第二台模型却使瓦特满怀希望去绘制一张图样，这是一张比原来模型大得多，而且同样是倒置式的试验发动机的图样（它幸存至今），他还打算要把这台发动机安装在金内尔。卡伦炼铁厂很可能是为了这台发动机，才在 1765 年 11 月铸造并加工了一个铁制汽缸，虽然这个汽缸是“卡伦所能制作的最好产品”，但是却令人大失所望。这个汽缸的缺陷太多，毫无用处，这个项目也就因此告吹了。

假如罗巴克能够通过提供资金来资助瓦特的活动，那么，另外一个取得进展的障碍本来是可能避免的，那就是瓦特在创造发明方面过于丰富的想象

力，正像特里维西克那样，如果他因在某一方面缺少进展而感到泄气或沮丧时，他就会琢磨出某些完全不同的想法，以寻求宽慰。正是在这种情况下，瓦特在 1766 年 2 月写给罗巴克的一封信里，第一次提到了“回转式发动机”的问题，而且在其后的几个月内，这个问题似乎完全吸引了他的兴趣，这就是瓦特多年来不断追求的、令人迷惑不解的东西，其部件包括一个带方形截面的空心轮缘的轮子，一个可以提供蒸汽的空心轴和三条像辐条那样排布的辐射状蒸汽管遇到轮缘里。这台装置仅有的一张图样，没有表明蒸汽是怎样依次放入每一根管道，又怎样被切断其通路的。尽管这可能是通过中心轴上的气门和旋转轮毂来实现的。轮缘上的三个翻板阀门是通过重力和离心力来开闭，形成对蒸汽流动的调节，并且使轮子旋转，装有水银的空心轮缘的底部则起着一个固定控制点的作用。这种怪诞的设计，除了给蒸汽发动机的发展大帮倒忙之外，别无任何历史意义。

2 一次失败的合作

瓦特与罗巴克的合作是一次失败的合作，但对瓦特来说，他却从这次尝试中学到了很多东西，其中最主要的就是把自己的研究，由模型试验推向生产制造阶段。

由于瓦特失去了合股人，他在 1766 年夏天，决定变卖他在特朗格特的仪器，制造商行以偿还债务。这样单靠在德尔夫特菲尔德陶瓷厂的股权并不足以在经济上维持自己的生计，因而他又决定开业经营土地测量和土木建筑工程，并且为此在格拉斯哥的国王街开设了一家营业所。事实证明，这门新的生意需要花费很多时间，以至此后的一年半中，使研制的蒸汽发动机的工作处于停顿状态，人们也许会想到，如果罗巴克此刻把瓦特的发动机看成是他在博内斯被淹煤矿的救星的话，那么，他肯定会主动向瓦特提供经济援助，来打消他采取的这一步骤的，然而，说来奇怪，他并没有这样做。相反，罗巴克倒是按照瓦特的意向，帮助他去做了测量工作。

这家卡伦公司，当时在支持一项运河工程，也就是修建一条从博尼斯的福思河口经由洛蒙德湖到丹巴顿的克莱德河的运河，瓦特和罗伯特·麦凯尔一起被任命为这条运河的测量员。他们在冬季的几个月里进行了测量，并在 1767 年 3 月提交了他们的测量报告。其后，瓦特奉命去伦敦促使议会通过批准修建这条运河的提案。结果，他没有说服议会的委员会批准这项提案，后来在斯米顿指挥下修建的福思河至克莱德河的那条运河，采取了另一条路线。也许这次失败有助于说明他对议会的观点，瓦特在给他妻子的一封信里曾表达了这一观点。他写道：

我想我再也不会去干任何与下议院打交道的事情，我从来没有见过那么多来自各方面而坚持错误见解的人聚集在一起……我想他们准都是中了邪。

在去伦敦的途中，瓦特曾经视察了布里奇沃特运河以及艾尔河与卡尔德河之间的航道，以便增加他对运河工程的了解。我们由此可以推断，他认为自己要从事土木工程职业是正当的。当时正是兴建运河刚刚开始的重要时期，如果他坚持干下去，那么在运河史上，他也许可以同布林德利、伦尼和特尔福德齐名，然而，关于这次旅行最有意义的事情，却是他借此机会第一次来到了伯明翰。罗巴克原来曾请他去看望他的合股人塞缪尔·加伯特，显然还为他准备了其他一些介绍信。瓦特没见着马修·博尔顿，但却见到了他的密友和生意合股人威廉·斯莫尔博士，而且他还在从伦敦返回的途中，在利奇菲尔德同大名鼎鼎的伊拉兹马斯·达尔文共度良宵。

正像当年布莱克和罗比森那样，这两位名人对瓦特也立即产生了强烈的好感。这一点从瓦特在几个月后收到的达尔文写的一封信所用的语气中，便可以清楚地看到。

达尔文写道：

我亲爱的新朋友，在此我首先祝愿您身体健康，减少忧虑，也祝愿瓦特夫人和您们的孩子身体健康。对于您改进蒸汽机的计划，我一直严守秘密，但却开始领会到您在执行这项计划方面的某些困难，当您在我这里时，这并未引起我的忧虑。自从见到您以后，我新的嗜好越来越多，我愿上帝会派遣您来和我住上一周，并与您的夫人同来，住上一周，

一月，一年。

自从罗比森于 1770 年动身去俄国当诺尔斯海军上将的秘书，威廉·斯莫尔便继他之后成为瓦特最亲密的朋友，瓦特曾把自己的一切希望，所有的苦恼和困难都向他倾吐过。斯莫尔对瓦特进行劝告，给予同情，有时还鼓励他，同他逗趣，可以说他的支持是永无止境的，而且这种支持也不仅仅是精神方面的，因为他在使瓦特和马修·博尔顿成为合股人方面所做的努力比其他任何人都多，而这种关系后来证明，对于他们双方都是非常宝贵的。斯莫尔是苏格兰人，祖籍是安格斯的卡米里。他曾在弗吉尼亚的威廉斯堡学院担任过数学和自然科学教授，但由于那里的气候对他不适宜，他便于 1765 年带着本杰明·富兰克林写给博尔顿的一封信，来到了伯明翰。斯莫尔在 1775 年即过早地去世，时年 41 岁，他那些热情洋溢而又感情真挚的信件给了瓦特巨大的支持，但却从未透露过自己的病情和痛苦。

在 1766 年至 1767 年期间，瓦特和麦凯尔共同关心的是，要在卡伦炼铁厂制造一台纽科门式发动机，也许在别的地方也需要制造些，瓦特自己曾经说过：“他对制造一些非常一般而又普通的发动机表示关心，因为他需要取得制造大型机器的经验。”可能与这项工作有关，卡伦公司于 1767 年 1 月 27 日曾给他开过一张价值 66 英镑的熟铁制品的发票。在附带的一封信里，这家商行抱怨说：“为这些事情操心所耗去的大量时间，使我们大伤脑筋。倒霉的是，我们承担了这些事情，而铁匠工作又不是我们的本行，我们认为在承担这项事务中，我们是蒙受损失的。”如果苏格兰这家首屈一指的工厂在制造普通发动机的部件方面竟然遇到那么多的困难，那么，制造精确整台发动机并要达到瓦特的设计要求，其前景实在渺茫。他对这一点必定是非常清楚的。尽管如此，这次经历显然还是对他有益的，因为他在 1768 年 1 月 5 日给他的朋友林德的一封信里曾经写道：“在您离开之前（即 1765 年 12 月），我对蒸汽发动机所了解的情况与现在我所了解的情况相比，只不过是一个零头而已。”

在给林德的同一封信里，瓦特还宣称：“如果情况许可的话，我打算在家里待上一段时间。”他把在 1766 年夏天已放弃了的那项试验工作，重新恢复起来。1768 年 1 月底，他向罗巴克报告了试验的进展情况。他说：“本来就该写信给您了，但却因为还没有完成这个小轮子而耽搁了下来……与此同时，另一个模型也在继续制造。”这表明他仍然在为那个未获得成功的回转式发动机，即蒸汽轮而浪费着自己大量的时间。他所提到的另外那个模型，看来比以前搞的那些模型更大一些，它有一个直径七八英寸的汽缸，其他方面则很相似，是一台带有手动阀门的倒置式发动机，他在 4 月底对罗巴克说：“我们最担心的汽缸活塞极其密封，并且还可以很容易做到更密封一些，它是用纸板浸上棉子油烘干制成的，放上去就好像是抽水机上用的皮垫圈一样。他还说：“他打算在这台模型上安上两个冷凝器，每个都有自己的空气泵。”到了 5 月 24 日，他已经能对这台机器的试验，做出如下的报告：

今天我对这台装有两个冷凝器的发动机，又进行了一次试验。尽管这台新设备在空气密封方面还不够完善，真空仍像过去那样是每平方英寸 14 磅压力，再大也是容易形成的……我发现当蒸汽相当强烈时，这台发动机能够轻易地每分钟进行 20 个冲程，吸气也很正常。

罗巴克对这台模型机的运转，留下了十分深刻的印象，因此，他终于决定在经济上支持瓦特。以这项发明的 2/3 的股份作为回报，他同意为瓦特偿付欠布莱克和克雷格执行人总共 1200 英镑的债款，支付取得专利权的费用，并且为进一步的研制工作提供资金。在提出上述的那份试验报告之后，没有几天，瓦特去了金内尔馆，并商定他去伦敦办理专利权的申请手续。因此，在将近 7 月底的时候，他便第三次启程赴伦敦，不过这次是乘坐新近才启用的公共马车去的。在他取得这项发明专利权的承认书之后几天，他收到了威廉·斯莫尔寄来的一封信，盛情邀请他在回苏格兰之前前往伯明翰去走访一下。

瓦特于 8 月底到达伯明翰，在那里除了同斯莫尔和达尔文重叙旧情之外，还第一次见到了马修·博尔顿，这两个性格迥异的人，很快便彼此产生了好感，以至瓦特被劝说留在博尔顿的家里，也就是在汉兹沃思荒原的索荷公馆里住了 14 天。

这位命中注定要同詹姆斯·瓦特一起名垂青史的人，于 1728 年 9 月 3 日诞生于伯明翰。他虽然出身于诺桑普顿夏尔家族，但是他的父亲却在伯明翰的斯诺希尔作为压模钻孔的银匠，立足于工商界。当他长大成人以后，他的父亲便把他带为自己的合伙人，他表现出杰出的经营能力，以至于很快便成为这家商店的主营人物。伯明翰素有“华而不实”这一贬称，其由来与他生产一些假冒和劣等的金属品有关，博尔顿决心用制造质量最精美的产品的办法，来证明这个成见是不符合事实的。他的这一决心后来从没有动摇过，而且成了他的商业生涯中的一条主要原则。

他父亲于 1759 年去世后，他继承了一笔相当可观的财产，第二年，他和利奇菲尔德的安妮·罗比森结婚，又获得一笔财产。在这种情况下，如果他愿意的话，本来是能够成为一位悠闲自在的绅士。相反，他却决定利用自己的财富，来把他在斯诺希尔的那家又旧又窄的作坊，改建成足以在邻近地区树为楷模的一家新工厂。他为这一冒险企业所选择的地点是汉兹沃思荒原，当时这个地方是一片名副其实的荒原。在这片荒原上仅有的建筑物是一位养兔人的一间小茅屋和几年前才盖起来的一座小磨坊。这座磨坊用作动力的水是把霍克利溪流的水截断，让它流向荒原最高处下面的池塘里而得到的。正是在这座小磨坊的所在地，博尔顿建起了他的索荷制造厂，这个厂的建设花了他 2 万英镑，从当时的货币价值来讲，这是一笔惊人的巨款。这座工厂的设备，就当时的设计能力而言，是最先进的，这家工厂能够雇佣 1000 名工人，其规模之大，在当时也是独一无二的。索荷工厂在 1762 年投入生产以后，便很快成了不仅是周围邻近地区，而且也是全世界的一个典范。博尔顿在这片荒原上的最高处，建了一所索荷公馆俯视着他的新兴的工厂，他通常把这所公馆称为：“汉兹沃思荒原上的友谊宾馆”，因为他在那里招待过许多来自世界各地的客人，博尔顿于 1767 年请求他的伦敦代理人，原谅他没能及时通讯时曾写道：“昨天有些勋爵和勋爵夫人在等候着我，今天又有法国人和西班牙人；而且明天还会有德国人、俄国人和挪威人。”

博尔顿的这座索荷工厂，不仅制造钮扣、扣型装饰品、剑柄和其他诸如以前在斯诺希尔生产过的小“玩具”，而且还生产钟表和各种银制谢菲尔德盘具、镀金铜箔和玳瑁壳等制作的装饰品。尽管他的规化在当时看起来必定是过于铺张，但事实证明它从一开始便取得了成功。棘手难办的事只有一桩，

那就是每逢夏天的时候，霍克利溪流的水流量不足，不能提供足够的动力，来使他的抛光盘和其他机器全天运转，他被迫采用马拉抽水机，把水车轮子末尾部分的水抽回到顶端继续使用。正是这一困难，促使博尔顿对蒸汽发动机动力第一次发生了兴趣。1766年，他曾考虑用纽科门式发动机来取代马拉抽水机，但是当他从罗巴克和斯莫尔那里听说瓦特的发明之后，他认为这项发明很有希望，于是便决定暂时不安装纽科门式发动机。

当博尔顿亲自做向导，带领瓦特参观他的索荷工厂时，瓦特简直着了迷。虽然这家工厂的设备并不适用于制造他的蒸汽发动机，但是一切必要的条件在那里都具备了。在各方面，他都目睹了在卡伦所罕见的新颖设计和精湛工艺，而且这家大企业的老板明确表示，迫切希望同他合作。然而，这却是一种可望而不可及的处境，因为瓦特此刻受到他与罗巴克所签协议的约束，所以不得不拒绝了博尔顿主动要求。然而，瓦特在10月份一回到格拉斯哥，就给博尔顿写去了一封信，他在信中感谢博尔顿对蒸汽发动机的关心，并且详细解释了他为何不能同他合作的原因。在下面这段披露苦衷的话里，瓦特继续解释了他停止不前的原因：

由于这位博士忙于约会和其他事情，因此就不能十分重视这项计划的落实，于是这项工作的极大部分的责任便落在了我的身上，而我自己则因天生不爱活动，身体欠佳和优柔寡断，而对此重托难以胜任。

精明善断的博尔顿不难从这段话里得出结论：罗巴克和瓦特这一合伙关系决不可能取得成功。

瓦特在给博尔顿写去的那封带有解释性的信之后仅仅几天，他便收到了罗巴克的回信，鼓励他积极行动起来。罗巴克写道：

能不久在金内尔见到您和您的夫人，我将是非常高兴的。我希望能对这台机器进行卓有成效而又全面的试验。您把自己生命中最有活力的那一部分时间，正在不知不觉中让它溜走了。每一天每一刻都不应该虚度。您不应该再把心思转移到任何别的事情上去，甚至连加以改进也不要去想，而应该以最快的速度 and 最有成效的办法制造出一台大小合适的发动机来。

罗巴克显然对瓦特的性格一无所知，同时，他也没有认识到：就瓦特的性格来说，这类劝告不仅毫无用处，而且还会产生更坏的效果。这些劝告远不能达到目的，而只能激起他的自卑感，使他陷入忧郁和沮丧的境地，从而变得一筹莫展。瓦特那种多愁善感和反复无常的天性，需要有一个比罗巴克更坚定更有事业心的人，来经常予以引导和约束才行。

3 路漫漫兮

是的，有了千里马，还需要遇到伯乐。否则，再好的神马，也只能老死荒漠，一事无成。现在可喜的是，瓦特这匹千里马，已被博尔顿这位伯乐发现。只是把这匹千里马弄到手，还需要经过耐心的等待。对于瓦特来说，眼前也还有一段漫长曲折的路要走。

在 1769 年前几个月内写给威廉·斯莫尔的一些信件中，瓦特屡次抱怨缺乏进展和健康情况不佳，这表明他确实意志消沉，但事实上，这一时期他已经在三个方面取得了一定的进展。罗巴克答应了给马修·博尔顿为斯塔福德、沃里克和德比三郡制造蒸汽发动机的权利；1 月 5 日，向瓦特颁发了具有历史意义的蒸汽发动机专利证书，并且决定从卡伦炼铁厂里挑选几名协助人员在金内尔公馆后面一间屋里，建造一台大型的瓦特式发动机。

博尔顿于 2 月 7 日写信给瓦特，解释了他已决定拒绝罗巴克关于三郡计划的理由。这封信有必要在这里详细地加以引述，因为这封信非常清楚地表露出博尔顿的品质、精明和远见，以及他在某种程度上对瓦特的尊重和感情。他写道：

亲爱的瓦特，我敢断言您在此刻已经完全得出了结论，即我是一个非常古怪的人，因为我迄今尚未回复过您于 10 月 20 日和 12 月 12 日写来的两封友好的信。您向我提出的这项计划同当时我与您谈论这一问题时所设想的截然不同，因此，我认为那不是一项需要由我参与的正确计划，我也不想去折腾技师。我之所以高兴地向您提供我的援助，是出于这样两个动机，那就是对您的热爱和对这项既可营利又新颖独到的计划的热爱。我想您如果要制造出最精良的发动机，就会需要资金，需要非常精细的工艺和广泛的联系，而且我想，如果要保持声誉和公正地对待这项发明的最好办法，就是不把制作工作交给大量庸俗的技师们去干，因为他们无知，也缺乏经验，缺乏必要的便利条件，很可能会造出一些工艺很差又不准确的产品来，而所有这些缺点都会影响到这项发明的声誉。为了弥补这方面的缺点并谋取最大的利益，我的想法是在我们的运河旁边靠近我自己工厂的地方，配备一座制造厂，我将为发动机的竣工创造一切必要的便利条件，我们将由这家制造厂向全世界提供各种规格的发动机。通过这些办法以及您的帮助，我们可以雇佣和指导一些优秀的工匠（要制出一台独一无二的发动机，就要用比任何人都精良的工具），以便使这项发明的制造成本，能比其他的办法便宜 20%。此外，由于铁匠与数学仪器制作师之间的行业差别，所以在产品的精确度方面也会有相当大的不同。对我来说，仅仅为三个郡去进行生产是不值得的，但我发现如果为全世界去生产，那却是非常值得的。

我之所以向您提示这一点，是出于这样一种想法，也就是您需要有一位“助产士”来减轻负担，并且把您的产儿介绍给全世界。虽然对于我们合伙做发动机生意方面似乎存在着某些反对意见，但是，我仍然希望您或我可以想出某种方案，以使我们能够在这一领域进行合作，这对我来说，比像现在这样有着一位邻居，要更加愉快得多。

对于瓦特来说，没有比接受这些建议更适宜的事情了。但是，他却已无可挽回地对罗巴克承担了义务，随着第一台发动机在金内尔正式建造，罗巴克此时因实际上看起来已成功在望而变得更加固执起来。尽管如此，威廉·斯莫尔还是不断地把瓦特的情况告知博尔顿，他总是希望这两个人之间的合作总有一天能够得到实现。

斯莫尔还对瓦特申请发明专利权的说明书提出意见，但在这方面他却无

意中为他的朋友帮了倒忙。瓦特曾准备提交一份详细的设计图，但是，斯莫尔却劝说他不要泄露制造的细节，并且顺利地促使他用尽可能概括的措词，提出申请取得的这项专利权的原理。这种做法导致后来发生了大量的纠纷和官司。这项发明专利权，包括他原来无意采用的研制设计，例如使用高压蒸汽等。那项有关条款规定如下：

我打算在很多情况下利用蒸汽的膨胀力来推动活塞。在不可能有大量冷水的情况下，发动机可以只用蒸汽的力量做功；蒸汽在发挥作用之后，则被排放出去。

如前所述，这件事将要留给理查德·特里维西克去做，在这一具有历史性的发明专利权中的重要条款，则是与分立式冷凝器原理有关的那些条款。

瓦特为他的发明专利权说明书准备的插图表明，那是一台横杆式发动机，空气泵从横杆上开动，但没有自动化装置。当时在金内尔建造的那台也有一个高架的横杆。在此以前他所制造的那些发动机，纯粹是一些试验模型，使用的是一些手动阀门和空气泵。在金内尔制造的这台发动机，要求却迥然不同，而且由于瓦特牢记着罗巴克决定要他控制过于长久的试验，以取得实际效果，所以瓦特自然就会采用摆动横杆来作为制造空气泵和自动阀最简易的方法。

无论是在 1769 年春夏之际在金内尔制造这台发动机的过程中，还是在 9 月完工后紧接着的试转过程中，都充满了对粗糙工艺缺陷无休止的争斗。瓦特曾对铁匠工作的低劣质量怨声不绝；但又一次感到最难办的事情，仍然是制造安装在 18 英寸汽缸里的那个活塞。成功在此一举。除了他常用的那种特制胶纸板之外，瓦特还用过硬木和其他材料作为活塞的衬垫，但是所有这些材料，都只能经受几个冲程而已。在人们懂得了汽缸筒必须是椭圆形的这一道理时，这也就没有什么可惊奇的了。后来，他又试图采取在活塞上部油封的办法来改进这种情况，他安装了一个小油泵，把通过活塞流到汽缸底部的油，送回汽缸的顶部。但是，他所能够取得的油只不过是蒸汽作用下乳化了的，用瓦特自己的话来说，变成了“白色浓粘胶状”的东西。这种乳胶不能起到封闭的作用，而且还会堵塞泵筒并流到冷凝器里去。瓦特把这件事和有关这些试验的许多情况通过信件都告诉了斯莫尔，而斯莫尔又肯定会转告博尔顿。从博尔顿所表达的意见来看，瓦特的这些困难并不使他感到意外。

瓦特在金内尔进行这项工作期间，时而信心百倍，时而沮丧失望，情绪在两个对立的极端之间波动。斯莫尔为了鼓起他朋友的勇气继续前进，曾把伦敦的一位亚麻布商人取得了一种蒸汽汽车的发明专利权的消息告诉了他，瓦特当时反驳说：

“如果亚麻布商人穆尔不用我的发动机来驾驶他的四轮车，那他就可能是用蒸汽发动机来驱动的；如果他真用了，我就要加以制止。我猜想他由于进展迅速，自鸣得意，过分轻浮，因而是危险的。”

然而，他不久却用大不相同的口吻说道：

“我遇到了很多扫兴的事情。如果没有罗巴克博士的支持，那我一定会因此受到压抑而消沉的。现在，我这台发动机已接近于完工；但是我不像 4 年前那样，接近于我所希望得到的消息。在人生一切事情中，没有比搞发明创造更愚蠢的了。”

很显然，罗巴克在经济上的支持，并不像他所预期的那样慷慨，他仍然

坚信博尔顿能被说服成为这个项目的合伙人。当罗巴克即将于9月份动身去访问伯明翰时，瓦特曾在一封特别自卑的信中向罗巴克催问了这件事。

他写道：

当您到了伯明翰那里的时候，我期待您能与博尔顿先生通力合作，并且希望你们能达成某种协议，即使条件对我们有点苛刻，我也希望您能接受下来……有博尔顿先生和斯莫尔博士的聪明才干作帮助，在改进和完善发动机方面的作用也许是相当大的，并且使我们能够战胜困难。否则，这事就可能因此告吹。最后，请考虑我不稳定的健康状况和优柔寡断与暮气沉沉的性格，以及我为了自己同人类进行讨价还价和争斗的无能，所有这些都使我成不了大器……

罗巴克向博尔顿提出给他 $\frac{1}{3}$ 的股份，要他在一年之内做出选择，支付的代价不少于 1000 英镑，但是博尔顿却拒绝了这一建议。他希望在这项发明中获得较多的利益，否则就不干。在金内尔制造发动机的工作就这样停顿下来了。在 1769—1770 年的晚秋和冬季期间，瓦特完全忙于为那条 9 英里长的蒙克兰运河勘测线路，这条运河旨在把拉纳克郡的产煤区同格拉斯哥连接起来。直到 3 月份，才在金内尔做了进一步的试验，这次使用的是瓦特于 11 月份设计的一种新式管型表面冷凝器。

这些试验也是仅仅取得了部分成功。试验证明了瓦特的原理是正确的，但由于技术条件不足，使得他的这些努力仍旧归于失败。很显然，在这台发动机能够进行实际工作之前，还有许多事情要做。然而，用新式冷凝器进行的试验，的确使瓦特向前迈出了重要的一步。在此之前，他一直认为，由于有那么多的空气同蒸汽一起进入冷凝器，因此，要取得完好的排气效果，就必须在发动机每一个冲程之间用水灌满冷凝器。要做到这一点，就意味着要使用一个或几个空气泵，这些泵又很大，因此，要消耗发动机很大一部分的输出功率。此时，他终于发现这样重复灌水是不必要的，而只要用一个小得多的空气泵，就可以保持有效的真空。

4 月初，瓦特动身去北部为一条运河勘测路线，这条运河从珀思穿越斯特拉斯莫尔，经过库巴安古斯到达福法尔。瓦特在珀思曾写信给罗巴克，建议对金内尔的那台发动机再做些改进，不过这些改进是否有过却是令人怀疑的。罗巴克曾力劝瓦特回来继续进行他的试验，但却枉费心机。在瓦特的斯特拉斯莫尔勘测之行结束之后，瓦特想得很周到，打算继续进行试验，可是他一回到格拉斯哥，却改变主意，接受了委托，对改善克莱德河及格拉斯哥港口和码头的情况，进行了勘测并提出了报告。在此后的 4 年里，瓦特把全部精力都投入了土木工程技术之中，在他的朋友们看来，他准是永远不会再搞蒸汽机了。

不仅博尔顿和斯莫尔，而且还有伊拉兹马斯·达尔文和乔赛亚·韦奇伍德以及英格兰中部其他一些有影响的人物，都从来没有对瓦特的发明功绩丧失过信心，他们仍然迫切盼望他的试验能够取得成果。对于他们来说，似乎瓦特的这种做法既是不可理解的，又是令人恼火的；然而说句公道话，他们对瓦特处境的困难并不完全了解。在这个时候，只有他才知道罗巴克的经济情况已经变得多么不稳定。因此，不久便出现了瓦特被迫由自己来支付后来的试验费用的情况。所以当试验的结果表明要迅速取得成功是毫无希望时，为了要维持妻室儿女的生活，谨小慎微的瓦特，就感到自己没有勇气再进行

深入的试验了。此时，他只能用通过担负一些短期的勘测任务的办法，才可以在举棋不定的两种职业之间避免做出最后的抉择。然而，目前出现的情况，又使他非做出决定不可。等到他的克莱德河勘测工作完成时，蒙克兰运河工程也得到了批准，并向他提出签订一项监督修建这条运河的长期合同，瓦特接受了这项合同，并且还在 1770 年 9 月写给斯莫尔的一封长信里解释了他接受的原因：

我现在正面临着一种选择：是继续进行发动机试验——此事前途未卜，还是接受一项既有名或许又有利的工作——此事即使不成功，也不至于太丢面子——去落实自己费了九牛二虎之力才设计成功的运河工程。要不然，就会把它交给与我素不相识的人去干，而那个人则可能专爱挑剔我的毛病（因为任何人在那种情况下都会犯错误的）。这里很多人把我的能力看得比他们所估计的高得多，他们决心赞助一个同他们一起生活的人而不是陌生人来担当这项任务。如果我不接受这一聘请，就很难指望很快再有这样有利的机会。此外，我还有妻室儿女，眼看自己变得雪染双鬓，而却没有任何固定的职业来供养他们。

后来，他又对斯莫尔解释说：他还没有迷恋这项蒙克兰工程，因为那样是合乎他的情趣的。

再没有比与人们吵吵闹闹讨价还价的事使我反感了，然而，我现在过的生活却经常是这样的。尽管由于努力控制自己，现在我对这种情况比在最初的时候容忍多了，但仍然感到难以接受。我也经常担心由于我缺少经验，可能会把自己引入困境，或者担心被工人们弄得十分难堪。不过我总算还幸运，除了一座小山讨厌之极的裂口之外，我已挖了大约一英里多长的运河，并且修建了一座桥梁和几条隧道。我认为所有这一切，都是在我的预计之中。在这一周内，我把三四天的时间花在这项工程上，其余时间的一部分被头痛和其他健康上的毛病占去了，另一部分则花在商讨各种我无法回答的课题上。人们对我相当好。总而言之，我只要求有个健康的身体和充沛的精力，以便能尽快地赚些钱。

还曾有过比他更缺乏自信的土木工程师吗？还曾有过比他更不像运河和铁路建设时代的那些孜孜不倦、满怀信心的巨匠的人吗？但是，瓦特的短处和他身体的疾病一样，显然有些言过其实。因为他从未做过工作，而且同他在职业上进行合作的约翰·斯米顿，对他的能力曾有过明确的高度评价。可是到后来，当斯莫尔提出为他在英格兰找个工作的時候，他却又再次强调了他自己的缺点。他写道：

我决不能同工人、金钱或工人们的账目打交道。要记住我没有任何了不起的经验，也没有事业心，简直不打算要干什么大事新事。在办事方面，我并不是个有条有理的人，而且身体欠佳。请注意别让任何人对我有一个言过其实的过好看法，因为这到头来会害了我……我宁肯面对一门装了炮弹的大炮，也不愿去清理一笔账目或做一项交易。

假如瓦特真是像他所指的那样多病和无能，那么显然他就决不可能完成他于 1770 年至 1774 年间在苏格兰所承担的勘测工作项目。任何一个身体虚弱的人，都无法经受得起常常在骇人听闻的气候条件下在苏格兰高地进行的勘测工作。1771 年，他勘测了埃尔港，他所提出的改良措施得到及时采纳执行。同年，他还勘测了从吉尔普湖修到克雷格尼什湖的克里南运河。此外，

他还勘测了一条类似“捷径”的运河线路，那就是从洛蒙德湖畔的阿罗查尔通往朗湖畔的阿德里斯海格。1772年，他为他的故乡格里诺克勘测了一套新的供水系统，这项工程在第二年根据议会批准的法案予以实行。1773年，他比过去更忙，曾经为福思河、古迪河和德文河的航道改良工程以及从佩斯利到赫利特、从坎貝爾鎮穿越金蒂爾海峽到馬奇里哈尼什的新的运河线路进行过勘测工作。这些计划虽然没有实现，但是，苏格兰惟一的一条公共窄轨铁路终于建成，穿过金蒂爾海峽。他在1773年秋季承担的最后也是最大的一项工程，是为那个没收财产管理委员会勘查一条运河线路，这条运河线路是从因弗内斯经过大格伦通到威廉堡的。尽管瓦特的这项计划和估算又一次被搁置起来，但是在后来，约翰·伦尼和托马斯·特尔福德都请教过他。负责实际修建卡里多尼亚运河的特尔福德，曾经采用了与瓦特的计划很接近的线路。

然而，所有这些活动和他所表达的种种见解，都没有能够阻止瓦特继续进行创造。像他这样的人是永远也不会满足于现状的。不管他遇到什么任务，都总是立刻为做好这件工作而思索改进工具和方法。他总是很快就全神贯注地思索去另辟蹊径。因此，他在这一时期写给斯莫尔的信里，谈的尽是对他的勘测仪器和水平仪所做的改进，即对叉线远距离测量仪，也就是他所说的“微距计”以及用做制造精密天平的分度机所做的改进。可是，对于他那台放在金内尔土棚里已生锈的倒霉的蒸汽机，他却似乎没有花费什么心思去考虑。

瓦特在1773年虽然为他的勘测工作忙得如此不可开交，但是，实际上他的运气却坏到了极点。1772年至1773年的商业金融大恐慌，使得苏格兰所有的私人银行几乎家家破产。蒙克萊運河工程停工了，他的朋友罗巴克也在1773年3月破产了，并且从此一蹶不振，在穷困潦倒中默默无闻。他在博内斯的那宗时运不济的投机买卖已使他日益濒临破产，而这次金融危机终于使他不堪一击而垮台了，瓦特想要帮助朋友却无能为力，这使他陷入极度痛苦之中。他力所能及的只能是向罗巴克退还按照协议的条款他所应该支付的全部款项，然后取回在金内尔的那台发动机。他在5月份通知斯莫尔说，他正在把这台发动机拆卸装箱，准备运到伯明翰这个“惟一适合完成试验的地点”。

马修·博尔顿耐心等待已久的时机现在即将来临，然而，他却仍在踌躇不前。尽管罗巴克欠了博尔顿及其合股人福瑟吉尔大约1200英镑，但博尔顿不愿显得他在乘朋友之危或借此利用其他债权人的股份。因此，在罗巴克同他的债权人达成了结债务的协议而且他能够同罗巴克财产托管人谈判以前，他一直在等待。正如瓦特所说，罗巴克的财产托管人对于蒸汽机的发明专利并不重视，而福瑟吉尔也拒绝参与此事。于是，博尔顿在1773年8月终于把这项专利的2/3的股份集中到了他的手里。

9月，最后一次沉重的打击落到了瓦特身上。当他正在大格伦进行勘测的时候，传来了关于他妻子病危的消息，当时她正怀着第五个孩子。瓦特闻讯后，立即冒着倾盆大雨动身赶往威廉堡，很晚才到达那里。第二天他到了蒂恩德拉姆；第三天，也就是28日，他在晚上10点抵达丹巴顿，他在那里写道：“我必然丧妻的预感是如此的确切强烈，以至我再也不能继续往前走了。”次日上午，卡伦公司在格拉斯哥的代理人吉尔伯特·汉密尔顿乘坐一辆轻便马车前来接他。瓦特说：“从他的黑色外衣和他的面部表情可以看出，我已不能抱任何希望了。”他把车赶到汉密尔顿在格拉斯哥的家里，因为正

如瓦特伤感地写道的那样：“回到已失去了欢迎我的亲人的地方，我感到心惊胆战。”当威廉·斯莫尔听到这个消息后，他恳求瓦特说：“请您尽快到我这里来。”而瓦特则回答说：

“我并不感到孤独和悲伤，但是我对这个世界，甚至对我自己的发明物，几乎都已失去了深切的爱。我十分渴望见到您，想听听您的闲聊，也和您谈谈我自己的想法；但是，眼下还有那么多的事情要做，可我又是这样的穷困。我对这片故土感到十分沮丧。”

从他那些经常怨天尤人的信件来看，瓦特对自己的故乡并不喜欢。但是，他却始终不那么愿意做出深谋远虑的决定，以至使人会问：如果不是由于他妻子的去世而使他对周围熟悉的环境产生痛苦的感情的话，那么他是否会真的狠心离开那熟悉的环境呢。虽然他料理事务要花去一些时间，但他还是在1774年5月17日动身到伯明翰去了。在那里，友善的博尔顿把他安顿在自己的纽霍尔路他的旧居。不久他把留在格拉斯哥亲戚家的两个年幼的孩子，即小女儿玛格丽特和5岁的詹姆斯接来住在一起。

移居伯明翰这件事，在瓦特一生中是一个重大的转折点。此时他已39岁，然而，来日方长，前面仍然困难重重。“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”。不过有马修·博尔顿的支持，又有索荷工厂那些第一流的设备和人员供他使用和支配，他最后的成功是肯定无疑的了。

4 博尔顿和瓦特的故事

到了 18 世纪 70 年代，工业革命已经达到了一个新阶段，它对更高效率的、更通用的新动力需求迅速增长，需求数量也极大。为了寻找矿产资源，矿工们正向深层挖掘，这便超出了纽科门式泵机的功能和效益，特别是在康沃尔，由于那里的煤炭需要以很高的费用从外地购进，水力资源赶不上工业发展的需要，而安装纽科门式发动机用来把水抽回工场，则是一个既笨拙又不经济的权宜之计。当务之急乃是制造出一种旋转式的蒸汽发动机，除非这项需要能够得到满足，否则，就很难使工业有进一步的发展。

也许当时在英国，没有任何人像马修·博尔顿那样清楚地认识到这一形势，连詹姆斯·瓦特也不例外。这就是为什么他为了达到谋取瓦特这项发明多数股份的目的，而甘愿耐心地等待那么长的时间。这也就是为什么他现在准备用资金来支持这项发明，而那位倒霉的罗巴克则在最初不肯给，后来又拿不出钱来支持他。在博尔顿的精打细算中，无疑还有另一个因素，那就是迅速改进实际的工程技术。即使罗巴克在 1765 年最初听到这一发明时，会解囊资助的话，这项计划仍然可能要由于技术的拙劣而遭到失败。与在金内尔秘密进行的小规模试验的情况不同，如此大规模试验的失败很可能会使瓦特在世人的眼中威信扫地，并使他从此一蹶不振。因此，在构想和实现之间所经过的漫长的阶段，尽管对瓦特和他的朋友来说都是感到沮丧的，但在当时却也许是幸运的。此时不仅对发动机的需求增加了，而且在对技术方面也进步了，为取得成功提供了可靠的前景。时机适宜，博尔顿决不错过。由于他对瓦特这位任性的伙伴性格比他的前者有着更深刻的同情和理解，因此，他能够促使瓦特把他的注意力全部集中到蒸汽发动机上来而不分心。今后将再也不会会有勘测旅行，也不会再搞其他的新发明了。的确，这位发明家在起初还不时为“蒸汽轮”操心，但最终甚至连他那个想入非非的陋习也完全改正了。

博尔顿只有一次感到紧张，那就是当瓦特收到他的朋友罗比森的一封来信的时候。罗比森当时在俄国，他要瓦特到他那里去，保证给他安排一个年薪 1000 英镑的职务。博尔顿忧伤地说道：“我开始为您当这位大使的吹鼓手而忏悔。”当伊拉兹马斯·达尔文听到这个消息后，他也写道：“天哪！当我听说您被一只俄国熊用大爪子抓住拖往俄国去的时候，我是何等的惊恐不安啊！如果另有办法的话，我乞求您不要走……但愿您那燃烧的发动机将会把您留下。”如此一桩美差对瓦特来说，肯定会有极大的诱惑力，但使博尔顿事实上感到极大宽慰的是，他决定留在英格兰，并同博尔顿结下了长达 25 年的不解之缘。

瓦特和博尔顿虽然共同商定了他们的君子协定，但是，任何正式的合伙契约似乎从来就没有履行过，鉴于他们之间，一个是精明超群，而另一个则是经商能力出众这一事实，那么，对于他们的相互信任来说，就得有令人信服的真凭实据。当瓦特于 1776 年夏天重访苏格兰打算续弦时，他曾由于没有这样一张契约而感到有些为难。他的后妻安·麦格雷戈是格拉斯哥一位染匠的女儿，也是瓦特的朋友吉尔伯特·汉密尔顿的小姨子，毫无疑问，汉密尔顿是他们俩相识的介绍人。詹姆斯·麦格雷戈想要先看一下瓦特的合伙契约，然后才同意把女儿嫁给他。多亏足智多谋的博尔顿小心地编造了一个措词巧妙而无恶意的谎言，才算替他解了围。他寄去一份君子协议的抄本，并附上

一张便笺，大意是说，他的律师已去伦敦，因此无法出示契约的原本。虽然这两件事都有真实记载，但却毫不相干。詹姆斯·麦格雷戈显然是感到满意的，因为瓦特如期将续娶的新娘带回到了伯明翰。第二年的整个冬天，他们都在纽霍尔沃尔克度过的，到了1777年的3月份，他们便搬到哈珀山的摄政街，住进了一座离索荷工厂步行只要15分钟的较大的寓所里。对于一个有着两个幼小孩子的鳏夫来说，这次再娶显然主要是图个方便，但瓦特却把它说成是“我最明智的行动之一”。看来，它经受住了时间的考验，而不失为一桩十分美满的姻缘。

博尔顿对瓦特的蒸汽机发明专利权的关心，远远超过了合伙协议，他预见到要发展和成批地制造这种商品发动机，按照当时的标准，需要投入数量极大的资本，而且还需要经过多年的时间，这项新的企业才能对这笔投资收回足够的利润。而行使这项专利权却只剩下8年的时间了，除非将其保护期延长，否则的话，他认为这项投机买卖太冒险了。博尔顿没有去谋求一项新的专利权，而是设法通过一项“关于个人利益的议案”以使现有的专利权的有效期能延长25年。这项专利权法于是于1775年5月22日由英国王室批准的，尽管它当时曾遭到激烈的反对，这项专利权法还是把适用范围扩大到了苏格兰。在下议院，人们对这个专利垄断提出指控，在此后的若干年里，这个指控曾引起了很多竞争的工程师的强烈共鸣。毫无疑问，这项发明专利权在最后10年的有效期内，曾对技术的发展起了极大的阻碍作用。然而，这种丧失活力并引起人们反感的后果，与其说是由于延长专利权所造成的，毋宁说是因原来申请专利的说明书措词所致，如前所述，说明书中许多原理牵涉面甚广，而且其中有些原理从未被采纳过。博尔顿延长这项专利权的动机是完全可以理解的，并且如果他的动机遭到否决，那么它对技术进步的阻碍，将会超过这项发明专利权所起的作用。有如博尔顿所认识到的这种特殊的保护伞，对于顺利地研制这样空前复杂的机器来说，是绝对有必要的。只有在它的保护之下发展起来的技术已经成为共有的财富之后，这种保护伞才会成为那些既屡遭挫折又心怀嫉妒的对手们的攻击目标。

与专利法案有关的伦敦访问及随后去格拉斯哥的结婚旅行，只是暂时中断了瓦特在索荷所从事的蒸汽机的研制工作。由于资金得到了保证，加之还有英国最优秀的能工巧匠听他吩咐，因此，瓦特不会再误入歧途了。那台在金内尔托运的发动机，比他本人先期到达伯明翰，将它拆箱之后，安装在由博尔顿选择的地点，即位于这座工厂的两幢边房之间，这样就能有效地用它来把水抽回到其中一个水轮的引水槽中去。

在1765年11月第一次进行的试验失败以后，卡伦公司似乎已放弃了为瓦特制造一个铁铸汽缸的努力，因为这台金内尔的发动机最初被重新安装在索荷的时候，它的汽缸是用锡锭制成的，底部则是铜的。还有一个外层汽缸，也就是蒸汽箱，可能是用木头制作的，而且它的管状表面冷凝器与瓦特曾经在金内尔为进行最后一系列试验所研制的没有什么两样。汽缸底的阀门，采用当时纽科门式发动机上普遍使用的那种摆动式扇形片状阀，驱动方法也一样，然而，这两种阀门却大不相同，那就是纽科门式阀门只能打开蒸汽进入汽缸的惟一的一条通路，就好像是照相机上的快门能打开一个孔隙那样简单。而瓦特的阀门则必须起到两种作用：首先，它必须起到一个平衡阀的作用，把蒸汽引进汽缸的下部，由于它使活塞两面的压力保持平衡，所以能够用下降泵杆的重力，把活塞拉到汽缸的顶端。然后，这个阀门必须把蒸汽入

口关闭，打开排气阀，从而让蒸汽从汽缸进入冷凝器。为了取得这一效果，瓦特把这个阀门封装在一个蒸汽室内，并且把它设计成一个敞口盒的形状，而不是扇形平板形状。在蒸汽室里，这个阀门在两个入口上摆动，交替地把汽缸通向蒸汽室的入口打开，然后又使蒸汽经由这个敞口盒和冷凝器相连通。然而，瓦特出于后面将会提到的原因，很快便放弃了这种类型的阀门，不过其意义在于它在原理上为马修·默里的“D”形滑动阀预先做了准备，而这种滑动阀则成了以后一百多年蒸汽发动机的标准部件。

在这一点上应该说明的是，这台在金内尔的发动机像瓦特按照他所制造出来的第一批发动机一样，都有一个顶端开口的汽缸，这个汽缸被封闭在外层汽缸即蒸汽箱内，活塞杆穿过外层汽缸内的密封垫延伸出来。阀箱里的蒸汽是由蒸汽箱的底部供给的，顶部则没有任何蒸汽调节阀，这就是说，工作时汽缸的上半部同锅炉始终是相通的。

开始的时候，瓦特为解决活塞漏气这个问题，做出了持久而又艰辛的努力，他早先在金内尔的时候也是如此，为了解决这个难题，瓦特进行过种种尝试，采用了不同寻常的防漏办法，其中包括用马粪和牛屎做原料，制型纸也就是经反复辗轧制成的纸，还有帽子制造商用的那种毛毡布，以及他在过去已经试验过的各种特殊的旧纸板等。他还尝试过在活塞上面放重物，把衬垫压下去。所有这些办法都没有取得成功。直到那个用锡锭做的汽缸有某部分破裂的时候，这些试验才告以结束。后来在博尔顿的建议下，从他朋友约翰·威尔金森那里，为这台发动机购了一个新的铁铸汽缸。这个威尔金森是雷克瑟姆附近的伯沙姆有名的铁匠。这在瓦特完善他的发明所进行长期拼搏的故事中，是一个具有决定性意义的事件。

伊萨克·威尔金森和他的两个儿子约翰及威廉，是英国铁匠中最早的两大家族之一，另一个是在科尔布鲁克代尔的达比家族。约翰·威尔金森出生在坎伯兰。他的父亲在开始谋生时还是个小农场主，后来相继在巴克巴罗、洛伍德和在卡特默尔的林代尔炼铁厂合伙经营过，直到后来他有了伯沙姆式高炉，才另立门户，并于1753年迁居登比郡。在约翰·威尔金森的鼎盛时期，那时，他在雷克瑟姆附近的伯沙姆和布里姆博，在希罗普郡布罗斯里附近的新威里，以及在斯塔福德郡比尔斯顿附近的布拉德里都有高炉和铸造厂。对他而言，“铁人”这个词是具有双重含义的，因为他不仅对铁费尽心思，而且有着坚定不移的意志和决心，脾气就像从他的熔炉里流出来的炽热的铁水那样暴躁。他曾经负责建造过第一艘铁船，当这艘铁船在布罗斯里的塞文河下水的时候，使得所有那些满以为会看到这条船像一块石头那样沉入水底的人惊诧不已。根据他的观点，任何东西都可以用铁制作得更好。而他更令人毛骨悚然的乐趣之一，就是向他的客人们展示出他为自己的最终归宿所铸的一口铁棺材（事实上这口铁棺材做得太小，这本来会使他大发脾气的，但对于那些负责铸造这口铁棺材的人来说，幸运的是在把他放进这口棺材的时刻到来之前，是不会被发觉这口棺材做小了了）。

然而，威尔金森在工程方面却一点不古怪，1774年1月，他还获得了一项新的镗床的发明专利权。威尔金森原本是为了给大炮钻孔而研制这种机器的，但是他后来却制造了一种改进了的适于为一端敞口汽缸钻孔的新式镗床。这种为蒸汽机汽缸钻孔的镗床的意义是显而易见的。它有一根15英尺长的空心杆，镗杆两端都由轴承支撑着。刀头随着镗杆旋转，并可依靠穿过内孔中心的刀杆通过整个长孔。要镗削的汽缸坚固地架置在镗杆两轴之间的托

架上。由于使用这种机器，才第一次有可能使汽缸内腔从头到尾都真正做得既圆又匀。而过去那些机器，例如斯米顿安装在卡伦的那种机器，只能满足第一个条件，因此，对瓦特来说毫无用途，威尔金森恰巧在这个时刻造出这种机器来，殊不知他的发明对于瓦特来说却是一桩不谋而合的美事。

新铸的铁汽缸于 1775 年 4 月运到索荷。一丝不苟的瓦特写道：“这个汽缸算不上十全十美，不过看起来却没有什重大差错。”活塞问题虽没有直接得到解决，但看来是由于瓦特的固执，而不是因为新汽缸有什么缺陷。如果说瓦特作为一个发明家有什么过错的话，那就是他极不愿意接受现成的实际经验和别人的主张。这种执拗的态度无疑是来自骄傲。当这种态度使他决不甘心于美中不足而力争完美无缺时，那就是一种宝贵的品质，但当这种态度使他为猎奇去猎奇而不愿把一点荣誉让给别人时，那就会变成一种消极因素。正因为这样，纽科门式发动机活塞上所使用的那种麻垫系统，经过长期的实际应用而有所发展，并且证明令人感到满意是理所当然的。但是，纽科门式发动机上的麻垫经常渗水，瓦特便因此不愿采用，认为它不适合于他汽缸里的那种更热更干燥的工作条件，在这一点上，他曾下决心准备在畜粪混合物的熏人臭气中奋斗数月而依然执迷不悟。尽管如此，瓦特的发动机最后采用的活塞衬垫式样，同纽科门式发动机上所使用的还是没有什么不同，是用压紧了的麻绳和麻絮绕成一道道的圆圈，然后再涂上大量的油脂做成的。

在瓦特对表面冷凝器所进行的持久试验中，同样明显地表现出他固执的性格，最后，他放弃了这些试验，转而采用向排气管里喷注冷水这个比较简单的方法，这是纽科门式发动机原理的再次应用，虽然其方式不同。

尽管这些麻烦在某种程度上是瓦特自找的，但在发动机性能方面确实有所进步，以至后来瓦特在写给他任格里诺克的父亲的信里能够说道：“我发明的第一台发动机现正在运转，其结果表明它远远胜过迄今造出来的其他任何一种发动机。”博尔顿虽然过去曾公开说过他无异于改行当一名工程师，但在这台发动机的试验过程中，他却兴致有加，才思敏捷。当瓦特在伦敦从事与发明专利权法案有关的活动时，他负责继续进行这些试验，而且他写出来的进度报告表明，他的观察是非常敏锐的。例如当他建议在冷凝器上安装一个真空计量器时，他曾写道：

我认为应该把某种计量表附加在冷凝器上，人们可以通过计量表看到真空度，因为没有一个人可以在外面可以看得见的标志，就不可能对里面的具体情况作出判断。

5 走向市场

对于瓦特蒸汽机来说，现在是走向市场的时候了。然而，生性谨慎的瓦特，却总想还关起门来做些改进，等到一切都完美无缺的时候，再把它推向市场。而有着商业眼光的博尔顿，却有不同的看法。瓦特的第一台实用发动机的试验结果，使博尔顿大受鼓舞，以至他说服了瓦特在 1775 年夏季设计了两台功率更大的商品发动机。在这两台具有历史意义的机器中，有一台是为约翰·威尔金森在新威里的高炉制造的一种 38 英寸的鼓风机，另一台则是为本特利公司在蒂普顿附近的布鲁姆菲尔德煤矿制造的一种 50 英寸的抽水机。

约翰·威尔金森为这两台发动机铸造了汽缸，并做了镗削加工。事实上，直到索荷铸造厂于 1795 年投产之前，博尔顿和瓦特的发动机所使用的全部汽缸几乎都是由他负责生产的。威尔金森还为早期的发动机铸造外层汽缸，虽然这些外层汽缸不需要镗孔，他却坚持以规格论价，索取同工作汽缸一样的价钱。这自然要招来不满，而瓦特则通过对他的设计做大的修改来抵制这种敲诈。在工作汽缸取代外层汽缸而作为发动机的主要结构部件后，外层汽缸则仅仅成了一个蒸汽套，不起更多的作用。工作汽缸是用多节铸铁做的（这是由另外一家厂商供应给索荷的），带有锅炉输入蒸汽的管道，它的顶端用一个盖封闭起来，外层箱体通过法兰盘和它连接在一起。这种新的设计，还使得瓦特能把汽缸底部与蒸汽阀箱之间的一个连接阀取消，因为外面很难控制它，所以曾给第一批发动机带来许多麻烦。瓦特称之为“害人的接头”，并说“由于我们掌握不住，所以经常出故障”。

公正地说，应该把为布鲁姆菲尔德公司制造的那台 50 英寸的发动机，看成是向博尔顿和瓦特的第一次定货性生产。约翰·威尔金森在新威里的那台鼓风机，几乎完全是由他自己负责建造和安装的，而且他同这项冒险企业的关系很密切，因此几乎不能把他称为一位外来的顾客；在布鲁姆菲尔德的那台发动机开始使用的时候，曾举行了一个仪式，对此事《阿里斯伯明翰报》在 1776 年 3 月 11 日有过报道，由于这是已了解到的对瓦特的蒸汽机最早的一篇新闻报道，所以有必要全文引述：

上星期五，根据瓦特先生的新原理制造出来的一台蒸汽机，在靠近达德利的布鲁姆菲尔德煤矿开始工作。光临现场的有物主，有本特利、班纳、沃林和韦斯特利先生，还有一批科学界的绅士们。这些科学界人士由于第一次看到这种机器的运转是那么独特有力而感到好奇，异常兴奋，这台机器的精彩表演，充分满足了他们的期望。这台机器的整个工艺颇受人们的关注和赞叹。所有的铁铸部件（确实达到无与伦比的水平）都是由威尔金森先生承担下来的，带有各种阀门和活塞的冷凝器，以及所有的小零件，是由哈里森先生等人在索荷制造的，整台机器则是由佩林斯先生，按照设计图纸并在瓦特先生的指挥下安装起来的（作者注：约瑟夫·哈里森是索荷的高级机械师，他曾负责重新安装金内尔的那台发动机的工作。伊萨克·佩林斯是一个单干的装配工，从来就不是博尔顿和瓦特的雇员）。这台发动机从一开始运转，就可以每分钟大约进行 14 至 15 个冲程，不到一个小时就把这台引擎所在的那个矿井（井深约 90 英尺，水深达 57 英尺）里的水抽完了。然后，那些绅士们去附近就餐，工人们都跟随着去了。餐后，按照惯例，在许多兴高采烈的能工巧匠们的欢呼声中给这台机器命名为“议会号引擎”。这台引擎带动了一个直径 14 英寸半的水泵，这一水泵能够在 300 英尺处工作，如果需要的话，甚至可以达到 360 英尺，而它所消

耗的燃料，则只有普通引擎为提供同样动力所需燃料的 $\frac{1}{4}$ 。汽缸的直径是 50 英寸，而冲程的幅度为 7 英尺。布鲁姆菲尔德的矿业主们，通过订购这台前所未有的大型引擎，而放弃了已经开始安装的一台普通引擎所表现出来的那种开明精神，使他们赢得了许多人的称赞，因为通过这个实例，消除了那些没有亲眼见过这种引擎的人们的各种疑虑，从而最终确定了这项发明的重要性和实用性。这种引擎不是靠大气的压力来工作的，其原理与所有别的引擎大相径庭。这种引擎是由瓦特先生（不久前在格拉斯哥）经过多年研究，并进行了种种昂贵而又艰苦的试验之后，才发明出来的。如今，这种引擎正在他和博尔顿先生的指导下，在本城附近的博尔顿和福瑟吉尔制造厂进行生产，他们在那里将近完成了 4 台这种引擎，并且为此建立了一个联络机构，以便实现一项十分广泛的计划，生产几乎可适用各种用途的引擎。凡是需要机械动力的地方，不管其功率的大小如何，旋转式运转或者是往复式运转的地方都可以运用。

瓦特的发动机就这样崭露头角了，可能除了马修·博尔顿之外，当时任何其他在场的人都不能领会其巨大意义。在布鲁姆菲尔德和新威里的这两台发动机，在其初级阶段不可避免地要遇到暂时的困难。谨慎小心的瓦特曾经感到急于着手制造这样大型的发动机有点过于仓促，可是博尔顿说服了他。因此，当威尔金森对他在新威里遇到的困难，写信发牢骚时，瓦特回答说：“我希望您能替我公正地想一下，无论是布鲁姆菲尔德的那台引擎，还是您的那台引擎，要在索荷进行更充分的试验之前，就承担制造任务，那是违反我本意的……”然而，博尔顿的大胆决定无疑是正确的。这种引擎已经到了必须离开试验室的阶段，无论要冒多大的风险，都应该让它走向世界了。如果任瓦特所为，他就会把试验和臻于完善的工作继续搞下去，甚至搞到把博尔顿的钱花光为止。而博尔顿是决不愿意重蹈倒霉的罗巴克的覆辙的。时间证明博尔顿的判断是可靠的。因为根据所积累的经验对这两台发动机所做的改进，最后是令人十分满意的，而这两台发动机的潜力，则一开始就很明显，在布鲁姆菲尔德的那台发动机干着原来所订购的那台 72 英寸纽科门式发动机工作，而新威里那台发动机所产生的效果则更加惊人。在那里有一台用两个锅炉供气的 49 英寸纽科门式发动机几乎不足以为该高炉鼓风，而取代它的这台 28 英寸瓦特式发动机，却只需要一个锅炉就可提供超出需要的鼓风量。由于费用节省，物主们对瓦特初创时期所产生的问题，也就有了容忍的思想准备。

1776 年岁暮前，在伦敦的第一台瓦特式发动机安装完毕，并开始工作，那是为鲍区斯特拉特福的一家酿酒厂制造的一台 18 英寸的小型抽水发动机，这台发动机的初期经历是颇为不幸的。博尔顿在名流约翰·斯米顿于 1777 年 4 月所进行一次调查访问后，曾尖刻地写道：“他把钱付给这位工程师去喝酒，其结果是这台发动机在第二天就几乎破裂成了碎片。”如果怀疑这位杰出的工程师有任何预谋的话，那是不公正的，但是，他当然应该更有所了解，有效地操作一台瓦特式发动机，特别是在发动的时候，要求操作者头脑冷静、眼疾、手稳，既然早期管理发动机的人看起来似乎是些长期放荡不羁的人，那么对于这次所发生的比较严重的机械事故的责任，在很大程度上应该由约翰·巴利科恩来负。在这场灾难发生两年以后，鲍区那台发动机不得不更换一个新的汽缸，这当我们看到瓦特所写的以下文字时，便会觉得出事是不足为奇的。瓦特写道：“这个恶棍唆使他们往活塞里放沙子，发动机便这样长期地工作着。这就把它磨得比原来应有的尺寸大了。”

接着建造的一台发动机，也就是为在伯德沃思的豪克斯伯里煤矿制造的抽水发动机，也给合伙人增添很多麻烦，不过，这一次不是由于酗酒作乐或愚昧无知所造成的，而是由于蒸汽连接部件出了故障，此外，阀门和泵杆也破裂了，这台发动机的汽缸为 58 英寸的，冲程幅度为 8 英尺，是在当时所制造的一台最大型的发动机。这台发动机于 1777 年 3 月 10 日开始工作的时候，显然曾举行过庆祝活动，因为瓦特在 2 月底从伯德沃思寄给博尔顿的一封信里写道：“由于地面已经变干，您现在可以带着夫人和小姐来了。如果天气继续好下去的话，我将在点火试车的那天，设法在朗福德准备好一艘 18 枝桨的大型游艇恭候。”我们衷心希望那天是个晴天，因为那样就会有一批五颜六色身着鲜艳服装的贵宾泛舟于考文垂运河之上，去观看最新的机械首次伸屈其铁肢的奇迹，这实在是一幅赏心悦目的画面。

博尔顿和瓦特与在鲍区和白德沃思的发动机物主之间签订的协议，成为早年发动机生意所采取的标准形式。根据这种协议，由博尔顿和瓦特指定供应发动机部件的所有厂商，并且向他们提供必要的图纸。但是，费用直接由物主付给供应厂商。物主还要为安装发动机的工人及被选来担任主要安装人的技师付工资。博尔顿和瓦特的酬金则采用专利权使用费或佣金的形式来支付。这是基于发动机与同等功率的纽科门式发动机相比，每年的煤炭费用要节省 1/3，这种酬金的支付为期 25 年。从表面上看，这样一种安排看起来似乎是够公平的，发动机物主支付资本费用，而且为了换取使用瓦特的发明专利权，让发明人分享一部分由于他而节省下来的资金。可是，这种安排却在伯德福德引起了麻烦，并且成为后来很多麻烦的先兆。同豪克斯伯里煤矿公司发生的一场旷日持久的争论，一直持续了几个月，这场争论由于发动机故障而更加剧，最后只好于 1779 年 6 月通过仲裁才得到解决。仲裁人有利于物主的裁决激起了瓦特的灵感，他给博尔顿写了一封十分奇妙的信，全文如下：

亲爱的先生：

阿利路亚！阿利路意！
我们已了结同豪克斯伯里的争议，
打从去年春季结账日算起，
每年定为英镑二百一十七；
在过去的二百七十五点五英镑里，
归于我们账户的为 一百一十七。
我们还得拿出一百个畿尼，
给仲裁人们作敬礼。
和平友好的伙伴关系在人间，
佩林斯和埃文思该解职。
康沃尔还要三台引擎，
达德利已痛改前非有悔意。

您的兴高采烈的

詹姆斯·瓦特

瓦特在这里所表现出来的那种罕见的高兴劲儿，就好像是在葬礼上跳驱

鬼舞的一位长者，突然跳起一种活泼的水手舞那样，既令人发窘又使人感到牛头不对马嘴。瓦特自己也显然感到这是一反常态的。因此他曾在仓促写成的脚注里写道：“请把这封胡扯的信烧掉。”

当瓦特于 1776 年去苏格兰时，他不仅为自己找到了妻子，而且还带回了在苏格兰安装第一台瓦特式发动机的定货单。这就是为邓弗姆林附近托里伯恩的彼得·科尔韦尔制造一台 44 英寸抽水发动机。虽然这台发动机在 1778 年 1 月之前并未投入使用，但瓦特早在 1776 年就把设计准备好了。作为第一台新型发动机，它的特点是开始把瓦特为蒸汽吸入和排出而设计的分别下落式阀门，安装在前面已经说过的单摆式扇形阀的地方。这些下落式阀门的动作是由“塞杆”控制的，而塞杆又与穿过蒸汽阀室里的密封垫伸出来的轴和联轴器相连。阀门、阀座和操作装置的设计，后来经历了很大的变更和改进。但是，应用分别下落式阀门的原理，现在已成为所有瓦特发动机上的标准设计方法。这种改进是合理的。虽然扇形阀是极其精巧的，但在当时要不使这阀门和气门把接口处蒸汽泄出，那一定是很困难的。此外，单一阀的根本缺陷是，它有可能在一项功能起作用的时间有所改变时，不影响另一项功能的作用；后来代替它的滑动阀也同样有不足之处。由于使用了分立式的阀门来控制蒸汽的吸入和排出，发动机的工作和经济实用性得到了改善，因为这些阀门的相关出口能够独立地定时，从而提供了最佳效果。在有必要用手控制机械阀装置来操纵这些阀门时，这种新的阀门便使得启动发动机这个并不简单的任务，也变得方便起来了。

为托利伯恩制造的那台发动机，在其汽缸底下装有一个小火炉。但是，瓦特决心保持他的汽缸热度的这一模式，并没有固定下来，而且后来人们认为蒸汽套本身，就足以达到这一目的。现在，冷凝器已经接近于它的标准形式，即将冷水注射到一个排气管里，在这个排气管外面，也用冷水喷注。排气管弯曲地卷进一个冷水槽，它的终端是一个与双联气泵底部相连的匣子。这两个气泵把热气抽上来，通过单向阀门进入与气泵筒顶端相连的第二个匣子里，再用水泵把热水从第二个匣子里，送到锅炉加水的水箱中去。

在这里，还必须提到另外两个发动机，因为它们表明：即使是马修·博尔顿，也不能完全制止瓦特对试验的强烈欲望。在 1776 年至 1777 年，威尔金森在新威里建造了第二台瓦特式发动机，用来把水抽回到为一台镗床提供动力的轮机内。这台发动机的详细说明和图纸，现在都不存在了，但大家都知道，那是一台按照瓦特的早期试验模型演化而来的发动机。也就是说，它没有横梁，活塞杆直接与泵杆相连。当博尔顿与瓦特采取行动反对爱德华·布尔在康沃尔制造类似发动机时，这台机器曾被戏称之为“一团糟引擎”，但由于后来没有再提到它，所以显然前途无望。

第二种试验，更是别出心裁，富有情趣。那是一种利用蒸汽膨胀的尝试，并且得到博尔顿的全力支持。这台发动机有一个 33 英寸的汽缸，是 1777 年在索荷安装的，用来把水抽回到水轮机，像先前在金内尔的发动机一样，因此，它在索荷被称之为“小引擎”。这第二台索荷式发动机的运转情况，与任何其他瓦特式发动机截然不同，其设计似乎是来自瓦特提出的使用独立下落式阀门的想法。两个这样的阀门控制着进入汽缸上部，蒸汽再从那里排出进入冷凝器。在活塞下面汽缸下部始终通向冷凝器，进气阀提前关闭，用瓦特自己的话来说，这样可以使“蒸汽只在（活塞）下降的阶段被吸入，在冲程的其他时间内则靠蒸汽的弹力发挥作用”。当活塞完成向下冲程且膨胀

的蒸汽已排入冷凝器时，汽缸上部由此而产生的真空就形成了必要的平衡状态。在这种情况下，活塞就能在泵杆重量的作用下又被提升起来。

在人们了解它的前途，并认为它取得了极有希望的进展，但对这台发动机的运转情况不满意的瓦特来说，他却不这样看。他认为这台发动机还不如他早期所设计的那么经济实用，它的运转不仅是那样没有规律，而且还如此猛烈，因而索荷的工人们给它起了一个名字叫“恶魔号”。十分奇怪的是，博尔顿这位商人却更有效地掌握利用蒸汽膨胀所能取得的好处，因此，他当然不愿像瓦特那样去指责这台“恶魔号”。瓦特虽然在理论上对膨胀作用的优越性十分明了，但不可思议的是，他自己总是表现出不愿承认它的实用性。他曾向博尔顿表示过这样的意见：如果把进气减量，不过早切断，从而让少量蒸汽进入整个冲程的话，那么，这台“恶魔号”的运转就会比较平稳，并且还能节省消耗。后来，只是在那些同瓦特竞争的工程师用了或威胁要用蒸汽膨胀的办法作为避开他的发明专利权的一种手段时，他才又回到这个设计的想法上来。这种消极的态度，毫无疑问是与瓦特拒绝使用高压蒸汽的做法有密切联系的，因为在他所偏爱的低压冷凝发动机里，由膨胀作用所获得的益处是被公认为很小的。

瓦特很快便对“恶魔号”失去了兴趣，但是尽管这台发动机的运转情况很不稳定，它还是在索荷一直使用到 1848 年。后来，它又几经辗转，终于到了伦敦南肯辛顿地区的科学博物馆，并且在那里一直陈列至今。

6 征服者的意志力

如果我们现在就有已经造出来的 100 台像在鲍区那样的小型发动机和 20 台大型发动机，也就会很容易被销售一空。因此，让我们趁此有利的时机做好准备，在不利形势来临前备足库存，并且要在更多的塔巴尔、凯恩斯、瓦茨、福斯茨博士或盖恩斯巴勒出现之前准备好这一切，否则他们就会如同摩西的毒蛇，把别人统统吞噬掉。

这是瓦特在探访苏格兰时，博尔顿写给他的一封信中说的话。从这段话里，我们可以清楚地看出博尔顿的企业家眼光和雄才大略。在激烈竞争的商场中，没有坚强的意志力，是成不了大气候的。

就那种非旋转式抽水机发动机而言，在全英格兰最有希望推销的市场，莫过于康沃尔了。倘若纽科门式发动机能起这种作用，英格兰的煤矿主们就不会很快采用瓦特的发动机抽水了。由于丰富的煤就在他们的矿井口，因此，他们并不认为这种发动机节省燃料的优点能够证明付给博尔顿和瓦特的专利权税是合理的，而且他们因这种发动机的复杂性而产生过怀疑。甚至连约翰·斯米顿在看了鲍区那台发动机以后，也曾把它说成是虽然美观但却过于复杂。在康沃尔矿区，情况就迥异了。那里烧的每一吨煤都以昂贵的费用买进。正是由于这一原因，他们一直不愿很快采用纽科门式发动机，只是在矿井淹没的情况下，才最后被迫用来作为惟一的补救措施。作为对他们困难的一种特殊照顾，政府允许矿主“收回”当时所征的煤税，但与此同时，在康沃尔做发动机的工人必须郑重说明每周的耗煤量。所有这一切，使得他们比英格兰中部和北部的同行更具有节煤意识，而且迫切希望得到瓦特式发动机所提供的巨大经济效益。瓦特式发动机更大的功率对他们也具有吸引力，虽然在康沃尔有 72 英寸汽缸的纽科门式发动机（这是能运输的最大型号）在运转，但历史却正是在重演。这些矿井日益增加的深度正在超过纽科门式发动机抽水的能力，因而出现了一种类似五十多年前导致引进它们时的情景。

新式发动机的消息很快便传到了康沃尔。1776 年夏，一个以雷德鲁思矿的托马思·恩尼斯为首的康沃尔矿业经理代表团访问了英格兰中部，参观了索荷工厂和在布鲁姆菲尔德的新式发动机。当他们走了之后，瓦特发现丢失了一张该发动机的总装配图纸。博尔顿大发雷霆，尽管他迫切希望讨好这些康沃尔的顾客，但还是给恩尼斯发了一封尖酸苛薄的信。他在信中指出：“我们不是开办一所教别人制造蒸汽发动机的学校，而是表示要由我们自己来制造。”这封信很快便把那份图纸追回到了索荷，同时还附有解释，说这份图纸是理查德·特里维西克“由于误会”而拿走的。此人是后来的理查德·特里维西克大工程师的父亲（理查德当时还是个 5 岁的孩子），也是坎博恩附近西部矿区多尔科思锡矿的经理，主管财务。

康沃尔形成了以东西矿区著称的两个集团。他们之间并不友好。两个集团分别以大地主法尔默勋爵和弗朗西斯·巴西特爵士的房地产为后盾。这两个人是两大政敌，在他们各自领地上的矿工们，看来就好像苏格兰高地上氏族成员那样热心地支持着他们的事业。博尔顿和瓦特发现，同西矿区的经理和工程师做生意更困难。他们对这种发动机的性能介绍以及对博尔顿和瓦特的活动半信半疑。他们当中一些人包括老特里维西克在内，一直在负责对纽科门式发动机进行零件上的改进，并且认为凡是他们所不了解的抽水机发动机，都是不值得了解的。因此，当从英格兰中部来的陌生人要教给他们新

的诀窍时，他们自然会感到不悦。他们的态度使瓦特非常恼火。因为瓦特不是一个能容忍、有耐心的人，他把老特里维西克称之为“无耻又无知的傲慢狂”。到索荷去的康沃尔代表团中另外一个使瓦特不能容忍的成员是一个名叫约翰·布奇的老头儿，瓦特觉得他愚顽透了。这位在自己的出生地被称为“老布奇”式的人物，曾在马拉济昂附近的欧文谷地和特里格塔丘陵草原的锡矿联营企业当过多年的工程师。

在这种情况下，对于订购瓦特式发动机的头两家矿井都在东区一事，就不足为奇了。在这两家矿井中，靠近雷德鲁斯的“廷唐矿”于 1776 年 11 月 23 日订购了一台 52 英寸的发动机，此后不久，“忙碌矿”（有时也称为“精神矿”）也订购了一台 30 英寸的发动机。“廷唐矿”的工程师是乔纳森·霍恩布洛尔，瓦特发现他是康沃尔工程师中最有才华的，尽管他也持将信将疑的态度。他的父亲约瑟夫·霍恩布洛尔是斯塔福德郡人。他认识托马斯·纽科门，并于 1725 年来到康沃尔把一台纽科门式发动机安装在特鲁罗附近的霍尔洛斯。瓦特会见乔纳森·霍恩布洛尔的时候，他 60 岁，已经在康沃尔工作 30 多年了，而且当时运转的 60 多台纽科门式发动机中，有很大一部分是由他负责安装起来的。他的两个儿子乔纳森和杰贝兹，同小特里维西克一样，后来给博尔顿和瓦特增添了很多麻烦。

康沃尔的这两台发动机，除了“忙碌矿”的那台有一个改进的阀门箱之外，在设计方面都同在托里伯恩的那台很相似。瓦特由于尊敬霍恩布洛尔，又加上在“廷唐矿”的那台发动机是最先定货的，所以他急于想使它成为在康沃尔运转的第一台瓦特式发动机，但结果他失望了。在伯沙姆铸成并镗好了两个汽缸一起被运到切斯特装船的时候，突然发现用于“廷唐矿”的那个汽缸太大，根本无法通过船上的仓门。瓦特提出由他花钱把仓门加宽，但却没有成功。使他极为懊恼的是，那只船开走了，却把这个汽缸扔到了码头上，后来耽误了很久才运到了康沃尔。

由于周围有这样多持怀疑态度的工程师，因此，对博尔顿和瓦特来说，最重要的任务显然就是要让“忙碌矿”的那台发动机本身来说明其优越性。于是，瓦特由他的妻子陪同，于 1777 年 8 月 9 日离开伯明翰，亲自去指挥这台发动机的安装工作。这是一趟令人感到疲惫的旅行。他们从清晨 5 点钟动身，直到晚上 9 点钟才到达布里斯托尔。第二天早晨 6 点钟又出了门，但却发现公共马车所有的座位都已定满。生活俭朴的瓦特被迫雇了一辆轻便邮递马车，但是，他务必要使他们的车子紧紧地跟在去埃克塞特的公共马车后面，这样当那辆公共马车上的乘客有在布里奇沃特下车的时候，他们就能够很快地跳上了公共马车。在从埃克塞特到普利茅斯那段路程上，瓦特又被迫雇了一辆轻便马车，然后，他们搭乘塔马尔渡船到了萨尔塔什，经过 4 天的旅行之后，他们终于抵达特鲁洛。他对康沃尔人和他们的那些发动机的第一个印象，当然是不会讲什么恭维话的：

“这里的人……是我以前所遇到的人中最不懂得礼貌的……总的来说，这里的发动机既蹩脚又危险，房子破破烂烂，由于房顶上的贮水器漏水，而使样样东西都在滴水。”

对于他在经过了那么艰苦的旅途之后所产生的偏见，也许应该予以原谅。事实上，他的脾气很快就变得温和起来。几天以后，他写道：“忙碌矿区正在取得可观的进展，这里所有的铁制品一点不比我们自己的差，如果有差别的话，那就是全世界对它的成就会刮目相看。”

瓦特夫人在给博尔顿夫人的一封闲聊的信中谈到瓦特夫妇在康沃尔的见闻，比她丈夫所写的任何观感都更加生动，这是由于瓦特一心扑在他的发动机上的缘故。她写道：

对于这个地区，我几乎不知道该向您说些什么好。我们所待的这块地方是全郡最难忍受的。地面上乱七八糟堆放着上万堆的垃圾，很难看到一棵树。但是，请不要把整个康沃尔都想象成斯沃特那样。我也曾到过一些既美丽又舒适的地方。海滨使我向往，可惜去那里并不容易。为了要到我们曾经待过的某些地方去，有时候我那可怜的丈夫不得不背着我。我不瞒您说，在骑那种高头大马时，要爬上那高高的后鞍，开始时使我真感到十分为难。有一次，我们出去做短途游览，一份饭仅仅花了两个便士。您可能会猜想，花那么点钱能吃什么，但是我敢向您保证，我一生中还从来没有吃到过味道这么好的饭菜，在任何一次宴会上，我也没有像在波特里思那天那样感到愉快……我必须告诉您的一件事是，在您放心让博尔顿先生来这里前，请注意将他的生活必需品充分准备好。可怜的瓦特先生现已改信再洗礼教，并定期去参加他们的聚会。他真是一个名副其实的虔诚教徒。

当康沃尔的第一台发动机于 1777 年 9 月开始运转时，显然它没有使人扫兴，因为我们发现瓦特曾告知博尔顿说：“‘精神矿’的发动机运转良好”，而且一个月以后，他还说：“这台发动机运转得越来越好。”负责安装这台发动机的是托马斯·达德利；在此之前，矿业主曾派他到索荷和伯沙姆去催促制成这台发动机的部件，同时接受一段时间的训练。这第一次分配给他的任务，看来他干得不错。

到这时，西矿区也已经定购了第一台发动机，那是为马拉济昂的特里格塔丘陵草原制造的一台汽缸为 63 英寸的大型发动机。请记住，这里是“老布奇”的地盘，他同达德利一样，事先也被派到索荷去受过培训。但是，这位固执的老头，却拒绝同这种新近流行的机器发生任何接触，因此，这项安装工作便交给了达德利。瓦特发现这位老工程师不仅自己不肯承担这项工作，而且还在散布流言蜚语来贬低这种新发动机，因此，在离开康沃尔之前，瓦特约见了布奇，并且把这次会见的结果向博尔顿做了汇报。他写道：

布奇已经拜访过我，并且许诺一旦当他为之信服，他就宣告放弃他的主张，并且决不再同普通发动机打交道。这个地区的舆论在目前似乎对我们有利……

1778 年 5 月，瓦特和他的妻子再次去康沃尔，这次他们在靠近雷德鲁思的普雷南瓜里租了一所房子。那里要做的工作多极了，以至瓦特在除夕那天都没赶回伯明翰，而他的妻子是在他之前走的。“廷唐矿”的工作一开始就令人满意。瓦特尽管钦佩乔纳森·霍恩布洛尔的才干，但却曾一度把他称之为不能令人相信的托马斯，现在他也变成一位改变初衷的热心人了。但在特里格塔丘陵草原，情况却并不那么令人愉快，因为达德利没有践约，在安装上的差错也带来很多麻烦。显然他没有能够对付那么大型的发动机，但却荒唐地不懂装懂，这就把事情弄得更糟了，从而免不了使那位“老布奇”暗自高兴。他第一次开始发动这种发动机时，由于他愚蠢地想出风头，结果反而使他自己和瓦特都丢了脸，暴露出自己的愚昧无知。他根本不懂发动机的转速是受到冷凝器对排出的蒸汽所进行冷凝的能力的限制。瓦特写道：

我曾经告诉过他们说，要每分钟跳动超过七八个冲程的冷水不够。可是，由于那里围观者甚众，达德利认为他可以向他们逞逞能了，于是就把速度定为每分钟 24 个冲程，这样他很快就使全部的水变得滚烫。后来，他们对发动机会停止运转这样一个问题似乎感到迷惑不解……

不言而喻，达德利最终又赢得了瓦特的好感，因为在前面曾经引用过的那封信里，瓦特把他说成是“已经痛改前非有悔意”了。

在 1778 年，又有两台瓦特式发动机开始在康沃尔运转。一台是在西区哈拉曼宁矿的 40 英寸发动机，另一台是在查斯沃特的 63 英寸发动机。后者原是一台由斯米顿设计的 72 英寸的“普通发动机”，用瓦特的汽缸和冷凝器进行了改造，原来的汽缸则被用做蒸汽套。除此以外，更多的发动机定单正从查斯沃特附近东区的波尔代斯、阿尔与凯克斯、波尔多利等矿山发来。事情很清楚，在未来的一段时间内，这两位合伙人当中总要有一位定期来康沃尔做较长时间的逗留。因此，博尔顿决定买一所房子供他们使用。这所房子就是在根纳普山谷的科斯加恩别墅，那里虽靠近东矿区，但又与之处于隔绝状态。瓦特对它做过这样描绘：

一个极为舒适的地方，一所整洁而又宽敞的房子，窗户装有上下推拉双层窗框，朝南的一面爬满了结有嫩果的葡萄藤。围墙里面的花园里种有一些品种优良的桃树、李树和大量的红醋栗，在门前有两块果园和一块草地……

瓦特在伯明翰已有一所上等的房子。也许可以把康沃尔的这所令人神往的乡间别墅看成是为他的幸福生活锦上添花。他完全有理由认为这是他的福分。他在格拉斯哥拼搏的年代，已经一去不复返了。他的发动机和他的经济前景，都肯定要取得成功。他有着一位世上难找的最好和最忠实的伙伴。他有一个贤惠的妻子，她在后来（1779 年）为他生了第二个儿子——格雷戈里。他的长子詹姆斯已经 10 岁了，是个胖乎乎的机灵鬼。最后重要的一点是，正像他自己所承认的那样，他的健康状况比以往任何时候都好。然而，瓦特却属于那种总是要自寻烦恼的人，而且一点极小的挫折也会使他陷入失望的深渊。正如他所坦率承认的那样：一位比较聪明但却没有商业头脑的人，甘愿把财政事务全部交到博尔顿那双能干的手里。而把他的整个注意力都集中在技术研究上。可是，瓦特对于资金问题却总是忧心忡忡。到 1780 年的时候，博尔顿已从伦敦的银行家那里，以抵押的方式筹集到 1.7 万英镑，而且他还以发动机的专利权税作为担保，从特鲁洛的一些银行家那里筹集到一笔钱。由于这两个合伙人自己制造的发动机寥寥无几，顾客们都直接支付全部基建费用，因此，很难理解当时究竟为什么需要那么多的资金，尽管据斯迈尔斯估计，他们在发动机生意中的投资总共有 4 万英镑。但是，博尔顿显然对他的生意心中有数，正如他所预见的，不到几年，这些抵押贷款将都还清，发动机生意变得非常有利可图。在当时还没有更多人入股的情况下，博尔顿理所当然地只有采取这一种筹集资金的办法。可是，每当提到抵押这个字眼的时候，瓦特总要叫苦一番，并且给博尔顿写上几封极荒谬可笑的信，这些信真要气坏许多缺乏耐心和冷静头脑的人。为了平息这些大声疾呼的抱怨，博尔顿向瓦特保证：在这一合股企业中，让他占有全部股份的 $\frac{2}{3}$ 。这种情况荒谬地反映出，在他们合股一开始，博尔顿就把钱预付给瓦特，不要任何抵

押。可是，所有这一切却仍然无济于事。瓦特写道：

这些交易已经成为我思想上如此沉重的包袱，以至在某种程度上来说，我对所有别的事情都漠不关心。我思想上没有释去这一重负以前，我对任何事情都不会有兴趣的，也许是由于长期没能享有欢乐的缘故，我再也承受不了这些思想上的负担了。

博尔顿对待他这样一些哀伤的情绪，总是心平气和而又富有幽默感的。有一次，他建议“像您的同乡那样”，在早晨和晚上做祷告；另一回，他建议瓦特把18个月内所支付的专利权使用费加起来，“您就会发现这对克服低落情绪有好处”。

瓦特在不为那些抵押贷款担忧的时候，他就会抱怨康沃尔矿业经理们的态度，或者对发动机安装人员的效率低表示不满。那些康沃尔人总是设法讨价还价，而瓦特却始终厌恶这种为价格而争论不休。有一次，因为专利权使用费付款问题发生争执之后，瓦特告诉博尔顿说：“我很讨厌这些争论，使我感到非常遗憾的是，我曾在蒸汽发动机上花了如此大量的时间和资金。”显然，瓦特是很不适合于同康沃尔人做生意的，于是只好由博尔顿亲自出马，于1780年9月到康沃尔去同他们打交道。

瓦特对那些安装发动机的人也常感到头痛。酗酒是他们主要的问题，不过即使在他们没有喝醉而保持头脑清醒的时候，也常常由于无知或缺少技能而造成严重差错。这是一帮很难对付的人。其中有一个名叫艾萨克·佩林斯的，他是安装布鲁姆菲尔德的那台发动机的人的儿子，也是一个相当有名的职业拳击家。瓦特几年来对此一无所知，直到有一次博尔顿不在那里时，他打开了一封来自伦敦拳击赞助人的信才知道这件事。有一位好斗的发动机工匠提出要同伦敦的任何人拳击一场的挑战后，伦敦的这位赞助人因而来函询问佩林斯的年龄和体重。瓦特被吓坏了，他把这件事告诉了博尔顿，胸有成竹的博尔顿却泰然自若地处理了这件事。如果按照瓦特的主意办，那么在这家企业的发动机安装人员中，被开除的将决不只是一个；可是，能够宽容人的博尔顿通常能够驾驭瓦特，因为他知道，尽管这些人有缺点，但企业却不能没有这些人。他曾说道：

“怜悯他们吧！宽容他们吧！再让他们试试吧！我们的作坊决不可停顿下来，因为十全十美的人是找不到的……我们必须像寻找他们时那样接收他们，并要把他们造就成最优秀的人。”

7 默多克苦战康沃尔

在发动机生意初期最大的困难之一是，找不到足够的技术人来掌握这种在当时算是惟一复杂的机器。缺乏耐性的瓦特，估计不到这些人必须要经过训练才能担负这种工作，也没有意识到，如果他们能干而且又肯干，他们就会很快从自己的过失中得到教训。不过他的恼怒是可以理解的，因为顾主必须为他们的错误付出代价，而瓦特惟恐失去其企业和发动机在康沃尔的声誉。当时那个地方在伯明翰人的眼里，就好像今天要去新西兰和澳大利亚那样遥远。

所有这些麻烦和困难清楚地表明：这两位合伙人的当务之急是在康沃尔有一位真正能干的使者。尽管住在科斯加恩别墅很舒服，但不管是博尔顿还是瓦特都负担不起那么长期逗留的费用，而且他俩当中谁都不愿老待在康沃尔，要成为那位公爵领地上的永久居民是难以想象的。如果这项生意要像博尔顿所希望的那样突飞猛进的话，他俩就都需要回索荷去。在康沃尔，需要一位技术上很有能力和性格上很泼辣的人，需要一位能够赢得康沃尔人尊重，并且以瓦特做不到的方式同他们打交道的人，换句话说，需要一位兼有这两位合伙人某些品质的人。他们极其幸运地找到了这样一个人，那就是威廉·默多克，他的名字在瓦特蒸汽机的经历中，仅次于博尔顿本人。

威廉·默多克于1754年出生在艾尔郡老坎诺克附近的贝洛米尔，他的父亲是当地的一个磨坊主兼磨坊机匠，他就是在他父亲的生意经中长大的。到了1777年，新发动机已蜚声艾尔郡，年轻的默多克决心南行，试图在索荷工厂找个工作。毫无疑问，他满以为他的拉乡情会取得詹姆斯·瓦特的好感，但在这一点上他却打错了算盘。很奇怪的是，瓦特有一次曾对沃尔特·斯科特爵士说，他对苏格兰的机匠评价不高，这也许是他早期同卡伦的工人相处的那段经历曾使他失望的缘故。那个时候，他们同英格兰的工程师相比，当然显得缺少经验；但是他们不久便在蒸汽机的使用，特别是船用方面干得很出色。也许值得默多克庆幸的是，当他访问索荷时，正巧瓦特不在那里，见到的是那位具有敏锐判断力的马修·博尔顿。他们这次会见的真实情景常为人们所乐道。当博尔顿向他提出问题的時候，这位年轻人紧张地站在他的面前，手指头不停地卷着他的硬帽边。博尔顿被那顶帽子迷住了，目不转睛地注视着它。那顶帽子与他过去见过的所有其他的帽子迥然不同，没有布盖，看上去就好像是油漆过的一样。他终于开口问道：“这似乎是一顶很奇怪的帽子，它是用什么做的？”默多克局促地回答说：“木材，先生。”“木材？！”博尔顿惊叫起来，“可又是怎么做的？”默多克回答说：“先生，是我自己用自造的车床把它车出来的。”此刻博尔顿认识到这是一种超出常规的工作，需要一种可以车椭圆形物体的车床，同时也认识到要能够制造和使用这种机器，决不是一位普通机匠所能胜任的。默多克被录用了，而且也很快地证明博尔顿的判断是正确的。

在索荷默多克最初被雇用为制模匠。他第一次出差是去伯德沃思修理和改进发动机。他第一次作为一个安装人员是去邓弗里斯的万洛克赫德装配一台36英寸的矿用抽水机。他回到英格兰中部以后，又为希罗普郡的唐宁顿伍德安装了一台发动机。后来在1779年9月份，他奉派到了康沃尔，并且在那里安家落户，住了15年之久。

默多克很快便成为一个非常得力而又可靠的人，博尔顿把他说成是他曾

经见到过的最积极主动的人，也是最善于安装发动机的人。无论如何，他对这家企业都是绝对忠诚的。他办事稳当，孜孜不倦。只要工作需要，他可以夜以继日地工作。不仅如此，他还很快地显示出具有仅次于瓦特本人的发明创造的才能，后来对于瓦特式发动机的几项改进意见，就是最先由他提出来的。在默多克的性格方面，只有下面一点有时会引起两位合伙人的某些不安。当默多克在安装发动机的过程中主动地对瓦特的设计提出修改意见的时候，瓦特感到很烦。这些改进并不总是成功的，即使成功，瓦特不高兴也是可以理解的。再者，博尔顿和瓦特总是害怕默多克的发明创造可能会使他背弃他们。默多克的蒸汽发动机车模型，就曾经使他们最感到恐惧了。

关于默多克如何制造了这个模型，并且在雷德鲁思靠近他家的一座教堂大院里进行试车，曾把当地教区教师吓得惊慌失措的传闻是众所周知的。不过有一点知道的人并不多，那就是默多克事实上曾经带着他的模型乘坐公共马车去伦敦，打算申请发明专利权。无巧不成书，他在埃克塞特站却偏偏碰到了博尔顿，当时，博尔顿正在去科斯加恩的途中，从一辆向西去的公共马车上下车。博尔顿千方百计地设法说服了这位忠实的默多克，让他放弃他的计划，并且和他一道回到了康沃尔。他曾对瓦特描述过那天晚上默多克是怎样在特鲁洛他们下榻的那个旅馆里，向他表演这个模型的情景：“他在里弗斯佳的一个大房间里，让蒸汽机动车模型转着圈跑了一两英里，上面还载着烧火用的煤铲、拨火棍和火钳。”如果没有埃克塞特这场邂逅相遇的话，默多克本来可以把他这个设计继续搞下去，并且把建造第一辆正式行驶在英国道路上的蒸汽机动车的荣誉，从那位小特里维西克的手里夺过来。默多克模型的原理是将“强蒸汽”排到大气中去，这同瓦特的原理显然不同。为了不让这种离经叛道的见解在将来得势，瓦特亲自领取了一项蒸汽机动车的发明专利权。他给博尔顿写道：

我对威廉·默多克仍然忙于那种蒸汽机动车一事，感到极为遗憾……我现在对蒸汽机动车的看法仍然与从前一样，但是，为了尽最大可能来防止由它而引起的无益争论，我手头已经有了一个某种型号模型，如果上帝赞成这种车而要创造奇迹的话，我即下决定试一试。

这种一反常态的合谋，除了最后使默多克感到失望外，根本没有取得什么结果。

默多克这样的才能使他很快就在康沃尔赢得了矿业经理和工程师们的高度信誉，甚至连那位保守的“老布奇”，也请他去作为他的合伙人，掌管由他负责的半数的发动机。康沃尔人知道，如果一台发动机出了故障，默多克不把故障排除是不会去休息的。在博尔顿给瓦特写的下面这篇报道里，曾专门谈到了默多克在“统一矿”和“处女锡矿”努力工作的情况：

默多克是不知道疲倦的人，从安装工作一开始，他就废寝忘食，因为看起来谁都不如他能干……当默多克在上星期四和星期五夜苦干了两天的之后，他又收到了西区“处女锡矿”的一封信，非要他马上到那里去不可，因为他们无法使发动机起动运转，要是默多克不能立即赶到那里的话，他们就只好让它熄火。因此，他便紧接着在星期六早晨赶去启动那台发动机，并且在机器良好地运转了五六个小时之后才离开那里；当他回到“统一矿”的时候，已经是深夜 11 点左右了，但接着他又为那些发动机忙碌起来，一直干到清晨 4

点才就寝。今天上午 10 点钟，我又看到他在波尔代斯贮水槽那里，忙着找寻震出来的栓钉和栓销。因为他患重感冒，我坚持要他回家睡觉。

由于有这么一个人在主管工作，瓦特式发动机在康沃尔取得辉煌的成果，就不足为怪了。1783 年，也就是第一台瓦特式发动机在“忙碌矿”安装后仅仅 6 年，瓦特便声称在那里公爵领地上只剩下一台纽科门式发动机了。虽然他的这一说法并不正确，但人们对他的发动机的优越性已再不感到怀疑了。至此，已有 21 台瓦特式发动机在矿上运转，而且在 1784 年至 1788 年间又在那里安装了 18 台。默多克及其那些安装发动机的同事们的工作量，比这些所提供的新发动机的数字所含的工作量大得多，因为当时康沃尔采矿的突出特点之一是，这些笨重的机器老是要从一座矿井转移到另一座去。例如，在康沃尔的第一台瓦特式发动机，不久便从“忙碌矿”搬到了斯科里尔的“机会矿”，接着又先后搬到圣希拉里的“处女矿”、坎姆博思附近的“仙鹤矿”、“联合矿”，最后于 1789 年才在戈多尔芬附近的苏珊锡矿落了户，这就是说，在仅仅 20 年里就转移了 5 次。将发动机从一个矿井转移到另一个矿井的这种做法，使得记载工作变得极端复杂。不过，据 H.W.迪金森博士估计，在博尔顿和瓦特之间的历史性合伙期间，在康沃尔总共安装了 55 台发动机，其中绝大多数是单功能的抽水机发动机。

当我们把在康沃尔经营从技术方面转到财务方面时，就会表现出一幅比较暗淡的图景。对于这个问题，无论是马修·博尔顿的交际手腕还是威廉·默多克的满腔热情，都无法改变。随着发动机效能的提高，从而充分表明瓦特的断言是有理的，瓦特认为康沃尔的矿业经理们拒绝支付博尔顿和他所要求的节省份额，这是恩将仇报。这里应该解释一下，当时对于发动机的性能是用约翰·斯米顿设计的一个公式测定的，这个公式是根据消耗一蒲式耳的煤炭，能把多少百万磅重量的水提高 1 英尺来计算的。这种算法称为能率数，而最早的纽科门式发动机的平均能率数为 4.3。但是由于斯米顿的改进而把这个数字提高到了 7.4。后来，老特里维西克通过使用大于气压的蒸汽，又声称达到的能率数为 10。瓦特式发动机的能率数每台之间差别相当大，但是，保守的平均能率数为 17.5，而在波尔代斯、阿尔和凯克斯矿及巴特森矿，那里的瓦特式发动机的能率数则超过了 30。因此，它所节约的燃料数字是很大的，但要用英镑、先令和便士的方式来表达，那就决不像这些所出示的数字那么简单了。

在康沃尔安装的第一批发动机，是按照早先为在伯德沃思所提供的那台发动机的同样条款成交的。那就是说，矿业主要把由于使用这批发动机而节省的总金额的 $\frac{1}{3}$ ，逐年付给博尔顿和瓦特的这家商行。但这项年支付额的计算是很复杂的。这批新式发动机被安装在很深的矿井来抽水，其深度是当时使用的任何纽科门式发动机所远远不及的，因此，斯米顿的计算公式在此是行不通的。显而易见，矿井的深度会影响到能率数，而这也正是造成能率数相差悬殊的原因之一。在那些深矿里，仅仅泵杆本身重量的增加，就要增加消耗一部分发动机的动力。后来，当每台新型瓦特式发动机成交时，瓦特都决定以一种费解的计算方法来支付这笔分成的金额，按这种计算方法，他把自己的发动机的性能，与一台完全是假设的能够担负同样工作的纽科门式发动机进行对照。虽然他的这种计算方法是严格而又公平的，但是当那些矿业经理们一看到要付那么一大笔钱，他们就会对这种无法理解的计算方法，

很自然地表示不信，并且对用它计算出来的数字提出疑问。

要确定每年应交的实际分成的金额，就必须知道那台发动机在当年的工作量。为此瓦特在每台发动机的横梁上，都安装了一个摆动计数器。这一措施也引起了那些康沃尔人的不满，因为它是按等速摆动计算的，而在事实上早期那些非旋转式发动机的作功冲程是很不相同的，完全可以肯定，在一段较长的时期内，实际工作量和记录的数字之间，也就有着很大的出入。

整个康沃尔采矿业金融状况的不稳定，使得这些纠葛变得更加严重。那里的矿业收入年年都相差悬殊，有些企业还具有极大的投机性。因此，在一个顺利的年景里，由于他们的情绪乐观，被认为公正而接受下来的协议，在过了一年之后当生意不景气时，他们就会把这一协议看成是一项苛刻的勒索。正如迪金森博士所指出的，瓦特式发动机的优越性，实际上使那里的采矿业的经济地位恶化了，因为它助长了深层采矿的投机浪潮，但这并不是博尔顿和瓦特的过错。不过，瓦特式发动机的成功，却使他们自己遭到了报应，因为它挑起了对垄断的指责，甚至有人威胁要请愿以废除他们的专利权法。矿业经理们的这一行动，除了遭到瓦特一场淋漓尽致的驳斥外，则一无所获。他写道：

他们指控我们实行垄断，就算是垄断吧，但恰恰是通过垄断才使他们的生产率空前提高。在通过使用这种发动机而在节省燃料方面取得的利益中，难道我们不是把 2/3 的好处给了他们吗？而留给我们自己的却不过 1/3 而已，甚至在分成时，还要进一步打些折扣以应付境况的压力。他们认为把支付发动机费用的负担加在矿业利益上是难办的；这种说法正像有人要偷我的钱包，而我则应该把自己后屁股口袋的钮扣扣好一样的难办。毫无疑问，这也是像有人希望得到某位乡绅的一片土地，但却有着继承法的束缚那样非常难办。况且该乡绅的土地还不是他自己制造的，而这种冷凝发动机却是我自己制造出来的。该乡绅只是消极地继承了他的土地；而这项发明则是我自己积极劳动的结晶，天晓得，为了它，我曾遭受过多少身心上痛苦的折磨啊……

尽管表示出这种义愤，但是发动机还是非买不可，因此在康沃尔也就暂时恢复了平静。两位合伙人也被迫作了让步。正像瓦特信里所表示的那样，他们已经同意减少分成额，尽管瓦特是违心地被迫放弃了他们那个宝贵的公式，而赞成了一套以汽缸直径为基础的新的付费制度。然而，即使这一让步也还导致了争端。北部丘陵草原集团的矿业主们争辩说，由于预料矿井采掘面在将来会加深，因此他们安装起来的发动机，其功率都超过了目前的需要。在这种情况下，除非这些发动机都开足马力运转，否则以汽缸直径为基础来收取费用的做法就是不公平的。他们建议说，以活塞直径每平方英寸的负荷量为基础来付费比较公平。对于这一点，显然也得到了认可。

尽管有些妥协，在康沃尔呈现的仍然不是真正的安宁，而是一种并不稳定的休战状态。瓦特的发明专利权随着岁月的流逝，以及随着工程师们对业务的熟练程度的提高，对这种垄断的指责又重新掀起，来势更猛，而那种酝酿已久的不满情绪，也爆发成一场公开的反抗。但就目前的情况而论，征服康沃尔的目的已经达到。有这块占领区的休战局面，加之默多克在那里工作出色，这使瓦特能够把精力集中于蒸汽机的设计上，从而前进了两大步，这就是复动式和旋转式的发动机的问世。

第四章 科学家的态度

1 攀登新的高点

如果说博尔顿把具有发明创造天才的瓦特，看成是一棵取之不尽的“摇钱树”的话，那么，瓦特则把具有商业头脑和开拓精神的博尔顿，比作为能够点石成金的“魔术师”。这一对伙伴的结合，注定了他们会取得丰硕的成果。

现在，瓦特终于找到了坚强的后盾，没有后顾之忧了。他可以把精力，集中用到技术开发方面。在市场经济的竞争中，仅靠大腕手段是不够的，还必须要有质量高超的产品做根基，才能更好地打开局面，而这正是瓦特的责任。虽然，非旋转的复动式瓦特发动机制造了几台，甚至还造过几台那种单动的旋转式发动机，但是，这两项却是非常密切地联系在一起的。因为一旦旋转运动被设想出来，那么就可以将这来自应用于运转的两倍冲力的优点显而易见。博尔顿在 1781 年给瓦特的一封信里指出了这一点。他写道：

如果按照你几年前的设计和图纸去制造出上下运动的引擎，曲柄可完整地转一圈，那么我们就有把握了，因为普通引擎是不能做上下运动的。

博尔顿在这封信里所提到的图纸，是在 1774 年、1775 年间提交关于延长引擎发明专利权法提案时绘制的。因此，我们可能会感到不理解：为什么竟然将这么一项大有发展前途的研究成果默默无闻地搁置了如此之久。在应用复动和旋转的原理方面，虽然瓦特起着智囊的作用，但博尔顿却起了促进作用，用他自己的话说，他充当了平安出世的助产士。

瓦特的优柔寡断是有着几个密切相关的原因的。康沃尔的事务使他忙得不可开交。当他不在康沃尔的时候，他实际上是在为康沃尔准备新式引擎的设计图纸而忙碌。尽管他全力以赴，但他却没有博尔顿那种商业上的远见，从而他不可能看到比康沃尔更远的地方。可是他的合伙人却意识到康沃尔只能是一个短期的市场。因而他们必须找到并占领新的矿区。此外，从工艺上看，单动式抽水机引擎当时就十分走俏。正像我们后来看到的那样，虽然向康沃尔提供复动式抽水机引擎，但很多矿业经理却仍然宁愿选用那种老式的单动式引擎，并且继续定货。因此，康沃尔作为促使繁忙的瓦特去开拓新的领域的推动力的作用是微乎其微的。如上面所引用的那封信中说过的，而是那位高瞻远瞩的博尔顿预见到了这种旋转式引擎大有前途，并且促使复动式原理首先得到运用。他在 1781 年 6 月写道：

伦敦、曼彻斯特和伯明翰的那批人，正狂热地迷信着蒸汽碾磨机，我的意思不是在催促您，但我认为在一两个月内，我们应该下决心取得制造旋转运动蒸汽引擎的某种方法的专利权……像康沃尔这样的地方再也找不到了……对我们引擎的最有希望的销路，就是把它运到磨坊中去。这肯定是一个广阔的领域。

就这样瓦特被动员起来了。他开始了工作，并且一旦干上手，他便抓得很紧。他的复动式发动机是在 1782 年取得发明专利权的，到了 1783 年 3 月，这种型号的第一台试验性发动机就在索荷运转起来了。它有一个 18 英寸的汽

缸，即小冲程为 18 英寸，这台旋转式发动机，被用来带动一台小型的谷物碾磨机。瓦特在早些时候，曾经利用单动式发动机试验过旋转运动，为了叙述起来方便些，我们把这些试验以及与此有关的那个关于曲柄发明专利权的众说纷纭的问题，留到后面去谈。

就汽缸、阀门和阀体而言，从单动到复动的变更，并不意味着有任何根本的变化，而只不过是一种改装而已。取代过去在汽缸底上的排气阀和平衡阀，以及顶上的一个蒸汽吸入阀（最早时期的单动式引擎除外）等老式安装，现在则在两端都安装蒸汽吸入阀和排出阀。它们还是以前使用过的那种降落式阀门，这些阀门打开时是这样的：当汽缸的一端接通锅炉蒸汽时，另一端则通向冷凝器，并且处于真空状态。活塞就在每个冲程时产生动力。瓦特必须解决的最大问题是，怎样才能以最佳效果把这一动力传送到横梁上，在那种单动式发动机上，用一根链条把活塞杆和横梁上的扇形轮连接起来就足够了，因为链条总是处于张力状态，但现在的活塞杆却要来回推拉，因此，就必须采用某种形式的刚性连接才行。

瓦特马上就想到了采用导向丁字头和连接杆，但这种简单的解决办法对瓦特要达到的目的来说，却存在着若干严重的缺陷。由于当时还没有大型的刨床，因此，要想制造出表面确实十分平滑的长丁字头导杆来，会是极端困难而又昂贵的，无论如何这种导杆是无法采用的。因为要在这些导杆和横梁之间留出空隙，就必须有一根很长的连接杆，这会使发动机的整个高度增加，这无疑会使那些可能成为买主的人感到心灰意冷。因此，瓦特便试图寻求别的解决办法。安装在索荷的被瓦特称之为第一台的“上下往复式发动机”，在活塞杆的末端有一个导轨齿轮，它同横梁扇形轮上的一部分齿轮口齿合在一起。不用说，这种既原始又临时的办法是不会成功的。瓦特很快就抱怨齿轮的凸齿断了。他曾在此后不久写道：这台引擎“运转的动力真大，以至一再把所有的绞轮都弄断”。这就意味着整套装置都报废了。

由于想不出有效的办法，这套齿轮系统还是持续运转了一段时间，与此同时，瓦特仍在不断地尽力解决这个问题。1784 年 6 月，他写信给博尔顿说：

我已开始着手研究一个新问题啦！我已摸索到一种能使活塞杆上下垂直运动的方法，只要把活塞杆固定在横梁的一块铁板上，既不需要链条，也不要垂直导杆，外部也不需要摩擦件轴、弓形头和其他笨拙的玩艺儿，这个新装置，完全能够使我们如愿以偿……迄今，我只用小模型进行过试验，因此还不能制造它，不过，我认为它很可能会成功的，在我所设计过的所有机械装置中，它要算最精巧、最简单的一件了。

仅仅一周之后，他便又宣布说，他已经为这种新装置做了一个非常大的模型，并且“可望成功”。但他由于习惯于小心谨慎，所以提醒博尔顿说：“请您先别为此而得意洋洋，这个装置还没有经过合理的试验，也许还有一些尚未发现的缺点。”

这个装置，后来被称之为三杆传动装置。活塞杆上的丁字头通过耳轴，连接到两根连杆的中部，这两根连杆以横梁的一端为枢轴而转动，并且从横梁上垂直地挂下来。在它们底下的那一端，这两根连杆用销钉连在一个半径杆上，半径杆的长度与横梁的半径相等。半径杆的另一端，则固定在机房墙壁上的一个固定支点上，这种装置运转良好，并且实际应用于两台发动机上，但是，它却有着一个重大的缺陷，即机房因此不得不大大扩建，以便装下那

根长长的半径杆。为了克服这一缺陷，瓦特最初用的办法是改变几何运动的形式。通过移动垂直连杆中点上面的丁字头耳轴的连接点，就可以减少半径杆的长度。但是，这仅仅是一种改良措施而已。在这一演变过程中所走的第三步是具有决定性的，就是在横梁上挂一个平行连杆缩放仪，来取代外半径杆，而内垂直连杆则由半径杆控制着。这个难题就这样最终得到了解决，因为现在整个机械装置都安排在横梁之下，并且没有超过它。人们把这种三杆装置和缩放仪的结合，称之为平行传动装置。在内部附属垂直连杆的一点上，现在有了垂直运动，而缩放仪下部的连杆则把这种运动传送到与丁字头耳轴相连的主垂直连杆的底端。

瓦特在退休时，对自己在漫长生涯中所取得的杰出的设计和发明成就进行过回顾，他感到最得意的并不是那个最初使他走上成名之道的分离冷凝器，而是这个平行传动装置。他曾对他的儿子说：“虽然我并不太注重名声，但我对平行传动装置的自豪感，却胜过我对我所做出的任何其他机械发明。”瓦特之所以会选择这一杰作，是不难理解的，因为只有它，才如此明晰地体现了应用科学与实际工艺的结合，而这种结合又正是他的创造力的秘密所在。如果有一位诗人会对这种传动情景赋诗的话，那么，由这些杆和链节在传动时的精确的几何运动所组成的韵律节奏，实在是充满了诗意的。任何一位名符其实的机械工程师，在观看一台大横梁式引擎上的这种平行传动装置运动时，都会情不自禁地对其发明者能在以前这么久的年代里就能有这种设想而感到敬佩。与瓦特同时代的人称这种装置是“精美的”，尽管“精美的”这个形容词被许多人滥用，但用在此却是含义贴切。虽然瓦特的横梁式引擎现在已是博物馆里的展品，但是他的平行传动装置却成了现代赛车上的“瓦特式连杆”，在带动单独凸出的后轮方面的作用，就好像当年它牵动横梁式引擎上的长活塞杆一样可靠。

当这种新型的复动式引擎用来作为一种非旋转式泵机时，如何最有效的利用引擎活塞上提时的动力，成了一个问题。这两位合伙人，在初期就这个问题的相互通信中，瓦特曾提议加重引擎横梁的一端。活塞在上提时将把这重物托起，这样，当它降落时，就可以对泵机产生辅助作用。他认为，通过这种办法，就能够使一台单动式引擎产生双倍的效力。博尔顿在回信中对这一点提出了更明智的建议，他说复动式引擎也许可以用来带动两台泵机，一台是普通的提升斗式的，另一台是柱塞泵。十分奇怪，瓦特并不赞成这项建议，尽管柱塞泵在康沃尔很时兴，但是博尔顿和瓦特却一直没有采用，直到1800年瓦特退休之后，这种泵机才有人采用。

在康沃尔最早的两台复动式抽水机引擎，其中一台于1784年至1785年的冬季开始在“托万锡矿”运转，另一台则是翌年在“梅萨锡矿”开始运转，前者在最初时用的是导轨和分段装置，而“梅萨锡矿”的那台引擎则从一开始便配备了平行传动装置，那些杆是木制的。这两台引擎各带动两台提升式泵机，其中附加的那个泵机是通过安装了粗笨的木制曲柄和连杆带动的。它的运转方向同主泵相反。在“隆盛锡矿”的那台45英寸汽缸的较大型的引擎，虽然开始安装的时间较晚，但实际使用却早于“梅萨锡矿”的那一台。博尔顿延长了在康沃尔住留的时间，以便在1785年11月能观看到它启动。他写信告诉在伯明翰的瓦特说：“看来这是个惊人的壮举。”未经试验的大型连接部件如此之多，以至使我望而生畏。”然而，博尔顿的顾虑实际上是多余的。这台引擎运转良好。不久以后，在“处女锡矿”安装的那台新型的复动

式引擎，比这一台还要大，它的汽缸为 63 英寸，冲程为 9 英尺，这被称为当时世界上功率最大的引擎。

在后来的复动式抽水机引擎上，没有再使用曲柄装置来带动辅泵机，而在引擎横梁的一端连结了一个斜泵杆，这种装置的缺点是妨碍了阀门和冷凝器泵杆的正常布局，使得它们不得不通过一个在主横梁上的小型辅助横梁来驱动，而横梁则要穿过机房的墙壁，所以冷凝器和泵机也都要安装在机房的外面。

也许由于变得更加复杂的原因，所以这种泵用复动式引擎在康沃尔从未像原来的引擎那样广泛使用，而是当把它与旋转式传动结合起来之后，这种新的原理才真正有了名气。人们很可能会问，为什么在费了很大的劲儿把它们变为旋转运动而使其灵活得多以前，纽科门式和瓦特式引擎，作为往复泵机还存在于那么多年。即使是那些比较老式的单动式引擎，只要适当地加上一个大而重的飞轮，就能够改装成旋转式传动引擎。那么，为什么像约翰·斯米顿这样一位大工程师竟会直言不讳地宣称：要使纽科门式引擎改成旋转运动的惟一恰当的方法，就是使它把水抽给磨轮使用呢？詹姆斯·瓦特本来只要加上连接杆、曲柄和飞轮，就能使他已经成功的引擎做旋转式运转，而为什么他却一直拖延到 1779 年仍在弄那已半途而废的蒸汽轮呢？当时他已领会了曲柄原理却把它用于其他目的了。

这些问题的答案是非常引人入胜的，并且揭开了在整个发明史上其中一个最不可思议的“盲点”。正像在前面里所提到的那样，那种往复式泵机引擎的冲程变化相当大，因而人们坚信，这种冲程的变化会严重影响任何实际使用的效果，例如，要将往复式传动改成旋转式传动，连杆和曲柄都会变得无法使用。对于我们来说，简直难以相信的是，像詹姆斯·瓦特这么一位有才干的工程师，居然也会跟他的前辈和同代人一样，竟对连杆和曲柄完全能够控制汽缸里的活塞运动一事也没能领会，然而事实就是如此，所以这一谬见便将留给一位相当不起眼的小人物去纠正。

1779 年，布里斯托尔的一位工程师马修·沃尔布拉夫，获得了一种使蒸汽机产生旋转运动的棘爪棘轮装置的专利。这种形式的驱动不是强制性的，因此，它就排除了由于冲程长度变化而可能产生的困难。沃尔布拉夫急于想把他的装置用到瓦特式引擎上，请求博尔顿和瓦特允许他在布里斯托尔自己的作坊里建造瓦特式引擎。这一谈判毫无结果，可能是因为瓦特对沃尔布拉夫的装置评价不高，并且认为他自己能搞出一种更好的装置来。因此，最早安装棘爪棘轮装置的两台引擎是纽科门式的。第一台建造在沃尔布拉夫自己的作坊里。第二台是在伯明翰斯诺山的一家作坊里，其主人是一个名叫詹姆斯·皮卡德的钮扣制造商。这两台引擎都在 1779 年开始运转，而斯诺山那台引擎创造效益使得博尔顿幡然猛醒，他立即提笔写了一封信派人送交在康沃尔的瓦特，督促他要悉心研究旋转传动问题，因为“很多对这一问题不了解情况的人，会误认为沃尔布拉夫的改进，会使您的引擎被淘汰”。

然而，沃尔布拉夫的棘爪棘轮装置，实际上远非像人们所想象的那么令人满意。于是他在 1780 年便采取具有决定性的步骤，即在斯诺山的那台引擎上，换上了单链杆和曲柄，为了使曲柄能够转过中心，他在曲轴上安装了一个大齿轮，这个大齿轮与压动一个相当于它的一半大小的齿轮，这个齿轮在第二轴上转动，并起着平衡锤的作用。毫无疑问，把这种传动装置用于运转速度很低的单动式引擎上，其运转情况仍然是很不规则的。但是，它却最起

码地使那个所谓活塞冲程的不规则性可能会妨碍任何形式的强制推动力的谬论被永远地推翻了。

当瓦特听到这一发展的消息时，他似乎并没有深感不安，理由是他并不认为把曲柄应用到蒸汽机上就可以取得专利权。博尔顿当时正在康沃尔，瓦特把这一消息向他汇报如下：

“马修·沃尔布拉夫在斯诺山的引擎上安装了一个单曲柄，其效果很好，比那种扇形齿轮要好……我认为您在回来的时候，应该去拜访一下马修，让他知道，我们是抵制他独占这些曲柄专利权的企图的。”

沃尔布拉夫显然是在布里斯托尔，而且根据后来发生的事情，人们一定会推论：当瓦特写这份汇报的时候，他并没有亲眼看到斯诺山的那台引擎。而只是把他听说的情况转告博尔顿。博尔顿在回信时写道：“我认为那种双缸曲柄引擎是最上乘的，如果装上一台的话，它将会使这些冒充内行的人一败涂地。因此，这是一件非常值得去做的事。”接着，他又要瓦特指示他们在伦敦的律师，注意沃尔布拉夫或皮卡德可能对曲柄发明专利权所提出的任何申请，从而在必要时，他们就能够加以抵制。

这一指示来得太晚了，博尔顿是在 1780 年 11 月 26 日写这封信的，可是以詹姆斯·皮卡德的名义申请的这项专利权，却在 8 月 23 日便获得了，而且在 12 月 9 日注了册。这项申请专利的说明书写得很简单，并附有一张图解，画出了轴、两个齿轮和平衡锤，瓦特非常懊恼，接着发生了一场激烈论战。

2 财富与堕落的缘由

瓦特开始挺身而出，为维护自己的权益而行了。他写道：“我知道这项发明应归于我，而现在却有人以最不光彩的手段把它从我这里窃走了，更令人感到气愤的是，还竟然鬼鬼祟祟地弄到了这项专利。”这项专利除了出其不意地利用了这两位合伙人的疏忽外，并没有任何见不得人的勾当，它是通过正常途径获得的。皮卡德没有任何义务将其意图到处宣扬。至于有关窃取的指控，瓦特在一周之后又做了阐述。他声明：他完全确信沃斯布拉夫和皮卡德在这个装置上没有任何发明创造，并且他还说：“他们是从内德·拉斯顿那里得到了关于曲柄的提示，而拉斯顿则是从一台车床受到启发的。至于平衡锤，则是通过卡特赖特从我这里搞去的。”

尽管在这一事件中，博尔顿和瓦特并没有争夺皮卡德的专利，但他们却显然这样仔细考虑过。可能是因辩护人的建议，他们曾准备过一份诉状，其中归纳了瓦特指控的基本要点，声称在1779年的夏季期间，在索荷曾制造了一台试验模型，那上面的曲柄、齿轮和平衡锤，跟皮卡德的专利说明书中所示的完全相同。他们的雇员理查德·卡特赖特曾经常看到并操作过这台模型，他把这台模型的原理告诉了皮卡德在斯诺山的引擎工匠缪尔·埃文斯。作为这份诉状佐证的是由卡特赖特签字的一份供认书，它记述了当他和埃文斯在汉兹沃思的“车马店”里一起喝酒时，埃文斯向他叙述了他在棘爪棘轮装置方面遇到的困难经过，这份供认书还写道：

我说，我想我能造出一种不带那些松动的齿轮而使引擎运转的机器，他说那怎么行。

我说是用我在博尔顿和瓦特先生那里看到的一种传动装置，接着我把这种装置运转的情况讲了一下。他问我是如何构造的。我说用的是一个带轮的曲柄，那个轮子推动一个有它两倍大的滚轮转动，上面还有一个平衡锤来抵消曲柄的重量。他说我的老板们所花的钱已经太多了，因此，我敢说他们自己是再也承担不起更多的开支了……

这场风波正是瓦特固执的一个例证，他极不愿意采纳别人已经用过的方法，即便是他完全可以不受约束地去这样做。他那自高自大的态度支配着他必须在该领域之内永远是首屈一指。如果在解决某一问题时，别人领先于他，那么他宁可竭尽全力去另辟途径，也不愿意屈居第二。甚至在那些他自己并不打算马上就应用的发明上，他也总是这样做。默多克的蒸汽动力车以及默多克因此而获得的专利，正是典型的例子。而且卡特赖特的确把其原理轻率地通报给埃文斯也是无可怀疑的。但是，正像这份供认书所表明的并且还得到瓦特用自己的话所确认的那样，从他那里窃走的并不是曲柄的原理，而是二比一大小的齿轮和平衡锤的设计。本来这种设计瓦特是完全能够弃之不用的。他在这件事情的刺激下而制造出来的新型复动式引擎，在很大程度上解决了这个问题，无论如何这种简单的飞轮只不过是一种笨拙的代用品而已。如果瓦特那时对它十分重视，那么他为什么自己不早去领取发明专利呢？这显然是被看作本案一个站不住脚的论点，因为在为辩护人准备的那份申明中也回答了这个问题，若以瓦特在康沃尔全力以赴建造引擎为由，那是缺乏说服力的。而有较大可能的是，瓦特认为该设计并不值得申请专利，因此在这场风波掀起之前，他就已经束之高阁了。在斯诺山的那台引擎，也很快放弃了那种齿轮和平衡锤装置，而采用了飞轮装置，事实上，有些作家认为：这

种齿轮和平衡锤装置，从来就没有实际使用过。

在这件情节曲折的事件中，需要强调的一点是，皮卡德所取得的发明专利，是齿轮与平衡锤结合在一起的曲柄，如果仅仅指的是曲柄应用的话，那么瓦特当初认为它不值得申请专利的想法，几乎肯定是正确的。假如他坚持这种认识，他本来就会制造出一个装有曲柄的发动机来进行试验，但当时他却固执地拒绝了这种做法，因为他坚持认为皮卡德的发明专利把这条路给堵死了。皮卡德和沃斯布拉夫再次请求允许他们建造瓦特式发动机，并且他们提出，不仅愿意支付这方面的款项，而且还宣布博尔顿和瓦特可以不受约束地在他们的机器上，使用曲柄装置以作酬谢，不过瓦特拒绝了这种谋求和解的橄榄枝。他提出皮卡德给他的发明专利的份额决不能少于一半，否则他就不会同意。这一提议十分自然地会遭到皮卡德的拒绝，因为接受它就等于承认这项设计是窃取的。

由于瓦特已下定了决心，所以他毫不动摇。因此，这种曲柄装置在它的专利期满之前，始终没有在瓦特式发动机上使用过。与此同时，为了找出不涉及这项可恶的专利的方法，瓦特立即开始了研究，而且在 1781 年 10 月，他所取得的关于产生旋转传动的各种方法的专利决不少于五种，其中三种是无需描述的，因为这三种并未摆脱曲柄原理，正是基于这种原因，所以它们从未被使用过。第四种是一种斜盘旋转装置，如今在科学博物馆里还陈列着一台这种装置的模型。听说它曾安装在索荷的一台发动机上进行过试验，但其他的情况则不得而知。可能也正是出于同样的原因吧，最后是空行式齿轮，它直到皮卡德的发明专利于 1791 年失败后，才成为所有的瓦特式旋转发动机上的标准部件。在这种装置上，固定在连杆上的行齿轮，围绕着安装在主动轴上的一个中心齿轮转动，主动轴则推动中心齿轮旋转，这种齿轮最早曾是安装在索荷的一台 15 英寸单动式小型发动机上进行试验，用来带动一个落锤。当瓦特克服了在开始时碰到的一些困难后，便为用户设计了第一批旋转式发动机。其中有 1783 年 3 月为威尔金森的布拉德利铸铁厂制造的一台较大的落锤发动机，有 1784 年 6 月为康沃尔的“处女锡矿”制作的一台小型卷扬机引擎，以及为伦敦的古德温和惠特布雷德这两家啤酒酿造厂制造的发动机，再就是为希罗罗普郡的霍斯海伊铸铁厂制造的一台落锤发动机，这三台发动机都是在 1784 年至 1785 年冬季开始制造的。

因为最初制造这些发动机时，都是单动式的，并在横梁的连杆头上放着重物，用来辅助在活塞向上空行时飞轮的运动，所以博尔顿曾建议使用一根重的连杆，这样会有助于使发动机运转得更平稳，也有助于消除空行齿轮发出的噪音，但瓦特不肯采纳这个设想，因此直到 1800 年使用的还是木制连杆。

1783 年春天，就在布拉德利铸铁厂的那台发动机开始运转后不久，瓦特便在索荷安装了第一台旋转复动式发动机，这就是前面已经提到的那台在活塞杆和横梁之间有齿轮齿条装置的发动机。从这里也可以看出，瓦特对任何一项新的发明，总要先在索荷的厂内进行全面的试验，并且根据试验进行必要的改进之后，才给其公司的主顾们试用。虽然瓦特在很多方面都过于谨慎和保守，但他的这种策略还是值得称赞的。这家企业所取得的可靠信誉，在很大的程度上要归功于此。他为主顾建造的第一台旋转复动式引擎，便清楚地说明了这一点。1784 年 6 月，当瓦特为赫尔的科茨和贾勒特先生设计这台引擎时，图纸上标出的是齿轮齿条装置，但在实际建造过程中，却改成了三

杆传动装置。这台引擎先在索荷安装检验好了之后，才把它拆开发往赫尔。这种前所未有的做法，表现出瓦特对于自己最新研究成果是何等的重视，正因为这样，才会出现像博尔顿所预见的那种局面，对这种新型引擎的定货单从全国各地纷至沓来。那个担风险的康沃尔市场，再也不是引擎生意的主要依靠了，并且从此以后引擎在资金方面也有了保障。在头几台引擎制造出来后，瓦特的平行传动装置得到了运用，此后除了某些零件外，没有对旋转复式引擎的设计做过更改，直到后来才用曲柄取代了行星式齿轮。

旋转式发动机也带来了某些新问题，它启动起来既可前行，也可后退，两个方面活动一样。这种特性可供应用的机会不多，例如，在驱动一台轧机，就能够有效地加以利用，而在大多数情况下，开动时如果转动方向错了，那就会十分麻烦，甚至还会损坏工厂的机械设备。因此，为了防止这种弊病，瓦特在曲柄上安装了一个棘爪和棘轮，只要不把棘爪提起来脱离啮合，发动机就不会倒转。另外，与负荷大体上不变的、较陈旧的往复式发动机不同，驱动轧机的旋转式发动机的负荷则经常有着很大的变化，因此，就必须在连接发动机和锅炉的蒸汽管上，安装一个调节阀。最初的旋转式发动机的是一种手控阀门，但这种控制法要求引擎操作工要目不转睛地守着它。因此瓦特在 1788 年把它改成了离心式调节阀，以代替手工操作。离心式调节阀的原理，并不是什么创新，碾磨轮机工们早就用它来调节磨粉机在不同速度下磨石之间的距离，但是用它来控制蒸汽机，却还是第一次。

如果瓦特设计一台往复式抽水机引擎，他只需要知道每小时抽水量和抽水的高度就行了。通过简单的计算，他就能精确地确定所需汽缸的尺寸，取每平方英寸承受 10 磅压力的汽缸直径作为他引擎的最佳标准负载。当时，如有一家磨坊老板要订购一台旋转式发动机，来替换他的水轮机或马拉机时，瓦特要想计算出所需发动机的规格，那就决不是一件容易的事了。因为他得不到准确的资料，而斯米顿的负载值也不再适用了。可在当时负载值则是测量和比较发动机性能的惟一公认标准。磨坊老板所能提供给瓦特的是水轮的直径，以及水轮的用水量和水源情况。或者是他提供马拉机使用的马匹数，显然这就需要新的功率计量单位了。

在瓦特那本从 1782 年至 1783 年的杂记和计算簿上，保持着他的一种最早的关于做一项特定工作所需的碾磨机引擎大小的计算，内容如下：

曼彻斯特的沃辛顿先生需要一台碾磨机，用于锉磨苏木，还要带动一台研光机。据计算，总共需要的功率大约为 12 匹马力，他的机匠里格利先生说：带动碾磨机的马沿着直径为 24 英尺的圆圈走，每分钟能转两圈半，两圈半等于每分钟 60 码，每匹马的力量约为 180 磅，那么，60 码乘 3 等于 180 英尺，再乘 180 磅，就等于 3.24 万英尺，用活塞运动的距离 120 英尺来除，等于 270 磅，再乘以 12（匹马），等于 3240 磅的汽缸压力，汽缸按每英寸 5 磅计算，等于 29 英寸的汽缸，6 英尺的冲程，每分钟为 20 次。

要指出的是，瓦特在这一计算中，把 5 磅这个数字作为发动机汽缸直径每平方英寸的最佳负荷，而不用早先在抽水机引擎上所假设的 10 磅数字。作为一位处事谨慎的人，当他走上一条心中无数的新路时，他限定任何差错都不应该过分，因此，该发动机的功率宁大于它所需的工作量，也不要小于它。在后来的一些计算中，他采取了同样谨慎的策略，只是表达得不同而已。他不减少活塞的负荷，而把所假设的一匹马力的功率增大到约 3.3 万英尺一

磅。直到现在仍然把这个数字作为各类旋转式发动机的功率测定的标准单位。

这家使瓦特的旋转式发动机引起公众瞩目的企业，就是在其同行业中独占鳌头的著名的阿尔比恩碾磨厂。它坐落在泰晤士河靠萨里的一侧，附近就是布莱克弗里阿斯大桥。虽然它并不是第一家使用这种蒸汽机的厂家，但在那时它却是世界上规模最大、设备最好的蒸汽机碾磨厂。它从 1782 年或者说是 1783 年开创时候起，博尔顿和瓦特就都在资金和实际业务方面与其发生了关系。瓦特为该厂设计了两台在当时是最大旋转复动式发动机，其汽缸直径为 34 英寸，冲程为 8 英尺。原来计划建造三台这样的发动机，但实际上只安装了两台。每台带动 10 部碾磨机工作。此外还有精选机、筛子和吊车等机械。博尔顿和瓦特雇佣约翰·伦尼来安装发动机，并由他落实这家碾磨厂的工作。伦尼于 1784 年 8 月放弃了他在苏格兰的生意而来到伦敦。这家碾磨厂在设计方面也像这些发动机一样先进。首次全部使用了铸铁的轴和齿轮等。安置这些第一流的机器设备的厂房，是聘用了塞缪尔·怀亚特担任设计的。他的兄弟詹姆斯比他更有名气。

第一台发动机于 1786 年 2 月开始运转，第二台则在三年后。这家厂在开始投产时，就被机械上的问题缠住了，但当这些问题得到解决以后，这两台大型发动机便开始正常运行了。碾磨厂的产量按当时的标准简直是个奇迹。博尔顿在 1790 年 6 月向瓦特通报说：在一周之内便磨出了价值 6800 英镑的面粉。于是，阿尔比恩碾磨厂就成了贵族和绅士们观光的胜地，前来参观的人数是如此之多，以至使得瓦特对博尔顿牢骚满腹。他抱怨说，络绎不绝的参观人群妨碍工作进行，应该拒绝接待。而在那些经济比较拮据的人当中，这家大碾磨厂则成了他们的眼中钉。他们把该厂的那些精良的机械设备，视为对他们生计的一个威胁，并认为它企图垄断主食供应的来源，然后又使面粉价格上涨。与之竞争的磨坊主们大肆煽动指控他垄断并操纵物价，直到阿尔比恩碾磨厂联营公司被迫出面为自己辩护才算罢休。该公司在它发行的一本小册子里强调面粉价格上涨是由于小麦成本提高，而该公司的厂家还把磨粉成本，从平均每袋 5 先令 0.75 便士降到了 3 先令 4 便士。尽管如此，当这家碾磨厂于 1791 年 3 月 2 日被一场大火烧为灰烬时，广大群众还是幸灾乐祸。有人怀疑这是有人纵火引起的，但约翰·伦尼确信事实并非如此，并且坚信这场火灾最先是由于一台大型谷物精选机上的一个轴承，因缺乏润滑油摩擦过热所致。

阿尔比恩碾磨厂就这样轰动一时，但它那短暂的事业，却丝毫不损于它的重要性。它是所有那些“黑暗的恶魔磨坊”的最早形式，没有多久，这些碾磨厂的高大烟囱便在彭奈恩山谷高耸入云，黑烟滚滚，遮天蔽日。而瓦特的旋转式发动机对于社会历史的影响，也是十分巨大的。工业生产有史以来第一次彻底摆脱了对水力和马力的依赖。鉴于新兴的实业家们对厂址的选择有了更大的自由，他们再也不受水车使用水流的约束了。不仅如此，瓦特的发动机所提供的源源不断的巨大动力，也使得前所未有的机械化生产方式的规模成为可能。这场来势迅猛的动力革命所带来的最消极方面，则是它使那些能工巧匠们丧失了精湛的手艺，并迫使他们受支配于新型机器那种不通人性的快速节奏。与许许多多其他伟大工程师和发明家们一样，瓦特没有能够预见到自己的工作历史上所产生的重大影响，也没有试图去做这种预见。从此之后，随工业革命而来具有悲剧性的咄咄怪事便产生了，那就是在财富

得到积累的同时，人却变得腐化堕落了。

3 在伯明翰的日子里

然而这一切，与发明家们自然无关，作为科技人员的瓦特，只懂得以自己的研究成果去为社会增加财富，自己也分享一定利益，至于由于他的发明而引起的各种社会效应，无论这种效应有大有小，是正是负，那就与他概不相干了。

在博尔顿和瓦特合伙初期那些最活跃的年代里，他们两个人经常是轮流把关，当有一个人在康沃尔时，另一个人就在伯明翰。甚至几个不同的地方都催促他们立即前往，催促之急以至曾使瓦特无可奈何地叹息道：“但愿我能有分身术，这样就能同时都照顾到了。”当我们想到他们当时不得不与交通运输方面的种种困难作斗争时，就会发现他们的成就确实是了不起的。从他们互相取长补短的意义上来说，他们真是一对理想的伙伴。然而，正是由于他们的这种互相依靠是必不可少的，所以信件来往便成为惟一的联系方式。当时往来于伯明翰和康沃尔之间的信件，也许是十天时间。真不知古往今来是否能否有任何生意合伙人会有如此大量的信件往返。无论何时只要他们不在一起，他们就几乎每天都要互相写信，而且其中有很多信都是用密密麻麻的字迹写上好几页的。如今，商人却可借助于电话、速记打字员、录音电话和录音机等等。即使周游世界一趟也比瓦特去一次康沃尔所花的时间要短；所苦的事，激烈的竞争把人们折腾得寝食不宁。现在的商人只能挤出时间来口授那些所学的最简洁的套话，这是不会给未来的历史学家留下自己的个性痕迹的。可是看来简直让人难以置信的是，博尔顿和瓦特尽管在经商、机械的实际制造和发明方面都有千头万绪的事情要完成，也尽管他们要乘坐公共马车、邮车或骑马去进行那些缓慢的长途旅行，但他们却依然抽出时间来把自己每天的工作、想法、希望与忧虑，以及自己的苦恼和难处，写信告诉对方。

除了互相之间经常写信之外，他们俩人还都有着繁重的生意和私人的通信往来。后者包括写信给引擎主顾、许多材料和部件的供应商以及本企业代理人。这些信件都是需要抄写留底的。瓦特对于这种重复劳动的琐事感到极端厌烦。就像往常一样，这种难以摆脱的压力又激发起他的创造才能。他开始用各种墨水混合物和毛面薄纸进行试验，来观察能不能通过这种薄纸铺在新写出的信上加压的办法而获得一份令人满意的复制品。这种压印出来的东西当然是反的，但由于纸张很薄又未光润过，所以能够从背面看清楚。经过两个月的试验，结果取得了圆满成功。1779年6月28日，他在给博尔顿的一封信里附上了一些样品。接着，瓦特还设计出了两种压印机，一种是圆辊式的，另一种是螺杆式的。这种复印法和这两种压印机都在1780年2月获得了发明专利。

博尔顿对这些发明给予了热情的支持，并同瓦特和詹姆斯·基尔三个人合营，成立一个专门制造这种压印机的新企业——“詹姆斯·瓦特公司”。该公司还供应这种特殊的粉墨。这个公司起先只生产圆辊式的压印机，后来又制造螺杆式的，以便用它来印书籍。博尔顿曾带着一台新的压印机到伦敦去向议员、银行家和城市里的商人们进行了示范。他们当中很多人，特别是那些银行家们对于博尔顿的示范感到大为惊慌，认为这种设备将会引起大量的伪造行径，但是这种无稽之谈，很快便被这一发明的明显好处所压倒，而且这家新建的公司在头一年就销售了150台压印机。此后的一百多年间，瓦

特的这一发明成了办公室的通用设备之一，直到有了打字机和复写纸之后，这种压印机才让位。

必须强调的是，在索荷的引擎经营中一直没有使产品规范化。每台引擎都是根据主顾的需要而单独设计的，并且不断地做了一些零件上的改进。只是在偶然的情况下，由于同时接到一批定货，才有可能制造一批规格相等的汽缸和齿轮。因此，压在瓦特肩上的设计任务就是极其繁重的。博尔顿促使瓦特去发展旋转式引擎的原因之一，就是因为从那些小型碾磨机所得到的专利权税，虽然不高，但是瓦特在设计和计算它们的时候，却一点也不比康沃尔的那些大型抽水机引擎省劲。瓦特在计算方面使用了一种计算尺，正如有人所说，尽管这种工具不是由他发明的，但他却是第一个使用的工程师。

直到 1790 年当瓦特搬入一幢新居时，他才在索荷工厂里开设了一间绘图室。在此之前，所有的设计工作都是在他哈珀山的寓所完成的。1781 年以前绘制的全部引擎图纸，实际上都是出自瓦特之手，因为尽管他曾一度有过一个名叫威廉·普莱费尔的办事助手，但是瓦特却把他称为“马大哈”，所以是不可能把很多事情交给他去做的。为了减轻这种沉重的负担，瓦特曾利用自己的新发明来复印图纸。但是用薄纸来复印这种图纸并不切实可行，因为复印出来的图纸是反的。因此在复印后都得将它们标明“反阅”，并且还要用印刷体字母书写，标明尺寸、着色。这是历史上首次把机械复印法应用于设计制图。瓦特还是一个最早在设计制图纸上使用彩色的首创者。在瓦特生活的时代和以后的许多年里，利用彩色来表明材料是常有的做法，例如黄色代表铜，蓝色代表铁等等，但是瓦特却别出心裁，用颜色来区别不同的作用，就像当今的某些复杂设备，诸如一座核反应堆和它的热交换器，所用的彩色解说图纸一样。以瓦特的那种复动式引擎为例，他就在图纸上把四个阀门及其有关的部件，都标上了不同的颜色。

当博尔顿在 1781 年竭力劝说瓦特去研制复动式和旋转式引擎的时候，他意识到必须刻不容缓地说服瓦特雇用一名助理制图员。用“说服”这个词是贴切的，因为瓦特虽然对商业上的交易总是千方百计地予以回避，但当他遇上技术事务时却极不愿意委托他人。过去曾向他提出过几位可能的人选都未成，直到 8 月底，博尔顿给当时在康沃尔的瓦特发了一封信，推荐一位名叫约翰·萨瑟恩的德比郡的年轻人，才算了事。博尔顿写道：

我认为萨瑟恩会是一位非常合适的人，看起来他既随和又非常勤快。他现在正跟随他的哥哥当外科医生，可他却表示尽管他很爱好外科业务，但更愿受雇于您，当一名制图员兼助手，如果您愿意要他的话，我知道他会乐意前来的。他的画还算整洁。

瓦特对这封信的答复小心谨慎，使用了“假如”和“但是”一类的词，这完全是他的典型特征。他答复道：

假如您认为那位年轻的萨瑟恩会是个稳重的，愿意接受合理的年薪而到我们这儿来，并愿受雇足够的时间，那么，我将会很高兴地聘用他作为一名绘图员，但是除非他保证放弃音乐爱好，否则，我确信他是干不出什么好事来的，因为音乐是惰性之源。

可以确信，当博尔顿看到他最后这一点意见时，定会发笑。不过由于他是个既深谙世故人情又极为宽宏大量的人，并且对詹姆斯·瓦特的了解又是

再透彻不过的，所以他是决不会一本正经地去对待这种荒唐的怪癖的。对此他以豁达的态度一笑了之，作为对这位天才所付的部分代价而承受了，而且他也决不会因此就减少对这位古怪伙伴的非常真挚的感情。

约翰·萨瑟恩以三年的合同期加入了这家合伙企业，而且一直在那里工作到 1815 年去世为止，享年 57 岁。他不仅证明自己是一名极为能干的制图员，而且也是一位具有非凡的理解力、耐心和机智的人。因为瓦特这位主人是极难侍候的，特别是当他患消化不良症时，经常与剧烈的头痛病并发，这就使他叫苦连天。另外，在技术问题上，瓦特也是固执己见的，而且几乎到了顽固不化的程度，在这方面，萨瑟恩总是在自己家里把他主人的设想记录下来，并且比包括博尔顿在内的任何人都更加支持他的主人。而萨瑟恩也似乎已在潜移默化中沾上了瓦特那一丝不苟的作风，仿佛像戴手套那样自然，在所有这些岁月里，他们都配合默契。瓦特通常是动辄便要挑剔别人的缺点和错误，但他却从来没有留下对萨瑟恩表示不满的片纸只字。

萨瑟恩的遗体安葬在诺顿王室教堂，在这座教堂的工程界名人纪念大厅里，他将千古流芳，因为正是他才使测定引擎的性能有了完善的方法，并且迄今为止在对所有带活塞的引擎测定时，仍在沿用这种方法。在这方面首先采取步骤的是博尔顿，他曾建议在冷凝器上安一个水银计，来测量那种内在的神力。瓦特曾对这种装置的缺点，做了如下的描述：

这种仪表，仅适用于测定冷凝器内排气的程度，而冷凝器内的排气程度变化并不大，由于水银的振动因而使测定引擎冲程在汽缸内的各个不同阶段的排气情况变得非常困难，即便不是不可行的。

因此，瓦特后来改用了一个小圆筒和活塞，并在活塞上装一根指针，指针在刻度盘上移动。连接由弹簧控制，当完全真空的时候，指针就指在刻度盘的零点上。水银计是用来校准盘上刻度的。如把这个仪器通过一条管子，接到一台引擎的汽缸上，在整个冲程过程中真空所出现的每一英寸的变化，就都由指针记录下来了，当然，把这种仪器稍加改进，便可以用来记录超过大气压的压力。

虽然这是一项改进，但是移动的指针仍然不能做出准确的记录。因此萨瑟恩用一枝铅笔来取代指针，并且还用了一块载有指示卡片的活动板，来代替瓦特的刻度盘。起初，卡片板只能向一个方向移动，但是萨瑟恩很快便对这个仪器做了改装，从而使卡片板在每次活塞摆动到头时就改变了方向，结果铅笔记录下来的压力图，是一条封闭回线，而不单是一条连续线。铅笔就这样来回移动，使得在各个连续冲程中发生的任何压力变化的平均值更容易读出来。1803 年 1 月，在索荷的一台引擎上记录了第一套指示卡；这家商行很快便收到了很多顾主急需这种指示仪的定单，因为它能够如此灵敏地掌握引擎的运转情况。

模范的萨瑟恩是否能瞒着令人扫兴的瓦特继续保持自己对音乐的爱好，我们不得而知。瓦特曾经一度靠着音乐家们的生意谋生，但是他可能把这段往事忘了。他对于艺术所持的那种显而易见的漠然态度，好像是来自一种清教徒式的不信任和怀疑。然而，同他的许多同乡有所不同的是，他的这种清教徒的习俗看起来即使是误入歧途，也并不是那种根深蒂固的宗教教义所致。在与他同代人的记载中，除了他第一次去康沃尔时曾同再浸礼教徒们有

过异乎寻常的短暂交往外，似乎就再没有任何关于他的宗教活动的材料，即使当他处于极度消沉或伤感时所写的材料，也极少有过提及上帝的名字的祈祷，或者说是敷衍了事。他并不把艺术看作是魔鬼的引诱物，而只把它看作会使人入迷的东西，就好像那种使他常常丧失工作能力的烈性酒一样，音乐也诱使人们脱离正经的生活事务。他对体育和优越生活的态度也大致相同。甚至他对大自然的美景，也似乎没有什么特殊的感触。

瓦特这种暗淡的人生观，无疑是从他的圣约派祖先那里继承下来的，但在他身上，宗教信条的主流已经枯竭。他们不接受上帝存在于世上万物之中的观念，而代之以这样一种观念，即他们必须通过严峻的斗争去闯过逆境，而那冥冥之中的上帝则坐观和鉴定他们的种种努力。从这种把上帝看成对世界无能为力的观点出发，离不信上帝只是短短的一步之隔，几乎是怀疑一切了。上帝已经成了一个模模糊糊抽象的概念，但是“生活奋斗”却依然是十分现实的。而瓦特这一代人则通过他们自己获得的知识来确立自己的地位以取代原来的神授地位，并以此来减轻自己的失落感。对科学的探索成为新的主流，于是，由于知识这一巨大动力的促进，一个崭新的世界就这样诞生了，瓦特的蒸汽机，则成为最有力的象征。绝非偶然的巧合，瓦特在几次极度悲观之后，随之而来的必然是一项新的发明，或者重新加紧他的发明活动。在这种情况下，他除了把工作视为自己的惟一乐趣之外，就是和那些同他一样勤于思索的人谈论科学问题。

这种新动力的波及面甚广。由于交通的困难，伦敦当时还没有任何垄断集团，每个主要地方的中心，都有自己的知识分子圈子，正是由于这一点，瓦特的生涯才走上了一条幸运的道路。正是同格拉斯哥教授们那催人奋进的伙伴关系，才激励了瓦特去进行最初的蒸汽试验；当他迁居伯明翰之后，他成了在这些学术团体中最著名的“月亮社”的成员。关于瓦特的政治态度和“月亮社”的情况，留到下一节去专门介绍。

当瓦特最初与博尔顿合伙的时候，他的身体状况欠佳，而且又没有资金，只有一身债务。在开始领到引擎专利税收入中应得的份额之前，他靠着博尔顿给他的一笔年薪生活，而这笔钱则是博尔顿从他另外一项生意中赚来的。具有戏剧性的变化是，1787年，正当引擎生意的成功得到了保证，引擎专利税收入正在源源不断而来时，这两位伙伴的处境却颠倒过来了。由于操劳过度而使健康状况明显下降的并不是多病的瓦特，反而倒是那位以其充沛的精力长期支撑他们俩的博尔顿。此外，当如今成了阔佬的瓦特，有能力按照塞缪尔·怀亚特的设计，在希思菲尔德为自己建造一所高级住宅的时候，他的合伙人却由于经济拮据的压力而几乎遭到了灭顶之灾。既然博尔顿在他们的合伙中占有 $\frac{2}{3}$ 的股份，所以人们也许会对出现这种情况的原因感到费解，但是必须记住，博尔顿和瓦特不同，他除了引擎生意之外，还有很多别的商业股份，并且在金融事务方面他一向是胆大敢为的，而瓦特则总是小心翼翼。在他们合伙的活跃时期，他大大地增加了自己所承诺的义务，例如，他曾在康沃尔的矿业中投入了大量的资金，希望通过这种办法来使引擎生意有利可图。这种措施对于引擎在康沃尔的销售，无疑是有帮助的，并因此使他本人和合伙人都能间接受益，但是这项投资的直接利润却不多，两者平衡起来，他本人可能还要赔钱。

这位不屈不挠的博尔顿，终于克服了困难。经过长期的休养后，他的健康状况得到了恢复；他的偿付能力也有了起色，他的最新企业——在索荷建

设的一家造币厂取得了巨大的成功。但是这种经济上的恢复是由于他自己个人的努力而取得的。瓦特最大的缺点就是在他的合伙人眼看就要在财政危机的汪洋大海中覆没时，不但没对这位曾经拯救过自己的恩人助一臂之力，反而还把自己的引擎专利税收入紧紧攥着不放，并稳稳当当地去进行投资。这一点固然会大伤博尔顿的感情，但也充分说明了他那高贵的品质，他从未指责过瓦特的忘恩负义，因而在他们之间也绝没有怀疑的裂痕存在。

虽然在 1800 年引擎的发明专利权期满之前，他们并未终止合伙，但实际上在他们各自的儿子于 1794 年 10 月被吸收入伙之后，博尔顿和瓦特便开始从积极参与的引擎生意中，逐渐退了出来。从那个时候起，这家企业的名字便改为“博尔顿和瓦特父子公司”。后来瓦特后妻生的小儿子格雷戈里·瓦特，也被接纳入伙。为了有助于过渡并弥补年轻一代的经验不足，最后把老练的威廉·默多克从康沃尔调了回来。他像往常那样令人信赖地接管了这家工厂的日常技术指导工作，并且在 1795—1796 年为引擎车间进行的大规模的扩建工程中，起了领导作用。这次扩建使得这家企业成了名副其实的引擎制造厂，而在瓦特比较活跃的岁月里，在索荷的实际产量却是非常有限的。在转向叙述对瓦特的引擎专利的非难以及他的暮年生活之前，应该更仔细地了解一下索荷的情况。因为有许多年那里一直是他活动的中心。它为其他的机械工程师们开辟了一条可以追随的新路，因为正是在那里和偏僻的康沃尔引擎机房里，瓦特及其助手们进行了无数次拼搏，攻克了一个又一个的技术难关，而这些难关在别人看来则往往是不可逾越的。

4 月亮社

詹姆斯·瓦特是一名科技人员。他终生迷恋的是他所从事的技术事务；他博览群书，读的也是与他的专业有关的著作。在政治上，可以说他是一个门外汉。

从瓦特的家世传统来看，他的祖父和他的父亲，都属于英国新兴的“中产阶级”，尽管当时还没有这个名词。他们基本上是靠本事吃饭，也通过参与商务活动而使自己变为小有产者，在有了一定经济地位和社会声望之后，他们也没有放弃“升官发财”的机遇。尽管官职不大，也没有“官运亨通”，但却有助于巩固他们的乡绅地位。

瓦特的爷爷托马斯·瓦特，是为了躲避保皇党人的疯狂报复，才抛弃了他的学业，在年轻的时候便离开了他的故乡阿伯丁市，随着逃难的人群流落到苏格兰西南部的小港口城镇卡茨代克。他像当时大多数知识分子那样，在政治上是支持共和派、反对保皇党的。

瓦特的父亲老詹姆斯·瓦特，是在英国的资产阶级革命胜利之后才出生的，小时候跟着他父亲读了一些书，也跟着木工师傅学了一身手艺。到了而立之年，他便在格里诺克市独立开业，经营着一座木工造船作坊和船运贸易业务。他在仕途上似乎比他父亲略胜一筹，托马斯·瓦特只当过伦弗鲁郡（卡茨代尔和格里诺克两个小港口城市，当时都在它的辖区）的参议员；而老詹姆斯·瓦特则曾担任过格里诺克市的市参议员和市长等地方官职。英国当时的这类“芝麻官”，大多属于被乡绅们推选出来的公职人员，一般说来，他们只有按章办事的义务，没有谋取私利的实权。老詹姆斯为人厚道，处事公正，并不善于钻营。他的一生虽曾混迹官场，但基本上是生意人的一生。

到了小詹姆斯·瓦特出生的时候，英国已经改朝换代多年了。总和资产阶级政治集团作对的斯图亚特王朝，在经过多次复辟和反复辟的较量之后，终于和平地结束了它的统治地位，开始了一个能与资产阶级政治势力合作的汉诺威王朝时代。这个王朝的国君们虽然名义上仍处于至高无上的地位，但却是徒有虚名，国家的统治实权完全操纵在资产阶级政党手里，这也就是它为什么能够一直维持至今的道理。

不过，任何统治集团都是不甘心自动退出历史舞台的。斯图亚特王朝结束之后，这个王朝的王子王孙们仍然进行了一次又一次的反扑，企图夺回他们失去的宝座。首先是詹姆斯二世的儿子詹姆斯·爱德华，在法国集聚了一批斯图亚特王朝的支持者，先后于1715年和1719年发动了两次叛乱，企图夺取王位。值得庆幸的是，这两次里应外合的武装复辟叛乱，都很快便被平息了下去。接着，詹姆斯二世的孙子查尔斯·爱德华·斯图亚特，又在国外纠集了一批旧王党势力，于1745年7月在苏格兰登陆之后，很快便扩大了队伍，并且攻占了苏格兰首府爱丁堡。同年11月，他曾率领5500多人进攻英格兰。直到第二年4月，这支叛军才被新王朝的军队彻底打垮。

瓦特当时是个10岁的孩子，亲眼看到了王军和叛军在他的家乡格里诺克的战斗情况。在打退了叛军之后，由于谣传说查尔斯·爱德华亲王在格里诺克登陆并隐藏在这一带，所以，王军曾进行过一次挨门挨户的大搜查。结果是没有把这个叛乱首领捉到，他在苏格兰詹姆斯党人的掩护下躲藏了几个月，最后于1746年9月乘船逃回法国。毫无疑问，那些留在英国的詹姆斯党人，后来遭到了王军的残酷镇压。十多年后，当詹姆斯·瓦特作为一名测量

人员在旧王朝的大本营——苏格兰北部山区工作时，仍可以看到当年由于参加叛乱而惨遭镇压留下的后果，例如人口减少、房屋被毁及人们对现状的不满和绝望情绪等。

瓦特所亲眼看到的这些情况，给他留下了终生难忘的印象。生性胆小怕事的瓦特，很早就认为政治是可怕的，战争更是残酷的。为了达到政治上的目的，取得战争中的胜利，政府和那些政客们可以不择手段。他在伦敦学徒期间经历的抓壮丁场面，难道不正是当时的王国政府在光天化日之下干的吗！他们把人抓去送到前线当炮灰，为的是同法国争夺海外殖民地，这里又有什么公理和正义可言呢！

瓦特决心远离政治，潜心于他所心爱的科学研究和技术工作。瓦特最不愿干的事是同政界人士打交道。但是，为了专利权申请和打官司，又不得不向那些傲慢的议员和法官讨好。也许是因为他对政治有一种出自内心的厌恶感，所以直到在他的晚年功成名就的时候，当局准备封他为利物浦勋爵的准男爵勋位，这在别人眼里是一项求之不得的殊荣，而他却一口拒绝。在英国只要有了这种勋爵身份，就算有了较高的政治地位。当今英国上议院的全体议员，就是由国君封赐的全体勋爵组成的，所以又叫贵族院。而由民众选举产生的下议院议员，则称为平民院议员。

然尔，瓦特一生中害怕政治，却又总是超脱不了政治。就连他在伯明翰生活期间参加的“月亮社”，尽管这是个名副其实的学术团体，却也难免鱼龙混杂，最后还是陷入了一场政治风波中去，险些遭到血腥的镇压和“暴徒们”的袭击。这是瓦特所始料不及的。

这个社团之所以取名为“月亮社”，是因为他的成员们在每个月满月的那天聚会，以便能借着月光回家。由于每个成员轮流招待其同伴，博尔顿便经常搞这种招待会，而瓦特在定居哈珀山之后，也仿效了这种做法。这种聚会是很不正式的，看起来这个团体的主要创立者是威廉·斯莫尔，他对瓦特的友情确实忠贞不渝，同时也是瓦特与博尔顿结识的介绍人，他于1775年过早逝世，这对他的朋友来说是一个巨大的打击，博尔顿在给瓦特的一封信里动情地写道：“倘若不是还有一些让我寄托感情的对象存在，那我也会愿意住进亡人天国的。”定期参加“月亮社”活动的成员还有伊拉兹马斯·达尔文，乔赛亚·韦奇伍德，著名的印刷家巴斯克维尔，科学家及发明家塞缪尔·高尔顿、詹姆斯·基尔和洛弗尔·埃奇沃思。每个成员在参加活动时可以带一名客人，在这里经常出现的客人中包括有约翰·斯米顿、约瑟夫·班克斯爵士和威廉·赫谢尔爵士。

从达尔文有一次由于工作繁忙不能与会而写给博尔顿的一封道歉信里，可以看出这个社团的聚会性质，以及成员的渴望参加这些聚会的热情，他写道：

很抱歉，由于死神带着疾病来访问人间，并因此同医生们展开了一场持久战，因此我今天不能到索荷去同您的那些贵宾相见。天哪！有多少发明创造，有多少智慧，有多少妙言佳句，何等深奥、科学而又辉煌灿烂！他们都将在您那批知识渊博、才华横溢的宾客之间，好像打羽毛球一般，你来我往，令人目不暇接，而可怜的我则作茧自缚，不得不把自己关在一辆晃荡拥挤的邮递小马车里，在皇家公路上被撞得青一块紫一块，同胃疼和发烧进行搏斗。

另有一次，当轮到瓦特招待这批成员时，他给达尔文发出了如下的邀请：

我请您记住，您曾允诺在下星期一来我家同各方学者共同进餐……由于您的鼓励，要对一本新书提出严厉的批评；并将对热到底是不是燃素和空气的化合物，以及究竟火发出的热能能不能由镜子反射出来的问题做出结论。我向您提出一个友好的预告，您会发现无论您发表什么意见都将深受欢迎……如果您想谦虚求教的话，人们也许会告诉您光是由什么构成的……

当瓦特在 1781 年 1 月初写这封信的时候，“狂人学社”——他们有时以此自诩——刚刚吸收了一名极有前途的新成员。此人就是约瑟夫·普里斯特利博士，他曾于 1780 年在伯明翰被任命为长老会新会馆的教长。普里斯特利是当时那种变革精神的代表。他掌握多种语言，对学术研究有着满腔的热情，在追述真理方面，他把自己比作猎狐成癖者。他被公认为当时化学研究方面最有经验的专家，他兴致勃勃，感染力如此之强，以至他似乎使这个社团的所有成员都涉猎化学。甚至连忙得不可开交的博尔顿和瓦特，也开始试验起来。当博尔顿在康沃尔进行一次长期访问时，曾在一封信里描述了他任在科斯加恩为自己设立了一个实验室的情况。

普里斯特利对研究水的构成所做的试验，使瓦特很受启发。后来他在 1783 年写给普里斯特利的一封信里，宣布了自己的结论，水是由他称之为“脱燃素的空气”（氧气）和燃素（氢气）构成的。本来普里斯特利打算将瓦特的信附在一篇论文里提交给皇家学会的，但是他还没有来得及这样做时，亨利·卡文迪什就在该学会宣读的一篇论文中，宣布了这一相同的发现。这在瓦特和卡文迪什双方的支持者之间，引起一场激烈的辩论。这场辩论同后来关于到底是乔治·斯蒂芬森，还是汉弗莱·戴维首先发明了矿工用的安全灯的争论，情况非常相似。很明显，在这起争论中所涉及的发明和发现都是不约而同的。当处在所有出类拔萃之辈潜心致力于科学研究的时期，出现这种巧合是难以避免的。

根据当时提出关于英国应该采用公制的建议，我们会很有兴趣地注意到，瓦特在试验水的构成时，十分抱怨两种量制的共存所造成的种种困难，并且竭力为赞成磅量制的十进位算法而进行辩解。

虽然“月亮社”的宗旨是科学性的而不是政治性的，但不可避免的是其成员普遍认为应解放思想，这在当时则是具有革命性的，他们心里充满着对未来的憧憬，到那时人类会因为科学上的种种发现而获得解放，而那传统的宗教和世俗的等级制度，则将在无情而又明晰的理性之光面前像影子一样消失掉。尽管腥风血雨的法国革命事业在众人的脑海里播下了第一批怀疑的种子，但他却不怀疑他们所奉信的理性之神会成为一个诉诸武力、“实行暴政”专横跋扈的可怕君王，“月亮社”的成员们曾为法国革命的爆发和巴士底狱的攻克而欢呼，认为这是自由与理性的胜利，是“君王统治权和教士统治权”的末日。特别是普里斯特利更是毫不隐瞒自己的观点。他对雅各宾派的公开支持，虽然使他在下议院遭到了伯克的谴责，但法国的革命者们却授予了他法国公民权，并且推选他为法国国民议会的议员。而博尔顿和瓦特则谨慎得多，他们的政治观点隐而不宣。然而，1791 年 7 月 14 日，在伯明翰爆发的那场“教堂与国王”的骚乱却使他们大惊失色，因为其矛头是专门指向“月亮社”成员和非正式成员的。

在举行法国革命两周年的公众庆祝宴会上引起了骚乱，不幸的普里斯特利成了第一个受害者。“暴徒们”在抢劫和焚烧了长老会的新旧两处会馆之后，接着又冲进他在费尔希尔的住宅。他的房屋、实验室、仪器和他 20 年的研究记录统统都被烧掉，但是总算幸运，这位博士和他的家属们由于接到警告，所以在“暴徒们”到达前半小时就逃走了。此后的抢劫和焚烧持续了整整三天，在所有这段时间内，索荷工厂戒备森严，用滑膛枪武装起来的忠实雇员守卫着。这两位合伙人系“月亮社”成员是众所周知的，他们的某些职员，其中包括那位谨小慎微的萨瑟恩，也曾出人意外地公开表示了对共和派的同情，然而十分奇怪的是，索荷从未受到过威胁。当军队终于赶来恢复秩序时，瓦特必定会深深地松了口气，得到了安慰。

“月亮社”在这场浩劫后，虽然又继续存在了几年，但它不过是名存实亡而已。普里斯特利移居到了美洲；乔赛亚·韦奇伍德和伊拉兹马斯·达尔文，则都在该世纪终结之前先后去世。幸存者也都上了年纪，当年那种渴求知识的热情渐渐变弱，但他们对当年的回忆和传统却难以磨灭。1809 年，有一位名叫伦纳德·霍纳的人，在参观索荷后写道：“月亮社”留下的痕迹，以及他人对它的那些引入瞩目的成员的清晰回忆，是非常有趣的。他们造成的影响，不但没有减弱，而且还向后人表明了他们那种追求科学和自由探讨的精神，甚至还表现出了那种对卫理公会派、托利派以及喜功好利者相勾结势力的反对立场。看来，人作为一种社会动物，是谁也无法离开政治的。一生谨慎的瓦特，没能完全超脱政治，而他那个意气风发的儿子，在政治上就更加激进。

瓦特的儿子詹姆斯的活动增加了瓦特的焦虑。同博尔顿的儿子马修·罗宾逊·博尔顿一样，小詹姆斯·瓦特也注定要步其父亲的后尘，他所受的教育和训练也正是为这一目的进行的。15 岁时，他在伯沙姆约翰·威尔金森的铁工厂学习了一年，经过这段实际训练后，他去日内瓦的一所学校继续深造。当他在 1788 年回到英国时，在博尔顿的建议下，他被送到曼彻斯特的一家制造粗斜纹布的企业——泰勒和马克斯韦尔公司学了为期两年的簿记和商业管理。值得注意的是，这个年轻人在缺钱花的时候，他写信向慷慨的博尔顿而不向他父亲要，有一次他向博尔顿写信要钱时，告了他父亲的状，他说：

我目前同我父亲的关系可能最好的，但是如果我把我的各种需要都告诉他，那我就不知道后果会怎样……也许他自己从来就不是年轻人，因此他并不懂得伴随我这一生活时期而来的一些必不可少的花费，在这一时期必须交结朋友，并且做起事来不愿同别的年轻人格格不入等等。

小詹姆斯·瓦特正是在这个时候，成了一位激进的共和党人。1792 年他曾代表曼彻斯特的宪章学会到巴黎去作了一次演说，对雅各宾俱乐部表示祝贺。他很快便同雅各宾派的领导人交往密切，在一次丹敦和罗伯斯庇尔之间发生的口角中，他站在丹敦一边进行斡旋，从而制止一场决斗。他因此而招来了罗伯斯庇尔的敌意，并在议会里攻击他是皮特的奸细。小瓦特针对这种攻击为自己进行了出色的辩护，赢得了议会的支持，但是他意识到由于树立了这样一个可怕而无情的敌人，自己的生命处于危险之中，于是逃往意大利。当他在 1794 年终于设法回到英国时，他父亲的焦虑丝毫没有减轻。共和党的几个学会的一些成员已经被关进了伦敦塔监狱，人身保护法不久也中止了；

当国王的亲兵在伯明翰出现并开始逮捕共和党的同情者时，人心惶惶，惊恐不安。瓦特在给博尔顿的一封信里，向他征求意见，让儿子出国到丹麦、挪威、德国去。然而，结果并没有对小詹姆斯·瓦特采取任何行动，他终于能够回到伯明翰，在那里全权负责拷贝印压机的产销业务。由于他在商务方面充分表现了自己的才能，所以很快便作为合伙人，同马修·罗宾逊·博尔顿合作，从事当时正处于兴盛时期的蒸汽发动机制造业务。

瓦特家族的4代人，都是主要从事技术和商务工作的，但又谁也没能超越于政治之外。他们本身就属于“中产阶级”，自然会新兴的资产阶级政治主张的支持者。人与政治的关系，真是“剪不断，理还乱”，欲罢不能，难舍难分。

第五章 瓦特毕生追求得到了实现

1 最后的冲刺

功成名就的瓦特，没有满足于以往的成就。

他想在退休之前，再做最后的一次冲刺，那就是在索荷建设一座工序齐备的发动机制造厂，专门用来生产瓦特式发动机，以使用优质产品来满足日益扩大的市场需要。

后来，马修·博尔顿在索荷的企业，一直是按照行业组合起来的。这种形式经过一百五十多年之后，在今天的工业中又变得流行起来。那家著名的“索荷制造厂”里有一批公司，各家公司都要为它所占用的那一部分厂房逐年支付租金，此外还要分摊一部分总务办公费用。当瓦特开始与博尔顿经营时，原有两家公司，一家叫“博尔顿和福瑟吉尔公司”，生产银器和电镀器皿，另一家是“博尔顿和斯凯尔斯公司”，生产钮扣、带扣和钢制的“小装饰品”。后来又相继增加了“博尔顿和瓦特公司”，生产拷贝压印机的“詹姆斯·瓦特公司”，以及最后由博尔顿独自开办的硬币铸造厂。

回顾往事，早在1769年，博尔顿就在给瓦特的一封信里已谈到过：“在运河靠近我自己工厂的地方，建设一座制造厂，在那里我将为制造发动机提供一切必要的便利，我们将向全世界提供这家制造厂生产的各种规格的发动机。”这宏大的规划，在1775年为支持关于延长发动机发明专利权的法案时，他曾再次提出过，其理由是，除非延长这项专利权的期限，否则，这座新工厂的基本建设费用就不会有保障。事实上，博尔顿在此后二十多年来所取得的一切成绩，只不过是对于原有的索荷工厂稍加扩建而已。

索荷的第一座发动机车间的规模并不很大，内设两台铁匠炉，一个装配台和一台车床。后来又增添了一台车床，可能还有一两件其他的简易刀具。博尔顿曾委婉地把它称之为“我们的锻工车间”。铸造发动机用的木模，从一开始就是在索荷制作的。不过是否就在这个车间，还是在这家工厂内的其他地方制作的就不清楚了。不管情况如何，发动机在工地上进行安装的期间，从一开始就采用已被接受的惯例，由顾主从推荐的供应厂商那里订购自己的发动机部件，这显然是比较慎重的。

自始至终都在索荷制造的部件只有阀门、阀体和传动装置上的零件。这是合乎情理的，因为按照当时的标准，并且同瓦特式发动机的其他部件相比，这就是一些在制造方面需要高度精密，在装配方面要有熟练技艺的复杂部件了。这些部件在工艺方面的要求，与现代柴油发动机上的燃料调节泵有点类似，为了清楚起见，本书谈到这些部件都用了现代名称，然而在瓦特的时代，所用的名称却不相同。那时把阀门叫做调节器，阀体叫做喷嘴，阀的传动装置被称为调节装置。

阀体是先在威尔金森的布拉德利工厂按索荷的模式铸造，然后再送到索荷去加工调整和装配的。“喷嘴”这个术语，往往也适用于装配好了的阀体、阀和内部传动装置的组合体。最初的引擎汽缸的顶部是开口的，只有两个这种组合装置，分别把蒸汽放进汽缸底部，并把它排到冷凝器里。后来，外层汽缸仅仅成为一个蒸汽套，且工作汽缸的顶部也被封起来时，就又加上了第三个阀的组合装置。使蒸汽通向汽缸的顶部，这样，汽缸就不再与锅炉相通。当时把这三个阀的组合装置，分别称为顶部调节器、中部调节器（平衡阀）

和底部调节器（排气阀）。这些精密而又起关键作用的部件，自然会使瓦特煞费苦心，鉴于在使用和制造方面的经验日益丰富，有关后来所进行的许多改进，在此恕不赘述。只要举一个例子，就足以说明瓦特的独具匠心。随着发动机规格的增大，阀门直径也要相应加大，其结果是，要打开排气阀，阀门就不得不承受相当大的压力。因此瓦特便使用了一个小辅助阀，让它先打开，把蒸汽引到主阀后面去，从而减轻了压力，就这样把这个难题解决了。这种装置于 1778 年第一次装配到波尔代斯矿井的一台 63 英寸的引擎上的。在活门时兴之前，很多引擎制造商在后来长期使用的所谓双阀门，就是由瓦特的这个装置沿袭下来的。

这就不难理解为什么斯米顿和其他的工程师曾批评瓦特式引擎太复杂。即使现在，人们把它与后来的往复式引擎相比，仍然会觉得它很复杂，那么在瓦特同时代人的眼里，它必定会显得令人望而生畏。这种发动机的工作原理及其主要部件的设计，都是够明确的，但是那些阀门装置却很不简单。请细想一下其运转情况吧：吊在横梁上的那个垂直“插杆”，每引起一次运动，都要开关三个阀门，而复动式引擎则要开关四个阀门。由于这种引擎的运转缓慢，这些阀门必须保持足够的张开时间，这段“小停顿”时间的长短必须随时调整。就蒸汽吸入阀或者用当时的名称“顶部调节阀”而论，在引擎运转时，不仅“小停顿”时间的长短，而且阀门张开的大小，都必须是能够变化的，否则，如果其工作负荷减少，引擎本身就会受到严重毁坏。最后，阀的传动装置的连接部分不能是刚性的，因为要使引擎启动或停止，必须用手来控制它的惯性和阀门的工作。

要对瓦特的这种阀门装置的设计以及通过实践对它进行的改进加以解释，那就需要绘制一系列的图表，还不知要涉及多少技术上的细节。这里，我们仅介绍一下瓦特经常提到的那个“时钟装置”，这种装置是根据当时钟表制造行业中用在时钟上的那些管报时的齿轮，或者叫做司行轮的设计演变而来的，因而它的部件名称也都用了钟表匠的术语。因此，控制杆上的枢轴被称为“芯轴”，而用来控制阀门在所需要时间内张开的那个杠杆锁扣装置，则被叫做“擒纵器”，毫无疑问，当瓦特作为仪器制造工匠的时候，他已掌握了某些与钟表制作密切相关的知识，所以，当他在设计发动机阀门装置时，就能充分利用那些知识。

这里要适当提一下喷射阀的控制问题。这个阀门的作用是调节喷进排汽管里冷却废气用的冷水。这种阀门是根据在康沃尔的纽科门式引擎上最先采用的水力制动装置仿造的。让水流进装在枢轴上的一个开口箱里，同时通过一个起重量平衡作用的杠杆和合适的连接件，使这个水箱保持在水平位置。当一定量的水流进这个水箱里的时候，其重量就超过了平衡重量，水箱便翘起来，使里面的水流出，从而将阀门打开。通过调整流进水箱的水量，就可以改变阀门启闭时间的长短，瓦特后来对这种原始却有效的装置进行了改进，但是装配工们根据经验很快就发现，这种喷射阀的自动控制装置用在复动式引擎上，就不再有必要了。由于每分钟的排汽次数增加了一倍，因此最好是连续不断地向排汽管里喷水，在引擎开动的时候，可以根据需要用来调节喷水量，但决不能完全断水。

在这家制造发动机的企业刚成立时，曾试图使用克里山炼铁厂的铁在索荷锻造活塞杆，但没有成功。在当时还不可能用一块铁坯生产出这样的锻件来，而必须把很多小铁条焊接在一起，当时称为“束铁”，因此要付出大量

的劳动力。每次活塞杆被重新加热时做进一步焊接，那么原先焊接的部分就会裂开。博尔顿得出的结论是，这种铁是不适用的，但也有可能与技术不当有很大关系。从此以后，活塞杆或者是坎伯兰的锡顿铁厂生产，或者是由伦敦的一位制锚匠用瑞典铁制作的。

尽管实际上一台发动机只有很少一部分是在索荷制造的，甚至连订购各种部件也由用户自己负责，但是在所有的部件运到安装的地点之前，仍然要做大量的工作和克服许许多多的困难。首先，必须向不同的供应厂商提供图纸和模型，其次是在各供应厂商把部件做好之后，要安排运输。可能耽搁的时间会长得令人失望，部件可能在运转过程中丢失或损坏，还可能把定货单送错，张冠李戴，往往弄得装配工迷惑不解。由伯沙姆运输大型汽缸，始终是一个最大的难题。前面已经提到过，在切斯特廷唐矿装船运送那个汽缸时，遇到了困难。大型铸件只能靠数辆马车来缓慢地拖运，由于道路坎坷，蜿蜒数里，所以是人困马乏，艰辛无比。伯沙姆的人员在凡是能够这样做的地方，都宁可动用他们的马车将汽缸拖运到目的地，而不愿靠海运或河运。这看起来似乎是种难以理解的选择，但从一位职员于 1791 年在伯沙姆写给博尔顿和瓦特的一封关于向伯明翰运送汽缸的信中，则清楚地说明了此事的原因，博尔顿和瓦特曾明确建议汽缸要从普雷斯顿布鲁克通过运河运到伯明翰，但那位职员却答复说：“上次为奥克尔山制造的那台汽缸，是由我们的马车送去的，把它卸在安装的现场附近。这台汽缸也可以这么办……把一台汽缸从马车上卸到软地上是没有危险的，但在普雷斯顿布鲁克却不是这样，我相信与其使用他们的吊车还不如将汽缸从马车上卸到那里。”他这样写，显然是出自沉痛的教训。

由于从各供应厂商那里运到装配现场的部件很多，其中有些在精确程度方面还达不到标准，因此，为装配发动机的人员带来了大量的工作。由于机房已经建成，所以头一件事，就是要把巨大的木制横梁架起来安装在高悬的耳轴轴承上。然后让汽缸进入机房，架在为其准备的砖砌底座上。人们也许以为伯沙姆提供的汽缸及其顶盖，运来时就已组装好，但情况并非如此，这从瓦特 1778 年 2 月，在为柴郡劳顿的一家制盐厂安装的一台发动机所做的详尽描述中可见一斑。在汽缸凸缘和顶盖上的全部钻孔、攻丝和紧定工作，都是在安装现场完成的。此外，由于工作汽缸的下缘同外层汽缸的边缘合不上口，所以还得费九牛二虎之力把它凿去，因为这台早期的发动机上，这种外层汽缸是个整体铸件而不是组装件。此事完成后，就是填补接缝，所用的是令人作呕的畜粪和畜血的混合物。鉴于工作量很大，看来他们的安装速度确实是惊人的，那台引擎的横梁是 2 月 5 日瓦特到达后第二天架设并为它正式举行了命名仪式，3 月 12 日，当着“许许多多的观众”的面开机运转。

就在劳顿的这台引擎开始运转后那年，引擎的设计和安装工序已经最终确定，这就为瓦特撰写一本题为《最新发明的蒸汽机的装配和操作说明》的小册子，提供了充分的资料，这本小册子由博尔顿和瓦特联合署名出版，里面还附有各种零件的整页插图，这类的说明书，在世界上准是首次发行吧！需要补充说一句：它还比后来的很多说明书要清晰明了得多。

这份说明书还包括对锅炉制造的指导，因为这是要在安装现场完成的另一项工作，这本书一直没有谈到有关锅炉方面的情况，理由很简单，那是因为瓦特对锅炉制造技术的发展并未做出贡献。由于他反对使用“高压蒸汽”的偏见，他对这方面的改进也就没有劲头。这本操作指导声明说：“当蒸汽

计上的指针在分度表上走 3 英寸的地方”，引擎就可以启动，并提出在引擎全速运转时，蒸汽的最大压力不要超过 10 英寸。由于 3 英寸的压力相当于每平方英寸上的压力不到 2 盎司，这就可以估计到，纽科门式引擎上使用的那种型号的锅炉，也就是在康沃尔流行的那种简单的“干草堆”式的，或称为内管式的锅炉，就足以满足要求了。它们是用铆接铜板做成的，因为当时还没有适用的铁板。然而，瓦特也确实曾为它做过一件事，那就是计算出了锅炉的供热面和汽缸体积之间的比率。他之所以肯做这件事，是因为有些他早期制造的发动机所使用的锅炉太小，蒸汽空间不够大，其结果，用他自己的话说是出现了“沸溢”现象，用我们的话说，就是锅炉里的水也被蒸汽带进发动机的汽缸里了。因此他确定的比率是：每立方英尺的汽缸体积，需要 4 平方英尺的锅炉供热面，对于复动式发动机，供热面则要增加一倍。

瓦特的说明书还详细解释了在启动他的发动机时所必须遵守的规程。在一开始，所有的阀门都要打开，使整个引擎加热并将排气管里的空气或水全部吹走。然后，关闭顶部阀门。这时，在冷凝器里的冷水，就把进到排气管里的蒸汽冷凝起来，从而形成了部分真空，然后通过打开的排气阀把汽缸里的空气引出来。这一步骤要重复几次，直到确定全部空气都已从汽缸的下部抽了出去为止。然后，把所有的阀门关起来，这时引擎操作工要观察冷凝计上的真空计。如果读数为 3 英寸，他就把注水开关打开并注意其效果。如果真空度增加，引擎就可以启动了。排气阀一打开，便使活塞开始第一个下落冲程，操作工们称之为“入库”。正像这本说明书所表明的那样，在此后的几分钟，操作工必须真正使出所有的解数，忙得不可开交才是。瓦特写道：

如果引擎的负荷很小，或者，假如泵机内没有水，那么一旦引擎开始快速运转时，你就必须非常敏捷地把排气阀和顶部的调节器关掉，否则，引擎就会发生猛烈冲击，而可能造成破坏。为了防止发生这种情况，顶部和排气调节器只能微开，并且把栓塞放在塞架上，以便在活塞达到底部之前，能保证有足够的时间把这些调节器关掉。

所有这一切以及其他更多的材料将清楚地说明，为什么当时在引擎上的一个局部性隐患往往会酿成一场灾难性的事故。

引擎操作工的失职行为，特别在康沃尔是一件经常使瓦特头痛的事。在他从康沃尔给博尔顿写的一封信里，曾有这样一段话谈到关于活塞和活塞包装的问题：

填絮和绳索本来是很白的，也就是说上面不能带沥青，不过带非常少量的黄油还是难免的。尤其在此类物品就更难免了，因为那些引擎操作工满身皆是油污。再见吧。

旋转式引擎的问世，使得瓦特有必要在这本手册里做些补充说明。在博尔顿和瓦特收藏的一本手册中，某家工厂的一个爱说笑打趣的人附上了一些边注。当然这些边注决不会把作者逗乐的。例如，关于汽缸的清洗，他就附加了说明：“请不要把你的帽子、外衣或鞋子留在汽缸里。”在谈到关于重新填塞空气泵的活塞时，他补充了这么一句建议：“用旧假发和狗尾巴比用麻好。”第二十条说明本来是这样写的：“锅炉里的水，应该尽可能保持几乎是同样的高度，因为在这点上如有疏忽，就会使锅炉在顷刻间遭到破坏……”而这位无名氏则戏谑地补充说：“还有那通常匆忙的假日。”车间

里的诙谐并没有随着时间岁月的流逝而有多大的改变。

博尔顿预见到旋转式引擎将会开创一种新局面。于是在 1781 年批准扩建索荷的引擎车间。那种往复式泵机是供应给矿业主和水厂的，还有的是用着高炉鼓风机的。实际上，所有这些工作现场上都有那些过去安装纽科门式引擎积累了经验的人员。他们不仅能自己装配引擎（博尔顿—瓦特公司是不是派装配技师来监督，都没有什么关系），而且他们还能够制作很多零部件，诸如简单的铸件和煨件，以及包括横梁在内的所有木制件。但是，那些工厂老板开始定购旋转式蒸汽引擎时，他们只有过去使用水轮机或马拉引擎的经验，因此情况是完全不同的。他们没有合适的技术工人，而博尔顿—瓦特公司则因为定购旋转式引擎的厂家增多，也就没有足够的人员来弥补这一缺陷了。在这种情况下，尽管顾主们仍然直接从制造厂商那里定购部件，但不是直接把加工的部件送交顾主，而是经常送到索荷来加工和组装。在此要回顾一下，那台首次向顾主提供的旋转式引擎完全是在索荷组装起来后，再拆开送到赫尔去的。而往复式抽水机则不能这样做了，它实际上是在机房里建造起来的，然而，就小型旋转式引擎来说，其横梁耳轴是靠“A”字型的木制结构支撑的，实际上它是引擎结构的一个组成部分。也就是说，蒸汽机第一次成了一部配套机器。

许多年前，博尔顿就设想在索荷建设一座引擎制造厂，但却耽搁了很久才如愿以偿。他之所以做出这一决定，其原因有三个。其一，引擎生意不断地发展。其二，该项发明专利期满之日临近，而且博尔顿认识到今后这家企业不得不与其他引擎生产厂家在平等条件下竞争，因为这些厂家不顾瓦特的专利垄断而已经纷纷建立起来。其三，也是最直接的原因，是威尔金森的伯沙姆炼铁厂停止了汽缸铸件的供应。不知何故，脾气都很暴躁的约翰·威尔金森和他的兄弟威廉之间，在 1795 年发生了一场激烈的争吵，威廉在伯沙姆的这家企业中也占有股份。这场纷争的结果是，在该年 9 月，这家炼铁厂的股票以拍卖的方式售出。博尔顿和瓦特被迫另找货源。科尔布鲁克代尔公司铸造和加工的汽缸价格公道，质量令人满意，但其产量却无法全部需要，而在别处制造的汽缸，又往往质量令人失望。所以博尔顿和瓦特认识到，惟一的出路是由本企业自己来生产铸件。

1795 年夏天，这座新型的索荷铸造厂开始动工兴建，厂址选在伯明翰运河畔的斯梅西威克，距离老厂约有一英里多。这座工厂的厂房规模宏大，其中包括一个配有热风炉和泥芯烘干炉的铸造车间，以及锻造车间、钳工车间、镗孔车间、车工车间、装配车间和木工车间。1796 年春天竣工时，曾举行过一次庆祝午宴，有二百多位客人应邀出席。这家工厂招聘了很多原伯沙姆炼铁厂的雇员，其中包括负责铸造的工头亚伯拉罕·斯托里。然而，尽管有了这座新厂，还是有一部分发动机的加工继续在索荷的老厂完成，直到 1850 年，才全部集中到了这座铸造厂里来。

到这座新建的索荷铸造厂开工时，瓦特和他的合伙人实际都已退休了，虽然此后他们的合伙关系仍然还持续了 4 年。他们各自的儿子和威廉·默多克承担了全部技术领导工作。这家新工厂在初创时期，尽管有伯沙姆工人们的经验，但也并非一帆风顺，曾使这代年轻人感到恼火的是，索荷铸造厂的产品同其他生产厂家的产品相比，特别是同利兹的马修·默里厂的产品相比，显然大为逊色，小瓦特曾费尽心机想窃取默里厂的诀窍，不过那是另外一回事了，随着煨铸技术的不断改进，蒸汽引擎发展起来了，同纽科门时代的安

装工匠们的最后联系也就失掉了。铸铁横梁取代了老式笨重的桁架木制横梁，连杆也用铸铁的代替了木制的，而瓦特的著名的平行运动装置也变成了由煅制并磨光的漂亮的连接件组装起来的一个闪闪发光的完整部件了。

2 没有永久的垄断

世界上没有永恒的王國，也没有永久的垄断。“月满则亏”“物极必反”这是一条颠扑不破的规律。对于瓦特和他的发动机来说，同样逃脱不了这一命运。

瓦特原来的发明专利所涉及的范围极其广泛，记住这点是重要的。因为有许多企图逃避这项专利的工程师们，似乎都曾有过错误的印象，以为受它保护的只不过是分离的冷凝器原理而已；然而，它还包括利用“蒸汽的膨胀力来推动活塞，就好像现在普通的火力发动机利用大气的压力来推动活塞一样”。还有另外一项条款，涉及到利用“油、蜡、含树脂的物质及动物油脂等等”，来代替水以避免活塞漏气。

严格地说，在 1800 年这项专利期满之前，其各项条款皆为有效，因而在英国任何人除了能制造纽科门式蒸汽发动机外，其他种类的发动机都不能制造，否则就会冒侵犯专利权的危险。瓦特虽然威胁说要对这类行为提出控诉，却不愿采取行动，因为他对法庭是否会确认其专利的有效性深表怀疑。正是这种原因，当康沃尔人威胁要对这项专利提出争议时，使他这般忐忑不安。

随着岁月的流逝，博尔顿和瓦特感到要维持垄断局面越来越难，他们面临着许多方面的挑战。在取得了应有的成功之后，保守的瓦特便靠他的专利权像英格兰国王似的坐在王位上，试图抵挡不可抗拒的技术发展潮流。对他起副作用的也正是他的发动机的成功。由于发动机的普及使其不再成为一种复杂、新奇的机器而只是一种普通机器，因此新一代的工程师们便开始对其改进跃跃欲试。同时也正是由于旋转式发动机的成功，才使得博尔顿和瓦特难以满足日益增加的需求。如果一位有魄力的工厂老板由于不能从持有专利者那里及时得到服务，而去寻找而且也找到了另一家准备提供同样型号发动机的产商，那他几乎是无可指责的。

在那些煤炭容易得到的地区，避免麻烦的办法是安装纽科门式发动机，而且据估计，这种“普通发动机”在瓦特的专利有效期间制造出来的数量，同这项专利生效前的数量一样多。然而，其中绝大多数是往复式泵机，而要作为旋转式发动机，那纽科门式发动机显然逊色多了。因此，那些迅速兴建起来的新型“蒸汽工厂”，正是博尔顿与瓦特的代理人从中苦苦搜索侵犯专利发动机的目标。一旦他们发现这类发动机，就以禁令作为威力，要求物主支付专利费。一般来讲，物主是会支付的，但这种情况也使得该公司很不受欢迎。由于小詹姆斯·瓦特和他的合伙人是在这项专利有效期的最后几年才上台的，当时反对这项垄断的压力十分突出，因此，主要由他们来承担指责也许是不公平的。

与其说使詹姆斯·瓦特感到不安和恼火的是那些违法安装发动机的老板，不如说是那些向老板提供这种改进型发动机的具有竞争性的工程师们，因为他们宣称这种发动机并未侵犯瓦特的专利。正是由于博尔顿和瓦特垄断最见成效的康沃尔，由于所受的负担最重，因此这些竞争对手们也就更难对付，而且他们还得到了反对垄断的矿井经理们的积极支持。

第一个出来挑战的是乔纳森·霍恩布洛尔，他是曾为瓦特在康沃尔煤矿安装过发动机的老乔纳森·霍恩布洛尔的几个儿子中的一个。这个小霍恩布洛尔利用蒸汽膨胀力的原理，研制了一种双汽缸发动机，他先使来自锅炉的蒸汽进入其中一个汽缸，蒸汽作功后，又进入第二个更大的汽缸，并在那里

进一步膨胀冷凝。因此，这是世界上第一台复合式发动机。乔纳森在 1781 年取得了这项发明的专利权，但是他声称，早在 1776 年，也就是他 23 岁那年，他就开始有了这种设想。很显然，他的发动机并不是故意要逃避瓦特的专利，他也并不认为使蒸汽冷凝的第二个汽缸，属于瓦特专利范围内的冷凝器。他还认为利用蒸汽推动活塞是不能够取得专利的；他不知道与此同时，瓦特也在进行同样的试验。瓦特所试验的膨胀式发动机，实际上是汽缸大小相同的两台发动机，按照类似方式互相连接在一起的。这项试验很快就放弃了，两台相连的发动机拆开了，但是当瓦特耳闻小霍恩布洛尔的所作所为时，并未因此而消气和得到安慰。由于乔纳森和后面提到的他的兄弟杰贝兹·霍恩布洛尔的活动，使得霍恩布洛尔家族成了瓦特诅咒的对象，瓦特常常管他们叫“吹号角的”、“吹喇叭的”，或者是“孬种”。

霍恩布洛尔的第一台复合式发动机建于巴思附近的拉德斯托克煤矿，这台有两个直径分别为 19 英寸和 24 英寸的汽缸发动机，于 1728 年年底开始运转。由于两个活塞杆连接在同一根横梁上，而且较小的一个汽缸靠近横梁的轴心，因此冲程也各不相同，分别为 6 英尺和 8 英尺。

瓦特对此事的反应是极端滑稽可笑的，在给博尔顿的信里，他写道：

不管我感到多么恼火，但却使我振作起来准备对付最坏的情况，而不是束手待毙。
我恳求您下定决心，不要不战而退。

詹姆斯·劳是一个在索荷仅次于默多克的极可信赖的安装工，他被派到拉德斯托克去探寻其中的奥秘。但是，机房却日夜有人严密看守，因此，他只能在发动机不开动的时候，通过机房的窗户快速地瞥上一眼而已。于是，瓦特便亲临现场去走访煤矿办公室，但被告知这家煤矿的主要合伙人塔克少校，已经出去打猎了。瓦特搭乘一辆邮车去追赶他，最后总算在梅尔康普顿的一家乡村小酒店里找到了这位少校。瓦特后来回忆道：“他是个长着一副土豆脸的蠢货，一只眼球的瞳孔上还有一点疤痕；总之，我不喜欢他的相貌。”他警告这位少校说，这台发动机是对他专利的一种侵犯，并且还在返回伯明翰之前，他在当地的报纸上登了一则广告，告诫大家不要使用这台发动机。

过了一些时候，瓦特收到了这家煤矿的一封信，询问他打算采取什么样的行动，因为他们在采取这种行动期间，将停付给霍恩布洛尔的款项。瓦特的答复是含糊其词的。塔克少校由于摸不清问题所涉及的范围，所以被唬住了，但结果是瓦特并没有采取任何法律行动。

在 1784 年至 1791 年期间，乔纳森·霍恩布洛尔在康沃尔安装了很多台他的双汽缸发动机。这些发动机分别装在彭林、廷克罗夫特（两台）、斯旺普尔、洛斯特维西尔、特里萨万、巴尔都、韦里矿和统一锡矿。最后，博尔顿—瓦特公司终于正式采取了法律行动，但是，这些发动机的物主已屈服了，在被起诉之前，他们便向这家企业付清了专利税款。其原因是事已至此，别的手已经受到了法律的制裁。由于博尔顿—瓦特公司的胜诉，所以乔纳森·霍恩布洛尔的下一步棋是，设法使议会延长他的专利期限，以便在瓦特的专利于 1800 年期满之后，他还至少可以享受几年自己的专利成果。这项申请遭到了博尔顿—瓦特公司最强烈和有效的反对，结果是可怜的霍恩布洛尔以失败而退出了这场较量。

1791 年，年仅 20 岁的小理查德·特里维西克受到康沃尔矿业经理们的

委托，去对安装在廷克罗夫特的一台霍恩布洛尔式发动机和一台规格相同的瓦特式发动机的运转情况，进行仔细比较并提出报告。由于特里维西克本人就是一个反对派，所以他自然偏袒霍恩布洛尔，但是，诚实心迫使他承认两者不分上下，无可挑剔。造成这种在性能上势均力敌的原因是，虽然霍恩布洛尔的发动机是一切复合式膨胀蒸汽发动机的本源，但由于他最初使用的蒸汽压力相当低，所以他占有的优势被忽略了。他的继承者亚瑟·伍尔夫在瓦特的专利权满期之后，曾在康沃尔比较成功地制造了类似的发动机，只是因为他使用了较高的蒸汽压力。其他一些工程师为了回避瓦特的专利，更是故意采取了霍恩布洛尔的办法，把冷凝器安装在汽缸底下，而不是采用一个分立的容器，但是这种装置绝非令人满意，因此在康沃尔的那些霍恩布洛尔式发动机在其物主们认输后，都改装了分离式冷凝器。

在康沃尔时期接着出现的另一个对手是爱德华·布尔。他在伯德沃思开始时的职业是司炉工，后来被博尔顿—瓦特公司雇佣作为安装工。他是个既无大能耐，又无独创性的工程师，用一句法律术语说，他显然是个让别人当枪使的不中用的人，他的后台是西矿区的经理们，他们想利用他对瓦特在康沃尔的垄断进行反扑。1792年，在小特里维西克的积极帮助下，布尔在多利亚科思矿制造了一台倒置式发动机，后来他总共在康沃尔矿区制造了十台类似的发动机。从现在仍然幸存的样机来看，尽管设计者的名字是布尔，但这种发动机并无独创性，因为它与多年前瓦特为威尔金森的布罗斯利工厂设计的那台“倒置式发动机”，并没有什么重大的差异。

当博尔顿—瓦特公司获得了一项禁令的保护，限制布尔做任何进一步侵犯专利权行动的时候，布尔和特里维西克正在叮 矿和哈拉曼宁矿安装倒置式发动机。博尔顿—瓦特公司极想把特里维西克的名字同布尔一起写进这项禁令，却找不到这两者是合伙人的证据，很难确定他们在法律意义上究竟有没有合伙关系。由于特里维西克在叮 矿建成了那台发动机，博尔顿—瓦特公司又获得了一项单独限制他的禁令。有一段时间他曾神出鬼没，以至使这项禁令没能转交给他。后来，这愣头愣脑的工程师竟然又厚着脸皮，同布尔和他的朋友安德鲁·维维安一起，突然来到索荷工厂，很自然，这家工厂不准特里维西克和布尔入内，于是他们扭头就走了，但由于及时观察到了他们进了离厂最近的一家小旅馆，因此在几分钟后，当特里维西克正站在酒吧间里时，终于把那项禁令交给了他。博尔顿曾对瓦特说过：“真是怪事，在康沃尔反倒无法向特里维西克转交那份禁令，但他自己却会送上门来……”

事至此时，对这项发明专利抨击的势头十分猛烈，因此这两位合伙人虽然私下有点忧虑，但是他们决定再不能只是大声嚷嚷，而必须开始采取有效行动了。于是，法律诉讼开始了，博尔顿—瓦特公司对布尔的这场官司，于1793年6月开始在高等民事法庭审理，首席法官是艾尔勋爵，另外还有一个特别陪审团。这两位合伙人曾招来了一大批难以对付的专家作证人，其中包括默多克、萨瑟恩、伦尼和赫谢尔。陪审团毫不费力地裁定布尔违法，但是他们不能确定瓦特专利权的有效性，于是这个问题便提交给了上诉法院。上诉法院于1795年做了审理，结果仍未裁定，但在同时又宣布由于长期拥有这项专利权，因此在确定其合法性之前，各种禁令继续有效。

在这场旷日持久的诉讼进行的同时，博尔顿和瓦特又对另外两个更难对付的对手杰贝兹·霍恩布洛尔及其合伙人马伯利，采取了法律行动。杰贝兹·霍恩布洛尔曾于1779年当过博尔顿—瓦特公司的发动机安装工程师。他看上去

很有能力，但由于脾气很坏而成为一个不受欢迎的人，就连很随和的博尔顿都无法容忍他，于是只好把他解雇了。他后来在伦敦开了一家制造蒸汽机和其他机器的企业，并同那位似乎有钱有势的马伯利合伙经营。他们在 1795 年开始制造一种发动机叫做“摆式蒸汽机”，它是根据 4 年前克勒肯威尔的一名制锯人伊萨克·曼纳林取得的一项发明专利而设计的。这发动机有两个单动式汽缸，它们的活塞杆通过链条，与固定在架空摇臂轴上的一个滑轮两面连接起来。在这个摇臂轴的一端，有一个曲柄，这个曲柄通过一根连杆来带动旋转轴。这种装置同博尔顿和瓦特在兰开郡索尔福德的主要对手贝特曼——谢拉特公司所使用的那种装置非常相似，只不过他们不用链条和滑轮，而用齿条和一个齿轮来带动摇臂轴而已。贝特曼与谢拉特的汽缸是敞开顶部的，按照大气压原理工作，但是同霍恩布洛尔和马伯利一样，他们使用的也是分离式冷凝器。因此，显然这两家企业都侵犯了瓦特的专利权。

博尔顿和瓦特对霍恩布洛尔和马伯利的这场官司，于 1796 年 12 月由首席法官艾尔勋爵审理，其结果同布尔的那一案件一样，陪审团也确认瓦特的专利权受到了侵犯。这样一切都取决于这项专利权的有效性了，为了在这一点上进行试探，霍恩布洛尔和马伯利以原判错误为由要求进行复审。最后这场实力较量，是于 1799 年 1 月在高等法院进行的，其结果由 4 名法官一致裁定了这项发明专利的有效性。这场为时 6 年、代价高昂的法律战，就这样结束了。然而要是瓦特的专利在当初不用那样的措词，那就不会有这场旷日持久的官司了。这当然不是瓦特的过错，因为他本来是打算要提交一份申请专利的详细说明书的，但是他的朋友威廉·斯莫尔和马修·博尔顿劝阻了他的这种做法。正是他们曾错误地说服了他，在专利说明书中只对原理加以说明，而对他打算怎样把这些原理运用于发动机的制造则不做任何说明。在他后来领取发明专利时，瓦特没有再出这种差错。但是在这场长期的官司中，利害关系的是他最初的发明专利，在很多人看来，博尔顿和瓦特能够打赢这场官司是极其幸运的。事过 25 年后，有一位专利法专家兼蒸汽机权威约翰·法里，曾做了如下的结论：

根据法院在审理其他案件时的普通惯例，瓦特先生的发明专利应该废除，因为他的申请专利的说明不充分，它只是提供了一系列作用原理的定义，而没有描述应用这些原理的方法。肯定无疑的是，要不是由于许多科学家作证，支持这份申请专利的说明书，说明照他们看来它是充分的；要不是由于瓦特式发动机的优越性在当时已经得到公认，并且在那些诉讼中，已经取得了有利于他的判决的话，那么，按照法院在审理其他同类案件的通常惯例，瓦特的发明专利权是不能单单作为一个法律问题而成立的。

当最后打赢这场官司的消息传到索荷铸造厂时，人们喜不自胜，并放礼炮以示庆祝。小詹姆斯·瓦特得意洋洋地写道：

派出你们的哀乐队并让它去向犹大王国宣告吧：大尼尼微政权垮台了，让那里举国上下都披麻戴孝去忏悔吧！把这件事在加思城里宣扬出去，到阿什克伦的街头巷尾去谈论吧。马伯利和他所有的主子们都被打得落花流水啦。

然而，就其前途而论，这项胜利却是徒有虚名的，因为此时，这项发明专利权的期限剩下还不到一年了。不过这一胜利确实能使博尔顿——瓦特公司

收到很大一笔发动机专利税。因为这项发明专利权的有效性一直有争议，所以这笔收入也就长期拖欠着。然而，即使这一收获，也是付出了昂贵代价的。因为这场斗争不仅花费的钱非常可观，而且还使这家企业名誉扫地，在康沃尔情况尤其如此。康沃尔的矿业经理们在 1800 年这项专利权到期之前，被迫支付欠下的专利税款，但是从此以后，博尔顿—瓦特公司在康沃尔的生意再也没有继续下去，并且不得不把这块曾经被占领过的地盘，白白地让给别的发动机制造商，尤其是让给了应用高压蒸汽的伟大先驱理查德·特里维西克。

有几分讽刺意味的是，作为工程师的爱德华·布尔和杰贝兹·霍恩布洛尔却在法律上遭到了如此不应有的沉重打击，而与瓦特平起平坐的唯一的对手理查德·特里维西克，除了收到一项不被他放在眼里的禁令之外，反倒依然我行我素，没有遭到任何非难。在瓦特的专利权期满之前，他在康沃尔就有三台高压卷扬机在运转了。安装在库克基锡矿的那两台，都装有分离式冷凝器；第三台安装在多尔科思，为外排汽式，矿工们把它叫做山凹小绞车。所有这三台发动机使用的蒸汽压力，都在每平方英寸 25 ~ 30 磅之间。根据瓦特的信条这纯粹是歪门邪道。这显然触犯了瓦特的专利权。

当在布里奇诺斯的赫兹尔丁铸造厂开始为特里维西克制造高压旋转式发动机时，在索荷引起了相当大的震惊，因为康沃尔的这位伟大的工程师，似乎将到他们的家门口来挑衅了。然而到了这个时候，他们已经没有专利垄断的武器来对付他了。博尔顿和瓦特似乎已决定发起一场宣传运动来强调高压蒸汽的巨大危险性，这是反击的最好形式了。他们甚至还进行游说，想通过一项禁止使用这种发动机的法律，但未成功。在格林威治的一台特里维西克发动机使用的高压蒸汽锅炉，发生猛烈爆炸，造成 4 人死亡时，在索荷人们就更是幸灾乐祸了。这场事故完全是由于一个青年的无知造成的：这个青年在发动机操作工不在时临时顶班，他在安全阀柄上挂上了一把很重的扳手。但是，博尔顿和瓦特却从中大做文章。特里维西克在仓促中写给他朋友戴维斯·吉迪的一封信里，曾对这种攻击表示了强烈的愤慨。他写道：

我相信博尔顿和瓦特先生将不择手段地对我进行诋毁，因为他们已经通过报纸和私人通信，竭力歪曲事实，大肆宣扬这次爆炸事故。

博尔顿和瓦特的这种做法的确能对特里维西克的发动机造成一种相当不利的偏见，并在短期内使他受害不浅。但从长远来看，他们却无法扼止技术舆论要转向反对瓦特谨小慎微做法的潮流。一旦使用膨胀高压蒸汽令人信服地显示出它的巨大优越性，那它就难以被人们所忽视。博尔顿和瓦特也不可能使特里维西克改弦易辙，他很快又在科尔布鲁克代尔进行新的试验，而且使用的压力竟高达每平方英寸 145 磅。特里维西克的研究除了具有经济实惠优点之外，而且还表明利用高压蒸汽来制造一种轻便、小型、便于搬动的发动机是可能的，而这种动力装置则可以用来为陆地或海洋运输提供驱动力。

虽然特里维西克不仅从来没有能够在世界上成名，而且也摆脱不了不幸的命运，但他却完成了由瓦特开创的驾驭蒸汽的壮举。特里维西克于 1810 年回到康沃尔时，已是个倾家荡产、身体虚弱的人了，但是他却仍然不屈不挠地设法挽回局面，并且短短的几年内，他就为康沃尔带来了一场自从瓦特式发动机问世以来所未有的技术革命。他对瓦特式大型泵机做了改进，改装了新锅炉，从而使之能够以每平方英寸 40 磅的膨胀压力运转。但他并不满足

于此，于是又在几台瓦特式发动机上增添了一个高压柱塞杆的机械装置，这种装置同他为赫尔兰矿安装的那种著名的柱塞杆式发动机上的设计相同。柱塞杆机械装置与横梁相连，这一点同霍恩布洛尔发动机上的那个小汽缸一样，从那里排出的蒸汽，再送到瓦特式的汽缸里继续使用。特里维西克就这样把这种瓦特式发动机改装成了复合膨胀式发动机，不过它比起霍恩布洛尔或伍尔夫所设计的发动机来要有效得多。

到了特里维西克在康沃尔进行他的这项工作时，瓦特已是一位完全退休的老人，而且离死亡也已不太远了。关于他是否了解他的这位后继人在康沃尔对他心爱的发动机所进行的这些改造我们不得而知，不过如果他真的知道，那他当然是不会准许的。因为瓦特反对使用高压蒸汽的偏见，一直是坚持到底的。他在有生之年曾引起了一场动力革命，但是，因为满足于此，他便停滞不前了。他曾十分执拗地排挤自己的对手，因为他拒绝承认这样一个事实，那就是由于他的发动机也像他本人一样渐渐衰老，因而两者都是注定要让位于新人和新机器的。

3 迟暮之年

如果说瓦特的青壮年是在拼搏中度过的，那么，瓦特的晚年，则是在财富和荣誉的光环里生活的。不过，人们在颂扬赞美他的同时，也难免发出“夕阳无限好，只是近黄昏”的感叹。瓦特的发明给伯明翰带来了迅速发展，而这又是瓦特从哈珀山的摄政住宅迁出的原因之一。这座古老的寓所在他一生中最活跃、最成功的年代里，曾经是他的家，但是此时已陷于郊区建筑物的包围之中，而他也有财力来寻求一所更宽敞、更清静的住宅以满足自己的欲望。他于 1790 年在汉兹沃思荒原的希思菲尔德修建的那所新居，是由塞缪尔·怀亚特为他设计的。第二年在这片荒原上圈地，使他在住宅周围圈到了 40 英亩的土地。瓦特在这里种植树木，盖起了门房和温室，还有一个带围墙的菜园。然而，最终希思菲尔德这块地方也被大亨布鲁姆吞并了，但那是在瓦特死后的事情。这座房子直到 1926 年才被拆除，并在其基地上建起了别的建筑物。

当瓦特在 1774 年从格拉斯哥迁居伯明翰的时候，他曾带去了他收藏的大量工具、仪器和作坊所需的设备，其中有很多是他最初制造仪器时购置的。在此后 15 年，他虽然因全力以赴地忙于引擎事务而未能使用这些东西，但他却像所有真正的手艺人一样，把他的工具当成朋友似地珍爱，小心翼翼地把它们保存在摄政住宅。当他最终搬到希思菲尔德后，他又同这些年轻时代的朋友重新打起交道来，而使他感到洋洋自得的是，他干起活来依然得心应手。在希思菲尔德寓所的厨房侧厅的顶层，是一个由一道窄楼梯通上去的低屋顶阁楼，这就成了瓦特的工作间。这间阁楼只有一扇长型窗，向外望去是一片灌木林。瓦特把他的脚踏车床和工作台，安置在紧靠窗户的地方，旁边放着他的写字台，周围的墙边放着屉橱和架子，那里收藏了他毕生从事工匠技艺，进行实验和科学探索用的各类器具：制作仪器的工具、标尺、两脚规、90 度的圆弧镜、铸勺、熔罐和烙铁，吹管、蒸馏釜和化学仪器，以及收藏的化石、矿石和其他用匣子或罐子装的标本等。甚至连他最初在格拉斯哥艰苦奋斗时时刻制凹槽用的那些特殊工具，也单放在一个抽屉里。阁楼上还有一个煤火炉来做某些试验用，但用它为阁楼供暖可不够，因此在大冷天，他只好作罢。

人们会感到不理解的是，为什么现在瓦特在经济上已很富裕，却不能在他的新房子里，找到一个比这间又冷又暗的阁楼更好的地方，作为他的工作室呢？答案很简单，这位伟大的工程师怕老婆过分的干扰。瓦特的这位后妻虽然勤勤恳恳，但全家都由她说了算，包括她丈夫在内。她爱整洁成癖，到过希思菲尔德来做客的人曾说起过这么一件事：甚至连她宠爱的两只哈巴狗，也被训练得在进屋之前，要在一块蹲鞋垫上先蹭蹭爪子。对这样一个人来说，手艺人工作间的那种气味，看上去零乱不堪的摆设和边角余料都是极为令人讨厌的。她甚至反对瓦特吸鼻烟，尽管这在当时是个很普通的习惯。因此，瓦特选择这个不显眼的阁楼当然就能摆脱这女人的干扰了。他甚至还在这个工作间里为自己准备了一个平锅和一个荷兰烤箱，以便能自己做饭，从而使自己避免为吃饭而必须遵循妻子的苛刻规矩：将自己收拾得干干净净。

在瓦特和他的合伙人博尔顿上了年纪后，他们的迥然不同性格，表现得再清楚不过了。性格内向的瓦特是极不愿意离开他那与世隔绝的工作室而去涉足于繁忙的经商领域的。因此在他取得成功之后，就首先抓住机会，重新

退居到自己先前的那个小天地去了。尽管他们的合伙关系直到 1800 年才告以结束，但在他一搬到希思菲尔德居住后，瓦特对于索荷工厂的日常事务的关心就越来越少。当他的儿子被吸收入伙之后，他就完全告退了。而对于那位性格外向的博尔顿来说，商业就是生命中的呼吸，他虽把那座新建的索荷铸造厂交给了下一代去负责，却并没有任何退休的想法，而只是想使自己能够集中精力去经营他最新的企业——铸币厂。尽管他在年龄上比瓦特大 8 岁，并且受着健康不佳的煎熬，但是博尔顿仍一直工作到寿终之日。

有一次瓦特曾经说过：“如果没有嗜好，那生活还有什么意义呢？”此时，他终于能够逍遥自在，随心所欲了。在希思菲尔德他那个阁楼工作室里，他能够尽情地发明和试验，并把它们作为纯粹的消遣，他的思想也不会受任何商品价格形式或是他始终讨厌的发明专利权争执的干扰了，因为那些发明专利权必然要涉及它们在商业上的应用。他在老年时期最喜欢摆弄的玩艺儿，就是他所发明的那种雕刻拷贝机。他曾实际制作过两台这种极为新颖的机器，其中一台可以复制缩小的半身雕像，另一台则可复制同原画一样大的像。在这两台机器上用来复制的刻纹头，都是由在原画线条上面移动的一个导针——“测隙规”所控制的。瓦特曾用这两台机器来复制用大理石、雪花石膏、象牙、煤玉、红木和石膏制作的半身雕塑，圆型浮雕以及小雕刻塑。他有一件虽然没有全部完成，但却是非常成功的作品，那就是按照原来钱特利为他制作的石膏像复制的缩小的一个半身雕塑像。

瓦特虽然把自己大量的精力耗费在他那个阁楼工作室里，但若以为他变成了一位隐士，却大谬不然，恰恰相反，在他的一生中，老年时期比他先前任何时期旅行的地方都多，也更好交际。在 1802 年的那个昙花一现的亚明和约期间，他和妻子曾走遍了比利时，并沿着莱茵河北上到了法兰克福，又从那里去斯特拉斯堡，然后才经巴黎回英格兰。他回故乡苏格兰是很频繁的，他在爱丁堡和格拉斯哥的大学既重叙旧谊，又结交新友。他的足迹还遍布英格兰和威尔士的许多地方。在霍恩布洛尔和马伯利打输了那场官司之后，原来的发动机专利税的欠款都交付，这使瓦特得到一笔相当可观的资金，他决定用它在乡间购置房地产。瓦特曾对德文郡、多塞特和蒙默思郡的房地产都进行过了解，最后才在多尔宾罗德购置了一幢农场住宅和一些田地，那是位于拉德诺郡的拉亚德和纽布里奇之间的怀河上游河谷。退休后，他曾在这个优美的环境里，度过了夏天许多愉快的时光。然而，每次住留的时间都不长，因为对他来说希思菲尔德工作室的吸引力太大了。

迁居到希思菲尔德后所度过的岁月，无疑是瓦特漫长一生中最幸福的时光。然而，在这期间也伴随着一份最大的不幸，那就是他失去了续弦后所生的两个孩子。他的女儿珍妮特于 1794 年 15 岁时死于肺结核病，此后不久，她那已进入青春期的前途远大的哥哥格雷戈里也开始染上同样可怕的病症。他的父亲母亲曾焦虑地带他到克利夫顿、巴思以及德文和康沃尔的南海岸去休养，指望那里温和的气候会使他康复，但结果是徒劳。格雷戈里曾在彭赞斯的戴维家里住过一些时候，并同比他小几岁的小汉弗莱·戴维结为忠贞不渝的朋友。格雷戈里可能是第一个发现戴维在科学上具有杰出才能的人，而且也正是由于他给托马斯·贝多斯博士写的那封推荐信，才使得这位年轻人走上了成名之路。然而，对于有着同样天才的格雷戈里·瓦特来说，却不会有这种前途。他于 1804 年 10 月在埃克塞特夭折，年仅 27 岁，葬于当地的一座大教堂里。戴维因自己的朋友如此过早地离开人世而感到无比悲恸。他悼

词中写道：“他是一位品质高尚的人，否则还将会是一位伟人。啊！他的死是毫无道理的——因为他不该死啊！”他父亲的悲痛尽管没有这样外露，但感情显然也是同样深切的。瓦特把他儿子所有的书籍、手稿和图纸都收藏在一只箱子里，并把它保存在那间阁楼工作室里离他最近的地方，一直到去世。他写道：“每当我望着我儿子的书籍、手稿和图纸时，我总要自言自语地说：想出这些东西的那个头脑和做出这些东西的那双手，现在何方？”

由于小詹姆斯·瓦特还没有结婚，因此，格雷戈里的死意味着这位伟大的工程师已经没有传宗接代的儿子了。在他的孩子中惟一有后代的是他前妻生的女儿玛格丽特。他的曾外孙詹姆斯·吉布森，于 1856 年经皇家许可增加了瓦特的姓。

在当时曾经夺去无数年轻人生命的可怕的肺结核病，虽然现在几乎已经被消除了，但是没有任何一门科学或技术，能够减轻对老人造成的一种无法逃脱的折磨——减轻因失去老友与同辈而带来的悲恸。约瑟夫·布莱克于 1799 年去世，当瓦特听到这一消息后，便给罗比森去了一封信，信中写道：“我可以这么说，我所取得的成就大部分应归功于他。他曾在自然科学方面教我推理和试验，他是一位挚友……”罗比森并未比布莱克活得长多少，他的寿终之日是在 1805 年，瓦特曾用这样的话来描述过他：“……他是一位头脑最清楚的人，而且是我认识的人中最有学问的，他对我的友情，在持续了近半个世纪之后，只是随着他的生命结束而告终的。”与此同时，“月亮社”的队伍也很快缩小了。达尔文于 1802 年逝世，而侨居在宾夕法尼亚州的普里斯特利，也于次年去世。最后一位，虽然并非是没有料到的，但对于瓦特来说，却是最沉重也是最终一击的，就是他那位奋斗到底的伟大伙伴，于 1809 年 8 月逝世，享年 81 岁。随着博尔顿的去世，瓦特便成了“月亮社”的最后一名幸存者。当瓦特听到马修·博尔顿亡故的噩耗时，他正在格拉斯哥附近的格伦纳巴克，他随即给在索荷的小博尔顿去了一封哀悼信。他写道：“具有他那种才能者为数不多，而像他那样发挥自己才能者更是寥寥无几。但即使在他们身上增添了他那种对待他人的彬彬有礼、豁达大度和满腔热忱的品质，也难以造就一个能与他媲美的人物来。”

幸运的是，对于这些损失也得到了若干补偿。因为瓦特找到了许多能减轻自己伤感的事情去做，这比为友人写悼词要好些。首要的事是证明，随着年事增高，其才能会减退的顾虑，是相当没有道理的。他仍庆幸他的健康状况，比早年和中年的任何时期都要好；而他的思维也仍然像往常一样敏捷活跃。为了证明自己的精力不减当年，当格拉斯哥自来水公司于 1811 年，就一条主干水管穿越克莱德河的问题向他请教时，他为他们设计了一条带有球窝连接构造的铸铁管道，这条管道可以铺设到河床上。这个设计获得了圆满成功，他却拒绝接受酬金，这家公司很是感激，于是向他赠送了一件金质餐具。

在英国能像瓦特这样在经济上获得如此丰厚报酬的，或是在有生之年看到自己的成就得到如此广泛的承认和赞誉的工程师和发明家寥寥无几。他在 1784 年当选为爱丁堡皇家学会会员，翌年又被选为伦敦皇家学会会员。格拉斯哥大学于 1806 年授予他法学博士荣誉学位，他谢绝了由首督提议的封他为利物浦勋爵的准男爵勋位。他于 1814 年得到了一项最大的荣誉，那就是当选为法国研究院的 8 名外国成员之一。马修·博尔顿有一次曾对一位来索荷的参观者说：“我向人们提供的是他们最需要的东西——动力”，而现在当蒸汽机有节奏的转动正在到处加快改变着人们生活的方式的时候；当汽船已经

诞生，而火车头则刚刚出现在地平线上的时候，人们是会以崇敬的心情把詹姆斯·瓦特誉为这种动力的创造者的。

成功与赞颂，对于瓦特的影响是不容忽视的。在通常情况下，逆境和困难将锻炼一个人的性格并激发出一个人的最优良的品质；而财富、荣誉、奉承和对英雄的崇拜，则往往会使人堕落，仿佛酸性物对优质物品腐蚀之后剩下的只是徒有其原来那华丽而自鸣得意的外表而已。然而，对瓦特却是适得其反。财富给他带来的是心境安宁，头脑冷静和自知之明，而承认给予他的是极大的尊严，以及保持谦虚而无丝毫傲慢和装腔作势的作风。在任何场合，他都是一位引人注目的人物，一位又高又瘦的佝偻老人，一团白发从他那高高的前额向后梳着。而在他那没有像头发一样变白的浓眉下的灰色双眼则闪烁着敏锐的神情，显示出惊人的青春活力。他说话声音浑厚，带有浓重的苏格兰乡音，尽管他在英格兰生活过多年，却始终未受影响。在这位令人肃然起敬的老人身上已难以找到他当年因胆怯、自卑和意志薄弱而造成的忧郁症的痕迹了。

瓦特在 1805 年冬天回苏格兰时，他曾到“星期五俱乐部”去做过客，这个俱乐部是爱丁堡的一个与当年“月亮社”相仿的组织。在同他一道做客的人中有沃尔特·斯科特爵士，后来斯科特还曾回忆了那天晚上的情景。尽管他写得过于恭维，但仍使我们可以从中看出年迈的瓦特给他的同辈人所留下的深刻印象。沃尔特爵士写道：

大约有 10 名我们北方的名人聚会在一起……在这些人有瓦特先生，他以自己的聪明才智发现了一条途径，使我们的国民财富大幅度地增长，达到了甚至连他自己所具有的惊人计算能力都无法胜任的程度。它把巨神之力赋予人类纤弱的臂膀，从而把深渊中的宝藏搬到了地面上；它喝令产品增长，仿佛魔杖在沙漠中指地出水一样；它向人们提供了方法来节省那不等人的时光；它使船只不靠风力远航，从而把波斯王的命令和威胁撇在一旁。这是一位驾驭自然力的强者，这是一位缩短了时空的能人，这是一位以他那神秘莫测的机器给世界带来变幻的魔术师，他的机器对世界异乎寻常的影响，人们也许现在才开始觉察到。他不仅是一位造诣最深的科学家、一位将动力大小与数字计算最成功地结合在一起的学者、一位最有远见卓识之士，而且也是一位最和蔼可亲的伟人。

他所站之处围着一批北方的文人士，总的说来，这些人都有各自的名气，都有各自的见解，与全国那些靠努力而使自己身价百倍的令人羡慕的人们相比，一点也不甘逊色。我想我在那时的所见所闻，将决不会再有了……这位机智、和蔼而又慈祥的老人充满着活力，对每个问题都认真倾听，他提供的情况，谁都想听。

他的才华和想象力无所不包，有一位学识渊博的语言学家先生，同他谈论起字母的起源问题时，就好像自己与首创字母的卡德摩斯是同时代的人一样，另一位著名的评论家同他交谈，你也许会以为这位老人毕生从事政治经济学和纯文学研究的学者，至于科学问题自然毋庸赘言，因为那是他自己的老本行了。

一场风暴就这样过去了，这位明智、慈祥而又令人爱戴的老人继续在人生的旅途上跋涉。他不仅是一位谦虚谨慎的人，而且他那卓越才华，都永远保持着某种动人的淳朴的品性，这种品性从瓦特夫人写的一封信里得到了说明。他们在他们特别喜爱的休养地切尔特南逗留期间写道：

由于订阅图书风行一时，并且也出于很想赶时髦，所以我们也向图书馆订阅图书。

我们的第一本书是奥配夫人写的《母亲与女儿》，这个故事是如此令人伤感，以至使瓦特先生和我自己，都像小学生挨了打似的痛哭流涕……为了把萦绕在我们脑海里那个可怜的爱德琳的阴影驱散，昨天晚上，我们到戏院去看《蜜月》，这场演出使我们感到非常高兴。

晚辈们对瓦特的友情与赞美，弥补了他由于老朋友们的去世而产生的失落感。这些晚辈包括诗人坎贝尔、亨利·布鲁厄姆勋爵、汉弗莱·戴维、约翰·伦尼和托马斯·特尔福德。特尔福德曾向这位老人征求过有关喀里多尼亚运河工程的意见，瓦特于1773年为开一条穿越大格伦峡谷的运河所进行的勘测，对他来说颇有价值。此外，还有威廉·默多克，他曾帮助瓦特，为其雕刻机器制作过一些刀具，而且他仍然是索荷工人的骨干，那里的年轻人都很尊敬他。默多克的创造发明，尤其是他所发明的煤气灯，使他名扬全国。在索荷的办公室里，都用煤气灯照明。为庆祝“亚眠和约”时，他们还用煤气火焰将这座著名的工厂门面照得灿烂辉煌，使所有的观众都为之惊奇。正像他为之忠心效力的那两位合伙人一样，默多克也活了很大年纪。他于1819年11月在汉兹沃思的锡卡莫尔山自己的家里去世，享年85岁。

瓦特那活跃而敏捷的思维一直持续到他生命终止。1819年7月，当他83岁的时候，他还去伦敦游览了一次，但回到希思菲尔德之后不久，他就病倒了，而且情况很快便表明他的有生之年不多了，8月19日，他安详地离开了人间，葬在汉兹沃思教堂，也就是离他的伙伴马修·博尔顿不远的地方。在墓穴上方，耸立着一座由钱特利雕的纪念塑像，据说塑像栩栩如生，以至于当它被运到教堂之前，首次在索荷揭幕时，有很多老雇员都不禁潸然泪下，因为它引起人们对这位以往所熟识的人的回忆，使人陷入极度悲哀之中。

后来，钱特利还雕塑一座更大的瓦特纪念像，这座雕像耸立在威斯敏斯特大教堂里，上面的碑文为布鲁厄姆勋爵所撰，这一直被认为是语言优美的杰作。然而，瓦特给人印象最深，并最有纪念意义的还是他的那个阁楼工作室。从那里所收藏的物品来看，实际上这是一所瓦特纪念馆，可喜的是，他的儿子认识到了这一点，完全按照他父亲留下来的原貌保存着工作室的一切。这个工作室一直保留到那幢房子被拆除时为止。后来在科学博物馆里按照原样仿建了这个阁楼，并把当年在这个工作室里的物品，完全按照原样陈列，因为纵使钱特利的技艺巧夺天工，但毕竟不能代替这位伟人曾使用过的那些工具、工作台、车床或者平行运动模型所蕴藏的深刻内涵。

瓦特在其漫长的一生中有功绩，也有过错，在施展才华的同时，也伴有失误。曾经使他的朋友们感到非常恼火的一个过错，最终却被证明恰恰是他的一种美德。尽管他向往退隐的生活，使得他在无情无义的商界为争取成功而进行的战斗中，成了一个非常畏缩消极的士兵，但这一点是来源于真正的谦逊的品质，而正是这种品质，才使他没有因在这场斗争中取得了成功而腐化堕落。瓦特死后，在所有那些热情讴歌这位伟大工程师的人中，只有诗人威廉·沃兹沃思一人才认识到了这一点，他写道：

由于他的创造才能既高深又广博，所以我视之为也许是我国所造就的，前所未有的最卓越的人，他从不想要自我炫耀，而是默默无闻和谦虚谨慎地安于工作。只有始终具备这种美好心灵和表现的人，才是真正的伟人。

在人类历史的长河中，每个人所能起到的都是一滴水的作用。如果有人

能掀起一朵浪花，形成一股激流，那就是非常了不起的了。可喜的是，人类发展的哲学，总是后来者居上，从而使历史的洪流一浪高过一浪，永不停息地奔腾前进。

4 瓦特之后

詹姆斯·瓦特生于 1736 年 1 月 19 日，死于 1819 年 8 月 19 日，整整活了 83 岁 7 个月。这对于像他这种自幼体弱多病、长期过于劳累的人来说，实在是一个奇迹。

瓦特福大命大。他的父母总共生了 8 个孩子，前 5 个都是出生后没活多久，便相继染病死亡。他算是“小六”了。但在活下来的 3 个孩子中，他又是大哥；在他之后，还有 1 个弟弟和 1 个妹妹。不幸的是，弟弟约翰在风华正茂的少年时代，在去美洲的旅途中死于海难；他的妹妹琼，平时身体还算不错，不像她的哥哥小时候那样经常生病，而且自从他们的妈妈于 1753 年去世之后，只有十几岁的琼便开始成熟起来。为了照顾父亲和哥哥，她主动担当了家务重任，因而结婚很晚，直到年近 30 不能再拖的时候，这才出了嫁。想不到的是婚后没有几年，便于 1771 年死去。这样，瓦特就成为“一枝独秀”、孤脉单传的“独生子”了。

说詹姆斯·瓦特福大命大，不仅仅指的是他在多次灾难中能够“逢凶化吉，劫后余生”，人到中年之后，身体反而越来越好，一直活了 83 岁，这在当时算是罕见的“老寿星”了，而且指的是他“吉人天相，贵人相助”。瓦特性格内向，孤芳自赏，并不善长交际，但却从青年时代起，身边就总有一批高贵而真诚的朋友，他们有些是赫赫有名的大学教授，有些是实力较强的富商巨贾。他们都看重瓦特的天才，从不同的角度向他提供了宝贵的帮助。“一个好汉三个帮”，正是在这些朋友们的真诚帮助下，瓦特才得以功成名就，成为名垂青史的伟大发明家。

无论如何，瓦特是非常幸运的。自从 1765 年，瓦特大大改进了纽科门的蒸汽机，使之变成节能高效、安静安全和动力机之后，很快便被采矿、冶铁、面粉等行业采用，因为仅煤耗费用就比老式的纽科门蒸汽机降低 $\frac{3}{4}$ ，厂矿老板们当然乐于采用。后来，瓦特又发明了一种刚性连接活塞和活塞杆的方法，以及将活塞杆的往复运动变成回转运动的特殊传动装置，从而使蒸汽机可以转动一根轴，而不是使泵简单地上下运动，这就为蒸汽动力的广泛应用提供了可能。随着瓦特蒸汽机销量的日益增加，他和他的合伙人马修·博尔顿的经济收入也便滚滚而来。有趣的是，当时他们并不是像现今这样从整机销售中收取利润，而是通过提供制造技术，然后收取专利使用费的办法来取得报酬，用户需将使用瓦特发动机所节省的燃料费的 $\frac{1}{3}$ ，交给瓦特和博尔顿的公司，直到专利期满为止。可想而知，他们的收入是相当可观的。

瓦特本来是一个白手起家的穷小子，年轻时为了搞蒸汽试验，还欠了一屁股债。自从与马修·博尔顿这位精明能干的企业家合伙以后，他的研究成果便很快进入市场，以销售来促发展，再以发展来促进技术改革，从而以更加经济实用的产品来推动市场需求。买卖搞活了，瓦特完全摆脱了财政困难，因而可以专心致志于他所擅长的技术研究，并取得了一些新的发明成果。由于经济状况大为改观，工作条件得心应手，心情舒畅，春风得意，自然有益于健康。所以自从中年以后，瓦特的身体反而越来越好。从临死前的一个月，他还有精力乘坐马车去伦敦旅游一趟这件事，就可以看出来 83 岁的瓦特不仅身体健康，而且精神也是相当好的。

英国有句谚语：“七十不做客，八十不出游”。意思是说，年过 70 岁，就不宜到别人家去做客，否则，突然犯病死亡，会给主人家带来说不清的麻

烦，甚至法律纠缠。年过 80 岁，则不宜外出旅游，因为年龄毕竟不饶人。年老体虚，外出会打乱日常在家的生活环境，对饮食和气温等方面的变化也未必适应，况且还有易受各种流行病的感染等等，总之，容易招致疾病。外出旅游见到旧的景物，遇到同窗好友，难免感慨万千，甚至放怀畅饮。这种情况，也会使有心血管病的老年人突遭不幸。假如瓦特当年不同妻子一道去伦敦游览的话，也许还可以多活几年。结果却在路上就有些不适，回家之后不久便一病不起，走完了他的人生旅途。

可以说，瓦特作为一位大发明家，他在生前所得到的不仅有经济上的巨额收入，而且还有社会上的荣誉地位。他没有读过大学，但在 1785 年却被选为英国皇家学会的会员；1806 年又被格拉斯哥大学授予法学博士的荣誉学位。他所得到的这类荣誉称号还很多，而且都是十分显赫的。例如伦敦皇家学会，就是由英国王室和政府支持的最高学术机构，只有那些做出杰出成就的科学家，才有资格被选为会员。作为它的一名会员，就有机会同常来参加学会活动的达官显爵和学界名流接触，所以被看成是一项难得的殊荣。至于报刊的吹嘘和公众的崇拜，这对晚年的瓦特来说，就是司空见惯的了。好在瓦特对于这类荣誉和赞扬并不太看重，能够始终保持他那谦虚谨慎的本性。在经济上尽管成了百万富翁，但却并不追求花天酒地的腐朽生活，直到退休之后，还能把他寓所的小阁楼作为自己的工作间，保持着一个由工匠成为发明家的淳朴本色。什么叫“幸福”？对于瓦特来说，幸福并不是奢侈豪华的吃喝玩乐，而是毕生追求的研究思索与工作实践。看到由自己头脑里产生的新奇构想，再用自己灵巧的双手造成实用的机器，让这些新发明造福社会，这对于瓦特来说，应该是最大的快慰。

瓦特由于健康长寿，所以亲眼目睹了他所发明的发动机，已由矿山走向工厂的情况。蒸汽发动机的应用越来越广泛，很快又由工厂走向交通运输机械，从而缩短了地球上的距离，加快了时代前进的步伐和人们生活的节奏。后来又把蒸汽机应用于发电设备，从而迎来了电气化的新时代。瓦特生前，虽然看到了由于他的发明而给工业生产带来的巨大变化，但那毕竟只是大变革的前奏曲。蒸汽机的更加广泛应用，则是在他身后的事情。

瓦特发明的蒸汽机在交通工具方面的应用，首先是从蒸汽机船开始的。当瓦特还没有退休的时候，就有一位苏格兰的工程师试着将瓦特的蒸汽机用到船上。他将一台经过改进的蒸汽发动机装在一艘拖船上，用来带动安装在船侧的两个明轮，推动船只的前进。这种明轮，就是后来颐和园石舫仿造的那种，形状类似水车轮。由于工艺并不复杂，所以很快便取得了成功。1802 年 3 月，这位名叫赛明顿的工程师，便将他设计建造的第一艘实用蒸汽机船，在福斯—克莱德运河上进行了试航。结果是这艘长 17 米、宽 5 米，装有 10 马力小型蒸汽发动机的拖船，牵引了两艘载重共 70 吨的驳船，在 6 小时内航行 31 公里，取得了完全的成功。可惜的是，当时的运河管理当局不批准使用这种新式的蒸汽机船，因为他们害怕明轮的涡流会损坏运河的岸堤。他们继续用马匹来牵引拖船，反正当时还没有铁道部门这家竞争对手，所以用不着采用新技术，日子照样过得不坏。赛明顿把他所制造的这艘拖船命名为“夏洛特·邓达斯号”，虽然失去了为英国当时主要的运输手段提供服务的机会，但却作为第一艘实用的蒸汽机船而被载入造船史。

无独有偶，历史上有很多巧合的事情。几乎就在赛明顿研究制造“夏洛特·邓达斯号”的同时，美国发明家、工程师罗伯特·富尔顿，也在思索着

把蒸汽机应用到船舶上的可能性。他在英国学习期间，曾致力于运河工程的研究，并于1796年发表了《论运河航行的改进》一书，也主张用蒸汽机取代马匹作为牵引船只的动力，但基于同样的理由而被拒绝。当时的运河货运业务，在英国正处于鼎盛时期，形成了严密的垄断局面，他们墨守成规，不愿进行任何重大的技术改进，害怕这会影响他们的运河和货运安全。富尔顿知道同那些有着保守传统和行会习惯的英国人打交道，是分不清是非曲直的。于是，他跑到了法国，在巴黎与美国公使合资建了一艘20米长的蒸汽机船，并于1803年在塞纳河上进行了正式的航行表演。这次试制成功，给了他很大的鼓舞。1806年，富尔顿回到纽约，把全部精力都集中到发展实用的蒸汽机轮上来。1807年，他造出的一艘45米长的蒸汽机船，用单缸凝汽式蒸汽机驱动两个直径4.5米的明轮，在从纽约到奥尔巴尼的240公里河道中航行，只用了32个小时，而用帆船则需要4天4夜的时间。这次试航的成功，在美国引起了很大的轰动。富尔顿马上在纽约和奥尔巴尼之间，开设了每两周往返3次的班船，从而开辟了蒸汽机船商业应用的新时代。

这种用蒸汽推进的浅水明轮船，后来又在密西西比河及其主要支流上，开辟了一些定期往返的新航线。这种蒸汽轮在使用中不断进行改进，船体越来越大，速度越来越快，最后又把明轮换成涡轮，从内河航行走向漂洋过海，成为连接五洲四海的主要交通工具。在世界水上交通史中，罗伯特·富尔顿起了开路先锋的作用，成为美国立国初期的骄傲，而为富尔顿成名提供可能的詹姆斯·瓦特，则更是功不可没。

蒸汽机在水上航行方面的成功，激发了人们把它用到陆上交通的兴趣，从而导致火车的问世，开创了铁路运输的新时代。

其实，早在瓦特成功地改进了纽科门的蒸汽机不久，世界上第一辆蒸汽机车便于1769年问世。不过，那是法国的军事工程师尼古拉斯—约瑟夫·居纽发明建造的。他于1769年和1770年，先后造出了两辆用蒸汽驱动的机车，用来牵引作战用的火炮。他在车上装的双活塞蒸汽机，与纽科门和瓦特的发明无关，是他根据自己的思路设计的。尽管粗糙笨重，技术上并不过关，但却第一次向人们证明：以蒸汽为动力来牵引车辆是完全可行的！

英国的机械工程师理查德·特里维西克，是世界上第一个在轨道上使用蒸汽机车的。他所设计建造的一辆蒸汽机车，于1804年2月21日在威尔士的一段马车轨道上，拉着10吨铁和70名乘客，成功地跑了16公里。后来，他又于1805年和1808年，相继制造了两辆类似的机车。应该说，他是蒸汽机车当之无愧的发明者，但由于他生不逢时，工业上当时对运输的需求，主要靠全国的运河网来解决，一时还用不上这种可怕的火车头。加上特里维西克毫无商业头脑，又没有任何一名企业家来帮他吧蒸汽机推向市场，他自己也没有持之以恒、不断研究改进的决心，结果，他所制造的蒸汽机车除了在伦敦的一条圆形轨道上，像马戏团那样进行过卖票表演以外，并没有作为一项事业加以发展，他自己也很快便把蒸汽机车的应用丢到九霄云外了。特里维西克对蒸汽机的发展做出过重大贡献，成功地使用高压蒸汽，减小了蒸汽机的体积和重量，并且建造了世界上第一辆火车头。想不到的是，像他这样一位天才的发明家，却由于不善经营而落到破产的地步。当火车作为主要的商用交通工具之一，开始在英格兰大地轰鸣的时候，特里维西克眼看着“火车之父”的桂冠，被乔治·斯蒂芬森荣耀地戴在头上，而他自己却于1833年悲惨地死去。死时身边分文无有，连丧葬费用还是由他的朋友们支付的。

同瓦特一样，乔治·斯蒂芬森也是工业革命高潮中的一位幸运儿。他的主要贡献是使蒸汽机用于铁路，从而获得了商业上的巨大成功。

乔治·斯蒂芬森生于 1781 年，小时候跟随他父亲在煤矿里干活，没有受过学校教育，直到 18 岁时还是一个目不识丁的文盲。从 19 岁起，他才通过夜校学习并坚持刻苦自学，终于掌握了一定的文化知识。由于他自幼便心灵手巧，在机械操作和修理方面有些小聪明，加之当时煤炭工业正处在迅速发展时期，所以在他 31 岁那年便被他所在的“大联盟”煤矿集团的老板们任命为负责管理和维修整个煤矿所有的蒸汽机泵等机械的工匠，年薪 100 英镑，这在当时属于“高薪阶层”了。

当时，正是英国同一些欧洲国家结成联盟，共同对付拿破仑侵略的战争时期，英国的马匹缺乏，马和饲料的价格都成倍增长，这使得人们又想起了可以代替马匹的火车头。“大联盟”集团的老板托马斯·利德尔爵士，鼓励斯蒂芬森参与这项研究，以便及早制造出能够用来运煤的蒸汽机车，从而降低马拉矿车运输的高昂成本。

当时英国的很多煤矿都在进行着同类的研究，因为这是大家所面临的一个共同课题。斯蒂芬森在这一研究中起步虽晚，但进展较快。特里维西克 10 年前制造的那种火车头，主要缺点是重量太大，木制轨道经不住机车行进的重压，容易造成出轨等事故。斯蒂芬森对它进行了改进，于 1814 年造出了他的第一台火车头。这台有着两个汽缸，一只 8 英尺长的锅炉，以及凸缘式车轮的火车头，于 1814 年 7 月 25 日进行了首次试验。这辆被命名为“布卢彻号”的蒸汽机车，拉着载重共 30 吨煤的 8 节矿车，在基林沃思煤矿的一条马拉轨道上，以每小时十英里的速度行进。

这次试验的结果是成功的，但也发现“布卢彻号”机车存在不少缺点，需要加以改进。接着，他又制造了两辆经过改进的火车头，分别命名为“韦灵顿号”和“主宰号”。他所制造的火车头虽然重量大大减轻，但仍然经常压裂木制轨道。于是，斯蒂芬森开始把研究的重点，转到制造一种坚硬度适宜的铸铁轨道上来。在纽卡斯尔市的一家铁工厂老板威廉·洛什的帮助下，他终于研制成功一种铸铁轨道来，并同洛什一起申办了专利权。他不断改进的火车头，加上他和洛什共同研制的铁轨，使得斯蒂芬森在火车的使用上大大前进了一步。在此后的五六年里，他又先后制造了 16 辆蒸汽机车，质量也越来越好，他和洛什的铸铁轨道，也被别的矿区采用。不过，这时候的火车仍然局限于煤矿的一种专用运输手段而已，与社会公众的关系不大。

从 1821 年起，在达林顿富商爱德华·皮斯的委托下，斯蒂芬森开始着手修建斯托克顿—达林顿铁路。经过几年的周折与施工，这条全长 38 公里的铁路终于建成。1825 年 9 月 27 日，举行了隆重的通车仪式。斯蒂芬森亲自驾驶着他为这条铁路制造的火车头“运动号”，拉着 33 节车厢和 450 多名乘客，以每小时 24 公里的速度从达林顿驶到斯托克顿，接着又从斯托克顿拉着煤炭和乘客，返回了达林顿。这是铁路运输史上的一件大事，因为世界上第一条公用铁路，就这样建成通车，宣告诞生了！

接着，斯蒂芬森又负责修建利物浦—曼彻斯特铁路。这条全长 64 公里的铁路，把英格兰中部的两座重要城市连接起来，当 1830 年 9 月 15 日在利物浦举行通车大典的时候，首相韦灵顿公爵和几万名观众，出席了这一盛典。由斯蒂芬森制造的新型机车“火箭号”，这时的时速也提高到 58 公里。铁路运输的优越性，很快便被公众广泛接受，而铁路建设也在英国、欧洲和北美

迅速展开。斯蒂芬森在铁路建设初期的巨大贡献,使他被誉为“火车之父”,虽然严格讲并不确切,但他能够从蒸汽机车到路轨,从路线勘测到施工建设,解决了不知多少难题,从而使火车从一种可怕的怪物,到人们可以接受的东西,继而成为革命性的运输工具,以飞快的速度伸延到全世界。这样看来,斯蒂芬森这位“始作俑者”,自然是功不可没的。

瓦特没有活到第一条商用铁路通车那一天,否则,他一定会被邀请坐到通车大典的贵宾席上。他所发明的蒸汽机作为一种机械动力,还被应用到很多产业,包括后来的蒸汽发电。火力发电厂的迅速建立,又为人们提供了更加方便的电能,从而使生产方式和生活方式都发生了翻天覆地的变化。

瓦特去世以后,他所发明的实用蒸汽机,曾被很多后来人不断加以改进,并被广泛地应用于各种工业和交通运输部门。大机器生产使社会生产力迅猛提高,为大英帝国称霸世界打下了经济基础。19世纪是大英帝国的鼎盛时期,经济上它作为“世界工厂”,拥有绝对的垄断地位,1870年,英国在世界工业总产值中所占的比例为32%，“三分天下有其一”。为了寻求海外市场,英国的殖民地已经扩展到了世界各地,1899年,英国占有的海外殖民地面积共达2410万平方公里,号称“日不落帝国”。

英国抓住工业革命的机遇,使国家长期处于头号强国的地位。在工业革命的长洪中,科学技术的进步起了推波助澜的作用。而瓦特这位伟大的发明家,将以其对人类所做出的巨大贡献,永远名垂青史,活在人们的心中。

