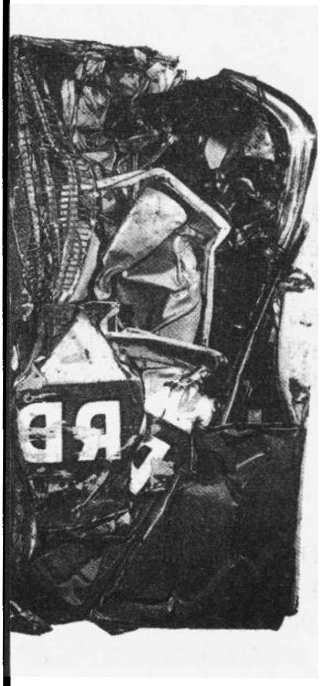
第一章 产业革命



- 北海岛国首开惊世之举
- 势如破竹的连销发明
- 各行各业竞相发展
- 生产力的狂飙式飞跃

需要全本请访问 www.ertongbook.com

18世纪中叶，在英国，发生了一场翻天覆地的变革。一座座工厂如雨后春笋般耸立在广袤的原野上，高大的烟囱喷吐出滚滚浓烟，机器的轰鸣声向全世界宣告，工业革命——一个崭新的文明时代的到来。

一　北海岛国首开惊世之举

英国在世界各民族中，开始并不十分强大，人口不多，资源也有限，但它却在人类历史上第一个进行了工业革命，率先拉开了工业文明的序幕，进而影响到整个欧洲，乃至全世界文明的发展。继英国工业革命之后，法国、德国等国家也先后进行了工业革命，人类社会从此进入到一个全新的历史时期。英国率先进行工业革命，这是其经济、政治、社会和科学文化诸方面因素综合作用的必然结果。

1. 雄厚的物质前提

进行工业革命需要建造工厂和制造机器，又需要有操作和管理机器的人，这就决定了它必须具备的几个基本条件：资金、技术和劳动力。而资金和劳动力的获得，是通过资本原始积累获取的。

资本原始积累的过程，正如马克思所指出的“是用血和

火的文字载入人类编年史的”。[①] 血腥的殖民掠夺，骇人听闻的奴隶贸易，残暴的圈地运动，是资本原始积累的重要方式，也是资本家阶级攫取巨额货币财富的重要途径。

早在 17 世纪以前，英国就在爱尔兰、印度、西印度群岛和大西洋沿岸的北美大陆建立了一些殖民地。到了 18 世纪，经过大规模的争夺殖民霸权的战争，英国击败了当时的殖民强国法国，在世界上确立了殖民霸主的地位。此后，它对殖民地的掠夺更为疯狂。 1670 年英国在北美创立的哈得逊公司，到了 1720 年仅仅 50 年的时间，财产居然增加了 7 倍。1815 年至 1857 年，英国掠夺印度的财产有 10 亿英磅之多。而在鸦片战争前的 40 年中，英国在印度公司从中国掠夺走的银元就达三四亿。对亚洲、非洲和美洲所进行的血腥的殖民掠夺，使大量的黄金、白银源源不断地流入英国。

骇人听闻的奴隶贸易也使英国大发横财。 1672 年成立的英国皇家非洲公司，最多时拥有 249 条贩奴船，每年从非洲向美洲贩运成千上万的奴隶。 17 世纪时，在非洲，一个奴隶的价格是 25 英磅，但运到美洲，可达 150 英磅。在 18 世纪，非洲一个奴隶的价格为 50 美元，若运到美洲，则为 400 美元。英国的贩奴商人仅在 1783—1793 年间，就获得了 1500万英磅的巨额利润。有些地区也因此而发达起来，如利物浦原是英国一个荒僻的小村庄，它靠奴隶贸易繁荣起来，成为英国第二大港口城市。布里斯托尔也曾是贩卖奴隶的中心城市，它正如威廉斯所指出的：“这城市中没有一块砖不是用奴隶的血凝成的，豪华的宅第、奢侈的生活，穿特殊制服的仆人都是财富的产物。而这种财富是用布里斯托尔

① 《马克思恩格斯全集》，第 23 卷，第 783 页。

商人们买卖的奴隶的苦难和呻吟制成的。’① 千千万万的奴隶的血肉之躯，还使一些奴隶贩子成为暴发户。英国著名的冶铁业资本家安东尼·培根，就是靠贩卖奴隶起家的。仅在1768 年至 1776 年不到 10 年的时间，他就靠这种人类的血肉贸易，赚了 6 万 7 千英磅。这笔不义之财，成了他日后创立炼铁厂的重要资本。

疯狂的殖民地掠夺和万恶的奴隶贸易，使英国积累起雄厚的货币资本，从而为工业革命的发生奠定了物质基础。除此以外，圈地运动也为工业革命提供了大批廉价的劳动力。

英国的圈地于 16 世纪开始，继续了三个世纪，在 18 世纪后期和 19 世纪初叶达到最高潮。但在资产阶级革命以前，圈地行为被看作是私人的暴行，而从 18 世纪开始则变成在政府法令鼓励下的合法行动。 16 世纪英国伟大的思想家汤姆斯·摩尔，沉痛地把这一时期称为“羊吃人”时期，他在《乌托邦》这部著作中悲愤地指出：“你们的羊一向是那么驯服，那么容易喂饱。据说现在变得很贪婪，很凶蛮，以至于吃人，并把你们的田地、家园和城市蹂躏成废墟。”② 马克思在《资本论》里也记载了 19 世纪初在英国苏格兰地区发生的一件事情：萨特伦德公爵夫人为了变耕地为牧场，把大约 3000 户的 15000个居民从他们的土地上驱逐出去，并烧毁了他们的村庄。一位老农妇因为拒绝离开小屋，被活活烧死在家里。这个贵族就这样蛮横地强占了 791000 英亩土地，

①威廉斯：《资本主义制度和奴隶制度》，北卡罗来纳大学出版社， 1944 年版，第 61 页。

② 托马斯·莫尔：《乌托邦》，中文本，商务印书馆， 1982 年版，第 21 页。

并把它划分为 29 个出租的大牧场。原来生活在这块土地上的 15000个居民被 131000 头绵羊赶走了。[①] 圈地运动使许多村庄被消失，造成农业的直接生产者农民与生产资料土地的分离。大批丧失土地的农民背井离乡，成为流浪者和乞丐，他们之中很大一部分被迫流入城市，成了雇佣工人和产业后备军，为工业革命提供了大批廉价的劳动力。

可见，无论是圈地运动还是殖民掠夺或是奴隶贸易，不管从哪个角度来说，都是与野蛮相伴，而与文明绝缘的。但若历史地，辩证地思考这个问题却不难发现，它一方面反映出："资本就是从头到脚，每个毛孔都流着血和肮脏的东西"。[②] 另一方面也反映出，随着英国大批劳动力的出现和大量资本的积累，必将使生产力的发展出现新的飞跃，推动人类历史的发展进入新的阶段。

2. 认识上的飞跃

英国资产阶级革命较早，从 1640 年资产阶级革命爆发到光荣革命结束，资产阶级和新贵族逐渐掌握了国家大权。为了巩固自己的统治，他们迫切地需要发展生产力，使经济早日腾飞。认识上的提高使政府采取了一系列有利于资本主义发展的政策。

首先，他们以"议会立法"的形式使圈地合法化。从 1700 年到 1760 年 60 年间，英国议会颁布的"圈地法案"就达 2008 件，这就加速了资本积累的进程。其次，他们还通

① 《马克思恩格斯全集》,第 23 卷，第 798—799 页。

②马克思：《资本论》，第 1 卷，人民出版社，1953 年版，第 904 页。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

过政权增加税收和国债，促进积累大量资本。在英国历史上，1689——1763 年，是租税种类最多和数额最大的时期。多如牛毛的各种税收使广大劳动群众苦不堪言。据当时的一位纳税者言：“我不知道那一种必需品不交某一种税，也许只有水除外……我们通过窗税对空气、日光和太阳的热交税，通过煤和蜡烛的税对夜间的光和热交税，我们通过盐税对面包、肉、各种草和根交税……我们不交羊毛、亚麻、肥皂等等的税就不能穿衣服，甚至不能洗澡。”① 这段话就形象地反映了群众对无孔不入的税收的愤懑。除了税收以外，资产阶级政府还通过发行国债的方式，刺激工商业、金融业的发展。正如马克思所指出的那样，国债“像挥动魔杖一样，使不生产的货币有生殖力，并转化为资本。”② 18 世纪，英国的殖民地政策和由此所爆发的战争，使国债不断增加，到 1782 年，已达到 23000 万英磅。国债的利息最终落在资本家手里，其中大部分转化为工商业资本。

英国资产阶级政府还实行保护关税制度，开拓海外殖民地，为发展本国工商业寻找海外市场等。这些形式促进了资本主义生产力的迅速发展，使资产阶级的统治地位日益巩固，为工业革命时代的到来提供了极为有利的政治环境。

英国资产阶级政府对发展生产力的高度重视，还表现在他们对通过各种渠道聚敛来的财富支配和使用上，与有些国家明显不同。如法国把在世界贸易中所取得的大部分利润用来维持费用浩大的军队和满足宫廷寻欢作乐，奢侈淫逸生活

① H· 杨茹尔：《英国间接税论·消费税》，莫斯科 1874 年版，第 72—73 页。

② 马克思：《资本论》，第 1 卷，人民出版社，1953 年版，第 953 页。

的需要，不是把钱财用于发展本国的工商业生产上。西班牙则把大量掠夺来的金银用于去购买外国的廉价商品上，他们输入国外的奢侈品和手工艺品，结果冲击了国内市场，使工商业发展遭到致命打击。英国资产阶级的精明就在于他们不是任意地挥霍财富，坐吃山空，而是把财富用于生产性的投资，转化成再生产的资本。追求更多利润的强烈欲望，驱使他们使尽浑身解数，以满腔的热忱关注生产的发展，从而刺激了机器的发明，新科学技术的使用，为过渡到工厂制度的产业革命创造了十分有利的条件。

3. 科学技术先行

科学技术是生产力，而且是第一生产力。17 世纪发生的科学革命，使科学从神学中解放出来，成为一种独立的社会实践活动。如果说英国资产阶级在取得政权以后，对发展生产力的认识有新的飞跃，那么最突出的表现就是重视科学技术的发展。实际上，英国工业革命就是把当时先进的科学技术应用于生产领域的一个过程。

在 18 世纪，资产阶级曾采用悬赏和发放奖金的办法来刺激技术发明。当时远洋航海进行贸易风险较大，需要精确地测定经度，于是英国便在 1714 年采用重金悬赏的方法征集精密的经度测量法。1761 年，纺织技术革新迫在眉睫，英国技术和工业奖励委员会就专门设奖鼓励在这方面的改革。19 世纪，政府还实行了专利制度，对于私人或企业的发明，予以保护。这样既使企业愿意投资发展科学技术，也使发明者愿意将发明提供给社会，同时也激发了其他人的发明热情。

18世纪中叶，一些资本主义国家先后出现了一些科学技术团体。这些团体开始是企业家私人赞助的，后来又出现了国家性的科学组织。1766年在英国的中部城市伯明翰成立了第一个学会组织——太阳学会。它的成员包括电气家、化学家、铁器制造厂厂主、工程师和医生等。他们每个月选在月圆之夜在家里聚会，讨论本地区的工艺技术和科学问题。据说这个学会之所以选在月圆之夜聚会，是由于圆圆的月亮高悬天空，学会会员来回行走比较方便。1781年在曼彻斯特还建立了由工业家和科学家组成的曼彻斯特学会。他们经常针对生产中急待解决的问题进行科学研究。如当时曼彻斯特的纺织业比较发达，漂白和染色中的问题提到了议事日程，他们就把对化学的研究作为重点，并在很长的一段时间里选举化学家道尔顿为会长。18世纪末到19世纪初，英国各种专业性的学会纷纷建立，使科学研究工作更加普及。1831年，英国成立了全国性的科学促进会，分析科学发展现状，提出下一步研究方向，引导科学技术不断向纵深发展。

英国资产阶级对科学技术的重视，使得英国大批的医生、牧师、商人都把科学研究作为业余爱好而到欧洲大陆留学，在后来成为英国著名的科学家当中，有很多人都去大陆留过学，他们为国内的科学技术发展注入了新鲜血液。发展生产力需要科学技术，更需要懂得科学技术并能掌握科学技术的大批人才。18世纪，英国首先出现了技工学校，到了1856年，这样的学校发展到约有600所，其中有一些后来发展成为技术学院，它们为工业革命培养了大批有开拓性的专门人才。

英国还特别注意广泛吸收世界各地的先进技术。从中世

纪末期开始，欧洲大陆连年爆发宗教战争，社会动乱不安。而英国相对和平稳定的环境，使许多新教徒逃往英国避难。在这些人中，有富商巨贾，也有具有技术熟练的手工业者。随着这些人的迁入，也一并把先进的科学技术带到英国，提高了英国原有的科学技术水平。如尼德兰工匠的迁入，使英国的纺织业在技术上得到了迅速发展。法国工匠的迁入，壮大了英国麻纺织业和丝纺织业的技术力量，使这两个部门的产品质量有了明显提高。

马克思指出：“随着资本主义的扩展，科学因素第一次被有意识地和广泛地加以发展、应用，并体现在生活中，其规模是以往时代根本想像不到的。”① 科学技术在生产力发展中起了先导作用，随后是发明和采用新机器，于是在 18 世纪 60 年代的英国，工业革命的时代就到来了。

二　势如破竹的连锁发明

工业革命是以机器代替人力，以工厂生产代替手工工场生产为标志的。从 1760 年到 1860 年工业革命的第一阶段，一大批机器的发明和运用，势不可挡，而且往往是一个发明促进另一个发明，像滚雪球一样，各工业部门之间发生连锁反应。这种情况正如马克思所说：产业革命的过程就是“一个工业部门生产方式的变革，必定引起其他部门生产方式的

①马克思：《机器、自然力和科学的应用》，人民出版社版，第 206—208 页。

变革。”①

1. 接踵而来的纺织技术革新

英国的工业革命最早发生在棉纺织业部门，纺织工作机的发明、改进和推广是工业革命的起点。这主要是因为当时英国的棉纺织业是新兴工业，它不受封建行会和传统法规的束缚，容易采用新技术。同时，英国人十分喜爱棉布，一直从印度进口物美价廉的棉布，结果冲击了本国的纺织业。英国国会于 1700 年颁布了禁止外国棉布进口的法令，这就为棉纺织业的发展提供了契机。加之棉纺织业原料充足，投资较少，资金周转快，获利丰厚，这也刺激了棉纺织业家努力改进生产技术，发明新机器。

在工业革命的早期，理发师和假发制造者理查·阿克莱特起了巨大作用。他于 1732 年生于英国兰开夏的普勒斯顿，家里孩子多，生活比较贫苦。阿克莱特十几岁的时候在一个理发店里当学徒。18 岁便到一个地下室里开了个理发店，但收入较少。后来他发现兰开夏装饰假发十分时髦，于是又兼做假发的生意。当他拿上假发到各处去推销时，又发现人们对纺纱、织布很有热情，他马上意识到，棉纺织业将会有很大发展。于是他想放弃理发和做假发的行业，去从事棉纺织行业的工作。

其实当时，棉纺织业的革新和发明已经开始。1733 年，机械师约翰·凯伊发明了飞梭，改变了过去用手穿梭的织布操作。工人只要用脚踏动踏板，就可以使梭子把纬线与经线

① 《马克思恩格斯全集》，第 23 卷，第 421 页。

编织起来。这个小小的革新不仅使布面的幅度加宽了，而且使织布之效率提高了一倍。接着出现的问题就是织布技术改进了，纺纱技术也显得落后了。因为纺织分为纺纱和织布两个环节，这两个环节只有保持一定的比例关系，纺织业的生产过程才能进行。飞梭应用后，造成了纺纱落后于织布的现象，引起了纱荒，织布机往往因缺乏棉纱而停产。这样，纺纱机的发明就迫在眉睫了。

第一个发明纺纱机的是英国人约翰·惠特。1738年，他在朋友的帮助下，发明了滚轮式纺纱机，纺出了“不用手指”的棉纱。但是棉纱供不应求的矛盾仍未解决。1751年，皇家学会悬赏征求“发明一架出色的能同时纺6根棉纱或麻线而只需要一人照管的机器。”1765年，哈格里夫斯发明了“珍妮纺纱机”，这是以他女儿的名字命名的。哈格里夫斯是一个木工，又是一个纺织工人。一次在纺纱时，他把纺车碰翻了，他发现翻倒的纺车轮子仍然带动锭子转动，由此启发了他把原来水平放置的单锭车，改造成为竖立的由多个纱锭构成的多滚轮纺纱机。这种纺纱机是用手摇的，但它又不同于普通的手摇纺车。普通的手摇纺车只有一个锭子，只能摇一根纱。而“珍妮机”只要有一个人摇动，就可以同时带动16至18个锭子，由此解决了长期以来存在的纱荒。这一发明在纺纱技术上是一个重大突破，用机器代替了手工工具，标志着人类文明的发展进入了一个新的时期。恩格斯指出：“使英国工人的状况发生根本变化的第一个发明是珍妮纺纱机。’[①] 但是，“珍妮机”也是有缺点的，它仍然以人力为动力，纺出的纱虽然均匀，但不够结实，细而易断，只能作纬

① 《马克思恩格斯全集》,第二卷,第284页。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

线。这个新出现的矛盾又需要由新的发明来解决。

阿克莱特了解了这些情况后，便迷上了纺纱技术，他决心发明一个更好的棉纺纱机器。由于家庭的贫困，他从未进过学堂，因此研究起来非常困难。可是他很勤奋，善于动脑思考。在认真学习并研究前人发明的基础上，从一个铁工厂用的两对滚子得到启发，经过刻苦钻研，阿克莱特于 1769 年设计了一种用水力推动的纺纱机。这种纺纱机纺出的纱较粗，但质量坚韧，改变了从前棉纱只能作纬线不能作经线的局面。

令人始料不及的是，随着水力纺纱机的发明，近代式大工厂产生了。因为水力纺纱机是庞大和笨重的机器，它不可能安装在个体劳动者的茅舍里，只能安装在高大的建筑物里，由于价格昂贵，也不是一般人能够购买的。这样， 1771 年，阿克莱特在克朗福德建立了世界上第一个工厂，利用德文特河的湍急水流作动力来纺纱。这个工厂实际上已经是近代式大工厂的雏形。 1779 年，在阿克莱特的克朗福德纺织厂里，已有数千个纱锭，雇来操纵机器的工人已达数百人。到 1780 年，英国按阿克莱特的工厂样式办了 20 个纺纱厂，10 年后，这样的工厂达到了 150 个。工厂的诞生，说明了工业时代已经到来了，这是划世纪的伟大变革。

阿克莱特并不是天生的发明家，但是他有远见，他勤奋，一生都在不断地学习，不断地努力，于是抓住了机遇。凭着他那非凡的毅力和精明的管理才能，成为英国棉纺织业的巨头。阿克莱特拥有 6个工厂，财富数不胜数，他把克朗福德附近的几乎所有土地都买下了，还在工厂附近造了座城堡，他去世后，《绅士杂志》说他留下的“ 制造厂其收入比

大多数德国王公都要多得多……。”[①] 阿克莱特在工业革命史上的地位是无与伦比的，阿克莱特的发明推动了英国经济的发展，为此，他被英国国王授予“爵士”头衔。

阿克莱特的水力纺纱机虽然以水力代替了人力，提高了劳动效率，但是这种机器纺出的纱不均匀。这又促使人们在技术革新的漫漫长途上继续发明和探索。1779年，青年工人克隆普敦，综合了哈格里夫斯的珍妮机与阿克莱特的水力纺纱机的优点，摒弃了各自的不足，制成了一种新的纺纱机。它纺线既结实又均匀，一次可以转动三四百个甚至更多的纱锭，效率极高。克隆普敦还给这个纺纱机起了一个很有意思的名字“缪尔”，即骡机，意思是指两种机器杂交而成。马克思曾评价说，骡机是现代工业中的一个重大发明。至此经过四十余年的反复实践，经受了无数次失败的考验，纺纱问题终于得到了解决。

但是，新的矛盾又产生了。即纺纱能力大大增强了，织布能力又相对落后了。纺和织重新出现了不平衡。这又促使着织布机发生新的变革。1785年，一个乡村牧师卡特赖特在几个木匠、铁匠以及钟表匠的帮助下，经过多次试验，发明了靠水力推动的自动织布机，并获得专利权。以后这架织布机又经过多次改造，不断完善，把织布效率提高了四十倍。这架织布机，在生产中只要有一根线折断，它就会自动停止，而且还可以织出各种不同的布匹。织布机的出现，克服了纺与织不平衡的现象。由于这种织布机也是以水力为动力的，随即出现了大规模的织布工厂。到18世纪末，英国的纺织业基本上已用机器代替了手工操作。

① 《斯特拉特一家和阿克莱特一家》,第96—97页。

英国纺织技术的革新正如恩格斯所说：“社会上一旦有技术上的需要，则这种需要就会比 10 所大学更能把科学推向前进。”[①] 需要促进发明，一个发明引起另一个发明，解决了织布问题，纺纱供不应求；最初解决纺纱问题时，遇到了用人力作动力，纺出的纱虽然均匀，但不结实的矛盾。改用水力作动力，又遇到了纺出的纱虽然结实但不均匀的矛盾，直到经过继承与创新的“骡机”的出现，才最终解决了纺纱问题；而解决了纺纱问题，织布又显得落后。就这样，纺和织的矛盾交替出现，旧的矛盾解决了，新的矛盾又出来了。原有的不足克服了，新的不足又出现了。就在一次又一次地解决矛盾，一次又一次地变革中，纺和织由平衡到不平衡，再由不平衡到新的平衡……终于完成了纺织技术的全面革新。英国的棉布生产，无论是在质量上还是在数量上都得到了极大提高，不仅畅销到国内外市场，而且还击败了印度棉布的竞争。

随着棉纺织业实现了机械化，一系列与纺织有关的工业如漂白、染色、印花等部门也相应地采用了机器，出现了净棉机、梳棉机、整染机等。而且棉纺织业的技术革新，也推动了毛纺织业和麻纺织业以及丝织业的发展。由此，从纺织业开始的工业革命向前迈出了坚实的一步。

2. 蒸汽机的轰鸣震撼世界

在 18 世纪下半叶，几乎没有哪一种发明能像蒸汽机的发明那样震撼世界。它使工业摆脱了对畜力、风力和水力的

① 《马克思恩格斯选集》，第四卷，第 505 页。

依赖，使工厂制度迅速确立起来。蒸汽机在人类历史发展中的伟大意义，怎么评价也不过分。蒸汽机的出现是社会生产发展到一定阶段的产物。

接踵而来的纺织技术革新，引起了一系列的连锁反应。由于社会分工之间的联系，一个生产部门的革新必然会推动另一个生产部门的革新。正如恩格斯所指出的那样："随着纺纱部门的变革，必然会发生整个工业的革命……我们到处都会看出，使用机械法和普遍应用科学原理是进步的动力。"① 当工作机的发明和运用达到一定阶段时，势必引起动力机的变革。

动力、能源问题在社会生产中占有极其重要的位置。在历史上，人们曾用风力、畜力和水力等自然力来代替人力，但难免都有各自的局限性。如风力虽然不需要成本，但很不稳定，难以控制。畜力曾被用于交通运输和矿井排水，但用作工业动力不仅昂贵，而且有许多不便。水力虽然易于驾驭，却要受到很多条件制约。工业革命开始后，最初的机器就是以水力作动力的。水力资源一要受到地理环境的限制，工厂只能建筑于水源的急流旁边，河流缓慢的平原地区无法使用水力机。二是要受到季节的主宰，遇到干旱以及结冰季节，工厂就得停工，生产受到很大影响。因此，要使工业革命向纵深发展，必须发明一种不受地区和季节限制的发动机。在这种情况下，新蒸汽机应运而生，英国的大发明家詹姆士·瓦特完成了这个划时代的伟大发明。

瓦特于 1736 年生于英国格拉斯哥附近的格里诺克，他的父亲是位建筑师兼造船师，是个很有学识的人。瓦特从童

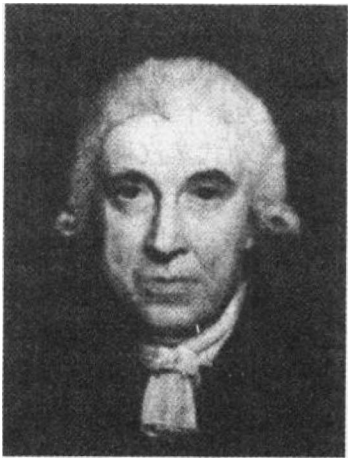
① 《马克思恩格斯全集》，第一卷，第 671—672 页。

年起就热爱学习，有强烈的科学好奇心，特别是对机械学表现出浓厚的兴趣。瓦特十三岁的时候，就在他父亲的工厂里制造出一些机器的模型，到了 18 岁，家里把他送到格拉斯哥当学徒，学习制造教学用具。在学徒期间，他用业余时间跟伦敦的一个著名的机械师学手艺。由于他刻苦钻研，技术水平提高得很快。不久，他便在格拉斯哥开了一个制造教学用具的小作坊，因为他不是本地的居民，当时行会不允许他开业。幸好格拉斯哥大学常常请他修理教具，对他格外加以保护。后来，他在格拉斯哥大学谋得了一个机修工的职位。在那里，他结识了著名的物理学家布莱克等著名学者，并同他们交往甚密。他听他们讲课，并同他们一起探讨问题，获得了很多科学知识，在他以后的发明中，这些人都起了极其关键的作用。当时工作机已在纺织业中被广泛采用，发明推动工作机的蒸汽机成了人们议论的热门论题。瓦特和他的朋友们也经常讨论这个问题。

现在，人们一提起蒸汽机，总是与瓦特的名字联系在一起。但是，瓦特不是蒸汽机的最初发明者。蒸汽用作动力由来已久。早在 2000 年前，古希腊的亚历山大里亚的希罗就利用蒸汽的反冲力作过玩具，他不是为了工业上的需要，因此没有什么实用价值。近代，也有许多人在研究利用这种蒸汽力为人类服务。1691 年，法国工程师巴本制成了第一台单缸活塞式蒸汽机，这台蒸汽机的气缸底部放有少量的水，汽缸加热后产生的蒸汽把活塞推向顶端。撤除热源后，里面的蒸汽就会冷凝而形成真空，于是汽缸在大气压力作用下下落，以此来提供动力。1698 年，英国工程师萨弗里在巴本的基础上，发明了一台大型的蒸汽机。这种蒸汽机由气缸和三根导管组成，一根导管通往蒸汽锅炉，另两根分别是进水

管和出水管。蒸汽进入汽缸后注入凉水，冷却形成真空将水吸入，第二次通人蒸汽则将气缸中的水压出。它用于矿井排水，被称为“矿工之友”。但是萨弗里的蒸汽机耗费燃料太多，只能提水 60——80 英尺，而且热效率太低，又有易爆的危险。1705 年，英国工程师托马斯·纽可门吸取了巴本蒸汽机和萨弗里蒸汽机的优点，造出了一台新式蒸汽机。它有一个带活塞的气缸，但蒸汽由另外的锅炉输入。为了提高冷凝速度，他在汽缸里安装了冷水喷射器，提高了热效率，而且不存在高压蒸汽的危险性。纽可门的蒸汽机用于矿井抽水达半个世纪之久。但是它也存在严重的缺陷，如效率低，耗煤量大等等。当工业生产对于动力机提出新的更高要求时，纽可门机便被瓦特的蒸汽机所取代了。

瓦特之所以被人们尊称为蒸汽机发明的巨人，是因为在他那里，蒸汽机发展到比较完善的程度，第一次成为真正意义上的万能动力机，可以说，没有前辈人一次又一次的发明制造，就没有瓦特蒸汽机的出现。瓦特正是站在纽可门等前驱者的肩膀上，既继承前人，又超越前人，才完成了这样划时代的伟大发明，从而在人类的历史上树下了一块丰碑。



瓦　特

1763 年，瓦特在修理格拉斯哥大学的一台纽可门蒸汽机时发现，蒸汽机能量的来源并不是蒸汽本身而是蒸

需要全本请访问 www.ertongbook.com