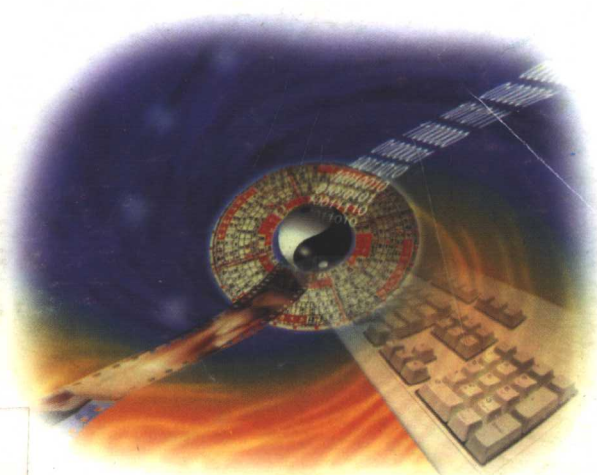




科技史话系列 4



蒸汽机带来的革命

章志彪 张金方 主编

中国建材工业出版社

世界科技全景百卷书①

· 科技史话系列 ·

蒸汽机 带来的革命

编写 杨广杰

中国建材工业出版社

目 录

机械时代

新发明对人类的影响	(1)
揭开工业革命的序幕	(6)
棉纺织业的革命	(8)
动力革命	(11)
航运业的革命	(20)
陆上交通的新纪元	(25)

能量的规律

对热的探索	(32)
热力学理论的创立	(36)
能	(39)
能量守恒和转化定律的发现	(42)
热力学第二定律	(48)
克劳胥斯的推断	(51)
从蒸汽机到内燃机	(53)
牛顿确立微粒说	(56)

电学大进步

电学成为独立学科	(60)
电学家	(63)
屡建奇功的英雄	(66)
电磁学理论创立人	(71)
赫兹的证明	(77)

电气时代的到来	(79)
人类通讯的革命	(82)
让电照亮世界	(85)

化学的黄金时代

物质构造的探讨	(91)
原子论的创立	(93)
分子学说的证明	(101)
电化学的创立	(102)
贝采利乌斯的贡献	(105)
化学元素的分类	(110)
揭示元素周期律	(113)

机械时代

新发明对人类的影响

科学和技术是密切相关的，它们同处于人类认识自然和改造自然的统一过程中。科学的主要职能在于理解和认识自然，科学是关于自然规律性的知识体系。技术是人们为了特定的目的所应用的某种手段的总和，是各种工具、设备和经验、工艺的体系。

近代以前，科学和技术的水平都比较低，科学不能直接地影响生产，而生产也没有迫切地需要科学的成果，两者联系不紧。这时的技术直接来源于工匠们在长期生产实践中积累起来的经验和手艺。

到近代以后，由于技术不断地趋向复杂、精密和综合，就由主要来源于经验而发展为科学的自觉运用。

让我们来看看望远镜和显微镜的发明和应用。

在17世纪初，荷兰人首先发明了望远镜。望远镜由荷兰人发明出来绝不是偶然的，因为那时在荷兰磨制玻璃和宝石技术很发达，也就有很多制作眼镜的工人。

这一天，阳光普照，小鸟在空中唱着歌儿飞来飞去。在荷兰的密特尔堡小镇，制镜工人利比斯赫为检查磨制出来的透镜质量，用透镜去看教堂顶上的风向标。

当时，他带了一块凸透镜和凹透镜。当他把两块透镜离开一点排成一条线时，惊讶地看到远处的风向标又大又近。他兴奋不已，立刻想到去制造能看得更远更清楚的装置。

在1608年秋天，利比斯赫制造出这种装置，后来被称为荷兰式望远镜。就是把一个凸透镜和一个凹透镜装在一个筒的两端，眼睛看的一端装凹透镜。12月，他又做出了双筒望远镜。

这个发明很快传开了。

意大利著名物理学家伽利略得知这一消息后，便灵机一动，去制造观测天象的天文望远镜。

1610年，望远镜第一次被用作科学仪器。满足人们好奇感的“荷兰望远镜”在伽利略手中指向了月球，去窥探月球的奥秘。

1月7日，伽利略看见了木星的3颗卫星，几天后，又发现了第4颗。以后，他又不断地获得了月球表面的山脉、太阳黑子、金星盈亏、土星光环等重大发现。

工匠们在大量实践的基础上偶然的发现，被具有良好科学素养的科学家迅速接受了，并凭借自己在理论科学方面的优势又把这种自发的发明完善提高。

此后，开普勒、夏依纳、惠更斯、牛顿、赫歇尔等天文学家，不断地制造出折射望远镜、反射望远镜，为天文学的发展做出了巨大的贡献。

显微镜也是荷兰人发明的。

在眼镜店磨镜片的工人杨森，偶然间把镜片进行某种组合后，看见了极其细小的物体。这是把两块凸透镜和两块凹透镜各组成一对，通过凹透镜而看到的。时间大约在1590年。

显微镜虽然比望远镜早发明 20 年,但没有像望远镜那样立即被天文学家利用。当时人们认为:“要想把物体放大来观察,只要把物体靠近眼睛就可以。为了放大观看近处的物体而特意使用显微镜是没有意义的。”

直到 1655 年,荷兰的列文虎克把自制的显微镜用于微生物研究,后来成为第一个看到动物细胞、第一个发现精子细胞、第一个发现口腔细菌、第一个看见红血球的人。列文虎克是世界上最早揭示微生物世界的科学家。

后来,英国的胡克用制作的显微镜,发现了软木的细胞,清楚地观察到了蜜蜂的小针,鸟的羽毛构造等。

18 世纪中期,德国医学家里巴休恩制做显微镜,进行医学和生物学研究,成为杰出的制做通过显微镜观察到的物体标本的人。

望远镜和显微镜向人们揭示了宇宙空间和微生物界的奥秘,但它们真正的革命作用在于让人开拓眼界。一旦人的认识突破了往日狭隘的视野,随之而来的便是认识上的飞跃。

我们再来看看时钟的发明。

随着人类文化的发展,在日常生活中,非常需要掌握时间。

早在公元前 2000 多年的古巴比伦,就发明了利用太阳影子计时的日晷。这种日晷也叫日影棒,制作很简单,就是在板上直立起一根木棒,通过观察棒影的长度来观察时间。

巴比伦人利用这种观察方法,把从日出到正午和从正午到太阳落山各分为 6 等分,这就把太阳照射的白天分为 12 个小时。他们还根据棒影和板面所形成的方位角的变化,来判别是午前还是午后。

后来，有人把日晷做成圆盘形，把一天分为 12 个时辰，刻在圆盘上。以后再经过改进，成为比较精确的日晷仪。

日晷虽然很方便，但它有很大的缺点，就是只能在阳光普照的白天使用，如果碰到阴天和雨天就不管用了。到了晚上更是无从谈起。另外，在屋里的人也无法知道时间。

因此，在使用日晷的同一时期，有些地方使用特别的蜡烛、香、刻漏等来计时。

那时候使用的刻漏，只是个盛水的罐或者壶，容器的底部有一个小孔，水通过小孔一滴一滴地漏出来，根据落下来的水量就可以计算出时间。

此外，还有用砂来计时的“砂漏”，它是用砂子代替水来测定较短的时间。如果用来测定较长的时间就需要很多砂子，砂漏还要人看管，而且做的越精细，费用就越高，所以普通人家无法使用。因此，砂漏没有刻漏使用得广泛。

中国也在公元前制造出了比较精确的日晷和刻漏。中国的刻漏有人看守，到规定的时间，看守人就击鼓向全城人报时。

但是，无论日晷还是刻漏，都不是理想的计时工具，于是人们进一步地发明了机械钟。

机械钟大约是在 13 世纪发明成功的。这种钟架在高塔上，利用重锤下坠的力量带动齿轮，齿轮再带动指针走动，并用“擒纵器”控制齿轮转动的速度，从而得到比较正确的时间。

16 世纪时，机械钟终于胜过了刻漏，惠更斯进一步改进了用摆控制的机械钟。

惠更斯是荷兰的天文学家、物理学家和数学家。1629 年

4月出生于海牙，法学教授的父亲希望儿子学习法律，但他对枯燥的法律条文不感兴趣。1655年获得法学博士学位后即放弃法学，致力于天文学和数学研究。

从1652年起，惠更斯开始研制自己设计的天文望远镜。1655年，他用望远镜进行天象观察时，发现了土星的最大一颗卫星——土卫六。这是继伽利略发现木星的4颗卫星后，人们第一次知道除了地球和木星以外，其他行星还有卫星。

这个发现给惠更斯极大的鼓舞，促使他进一步去观察和记录天上的星辰。

天象的观测，对时间的准确性要求很高，可是那时的机械钟却不太准确。有一次，惠更斯因为时间的误差而错过了一次观察土星的机会。

“能不能制造出更准确的时钟呢？”

“我一定要把它制造出来！”

惠更斯想到曾看过意大利科学家伽利略关于摆的等时性的论文：

在一根线的端部挂上重物，使重物进行小幅度摆动时，如果线的长度相同，则振动周期就一定是相同的。由于钟摆受到空气的阻力，振幅会逐渐减少，而周期却保持不变。

惠更斯想，既然物体的摆动具有等时的特性，如果能利用物体摆动的力量来驱使机械钟里的齿轮转动，不就可以得到更准确的时间了吗？他想到这里，兴奋异常，立即进行实验。

惠更斯对摆的摆动情况进行了仔细的比较，发现伽利略发表的摆的等时性只在振幅小的时候适用。当振幅变大时，随着振幅的增大，周期也会变得稍长一些。

因此，如果将摆用于机械钟，必须采用一种不受摆的周期影响的装置，以及能使摆的摆动作用于时针的转动的装置。

惠更斯绞尽脑汁，日思夜想，失败了，就再实验。于是他的眼熬红了，身体累瘦了，但仍然孜孜不倦地工作着。一次又一次的失败没有使他放弃努力。

功夫不负有心人，惠更斯终于设计出一个钟摆机构，1656年委托制钟匠，成功地制造出第一座实用的摆钟。

自从惠更斯摆钟问世后，机械时钟进一步普及。有了这种新的摆钟，人们开始形成精确的时间概念，开始建立统一的时间标准。惠更斯也因为新的时钟的发明而名扬荷兰，传遍西欧。

揭开工业革命的序幕

18世纪从英国发端的技术革命是技术发展史上的一次巨大革命，它开创了以机器代替手工工具的时代。这场革命是以工作机的诞生开始的，以蒸汽机作为动力机被广泛使用为标志的。

这一次技术革命和与之相关的社会关系的变革，被称为第一次工业革命或者产业革命。

从生产技术方面来说，工业革命使工厂制代替了手工工场，用机器代替了手工劳动；从社会关系来说，工业革命使依附于落后生产方式的自耕农阶级消失了，工业资产阶级和工业无产阶级形成和壮大起来。

英国是工业革命的发源地。英国工业革命从18世纪60年代开始，到19世纪40年代基本完成。

工业革命从英国开始不是偶然的，这是有深刻政治前提、社会经济前提和科学技术前提的。

17 世纪中期的英国资产阶级革命，推翻了英国的封建专制制度，建立了资产阶级和土地贵族联盟为基础的君主立宪制度，从而成为世界上第一个确立资产阶级政治统治的国家。资产阶级利用国家政权加速推行发展资本主义的政策和措施，促进了工业革命各种前提条件的迅速形成。

资产阶级通过大规模地对外掠夺以及在国内实行的国债制度和消费税政策，积累了巨额财富，为工业革命提供了所必须的货币资金；大规模的圈地运动，为工业革命提供了大量的“自由”劳动力和广阔的国内市场。

英国工场手工业的高度发展，培养了大批富有实践经验的熟练工人，为机器的发明和应用创造了条件；自然科学的发展及其成就，特别是牛顿的力学和数学，为机器的产生奠定了科学理论基础。

欧洲其他国家虽然也有杰出能干的工人，也有具有发明精神的人，但这些国家缺乏发展机器工业所需要的资金、劳动力和市场，以及保证资本主义经济发展的政治、文化等条件。

在 1789 年，法国爆发了大革命，废除了封建统治阶级的特权，为资本主义工业化扫除了障碍。拿破仑当政后，十分重视科学技术的发展，为法国的工业革命创造了条件。此后，德国、美国、日本等国也纷纷加入工业革命的行列，到 19 世纪末，这些国家先后都完成了工业革命。

棉纺织业的革命

英国的工业革命首先发生在纺织工业部门，以棉纺织业为最早。

纺织工业中的技术发明是适应社会经济发展的需要而产生的，它以相当的经济力量为后盾，才能产生和推广应用。纺织机器的发明人大多是有丰富经验、掌握传统技能的工匠，他们为技术革命做出了重要贡献。

纺锤的发明是从亚洲开始的。而棉纺从印度开始，丝纺从中国开始，毛纺首先从欧洲开始。但在开始的时候，都没有使用所谓的工具。

手摇纺纱的纺车，是印度发明的，先传入中国和日本，在14世纪传到欧洲。

在手摇纺车的基础上，德国的于尔根于16世纪中期发明了脚踏纺车。即是给轮轴装上曲柄，并与脚踏板相连接，用脚踏动踏板，使纺车转动，纺车带动纺锤旋转，空出来的双手就可以自由工作，于是两个纺锤同时可以纺出两条纱。

织布机是很简陋的。织工们把纱线紧紧地系在木架上作经线，然后再把纬线缠在小木梭上，用手来回在经线之间穿梭织布。

1733年，当过纺织工场机械工人的约翰·凯伊发明了“飞梭”。旧式的织机生产效率低，工人操作时累得手酸背疼。凯伊对旧式织机进行根本性的改进，把经线之间的手工穿梭改成机械穿梭。由于穿梭的速度比原来大大加快，故名“飞梭”。

飞梭简化了织工的劳动，增加了织布的速度，为实现织布机械化迈出了重要一步。

由于飞梭提高了织布的效率，往往1个织工需要的棉纱，要由10个纺纱工供应，甚至更多，从而导致缺纱现象日益严重，打破了纺纱与织布之间的基本平衡，客观上迫切要求纺纱技术提高。

1765年，织工哈格里夫斯发明了多轴纺纱机，他以妻子的名字命名为“珍妮纺纱机”。

哈格里斯是一个夏季当木工、冬季当织工的工匠，平日里和妻子感情甚好，每当看到妻子累得手酸背疼时，就想发明一个高效率的纺车，使妻子轻松一点。

在1764年的一天，珍妮和往日一样在纺纱，哈格里夫斯不小心把纺车碰翻了。突然，他发现竖起来的纱锭和车轮仍在转动，而纱好像在自动形成。

“珍妮，你看。”

“看什么？”

“纱锭由横轴位置变为立轴位置，并且仍然在转。”

“刚刚倒，当然转了。”

“我是说，几个纱锭并立在一起，不是仍可以用一个轮子来带转吗？”

“我不知道。”

哈格里夫斯由此得到启发，经过反复研制，终于在1765年设计并制造出一架同时可纺8个纱锭的纺纱机。

珍妮纺纱机一发明，就在纺纱行业中迅速推广开来。

哈格里夫斯又把纱锭增加到16个，最终又增加到80个。

哈格里夫斯发明了新的纺纱机，却遭到了意外的攻击。职

工们控告他剥夺了他们的生计，说：“如果这种机械多了，我们就都得失业。”他们还愤怒地冲到哈格里夫斯的家里，捣毁机器，进行报复。

尽管如此，珍妮纺纱机还是不断地生产和应用。

但是，从技术上看，珍妮纺纱机还是不够完美的。它纺出的纱细而不结实，只能用作纬纱，纺纱短缺的问题还是解决不了。另外，珍妮纺纱机以人力为动力，从工艺原理看，它的纱锭可以继续增加，但是作为原动力的人力是有限的，因此，纱锭的增加受到了限制。

随着珍妮纺纱机的不断改进，锭数的不断增加，迫切需要寻求新的动力。

1769年，钟表匠阿克莱特发明了“水力纺纱机”。它以水车作为动力来转动纺纱机，效果良好，纺出的纱更粗更牢固，转速也快。

水力纺纱机比珍妮纺纱机前进了一步，因此，在英国的一些河流两岸，迅速建成一批采用水力纺纱的工厂。

水力纺纱机纺出的纱虽结实，但太粗，仍需进一步革新。

1779年，工人克隆普顿综合珍妮纺纱机和水力纺纱机的优点，发明了“骡机”。这种纺纱机纺出的纱既细又结实。骡机以水力为动力，最初的骡机有40个纱锭，后来发展到900个，又增加到2000个纱锭。

由于纺纱机的普遍运用，纱量大增，除了满足织工需要外，还有剩余，这样纺纱和织布之间的平衡又被打破了。

织机的革命推动过纺机的革命。现在，纺机的革命又反过来推动织机的革命。

1785年，乡村牧师卡特赖特发明了水力织布机，提高工

效 40 倍。这位牧师也脱下黑袍，开办一家织布厂。

无论是螺机还是水力织布机都受到自然力的限制，因为人力是有限的，水力受到地理条件的限制。

动力革命

在纺织机革命的带动下，造纸、榨油、印刷等行业的工作机革命也发展起来。所有的工作机革命最后都遇到了动力的困难。因此，以工作机革命为开端的第一次工业革命，必然向动力机的革命迈进。

动力、能源在社会生产中的作用极为重大。人们最初只能用自己的双手，后来用风力、水力、畜力等自然力代替人力，当然是一种进步。

风力本身不需要成本，但不稳定，难以控制，不能广泛应用。水力易于驾驭。但受地区和季节的限制，不能随意相加，有时甚至枯竭。马主要用于交通运输以及矿井排水，但太昂贵，又麻烦。

在近代动力技术科学中，纽可门蒸汽机的诞生，展露了近代动力技术科学的曙光。它直接来源于采煤业和采矿业的推动。

早在公元 1 世纪左右，古希腊的发明家希罗曾运用蒸汽的力量，发明过一种玩具蒸汽机械。这种蒸汽机利用管口喷出蒸汽的反冲力，使带有喷气管的臂能在一个轴上旋转。

1601 年，意大利物理学家包尔塔设计和研制过一种利用蒸汽提水的机器。这是利用蒸汽对水面的压力和蒸汽冷凝产生的真空，把水从低水位通过管子吸引上来。

1643年，意大利物理学家托里拆利经过专门的实验研究，证明了大气压力的存在。1654年，德国的格里凯进行了著名的“马德堡半球实验”，这是把两个半空心球合在一起抽掉空气后形成一个真空球，然后用16匹马拉这个球，结果无论怎样用力也拉不开，显示了大气压的巨大威力。

第一部活塞式蒸汽机是1690年由法国人巴本发明的。

巴本生于巴黎南部的布鲁斯，早年学习医学，曾作为惠更斯的助手进行大气压力和真空作用实验，他们还共同为路易十四的花园成功地设计了一种新型水泵。

1674年，巴本应玻义耳之邀来到英国，并担任玻义耳的助手，即致力于蒸汽泵的实验设计。

巴本从炼铁场广泛用的那种活塞式风箱中得到启发，发明了一个带活塞的汽缸，汽缸里的活塞就像风箱里的活塞。

在实验的时候，将汽缸注入一定的水，放到火上加热，当水沸腾后，蒸汽即推动活塞慢慢上升。然后，撤去火源，汽缸内的蒸汽即慢慢冷凝，汽缸内便产生真空，在大气压力的推动下，活塞慢慢下降。

巴本从这个实验中认识到，由于蒸汽压力、大气压力和真空压力的相互作用，完全能推动活塞及其活塞杆，作往返的直线运动，这种运动产生的机械动力可以带动其他机械的运动。

为了保证汽缸的安全，1680年，巴本又发明了安全阀。

巴本第一次将汽缸、活塞机构、蒸汽冷凝形成真空原理，运用于蒸汽机，实现用蒸汽作为动力的理想，为以后活塞式蒸汽机的发展开辟了道路。

在17世纪末18世纪初，随着矿产品需求量的增大，矿

井越挖越深，许多矿井都遇到了严重的积水问题。为了解决矿井的排水问题，当时一般靠马力转动辘轳来排除积水，但一个煤矿需要养几百匹马，这就使排水费用很高而使煤矿开采失去意义。

发明家们对排水问题思考着解决的办法。英国的塞维里最早发明了蒸汽泵排水。

塞维里是一位对力学和数学很感兴趣的军事机械工程师，又当过船长，具有丰富的机械技术知识。1698年，他发明了把动力装置和排水装置结合在一起的蒸汽泵。塞维里称之为“蒸汽机”。

塞维里蒸汽泵的工作原理，是利用密闭容器内蒸汽凝结形成的真空，用大气压力把低水位的水，通过吸入管压入容器，然后再用蒸汽将容器中的水压向高处排出。

这是一种没有活塞的蒸汽机，虽然燃料消耗很大，也不太经济，但它是人类历史上第一台实际应用的蒸汽机。这样，蒸汽动力技术基本完成了从实验科学到应用技术的转变。

1705年，英国的纽可门设计制成了一种更为实用的蒸汽机。

纽可门生于英国达特马斯的一个工匠家庭，年青时在一家工厂当铁工。从1680年起，他和工匠考利合伙做采矿工具的生意，由于经常出入矿山，非常熟悉矿井的排水难题，同时发现塞维里蒸汽泵在技术上还很不完善，便决心对蒸汽机进行革新。

为了研制更好的蒸汽机，纽可门曾向塞维里本人请教，并专程前往伦敦，拜访著名物理学家胡克，获得了一些必要的科学实验和科学理论知识。