

谈谈近代科学技术的 继承与发展问题

中国科学技术情报所 杨沛霆

中共云南省委宣传部印

一九七九年一月



谈谈近代科学技术的继承与发展问题

中国科学技术情报所 杨沛霆

人类在地球上生活了一二百万年，从事畜牧业，农业也有一两万年，具有自己的文化生活又经历了五、六千年，但真正把科学技术广泛应用到生产上，并进一步引起社会生产与生活的巨大变革，还不到三百年。革命导师列宁说过：“要获得胜利，就必须懂得资产阶级旧世界全部悠久的历史，要建设共产主义，就必须掌握技术，掌握科学…”（《列宁选集》四卷107页）。伟大领袖毛主席也说过：“历史的经验值得注意”。我们根据新时期总任务的需要，认真分析研究一下这三百年的历史，从中吸取必要的经验、教训，是一项很有意义的工作。

从波兰人哥白尼（1473—1543年）发表《天体运行论》和比利时人维萨留斯（1514—1564年）发表《人体构造》开始，以观察、实验为基础的近代科学就诞生了。从此以后，在资本主义国家中先后有过多次科学技术与经济发展比较落后的国家，在一个较短的历史时期跳跃式地赶上和超过了先进国家。其重要原因之一就是它们重视学习外国的经验与先进科学技术，并能很好地应用到本国的生产上。与此同时，在已有的国际科学技术共同发展的基础上大力加强基础理论的研究在某些重要的技术领域有所突破，从而使经济发展的速度超过别的国家，进一步实现了当时工业生产的现代化。随着科学技术中心的转移，资本主义国家就产生了经济发展此消彼长的不断变化着的历史。

现把比较明显的几次科学技术中心的转移，带来经济中心的转移的史实作一简要介绍和分析。

明显的几次是：首先是以意大利为中心的欧洲继承发展了我国的三大发明与古希腊古罗马的科学成就，在文艺复兴运动当中，推动了社会的进步，繁荣了商业；第二次是英国继承发展了意大利、荷兰、德国等欧洲大陆的科学技术，在产业革命当中实现了现代化；第三次是德国学习英国搞工业的经验，重视技术教育与科学研究工作的组织工作，发展了本国的科学技术，在经济实力上超过了英国；第四次是美国利用欧洲移民，照搬了欧洲技术，继承了欧洲科学技术工作的传统，在一些重大科学技术领域有所突破，促进了工农业的发展，经济上又压倒了欧洲；第五次谈谈日本学习欧洲传统技术和美国新兴技术，在战后三十年发展本国科学技术实现了工业现代化的情况。现分别介绍如下。

文艺复兴时期的意大利

第一次科学技术中心的转移发生在十三到十六世纪末叶。

欧洲的中世纪，即五到十五世纪，史书上称为“黑暗时代”。那时候的统治者主要是封建教会，还有一些维护封建统治的骑士，他们手持长枪身穿盔甲耀武扬威，如同意大利著名作家塞凡提斯所塑造的唐·吉柯德式的人物。当时他们是不可一世的“英雄”，后来则成为令人耻笑的小丑。在这些人统治的年代里，科学说成是对上帝的污辱；真理成为无人问津的畏途；学校说成是犯罪的组织；走江湖卖野药的骗子成为受人尊重的“圣者”。当时的巴黎、伦敦等一些城市，是一些只有天窗通有光线的茅舍，雨后街巷到处是污泥。夜行要举着火把，耕田用的是木犁，运输用的是牛车。滑车、

杠杆也有人用，但没有人想到要研究它。整个欧洲，是个没有医院，没有学校，没有道路，没有科学的世界。人们淹没在漫长的黑夜、无知的荒野之中。

一千多年的“黑暗时代”使整个欧洲经受着近代科学技术文化难产的巨大痛苦。我国“三大发明”输入欧洲，继之而来的对人类产生“最伟大的、进步的变革”的文艺复兴运动给欧洲的科学文化带来了黎明。

十三世纪，我国造纸术传入欧洲。十四世纪，我国的火药、罗盘针在欧洲推广使用。十五世纪，我国推广使用了活字印刷技术之后四百年，欧洲印刷术也有了发展。这些技术输入欧洲，对欧洲科学文化的发展产生巨大而深远的影响。火药的输入，发展了火炮，这就改变了战争方法。原来壁垒森严的城堡失灵了，骑士的盔甲长矛也没有用武之地了。火药的使用，火炮技术的发展，要求人们去研究炮筒强度、弹道轨迹。这也助成力学成为近代科学的第一个带头学科。

继火药之后是罗盘针。阿拉伯的海员把我国的罗盘针带到欧洲。由于有了罗盘针，有了欧洲自己发明的钟表，人们扬帆远航没有后顾之忧了，这大大促进了航海事业的发展。十五世纪初，我国明代郑和七下西洋，曾远到今日非洲的肯尼亚，事隔近百年，十五世纪末，哥伦布才发现新大陆，伽玛才绕过非洲的好望角到达印度，掀起欧洲航海探险的高潮。航海所需的星图的观测与绘制，又进一步促进了天文学的发展。

火药和罗盘针的应用和发展，构成后来的一“炮”，一“舰”，到帝国主义时期，就成为掠夺殖民地的重要武器。

印刷术的输入、应用与推广，对欧洲科学文化的普及与提高就

更重要了。过去欧洲人一人一年只能抄两本书，因此当时的书只能是上层统治阶级少数独享的奢侈品。后来推广了印刷术，每个工人每年可以印出两千四百本书。这就使书从少数人手里解放出来，成为推动整个社会科学文化大发展、大提高的重要工具。

我国三大发明传入欧洲，对欧洲社会变革带来的巨大影响，马克思作了如下生动的描绘：“火药、罗盘针、印刷术——这是予兆资产阶级社会到来的三项伟大发明。火药把骑士阶层炸得粉碎，罗盘针打开了世界市场，并建立了殖民地，而印刷术却变成新教的工具，并且一般地说，变成科学复兴的手段，变成制造精神发展的必要前提的最强大的推动力”。（马克思：《1861—63年经济学手稿》1169页）

欧洲通过使用和推广我国的“四大发明”，推动了力学、天文学的发展，同时也十分重视学习继承和发展古希腊古罗马的哲学和科学。特别是亚里士多德学派的思想体系，欧几里德、阿基米德的数学方法，给意大利的科学复兴影响很大。当时，意大利为继承外国科学的遗产，广泛建立了学校，学习推广使用希腊文和拉丁文。

文艺复兴运动，是以意大利为中心的欧洲新兴资产阶级继承借鉴和利用古希腊、古罗马的古典科学文化，在意识形态领域对封建主义和宗教神学发动的一场革命。这场革命使意大利的科学文化出现了前所未有的繁荣时期。

以意大利为中心的中欧一些国家在文艺复兴运动的推动下出现了一大批科学家，在历史上有详细记载又为人们熟知的有意大利的科学工程师达·芬奇（1452—1519年），波兰的天文学家哥白尼（1473—1543年），意大利物理学家伽里略（1564—1642年）。他们是欧洲科学的奠基人，又是近代科学的创始者。但是，他们在力学、

天文学和物理学上的成就无不与古希腊科学文化的继承与发展有着极为密切的关系，这也可以说是学习外国先进科学文化，搞拿来主义的结果。

我们就举哥白尼的重要发现作例子。哥白尼是个勇于实践善于动脑筋的人，他从小就热爱学习，曾先后到罗马、维也纳等五、六个城市的大学去学习过。他非常喜欢数学，特别热爱天文学，这些地方的数学和天文学书籍几乎都让他读完了。二十四岁以后，他开始搞天文的观测和研究工作。因为他读的书很多，熟知古希腊人的种种天文学说，人们却看到日出东方，日落西方，于是都相信一世纪科学家托勒密(90—168年)的说法，即包括太阳在内一切星球都围绕地球转动，地球是世界主宰。这种说法正好迎合当时统治者教会《圣经》的说教。凡是不同意这个说法的就打成异教徒，受到镇压。但哥白尼知道他之前五百多年有个叫毕达哥拉斯的希腊人主张地球是围绕太阳转的。他经过反复观测计算研究，觉得毕达哥拉斯的学说有道理。他追求真理的愿望和严肃治学的精神，特别是他优异的数学才能，使他严密地科学地论证了地球是围绕太阳转的学说，这就是哥白尼的“日心说”。由于受到教会的迫害，他的著作一直到他临死的时候才印好。当他拿到自己写的《天体运行论》这本书的时候，他已经奄奄一息了。他为近代天文学的建立贡献了自己的一生。欧洲第一个大科学家就是这样通过批判继承前人的成就和个人不屈不挠的努力，大大发展了天文学的。

十六世纪七十年代，伽里略是在意大利比萨斜塔旁边居住的小孩子。他从小爱好机械和数学，又十分喜欢外文，而且音乐、绘画也不错，是个全面发展的学生。他懂拉丁文，又会希腊文，看到的书懂得的知识比别人多，再加上他学什么都很认真，所以他的本领

很大，既是个科学家，又是个工程师。更重要的是他注意观察勇于实践。他家附近教堂的吊灯，每天随风摆动，多少年来千千万万人看到了，没人注意，可是他注意观察研究自然界的现象。他的手一边按着脉搏，一边数着吊灯每摆一下脉搏跳的次数，终于，他发现了不管吊灯摆动多大，而所用时间都是一样的。这就是钟表的原理——等时性定律。从此人们都说第一个发明钟表的是伽里略，但真正做出第一台比较完善的摆钟的是六十年后的荷兰人惠更斯（1629—1695年）。不久，伽里略又有一个惊人的发现，从而否定了人们相信多年的亚里士多德的理论。亚里士多德说，物体从高处落下来的速度是与物体重量成比例，十斤重物体比一斤重物体要快十倍。伽里略不以为然，他利用比萨斜塔作了多次试验，轻重物体都是同时落地。当时只有二十五岁的伽里略推翻了被人们崇拜一千七百年来的理论。但是当时人们讥笑他，不相信他的实验。他坚持实践是检验真理的标准，继续通过自己的观察实验来寻求物体运动的规律。勇于实践，善于思考，使伽里略变得很聪明。不久，他又发现抛物体的运动等规律，并且发挥了他的数学才能，成功的用数学表示了种种物体运动的规律，确定了近代科学的方法。

伽里略不只重视学习继承前人的成就，而且非常注意学习同时代人的最新技术。对伽里略一生影响最大的一件事，莫过于他发明的望远镜。那是一六〇八年六月的一天，他从巴黎一个朋友那儿得到一个消息，即听说荷兰米德尔堡有个眼镜店的工人，一次偶然机会发现凹镜与凸镜叠加可以把远处东西放大。这个消息使他很感兴趣，他不仅弄清楚原理，而且亲自动手做了一个放大三十二倍的望远镜。当他用这个镜子遥望夜空的时候，奇异的现象出现在眼前。他看到月亮上有高山低谷，太阳上有黑子，木星有四个小月亮，而

且相对位置天天有变化…。于是轰动了上层社会，受到意大利统治阶级好奇人们的重视和赞赏，还授与他“特等教授”“首席科学家”的称号，获得极大荣誉。另外，他还发明制造了一些实验必须的工具如温度计等等。总之，伽里略与哥白尼都是批判继承了中世纪的科学，把科学研究开始建立在观察实验的牢固基础上，否定了中世纪的靠思辨推理提出来的科学理论。“从此自然科学便开始从神学中解放出来”，“为十八世纪的唯物主义作了准备”（恩格斯：《自然辩证法》）打开了近代科学的大门。

反动派从来是仇视科学，迫害科学家的。因为自然科学是客观事物运动的规律的真实反映，而反动派是靠唯心主义，靠宣传神学偶像来维持他们的统治，因此这二者是针锋相对的。所以说自然科学“本身就是彻底革命的”。（恩格斯：《自然辩证法》）因此，当意大利科学有所发展的时候，反动教皇就开始残酷镇压科学家。把著名天文学家布鲁诺（1548—1600年）定了死罪，烧死在罗马鲜花广场上。不久，伽里略逮捕入狱，在监禁当中双目接近失明情况下总结了他在物理学方面的成就，完成了他的不朽著作《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》。但不能发表，只好密传到国外出版。此后，百年之久，意大利再没有出现一个大科学家。意大利的科学虽然衰落了，但近代科学却获得了巨大推动力，正以与起点的时间距离的平方成正比的速度飞跃发展着。

产业革命时期的英国

第二次科学技术中心的转移发生在十六世纪末到一八三〇年。

十六世纪末，意大利开始走向没落的时候，意大利的科学复兴运动已经扩展到荷兰、德国。当时的形势是先进的欧洲大陆，落后的英

国，在英国与大陆之间形成很大的科学技术的差距。落后促使英国有很多人到大陆各国学习，至今在欧洲还流传着当时英国人以化缘、卖唱的方式走访德、法、比、荷、意等国铸铁作坊搞技术情报的传说。不管这种传说可靠性如何，当时英国学习大陆技术以发展本国钢铁工业却是事实，并在后来产业革命当中发挥了很大作用。

到十七世纪初，德国发生三十年内战，意大利分裂成许多小国，而英国的新兴资产阶级占了统治地位，重视科学技术的发展，这就导致了大批英国医生、牧师、商人把科学研究作为业余爱好到欧洲大陆留学。在后来的英国著名的科学家当中除牛顿，几乎都到大陆留过学，这可以说是最早的技术引进方式。于是科学技术也像流水一样，从高处流向低处，从大陆流向英国。到一六五〇年，伦敦就成为欧洲的科学技术活动中心。一六六二年，英国成立了皇家学会，这就为当时英国发展科学作了组织准备。尽管它还是私人组织和资助的，但已得到国家批准，对英国科学研究起到了推动作用。一六六六年，牛顿（1642—1727年）提出了力学三定律，牛顿力学诞生了。

那么，牛顿的经典力学理论怎样诞生的呢？

十六世纪初，意大利没落，英国兴起。一六四二年，伽里略逝世，牛顿诞生。事情是这样巧合，牛顿的万有引力定律也正是在伽里略研究成果的基础上发展起来的。生产有连续性，科学技术更有连续性。那么，牛顿是怎样继承和发展前人的成就的呢？这要从牛顿本人的经历谈起。

牛顿是个农民的儿子，而且不怎么聪明伶俐，但他有很好的独立思考能力，和动手制造风筝、风车、日晷、漏壶等各种实用器械的技巧。最重要的是他继承了伽里略通过实验与运算来探求自然界

事物运动规律的科学方法。他还在十六岁的时候，就开始测量和计算风力。二十四岁的时候，就通过三稜镜把由百叶窗缝中引进光线分成为红、黄、橙、绿、青、蓝、紫等七种颜色，迈出了近代光学的第一步，奠定了近代光学的基础。他还十分热爱数学，在他上学的时候，他就把欧几里德的《几何学》等数学书学完了，这为后来他描述万有引力定律提供了重要工具。这些素质为他提出牛顿力学奠定基础。

一提到牛顿万有引力定律，人们就会想到苹果落地的故事，甚至英国人还把这棵树保留下来让好奇的人们来赏识。树死了还砍成块保留在纪念馆里。实际上这对牛顿提出万有引力定律并不是主要的，主要的是他认真学习很好地继承了伽里略和刻卜勒（1571—1630）的理论。牛顿万有引力三定律，第一定律就是伽里略惯性定律，实际上是伽里略的物体水平运动规律的推广和扩大；第二定律，就是伽里略物体垂直运动定律推广扩大；而第三定律，是刻卜勒思想的发展、理论的延伸。

刻卜勒是个身体虚弱意志顽强、求知欲旺盛的德国青年，他也很像哥白尼、伽里略、牛顿一样，非常喜欢数学，有非常丰富的想像力。任何一次失败对他来说是追求新的胜利的起点。神奇莫测变化多端的星空吸引着他，使他历经千辛万苦长途跋涉找到丹麦天文学家第谷·布拉赫。但布拉赫收留刻卜勒这个学生之后不久就去世了。刻卜勒继承了布拉赫七百五十个星体观测记录，这是十分可喜的科学遗产，刻卜勒就是在这些资料基础上又经过自己观测验核，努力寻求着行星与太阳的距离和行星运动之间关系的规律，并把火星作主要研究对象，经过十年的努力（1609—1619年），终于发现所有行星都遵守的天体运动三定律，人们称他为“天空的律师”。重要

的是，他的头脑里开始形成了星体之间的引力概念，并发表在《火星的行动》一书当中。

这一伟大成就，可以说是布拉赫与刻卜勒师徒共同完成的。不同的是，布拉赫是个善于“看”的老师，刻卜勒是个善于“想”的学生。天体运动三定律是勤劳与智慧的结晶。可惜的是，刻卜勒只看到了“引力”的影子，而把抓住“引力”本身，并用数学证明和描绘“引力”的工作留给了牛顿。刻卜勒的思想就成为牛顿第三定律。

牛顿就是在意大利人与德国人成就的基础上提出了自己著名的“万有引力定律”。如果说，伽里略把物体运动来个概括，刻卜勒把天体运动来个概括，那么牛顿就是对宇宙一切星体物体运动来个更高的概括。所以，恩格斯说，十七世纪的科学是搜集材料的科学，十八世纪是整理材料的科学，成为“把这些自然过程结合为一个伟大整体的科学”。

牛顿的理论产生了世界影响，人们都用牛顿力学去解释天上的地上的一切物体运动规律。英国人也就因为有了牛顿这样大科学家而自豪，给他极大荣誉，当了二十五年皇家学会会长。也给了他优厚的待遇，当了英国造币厂厂长。但是一些德国人法国人对牛顿有点不服气，这可从黑格尔的一段话看出来。他说：“被德国饿死的刻卜勒是现代天体力学的真正奠基者，而牛顿的万有引力定律已经包含在刻卜勒的所有三个定律之中，在第三定律中，甚至明确地表现出来了”。（恩格斯：《反杜林论》10页注）。

看来，黑格尔是不服气的，不服气的是牛顿学习继承了别人的东西，搞了“拿来主义”。牛顿的“拿来主义”，在科学上可说是最早最大的一次“拿来主义”，也是最巧妙的“拿来主义”。正如

恩格斯指出的，牛顿力学“特别是归功于刻卜勒和伽里略，牛顿就是经他们两人那里得出自己的结论。”

那么，牛顿自己又怎么看呢？

一九二七年二月二十八日，牛顿得了胆结石，眼看快要死了，这时候他说了如下人们常常喜欢引用的两段话：

他说：“如果我所见到的比笛卡儿要远一点，那是因为我是站在巨人的肩上的缘故”。（笛卡儿是法国十七世纪杰出的数学家、物理学家和哲学家，又是科学方法论的奠基人。）

他又说：“我不知世人对我怎么看法，不过我自己只是觉得好像在海滨玩耍的一个小孩子，有时很高兴地拾着一颗光滑美丽的石子，但真理的大海，我还是没有发现”。

牛顿的话是比较符合客观实际的，反映了科学的继承与发展的客观规律，也显示了一个科学家应有的谦虚谨慎态度。

科学技术最大的特点是它的继承性（连续性、累积性）和综合性。继承性使人类有可能进行最大限度的科学技术储备，综合性有可能使科学有更高速度的发展。这恰恰是一竖一横的辩证关系。科学技术发展史表明，没有继承借鉴，就没有大的发展；没有交流与综合，就没有大的提高；没有继承与综合，也就没有大的发现与发明。古来如此，现在尤其如此。只要我们有效地继承了人类知识，把世界最先进的科学技术知识拿到手，我们只要向前迈出半步，也是世界最先进的水平。

牛顿的事迹表明，任何重大科学技术成就都不是一个人关在屋子里冥思苦想“创造”出来的。在极大程度上要善于学习，善于继承，善于在最新成就基础上搞综合创造。正如马克思在《资本论》中指出的：“十八世纪的任何发明，很少是属于一个人的”。牛顿

的成就不是一个人的成就，而是一个时代的成就，只是他跑了“近代科学开篇”这场接力赛的最后一棒。人们吃饭，不会认为最后一个馒头解饱，但在科学研究上往往人们看到的是最后一个人的成就。所以，后人发表重要成果时常常引用牛顿的话，表示自己的成果，只是在科学大厦建设中填一块砖加一块瓦。我们必须辩证地对待个人的成就，个人的“独创”，是个人努力的结果，同时又是人类共同创造的财富。

牛顿善于学习继承别人成就，“站在别人肩膀上”，丝毫不损伤牛顿在科学上的巨大成就。恩格斯对牛顿作了很高评价。恩格斯指出：“牛顿由于发明了万有引力定律而创立了科学的天文学，由于进行了光的分解而创立了科学的光学，由于创立了二项式定理和无限理论而创立了科学的数学（即微积分），由于认识了力的本性而创立了科学的力学”。（恩格斯《英国的状况》）。牛顿搞“拿来主义”，丝毫不损害牛顿在力学上创造巨大成就的光辉。

牛顿的成就是科学发展的必然结果，是时代的要求，是生产所决定的，是社会的需要。我们虽然看不到牛顿力学的出现与生产有直接的联系，但是牛顿力学的依据是伽里略的物体运动定律与刻卜勒的天体运动定律，而这些定律都是与生产、航海的实践与需要紧密关连着的。只要科学技术发展到接近成熟的程度，社会又急需的情况下，总会有些人日以继夜的研究它，把它搞出来。这也就是为什么在科学技术史上常常出现一批人在同一时间内分别搞成同一件东西，而发生首创权的纠纷。牛顿一生的主要成就是力学、光学和数学，但这三个方面都与同时代人有过首创权的争论。微积分，是牛顿与德国数学家莱布尼茨（1646—1716）在法国数学家费尔玛（1601—1665）的《曲线》一书中提出的微积分概念的启发下各自单独

研究成功的。能够放大四十倍的望远镜的光学理论，是牛顿与格林维治天文台台长弗蓝斯提德（1646—1719）同时提出的。万有引力定律也是与当时皇家学会负责人胡克同时发现的，只是牛顿比胡克数学好，牛顿能够用数学清楚的论证和描述了万有引力定律，牛顿比胡克高了一等。后来，研究重要的现象就更多了。十九世纪初，达尔文（1809—1882）与同一时代人华莱斯几乎同时提出了生物进化论。能量守恒定律的认识接近成熟的时候，德国的迈尔（1830—1895）、英国的焦耳（1818—1889）等人分别从热能与机械能、电能与化学能之间能量转换中发现了这个原理。这也说明在一个时期科学兴旺发达的表现。一批科学家共同攻关，才有可能在重要科学理论上有所突破。牛顿时代是英国科学比较兴旺的时期，一大批科学家从事着互相比较接近的互相交叉的科学研究工作，如牛顿、雷夫逊、哈雷、胡克、波义耳、弗兰斯提德等都是当时英国科学界的著名人士。他们在广泛的学术交流当中，互相启发、共同促进、形成一代人才，推动了英国科学事业的发展。植物有群体作用，科学家也要在浓厚的学术气氛中吸收营养，共同进步。

英国经过一百多年的准备，科学技术上有了储备。经济的发展有了科学技术犹如汽车安装了马达，产业革命终于爆发了。

产业革命的爆发，也与科学技术的继承与发展有很大关系，下面从产业革命开始的第一个“火花”——一台织布机谈起。

产业革命是从纺织工业开始，而纺织工业的起动是起源于一台织布机。

一七三三年，杰·凯（1704—1749）发明了飞杼，使织布机效率提高了一倍。原来两人干的活儿现在一个人就行了。到一七六〇年，纺线已经满足不了织布的需要。人们在想如何提高纺车效率。

一七六四年，一个当过木工的纺织工人，叫格里沃斯，他天天在想如何提高只能拉出一根线的纺车的效率。在一次与他妻子珍妮谈话时把纺车碰翻了，轮子带动那根锭子飞快地转动着，他马上制止了他妻子的讲话，他立刻想到把几个锭子同时竖起来，其效率不是要比一个横锭的效率要大大提高了吗？于是发明了效率高八倍的八个竖锭的纺车。为了纪念他这次与妻子谈话。把这个新纺车命名为“珍妮纺车”。“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。”（恩格斯：《英国工人阶级状况》）这也可以看出，一个新发明是个实践、认识、实践，量变到质变的辩证的发展过程。但是这个纺车纺的线不是尽善尽美的，线虽然均匀但不结实，一个新的问题等待解决。

一七六八年，一个叫阿克赖特的理发师对改进纺车有了兴趣。他为了使线更结实些，效率更高一些，他采取了滚筒抽出、水力带动的办法，发明了水力纺纱机。效率提高了，线也结实了但又出现新问题，就是不均匀。

一七七九年，一个青年工人，叫克隆普敦。这个人很聪明，就把格里沃斯与阿克赖特的两个纺车的技术长处来个综合，就设计出一个纺线既结实又均匀的纺织机。有三、四百只纱锭，效率大幅度提高了。他给这个纺织机起了一个很有意思的名字，叫“骡子”，即杂种的意思。分歧来自统一，复杂来自单纯。骡机的发明，从方法论来看，也是个归纳到演绎的过程。科学上刻卜勒用布拉赫的观测资料归纳分析出天体运动三定律，那么克隆普敦就是在格里沃斯与阿克赖特的实物基础上归纳研制出“骡机”的。马克思是用这样一句话来阐明“骡机”的重要意义的，马克思说：“现代工业中一个最重大发明——自动骡机。”是它推动了英国纺织技术革命。

高效率的纺织机有了，旧有的人力水力已显得不能适应这个需要，但靠什么去带动这些新机器呢？这是十七世纪末，英国发展工业面临最大的问题，就是动力问题。于是人们在寻找着高效率的动力机械。生产实践是智慧的源泉，需要是发明之母，社会的需要相当几百所大学，蒸汽机的出现就说明了这个道理。

一七〇九年，用煤炼铁的技术解决了，但是机器的动力还没解决。尽管早在一六五二年德国人格里凯（1602—1686）就发现大气压力，在大庭广众之下，曾让二十多个小伙子揭抽开真空的酒桶盖，还在大街上公开进行十六匹马拉不开的抽真空的两个铜半球的试验，从而认识到大气压力的想法。但是，整整经过了半个世纪，通过波义耳（1627—1691）、帕潘、莱布尼兹、巴本、塞维莱等人的努力，直到一七一二年，苏格兰的一个铁匠纽可门（1663—1729）才搞成只能在煤矿上使用的蒸汽机，但由于煤耗太大，效率太低，不能推广使用。但是，这是一次重大突破。因为从热能转变为机械能并且为人类带来经济效益这还是第一次。

实践出真知。英国格拉斯哥大学专门修理教学仪器的工人瓦特（1736—1819）在他多次修理纽可门蒸汽机时发现小的蒸汽机比大的效率低很多，为什么？他寻找这个问题的答案。他到图书馆看完了与热力学问题有关的书籍，没解决问题。后来他又去求教本校的一位正在研究热学的布莱克教授（1728—1799），布莱克向他讲授了当时刚发现的“比热”和“潜热”的现象，瓦特受到启发，想到小蒸汽机单位容积的汽缸面积要比大蒸汽机大，因此在冷凝之后加热汽缸所耗费热量的比例就大。于是蒸汽机效率不高的原因找到了，办法也很快就有了，即决定把冷凝这道工序不在汽缸内进行，而是让与汽缸脱离的冷凝器来完成。但是，汽缸与活塞的精密加工没有

解决，于是经过布莱克的介绍认识了发明镗床的威尔金森（1728—1808）。威尔金森把镗炮筒的技术转移到镗汽缸上正合适。现在我们叫“军转民”。于是，在科学上有个“潜热”（固体、液体、气体之间发生物态变化时，温度不变，但吸收或放出大量的热。现在人造卫星的降温“热管”也是利用这个原理），在技术有个镗床，在科学上有个“潜热”，在瓦特自身实践经验基础上这二者得到综合。一七七四年，瓦特的蒸汽机诞生了。在效率上比纽可门高五倍，煤耗比纽可门少四分之三。于是，可以普及推广的蒸汽机带动了各种机器运转，也推动了火车和轮船，工业与交通大为改观。一七八四年，蒸汽机进入大规模生产时代，后来很快在世界各国推广使用，人类进入了“蒸汽时代”。“蒸汽机是第一个真正国际性的发明”恩格斯对瓦特贡献的意义作出了正确估价。

蒸汽机经过漫长的（也许是几个世纪）的量变之后在瓦特身上产生质变，质变表现在冷凝器上。但事物的发展永远不会停止，一个质变发生了，一个新的量变过程又开始了。人们为继续提高蒸汽机的效率而努力。后来随着热功转化理论的发展，使人们认识到不在蒸汽机内部点火燃烧，蒸汽机的效率无法大幅度提高，但这是蒸汽机原理不许可的，这就提示人们要有个新的突破。于是，人们着手研究设计效率比蒸汽机要高得多的新的动力机械——内燃机。一八二四年，法国人卡诺（1796—1832）提出了内燃机的设想。接着，一八九七年，德国人狄塞耳（1858—1913）制成工业上普遍采用自动点火内燃机。如果说蒸汽机主要是在技术实践中诞生的，那么，内燃机可以说是在科学理论指导下诞生的，这个事例阐明了科学与技术之间互相促进的辩证的发展关系。

继纺织、钢铁、煤炭与机械工业特别是蒸汽机的出现之后，英