

近代科学技术的继承与发展

杨 沛 霆

科学技术文献出版社

一九七八年十二月

近代科学技术的继承与发展

编辑者：中国科学技术情报研究所

出版者：科学技术文献出版社

排版者：中国科学技术情报研究所印刷厂

印刷者：北京市印刷一厂

发行者：科学技术文献出版社

开本 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{32}$ 2 印张 44 千字

社内编号： 内一48 定价：0.25元

1978年12月出版

目 录

前 言	(1)
一、文艺复兴时期的意大利	(2)
二、产业革命时期的英国	(8)
三、靠煤化学工业起家的德国	(19)
四、靠电力工业起家的美国	(26)
五、以综合国外技术见长的日本	(42)

近代科学技术的继承与发展

前 言

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170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，在资本主义国家之间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，带来的经济中心的转移的史实作一简要介绍和分析。

第一次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工业现代化；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。最后谈谈日本的情况，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。现分别介绍如下。

一、文艺复兴时期的意大利

第一次科学技术的转移发生在十三到十六世纪末叶。

欧洲的中世纪，即五到十四世纪，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。这些骑士，就如同西班牙著名作家塞万提斯所塑造的唐吉柯德式的人物。当时，是不可一世的“英雄”，后来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，夜行要打着火把，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，继而而来的对人类产生“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，曾远航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”，到帝国主义时代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人独享的奢侈品。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——这是预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，变成创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》）

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，德谟克利特、亚里士多德的天文学理论，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家、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、六个城市的大学学习过。他非常喜欢数学，特别热爱天文学，这些地方的数学书和天文学书几乎都让他读完了。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，人们都看到日出东方，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是围绕地球转动，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。但哥白尼知道纪元前五百多年有个叫毕达哥拉斯（公元前580—500年）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、治学严谨，十分注意观测和发挥他的数学才能，终于使他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，他的著作一直到临死的时候才印好，当他看到自己写的《天体运行论》这本书的时候，已经剩下一口气了。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、图画也不错，是个全面发展的学生。由于他懂拉丁文，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。他既是个科学家，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，没有注意，可是他注意观察研究自然界的现象。他的手一边按着脉搏，一边数着吊灯每摆动一下脉搏跳动的次数，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理论。亚里士多德说，物体从高处落下来的速度与物体重量成比例，十斤重物比一斤重物要快十倍。伽里略不以为然，他就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，并且发挥了他数学才能，成功地用数学表示了种种物体运动，确立了近代科学的方法。

伽里略不只重视学习继承前人的成就，而且还非常注意学习同一时代人的最新技术。在伽里略一生中对他影响最大的，莫过于他发明的望远镜。那是1608年6月的一天，他从巴黎一个朋友那儿得到一个消息，即荷兰有个米德尔堡眼镜店的工人，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天空的时候，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，而且小月亮的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，还授予他“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地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”（《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，伽里略被捕入狱，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《天文对话》。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。

二、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1830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，但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外，几乎都到大陆留过学。这可以说是最早的

技术引进方式。由于科学技术从大陆不断流向英国，到1650年，伦敦就成为欧洲的科学技术活动中心。1662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。1666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？

十七世纪初，意大利没落，英国兴起。一六四二年，伽里略逝世，牛顿诞生。牛顿的经典力学理论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的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，就通过稜镜把百叶窗缝中射进来的光线分解为红、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了基础。

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。实际上这对牛顿力学并不

是主要的，主要的是他继承了伽里略和刻卜勒（1571—1630年）的理论。牛顿力学三定律：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扩大；第二定律，就是伽里略物体垂直运动定律的推广扩大；而第三定律，是刻卜勒思想的发展、理论的延伸。

刻卜勒身体虽然虚弱，但他是个意志顽强、求知欲旺盛的德国青年。他也象哥白尼、伽里略、牛顿一样，非常喜欢数学，有非常丰富的想象力。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。但很可惜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，这是十分可贵的科学遗产，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，可以说是第谷·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的第三定律。

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牛顿力学三定律。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联系的科学”（《马克思、恩格斯选集》四卷241页）。

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”，也是一次最巧妙的“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？

1727年2月28日，牛顿得了胆结石，眼看快死了，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、哲学家和科学方法论者）。

他又说：“我不知世人对我怎么看法，不过我自己只是觉得好象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。”

牛頓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，没有继承与借鉴，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、借鉴、交流与综合，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，一流的科学家。

牛頓的事迹表明，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。”牛頓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頓的话，表示自己的成果，只是在科学大厦建设中添一块砖加一块瓦。个人的“独创”，是个人的努力结果，同时又是人类共同创造的财富。

牛頓善于学习继承别人成就，在科学上做出了巨大贡献。

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，由于认识了力的本性而创立了科学的力学。”（见恩格斯：《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发生首创权的纠纷。微积分，是牛顿与德国数学家莱布尼茨（1646—1716年）在法国数学家费尔玛（1601—1665年）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兰斯提德（1646—1719年）同时提出的。万有引力定律也是与当时皇家学会的主持人胡克（1635—1703年）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，牛顿比胡克高了一筹。这表明，在近代科学证生的年代里，科学管理就是十分重要的。后来，研究重复的现象就更多了。十九世纪初，生物学理论有了很大进展，达尔文（1809

—1882年）与同时代人华莱斯几乎同时提出了生物进化论。如能量守恒定律的认识接近成熟的时候，德国的迈尔（1830—1895年），英国的焦耳（1818—1889年）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。这也是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接近的相互交叉的科学研究工作，如牛顿、雷夫逊、哈雷、胡克、波义耳、贝克莱、弗兰斯提德、布拉德雷、赖脱、格雷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。

1733年，杰·凯（1704—74）发明了飞杼，使织布机效率提高了一倍。到1760年纺线满足不了高速织布的需要。人们在想，如何提高纺车效率呢？

1764年，一个当过木工的纺织工人，叫格里沃斯（1745—78），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

* 参见海斯、穆恩、韦兰著《世界史》等书。