

科学参考資料

十八世紀以來科学技术史

(譯自日本湯淺光朝著《科学文化史年表》)

中国科学院政策研究室編

北京市科委情报处翻印

一九六五年十二月

目 录

十 八 世 紀

一七〇一——一七六五年.....(1)

产业革命的基础；紡織机械的发明在世界史上的意义；
蒸汽机的发明——从紐康門到瓦特；法国的启蒙哲学和科学的发展；法国大百科全书

一七六五——一八〇〇年.....(7)

康德的星云假說和力学自然觀的崩潰；化学革命——近代化学之父拉瓦錫；电动力学的萌芽——伽伐尼和伏特

十 九 世 紀

一八〇一——一八二五年.....(14)

理工学院；蒸汽动力运输工具（火車、輪船）应用的世界历史意义；进化論的发展；追求真理的精神

一八二六——一八四五年.....(21)

純粹数学建立的物質基础与非欧几里得几何学；能量守恒定律的建立；法拉第关于“电气的实驗研究”；电报通信技术的飞跃发展

一八四六——一八六五年.....(28)

达尔文的《物种起源》；冶金技术的革命；有机化学之父——李比西；处于过渡时期的天文学

一八六六——一八八五年..... (38)

“帝国主义时代”的开始；元素周期表的发现——門捷列夫；近代物理学中的光与物質——从牛頓到麦克斯威；革命动力——电能的出现；科学家、工程师、商人的性格

一八八六——一九〇〇年..... (46)

近代医学的建立；近代物理学的危机——鐳的发现；內燃机的进步——新运输工具的出现；化学工业的发展

二 十 世 紀

一九〇一——一九一五年..... (55)

征服南极和北极；相对論的建立；从孟德尔法則的再发现到李森科遗传学說的誕生；諾貝尔奖金和索尔未會議；二十世紀技术的特点

一九一六——一九三〇年..... (62)

量子論的起源和原子結構理論的发展；量子力学的建立；无綫电通信技术的发展

一九三一——一九四九年..... (69)

航空技术的发展；原子能时代的揭幕；奥巴林的《生命的起源》；新药的发现——化学疗法的革命；帕罗瑪山直徑五米的巨型反射望遠鏡和新型射电望遠鏡

一九五〇——一九五九年..... (77)

原子能和平利用；高分子化学的发展；宇宙时代的开始

十八世紀以來科學技術史

十 八 世 紀

一七〇一——一七六五年

我們把十八世紀分為前後兩個時期：前期指一七〇一年至一七六五年瓦特發明劃時代的蒸汽機為止的六十五年；後期指英國產業革命的蓬勃發展起至世紀末的三十五年，其中包括美國獨立和法國大革命等世界史中重大的政治事件。

由於十七世紀出現了伽利略、牛頓等大科學家，近代自然科學才得以確立。繼之而來的十八世紀是怎麼樣的一個世紀呢？恩格斯稱十八世紀為“商業的世紀”，達蘭貝爾稱之為“哲學的世紀”。到了十八世紀後期，工業技術和啟蒙哲學成為巨大的動力，促進了以英國為主的產業革命和以法國為主的民主主義革命的發展，使十八世紀成為一個光輝的世紀。西歐社會在產業革命和民主主義革命的衝擊下，完全擺脫了中世紀牢固的封建束縛，進入了近代資本主義。

以產業革命為分界線，科學完全跨過了古代和中世紀的幼年 and 少年時期，進入活躍的壯年時期，科學與工業技術密切結合。從這時起，應用力學、熱力學、電動力學、化學、動物學、植物學、地質學和測地學等新學科，迅速發展。

十八世紀的自然科学一方面与以瓦特蒸汽机为代表的工业生产部門密切結合，另一方面与以康德的“純粹理性批判”为代表的哲学批判相联系，表现出人类有史以来最驚人的发展，它作为一种根本动力使十九世紀和二十世紀朝向高度发展的資本主义前进。

产业革命的基础

英国的产业革命是从十七世紀七十年代到十八世紀三十年代在輕工业（紡織工业等）部門完成的。这种輕工业部門的革命，法国比英国大約晚五十年，德国比英国大約晚八十年。为什么意大利、德国和法国这些在文艺复兴和宗教改革方面先进的国家，在产业革命方面倒比英国落后了呢？

英国首先完成产业革命，成为建立現代工业的先驅，是由于英国經濟和工业技术各方面的条件最先发展到革命爆发点的緣故。也就是說，要有一些前提条件，如以十六世紀以来的毛紡工业、矿山工业和金屬工业为基础的初期資本主义的形成和发展；十七世紀中叶以后工业資本的发达以及隨之而来的农村土地制度的变革；海外貿易的扩大，国内商业組織的加強；以英格兰銀行为中心的金融部門的发展，等等。而这些前提条件之所以能夠成熟，又与十三世紀以来的培根、吉伯、哈維、波义耳、虎克和牛頓等大科学家的不断出現，从而发展了英国的科学传统有关。海运、矿山工程和軍事技术，是当时工业技术界迫切要求解决的三个重要問題，牛頓的物理学作为解决这三方面問題的基础科学，起了很大的作用。对近代自然科学的形成起着巨大作用的英国社会，比其它各国更早的完成了产业革命，不是偶然現象。

紡織机械的发明在世界史上的意义

大家都知道，产业革命的直接导火线是紡織机的发明，以及将蒸汽机实际用作紡織机的动力。一七三三年約翰·凱依（英）改进了紡織机（发明了飞梭），一七三八年約翰·惠特和路易斯·波尔（英）制造了罗拉（滾輪式）紡織机，一七六四年哈哥利佛斯（英）制造了多滾輪紡織机，一七六八年阿克萊特（英）制造了水力紡織机，一七七九年庫朗普頓（英）制造了活紡錘紡織机，一七八七年加特賴特（英）改进了用蒸汽作动力的織布机。沒有这些接連不断的改进或发明，不可能爆发产业革命。

馬克思在《資本論》中分析这些紡織机的发展时会說：“一七三八年，惠特宣布其紡織机器的发明，由此开始十八世紀的产业革命”。但开始广泛影响工业界，并使英国工人彻底改变以往劳动状态的是，哈哥利佛斯的多滾輪紡織机。这种机械从本質上說还是一种家庭工业机械，靠人轉动。直到利用机械动力的阿克萊特的水力紡織机出現以后，才有了由家庭工业向資本主义工厂制度发展的可能。馬克思曾这样评价阿克萊特：“在十八世紀的各大发明家中，他无疑是偷窃别人发明的最大的一个強盜，一个最平庸的人。”不过，他克服了许多障碍，努力将产品推广从而确立了工厂的組織制度，这分功績应給以应有的评价。

有了上述种种准备以后，瓦特的蒸汽机才出現，从此正式进入近代資本主义的时代。用蒸汽代替了水力，凡是有制造蒸汽的水和煤的地方，都可以集中建立工厂。

蒸汽机的发明——从纽康門到瓦特

瓦特想到了在蒸汽机中加一个冷凝器，这是一項划时代的发明。

瓦特是一个經常与格拉斯哥大学有来往的机械商人，一七六三到一七六四年学校委托他修理紐康門式蒸汽机。由于瓦特自学了力学、物理学、化学和数学等知識，又他与格拉斯哥大学解剖学和化学教授約瑟夫·布拉克(热学理論的創始者)以及亚当·史密斯等人的交往，使他的知識极为广博而且深邃。一七六九年瓦特取得帶冷凝器的蒸汽机的发明专利，作为資本主义大工业的动力机械——蒸汽机誕生了。有了蒸汽机，才能发生产业革命。

一六九五年多尼·巴本(法)发明活塞蒸汽机。

一六九八年塞維利(英)发明蒸汽抽水机。

一七〇五年托馬斯·紐康門(英)发明鍋爐跟汽缸分开的蒸汽机。

巴本等人是离瓦特发明蒸汽机時間最近的科学技术界的先驅人物。他們为解决当时煤矿主和采矿資本家所煩惱的矿井抽水問題，而研究蒸汽机。因此，紐康門发明的机器，在十八世紀前半期作为抽水机而实际应用于英国、德国和法国的矿山。瓦特的最大功績在于他发明的蒸汽机降低了燃料消耗。塞維利的机器每小时每一馬力的耗煤量为八十公斤，紐康門的机器为二十五公斤，瓦特的蒸汽机只有四点三公斤。

提高效率，經濟合理，为了达到一定的目的而建立系統的操作手續和方法，經過实际应用証明确实有效等等，这些准則是由伽利

略和牛頓建立的新的科学精神孕育而成的。这种科学精神和近代資本主义精神是一对双生子，这一点必須予以密切的注意。在有組織地、合理地追求利潤这一点上，科学精神和資本主义精神是同一源泉的产物。了解了这一点，对商人瓦特和阿克萊特能夠搞出重大的发明創造，同一社会出現了牛頓和达尔文那样的伟大科学家，拥有許多著名科学家和技术先驅人物的国家，正是以全世界作为它的市場的世界最大的“商人之国”等問題，就不再感到矛盾。

从紐康門式蒸汽机到瓦特的蒸汽机，是和热力学的发展完全并行的，这一点表明，英国技术的进步受到基础科学成就的正确引导。

一七一四年华倫哈脫（德）发明水銀溫度計。

一七二四年华倫哈脫創造了华氏溫度刻度。

一七二三年斯塔爾（德）完成了热素理論。

一七四二年攝耳西雅（瑞典）創造了攝氏溫度刻度。

一七六三年布拉克（英）提出比热的定义及其測定法，奠定了热力学的基础。

一七八一年瓦特发明往复式蒸汽机，使过去只能抽水的机器，变为一种万能动力机械，广泛地应用于各工业部門。

法国的启蒙哲学和科学的发展

在英国进行产业革命的过程中，法国的民主主义革命則准备破坏路易十四以来的专制制度。以自由經濟为背景的英国自由主义和自然科学思想传入法国，立即与法国的理性精神及当时的社会形势結合起来。这时的中心人物有伏尔泰、狄德羅、达兰貝尔和卢梭等。

伏尔泰是法国启蒙哲学的代表人物之一，他从一七二六年起在

英国用了两年多时间，研究了英国的文学、哲学、历史和政治，这些对他有很大影响。他在自然科学方面表现出一定的才华。他热衷于牛顿力学，一七三八年写了《牛顿哲学原理》一书，一七四〇年又写了《牛顿形而上学》一书，对普及牛顿物理学做出了贡献。他提倡英国的自由主义，成为启蒙运动的中心人物，同时又宣传英国的科学，使科学得以普及和流传。当时，进步的人们可以聚集于咖啡馆或沙龙中，嘲讽贵族的横暴，或者畅谈政治，探讨科学。

在这种形势下，法国科学开始迅速发展。莫贝尔蒂和库繡罗等到拉普兰进行大地测量，证明地球是扁球体（一七三六年）。法国科学院进行的音速精密测定（一七三八年）比世界任何国家都早。达兰贝尔写了著名的《力学原理》一书（一七四三年），库繡罗写了《几何入门》（一七四一年）和《地球的形状》（一七四三年），等等。其它如光学、电学和博物学等也都进入世界科学先进行列，不断有所创造。这一发展趋势一直延续到法国大革命。

法国大百科全书

法国编辑出版的大百科全书，本文共十七卷，图表十一卷，在质量和数量上都是划时代的杰作。这套百科全书的编纂曾得到数学家达兰贝尔的协助，法国唯物论的代表狄德罗前后用了三十年时间，几乎是一个人完成的。在研究有关材料时，百科全书派的卢梭、达兰贝尔、古利姆、爱尔维修、毕丰、勒卢阿、孔狄亚克、马蒙泰尔等人，积极参加讨论。大百科全书吸收了到十八世纪中叶为止各方面的知识，并按字母顺序整理编辑，数学和自然科学占主要位置，语言和古典文学则不受重视。

狄德罗在編纂大百科全書时，正确地評價了技术在人类知識領域中的重要作用，強調技术的重要性。根据他的这一意图，大百科全書編輯部所占有的一切素材，均分为科学、技术和艺术三大門类。狄德罗指責过去輕視技术，重視艺术的偏向，在百科全書中把技术放在与科学和艺术同等的地位。他把一切科学、艺术和技术均划分为各自的“系統”，弄清了各种知識的相互关系，大力論述了闡明各种知識起源的必要性。因此，百科全書把十六、十七和十八世紀前半期所有科学技术成果系統地汇集起来，使得以往一般羣众无法直接获得的知識真正大众化。

一七六五——一八〇〇年

由于蒸汽机的发明，使整个世界的社会状况出現了很大的变化，資產階級与无产階級的階級斗争，从此开始。如上所述，十八世紀末，在英国开始了产业革命。与此同时，一七八九年在法国爆发了民主革命，一七九二年判处国王路易十六死刑，彻底扫除了封建残余。一七七六年美国发表独立宣言。

以十八世紀末为中心，在欧美社会发生的这些政治、經濟、思想上划时代的事件中，自然科学究竟表现出什么动向呢？

先从結論談起。如果把从十六世紀中叶开始的近代自然科学划分为前后两期，那么，十八世紀末則正处于从前期向后期发展的大轉变时期。这种自然科学的大轉变与上述政治、經濟、思想方面的重大事件有着密切的內在联系，下面分几个問題加以說明。

康德的星云假說和力学自然觀的崩潰

康德的星云假說被恩格斯称之为“天才发现”，“包含着全部繼續进步的起点”。星云假說是康德在他一七五五年匿名发表《自然通史及天体理論》中提出的。一七九六年由拉普拉斯加以补充，一般称之为康德—拉普拉斯星云假說。这一学說第一次打破了伽利略和牛頓所竭力提倡的力学自然觀，并迫使力学自然觀走向崩潰，因此在科学史上应給予很高的评价。

奠定近代批判哲学体系的康德(德)，又是一个自然科学家。他在哥尼斯堡大学毕业时提出的论文是：《对能量的测定的看法以及对莱布尼兹等力学家在爭论中所用论证的批判》。这是他热心研究牛頓物理学获得的成果。他钻研和积累了地理、地质、天文、气象和地震等许多方面的知识，从而提出了星云假说，这决不只是哲学家思辨的结果。

十六至十八世紀，力学自然觀是当时自然科学的特征。它机械地說明自然界，以自然界绝对不变为前提，把自然界看作是一架巨大的机器。他們認為自然界是永远运动着的，这个事实，也可从简单的天体觀測中获得了解，不过，这种运动只是简单的循环，而不是进化、发展和具有質变的运动。而从康德起开始的历史的自然觀則認為，地球以及整个太阳系都是由旋轉气体在极为漫长的時間过程中形成的。康德的伟大功績，是把以往力学自然觀所認為不变的自然界，加以历史地考察，提出十分大胆的想法，打破了过去“形而上学世界觀”。

使十七至十八世紀自然科学的进步影响哲学的是法国唯物主义者拉梅特利和狄德罗等人建立的机械唯物論，通过一七七〇年霍尔巴赫《自然体系》一書的出版，而达到成熟。机械唯物論的基础是

牛頓力學（這時牛頓力學已達到幾無發展餘地的高度）。在牛頓力學發展停止的同時，近代自然科學的發展進入一個冷落的低潮時期。十九世紀初開始進入近代自然科學發展的後期階段。

十八世紀除力學和數學以外，自然科學其它各個學科的研究工作極為冷落。化學處於幼年時期，奉行燃素說；生物學在襁褓中，對動植物有機體的研究剛剛開始，只能以純機械的原因解釋有機體的作用；只能借用力學的标准來探討化學以及各種有機現象，死抱住力學自然觀。為了開拓富饒的自然科學園地，必須建立新的認識自然的理論。從事這一重要工作的是康德。

化學革命——近代化學之父拉瓦錫

在十八世紀法國唯物論的濃厚氣氛中，大革命持續進行。在大革命高潮時期，拉瓦錫確立了燃燒理論和元素概念，在近代化學史上留下了輝煌的一頁，完成了一次化學革命。

拉瓦錫從父親和叔母那裡繼承了大量的遺產，以此為資本買到了包稅權，從而成為百萬富翁。他又擔任火藥製造監督官的職務，在兵工廠內設置了有大量投資的私人實驗室。這裡成為巴黎科學家聚會之處。數學家拉格朗日、拉普拉斯、孟日，物理學家查理，化學家柏托雷、馬凱、富爾克魯瓦等人都是常客。

拉瓦錫二十五歲就被選為皇家科學院院士，此後用了二十五年時間，完成了收在“拉瓦錫全集”中數量很大的、在近代化學史上算作高水平的著作。關於化學史時期的劃分，根據原光雄在《科學史研究》（第一期）上所發表的材料，是這樣的：

时期的划分	时 间	特 点	标 志
古代的化学	太古至五世纪末	直观主义	古希腊的物质观——元素及原子概念的出现，古希腊的化学技术
封建时期的化学	六世纪至十五世纪	神秘主义	炼金术
文艺复兴时期的化学	十五世纪后半期至十六世纪末	实利主义	比林古奇奥、阿格利科拉和巴利西等人的工业化学，帕拉赛尔士的医化学
工场手工业时期的化学	十七世纪至产业革命	机械论思想	波义耳、迈耶的化学，燃素说
资本主义时期的化学	产业革命以来	经验主义	拉瓦锡和道尔顿的元素学说和原子理论——近代化学的基础

当西欧进入资本主义时期，拉瓦锡掀起了化学革命。社会经济基础结构的改变，促使人们的世界观和方法论发生变化，自然科学的方法论获得进展，自然科学本身（物理学、化学、数学、生物学、医学等）的性质也发生了根本变化。化学革命的出现与力学自然观的崩溃和电学的发展，处于同一时期。

拉瓦锡掀起的化学革命的时期是：从一七七七至一七七八年确立和发表新燃烧理论起，到一七八七至一七八九年确立新元素理论止。当时，几乎所有的化学家都信奉燃素说，而拉瓦锡提出了燃烧是氧化现象的新理论。

一七八九年法国大革命爆发，拉瓦锡出版了《化学基本教程》一书，系统地论述了近代化学的基础，这一著作可以与牛顿的《自然哲学的数学原理》，达尔文的《物种起源》相比。在这本书里，可

以看到明确规定的元素概念，以及在化学史上最值得注意的科学的元素表。为使读者便于参考，现在把当时列入元素表的三十三种（其中有的不是元素）元素（拉瓦锡把它们分为四类）写在下面。

- (1) 形成动、植物和矿物的元素：光、热、氧、氢、氮。
- (2) 非金属单体：硫黄、磷、碳、氮根、氟酸根、硼酸根。
- (3) 金属单体：钾、银、砷、铋、钴、铜、锡、铁、锰、水银、铂、镍、金、白金、铅、钨、锌。
- (4) 土类单体：石灰质粘土、氧化镁、重晶石、氧化铝、硅质粘土。

十八世纪的化学革命是以拉瓦锡为主进行的，布拉克、卡文迪希、卢瑟福、舍雷和普利斯特利等人，也进行了大量的研究工作。在十八世纪后期三十年时间里，又发现了氧、氢、氮、氯化氢、氨、氯、氧化氮等许多重要的气体。

研究工作这种不寻常的巨大发展，起因于产业革命扫清了工场手工业经营思想；在对自然界的认识上有了哥白尼的地动说，突破了以往的力学自然观的局限。所有这些成就，与法国大革命和美国独立宣言所反映出来的突破思想上、政治上旧界限的要求一样，是彻底冲击旧束缚的结果。自然科学也在社会经济基础上深深扎下根子，随着社会的进步，科学的面貌也在不断变化。

电动力学的萌芽——伽伐尼和伏特

将自然现象还原为运动，并从数学和力学上加以说明，通过这种努力使十八世纪的天体力学和分析力学处于空前繁荣时期。不过，自伽利略、牛顿以来，立足于旧的工场手工业观点的力学，不再可能产生什么新的分支。从机械论的思想中解放出来，导入经验

主义，从而走向微观的研究过程中，出现了崭新的研究领域。化学研究和电学研究，就是其中有代表性的例子。

目前人们的生活全面地利用着电，说得极端一些，现代文明就是电气文明。如果回顾一下电的历史，远在公元前六世纪，塔雷斯就发现了琥珀摩擦生电现象。令人遗憾的是，直到十八世纪为止的两千多年间，关于电的研究几乎没有什么进展。从电的应用观点来说，就是还没有迈出使用价值极低的静电学范围。

在现代电气文明中有着广泛用途的电动力学，始于十八世纪后期。一七八〇年伽伐尼发现了动物电，一七九九年伏特发明电池。必须承认，这两个发现和发明把希腊时代到现代的整个电学史分为两个明显的阶段。这种带有根本性质的进步，和从希腊时代以来长期处于炼金术的迷梦中觉醒后而真正进入科学研究时代的化学，在时间上是完全一致的。

伽伐尼的发现，于一七九一年以“肌肉运动的电荷”为题，发表在博洛尼亚科学院院报上，第一次告诉人们不用摩擦方法也能获得电。伏特从探讨青蛙腿痉挛时所带的、不可思议的电流现象出发，终于在一七九九年发现和发明了电偶和电池。正如他在一八〇〇年送给英国皇家学会的报告中所论述的那样，这种利用两种不同金属相互接触的新装置，能产生持续电流，而过去的莱顿瓶只能瞬时放电。

从这时起，电世界出现了一条光明的道路。由于制成了可以无限地获得电流的装置，使人类掌握了开拓不可思议的、神秘的电世界的手段。

从十八世纪末到十九世纪初期，是科学史上最富于生气的浪漫

主义时代。

由于牛顿力学已臻成熟，机械的世界观发展到了顶点，形成了十八世纪启蒙时代。十八世纪末出现了启蒙时代的反动。集人类知识大成的法国大百科全书所反映的内容，不过是极为有限的知识。人们已经知道存在着远远超过已有知识的、尚不了解的广阔世界。摆脱机械的自然观就是进步。用牛顿理论无法解释的新现象不断被人们发现。不仅表现在伽伐尼和伏特关于电流的发现和产生上。氧被发现以后，人们摒弃了燃素说，开辟了广阔的化学领域。通过毕丰、居维叶和拉马克对博物学的研究，为促进有机体自然进化这一前所未闻的理论的形成，提供了条件。维阿齐发现了小行星凯雷斯，彻底粉碎了黑格尔的“关于行星运动的哲学见解”。盖吕萨克利用汽球迈出了征服太空的第一步。芬勃尔特到南美洲探险，弄清了未开化民族的实际情况。

以十八世纪末为分界线，社会结构向着高度发达的资本主义时代迈进，自然科学取得了前所未有的发展。

十 九 世 紀

一八〇一——一八二五年

以产业革命为轉折点，时代进入了資本主义高度发展阶段。隨着資本主义社会的成熟，經濟恐慌的怒潮开始定期襲来（十九世紀前半期，明顯的經濟恐慌有三次，一八二五、一八三六和一八四七年）。旧的世界觀已被打破，开辟了新的科学研究領域，从此出現了不断地新的发明和发现的十九世紀科学文明时期。

理 工 学 院

克魯泡特金在評論法国大革命时說：“法国大革命的巨大力量好象将世界解体之后再進行創造的宇宙力。”这种力量对科学进展究竟做出了什么貢獻呢？米制的制定和理工学院的創立是最有成效的事，是給下一世紀留下的遺產。十九世紀前半期法国科学的昌盛及其在世界的优越地位和英国迅速发展的产业革命，最雄辯地說明了法国的民主大革命对科学发展所做出的貢獻。这一大发展的源泉就是理工学院。

称为砲兵工科学校或工艺学校的理工学院是在一七九四年法国大革命时期創立的。当时法国的学校已全部关闭，教育事业荒废。革命政府的领导人充分認識到培养大量青年士官和技术人員的迫切性，由議會批准在旧教育的废墟上建立新的軍事学校。建校委員当