

A HISTORY OF TECHNOLOGY

# 技术史

第六卷  
下



二十世纪

1900—1950

[英] 特雷弗·I. 威廉斯 主编

A HISTORY OF TECHNOLOGY

技 术 史

第6卷

下

二十世纪(二)

(1900—1950年)

[英]C·辛格 等主编

# (川)新登字第015号

## (技术史)编辑委员会

杨德荣 关锦锺 刘则渊

邹珊刚 远德玉 姜振寰

## 本册执行编委

杨德荣

## 本册译校者(以姓氏笔画为序)

王平 古大治 刘云程 刘玉生 刘劲生 宋子良

李时彦 李泽民 李升平 郑正毅 时宜 梁志达

黄金南 钟家琼 杨长桂 杨家湜 钱定平 濮德林

## 技术史

第6卷(下)

[英]C·辛格 等主编

责任编辑 赖晓霞 钱定萍

成都科学技术大学出版社出版发行

四川大学印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张12.75 字数354千字

1995年5月第1版 1995年5月第1次印刷

印数1—700册

ISBN7—5616—3064—6/TB·47

定价:14.80元

成都科学技术大学出版社  
中南工业大学出版社  
大连理工大学出版社  
华中理工大学出版社  
东北工学院出版社  
哈尔滨工业大学出版社

联合出版

# **A HISTORY OF TECHNOLOGY**

**CHARLES SINGER**

**E. J. HOLMYARD**

**A. R. HALL**

**TREVOR I. WILLAMS**

## 为什么要学习技术史

### (代序)

在牛津版《技术史》中译本同读者见面的时候，简要说明我们倡议翻译出版这部巨著的动机，或有必要。这个倡议有两个基本出发点：一、对于科学技术工作者、科技管理与经济管理干部以及哲学社会科学工作者，技术史研究都是大有益处的，乃至是不可缺少的；二、我国学术界还缺乏资料翔实的技术史专著，在短期内难以自己撰写的情况下，只有搞学术引进，把辛格、威廉斯编的《技术史》介绍到中国来是适宜的。

我们的科学技术工作者不能以主要精力去研究历史，而是要面对现实，创造未来。与人类文明的其他方面相比，科学技术最不留恋过去，最富有进取性，从瓦特蒸汽机的发明至今的二百余年中，从交流电的应用到现在将近一百年中，还有哪个领域象科学技术这样变化多端、日新月异、急速更替呢？难道我们只要铭记祖辈的业绩就能迎接新技术革命的挑战？

同时又不可忘记，在构成人类文明的诸要素中，科学技术又是最依赖于过去、最富有继承性的。在当今最发达的国家，蒸汽动力仍有用武之地（如核电站中的蒸汽涡轮机），更不用说交流电的地位了。我们所说技术革命，固然以新技术体系居主导为标志，通常却不以推翻、消灭原有的技术为特征。技术体系也不是从天上掉下来的，它也有自己的童年、幼年、少年和成年时期。科学技术是有强烈积累性的活动，谁要想面向未来，有所发现和发明，就不能不顾及它的现状，要充分理解现状，又不能不注意到它的历史。

科学技术现代化的实现，需要知道以往的成果和经验教训，更需要懂得关于科学技术发展的理论，掌握科学技术发展的规律性。对科学技术发展工作的领导和组织管理来说，这点尤为重要。科学

技术发展的规律性，不是哲学原理的演绎产物，而是在科学技术本身历史发展中展现出来的。离开技术史，就难以真正理解科学发现如何转化为技术发明，技术发明怎样过渡到技术应用。科学技术史的研究是科学技术理论探讨的基础。科学技术发展战略和政策的制定，也必须借鉴科学技术的历史知识。

特别值得提到的是，哲学社会科学工作应当了解技术史。马克思曾说过：“工业的历史和工业的已经产生的对象性的存在，是一本打开了关于人的本质力量的书，是感性地摆在我们面前的人的心理学”（《马克思恩格斯全集》第42卷第127页），“工艺学揭示出人对自然的能动关系，人的生活的直接生产过程。”（同上书第23卷第410页）列宁指出：“要继承黑格尔和马克思的事业，就应当辩证地研究人类思想、科学和技术的历史。”（《列宁全集》第38卷154页）很遗憾，我们的一些哲学家、社会学家和经济学家对工业和技术的进步知之不多，关心较差，因而往往就人文论哲理，就资产论经营，难以充分揭示经济发展、社会变动和人类思维方式的更新，难以说明社会主义建设的问题和任务。

牛津版《技术史》自1954年出版以来，受到世界各国的重视，至1958年出完前五卷，很快便销售一空，并被译成多国文字。它内容翔实，图文并茂。特别是在技术与社会的关系的叙述上，材料丰富，观点新颖，给人以颇多启示。正是在这样的基础上，作者又用两卷的篇幅，撰写了20世纪的技术史。六、七卷是前五卷的继续，而写法和论述的重点又有所不同。正如这两卷的主编T. I. 威廉斯在这两卷的绪言中所指出的，20世纪的这些成就，“既是科学家和工程师们以精湛的技术能力工作的结果，也同样是这些极为复杂的工作的管理者的巨大胜利。”同时更加强调经济、政治、社会诸因素与技术发展的相互影响，安排专门章节来论述这些问题。

牛津版《技术史》中译本的面世，是我国学术界的幸事，也是我国出版界的一个壮举，尽管由于经济上的原因，并考虑到现实的需要，目前还只能出版这部著作的第五、六、七卷，每卷分为两卷，但几家大学出版社携手合作，共同承担经济责任，分工印出，已充分

表现了繁荣学术的赤诚之心。我们代表译校者和读者谨向几家出版社致以衷心谢意。

当然,牛津版《技术史》的翻译出版并不是完美无缺的。这不仅是由于这部著作的前四卷还未能译出成书,还由于这部著作毕竟是外国人编的,对于亚洲的、中国的技术成就可能反映不足,某些观点也有值得商榷之处,我们期望牛津版《技术史》的前四卷的译本能早日同中国读者见面,更期望我们中国人在吸收外国学术思想的基础上有更好的技术史著作问世。

东北工学院 陈昌曙  
哈尔滨工业大学 关士统

1989.1.20



## 原作者 1—5 卷序

第 5 卷是《技术史》的最后一卷。<sup>①</sup>这一卷所涉及的年代正在现代科学工业的开端，由于种种原因，编者在着手编写此书时就明确认识到，要把本书的范围扩展到 20 世纪是办不到的，因为那样导致篇幅过大。而且，用前几卷所采用的这种技术性不太强的叙述方式是不可能表述清楚技术的最新发展的。更大的困难则在于技术史学也许包括所有史学的本性，是要建立在对大量已经证实且对未来有极其重要意义的历史事件的选择的基础之上，对已过去了很久的事件的选择方式和对最近发生的重大事件近乎预言式的选择方式是完全不同的。

正是由于这些原因，我们决定只将此书写到 19 世纪末 20 世纪初，这一时代正好是现代公路运输和空中运输开始的年代，也是重型的电力工业开始迅速发展的年代，商业无线电技术也开始于这一时代，机械动力开始了一个新纪元，一个世纪以来一直占统治地位的往复式蒸汽机迅速走向了它的末日。尽管这些进展不能不引起很大的社会冲突，但它们的技术基础毕竟已经建立起来了，因此我们还是要对这些进展进行比较详细的讨论。

这一新的世纪开辟了使德国、美国和后来的俄国在制造业得到发展并在技术发明方面取得进展的新纪元。在 20 世纪中，美国和俄国在尖端技术上所取得的成就，鲜明地表现出两国之间在生产领域所开展的激烈争夺。大约在 1900 年开始的现代物理学对技术与产业，或者说对科学与产业之间的关系也产生了深远的影响。终于使原来未曾考虑对人类生活的实际影响的抽象科学思想

---

<sup>①</sup> 这一序言是本书初版时的序言，当时编者决定只出版五卷，后来又以 20 世纪为中心出版了第六、七卷——译注。

第一次给人类带来的意外的恩惠，使人类发现了前所未有的自然资源，这种自然资源与根据经验发展起来的古老技术所期待的自然资源，在种类和规模上都是完全不同的。

这一卷是在开始出现上述的巨大变化以前结束的，因此不仅没有论述这些巨大变化，甚至在大多数情况下，也只能论述一些各种工业中所采用的工艺过程和方法的最初轮廓。其原因之一是因为这些技术比较复杂，若要对它们进行详细的论述，需要花资大量篇幅。然而，更主要的原因，是因为它们的科学和经济背景也变得越来越深奥了。若要充分地阐述化学家是如何利用他们的理论洞察力来实现一种新的合成方法，并把它转化为实际的工业应用；要讨论为什么要把一种机器应用于某一范围内的某种特定的目标，而把另一种机器应用于另一范围的原因；要研究为什么能在各个方面不断地以很快的速度涌现出大量的发明和技术成就的原因，就要求读者和我们自己具备各个专业领域的综合知识，这是任何人都无法做到的，本书涉及对广泛的科学技术领域进行综合和解释，这是现代的要求，我们希望这本《技术史》能为满足这种需求奠定一定的基础。

工业和产业的各个部门不受科学发现结果的影响而依旧存续下来几乎是不可能的。因此，应用科学的重要性乃是本卷的突出主题，这样的事实特别在新兴的工业部门如化学工业（第 11、14 章）和（第 9 章、10 章）表现得最为显著。在老工业中出现的一些新工艺也是如此。例如金属提炼新工艺，这些新工艺的应用已经变得越来越重要了。然而，工业对科学的依赖性仍然受偶然性支配，在某些基础制造业中，如在炼钢业（第 3 章）和造船业（第 16 章）中，已经出现了技术上的巨大进步，劳动力得到了节约，规模也在扩大，而且产品也比过去更加适用了。但是在这些产业中，经验仍然起着很大的作用，而且其进步的取得主要是靠工匠所积累的经验、企业管理者的进取心和设计者的技巧，主要不是科学的洞察力。虽然在这样的企业中也雇用了为数不多的科学家，但他们很少参与产品和设备的设计研究。我们在第 33 章中将讨论除科学之外影

响工业增长的其它一些因素。在合成染料工业中，尽管科学研究成果是专为工业目的而开发出来的，但偶然性仍起很重要的作用。在电信技术的历史中，科学地分析问题和寻求解决问题的方法确实占支配地位，但在内燃机（第8章）和飞机（第17章）等新的技术行业中，则主要应归功于创造性地总结经验 and 坚持不懈地进行反复试验，而不应归功于已有的科学理论。理论可能是某一技术成就的产物，而不是它的先导。

到19世纪后半叶，任何一个国家的技术熟练程度以及由此带来的工业竞争力，越来越直接地取决于它所拥有的科学家和技术人员的数量及其国民的普及教育的水平。那些无视教育，尤其是技术教育重要性的人，必须对英国这一时期内的相对衰落负主要的责任；因为英国国民的智力程度仍然停留在工业革命第一阶段的水平上。这确实是我们现在应该吸取的教训。科学家和技术人员对工业控制的程度越高，就越需要更迅速地扩大这一队伍。因此，在第32章中，我们将专门研究教育的发展以及它与工业发展的关系。

教育的变化与科学是通过工业以一般的方式或许是不可预料的方式来影响社会的一种例子，当然还有许多其它的事例。因此，科学的应用产生了许多新工业上的麻烦事情，如化学工业就是如此。“自由放任”政策末期所出现的恶果迫使政府对这些工业实行法律的控制——尽管由于不愿意随便扔掉那些还有潜在价值的材料，制造商也能起到和法律控制相同的好的作用。科学对解决城市供水和环境卫生（第23章），对提供足够的粮食储备（第1、2章）以及交通运输等方面所起的作用缓解了城市生活带来的危害和不便。科学既能指出工业生产过程中的危险和弊病，同时又能防止产生这些危险与弊病的各种途径。假如篇幅允许，我们会更加详细地分析在工业化社会中医药卫生事业和科学技术之间的相互关系，但现在只能简要地谈及一些这方面的突出事例，同时也提供一些新兴化学工业对医学作出过贡献的例子。

工业革命的第二阶段对西欧和美国大部分居民的生活产生了

比第一阶段更直接、更有益的影响。工业革命的最初的社会影响是使工厂和矿山的工作条件苛刻到几乎无法忍受的程度，也使人们的家庭生活变得贫困了。而19世纪后半叶的科学工业则对减少危险、困苦和肮脏做出了重大贡献。便宜的交通费用使数百万居民得以离开欧洲、俄国以至亚洲的萧条地区，去到富有前途的新大陆谋生。大规模地采用动力和机器使劳动变得轻松了——但是因而葬送了大量古老的手工艺。便宜而明亮的人工照明结束了只靠太阳光照明方式。印刷品已经人人可得(第29章)，可以说这奠定了大众民主的基础。甚至最贫穷的人也能受益于新材料、更多更好的食品和改善了居住条件。对于富裕的人们，照像术(第30章)、可乘坐的气球(第17章)和机动道路交通(第18章)等大量的新技术产物则提供了丰富多彩的生活方式。

尽管当时还很少有人意识到，但实际上人们的日常生活已经带上了技术的色彩。正因为如此，编者认为可以稍超出一点本书前几卷限定的范围，讲述一下新技术对人类的各种影响，第34章正是为此而添加的。

世界技术史的另一个重要主题是西方的技术和生产方法在欧洲以外的国家中确立的问题。这也是发生在19世纪下半叶，其中最引人注目的事件出现于1868年以后的日本。但是，考虑到最初的方针，编者决定略去对这一重要历史过程的详尽讨论，因为在这段历史时期内，这一史实只是一次直接的模仿过程。然而，值得注意的是，在西方以外，首先是在美国，其次是在俄国，技术上的发明和发展在技术史中所占的地位越来越重要了，这在本卷的每一章中可以看到。

本卷能够选用的插图配合说明技术性较强的内容，要归功于有关作者的大力合作。编者还要再次向大英博物馆、剑桥大学图书馆、伦敦图书馆、专利局图书馆的工作人员表示感谢，因为他们不仅从其丰富的馆藏中为我们复制了这么多的插图，还协助我们做了细致的编辑工作。帝国化学工业有限公司的图书馆人员也为我们提供了大量难得的资料。我们还要再次感谢D. E.伍德尔(D. E.

Woodall)先生,他以娴熟的技能,为使本书具有资料性价值承担了大部分的技术性工作。和在第三、四卷中一样,本卷的索引是由M. A. 亨宁斯(M. A. Hennings)小姐编辑的,她曾以对细节问题准确无误的注意力,及时发现了好几处需要更正的小差错。

编者还必须再次向为完成这卷书做了大量基础工作的其他几工作人员表示感谢,她们是:D. A. 保尔(D. A. Peel)夫人, M. 里夫(M. Reeve)小姐, J. R. 佩蒂(J. R. Petty)小姐和 J. V. 伍德沃德(J. V. Woodward)小姐。

在完成全书(不只是这一卷)的编辑工作时候,编者乐意,而且有责任向所有这部书得以问世的人表示最热情的谢意。首先要感谢帝国化学工业有限公司,如果没有该公司的经济资助,这项计划是决不会成为现实的。这一极具有开拓性的出版项目固然主要是由编者来完成,但若没有各方面的协助也是不可能实现的。我们应该感谢我们的撰稿人,他们欣然接受了编者的提议。我们还要感谢本卷和前几卷的编辑人员、秘书、以及克拉伦敦出版社的工作人员,感谢我们的插图绘制人员,以及许多在我们遇到难题时慷慨地献出他们的时间的那些专家们。我们还要感谢(W. Worboys)爵士,他作为帝国化学工业有限公司的董事,在完成这一出版项目的8年中给了我们最积极的支持和鼓励。

C. 辛格

E. J. 霍姆亚德

A. R. 霍尔

T. L 威廉斯

(吕强译 杨崇坤 校)

## 原作者 6—7 卷序

这套技术史前五卷是在 1954—1958 年这段时间出版的。在第五卷的绪言中我与当时的合编者查尔斯·辛格(Charles Shinger)、E. L. 荷尔姆亚德(E. L. Holmyare)以及 A. R. 霍尔(A. R. Hall)一起列举了一系列的理由,说明为什么不可能将该技术史只写到 20 世纪。而现在,读者们读到了继前五卷之后的第六卷、第七卷,所以他们完全有理由提出问题:到底发生了什么使编者们的结论改变了?

我们当时提出的一个理由是,要把 20 世纪包括进来,所需要的篇幅会超过我们能负担的范围。这一点从当时来看,毫无疑问是正确的。我们当时能得到的编完前五卷的津贴已经全部用完。而当时还看不出对这样一部重要的著作的需要量能否足以维持该书自足。后来,事实证明我们的估计错了。对该书第一版的需要量就超过一开始我们最乐观的估计数目的好几倍。不仅如此,该书除了在美国由科学社图书馆大量印刷发行外,还有意大利文和日文版。因此,尽管我们发现,要象前五卷回顾从人类有史以来直到 1900 年的技术史一样来论述 20 世纪的前 50 年各个领域的发展情况,还需要两卷而不是一卷的篇幅,但以上事实说明,这样做不仅是受欢迎的,而且可行的。

当时认为应把 1900 年作为技术史终点的另一个理由是,要对新近发生的事件作出评价,指出其中哪些是具有历史意义的,哪些是不具有历史意义的,绝非易事,存在着公认的困难。时间的推移本身,在某种程度上减少了这一困难。假如我们在当时就试图把技术史写到 1950 年,那就不是写历史,而是在写时事了。而现在,到了 70 年代后期,我们至少具备了这样一个有利条件,即离我们将要对其进行评价的这个新时期(1900—1950 年)的最后一年,也

已经过去了四分之一世纪。这一时间也许不算长，但综述人类其他方面活动的史学家们，近来愈来愈愿意记录并评价比较过期的事件。这也许可以鼓励从事技术史编写的史学工作者们相信自己也能做类似的事情。

当时我们要把技术史写到本世纪初就停止的第三个理由是认为，要用现在这两卷所采用的、相对来说非专门的方式来陈述近期的技术发展是不可能的。这一观点至今仍是正确的，尽管我们当时过多的估计一些技术领域的困难。又是由于时间的推移，这一情况在某种程度上发生了变化。20世纪的技术成就，尤其是这些成就对第二次世界大战进程的巨大影响，使各国政府再也不怀疑科学对于增进人类的物质繁荣（这种繁荣又说明了社会的进步）的巨大的潜力及其巨大的战略重要性，政府对科学的重视反映在学校教育的迅速发展方面。具体做法是：既拓宽基础，又强调培养学生在数学方面的能力和对基本科学原理的理解能力。重视教育这一运动已实施多时，至今已产生了一代新的读者，他们能理解一定程度的专门论述，而对此他们的前辈是很难理解的。再者，今天的读者的兴趣也极大地变化了。原来的五卷主要以告诉读者制成了什么东西，它们是如何制造的为满足。但是，今天由于经济、社会、政治等因素对于技术发展地显而易见的影晌，使人们对这些方面的兴趣日益增长，这一点是不能忽视的。虽然这些方面的问题各不相同，情况复杂，而它们相互之间的影响更为复杂，但它们都是普遍关注的课题，也是引起争论的主题。要把这些问题向一般读者解释清楚虽然不容易，但属于另一种类型的困难，它们比起要解释纯科学问题所出现的困难要容易克服些。

当然，这些非技术因素与技术的相关程度到底有多大，是个有争议的问题。有一种极端的看法，认为综述历史不要面面俱到，对各方面的考虑都得与假定的意义大致相称。我不同意这种观点。我认为，在某种程度上，对某些部分进行专门论述是不可避免的。我们可以利用由此而积累起来的知识，提供各种更广泛（但不是透彻的）的综合。然而，我也同样不赞成另一种力图将技术史完全地与

外界环境分割开来的狭隘观点。不能回避的事实是，技术的发展常常深受外界事件的影响。例如，没有人会怀疑，在是没有第二次世界大战，原子能的开发，将完全会另一种情况，无疑，原子能的开发，也根本不会成为这两卷中的重要章节了。总的说来，技术史影响着世界上其他事件，而同时又受到这些事件的影响。毫无疑问，事件的意义，即引起这些事件的原因，以及由此而来的结果，与这些事件本身一样重要，一样引起人们的关注。假如人们相信，过去的教训是对将来的行动指南，这一观点将越来越通用。为了强调这一点，在这两卷的开始部分，对世界史进行了简短的回顾，目的是要读者在阅读后面章节中具体的、分门别类的论述时，记住这些事件发生的背景。

这些就是当时考虑的主要原则。但要把它变成可行的计划却是一项长期的、艰巨的工作。有人天真地认为，依靠过会的经验，最终会出现一个完美的方案。在此方案中，每一个要考虑的主题，都得到合理的安排，既避免重复，也不会杂乱无章，就好像没有希望变成晶体的沉淀物突然在试管里变成了一些闪闪发亮的晶体。然而，现实却完全不同。没有什么计划是完全理想的，虽然其中有些安排确实明显地优于另外一些。某些内容可以使用不同的标题。例如，肥料这个项目既可列入用化学工业生产肥料这一标题内，也同样可以放在肥料在农业上的应用这一标题下。同样地，对于聚合物，我们也必须既把它当作原材料，考虑其制造，又要考虑它们后来转变成衣料、电气器材、家庭用设备和油漆。我们到底是应该把所有这些不同方面一起来考虑，还是应该把它们分列在不同的，有关化学、农业、纺织、电气、油漆等工业的章节里呢？另外，如果只考虑重复会浪费宝贵的篇幅，那么，从理论上讲，应该避免重复。可是，实际上，你想既不破坏各个章节的统一性、完整性，而又根本不出现重复，是办不到的。最后，在安排任何主题时，还得考虑撰稿者方面的因素，既要考虑他们的实力，也不能忽略他们的局限性。

另一方面，还有篇幅的长度。比如说，有一种是根据有关的技术的经济价值来分配篇幅的。可是某些基础工业（例如煤炭、玻璃、



制陶)的技术与化学工业或者是新兴的电子工业相比,总是简单的。所以,我的作法是,根据稿件收到之前我们的估计,在分配篇幅时,既考虑主题的重要性,也考虑到把该主题论述清楚的需要。

最后,还有内部的不一致性问题。当然,最理想的是,对于简单的事实,例如日期、人名、地名等等,不应该出现不一致。避免这些混乱,本来就是编辑的任务。可是,还会出现较难处理的第二层的不一致性。例如,由于各种各样的原因,作者获得统计资料的来源不同,这些来源之间有时会相互矛盾。还有更深一层的的一致,对此,我们更难评价谁是谁非。这种不一致性,是由于观点的冲突而引起的。例如,在评论技术创新的基本原因,或者评价政府管理的影响时,就会产生这种不一致性。一般说来,这说明了这样一个事实,即该问题还在发展过程中,还大有可争议的余地。这种情况编辑不应该要求唯一的解释。读者有权得出他自己的结论。

考虑到所有这些限制,有必要采用一种切实可行的解决办法。尽管我个人希望不遗漏主要的专题,但是,我无法对下列情况负责:第一,少量的重复;第二,在论这个别题目时发生的稍稍偏离了上下文的现象;第三,某些撰稿人之间不同的观点。在安排这样一项工作时,是会出现无休止的争论。既然要开始做这项工作,就一定要采取一项坚定不移的决定,并且坚持下去。象前五卷一样,这两卷也不宜称是权威性的历史著作。编辑此书的目的,只是想提供一个一般性的大纲使之作为专业性较强的研究的基础。

从这几卷新书的观点看来,必须承认,战后科学技术的发展,并不总是有益的。25年前,人们普遍认为,科学技术是不会走入歧途的。人们还认为,增进物质繁荣(这是社会赖以进步的基石)的可能性是无止境的。后来,事实证明,那时的盲目乐观是没有道理的。尽管技术进步了(或者如某些人所认为的,因为技术进步了),世界仍然了冲突不和。新的世界大战一直没有爆发,从这个意义来说,世界上维持着一种不稳定的和平。但是,人类之间普遍存在的兄弟关系比以往任何时候都疏远了。现在,工商业衰退和通货膨胀几乎成了全世界范围内难以解决的问题。在这种情况下,为技术史这新