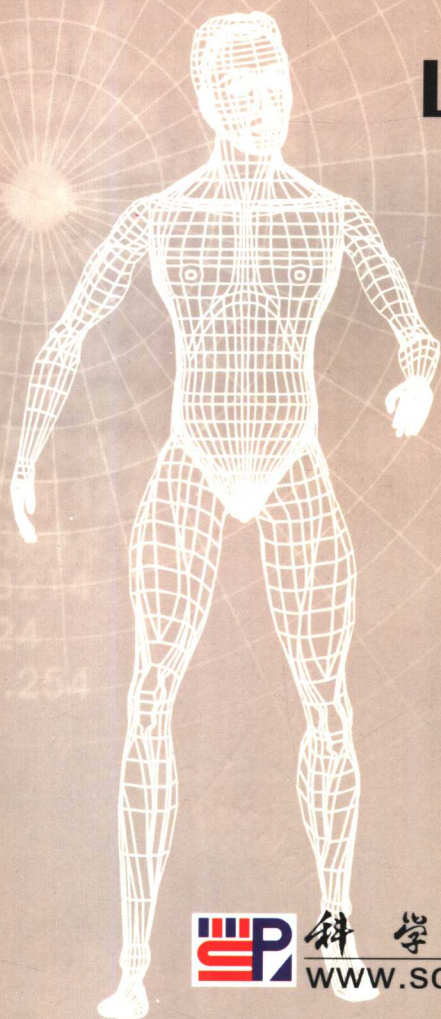


山西大学科学技术哲学文库

# 「技术 解释 研究」

张华夏  
张志林 著



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

山西大学科学技术哲学文库

# 技术解释研究

张华夏 张志林 著

本书受国家重点学科教育部人文社会科学重点  
研究基地山西大学科技哲学研究中心基金资助

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书从科学与技术的划界问题切入技术哲学研究,并从认识论和逻辑学角度阐述了技术认识论的基本问题及其逻辑和方法论基础。在此基础上,着重探讨了技术行为、技术规则和技术客体的各种解释模式,提出了一个统一的技术解释的理论模型。

本书适合高等院校师生及从事相关专业的人士参考阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

技术解释研究/张华夏,张志林著. —北京:科学出版社,2005

(山西大学科学技术哲学文库)

ISBN 7-03-014502-X

I. 技… II. ①张… ②张… III. 技术哲学 IV. N02

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第117876号

责任编辑:孔国平 王剑虹 / 责任校对:朱光光

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2005年3月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2005年3月第一次印刷 印张:11 1/2

印数:1—2 000 字数:224 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

## 《山西大学科学技术哲学文库》编委会

**主编** 郭贵春

**编委** (以姓氏笔画为序)

孔富安 成素梅 乔瑞金 杨小明

李 红 李树雪 张培富 郭贵春

高 策 殷 杰 阎 莉 魏屹东

## 目 录

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| <b>第一章 基于科技划界的技术哲学研究纲领</b> .....   | (1)  |
| 一、从科学与技术的区别看技术哲学 .....             | (1)  |
| 二、从科学与技术的联系看技术哲学 .....             | (5)  |
| 三、一种技术哲学的研究纲领 .....                | (11) |
| <b>第二章 关于技术和技术哲学的界定</b> .....      | (13) |
| 一、界定技术概念的方法 .....                  | (13) |
| 二、技术的定义 .....                      | (16) |
| 三、技术哲学的核心问题 .....                  | (19) |
| <b>第三章 技术认识论的主要内容</b> .....        | (21) |
| 一、科技划界与科学哲学和技术哲学的划界 .....          | (21) |
| 二、科学认识论与技术认识论的共同性 .....            | (23) |
| 三、技术认识论的特有范畴 .....                 | (26) |
| <b>第四章 技术陈述的性质和技术认识的逻辑基础</b> ..... | (31) |
| 一、技术解释的重要性及其认识论基础 .....            | (31) |
| 二、技术陈述的性质与类型 .....                 | (32) |
| 三、技术认识的逻辑与方法论基础 .....              | (40) |
| <b>第五章 技术行为与技术规则的解释逻辑</b> .....    | (48) |
| 一、技术行为的解释 .....                    | (48) |
| 二、技术规则的解释 .....                    | (53) |
| 三、胡塞尔、莱辛巴哈与技术认识的逻辑 .....           | (57) |
| <b>第六章 技术客体的解释</b> .....           | (60) |
| 一、技术客体的概念 .....                    | (60) |
| 二、技术客体的结构与功能 .....                 | (64) |
| 三、技术客体的功能解释 .....                  | (67) |
| 四、技术客体的结构解释 .....                  | (71) |
| 五、技术客体的进化论解释 .....                 | (76) |
| <b>第七章 技术解释的新控制理论和老休谟问题</b> .....  | (82) |
| 一、新控制理论 .....                      | (82) |
| 二、技术活动的控制论解释 .....                 | (86) |
| 三、技术解释中的“是”与“应该”问题 .....           | (91) |

---

|                                                         |       |
|---------------------------------------------------------|-------|
| 附录:技术解释的典型理论译述和评论 .....                                 | (98)  |
| 一、邦格的技术哲学 .....                                         | (98)  |
| 二、W. G. 文森蒂的《工程师知道一些什么,以及他们是怎样知道的<br>——航空历史的分析研究》 ..... | (118) |
| 三、克罗斯的技术解释理论 .....                                      | (139) |
| 四、K. Kornwachs 的技术形式理论 .....                            | (164) |
| 参考文献 .....                                              | (177) |

## 第一章 基于科技划界的技术哲学研究纲领

如果说作为独立哲学学科的科学哲学已有半个多世纪的历史,那么技术哲学作为一门独立学科只是正在形成。对于这门新学科的性质及其存在条件的认识,依赖于我们对科学与技术的区别与关系作何理解。如果我们将技术理解为应用科学或科学的应用,则对技术的哲学分析就可以纳入对科学进行哲学分析的范围,这就使得技术哲学被看作是科学哲学的组成部分。但到20世纪末,人们逐渐抛弃了50年代和60年代科学社会学界所持有的根深蒂固的科学→技术→经济发展的线性模式,主张技术有自己的独立范畴和独立规律,承认技术有自己特殊的本体论地位,这就为技术哲学这门学科的建立铺平了道路。因此,如何正确地分析和理解科学与技术的区别及其相互关系,不仅是技术哲学的主要内容之一,而且是技术哲学成为独立学科的前提条件。本章正是本着这种认识来研究科学与技术的区别与联系这一基本特征,以及它们的共生与发展的基本模式,并立足于这个基点,提出一种初步的技术哲学研究纲领。

### 一、从科学与技术的区别看技术哲学

什么是科学?参照科学社会学家、科学学创始人贝尔纳(J. D. Bernal)的定义,我们可以将科学理解为一种特殊的知识体系,一种特殊的社会活动和一种特殊的社会建制。<sup>①</sup>这种特殊的知识体系,指的是关于客观世界(非生命世界与生命世界、自然界与社会等)的事实及其规律的概括性和系统性的知识体系;这种特殊的社会活动,指的是科学工作者们为了追求真理,采取经验理性的方法(即实验的和逻辑的方法)进行的社会性的科学研究活动;这种特殊的社会建制指的是科学研究的活动是在正式的与非正式的科学社团中进行的;这种科学社团或科学共同体有特定的行为准则和行为规范。简而言之,科学乃是科学共同体采取经验理性的方法而获得的有关自然界和社会的规律性和系统化的知识体系。为了这个目的的活动叫做科学活动。这个定义也许能够将科学知识与人類的其他知识,如宗教知识、伦理知识与技术知识区分开来;将科学活动与人類的其他活动,如与政治活动、宗

---

<sup>①</sup> 贝尔纳说:“科学可以看作是一种社会建制;一种研究方法;一种知识的积累性传统;一种维持和发展生产的主要因素以及一种对人们有关宇宙的信念和态度的形成最有影响的力量。”(Bernal J. D. *Science in History*. London: C. A. Watts and Co. Ltd., 1954. 5 ~ 6.) 贝尔纳这里谈到的科学的五个特征中,后面两条指的是科学的外部影响。我们将他所谈到的科学内部特征做了重新表述。

教活动、技术活动和经济活动区分开来。

什么是技术？技术也是一种特殊的知识体系，一种由特殊的社会共同体组织进行的特殊的社会活动。不过技术这种知识体系指的是设计、制造、调整、运作和监控各种人工事物与人工过程的知识、方法与技能的体系。有时人们将各种人工的制品也列入技术的范畴，那是因为这些人工制品，如生产的设备和科学的仪器被看作是物化了的知识或知识的（非语言的）物质的表达，而技术这种活动指的是技术专业共同体的人们进行的设计、计划、试制、检验和监测各种人工系统的活动。<sup>①</sup>这样我们将技术看作达到某种实际目的，在实践中组织起来并加以具体化的智能手段。

这样看来，科学与技术至少在目的、对象、语词与社会规范上有着基本的区别。

（1）科学的目的与技术的目的不同。科学的目的与价值在于探求真理，弄清自然界或现实世界的事实与规律，求得人类知识的增长。当然科学归根结底会起到控制自然、改造自然、增长人类的物质财富的作用，但它的直接的和基本的目标是理解世界而不是改造世界，是解释自然而不是控制自然。它将控制自然、改造自然的目的与任务交给技术。技术的目的与价值与科学不同，它是要通过设计与制造各种人工事物，以达到控制自然、改造世界、增长社会财富、提高人类社会福利的目的。当然在技术工作中必须不断掌握和增长自己的技术知识，不断熟悉和运用科学的真理，但在技术活动之中知识不是作为目的来看的，而是作为达到设计、制造和控制人工事物这个目标的手段来看的。理解科学与技术目标上的不同是十分重要的。社会只能要求科学去创造知识，而不必苛求科学家去创造财富。有时科学不但不增加社会财富，反而要消耗大量的社会财富。例如，阿波罗登月计划作为一项研究月球的科学计划，它不但没有生产财富，还消耗了几百亿美元的财富，才把火箭和登月艇送到太空去，而且大部分物质财富被永远地丢失到太空去了。所以，不能用狭隘观点看科学的经济效益。宇宙起源、天体物理和基本粒子的研究似乎永远不能为我们生产面包与奶油，但它对于科学知识的增长来说比许多物质利益都更有价值。所以，可以对技术进行成本与效益的分析，却不能对科学进行成本与效益的分析。

关于科学与技术目的上不相同这个基本观念，早在古希腊时代就已经确立。亚里士多德明确指出，科学是研究自然实体和类的普遍性质与原因的知识，是为了自身的目的而存在（for its own sake），而技术即“关于生产的知识”，其目的在自身

① M. 邦格给技术下了一个这样的定义：“技术可以看作是人工事物的科学研究，或者等价地说，技术就是研究与开发（R&D）。如果你愿意，技术可以被看作是设计人工事物，以及在科学知识指导下计划对人工事物进行实施、操作、调整、维持和监控的知识领域。”

Bunge M. Treatise on Basic Philosophy. Vol. 7. Philosophy of Science and Technology. Part II. D. Reidel Publishing Company. 1985. 231.

之外(exist for other's)。在论述科学探索者及其活动时,他说:“由于他们探求哲理,其目的是为了摆脱无知,非常明显地,他们追求科学是为了求知本身,而不是为了任何功利目的。这一点已为许多事实所证实。因为当所有的生活必需品以及舒适与娱乐的用品都已经得到满足之时,人们便开始探求知识了。所以,非常明显,我们并不是为了其他目的而求知的。”<sup>①</sup>对于亚里士多德来说,衣、食、住、行、知皆有独立的价值,科学的目的是求知,技术的目的是求用,二者是不同的人类活动,而且科学高于技术,沉思高于生产实践。这种描述,除了体现亚里士多德轻视技术这种高傲态度以外,大概对于古代的科学(自然哲学)与技术的关系来说是合适的,它们后来构成了近代科学和技术产生的学术传统与工匠传统。

但是16~17世纪近代科学的出现在相当大的程度上背离了亚里士多德的观点和古代科学与技术的分立传统。科学不单依靠思辨,而且依靠干预自然的实验手段和技术,不单依靠亚里士多德所谓的“四因论”(质料因、形式因、动力因、目的因),而主要是依靠数学的定量方法去认识自然;而技术又逐渐通过运用科学的成果而向前发展。不过这种联系的加强并没有消除科学与技术的本质区别。到了19世纪下半叶,欧洲的科技发展情况变得十分清楚,一方面为了追求真理本身的“纯”科学,包括数学、物理、化学和生物学有了极大的发展,非欧几何的理论,光的粒子说和波动说的争论与光的电磁学说,化学的分子结构学说和周期表的建立,生物学中进化论的兴起和孟德尔遗传定律的提出都很难说它们不是为了追求真理的目的而是为了追求应用的目的而发展起来的。另一方面,工程技术依赖于科学大大发展起来,它发展了自己的化工技术、电气技术、农业技术等,却有自己独立的知识体系、教育体系以及技术学会和技术社团,并足以与科学的知识体系和教育体系以及科学的社团相抗衡。这些又进一步说明科学与技术是两种目的不同的人类活动形态,必须区分开来。这种区分时至今日也不能予以抹杀。

(2) 科学的研究对象与技术的研究对象不同。科学的对象是自然界,是客观的独立于人类之外的自然系统,包括物理系统、化学系统、生物系统和社会系统,它要研究它们的结构、性能与规律,理解和解释各种自然现象。而技术的对象是人工自然系统,即被人类加工过的、为人类的目的而制造出来的人工物理系统、人工化学系统和人工生物系统以及社会组织系统等。两者在存在的模式、产生与发展的原因以及与人的关系上,有着太大的区别:前者是自己运动的、自发发展的和自然选择的,并没有意识的创造者进行设计与实施;后者则是他动的,依赖于理性创造者而产生,依靠人工选择而进化发展,它是人们有目的、有计划、有步骤地设计出来的。人工事物的范围十分广泛,不仅包括人们用以进行生产的工具与机器,以及由此而生产出来的各种物质产品,而且还包括受人类活动影响的各种事物,非野生的

<sup>①</sup> Aristotle. Great Book of the Western World. Vol. 8. By Encyclopedia Britannica Inc. 1985. 500 ~ 501, 547.

动物与植物,人类创造的经济、政治和社会的组织,以及各种人工的符号系统。虽然所有这些系统的原初组成部分来自天然的世界,这并不是无中生有,但是,一旦它们按照人们的目的与需要被制造出来和组织起来,便产生了自己的突现性质,甚至可能出现突现的规律。例如,人工合成的新元素、新分子、新基因和人们制造出来的机器人,就有着自己的特殊的规律和特定的行为方式。现代人类不是生活在原始森林中,而是生活在人工“丛林”中。我们生活在其中的世界,大部分是由人工事物组成的。对于许许多多这样的事物,如果离开它们为了人类目的而设计出来的功能,就是不可理解的。只有认识到它们是人造的,以及人为什么为之和怎样为之,再加上认识到它的自然机制,才能理解它们、解释它们。所以它们与自然物分属于不同的世界:天然的世界和人工的世界。天然的世界发展到一定阶段产生出精神状态的世界,而精神状态的世界在一定发展阶段上,又产生出人工的世界。而人工世界一旦产生和发展,它便独立于天然世界,并反作用于整个天然的世界,其影响甚至可能破坏自然界的生态平衡。在讨论当代的科学与技术时,我们需要一个新的世界3(人工世界)的本体论概念。<sup>①</sup> 科学与技术的研究对象不同,就在于他们分别研究两个不同的世界。

(3) 科学与技术在处理的问题和回答这些问题时使用的语词方面有很大的区别。西蒙(H. Simon)在他的名著《关于人工事物的科学》一书中讲到,“科学处理的问题是,事物是怎样的(how things are)”,而技术处理的问题或“工程师及更一般的设计师主要考虑的问题是,事物应当怎样做(how things ought to be),即为了达到目的和发挥效力,应当怎样做”<sup>②</sup>。一个非常明显的例子是英国某工厂为解决人造皮革问题,找来了科学家和工程师。科学家(包括物理学家和化学家)所关心的是皮革的结构是怎样的,他们大谈天然皮革的三维空间分子结构是如何复杂,目前如何不能精确描述,所以合成皮革是没有希望的。他们没有考虑人造皮革的目的,以及人造皮革应具有什么功能。可是工程师和技术家却从不同角度提出问题:为了达到人们用皮革来做什么的目的,我们应该制造出一种什么样的材料,使其起到替代比较短缺的天然皮革的作用与功能;同一种人类的目的以及为此要求人造物所具有的功能,可以用各种不同的结构来达到。这样考虑问题是一种技术思维方式,或者说是一种技术精神。同样,对于一项技术来说,例如,一部汽车,设计它

① Davis Baird 在他的一篇论文“Encapsulating Knowledge: The Direct Reading Spectrometer”中坚决主张,关于思想内容世界,即世界3应包括工具或仪器(instrument)。他说:“I argue that Popper's third world should include instrument as well.”(PHIL & TECH 3;3 Spring 1998.1)波普尔的世界3本来是没有包含“工具”作为它的内容的,不过,在他的进化认识论中,在比喻的意义上,将蜘蛛的网,生物的器官与功能列入世界3中, D. Baird 由此推论,那作为人类外部器官的工具(exosomatic toll)也应包括于世界3中。这一扩展,使波普尔的世界3更接近于这里我们所说的“人工世界”的概念。

② Simon H. A. The Sciences of the Artificial. 2nd. Cambridge, Mass.: MIT Press. 1981, 5:132 ~ 133. 中译本:赫伯特·西蒙著·关于人为事物的科学. 杨砾译. 北京:解放军出版社,1985,5:118.

的工程师如果只了解它怎样运行则是无意义的或意义不完全的。因为设计者在设计时并没有这部汽车,它必须研究清楚它的目的与功能以及它应该怎样工作才能达到目的,这些才是他的有意义的或意义完全的知识。由于科学和技术所问的问题不同,就造成了所使用的逻辑和语言有所区别。在科学中出现的判断多为事实判断,而少为价值判断和规范判断,科学解释多为因果解释、概率解释和规律解释,而较少出现目的论解释和功能解释,因而它多使用陈述逻辑。但在技术中就不仅要使用事实判断,而且要做价值判断和规范判断;不仅要因果解释、概率解释和规律解释,而且更多地要用目的论解释和功能解释。因此,必须要发展出一种决策逻辑、规范逻辑和技术解释逻辑,这就是技术哲学所讨论的技术逻辑有别于科学逻辑的地方。由于问题和回答问题的判断形式以及判断的逻辑有别,在技术中出现了科学中不出现或很少出现的语词,如“目的”、“计划”、“设计”、“实施”、“机器”、“部件”、“装配”、“效用”、“耐用性”、“质量”、“成本与效益”等,这些语词都或多或少与人类目的性概念相关,与科学语词的“价值中立”特征迥然不同。

(4) 科学与技术在社会规范上不同。科学共同体的基本规范,主要是默顿(R. Merton)总结出来的四项基本原则,即普遍主义(世界主义)、知识公有、无私利与有条理的怀疑主义。<sup>①</sup>可是,这四项基本原则对于技术社会共同体并不完全适用。科学是无国界的,它的知识是公有的、共享的,属于全人类的。可是技术是有国界的,未经公司或政府的许可是不能输出的。技术的知识,在一定时期里(即在它的专利限期内)是私有的,属于个人或雇主的。科学无专利,保密是不道德的,而技术有专利,有知识产权,泄漏技术秘密、侵犯他人的专利与知识产权是不道德的,甚至是违法的。当然,技术共同体与科学共同体也有共同的规范,例如,怀疑精神与创新精神、竞争性的合作精神、为全人类造福的精神即科学利益、企业利益与社会利益不能协调时,社会利益优先原则是新时代的科学精神和科学规范,也是新时代的技术精神和技术规范。

从以上的分析可以看出,区别于科学哲学的技术哲学是可能的与必要的。科学哲学是对科学进行哲学的反思,而技术哲学则是对不同于科学的特殊对象,不同于科学的技术概念、判断和推理,不同于科学的技术规范和技术价值体系进行哲学反思。因此,随着人们觉察到技术知识领域应从科学知识领域分离出来,技术哲学从科学哲学中分化出来的时期便到来了。

## 二、从科学与技术的联系看技术哲学

以上讨论的科学与技术的划界问题是从科学与技术的连续统中截取两极用二

<sup>①</sup> Merton R K. The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations. edited by Norman Storer. University of Chicago Press, 1973. 267 ~ 278.

分法来加以分析的。这并不意味着在现实世界中我们能够将任何一种科技活动都可以做出非此即彼的划分:不是科学活动就是技术活动。设计和创造一个核反应堆,研究 $^{235}\text{U}$ 裂变时放出几个中子,能否造成链式核反应,以及由此推算 $^{235}\text{U}$ 爆炸的临界质量是多少,这是科学研究还是技术研究呢?研究广州市某些工厂排放出来的污染物对广州生态环境造成什么影响,在什么程度上是科学研究,又在什么程度上是技术研究呢?一种科学仪器的制造是科学活动还是技术活动呢?至于科学家和技术家的划分就更不可能有截然的界限了。例如,在科学家与技术家之间基本上有三种典型的人物:①波尔们和爱因斯坦们。他们的主要工作是从事物理学的理论工作,是典型的纯科学家类型。②爱迪生们。他们的主要工作是从事技术革新和技术发明,在理论上并没有什么建树,他们是典型的技术家。③巴斯德们。巴斯德既研究了微生物和自然发生论进行了激烈的理论论战,同时又坚持不懈地研究了酿酒业中的发酵问题,从而为法国酿酒业的发展做出了贡献,还长期研究了蚕病的原因和解决方法,从而“拯救法国的丝绸工业”<sup>①</sup>。他提出了人类疾病的病菌说这个基本理论,同时又是一名伟大的医生,治好了2500个狂犬病人,并且获得了巴斯德消毒法的专利,但他没有拿它去发财,而是为大众的利益放弃了它。像美国的奥本海默、中国的邓稼先都是属于巴斯德们的行列。所以科学与技术,科学家与技术家和工程师,本来就是一个交集,是相互区别的又是相互联系的。不过值得注意的是,这个交集彼此都不能覆盖对方的核心部分,否则科学与技术便融为一体。所以,在科学与技术的划界问题上,我们采取了建构型非本质主义的立场<sup>②</sup>。

科学与技术,这两种相互区别的人类文化活动,时而密切,时而分离。本章第一节讲到科学与技术在19世纪末有两极分化的趋势。从科学方面看,它的发展好像是生长在潮湿土地上的竹笋,一节节地向上拔高,又好像是在跑道上起飞的飞机,从实际的地面向上飞翔,越来越脱离实际进入抽象的想像的空间。19世纪末20世纪初发展起来的相对论和量子力学,以及与此相联系的宇观物理学和微观物理学,好像离技术的应用十分遥远。而另一方面,技术家们特别是一批爱迪生们,发展了自己的工业、自己的专业组织和自己的社会规范,他们尽管被科学家们看作是“肮脏的人”,而他们却把科学家们看作是“古怪的人”,好像要与科学相抗衡似的。可是科学与技术发展到20世纪40年代和50年代,那些最抽象的理论取得了最实际的应用,如原子弹的爆炸和原子能的开发就是一个明显的例子。特别是这时兴起了第二次工业革命,在下列三个方面使科学与技术密切结合起来:①新的工业革命引进了以科学为基础的技术;②新的产业普遍建立了工业实验室或研究与开发(R&D)实验室;③世界上各种各样的大公司雇用了大批的科学家为技术服务。

① 洛伊斯·N. 玛格纳. 生命科学史. 武汉:华中理工大学出版社,1985. 341。

② 张志林,陈少明. 反本质主义与知识问题. 广州:广东人民出版社,1995. 46。

这时,科学与技术的关系密切到这样的程度,以至于一些科学哲学家和科学社会学家开始建立科技发展的线性模型。他们将技术仅仅看作是科学的应用或应用科学。他们认为,只要科学问题解决了,在技术上或迟或早地总会得到应用,从而推动经济发展。这个模型叫作科学→技术→经济发展的线性模型<sup>①</sup>。与这个模型相适应的是科技发展战略侧重于基础科学的投资而忽略技术开发的风险投资。此模型具有一定的合理性,因为,我们既可以拿出许多现代技术的实例说明技术创新与技术发现来自科学问题的解决和科学研究的结果,又可以拿出许多例子说明,随着社会的物质生产手段的提高,从科学发现到取得科学应用的周期越来越短,以此作为线性模型的根据。但是,我们又必须注意到这个模型的过于简单和片面。它的缺点是:①忽略了现实生活中有许多技术上的发明与创新并不来自科学的新发现或科学理论的启示,而是来自经验性的或半经验性的发现以及来自技术知识的积累。这种技术知识独立于科学,有它自己的生命。在英国,X射线发现三天之后,还不知道它是什么东西,在科学上它还是个未知数的时候,就已经被美国医院用于透视了。大多数的中药,在科学上还搞不清楚它的成分、结构与机理的情况下,早就用来治病了。这些都是 K. Kornwachs 所说的“Know how without know why”<sup>②</sup>。这些都不符合线性模型。在这里我们看出自然科学理论是不是技术知识的核心这个问题本身都是值得研究的,科学本身是不是总是技术的先导本身也值得怀疑。②它忽略了从发现(包括科学的发现)到技术上实现和经济上可行是一个极为复杂的过程。其中有许多中间的环节对于技术的目的,即制造人工的事物(人工装置、人工过程和人工状态)以满足人类需要来说,很可能是关键的东西,比起科学发现来说更为重要。在科技投资中有 70% 的投资用在这里而不适用于基础科学和科学发现的研究。例如,在我国要将人送上月球,所要解决的问题主要不是科学问题,而是技术问题与经济问题。又如在科学与技术的历史上,在弗莱明和钱恩发现了青霉素和霍奇金查明它的分子结构之后,要能大量生产出一种实用的青霉素药物,在英国足足花了 100 万英镑,主要解决的问题不是科学问题而是技术问题,即如何大规模合成青霉素的衍生物氨苄青霉素问题。1926 年斯托丁杰弄清了塑料的分子结构后,经过十多年的努力,花费了 2000 多万美元,才能制造和大批生产尼龙纤维。这当中也是主要解决技术问题即如何设计和搞出一套高工艺的生产流程和化学方法来生产尼龙材料和拉出尼龙纤维。所有这些又都表现出而且从动态上表现

① 曾任英国皇家学会会长的 P. M. S. 布拉克(Blackett)最明确地提出这个模型。他说“用一个精简的公式来表示,成功的技术创新可以设想为由下列相关的步骤序列组成:纯科学、应用科学、发明、开发、构造样品、生产、市场销售与赢利。”而曾任美国商业部长的霍洛蒙(J. H. Hollomon)则提出了另外一个线性模型。他认为技术创新的序列是“需要、发明、(由政治、社会和经济因素制约的)革新、(由工业的组织特征和刺激决定的)传播与采用”。(Richards S. *Philosophy and Sociology of Science*. Basil Blackwell. 1985. 126.)

② Kornwachs K. A Formal Theory of Technology? *PHIL & TECH* 4:1 Fall, 1998. 54.

出,技术过程本身具有自己的区别于科学的独立生命、自身的发展模式和自身的发展规律。线性科技发展模型恰好忽略了技术的独立自主性。<sup>③</sup>有些学者提出一个世纪以来从科学发现到生产应用的平均周期越来越被缩短的科学社会学经验规律,是很值得怀疑的,以至于科学社会学家齐曼说:“但是一种发明的‘构想’仅仅只是开端,要发展到公开销售的阶段需要很长一段时间。在现代这样一段时间耽搁约为10~15年,不比前几个世纪短多少。”<sup>①</sup>

到了20世纪90年代,技术史和技术哲学研究有了相当的发展,一些技术哲学家不满科技发展的线性模型,提出了科学发展和技术创新的多种模式和非线性模型。这里只介绍文森蒂(W. G. Vincenti)关于技术开发过程的设计概念和里普(A. Rip)关于科技发展的双分支模型(two-branched model),由此来看看技术哲学是怎样从技术的认识论结构及其发展规律性的研究中生长起来的。如上所述,技术有自己区别于科学的独立生命,因而技术活动的过程有自己独特的范畴。技术活动就是人类有目的地创造人工事物的设计、制造与操控的过程。技术开发与科学探索活动不同。科学研究从科学问题开始,为解决问题、解释现象而提出假设,再对假说进行经验的检验与理论的评价,从而提出新问题,构成一个研究周期;但是技术开发从技术问题(满足一种需要或实现一种预期)开始,并不是提出假设,而是提出各种不同的设计,然后对不同的设计进行模拟与检验、评价与选择,进而加以实施或制造,从而提出新技术问题。在这个技术开发过程中,设计是一个关键的概念。美国斯坦福大学文森蒂教授在1990年出版的著作《工程师知道一些什么,以及他们是怎样知道的——航空历史的分析研究》一书中和1992年发表的“工程知识,设计类型及其等级层次”一文中指出:“常规设计是工程事业的主要部分……这样大量的和广泛的活动,如果没有认识论的重要性那是很反常的。”常规设计有两个基本的概念:①操作原理。它说明“某个装置是怎样工作的”,即“它的特征部分怎样在组合成统一的操作中实现它的特别功能以达到所追求的目标”。飞机设计的操作原理就是由燃料推动和空气阻力引起的上升力与这种运载工具的重力之间的平衡原理。②常规型构。它说明“这个装置的形状与组织像什么”,以便最好的实现操作原理。例如,飞机的型构就是前方引擎、尾部方向盘以及双翼或单翼等。文森蒂说:“操作原理与常规型构提供了区别于科学和知识的工程之最为清晰的实例。它是可分析的,在某种情况下,它甚至是由科学发现所触发的,但这些科学发现决不包含它也不描述记录它。操作原理与常规型构通常是由发明家或工程师的洞察与经验的附加行动引起的。”<sup>②</sup>当然现代技术是以科学为基础的技术,对

① Ziman J. The Force of Knowledge. Cambridge University Press, 1976. 中译本:约翰·齐曼著. 知识的力量. 许立达等译. 上海:上海科教出版社, 1985. 190.

② Walter G. Vincenti. Engineering Knowledge, Type of Design, and Level of Hierarchy. In: Kroes P, Bakker M. Technological Development and Science in the Industrial Age. Kluwer Academic Publishers, 1992. 20 ~ 21.

操作原理和常规型构,应该并且可能给出科学原理解释。但运用科学原理和科学规律对技术原理和技术功能的解释绝不是亨普尔和奥本海默的 DN 模型,因为从 know why 是不能推出 know how 的。因此,必然有区别于科学解释的技术解释的模型、结构与逻辑。实际上有许多技术哲学家正在进行这方面的研究。<sup>①</sup> 文森蒂以及其他技术哲学家关于技术认识论不同于科学认识论,设计知识不同于科学知识的论述,技术解释不同于科学解释这些命题,可以用本章第一节我们讨论的人工世界不同于天然世界,它们分属于两个世界的观念加以解释。

由于技术活动有自己的独立历程,因此,我们至少可以将科学发展和技术开发看作是研究过程的两个分支。里普在他的《作为舞伴的科学和技术》一文中提出了他的科技双分支模型。他说:“这里我们将‘发现’作为未被分析的范畴。”由这个源头出发,分出两种不同的活动:“①开发(技术开发,过程控制以及反馈等)。②探索。它旨在通过科学研究增长理解。探索所得到的洞察,有时可以用以协助和改进开发(解难,理性化,以及协作技术范式的转换)。”<sup>②</sup> 这个双分支模型如图 1-1 所示:

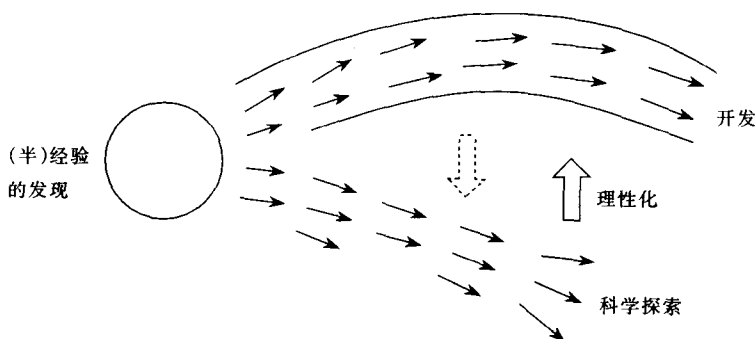


图 1-1 里普的双分支科技发展模型

前面说到的 X 射线的研究与开发,青霉素的研究与开发,中医药的研究与开发等都大体符合这个模型。里普在此基础上讨论了科学与技术的协同进化。他称之为“科技共舞”。

不过,科技共舞是有多种舞姿的,双分支模型并未能概括出共舞的不同花式。我们认为,单从技术这个“舞伴”的活动来看,它与科学共舞至少有四种舞姿:①科学理论导向型。即先有基础理论的解决,然后有应用的研究才导致技术的开发。

① Kores P. Technological Explanation: The Relation between Structure and Function of Technological Objects. PHIL & TECH 3:3 Spring, 1998. 18 ~ 35.

K Kornwachs. A Formal Theory of Technology. PHIL & TECH 4:1 Fall, 1998.

② Arie Rip. Science and Technology as Dancina Partners. In: P Kroes, M Bakker. Technological Development and Science in the Industrial Age. Kluwer Academic Publishers, 1992. 236.

原子弹的研究就是这种形式:量子力学和核物理的研究解决了原子核的结构问题,放射性元素原子核辐射的应用研究解决了 $^{235}\text{U}$ 发出中子的链式反应问题,随后指导原子弹的技术开发。②社会需要导向型或技术需要导向型。蒸汽机的发明与改进就是这种形式:矿井抽水的需要推动了纽可门蒸汽机的出现,随后是瓦特对纽可门机的改进,后来是热力学和热功效率的科学研究帮助蒸汽机进一步得到改进与发展。<sup>①</sup>③现象发现导向型。X射线的发现及其在医学上的应用,青霉素的发现以及人工合成氨苄青霉素的技术开发都属于这个类型。④日常改进型。一些重要的产品,如汽车、电脑或电视,每年从外观到结构上,都有一些改进。这些改进主要由技术自己进化的逻辑导致,无需科学的进步来加以促进,只需已有的一些科技知识就够用了。这四种模式如图 1-2 所示:

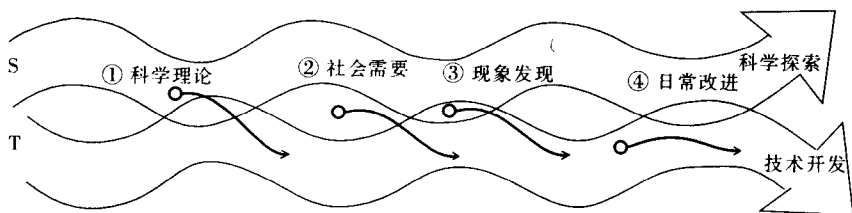


图 1-2 技术开发的四种模式

科学理论导向型,由理论问题的解决引出技术上的应用,在它的进一步发展中继续需要科学探索的支持。

社会需要导向型,由社会需要推动技术问题的提出和解决。在这个过程的阶段上,科学的支持起着重要作用。

现象发现型。这个现象发现,可以是科学家发现的,也可以是技术家或其他人发现的。作为技术开发的出发点。

日常改进型。从技术的日常问题开始,通过常规的设计改进工艺,改进解决步骤,对技术加以改良。

根据 S. Richards 的估计,技术开发的第②种形式(图 1-2)是大量的,它比起第①种来,要多出 2 倍至 3 倍<sup>②</sup>,虽然重大的技术革命多半由第①种形式引起。

① D. E. 司托克斯(Stokes)指出,日本的技术革新,大部分属于这种类型。他说:“近几十年以来,日本人在汽车和家电时常占据霸主地位,并非因为科学的进一步应用,而是因为他们通过了解消费反馈信息,结合价格因素,对产品的设计、制造工艺迅速进行微调,设计和生产出更好的产品。”(司托克斯,基础科学与技术创新,北京:科学出版社,1999,16。)

② 最近美国国防部做了一个统计,“在 20 种武器系统的几百个关键‘部件’当中,只有不到十分之一源自研究成果,不到百分之一来自不以国防需要为目的的基础研究。大多数武器系统的进步都是在现有技术基础上的改进,或者是意识到现存技术的局限性而产生的结果,而不是以研究为目的的开发活动的结果”。(司托克斯,基础科学与技术创新,北京:科学出版社,1999,47。)

科学与技术的共舞,还可以从科学这个舞伴的活动来加以分析。科学怎样在技术的促进下与技术协同进化呢?科学的发展模型也可以参照技术的四种舞姿来对称地加以分析:①技术促进型。由于技术问题的解决为科学提供可观察材料和实验手段而促进科学发展。望远镜的发现促进哥白尼太阳系学说的发展,当代射电望远镜促进宇宙学中天文规律的发现,英国19世纪动物饲养家和植物育种家的人工选择技术促进达尔文物种起源的提出等,都是这种类型。②社会需要促进型。技术发展迫切需要科学的介入进行解难从而引起科学的发展。例如,蒸汽机热级效率问题得不到解决而引起热力学理论的产生和发展,各种遗传疾病的治疗困难推动了基因科学的发展。③现象导引型。天然的和实验室中自然现象的发现推动科学理论的发展。例如,X射线、镭放射性等射线发现促成原子物理学的产生与发展。④科学自我完善型。仅仅由于科学自身问题的提出和解决而引起科学理论的发展。例如,卢瑟福原子模型的自身矛盾导致波尔原子模型的出现。这样,在科学探索的长河中,同样存在类似于图1-2的四条科学发展线。此外,还有人用双螺旋结构或“橄榄球比赛”模型来解释科学发展线和技术发展线之间的相互关系。

本节关于科技共舞的分析为技术哲学的研究提供了重要课题。它说明了技术的发展如同科学发展一样,有其自身发展独特的内在逻辑,而科学与技术彼此之间又有着密切关联。技术哲学必须研究技术发展的独特的认识论结构和独特的认识过程,以及技术的认识过程与其他文化,特别是与科学文化发展的关系。

### 三、一种技术哲学的研究纲领

基于以上分析,我们尝试提出一个技术哲学的研究纲领。在此研究纲领中,除了技术哲学的对象与方法这些原技术哲学问题外,技术哲学研究至少还应有下列六个方面的内容:

(1) 技术的定义和技术的本体论地位。技术是人类的一种特殊的活动,还是人类的一种特殊的知识体系,或是各种人造物的集合呢?甚至是三者都是呢?技术与自然和社会的关系如何?它是人们的一种工具,还是压倒所有传统与价值的自主的文化力量,还是一种并非价值中立的社会的建构呢?我们应该用工具的观点看它,还是用实质的观点看它,或是用批判主义的观点看它呢?我们是否需要创造一个新的世界<sup>3</sup>的概念来说明技术及其人工事物的本体论地位呢?这些问题都是属于这个方面的研究内容。

(2) 技术认识的程序论。技术认识程序可以设想为:①技术问题的提出。②设计方案的制定,包括设计与蓝图、比例模型、样机产品等。③技术评价与检验。④计划、实施与改进。运用技术史来研究技术程序时,波普尔的知识增长公式( $P-TT-EE-P'$ ),系统工程的认识程序论可作为我们研究的参考。