

技术系统论

TECHNOLOGY
SYSTEM THEORY

李喜先 等 著



科学出版社

www.sciencep.com

技术系统论

李喜先 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要运用现代系统概念、系统理论和系统观,从普遍存在的种类繁多的系统中,抽象出一个与科学系统紧密相关的技术系统,并将其作为一个他组织系统与自组织系统相结合的复杂系统,研究其特性、结构、功能、进化和环境,从而形成技术系统理论。

本书适合系统科学、科学哲学、技术哲学、科学社会学、技术社会学研究者,科技发展战略、科技政策和科技管理研究者,以及科技组织工作者和广大科教工作者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

技术系统论/李喜先等著. —北京:科学出版社,

2005. 1

ISBN 7-03-014696-4

I. 技… II. 李… III. 科学技术学 IV. G301

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 136930 号

责任编辑:姜淑华 马素卿/责任校对:包志虹

责任印制:白 羽/封面设计:黄华斌

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>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 1 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2005 年 1 月第一次印刷 印张:17

印数:1—2 000

字数:340 000

定价:45.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

前 言

1989年,在中国科学院、国家科学技术委员会(现国家科学技术部)、国家自然科学基金委员会和中国科学院出版基金专家委员会的资助下,我们开始本课题研究,其成果将形成4本专著:《科学系统论》、《技术系统论》、《工程系统论》和《知识系统论》。本书为第2本。

本课题由李喜先负责,并进行全书框架构思和审稿。

本书分上、中、下三篇,共15章。各章撰稿人员如下:

孔德涌研究员(原国家科学技术委员会政策体改司)撰写第13、14章

李喜先研究员(中国科学院科技政策局)撰写导论、第1、2章

李伯聪教授(中国科学院研究生院)撰写第6、15章

郑易生研究员(中国社会科学院数量经济与技术经济所)撰写第12章

金吾伦研究员(中国社会科学院哲学所)撰写第8、10章

袁向东研究员(中国科学院数学与系统科学学院)撰写第5、9章

胡作玄研究员(中国科学院系统科学所)撰写第4、11章

董光壁研究员(中国科学院自然科学史所)撰写第3、7章

董光壁审阅了第1、2、6、8、10章

金吾伦审阅了第3、11、12、13、15章

特别是,中国科学院科技政策局给予了本课题研究的多方面支持,我们衷心地表示感谢。

本课题研究,涉及很多领域,实质上是广泛地进行了交叉科学研究。可以说,这是一种新的探索,不当之处,恳请广大读者不吝指正。

李喜先

2004年5月8日

目 录

前言

导论.....	1
---------	---

上篇 总 论

1. 技术系统	5
1.1 技术	5
1.2 技术系统的涵义	12
1.3 技术系统的特性	20
1.4 技术系统与科学系统	21
1.5 技术系统与工程系统	23
1.6 技术系统观	23
2. 技术系统的结构、功能和环境	26
2.1 一般系统的结构	26
2.2 一般系统的功能	27
2.3 一般系统的环境	28
2.4 一般系统的结构、功能、环境之间的关系	29
2.5 技术系统的结构	29
2.6 技术系统的功能	32
2.7 技术系统的环境	34
3. 技术系统的演化	39
3.1 技术系统演化的逻辑结构	40
3.2 技术系统演化的历史结构	45
3.3 技术系统的文化地位演变	49
4. 技术的分类	55
4.1 技术的通常分类	56
4.2 技术分类的理论标准	59
4.3 广义技术	67

5. 技术的整合	70
5.1 技术整合在技术系统研究中的作用和地位	70
5.2 技术整合的发生机制	73
5.3 刺激-反应机制	78

中 篇 分 论

6. 自然技术	85
6.1 能量技术	86
6.2 信息技术	86
6.3 物质技术	88
7. 社会技术	105
7.1 社会技术系统的结构	106
7.2 社会技术系统的功能	110
7.3 社会技术系统的演化	114
8. 思维技术	118
8.1 关于思维的本质	119
8.2 思维方式的特征与类型	120
8.3 思维方式的演变	125
8.4 思维技术	129
9. 数学计算技术	136
9.1 数学计算技术的来历与构成要素	136
9.2 数学计算技术的历史回顾	137
9.3 思维技术在密码通信中的作用	140
10. 复杂系统技术	147
10.1 复杂性的涵义	147
10.2 复杂系统的特征	151
10.3 各领域中的复杂性	154
10.4 复杂系统技术的应用	157

下 篇 应 用

11. 技术预见	163
11.1 从技术预测到技术预见	164
11.2 技术发展的历史状况	168

11.3 常规技术的预见	171
11.4 生存技术的预见	173
12. 技术评估	180
12.1 技术乐观主义和市场主导的技术评估	180
12.2 对技术价值的反思	187
12.3 技术评估	193
13. 技术创新	199
13.1 创新概念	199
13.2 技术创新概念	200
13.3 技术创新的特性	200
13.4 原始性创新	202
13.5 体制机制创新	202
13.6 组织管理创新	203
13.7 技术创新与全球化	204
13.8 一个技术创新和区域创新的成功范例——美国硅谷	205
13.9 技术创新管理	209
14. 技术政策	212
14.1 政策概述	212
14.2 一般技术政策	212
14.3 论中国技术政策	213
15. 技术与社会	248
15.1 技术与社会	248
15.2 技术系统的自主性和社会建构性	250
15.3 技术与社会互动	252
15.4 技术与制度	254
15.5 技术乐观主义、技术乌托邦主义、技术悲观主义和技术现实主义	256
15.6 技术进步和人文关怀	260

导 论

系统思维方式在现代科学思维方式中已成为主要的思维方式,它是在系统概念、系统理论和系统观的基础上形成的崭新的思维方式。它遍及广泛的科学和技术领域,从而成为当代最普遍的科学思维方式。由此,我们主要运用这一有效的、先进的思维方式,犹如抽象出科学系统那样,从人类创造的文化母系统中抽象出一个技术系统,并将其作为思维对象——认识客体。

尽管有多视角对技术的反思,但我们着意从系统观对技术的反思,即从多层次上来研究这个系统,并作为他组织系统与自组织系统相结合的复杂系统来探讨,包括其结构、功能、环境和演化等,以得出一些规律性的认识,使我们确立起技术系统观。

一、多视角对技术的反思

从多种视角,包括历史的、工程学的、哲学的、人文科学和社会科学的观点,对技术的反思早已开始,从而形成了技术史、技术哲学(主要含工程学和人文科学观点的两类)和技术社会学。

从历史的观点,研究技术的起源、发展以及与科学等的关系,形成了技术史、技术与文化史、科学与技术史等,这包括由英国辛格·霍姆亚德和霍尔编著的多卷本《技术史》和由法国多玛编著的4卷本《技术通史》等。这些是人类文明史的重要组成部分,对认识现在和预测未来的技术都有着重要的意义。

从哲学的观点,对技术(主要是自然技术)的本质、目的、认识论和方法论等进行考察,即以技术为对象的哲学反思或称自然改造论,从而形成了多种技术哲学:

(1) 首先,最早形成的工程学观点的技术哲学(philosophy of technology),主要是技术专家或工程师从内部对技术的分析所形成的技术的哲学(technological philosophy)。如在1835年由苏格兰化学工程师安德鲁·尤尔(Andrew Ure, 1778~1857年)创造的《工厂主哲学》,以及在1877年由同工具、机器打交道的德国哲学家恩斯特·卡普(Ernst Kapp, 1808~1896年)创立的名副其实的技术哲学。在20世纪,与工程学相关的技术哲学得到持续而系统的发展,特别是在德国工程师的学术活动中,发展了现代技术哲学。在德国创立的技术哲学传到了法国、荷兰、西班牙、日本和美国等国。在日本将技术哲学译作“技术论”,并对技术的本质是什么而引起了争论。在20世纪60年代,技术哲学(technophilosophy)在美国兴起,以技术史协会主办“技术与文化”为主题的研讨会为标志。以后,哲学家马·

邦格(Mario Bunge, 1919~)、卡尔·米切姆(Garl Mitcham)和保罗·德宾(Paul Durbin)等编著了一系列技术哲学著作。在中国,工程的技术哲学始于1982年。从整体上说,中国技术哲学尚处在起步阶段,迄今已有近100篇的论文发表,特别是1999年陈昌曙著《技术哲学引论》问世,展现出一个好的开端。

(2) 其次,接着形成的人文科学观点的技术哲学也有较大的发展。人文传统的技术哲学或称人文主义的技术哲学,主要由哲学家和社会学家从广泛的视角,包括文化的、历史的和人类学的观点,即把非技术的因素放在优先的地位,进行基本的考察。美国技术哲学家路易斯·芒福德(Lewis Mumford, 1895~1988年)以人类学为基础,认为综合技术与人性相一致。德国技术哲学家马丁·海德格尔(Martin Heidegger, 1889~1976年)认为,应当以一个非技术人的身份考察技术,指出有些技术具有限定自然、强求自然的特点,很少适于进入或补充自然环境。法国社会学家雅克·埃吕尔(Jacques Ellul, 1912~1995年)认为,技术是以自主性为中心而展开的,技术社会不可能是一个真正合乎人性的社会,因为它不把人放在首位。总之,人文传统的技术哲学对技术有些持批判的态度。

从社会学的观点,对技术的反思而形成的技术社会学与人文的技术哲学十分类似,以致难以区分,因为不可能脱离社会因素而产生纯技术哲学,也不可能脱离技术哲学而形成纯技术社会学。

二、系统观对技术的反思

尽管可以从历史的、哲学的、社会学的观点对技术进行反思,但我们还是坚持以系统观对技术进行系统的、全面的考察,即主要采用系统思维方式对技术系统进行反思。

科学思维的特征是理性思维,主要含系统思维、逻辑思维、数学思维、概念思维和创造性思维等。其中,系统思维最具有普适性和有效性。它遍及广泛的领域、渗透到日常工作和生活乃至大众媒体中,以致成为当代最时髦的思维。它贯穿在其他思维中,并与其紧密结合,从而形成巨大的理性思维的力量:

(1) 它蕴含着运用逻辑思维,即将其作为系统思维的一种特殊情形而加以运用,这就犹如牛顿力学之于相对论一样;当系统元素间动态相互作用微弱,以至可忽略不计时,逻辑思维似乎就成为系统思维的一种极端情形,这时系统思维即可归结为逻辑思维。

(2) 当系统思维再与概念思维、数学思维和创造性思维结合时,则能使科学思维发展到具有更高的抽象性、精确性、创新性和理论化的水平,从而导致理性思维的能力,极大地推动着人类认识的发展。

我们主要运用系统思维,即运用现代系统理论的观点和方法,从多维度、多层次对技术系统进行深刻的认识,则更能揭示其本质、特性、结构、功能、进化和环境。这样,可增强对技术系统进行系统的和整体性的研究,从而形成技术系统理论。当我们建立了专著《科学系统论》之后,就转向与其有紧密关系的技术系统这一新的

探索,继续为现代系统理论研究开拓另一个新领域,并试图基于系统认识论和方法论而建立一门新的技术系统论——以复杂的技术系统为研究对象的综合学科。

三、技术系统的生成和发展

技术系统是人类创造的文化母系统中的一个子系统,它还可再分为自然技术、社会技术和思维技术三个次级子系统。从起源的视角看,它们几乎是一样地久远。经过长期的发展,它们大体上都经历过古代和近代时期而发展到现代时期,只不过发展的程度存在着差异,其中以自然技术发展得最为充分。

从整体上说,技术主要是从经验中产生的可操作的知识,尤其在古代和近代时期所形成的各类技术;在现代时期,虽然各类技术仍然与直接的经验有关,但它们越来越基于各类科学的发展。一方面自然技术是源于人类在改造自然而形成人化自然中的经验,另一方面则是取之于自然科学的理论,故又可称为自然科学化的技术;同样地,社会技术既有源自人类在社会活动中所形成的行为规范,又有取自社会科学的原理,故也可称为社会科学化的技术;类似地,思维技术既来自人类在改造自身的活动中所产生的方法,也有基于思维科学的理论而形成,对概念等可操作的程序,故也可称为思维科学化的技术。实际上,在人类活动中,这三类基本技术必然是同时存在和相互关联的。

现代技术系统已经发展成为一个极其复杂的庞大系统,有其多种多样的结构、内外的和多层次的功能,并在外环境中演化,不断地朝向增加复杂性的方向发展。

四、技术系统理论

技术系统的显著特征是人的参与以实现其目的性,因而任何技术系统都是人工系统或人化系统,是他组织与自组织系统结合而生成的系统,从而形成了描述技术系统的他组织与自组织理论相结合的统一理论。

在第二本专著《科学系统论》中,我们已阐释和应用了自组织理论。苗东升在《系统科学精要》一书中从逻辑上论及了“他组织”概念的合理存在性。姜璐在许国志主编《系统科学》一书中又再次地强调了这一概念。这表明,他组织(heter-organizafion)与自组织(self-organization)是组织这一上位概念之下的下位概念,都属于一种概念。实际上,人工设计的人造事物就是典型的他组织与自组织系统相结合而形成的系统。对一个系统施加的控制力就是来自外部的他组织作用,而控制论就是发展得很充分的他组织理论。可以说,哈肯建立的协同学就是一门关于自组织的理论。他认为:“如果系统在获得空间的、时间的或功能的结构过程中,没有外界的特定干预,我们便说系统是自组织的。这里的‘特定’一词是指,那种结

构和功能并非外界强加给系统的,而且外界以非特定的方式作用于系统的。”^①因此,我们可以推论,如果外界有特定干预,这就是施加了他组织作用。他还经常将激光器看作是处于自组织与他组织边界上的系统,因为外部施加的控制参量达到阈值还是人工控制的。因此,我们认为,技术系统是自组织系统与他组织系统相结合的系统,而且后者只有通过前者而实现两者的统一,才能产生人工系统这类高级的组织形态。一般地,描述这类系统的动力学方程必定为非齐次方程,而连续的动力学方程的一般形式为

$$\dot{X}=G(X)+F(t)$$

其中, X 为状态向量, $F(t)$ 为他组织力(受迫项)。

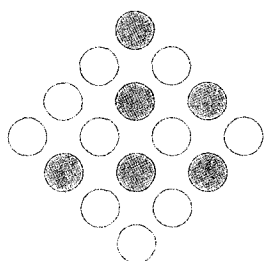
一般地说,无论是人工系统还是自然系统,都有他组织与自组织或者控制与响应两者的结合,才能生成和发展。只是在研究自然系统时,不将前者作为他组织或人为控制来描述,而归之为自然环境产生的条件、外部提供的自然信息,或归之为自然规律,使得一个自然系统生成和发展,如在自然环境中生物的生长。

我们建立起技术系统的他组织与自组织相结合的统一理论,就能够统一地阐释人工系统和自然系统的生成与发展。同时,又能祛除“技术自主论”和“技术社会建构论”的局限性。

五、技术系统理论的应用

我们建立的技术系统理论具有重要的应用意义。实际上,本书的下篇是应用篇,就是上、中篇的展开,称为若干应用或推论,其中在中国技术中的应用属于特殊条件下的应用。这些包括在技术预见、技术创新、技术政策、技术评估、技术与社会等5章中的一般性论述。

^① 哈肯,信息与自组织,四川教育出版社,1988年,第29页。



上篇 总 论

李喜先

1. 技术系统

1.1 技术

要寻求技术的起源,就要追溯到文明史之前,以至追溯到人类的起源。

在史前,人类在生存和发展的实际经验中有了技术的发端。自然技术的发端经历了最重要而漫长的过程,这时的技术甚至包含在自然生命的无思维的动物性活动中,奥特加·伊·加西特称之为机会技术^①。这时,社会技术也有了萌芽。这些原始技术构成了人类创造的原始文化的重要部分。

从文明史的开端至公元 18 世纪中叶形成的技术称为古代技术,或称为工匠技术。大体上,这是在中古和下古时期以自然力(如风力、水力等)、畜力和人力为动力而形成的自然技术。这时,治理国家,建立政治、经济和法律制度等所形成的社会技术也有了发展。

从 18 世纪中叶至 20 世纪初叶所形成的技术称为近代技术。这以纺织机技术改革为起点、蒸汽机技术的发明为标志,形成了第一次自然技术革命;在 19 世纪中叶,科学与技术的关系越来越密切,基于工程科学的技术得到了迅速的发展。特别是,钢铁的冶炼技术、热机技术、电力技术、电信技术等蓬勃兴起,使材料、能源、信

^① F·拉普著,刘武等译,技术哲学导论,辽宁科学技术出版社,1986 年,第 23 页。

息三大技术发展到了新的阶段,出现了近代自然技术史上的第二次自然技术革命,形成了以电能利用为核心的技术系统。这时,社会技术也有了新的发展,建立社会制度、政治体制、法律体制等社会管理技术或社会控制技术已经形成。

在 20 世纪中叶,现代技术得到了充分的发展,形成了现代自然技术、社会技术和思维技术三大类所组成的现代技术系统。

1.1.1 起源

A. 自然技术的起源

要寻求技术的起源,就要追溯到人类的起源。地质学、考古学、人类学、古生物学等研究已将人类的祖先猿人的起源追溯到约从 300 万年前到 150 万年前,这是人类的孩提时代。人类的真正形成还是发生在史前的 10 万年这一漫长的岁月里。在旧石器早期,最早的猿人已能打制和使用粗糙的石器,也就有了自然技术的萌芽。因此,可以说,自然技术史几乎与整个人类史同样地久远。

在距今约 35 000 年时,人类祖先完成了整个进化过程而转变为人类。为不断地适应急剧的环境变化,促使人类大脑的发展,以至人脑容量平均可达约 1450 毫升,而灵长动物的只有人的 1/3,这使人类最终区别于灵长类动物。在地球上事态发展的第一个大转折点是生命从无机物中脱胎而出,而第二个大转折点则是从人类的祖先古猿转变为能进行思维的人类。正是有了能进行思维的人脑,就有了高于灵长类动物的智力水平,从而能使用和创造更高于它们所能使用和制造的简单石器。

(1) 石器技术。

在石器(旧石器、中石器和新石器)时代,自然技术发端的第一个标志是石刀技术或石器技术。在几百万年的历史长河中,人类的绝大部分时间就在石器时代度过,而且开创了人类文化史。当时,人类文化包括工具、衣服、制度、语言、艺术形式、宗教信仰和习俗等中的最重要最早的部分。在旧石器时代,人类从实际经验中制造的典型石器是经打击形成的、一端尖锐一端厚钝的石斧。它被用作袭击野兽、挖掘植物块根等的“万能”工具。在中石器时代,石器技术有了新的发展,石器上装上木制或骨制把柄,形成了镶嵌工具,如石刀、石斧、石矛等,石器技术进入了复合化,并发展到能在更高程度上学会利用力学原理制造弓箭等工具。

(2) 取火技术。

在旧石器时代,人类已发现了火的用途,如从对雷电引起森林、草原野火的恐惧到学会用火烧烤猎物。在旧石器晚期,人类终于掌握了人工取火的方法,如用敲击燧石取火、钻木取火。因此,自然技术发端的第二个标志是取火技术。这表明,人类已在实际经验中掌握了敲击和摩擦把机械能转变为热能的技术。

(3) 符号技术。

在史前时期,自然技术发端第三个最重要的标志是符号技术。在几百万年的

进化过程中,人类为适应环境,主要在地面上生活,约在 50 万年前形成的直立人,能用自由活动的双手,脑子也很快增大,因而智力能达到较高的水平。在本性上人类就是合群的,就要过社会生活,进行集体行动,如采集、狩猎活动等。这必然产生交往、合作等,如能作手势、能笑、能舞、能歌、打鼓、画画(洞穴壁画等)以至学会说话。这些都构成最原始的“符号”,其中画的起源较早,如在法国三弗雷勒斯山洞里保存着杰出的洞穴壁画^①等;而语言、文字的发展则较晚,最初的语言可能是少数惊叹词,如惊惶的叫喊,用不同声调表示不同的意思。对旧石器时代人群中是否随意谈话是一无所知,不过可以认为,在语言多少有点发展之前,思想很少越过实际经验的范围,因为语言是思想的手段。口语的成长是一个很缓慢的过程,人的心思也是很缓慢地才发展到用形态方式来表示行动和关系。文字的创造则标志着符号技术的真正形成,人类才开始进入文明时代,从而开创了文明史。人类的文明史还不足 6000 年,现在一致公认起源于美索不达米亚地区的苏美尔^②。在公元前 4000 年,苏美尔人创造了图画文字,这是文字的萌芽形态,后来又创造出图形符号和楔形文字。差不多与国家产生的同时,正式的文字也产生出来了,如象形文字或线形文字。在公元前 2900 年时,苏美尔人已把图形符号从早期 2000 个左右减少到约 600 个,这有了巨大的改进。在公元前 1300 年时,腓尼基(希腊语言为“紫红之国”,相当于现黎巴嫩地区)人又由 22 个辅音字母组成了字母文字,这后来成为希腊字母和阿拉米字母的来源,而希腊字母又产生了欧洲各民族的字母,阿拉米字母则产生了希伯来字母和阿拉伯字母。文字使人类能记录和积累各种真实的情况,世代相传,从而促进智力的发展。

人类使用符号,而其他动物则不能使用符号。全部人类行为起源于符号的使用,正是符号才使类人猿祖先转变为人类。全部人类行为由符号的使用所组成。“符号”可以定义为使用者赋予意义或价值的事物。怀特在《文化科学》中指出:“全部文化(文明)依赖于符号。正是由于符号能力的产生和运用才使得文化得以产生和存在;正是由于符号的使用,才使得文化有可能永存不朽。”^③

古代自然技术的发端对于人类社会的发展有着最基本的意义。古代三大自然技术,即石器技术、取火技术和符号技术,已构成现代材料技术、能源技术和信息技术的雏形;石器技术标志着把石头作为材料,加工成为器具;取火技术标志着挖掘了一种强大的自然能源,使燃烧释放出热能,实现能量形式转化;符号技术标志着能进行思想交流,传递和存贮信息。这些技术为制陶、冶炼、建筑技术等奠定了基础,为人类进入农业社会开拓了广阔的前景。

① I. S. 斯塔夫里阿诺斯著,吴象婴等译,全球通史,上海社会科学院出版社,1993 年,第 71~72 页。

② H. G. 韦尔斯著,吴文藻等译,世界史纲,人民出版社,1991 年,第 124、210、154 页。

③ L. A. 怀特著,曹锦清等译,文化科学,浙江人民出版社,1998 年,第 31 页。

B. 社会技术的起源

要寻求社会技术的起源同样地将追溯到人类的起源、社会的起源。在远古时代,只有自然技术,而没有后来意义上的自然科学。因此,大体上说自然技术的发端早于自然科学。

自然技术的发端是否早于社会技术的发端,还很难认证。但黄天授等认为:“一般说来,最初总是社会技术先发生,然后促进或引起自然技术的出现。”^①而社会技术则更早于社会科学。在自然技术中,石器技术最早,这产生于人类与自然界的关系,如最早的狩猎生活方式,易于用到石器。由于要捕捉大动物,则需集群才有可能,从而人与人之间的协作、合群的本性开始显露出来了。数量不多,如几十人结成的群体便具有相互依赖的合作关系,即最原始的公社组织形式,这构成了具有亲密关系如血缘关系的最早的社会单位。当这些群体在取得狩猎、采集丰富时,或遇到灾害时,都只好归之于超自然的存在物,如把有用的动物或植物作为本群体的“图腾”(印第安语“他的亲族”的音译),树立偶像,后演变为宗教。由于经常举行宗教活动,出现了脱离生产活动的巫师,施弄巫术,为群体祈求平安和幸福。通过这些活动,促进了人类语言与思想的发展,从而导致社会组织形成成为可能。因此,可以说,最简单的符号技术,如手势、语言等,后来发展成为各种文字,就成为传递信息的媒体,并进而成为组成社会、形成社会结构、形成经济(如采集和狩猎经济)制度和建立社会准则等社会技术成为现实。人类从小规模的群体,演变到氏族、部落、公社,以至到国家、庞大的帝国,都必须有社会技术才能形成。因此,大体上说,社会技术的发端与符号技术紧密相关,更早于社会科学了。不过,一些社会学者认为:“社会学作为一门独立的科学虽然产生于19世纪,但社会学的思想却几乎与人类社会的历史一样悠久,一样源远流长。”^②

1.1.2 古代技术

A. 古代自然技术

一般地,在18世纪中叶之前形成的自然技术称为古代自然技术。在上古时期——指从人类开端直到原始社会形成的几百万年,就有了自然技术的发端。在中古和下古时期——大体上相应于奴隶社会和封建社会时期,这时自然技术有了新的发展。人类在掌握了取火技术之后就为制陶技术和冶炼技术奠定了基础。由于利用火这种自然能源,便能烧制陶器,这不仅改变材料的几何形状,而且改变了材料的物理、化学属性。接着,由于用木炭作燃料,可获得能熔铜的温度,由铜、锡、

① 黄天授等主编,《现代科学技术导论》,中国人民大学出版社,1995年。

② 刘玉安主编,《西方社会学史》,山东大学出版社,1993年,第14~15页。

铝合金而形成的青铜熔点更低。后来,人类又从天然陨铁中经反复加热和锤打的方法,去掉炉渣形成熟铁。这样,冶炼技术致使人类经历了铜、青铜和铁器时期,并为建筑技术、农业技术和交通技术等打下了基础。在建筑技术中,最突出的是公元前 2800 年在埃及建造的齐阿普斯金字塔,以及古代两河流域的神庙、巴比伦城,印度河流域的砖木结构建筑物等,古希腊的宫殿、庙宇和运动场,古罗马的大斗兽场、万神庙、水道、公路和桥梁等。在农业技术中,灌溉技术、种植技术、耕犁技术等有了发展,使人类定居生活方式得以形成。在交通技术中,车轮的重大发明、造船的发展,对于商业、海上贸易、文化交流等起着重要的作用。

在古代自然技术发展中,中国古代自然技术具有遥遥领先的地位。技术与科学的发展状况表明,它们的兴衰与当时的社会制度或社会环境紧密相关。虽然,中国奴隶制的产生晚于埃及和两河流域,也不及希腊那样达到全盛时期,但却最早从奴隶制过渡到封建制国家。特别是,在欧洲进入中世纪(5~15 世纪)长达 1000 年的“黑暗时期”,中国技术与科学处于繁荣时期。这时,生铁冶炼、铸造和采矿等材料技术,纺织、陶器、造船和其他制造技术,火药等能源技术,指南针、造纸术和印刷术所标志的信息技术,以及水利、建筑等工程技术都远远超过同时代的欧洲。

B. 古代社会技术

大体上,在中古和下古时期,人类社会经历了奴隶制和封建制两种社会制度,因而社会技术有了更大的发展。从原始公社到奴隶制和封建制的建立表明了人类社会不断向前发展,社会制度,如政治、经济、军事、法律制度等,就是通过社会技术而实现的社会活动的规范体系。在公元前 450 年,罗马就出现了《十二铜表法》,后来还制定了适于罗马人与非罗马人的国际法《万国法》。在漫长的一千多年里,古代的社会学思想有了萌芽,如柏拉图、亚里士多德、阿奎那等就开始对社会起源、社会结构、社会发展等问题进行了探讨,形成了《理想国》、朴素的社会契约说(民约论)等,但未形成后来意义上的社会学。特别是,柏拉图更有精深的社会技术思想,“他认为,在一个理想的国家中有各式各样的知识,然而,说这个国家有智慧,有妥善的谋划,并不是因为它有木匠的知识(木匠的知识只能长于建筑技术),并不是因为它有铜匠的知识,也并不是因为它有种地的知识(种地的知识只能得到农业发达的名声),尽管铜匠、种地的人要多得多,却只有少数监国者的知识,体现在统治者身上的治国知识,才是真正的智慧,也才配称为智慧。”^①而起源于社会生活、社会分工、社会生产的许多需求,基于实际经验的方法,确实形成了有计划、有目的地建立国家、社会组织的社会技术。

^① 陈昌曙,技术哲学引论,科学出版社,1999 年,第 21 页。

1.1.3 近代技术

A. 近代自然技术

自 18 世纪中叶到 20 世纪初叶为近代自然技术产生和发展时期,也可称为基于工程科学的技术时期。近代自然技术以纺织机技术为起点,以“万能原动机”蒸汽机技术为标志,大约比近代自然科学的产生迟后两个世纪。在英国,从飞梭的发展到纺织机改革、从纺织机改革推动织布机机械化,而瓦特的双向通用蒸汽机提供了蒸汽动力,导致了第一次自然技术革命,或称蒸汽动力革命——能源革命,并主导了第一次自然技术革命,或称蒸汽时代。接着,炼铜技术、机械制造技术、其他材料和能源(煤气等)技术的发展,特别是热力学的发展,使内燃机技术出现了。在 19 世纪中叶,技术与科学的关系开始密切起来,基于科学的技术不断地出现,其中以电磁感应原理而产生的电力技术为标志的第二次自然技术革命或第二次动力革命就充分地表明了。

B. 近代社会技术

近代社会技术仍早于近代社会科学而出现了。一般地说,在 18 世纪已由意大利思想家维科、法国启蒙思想家孟德斯鸠开始探索人类社会秩序、社会制度、社会结构、法律制度等社会现象。孟德斯鸠使用了系统的历史分析法和翔实资料写下著作《论法的精神》;苏格兰思想家约翰·米勒和亚当·弗格森、法国圣西门等对社会不平等、经济关系、社会秩序等进行了观察和研究。后来,这些为孔德开创社会学奠定了思想基础。直到 20 世纪上半叶,近代社会科学(政治学、社会学、经济学、法律学等)形成了比较完整的体系。但是,由于社会科学研究特殊性,如研究主客体均参与、社会现象的极端复杂、社会事件的随机性和不可重复性等,因而社会科学的研究极其困难,要成为一门真正的科学仍很困难。因此,与其说近代社会科学是一门科学,不如说一些学科、学说或在实际应用上属于社会技术,如法国启蒙思想家、社会学家卢梭提出的《社会契约论》、《论人类不平等的起源和基础》等成为建立以契约为基础的国家的方法或技术;美国社会学家 E. A. 罗斯提出的《社会控制》成为维持社会秩序的技术,而舆论、法律、信仰、宗教、礼仪等也是社会控制的手段或技术;法律社会学实际上起着法律技术的作用,如埃尔利希发表的《法律社会学的基本原理》为法律规范奠定了基础,实际上使法律构成一种社会工程或社会技术。

1.1.4 现代技术

在现代,由于技术与科学发生强相互作用,使得技术发展成为比较完整的系统,而且愈益成为科学化的技术系统,即由自然技术、社会技术和思维技术三大类