

“十二五”国家重点图书出版
规划项目：智能科学与技术丛书

kejishi yu fangfalun

科技史与方法论

梁洪亮◎编著
钟义信◎主审



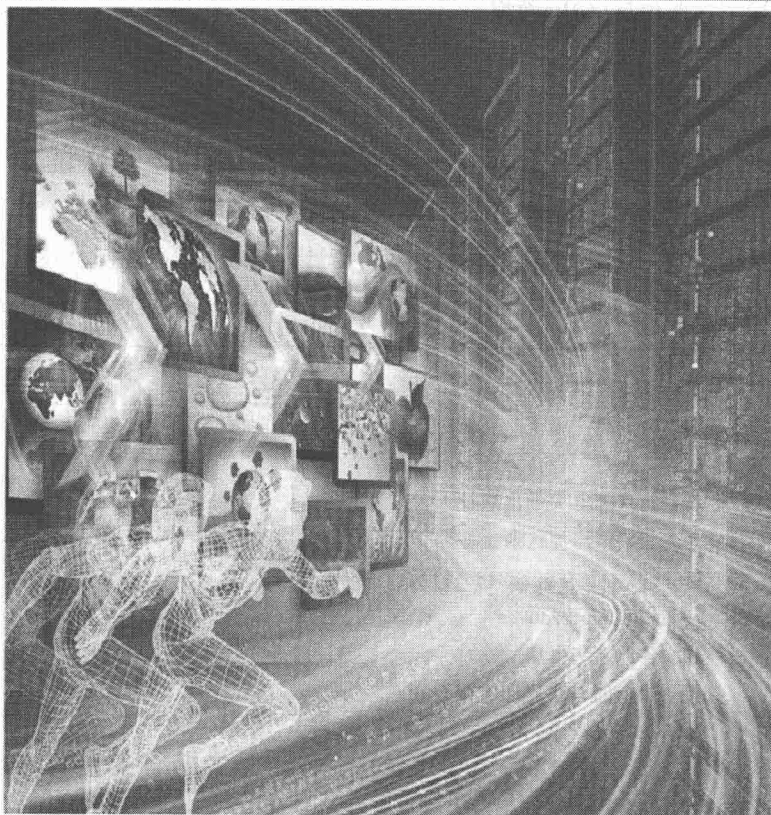
北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

“十二五”国家重点图书出版
规划项目：智能科学与技术丛书

Kejishi yu fangfalun

科技史与方法论

梁洪亮◎编著
钟义信◎主审



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书主要内容分为四个部分。第一部分是第1章,主要阐述科学技术、科技史以及方法论的基本概念。第二部分是第2章、第3章、第4章、第5章,第2章总体论述人类能力进化与扩展的规律,后面3章分别阐述人的能力的扩展过程和科学技术的发展历程以及其中的方法论。其中,第3章主要讲人类体质能力的扩展和科学技术对人类体质能力的模拟及其方法论;第4章主要讲科学技术对人类体力能力的模拟及其方法论;第5章主要讲科学技术对人类智力能力的模拟及其方法论。第三部分是第6章、第7章,着重讲述了信息科学技术和智能科学技术的发展及其方法论。第四部分是第8章,是对未来科学技术发展的思考和展望。

本书既适合大学高年级学生、硕士和博士生,又适合大学教师和从事创新研究的广大科技工作者。

图书在版编目(CIP)数据

科技史与方法论 / 梁洪亮编著. -- 北京:北京邮电大学出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-5635-4450-9

I. ①科… II. ①梁… III. ①科学技术—技术史—世界 IV. ①N091

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第 76111 号



书 名: 科技史与方法论

著作责任者: 梁洪亮 编著

责任编辑: 王丹丹

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路10号(邮编: 100876)

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫丰华彩印有限公司

开 本: 720 mm×1 000 mm 1/16

印 张: 16

字 数: 348 千字

版 次: 2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-4450-9

定 价: 35.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

序

1997年,Deeper Blue 专家系统打败了国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫,把全世界的棋迷们吓了一跳!2012年,Watson 系统在智力抢答竞赛中击败了两位久享盛名的全美冠军,更使在场的人们目瞪口呆:难道机器真的要“超越”人类?

近年来,人们不断地看到:智能机器人在医院看护病人,在办公场所打扫卫生,在家庭从事各种日常劳务,在生产流水线完成某些专门的操作,在展厅为观众讲解,在风景区为旅游者导游,在娱乐场所载歌载舞,甚至主持某些娱乐性节目。

不仅如此,我国政府近年来投入巨额资金推动“智慧城市”的建设,推出雄心勃勃的“中国制造:2025”的研究计划,2015年“两会”期间提出了“中国大脑”的研究建议,国务院发出了“大众创业,万众创新”的号召,我国南方一些地区在积极推动“机器换人”计划,越来越多的有识之士在发出呼吁:信息化应当升级为智能化……

所有这一切,都使人越来越清晰地感受到:以智能科学技术及其广泛应用为标志的智能化历史大潮正在滚滚而来!我们必须积极迎接智能化的历史机遇。闭目塞听、麻木不仁或视而不见的态度将丧失历史的机遇,给发展带来无可挽回的损失。

为了迎接智能化的大潮,人们都在关注:什么是智能科学技术?它与信息科学技术有什么联系与区别?智能科学技术能够提供什么重要的应用?能给经济发展、社会进步、文明提升、生态改善和国家安全带来什么样的重大变化?

2001年,我们在北京邮电大学创建了智能科学研究中心;2005年,国家教育部批准我们“智能科学与技术”本科专业招生;同时建立了“智能科学与技术学科”的博士和硕士学位授权点。经过10多年的发展,智能科学研究中心已经初步成为智能科学技术研究与教育的摇篮,他们对于智能科学技术和智能化形成了比较深入的理解。

北京邮电大学出版社是我国信息和智能科学技术领域的大学出版机构,长期关注国内外信息与智能科学技术的发展。在与北京邮电大学智能科学研究中心的交流中,双方达成了如下的共识:为了更好地推动我国智

能科学技术的发展和我国智能化的历史进程,我们有义务出版一套《智能科学技术丛书》。

这套丛书将立足于智能科学研究中心研究人员自己的研究成果,广泛参考和吸收国内外智能科学技术研究的最新进展,针对我国公众对于“智能科学技术相关问题”的普遍需求进行出版规划。具体来说,本套丛书近期将陆续推出以下三个部分的内容:

(一) 为了帮助我国读者理解和掌握“什么是智能科学技术”,丛书将推出《智能科学技术引论》《脑与认知科学基础》《不确定性数学》和《知识理论与技术》等著作;

(二) 为了帮助广大读者了解“智能科学技术有哪些应用”,丛书将推出《智能技术应用导论》《机器学习》《智能信息检索技术》《智能机器人》和《智能游戏》等著作;

(三) 为了引导我国广大科学技术研究人员和青年学生从事智能科学技术的学习和创新研究,丛书将推出《科学史与方法论》等著作。

本套丛书将本着科学、负责、开放与前瞻的精神,成熟一部出版一部,争取在三至五年的时间内完成出版规划。同时,也不排除根据智能科学技术的发展和公众需求的变化对规划的内容作出适当的调整。

需要说明,由于智能科学技术在国内外都处在快速发展的阶段,本套丛书又是我国推出的第一套智能科学技术的系列著作,无论是编著者还是出版者都缺乏成熟的经验,丛书难免存在缺点和不足,衷心欢迎广大读者提出批评改进的意见,使本套丛书能够为我国智能科学技术的发展提供更好的服务。

北京邮电大学智能科学研究中心

北京邮电大学出版社

2015年夏日

前 言

正如培根在《论读书》中所述“读史使人明智”，学习科技史可以帮助我们了解科学技术的发展历程，给我们以宝贵的启示。学习方法论可以帮助我们学会科学研究的方法，少走弯路，特别在面对复杂研究对象的时候，能够高瞻远瞩地发现问题，高屋建瓴地解决问题，始终把握住正确的前进方向。

方法，是无形的指南针。本书主要目标是在讲述人类科技发展历史概要的基础上，着力探讨和总结其中蕴含和体现的方法论。

本书所持的主要观点是：科学技术是人类为了不断深入认识世界和改造世界从而改善自身生存发展环境与条件，在长期实践过程中发现、发明和积累的理论、方法和工具的体系。因此，科学技术的天然功能就是扩展人类认识世界和改造世界的能力（称为“辅人”）；而为了执行“辅人”的功能，科学技术就必须不断理解、模拟和扩展人类的能力（称为“拟人”）。人类发展的历史表明，人类能力进化的宏观进程大体是“体质能力→体力能力→智力能力”交替成长而在总体上又是协同发展的过程，因此，科学技术的宏观演进也大体是“物质科学技术→能量科学技术→信息科学技术”交替进步而在总体上又协同发展的过程。本书就是按照这个思想脉络向读者展示科学技术的发展以及驾驭这种发展的方法论的。

科技史是方法论的基础。恩格斯在评价黑格尔的研究方法时曾指出：“黑格尔的思维方式不同于所有其他哲学家的地方，就是他的思维方式有巨大的历史感作基础。”通过科技史的研究，可以总结出人类科学思维的发展过程。这个过程与每个科学工作者在作出某项科学发现时的科学认识过程是一致的。这是由黑格尔提出的逻辑与历史相统一的原则决定的。黑格尔认为，生物个体的出生到成熟有一段胚胎发育过程，而这个过程是物种演化史的重演；个体的认识过程也是人类思维发展过程的重演。恩格斯在《自然辩证法》中曾对这种重演加以肯定。他说：“在思维的历史中，某种概念或概念关系（肯定和否定、原因和结果、实体和变体）的发展和它在个别辩证论者头脑中的发展的关系，正如某一有机体在古生物学中的发展和它在胚胎学中（或者不如说在历史中和个别胚胎中）的发展关系一样。”

方法论是科技史的灵魂,源自科学技术活动又驾驭科学技术活动。科学方法论的研究必须要对科学史上重大科学理论的突破所伴随的科学方法以及重要科学家的思想方法进行总结。以狭义相对论的诞生为例:在爱因斯坦以前,洛伦兹与彭加勒在物理概念及数学形式上都十分接近了狭义相对论。而他们却只能对牛顿理论修修补补,极力维护绝对时空的旧有框架。为什么只有到爱因斯坦才能最后提出新理论呢?这里就涉及了方法论的因素。爱因斯坦本人曾指出,休谟与马赫的怀疑方法对他影响极大,使他敢于对牛顿理论的庞大体系产生怀疑,并树立起推翻旧理论的信心。另外,斯宾诺莎的唯理论方法给了爱因斯坦建立新理论的具体方法手段,他采用斯宾诺莎的方法建立了公理化的相对论理论体系,而且爱因斯坦本人还在此基础上提出了具有方法论原理的逻辑简单性原则。

在科学史中,也不乏另一方面的事例。有些科学工作者恰恰由于他们没有掌握某些方法,以至于当真理已经碰到他们的鼻子尖时,却没有抓住。例如丹麦天文学家第谷,用了近30年的时间,精密地进行天文观测。他较好地掌握了经验认识的方法,工作勤奋,所以取得的天文观测数据不仅是大量的,而且也是极为精确的。例如,他在当时条件下对各种行星位置的观测误差不大于 0.067° 。但是,第谷不善于运用理论思维的方法,因而他在理论上就没有多大建树。真正在理论上作出贡献的却是他的助手开普勒。开普勒善于理论思维,以逐步逼近的方式概括出行星运动三大定律。

上述的正反两方面的案例十分鲜明地显示出:掌握恰当的科学方法,是人们在科学研究活动中取得成就的必要条件。法国数学家、物理学家和哲学家笛卡儿说:“我可以毫不犹豫地说,我觉得我有很大的幸运,从青年时代以来,就发现了某些途径,引导我作了一些思考,获得一些公理,我从这些思考和公理形成了一种方法,凭借这种方法,我觉得自己有了依靠,可以逐步增进我的知识,并且一点一点把它提高到我的平庸的才智和短促的生命所能容许达到的最高点。”法国天文学家拉普拉斯在评价牛顿的科学成就时说:“理解一位科学巨人的研究方法,对于科学的进步……其意义并不小于发现本身。科学研究的方法经常是极富兴趣的部分。”爱因斯坦说:“科学要是没有认识论——如果真的可以这么设想——就是原始的混乱的东西。”这些论述都是他们从事科学研究活动的体会。可以看出,在他们的心目中科学方法占据着何等重要的地位。

进一步可以认识到,科技史是方法论的历史素材,方法论是科技史的思想脉络,两者互相作用,相辅相成,不可分割。没有科技史的方法论是抽象而空洞的教条,没有方法论的科技史则是枯燥而繁杂的史料。只有以方

方法论的思想脉络把科技史的资料素材贯穿组织起来,才能从眼花缭乱的科技发展史实中梳理和提炼出指导科技发展的重要规律。

需要指出,方法论并不是一种孤立封闭的理论,相反,方法论一方面是人们世界观(科学观)的体现;另一方面也是研究对象性质的反映。方法论也不是一种静止不变的理论,它会随着研究对象的发展而发展,也会随着科学观的深化而深化。因此,在长期的科学技术发展历史过程中,人们总结了丰富多彩的方法论:既有通用性的方法论,也有专门领域的方法论;既有物质科学的方法论,也有信息科学的方法论,如此等等。

当今时代,信息科学技术迅速崛起,而信息科学技术又和物质科学技术有质的区别,因而需要新的科学方法论指导;智能科学技术是信息科学的核心、前沿和制高点,更加需要新的科学方法论的引领。因此,对于信息和智能科学技术领域的人们来说,认真学习和研究科技史与方法论就具有特别重要的意义。也正是这种社会需求,成为写作《科技史与方法论》的强大动力。

本书主要内容分为四个部分。第一部分是第1章,主要阐述科学技术、科技史以及方法论的基本概念。第二部分是第2章、第3章、第4章、第5章,第2章总体论述人类能力进化与扩展的规律,后面3章分别阐述人的能力的扩展过程和科学技术的发展历程以及其中的方法论。其中,第3章主要讲人类体质能力的扩展和科学技术对人类体质能力的模拟及其方法论;第4章主要讲科学技术对人类体力能力的模拟及其方法论;第5章主要讲科学技术对人类智力能力的模拟及其方法论。第三部分是第6章、第7章,着重讲述了信息科学技术和智能科学技术的发展及其方法论。第四部分是第8章,是对未来科学技术发展的思考和展望。

梁洪亮

目 录

第 1 章 基本概念	1
1.1 科学技术的含义	1
1.1.1 科学	1
1.1.2 技术	4
1.1.3 科学与技术的关系	6
1.2 科学技术的使命、演进和前景	9
1.2.1 科学技术的使命：辅人律	9
1.2.2 科学技术的演进：拟人律	10
1.2.3 科学技术的前景：共生律	13
1.3 科技史与方法论	15
1.3.1 科技史	15
1.3.2 方法论	18
1.3.3 科技史和方法论的关系	23
1.3.4 学习科技史和方法论的意义	24
参考文献	25
第 2 章 人类能力进化与扩展的规律	27
2.1 人类能力的进化规律	27
2.2 人类能力扩展的规律	28
第 3 章 人类体质能力的模拟及方法论	36
3.1 概述	36
3.2 科学技术的萌芽和人类完成生物进化	37
3.2.1 原始社会	37
3.2.2 科学技术与巫术、宗教	40
3.2.3 文明的开端	41

3.2.4 原始方法的运用	41
3.3 科学技术的初始发展的古代时期	42
3.3.1 古代科学发展	42
3.3.2 古代技术进步	49
3.4 科学技术繁荣的近代时期	52
3.4.1 人类视觉能力的扩展	52
3.4.2 人类听觉能力的扩展	86
3.5 科学技术飞速发展的现代时期	95
3.5.1 早期技术发明的进步	95
3.5.2 新兴工具增强体质能力	96
参考文献	99
第4章 人类体力能力的模拟及其方法论	101
4.1 动力的发展变化	101
4.1.1 从人力到畜力的转变	101
4.1.2 自然能源的利用	101
4.1.3 蒸汽机的发明——以蒸汽为动力的时代	102
4.1.4 电气时代——以电、内燃机提供动力的时代	106
4.1.5 以核电为代表的新能源	109
4.1.6 纳米技术及应用	114
4.1.7 生物免疫学与抗生素	120
4.2 人类的航空/航天工程——飞得更高	128
4.2.1 古代的航空/航天探索	128
4.2.2 飞机的发明	129
4.2.3 近现代航天的发展	129
4.3 人类照明发展史——寻找光明	134
4.3.1 原始的照明方式	134
4.3.2 火的发现	135
4.3.3 电灯的发现	136
4.4 方法论	137
4.4.1 观察方法	137
4.4.2 继承与发扬方法	138
参考文献	139

第 5 章 人类智力能力的模拟及方法论	141
5.1 数学的发展史	141
5.1.1 数学萌芽时期 (约公元前 600 年以前)	141
5.1.2 初等数学时期 (公元前 600 年前至 17 世纪中叶)	143
5.1.3 近代数学时期 (公元 17 世纪初至 19 世纪末)	147
5.1.4 现代数学时期 (20 世纪——现在)	149
5.1.5 数学发展史中的方法论	150
5.2 计算机智能	151
5.2.1 深蓝——打败世界冠军的机器人	151
5.2.2 ALICE——获得人工智能最高荣誉洛伯纳奖的聊天机器人	152
5.2.3 谷歌无人驾驶汽车	154
5.2.4 波士顿动力公司机器人家族	155
5.2.5 计算机智能的方法论	157
本章小结	158
参考文献	158
第 6 章 信息科学技术	159
6.1 计算机硬件的发展	159
6.1.1 什么是计算机硬件	159
6.1.2 计算机硬件发展史	162
6.2 计算机软件的发展	179
6.2.1 什么是计算机软件	179
6.2.2 计算机软件发展史	181
6.3 通信及网络技术的发展	198
6.3.1 什么是通信及网络技术	198
6.3.2 通信及网络技术的发展	198
6.4 信息安全技术的发展	205
6.4.1 什么是信息安全技术	205
6.4.2 信息安全技术发展史	205
参考文献	214
第 7 章 智能科学技术	216
7.1 人工智能发展历史	218

7.2 结构主义·····	220
7.3 功能主义·····	223
7.4 行为主义·····	224
7.5 机制主义·····	225
7.5.1 由本体论信息到认识论信息(信息获取)·····	226
7.5.2 由认识论信息到知识(认知)·····	227
7.5.3 从知识到智能策略(决策)·····	229
7.5.4 机制主义小结·····	230
7.6 一种新的科学观和方法论·····	231
7.7 智能科学技术的应用前景·····	232
本章小结·····	234
参考文献·····	234
第8章 科学技术发展的展望 ·····	236
8.1 科学技术的成果·····	236
8.2 科学技术所带来的问题·····	238
8.3 对科学技术未来的思考·····	241
参考文献·····	243

第1章 基本概念

什么是科学技术？什么是科技史？什么是方法论？这些是《科技史与方法论》所需要的基础概念。本章将分别对科学技术、科技史、方法论的含义作简要的介绍，并阐明科技史与方法论两者之间的关系。

1.1 科学技术的含义

虽然我们常常把“科学”和“技术”连起来，读作“科学技术”，并且有时候简称为“科技”，但是，实际上，“科学”与“技术”是两个不同的概念，它们既有区别又有联系，科学和技术的内涵也在不断地充实，两者之间的联系越来越紧密，相互作用，相互依存，相互渗透，共同为人类提供服务。

1.1.1 科学

“科学”一词在我们的工作和生活中经常遇到，那什么是科学呢？“科学”这个词是如何出现的呢？

“科学”一词最早源于拉丁文的“Scio”，后来演变为“scientia”，其本意是学问、知识。英文中的“science”、德文中的“Wissenschaft”和法文中的“Scientia”也都与科学通用，主要指的是“知识”的意思。

关于“科学”在中国的出现，可以追溯到我国古代春秋时期。在那时，人们并不称之为“科学”。在春秋时期的《礼记·大学》一书中，就有“致知在格物，格物而后知之”的名言，意思是只有推究事物的道理，解决实际问题，才能求得知识。后来，历史学家就使用“格物致知”这个词，用“格物致知”来表达实践出真知的概念，日本转译为“致知学”。我国在清代也曾经把物理、化学等西方自然科学称为“格致”。

“科学”这个词的真正出现是在明治维新时期，日本著名科学家、启蒙大师、教育家福泽瑜吉把“Science”译为“科学”，先在日本广为应用。甲午海战以后，中国掀起了学习近代西方科技的高潮，清末主要通过近代化之路上走在前面的日本学习近代科学技术。1893年，康有为（1858—1927年）在翻译介绍日本的书目《日本书目志》中列举《科学入门》、《科学之原理》等书目时首先使用了“科学”二字，随后，科学理论翻译家严复（1853—1921年）在翻译《天演论》和《原富》等科学

著作时,也将“Science”译为“科学”。随后,“科学”这个词开始在中国应用。辛亥革命时期,中国人使用“科学”一词的频率逐渐增多,出现了“科学”与“格致”两词并存的局面。在“中华民国”时期,通过中国科学社的科学传播活动,“科学”一词才取代“格致”,“科学”正式成为专用名词。

在中国,教科书上一般将科学分为自然科学(或称为理科)和社会科学(或称为文科)。而诸如心理学、哲学(有别于科学)在中国与自然科学、社会科学等概念被认为存在划分不清、界限模糊的情况。因而“科学”一词常被模糊地使用。工程学科称为工科,理科和工科合成理工科,而文科和理科又合称文理科。

关于“科学”这个词的定义,历史上曾出现过多种版本,但是目前为止还没有一个是世人公认的定义。

德国著名哲学家弗里德里希·威廉·尼采(Friedrich Wilhelm Nietzsche, 1844—1900年)认为人们容易忘记,科学其实是一种社会的、历史的和文化的人类活动,它是发现而不是发明不变的自然规律。某些后现代主义哲学家,像费耶阿本德(P. Feyerabend, 1924—1994年)和理查德·罗蒂(Richard Rorty, 1931—2007年),也认为,落入科学主义窠臼是愚蠢的——科学主义相信科学能最终解决所有人类问题,或者发现我们感觉到的日常世界背后的某些真实世界的隐藏。

历史上达尔文(Charles Robert Darwin, 1802—1889年)也曾给“科学”下过一个定义:“科学就是整理事实,从中发现规律,做出结论。”达尔文的定义指出了科学的内涵,即事实与规律。科学要发现人所未知的事实,并以此为依据,实事求是,而不是脱离现实的纯思维的空想。至于规律,则是指客观事物之间内在本质的必然联系。因此,科学是建立在实践基础上,经过实践检验和严密逻辑论证的、关于客观世界各种事物的本质及运动规律的知识体系。

此外,在许多图书中也出现科学的各种定义。《辞海》1979年版把科学定义为:“科学是关于自然界、社会和思维的知识体系,它是适应人们生产斗争和阶级斗争的需要而产生和发展的,它是人们实践经验的结晶。”《辞海》1999年版:“科学:运用范畴、定理、定律等思维形式反映现实世界各种现象的本质的规律的知识体系。”法国《百科全书》:“科学首先不同于常识,科学通过分类,以寻求事物之中的条理。此外,科学通过揭示支配事物的规律,以求说明事物。”苏联《大百科全书》:“科学是人类活动的一个范畴,它的职能是总结关于客观世界的知识,并使之系统化。‘科学’这个概念本身不仅包括获得新知识的活动,而且还包括这个活动的结果。”《现代科学技术概论》:“可以简单地说,科学是如实反映客观事物固有规律的系统知识。”

可以认为,科学是人类为了认识世界而创建的“关于自然和社会(因而也包括人类自身)的本质及其运动规律”的开放性理论知识体系,它通过长期的社会实践而在人们头脑中反映和抽象出来,又经过长期的社会实践检验而得到确立和更新。^[17]

显然,科学的本质是一个抽象的理论知识体系,是关于研究对象的本质及其运动规律的理论描述体系。它从研究对象中抽象出来,但又不等同于对象本身:对象是具体的,科学知识是抽象的;对象是客观存在的,科学知识是人类主观思维的产物,是对象的本质及其运动规律在人们头脑中抽象的反映。这种抽象是否正确,一方面在理论上要能够“自圆其说”,不产生矛盾,更重要的是应当能够经受实践的检验。

这个知识体系是一个不断动态更新的开放体系。所谓开放体系,是指这个知识体系的内容和结构不是终极的和封闭的,而是随着时间推移而不断增长和发展;所谓动态更新,是指这个知识体系本身在演进过程中具有新陈代谢的特性,新鲜的知识会被补充进来,陈旧的知识会被淘汰出去;正确的知识会被确立,不完善的知识会被修正。这种现象在科学发展史上随时都在进行。人们印象最深刻的科学更新包括:达尔文的生物进化论取代了上帝造人说;哥白尼的太阳中心说取代了托勒密的地球中心说;爱因斯坦的狭义相对论修正了牛顿的经典力学理论等。所有这些取代或修正都使科学向真理更加靠近了一步。

上述定义还表明,知识的形成是一个复杂的过程,至少需要经历两个基本的阶段,首先是在实践过程中有所发现和创造,然后是在实践过程中经历严格的检验和确证。有的发现和创造因为不能经受实践的检验而被否定和淘汰,有的发现和创造经过实践的检验而得到完善和确认。一切科学的真知,都必然经得起客观实践的检验,能够在同样的实验条件下稳定地复现。反之,一切在同样实验条件下不能稳定地复现的东西,都不能被承认为科学。

在科学研究活动中,会常常碰到这样的情形:一种新的正确的科学理论往往不能立即被学术界所认识和接受,特别当新的理论是被一些名不见经传的小人物提出来的时候,或者某种新的理论与原有的理论有矛盾的时候,这种排斥现象更为常见。在这种情况下,除了理论本身的检验(证明或证伪)之外,实践(实验)的检验就变得更为重要。

根据认识论的原理可以判断,科学作为这样形成的一种知识体系,不可能也不应该是一组一成不变的绝对真理,而只能是对自然和社会的本质及其发展规律的逐渐逼近的相对真理的体系。至于科学如何逐渐逼近真理,科学会朝什么具体方向发展,这是一个相当复杂的问题,只能在发展的过程中逐渐形成相对满意的回答。

一般而言,为了自身生存与发展的需要,人类必须密切关注周围世界的一切现象。科学就是人们观察、思考和认识世界的结果。而人们一旦关注周围变化无穷的世界,就会发现许多熟悉和更多不熟悉的事物,引起无穷无尽的兴趣和好奇。其中,有的好奇问题可能与当时人类的生存发展问题直接相关,有的则可能已经远远超出了当时人类的生存与发展问题。大体上可以认为,许许多多大大小小的科学发现都是人类的“好奇心”所引发的。因此,科学上所关注的问题范围比较广泛,领域比较开放,思想比较自由和前瞻。

但是,至少有一点可以肯定:科学也不是一种不受任何约束的“自由意志的创

造”。实际上,科学的发展必然受到社会需求和已有知识状况的双重约束。这是因为,一方面,科学能够研究什么问题,受到当时人们所拥有的知识的约束,科学是规律的探索 and 发现,不是胡思乱想。另一方面,即使人们获得了某种科学发现和发明,如果社会根本没有产生这种需求,社会就不会加以关注,这种成果就很可能被埋没或被遗忘。因此,无论何时,科学发展一般都会受到社会需求和已有知识状况两方面的双重制约。当然,由于科学距离社会实践比较远(特别在古代和近代亦是如此),这种约束不是特别明显。但这在任何意义上都不能得出结论,认为科学不受约束。相反,科学的发展必然受到社会需求的牵引和已有知识状况的支撑。这是科学发展的一个重要的原理——“需求牵引与知识支撑”原理。

1.1.2 技术

技术,通常被认为是为达到某种目的而用来改造世界的一切手段和方法。

技术的历史比科学更加悠久。技术的起源可以追溯到约公元前十万年前的燧石矛头,技术历史和人类一样久远。人类学家通过考古发现,很早之前的人类就会利用天然资源(如石头、树木、草木、骨头和其他动物副产品),经由刻、凿、刮、绕等简单的方式,将原料转变为有用的制品。可以认为,技术是伴随着人类而产生的。这一时期被称为是石器时代。慢慢地,人类又掌握了火的使用,开始食用熟食,并且将火扩展到了天然资源的加工上,出现了新的加工品,如木炭和陶器等。随着人类掌握的技术越来越多,人类先后经历了青铜器时代、铁器时代、蒸汽时代、电气时代,一直到现在的信息时代。人类也越来越认识到技术的重要性。

对技术的本质和意义的深入思考始于古希腊哲学家亚里士多德,他把技术看作是制作的智慧。自从人们开始对技术这个事物进行反思时,人们就开始试图给技术下一个定义。到目前为止,技术的定义大致有以下几种:西蒙^[2]认为“技术是关于如何行事,如何实现人类目标的知识”。邦格^[2]则认为技术是“为按照某种有价值的实践目的用来控制、改造和创造自然的事物、社会的事物和过程,并受到科学方法制约的知识的总和”。埃吕尔^[2]认为,技术是“在一切人类活动领域中通过理性得到的就特定发展状况来说、具有绝对有效性的各种方法的整体”。R. 麦基^[2]也把技术定义为一种同科学、艺术、宗教、体育一样的具有创造性的、能制造物质产品和改造物质对象的、以扩大人类的可能性范围为目的的、以知识为基础的、利用资源的、讲究方法的、受到社会文化环境影响并由其实践者的精神状况来说明的活动。皮特(J. Pitt)^[3]认为“技术是人类的活动”“技术是一种人类行为”“技术是一种文化活动”。肯·芬柯^[4]把技术看作是“加工、处理、控制物质、能量、信息进而实现一定价值目的的过程。”我国科学家也提出了一些观点。远德玉教授提出“技术是一个过程”的观点,并在他的许多著作中得到了全面的阐述。倪钢^[5]认为,技术就是特定的人、物质、能量、信息、社会文化的瞬间互动。到17世纪,培根把技术当作操作性的学问来研究。18世纪法国百科全书派的狄德罗给技术下了一个在今天还被很多人使用的定义,他把技术看成是“为某一目的共同协作组成的各种工具和规则

体系”。实际上狄德罗同时提出了技术构成的四个要素：(1) 目的性，即凡技术都是服从于某一目的而存在的；(2) 规则性，技术的主要表现就是规则和技能；(3) “工具”性，技术的实现离不开设备和条件；(4) “体系”性，完整的技术和科学一样也是成套的知识系统。虽然以上几种技术的定义都不令人满意，但是它们在某些方面却也触及了技术的基本内涵，那就是对物质、能量和信息的变换。

技术的另一种表述是：技术是人类在长期社会实践过程中发明和改良的“用以改善人类认识世界和改造世界能力的方法和工艺的开放体系”。它最重要的特征是，利用各种资源制造各种工具，改善人类认识世界和改造世界的能力。它从实践过程中被人们总结出来，或在科学理论指导下被人们发明出来，经过实践的检验而得到确认和应用^[17]。

对照科学的定义可以看出，科学所研究的是自然和社会的本质及其运动规律，是关于自然和社会本身的知识体系；技术的成果则是人类创造出来用以解决各种自然和社会问题的工具和方法体系。换句话说，科学的目的是为了帮助人们正确认识世界，技术的目的则不仅是为了帮助人们认识世界，也是为了帮助人们改变和优化世界。

正因为如此，技术与科学不同，技术更加直接与人类生存发展的需要相关，更加直接与增强和扩展人类认识世界和改造世界的能力这一目标相关；而科学的目的则主要是为了认识世界。虽然，认识世界的重要目的也在于为了更好地改造世界，但是，认识世界的活动必然要比改造世界的活动更广阔、更自由、更前瞻。

技术通常有两种不同的存在形态：一是抽象的形态，二是具体的形态。抽象的形态只告诉人们应当怎么做，是一套操作的程序，称为技术方法；具体的形态则是各种可以实际操作的系统，称为技术工具。实际上，“技术方法”是技术的“软形态”，而“技术工具”则是技术的“硬形态”；“工具”是看得见、摸得着、用得上的系统，方法则好像是使用工具的成文或不成文的“说明书”。它们是技术的两种相辅相成的表现方式。

毫无例外，一切成功的技术工具，都具有以下一些共同的特征，即：

- (1) 它们都依据一定的科学原理（哪怕是它的原始形态）来工作；
- (2) 它们都由一定的资源（自然的或/和社会的）加工制成；
- (3) 它们都能扩展人类某一（或某些）方面的能力。

这些共同特征表明，技术与科学有紧密的联系，因为，成功的工具系统必定具有一定的科学原理做依据。即便是从实践经验中总结和发明出来的新型技术工具，即便发明者本人并不是专门从事科学理论研究的科学家，只要所发明的工具是有效的，它也必定符合一定的科学原理或这种原理的经验形态。即使现成书本上还没有这种科学原理的表述，或者这种原理还没有被真正揭示出来，这个特征也依然正确，因为在这种情况下，很可能意味着这种新工具被创造的同时新的科学原理也被发现出来了。

这些共同特征也表明，任何工具都是利用一定的自然或社会资源按照某种科学