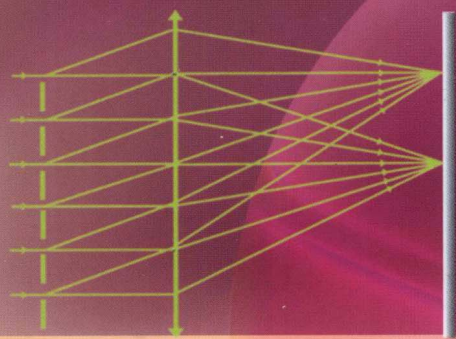


Tongyong Jishu Jichu

通用技术基础

田武奎 陈 平 / 主编



东南大学 出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

通用技术基础

田武奎 陈 平 主编

东南大学出版社

内容提要

《通用技术基础》包括“技术”、“设计”、“结构”、“流程”、“系统”和“控制”六个部分,紧密结合苏教版通用技术两个必修模块的教材,并在教材的基础上进行必要的延伸,每部分都从其发展、基本特性和实际应用几个层面进行具体的介绍和说明,并在一些具体的技术概念和技术思想上进行了必要的拓展,对广大通用技术教师的专业学习与教学有很大的帮助。

图书在版编目(CIP)数据

通用技术基础 / 田武奎,陈平主编. —南京:东南大学出版社,2011.6

ISBN 978-7-5641-2810-4

I. ①通… II. ①田… ②陈… III. ①通用技术—高中—教学参考资料 IV. ①G633.93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 102695 号

通用技术基础

出版发行 东南大学出版社
出版人 江建中
社 址 南京市四牌楼 2 号
邮 编 210096

经 销 全国各地新华书店
印 刷 南京玉河印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 21.25
字 数 527 千字
版 次 2011 年 6 月第 1 版
印 次 2011 年 6 月第 1 次印刷
定 价 42.00 元

(凡因印装质量问题,请与我社读者服务部联系。电话:025-83792328)

编写人员

主 编 田武奎 陈 平

编写人员 (按姓氏笔画排序)

丁良峰 马 磊 王德平 田武奎

刘海林 朱熙春 仲启标 宋平涛

吴志强 杨奇荣 邹学花 周致和

陶其伟

前 言

2004年,新一轮课程改革首先在海南、广东、山东、宁夏四省(区)开始实验,2005年江苏进入新课程实验。课程改革中最大的亮点之一是在普通高中开设以培养学生技术素养为目标的“通用技术”课程,这门课程包含必修一、必修二和七门选修课程。我也是从2005年开始接触到这门课程,从此便承担了与这门学科相关的教学研究任务。

在南京,有一批非常优秀的通用技术教师,我们几乎每周都会在一起讨论、钻研这门新的课程,从教学中案例、教具、实践项目、工具、材料等等的选择,到测试与评价、实践室硬件配备、教师专业培训与发展、教学研究活动的组织,甚至有关教育政策的制定,等等,我们都在努力着,也沉浸在这种融洽的学习氛围中。

经过这几年大家共同的努力,有关通用技术的教学研究有了一定的提高,全市学校的硬件建设也已基本到位,所有高中都已开设了课程。但教学是无止境的,我们需要不断提高课堂教学效率。而要提高课堂教学效率,除了课程和硬件的保障外,还需要有一支高水平的专业化教师队伍。如何提高教师的专业化水平,就是摆在我们面前一个非常重要而又非常艰难的问题。从2005年开始,南京市除了平时的教学研究培训活动外,在假期还要组织专业化的培训,培训有理论的,也有教学和实践技能的,有短期的,也有长时间的封闭培训。通过培训,教师的整体专业水平有了很大的提高。但学习是一个持续的、缓慢的内化和建构的过程,需要我们在平时的工作过程中不断获取和强化,才会真正地内化为个人的知识和能力。然而,当前符合教师需要的有关通用技术的学习资料却非常少,教师们很难找到相关的资料。这种资源建设需要我们所有从事通用技术教学、研究的人员去努力。只有这样,才会把这个学科建设得更好。

2007年12月,我联系了一批骨干教师开始讨论编写一本给南京市教师使用的通用技术工具书。我一提出这个设想,所有参加讨论的老师都非常赞成,因为大家都真正迫切地需要一本这样的书。我们认为,做教师都需要的事,一定是有价值的,所以我们就立即开始组织并实施。在之后的近三年里,我们所有参加编写的老师几乎每个星期都有一整天在一起研究与讨论,常常为了一个概念、一个实例争论一天,我们每个人都实实在在地感受到这种自由、和谐、充满智慧的研究活动所带来的快乐,每个人也都真正地投入其中,享受这个研究过程,也都切实感受到自己的成长。这本书终于在2010年6月份基本完成了,大家又都觉得,只发给南京市的通用技术老师使用这一集结着许多人汗水的成果,太局限了,希望这本书能让更多需要的人受益。其实全国的通用技术老师也许都需要这样的资料,这也许会对他们有那么一点帮助的。我们又讨论着如何将它印出来,供大家共同学习和探讨。

印刷成书,不是一般资料的要求,我们需要更进一步的修改和完善。在此非常感谢南京师范大学顾建军教授一直以来的关心、鼓励和指导,他为此书倾注了许多心血和期望,没有

他的鼓励和支持,我们万万不能想到能出版这本书的。非常感谢鲍珑先生对稿件通篇的认真审阅,提出了许多细致、中肯的建议。感谢东南大学出版社的支持,在这个经济利益至上的社会,他们却没有首先考虑经济利益,能想着为通用技术课程做点事,克服了重重困难,坚定地出版这本书,才使得这本书能与更多的教师见面。感谢南京市教研室杨昭主任、江苏省中小学教研室李生元老师的关心和支持,感谢一切为这本书的出版付出心血的人! 特别感谢这个编写团队,你们从未计较过三年来一直只有付出、没有任何回报的工作,不是所有人都能做到这一点的,你们真正是通用技术教师队伍中最可爱的人!

希望这本书能给所有看到它的人一点帮助,希望就此能喜欢一个叫“技术”的东西!

由于作者水平有限,书中不足和失误在所难免,希望能得到您不吝指教,也希望我们共同成长!

田武奎

2011年3月于英国

目 录

第一篇 技术	(1)
第一章 技术概述	(1)
第一节 技术的本质及属性	(1)
第二节 技术的分类、结构和体系	(5)
第三节 技术的价值	(11)
第四节 技术实践基础	(16)
第二章 技术的发展过程	(25)
第一节 技术的起源	(25)
第二节 古代技术的产生和发展	(27)
第三节 近代技术的发展	(30)
第四节 现代技术多元化发展	(34)
第三章 现代高新技术	(37)
第一节 现代信息技术	(37)
第二节 空间技术	(45)
第三节 新能源与新材料技术	(48)
第四节 生物技术	(52)
第五节 先进制造技术	(61)
第二篇 设计	(67)
第四章 设计概述	(67)
第一节 设计的含义	(67)
第二节 设计的分类	(70)
第三节 现代设计理论	(73)
第四节 设计与文化	(77)
第五章 设计简史	(80)
第一节 设计的萌生	(80)
第二节 手工业时代的设计	(81)
第三节 工业时代的设计	(86)
第四节 后工业时代的设计	(90)
第六章 设计程序	(95)
第一节 设计程序概述	(95)

第二节	设计程序	(97)
第三节	设计程序案例	(105)
第七章	走进 21 世纪的设计	(108)
第一节	标准化思想的终结	(108)
第二节	不断成长的产品	(109)
第三节	走向回归自然的时代	(111)
第四节	人与物的融合	(112)
第三篇	结构	(113)
第八章	结构概述	(113)
第一节	结构的内涵	(113)
第二节	结构与连接	(120)
第三节	产品结构设计的稳定性	(123)
第四节	自然结构的认知	(128)
第九章	结构的设计	(130)
第一节	结构与力	(130)
第二节	基本结构设计	(134)
第三节	产品设计实例	(146)
第四篇	流程与设计	(155)
第十章	流程概述	(155)
第一节	流程的含义	(155)
第二节	流程的一般特征	(158)
第三节	流程的分类	(160)
第四节	流程的发展史	(165)
第十一章	流程的设计与表达	(169)
第一节	流程的设计	(169)
第二节	流程的表达	(174)
第三节	流程图的种类	(175)
第四节	流程图的绘制	(176)
第十二章	流程的优化	(182)
第一节	流程优化的意义	(182)
第二节	流程优化管理理论	(183)
第三节	流程优化的方法	(186)
第四节	流程优化的过程与途径	(192)
第十三章	流程优化案例	(199)
第一节	生活中流程案例	(199)



第二节	生产中流程案例	(201)
第三节	产品设计流程优化案例	(205)
第五篇	系统	(212)
第十四章	系统概述	(212)
第一节	系统思想概述	(212)
第二节	系统科学的形成与发展	(214)
第三节	系统科学的体系结构和重要地位	(220)
第四节	技术科学层次的系统科学	(224)
第十五章	系统的基本概念和方法	(231)
第一节	系统的含义和分类	(231)
第二节	系统的特性	(235)
第三节	系统的环境、行为和功能	(242)
第十六章	系统的分析、评价与应用	(245)
第一节	系统的分析及方法	(245)
第二节	系统的评价与决策	(256)
第三节	系统设计的应用	(259)
第六篇	控制	(267)
第十七章	控制论	(267)
第一节	控制论概述	(267)
第二节	控制论的发展	(269)
第三节	控制论的三种思想	(273)
第四节	控制论的意义和影响	(276)
第十八章	控制系统概述	(278)
第一节	控制工程	(278)
第二节	控制系统	(281)
第三节	控制系统的基本结构	(291)
第十九章	控制的应用	(306)
第一节	控制论的应用	(306)
第二节	自动控制的应用	(313)
第三节	自动化控制的前景	(320)
参考文献		(326)

第一篇 技术

第一章 技术概述

从人类使用制作工具开始,技术就为满足人类需要而开始了它的历史旅程。技术是人类有计划、有目的地利用天然自然和人工自然的物质资源和规律,以满足人类不断增长的物质和文化生活需求的社会实践活动。随着人类物质、文化生活水平的提高,技术与自然、社会的联系更为密切,成为人与自然能否协调发展的一个重要因素。技术发展的社会因素和技术的社会作用已经引起社会的广泛重视。

第一节 技术的本质及属性

一、技术的含义

人类改变或控制其周围环境的手段或活动,是人类活动的一个专门领域。在我国古代,技术泛指“百工”,“凡执技以事上者,祝、史、射、御、医及百工”。英文中的“技术”一词 technology 由希腊文 techne(工艺、技能)和 logos(词,讲话)构成,原意是指技能、技艺、技巧、手艺等^①。这个词最早出现在英文中是 17 世纪,当时仅指各种应用工艺。到 20 世纪初,技术的含义逐渐扩大,涉及工具、机器及其使用方法。随着资本主义工业革命的发展,技术活动逐步成为社会关注和研究的重点。

著名哲学家尼采指出,“只有无历史的东西才可以下定义”。这表明给技术下一个非历史的定义是不可能的。既然技术是一个历史现象,那么只有在特定的历史背景下才能概括出技术的概念。其实,技术是随着时代的发展而不断发展,技术的概念也随着技术的发展与人们对技术认识的深化而不断发展。因而各个时代的学者也根据当代技术发展的情况给出了不同的技术定义。许多学者都对技术的定义进行了研究。

H. 贝克依照形而上学(哲学层面)的传统,全面地说明了技术的特征。他认为技术是“通过智慧对自然的改造……人按照自己的目的,根据对自然规律的理解,改造和变革无机界、有机界和人本身的心理和智慧的特性(或相应的自然过程)”。艾斯提出的与此相近的定义是:“技术是赋予人的意志以物质形式的一切东西。”也就是说,技术就是把人的思想意志

^① 那日苏. 科学技术哲学概论[M]. 北京:北京理工大学出版社,2006:15.

通过实践的方式以物质的形式表现出来的东西。由于人类意志和人类精神差不多是一回事,而后者(人类精神)有无限多样的表现形式和可能性,因此,尽管技术依赖于物质世界,但还是具有某种纯粹精神世界的无限性。戴沙沃也强调创造性改造的思想,“技术是通过对自然资源的有目的地造型和处理而从思想中引出的现实”。

有些学者是从技术活动的方法论特点来探讨的。如萨克斯强调技术措施的成功是通过把技术过程分为不同的中间阶段和专门的职能而取得的,这虽然是一种迂回的办法,但是能最快地达到预期目标。哥特尔·奥特里连菲尔德根据同样的观点,把技术定义为“在主观上是达到目的的正确途径的艺术……在客观上是人类活动的特定领域中所用方法和手段之和”。汤德尔认为,技术是作为主体的人为了改变世界的某些特征以便达到一定目标而置于自己同客观世界之间的东西。图切尔更加具体地指出:“技术是指在创造性建造的基础上为满足个人和社会需要而生产的一切对象、过程和系统,它们通过规定的功能服务于特定目的,并且总体上改变世界。”

从上面的分析,我们可以从狭义和广义的角度总结技术的含义。

狭义的技术界定认为:技术是人类为了满足社会需要而依靠自然规律和自然界的物质、能量和信息来创造、控制、应用和改进人工自然系统的手段和方法。这种界定是比较明确的。把技术仅限于人与自然的关系领域,即人工自然界的范围内。但是,这样就会必然的忽略一些非人工自然的技术形态,比如管理技术、语言分析技术、心理分析技术、社会调查技术等技术形态。而这些技术现象在当今的社会同样是十分广泛和重要的。同时,在前面我们已经提到,技术是主体智慧的凝聚和外化的结果。狭义的界定只关注物化的技术形态,而把主体智能排除在外了。这样来看,显然是片面的,没有深刻把握住技术的本质。

广义的技术界定认为:围绕如何有效地实现目的的现实问题,是主体后天不断创造和应用的目性活动或方式。这种界定是基于人的本质的。人是具有目的性的存在物,如何有效地实现目的是人类生存与发展所面临的首要问题。充分地体现了技术的属人的特性。

对于这两种理解,许多学者都给出了评价。郭贵春先生在《后现代科学哲学》中说道:狭义的技术定义作为具体的技术概念,在理解和分析由现代技术所导致的物理世界的大尺度变化方面具有极大的启示作用。而广义的界定作为广泛的概念则在处理各个历史时期不同技术类型和工具的产生和发展方面具有更适当的解释力。

法国科学家狄德罗在他主编的《百科全书》中给技术下了一个简明的定义:“技术是为某一目的共同协作组成的各种工具和规则的体系。”这个定义至今仍有指导意义和研究价值,技术的这个定义,基本上指出了现代技术的主要特点,即目的性、社会性、多元性。任何技术从其诞生起就具有目的性。技术的目的性贯穿于整个技术活动的过程之中。技术的实现需要通过社会协作,得到社会支持,并受到社会多种条件的制约。这诸多的社会因素直接影响技术的成败和发展进程。所谓多元性,是指技术既可表现为有形的工具装备、机器设备、实体物质等硬件,也可以表现为无形的工艺、方法、规则等知识软件,还可以表现为虽不是实体物质而却有物质载体的信息资料、设计图纸等。在作为物质手段和信息手段的现代技术中,技能已逐步失去原有的地位和作用,而只是技术的一个要素。^①

^① 姜振寰. 技术哲学概论[M]. 北京:人民出版社,2009:43-53.



二、技术的本质特征

技术是人类在利用自然、改造自然的过程中掌握的各种活动方式、手段和方法的总和。我们从技术作为一种社会性的实践紧密结合于社会物质生产的过程来考察技术的本质特征。技术的本质特征大致表现在以下几个方面：

其一，技术是一种生产力。它通过将一般的技术原理转化为技术设计、技术程序，以形成劳动者在生产过程中具体应用的操作手段、知识、能力，物化为各种技术设施、工艺流程，具体运用于物质生产过程中，成为物质生产的基本手段，并成为物质生产发展水平的基本标志。

其二，技术的发明和推广是人类的实践活动。一方面，技术的发明和推广是人类利用、改造和控制自然的一种实践活动，是人类将技术的方法、程序、物质手段与自然界发生相互作用的物质交换过程。它既为人类的存在和发展创造了物质资源，同时又变革了自然，创造了人工自然，使人类存在和发展的生态环境不断发生变化（或是优化，或是恶化）。另一方面，技术的发明和推广本身是一种社会实践，具有强烈的社会性，要受到人类社会生产发展水平和社会不同政治管理体制的制约和影响。因而，技术的发展和推广是否符合全人类长期存在、发展的利益，不仅和人类对自然规律认识的程度，人类利用、控制自然规律的能力有关，而且和人类社会的政治管理体制密切相关。

其三，技术是客观的物质因素和主观的精神因素相结合的产物。技术一方面是对各种自然状况（诸如能源、材料、自然条件、自然规律等）、现有科技信息、目前和长远人类生存和发展需求等综合分析和思维加工的过程；另一方面，技术是人类有目的地改造自然的活动，是人类依靠经验、知识、能力，通过物质手段和自然（包括人工自然）相互作用，形成一定的物质后果的活动。也就是说，技术是在主观和客观相结合的基础上产生和发展起来的有特定功能的系统。

其四，技术的存在和发展始终是在人与自然界相互作用的过程中，是人类有目的地变革自然（包括人工自然）的社会实践过程，反映了人作为自然的一部分对整个自然界的能动关系，是人与自然、人与社会之间进行物质、能量、信息变换的“媒介”和调控手段。

三、技术的属性

技术是一种以自然为作用对象的社会实践活动，必然会形成一定的自然和社会后果，也会受到自然和社会条件的制约，因而技术具有双重属性：自然属性和社会属性。

1. 技术的自然属性

技术的自然属性包括客观规律性和物质性。技术的形成和发展是建立在对自然界客观规律的认识和应用基础之上的。技术活动虽然是人类有目的的活动，但不是主观随意的，它必须按照客观自然规律办事。任何技术手段和技术实施方案的选择和综合，都是对客观自然规律和主观技术能力进行客观分析和判断后，才能确定其最优化的。随着现代技术和物质生产水平的发展，人类要完成一个既定的生产任务，达到预期的生产目的，往往需要多种技术的综合配套、组合。这种复杂的技术组合，不仅需要自然规律有全面而深刻的认识，而且要对技术组合形成的各种可能的后果有预测性的认识。也就是说，随着现代技术和生

产的高速发展,随着技术的普及和推广,对客观规律性认识的要求也大为提高。因而,现代技术应用的力量和影响的覆盖面也大为增加,对人类社会生存和发展的关系也更为密切。

技术的物质性是指技术活动必然依赖于物质实体、物质交换过程,形成物质后果。技术活动的整个过程,不论是主体因素,还是客体因素,都必须依附于一定的物质载体。诸如知识、经验、能力的载体是劳动者、图书、资料等,技术硬件的载体是机器、设备、工具、仪表等,技术软件的载体是技术文件、软盘等。技术活动的结果也必然会产生新的物质实体。

2. 技术的社会属性

技术的社会属性是指技术的目的性和社会条件性。人类创造和应用各种技术都具有鲜明的、现实的社会目的性。社会物质生产和生活的需要是技术创造的前提和出发点,也是技术的归宿。所以,社会需要是技术目的性的基本内涵,也是技术发展的内在动力。这种目的性虽然会激发人类强烈的创造欲望,但同时由于不可能完全准确预测新技术所能形成的影响,所以也包含了某种威胁人类存在的因素。

技术总是一定社会的人在一定社会历史条件下创造的产物,因而,技术的发明、应用和发展方向,都强烈地受到社会各种条件的制约和影响。特别是那些重大的技术应用,它们大都是国家、政府的行为,因而国家、政府在开发、应用、推广一种新技术时,必须保护本国、本届政府甚至某些团体和个人的政治、经济利益。另外,技术的开发、应用和推广是和社会现实的政治、经济需要相关联的,也依赖于一个国家现实的政治、经济条件,受到国家、民族的文化传统、法规政策的制约和影响。尤其是现代高新技术的开发、应用和推广,更集中体现了一个国家的政治和经济利益。

四、技术与科学的联系与区别

人们常常把技术与科学连起来使用,简称为“科技”,而且,在日常生活中我们很容易把技术与科学混淆起来。为进一步认识技术的本质和特征,有必要对技术与科学之间的关系进行探讨。

1. 技术与科学的联系

人类在生存和发展的过程中,与自然有着密切的关系。一方面,人类要认识自然;另一方面,人类为了满足自身的需要要对自然进行改造。因而,作为认识自然的科学和改造自然的技术也就有着必然的联系。尤其在现代科学技术革命条件下,技术与科学相互联系、相互影响的关系更为密切。首先表现为技术与科学都是以解决人与自然矛盾为宗旨的一种社会活动。二者的根本目的,都是为了满足人类利用、控制、改造、创造和保护自然的需要。科学认识自然是技术改造自然的前提,技术改造自然是科学认识自然的最终目的。其次,技术与科学都与社会的物质生产密切相关。它们都产生于人类的生产实践,都可归于生产力的范畴。社会物质生产需求是技术和科学发展的直接动力。第三,技术与科学本身在其发展过程中彼此互为动力、互为条件,相互渗透、相互影响,有着不可分割的联系。技术在其发展过程中必须依靠科学的进步,这种依赖性随着科学的发展而日益增大。科学的发展为技术发展指引了正确的方向,提供理论基础和技术创新实施的方法。科学会研究技术提出的问题,采用一定的技术手段;技术也会研究科学提出的问题,应用一定的科学知识。往往一个突破性的科学成果会产生一系列重大的新技术。例如电磁理论对于电力技术,遗传学对于生物



遗传工程等等。科学的超前发展是技术发展的前提,科学的发展也在更大程度上依赖于技术的发展。同时,技术也为科学研究提供了各种技术装备、技术手段、技术人才,使科学研究得以进行和深入下去。

2. 技术与科学的区别

科学和技术虽然是人类社会密切联系的两种社会实践活动,但是,它们在很多方面都有着明显的区别。科学和技术是两个不同的概念。科学(Science)是对各种事实和现象进行观察、分类、归纳、演绎、分析、推理、计算和实验,从而发现规律,并予以验证和公式化的知识体系;技术(Technology)则是人类有计划、有目的地利用天然自然和人工自然的物质资源和规律,以满足人类不断增长的物质和文化生活需求的社会实践活动。^①

科学活动指向自然界的存在方式,主要是认识自然,要解决的问题是“自然界是怎样的”,主要偏重于回答自然事物、自然现象“是什么”、“为什么”等困惑,这些往往来自科学认识发展过程中出现的难题和困难。其目标是探索自然事物的本质和规律性,其结果是为了满足认识世界的需要,增进人类的知识财富。而技术指向人的活动方式,技术的任务则是利用自然规律,用最优化的方式控制和改造自然,要解决的问题是“我们应当怎样做”,主要是解决“做什么”、“怎么做”等具体操作手段、方法和装备等方面的问题,为人类的生存和发展创造良好环境,是满足人利用物质资料的需要和完成既定目标的手段和方法。

技术是双刃剑,科学不是双刃剑。自然科学没有阶级性。自然科学的争论是认识问题,并不直接涉及人的行动。科学不是现实的、物质的生产力,不会给社会物质生产和物质生活带来危害。不同的学术观点都可以发表,没有必要也不应该给科学研究划出禁区。技术是要付诸行动的,直接影响到人们的物质利益。我们不会被迫去赞同某一种科学上的看法,但我们常常被迫接受由于技术的乱用所产生的恶果。对于技术的研究与应用,应加以合理的、必要的约束,包括舆论、道德和法律的约束。

第二节 技术的分类、结构和体系

随着人类社会的发展,技术已发展成为一个种类繁多、结构完整的庞大体系,其内在的逻辑联系越来越决定着它的整体发展,而这种逻辑联系来自客观事物本身的逻辑运动以及人类探索这种运动规律的活动特性。

一、技术的构成和分类

1. 技术的构成

(1) 技术构成的基本要素

技术具有多种要素,可以概括为经验形态的技术要素、实体形态的技术要素和知识形态的技术要素。

经验形态的技术要素主要是指经验、技能等主观性的技术要素。经验、技能是最基本的技术表现形态。经验是人们在长期实践中的体验,主要是在生产过程中,对生产方式及方法

^① 顾建军. 技术与设计(通用技术必修1)[M]. 南京:江苏教育出版社,2009:14.

等直觉体验的积累和综合。技能则是以技术知识、劳动工具和经验为基础,在劳动过程中所表现出来的主体活动能力,如技巧、诀窍等实际知识。在不同的历史时期,经验、技能的表现形式也是不同的,如古代以手工操作为基础的经验技能、近代以机器操作为基础的经验技能和现代以技术知识为基础的经验技能。这三种形式的经验技能代表了人类在利用自然和改造自然的过程中主体活动能力或方式的不同发展阶段。^①

实体形态的技术要素主要指以工具、机器等生产工具为标志的客观性技术要素。实体技术也可以按不同历史时期分为手工工具、机械装置和自控机床三种表现形式,它们表现出人类利用自然、改造自然的物质手段的不同发展阶段。^②

知识形态的技术要素主要是以科学为基础的技术知识,是现代技术构成中的主导要素。人们往往把技术看作科学的应用,但这只是一个方面,其实在科学理论产生前,人类就已经凭借技能和经验使用技术了。技术知识就是人类在劳动过程中所掌握的技术经验和理论。它有经验知识和理论知识两种表现形式。前者是关于生产过程和操作方法规范化的描述与记载,后者则是关于生产过程和操作方法的机制或规律性的阐述。

(2) 不同形态技术要素之间相互关系的特点

① 相关性与独立性。各类技术要素之间既是相互联系的又是彼此独立的。工具代替不了经验,知识也不能代替技能。中国古代工匠的经验技能及其经验知识在世界上可谓首屈一指,可是标志近代技术革命开端的工具机变革并没有出现于东方;电力技术的星星之火是英国人点燃的,但发展壮大却是在德国和美洲大地。如果无视技术要素之间既独立又相关的统一关系,将会贻误技术发展的时机。

② 互补性与主导性。互补性是指在技术结构内部,各类技术要素之间存在着互补机制,其中某类技术要素的变化都可能影响或牵动其他要素的变化。互补性机制保证了技术结构的整体协调,不至于使技术要素之间存在的相关链条彼此分化,使技术结构失去整体功能。同时由于三类技术要素矛盾运动的过程中各要素发展的不平衡性,在一定时期有的要素处于矛盾的主导地位,其发展变化制约其他技术要素的发展变化,这就是技术要素之间的主导性功能。这决定了主导技术要素具有触发性放大作用,我们只要抓住了当前的主导技术要素,根据现实的生产力水平,实现以信息化带动机械化,就可能不必花费很大的能量而收到事半功倍的效果。

③ 自稳性与变异性。技术要素的自稳性是指各个技术要素都有自我稳定的一面,当某个技术要素在受到其他技术要素的干扰时,它自己就有抗干扰的能力。近代发生的技术革命使机械工具对原有手工经验技能产生了威胁,但后者并没有因此退出生产领域,而是在一定时期与前者并存。

然而,技术要素的自稳性是相对的,在一定条件下,经验的积累会转化为技术知识。在历史阶段上属于知识水平的东西也会成为经验性的常识,从而表现出变异性。如在 20 世纪的非洲,汽车驾驶员是最高级的技术人员,因为他掌握着最高级的“技术知识”,但这些知识对于包括日本在内的大多数欧美国家而言,已经属于生活技能性的操作了。因此,只有利用

① 孟庆伟. 科学技术哲学[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2006:154.

② 孟庆伟. 科学技术哲学[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2006:155.



自稳性促进传统技术的发展,利用变异性加强现有技术的改造,并促进高新技术的产业化,才能使我国的技术结构整体能力呈现稳步发展、跃迁创新的势头。

2. 技术的分类

技术分类是依据技术的特点,按照一定的标准把技术分门别类,从而揭示其相互关系的工作。技术分类的目的是为了解技术之间的从属关系、结合方式、差别与相互补充以及每种技术在整个技术系统中的地位和作用。技术的分类对于全面理解技术系统,探索技术发展方向,认识技术的社会功能以及技术与科学、产业、经济、社会各方面的关系,都是必不可少的参照系与概念框架。

由于技术本身的复杂性以及人们对技术的认识水平的限制,与对科学的分类不同,迄今为止,还没有大家公认的、系统的技术分类标准和结果。这里介绍一下常见的技术分类标准及分类结果。

从总体上看,人类的活动领域不外乎三大类,即认识和改造自然界的活动、认识和改造社会的活动、认识和改造人类自身的活动。与此对应的广义的技术,也可以分为三大类,即自然技术、社会技术和人类自身的技术。

自然技术是人类在同自然界的相互作用中产生的一类技术的总称。它是整个技术领域中出现最早、最为基本也最为重要的技术。自然技术是人类和自然界之间相互作用的媒介和中间环节,体现了人对自然的能动作用。

社会技术是指人类社会为了达到某种预定的目的和满足人们精神和物质的需要而对科学知识和物质手段的运用。如管理技术、交通管制技术、教育文化技术、社会保障技术等。

人类自身的技术是作用于人类的身体和精神的技术,包括医疗技术、心理技术和思维技术等。

由于学科内容的限制,下面主要探讨自然技术的分类。

自然技术作为一个整体,主要是处理人与自然之间的关系,主要是利用自然和改造自然。自然技术也可以分为实验技术、专业技术和生产技术(或产业技术、工程技术)。

实验技术,即科学实验中的技术,是根据现有的科学理论和一定的目的,通过实验设计,利用科学仪器和设备,在人为的条件下控制或模拟自然现象的技术或方法的集合。一般来说,实验技术是为了获得、加工、改变自然信息,检验假说和理论。这一活动的直接产物是数据,即使产出少量实物,主要也是作为样品供进一步的研究。按照实验领域不同,实验技术可相应地分为天文观测实验技术、地学实验技术、生物实验技术、化学实验技术、力学实验技术、物理实验技术等。^①

专业技术,是与技术科学相对应的专门技术。把技术科学不同专业的理论与一定的物质手段相结合并应用于不同对象的研究及开发,就产生了不同类型的专业技术。例如,把能源科学应用于对能源的研究和开发,产生了能源技术;把激光科学应用于激光的研究和开发,产生了激光技术等等。专业技术以技术科学理论为指导,把技术科学的理论转化为生产技术,是技术科学理论和生产力之间的桥梁,也是检验技术科学理论真理性的客观尺度。

生产技术,是直接改造自然的技术,直接体现在生产劳动过程中。专业技术虽然也具有

^① 那日苏. 科学技术哲学概论[M]. 北京:北京理工大学出版社,2006:124-125.

直接可用性,但在它未与具体的生产过程结合之前,其生产力功能是得不到发挥的。只有把它应用于具体的生产过程中,同现实的改造自然的活动结合起来,才能发挥现实的生产技术的功能。因此,生产技术是专业技术在生产中的进一步具体化。生产技术有以下几种分类:

(1) 根据生产中改造对象的不同,可以把技术分为物质材料技术、动力能源技术和信息通信技术等。

物质材料技术是对各种原材料进行加工,改变物质材料的性质、结构与形状并制成特定性质材料的技术。

动力能源技术指开发自然界的各种能量资源并转变为人们所需要的各种资源和动力的技术,如对石油、煤、天然气、核能、太阳能、潮汐能等第一次能源的开发,以及将一次能源转变为成品油、煤油、氢燃料、电力等二次能源的生产技术。水轮机、蒸汽机、汽轮机、内燃机等各种原动机的设计及相应的发电设备等,也是动力技术的组成部分。动力技术体系在技术体系中处于中心地位。

信息通信技术是对文字、语言、数据、资料等信息进行运输与变换,对各种仪器、设备进行控制与调节的技术。电子信息技术是当代日益向前发展的高技术群落的先导与主角,是当代社会特别是未来社会发展的技术基础。

(2) 根据生产过程进行分类,可以把技术分成以下三类。

农业生产过程中的技术,包括植物栽培技术、饲养技术、捕获技术等。

工业生产过程中的技术,包括采掘技术、材料技术、机械制造技术、交通运输技术、建筑技术、动力技术等。

信息产业过程中的技术,包括通信技术、控制技术、系统技术等。

(3) 根据各个生产要素在生产部门集中的程度把社会生产划分为“劳动密集型”、“资本密集型”与“知识密集型”的产业和产品,与此相对应,可以把技术划分为以下几类。

① 劳动密集型技术,是指投入的活劳动中体力劳动所占比例比较大、消费较多,而物化劳动消耗较少的劳动密集型产品所应用的技术,如轻纺工业、农业、初级服务业等。

② 资本密集型技术,是指生产消耗物化劳动或需要资金投入较多的资本密集型产品所应用的技术,如重化工业等。

③ 知识密集型技术,生产这种产品所投入的活劳动不只是简单劳动,更多的是复杂劳动,要求劳动者掌握许多科学技术知识,故该产品凝聚着更多的知识量,资源、能量耗费少,研究与开发的投资额大,其产品由少品种、大批量转向多品种、小批量、更新换代快等。

二、技术的结构

对于技术的构成方式,除了在宏观上对技术体系进行分析外,还有必要从微观上分析技术结构。技术结构是由相互联系和相互作用的经验形态、实体形态和知识形态三种技术要素组成的有机整体。在社会发展史上有三种类型的技术结构。

按照技术要素在技术结构中的地位和作用,相应的可以将其划分为经验型技术结构、实体型技术结构、知识型技术结构。经验型技术结构是由经验知识、手工工具和手工性经验技能等技术活动要素组成,并以手工性经验技能为主导要素的技术结构;实体型技术结构是由机器、机械性经验技能和半经验半理论的技术知识等技术活动要素组成,并以机器等技术手