

自然辩证法讲义 (初稿)

专题资料之一
工程技术科学的
若干辩证内容

高等教育出版社

工程技术科学的 若干辩证内容

华中工学院编写组



高等教育出版社

本书原由人民教育出版社出版。1983年3月9日，上级同意恢复“高等教育出版社”。本书今后改用高等教育出版社名义继续印行。

ER45/28

自然辩证法讲义（初稿）

专题资料之一

工程技术科学的若干辩证内容

华中工学院编写组

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

二二〇七印刷厂印装

开本787×1092 1/32 印张3 字数60,000

1979年12月第1版 1984年2月第4次印刷

印数29,901—39,900

书号2010·08 定价0.23元

编者的话

工程技术科学的门类极其繁多,内容极为丰富。恩格斯在讲到要从自然界中找出辩证法规律并从自然界里加以阐发时曾经指出:“要系统地并且在每个领域中都来完成这一点,却是一件巨大的工作。不仅所要掌握的领域几乎是无边际的,而且就是在这整个的领域中,自然科学本身也正处在如此巨大的变革过程中,以致那些即使有全部空闲时间来从事于此的人,也很难跟踪不失”。^①要从工程技术科学本身里“阐发”辩证法规律,同样也是十分困难的。在这里,我们仅对工程技术科学中的若干辩证内容进行一些初步的探讨。由于我们水平有限,缺点、错误在所难免,敬请大家帮助指正。

参加本书编写工作的同志有华中工学院自然辩证法研究室的邹珊刚、彭纪南、苏子仪、吴前衡,有关专业教研室的谭尚智、邱一鸣、樊震、张德基、刘健、王离九、刘云生、杨叔子、章崇义等同志。由邹珊刚、彭纪南、苏子仪统稿。

在编写过程中,清华大学、华南工学院、哈尔滨工业大学,东北工学院、中国社会科学院哲学研究所,高等教育出版社及其它一些高等学校、科研单位的有关同志曾给我们提出了许多宝贵的意见,给予了很大的支持和帮助,在此谨向他们表示衷心的感谢。

一九七九年九月

^① 恩格斯:《反杜林论》,人民出版社,1970年版,第10页。

目 录

前言	1
第一章 工程技术的历史发展	7
一 工程技术的萌芽	7
二 蒸汽机的发明和应用。近代工程技术的产生	9
三 电力的应用。十九世纪末二十世纪初工程技术的变革	13
四 原子能的利用, 电子计算机技术和空间科学技术的发展。现代科学技术的革命	17
第二章 工程技术的要素	25
一 工程技术要素的基本特征	25
二 材料、能源、控制、工艺是工程技术的四个要素	28
第三章 材料	32
一 材料的性能与其内部组分、结构的关系	33
二 材料中的量和质	35
三 外部环境对材料性能的影响	38
第四章 能源	43
一 能源科学技术的辩证本质——能量的转化	43
二 能源形式演化的规律	45
三 能源开发、利用过程的矛盾分析	49
第五章 控制	54
一 控制过程的基本矛盾	54
二 控制的基础——信息	58
三 现代控制的主要工具——电子计算机	60

第六章 工艺	65
一 推动工艺发展的基本因素	65
二 实现工艺过程的物质手段——工艺设备	69
三 工艺过程诸环节的综合分析	71
第七章 工程技术各要素的辩证关系	75
一 工程技术各要素之间的相互关系	75
二 工程技术各要素的作用及其地位的转化	80
参考文献	87

前 言

工程技术活动是人类改造自然的斗争的一个重要组成部分。马克思曾指出，人们改造自然的生产劳动过程，是“人的活动借助劳动资料使劳动对象发生预定的变化”^①的过程。作为人类改造自然的活动的工程技术，就是在生产劳动过程中产生，并随着工业生产的发展而发展的。

在手工生产时期，技术一般是指劳动者的技艺。随着生产的发展和近代自然科学的产生，特别是从十八世纪开始，机器逐步代替手工工具，在第一次工业革命中出现了资本主义大工业生产以后，才促进了近代工程技术的产生。这时，工程技术主要表现为科学在工业生产中的应用，并以科学理论的形态，形成各门独立的学科。这是因为，只有在资本主义大工业出现以后，才使自然科学在工业生产中的应用成为必要和可能。正如马克思指出的，“只有在这种生产方式下，才第一次产生了只有用科学方法才能解决的实际问题。只有现在，实验和观察——以及生产过程本身的迫切需要——才第一次达到使科学的应用成为可能和必要的那样一种规模。”^②依据自然科学揭示的自然界本身的变化规律，利用自然界的资源和能源，采用一定的手段和方法，按照预定的目的实现对物质材料、能量、信息的变换和加工，以满足社会生产和生活的需要，这是近代工业生产的主要特征。因此，工程技术，就是科学知

① 马克思：《资本论》第一卷，人民出版社，1975年版，第205页。

② 马克思：《机器·自然力和科学的应用》，人民出版社，1978年版，第206页。

识用于工业生产过程，以达到利用和改造自然的预定目的的手段和方法。】在这里，劳动者的带有经验性的技能，经过总结、概括，体现或者包括在上述的手段（工具及设备）和方法之中。【随着所采用的手段和方法以及所达到的目的不同，形成了工程技术的各门学科，诸如：研究矿床开采的工具设备和方法的采矿工程学；研究金属冶炼设备和工艺的冶金工程学；研究机械制造的设备和工艺的机械工程学；研究纺织的设备和工艺的纺织工程学；研究发电厂和电力网的设备及运行的电力工程学等等。】

随着工业生产的发展，工业各专业部门中的科学技术问题越来越综合，越来越复杂，在许多情况下，各门基础科学的理论已不能直接用于解决生产技术中出现的问题。于是又逐渐形成了研究生产技术中一些带普遍性的基本理论问题的各门技术科学。它一方面综合运用自然科学基础理论的研究成果，另一方面总结概括工程技术活动和生产实践中带普遍性的经验，将两者结合起来，发展成为系统的理论，成为联结基础科学和各门专业技术的桥梁。这样，有关工程技术的科学，就不仅包括了各种有关工业技术的学科，而且一般具有技术科学和专业技术这样两个层次。我们这里所说的“工程技术科学”，就是有关工业方面的各门技术科学和专业技术各学科的总称。

近几十年来，随着科学技术日益综合发展的特点和趋势，工程的概念、手段和方法已经渗透到现代科学技术和社会生活的各个方面，出现了诸如生物遗传工程、医学工程、教育工程等新的工程学科，使得工程技术科学突破了工业生产技术的范围。不过我们在这里所研究的还是原来意义上的工程技

术科学的内容。

〔工程技术科学在整个科学技术中占有十分重要的地位。这不仅是因为工程技术科学的战线极为广阔，门类极为繁多，内容极为丰富，而且是因为工程技术科学是联结基础科学理论同生产实践的桥梁，是自然科学同社会科学的一个重要接触点，因此它是人类认识自然改造自然和推动社会发展的强有力的手段，对于生产力的提高，科学的发展，技术的变革，社会的进步，都起着十分重要的作用。近代以来工程技术发展的三次突破对于生产和社会发展所产生的极为深刻的影响，可以充分说明工程技术科学地位和作用的重要。〕

既然工程技术科学的地位与作用是如此重要，因此自然辩证法的研究不应仅限于基础科学领域，而且应该深入到工程技术科学领域中去。工程技术科学辩证法应是自然辩证法的重要组成部分。运用马克思主义的立场、观点、方法，开展工程技术科学辩证法的研究，对于丰富和发展马克思主义哲学，对于丰富和发展自然辩证法，推动工程技术科学的发展，加速我国四个现代化的建设，都有重要的意义。

工程技术科学辩证法的研究内容，应包括如下几个方面：

1. 研究工程技术科学发展的规律。〔具体地讲，就是以马克思主义为指导，通过对工程技术科学发展历史的考察，阐明工程技术科学与社会生产斗争、阶级斗争和科学实验的关系，阐明工程技术科学与哲学的关系，工程技术科学和基础自然科学、社会科学的关系等。工程技术科学发展的一般规律，固然同一般自然科学（基础科学）的发展规律有许多是共同的，但是工程技术科学在上述这些关系问题上又有其明显的特殊性。例如，工程技术科学更直接地从生产斗争中总结概括出

来,又成为改造自然的强有力的手段和方法,工程技术本身就是直接的生产力,它体现在生产力的诸要素之中,而对生产力的发展起着更直接的作用,因而它同生产实践的关系,比之基础自然科学就更为密切;工程技术的发展决定于它本身的内部因素,但又在很大程度上受到国家技术政策的制约,许多工程技术的发展还会带来巨大的社会后果,甚至引起某种社会危机(例如环境保护问题,资本主义国家的能源问题),因此它同社会的上层建筑和经济基础,同社会阶级斗争的关系有着许多自己的特点;工程技术科学同现代科学实验在很多情况下是不能分开的,这不仅是因为科学实验仪器、装备的设计制造离不开工程技术,而且某些复杂的现代科学实验本身就是许多专业技术的综合。至于工程技术科学和哲学的关系也是很明显的,现代工程技术的一些学科,如控制论、信息论等就是当代哲学斗争的前沿。因此,工程技术科学发展的一般规律作为工程技术科学辩证法的一个方面的内容,是十分重要的,有必要深入进行研究。

2. 研究工程技术科学的辩证内容。例如对工程技术科学的一些基本概念(信息、能量等概念)和基本内容的辩证分析与研究;工程技术科学的分类;各门工程技术学科的内部矛盾;辩证法规律在工程技术科学领域中的具体表现;工程技术科学中所提出的一系列哲学认识论问题等。

[3. 研究工程技术科学中的方法论问题。通过总结工程技术发展历史上重大突破的经验,概括各门工程技术学科的具体研究方法,来探索工程技术科学研究的一般方法,以及自然科学一般研究方法在工程技术科学研究中的运用。如经验的方法(经验公式的建立和运用),实验的方法,模拟的方法,信

息的方法,系统的方法,以及数学分析方法等。]

对上述内容的研究,是一项长期而艰巨的任务。这里我们只就工程技术科学辩证法的一个方面的内容,即工程技术科学的辩证内容,进行一些初步的探讨。

研究工程技术科学的辩证内容,我们采用以下的方法:

1. 以工程技术的历史发展作为基础。虽然工程技术科学的辩证内容,它的重点不是研究历史,而是研究科学的内在逻辑。但是逻辑的东西与历史的东西是统一的,逻辑的东西必须以历史的东西为基础,必须是历史中必然的、本质的东西的反映和概括。例如,关于工程技术的内部矛盾,只有从过程的始终,从事实的全部总和及其联系,即从工程技术的历史发展中才能把握它。

2. 从工程技术科学本身的事实出发,而不是从抽象的原则出发。唯物辩证法的一般规律、原理和方法,是我们研究的指南,我们研究工程技术科学的辩证内容,必须以辩证法为指导。但这里指的是指导,而不是代替。不能把它作为“套语”,“标签”,更不能把它当作现成的公式去剪裁工程技术科学的各种材料,不能用辩证法的一般原则加上工程技术的一些例子这种简单的方法,而应从工程技术的各种实在的形式出发,深入到工程技术科学的内部,去发现它的内在联系,揭示它的辩证本质。这是研究方法的基本原则,也是一种科学的态度。

3. 运用分析的方法,研究工程技术的要素。现代工程技术领域极其广阔,从那里入手研究工程技术科学的辩证内容?其中的方法之一,就是从对工程技术的各个因素进行分析入手,分析它们之间的相互联系和转化,比较它们的作用与地位,对各种因素进行过滤,从中找出起决定作用的要素来,然

后研究诸要素的内在矛盾和它们之间的相互关系、相互作用，从而揭示工程技术科学的辩证内容。关于这种分析方法，马克思在《资本论》中对生产过程诸要素的分析给我们提供了范例。

第一章 工程技术的历史发展

一 工程技术的萌芽

在人类社会的发展中,生产方式的变革,即生产力与生产关系的矛盾运动,决定着一切社会的发展和变革。生产力又是生产方式中起决定作用的因素。社会生产力发展水平的客观尺度是劳动工具。人类劳动正是从制造工具开始的。当我们的祖先第一次把一块石头做成原始的生产工具——石器工具,实现了从猿到人的转变,揭开了人类征服自然的历史序幕的时候,就有了技术的最初萌芽。随着劳动生产经验的积累,工具的加工技术首先产生和发展起来。在旧石器时代是用直接打制法,制成比较粗糙的工具。到了中石器时代,发展为用间接打制法,制成细石器。以后到了新石器时代,人们学会了用磨制法,生产出来的工具比原来锋刃锐利。加工技术的不断提高,弓、箭的产生,石器工具的改进,促进了原始社会生产力的发展。

在人类发展的初期,对社会生活产生重大影响的还有一项重大的发明,即人工取火。人类用火是在旧石器时代的早期。大约四、五十万年以前,原始人类在对雷电和森林火灾的长期观察、实践过程中,逐步学会引用自然火,并保留火种,用它来取暖、煮熟食物和防御野兽。以后人们在生产劳动工具、打制和磨石器以及对木材加工的过程中,经常发现有火花、冒

烟、发热等现象。这样又经过了几十万年的摸索，终于在旧石器时代的晚期，用摩擦的方法，实现了人工取火。这是人类第一次控制了一种自然力，并使之为人类服务。恩格斯曾高度评价摩擦生火对人类解放的意义，他指出：“就世界性的解放作用而言，摩擦生火还是超过了蒸汽机，因为摩擦生火第一次使人支配了一种自然力，从而最终把人同动物界分开”。^①

原始社会发展的最后阶段，即新石器时代，由于火的进一步使用，使制陶技术发展起来。人们在制陶的生产实践中，逐渐掌握了提高炉温的技术。当时烧制陶器的炉温，已接近铜的熔点。后来在制造劳动工具的各种石料中又发现天然存在的红铜，从而导致人类首先实现了铜的冶炼。为了进一步解决红铜工具的易磨损问题，通过长期的实践，人们终于发现了铜、锡合金——青铜的冶炼方法。青铜比纯铜熔点低、硬度高，易加工成刃口锋利的青铜工具。青铜工具的生产和使用，是技术史上的又一重大发明。如果说新石器时代由于采用了磨制石器及早期铜器，大大提高了生产力，促使社会生产出现了两次大分工，产生了剩余产品和商品交换，给私有制为基础的奴隶制产生创造了必要条件，那么青铜工具的使用所造成的生产力，则最终使原始社会解体和奴隶社会产生。

青铜工具在奴隶社会的生产中曾经发挥了重要的作用，但由于铜矿资源分布和产量的限制，而且其中还有相当一部分开采出来被奴隶主用作奢侈品、陪葬品和武器，因此终究不能完全取代石器。这只有铁才能做到，因为铁矿的分布比铜广泛得多。但铁的熔点高达 1534°C ，要把铁矿石熔炼成铁就比炼铜困难得多，所以铁器比青铜器的应用要晚。只是在青

^① 恩格斯：《反杜林论》，人民出版社，1970年版，第112页。

铜冶炼积累了丰富的实践经验，人们学会了不断提高炉温的技术，发明了风箱之后，冶铁技术才逐渐产生和发展起来，制成了坚硬锋利程度远远超过石器和青铜器的铁器，并很快地取代了它们。铁器的生产是技术史上又一项重大发明，它的广泛应用，大大提高了社会劳动生产率，推动了人类历史的迅速发展，促进了生产关系的根本变革，并成为以后封建社会生产的主要技术基础。

二 蒸汽机的发明和应用。近代工程技术的产生

以科学在工业生产中的应用为主要特征的近代工程技术，产生于资本主义工业革命时代。这个革命首先在英国，而后再在美、法、德、俄等国相继发生。它是一场由手工生产过渡到机器生产的深刻的技术革命和社会革命。这个革命是以蒸汽机的发明和广泛应用为主要标志的。恩格斯说：“蒸汽和新的工具机把工场手工业变成了现代的大工业，从而把资产阶级社会的整个基础革命化了。工场手工业时代的迟缓的发展进程变成了生产中的真正的狂飙时期。”^①

以机器代替手工劳动为主要内容，以蒸汽机的发明和广泛应用为主要标志的技术革命，首先是从工具机的发明开始的。因为在手工生产的条件下，劳动者使用工具受到自己身体器官的限制，要大幅度提高劳动生产率，仅靠劳动者个人的熟练技巧是不行的。所以人直接操作的手工工具部分首先受到了工业革命的冲击。工业革命策源地的英国，就是以纺织业中一系列工具机的发明和使用为其起点的。如：织布飞梭、珍妮机、水力机、纱机、自动纺纱机和自动织布机等工具机的

^① 恩格斯：《反杜林论》，人民出版社，1970年版，第258页。

发明。

由于在棉纺织业中，各种纺纱和织布用的工具机的广泛使用，不仅促使棉纺织业实现了从手工生产到机器生产的过渡，而且引起了与棉纺织业有关的净棉机、梳棉机、印花机等一系列发明，还带动了毛、麻、丝织及造纸等其他轻工业部门相继向机器生产过渡。各种工具机的发明和广泛使用，机器生产规模日益扩大，使得原来使用的人力、畜力、风力、水力等，远远满足不了机器生产对动力日益增长的需要。这就迫切需要寻求一种动力强大、比较稳定、易于控制、不受地点季节和其他自然条件限制的，对各工业部门普遍适用的动力机。动力问题成了当时工业生产发展中急待解决的关键问题。最后导致了瓦特蒸汽机这一划时代的技术发明。

早在瓦特之前，蒸汽机的发明、改进和使用，就已经经历了一个相当长的历史发展过程。十七世纪末，由于资本主义工业的发展，采矿业的兴起，为了解决矿井的排水问题，1698年托马斯·塞维利制造了蒸汽泵。1711年纽可门又发明了大气蒸汽机。虽然纽可门机比塞维利蒸汽泵有了很大改进，但它仍然是热损耗大、效率低，而且由于它只能作直线往复运动，因而不能成为大工业普遍适用的动力机。尽管如此，纽可门机已经是热运动转化为机械运动的原动机，具有“有可能产生任何运动的优越性”。因此，这就为以后蒸汽机的改进奠定了良好的基础。

詹姆斯·瓦特在研究纽可门机的基础上，对蒸汽机作了巨大的改进。他首先对如何提高蒸汽机效率问题，尔后又对如何使蒸汽机成为工业通用的动力机问题进行了研究。1769年瓦特根据布莱克的“比热”和“潜热”的理论，找到了纽可门

机效率低的原因,提出了改进的办法,经过反复试验,制成了装有冷凝器的单向作用式蒸汽机。1781年瓦特又设计了将蒸汽机活塞直线运动转变为圆周运动的机械装置,并将原来单向作用式蒸汽机改进为双向作用式蒸汽机。瓦特所发明的这种蒸汽机,不仅动力更强大,效率更高,热效率从不到1%提高到3%,更重要的是它已不是仅供抽水用的蒸汽机,而是能适用于一切工业部门的原动机。瓦特发明的蒸汽机为大工业奠定了技术基础,大大加速了从手工生产过渡到机器生产的工业革命的进程,引起了工业生产技术的全面变革。使工业生产摆脱了对天然动力的依赖,打破了地理条件对厂址选择的限制,从而为大工业的建立,为机器体系的自由发展创造了前提。正因如此,瓦特蒸汽机问世不久,迅即被大工业广泛采用。1784年英国即建立了第一座蒸汽动力的纺纱厂,1789年棉纺业也开始采用蒸汽动力,到1801~1804年棉纺织业中普遍采用了蒸汽机。其他如面粉厂、啤酒厂等轻工业部门在十八世纪八十年代到九十年代也先后采用了蒸汽机作为动力。1784年汽锤被用来碎石和碾铁,1790年蒸汽鼓风机用于冶铁。其他各种重工业部门也在逐步地采用蒸汽机作动力。蒸汽机的发明和广泛采用,提高了铁这一金属材料和煤这一燃料在工业生产中的地位,推动了冶铁技术和采煤技术的革新。蒸汽机的发明和运用又推动了交通运输的革命,开辟了所谓“铁路时代”和“轮船时代”。1807年美国富尔顿制造了第一艘利用蒸汽机作动力的客汽轮,1838年英国制成汽轮南阿斯号和大西洋号横渡大西洋成功,使海运业进入了新时代。在陆路交通方面,1814年矿工的儿子斯蒂芬逊制成了第一台蒸汽机车,1825年铺设完从斯托克屯到达林敦的铁路,并于