

自然科学概论

AN OUTLINE OF NATURAL SCIENCE



江苏教育出版社

自然科学概论

主 编 方志军
副主编 孙世雄
 翁德宝

江苏教育出版社

自然科学概论

《自然科学概论》编写组

出版：江苏教育出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：镇江前进印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 印张12.75 字数273,000

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

印数1—7,000册

ISBN 7—5343—0680—9

N·2

定价：3.30元

责任编辑 朱宝栋 王瑞书

编写说明

本教材是应高等师范院校文科专业开设自然科学概论课程的需要,由南京师范大学发起,组织江苏教育学院、安徽师范大学、西南师范大学、河北师范大学、湖南师范大学等14所院校的有关教师共同编写的。

结合师范院校文科的专业特点和学生特点,本教材在内容安排上,一方面对现代自然科学的各部门作了比较全面的、简明扼要的介绍,同时侧重讲述了那些与哲学、社会科学关系密切,对它们的发展影响较大的自然科学的基本概念和基本理论。全书主要内容可分成三大部分:第一部分从第一章到第五章,在介绍自然科学的各基础学科的研究对象、主要分支和发展概况的基础上,着重介绍了自然界各种物质形态的组成、结构、运动及演化规律以及热力学、相对论和量子论的基本概念和理论。第二部分是第六章和第七章,介绍横向科学——数学和系统科学,主要介绍一些基本概念和基本方法。第三部分即第八章,对现代科学技术作了简要地介绍。这三部分内容具有相对的独立性,各校可以根据课时的多少和教学要求,灵活安排教学内容。

本教材的编写过程是:由南京师范大学的方志军同志订出初步的编写提纲并根据各位编写人员的意见进行了修改;各位编者分工撰写了有关内容,然后由孙世雄、翁德宝和方志军同志分章进行统稿。具体分工是,孙世雄负责第五章和第七章,翁德宝负责第三章及第八章第三节,其余部分由方志

军负责。最后由方志军统一全书的文字。

本教材在编写过程中始终得到南京师范大学政教系和马列部的领导以及自然辩证法教研室主任李锁华同志的关心和鼓励,得到各位编者所在单位的大力支持。在此一并表示衷心的感谢。

限于编者的水平和时间仓促,教材中疏漏不当之处在所难免,恳请广大读者指正!

编写人员名单:

方志军、孙世雄、廖佳敏(南京师大),王毓莉(西南师大),冯元钧、陈玉玺(安徽师大),卢彪(扬州师院),孙树森(河北师大),齐文芳(河北师院),狄仁昆(苏州大学),肖聚武(江苏农学院),胡友静(江西教院),翁德宝(江苏教院),高中华(徐州师院),黄可人(湖南师大),蔡茂剑(上海技术师范学院),潘宪生(南京农业大学)。

编 者

1988年9月

绪 言

在开始学习自然科学概论这门课程的时候，我们首先需要弄清楚的是：什么是自然科学？自然科学概论这门课程的主要内容是什么？为什么要学习这门课程等几个问题。

一、自然科学的研究对象和体系

自然科学是关于自然界的知识体系。它以自然界为研究对象，以认识自然和改造自然为目的。科学工作者通过科学实践活动揭示自然界各种物质形态的组成、结构、性质及运动规律，并把它总结形成系统化、理论化的自然科学知识体系，为改造自然提供理论上的指导。

自然界即客观物质世界，从其自身的存在来说，是无限的。但是作为自然科学现实的研究对象的自然界，却总是有限的。恩格斯曾经说过：“我们的自然科学的极限，直到今天仍然是我们的宇宙，而在我们的宇宙以外的无限多的宇宙，是我们认识自然界时所用不着的。”（恩格斯：《自然辩证法》人民出版社 1971 年版，第 215 页）。随着自然科学的发展，人类所认识到的自然界的范围不断地在扩大和深入。目前，人们借助于射电望远镜，已经观测到距离我们几百亿光年的天体，而在已经发现的基本粒子中，有的尺度不到 10^{-16} 米。从时间尺度上看，人们发现的最古老的天体，年龄已达 150 亿年，而有些共振态粒子，寿命只有 10^{-24} 秒！这就是今天作为自然科学现实研究对象的自然界的范围。

自然界是一个物质的世界，其中充满各种各样的物质，形

形形色色的天体,气象万千的地球,生机勃勃的生物……。它们有着各自的尺度、质量、组成和结构,都在按一定的规律运动着。这些正是自然科学要加以研究和揭示的。认识自然最终是为了改造自然。自然科学不仅要能够解释自然现象,回答“是什么”和“为什么”的问题,而且要为人类改造自然的实践活动,提供理论指导,回答“做什么”和“怎样做”的问题。围绕对这两方面问题的回答,今天的自然科学已经成为一个庞大的理论体系。这个体系可以分为基础科学、技术科学和工程技术三个组成部分。

基础科学直接以自然界物质运动为研究对象,目的在于认识自然界的各种物质形态,发现它们所遵从的各种自然规律,从而说明各种自然现象和过程。基础自然科学按其研究领域的不同,可以分为天文学、地学、生物学、化学和物理学等主要分支学科。

应当指出,人们常常将数学也算作是自然科学的一个分支,这并不很恰当。因为数学所研究的“量”是自然、社会和思维三大领域所共有的,并非自然界所特有的,数学研究揭示出的各种空间形式和数量关系,可以被自然科学、社会科学和思维科学加以运用,并非是自然科学的“专利”。因此,数学就其性质来看,是一门横向性的学科。不过,从历史上看,数学是应研究天文学、力学等自然科学的需要而产生的,它的发展和自然科学的发展紧密相关,并且在很长一段历史时期内,主要被应用于自然科学的研究中。因此把数学也看作是自然科学的一门基础性学科,也并不是没有一点道理的。和数学性质相类似的学科,还有近几十年来发展起来的系统科学。

基础科学各主要分支的理论和研究方法的相互渗透,形成了一系列的边缘性学科,如天文地质学、天体化学、天体物

理学、空间生物学、地球物理、地球化学、生物物理学、生物化学、物理化学等等。它们也是现代基础科学的重要组成部分。

技术科学研究自然界的普遍规律在特定领域、特定事物、尤其是作为人类利用和改造对象的事物上的具体表现或特定过程中的具体表现。其目的在于为人类改造自然提供技术理论。例如，研究力学规律在特定物体上的具体表现的就有流体力学、空气动力学、固体力学、材料力学、弹性力学等众多学科。技术科学是连接基础科学和生产技术的桥梁。它要以基础科学为指导，所得到的规律相对于基础科学来说，带有特殊性和具体性的品质，而相对于生产技术而言，又带有普遍性的特征，对生产技术起着理论上的指导作用。技术科学也有众多的分支学科。近几十年来兴起的把多学科的理论和方法综合起来，对某一领域进行系统研究的综合性学科，如能源科学、材料科学、空间科学、海洋科学、环境科学等，均属技术科学的范畴。

工程技术研究改造客观世界的具体手段和方法。它利用基础科学特别是技术科学的理论成果，研究并解决各种专业生产中的实际问题，直接为生产服务。工程技术可以按生产部门进行划分，如机械技术、化工技术、采矿技术、冶金技术、建筑技术等。

有人把现代自然科学比作一棵大树，基础科学是树根，技术科学是树干，而工程技术则是树叶。三者之间既有相对的独立性，又相互联系、相互影响和相互促进，形成一个完整的体系。

二、自然科学的发展概况

要想对现代自然科学有一个比较完整的认识，还需要对自然科学的研究历史、现状和发展趋势有一大致的了解。

纵观自然科学的历史,按其所处的时代,可以将其分为原始社会时期、古代时期、近代时期和现代时期等几个大阶段。

自然科学的萌芽在人类社会的早期就已出现,人类的祖先在改造自然的过程中开始认识自然。早期的关于自然的知识直接融于人们的生产活动中,表现为直接的生产经验。它是无数人、无数代不断尝试、摸索的结果。在采集、狩猎以及农牧业生产活动中,产生了生物学的萌芽;在观测天象、辨别方向和确定季节等活动中,产生了天文学的萌芽;在分配食物、计算日期、丈量土地、交换产品等活动中产生了数学的萌芽;在制作石器、弓箭、舟船等活动中产生了物理学的萌芽;在用火、制革、染色、制陶、冶金等活动中,产生了化学的萌芽;在寻找石料、矿石以及其它的生产活动中,积累了一些关于地形、地貌、地产、风向、水流等地学的知识,产生了地学的萌芽。诚如恩格斯所言,科学的发展一开始就是由生产决定的。

在原始社会时期,人们的思维水平低下,不能对自然现象和自然过程作出理性的解释,而代之以神话。因此,这一时期是人类对自然界认识的神话时期。

进入奴隶社会以后,生产发展了,有了剩余产品,出现了作为脑力劳动者的知识分子阶层。他们摆脱了繁重的体力劳动,有时间也有条件研究、探索自然,思维能力也得到了很大的提高。他们开始摆脱神话,用理性去认识自然,追寻宇宙的万本,探索万物的结构和寻找一切运动变化的原因,产生了初具理性色彩的自然科学知识,不过它是与哲学思想交织在一起的。这种集科学与哲学于一身的知识体系被称为自然哲学。在古希腊时期曾经发展到一个很高的水平。提出了许多天才的预见,猜测到了以后的一些科学发现,但限于当时的认识水平,它往往用主观幻想的联系代替尚未知道的真实联系,用臆

说补充缺少的事实，科学的认识是不多的。

在漫长的封建社会中，人们对自然界的认识从总体上说没有获得很大的发展。在西方，宗教神学严重地束缚了人们的思想。教会视科学研究为异端，自然科学发展严重受阻。而在中国等东方国家，工艺技术曾经达到很高的水平，作出了一系列的重大发明，但大都是建立在经验的积累上的，而不是建立在对自然界的科学认识的基础上的。总之，在整个古代时期，除了少数学科，如数学和天文学在古希腊时代就已经初具科学形态外，其它的自然科学知识是零散、孤立的，从总体上说，人们对自然界的认识是笼统的、表象的和模糊的，始终没有超出自然哲学的水平，也没有为改造自然提供理论上的指导，科学与技术处于分离状态。

现代意义上的自然科学，产生于 16 世纪的欧洲。资本主义生产方式的兴起为近代自然科学的产生准备了良好的社会条件。资产阶级反对封建教会的政治思想运动，宗教改革和文艺复兴运动，为自然科学的产生，准备了思想文化基础。近代自然科学诞生的标志，是 1543 年哥白尼《天体运行论》的发表。近代自然科学的发展经历了两个阶段：第一阶段是 16—18 世纪，第二阶段是 19 世纪。

第一阶段是搜集资料，进行分门别类研究的阶段。在这一阶段，人们用观察和实验的方法，对自然界的各部分进行仔细的分析研究，获得了许多关于自然界的知识，积累了丰富的材料。在这一时期，自然科学的发展状况是：经典力学体系已经建立，这是最伟大的成就；太阳系天文学已经成熟；与自然科学关系密切的数学则完成了由常量数学到变量数学的过渡；而自然科学的其它部门，则离这种初步的完成还很遥远，还没有形成独立的体系。

19世纪自然科学的发展进入到一个崭新的时期，从搜集材料的阶段进入整理材料的阶段，从实验科学走向了理论科学。一个个重大的科学理论和定律相继创立：物理学里的热力学第一、第二定律、麦克斯韦的电磁学理论；化学中的原子论和元素周期律；地质学中的地质进化论；生物学中的细胞学说、遗传学说和生物进化论；……。在这些重大发现的基础上，天文学、地学、生物学、物理学和化学都形成了由众多学科组成的体系。对自然规律的正确认识极大地增强了人们改造自然的能力。从19世纪中叶开始，理论研究走到了技术发展的前面，电磁学理论成了电力革命的先声，科学与技术开始结合起来。自然科学向社会显示了它的巨大力量，受到了社会的重视。科学研究也由过去只是作为少数人的一种爱好变成了一种职业，一种社会事业，这极大地推动了近代自然科学的发展。

从本世纪开始，自然科学的发展进入到现代时期。这一时期自然科学有着这样一些新的特点：首先，从研究对象上看，现代自然科学所研究的自然界的范围要比19世纪大得多。近代自然科学的研究范围主要限于宏观物体。而现代自然科学的研究范围却小至微观粒子，大至整个宇宙。对宏观物体的研究也有了很大发展，由对简单事物和现象的研究，发展到对复杂事物和现象的研究。其次，从学科发展上看，相对论和量子论取代了经典力学和电磁学的地位，成为现代自然科学的理论支柱。高能物理学和宇宙学建立起来并成为现代自然科学的前沿学科。分子生物学成了生命科学的理论基础和前沿。现代自然科学一方面在高度分化，另一方面又在分化的基础上高度综合，后一方面正在成为主流。表现在交叉学科和边缘性学科的大量涌现，数学和系统科学等横向学科在自然科学研

究中得到普遍应用,出现了许多综合性学科。如,环境科学、生命科学等。另外,技术科学得到了很大发展,出现了一系列的综合性技术科学。第三,从科学研究的组织和规模看,现代自然科学是所谓“大科学”。其特点是:(1) 需要巨型的研究设备。如大的射电望远镜,直径达三百多米;巨型加速器,周长可达几十公里。(2) 拥有详细研究计划的大型研究机构,如欧洲核研究理事会的大型实验室,设有各种附属机构,如同一个有几千人口的小城市。(3) 参加研究的人员众多,每一个科研项目都必须经过集体努力,一份研究论文往往要署上几十个人的名字。(4) 需要巨额的研究经费,如美国每年花在空间科学研究上的费用要以百亿美元计算,这必须依靠国家的资助。第四,从科学、技术、生产三者的关系看,这三者的联系更加紧密,结合成一个统一的整体。基础理论研究上的创新,技术上的突破和生产上的应用,紧密相连,科学转化为技术,科研成果转化为生产力的速度大大加快了。而生产的发展又不断提出新课题,同时提供研究设备和研究经费,这又大大促进了科学技术的发展。最后,现代自然科学的发展速度,是过去任何一个时代所不能比拟的。这些既是现代自然科学的特点,也体现了自然科学的发展趋势。

三、学习自然科学的意义

作为文科学生,学习自然科学知识有什么意义呢?我们可以从这样几个方面来认识。首先,我们从自然科学的性质上看。自然科学的研究对象是自然界,它既是关于自然界各种物质形态的本质和规律的知识体系,又是改造自然的方法理论体系。它所要解决的是人与自然界的矛盾,因此,它在本质上是一种生产力。从自然科学的体系上看,基础科学是一种知识形态的生产力,不能直接用它获取经济效益。但是,它

对于生产力发展的影响是深远的。与生产紧密联系的工程技术则已表现为现实的生产力。技术科学则是由潜在的生产力到现实生产力过渡的中介。自然科学知识又是以观念形态表现出来的。在这一点上，它也是一种意识形态。但是它不同于其它的社会意识形态。它不反映人与人之间的社会关系，没有阶级性，所反映的只是人对自然的认识，是一种特殊的意识形态。作为意识形态的东西，它又直接影响到社会意识形态的其它方面，影响着哲学、宗教、伦理、文学、艺术等方面。

由于自然科学具有这样两个性质，因此，它对于社会发展所起的推动作用巨大的。科学的进步促进生产力的发展，生产力的发展又将引起生产关系的改变，进而引起上层建筑的变革。这样就推动了整个社会的进步。同时它又可以直接影响社会意识形态，由此影响整个上层建筑。反过来推动经济基础的发展。现代科学技术对当今社会的影响，已经渗透到社会生活的各个方面，这是有目共睹的。对于自然科学的这种社会功能，是任何一个研究社会科学的人所不能忽视的，否则就难以发现社会发展的规律。而要真正弄清这一点，学习一些自然科学知识是必要的。

其次，从自然科学与社会科学的关系上看。自然科学对社会发展的重大影响在科学理论上的反映，则是自然科学与社会科学的相互渗透，出现了自然科学和社会科学一体化的趋势。早在上个世纪，马克思就曾预言：“正象关于人的科学将包括自然科学一样，自然科学往后也将包括关于人的科学，这将是一门科学”^{*}。本世纪初，列宁根据当时的科学发展状况，提出：出现了自然科学奔向社会科学的强大潮流。时至今日，马

• 《马克思恩格斯全集》第42卷，第128页。

克思的预言正在变为现实，自然科学奔向社会科学的潮流更加强大了。这具体在这样几个方面：一、自然科学的发展给社会科学的发展提出了许多新问题，例如宇宙学、量子论、分子生物学提供了一系列的哲学问题，核武器、基因工程、电子计算机、现代医学提出了许多伦理学问题；人类学、社会生物学提出了许多社会问题……。对于这些问题，社会科学不能准确地说明，而必须借助于自然科学的理论和方法进行研究。二、自然科学的概念、理论和方法，大量渗透到社会科学的理论和研究中来。自然科学研究中广泛使用的数学方法，正在社会科学中得到越来越多的应用，使社会科学的研究出现了量化的趋势。系统科学的有关概念，大量出现在社会科学的理论中。如系统、结构、要素、功能、自组织等。甚至一些原来的物理概念，也被用于社会科学的理论中。如熵的概念。三、随着自然科学在社会中所起的作用的日益增大，自然科学本身作为一种社会现象，日益受到社会科学各方面的重视。人们从哲学、历史学、法学、伦理学、社会学等各个方面去研究它。四、人类社会面临的一系列重大问题。如：核战争对人类的威胁、资源匮乏、环境污染与生态的破坏、人口激增与粮食不足等等，都不是单凭自然科学或社会科学的研究所能解决的，两者必须结合起来，协同研究，才能找到可行的解决办法。所有这些都导致了一大批自然科学与社会科学的交叉性或综合性学科的产生。如，科学哲学、科学伦理学、科学法学、科学社会学、科学经济学、计量经济学、经济控制论、社会心理学、社会生态学、生命伦理学……它们占了社会科学现有分支的大部分。因此，从事社会科学研究的人，不能不学习一点自然科学知识。

第三，由于上述原因，在高校文科专业所开设的课程中，有越来越多的课程带有上述交叉性质，在传统的社会科学课

程中,现在也有许多内容与科学有关。因此,文科专业的学生需要具备一定的自然科学知识。而对于师范院校的文科学子,学习自然科学尤其必要,因为当一名教师,应当具备多方面的知识,是一个“通才”。许多国家的师范教育,大学一、二年级是不分文理科的,这样做是很有道理的。

总之,在现代,要想认识社会,了解社会,要想从事哲学、社会科学的研究,要想顺利地完成自己的学业,或者想成为一名合格的中学文科教师,都不能不学习必要的现代自然科学知识。一个不具备一定的现代自然科学知识的人,不能算是一个合格的受过高等教育的人。

自然科学概论课程的教学要达到这样两个目的:一、使学生对自然科学整体以及各主要分支的概况,有一个大致的了解。作为进一步学习自然科学的指南。二、为后续有关课程的学习,打下必要的自然科学知识基础。围绕这两个目的,我们这本书在内容上是这样安排的,1. 分学科介绍自然科学各基础学科的概况。2. 结合各学科的研究对象,介绍自然界各种物质形态的组成、结构、运动及演化规律。3. 介绍现代自然科学理论中对哲学和社会科学的发展有着重大影响的重要概念和基本定律。4. 介绍数学和系统科学的基本概念和主要方法。5. 介绍现代科学技术的重大成就。这些内容有着相对的独立性。各校可以根据各自的学时情况加以安排。

目 录

编写说明

绪言

第一章 天文学

- 第一节 天文学概况·····(1)
- 第二节 太阳系·····(5)
- 第三节 恒星·····(13)
- 第四节 星系·····(27)
- 第五节 宇宙·····(36)
- 第六节 元素的起源和演化·····(49)
- 复习思考题·····(59)

第二章 地学

- 第一节 地学概况·····(61)
- 第二节 地球的形状、大小和质量·····(65)
- 第三节 地球的构造·····(67)
- 第四节 地球的物理性质·····(73)
- 第五节 地球的历史演化·····(75)
- 第六节 新地球观·····(86)
- 复习思考题·····(95)

第三章 生物学

- 第一节 生物学概况·····(96)
- 第二节 生物及其重要类群·····(100)
- 第三节 生命的结构基础和物质基础·····(108)

第四节	生物进化论	(123)
第五节	生命的进化与人类的起源	(136)
第六节	生物与环境	(145)
	复习思考题	(156)

第四章 化学

第一节	化学概况	(157)
第二节	化学元素	(159)
第三节	物质的化学结构	(167)
第四节	化学反应的一般规律	(174)
	复习思考题	(178)

第五章 物理学

第一节	物理学概况	(179)
第二节	热力学和统计物理学的基本概念	(183)
第三节	相对论的基本概念	(195)
第四节	量子理论的基本概念	(220)
第五节	物质微观结构理论	(233)
	复习思考题	(245)

第六章 数学

第一节	数学概况	(247)
第二节	数学中的无限概念	(250)
第三节	数学基础	(256)
第四节	非欧几何、抽象代数、拓扑学与泛函 分析简介	(267)
第五节	概率论、运筹学、模糊数学和 突变理论简介	(274)
	复习思考题	(282)

第七章 系统科学