

N1
13(4)

042809

《自然科学概述》

教学指导书

潘永祥 李 慎 编
王庆吉 陈庆云

北京大学出版社

《自然科学概述》教学指导书

潘永祥 等编

*

北京大学出版社出版

(北京大学校内)

河北省保定科技印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092毫米 32开本 6.25印张 140千字

1987年5月第一版 1987年5月第一次印刷

印数: 00001—50,000册

统一书号: 2209·63 定价: 1.10元

前 言

我们应中央广播电视大学的要求，编写了《自然科学概述》一书，作为非理工科的学员学习自然科学基础知识的教材。

去年11月初，在天津召开的这一课程的全国师资培训会上，我们介绍了写作《概述》的指导思想以及各章的重点，并且准备好了录音讲稿，准备回京后录音。

由于某种原因，录音没有录成。这样，电台播放了与《自然科学发展简史》配套的录音稿。由于录音与教材《自然科学概述》不一致，因而给广大学员的学习带来了极大困难。许多省、市的教员、学员纷纷来信，要求我们对教学继续做些指导工作。为此，我们从百忙中赶写了这本书。

该书分三部分：教学的指导思想与要求；重要问题的提示和题解；名词解释。大家在使用这本书时，需注意以下几点。

1. 全书二十二章内容中，有的章节是不要求的，如第八章与第十四章。

2. 在“提示和题解”中，我们实际上对《概述》一书中各章的复习思考题，都作了提示性解答，但这并不意味着它们就是标准答案。

3. 重要的名词解释，我们把它们又分为两类，第一类

名词是复习思考题中所要求的，所以是重要的。另一些名词中，有相当一部分是为了帮助学员理解书中内容写的，并不需要掌握。

本书的第一章、第七章、第八章和第十三章由潘永祥执笔；第二章、第三章、第四章、第五章、第六章和第十二章由李慎执笔；第十四章、第十七章、第十八章、第二十章、第二十一章和第二十二章由王庆吉执笔；第九章、第十章、第十一章、第十五章、第十六章和第十九章由陈庆云执笔。

在编写过程中，因时间仓促，难免有许多缺点和错误，望广大读者提出宝贵意见。

编 者

1978.4

目 录

第一章	自然科学知识的起源和前期的发展	1
第二章	近代自然科学的诞生	17
第三章	牛顿力学的建立及其影响	24
第四章	经典物理学的形成和发展	34
第五章	科学化学的建立和近代化学的发展	45
第六章	近代生物学的沿革	55
第七章	近代天文学的进展和地质学的建立	63
第八章	16—18世纪的数学	68
第九章	19世纪末—20世纪初的物理学革命	71
第十章	从原子结构的探讨到基本粒子的研究	85
第十一章	20世纪化学的重大成就	99
第十二章	现代生命科学的重要进展及其前景	106
第十三章	20世纪天文学和地质学的进展	115
第十四章	现代数学概况	118
第十五章	生机勃勃的半导体科学技术	124
第十六章	现代社会的骄子——电子计算机科学技术	133
第十七章	发展中的激光技术与光导纤维通信	143
第十八章	现代技术的重要支柱——材料科学	150
第十九章	当代的重大课题——能源科学	156
第二十章	前程未可限量的空间科技和海洋开发技术	164
第二十一章	人类命运攸关的环境科学	171
第二十二章	迅速发展起来的横断科学——信息论、控制论和系统论	178

第一章 自然科学知识的起源 和前期的发展

一、教学的指导思想和要求

自然科学是人类社会的产物，它与世上其他事物一样，有其萌芽、发育、成长、发展的过程。本章所述即自然科学尚未正式形成为科学时的情形。自有人类开始到15—16世纪，经历了300多万年，占了人类历史的绝大部分时间。人类在这漫长的岁月里所取得的关于自然界的知识与后来的几百年相比似乎也太少了，然而后来的知识正是从那个时候的知识的基础上发展起来的，那些知识得来也实为不易。

人类之所以与其他动物区别开来，就在于一般动物只能被动地适应自然界，而人类不仅能适应自然界，还能发挥自己的主观能动性来改造自然界。能动地改造自然界又必须以对自然界的一定的认识为基础。所以，对自然界的一定的认识，是人类赖以生存和发展的必要条件。人类关于自然界的知识来源于改造自然界的实践，知之越多改造的能力也越强，认识自然与改造自然互为因果，循环往复，人类社会由此而进步。认识自然与改造自然是同一过程的两个方面，这在人类社会的早期表现得最为直接，最为明显。

在原始社会里，人类认识自然和改造自然的能力都很薄

弱，人类关于自然界的知识只能是与人们的生产技能和生活本领完全结合在一起的一些纯粹经验性的知识。这样一些知识固然有它的重要社会价值，但大多只是知其然不知其所以然，有很大的局限性。人类只有更深入理解和掌握自然界的内在联系及其规律性，才有可能从必然的王国走向自由的王国，这一过程在进入阶级社会以后才能起步。

阶级社会的出现，本来就是人类关于自然界的知识有了相当程度的积累，社会生产力有了相当程度提高的结果。有了剩余劳动，社会就有可能养活一些不直接从事物质生产的体力劳动而以精神劳动为主的人，这也就是最早的知识分子阶层。尽管这些人是为剥削阶级服务的，甚至主要是从事宗教活动的，然而人类毕竟生活在自然界里，对于自然界的知识有着越来越多的需求，人类关于自然界的知识终于开始摆脱纯粹经验的形态，迈上了理性知识的门槛。这一步有着重大的历史意义，对人类社会的进步有长远而深刻的影响。例如人们以天象观测为依据制订了历法，有了历法就可以通过计算预知季节气候的变化，这对于以农为本的古代社会其作用可想而知。这些理论化的知识的普遍价值远非纯粹经验可比，它可以转化为更加巨大的社会生产力。理论化的知识与纯粹的直接经验还有一个重要的区别，那就是当它一旦形成，它就具有相对的独立性，发展成为知识的体系，按照自身的逻辑前进。虽然就其本质来说，这些知识还是来源于直接经验，但它高于直接经验，甚至能够超越直接经验，在更为广阔的领域和更深的深度上指导人们的实践。历史越是向前，这种现象就越加明显。

然而，在古代还只有少数知识领域达到形成比较完善

的知识体系的程度（如欧几里得几何学），大多数还处于积累资料和积极探索之中。那个时候关于自然界的知识大多是：一方面与各种技术紧密地结合在一起，一方面又与各种哲学思考融合在一块。关于自然界的知识真正成为独立的知识体系，即自然科学的正式诞生，是15—16世纪的事，那就是进入我们所说的近代时期了。

古代世界交通很不发达，相距较远的地区之间人民的交往不多，信息传递不易，各地区的科学文化是分别独立地发展起来的，因此各具自己的风格和特色。后来社会进步，交往渐多，彼此的文化又相互影响和渗透。世界上各地区的人民都为古代文化的发展做出了各自的贡献。大体上说来，古埃及和古代两河流域的文化对于古希腊文化的产生有相当的影响，古希腊文化后来又影响了整个欧洲，成为日后欧洲文化的主要源泉。古代中国则在东方独树一帜，循着自己的道路发展，接受外来的影响不多。古代阿拉伯人则以同时吸收东西方的文化作为自己跃进的起点，在世界科技史上作出了特殊而重要的贡献。当然，古代世界还有其他一些地区的文化，如南亚的古印度文化，美洲的玛雅文化和印加文化等，这些地区的古代文化本教材略而未述。

在古代各地的科学文化中，最值得注意的是古希腊和古代中国的科学文化。古希腊学术与近代自然科学有直接的渊源关系，了解古希腊人的工作及其成果，有助于我们认识近代自然科学。古代中国的科技在世界文明史上有过重大贡献，古代中国科技史上的得失成败和经验教训也应当认真地加以研究和记取。此外，古代阿拉伯人科技上的跃进和他们独特的历史功绩也很值得我们思索。

总之，学习本章主要是要了解自然科学知识起源及其早期发展的情况，认识今天我们所说的自然科学的来由，而对于古人的那些具体的知识有一个大体的了解即可，不必过于深究。

二、重要问题的提示和题解

1. 关于原始社会认识自然与改造自然的关系。

认识自然与改造自然是同一过程的两个方面，这在原始社会表现最直接、最明显。

人类之所以成为人类，在于人类有能动地改造客观世界的能力。人类的主观能动作用与一般动物的本能不同，这是一种有意识的行为，是为了达到某些预期的目的，这些行为又是以对客观世界的一定的认识为基础的。所以，作为人类的存在，就要求知。真知来源于实践，是在无数的实践之中积累和发展起来的。比如，火对于一切动物来说都曾是非常可怕的怪物，丛林中偶然发生的火，严重地威胁着一切动物的生命，按照动物的本能只能逃避。唯独人类发现了被火烧烤过的肉类特别好吃，而且人也渐渐掌握了避免火的伤害的办法。经过反复实践，火就成了人类不可缺少的朋友。火能驱逐猛兽，人类的安全多了一层保障；熟食有利于消化，可以减少疾病；火能使阴冷潮湿的洞穴变得温暖和干燥，利于人类栖息；火能带来光明，有助于在黑暗的场合和黑夜里活动；火还可以辅助狩猎和制造工具；……这一切都只有人类能够做到。野火不是随时随处都有，保存火种也时有困难，于是人类就进一步思考人工取火的问题。摩擦自己的身体可以感

到温暖，加工木质工具时会生热，某些石块碰击时会出现火星，这些现象都给人类以启发。经过无数次的实践，终于发明了人工取火的方法。从学会利用火到发明人工取火的方法，人类驯服了在那个时候还是不可理解的火这个怪物。这是一个认识自然和改造自然的过程，在改造自然中认识自然和在认识自然的基础上改造自然的过程。当然，改造自然和认识自然的过程并非都如上面的例子那样简单，改造自然和认识自然的关系也并非都如此直接、明了，随着人类改造自然的广度和深度的变化，认识自然的水平和能力的提高，所表现的情况要复杂得多。不过，自有人类开始，改造自然和认识自然就一直是社会发展的原动力，是人类历史活动的基本内容。

2. 关于最早的知识分子阶层的出现对人类认识自然进程所产生的影响。

在知识分子阶层出现之后，人类关于自然界的知识才能超越纯粹经验的状态而逐步深化。

经验性的知识固然有其自身的价值，但却有很大的局限性。这些知识只能帮助人们处理相同的或类似的事物，不能为人们在更深的层次和更广阔的领域发挥主观能动性创造必要的条件。在原始社会的时候，人类改造自然的能力还非常薄弱，谋生已经很不容易，人类的思维能力也还处于很低的水平，那时既缺乏精力也还没有足够的智力去思索那些与眼前实际生活联系不那么直接的问题。后来社会生产力提高了，有了剩余劳动，进入了阶级社会，社会也能够养活一些不直接参加物质生产而以脑力劳动为主的人，情况就发生了根本的变化。这些早期的知识分子只能从属于剥削阶级，多以神

职为业，如在埃及和两河流域多为祭司、僧侣之类。人类关于自然界的理性知识就在这些人的手中起步。例如，过去人们从事农业生产的时候，早已知道气候的变化与作物的生长有直接的关系，但要准确预知气候变化的规律，单凭经验就不够了，只有制订了历法才能较好地把握，而制订历法没有一定的天文知识和数学知识是根本不可能办到的，这样的任务就不是终日奔忙于田野以求温饱的人所能承担。事实上制订最早的历法的就是祭司、僧侣这样一些人。他们观测天象又在相当程度上是为了占星的迷信活动，然而天文学也就这样起步了。那时根据天象运行的情况制订历法，按其工作的性质来说虽然也只是寻找一些经验性的规律，但与从事农业生产的那些奴隶的经验却不是一个层次的东西，这些知识与生产实践的关系不那么直接，不过它的作用和意义则更大更具普遍性。早期的知识分子的脑力劳动，使人类关于自然界的知识跨进了理性知识的门槛。从此，人类的知识发展到了新的阶段，知识开始作为一种独立的存在，它已经不是经验的简单的总结，它有自身的生长点，按照自身的逻辑向前发展了。例如，我们看到古希腊人关于宇宙模型的研究，这些问题并非直接来自生产实践，也不能在生产实践中直接运用，它的价值却是深远的。人类的知识越是向前发展，这种现象也就越为突出。

3. 关于毕达哥拉斯派和原子论派的自然哲学的基本观点。

古希腊的自然哲学是文化史上的重要成果，对后来的自然科学和哲学的发展都有重大影响。

古希腊自然哲学产生于古希腊奴隶制社会的繁荣时期，

它所探讨的不是自然界中某一些具体的问题，而是更高一个层次的具有根本性质的问题，如世界的本质是什么，世界万物的运动变化遵循什么样的共同规律等等。这些问题的提出，一方面反映了人们关于自然界的知识已经有了相当程度的积累，另一方面又表明人类的思维能力和水平发展到了一个新的阶段。那时许多古希腊哲学家企图从他们对世界的根本性问题的认识出发来解释世界上的一切，由于他们的认识不尽相同而形成了许多派别。他们的主观愿望当然不会取得成功，但是他们从不同的角度提出了很多很有价值的思想和猜测，给了后人很多启发，以至于后来自然科学发展的途径中不时显现它们的影子。其中最重要的有毕达哥拉斯派和原子论派，亚里士多德派和赫拉克利特的思想也有相当的影响。

毕达哥拉斯派把数看作是万物的本原又是万物存在的形式，一切都由数而生又都服从数。他们把数和物的关系颠倒了。由此出发去说明世界，自不免产生许多谬误。但是这个派别强调数的观念，对于自然科学之成为科学却有深刻的影响。因为物的存在必然具有数的形式和数的关系，弄清楚其中的数是认识客观世界的一个极为重要的方面。毕达哥拉斯派的功绩正在于使人们充分注意到数。作一简单的比较就可以看到，我国的古人对自然现象的观察常常是很细致的，但并不十分注意其中的数，很少定量的分析，缺乏数的精确描述，这正是中国古代科学的一大缺陷，也是近代科学没有能在中国产生的重要原因之一。

古希腊的原子论派是早期的唯物主义派别之一。原子一词在希腊语中即不可分割的意思。原子论派认为世界万物都

是由致密的不可分的原子所组成的，原子在种类上和数量上都是无限的，原子和原子在虚空中的运动便是世上的一切。换句话说，如果弄清楚了原子的性质以及原子在虚空中的运动规律，我们就认识了世界上的一切。这样的想法后来实际上影响了整个自然科学，科学家们所做的工作基本上就是把自然现象划分为一个一个部分，进而研究每个部分的性质及其运动规律。古希腊原子论者从他们的世界模式出发来解释各种自然现象，他们的结论也不免包含着许多谬误，还有着明显的机械论的倾向，但作为一种思想和方法却有重要的历史意义。古希腊原子论还是近代原子论的直接的渊源。

亚里士多德派对于世界也有自己的看法，他们十分注重逻辑推理，这对于科学的发展也很有意义，不过他们的世界图景错误很多，相当一个时期之内在西方颇有不良影响。赫拉克利特是作为辩证法的奠基人之一出现在历史舞台上的，辩证法的思想在后来科学发展中的作用无疑十分重要。

4. 古希腊数学和天文学的成就。

古希腊人不仅从哲学的高度探讨过许多自然界的问题，他们在一些具体学科上也做了许多工作，其中成就最大的是数学和天文学。

毕达哥拉斯派把数推崇为万物的本原，柏拉图派对此也大加鼓吹，重视数，研究数，成了当时学者中的一种风气。古希腊人研究数学主要不是为了实用的目的，他们更注重理性上的追求，严密的逻辑推导，数的和谐与美，因而他们特别重视几何学。欧几里得总结了他的前人的成果，他的《几何原本》一书使得几何学成为古代世界之中发展得最为成熟的学科。其后的阿波罗尼和阿基米德在这方面也有重要贡献。

几何学上的成就对于其他一些学科如天文学、物理学的发展也有着深刻的影响。

古希腊人在天文学方面的工作既为实际上的需要，也在很大程度上出于理性的追求，突出表现在关于宇宙几何模型的研究上面。毕达哥拉斯派从数先于一切的观点出发，以数的和谐作为思考问题的基础，于是有圆球形的宇宙，圆球形的天体，天体依圆形匀速运动这样一些先入为主的看法。欧多克索第一个建立了宇宙几何模型。他所构想的同心球壳层模型与实际的天象观测有很大的出入，他的后人（包括亚里士多德在内）作出很大的努力来修正这个模型，但都没有得到满意的结果。阿波罗尼另辟途径，开创了本轮-均轮模型。经过伊巴谷到托勒密，本轮-均轮模型达到了相当完善的程度。无论同心球壳层模型还是本轮-均轮模型，都把地球看作是宇宙的中心，这是因为人类是在地球上观察宇宙的，初期的这种认识不足为怪；这些模型又都恪守圆形匀速运动的原则，反映了毕达哥拉斯派的影响。到了近代，这些不正确的观念才被纠正过来。尽管古希腊人的宇宙模型后来都被历史所抛弃了，但是他们开创了宇宙模型的认真的研究，使天文学成为古代世界关于自然界知识的最重要的成就之一，其功绩不可磨灭。

5. 中国古代科学技术发展的进程。

中国古代科技是独自发展起来的，受外界的影响较少，与世界上其他地区相比，经历了大起大落的过程。

远在100多万年前，中华大地上就有了人类的足迹，我们的先人创造了原始社会文化，与世界上其他地区无大差异。我国进入奴隶制社会比埃及和两河流域地区晚。经过夏到

商，奴隶制社会进入繁荣时期，科技上也取得了不少成果。但从总的水平看，相对于两河流域和埃及，那时我国的科技水平并不先进。比如，青铜冶炼起步晚，炼铁技术也还没有出现。建筑技术是一种综合性的技术，它的状况大体上可以反映出各个方面技术总的水平。考古发掘给我们揭示出商代一些宫殿的面貌，那些宫殿不过是以树枝和泥巴作墙，以茅草为盖的很简陋的建筑物，而在此一千多年以前古埃及人已经建成令后人赞叹的巨大的金字塔了。如以数学、天文学的知识相比，商代也落后许多。春秋战国时期是我国从奴隶制社会向封建制社会的过渡时期，以此为契机，我国科技出现了突飞猛进的局面。农业生产技术、冶金技术和其他许多手工业技术急剧发展，有了许多重要的发明创造，天文学、数学、医学等也取得许多重要成果。经过秦、汉，我国封建制社会进入巩固繁荣时期，科技的发展到达了一个高峰，在许多领域里都走到了世界的前列，不少方面从此领先了几百年到一千多年。又经过唐、宋的持续发展之后，发展的势头逐渐消失。明代已是我国封建制社会渐趋没落的时期，不过直至明代中期，我国科技在许多领域里仍然保持着领先的地位。但此时资本主义制度已自欧洲兴起，近代科技随之在欧洲诞生并且得到迅速的发展，而我国的封建制度却是僵而不死，科技的发展已经失去了生机，我国科技从此又迅速地由先进转变为落后了。此后三、四百年间，封建制度更成为严重的桎梏，后来又加上帝国主义的侵略和压迫，中国的科技更是一蹶不振。这种状况只有经过人民革命，共产党领导的新中国崛起之后才开始扭转。

6. 中国古代技术上的主要成就。

中国古代技术上的成就突出，许多领域曾在世界上长期保持领先地位，其中不少曾经产生过世界性的影响，为世界文明作出了重大贡献。

造纸、印刷术、火药和指南针被称为我国古代四大发明。造纸和印刷术对文化的发展和传播有重大作用，火药用于兵器，指南针为远洋航行创造了必要条件，这四大发明传入欧洲后，对欧洲从中世纪的停滞中复苏，资本主义的成长壮大有重要影响。不过，中国古代有重大意义的技术远不止此。如冶铁技术中的熔炼法的发明就是一项意义重大的成就。现代炼铁实际上用的就是这种方法，欧洲人掌握这种方法在我们将近两千年之后。又如煤、天然气和石油的开发利用技术，我国也远远走在前面。在古代，能源的问题固然不那么突出，而在现代就是非常重要的问题。虽然我们现在还不能断定诸如熔炼法治铁、深井钻凿技术等等都源自我国，但产生了一定的影响则是完全可能的事。还有许多重要的技术也都出于我国。丝织和瓷器曾经在很长的时期里都是我国的特产。织造提花织物的提花织机在古代是一种相当复杂的机械，它与现代的程序控制思想有着渊源的关系。制瓷技术对后来化工技术的发展也有相当影响。我们的祖先曾制造了古代世界最大最先进的船舶，高超的航海技术也为古代世界所瞩目。机械制造也有许多十分重要的发明，滚动轴承的应用即是一例。

7. 中国古代科学与古希腊科学的异同。

中国古代的科学知识是依照自己的方式发展起来的，有自己的长处，也有自己的弱点，与以古希腊为代表的西方古代科学知识相比，有共同之处，也有很大差异。

我们所说的古代中国是指中国沦为半封建半殖民地之前

的漫长岁月，古希腊则是指奴隶制社会时期的希腊。这两个相距遥远的地区的文化是各自独立发展起来的，彼此之间没有产生多少影响。

古代中国和古希腊人都很重视技术，在技术上都有不少成就，古代中国的历史延续时间长，所达到的水平更高。然而古希腊人更重视理论上的探讨，他们往往刻意追求思维上的完美，注意严密的逻辑，却不大考虑实用的目的，这种状况到后期的阿基米德以后才有所变化。古希腊的科学知识为近代自然科学的产生作了必要的准备。中国的古人则更多着眼于具体应用，对许多自然现象作过当时所能做到的细致的观察，并且有过很多很好的描述，提出过不少见解，但是不很注重理论上的探讨，不大关心其中的理论问题和总结其中的规律，尤其不重视其中量的分析，不注意弄清楚数的关系。在这样的情况下，科学知识难于形成为知识的体系，难以得到独立的发展。

中国的春秋战国时期与古希腊学术繁荣时期大致相当，这两个地区在那个时候都曾经形成学术上百家争鸣的局面，出现了许多学术派别。在古希腊众多的学派中大多都很注意研究自然界的问题，发展成为很有特色的古希腊自然哲学，对于自然科学知识的体系的形成有重大影响。我国春秋战国时期的各学派中也有对自然现象有所研究的派别，但我们的古人更注重的是人际关系的研究，在后来的发展中更独尊儒术，哲学的研究离开自然现象更远。我国古代这种哲学与自然科学严重脱节的状况，对于哲学和科学的发展都带来了不良影响。遗憾的是我国古代学术这种不良传统所产生的影响，在现代中国社会中我们仍然随处可见。