



地球科学方法探索

承继成 等 编著



科学出版社

地球科学方法探索

承继成 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书覆盖了地质、地理、海洋、气象、水文、生态与环境等分支领域方法的共性部分,包括科学思想方法论及方法体系等核心内容。在科学方法论方面,本书提出了“三不论”与“对立并存”观点,在地球科学理论方面提出了“地球系统新论”及其特征,并将地球科学与有关高新技术相融合,具有很强的科学性、前瞻性和实用性,这在国内外尚属首次。

本书可供地质、地理、气象气候、海洋、水文测绘、生态与环境等地球科学领域相关科研人员以及高等院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

地球科学方法探索/承继成等编著.—北京:科学出版社,2014.1

ISBN 978-7-03-039305-0

I.①地… II.①承… III.①地球科学-科学方法论 IV.①P

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 297695 号

责任编辑:王 运 韩 鹏/责任校对:张怡君

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014 年 1 月第一次印刷 印张:38 3/4

字数:900 000

定价:198.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

本书编委会

顾 问：徐冠华

主 任：承继成

委 员：鞠洪波 李 琦 张怀清

前 言

地球科学方法的创新是地球科学进步的重要源泉,而地球科学直接与资源、环境有关,是国家现代化过程的基础,地球科学方法又是促进地球科学自主创新能力建设的基础,所以地球科学方法研究具有重大的意义。

众所周知,科学方法是建立在科学方法论的基础上的,而科学方法论又靠科学哲学作支撑,所以一切要从科学哲学谈起,但以方法论为重点,尤其要以方法论的新思维为重中之重,以科学方法创新为主要目标,地球科学方法也是如此。近 50 年来,科学方法论的新思维发展很快,具有从线性科学方法到非线性科学方法、从“老三论”(信息论、系统论和控制论)到“新三论”(混沌论、突变论和协同论)再到“三不论”(不守恒论、不对称论和不确定性论)的发展过程。同时地球科学方法论也随之得到了相应的发展,如地球信息论、地球系统论、地球控制论、地球系统的自组织和不确定性新概念也应运而生,于是导致了地理(球)信息方法、遥感遥测方法、网络地理(球)信息系统方法等的相继出现。尤其是地球系统的“线性、非线性并存与不对称”,“确定性、不确定性并存与不对称”,“地球系统的因果关系的不对称”等新概念,或新的方法论的出现推动了地球科学方法的发展,同时也带动了地球科学的发展。

地球科学方法随着科学技术的飞速发展,在全球无缝覆盖的数据获取、数据传输及大数据、云计算、泛在网与物联网的广泛应用等领域中,几乎达到了“无处不在,无所不包和无所不能”的全方位服务,包括从数字家庭到智慧家庭的发展过程,充分体现了地球科学方法从领域应用到“以人为本”的全方位服务,并推动了地球科学的发展,使它更加现代化与科学化。

本书总的特色是“集成创新”。其难点在于要将约十个三级学科分类的方法的共性问题,包括科学理论与科学方法等方面进行总结与归纳,这在古今中外都从未有过可做参考的样板。本书还将最新科技成果和地球科学领域研究中取得的重大成果进行了综合,提出了具有前瞻性的分析,对制订地球科学方法的发展规划有重要的参考价值。本书具有以下特色:

首先在理论方面,在对与科学方法密切相关的古代、现代科学哲学观进行综合分析的基础上对现代科学方法论,包括“老三论”、“新三论”与最新的“三不论”进行了综合,提出了“对立统一”与“对立并存”与不对称的新方法论点,并讨论了新观点的普适性。在方法论方面,本书还提出了在物质、能量与信息三者关系上,信息流决定了物质、能量流的流向、流速和流量,信息流的作用大于物质、能量流的作用。在地球系统方法方面,本书提出了“系统新论”的概念,除了技术外,增加了系统主体与系统客体等新的内容。在地球系统功能方面,除了“整体性”、“ $1+1>2$ ”的概念外,本书对系统的“自组织”、“自适应”、“自更新”等自动调节功能作用进行了重点分析,对地球系统过程的平衡与非平衡、确定性与不确定性、可逆与不可逆性、测得准与测不准并存与不对称现象进行了论证。

其次在技术方法方面,奠定了“量化”与“信息化”相结合方法体系。确立了“时空全覆盖的立体数据获取体系”,包括 G^3OS 、GEOS、深钻、深潜及无线传感器、视频监控系统;确立了包括移动宽带互联网、无线泛在网与物联网在内的“数据传输全球无缝覆盖的通信系统”;实现了以“云计算”为代表的网络计算技术/高性能计算系统、空间信息技术与管理信息技术的融合,建立了 Google Earth 和 Glass Earth 及 IGBP 和 ESE 应用服务系统,从数字地球到智慧地球,从数字城市到智慧城市的全方位服务体系,将为实现“无所不包,无所不能,无处和无时不在”的全方位智能化服务,开拓了宽广的前景。

本书由科学方法论与地球科学方法论两大部分组成。科学方法论包括了第一章至第四章,即第一篇;地球科学方法论包括了第五章至第十八章,即第二篇至第四篇,见图 1、图 2、表 1、图 3。其具体的内容为:

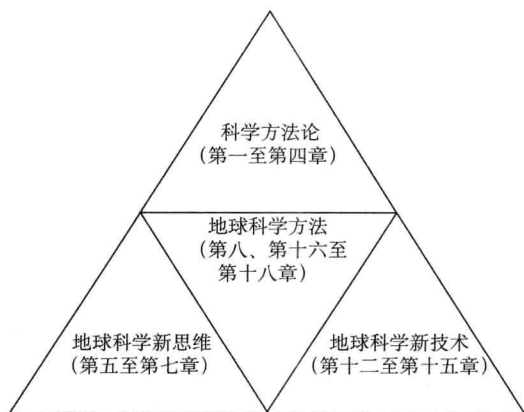


图 1 《地球科学方法探索》内容简介

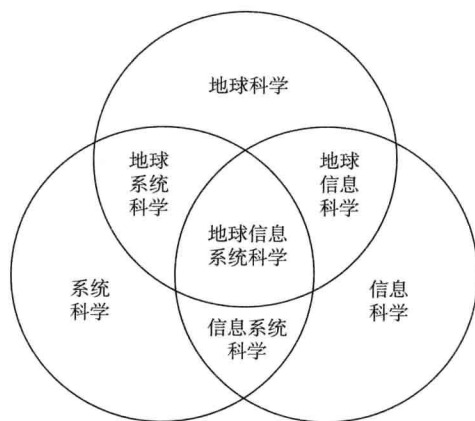


图 2 地球信息系统科学的三大基础(地球科学、系统科学、信息科学)

理论基础:包括第一章、第二章、第三章、第四章;

第一篇,新思维:包括第五章、第六章、第七章;

第二篇,发展过程:包括第八章、第九章、第十章;

第三篇,方法体系:包括第十一章、第十二章、第十三章、第十四章;

第四篇,应用服务:包括第十五章、第十六章、第十七章、第十八章。

本书既包括了理论基础,也包括了方法和技术,应用与服务,同时还包括了它的发展历史、现状与趋势,构成了较为完整的地球科学方法体系。但是由于本书的涵盖面广,涉及地球科学各个领域的方法体系,并要将其高度归纳与综合,确实存在很大的难度,加上知识有限和种种限制,可能存在很多不妥之处,欢迎广大读者批评、指正。

本书经过全体成员数次反复讨论,以及数次专家会讨论,最后由承继成教授统稿而成。在这个过程中还得到张靖老师在技术上的全力支持,谨此表示诚挚的感谢!

表 1 地球科学方法技术系统内涵简表

项目	定量化	信息化
0. 标准与规范	定量标准与规范	信息化标准与规范
1. 数据获取	移动调查/各类工具 定位观测/量测仪器 测绘制图/量测仪器 采样平台:钻探、物探 深潜	各类传感器,遥感、遥测、深潜平台 航空与航天平台、高分辨率无人机遥感平台 GOOS GCOS GTOS/G ³ OS GEOSS 无线传感器网络 GPS GLONASS GALILEO COMPASS
2. 数据传输	标本与数据人工送回 广域、局域网通信	互联网 Internet iphone 万维网 Web 格网 Grid icloud 物联网 Internet of thing
3. 数据计算	数据整编 数据提取 数据分析	Web Computing, Internet of things Grid Computing Cloud Computing Cloud Computing
4. 建模与模拟	建模 模拟	ESMF, SOA LBS Google Earth Glass Earth,精准高效 管理
5. 监测与管理 (全球变化)	IGBP WCRP IHPP DIVERSITS 深潜计划	NASA ESE 计划 ESA GEMS 计划 JAXA ESS 计划 UK QUEST 计划 CN,CIEM 计划
6. 智能化	地球规划与设计 地球工程	电子皮肤、数字神经系统 数字地球、智慧地球
7. 信息反馈	应用服务效果检查、评估 信息返回对策实施	效果检查、评估、信息实时返回对策 实时实施

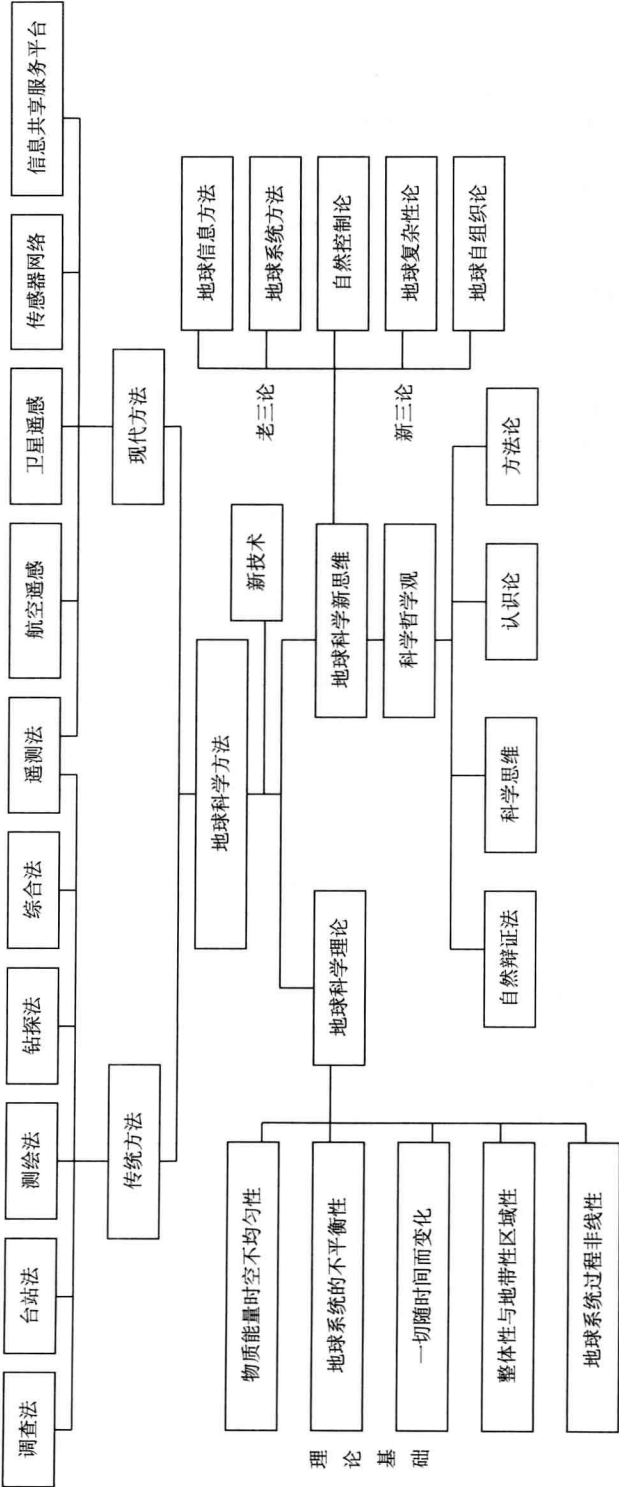


图 3 地球科学方法框架

目 录

前言

第一章 科学方法哲学观与思维方式	1
第一节 与科学方法有关的古代哲学	1
第二节 与科学方法有关的现代哲学观	5
第三节 科学认识论与地球科学方法	17
第二章 科学思维与科学方法	26
第一节 科学思维	26
第二节 科学方法	28
第三章 科学方法论	37
第一节 若干基本概念简介	37
第二节 确定性理论与线性科学方法论简介	39
第三节 不确定性理论与非线性科学方法论简介	46
第四节 非线性科学方法论	52
第四章 非线性科学的新思维——对立并存观点	80
第一节 科学大争论的焦点	80
第二节 确定性与不确定性的统合理论	86
第三节 “对立并存”观点	92
第四节 “对立并存”观点的科学论证	101
第五节 “对立并存”的普适性	120
第五章 地球科学方法论的新思维	166
第一节 地球系统科学方法	166
第二节 地球科学方法的信息化方法	169
第三节 地球科学方法的控制论方法	173
第四节 地球科学方法的协同论方法	174
第五节 地球科学方法的突变论方法	177
第六节 地球科学方法的混沌方法论方法	179
第七节 地球系统的复杂性分析方法	182
第八节 地球科学方法的分形方法	186
第六章 地球系统过程的基本特征	189
第一节 能量、物质时空分布不均匀特征	191
第二节 物质流与能量流的运行及非平衡性特征	193
第三节 地球系统过程的渐变与突变和量变与质变特征	195

第四节	地球系统过程的波动性、节律性和不确定性	197
第五节	地球系统过程的整体性特征	203
第六节	地球系统的空间分异特征	206
第七节	地球系统过程的时间分异特征	223
第八节	地球科学数据的确定性与不确定性特征	227
第七章	地球系统过程的科学推理与假说	229
第一节	地球系统过程的自组织特征与 Gaia 假说	229
第二节	地球系统过程的平衡与非平衡特征	244
第三节	地球系统过程的不可逆特征	250
第四节	地球系统过程的可逆性与不可逆性并存假说	262
第五节	地球系统过程发展阶段可循环性与不可循环性并存假说	270
第六节	人地关系理论或假说	277
第八章	地球科学方法的发展特征	292
第一节	科学方法的作用与意义	292
第二节	综合-分化-再综合	293
第三节	定性-定量-信息化	294
第四节	从“e 战略”到“u 战略”的发展和 IT 红移	297
第五节	地球科学方法的线性-非线性-综合	299
第六节	地球科学方法:物质(实物)-能量(光谱)	302
第七节	台站观测与计算机模拟实验	303
第九章	地球科学方法的新进展	304
第一节	地球科学的高分辨率卫星遥感数据的大数据技术进展	304
第二节	宽带泛在网(含物联网)技术系统	316
第三节	网络计算与云计算	321
第十章	地球科学方法的发展趋势	330
第一节	“面向世界”的大趋势/全球化	330
第二节	“学科交叉”的大趋势	331
第三节	地球科学方法的信息化	336
第四节	地球科学方法/空间信息技术的全方位服务化趋势	339
第五节	信息技术的物理形态不再存在	342
第六节	地球科学方法的两极化趋势	344
第十一章	地球科学方法体系的发展过程及其历史形态	353
第一节	地球科学共性方法综述	353
第二节	地球科学共性方法的内涵	356
第三节	地球科学共性方法的发展历史形态	366
第十二章	地球科学共性方法体系内涵	371
第一节	全球化大融合与共享体系	371
第二节	全球无缝覆盖的数据精准实时获取技术	374

第三节	全球无缝覆盖的数据传输技术·····	381
第四节	大数据自组织复杂高性能云计算技术·····	383
第五节	地球信息多维虚拟可视化技术·····	385
第六节	地球科学的应用与服务方法·····	385
第十三章	地球观测技术·····	392
第一节	地球观测系统(EOS)·····	392
第二节	全球大气观测系统(GEOSS) ·····	397
第三节	G ³ OS 全球观测系统体系与进展 ·····	403
第四节	其他全球观测技术·····	415
第十四章	地球科学虚拟与全球可视化网站·····	418
第一节	地球系统的虚拟与可视化表达技术·····	418
第二节	外层空间虚拟与可视化表达·····	425
第三节	全球夜间光亮的可视化表达·····	429
第十五章	地球系统数据融合与建模方法·····	439
第一节	数据融合技术·····	439
第二节	建模与面向服务的架构(SOA) ·····	448
第三节	地球系统建模框架·····	455
第十六章	全球变化的研究计划·····	468
第一节	国际合作研究计划·····	468
第二节	国家研究计划·····	479
第三节	模拟器与模拟实验·····	535
第十七章	新一代数字地球与智慧地球·····	540
第一节	新一代数字地球·····	540
第二节	从数字地球到智慧地球·····	549
第三节	数字地球和智慧地球的区别·····	555
第十八章	地球系统工程·····	564
第一节	地球的电子皮肤·····	564
第二节	数字地球神经系统·····	566
第三节	地球工程·····	570
参考文献·····		587
附录:与地球科学方法有关的《标准与规范》及《数据中心及其网站》摘要 ·····		597

第一章 科学方法哲学观与思维方式

哲学是人类对客观世界的特征和规律认识的高度抽象和总结，是科学的科学，是人类理解客观世界的理论基础，是建立科学方法的依据。哲学领域的覆盖面非常广，内容也很丰富，现在仅选择与科学方法有关的哲学部分，分古代哲学与现代哲学两大类简介于下。

第一节 与科学方法有关的古代哲学

一、“易经”与“周易”

“阴阳”八卦是“周易”的核心思想。“阴阳是万物之本，世界之源”是“对立统一”、“矛盾论”的基础，也是“两分法”、“二进制”和“0 与 1，yes 和 no”的思想来源。莱布尼茨受八卦的启发而发明了二进制数学，诺贝尔奖获得者尼尔斯·波尔在领奖时，把“阴阳”八卦符号印在衣袖上。“阴阳”八卦的核心哲理是“乾以易知，坤以简能；易则易知，简则易知；易知则有亲，易从则有功，有亲则可久矣，有功则可大；易简而天下之理得矣”。其意是指：天有不测风云，地上也有相应变换；天与地的变换，引起了认识的变化；认识的变化必然引起措施相应的变化，这就是自然规律，天地之理。周易还指出，“为道也，屡迁”和“静极则动，动静相生”等哲理。

二、《道德经》

《道德经》是老子的代表作。老子名耳，又称老聃，生于公元前 500 多年的春秋时期，主要的哲学思想有：“道可道，非常道，名可名，非常名。无名，天地之始，有名，万物之母。故常无，欲以观其妙；常有欲，以观其徼。此两者，同出而异名。同谓之玄，玄之又玄，众妙之门”。其意思是：“道”指客观世界的道理，即规律与法则；“可道”是指可以说清楚的，并应服从与遵守的；“非常道”是指这些道理或规律、法则是可变的，与日俱进的，或无常的；“名”指名分，即类别；“可名”指可以划分的；“非常名”是指名分不是固定不变的，是可变的；“无名”指不分名分，或不分类别；“天地之始”指天地的原始状态；“有名，万物之母”指有了名分就有了丰富多彩的世界；“故常无，欲以观其妙”指可以从经常变化中，看到客观世界中宏观法则千变万化的奥妙；“常有欲，以观其徼”指可以从不变中发现局部的规律与法则；“常无”与“常有”即变与不变是并存的；“此两者，同出而异名”是指变与不变同出一源而形式不同，变与不变既是对立统一的，又是对立并存的，变与不变都是客观世界的基本法则与规律；“同

谓之玄，玄之又玄，众妙之门”指变与不变的基本法则是产生次一级法则的基础，是形成丰富多彩的奥妙世界的根源。

它又说“道生于无，其恍其惚”，“道之为物，其恍其惚”。“其恍其惚”指不确定性的；“道生于无”指法则是从无到有，逐渐被人发现的；“道之为物”指法则是实实在在存在的，具体的事物具有具体的法则。它还说“无常是万物之本，而无极是宇宙之道”、“无常生有常”和“无中生有”等，意思是变化乃万物固有特征，变化无穷是宇宙的基本法则，有了变化就有不变化的存在，不变是相对变化而言的，两者是对立统一与对立并存的。

《道德经》还提出了“人法地，地法天，天法道，道法自然”和“天人合一”的思想。

前者是指人要服从地球的法则，地球则服从于宇宙的法则，宇宙要服从于自然的基本法则，自然的基本法则要服从于客观基本规律；“天人合一”是指人类与自然界相协调；“人地和谐”指人类与地球相融合。

它还说“有无相生，难易相成，长短相形，高下（低）相倾”与“物极必反”、“相反相成”的思想。其意思是指对立统一，对立并存，对立相互转化。“物极必反”是客观世界固有的特征，即“祸兮福之所倚，福兮祸之所伏”，“乐极生悲”，“至乐无乐”，“至誉无誉”，“世无常贵”，“事无常师”。一切都在变，并向对立方向转变。

三、《齐物论》

《齐物论》是庄子的代表作。庄子又名庄周，公元前300年春秋战国时代人。

他的主要哲学思想是：物无非彼，物无非是。自彼则不见，自知则知之。故曰：彼出于是，是亦因彼。彼是，方生之说也。虽然，方生方死，方死方生；方可方不可，方不可方可；因是因非，因非因是。是以圣人不由而照之于天，亦因是也。是亦彼也，彼亦是也。彼亦一是非，此亦一是非。果且有彼是乎哉？果且无彼是乎哉？彼是莫得其偶，谓之道枢。枢始得其环中，以应无穷。是亦一无穷，非亦一无穷也。故曰莫若以明。

上文的中心思想是：事物无不存在对立两方中彼的一面，事物无不存在对立两方中此的一面；目光只是从彼的一方看就看不清楚，目光若同时看到自己一方就明白了；所以说彼由此生出，此也其余彼；彼此的关系，可说是并生，依存的；虽然生命刚刚产生，死亡随即开始，旧的刚刚死亡，新的随即产生；方才肯定的随即转向否定，旧的刚刚否定随即有新的被肯定；是中有非，依托是也就依托了非；非中有是，遵循非也就遵循了是；所以圣人处事不由是非而观照于自然，也就是遵循了正确；此也有彼，彼也有此，彼也有一对是与非，此也有一对是与非；事物果真彼此两个方面吗？事物果真没有彼此两个两个方面吗？彼和此莫不需得它的对立面为偶，叫做道的枢纽、关键；找到枢纽才得事物的中心环节，可用它顺应事物无穷无尽的变化；是也是一个无穷的发展过程，非也是一个无穷尽的发展过程；所以说，不如用自然来观察事物（杨书案，1997）。于是提出了“万物一府，死生同状”的观点（《庄子·天地》）。

庄子在《齐物论》中提出以下思想：可乎可，不可乎不可。道行之而成，物谓而然。恶乎然？然与然。恶乎不然？不然于不然。恶乎可？可于可。恶乎不可？不可于不可。物固有所然，物固有所可；无物不然，无物不可。故为是举莛与楹，厉与西施，恢诡谲怪，道通为一。其分也，成也；其成也，毁也。凡物无成与毁，复通为一。唯达者知通为一，为是不用而寓诸庸。庸也者，用也；用也者，通也；通也者，得也；适得而几矣。因是已，已而不知其然，谓之道。

上文的主要思想是：凡事都要掌握适当的度；肯定在事物应该肯定的度上，否定在事物应该的否定的度上；道，每实行而后成道，物，须人指认，称为而后成立；什么为是？是在于事物本身主导面是正确的；什么是非？非在于事物本身主导面就是不正确的；什么为可？可在于事物本身主导面就是肯定的；什么为不可？不可在于事物本身主导面就是否定的；事物固有正确的一面，事物固有不正确的一面；没有事物不存在正确的一面，没有事物不存在不正确的一面。所以，可以列举以下对立统一的事物，如草茎和楹柱、癯厉女与西施、恢宏宽大与诡诈怪异，从道的观点看，这些相对立的事物也都有相通的、同一的地方。分，孕育着合；成，孕育着毁；所有事物无论成和毁，也都有相通、同一的地方。只有达于道的人，能够明白对立的事物相通和具有同性的道理，为此将无用寄寓于庸；庸就是用的意思；认识无用就是有用，便是通达；通达，就能够得到真理的精髓（杨书案，1997）。

庄子认为：吾生也有涯，而知也无涯，道有涯随无涯，殆已。意思是说：我们的生命是有限的，而知识却是无限的；用有限的生命去追求无限的知识，劳心伤身危险啊！（杨书案，1997）

庄子指出：知天之所为，知人之所为者，至矣；知天之所为者，天而生也；知人之所为者，以其知之所知，以养其知之所不知，终其天年而不中道夭者，是知之盛也。意思是说：知道自然如何运行，知道人类如何发展，知识就达到极致了；知道自然如何运行的人，他会顺乎自然而生活；知道人类如何发展的人，用他智慧所感知的知识，进一步去培养、发展他知识领域里还未掌握的知识，便能享完自然年岁而不会夭亡；这是认识的最高境界（杨书案，1997）。

四、“天命论”

孔子与孟子都是公元前500～前400年春秋战国时代人，比老子略晚，他们的主要哲学思想如下。孔子曰：“畏天命，畏大人，畏圣人之言。”所谓“畏”，即服从之意。“畏天命”就是服从天命。“天命”指自然法则。“畏天命”也是服从自然法则。孔子又说：“吾十有五而志学，三十而立，四十不惑，五十而知天命，六十而耳顺，七十而从心所欲，不踰距。”朱熹对“天命”的诠释为“即天道之流行而赋于物者，乃事物所以当然之故也”。“知天命”就是掌握自然规律，或事物法则。孔子说他到了五十岁时才掌握了自然规律或事物的法则。“天命论”认为，“物有本末，事有始终，知所先后，则近道矣”，“首明道义之本原出于天而不可易”，谓之“天命”，“盖人心之灵莫不有知，而天下之物莫不有理，惟理有未穷，故其知有不尽也”（朱熹诠释）。

五、其他中国古代哲学家

鬼谷子，名王栩，是公元前 400 年春秋战国时期人。他的哲学思想贯穿于整个《孙子兵法》中。他认为：自古至今，其道一也；道是根本，术是方法；道不合无穷，各有所归，或阴或阳，或柔或刚，或开或闭，或驰或张。他又说：“捭阖者，天地之道，以变动阴阳，四时开闭以化万物，纵横、反复必由此矣。”鬼谷子正处于春秋战国时期，提出了“以战去战，虽然也可”，“以兵禁兵”，“以战治战”和“杀人安人”等对立统一的思想。他还指出：“刚柔进退”，“以柔克刚”等哲理。

关尹子，名关君，是公元前 300 年春秋战国时期人。他主张“亏而盈，满而损”，“坚则毁矣，锐而挫矣”，“常宽于物，不损于人，不争人先，常随人后，可谓至极境界”，“以柔弱谦下为表，以空虚宁静，不毁弃万物为里，沉寂宁静如同虚空湛清混同于万物必能协和”。

六、欧洲古代哲学思想家

早在 2500 年前，苏格拉底就曾提过关于“宇宙是否由确定性规律所支配？”的问题，而且至今依然存在。柏拉图也曾提出过真理与存在是否联系在一起的问题，并断言我们既需要存在，也需要演化。卢梭也提出：“人类所有的知识都是不确定的，不精确的和不完全的。”

几乎与我国老庄同一时期，即公元前 400～前 300 年，以皮浪和蒂孟为首的哲学家主张“怀疑（Skepsis）主义”，又称“皮浪主义”，提出了基本逻辑规则。

- (1) 证明、判断或把握一个无穷系统是不可能的。
- (2) 通过有问题的东西来证明成问题的东西是荒谬的。
- (3) 相互矛盾的东西不可能同时为真的。

某意思是指：要认识清楚无限的客观世界是不可能的，但不等于不可知论；本身就是不确定性的理由来证明另一个东西的确定性与否是不科学的；两个相互矛盾、对立的東西中，肯定有一个是错的，或假的。第三点不能同意。矛盾、对立双方都是正确的是客观存在的。皮浪认为真理的标准是不存在的，因此，一切都是不确定性的。

哲学形而上学的第二定律——排中定律（就 0 和 1 而言，非 0 即 1，两者不得含糊）和第三定律——不矛盾律（凡是两个相互矛盾的事物中，其中必然有一个是错误的），也持有与皮浪主义相同的观点。

法国哲学家，1930 年诺贝尔奖获得者 Bergson 指出：“时间证明，自然界存在不确定性”，“自然界不断创造出不可预测的新鲜事物”。

第二节 与科学方法有关的现代哲学观

一、自然辩证法

(一) 自然辩证法对现代科学研究的影响

自然辩证法作为马克思主义的自然哲学、科学哲学、技术哲学、科学技术与社会研究,不仅具有哲学属性,而且具有交叉学科的性质。首先,在哲学研究概括的自然、社会和思维这三大领域的知识中,自然辩证法是其中的一大领域。马克思和恩格斯在创立科学的世界观时,从一开始就认为整个世界的历史可以划分为“自然史和人类史”,对这两方面历史的哲学概括构成了马克思主义哲学中的两门学科,即自然辩证法和历史唯物主义。

自然辩证法虽然与自然科学一样,所面对和讨论的都是“自然”,但有两点原则上的区别:其一,在各门自然科学中,“自然”作为对象,是指自然的某一部分或某一特殊的领域,而在自然辩证法中,“自然”作为对象是指整体的自然或自然的整个领域,它将自然当做一个整体而从其总的方面来考察;其二,在自然科学中,“自然”作为对象,是被给定的、现成的,它的存在是无可置疑的、自明的,无需对它提出追问,“自然”已不在追问之列,而在自然辩证法中,“自然”作为对象,是“自然”本身,对于被给定的自然物,需要对它进行追问,正如形而上学追问“存在”那样,追思本真的“自然”,追问“自然”的根据或始基。自然辩证法必须透过现象而达到实在,必须凭借人的理性以理论思维的方式超越呈现于感官的现象去寻找答案。而这两方面正是自然辩证法之所以为哲学的本质所在。当代自然辩证法除了以自然为研究对象外,还以科学、技术、科学技术与社会的关系为研究对象。它所要揭示的是人类认识和改造自然中的一般规律以及科学技术发展中的一般规律,而不是自然界中个别的过程,是人类认识和改造自然个别领域或者科学技术个别学科的特殊规律。这个一般规律也正是哲学研究区别于科学技术研究的特殊之处。自然辩证法一方面是辩证唯物主义的普遍原理在自然界中的具体表现和科学技术领域的具体应用,另一方面又是对科学技术及其发展的哲学概括。

当代自然辩证法还是一门自然科学与人文、社会科学交叉的综合性学科。自然辩证法研究的领域,是自然科学与人文、社会科学的“结合部”,而对这个“结合部”的研究又是紧紧地围绕着人与自然之间的相互关系来进行的。自然辩证法只有研究科学与自然、人文、社会这三者的结合,才有可能科学地认识和处理人与自然的关系。事实上,自然辩证法作为联系辩证唯物主义与自然科学的桥梁,反映了哲学与自然科学的交叉;作为研究人与自然的关系以及这种关系在人的思维中的反映和在人类社会中展开与发展的过程的辩证法,它又反映了自然科学与人文科学、社会科学、思维科学的交叉。正是从这个意义上说,自然辩证法带有交叉学科的性质,也就是说,它是一门跨学科研究的综合性范围很广的学科,可以称之为哲学性质的交叉学科。自然辩证法涉及哲学、人文

社会科学、自然科学的基础学科、技术学科等许多学科领域，因而开展这项研究工作，需要自然科学、哲学、社会科学和现代科学方法等多重知识结构，需要哲学社会科学工作者和科学技术工作者合作联盟，才能取得卓有成效的研究成果。

（二）自然辩证法的研究内容

自然辩证法研究的内容主要有两大方面：一是自然观，即对自然界辩证法的研究；二是自然科学观，即对自然科学辩证法的研究。

1. 自然观

这方面的研究，要求不断地概括和运用自然科学的最新成果，发展和更新人们关于自然界辩证发展的总图景和对自然界的总观点，其中包括物质观、运动观、时空观、信息观、系统观、规律观以及自然发展史和自然界各种运动形态的划分、联系、交错、转化等；要求探讨辩证法的基本规律和范畴在自然界各种过程中丰富多样的表现及运用，使人们对辩证法规律和范畴的理解不断充实和深化，在许多方面进一步清晰化、准确化和精细化，并增添新的内容，从而把辩证唯物主义自然观提高到同自然科学的新发展、新思想相适应的现代水平。

2. 自然科学观

自然辩证法主要从马克思主义认识论、方法论方面研究自然科学认识过程、认识方法和自然科学认识发展的规律，从马克思主义社会历史观的角度研究作为社会现象之一的自然科学在社会中发展和发挥作用的规律。自然辩证法不但把科学看做一种独立的社会现象，探讨其在一定社会中发展和发挥作用的规律，而且把与科学紧密相关的技术作为一种独立的社会现象来研究。自然辩证法关于技术论的研究，就是从总体上探讨技术的性质和特点、技术发展的条件和规律，以及技术和其他各种社会现象的关系等。这一研究和自然科学论的研究共同为科学技术政策的制订、科学技术发展的规划、科学技术工作的领导和管理提供理论基础，其重要性日益突出。

在哲学上普遍性达到极限程度的辩证法规律只有三个，分别是对立统一规律、量变质变规律、否定之否定规律。其中，对立统一规律揭示了客观存在所具有的特点，任何事物内部都是矛盾的统一体，矛盾是事物发展变化的源泉、动力。量变质变规律揭示了事物发展变化形式上所具有的特点，从量变开始，质变是量变的终结。否定之否定规律揭示了矛盾运动过程所具有的特点，它告诉人们，矛盾运动是生命力的表现，其特点是自我否定和向对立面转化，否定之否定规律是辩证运动的实质。

从认识层次上讲，辩证法三大规律中，量变质变规律处在最外层，人们可以直观地感觉到，因为它是以统一体的变化形式存在的客观规律；其次是对立统一规律，它需要人们进行观察和分析，因为它的认识深度从外部统一体上升到统一体内部的矛盾。

对立统一规律比量变质变规律深入一层，相对来讲，量变质变规律的特点如果相当于认识中的直观性的话，那么对立统一规律的特点就相当于认识中的直接性，而否定之