

普通高等教育教材

LILUN DIZHIXUE GAILUN

理论地质学概论

● 刘全稳 著

地质出版社

理论地质学概论

刘全稳 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书以地球的轨道运动为基础,以动力学、运动学思维对地质动力、构造运动、地质年代进行了理论分析,并通过地球的守恒运动分析,建立了理论地质体系。利用该体系理论,针对煤田瓦斯安全问题,创造性地提出了煤田开采巷道布置的方向性建议。

本书可作为高校地质学、地理学、气象学专业教材,也可供地球科学其他专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

理论地质学概论 / 刘全稳著. —北京:地质出版社, 2017. 7

ISBN 978 - 7 - 116 - 10470 - 9

I. ①理… II. ①刘… III. ①地质学 - 研究 IV.

①P5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 160474 号

责任编辑:孙亚芸

责任校对:韦海军

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京市海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 66554528 (邮购部); (010) 66554633 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010) 66554686

印 刷:北京地大彩印有限公司

开 本:787 mm × 1092 mm ¹/₁₆

印 张:11.5

字 数:270 千字

版 次:2017 年 7 月北京第 1 版

印 次:2017 年 7 月北京第 1 次印刷

定 价:35.00 元

书 号:ISBN 978 - 7 - 116 - 10470 - 9

审 图 号:GS (2016) 3169 号

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

前言

从我中学毕业接受地质专业教育开始，一直就有一个愿望在我心里埋藏着，那就是写一本新的理论地质学书，让学生们在接受全新知识体系的同时，不再有“地质学”不属于科学的怀疑。

从那时起，我用15年的时间经历了石油地质生产第一线的实践积累，又用15年的时间在高校完成了理论知识的修行。30年后回首，发现现在的教科书与原来引导我进入地质领域的教科书籍相比，其知识体系与内容并无多少更新，还是那么晦涩地教育着现代大学生。这些学生们毕业后肯定会与当初的我一样，连地球运行的轨道关系都不清楚，虽然口里念着“显生宇”“太古宙”，但实质上对地球所处宇宙的基本概念都不明白。地质理论书籍真的该换一换了。

工作岗位的调动使我人生工作的下半程以培育大学生为使命，于是有了对即将面对的大学生实行一套新教材的条件基础。就从《理论地质学概论》开始，目的只有一个，让学生们在接受地质最基本概念的同时，知晓地球的相关背景知识，使学生们成为一个真正懂得、了解地球的知识分子。时值高校开展“双创”教育活动，要求课程教育中加强对大学生创新精神的培养，我相信，本书的教育活动，将会使学生在获取知识的同时，得到创新思维能力的培养。

这本《理论地质学概论》源于我的其他3本专著，即《理论地质学导论》、《地球原动力》和《地球动力与运动》，书中涉及一些数理公式推导，需要有工程数学知识背景。

《地球原动力》和《地球动力与运动》是两本地质背景知识较重的专著，有兴趣的同学可以在学习本书的同时，参考这两本书的部分章节内容。它们较为系统地介绍了地球的强中纬力、潮汐力、胀缩力的数学演绎、物理定义、地球响应，这3种力广泛地存在于自然界。

屠呦呦获得诺贝尔大奖事件一度引发了科学界关于“土鳖”与“海龟”之争，也使我再度思考了“科学惯性”与“科学门第”之观。我给“科学惯性”定义的属性是一种科学依赖，给“科学门第”定义的属性则是一种科学歧视。具有“科学惯性”或者“科学门第”观念的人，往往不能很好地做出科学创新。

以地球潮汐为例，绝大多数研究者关于潮汐的认识至今仍然不能摆脱地球受月球万有引力的影响，以致数百年来关于地球潮汐力的认识总是停步不前而缺乏实质性的理论更新，即使人们早就从大气潮汐现象中发现了月球引潮力理论的弊端。之所以无法完成新理论的更替，主要原因就是出于对旧理论的依赖，这就是一种科学惯性现象。越是影响广泛和深远的理论，对科学家所产生的惯性现象越严重。所以，每当一个重大科学发现完成以

后，随之而出现的便是这一领域内一段时期的科学沉寂。在宇宙大爆炸理论得到科学界的广泛承认以后，有关地球收缩——哪怕是关于地球周期性脉动中的收缩阶段——的认识，就很难得到同行的赞同。

正像婚姻门第观阻碍了许多美满姻缘一样，科学界另一个严重阻碍科学进步的属性——科学门第观，阻碍一些重大科学发现的诞生及不被人接受也是常有的事。

科学惯性一般表现在科学研究者自身，科学门第观一般表现在科学研究者之间。一个科学研究者，往往需要克服科学惯性与科学门第观的双重影响，才能成为一个科学家。牛顿、爱因斯坦等众多领域的科学家在突破科学惯性后都曾经遭受过科学门第观的嘲弄。

我们既要摒弃科学惯性的羁绊，也要克服科学门第观的影响，为人类探索自然、利用自然规律做出一份贡献。

大学是传授科学知识的圣殿，也是科学思想的孵化器，是原创思维诞生的摇篮，是科学惯性与科学门第观的禁区。

“宇宙中的地球”主要依据世界上现有的关于宇宙的认识编写而成，目的在于为了完整地体现地球的地质作用而介绍地球的宇宙特征。在本书中，通过类比地球的宇宙特征，笔者提出了地球的诞生年龄应该与太阳一样为 50 亿年而不是 46 亿年的认识；还提出了地球的外核可能属于液态，但不能排除可能是气态的认识。

在“地质作用”和“构造运动”章节的撰写上，着实费了不少劲。这是同行们烂熟于心的专业内容，各专题内容都已经有了相对成熟的专门论著，作为理论地质学，必须要涉及这些内容，如果因为担心阐述不如别人清楚而撇下这两部分内容，本书将失去着力点，读者也不会原谅这部分缺陷。几易其稿后，才改成现今模样。

“理论地质年代”属于全新的认识，虽然曾经有多人用同样的词组做过相应研究，但读者只要比较一下，即可发现，本“理论地质年代”非彼“理论地质年代”。二者在所依据的原理方面，所推理的逻辑方面，所获得的认识方面，都存在着本质的差别。其中最大差别在于：一是根据地球运行的轨道方程推理运动变化的特征点，除去了臆想性的假设前提；二是选取了用“空间”轨道极角来表述“时间”的地质年代的方式，消除了年龄测定中存在的技术误差和样本误差及其误差传递现象。

“地球的守恒运动”从运动定律的引述开始，通过不同的影响因素，条陈了地球上存在的各种非动力引导的运动，并且指出了动力作用下的运动与运动定律引导的运动的和谐性，较完美地解释了发生在地球赤道附近的物质运动。

“地球响应分析”一章，因限于篇幅和为保持本书的完整性，只是选择性按理论联系实际的分析方式做了相关描述，对地球的大气圈、水圈、岩石圈的运动特征和规律进行了一般论述。本书没有对地幔圈和地核圈的运动规律作应用分析，原因在于这部分内容涉及地球磁场起源问题，这是一个具有非常意义的命题，已形成专著《地球磁场起源理论》。生物圈的地质作用问题，本书没有提供新的认识。

在本书最初写作过程中，反复收听、收看到煤矿瓦斯爆炸的新闻报道，时常为人的生命在自然面前显得那么脆弱、人们的工作生活得不到应有的保障而感叹。尤其是在政府取缔个体煤矿、关闭中小型煤矿后，一些管理制度健全、工人素质较高的国有大型煤矿仍然

事故频发，且一次死亡人数较多的事件强烈地鞭策着我，一定要为煤田瓦斯的运移聚集问题做出科学的解释，给那些死难者的魂灵以安慰，于是写了“煤田瓦斯安全”这一章。主观上《理论地质学概论》是为地质学的发展而作，客观上落在了煤矿工人关心的瓦斯安全问题上。

本书的出版得到了广东石油化工学院教务处及其他相关部门同志们的大力支持，石油工程学院陈才、王刘英、曹淑丽、柯亚信、马飞英、王林、陈国民、鲍祥生、王身建、刘大伟、胡罡、陈振亚、陈琦、罗天雨、刘存革、陈淑曲、王威等也给予了协助，在此一并感谢！

本书的出版发行还得到了广东石油化工学院“应用型人才培养精品工程”精品教材系列项目与人才引进基金和学科建设资金的资助。

书中如有谬误疏漏之处，敬请读者批评指正。

刘全稳

2016. 10. 6

于广东茂名

liu005777@ hotmail. com

目 录

前 言	
绪 论	1
第一章 基本知识	3
第一节 地理学与地质学	3
一、地理学	4
二、地质学	5
三、地理学与地质学的比较	6
第二节 时间和空间	7
一、时间	8
二、空间	8
第三节 参照系与坐标系	9
一、参照系	9
二、坐标系	9
第四节 力与运动	10
一、自然界中的已知力	10
二、加速运动	12
三、圆周运动	13
第五节 椭圆	13
第六节 归纳推理与演绎推理	13
一、归纳推理	14
二、演绎推理	15
三、归纳和演绎的辩证关系	15
四、演绎推理与成果创新	16
参考文献	17
思考题	17
第二章 宇宙中的地球	18
第一节 宇宙	18
一、宇宙的起源	18
二、宇宙演化	21
三、宇宙的形态	23
四、其他	25
第二节 银河系	25

第三节 太阳系	27
一、太阳系起源	27
二、太阳系演化	28
三、太阳系组成	28
第四节 地球	29
一、地球的轨道运动	31
二、地球的结构	31
参考文献	41
思考题	41
第三章 地质作用	42
第一节 地质作用方式	42
一、构造运动	43
二、风化作用	43
三、剥蚀作用	43
四、搬运作用	44
五、沉积作用	45
六、成岩作用	45
七、成矿作用	46
八、变质作用	46
九、岩浆作用	47
十、小注	47
第二节 地质作用过程	47
一、物理过程	48
二、化学过程	49
第三节 地质作用种类	50
一、大气的地质作用	50
二、水的地质作用	50
三、生物的地质作用	50
四、岩石圈的地质作用	52
五、岩浆的地质作用	52
第四节 地质灾害	53
一、沙尘暴灾害	53
二、地震灾害	55
三、火山灾害	55
四、崩塌、滑坡、泥石流灾害	58
五、海啸灾害	59
第五节 地质作用动力问题	61
参考文献	61
思考题	61

第四章 构造运动	62
第一节 构造运动的全球性	62
一、全球性的海平面变化	63
二、全球性的造山运动	66
三、全球性的海底扩张	67
第二节 构造运动的周期性	68
第三节 构造运动的方向性	69
一、垂直运动	69
二、水平运动	71
第四节 构造运动的动力问题	72
参考文献	73
思考题	73
第五章 理论地质年代	74
第一节 椭圆轨道的数理特性	75
第二节 气候与地候	76
一、气候的理论划分	77
二、地候的理论划分	81
第三节 一般地质年代表	83
第四节 理论地质年代表	84
参考文献	88
思考题	88
第六章 地质动力理论	89
第一节 动力分析体系	90
一、平面质点运动分析	90
二、空间质点运动分析	93
第二节 各动力因子特征分析	94
一、动力因子 F_1	94
二、动力因子 F_2	95
三、 F_1 、 F_2 的合成分析	95
四、动力因子 F_3	96
五、动力因子 F_4	96
六、动力因子 F_s	97
七、 F_3 与 F_s 的比较	97
第三节 地质动力定义	97
一、潮汐力	98
二、强中纬力	104
三、引力问题探索	108
四、讨论	108
参考文献	110

思考题	110
第七章 地球守恒运动	111
第一节 角动量守恒定律	111
第二节 地球自转角动量分析	112
第三节 地球公转角动量分析	113
第四节 地球物质的守恒运动	115
一、大气的守恒运动	116
二、海水的守恒运动	118
三、地壳的守恒运动	119
四、地球内部物质的守恒运动	120
参考文献	122
思考题	123
第八章 地球响应分析	124
第一节 台风运动	124
一、早期云团的初始位移	125
二、初始转动的作用力	126
三、台风路径	129
四、运行轨迹规律	131
第二节 海流运动	135
一、海流分类	136
二、海流路径分析	140
三、海流运行轨迹规律	142
四、海流数值模拟	144
五、厄尔尼诺暖流	145
第三节 潮汐运动	145
第四节 地球脉动	149
一、地球周期性脉动	149
二、地球持续膨胀	157
参考文献	158
思考题	159
第九章 煤田瓦斯安全	160
第一节 瓦斯安全问题	161
第二节 煤层瓦斯的一般认识	165
第三节 安全巷道设计	166
一、煤矿一般防爆措施	166
二、掘进巷道设计	168
第四节 几点认识	172
参考文献	172
思考题	173

绪 论

理论是经过实践检验、系统化了的科学结论，具有反映客观事物本质规律性的特征，通过揭示某一领域的共同本质而普遍适用于该领域，具备系统性和逻辑性，因而理论不是孤立的和模糊的。现代社会在人口、资源、环境的可持续发展和协调性问题上，需要人们进行一系列理论问题的探索总结。随着宇宙大爆炸理论、理论地理学的提出和发展以及天文学的新进展，理论地质学的研究已成为不可或缺的课题。

理论在实践中起着定向的作用和扬弃的作用，它引导着人们有选择地接受外界信息和消化理解实践资料。一个实践者缺乏理论就等于缺少前进方向，没有理论的指导就没有正确的思维，就会产生错误的决策，使科研迷失方向。有的时候，理论上的认识结果好像是不可能达到的，如 20 世纪后期到 21 世纪初期的中国足球队，每当媒介提到只有理论上的出线可能时，一般认为已经是不可能出线了。有的时候，理论上的一丝希望竟然成为持之以恒者的永恒，原子弹、氢弹的产生，月球上登月者的足迹，无不说明了这一点。而有的时候，没有理论只有幻想，也可以指导人们获得正确的认识，得到正确的结果。

伴随着时代的发展，计算机技术已普遍融入各行各业，地质学的发展已经进入信息化时代，各具体地质学门类正力图结合数学与计算机技术突破传统地质学的定性束缚向量化发展。微观方面，在油气勘探领域，三维地震勘探技术、四维地震开发技术、现代测井技术、定量储层描述技术方兴未艾地掀起了向“更具体、更精细、更全面”进军的高潮。宏观方面，地质学的发展也应当紧跟时代的脉搏，否则，地质学的发展将出现失衡状态。只有微观与宏观同时发展，才是地质学的科学发展。

我们曾经舒适地躲在实验室里或豪迈地站在山顶或令人羡慕地摇曳在大海科考船上或被万众瞩目处于远离人烟的冰冷极地为地质学的发展而沾沾自喜。当 GPS、GIS、Google Earth、北斗系统等以迅雷不及掩耳之势走向社会、走向大众，并为地质科学工作者轻松提供各种服务的时候，我们发现，地质学原地踏步已经很久了。

任何门类的学科，总是需要一个理论框架或体系。理论地质学概论在于引导建立反映地质学的理论体系，为地质学的科学发展抛砖引玉。

理论地质学的研究对象是我们赖以生存的整个地球。地球自诞生以来，就以球形体长期存在，不以人类的诞生与否而改变。人类认识地球从一开始就充满了片面性。即使在有卫星提供对地球进行实时观察的今天，地质学家们仍然不肯轻易改变他们以地球地壳及岩石圈为主要研究对象的基本模式，因而不可能改变其研究特点。这样，地质学家们总是被生动的野外实际调查活动所吸引，并以此为骄傲，有时还会用有没有到野外调查来衡量研究成果的可信度。这是其研究特点决定的，这种研究特点形成了地质学家们的时空观和想像力比诗人、电影导演和物理学家们还多还妙，他们可以通过身边的一块石头，描绘出一个发生在久远以前、周围有火山喷发的茂密丛林中发生的一场生死搏斗场面。然而，也正是这种研究特点，完全束缚了地质学家们的思维空间，使他们在培养了善于从具体而丰富

的实践观测资料中归纳分析能力的同时，逐步丧失了抽象的逻辑推理能力。

理论地质学的认识是在普通地质学、天文地质学、海洋地质学、气象学、地球物理学、普通物理学、高等数学、理论地理学等学科、方向基础上逐步形成与发展起来的。地球经过了漫长的地质作用，剧烈的造山运动、大规模的海底扩张、深源地震、火山爆发、海啸、飓风等，都不能停止或减缓她运动的步伐，相反却是这些作用周而复始地得到表现，其中一定蕴含着更高层次的美妙的运动规律。这种更高层次的运动规律需要我们用更加抽象的逻辑思维来认识，如果目光仅仅凝聚在地壳及岩石圈上，我们将被纷繁的地质现象所迷惑。

理论地质学的研究内容是，揭示地球轨道运动的特征，通过分析研究地球运动状态的改变情况，推理地球在不同参照系中所受作用力问题；研究地球运动过程中的角动量守恒运动规律所导致的地球物质的运动问题；梳理地质作用，分析研究发生地质作用的周期性问题以及建立理论地质年代表；进行地球响应分析，合理解释地球各圈层物质实际存在的运动与受力问题；用理论地质学所阐述的原理来指导人类的实践活动，为人类合理开发利用资源、利用自然规律避免灾害性事件发生起指导作用。

理论地质学的研究具有重大的理论意义和现实意义。中国科学院地学部“中国地球科学发展战略”研究组在总结 20 世纪地球科学取得的重大成就，讨论我国 21 世纪地球科学发展的战略重点时，提出了“从中国地球科学发展的实际出发，本着‘有所为、有所不为’的原则，以提高我国地球科学研究的科学质量和社会效益为重点，通过一系列脚踏实地的、可操作的、有远见的具体措施的实施，将我国由一个地学大国发展成一个地学强国”的思想，指出：“在一定意义上，只有更好地了解全球才能更好地了解区域。同时，区域是全球的窗口，区域性是通向全球的大门。21 世纪的重大突破属于站在区域性和全球性结合点的地球科学家”。鼓励人们进行多学科交叉研究、培植和发展新兴领域；以重大科学问题为导向，力争在发展地球系统科学中有所突破，以带动地球科学各分支学科的发展。国家自然科学基金委号召人们“在有创新潜力的项目方面多下工夫”，以高质量的研究成果推动“源头创新”，鼓励人们“至关重要”地开展那些具有“坚实的科学基础和兼具区域特色与全球意义”的选题。理论地质学的研究完全符合中国科学院与国家自然科学基金委关于我国地球科学的战略部署和选题要求。

理论地质学的应用前景是，随着社会的进步，国民经济的持续发展，人民生活水平的不断提高，人类为认识自然、维持自然资源的持续供给，减轻自然灾害、保护环境、促进自然系统良性循环，以及利用自然为国防、经济、生产与生活服务方面，将更加迫切地需要了解地球隐藏着的自然规律。因此，本书在如下几方面存在着美好应用前景：

1) 可为地下煤田、油气资源勘探开发、冶金地质找矿中的构造演化及动力学分析提供理论依据。煤矿可以将其应用到巷道的设计上，以减少或避免瓦斯爆炸。勘查公司全球项目研究可以依据其作用力在全球所具有的分带分布特点进行不同地区的矿产资源评价。

2) 为防沙治沙、改善环境服务。本书所提供的作用力分析，可以用来分析沙尘的运动特征，从而为人类认识沙尘起暴与运移规律提供帮助。

3) 为国防服务。可为分析炮弹飞行、卫星发射与溅落、反导、飞船保持平稳运行的技术改造等提供帮助。

4) 可为人类分析利用自然风提供理论上的支持（其中包括防治空气污染、气球探险、救灾等）。

第一章 基本知识

有这样一则故事，讲的是我们的祖先先于别国古人发现了圆周率。故事说：有一位年轻的伐木人，在先于别人吃完饭后，没有事干，就用捆扎树木的绳子量砍倒的树木的粗细，在计量的过程中，他发现，无论树木粗细如何，只要用树的周长和树木的直径相除，所得结果都是一样的数字3，这“3”就是最初获得的圆周率。后来经过汉代人不断精确的追求，到公元5世纪祖冲之和他儿子祖暅之时代，得出了圆周率为一个“盈数”3.141 592 7和一个“朒数”3.141 592 6……。本书无意在此比较我们的祖先和古埃及人与古巴比伦人是谁最先发现圆周率，也不是想在此讨论圆周率问题，只是想借此说明，一些规律性的认识往往是在实践、比较与思考中获得的。有些认识哪怕当时看来不被人们接受，只要认识的来源所依据的原理是正确的，认识的产生过程符合逻辑，那么，所得结论就是正确的。即使有人依据同样的原理，推理过程也符合逻辑，得到了不同的认识，也照样应该认为都是正确的认识，切不可用此认识去否定彼认识。

随着思想和认识的产生，同时就出现了主观臆断。当人的主观臆断不断地被大自然本身以及人类自身改造大自然的社会实践证实和证伪时，科学与伪科学就得以区分，人类社会就有了进步。当大自然及其人类实践无法证实人们的想法时，各种神话、假说、传说、学说就得以流传。

方法论的出现，是人类认识自然的一大贡献。人们探索自然的方式方法被划分成不同的领域和门类，地球科学与数学、物理学、化学、天文学、生物学构成了自然科学的全部。

地球科学在于揭示地球本身、人与地球、其他天体对地球影响等的基本规律。目前主要包括地质学、地球物理学、地理学、气象学、水文学、海洋学、土壤学、环境地学等学科。

地质学的分支学科较多，以研究地球的本质特征为目的，是地球科学的主要组成部分。

理论地质学是研究地质学中关于地质作用动力与周期性及其所遵循的规律性的科学。

随着科学的发展，地球科学还会不断地诞生新的学科和出现一些边缘学科。

第一节 地理学与地质学

地质学不同于地理学。理论地质学属于地质学范畴。受教育体制的影响，很多人一开始不知道地质学是干什么的，当有了一定的了解后，有的认为地质学根本就不应该算是科学，因为地质学缺乏科学的严密属性，它的描述内容中归纳分析多于逻辑推理，而且所描述的内容中不确定的东西太多，在关键的原因分析与结论认识上尽是“也许、大概、左

右、可能”等词语，即使有一部分推理，也是“受某某运动影响”的结果。相对来讲从事地理学工作的人们可能是更酸楚的，很多大学生根本就搞不清地理学究竟是研究什么的。更有甚者，有些地理学家也无法将地理学与其他学科之间的关系加以分清，常常形成大相径庭的归属，有些人认为他们自己身处自然科学传统之中，有些人将他们更多地包括于社会科学之中，而其他一些人则和人文学科特别是其中的历史学联系起来。在这方面，不同国家的发展有着相当不同的传统。法国有与历史学保持密切联系的传统，英国则与地质学保持联系，等等。在众多的各国地理学派之内，又有着重大的区别。

事实上，无论是地理学、地质学，还是其他自然科学各门类的学科，都是方法论出现后的产物，当探索达到科学的高峰时，各门类学科所研究内容都是相通的。历史上一个人由气象学家变成地质学家，或由理论物理学家变成天文学家的例子层出不穷。

为了使读者有个初步了解，这里简略地将地质学与地理学做个比较：

一、地理学

地理学（geography）其实就是研究人与大地的科学。它主要研究地球表面的各种地形、环境及其结构、分布和演变规律，并涉及自然和社会两个领域之间的相互关系。地理学一般可分为自然地理学和人文地理学两大组成部分。自然地理学是研究自然地形、地理环境的结构及发生、发展规律的学科，主要包括普通自然地理学、区域自然地理学、地志学等。人文地理学是研究人和社会与自然地形、地理之间的相互关系的学科，主要包括政治地理学、社会地理学、人口与聚落地理学、经济地理学、历史地理学等。

地理学研究地球表面这个同人类息息相关的地理环境，它是地球各个层圈——大气圈、岩石圈、水圈、生物圈相互交接的界面，具有一定的面积和厚度。在地球表面，各种自然现象和人文现象组成一个宏大的地表综合体。

自然地理的变化影响人文地理，人文地理也反作用于自然地理。特别是在现代工业化时期，人类的活动使地球表面发生深刻的变化，一方面控制或减轻了某些自然灾害，另一方面诸如森林的砍伐、污染、荒漠化等情况的出现，破坏了自然生态系统的平衡。随着人口的急剧增加、资源的大量消耗，人类的影响程度还在加剧。

作为研究对象的地球表面是一个多种要素相互作用的综合体，这决定了地理学研究的综合性特点。综合性的特点决定了地理学是一个横断学科，它与研究地球表面某一个层圈或某一个层圈中部分要素的学科都有密切的关系，如研究大气的大气物理学，研究岩石圈的地质学，研究人类圈的政治学、政治学、心理学等。地理学从这些学科中吸取有关各种要素的专门知识，反过来又为这些学科提供关于各种要素及与其他现象间联系的知识。

地球表面的自然现象和人文现象具有空间分布不均匀的特点，决定了地理学研究又有区域性的特点。由于不同的地区存在不同的自然现象和人文现象，一种要素在一个地区呈现出的变化规律在另一个地区可能完全不同，因此研究地理区域就要剖析不同区域内部的结构，包括不同要素之间的关系及其在区域整体中的作用、区域之间的联系，以及它们之间发展变化的制约关系。地理区域性研究的内容包括区域内部结构和区际关系两个方面。

地球表面不断变化的特点，决定了地理学必须用动态的观点进行研究。地理学研究既注重空间的变化，也注重时间的变化。这种变化既有周期性，又有随意性；既有长周期，也有短周期。时间和空间统一的概念，在地理学研究中越来越受到重视。

地球表面的复杂性决定了地理研究方法的多样性。现代地理研究主要采用野外考察与室内实验、模拟相结合的研究方法。航空遥感、气象卫星、地球资源卫星、航天技术的成果广泛应用于地理学研究，提高了野外考察的速度和精度。地理数据的处理、各种地理现象的实验室模拟等也迅速发展起来，不仅仅大大提高了工作效率，还促进了地理学的快速发展。

自然地理学是研究地理环境的特征、结构及其地域分异规律的形成和演化规律的学科，是地理学两个基本学科中的一个。其研究对象是地球表面的自然地理环境，包括大气对流层、水圈、生物圈和岩石圈上部。

自然地理学的研究对象是自然地理环境，包括只受到人类间接或轻微影响而原有自然面貌未发生明显变化的天然环境，以及长期受到人类直接影响而使原有自然面貌发生重大变化的人为环境。

自然地理学的研究内容随着学科的发展越来越广泛，但主要还是研究各自然地理成分的特征、结构、成因、动态和发展规律；研究各自然地理成分之间的相互关系，彼此之间的物质和能量的循环与转化的动态过程；研究自然地理环境的地域分异规律；研究各个区域的部门自然地理和综合自然地理特征，并进行自然条件和自然资源的评价，为区域开发提供科学依据；研究受人类干扰、控制的人为环境的变化特点、发展趋势、存在的问题，寻求合理利用的途径和整治措施。

随着自然地理学的发展及其与许多自然科学发生联系，形成了众多的分支学科。

目前，随着计算机技术、卫星遥感技术的引进与发展，自然地理学正以前所未有的发展速度冲击着人类社会，变革着人类思维与认识。

人文地理学的“人文”二字泛指各种社会、政治、经济和文化现象。人文地理学一般有广义与狭义之分，广义的人文地理学包括社会文化地理学、政治地理学、经济地理学等，狭义的人文地理学则指社会文化地理学。它是探讨各种人文现象的地理分布、扩散和变化，以及人类社会活动的地域结构的形成和发展规律的一门学科，是地理学的两个主要分支学科之一，是地理学两个基本学科中的另一个。

人文地理学的研究对象可分为社会文化地理学、经济地理学、政治地理学、城市地理学等分支。

二、地质学

就其字面含义讲，地质学（geology）是研究地球本质特征的科学。《地质辞典》给出的解释是“地质学是研究地球的科学，研究的主体对象是固体地球”。

地质学的研究内容主要包括固体地球（重点是地壳或岩石圈）的物质组成、内部构造和形成演化历史。

地质学的主要分支学科可简举如下：

- 1) 研究地球的物质组成方面的学科，如结晶学、矿物学、岩石学等；
- 2) 研究地球的内部构造方面的学科，如构造地质学、构造物理学、区域构造学、地球动力学等；
- 3) 研究地球的形成演化方面的学科，如古生物学、地层学、地史学、古地理学、地貌及第四纪地质学等；
- 4) 研究地质学的应用方面的学科，可分为两个方面：一是研究地下资源方面的分

科，如矿床学、石油地质学、煤田地质学、水文地质学等；二是研究地质与人类生活环境及灾害防护方面的分科，如工程地质学、环境地质学、地震地质学等。

此外，人们为了更好地研究上述地质学的各个方面，不断地吸收和借鉴其他一些学科的先进理论、方法和技术，用以促进和深化地质学的各项研究，于是逐渐形成了一系列的边缘学科，如数学地质、地球化学、同位素地质学、天文地质学、海洋地质学、遥感地质学及实验地质学等，这些边缘学科在现代地质学各领域的研究中发挥着极其重要的作用。

地质学的研究特点之一是研究对象具有复杂的物质成分，具有不同的化学性质、物理性质和各式各样的结构方式。

地质学的另一特点是把空间与时间统一起来研究。现在能观察到的地球历史发展记录，主要保存在表层岩石内及按时间顺序层层堆积的地层中。由不同时代岩浆凝结而成的火成岩体，以及由早先形成的岩层岩体演变而成的变质建造，不同时期留下的构造变形遗迹等，是了解地球历史的基本材料。由于经过长期复杂的变动，这些史料已变得凌乱和有缺失，这是地质学研究的难点。

同物理、化学等基础科学比较，地质学研究具有较强的地域性、历史性和综合性。只有根据足够的实际资料，特别是根据足以充分说明空间和时间变化因素的丰富资料总结出来的地质学理论，才能有较广泛的适用性。

地质学的这些特点，决定了一般的地质研究必须通过一定比重的野外实际调查，配合相应的室内研究才能完成。野外调查和室内研究，构成一次观察、记录（包括制图）、采样、初步综合、试验分析、总结提高以至复查验证的完整的地质研究过程。地质学研究在实质上都是对其研究对象进行一次综合性调查研究的过程。

随着生产和科学技术的发展，20世纪中叶以来地质学的研究中引入了大量的新技术、新方法，如不同的地球物理勘探方法、地球化学勘察方法、科学深钻技术、同位素地质方法、航空以及遥感地质方法、现代电子计算机技术、高温高压模拟试验等，促进了地质学的发展。

物理、化学等基础科学新的成就的引用，地球物理、地球化学、数学地质、宇宙地质学等地质科学中边缘学科的进一步发展，推动了地质学的发展，同时使地质学的研究方法不断革新。

三、地理学与地质学的比较

在人与自然的历史上，应该说是先有地理学，后有其他科学（包括地质学）。原始人类对于地球了解甚少，他们只需知道人们分别居住在哪里、那个地方怎么样、有什么就可以了。把这些内容描述下来，就是当时地理学者的使命。他们并不知道他们生活的大地是球形的，原来还会运动。因此，无论是古希腊还是古代的中国，或者其他地方的古代人类，都不约而同地产生了对大地描述的科学——地理学。但是，随着人类的进步、生产的发展、科学的进步，大地变成了地球，还存在着自转和公转，与以往相对简单的认识中的印象相比，现在的地球更显得千奇百怪、千变万化。于是老科学的分化，新科学的产生，便不可阻挡地出现了。现在，地球被一切学科研究着，而且随着时代的更迭，还将产生许多新的科学。所以，地理学作为一门古老的科学，被分割、瓦解是必然的现象。于是地质学产生了。

各具体学科的存在和发展前提是各自存在自己特有的研究领域。地理学最初的研究领

域是大地，之后被限制在地球的表面，这是科学的沿革所形成的，不是后来的科学家霸道，也不是地理学家们无能造成，恰恰是地理学古老的原因。尽管科学是不断发展的，但严密是它的固有特性。如果地理学不能凌驾于一切科学之上，即使其所研究的大地这一领域也不可能是自己独有的研究范围；如果地质学长期止步不前，人类社会也将自然淘汰地质工作者。现实生活中，地球表面已经几乎成为人类科学的共同研究领域，因为地球表面迄今仍然是人类赖以生存的唯一领地。然而，因为计算机技术和卫星遥感技术的引进，GPS、GIS、Google Earth 等技术成果走向社会化，为人们的日常生活所接受，现在地理学发展大有向其他学科领域渗透的趋势。

地理学与地质学的比较见表 1-1。

表 1-1 地理学与地质学的比较

比较项目	地理学	地质学
形成时代	早，公元前 64 至公元 20 年	晚，公元 1450 年
研究领域	地球表面	地球
研究对象	人与大地	地球各层圈
研究内容	自然现象和人文现象以及它们之间的相互关系和区域分异	物质组成、内部构造、外部特征、各圈层间的相互作用和演变历史
研究特点	综合性，区域性，动态性	综合性，区域性，历史性
研究方法	无演绎性	归纳、类比多于演绎
分支学科	稳定发展	不断发展

第二节 时间和空间

自从人类认识了日出日落、周而复始，人们就知道了时间及其延续性。人的生老病逝，山、水、火、物的存在，使人们认识了空间及其拓展性。时间和空间永恒地伴随着人类社会，并不受影响地无限地向前延伸。

人们要想描述一件事、一类物、一种状态、一个过程、一幕情景等，都离不开时间和空间这两个要素。否则就会一团糟，使人不知所云。

绝对的时间和空间应是彼此完全相互独立的，不然我们不能加以区别。然而，在某种意义上，时间和空间却又是紧密相关的，正如牛顿所说：我们不可能设想物体存在于空间而根本没有时间，或存在于一有限时间内而“不在任何地方”。

在一定条件下，时间和空间可以相互转化。我们可以用时间来表示空间，如地震勘探中的时间剖面；也可以用空间来延续时间，如天文观察星象。

地质工作者们通常使用的时间是在目前以前，其时间是通过空间所记载的事件、物质的映射而获得。所使用的空间大多是由实物构成，或者位于地下或者充满想象。

相对论引起了时间和空间的科学概念的根本改变，认为只有两者的结合才能保持独立的存在，修正了自牛顿以来关于时间空间相互割裂的看法。