

电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

绪论

1991年6月底到7月上旬，长江下游和淮河流域出现了第二次“梅雨”，洪水袭击了中国人口稠密、经济发达的地区。这次洪涝灾害中，降雨量并无1954年夏季大，但其灾害强度却是百年未遇的。地理学家陈吉余等在《解放日报》发表文章指出，经过计算，如果人们没有围垦太湖和阻塞河道，水位决不会超过1954年水位，太湖水位将比实际水位低约20cm，在广袤的三角洲平原地区，如果水位下降20cm，洪灾的强度将大大地缩小。难道人们不知道围垦湖泊、阻塞河道的危险后果吗？不。然而人口的不断增长加重了土地资源的农业承载，而经济的发展需要将土地转为非农用的，土地资源紧张，围垦能获得新的土地，可能的灾害性后果被暂时忘记了。资源、环境与发展之间，真是矛盾重重。如何来协调人口、资源、环境与发展的问题？这需要专门的知识，专门的科学。十多年来，改革开放的大潮一次又一次地席卷中国大地，中国的经济与世界的经济已经发生了不可分割的联系，在这种形势下，经济投资的重点将趋向什么地方，各地区具有什么优势和劣势，资源在开发中占有何种地位，区域的经济政策怎样才是合理的，与之相应的环境将会发生何种变化，这种变化将会带来何种后果，这些问题也构成了一个学科的主题。

由于人类的活动，大气中的CO₂含量正在增加，CO₂的增加将产生温室效应，温室效应将使气候发生变化，从而引起全球性的农业生产潜力、海平面、土地等等自然环境和生态系统的变化，并产生经济社会冲击。如何分析和评估这种变化，也构成了专门的学科问题。

所有上述问题，都有一个共同的特点，就是它们都发生于地球表层空间。不仅如此，它们也是地球表层空间特有的现象。离开了大气圈层和其他圈层如水圈的相互作用，也就没有了全球环境变化问题；离开了人类（人群圈）对水圈、生物圈的依赖，也就没有了我们前面提出的第一、第二个问题。要回答或研究这些问题，需要专门学科，这个学科旨在透彻地将地球表层系统及其内部现象作为对象，研究它们的运动和发展规律。这个学科就是地理学或称地理科学。地球表层就是“地”，我们要探索的就是这个“地”的“理”——地球表层系统、现象与过程的规律与法则。

地理学发展到现在，大约经历了三个阶段，古代景观分布知识的积累阶段、近代的物理观地理学阶段和现代的系统观地理学阶段。

地理学是一门古老的学科。在古代，地理学致力于各地的风土人情即自然特征和人文特征的观察记录。在中国，地理学发展很早。相传，夏禹时代铸有九鼎，鼎上分别绘有当时我国各地的山川地形。《诗经·周颂》已经提到了地图，这一证据表明，中国人发明地图至少已有3000年的历史。大约成书于春秋时代的《山海经》，是我国最早的地理经典。战国时代成书的《禹贡》，是我国最早的地理学学术著作，它已有了全国自然区划、人地关系以及土壤分类等重要地理概念。与中国古代地理学平行发展的是欧洲的地理学。大约公元前600年，希腊人阿那克西曼德绘制了以希腊为中心的世界地图。稍后，毕达哥拉斯学派提出了大地是圆形的概念。

地理学发展到了十五世纪，进入了地理大发现时期。哥伦布到达美洲，大大开拓了地理学的视野。为了适应经济、军事和殖民主义的要求，十六世纪开始，地理探险蓬勃发展，关于全球的地理知识迅速地丰富起来，许多知

识也变得准确了。大约经过了三个世纪，地理大发现和地理探险的辉煌成就，结束了古代地理学，地理学作为一个知识荟萃学科的功能结束了。

地理学的第二个发展阶段是它的近代阶段，这也可以说是地理科学开始的阶段。近代地理学的奠基人首推德国人亚历山大·冯·洪堡(1769—1859)。洪堡总结了地理大发现的丰富材料，结合自己的大量考察，研究了地形、气候、植物、土壤之间的关系。他还将地图发展成为一种研究工具，而不是地理学的研究目的。他首创了等温线，从而清楚地揭示了地带性现象。洪堡还提出了 physical geography 这个词，强调把地理学建设成为象 physics 那样的关于地球表层简单法则的学科。同时，他又强调地球表层的总体研究，并依据这种思想写成了巨著《宇宙》。这两项工作，使得地理学最终建立了自己的科学原则和目标。

近代地理学的另一位创始人是卡尔·李特尔(1799—1859)。李特尔一生担任过好几个教师职位。他一再强调他教的是“新的科学地理学”，与传统的关于国家和城市事实的“枯燥摘录”截然不同。李特尔一生写有巨著《地学通论》，又名《地球科学——它同自然和人类历史的关系》。李特尔强调人与自然的紧密关系，奠定了人文地理学的基本原则。与洪堡不同，李特尔认为地理学并不被要求象其他事物学科那样去追求事物原理，他的基本观念是追求“整合性”，并且强调以人类为中心。

洪堡(1769 - 1859) 李特尔(1799—1859)

洪堡和李特尔奠定了近代地理学思想原则后，地理学成为了一门科学。此后，主要是沿着洪堡的思想路线，地理学得到了发展。两个世纪以来，地理学发展了自然地理学、人文地理学与区域地理学三个分支。自然地理学和人文地理学以解析地理事物运动的原因为主，努力去建立一些法则。人文地理学同时继承了李特尔关于人与环境关系的思想，注意了二者的整合性。区域地理学除了上述科学解析特点外，还继承了古代地理学作为知识学科的功能。地理学三足鼎立的局面持续了近一个半世纪。

近代地理学的一个发展特点是它不断地“抛弃”自己。沿着洪堡的物理主义思想，针对特定的地理对象发现规律，揭示法则，从地理学中发展了水文学、大气科学、海洋科学、人口学等等。这些学科的发展反过来丰富了作为母体的地理学。借助这些学科知识，地理学者试图从某一个角度“整合”地理学，或者从洪堡和李特尔的整体研究思想出发，地理学发展了一些新的分析观念，如“人地关系论”、“空间论”、“景观论”、“生态论”、“区域论”等。这些学科大抵都从一种“整合”观念来解析现象，并且具有自己特有的概念体系和分析方法。整个一个世纪中，地理学显示出强烈分化、百舸争流的局面。

地理学发展到了本世纪五十年代出现了新的特点。这一时期人类逐渐认识到人类社会的发展正在受到挑战：人口膨胀、资源贫乏、环境恶化，人口、资源、环境与发展的矛盾日趋突出。这些问题传统上属于地理学领域，因此地理学重新强调了洪堡提出的整体研究的原则，改造了李特尔的以人类为中心的思想，并且再次重视他的“整合”观念，从而注重研究以 PRED 为代表的一类综合问题。与此同时，地理学分支研究依然得到发展。分支研究力图从分化出去的侧面来分析整体问题，如从气候学角度研究全球环境变化，从地缘政治角度研究全球经济发展问题。另外一方面，新的专门对象被提出来，

如城市、山地、区域经济系统等。这些对象是以环境或区域的综合形式表现的，它们本质上是一个系统。城市地理学、山地学、海岸学、区域科学应运而生。现代地理学的综合是以新的分化形式表现出来的。类似于近代地理学分支气候学、水文学、经济地理学，现代地理学中，城市最终以一种特殊的地理现象从地理对象中分化出来，就象当年大气科学从地理学中分化出来一样，发展着自己的专门学科。不过城市从一开始就被认识为系统，因此，新的分化同时意味着综合，意味着洪堡“象物理那样”的观念和李特尔“整合性”观念的结合，城市环境中水文现象、气候现象的联系被发现并被加以细致研究，这种成果又被用于分析城市的人口分布、经济区位。现代地理学的综合以专门对象为基础，是对近代地理学分支学科内容的综合。车轮转了一周，没有回到原点，地理科学没有回到古代地理学作为知识汇编学科的位置上。

现代地理学以综合为主，但它并没有抛弃气候学、地貌学、经济地理学等经典学科，相反是以综合的原则给它们注入了新的精神，这就是两个问题：1) 以 PRED 问题为中心，2) 系统分析。气候系统、水文系统、地貌系统和区域经济系统的概念，迅速地建立起来，几乎所有学科都将 PRED 问题作为重点之一。这个过程中，近代地理学及其分支学科也就转变成为了现代地理学。PRED 与系统分析是现代地理学的标志。仅仅把现代地理学认识为综合地理学是不正确的。综合与分析共存于现代地理学。

现代地理学兴起，主要起因于社会需要，但是也与地理学本身的发展分不开。地理学长期重视整体研究，在系统理论发祥之前，地理学差不多已经发展了现代系统论的全部概念或观念，苦于没有数学工具，科学陈述和分析不能严密化从而发展迟缓。系统数学的发展和计算机的问世，为地理学分析和模拟复杂问题提供了可能，因此，地理学得到了长足的进步。五十年代以来，不断有人宣称“地理学革命”，反映了现代地理学正在完善化。现代地理学最终将建立什么体系，目前还不明确，但是 PRED 和系统分析这两个核心的存在，已经为地理学的现代发展奠定了基础。

你是在一个地理学的革命时代开始对地理科学的系统学习并且可能以此为契机进入地理学领域的。首先你必须学习必要的学科知识。在地理学科的学习中，你将开始了解地球表层系统是如何运动的，这个表层是怎样由大气圈、水圈、岩石圈、生物圈、土壤圈和你自己参与的人群圈构成。地理学从环境和区域的两个视角来观察和研究这种系统和它的过程，这种视角你需要逐步培养。

在地理学的专业训练中，你将懂得如何从复杂的地球表层现象中去找出解决问题的关键，你会从许多的理论、经验和例子的阅读中去不知不觉地形成地理思维，而分析方法训练、野外考察将进一步地把你培训成为地理学家。为了完成地理训练，你还需要学习数学、计算机、物理学、经济学等的基本知识，掌握它们的分析方法。学习是必要的，但是学习不能代替思考，在地理学的学习中，你决不可停止你的思考。

地理事物常有两个基本的特点，地域性和综合性，即它总是定义在某一地域或者说地球表层的某一部分的，它们之间发生紧密的联系并且总是以系统的形式呈现在你的面前，因而它们的运动规律与它们的相互联系密不可分。地理学就是研究地理事物的科学。地域性、综合性是你在分析地理问题时应该把握的准则，也是你观察的基本准则，在本书的学习中，我们希望能

培养你能从事地域分异分析、系统分析的初步能力，掌握初步的知识，认识环境与区域运动的基本规律。总之希望你形成初步的地理观念。景观与空间是地理学的最基本概念。最基本概念是不可定义的，如物理学中的“物质”，数学中的“集合”与“系统”，它们只能被感觉地理解。我们通常说的“地域”就是“地理表层”。空间是地域的几何抽象，我们一般把它处理为二维或三维，用以表征地理事物的相互几何位置和结构形态。景观“就是”结构化了的地理事物，它在外观上有相互可以区别的特征。由于运动规律密不可分的地理事物相互的紧密，使地理事物之间不能以任意形式共同组合在一起，它们只能形成特定的但富多样性的东西，即景观。空间与景观，我们只能在地理学的学习和研究中慢慢地感觉和理解。

这本书附了一部分思考题，它试图补偿正文叙述的不足，更主要的是促进你的思考。著名物理学家索末菲致信青年海森堡说，你必须认真地作习题，这样你才知道哪些你已经懂了，哪些你还未懂。后者后来成为了本世纪最伟大的物理学家之一。本书的材料是丰富的，许多材料是为了培养你的地理观念而添加的，如果你机械地去背诵这些材料，那将是十分不幸的事情；当然，你必须掌握基础的知识，因为思考问题需要知识。华罗庚讲学习需要先把书读厚，然后再把厚厚的书本“读薄”，你能把这本书“读薄”吗？试试看。

作者序

地理科学是一门内容广泛、分支众多并且在迅速发展的科学。经过几十年的分化和发展后，要求按新的科学视角、应用前景来撰写综合性的地理学引论教材是艰难的，特别是当我们考虑到课时限制和中国的国情时，这一任务就更富于挑战性。我们几个青年地理学工作者幸运地接受了这一挑战。

在过去的几十年内，地理学分支的发展已经形成了自己独立的体系和概念系统。在撰写综合性地理学著作时，首先碰到的是各分支学科概念的一致性问题，其次是如何从独立的体系中寻找彼此之间的有机联系。笔者在反复请教黄秉维先生、严钦尚先生后，确定了以地域分异规律、地理系统学说为基本线索，以环境和区域作为中心概念展开综合地理学体系。在此基础上，丁金宏、吴必虎、章可奇、孙胤社和笔者于1991年5月、6月和10月就综合地理学的内容和本书的章节作了讨论。我们的专业分别是：丁金宏（人口地理及经济地理）、孙胤社（经济地理及数量地理）、吴必虎（人文地理）、周清波（大气物理与气候）、章可奇（地貌学及自然地理）、王铮（理论地理与遥感）。多学科作者的来源为我们完成本书提供了可能。

在我们手头，有好几本国外近年来出版的地理科学导论教材，它们的共同特点是涉及大量的科学知识，具有很大的篇幅，如果完全按照这种模式去撰写我国的教材，必然脱离我国的实际情况。我们在参考了卡列斯尼克的《简明自然地理教程》之后，确定尽可能反映地理全貌、主要问题、发展方向，注意精简正文内容，通过图表辅助说明的原则。书中附有的大量图表，它们基本上是补充性的、说明性的材料，但是，从完备科学体系和为学习者提供基本素材方面看，它们又是必要的，这也正是国外一些导论教材的特点。俗话说：千言万语不如一张图。但千错万错也常源于一张图。教师在教授本书时，对学生阅读图件给予适当指导是必不可少的。众所周知，即使国外那些大篇幅教材也未必能完好地介绍地理学的大部分内容，因此，我们在每一章后面附上了部分思考题，目的是补充正文的不足，引导学生去阅读进一步读物，同时更重要的是，试图启发学生深入思考和分析。

本书首先讲述地球系统。第二章讲述基本的地理过程，这部分内容是分支发展的结果，它们是现代综合地理的基础，又为学习后面的内容提供了必要的知识。本书第三章试图讲述地理学的普遍规律。什么是地理学普遍规律，众说纷纭。作为教材，在这里仅仅叙述了一些普遍被接受的观点，我们的一些看法并未包入，当然关于基本规律的叙述，渗入了我们的认识和模式。本书的前三章构成了本书的基础，它可以作为约40个课时的教材。最初我们拟仅编写这部分内容，后来在请教了黄秉维、严钦尚等学者后，我们感到了最初设想的不足，哲学的、抽象的研究不能代替实证研究，我们必须补充具体的科学内容，避免诱导学生向“吹牛家”的方向发展，而应注重培养他们坚实的善于处理具体问题的能力。本书重点放在叙述地理学基本概念、内容体系结构上，但注意到地理学的应用性，因为增加了第六章的内容。显然，地理学应用决不限于发展和规划，实际上，工程地理学等正在方兴未艾。

由于我国过去不强调知识产权问题，许多论文和书籍在引用别人的发现和创造时未注明出处。本书在引用这些材料时碰到的一个困难就是无法确定原作者，因此本书对有关材料的说明采用两种格式：“据某甲”，即有证据表明某甲是原作者；“取自某乙”，即从某乙的论文或著作中引用，作者不

能判断某乙是否为原作者。我们希望有关专家、读者对上述内容提供信息，以便再版时修正。对原作者说明错误的地方，请原作者鉴谅并提供证据以便再版时更正。

为完成本书的编写我们作了认真的努力。初稿撰写由多人完成，在初稿基础上，经王铮调整，分头开始了二稿写作，最后由王铮对二稿按共同的原则，统一风格修改、补充和重写，以保持本书的一致性和思想的连贯性。成稿后，由王铮、吴必虎、丁金宏、章可奇等共同讨论，反复修改而成为第三稿。在第三稿完成后，高等教育出版社委托北京大学地理系王恩涌教授主审了本书。参加审稿的还有中国科学院地理研究所所长郑度教授、副所长张丕远教授、华东师范大学地理系系主任许世远教授、北京师范大学地理系系主任邬翎光教授、北京大学城市与环境科学系副系主任黄润华教授、南京大学大地海洋科学系副系主任谢志仁副教授、兰州大学地理系伍光和副教授、东北师范大学地理系白光润副教授和高等教育出版社汪安祥编审。根据审稿意见，由王铮、丁金宏对本书作最后的修改。本书由王铮担任主编，吴必虎任副主编，第二稿撰写者如下：绪论，王铮，第一章，1·1 吴必虎；1·2 王铮、吴必虎；1·3 吴必虎、王铮；第二章，2·1—2·4 王铮；2·5 孙胤社、王铮；2·6 吴必虎；2·7、2·8 吴必虎、王铮；第三章，3·1—3·4 王铮；3·5 王铮、吴必虎；第四章，4·1—4·5 王铮；4·6 胡大鹏、刘岩；4·7 周清波；第五章，5·1、5·2、5·5、5·6 王铮；5·3 孙胤社；5·4 王铮、孙胤社；第六章，6·1 丁金宏、孙胤社、刘岩；6·2、6·3 丁金宏；6·4 王铮。提供初稿的还有赵荣、耿侃、余素明同志。书末的索引由刘历完成。

本书的写作过程中，作者请教了黄秉维先生、严钦尚先生、左大康先生。华东师大许世远教授、张超教授、刘树人教授，中国科学院地理所张丕远教授、陈建绥编审，都为本书的写作提供了指导，高等教育出版社黎勇奇副编审一直关心和帮助本书的写作，华东师范大学地理系为本教材的完成提供了许多支持。刘历、刘小玲帮助整理部分稿件和设计了部分图件，在此一并致谢。

王铮

1992年8月31日于中关村

序

分工愈细，综合愈重要。中国科学院在 50 年代就已提出这一见解，用常识就可以判断这是有普遍意义的见解。

钱学森教授提出地理建设的概念，实际上也就是分工愈细，综合愈重要的概念。他着眼于对人类生存与发展息息相关的地球表层，着眼于中长期的建设。这是他在几十年间参与建立跨学科科学及解决重大建设问题中经过深思熟虑所孕育的真知灼见，代表着客观存在于许多人心目中的要求；但只有他进一步地考虑到不但有需要，而且有可能为此而建立一门综合性的科学。

从 60 年代起，有不少人研究大气中“温室气体”浓度不断增大并引致温度增高的问题，至 80 年代才逐渐认识到要解决这一问题必须综合研究物理的、化学的与生物的自然过程。由于社会公众和许多国家政府的重视，研究工作得到雄厚的资助，在综合的指导下分头进行，获得了迅速发展，至 80 年代后期，在分析基础上的综合已建立所谓地球系统科学的倡议，将全球自然过程的各个侧面融为一体，实际工作已涉及对人类社会的影响与所应采取的对策，人文科学的对象亦被囊括在内。在原则上，与钱老创见殊途同归。所不同的只在于钱老所针对的是地球表层的建设，而地球系统科学只集注于全球温室气体增暖一个问题。

从上述两则事实来看，以地球表层为对象，在综合指导下分析，又在分析基础上综合，是一个非常重要的研究领域。在传统的科学中，地理学与此最相近似。近代地理学自 19 世纪中期奠立以来，曾经有过好些不同的定义，但都没有否定其主旨是研究作为人类居所的地球表面，即地球表层。不过从 20 年代起，科学研究加速向纵深发展，分工愈细，综合虽愈重要，难度亦愈大，地理学界中，能掌握自然界各个侧面的已日趋寥落；企图驾驭自然与人文两方面的论著则往往流于空疏浮浅，见重于学术界的尤为罕见。我于 1930 年进入大学地理学系，此前一年，D. - Johnson，美国地理学家协会主席，任期届满，循例发表主席演词，题为《地理学前瞻》，长达 70 页，历述各国地理学在学术界中处境艰难，探讨如何能兼有博与深的对策。自此以后，复兴迹象未见，而第二次世界大战遽起，很多地理学家在参与战时工作之中，深切地体会到传统地理学的弱点，在战后亟谋更张。有人称战后地理学为现代地理学。英国是现代地理学发展比较好的国家之一，其主要趋势是各分支发展较快，偏重深入提高，离心倾向日益增强，危及地理学作为一门科学的存在，直至近十多年间，才出现为数有限的综合性著作。不少地理学家忧心忡忡，但亦有少数地理学家认为此乃情势之常，不足为虑。分支茁壮发展，终将为综合工作奠定基础。我同意后一观点，却不赞成坐待观成，而主张积极地探索综合的途径，不但可以避免水已到而渠未通，更可促进各分支的茁壮成长。

实现钱老的倡议，建立与健全地球系统科学，有赖于许多有关科学的通力协作，但地理学界必须不辞艰苦，奋力攀登。中国地理界当前的弱点之一是缺少地理学通论的修养。在 30 年代及以前，德国地理学系以此作为最重要的必修课程，由资望最隆的教授担任。而在中国则由资望最浅的教师讲授，也有不设此课程，而只设自然地理学（有时亦称地学通论，其内容亦以自然地理为限）。50 年代起，中国的大学地理学系已全废除地理学通论此一课程，甚至自然地理课亦由几位教师各讲授其中一部分；近年才有少数地理学系开

始设立地理学通论。地理学界中缺少这方面的修养，自然就很难产生有综合能力的人才。局限于一个或两个分支、更看不到他们的研究对象在整个作为人类居所的地球表层中居于何等地位。不弥补这一缺点，地理学者都坐井观天，离心倾向愈强，凝聚力愈弱，地理学要由混合物上升为化合物的阻力亦愈大。实现钱老的希望虽然为理势之所必至，时间上却要延滞许多。王铮同志等广征博引，编著此书，正符合当前的需要。如果以此为开端，能使有较多的学者有共同语言，至少可使一部分地理工作者从事综合的与研究各分支的逐渐形成指臂相使的队伍，更好地朝所悬的目的前进。凡事都是“作始难”、“作始简”，不可能一蹴而就。改进提高寄希望于作者与读者的共同努力。

黄秉维

1993.2

地理科学导论

第一章 地球系统

地理科学研究地球表层内的各地理圈层组成的系统。这一系统处于来自地球外部环境和地球内部环境的共同作用之下。何谓地球外部环境？地球首先是太阳系中的一颗行星。太阳系，乃至宇宙是它的外部环境，或天然环境。而所谓地球内部环境是指地球表层受到地壳内部各种过程的影响。地球的构造系统中，地球表层系统不过是它的一个子系统。这个子系统，涉及到大气圈、岩石圈、水圈、生物圈、人群圈，因此在物理意义上显得特别复杂，各圈层的相互作用，成为这一系统演化的内部动力。

第一节 行星地球

1.1.1 太阳与地球

我们生活的地球，是太阳系中的一颗行星，地球绕太阳公转，并且绕自己的轴自转。地球不是严格的正球体，它是一个旋转的椭球体，长半轴长 6378.140km，短半轴长 6356.755km，扁率很小，约为 1/298.25，接近正球，习惯取地球半径为 6371km。它的平均密度为 5.5g/cm^3 ，质量为 5.976×10^{21} 吨。

图 1.1.1 我们的太阳

日全食时日冕的形状十分不规则 (Hal Observatory)

对地球影响最大的天体是太阳。太阳的形状是一巨大的光球，但如果把日冕也作为它的一部分，太阳则呈星云状，孤悬于太空之内，或圆形或椭圆形，边缘呈刷毛状。在日食时，这种形状最清楚。太阳表面平均温度高达 5497，其能量总输出达 $3.86 \times 10^{26}\text{J/s}$ ，合 5×10^{23} 马力。太阳的磁场强度平均大于地球磁场 100 倍，其中最强部分大于地球 20 万倍，因此它的变化对地球磁场的变化有影响。太阳距地球约 1.5 亿公里（一个天文单位），并不太远，因此太阳辐射出的热量，到达地球一般只需约 8.3 分钟。当太阳的辐射热垂直到达大气层上部，日地又处于日地平均距离时，其能量约为 $1.97\text{cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ ，常称作太阳常数，但其中有 1/3 被大气吸收或反射，即只有 $1.4\text{cal}/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$ 到达地面。这些能量维持地球上一切生物的生存。

太阳光球是太阳的视表面，它是一个完整的球面。由光球辐射进入太空的光波，有可见光（波长 0.4—0.7 微米）和不可见光（波长小于 0.4 或大于 0.7 微米）两种。在太阳光球表面温度较低的地方（温度较光球低 1000），由于明亮光球的反衬，显得暗黑，这些暗黑的斑点称为太阳黑子。当黑子周围光球温度也变低时，黑子则演化为耀斑，耀斑会发射强大的光波；在太阳黑子所在的地方，正是太阳出现磁暴所在地。黑子的出现具有周期性，通常为 11 年。

图 1.1.2 太阳系

太阳不仅供给地球以能量，它的一举一动都会给地球上的环境带来很大的影响。例如，耀斑的出现，使紫外线、X 射线突然增强，使地球高层大气的气体分子电离后形成的电离层受到突然骚扰，电离层的离子浓度急剧增加。电离层能反射并吸收无线电波，使短波电讯中断。1982 年 6 月 14 日（北京时间）14 时 20 分出现的耀斑就曾使地球上的短波通讯中断几乎达 1 小

时，对人类生活造成很大影响。

图 1.1.3 竺可桢 (1890—1974)

对地球上的磁场、气候变化影响最大的是太阳黑子的活动。地磁活动量与太阳黑子相对数基本上同步起伏升降。大黑子群和大耀斑都能引起磁暴。磁暴会增强地球磁场的强度，并产生电流及其附加磁场，导致地面输电线感应出较大电流，造成过载或烧毁部件的事故；导致地球上罗盘导向失灵，造成航行事故。还有人认为，太阳黑子活动还与人类某些疾病的发生与流行有关。黑子活动与气候变化有很强的相关性，这一点已被多种事实证明。竺可桢认为，黑子多的世纪，也是我国历来严冬多的世纪。德国的柯本、美国的 W. 亨姆费莱也认为，黑子多的年份，欧美各国气温偏低，反之偏高。而太阳活动的 11 年周期，22 年周期被认为会引起气候、地震灾害的周期活动。此外，太阳还会产生向外辐射的粒子流，它们能引起地球上生物活动的异常。

总之，我们人类生活着的地球表层是个开放的系统，与宇宙间事物有着密切的联系。

太阳系中，除了太阳之外，还有九大行星。九大行星中，按离太阳由近及远的次序为水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。从地球上看起来，水星、金星、火星、木星、土星等五大行星比较明亮，肉眼可见，而另几颗则不易看到，需借助于天文望远镜才能看到。除九大行星外，太阳系中还有无数的小行星，目前已发现并编号的超过 2700 多颗，这些小行星大多存在于火星轨道与木星轨道之间（图 1.1.2），目前已经能够断言，除地球以外的八大行星中没有适合人类居住的环境。“只有一个地球”，爱护我们的地球环境是人类的基本义务。

1.1.2 行星地球的地理特性

作为太阳系中的行星，地球与所有的行星一样，围绕太阳作旋转运动，这种绕日运行称为地球的公转。从地球北极上空向下看，地球公转呈逆时针方向，其轨道为椭圆形，但其偏心率很小，故轨道接近正圆（图 1.1.4），这个轨道可称为黄道。地球公转的周期为一年。一年的长度依参考点的变化而变化。地球连续两次通过太阳中心与另一恒星的连线同地球轨道交点的时间间隔，为一恒星年，其长度为 365 日 6 时 9 分 9.7 秒，这是地球公转的真正周期；若以春分点为参考点，则称为回归年。所谓春分点是指在地球上太阳一年一度经过的黄道与天赤道的升交点，它每年要向西（顺时针）移动一定距离，称为进动，所以回归年比恒星年短 20 分 24 秒。回归年与季节的变化密切相关。

地球公转有重要的地理意义，地球上的季节变化就是由于公转引起的，季节变化的原因是由于地球倾斜着围绕太阳旋转。地球公转轨道所在的平面为黄道面，地球的赤道面与黄道面存在约 23.5° 的夹角，即地轴倾斜 23.5° 。（见图 1.1.4）。在夏至点附近，地球北半球倾向太阳，遥远的太阳光平行地射到地球上，使北半球得到更多的热量，北极圈内出现“日不落”的极昼现象，北半球为夏季。南半球则出现相反情况，经历冬季，南极圈内出现极夜。在冬至点附近，南半球朝向太阳，出现相反的情况。在春分、秋分的位置，赤道正对太阳，不同的纬度经历同样的日照时间，图 1.1.4 地球公转

运动图 1.1.5 说明了不同纬度全年日照变化，由此形地轴与黄道面法线有 23.5 度夹角成了地球上的季节变化。显然，低纬度的气温的季节性变化是不明显的。极昼和极夜出现在南北纬 66.5° 以上的区域，这是因为地轴倾斜造成的。当地轴倾角有所变化时，地球上各纬度得到的太阳辐射分布也将发生变化，必然引起地球环境的改变。

地球不仅有公转，而且还有自转，自转象公转一样，具有重要的地理意义。地球的自转周期为日，自转一周的时间约为 23 时 56 分 4 秒，人们采用 24 小时来规定日的长短，是出于使用的方便。为了补偿这种误差，规定了“闰年制”。

为了描述太阳与地球的相对运动，定义了天球坐标系，如图 1.1.6 所示。天球坐标系以地心为原点。由于春分点在天赤道上有进动，太阳一个回归运动的时间短于恒星年。前面提到的“黄道”，准确地说是地球公转轨道在这个天球坐标系上的投影。

地球的自转引起的各种效应对人类生活和其他自然现象具有深刻影响。首先它引起日夜更替，太阳只能照射地球的一半，表现为白昼，另一半则为黑夜。这一变化引起许多现象的日周期变化。

第二，地球自转使全球不同经度上具有不同的时间，由于在地球上看起来太阳是从东向西运行的（因为地球自转从西向东运行），因此地球上某点的时间比其西边的某点要早些。为了便于交流，人们规定了不同的时区，以协调这种关系，在中学教材中包含的时区内容，我们已经熟悉。

第三，地球自转使气流和水流的路径发生固定的偏转，这种偏转效应在全球风系和洋流系统中都有明显反映。这种偏转力称为科里奥利力（Coriolis force），用 F_c 表示。 F_c 是地球上质量为 m 的物体在地球自转角速度 ω 和它自身运动线速度 v 的共同作用下产生的一种惯性力，其大小与纬度有关：

$$F_c = -2m v \omega \sin \phi \quad (1)$$

图 1.1.6 天球坐标系

其中 ϕ 为纬度， v 为物体运动速度， ω 为地球自转的角速度， m 为物体质量，由式（1）知 F_c 的方向在北半球向右偏，在南半球向左偏。

科里奥利力对地球表层运动有重要意义。地球的大气运动，因此变得更为复杂；在海洋中，产生了洋流偏转。地理环境的发展演化也与科里奥利力密不可分。例如许世远等（1985）发现，由于科里奥利力的作用使长江口水道不断南偏，出现长江口北岸沙岛并岸，南岸平行淤长，在泥沙的充分供应下，发育了广阔的长江三角洲（图 1.1.7）。

潮汐是地球上另一种由于天文原因产生的自然现象，海水每天有规律涨落，称为潮汐。潮汐涨落前后相连的高低水位差称为潮差。相连两次高潮位或低潮位时间称为潮周期。潮汐主要起因于月球对地球的作用。根据万有引力定律，月球对地球表面的水质点将产生引力，引力的方向指向月球中心，引力大小为

$$F_p = G \frac{M \times 1}{R^2} \quad (2)$$

式中 R 为月球中心到某一单位水质点的距离， M 为月球的质量， G 为引力系数。图 1.1.8

从 a—d，长江口左岸不断发育沙洲、沙坝，由于河道右偏，北支水道不断淤塞，沙坝（岛）并岸，使三角洲不断得到发展

图 1.1.7 长江三角洲发育模式（据许世远等简化，1985）

中细实线为月球引力。与此同时，由于地球和月球还围绕两者公共质心 K 公转（由于地球比月球大，K 点位于地 - 月中心线上，距地心为 0.73 倍地球半径），地球上的水质点还受到离心力的作用。由于公转时所有的质点均以相同的半径和相同的速度作圆周运动，故离心力的大小和方向都是一致的，如图 1.1.8 中虚线所示。这一离心力与月球对地心 E 点单位质点的引力大小相等，方向相反，其大小为

$$F_E = G \frac{M \times 1}{D^2} \quad (3)$$

式中 D 为地球与月球之间的距离，其余符号同前。

F_C 与 F_E 的合力即为引潮力，如图 1.1.8 中粗实线所示。在地球上的各个地方，除地心 E 点引力和离心力相互抵消之外，其余各处都有大小不等、方向不同的引潮力，上述潮汐成因说，称为静力潮汐论。

静力引潮汐论假定地球表面全部为海水所包围，在引潮力的作用下，海水表面将形成椭球曲面形式的平衡面，如图 1.1.8 中点线所示。当引潮力背向地球方向时，海水向上运动，水位上涨；当引潮力指向地球中心时，海水向下运动，水位下降，形成潮汐现象。图中 B、D 两点相当于涨潮的高潮位，A、C 两点相当于落潮的低潮位。当然，宇宙中的其他天体（如太阳和其它星球）对地球上的水质点也会产生引潮力，但它们不是质量太小就是距地球太远，都不及月球带来的引潮力大，所以决定地球上潮汐变化的主要动力是来自月球的引潮力。静力潮汐论为潮汐理论打下了基础，能解释潮汐的一般现象，但是，它在理论上仍有较大的缺点，还不能解释实际中所发生的许多特殊的潮汐现象。

引潮力是由于天体与地球的相对运动来决定的，由于这种运动具有周期性，因此，潮汐变化也具有周期性，它的周期性变化有：日周期变化和半月周期变化等。由潮汐成因可知，地球各地在一个太阴日即 24 小时 50 分之内的涨落潮周期是不一致的，由此可将潮汐分为三种类型。即（1）半日潮。在一个太阴日内，发生二次高潮和二次低潮，相邻两次高潮或两次低潮的高度几乎相等，涨潮历时和落潮历时几乎相等（6 小时 12·5 分）。（2）混合潮。一个太阴日内发生的两次高潮或低潮的高度相差很大，涨落潮历时也不相等。较高的一次高潮叫高高潮，较低的一次高潮叫低高潮，较低的一次低潮叫低低潮，较高的一次低潮叫高低潮。（3）全日潮。在一个太阴日内，只出现一次高潮和一次低潮，潮位曲线为对称的余弦曲线，如图 1.1.9。潮汐半周期的变化起因于太阳、月球和地球的位置，当三者位于同一直线时引潮力加强，产生大潮，当日地连线与月地连线相垂直时，产生小潮。每月有两次这样的机会，因此产生了半月周期。此外由于天体运动的复杂性，潮汐还有月周期、年周期、8.85 年周期和 18.61 年的长周期等变化。

图 1.1.9 潮汐的类型（据 Dafant）

图 1.1.8 月球的引潮力

地球天文运动的最主要后果可能是天文气候带（也称温度带）的产生。由于地球是球形的，平行入射到地球上的一束太阳能量，在高纬度散布在更

大的面积上，即单位面积得到的能量低于低纬度的。能量入射的差异控制了地球表层的运动，因此形成了“天文气候带”。天文气候带由赤道带、热带、中纬度带、寒带和极地带组成。

赤道带位于赤道两边大约到北纬 10 度和南纬 10 度之间的地区，该带内的太阳的日照全年都很强烈，而白天和黑夜的时间大致相等。北回归线与赤道带之间是北热带，南回归线与赤道带之间是南热带，它们分别跨北纬 10—25 度的纬度带和南纬 10—25 度的纬度带。在这带中，太阳在某一至点时接近天顶，而太阳在另一至点时日照明显地减少。因此，存在一个明显的季节的周期，并伴随着有一个大的全年总日照。传统上热带一词已广泛用来表示南北回归线之间 47 度纬度内的整个带。可能在许多字典中查到热带的这种定义。但是现代地理科学已经修改了这种定义，以适应新的发展。

热带向极地方向接着的过渡区一般称作亚热带，为了方便起见，人们指定这些带是北纬和南纬 20—35 度的纬度带，但要注意，“亚热带的”这个形容词用以描写向极地或赤道方向扩展几个纬度内出现的现象。

中纬度带也称温带，它处于北纬和南纬 35—55 度之间，在这一带内太阳的入射角的移动有一个相对较大的范围，因此日照的季节差异是明显的。与热带相比，在白天和夜间时间上有明显季节性差异。

向极地一侧紧接中纬度带的是北纬和南纬 55—60 度之间的寒带(或亚极地带)，它是中纬度带和极地带之间的过渡带。

越过北纬和南纬 66.5 度的北极圈和南极圈是极地带，北半球的称为北极地带，南半球的称为南极地带。

我们特别规定了极地带的纬度范围是北纬和南纬 60—75 度，但是这些界线并不是不可改变的。极地带在白天和夜间的长短方面有着很大的年变化，这是二至点之间日照有着很大的不同而产生的。

北极带和南极带是纬度 75 度和极点之间的圆形地区，由于黄赤交角为 23.5 度，这里 6 个月的白天和 6 个月夜间的极地变律是很明显的，同时产生日照的季节性差异的极限。

1.1.3 地球定位系统

地球是球体，人类为交流需要而设计的定位系统，也就具有球面上的特征。这套定位系统首先是由地球的自转决定的，自转轴与球面的交点称为两极，分别称为南极和北极。极点以外的任何一点都随着地球旋转而运动，旋转一周形成一个整圆，即纬圈。沿纬线的方向是正东或正西方向。通过两极点的半圆称为经圈，通过地面上任何一点都可以作出一经圈。沿经线方向是正南或正北方向。纬线和经线共同构成地理经纬网，这个网络系统对我们来说非常重要，称之为地理坐标。为了精确地给出某点的坐标，经纬线需用某种数学方法表示其位置，纬线是用赤道向两极方向的角距离来表示的，在赤道上为 0 度，在北极(或南极)为 90 度。经线是以通过英国伦敦附近的格林尼治皇家天文台旧址的一根经线为准线，向东或向西的角距离来测定的，它的最大值为 180 度，有了经度和纬度，我们就可以为任何一个地球表层上的点定位。

经纬网定位方法是一种科学定位方法，在漫长的历史时期，人们还用地名来定位。地名定位虽然没有经纬网定位精确，但却更具有直观、易记的特

点。一般地，地名可分为地理事物名称和人群聚落名称两大类。前者如太平洋、东海、黄河、太湖等；后者如俄罗斯、上海市、陆良县、吴滩乡等。一个地名一般由专名和通名两部分组成，如海、山、河、省、市、县、乡等是通名，其前的称呼为专名。地名常常是演化的，它常常反映环境的变化、文化的过程和发展以及其他政治、历史因素。如“睦南关”改名“友谊关”等。关于地名的研究，兴起了所谓的地名学，它与地理科学有一定的联系。

第二节 地球的构造

上一节我们讨论了人类生活的地球表层之外的宇宙环境。除此之外，我们人类还受到岩石圈及其之下部分地球内部构造特点的影响。对这一范围的研究，构成了地质学和地球物理学的内容。

1.2.1 地球的结构

人们通过研究地震、火山活动等自然现象，初步了解了地球的内部构造。透过地球内部传播的地震波表明，地球的内核是固态物质，其外为液态的外核所环绕。地核中的这两部分可能主要是由铁和镍组成，温度都超过 4000 以上，由于地球是旋转着的，因此液态的外核也在运动，人们认为这一运动是造成地球磁场的原因（图 1.2.1）。

地球磁场在地球上形成了南磁极和北磁极，磁极与地球极点并不重合，因此产生了磁偏角。在地史时期，地球的磁极是游移的，有时甚至出现磁极方向倒转，利用沉积物中铁介质记录的古地磁极位置研究环境的演化，是地质学和地理学的一种常见方法。

图 1.2.1 地球的结构

地核以上的部分为地幔，地幔的内壳是较厚的固体物质，外壳较薄，其最外层呈潜柔状态。地幔的外部主要由固体岩石组成，仅有一小部分为液态，就是因为有这一小部分软柔物质的存在，使地幔在一定压力下发生变形。

地幔又分为上地幔与下地幔，地下 410—1000km 是上下地幔的过渡区。与地核、地幔相比，地壳的厚度是很薄的，其厚度在洋底仅达 5—10km，陆壳的平均深度为 35km，在高山地区可达 100km。地壳与地幔的界面称莫霍面。莫霍的名称是为了纪念它的发现者南斯拉夫科学家莫霍洛维奇。莫霍面是一个地震波传播速度不连续面，地震波波速的不连续反映了物质力学性质不连续，因此被确定为地壳和地幔的界面。洋壳由玄武岩组成，其矿物成分与地幔的成分相似，比重达 3.3，而大陆地壳则主要由花岗岩组成，主要矿物成分为硅和铝，其比重一般为 2.8。在大陆壳下部大多存在玄武岩，但在洋底却不会出现陆壳岩石，大洋壳与大陆壳具有完全不同的性质。大洋壳年龄一般不超过 1 亿年，大陆壳要比洋壳古老，有些古老的陆核（称地盾），年龄超过了 20 亿年。地壳表面大多为沉积物所覆盖，大陆上出露的沉积岩占据了 75% 的面积。

图 1.2.2 洋壳与陆壳（取自威利，1971）

(a) 洋壳，其数字为地震波传播速度 (b) 陆壳，特别表明了切穿石圈或地

壳的深大断裂

地面以下距平均地面约 50—200km 处，也存在一个地震波传播速度不连续面，称作古登堡面。古登堡发现了这一界面。古登堡面以上的部分称岩石圈。岩石圈是固态的，岩石圈比地壳更具有地质意义。岩石圈下覆的上地幔 75—175km 间，有证据表明存在所谓软流层。软流层内地幔物质的运动被用于解释最基本的地质现象，如认为软流层中存在“地幔对流”，引起岩石圈板块的运动，有证据表明，莫霍面并非是横向连续的，许多岩石圈深大断裂破坏了它的连续性，沿着这些深大断裂地幔的岩浆可能上升到地壳来。

地球上大陆的地质基础并非完全一致，大陆可以划分为若干地文省（图 1.2.3），它们具有重要的地理意义。地文省主要有三种类型，即（1）古老的地盾，为古老的陆核，加拿大地盾被认为是最古老的，这些地区发育了古老的平原。（2）地台地区，为一薄层平展的较年青的沉积岩所覆盖的地块。地盾和地台区形成平原地貌，如俄罗斯平原和华北平原。（3）褶皱山系，主要由新生代、中生代和古生代构造运动所形成。喜马拉雅山系就是新生代以来构造运动形成的最年轻的褶皱带。地台（及地盾）与褶皱山系地带有不同的矿产资源，你可能在地质学的课程中学到。大洋则主要由年轻的大洋海盆、洋脊、洋隆、岛弧、洋沟等组成。

图例：粗线，大洋脊的活动裂隙体系；细线，大洋断层；点线，洋沟；浅阴影，大陆地台；散点，大陆地盾；网格，第三纪褶皱山链；黑色，新生代火山地区

图 1.2.3 世界的主要地文省（据威利，1971）

图 1.2.4 固体地球各个水平间的面积分配（据 H.Sverdrup 等，1942）

（a）频率分配（b）累积高深曲线

全球的大陆与大洋面积并不相等，分布也不均匀，地球表层 70% 以上为大洋所覆盖，三个主要大洋中的每一个都大于最大的大陆——欧亚大陆。太平洋正好占全部大洋面积的一半多一点点，它比所有大陆面积的总和还大一些，它和相邻的海一共占据了地球表面的 35.4%。大陆不均匀地分布在地球上，65% 以上的陆地北半球，陆地面积的 81% 左右位于一个“陆半球”上，它以东经零度、北纬 38 度为极（位于西班牙），它包含了 47% 的陆地和 53% 的海洋。相反的半球即“水半球”，这个半球总面积的 11% 为陆地，89% 为海水包围，它的极在新西兰。图 1.2.4 是固体地球上大洋与大陆面积的分配情况。

1.2.2 板块构造

岩石圈虽然只是薄薄的一层，但它上面发生的构造运动却最为人们深切地感受到。在大洋的中脊，地幔物质上升使其向两侧推移，形成所谓的洋底扩张作用。扩张的洋底岩石到达大陆架时，因其密度较大，将插入大陆壳下部向下俯冲。这种俯冲下沉的岩石逐渐被周围的软流层加热软化，一部分回复为软流层，而另有一部分熔成岩浆，并因其比周围物质轻而趋于穿过上

块状图把岩石圈、软流圈和中圈的轮廓和作用示意地表示在新全球构造的图式里。在图中，岩石圈（强度层）起关键作用。岩石圈中的箭头表示相邻块体的相对运动。软流圈中的箭头代表响应岩石圈段向下运动的可能补偿