# 自然地理学原理课后习题

1. 第一章 地理学与自然地理学
   1. 1. 地理学是怎样一门学问？
      1. 地理学是研究地球表层自然和人类社会各种事物在空间上相互依存与相互作用机理的科学。它的研究对象是地球表层，它的基本假设是地球表层作为整体具有可以理解的、不断变化着的空间秩序。
      2. ① 从“物”的方面看，地理学研究的实体是作为整体的地球表层自然景观和人文景观及其组成要素，如大气、水体、岩石、人群、产业、聚落等；
      3. ② 从“事”的方面看， 地理学研究的现象包括各种自然现象和人文现象，如气候变化、水循环、人口迁移、城市化等；
      4. ③ 从“理”的方面看，地理学研究这些实体与现象的空间格局、空间关系及其形成与演变的机理，强调自然景观要素之间、自然景观与人类社会之间、人文景观要素之间的相互作用。
   2. 2. 地理学认识世界的独特视角体现在哪些方面？
      1. ① 通过空间尺度的“透镜”来观察世界，将地球表层划分为地点、地方、区域和全球几种空间尺度
         1. 1) 研究一个地方各种实体和现象相互作用形成的整体特征，即地方的综合
         2. 2) 研究不同地方之间各种实体和现象相互联系形成的空间格局，即地方之间的相互依赖性
         3. 3) 研究不同尺度的景观单元之间相互联系形成的尺度转化效应，即空间尺度之间的相互依赖性
      2. ② 通过空间上的“流”来观察世界的变化，包括物质流、能量流、信息流、思想流、人流、资金流等，它们是不同景观单元及其组成要素之间相互作用的具体表现
         1. 1) 地球表层的地域差异，如地形起伏、气候冷暖、人口密度大小等方面的不同，是自然景观及其组成要素之间、人文景观及其组成要素之间和自然景观与人类社会之间通过空间流长期相互作用的结果
         2. 2) 地域差异的存在进一步驱动着物质、能量、信息、思想、人口、资金等在自然景观及其组成要素之间、人文景观及其组成要素之间和自然景观与人类社会之间的流动，从而不断改变着地域差异的现状
   3. 3. 地理学的学科体系是怎样划分的？其依据是什么？
      1. 依据认识世界与改造世界的性质差异，地理学的学科体系可分为基础科学层次、技术科学和工程技术层次
      2. ① 基础科学层次上，地理学通常分为自然地理学和人文地理学两个次级学科
         1. 1) 自然地理学是研究地球表层自然景观和自然现象的空间格局及其形成演变机理的科学。根据研究对象的层次水平，自然地理学包括综合自然地理学和部门自然地理学
            1. a. 综合自然地理学研究地球表层自然景观与自然现象空间格局的整体特征及其形成与演变的一般机理，强调综合性
            2. b. 部门自然地理学研究地球表层自然景观与自然现象空间格局的部分特征及其形成与演变的一般机理，强调分析性，通常以某个自然景观组成要素为核心进行分析，包括地貌学、气候学、水文地理学、土壤地理学、生物地理学等分支学科
            3. c. 区域自然地理研究特定区域自然景观与自然现象空间格局及其形成与演变的机理，强调具体区域的特殊性，既可以是自然景观和自然现象整体特殊性质的研究，也可以是自然景观和自然现象部分特殊性质的研究
         2. 2) 人文地理学是研究地球表层人文景观和人文现象的空间格局及其形成与演变机理的科学。人文地理学也可以分成不同的部门人文地理学，如经济地理学、政治地理学、人口地理学、历史地理学等
      3. ② 技术科学和工程技术层次
         1. 1) 技术科学层次上，现代地理学可以分为：地理观测技术，如RS、GPS；地理信息处理技术，如地图技术、GIS；地理定量分析技术，如数理统计分析、地理数学模型等。它们为工程技术提供了共同的理论和方法基础
         2. 2) 工程技术层次上，现代地理学可以分为资源规划与管理、环境规划与管理、人口规划与管理、城市与区域规划设计、产业生态规划与设计等次级学科。它们共同构建起来地理学方法和应用的学科体系
   4. 4. 自然地理学是研究什么的？它有哪些主要的分科？
      1. 自然地理学是研究地球表层自然景观和自然现象的空间格局及其形成演变机理的科学。地球表层自然景观和自然现象的变化主要由自然力量和人化了的自然力量所驱动，受自然规律的支配。根据研究对象的层次水平，自然地理学包括综合自然地理学和部门自然地理学
      2. ① 综合自然地理学研究地球表层自然景观与自然现象空间格局的整体特征及其形成与演变的一般机理，强调综合性
      3. ② 部门自然地理学研究地球表层自然景观与自然现象空间格局的部分特征及其形成与演变的一般机理，强调分析性，通常以某个自然景观组成要素为核心进行分析，包括地貌学、气候学、水文地理学、土壤地理学、生物地理学等分支学科
      4. ③ 区域自然地理研究特定区域自然景观与自然现象空间格局及其形成与演变的机理，强调具体区域的特殊性，既可以是自然景观和自然现象整体特殊性质的研究，也可以是自然景观和自然现象部分特殊性质的研究
   5. 5. 传统自然地理学与现代自然地理学的主要区别是什么？
      1. ① 研究方法上
         1. 1) 传统自然地理学主要采用定性描述的方法，用以描述空间范围与性质的地理语言包括地点、地方、区域、地带、全称、全球，以及位置、方向、距离、界线、类型、分布格局等
         2. 2) 现代自然地理学运用整体的和动态的科学观点、定性与定量相结合的系统分析方法，与现代信息技术、计量统计方法密切相关
      2. ② 研究内容上
         1. 1) 传统自然地理分别研究地球表层的自然景观及其组成要素如地形、气候、水文、土壤、生物的空间格局，以及它们在空间上的相互依存与联系
         2. 2) 现代自然地理学重视全球变化的研究领域，描述和理解控制整个地球系统的关键物理、化学和生物过程及其相互作用，描述和理解支持生命的独特环境及其机理，描述和理解发生在地球系统中的重大全球变化问题及人类活动对这些变化的影响方式
      3. ③ 研究目的上
         1. 1) 传统自然地理学旨在揭示不同地域自然景观的差异性，认识、利用和改造地表自然景观
         2. 2) 现代自然地理学旨在揭示变化过程、机理和效应，管理和保护地表自然景观，为全球和国家层次的资源与环境管理提供科学的依据
      4. ④ 回答的科学问题上
         1. 1) 传统自然地理学回答“是什么”、“在哪里”、“在何时”的科学问题，即确定自然景观和现象的类型、空间格局和发生时间
         2. 2) 现代自然地理学回答“怎么样”、“为什么”、“如何办”的科学问题，即认识变化过程及其影响，揭示变化原因，提出应对策略
   6. 6. 举例说明现代自然地理学的前沿研究领域
      1. ① 自然地理界面过程研究，如陆地水循环与水资源的形成转化机制，土壤侵蚀与水土保持，荒漠化的形成机制及其治理，自然灾害的形成机制与综合风险管理
      2. ② 土地利用/土地覆被变化研究，如土地利用/土地覆被变化过程及其生态与环境效应、土地覆被变化与地球系统生物地球化学循环的关系
      3. ③ 全新世环境演变研究，如现代地球表层过程对全球气候变化的响应与适应，生态系统的碳、氮循环与全球气候变化的关系，全球气候变化与人类活动的控制模式
      4. ④ 环境生物地球化学及环境健康效应，如污染物的区域环境过程、自然资源与自然环境的可持续利用模式、环境与人类健康的关系
      5. ⑤ 景观生态研究，如景观格局、景观动态、景观生态建设
2. 第二章 自然地理学的系统方法
   1. 1. 系统的基本概念是什么？它有哪些类型？
      1. 系统是由相互关联和相互制约的若干组成部分结合而成的、具有特定结构和功能的有机整体。它具有模糊的或确切的边界，系统边界以外的部分称为环境。根据系统与环境的关系，可以将其划分为孤立系统、封闭系统和开放系统三种类型。
      2. ① 孤立系统：系统与环境之间既没有物质交换又没有能量交换，如宇宙
      3. ② 封闭系统：系统在物质交换方面是封闭的，但在能量交换方面是开放的，如地球
      4. ③开放系统：系统在物质和能量交换方面都是开放的，如地球表层，植物叶片
   2. 2. 开放系统具有怎样的热力学性质？
      1. ① 根据热力学第一定律，外界传给系统的热量，一部分用于改变系统的内能，另一部分用于系统对外做功，即能量的形式可以转换，但数值是守恒的，能量不会凭空产生或消灭
      2. ② 根据热力学第二定律，热量总是从高温物体传到低温物体，不能作相反的传递而不引起其他变化；功可以全部转化为热，但不可能从单一热源吸收热量，全部用来做功而不产生其他影响，即在一切与热有联系的现象中，自发实现的过程都是不可逆的
      3. ③ 从宏观角度来看，对于开放系统来说，熵的变化由系统内部不可逆过程引起的熵和系统与环境之间的熵流组成，即dS=diS+deS。如果系统充分开放，从外界引入了足够的负熵流，使得deS<0，且|deS|>diS，则有dS<0，于是系统的总熵降低，能量可利用性提高，系统可以自发地组织起来，形成有序结构，称为耗散结构，如地球上的生命。
      4. ④ 从微观角度来看，由于负熵流的输入量抵消系统内部的熵产生量，且有负熵的盈余，使系统的总熵降低，向着微观状态数减少的方向演化，即从宏观热力学概率大的状态向宏观热力学概率小的状态演化，意味着系统内部趋于整齐和有序。
   3. 3. 如何理解系统的整体性、层次性、自稳定性、自组织性？
      1. ① 整体性是指若干部分按照某种方式整合成为一个系统，就会产生出整体具有而部分或部分总和所没有的特性，又称为整体涌现性。整体涌现性也就是非还原或非加和性，即整体不等于部分之和。系统具有整体涌现性是由于各组成部分之间存在着非线性的相互作用，即一种原因可以导致若干个不同的结果，不同原因也可产生相似的结果，而输出的结果并不与输入的扰动成比例。
      2. ② 层次性是指系统有大有小，形成一种层次结构。大的系统通常由小的子系统有机地结合而成，子系统又由更小的二级子系统构成，以此类推。层次具有相对性。一般来讲，低层次系统隶属和支撑高层次系统，高层次系统包含和支配低层次系统。较高层次的系统数目较少，系统之间的结合强度较弱，但具有比低层次系统更为丰富的性质和功能。
      3. ③ 自稳定性是指系统的结构、功能的恒定性，即系统具有一定的自我调节或抗干扰的能力。这种能力的产生主要在于系统内部存在着负反馈机制。系统的自稳定性是一种开放的、动态的稳定。一般来说，系统的组成和结构愈有序，自稳定性愈高，但任何系统的自稳定性都有一定的限度。
      4. ④ 自组织性是指系统从一种稳定状态自发地变成为另一种稳定状态的过程。开放系统在内、外两方面因素的复杂非线性相互作用下，使部分的某些偏离系统稳定状态的涨落得以放大，甚至发展成为巨涨落，导致系统的自我调节能力遭到破坏，整体上失稳，并自发地重新组织起来，最终达到一个新的稳定状态。这种能力的产生与系统内部存在的正反馈机制有关。根据演化方向的不同，涨落可以分为正向涨落和负向涨落。
   4. 4. 系统反馈的含义是什么？举例说明正、负反馈的相辅相成和互相转化。
      1. 反馈是指一个系统的输出反过来作用于输入，从而对系统再输入产生影响的机制。对于一个系统过程来说，指过程的结果反过来对该过程本身及其原因产生影响的机制。根据回返信息所产生的不同影响，反馈可分为正反馈和负反馈两种。
      2. ① 正反馈是指回返信息使系统输入或过程原因在原来变化方向上得到促进或放大，进一步偏离初始状态。正反馈过程一般是一种趋势性的变化，具有方向性，它使系统趋于不稳定，产生偏离平均状态的涨落，是导致系统自组织演化的原因。
      3. ② 负反馈是指回返信息使系统输入或过程原因在原来变化方向上得到抑制或缩小，趋向回到初始状态。负反馈过程一般是一种自我调节的变化，具有循环性，它使系统趋于稳定或动态平衡，是产生系统动态自稳定的原因。
      4. ③ 正负反馈是相辅相成地起作用的。正反馈过程中包含和孕育着负反馈过程，负反馈过程中也包含和孕育着正反馈过程。例如当气温发生大范围下降时，全球冰雪覆盖面积增大，地表反射率增加，使地面吸收太阳辐射量减少，气温进一步降低，这是一个正反馈过程；又会使地表蒸发量减少，大气中水汽含量减少，引起云量和降水量减少，到达地面的太阳辐射量增加，气温升高，这是一个负反馈过程。
      5. ④ 正负反馈是可以相互转化的。负反馈使系统结构和功能随时间保持稳定状态。动态稳定的状态发展下去，超过一定阈值，引起涨落放大，就有可能以突变的方式转化为一种正反馈的过程，它通过系统的自组织，使系统进入一个新的稳定状态。此后，系统又通过负反馈使自身维持在这个新的稳定状态上。例如，河流洪水泛滥，水位不断上升，打破了之前河流的稳态。有时河流甚至会冲出原有河道，形成新的河道，进而进入一种新的稳态。
   5. 5. 系统的自稳定性和自组织性与系统反馈有什么关系？
      1. ① 一个系统之所以具有受到干扰后能够纠正偏离、恢复到原有的稳定状态的能力，主要在于系统内部存在着负反馈机制。负反馈过程一般是一种自我调节的变化，具有循环性，它使系统趋于稳定或动态平衡，是产生系统动态自稳定的原因。
      2. ② 一个系统之所以能够通过涨落和自组织达到有序，主要与系统内部存在着正反馈机制有关。正反馈过程一般是一种趋势性的变化，具有方向性，它使系统趋于不稳定，产生偏离平均状态的涨落，是导致系统自组织演化的原因。
      3. ③ 总之，系统的状态往往是在若干种正反馈和负反馈支配下变化和发展的，形成复杂的反馈—响应机制。当负反馈占优势时，限制输入的刺激放大，使系统保持稳定状态；当正反馈占优势时，促进输入的刺激放大，使系统发生自组织演化，最终达到一种新的稳定状态。
   6. 6. 什么是系统模型？它有哪些类型？
      1. 模型是对现实世界的一种抽象的或理想化的描述，系统的概念本身就是一种模型。根据不同的抽象或概括程度，模型一般包括实物模型、图解模型和数学模型三类。
      2. ① 实物模型又称硬件模型，可细分为原样模型和相似模型两种，通常指工程技术上使用的样机和实验模型，如飞机模型，地形模型，城市规划模型等。
      3. ② 图解模型又称为概念模型，可以用来描述系统的边界、组分、属性、关系、状态、过程、结构和功能，具体的形式有框图、示意图、地图、流程图等。
      4. ③ 数学模型是描述要素之间、子系统之间、层次之间以及系统与环境之间相互作用的数学表达式，通常由一个方程或一个方程组组成，包括状态变量、函数式和参数三个部分，具有高度的抽象性。根据参数的确定方式，数学模型可以分为机理模型和经验模型。根据变量之间的关系，数学模型可以分为确定性模型和随机模型。
   7. 7. 地球表层系统的概念是什么？它的系统边界是怎样确定的？
      1. ① 地球表层系统是指在地球表层由大气、水体、岩石、土壤、生物、人类相互联系、相互制约所形成的开放系统。它是地球上最有序的部分，也是人类活动影响最强烈的部分，是自然地理学的研究对象。地球表层系统是能量交换方面的充分开放系统和物质交换方面的微弱开放系统。
      2. ② 地球表层系统的上边界是大气对流层的顶部，距地球固体表面的距离平均在10km左右。地球表层系统的下边界是岩石圈上部沉积岩层达到的深度，距地球固体表面的距离约4-5km，大致是太阳能量作用的最大深度。上边界以外的大气上层和下边界以外的固体地球部分构成了地球表层系统的环境。地球表层系统的边界具有相对性、逐渐过渡性，并有扩张的趋势。
   8. 8. 认识地球表层系统的能量充分开放和物质微弱开放有什么意义？
      1. ① 地球表层系统是能量交换方面的充分开放系统。
         1. 1) 进入系统的能量流有太阳辐射能、地球内能和潮汐能三种来源，其中太阳辐射能是地球表层系统最重要的能源。最终，地球表层系统将接收到的能量，以大致相等的数量和热辐射的形式输出系统之外，从而维持系统能量收支的平衡和系统的有序。
         2. 2) 由于地球表层系统与其环境之间不断进行着能量的交换，且数量巨大，所以它在能量方面是充分开放的。这就为人类提供了取之不尽、用之不竭的能源。这启示我们大力开发和利用太阳能、地热能、潮汐能等可再生能源，促进人类社会的发展。同时，我们应当加强对于地球表层系统能量收支动态的研究，更好地鉴别自然界本身的变化和由人类活动干预引起的变化。
      2. ② 地球表层系统是物质交换方面的微弱开放系统。
         1. 1) 地球表层系统与环境间物质交换的数量与系统内的物质总量相比是很少的。除了偶尔的流星、陨石、火山喷发物质等输入系统，某些空气分子、大气化学物质和渗出的水等输出系统之外，没有大量的物质通过上下边界输入或输出地球表层系统。
         2. 2) 因此，地球表层的物质资源是有限的。无论人类如何搬运、改造和重组地球表层系统的物质，系统的物质基础是稳定少变的。地表物质资源的有限性要求人类社会应当更节约、更有效和尽量循环地利用各种自然资源，以保证代际资源的合理分配，实现可持续发展，即满足当前的徐亚，而不危及下一代满足其需要的能力的发展。这就要求我们加强对可持续发展的理论和实现途径的研究。在生产和消费过程中，尽可能减少单位产品的资源投入量，延长原生资源的利用时间，提高废弃物的重复利用率，扩展可更新资源的利用领域，进行消费模式的革命等。
3. 第三章 地球系统的能量收支
   1. 1. 太阳从中心向外分为几层？太阳大气由哪几层组成？
      1. ① 太阳是一个巨大而炽热的气体球，从中心向外分为核反应区，辐射区，对流区，太阳大气四层。核反应区内高温高压，氢核聚变称为氦核，并释放出巨大的能量。辐射区密度降低，能量以辐射的形式穿过本区，向外传送。对流区内温度、压力和密度垂直梯度很大，物质上下对流强烈，能量被传递到光球层的底层并向外辐射。
      2. ② 太阳大气是太阳可见部分的最外层，通常分为光球层、色球层和日冕层。光球层是肉眼可见的发光体，太阳光能几乎全部来自此层，有太阳黑子和光斑的存在。色球层一般肉眼看不到，在日全食时为可见的红色太阳大气圈，有日珥和耀斑的存在。日冕层为稀薄的太阳大气，肉眼不可见，有带电微粒子流形成。
   2. 2. 太阳辐射的主要形式及其特点是什么？
      1. 太阳辐射是指太阳每时每刻都在向外发射的能量，包括微粒子流辐射和电磁辐射两种形式。
      2. ① 太阳日冕不断地发射被电离的微粒子流称为太阳风，主要由电子和质子组成。当太阳风吹到地球附近时，与地磁场发生相互作用，产生大气电离层的扰动和极光现象。
      3. ② 电磁波是太阳输送给地球能量的主要方式。影响地球表层系统的太阳辐射主要在紫外、可见光和近红外波段。太阳作为热辐射体所发射的辐射称为短波辐射。
   3. 3. 太阳常数的含义是什么？
      1. 太阳常数是指当地球处于日地平均距离处，在大气圈热成层顶与辐射方向垂直的平面上，单位面积在单位时间内所接受的太阳辐射。太阳常数的数值为1367W/㎡，它的基本恒定是地球表层系统维持自稳定状态的主要原因。但在太阳活动的影响下，太阳常数可能会发生微小的变化。
   4. 4. 太阳活动的主要形式有哪些，它的周期是怎样的？
      1. ① 太阳表面和太阳大气处在不停地剧烈运动之中，从而产生太阳黑子、光斑、日珥、耀斑等的生、消、聚、散变化，称为太阳活动，反映太阳活动强弱的上述现象叫作太阳活动因子。
      2. ② 太阳活动强弱的度量方法之一是相对黑子数。根据观测，其他太阳活动因子的发生与太阳黑子有着共同的周期。其短周期大致为11年，长周期大致为80年。
   5. 5. 地球上天文辐射时空分布有什么特点？原因何在？
      1. ① 天文辐射是指由地球的天文位置所决定的到达大气圈上界的太阳辐射。天文辐射时空分布有如下特点：
         1. 1) 全年日辐射总量低纬大于高纬，其纬向梯度冬季大于夏季
         2. 2) 全年日辐射总量夏季大于冬季，季节变化低纬小于高纬
         3. 3) 春分日和秋分日迟到日辐射总量最大，向两级递减，极点为零
         4. 4) 夏至日日辐射总量从北回归线向南递减，南极圈内为零；向北递增，北半球高纬最大
         5. 5) 冬至日日辐射总量从南回归线向北递减，北极圈内为零；向南递增，南半球高纬最大
      2. ② 原因：
         1. 1) 直接原因
            1. a. 太阳高度角具有纬向变化及季节变化，高度角越大，单位面积接收太阳辐射越多
            2. b. 日照长度具有季节变化，一天之内的日照长度越长，接受的太阳辐射越多
         2. 2) 根本原因
            1. a. 黄赤交角和地球的公转使得太阳直射点在一年中移动于南北回归线之间，导致太阳高度角和日照长度随地球在公转轨道上的位置变化而变化
            2. b. 地球自转产生的昼夜更替，使太阳辐射的季节变化成为全球共有的现象
   6. 6. 什么是天文季节？天文四季是怎样划分的？简述二十四节气的含义。
      1. ① 天文季节是指根据地球环绕太阳公转的位置所划分的季节。将地球公转轨道均分为四段，地球公转经过每段的时间间隔便是一个季节，称为天文四季。欧美各国大都以春分、夏至、秋分、冬至为四季的开始；我国古代则以二十四节气中的立春、立夏、立秋、立冬为四季的发端。
      2. ② 二十四节气是一种天文季节，它把地球公转轨道均分为24段，每段15°，地球公转经过每段的时间间隔对应一个节气，与阳历相符合。二十四节气产生于黄河中下游，反映了当地气候、物候和农业生产的特点。具体如下：
         1. 立春、立夏、立秋、立冬：春、夏、秋、冬四季的开始，以及春种、夏管、秋收、冬藏等农事活动的时宜
         2. 春分、秋分：昼夜平分，气候适中
         3. 夏至、冬至：炎热的夏天和寒冷的冬天的到来
         4. 雨水：下雪的季节已经过去，开始降雨
         5. 惊蛰：春雷乍动，藏在地下冬眠的昆虫、小动物开始复苏，出土活动
         6. 清明：天气转暖、晴明，草木发出新绿
         7. 谷雨：正值谷物生长发育阶段，特别需水时期的降雨
         8. 小满：夏熟谷物的籽粒开始饱满，但仍未成熟
         9. 芒种：有芒作物如小麦、大麦的种子成熟，可以收割
         10. 小暑、大暑：指一年中最为炎热的季节
         11. 处暑：炎热的季节结束，天气由热变凉
         12. 白露：气温迅速下降，湿度仍然较高，夜间温度已达到成露的条件
         13. 寒露：天气越来越冷，露水凝结加重
         14. 霜降：气温降到零度以下，秋霜始降
         15. 小雪、大雪：进入降雪季节
         16. 小寒、大寒：一年中最冷的季节
   7. 7. 大气性质的三个基本物理量是什么？解释其物理含义。
      1. 大气性质的三个基本物理量是气温、气压和湿度。其物理含义如下：
      2. ① 气温指大气的温度，是表示大气冷热程度的物理量，其微观实质是大气中的物体分子运动平均动能大小的度量。常用的温标有绝对温标、摄氏温标和华氏温标三种。
      3. ② 气压是指单位水平面所承受大气层的压力，它的数值相当于相当于单位横截面上垂直空气柱的重量。一般情况下，气压随高度的上升而按指数规律递减。每上升约5.5km，气压递减一半。表示气压的国际单位是帕斯卡。标准大气压指在标准重力加速度、气温为0℃的条件下，海平面的气压，其值为101325Pa。
      4. ③ 湿度是表示空气中水汽含量的物理量。水汽压是指空气总压力中属于水汽部分的压力。当温度一定时，单位体积空气中容纳的水汽量达到一定限度时，空气呈饱和状态，称为饱和空气。饱和空气的水汽压称为饱和水汽压。根据水汽压和饱和水汽压，可以得到相对湿度、饱和差、露点温度、比湿等表示大气湿度的参数。
         1. 1) 相对湿度是指空气中的水汽压与同温度下的饱和水汽压的比值，相对湿度随水汽含量的增多而增大，随温度的降低而增大。
         2. 2) 饱和差是同温度下的饱和水汽压与实际水汽压的差值。饱和差越大，空气中水汽含量越少，空气越干燥；反之空气越潮湿。
         3. 3) 露点温度是在水汽含量不变、气压一定的条件下，空气冷却达到饱和时的温度。
         4. 4) 比湿是指水汽质量与同一容积中空气总质量的比值，单位为g/kg。在分析空气的垂直运动时，常用比湿来表示空气的湿度。
   8. 8. 现代大气圈在垂直方向上可以分为哪几层？解释各层的性质和功能。
      1. 大气受到地球引力的作用，具有在垂直方向上分层的结构，称为大气的垂向空间序。按照化学组成，可以分为均质层和非均质层。按照温度的垂直变化，可以分为对流层、平流层、中间层和热成层。按照功能的不同，可划分出臭氧层和电离层。
      2. ① 均质层的范围大致为地表到其上80km处。各种气体的混合几乎是均匀的，具有相对稳定的成分，主要组分为氮、氧、氩、二氧化碳等气体。在均质层内，根据大气温度的垂直变化特征和大气过滤太阳辐射功能的差异，可划分出对流层，平流层、中间层三个亚层。
         1. 1) 对流层的范围大致为地表至12km，占大气圈质量的75%，几乎全部水汽集中于此层，空气污染也发生于其中。大气具有强烈的垂直运动，温度和气压随高度升高而降低。对流层的功能在于形成云和天气现象。
         2. 2) 平流层的范围大致为距地面12-50km处，大气垂直运动很微弱，透明度高，气流以水平运动为主。温度随高度而上升，阻碍对流层顶部较冷空气进入平流层混合。气压随高度而下降。其中在距地面20-30km处，臭氧具有最大浓度，称为臭氧层。臭氧具有吸收太阳紫外辐射，保护地表生命不受其伤害的过滤功能，同时作为一种温室气体，可以吸收并发射长波辐射，阻碍地表长波辐射返回太空，对平流层起保温作用。
         3. 3) 中间层的范围大致为距地面50-80km。温度随高度而降低，气压很低，稀薄的空气以巨大的速度运动着。
      3. ② 非均质层的范围大致为距地面85-480km。各种气体分子和原子依其重量而成层分布。本层具有独特的热性质和电离功能，又称为热成层和电离层。
         1. 1) 热成层的范围与非均质层大致相当。由于空气分子吸收大量太阳短波辐射，动能增大，热成层温度从底部向顶部迅速增高。
         2. 2) 电离层上界与热成层基本相同，下界可达到距地面50km处。本层由带正电的离子组成。电离层的作用是过滤掉有害波段的太阳辐射，保护地球表面不致暴露在过强的射线照射下。此外，电离层还能反射无线电波，使之得以远距离传播。太阳风引起的极光通常也发生在此层。
   9. 9. 大气对太阳辐射的削弱主要有哪几种形式？解释其削弱太阳辐射的机理。
      1. 太阳辐射进入大气圈后，由于大气中各种气体分子和悬浮粒子与电磁波的相互作用，产生散射、反射和吸收等过程，使得太阳辐射的能量被削弱，表现为数量上的减少和光谱成分等方面的显著改变。
      2. ① 散射是指太阳辐射进入大气后，受到气体分子和悬浮质点的影响，向各个方向弥散的现象。散射使入射的电磁波能量收到削弱，从而减少到达地面的太阳辐射。散射作用的强弱与入射辐射的波长和散射质点的大小、成分和性质有关。
         1. 1) 分子散射是指大气质点远小于入射电磁波波长时的散射。入射辐射的波长越短，被分子散射的辐射越多，散射电磁波范围包括可见光的蓝、紫色光。
         2. 2) 粗粒散射是指大气质点与入射电磁波波长相当时的散射。主要散射质点是云滴和大气气溶胶，它们可以散射各波段的可见光。
      3. ② 反射是指到达大气圈的太阳辐射能的一部分未经转化成热能或做功便被直接返回太空的现象。反射具有方向性，与入射角有关。大气反射率是指反射与入射辐射量的比值，火山爆发产生的火山灰可以增加大气反射率，是影响大气反射率最重要的因素。此外，大气中的云是太阳辐射的强烈反射体，厚度越大，高度越高，反射率越大。
      4. ③ 吸收是指气体物质将投射在它上面的一部分辐射能同化吸收，并转化成内能的现象。气体物质吸收了辐射能之后，内能增加，温度升高。吸收太阳辐射的主要大气成分包括水汽、二氧化碳、氧和臭氧、一氧化氮、甲烷等，太阳紫外线主要被高层氧气、臭氧吸收，红外线主要被对流层的水汽和二氧化碳吸收，可见光波段的吸收很弱。此外，气溶胶也可以吸收太阳辐射，起到加热大气并减少到达地面太阳辐射的作用，净效应是提高平流层的温度、降低对流层的温度。
   10. 10. 什么叫大气温室气体？大气温室效应与实际温室效应有何区别，为什么？
       1. ① 大气温室气体是指大气中能吸收地面长波辐射的气体，包括水汽、二氧化碳、臭氧、一氧化二氮、甲烷等。大气对地面辐射的吸收能力大于对太阳辐射的吸收能力。大气温室效应是指由于大气温室气体和逆辐射的存在，低层大气得以保温的效应。
       2. ② 大气温室效应与实际温室效应不同，因为红外辐射并没有像被玻璃拦截在温室中一样地被拦截在下层大气中，只是它进入宇宙空间的路径被延长了，热量在地面和大气圈之间被温室气体及各种大气微粒反复地吸收和辐射，从而延缓了地面和近地面大气热量的损失。
   11. 11. 解释地面净辐射方程的含义，分析影响各变量的因素。
       1. ① 地面收入的总辐射能量和支出的总辐射能量的差额称为地面净辐射量Re。地面净辐射方程为Re=(S+D+Ga)-(A+Ue)。其中，S为太阳直接辐射，D为太阳散射辐射，Ga为大气逆辐射，A为地面反射辐射，Ue为地面长波辐射。
       2. ② 由于太阳总辐射Qe=S+D，A=Qe×反射率α，地面有效辐射E=Ue-Ga，地面净辐射方程也可以写为Re=Qe(1-α)-E。其中，Qe为太阳总辐射，α为反射率，E为地面有效辐射。
       3. ③ 影响Qe的因素有大气中云、水汽、微粒以及大气成分，影响α的因素有冰雪覆盖、植被、土壤水分等下垫面性质，影响E的因素有地面温度、大气温度、大气湿度、云量以及温室气体含量。
       4. ④ 具体来说，太阳高度角越大，大气透明度越高，S越大；太阳高度角越大，大气透明度越低，D越大；下垫面颜色越深、越湿润、越粗糙，α越小；地面温度越高、大气温度越低、空气湿度越低、云量越少，E越大。
   12. 12. 解释大气净辐射方程和地—气系统净辐射方程的含义。
       1. ① 大气收入的总辐射能量和支出的总辐射能量的差额称为大气净辐射量Ra。大气净辐射方程为Ra=(Qa+Ua)-(Ga+U∞)。其中，Qa为大气吸收的太阳辐射，Ua为大气吸收的地面辐射，Ga为大气支出的逆辐射，U∞为大气直接反射的辐射。
       2. ② 用P表示大气对地面辐射能量的透射系数，地面辐射能量为Ue，则Ua=(1-P)Ue。又因为E=Ue-Ga，地面和大气向宇宙空间逸出的辐射能量E∞=PUe+U∞，大气净辐射方程又可以表示为Ra=Qa-(E∞-E)。其中，Qa为大气吸收的太阳辐射，E∞为地面和大气向宇宙空间逸出的辐射能量，E为地面有效辐射。
       3. ③ 地—气系统的净辐射量Rs是整个地球表面和其上的大气圈收入的太阳总辐射量与该系统向宇宙空间逸出的长波辐射量之差，净辐射方程为Rs=Qs(1-αs)-E∞。其中，Qs为进入大气圈顶的太阳辐射，αs为地气系统反射率（大气反射率、云反射率、地面反射率之和），E∞为地面和大气向宇宙空间逸出的辐射能量。
   13. 13. 概述全球年平均能量平衡的总体特征。
       1. Ⅰ. 对于全球而言，地—气系统的净辐射量为零，但存在着明显的区域差异。
          1. ① 纬度差异：在赤道附近的低纬地区，太阳高度较高，日长较稳定，因此能量输入大于输出，年平均净辐射为正。在极地附近的高纬地区，太阳高度较低，地表冰雪反射率高，且有极夜现象，因此能量输入小于输出，年平均净辐射为负。南、北纬36°附近大体处于能量输入和输出的平衡点，净辐射为零。净辐射的纬度差异驱动着全球能量从赤道向两级输送，以补偿高纬地区的能量亏损，形成了经向的大气环流、大洋环流等现象。
          2. ② 海陆差异：海洋吸收的能量较多，陆地吸收的能量较少，大气将净能量从海洋向陆地输送，形成了台风、飓风等现象。
          3. ③ 特殊区域：陆地上北非沙漠为负值，因此，必然有大气能量的输入，或由空气压缩产生的绝热加热，以抵消这一地区的辐射冷却。
       2. Ⅱ. 在长期的平均情形下，地球表面及其以上的大气圈处于能量收支的平衡状态。
          1. ① 地球大气圈顶获得的太阳辐射，一部分被云、气溶胶、大气和地面直接反射回太空，少部分被大气吸收，大部分进入地表，加热陆地和海洋。地球表面通过发射红外辐射、感热输送（湍流、对流）和潜热输送（蒸发、蒸腾）的形式加热大气圈。这种地—气之间的能量交换维持着现在近地表15℃和对流层顶-57℃的全球平均温度状况。太阳能量输入与地球能量输出的平衡是这一气候稳定状态形成的先决条件。
          2. ② 对于地面而言，它吸收太阳辐射和大气逆辐射，又以红外辐射、感热、潜热输送给大气圈能量。对于大气而言，它吸收太阳辐射、地面红外辐射、感热和潜热，输出大气逆辐射和大气对外辐射。对于地—气系统而言，进入系统的太阳辐射被大气和地面吸收，地—气系统以地面红外辐射、被大气发射的红外辐射，被云发射的红外辐射的形式输出能量。总之，地面能量收支，大气能量收支，地—气系统能量收支相等，达到平衡。
   14. 14. 解释陆面和水面热性质差异形成的主要原因。
       1. 陆面和水面性质的差异主要在于陆面升降温快于水面，有较大的气温日较差和年较差。原因如下：
       2. ① 比热容：陆面比热容小于水面，升降温快于水面
       3. ② 蒸发：水面上获得太阳能量用于蒸发的比例大于陆面，蒸发耗热大，降温作用明显
       4. ③ 透射：阳光不能穿透陆面，而是被吸收并加热其表面。投射在水面上的阳光能穿透表层水体，使光能与热能分布于比陆面更深、更广的范围内，使得水面比陆面上不易增温，也不易降温
       5. ④ 流动性：陆面是固体物质，吸热和放热过程分别是向下和向上的，热量交换集中在较浅的表层。水面为液体物质，水流使热量向四面八方扩散到更大的体积和深度，使水面造成不易升温和降温
   15. 15. 简述全球1月、7月平均气温和气温年较差的分布特征，并解释其可能的原因。
       1. ① 1月：
          1. 1) 等温线大致呈纬向分布，气温从赤道向高纬递减
          2. 2) 高海拔地区气温低于同纬度低海拔地区
          3. 3) 北半球洋面气温高于同纬度陆地，南半球洋面气温低于同纬度陆地
          4. 4) 北半球暖洋流经过的洋面气温高于同纬度陆地，南半球冷洋流经过的洋面气温低于同纬度陆地
          5. 5) 极端低温中心在西伯利亚和格陵兰岛，极端高温中心在澳大利亚中西部沙漠
       2. ② 7月：
          1. 1) 等温线大致呈纬向分布，北半球南北温差减小，南半球南北温差变化不大
          2. 2) 高海拔地区气温低于同纬度低海拔地区
          3. 3) 北半球陆地气温高于同纬度洋面，南半球陆地气温低于同纬度洋面
          4. 4) 北半球暖洋流的影响减弱，南半球冷洋流的影响明显
          5. 5) 极端低温中心在南极洲，极端高温中心在撒哈拉沙漠
       3. ③ 气温年较差：
          1. 1) 北半球的气温年较差大于南半球
          2. 2) 北半球高纬的气温年较差大于低纬
          3. 3) 气温年较差最小值出现在赤道附近，最大值出现在俄罗斯西伯利亚东北部
          4. 4) 陆地上的气温年较差大于海洋
          5. 5) 北太平洋和北大西洋暖洋流经过的海域，气温年较差明显减小
       4. ④ 可能原因：
          1. 1) 太阳辐射：气温主要是地面净辐射转化为感热和潜热的结果，而地面净辐射具有随纬度的增加而减少的分布特征。另外，大气和天气状况也会影响到净辐射的分布。
          2. 2) 海拔：随着海拔上升，空气密度降低使其导致吸收和辐射热能的能力下降，加之垂直对流和湍流过程中热能的损失，以及空气的凝结集中于低层大气，因此，在对流层大气中，气温具有沿垂直方向递减的特点。
          3. 3) 地面性质：不同的下垫面具有不同的比热容、蒸发强度、投射性和流动性。陆面升降温快，水面升降温慢。海陆热力性质的差异影响了气温和气温年较差的分布情况。南北半球海陆分布的差异影响了气温分布。
          4. 4) 洋流：暖洋流流经海域气温升高，沿岸陆地增温增湿；冷洋流流经海域气温降低，沿岸陆地降温减湿。
   16. 16. 简述我国气候四季类型的分布特征。
       1. 气候四季是指根据一年中气候要素的年周期性变化区分出的不同季节阶段。在我国，一般以候(5天)均温为依据，候均温在10-22℃为春秋季，在22℃以上为夏季，在10℃以下为冬季。我国气候四季类型分布如下：
       2. ① 大、小兴安岭，长白山，阿尔泰山，天山，北山，青藏高原边缘山地和台湾中部山脉长冬无夏，春秋相连
       3. ② 藏北高原和喜马拉雅山脉全年皆冬
       4. ③ 福建、两广、云南南部、海南和台湾沿海地区长夏无冬，秋去春来
       5. ④ 南海诸岛全年皆夏
       6. ⑤ 云南高原四季如春
       7. ⑥ 其他广大地区四季分明
4. 第三章 大气环流与大洋环流
   1. 1. 简述仅考虑热力条件下气压场和温度场配置的关系
      1. 大气中高、低压的存在，主要是由地面对空气的加热不均和空气运动本身产生的。具体机理如下：
      2. ① 对于地面暖区，温度较高使得空气横向膨胀，地面气压低于邻区，等压面下凹，周围空气向低压区辐合上升；同时由于空气纵向膨胀，暖区空气密度减小，等压面间距增大，因此高空气压高于邻区，高空等压面向上凸，周围空气向四周辐散。
      3. ② 对于地面冷区，温度较低使得空气横向收缩，地面气压高于邻区，等压面上凸，空气向四周辐散下沉；同时由于空气纵向收缩，冷区空气密度增大，等压面间距减小，因此高空气压低于邻区，高空等压面向下凹，周围空气向低压区辐合。
   2. 2. 大气的主要驱动力有哪些？在它们的作用下，大气是如何运动的？
      1. 大气的主要驱动力包括气压梯度力、地心引力、摩擦力等基本作用力，也包括地转偏向力、惯性离心力等视示力。在水平方向，自由大气中的主要作用力是气压梯度力和地转偏向力；在大气边界层中，大气运动还受到摩擦力的削弱。
      2. ① 气压梯度力是作用在单位质量空气上的净压力，其垂直分量比水平分量要大得多，但由于与重力相平衡，因此在垂直方向上空气的加速度很小；而水平气压梯度力虽小，但在一定条件下，却能产生较强大的空气水平运动。水平气压梯度力的方向垂直于等压线由高气压指向低气压区，大小与气压梯度成正比，与空气密度成反比，使得空气沿着力的方向由高压向低压作加速运动，是形成风的原动力。在单一气压梯度力作用下，地面高压区空气辐散，形成下降气流；地面低压区空气辐合，形成上升气流。
      3. ② 地转偏向力是由于地球自转而产生的使相对于地面运动的空气偏离气压梯度力方向的力，它是在地球旋转坐标系观察运动的物体时所产生的视偏差，是一种假想的力。在北半球，地转偏向力垂直于运动方向右偏；在南半球，地转偏向力垂直于运动方向左偏。它随着纬度的升高和物体运动速度的增大而增大。在自由大气中，当水平气压梯度力和水平地转偏向力达到平衡时，空气沿着等压线做匀速直线运动，称为地转风。
      4. ③ 惯性离心力是当风作曲线运动时产生的一种假想的力。惯性离心力的方向与空气运动方向垂直，由曲率中心指向曲线外缘。其大小与风速的平方成正比，与曲率半径成反比。由于大尺度空气运动的曲率半径很大，惯性离心力通常较小。
      5. ④ 摩擦力是指近地表运动的空气与地面之间产生的阻碍空气运动的力。摩擦力的方向与运动方向相反，大小与空气运动速度和摩擦系数成正比，作用随高度的上升而减弱。摩擦力降低近地面层的风速，削弱水平地转偏向力的作用，使风向与等压线成一定的交角。
   3. 3. 什么叫地转风？它是如何形成的？怎样判断地转风的方向和高、低压位置？
      1. 地转风是指自由大气中空气做等速、直线水平运动。在自由大气不考虑摩擦力的情况下，地转偏向力与气压梯度力大小相等，方向相反，达到平衡时，空气会沿着等压线做等速直线运动，形成地转风。地转风风速与气压梯度成正比，与空气密度及纬度的正弦成反比。地转风方向与等压线平行。根据白贝罗风压定律，在北半球背风而立，高压在右，低压在左；相反，在南半球背风而立，低压在右，高压在左。
   4. 4. 简述对流层底部和中部大气平均水平环流的气压场和流场特征。
      1. Ⅰ. 对流层底部
         1. ① 气压场特征
            1. 1) 从总体来看，气压场沿纬度呈带状或单体状分布，大气活动中心包括赤道低压带、副热带高压带、副极地低压带、极地高压带。
            2. 2) 一月，低纬赤道附近为低压区；北半球中纬度海洋上有亚速尔高压和夏威夷高压两个副热带高压单体，大陆上蒙古高压和北美高压为热力成因的冷高压；南半球中纬度有南太平洋高压，南大西洋高压，印度洋高压三个副热带高压单体；在中高纬，北半球有冰岛低压和阿留申低压两个副极地低压单体，南半球形成环绕纬圈的副极地低压带；在高纬，北半球极地高压位于格陵兰、加拿大和西伯利亚北部，强度较弱，南半球极地高压位于南极大陆，较强且稳定。
            3. 3) 七月，低纬赤道附近为低压区；北半球中纬度亚速尔高压和夏威夷高压强度和范围增大，大陆上为印度低压和北美低压两个热力成因的热低压，南半球形成环绕整个纬圈的副热带高压带；在中高纬，北半球冰岛低压和阿留申低压强度和范围减小，南半球形成环绕纬圈的副极地低压带；南北半球高纬依然有极地高压。
         2. ② 流场特征
            1. 整个低层水平环流以纬向环流为主。在赤道低压带内，由于很小的气压梯度和强烈的受热上升气流，形成云带和大量降水，内部为静风区，称为赤道无风带；从副热带高压南侧流向赤道的空气，在水平气压梯度力、水平地转偏向力和摩擦力的作用下形成信风带，北半球为东北信风，南半球为东南信风，天气稳定；在副热带高压向极地一侧形成西风带；从极地高压单体中流出的干冷空气呈反气旋运动，形成极地东风带；副极地低气压和极地高压之间冷暖空气交汇形成极锋，地面为气旋性流场。
      2. Ⅱ. 对流层中部
         1. ① 气压场特征
            1. 1) 在极地上空，冬、夏季都为极地低压，冬强于夏。1月气压中心位于格陵兰西部和西伯利亚北冰洋沿岸，7月气压中心位于格陵兰西北部
            2. 2) 在低纬地区上空，冬、夏季都有高压存在，夏强于冬；1月副热带高压微弱且位置偏南，7月副热带高压增强且位置偏北，高压中心在太平洋、大西洋和非洲北部；印度半岛上存在印度低压。
         2. ② 流场特征
            1. 水平环流以纬向环流为主。在中、高纬地区上空全年盛行西风，有巨大的槽脊波动，称为西风波；1月份中、高纬西风带上有3个明显的平均槽，即东亚大槽、北美大槽、欧洲浅槽，其间为弱高压脊。7月西风带北移，东亚大槽东移至到附近，北美大槽位置变动不大，欧洲西海岸和贝加尔湖西部出现两个槽，强度减弱。北半球高空风速1月大于7月。低纬地区上空为偏东风，7月更为显著。
   5. 5. 简述平均纬向环流和平均经圈环流的特征。
      1. ① 平均纬向环流
         1. 1) 赤道及其附近地区，冬、夏季均为深厚的东风，从冬季到夏季，东风带北移，范围扩展，强度增大。
         2. 2) 中纬度地区，冬、夏季均为深厚的西风，范围和强度随高度上升而增大，风速在对流层顶附近达到最大值。西风急流位于200-300hPa上空，冬强于夏。夏季西风带以上的高空为东风，冬季整个对流层均为西风所控制。
         3. 3) 极地的近地面层，冬、夏季均为浅薄的弱东风，其厚度和强度冬强于夏；上空为西风所控制，厚度和风速冬强于夏。
         4. 4) 总之，就平均状况而言，近地面层的纬向风带可分为低纬度信风带、中纬度西风带、极地东风带；高空的纬向风带可以分为低纬东风带、中高纬西风带。
      2. ② 平均经圈环流
         1. 1) 经圈环流是指在经向垂直剖面上由风速的南北分量和垂直分量组成的环流圈，比纬向环流要弱很多。北半球冬、夏季都存在三个环流圈，即哈德莱环流圈、费雷尔环流圈、极地环流圈。
         2. 2) 哈德莱环流圈位于低纬，上升气流在赤道附近，下降气流在30°N附近，在高空为偏南气流，低空为偏北气流。
         3. 3) 费雷尔环流圈位于中纬，方向与哈德莱环流圈相反，低空为偏南气流，高空为偏北气流，300hPa上空出现西风急流。
         4. 4) 极地环流圈位于高纬，方向与哈德莱环流圈相同，高空为偏南气流，低空为偏北气流。
         5. 5) 哈德莱环流圈最强，费雷尔环流圈最弱，北半球三个环流圈强度冬大于夏，位置从冬到夏向高纬移动约10个纬度。
   6. 6. 阐述对流层大气环流形成的机理和过程。
      1. 根据地—气系统净辐射的分布，地面温度的分布和大气的驱动力，可以解释对流层大气水平环流、纬向环流和经圈环流的形成原因。
      2. ① 地—气系统所接受的辐射能在各维度分布的不均匀性，产生由赤道指向两级的温度水平梯度。温度高的地方空气密度小，气压随高度的递减率慢；温度低的地方空气密度大，气压随高度的递减率快。因此，在对流层底部便产生从极地指向赤道的气压梯度，在对流层的中上部产生从赤道指向极地的气压梯度，从而导致空气的经向运动。
      3. ② 从赤道辐合上升的空气到了高空，在气压梯度力作用下由低纬向高纬运动，当高空空气离开赤道后，在地转偏向力的作用下，空气质点逐渐转变为向偏东方向运动，在纬度30度附近气压梯度力与地转偏向力达到平衡，形成西风，使高空空气在纬度30°附近发生辐合和质量的堆积，导致地面气压升高，同时不断辐射冷却，产生下沉运动，形成副热带动力高压。下沉空气到低层沿经向分为两支辐散，向低纬运动的空气质点在地转偏向力作用下转为东北信风和东南信风，流向赤道，形成热带辐合带。暖空气在热带辐合带内上升到高空，产生向极地辐散的气流，形成哈德莱环流圈。
      4. ③ 从副热带高压向高纬运动的低层空气受地转偏向力作用，转变为暖湿的西南风，而从极地高压流向较低纬度的低层空气，则为冷干的东北风，这两支气流在副极地地带相遇，形成极锋。暖湿空气密度较小，沿极锋锋面滑升，到达对流层上部时南北分流，向南的一支气流在对流层上部与哈德莱环流圈高层来自赤道的更加暖湿的气体在副热带相遇，形成副热带锋区。这支高空气流与低层的西南气流一起构成费雷尔环流圈，方向与哈德莱环流圈相反。沿极锋锋面滑升，到达对流层上部向北的抑制气流流向极地，变冷下沉，在低层流向较低的纬度，形成极地环流圈。
   7. 7. 季风的定义是什么？东亚季风和南亚季风的主要差别表现在哪些方面？
      1. 季风是指由于海陆之间温压场的季节变化而产生的季节性转换的风。更为确切地说，季风为两种 不同性质的气流交替。具体指标包括1月和7月的盛行风向随季节显著变化，夹角至少为120°，盛行风向平均频率大于40%；两种季风来自不同源地，气团的性质差异明显；产生的天气气候现象具有明显的季节性。全球季风分布的范围很广，以亚洲地区的季风最为强盛，且分布最广，可进一步分为东亚季风和南亚季风。二者的主要差别表现在以下几个方面：
      2. ① 分布范围上，东亚季风分布于中国东部、朝鲜、日本等地区，南亚季风分布在印度半岛。
      3. ② 成因上，东亚季风的成因是海陆热力差异，南亚季风的成因是行星风系季节位移和海陆热力差异。
      4. ③ 特征上，东亚季风夏季风比冬季风弱，南亚季风夏季风比冬季风强。
      5. ④ 气候影响上，东亚季风使得冬季干冷，夏季湿热，季节分明；南亚季风使得冬季干燥少雨、相对温和，夏季降水丰沛，又可分为干季、雨季、热季三个季节。
   8. 8. 什么叫自然天气季节？简述我国东部各自然天气季节的大型环流与盛行天气过程。
      1. 自然天气季节是指在经常受到相同大气活动中心影响的区域内，按盛行大气环流型和大型天气过程的主要特征所划分的季节。在一个季节内，大型环流和盛行天气过程相对稳定；在季节的转换时期，大型环流和盛行天气过程发生突变。我国东部地区可以划分为隆冬、晚冬、春季、初夏、盛夏、秋季、初冬七个自然天气季节。
      2. ① 隆冬（12初-3初）
         1. 蒙古高压和阿留申低压为控制系统，整个大陆受强盛的冬季风控制，稳定少变，天气寒冷而干燥。高空西风带环流处于一年中的最强盛时期。候均温10℃等温线在25°N附近，候雨带在27°N附近。
      3. ② 晚冬（3初-4中）
         1. 蒙古高压和阿留申低压明显减弱，印度低压和夏威夷高压开始出现。冬季风和高空强西风明显减弱，夏季风在华南开始出现。天气出现多变的特点，大陆上出现低压的机会增多。候均温10℃等温线自南岭迅速移过长江流域，候雨量有一定的增加。
      4. ③ 春季（4中-6中）
         1. 蒙古高压和阿留申低压再次减弱，夏威夷高压和印度低压增强。冬季风和高空西风再度减弱，全国普遍升温，华南夏季风盛行，雨季开始，华中开始受到夏季风影响，雨量增多。候均温20℃等温线从4月中旬起自广东北部迅速移过长江。
      5. ④ 初夏（6中-7中）
         1. 夏威夷高压和印度低压发展为控制系统，蒙古高压和阿留申低压的影响基本消失。夏威夷高压北移，在20°N以南出现高空热带东风环流。高空的沿海低压槽被高压脊取代。华南夏季风极盛，进入干季；华中夏季风盛行，形成梅雨；华北开始受夏季风影响。候均温26℃等温线达到34°N附近。
      6. ⑤ 盛夏（7中-9初）
         1. 高纬活动中心消失，低纬活动中心成为控制系统。高空西风环流再次减弱，在30°N以南被热带东风环流取代。热带气压系统对我国大陆的影响达到最盛期，各地候均温的差值为一年中最小，最高温出现在华中。华南雨量增多，干季结束；华中夏季风极盛期，梅雨期结束，进入伏旱；华北夏季风盛行，雨季开始。候均温26℃等温线达到34°N附近。
      7. ⑥ 秋季（9初-10中）
         1. 蒙古高压迅速建立并加强，阿留申低压再次出现，夏威夷高压和印度低压明显减弱。对流层低层夏季风气压场的消失先于高空，冬季风逐渐形成并迅速南下，天气秋高气爽。9月初候均温10℃等温线出现在东北，并很快南移；候平均降水量比春季小；印度季风仍较强盛，西南部雨季尚未结束。
      8. ⑦ 初冬（10中-12初）
         1. 蒙古高压和阿留申低压加强，夏威夷高压和印度低压退出大陆，高空西风急流加强并南移。夏季风完全退出大陆，而冬季风占据了控制地位，天气寒冷干燥。10月中旬开始，候均温10℃等温线从华北南移到华南。
   9. 9. 地面风场对表层洋流的产生有什么影响？为什么表层洋流的运动方向与风向不同？
      1. ① 影响：全球风场是产生表层大洋环流的主要驱动力。海洋上空的风对海面施加了一种摩擦应力，称为风应力，其方向为风吹去的方向，风应力作用的结果是形成风海流。一般来讲，风应力对海水的作用深度仅限于大洋表层50-100m的范围内，但在上下水层之间摩擦应力传播的影响下，大规模运动的洋流如北大西洋湾流和北太平洋黑潮，其实际厚度可延伸到海面以下1-2km。
      2. ② 原因：由于地转偏向力的作用，北半球的海水运动向风应力的右方偏离，南半球则向风应力的左方偏离，海流的方向与风向之间的角度大致在20°-25°。
   10. 10. 解释埃克曼输送的形成及其对大洋中水体辐合和辐散的影响。
       1. ① 形成：在无限和均匀的海洋、持续强风且无其他作用力的条件下，任意深度的海水都会受到风应力或其上覆水的应力、其下覆水的应力和地转偏向力三种力的作用。由于风和水面的摩擦，一些空气的动能传给了水的上层，动能沿着水柱向下传递给下一层。此时，摩擦使得一部分能量以热的形式消耗掉，水层的运动速度随深度的增加而按指数递减。在地转偏向力影响下，北半球水流方向指向其上层水流向的右方，南半球水流方向指向其上层水流向的左方。随着深度增加，海流的方向越来越向右或向左偏离，进而产生一种螺旋效应，称为埃克曼螺线。当螺线中所有单个水层的运动叠加后，整个水柱中水的净输送方向与风向呈直角，这种水的净位移称为埃克曼输送。
       2. ② 影响：在南、北半球，地转偏向力和埃克曼输送引起海水向涡旋中心的净运动，产生辐合、辐散和升降海流。例如，在北半球，东北信风的驱动产生向西流动的北赤道流，这时，埃克曼输送垂直于北赤道流的右方，将大量水体向北运送；相反，在南半球，东南信风的驱动产生向西流动的南赤道流，这时，埃克曼输送垂直于南赤道流的左方，将大量水体向南运送。因此，在赤道附近的海域产生水的辐散，在大洋涡旋中心海域则产生水的辐合。中高纬同理。
   11. 11. 海水的垂直升降流与水体的辐合和辐散之间存在什么关系？上升流通常发生在什么地方？它对海洋中的养分循环和海洋渔业有什么影响？
       1. ① 关系：海水的水平运动与垂直运动是相互联系的。在辐合区域，表层海水堆积，使海面上升和表层水变厚，从而导致水的下沉，称为下沉流；在辐散区域，表层海水疏散，使海面下降和表层水变薄，下层的水必然上升来补充，称为上升流。
       2. ② 上升流通常发生在大陆西岸表层洋流的辐散区域，如北美的西南海岸、北非的西海岸，南美洲和南非的西海岸。上升流为深层冷海水，上升到海面后替换了辐散的暖水，并将养分带到表层，使得上升流海域中的海洋生物异常丰富。上升流是海洋中养分循环的重要环节。许多海洋生物，如利用阳光进行光合作用的浮游植物和以浮游植物为生的动物等，都生活在近洋面的水层中。这些植物和动物吸收海洋中的养分，使表层海水中的养分变得相对贫乏；当这些生物死亡时，躯体下沉并腐烂、分解，最终释放养分归还海洋。上升流为深层冷海水，上升到海面后替换了辐散的暖水，并将养分带到表层，实现养分循环，并使上升流海域中的海洋生物异常丰富，形成了众多渔场。
   12. 12. 什么是地转流？它是怎么形成的？
       1. 地转流是水平压力梯度力与地转偏向力取得平衡时的定常海流。地转流大致垂直于洋面斜坡绕涡旋流动，北半球呈顺时针，南半球呈逆时针。
       2. 形成过程：海水的辐合和辐散产生了洋盆范围内各处海平面高度的微小变化，从而使海平面实际上具有一定的坡度。在重力的作用下，微小的高度梯度产生了沿坡度向下的分力，即为压力梯度力，它从涡旋中心指向外侧。海水沿着压力梯度力方向流动时受到地转偏向力的影响，直到两种力达到平衡。此时海水在北半球流向压力梯度力的正右方，在南半球流向压力梯度力的正左方，海水大致垂直于洋面斜坡绕涡旋流动。这种海流称为地转流。
   13. 13. 解释大洋涡旋西部边界海流和东部边界海流不对称特征的成因。
       1. 大洋涡旋是表层洋流的一个显著特征，其西部边界海流集聚在狭窄的流路内，且流速快；其东部边界海流散布在宽阔的范围内，且流速明显减慢。这种不对称性成因如下：
       2. ① 呈反气旋运动的风在整个涡旋范围内产生负的相对涡度。在东部边界海流从北向南运动的过程中，纬度的变化导致涡旋的负相对涡度被增加的正相对涡度所削弱，其原理是当水流进入一个具有较小正行星涡度的海区时，正相对涡度就会增大，即负相对涡度减小，以保持绝对涡度的守恒。此外，海流与海岸的摩擦作用也使正相对涡度略有增加。因此，东部边界海流呈发散状，并且流速缓慢。
       3. ② 在西部边界海流从南向北的运动过程中，尽管海流与海岸的摩擦作用同样会产生正相对涡度，但纬度的变化却导致涡旋的负相对涡度被减少的正相对涡度所增强，其原理是当水流进入一个具有较大正行星涡度的海区时，正相对涡度就会减小，即负相对涡度增大，以保持绝对涡度的守恒。由于涡旋获得的负相对涡度加强了由风引起的负相对涡度，所以，西部边界海流具有狭窄、深厚和流速快的特点。
   14. 14. 海水中的盐分来源于哪里？海水盐分含量维持基本稳定的原因是什么？
       1. ① 海水中的盐分主要来自陆地上岩石的风化物，河流流过这些岩石的表面，带走可溶性物质，即离子，并最终将它们输送到海洋里。
       2. ② 原因：虽然每年有大量盐分进入海洋，但有许多过程可以将盐分从海水中带走，例如蒸发盐的沉积、微生物吸收、浪花飞溅使盐分进入大气等。总之，由于海水中盐分输出的速率基本上等于其输入的速率，所以，海洋中盐的含量并未出现持续增大的趋势。
   15. 15. 大洋在垂直方向上可以分成几层？密跃层、盐跃层和温跃层存在什么关系？
       1. ① 大洋在垂直方向上可以分为混合层、密跃层、深冷层三层。混合层出现在大洋表层60-100m的范围内，该层海水与低层大气之间通过蒸发、降水、动能交换、辐射交换和热量交换发生相互作用，在风的作用下充分混合，浮游植物的光合作用也发生在此带。密跃层为密度随深度的加深而急剧增大的转换层，深度大致为1km，分为盐跃层和温跃层。密跃层限制了海水的垂直运动，并使深海的温度和盐度不随季节变化。深冷层位于密跃层之下，深度为1-5km，具有高密度、高盐度和低温的特点，具有分层性，底层水的密度最大，具有维持海水层结稳定的功能。
       2. ② 密跃层可以分为盐跃层和温跃层两种类型。密跃层具有密度随深度的加深，密度急剧增大的特点。在一些海域，这种密度梯度由盐度的变化所支配，表现为盐度随深度加深而急剧增大，这种盐度梯度的迅速变化层称为盐跃层。在其他大部分海域，温度的变化支配着密度梯度，表现为温度随深度加深而迅速下降，这种温度的迅速转换层称为温跃层。
   16. 16. 大洋底层水是怎样形成的？它对于全球大洋环流的形成有什么影响？
       1. ① 形成：在极地海洋中的几个海域内，表层海水被冷却到冰点以下。海水冻结时形成海冰漂浮在极地海洋表面，而大部分盐分被析出，使得紧靠着海冰下面的水变得更咸，从而形成一个寒冷且高盐的下层水。低温和高盐的结合产生了密度非常大的海水，它下沉并沿海盆的斜坡向下流动，然后以底层水的形式向着赤道方向扩散。底层水形成的主要海域是南极洲的威德尔海和北冰洋的格陵兰岛沿岸。
       2. ② 影响：大洋底层水是深层大洋环流的源头，对温盐输送带和整个大洋环流的形成起着重要的作用。其中，南极底层水流环绕南极洲运动，并作为最深的水层从3个主要洋盆流向北方。而北大西洋深层水在向南流动过程中穿过大西洋，然后汇入南极环极地洋流。二者汇合后深处分支水流进入印度洋、太平洋和大西洋，完成水的循环流动。
   17. 17. 温盐输送带的运动路线是怎样的？它对于海洋中的物质循环有何重要意义？
       1. ① 温盐输送带是指由温盐环流驱动的完整海水循环圈。冷水从北大西洋下沉至洋底，在向南流动的过程中与较暖的海水混合，当到达南极大陆附近时，与南极底层水混合，再次冷却，并汇入南极环极地洋流，它的分支在印度洋和北太平洋随上升流被带到大洋表面，加热后最终被表层洋流带回到北大西洋，从而完成整个环流圈。循环周期大约为1000年。
       2. ② 意义：温盐输送带支配着海洋中的物质循环。许多海洋生物，如利用阳光进行光合作用的浮游植物和以浮游植物为生的动物等，都生活在近洋面的水层中。这些植物和动物吸收海洋中的养分，使表层海水中的养分变得相对贫乏；当这些生物死亡时，躯体下沉并腐烂、分解，最终释放养分归还海洋。温盐环流将富含养分的海水输送到大洋各地，并在上升流海域将养分带到表层，使得这些上升流海域中的海洋生物异常丰富。
   18. 18. 简述大洋环流在调节全球温度分布方面的作用。
       1. ① 大洋环流对全球温度的分布具有强烈的影响，起着将热量进行经向重新分配的作用。它将暖水向极地方向输送，将冷水向赤道方向输送，从而对全球气温进行调节。例如，流向极地方向的温暖表层水补充了那里海冰边缘下沉形成底层水的水量，这是赤道和低纬过剩的热量向极地传递的一种途径。海洋提供了几乎与大气一样多的向极地的热量输送，在低纬尤为明显。
       2. ② 海洋是一个巨大的热贮存库，它吸收太阳的能量，并将能量再释放出去。由于水体的加热与冷却都比较缓慢，所以，较冷或较暖的水域将在几个月、几个季节乃至几年的时期内冷却或加热大气圈。在更长的时期内，海洋对于大气圈的平均作用是由海洋的总体温度所决定的。温盐环流能够在大约1000年的时间尺度上调节气候。
       3. ③ 此外，暖流对沿岸大陆有增温增湿的效应，寒流对沿岸大陆有降温减湿的效应，使得全球温度分布复杂化。例如，斯堪的纳维亚半岛南部温和的冬季得益于温暖的北大西洋暖流，而同纬度的拉布拉多半岛沿岸寒冷的冬季则是来自加拿大内地的冬季风和海上离岸的拉布拉多寒流影响的结果。
   19. 19. 什么叫厄尔尼诺和拉尼娜？它们的发生于南方涛动之间有什么关系？
       1. ① 厄尔尼诺是指赤道东太平洋海面温度(SST)出现大范围持续异常升高的现象，通常出现在春季或夏末秋初，具有约3-7年的周期。拉尼娜是指赤道东太平洋海面温度在冬季出现较强的负距平现象，通常发生在两次厄尔尼诺事件之间。
       2. ② 南方涛动是指热带东太平洋地区和热带印度洋地区气压场的反相变化现象，周期大约为3-7年。南方涛动指数(SOI)指东太平洋与印度洋海平面气压的差值。SOI为负表示东太平洋气压低于印度洋气压，SOI为正表示东太平洋气压高于印度洋气压。在高SOI期间，赤道东太平洋SST相对偏低，甚至会出现拉尼娜事件；在低SOI期间，赤道东太平洋SST相对偏高，甚至会出现厄尔尼诺事件。ENSO表示这种大尺度海洋—大气耦合系统的异常现象。
   20. 20. 简述正常情况、厄尔尼诺和拉尼娜发生时赤道太平洋大气和海水运动的特征及其相互作用的机理。
       1. ① 正常情况下，低纬海洋表面盛行向西吹的信风，表层温暖海水被吹向太平洋海盆的西缘，形成“暖池”，海面温度西高东低。赤道西太平洋地区空气被加热后产生上升运动，形成对流，利于成云致雨。暖空气上升到大气高层后，太平洋东西两侧的气压梯度驱动逐渐变冷的暖空气流向东太平洋，随后，冷而干的气流在东太平洋下沉，不利于成云致雨，形成沃克环流。此时，西太平洋海面较东部稍高，赤道东太平洋的温跃层相对较浅，海水涌升强烈，使得SSI明显低于西太平洋，气压高于西太平洋，SOI＞0，加强了沃克环流。
       2. ② 当厄尔尼诺发生时，沃克环流发生相应调整。偏东信风减弱，西太平洋风向反转，“暖池”海水向东扩展，西太平洋海平面高度下降。暖水到达东太平洋后导致其海平面高度上升，南赤道流和秘鲁沿岸流减弱，使得赤道中、东太平洋海面水温升高，对流加强，温跃层加深，海水涌升减弱。同时，赤道西太平洋海面水温趋于降低，对流减弱。气压梯度从西向东，反沃克环流出现，SOI＜0。这导致赤道太平洋东部多雨，西部干旱。
       3. ③ 当拉尼娜发生时，偏东信风比正常情况下更强，西太平洋“暖池”更加显著。赤道中、东太平洋的海水比正常情况下偏冷，使赤道太平洋东、西两端海面温度梯度和温跃层厚度的差异加大，东太平洋涌升流更强，海面高度西高东低，高差增大。赤道西太平洋地区对流增强，赤道中、东太平洋盛行下沉气流，西部多雨，东部干旱。气压梯度从东向西，大于正常状态，沃克环流加强。
5. 第五章 地球表层的水循环
   1. 1. 纯水有哪些特性？它们有什么自然地理意义？
      1. ① 很强的溶解能力：纯水是一种非常有效的溶剂，57种元素都能溶于水，对于自然界中的生命活动和各种化学反应过程都有重要意义。
      2. ② 表面张力：即液体表面任何两部分间具有的相互牵引力，其作用是使液体表面有如绷紧的弹性薄膜，使液滴总是呈圆球状。
      3. ③ 毛细现象：指水在细管中沿着管壁上升或下降的现象，土壤中的水沿着孔隙而升降是毛细现象的表现。
      4. ④ 相变能力：水在固、液、气三态之间的相变伴随着热量的吸收与释放，成为水的重要热特性。
         1. 1) 水在固相和液相之间的相变即融化和冻结作用，可产生一种力量，将岩石劈裂、使表土涨缩形成独特的冰缘地貌形态等。水的液相和气相之间的相变表现为蒸发和凝结作用，在固相和气相之间的相变表现为升华和凝华作用。它们在云和降水的形成、各种天气现象，以及水循环过程中起着重要的作用。
         2. 2) 水在融化、升华和蒸发过程中吸热，在冻结、凝华和凝结过程中放热。大气圈包含着巨大的潜热能量，水的潜热交换影响能量的传递和全球温度的分布，并驱动着全球天气系统的变化。
   2. 2. 地球上水的储量是怎样分配的？为什么说淡水是一种非常有限的自然资源？
      1. ① 在全球尺度上，水主要分布在10个“水库”中，分别是海洋、冰川与永久积雪、地下水、永冻层中冰、湖泊、土壤水、大气水、沼泽、河流和生物水。这10个“水库”还可进一步概括为海洋、陆地和大气3大“水库”。
      2. ② 人类能利用的淡水资源主要包括河流水、湖泊水和地下淡水，它们仅占淡水总储量的30.3%和储水总量的0.77%。因此，淡水是一种非常有限的自然资源。
   3. 3. 影响蒸发的主要因素有哪些？分析全球年平均蒸发量的分布特征及其原因。
      1. ① 主要因素
         1. 1) 温度：温度越高，蒸发面上空的饱和水汽压越大，饱和差越大，蒸发越迅速。
         2. 2) 风：有风时，蒸发面上空的水汽不断被风吹散，使水汽压减小，饱和差增大，利于蒸发的迅速进行。
         3. 3) 湿度：空气湿度大，则饱和差小，蒸发缓慢；而空气湿度小，则饱和差大，蒸发迅速。
         4. 4) 蒸发面性质：不同性质的蒸发面影响蒸发速率。例如，对于水面来说，冰面升华慢于过冷水面蒸发，海水蒸发慢于淡水，大水滴蒸发慢于小水滴；对于土壤来说，土壤含水量、地下水埋藏深度、土壤孔隙度、颜色等等都是影响蒸发的因素；对于植物来说，植物种类、生长期、土壤供水状况等为影响因素。
      2. ② 分布特征及原因
         1. 1) 在海洋上，最大值位于副热带海洋，向高纬递减；湾流和黑潮暖洋流上空有蒸发的极大值；赤道海区蒸发相对较弱。
         2. 2) 在陆地上，最大值出现在赤道地区，向高纬递减，极小值出现在南、北极圈内，沙漠、戈壁和寒冷的大陆内部。
         3. 3) 原因
            1. a. 太阳辐射量自赤道向两级递减，使温度也随之递减。
            2. b. 在赤道海区，风速较小且海面温度因海水上翻而较低，因此蒸发相对微弱。
            3. c. 暖流有增温增湿的作用，寒流有降温减湿的作用。
            4. d. 南北极圈温度很低、湿度较大，且有冰雪覆盖，蒸发量较小；大陆内部及沙漠地区降水稀少，因此蒸发不足。
   4. 4. 水汽凝结的基本条件和途径是什么？叙述主要凝结物及其形成条件和类型。
      1. ① 水汽凝结，即水由气态转化为液态的过程。水汽凝结需要同时具备两个条件，一是凝结核，二是空气达到过饱和状态。
         1. 1) 凝结核指能促使水汽凝结的微粒，如尘埃、烟灰、污染物、海面上空的盐粒、冰晶。这是因为微粒比水汽分子大很多，其吸引力也大，有利于水汽分子在其表面的聚集。
         2. 2) 使空气达到过饱和状态的条件是增加空气中的水汽含量，使得水汽压大于当时温度下的饱和水汽压；或者使空气温度降低到露点温度以下。主要由以下三种途径：
            1. a. 暖水面蒸发：冷空气流经暖水面，当蒸发使暖水面的水汽压接近于水面上的饱和水汽压时，其上冷空气就会因为过饱和而发生凝结。
            2. b. 空气的冷却：主要有绝热冷却、辐射冷却和平流冷却三种形式。绝热冷却表现为空气上升，温度降低，饱和水汽压减小，当上升到一定高度时便达到饱和，再上升就会达到过饱和而凝结。辐射冷却表现为在近地面层，夜间空气和地面因散失热量而冷却，如空气中水汽比较充足，就会达到过饱和而发生凝结。平流冷却表现为较暖的空气流经冷地面，暖空气显著降温，达到露点温度以下时，就有可能发生凝结。
            3. c. 空气的混合：温度差别大又很潮湿的空气等量地充分混合，使空气达到过饱和，发生凝结。
      2. ② 主要凝结物
         1. 1) 地面凝结物为露和霜。在晴朗无风的夜间，当地面辐射冷却导致降温显著时，与冷地面接触的近地面薄层空气将逐渐冷却并达到露点，使空气中的水汽凝结在所接触的地表面或地面的物体如植物叶片上。露点温度在0℃以上，凝结物为微小的水滴，称为露；露点温度在0℃以下，凝结物为微小的冰晶，称为霜。
         2. 2) 低空大气凝结物为雾。当大量的细小水滴或冰晶悬浮在近地面的空气层中，使能见度小于1km时，称为雾。形成雾的基本条件是使水汽发生凝结的冷却过程和凝结核的存在，常见的有辐射雾、平流雾和蒸汽雾。辐射雾由地面辐射冷却形成，常伴有辐射逆温，厚度小，夜间形成，白天消散。平流雾由暖湿空气在流经冷的下垫面时逐渐冷却形成，伴有平流逆温，厚度可达200m。蒸汽雾是由于冷空气流经暖水面，暖水面蒸发使其上空气达到过饱和而形成。
         3. 3) 高空大气凝结物为云。云的形成主要是由空气上升而绝热冷却到露点产生的。空气上升的形式有空气在水平方向上遇山丘阻挡而爬升、空气水平辐合和沿锋面抬升、近地面空气受热产生对流而上升三种。云有低云、中云、高云、直展云四个高度等级，以及层状云、积状云、卷状云三种基本形状。层状云为沿水平方向成层展布的云，是大范围空气稳定上升所形成的；积状云为沿垂直方向膨胀发展的云，是空气不稳定对流上升，是水汽凝结的结果；卷状云是由冰晶组成的、成束状的高云。
   5. 5. 霜冻和霜有什么区别？为什么说无霜冻期是一个地方热量资源的度量？
      1. ① 霜是一种天气现象，指地面冷却降温显著，与地面接触的空气温度降低至露点温度之下且露点温度在0℃之上时，空气中的水汽凝结在所接触的地表面或地面物体的现象。霜冻是一种气象灾害，指日平均气温高于0℃的温暖时期，土壤表面和植物表面的温度骤降至0℃以下，使植物遭受冻害或者死亡的现象。霜冻发生时可能有霜也可能无霜，它一般发生在春末和秋初的夜晚和凌晨。
      2. ② 无霜期是一个地方热量资源的一种度量，指一年内终霜冻日(春季)至初霜冻日(秋季)之间的持续日数，通常用地面最低温度大于0℃初、终日期之间的天数表示。无霜期大致与日平均气温大于10℃的期间相当，也可以作为喜温作物如水稻、玉米、棉花的生长期指标。因此霜期长短对农业有重要意义，无霜期是一个地方热量资源的度量。
   6. 6. 什么叫大气垂直稳定度？如何判断大气是否稳定？
      1. ① 大气垂直稳定度是指气块受到垂直方向扰动后，大气层结，即温度和湿度的垂直分布使它具有返回或远离原来平衡位置的趋势和程度。
      2. ② 某一气层是否稳定取决于运动着的空气团比周围空气是轻还是重。在气压相同的情况下，两团空气的相对轻重由气温决定，气温越高，空气团越轻，该气层越不稳定；气温越低，空气团越重，该气层趋于稳定。判断大气是否稳定，通常采用比较周围空气的绝热垂直减温率(γ)与上升空气团的干绝热垂直减温率(γd)或湿绝热垂直减温率(γm)相对大小的方法。当γ<γm时，大气总是处于稳定状态，称为绝对稳定；当γ>γd时，大气总是处于不稳定状态，称为绝对不稳定；当γd>γ>γm时，对于饱和空气来说，大气处于不稳定状态，对于未饱和空气来说，大气处于稳定状态，称为条件不稳定。
   7. 7. 降水形成的天气学过程指什么？导致水汽垂直运动的主要原因及其形成的降雨类型有哪些？
      1. ① 降水形成的天气学过程是指降水形成的水汽条件和垂直运动条件。它们是降水形成的宏观条件，主要决定于天气学过程。水汽条件是指水汽由源地水平输送到降水地区，垂直运动条件是指水汽在降水地区辐合上升，经绝热膨胀冷却凝结成云。
      2. ② 导致水汽垂直运动的主要原因有锋面抬升作用、低层辐合气流的作用、地形的影响和对流的作用。
         1. 1) 锋面抬升作用：锋面指两种不同性质气团之间狭窄且倾斜的过渡带，它随高度上升向冷区倾斜，其下方为冷空气，上方为暖空气。根据锋的移动特征，可以将锋分为冷锋、暖锋、准静止锋、锢囚锋四种类型。锋面的存在会导致暖空气的抬升作用，形成锋面雨。
         2. 2) 低层辐合气流的作用：由于摩擦效应，低压区和等压线呈气旋式弯曲的部位，有气流的辐合，盛行上升气流。因此，低压内部和槽线附近是易于产生气旋雨的地区。
         3. 3) 地形的影响：在山地、丘陵和河谷地带，气流受阻，被迫沿山坡上滑或受地形约束而聚集，因而产生垂直运动，形成地形雨。
         4. 4) 对流的作用：由于近地面空气局部受热或扰动，导致不稳定的对流运动，使低层空气强烈上升，水汽在高空冷却凝结形成对流雨。
   8. 8. 降水形成的云物理过程指什么？导致云滴生长的主要原因是什么？
      1. 降水形成的云物理过程主要指云滴增长条件，它是降水形成的微观条件，主要决定于云物理过程。云低增长条件即云滴增长变为雨滴而下降，解释云滴生长原因的理论有碰撞合并理论和冰晶理论。
      2. ① 碰撞合并理论：大云滴下降速率比小云滴快，在下降过程中会碰撞小云滴并将其合并；在有上升气流时，小云滴也会追上大云滴与之合并，成为更大的云滴。云滴越来越大，质量大于气流的顶托力时，便下降到地面，形成降水。当云内上升气流强、垂直高度大、水汽含量多时，容易发生云滴的碰撞合并。
      3. ② 冰晶理论：当云顶温度低于-12℃时，云中会出现冰晶和过冷水滴的混合物。由于冰面的饱和水汽压小于同温度下的过冷水面的饱和水汽压，所以，当空气中的水汽压介于两者之间时，过冷水面上发生蒸发，使水汽转移凝华到冰晶上去。因此，冰晶不断生长而水滴不断缩小，当冰晶增大到超过云中气流的顶托力时，便会降落下来。在中、高纬度，云内的“冰晶效应”起着主要作用。
   9. 9. 分析全球降水量时空分布的特征及其可能成因。
      1. ① 特征
         1. 1) 从全年降水量分布来看，赤道地区的热带辐合带中为稳定的多雨区；副热带高压控制区降水稀少，特别是大陆西岸，而大陆东岸降水量略多；极锋和季风盛行的地区降水量较大；北半球中高纬大陆东西岸多于大陆内部；极地区域降水量很少。
         2. 2) 从季节变化来看，中纬度东西岸季节差异明显，降水量变化相反；季节变化最大的地区主要位于东南亚、印度次大陆等季风区；季节变化较小的地区是欧洲中西部、挪威、美国东岸、马达加斯加岛、南美西南角和赤道附近。
      2. ② 可能成因
         1. 1) 大气环流：赤道地区盛行上升气流，易形成降水；副热带地区气流下沉，不易成云致雨；中纬度锋面系统亦可带来降水。气压带和风带的季节移动使得中纬度大陆西岸等地区年内降水差异加大。
         2. 2) 海陆分布：海陆热力性质差异形成季风环流，在大陆东岸打破了副热带高压的控制，带来降水。
         3. 3) 距海远近：向岸风从海洋带来湿润气流，增加了沿岸的降水量，而大陆内部水汽难以深入，降水较少。
         4. 4) 洋流：暖流增温增湿，而寒流降温减湿，使副热带大陆西岸降水较少。
   10. 10. 大气降水向土壤中的入渗分为哪两个阶段？不同下垫面条件和降雨条件对入渗有什么影响？
       1. ① 大气降水从地面进入土壤的过程称为入渗，入渗过程分为初渗和稳渗两个阶段。在初渗阶段，入渗的水分迅速下移，但在短时间内因雨水压实和微粒充填作用而急剧变小；在稳渗阶段，一定厚度的土壤水达到饱和，使入渗水分在重力作用下运动，形成终期入渗率。
       2. ② 影响因素
          1. 1) 土壤孔隙量越大，孔隙大小越大，入渗越多。
          2. 2) 地表植被覆盖度与类型不同，入渗情况不同。例如，林地入渗率大于草地，草地入渗率大于裸地。
          3. 3) 终期入渗率随着坡度的增大而减小，且其变化的敏感程度在林地比裸地和草地要大。
          4. 4) 降水强度一定时，当表层的土壤水分含量少时，初期的入渗率大，但地表过于干燥会减小初期入渗率；终期入渗率随降雨强度的增加而增加，直到达到入渗容量。
   11. 11. 土壤水主要有哪些形态？土壤有效含水量与土壤质地有什么关系，为什么？
       1. ① 土壤水主要有吸湿水、毛管水、重力水三种形态。 吸湿水存在于土壤颗粒表面的水膜，由于土粒吸持水分子的能力很强，植物一般无法利用，又称为植物无效水。毛管水是当膜状的吸湿水充满土壤毛细孔隙后，靠毛管力而保持的土壤水分。它可沿毛管移动，是植物可以吸收的有效水分。 重力水是经过长时间降水或灌溉之后，土壤孔隙达到饱和状态，这时存在于大孔隙中因重力作用而下移进入地下潜水层的水，属于过剩水。
       2. ② 植物的有效含水量为土壤田间持水量与植物萎蔫点的差值。土壤粒径越小，土壤毛管孔隙总量就越大，使吸湿水和毛管水的含量增加，萎蔫点和田间持水量随之增加，且田间持水量易于达到极值，因此，黏土的有效水量反而降低。相反，土壤粒径较大的沙土的有效水量也较低。土壤中植物有效含水量最高的是介于沙土和黏土之间的壤土。
   12. 12. 解释河流、水系和流域的基本概念，叙述径流形成的基本过程。
       1. ① 河流是指接纳地表和地下径流的天然泄水道。流入海洋的称为外流河，流入内陆湖泊或消失于沙漠之中的称为内流河。降落在地面的雨水，在沿着地形坡度汇合的过程中，逐渐由漫流、沟流、小溪、小河汇成江河，这样构成的脉络相通的河流系统称为水系。流域是指一条河流从一定的陆地范围内获得水量补给的集水区。两个相邻集水区之间的地势最高点所连成的曲线为两条河流或水系的分水线，一条河流或水系分水线以内的面积是其流域面积。
       2. ② 径流形成过程，是指从降水开始，直到水流从流域出口断面流走的整个物理过程。按照整个过程发展的特点，可以大致将其划分为产流和汇流两个阶段。
          1. 1) 产流阶段：降雨开始后，随着植物截留、填洼蓄水和表土储存的逐渐满足，当后续降雨强度超过入渗率时，超渗雨量形成坡面漫流，地面径流经过漫流而注入沟(河)槽。另外，不断下渗的雨水在表层土壤下的相对不透水层暂时停蓄，形成饱和含水层，从而产生沿坡侧向流动的壤中流，亦能到达沟(河)槽。如果雨水继续下渗到浅层地下水面并缓慢渗入河槽，则成为浅层地下径流。深层地下水可通过泉或其他形式补给河流，称为深层地下径流。因此，地面径流(包括壤中流)和地下径流是降雨量产生径流的部分。
          2. 2) 汇流阶段：一次降雨产生的地面径流，沿坡面漫流汇集到河网后，顺河槽向下游流动，最后全部流经流域出口断面，形成河网汇流。坡面漫流汇集注入河网后，使河网水量增加，水位上涨，流量增大。当洪水波全部通过出口断面时，河槽水位和流量恢复到原有稳定状态，一次降雨的径流形成过程即告结束。
   13. 13. 解释主要河川径流特征量的含义。
       1. 在河川径流状况的研究中，最常用的特征量包括流量Q，径流总量W，径流模数M，径流深度R，径流系数α等。
       2. ① 流量(Q)指单位时间内通过河流某一过水断面(A)的水流体积，单位是m3/s，平均流速为v，则 Q=Av。
       3. ② 径流总量(WT)指一定时段通过河流某一断面的总水量，单位为m3或10^8m3，平均流量为QT，则WT=QT\*T。
       4. ③ 径流模数(M)指单位流域面积上的平均流量，单位为m3·s-1·km2，流域面积为F，则M=Q/F。
       5. ④ 径流深度(R)指某一时段内断面上的径流总平均分布于其流域面积上的水层厚度，单位为mm，则R=W/1000F。
       6. ⑤ 径流系数(α)指同一流域面积、同一时段内径流深度(R)与降水量(P)的比值，即α=R/P。
   14. 14. 叙述河流水源补给的主要类型及其对河流水文特征的影响。
       1. ① 补给形式
          1. 1) 地表水补给水源：雨水、季节积雪融水、永久积雪和冰川融水、湖泊和沼泽水等
          2. 2) 地下水补给水源：松散层地下水和基岩地下水
          3. 3) 混合水源补给：由某种水源占优势的混合水源补给，因气候、季节和地域等的不同而异
       2. ② 影响
          1. 1) 雨水补给：较其他类型的补给过程迅速而集中，使河川径流的年内分配不均，年际变化大
          2. 2) 冰雪融水补给：汛期发生在温暖的夏季，枯水期出现在寒冷的冬季，径流的年内分配比雨水补给的河流平缓，年际变化小
          3. 3) 地下水补给：径流的年内分配均匀，年际变化小
   15. 15. 如何描述洪水过程？如何理解重现期的概念？
       1. ① 当流域内大量径流在短时间内汇入河网，造成河流断面流量激增，水位猛涨，河槽内的水量超过河网的正常宣泄能力时，即形成一次洪水过程。洪水大小的度量有洪水水位、洪水历时、洪峰流量、最大流速和最大比降等特征值。洪水从涨到落，其水位变化曲线显示一个两头低中间高形似山峰的过程，其极大值称为洪峰，此时的最大流量即洪峰流量，相应的最高水位为洪峰水位。最大流速和最大比降是洪峰的最大特征值。
       2. ② 重现期(T)可以描述洪水的大小及其出现频率，是某一水文特征量(如洪峰流量)在多少年内出现一次的统计值，即多少年可以一遇。在防洪工程设施如堤坝的建设中，常利用重现期的概念来衡量该工程设施的防洪标准。重现期是一个统计概念，它只能说明随机变量出现的可能性。
   16. 16. 什么叫枯水期？它与河流的水源补给有什么关系？
       1. 枯水期是指枯水经历的时段，通常是指月平均水量占全年比例较小的时期，通常可将月平均水量低于全年径流总量5%的时期定为枯水期。枯水期的起止日期和历时取决于河流的补给情况。主要由雨水补给的河流，在降雨较少的冬季，河川径流的大部分由地下径流补给，因此流量较小，出现一次枯水期。由雨、雪混合补给的河流，每年可能出现两次枯水期，一次在冬季，主要原因是降水量稀少，河水全靠流域蓄水补给；另一次在春末夏初，主要原因是积雪已全部融化，并由河网泄出，而雨季尚未来临。
   17. 17. 叙述地下水基本类型的分布及其运动特点。
       1. 地下水主要可以划分为3个基本类型，即饱气带水、潜水和承压水。
       2. ① 饱气带水是指埋藏于地表以下、潜水面以上的地下水，又可以分为非重力水和重力水两种。非重力水主要指吸湿水和毛管水，重力水主要指过路水和上层滞水。饱气带水主要来源于大气降水和地表水的入渗补给，水量不大，具有季节变化的特点。饱气带中的水以垂直运动为主，通过蒸发和渗透的方式进行消耗，其中上层滞水(包括壤中流)以侧向水平运动为主，并常以泉的方式流出地表。
       3. ② 潜水指埋藏于饱水带，处于第一个稳定隔水层上含水层中，具有自由水面的地下水，可以分为孔隙潜水、裂隙潜水和喀斯特潜水三类。潜水埋深较浅，又称为浅层地下水，其补给水源主要是大气降水、冰雪融水和地表水的入渗，补给区与分布区基本一致。潜水面的倾斜坡度通常与地形坡度一致，从而使水流在重力作用下沿着潜水面的倾斜方向从高水位处流向低水位处。潜水排泄的主要方式是泉和通过毛管上升作用的蒸发消耗。在靠近河流、湖泊和水库等地表水体的地区，潜水总是大致沿水平方向运动，向低洼处汇聚，成为地表径流的地下补给水源。
       4. ③ 承压水指埋藏于两个稳定隔水层之间含水层中，承受静水压力的地下水。承压水的埋藏深度一般大于潜水，又称深层地下水。当钻孔穿透上覆的隔水顶板时，由于静水压力的作用，孔中水位将会上升，直至上升水柱的重力与静水压力相平衡为止，该静止水位就是承压水位。承压水位超出地面高程时，承压水可以自流喷出地面，称为自流水；承压水位低于地面高程时，称为非自流水。承压水补给区处于构造边缘地势较高的地表部位，它直接受到大气降水和地表水体的补给，地下水具有潜水的性质，其动态变化受气象和水文因素的影响。承压区是含水层被上覆隔水层所遮盖的地段，该区的特点是承受静水压力。排泄区常处于构造边缘地势较低的地段或断裂构造的错动带，由于那里的含水层被河流侵蚀或被断裂破坏，因此，承压水往往以上升泉的形式出露地表或直接向河流排泄补给地表水。承压水的分布区与补给区通常不一致。
   18. 18. 简述整个水圈的水循环过程，水循环包括哪几种主要类型？
       1. ① 过程：在太阳辐射能和地球重力的驱动下，水从海陆表面蒸发，上升到大气中形成水汽，水汽随着大气的运动而转移，在一定的热力条件下发生凝结，并以降水的形式降落到陆地表面和海洋表面。一部分降水在地表被植物截留或被表土储存，并由植物和土壤表面蒸发到大气中，另一部分降水到达地面形成地面径流和入渗水流，渗入土壤的水以表层壤中流和地下水径流的形式汇合地面径流进入河道，形成河川径流。储存于地下的水，一部分上升至地表蒸发，一部分向深层渗透，在一定的地质构造条件下以泉水的形式派出。地表水和返回地表的地下水最终流入海洋或蒸发到大气中去。
       2. ② 类型：水循环主要包括水分大循环、海洋小循环、陆地小循环三种类型。全球性海陆间的水循环称为水分大循环，在水分大循环中，从海洋蒸发的水分被气流带到陆地上空，凝结形成降水落到地面，经过下渗、产流、汇流等过程再返回海洋。水分大循环是由各个海洋和陆地区域的小循环所组成的，水分在海洋及其上空大气之间的循环称为海洋小循环，水分在陆地及其上空大气之间的循环称为陆地小循环。
   19. 19. 解释水的更新周期和更新次数的概念。地球上主要水体的更新周期有哪些特点？
       1. ① 水的更新周期(d)衡量在水循环过程中，不同储存库中的水的更新速率，单位为日或年。d=S/△S，S为水体的储水量(m3或km3)，△S为该水体参与水分循环的变化量(m3/T或km3/T，T以日或年计)。在T时间内的更新次数(N)为d的倒数，即N=1/d。
       2. ② 地球上主要水体更新周期的计算结果显示，生物水、大气水和河流的更新周期最短，从数小时到十几天，土壤水的更新周期为1年，它们是水循环中最为活跃的组分。与河流、沼泽和湖泊相比，深层地下水的更新周期很长，达1400年。永冻层中的 冰是水体中更新周期最长的，达10000年；其次为极地冰川和雪盖，更新周期为9700年；海洋和高山冰川的更新周期也很长，分别为2987年和1600年。整个水圈平均的更新周期约为2800年。
   20. 20. 一般水量平衡方程的物理含义是什么？写出全球、陆地、海洋以及大气、流域、土壤、地下水系统的水量平衡方程。
       1. 水量平衡指在一定的时域空间内，水分在循环、转化过程中，其数量遵循质量守恒定律，即对于一个具有空间边界的系统来说，输入系统的水量I(t)减去输出系统的水量O(t)应等于系统中的储水变化量dS/dt，即I(t)-O(t)=dS/dt，其简化形式为I-O=±△S。根据这个通式，可以写出不同空间尺度和不同空间层次的水量平衡方程。
       2. ① 全球多年平均水量平衡方程：Pc+Po=Ec+Eo。Pc为大陆的降水量，Po为海洋的降水量，Ec为大陆的总蒸发量，Eo为海洋的总蒸发量。就多年平均而言，△S→0。
       3. ② 全球陆地多年平均水量平衡方程：Pc=Ec+R。Pc为大陆的降水量，Ec为大陆的总蒸发量，R为径流量。
       4. ③ 全球海洋多年平均水量平衡方程：Po=Eo-R。Po为海洋的降水量，Eo为海洋的总蒸发量，R为径流量。
       5. ④ 大气系统：Ai-Ao+ET-P=±△A。Ai、Ao分别为大气层中除陆面蒸发和大气降水以外的其他收入水量和支出水量；P、ET分别为大气降水量和陆面总蒸发量(蒸发量与蒸腾量之和)；△A为大气系统中的蓄水量。
       6. ⑤ 流域系统：P-R-ET=±△S。P、R、ET分别为大气降水量、径流量和总蒸发量；△S为流域的蓄水量。
       7. ⑥ 土壤系统：P+Cm-R+Si-So-ET=±△S。P为大气降水量；Cm为土壤孔隙中的凝结水量；R为从土壤表层径流出去的水量；ET为总蒸发量；Si为地下水通过毛管上升进入土壤层和以壤中流形式进入土壤层的水量；So为土壤水分向下渗入地下水和以壤中流形式流出土壤层的水量；△S为土壤层中的蓄水量。
       8. ⑦ 地下水系统：aP+qi-qo-Fo=±△So。a为地下水的降水入渗补给系数；Fo为地下水上升经土壤到地面后的蒸发量；qi、qo分别为地下流入水量和流出水量；△So为地下水的蓄水量。
   21. 21. 叙述各纬度带和南、北半球年平均降水量、蒸发量、径流量的分布特征及其可能原因。
       1. ① 半球尺度的差异
          1. 1) 南、北半球的年平均降水量相差无几，但年平均蒸发量却差别很大。
          2. 2) 北半球有正的水分收支(P>E)，南半球有负的水分收支(P<E)。
          3. 3) 北半球向南半球有液态水流入，南半球向北半球有等量的水汽流入。
          4. 4) 对于全球而言，在长时期内，总蒸发量等于总降水量，水量处于平衡状态
       2. ② 纬度带尺度的差异
          1. 1) 赤道和中、高纬度地区降水量大于蒸发量。
          2. 2) 副热带地区降水量小于蒸发量，蒸发比明显大于1，说明这一地区的干旱程度严重。
          3. 3) 降水盈余或不足通过水分的经向辐合或辐散来平衡。
       3. ③ 可能原因
          1. 1) 太阳辐射：地面净辐射具有随纬度的增加而减少的分布特征，使得气温大体从赤道向两级递减。
          2. 1) 大气环流：赤道地区盛行上升气流，易形成降水；副热带地区气流下沉，不易成云致雨；中纬度锋面系统亦可带来降水。
          3. 2) 海陆分布：南半球海洋面积大于北半球，使南半球蒸发量相对较大，水汽输送到北半球。
          4. 3) 距海远近：向岸风从海洋带来湿润气流，增加了沿岸的降水量，而大陆内部水汽难以深入，降水较少。
          5. 4) 洋流：暖流增温增湿，而寒流降温减湿，使副热带大陆西岸降水较少。
6. 第六章 全球气候与气候变化
   1. 1. 什么叫气候？天气和气候有什么不同？
      1. 气候是指一个地方长时间尺度的大气过程和大气众多状态的一个统计集合。它不仅包括气候的平均状况，还包括气候的变化状况和极端状况。相比之下，天气是指某个地点在某一时刻或一个短时间内的大气状况。
      2. ① 天气瞬息多变，具有不稳定性，而气候在一定时段里具有相对稳定性。天气在更大程度上由初始条件决定，而气候则更多由边界条件决定。
      3. ② 气候的范畴远比天气的概念复杂。天气通常指对流层的大气物理状况，并不包括高层大气，而气候学的研究往往涉及整个大气圈。
   2. 2. 太阳辐射、大气环流和地表环境对气候形成与变化有什么影响？
      1. 全球气候形成和发生变化的主要因素是太阳辐射、大气环流和地表环境。这3种因素的叠加影响和相互作用，便形成了地球上千差万别的气候类型。
      2. ① 太阳辐射是大气运动和大气中一切物理过程的基本能源，不同地区的气候差异和气候季节更替主要是太阳辐射在地球表面分布不均及其随时间变化的结果。
      3. ② 大气环流通过输送热量和水分，调节高、低纬和海、陆之间气温、降水量与蒸发量的分布。
      4. ③ 地表环境因素包括地理纬度、海陆分布、地形、地表组成、洋流、河湖水体和冰雪覆盖等。一个地方的纬度直接与那里接受的太阳辐射量相关联，因此可以按纬度将地球上的气候大致划分为热带、亚热带、温带、亚寒带和寒带。其他地表环境因素的影响使各地的气候呈现更为复杂的分异状况，使上述气候的纬向地带性分布受到一定的扭曲。例如，海陆差异产生了海洋性气候与大陆性气候的差异。冷、暖洋流的影响形成大陆东、西岸显著不同的气候类型。地形如海拔、坡向、坡度的影响则更带有地域特色，形成气候的垂直地带性分布。
   3. 3. 简述柯本气候分类系统中气候带和气候型的划分依据及其空间分布特征。
      1. 柯本气候分类是一种经验分类法，它以气温和降水量两个气候要素为依据，并参照自然植被的分布状况确定气候类型，把全球分为6个气候带和12个气候型。
      2. ① A 热带多雨气候带
         1. 气候指标
            1. 最冷月平均气温≥18℃
            2. 年降水量>年潜在蒸散发量
         2. 分型
            1. 气候指标：降水量的季节分配
            2. 热带雨林气候型Af：各月降水量≥60mm，出现于赤道两侧南北纬5°-10°之间，如非洲刚果河流域、南美洲亚马逊河流域以及亚洲的印度尼西亚等
            3. 热带季风气候型Am：最干月降水量<60mm，热带辐合带控制6-12个月，出现于纬度10°到回归线附近的大陆东岸，如我国台湾南部、雷州半岛和海南岛、亚洲中南半岛、印度半岛大部分地区、菲律宾群岛和澳大利亚北部沿海地带。
            4. 热带稀树草原气候型Aw：最干月降水量<60mm，热带辐合带控制<6个月，出现于Af外围，主要分布于中南美和非洲5°-15°纬度带内。
      3. ② B 干旱和半干旱气候带
         1. 气候指标：年降水量<年潜在蒸散发量，气温无限制
         2. 分型
            1. 气候指标：干旱程度
            2. 草原气候型Bs：降水量>蒸散发量的一半，主要分布于欧亚大陆和北美大陆的温带地区，南美大陆的亚热带地区，常呈马蹄形环绕Bw。
            3. 沙漠气候类型Bw：降水量<蒸散发量的一半，低纬度沙漠分布在南北回归线附近的副热带高压区内，如非洲北部的撒哈拉沙漠，亚洲西南部的阿拉伯沙漠，澳大利亚中部的大沙漠等；中纬度沙漠分布在温带大陆内部，如我国的新疆和内蒙古一带及北美大陆西南部的沙漠等。
      4. ③ C 温暖气候带
         1. 气候指标
            1. 最冷月均温0-18℃，最热月均温>10℃
            2. 年降水量>年潜在蒸散发量
         2. 分型
            1. 气候指标：降水量的季节分配
            2. 夏干温暖气候型Cs：冬季最湿月降水量至少为夏季最干月降水量的3倍，又叫地中海式气候。出现于南北纬30°-40°之间的大陆西岸，如地中海沿岸、加利福尼亚沿岸、智利中部沿岸、非洲和澳大利亚南端。
            3. 冬干温暖气候型Cw：夏季最湿月降水量至少为冬季最干月降水量的10倍，出现于亚热带大陆东岸，纬度25°-35°间，如我国秦岭—淮河以南、Am区以北地区，日本和朝鲜半岛南部。
            4. 常湿温暖气候型Cf：全年降水量较均匀，出现在南北纬40°-60°之间的温带大陆西岸。
      5. ④ D 冷温气候带
         1. 气候指标
            1. 最冷月均温<0℃，最热月均温>10℃
            2. 年降水量>年潜在蒸散发量
         2. 分型
            1. 气候指标：降水量的季节分配
            2. Dw冬干冷温气候型：夏季为主要的降水时期，主要分布在35°-55°N的亚欧大陆东岸，包括中国东北、华北，朝鲜半岛大部、日本北部及俄罗斯远东地区。
            3. Df常湿冷温气候型：全年降水量分配较均匀，主要分布在亚欧大陆Cf区东侧和北美洲大陆100°W以东40-60°N之间的地区。
      6. ⑤ E 极地气候带
         1. 气候指标
            1. 最热月均温<10℃
            2. 年降水量>年潜在蒸散发量
         2. 分型
            1. 气候指标：最热月平均气温的差异
            2. ET苔原气候型：最热月均温0-10℃之间，出现在亚欧大陆和北美洲大陆北部边缘、格陵兰沿海地带和北冰洋中的若干岛屿上。
            3. EF冰原气候型：最热月均温在0℃以下，出现在格陵兰、南极大陆冰冻高原及北半球中靠近北极的若干岛屿上。
      7. ⑥ H 高地气候带
         1. 气温比同纬度的低地要低；潜在蒸散发量小，降水的有效性高；主要分布在55°S-70°N之间的大陆高山高原地区，在北半球中纬度地区分布较广，南半球主要分布于安第斯山地。
   4. 4. 什么叫气候系统？气候系统概念的提出具有什么科学意义？
      1. ① 气候系统是以大气为中心，由大气圈、水圈、冰雪圈、岩石圈和生物圈5个要素相互联系形成的整体。候的形成和变化是在气候系统各要素相互作用下的整体行为。
      2. ② 气候系统概念的提出，使得人类对气候的认识产生了3个方面的显著变化，即在认识气候特征方面，从相对静态的考察转变为动态的考察；在解释气候变化原因方面，从要素分析转变为系统综合；在预测气候变化方面，从考虑初始条件转变为考虑边界条件。
   5. 5. 气候变化主要有哪几种时间尺度？近90万年来的气候变化呈现出哪些特征？
      1. ① 按照时间尺度，可以将气候变化大致分为6种类型，即短期气候变化的时间尺度为月或季，又可称为年内变化；中期气候变化的时间尺度为几年，又可称为年际变化；长期气候变化的时间尺度为十几年至几十年，又可称为年代和年代际变化；超长期气候变化的时间尺度为几百年，又可称为世纪际变化；历史时期气候变化的时间尺度为千年；地质时期气候变化的时间尺度为万年或更长。
      2. ② 特征
         1. 1) 相对稳定性：气候虽然是不断变化的，但总是趋向于一种近似钟摆的运动。
         2. 2) 时空耦合性：一个地区较长时间尺度的气候变化通常也代表较大范围的气候变化。
         3. 3) 周期性与非周期性：不同时间尺度的气候冷暖交替和循环变化，具有周期性，但在周期变化的大背景中，每次冷、暖期持续的长度和变化的幅度都是不一样的，因此气候变化的非周期性也是客观存在且十分明显的。由于气候变化的随机性，使实际气候变化的周期性变得不够严格，甚至出现紊乱。
         4. 4) 持续性与突变性：持续性指维持一段时间的气候相对稳定状态，属于渐变过程；突变性指在较短时间内，气候从一种状态发展到另一种状态，如间冰期到冰期。
         5. 5) 具体特征：每隔10万年左右出现一次气候振动，称为亚冰期和亚间冰期，温度变幅约为10℃；两次亚冰期之间温度仍有振动，但不规则，每次振动大约为1万-2万年，温度变幅为3-5℃；最后一次亚冰期出现在15000年前，此后温度显著回升，至6000年前温度回升到一个峰值，随后温度又缓慢下降，中间有3次明显的冷期，最近一次冷期出现在15-18世纪；最近一次暖期的峰值出现在1940年前后，此后到1960年温度趋于下降。
   6. 6. 简述近百年来全球年平均温度的变化趋势及其成因。
      1. ① 趋势
         1. 1) 1861-2000年全球逐年平均温度相对于1951-1980年平均值的距平年均温升高了0.3-0.6℃，但增温趋势不均匀。
         2. 2) 全球温度增暖主要出现在1910-1945年和1976年以后，而1861-1910年期间增温不明显，1945-1975年期间有微弱降温的趋势。
         3. 3) 陆地增暖幅度大于海洋的增暖幅度。
         4. 4) 总体升温，局部地区和时段降温。高纬升温幅度大于低纬，冬季增温幅度大于春夏秋季。
      2. ② 成因
         1. 1) 自然原因，全球冷暖变化具有周期性振荡，它主要受到自然过程如太阳活动、火山活动等的影响。
         2. 2) 人为原因，温度趋势性上升受人类活动影响较大，特别是20世纪以来，人类通过燃烧化石燃料和砍伐森林所造成的大气温室效应加剧的影响。
7. 第七章 固体地球的物质循环
   1. 1. 什么是地震波？为什么地震波传播方向和速度的数据可以作为地球内圈划分的依据？
      1. ① 地震波指因地震产生的波动。地震波从震源以弹性波的形式向四面八方传播，在地球内传播的称为体波，到达地表后，沿地面传播的称为面波，体波又分为纵波和横波两种。纵波(P波)的振动方向与波的传播方向一致，在固体和液体中都能传播，速度较快；横波(S波)振动方向与波的传播方向垂直，在液体中不能传播，速度较慢。
      2. ② 纵波和横波在物理性质不同的物体中传播时，速度也相应地发生变化。根据自然和人造地震的反射波和折射波计算其传播方向、深度和速度，可以推测地球深部物质组成和物理性质。地震波速度变化明显的深度，指示该深度上下物质的成分和物态有改变，这个深度就可以作为上下两种物质的分界面，称为不连续面，成为地球内圈划分的依据。地球内部存在两个波速变化最为明显的界面。莫霍面使波速急剧加快，下层纵波传播速度大于上层纵波传播速度，成为地壳与地幔的分界线；古登堡面使纵波速度显著回落，横波消失，成为地幔和地核的分界线。
   2. 2. 地球内圈分为哪几层？简述各层在结构、物理性质、化学成分等方面的主要特征。
      1. 地球内圈分为地壳、地幔、地核三层。
      2. ① 地壳是固体地球最外的一层，由固体岩石组成，下界为莫霍面，平均厚度为16km。地壳可以分为沉积层、硅铝层和硅镁层。沉积层受外力地质作用而形成；硅铝层成分为氧、硅、铝等，酸性岩为主，如花岗岩、片麻岩，构成了大陆地壳；硅镁层成分为氧、硅、铝、铁和镁，基性岩为主，如玄武岩，构成了大陆和大洋地壳。
      3. ② 地幔介于莫霍面和古登堡面之间，横向变化较均匀，可分为上、下两层。上地幔从莫霍面至670km处，主要成分为MgO、FeO和SiO2，超基性岩，如橄榄岩为主要岩石；下地幔在670-2900km深度范围内，主要成分同上地幔，铁的含量略有增加。软流圈是上地幔上部的地震波低速带，为液态区，物质塑性较大，可能是岩浆的发源地。岩石圈位于软流圈之上，包括具有刚性的固体地壳和上地幔部分，包括沉积层、花岗质层、玄武质层和超基性层。
      4. ③ 地核从古登堡面到地心，根据地震波速的变化可分为两层。外核为古登堡面至5150km处，温度为2700-3000℃，主要成分为液态的铁和镍；内核为5150km处至地心，温度可达6650℃，压力很大，主要成分为固态铁。
   3. 3. 地球表面海陆分布有什么特点？简述陆地和海底地貌的主要类型及其特征。
      1. ① 地球表面的总面积约5.1\*10^8km2，以大地水准面为基准，陆地占29.2%，海洋占70.8%。地球上的海洋相互连通，而陆地相互分离并由海洋包围。地表的海陆分布也极不均衡，北半球陆地占全球陆地总面积的67.5%，南半球陆地占全球陆地总面积的32.5%。地球上的海洋，不仅面积超过陆地，而且深度也超过陆地的高度。深度大于3000m的海洋占75%，而高度不足1000m的陆地占71%。
      2. ② 按照地表高程和起伏特征，陆地地貌可分为山地、丘陵、平原、高原、盆地和洼地等类型。
         1. 1) 山地由山岭和山谷组成，具有较大的绝对高度和相对高度，切割深且切割密度大，通常位于构造运动和外力剥蚀作用活跃的地区，地质构造复杂。
         2. 2) 丘陵为高低起伏、坡度较缓、切割破碎的低矮山丘，相对高度小于200m。
         3. 3) 平原为海拔高度较小，地表起伏微缓的广阔平地，绝对高度小于200m，按成因可分为堆积平原、侵蚀平原和侵蚀—堆积平原等。
         4. 4) 高原为海拔高度在500m以上、面积较大、顶面起伏较小、外围较陡的高地。
         5. 5) 盆地是周围山岭环绕、中间低平的盆状地貌。大盆地周围的山岭大都由褶皱和断裂抬升作用造成，内部低地为比较稳定或下陷的地块，地貌为平原或丘陵。按成因可分为构造盆地、风蚀盆地和溶蚀盆地等。
         6. 6) 洼地是地表局部低洼的地方，一般地下水位高，排水不良，中部往往积水成湖或沼泽。
      3. ③ 根据海底地貌的基本特征，可分为海岸带、大陆架和大陆坡、大陆基、海沟与岛弧、洋脊和洋隆、大洋盆地5个单元。
         1. 1) 海岸带为海陆交互作用的地带，其地貌形态是在波浪、潮汐、海流等作用下形成包括，分为海岸、海滩、水下岸坡三部分。
         2. 2) 大陆架是与陆地连接的浅海平台，其范围从平均低潮位起以极其平缓的坡度向海延伸到坡度突然增大的地段为止。现代大陆架是陆地和海洋各种营力交替作用的地带，常有油气资源分布。大陆坡是大陆架外缘坡度变陡的部分，表面崎岖不平，发育有海底峡谷和深海平坦面等次一级地貌形态。大陆边缘这部分地壳由硅铝层和硅镁层组成，是大陆地壳的水下延伸部分。
         3. 3) 大陆基为介于大陆坡末端与洋盆之间的缓坡地带，位于水深2000-5000m处，表面坡度平缓，沉积物厚度巨大，富含有机质，主要分布在印度洋和大西洋。延伸距离很长、呈弧形的火山列岛为岛弧；岛弧靠大样一侧常发育有长条状巨型深凹槽为海沟，绝大部分分布在太平洋。岛弧和海沟是地壳表面最活跃的地带，时常发生强烈的火山活动和地震。大陆基、岛弧和海沟是大陆边缘和大洋盆地之间的过渡带。
         4. 4) 洋脊是线状延伸的海底山脉，其顶部中央有明显的大裂缝，称为中央裂谷。各大洋中的洋脊首尾相连，贯通一体，是海底扩张和海洋岩石圈增生的场所，以及全球的火山与地震活动带。洋隆是没有明显的中央裂谷的洋脊。
         5. 5) 洋盆位于洋脊与海沟或大陆基之间广阔而且比较平坦的洋底部分，约占世界海洋面积的1/2，平均深度4-6km。把大洋盆地分割开的正向地形主要是海岭和海底高原，其他地形包括海山、海丘和相对平坦的深海平原。
   4. 4. 什么是地壳均衡原理？如何解释地壳厚度与地势高低的关系和地表负重与释重情况下地壳厚度的变化？
      1. ① 地壳均衡原理是指在密度较小的地壳“漂浮”在密度较大的软流圈之上，在陆地高原和山地区域，一方面具有地面以上较高的高度，另一方面其下部浸在地幔中的部分也较深，因此，地壳相对较厚；而在平原和盆地区域，其地面以上的高度较低，漫在地幔中的部分也较浅，地壳就相对较薄; 洋盆是地壳最薄的区域。由于整个地壳处于一种均衡补偿的状态中，因而会发生缓慢的上升与下沉运动。
      2. ② 地上部分高度越大，浸在软流圈中的部分越深，地壳越厚；反之，地壳越薄。在地表因冰川、沉积物、高原和山体等的存在而负重的情况下，地壳的下界趋于“下沉”进人软流圈中; 在地表因冰川融化、高原和山体遭受风化、剥蚀等而释重的情况下，地壳的下界则趋于回复“上升”。地壳均衡现象的一个显著例子是欧洲波罗的海沿岸和北美洲哈德孙湾第四纪以来由于冰川消失，因负荷减轻而上升了约300 m。
   5. 5. 什么叫内力地质作用？简述主要内力地质作用过程。
      1. 内力地质作用是指在地球内部放射性元素衰变的能量驱动下，引起的岩石圈物质组成、内部结构和地表形态发生变化的作用，主要包括构造运动、地震作用、岩浆作用和变质作用。
      2. ① 构造作用是使岩石圈发生变形、变位以及大洋底部增生与消亡的地质作用。构造作用包括水平运动和垂直运动。水平运动表现为水平挤压、拉张和剪切，从而形成巨大的褶皱山系和断裂构造如地堑、裂谷等。垂直运动表现为大面积的上升和下降运动，从而形成大型的隆起和拗陷，造成海陆变迁和地势高低起伏，并产生海侵和海退现象。
      3. ② 地震作用是由地震引起的岩石圈物质组成、结构和地表形态发生变化的地质作用。大多数地震属于构造地震，它是由岩石圈变形并在构造比较脆弱处发生破裂造成的。地震释放出巨大的能量，产生地貌形态的一系列变化。如地面隆起与塌陷、岩石崩塌和大块岩体滑动等。
      4. ③ 岩浆作用是岩浆在形成、运移和冷凝过程中自身的变化及其对周围岩石和地貌产生影响的地质作用，包括侵入作用和喷出作用两种。处于高压状态下的岩浆，在上升过程中主要以巨大的压力沿围岩层面或断裂等薄弱部分挤入而占据一定空间，经冷却凝固成各种产状的侵入体，包括浅成侵入体和深成侵入体。浅成侵入体有岩盘、岩床、岩墙等；深成侵入体有岩基和岩株等。喷出作用指灼热的熔浆喷出地表，同时有大量火山气体和火山尘埃与碎屑逸出。中心式喷出形成火山锥等地貌，裂隙式喷出形成熔岩被等地貌。
      5. ④ 变质作用是指在地表以下的地质环境中，固态岩石发生结构、构造或物质成分变化并形成新岩石的地质过程。在温度升高、压力增大和化学活动性流体存在的情况下，重结晶现象和变质矿物出现，岩石发生变质，包括接触变质、碎裂变质和区域变质。 接触变质是在岩浆与围岩的接触部位上，由岩浆散发的热量和流体引起的变质作用，形成大理岩等；碎裂变质是在构造运动定向压力下，使岩石发生变质的作用，形成断层角砾层和糜棱岩；区域变质是在大范围内发生的、与强烈构造运动密切联系的变质作用，其产物具有明显的片理构造。
   6. 6. 举例说明内力地质作用与构造地貌形成的关系。
      1. 构造地貌是由内力地质作用形成的地貌，可以划分为星体地貌、大地构造地貌和地质构造地貌三个等级。星体地貌如大陆和海洋；大地构造地貌如陆地上的山系、平原，海洋中的洋盆、洋脊；地质构造地貌是由于不同地质构造和不同岩层的差别抗蚀力而表现出来的地貌，包括以下几种类型：
      2. ① 水平岩层构造地貌主要发育在由软硬相间的不同岩性组成的水平岩层地区。顶部是硬岩的水平岩层经外力切割后，就会形成方山和桌状台地。丹霞地貌亦是水平岩层构造地貌。
      3. ② 单斜构造地貌出现在大的构造盆地边缘或舒缓的背斜和向斜构造翼上，若这一构造由软硬岩层交互组成，经侵蚀、剥夺后，就会形成单面山和猪背脊等地貌。
      4. ③ 褶曲构造地貌包括背斜山、向斜谷和向斜谷、背斜山等地貌形态。背斜山和向斜谷与构造形迹一致，称为顺地形；向斜山和背斜谷受到外力作用而与构造形态不一致，称为逆地形。
      5. ④ 断层构造地貌包括断块山、断层崖、断层三角面、断层谷等。因断块活动隆起而成的山称为断块山，其山边线平直，山坡陡峻成崖，称为断层崖。断层三角面和断裂谷受到沟谷和河流的侵蚀而形成。
      6. ⑤ 岩浆岩构造地貌通常分为侵入岩体地貌和火山与熔岩地貌两类。岩浆侵入后，侵入体在构造抬升的作用下被剥露出地表，并在外力地质作用下形成独特的地貌形态，如火山锥、岩株。熔岩台地是岩浆沿裂隙或火山口溢出地面而形成的。
   7. 7. 什么叫外力地质作用？为什么说风化作用是一切外力地质作用和地貌过程的先导？
      1. ① 外力地质作用是指在太阳能量和重力的驱动下，由空气、水体、生物等地质营力导致的地表物质成分、结构和地貌形态变化的作用，包括风化作用、负荷地质作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用和成岩作用。
      2. ② 风化作用指地表的岩石和矿物在原地发生物理性状和化学成分的变化，从而形成松散堆积物的过程。岩石圈表层经风化后的残积物在地面上构成的一层外壳称为风化壳。风化作用为进一步的剥蚀和搬运作用提供了原料，因此是一切外力地质作用和地貌过程的先导，并为土壤的形成奠定了物质基础。
   8. 8. 简述主要外力地质作用过程及相应地貌形态的形成。
      1. 外力地质作用是指在太阳能量和重力的驱动下，由空气、水体、生物等地质营力导致的地表物质成分、结构和地貌形态变化的作用，包括风化作用、负荷地质作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用和成岩作用。
      2. ① 风化作用指地表的岩石和矿物在原地发生物理性状和化学成分的变化，形成松散堆积物的过程。它是一切外力地质作用和地貌过程的先导，包括物理风化、化学风化和生物风化。
         1. 1) 物理风化作用引起岩石和矿物破碎，主要过程为热胀冷缩、冻结与融化等，从而产生裂缝和片状剥离。
         2. 2) 化学风化作用引起岩石成分和化学性质发生变化，主要过程为溶解、水化、水解、碳酸化和氧化等，从而破坏原生的岩石和矿物，产生次生黏土矿物如高岭土等。
         3. 3) 生物风化为生物对岩石和矿物产生的破坏作用，主要为机械的或化学的作用，表现为植物根对岩石的劈裂作用，各种有机酸溶液对岩石的腐蚀作用等。
      3. ② 负荷地质作用指地表经风化作用产生的松散堆积物和岩块在重力为主的作用下，沿斜坡向下的运动过程，包括崩落作用、潜移作用、滑动作用和流动作用。
         1. 1) 崩落作用指岩块与基岩脱离、崩落、沿山坡滚滑，最终在坡脚堆积的过程，形成倒石堆、陡崖等地貌。
         2. 2) 潜移作用是地表松散堆积物或岩层长期缓慢地向坡下移动的过程。
         3. 3) 滑动作用指陆地及水下斜坡上的岩体或松散堆积物沿滑动面整体向下滑移的过程，如滑坡现象。
         4. 4) 流动作用指大量积聚的泥沙、岩屑和石块等，在水分充分浸润饱和的情况下，沿着斜坡和谷地的流动过程，如泥石流现象。
      4. ③ 地面流水的地质作用指地面液态水沿最大倾斜方向流动过程中对地面物质的侵蚀、搬运和堆积的作用，可分为暂时性流水作用和经常性流水作用。
         1. 1) 暂时性流水作用包括片流和洪流，它们对坡面进行面状和沟状侵蚀、搬运松散物质并堆积在山坡上，形成冲沟、溶沟石芽、坡积裙、洪积扇等地貌。
         2. 2) 经常性流水作用主要有河流下蚀、侧蚀、搬运和沉积作用，形成高山峡谷、峰林和峰丛、河漫滩和阶地、冲积平原和三角洲等地貌。
      5. ④ 地下水的地质作用指地下水对岩石的机械与化学潜蚀作用、搬运作用和沉积作用
         1. 1) 化学潜蚀指对可溶性岩石的潜蚀，形成溶洞。
         2. 2) 溶解搬运指以溶解方式将溶蚀物质搬离原地。
         3. 3) 化学沉积指因溶洞内水中的Ca(HCO3)2过饱和，CaCO3围绕水滴出口沉淀并逸出CO2，形成石钟乳、石笋、石柱、石幔等洞穴沉积。
      6. ⑤ 冰川的地质作用指其在流动过程中破坏冰床岩石，并将破坏的产物携带至较低海拔处堆积的作用，包括刨蚀、搬运和堆积。
         1. 1) 刨蚀作用是指冰川对冰床基岩的机械性破坏，包括拔蚀、锉蚀，形成冰斗、角峰、刃脊、U型谷、悬谷、冰蚀湖等地貌。
         2. 2) 搬运作用包括推运和载运，推运指冰川前端以巨大的推力将地面上的岩屑和岩块向前推进，载运指夹杂在冰层内部和浮在冰面上的岩屑和岩块随冰川一起运动。
         3. 3) 堆积作用指因冰川消融或冰川运力不足而产生部分冰运物的中途停积，形成冰碛的作用，包括终碛、底碛和侧碛，形成终碛垅、鼓丘、蛇形丘、冰水沉积平原等地貌。
      7. ⑥ 海洋的地质作用指海水以永无休止的运动和通过各种化学与生物作用对地表所进行的改造作用，包括海蚀、海水搬运、海水沉积。
         1. 1) 海蚀作用指海水对海岸和海底的破坏，形成海蚀穴、海蚀崖、海蚀台、海蚀阶地、海蚀拱桥、海蚀柱等地貌。
         2. 2) 海水搬运作用包括横向和纵向搬运，横向搬运使碎屑被推向海滩或移向海里。纵向搬运产生沿岸流，推动碎屑作沿岸位移。
         3. 3) 海水沉积作用在滨海带表现为海滩、潮坪、沙坝、沙嘴、陆连岛、潟湖等地貌，在浅海带有碎屑沉积、化学沉积和生物沉积，形成珊瑚礁等；在深海带有胶状软泥和锰结核沉积。
      8. ⑦ 风的地质作用指风与陆面之间的面状摩擦所产生的的对地表物质的侵蚀、搬运和堆积作用。
         1. 1) 风的侵蚀作用包括吹蚀和磨蚀，形成风蚀柱、风蚀穴、蜂窝石、风蚀蘑菇、风蚀城堡、戈壁等地貌。
         2. 2) 风的搬运作用中搬运量巨大，例如黄土高原的风成黄土来源于中亚和蒙古，以及沙丘的移动等。
         3. 3) 风的堆积作用指风在长途吹送或遇到障碍物使风力减弱，风运物质停积形成风积物的过程。推运物和跃运物的停积形成新月形沙丘、纵向沙垄、星状沙丘等地貌。悬浮物的沉积形成了风成黄土。
   9. 9. 为什么说地貌的发生和发展是内外力地质作用共同塑造的结果？举例说明之。
      1. ① 地貌的发生和发展是在内外力地质作用共同塑造的结果。内力地质作用建造地表的起伏形态，外力地质作用则对地表的起伏形态进行塑造加工，不断将其夷平。地球内能、太阳能、重力等因素共同驱动了地质循环与地貌的发生发展。
      2. ② 以喀斯特地貌的形成与发育为例，在内力地质作用下，地壳上升后若长期稳定，石灰岩致密、层厚且产状平缓，将首先发育石芽、溶沟、漏斗和落水洞，继而形成独立洞穴系统，地下水位高低不一。随后独立溶洞逐渐合并为统一系统，地下水位亦趋一致。地下水位之上出现干溶洞、地下水位附近发育地下河，地面成为缺水的蜂窝状。再后地面蚀低,浅溶洞与地下河因崩塌而露出地表，地下河陆续转变为地面河，破碎的地面出现溶蚀洼地与峰林。最后，喀斯特盆地不断蚀低、扩大，地面广布蚀余堆积物，形态接近准平原，但仍然残存孤峰。最后，在又一次地壳运动后，准平原再度被抬升，地貌又进入一个新的侵蚀旋回。
   10. 10. 什么叫地质循环？它包括哪几个次级循环？
       1. 地质循环是指固体地球表层与大气圈、水圈之间建造与破坏的相互作用构成的循环，由地球内能和太阳能共同驱动，并受到重力的影响。地质循环包括水循环、岩石循环和构造循环。
       2. ① 水循环是水在水圈、大气圈和岩石圈之间的运动，水体和空气对地表岩石、土壤进行侵蚀、搬运和堆积作用，并塑造地表的形态。
       3. ② 岩石循环是岩浆过程、变质过程和沉积过程相互联系组成的循环。它是在全球构造运动的背景下，地球上岩浆岩、沉积岩和变质岩之间的相互转化的过程，并为外力作用提供物质基础。
       4. ③ 构造循环是在板块构造运动的推动下大洋与大陆的形成、演化和消亡过程，并构成了内外力地质作用的总背景。
   11. 11. 简述岩石循环的过程。
       1. 地壳中的岩浆岩、沉积岩和变质岩在地质循环中相互转化并更新，构成岩石循环。
       2. ① 地球内部呈熔融状态的岩浆物质较周围未熔融的岩石要轻，因而具有沿构造薄弱的特定通道朝地表向上的运动趋势。一部分岩浆停留在地表以下，冷凝而形成侵入岩，其后，可以因构造抬升作用而露出地表；另一部分岩浆穿过脆性的岩石圈并喷出地表，冷凝而形成侵入岩。
       3. ② 岩浆岩一旦暴露在大气圈和水圈中，便会受到太阳辐射、水力和风力等的作用，导致岩石的风化、侵蚀、搬运，并最终沉积到海盆底部和陆地低洼处，经压实、固结作用形成沉积岩。
       4. ③ 当洋底抬升，沉积岩露出水面时，它们再次经历风化、搬运、沉积和固结作用，形成新的沉积岩。随着洋底的下沉，沉积岩也随之下沉，使更多的沉积物堆积在洋底上，当沉积物的厚度足够大时，就会使其本身变质成为变质岩。
       5. ④ 此外，岩浆岩侵入过程中也会引起变质作用而形成变质岩。变质岩在地球深部被熔化，通过岩浆的上升运动喷出地表，或经挤压、褶皱抬升形成巨大的山脉，并经历风化、侵蚀、搬运和沉积作用，并开启新一轮的岩石循环。
   12. 12. 什么叫板块？全球岩石圈可划分成哪些板块？简述板块边界基本类型的应力性质及地质、地貌和构造活动特点。
       1. ① 板块即岩石圈板块，是地球表层刚性的岩石圈被一系列构造活动带分割成的大小不等的球面板块状体。全球岩石圈可划分为7个一级板块，包括亚欧板块、太平洋板块、北美洲板块、南美洲板块、非洲板块、印度板块和南极洲板块，其他板块包括纳兹卡板块、科科斯板块、加勒比板块、菲律宾板块和阿拉伯板块，共12个。
       2. ② 根据板块边界上的应力性质以及地质、地貌、地球物理和构造活动特点，可以将板块边界划分为拉张、挤压和剪切3种基本类型。
          1. 1) 拉张型边界：应力场以拉张作用为主，两板块做相背分离的运动，使岩石圈张裂和增生，造成岩浆的侵入与喷发，并伴随浅源地震的发生。其地貌显示为大洋中脊裂谷带及大陆裂谷带。
          2. 2) 挤压型边界：应力场以挤压作用为主，两侧板块相对运动向一起汇聚而消亡，可分为俯冲边界和碰撞边界两种。
             1. a. 俯冲边界：大洋板块俯冲到大陆板块之下时，形成山弧—海沟系；一个大洋板块俯冲于另一个大洋板块之下，形成岛弧—海沟系。
             2. b. 碰撞边界：在大陆板块之间为碰撞边界，形成山弧—地缝合线
          3. 3) 剪切型边界：应力场以剪切作用为主，剪切方向与板块相对运动方向一致，这里岩石圈既不增生，也不消亡。
   13. 13. 如何利用海底扩张原理和威尔逊旋回假说解释洋盆形成与演化的过程及全球构造循环？
       1. 地幔物质的对流是板块运动的原动力。威尔逊旋回假说将大洋盆地的形成与构造演化归纳为6个阶段。
       2. ① 首先，地幔物质上升导致大陆岩石圈拱升并呈穹形隆起，岩石圈被拉长变薄，进而，穹隆顶部断裂陷落，形成大陆裂谷体系。
       3. ② 大陆岩石圈在拉张应力作用下完全裂开，地幔物质上涌冷凝成新洋壳，形成陆间裂谷，两侧陆地分离做相背运动，海水注入后形成近似平行岸线的狭长海。
       4. ③ 随后，陆间裂谷两侧大陆板块相背漂移得越来越远，洋底不断展宽，逐渐形成大洋中脊体系和开阔的深海盆地，标志着大洋的发展进入了成年期。
       5. ④ 随着大洋的进一步展宽，大洋边缘远离洋脊轴部，使岩石圈逐渐冷却、增厚、变重，加之大洋边缘产生的巨厚沉积物的负荷，在地壳均衡作用下那里的岩石圈发生显著沉陷，并在水平挤压力作用下向下潜没，形成以海沟为标志的俯冲带。当大洋板块俯冲消减量大于其增生量时，两侧大陆渐渐靠近，并在大洋或大陆边缘形成年轻褶皱山脉，使大洋收缩，进入衰退期。
       6. ⑤ 相向漂移的大陆彼此越靠越近，洋盆日益缩小，表明洋盆不再增生而只有俯冲消亡，大洋演化进入终了期。
       7. ⑥ 处于终了期的残余海洋进一步收缩，洋壳俯冲殆尽，两侧陆块碰撞合并，海盆闭合，海水退出，大洋消亡，只留下地缝合线作为遗痕。
   14. 14. 如何用大陆漂移说和威尔逊旋回假说解释大陆聚合与分离的过程及全球构造循环？
       1. 根据大陆漂移说，地球上所有大陆在中生代之前是统一的联合古陆，其周围是全球统一的海洋。中生代之后联合古陆解体并分解为若干大陆块，它们逐渐漂移到现今的位置。威尔逊旋回从大陆离合方面解释了全球构造循环。
       2. ① 大陆块之所以最终拼接为一个泛大陆，在于大陆块被拖向软流圈的冷区，它对应着关闭型大洋，在那里，大洋边缘出现俯冲带，使之逐渐收缩。而在地球另一端的大洋则正在张开，为软流圈热区，并且大洋岩石圈与大陆岩石圈镶嵌在一起运动。
       3. ② 随着关闭型大洋洋盆的闭合，各大陆块碰撞、聚合形成一个泛大陆。这时，沿着当初张开型大洋的边缘开始形成俯冲带。致密的泛大陆使来自地幔的热量不易释放，从而导致泛大陆下面的地幔温度升高，形成新的软流圈热区。
       4. ③ 在地幔物质上升的作用下，地表产生拉张力，将泛大陆劈开，形成新的张开型大洋。这些大陆块开始从热的地幔物质上涌区移向数千千米以外的地幔物质冷却区，并形成大洋板块的下沉俯冲，原来的张开型大洋变成关闭型大洋，其下面对应着冷的软流圈。至此，一个威尔逊旋回便告完成。
8. 第八章 生物地球化学循环（一）
   1. 1. 土壤与岩石和生物有什么不同？
      1. 土壤是指在陆地表层和浅水域底部、由有机和无机物质组成、具有肥力、能生长植物的疏松层。土壤既不同于无机的岩石，也不同于有机的生物，具有独特的性质。
      2. ① 土壤与岩石风化壳、土状沉积物和经外力搬运的各种运积物等虽然同属地球的疏松表层，但土壤含有能够供给给植物生长的有机养分，后者则只是形成土壤的基质，也称为土壤母质。土壤的本质是土壤肥力，是区别于岩石的主要特征。
      3. ② 土壤是一种类生物体，但与由有机质组成的生物不同，土壤中无机物质的含量占优势。二者不同表现为土壤调节能力弱、不具有生长、发育和繁殖的功能、不具有功能各异的器官。
   2. 2. 什么是土壤肥力？影响土壤肥力的因素有哪些？
      1. 土壤肥力指土壤在外界环境条件影响下，协调植物生理生态需求的能力，衡量这种能力强弱的标准是土壤协调水、热、气、肥周期性动态达到稳、匀、足、适地满足植物需求的程度。土壤肥力是土壤的本质和生命力所在，其大小与土壤的组成成分、土体结构和土壤的理化性质密切相关。
      2. ① 养分因素，指土壤中的养分贮量、强度因素和容量因素，主要取决于土壤矿物质及有机质的数量和组成。
      3. ② 物理因素，指土壤的质地、结构状况、孔隙度、水分和温度状况等，它们影响土壤的含氧量、氧化还原性和通气状况，从而影响土壤中养分的转化速率和存在状态、土壤的水分性质和运行规律以及植物根系的生长力和生理活动。
      4. ③ 化学因素，指土壤的酸碱度、阳离子吸附及交换性能、土壤还原性物质、土壤含盐量，以及其他有毒物质的含量等。它们直接影响植物的生长和土壤养分的转化、释放与有效性。
      5. ④ 生物因素，指土壤中的微生物及其生理活性。它们对土壤氮、磷、硫等营养元素的转化和有效性具有明显影响，主要表现在对有机质的矿化作用、腐殖质的合成作用和生物固氮等方面的促进。
   3. 3. 土壤的基本组分有哪些？什么样的组分有利于提高土壤的生产力？
      1. 土壤中的基本组分包括矿物质、有机物质、水分和空气。
      2. ① 矿物质是土壤中最基本的组分，指天然元素或经无机过程形成并具结晶结构的化合物，包括原生矿物和次生矿物两大类。原生矿物指在物理风化过程中产生的未改变化学成分和结晶构造的造岩矿物，是土壤中各种化学元素的最初来源。次生矿物指岩石在化学风化过程中新生成的土壤矿物，其中，铁、铝氧化物和次生铝硅酸盐称为黏土矿物，它们形成的黏粒具有吸附保存呈离子态养分的能力，使土壤具有一定的保肥性。
      3. ② 土壤中的有机物质主要分为两类，即原始组织及其部分分解的有机质和腐殖质。原始组织包括高等植物未分解的根、茎、叶，动物分解原始植物组织，向土壤提供的排泄物和死亡之后的尸体等，是土壤有机部分的最初来源。腐殖质是有机组织经由微生物合成的新化合物，或者由原始植物组织变化而成的、比较稳定的分解产物，具有极强的吸持水分和养分离子的能力，能显著提高土壤的生产力。
      4. ③ 土壤水分包括吸湿水、毛管水和重力水，通常以溶液的形式存在，并通过与土壤固体和植物的养分交换，为植物提供养料。
      5. ④ 土壤空气来源于大气，存在于未被水分占据的孔隙中，其性质与大气圈中的空气明显不同。土壤空气分布不连续，组分各处不同；在生物活动的影响下，一般含水量高于大气， CO2含量明显高于大气，O2的含量略低于大气。
      6. ⑤ 综上，土壤中含有适当含量的黏粒、腐殖质、有适当盐度的土壤溶液，并具有较好的排水与通气性质时，有利于提高土壤的生产力。
   4. 4. 土壤自然剖面包括哪些基本层次？各层有什么特点？
      1. 自然土壤剖面从地表向下可划分为枯枝落叶层、腐殖质层、淋溶层、淀积层和母质层。
      2. ① 枯枝落叶层（O）由地表植物的枯枝落叶堆积而成，是形成土壤有机质的基础。
      3. ② 腐殖质层（A）是土壤有机质在土壤动物和微生物的作用下经腐烂、分解和再合成的产物，呈黑色，一般具有团粒状结构，并富含有机养分。
      4. ③ 淋溶层（E）是受到水分淋溶作用影响的土层。在水分下渗作用下，水溶性物质和细小土粒向下层移动，留下最难移动、抗风化力最强的矿物颗粒，以石英为主。淋溶层颜色浅淡，土壤颗粒较粗，主要由沙粒和粉沙粒组成。
      5. ④ 淀积层（B）是淀积了上层淋溶下来的物质的土层，质地较粘重，土体紧实，颜色一般为棕色或红棕色。
      6. ⑤ 母质层（C）由未经过成土作用的残积物、坡积物、洪积物和冲积物等组成，是形成土壤矿物质的基础。
   5. 5. 简述土壤质地和土壤结构的差别与联系。它们对土壤肥力有哪些影响？
      1. ① 差别：土壤质地表示土壤颗粒的粗细程度，即砂、粉砂和粘粒的相对比例，它评价单个土壤颗粒大小。土壤结构是指土壤颗粒相互粘结在一起而形成的团聚体，按形态可分为球状、板状、块状和棱柱状4种，是土壤形成过程中产生的新性质。
      2. ② 联系：土壤质地与土壤结构均为土壤的物理性质，土壤质地研究的土壤颗粒是土壤团聚体的组成部分，它们对土壤的孔隙度、肥力等其他性质均有影响。
      3. ③ 质地对肥力的影响：沙粒直径与体积相对较大，颗粒间孔隙也大，比表面积较小，利于排水通气，不利于保持养分，保肥力差。粉沙直径与体积介于沙粒与黏粒之间，孔隙相对较小，比表面积相对较大，因此具有较高的赤水能力，可为植物生长提供较多的可溶性养分。黏粒直径与体积异常细小，比表面积极大，化学反应活跃，使大部分水分和某些有效养分都被吸持在黏粒的表面，因此黏粒在土壤中起着水分和养分储存库的作用。
      4. ④ 结构对肥力的影响：由于土壤团聚体的体积大于单个土粒，因此它们之间的孔隙往往比单个土粒之间的孔隙大得多，从而促进空气和水分的运动，并为植物根系的伸展提供空间。其中，团粒结构对土壤肥力的形成具有重要的作用，成为肥沃土壤的显著标志之一，表现在既能蓄水，又能通气，协调土壤水分和空气的关系；兼具好气和嫌气的条件，较好解决养分供给与保存的矛盾；抗旱与防涝性能均较好。
   6. 6. 说明土壤孔隙度的概念和计算方法。它与土壤质地的关系如何？
      1. ① 土壤孔隙度是指单位容积原状土壤中孔隙所占容积的百分数，其计算公式为：土壤孔隙度=100%-压缩土样体积/土样体积\*100% =（1-土壤密度/土粒密度）\*100% 。其中，土壤密度指单位土样体积(包括孔隙)的烘干重量，用g/cm3表示；土粒密度指单位压缩土样体积(不包括孔隙)的烘干重量，其平均值近似常数，约为2.65g/cm3。
      2. ② 土壤的孔隙度受到土壤密度的影响，密度越大，孔隙度越小。沙土的土壤密度较大，孔隙度较小，一般为35%-50%，但多为大孔隙；壤土和黏性土则为40%-60%，壤土的孔隙大小适中，而黏土的土壤密度较小，孔隙度较大，但多为小孔隙；有机质含量高，且团粒结构好的土壤的孔隙度甚至可以高于60%，但紧实的淀积层的孔隙度可低至25%-30%。
   7. 7. 土壤温度状况受哪些因素影响？它的日变化和季节变化具有什么特点？
      1. ① 因素：土壤温度状况受能量输入与输出、土壤比热容、土壤导热率等因素影响。
         1. 1) 能量输入与输出：土壤所吸收的能量主要来源于太阳辐射，被地面吸收的太阳辐射能转化为热能，并以长波辐射、水分蒸发、加热土壤以上的空气和加热土壤层等途径散失。
         2. 2) 土壤比热容指单位质量土壤的温度升降1K所吸收或放出的热量(J/g·K)，含水量越多，孔隙度越大，比热容越大。
         3. 3) 土壤导热率指单位截面(1cm2)、单位距离(1cm)相差1K时，单位时间内传导通过的热量，单位是J/(cm·s·K)。土壤颗粒越大，密度越大，孔隙度越小，越紧实，含水量越大，则导热率越大。
      2. ② 特点：
         1. 1) 土温日变化在表层最大，达12℃，并随深度的增加而减小。在较浅的地下20-40cm处，土温保持相对稳定少变，变幅小于2℃。在40cm以下的土层，温度几乎没有日变化。
         2. 2) 土温季节变化在土壤表层最大，中、下层变幅小。冬半年，土壤表层温度低于土壤深层，热流从下向上传递；夏半年，土壤表层温度高于土壤深层，热流由上向下传递。在土壤深层，温度的变化具有明显的滞后性，如3-5月深层土温最低，9-11月深层土温最高。
   8. 8. 什么叫土壤胶体？它如何实现土壤的供肥和保肥功能？
      1. ① 土壤胶体是指直径在1—1000 nm之间的土壤颗粒，它是土壤中最细微的部分，表现出强烈的胶体的特征，是一种液—固体系。胶体含量高的土壤，其表面积越大，表面能也越高，从而养分的物理化学吸收性能便越强。根据组成胶粒物质的不同，土壤胶体可分为有机胶体、无机胶体和有机—无机复合胶体。
      2. ② 土壤胶体的供肥与保肥功能主要通过养分吸收、离子交换与本身存在状态来实现。
         1. 1) 土壤胶粒通过物理化学吸收作用，将对植物生长重要的金属阳离子保存在土壤中，避免其随淋溶作用而流失，以供给植物的根系。
         2. 2) 土壤胶体吸附的离子可与土壤溶液中其他电荷符号相同的离子相交换。土壤的阳离子交换量大，说明土壤胶体从土壤溶液中吸附或交换的阳离子多，养分状况好。在阳离子交换量一定的情况下，盐基饱和度大的土壤，养分含量较高，肥力状况较好。
         3. 3) 当土壤胶体处于凝胶状态时，胶粒相互凝聚在一起，有利于土壤结构的形成和保肥能力的增强，但降低了养分的有效性；当胶体处于溶胶状态时，每个胶粒都被介质所包围，是彼此分散存在的，虽可使养分的有效性增加，但却容易引起养分的淋失和土壤结构的破坏。
   9. 9. 解释土壤阳离子交换量和土壤盐基饱和度的含义。
      1. ① 土壤阳离子交换量是指每千克干土中所含交换性阳离子的总量，单位是mmol(+)/kg。一般来说，胶体越多，土壤的阳离子交换量越大，有机胶体的阳离子交换量大于无机胶体。土壤的阳离子交换量大，说明土壤胶体从土壤溶液中吸附或交换的阳离子多，养分状况好。
      2. ② 土壤盐基饱和度是指土壤胶体吸附交换性盐基离子多少的程度，用所吸附的交换性盐基离子总量占交换性阳离子总量的百分比表示。盐基饱和度=交换性盐基离子总量[mmol(+)/kg]/阳离子交换量[mmol(+)/kg]×100%。这里，交换性盐基离子指除了H+和Al3+之外的其他阳离子。土壤盐基饱和度为100%的土壤为盐基饱和土壤，土壤盐基饱和度为0%的土壤为无盐基态，处于两种情况之间的土壤为盐基不饱和土壤。在阳离子交换量一定的情况下，盐基饱和度大的土壤，养分含量较高，肥力状况较好；盐基饱和度小的土壤，养分含量较低，肥力状况较差，对植物生长不利。
   10. 10. 什么叫活性酸度和潜在酸度？试述土壤缓冲作用的原理。
       1. ① 活性酸度是由土壤溶液中游离的H+造成的，通常用pH值(土壤溶液中氢离子浓度的负对数)表示。潜在酸度是土壤胶体所吸附的H+和Al3+被交换出来进入土壤溶液中所显示的酸度，它们在被交换出来之前并不显示酸度。活性酸度和潜在酸度保持动态平衡关系 。
       2. ② 土壤缓冲作用是指土壤对酸化和碱化的自动协调能力。若加入石灰物质来中和土壤溶液中的H+使酸性降低，胶体吸附的H+和Al3+移动出来进入土壤溶液，潜在酸度转变为活性酸度，使土壤酸度不会降低过快；而当较多的H+加入到土壤溶液之中时，溶液酸度升高，更多的H+被胶核所吸附，变位潜在酸度，使土壤酸度不会升高过快。土壤缓冲作用使得土壤pH具有稳定性，从而为高等植物和微生物提供了一个比较稳定的化学环境。
   11. 11. 试述土壤酸碱度对土壤养分有效性的影响。
       1. 土壤酸碱度对土壤养分的有效性有很大影响。土壤的pH与微生物活动和植物营养元素的有效性之间存在着相关性。
       2. ① 当pH在6-7时，大多数养分元素的溶解度和有效性都较高，微生物活性较大，这种酸碱环境适宜植物的生长和微生物的活动。
       3. ② 当pH增大或减小时，有些养分元素变得难容，使植物的养分供应受到一定的限制。如在强碱性的土壤中容易发生Fe、Mn、Zn等的缺乏；在pH8.5左右的中等碱性土壤中，P由于与Ca与Mg结合而降低了有效性；在pH＞8.5时，Ca与Mg的有效性亦趋于降低。在酸性土壤中，常发生N、P、K、Ca、Mg、S等的缺乏。
       4. ③ 对于土壤微生物来说，当土壤pH在5.5以上时，细菌和放线菌较为活跃；但真菌具有特别强的适应力，在各种土壤酸碱性条件下都能旺盛生长。
   12. 12. 什么是土壤氧化还原反应？土壤中主要的氧化剂和还原剂有哪些？试述土壤氧化还原状况对土壤其他性质的影响。
       1. ① 土壤氧化还原反应是指土壤中某些无机物质的电子得失过程。土壤中的氧化剂主要有游离氧、少量的NO3-和高价金属离子如Mn4+、Fe3+等，最重要的氧化剂是氧气。还原剂主要有有机质、嫌气微生物活动产生的物质、低价铁和其他低价化合物等，最重要的还原剂是有机质。
       2. ② 土壤氧化还原反应对土壤的其他性质有着重要的影响，体现在以下三方面：
          1. 1) 影响土壤养分的赋存状态和有效性。还原条件有利于有机态氮的累积，氧化条件则有利于有机态氮的分解。氧化还原电位越高，氨态氮与硝态氮的比值越小，利于硝化作用的进行和植物对氮素养分的吸收；反之不利于氮素的吸收。此外，在有机质含量高且通气不良的土壤中，硝酸可以在缺氧和有葡萄糖的条件下被真菌和假单胞细菌还原，经反硝化作用生成气态氮，逸散到大气中去，造成氮素的损失。
          2. 2) 强烈还原条件对植物的毒害作用。在强烈还原条件下产生的一系列还原物质的过多积累，对植物根系起着毒害作用。例如水稻黑根与土壤氧化还原电位存在负相关关系。另外，低氧化还原电位会抑制果树的生长势和生产力。
          3. 3) 对土壤酸碱度的影响。在土壤渍水的情况下，土壤的pH会趋向于中性。对于酸性土壤而言，渍水后土壤中变价元素消耗H+而使OH-相对增加，pH升高。对于碱性土壤而言，渍水后土壤溶液在碱性及嫌气条件下溶解的CO2增多，pH下降。大多数营养元素在中性环境中有效性最高，因此这种变化有利于提高土壤养分的有效性。
   13. 13. 简述土壤养分系统的基本组分及其对土壤养分状况的影响。
       1. ① 土壤养分系统包括5个基本组分，即来自矿物风化的养分输入，来自大气的养分输入，淋溶作用造成的养分输出，动、植物和微生物活动产生的养分循环，有效养分在土壤中的储存。其中，养分的储存是系统分析的中心。
       2. ② 影响：
          1. 1) 土壤无机养分的输入主要来自矿物质的风化和大气。来自大气的养分通常是以含有溶解养分的雨雪降落和尘埃降落的方式进入土壤的。
          2. 2) 养分物质从系统中的输出主要通过淋溶作用，即通过地表径流、土壤渗流和地下水渗出来实现的。在垂直方向水流的淋洗作用下，土壤颗粒、土壤胶体以及吸附在其上的阳离子均产生向下的移动。
          3. 3) 在自然条件下，养分的淋溶流失受到养分有机循环作用的抑制。绿色植物的根系吸收并富集了离子和分子形式的各种营养元素用于基础代谢，建造自身，食草类动物通过啃食植物获取营养。随着有机体或组织的死亡和新陈代谢活动的进行，有机物质被归还给土壤，再由微生物将其分解为植物有效养分或无机化合物，因此绿色植物得以重复养分循环。但是，在农业经营的条件下，动植物产品作为收获物被人类取走，使得养分循环链中断，因此需要施用化肥或有机肥予以补偿。
          4. 4) 总之，来自岩石风化的养分输入和养分有机循环起着提高土壤养分含量的作用，而养分淋溶流失和取走收获物则起着降低土壤养分含量的作用。降水既有促进养分随排水流失的负面作用，也有将大气中的化学物质和养分带入土壤养分系统的正面作用。土壤中养分的储存状况是养分输入、输出和循环三者达到平衡的结果。
   14. 14. 试述成土因素学说的主要内容。
       1. ① 成土因素学说是指，土壤的性质是气候(水热条件)、生物(动植物和微生物群落)、地形(海拔高度、坡度、坡向)、母质(岩性、矿物组成、风化产物、沉积物)和时间等成土因素综合作用的结果。用函数式表示为S=f(cl,o,r,p,t...)，其中，S代表土壤，cl，o，r，p，t，…依次代表气候、生物、地形、母质、时间、其他成土因素。某一特定土壤性质的形成往往是在一个主导因素和若干次要因素共同作用下的结果。
       2. ② 从开放系统的观点出发，以上5个成土因素可视为土壤系统的状态因素，函数式可写成S=f(L0,Px,t)。其中，L0表示土壤系统的初始状态或稳定因素，即母质、地形、矿物质、某些有机质，是土壤开始发生时土壤特征的综合状况；Px表示土壤系统状态不断变化的外部潜势或不稳定因素，即气候和生物，它控制着土壤系统能量与物质的供给和损失；t表示时间。
   15. 15. 试述土壤形成的一般过程和主要成土过程。
       1. ① 一般过程
          1. 1) 从地球表层系统物质循环的角度来看，土壤的发生与发展是自然界物质的地质大循环与生物小循环相互作用的结果。
          2. 2) 地质大循环是指矿物质养分在陆地和海洋之间循环变化的过程。陆地上的岩石经风化作用形成的风化产物，通过各种外力作用的淋溶、剥蚀、搬运，最终沉积在低洼的湖泊和海洋中，并经过固结成岩作用形成各种沉积岩；经过漫长的地质年代，这些湖泊、海洋底层的沉积岩随着地壳运动重新隆起成为陆地岩石，再次经受风化作用。其中，风化过程促进了原生矿物的分解和次生黏土矿物的合成，为土壤形成奠定了无机物质的基础，是一种物质输入过程。淋溶过程使有效养分向土壤下层和土体以外移动，而不是集中在表层，促进了土壤物质更新和土壤剖面发育，是一种物质输出过程。
          3. 3) 生物小循环是指营养元素在生物体和土壤之间循环变化的过程。植物从母质和土壤中选择吸收所需的可溶性养分，通过光合作用合成有机物；植物被动物食用后变成动物有机体；动植物有机体死亡后归还土壤，经微生物分解与合成转化为植物可以吸收的可溶性养分和腐殖质，腐殖质经过缓慢的矿质化，为植物提供养分。有机质的累积、分解和腐殖质的合成促进了植物营养元素在土壤表层的集中和积累，成为土壤肥力形成与发展的关键。
          4. 4) 综上，生物小循环是在地质大循环的基础上发展起来的，是叠加在地质大循环上较小时间尺度的次级物质循环。地质大循环的总趋势是陆地物质的流失，造成土壤系统养分的淋溶分散，而生物小循环的总趋势是使流失中的物质保存和集中在地表，并不断在土壤与生物之间循环利用。此外，人类的各种生产活动也会对地质大循环和生物小循环产生干扰，从而影响土壤肥力的水平及其发展方向。
       2. ② 主要成土过程
          1. 1) 原始土壤形成过程：从裸露岩石表面及其风化物上低等植物着生到高等植物定居之前的成土过程，主要发生在高山和强烈侵蚀区
          2. 2) 盐渍化过程：由地表季节性的积盐和脱盐过程构成，发生在干旱、半干旱地区和滨海地区，分盐化和碱化，形成盐结皮和碱化层
          3. 3) 钙积过程：在干旱、半干旱地区，季节性淋溶条件下，土壤中碳酸盐发生移动和积累的过程，形成钙积层
          4. 4) 灰化过程：在寒带针叶林植被下，酸性淋溶使土体表层SiO2残留，Al2O3和Fe2O3淋溶、淀积的过程，形成灰白色淋溶层，称为灰化层
          5. 5) 白浆化过程：在冷湿的气候条件下，由于季节性还原淋溶，使黏粒与铁、锰淋溶淀积的过程，形成铁、锰贫乏的白色淋溶层
          6. 6) 潜育化过程：在长期渍水的条件下，高价铁、锰转化为亚铁和亚锰，形成一个蓝灰色或青灰色的还原层次，称为潜育层
          7. 7) 黏化过程：在暖温带和北亚热带气候条件下，土壤剖面中黏粒形成和积累的过程，形成黏化层
          8. 8) 富铝化过程：在热带、亚热带高温多雨的气候条件下，土体中脱硅、富铝铁的过程，形成土体中铁、铝氧化物的富集，呈红色
          9. 9) 有机质积累过程：在木本或草本植被覆盖下，土体上部进行的有机质积累过程，形成腐殖质层
          10. 10) 土壤熟化过程：在耕作条件下，通过耕耘、培肥和改良，使土壤向有利于作物高产方面转化的过程，分为旱耕和水耕熟化过程，形成明显的耕层
   16. 16. 试述世界10大土壤类型(土纲)的主要特征及土地利用方向与问题。
       1. ① 新成土、变性土和始成土
          1. 1) 它们都属于缺乏充分发育层次的矿物质土壤，分布范围不受气候和植被类型的制约。新成土几乎或完全没有土壤发生层次的迹象，主要出现在强烈侵蚀地形的陡坡、河漫滩以及经常获得新冰运物的冰水沉积平原上。变性土由涨缩能力强的黏粒，如蒙脱石、伊利石等所构成，在水分缺乏时期会形成深而宽的裂隙。始成土一般发生在湿润气候区，剖面上进行着初始的淋溶，但通常缺乏淀积层。
          2. 2) 可以生长在这些发育不全的土壤上的作物包括棉花、大豆、玉米、麦类、水稻、甘蔗和蔬菜等，排水不良、洪水泛滥和侵蚀是对作物产量造成威胁的主要原因。此外，变性土还存在交替发生的开裂与闭合问题。
       2. ② 干旱土
          1. 1) 指具有浅色表层的矿物质土壤，分布在降水稀少、植被稀疏的干旱沙漠区，土体发育程度很浅。土壤形成的主要过程有钙积过程和盐化过程。
          2. 2) 土地利用方式主要是放牧和灌溉农业，但过度放牧会加速土壤侵蚀和降低土壤通透性，农业也面临着严重缺水和盐渍化的问题。
       3. ③ 软土
          1. 1) 指具有松软表层的矿物质土壤，主要分布在半干旱和半湿润气候区，天然植被类型为草原。成土过程为有机质积累过程，且盐基饱和度较高。
          2. 2) 土地利用方式是大规模商品性谷物，如小麦、大麦、玉米等的种植和放牧，农业的主要限制因素是缺水和水分供给的不稳定性。
       4. ④ 灰土
          1. 1) 指具有灰化层或被铁胶结的硬盘层的矿物质土壤，主要分布在寒温带湿润气候区，天然植被类型为针叶林，主要成土过程是灰化过程，盐基饱和度较低。
          2. 2) 主要经济活动为林业，此外，灰土还适合马铃薯和甜菜等作物的生长。为了提高农作物和牧草的产量，需要添加石灰石改良土壤，并施用氮、磷和钾肥。
       5. ⑤ 淋溶土和老成土
          1. 1) 指湿润地区的矿物质土壤，都具有黏化层，但盐基状况有所不同。淋溶土出现在季节性干湿交替的气候区，天然植被类型为森林和稀树草原，最主要分布在温带地区，其表土有明显的有机质积累，盐基饱和度中度至高度，呈中性反应。老成土分布在潮湿亚热带气候区并可扩展到热带，自然植被主要为森林，部分为稀树草原，土壤呈酸性反应，相对贫瘠。
          2. 2) 具有较高肥力的中纬度淋溶土壤维持着世界上最集约化的农业，如美国的“玉米带”。老成土的土地利用方式多种多样，在合理施肥的情况下，可以使玉米、燕麦、烟草和私聊作物获得丰产。
       6. ⑥ 氧化土
          1. 1) 指在距地表2m以内有一个氧化层的矿物质土壤，分布在热带湿润地区，天然植被为热带雨林。化学风化作用、富铝化过程和淋溶作用强，有机质含量较低。
          2. 2) 最普遍的土地利用方式是游垦。在种植谷物和蔬菜2-3年后，由于土地生产力很快降低，开垦新耕地的工作在不断进行着。
       7. ⑦ 有机土
          1. 1) 指富含有机质的土壤，通常发育在低洼积水的环境中，天然植被由湿生的沼泽植物和草甸植物组成。有机质积累过程和潜育化过程为主要的成土过程。
          2. 2) 在人工排水后，有机土很适于进行集约的农作物生产，一般不需要施氮肥，但需要施用磷肥和钾肥，并加入石灰补充钙和镁。
9. 第九章 生物地球化学循环（二）
   1. 1. 什么是生态系统？它的组成成分有哪些？
      1. 生态系统是指生物体通过物质和能量的交换与其生存环境相互联系、相互作用，形成的一个自组织的统一体。生态系统可以分为两个子系统，即生物群落和非生物环境。
      2. ① 生物群落是生态系统的核心，可以分为3大功能类群，即生产者、消费者和分解者。
         1. 1) 生产者指各种绿色植物和化能合成细菌，它们能将无机物合成为有机物，前者利用太阳能，后者利用化学能。其中，植物群落是联结生命物质与太阳能量的关键组分。
         2. 2) 消费者指不能直接利用太阳能来生产食物，只能通过直接或间接以绿色植物为食获得能量的生物群体，可以分为植食动物、肉食动物、杂食动物。
         3. 3) 分解者包括细菌、真菌、土壤原生动物和一些小型无脊椎动物，它们靠分解动植物残体为生，起到促进养分物质再循环的作用。
      3. ② 非生物环境包括作为生态系统能量来源的太阳辐射能；温度、水分、空气、岩石、土壤和各种元素等物理、化学环境条件；生命物质代谢的原料，如CO2、H2O、O2、N2、无机盐类、蛋白质、糖类、脂类和腐殖质等。它们构成生物生长、发育的能量与物质基础，又称为生命支持系统。对于植物来说，最基本的非生物环境因子是光照、温度和水分。
   2. 2. 什么是植物群落的季相和演替？演替有哪几种类型？
      1. ① 植物群落的季相是指整个植物群落的外貌以年为周期变化的特征，表现为植物的萌芽、展叶、开花、结果、叶变秋色和落叶等物候期的季节性发生，以温带地区最为明显。植物群落的演替是指由于非生物环境的变化，植物群落的组成和结构发生质的变化，最终导致一个植物群落被另一个植物群落所替代的现象。
      2. ② 按照演替发生的原因，演替可以分为由变化着的自然环境条件与植物群落之间相互作用所产生的自然演替和由人类活动作用于植物群落所产生的人为演替。按照演替发生的起始环境条件，可以分为在原生裸地上开始的原生演替和在次生裸地上开始的次生演替。按照演替的方向，可以分为植物群落从低级向高级的顺行演替和从高级向低级的逆行演替。
   3. 3. 简述光、温、水对植物生长发育的影响。
      1. ① 光照提供了植物光合作用所需的能量。植物适应光照期长度的季节变化，形成很有规律的开花和发芽季节，称为光周期现象。根据植物开花过程对光照器长度的反应的不同，植物可以分为长日照植物、短日照植物和中间性植物。
      2. ② 温度与植物生化反应的速率关系密切。温度每增高10℃，化学反应加快一倍。因此，温度影响植物的发育速度、各物候期早晚和生长期的长短。植物的每个生命过程都有3个基点温度，即最适温度、最低温度和最高温度。
      3. ③ 水分是植物光合作用固定CO2、形成糖的原料和输送养分的溶剂。植物靠水维持膨胀得以挺立，以利于各种代谢活动的正常进行。植物还通过蒸腾作用调节温度，使自身不致过热。水还是原生质的组成部分。植物生长对于土壤水分的要求有最适、最高和最低3个基点。在不同的水分条件下，发育着不同的植被类型。
   4. 4. 简述水热条件和海拔与植被分布之间关系的一般模式。
      1. ① 水平地带性分布：
         1. 1) 纬向地带性：随着温度从高向低的变化，依次产生炎热、温暖、寒冷和极地等不同植被带的变化
         2. 2) 干湿地带性：在同一植被带内，随着降水从多到少的变化，依次出现森林、草原和荒漠植被类型的分化
      2. ② 垂直地带性分布：
         1. 1) 在高山区域，随着海拔高度的升高，会出现与从低纬向高纬类似的植被带分化现象
         2. 2) 一个山脉基部的水平地带性植被称为改善买垂直植被带的基带，基带不同，整个垂直植被带的结构也不同
   5. 5. 举例说明生态系统的营养结构、食物链和食物网的构成。
      1. ① 生态系统的营养结构是指生态系统中的非生物环境与生物群落之间和生产者、消费者与分解者之间，通过营养或食物传递形成的一种组织形式，它是生态系统最本质的结构特征。生态系统各种组成成分之间的营养联系是通过食物链和食物网来实现的。
      2. ② 食物链是生态系统内不同生物之间类似链条式的食物依存关系，食物链上的每一个环节称为营养级。例如，老鼠以谷物为食，鼬鼠以老鼠为食，鹰又以鼬鼠为食，鹰死后的残体被各种微生物分解成无机物质。
      3. ③ 食物链相互交叉，形成复杂的摄食关系网，称为食物网。例如，老鼠以各种谷物和种子为食，而谷物碎屑又是多种昆虫的食物，昆虫被青蛙吃掉，青蛙又是蛇的食物，蛇最终被鹰捕获；谷物的秸秆还是牛的食物，牛肉又成为人类的食物。
   6. 6. 解释光合作用和呼吸作用的概念。从热力学角度看，光合作用的生成物对于生态系统有何重要意义？
      1. ① 光合作用是指绿色植物吸收阳光的能量，同化CO2和H2O，制造有机物质并释放O2的过程。呼吸作用是指绿色植物中的有机物质被氧化，释放出CO2、H2O和热能的过程。
      2. ② 光合作用是吸能反应和熵减少的过程，生成物葡萄糖具有较高的化学能和较低的熵值。因而光合作用可以满足有机体获得能量和负熵的需求，对于消费者来说，它们又是低熵、高能的食物。因此，光合作用维持着生态系统的有序性。
   7. 7. 解释初级生产量、生物量和次级生产量的概念。分析全球各类生态系统的净初级生产量和生物量特征。
      1. ① 总初级生产量是指植物在单位面积、单位时间内，通过光合作用固定的太阳能量，单位为J/m2/a或g/m2/a。净初级生产量是指总初级生产量减去因植物呼吸作用的消耗，剩下的有机物质。生物量是指单位面积内植物的总质量，单位为J/m2或g/m2。
      2. ② 陆地生态系统的净初级生产量和生物量远高于海洋生态系统。热带雨林、热带季雨林、萨瓦那、温带常绿林、温带落叶林等森林生态系统的净初级生产量与生物量的总和最大，温带草原与灌丛次之，荒漠和裸岩等生态系统最小。另外，从平均值来看，沼泽、湿地、河口等生态系统净初级生产量以及生物量也相对丰富。
   8. 8. 结合实例说明生态系统能量传递与转化的基本特征以及“十分之一定律”的含义。
      1. ① 生态系统内能量流动是单向流，表现在能量的很大部分被各营养级的生物所利用，通过呼吸作用以热的形式散失，而这些热能不能再回到生态系统中参与能量流动。因此，用于形成较高营养级生产量的能量所占比例很小。
      2. ② 以美国银泉生态系统的能量流动为例，生物群落的能量来源是太阳辐射，植物光合作用吸收的光能占入射太阳能量的24%。在吸收的光能中，5%转化为总初级生产量，而净初级生产量是总初级生产量的42.4%。这些能量通过植食动物和肉食动物单向传递，二级肉食动物获得的能量占净初级生产量的0.24%。在每个营养级上，都有生物量流向分解者。生物量消耗的最主要途径是呼吸作用，约占吸收光能的99.5%。另外，还有相对较少的部分生物量以有机微粒的形式离开食物链，形成“下游”输出。
      3. ③ “十分之一定律”是指湖泊生态系统能量从一个营养级流向另一个营养级的过程中，大约有90%的损失量。一般来讲，陆地生态系统的能量转化效率通常低于水域生态系统，大部分能量被直接传递给了分解者。
   9. 9. 什么是生物地球化学循环？简述生物地球化学循环的图解模型。
      1. ① 生物地球化学循环是指组成生物有机体的基本元素在生态系统之间输入和输出以及在生物有机体与无机环境之间进行的交换过程。生物地球化学循环是自然地理环境中微观的物质循环，可分为气体型和沉积型循环两种类型，将作用在地表的物理、化学、生物过程紧密地结合在一起。
      2. ② 图解模型：
         1. 1) 物质随水分的迁移与转化在整个生物地球化学循环过程中占据着重要的地位，它们通过降水、入渗，动植物的吸收与排泄，地表径流和地下径流等子过程，在大气、土壤、生物和海洋之间循环着。
         2. 2) 气体物质的迁移与转化主要与植物的光合作用，动植物的呼吸作用以及人类燃烧矿物燃料等子过程相联系，植物吸收大气中的CO2合成有机物质，而后，有机体又不断被氧化产生CO2和能量。
         3. 3) 通过生物体循环的物质还包括其他许多元素如N、P、S等，它们保持适当的比例对生物体至关重要。这些营养元素除部分储存在植被、枯枝落叶层、土壤有机质和深水及海底沉积物中之外，陆地上和海洋里的生物生产与分解过程使它们反复进行着循环。
   10. 10. 解释储存库、周转率和周转时间的概念。
       1. ① 储存库是指一种化学元素在自然环境中集中存在的空间，每一种化学元素都存在于一个或多个储存库中，元素在环境储存库中的数量通常大大超过其结合在生命体储存库中的数量。元素在“库”与“库”之间的移动，便形成物质的流动。
       2. ② 周转率与周转时间是用于衡量生态系统中营养物质周转状况的概念。周转率指单位时间内出入一个储存库的营养物质流通量占库存营养物质总量的比例；周转时间是周转率的倒数，指移动储存库中全部营养物质所需的时间。周转率越大，周转时间越短。
   11. 11. 简述氧循环的过程，并说明氧循环与碳循环之间的关系。
       1. ① 过程
          1. 1) 自由氧的两个主要储存库是大气和海洋，这些库中氧含量的维持与更新主要由两个过程所支配，一个是大气圈上层水汽的光解作用，它导致氧的释放，一些氧原子与氧分子结合成臭氧，形成臭氧层；另一个是植物的光合作用，它固定太阳能并释放出氧气，成为分子氧产生的主要来源。动植物和微生物通过呼吸作用从大气中吸取氧气，绿色植物通过光合作用又把氧气归还到大气中，从而完成氧的循环。
          2. 2) 在海洋中，水与二氧化碳合成形成碳酸，碳酸根可与水中的钙离子等化合，形成碳酸钙等化学沉积物，使一部分氧暂时脱离了氧循环。
          3. 3) 岩屑和土壤经过风化作用和成土过程吸收和释放氧。矿物被氧化将氧元素带到地下。火山喷发亦可排出二氧化碳，将氧元素带到大气。
       2. ② 关系
          1. 1) 氧的循环总是与碳的循环结合在一起的。这两种元素在光合作用和呼吸作用的驱动下进行着近于封闭式的自然循环。光合作用吸收CO2并释放O2，呼吸作用吸收O2并释放出CO2。在海洋以及岩石圈中，碳与氧结合形成的化合物将二者的循环联系在了一起。
          2. 2) 碳循环与氧循环互相联系，相互作用。在厌氧环境中的硫化还原细菌利用硫酸根离子产生二氧化碳，经光合作用释放氧气，这一负反馈机制可以调节氧的含量。同样，大气中的二氧化碳浓度增加会使植物光合作用增强并释放出更多分子氧。
   12. 12. 简述碳循环的主要自然过程和人类活动对碳循环的影响及其控制途径。
       1. ① 碳是构成有机体的基本元素，并以CO2、碳酸盐或者碳酸氢盐的形式存在于无机环境中。自然界碳的活动贮存库主要是海洋、大气和有机体。
          1. 1) 大气与海洋之间碳的交换量处于大致平衡的状态，每年从大气扩散进入海洋表面的CO2量略大于从海洋表面扩散进入大气的CO2量。大气CO2被海洋吸收后，一方面通过温盐输送带将其从海表向深海输送，另一方面通过浮游生物的光合作用吸收碳并向深海和海底沉积物输送。钙化浮游生物在钙化过程中生成碳酸钙、水和CO2，其中，CO2通过上层海洋释放进入大气，所产生的碳酸钙被输送到深海沉积。此外，温跃层附近碳的交换导致混合作用，使一部分碳酸钙被结合成为深海沉积物，归入缓慢的碳循环过程。
          2. 2) 大气与陆地之间的碳循环存在着慢循环和快循环两个过程。动植物残体、土壤腐殖质、新生泥炭、大的植物茎干和根，属于慢循环碳库；而植物的叶片和动物活体等则属于快循环碳库。每年由植物光合作用从大气圈移走的CO2量等于动植物呼吸作用和动植物残体分解作用所补偿给大气圈的CO2量。此外，陆地上裸露的地表岩石的风化过程也可通过化学反应与大气进行碳的交换。
       2. ② 化石燃料的燃烧、砍伐森林造成的土地裸露以及木材燃烧每年向大气圈排放出大量的碳，在这些不断加剧的人类活动的驱动下，自然界碳循环自组织系统有失稳的趋向。减少温室气体的排放量、植树造林、植被保育、进行碳的填埋与封存、增加陆地区域的水体面积及降水量等途径是减缓温室效应加剧的重要途径。
   13. 13. 简述氮循环的主要作用过程，并说明人类活动对氮循环的影响。
       1. ① 过程
          1. 1) 固氮作用：大气圈是氮的主要储存库，将气态氮转化为可被生物同化的可给态氮的过程，是氮循环的主要子过程。大部分氮是通过生物过程实现的，称为生物固氮。与豆科植物具有共生关系的细菌与根瘤菌、自由生活的需氧细菌和蓝绿藻能够完成这一转化，生成氨。此外还有高能固氮和生物固氮。
          2. 2) 硝化作用：在亚硝酸细菌作用下，氨被氧化成亚硝酸；在硝化细菌作用下，亚硝酸根氧化成硝酸根。亚硝酸盐或硝酸盐被植物吸收并转化成氨基酸，合成蛋白质。
          3. 3) 氨化作用：氨基酸被分解者有机体氧化产生氨、CO2、水和能量。氨再经硝化作用被微生物氧化成亚硝酸盐和硝酸盐，被植物吸收并合成蛋白质，在土壤和生物间循环。
          4. 4) 反硝化作用：一部分硝酸盐还可以在缺氧和有葡萄糖的条件下被真菌和假单胞细菌还原，生成气态氮，重新回到大气圈中，从而完成氮循环。此外，陆地上流失的硝酸盐还可能进入海洋并沉积在海底，从而暂时脱离氮循环。
       2. ② 影响
          1. 1) 工业固氮过程：自然界固氮与反硝化去氮之间的自稳定平衡状态被打破，大量氨肥的流失进入河流、湖泊和近海等水体，与水中高含量的磷酸盐相结合，引起水域的富营养化，造成水化和赤潮，使得水质恶化和鱼类及其他水生生物的大量死亡。
          2. 2) 工厂和汽车等交通工具的燃料燃烧过程：工厂和汽车燃料燃烧过程将大量氮氧化物排入大气圈，导致大气中硝酸的含量增加，造成酸沉降，并形成直径小于或等于2.5微米的可入肺颗粒物，危害人体健康。
   14. 14. 简述磷循环的过程及其非闭合的性质，并说明人类活动对磷循环的影响。
       1. ① 过程：
          1. 1) 岩石圈是自然界磷的主要储存库，而在大气圈中数量很少。因此，磷的主要来源是含有磷酸盐的岩石和沉积物，它通过风化、淋溶、侵蚀等作用被释放出来，并以碎屑态和溶盐态进入土壤和陆地水体，最终输入海洋并沉积于海底。在陆地和水域生态系统中，磷都被有效地循环和保存着。
          2. 2) 在陆地环境中，植物吸收无机态磷酸盐离子，合成有机态磷，然后通过食物网在生态系统中传递。有机态磷经微生物的分解，形成无机态磷归还土壤，或随水流进入湖泊和海洋沉积。
          3. 3) 在水域环境中，浮游植物吸收无机磷，并通过食物网传递。浮游动物每天排出的磷几乎与储存在体内的磷数量相当。水体中既存在无机磷，也存在有机态磷化物和可溶性大分子的胶状磷。也有部分磷随动、植物残体长期沉积到海底。
       2. ② 非闭合性：在较短的时间尺度上，磷素迁移的总趋势是不断地从生态系统中流失掉，使生物圈中的磷素日益贫乏，这是因为水域中大量的磷随动植物残体沉积到海底，脱离了磷循环，而重新返回到磷循环中的磷的数量，不足以补偿其损失量。因此，磷循环是一个非闭合的循环。
       3. ③ 影响：
          1. 1) 人类在农业生产中大量施用磷肥，土壤中的磷可与钙、铁、铵等离子化合，形成难于溶解的盐，从而无法被植物所利用，造成磷肥施用效率的降低。
          2. 2) 有机磷通过作物收获被移出农业生态系统，最终作为人类和动物的排泄物和食品加工废弃物排入水体。此外，人造含磷洗涤用品的使用将无机磷排入水体，造成水域的富营养化与水污染。
   15. 15. 什么叫大地女神假说？它在解释地球表层环境形成与变化方面的主要观点有哪些？
       1. ① 大地女神假说是指地球上的生物圈及其生存环境构成一个有机的整体，称为大地女神。在很大程度上，生物的生存环境是由生物圈积极调节的。
       2. ② 主要观点：地球大气的组成、气温、海水温度、海水pH等都是由生物圈积极调节的，生物圈通过本身的影响使地球的气候环境长期保持在适合自己生存的“稳态”上。
          1. 1) 生物圈的出现和发展改变了地球原始大气的组成。在地质历史时期，大气CO2含量较高而O2缺乏。绿色植物在出现后，通过光合作用吸收CO2，释放O2，直至达到平衡，形成了现代富氧的地球大气。此外，地球大气中高浓度氮气的累积，也与生物特别是细菌活动有关，很可能是由于反硝化作用生成并向大气排放氮气的速率大于氮气在大气中被氧化或被固氮细菌吸收转化成氮氧化物的速率的结果。
          2. 2) 在地球存在的40多亿年里，太阳的发光度在持续增长，而地球的温度却保持相对稳定，这很可能也与生物的调节作用有关。陆地植被对温度的调节起到负反馈的作用，即温度升高，覆盖面积增大，植被对CO2的固定量增加，导致温度降低。海藻则可以释放二甲基硫进入大气，它通过化学反应产生硫酸并形成气溶胶或微小的大气尘埃，后者能够促进云团的形成，增大云对阳光的反射率，从而导致地表温度的降低。但是，大地女神对于温度的调节作用也是有限度的。
   16. 16. 什么叫生物多样性？举例说明生物多样性丧失的主要原因和保护生物多样性的重要意义。
       1. ① 生物多样性是指生物界的多样化和变异性，以及生物生存环境的复杂性。通常所说的生物多样性主要指遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性。遗传多样性指种内基因的变化，包括种内不同的种群和同一种群内的遗传变异，是物种多样性和生态系统多样性的源泉。物种多样性指一个地区内物种的多样化，包括所有植物、动物、微生物的物种。生态系统多样性是指地球上非生物环境、生物群落和生态过程的多样性。
       2. ② 人类活动是造成物种多样性逐渐丧失的根本原因。例如，现代智人在澳大利亚、北美洲、新西兰等地进行殖民时，成为外来种，带来老鼠、猪以及各种各样的疾病，并不断扩展自身的生存区域，使得土著的动植物种类和数量不断下降。又如，人类不断开发利用热带雨林，使其每年以0.5%-2%的速度减少，危害了当地的生物多样性。
       3. ③ 生物多样性是人类赖以生存的物质基础，其直接价值表现为各种野生的和经驯化的生物种提供了人类所需要的全部食物、各种药物和工业原料，多样化的生态系统则提供了人类休憩、旅游的场所；其间接价值主要体现在各种生物群落固定太阳能、调节气候与水文过程、防止水土流失、净化环境、促进养分循环和维持生物进化等方面。
   17. 17. 简述陆地生态系统主要类型的地理分布和基本特征以及人类活动对它们的影响。
       1. ① 赤道和热带雨林
          1. 1) 分布于赤道及其两侧的湿润区域，如南美洲的亚马孙盆地、非洲的刚果盆地、印度尼西亚及东南亚的一些其他岛屿。
          2. 2) 属于热带雨林和热带季风气候，终年高温多雨，年平均气温在25℃以上，年降水量为1800-4000mm。土壤以氧化土为主，在排水良好的高地为老成土。
          3. 3) 植被具有以下特点：种类组成极其丰富、群落结构复杂、乔木具有特殊结构，如树干光滑、树皮很薄、有板状根和茎花。净初级生产量高，动物类群丰富。
          4. 4) 赤道和热带雨林的一半以上已经被人类为了放牧、耕种、获取木材和烧柴等目的而清除掉，每年约有1.69×10^5km2的热带雨林从地球上消失。
       2. ② 热带季节性森林和灌丛
          1. 1) 分布于热带雨林的边缘，集中分布区包括巴西东北部、巴拉圭的一部分和阿根廷北部；非洲从东安哥拉经赞比亚到坦桑尼亚；印度的部分地区，缅甸内地到泰国、老挝和柬埔寨；澳大利亚的北部。
          2. 2) 处于热带季风气候、萨瓦纳气候与草原气候的交界地带，常年温暖，年平均气温在18℃以上，年降水量为1300-2000mm，降水量季节变化明显，形成雨季和旱季的交替。土壤以氧化土、老成土和变性土为主，一些地区还有淋溶土。
          3. 3) 一些地带性树木具有在旱季落叶和开花的特点，称为半落叶树。季节性森林冠层一般不连续。
          4. 4) 在人类活动的强烈干扰下，许多地区的热带季节性森林已经消失，以至于出现萨瓦纳直接与热带雨林毗邻的现象。
       3. ③ 萨瓦纳
          1. 1) 即热带稀树草原，最大分布区在非洲，包括塞伦盖蒂平原、撒哈拉沙漠南部和刚果盆地以南的沿海地区。此外，还分布在南美洲东部和澳大利亚、印度的部分地区。
          2. 2) 属于萨瓦纳气候和草原气候，没有冷季，年降水量为900-1500mm，干湿季分明，水分相对缺乏。土壤主要为干淋溶土、老成土和氧化土。
          3. 3) 典型外貌为大片的草原上夹杂着稀疏的乔木和灌木。由于雨季和旱季交替出现，分布区内的灌木和乔木具有耐旱性，适应干旱的环境，形成小而厚的叶片、蜡质的叶表面和粗糙树皮等特征。乔木主要特征为平顶的树冠。
          4. 4) 由于偷猎和栖息地的丧失，各种动物的数量在迅速减少。建立大型的萨瓦纳保护区已经迫在眉睫。
       4. ④ 中纬度阔叶和混交林
          1. 1) 主要分布在北美东部、亚州东部和欧洲的部分地区。
          2. 2) 属于常湿温暖、冬干温暖和常湿冷温气候，气候温和但具有冷季，年降水量750-1500mm，降水量季节分配明显。土壤为老成土和淋溶土。
          3. 3) 主要的植被种群有常绿阔叶林、落叶阔叶林、针叶林和各种混交林。
          4. 4) 人类活动显著改变了森林的天然分布和树种构成，现存大多为次生林和人工林。
       5. ⑤ 针叶林和山地森林
          1. 1) 针叶林呈带状连续分布在北半球的高纬地区。在北美大陆，从加拿大东海岸向西直抵阿拉斯加；在亚欧大陆，从西伯利亚横穿整个俄罗斯到达欧洲平原。在南半球，除了部分山区外，没有这种植被类型。但由针叶林组成的山地森林广泛存在于世界上的高海拔地区。
          2. 2) 属于常湿冷温气候，冬冷而夏短，年降水量300-1000mm，由于蒸发量小，水分并不缺乏。土壤有灰土、有机土、始成土和极地淋溶土。
          3. 3) 针叶林的主要树种有松属、云杉属、冷杉属和落叶松属。
          4. 4) 部分针叶林成为人类重要的木材产地，人类活动导致的全球变暖加剧使冻土活动层融化剧，厚度变大，从而导致土壤渍水，影响到针叶林的生长。
       6. ⑥ 温带雨林
          1. 1) 即中高纬茂密的森林。在北美洲仅出现在位于大陆西北部太平洋沿岸的狭窄边缘地带，中国南部、日本南部、新西兰和智利均有分布。
          2. 2) 属于常湿温暖气候，有温和的夏季和冬季，年降水量为1500-5000mm，土壤为灰土和始成土。
          3. 3) 仅以几种树木为主，如黄杉属、云杉属、雪松属等
          4. 4) 在人类活动影响下，原始森林面积大量减小。
       7. ⑦ 地中海式灌丛
          1. 1) 分布在副热带高压单体向极地一侧的陆地区域，包括地中海沿岸、美国西部的加利福尼亚、智利中部和澳大利亚东南和西南部。
          2. 2) 属于夏干温暖气候，夏季炎热干旱，冬季凉而不冷，年降水量为250-650mm。土壤为干热淋溶土和干热软土。
          3. 3) 优势灌木矮小，具有发育良好的深根、革质叶片和不规则的低枝，较为耐旱，为硬叶植物。
       8. ⑧ 中纬度草原
          1. 1) 分布在半湿润、半干旱的内陆地区，包括美国中部、南美洲东南部，横贯亚欧大陆中部森林与荒漠之间的过渡地带等。
          2. 2) 属于常湿温暖与常湿冷温气候和半干旱草原气候，年降水量为250-750mm。土壤为软土和旱成土。
          3. 3) 草原植被具有因降水量不同而导致的地域分异。
          4. 4) 为人类活动改造得最为剧烈的一种陆地生态系统，当地可以产出大量的谷物和牲畜。
       9. ⑨ 荒漠
          1. 1) 暖荒漠和半荒漠有各种旱生植物覆盖，出现在副热带高压单体稳定控制的区域，如智利、撒哈拉沙漠西部和纳米比亚的副热带荒漠，此外还有墨西哥高原、阿根廷西北部、阿拉伯半岛、盖拉—索马里高原东部、伊朗高原和澳大利亚中部等。其分布区属沙漠气候，年平均气温在18℃以上，年降水量少于350mm，蒸发剧烈，空气干燥。土壤为旱成土和新成土。
          2. 2) 寒荒漠和半荒漠出现在较高纬度，一般距水起源地较远或处于山脉背风的雨影区。其分布区属草原气候和沙漠气候，年平均气温在18℃以下，年降水量少于250mm。土壤为干旱土和新成土。
          3. 3) 荒漠净初级生产量极低，是十分脆弱的生态系统，植被发育出适应极度干旱环境的特征，如长而深的主根、肉质茎、蜡制表皮等等。
          4. 4) 人类不合理的放牧与耕作活动等因素加剧了荒漠化，威胁着人们的生存。
       10. ⑩ 北极苔原和高山苔原
           1. 1) 属于苔原气候和冬干冷温气候，最热月气温低于10℃，年降水量200-300mm。土壤为始成土、有机土和新成土。
           2. 2) 北极苔原分布在北美和俄罗斯最北部地区，濒临北冰洋，冬季漫长寒冷，夏季凉爽短暂，植被由低矮的地被层草本植物和一些木本植物组成。
           3. 3) 高山苔原分布在较低纬度高山区的树线以上，如安第斯山、洛基山、阿尔卑斯山、长白山等，其分布高度具有随纬度的变化。植被以草本植物、藓类、地衣和小灌木为特征，多受到风的塑造和冻土的影响。
   18. 18. 简述湖泊和海洋生态系统结构与功能的特点及其异同。
       1. ① 湖泊生态系统：具有带状分布和层级差异的特征，初级生产量低于陆地上的森林和草原生态系统。
          1. 1) 沿岸带水层相对较浅，光照充足，营养物质多，食物种类丰富，消费者多种多样。
          2. 2) 由沿岸带向湖心延伸，水面开阔，深度加大，有机质和泥沙含量减少，湖水清澈，按照透光程度和氧气含量可以分为透光带、深底带和底栖带3个垂直层次。
             1. a) 透光带光照充足，温度高，生产者以绿藻、蓝藻等浮游植物为主，光合作用旺盛，氧气含量高，消费者众多，成为各种鱼类生活的场所。
             2. b) 深底带光照微弱，以异养动物和嫌气型细菌为主。
             3. c) 底栖带位于湖泊的底部，主要生物类群为底栖动物，大部分耐低温和低氧的生物生活在这一水层中。
       2. ② 海洋生态系统：可以大致分为浅海带和外海带两个水平带，透光带、半深海带和深海带3个垂直带。
          1. 1) 透光带包括自海岸线起到200m深度以内的大陆架浅海带和海平面以下到200m深度以内的外海带。浅海带光照充足，温度适宜，接受河流带来的大量营养物质。主要生产者为浮游藻类，自游动物和底栖动物丰富，为净初级生产量和次级生产量最高的海区。
          2. 2) 外海带为地球表层厚度最大的生态系统。外海带的上层透光带同样光照充足，水温较高，分布有浮游植物、浮游动物和自游动物。半深海带光照微弱，水温随深度加深而迅速下降，形成温跃层。深海带为无光带，温度低且稳定，大气压升高明显。深水环境中有肉食动物生存，形成一条垂向的食物链。
       3. ③ 异
          1. 1) 湖泊生态系统为淡水生态系统，海洋则为咸水生态系统。
          2. 2) 海洋生态系统的分布范围与规模相对较大，深度远超过湖泊生态系统，有温跃层的存在。
          3. 3) 海洋生态系统多分布适应咸水环境的生物，且大型生物数量高于湖泊生态系统。
       4. ④ 同
          1. 1) 同为水域生态系统。
          2. 2) 都具有带状分布和层级差异。
          3. 3) 均出现颠倒的生物量金字塔。
   19. 19. 举例说明人工生态系统与自然生态系统的主要差别。
       1. 人工生态系统为人类开发和改造强度最为剧烈的区域，下面以农业生态系统和城市生态系统为例说明人工与自然生态系统的主要差别。
       2. ① 农业生态系统：
          1. 1) 种群结构简单。作物和畜禽品种由人类选育，一切干扰目的作物生长的植物和动物都在消灭和控制之列。
          2. 2) 系统比较脆弱。食物网构成相对简单，系统内各要素的相互制约和自动调节能力减弱。
          3. 3) 物质和能量的流量大。粮食、肉类等农产品为商品输出系统，人类需通过种子输入、化肥、农用机械的燃料投入等措施补偿其物质和能量的损失。
          4. 4) 农作物—环境—人三元结构。这是与自然生态系统生物—环境二元结构的本质区别，人工的控制、利用和改造是农业生态系统的决定性特征。
          5. 5) 净初级生产量较高。
       3. ② 城市生态系统：
          1. 1) 城市是人类对陆地自然生态系统改造最为强烈的区域，是人群社会、经济、生产、服务活动的中心。
          2. 2) 非生物环境和生物群落均发生彻底改变。建筑物和道路等的修建改变了地表形态，形成城市气候。生物生产的功能被美化和观赏的功能所替代，人群成为生态系统的中心和主要消费者。
          3. 3) 为物能流动量大，物能储存和转换时间短，结构复杂，社会、经济、环境功能兼具的特殊人工生态系统。
          4. 4) 食物链简化，依赖性强，独立性弱，自我调节能力小。
10. 第十章 地球表层系统的整体特征
    1. 1. 简述地球表层系统中6大圈层的基本性质与功能。
       1. 地球表层系统由6个子系统组成，即3个无机子系统大气圈、水圈、岩石圈，一个类有机子系统土壤圈，一个有机子系统生物圈，一个超有机子系统人类圈。这6个圈层之间不断进行着物质、能量和信息的交换，都属于开放系统。
       2. ① 大气圈
          1. 大气圈由分布在行星地球周围的一层薄薄的气体混合物组成，在空间上是连续的。大气具有相对小的质量和厚度，具有较大的可压缩性和小的比热和密度。因此，大气易于流动，具有很大的变率，对于外界扰动的响应时间最短，具有混沌性质。它是系统能量传输和物质循环的重要载体。
       3. ② 水圈
          1. 地球上的水以液态、固态和气态的形式存在于大气、地球表面和地下的岩石中，形成水圈。它具有空间上不完全连续的性质，质量仅次于岩石圈。水具有比热容高的热特性，并且起着溶剂的特殊作用，是生命过程的重要介质和塑造地表形态的活跃的外营力。此外，水还是能量传输和物质循环的重要载体，是系统排熵最有效的介质。不同水体对环境扰动的响应时间差别显著，其中，海洋是地球表层系统中最大的能量储存器，它吸收了大部分到达地表的太阳辐射，并对其上空大气的温度变化起着缓冲的作用。
       4. ③ 岩石圈
          1. 地壳和上地幔最上部组成的地球固体部分称为岩石圈，具有连续分布的特点，是质量最大的圈层。与其下层相比，岩石圈具有较高的刚性与弹性、较低的温度和易于破碎的特点。它主要通过大陆地形对其它圈层的性质和状态产生影响。作为整体，岩石圈的运动异常缓慢，对外界环境扰动的响应时间最长，在自然地理现代过程的研究中可被视为不变的因素。
       5. ④ 土壤圈
          1. 覆盖于陆地表面和浅水域底部、具有肥力的疏松土层构成土壤圈，它呈不连续分布，质量很小，处于大气圈、水圈、岩石圈和生物圈的交界面，是植物、动物与微生物生活的重要环境和大气、水、岩石、生物之间进行物质与能量循环、转化、交换的中心场所。土壤演化速度相当缓慢，对于外界环境扰动的响应时间很长，是系统中相对稳定的因素。
       6. ⑤ 生物圈
          1. 地球上所有植物、动物和微生物等生命有机体及其占据的空间构成生物圈，它呈不连续分布，且质量很小。生物圈延长了太阳能在系统中传输、转化的过程，将负熵流引入系统，促进系统向有序演化。生物圈对大气圈变化的响应最为敏感，同时，陆地植被和海洋植物群落在改变地表粗糙率、反射率、调节水分的蒸腾和地表径流以及通过光合作用和呼吸作用影响大气和海洋中的二氧化碳含量等方面有着重要的作用。生物圈受人类活动的扰动显著，物种呈迅速减少的趋势。
       7. ⑥ 人类圈
          1. 人类圈是地球表层系统中最年轻的圈层，是生物圈进化的产物，其基本组成是地球上的人群、作为人类四肢延伸的人造工具和人类创造的各种物品以及作为人类大脑活动产物的文化。在自然属性上，人类圈是地表系统的一个组分；在社会属性上，人类能显著改造生存环境，也能通过文化进行自我控制，促进系统的演化。人类圈是一个具有耗散结构的开放系统，控制人口的增长是协调人与环境关系，实现可持续发展的重要战略措施。
    2. 2. 地球表层系统的动态和演化的主要区别与联系是什么？
       1. ① 区别
          1. 1) 动态是指系统的圈层结构及其功能不作根本改变的准可逆变化，体现了系统的自稳定性，具有较小的时空尺度。这种变化通常具有不同的不同的周期、振幅、趋势和阶段性。按照变化的周期，大体可分为昼夜节律、季节节律和超年节律。
          2. 2) 演化是指系统的圈层结构及其功能作根本改变的、不可逆的或循环周期很长的变化，体现了系统的自组织性，具有较大的时空尺度。从演化成因上可以分为地球表层系统的自身演化和人类参与下的被动演化。
       2. ② 联系
          1. 动态和演化都体现了整个地球表层系统及其各组成部分随时间推移而变化的特性，不同时间节律之间以及节律性动态与演化之间的这种联系方式、组织秩序和时间关系便形成地球表层系统的时间结构。
          2. 1) 在动态方面，高层次的节律往往包含着低层次的节律，低层次的节律则是高层次节律的组成部分。
          3. 2) 就演化而言，它可以是完全不可逆的过程，也可能是周期很长的一种节律，但其周期的不确定性很大，这种漫长的过程构成了各种动态变化的宏观背景。
    3. 3. 简述自然地域分异的基本因素和基本规律及其具体表现。
       1. 地球表层的自然景观及其组成要素在地球表面按照确定方向发生分化所形成的的差异称为地域分异。地域分异的基本因素包括地带性因素和非地带性因素，即太阳辐射和地球内能两类地域分异因素。由于太阳辐射能再看地表分布不均而引起的地域分异规律称为地带性规律，由于地球内能作用产生的海陆分布、地势起伏、构造运动等地域分异规律称为非地带性规律。
       2. ① 纬向地带性是地带性规律在地球表面的具体表现，指自然景观及其组成要素大致沿纬线延伸、按纬度有规律地排列而产生的南北向分化。它是全球尺度上的地域分异规律。因地表获得的太阳辐射能随纬度升高而减少所形成的温度带分异是纬向地带性的典型表现，通常可划分为热带、亚热带、温带、亚寒带、寒带等。
       3. ② 经向地带性是非地带性规律在地球表面的具体表现，指自然景观及其组成要素大致沿经线方向延伸、按经度由海向陆有规律地排列而产生的东西向分化。它是大陆和大洋尺度上的地域分异规律，其本质是海陆地带性。在陆地上，由于沿海地区降水量比较丰富，而大陆内部则干燥少雨，因此，干湿状况的分异是海陆地带性的典型表现。
       4. ③ 垂直地带性是指自然景观及其组成要素大致沿等高线方向延伸，按地势由低向高有规律地排列而产生的垂直向分化。它是区域尺度上的地域分异规律，主要出现在山地，并自下而上形成一系列的垂直自然带。
       5. ④ 地方性是指在地带性和非地带性规律共同作用下，由于局地因素引起的小尺度地域分异规律，分异的结果形成了低级的地域结构单元。例如局部地形如坡向和坡度引起的日照、气温、湿度、通风条件等小气候的分异。
    4. 4. 何谓垂直地带性？它与纬向地带性和经向地带性有什么关系？举例说明之。
       1. ① 垂直地带性是指自然景观及其组成要素大致沿等高线方向延伸，按地势由低向高有规律地排列而产生的垂直向分化。它是区域尺度上的地域分异规律，主要出现在山地，并自下而上形成一系列的垂直自然带。
       2. ② 垂直地带性是在纬向地带性和经向地带性相互交织的基础上形成的，并受其制约。山地所处地域结构单元的纬向自然带和经向自然带就是垂直自然带的基带，自基带向上，各垂直熙然带的类型及其排列顺序与从当地向高纬方向的纬向自然带的类型及其排列顺序具有一定的相似性。
       3. ③ 一般来说，随着山地所在纬度位置的升高，基带依次由较高纬度的自然带所替代，垂直自然带的数目减少，垂直带普结构由复杂变得简单，同类型自然带的分布高度下降；随着距海陆分界线的空间距离的增大，垂直带谱的性质由湿润趋向干旱，其结构由复杂趋于简单，同类型自然带的分布高度有上升的趋势。
       4. ④ 垂直地带性与纬向地带性和经向地带性共同支配着地球表层三维空间的地域分异。以中国西藏高原自然带的三维空间变化为例，西藏高原在纬向地带性和经向地带性的共同支配下，产生从东南向西北的地域分异，形成山地针叶林、高山草甸、高山草原和高山山地荒漠4个自然带地域单元。高原东南边缘与东部低地的纬向自然带有着密切联系，自下到上依次出现由热带至寒温带森林组成的自然带，其上为草甸带和高山冰雪带。高原西北边缘则以高原上的自然带为基带向上分异，依次形成荒漠、草原、草甸和冰雪带，具有强烈的高原特色。
    5. 5. 地球表层系统中的事件和过程可以区分为哪几种时间尺度？为什么自然地理学注重研究中间尺度的事件和过程？
       1. ① 从时间的延展方面，大致可以划分为5个特征时间尺度：
          1. 1) 几百万年至几十亿年：这一时间尺度的事件发生在地质历史时期，受地球行星演化规律与进程的控制，属于不可逆过程中的事件。如造山运动、造陆运动、大气圈和水圈的形成与演变等。
          2. 2) 几千年至几十万年：这一时间尺度的事件发生在距今最近的一个地质时期——第四纪的晚期和人类历史时期，主要受到地球轨道参数如偏心率、黄赤交角和岁差等变化的影响，具有长周期变化的特点，属于可逆过程中的事件。如第四纪冰期—间冰期的交替、海平面的升降等。
          3. 3) 几年至几百年：这一时间尺度的事件发生在年际、年代际到世纪际，主要驱动因子包括太阳活动、火山活动、大气环流的长期变化、厄尔尼诺—南方涛动等自然过程和大气温室效应加剧等人为过程，具有周期性、趋势性和突变性的特点。如全球气温的趋势性升高、植物物候期的准周期性波动和突变等。
          4. 4) 几天至几个季度：这一时间尺度的事件发生在数天到一年之内，其本质特征是季节更替，主要驱动因子是太阳辐射量输入的年周期性，属于一种规则的韵律波动或周期性变化。如大气环流的季节振荡，农事季节的更替等。
          5. 5) 几秒至几小时：这一时间尺度的事件发生在数秒到一天之内，其本质特征是日变化，周期性十分规则，太阳辐射量输入的日周期是构成这种变化的主要驱动因子。如气候要素的日变化、雷雨、冰雹、大风等历时几分钟到几小时的天气现象等。
       2. ② 在地球表层系统各种时间尺度的事件和过程中，自然地理学的研究注重现代的事件和过程，特别是从季节到近百年时间尺度上的事件和过程，主要包括大气、海洋、陆地和生物之间的相互作用。这主要基于两点认识，一是与人类生存和发展密切相关的各种不可再生资源大多只有约百年的开采寿命；二是生存环境的恶化速度已不容许人类考虑更长时段如几百年以后的情况。认识和预测“人寿尺度”上地球表层系统的状态与变化趋势，可以为人类社会可持续发展战略的实施提供科学的指导。
    6. 6. 地球表层系统中的事件和过程可以区分为哪几种空间尺度？如何理解自然地理学从全球着眼，从区域入手的方法论？
       1. ① 从空间的延展方面，大致可以划分为4个特征时间尺度：
          1. 1) 全球尺度：空间范围在20000km以上，大约相当于半球至全球尺度。这些事件发生在年内至几十亿年的相当宽的时间谱之内，并且不同时空尺度的过程是相互影响的。如大气环流和洋流、温室效应加剧与全球气候变化等。
          2. 2) 区域尺度：空间范围在100km以上，如大陆、大洋、陆上的自然带和自然区以及海区等。这些事件发生在年内至十几亿年的相当宽的时间谱之内，并且不同时空尺度的事件之间相互作用显著。如季风和大型天气过程、厄尔尼诺—南方涛动、冰期—间冰期交替等。
          3. 3) 地方尺度：空间范围在10km以上，时间谱可以从一天之内到百万年，各事件独立性增强。如地震、植物物候的变化等。
          4. 4) 局地尺度：空间范围在数千米以下，时间谱较窄，大多局限于几秒到一年之内，空间特质性非常明显。如火山爆发、土壤的养分循环等。
       2. ② 在地球表层系统各种时间尺度的事件和过程中，自然地理学注重运用从全球着眼，从区域和地方入手的方法论，研究它们的空间联系、空间格局、尺度转化、演变特征及其机理，以及人类社会、经济发展与生存环境变化之间的关系。通过自上而下与自下而上相结合的方法认识地球表层系统的事件和过程，有助于揭示不同空间尺度事件之间的本质联系。事实上，全球尺度的环境变化对区域环境变化产生深远的影响，如全球变暖；而区域环境的变化也可能发展成为全球环境的变化，如温室气体的排放。前者构成后者的背景，后者则可能成为前者的根源。
    7. 7. 时空尺度之间的联系性和尺度转换关系对于自然地理学的研究有什么启示？举例说明之。
       1. ① 地球表层系统中各种事件和过程的时间尺度与空间尺度是相关联的。一般来讲，较大空间尺度的事件和过程，其时间尺度的范围亦较大；较小空间尺度的事件和过程，其时间尺度的范围亦较小。例如，全球气候变化的空间尺度在20000km以上，对应几十年到数百年的时间尺度；而植被冠层微气候变化的空间尺度仅为数厘米到数米，对应几秒到几分钟的时间尺度。
       2. ② 不同时间与空间尺度的事件和过程是相互作用的，并具有一定的尺度转换关系。宏观事件是微观事件产生的背景，微观事件则构成宏观事件发生的基础。某一级时空尺度的事件与过程通常由较低级时空尺度事件与过程的集成和较高级时空尺度事件与过程的控制所决定的。例如，一个山谷的气候特征(气温、气压、湿度、降水量、风等)是由谷地中不同地形部位(海拔、坡向、坡度等)上的局地气候特征的平均和当地所处的区域气候状况所共同决定的。
       3. ③ 不同时间与空间尺度的组合具有一些典型的事件和过程，因此，要研究某种事件和过程，应该根据它发生的特征时空尺度确定研究的时段和区域范围。例如，如果要进行一个地方气候季节和物候季节的划分，研究的时段应确定为1年或数十年，以确定该年的季节划分以及逐年和多年平均的季节划分；区域范围应在10km以内，因为超出此范围，季节的类型便可能出现显著的不同。
    8. 8. 大气、海洋、陆地之间的相互作用主要表现在哪些方面？举例说明之。
       1. ① 海—气相互作用
          1. 1) 热量交换：海水具有流动性和比热容大的特点，是最重要的太阳能量存储器，在海—气热量交换中起着主导的作用。海洋以对流、传导、蒸发、热辐射等形式向大气输送热量，使得海洋上空大气的运动变化无常，形成丰富多彩的天气现象。
          2. 2) 动量交换：大气通过风应力向海洋提供动量，形成海浪与洋流以及大范围的能量与物质输送。大气在海—气动量交换中起着主导的作用。
          3. 3) 物质交换：通过蒸发与降水实现的水分交换是海—气界面物质交换的主要过程。气体交换方面，CO2等温室气体被海洋吸收再缓慢释放到大气中的过程具有调节大气温室气体浓度，缓冲气候变化进程的作用。此外，海—气盐粒交换为大气提供了气溶胶，形成凝结核并减弱进入地球表层的太阳辐射，使地表温度下降。
       2. ② 陆—气相互作用
          1. 1) 热量交换：下垫面接受太阳辐射能，并通过红外辐射、传导、湍流、对流、蒸发、蒸腾等形式加热大气，大气也通过逆辐射的形式对地面起到保温的作用。陆地成为大气加热的主要热源，在陆—气热量交换中起主导的作用。
          2. 2) 动量交换：陆面起伏的地形、粗糙的地表物质和植被等加大了地表的摩擦，产生对风的阻力，从而导致陆—气之间动量的交换。在裸露地表，风可以引起风蚀和尘暴；在森林覆盖的地方，风速被显著消减，起到了防风和减轻风沙灾害的效果。
          3. 3) 物质交换：陆—气之间的物质交换包括陆面与大气之间通过蒸发、蒸腾和降水过程的水分交换，植物通过光合作用和呼吸作用与大气之间CO2和O2的气体交换，陆面的尘埃、花粉、气溶胶进入大气产生的颗粒物交换等。
       3. ③ 海—陆相互作用
          1. 1) 热量交换：沿海地区冷热源变化引起的热量流入与流出，例如白天吹海风，近地面风向由海到陆；夜晚吹陆风，近地面风向由陆到海。
          2. 2) 物质交换：入海河流将陆源的泥沙、营养物质和污染物质输入海洋，一方面带来丰富食物，另一方面造成海水富营养化和海水污染。陆地在海—陆物质交换方面起主导作用。
          3. 3) 动量交换：在滨海带，海水的动能对海岸产生机械剥蚀、搬运和沉积作用而形成沙滩或砾滩。海洋在海—陆动量交换中起主导作用。
          4. 4) 海平面变化：全球气候变暖导致的极冰融化使海平面上升，海水入侵陆地，造成土地盐碱化和地下水咸化等。
    9. 9. 物理、化学、生物过程之间的相互作用主要表现在哪些方面？举例说明之。
       1. 地球表层系统各圈层之间的相互作用往往具有物理、化学和生物过程的综合性质，某一种性质的变化可以引起其它性质发生相应的变化，这3种过程的相互转化与相互作用，在大气、土壤与生物之间的交界面上表现得最为显著。
       2. ① 植物通过光合作用将太阳辐射能转化成生物化学能，将CO2、水等无机物质合成葡萄糖等有机物质，并放出O2；通过呼吸作用将葡萄糖等有机物质氧化，使生物化学能转化成热能，并放出CO2。
       3. ② 植被还以枯枝落叶的形式将复杂的有机物质归还土壤，土壤接受植被的有机残体，经土壤动物和微生物的分解与矿质化，形成简单的化合物，供植物再次吸收；同时，生物能进入土体后，经分解而释放出热能，这些热能与化学能也重新供给植物利用。
       4. ③ 此外，大气物理和化学性质，如温度、水分、化学成分的变化直接影响植物光合作用、呼吸作用、养分吸收、初级生产的强度和速率，同时影响着有机残体归还土壤的数量和微生物分解有机物的速率等；反之，植物的生长发育和土壤的养分循环也改变着大气组成成分如温室气体CO2、CH4以及N2等的含量，并通过改变地面反射率和大气逆辐射等形式引起大气温度和水分状况发生改变。
    10. 10. 如何理解“减少人类圈的资源与物质输入量是促进人与环境协调发展的根本途径”？
        1. ① 在自然资源输入端，人类开采自然资源，将其输入人类圈或改变其在自然界中的位置与性质。人类开发越剧烈，扰动作用就越大，负面回馈作用也就越大，人类为改善生存环境所需投入的附加自然物质和能量就会更大，从而引发一个正反馈效应。因此，尽可能减少物质和能量向人类圈的输入量，是改善人与环境间在自然资源输入端相互关系的唯一途径。
        2. ② 在废弃物输出端，人与环境的相互作用表现在废水、废气、固体废物的排放，以及农药、化肥的施用和流失等。从根源上分析，这些废弃物从输出端排放的数量取决于自然资源从输入端获取的数量。根据质量守恒原理，人类圈的自然资源与原材料输入量应等于作为产品和器具的储存量与废弃物输出量之和。人类获取的资源数量越多，经生产和消费过程排放的废弃物数量就越多，为了处理、处置这些废弃物所需消耗的附加自然物质和能量也就越多，从而引发另一个正反馈效应。因此，改善人与环境间在废弃物输出端相互关系的根本途径仍然是尽可能减少物质和能量向人类圈的输入量，并提高物质、能量和废弃物的循环利用效率。
    11. 11. 地球表层系统的概念模型在认识上有什么意义？举例说明之。
        1. 地球表层系统是一个由多要素组成的多层次系统，并且是具有不同时间尺度变化的动态系统和不同空间尺度分异的地域系统。在实践中，人们通过对地球表层系统各个部分和各种过程的研究，可以逐步建立和完善对这些子系统及其过程的认识，并构建出子系统的模型。在此基础上，利用积累的大量观测和实验事实对这些子系统模型进行综合集成，用统一的观点加以解释，便可以得到一个关于地球表层系统变化的整体图景，即地球表层系统的概念模型。它以框图的形式表示，是对整个系统进行数值模拟计算的认识基础。建立这种模型的基本假设是地球表层作为整体具有可以理解的秩序。地球表层系统运动与变化的基本驱动力有3个，即太阳辐射、地球内能、人类活动。在3大驱动力作用下，物理气候过程和生物地球化学过程是地球表层系统内的两大控制过程。
    12. 12. 简述在3大驱动力作用下的物理气候过程和生物地球化学过程及其相互联系。
        1. ① 物理气候过程
           1. 物理气候过程受太阳辐射输入、火山活动、平流层大气化学成分和人类活动的影响，主要包括大气动力过程、海洋动力过程、陆地表面的能量收支过程和水循环过程等。其一般模式为，高低纬度之间能量收支的不均衡，产生了全球的大气环流和大洋环流，导致地面与大气中能量与水分的重新分配，并在各地下垫面性质的影响下形成不同的气候。驱动因素的改变会造成物理气候条件的变化以及生态系统的响应。
        2. ② 生物地球化学过程
           1. 生物地球化学过程受到太阳辐射、火山活动、平流层大气化学成分和人类活动等的驱动，主要包括对流层化学过程、海洋生物化学过程和陆地生态过程等。它们通过化学元素在其间的循环而联系起来，同时也改变着全球能量收支的状态。生物地球化学循环维持着各种元素在“储库”中含量的大致稳定状态，但在人类活动的强烈干预下，这种稳定状态正在被打破，如土地荒漠化的蔓延和温室效应的加剧。
        3. ③ 相互联系
           1. 这两大控制过程通过反馈机制紧密地耦合在一起，表现为二者在大气、海洋和陆地交界面上的相互驱动作用。
           2. 1) 在陆地上，气候的冷暖和干湿变化决定着植被的分布、生长季节长度的波动和光合作用的效率、土壤中微生物分解有机物的速率等，从而对陆地碳库的碳储存量和循环效率产生影响。这种影响可以调节大气中CO2的含量，反过来影响气候的冷暖和干湿变化。
           3. 2) 在海洋上，气候的冷暖变化可以使海洋中浮游生物的覆盖面积和生长率发生改变，并影响海水上、下层之间的对流，从而改变海洋吸纳CO2的效率和海—气之间CO2的交换量，最终反过来影响气候的冷暖变化。
           4. 3) 人类活动排放的各种温室气体和污染物质参与到生物地球化学循环中，改变了地球表层系统的能量收支平衡状态和近地面层大气、水体、土壤中化学物质的组成，造成大气温室效应加剧、全球变暖和环境污染；而人类通过改变土地利用方式和植被覆盖状况，也可以直接改变地表的反射率和光合作用固定CO2的能力，从而影响地球表层系统的能量收支平衡与碳循环。由此引发的气候变化对物理气候过程和生物地球化学过程的所有子过程，乃至人类活动本身均产生显著的影响。