

绪 论

地理环境

地理环境可分为自然环境、经济环境和社会文化环境三类。三种地理环境在地域上和结构上相互重叠、相互联系，从而构成统一整体的地理环境。

自然环境

自然环境由地球表层中的无机和有机的。静态和动态的自然界各种物质和能量组成，具有地理结构特征并受自然规律控制。根据其受人类社会干扰的程度不同，分为天然环境（或原生自然环境：只受人类间接或轻微影响，而原有自然面貌未发生明显变化的自然地理环境。）和人为环境（或次生自然环境：经受人类直接影响和长期作用之后，自然面貌发生重大变化的地区。）。

经济环境

经济环境是指自然条件和自然资源经人类利用改造后形成的生产力地域综合体，包括工业、农业、交通、城镇居民点等各种生产力实体的地域配置条件和结构状态。

社会文化环境

社会文化环境，包括人口、社会、国家、民族、民俗、语言、文化等地域分布特征和组成结构，还涉及各种人群对周围事物的心理感应和相应的社会行为。

自然地理学（Physical Geography）

自然地理学研究地球表面物质系统及其要素的组成、结构、功能、空间特征、时间特征以及各要素之间的相互作用的机理。根据自然地理学的研究对象的复杂性和对其研究的领域分化，目前，自然地理学主要有以下分科：

部门自然地理学（Sectional Physical Geography）

分别研究组成地球表层物质系统的各种自然要素与过程本身，强调以某个要素为核心的分析与综合，包括的学科主要有地貌学、气候学、水文地理学、动（植）物地理学、土壤地理学等。

区域自然地理学（Regional Physical Geography）

研究地球表层物质系统的某个地域组合的自然特征与过程，强调具体区域的个体性。

综合自然地理学（Integrated Physical Geography）

主要研究地球表层物质系统的形成历史、现代过程、类型特征、地理分异和发展演变，它是自然地理学的理论研究部分，强调综合性。

自然地理环境

一个庞大的物质系统、组成包括：自然地理环境的各种物质、能量以及在能量支配下物质运动所构成的各种动态需同。其基本特征有：地区外能和内能作用显著；三相物质并存；有机界和无机界相互转化；人类聚居的场所。

第一章 地球

地球自转偏向

由于地球自西向东自转而使在地球上运动的物体发生偏转的力。它使所有在地球上作水平运动的物体都发生偏转，在南半球则向左偏，北半球向右偏，赤道上水平运动物体无偏向。物体运动速度决定偏转力的大小。

恒星年

地球连续两次通过太阳和另一恒星连线与地球轨道的交点所需的时间为 365 日 6 时 9 分 9.5 秒，称为一个恒星年。

回归年

太阳连续两次通过春分点的平均时间为 365 日 5 时 48 分 46 秒，称为一个回归年。

太阳高度角

太阳光线与地平面间的夹角。某地的太阳高度角有日变化，正午 12 时太阳高度角达到最大，并且正午太阳高度角在一年内也会随太阳直射点在南北回归线的来回移动而变化。太阳高度角的计算公式：

$$H = 90^\circ - |\text{地理纬度} - \text{直射点纬度}|$$

纬度与经度

纬度是某地铅垂线对赤道面的夹角。经度是某地所在经线与本初经线之间的角距。

本初子午线

所有通过地轴的平面，都和地球表面相交而成为圆，这就是经线圈，每个经线圈都包含两条相差 180 度的经线，一条经线则是一个半圆弧。最初经线的起始线并不统一，1884 年经过国际协议，确定以穿过伦敦当时的格林尼治天文台的经线为本初经线，或称本初子午线。

180 度经线

从本初子午线（经度的零度线）向东和向西各分 180 度，称为东经和西经，东经和西经 180 度线是重合的，通常就把它叫做 180 度经线。由于，在同一时刻，180 度经线以东是前一日的结束，以西却是次一日的开始，经国际协议被定为国际日期变更线（日界线）。

地球的内部构造

根据对地震波在地下不同深度传播的差异和变化，地球固体地表以内的构造可以分为三层：地壳，地幔和地核。

地壳

指地表至莫霍界面之间厚度极不一致的岩石圈的一部分。大陆地壳平均厚度为 35km，大陆地壳最表层为风化壳，其余则自上而下分为沉积岩层，硅铝层和硅镁层。海洋地壳厚度约 5~8km，上部为疏松沉积物和玄武岩，下部为硅镁层。

地幔

莫霍界面以下，深度为 35~2900km 的圈层就是地幔。地幔分为上下两层，上地幔深 35~1000km，主要由橄榄岩质的超基性岩石构成，上地幔上部大致在 60~250km 深度间，放射性元素大量集中，物质处于熔融状态，成为岩浆的源地，并有软流圈之称。下地幔深 1000~2900km，其下界为古登堡界面，特点是铁、镍物质大量增加。

地核

2900km 深度以下至地心为地核，主要由铁，镍等致密物质构成，一般认为外地核呈熔融态，而内地核却可能呈固态。

地球的外部构造

地球的外部构造包括大气圈，水圈和生物圈三个圈层。

大气圈

指包围着地球的空气层。它是一种混合物，由干结空气、水汽和杂质三部分组成。主要成分为氮，氧，氩，二氧化碳和水蒸汽等。其组成和密度的优越性使它更适合生物包括人类的生存和发展。

水圈

地球上除了存在于各种矿物中的化合水，结合水，以及深部岩石所封存的水分以外，海洋，河流，湖泊，沼泽，地下水，大气水分和冰共同构成地球的水圈。其主体是世界大洋，面积占全球面积的 71%。水是地球表面分布最广泛的物质，也是地表最重要的物质和参与地理环境物质能量转化的重要因素。

生物圈

地球是上存在有生物并受其生命活动影响的区域，或生命存在的地表部分叫生物圈。包括大气圈的下层，整个水圈和岩石圈的上部，厚度达 20km。生物圈是指地球生物及其分布范围所构成的一个极其特殊、又极其重要的圈层。

地球构造中的同心圈层在分布上有一个显著特点：在高空和地球内部，它们基本上是上下平行分布的，但在地球表面附近各圈层是相互渗透相互重叠的。

大洋

是海洋的主体，指连续的广阔水体。

陆地

被海洋环绕，并突出于海洋面以上的部分。

岛屿

同样被海洋环绕，但面积远比大陆小的小块陆地，可以分为大陆岛和海洋岛两类：

大陆岛——本来是陆地的一部分，由于大陆的某些部分发生破裂或沉陷而被海水所淹没，使之与大陆分离，形成了岛屿，其基础仍固定在大陆架或大陆坡上。

海洋岛——面积比大陆岛小，与大陆在地质构造上没有直接联系，也不是大陆的一部分，可以分为火山岛和珊瑚岛。

第二章 地 壳

地壳

是地球硬表面以下到莫霍面之间由各类岩石构成的壳层，在大陆上平均厚度 35km，在大洋下平均厚度 5km。地壳厚度差异很大。地壳由沉积壳、花岗质壳层与玄武质壳层组成。地壳是指地球表面的刚性外壳，属于岩石圈的上部。地壳的组成可以从元素、矿物、岩石三方面来说明。

克拉克值

把化学元素在地壳中的平均重量百分比称为克拉克值，即元素的丰度。各种元素丰度不一。高丰度元素的地球化学行为对地壳的矿物组成将发生积极影响。氧，硅，铝，铁，钙，钠，钾，镁八大元素的丰度共占 98%。

矿物

地壳中的各种化学元素，在各种地质作用下不断进行化合，形成各种矿物。矿物是单个元素或若干元素在一定地质条件下形成的具有特定化学成分和物理性质的化合物，是构成岩石的基本单元。矿物是人类生产资料和生活资料的重要来源之一，是构成地壳岩石的物质基础。单质少，化合物多，呈晶质固体，理化性质随环境而改变。矿物的特征包括形态、光学性质与力学性质，是鉴别矿物的依据。矿物的光学性质：透明度、光泽、颜色及条痕。矿物的力学性质：硬度、解理、断口、弹性等。

岩石

造岩矿物按一定的结构集合而成的地质体（由一种或多种矿物所组成的有规律的集合体），是构成地壳及地幔的主要物质。岩石是地质作用的产物，又是地质作用的对象，所以岩石是研究各种地质构造和地貌的物质基础。根据成因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩。

岩浆岩

是由岩浆凝结形成的岩石，约占地壳总体积的 65%。按矿物组成的差别岩浆岩分为超基性岩，基性岩，中性岩，酸性岩。岩浆是在地壳深处或上地幔天然形成的、富含挥发组分的高温粘稠的硅酸盐熔浆流体，是形成各种岩浆岩和岩浆矿床的母体。岩浆的主要成分是硅酸盐，金属硫化物，氧化物和部分挥发物。岩浆的发生、运移、聚集、变化及冷凝成岩的全部过程，称为岩浆作用。岩浆作用主要有两种方式：①岩浆侵入活动→侵入岩。②火山活动或喷出活动→喷出岩（火山岩）

沉积岩

是由成层堆积于陆地或海洋中的碎屑、胶体和有机物质等疏松沉积物固结而成的岩石。沉积岩具有层理，富含次生矿物、有机质，并有生物化石。暴露在地壳表部的岩石，在地球发展过程中，不可避免的要受到各种外力作用的剥蚀破坏，然后再把破坏产物在原地或经搬运沉积下来，再经过复杂的成岩作用过程而形成岩石，称沉积岩。沉积岩主要类型有碎屑岩类，粘土岩类，生物化学岩类。

变质岩

固态原岩因温度，压力及化学活动性流体的作用而导致矿物成分，化学结构与构造的变化，称为变质作用，其形成的岩石即为变质岩。

变质作用

无论什么岩石，当其所处的环境与当初岩石形成时的环境发生变化后，岩石的成分、结构和构造等往往也要随之变化，以便使岩石和环境之间达到新的平衡关系，就把其中由内力作用引起的岩石的变化总称为变质作用，基本上是在固态岩石中进行的，因而本质上有别于岩浆作用。由变质作用形成的岩石就是变质岩。或：固态原岩因温度、压力及化学活动性流体的作用而导致矿物成分、化学结构与构造的变化统称为变质作用。温度、压力和化学活动性流体是控制变质作用的三个主要因素。

成岩过程

先成岩石的破坏（风化作用与剥蚀作用）、搬运作用、沉积作用和固结成岩作用等四个阶段。沉积岩的成岩过程：原有沉积物不断被后续沉积物覆盖而与上层水体隔离，有机质在厌氧环境中分解产生各种还原性气体，碳酸盐矿物溶解为重碳酸盐，某些金属元素的高价氧化物还原为低价硫化物，软泥中水的矿化

度增加，介质由酸性氧化环境变为碱性还原环境，沉积物重新组合形成新的次生矿物，胶体脱水陈化为固体，碎屑物经压缩，胶结作用固结成为岩石。

层理——是指岩石的矿物成分、结构、粒度、颜色等性质沿垂直于层面方向变化而形成层状构造。即表现出来的成层性。层理可分为：水平层理、波状层理、交错层理等。

节理——岩石因所受应力强度超过自身强度而发生破裂，虽破裂而破裂面两侧岩块未发生明显滑动者叫节理（破裂而又发生明显位移的叫断层）。

解理——矿物受外力作用沿一定结晶方向分裂为解理面的能力。

构造运动

主要是地球内动力引起的地壳机械运动，但经常涉及更深的构造圈。可使地壳乃至岩石圈变形、变位，形成各种地质构造，又称岩石圈的运动，可以促进岩浆活动和变质作用，不仅决定了巨大地表轮廓和水圈的分布，还影响着生物圈的分布，并改变大气环流，以至影响着整个地球表层环境。构造运动具有普遍性、方向性、非匀速性、幅度与规模差异性等一般特点。包括水平运动（地壳或岩石圈块体沿大地水准面切线方向的运动）和垂直运动（块体的升降运动）。

地质构造

岩层或岩体经构造运动而发生的变形与变位称为地质构造，地质构造是构造运动的形迹。引起地质构造的力主要有压应力，张应力，扭应力三类，分别形成压性，张性，扭性构造。层状岩石受地应力作用后构造运动表现明显，有水平构造，倾斜构造，褶皱构造，断裂构造四种类型。

水平构造——水平岩层虽经垂直运动而未发生褶皱，仍保持水平或近似水平产状者，称为水平构造。

倾斜构造——岩层经构造变动后层面与水平面形成夹角，褶曲，断层或不均匀升降运动都可造成岩层的倾斜，其产状以走向，倾向和倾角确定。

褶皱构造——岩层在侧向压应力作用下发生弯曲的现象，其中单个弯曲叫褶曲，能够直观地反映构造运动的性质和特征。

断裂构造——岩石因受应力强度超过自身强度而发生破裂，使岩层连续性遭到破坏的现象就是断裂，虽破裂而破裂面两侧岩石未发生明显滑动者叫做节理，破裂而又发生明显位移的则称为断层。

丹霞地貌

丹霞地貌是指红色砂岩经长期风化剥离和流水侵蚀，形成孤立的山峰和陡峭的奇岩怪石，是巨厚红色砂、砾岩层中沿垂直节理发育的各种丹霞奇峰的总称。主要发育于侏罗纪至第三纪的水平或缓倾的红色地层中。丹霞地貌属于红层地貌。所谓“红层”是指在中生代侏罗纪至新生代第三纪沉积形成的红色岩系，一般称为“红色砂砾岩”。现在悬崖上可以看到的粗细相间的沉积层理，颗粒粗大的岩层叫“砾岩”，细密均匀的岩层叫做“砂岩”。丹霞地貌最突出的特点，是“赤壁丹霞”广泛发育，形成了顶平、身陡、麓缓的方山、石墙、石峰、石柱等奇险的地貌形态。由于 20 世纪 20 年代我国学者以广东省北部丹霞山为基地率先对红层地貌开展科学研究，因而红层地貌也就被命名为“丹霞地貌”。世界上丹霞地貌主要分布在中国、美国西部、中欧和澳大利亚等地，而以我国分布最广。丹霞地层是我国华南地区上白垩统丹霞组标准剖面，丹霞地貌则是中外公认的同类地貌类型的典型代表。在目前我国已发现的 400 多处丹霞地貌中，丹霞山是其中分布面积最大、发育最典型、造型最丰富、风景最优美的丹霞地貌集中分布区，是世界上发育典型，类型最齐全，造型最丰富，风景最优美的丹霞地貌集中分布区，具有特殊的学术价值、科研价值和科普教育价值，同时也是开展地质旅游的胜地之一。丹霞山作为丹霞地层和丹霞地貌的命名地，现为国家地质地貌自然保护区。国内其他有名的丹霞地貌还有江西的龙虎山，安徽的齐云山、福建的武夷山等等。

岩相

反映沉积环境的岩性、结构、构造、化石及其组合特征叫做岩相。通常分为：海相、陆相和过渡相，以下又可各自细分。

沉积建造

彼此有共生关系的地层或岩相的组合，或岩性大致相同的沉积物组合。一个建造相当于大地构造旋回的一定阶段。其基本建造类型有地槽型建造、地台型建造和过渡型建造三种。

褶皱

岩层在侧向压应力作用下发生弯曲的现象称为褶皱。褶皱能直接反映构造运动性质和特征。主要是由于构造运动形成的，可能是由升降运动使岩层向上拱起和向下拗曲，但大多数是在水平运动下受到挤压而形成的，而且缩短了岩层的水平距离。基本形态有背斜和向斜两种。

断裂

岩石，特别是脆性较大和靠近地表的岩石，因所受应力超过自身强度而发生破裂，使岩层连续性遭到破坏的现象称为断裂。岩块沿着断裂面有明显位移的则称断层，断层由断层面（岩层或岩体发生断裂时的破裂面），断层线（断层面与地面的交线），断层盘（断层面两侧的岩块），断距（两盘相对位移的距离）等要素组成。

大陆漂移说

1915年魏格纳根据大西洋两岸陆地轮廓具有相似性，某些动物种属相同，非洲与南美发现同一种古生物化石，非洲南部与南美出现同样的二叠系地层，南美洲与南极等现代气候差异极大的地区均发现石炭二叠纪冰川遗迹等理由提出中生代地球表面存在一个统一大陆即联合古陆，侏罗纪后联合古陆开始分裂并各自漂移，逐渐形成现今的海陆的分布格局。并提出了地球自转离心力与日月引潮力对古陆分离的可能影响及花岗岩在玄武岩壳上的漂移假设。

海底扩张说

从20世纪30年代末尤其是二战结束以来对海底的考察，发现海洋虽然历史悠久，海底却很年轻，几乎根本不存在时代早于侏罗纪的地层，海底沉积物很薄，火山也较少，这表明海底年龄仅有数亿年，据此提出了海底扩张假说，其要点有：书46页

板块构造说

20世纪60年代后期，把海底扩张，大陆漂移，地震与火山活动等地质现象纳入一个统一的理论体系中，用统一的动力学模式解释全球构造运动过程及其相互关系，形成板块构造学说。是海底扩张假说的具体引申。其立论依据在于地表岩石圈并非浑然一体，而是由被诸如大洋中脊，岛弧，海沟，深大断裂等构造活动带所割裂的几个不连续的独立单元，即板块构成的。该学说认为对流带动板块由大洋中脊或海岭向两侧扩张，在岛弧地区或活动大陆边缘沉入地下，通过软流层完成对流的循环。

板块

板块构造学说认为，岩石圈并非是整体一块，而是被许多构造活动带如大洋中脊、海沟、转换断层、地缝合线、深大断裂等分割成不连续的独立单元（块体），这些块体就是所说的板块。板块浮在软流层上，其内部稳定，边缘是比较活跃的活动带，有强烈的构造运动。（板块是指岩石圈板块。包括整个地壳和莫霍面以下的上地幔顶部。）

①离散型边界（生长边界）：是新地壳增生的地方，也是海底扩张的中心地带，主要以大洋中脊为代表，如美洲板块与非洲板块之间的边界。其主要特征是，岩石圈张裂，岩浆涌出，形成新的洋壳，并伴随高热流值和浅源地震。形成海岭、大陆裂谷。（如，红海、东非大裂谷）

②汇聚型边界（消亡边界）：见于两个板块相向移动、挤压、汇聚、俯冲、消减的地方。又分为岛弧海沟岛弧型（即俯冲边界，如太平洋板块和亚欧板块之间的边界，形成岛弧、海沟）和地缝合线型（即碰撞边界，如印度洋板块和亚欧板块之间的边界，形成高大山脉、高原）

③平错型边界（次生型或转换断层型边界）：在这种边界上，没有板块的新生和消亡，是由于前两类边界的活动导致板块间的其他部分作剪切向水平错动而形成，仅见于大洋地壳中。如，美国西部的圣安德烈斯断层。

大洋中脊

由于海底扩张形成的，位于大洋中间、纵贯世界大洋的巨大海底山脉。是大洋板块新生的地方，是板块发散型边界。

地缝合线

两陆地板块的碰撞结合地带就是地缝合线。两个大陆板块汇聚时，在原弧沟系中发生碰撞，于是产生大规模的水平挤压，褶皱成巨大的山系。现在阿尔卑斯—喜马拉雅地带，就是古特提斯海消失形成的一条地缝合线。

槽台说

其基本论点是地壳运动主要受垂直运动控制，地壳此升彼降造成震荡运动，而水平运动则是次要的或派生的。驱动力主要是地球物质的重力分异作用，物质上升造成隆起，下降则造成凹陷。主要的构造单元有地槽和地台。

地槽——地壳活动强烈的地带，在地表呈长条状分布，升降速度快，幅度大，接受巨厚的沉积并有复杂的岩相变化，褶皱强烈，岩浆活动频繁。

地台——是地槽经过强烈隆升运动后，活动性减弱，长期剥蚀夷平后逐渐转化而来。是地壳较稳定的区域，升降速度和幅度较小，构造变动和岩浆活动也较弱。

地盾——由于地台前期身系由地槽转化而来，故下部为紧密褶皱和变质基底，上部沉积了较薄的盖层，当沉积盖层被剥蚀而露出古老的褶皱基底时则称为地盾。

地台和地槽之间具有过渡性质的地区，常分出另一种构造单元，称为山前凹陷或边缘拗陷带。

火山喷发

即岩浆喷出地表，是地球内部物质和能量快速猛烈的释放形式。火山喷出物很复杂，有气体、液体和固体。火山喷发形式有两类：①裂隙式喷发；②中心式（或管状）喷发。火山喷发则形成火山，无一例外分布在大小板块边界上。

地震

是构造运动的一种特殊形式，即大地的快速震动。当地球聚集的应力超过岩层或岩体所能承受的限度时，地壳发生断裂、错动，急剧的释放积聚的能量，并以弹性波的形式向四周传播，引起地表的震动。地震只发生于地球表面至 700km 深度以内的脆性圈层中。世界地震区呈带状分布并与板块边界非常一致，板块间的相互作用是引起地震的主要因素。

地质年代

在内外力作用下，地壳的组成、构造及外部形态不免经常发生变化，一系列变化构成的连续时间，可以清晰的反映地壳演化的历史，通常以地质年代表示这种演化的时间和顺序，地质年代又有相对年代和绝对年代之分。

相对年代法（古生物地层法）

依据地层下老上新的沉积顺序，地层剖面中的整合与不整合关系，标准古生物化石与生物群体进行对比，确定某个地层或事件的相对年代的方法。此法虽能分清地质时间的先后，却不能确定其具体时间。

绝对年代法

通过矿物或岩石的放射性同位素的测定，依据放射性元素蜕变规律计算其绝对年龄，即距今天的年数。

第三章 大气和气候

大气气溶胶

大气中悬浮均匀分布的相当数量的固体微粒和液体微粒，如海盐粉粒、灰尘（特别是硅酸盐）、烟尘和有机物等多种物质，所构成的稳定混合物，统称为气溶胶粒子。半径 $10^{-2} \sim 10^{-8}$ cm，主要来源有自然源和人工源两种。

气压与标准大气压

定义从观测高度的大气上界单位面积上（横截面积 1 cm^2 ）铅直空气柱的重量为大气压强。通常用水银气压表和空盒气压计测量，单位用水银柱高度毫米（mm）表示，国际单位制帕斯卡（Pa），气象学用百帕（hPa）。气象学把温度为 0°C ，纬度为 45° 的海平面气压作为标准大气压，称为一个大气压。气压有周期性日变化和年变化，还有非周期性变化。

大气分层

按照分子组成，大气可分为均质层和非均质层。在气象学中，通常按照温度和运动情况（气温在垂直方向上的变化），将大气圈分为五层：

对流层

是大气的最底层，空气垂直运动旺盛，空气对流运动显著。平均高度 11km，云、雾、雨、雪等主要天气现象都出现在此层，天气现象复杂多变。气温随高度升高而降低，平均每升高 100m 下降 0.65°C 。

平流层

从对流层顶到 55km 左右的大气层，气流稳定。显著特点是温度随高度不变或微升，即由等温分布变成逆温分布。水汽、尘埃等非常少，很少出现云和降水，大气透明度好，利于高空飞行。

中间层（高空对流层）

从平流层顶到 85km 高度的气层。最重要的特点是温度随高度升高而迅速降低，有强烈的空气垂直运动，空气稀薄，水汽很少。

暖层（热层或电离层）

中间层顶至 800km 高度的气层。该层空气密度小，强烈吸收太阳紫外辐射，因而温度随高度上升增加很快。空气受太阳紫外辐射和宇宙线作用处于高度电离状态。常出现极光。

散逸层（外层）

800km 高度以上的大气层。上界为 3000km 左右，是地球大气与星际空间的过渡区域，无明显边界。空气极其稀薄，温度随高度升高。

太阳辐射

太阳是距离地球最近的一个恒星，其表面温度约为 6000K，内部温度更高，所以太阳不停地向外辐射巨大的能量。太阳辐射主要是波长在 $0.4 \sim 0.76 \mu\text{m}$ 的可见光，约占总能量的 50%；其次是波长大于 $0.76 \mu\text{m}$ 的红外辐射，约占总辐射能的 43%；波长小于 $0.4 \mu\text{m}$ 的紫外辐射约占 7%。相对地球辐射来说，太阳辐射的波长比较短，故称太阳辐射为短波辐射。

太阳辐射强度

表示太阳辐射能强弱的物理量，即单位时间内垂直投射在单位面积上的太阳辐射能。

太阳常数

在日地平均距离（ $D=1.496 \times 10^8 \text{ km}$ ）上，大气顶界垂直于太阳光线的单位面积上每分钟接受的太阳辐射，称为太阳常数。事实上，由于太阳光谱辐照度随波长的变化曲线而有年际变化，太阳常数并非保持恒定。

潜热输送

海面 and 陆面的水分蒸发使地面热量得以传输到大气层中。一方面水汽凝结成雨滴或雪时，放出潜热给空气；另一方面雨滴和雪降到地面不久又被蒸发，这个过程交替进行。地-气系统的能量交换主要通过它完成

（大气依靠水汽凝结释放潜热而得到的能量最多）。

感热输送

陆面、水面温度与低层大气温度并不相等，因此地表和大气间便有由感热交换而产生能量输送。在地球表面能量转换过程中，当地表温度高于低层大气时，将出现指向大气的感热输送。反之，感热输送方向指向地面。就全球平均而言，无论是陆面或者洋面，感热交换的结果总是地表向大气输送能量。

大气辐射与大气逆辐射

大气获得能量后依据本身温度向外辐射，称为大气辐射。其中一部分外逸到宇宙空间，一部分向下投向地面。后者是大气逆辐射。大气逆辐射的存在使地面实际损失的热量略少于以长波辐射放出的热量，地面得以保持一定的温暖程度。

温室效应（花房效应）

大气成分，尤其是某些微量和恒量气体，对太阳短波辐射几乎是透明的，但对于地面的长波辐射却能强烈吸收并转化为热能，再通过大气逆辐射将热量还给地面，在一定程度上补偿了地面因长波辐射而导致温度降低，对地面起着保温作用，即大气的温室效应，使地球表面温度及近地面大气温度维持在一定的范围内，以适合地球生物和人类的生存，这些气体被称为温室气体。既包括自然大气中固有的 CO_2 、水汽、 O_3 、 CH_4 、 N_2O 等成分，也包括人类活动释放的污染物质，主要有氟氯烃化合物（CFCs）及 CO_2 、 CH_4 等。

地-气系统的辐射平衡

大气和地面吸收太阳短波辐射，又依据本身的温度向外发射长波辐射，由此形成了整个地-气系统与宇宙空间的能量交换。在地-气系统内部，地面与大气也不断以辐射和热量输送形式交换能量。在某一段时间内物体能量收支的差值，称为辐射平衡或辐射差额。在没有其它方式的热交换时，辐射平衡决定物体的升温与降温；辐射平衡为零时物体温度不变。把地面直到大气上界当作一个整体，其辐射能净收入就是地-气系统的辐射平衡。地-气系统辐射能净收入包括，地面吸收的太阳辐射能及整层大气吸收的太阳辐射能之和再减去大气上界向空间放射的长波辐射能。辐射平衡有日变化和年变化。

气温

气温是大气热力状况的数量度量。实质上是空气分子平均动能大小表现。气温用温度计测定。气温变化特点通常用平均温度和极端值——绝对最高温度、绝对最低温度表示。地理位置、海拔高度、气块运动、季节、时间以及地面性质都影响气温的分布和变化。

气温的日较差

一天之内，最高温度与最低温度之差。日较差的大小与纬度、季节、地表性质、天气状况等密切相关。

气温的年较差

气温年变化幅度称为年较差，是一年内最热月与最冷月平均气温之差。太阳辐射年变化与气温年较差均随纬度的增高而增大。此外，气温年较差还随下垫面的性质、地形、高度而不同。

等温线

气温的水平分布通常用等温线表示。等温线是将气温相同的点连接起来的曲线。在等温线图上垂直于等温线方向上，单位距离内温度的变化值，称为水平温度梯度，方向从高值指向低值。等温线愈密，温度梯度愈大；反之愈小。封闭等温线表示存在温暖或寒冷中心。

热赤道

近赤道地区有一个高温带，月平均温度冬、夏均高于 24°C ，称为热赤道。热赤道平均位于 $5^\circ \sim 10^\circ \text{N}$ 。冬季在赤道附近或南半球大陆上，夏季北移到 20°N 左右。

气温垂直递减率

对流层大气离地面愈高，吸收的地面长波辐射能愈少。因此气温随海拔升高而降低。气温随高度变化的情况，用单位高度（通过取 100m ）气温变化值表示，即 $^\circ\text{C}/100\text{m}$ ，称为气温垂直递减率，简称气温直减率 r 。整个对流层海拔每升高 100m ，气温平均降低 0.65°C 。由于受纬度、地面性质、大气环流等因素影响，对流层气温直减率随地点、季节、昼夜不同而变化。

逆温层

一般说来，夏季和白天地面吸收大量太阳辐射，长波辐射强度大，近地面空气层受热多，气温直减率大；冬季和夜晚直减率小。但在特殊情况下，某些气层的温度随高度而增强，这些气层称为逆温层。近地面层常因夜间地面辐射降温而形成逆温层，称为辐射逆温。较暖的空气流到较冷地面或水面上时，也会形成逆温，称平流逆温。此外还有锋面逆温和下沉逆温。逆温层出现时，空气层结稳定，对空气垂直对流起到削弱阻碍作用，故称阻挡层。

湿度

大气从海洋、湖泊、河流以及潮湿土壤的蒸发或植物的蒸腾作用中获得水分，水分进入大气后，通过分子扩散和气流的传递而散布于大气中，使之具有不同的潮湿程度。大气的湿度状况是决定云、雾、降水等天气现象的重要因素。由于测量方法和实际应用不同，常采用多个湿度参量表示水汽含量：水汽压和饱和水汽压。绝对湿度和相对湿度。露点温度。

水汽压和饱和水汽压

大气中的水汽所产生的那部分压力，就叫水汽压（ e ），也用百帕表示。在气象观测中，由干、湿球温度差经过换算而求得。地表湿度的分布相当复杂，它不仅决定于某一地区经常停留的气团性质和大气垂直运动情况，也和下垫面性质有很大关系。但一般情况下，地面水汽压由赤道向两极减小。

温度一定时，单位体积空气中容纳的水汽量有一定的限度，达到这个限度，空气呈饱和状态，成为饱和空气。饱和空气的水汽压，称为饱和水汽压（ E ），也叫最大水汽压，因为超过这个限度，水汽就开始凝结。饱和水汽压随温度升高而增大。不同温度条件下，饱和水汽压的数值不同。可见，饱和水汽压是温度的函数。

绝对湿度和相对湿度

单位容积空气所含的水汽质量通常以 g/cm^3 表示，称为绝对湿度（ a ）或水汽密度。

大气的实际水汽压 e 与同温度下的饱和水汽压 E 之比，称为相对湿度（ f ），用百分数表示。相对湿度能够直接反映空气距饱和的程度和大气中水汽的相对含量，在气候资料分析中应用很广。相对湿度日变化通常与气温变化相反。在水汽一日变化不大的情况下，相对湿度最高值出现在日出之前；最低值出现在午后。这是由于温度升高时，蒸发作用加强，水汽压虽有所增大，但饱和水汽压增大更多，相对湿度反而降低。相对湿度的年变化，一般是夏季最小，冬季最大。相对湿度分布随距海远近与纬度高度而不同。

露点温度

一定质量的湿空气，若气压保持不变，而令其冷却，则饱和水汽压 E 随温度降低而减少。当 $E=e$ 时，空气达到饱和。湿空气等压降温达到饱和的温度就是露点温度 T_d ，简称露点。

蒸发与蒸发量

液态水转化为水汽的过程，称为蒸发，其影响因素主要包括蒸发面的温度、性质、性状、空气湿度、风等。实际工作中，一般以水层厚度（ mm ）表示蒸发速度，称为蒸发量。蒸发量的变化一般与气温变化一致。一日内，午后蒸发量最大；日出前蒸发量最小。一年内，夏季蒸发量大，冬季小。蒸发量的空间变化受气温、海陆分布、降水量等诸因素的影响。

凝结与凝结核

凝结是发生在 $f \geq 100\%$ （ $e \geq E$ ）过饱和情况下的与蒸发量相反的过程。凝结现象在地面和大气中均能产生。大气中的水汽产生凝结，需要一定条件，既要使水汽达到饱和或过饱和，还必须有凝结核。空气中的尘埃、烟粒等吸湿性的质点，就是水汽开始凝结的核心，称为凝结核。凝结核主要起两个作用：一是对水汽的吸附作用，而是使形成的滴粒比单纯由水分子聚集而成的滴粒大的多，使之处于潮湿环境中，有利于水汽继续凝结。

大气降温过程

绝热冷却——空气上升时，因绝热膨胀而冷却，可使空气温度迅速降低，在较短时间内引起凝结现象，形成中雨或大雨。

辐射冷却——空气本身因向外放散热量产生冷却。

平流冷却——较暖的空气经过冷地面，由于不断把热量传给冷的地表造成空气本身冷却。

混合冷却——温度相差较大且接近饱和的两团空气混合时，混合后气团的平均水汽压可能比混合前气团的饱和水汽压大，多余的水汽就会凝结。

降水

从云层中降落到地面的液态水或固态水，称为降水。降水是云中水滴或冰晶增大的结果。从雨滴到形成降水必须具备的两个基本条件：一是雨滴下降速度超过上升气流速度；二是雨滴从云中降落到地面不致完全被蒸发。

冰晶效应

当水滴和冰晶共存时，在温度相同条件下，由于冰面饱和水汽压小于水面饱和水汽压，水滴将不断蒸发变小，二是冰晶则不断凝华增大，这种过程称为冰晶效应。

降水类型

对流雨

暖季空气湿度较大，近地面气层强烈受热，引起对流而形成的降水。多于暴雨形式出现，并伴有雷电现象，故又称为热雷雨。全球赤道带全年以对流雨为主。我国西南季风区也以热雷雨为主，但通常只见于夏季。

地形雨

暖湿空气前进途中遇到较高山地阻碍而被迫抬升，绝热冷却，在达到凝结高度时，便产生降水。山的迎风坡常成为多雨中心；背风坡因水汽早已凝结降落，且下沉增温，将发生焚风效应，降水很少，形成雨影区。

锋面（气旋）雨

两种物理性质不同的气团相遇，暖湿空气循交界面滑升，绝热冷却，达到凝结高度时便产生云雨。由于气团的水平范围很广，上升速度缓慢，所以锋面雨具有雨区广、持续时间长的特点。温带地区锋面雨占有主要地位。

台风雨

台风是产生在热带或副热带海面温度在 26℃ 以上的广阔洋面上的一种空气旋涡。结构：由四周向中心依次为大风区、旋涡风雨区、台风眼区。中心附近空气上升，眼区空气下沉。形成的动力原因主要受气压梯度力和地转偏向力作用，也受惯性离心力作用。台风中有大量暖湿空气上升，可产生强度极大的降水、狂风、巨浪，破坏力极大，有时造成灾害。仅出现在夏、秋季节。

降水变率

用于表示各地降水量在年际、年内各月间的变化情况，即各年降水量的距平数与多年降水量的百分比

表征降水量的变化程度。 $C_v = \frac{\text{距平数}}{\text{平均数}} \times 100\%$ 式中，平均数为某地多年平均降水量；距平数为当年降水量与平均数之差。

降水变率大小，反映降水的稳定性和可靠性。一个地区降水量丰富、变率小，表明水资源利用价值高。降水变率大，表明降水愈不稳定，往往是反映该地区旱涝频率较高。

湿润系数

一地的年降水量反映该地的水分收入状况，蒸发量反映水分支出状况，某地是湿润还是干旱，取决于该地降水量 P 与蒸发量 E 的对比关系，通常用湿润系数 K 表示，即 $K = P/E$ ， $P \geq E$ ，表明水分收入 \geq 支出，属于湿润状况； $P < E$ ，说明水分入不敷出，属于半湿润半干旱状况。副热带气温高，蒸发能力强，降水远小于蒸发能力，故为干旱、半干旱地区；高纬地带降水量虽不及副热带多，但气温比副热带低，蒸发能力弱，蒸发量小于降水量，因而为湿润地区。

水平气压梯度力

气压分布不均产生气压梯度，使空气具有由高压区流向低压区的趋势。在讨论空气运动时，通常把存在水平气压梯度时单位质量空气所受的力，称为水平气压梯度力 G 。水平气压梯度力是使空气运动即形成

风和决定风向、风速的主导因素。

地转偏向力

由于地球转动而使在地球上的物体发生方向偏转的力，称为地转偏向力。 $A = 2vw \sin j$ 地转偏向力的大小同风速和所在纬度的正弦成正比。在风速相同的情况下，则随纬度增高而增大。赤道上地转偏向力等于零；两极地转偏向力最大，等于 $2vw$ 。

地转风

指自由大气中空气作等速、直线运动。地转风与水平气压场之间存在着一定的关系，即白贝罗风压定律：在北半球，背风而立，高压在右，低压在左；在南半球则相反。

梯度风

自由大气中的空气作曲线运动时，作用于空气的气压梯度力、地转偏向力、惯性离心力达到平衡时的风。梯度风仍然遵循白贝罗风压定律。

热成风

水平温度分布不均将导致气压梯度随高度发生变化，风也相应随高度发生变化。由水平温度梯度引起的上下层风向量差。热成风与等温线的关系同地转风与等压线的关系相似，即在北半球背热成风而立，高温在右，低温在左；南半球相反。

埃克曼螺线

把北半球摩擦层中不同高度上风的向量投影到同一水平面上，可得到一条风向风速随高度变化的螺旋曲线，称为埃克曼螺线。它表示北半球摩擦层中风随高度呈螺旋式旋转分布；随着高度的升高，风速逐渐增大，风向向右偏转，最终风向与等压线完全一致。

大气环流

指大范围内具有一定稳定性的各种气流运行的综合现象。水平尺度可涉及某个大地区、半球甚至全球；垂直尺度有对流层、平流层、中间层或整个大气圈的大气环流；时间尺度有一至数日、月、年、半年、一年直至多年的平均大气环流。其主要表现形式包括全球行星风系、三圈环流、定常分布的平均槽脊和高空急流、西风带中的大型扰动、季风环流。大气环流构成全球大气运行的基本形势，是全球气候特征和大范围形势的主导因素与各种尺度天气系统活动的背景条件。

行星风系

不考虑海陆和地形的影响，地面盛行风的全球性型式称为行星风系。依据全球气压系统分布情况和风压关系，可以判断盛行风的情况。全球地面行星风系主要包括三个盛行风带：

信风带

由于南北纬 $30^\circ \sim 35^\circ$ 附近副热带高压和赤道低压之间存在的气压梯度，从副热带高压辐散的一部分气流便流向赤道，因受地转偏向力作用，在北半球形成东北风，南半球为东南风。其位置、范围和强度随副热带高压带作用规律的季节性变化。这种可以预期在一定季节海上盛行的风系，称为信风（贸易风）。

西风带

南北纬 $35^\circ \sim 60^\circ$ 之间，因副热带高压与副极地低压之间存在气压梯度，从副热带高压辐散的气流，一部分流向高纬度，因受地转偏向力的作用，变成偏西方向即西风。西风带内，速度极快的气旋性风暴很是常见。

极地东风带

自极地高压向外辐散的气流，因地转偏向力的作用变成偏东风，故称极地东风带。纬度 60° 附近，是极地东风与中纬西风相互交接地带。两种气流性质差异很大，暖气流沿冷气流爬升，冷暖气流之间形成所谓极锋面，致使天气多变。

三圈环流

假设地球不自转，且表面均匀，由于赤道和两极受热不均，赤道上空的空气流向极地，而低层气流自

极地流向赤道，补偿赤道上空流出的空气。这样，在赤道和极地之间就会形成一个南北向的闭合环流。但地球不停自转，空气一旦开始运动，地转偏向力便随之发生作用。在地转偏向力作用下，南北半球分别形成三圈环流。

信风环流圈

又称 Hadley 环流圈，是一个直接的热力环流，约占 30 个纬度。暖空气在热带辐合带上升，到高空向高纬输送，受地转偏向力的作用，气流向东偏转，出现高空西风。空气在副热带纬度下沉分为两支，一支流向赤道，在低纬地区形成闭合环流，即信风环流圈。

中纬环流圈

又称 Ferrel 环流圈。中纬度约 $35^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 地带，从高空到地面都盛行偏西风，但地面附近具有指向低纬的风速分量，上层具有指向高纬的风速分量，分别与副热带高压带下沉气流和副极地低压带上升气流相结合，因而构成一个环流圈。

极地环流圈

由副热带高压带流向极地的气流，在地转偏向力的作用下，在中纬度地区形成偏西风。当它到达极地低压带时，与极地高压吹来的偏东风在纬度 60° 附近相遇形成极锋。暖空气沿极锋向极地方向上滑，在地转偏向力作用下变成偏西气流，最后在极地冷却下沉，补偿极地地面流失的空气质量。于是，在纬度 60° 附近和极地之间构成一个闭合环流圈。

季风（Monsoon）

大陆和海洋之间的广大地区，以一年为周期、随着季节变化方向相反的风系，称为季风。季风是海陆间季风环流的简称，它是由大尺度的海洋和大陆间的热力性质差异形成的大范围热力环流。夏季由海洋吹向大陆的风为夏季风；冬季由大陆吹向海洋的风为冬季风。一般说来，夏季风由暖湿热带海洋气团构成；冬季风由干冷的极地大陆气团构成。海陆热力性质差异并非季风形成的唯一原因，其它因素如海陆分布的相对位置、形状和大小，行星风带的季节位移、南北半球相互作用和大地形，尤其是青藏高原的作用对亚洲季风的形成均起着关键性的作用。

局地环流

行星风系与季风都是大范围气压场控制下的大气环流。由局部环境如地形起伏、地表受热不均等引起的小范围气流，称为局地环流。包括海陆风、山谷风、焚风等地方性风。

海陆风

在沿海地区，白天风从海上吹向陆地；晚间风从陆地吹向海洋，以一日为周期，这就是海陆风环流。由海陆热力差异引起，但影响范围局限于沿海，风向转换以一天为周期。白天陆地增温比海面快，陆面气温高于海面，因而下层风由海面吹向陆地，上层则有反向气流。夜间陆地降温快，而海面降温缓慢，海面气温高于陆面，海岸和附近海面形成与白天相反的热力环流，气流由陆地吹向海面。

山谷风

当大范围水平气压场较弱时，山区白天地面风从谷地吹向山坡（谷风）；晚间地面风从山坡吹向谷地（山风），以一日为周期，这就是山谷风环流。白天，山坡空气比同高度的自由大气增温强烈，暖空气沿坡上升，成为谷风。夜间山坡辐射冷却，降温迅速，而谷地中同高度空气冷却较慢，形成与白天相反的热力环流，下层风由山坡吹向山谷，成为山风。

焚风

气流受山地阻挡被迫抬升，迎风坡空气上升冷却，起初按干绝热直减率降温（ $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ），当空气达到饱和状态时，水汽凝结，气温按湿绝热直减率降低（ $0.5\sim 0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ），大部分水分在迎风坡降落。气流越山后顺坡下沉，基本上按干绝热直减率增温，以致背风坡气温比迎风坡同高度气温高，从而形成相对干热的风，这就是焚风。焚风效应对植被类型与生态特征、成土过程和土壤类型都有一定影响。焚风在我国西南山地特别显著。

气团

是指在广大区域内水平方向上温度、湿度、铅直稳定度等物理属性较均匀的大块空气团。气团内部物

理属性相近，其天气现象也大体一致，因此气团具有明显的天气意义。环流条件改变，气团将在大气环流牵引下离源地。一旦移动到新的环境，就会改变原有属性，获得新属性，这种过程，称为气团变性。气团按热力性质分冷气团和暖气团。冷、暖气团是根据气团温度与所经下垫面的温度对比来定义的。一般而言，由低纬流向较高纬度的是暖气团；反之为冷气团。按气团源地的地理位置和下垫面性质分类则可分为冰洋大陆气团（Ac）、冰洋海洋气团（Am）、极地大陆气团（Pc）、极地海洋气团（Pm）、热带大陆气团（Tc）、热带海洋气团（Tm）、赤道气团（E）。影响我国的气团多属变性气团。冬季主要为 Pc、Tm 仅影响华南、华东、云南等地。夏季，Pc 退居长城以北，Tm 影响我国大部。这两种不同性质气团交绥，是形成夏季降水的主要原因。

锋

温度或密度差异很大的两个气团相遇形成的狭窄过渡区域，称为锋。锋是占据三维空间的天气系统。两个气团的界面称为锋面，锋与地面的交线叫锋线。锋面两侧的空气温度、湿度、气压、风、云等气象要素有明显差异，锋面坡度越大天气变化越剧烈。锋面坡度倾向冷气团一侧，倾角随高度的增加逐渐变小。天气图上，锋附近等温线特别密集，这是确定锋线的重要标志。根据锋移动过程中暖气团的替代情况，可分为冷锋、暖锋、准静止锋、锢囚锋四种类型。冷锋是冷气团主动向暖气团方向移动的锋；暖锋是暖气团主动向冷气团方向移动的锋；准静止锋是指很少移动或移动速度非常缓慢的锋；锢囚锋是指锋面相遇，合并后的锋。根据形成锋的气团源地类型，又可将锋分为冰洋锋、极锋、赤道锋三种类型。我国东部地区以极锋活动平均到达位置，作为划分季风影响范围的界限。

气旋

是由锋面上或不同密度空气分界面上发生波动形成的，占有三度空间、中心气压比四周低的水平空气涡旋。气流运动由四周向中心旋转运动，旋转方向在北半球为逆时针，南半球为顺时针。根据气旋产生的地理位置，可分为温带气旋和热带气旋两种类型。温带气旋主要出现在东亚、北美、地中海等地区；热带气旋是形成于热带海洋上的一种具有暖心结构的气旋性涡旋。

反气旋

反气旋是占有三度空间的，中心气压比四周高的大型空气涡旋。气流运动由中心向四周旋转运动，旋转方向在北半球为顺时针，南半球为逆时针。根据温压结构，可分为冷性反气旋（冷高压）和暖性反气旋（暖高压）；根据生成地区，可分为极地反气旋、温带反气旋、副热带反气旋等。

气候

指某一地区多年间大气的一般状态及变化特征。它既反映平均状况，也反映极端状况，是各种天气现象的多年综合。

天气

短时间内各气象要素综合的大气状况和变化，具有复杂多变的特点。

气候系统

20 世纪 70 年代以来提出的新概念。现在一般把气候系统特性概括分为：热力学特性；运动学特性；含水性；静力学特性。气候系统各部分之间的相互作用除物理过程外，还有复杂的化学、生物过程，这些过程在不同时间和空间尺度上有着复杂的反馈机制，并构成了一个耦合的气候系统。一般来说，完整的气候系统由五部分组成：大气圈、海洋、冰雪圈、陆面（岩石圈）、生物圈。

厄尔尼诺（EL Nino）与拉尼娜（La Nina）

厄尔尼诺与拉尼娜及其伴随的气候异常是当前举世瞩目的一个问题。所谓厄尔尼诺是指赤道东太平洋海面水温异常增暖现象，是全球气候和海洋环境异常的一种信号。在有的年份，由于大气环流变异，亚热带环流周期性南移，东南信风减弱，引起赤道逆流南下，热带暖水淹没了较冷的秘鲁寒流，海温升高，上涌还水与沿岸冷水消失，导致海洋生物和寄食鸟类死亡、腐烂，并释放大量 H_2S 进入大气，赤道东太平洋秘鲁流的这种变化，如果水温增加超过 $0.5^{\circ}C$ ，持续时间达 6 个月以上，称为厄尔尼诺。它的主要特征是，从南美洲的秘鲁和厄瓜多尔至赤道太平洋出现大范围的持续的海水温度升高，时间可达 1~2 年。无确定出现周期，一般为 2~7 年。因出现在圣诞节前后，故称“厄尔尼诺”，西班牙语意为“圣婴”。拉尼娜现象在厄尔尼诺之后出现，也是来自海洋的作用，西太平洋海水温度上升，降雨量增多。拉尼娜，西班牙语意为

“圣女”。

沃克环流

正常情况下，赤道太平洋水文的分布为东部冷西部暖，因此，赤道太平洋上空形成一个纬圈热力环流。位于南太平洋副热带高压东侧的南美西海岸（90° W 附近），强烈的下沉气流受冷海水影响降温后，随偏东信风西流，到达太平洋赤道附近（120° E）受热上升，转向成为高空西风，以补充东部冷海区的下沉气流。于是在赤道太平洋垂直剖面图上，就出现一种大气低层为偏东风，上层为偏西风的東西向闭合环流。

南方涛动（Southern Oscillation）

是指热带太平洋与热带印度洋之间气压变化呈反相关的振荡现象。与厄尔尼诺现象几乎同时发生。合称 ENSO，是全球海气相互作用的强烈信号。在厄尔尼诺现象发生时，南方涛动指数（SOI）达到赤道最低值，也就是说印度尼西亚和西太平洋地区气压升高，东太平洋气压降低，赤道对流东移，由此带来了全球热带的气候异常和对中高纬度大气环流的气候的显著影响。

各种气候类型见《世界主要气候型与陆地自然带总结》

第四章 海洋和陆地水

水循环（Hydrologic cycles）

地球上的水从来不是静止不动的，而是不断通过运动和相变从一个地圈转向另一个地圈，或从一种空间转向另一种空间。水循环是一个复杂的过程，但蒸发无疑是其初始的、最重要的环节。海陆表面的水分因太阳辐射而蒸发进入大气。在适宜条件下水汽凝结发生降水。其中大部分直接降落在海洋中，形成海洋水分与大气间的内循环，另外一部分水汽被输送到陆地上空以雨的形式降落到地面，出现三种情况：一是通过蒸发和蒸腾返回大气。二是渗入地下形成土壤水和潜水，形成地表径流最终注入海洋。后者即是水分的海陆循环，三是内流区径流不能注入海洋，水分通过河面和内陆尾间湖面蒸发进入大气圈。各种形式的水循环以不同周期自然更新。水循环使各种自然地理过程得以延续，也使人类赖以生存的水资源不断得到更新从而永续利用。因此，无论对自然界还是对人类社会都具有非同寻常的意义。

水量平衡

是水循环的数量表示。依据质量守恒定律，全球或任一区域水量都应保持收支平衡。高收入则高支出，低收入则低支出。降水量、蒸发量和径流量作为水循环的三个重要环节，同时也是水量平衡的三个重要因素。全球水量平衡方程： $\bar{P}_c + \bar{P}_0 = \bar{E}_c + \bar{E}_0$ （ \bar{P}_c 为大陆降水量； \bar{P}_0 为海洋降水量； \bar{E}_c 为大陆蒸发量； \bar{E}_0 为海洋蒸发量。），方程式表示全球降水量=全球蒸发量。年大洋淡水平衡公式为 $P + R - E = 0$ 或 $P + R = E$ ，即大洋年降水量+入海径流量=大洋年蒸发量。

洋

洋的主体应该是指地球表面连续的广阔水体，远离大陆，面积广阔，深度大，较少受大陆影响，具有稳定的物理化学性质。盐度平均为 35‰。水色高，透明度大。具有独立的洋流系统和潮汐系统。洋的沉淀物为钙质软泥、硅质软泥和红粘土。世界大洋分四部分（省略）。

海

洋与陆地之间的水域称为海。大洋的边缘因接近或伸入陆地而或多或少与大洋主体分离的部分称为海。海从属于洋，或者说海是洋的组成部分。海的面积和深度都远小于洋。由于靠近大陆，有河流注入，海水的理化性质受陆地影响。基本上没有自己独立的洋流系统和潮汐，也不具有洋那样明显的垂直分层。依据海与大洋分离的情况和其他地理标志，可以把海分为内海（地中海）、边缘海、外海和岛间海等。

内海

或称地中海，四周几乎完全被陆地包围，只有一个或多个海峡与洋或邻海相通。位于一个大陆内部或两个大陆之间。

边缘海

位于大陆边缘，以半岛或岛屿与大洋或邻海相分隔，但直接受外海洋流和潮汐的影响。

外海

虽位于大陆边缘，但与洋有广阔联系的海。

岛间海

大洋中由一系列岛屿所环绕形成的水域。

海水盐度和氯度

海水盐度是指海水中全部溶解固体与海水重量之比，通常以每千克海水中所含的克数表示。每千克海水中所含氯的克数，称海水的氯度。标准海水的氯度为 19.381‰。海水盐度因海域所处位置不同和受降水、蒸发和入海径流的影响而有差异。它是研究海水物理、化学性质及其有关过程的一个重要指标。盐度 $= 34.6 + 0.0175 (E - P)$ （ P 代表降水量， E 表示蒸发量）。海水运动使不同区域中海水主要化学成分含量的差别减小到最低程度，因而其含量具有相对稳定性。高纬地区，雨量特别充沛的赤道带和有巨大河流入海的沿岸区盐度较低，而副热带高压带盐度最高。

潮汐

由月球和太阳引力引起海面周期性的升降现象。海面升高，海水涌上海岸，叫涨潮。海面下降，海水从岸上后退，叫落潮。涨潮时海水最高处称为高潮，落潮时海水最低处称为低潮。高潮与低潮的高差，即是潮差。潮差是以朔望月为周期变化的。潮差最大时，叫大潮，潮差最小时叫小潮。潮汐从低纬向高纬减小，两极地区不再有大潮和小潮的区别。根据潮汐的周期变化，可分为半日潮、混合潮和全日潮三种类型。

半日潮

一天有两次高潮和低潮，相邻两次高潮和低潮的潮位和涨、落潮的时间相差不多。

混合潮

一天虽有两次高潮和低潮，但潮位和涨、落潮时间有很大差别。

全日潮

大多数日期一天有一次高潮和低潮。

潮流

海水受月球和太阳引力而发生潮位升降的同时，还发生海水周期性的水平流动。潮流也分为半日潮流、混合潮流和全日潮流三种类型。潮流在一个周期里出现两次最大速度和最小速度。地形愈狭窄，最大与最小流速差值愈大。

波浪

海洋中的波浪是指海水水质点以其原有平衡位置为中心，在垂直方向上作周期性圆周运动的现象。波浪包括波峰、波谷、波长和波高四个要素。波浪按成因可分为风浪、海啸、潮波、气压波、船行波等；还可按波长和水深的相对关系分为深水波（短波）和浅水波（长波）；按作用力情况可分为强制波和自由波。

洋流

大范围的海水沿着一定方向有规律的水平流动，就是洋流（海流）。洋流是海水的主要运动形式。风力是洋流的主要动力，地转偏向力、海陆分布和海底起伏等也有不同程度的影响。按照成因，可分为摩擦流、重力—气压梯度流和潮流三类。根据流动海水温度的高低，分暖流和寒流。暖流比流经海区的温度高，有增温增湿作用；寒流比流经海区温度低，有减温减湿作用。

水团

大洋中具有特别温度和盐度值的、性质相同的大团水体。水团的分类即以垂直方向上的密度平衡面和形成水团的源地为根据。

海洋资源

狭义是指在海水中生存的生物，溶解于海水中的化学元素和淡水，海水中蕴藏的能量以及矿产资源。

广义的海洋资源除上述物质和能量外，还包括港湾，航线，水产养殖空间，海洋上的风，海底地热，海洋景观，海洋空间以及海洋的纳污能力等。

陆地水

是自然地理环境要素之一。陆地水的存在形式，运动和变化，作为活跃的外动力条件之一对地表形态的形成和改造，以及对气候、植被等其它自然要素的作用，尤其是作为不可缺少的资源对人类生活的重要影响，充分显示了它们在地球自然景观形成、发展和人类社会发展中的重要性。陆地水主要以河流、湖泊、沼泽、冰川和地下水等形式存在。

河流与水系

降水或由地下水涌出地表的水，汇集在地面低洼处，在重力作用下经常的或周期地沿流水本身造成的洼地流动，这就是河流。其成因主要是地面水在本身重力作用下，不断侵蚀地面的结果。

河流沿途接受不同级别的支流，形成复杂的干支流网络系统，这就是水系。水系形式是一定的岩层构造、沉积物性质和新构造应力场的反映。水系形式通常分为树枝状、格状和长方形三类。树枝状水系一般发育在抗侵蚀能力比较一致的沉积岩或变质岩区；格状水系经常出现在岩层软硬相间、地下水源比较丰富的平行褶皱构造区；长方形水系则往往和巨大的断裂构造相联系。水系形式也可以按干支流相互配置的关系

系或它们构成的几何形态来划分。如：扇状水系、羽状水系、梳状水系和平行水系等等。此外还可根据水系流向的相互关系划分为向心水系、辐散水系等。

流域

每一条河和每一个水系都从一定的陆地面积上获得补给，这部分陆地面积就是河流和水系的流域，也就是河流和水系在地面的集水区。流域一般包括上游、中游、下游和河口等地理单元，涵盖淡水生态系统、陆地生态系统、海洋和海岸带生态系统。水是流域不同地理单元与生态系统之间联系的最重要纽带。流域特征包括：流域面积、河网密度、流域形状、流域高度、流域方向或干流方向。

流域面积——流域地面分水线和出口断面所包围的面积，在水文上又称集水面积，单位是平方公里。这是河流的重要特征之一，其大小直接影响河流和水量大小及径流的形成过程。

河网密度——流域中干支流总长度和流域面积之比。单位是公里/平方公里。其大小说明水系发育的疏密程度。受到气候、植被、地貌特征、岩石土壤等因素的控制。

流域形状——对河流水量变化有明显影响。

流域高度——主要影响降水形式和流域内的气温，进而影响流域的水量变化。

流域方向或干流方向对冰雪消融时间有一定的影响。

河流落差与河流的比降

河源与河口的高度差，即是河流的总落差；而某一河段的高度差，则是这一河段的落差；单位河长的落差，叫做河流的比降，通常以小数或千分数表示。河流的纵断面能很好地反映河流比降的变化。

河流的横断面

河槽中垂直于流向并以河床为下界、水面为上界的断面。

河流的分段

一条河流常常可以根据其地理-地质特征分为河源、上游、中游、下游和河口五段。

河流的水情要素

为了认识河流的特征及其地理意义，描述水情变化的一些基本概念，如水位、流速、流量、含沙量以及河流的温度和冰情等。

水位

河流中某一标准基面或测站基面上的水面高度，叫做水位。水位高低是流量大小的主要标志。流域内的径流补给是影响流量、水位变化的主要因素。

水位过程线

用纵坐标表示不同时间的水位高度，用横坐标表示时间，可以绘出水位过程线。通过分析水位过程线，可以研究河流的水源、汛期、河床冲淤情况和湖泊的调节作用。

相应水位

河流各站的水位过程线上，上下游站在同一次涨落水期间位相相同的水位。可以用纵轴表示上游站水位，以纵轴表示下游站水位，绘制出两个测站的相应水位曲线。

流速

指水质点在单位时间内移动的距离。它决定于纵比降方向上水体重力的分力与河岸和河堤对水流的摩擦力之比。

薛齐公式

即等流速公式。用来计算某一时段的平均流速 v ： $v = c\sqrt{RI}$ 。式中， R 为水力半径，为过水断面面积与水侵部分弧长之比； I 为河流纵比降； c 为待定系数。

流量

单位时间内通过某过水断面的水量，叫做流量（ m^3/s ）。 $Q = A\bar{v}$ 。式中， A 为断面积； \bar{v} 为平均流速。流量是河流的重要特征之一。流量变化将引起流水侵蚀过程和水流的其它特征值的变化。随着流量的变化，

水位也发生变化。流量和水位之间有着内在的联系。

流量过程线

以横轴表示时间，纵轴表示流量，连接各坐标点，得出 $Q = f(t)$ 曲线，即流量过程线。在横轴和两纵线间，过程线所包围的面积等于相应期间的径流总量。河流的流量过程线是这一河流各种特征的综合。

河流输沙量

一定时间内通过河道某个断面的所有泥沙数量。

河流含沙量

单位体积和水中所含泥沙的质量。

侵蚀模数

在河流流域单位面积上每年被水流侵蚀而带走的泥沙的数量。 $t/km^2 \cdot a$

径流总量

在一特定时段内流过河流测流断面的总水量，称为径流总量（ m^3 或 km^3 ）。 $W = \bar{Q}T$ ，式中， T 为时间（年、月）； \bar{Q} 为时段平均流量。

径流模数

单位面积单位时间上的产水量。单位 $m^3/a \cdot km^2$ 。在所有计算径流的常用量中，径流模数消除了流域面积大小的影响，最能说明与自然地理条件相联系的径流特征。通常用径流模数对不同流域的径流进行比较。

$M = \frac{Q}{F}$ 式中， F 为流域面积（ km^2 ）。

径流深度

研究河流径流时，需要把径流量与降水量进行比较。流域面积除该流域一年的径流总量，即得到径流深度。 $y = \frac{W}{F}$

径流变率（模比系数 K ）

任何时段的径流值 M_1 、 Q_1 或 y_1 与同时段多年平均值 M_0 、 Q_0 或 y_0 之比。 $K = \frac{M_1}{M_0} = \frac{Q_1}{Q_0} = \frac{y_1}{y_0}$

径流系数

一定时期的径流深度 y 与同期降水量 x 之比 $\alpha = y/x$ 。径流系数常用百分比表示，降水量大部分形成径流则 α 值大，降水量大部分消耗于蒸发和下渗，则 α 值小。

正常径流量

河流的年正常径流量是指多年径流量的算术平均值，即平均每年中流过河流某一断面的水量。它是一个比较稳定的数值，也是一个重要的特征值。只有径流年际变化较小，或者有相当长的观测资料时，才能够精确地计算出河流的正常径流量。

洪水

河流水位达到某一高度，致使沿岸城市、村庄、建筑物、农田受到威胁时，称为洪水。连续的强烈降水是形成洪水的主要原因，积雪融化也可以造成洪水。按来源可分为上游演进洪水和当地洪水两类。

枯水径流

一年内没有洪水时期的径流。枯水期径流呈递减现象，久旱之后可能出现年内最小径流量。枯水径流主要来源于流域的地下水补给。

湖泊

地面洼地积水形成宽广的水域。湖盆是形成湖泊的必要地貌条件，水则是形成不可或缺的物质基础。内力作用和外力作用都可以形成湖盆。一部分地壳断陷，下沉可以形成构造湖；死火山口或熔岩高原的喷口可以形成火山湖；冰蚀洼地中，冰碛丘陵间或终碛后方可形成冰川湖；山崩、熔岩流或冰川阻塞河谷可以形成堰塞湖；风蚀盆地积水可以形成风蚀湖；岩溶作用可以形成岩溶湖；浅水海湾或海港被沙堤或沙嘴与海水分隔，可以形成潟湖；河流曲流裁曲直后可以形成牛轭湖；多年冻土区地下冰融化后，地表下陷积水形成热融湖；人工筑坝建造水库，形成人工湖，等等。湖泊分类多种，按湖水来源分为海迹湖和陆面湖；按湖水与径流的关系分为内陆湖和外流湖；依据湖水的矿化程度分为淡水湖和咸水湖。按湖水温度状况分为热带湖、温带湖、极地湖等；以湖水存在的时间久暂分为间歇湖和常年湖。

沼泽

通常把较平坦或稍低洼而过度湿润的地面称为沼泽。形成沼泽的要素有过湿的地表，要有喜湿植物和泥炭层。沼泽形成过程有水体沼泽化和陆地沼泽化两种。陆地沼泽化的基本形式是森林沼泽化和草甸沼泽化。沼泽一般排水不畅，加以植物丛生，故沼泽水的运动十分缓慢。其主要补给来源是降水、融雪水和地下水。沼泽的蒸发比较强烈，径流极小。

地下水

埋藏在地面以下土壤、岩石的空隙（孔隙、裂隙和溶隙）中的水统称地下水。主要来自大气降水、地表水的渗入和大气中水汽的凝结。按物理上的性质，地下水可分为以下五种：气态水、吸着水、薄膜水、毛细管水、重力水。根据成因来划分，通常把地下水分成上层滞水、潜水和承压水（自流水）三大类。地下水的物理性质有湿度、颜色、透明度、比重、导电性、放射性、嗅感和味感。

波美度

盐水的比重可用波美度来表示，一升水内含有 10 克 NaCl，则其盐度相当于 1 波美度。

岩石的水理性质包括岩石的容水性、持水性、给水性和透水性。

水的总矿化度

是指水中各种离子、分子及各种化合物的总含量。通常以水烘干后所得残渣来确定，以克/升表示。总矿化度表示水中含盐量的多少，即水的矿化程度。

硬度

是指水中钙、镁离子的含量，这是评价水质的重要指标之一。水中钙、镁离子的总量称为水的总硬度。当水煮沸时，部分钙、镁离子与重碳酸作用生成重碳酸钙、重碳酸镁沉淀，沉淀部分叫暂时硬度。水沸腾后仍留在水中的钙、镁含量即为永久硬度，等于总硬度减去暂时硬度。

岩石的水理性质

松散岩石存在孔隙，坚硬岩石中有裂隙，易溶岩石有孔洞。水以不同形式存在于这些空隙中。岩石与水作用时，表现出不同的容水性、持水性、积水性、透水性等。

容水性——是指岩石容纳水量的性能，用容水度表示。
$$\text{容水度} = \frac{V_{\text{水}}}{V_{\text{石}}}$$

持水性——在重力作用下，岩石依靠分子力和毛管力在其空隙中保持一定水量的性质。用持水度表示。岩石的颗粒大小对持水度影响很大。
$$\text{持水度} = \frac{V_{\text{重力下空隙水量}}}{V_{\text{石}}}$$

给水性——在重力作用下，饱水岩石流出一定水量的性能。颗粒较粗的岩石给水度较大，细粒岩石积水度较小。
$$\text{给水度} = \frac{V_{\text{流出水量}}}{V_{\text{石}}}$$

透水性——岩石的透水性能。空隙大小，多少和是否彼此连通，对透水性有明显影响。根据透水性可以把岩石分为三类：①透水岩石；②半透水岩石；③不透水岩石。

地下水的动态

地下水流量、水位、温度和化学成分，在各种因素影响下发生日变化和季节变化，称为地下水的动态。气候是影响地下水动态的最积极的因素之一。地下水的动态变化是水量变化的表现形式。

地下水的运动

一般分为两种：一是层流运动，一是紊流运动。地下水在岩石空隙中的运动速度比地表水慢得多，除了在宽大裂隙或空洞中具有较大速度而成为紊流外，一般都为层流。地下水的这种运动称为渗透。

线性渗透定律与非线性渗透定律 P₁₇₄

隔水层

在常压条件下，靠重力作用不能通过水的岩层。对地下水的运动起阻碍作用。

含水层

在重力作用下，能够给水并能通过相当数量水的含水岩层。

上层滞水

在统一的地下水面以上，由于局部的隔水作用，下渗的重力水停留在沉积层或岩石裂缝中，形成范围不大的蓄水体，称为上层滞水。广义来说，饱气带中的地下水都称为上层滞水。一般来说，上层滞水分布范围小，水量也不大，常受水文气象因素影响而发生剧烈变化。补给来源依赖大气降水，有明显的季节变化。干季时往往因蒸发而干涸，雨季时水量较丰富，仅能供应居民生活用水，最易受到污染。上层滞水对工程建筑不利，为消除其危害，需进行排水处理。

潜水

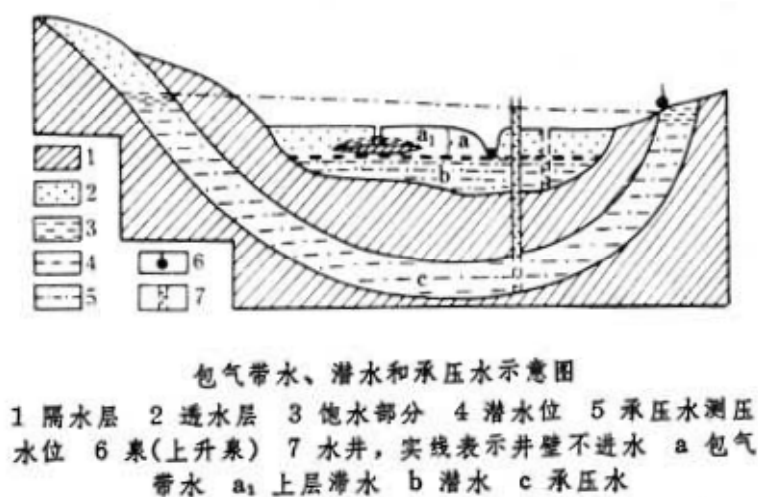
埋藏在地表下第一个稳定隔水层上具有自由表面的地下水叫做潜水。又称为“自由水”，通常埋藏在松散的沉积层中。由于潜水充满了岩石所有孔隙，所以具有统一的自由水面，称为潜水面。潜水面也有一定的季节变化，但水量一般比较丰富，干季也不会干涸。受地质、地貌的影响，潜水面一般是有坡度的（绝大部分情况下与地面坡度一致），在重力作用下潜水顺着倾斜的方向由高处流向低水位地区，形成潜水流。有时潜水面水平，潜水不流动，这就是潜水湖。潜水流到地表时就形成泉。潜水具有明显的纬度地带性和垂直带性特征。潜水面也有一定的季节变化，但水量变化一般比较丰富，干季时亦不会干涸，是农业生产和水或用水的重要水源之一，特别是在地面河湖较少的地区，尤为重要。大气降水是主要补给来源，补给数量多少，与降水强度和历时、地面坡度、岩石透水性、地面覆盖状况等条件相关。

承压水

充满两个隔水层之间的地下水称承压水，又叫“自流水”。在透水层和不透水层相间成层的地区，如果地层倾斜，在两个隔水层之间的水流承受着很大的静水压力，这种地下水称为承压水。凿井如遇到承压水层，往往可以得到大量的地下水，在适宜的条件下可以涌出地面，故又称为自流水，这种井则称为自流井。只有适宜的地质构造，如：盆地、向斜、凹陷、单斜等。

泉

当含水层或含水通道被揭露于地表时，地下水出露成泉；或者说泉是地下水的天然露头。在山区及丘陵区的沟谷与坡脚常常可以见到泉，平原地区很少见。如泉城济南因位于山区（北）和平原（南）分界线上。



类 型		潜 水	承压水
埋藏条件		在第一个隔水层之上	在两个隔水层之间
主要补给方式		大气降水，地表水	补给区的潜水
排泄 方式	水平排泄	出露为地表水或泉水	在排泄区转化为潜水或泉水
	垂直排泄	蒸发	无
主要特点		1. 具有水面（随地势高低而起伏）从高处向低处渗流 2. 分布区与补给区基本一致 3. 埋藏较浅，受气候影响大，水量不稳定，易受污染	1. 承受静水压力，水的运动取决于静水压力 2. 分布区与补给区、排泄区常不一致 3. 埋藏较深，受气候影响小，水量稳定，不易受污染，水质较好
环境问题		1. 不合理灌溉，造成土壤盐渍化 2. 过量开采形成漏斗区，引起地面下沉、沿海地带海水倒灌，水质恶化	污染及过量开采后不易恢复

冰川

是指发生在陆地上，由大气固态降水经过堆积和变质演变而成的，通常处于运动状态，能自行流动的天然冰体。它随气候变化而变化，但不会短时间内形成或消亡。雪线触及地面是发生冰川的必要条件，故冰川是极地气候和高山冰雪气候的产物。通常按照冰川形态、规模及所处地形把冰川分为山岳冰川、大陆冰川、高原冰川和山麓冰川。

山岳冰川——主要分布于中纬度山区，由于雪线较高，积累区不大，因而冰川形态受地形的严格限制。山岳冰川又可以分为：悬冰川、冰斗冰川和山谷冰川。

大陆冰川——曾经占据很广阔的面积，但目前只发于在两极地区。由于面积和厚度都很大，冰流不受下伏地形的影响，自中央向四周流动。冰流之下常掩埋巨大的山脉和洼地。南极和格陵兰岛的冰川就是大陆冰川。

高原冰川——也叫冰帽，是大陆冰川和山岳冰川的过渡类型。冰川覆盖在起伏和缓的高地上，向周围伸出许多冰舌。

山麓冰川——数条山谷冰川在山麓扩展汇合成为广阔的冰原。是山岳冰川向大陆冰川转化的中间环节。

成冰作用

是指积雪转化为粒雪，再经过变质作用形成冰川冰的过程。成冰作用分冷型和暖型。在冷型变质过程中，粒雪只能依靠其巨大厚度造成的压力加密而形成重结晶冰。这种冰密度小。气泡多且气泡内的压力大。冷型成冰过程历时很长。暖型成冰作用有融水参与，并因融水数量不同而分别形成渗浸—重结晶，渗浸冰和渗浸—冻结冰。重结晶、渗浸和冻结成冰，是成冰作用的三个基本类型。

雪线

某地某一海拔高度上，可能存在年降雪量等于年消融量，这一高度带称为固态降水的零平衡线，通称雪线。多年积雪区和季节积雪区之间的界线叫雪线。气温、降水量和地形是影响雪线高度的三个主要因素。冰川分布高度受雪线的严格控制，任何地区如果地表没有高出雪线就不可能形成冰川。

第五章 地貌

地貌

又叫地形，指地球硬表面由地貌内外动力相互作用塑造而成的多种多样的外貌或形态。地貌的形成前提是重力作用，形成的物质基础是岩石。地貌动力有内外动力之分，内动力指地球内能所产生的作用力，主要表现为地壳运动，岩浆活动，地震，外动力指太阳辐射能通过大气，水和生物并以风化作用，流水作用，冰川作用，风力作用，波浪作用等形式表现的力。其成因主要有构造运动，气候因素，岩性及人类活动。最高级地貌类型是大陆和海洋盆地，最基本的地貌类型可以分为山地和平原。

山地

山岭，山间谷地和山间盆地的总称，是地壳上升背景下由外力切割而成。根据绝对高度山地可分为极高山，高山，中山，低山。丘陵是山地与平原间的一种过渡性地貌类型，但相对高度一般不足 100m。

平原

一种广阔，平坦，地势起伏很小的地貌类型。根据海拔高度可分为低平原（<200m）和高平原两类。低平原地势起伏而平缓，切割深度和切割密度均很小。高平原简称高原，由于地势起伏较高，切割相对强烈，根据地面形态特征可分为平坦平原，倾斜平原，凹形平原和起伏平原，依据外动力差别可分为熔岩平原，喀斯特平原，冲击平原和海成平原等。平原内部经常包括许多次级地貌类型，如冲击平原上有河床，河漫滩，自然堤，河间洼地，决口扇，三角洲等。

盆地

当平原四周被山地环绕时，平原及面向平原的山坡共同组成一种新的地貌类型。

风化作用

地表岩石与矿物在太阳辐射、大气、水和生物的作用下，其物理化学性质发生变化，颗粒细化、矿物成分改变，从而形成新物质的过程，叫风化作用。风化是剥蚀的先驱，对地貌的形成、发展与地表夷起着促进和推动作用。可分为物理风化、化学风化和生物风化。

物理风化

又称机械风化或崩解，岩石由整体破裂为碎屑，裂隙，孔隙和比面积增加，物理性质发生显著变化而化学性质不变的过程。

化学风化

岩石在大气，水与生物作用下发生分解进而形成化学组成与性质不同的新物质的过程。岩石中的矿物从生成环境转入地表时将失去稳定性，沿裂隙、节理发生水化、水解、溶解和氧化作用。其强度取决于温度，湿度，水溶液的 pH 值。气候炎热潮湿及水溶液呈酸性等条件有利于化学风化。

水化作用——指岩石矿物吸收水分后转变成含水矿物，体积膨胀，硬度降低，抵抗能力削弱并对周围岩石产生压力。

水解作用——是水体进入地表岩石，水中的氢离子与矿物中的盐基离子发生交换形成可溶性盐类，即矿物遇水分解的过程。

溶解作用——指岩石中的无机矿物不同程度溶解于水中并被带走，难溶物质残留原地，岩石孔隙度增加，强度降低的过程。

氧化作用——指矿物被大气游离，水体溶解氧氧化，形成高价化合物的过程。

风化壳

地球表层岩石风化与剥蚀后，由残留在原地覆盖于母岩表层的风化产物组成的壳层，称为风化壳。其形成有两个基本条件：①有利于风化作用持续进行的气候、岩性和构造条件。如高温多雨，温度差较大，岩石多节理、裂隙、构造破裂显著。②有利于风化产物残留原地的地貌、植被、水文与水文地质条件。地势起伏和缓较稳定，植被覆盖度高，地表流水侵蚀较弱，地下水流动显著且地下水位较低。

风化产物

风化作用的残留矿物，次生矿物及可溶性物质统称风化产物。残留矿物是化学性质比较稳定因而未经

化学风化的物质，次生矿物以粘土矿物，铁铝含水氧化物常见，可溶性物质包括矿物分解时释放的溶解物质与形成难溶次生矿物时多余的溶解物质。风化产物是土壤形成的物质基础，某些风化产物还可形成风化矿床。

块体运动

岩体和土体在重力作用及地表水地下水影响下沿坡向下运动称为块体运动。可分为崩落，滑落，蠕动三类并发育相应的重力地貌。

崩落——陡坡上的岩体与土体在重力作用下突然快速下移，叫崩落或崩塌。其发生的必要条件有：山坡坡度陡，相对高差大，具有外倾结构面，处于断层破碎带，侵入岩体接触带，风化作用强，降水或地下水引起坡体变化，地表水冲刷坡脚等导致岩体，土体失稳的情况，松散堆积物坡度超过休止角。崩落形成两种地貌：崩塌岩壁和坡麓的岩堆（倒石堆）。

滑落——由岩石，土体或碎屑堆积物构成的山坡体在重力作用下沿软弱面发生整体滑落的过程。滑坡只有在由重力引起的下滑力超过软弱面的抗滑力时才能发生。其发生的内在因素有地层岩性，地质构造，坡体结构，有效临空面等，诱发因素包括降水强度，地下水，地震，地表径流对坡麓的冲刷，坡面加积作用以及认为的在坡地上蓄水灌溉，建房筑路时破坏坡地稳定性等。滑坡地貌包括滑坡体和滑动面。

蠕动——坡面岩屑，土屑在重力作用下以极缓慢的速度移动的现象。 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 的坡度最适宜发生蠕动。土层温度升降尤其是冻融交替，干湿变化均可引起蠕动，造成坡面土层或碎屑岩发生弯曲及斜坡上物体变形。

流水作用

流水作用主要包括侵蚀，搬运和堆积三种作用，而这些作用均受流速，流量，含沙量等因素制约。侵蚀主要有坡面，沟谷，河谷侵蚀。坡面侵蚀源于坡面流水，因而侵蚀呈片状且比较均匀。沟谷流水与河流的侵蚀呈线状，并有下切，侧蚀，溯源侵蚀三种形式。流水对泥沙的搬运有两种方式，一是推移即使沙砾沿沟底或河床滑动，滚动或跃动，二是悬移即细粒物质呈悬浮状态运动。堆积作用是流水搬运能力因含沙量过多而显得不足时，部分泥沙将发生堆积作用。流速与流量减少，河床比降由陡变缓都可导致堆积作用发生。

坡面流水地貌

雨水或冰雪融水在坡面直接形成薄层片流，片流受坡面微小起伏影响汇聚为无数没有固定流路的网状细流从而形成坡面流水侵蚀。当一个坡面组成物质入渗强度及降水量均较一致时，分水岭顶部产流少且侵蚀力小，坡面中段产流系数最大且侵蚀力最强，坡麓主要以堆积作用占优势。坡积物连片分布于坡麓形成类似展开裙裾的地貌叫坡积群或坡积裾。

沟谷地貌

坡面细流最终将汇集为流路相对固定，侵蚀能力显著增强的沟谷水流并形成的相应的地貌。

泥石流

山区突然爆发的历时短暂由大量的土、沙、石块等固体物质和水组成的具有强大破坏力的特殊洪流。形成泥石流必须具备三个条件：①固体松散物质储备丰富；②坡面坡度和沟谷纵比降较大（谷深坡陡的地形）；③可从高强度降水或冰雪融水获得充足的水源供给。泥石流是种地质灾害。其作用形成的地貌类型：泥石流沟谷、泥石流扇。

河谷

以河流作用为主，并在坡面流水与沟谷流水参与下形成的狭长形凹地，是一种常见地貌形态，通常由谷坡与谷底组成。谷坡位于谷底两侧，谷坡上还常发育阶地，谷底形态也因地而异，山地河流的谷底仅有河床，平原盆地河流谷底则发育河床与河漫滩。以河谷发育与地质构造的关系为依据，河谷通常可分为顺向河谷，次成河谷，逆向河谷，先成河谷，叠置河谷等。

河床

平水期河水淹没的河槽。

河漫滩

汛期洪水淹没而平水期露出水面的河床两侧的谷底。（分布在河谷底部，河床两侧，平水期出露，洪水期淹没，具有二元结构的滩地。）

河口三角洲

河流与海洋共同作用下，由河流挟带的泥沙在河口地区的陆上和水下形成的，平面形态近似三角形的堆积体。三角洲沉积可以分为三角洲平原、三角洲前缘和前三三角洲三带。依据形态特征差异，三角洲可分为四类：扇形三角洲（尼罗河、黄河）、鸟足状三角洲（密西西比河）、多岛状三角洲（珠江、恒河）、尖头状三角洲（意大利的台伯河）。

洪积扇

干旱半干旱区的季节性或突发性洪流在河流出山口因比降突减，水流分散，水量减少而形成的扇形堆积地貌。

冲积平原

广阔的河漫滩平原，三角洲平原与冲积-洪积平原统称冲积平原。冲积平原组成物质常粗细相间，河床相沙层与沙砾层为含水层，河漫滩相粘土层为隔水层，冲积平原的形态与结构均比较复杂。

河流阶地

谷底因河流下切而抬升到洪水位以上并呈阶梯状分布于河谷两侧。它由阶面（原有谷底的遗留部分）与阶坡（由河流下切而成）组成，依据组成物质和结构，阶地可分为侵蚀阶地，堆积阶地，基座阶地。新构造运动、气候变迁和海平面变化都可导致阶地形成。

侵蚀阶地——多发育在山区河谷中，并由基岩构成，很少有二元结构，其阶面为河流长期侵蚀而成的切平构造面。

堆积阶地——多分布于河流中下游，全部由冲积物组成，是在谷地展宽并发生堆积，后期下切深度未达到冲积层底部的情况下形成的。

基座阶地——形成条件下与堆积阶地近似，区别在于后期下切深度超过冲积层而进入基岩，其上部由冲击物组成，下部则为基岩。其形成是由于构造抬升，河流下切并切过原先河谷底部。

牛轭湖

河漫滩或冲积平原上，河流凹岸的侵蚀和凸岸的堆积持续进行，可形成自由摆动的河曲，灯泡型曲流河道的曲流颈，因河流侧蚀而变狭窄，最后在洪水期被洪水冲掘，河道取直，这就是曲流的裁弯取直。裁弯取直后的河道，比降增大，流速加快，侵蚀加强，而原弯曲河段流速变小，发生淤积，平水期河流走新的直道，残留下形如牛角的弓形河道转化为湖泊，称牛轭湖。

离堆山

由于地壳上升，弯曲的河流随之下切（切入河曲地段的基岩），自由河曲就转为深切河曲，若下切过程中伴有较强的侧蚀，导致曲流颈被裁弯取直后切穿，原弯曲河道被废弃，曲流颈与废弃河曲之间的山丘即成为离堆山。

河流劫夺

一条河流溯源侵蚀使分水岭外移，导致一条河流夺取另一条河流上游河段的水流，从而占据相邻河流流域的过程称为河流劫夺。被夺河上游改道，下游因失去源头而成为断头河。

准平原

湿润气候条件下，地表经过长期风化和流水作用形成的接近平原的地貌形态。作为一种大规模夷平面，也可因构造上升而成为高原或发生变形，或被切割后仅保存于山岭顶部成为峰顶面。其发育过程大致是：①原始地面平缓；②构造上升，形成V形谷或峡谷，分水岭仍较宽平；③侧蚀加强，河谷展宽，切割密度加大，分水岭变窄成为尖锐山岭；④河流侧蚀作用形成宽广谷底平原，谷间分水岭降低，变缓，上凸下凹；⑤地面近似平原，少数地段存在低矮孤立残丘。

山麓面

干旱半干旱气候条件下坡面洪流不断搬运风化碎屑而致山坡大体保持原有坡度平行后退，山体逐渐缩小时在山麓形成的大片基岩夷平地面。

喀斯特作用（岩溶作用）

水对可溶性岩石以化学过程（溶解与沉积）为主，机械过程（流水侵蚀与沉积，重力崩塌和堆积等）为辅的破坏和改造作用。其能否进行主要取决于岩石的可溶性和水的溶解力，但 Karst 作用的深入程度则受岩石的透水性和水的流动性的影响。

喀斯特地貌（岩溶地貌）

是地下水与地表水对可溶性岩石溶蚀沉淀，侵蚀与沉积，以及重力崩塌，塌陷，堆积等作用形成的地貌。可分为地表喀斯特地貌与地下喀斯特地貌。

地表喀斯特地貌类型有：

石芽与溶沟（石林）——可溶性岩石表面沟槽状溶蚀部分和沟间突起部分叫石芽。溶沟是地表水沿岩石裂隙溶蚀，侵蚀而成。

岩溶漏斗——由流水沿裂隙溶蚀而成，呈碟形或倒锥形洼地，底部有垂直裂隙或落水洞，分为溶蚀漏斗和坍陷漏斗。

落水洞——多分布于较陡的坡地两侧和盆地，洼地底部，也是流水沿裂隙侵蚀的产物，有竖井式和裂隙式。

溶蚀洼地——一种圆形或椭圆形的封闭洼地，四周多被峰林围绕。通常由岩溶漏斗扩大或合并而成，具封闭性。

溶蚀谷地——指宽阔而平坦的谷地，谷地两侧多被峰林夹持，谷坡急陡，但谷地平坦，横剖面如槽形，又称槽谷。

岩溶盆地与岩溶平原——岩溶盆地又名坡立谷，是一种大型岩溶洼地，边缘略陡并发育峰林，底部平坦且覆盖残留红土，多分布于地壳相对稳定地区。岩溶盆地继续扩大即形成岩溶平原，地表覆盖红土并发育孤峰残丘。

峰丛，峰林，孤峰——峰丛是同一基座而峰顶分离的碳酸盐岩山峰，常与洼地组合成峰丛-洼地地貌。峰林为分散碳酸盐岩山峰，通常由峰丛发展而成，但因受构造影响而形态多变，在水平岩层上多呈圆柱形或锥形，在大倾角岩层上多呈单斜式。孤峰是峰林发育晚期残存的孤立山峰，多分布于岩溶盆地底部或岩溶平原上。

干谷、盲谷和地下河——干谷和盲谷是河流作用下的谷地，其中干谷是 karst 地区往昔的河谷，但现在已无水或仅在洪水期有水活动，成为遗迹谷地。河流干涸的直接原因是 karst 潜水面降低到河谷之下。因此，使河水潜入地下，成为伏流。盲谷是一种死胡同式的河谷，其前方被陡崖所挡，河水从崖下落水洞潜入地下变成地下河。

地下喀斯特地貌类型：

溶洞与地下河——地下水沿岩石裂隙或落水洞向下运动时发生溶蚀，形成各种形态的管道和洞穴（即溶洞），并相互沟通或合并，形成统一的地下水位，即成地下河。地壳上升，地下水位将随河流下切而降低，洞穴转变为干溶洞。

暗湖——是与地下河相通的地下湖，可储存和调节地下水。

冰川运动

包括可塑带的流动和底部的滑动，而冰川滑动是产生侵蚀作用的根本原因。冰川主要依靠冰内尤其是冰川底部所含的岩石碎块对地表进行侵蚀，在冰川滑动过程中，它们不断锉磨冰川床，这种作用通常称为刨蚀作用。

冰川作用

冰川运动对地表形态的塑造作用，称为冰川作用。冰川是改造地球表面形态的巨大力量。包括冰川的侵蚀作用（刨蚀、拔蚀、磨蚀）、搬运作用和堆积作用。

冰川地貌

是指第四纪古冰川及现代冰川作用形成的各种侵蚀地貌形态和堆积地貌形态的总称。包括冰蚀地貌、冰碛地貌和冰水堆积地貌三大类型。

冰蚀地貌

由冰川侵蚀作用（刨蚀、拔蚀、磨蚀）而形成的地貌。典型的冰蚀地貌有冰斗、槽谷（U型谷）、峡湾、刀脊、角峰、羊背石、卷毛石、冰川磨光面、悬谷、冰川三角面等。

冰斗——一种三面环以陡峭岩壁，呈半圆形剧场形状或圈椅状的洼地。按其分布位置可分为谷源冰斗和谷坡冰斗。

角峰——相邻而朝向相反的谷源冰斗壁后退形成的极峭。

刃脊——谷坡冰斗壁后退导致山脊形状锋锐，成为刃脊。

槽谷——由冰川过量下蚀和展宽形成的典型冰川谷，两侧一般有平坦谷肩，横剖面近似U形。

峡湾——冰川槽谷的一种特殊形式，大陆冰流，岛屿冰盖或山谷冰川入海处，因冰床蚀低，冰川消亡后而形成。

冰碛地貌

冰川遗留的各种堆积物总称冰碛。主要的冰碛地貌有冰碛丘陵，侧碛堤，终碛堤，鼓丘等。

冰碛丘陵——是冰川消融后表碛，中碛，内碛沉落于底碛上形成的起伏不平的地面形态。

侧碛堤——是分布于冰川两侧，通常比冰面高的垄状或长堤状冰碛物。

终碛堤——是冰舌末端较长时期停留在同一位置，逐渐形成的半环形冰碛堤。

鼓丘——是一种主要由冰碛物组成的，数十米高，数百米长的流线型丘陵，长轴与冰流方向平行，迎冰面陡而背冰面缓，与侵蚀形态的羊背石相反。

冰碛物——一种由砾、砂、粉砂和粘土组成的混杂堆积的结构疏松、粒径差别悬殊物质组合。是由于冰川沿途进行着强烈侵蚀，山坡地强烈融冻风化和泥流作用，造成大量的碎屑物质，随着冰川的运动被搬运和堆积下来，成为冰碛物。

冰水堆积地貌

冰川运动时夹带的物质，由于冰川的消融或搬运能力减弱而产生堆积作用形成的地貌。因分布位置、物质结构和形态特征不同可分为冰水扇和冰水河谷沉积平原、季候泥、冰砾阜与冰砾阜阶地、锅穴、蛇形丘等几类。

冰水扇——冰下河道挟带大量沙砾从冰舌末端排出，在平原上展开为辫状水系而形成的坡度较大的扇形地，若在山谷中则形成冰水河谷沉积平原。

季候泥——又叫纹泥，是冰水湖泊由于季节变化，接纳的冰水沉积物有颗粒粗细和颜色深浅的差别而形成的。

冰砾阜——原来是冰川表面的洼地，底部为冰水沙砾沉积物，冰川融化后，才转为不规则丘陵地貌，表层一般有薄冰碛。

锅穴——是冰水平原上因死冰融化，地表下陷而形成的一种圆形洼地。

蛇行丘——大陆冰盖下封闭水道中的沙砾物质组成的狭长曲折的高地。

冰面地貌

冰川表面因受冰层褶皱，断裂，冰床坡度变化，差别消融，流水侵蚀等影响而形成的地貌形态。主要有冰瀑、冰裂隙、冰川弧拱、冰面河、冰面湖、冰蘑菇、冰塔林等。

冻土

是指地温处于零温或者负温，并含有冰的各种土体或岩体成为冻土。分为冬季冻结，夏季融化的季节冻土和终年不化的多年冻土两类，冻土分布具有明显的纬度地带性和垂直地带性，并受海陆分布、岩性、坡向，植被和雪盖的影响。主要在高纬、极地地区和中低纬高山高原，气温低而降水量少的地方。冻土的基本特征是地下冰的存在。

冰缘地貌

由冻融作用产生的地貌，冰缘原指冰川边缘地区，现已泛指不被冰川覆盖的气候严寒地区，大体与多年冻土分布范围相当，部分季节冻土区亦发育着不同程度和类型的冰缘现象，因此又称冻土地貌。

冻融作用

由于气温周期性的发生正负变化，冻土层中的地下水和地下冰不断发生相变和迁移，土层反复冻融，

使土层产生冻胀、融沉、流变等一系列应力变形，导致岩（土）体破坏、扰动和位移，这一复杂过程称为冻融作用。这是寒冷气候条件下特有的地貌作用，它使岩石受破坏，松散沉积物发生分选和受到干扰，冻土层发生变形，从而塑造出各种类型的冻土地貌。冻融作用包括冻胀、冻裂、冰劈、扰动、滑塌等许多复杂过程，于是形成各种相应的冻土地貌。有石海、石河、构造土、冻胀丘和冰锥、热融地貌。

石海与石河——基岩经过剧烈的冻融崩解产生一大片巨石角砾，就地堆积在平坦地面上，称为石海。当山坡上冻融崩解产生的大量碎屑充填凹槽或沟谷，而岩块在重力作用下顺着湿润的碎屑垫面或多年冻土层顶面发生整体运动就形成石河。经过长期的运动，岩块被搬运到山麓堆积下来，形成石流扇。

构造土——由松散沉积物组成的地表，因冻裂作用和冻融分选作用而形成网格式地面，可分为泥质构造土和石质构造土。

冻胀丘和冻椎——地下水受冻结地面和下部多年冻土层的遏阻，在薄弱地带冻结膨胀，使地表变形隆起，称为冻胀丘。冰锥是在寒冷季节流出封冻地表和冰面的地下水或河水冻结后形成的丘状隆起的冰体。

热融地貌——指由热融作用而产生的地貌，热融作用可分为热融滑塌和热融沉陷。热融滑塌指由于斜坡上的地下冰融化，土体在重力作用下沿冻融界面移动形成，它开始时呈新月形，以后逐渐向上方溯源发展，形成长条形，分叉形等。热融沉陷可形成沉陷漏斗，浅洼地，沉陷盆地等。

风成作用与风成地貌

风成作用主要发生在干旱半干旱地区，包括风蚀作用、搬运作用、风积作用。风成地貌指由风力对地表物质的侵蚀、搬运、堆积所形成的侵蚀形态和堆积形态，称为风成地貌。包括风蚀地貌和风积地貌。世界上的风成地貌主要分布在干旱、半干旱的热带温带荒漠区。

风蚀作用与风蚀地貌

风蚀作用包括吹蚀和磨蚀两方面：风吹过地面，由于风压力和气流紊动而引起沙粒吹扬，这种作用，称为吹蚀。风挟带沙粒运移，对地表岩石进行挫磨，乃至钻进岩石裂隙或凹坑进行旋磨，这种作用称为磨蚀作用。在干旱荒漠地区，风通过对地面物质的吹蚀和磨蚀作用而形成的风蚀地貌由于岩性、岩层产状等因素的影响，具有种种不同的形态。主要有：

风棱——戈壁砾石迎风面经长期风蚀后被磨光磨平后在瞬时大风中发生滚动，新的迎风面再次磨光磨平，两个或多个迎风面间就形成风棱。

石窝——一种直径 20 厘米到 1~2m，深 10-15cm 上下到 1m 的圆形或椭圆形小洞或凹坑，通常出现于迎风崖壁上，密集时犹如蜂窝，由风沙旋磨岩石裂隙而成。

风蚀柱与风蚀蘑菇——风长期吹蚀垂直与水平裂隙均发育的裸露基岩，形成孤立的风蚀柱，进一步磨蚀其基部则形成风蚀蘑菇。

风蚀洼地与风蚀盆地——风吹蚀地面松散物质后形成的直径 10~100m，平面呈圆形或马蹄形的洼地叫风蚀洼地。风蚀洼地与盆地深度低于地下水位时，地下水可流出地面聚积成湖，称为风蚀湖。

风蚀残丘——风力侵蚀年轻而相对坚固的沉积物，可形成外形宽窄不一，底部崎岖不平，但走向多与盛行风向平行的谷地即风蚀谷。风蚀谷间的残留高地或孤立丘岗即是风蚀残丘。（一个由基岩组成的地面，经风化作用和暂时流水冲刷，以及长期的风蚀作用以后，原始地面不断缩小，最后残留下一些孤立的小丘。）

雅丹地貌——形态与风蚀残丘近似但由蚀余松散土状堆积物，如河湖相地层形成的一类特殊风蚀残丘。雅丹“维语”意为陡壁小丘，后来泛指风蚀土墩，风蚀垄、槽相间的形态组合。它以罗布泊西北古楼兰附近最为典型。

风积作用与风积地貌

当风力减弱或风沙流遇阻，以及地面结构或下垫面性质改变时，风中携带的沙粒沉降于地面，这种现象就是风积现象。风积物质主要有风成沙和风成黄土两类。风积地貌指被风搬运的沙物质，在一定条件下堆积形成的各种沙丘地貌，依据形态与风向的关系沙丘可分为横向沙丘，纵向沙丘，多风向形成的沙丘。

横向沙丘——走向与合成起沙风向垂直或交角不小于 60° ，主要包括新月形沙丘，新月形沙丘链，复合新月形沙丘链。新月形沙丘主要是在单风向作用下由沙堆演变而成的，状如新月，弧形突向主风向，迎风坡缓而呈凸形，北风坡陡而微凹，丘臂前伸。两个或更多新月形沙丘相连，可形成新月形沙丘链，巨

大沙丘链上叠置小型新月形沙丘，则称为复合新月形沙丘链。

纵向沙丘——走向与起沙风合成风向平行或夹角小于 30° 的沙丘，其形成原因有：与盛行风向斜交的新风向导致其迎风坡发生变化，一个丘臂延长而成；龙卷风被单向吹压而成螺旋式水平气流，风从低地吹扬沙粒堆积于沙堆顶部；山口地区风力强大，也可形成沙垄。

多风向形成的沙丘——包括金字塔沙丘、蜂窝状沙丘、格状沙丘、星状沙丘、反向沙丘等。

黄土

主要是第四纪风力搬运堆积的钙质胶结的疏松的粉沙质土状物质，多分布在干旱半干旱区，在我国集中分布于黄土高原。黄土颜色灰黄，棕黄或棕红，粒级以粉沙为主，粘粒及细砂较少，结构疏松，矿物成分以石英，长石和碳酸盐类为主，并含易溶盐及粘土矿物。风成黄土具垂直节理，层理不明显，孔隙度大，湿陷性强，抗蚀性弱，极易遭受流水侵蚀。

黄土地貌

是古代和现代地貌综合作用下的产物。其特点是千沟万壑、丘陵起伏、梁峁逶迤，即使部分地区有平坦的顶部，也因受沟谷分割呈现条状。流水作用，重力作用，潜蚀和风蚀均为主要的外动力，而流水作用显然居首位。常见的黄土地貌有黄土沟谷地貌，黄土沟间地地貌和黄土潜蚀地貌。

黄土沟谷地貌——由流水作用造成，黄土沟谷按形态特征可分为细沟，浅沟，切沟，冲沟，河沟几类。

黄土沟间地地貌——典型的沟间地地貌类型为塬、梁、峁。塬是被沟谷，河谷环绕的平坦高地，边缘极为曲折，常因沟谷溯源侵蚀而被肢解。梁是长条形黄土丘陵地貌类型之一，其顶面为残塬的称为塬梁，顶部较平坦称为平顶梁。峁形似馒头，顶部浑圆上凸，边坡可发育大量辐散状沟谷。所有的黄土沟间地地貌都易形成陷穴、崩塌和滑坡。

黄土潜蚀地貌——流水沿着黄土中的裂隙和孔隙下渗，进行潜蚀使土粒流失，产生洞穴，最后引起地面崩塌，可形成黄土特有的潜蚀地貌。

海岸地貌

海岸带是海洋与陆地相互作用的地带，通常分为海岸，潮间带，水下岸坡。海岸地貌是海岸带由波浪、潮汐、沿岸流等海洋水体动力与陆地作用形成的地貌。其中以波浪作用最重要，主要有海蚀地貌，海积地貌。

海蚀作用与海蚀地貌

海蚀作用在海岸带形成的各种地貌。变形波浪及其形成的拍岸浪对海岸进行撞击，冲刷，波浪挟带的碎屑物质的研磨，以及海水对海岸带基岩的溶蚀，称为海蚀作用。海蚀作用在海岸带形成各种海蚀地貌。主要海蚀地貌类型有：

海蚀穴——在有潮汐的海滨，高潮面与陆地接触处，波浪的冲刷作用形成槽形凹穴，断续沿海岸带线分布。

海蚀崖——海蚀穴被拍岸浪冲刷扩大，顶部基岩崩塌，海岸后退时形成陡壁

海蚀拱桥与海蚀柱——两个相反方向的海蚀穴被蚀穿而互相贯通，称为海蚀拱桥，海蚀崖后退过程中遗留的柱状岩体叫海蚀柱。

海积地貌

海岸带的松散物质在波浪变形作用力推动下移动，并进一步被研磨和分选，便形成海滨沉积物，由于地形，气候等影响而使波浪力量减弱，海滨沉积物就会堆积下来，形成各种海积地貌。

潟湖

水下沙坝是一种大致与海岸平行的长条形水下堆积沙堤。不断升高后露出海面就转化成离岸坝。在离岸坝与海岸之间常常形成封闭或半封闭的湖泊，称为潟湖。这类潟湖成长条状，以离岸坝与海隔开，但仍有水道与海相互沟通。

大陆架

大陆架是大陆的水下延续部分，广泛分布于大陆周围，较平坦的浅水海域，从岸边低潮线起向外海直达海底坡度显著增大的边缘止，平均坡度只有 0.1° ，其深度在低纬一般不超过 200m，在两极可达 600m，

这个海区称大陆架或大陆棚。大陆架是大陆的一部分。

大陆坡

即大陆架前缘的陡坡，是真正的大陆和大洋盆地的交接带，位于大陆架和深海底之间。

第六章 土壤圈

土壤

地球陆地表面能够生长植物的疏松表层。是一个独立的历史自然体。它不仅具有自身的发生发展过程，而且是一个能从物质组成、形态、结构和功能上进行剖析的物质实体。也是一个无机物和有机物，非生物和生物相结合的物体。

土壤肥力

土壤为植物生长不断的供应和协调养分、水分、空气和热量的能力。肥力是土壤的基本属性和基本特征。这种能力是由于土壤中一系列物理、化学、生物过程所引起的，因而也是土壤的物理、化学、生物性质的综合反映。土壤中养分、水分、空气和热量四大肥力因素不是孤立的，而是相互联系和相互制约的。良好的植物生长，不仅要求土壤肥力各因素同时存在并充分供应，还必须处于相互协调的状态。

土壤形态

土壤和土壤剖面外部形态特征。如土壤剖面构造、土壤颜色、质地结构，结持性，孔隙度等

土壤剖面

从地表垂直向下的土壤纵剖面，也可将土壤剖面理解为完整的垂直土层序列。它是由性质和形态各异的土层重叠在一起构成的。这些土层大致呈水平状，是土壤成土过程中物质发生淋溶、淀积、迁移和转化形成的。一般将这些土层称为土层或土壤发生层，每一种成土类型都有其特征性的发生层组合在一起，形成不同的土壤剖面。

土壤物质组成

土壤是由固相（矿物质、有机质）、液相（土壤水分）、气相（土壤空气）等三相物质组成的，它们之间是相互联系、相互转化和相互作用的有机整体。

土壤矿物质

土壤的主要组成物质，构成了土壤的“骨骼”。土壤矿物质基本上来自成土母质，母质又起源于岩石，按成因分为原生矿物和次生矿物两大类。原生矿物是指各种岩石受到不同程度的物理风化，而未经化学风化的碎屑物，其原有的化学组成和结晶构造均未改变。次生矿物是由原生矿物经风化后重新形成的新矿物，其化学组成和构造都经过改变而不同于原生矿物。

土壤有机质

土壤中动植物残体微生物体以及其分解和合成的物质，是土壤固相组成部分。土壤有机质在土壤中数量虽少，但对土壤的理化性质和土壤肥力发展影响极大，而且又是植物和微生物生命活动所需养分和能量的源泉。土壤有机质包括两大类，第一类为非特殊性有机质，主要是动植物残体以及其分解的中间产物，占有机质总量的 10%~15%；第二类为土壤腐殖质，是土壤中特殊的有机物质，占土壤有机质的 85%~90%。

土壤水分

土壤重要组成成分和重要的肥力因素。它不仅是植物生活所必需的生态因子；也是土壤生态系统中物质和能量的流动介质。其主要来源于大气降水、地下水和灌溉用水，水汽的凝结也会增加及少量的土壤水分。其消耗主要有土壤蒸发，植物吸收利用和蒸腾，水分的渗漏和径流。土壤水分主要分为吸湿水、毛管水和重力水等类型。吸湿水是指土壤颗粒表面张力所吸附的水汽分子。毛管水是指毛管孔隙中毛管力吸附保存的水分。重力水是指土壤水分含量超过田间持水量时沿土壤非毛管孔隙向下移动的多余水分。

土壤机械组成

土壤是由大小不同的土粒按不同的比例组合而成的，这些不同的粒级混合在一起表现出的土壤粗细状况，称土壤机械组成或土壤质地。土壤质地分类是以土壤中各粒含量的相对百分比作为标准。其影响土壤水分、空气和热量运动，也影响养分的转化，还影响土壤结构类型。因此，土壤质地是一种评定土壤性能的重要参数。

土壤胶体

土壤中高度分散粒径在 $1\sim 100\mu\text{m}$ 之间物质。土壤中许多物理化学现象如土粒的分散和凝聚，离子的

吸附与交换，酸碱性，缓冲性，粘结性和可塑性等，都与胶体有直接关系。其种类按其成分和性质有三类：土壤矿质胶体，有机胶体，有机无机复合胶体。其性质为：巨大的比表面和表面能，带电性，分散和凝聚性。土壤胶体是土壤代换吸收作用很重要的物质基础，对土壤养分的保存和调节起很大的作用，其中新形成的腐殖质胶体的代换作用更加突出。

土壤溶液

土壤中水分以及其所含溶质的总称，溶液中的组成物质有以下几类：不纯净的降水及其在土壤中接纳的 O_2 、 CO_2 、 N_2 等溶解性气体；无机盐类；有机化合物类；无机胶体类；络合物。土壤溶液中的溶解物质呈离子态、分子态和胶体状态，有利于游离离子浓度的调节。土壤溶液是一种多相分散系的混合液，具有酸碱反应、氧化还原作用和缓冲性能。

酸碱反应——指土壤中的酸性物质和碱性物质解离出 H^+ 和 HO^- 数量中和的结果，使土壤呈现不同的酸碱反应。酸碱度影响植物生长和微生物发育。

土壤的氧化还原反应——指氧化剂物质与还原剂物质的电子得失过程，是土壤溶液中普遍存在的现象。

土壤的缓冲性——指土壤加酸或加碱时具有缓和酸碱度改变的能力，主要来自土壤胶体及其吸附的阳离子和土壤所含的弱酸及其盐类。土壤的缓冲性可使土壤避免因施肥、微生物和根的呼吸、有机质的分解等引起土壤酸碱度的剧烈变化，这对植物的正常生长和微生物的生命活动都有重要的意义。

地质大循环

结晶岩石矿物在外力作用下发生风化变成细碎而可溶的物质，被流水搬运迁移到海洋，经过漫长的地质年代变成沉积岩，当地壳上升，沉积岩又露出海面成为陆地，再次受到风化淋溶。这是一个范围极广、时间很长的过程。

生物小循环

植物吸收利用大循环释放出的可溶性养分，通过生理活动制造成植物的活有机体，当植物有机体死亡之后，在微生物的分解作用之下，又重新变为可被植物吸收利用的可溶性矿质养料。

灰化过程

土体亚表层 SiO_2 残留、 R_2O_3 及腐殖质淋溶及淀积的过程。在寒温带针叶林植被条件下，由于有机酸（主要是富里酸）溶液在下渗过程中，使上部土体中的碱金属和碱土金属淋失，土壤矿物中的硅铝铁发生分离，铁铝胶体遭到淋失并淀积于土体下部，而二氧化硅则残留于土体上部，形成一个灰白色的淋溶层。

粘化过程

土体中粘土矿物的生成和聚积的过程。主要在温带、暖温带、半湿润和半干旱地区，土体中水热条件比较稳定，发生强烈的原生矿物分解和次生粘土矿物的形成，或表层粘粒向下机械淋洗，在土体中下部明显聚积，形成一个较粘重的层次。

富铝化过程

土壤形成中土体脱硅富铝铁的过程。在热带亚热带湿热气候条件下，土壤形成过程中原生矿物强烈分解，盐基离子和硅酸大量淋失，铁铝锰在次生粘土矿物中不断形成氧化物而相对累积。由于铁的染色作用，土体呈红色，甚至出现大量铁结核或铁磐层。

钙化过程

碳酸盐在土体中淋溶、淀积的过程。在干旱半干旱的气候条件下，由于季节性淋溶，使矿物风化过程中释放出的易溶性盐类大部分淋失，而硅铁铝氧化物在土体中基本上未发生移动，而最活跃的钙镁元素在土体中发生淋溶和淀积过程，并在土体中下部形成一个钙积层。

腐殖质化过程

生物因素作用下，在土体中，尤以土体表层进行的腐殖质累积过程。它是土壤形成中最为普遍的一种成土过程。腐殖质化过程的结果，使土体发生分化，在土体上部形成一个暗色的腐殖质层。

土壤分类

由于土壤形成因素和土壤形成过程的不同，自然界中土壤是多种多样的，它们具有多种多样的土体构

型，内在性质和肥力水平。土壤分类的目的就是通过比较土壤之间的相似性与差异性，将外部形态和内部性质相同或相近的土壤并入相当分类单位，纳入一定的分类系统。迄今国际上没有统一的土壤分类原则、分类系统和命名，归纳起来大致有以下几种分类体系：

1. 前苏联的发生分类：基本观点是强调土壤与成土因素和地理景观之间的相互关系，以成土因素及其对土壤的影响作为土壤分类的理论基础，以成土过程和土壤属性作为土壤分类的依据。

2. 美国的土壤系统分类：分类所依据的具体指标是可以直接感知和定量测定的土壤属性，土壤类型的划分主要根据土壤的诊断层和诊断特性。

3. 当前我国存在并应用的土壤分类系统诱发声学分类系统何以诊断层、诊断特性为基础的中国土壤系统分类。

诊断层

凡是用于鉴别土壤类型，在性质上有一系列定量说明的土层为诊断层。

有机土

是富含有机质的土壤。相当于土壤发生学分类中的泥炭土。分布于全球地势低洼低地，生长以莎草科为主的植被，土体通气条件差，有机质不能充分分解，形成厚达 1~2m 或更厚的有机土壤物质。土体中物质还原作用强，剖面一定部位显现灰蓝色或灰色潜育层。

灰土

具有螯合淋溶作用，土表至 60cm 范围内有灰化层的土壤。相当于土壤发生学分类的漂灰土、灰化土。主要分布在俄罗斯、北欧和加拿大等地。气候寒冷湿润，主要植被为寒温带针叶林。

铁铝土

土表至 150cm 范围内具有高度富铁铝化作用的铁铝层的土壤。相当于土壤发生学分类中的赤红壤、赤黄壤。气候高温多雨，植被为热带季雨林和南亚热带季雨林。

潜育土

矿质土表至 50cm 范围内出现厚度至少有 10cm 的潜育特征的土壤。相当于土壤发生学分类中的草甸土、潮土、林灌草甸土、沼泽土。其形成的主要条件，一是低洼的地形；二是土壤水分饱和；三是有机物质的存在。

均腐土

具有暗沃表层和均腐殖质特征，且在粘化层上界至 125cm 范围内，或在矿质土表至 180cm 范围内，或在矿质土表至石质，或准石质接触面之间，盐基饱和度 $\geq 50\%$ 土壤。相当于土壤发生学分类中的黑沪土、黑钙土、栗钙土、灰褐土、磷质石灰土。均腐土主要分布于半湿润和半干旱辽阔的杂类草甸、草甸草原及草原地区，我国东北和西北地区分布面积广，南方亚热带熔岩地区，热带南海诸岛也有分布。成土特点包括腐殖质积累作用和钙积作用，此外尚有附加的粘化作用，氧化还原作用，磷的聚积于淋移，积盐与脱盐作用。其主要诊断层和诊断特征是暗沃表层和均腐殖质特征与盐基饱和度。

淋溶土

土表至 125cm 范围内有粘化层的土壤。相当于土壤发生学分类中的黄棕壤、棕壤、褐土。从北美洲和欧亚大陆北纬 60° 到南美洲和非洲的赤道附近均有分布。干湿季节明显，植被为针阔混交林，旱生森林及常绿林。

红壤

亚热带中部湿润气候常绿阔叶林地带发育的土壤。在我国主要分布在长江以南至南岭山地和台湾北部。这里的岩石在高温多雨的气候条件下，由于风化强烈，可溶性的矿物不断淋洗损失。高岭土和氧化铁等矿物逐渐增多，因此，发育而成的土壤呈红色。红壤质地粘重，酸性强，自然肥力较低，这些构成不利因素。但是红壤地区气温高，雨量多，生长期长，是我国粮食、经济作物、经济林木的重要产地。

黄壤

亚热带中部常绿阔叶林作用下发育而成的土壤。与红壤发育在同一纬度，但黄壤多形成在云雾多、干湿季不明显、冬无严寒、夏无酷热的地区。在我国主要分布在云贵高原与闽、川、湘山地。成土母质中含

有铁质，在温暖湿润的气候条件下，由氧化铁转变为含水氧化铁，使土壤呈黄色。土质粘重，酸性大，但表土层厚，腐殖质含量多，适宜种植茶叶，或其他亚热带经济林木。在缓坡、谷底适宜种植水稻、玉米、麦类等作物。

褐土

暖温带半湿润地区中生夏绿阔叶林、半旱生灌草作用下发育而成的土壤。在我国主要分布在燕山、太行山、吕梁山、秦岭等山地，以及关中、晋南、豫西等丘陵山地。褐土的表土层是腐殖质层，心土层是粘化层，底土层为钙积层。在心土层常有暗棕色铁锰胶膜淀积，全剖面呈褐色或暗棕色，有石灰反应，土壤呈微碱至碱性。褐土腐殖质含量一般较低，但自然肥力还是很高，经长期开发，褐土地区已大部分被开垦为农田和果园。

棕壤

暖温带湿润地区夏绿阔叶林此生地带发育的土壤。在我国主要分布在辽东、胶东地区等低山丘陵地区。土壤呈棕色到棕黄色，表土较暗，表土以下出现粘重致密的淀积层，全剖面无石灰反应，呈酸性反应。土层深厚，自然肥力较高，目前已大面积垦殖为农田和果园。是我国重要的水果产区之一。

黄棕壤

棕壤和黄壤之间的过渡土壤类型。在我国主要分布在长江、淮河之间的丘陵低山地区，以及湖北汉水两岸和河南南阳、陕西汉中盆地丘陵地区。它是在亚热带北部季风湿润气候和落叶阔叶——常绿阔叶林的条件形成的土壤。表土呈灰棕色，心土层呈黄棕色，有明显的粘粒淀积，底土系棕色的紧实粘土层。全剖面呈微酸至酸性反应。黄棕壤的自然肥力较高，是我国经济林木及果木的生产基地。

砖红壤

是在热带高温湿润气候条件下，雨林和季雨林地带发育的土壤。在我国主要分布在海南岛、雷州半岛的南部、云南南部和台湾南部丘陵台地。剖面发育明显，红色风化层极为深厚，土质相当粘重，表土为灰棕色，心土有大量暗色胶膜，并有较多的铁锰结核，土壤呈强酸性。这里气候湿润，长夏无冬，是我国热带经济作物基地，农业生产潜力很大。

黑土

是温带湿润季风气候区草甸植被下（五花草塘）发育的土壤。在我国主要分布在黑龙江和吉林中部，大小兴安岭和长白山的山前台地。这里主要在茂密的草原植物的覆盖下，每年有大量的有机质积累。冬季寒冷，土地封冻，土壤里有机质分解缓慢，有利于形成大量的腐殖质，因而土壤呈黑色，腐殖质层深厚（30~70cm 以上）这种腐殖质与土粒相结合，使土壤形成优良的团粒结构，土壤质地适中，下层较紧实粘重，无钙积层和石灰性反应，土壤呈微酸性，是我国北方肥力较高的土壤。黑土地区平原开阔，适宜大面积机垦。

黑钙土

温带半湿润季风气候区草原或草甸草原作用下发育的土壤。在我国主要分布在大兴安岭东西两侧山麓丘陵以及松嫩平原西部地区。黑钙土的腐殖质层较黑土薄（30~40cm），土壤质地为轻壤——中壤，呈微酸性反应。土质较肥沃，适宜种植的作物较广。我国黑钙土分布地区大部已垦为农业，但也有不少天然牧场适宜发展畜牧业。在这里进行垦殖应注意发展灌溉，以防春旱秋涝危害。

栗钙土

温带半干旱草原地带发育的土壤。在我国主要分布在内蒙古高原东部、南部、呼伦贝尔西部、大兴安岭东南部丘陵平原地区。这些地区比较干燥，冬季很冷，夏不甚热，淋溶作用弱，土壤母质大部分是含碳酸钙丰富的物质，土壤剖面上表现出明显的两层：上层为腐殖质层，呈栗色或灰棕色；下层为灰白色碳酸钙淀积层。土壤呈碱性反应。栗钙土天然地带多为天然牧场，是我国主要牧业基地，也有农业区和半农牧区。栗钙土里有机质含量少，团粒结构不稳固，蓄水、保水力较弱，容易遭受干旱和风蚀。

水稻土

是所有耕作土壤中受人为作用最深的土壤。可发育在各种自然土壤上。水稻土全国各地都有，但主要分布在秦岭-淮河一线以南各省区的河湖平原和山丘谷底。水稻土在淹水灌溉条件下，处于缺氧状态，土壤

中氧化铁被还原为氧化亚铁。氧化亚铁易溶于水，就在土壤剖面中发生移动。当土壤排水后，或受稻根影响，氧化亚铁又被氧化成为不溶性的氧化铁淀积起来，形成锈斑，因此下部土层较为粘重。土壤质地和酸碱度因地区性和耕作时间长短不同而各有差异。水稻土形成过程中，一方面由于耕作和施肥，使土壤改变性质，提高肥力；另一方面，由于水稻土水分多，淋溶作用比较强，养分又不断被淋失。这两个过程同时存在，并向着相反方向发展。合理的耕作措施可以增加土壤养分，不断提高土壤肥力。

紫色土

分布于热带亚热带石灰性紫色岩地区，在我国四川盆地分布面积最广。它是发育于亚热带地区石灰性紫色砂页岩母质土壤。全剖面呈均一的紫色或紫红色，层次不明显。紫色土是在频繁的风化作用和侵蚀作用下形成的，其过程特点是：物理风化强烈、化学风化微弱、石灰开始淋溶。紫色土土层浅薄，通常不到50cm，超过1m者甚少。一般含碳酸钙，呈中性或微碱性反应。有机质含量低，磷、钾丰富。由于紫色土母岩疏松，易于崩解，矿质养分含量丰富，肥力较高，是中国南方重要旱作土壤之一，除丘陵顶部或陡坡岩坎外，均已开垦种植。因侵蚀和干旱缺水现象时有发生，利用时需修建梯田和蓄水池，开发灌溉水源。开辟肥源以增加土壤有机质和氮的含量，也是提高其生产力的重要措施。

土壤资源

具有农林牧业生产性能土壤类型的总称，是人类生活和生活最重要的自然资源，属于地球上陆地生态系统的重要组成部分。土壤资源是土地资源重要的组成部分，是土地资源的基础。土地资源除了土壤之外，还包括岩石及其风化物、生物、地形、气候等自然体。土地资源和土壤资源一样具有生产性能。土壤和土地的概念既有联系又有区别。土壤资源具有一定生产力，其生产力高低，除了与土壤资源一样具有生产性能。土壤和土地的概念既有联系又有区别。土壤资源具有一定生产力，其生产力高低，除了与土壤的自然属性有关外，很大程度上决定于人类生产科学技术水平。土壤资源具有可更新性和可培育性，土壤资源的空间存在形式具有地域分异规律，表现在时间上有季节性变化的周期性，土壤性质及其生产特征也随季节变化而发生周期性变化。土壤资源位置有其固定性，面积有其有限性，同时具有其他资源不能代替的性质。

第七章 生物群落与生态系统

生物圈

地球上存在有生物并受其生命活动影响的区域，或生命存在的地表部分叫生物圈。包括大气圈的下层，整个水圈和岩石圈的上部，厚度达 20km。生物圈是指地球生物及其分布范围所构成的一个极其特殊、又极其重要的圈层。

原核生物

一类起源古老，细胞结构简单，不具备核膜，没有明显细胞核的原始生物，包括细菌和蓝藻。其主要特点有，是单细胞微生物，以自养为主（蓝藻为异养），直接分裂。

原生生物

由原核生物进化而来的另一类微生物，有机体以单细胞的为主，细胞内都具有核膜包围起来的真正的细胞核属真核生物，主要生活于水中和湿润的陆地环境中。

环境

从生态学观点来看，所谓环境是指生物有机体或生物群体所在空间内一切事物和要素的综合。即包括非生物的所有自然要素，也包括主体生物之外的其他一切动植物。环境对于生物的影响是很大的，它控制和塑造着生物的全部生理过程、形态构造和地理分布。生物也对环境产生明显的改造作用，所有地理过程都受生物的直接或间接影响。环境一个个包含的要素叫环境因子。

生态因子

环境是一个由多种要素组成的综合体，其中对生物的生长、发育、繁殖、行为和分布有影响的环境要素叫做生态因子。即对生物影响产生强烈显著因素的环境作用，例如太阳辐射、气温、水温、土温。生态因子中生物生存所不可缺少的那些因子称作生存条件。例如对绿色植物来说，光、热、水、矿质营养元素、氧气和二氧化碳等就是保证其正常生存而不可缺少的生存条件。

生境

生物生长具体地点的全部是生态因子的总称。

限制因子

生态因子对于生物的生存并非总是适宜的，因为地球上各种生态因子的变动幅度非常大，而每种生物所能耐受的范围却有一定的限度，如果当一个或几个生态因子的质或量，低于或高于生物的生存所能忍受的临界限度时，生物的生长发育和繁殖就会受到限制，甚至引起死亡，这种接近或超过耐性上下限的生态因子称作限制因子。例如干旱和半干旱地区，水分条件往往是植物生存的限制因子。限制因子和限制强度随时间地点而变化，也因生物种类和其发育阶段不同而异。即凡是限制其他生态因素对生命活动发挥正常显著作用的生态因素。

生态幅

生物在其生存过程中，对每一种生态因子都有其耐受的上限和下限，上下限之间就是生物对这种生态因子的耐受范围，或称作生态幅，其中包括最适生存范围，在这里生物生产发育得最好。各种生物对生态因子的耐受范围不同，根据耐受范围的宽广或狭小，把生物分为广生态幅生物和狭生态幅生物。

光周期

由于日照长短的变化是地球上最严格和最稳定的周期变化，长期的适应便使各类生物对日照长度或者说对昼夜长短比例的反应格式是不同的，这就是在生物中普遍存在的光周期现象。即光照的昼夜变化和季节变化给生物的生活带来显著影响。比如在生长季节里许多植物的开花结实对昼夜长短的反应很不相同，据此将植物划分为长日照植物、短日照植物和中间性植物等类型。日照长短对动物的生殖、换毛和迁移等都有明显影响。

生物之间（种间）的关系

主要有竞争，寄生，捕食，原始合作与互利共生。

竞争——对食物、生存空间和其他条件具有相似或相同要求的不同物种，为了自身生存相互间都力

求抑制对方，从而给双方都带来不利影响，谓之竞争。竞争多发生在彼此共同需要的资源和空间有限而物种个体密度过大的情况下。

竞争排斥原理

种间竞争的结构出现不等性或不对称性，即一个种被另一个种完全排挤掉，或是一个种被迫使另一个种占据不同的空间位置和利用不同的食物资源等，即发生生态分离，这在生态学上称作高斯的竞争排斥原理，即生态学（或生态位）上相同的两个物种不可能在同一地区内共存。如果生活在同一地区内，由于剧烈竞争，它们之间必要出现栖息地、食性、活动时间或其他特性上的分化。

寄生——一个物种的个体（寄生物）生活在另一个物种个体（寄主）的体内或体表，并从体液或组织中吸取营养以维持生存，完全靠寄主生存，因此常常降低寄主生物的抵抗力，但并不一定导致寄主生物的死亡，如果寄主死亡则会引起寄生物的死亡，这是不同于捕食作用的。如冬虫夏草，菟丝子。

捕食作用——是捕食生物袭击并捕杀被捕食者生物作为食物的一种现象。捕食者因获得食物而受益，被捕食者或猎物则受到抑制（植物）或死亡（动物）。通过捕食可以对被捕食者起到提高质量，控制数量的作用。

原始合作——又称互助，在一起生活的两个物种彼此从中都受到利益，但它们并不必须互相依赖，可以单独生存。如蜜蜂和花朵。

共生互利——是两个不同物种的有机体密切的结合在一起，在共同的生活双方均获得利益，但彼此不能分开单独生存，因而有别于原始合作。如固氮的根瘤菌与豆科植物。

生物的适应

是指生物的形态构造、生理机能、个体发育和行为特征与其长期生存的一定环境条件相互统一、彼此适合的现象包括趋同适应和趋异适应。

趋同适应

是指亲缘关系相当疏远的不同种类生物，由于长期生活在相同或相似的环境中，接受同样生态环境选择，只有能适应环境的类型才得以保存下去。通过变异和选择，结果形成相同或相似的适应特征和适应方式的现象。有时在外貌上也非常相似。哺乳类的鲸、海豚、海象、海豹，鱼类的鲨鱼，他们在亲缘关系上相距甚远，但都长期生活在海洋中，整个身躯形成为适于游泳的纺锤形。

趋异适应

或称辐射适应是指同一种生物的若干个体在不同环境条件下长期生活，形成了不同的适应特征和适应方式。

无论趋同适应还是趋异适应都是通过改变生物的形态构造、生理生态机能或行为等特征而实现的。

生物指示现象

根据生物种或他们的群体或生物的某些特征来确定地理环境中其他成分的现象。生物能够只是环境或环境的某些组成成分，是由于地理环境的全部成分或要素处于紧密的相互依赖和相互联系中。在各种自然要素中，生物特别是植物及其群体对于其他要素所施加的影响反应最灵敏，并且具有最大的表现能力。一般认为，狭生态幅生物比广生态幅生物的指示意义大，生物群落的指示性要比一个种或其个体指示性更为可靠。

种群

生态学家把占据一定空间或地区的同一种生物的个体群叫做种群。或任一生物种生活在特定范围内的个体总称，当该种生物分布地区或生境有若干个，可以说就有若干个该种的种群（个体群）。种群是由个体组成的，但作为整体的种群出现了许多不为个体所具有的新属性，如出生率、死亡率、性别比例和某些动物种群独有的社群结构。种群的基本特征有：

数量和密度；年龄结构（增长型，稳定型，衰退型）和性比（一个种群全部个体中或某一龄级中雌雄性个体的比例）；个体的水平分布格局（随机分布，均匀分布，成群分布）；出生率（生物产生新个体的能力）死亡率（种群中个体死亡的速率）；种群增长；种内关系（主要有竞争，领域性，婚配制度等）。

群落

在一定时间内居住于一定生境中的不同种群所组成的生物系统。

生物群落

在自然界很难见到哪一个生物种群是单独地占据着一定的空间或地段，而是若干个生物种群有规律地结合在一起，形成一个多物种的、完整而有序的生物体系，即生物群落。用来指明大小不同的生物聚集。群落是种群的集合体，但不是种群的简单集合，它是经过生物对环境的适应和生物种群之间相互适应而形成的有规律的组合，是一个比种群更复杂更高一级的生命组建层次。群落由于组成成分中生物类别的不同而有不同的类型和名称，如植物群落，动物群落。

植物群落

在一定自然条件下由一定的植物种类形成有规律的组合。

植被

一个地区全部植物群落的总体。

生物群落的主要特征有：

（1）种类组成

边缘效应——两个或多个群落间过渡地带即群落交错区，如海陆交界的潮间带，河口湾，森林与草地或农田的交界地带，生物的种类和个体数目常比相邻群落中多，这种现象称作边缘效应。

物种多样性——把群落中物种数目的多少（丰富度）和各物种个体数目的多少（均匀度）两个参数的结合称为群落的物种多样性。即组成群落的物种愈丰富多样性愈大，各个物种的个体在物种间分配越均匀多样性越大。①从热带到两极，物种多样性减小。②低纬高山区，随海拔高度增加，物种多样性减小。③在海洋或淡水中，随深度增加，物种多样性降低。物种多样性是影响群落稳定性的一个重要因素。

生态位——群落中每一个生物种所占据的小生境（住所、空间）和它的功能（作用）结合起来就叫做生态位。

优势种——凡是在群落的每个层中占优势的种类，即个体数量多，生物量大，枝叶覆盖地面的程度也大，生活能力强，并且对其他植物和群落环境产生很大影响的生物种类叫做优势种。植物群落的外貌主要决定于群落中优势植物的生活型。

建群种——优势种中的最优势者，即盖度最大，占有最大空间，因而在建造群落和改造环境方面作用最突出的生物种叫建群种，它决定着整个群落的基本性质。决定群落外貌的主要是它的建群种的生活型。它们是群落中生存竞争的真正胜利者。

（2）群落的外貌与植物的生活型

生活型——具有不同生态特征的同种个体群称为生态型。植物可按适应外界环境条件的形态特征划分生活型。或者说，生活型是植物在长期受一定环境综合影响所表现出来的生长形态。

（3）群落的结构

垂直结构：成层现象——生物群落在形成的过程中由于不同生活型植物的定居和内部环境的逐渐分化，便发生了生活型不同和因此而对环境也有不同需求的植物分别出现于地面以上不同的高度和其根系分布于地面以下不同的深度，从而使整个群落在垂直空间有了上下不同层次的分化即成层现象。

水平结构：

生态结构：**层片**——具有一定的种类组成，这些种具有一定的生态生物学一致性，而且特别重要的是它具有一定的小环境，这种小环境构成植物群落环境的一部分。

（4）群落环境

（5）群落的动态

A 植物群落的季节性变化：季相——在气候季节明显变化的地区，植物的生命活动随着气候表现出与季节相对应的周期性变化，即植物在不同季节通过发芽、展叶、开花、结果、落叶和休眠等不同的物候阶段，使整个群落各季表现出不同的外貌，叫群落的季相。不同气候带群落的季相表现很不一致。群落的季节性变化是地理环境变化的反映，并不导致群落发生根本性质的改变。

B 生物群落的演替：分为原生演替和次生演替。

原生演替——在以前没有生长过植物的原生裸地上首先出现先锋植物群落，以后相继产生一系列群落的替代过程。

次生演替——在原来有过植被覆盖，以后由于某种原因原有植被消失了，这样的裸地叫做次生裸地，

有土壤的发育，其中常常还保留着植物的种子或其他繁殖体，环境条件比较好，发生在这种裸地上的群落演替称作次生演替。

演替顶级——

一个地区的植物群落如没有重大外界因素的干扰破坏，通过进展演替，最后会发展成为与当地环境条件保持协调的种类组成与结构相对稳定的群落，这种演替即所谓的最终群落阶段。

（6）群落的分类

我国普遍采用的植被分类单位主要有：植被型，群系，群丛。

植被型——建群种生活型相同或近似，同时对水热条件生态关系一致的植物群落联合

群系——建群种或共建种相同的植物群落联合

群丛——层片结构相同，各层片的优势种或共优种相同的植物群落联合

生态系统

指在一定空间内生物成分（生物群落）和非生物成分（物理环境）通过物质循环和能量流动相互作用，互相依存而形成的一个生态学功能单位。由四类成分构成，即非生物成分，生产者，消费者，分解者。生态系统具有多层次的特点，是一个开放性系统，控制反馈系统，还是一个动态系统，要经历一个由简单到复杂，从不成熟到成熟的发育过程。生态系统的基本功能是单向的能量流动，循环式的物质流动和信息传递。

生态系统结构

有：食物链，食物网，营养级。

食物链——在生态系统中以生产者植物为起点，一些生物有机体以吃和被吃的关系，即通过食物的关系彼此联结形成的一个能量与物质流通的系列。

食物网——各个生态系统中常常生活许多不同的植物和动物，它们形成若干个食物链同时存在，这些食物链上的一些动物常常即吃植物又吃其他几种动物，而它本身又可能被不同的消费者所食，因此，各个食物链彼此交织，错综联结形成复杂的能量与物质流通的网络。

食物链和食物网的复杂程度常常决定着生态系统的稳定性程度。

营养级——在生态系统的食物网中，凡是以相同的方式获取相同性质食物的植物类群和动物类群科分别称作一个营养级。

生物放大作用

污染物通过食物链产生逐级富集的现象。营养级越高的生物体内所含有的污染物的数量或浓度越大，从而严重危害营养级生物的生长发育或人体健康。

初级生产量（第一性生产量）

绿色植物是有机物质的最初制造者，也是能量的第一个固定者，所以绿色植物被称为生态系统的初级生产者或第一性生产者。它所固定的太阳能或所制造的有机物质的数量就称为初级生产量或第一性生产量，单位克干重/ $m^2 \cdot a$ 或 $J/m^2 \cdot a$

生态金字塔

由于受到能量传递效率的限制，沿着营养级序列向上，能量或生产力急剧的、梯级般的递减，用图表示得到能量即生产力金字塔，生物的个体数目和生物量也出现顺序向上递减的现象，形成个体数目金字塔和生物量金字塔，三者合称生态金字塔。

百分之十定律（林德曼效率）

在每一个生态系统中，从绿色植物开始，能量沿着捕食食物链或营养转移流动时，每经过一个环节或营养级数量都要大大减少，最后只有少部分能量留存下来用于生长，形成动物的组织。美国学者林德曼在研究淡水湖泊生态系统的能量流动时发现，在次级生产过程中，后一营养级所获得的能量大约只有前一营养级能量的 10%，大约 90% 的能量损失掉了，这就是著名的百分之十定律。

生态平衡

是生态系统处于相对稳定状态时，生物之间和生物与环境之间出现高度的相互适应与协调，种群结构与数量比例持久地没有明显变化，能量和物质的输入与输出大致相等，以及结构与功能之间相互适应并获

得最佳协调关系，这种状态就是生态平衡。

在一定时间内，结构和功能相对稳定状态，其物质和能量的输入和输出接近相等，在外界干扰下，能通过自我调节（人为控制）恢复到原初的稳定状态。

陆地生态系统的主要类型：

热带雨林

分布于赤道附近，以南美亚马孙河流域，非洲刚果河流域和东南亚热带地区发育最典型，土壤多为砖红壤，终年高温多雨（年均温在 26℃ 以上，年降水量一般超过 2500mm），植物种类极为丰富，群落结构十分复杂，群落外貌终年常绿，是所有陆地自然生态系统中生物生产力和生物量最高的。亚洲：龙脑香樟、桫欏；非洲：棕榈科、椰枣；南美：王莲等豆科植物多。

热带稀树草原

以旱生的高禾草占优势，并且稀疏散布着赖旱的矮乔木的植被类型，又叫“萨王纳”。主要分布于干湿季对比明显的一些热带地区（热带大陆性气候区），主要见于东非，南美巴西高原，印度等地。其群落特征有植物对旱季有种种适应，季相非常明显。

亚热带常绿阔叶林

分布于亚热带湿润气候地区，有常绿的双子叶植物构成的阔叶树森林植被。气候受季风影响，四季较分明，土壤为红壤和黄壤的酸性土，植物种类和结构也比较复杂，乔木一般分两层，上层乔木多为常绿阔叶树种组成，下层灌木层和草本层明显。

温带落叶阔叶林

温带湿润，半湿润气候条件下由秋后落叶的树种组成的森林植被。市温带中，南部湿润气候条件下典型的森林生态系统，气候四季分明，夏季炎热多雨，冬季寒冷干燥，土壤以褐土和棕壤为主，群落特征主要有植物终生，冬季落叶；季相明显，结构层次清晰，净生产力高。

北方针叶林（寒温性针叶林、泰加林）

在寒温带的气候条件下，由寒温性的针叶林树种组成的森林植被类型。主要分布于北纬 45~70° 之间的寒温带气候区。气候特征冬季寒冷而漫长，夏季温凉而较短，群落特征主要是建群种为松柏类植物，外贸特殊，结构简单，层次清晰。

温带草原

温带地区，夏绿旱生性多年生草本植物占优的草原群落。气候为温带半湿润，半干旱，土壤多为黑钙土，栗钙土，群落特征主要有植物种类多，建群植物以旱生，丛生，禾草占优势，草本群落外貌，多层结构，季相明显。

荒漠

主要分布于亚热带和温带极端干旱少雨的地区，超旱生的半乔木，半灌木，小半灌木和灌木占优势的稀树植被类型。群落特征主要是干，热，风大，贫瘠：土壤贫瘠，沙生，盐生，碱生植物多，地面植物分布稀疏，但根系发达。

冻原（寒带苔原）

分布于欧亚大陆和北美大陆北部边缘地带，冬季严寒漫长，夏季凉爽短促，由极地或极地高山成分来寒的苔藓，地衣，草本及小灌木组成的植被类型。群落特征主要有：种类贫乏，结构简单；植物对低温，短生长期，大风及特殊光照都有自己的特殊的适应性。

社会-经济-自然复合生态系统

在一定的社会，经济和科学技术条件下，经过人们的干预把自然生态系统分别改造和建成为农业生态系统与城市生态系统，这些人工生态系统都是以人为核心，以自然环境为基础，进行着频繁的社会与经济文化活动，并且彼此紧密结合共同形成为一个复杂的整体。

农业生态系统

在人类生产活动的干预下，一定区域的农业生物群体与其周围自然和社会经济因素彼此联系，相互作用而共同建立的固定，转化太阳能，获取一系列农副产品的人工生态系统。其主要特点是：生物成分发生

显著变化，系统结构明显简化，是一个能量和物质大量流通的开放系统，生物产量一般较高，具有明显的地域性特点，人是农田生态系统的核心，社会因素起重要的导向作用。

生态农业

就是按照生态学和生态经济学原理，应用系统工程等现代科学技术，把传统农业技术和现代农业先进技术相结合而建立起来的一种多层次，多结构，多功能，具有良好经济效益，生态效益和社会效益的集约经营管理的综合农业生产体系。具体地说，就是在一定区域有效地运用生态系统中生物的共生原理，生物的特相趋利避害原理，多种成分间的相互协调与互补原理，以及物质循环再生与能量多层次多途径转化利用原理，全面规划，总体协调，建立能合理利用自然和社会资源，保持生态稳定和持续高效的优化农业生态系统，具有良好的经济，生态和社会三种效益统一的农业生产体系，其主要优点有：整体性，协调性，地域性，高效性，调控性，层次性，稳定性，改善生态环境。

城市生态系统

人类通过社会经济活动在改造和适应自然环境的基础上建立起来的一种典型的社会-经济-自然复合生态系统或人工生态系统，它是以人为主体，充分利用空间和集中政治经济，科技文化的地域大系统，其主要特点有：以人为主体，食物链简化，能量和物质流量巨大，转换迅速，依赖性强，独立性弱，自我调节能力小，是人类对陆地自然生态系统影响最强烈，改造最彻底的地方。

生物多样性

是指在一定时间和一定地区所有生物（动物、植物、微生物）物种及其遗传变异和生态系统的复杂性总称。生物多样性是生物和它们组成的系统的总体多样性和变异性。

它包括遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性三个主要层次。

遗传多样性——指存在于生物个体内，单个物种内以及物种之间的遗传变异的总和。

物种多样性——某一区域内生物种类的丰富度或物种的总数目，需要从分类学，系统学，生物地理学角度进行研究。

生态系统多样性——生物圈内生境，生物群落和生态学过程的多样化以及生态系统内生境差异和生态学过程变化的多样性。

第八章 自然地理综合研究

地理系统

指各自然地理要素通过能量流、物质流和信息流的作用结合而成的、具有一定结构和功能的整体，即一个动态的多等级开放系统。

地理耗散结构

耗散结构理论的核心内容是：任何远离平衡的开放系统，都能在一定条件下通过与外界的物质、能量交换而发生非平衡相变，实现从无序向有序的转化，形成新的有序结构，即耗散结构。自然地理环境的基本特征决定了它是远离平衡状态的开放系统，因此应是地理耗散结构。地理耗散结构具有一定的抵抗外界干扰的能力，可吸收外界环境的一般性涨落。其结构水平愈高，涨落回归能力即保持系统稳定性的能力愈强。

地域分异规律

也称空间地理规律，是指自然地理环境整体性及其组成要素和自然综合体在某个确定方向上保持特征的相对一致性，而在另一确定方向上表现出差异性，因而发生更替的规律。一般公认地域分异规律包括纬度地带性和非纬度地带性两类，分别简称地带性规律和非地带性规律。后者又包括因距海远近不同而形成的气候干湿分异和因海拔增加而形成的垂直带性分异两个方面。

地带性学说

B.B.道库恰耶夫（1849~1903）是地带性学说的创立者。道库恰耶夫自然地带学说，即纬度地带性学说的要点可以概括为：①太阳辐射能是自然带和自然地带形成的能量基础；②由宇宙-行星因素如日地距离、地球形状和黄赤交角等引起的太阳辐射能在地表不同纬度区域的不均匀分布，是形成自然带和地带分异的动力学原因；③带和地带只是在理想状态下呈东西方向延伸，并具有环球分布的特点，同时沿南北方向发生更替；④地带性规律并非唯一的空间地理规律，客观上应存在另一种规律。

纬向地带性

是地带性规律在地球表面的具体体现。表现为：自然地理要素或自然综合体大致沿纬线延伸，按唯独特发生有规律的排列，而产生南北向的分化。在热量分带的基础上，各自然要素（气候带、地貌、土壤、生物等）表现出纬向地带性。各自然要素的地带性决定了自然综合体的地带性，因为后者是前者相互作用的结果。因而地表上就产生了一系列的纬向自然带。不仅陆地表面存在纬向自然带，在海洋表面，由于水温、盐度以及海洋生物、洋流等都是具有纬向性差别，因此在海洋上也可分为一系列纬向自然带。大陆纬向地带性旨在低纬和高纬表现最明显，可以形成横阔整个大陆，大致与纬线平行的条带状自然带与单位。

干湿度分带性（经向地带性、经度省性）

主要是指在热量背景相同或近似的各纬度区域内部，以年降水量由沿海向大陆腹地方向递减为契机，所引发的区域自然景观及其各组成要素的变化。

是非纬向地带性规律在地表的具体体现。表现为：自然地理要素或自然综合体由于海陆分布引起的气候干湿程度不同大致沿经线方向延伸，按经度由海向陆发生有规律的东西分化。其形成与经度无关，主要是由距离海洋远近引起的。表现为有海到陆干湿度和降水一次变化，反映在土壤、植被等自然成分由海向陆的分异上。在大陆上，干湿度分带性的表现形式与纬度地带性相反，而在中纬度地区最清楚，在高低纬度都不明显。

水平地带性

纬向地带性和经向地带性结合为水平地带性，是相对于垂直地带性而言。表现为带段性和省性，带段性是非地带性单位内的地域性分异；省性是地带性单位内的非地带性分异。大陆的地带性分布图式，实际是纬度地带性和干湿度地带性共同作用的产物。其主要取决于水热对比关系（纬向地带性因素和经向地带性因素在不同地域中表现强度和组合方式）。不同地带性的分布图式可以分为三类：纬向、经向、斜交。

垂直带性

是由于地势的高度变化而引起气温、降水的变化，使各自然地理要素及自然综合体大致沿等高线方向

延伸，随地势高度发生垂直方向上带状更替的规律。它同时受到两种基本地域分异因素作用，是叠加了地带性影响的非地带性在地表垂直方向上的具体表现。

这是山地特有的地域分异现象。当山地具有足够的海拔和相对高度时，随着地面高度的增加，气温递减，一定范围内降水量递增，不同高度层带水热组合特征各异，首先形成垂直气候带，进而导致其他自然地理要素发生相应变化，形成地貌、植被、土壤等垂直带和自然景观垂直带。

垂直带谱

在高大的山地区，自山麓到山顶，可分出一系列垂直自然带。山麓所在的水平地带就是垂直带的基带，基带以上各垂直带按一定顺序有规律排列，则构成垂直带谱。然而山地必须达到一定的高度且具有足够大的相对高差才可能有垂直带的出现，所以，构造隆升和山地地形是产生垂直地带的前提条件，而由此引起的热量和水分的差异则是垂直带分异的直接原因。

自然区划

地表自然界受不同尺度的地带性与非地带性地域分异规律的作用，分化为不同等级的自然区。以地域分异规律学说为理论依据划分自然区，并力求反映客观实际的方法，就是自然区划。自然区划因目的与对象不同而有部门区划与综合区划之别。以个别自然地理要素为对象的是部门自然区划，而综合自然区划以整体自然地理环境为区别对象。自然区划必须为经济建设服务，因此不仅具有认识意义，而且还应具有实践价值。自然区划的原则有①发生统一性原则；②相对一致性原则；③空间连续性（区域共轭性）原则；④综合性原则和主导因素原则等。

土地

土地和土壤是两个不同的概念。土地是包含地球特定地域表面及其以上和以下的大气、土壤与基础地质、水文与植物，还包含这一地域范围内过去和现在人类活动的种种结果，以及动物就人类目前和未来利用土地所施加的重要影响。（FAO）此外，陈传康、林超、邱道持等学者都给出过自己的定义。

我国地理学家普遍赞成土地是一个综合的自然地理概念。认为土地“是地表某一地段包括地质、地貌、气候、水文、土壤、植被等多种自然要素在内的自然综合体”。

综合各专家的观点，我们可以将土地的概念表述为：土地是地表某一地段的自然综合体，包括地质、地貌、气候、水文、植被、土壤等全部自然地理要素以及人类活动对它们作用的后果。其基本含义包括：①土地是自然综合体，是地球表层特殊的物质系统，土地的性质取决于全部要素的综合特征，而不从属于其中任何一个单独的因素；②土地是具有一定的空间尺度，即一定的水平范围和垂直厚度，土地单位大小不同，厚度也有差别；③土地是历史自然体，受自然规律制约，具有发生和发展的历史过程，某一地段的土地特征只是反映某一瞬间的特定状况；④土地是人类生产生活的场所，是一种重要的自然资源和资产，除自然属性外，还有经济利用价值。过去、现在和将来都受到不同程度利用和改造。

土地分级

是指地表一定区域内，土地个体地段的划分或合并，即根据综合自然特征的相对一致性和地域的完整性，（采用地域系统研究法区分出一些综合自然特征一致性和内部复杂性的程度有差别，级别不同和大小不等的土地地段。）逐级划出一些不同级别的土地地段，或合并更高一级的土地单位，建立不同等级规模的土地分级系统。根据国内外土地分级研究情况，目前学术界一般采用三级分类系统。即划分出三个基本的土地分级单位。我国的土地分类研究主要沿用苏联的土地分级系统。

土地分类

是指对土地单位的类型划分，由于在一个区域范围内土地个体单元的数目很多，除特殊需要外，一般不逐个研究其个体特征，只按他们质的相似性作不同程度的概括，得到分类级别高低不同的各种土地分类单位，这是土地分类研究所采用的类型研究方法。

土地评价

是根据具体的生产目的对土地的自然、经济及生产性能进行评定的过程。土地评价的基础是土地分类，对象是土地类型，土地评价实际上是按不同的生产目的对各种土地类型再次进行评价分类的过程。也称为土地质量评价、土地分等、土地资源评价、土地潜力分级等。它是查清土地质量状况的必要手段，也是土地利用规划与管理的基础和依据。按评价目的不同，分为土地适宜性评价、土地潜力评价和土地经济评价。

（简言之，在土地类型研究基础上，根据特定生产目的对土地质量、适用性和生产潜力进行的评估，称为土地评价或土地分等。）

土地结构

指各种土地类型在某区域内的组合方式，比例和彼此间的相互联系所构成的格局。包括各种土地类型的质和量的对比关系。所谓质的对比关系是指有哪些种类的土地类型及其组合关系，所谓量的对比关系是指各种土地类型所占面积比例。研究土地结构有重要的实际生产意义。

土地利用/土地覆被变化（land use and land cover change——Lucc）

由国际地圈—生物圈计划（IGBP）和全球变化中的人文领域计划（IDHP）于 1995 年联合提出。主要研究土地利用的动力机制，土地覆被的变化，土地利用/土地覆被变化的区域与全球结合模型。Lucc 还关注土地利用/土地覆被变化与全球环境变化及可持续发展的关系。