

伍光和《自然地理学》详细笔记 附有图表 易于记忆

参考书目

地理——这是一个多么美丽而又遗憾的世界啊

时髦的理论、古老的谚语，都和地理有千丝万缕的联系？ - 读万卷书、行万里路 - 可持续发展 - 科学发展观 - 因地制宜 - 具体问题具体分析 - 一切从实际出发 - 和谐社会 - 计划生育 - ……

自然地理学——万丈高楼平地起 - 资源环境与城市规划（资源战略、规划理念） - 生态（宏观与微观） - 地理信息系统（灵魂与工具） - 旅游（坚强的后盾，中西旅游精神的对比） - ……

地质地貌学——基础的基础 - 自然地理（自然环境的地带性与非地带性规律） - 旅游（绝大多数的旅游资源都和地质地貌有关） - 建筑风水与城市规划（地质学基础和地貌景观） - 开拓视野、增长见识（专业性常识和常识性专业，多媒体） - ……

地球内部的奥秘 - 物质组成（元素—矿物—岩石） - 构造运动（沧海桑田） - 发展历史（螺旋式上升，生物演化）

奇妙的地貌景观（山地、丘陵、深海、平原、盆地、洞穴、河流、风沙、黄土……）

科学的发展 - 因地制宜的地（地貌、地基、地质矿产……）

全球化与区域性的研究——整体与局部的思维

4 维概念——时空的思维

科学研究功能转为社会服务功能，学科研究导向转为问题研究导向——应用的观点

直接观察、实验、综合分析和理论推导——多方法

千里之行，始于足下——良好的学习心态

世事洞明皆学问，人情练达即文章——良好的学习习惯

第一章 地 壳

地球是一个由不同状态与不同物质的同心圈层所组成的球体。这些圈层可以分成内部圈层与外部圈层，即内三圈与外三圈。其中外三圈包括大气圈、水圈和生物圈，内三圈包括地壳、地幔和地核。

第一节 地壳的组成物质

一、地壳的化学成分与矿物

（一）化学成分

地壳中含有元素周期表中所列的绝大部分元素，而其中 O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg 等 8 种主要元素占 98% 以上，其他元素共占 1—2%。化学元素在地壳中平均含量称克拉克值

矿物是地壳中单个或若干自然元素在一定地质作用下形成的具有特定理化性质的单质或化合物，是组成岩石的基本单位。

绝大部分矿物是结晶矿物，化合物（简、复、变、水、同质多像、胶体）

随着科学技术的发展，矿物的范围扩大了，包括地球内层及宇宙空间所形成的自然产物。

自然界里的矿物很多，大约有 3000 种，但最常见的只有五六十种，至于构成岩石的主要矿物只不过二三十种，称造岩矿物。它们共占地壳重量的 99%。各种矿物都有一定的外表特征——形态和物理性质，可以作为鉴别矿物的依据。

（二）矿物性质

1、矿物形态

（1）单体形态

在一定条件下（如晶体生长较快，生长能力较强，生长顺序较早，或有允许晶体生长的空间——晶洞、裂缝等），矿物可以形成良好的晶体（如下图）。

虽然每种矿物都有它自己的结晶形态，但由于晶体内部构造不同，结晶环境和形成条件不同，以致晶体在空间三个相互垂直方向上发育的程度也不相同。大体可以分为三种类型：

1、一向延长-柱状石英晶体，长 6cm

2、二向延展-板状黑云母晶体

3、三向等长-粒状石榴子石晶体，粒径 2.6cm

（2）矿物的集合体形态

A、粒状集合体 由粒状矿物所组成的集合体，如左图。

B、片状、鳞片状、针状、纤维状、放射状集合体

如石墨、云母等常形成片状、鳞片状集合体，石棉、石膏等形成纤维集合体，还有些矿物常形成针状、柱状、放射状集合体。

C、致密块状体 由极细粒（结晶）矿物或隐晶矿物所成的集合体，表面致密均匀，肉眼不能分辨晶粒彼此界限。

D、晶簇

生长在岩石裂隙或空洞中的许多单晶体所组成的集簇状集合体叫晶簇。它们一端固着于共同的基底上，另一端自由发育而形成良好的晶形。常见的有石英晶簇（下图）、方解石晶簇等，生长晶簇的空洞叫晶洞。许多良好晶体和宝石是在晶洞中发育的。

E、杏仁体和晶腺

矿物溶液或胶体溶液通过岩石气孔或空洞时，常常从洞壁向中心层层沉淀，最后把孔洞填充起来，其中小于 2cm 者称杏仁体；大于 2cm 者称晶腺。如玛瑙往往以此形态产出。

F、结核和鲕状体

溶液中的质点常常围绕着细小岩屑、生物碎屑、气泡等由中心向外层层沉淀而形成球状、透镜状、姜状等集合体，称为结核。

如果结核小于 2mm，形同鱼子状，具同心层状构造，叫鲕状体，鲕状体常彼此胶结在一起，如鲕状赤铁矿。

G、钟乳状、葡萄状集合体

胶体溶液因蒸发失水逐渐凝聚，因而在矿物表面围绕凝聚中心形成许多圆形的、葡萄状的小突起。

H、土状体疏松粉末状矿物（多为结晶矿物）集合体，一般无光泽。许多由风化作用产生的矿物如高岭石等集合体常呈此形态。

2、光学性质

(1) 颜色 颜色由矿物化学成分和内部结构决定，主要是色素离子和晶体内部的结构所决定的，如下图。

(2) 条痕 矿物粉末的颜色称为条痕。通常是利用条痕板（无釉瓷板），观察矿物在其上划出痕迹的颜色。

(3) 光泽 矿物表面的总光量或者矿物表面对于光线的反射形成

A 金属光泽矿物——表面反光极强，如同平滑的金属表面所呈现的光泽。

B 非金属光泽——是一种不具金属感的光泽。

C 半金属光泽——介于金属光泽和非金属光泽之间

(4) 透明度 光线透过矿物多少的程度

透明矿物——矿物碎片边缘能清晰地透见他物，如水晶、冰洲石等。

不透明矿物——矿物碎片边缘不能透见他物，如黄铁矿、磁铁矿、石墨。

半透明矿物——介于透明和半透

3、力学性质

(1) 硬度

指矿物抵抗外力刻划、压入、研磨的程度。德国摩氏选择了 10 种矿物作为标准，将硬度分为 10 级，这 10 种矿物称为“摩氏硬度计”（下表）

(2) 解理

在力的作用下，矿物晶体按一定方向破裂并产生光滑平面的性质叫做解理。沿着一定方向分裂的面叫做解理面。解理是由晶体内部格架构造所决定的。根据劈开的难易和肉眼所能观察的程度，可分为极完全解理、完全解理、中等解理等。

(3) 断口

矿物受力破裂后所出现的没有一定方向的不规则的断开面叫做断口。脆性和延展性、弹性和挠性、比重、磁性、电性、发光性等。

(三) 主要造岩矿物与常见矿物

硅酸盐类和其它含氧盐类是地壳的主要造岩矿物

1、主要造岩矿物

(1) 石英

发育单晶并形成晶簇，或为致密块状、粒状集合体，无解理、晶面具玻璃光泽，贝壳状断口油脂光泽，硬度 7。

石英是常见的造岩矿物。

鉴定特征：六方柱及晶面横纹，典型的玻璃光泽，很大的硬度，无解理。

(2) 长石（包括钾长石和斜长石）

钾长石 $K[AlSi_3O_8]$

鉴定特征：肉红、黄白等色，短柱状晶体，完全解理，硬度大。

钾长石是花岗岩类岩石等的重要造岩矿物，容易被风化为高岭石等。

钾长石是陶瓷及玻璃工业的重要原料。

斜长石（钠长石—钙长石） $\text{Ca}[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8] - \text{Na}[\text{Si}_2\text{Al}_3\text{O}_8]$

由钠长石和钙长石所组成的类质同像混合物，柱状或板状晶体。

鉴定特征：细柱状或板状，白到灰白色，解理面上具有晶纹，小刀刻不动。

斜长石见于三大类岩石中，分布最广。斜长石比钾长石更易于被风化分解为高岭石、铝石等。

(3) 云母

假六方柱状或板状晶体；通常呈片状或鳞片状。

鉴定特征：单向最完全解理，硬度低，有弹性。

云母是重要的造岩矿物，分布广泛，占地壳重量的 3.8%。白云母和金云母为电器、电子等工业部门的重要绝缘材料。

(4) 普通角闪石

鉴定特征：绿黑色，长柱状（横剖面菱形）晶体，具两组平行柱状中等解理，小刀不易刻划。

普通角闪石在地表极易被分解。

(5) 普通辉石

鉴定特征：绿黑或黑色，近八边形短柱状，解理近直交，玻璃光泽，硬度 5.5-6。普通辉石为火成岩的重要造岩矿物，在地表易被风化分解。

(6) 橄榄石

晶体扁柱状，在岩石中成分散粒状或粒状集合体。

鉴定特征：橄榄绿色，玻璃光泽，硬度高，粒状集合体，性脆，不完全解理。橄榄石为岩浆中早期结晶的矿物，是岩浆在地下深处形成的，为超基性和基性火成岩的重要造岩矿物。

2、常见矿物

(1) 石墨 C 通常为鳞片状、片状或块状集合体。

鉴定特征：钢灰色，染手染纸，滑腻感。

石墨可广泛应用于冶金、化工、日化等方面。

(2) 方铅矿

晶体常为六面体或六面体与八面体的聚形。

鉴定特征：铅灰色，硬度低，比重大，可以碎成立方小块。

(3) 辉锑矿

鉴定特征：柱状、针状集合体，铅灰色，硬度低（指甲可刻动），单向完全解理，极易熔化。

辉锑矿是重要锑矿石。我国为著名产锑国家，储量占世界第一位，尤以湖南锡矿山的锑矿储量大、质量高。

(4) 黄铁矿

经常发育成良好的晶体，有六面体八面体、五角十二面体及其聚形。

鉴定特征：完好晶体，浅黄色，条痕黑色，较大的硬度（小刀刻不动）。

黄铁矿是在硫化物中分布最广的矿物，在各类岩石中都可出现。黄铁矿是制取硫酸的主要原料。我国硫铁矿储量居于世界前列。

（5）赤铁矿

鉴定特征：沉积赤铁矿常呈鲕状、肾状、块状或粉末状。暗红色及樱红色条痕。

赤铁矿是重要炼铁矿石。沉积形赤铁矿，叠层状

（6）褐铁矿 褐铁矿是许多氢氧化铁和含水氧化铁等隐晶矿物和胶体矿物（针铁矿、纤铁矿及其它杂质）集合体的总称，为炼铁矿石，也可以用做颜料。

鉴定特征：颜色由铁黑至黄褐，但条痕比较固定，为黄褐色。

褐铁矿有多种集合体形态和颜色，如图中左标本为钟乳状集合体，黑色，右标本为土状集合体，黄褐色

（7）高岭石

一般呈致密块状、粉末状、土状。白或浅灰、浅绿、浅红等色，条痕白色，土状光泽。

鉴定特征：性软，粘舌，具可塑性。

高岭石为主要黏土矿物之一。高岭石及其近似矿物和 其它杂质的混合物统称 高岭土，是主要的陶瓷 原料和造纸原料。

我国为产高岭土的著名国家，因江西景德镇附近 高岭所产的质佳而得名。

（8）方解石

鉴定物征：锤击成菱形碎块（方解石因此得名），小刀易刻动，遇 HCl 起泡。 ？无色透明者称冰洲石，是重要的光学仪器材料

（10）石膏

晶体常为近菱形板状，一般呈纤维状粒状等集合体。

鉴定特征：一组最完全解理，可撕成薄片，或纤维 状、粒状；硬度低，指甲可以刻动。

石膏属于蒸发盐类矿物，可用于水泥、模型、医药、光学仪器等方面。我国石膏储量在世界世界上名列前茅。

二、岩浆岩

造岩矿物按一定的结构集合而成的地质体称为岩石（是构成地壳和地幔的主要物质）

依据成因，岩石可分岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。

（一）岩浆

岩浆是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。

岩浆分类

酸性（ $\text{SiO}_2\% > 65\%$ ）

中性（ $65\% > \text{SiO}_2\% > 52\%$ ）

基性（ $52\% > \text{SiO}_2\% > 45\%$ ）

超基性 (45% > SiO₂%)

随着 SiO₂% ↑, 粘度 ↑, 岩浆流速 ↓, 凝结的速度 ↑

(二) 火山活动

1、火山构造

包括火山通道 (岩浆由地下上升的通道)、火山锥 (火山喷出物大部分在火山口周围堆积下来, 一般呈圆锥状)、火山口 (位于火山锥顶部或其旁侧的漏斗形喷口) 等。

2、火山喷发物

包括气体喷发物 (火山气体, 水汽最多)、固体喷发物 (火山碎屑物, 来源有二: 岩浆和围岩)、液体喷发物 (熔浆) 等。

3、火山喷发类型

裂隙式喷发: 主要是基性玄武岩熔浆, 通过地壳中狭长线状深断裂溢出地表, 一般没有爆炸现象。冷凝后形成厚度相当稳定、覆盖面很大的熔岩被, 火山碎屑物较少。(大陆少见, 大洋多见)

中心式喷发: 岩浆沿着一定的管形通道喷出地表, 熔岩覆盖面积较小。(现代火山活动最主要的类型) - 宁静式 (基性高温少气体、少固体不爆炸、锥形, 夏威夷) - 斯特龙博利式 - 爆烈式 (酸性、气体、火山灰, 维苏威)

4、火山分布

火山几乎无例外地分布于大小板块边界上。大洋中脊裂谷中的任何一地都可能喷出熔岩, 据估计每年喷出的火山固液体物质达 4km³, 而陆地上不足 1km³。汇聚型板块边界上火山活动尤其强烈而频繁, 但火山并不分布于海沟附近, 而是在与之有一定距离的岛弧一侧。

近代火山分布规律

世界火山分布 白圈——活火山; 黑点——死火山, 据 W. Ramsay

环太平洋火山带?阿尔卑斯—喜马拉雅火山带?大西洋海岭火山带

(三) 侵入作用

岩浆因具有极高的温度和很大的内部压力, 往往向地壳薄弱或构造活动地带上升, 并在沿途不断溶化围岩或俘虏崩落的岩块, 从而不断扩大其侵占的空间, 冷凝后形成各种侵入岩体的作用。

当岩浆沿着岩石圈破裂带上升侵入地壳时, 冷凝结晶形成侵入岩; 喷出地面则迅速冷却凝固形成火山岩或喷出岩。

深成岩体处于压力大、温度高的条件, 冷凝过程可上百万年, 往往形成结晶良好、颗粒粗大的岩石。岩体一般规模很大, 主要产状有岩基、岩株等。

浅成侵入作用及其岩体产状: 岩浆在压力作用下沿着断层、裂隙或层理贯入的方式进行, 岩体规模小, 冷却快, 主要产状有岩盘、岩床、岩墙等。

(四) 岩浆岩特征

1、岩浆岩的化学成分与矿物组成

2、岩浆岩的产状、结构和构造

(1) 产状

地壳中的岩浆岩体有不同形状和规模，与围岩的接触关系、形成时的深度和构造都有差别，因而产状各不相同。

依据岩体形状及其与上覆岩层的关系，可分为整合侵入体（如岩盆、岩盖、岩床、岩鞍）与不整合侵入体（如岩株、岩瘤、岩脉）两类（图 2-1）

1-岩基 2-岩盆 3-岩床 4-岩盖 5-岩鞍 6-岩株 7-岩浆底劈 8-岩瘤 9-岩脉(岩墙) 10-捕虏体
11-火山锥 12-火山颈 13-火山口 14-熔岩流 15-熔岩被

(2) 结构

常见的岩浆岩结构包括：

玻璃质结构：喷出熔岩因快速冷却，来不及结晶而成

隐晶质结构：熔岩内较慢冷却形成

显晶质结构：岩浆在地下缓慢冷却充分结晶形成，可再细分为细粒、中粒、粗粒和伟晶结构

斑状结构：冷却速度先慢后快，先形成粗大晶体即斑晶，后形成细粒或微粒晶体即基质

花岗斑岩, 斑状结构,

斑晶主要为钾长石,

粒径一般为 2~3mm,

基质由极细粒状钾长石和石英组成。

花岗岩显晶结构，钾长石肉红色，

斜长石灰白色，石英无色，黑云母黑色

伟晶岩，主要由石英和白云母组成。白色矿物为石英，片状解理发育者为白云母。

(3) 构造

块状构造：因矿物排列均匀但无定向而形成

斑杂构造：矿物成分、结构、颜色、粒度杂乱排列或分布不均匀而形成

流纹构造：保留熔岩流动形迹，矿物与气孔定向排列形成

气孔构造：气体逸出后残留的

杏仁状构造：喷出岩气孔被次生矿物充填而成

3、岩浆岩的主要类型

依据化学成分与矿物组成，可分酸性、中性、基性和超基性四类

依据结构、构造和产状可分深成岩、浅成岩和喷出岩三类。

综合两种分类法，可得综合分类表（表 2-2）

三、沉积岩

（一）沉积岩概述

暴露在地壳表部的岩石，在地球发展过程中，不可避免地要遭受到各种外力作用的剥蚀破坏，然后再把破坏产物——碎屑、胶体和有机物质等疏松沉积物在原地或经搬运成层沉积下来，再经过复杂的成岩作用而形成岩石。

按重量计，沉积岩只占地壳的 5%，但因沉积岩覆盖于地壳表层，分布十分广泛。在大陆部分有 75%的面积出露沉积岩，而在大洋底则几乎全部为新老沉积层所覆盖。

1、形成过程

先成岩石的破坏（风化、剥蚀）

搬运（风、流水、冰川和海水等）

沉积（机械沉积、化学沉积、生物沉积）

成岩作用（压固、脱水、胶结、重结晶）

2、物质来源（广）

先成岩石风化物、火山喷发沉降物、生物成因的各种有机物，甚至是宇宙尘——总称为沉积物

3、沉积物分类（依据成因与性质）

碎屑沉积物（如砾、砂、粉砂、粘土）

化学沉积物（氧化物、硅酸盐、碳酸盐、硫酸盐、卤化物等）

有机沉积物（泥炭、珊瑚礁等）

（二）沉积岩的基本特征

具层理，富含次生矿物、有机质、有生物化石

层理：岩石的颜色、矿物成分、粒度、结构等表现的成层性。可分以下几类：

水平层理（在一个层内的微细层理即层纹比较平直，并与层面平行）——表明其形成于较平静的水域

斜层理（层内的微细层理呈直线或曲线形状，并与层面斜交）

交错层理（层纹倾斜方向不一致而相互交错）——可能形成于河流、三角洲或滨海环境

1、结构（分碎屑结构和非碎屑结构）

通常情况下沉积岩的碎屑结构由碎屑物质和胶体物质两部分组成。

碎屑物质通常包括岩石碎屑（岩屑）、矿物碎屑、火山碎屑及生物碎屑等，其中包括砾、砂、粉砂和泥等 不同粒级的物质。

胶体物质指填充于碎屑孔隙之间的物质，最常见的为各种化学沉淀物或胶体物质，如钙质（方解石）、硅质（石英）、铁质（赤铁

矿、褐铁矿等)和有机质等。

此外,还有填充物质

(1) 碎屑粒径、结构与岩石名称

砾: 大于 2mm, 砾状结构——砾岩(角砾岩)

砂: 2~0.05mm, 砂状结构——砂岩

粉砂: 0.05 ~ 0.005mm, 粉砂状结构——粉砂岩

泥: 小于 0.005mm, 泥状结构——泥岩

(2) 分选性: 根据碎屑颗粒分布的均匀与否分

(3) 磨圆度: 圆、次圆、次棱、棱状

0、棱角状;

1、次棱角状;

2、次圆状;

3、圆状;

4、极圆状;

2、层面构造

(1) 波痕

在现代河床、湖滨、海滩以及干旱地区的沙丘表面上,常形成一种由流水、波浪、潮汐、风力作用产生的波浪状构造,称为波痕。

(2) 干裂

在现代河滩、湖滨、海边等泥质沉积物上,常可见到多角形的裂纹,称为干裂,又称泥裂。多形成于浅水环境及阳光充足的干燥气候条件。

在沙丘间低洼地上沉积的富黏土沉积物形成了 21cm 干裂。裂缝被风吹来的沙所充填(美国加州死谷)。

据 Raymond Siever

3、沉积岩的主要类型

(1) 碎屑岩类

主要指母岩风化碎屑经搬运堆积后胶结形成,包括:

(A) 砾岩与角砾岩: 砾状结构,前者经长途搬运砾石圆度为圆形或次圆形,后者搬运短、为次棱或棱形。

(B) 砂岩: 砂状结构,颜色多样,粒径结构多样,胶结物也多样,命名方式为“胶结物+粒径+矿物成分”。

(C) 粉砂岩: 粉砂状结构,颗粒细小,断面粗糙,矿物以石英为主,多钙质、硅质和铁质胶结。

福建永安上泥盆统(D3)石英砾岩,砾石成分为脉石英,次圆状至圆状,最大粒径 3.8cm

石英砾岩,砾石为大量浅色石英碎屑,胶结物为钙质和硅质,充填物为沙、粉沙、岩石碎屑等(据克里斯·佩伦特著,谷祖纲、李

桂兰译)

由2—0.05mm的碎屑(含量大于50%)胶结而成的岩石统称砂岩。砂岩的矿物成分通常以石英颗粒为主,其次为长石、白云母、粘土矿物以及各种岩屑。根据粒级大小,砂岩可以分为:

粗粒砂岩(2-0.5mm) 中粒砂岩(0.5-0.25mm) 细粒砂岩(<0.25mm)

(2) 粘土岩类

泥状结构,由粘土矿物及其他细粒物质组成,硬度低。

(A) 泥岩:固结好,但无层理

(B) 页岩:固结好且层理良好(根据胶结物不同可分钙质页岩、铁质页岩、炭质页岩、油页岩等)

(C) 粘土:固结差

钙质泥岩(据克里斯·佩伦特著,谷祖纲、李桂兰译)

福建永安上侏罗统坂头组(J3b)的页岩

(3) 生物化学岩类

多由化学和生物化学形成物组成并主要见于海相或湖相沉积物,显晶或隐晶结构、鲕状或豆状结构、生物结构,成分单一种类繁多。

(A) 硅质岩:主要矿物为SiO₂,含Fe₂O₃者为碧玉,具同心圆构造者为玛瑙

(B) 石灰岩:色灰、灰白或灰黑,方解石构成,性脆,遇稀盐酸起泡

(C) 白云岩:由化学沉积或碳酸钙被白云石交代而成

四、变质岩

无论什么岩石,当其所处的环境跟当初岩石形成时的环境有了变化,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。这种变化总称为变质作用。

变质岩在我国和世界上皆有广泛分布。变质岩中含有丰富的金属矿和非金属矿,例如全世界铁矿销量,其中70%储藏于前寒武纪古老变质岩中。

一) 变质作用与变质岩

控制变质作用的三大要素——温度、压力、化学活动性流体

变质作用:固态原岩因温度、压力和化学活动性流体的作用而导致矿物成分、化学结构和构造的变化

变质岩：变质作用形成的岩石

温度

温度是变质作用的最积极的因素，它对于岩石可以导致如下的变化：一是发生重结晶作用；二是可以产生新的矿物。

压力

变质作用的压力范围一般为 0—109Pa。地壳中岩石可以受到两种压力的作用：一是静压力，又叫围压，具有均向性。另外一种侧向压力，或称应力，例如当岩石受到挤压、断裂活动或岩浆侵入，一方面可使它变形或破碎；另一方面也可使它重结晶，并使岩石具有各种片理构造。化学因素 当岩石所处的化学环境发生变化，同样也可引起岩石的变质。

（二）变质作用类型与常见变质岩

1、动力变质作用

构造运动引起的定向压力使原岩碎裂、变形及一定程度的重结晶（主要发生在断裂带）

相应的变质岩有：角砾岩、碎裂岩等

2、接触热变质作用

发生于侵入体与围岩接触带，围岩受热后矿物发生成分和结构、构造发生变化，重结晶、脱水、脱碳、形成变晶结构和新矿物。它主要表现为原岩成分的重结晶，如石灰岩变为大理岩，石英砂岩变为石英岩等。

代表性岩石：斑点板岩、角岩、大理岩、石英岩等

3、接触交代变质作用

发生在侵入体与围岩的接触带，实质是高温下岩浆分泌的挥发性物质与热液通过与围岩的交代作用使后者化学成分发生变化，形成新矿物。

4、区域变质作用

区域性构造运动导致的深广范围的变质作用，广泛见于古老结晶基底及褶皱带 ?代表性岩石：板岩、千枚岩、片岩、片麻岩等

5、混合岩化作用或超变质作用

是区域变质与岩浆作用间的一种过渡性地质作用。

高温使岩石发生部分熔融形成酸性熔体化学反应自深部分泌出富含钾、钠、硅的热液

混合岩（混合花岗岩）

（三）岩石的转化

三大类岩石都是在特定的地质条件下形成的，但是它们在成因上又是紧密联系的。但是，自从地壳上出现了大气圈和水圈以来，各种外力因素开始对地表岩石一方面进行破坏，一方面又进行建造，出现了沉积岩。然而，任何岩石都不能回避自然界的改造，因此在一定条件下又出现了变质岩。

第二节 构造运动与地质构造

内力引起地壳乃至岩石圈变形、变位的作用，叫做构造运动，或称岩石圈运动。

一般认为，晚第三纪和第四纪的构造运动称新构造运动，着此之前的构造运动称老构造运动。

人类历史时期发生的和正在发生的构造运动称现代构造运动，它是新构造运动的一部分，其发生与发展与人类活动关系更为密切

一、构造运动的特点与基本方式

(一) 构造运动的一般特点

1、构造运动方向性

(1) 水平运动（块体相汇聚、相分离等运动）

(2) 垂直运动（块体升降，证据？）

2、构造运动的速度和幅度

3、构造运动的周期性和阶段性

二、构造运动与岩相、

建造和地层接触关系

(一) 岩相

人们把反映沉积环境的沉积岩岩性和生物群的综合特征称为岩相。

岩相一般可以分为海相、陆相和海陆过渡相（如入海处的三角洲相）三类。其中每类又可细分成若干种相。如海相可分为滨海相、浅海相、深海相等；陆相可分为坡积、冲积、洪积、湖泊、沼泽、冰川、风成等相。

地壳上升时岩相从海相向陆相转变，沉积物粒级增大，厚度变小，形成海退层序，反之相反。有的浅海相地层厚度很大，说明地壳大幅度下沉。

(三) 地层的接触关系

1、整合

先后形成的新老地层产状一致且相互平行，时代连续，没有沉积间断，表明两种地层是在构造运动持续下降或上升而未中断沉积的情况下形成的。

2、不整合

由于构造运动，往往使沉积中断，形成时代不连续的岩层，这种关系称不整合接触。两套岩层中间的不连续面，称不整合面。

A、平行不整合（假整合）

上下两地层产状平行但时代不连续。表明曾发生上升运动致使沉积作用一度中断，而后下沉堆积了上覆新地层。

B、角度不整合

上下两地层产状既不一致，时代也不连续，其间有地层缺失。表明老地层沉积后曾发生褶皱与隆升，沉积一度中断而后再下沉接受新沉积。

角度不整合块状形成过程（由上至下）：

地壳下降，接受沉积——开始发生褶皱——隆起为山——遭受侵蚀——地形夷平——地壳再次下降，接受沉积

三、地质构造

岩层或岩体经构造运动而发生的变形与变位。

层状岩石受到地下自然力的作用，构造变动表现最明显，主要有水平构造、倾斜构造、褶皱构造和断裂构造。

（一）水平构造

水平岩层虽经构造变动（主要是垂直运动）而未发生褶皱，仍保持水平或近似水平产状。在未受垂直切割情况下，往往同一岩层可以成为一个平坦的高原面或平原面，受到垂直切割而顶部岩层较坚硬时，往往被分割成大小不同的桌状台地、平顶山（桌状山）。

（二）倾斜构造

岩层经构造变动后层面与水平面形成夹角。

其产状以走向、倾向和倾角三要素确定。

倾斜构造上部岩层比较坚硬时，经过剥蚀作用常形成单面山与猪背脊等地貌。岩层的产状要素（P40 T2-6）

（三）褶皱构造

岩层在侧向压力作用下发生弯曲的现象称为褶皱，其中的单个弯曲叫褶曲。褶皱能直观地反映构造运动的性质和特征。

褶皱的规模可以长达几十到几百千米，也可以小到在手标本上出现。

从本质上讲，应该根据组成褶曲核部和两翼岩层的新老关系来区分，即褶曲的核部是老岩层，而两翼的新岩层，就是背斜；相反，褶曲核部是新岩层，而两翼是老岩层，就是向斜。

（四）断裂构造

岩石因所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——断裂；虽破裂而破裂面两侧岩块未发生明显滑动——节理；破裂且发生明显位移——断层。

断层由断面、断层线、断层盘（分上盘和下盘）等要素组成。

1、下盘；

2、上盘；

3、断层线;

4、断层破碎带;

5、断层面

断层的分类

正断层——上盘相对下降，下盘相对上升的断层叫正断层

逆断层——上盘相对上升，下盘相对下降的断层叫逆断层

断层的组合类型

在自然界，常见许多断层以一定组合形式出现。从平面上看，断层排列有平行状、雁行状、环状和放射状等。从剖面上看，有阶梯状、叠瓦状、地堑和地垒等。

1、阶梯状断层和叠瓦状断层

两条以上的倾向相同而又互相平行的正断层，其上盘依次下降，这样的断层组合称为阶梯状断层。

两条以上的倾向相同而又互相平行的逆断层，其上盘依次向上推移，形如叠瓦，这样的组合称为叠瓦状断层，又称叠瓦状构造。

2、地堑

两条或两组大致平行的断层，其中间岩块为共同的下降盘，其两侧为上升盘，这样的断层组合叫地堑。

3、地垒

两条或两组大致平行的断层，基保间岩块为共同的上升盘，其两侧为下降盘，这样的断层组合叫地垒。造成地垒的断层一般是正断层，但也可能是逆断层。地垒构造往往形成块状山地。

第三节 新构造运动与地震

地震是大地的快速震动。当地球内部一定范围内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，急剧地释放积聚的能量，并以弹性波的形式向四周传播，引起震动。

震源：地震时，地下岩石最先开始破裂的部位。

震中：震源在地面上的垂直投影位置。

震源深度（震源到震中的距离）： 浅源地震（深约 70km 以内） 中源地震（70~300km） 深源地震（300~700km）

震级：衡量地震释放能量的等级（目前已知的最大地震不超过里氏 8.9 级），震级差一级，能量相差 30 倍。

烈度：地震对地面的影响和破坏程度（通常分 12 级），据烈度表调查得知。与震源、震中、震级、构造和地面建筑物的坚固程度、地质地貌条件等有关。

一次地震只有一个震级，但不同距离的烈度不一。

地震的成因与类型

构造地震：由构造变动特别是断裂活动所产生的地震。全球绝大多数地震是构造地震，约占地震部数的 90%。

火山地震：可以是直接由火山爆发引起地震；也可能是因火山活动引起构造变动，从而发生地震；或者是因构造变动引起火山喷发，从而导致地震。

因此，火山地震与构造地震常有密切关系。火山地震为数不多，约占总数的 7%。震源深度不大，一般不超过 10km。现代火山带如意大利、日本、菲律宾、印度尼西亚、堪察加半岛等最容易发生火山地震。

冲击地震：因山崩、滑坡等原因引起，或因碳酸盐岩地区岩层受地下水长期溶蚀形成许多地下溶洞，洞顶塌落引起。后者又称塌陷地震。本类地震为数很少，约占地震总数的 3%。震源很浅，影响范围小，震级也不大。

水库地震：有些地方原来没有或很少发生地震，后来由于修了不库，经常发生地震，称为水库地震。说明这种地震与水的作用有关，当然与与一定的构造和地层条件有关，而水的作用只是一种诱发因素。

地震除直接给人类带来灾害外，还往往伴生火灾，水灾与海啸。

世界地震带的分布

地震的分布（与板块边界非常一致）：

扩张型边界（大洋中脊）——地震带较窄，且地震分布最集中

汇聚型边界（海沟—岛弧）——地震带较宽

大陆碰撞型边界（地缝合线）——地震分布尤其分散

全球地震能量的 95% 都是在板块边界附近释放的——板块间的相互作用是引起地震的主要因素。

1、环太平洋地震带

全世界约 80% 的浅源地震，90% 的中源地震和几乎全部深源地震都发生在这一带。所释放的地震能量约占全世界能量的 80%，但其面积仅占世界地震 总面积的一半。这一带也是著名的火山带，它与中、新生带褶皱带和新构造强烈活动带一致。

2、地中海-喜马拉雅地震带

这是一条横跨欧亚大陆，并包括非洲北部，大致呈东西方向的地震带，总长约 15000km，宽度各地不一，在陆部分常有较大的宽度，并有分支现象。

太平洋地震带外几乎期余的较大浅源地震和中源地震都发生在这一带。释放能量占全世界地震释放总能量的 15%。

3、大洋中脊（海岭）地震带

（1）大西洋中脊（海岭）地震带

（2）印度洋海岭地震带

（3）东太平洋中隆地震带

以上三带皆以浅源地震为主。

4、大陆断裂谷震带

分布于一些区域性断裂带或地堑构造带，主要有东非大断裂带，红海地堑，亚丁湾及死海，贝加尔湖以及太平洋夏威夷群岛等。此带主要为浅源地震。

中国地震带的划分

1、华北地区（含东北南部）

2、东南沿海地区

包括东南沿海带（主要在福建及广东潮汕地区），台湾西部带，台湾东部带。

3、西北地区

4、西南地区

第四节 大地构造学说

一、板块构造学说

固定论和活动论（或者说垂直论和水平论）一直是本世纪中争论很激烈的地质课题。固定论长期占据统治地位，被称为传统的观点。60年代开始，活动论兴起并取而代之，板块构造学说就是它的代表。

板块构造学说并不是凭空产生的，它的出现既有历史的根源，又有时代的背景，特别是和科技发展的水平相适应。

（一）板块构造的基本思想]

板块构造学说认为：地球表层的硬壳——岩石圈（或称构造圈），相对于软流圈来说是刚性的，其下面是粘滞性很低的软流圈。岩石圈并非整体一块，它具有侧向的不均一性，被许多活动带如大洋中脊、海沟、转换断层、地缝合线、大陆裂谷等分割成大大小小的块体，这些块体就是所说的板块。

岩石圈：由软流层（发育于地幔上部的圈层，其物质处于潜柔性高温状态）以上地幔和地壳组成的连续的固体。

大洋中脊：如大西洋中央有海底山脉，山脉中间有裂谷，称中央裂谷，沿中央向两侧，由岭谷相间排列组成的地形，成因与板块活动有关

在海底，大洋中脊是两个分离板块的边界，它向我们展示，由于两个板块分离产生的张力而发育了基性火山活动、浅源地震、以及正断层等。板块分离和洋壳生成的过程叫做海底扩展。本图表明了在那里发生的事情。大西洋中脊和东太平洋中隆是生成几百万平方公里海底的中心。冰岛是大西洋中脊暴露在海面之上的一个片段。它向人们提供了直接观测板块分离和海底扩张的机会(据 Raymond Siever)

岛弧：位于海洋中的弧形岛屿，如日本群岛、琉球群岛、菲律宾群岛等，其成因与火山喷发有关。

海沟：位于海底的一些长条形槽状的沟，如马里亚纳海沟是地球表面的最低部位。

岛弧和海沟常相伴出现。

深大断裂：切穿地壳甚至整个岩石圈的巨大断裂。

转换断层：发育于海底横切大洋中脊的一种特殊断层。

二) 岩石圈板块的划分

全球岩石圈划分成六大板块，即太平洋板块、欧亚板块、印度洋板块、非洲板块、美洲板块和南极板块。除太平洋板块几乎完全是海洋外，其余五大板块既包括大块陆地，又包括大片海洋。随着研究工作的进展，又有人进一步在大板块中划分出许多小板块。如美洲板块分为北美和南美板块，印度洋板块分为印度和澳大利亚板块，东太平洋单独划分一个板块，欧亚板块中分出东南亚板块以及菲律宾、阿拉伯、土耳其、爱琴等小板块。

(三) 板块的边界及其类型

1、拉张型边界

又称分离型边界，主要以大洋中脊为代表。它是岩石圈板块的生长场所，也是海底扩张的中心地带。如大西洋中脊、东太平洋中隆等都属于此种类型。

2、挤压型边界

又称汇聚型边界或消亡带。主要以岛弧-海沟为代表。在西太平洋这种型式最为典型，如日本岛弧-海沟、千岛岛弧-海沟、汤加岛弧-海沟等。

也有另外一种型式，如在南美，一侧为海沟，一侧为安第斯山，叫做山弧-海沟型。

纳茨卡板块俯冲于西南美洲之下，形成了具有活跃的火山活动和地震的安第斯山脉、山脉西侧的海沟(Graphic by Mark Tinker)

如果是两个大陆板块汇合相撞，则一侧是高山，一侧是地缝合线，叫做山弧-地缝合线型。阿尔卑斯喜马拉雅褶皱带，特别是它的东段喜马拉雅山脉北面的雅鲁藏布江一带，是典型的代表。

喜马拉雅山脉与青藏高原。图中被白色冰雪覆盖部分为喜马拉雅山脉，其左侧为印度次大陆，右侧为青藏高原 (Image courtesy of NASA)

3、剪切型边界

又称平错型边界，这种边界是岩石圈既不生长，也不消亡，只有剪切错动的边界，转换断层就属于这种性质的边界。

大洋中脊被平推断层错开（两个大黑箭头表示运动方向，左旋），洋脊两侧海底持续扩张（如白箭头所指方向），结果使断层两盘运动方向发生改变，（如小黑箭头所示，右旋）而在洋脊以外地段断层两盘向同一方向运动。

第五节 地壳的演变

一、地质年代

在内外动力作用下，地壳的组成、结构、构造及外部形态经常发生变化。一系列变化构成的连续事件可以清晰地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与顺序，地质年代可分为相对地质年代和绝对地质年代。

相对地质年代（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称相对地质年代（古生物地层法）。这个方法把地质历史分为隐生宙和显生宙两大阶段。

所谓地层是在地壳发展过程中形成的各种成层岩石的总称，包括变质的和火山成因的成层岩石在内。从时代上讲，地层有老有新，具有时间的概念，地层和岩层这两个名词相似，但岩层一般是泛指各种成层岩石，而不具有时代的概念。

地层既然具有时代的概念，所以地层就有所谓上下或新老关系，这叫做地层层序，如果地层没有受过扰动，愈处于下部的地层时代愈老，愈处于上部的地层时代愈新，叫做正常层位。这种上新下老的关系叫地层层序律。

第二章 地貌

地貌描述可以追溯到几千年以前，关于山、水地理分布与形态特征的文字记载（如《山海经》、《禹贡》、《水经注》、《梦溪笔谈》、《徐霞客游记》等），现代还在发展用最新技术进行地貌形体的度量和检测。

地貌，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。

地貌动力又称营力，分为内动力和外动力。

地貌是内、外力相互作用的结果。

对于地貌发育来说，内力作用与外力作用有作用方式与作用强度的差别，但在作用对象与作用时间方面两者是不可分离的。内动力作用与外力作用又都隶属地貌发育的“外因”范畴，仅为影响地貌发育的因素，地貌发育的“内因”或其本质仍然是组成地貌形体的物质自身的种种运动。

内动力指地球内部所能产生的作用力，其能量来源于地球自转所产生的旋转能、重力分异作用形成的重力能、放射性元素衰变形成的放射能等。

表现形式：

地壳运动

褶皱运动

内力作用 { 断裂运动

岩浆活动（岩浆侵入、岩浆喷出）

地震

对地貌发育的影响

内力作用的总趋势是加大地表起伏，形成地球表面的巨大起伏形态。

外力作用指地球表面以太阳能、重力能、日月引力能为能源，通过大气、水和生物等外力所起的作用。 类型：

●按照外力的性质可分为：流水作用、风力作用以及生物作用、人类活动的作用等；

●按照外力的作用方式可分为：风化作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用、成岩作用、块体运动等。

特征：

由于外力作用的能量来源主要是太阳能，因而外力作用具有明显的地带性特征。

对地貌发育的影响：

外力作用的总趋势是夷平地表。

它能破坏高地形成侵蚀地貌，也可在洼地堆积形成堆积地貌。

第一节 地貌成因与地貌类型

一、地貌成因

（一）构造运动与地貌发育

构造运动造成地球表面的巨大起伏，因而成为形成地表宏观地貌特征的决定性因素。

地壳升降运动可在短距离、小范围内形成巨大的地表高度差异，不同高度地貌特征因而表现出垂直分异。

（二）地貌形成的气候因素

大多数地貌外力都受气候因素的控制。气候水热组合状况不同导致外力性质、强度和组合状况发生差异，最终将形成不同的地貌类型及组合。

高纬和高山寒冷气候条件下，冰川冰缘作用成为主要外力。

温湿气候条件下地表径流丰富，流水作用成为主导外力，各种流水地貌类型普遍发育。

（三）岩性对地貌形成的影响

各种岩石因其矿物成分、硬度、胶结程度、结构与产状不同，抗风化和抗外力剥蚀能力常表现出很大差别，形成的地貌类型或地貌轮廓往往很不同。

坚硬和胶结良好的岩石——山岭和峭壁

松软岩石（如泥岩、页岩）——低丘、缓岗

柱状玄武岩——陡崖和石柱

垂直花岗岩——陡山

片岩——鳞片状地貌

（四）人类活动对地貌的影响

1、改变地貌发育条件加速或延缓某种地貌过程

2、直接干预地貌过程，甚至改变地貌发育方向

随着科技发展，人类活动对地貌的影响将进一步深广。

二、基本地貌类型

①地球表面的地貌形态是大小不一、千姿百态

②高一级的地貌形态由低一级的地貌形态组成；而最小的地貌形态是由地貌要素组合而成的（地形面、地形线、地形点）

（一）山地

山地是山岭、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。其形态要素包括山顶、山坡和山麓。山顶呈狭长带状延伸时称为山脊。

根据绝对高度，山地可分为极高山、高山、中山和低山。丘陵是山地和平原间的一种过渡性地貌类型，不受绝对高度限制，但相对高度一般不足 100m，分布较为零星，孤立。

（二）平原

平原：平原是一种广阔、平坦、地势起伏很小的地貌形态类型。

依据海拔高度可划分为低平原（<200m）和高平原（>200m）。低平原地势低而平缓，切割深度和密度都很小；高平原因地势较高，切割相对强烈。

依据表面形态特征，可分为平坦平原、倾斜平原、凹形平原和起伏平原等类型。

依据外动力差别，可分为熔岩平原、喀斯特平原、冲积平原和海成平原等类型。

高原：相对高度较高、面积较大、顶部起伏较小、耸立于周围地面之上的高地。规模较大的高原顶部常形成丘陵盆地相间的复杂地形。

盆地：陆地上中间高四周低的盆状地形。其规模大小不一。海洋底部的凹地也称盆地。

山间盆地：由山地围限的低地。

内陆盆地：大陆内部河流皆为内流河的盆状地形。

河谷平地:山区中河谷的开阔地段或河流交汇的开阔地段。河谷盆地是修建水库的有利地形条件。

三、地貌在地理环境中的作用

(一) 导致地表热量的重新分配和温度分布状况复杂化

阳坡—阴坡

迎风坡—背风坡

“冷岛” — “热岛”

温度南北倒置

(二) 改变降水量分布格局

迎风坡—背风坡（雨影区）

“干岛” — “湿岛”

雨极

地貌对水热影响——波及自然地理过程（如风化作用、成土作用以及各种生物过程等）——导致自然景观的重大变化

(三) 地貌对生物界的影响

海拔和坡向影响植被类型乃至生态系统的例子无处不在——山地地貌的复杂变化导致生境复杂化——生物多样性最丰富

山地和河谷——气候急剧变化过程中某些生物的避难所

巨大山地和高原可以成为各种区系成分相互渗透的障碍，平原和谷地可成为物种迁移的通道。

(四) 地貌对自然界地域分异的影响

许多大地貌单元的地貌界线基本上与自然区界相吻合

(五) 地貌对土地类型分化的影响

地貌形态的任何变化都将导致整个土地类型的变化

四、地貌学的实践意义

(一) 农业生产方面

合理利用土地，农业规划，防风固沙，土壤调查和改良，围海造田等，地貌学可为之做必要的评价，提供利用和改造自然的依据。

(二) 工程建设方面

水利工程库区和坝址选择、运河地貌条件的评价和选择，河道、河口、三角洲的整治和开发利用

道路、港口工程中选线和确定建港位置

城市、工业与大型建筑位置的评价和选择 ……

（三）矿产普查方面

某些矿床与特定的地貌类型有关，如风化矿床中的镍、铂、铝土矿多产于剥蚀夷平的准平原上。

沉积砂矿如金、铂、锡、钨、金刚石等常见于古、今河床和滨岸特定部位。

找寻石油、天然气和煤层等动力资源，必须开展岩相研究，要求具备与地貌学有关的现代沉积作用机理、沉积物特征和沉积环境的系统知识。

第一节 风化作用与块体运动

一、风化作用

（一）概念（BP187）

（二）实质

地下深处的岩石在出露或接近地表后，为适应地表常温常压的新环境，必然发生的一种变化过程。

（三）分类

通常分为物理风化、化学风化

1、物理风化

概念：岩石发生物理疏松崩解等机械破坏的过程，一般不引起化学成分的改变，以温度变化为主要影响因素，破坏只使岩石由大块变为小块，再变成细沙，细粉，最后变成岩土。

引起物理风化的主要原因有：

（1）岩石卸荷释重引起的剥离作用：

在花岗岩分布地区由于岩石完整，物质均匀，破裂面少，因而这种原因引起的物理风化最常见。

（2）外来晶体的挤压作用，又称冰劈（楔）作用。

冰劈作用形成过程：① 存在于岩石裂隙中的水，在气温达到冰点凝固结冰时体积膨胀，使岩石裂隙加宽加深。② 冰融化时，水沿着扩大了了的裂隙向更深处渗入，再次冻结……③ 如此反复，以致把岩石崩解成碎块。

冰劈作用在气温常在 0℃ 上下变化的亚寒带潮湿地区最显著。

（3）因温度变化引起岩石体积发生膨胀与收缩作用（右图）：左边揭示了风化的原因，侧重了温度变化对岩石的破坏作用；右边显示了风化的过程。

（4）生物活动参与下的机械破坏作用：①根劈；②地下各种动物把地下岩屑带到地表（如图）；③直接在岩石上打洞。

2、化学风化

（1）概念

位于地表的岩石矿物在水、大气、生物的相互作用下，发生氧化、溶解、水解、水化等一系列化学反应，因而改变了岩石的物理性质和化学成分，甚至形成新的矿物，破坏岩石原来的结构，使岩石疏松甚至逐渐变成松散的土层。

（2）影响因素

水：地表化学风化过程中最活跃的因素

大气：氧气、二氧化碳

温度：影响化学风化进行的速度

(3) 分类

化学风化分溶解、水解、水化、氧化、碳酸盐化、生物化学风化等。

(四) 风化作用小结

1、风化作用总的结果

削弱破坏岩石颗粒间的连接，形成、扩大岩体裂隙，降低断面的粗糙程度，产生次生粘土矿物等，从而降低岩体的强度和稳定性。

2、各种风化作用关系

(1) 区别

物理风化只机械破坏物理性质（由大变），不改变化学性质，不产生新矿物；

化学风化发生化学反应，改变化学成分，产生新矿物。

(2) 联系

物理风化是基础和先导；化学风化反过来促进物理风化的进行和深入，由于岩性、构造、气候、流水等条件不同，同一地点风化程度不完全相同，产生差异风化现象。

二、风化壳

风化作用对岩石的破坏首先从地表开始，逐渐向地壳内部深入，正常情况下，愈接近地表的岩石风化程度越深，向深处则风化程度越低，直至过渡到不受风化（新鲜岩石）这样在地壳表层形成一个由风化岩石构成的层，一般称为风化壳。

(二) 垂直分带性

1、新鲜未风化的岩层

2、风化裂隙和块石带（微风化带）

3、风化碎石带（强风化带和弱风化带）

4、土壤层、风化土层（全风化带）

各风化带之间都是逐步过渡的，没有明显的界线。

三、块体运动与重力地貌

风化后的物质在重力和水等因素作用下，容易顺坡向下运动，形成——坡地重力地貌。

(一) 概述

概念：坡面上的岩体和土体主要在重力并常有一定水分参与作用下，沿坡向下运动所导致的一系列独特地貌（由于移动物质

多是块体形式，也称块体运动)。

研究意义：具有突发性、破坏性大等特点，尤其在山区。加强坡地重力地貌的研究无论对我国还是我省都有十分重要的意义。

(二)按作用营力和运动过程分类

1、蠕动

重力作用、十分缓慢

2、崩塌

重力作用、突然、急剧

3、滑坡

重力和水、整体下滑（又称塌方，新闻报道上的塌方则包括崩塌）

2、崩塌

在陡峻山坡上巨大的隆起或鼓起或碎屑层在本身重力作用下突然急剧倾倒、崩塌，在坡角处堆积倒石堆或碎屑流等，如图。

3、滑坡

坡面上大量土体、岩体或其它碎屑堆积，主要在重力和水的作用下，沿一定滑动面整体下滑的现象。

(1) 滑坡体 (2) 滑坡壁 (3) 滑坡台阶 (4) 滑坡湖、滑坡泉、滑坡洼地 (5) 滑坡舌 (6) 醉林

发育阶段：

(1) 蠕动变形阶段

(2) 剧烈滑动阶段

(3) 渐趋稳定阶段

第二节 流水地貌

一、流水作用

概述：

流水运动过程中，使沿程的物质发生侵蚀、搬运和堆积，形成了各种侵蚀地貌和堆积地貌，这种由流水作用所塑造的地貌即流水地貌（在陆地上分布最广，研究意义重大）。

分类：

面状水流（坡面径流）和线状水流

暂时性水流和持续性水流

二、坡面径流的形成与作用

(一) 坡面径流作用形成的地貌

1、不明显冲刷带

径流量小，坡面较平缓，冲刷不明显。

2、明显冲刷带

坡度变陡，径流量和流速都有所增加，坡面冲刷能力增大。

3、淤积带

在坡麓地带，由于坡度变缓，坡面径流流速减小，大量碎屑物在此堆积形如裙边，称坡积裙。

(二) 沟谷流水地貌

1、沟谷的发育

细沟 (A) - 切沟 (B) - 冲沟 (C) - 坳沟 (D)

2、沟谷水流形成的地貌组合

(1) 集水盆

集水盆是沟谷上游的小型盆状集水洼地。盆底受后期流水切割常有小型侵蚀沟谷发育。

(2) 沟谷主干

沟谷主干是集水盆的水和沙的通道。在洪水或暴流作用下，沟谷受到强烈的冲刷，沟床下切深，谷坡陡峻，沟床纵向坡降大，跌水发育。

(3) 洪积扇

自沟谷出山口后，坡降骤减，流速也降低，再加水流分散成放射状，搬运能力受到限制，沟谷水流所携带的物质大量堆积，形成的以沟口为顶点的半圆形扇状堆积体。

洪积扇有丰富的水土资源往往被开发为农田，如下图。

冲积扇

在湿润地区形成的扇形堆积体，由经常性流水冲积而成（如图）。动力为平水期水，水流细，分选性比洪积扇好。

冲洪积扇

洪积和冲积共同作用形成的扇状堆积体。

不同地区发育不同的扇状堆积体：

北方降水少且降水强度大，平时少雨，难以形成冲积扇，一旦下雨由于降水强度大则容易发展为洪水，形成洪积扇。南方降水多且强度变化大，则形成较多的冲—洪积扇。

(三) 泥石流及其形成的地貌

1、概念

泥石流是山区常见的一种突发性自然灾害，由大量土、砂、石块等固体物质（占 15~80%）与水组成的一种特殊洪流。

2、形成条件

(1) 大量松散固体物质——物质来源

(2) 暴雨和洪水——润滑作用

(3) 陡峻的沟谷——使泥石流快速形成并迅猛下泻

3、类型

(1) 按泥石流物质结构和流态特点分

粘性（层流性）泥石流和稀性（紊流性）泥石流

(2) 按激发因素分

冰川泥石流、地震泥石流、暴雨泥石流等

(3) 按物质组成的差别分

泥流、泥石流、水石流等

三、河流地貌

(一) 河谷基本形态

河谷基本形态包括谷底和谷坡两部分，谷底一般由河床和河漫滩组成，谷坡上常发育一些阶地，如图：河谷横剖面图。

(二) 河流侵蚀

河道水流破坏地表，并冲走地表物质称为河流的侵蚀。水流除自身冲蚀作用外，并通过所带碎屑物作为工具对河床进行撞击和磨蚀。

流水加深河床与河谷的作用称为下切侵蚀（简称下蚀），河流上游水流较快，往往以下蚀为主，如图。

流水拓宽河床和河谷的作用称为侧向侵蚀（简称侧蚀），侧蚀主要发生在河床弯曲处，由于弯道环流的侧蚀作用，弯道越来越弯，侧蚀作用也就相应增强；河流下游地区由于坡度减缓、流速变慢，也以侧蚀为主。

河流的下蚀和侧蚀经常是同时进行的。但在河流不同河段和不同发育阶段，二者有主次之分。下图为下蚀和侧蚀同时作用但以下蚀作用为主的河谷。

(三) 河流搬运

下图为黄河携带大量泥沙往下游搬运（壶口）

(四) 河流的沉积

当河流能量降低，不再有足够的能量来搬运其原来所搬运的泥沙时，就要发生泥沙的沉积。随河流速度下降，从上游向下游，由粗粒向细粒过渡逐渐沉积的现象称机械沉积分异作用。

由沉积作用在河道沉积下来的碎屑物称冲积物

河流的侵蚀、搬运、沉积作用是同时进行、错综交织在一起的，但河流不同段落的作用性质和强度有差别，一般地：上游以侵蚀作用为主，下游以堆积作用为主；曲流河段内则凹岸侵蚀、凸岸堆积。

黄河是中国第二大河。其上游地区尤其是黄土高原段的侵蚀作用带来大量泥沙，导致黄河含沙量居世界各大河之冠。

据计算，黄河从中游带下的泥沙每年约有 16 亿吨之多，如果把这些泥沙堆成 1 米高、1 米宽的土墙，可以绕地球赤道 27 圈。“一碗水半碗泥”的说法，生动地反映了黄河的这一特点。

由于河水中泥沙过多，使下游河床因泥沙淤积而不断抬高，有些地方河底已经高出两岸地面，成为“悬河”。

（五）河床与河漫滩

1、浅滩和深槽

（1）概述

冲积河流的河床上，分布着各种形态的泥沙堆积体，其高程在平水位以下者称浅滩（分心滩和边滩），浅滩之间水深较大的河槽部分称深槽。

（2）形态分类

浅滩段河床形态有：1、边滩，2、心滩，3、江心洲，4、沙埂（航道浅滩），5、深槽等，如图。

2、石质浅滩和深槽、岩槛与壶穴

（多分布在山区河床，如图）

（1）石质浅滩

由基岩或粗大的乱石组成，多处于崇山峻岭的峡谷河段，常形成急流险滩，与石质深槽相间分布。

（2）岩槛

横亘于河底的坚硬基岩处，与下游河床形成一个不连续的陡坡，常形成瀑布或跌水，并构成上游河段的地方侵蚀基准面。

（3）壶穴

基岩河床中被水流冲磨的深穴。分布在山区石质河床基岩节理充分发育或构造的破碎带。

3、边滩与河漫滩

河道水流除向下游运动外，还存在垂直于主流方向的横向运动，表层的横向水流与底层横向水流方向相反，在过水断面上，横向水流构成一个封闭系统即称环流，环流与纵向水流结合在一起，成为螺旋流（又称弯道环流）。

在螺旋流作用下，凸岸常堆积浅滩，当浅滩堆积高程在平水期露出水面，洪水期被淹没时，即发育成河漫滩。

4、心滩与江心洲

当心滩堆积高程在平水期露出水面，洪水期被淹没时，即发育成江心洲。

（六）三角洲

1、形成条件

（1）丰富的泥沙来源

（2）海洋的侵蚀搬运能力较小

（3）口外海滨区地势平坦，水深较浅

2、三角洲分类

（1）按三角洲发育因素、沉积相和沙体分布特征分：

A、高度建设性三角洲：

河流作用大于海洋作用，外形多为长形或扇形，如黄河三角洲、密西西比河三角洲。

B、高度破坏性三角洲：

海洋作用大于河流作用，外形多为弓形、尖头形或直线形。例如尼罗河三角洲、尼日尔三角洲和塞内加尔河三角洲等。

(2) 按河口水流、波浪和潮汐作用的相对强度分：

A、河流型三角洲：

河流作用占优势，平面形态常呈鸟足形、舌形、扇形，如密西西比河三角洲、黄河三角洲。右图是密西西比河三角洲的卫星图片。

B、波浪型三角洲：

波浪显著地控制着三角洲前缘的地貌，形成弓形、尖头形三角洲，如罗纳河三角洲。

C、潮汐型三角洲：

以潮流作用为主，形成一系列与潮流方向平行的线状、指状沙脊，如恒河三角洲

(七) 阶地

当一个地区受到构造上升或气候剧变，促使河流在它以前的谷底下切，原谷底突出在河床之上，成为近于阶梯状地形，称为河流阶地。

阶地由下往上级序递增，年龄越来越老、完整性越来越差。

阶地类型

(1) 侵蚀阶地

由基岩组成，阶地面上没有或残余零星河流沉积物，多见于构造抬升的山区河谷中，一般沿河谷连续分布，阶地的高度与岩性不同所引起的差别侵蚀无关。

(2) 堆积阶地

在河谷中下游最常见，河谷先形成宽广的谷地，然后冲积物加积，最后河流下蚀形成阶地，据阶地间接触关系及河流下切深度不同可再分：

A、上叠阶地

形成后期阶地时，河流下切深度较前期阶地下切深度为小，河谷底部仍保留早期冲积物，因此每一新阶地组成物质就叠置于较老阶地的组成物质上。

B、内叠阶地

形成后期阶地时，河流下切深度达到前期阶段谷底，年轻阶地坡麓触及基岩，新老阶地呈内叠相接（右上图）。

C、基座阶地

以基岩为基座，基岩顶面覆有河流冲积物，其形成由于构造抬升，河流下切，并切过原先河谷的底部（右下图）。

D、埋藏阶地

早期形成阶地被后期河流冲积物掩埋：河谷中原已有多级阶地存在，后来构造运动下降或侵蚀面上升，河流沉积物堆、埋藏；构造运动阶段性下沉，早期阶地被埋，在新沉积物上又下切形成阶地，再埋藏，再下切…如此反复，形成埋藏阶地，如下图。

（八）分水岭的移动和河流袭夺

分水岭两侧坡地上岩性强弱不同，坡角大小不一，降水、日照和植被覆盖有显著差别，距基准面距离远近不同，就会导致两侧坡地剥蚀速度和侵蚀速度的明显差异，溯源侵蚀力较强的河流促使分水岭位置向另一侧缓慢的移动，袭夺相邻河流的上游河段，使分水岭位置迅速变化。

河流袭夺

一条河流溯源侵蚀导致分水岭外移，从而占据相邻河流流域的过程。

四、流水侵蚀地貌的演化（以戴维斯侵蚀循环学说为例）

在对美国西部地区大规模调查的基础上，戴维斯（W. M. Davis, 1850—1934）提出了“解释性的地貌描述法”与“侵蚀轮回”理论等，认为：

一个地区的地貌发育是构造、营力和时间的函数，在构造抬升的基础上，外动力侵蚀剥蚀作用下，该地区的地貌发育过程（时间）可以分为幼年期、壮年期与老年期等几个地貌发育阶段。

每一轮回即从构造抬升到再次达到老年晚期，全区呈现和缓波状起伏准平原状态，大约需要几百万年到几千万年之久。

第三节 喀斯特地貌

概述

（一）什么叫喀斯特

水对可溶性岩石（碳酸盐类、硫酸盐类、卤酸盐类等）地区岩石发生的破坏和改造作用及其形成的一系列地貌。

（二）我国喀斯特地貌发育概况

我国喀斯特地貌分布广、面积大、发育也很典型，主要分布在石灰岩出露地区，约占全国总面积的13%，以桂、黔、滇东为大（例如：桂林山水、路南石林）。

（三）喀斯特的价值和不良影响

1、价值

现已探明石油储处多在石灰岩溶洞中；喀斯特地貌区地表奇峰异石，地下有众多溶洞，各种造型景观奇特，成为丰富的旅游资源。地下洞穴埋藏的古生物和古人类化石有重大科学价值。

2、不良影响

喀斯特地貌区裂隙、孔洞多，地表难吸收水，风化壳薄，会引起水土缺失，不利农业生产。常发生地基破裂，水库漏水，不利于居民点和交通建设等。

一、喀斯特作用

（一）喀斯特作用的概念

凡是水对可溶性岩石以化学过程（溶解和沉淀）为主，机械作用（流水侵蚀与沉积，以及重力崩塌和堆积等）为辅的破坏和改造作用（不仅发生在地表，更多的是在地下）。

（二）喀斯特作用的化学过程



（三）喀斯特作用的基本条件

归纳起来是“四性”：岩石可溶性和透水性，水的流动性和溶蚀性。

1、岩石可溶性——主要取决于岩石成分和结构

2、岩石透水性

岩石透水性影响着水向地下的渗流，并关系到地下喀斯特作用的进行

3、水的溶蚀力——水的溶蚀力随深度增加而降低

4、水的流动性——可增大溶蚀力

二、喀斯特地貌

（一）地表喀斯特地貌

1、石芽与溶沟

（1）溶沟

地表流水沿岩石表面和裂隙流动时所溶解的石质小沟称溶沟。

（2）石芽

石芽是突出于溶沟之间的石脊

（3）石芽地

当石芽与溶沟连成一片，构成广阔的地面时，就称石芽地。

2、溶斗与落水洞

溶斗和落水洞都发育在垂直活动带上，是喀斯特地面上发育最广泛的漏陷地貌，但是形态和成因上有区别。

（1）溶斗（喀斯特漏斗）

溶斗是一种碟形、漏斗形、圆筒形的小型封闭式圆洼地（深度一般小于直径）。

当喀斯特谷底溶斗呈串珠状出现时，暗示着可能有地下河存在，因此常作为喀斯特地区寻找地下水的指示性地貌。

(2) 落水洞

开口于地面而通往地下深处裂隙、地下河或溶洞的洞穴。落水洞的深度比宽度大得多。

落水洞形态主要有两种：一是裂隙状落水洞，形态狭长，作一定倾斜和曲折向地下延伸，分布最广；二是井状落水洞，深度和宽度都很大。

落水洞成因除了溶蚀作用外，更重要在于重力和侵蚀作用。

3、溶蚀洼地和溶蚀谷地

(1) 溶蚀洼地

是一种面积较大的椭圆形封闭洼地，四周多被低山丘陵、峰林等围绕。底部堆积着 2-3m 厚的红土层，当洼地底部排水系统堵塞后（发育后期）积水成湖。

(2) 溶蚀谷地

是喀斯特地区一些宽阔而平坦的谷地，或者盆地两侧多被峰林夹峙，谷坡急陡，但谷底平坦，横剖面如槽形

4、峰丛、峰林和孤峰

(1) 峰丛

峰丛顶部山峰分散，基部连成一体，地势较高，侵蚀较轻微，是位于垂直渗透带上的峰林集合体。

(2) 峰林

成群的石灰岩山峰基部分离或微微相连，接近地下水位线。是地壳长期稳定下石灰岩体遭受强烈破坏并深切至水平流动带所成的山群。

(3) 孤峰

散立在溶蚀谷地或溶蚀平原上的低矮山峰，是长期喀斯特作用的产物。如桂林独秀峰，伏波岩。

(4) 三者联系

时间上：发育早期→中期→晚期（峰丛→峰林→孤峰）

空间上：中间→边缘→外缘（峰丛→峰林→孤峰）

(二) 地下喀斯特地貌

1、溶洞的发育

溶洞：地下水的可溶性岩体各种裂隙溶蚀、侵蚀扩大而成的地下空间。多个溶洞连通组合成一个整体时，可称为洞穴系统，溶洞形成后期还会受到构造影响，形成穿洞、峡谷、天生桥等地貌。

2、溶洞地貌

(1) 溶蚀地貌

发育在潜水面附近的水平溶洞，经常受自由水面溶蚀和侵蚀作用，形成向洞顶凹入的弧面，槽洞两侧边壁有边槽，如果地壳上升，在原边槽下方又成一新边槽。

(2) 堆积地貌

多种多样，最常见的是大量的 CaCO_3 化学堆积，并构成了各种堆积地貌，如石钟乳、石笋、石幔和边石堤等。

(1)石钟乳（垂直于洞顶的倒锥状 CaCO_3 堆积体）

(2)石笋（由洞底往上增高的 CaCO_3 堆积体）

(3)石柱

石钟乳与石笋相向增长，直至两者连成石柱，由洞顶下渗的水溶液继续沿石柱表面堆积，使石柱加粗。

三、喀斯特地貌的发育

（一）喀斯特地貌的发育阶段

1、早期

披覆在石灰岩上的非溶性物质被剥除，石灰岩体露出地面后，喀斯特开始发育。地表水流，包括河流作用仍占优势，但地面上已出现溶沟、石芽、溶斗、落水洞等漏陷地貌。

2、中期

是喀斯特地貌发育最盛，也是地下水占优势的时期，形成地下水系和地下洞穴系统。地面十分干旱，并广泛发育出溶蚀洼地，干谷和盲谷等，地面切割及十分破碎，产生许多深陷洼地，大型溶蚀谷地、峰丛和峰林等地貌。

3、晚期

地下水及溶洞大量崩塌，溶蚀谷地，洼地不断扩大，地表水系又发育起来，此期发育出广阔的溶蚀平原，平原上还堆积着石灰岩残积红土、峰林蚀余的孤峰与残丘。

（二）喀斯特地貌的地带性

气候，尤其是气温和降水直接或间接影响着喀斯特水的径流量和溶解速度，从而使喀斯特地貌具有地带性的特征。

1、热带亚热带季风型

高温多雨是热带、亚热带气候典型特征，喀斯特作用强度大，速度快，地貌发育比其它气候好。

这种类型的喀斯特地貌主要分布在西印度群岛、爪哇、越南、中国广西地区和云贵高原。

2、地中海型

水热条件不如热带，但是地表或地下喀斯特地貌仍相当显著。以溶斗、落水洞、溶蚀洼地等多见。

主要分布在地中海沿岸，如巴尔干半岛、爱琴海群岛、克里米亚和南高加索等地。

3、温带型

温带水热条件不如热带、亚热带地区和地中海型，故喀斯特作用不很强烈，地貌不很明显。

国内代表是华北和东北地区，国外以法国中央高原为代表，地貌特点是地表上原有的石芽、溶沟和落水洞等已被风化物覆盖，地下喀斯特以溶隙、溶孔及小型溶洞为主。

主要分布在北美密西西比高原，乌拉尔、捷克、法国、中国华北、东北等地。

4、寒带及高山型

温度低，喀斯特作用受限，只有少数圆洼地及小型溶斗。高山地区由于冻融风化强烈，崩解作用往往沿断层、节理或层

理面进行，形成类似于热带的峰林地貌，但是规模极矮小。

5、干燥型

地表因干旱，无法形成喀斯特地貌，但是在地下仍有溶洞，主要是降雨量。

较多时期形成，如阿富汗西南部沙漠及中国西北干旱区所见。

第四节 冰川与冰缘地貌

一、冰川地貌

（一）雪线与成冰作用

1、雪线

雪线是是固态降水的零平衡面（年降雪量=年消融量），也常年积雪区的下界。雪线的高低主要取决于气候和地貌的综合作用。因此，最有利冰雪积累的是海洋性气候（丰水，凉夏）区的阴蔽凹地。

2、成冰作用

变固态降水为冰川冰，再发生流动、形成冰川的一系列作用称成冰作用。

（二）冰川的运动

冰川的运动主要靠内部塑性变形和块体滑动完成。冰川运动速度大小，主要依靠以下因素：

冰川或冰面坡度：坡度越大越有利于冰川运动。

冰川厚度：雪线附近冰川最厚，运动速度也最大，冰川体中部运动速度大于外侧。

时间：冰川运动速度夏季大于冬季，白昼大于夜晚。

（三）冰蚀作用与冰蚀地貌

1、冰蚀作用

（1）挖蚀

冰川自身重量和冰体运动使底床基岩破碎。冰川把松动石块挖起，与冰川冻结一起带走。

（2）磨蚀

因挖蚀作用产生的碎屑冻结于冰川的底部，成为冰川对底床进行刮削，锉磨的工具，从而形成较细的冰碛物。

2、冰蚀地貌

（1）冰斗

围椅状，由冰斗壁、盆底、冰斗出口处的冰坎组成。

（2）刃脊

斗壁后退，二个冰斗或冰川谷地间的岭脊不断下降，最终薄陡，刀刃状锯齿形山脊。

（3）角峰

不同方向多个冰斗后壁后退，成棱角状陡峻山峰。

(4) 冰川谷

冰蚀作用形成两岸直立、底部平坦的槽谷。冰川衰退后，支冰川谷悬挂在主冰川谷之上，称悬谷。

(5) 峡湾

峡湾分布在高纬度沿海地区，冰期前为沿构造破碎或岩性软弱地带发育的河谷；冰期接受冰蚀作用，冰期后受海侵影响，形成两侧平直、崖壁峭拔、谷底宽阔、深度很大的海湾，即峡湾。

(6) 羊背石

它是由冰蚀作用形成的石质小丘，特别在大陆冰川区，石质小丘常成群分布，犹如羊群伏在地面，故称。羊背石表面常留下一些擦痕和磨光面。

(7) 冰蚀湖和冰蚀谷 由冰蚀作用形成的谷地和湖泊。

3、冰川堆积地貌

(1) 搬运

冰川运动过程中携带冰蚀作用产生的许多岩屑物质，接受周围山区因冻融风化、雪崩、泥石流等作用所造成的坠落堆积物，不加分选的随冰川运动而位移，这些被冰川搬运的大小不等的碎屑物质称冰碛物，冰碛物中的巨大石块称漂砾。

(2) 堆积

冰碛物随冰川衰退而堆积下来。

(3) 冰碛物基本特征

由砾、沙、粉砾、粘土物质组成的泥杂堆积、分选性差；

砾石磨圆度比河流差，擦痕、磨光面、石英沙粒棱角尖锐，在冰川研磨下颗粒常具贝壳状断口；

冰碛物里的矿物成分和冰川源头、冰川下覆基岩性质一致；

一般缺乏层理构造。

4、冰碛地貌

(1) 冰碛丘陵

冰川消融后，原来随冰川运行的物质形成高低起伏的形态。

(2) 侧碛堤

随冰川退却，原聚集于冰川两侧边缘的大量碎屑物质，出露地表，形成了与冰川流向平行的长条状冰碛堤岗。

(3) 终碛垄

分布于冰川前缘地带，由终碛组成的弧形垄状地形。内侧缓，外侧陡，相对高度因地而异。

(4) 谷丘

由冰碛物组成的一种流线型丘陵，长轴方向平行于冰流方向。

二、冰缘（冻土）地貌

（一）冰缘地貌

冻融作用产生的地貌，泛指不被冰川覆盖的气候严寒区。因大体与多年冻土分布范围相当，又称冻土地貌。

（二）冻土

冻土是温度小于零度，含冰的土层或岩石。按其冻结时间长短，可分季节冻土（冬冻夏融）和多年冻土（常年不化）。

（三）冻融作用

指冻土层中水分的冻结与融化，是冰缘地貌发育的最活跃因素。主要由于冻土温度变化（周期性正负变化）、地下水变迁、岩石破坏、沉积物分选受干扰、冻土变形等，主要表现为：冻融风化，融冻扰动，冻融泥流。

（四）融冻堆积

由冻融风化产生的碎屑物质，经频繁的冻融交替，顺坡缓慢的搬运、堆积而成。以冻融泥流堆积分布最广。

第五节 风成地貌和黄土地貌

概述

风成地貌的发育条件

日照强，昼夜温差大，物理风化盛行；降水少，变率大且集中，蒸发作用强，地表径流少，流水作用弱；植被稀少，疏松沙质，地表裸露；风大且频繁，是塑造风成地貌的主要营力。

风成地貌的主要分布地区

干旱、半干旱地区，以及大陆性冰川外缘、湿润区少植被的沙质海岸、湖岸、河岸。

一、风沙作用

（一）风蚀作用

由于风的运动压力作用，将地表的松散沉积物或基岩上的风化产物（沙丘）吹走，使地面遭到破坏的作用。可分吹蚀作用和磨蚀作用。

（二）风蚀地貌形态

1、石窝

石窝是在陡峭的迎风岩壁上，经风蚀形成许多圆形或不规则椭圆形的小洞穴和凹坑。

2、风蚀蘑菇和风蚀柱

（1）风蚀蘑菇

主要由于风沙流对岩石磨蚀受到高度的限制。距离地面一定高度以上的气流沙量少，磨蚀小；而近地面部分沙量多，磨

蚀作用强。特别是水平成层、软硬不同的岩石，当下部的岩性较上部易于风化，易于变得疏松时，蘑菇石更易形成，如图。

(2) 风蚀柱

垂直裂隙发育的岩石，在风长期吹蚀后形成的孤立的柱状岩石，如图。

3、风蚀谷和风蚀残丘

(1) 风蚀谷

干旱荒漠地区，因暴雨洪流的冲刷形成冲沟，在长期风蚀作用的改造下逐渐加深扩大成谷，沿主风向延伸。

(2) 风蚀残丘

基岩组成的地面经风化作用和暂时水流的冲刷，以及长期的风蚀作用后，残留下的孤立小丘。

(3) 风蚀雅丹（风蚀垄槽）

泛指发育在古代河湖相的土状堆积物中，方向与主风向一致的风蚀土墩和风蚀凹地（沟槽）的地貌组合，如图。罗布泊洼地西北部的古楼兰附近最为典型。

(4) 风蚀洼地

松散物质组成的地面，经风长期吹蚀形成大小不同的以椭圆形为主的，沿主风向伸展的洼地称风蚀洼地。单纯由风蚀作用造成的洼地多为小而浅的碟形洼地，若有水，则形成湖泊。

(一) 风积作用

风沙流运动过程中，当风速变弱或遇到障碍物（如植物或地表微小的起伏），以及地面结构或下垫面性质改变（如由坚硬细石床面变为松散的沙粒地面）时，沙粒从气流中下落堆积的作用。

(二) 风积地貌形态

按其塑造沙丘形态的风之间的相互关系可分：

垂直于风向的横向沙丘形态——新月形沙丘、沙丘链和复合型沙丘链等；

平行于风向的纵向沙丘形态——新月形沙垄、沙垄和复合型沙垄等；

多方向风作用下的沙丘形态——金字塔沙丘等。

1、横向沙丘

在风向较固定的风力作用下形成，形似新月，两翼顺主风向延伸，迎风坡凸而缓，坡度 $5-20^\circ$ ，背风坡凹而陡，坡度 $28^\circ-34^\circ$ ，高度不大，很少超过 15m。

在沙源充足的地区，密集的新月形沙丘相互连接，形成与风向垂直分布的新月形沙丘链。新月形沙丘和新月形沙丘链还会不断增高和扩大，形成复合新月形沙丘和复合型沙丘链。

2、纵向沙丘

这是一种在单向风或几个近似风向作用下形成向主风向延伸的垄状堆积地貌，在亚热带信风区沙漠中分布最普遍。有些规模巨大沙垄上发育复合纵向沙垄。

纵向沙丘的成因很多：其中有一种是新月形沙丘在两种风向呈锐角相交的作用下，由沙丘的一翼向前延伸而成。

两种风向呈锐角斜交，新月形沙丘一翼延伸，另一翼退缩，演化为新月形沙垄。

3、多风向沙丘

多风向且风力相差不大的情况下可发育金字塔形、星形等形状的沙丘。多风向沙丘一般作零星的单个分布，但也有多个组成的不规则垄岗。

三、黄土地貌

（一）黄土的分布与特性

1、黄土的分布

黄土在世界上分布很广，主要位于比较干燥的中纬度地带，特别是欧亚大陆（断续带状）。我国北方（主要指黄河中游的黄土高原）是世界上黄土最发育、规模最大的地区。

2、黄土的特性

（1）成分

A、粒度成分：质地均一，以粉砂为主。

B、化学成分：富含 CaCO_3 ，还有 SiO_2 。

C、矿物成分：包括碎屑矿物（石英、长石为主，还有钙结核、角闪石、云母）和粘土矿物（主要是伊利石、蒙脱石、高岭石、褐铁矿等）。

（2）厚度

最大厚度达 180~200m，主要分布在陕西泾河与洛河中下游地区，从不同黄土层来看，又以中更新世黄土最厚。

（3）物理性质

A、结构疏松，颗粒间孔隙较多（孔隙度一般在 40~55%间），多孔性是黄土区别于别的土状堆积物的主要特征之一。

B、无沉积层理，但是垂直节理发育。

C、易湿陷，遇水浸湿后会发生可溶性盐类（主要是 CaCO_3 ）的溶解和部分粘土及其他细颗粒物质的流失，这种作用也称黄土的潜蚀作用。

（二）黄土地貌的类型

黄土地貌的形态特征和黄土特性关系密切，是古代和现代地貌综合作用下的产物，同时也体现了人与自然相互作用、相互影响的机理。

沟谷地貌和沟间地貌是黄土高原的主要地貌形态，此外还有黄土潜蚀地貌、黄土谷坡地貌等。

1、黄土沟谷地貌

“千沟万壑”是一望无垠的黄土高原的典型特征。规模大小十分悬殊的侵蚀沟往往组合成梳状、树枝状、掌状等形状。

2、黄土沟间地地貌

黄土沟间地貌泛指介于沟谷之间的一种正地形。随着沟谷的发育，沟壁的后退，沟间地被蚕蚀得越来越小。

根据沟间地形形态差异可分黄土塬、黄土梁、黄土峁、黄土墁和黄土坪。其中，黄土梁和黄土峁在黄土高原分布最广。

(1) 黄土塬

塬是平坦的黄土高地，塬区的下伏基岩属平缓的盆地或倾斜平原。塬面平坦，至边缘地带才有明显的斜度，如图。现有面积较大的塬有陇东的董志塬（我国面积最大的黄土塬）、陕北的洛川塬等。

(2) 黄土梁

梁是长条状的黄土高地。梁主要是黄土覆盖在梁状 v 古地貌上形成的。根据梁的形态可分为平顶梁和斜梁两种。

斜梁是黄土高原最常见的沟间地，梁顶宽度较小，常呈明显的穹形。沿分水线有较大起伏，梁坡的坡形随其所在部位而有不同。

(3) 黄土峁

峁是一种孤立的黄土丘，在平面图上呈圆形或椭圆形，峁顶面积不大，呈明显的穹起（右图）。

一般来说，梁和峁通常是互相联结在一起的，所以常用黄土丘陵来概括（左图）。

第六节 海岸地貌

概论

(一) 海岸线与海岸带

海水面与陆地的交线称海岸线。由于潮汐作用海岸线会随海面波动而变动。海岸带包括海岸线两侧的陆上和水下两部分。海岸自海向陆可分：滨外、临滨、前滨和后滨。

(二) 海岸地貌

海岸地貌是由波浪、潮汐、近岸流等海洋水动力作用形成的地貌。

一、海岸地貌

(一) 海蚀作用

海蚀作用在基岩海岸表现较明显

1、波浪冲击和空气压缩作用

波浪冲击可直接作用，也会使岩石裂隙和节理中的空气受到压缩，对岩石施加巨大的压力，而退水时，压力骤减，如此，反复进行作用，崖壁岩石破碎，海岸受蚀崩解，形成陡峻侵蚀海岸。

2、磨蚀作用

在波浪作用过程中，海水携带的岩石碎块，砾和砂对海底起磨蚀作用，使基岩组成的水下岸坡被磨蚀成平滑的海蚀平台，并可在海崖基部刻蚀出海蚀穴。

3、溶蚀作用

溶蚀作用主要在碳酸盐组成的海岸带发生。

（二）海蚀地貌

1、海蚀穴（洞）

海崖坡脚处由波浪侵蚀形成的凹槽。其中宽度大于深度的称穴，反之为洞。

海蚀穴（洞）常沿节理和抗蚀力较弱的部位发育。

*海蚀窗：海蚀洞顶崩塌形成与海蚀崖上部沟通的海蚀穴（洞）。

2、海蚀拱桥

突出的海岬两侧，如果发育相向的海蚀洞被蚀穿而相互贯通而形成拱桥状的海蚀地貌。

3、海蚀柱

海蚀拱桥进一步受蚀，顶板崩塌，外侧形成脱离海岸的海蚀地貌。

4、海蚀崖

成因：原始海岸斜坡上，在与海面相交接处附近是经波浪冲击的主要地段，长期受蚀后在这里形成海蚀穴，海蚀穴不断扩大使其上岩石悬空发生崩坠，形成海蚀崖。

5、海蚀平台

向海微倾的平坦台地，会随海蚀崖后退而变宽

6、海蚀阶地

海蚀平台形成后，若因陆地上升或海面下降而高出海面，则形成海蚀阶地，如果陆地下降或海面上升，则形成水下阶地，如图。

（二）海积地貌

1、沉积物的横向移动与均衡剖面的塑造

（1）中立线的概念（实际是中立“带”）

波浪加上重力作用，使岸坡上部物质不断向岸移动，岸坡下部物质不断向海移动，形成上下两条侵蚀带。两条侵蚀带之间有一过渡带，沉积物在此带上只有运动距离但没有位移。则称这个带为中立带。

（2）均衡剖面的塑造

中立带上部岸线因物质不断向岸搬运形成侵蚀凹地，使该处岸坡变缓；下部侵蚀带因物质不断向海搬运，使下部变浅变缓。

中立带不断向下和向上扩大，最后使岸坡发育成为一条凹形曲线。该曲线上每一点物质在每次波浪运动中，前进速度与回返速度的差值，正好为重力所抵消，结果只在原地来回运动。当海岸剖面成为上述曲线时，即为平衡剖面。

2、沉积物的纵向移动及形成的地貌

（1）沉积物的纵向移动

当波向线方向与岸线斜交时，波动方向与重力方向不在同一直线上，海底沉积物颗粒循着波向线与重力两者的合力方向

运移。中立带上颗粒仅做纵向位移，中立带以上和以下颗粒除纵向位移还分别做向岸和离岸位移。

(2) 沉积物流形成的地貌

在长时期内，具有一定总方向的沉积物总体沿海岸移动现象称为沉积物流或泥沙流。

当沉积物流绕行岬角或岸线急剧向陆转折处、波能急剧降低，使容量减小，被搬运沉积物的一部分即沉积下来。若沉积物流能不断供给物质，则堆积体就不断向前延伸，形成根部与岸相连，前端伸入海中的沙嘴。

在海湾湾口发育的沙嘴，若沙源供应充足，有可能逐步封闭海湾，形成拦湾沙坝。

若岸外不远处有岛屿做屏障，岛屿背后一侧波能降低形成波影区，进入波影区的沉积物流容量迅速减小，一方面以岸边为基础发育沙嘴，同时也在岛屿内侧发育沙嘴，若海峡的宽度和深度不大，则沙嘴最终相连成连岛坝。

二、海岸的分类

(一) 砾石海滩

砾滩由不同粒级和不同形状的砾石所组成。范围不大；经济价值不高；坡度一般较大；宽度较窄；主要在基岩海岸由于崩塌破碎形成。

(二) 沙质海滩

较砾滩宽阔平缓典型的沙滩，可分海岸沙丘带、后滨、前滨和临滨几个单元。

(三) 淤泥质海岸

粉沙常分布在河口三角洲附近、港湾、泻湖内，也可分布在面向开阔海，而坡度平缓的海岸地区（例如我国渤海湾、莱州湾和苏北海岸）。

形成与发育需要大量细粒沉积物补给。还要有一平缓向海延伸的水下岸坡，使波浪在抵达潮间带时大大消能。

(四) 堡岛和泻湖

根据海岸带与大海连通情况可分两类海岸：

一种是与大海连通性很好的海岸带，与大海陆架之间没有被堡岛或生物礁隔开，称为无障壁海岸。

另一类是海岸带与大海之间有堡岛阻隔，称为障壁海岸，堡岛海岸体系由堡岛链、泻湖（或河口港湾）、潮汐通道与潮汐三角洲等单元组成。

1、堡岛

堡岛是平行于海岸与岸线之间有泻湖相隔的狭长沙岛。堡岛向开阔海一侧坡度较陡，岸线较平直。向泻湖一侧坡度较缓，特大高潮和风暴浪越过堡岛时在此堆积冲越扇。

2、泻湖

泻湖以堡岛为屏障与大海相隔，常有一个或数个潮汐通道与外海相通。特大高潮位时，海水溢过堡岛在其外侧堆积冲越扇。

(2) 堡礁

堡礁与海岸间由泻湖或带状浅海与陆地隔开。

(3) 环礁

环礁大小不一，平面多为椭圆形，也有其它形态，环礁体中间为礁湖（泻湖），如图

2、环礁和岛屿堡礁成因——达尔文假说

达尔文假说认为：首先在岛屿边缘发育岸礁，后来岛屿逐渐下沉，珊瑚仍保持向上生长，露出海面的岛屿部分与珊瑚礁之间出现泻湖和浅海，昔日的岸礁变为堡礁。最后，整个岛屿沉没，后来堡礁上继续生长的珊瑚就形成了环礁。

(六) 红树林海岸

1、红树林海岸的分布

红树林海岸主要分布在适宜红树林生长的风浪小且淤泥质多的热带亚热带浅水地区。

2、红树林海岸的作用

(1) 促淤

(2) 防洪

第三章 大气和气候

第一节 大气的组成和热能

第二节 大气水分和降水

第三节 大气运动和天气系统

第四节 气候的形成

第五节 气候变化

第一节 大气的组成和热能

1 大气的成分

1.1 专有名词：干洁空气

1.2 大气主要成分及作用

氮和氧 二氧化碳 臭氧 水汽 固、液体杂质

2 大气的结构

2.1 大气质量

2.2 大气压力

2.3 大气分层

2.4 标准大气

大气压力：

1、定义、单位

2 空间气压场：低气压、高气压、低压槽、高压脊、鞍部

3、气压的垂直分布

(1) 随高度上升的变化

(2) 受气温和气压条件影响在垂直方向上的变化：单位气压高度差、单位高度气压差

什么叫单位高度气压差 ($-dp/dz$) 和单位气压高度差 (G_z) ?

1、当 T 一定时, P 越大, 则 G_z 越大

2、当 P 一定时, G_z 与气温成反比, 气温越高, 气压随高度的递减慢

3、 $-dp/dz$ 是 G_z 的倒数, $G_z=3.42* P / T$ (注意: $T=t+273$)

2.3 大气分层

2.3.1 划分方式

a、按分子组成：均质层和非均质层

b、按大气化学和物理性质：光化层和离子层

c、气象学的划分（按温度和运动特征）

2.3.2 气象学的分层：五层、及其温度和运动特征

2.4 标准大气

2.4.1 提出的原因：

大气空间状态的复杂，为研究大气压强、温度、密度等参数随高度的分布，需要一个“参考大气”

2.4.2 标准大气的条件（以下作为参考）

a、是干洁空气，且成分比例不随高度变化；

b、海平面气压为 1013.25hpa, 海平面空气密度为 1.225kg/m³；

c、对流层顶高 11km；

d、对流层内的气温直减率为 0.65℃/100m, 平流层内气温直减率为 0, 且温度恒为-56.5℃。

3 大气的热能

3.1 太阳辐射

3.1.1 光谱组成（下一页）

3.1.2 太阳辐射强度和太阳常数

3.1.3 大气对太阳辐射的削弱

a、吸收（气体、波段）

b、散射（分子散射、米散射）

c、反射

3、到达地面的太阳辐射（即总辐射）

a、直接辐射（太阳高度角、大气透明度）

b、散射辐射

3.2 太阳总辐射的日变化和年变化：

3.1.4 地面性质与反射率

关于反射率：到达地面的总辐射的一部分被地面反射，这部分占辐射量的百分比称反射率。受地面性质影响有如下规律：

1、地表有覆被的反射率小于无覆被，如森林<沙漠

2、地表颜色越深，反射率越小，如森林<草地

3、地面越湿，反射率越小，如稻田<草地

4、太阳高度角越大，反射率越小

5、水面的反射率平均比大多数自然陆面小

3.2 大气能量及其保温效应

3.2.1 对太阳辐射的直接吸收（18%）

太阳辐射不是大气主要的直接热源

3.2.2 对地面辐射的吸收（75%-95%）

大气窗口：波长为 8.5-12 μ m

3.2.3 潜热输送（水分蒸发释放潜热）

地-气间能量交换的主要方式

3.2.4 感热输送

3.2.5 大气逆辐射和温室效应

地面长波辐射-大气逆辐射=有效辐射

有效辐射越小，大气对地面的保温效果越好

3.3 地-气系统的辐射平衡

3.3.1 辐射平衡=总辐射收入-总辐射支出

南北纬 30° 附近是辐射差额的正负值转折点

3.3.2 辐射平衡的日变化和年变化

4 气温

4.1 气温的周期性变化

4.1.1 气温的日变化与日较差

日较差与纬度、季节、地表性质和天气状

况有密切关系 考虑：日较差在：

低纬度和高纬度；同一地点的夏季和冬季；

陆地和海洋；山谷和山峰；凹地和高地；云多与晴空的差异

4.1.2 气温的年变化与年较差(看下页图)

年较差与太阳辐射年变化、下垫面性质、地形、高度关系紧密

4.2 气温的水平分布(看下一页图)

4.2.1 名词：等温线、水平温度梯度

4.2.2 规律

A、等温线分布总趋势大致与纬圈平行

B、在同纬度的海陆交接处等温线发生弯曲

C、洋流对海面气温的分布有很大影响

D、近赤道 5° - 10° N 有个热赤道

E、世界极端温度南北半球出现的位置不同

4.2.3 原因

4.3 气温的垂直分布(指对流层中)

4.3.1 气温直减率

4.3.2 逆温：原因、类型

第二节 大气水分 和降水

1 大气湿度

1.1 湿度概念及其表示方法

1.1.1 水汽压和饱和水汽压 (e 和 E)

a、地面水汽压一般是从赤道向两极减少

b、水汽压随高度递减 $e_z = e_0 * 10^{-\gamma z}$

c、空气中的水汽含量与温度关系密切

1.1.2 绝对湿度和相对湿度 (a 和 f)

A、绝对湿度 $a = 289 * e / T$ (g/m³)

可见：绝对湿度受水汽压和温度的影响，

当 $T = 16^{\circ}\text{C} + 273(\text{K})$ 时，a 和 e 在数值上相等。而地面实际气温与气温相差不大，所以长可用 e 值代替 a。只是单位不同。

B、相对湿度 $f = e / E * 100\%$ (分析 f 随温度的变化)

c、露点温度 (Td)

1.2 湿度的变化与分布 (主要描述相对湿度 f)

1.2.1 相对湿度的日变化规律: (沿海则相反)

f 最高值出现在日出之前, 最低值在午后

1.2.2 相对湿度的年变化规律: (随距海远近和纬度高低不同)

距海越远, f 越小, 随纬度先从低纬向中纬递减再向高纬递增 (原因)

2 蒸发和凝结

2.1 蒸发及其影响因素

2.1.1 影响因素: 蒸发面温度、性质、性状、空气湿度、风

a、蒸发面温度愈高, 蒸发愈迅速 (实质是饱和差起作用)

b、溶液浓度越大, 蒸发越慢

c、空气湿度越大, 蒸发越弱

d、有风时较无风蒸发迅速

2.1.2 蒸发量及其变化特征

a、蒸发量与蒸发力的区别

b、蒸发量的日变化:

c、蒸发量的年变化

d、蒸发量的空间变化

2.2 凝结和凝结条件

条件:

1、空气中水汽达到饱和与过饱和 (增加水汽或降温)

大气降温过程: 绝热冷却、辐射冷却、平流冷却、混合冷却

2、凝结核的两个作用:

a、对水汽吸附

b、形成较大的滴粒以便水汽凝结

3 水汽的凝结现象 ? 3.1 地表面的凝结现象

a、露和霜及形成条件

1 比较: 晴朗夜晚与多云夜晚; 风力大小

2 初霜日、终霜日、霜期、无霜期 (随纬度、海拔高度、地形变化规律)

b、雾凇和雨凇

3.2 大气中的凝结现象

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/676025232200010050>