

课时：6学时

课型：理论教学

教学重点：认识地壳的物质组成及其演变，掌握构造运动、地质构造、大地构造学说以及地震、火山的概念和理论。

教学难点：构造运动、地质构造、大地构造学说

教学活动：在实验室认识各类矿物，地质博物馆认识构造运动和地质构造，通过检索认识以及地震、火山。

第二章 地壳 (The Crust)

第一节 地壳的组成物质

一、化学成分与矿物

(一) 化学成分

在 108 种已知化学元素中，自然界存在 92 种，并且有 300 多种同位素。

克拉克值(元素丰度)——元素在地壳中的平均质量百分比称克拉克值，亦称元素丰度。

元素丰度特点(表 3.1):

1、不同元素在地壳中的含量极不平均:

(1)地壳中含量最多的是氧(近 1/2)，其次是硅(1/4 强)，再次是铝(约 1/13)，仅这三种元素总和就占地壳总重量的 82%以上。

(2)许多重要的有用金属元素在地壳中含量甚微，如铜只占 0.01%，金 5×10^{-9} 。

地球及地壳元素的丰度

元素	地球元素的丰度 Strahler, 1984	地壳元素的丰度 Strahler, 1999	生物元素的丰度 Strahler, 1984
Fe	34.6	5.0	0.005
O	29.5	46.6	24.83
Si	15.2	27.7	0.63
Mg	12.7	2.1	0.031
Al	1.1	8.1	0.016
Ca	1.1	3.6	0.072
Na	0.57	2.8	0.006
K	0.07	2.6	0.004
合计	94.84	98.5	25.594

2、即使同一种元素在地壳不同区域，或相同区域的不同深度，其分布也存在某种或者是

一定的甚至是很大的差异。

某些元素的不足或过量对哺乳动物的影响

元素	不足造成的影响	过量造成的影响
As	脾脏肿大，头发生长不良	胃痛，惊厥，甲状腺肿
Co	贫血症	心力衰竭，红细胞增多
Cr	角膜不透明，葡萄糖新陈代谢不良	肺癌
Cu	贫血症，头发卷曲或褪色	黄疸，威尔逊氏病症
F	不良的骨骼和牙齿	氟斑牙，骨骼硬化
Fe	贫血症	青铜色糖尿病
Hg		脑炎，神经炎
Ni	皮炎，肝脏变化	皮炎，肺癌
I	甲状腺机能减退	甲状腺机能亢进
Pb		贫血症，脑损伤，神经炎，肾癌
Zn	侏儒症，生殖腺发育不全，皮炎	贫血症

(二) 矿物

矿物是单个

或多个元素在一定地质条件下形成的具有特定理化性质的化合物。矿物是构成岩石的基本单元。

矿物的物理性质：矿物的形态、光学性质、力学性质，是矿物的基本特征，也是鉴定矿物的依据。

1、矿物形态

(1) 晶质矿物与非晶质矿物

•按矿物质点排列有无规则性，矿物可以分为晶质矿物和非晶质矿物。

(2) 结晶习性 •

结晶习性——相同条件下形成的同种晶体经常所具有的形态称结晶习性。 •大体分为三种类型：

A、一向延伸型

B、二向延伸型

C、三向延伸型

(3) 晶体或晶粒的集合体

自然界大多数矿物是以晶体或晶粒的集合体表现出来的，其特征具有鉴定意义。分为：

A、粒状集合体

B、片状、鳞片状、纤维状、针状、放射状集合体

C、致密块状体

D、晶簇

E、杏仁体和晶腺

F、结核和鲕状体

G、豆状、肾状、钟乳状和葡萄状体

I、被膜

J、土状体

K、假化石

2、矿物的光学性质

3、矿物的力学性质包括硬度、解理、断口、弹性等。

(1) 硬度：矿物受到刻划、研磨所表现出来的机械强度，称硬度。P45

(2) 解理：矿物受力后沿着一定结晶方向断开，并产生光滑平面的性质称为解理，裂开的光滑平面称解理面。分为**极完全解理**(矿物晶体极易裂成薄片，解理面光滑平整，如云母。其他如石墨、辉钼矿等也有极完全解理。)、**完全解理**(晶体可裂成规则的解理块或薄板。解理面光滑，很难发生断口，如方解石、方铅矿、岩盐等。)、**中等解理**(晶体裂成的碎块上既有解理又有断口，解理面常具小阶梯状，或某一方向有不太平滑的解理，如长石、角闪石等。)、**不完全解理**(晶体破裂时很难发现平坦解理面，常为不规则断口，如锡石、磷灰石等。)和**极不完全解理**(矿物碎块上都是断口，如黄铁矿、黄铜矿等)五级。

(3) 断口：矿物受打击后不是沿着一定结晶方向断开而是沿任意方向破裂，并呈各种凹凸不平的断面，这种断面称为断口。。主要有贝壳状、参差状、锯齿状、平坦状四类。

(8) 弹性

(三) 主要造岩矿物与常见矿物

在已知的3000多种天然矿物中，硅酸盐类与其它含氧盐类各占1/3，重量分别占75%和17%，是地壳的主要造岩矿物。

自然界常见的11种主要造岩矿物是：石英、钾长石、斜长石、云母、角闪石、辉石、橄榄石、方解石、白云石、褐铁矿、石榴子石等。

1. 主要造岩矿物

表 3—5 十一种主要造岩矿物的基本特征

矿物名称	主要元素	含水状况	颜色	比重
石英	Si、O	不含水	浅	2.5
钾长石	K、Al、Si、O	不含水	↑	2.65—2.66
斜长石	Na、Ca、Al、Si、O	不含水		2.6—2.8
云母	K、Mg、Fe、Al、Si、O	含水		2.9（黑云母）
角闪石	Ca、Mg、Fe、Al、Si、O	含少量水		3.2
辉石	Ca、Mg、Fe、Al、Si、O	不含水		3.3
橄榄石	Mg、Fe、Si、O	不含水	深	3.3
方解石	Ca、C、O		浅	2.72
白云石	Ca、Mg、C、O		浅	2.86
褐铁矿	Fe、O	含水较多	深	多种矿物的混合物
石榴子石	Ca、Mg、Fe、Al、Si、O		深	4

主要的造岩矿物有七种：石英、钾长石、斜长石、云母、角闪石、辉石、橄榄石。

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**。岩石按成因可分为**岩浆岩**、**沉积岩**和**变质岩**三大类。

三大类岩石在地壳中的分布情况各不相同：

岩浆是地下深处的以硅酸盐为主的高温熔融态物质体。是一种粘稠的熔浆，粘度与硅酸盐含量密切相关。一般认为发源于上地幔软流圈即地壳深处的局部地段，温度在800℃~1000℃之间。

上地幔或地壳深处的物质在高温高压作用下呈潜柔状态。当温度升高或周围压力减小时，它与周围环境的平衡关系被打破，局部地段的物质发生熔融而转化为岩浆，并在巨大的压力作用下，岩浆沿着地壳破裂带上升而侵入地壳甚至喷出地表。在上升过程中，随着温度和压力的降低，岩浆逐渐冷却凝固形成岩石。我们把岩浆沿着地壳破裂带运动并逐渐冷凝的过程称为**岩浆作用**，它包括侵入作用和喷出作用两个方面。形成的岩石相应为**侵入岩**和**喷出岩**。

岩浆的侵入作用——岩浆上升到一定位置，由于上覆岩层的外压力大于岩浆的内压力，使之停滞在地壳中冷凝，结晶，称岩浆的侵入作用。由此作用形成的岩石称**侵入岩**。其在地壳深处(地表以下 3-6Km 处)和浅处(地表以下 0-3km 或近地表)形成的岩石分别称**深成岩**和**浅成岩**。

喷出作用或火山活动——岩浆冲破上覆岩层喷出地表，即喷出作用或火山活动(挥发成分大部逸失)，这种作用形成的岩石称**喷出岩**，又称**火山岩**。

岩浆岩是地壳岩石的主体，约占地壳岩石体积的 64.7%，地壳总重量的 95%。

(一) 岩浆岩的矿物组成

岩浆化学成分复杂，几乎包括地壳中所有元素。含量差异明显，以O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg

这八大元素元素含量最多，占岩浆岩化学元素总量的99%以上。若以氧化物即这些元素与氧结合来计，其中SiO₂含量最高，占59.14%，因而可以认为，岩浆岩实际上是一种**硅酸盐岩石**。

依据矿物组成的差别，或者硅酸盐的饱和度，划分

1. **超基性岩**：二氧化硅含量小于 45%，多铁、镁，少钾、钠。主要矿物为橄榄石和辉石，代表岩石为橄榄岩。
2. **基性岩**：二氧化硅含量为 45%—52%，主要矿物为辉石、斜长石。代表岩石为辉长岩、玄武岩。
3. **中性岩**：二氧化硅含量在 52%—65%之间，主要矿物为角闪石、长石。代表性岩石为闪长岩、安山岩、正长岩、粗面岩。
4. **酸性岩**：二氧化硅含量在 65%以上，多钾、钠，少铁镁。主要矿物为长石、石英、云母，代表性岩石为花岗岩、流纹岩。

(2) 矿物成分 ·

- A、岩浆岩造岩矿物——岩浆岩矿物主要是硅酸盐矿物，分布很不均匀，最多的是长石、石英、云母、角闪石、辉石、橄榄石，其总和占岩浆岩矿物平均总含量的 92%。这些被称为岩浆岩造岩矿物。
- B、硅铝矿物或浅色矿物——长石、石英、白云母等富含硅铝，色浅，称硅铝矿物或浅色矿物；
- C、铁镁矿物或暗色矿物——角闪石、辉石、橄榄石、黑云母富含铁镁，色深，称铁镁矿物或暗色矿物。
- D、浅色矿物与暗色矿物在岩石中的含量比，除了反映岩石化学组分变化外，还决定岩石颜色深浅和比重大小。

(二) 岩浆岩的基本特征

1. 岩浆岩的产状 (P48)

岩浆岩的产状是指岩体的形状、大小及其与周围岩石（围岩）接触关系的总称。

(1) 侵入岩的产状：主要有岩基、岩株、岩床、岩盆、岩盖、岩墙、岩脉等。

(2) 喷出岩的产状：主要有火山锥、火山颈、火山口、熔岩流、熔岩被。

2. 岩浆的结构

岩浆岩的结构有不同划分标准，如矿物结晶程度、组成矿物晶粒的绝对大小、矿物颗粒的相对大小、矿物晶体形状发育程度等

那么根据岩浆岩所含矿物质的**结晶程度**，可将岩浆岩的结构分为全晶质结构、半晶质结构和非晶质结构三种。**全晶质结构**是组成岩石的矿物全部结晶的结构；**半晶质结构**是岩石中的矿物部分结晶、部分未结晶的结构；**非晶质结构**是岩石中的矿物均未结晶的结构。

侵入岩是在地下深处缓慢冷却形成的，岩浆中的物质质点有足够的时间从容结晶，所以常形成全晶质结构。而**喷出岩**是岩浆喷出地表后在地表发生冷却凝固形成的，冷却速度快，部分矿物质或全部矿物质来不及结晶便凝固下来，因而形成半晶质结构或非晶质结构。

又比如根据岩浆岩中**矿物晶粒的绝对大小**可将其结构分为**显晶质结构**(用肉眼或放大镜就能看到矿物晶粒)和**隐晶质结构**两种。侵入岩多显晶质结构；喷出岩多隐晶质结构。

3. 岩浆岩的构造

岩浆岩常见的构造有五种：块状构造，斑杂构造，气孔构造，杏仁构造，流纹构造。

A、气孔构造——岩浆在压力减小和温度骤然降低条件下，随挥发性成分不断散失和熔岩迅速冷却凝固在岩石中所留下来的许多圆形、椭圆形或长管形等孔洞。

B、杏仁构造——岩浆岩气孔被后来的物质充填所形成的一种形似杏仁状的构造)。• 气孔构造和杏仁构造往往为喷出岩所具有，如黑曜岩、玄武岩等。

•C、流纹构造——熔岩流动时由不同颜色条纹和拉长气孔等定向排列所形成的构造，仅出现于喷出岩中，以流纹岩最为典型。

•D、流线构造——熔岩流动使长条状、柱状矿物呈定向排列所成的构造。

•E、斑杂构造——岩浆岩矿物成分和结构上呈不均匀状，如暗色矿物聚集成团等。

•F、块状构造——岩石中矿物排列不显示方向性者称块状构造，常为深成岩所具有。

岩浆岩的主要类型 (P49)

三、沉积岩

沉积岩是由成层堆积于陆地或海洋中的碎屑、胶体和有机质等疏松沉积物固结而成的岩石。

地表或近地表先成岩石遭受风化剥蚀以及生物和火山作用的产物在原地或经外力搬运沉积后，又经成岩作用而成的岩石称为沉积岩。

(一) 沉积岩的基本特征

1) 层理构造——沉积物成分、颜色、结构构造和粒度等在岩石垂向上的变化所显示的**成层特征称为层理构造**。•按形态及成因可以将层理进一步划分为水平的，倾斜的和交错的几种类型：

沉积岩具有层理，富含次生矿物、有机质、并有生物化石。

(2) 层面构造——沉积过程中由自然作用产生在沉积岩层面上的痕迹称为层面构造。(例如由风力和流水(图 3.36)或风浪作用形成的波痕(图 3.17)，大气降水形成的雨痕(图 3.38)和干燥气候形成的干燥裂隙(图 3.39)、

3) 沉积岩的结构 (P51)

沉积岩在产状上，一般说来是成层的，在成因上是外生的，故富含有机质及生物化石。不过只

有成层的产状并不一直都是沉积岩，某些喷出岩、变质岩也是成层的。但总的说来，成层产状和外动力成因，是沉积岩区别于岩浆岩和变质岩的最主要的特点。

(二) 沉积岩的主要类型 (P51)

根据结构类型，沉积岩分为碎屑岩、粘土岩和化学岩与生物化学岩。

沉积碎屑岩的分类主要依据粒级和粒度。据此再分为砾岩、砂岩、粉砂岩等类型。

根据粘土岩构造和固结程度等可将其进一步分为粘土、泥岩和页岩。

结构	粒级 mm	特点	代表岩石
碎屑结构	0.005-1000 以上	碎屑物为砾石、砂或者粉砂；胶结物主要是化学成因的物质，可以是铁质的、硅质的或者是钙质的等，此外还有泥质的。	碎屑岩
			沉积碎屑岩 火山碎屑岩
泥质结构	<0.005	主要由<0.005mm 的碎屑、粘土矿物及胶体物质组成的细而均一的结构，粘土岩成泥质岩的特征结构。断口光滑，有细腻感。	粘土、泥岩和页岩。
化学岩结构及生物岩结构		主要由先成岩石经化学分解而成的真溶液或胶体溶液的沉积作用，以及生物化学作用和生物遗体堆积所构成的结构。	化学岩和生物化学岩

四、变质岩

(一) 变质作用与变质岩

变质作用——地壳中已形成的岩石（岩浆岩、沉积岩或者先成变质岩）在地壳运动、岩浆活动等作用下导致的物理、化学条件的变化，并使之成分、结构、构造产生一系列改变，这种变化和改变的作用称为变质作用，所形成的岩石即是变质岩。由岩浆岩和沉积岩变质而成的岩石分别称正变质岩和负变质岩。

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。

变质作用类型及常见变质岩(P54)

第二节 构造运动与地质构造

在没有正式讲地壳运动及其构造形迹以前，首先要求大家明确以下几个概念：

1、构造运动

主要是地球内动力引起的地壳机械运动。经常涉及更深的构造圈。

所以构造运动使地壳发生变位与变形、形成各种地质构造，可诱发岩浆活动、变质作用、地震等内动力地质作用，可导致陆壳和洋壳的增生和消亡、海陆轮廓的变迁，并深刻地影响

外动力地质作用的结果。

2.构造形迹

由此可见，地壳运动是构造形迹的原因，构造形迹是地壳运动的结果。通过分析地表的构造形迹，可以推测地壳运动的力量大小，方向和时间长短。所以了解地质构造是非常重要的。

3.地应力

地壳岩石在外力作用下所产生的相应的内力称为地应力，它是导致地壳岩石变形和变位的直接动力。

根据地应力作用的方式和出现的构造形迹不同可分为三种类型：

第一，压应力——即使岩石受挤压的地应力。

第二，张应力——即使岩石受拉张的地应力。

第三，扭应力——即使岩石发生扭曲作用的地应力。

这三种应力作用于岩石，可使岩石发生相应的形态和错动，形成不同的构造形迹。

4.构造地貌

①地貌——地表的外貌形态，也叫地貌。

②所谓构造地貌——即受地质构造控制并能反映构造特点的地貌。

一、构造运动的基本特点

(一) 普遍性和永恒性

(二) 方向性

(四) 具有不同的幅度和规模

二、构造运动与岩相、建造和地层接触关系。

(一) 岩相分析

1.含义：所谓岩相是指沉积岩的岩性、古生物以及生成环境的总称。

例如石灰岩具有化学结构，层理构造，含有三叶虫古生物的化石，这就说明这种石灰岩是在海洋环境条件下形成的，形成的时间约距今3亿年左右。石灰岩的所有这些特征称为石灰岩的岩相。

2.类型划分

①海相——是在海洋环境条件下生成的一类沉积岩，它具有粒度小，岩层厚，含有海生生物化石等特征。（深海相、浅海相）

②陆相——是在陆地表环境条件下形成的一种沉积岩，它具有粒度粗，厚度小，含有陆性生物化石等特征。（河流相、湖泊相、沼泽相、滨海相）

③海陆过渡相——是在海陆变迁频繁的环境条件下形成的一种沉积岩，它具有海相和陆相岩层

相间排列的复杂岩相。

3.岩相变化与地壳运动的关系

①地壳上升，岩相由海相逐渐变为陆相，形成海退层序。

②地壳下降，岩相由陆相逐渐变为海相，形成海侵层序。

(二) 沉积建造

1.概念：彼此有共生关系的地层或岩相的组合。

2.类型：

①地槽型建造：主要由海相地层组成的、厚度大，无沉积间断或很少有沉积间断，强烈的构造下降区。

②地台型建造：以陆相碎屑沉积为主，厚度不大，未受强烈构造变动，地壳升降幅度较小。

③过渡型：兼有地槽型和地台型建造的特征，但以碎屑岩占优势，陆相沉积与潟湖相沉积广泛。

(三) 地层接触关系分析

1.整合接触：两套地层的产状完全一致，地层的年代也是连续的接触关系。

2.平行不整合接触：两套地层的产状一致，但地层的年代不连续的接触关系

3.角度不整合接触：两套地层的产状和年代均不连续的接触关系。

三、地质构造及其地貌表现

下边我们先谈地质构造然后再分析在地貌上的表现。地质构造在层状岩石中表现最为明显，研究得也最清楚。地质构造根据其表现形式可分为：**水平构造、倾斜构造、褶皱构造、断裂构造**四大。

(一) 水平构造及其地貌表现

1.水平构造：原始岩层在地壳垂直运动影响下，没有发生弯曲仍保持水平或近似水平产状的构造。（岩层受力均匀，作整体升降运动。）

这种构造有两个特点：①岩层产状水平或近似水平

②新岩层在上，老岩层在下

2.地貌表现形式

这种水平构造在地貌上的表现形式多种多样。主要地貌形态有：

①**构造平原或高原：**在水平构造的岩层没受流水切割的情况下，水平构造最上层同一岩层广泛出露，若出露海拔较高者称构造高原，如果出露海拔较低者称构造平原。

②**桌状台地、平顶山（方山）：**如果水平构造的岩层顶部为坚硬、抗风化能力较强的岩性时，经流水切割后，常形成顶部平坦、边缘陡峻的地貌形态。根据其规模大小，可分为平顶山或方

山与桌状台地。规模大者称为平顶山或方山，小者称为桌状台地，它类似于桌子的形状。

③构造阶地（假阶地）

所谓阶地即指在河流两侧形成的梯级状地貌形态。

如果水平构造是**软硬岩层相间出现**的话，在风化剥蚀的基础上，也可形成类似阶地形态的地貌类类型。

④丹霞地貌——在第三系产状平缓软硬相间的红色砂砾岩中，形成的顶平、坡陡和孤立突出的城堡状、屏风状、塔状、柱状等的地貌形态。这种地貌形态在广东北部韶关附近的丹霞山最为典型，因此这类地貌统称为丹霞地貌。

（二）倾斜构造及其地貌表现形式

1.倾斜构造：指岩层在受力不均匀的作用下岩层层面与水平面有一定夹角的构造。褶曲、断层或不均匀升降运动都可造成岩层的倾斜。

2.地貌表现形式

在倾斜构造控制下形成的地貌形态主要是单面山和猪背岭。

①单面山——指山脊沿岩层走向延伸、两坡明显不对称的地貌形态，即它并不是一面，只是两坡不对称而已。

猪背岭

（三）褶皱构造及其地貌表现

1.褶皱构造：褶皱构造是野外经常见到的一种地质构造。岩层在侧向压应力作用下，产生一系列波状弯曲，但未丧失其连续完整性，称之为褶皱构造。

①褶皱和褶曲的含义

所谓褶皱是指一系列岩层在构造运动的作用下发生连续弯曲所形成的构造形态。

所谓褶曲是指单个岩层的连续弯曲。所形成的构造动态。它是组成褶皱的基本单位。所以单个弯曲叫褶曲，两个或两个以上弯曲叫褶皱

②褶皱要素

怎样描述褶皱的形态特征呢？通常用褶皱要素来确定或限定。

A.核——褶曲的中心部分。即图上B所指的位置。

B.翼——褶曲核部两侧的岩层。即图上EF和EG都叫做该褶曲的翼，可见每个褶曲都分两个翼。

C.轴面——平分褶曲的假想面，即图上ABCD所示。

D.枢纽——褶曲岩层与轴面相交两线，即图上EC所示。

E. 倾伏端——褶曲两翼在水平面上会合部分。即图上C所示。

F. 轴——轴面与水平面的交线。

③褶皱的类型

自然的褶皱有多种多样的形态，但归根结底只有两种基本形式，即**背斜**和**向斜**。两者并存且共用一个翼。

A.背斜——岩层向上拱起核部岩层较老两翼岩层较新的褶曲。

B.向斜——岩层向下凹陷核部岩层较新，两翼岩层较老的褶曲。

除了基本类型外，褶皱还可以根据褶曲的要素变化可对褶曲的形态进行分类。

A.按轴面产状划分

a.直立褶皱——轴面直立、两翼岩层倾向相反、倾角相等的褶曲。

b.倾斜褶皱——轴面倾斜，两翼岩层倾向相反，倾角不等的褶曲。

c.倒转褶皱——轴面倾斜，两翼岩层倾向一致，此时一翼地层层序发生倒转，另一类地层层序正常。

由上图可见，一翼地层层序正常，即由上到下，从新到老的顺序排列；另一翼地层层序发生倒转，即由上到下从老到新的顺序排列，这就是倒转褶皱名称的来历。

d.平卧褶皱——轴面产状水平或近于水平，两翼产状也近于水平的褶曲。

由上图可见，平卧褶皱一翼地质层序正常，而另一翼的地层层序发生倒转，并且两翼上下重叠呈平卧状，这就是平卧褶皱名称的来历。

以上这几种褶皱动态，是在不同强度的水平挤压下形成的，所以它们反映了构造运动的剧烈程度。**从直立褶皱到翻卷褶皱构造运动逐渐增强。**

B.按横剖面的心态（两翼间弯曲状况划分）

a.尖棱褶皱——倾伏端为一点，两翼倾角较大有明显夹角的褶皱。

b.扇形褶皱——倾伏端为平缓曲线，两翼岩层都发生倒转，顶平缓形似扇状的褶皱。

c.箱状褶皱——倾伏端平直，两翼岩层陡峭，顶平直形似箱状的褶皱。

d.圆弧形褶皱——倾状端为平缓曲线，两翼倾角较小，无明显夹角，形似半圆形的褶皱。（呈自然界最为常见的褶皱）

C.按其长宽比

a.线状褶皱——轴向某一方向延伸很远，褶皱长宽比大于10: 1。

b.短轴褶皱——轴向某一方向延伸较近，长度为宽度的3~10倍。

c.穹形褶皱（盆形褶皱）——长度不足宽度的3倍

2、地貌形态：短轴褶皱易形成之字形山脊；穹形褶皱形成穹状山丘。

（四）断裂构造及其地貌表现形式

1.断裂构造：当岩层受力发生变形到达一定程度时，发生破裂甚至沿破裂面发生错动，使岩层

的连续性受到破坏的地质构造。

因此断裂构造包括两方面的含义，一是岩层破裂而没有发生错位，二是既破裂又错位。那么前者为**节理**，后者为**断层**。

①节理——指岩石破裂后无显著位移的裂隙。

②断层——指岩体沿断裂面发生显著位移的断裂构造。

当岩石受力达到一定限度时，会发生断裂，并沿着断裂面两侧的岩层发生显著位移，这种构造就称为**断层**。所以断层包括两方面的含义，一是断层，二是位移。断层构造是野外广泛存在，规模有大有小，对地表形态具有很大的控制作用。

A.断层要素

① 断层面和破碎带

岩层断裂错开的面叫断层面。

大规模断层往往形成一系列密集的破裂面或错动破碎带，称为断层带或断层破碎带。

② 断层线：断层与地面之交线。

③ 上盘（ **Hanging wall** ）和下盘(**Footwall**)：断层面以上的岩块叫上盘。反之叫下盘。

④ 上升盘和下降盘：相对上升的叫上升盘。（注意：上盘与上升盘，下盘与下降盘）

位移：断层两盘的相对移动。

B、断层分类

① 根据断层与岩层走向关系

走向断层 — 断层的走向与岩层的走向一致，可以使同一岩层重复出现或缺失；

倾向断层 — 断层走向与岩层走向垂直；

斜向断层 — 断层走向与岩层走向斜交

② 根据断层与褶曲轴向或区域构造线的关系可分为：

a. 纵断层 — 断层走向与褶曲轴向或区域构造线一致；

b. 横断层 — 断层走向与褶曲轴向或区域构造线直交；

c. 斜断层 — 断层走向与褶曲轴向或区域构造线斜交。

③ 根据两盘相对位移和力学背景

正断层：上盘相对下降，下盘相对上升的断层。

主要受张力和重力作用形成。

两条或两条以上倾向相同而又互相平行的正断层，其上盘依次下降呈阶梯状断层。两条或两组大致平行的正断层组合而成，断层面相向倾斜，断层面之间的岩块相对下降，两边岩块相对上升，叫地堑。中间断盘相对上升，断层面相背倾斜的正断层，叫地垒

b.逆断层 — 上盘相对上升，下盘相对下降的断层。可根据断层中的倾角不同分为：

冲断层：是高角度逆断层，倾角在 45° 以上。

逆掩断层：倾角小于 45° 的逆断层。

c. 平推断层 — 断层两盘沿断层面在水平方向发生相对位移。

C.断层的野外识别的主要标志

第三节 板块构造学说

一、历史的回顾

(一) 大陆漂移说之兴衰

德国（奥地利）气象学家魏格纳(A.L.Wogener,1880-1930) 1912 年发表了《陆地的形成》。1915 年，他出版了《海陆的起源》，进一步阐述了他的观点。

- 1) 人们发现大西洋两岸大陆的轮廓非常吻合，似乎大陆沿大西洋发生过裂开和漂移。
- 2) 许多动物，尤其是陆生动物，它们只能在同一大陆内迁移而不能远渡海洋。
- 3) 非洲高原出露的 An 片麻岩在巴西也有出现，明显呈带状可连。
- 4) 非洲南部二叠系岩层组成的开普山脉向西延伸
- 5) 古生代冰川分布范围，明显隔海呼应

(二) 古地磁学的大发展和大陆漂移说的复活

到了 20 世纪 50 年代以后，随着古地磁学、海洋地质学和地球物理学研究的进展，积累了大量的科学研究资料，为大陆漂移说提供了新的证据。特别是古地磁研究的结果证实，地壳在水平方向上确实发生过显著的位移。这一重要的发现支持了大陆漂移说的基本论点，因而大陆漂移学说被地质学家所普遍接受。

(三) 海底扩张说的创立

第二次世界大战后广泛开展了海底地质研究：(1)(回声)水深测量技术和深潜水考察探明了洋底地貌、地质；(2)海洋地球物理研究，地磁、重力、地震以及地热测量使人们了解到洋底结构与组成；(3)海底钻探取样研究。

人们认识到海底在扩张：洋底在洋脊裂谷带形成，接受分裂，并不断向两侧扩张，同时老的洋底在海沟处潜没消减，因而洋壳不断更新。洋底的扩张是由于刚性的岩石圈块体在软流圈之上运动的结果，运动的驱动力是地幔物质的热对流。洋脊轴部是对流圈的上升处，海沟是对流圈的下降处。地幔对流说表明，不是"舟行于水"，而是软流圈类似"传送带"的作用。如果上升流发生在大陆下面，就导致大陆的分裂和大洋的启开

海底扩张说的证据：

1. 古地磁学

2. 深海钻探所揭示的海底年龄

3. 洋中脊考察:

4. 转换断层的发现

一、 板块学说的诞生

海底沿洋脊脊轴扩张等海底知识的积累, 板块构造说应运而生。从大陆漂移到海底扩张再到板块构造, 被人们称为板块构造的三步曲。它立足于海底, 而面向全球。

1. 刚性的岩石圈由巨大断裂分割成许多块体, 叫(岩石圈)板块;

2. 板块由于软流圈运动而运动, 如传送带;

3. 板块边界是地壳活动性强烈的地带, 板块的相互作用, 从根本上控制了各种内力地质作用以及沉积作用的进程; 板块内部相对稳定;

4. 板块边界: (山弧)岛弧-海沟系、洋中脊、转换断层, 在大陆内部的地缝合线。前三种边界位于洋底或洋陆交接处。

5. 各边界运动方式: 岛弧-海沟系---相向运动消减作用, 属聚敛性板块边界。大洋板块发生俯冲潜没, 挤压引起强烈地震和构造变形。由于俯冲板块在深部被熔融而形成岩浆, 就引起岛弧(山弧)火山作用与侵入作用, 以及与构造变形及岩浆活动相关的变质作用。

从大陆分裂到大洋形成, 然后从大洋收缩到大洋关闭和消失, 是一个连续演变的过程。威尔逊旋回分 6 个阶段。

1. 萌芽阶段: 岩石圈受拉力变薄。 现代代表是东非裂谷.

2. 幼年阶段: 海洋初成, 海湾式的狭窄盆地。 红海、亚丁湾.

3. 成熟阶段: 广阔的大洋, 其中部为洋脊, 两侧稳定大陆边缘, 大西洋.

4. 收缩阶段: 沿稳定大陆边缘与洋底交接带, 岩石圈发生断裂, 洋壳俯冲形成岛弧-海沟或山弧-海沟。 太平洋.

5. 结束阶段: 大洋板块进一步俯冲, 残留狭窄的洋盆。 地中海.

6. 大陆碰撞阶段: 海洋消失, 大陆相碰, 使大陆边缘原有的沉积物强烈变形隆起成山。 喜马拉雅山.

上述海洋开闭过程在地质历史中反复出现, 即构造运动具周期性。

(一) 岩石圈板块的划分

(二) 板块的分界线

板块构造分界线有四种类型

①海岭: 离散型板块边界/拉张型

②转换断层：尖刀型/平错型

③俯冲带和深海沟：

④地缝合线：

(三) 大洋发展阶段

第四节 火山与地震

火山和地震都是地壳快速运动的结果，是地球内部能量的强烈释放形式，对自然地理环境和人类生活均具有重大的影响。其成因动力不仅与地壳运动（板块运动）有关，还与地球更深层次的构造圈的运动（如地幔对流等）有关。

一 火山(The volcano)

火山活动是一种壮观而又令人生畏的自然现象，它对人类具有**双重影响**，既是**地质灾害**，又具有一定**矿产资源**。

1) 火山可以分为：

活火山——现在还处于周期性活动阶段的火山。

休眠火山——有历史记载以来曾经有活动，但长期以来处于静止状态。

死火山——史前曾经有过喷发活动，但历史时期以来不再活动。

火山活动可以在**大陆**，亦可在**海洋底**进行。随着地壳演化作用，**地壳不断加厚**，火山活动**逐渐减弱**。

1、类型

2、火山构造——含火山通道、火山锥和火山口。

(1) 气体喷发物：水汽占 60%~90%。其他成分是 $H_2S, SO_2, CO_2, HF, HCl, NaCl, NH_4Cl$ 等。从这些气体中可以升华出硫磺、钠盐、钾盐等有用物质。

(2) **液体喷出物**：分熔岩流、熔岩被和熔岩锥。

(3) **固体喷发物**又称火山碎屑。其物质为熔岩碎块和谷燕碎块。按颗粒大小可分为：

4、分布规律

区域分布：

全球有大约 2000 多座死火山，516 座活火山。这些火山大体呈带状分布。主要的火山带有：

(1) 环太平洋火山带：有 319 座活火山分布于环太平洋带。我国台湾菲律宾群岛，印尼诸岛直至新西兰岛等。

(2) 阿尔卑斯—喜马拉雅火山带（地中海火山带）：94 座活火山。

(3) 大西洋海岭火山带：42 座活火山。

我国境内分布有 900 多个火山锥，多属于死活山或休眠火山。活火山为数不多。主要分布于三个地区：

- (a) 位于环太平洋火山带上的东部地区：黑龙江——河北——广东雷川、海南；
- (b) 云南腾冲（地中海火山带）；
- (c) 新疆至南昆仑山（地中海火山带）。

分布规律：

- (1) 火山无一例外地分布于大小板块的边界上；
- (2) 环太平洋沟——弧系统火山密集。

5、 地理意义

- (a) 引起灾害和环境污染；
- (b) 释放 SO_2 、 H_2S 、 HF 、 HCl 、 CO 、 CO_2 有害气体和固体颗粒物；
- (c) 产生“太阳伞效应”，引起全球气温变化；
- (d) 产发毁灭性灾害。如培雷火山仅在二、三分钟之间，就使优美繁华的圣匹埃尔镇消失，3-4 万人的城镇仅 2 人幸免于难。惨不忍睹；
- (e) 形成风景名胜景点.如五大莲池，腾冲；
- (f) 带来矿产资源、形成肥沃的土壤、并提供热源。

二 地震(The earthquake)

地壳发生突然性的快速震动的现象。

有关地震的几个概念：

震源：诱发地震的地方；

震级：表示地震释放能量的大小；

震中：震源在地面上的投影为震中；

震源深度：震源到震中的距离。

1 类型：

根据震源深度分：

浅源地震：0—70km 的深度：大多数地层为浅源地层，占总地震数 72.5%；

中源地震：70—100km 深度：较少，占 23.5%；

深源地震：超过 300km 深度，仅占总数的 4%。

破坏性最大的地震，具震源深度多在 10-20km，一般不超过 100km.

根据成因机制分：

构造地震：由构造变动，特别是断裂活动产生的地震，占绝大多数。90%的地震为构造地震；

火山地震：直接由于火山爆发引起的地震，也可能因为火山活动引起构造变动而诱发的地震。为数不多，约占总数 7%；

冲击地震：因山崩滑坡地下溶洞塌落等因素所引起的地震；

水库地震：由于水库蓄水，放水引起的库区发生的地震。如广东河源新本汇水库 1962 年 3 月发生一次 6.4 级地震。

2 区域分布

全球地震分布带：

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该带上；

地中海-喜马拉雅地震带：即地中海地震带意希土伊阿中等国；

大西洋中脊海岭地震带；

大陆裂谷地震带：一些区域性断裂带或地堑构造带。如东非裂谷红海地堑等。

中国地震分布：

华北区：东北带渤海湾至辽东半岛燕山带太行山带汾河地堑带渭河地堑带等；

东南沿海带：

西北区：

西南区：云南四川西藏贵州。

特点：地震分布与火山分布基本一致，都是沿板块构造的边界分布。

板块碰撞活动断层的活动与地震活动密切地相关。

3 地理意义

(1) 致灾；

(2) 诱发其他地质灾害。如火灾水灾海啸泥石流等

4 成因机制

地震的成因和地震预报是当今世界科学家面临的难题之一。

地震成因理论共识：现今学术界关于地震达成了这样一个共识，即一条断裂没有发生的时间越长，那么一旦该断层最终产生地震，则地震的规模越剧烈。大规模地震之前，有一个较长的断层休眠期。

普遍接受的理论遭受重创：大规模地震之前，并非一定要有一个较长的断层休眠期。用 ^{14}C 测年法研究美国圣安伍列斯断层的结果显示。该断层在不超过 100 年的较短安静期后，通常会发生大规模的地震。

5 地震前兆

1999年台湾大地震，9月21日，鄂鱼有多种不安表现，尖叫声。次日发生7.3级地震，2400人丧命。2002年3月31日，台湾发生6.8级地震，震前鄂鱼发出异常叫声，烦躁不安。

地震发生之前还产生地电、地光等异常现象。此外，井水、河水可能出现异常、家畜活动出现异常等各种现象。

第五节 地壳的演变

自从地壳形成之后就开始了地壳的演化过程。表示地壳演化的时间和顺序的概念称为地质年代。

一、地质年代

地质事件（比如褶皱运动、断裂、沉积建造、岩浆活动、地震等）的发生有早有晚，而一系列的地质事件会清晰地反应地壳演化的历史。那么怎样确定它们发生的时间顺序呢？通常以地质年代表示这种演化的时间和顺序，而地质年代有绝对年代和相对年代之分。

（一）绝对年代：

是根据对矿物或岩石中的放射性同位素测定，并按照放射性元素蜕变规律计算出的矿物或岩石生成的具体年龄长短。通常用“年”来表示。

（二）相对年代

1.相对年代的含义

2.相对年代单位

根据地层形成顺序及其所含的生物化石的种类可将整个地质历史时期分为两大阶段，老的叫隐生宙，新的叫显生宙，在宙以下又分为代、纪、世、期。所以相对年代单位是有等级之分的，由大到小依次为宙、代、纪、世、期。

由P73表2-3可以看出，隐生宙大约指46亿多年以前的地质时期，它包括两个代，即太古代和元古代，它们又分为前震旦纪和震旦纪。

显生宙指从5亿多年前到现在的地质时期，它包括三个代，即古生代，中生代和新生代。其中古生代自下而上又分为下古生代和上古生代，下古生代包括寒武（ C ），奥陶（ O ），志留（ S ）三个纪；上古生代包括泥盆（ D ）、石炭（ C ）、二迭（ P ）三个纪。中生代包括三迭（ T ）、侏罗（ J ）和白垩（ K ）三个纪。新生代包括古近纪（ E ）、新近纪（ N ）和第四纪（ Q ）。

3.相对年代的划分依据

①地层的形成顺序—地层层序律。

②古生物化石—化石层序律。

（三）与地球演变有关的几种地质年龄

地壳中最老的岩石—格陵兰西南部的片麻岩，年龄为30~40亿年；

地球上最早的生物化石是南非的似蓝藻化石和杆状细菌微化石，32—33 亿年和 30—31 亿年。

下边我们就地壳发展历史长河中的几个相对阶段分别进行讨论，从中可以了解地壳及自然地理环境的整个发展变化过程。

三、地壳演化简史

(一) 太古代距今 ($46 \times 10^8 - 25 \times 10^8$ 年)

太古代是地质年代中最古老，历时最长的一个代，它自从地壳形成之日起一直到距今 25 亿年，大约持续了 11 亿年的时间。

1. 地层特征

2. 自然地理概貌

从太古界地层特征我们可以大致恢复太古代当时的自然地理环境特点，有以下几个：

- ① 始地壳大气圈、水圈已经形成，海洋面积比现在广阔得多。
- ② 地壳运动频繁而强烈
- ③ 陆地表面是荒芜的，浅海环境中孕育着生命的出现。

(二) 元古代 (距今 $25 \times 10^8 - 5.43 \times 10^8$ 年)

在太古代末期发生了一次全球范围的地壳运动，在我国称为五台运动，在五台运动之后，地壳发展进入了一个新的发展时期，即元古代。

1. 地层特点：

在元古界地层与太古界地层之间普遍存在着一个角度不整合面，元古界地层出现在角度不整合面之上。该地层具有以下几个特点：

- ① 主要岩性为碎屑岩、白云岩、紫红色白云岩、紫红色砂岩等，有些地方还出现了冰碛层 (冰川刨蚀作用所形成的沉积物，其特点是大小不等，磨圆度很差)。
- ② 岩石的变质程度较轻。
- ③ 地层中出现大量的藻类化石及某些原始动物化石。

2. 自然地理概貌

- ① 古陆面积增大，稳定性增强。
- ② 藻类大发展时期，在元古时代晚期也出现了**原始动物**。在五台运动之后，浅海面积广大而稳定，这为生物演化提供了许多条件，**原核生物**已进化为**真核生物**，即具有了真正的细胞核，物种数量增多。**低等植物藻类**得到大发展，如绿藻、轮藻、褐藻、红藻等均已出现并统治着当时的海洋。随着生物的进一步演化在元古代晚期，在原始海洋中第一次出现了原始动物，如**海绵、水母、节虫、扁虫以及软件珊瑚**等。所以在元古界地层中出现了藻类及原始动物的化石。

- ② 气 CO_2 浓度下降， O_2 浓度上升，海洋中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 增多。

④地球出现了第一次冰期使各古陆高山之上广泛分布水川，并形成了冰碛物。

(三) 古生代（距今 5.43×10^8 - 2.5×10^8 年）

1.地质特征

①从全球角度来说，古生代地层是一个大的沉积旋回。岩石种类多种多样，地层从下到上可以分为不同的沉积建造，即从地台型建造开始，经过渡型建造，地槽型建造又发展到过渡型建造和地台型建造。从岩相上分析，最下部为陆相碎屑沉积岩、中部为海相化学沉积岩、上部为陆相碎屑沉积岩，在陆相和海相之间为海陆过渡相沉积岩。所以在古代界地层的岩性比较复杂，种类很多。

但是，在不同大陆上，上述沉积建造的厚度和年代是不同的。

②古生界地层中普遍含有丰富的古生物化石，下部地层的化石是**海生无脊椎动物化石和海生藻类化石**，中部为**鱼类化石的半陆生孢子植物化石**，上部为**两栖动物化石**。可见古生界地层中的化石自下而上代表着生物由简单到复杂，由低级到高级的演化方向。

2.自然地理概貌

古生代历时 2.95 亿年，根据地层和古生物情况可分为早古生代（下古生代）和晚古生代（上古生代）两个年代，共有六个纪组成，分别是下古生代的寒武纪、奥陶纪、志留纪和上古生代的泥盆纪、石炭纪和二叠纪。不同时期的自然地理特点是不同的。

①世界大地构造轮廓的变化

上面已经介绍过，在晚元古代，地壳经过多次运动，海槽褶皱上升成为相对稳定的古陆，古陆面积不断扩大合并在一起形成了泛大陆。P77

在**寒武纪**时，地壳下降，海水侵入泛大陆，泛大陆开始分裂。在南部形成**冈瓦纳大陆**，北部分为**北美洲、欧罗巴洲和亚亚洲**三个分离的大陆。在冈瓦纳大陆与北美洲大陆之间为**前海西海**，冈瓦纳大陆与亚洲大陆之间为**前特提斯海**，在北美洲大陆与欧洲大陆之间为**前加里东海**，在欧洲大陆与亚洲大陆之间为**前特拉斯海**。在地槽区即海洋地带接受了来自各大陆风化剥蚀下来的物质，形成巨厚的过渡相和海相岩石，在大陆的低洼处也沉积了陆相沉积物。

从**奥陶纪**开始，在全球范围内发生了地壳运动，在**前加里东海槽区**表现最为强烈，到志留纪末期，前加里东地槽（b）已褶皱成山，使欧洲与北美洲合并在一起形成一块大陆。所以加里东褶皱带的地层较薄，岩性变化较大。这次地壳运动称为加里东运动

泥盆纪开始，全球范围内的地壳运动仍在进行，在**前海西海地槽区**表现最为强烈，到石炭纪末期，前海西海地槽（c）已褶皱成山，使冈瓦纳大陆与欧美大陆合并在一起。所以这次大规模的地壳运动称为**华力西运动**，简称**海西运动**。这个运动一直持续到**二叠纪末**，使**前乌拉尔**

海也褶皱成山，使亚洲大陆与欧美大陆合并在一起，形成了一个**新的泛大陆**。

②古生代生物圈变化

A.早古生代动物界第一次得到大发展，被称为**海生无脊椎动物时代**

B.晚古生代植物界得到第一次大发展，被称为**蕨类时代**；动物界出现两次大飞跃，即**从无脊椎到脊椎和从水生到陆生**。

综上所述，当地球演化到古生代末期，大地已被绿色蕨类植物所覆盖，水体中既有藻类，无脊椎动物，也有鱼类和两栖动物。地球上再也不象以前那样荒芜，寂寞，而出现了一派生机勃勃的景象。

(四) 中生代 (距今 $2.5-0.65 \times 10^8$ 年)

中生代大约经历了 2 亿年的时间，按照地层特点和古生物化石划分为三个纪，即三叠纪、侏罗纪和白垩纪。

1. 地层特点

- ①不同地区岩性组合不同，有海相沉积岩，有陆相沉积岩和过渡沉积岩。
- ②岩层断裂和岩浆侵入比较强烈，金属矿床多见。
- ③地层中普遍含有裸子植物化石和爬行动物化石。
- ④有煤、石油、天然气。

2. 自然地理概貌

①世界大地构造轮廓的变化

前已述叙，在晚古生代末期的二迭纪由于**海西运动 (华力西运动)**，使各个分离的大陆合并为一个新的泛大陆。这块泛大陆向南北方向延伸，赤道部分较窄，在赤道处凹进的部分称**特提期海，即古地中海**。

进入中生代以后，由于强烈的地壳运动，泛大陆又开始分离，这次构造运动在欧洲称为**旧阿尔卑斯运动**，在中国称为**印支运动**。大约在三迭纪时，北美洲与欧洲分离，产生了北大西洋，并逐渐扩张。在侏罗纪时，南美洲与非洲也开始分裂，产生了南大西洋，同时印度板块也脱离泛大陆，产生了印度洋。在白垩纪时，中国发生了燕山运动，同时世界各地均发生了地壳运动，使大西洋和印度洋逐渐形成，古地中海面积逐渐缩小。此时，各大洲的分布形式已初具规模。(g)

②中生代生物圈的变化

A.裸子植物得到了迅速发展，并逐渐取代了蕨类植物，成为当时植物界的主宰裸子植物是比蕨类植物更高级进化门类，它们借种子进行繁殖，但它仍属于种子植物中比较低级的植物，种子

成裸露状态。

古生代末期，华力西运动不仅使陆地面积扩大，而且地表起伏差别极大。原来陆生喜湿温暖的蕨类植物受到陆地环境多变的严峻考验，不适宜环境的蕨类植物逐渐被淘汰，而裸子植物比蕨类植物适应性强，而且迅速得到了展，在中生代非常繁盛，取代了蕨类植物而成为当时植物界的主宰，因此**中生代被称为裸子植物时代**。这些裸子植物在一定的地质环境下，被埋藏在地下，经过特定的物理、化学变化形成了煤层。因此**中生代特别是侏罗纪，是继石炭纪之后又一个重要造煤时期**。

（五）新生代（0.65×108 年到现在）

新生代是距今最近一个地史阶段。**现在的海陆分布形式，大地轮廓、生物种类以及气候状况都是在这个阶段中逐渐形成的**。新生代包括古近纪、新近纪和第四纪

1.地层特点

- ①以陆相沉积岩为主，海相沉积岩为辅
- ②地层中有冰川堆积层和火山喷出堆积层
- ③出现被子植物化石、哺乳动物化石以及古人类化石

2.自然地理概貌

①世界大地构造轮廓的变化

地壳演化进入新生代以后，全球普遍发生了一次地壳运动，在**欧洲叫新阿尔卑斯运动**，在**中国叫喜马拉雅运动**，世界大地构造轮廓受这次运动的影响，又发生了显著变化（h）。澳洲与南极洲分离，印度板块向东北漂移并和欧亚大陆碰撞在一起，目前的海陆分布大势已基本形成。

总之，地壳发展的最后一次运动使整个地表受到不同程度的影响，形成了目前的海陆分大势和地表起伏形态。

②第四纪大冰期

③被子植物和哺乳动物时代

新生代时地球上的自然地理环境和生物界总面貌已经和现代基本相似。**植物界以被子植物的大发展为特征，动物界以哺乳动物空前繁盛为标志**，所以新生代又称为**被子植物和哺乳动物时代**。

④人类的出现

在第四系地层的上部，除含有大量哺乳动物化石外，还含有**古人类化石**，这说明**人类出现的时间是在第四纪**。人类的出现是新生代的一件大事，也是地壳发展历史上的一件最重大的事

件，从此开始了人类改造和利用自然的崭新时代。所以，**第四纪**又称“**灵生代**”。

综上所述，地壳经历了**太古代、元古代、古生代、中生代和新生代**，逐渐形成了现代地壳轮廓和海陆形势。与此相适应，植物界则由藻类、蕨类、裸子植物发展到被子植物；而动物界则由单细胞发展到细胞动物，以后又经历了由无脊椎到脊椎，由水中到陆上，由冷血到热血，由卵生到胎生，由猿到人等发展阶段。

可见，地壳的发展是由量变到质变的过程，从无到有，从简单到复杂的过程，这是自然界的一切事物发展变化的规律。

1. 植物界的演化与发展

元古代藻类繁盛—藻类植物时代。主要是低等微体真核单细胞藻类。中晚元古代出现各种藻类和叠层石（叠层石是藻类、细菌和碳酸钙沉积的集合体）。

古生代：早古生代海生藻类发展。晚古生代—孢子植物时代，陆生孢子植物发展—蕨类、鳞木、芦木、封印木、大羽羊齿等繁盛，石炭二叠纪是主要成煤时代。

中生代：裸子植物发展——裸子植物时代。苏铁、银杏、松柏为其代表。

新生代：被子植物大发展—被子植物时代

.2 动物界的演化与发展

元古代晚期，出现低等无脊椎动物，如海绵和腔肠动物。

古生代：早古生代—海生无脊椎动物时代，以三叶虫、腕足类、笔石、珊瑚、头足类最为繁盛。

晚古生代—脊椎动物时代，由水生向陆生发展。

中生代—爬行动物时代。恐龙为代表。

新生代—哺乳动物时代。人类出现。

地壳演化简史

前古生代（太古代和元古代）：太古代克拉通形成；元古代泛大陆和泛大洋形成。

古生代：古生代陆地由分裂逐渐走向联合。早古生代北大陆由联合走向解体，南大陆为联合古陆；晚古生代北大陆由分裂走向联合，同时联合南大陆。最终形成联合古陆—泛大陆

中生代：联合古陆解体，首先一分为二，其次南大陆逐渐走向分裂，北大陆除北美大陆与欧亚大陆分裂外，其余变化不大。大西洋形成，地中海收缩关闭，太平洋缩小。

新生代：新构造运动表现强烈，海陆格局基本形成