

第二篇

地质年代与地层系统

第一章 古生物基础

第一节 古生物概述

一、化石及其形成

(一)古生物

古生物是指在地质历史时期中曾经生存过而现在已大部分绝灭了生物。由于古生物与今生物(现生物)之间很难用某一时间界限来把它们截然划分,为了研究的方便,一般以最新地质时代——全新世的开始(距今约为一万年)来作为古生物与今生物的分界,也就是,全新世以前的生物称之为古生物,而全新世开始以来的生物则称之为今生物(现生物)。

在地质学领域中,有一门研究地质历史时期中的生物界及其进化发展的科学,称为古生物学。古生物学的研究对象是化石(还有一些生物成因的沉积结构也逐渐成为古生物学的研究对象,如叠层石、核形石、矿瘤等)。

(二)化石

化石是指保存在岩层中的古生物的遗体或遗迹。凡化石都能指示古生物的存在,都保持了古生物的某些特征(如形态、构造、纹饰等),或是保存了古生物生命活动中留下的产物(如足迹、爬痕、粪、蛋等),即遗迹。

(三)化石的形成

不是所有的古生物或古生物生命活动过程中的产物都可以保存在地层中而形成化

石的, 绝大多数的古生物死亡以后, 都腐烂损坏或被其他生物所吞食掉。所以, 古生物的遗体或遗迹要保存下来形成化石, 是必须具备一定的条件的。一般来说要具有硬体, 如外壳、鳞甲、骨骼、植物纤维或孢子、花粉等, 死后要被沉积物迅速掩埋, 以免遭生物、物理和化学等破坏作用的破坏, 还要经过石化作用。因此, 化石大多是古生物的硬体部分, 只有在特殊条件下, 少数古生物的软体和遗迹也能较完整地保存下来形成化石(如琥珀中的昆虫, 第四纪冻土层中的猛犸象等)。

石化作用大致可以分为三种 :一是充填作用, 即生物硬体中的空隙被地下水中所含矿物质充填的作用, 此种作用常见于新生代的一些贝壳和哺乳动物的骨骼化石。二是换质作用(交代作用), 即生物硬体的成分被地下水中所含矿物质置换的作用, 如常见的硅化木就是换质作用的产物。三是炭化作用, 即生物遗体中的不稳定成分(如 O、H、N 等) 被分解逸去而仅留下炭质薄膜保存成化石的作用, 如骨骼成分为几丁质($C_{15}H_{26}N_2O_{10}$) 的笔石化石以及原为碳水化合物的植物化石等。

二、古生物的分类和命名

(一)古生物的分类

古生物分类的方法有两种 :一种是建立在亲缘关系基础之上的分类的方法, 称为自然分类法(也称系统发生分类法);另一种是根据化石之间某些构造和形态上的相似性所作的人为分类的方法, 称为形态分类或人为分类法。

古生物的分类单位和现代生物一样, 由大而小主要有 :界、门、纲、目、科、属和种七个单位。除这些主要分类单位外, 还有各种辅助单位 :亚门、亚纲、亚目、亚科、亚属、亚种以及超门、超纲、超目和超科。其中种, 又称物种, 是古今生物分类的基本单位。每一类生物都有其分类位置。现以北京直立人为例, 说明其分类位置如下 :

- 界 动物界
- 门 脊索动物门
- 亚门 脊椎动物亚门
- 纲 哺乳纲
- 目 灵长目
- 科 人科
- 属 人属
- 种 直立人种
- 亚种 直立人北京亚种

(二)古生物的命名

古生物和现代生物一样 , 一经研究后 , 在发表时必须按照国际上统一规定取一个国际通用的科学名称——学名。各级分类单位的学名一律用拉丁文或拉丁化文字书写或印刷。属和属以上的学名采用单名法 , 即由一个字构成 , 开首的字母要大写 ; 科及科以上的学名用正体字书写或印刷。种的学名采用双名法 , 属名在先 , 开首字母大写 ; 种名在后 , 开首字母小写。属名及种名均用斜体字书写或印刷。有时在各级学名之后附有原命名人的姓氏(以拉丁字正楷字体拼写 , 开首字母大写) 和命名年代 , 以便于查考。例如 :

Redlichia	chinensis	Walcott ,	1905
莱德利基虫	中华		
(属名)	(种名)	(命名人姓氏)	(命名年代)

该种应译为中华莱德利基虫(译名的种名在前 , 属名在后)。有时在文献中见有属名后为 sp. 这是 species(种) 的缩写 , 写在属名之后 , 表示种名未确定 , 如 Calamites sp. 即为种名未确定的芦木 , 可译为 : 芦木(未定种)。

三、古生物的进化及生物与环境的关系

生物的进化与环境密切相关。在内外因素的影响下 , 生物产生变异。不能适应环境的变异被自然淘汰 , 能够适应环境的变异则可保留下来 , 一代代遗传并且得到逐渐加强 , 到一定程度就会产生质变而形成新的物种。也就是说 , 由于环境和生物变异、遗传、自然选择的结果 , 使生物界中旧的物种不断灭亡 , 新的物种不断产生 , 从而使生物不断地进化发展。

生物与其生活的环境是相互联系、相互作用、相互制约的。任何生物都不能脱离生活环境而存在 , 一定的生物只能适应一定的生活环境 , 如鱼不能离开水体而生活 , 陆生植物必须有土壤、水分和阳光 ; 生物的生命活动过程中 , 又能改变环境 , 如树林可使荒山变为“ 绿色的海洋 ” , 使沙漠变绿洲 , 可以调节气温等 , 以致改变当地的气候。这就是生物与环境的关系。

第二节 主要古生物类别简介

一、鲢类

(一) 鲢的一般特征

鲢是一类已经绝灭了微小的单细胞动物,因外形常呈纺锤形而得名为鲢或纺锤虫。其个体的大小一般如麦粒,长约3~6mm,最小者不到1mm,大者可达到20~30mm或更大。

鲢类是温暖的浅海远岸底栖动物,依靠伪足伸缩活动,少数种类营漂浮生活。化石主要保存于灰岩中,钙质页岩和硅质岩中较少见。

(二) 鲢壳的构造

鲢壳的主要构造如下(图2-1-1)。

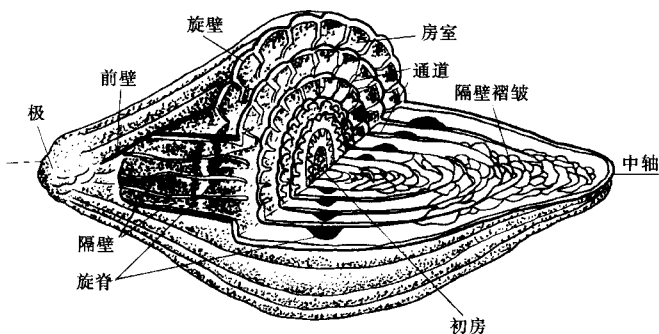


图 2-1-1 鲢壳的构造

鲢壳的中心为一球形的初房,初房之外有许多围绕初房包旋生长的房室,房室每增长一圈为一壳圈,房室的外壁相连而成旋壁。旋壁的细微的构造主要分为致密层、透明层、疏松层(位于致密层的内、外两面,分别称内疏松层和外疏松层)和蜂巢层等。根据组成旋壁细微的构造不同,可将旋壁分为单层式、三层式、四层式及二层式(图2-1-2)。旋壁向内弯的部分称为隔壁,隔壁与中轴平行、平直或褶皱。旋壁的蜂巢层向下延伸而形成的板状物称为副隔壁。隔壁底部中央的一个半圆形小孔叫口孔。口孔两侧堆积物形成的堤坝状隆脊叫旋脊。两条旋脊之间成沟渠状物叫通道。

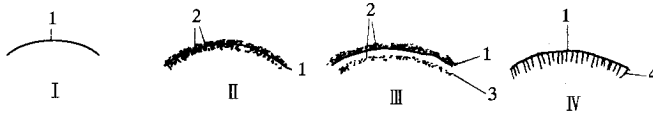


图 2-1-2 䗴壳旋壁的细微构造

I—单层式 ;II—三层式 ;III—四层式 ;IV—二层式

1—致密层 2—内外疏松层 3—透明层 4—蜂巢层

(三) 䗴类的地史分布及地质意义

䗴类最初出现于早石炭世晚期 ,全盛于二迭纪至晚二迭世末期全部绝灭。它在地理上分布广泛 ,几乎全球各洲的石炭纪、二迭纪海相沉积中均有发现 ,而且演化迅速 ,因此 ,对石炭、二迭纪地层的划分、对比有很重要的价值 ,是一种良好的标准化石。

二、珊瑚

(一) 珊瑚的一般特征

珊瑚是海生底栖固着生活的高等腔肠动物 ,有单体和群体(复体)之分 ,一般生活于温暖清澈的浅海区。珊瑚动物的软体叫珊瑚虫 ,形态呈袋状 ,顶端有口 ,口周围环生许多触手 ,口下有一食道(食管)与腔肠(体腔)相通 ,腔肠内有许多放射状排列的隔膜(图 2-1-3)。

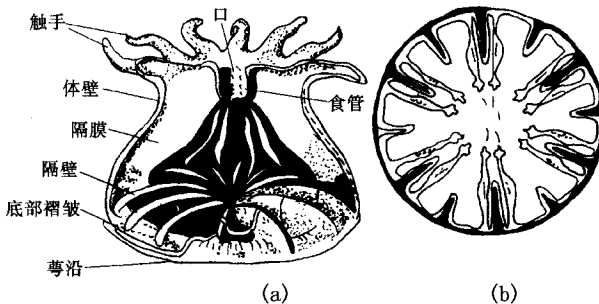


图 2-1-3 珊瑚的解剖结构图

(a) 现代六射珊瑚软体与骨骼的关系 ;

(b) 横切面 :长的为隔膜 ,短的为隔壁

珊瑚硬体称珊瑚体 ,其外围的壁称之为外壁 ;体内有呈放射状排列的直立的薄骨板 ,称为隔壁 ;有水平方向排列的骨板称为床板(横板) ;珊瑚体边缘 ,介于隔壁之间有上下叠置 ,状如鱼鳞大小均一的上凸小板 ,称为鳞板 ;有时珊瑚体边缘有不规则的 ,切割隔壁的 ,

状如泡沫的小骨板称为泡沫板 ;有的珊瑚体的中心有直立的钙质实心轴 称为中轴 ;有的则是直立的 ,且横切面是呈蛛网状的虚心轴 称为中柱。

(二)四射珊瑚

四射珊瑚有单体及复体之分 ,单体外形常呈锥状、柱状及拖鞋状 ,复体常呈丛状和块状。四射珊瑚的隔壁和床板都很发育。隔壁有原、后生之分。原生隔壁有六个 :主隔壁、对隔壁、两个侧隔壁和两个对侧隔壁 ,这六个隔壁把珊瑚体分为两个主部和两个对部。后生隔壁又有长隔壁和短隔壁之分 ;长隔壁又称一级隔壁 ,生长于主部及对部 ,生长时 ,每次在两个主部和两个对部都同时分别长出一个 ,共四个 ,因而得名四射珊瑚(图 2-1-4)。短隔壁又可分二级、三级隔壁 ,生长于长隔壁之间且为不分先后同时长出 ,是为轮生。

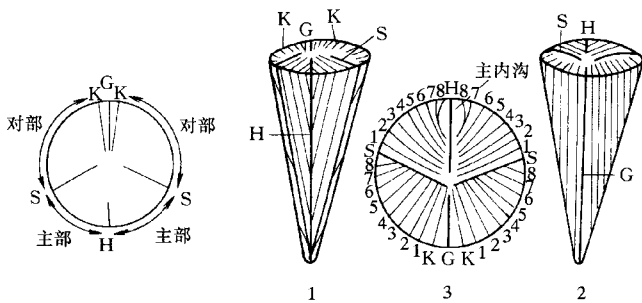


图 2-1-4 四射珊瑚隔壁排列方式示意图

H—主隔壁 ;G—对隔壁 ;S—侧隔壁 ;K—对侧隔壁

1~8 为一级隔壁及其生长顺序。

根据四射珊瑚的内部构造可分为四种构造类型 :单带型——隔壁 + 床板 ;泡沫型——只有泡沫板 ;双带型——隔壁 + 床板 + 鳞板(或泡沫板)及隔壁 + 床板 + 中轴或中柱 ;三带型——隔壁 + 床板 + 鳞板(或泡沫板) + 中轴或中柱(图 2-1-5)。

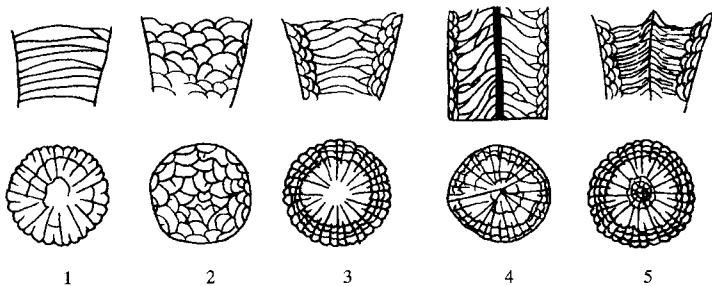


图 2-1-5 四射珊瑚的构造类型

1—单带型 2—泡沫型 3—双带型 4、5—三带型

(三) 床板珊瑚

床板珊瑚全为复体珊瑚,块状或丛状,由许多细小的管状小个体组成,管内床板发育,因而得名。床板珊瑚的隔壁不发育,个体之间的连接构造有连接孔、连接管或连接板。

(四) 珊瑚的地史分布及地质意义

珊瑚包括许多现存和已灭绝的种属,其中四射珊瑚和床板珊瑚化石甚多。

四射珊瑚在古生代非常繁盛,进化迅速,构造由简单到复杂,石炭、二迭纪时出现了中柱或中轴构造,到二迭纪末全部绝灭。

床板珊瑚化石最早见于晚寒武世地层中,具联结构造的种类始于中奥陶世,以中志留世和中泥盆世为最盛时期,石炭纪时大为减少,二迭纪末趋于绝灭。

我国古生代地层中,四射珊瑚、床板珊瑚化石丰富,对奥陶纪至二迭纪海相地层划分、对比和进行岩相分析都具有十分重要的意义。

三、腕足动物

(一) 腕足动物的一般特征

腕足动物全为海生单体动物。软体有两个旋曲的腕(纤毛环),为呼吸及捕食之用,故名腕足。一般体外具有不对称的两瓣外壳,两壳大小不等,一般大的称为腹壳,小的称为背壳,每壳左右两侧对称,常有内茎从腹壳上的茎孔伸出。

腕足动物大多群居在水深 200m 以内的温暖的浅海中,几乎全属固定底栖,也有少数生活在深海中。化石一般保存完整,灰岩、页岩或砂岩中均有保存。

(二) 腕足动物壳的形态及外部构造

腕足动物壳形随着观察方向不同而变化很大:在腹视或背视时,常有近方形、圆形、卵形和三角形等;侧视时,则反映两壳的凹凸形态,可分双凸、平凸、凹凸、凸凹和双曲等类型,每一类型的前一字形容背壳,后一字则形容腹壳的形态(图 2-1-6)。一般将两壳的开闭部定为前方,铰合部定为后方。其壳长指前后端之间的最大距离,壳宽指与壳长垂直的壳体两侧之间的最大距离,壳厚指垂直壳长、壳宽的两壳之间的最大距离(图 2-1-7)。



图 2-1-6 腕足动物两壳凸凹的类型

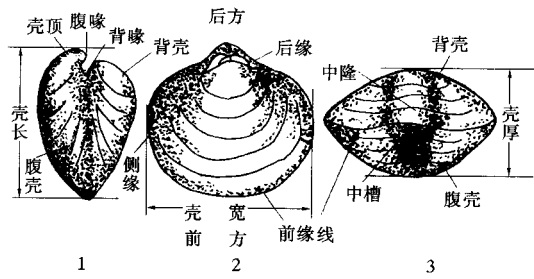


图 2-1-7 腕足动物壳体定向及度量

1—侧视 2—背壳正视 3—前视

一般腹壳中央常凹陷,称为中槽;背壳中央常凸起,称为中隆。壳后方中央的高凸处称为壳顶。壳顶附近弯曲而尖锐部分称壳喙。两壳在后部较合的接触线称铰合线。铰合线与壳喙之间的三角形面称铰合面。铰合面中央的三角形孔洞称三角孔。覆盖在三角孔上的一块三角形板状物称为三角板(图 2-1-8)。

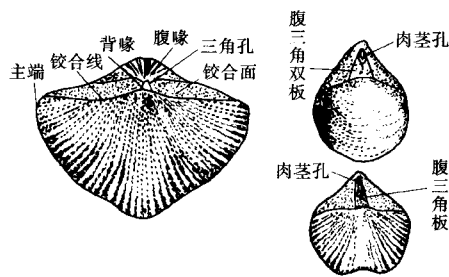


图 2-1-8 腕足动物壳的外部构造

(三)腕足动物的地史分布及地质意义

腕足动物从寒武纪到现代都有,繁盛于古生代。寒武纪和奥陶纪是无铰纲繁盛时期,此后逐渐衰退延至现代;有铰纲在奥陶纪开始繁盛,志留、泥盆纪时达于极盛,石炭、二迭纪时仍然相当繁盛。古生代末,大量属种灭绝;中生代时大为衰退,新生代时只剩下少数属种。

腕足动物标准化石很多,对古生代海相地层的划分与对比具有重要意义。

四、软体动物

软体动物包括现生的螺、蚌、乌贼等,广布于咸水、淡水和陆地上。软体动物从古生代到现代都很繁盛,很多属种是重要的标准化石。

(一)腹足类

腹足类是现代软体动物中最庞大的一类,属种繁多,分布广泛,大多生活于水底,少数生活于陆地,营爬移、钻穴及附着等生活。软体居于壳内,肌肉足发达,位于躯体腹面,故而得名(图 2-1-9)。



图 2-1-9 腹足动物的软体构造

腹足类螺壳由螺环组成,最大(最后)的一个螺环叫体环(体螺环);其余螺环总称为螺塔,螺塔的尖端称螺顶,最初几个螺环的外切线在螺顶处的交角称顶角,螺壳旋卷宽松时在壳的中心所留下的凹陷称为脐孔,螺壳旋卷紧密时在壳中心所形成的实心的壳质轴,称为壳轴(中轴);体环开口处为壳口;壳口前端的一条长沟称前沟;口缘外翻光滑部分为唇,靠近螺轴者为内唇;另一侧为外唇(图 2-1-10)。

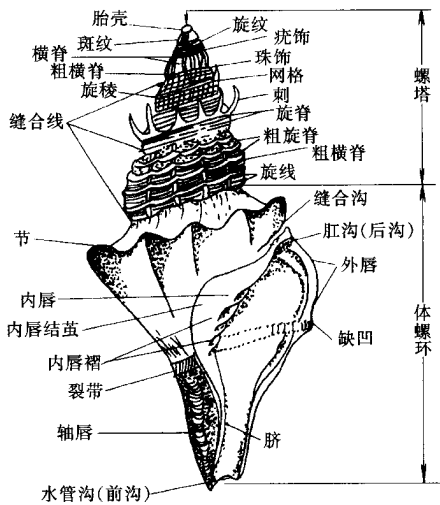


图 2-1-10 腹足动物螺壳综合构造图

腹足类最早出现于寒武纪,时代越新越繁盛,现代达全盛。奥陶纪、石炭纪、中生代的侏罗白垩纪和新生代是腹足类在地史上的四个繁盛期。

(二)双壳类

双壳类的软体左右两侧对称,头部退化,因为两片外壳一般互相对称,故名双壳类。

又因具有两对瓣状鳃和一个斧状的肌肉足,故又称为瓣鳃类或斧足类。双壳类大多营浅水底栖的爬移、钻穴或固着生活,少数还可以浮游。

双壳类的壳形有圆形、椭圆形、三角形或扇形等。两壳的尖锐部分称壳喙;壳喙附近的高凸部分称壳顶。将壳顶向上,壳喙尖端指向观察者前方,此时位于对称面左边的壳称为左壳,右边的壳称为右壳;壳喙尖端所指方向称为前方,相反的方向称为后方。上方称为背部,下方称为腹部,壳面光滑或具同心纹线、层或放射纹线、褶,有的具瘤、刺等壳饰。有些双壳类在壳喙前面的韧带区形成新月形凹陷,称为小月面,壳喙后面的狭长的凹陷,称为盾纹面。此外壳顶前后有翼状伸出部分,分别称前耳及后耳(图 2-1-11)。

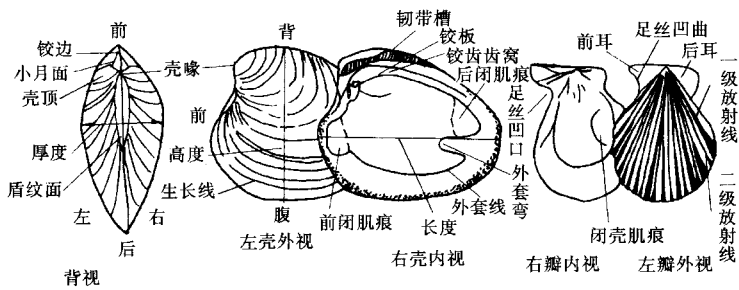


图 2-1-11 双壳类壳的构造

双壳类在早寒武世开始出现,一直延续到现代,以中、新生代最为繁盛。海相双壳类最早见于早寒武世,陆相双壳类从泥盆纪才开始出现。我国三迭纪的陆相双壳类化石主要产于北方。侏罗、白垩纪时,海、陆相的双壳类均很繁盛。但因我国侏罗、白垩系几乎全为陆相地层,故多见陆相双壳类化石。在划分、对比中生代、新生代地层中,双壳类化石具有重要的实际意义。

(三) 头足类

头足类是软体动物中最高级的一纲。头很显著,在口的周围生有许多触腕用以捕食、爬行和游泳,故名头足类。头足类全为海生肉食性动物,善于游泳,也可爬行,身体两侧对称。大多数头足类的软体外包有硬壳,如鹦鹉螺类和菊石类,少数硬壳被包在软体中,如箭石、乌贼类。在我国,以鹦鹉螺类和菊石类化石最为重要(图 2-1-12)。

头足类外壳壳形以锥形和平旋形为主,壳有前方、后方、腹、背方之分,旋壳中央的凹陷称为脐,壳表面有生长线、横肋(棱、脊)、纵肋、脊、瘤、突起、刺等壳饰。

壳内部构造有:胎壳、住室(体室)、气室、隔壁(梯板)、隔壁孔、隔壁颈或隔壁领、连接环、体管、缝合线(隔壁与壳壁内面的交线)等(图 2-1-13、图 2-1-14)。

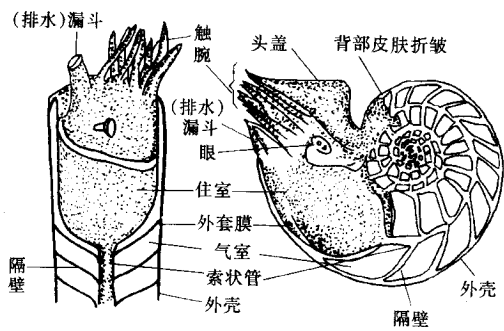


图 2-1-12 具外壳头足类的软体构造

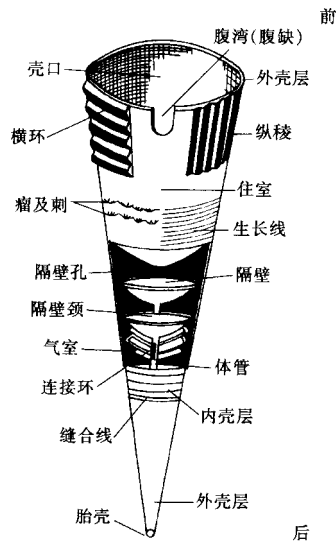


图 2-1-13 直角石壳的构造(示意图)

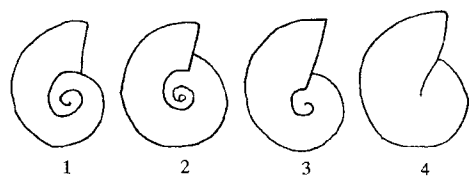


图 2-1-14 平旋壳的类型

1—外卷 2—半外卷 3—半内卷 4—内卷

鹦鹉螺类出现于晚寒武世,至奥陶纪、志留纪达到全盛,在泥盆纪后大为衰退。菊石类从晚古生代出现,至中生代兴盛,中生代末灭绝。鹦鹉螺类在奥陶纪海相地层中,菊石类在晚古生代及中生代海相地层中留下了非常丰富的化石,具有重要的地层意义。

五、三叶虫

(一)三叶虫的一般特征

三叶虫是较低等的节肢动物,营浅海底栖爬行或游泳等生活。其背甲在横向上分为头、胸、尾三部分,在纵向上被两条从头到尾的背沟分为轴部和两个肋部三部分,故名三叶虫。三叶虫背甲一般为椭圆形。头、尾及胸甲常分散保存为化石,以头、尾甲化石常见。

(二)三叶虫的背甲构造

三叶虫头甲多呈半圆形,分头鞍和颊部两部分。头鞍上有鞍沟、鞍叶,头鞍之后有颈沟、颈环、颈环上可具瘤或刺,颊部被面线分为固定颊和活动颊,固定颊上有眼叶,活动颊上有眼,头鞍与固定颊合称头盖。头甲的边缘分称为前边缘、侧边缘和后边缘,前边缘被一边缘沟分为内边缘和外边缘,侧边缘与后边缘相交处称颊角,颊角若向后延伸便成颊刺。

三叶虫胸甲由胸节组成,胸节由轴节和肋节组成。轴节上有关节半环,肋节上有肋沟,其末端向后延伸成肋刺。

三叶虫尾甲分为尾轴和尾肋,尾轴、尾肋上分节数相等或不相等。尾缘可具缘刺、尾刺等(图 2-1-15)。

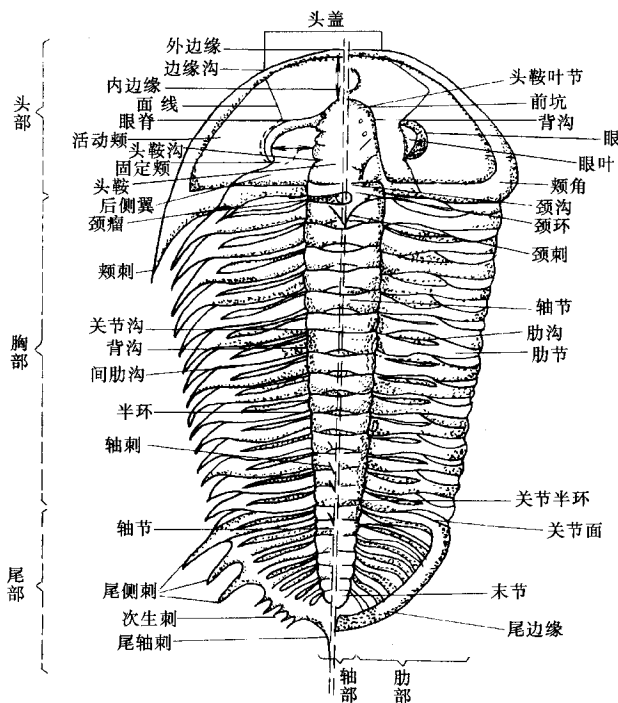


图 2-1-15 三叶虫背甲构造图

(三) 三叶虫的地史分布和地质意义

三叶虫在寒武纪初已大量出现,寒武纪、奥陶纪时极为繁盛;志留纪开始衰退,晚古生代仅存少数代表,古生代末全部灭绝。

我国三叶虫化石非常丰富,分布广泛,是寒武纪地层划分对比的重要根据。

六、笔石动物

(一) 笔石动物的一般特征

笔石动物是一类已经绝灭的海生群体动物。由于其几丁质的骨骼形成化石后,很像铅笔在岩石上书写的痕迹,故名笔石。笔石多数营海生漂流生活(少数固着海底),分布广,演化快,数量多,是奥陶纪、志留纪的重要标准化石。

(二) 笔石体的主要构造

笔石动物的硬体统称笔石体,它由一个胎管和一个或多个笔石枝组成(图 2-1-16)。胎管位于笔石体始端,胎管上有胎管口、胎管刺、线管、由线管硬化的管轴。胞管是笔石软体的住室。第一个胞管从胎管长出,从第二个胞管开始,后一胞管是从前一胞管上长出,这样连续生长,便形成笔石枝。胞管一端连通形成共通沟(共管),另一端向外开口称胞管口(图 2-1-17)。

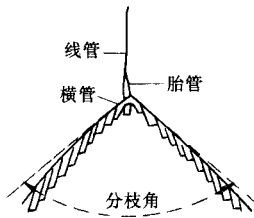


图 2-1-16 由两个笔石枝组成的笔石体

(三) 笔石动物的地史分布与地质意义

笔石动物最早出现于中寒武世,奥陶纪、志留纪最盛,早泥盆世末期衰退,至早石炭世全部绝灭。由于正笔石动物地史分布短,地理分布广,演化迅速,成为划分对奥陶纪、志留纪地层的重要标准化石。

七、古脊椎动物

脊椎动物是动物界中最高等的一类,例如鱼、蛙、鸟、狗、猴、人等,种类繁多,适应能力强。

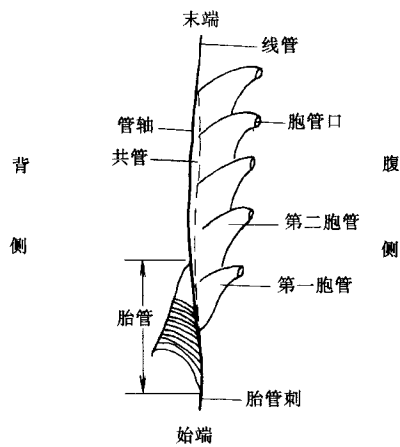


图 2-1-17 笔石体构造

除了都具有脊椎骨外 ,还有以下的共同特点 :

- 1. 身体两侧对称 ,一般可分为头、颈、躯干和尾部。
- 2. 身体具有两对附肢作为运动器官(低等脊椎动物的附肢不成对 ,水生种类的附肢为鳍)。
- 3. 具有发育完善的中枢神经和脑。
- 4. 具内外两种骨骼 ,主要为内骨骼(外骨骼如鱼鳞、蹄、角、鸟的羽毛等)。

低等脊椎动物为水生 ,后来逐步演化发展到陆地和空中生活。脊椎动物的分类见图 2-1-18。

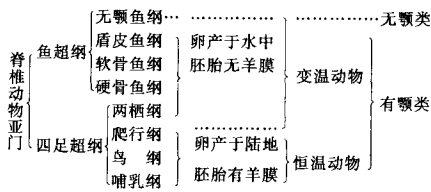


图 2-1-18 脊椎动物分类图

脊椎动物化石最早见于奥陶纪地层中 ,泥盆纪是鱼类繁盛发展的时代 ;石炭、二迭纪是两栖类主要的发展时期 ;中生代时爬行类盛极一时 ,新生代哺乳类和鸟类兴起 ;生物的演化发展规律很显著。脊椎动物个体较大或很大 ,身体结构也复杂 ,所以化石常是较零散骨骼 ,其中以头骨和牙齿最为重要 ,鉴定价值最大 ,但一般比较难以鉴定。

八、古植物

一般将植物分为两大类 :低等植物和高等植物。其分类情况如图 2-1-19。

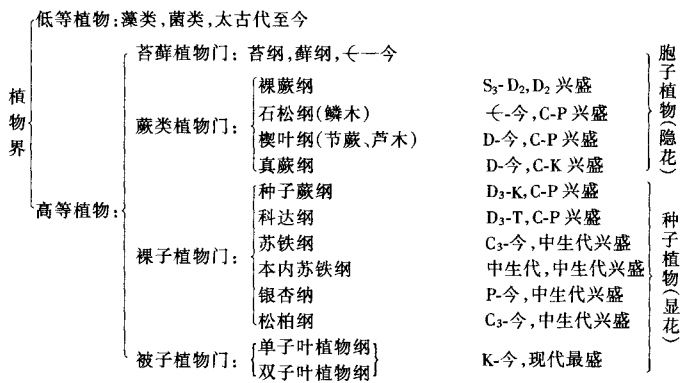


图 2-1-19 植物自然分类及其兴衰时期简图

低等植物没有根、茎、叶的分化,又称为叶状体植物,绝大多数为水生。其中含有各种色素的为藻类(如蓝藻、绿藻、红藻等);不含色素的为菌类。故一般又统称为菌、藻植物。近些年来在南非地区距今 35 亿~32 亿年前的太古宇中发现有菌类和藻类化石。而藻类化石的大量出现,则始于中、晚元古代,其中叠层石最重要。

高等植物一般都有根、茎、叶的分化,并有输导组织,因而能适应陆上生活,故又称为茎叶植物。植物的根、茎、叶等常分散保存为化石。其中保存最多的为叶化石,其次为茎化石。植物的孢子、花粉、果实亦能保存为化石。由于孢粉体积微小,数量极多,各种类型的沉积地层中均有保存,可用以划分、对比地层,尤其是在石油、煤田勘探工作中及解决不含大化石的地层年代问题上作用更大。

第二章 地层与岩相

地史——地球的发展历史。地史学即历史地质学,是一门研究地球历史的科学。它主要是研究地壳发展历史和规律的一门地质学科。地史学研究的内容是:研究生物发展史,以确定岩层的时代顺序及其划分和对比;研究沉积发展史,确定岩层形成的环境条件,以重塑古地理;研究构造发展史及与之有关的岩浆活动和变质作用。地史学研究的主要资料就是地层及其所含化石。地史学根据地层的组成、分布、变形及生物化石等方面的特征来分析地壳发展的历史。

第一节 地层的划分、对比及地质年代表

一、地层的概念

地层是在一定的地史时期中和一定的地质环境下形成的层状岩石。因而,地层具有一定的层位,它可以是沉积岩或是火山岩或是由它们变质而来的变质岩;它是层状岩石;各地层之间可以可见的层面为界,也可以岩性、化石及地质年代等划定的界面为界;它与岩石的区别是,它具有时间和空间概念,而岩石没有。例如灰岩,它只是一种岩石的名称,而由灰岩构成的“船山组”,则是在晚石炭世形成的,分布于华南一带、有一定厚度的一套岩层,它有明显的生成时间和一定分布空间范围的涵义。

二、地层的划分和对比

地层划分——对某一地区的地层剖面,依据其生成顺序、岩性特征、古生物化石特征等内在规律,将其划分为若干个适当的单位(描述单位或分层单位),并建立这个地区的地层系统的过程。

地层对比——研究和确定不同地区地层剖面的地层特征及其相互的时间关系的过程。

地层划分对比的方法主要有如下几种:

(一)地层层序律法

按岩层形成的原始顺序,先形成的在下,后形成的在上的这种自然规律来判别岩层相对新老关系的方法,称之为地层层序律法。

(二)生物地层学法

利用古生物化石划分、对比地层的方法称为生物地层学方法,常用的有以下几种:

1. 标准化石法

在地层中保存的化石,那些地史分布短,演化迅速,地理分布广,数量多,特征明显,仅出自一定层位的古生物种属化石,叫标准化石。利用标准化石来划分、对比地层的方法称为标准化石法。

2. 生物群组合法

在野外常常可以见到多种不同类型的化石出现在同一层或同一个地层系统之中。如果把所有这些生物化石(即化石组合)进行综合分析来划分、对比地层,就叫生物群组合法。

3. 孢粉分析法

根据地层中所含孢子或花粉的组合特征来划分、对比地层的方法称之为孢粉分析法。对一些不含大型化石的地层的划分、对比具有重要的意义。

由于生物的进化、发展具有阶段性、进步性和不可逆性,因此,保存在地层中的化石,在不同时代的不同层位上也就不同。任何一个“种”的化石,只能在某一段地层中存在。另外,同一时期生物界总体面貌具有一致性。这些就是生物地层学方法能够准确地划分、对比地层的依据。

(三)岩石地层学方法

在不同时间和不同沉积环境下,形成的岩石往往具有不同特征。根据岩石的岩性特征来划分和对比地层的方法叫岩石地层学法。主要可分以下几种:

1. 岩性法

利用岩层的不同岩性特征如 颜色、粒度、成份、硬度 ,原生结构构造及风化特征等来划分、对比地层的方法。这种方法只能适用于较小范围内。如华北蓟县和昌平两个地区的上元古界青白口系 ,按其岩性可划分为三个部分 :下部以页岩为主 ,称“ 下马岭组 ”;中部以砂岩为主 ,称“ 长龙山组 ”;上部主要为砂岩、泥灰岩 ,称“ 景儿峪组 ”。

2. 标志层法

利用岩层中的标志层来划分对比地层的方法。地层剖面中 ,那些厚度不大、岩性稳定、特征突出 ,易于识别的岩层称之为标志层。如华北地区下寒武统馒头组顶部有一层鲜红色易碎页岩 ,厚度不大而且稳定 ,自辽宁经山东、河北直到河南均有出露。所以这一具有特殊颜色的岩层就可作为划分、对比我国北方下寒武统馒头组顶界的一个很好的标志层。

3. 沉积旋迴法

利用岩层中的沉积旋迴的材料来划分、对比地层的方法称之为沉积旋迴法。

所谓沉积旋迴是指地层的岩性粗细在剖面纵向上出现连续的、有规律的更迭 ,如由砾岩—砂岩—页岩—灰岩 ,或出现相反的情况。沉积旋迴的形成是由于沉积环境条件随着时间的推移发生更迭的结果。而这种沉积环境的更迭主要与地壳周期性的下降、上升运动交替进行有关 ,而这种运动常波及很大的范围。所以 ,沉积旋迴现象可以作为一定区域内地层划分、对比的依据(图 2 - 2 - 1 示沉积旋迴与地层划分的关系)。

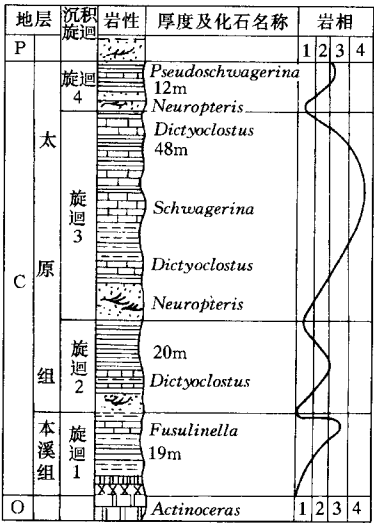


图 2 - 2 - 1 山西石炭纪地层柱状图 ,表示沉积旋迴与地层划分的关系
(据王鸿祯 1980)

(四) 地层接触关系法

利用地层间的假整合和角度不整合的接触关系来划分、对比地层的方法(图 2-2-2)。

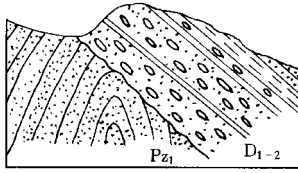


图 2-2-2 角度不整合接触

假整合和角度不整合面的存在,表明在一定的区域范围内,在一定的地质历史时期中曾有一个明显的沉积间断。新老地层间被一个沉积间断面(剥蚀面)所分开,这是地层中的自然地质界面,因而可利用来划分、对比地层。

此外,还有地球物理学方法、同位素年龄法等方法。

三、地层单位和地质年代表

(一) 地层单位

由于地层划分的依据不同,也就有多种类型的地层单位,目前国际上一般把地层单位分为:岩石地层单位、生物地层单位和年代地层单位三类。这里主要介绍岩石地层单位和年代地层单位。

1. 岩石地层单位

以地层的岩性、岩相特征作为主要依据而划分的地层单位,叫岩石地层单位。这种地层单位主要用来反映一个地区的沉积过程和环境特征,因而只能适用于一定范围。地方性或区域性地层层序主要是由这类单位构成的。它是一般地质工作的基本实用单位。岩石地层单位分为群、组、段、层等四级。

组 是岩石地层单位的基本单位,一个“组”具有岩性、岩相和变质程度的一致性。它可以由一种岩石组成,也可以由两种或更多的岩石互层组成。一个组常用地名加“组”来命名,如筲竹寺组、馒头组。

段 是比“组”低一级的地层单位,是组的再分,代表组内具有明显岩性特征的一段地层。段可用地名加“段”命名,如乌龙箐段,也可以用岩石名称加“段”来命名,如石灰岩段等。

层 最小的岩石地层单位。指组内或段内的一个明显的特殊单位层。通常对能起标志层作用的层才起专名。

群 是级别比组高一级的最大岩石地层单位。由两个或两个以上经常伴随在一起而又具有某些统一岩石学特点的组联合构成,如石千峰群,但组不一定归并为群。群也可以是一套厚度巨大没有作过深入研究,但很可能划分为几个组的岩系。一大套厚度巨大、组分复杂,又因受构造干扰致使原始顺序无法重建时,也可以看做一个特殊的群。群的命名是用地名加“群”,如泰山群。群与群之间有明显的沉积间断或不整合。

2. 年代地层单位

年代地层单位主要是以地层的形成地质年代为依据而划分的地层单位。年代地层单位和地质年代表中的年代单位有严格的对应关系。年代地层单位的级别,由大到小依次分为宇、界、系、统和阶、时间带等六个不同等级。其中,宇、界、系、统是全世界可以作为对比的统一标准,称为国际性地层单位;阶和时间带一般只适合用于某一个大区域内,故又称大区域性地层单位。

宇 是最大的年代地层单位。根据生物是稀少、低级还是丰富、高级,把整个地层划分成三个宇:太古宇、元古宇、显生宇。

界 是宇中所划分的次一级地层单位。如显生宇内由老至新划分为古生界、中生界和新生界。界主要是根据生物演化的巨大阶段来划分的。

系 是界内所划分的次一级地层单位。如古生界从下到上依次分为寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系和二迭系。

统 是系内划分的次一级地层单位。一个系有的分为二个统,如二迭系下统和二迭系上统。有的系可分为三个统,如泥盆系下统、泥盆系中统和泥盆系上统。

阶 是统内进一步划分的地层单位。一个统可以分为几个阶。如我国上寒武统自下而上分为崑山阶、长山阶和风山阶。

时间带 是在年代地层单位中级别最低的一个正式单位。是根据生物属、种的延限带建立起来的地层带。延限带是指任一生物分类单位在其整个延续范围之内所代表的地层体。

(二) 地质年代单位和地质年代表

1. 地质年代单位

不同等级的年代地层单位所对应的地质年代称为地质年代单位。

由于同一岩石地层单位的时限在各地不一致,变动较大,其地质年代单位一般笼统地称为“时”、“时代”或“时期”。

地层单位和地质年代单位的关系如下表 2-2-1。

表 2－2－1 地层单位和地质年代单位的分类及相互关系表

地层单位分类	使用范围	地层划分单位	地质年代单位
年代地层单位	国际性的	宇	宙
		界	代
		系	纪
		统	世
	大区域性的	(统)	(世)
		阶	期
		时间带	时
岩石地层单位	地方性的	群 组 段 层	时(时代、时期)

2. 地质年代表

地质年代表是综合了世界的地层划分、对比和生物发展阶段的研究,结合同位素地质年龄资料编制而成的(表 2－2－2)。

表 2-2-2 地质年代表

地质时代(地层系统及代号)				同位素年龄值 Ma	构造阶段 (及构造运动)	生 物 界							
宙 (宇)	代 (界)	纪(系)	世(统)			植 物	动 物						
显生宙 (宇 PH)	新生代 (界 K _z)	第四纪(系)Q	全新世(统 Q _h)	0.01	新阿尔卑斯构造阶段 (喜马拉雅构造阶段)	被子植物繁盛	出现人类						
			更新世(统 Q _p)										
		第三纪(系 R)	新第三纪(系)N	上新世(统 N ₂)			2.5	哺乳动物与鸟类繁盛					
				中新世(统 N ₁)									
			老第三纪(系)E	渐新世(统 E ₃)			23						
				始新世(统 E ₂)									
		中生代 (界 M _z)	白垩纪(系)K	晚白垩世(统 K ₂)			65		老阿尔卑斯构造阶段	燕山构造阶段	裸子植物繁盛	爬行动物繁盛	
				早白垩世(统 K ₁)									
	侏罗纪(系)J			晚侏罗世(统 J ₃)	135								
				中侏罗世(统 J ₂)									
				早侏罗世(统 J ₁)									
				三迭纪(系)T	晚三迭世(统 T ₃)	205							
	中三迭世(统 T ₂)												
	早三迭世(统 T ₁)												
	古生代 (界 P _z)		二迭纪(系)P	晚二迭世(统 P ₂)	250	(海西)华力西构造阶段	印支构造阶段	蕨类及原始裸子植物繁盛	两栖动物繁盛				
				早二迭世(统 P ₁)									
			石炭纪(系)C	晚石炭世(统 C ₂)	290								
				早石炭世(统 C ₁)									
				泥盆纪(系)D	晚泥盆世(统 D ₃)					355			
			早泥盆世(统 D ₁)										
			元古宙 (宇 PT)	古生代 (界 P _z)	志留纪(系)S					晚志留世(统 S ₃)	410	加里东构造阶段	真核生物进化 藻类及菌类植物繁盛
	中志留世(统 S ₂)												
	早志留世(统 S ₁)												
奥陶纪(系)O	晚奥陶世(统 O ₃)	439											
	中奥陶世(统 O ₂)												
	早奥陶世(统 O ₁)												
	寒武纪(系)Є	晚寒武世(统 C ₃)			510								
中寒武世(统 C ₂)													
早寒武世(统 C ₁)													
新元古代(界)(P ₃)		震旦纪(系)Z			晚震旦世(统 Z ₂)	570	晋宁运动	吕梁运动	阜平运动	裸露无脊椎动物出现			
	早震旦世(统 Z ₁)				700								
	青白口“纪”(系)Qh				800								
	中元古代(界)(P ₂)	蓟县“纪”(系)Jx			1000								
		长城“纪”(系)Che											
		古元古代(界)(P ₁)			溱沱“纪”(系)Ht	1800							
	未 名												
	太古宙 (宇 AR)	新太古代(界)(A ₂)			2500								
古太古代(界)(A ₁)				3100									
冥古宙 (宇 HD)				3850									
				4600	地球形成	生命现象开始出现							

(引自叶俊林等《地质学概论》,1996)

第二节 岩相分析

地层是地质历史遗留下来的最主要的物质记录。根据地层的岩性、结构、构造特征和生物特征推论其形成环境和条件,从而重塑古地理的研究方法就叫岩相分析。岩相分析和古地理的研究不仅是再造地质历史的重要方法,并且对一些沉积矿产(如石油、煤、磷块岩等)的找矿和勘探有重要的指导意义。

一、沉积相的概念

沉积岩是在一定的自然地理环境和一定的地质条件下形成的,这些因素就决定了沉积岩的一切原生特征(包括岩石特征和古生物化石特征),这些原生特征反过来又能够反映其形成时的沉积环境。

(一)沉积相

所谓沉积相,就是沉积岩岩石特征和所含的生物化石特征及它们所反映的沉积环境的总和。例如浅海珊瑚灰岩相,指的是以珊瑚礁为主的礁状灰岩,反映出一种海水清澈温暖的浅海环境。可见,沉积相的概念中包括了沉积环境和物质记录两个方面的内容。

(二)岩相分析的原则

岩相分析的原则是:仔细研究现代沉积物与它们的形成环境和地质作用的关系,把这些研究成果应用到对地史时期沉积物的研究上。这个原则就是所谓的现实主义原则,也称历史比较原则。

二、沉积相的主要类型及特征

沉积相一般可分为海相、陆相和过渡相三大类型。

(一)海相

在正常海中(海水含盐度为 $3.5\% \pm 0.2\%$),根据海底地形和海水深度划分为滨海、浅海、半深海和深海等四个海区。于是海相沉积也相应地分为滨海相、浅海相、半深海相和深海相四种相型。

1. 滨海相特征

滨海区位于潮汐地带,波浪作用强烈,环境动荡,不适宜生物生长。沉积物比较复

杂,以碎屑(砾石、砂、粉砂)沉积为主,其次有黏土质及少量碳酸盐。常见到的岩石有砾岩、砂岩、粉砂岩等,岩层呈似层状、透镜状;化石少,保存不完整,有时夹有陆生生物;常见到交错层、波痕、雨痕和泥裂等原生构造。滨海相有关的矿产有石油、天然气等。

2. 浅海相特征

浅海区位于大陆棚地带,地势平坦,水深 0 ~ 200m,是海生生物的乐园。沉积物除砂、粉砂质和黏土质外,有大量的碳酸盐沉积。常见到的岩石有化学和生物化学成因的碳酸盐岩以及碎屑岩和黏土岩类。常具特有的礁灰岩和海绿石矿物;岩层稳定,一般为水平层理;化石丰富,生物门类众多;常见有鲕状、豆状、肾状以及竹叶状等原生结构。主要有铁、锰、磷、铝等沉积矿产。

3. 半深海相特征

半深海区位于大陆斜坡地带,水深在 200m 至 2000m 之间。水深,光线不能透射,温度低而食物少,不适于底栖生物生存。生物少,以浮游生物为主。沉积物为黏土质和碳酸盐类,以黏土岩和化学岩为主,化石稀少。

4. 深海相特征

深海区位于深海盆地,水深大于 2000m。这里黑暗无光,温度低而压力大,仅有少量漂浮生物。沉积物主要为红色黏土和深海软泥,有时可见浊流沉积物,化石极为稀少。

(二)陆相

大陆上地形复杂,气候变化大,沉积介质多样,因而陆相沉积类型繁多。陆相沉积在空间分布上是不稳定的,相变更为显著。同时代沉积物,即便在小范围内也常常是不连续的。

陆相沉积物一般以碎屑物和黏土为主,除大型湖泊外,化学沉积少见。沉积物层理和结构、构造类型多种多样。陆相沉积物中含有淡水生物和陆生植物遗体。

研究陆相的成因和分布,对寻找煤、石油、天然气以及铁、金、铂、金刚石等砂矿有着重要的意义,对工程建设也具有现实意义。

按成因陆相可分为残积相、坡积相、洪积相、河流相、湖泊相、沼泽相和冰川相、荒漠相等多种类型。

(三)过渡相

海陆过渡环境是指受海面明显的短期变化影响,由海到陆的过渡地带,它兼受海洋地质营力与大陆地质营力作用。

过渡相的主要特征是含盐度变化大;生物化石少而且具有特殊的海陆混合生物;沉积物颗粒一般较细。常见的过渡相以泻湖相和三角洲相最为重要。其中,泻湖相产钾

盐、岩盐、石膏、硼等矿产 ,三角洲相和石油等矿产有着密切的关系。

三、岩相古地理图

(一) 岩相古地理图的内容和意义

根据岩相分析 ,将某一地质时代单位的自然地理特征 ,如海陆分布、陆地起伏、剥蚀区和沉积区、沉积厚度等 ,按一定比例尺描绘在地图上就成为古地理图。在古地理单位的基础上再加上岩相带在空间上的分布就构成岩相古地理图。岩相古地理图对于了解沉积矿产中的铁、锰、铝、磷、石油、煤、岩盐等的形成条件和分布规律以及找矿方向等方面具有重要作用。

(二) 岩相古地理图的编制

在收集资料的基础上 ,根据编图目的 ,结合资料的数量和质量确定编图范围、编图单位和比例尺 ,然后开始编制各种基础图件 ,如实际材料图、沉积等厚线图、岩性图、岩相图、沉积物来源图、古生态图、古构造图等。

在基础图件的基础上 ,进行综合研究、编绘综合图件。将一个地区某一地质年代的沉积区与剥蚀区的界线、海陆分布轮廓、岩相分带、沉积等厚线综合表现在一张图上 ,就是岩相古地理图(图 2-2-3)。

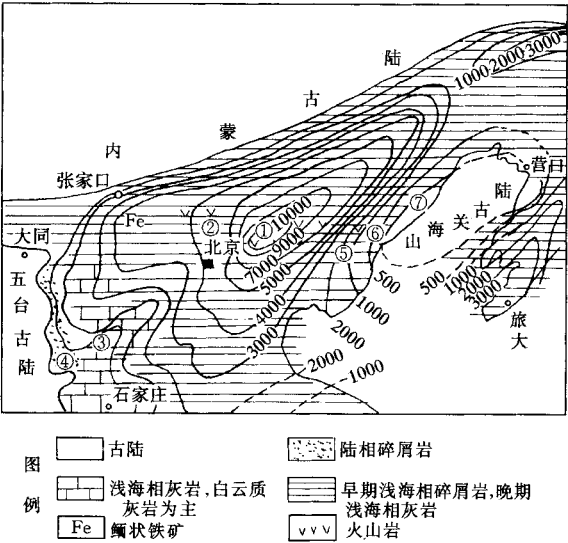


图 2-2-3 燕辽海槽元古代岩相古地理图

第三节 沉积地层的基本层序、地层格架和地层模型

沉积地层的基本层序调查——区域地层格架调查——区域地层模型研究的方法,已成为沉积岩区区域地质调查的基本方法。这是一整套融地层学、沉积学最新理论、概念、方法、成果于一体的,具有内在联系的方法体系。采用这样的方法有助于地质人员科学、客观地描述和研究沉积地层的组成、结构、时空存在状况及其他地质属性与特征,从而把精力集中在沉积地质学的重要问题之上;又能促进地质人员在客观描述的基础上产生联想,并根据实际情况、需要和学科的新发展而自动调整研究方法和内容,从而减少盲目性,增加自觉性及预见性。下面简要地介绍有关的几个概念。

一、基本层序

基本层序(Essential sequence)是沉积地层垂向序列中按某种规律叠覆的,一般能在露头范围内观察到的、代表一定地质间隔发育特点的单层组合。基本层序内各单层在沉积时不一定完全连续,但其顶、底常由更明显的侵蚀或突变界面所限定。所谓基本,是相对于地层序列中一定地层间隔(如段或组或群等)而言,一定地层间隔往往由某1~2种基本层序反复重现组成。它是地层单位最重要的实质性内容之一,是地层最原始的结构和最基本的细胞组织。

基本层序内各单层一般是有某种成因联系的,它们可能是一个沉积过程不同阶段的产物,或者是同一环境中出现的各种沉积——成岩作用产物的规律性组合。因此,研究基本层序对查明一定地层间隔的成因、形成环境和沉积作用有重要的意义(图2-2-4)。

基本层序按其性质可划分为旋迴性基本层序和不显旋迴性的基本层序。

旋迴性基本层序:由于沉积作用本身具有自旋迴性,只要外界随机因素的干扰不过分强大,沉积作用的产物就会呈现旋迴性特点,所以沉积序列多带有旋迴性,这也是我们识别、划分基本层序的主要依据之一。旋迴性基本层序是由三个以上的单层按一定顺序依次叠置而成的,多在一定地层间隔反复重现。因此,可以用基本层序的个数及代表性单层组合来表示该区间隔的组成与结构特征。这种基本层序多是某种周期性过程中他旋迴与自旋迴机制联合作用(以前者为主)的产物,它不仅是解开沉积作用和环境之谜的钥匙,而且在将来其中一部分还可能成为详细测年的工具。

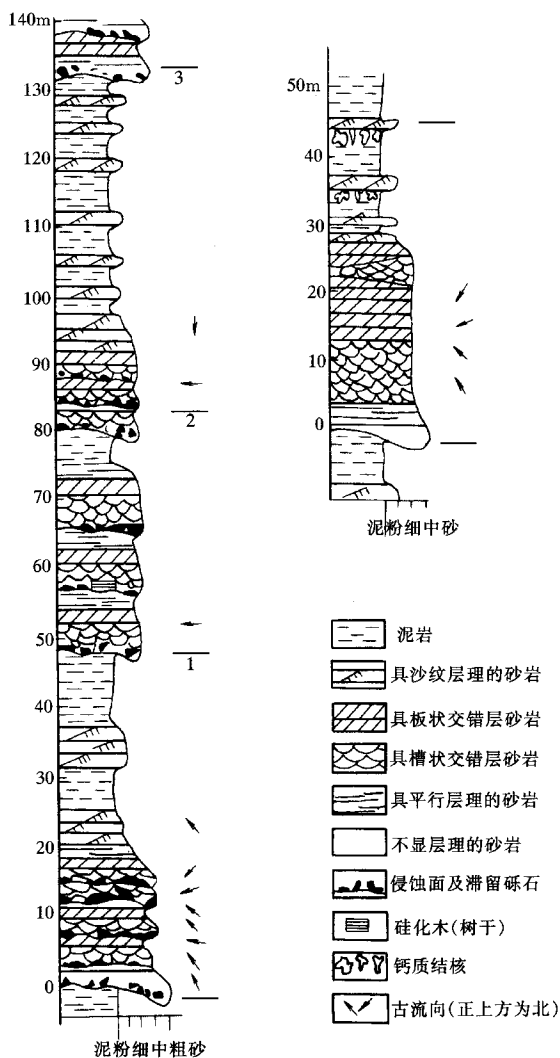


图 2-2-4 地层的基本层序

(引自魏家庸等《沉积岩区 1:5 万区域地质填图方法指南》1991)

不显旋迴性的基本层序 :凡肉眼看不出垂向变化规律的沉积序列 ,如岩性单一的黏土页岩或泥岩 ,看不出叠覆规律的薄层(毫米至厘米级)韵律沉积等 ,可以任取一段地层柱当作岩性均匀的不显旋迴性的基本层序 ,来表示该地层间隔的特征。

厚大的生物礁、丘 ,单一的灰岩等根据其中的特殊夹层或成岩作用标志(包括胶结类型的变化、内沉积物的富集部位等)或生物特征的变化等来识别基本层序。

个别的地层间隔内不同岩性的单层呈随机组合关系 ,可根据较明显的特殊沉积层 ,如块体流沉积层、生物富集层或侵蚀、突变界面等分出基本层序。

由上述可见“基本层序”与沉积学术语“相组合”,在某种情况下是相当的,但比相组合的含义更广。它们是描述性术语,与解释性术语“相模式”不同。

二、地层格架

区域性岩石地层单位的时、空有序排列形式称为地层格架,它可以用一定的几何图形来表示。地层格架又可分为空间格架和时间格架两类。地层的空间格架又叫做岩石地层的沉积格架,时间格架又叫年代地层格架。两类格架中,岩石地层格架为基础,它是客观存在的,是可根据岩石地层序列的结构和空间排列特征、几何形态、几何关系查觉的描述性格架,是沉积盆地分析和沉积地层及层控矿产分布规律预测的基础。年代地层格架是解释性格架。要建立高分辨率的年代地层格架,除使用生物地层方法和年代地层方法之外,还必须研究岩石地层格架的几何关系。

三、地层模型

地层模型(Stratigraphic model/pattern)是地层实体的形态、组成、结构、时空存在状况的简化表达和综合解释,研究和建立地层模型是进行盆地地层分析的基本方法。

地层模型还可以分为不同的亚类:仅表示一个地层垂向间隔的组成和结构的,为剖面地层模型;表示岩石地层单位的形态、时空分布、组成与结构变化、同其他地层单位的相互关系的,为岩石地层模型;表示生物地层单位的组成、地层位置、地层标志、时空变化的,为生物地层模型;表示某一地区年代地层单位的结构特征、与岩石地层单位、生物地层单位等的相互关系的,为年代地层模型。

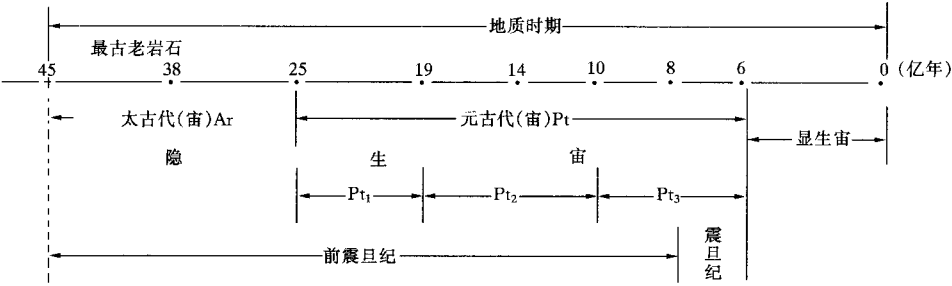
第三章 地质年代

第一节 前古生代

前古生代(A_nP_z)又称前寒武纪($A_n\in$) ,指的是寒武纪以前的地史时期 ,也就是指离现在 6 亿年以前的地史时期。

这是一段漫长的地史阶段。若以 45 亿年前作为地球形成时期 ,这个地史阶段就有 39 亿年 ,若以 38 亿年前地球上开始有地质作用的时间计 ,也有 32 亿年之久。这个漫长的地史时期又可分为若干个阶段(表 2 - 3 - 1)。

2 - 3 - 1 前古生代阶段的划分及时限范围



前古生代的生物界与古生代相比 ,显得十分的原始、低级和贫乏 ,以水生的菌藻类为主。只是到了这个地史阶段的末期 ,才出现低级的海生无脊椎动物。

前古生代形成的地层叫前古生界(前寒武系)。由于受到多次的地壳运动和岩浆活动的影响 ,前古生界均受到程度不同的变质作用。前古生代地层中蕴藏了极为丰富的矿

产。

由于震旦纪在地史中占有特殊的地位,故在后面独立叙述。

一、前震旦纪(AnZ)

本地史阶段包括距今 8 亿年以前的太古宙和元古宙,本地史阶段形成的地层称前震旦系。

(一)前震旦纪生物界及主要化石

1. 太古宙

地球上生命的出现据推测大约在 36 亿年前。但在太古宙时期的生物都是极为低等的原核生物,整个生物体呈简单的条状、片状、丝状。

2. 元古宙

(1)早元古代生物的总面貌与太古宙相似,但在早元古代末出现了真核生物,这就使得生物进化过程中完成了由原核—真核生物的发展。

(2)中、晚元古代 这个阶段生物仍以大量的微体古植物为主(菌、藻类)。不过,在中元古代时,高级藻类(如褐藻、红藻等)大量出现,这就标志着生物进化过程中完成了由单细胞—多细胞的发展。主要化石,叠层石:喀什叠层石(Pt_1)、锥叠层(Pt_2)、裸枝叠层石(Pt_3)、贝加尔叠层石(Pt_4)。微古植物:厚缘小球藻、光球藻、粗面球形藻等。

(二)中国的前震旦系

前震旦系在我国分布较广,岩层组合复杂,有变质岩、混合岩、变质沉积火山岩系及沉积岩系。其中蕴藏着丰富的铁、铜、镁、金、锰、石棉、云母等矿产。

1. 太古宇和下元古界

我国的太古宇和下元古界主要分布于昆仑山—秦岭—大别山—线以北地区。华北地区的太古宇和下元古界分布十分广泛,其中以晋冀交界的五台山—太行山地区出露较好,研究程度较高,是太古宇和下元古界典型地区之一,其剖面资料见图 2-3-1。

华北其他地区的太古宇与下元古界与上述剖面基本可以对比。山东的泰山群、内蒙和燕山的桑干群、东北南部的鞍山群、秦岭东段的登封群等与之相当。此外冀东的迁西群已获得 30 亿~36 亿年的同位素年龄资料,故迁西群为我国最老的地层。

2. 中、上元古界

我国的中、上元古界分布广,发育全,沉积类型多。其中,华北一般为未变质岩系,华南为变质岩系。

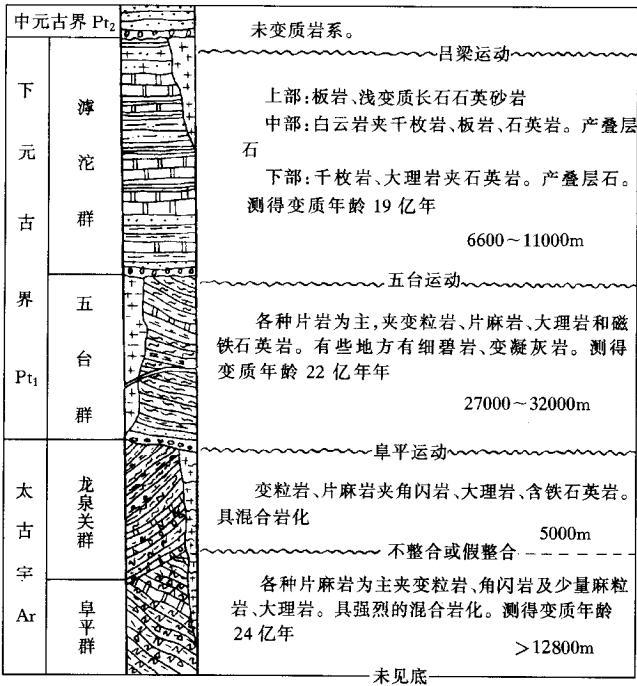


图 2-3-1 山西太行、五台地区太古宇、下元古界综合柱状剖面示意图
(引自金洪钦《古生物地史学基础》,1995)

(1) 华北地区的中、上元古界

华北地区的中、上元古界基本上属于似盖层沉积,表明华北地区自吕梁运动后,结束了地槽发展阶段而进入了相对稳定的发展阶段——地台发展阶段。蓟县地区的中、上元古界发育较全可作为代表,其剖面介绍如下:

上覆地层 下寒武统府君山组

~~~~~(蓟县运动)~~~~~不整合或假整合~~~~~

青白口系

景儿峪组 泥质灰岩。

111m

骆驼岑组 杂色海绿石砂岩、页岩。底部为长石石英砂岩,含砾砂岩。

119m

下马岭组 杂色页岩,底部为砾岩、粗砂岩。

177m

----假整合----



蓟县系

|      |                                      |       |
|------|--------------------------------------|-------|
| 铁岭组  | 青灰色灰岩及白云质灰岩 ,下部含锰白云岩、砂岩。             | 325m  |
| 洪水庄组 | 灰绿色、黄色页岩 ,底部为薄层状砂泥质白云岩 ;上部夹石英砂岩、粉砂岩。 | 131m  |
| 雾迷山组 | 含燧石条带及沥青质白云岩夹少量砂岩 ,下部含粉砂质白云岩。        | 3416m |
| 杨庄组  | 紫红色砂质、泥质白云岩 ,含石盐假晶。底部有砾岩。            | 775m  |

~~~~~假 整 合~~~~~

长城系

| | | |
|-----------------|---------------------------------------|-------|
| 高于庄组 | 含沥青质燧石结核或条带白云岩、白云质灰岩 ,夹含锰页岩 ;底部为石英砂岩。 | 1543m |
| 大洪峪组 | 石英砂岩、含燧石白云岩夹火山岩。 | 408m |
| -----假 整 合----- | | |
| 团山子组 | 灰色白云岩 ,下部为页岩。含顶部石盐假晶。 | 522m |
| 串岭沟组 | 黑色页岩、夹安山岩、玄武岩及凝灰角砾岩。 | 889m |
| 常州沟组 | 紫红色石英砂岩、斜层理发育。底部为砾岩。 | 859m |

~~~~~不 整 合 ( 吕梁运动 )~~~~~

下伏地层 迁西群。

从剖面中看出 ,这里的中、上元古界厚度巨大( 近万米 ) ,同时夹有海底火山岩 ,是一套未变质的似盖层沉积。整个剖面代表了一个巨大的海进——海退沉积旋迴。在青白口期末 ,由于蓟县运动的影响 ,本区上升为剥蚀区。

( 2 )华南区的中、上元古界

华南区中、上元古界广泛分布 ,为一套以浅变质为主的岩层。厚度大 ,一般在数千米至万米不等。层位大致与华北的蓟县系和青白口系相当。由于晋宁运动的影响 ,使其褶皱变质成为扬子准地台的基底岩系。

( 3 )西部地区的中、上元古界

我国西部地区的中、上元古界研究程度较低 ,是一套巨厚的变质岩系 ,由于塔里木运动的影响 ,使其褶皱固结成为塔里木地台的基底岩系之一。

( 三 )前震旦纪地史特征及矿产

1. 太古宙

由于当时的地壳还很薄弱,地壳运动较为频繁,致使海低喷发活动非常的剧烈,到处都是动荡的原始海洋,而陆地只是以星点状的陆核的形式,散布于那无边的海洋之中。

从我国太古宇的分析可知,其原岩为一套“半黏土质”为主的碎屑岩和基性、中基性的火山岩系而缺少纯石英岩、碳酸盐岩的组分。

## 2. 元古宙

早元古代:早期地壳仍然处于较为活动状态,形成大量的含铁石英岩沉积和中基性的海底火山喷发岩系,晚期受地壳运动影响,使一些分散的陆核连接起来,并逐渐趋向稳定,沉积物中出现大量的碳酸盐岩,且海底火山喷发岩明显减少。

中、晚元古代:一些稳定而巨大的古陆开始形成(如处于南半球的“冈瓦纳古陆”及我国北方的中朝古陆),在古陆边缘形成一些浅海环境。因此,在这样的环境下,地史上第一次出现了大量的藻礁膏盐沉积和卤素沉积。

这时的我国华北、华南在地质发展史上显现的差异为:华北除中朝古陆南北侧的海槽中见有少量火山活动外,一般显现出较稳定的环境,华南则仍然处于相对活动状态。

前震旦纪时的地壳运动是十分频繁而强烈的。在我国北方有三次广泛而强烈的地壳运动。阜平运动,发生于前25亿年左右,使我国华北和东北南部地区的太古宇强烈褶皱和变质,随着岩浆的侵入,发生强烈的混合岩化和花岗岩化作用而成为一套深变质岩系。五台运动,发生于前22亿年左右,使五台群及其相当岩层发生褶皱和中等变质作用及受到岩浆侵入,并使下伏的太古宇进一步变质和改造。吕梁运动,发生于前19亿年左右,使滹沱群及其相当岩层发生褶皱和浅变质作用及受到岩浆的侵入。

由于这三次地壳运动的结果,使我国华北—东北南部地区的太古宇和下元古界固结而成为中朝准地台的基底岩系。吕梁运动以后,使华北地区结束了活动状态而进入了地台的发展阶段。晋宁运动和塔里木运动,发生于前8亿年左右,其结果使得华南广大地区及塔里木地区的中、上元古界褶皱变质成为扬子准地台和塔里木地台的基底。

## 3. 矿产

(1)铁矿:1)鞍山式铁矿,产于华北东北南部的太古宇和下元古界中。2)宣龙式铁矿,产于华北中元古界长城系串岭沟组中。

(2)锰矿:产于华北蓟县中元古界高于庄组和铁岭组中及下元古界滹沱群中。

(3)磷矿:产于苏北连云港和皖北中元古界下部。

(4)内生矿产:铜、铀、金、镍、石棉等。

## 二、震旦纪(Z)

“震旦”是古印度对中国的称呼,是德国地质学家李希霍芬把这个词引进到地层学中

的。

震旦纪是一个特殊的地史阶段。从生物界来看 ,其总面貌与前震旦纪生物差不多 ,虽然在本纪后期出现了几个门类的后生动物 ,但与寒武纪生物相比有很大的差别 ,仍然显得原始、低级和贫乏。从沉积方面来看 ,又与其后的地史时期中的很相似 ,即从震旦纪开始 ,在很多地方形成真正的盖层沉积。

(一)震旦纪的生物界

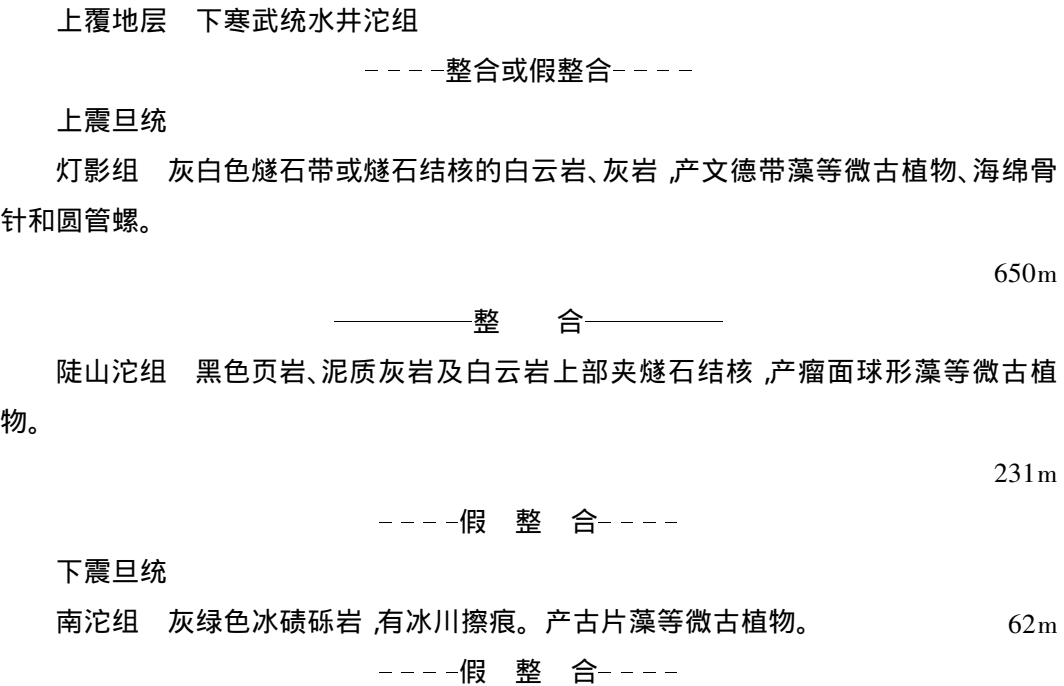
震旦纪处于生物飞跃发展的前夜。

震旦纪的植物 :仍以海生菌藻类为主 ,并以高级藻类中的褐藻、红藻进一步繁盛为特点。

震旦纪的动物 :出现了几个门类的后生动物——埃迪卡拉动物群。这个古动物群是以水母类、海鳃类、海绵类、环节类及其他未定门类的生物组成。由于这些生物都没有硬壳 ,都是以印痕的形式保存成化石 ,故称之为“ 印痕动物群 ”、“ 软躯动物群 ”等。在晚震旦世晚期出现了一些小型的带壳动物——小壳动物。

(二)中国的震旦系

我国的震旦系主要分布于华南地区及西北的部分地区。华北地区除辽南和豫西、徐淮一带有少量出露以外 ,一般缺失。湖北三峡的震旦系剖面是我国震旦系的典型剖面。简述如下 :



莲沱组 紫红、灰绿色长石石英砂岩、凝灰质砂岩、凝灰岩,底部具砂砾岩。产粗面球形藻。

102m

~~~~~不 整 合~~~~~

下伏地层 前震旦系崆岭群或黄陵花岗岩。

上剖面共分二统四组。下统莲沱组为陆相到滨海相沉积。其与下伏的变质岩系呈角度不整合接触,是受雪峰运动或晋宁运动影响造成的。南沱组是一套冰成堆积,是我国震旦系划分对比的“重要标志之一”。上统包括陡山沱组和灯影组,是浅海沉积,岩相稳定,分布较广,是一次较为广泛的海侵期的产物。

(三)震旦纪地史概况

1. 震旦纪地史简况

震旦纪时,出现了真正的盖层沉积。震旦纪时另一个突出点是出现了冰川活动,说明在震旦纪中期,地球上曾出现了现在已知的地史上第一次大冰期。并且,在大冰期之后,气候转变为干热,从而形成了膏盐沉积。到了震旦纪末期,由于地壳运动的影响,华南许多地区普遍上升,发生海退。

震旦纪时,由于“软躯”后生动物和小壳动物的相继出现,表明此时已处于生物大发展的前夜。

2. 矿产

震旦纪的矿产主要为沉积矿产,有铁矿、锰矿、磷矿等。

第二节 古 生 代

一、早古生代

早古生代包括寒武纪、奥陶纪和志留纪。开始于距今 6 亿年,结束于距今 4 亿年,历时约 2 亿年。

早古生代海侵广泛,海生生物空前繁盛,海相地层广泛分布。

(一)早古生代的生物界及重要化石

1. 早古生代的生物界

(1)寒武纪的生物界

地史一进入寒武纪,海生无脊椎动物飞速发展。出现了大量的、门类众多的海生无脊椎动物,差不多所有的海生无脊椎动物门类都已出现。以三叶虫为主(约占 60%),其次是腕足类(约占 30%),此外还有海绵动物、古杯动物及笔石动物等。在北美晚寒武世地层中还发现原始无颌类化石碎片,表明原始的脊椎动物已经出现。植物则以海生藻类为主,还有一些微古植物。

(2) 奥陶纪的生物界

奥陶纪是海生无脊椎动物大发展的时代,无论是在数量上还是种类上都超过了寒武纪,几乎所有的海生无脊椎动物门类都已齐全了。当时海洋中的主要无脊椎动物门类为笔石动物、头足动物中的鹦鹉螺类、三叶虫和腕足类等。特别是笔石动物,在奥陶系和志留系的划分对比中占有重要地位。此外还有层孔虫、腹足类、双壳类、介形虫及床板珊瑚和低等的四射珊瑚等。原始的脊椎动物无颌类进一步发展。植物仍然是一些海生藻类。

奥陶纪自然地理环境的分异导致了生物相的明显分区。当时突出的生物相是具鹦鹉螺、腕足类、三叶虫等化石的介壳相和富含浮游生物笔石类而少底栖生物的笔石相。海相地层中介壳灰岩相甚为常见,往往反映正常开阔浅海的沉积环境;有些地区则为笔石页岩相,其岩性常以黑色页岩为主,它一般反映还原条件下的滞流海湾环境。

(3) 志留纪的生物界

志留纪时,海生生物继续发展,但门类有所不同。海生无脊椎动物仍占主要地位,其中以单笔石类特别发育为特征;珊瑚和腕足类也大量地繁育;此外还有介形虫、竹节石、牙形石等,还出现了大型的半淡水生活的节肢动物板足鲎。脊椎动物无颌类进一步发展。在晚志留时,出现了原始的半陆生植物裸蕨类。

2. 早古生代的重要化石

(1) 寒武纪的重要化石

三叶虫:莱德利基虫 \in_1 ,德氏虫、毕雷氏虫 \in_2 ,蝙蝠虫、蝴蝶虫、假球接虫 \in_3 。腕足类:以原始的无铰纲为主,如小园货贝 \in_{1-2} 等。古杯类:早寒武世开始大量出现,中寒武世达到极盛,如原古杯 \in_{1-2} 等。

(2) 奥陶纪的重要化石

笔石:扇形网格笔石、均分笔石、四笔石、对笔石等 O_1 ;丝笔石、舌笔石、双头笔石等 O_2 ;叉笔石等 O_3 。

腕足类:杨子贝、中华正形贝等 O_1 。鹦鹉螺类:阿门角石 O_1 、震旦角石等 O_2 。三叶虫:古等称虫 O_1 (华北)、南京三瘤虫 O_3 (华南)等。

(3) 志留纪的重要化石

笔石 : 锯笔石、耙笔石、赛氏单笔石等 S_1 ; 弓笔石、瑞卡顿单笔石 S_2 、卷笔石 S 等。腕足类 : 五房贝 S 等。珊瑚 : 链珊瑚、蜂巢珊瑚、泡沫珊瑚等。三叶虫 : 王冠虫 S_2 。腹足类 : 练房螺 $O-S_0$ 。

(二) 我国的下古生界

我国的下古生界以海相沉积为主,发育良好,化石丰富,沉积类型多,研究详细。

1. 寒武系

我国的寒武系全为海相,广泛分布于我国北方、南方及西北的祁连山、天山等地区,以碳酸盐岩和碎屑岩为主,分下、中、上三统。其中以西南地区的下寒武统发育最全,华北地区的中、上寒武统研究最为详细。

(1) 华南地区的寒武系

华南地区为龙门山——哀牢山一线以东,秦岭——淮阳山以南的我国南部地区。整个华南区寒武系均较发育,其中在武陵山——幕阜山以西北的长江流域(扬子区)发育有巨厚的白云质灰岩、白云岩和厚层灰岩,而在其东南一侧的东南区则以碎屑岩相为主。

在西南的滇东地区,下寒武统发育齐全(是全国建阶和对比的标准),自下而上全为海相沉积,在早寒武世龙王庙期有白云质灰岩形成,说明当时气候干旱。在此区中寒武统出露零星,缺失上寒武统。其剖面介绍如下

上覆地层 : 中寒武统

————— 整 合 —————

下寒武统

龙王庙组 灰色泥质白云质灰岩夹少量砂页岩,含中莱德利基虫。

48m

沧浪铺组 上部 : 灰绿、暗绿色砂质页岩及薄层砂岩,含古油栉虫。下部 : 以石英砂岩为主,夹砂质页岩并具波痕、斜层理。

155m

筇竹寺组 中上部 : 灰绿、深灰色页岩夹薄层砂岩,含三叶虫 : 云南头虫、始莱德利基虫、武定虫。下部 : 黑色页岩。

127m

梅树村组 磷块岩、白云岩、白云质灰岩及含磷粉砂岩,富含小壳动物。

40m

————— 整 合 —————

下伏地层 震旦系

在鄂西及宁镇一带,寒武系三统都有,均为碳酸盐类沉积,在浙西、皖南、赣北一带的

下寒武统以黑色页岩为主 ,中、上寒武统为薄层灰岩 ,含球接子类三叶虫 ,桂东、粤北、赣南等地则为碎屑岩相。

(2)华北—东北南部地区的寒武系

在贺兰山—六盘山一线以东 ,秦岭—淮阳山以北 ,延吉—辽源—赤峰—商都一线以南的我国华北—东北南部地区 ,在寒武纪时为广阔的浅海 ,形成以碳酸盐岩为主沉积 ,化石丰富 ,岩相、厚度稳定。可以山东张夏一带的寒武系为代表。其剖面如下 :

上覆地层 下奥陶统治里组

————— 整 合 —————

上寒武统

风山组 薄层灰岩夹页岩及少量竹叶状灰岩 ,含褶盾虫、方头虫、卡尔文虫、济南虫等。 114m

长山组 竹叶状灰岩和薄层灰岩互层 ,含长山虫等。 52m

崮山组 页岩及竹叶状灰岩 ,底部有薄层砾岩一层 ,含蝴蝶虫、蝙蝠虫等。 27m

中寒武统

张夏组 灰黑色鲕状灰岩和灰岩互层 ,含德氏虫、叉尾虫等。 170m

徐庄组 紫红色页岩和灰岩互层 ,含贝利虫等。 50m

毛庄组 紫红色页岩夹少量鲕状灰岩 ,含山东盾壳虫。 32m

下寒武统

馒头组 紫红色页岩夹泥灰岩 ,页岩中含食盐假晶 ,底部为硅质灰岩。含中华莱德利基虫。

70m

~~~~~不整合~~~~~

下伏地层 太古界变质岩系

张夏地区下寒武统发育不全 ,馒头组仅相当于滇东龙王庙期的沉积。中、上寒武统发育齐全(是全国中、上寒武统的标准分层区) ,都为滨浅海环境下的沉积。其中中寒武统以具鲕状灰岩为特色 ,上寒武统以具竹叶状灰岩为特色 ,说明当时气候温暖 ,海水较为动荡。带壳生物化石极为丰富 ,是一典型的壳相沉积。

我国西北地区寒武系以火山岩与海相沉积相间为特征。

2. 奥陶系

我国奥陶系分布广泛 ,发育良好 ,下、中、上三统俱全。

(1)华南地区的奥陶系

本区奥陶系发育良好,下、中、上三统都有,其分布范围与寒武系相当。不同的是出现了明显的相分异现象,即笔石页岩相和壳灰岩相的分异。有三种类型的沉积:华中西南区为一套壳灰岩相为主的稳定类型沉积,可以鄂西宜昌剖面作为代表;在皖南、浙西、湘中一带,奥陶系为厚度较大的,以笔石页岩相为主的过渡类型沉积;在湘南、赣南、粤西、桂北一带,则发育了巨厚的含笔石的砂页岩沉积,并夹有火山岩,为活动类型沉积。现将鄂西宜昌奥陶系剖面介绍如下:

上覆地层 下志留统

————— 整 合 —————

上奥陶统

五峰组 黑色硅质页岩及灰质页岩。产四川叉笔石。 2m

临湘组 灰绿色瘤状灰岩,含南京三瘤虫。 20m

中奥陶统

宝塔组 赭灰色龟裂纹灰岩,含中国震旦角石。 9m

庙坡组 黄绿色、黑色页岩,含纤细丝笔石。 2m

下奥陶统

牯牛潭组 紫灰、灰色厚层灰岩与瘤状灰岩互层,含瓦氏长颈角石。 20m

大湾组 灰黄色瘤状灰岩夹黄绿色页岩和泥灰岩,含杨子贝、中华正形贝、瑞典断笔石。 26m

红花园组 灰黑色厚层灰岩,含朝鲜角石。 22m

分乡组 灰色灰岩夹黄绿色页岩,含刺笔石。 53m

南津关组 灰色厚层结晶灰岩,偶夹黄绿色页岩,含平滑小栉虫,指纹头虫,亚洲网格笔石等。 70 ~ 80m

————— 整 合 —————

下伏地层:上寒武统

上述剖面总厚二百余米,主要为灰岩夹少量页岩,化石丰富,代表稳定型的浅海沉积。整个剖面构成了一个完整的沉积旋迴。

## (2)其他地区的奥陶系

华北—东北南部地区的下奥陶统岩性稳定,以灰岩及白云岩沉积为主,普遍分布;中奥陶统分布局限,在相当大范围内缺失;上奥陶统缺失。

西北地区的奥陶系厚度巨大,火山岩系发育,相变显著且大部分已变质,属地槽型沉积。



东北北部地区的奥陶仅出露于大、小兴安岭一带 ,厚度巨大 ,以碎屑沉积为主夹有火山岩系且发生变质。

西藏珠峰地区的奥陶系以碳酸盐岩为主 ,产头足类、三叶虫及腹足类等化石。

3. 志留系

除华北—东北南部地区完全缺失志留系以外 ,我国其他各大区域都有志留系分布。其中以华南地区的志留系研究较详。

本区志留系也可分为稳定和活动两种类型。扬子区的志留系是典型的陆表海稳定沉积 ,宜昌地区的志留系可作代表 ;滇东一带缺失下志留统 ,中、上志留统属滨浅海沉积 ;川南黔北地区下志留统下部为笔石页岩相 ,上部和中统为介壳灰岩沉积和滨浅海沉积 ,其顶为红层 ,可能属上志留统 ;宁镇地区下、中志留统为海相碎屑沉积 ,上统茅山组为陆相砂岩。

东南区的志留系主要分布于湘粤桂及皖浙两个海槽区。湘粤桂海槽区的志留系为纯笔石碎屑岩相 ,可以钦县—防城一带的志留系作为代表 ,志留系发育全 ,总厚三千余米 ,富含笔石化石 ,具复理石韵律结构 ,皖浙海区志留系属冒地槽型沉积。

湖北宜昌志留系剖面是重要标准剖面之一 ,简述如下 :

上覆地层 中泥盆统

-----假 整合-----

下志留统

纱帽组 灰绿色页岩、砂质页岩 ,向上砂岩增多 ,含霸王王冠虫、丁氏郝韦尔贝、标准网栅笔石。 654m

罗惹坪组 上部 :黄绿色页岩、粉砂质页岩及粉砂岩 ,含弓形单栅笔石 ;下部 :钙质页岩夹灰岩 ,产湖北古珊瑚、五房贝和三叶虫等。 138m

龙马溪组 上部 :黄绿色页岩夹粉砂岩 ,含赛氏单笔石 ,盘旋半耙笔石 ;下部 :黑色页岩 ,底部为黑色硅质页岩 ,页岩。含三角半耙笔石、锯笔石、直笔石、尖笔石 ,雕笔石等。 512m

—————整 合—————

下伏地层 上奥陶统

上述剖面只有下志留统。龙马溪组是一套笔石页岩沉积 ;罗惹坪组和纱帽组产底栖带壳生物化石 ,这说明本区在早志留世早期是滞流海盆环境 ,中、晚期成为正常的滨浅海。本区在早志留世末上升成为剥蚀区直至中泥盆世初期才又下降接受沉积。

(三) 早古生代地史简况

早古生代是个大的海侵时期 ,其中以早奥陶世的海侵规模最大 ,因而普遍发育海相

沉积。我国南方在早寒武世初,海水首先从西南侵入,因而在滇、黔、川一带下寒武统发育齐全。中、晚寒武世海侵扩大,在长江中下游一带普遍形成一套碳酸盐岩沉积。奥陶纪时,本区沉积环境较为多样,沉积主要有介壳灰岩相和笔石碎屑岩相;一般情况是:下奥陶统以介壳灰岩相为主,中、上奥陶统以安静浅海下形成的龟裂纹灰岩及瘤状灰岩为特征,到了晚奥陶晚期至早志留早期由于海退形成滞流海湾环境下的笔石页岩相沉积;早志留世末,海水从华南大部分地区撤退,仅在西南部的钦县防城一带有中、上志留统沉积。

我国北方地区寒武纪的海侵较南方要晚,直到早寒武世龙王庙期,海水才使华北成为一个广阔的寒武纪浅海,形成一套红色页岩为主的沉积;中寒武世海侵进一步扩大,海水加深,形成富含生物碎屑的鲕状灰岩为特色的沉积;晚寒武世时,海水变浅,形成以竹叶状灰岩为特色的沉积。在早奥陶世时,又开始了大规模海侵,普遍形成厚层灰岩的沉积;到了中奥世末,整个华北地区上升为陆,成为剥蚀区,一直持续到中石炭世初。

早古生代阶段称加里东构造阶段。早古生代时期的地壳运动中最强烈的一次褶皱运动发生在志留纪末期,国际上称为加里东运动。在我国南方称为广西运动,使南岭海槽(湘、桂、粤、赣一带)褶皱上升成为剥蚀区,在我国北方称为祁连运动,使北祁连海槽褶皱升起成为古陆。除此以外,在寒武纪和奥陶纪发生的地壳运动一般表现为升降运动。

在我国南岭、祁连山一带有大量的加里东期花岗岩分布,在西北与东北地区有加里东期的火山喷发活动。

我国早古生代地层中蕴藏着丰富的沉积矿产,有磷、石煤、膏盐、铁矿等。

## 二、晚古生代

晚古生代包括泥盆纪、石炭纪和二迭纪、三个纪,开始于距今4亿年,结束于距今约2.5亿年,历时约1.5亿年。

晚古生代是地球上陆地面积不断扩大的时期,因此,这个地史时期中陆生生物空前的发展和繁盛,陆相沉积大量形成,煤系地层广泛发育。在南半球,冰川活动遍及冈瓦纳古陆。

### (一)晚古生代的生物界与重要化石

#### 1. 晚古生代的生物界

晚古生代海生无脊椎动物继续繁盛,重要的生物类别是腕足类、四射珊瑚和瓣鳃类。尤其是瓣鳃类,自早石炭世晚期出现以后,迅速演化和发展,成为石炭、二迭纪极为重要的海生无脊椎动物门类。陆生脊椎动物鱼类、两栖类大为发展,使得泥盆纪和石炭、二迭纪

分别成为鱼类的时代和两栖类的时代,二迭纪末,由两栖类演化出真正的爬行动物。陆生植物空前繁盛,在晚泥盆世时,地球上首次出现小规模森林,到了石炭二迭纪时,地球上遍布着莽莽的原始森林,在二迭纪晚期,裸子植物苏铁类、松柏类出现了。

### (1) 泥盆纪的生物界

泥盆纪的重要化石门类有陆生植物、鱼类、腕足类及四射珊瑚等。泥盆纪植物主要是裸蕨类、石松类、节蕨类和真蕨类,它们都是以孢子繁殖。泥盆纪时鱼类特别繁盛。腕足类以石燕贝类极繁盛为特征。床板珊瑚仍然发育,四射珊瑚主要为泡沫型和双带型。正笔石目的单笔石类在早泥盆世末灭绝。三叶虫大大衰退。头足类中原始的菊石类出现。此外还有牙形石、竹节石等。

### (2) 石炭纪的生物界

石炭纪时,除陆生植物外,重要的化石门类主要为鲢、珊瑚、腕足和两栖类。陆生植物主要为石松、节蕨、真蕨和种子蕨类,早石炭世时,植物的面貌与晚泥盆世的植物相似,到了中、晚石炭世,由于森林向大陆内部扩展,出现了植物地理分区现象,形成北温带、热带和寒带植物区。两栖类大为发展,在中、晚石炭世时出现了原始爬行类。鲢类在早石炭世晚期出现以后,迅速演化,在早二迭世晚期达到其发展的最高峰,到二迭纪末,则完全灭绝了。腕足类以长贝类为主,其次为石燕贝类。珊瑚中的四射珊瑚出现了三带型构造。

### (3) 二迭纪的生物界

二迭纪的重要化石门类仍然是陆生植物、两栖类、鲢、珊瑚和腕足类还有菊石类。陆生植物与石炭纪植物面貌相似,不同的是在晚二迭纪时出现了到中生代才繁盛的裸子植物,植物分区也相似,不同的是原热带植物区分为华夏热带植物区和欧美热带植物区两个植物区。两栖类继续繁盛,迅速演化,至二迭纪末出现了真正的爬行动物。鲢类在早二迭世晚期达极盛,个体大,构造复杂,至晚二迭世时,只剩下少数属种,个体小,构造反趋简单,二迭纪末绝灭。珊瑚类在早二迭世时成为四射珊瑚在古生代的最后一个造礁期,以复体三带型四射珊瑚发育为特色。腕足类仍以长身贝类为主,出现一些特殊类型。

## 2. 晚古生代重要化石

### (1) 泥盆纪的重要化石

植物:原始鳞木  $D_2$ ,斜方薄皮木  $D_3$ 。鱼类:沟鳞鱼  $D_2 - D_3$ 。腕足类:巅石燕  $D_1 - D_2$ , 鸮头贝  $D_2$ ,准云南贝  $D_3$ 。珊瑚:拖鞋珊瑚  $D_1 - D_2$ ,切珊瑚  $D_2$ ,蜂巢珊瑚  $S - P$ 。其他:新单笔石  $D_1$ ,松卷菊石  $D_1$ ,塔节石  $D_2$ ,尖棱菊石  $D_3$ 。

### (2) 石炭纪的重要化石

陆生植物 :古芦木  $C_1$  ,大脉羊齿  $C_{1-2}$  ,卵脉羊齿  $C_3$ 。 䇃 :始史塔夫䇃  $C_1$  晚期 ,纺锤䇃  $C_2$  ,麦粒䇃  $C_3$  ,假希瓦格䇃  $C_3$ 。 腕足 :大长身贝  $C_1$  ,网格长身贝  $C-P$  ,分喙石燕  $C_{2-3}$ 。 珊瑚 :假乌拉珊瑚  $C_1$  ,贵州珊瑚  $C_1$  晚期。

(3)二迭纪的重要化石

陆生植物 :淮织羊齿  $P_1$  ,大羽羊齿  $P_2$  ,瓣轮叶  $P_2$ 。 䇃 :米斯䇃  $P_1$  ,新希瓦格䇃  $P_1$  ,韦伯克䇃  $P_1$  ,古䇃  $P_2$ 。 珊瑚 :多壁珊瑚  $P_1$  ,早坂珊瑚  $P_1$  ,腕足类 :网格长身贝  $C-P$  ,蕉叶贝  $P_2$  ;欧姆贝  $P_2$ 。 菊石 :假提罗菊石  $P_2$  等。

(二)我国的上古生界

我国的上古生界陆相沉积发育 ,海相、海陆交互相广泛分布。

1. 泥盆系

我国的泥盆系分布广 ,除华北一东北南部地区、川中南、黔北一带缺失外 ,其他地区都有分布 ,以华南的泥盆系研究较详。

(1)华南地区的泥盆系

华南地区的泥盆系一般可分为三种类型 :一是浅海相沉积 ,分布于滇东、黔南、广西、粤北、湘中南等地 ;二是海陆交互相沉积 ,分布于湘赣边境及川东、鄂西一带 ,只有中上统 ;三是陆相沉积 ,分布于苏南、皖南、浙江一带 ,为河湖相沉积。在浅海相中又可划分出两种类型 ,一是近岸浅海相沉积 ,称为象州型 ;二是远岸深水相沉积 ,称南丹型。浅海相泥盆系以桂中象州剖面为代表 ,简述如下 :

上覆地层 下石炭统岩关组

——假 整 合——

上泥盆统

融县组 以灰岩或鲕状灰岩为主 ,夹白云岩 ,含弓石燕、云南贝等。 430 ~ 1800m

中泥盆统

东岗岭组 灰色灰岩、泥质灰岩夹白云质灰岩、白云岩 ,含六方珊瑚、鸮头贝等。 300 ~ 750m

应堂组 深灰色生物碎屑岩、黄色泥灰岩、页岩 ,含冯氏奇石燕等。 150 ~ 180m

下泥盆统

四排组 灰至深灰色生物灰岩夹白云岩和灰岩 ,含阔石燕等。 40 ~ 800m

郁江组 生物碎屑灰岩及泥岩、页岩、泥灰岩 ,含双腹扭形贝、拖鞋珊瑚等。 200 ~ 1000m

那高岭组 灰绿色页岩为主 ,夹灰岩扁豆体 ,含东方石燕。 100 ~ 1300m

莲花山组 以紫红色砂岩为主,中下部为砾状砂岩,上部夹少量红色泥岩,含云南鱼、亚洲棘鱼及植物化石碎块。 400 ~ 1000m

~~~~~不 整 合~~~~~

下伏地层 褶皱变质的下古生界

上剖面中,下统下部的莲花山组属陆相至滨海相碎屑沉积,其余均为浅海相为主的沉积,沉积物以泥质、钙质为主,富含底栖带壳生物化石,反映一种近岸浅海环境。

(2)其他地区的泥盆系

西北及东北北部区,泥盆系为含火山岩系的海相地层;三江—滇西区,一般下部为含单笔石的碎屑岩和灰岩,上部为碎屑岩夹灰岩,产丰富的珊瑚化石,厚达 2000m,在金沙江东岸、滇西一带变为碳酸盐相沉积;喜马拉雅地区,泥盆系下部为产单笔石、新单笔石和竹节石的页岩、灰岩,上部以碎屑岩为主。

2. 石炭系

我国石炭系发育全,沉积类型多,海相、海陆交互相和陆相都有,是重要的含煤层位。

(1)华南地区的石炭系

华南地区除川中、川南、黔北缺失以外,其他地区石炭系发育完全。下石炭统有含煤层位,中、上石炭统普遍为广阔浅海的碳酸盐岩沉积。黔南都匀、独山一带石炭系发育最全,化石丰富,研究详细,其剖面介绍如下:

上覆地层 下二迭统梁山组

----假 整 合----

上石炭统

马平组 以灰白、肉红色结晶灰岩为主,含麦粒鲕、假希瓦格鲕等。 46 ~ 289m

中石炭统

威宁组 灰白色灰岩、白云岩及白云质灰岩为主,含小纺锤鲕、纺锤鲕及腕足类。 679 ~ 529m

下石炭统

上司组 灰色、深灰色碳酸盐岩及砂岩、页岩,含袁氏珊瑚、大长身贝。 113 ~ 671m

旧司组 灰岩及灰白色石英砂岩、页岩及煤线,含中国贵州珊瑚、泡沫珊瑚及植物化石。 53 ~ 860m

汤耙沟组 深灰色灰岩夹黄灰色石英砂岩、页岩及白云岩,含假乌拉珊瑚。 27 ~ 326m

革老河组 深灰色灰岩夹白云质灰岩及页岩,含泡沫内沟珊瑚及腕足类、层孔虫等。 23 ~ 218m

——— 整 合 ———

下伏地层 上泥盆统尧梭组

上剖面中,革老河组和汤耙沟组为浅海相沉积,显示了本区的第一次海侵;旧司组为海陆交互含煤岩系,是本区第一次海退的产物;上司组又为浅海沉积,显示本区的第二次海侵。中、上统为浅海碳酸盐岩相,华南东部与之相当的岩层,中统称黄龙组,上统称船山组,说明中、晚石炭世华南海侵扩大。

(2) 华北—东北南部的石炭系

本区缺失下石炭统,中、上石炭统为海陆交互相的含煤沉积。山西太原西山剖面研究较早、最详,可作代表,此剖面如下:

上覆地层: 下二迭统山西组

———假 整 合———

上石炭统

太原组

上 段 底部为灰白色粗粒石英砂岩,中部页岩、粉砂岩夹煤层,顶部为灰岩。含卵脉羊齿、假希瓦格蕨、太原府网格长身贝。 33m

中 段 底部为灰色石英砂岩,向上为砂页岩、煤层及灰岩,在中部灰岩中含燧石结核及燧石层,含假希瓦格蕨、太原网格长身贝。 42m

下 段 下部粗粒石英砂岩,向上渐变为页岩夹煤及灰岩。含麦粒蕨、腕足类及植物化石鳞木、芦木等。 20m

中石炭统

本溪组 灰色页岩、砂岩、薄层灰岩夹薄煤层,下部为铁铝层。含纺锤蕨、小纺锤蕨、大脉羊齿。 7~36m

———假 整 合———

下伏地层 奥陶统上马家沟组

(3) 其他地区的石炭系

西北地区的石炭系以碎屑岩类沉积为主,有时含火山岩系,厚度大。东北北部的石炭系为海相沉积,厚度很大,有的地区发育火山岩系。三江一带以海相灰岩夹火山岩为特色。喜马拉雅山区以浅海碎屑岩为主。

3. 二迭系

我国二迭系分布广,发育全,海相、海陆交互相及陆相都有。华南以海相沉积为主,华北—东北南部区为陆相沉积。

(1) 华南地区的二迭系

华南二迭系以海相碳酸盐沉积为主,也有海陆交互相及滨海沼泽相的含煤岩系。黔中二迭系剖面可作代表:

上覆地层 下三迭统

————— 整 合 —————

上二迭统

长兴组 灰黑色灰岩,含燧石团块,下部夹泥质灰岩,产古纺锤鲢。 8~116m

龙潭组 黄褐色、黑色页岩,砂岩、灰岩和煤层。产欧姆贝、米克贝、大羽羊齿等。
110~420m

-----假 整 合-----

峨眉山玄武岩组 灰绿、暗绿色玄武岩夹火山角砾岩,凝灰岩及砂泥岩。 0~342m

-----假 整 合-----

下二迭统

茅口组 浅灰及白色质纯灰岩。产新希瓦格鲢、卫根珊瑚等。 138~455m

栖霞组 深灰、灰黑色灰岩、含燧石结核。产拟纺锤鲢、米斯鲢、早坂珊瑚等。
57~195m

梁山组 砂岩和黑色页岩,夹薄煤层。产鳞木鲢和腕足类化石。 0~168m

-----假 整 合-----

下伏地层 上石炭统

黔中剖面在我国西南地区具有一定的代表性,总厚近1400m。下统底部的梁山组,为含煤的砂页岩,有时夹有灰岩,含植物及鲢类化石,属海陆交互相沉积。其上的栖霞组、茅口组为连续沉积的灰黑及浅灰色碳酸盐岩,含各种鲢类和群体珊瑚化石,属浅海相。早二迭世末发生海退,产生沉积间断,至晚二迭世初又复下降接受沉积,在西南地区还有玄武岩喷发。覆于晚二迭世玄武岩之上的龙潭组,是一套砂岩、页岩夹灰岩的含煤地层,产植物、鲢类及腕足类化石,属海陆交互相沉积。晚二迭世晚期的长兴组,由灰岩组成,属浅海相沉积。

(2) 其他地区的二迭系

华北—东北南部的二迭系是一套陆相地层。太原西山二迭系剖面可以代表其一般情况,介绍如下:该剖面由二统四组组成。下统包括山西组和下石盒子组,上统包括上石盒子组和石千峰组。该剖面厚约600余米。下二迭统下部山西组,底部为中粗粒石类砂岩,中上部夹煤层,属内陆沼泽含煤相,下二迭统上部下石盒子组,可分两部分:下部夹煤

层属沼泽相,说明当时气候湿润,上部主要为黄绿色砂岩夹紫红色及杂色页岩、泥岩及炭质页岩,属河湖相。气候比较湿润,但不含煤。

上二迭统下部的上石盒子组,以红色、杂色碎屑沉积为主,代表湿热气候下的河湖相沉积。上部的石千峰组以红色砂泥质沉积为主并夹有石膏,代表一典型干旱气候条件下的河流湖泊相沉积。

综上所述,太原西山二迭系剖面的变化规律是:各组厚度由下而上变化很大,颜色由灰黑→黄绿→紫红,含矿性由含煤→不含煤→含石膏。这些特征说明了该地区经历了由沼泽低地逐渐变为河湖盆地,气候由潮湿变为干旱。

西北地区二迭系以陆相沉积为主;东北北部地区以海陆交互相为主夹有火山岩系;川青、藏交界的玉树一带为巨厚的火山沉积组合;喜马拉雅山以北地区则以海相沉积为主;我国台湾省有二迭系海相灰岩分布。

(三)晚古生代地史简况

在晚古生代阶段,陆地面积急剧地扩大,气候和沉积条件的分异非常显著,致使陆生生物大量繁育,陆相沉积大量发育,煤系地层大量形成。

我国在晚古生代时,虽然曾多次发生海侵,有时海侵范围还相当广泛(如石炭纪的中、晚期),但就整个阶段来看,主要的倾向是陆地面积不断扩大。

华北—东北南部地区,自早奥陶世(或中奥陶世)末上升成为剥蚀区以后,直到中石炭世初才开始重又遭受海侵。中、晚石炭世时,地壳升降频繁,海水时进时退,形成海陆交互相的含煤沉积。在石炭纪末,本区又一次上升,从此结束了大规模海侵的历史,进入到大陆环境发展阶段。二迭纪时,早期形成陆相沼泽煤沉积,晚期形成红色沉积。

华南地区由于广西运动的影响,华南海槽上升成为南岭山系。泥盆纪时,海侵向东只达到湘赣边境一带,由西南向东北方向渐次形成浅海相—海陆交互相—陆相泥盆系。早石炭世时,本区地壳升降频繁,形成夹有煤系沉积的下石炭统;中、晚石炭世时海侵扩大,到处形成浅海碳酸盐沉积;石炭纪末,本区又大面积上升。二迭纪是又一海侵期,早二迭世海侵规模相对较大,沉积以碳酸盐为主,晚二迭世海侵规模较小,形成海陆交互相及碳酸盐或硅质沉积。早二迭世梁山期和晚二迭世龙潭期形成含煤岩系,其中,龙潭组是华南最重要的含煤岩系。

西北及东北北部区,晚古生代时是海槽区,形成巨厚的夹有海底火山喷发岩的海相沉积。西藏、川西、滇西地区晚古生代是海侵区,海相沉积发育。

晚古生代阶段称海西构造阶段,此阶段发生过多次褶皱运动。发生于石炭纪末,二迭纪初的地壳运动在我国称天山运动(二迭纪末的称北山运动),在西北、内蒙古和东北

北部表现得最强烈,使天山、阿尔泰山、北山、大小兴安岭、长白山等区的古生代大海槽在石炭、二迭纪时先后褶皱上升成为山系。与此同时,在华北和南方则主要表现为升降运动。

与地壳运动相对应,晚古生代有多期的岩浆侵入及火山喷发活动。在吕梁山、天山、阿尔泰山、内蒙古及我国台湾省等地形成大面积中酸性或基性侵入岩分布。在滇、黔、川地区早二迭世末有峨眉山玄武岩形成。

晚古生代仍以形成沉积矿产为主。最重要的有煤、铁矿,还有铝土矿、金矿等。

第三节 中生代、新生代

一、中生代简述

中生代包括:三迭纪、侏罗纪和白垩纪。开始于距今 2.5 亿年,结束于距今 0.65 亿年,历时约 1.85 亿年。

(一) 中生代的生物界与重要化石

1. 中生代的生物界

中生代是裸子植物、爬行动物及菊石类大发展时期,因而分别被称之为“裸子植物的时代”、“爬行动物的时代”和“菊石的时代”。到了中生代末,裸子植物逐渐被被子植物所取代,而爬行动物中的恐龙类及菊石类则突然绝灭了。

(1) 三迭纪的生物界

三迭纪时生物界发生了显著的进化和发展。裸子植物和爬行动物迅速发展和繁盛起来而取代了蕨类植物和两栖类,特别是爬行动物中的恐龙类,在三迭纪中期出现以后,很快遍布世界各地。晚三迭世时,原始哺乳动物出现了。

海生无脊椎动物主要是菊石类和双壳类,其次是腹足类等。腕足类则明显衰退。

(2) 侏罗纪的生物界

侏罗纪的生物界是由脊椎动物、植物、淡水和海生无脊椎动物等组成,其最突出的特征是恐龙类、菊石类和裸子植物的极度繁盛,显现出了典型的中生代生物群面貌。晚侏罗世时,鸟类出现了,这是生物进化史上一个很重要的事件。淡水无脊椎动物以双壳类为主,叶肢介和介形虫常见。海生无脊椎动物中六射珊瑚、海胆、海百合也比较发育。

(3) 白垩纪的生物界

白垩纪时,生物界又经历了一次迅速的演化和发展。裸子植物逐渐衰退,在早白垩世晚期被子植物开始出现,至晚白垩世时取代裸子植物而占据了植物界的主要地位。爬行动物达到极盛,使得白垩纪与侏罗纪一起构成了爬行动物极盛的时代,至白垩纪末,恐龙类绝灭了,只有少数类别的爬行动物延续到新生代。淡水鱼类继续发展。哺乳动物出现了到新生代才繁盛的有袋类和原始有胎盘类。无脊椎动物中,海生者仍以菊石、箭石类为主,淡水生者也仍以双壳类、叶肢介和介形虫为主。

2. 重要化石

(1) 三迭纪

爬行动物:肯氏兽 $T_1^3 - T_2$,喜马拉雅鱼龙 T_3 。菊石:蛇菊石 T_1 ,前粗菊石 T_2 ,粗菊石 T_3 。双壳类:克氏蛤 T_1 ,正海扇 T_2 ,褶翅蛤 T_3 。植物:肋木 T_{1-2} ,网叶蕨—格子蕨植物组合、贝尔脑蕨—拟丹尼蕨组合 T_3 。

(2) 侏罗纪

爬行动物:禄丰龙 J_1 ,马门溪龙 J_2 。鱼类:狼鳍鱼、中脐鱼 J_3 。双壳类:费尔干蚌 J_1 ;丽蚌 J_2 ;中村蚌 J_3 。菊石:香港菊石、白羊石 J_1 ,喜马拉雅菊石 J_3 。植物:网叶蕨、格子蕨 J_1 ,膜蕨型锥叶蕨 $J_1 J_2$,葛伯特鲁福德蕨 $J_3 - K_1$ 。

(3) 白垩纪

爬行动物:准噶尔翼龙 K_1 ,霸王龙 K_2 。双壳类:褶珠蚌、类三角蚌 K_1 。菊石类:塔菊石 K_2 。陆生植物:拟金粉蕨 K_1 ,耳羽叶、短叶杉、似银杏 K_1 ,木兰、桤木、红杉等 K_2 。

(二) 我国的中生界

我国中生界以陆相沉积为主。三迭纪时,我国处于“南海北陆”状态,即以昆仑山、祁连山、秦岭一线为界,此线以南的华南区以海洋为主,海陆并存,形成了以海相为主的三迭系,此线以北的我国北部地区,除东北北部的那丹哈达岭地区有海相沉积外,全为内陆盆地类型沉积,并主要分布于太行山以西的陕甘宁及西北地区。到了侏罗、白垩纪时,我国境内除西藏、滇西及其他一些边缘地区仍为海区外,其余大部分地区为大陆环境,广泛形成陆相的侏罗、白垩系。

1. 三迭系

华南区在三迭纪时,在龙门山、哀牢山一线以东属于稳定的浅海区,三迭系以川、滇、黔、桂及长江下游一带较为发育,并且一般下、中三迭统为浅海相,而上三迭统则为海相交互相或陆相沉积,如江西的安源群,云南的一平浪群等,此线以西,除喜马拉雅区为稳定线海外,其余皆属海槽区,形成地槽型沉积为主的三迭系。贵州贞丰一带三迭系剖面

研究较详 ,介绍如下 :

上覆地层 下侏罗统

-----整合或假整合-----

上三迭统

二桥组 灰色砂、泥岩夹炭质页岩 ,含新月型格子蕨化石。 304m

火把冲组 互层状灰色砂岩 ,黑色页岩夹炭质页岩及煤层 ,含那本褶翅蛤、云南蛤及腕足类和侧羽叶等大量植物化石。 714m

把南组 灰黄色砂页岩夹泥灰岩、炭质页岩及煤层 ,含贵州褶翅蛤等。 442m

中三迭统

法郎组 灰色灰岩、灰绿色砂、页岩夹泥灰岩 ,含海燕蛤、鱼鳞蛤及前粗菊石等。 1100m

关岭组 白云岩、盐溶角砾岩、灰岩、砂岩、底部为绿色高岭石页岩 ,含褶翅蛤及腹足类化石。 1350m

下三迭统

永宁镇组 灰绿色、紫色页岩 ,泥灰岩、灰岩及白云质灰岩、白云岩 ,含刺提罗菊石等。 835m

飞仙关组 以紫红色砂岩、泥岩为主 ,夹泥灰岩。下部含蛇菊石、王氏克氏蛤 ;上部含正海扇。 516m

-----假 整 合-----

下伏地层 上二迭统

上述剖面 ,下三迭统下部以砂泥质沉积为主 ,向上碳酸盐岩增多 ,并出现白云岩 ,显示早三迭世后期海水开始咸化 ;至中三迭世早期仍为咸化的泻湖相白云岩沉积 ,晚期为正常浅海沉积 ,到晚三迭世时 ,本区海退 ,上三迭统中下部为滨海相、海陆交互相沉积 ,二桥组已是陆相碎屑堆积 ,表明三迭纪末期本区地壳上升海水完全退出本区。整个剖面构成一个大型的海侵—海退沉积旋迴。这在华南地区具有普遍意义。

华北区三迭纪时已成一片广阔的大陆 ,形成太行山以西为山系与大、中型盆地相间排列 ,太行山以东为大片剥蚀区 ,东北地区则分布着零星小型内陆盆地的古地理景观。陕甘宁盆地中的三迭系可作为典型代表 :下统由刘家沟组和和尚沟组组成 ,是一套紫红色砂岩泥岩沉积 ,砂岩中交错层理发育 ,含肋木及脊椎动物化石 ,代表干旱气候下的河湖相碎屑岩沉积组合 ;中统下部的二马营组属干旱气候的紫红色河湖相碎屑岩沉积 ,仅局部夹一些灰绿色夹层 ,中统上部铜川组及上统延长群以灰绿、黄绿色砂岩、页岩为主 ,下

部夹黑色油页岩,顶部含煤,富含拟丹尼蕨—贝尔璠蕨植物群和其他化石,说明晚三迭世气候已转为温暖湿润。

我国西北地区陆相三迭系发育良好,准噶尔盆地的三迭系大体可以和陕甘宁盆地三迭系相对比。

2. 侏罗系

我国侏罗系以陆相为主,主要分布于我国东部地区和西北地区。海相侏罗系主要分布于西藏、青南及滇西等地。

在我国东部太行山、雪峰山一线以西和西北地区,发育了大、小型内陆盆地中的河湖相、湖泊相及湖沼相沉积,并且,下、中侏罗统普遍为含煤沉积,上侏罗统则出现红色碎屑及砾岩堆积。太行山、雪峰山一线以东,下至中侏罗统普遍发育陆相含煤沉积,而中至上侏罗统则普遍形成一套巨厚的中酸性火山岩夹陆相夹层的岩层。大型盆地中的侏罗系可以陕甘宁盆地中的侏罗系剖面作为代表,简介如下:

上覆地区 下白垩统

---假整合或角度不整合---

上侏罗统

芬芳河组 紫红色砾岩夹少量砂岩。 1174m

安定组 紫及灰色砂泥岩夹泥灰岩及页岩、油页岩,产:裸蛛蚌、巴来鱼及介形虫化石。 84m

中侏罗统

直罗组 灰绿色长石砂岩及互层状杂色泥岩,产:锥叶蕨、假铰蚌化石。 139m

延安组 长石砂岩及互层状灰色砂岩与黑色泥岩夹薄煤层,产:锥叶蕨、费尔干蚌化石。 276m

下侏罗统

富县组 灰绿色砂岩、泥岩、炭质页岩夹油页岩及煤层,产:新芦木、锥叶蕨及双壳类化石。 72m

---假整合---

下伏地层 上三迭统

剖面中侏罗系下统富县组和中统延安组,含煤、油页岩及双壳类化石,属湖沼相。中统直罗组是以砂泥岩为主的河湖相沉积。上统安定组含泥灰岩、薄层页岩及鱼化石,属典型湖泊相。而芬芳河组,属粗粒度沉积,是湖盆边缘山麓堆积相。总的来看,本剖面是以湖泊相沉积为主,缺火山岩系。早侏罗世气候比较温湿,形成含煤沉积,中晚侏罗世,

沉积物逐渐变为红色岩系,说明气候逐渐干旱。

西藏地区的侏罗系有三种类型:南部定日、聂拉木一带,属浅海相沉积;中部雅鲁藏布江一带属半深海相;北部唐古拉山区,属滨海至浅海相。

滇西地区的侏罗系有二种类型:兰坪、江城一带属陆相加海陆交互相沉积;保山、畹町一带属浅海到海陆交互相沉积。

东北北部完达山区侏罗系属浅海相泥岩及海陆交互相含煤岩系。

3. 白垩系

白垩纪时,我国和侏罗纪时一样,大部分地区为大陆环境,海侵区仅限于新疆西南部、西藏及我国台湾省等地,因此白垩纪沉积以陆相为主。

东部地区的白垩系:在我国东部地区,白垩纪时,西面分布着四川盆地和陕甘宁盆地;在东面沿海一带分布着一列NE到NNE向排列的小型盆地;在上两者之间,新出现了一系列大型的沉降盆地,即松辽、华北、苏北、江汉等盆地。在各类盆地中,形成了不同沉积类型的白垩系。

东面近海小型盆地中的白垩系一般由火山岩和红色碎屑岩组成。火山岩一般为中酸性和中基性喷发岩,分布限于东北及沿海地区,由东往西逐渐减弱,喷发期以早白垩世为主,且具有间歇性特点。

中间大型盆地中的白垩系,以松辽盆地研究程度高,具有一定代表性,其剖面介绍如下:

上覆地层 下第三系

~~~~~不 整 合~~~~~

上白垩统

|      |                                                  |      |
|------|--------------------------------------------------|------|
| 明水组  | 棕及灰绿色泥岩、粉砂岩。产:介形虫。                               | 597m |
| 四方台组 | 杂色砂泥岩及棕红色泥岩。产:介形虫、双壳类。                           | 394m |
| 嫩江组  | 下部为灰黑色、灰绿色泥岩夹油页岩;上部为深灰,灰绿色泥岩、砂岩互层。产:双壳类、叶肢介、鱼化石。 | 750m |

下白垩统

|      |                       |             |
|------|-----------------------|-------------|
| 姚家组  | 灰黑、灰绿色泥岩夹粉砂岩、棕红色泥岩。   | 210m        |
| 青山口组 | 灰绿、灰黑色泥岩夹砂岩、油页岩。      | 614m        |
| 泉头组  | 互层状紫红色、灰绿色砂岩及泥岩。      | 1000m       |
| 登楼库组 | 紫色、黑色、灰绿色砂砾岩、砂岩、砂质泥岩。 | 360 ~ 1500m |

----假 整 合----

### 下伏地层 上侏罗统

上述剖面表明,这是一套淡水湖泊相的暗色夹杂色的有机岩和碎屑岩沉积。由于湖水深浅经常变化,沉积物的性质,包括粒度、颜色、有机物的含量也随着变化,因而形成良好的生油层、储油层和盖层组合。

华北盆地和苏北盆地白垩纪时湖水较浅,以火山岩和红层为主,厚度较薄。江汉盆地的白垩系厚度不大,湖水浅,气候干燥,以红层夹膏盐层为其特色。

四川盆地和陕甘宁盆地,在白垩纪时形成河湖相和湖泊相沉积。四川盆地中的白垩系是一套在干热气候条件下形成的红色岩系。陕甘宁盆地只有下白垩统,是一套灰绿、紫红色砂泥质沉积,是干燥、半干燥气候环境下形成的河湖相到湖泊相沉积。

在我国西北地区,白垩系主要分布于柴达木盆地、塔里木盆地边缘和准噶尔盆地等大型盆地及天山、祁连山、秦岭等山区的小型盆地中。沉积相复杂,湖泊相、河流相、山麓堆积相均有。

西藏地区的白垩系有三种类型:南部岗巴定日一带属稳定浅海相;中部江孜地区属地槽型沉积;北部拉萨一带属海陆交互相和浅海沉积。

滇西地区只有下白垩统有海层夹层,其余大部分为陆相沉积。

我国台湾省东部分布有海槽型沉积的白垩系。

### (三)中生代地史简况

中生代,尤其是侏罗、白垩纪,是世界上海侵广泛的时期。但是中亚和东亚则例外,是大陆占优势的时期。因而,中生代时,我国和亚洲地区是以陆相沉积广泛分布为特征。

我国三迭纪时,昆仑—秦岭以北为陆地,大陆上分布着大大小小的内陆盆地,在陆盆地中,早、中三迭统以红色碎屑沉积为主,晚期为含煤沉积。昆仑—秦岭以南以海为主,海陆并存,其沉积为浅海相的碎屑岩及碳酸盐岩。三迭纪晚期,由于印支运动的影响,地壳普遍上升,因之海陆交替相或纯陆相的含煤沉积比较普遍。

侏罗白垩纪时,我国海侵范围大大缩小,主要在西藏、滇西、我国台湾省及东北乌苏里江下游等地区,其余地区,几乎全为陆地。以贺兰山、龙门山、哀牢山一线为界,东部先后形成两列大型盆地,即四川、陕甘宁盆地和松辽、华北、江汉盆地。盆地中的沉积,早侏罗世为含煤建造;中侏罗世至白垩纪,主要为红色碎屑岩或杂色岩系,但在东北北部,晚侏罗世为含煤沉积。东部沿海一带分布着一系列小型盆地,由于燕山运动的影响,火山岩系特别发育,沉积中经常有火山岩夹层。

西部仍以昆仑山为界,南为海区,北为陆地。昆仑山以南的喜马拉雅海槽区,侏罗白垩系为浅海相的碎屑岩及碳酸盐岩。滇西海水时进时退,以海陆交替相沉积为主。昆仑

山以北是大型盆地与高大山脉相间排列区。盆地中的沉积,早侏罗世气候温湿,含煤沉积比较普遍;中侏罗世—白垩纪,气候逐渐转为干燥,主要是湖相或河湖相碎屑沉积。

中生代构造阶段称老阿尔卑斯构造阶段。中生代构造运动可分为两期:发生于三迭纪晚期的称印支运动;发生于侏罗、白垩纪的称燕山运动。在我国,印支运动不但使青藏高原东部的川西海槽褶皱隆起,而且使龙门山、哀牢山一线以东的华南浅海区褶皱或上升成陆,从而结束了我国东部南海北陆的局面。由印支运动而引起的岩浆活动,主要分布在川西、滇西、秦岭和桂、湘、赣、粤等地区。燕山运动以褶皱、断裂为主,并伴有剧烈的火山喷发和岩浆侵入,其影响遍及全国,造成了我国东部现代地貌的基本轮廓。

中生代是我国主要成矿时期之一,主要矿产有:煤、石油天然气、盐类和内生多金属矿。

煤:主要含煤层位,华南为上三迭统与下侏罗统,华北则是中、上侏罗统,东北北部为上侏罗统至下白垩统。

石油及天然气:中生代陆相盆地蕴藏有极为丰富的石油和天然气。如四川、陕甘宁、松辽、华北及西北的准噶尔、塔里木、柴达木等盆地。

盐类:中生界中盐类矿产丰富,如四川盆地三迭系中的盐矿、滇西上白垩统中的钾盐矿等。

内生金属矿产:有钨、锡、钼、铋、铁、铜、铅、锌等,分布于东南沿海及长江中下游一带。

## 二、新生代简述

新生代包括第三纪和第四纪,开始于距今 0.65 亿年一直至今,历时 0.65 亿年,第四纪开始于距今 0.2 亿年。

新生代是现代生物形成和人类出现和进化发展的时代,是现代地貌逐渐形成的时代。

### (一)新生代的生物界及重要化石

由中生代进入新生代,脊椎动物的变化主要表现在爬行动物的衰退,哺乳动物、鸟类和真骨鱼类的极大繁盛。所以新生代是“哺乳动物的时代”。哺乳动物在三迭纪末期已经出现,但中生代期间一直没有很大发展,直到新生代时哺乳动物才随着爬行类的衰亡而兴起,特别是其中的真兽类(有胎盘类)更为繁盛。中生代末期,无脊椎动物中最重要的变化,是中生代海洋中占统治地位的菊石类完全绝灭,箭石类也大为衰退而新生代兴起的是双壳类、腹足类、有孔虫、六射珊瑚、海胆、苔藓虫及介形类等。新生代是“被子植

物的时代”,它们类型多,适应性强,既有木本,又有草本,遍布于热带、亚热带、温带与寒带。由于各地古地理、古气候条件的不同,新生代有着明显的植物分区现象。

### 1. 第三纪

第三纪生物发展的基本特征是哺乳动物和被子植物高度发展和繁盛。

#### (1) 脊椎动物

第三纪陆生脊椎动物发展的突出点是爬行类的衰退和哺乳动物的迅猛发展,迅速辐射演化,不仅在陆地上,而且向海洋和空中扩展,出现了空中飞翔的蝙蝠类和海洋生活的鲸类、长鼻类、有蹄类等演化清楚。重要化石有早第三纪的阶齿兽、始祖象、始马,晚第三纪的安琪马等。现代鸟类在第三纪大发展,中新世的山东鸟是重要代表。此外,还有中新蛇、玄武蛙及雅罗鱼等。

#### (2) 植物

第三纪植物以被子植物为主,然后依次是裸子植物、蕨类植物等。常见化石有红杉、樟等。此外藻类也分布普遍,其中轮藻在陆相地层中有重要意义。

#### (3) 无脊椎动物

第三纪海生无脊椎动物以双壳、腹足类、有孔虫、六射珊瑚最为繁盛,如海扇、岗巴螺、货币虫等。陆生无脊椎动物除双壳、腹足类繁盛外,介形虫类亦发育,常见化石有扁卷螺、田螺等。

### 2. 第四纪

第四纪生物界总面貌与现代已很接近,人类的出现和发展具有特殊意义。哺乳动物继续发展。鱼类、两栖类、鸟类已接近现代类型。无脊椎动物仍以双壳类、腹足类为主;植物的面貌与现代没有多大差别。

## (二) 中国的新生界

### 1. 第三系

我国第三系分布广泛,以陆相沉积为主,海相分布局部。

#### (1) 下第三系

东部大型盆地中的下第三系:我国东部地区的松辽盆地、华北盆地、江汉盆地和苏北盆地在继中生代沉积之后,早第三纪继续接受沉积,一般为浅湖相弱还原条件下的暗色砂泥质沉积,其中华北盆地的下第三系厚达 5000m,属干湿气候相间条件下的产物。

东部小型盆地中的下第三系,有三种类型。干燥盆地的红色碎屑岩堆积:该类沉积分布广泛,常见于长江以南与南岭山地南缘以北的区间,如湖南衡阳盆地、广东南雄盆地等,以红色砂、砾岩为主,常夹岩盐和石膏。湿润盆地区的有机岩堆积:这类堆积分布在



东北地区和南岭山地以南的小型盆地中,我国重要煤炭基地的辽宁抚顺煤田,即是湿润区小型断陷盆地堆积之一例,还有南岭山地以南的茂名、百色等盆地,有早第三纪中后期形成的油页岩及含煤沉积。干湿过渡带的盆地堆积,我国东部在干旱气候带与北部潮湿气候带之间,有一个干湿过渡地带(主要位于华北地区),以厚度大,夹有一些淡水灰岩或泥灰岩为其特征,如山东的官庄组。

**海相下第三系** 海相下第三系主要发育于喜马拉雅区及我国台湾省,其中喜马拉雅地区为含货币虫的碳酸盐岩为主夹页岩沉积,我国台湾省的下第三系是海相砂泥质浅变质岩系,代表活动型的海槽沉积,与更老的变质岩系共同组成台湾岛的中央山脉。

### (2)上第三系

东部大型盆地的泥砂质堆积:松辽、华北、江汉和苏北等盆地中,晚第三纪的沉积范围比早第三纪时广阔。如松辽盆地范围曾扩大到整个松辽平原,以碎屑岩为主,夹薄煤层,代表温暖气候下的稳定大型盆地沉积。

中小型盆地中的湖相堆积:典型代表是山东临朐一带的中新统山旺组。由泥岩、硅藻土、油页岩夹玄武岩组成,厚100m左右,含丰富的动、植物化石为其特征,是典型的静水湖相沉积。上新世的土状堆积分布在晋陕地区,为红色黏土沉积,产三趾马等哺乳动物化石,称三趾马红土,它是高原上燥热气候条件下的湖相堆积。

**海相上第三系** 雷州半岛南部、海南岛北部因断裂下沉遭受海浸,故有中新统及上新统的夹玄武岩的海相沉积。此外,在我国台湾省中央山脉两侧都有海相上第三系分布。

## 2. 第四系

我国第四系陆相沉积分布广泛,兼有海相。第四系一般未胶结,呈松散状态。沉积类型多样。

(1)黄土堆积 第四纪的黄土与黄土状岩石广泛分布于西北的黄土高原、华北平原、东北平原南部,尤以黄河中下游地区最为发育,厚度从数十至百余米不等。典型黄土是黄色或棕黄色粉砂细粒尘土,结构松散,具有多孔性、垂直节理显著,无层理或层理不显著。

(2)冰川堆积 我国第四纪冰川堆积遍布华南、西南、西北和东北等地。在庐山剖面中主要为泥砾堆积和分布零星的漂砾。

(3)洞穴堆积 发育于石灰岩地区。在我国华南地区更普遍。洞穴堆积中常含有丰富的哺乳动物或古人类化石及其用具。

(4)河湖相沉积 第四纪河湖相沉积分布广泛。如河北西北部的泥河湾组,由杂色砂砾层、砂层、泥层及泥灰层组成,产长鼻三趾马、板齿象、三门马为代表的泥河湾动物

群。

此外,沿海地区,在全新统中有海侵层夹于陆相地层中。海相第四系仅见于我国台湾省、沿海岛屿及大陆沿海的少数地区的。在东北、山西、华东、台湾省、雷州半岛等地区还有玄武岩浆喷发堆积。

### (三) 新生代地史基本特征

燕山运动后,我国现代地貌的轮廓已基本形成。第三纪时,我国除台湾省、喜马拉雅山一带为海侵区,近海地区有短期海侵以外,其他广大地区全为陆地。贺兰山、龙门山、哀牢山一线以东的东部地区,陆地上有两列大型盆地,西边是四川、陕甘宁盆地,由于地壳上升关系,盆地中第三系不发育;东边为松辽、华北和江汉平原,这是继中生代之后,继续发展的大型凹陷区,盆地中第三系很发育,并在局部地方有海相夹层。

西部地区,第三纪地貌特征,基本上和中生代相似,大型隆起(山脉)与大型盆地交替排列,盆地内不但第三系普遍发育,而且含石油、煤等重要矿产。

第三纪中后期强烈的喜马拉雅运动,不但使喜马拉雅、台湾省等地区褶皱上升,海水退出,而且伴有基性岩浆喷发活动和岩浆侵入。

第四纪的地壳运动以升降作用为主,我国西部地区,因山脉与盆地差异升降关系,促使喜马拉雅山、昆仑山、天山高耸入云,青藏高原跃居为世界屋脊,珠穆朗玛峰成为世界第一高峰,盆地因长期下降结果,第四系大面积覆盖。东部地区,大型凹陷带第四纪时继续下降,因此,第四系广泛分布,并在近海地区有短期海相沉积。

## 第四章 地质年代和地层系统的确定划分

地球的年龄大约从 46 亿年前算起。这是根据地球与太阳系其他天体都来自同一星云的理论,并结合球粒陨石的成分比较而推算的。目前已知地球上最古老的岩石同位素年龄为 41 亿年~42 亿年(澳大利亚)。因此,地壳至少在 41 亿年前已形成。在这漫长的地质年代里,组成地壳的岩石、矿物和地壳本身,以及生物界,无时不在变化、运动和发展。地壳中各种岩石和矿产都是在一定的地质年代中形成,它们都有一定的生成顺序。

地壳的表层,沉积岩分布最广,它们是由厚薄不等的一层一层的沉积岩累积在一起形成的。沉积岩具有明显的成层构造,由沉积岩变质成的变质岩和夹在沉积岩中的火山岩、火山碎屑岩都具有成层现象。

地壳是不断运动着的,在某一地质年代中,有的地区因上升而遭受风化、剥蚀;有的地区则不断下降,接受沉积,形成沉积岩层。在地质学上,把某一地质时代形成的一套岩层(不论是沉积岩、火山碎屑岩还是变质岩)称为那个时代的地层。

地层是研究地壳历史的根据,依据地层的物质成分、颗粒大小、厚度及其中所含化石等实际资料,对一个地区或不同地区的地层进行划分和对比,可确定地层的生成顺序和时代,并进一步分析地层形成的环境,了解古代自然地理的变迁、发展演化及地壳运动的规律。

因此,划分地质年代和地层系统,对研究地壳的演化过程—地壳的岩石、矿物、生物界等演化规律具有重要的理论意义,对寻找和勘探矿产资源及矿山开采具有重要的实际意义。

## 第一节 确定地质年代的方法

确定地层地质年代有两种方法 :一是确定地层的相对地质年代 ,另是确定岩石形成到现在的实际地质年代 ,即所谓“绝对”地质年龄。

### 一、相对地质年代确定法

相对地质年代的确定 ,主要是依据地层的上下层序、地层中的化石、岩性以及地层的接触关系等。

1. 地层层序法 沉积岩在形成时 ,先沉积的在下面 ,后沉积的盖在上面 ,成了自然的顺序。即正常的地层 ,总是老的先沉积在下 ,而新的则后沉积在上。地层这种新老的上下覆盖关系 ,称为地层的层序定律。利用这个关系可确定地层的相对年代。但这种方法在地层受到剧烈地壳运动而发生倒转的情况下 ,就不能应用了。

2. 古生物比较法 化石是古代生物保存在地层中的遗体或遗迹 ,如动物的外壳、骨骼、角质层或足印 ,以及植物的枝、干、叶等。地球上自有生物以来 ,每一个地质时期有其相应的生物繁殖 ,随着时间推移 ,生物的演化是由简单到复杂 ,由低级到高级 ,在某一地史阶段绝灭了的种属不能再在新的发展阶段中出现 ,这个规律 ,称为生物演化的不可逆性。因而使上面地层内的生物化石的种类和组合不同于下面地层内的生物化石的种类和组合 ,人们就利用那些演化快、生存短、分布广的生物化石—标准化石来确定地层的相对年代。

3. 标准地层对比法 地壳的不断运动使古代自然地理环境不断发生变化 ,而沉积环境的变化也必然反映到各时代沉积岩层的岩性变化上。所以 ,一般情况下 ,在同一沉积环境里 ,同一时期形成的沉积岩往往具有相似的岩性特征 ,而不同时期形成的沉积岩在岩性上往往也不一样。因此 ,在一定地区内 ,可以根据各地地层的岩性变化来划分和对比地层。通常是利用已知相对年代的 ,具有一种特殊性质和特征的 ,易为人们辨认的“标志层”来进行对比。例如 ,华北和东北的南部各地奥陶纪地层是厚层质纯的石灰岩 ;广西一带的泥盆纪初期的地层为紫红色的砂岩等都可作为标志层 ,还可利用地层中含燧石结核的灰岩、冰碛层、硅质层、碳质层等特征来定“标志层” 。标准地层对比法 ,一般是用于时代比较老而又无化石的“哑地层” 。对含有化石的地层 ,可两者结合运用 ,相互印证。

4. 地层接触关系法 它是根据地层之间的接触关系来确定其相对年代的。地层之间的接触关系有:整合接触、平行不整合(假整合)接触和角度(斜交)不整合接触(图 2-4-1)。

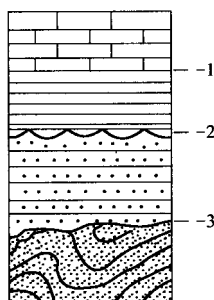


图 2-4-1 地层接触关系

1—整合 2—平行不整合 3—角度不整合

(1)整合接触 在地壳长期下降的情况下,沉积物在沉积盆地中一层一层地沉积下来,不同时代的地层是连续沉积的,这种地层之间的接触关系称为整合接触。

(2)平行不整合接触(假整合) 当地壳由长期下降状态转变为上升时,早先形成的地层露出水面,不仅不再继续接受沉积,而且还遭受到风化剥蚀,形成高低不平的侵蚀面,其后地壳再次下降,原来的侵蚀面上又沉积了一套新的地层。这样,新老两套地层的接触关系大致平行,但它们之间存在着一个侵蚀面,称不整合面,并缺失一部分地层,反映沉积作用曾经发生过间断。新老地层之间的这种接触关系叫做平行不整合(假整合)接触。

(3)角度(斜交)不整合接触 如果地壳在由下降转为上升的过程中,原来的地层因地壳剧烈运动而发生褶皱和断裂时,岩层便会产生不同程度的倾斜。当这套地层露出水面经过风化剥蚀后,再次下降接受新的沉积时,新老两套地层之间不但有地层缺失,而且不整合面上下两套地层的岩层产状也有明显差异,呈角度相交。这种接触关系叫做角度(或斜交)不整合接触。在不整合面上常保留有遭受风化剥蚀的痕迹,其上往往有下伏地层的碎屑或化学风化产物(如底砾岩、褐铁矿等)。

可见,不论哪种地层之间的接触关系,都是地壳运动在地层里历史的记录,特别是不整合接触,反映了地壳运动过程中出现了下降—上升—下降的阶段性变化,不整合面上下地层的岩性、古生物等都有明显不同。因此,不整合接触就成为划分地层的重要依据。例如,在华北和东北的南部地区,石炭至二叠纪的一套含煤地层直接盖在奥陶纪中期形成的厚层石灰岩之上,中间缺失了志留纪、泥盆纪的地层,有一个明显的平行不整合面存

在(图 2-4-2)。

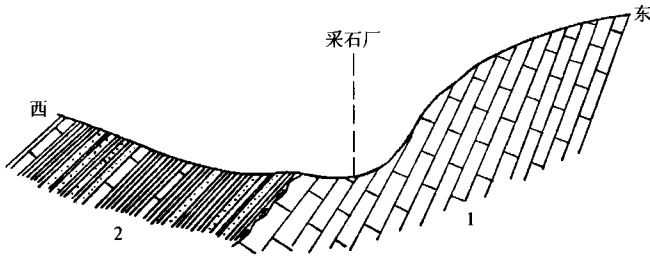


图 2-4-2 平行不整合接触关系

1—石灰岩 2—砂页岩

又如,在广西地区,泥盆系地层和早古生界地层之间也存在着一个显著的角度不整合。

上面讲的四种划分地层和确定地层相对年代的方法,在实际工作中应该结合具体情况,综合利用。

## 二、同位素地质年龄确定法

同位素地质年龄是表示岩石形成到现在的实际年龄,即所谓“绝对”年龄。它是根据岩石中所含的放射性同位素和它的蜕变产物—稳定同位素的相对含量来测定的。当岩石和矿物形成时,一些放射性同位素就已经含在里面。从这时起,这些同位素就按照恒定的速度蜕变成为稳定同位素,如  $U^{235}—Pb^{207}$ 、 $K—Ar^{40}$  等。例如 1 克铀在一年内可以蜕变成出  $7.4 \times 10^{-9}$  g 的铅,根据含铀矿物中铅铀的比率,就可以测出该含铀矿物的岩石实际形成的年代。岩石同位素地质年龄测定,目前还有一定误差,只能提供一个概略的数字。同位素地质年龄测定主要用来确定不含化石的古老地层和岩浆岩的年龄。

## 第二节 地质年代及地层系统

### 一、地质年代及地层单位的划分

当前国际上趋向于把地层划分成三套性质不同的地层系统:岩石地层单位、生物地层单位和年代地层单位。以地层的岩性特征和岩石类别作为划分依据的地层单位,称岩

石地层单位,包括群、组、段、层四个级别。岩石地层单位没有严格的时限,在其分布范围内的不同地点,其时间范围是不等同的。组是划分岩石地层的基本单位,是由岩性、岩相、变质程度较为均一并与上下层有明确界限的地层所构成。组的厚度不等,一般从几米到几百米,最大可达数千米。段是组内次一级的岩石地层单位,其岩性特征与组内相邻岩层有明显的区别。一个组不一定都划分为段。层是最小的岩石地层单位,指组内或段内一个明显的特殊单位层,如膨润土层、碳质层等。群是最大的岩石地层单位,由两个或两个以上经常伴随在一起而又具有某些统一的岩石学特点的组联合构成;某些厚度巨大、岩类复杂,又因受构造运动的扰动以致原始顺序无法重建的一大套地层也可以视为一个特殊的群。组不一定合并为群,群较多地用于前寒武系(如五台群)或陆相地层单位。

生物地层单位是以含有相同的化石内容和分布为特征,并与相邻地层单位的化石有区别的岩层体。生物地层单位的一般术语是生物带,其中延限带和顶峰带对确定地层相对年代意义最大。延限带指的是任一生物分类单位(种、属、科……)的延续时限内所形成的地层;顶峰带是指某些化石种、属最繁盛的一段地层。

年代地层单位是指在特定的地质时间间隔内形成的岩层体。其顶底界线均为等时面。年代地层单位包括宇、界、系、统、阶、时间带六个级别;其相对应的地质年代单位是宙、代、纪、世、期、时。宇是最大的年代地层单位,是宙的时间内形成的地层。整个地质时代包括四个宙:冥古宙、太古宙、元古宙和显生宙,相应的年代地层单位为冥古宇、太古宇、元古宇和显生宇。太古宙又分为古太古代和新太古代,相应的年代地层单位为古太古代界和新太古代界。元古宙又分为古元古代、中元古代和新元古代,相应的年代地层单位为古元古代界、中元古代界和新元古代界。显生宙按生物演化的重大变化与阶段划分为古生界、中生界和新生界,相应的地质年代为古生代、中生代和新生代。显生宇(宙)内的界(代)进一步划分为若干系(纪);系(纪)内再分为若干统(世);统(世)可再分阶(期)。这些不同级别的单位是以不同级别的生物演化阶段来划分的。

## 二、地质年代表

地质年代表见表 2-4-1 所示。

表 2-4-1 地质年代表

| 地质时代(地层系统及代号)                |                                       |             |                         |                         | 同位素年龄值<br>/Ma | 构造阶段<br>(及构造运动)         |             | 生 物 界    |           |           |
|------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|-------------|----------|-----------|-----------|
| 宙(宇)                         | 代(界)                                  | 纪(系)        |                         | 世(统)                    |               |                         |             | 植 物      | 动 物       |           |
| 显<br>生<br>宙<br><br>(宇<br>PH) | 新<br>生<br>代<br>(界<br>K <sub>z</sub> ) |             | 第四纪(系)Q                 | 全新世(统 Q <sub>h</sub> )  | 0.01          | (喜马拉雅构造阶段)<br>新阿尔卑斯构造阶段 |             | 被子植物繁盛   | 出现人类      |           |
|                              |                                       |             |                         | 更新世(统 Q <sub>p</sub> )  | 2.5           |                         |             |          | 哺乳动物与鸟类繁盛 |           |
|                              |                                       | 第三纪(系)R     | 新第三纪(系)N                | 上新世(统 N <sub>2</sub> )  | 23            |                         |             |          |           | 无脊椎动物继续演化 |
|                              |                                       |             |                         | 中新世(统 N <sub>1</sub> )  |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             |                         | 渐新世(统 E <sub>3</sub> )  |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             | 老第三纪(系)E                | 始新世(统 E <sub>2</sub> )  | 65            |                         |             |          |           | 爬行动物繁盛    |
|                              |                                       |             |                         | 古新世(统 E <sub>1</sub> )  |               |                         |             |          |           |           |
|                              | 中<br>生<br>代<br>(界<br>M <sub>z</sub> ) |             | 白垩纪(系)K                 | 晚白垩世(统 K <sub>2</sub> ) | 135           | 老阿尔卑斯构造阶段               | 燕山构造阶段      | 裸子植物繁盛   | 两栖动物繁盛    |           |
|                              |                                       |             |                         | 早白垩世(统 K <sub>1</sub> ) |               |                         |             |          |           | 205       |
|                              |                                       | 侏罗纪(系)J     | 晚侏罗世(统 J <sub>3</sub> ) | 250                     |               |                         | 蕨类及原始裸子植物繁盛 |          |           |           |
|                              |                                       |             | 中侏罗世(统 J <sub>2</sub> ) |                         |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             | 早侏罗世(统 J <sub>1</sub> ) |                         |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             | 三叠纪(系)T                 | 晚三叠世(统 T <sub>3</sub> ) | 290           |                         |             |          |           | 裸蕨植物繁盛    |
|                              |                                       |             |                         | 中三叠世(统 T <sub>2</sub> ) |               |                         |             |          |           |           |
|                              | 古<br>生<br>代<br>(界<br>P <sub>z</sub> ) |             | 二叠纪(系)P                 | 晚二叠世(统 P <sub>2</sub> ) | 355           | (海西)华力西构造阶段             |             | 真核生物进化   | 藻类及菌类植物繁盛 |           |
|                              |                                       |             |                         | 早二叠世(统 P <sub>1</sub> ) |               |                         |             |          |           | 410       |
|                              |                                       | 石炭纪(系)C     | 晚石炭世(统 C <sub>3</sub> ) | 439                     |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             | 中石炭世(统 C <sub>2</sub> ) |                         |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             | 早石炭世(统 C <sub>1</sub> ) |                         |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       | 泥盆纪(系)D     | 晚泥盆世(统 D <sub>3</sub> ) | 510                     |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             | 中泥盆世(统 D <sub>2</sub> ) |                         |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             | 早泥盆世(统 D <sub>1</sub> ) |                         |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       | 志留纪(系)S     | 晚志留世(统 S <sub>3</sub> ) | 570                     |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             | 中志留世(统 S <sub>2</sub> ) |                         |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             | 早志留世(统 S <sub>1</sub> ) |                         |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       | 奥陶纪(系)O     | 晚奥陶世(统 O <sub>3</sub> ) | 700                     |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             | 中奥陶世(统 O <sub>2</sub> ) |                         |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             | 早奥陶世(统 O <sub>1</sub> ) |                         |               |                         |             |          |           |           |
| 晚寒武世(统 ε <sub>3</sub> )      | 800                                   |             |                         |                         |               |                         |             |          |           |           |
| 中寒武世(统 ε <sub>2</sub> )      |                                       |             |                         |                         |               |                         |             |          |           |           |
| 早寒武世(统 ε <sub>1</sub> )      |                                       |             |                         |                         |               |                         |             |          |           |           |
| 元<br>古<br>宙<br>(宇<br>PT)     | 新元古代(界)<br>(Pt <sub>3</sub> )         | 震旦纪(系)Z     | 晚震旦世(统 Z <sub>2</sub> ) | 700                     | 晋宁运动          |                         | 原核生物        | 生命现象开始出现 |           |           |
|                              |                                       |             | 早震旦世(统 Z <sub>1</sub> ) | 800                     |               |                         |             |          |           |           |
|                              | 中元古代(界)<br>(Pt <sub>2</sub> )         | 蓟县“纪”(系)Jx  | 1000                    |                         |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       | 长城“纪”(系)Chc |                         |                         |               |                         |             |          |           |           |
|                              | 古元古代(界)<br>(Pt <sub>1</sub> )         | 溱沱“纪”(系)Ht  | 1800                    |                         |               |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       | 未 名         |                         |                         |               |                         |             |          |           |           |
| 太<br>古<br>宙<br>(宇<br>AR)     | 新太古代(界)<br>(Ar <sub>2</sub> )         |             | 2500                    | 吕梁运动                    |               |                         |             |          |           |           |
|                              | 古太古代(界)<br>(Ar <sub>1</sub> )         |             | 3100                    |                         |               |                         |             |          |           |           |
| 冥古宙<br>(宇<br>HD)             |                                       |             |                         | 3850                    | 阜平运动          |                         |             |          |           |           |
|                              |                                       |             |                         | 4600                    |               |                         |             |          | 地球形成      |           |

1. 据王鸿祯等《中国地层时代表》，1990 年，略改并补充。转引自叶俊林等《地质学概论》，地质出版社，1996。  
2. 与地质年代早、中、晚世相对应的地层单位为下、中、上统。