第八章　地层单位和地层系统

第一节　地层的划分和对比

地层的划分和对比是地层学研究的重要内容。地层划分，是指根据岩层具有的不同特征或属性把岩层组织成不同的单位。地层对比则是指根据不同地区或不同剖面地层的各种属性的比较，确定地层单位的地层时代或地层层位的对应关系。因此，地层划分是从一般中认识个别，而地层对比则是从个别中寻求一般。岩层的属性或特征是多种多样的（如岩层的岩性特征、生物特征、接触关系、地球物理特征、地球化学特征、时代属性等）。根据岩层的不同属性或特征，可以进行不同的地层划分。岩层有多少种能够用于划分的依据，地层就有多少种划分，这就是地层划分的多重性。与之对应，可以根据地层划分的多重性确定多重的地层单位（图 8-1）。地层对比的类型也与组成地层可划分的属性有关。根据地层不同的物质属性，可以进行不同的地层对比。但是，现代地层学更强调地层的时间对比，甚至将时间对比作为地层对比的同意词。因此，地层的时间属性对比是最重要和最基本的对比。

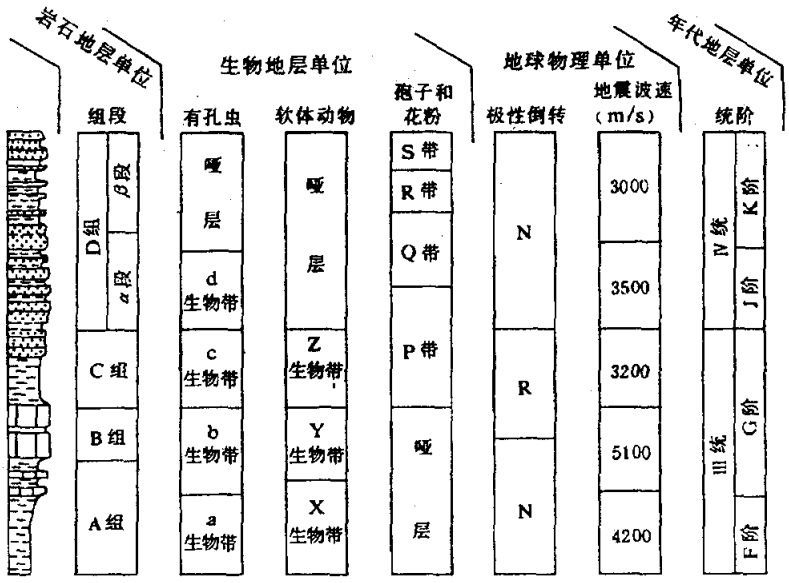


图 8-1　多重地层划分和多重地层单位示意图

（据 Hedberg. 1976）

图中说明一个地层剖面可根据不同的物质属性划分不同的地层单位，各单位划分界线点的位置存在差别

一、地层的物质属性——地层划分的依据

地层学的研究对象是地质历史中形成的岩层。岩层是地层的基本组成单元，也是地层学研究的基本对象。在长期的地质演化历史中，这些岩层被赋予许多特征，即物质属性。这些物质属性正是我们划分地层和建立地层单位的基础。组成地层岩层的岩石是由不同的组分组成的；这些组分以不同的组构方式集合形成不同的岩石；这些岩石具有不同的颜色、层厚，发育不同的沉积构造。这些岩石形成的岩层具有不同的体态，并以不同的接触关系与相邻岩层相接触。这些岩层含有不同的化石或具有其他时代证据，代表着不同的形成年龄。众多的岩层以均一的或不均一的；有序的或无序的组构方式构成地层体。所有这些属性都是地层划分的重要依据。

1. 岩石学特征

地层的岩石学特征是认识地层的最重要内容和划分地层的最重要基础。它包括组成地层的岩石的颜色、矿物组分或结构组分、结构、组构和沉积构造等。在岩石地层划分中，首要考虑的是组成地层的岩石特征。岩性相同或大致相同的连续岩层可以划分为一个岩石地层单位，岩性不同的地层体应该划分为不同的岩石地层单位。

2. 生物学特征

地层的生物学特征也是地层划分的重要依据。地层的生物学特征主要包括地层中所含的生物化石组分（类别），以及生物化石的含量、生物化石的保存状态、生物化石之间及生物化石和围岩之间的相互关系等。地层中所含的生物化石在认识地层和地层划分中至少具有两方面的意义：一是年代学的意义，地层中所含的生物化石类别不同，可以反映地层形成的时代不同；二是环境学的意义，地层中所含的生物化石类别、含量、保存状态及相互关系的变化可以反映它们形成环境的差别。

3. 地层结构

地层结构是近年来地层学的一个新概念。它是指组成地层时岩层在时空上的组构方式。大量的研究工作表明，大多数地层是由有限的岩层类型构成的，这些岩层通常又以规律的组合方式组构在一起。因此，根据岩层的组构方式所划分地层的结构类型（表 8-1）可作为地层划分的依据。

表 8-1 地层结构类型简表

地层 / 结构			层状地层	非层状地层
简单型	均质型	均一式		斜列式 叠积式 嵌入式等
	非均质型	互层式		
		夹层式		
		有序多层式		
		无序多层式		
复合型	上述各简单型结构之复合			

对于层状延伸的地层来说，可以分为简单的均质型结构和非均质型结构两大类和若干小类。均一式结构是指地层是由一种单一的岩层类型组成的，所谓单一，是指岩层的组分相同，结构、组构和沉积构造相同或相似，颜色和层厚相近等。互层式结构是指地层由两种岩层类型规则或不规则交互而成的，如砂岩和页岩的交互、灰岩和白云岩的交互等。夹层式结构是指组成地层的岩层以一种岩层类型为主，间夹另一种岩层类型，如地层总体为泥岩岩层，内夹有少量砂岩岩层等。有序多层式结构是指地层由三种或三种以上的岩层类型组成，这些岩层以有规律的组合方式组构在一起。最具代表性的如上一章所述的各种旋回沉积序列，也就是现代地层学中强调的地层的基本层序。基本

层序是指由一定的岩层类型以一定的规律组合而成的地层序列，其实质就是上述的旋回沉积序列。无序多层式结构是指地层由多种岩层类型组成，但并没有一定的组合规律。它们是由非旋回沉积作用形成的。

对于非层状延伸的地层，由于地层的侧向变化大，应该从三维的角度去认识地层的结构。表 8-1 中的斜列式结构是指组成地层的岩层以斜列的方式排列，如生物礁前缘斜坡倒石堆形成的地层。叠积式结构是指一些丘状或块状的岩层在垂向上叠加而成的地层结构，典型的如连续垂向加积的生物礁形成的地层结构。嵌入式结构是指地层总体以某一种岩层为主，内夹一些非层状或丘状、透镜状岩层，典型的如台地碳酸盐组成的地层中夹有小型生物礁岩层。

上述地层结构可以单独出现，也可以以不同的方式组合形成复合式结构，如均一式结构中夹有序多层式结构，互层式结构中夹均一式结构，无序多层式结构中夹有序多层式结构等。

地层结构是认识地层和划分地层的重要依据。一个岩石地层单位除具有一定的岩石特征外，还应该具备一定的地层结构。不同的地层单位在地层结构上也应有所差别。

4. 地层的厚度和体态

地层的厚度和体态也是地层学研究的重要内容。它包括组成地层的岩层的厚度和体态，也包括地层单位的厚度和体态。地层的体态是指岩层或地层体空间形态和分布状态。地层的形态一般是层状的，但也不乏非层状的，如楔状、透镜状、丘状等。地层的分布状态一般认为是水平或近于水平的，但也有许多地层是斜列的。地层的分布状态可以通过特殊的沉积构造（如示顶底构造）去识别。一般要求，一个地层单位应有一定的厚度，厚度过小不足以建立一个地层单位。地层单位的厚度要求一般根据地质填图的比例尺确定，即可以在地质图上以最小的表达尺度（1mm）去表达。

5. 地层的接触关系

地层的接触关系是地层的重要物质属性之一。它在识别地层结构、划分地层单位中具有重要作用。常见的地层接触关系包括两大类（图 8-2）：一是不整合接触，二是整合接触。不整合接触关系包括角度不整合、非整合、假整合（平行不整合）。整合接触关系包括连续和小间断等类型。

角度不整合为分隔下部被褶曲或掀斜地层和上部水平地层间的分隔面。这种不整合包含着一系列曾经发生过的地质事件：下伏的原始水平或近于水平的地层在构造作用下发生褶皱或掀斜，然后经历隆升、风化、剥蚀削去了其上翘的顶端，而后新的地层沉积其上。角度不整合面是分隔地层单位（如群、组）的重要界面。在地层单位内部（如组、段）一般不允许存在角度不整合。

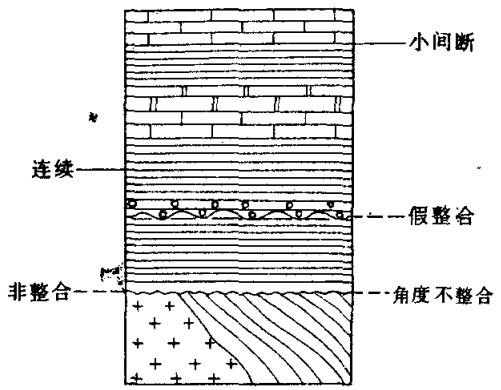


图 8-2　地层的接触关系类别示意图

（据张守信，1989）

非整合的接触关系是指沉积盖层和下伏岩浆岩或深变质岩之间的分隔界面。非整合代表古老基底经受了长期的暴露、风化、剥蚀，之后接受再沉积的演化历史。非整合面之下的岩体或深变质岩被截切，其上的地层不发生接触变质作用，接触面之上常见含下伏地层或岩体砾石的底砾岩。无疑，非整合面也是划分地层单位的重要界面。

假整合（平行不整合）接触关系是指上下地层产状平行或近于平行，具有不规则的侵蚀和暴露标志的分隔面。它代表了早期地层的整体上升，遭受风化、剥蚀，而后又接受沉积的演化历史。假整合面上一般都具有古风化壳，或具底砾岩、粗碎屑岩等。假整合是地层单位的重要界面。组一级的地层单位之间常见假整合的接触关系。组内一般不允许假整合存在。

小间断为地层中由于沉积作用中断或沉积环境变迁造成的沉积间断面。这是沉积地层中最常见的界面。小间断面一般可以作为地层的基本层序之间的分隔面。

连续接触关系是指不间断的沉积作用形成的岩层之间的接触关系。它也是地层中最常见的。在地层结构和基本层序识别中，基本层序内部应该是连续的接触关系。

6. 其他属性

除上述常用的几大物质属性之外，地层还包括许多其他的物质属性，如地层的磁性特征、电阻率和自然电位、矿物特征、地球化学特征、生态特征、同位素年龄等，它们均可以作为地层划分的依据，用于建立不同的地层单位。

地层划分的结果是建立地层单位。由于地层划分的依据不同或划分地层所依据的物质属性不同，所建立的地层单位也不一样。依据地层的岩石学特征及地层结构、厚度和体态、接触关系等建立的地层单位是岩石地层单位；依据地层的时间属性（如生物地层所反映的时间、地层的同位素年龄等）所划分的地层单位是年代地层单位；依据地层的生物或生态特征建立的地层单位是生物地层单位或生态地层单位；依据地层的磁性特征建立的地层单位是磁性地层单位；依据地层的地球化学特征建立的地层单位是化学地层单位等。

二、地层对比的原则和方法

地层对比是在空间上延伸一个地层单位的重要手段。它在古地理、古构造及矿产资源调查和勘探中具有重要意义，因此它是沉积地质和沉积矿产研究的重要基础性工作。地层对比所遵循的主要原则之一是地层的物质属性相当的原则。由于地层的属性或划分依据不同，所划分的地层单位也不一致。所以不同地层单位的对比就应该依据建立这些地层单位的物质属性。地层对比应遵循的第二个原则是不同类型或不同地层单位的地层对比不一致的原则。由于地层单位不同，或者说地层对比的属性不同，对比的界线就不可能一致。如岩石地层单位的对比主要是依据岩性和地层结构的对比，因此对比的界线和年代地层界线或时间界线就不可能一致。只有以严格的时间属性进行的地层对比才具有时间对比意义。地层对比主要有以下一些方法。

1. 岩石学的方法

岩石学的方法仅适用于岩石地层对比。在侧向连续的条件下，不同地区的岩石学特征相当的地层是可以对比的。这些岩石学特征包括岩层的岩性、岩石组合、地层结构以及厚度、顶底接触关系等。以地层的岩石学特征进行的地层对比不是时间对比，因为穿时普遍性存在原理决定了绝大多数岩石地层单位是穿时的。

常用标志层方法的标志层是指那些厚度不大、岩性稳定、特征突出、易于识别、分布广泛的特殊岩层，标志层通常可以用于地层对比。标志层有两种类型：一是穿时性的标志层，如地层中的砂岩夹层、煤层、蒸发岩层等。二是等时性的标志层，如火山灰层、小行星撞击事件层及风暴岩层等。穿时性的标志层只能用于岩石地层单位的对比，等时性的标志层才能用于年代地层单位的对比。

2. 生物地层对比

生物地层对比的理论依据为著名的 Smith 生物顺序律。Smith（1815）认为，相同岩层总是以同一叠覆顺序排列着的，并且每个连续出露的岩层都含有其本身特有的化石，利用这些化石可以把不同时期的岩层区分开。Smith 称这种方法为“用化石鉴定地层”。这一原理被后人通俗地概括为“含有相同化石的地层的时代相同，不同时代的地层所含的化石不同”。用生物化石对比地层通常应用标准化石法、化石组合法等。标准化石是指那些演化快、地理分布广、数量丰富、特征明显、易于识别的化石。利用这些化石不仅可以鉴定地层的时代，也可以用于地层的年代对比。但标准化石法通常受诸多因素影响而受到限制，如用作标准化石的生物对环境的宽容度较小，生态环境相对局限，生物遗骸在沉积和成岩过程中总要受到损害，再加上采样精度问题，其标准性也是相对的。因此，在应用标准化石法时应注意其精度。化石组合法是根据地层的化石组合对比地层的方法。所谓化石组合是指在一定的地层层位中所共生的所有化石的综合（图 8-3）。根据化石组合所限定的界线不仅可以进行地层划分和建立地层单位，也可以进行地层对比。用生物地层方法进行地层对比主要用于生物地层单位的对比，也通常应用于年代地层单位的对比。

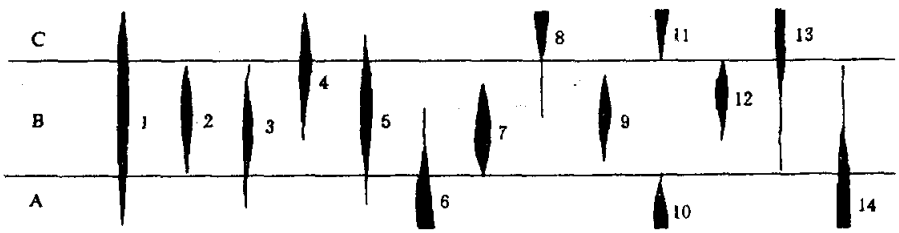


图 8-3　化石组合示意图

图中表示 14 种生物化石在 B 层形成的化石组合

3．构造运动面的对比

利用地层中的不整合面进行地层对比是一种常用的方法。由于不整合界面代表一次区域性的地壳运动，所以有较大的分布范围，因此可以用来作为地层对比的界线。如果不同地区的地层为连续可追索的不整合界面所限定，这些地层是可以对比的。不整合界面可以作为一个等时面，但紧邻该面上下的地层是不等时的。一般来讲，不整合面之下的地层或经历不同程度的变形，或经受不同程度的侵蚀，因此该地层的顶面一般不是等时面。不整合面之上的地层是在海侵过程中形成的，该地层的底面（海侵面）也是不等时的。所以，构造运动面的对比一般只能用于岩石地层单位的对比，在应用于年代地层单位对比时应特别谨慎。

4．同位素年龄测定与地层对比

同位素年龄测定是根据放射性同位素衰变原理进行的。放射性元素在衰变过程中，释放出能量并转化为终极元素。用于地层年龄测量的同位素方法主要有 U-Pb 法、Th-Pb 法、Rb-Sr 法、K-Ar 法、Sm-Nd 法等。同一地区的地层的同位素年龄可以用于地层年龄的确定，不同地区的地层的同位素年龄可以用于地层对比。

5．磁性地层对比

在地层记录中，通常可以保存沉积物沉积或成岩期的磁性特征，这种磁性称为“剩余磁性”。通过地层剖面中系统的剩余磁性测量发现，随着地质历史的演进，地磁极曾发生过许多

次倒转。根据地磁极的倒转并配合同位素年龄测定，可以建立一个地磁极向年表（如图 8-4）。由于地球的磁极是全球性的，利用已知的地磁极向年表可以进行磁性地层的对比。由于这种对比是严格的时间对比，因此可以用于年代地层对比。

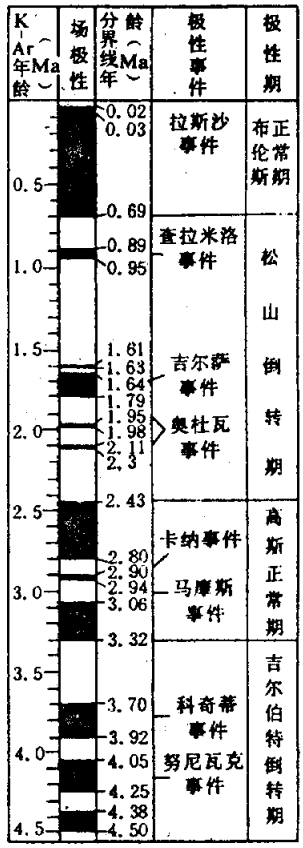


图 8-4　以 K-Ar 法同位素年龄测定确定的地磁场极性倒转时间表（转引自全秋琦，王治平，1993）

第二节　地层单位和地层系统

在地层的物质属性研究的基础上，建立地层单位和确立地层系统是地层学的中心任务。如前所述，由于地层的物质属性不同，地层划分的依据不一，所建立的地层单位也不一致。《国际地层指南》和《中国地层指南及中国地层指南说明书》都强调了多重地层单位的思想。根据前述地层划分的各种依据，可以建立不同的地层单位，如岩石地层单位、年代地层单位、生物地层单位、磁性地层单位、化学地层单位、生态地层单位、地震地层单位、矿物地层单位、构造地层单位等。王鸿帧（1989）在讨论地层单位系统时强调，对各类地层单位的主次关系应坚持双重地层分类的观点，将地层单位分为两类：一是以建立局部地层系统为目的，主要以区域性特征为依据的岩石地层单位系统，以及为改善、补充和验证该地层系统的其他地层学分支所提供的地层单位（如地震地层单位、构造地层单位、化学地层单位及生态地层单位等），所有这些地层单位之间的界面都是穿时的；二是以建立全球性年代地层系统为目的的年代地层单位系统，以及为完善和验证该系统服务的生物地层单位和磁性地层单位，这些地层单位之间的界面是等时的。因此，不是所有的地层单位都能形成完整的地层系统。目前地层研究中最常用的是三套地层单位（岩石地层单位、年代地层单位和生物地层单位）（表 8-2）和两套地层单位系统（岩石地层单位系统和年代地层单位系统）。

表 8-2　主要地层单位分类表（转引自刘本培、全秋琦，1996）

时间（年代）地层单位	地质时代（年代）单位	岩石地层单位
宇 Eonthem	宙 Eon	
界 Erathem	代 Era	群 Group
系 System	纪 Period	组 Formation
统 Series	世 Epoth	段 Member
阶 Stage	期 Age	层 Bed
时带 Chronozone	时 Chron	

一、岩石地层单位和地层系统

确定和建立岩石地层单位一直坚持着岩石学特征稳定型的原则。其首要的是岩性的稳定

型，其次要求地层结构的稳定型。一个岩石地层单位应有岩性相对一致或相近的岩层组成，或为一套岩性复杂的岩层，但可以和相对简单的相邻岩层相区别。除此之外，一个岩石地层单位应有相对稳定的地层结构。一般一个段级的地层单位是由一种结构类型的地层组成的，内部不分段的组也只有一种结构类型，内部分段的组可有多种结构类型。岩石地层单位包括群、组、段、层四级单位。

1. 组

组是岩石地层单位系统的基本单位，是具有相对一致的岩性和具有一定结构类型的地层体。所谓岩性相对一致，是指组可以由一种单一的岩性组成，也可以由两种岩性的岩层互层或夹层组成，或由岩性相近、成因相关的多种岩性的岩层组合而成，或为一套岩性复杂的岩层，但可与相邻岩性简单的地层单位相区分。组的内部结构也应有一致性，内部不分段的组为一种结构类型，内部分段的组可有多种结构类型。组的顶底界线明显，它们可以是不整合界线，也可以是标志明显的整合界线，但组内不能有不整合界线。除此之外，组的厚度应有一定的范围，一般要求可以在区域地质图（1∶5万～1∶20万）上表达出来。同时，组也应有一定的分布范围，至少可以在区域地质图上表达出来，分布范围过小不应该建组。

2. 群

群为比组高一级的地层单位，为组的联合。其联合的原则是：岩性的相近；成因的相关；结构类型的相似等。一般一个群是由岩性相似、结构相近、成因相关的组联合而成的。群的顶底界线一般为不整合界线，或为明显的整合界线。

3. 段

段为比组低一级的地层单位，为组的再分。分段的原则主要包括：组内岩性的差别；组内结构的差别；地层成因的不同等。也即依据组内地层的岩性、结构、成因的差别划分段。一般一个段是由岩性相同或相近、一种结构类型、成因相关的岩层组成的地层单位。不同的段具有岩性、结构或成因上的差别。段的顶底界线也应明显，一般是标志明显的整合界线。

4. 层

层是最小的岩石地层单位。层有两种类型：一是岩性相同或相近的岩层组合，或相同结构的基本层序的组合，其可以用于野外剖面研究时的分层。二是岩性特殊、标志明显的岩层或矿层，其可以作为标志层或区域地质填图的特殊层。

需要说明的是，在造山带构造变形和变质作用改造的地层区或克拉通的深变质岩区，由于变形和变质作用的改造，原始的地层顺序、位态及相互关系都发生了变化，很难再恢复原生的地层单位和地层系统，一般采用岩群、岩组、岩段的地层单位术语。岩群、岩组和岩段的划分原则与群、组、段不同，其主要依据地层的岩性组合、变形和变质程度等。岩群、岩组、岩段的顶底界线一般是断层（包括脆性断层和韧性断层）界线，或受断层改造的不整合界线。

任一地层区都可以建立从老到新的岩石地层单位系统。这个地层单位系统是客观存在的，也是地层学研究的基础性工作。所有的其他地层学工作都是建立在岩石地层单位和岩石地层单位系统基础上的。

二、年代地层单位和地层系统

年代地层单位是以地层形成的时代为依据划分的地层单位。由于所谓演化的阶段性具有明显的时间意义，因而生物演化特征是年代地层单位划分的主要依据。除此之外，放射性同

位素年龄、磁性地层也可以作为年代地层划分的重要依据。

年代地层单位是在特定的地质时间间隔内形成的地层体，这种单位代表地史中一定时间范围内形成的全部地层，而且只代表这段时间内形成的地层。每个年代地层单位都有严格对应的地质年代单位。年代地层单位自高而低可以分为六个级别：宇、界、系、统、阶、时带，它们和地质年代单位的宙、代、纪、世、期、时相对应。

1. 宇

宇是最大的年代地层单位，它是与时间“宙”对应的年代地层单位。它是根据生物演化最大的阶段性，即生命物质的存在及方式划分的。由于地球早期的生命记录为原核细胞生物，之后的生命记录为真核细胞生物，最后才发展为高级的具硬壳的后生生物。所以可将整个地史时期分为太古宙、元古宙和显生宙。所对应的年代地层单位则为太古宇、元古宇和显生宇。宇是全球性统一的地层单位。

2. 界

界是第二级年代地层单位，它是与时间“代”对应的年代地层单位，是根据生物界发展的总体面貌以及地壳演化的阶段性划分的。太古宙和元古宙主要依据地壳演化的阶段性分别划分为古、新太古代和古、中、新元古代。与之对应的年代地层单位则为下、上太古界和下、中、上元古界。而显生宙可根据生物界演化和地壳演化的阶段性划分为早古生代、晚古生代、中生代和新生代，其中早古生代对应于加里东构造阶段，生物界以海洋无脊椎动物、裸蕨类植物为特色；晚古生代对应于海西构造阶段，生物界以早期的鱼类、中晚期的两栖类脊椎动物、蕨类植物及新的海洋无脊椎动物为特色；中生代对应于阿尔卑斯构造阶段，生物界面貌以裸子植物、爬行类、鸟类脊椎动物及海洋无脊椎动物为特色；新生代对应于喜马拉雅构造阶段，生物界以被子植物、哺乳动物及更新的海洋无脊椎动物为特色。与早、晚古生代，中生代，新生代对应的年代地层单位则分别为下、上古生界，中生界，新生界。界也是全球性统一的地层单位。

3. 系

系是低于界的年代地层单位，它对应于地质时间单位“纪”。纪的划分主要是依据生物界演化的阶段性。如晚古生代的泥盆纪以鱼类脊椎动物、裸蕨类植物以及较早古生代有显著变革的无脊椎动物为特色，故泥盆纪可以称为“鱼类的时代”。与泥盆纪对应的年代地层单位则为泥盆系。系是年代地层单位最重要的单位，其具有全球可对比性，因此，系也是全球统一的。

4. 统

统是系内的次级地层单位，与地质年代单位“世”相对应。一般一个纪可以依据生物界面貌划分为两到三个世，通常称之为早、中、晚世，与之对应的年代地层单位则为下、中、上统。如泥盆纪划分为早、中、晚泥盆世，对应的年代地层单位为下、中、上泥盆统。白垩纪可分为早、晚白垩世，对应的年代地层单位则为下、上白垩统。由于世所代表的地质时间仍较长，全球生物界面貌在较长时间范围内仍能保持一致，所以统仍是全球性统一的。

5. 阶

阶是年代地层单位的最基本单位，对应于地质时间单位“期”。期的划分主要是根据科、属级的生物演化特征划分的。如寒武纪可以分为 8 个期，对应的年代地层单位为 8 个阶。这些阶主要是根据寒武纪最繁盛的三叶虫动物群的演化划分的。阶的应用范围取决于建阶所选的生物类别，以游泳型、浮游型生物建的阶一般具全球可对比性，如奥陶系、志留系以笔石

建的阶、中生代以菊石建的阶等。而以底栖型生物建的阶一般是区域性的，只能应用于一定的区域，如寒武系以底栖型生物三叶虫建的阶。

6. 时带

时带是年代地层单位中最低的单位，与地质时间单位“时”相对应，即时带是指一个“时”内所有的地层记录。时带是根据属、种级生物的演化划分的，因此时带一般以生物属或种来命名。如下寒武统的 *Redlichia* 时带是生物 *Redlichia* 属所占有时间间隔内的地层，而三叠系的 *Claraia wangi* 时带是指生物 *Claraia wangi* 种所占时间间隔的地层。以全球性分布的游泳生物或浮游生物划分的时带是全球性的，如菊石、牙形石时带等，而以底栖生物划分的时带一般是区域性的。

三、生物地层单位

生物地层单位是根据地层中保存的生物化石划分的地层单位。生物地层单位是以含有相同的化石内容和分布为特征，并与相邻单位化石有别的三度空间地层体。生物地层单位为生物带，其包括级别相同的三种类型：延限带、顶峰带和组合带（图 8-5）。

1. 延限带

延限带是指任一生物分类单位在整个延续范围之内所代表的地层体。其代表该生物分类单位从“发生”到“绝灭”所占用的地层。但在一个地层剖面上，延限带的界线仅仅是该生物类别最早出现到最后消失的界线。因此延限带的确切界线应在所有剖面都调查清楚以后才能确定。

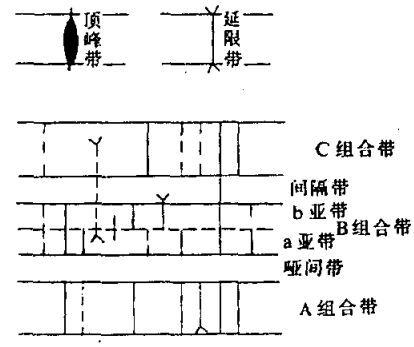


图 8-5　延限带、顶峰带和组合带的示意图
（转引自全秋琦，王治平，1993）

2. 顶峰带

顶峰带是指某些化石属、种最繁盛时期的一段地层。它不包括该类化石最初出现和最终消失时的地层。地层中化石属、种的繁盛可以以三种方式表现：一是化石在特定时期在一定的地理范围内富集，比其早期和晚期化石密度要大；二是化石在一定的地理分布范围中富集，单位面积中的化石个数基本上是常数，仅地理分布范围比早期和晚期大；三是化石仅仅在特定的环境中，在极窄的地理范围内富集，而在该化石所占的其他地区个体数却不多。这三种情况都可以形成繁盛期，繁盛期所代表的地层为顶峰带。因此，不同地区的繁盛期未必完全一致，只有通过等时性对比才能确定。

3. 组合带

组合带是指特有的化石组合所占有的地层。该地层中所含的化石或其中某一类化石，从整体上说构成一个自然的组合，并且该组合与相邻地层中的生物化石组合有明显区别。组合带不是以某一化石类别延续的时间所占有的地层确定的，而是根据多种化石类别的共存所占有的地层确定的。

需要说明的是，上述生物带是生物地层单位的三种类别，而不是具有包容或从属关系的三个级别。对一个地区来说，生物地层单位不是普遍建立的，各单位之间也不一定是连续的。那些因缺少化石而无法建立生物地层单位的地层，可以称之为“间隔带”。同时，由于生物地

层单位的不连续性，所以它不能形成独立的地层单位系统，而只是为建立年代地层单位系统服务的过渡性环节。

四、层　型

在地层划分和建立地层单位的过程中，对于新建的地层单位必须采用优先权法则，并为命名的地层单位指定一个代表该单位的地层模式，该模式即为层型。

由于现代地层学的地层划分依据是多重的，地层单位的种类也是多重的，所以代表地层单位含义的层型也不可能不是多重的。不同类型的地层单位有不同的层型。年代地层单位有年代地层单位的层型；岩石地层单位有岩石地层单位的层型；生物地层单位有生物地层单位的层型；磁性地层单位有磁性地层单位的层型……。同时，一个地层单位是指具有一定特征的一段地层间隔，这个间隔即包括这段地层本身，也包括该段地层的上下界线。所以层型就有单位层型和界线层型之分。单位层型是给一个命名的地层单位下定义和识别一个命名地层作标准用的一个特殊岩层序列中的特定的间隔（如山西组、上泥盆统、龙王庙阶等）的典型剖面。而界线层型是给两个命名的地层单位之间的地层界线下定义和识别这个界线作标准的特殊岩层序列中的一个特定的点（图 8-6）。由若干个层型联合而成的称为复合层型，复合层型内的各个层型称为组分层型。

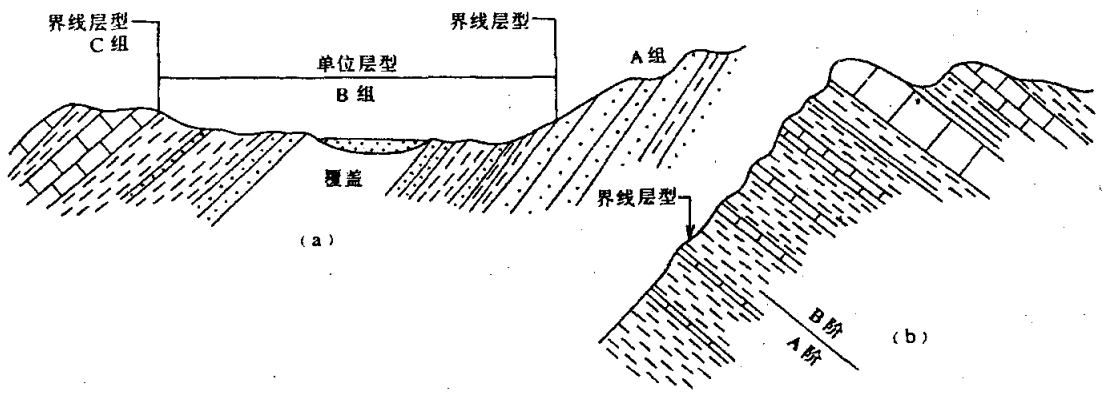


图 8-6　单位层型和界线层型图

(a)岩石地层单位的单位层型和界线层型；(b)年代地层单位的界线层型

为了精确地使用层型，现代地层学应用生物命名法则中的概念和术语来描述层型，因此层型又分为正层型、副层型、选层型、新层型、次层型等。正层型是指命名人在建立地层单位或地层界线时当时指定的原始层型；副层型是指命名人为了解释正层型所建立的一个补充层型，如广西桂林南边村泥盆系－石炭系副层型是为解释泥盆系－石炭系正层型的；选层型是指命名人命名地层单位或界线时，当时未选定合适的层型而于事后补指的原始层型；新层型是指为取代已经毁坏而不复存在或失效的旧层型，在层型所在地或地区重新指定的层型；次层型则是为延伸一个地层单位或地层界线在别的地区或相区指定作为参考用的派生的层型，或叫参考层型剖面。

一个层型建立以后，原则上不应该变动或加以修正。如果原有的层型被永久的破坏掉了，

或后来发现原有层型是错误的时，最好在典型地区之内，建立一个新层型。

地层划分中使用最多的是岩石地层单位、年代地层单位和生物地层单位。为了使地层单位的含义更准确，使使用人理解和使用更方便，从一开始建立地层单位就应该建立层型剖面。对未建立层型剖面的地层单位应尽早建立它们的层型剖面。现代国内通过地层清理，大部分的岩石地层单位都建立了层型剖面。年代地层单位是全球性的，国际地层委员会正在加紧建立全球性的年代地层单位的层型剖面。

层型是命名的地层单位或地层界线的概念和含义的体现者，建立层型时必须满足一定的要求。首先，层型剖面一般要求是连续出露的地层剖面，地理位置应该不存在政治限制，交通要方便，愈越条件要好。地质上主要要求地层划分或建立地层单位的标志清楚，易于识别。属于全球性的年代地层单位层型，为了能使各国所接受，必须通过国际合作的方式，建立这类地层单位的定义标准，并通过国际性权威地质学组织的认可方才有效。属于区域性的岩石地层单位、生物地层单位等，也要经过国家或区域权威地质学组织的认可。

描述一个层型包括地理和地质两个方面的内容。地理上应标示层型剖面的地理位置、交通途径和方式，并附一定比例尺的航空照片或地面照片。地质上应明确表示层型剖面的地层分层、岩性、厚度、生物化石、矿物、构造、地貌及其他地质现象，界线层型应详细描述地层界线的划分标志。同时应附地层剖面图、柱状图等。层型剖面最好能建立永久性人工标志，并作为保护对象保护起来。

五、地层单位之间的相互关系

由于不同类型的地层单位是根据地层的不同物质属性确定的，因此各类地层单位之间的关系是错综复杂的。

首先，岩石地层单位是根据地层的岩石学及地层结构等特征确定的，而这些特征是随沉积环境的变迁或沉积作用方式的演变而变化的。因此，多数岩石地层单位和年代地层单位的界线不一致，或岩石地层单位的界线与年代地层单位的界线斜交。这种现象称为岩石地层单位的穿时或时侵。图 8-7 为华北寒武系—奥陶系三山子组白云岩穿时现象的示意图。从图上可以看出，该组在不同地区的顶底界线所代表的时间不同。在河南临汝，它属于中寒武统张夏阶。向北层位逐渐升高，到济源为上寒武统崮山阶—凤山阶。到河北峰峰一带，它为上寒武统长山阶—凤山阶。再向北到井陉、曲阳一带为上寒武统凤山阶—下奥陶统冶里阶。

其次，生物地层单位和年代地层单位界线也是不一致的，或者说生物地层单位也具穿时性。生物地层单位的“生物带”与年代地层单位的“时带”不同，生物地层单位的生物带仅仅是指所含某类化石或化石组合的地层，不含该类化石或化石组合的地层不属于该生物带。时带是某一类化石或化石组合所占有的时间间隔内的所有地层，而不管该地层是否含有该化石。如图 8-8 所示，*Claraia wangi* 生物带是指所含该生物的地层，而 *Claraia wangi* 时带是指该生物带所占有的时间间隔内的所有地层。即使一些地区相当的地层中不含该化石，由于其属于该时间间隔，也应该划为同一时带。

六、年代地层表和地质年代表

年代地层表与地质年代表是两个不同的概念，年代地层表是由地层组成的物质单位，而地质年代单位则是地质时间单位，它们是相互严格对应的关系。年代地层单位包括从太古宙到第四纪的整个地质历史时间内形成的全部地层。划分年代地层单位的最终目的是要建立一

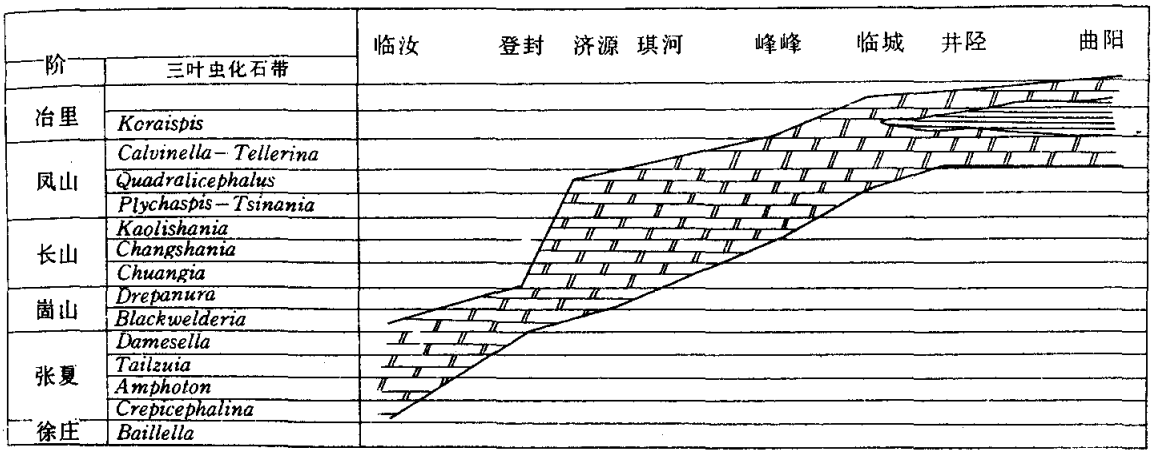


图 8-7　华北地区三山子组的穿时关系

（据张守信，1989）



图 8-8　时带和生物带的相互关系

个既能用于地区，又能适用于全球；既无间断，又不重叠的完整的年代地层表。但由于地壳的差异升降，使任何一个地区的地层都不可能完整无缺地保存，因而只有把全球的地层综合进来，才能形成完整的年代地层体系。经过全世界，特别是一些重要地区的地层划分、对比研究，以及大量同位素年龄测定的成果应用，年代地层表在 19 世纪完成之后又逐渐完善。目前国际通用的地质年代表如表 8-3 所示，它与年代地层表具有严格对应的关系。

表 8-3　地质时代、地壳运动与生物演化简表

地质时代				同位素年龄值(Ma)	构造阶段与地壳运动			生物演化阶段(以高等类型出现为标志)
					主要地质事件	欧美习用	中国	
显生宙	新生代	第四纪	全新世	现在	联合古陆解体阶段			
			更新世	0.01		新阿尔卑斯阶段 Young Alpedic	喜马拉雅阶段：喜马拉雅运动(晚)	人类出现
		晚第三纪	上新世	1.64				近代哺乳动物出现
			中新世	5.2			喜马拉雅运动(早)	
		早第三纪	渐新世	23.3		撒夫运动 Savian		
			始新世	35.4		比利牛斯运动 Pyrencan		
			古新世	56.5				
	中生代	白垩纪		65		拉拉米运动 Laramidian	燕山阶段：燕山运动(晚)	鲸类出现
		侏罗纪		135		新西末利运动 Cimmerian：Late 老阿尔卑斯阶段 Old Alpedic	燕山运动(中)	被子植物、浮游类钙藻出现
		三叠纪		208		老西末利运动 Cimmerian：Early 老阿尔卑斯阶段 Old Alpedic	燕山运动(早)	鸟类、哺乳类出现
	晚古生代	二叠纪		250	联合古陆形成阶段	阿帕拉钦运动 Appalachian：海西(华力西)阶段 Hercynian (Variscan)	印支海西阶段：印支运动(晚)	蜥龙、鱼龙出现
		石炭纪		290			印支运动(早)	兽形类、裸子植物出现
		泥盆纪		362		布列东运动 Bretonic	伊宁运动	坚头类、种子蕨出现
				409		伊里运动 Erian：加里东阶段 Caledonian	天山运动	总鳍鱼、蕨类——节蕨、石松、真蕨植物出现
	早古生代	志留纪		439		太康运动 Taconic	加里东阶段：祁连(广西)运动	裸蕨植物出现
		奥陶纪		510			古浪运动	无颌类出现
		寒武纪		570(540)			兴凯运动	
元古宙	新	震旦纪		800		阿森提运动 Asyntian	晋宁运动(晚)	硬壳动物出现
				1000	板块形成阶段	哥德—格林威尔运动 Gortic—Grenvillian	晋宁运动(早)：吕梁晋宁阶段	裸露动物出现
	中			1800		卡瑞里—赫德孙运动 Karelic—Hudonian	吕梁(中条)运动	多细胞动物、高级藻类出现
	古			2500				
太古宙	新			3100	陆核形成阶段	萨姆—肯诺尔运动 Samic—Kenoran	五台运动：阜平吕梁阶段	真核生物出现(绿藻)
	古			3850			阜平运动	原核生物出现(菌类及藻类)
冥古宙				4600	天文阶段			生物现象开始出现