

地 史 學 講 義

北京地質學院地史古生物教研室編

東北地質學院地史古生物教研室翻印

1 9 5 4

地 史 學 講 義

目 錄

第一章 緒 論	(1—3)
第二章 地史學的方法	(4—7)
第三章 海相及陸相沉積	(8—19)
第四章 構造類型及構造單位	(20—25)
第五章 震旦紀以前的地史	(26—38)
第六章 震 旦 紀	(39—49)
第七章 寒 武 紀	(50—59)
第八章 奧 陶 紀	(60—70)
第九章 志 留 紀	(71—81)
第十章 下古生界的概況及加里東褶皺帶的形成	(82—89)
第十一章 泥 盆 紀	(90—99)
第十二章 豐 寧 紀	(100—109)
第十三章 石 炭 紀	(110—118)
第十四章 二 疊 紀	(119—126)
第十五章 上古生界發育概況及海西褶皺帶的形成	(127—136)
第十六章 三 疊 紀	(137—144)
第十七章 侏 羅 紀	(145—151)
第十八章 白 堊 紀	(152—158)
第十九章 世界各地中生界發育概況及中生界的地殼運動	(159—170)
第二十章 新 生 代	(171—181)
附 圖	(見油印圖)

地 史 學 講 義

第一章 緒 論

I. 地史學的目的內容及任務：作為對自然作鬥爭，控制自然使其為人類服務的一門綜合知識，地質科學在生產建設和資源探勘方面有重要的意義和直接的作用。地史學是地質科學裏的一部門，它是研究地球歷史的科學。

我們學習和研究地史學的目標，就是要探求和了解在過去地質時代裏，地殼外層和地表上的經歷及發生的一切變化，掌握其規律，以應用於資源探勘的工作。

地史學研究的具體對象有兩個主要的方面：一是地殼外層及地表上的物理演化過程，包含各地區地殼變動及發育的各種類型，海陸的分佈及變遷，山脈的生成，岩石的沉積，火山的活動及氣候的變遷，而特別注意於有用礦物的生成和分佈。二是地表上生物的演化，包含在不同的地質時代和不同的地質環境中，各生物部門的發生，發展，分化，遷移和滅絕等現象，對確定各種地層的，特別是各種層狀巖石的層位和分佈，提供根據。

II. 地史學的基本方法及與其他地質學科的關係。

地史學的基本原則建築在現實主義的基礎上，現實主義認定現在即是過去的準則。根據現代關於地質作用的環境及條件的研究，即可由地質記錄推定其當時的生成環境，條件及經歷。因此，地史的取材一部分來自地表上的岩石，由岩石的性質分佈和構造關係，可以推斷它們當時的生成環境和生成以後所受的變動；另一部分來自岩層中包含的生物遺跡，由這些遺跡的性質，保存和分佈情形，可以推斷它們當時的生活環境，演化階段和死亡以後的地質經歷。

假如把未經變動一部地層比作一本書，那麼，岩層就是書中的各頁，化石就是頁上的字跡。不過這本書由於自然力的影響，已經變形，頁數已經殘缺，字跡已經模糊。一個地史學家的任務就是搜集，考訂這些片段的記錄，按照頁數和字跡，重新排出原有的次序和形式，從而發現自然力的一些規律，予以有效的利用。

- 在地質學和地史學裏，有些概念和推論在現階段還無法證明，還處在臆測和假說的階段。但只要他們是由正確的資料分析獲得的推論，它們對於進一步的觀察和研究就會有指導的作用，將來的工作也一定會予他們以證實或修正。因此這些假說也有重要的意義。

由於地史學研究的對象是整個地殼外層及地表上的演化史，所以它的內容幾乎包括了地質學的各個方面。以地表岩層的層序學為主要研究對象的叫作「地層學」；利用生物群的不同而分層的叫作「生物地層學」；根據各地區岩層沉積及地殼變動的演變，確定地殼各部分演化類型及範圍的叫「大地構造學」；根據各地區類型岩層的性質及分佈，推斷各地質時代的海陸分佈和氣候變遷的叫做「古地理學」；研究地層學需要對岩層沉積的環境和條件有充分的了解，這就是「沉積學」；研究大地構造需要對地質構造的現象和意義有足够的認識，這就是「構造地質學」；研究各代時火成岩的活動，需要岩石學的知識，研究各時代生物群的演化及分層需要有古生物學的知識，由此可見地史學在地質科學中關係極廣，是一個綜合的學科。更應了解地史學的知識，尤其是層位學和大地構造學的知識，對層狀礦床和金屬礦床的勘探方向，起着重要的指導作用。

Ⅰ. 地史學的發展史及我國地史學現階段的任務 早在十一二世紀，我國的祖先對地質現象和地史的觀念就已有獨到的觀察和敘述。北宋沈括在夢溪筆談裏寫着：「……山崖之間往往銜蚌殼或石子如鳥卵者、橫互石壁如帶，此乃昔之海濱，今東距海已近千里，所謂大陸皆屬泥所湮耳」。沈括的成就並未發展成為系統的科學知識。這是由中國社會的長期落後性所規定的。在歐洲地質學和其他科學一樣，由於工業革命的影響而獲得了發展。十八世紀後期轟動一世的維爾納（1762—1817）學派對於礦物學和岩石學，作了初步分類工作，但並未建立正確

的地史觀念，他們把近代的火山現象和過去岩石的形成分裂開來，認為花崗岩等都是水成沉積，所以稱作水成論者。而偉大的俄國科學家羅曼諾索夫（1711—1765）早已指出天然的經常的營力就是說明地層的形成，並且明確地提出，要用天然的因果解釋自然界的現象。所以羅曼諾索夫是最早的現實主義論者。十八世紀末英國霍屯舉出許多例證，如岩脈的存在，火成岩變質接觸帶的熔蝕現象，粉碎了水成論者的錯誤論點，因稱火成論者。十九世紀初，斯密士（1769—1839）在英國南部所作的地層工作，已是根據將今論古的現實主義原理，等到萊逸爾（1797—1875）發表了地質學原理，系統地論述了地質營力與地質現象及產物的關係，建立了完整的現實主義理論，才奠定了現代地質學和地史學的基礎。十九世紀後半是區域地質調查蓬勃發展的時代，如俄國卡賓斯基，法國巴朗德在這方面都有卓越的貢獻。豐富的地史資料系統化了，地史學就形成了一門系統的科學。

我國自行創辦的地質教育和地質調查事業始於一九一三年，是由章鴻釗先生倡導的。四十年來我國地質工作者辛勤不懈的工作，積累了大量的地史資料。但是由於反動統治時期條件的限制，這些資料大部偏於記載描述，很少綜合分析，更很少與礦產探勘的實際相結合。李四光先生的「中國之地質」，除了其獨到的見解和學說以外，對中國地史資料作了系統的分析。黃汲清先生的「中國之主要地質構造單位」也是一個概括的總結，對礦產勘探的實際，有重要的作用。

解放以後，由於祖國建設的需要，地質科學已在蓬勃地發展。最近蘇聯專家一再指出大地構造學在礦產勘探工作中的重大意義，對於所有的地質工作者，尤其是地史和構造工作者是很大的鼓勵，更使得我們對於地史學的具體任務及研究對象，有了更進一步的認識。1953年初舉行的全國地質工作人員大會，也指出加強構造和地史研究的重要。祖國的無限資源正等待我們去發現。因此，我們學習地史學，就是為了掌握祖國地史發展的基本知識，為以後的探勘工作準備條件，並通過地史和大地構造的研究，確定祖國礦產探勘工作中應取的方向。

第二章 地史學的方法

地史學的概念源於個別的地層記錄及地質現象的研究和解釋。這些研究和解釋則基於地質上的一個基本觀念即「現實主義」。現實主義認定：「現在即過去之準則」，所有地質時代中發生的地質現象及其產物都可由現尚進行的地質作用予以解釋。因此研究現行的地質作用的環境及條件，就可推知過去時代中地質環境及條件的變遷。

關於現代海成及陸成沉積的特性及其在地史研究上的應用，在第三章裏作比較系統的介紹。本章只就岩層的性質、分佈、相互的關係、在地質方面的一般意義，略作說明。

(一) 岩層的性質和其意義 沉積岩是既成岩石遭受風化侵蝕，然後堆積固結的產物。沉積岩的大部份由岩層堆積固結而成的，叫做碎積岩，如礫岩，砂岩，頁岩等；一小部份則是化學或有機沉澱，如灰岩等。

由於不同的沉積，各有其一定的沉積環境和生成的條件，我們就可以根據過去生成的沉積物的性質，判定其生成時的地質環境和條件，這就是現實主義在沉積學上的應用，最顯著的例子像條痕石。例如我們在廬山發現了礫泥和條痕石，就可斷定在不久以前，這裏發生過冰川現象，同樣，在南方震旦系中部岩層中到處都找到了冰磧層，就說明震旦紀中期，冰川廣佈的情形。我國北方在上石炭系及下二疊系地層中含煤極富，產植物化石很多，說明石炭紀晚期和二疊紀早期地形低平，海濱森林廣佈。湖北第三紀初期的地層以紅砂岩為主，含石膏多層，證明當時氣候乾燥，含鐵礦物因受氧化變為紅色，同時蒸發量超過降雨量所以原溶解於水中的硫酸鹽沉澱為石膏。此外，顆粒渾圓的勻細砂岩代表風成的沉積；粗細判然的成層砂泥代表河床的產物。交錯層代表沙丘堆積或急流沉積，各有其地質的意義。又如雨痕，波紋泥裂，也都直接顯示了當時的地質作用和環境。

(二) 岩相的觀念及海水進退 現在地表上的地理環境到處不同，在不同的環境中形成的沉積也就不同，同屬陸相堆積，在山麓地帶造成山麓堆積，在沖積平原上形成沖積層，在鹽湖地區就形成各種鹽層。同屬海相堆積由海岸逐漸入於淺海和較深海，沉積可由礫砂漸變為砂泥質及灰質。同屬淺海，有的地方水流通暢，溫度高；有的地方水流滯緩，溫度低，岩屑來源不同，供應速率不同，所成沉積也各相異，（附圖），這種約略同時生成，而因地質環境的不同，形成性質相異的橫向變化的情形叫做「相變」。約略同時的不同沉積物叫做同時異相。現在沉積的相變，從內陸到海岸，由海岸到外海，我們有時可以直接追蹤，在已往地質時代裏，岩相變化的原則，同樣適用，岩層已受掩覆及變動，直接的追蹤很少可能，所以同時異相關係的建立，多半要靠化石的協助。在一個剖面裏面，岩層如由海岸相逐漸向上變為淺海相及較深海相，就說明隨著時間的進展，海水漸深，整個的一段沉積可稱海進相。海進形成超覆，海退形成退覆，如（附圖）所示。

(三) 岩層的相互關係及其意義 沉積岩系中每個層面都代表一個短的時間間隔，如果兩組岩層之間的這個間隔非常悠久，便可稱做不連續。在這悠久的間隔裏，假如只有侵蝕現象，雖然在極廣的範圍中，兩組岩層的傾斜可有角度的差別，但在小的區域裏，它們的關係是平行的，這叫假整合（附圖）。如果沒有化石的證據，有時這個間隔便不易覺察。假如在這悠久的間隔裏，不獨有侵蝕現象，而且有褶皺作用，上下兩組岩層便有顯著的角度差異。和褶皺作用關聯的兩組岩層，像變質作用和火成岩侵入等，也只能影響下一組岩層，上面一組岩層就不受影響。這便叫做不整合（附圖）。不整合的關係代表地殼的急劇變動，在地史上有很重要的意義。

假如火成岩體先已生成凝固，遭受侵蝕，後來堆積岩常會包含火成岩的風化物，沉積岩顯然比火成岩時代為新，這便是沉積接觸（附圖）。假如沉積岩先已存在，然後有火成岩衝入，沉積岩常會因熱發生變質，火成岩脈和石英脈也會穿入沉積岩中，顯然火成岩比沉積岩為新，這便是侵入接觸（附圖）。

(四) 地質時代的確定——化石的記錄 化石是指地質時代中的生物造成

的遺體或遺跡。生物死後，如立刻被沉積物覆蓋，遺體的全部或一部便有保存的可能。數千年的毛角犀保存在冰窖中，毛革至今完好；白堊紀的松脂裏保有絲毫未變的昆蟲；五萬萬年以前的緻密頁岩裏還有三葉蟲軟體的遺痕；三萬萬年以前的珊瑚骨骼組織可以和現代珊瑚作比較研究。

逐漸累積的關於化石知識告訴我們：不同時代的生物不盡相同，但却都有密切的關係。有的種屬可以歷久不變，有的種屬則表現規律的漸進的變異，這種變異又往往與地層序相合。自然界的物種之間，不斷的可以發現過渡的連鎖。換句話說，物種不是彼此不相干的隔絕的生物單位，而是由小的變異逐漸分枝演化的結果。種和種之間，推而至於屬與屬，科與科，目和目，綱和綱之間，都有一個共同的分歧點。所有的生物都同出一源，都是長期中間不同方向變異演化的結果。

(五) 標準化石和指動物群 在 1820 年左右，英人史密斯發現地層可依其所含化石不同而區分。不同時期的地層各有其特異的化石。含有相同化石的地層也應屬同一時代，這便是地層學上的「生物層序律」。在地質時代裏有的物種經久不變，有的却變的很快，而且往往依照地層的次序顯示規律的變異。有些非常繁殖的生物變化既快，地理分佈又廣，因而既易發現，又易鑑別，便造成標準化石。前篇所說同時異相的岩層的確定多半是靠標準化石的發現。

形成化石的生物以海生動物為最多。生物與其必要的生活條件是不可分割的，而海中生物分佈的基本規律是以海水的深度，鹽度，溫度及所含氣體成分為準的。因此各種動物群的分佈，以及所成化石的分佈及保存狀況，也必然指示了當時的地質環境和條件。許多動物群只在特定的地質環境中，才能發育或保存，像不包含其他動物分子的筆石化石群多見於黑頁岩中，代表在水流不暢的海灣中的沉積，可稱筆石頁岩相。厚殼的軟體動物多生在富有灰質的淺海，可稱灰岩相或殼相。兩種不同的「相」時代相同，相距密邇而化石內容却有顯著的差異，可稱指相動物群。因為它們反映了當時的地質和地理環境。

(六) 地質時代的劃分 在地史過程裏最突出的現象是地殼變動，最持久的現象是生物的演化。而兩者都與海水的進退有因果的關係。為了方便，我們把

岩層分成不同的單位，由大而小叫做界、系、統和層。一般地講，界和系的劃分是根據地殼變動；層和段的劃分根據岩石性質。例如太古界的上下都有重要的地殼變動為界。灰岩層或砂岩層是指一段岩性基本上不變的地層，命名往往以地名為準，如昌平灰岩，南沱砂岩。包含不同岩層單位的連續沉積便叫做統。例如下馬嶺統含有砂岩，頁岩及角礫岩。界、系、統、層、都是地層的單位。與此相同的時間單位叫做代、紀、世和期。時代的劃分是以生物演化的階段為準，一般地講，代是依照當時生物界的概括的性質劃分，紀是依照較大生物部門的興衰遞嬗劃分，期則是依照一科一屬的繁盛隱現劃分。如新生代是指生物界的一般性質已與現代相類，泥盆紀是魚類興盛的時代。上石炭紀馬平期以大型的紡錘蟲為特徵。生物地層學上的詳細劃分，例如中泥盆紀的內板珊瑚帶則以內板珊瑚這一屬的繁盛和絕滅為準。

地層劃分的基本原則，是「地層層序律」，即上覆岩層應較下覆岩層為新。最初地層的劃分當然是片段的，等到層序的研究已有了相當的成果，各層化石的記載也漸趨完備，便建立了化石層序律，化石層序的知識逐漸又指導了，提高了不同地區地層的劃分和對比。一部地層學便是這兩方面相輔相成，不斷發展的結果。所以在地層對比中最主要的是化石內容的相合；岩層的性質即岩相的變化，以及各層厚度的變化。隨地不同，時代意義也就較小，中國中寧紀地層在各地發育厚度不一，但依其化石帶則可以逐層對比，如附圖所示。

根據放射性礦物放射作用的固定速度，再加上各種可能的校正，我們已有可能大致計算出各地質時代的絕對年齡。現在把地質時代的劃分，地殼運動，生物演化，以及突出的地質現象結合我國情況，綜合起來，列為下表。

第三章 海相及陸相沉積

第一部份 海相沉積及其意義

海相沉積是研究地史的主要資料，而根據現實主義，分析現代海相，以便與地史上的海相對比，這是研究地史的基本方法之一。

(一) 現代普通海的水文規律和內海的淡化和鹹化的機械運動。

I. 現代海洋的特點 首先是含鹽量約為 3.5%，其中87%是 NaCl, KCl, MgCl₂，此外還有硫酸鹽 (CaSO₄, MgSO₄) 和碳酸鹽。由於洋流的運動，在普通海裏全部溶解着大量的氧，極少的 CO₂，但沒有對動物呼吸有害的 H₂S 和 NH₃。

海水的氧由於動物呼吸而消耗，在低緯度中緯度降到 300—700 米的深度以下，O₂ 很少。

II. 現代淡化的海（多數是內陸海如黑海，亞索海）發生在潮濕氣候下，因為雨水排入內海，提高水位，水向海外溢出，淡水增加了，鹽份便減少。隨着淡化海鹽份的減少，海中形成固定的水層，最輕層在上，重層在下，其間很少發生循環，久而久之，海底 O₂ 量不足，使硫酸鹽還原的細菌活動，結果產生 H₂S，因此從正常的氣體系統變為反常的氣體系統。以黑海為例，表面 50 米的水含鹽 1.8%，下層的含鹽是 2.4%，垂直的循環只能在少於 150 米處進行，其結果 150 米以下的深處逐漸積聚很多硫化氫 (H₂S)。硫化氫的量還決定於地形的深度和特性：深的水體適合於反常的氣體系統，平底而少水的水體常為波浪所影響不經受 H₂S 感染。

III. 和海洋相連的內海的鹹化發生在乾燥氣候下，蒸發超過降水量，水面逐漸降低，海水內流，鹽份於是逐漸增加。

(二) 生物界和普通海淡化海與鹹化海的沉積。

普通海繁殖着形形色色的生物，包括微生物以及高級動物各部門。海水的深度、溫度和海底的性質往往對於動物群的種的成份極有影響。熱帶和亞熱帶海中的生物最為豐富，形體長得很大，外殼長得極厚，但在北方的海裏愛溫暖的珊瑚、許多有孔蟲、軟體類就不能發育，往往要消滅。

普通海的沉積富含由於化學和生物化學作用而產生的新礦物。在現代海沉積數量甚多的方解石，少量的白雲石（結晶或結核）。較難溶解的氧化物如氧化鐵、氧化錳、鐵矽化合物、磷灰石、天青石的結核，碳酸鹽，硫化物和其他鹽類。較易溶解的化合物如 $MgCO_3$ ， $CaSO_4$ ， $NaCl$ 在普通海水裏是不會沉澱的。

在淡化（海水鹽份減少）的海水中動植物在數目上減少很多，樣子也較單純，例如黑海的動物在主要八個門中按數目計只是地中海中動物的 12 %，而且正常的海生動物像海星、頭足類等在黑海是沒有的。黑海藻類「屬」的數目比亞索海（淡化的）多到 9 倍，地中海的藻「屬」的數目比亞索海多出 17.4 倍。

有 H_2S 聚集的海底如黑海在 150 米以下，底棲生物是沒有的，因為 H_2S 不適於生物的生活。在這樣海底堆積的淤泥中，偶含浮游生物遺下的骨骼。淤泥中黃鐵礦量各處不同。

在海水鹽份增加的鹼化海中，如同淡化海中一樣，大量動物（如珊瑚，棘皮類，頭足類，苔蘚類等）完全死亡。斧足類，腹足類，介形類等却相反，在鹽份稍稍增加時，種的數目或個體的數目先有增加，但以後受鹽分過多的影響開始死亡。在某些鹽化限度內，海中完全失去形體大的動物群。這個鹽化限度現尚不能確定，但根據間接材料，海水鹽度超過 5—5.5 % 時，形體大的動植物就會死亡，但不能說鹼化海從此就根本沒有生物了，個別例子說明即鹽份達 28.5 % 時，還有鞭毛類生存着。

鹼化海的礦物成份的變化更為顯著。當鹽份達 6—7 % 以上時，石膏（ $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ）開始沉澱，當鹽份達 15—16 % 時， $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ 繼之沉澱，鹽份達 24—25 % 食鹽（ $NaCl$ ）沉澱。現代鹼化海因含鹽度尚不高，未能沉積石膏。普通海所特有的新成礦物如纖磷灰石、鐵錳結核、海綠石在鹼化海是

沒有的，鹼化海只有 CaCO_3 和 MgCO_3 大量地繼續形成。

（三） 地史上普通海鹼化海和淡化海的再造及鑑別。

必須根據保存在岩石裏的化石和礦物進行分析。分析時應注意幾個原則。關於第四紀和新第三紀通常應用直接比較方法，即將現代生物和過去生物的種屬的結構作對比，俄國和蘇聯學者在這方面的貢獻較多（波羅的海、裏海、和黑海附近第三紀和第四紀地層的對比工作）。

較新第三紀為老的沉積，特別是中生代和上古生代的沉積，相的分析只能限於化石的一般分析，作出結論來補充岩性觀察的結果。

現代普通海繁殖着典型的海相動物如珊瑚，海膽，頭足類翼足類。當我們發現這些動物不發育而另有習性變化極大，變種很多，某些屬種的個體數量豐富的時候，根據現代資料，可以斷定這樣的動物群是反常情況的產物，不是海水變鹹，就是變淡。在動物界本身常常不能找到可靠的標準來決定古代海水的淡化或鹹化的問題。如果動物群中不但缺少典型的海生動物，並且另有普通海所不能見到的代表，如蚌類（Unionidae）及癭蛤類（Anthracosiide）等，則可確信其代表淡化的海。反之，海生生物一般地在平常情況下死亡，則可能是由於海水的鹽化。除動物群本身性質外，必須根據岩層特徵求得最後解決。如岩層中含石膏砂泥，白雲石，硬石膏等，這是鹽化海的痕跡。如岩層具有一般特性，沒有膏鹽的沉積，可決定那是淡化海的產物。

（四） 濱海相的特徵在（1）其沉積物包括粗的礫岩逐漸變到細的泥砂及石灰岩。（2）碎屑岩與生物岩（碎屑灰岩和煤）或化學沉積（緻密石灰岩）的交互存在，（3）水平層理過渡到交錯層理。（4）純陸生動植物和純海生動植物的混雜出現。

（五） 現代淺海相分佈的若干規律及其在古地理方面的意義。

關於淺海沉積的分佈，舊的觀念是從海岸往海外沉積物依照顆粒的重輕大小頗有規則的排列着（選擇作用），由礫岩和粗砂變為細砂，粉砂以至粘土。現在根據實地調查證明這種簡單的分佈是不符合實際情況的，沉積物的排列是極不規則的。沉積相的變化乃是由於（1）河流造成的局部粘土的傾入，（2）沿岸性質

的差異，如海岸線的曲直的影響，（3）洋流潮汐的活動。在分析古地理淺海沉積相的時候，必須注意這些變化的因素。

（六）地史上的海底地形、海深及其重造的方法

確定地上海深是古地理學上最困難的問題之一，在很多情形下，一般是不能得到解決的。討論深度的根據有三方面：（1）動植物群的特徵，（2）某些特殊化合物及（3）一般沉積岩的特性，構造和組織。

I. 生物方面 植物遺體是確定水深的一個根據。水底植物需要陽光，而陽光射入海水的深度在 200 與 550 米之間，有綠葉的植物多數生長在光線照射的上層（0——50米）。50——100 米深處，底生植物很快就被凍死。

在潮汐漲落帶最淺的地方多半生綠色或藍綠色藻，此外尚有共生的褐色及赤紫色藻。從低潮線到 27 米上下處多半是褐藻。27 米到 90 米遍佈分泌石灰質的赤紫藻。再深處植物確不能存在。

近代底生動物絕大部份固着在陸棚的上半部（0——100米）。在陸棚的1/4（0——50米）分佈特別廣，計有大部份的底棲有孔虫，大多數瓣鰓類、腹足類，一切造礁珊瑚，一切灰質及矽質海綿，很大部份的苔蘚虫，幾乎全部無鉸腕足類，很多海胆。

此外，這些淺水動物群，還有外形上的特點，如貝殼經常是大的，厚的，通常被機械破壞的各種特徵。生在粘土裏的動物則具小而薄的外殼。

陸棚下半部（100——200米間）動物的數量和種類都減少了。主要動物是苔蘚虫，腕足類、海綿、海胆，還有少數腹足類、瓣鰓類、有孔虫等。

在半深海帶包括大陸斜坡上的上層長着一部份腕足類及苔蘚類，一部份海胆，某些單體珊瑚，底棲有孔虫，海百合及六射海綿，這裏又是一般生物（尤其浮游生物）遺體沉積的場所。

大陸斜坡的下段，生物更少，大海洋底上也是最不宜於生物生長的。

以上各種深度和海生生物的關係可用圖表表示。陸棚上下部及半深海帶顯然可按生物性質加以區分，這辦法可以應用到古代海相的分析上，但必須注意許多必要的限制。

關於第四紀和新第三紀的地層可以直接拿現代的及地史的各 種動物 來作 比較，按照動物群可得出相的相對深度的結論；但離現代愈遠，如在中生代以及古生代，古今生物的區別愈大，比較也愈困難，只好採用綱目等大分類來比較而不再用種屬來對比。進行比較，必須注意二點：（1）根據深度把海生生物的主要綱目的分佈如上述辦法加以分析，可以追溯到上古生代甚至到泥盆紀。更古的生物就很難對比。（2）自泥盆紀迄今某些綱目的動物發生變化。例如現代大多數海百合生活在較深的海底而在上古生代，海百合往往與淺海相的造礁珊瑚、灰藻礁、有孔虫灰岩等共生，可知上古生代的海百合生活的深度和現代的海百合不同。（上古生代的海百合生長在 0—50 及 100 米的深度以內，估計在中生代才移棲較深海底去。）

確定了一般趨勢以後，可以得出一個結論，現在生活在較深地區的生物可能在過去生活在淺水地帶，特別是苔蘚類、腕足類、海綿、海胆等。在分析古生代生物生活深度時，應該注意古代的生物群與現代的相比是移近海岸，換言之，牠們的深度應該相當的比現在的生物的深度小些。

I. 特種化合物的應用。

沉積中特種化合物如碳酸鹽，含鐵、含錳的魚卵石、鐵鋁豆磷灰土，海綠石等，也幫助我們決定沉積相的深度。

根據實際研究，鱗狀方解石的生成深度是從海岸到幾米深；鱗狀鐵礦，鋁礦，錳礦，在 50—60 米；纖維磷灰石靠近軟泥線即 100 ± 50 米；海綠石產生於 200 ± 100 米深海處。

II. 沉積岩的特徵（構造及組織）方面應用不大。一般說，有很多直接可靠的正面的根據可以證明淺水沉積（屬濱海帶），但沒有正面的直接的根據可以證明深海沉積。普通我們能分開濱海沉積，陸棚上部、中部、與下部沉積，再深的沉積就混稱『灰色物質』，其深度無法計算。

（七）關於氣候條件在海相沉積層中的反映

氣候環境明顯地反映在大陸沉積層上（特別是化學相），因此大陸沉積在解釋古氣候是一種可靠的資料。海相沉積如何反映氣候情況呢？從整個洋盆來說，

現代和過去任何一個地質時代，在其底部淤泥裏保有一系列的氣候特徵。

I. 在北極地區主要是(1)冰碛的存在；(2)碳酸鈣極少，完全缺乏化學成因的方解石，因為溫度低，溶液中的 CaCO_3 常不能飽和；(3)喜冷的矽藻繁殖，造成矽藻泥（自侏羅紀以來矽藻泥產生於較寒冷地區）。

II. 潮濕氣候（溫暖的與炎熱的）地區：氣候影響僅表現在近岸淺水地帶和海灣裏，沉積相的特徵在：(1)含多量陸源風化產物，即溶濾的 Fe , Mn , Al_2O_3 ，往往造成相當巨大的鐵礦、錳礦和鋁礦；(2)有大壳的多紋飾的腹足類斧足類、珊瑚、苔蘚類以及底棲有孔蟲類；(3)很多化學沉澱的 CaCO_3 。

III. 乾燥區附近的海相沉積中，仍可有多量 CaCO_3 沉澱，但缺乏陸源的 Fe , Mn , Al_2O_3 。

總之，各種不同氣候區海沉積的區別，僅表現在淺海，尤其淺海上部。隨深度的加大，區別就愈變愈小而趨於和緩，且沉積物就逐漸具有同樣的一致的外形了，因為溫度逐漸一致。

(八) 關於水底火山作用對海相沉積層的影響。

海相沉積層夾有火山熔岩，碎屑岩和火山灰等都證明水底火山作用的存在。除碎屑岩外，尚有燧石，矽質頁岩等常與噴發的海沉積緊密結合。

從古地理觀點看，噴發沉積雜岩是很重要的，因為牠是地殼一定構造單位（大地槽）所特有的，並且也僅在大地槽演化的一定階段（褶皺階段）才出現的。因此古代噴發沉積雜岩的局限性顯然是有規律的。

第二部份 陸相沉積及其意義

陸相沉積與海相不同。陸相沉積在古老的地質時期發現較少，自古生代後期才開始大量保存。由於我們對現代的陸相沉積觀察較詳，所以我們可以根據古代陸相沉積的岩相分析，判斷其當時的生成環境。

陸相沉積反映地形及氣候的條件，較海相沉積敏銳，生成方式也就較為複雜，結合氣候和地形的條件，作為一個整體，陸相沉積可分三種主要類型，分別討論如下：

(一) 潮濕氣候平原的沉積類型：現代的潮濕平原在地表上分佈極廣。一

般說來，潮濕平原多爲稍被割切的丘陵地，高度變化在 300 米以下，水系發育，湖泊密佈。屬於潮濕平原的沉積岩相有風化壳（殘餘堆積）坡積，河床沉積及湖沼沉積。

I. 風化壳 風化殼是地表岩石在氣溫及大氣影響下，發生機械的，化學的及礦物成份的變化的產物。主要的變化是矽酸鹽類遭受破壞，可溶的鹼性金屬鉀，鈉及鹼土金屬鈣鎂被淋濾，比較穩定的鐵錳鋁等形成氧化物及含水氧化物而殘留，形成土狀的，膠質與半膠質體。在現代熱帶區，如南美非洲澳洲的森林區及森林草原區，風化壳厚度很大，有時經過化學變化的原生岩石部份保留其原有構造，色彩以暗灰，灰白及玫瑰色爲主。這種鬆軟的土體可稱亞土壤，亞土壤以上則爲砂狀的，無層理的粘土，多具斑狀構造。

在地史記錄中，風化壳的保存機會不多，但在中生代以後，不乏實例，就是古生代有時也有保存。例如中國北方在上奧陶紀以後，石炭紀以前，地盤長期暴露，奧陶紀灰岩因受腐蝕，造成一米至三四米厚的風化壳，代表一個長期風化的標準平原地區。因爲地形遭受割切，鬆軟物質就會受冲刷運至其他地區，所以在地形複雜的地區，不易形成風化壳。

一般講來，熱帶的風化壳以含水礫土礦爲特徵，溫帶的風化壳究應如何識別，是個困難的問題。因爲在現代溫帶地區，大部遭受冰川侵蝕，新鮮岩石暴露未久，尚未形成完好的風化壳。

II. 坡積層 由於雨水和雪的作用沿着山坡將岩屑沖下，沉積在山坡下的低處，就形成坡積層。坡積層厚度變化極大，岩屑成份完全受當地岩石露頭的成份的控制，一般呈現爲褐色或紅褐色的砂質粘土，中間散佈着大小不等，有稜角的堅硬石塊如礫石，灰岩，泥灰岩等。坡積層不具層理，但常常逐漸過渡爲谷地的河流沖積層。在潮濕氣候下，植物繁生，對坡上的泥土有保護的作用，所以坡積層厚度不大。

III 河流沖積層 平原上河流的特點，是具有坡度較小的寬展河谷，及迂緩曲屈的河床。河流沖積層由兩層構成（附圖）。下層爲河床堆積，由一系列的砂質或砂礫質凸鏡體組成，一般長度在數米左右，底部常有礫石層，向上逐漸減

滅。上層爲河流泛濫的沖積層，主要由粘土及砂質粘土構成，有時亦有小型的砂質凸鏡體。

在寬平的河谷內，河岸底部有泉水流出，使植物滋生。這樣寬度的河谷就逐漸變爲湖沼，沉積泥炭。在較近的地質時期，這是相當常見的現象。在第三紀後期上新世，雲南東部及北部的許多寬緩河谷中，都有褐煤造成，就是明顯的例子。

河床沖積和泛濫沉積在層理上有顯著的不同。河床深處的充填是顯著的交錯層理，河床中的凹陷地區沉積顆粒較粗，底部爲粗砂及礫石，分選不著，向上漸變爲細砂，有時粗細相間，均成斜層，斜層之上往往爲顆粒較細，成層較薄的平層所覆。

河床沉積的斜層，大都有一個重要的方向，這是與風成交錯層的主要區別。泛濫沖積層主要成份爲砂質粘土，成水平層構造。河床沉積及泛濫沉積中却可包含脊椎動物骨骼及淡水軟體類的外殼。

北京西南長辛店一帶就有相當標準的河床沉積稱長辛店礫石層，時代屬第三紀的早期。

Ⅲ. 湖泊堆積層 潮濕氣候下形成的湖泊都是淡水湖泊，這種湖泊堆積，以細粒的岩石碎屑及粘土爲主，砂礫極少。由於夏秋兩季浮游生物的繁殖和死亡，在湖底沉積中形成多層有機質的間層成爲泥灰質與有機質混合的淤泥，含有機質20—40%以上，可稱腐植泥，團結以後就成爲可燃頁岩。粘土頁岩及泥灰頁岩中常有豐富的魚類骨骼印痕及昆蟲遺跡。我國陝北侏羅紀白堊紀的某些暗灰頁岩含 *Pholidophorus* 魚化石及昆蟲化石，可爲著例。

與湖泊沉積聯系起來的礦層沉積有沼鐵礦，常成沿湖岸排列的狹長帶狀分佈，有時含錳特富，變爲錳礦，以無定形的粘土狀褐鐵礦及豆狀同心圓的結核狀爲主。湖泊逐漸爲沉積物所充填，滋生植物，形成泥炭的覆蓋層，即逐漸變爲沼澤，這也即是湖泊生命的終結。

一般講來，潮濕氣候下形成的沉積，有下列特點：1) 岩性變化複雜；2) 不含易溶的沉積物如岩鹽，石膏等；3) 沉積層以細粒岩層爲主，同時厚度不大。