

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

地殼構造和地殼發展的問題

B. B. 別洛烏索夫

大地構造學是地質學中最富興趣的分支之一，同時也是最艱深的分支之一。它的課題是研究岩層礦床的形式、地殼運動及其歷史，確定地球構造發展的規律性，企圖解決地殼變動原因的問題。大地構造學所面對着的問題具有很大實際和理論的價值。關於岩層形式以及它們在地殼中分佈規律的知識，爲了正確地組織有用礦產的勘測探查是必不可少的。蘇維埃學者們對於地殼變動問題的研究促成了對於地球歷史的正確唯物主義觀點的發展與普及，而且把迄今爲止由許多外國學者們所宣傳着的在地球發展問題區域裏的唯心主義的非科學觀點加以摧毀。

在大地構造學的研究中所碰到的基本困難是因爲大地構造學者所必要牽涉到的差不多完全是過程的結果，而不是發展中的過程自身。

關於地殼運動原因的問題尤其來得困難，因爲必須要到發生於地球內部很深地方的過程中，要按其成份和性質暫時還差不多毫無所知的物質中去找尋它們的原因。

大地構造學也和地質學別的分支一樣，具有同一個難點，就是地質編年史很不完整，地質學家所賴以再造地球往史的自然文獻還有許多空白點。

正因了這些困難，在大地構造學中正確的科學方法論具有特殊的意義，因爲方法論能够指導着研究工作者的直觀，並且防止他們陷入錯誤，這樣的方法論祇可能是辯證唯物論。

在資本主義國家裏，在大地構造運動學中即使在今天，也還是形式主義的‘構造學’方向佔着統治地位；地殼的歷史被看做是一連串相互間毫無關聯可言的褶皺作用，不同類型的地殼運動被看成是許多孤立的現象，相互間並沒有什麼規律性的關聯。

與此相反，蘇維埃大地構造論學者們把地殼變動現象看成是地球構造發展的單一個規律性過程的許多互相關聯着的方面。

本論文的主旨在敘述地殼構造發展的規律性。

對每一個地質年代來講，地殼的構造決定於地殼內部岩石的分佈、岩石的成份及其沉積的形式。

地殼構造的發展發生於地殼全體所遭受的或者地殼中物質裏所發生的各種運動的過程中。這些運動稱為“大地構造運動”。

大地構造運動可分成若干類型：一般地區分為：(1) 地殼震盪運動，這是地殼個別部分的緩慢上升和下降；(2) 岩漿運動（岩漿活動），這表現在熔融岩漿的形成和上升，這種岩漿或者沿着裂縫流出表面變成熔岩，或者在地表面下某一深度冷凝成各種形式的岩塊；(3) 褶皺運動，這是地層折疊成褶皺；和 (4) 斷裂運動，這表現在地殼中節理的形成，這種節理往往同時有地殼各裂開部分的相對移動發生。

各種類型的大地構造運動決不能等量齊觀的。

首先我們把震盪運動和岩漿運動特別提出來。這是基本的地殼運動。它們是由在地殼下面很深地方發生的過程所引起的。這種過程的本質如何，目前還不能正確地了解，但是因為我們在震盪運動和岩漿出現間看到一種有規律的關聯，因此證明“控制”着震盪運動和岩漿運動的是深層過程的單一綜合作用。

震盪運動的特點是發展的全面性和經常性。地殼老是而且到處緩慢地振動着，有時上升，有時下降，而且根據一切來判斷，在地質史中從來沒有一個時代不存在這種運動；即使在今天也還可以觀測出震盪運動。歷史上的證據、用安裝在海岸邊的檢潮儀的直接觀測、反覆精密的大地測量都發現了地表面的震盪，結果在某一些地方大陸不斷為海所浸淹，而反過來在另一些地方滄海又變成桑田。這些運動的進行速度很不一律，但是總是非常微小。最大的速度不會超過每年數厘米。

岩漿現象就不那麼經常和全面。它們有時是地面下的侵入，有時是地面上的噴出，祇在某一些時期之內在某一些特別地方可以看到。

褶皺和斷裂的大地構造運動則可稱為是地殼的次生的變形；根據現代的資料，褶皺運動和斷裂運動的直接原因主要是地殼的震盪運動。我們可以把它們視為把震盪運動基本過程更複雜化的一種附屬變形。

蘇維埃大地殼構造學的巨大成就是在於地殼震盪運動的歷史重現研究方法以及把這些方法應用於若干大區域（高加索、俄羅斯地台、天山等等）。研究震盪

運動史的方法是在於比較各地區沉積岩的物質成份及其厚度。古代沉積的物質成份特別決定於兩個因子：沉積形成的水準高度（和海平面相比較）以及離開沉積細碎物質所從而帶來的冲刷地區的距離。對於海中沉積物來講，物質成份決定於海區的深度以及離開海岸的距離。因此觀測了地質斷面中不同岩層的演變，也就是說它們生成的程序，也就可以決定在某一個地方海深隨時間怎樣變化，以及什麼時候海完全不見，把地方讓給了陸地。可以了解某一個時代想定海的輪廓，並且確定在地史時期中海區的大小和位置發生怎樣的變化。

既然海是形成於地殼沉降下去的地方，而陸地是順應於地殼上昇地方的，那末這樣把古代海陸的歷史再造以後，便可以研究地殼的上昇和下降地區分佈隨着時間怎樣變化。

但是海深並不和地殼的下降幅度相對應的，因為在深陷的海底總是有沉積物堆積的，它們的厚度就會減少了海的深度。我們總是看到地殼雖然沉陷得很厲害，而沉陷上面的海却一直很小，這是因為沉陷不斷地被沉積物的堆積所抵消。顯然在這個場合，堆積的沉積物的厚度可以看成是沉陷大小的標準。觀測證明：在以前地質時代位於近代大陸¹⁾地方上面的海區的深度比較變動得很少：除了特別場合以外，海區大多是深度不超過數百公尺的淺水區。可是在個別地質時期中所堆積起來的沉積物厚度通常很大，往往以數公里來計算。因此沉積層的厚度可認為是地殼沉陷幅度的大致尺度。

蘇維埃大地構造學者們利用了這些方法，便能夠闡明在地史期中大陸上地殼震盪運動的發展基本規律，並且能夠把震盪運動的發展和別種類型地殼運動的出現來比較。

結果推想出了地殼構造發展史的縱然是不完全、不完整，但仍是充分明確的情況。

震盪運動遠不能說是一個簡單的過程。它包含了地殼個別部分的上昇和下降，並且這些部分的廣袤以及它們的配置都會隨時間而變化。地面上同一個地點在地質史時代中遭受過不止一次的下降和上昇。這個過程是很複雜的：它由不同程度的運動所組成，相互重疊在一起。

就最後我們所了解得最清楚的地史斷面——這個斷面時間包含了從古生代起

1) 這裏以及以後所謂“大陸”的意思，是像近代自然地理學中的慣例，不僅祇指陸地，也指淺海。大陸和深海相對，它們中間的分界不是海岸線，而是海水下面的大陸坡。

直至今日的約五萬萬年光景——來講，可以看到地殼區分成兩個範疇的區域。在一種區域裏，震盪運動很顯著。這裏地殼沉陷和上昇的幅度達12—15公里。尤其具有代表性的是震盪運動對比的明顯，在比較狹小的空間裏尖銳地相互對立着緊緊靠在一起的上昇和下降地帶。這些地帶通常具有狹長橢圓的形狀；它們的寬度總是數十公里，而長度却要達數百公里。

就在這種地區裏面，別種類型的地殼運動也非常活潑地呈現出來：展開強烈的岩漿活動，因而表現為岩漿的侵入和噴出，發生強烈褶皺的形成，也出現地殼的巨大斷層，這樣，這些地區是地殼變動最活躍的地方。它們被稱為地槽。

和地槽相對的是遠較更為穩定的地區，這些地區被稱為地台。在地台裏震盪運動進行得沒有像在地槽裏那樣的強烈。這裏上昇和下降並不那麼大，其幅度不過數百公尺，有時僅數十公尺。個別的上昇和下降部分大多具有圓形，而且廣袤比地槽裏要大：其直徑達數百甚至數千公里。因為如此，所以地台裏震盪運動的特點是相對的不顯著。

在全面穩定震盪運動的背景之上，又微弱地呈現出別種類型的地殼運動：地台裏褶皺形成差不多不存在，岩漿作用也呈現得比地槽裏要微弱得多。岩漿的侵入在地台的結構中起着並非本質的作用，而且具有特別的特點；在有些地方噴出的確很強烈，但其成份是很均勻的（都是玄武岩質），可是在地槽裏噴出的熔岩就其成份來講是變化得很厲害的。

地槽和地台是地殼發展的基本形式，相互間不僅有空間上的聯繫，而且也有時間上的聯繫。

有許多證據使我們推測在前古生代——在太古代——整個地球表面都是地槽。這意思是說，地殼到處都受到強烈的運動——又是震盪運動、又是褶皺運動、又是斷層運動，——到處呈現強烈的岩漿活動。後來，在元古代內出現了最初（起先並不太大的）地台。這個地台後來侵佔毗連它的地槽部分。因而擴大了它的大小。與此同時，在地槽裏又出現了新的地台。結果，假如說在古代地球表面上是地槽比起地台來遠佔優勢的話，那末到了最後的地質時期，關係反轉過來了；地台變得佔有比地槽遠為更大的面積。

所以，地台的形成要比地槽來得遲，地槽隨着時間的進展轉變為地台。

毫無疑問，這是用近代研究方法所能達到的那一段地史時期之內的地殼變動過程的一般方向。但是這個發展方向是獨一無二的嗎？顯然，不是的。在中央亞

細亞（蘇聯中亞細亞及其大山脈也包括在內）可以看到獨特的發展。這個地區在古生代的末期已經在更古代的地槽地方形成了地台。在整個中生代時期之內一直是地台，地殼運動微弱，地形區分不顯著。但是在第三紀的中葉又發生了新的復活，表現為又把該地域區分成一系列地殼強烈上昇和顯著下降的地帶。這些運動便使得形成連接着的巨大山脈間的深峽谷。密集地而且對比明確地配置着的上昇和下降，好像使我們可以把該地區看作（至少就這一個徵象而言）從第三紀的中葉開始又重新變成了地槽。假如果真是這樣的話，我們也就可以講有局部的地殼變動向反方向發展的出現——由地台變成地槽。可是在這個問題上，必須要特別謹慎。比較有把握的不如這樣假想：在中央亞細亞我們看到了某一種特別新型的發展形式，祇不過部分地和地槽相類似。目前對於這個形式我們還了解得很不清楚。我們祇可以這樣說：假如地殼變動過程的基本方向是從地槽轉變成地台，也就是說從地殼變動的大的活躍性變成不太活躍的話，那末從第三紀的中葉開始，出現了一個過程，它指出有可能縱令是局部的地台的重新“復活”。因此有人以為我們地球在不久的將來，好像會期待到“地殼變動的死亡”的那種觀念是經不起批判的。

地台侵佔大地槽而成長起來的這件事不是連續的，而是個別躍進式地發生的，在各次跳躍中間隔着一個長久的時期，在這樣長久時期內，地台和地槽間的關係大致維持不變。在前寒武代的末期發生過地台的迅速長大。在寒武紀和志留紀時期內，地台的大小保持不變。地台的新擴大發生在志留紀的末期和泥盆紀的開始。在泥盆紀、石炭紀和二疊紀的一部分時期內，它們的關係又重新保持不變。最後在二疊紀的末期又發生過一次地台侵佔地槽，因而大大擴張了它的面積。

地台的這種躍進式的成長使我們能够把地質史區分成一連串的階段，這些階段普通稱為地殼變動階段，或者不十分妥當地稱為地殼運動“輪迴”。

我們知道得最清楚的祇是最後的三個階段：克里東期、海爾辛期（華力西期）和阿爾卑斯期。克里東期包括寒武紀和志留紀，海爾辛期包括泥盆紀、石炭紀和二疊紀，而阿爾卑斯期包括整個中生代和新生代。但是必須預先說明，並不是這些階段到處都是時間上一致的：地表面的個別巨大區域具有若干特性。各階段在上述時間上的分配祇不過是一個大概輪廓，不過就大多數場合來講是正確的。

地殼變動階段不僅反映在地台躍進式成長的形式方面，也反映在地殼變動的所有程序上面。每一個地殼變動階段其自身包含了地殼運動的特定的綜合，而這

個綜合一般地來講又在下一個階段中反覆發生，依此類推。因此在地殼運動歷史中可以看到有週期性，就這個意義來說，每一個地殼運動階段是一個週期。所以可以在一個階段之內勾劃出地槽或者地台的這種地殼變動發展的圖樣，這種圖樣也會（很概略的近似）對於一切階段都是適用的。但是地殼運動的週期性並不轉而說它是精確輪迴地反覆的。不同的階段中地台和地槽的大小固然有區別，也有若干別的發展上的特點，對於這些特點我們在這裏不能細述。正因為有這些區別，所以不能把地殼運動的週期發展譬喻為一個圓，而應該譬喻為一個螺旋曲線，其中結合了反覆和前進運動，結合了各階段中的類似成份和相異成份。

關於相異之點，我們祇提出這樣一點，就是前面已經說過從一個階段到另一個階段地台和地槽的大小是會變化的；反過來讓我們談到各階段間的相似的表现，談到地殼運動那個程序上的輪廓，這個輪廓一般地代表了每一個個別階段。先說明地槽的情況，以後再談地台的情況。

在整個地殼變動階段時期內，地槽一直是指地殼中明顯地區分成強烈的上昇和沉陷的比較狹小地帶的地區。

在地槽中，地表面的地形總是以顯著的高低不平為其特點。但是地殼震盪運動的主要方向就前半個階段和後半個階段來講，相互間是不同的。在前半個階段主要是下降。因此，地槽在這個時期是海區，個別地方也是水下很深的。這時候上昇地帶和地形上表現為高起的一系列的島嶼，我們推測在發展的這一個時期中，地槽正好像今天的馬來羣島。更加相像的是在幼年的地槽中出現強大的火山噴發，不論是地面上的火山，或是更多的是海底的火山。噴出於海底的熔岩順着海底流開，所以在沉積岩的岩層中形成了掩蓋層。最初熔岩具有基性（玄武岩質）成份，可是後來便出現了中性和酸性的噴出岩。這時候，地槽海區的底沉陷得很深。沉陷的速度是一年數毫米，因為整個時期要延續數千萬年，所以地殼沉陷的總幅度達10—15公里。在沉陷海底上的沉積物也差不多以同一速度集積着，所以集積起來沉積岩的厚度最後也到達同一數字。在沉積物中不止一次地侵入了基性岩漿地層，這樣便形成了所謂“岩牀”，就是在地層中成板狀的侵入岩。

在前半個階段時期內，地槽的海逐漸擴張，發生了海向陸地前進（海侵）。

地殼變動階段的後半部分的特徵是反方向的震盪運動和地殼變動的巨大的多樣性，換句話說，後半個階段是地殼變動最活躍的時期。主要的作用從下降變成了上昇。在前半個階段還存在着的隆起，現在部分地強化起來。但是基本的作用

並不屬於那些已經存在的隆起，而是在以前發生過最強烈下沉地方所新生長起來的隆起。

由於這個緣故，地槽中的沉陷和上昇的發展全部具有波浪形的性質。起先（在階段的開始）形成了原始的地槽沉陷（下降波）。在這些沉陷中間在該階段的後期產生了上昇波，它們後來又擴張開來，以後可以看到新生隆起的同時成長和擴張的過程，以及限界着隆起兩邊的沉陷的向外側移動，這些沉陷分離開來，“轉入”鄰近的原始地槽隆起裏去，或者如果在地槽邊緣的話，便轉入地台的邊緣裏去。而且新的隆起為鄰近的沉陷所“抵償”：和大的隆起在一起便形成了深的沉陷，而不大的隆起也就伴隨着相對應的小的沉陷。

這個波動過程如果完全發展了以後，便會使得從前的沉陷變成了新的隆起。產生了地形的倒轉：在海的低地長出了新的山脈，而同時許多在前半個階段曾經是隆起帶的地帶全部或者局部轉變成沉陷地帶，被海所淹沒。

在地槽的兩邊，在邊緣山脈的腳下，形成了非常獨特的沉陷（“前哨”沉陷）。

地殼變動後半個階段中主要是上昇，這表現在以下的事實中：地槽中的海區逐漸縮小。海區變成了介於向上成長的多山島嶼間的狹小海峽。後來這種狹小海峽解體成許多湖泊，最後整個地槽完全乾涸。但是大隆起和沉陷間的分界保持不變；因此在階段的末期，地槽表現為地表面的山地地形，在該山地的邊界地方排列着高的山脈以及在山脈間的深的谷地。

在前半個階段中地槽內很微弱的地層褶皺到了後半個階段發展得非常強烈。褶皺首先主要發生在從原始沉陷中生長出來的新的隆起之中：一受到上昇作用，地層便同時折疊成褶皺。隨着隆起的擴張，褶皺形成便在地槽裏面佔據了一切新的地方，到了最終，整個地槽都變成了褶皺地區，在這裏地層差不多到處都喪失了自己原來的水平層位。但是在沉陷地方，褶皺現象比在隆起地方總要微弱穩定得多。並且隆起和沉陷中褶皺的特徵也是不同的：在隆起中褶皺具有線形的性質——它們都是狹長的地層屈曲；而在沉陷中主要是圓形的褶皺，像一些孤立的橢圓形的短小隆起。對於前哨沉陷鹽丘是非常顯著的特點：所謂鹽丘就是鹽從深地向上層的圓柱狀的侵入。

當折疊成褶皺的時候，地層發生裂縫，順着裂縫形成了上下或水平的錯動，最寬的裂縫和大斷層是遲一些才發生在地殼中，即在褶皺形成以後，當地槽已經變成高的山地的時候才同時發生。地殼在發生山脈的地方異常地向上撓曲，於是

便拉開裂開，分成許多岩塊。岩塊相互間上下移動。地殼個別岩塊的這種順着陡峻裂縫的移動稱爲斷層和逆斷層。斷層和逆斷層更進一步促進了地表面的地形高低不平，在高的隆起近傍造成深的低地。

假如說在前半個階段裏地槽中不穩定的是沉陷，並且在沉陷地方產生了新的隆起來代替沉陷的話，那末到了後半個階段不穩定的便是隆起了；它們異常地裂開，在其中形成深的下傾斷崖。

在後半個階段中，岩漿過程也非常活躍。當發生隆起的特別強大的成長、地層折疊成褶皺的時候，也出現了巨大的岩漿侵入。這時候主要形成了很大塊的花崗岩侵入體（花崗岩岩基），在地面下深及數公里的地方冷凝。它們的生成過程是因了在巨大壓力下把化學上很活潑的岩漿溶液和氣體來滲透地殼的沉積岩，這些溶液和氣體並不使沉積岩發生日學的破壞，便把它們變成了花崗岩（花崗岩化過程）。

到了階段的最末期，山地佔有了地槽地方，而且產生深的裂縫的時候，岩漿以及從岩漿所流出來的灼熱而被氣體飽和的溶液沿着裂縫上昇，在裂縫中冷凝而且結晶，因而產生了“裂縫侵入體”或岩脈。等到地殼中的裂縫變得充分寬濶以後，岩漿變成了熔岩流出到地面：形成了火山，這一次不是海底火山而是位於山嶺中的地面火山。

這就是很概括的在整個階段時期中構成大地槽歷史的過程“輪迴”；這些過程類似地在每一個階段中反覆一次，但是隨着地槽的縮小，它們就局限到愈益狹小的區域之內。

從圖 1 可以看出：在階段的末期發生於地槽地方的褶皺地帶在其構造上具有若干有規律的特點（褶皺層的一定分佈，岩漿的侵入和噴出，有用礦產的產地）。褶皺地帶分成巨大的隆起和沉陷，分別稱爲複背斜和複向斜。在複背斜裏，地層通常比在複向斜中折疊成褶皺來得厲害一些。並且岩漿的巨大侵入和噴出連同那些與其有關的有用礦產主要集中在複背斜裏，而石油和石炭則主要集中在複向斜裏。

在地槽“死亡”部分地方所形成的地台，決不能認爲是（像若干外國地質學家所想的一樣）地殼的不動的“石塊”，以爲它是死亡了的，是沒有發展部分的。А. П. 卡賓斯基就曾經證明過：地殼變動發展即使在地台上也是繼續着的，雖然這裏的發展帶有另一種更穩定的形式。

地台上的地殼運動階段保持獨特的意義。這表現在下面的情況，即在每一個階段中間，地台一般來說完成一個大的完整震盪：在階段的開始，地台下降，廣大地被海所淹沒，而到了後半個階段，地台又上昇，差不多完全乾涸。地台裏面又區分成長期穩定的上昇和下降區域——地凸和地凹。所謂“波羅的地盾”是地背斜的例子——是俄羅斯地台的凸起部分，包括卡勒利、芬蘭、斯堪的那維亞在內。莫斯科流域是地凹，這裏地層廣大成層，直徑達數千公里。地凸和地凹參與到地台一般震盪之中，形成第一級的構造。

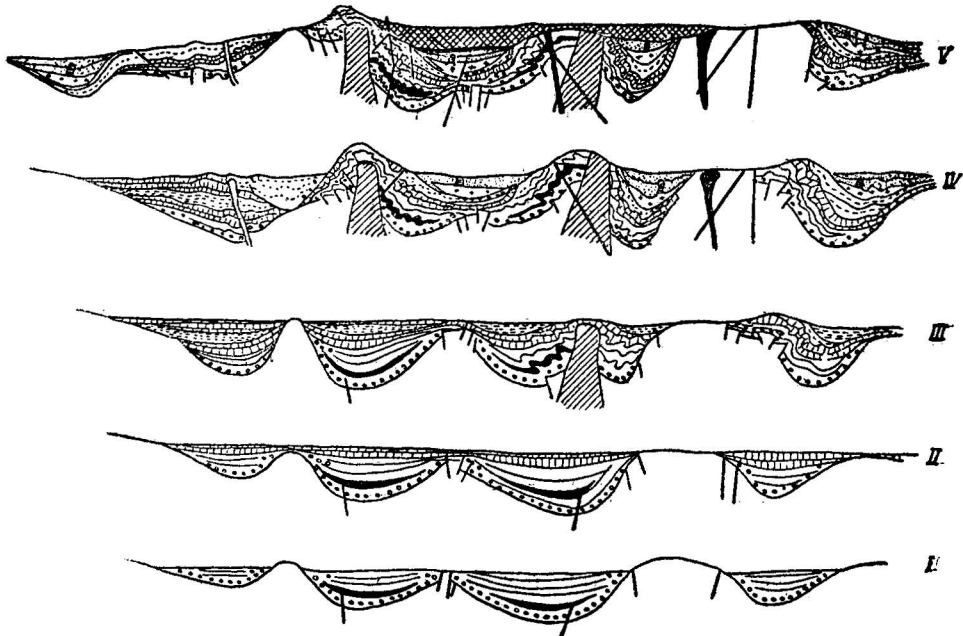


圖 1. 在地殼變動階段期間地槽發展圖（垂直的比例尺遠較水平方向放大得多）。I——V——發展的次序，I——地槽內的地層，形成一連串的沉陷和隆起；II——沉陷的擴張；III——一些新的內部隆起的形成，隆起中有花崗岩和鹽侵入，地層折疊成褶皺 IV——新的內部隆起的繼續生成，山的形成，花崗岩的侵入，褶皺形成，大斷層的發生；V——地槽轉變為地台，同時生成了內部低地，並保持着一些山脈和火山噴出。1——沉積在形成於地槽地方的地台沉陷（內部低地）中的岩石；其中可以找到煤，石油，天然煤氣；2——在山地間的和前哨沉陷中的砂質粘土沉積，其中可以找到石油、煤氣、含銅砂岩等等；3——鹽和石膏的堆積；4——含煤和石油的岩石；5——主要由石灰岩所構成的岩層；6——砂岩和頁岩層，其中可以找到煤；7——粗粒岩（砂、礫岩）；8——在上一個地殼變動階段中所形成的岩石；9——地面火山；10——基性岩漿的層狀侵入；其中可以找到鉍、鎳、鉻、鐵等等的產地；11——裂縫侵入岩和岩脈，以及金、銅、鉛、銀、鎢、鉬、鈹等等的產地；12——大塊花崗岩的侵入，堆積有鐵和別的礦物；13——鹼性的小侵入岩，其中可以找到磷灰石、霞石和別的礦物；14——鹽侵入上面的岩石，形成鹽丘；15——地殼斷裂。

圖 1. 在地殼變動階段期間地槽發展圖（垂直的比例尺遠較水平方向放大得多）。I——V——發展的次序，I——地槽內的地層，形成一連串的沉陷和隆起；II——沉陷的擴張；III——一些新的內部隆起的形成，隆起中有花崗岩和鹽侵入，地層折疊成褶皺 IV——新的內部隆起的繼續生成，山的形成，花崗岩的侵入，褶皺形成，大斷層的發生；V——地槽轉變為地台，同時生成了內部低地，並保持着一些山脈和火山噴出。1——沉積在形成於地槽地方的地台沉陷（內部低地）中的岩石；其中可以找到煤，石油，天然煤氣；2——在山地間的和前哨沉陷中的砂質粘土沉積，其中可以找到石油、煤氣、含銅砂岩等等；3——鹽和石膏的堆積；4——含煤和石油的岩石；5——主要由石灰岩所構成的岩層；6——砂岩和頁岩層，其中可以找到煤；7——粗粒岩（砂、礫岩）；8——在上一個地殼變動階段中所形成的岩石；9——地面火山；10——基性岩漿的層狀侵入；其中可以找到鉍、鎳、鉻、鐵等等的產地；11——裂縫侵入岩和岩脈，以及金、銅、鉛、銀、鎢、鉬、鈹等等的產地；12——大塊花崗岩的侵入，堆積有鐵和別的礦物；13——鹼性的小侵入岩，其中可以找到磷灰石、霞石和別的礦物；14——鹽侵入上面的岩石，形成鹽丘；15——地殼斷裂。

此外，地台的構造又因地層穹形狀隆起而更見複雜。這種穹形層，通常慢慢地而且長期地成長。往往它們表現為非常平緩的勉強可以看得出來的地層彎曲，可是有時也變成很陡峻而顯著的隆起。在俄羅斯地台上，可以在伏爾加和烏拉爾之間找到圓筒斜穹地和長穹地的無數例子，這些地方的圓筒斜穹地和長穹地形層具有很大的實際作用，因為它們是石油礦的蘊藏地。其古利是大的圓筒形隆起的例子。

在地台裏差不多沒有褶皺形成。僅僅在若干地方可以看到個別的小褶皺。在地台裏的斷層可以遇到地殼變動的斷層，有時是相當大的裂縫和斷崖。例如貝加爾湖是西伯利亞地台裂開的結果所形成的脫落開的水坑。阿非利加地台被所謂“東非斷裂”，於長達6000公里以上的地區分裂開來。

和地槽裏一樣，地台裏有一個特點，就是地殼向上彎的地方裂開得最多；也就是穹地以及特別是大的地凸的地方。就是說在上升的地凹裏，形成了巨大的散開的低地，像貝加爾低地或東非低地一般。

在地台裏岩漿現象表顯得比在地槽裏要微弱得多，但是在若干地方，沿着地台的地殼深裂縫會噴出大量的玄武岩質熔岩。西伯利亞、印度和南美的深暗色岩就是這樣的熔岩。侵入岩很難得遇到，而且或者是小塊的鹼性成份的岩石或者是岩脈。

這樣，地槽中和地台裏的地殼運動之間具有一定的相同之處。它們都依從於同一個節奏，在每一個階段開始，不論是在地槽中和在地台裏，地殼主要是向下凹陷，發生沉積層的堆積。在後半個階段，特別是到了它的末期，反之，在兩方面都主要是上升。但是假如說在地槽中地殼的這種運動發生的規模很大的話，那末在地台裏同種的運動要比較微弱。

我們已經說過：在地殼震盪過程中出現程度大小不同的運動。在階段開始時的下降和末期的上升是屬於第一級的現象，最大的現象。它們總是被較低各級的震盪弄得更複雜，而這些較低級的震盪也各有其自己的節奏。從圖2可以看出若干第一級的運動大致隨着時間而分佈。

從放射能方法所獲得的關於地

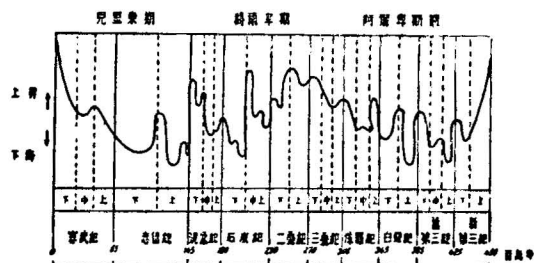


圖2. 地殼震盪運動的概圖

質絕對年齡的資料指出，每一個地殼變動階段的長短將近一萬五千萬乃至二萬萬年。

地殼的下沉和上升的節奏也就引起了海的進退的節奏以及“地層的形成”，就是特定沉積岩綜合中的節奏。

當上升佔優勢的時候，出現大塊昇起的陸地，那時在殘留着的海裏主要堆積了沉積岩（砂、泥）。這主要在階段的開始和末尾看到。而在階段的中間部分，那時主要是下降，而且海特別寬廣而陸地比較小，那末其特點主要是石灰岩的堆積。

和地殼運動的節奏有關的沉積生成的節奏，即使對於更局部的現象也有影響。例如到了每一個階段的末期，也同時有石膏和鹽的堆積。

特別有興趣的是這個節奏也表現在地質斷面中煤層的分佈上（圖3）。在這裏也存在着一定的規律性：最大煤藏發生在石炭紀和舊第三紀，然而在所有別的時代，煤形成得很少，在若干時代它差不多完全沒有，似乎最有利於煤層形成的時代是前半個階段與後半個階段中間的轉折期。石油地層也主要屬於同一個時代，可是因了石油是可以移動的，它的分佈更要複雜一些，往往在形成以後會在下面移動得相當遠。

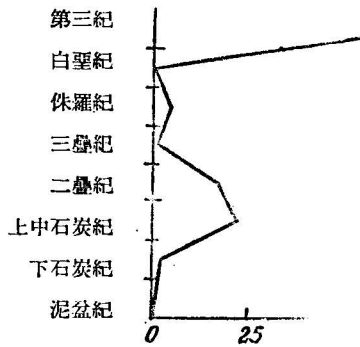


圖3. 世界煤藏量隨時代的分佈
(依據 П. И. 斯契潘院士)

岩漿過程的節奏也會引起那些來源與岩漿有關的金屬礦產生成中的節奏。岩漿活動的各種階段也就同時發生了不同礦產的生成。在前半個階段裏，地槽中隨

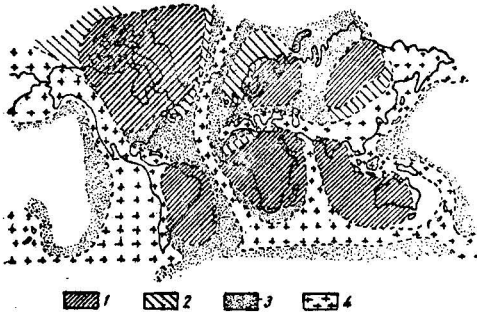


圖4. 在地史期中地台面積擴張圖：1——克里東期的地台；2——海爾辛期開始時地台的成長；3——阿爾卑斯期開始時的成長；4——阿爾卑斯期的地槽。

着層狀的基性侵入體會產生重金屬礦床——鎳、鉻、鉬、鐵；花崗岩岩基。裂縫侵入岩和岩脈帶來了金、銅、鋅、銀、鉬、鎢、水銀等等。和不同種岩漿活動的時代以及地點關聯着，可以區分出成礦時代和礦帶。

圖4中表示地台成長而地槽縮小的情景。在地台的分佈中有若干概括的規律特別令人注目：地台分佈成兩個寬闊

的地帶：一個地帶在北半球，而另一個主要在南半球。在每一個地帶有三個可靠的地台以及一個（位於太平洋洋底）假定的地台。在北半球排列着俄羅斯、西伯利亞、加拿大和北太平洋地台，而在南半球則是阿非利加、印度、澳大利亞、巴西以及南太平洋地台。當地台經過各個階段擴張的時候，殘留在地台之間的地槽變成了帶狀。後來個別的地台相互連接起來，於是介於其間的地槽帶就斷裂了。

如上所述，地槽發展的階段是以山脈的形成為結束的。隨着地槽各部分先後變成地台以後，地槽的山脈就會有一部分出現在地台上。從這時候起，這些山脈減緩了它的上昇，便逐漸崩壞，逐漸低坦。烏拉爾山脈是在海爾辛期的末期從地槽中上昇起來的。那時候它們是很高的。從阿爾卑斯期開始，它們出現在地台上，它們上昇的速度便降低。目前這些山脈已經崩壞得很厲害，因為在大氣外力影響下山脈的崩壞趕上了它們的上昇。最古老的山脈——寒武紀前的——極大部分都已完全崩壞。反之，在最後的阿爾卑斯期的末期，從地槽中上昇起來的最年青的山脈是最高的山脈。高加索、帕米爾、阿爾卑斯、哥其烈爾、安第斯等等都是這樣的山脈。由於同樣的原因，在地台再度“復活”的地方也可以看到高山，例如像上面所說一樣的，在中央亞細亞就是如此。

* * *

所有上述關於地殼的變動發展的規律是以大陸上的觀察為基礎而確立起來的。很重要的是必須知道在被海洋所掩蓋的其餘很大的地球表面上這些規律又能擴充適用到什麼程度。祇有確實知道洋底上的地殼運動進行得和大陸上完全一樣的時候，我們才可以說到確立起來的規律的普遍性，才可以整體地研究地殼構造的全部過程。

近代的研究證明，大陸的基本構造特點也可以擴充到洋底上去，因此毫無任何根據可以假定大陸與深洋間的界線是會把地殼分成原則上不同地發展着的兩個部分。和大陸上一樣毫無疑義地在深洋裏也有地槽和地台存在。不同之點祇是這樣：在陸地上和淺海裏，地殼的沉陷總是伴隨着沉積物的堆積，而隆起總伴隨着陸地被流水、雨和風等等所引起的崩壞；可是在洋底上，沉積物的沉澱差不多沒有，同樣也不會崩壞。這便產生了對於地殼變動過程的另一個情形，因為地殼變動過程固然和深層的地殼變動力有關，但是也和這些力所作用着的物質有關。但是這種特殊情況的影響似乎并不太大，就整體來說，我們可以認為地殼（就其他地殼變動發展的基本特徵的意義而言）是均勻的，已經在大陸上所確立起來的這

個發展的規律，同樣可以引伸到整個地球表面上去。

作為一個例，我們可以指出：中大西洋脊是和阿爾卑斯及高加索一樣，在阿爾卑斯期的末期從地槽上昇起來的海底山脈。中印度洋脊也是具有同一個來源的。在這些脊的兩側，洋底都是地台，和鄰近大陸的地台相密接。因此，在地球表面上有兩個水準存在着——大陸水準和深洋水準——似乎與地殼之分成地槽及地台沒有關聯。

產生了這樣一個問題：在地表面上像大陸和深洋這樣高低水準的很巨大的單位出現的歷史和原因如何？

為了闡明深洋和大陸的歷史起見，最有興趣的事實是：在近代的大陸上一直到如今為止，從來沒有一個地方曾經發現過已確知在洋底深處形成的岩石。換句話說，我們從來也沒有在近代大陸的地方找到任何徵象可以證明它以前曾經有深洋的水域存在過。這種資料對於自從古生代以來的時間以內任何場合都是的確如此的。

可是在深洋裏却看到完全不同的情況；在許多今天被深洋所掩盖的地區，在不太久遠以前，毫無疑問地存在過大塊的陸地。我們看到一些痕跡證明在最後的時期內，遠洋的水區侵入了大陸而擴張了自己。在太平洋的邊界這出現得特別明顯。亞細亞的東北部、東部和東南部的內海——白林海，鄂霍次克海、日本海、中國東海、南海、馬來羣島海是在不遠以前才形成而連接到遠洋的：在第三紀末期甚至是在第四紀。直到該時為止，亞細亞大陸一直在東方和東南方遠伸直至圍繞大陸的花綵列島，直接和澳大利亞相接，連新幾內亞和新西蘭都包括在內。在太平洋的另一邊海岸也有徵象證明，陸地不久以前一直深入遠洋之內。例如南美的安第斯山脈不過是廣闊山區的東邊緣，而這個山區的基本部分今天已經沉沒到洋水之下去了。

印度洋的歷史也很有興趣。從緊接着它的大陸的地質構造可以看出印度洋形成得是比較年青的：直到中生代的初期，在那個地方還是巨大的大陸，這塊大陸把阿非利加、印度及澳大利亞差不多連接成一整塊大陸。

即使在大西洋地方也有徵象證明：不久以前在那裏存在過大塊的陸地。

所有這一切指出了以前遠洋要小些，而大陸却佔有更大的空間。

* * *

讓我們來做總結。地殼運動的發生是有規律的、有一定的程序、一定的配合。

在地殼運動發展中可以找到週期性，這使我們能够把地殼變動的歷史分成若干內部組成相類似的各階段。在地殼變動發展的過程中，地殼區分成地槽和地台，前者具有更為強烈更為多樣的運動，而後者的運動較為穩定。當從一個階段過渡到另一個階段的時候，地槽的面積縮小，而地台卻擴大。但是在最近的時候却看到了地台的相反“復活”的徵象。

和地槽及地台發展同時，又有一個過程發展着把地表面分成大陸和海洋。在地史的早期，地表面上主要是大陸，陸地和淺海相互交錯。假如也有深洋的話，那末也佔有比今天更小的面積。以後，大陸的個別部分沉陷而變成了洋底。顯然，祇是從中生代開始，地表面上大陸和深洋的區分才變得靠近今天的樣子，僅僅到了第三紀或第四紀，深洋和大陸才獲得了今天所具有的輪廓。

地表面分成大陸和深洋的過程就第一近似來講，並不像與地殼區分成地槽和地台的過程直接有關，因為後者的過程一直繼續存在於洋底之中，並且以各種不同的形式和大陸深洋的界線相交叉。因此地表面的分成基本的高低水準的單位——大陸和深洋——似乎是另一種過程，比地槽及地台的形成過程是更一般性的過程。但是非常可能的是在這兩個過程中間存在着一定的關聯，我們目前還不能闡明這是一些怎樣的關聯。

(石延漢譯自“自然”(Природа)1951年第9期)