

苏联地质学的新问题

(苏联)Д·И·謝尔巴科夫院士著



中華全國科學技術普及協會出版

N49
74
84

本書提要

一切地質研究的主要目的是，擴大現有的礦物原料基地和查明新的礦物原料來源，因此必須知道地殼的地質發展史及其各個地層的構造。

這本小冊子介紹了大陸和大洋盆地的構造特征、地槽和陸台、相對地質時代表和絕對地質年代表、影響礦產分布的地質因素。所有這些知識能幫助我們科學地指出，地殼中哪些地方藏有什麼礦產。

出版編號：389

蘇聯地質學的新問題

НОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СОВЕТСКОЙ ГЕОЛОГИИ

原著者：Д. И. ЩЕРБАКОВ

原編者：ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО ПО
РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИ-
ЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

原出版者：ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

1955

譯者：周起秀

責任編輯：黃友芳

出版者：中華全國科學技術普及協

(北京市文津街3號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第053號

發行者：新華書

印刷者：北京市印刷一

(北京市西便門南大街乙1號)

開本：31×43 $\frac{1}{2}$ 印張：1 $\frac{1}{2}$

字數：21,500

1956年9月第1版

印數：15,500

1956年9月第1次印刷

定價：(7)1角2分

地質學是關於地球發展史及地球上生命發展史的一門科學。地質學家們所要做的工作是：研究地球的構造及其成分，查明岩石形成及礦產分布的規律，研究地球上自然地理條件的改變以及地球上生物的演化。

由於地質學可以幫助人類開發地下資源——石油、煤、金屬礦、建築石料等等，所以它有很大的實際意義。同時，要培養人們對於世界的唯物主義認識，向唯心主義和宗教成見進行鬥爭，就必須知道地球的歷史和地球上生命的歷史，所以地質學在認識事物上也具有很大的意義。

地質學在其發展過程中與自然科學的其它部門——天文學、物理學、化學都有密切的關係。

地質學這門科學又分為許多相互關連的學科：大地構造學是研究地殼運動的規律及地殼運動所造成的岩石產狀；岩石學是論述岩石；礦物學是論述礦物；地史學是研究地殼的發展史（古代陸地和海洋以及生物的分布情況）；古生物學是研究動植物有機體的化石；礦床學是論述礦床的形成及其分布；區域地質學是研究地殼上各區域的地質構造等等。

地質學是一門有趣而重要的科學。為了能很順利地開發地下資源，就必須通曉這門科學。這樣才能繼續擴大蘇聯工業的礦物原料基地，促使我們社會主義祖國的力量和威信不斷地增長起來。

地質知識史話

在談普通地質學上一些重要的新問題之前，我們先來談談 E. 修斯、A. П. 卡爾賓斯基、E. 奧格、A. П. 巴甫洛夫、A. Д. 阿爾汗格爾斯基，這些最卓越的學者所提出來和解決的地質學上的那些大問題。這些學者写下了許多重要的概論，雖然是很早以前編寫的，但是直到現在對我們的地質工作者仍是很有益處的。

奧地利卓越的地質學家修斯（1831—1914），在 1875 年所發表的著作“阿爾卑斯山的成因”中，敘述了他根據冷縮假說對於山脈形成的見解。冷縮假說是，把地殼的褶皺和其它運動解釋為由於地球的冷縮而成的。這本書里發表的見解，認為地殼在構造上是不均一的，因此在收縮時就使得一些地帶造成褶皺山脈，而另一些地帶則引起垂直運動。

正確地說，修斯的一部主要科學著作是“地球的面貌”（1883—1909）。這部著作把地質知識作了一個總結，對地質學的很多分科都發生了很大的影響。修斯的這部著作，概括了 20 世紀初葉以前各個不同國家所進行的一切區域地質調查。頭兩卷和結論中對地殼的構造和發展作了概括，所根據的是現在已被大多數地質學家推翻的冷縮假說。修斯所進一步發揮的關於地球各圈、洋面變動、褶皺山脈的地質時代、以及古地中海的觀念，都被保留下來了，現在仍在地質文獻中採用着。

修斯還指出，可以把洋水平面的周期性變化看作地質歷史的年代指標，用來確定相距很遠的不同地區在同一時期發生的地質事件。同時他又指出，現今諸大陸是由從前曾經存在的、

另一些地理單位保留下的完整部分所構成的。

卓越的俄羅斯地質學家 A. П. 巴甫洛夫，評價這部包羅萬象的地質著作時寫道：“修斯的‘地球的面貌’，幾乎把現代和 19 世紀下半期浩繁的文獻都綜合到這部嚴整的著作中了”。

巴甫洛夫接着又指出：根據修斯的說明，“地球外形的各單元並不是雜亂無章、彼此無關的，而是有着深刻的意義，因為這些單元正像許多石碑一樣，銘記着地殼構造和形態的發展史上巨大的變動，而這種發展則是靠潛伏在地球深處的內力和地球外面的水圈共同作用而不斷地進行着的”（注 1）。

A. П. 卡爾賓斯基（1847—1936）是聞名世界最傑出的俄羅斯學者，他所著的關於地殼構造和古地理尤其著名。他首次研究出所謂俄羅斯陸台構造學說。在他早期寫的關於俄國歐洲部分沉積層的一篇文章中（1880），把陸台的構造分為“花崗岩基底”（即結晶的褶皺基底）和復蓋其上的“沉積蓋層”。然而卡爾賓斯基最重要的著作是兩種篇幅不大的研究性著作，他研究出一種用古地理分析地殼構造的方法。這種方法使他能闡明在廣袤的俄羅斯平原及其周圍褶皺山脈（烏拉爾山脈和高加索山脈）範圍內，地殼多次經受的有次序的運動過程。卡爾賓斯基指出，俄國歐洲部分的地殼升降運動總是這樣的：或者發生在平行於高加索山脈的地方，或者發生在平行於烏拉爾山脈的地方。

卡爾賓斯基關於蘇聯歐洲部分大地構造和古地理方面的著作，開辟了地質學的新紀元。卡爾賓斯基的思想在蘇聯很多學者的研究性著作中獲得了進一步的發展。

應該指出，卡爾賓斯基在地質學和岩石學方面的一切研

究，总是和实用地質学密切地联系着的。他的著作，尤其是他所編制的地質圖和古地理圖，对于預測各种矿产地是有很大的帮助的。

20世紀初叶，法国学者奥格（1861—1927）把地質学向前大大地推进了一步。他所著的“地質学原理”（1900—1911）一書，概括了到当时为止的实际資料，从而証明在地球的历史中不仅可以看出生物界是在进化的，而且还看出地球的構造也是在进化的。按照奥格的看法，地壳是由許多坚硬的陆台区和把这些陆台区分隔开来的許多活动的地槽（槽狀凹地）構成的。在地球的發展过程中，由于地槽逐漸縮減，就使陆台逐漸扩大起来。奥格的地槽学說，对于地壳發展的觀念的形成，曾起了很大的作用。

在巴甫洛夫（1854—1929）活着的时代，大多数地質学家由于認為地史学的原理是建筑在对海相沉积的研究上，于是就只醉心于对海相沉积的研究；而巴甫洛夫却和他們相反，他發展了陆相沉积的理論，同时他又提出一种关于大陆上比較舒緩的陆地拗陷的概念，或者叫作陆向斜。正确地理解陆向斜，对于和寻找石油有关的实际工作是有巨大意义的。他在第四紀地質学領域內的研究成績更为突出。第四紀地質学所研究的就是最后的一个地質世紀，就是現在还在延續着的、地球演化的一个世紀，人类就是在第四紀出現的。

巴甫洛夫和卡尔宾斯基学派的繼承人 A. Д. 阿尔汗格尔斯基（1879—1940），他的著作不仅是依据地質学的資料，而且还利用了地球物理学的結論，从而成績卓著地奠定了地質学研究与地球物理学研究相結合的基础。上述这些科学家共同的特

点是，掌握了世界地質学全部浩繁的資料，他們的著作在实际資料方面直到今天还不算过时，不过其中所發揮的論見早就需要徹底加以审查了。

毫無疑問，現在苏联科学的研究工作是大大地向前發展了，然而還沒有一部像那样包罗万象的概括性的著作，把地質实践和地質科学中浩繁的新資料用来充实普通地質学的理論，目前做得仍是很不够的。

我們現在只是談談普通地質学上的一些問題，因为这些問題对于建立地壳發展的理論有很大的意义。

大陆和大洋盆地的構造特征

我們先来談談大洋和大陆的構造問題，因为这是地球表面的主要單位。对于海洋和大陆所进行的地質研究現在是很不平衡的：地質研究和地球物理的研究大都只集中在大陆上，而对于很难到达的洋底則研究得極差。

可是海洋复盖的区域却占地球表面的71%。为了对整个地壳的形成和發展作出結論，就必须知道海洋所占据的那些地区的地壳形成和發展的历史，正如通常所說的，必須知道“海洋地質”才能办到。因此，現在就应十分注意海洋地質的研究。

我們先談一下陆地和大洋的关系（參見圖1）。

當我們觀察測高曲綫（注2）时，会很明显地看出地面有兩種主要的高度平面，即大陆的平均高度平面和洋底的平均深度平面。分布在这兩個平面之間的是过渡台阶，即所謂岸灘，岸灘下面是大陆坡，大陆坡實質上就是把隆起的大陆与洋底分

开的大陆的边界。洋底起伏往往由于具有特殊的构造而复杂化起来了，这些构造就是海中的堤和水底高原以及岛弧。岛弧是水底山脉露出而成的一连串岛屿，附近沿伸着的是很深而狭窄的凹地。大陆上的地形可以分为两部分：一部分是平原，平原相当于稳定的、大体上水平成层的地区，即陆台；另一部分是山地，或山脉。

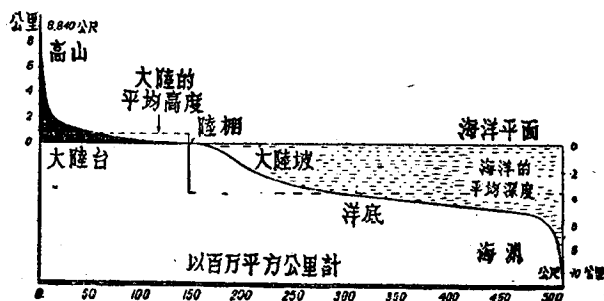


图 1 测高曲线。

地球表面所以会有这样的构造，由于它与地球内部（即深处）的构造有密切的关系。然而地球内部构造，用普通研究地球表面的那种方法是不能查明的，用测震法可以获得最充分而准确的资料。测震法是：当发生地震或人工爆炸时，把地球体中产生的震动记录下来并进行分析。震动是按照弹性波定律，由震动发生的地点向各个方向传播的，露出地面后就引起地面的震动，这就是地震。装备有灵敏的仪器（地震仪）的地震站离产生震动的地点（即震源）越远，向地震站来的弹性波所经过的地球的地带也就越广大。在相距很远的不同的地震站上，比较同一次地震发出的震动的到达时间，就可以算出地震波穿过

地球不同地帶的傳播速度。根据这种計算已經确定，地球的構造是不均一的，而是大体上具有同心圓的構造：地球外部厚達30—50公里的那一層是地殼，它是由物理性質上不同的岩石組成的；下面是比較均一的帶，或者叫作地圈，它的深度相當于地球半徑的二分之一。再往下，最後就是物理性質上不同于地圈的中心部分，即地核。

靠測震法的研究而确定出来的地殼下限（即莫霍洛維奇面），在大陆的下面位于50—60公里的深度，而在大洋下面，深度就不很大，一共只有几公里。換句話說，大洋下面的地殼厚度，比大陆下面的地殼厚度小得多。

大陆地区的地殼就好像是由兩層構成似的。上面一層的成分近于花崗岩，所以就叫作上層，或花崗岩層。下面的一部分是由成分上近于玄武岩的岩石組成的，所以就叫作玄武岩層或中間層。至于莫霍洛維奇面以下的地層，在成分上可能是橄欖石和輝石這兩種礦物混雜在一起的东西，类似橄欖岩（一种富含鎂和鉄的岩石）。

在各大洋的範圍之內几乎都沒有花崗岩層，玄武岩層也不很厚，玄武岩層下面紧接着就是由橄欖岩組成的地殼下面的一層。在太平洋完全沒有花崗岩層，而玄武岩層則很薄。洋堤很可能就是还没有發育好的陆地。例如，在北大西洋長堤的範圍之內，地殼的厚度一共只有15公里左右，并且上面沒有花崗岩層，可是中間層（或玄武岩層）显然是存在着的。

我們認為大陆下面和大洋下面地殼的構造不相同，大洋底部（如太平洋底部）从来就不是真正的陆地，而是地殼構造上的特殊部分，这主要是根据測震資料，以及附帶的重力資料和

地質資料。不过要說明一点，現在对洋底进行的研究还是很不够的。

1954年我們曾到过北極，知道了有关北冰洋深度的最新的測量結果，当时曾作过一些結論，我們就来談談这些具体的結論罢。

北冰洋的底部，从前被認為像个平底的杯子。这种觀念是从南森的探險队探險时产生的，由于当时所进行的深度測量工作很少，因而認為深度到处都不过是4—5公里罢了。由这种觀念出發，自然就产生了一种思想，認為北冰洋底的構造和太平洋底的構造是类似的。

可是苏联漂流科学站所获得的深度測量的新資料，却使得对北冰洋底部構造的觀念發生根本的改变。这些資料証明，順着欧亚大陆北部沿岸一帶分布的大陆台，是往北延伸得很远很远的，最后它就以很陡的大陆坡結束了。在大陆坡上或大陆坡的附近，有許多许多的群島：斯匹次卑尔根群島、法蘭士約瑟夫地、北地島等等。从前認為大陆台的地形由于有許多邊緣急陡的深凹地而复杂起来了，并且認為这种凹地是由于地壳順着大断裂（断層）下降而成的。現在知道，大陆台范围之內的地形也决不像从前所想像的那样平緩。

罗莫諾索夫水底山脉的發現，是苏联北極考察的重要成就。这条山脉由新西伯利亞群島向厄尔茲米尔島（加拿大）延伸，輪廓很明显。在这条山脉的东面和西面都發現了深海淵式的大凹地。总而言之，洋底構造很显然是不均一的，因为洋底既有許多凹地，又有許多高地。

在北冰洋的許多島嶼上所进行的觀察表明，在一些島上所

看到的一些褶皺山系和岩系，到了島嶼的岸上就中斷了，而在其它很遠的島上又能找到它們的延續部分。例如，在法蘭士約瑟夫地可以很清楚地看到玄武岩高原，而在斯匹次卑爾根群島以及冰島和格陵蘭東岸，也看到保留下來的由這種玄武岩高原所成的許多單獨的地區。

這樣就使得人們要把上述情況與地中海加以比較，地中海的兩岸就好像是把海岸南北的山脈切斷了似的；而地中海中所特有的那些盆地，則應看作從前曾經存在過的山系由於斷裂而成的構造盆地。

看來北冰洋也像地中海一樣，是由於大陸上的一些地區發生不平衡的沉降而成的，而從前某一時期這塊陸地曾經是把北美與西伯利亞連接在一起的。

以前從來沒有人認為北冰洋地區曾發生過地震。換句話說，從來沒有人認為它，如地質學家所說，是地震強烈的地區。可是不久以前確定了這一地區的受震程度。北冰洋的受震程度，與它的洋底構造並不單一的現象及其大地構造的成因是十分符合的，並且也更明顯地說明，它與地中海是很類似的。地震的震中（注3）是在羅莫諾索夫水底山脈以西的地方，並且與北冰洋底部所發現的一些盆地的邊界是一致的。北冰洋冰塊的斷裂，可能不僅僅是由於刮風和洋流運動所引起的，還可能是由於構造作用引起的。

可見，由於不久以前對北冰洋底的構造所進行的研究工作，使得從前對於它的構造性質的觀念簡直要徹底改變了。從這個例子就可以看出來，進行地震、重力和其它地球物理工作來對洋底地質作綜合性的研究，以及對洋底沉積物進行研究，

效果是多么好。

地質學家們和地球物理學家們在研究海洋方面也獲得了重大的成就。例如，他們所進行的地質和地球物理工作的結果証明：太平洋的一些島弧和堪察加半島海岸附近以及千島群島附近那些很深的海淵，現在正處於太平洋西部洋底開始斷裂而進入複雜的地槽過程的階段。

地槽的發展過程是：地殼發生拗陷而破裂，地殼的某些個別地段劇烈而不均衡的上下移位。與此同時，順着造成的斷裂帶發生火山現象和地震，凹地被新形成的沉積岩充填起來，島嶼隆起，造成山巒。地槽區發展的最後結果，就是地槽變成了山地。在太平洋島弧區進行的觀察，對於解釋地槽區產生的條件是很有用的。

例如，地中海就相當於比千島島弧區晚得多的地槽發展階段。地中海被認為是地槽區演化的最後一個階段，在這一階段中，山地斷裂而成許許多多的台階和凹陷（或者造成重新被海水復沒的深水盆地）。

蘇聯科學家對太平洋的深度進行了調查。蘇聯科學院海洋學研究所有一艘很大的有特別設備的輪船——“勇士號”，這艘輪船上有最新式的海洋學儀器設備。在“勇士號”輪船的強有力的卷揚機上，繞着長達 14 公里的鋼索，它可以探測海洋的任何深度。有種複雜的儀器——自動記錄回聲測音儀，可以隨時把輪船所在地點的深度準確地記錄下來，這樣就可以不斷地觀測海的深度。

1953 年夏天，為了對極深的海淵之一——千島群島——堪察加海淵（土斯卡洛拉海淵）進行全面的研究，“勇士號”在太平洋

的西北部航行。在这个海淵上第一次用回声测深仪作了詳細的測量，并且現在在地貌方面可以認為是研究得最清楚的一个深水凹地。据“勇士号”的測定，这个凹地最大的深度是 10,382 公尺。可見，千島群島—堪察加海淵是太平洋中最深的海淵之一。

千島群島—堪察加海淵的中央部分是一个狹窄的海槽，長 550 公里，寬在 5 公里以內，底部很平坦，它的輪廓已用 9,000 公尺等深綫圈出来了。有趣的是，菲律賓海淵的起伏也具有同样的特征。

在所考察的区域，北部的構造地形广泛發育。在这个海淵里，到处都有断層、地滑和基岩露出的現象。

千島群島—堪察加海淵西部瀕临鄂霍次克海，北面是白令海深水凹地。由于海淵和这两个海發生水的交換，所以它的水文情况很复杂，凹地中的水是多种多样的。

1954 年，“勇士号”繼續在太平洋西北部进行綜合性的研究。这次航行是配合前几年在千島群島—堪察加海淵区域所进行的考察，它是在太平洋所进行的广泛考察的一部分。获得了很多新資料，这些資料涉及的范围是：洋底起伏、洋底沉积層的構造及其成分、水的水文特征及其水文化学特征、洋底动物群和远海（浮游）动物群的分布及其組成。其中有些資料，使得从前关于世界大洋中这个很少經過研究的地区的观念，在相当程度上要發生改变。

由于“勇士号”所进行的工作，查明了夏威夷水底山脉是向北往科曼多尔斯基群島延伸的，从而証明：太平洋西北部 3,000—4,000 公尺以下深度的地方是两个各自分离的盆地，还發現

了許多从前所不知道的水底山脉。太平洋底部的構造經确定是不均一且很复杂的，这就推翻了从前流行的認為底部很平緩的見解。

已發現：海洋沉积物無論是在机械成分上，还是在矿物成分上都是很不一样的。在远离海岸的洋底找到了很多火山岩的大石块，这就証明在太平洋广大地区，水底火山活动是很剧烈的。再进一步考察，可能在太平洋西北部也会發現像在大西洋已經确定的那种洋底長堤。

地 槽 和 陆 台

現在我們來探討一下大陆的構造。前面已經談到，在大陆範圍內可以划分为平原和山脉。平原和山脉不仅是在外形上（即地形）很不相同，并且在內部地質構造上也是極不相同的。山脉通常是由不同成分的岩層構成的，岩層的厚度和岩性由一个地方到另一个地方变化很快。在山脉形成时所产生的大量熾热岩漿和高压的影响之下，往往有火成岩体侵入岩層，使得岩層發生剧烈的变化（变質）。在平原上，沉积岩層在長距离內岩性一致，未發生变質作用，几乎是水平成層的。

地質学的研究証明，構成山脉的岩石最初是堆积在一些狹窄的槽形地——即延伸很長而被海水充填的地槽。在地槽存在的初期，由于新的沉积物的重力作用，地槽不断地下沉。后来地槽的拗陷过程就被底部上升的过程代替了，这时充填在地槽底部的沉积岩也就上升，造成褶皱。褶皱之所以会形成，可能是地槽底部上升的直接結果，但也可能和地槽所受的側压力有关系。地槽一上升，海水就开始逐漸离开地槽区，而聳立在地

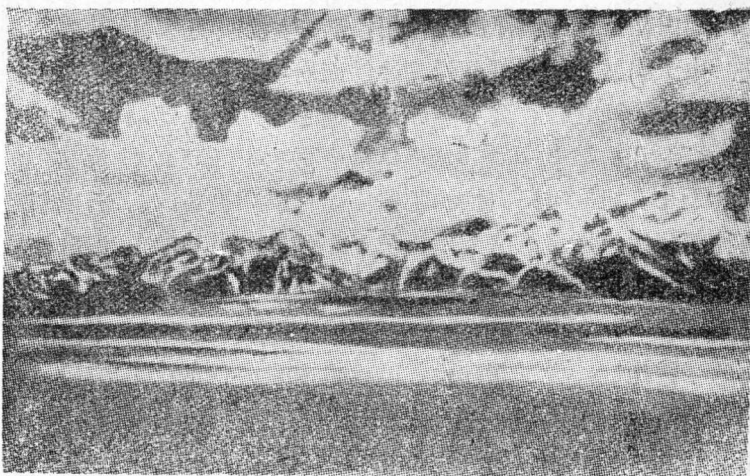


圖 2 山地景觀。外阿萊山脈(塔吉克斯坦)。



圖 3 平原景觀。沙漠(卡拉沙漠中部)。

槽里的山岳也就受到了風化作用，而开始崩坏起来。

由于山岳升起的部分受到冲蝕而崩坏，于是山岳就逐渐被夷平。由于地壳往往發生順序交替的上升和下降运动，所以一般說来上升后被夷平的部分迟早都会再次下降而又被海水复沒。于是，組成下降山地的那些剧烈褶皱和变質的岩石，就被这种新盆地中所形成的大体上呈水平的底部沉积層盖住了，这样就造成了平緩的盖層。在地質时代的漫長过程中，这种盖層可以堆积厚达2—3公里以上。盆地底部重新上升，形成了陆地上的平緩地区，或所謂陆台。陆台具有双層構造：上面的一層也就是陆台盖層，差不多是水平地盖在变質的岩石的上面；而下伏的那一套从前曾構成山地的褶皱岩層，則是褶皱的基底，或者叫作陆台基底。

地質学家們在探討地球的發展史时一致認為：从研究地表上形成的沉积岩来追溯地球發展史，那么地壳的全部历史就是一系列順序發生的地槽过程，这种过程每次都是最后形成陆台。在地壳的不同地区，地槽狀況和陆台狀況的更替，發生在不同的地質时代。地質学家根据一种狀況被另一种狀況所代替的周期現象，把地質划分为五个主要的时代：太古代（最古）、元古代、古生代（古老）、中生代（中期）和新生代（最新）。

地球物理学家們認為，地槽的运动是由深度为600—700公里的地圈中周期性地發生的深处作用所引起的，而这种深处作用則与大量的能量的放出有关系。随着这些深处的作用而發生的是地球物質的分异，于是使得地圈中的矽酸、氧化鋁、碱金屬貧化而向上跑到地壳里去。換句話說，地槽的發展过程就是地圈中物質演化的过程，在这个过程中，由于地壳一定部位所

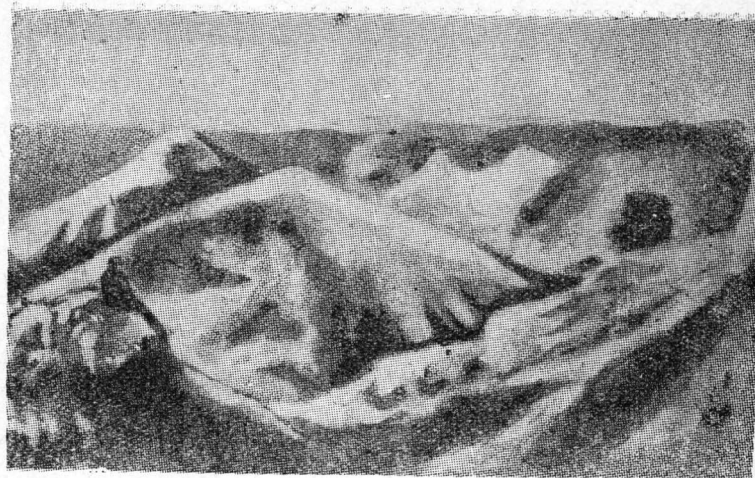


圖 4 天山的西南部。在古老的褶皺的岩石上面是水平成層的第三紀沉積物（地槽區的陸台發展階段）。

放出的能量，使地殼的組成發生了變化（注4）。

地球上的大陸都經歷過地槽發展階段，因此都可以被看作地槽特殊的演化的結果。

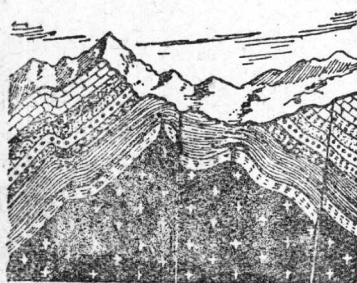


圖 5 地槽式岩石產狀。

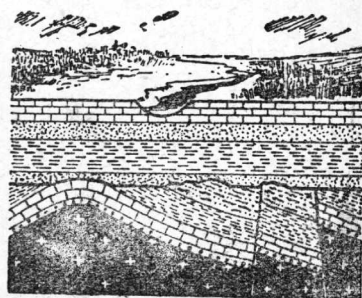


圖 6 陸台式岩石產狀。

對於褶皺山系和陸台基底所進行的更詳細的研究表明，把