

采用了后者。但“華北”兩字，从原意講，包括不了前一个的范围。

2.揚子地台，西南陸塊，西南陸台：这三个名称也指同一个單位，揚子地台是黃汲濤1945命名的，也算最早，我們按从先律采用了黃先生的名称，虽然現在看起來包括的范围和名称是不相称的。

其他还有許多这一类的異名，我們不再談了，異名太多，一方面反映了我國大地構造学啓蒙階段的必然現象，同时也表明了我國大地構造問題，需要展开全國地質界討論的必要性。

① A. W. Grabau: migration of Geosynclines. 中國地質学会誌, 3.3-4 (1934)

② A. Л. 顏申: 苏联大地構造学的發展与现状, 地質学报, 32. 3 (1952)

③ W. C. Krumbein and Sloss: stratigraphy and sedimentation, Chap 11. (1951)

④ M. Kay: North american geosynclines. 1951 (俄譯本)

⑤ 霍敏多夫斯基: 中國东部地質構造基本特征, 地質学报, 32. 1 (1952)

⑥ 陈國达: 中國地台活化区实例并着重討論“華夏古陸”問題, 地質学报, 36.3 (1956)

⑦ 黃汲濤: 中國主要地質構造單位, 地質專报甲种20号 (1945)

⑧ 金德淵: 中國的大地構造与礦產分布, 地質学报, 33.4 (1953)

⑨ 北京地質学院: 大地構造基本类型, 地質知識, 1954年第3-4期

⑩ 王鴻祚: 从中國东部前寒武紀岩系發育論中國东部大地構造分区, 地質学报, 35.4 (1935)

研究地下構造的地貌学方法

И. И. 柯热夫尼科夫 Ю. А. 麥謝里亞科夫

地面的地形和地下的構造之間有着一种固定的关系，这种关系是由地形形态和地質構造的形成条件有很大共同性而决定的。促使地形和地下構造發展的基本因素是內动力过程，或構造运动（地壳各別地段的隆起和下降）。这些使地壳变形和造成地形起伏的运动，在地球表面上常遇到來自各种各样外动力因素方面的反作用，如像海洋、流水、風，等等的作用，这些作用力圖破坏、夷平地表的凸出，將从凸起上破坏下來的產物充填于凹处和低地。下降和隆起的过程是在一个非常長的时期中進行的。同时，凹陷在地下構造上形成有沉積物的向斜構造，而凸起固定成为局部或全部没有沉積物的背斜構造。这样，就產生着有規律地造成的形成物，或者就是作为地形和地質構成的一定單位的地貌構造①。

內动力因素和外动力因素出現和相互作用的具体形式是極其多样的。因此地壳的形态構造也就具有很大的多样性；对地壳形态構造的全面研究，这是現代地貌学（研究地形的科学）基本問題之一。研究形态構造不僅具有理論意义，而且还有实际意义。顯而易見，如果能弄清地形与地質構成之間关系的規律性，那末研究了地表面以后就可以知道地下的構造。据

此，地貌学方法在地質調查工作中就有其發展的前途。事实上，地貌学方法在找尋各种礦產——鋁土礦、煤、石油，以及砂礦的工作中已日益广泛地被采用了。

× × ×

礦產在地壳中的分布是有規律性的，这种規律性在普查勘探时要加以考慮。規律性之一是礦床与一定的大地構造單位和地貌單位之間的关系。对各种礦產來說，由于它們的形成条件各有不同，这种关系也是互異的。例如，砂礦——各种含金砂礦、含金剛石砂礦、含錫砂礦和其他礦層，大部分都是淤積（河成）沉積物，生成于現代和古代的河谷中。地貌工作者們很早以前在参与找尋这类礦床②的工作中就有很大的成績。地貌学方法較广泛地应用于找尋生成于所謂風化壳中的礦床，和在古老的、如今埋藏的喀斯特侵蝕地形中的礦床（鋁礦、鎳礦、錳礦，等等）。

① 見 И. И. 格拉西莫夫: 用地貌学方法解釋苏联地質構造总况的經驗, “自然地理学問題”, 第2期, 1946, 第33—46頁。

② 見 Ю. А. 畢律賓: 砂礦地質学原理, 苏联科学院出版社, 1955。

地貌学方法較少用于找尋不与侵蝕地形及其中
的大陸沉積有关，而与地壳一定的大地構造單位有关的
礦床。属于这类礦床的，例如，石油和天然气礦床
①。已經确定，絕大部分这种礦床是生成于背斜構造
——呈馒头狀、長垣狀、穹窿狀的地層弯曲（油藏在
这种情况下儲集于这种構造的兩翼）中的。所以，在
确定找尋石油的地質調查和勘探的具体任务时，И.
М.古勃金寫道：“找構造就是我們的目标”②。

用什么样的方法去找尋有利于石油和天然气儲存
的構造呢？目前石油-地質工作者已掌握了一整套方
法，用这一套方法就可闡明这种構造。这套方法中
有：鑽探、構造-地質測量、各种地球物理方法，等
等。因为很多的地質構造都反映在现代山脉的特
征上、水文網的分布上和地表其他輪廓中，所以找尋石
油的綜合方法中地貌觀測就占有相当的地位了。

在不久以前，因为構造因素是石油工作者所直接
重視的，所以研究地下構造的地理学方法也就特別
广泛应用于石油地質学中。可是，構造不僅僅对石油
的分布有重大影响，同样对与沉積岩有关的很多其他
礦產的分布也有影响。例如，已經确定，構造的形态
与煤田的分布之間有着紧密的关系。特别是，莫斯科
盆地的工作人員作出了結論，工業煤礦藏主要集中在
石炭紀構造隆起和凹陷的兩翼，因此構造特征是該
盆地的基本找礦标志。同时發現，該盆地的很多
構造隆起明顯地反映在现代地形中，这就有助于
找到構造（H. A. 奥吉尔維，K. Ю. 伏尔科夫）。
类似的經驗在找尋其他礦產的实际工作中也有。

× × ×

利用关于地形性質的資料來了解地下構造在
地理学上早就开始了。最初的地貌学書籍中就有一
本的標題是：“地球面貌相術的經驗，或根据地球
外表來推斷其內部結構的技巧”（1802年出版）。

在研究地形与地下構造之間关系的問題上，
俄罗斯学者是作出很大的貢獻的。“由表及里”的
思想貫穿在M. B. 罗蒙諾索夫所有論述地質学理
論問題和找礦的文章中③。

毫無疑問，俄罗斯地質工作者在了解地質構
成和解釋东欧和亞洲广大地区的大地構造中短期
間內达到了驚人的成績，这是由于他們观点的全
面和估計到自然界中存在的各种相互关系——
其中有地形和地質構成之間的相互关系——而
決定的。这样的观点是我國許多地質学家所特
有的，首先是俄罗斯地質学派的奠基者A. П.
卡尔宾斯基院士所特有的。在他的著作中，除
了无数有关于地形和地質構成之間关系的觀測
以外，还指出了研究这种相互关系的方法。

关于目前所謂地貌学的問題會引起了一大
群卓越的学者——卡尔宾斯基的同道極大的
兴趣，如像Ф. H. 車尔尼舍夫，A. П. 巴甫
洛夫，С. H. 尼基京，A. Д. 阿尔漢格
尔斯基，等等，这些学者在着手研究我國的
地質構造时，自然还未拥有很多的地質資料。
可是，他們巧妙地利用了对地形和水文網性
質的觀測，从而正确地指出了俄罗斯陸台的基
本地質構造，例如，日古利断層、蒂曼和其
他等地，在这些範圍內后来發現了巨大的石
油礦床。因此，早在十九世紀俄國（同样在
國外許多國家）已完全明顯地形成了一个方
向，这个方向就是現在所謂的地貌学。

俄國研究地形与地質構造間关系的特点
是用全面的歷史地質学观点和在古地理的基
礎上來考慮地形形成的規律性。因此，在我
國关于在地形形成中起基本作用的地壳年青
（地質意义上講）構造运动的學說——B. A.
奥勃魯契夫称为新構造学，獲得了最大的
發展，这是合乎規律的。

十月革命以后，由于广泛开展了調查我
國的自然資源，構造地貌学和新構造学得到
了進一步發展。在第一个五年計劃的年头里，
地貌学方法繼續得到改進，并越來越多地
运用于普查-勘探工作的实际中。在这方面
И. М. 古勃金（自1932年起領導第四紀
研究委员会）起了主要的作用。

今天，随同研究地質構造的地质調查工
作，大规模地在我國許多地区進行。在做
现代的地質勘探工作时，利用着整套各种
不同的方法，运用着各种各样新的技術手
段來查明地下的地質情况。在这样的条件
下，某些地質学家就認為，利用地貌的資
料來研究地下構造已是时候了。在錘子不
再是地質工作者的主要工具，要搞清地質
構成不僅得進行对岩層產出条件的觀測，
而且还要利用能以探知地壳深处的地球物
理資料和鑽探資料的今天，分析地形在某
些程度上似乎是顯得多余的。但是，已經
清楚，在这套新的、較完善而精確的地质
調查方法中，地貌学方法一直有着自己的
价值，它不僅能指出地区內地質構造的梗
概，而且还能詳細确定关于个别地段地質
構成的材料。

極好的是，采用新的技術方法的結果不
僅不推翻关于地形与地質構成之間关系的
旧有概念，而相反地指出，这种关系比以
往所想像的要紧密得多。这方面

①見 B. B. 哈茵：地質構造在石油地質学中的意义，
“自然”，1950 №12，8—14頁。

②И. М. 古勃金：選集，第1卷，苏联科学院出版
社，1940，543頁。

③見 M. 罗蒙諾索夫：論地層及有关地質学的其他著
作，國立地質書籍出版社，1949。

的很多有意义的事实是用航空测量得出的，利用航空测量引起了地質制圖工作中的现在的改革。我們不專門停留于这个问题①，而來探討另一个在近15—20年間所掌握的方法的运用結果，这个方法就是所謂的構造地質測量法。構造地質測量法目前是闡明陸台区，或平原区大地構造單位的基本方法。在这些区內的構造隆起和構造拗陷的幅度都不大，岩層都是平緩傾斜的。構造測量是用于仔細追索任何一个具代表性的岩層——“标准層”（在其地表露头中或根据鑽探資料）和精確測量該層在一系列地点的高度的。測量之后編制出所謂的構造圖——这个或那个岩層的地下（構造）地形圖。

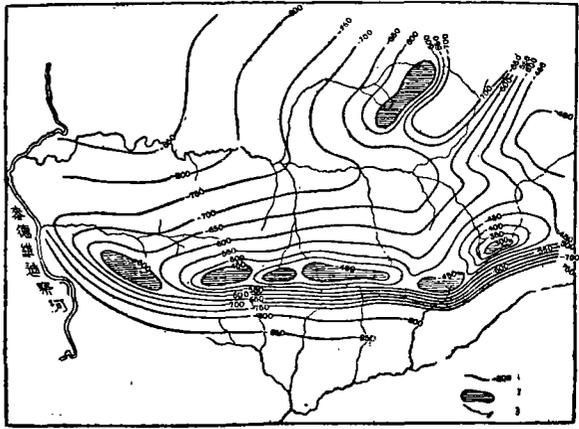


圖 1. 薩拉托夫錯動地区西南部的構造略圖，地形与構造之間正关系的例子（И. И. 柯热夫尼科夫編）。
1—标准層面的等高綫；2—穹窿；3—河流，拗溝，冲溝

構造測量在陸台上（苏联的俄罗斯陸台）的初步試驗發現了構造圖和地形圖上地形的基本輪廓之間是異常有規律地适应的。原來，平原地形即便是最小的細節常是地質構造所決定的。我們可以引出濱伏尔加高地—地区的一段構造圖來作为例子（圖 1）。圖上用等高綫表示的是石炭紀沉積中区分出的标准層地下地形。在所研究的地区，發現許多穹窿狀隆起，那里地下地形面升起到深度300—400公尺的地方。除了隆起以外，这里还發現有構造拗陷，那里所追索的岩層下降达标高700—800公尺。大家注意到，地区山水的分布与地質構造是几乎完全一致的。分水界与穹窿的頂部相吻合；主要的河谷（大伊多尔加，拉特雷克）精確地生成于拗陷中，它們的支流由在地形上表现为構造隆起的兩坡流下。地形与地質構造的这类关系叫做“正地形”（見圖 5，第一部分）。

它的流程約200公里。这个弧的形成是由在地形上表现为日古利高地的巨大含油背斜構造的最新隆起所決定的。構造的隆起却好阻擋了河流的道路，并迫使它逆向倒流。有趣的是，在日古利隆起的“軸部”被伏尔加河橫穿时，一般为几十公里寬的河谷寬度减小到1—3公里。在伏尔加河流經日古利山和索科尔山的斜坡間的地方称之为“日古利大門”。А. И. 莫斯科維亭和Г. В. 奧別季因托瓦姬的調查工作指出，在日古利地区伏尔加河的河漫灘和超河漫灘階地的高度大大地在增長，这証明了日古利構造是在繼續隆起着。上面指出的伏尔加河谷在橫穿日古利隆起时的形态特点，可用河流力圖克服正在增長的隆起的障碍，其所有能量消耗在加深河床和切割上的邏輯來解釋。

为了解上述形态構造的成因，必須研究地形發育的歷史。根据地質資料，在圖 1 上表示出的構造，其表面（在其兩翼）是由老第三紀海相沉積構成的。在老第三紀（約四千万年前）这个地区是一个海盆的底部。顯而易見，穹窿狀的構造是老第三紀海底部由于地壳局部隆起而造成的升高处。以后海水后退，該区又成为流水活动的場所。在这种情况下，地面的原始起伏顯示了对河谷和分水界的分布位置的決定性影响，地形随后所有的發育就按着与構造条件之間一定的相互关系而進行了。虽然流水和其他地表因素在老第三紀沉積和白堊系上部的頂部消滅了，但这里还是存在着構造与地形之間的正关系。

在編制構造圖时所發現的地形和地質構造之間的規律关系，很快地被地質工作者和石油工作者所看出。这种規律的关系就开始用来解决相反的問題。即在分析地形的基礎上來闡明地質構造。

甚至可能，地形的原始起伏在大陸条件下由于穹窿的繼續隆起和拗陷的繼續下降而加强。这类陸台構造的年青运动可用分析各种地形單位，首先是分析河谷的方法明顯地确定出來。

用地貌（山誌）資料來尋找地質構造的成功經驗，Д. К. 安德列耶夫曾介紹过②。在一个地形和地質構造間的正关系完全典型的地区中，曾發現有兩种类型的分水界。一类分水界在平面上具有圓形輪廓，并是高出周圍地方的頂部。河谷环繞着这样的頂部，在其兩坡上的冲溝是以放射狀方向对称分布的。另一类分水界是丘陵和低地的不規則交替。冲溝的上游奇妙地切入在不具頂部性質的分水界中。原來，与背斜

大家知道得很清楚，例如，日古利高地和薩馬尔弓形地，这里伏尔加河画了一个大弧，这个弧加長了

①由苏联科学院通訊院士 Н. Г. 盖里領導下集体寫成的文章“研究自然的航空方法”，“自然”，1955，№ 3，第37—47頁。

②見“全苏石油科学地質勘探研究所莫斯科分所專報”，1949，第一版，第239—247頁。

(穹窿狀的)構造相一致的僅是第一類分水界。根據地形圖和航空像片可以預先分出這類分水界，並將其作為在含油氣方面有遠景的對象來加以研究。

可是，在地質調查工作過程中發現，陸台上地形與地質構造間的相互關係遠非經常是最簡單的。除了正地形以外，還廣泛分布着反地形——當穹窿的頂部不是升高處，而相反是低地面的時候（圖2；同樣見

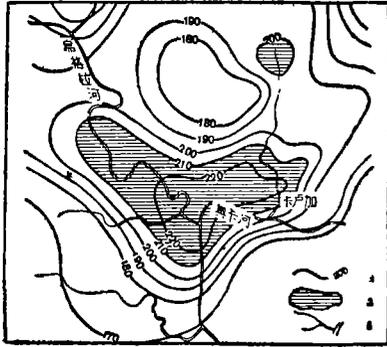


圖 2. 卡盧加隆起地區的構造略圖。反地形的例子 (M.И. 格羅澤爾編)
1—標準層面的等高綫； 2—穹窿；
3—河流，拗溝，沖澗

圖 5，左面部分)。反地形可以看作作沖刷、破壞原始(正)形態構造的結果。構造隆起——造成正地形的主要原因，在大陸條件下引起穹窿地區河流和沖溝的侵蝕(沖刷)活動加強。因此侵

蝕地形常按放射狀方向分布在穹窿的兩坡，沖溝的上游逐漸成長而兩相接遇，可以使分水界“鋸斷”，並開始在以前的高地處形成侵蝕低地。如果在分水界上沖溝揭露出了比上復的岩層易被沖刷的岩層，而構造進一步的隆起暫時停止或強烈地減緩，那末這個過程進行得特別快。在另一種情況下，反地形是由于構造在海蝕作用或河流側向侵蝕作用下不“從上部”而“從側部”被沖刷的結果而產生的。

如像 M.И. 格羅澤爾和 И. И. 柯熱夫尼科夫在俄羅斯陸台中央地區和東南部地區中所確定的，反地形一般在地面地層是較能抵禦破壞的岩層與抵禦破壞能力較弱的岩層相互交替時(例如，石炭紀的石灰岩與粘土岩的交替或中生代的泥灰岩與粘土岩的交替)是常常產生的。岩層的堅固性相差得越懸殊，形成反地形的作用進行得越是強烈。而相反地，地面露頭的岩性均一，在抵禦破壞和沖刷的能力上大致相同，那就促使正地形保存下來。

在找尋含油構造時，還應注意到有過渡型形態構造存在的許多情況，如像正地形和反地形之間的過渡地形。這說明，正地形向反地形的過渡是逐漸進行的，並繼續了一個很大的時期。從構造地質調查的資料中證明，反地形還不能看作為形態構造演化的“最終”階段。在反地形形成之後，由於繼續沖刷，在構造頂部的穩定岩層可能被切開和“挖出”。結果重新產

生正的或接近於正的關係(薩拉托夫附近的索科爾山)；這種地形可稱之為次生正地形(B.E.哈茵)。

× × ×

近年來，蘇聯科學院地理研究所和某些地質普查機關做了一些構造地質調查工作，由於對調查所獲得的大量資料進行了綜合，確立了陸台上地形和地質構造聯繫的一系列基本的規律性。業已闡明，儘管形態構造有各種多樣的類型，我們仍然可以把它們分門別類地劃分開來。同時，不同形態構造的區域分布不是偶然的和雜亂無章的。各個地貌區都有十分肯定的地形和地質構造聯繫的形式。

每一地區的形態構造的特點取決於一系列因素的總和。其中起主要作用的有：(1)最新運動的一般性質，各個構造的活動程度——內動力因素或地質構造的積極影響；(2)該區在大陸發展初期形成的地質構成和地形——構造和沉積物成分對地形形成的消極影響；(3)造成地形的外動力過程的特點，這些特點取決於氣候、土壤和植物等自然地理條件。在分析形態構造時，不僅必須注意所有這些因素的現代特點，而且還要考慮到它們在地形形成過程中所起的变化。這時由地形年齡所決定的大陸條件下外動力過程進行的延續時間具有重大的意義。

上述因素的變化服從於幾個主要的規律性。例如，內動力因素取決於該區一般的地質條件。例如在山岳—地槽區和平原—陸台区，在同山脈毗連的平原的邊緣部分，以及在遠離山脈的平原的內部等等，構造運動是截然不同的。這一點在同等程度上既適用於積極地參加地形形成過程的最新運動，也適用於造成地殼基本構造單元的古代運動。運動的活動性和強度要算山岳地區最大，陸台的中央部分最小。這個規律性造成了構造運動的特殊的分帶性，這對許多地質現象，特別是對沉積物的堆積、岩石產出的條件和地形的形成，起了主要的影響。外動力過程的特點基本上取決於自然地理分帶性。例如，在乾燥地帶內(氣候炎熱而乾燥)地形的形成是與潮濕地帶(氣候溫和而潮濕)內的情形不一樣的。我們根據主要在普查和勘探油氣礦床過程中獲得的資料，舉出幾個在不同地區內分析形態構造的例子。

年青的(第四紀的)堆積低地(圖3)。在俄羅斯陸台上，濱里海低地可作為例子。還在不太久遠的地質年代里，即在第四紀，濱里海低地地區曾經是淺海的底部。本區地質上的年青決定了它的表面全呈平原狀。然而草原表面上點綴着支流、澗谷、淡水湖泊和鹹水湖泊。常常遇到孤立的丘陵，其高度有時很大(巴斯昆恰克湖附近的大博格多山)。類似於大博格多

山的大型高地老早就認為是地質構造造成的，但是近年來的工作表明，濱里海的較小的地形起伏也是由地質構造造成的。業已闡明，在濱里海，甚至十分不大的凸地也常常符合于含油的穹窿構造，而溺谷、支流和沼澤地段則與穹窿之間的向斜低地有關。

地質構造在濱里海地形中的直接反映，首先可以用這個地區內穹窿活動性加大來解釋，因為這個地區位於活動的克里米亞-高加索山岳-地槽帶的“影響帶”內。根據精密測量的資料，這裡穹窿上升的強度每年達2—3公厘。穹窿的成長幾乎沒有受到外動力過程

對於保存正地形也起着巨大的作用，即外動力過程在沙漠地帶的條件下由於形成有“保護性的風化殼”和幾乎完全沒有流水作用而很微弱。

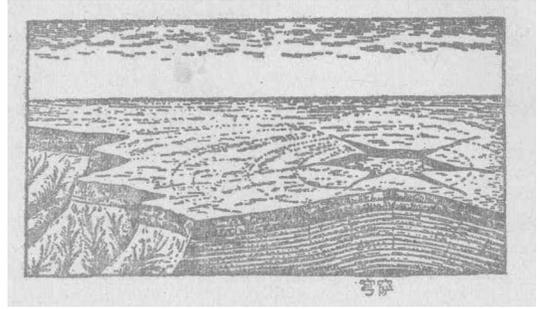


圖 4. 乾燥地帶年青的（第三紀的）高原上地形和構造的相互關係圖

然而大陸發展時期已在烏斯秋爾特的形態構造上烙上了印痕。這裡廣泛地分布有凹地，它們的一部分與地質構造有關，位於上升最大的部分——背斜頂部。這類凹地的產生可解釋如下：當背斜頂部發生隆起時，岩石的整體性首先遭到破壞，出現引張裂隙。這種裂隙可以作為岩石剝落、破壞、侵蝕和粉碎的中心，這就使得形成了凹地（B. A. 費多羅維奇）。因此，我們在烏斯秋爾特看到了在沙漠地帶特殊條件下原生正地形破壞和反地形產生的初期階段。

非冰川地區的成年的（中生-新生代的）高地（圖5）。伏爾加河中游地段的高地可以引為例證，這些高地在比烏斯秋爾特還早的地質年代里就已經進入了大陸發展階段。這些區域的地形是在普遍隆起的條件下，在各種不同的外動力因素——其中主要是河流和沖溝的侵蝕——的作用下發展起來的。上述地區的地形是一種侵蝕地形，切割得非常複雜，稠密而又深邃。地形與地質構造之間的相互關係也是複雜而多樣的，第二巴庫的石油礦床即產於此種地質構造內。這裡既發現有正地形，也發現有反地形，並且廣泛地分布有不同種類的過渡類型。在這裡，內動力因素和外動力因素的相互關係疊置得與上述地區不同。穹窿的上升總起來說要比蘇聯歐洲部分南部微弱一些；除了活動的構造外，還存在有微活動的或非活動的構造。相反地，溫暖氣候條件下的侵蝕切割作用表現得比沙漠地帶內強烈好多倍。在漫長的大陸發展時期，侵蝕作用進行了巨大的工作，把原生的構造地形改造了過來。

這種作用的方向及其後果在許多方面決定於岩石的岩性成分。該構造內岩層上升的幅度也有重要的意義。例如，在圖5的右面描繪了一個表面由同一類岩石的地層組成的穹窿；這個穹窿保存了正地形。圖5左面的構造上升得較高，把位置較深的、岩石軟硬不同

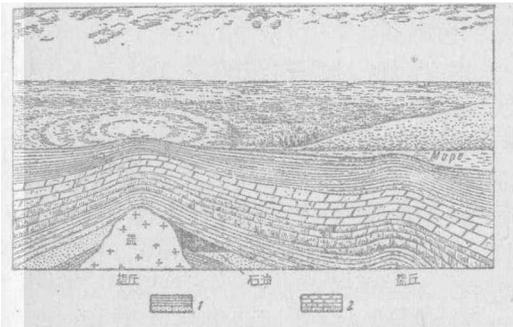


圖 3. 年青的（第四紀的）堆積低地上地形和構造的相互關係圖

1—較易侵蝕的泥砂質沉積；2—石灰岩、石雲岩和其他堅硬的岩石（圖3-6，據 Ю. A. 麥謝里亞科夫）

的影響。這首先是由於侵蝕作用進行的時間較短（因為地表在地質上較年青），和平原地形條件下侵蝕強度較小所致。地形形成的緩慢也與氣候乾燥和降水量稀少有關。最後，構成地形形態的沉積地層的單調（到處都是泥砂質沉積）也幫助正地形保存下來，甚至顯得更加突出。因此，在濱里海低地內，所有造成地形的因素具有這樣一個特點，即這個地區處處表現出原生的正地形，而且幾乎是很理想的。

乾燥地帶年青的（第三紀的）高原（圖4）。烏斯秋爾特高原是一個突出的例子。烏斯秋爾特表面比濱里海低地早一些——第三紀末期——露出海面。由於在整個第四紀內不斷地上升，這個高原達到了很大的絕對高度——平均200公尺左右。高地表面的基本起伏是由地質構造造成的。凸起部分符合於背斜構造，凹陷部分符合於向斜構造。當烏斯秋爾特還被海水淹沒的時候，構造形態就已經在地形中獲得了這種反映。在地形的大陸發展時期內，這些原生的起伏不僅沒有被夷平，相反地加強起來了，這首先是由於最新構造運動所致。背斜高地的上升和向斜低地的下降在海水撤離以後還在繼續下去（A. Л. 楊申）。這些運動的強度很大，因為烏斯秋爾特接近於在構造上活動的高加索-科彼特達格山岳-地槽帶。下面一種情況

的地層帶上地表。这里形成了反地形。

虽然大陸發展时期相对說來較長，但在上述地区內还存在有这样一种高原地段，它們沒有受到剝蝕和冲刷，其原生地形在頗大的程度上未受变动。甚至在非活动性或微活动性的情况下，这里的穹窿構造也表现在地形之中。这种地段主要位于远离侵蝕基準面——主要的水系（伏尔加河，卡馬河等）——的分水界上。总的來說，上述地形演化階段的特点是地質構造（內动力运动）的積極作用有某些削弱，外动力因素的意义以及構造和岩石的“消極”影响則相应地增大。

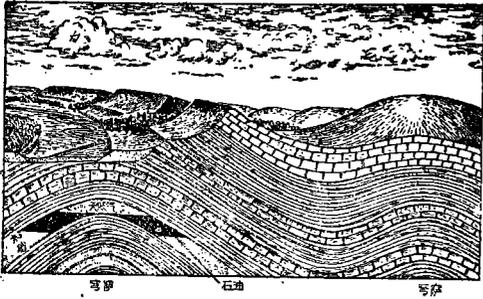


圖 5. 非冰川地区的成年的（中生 - 新生代的）高地上地形和構造的相互关系圖

古代冰川作用区的古老的（古生代的）高地和平原（圖 6）。位于苏联欧洲部分西北部的一些地区可以作为例子。这个区域是俄罗斯平原的陸地上最老的地段；从古生代开始，西北部的地表不断地受到侵蝕和其他外动力因素的作用。第四紀時侵襲这个区域的冰川作用也留下了很大的痕迹。同时，在这个远离活动的山岳 - 地槽帶的平原部分內，背斜構造最近上升的强度一般都不大。由于外动力过程肯定地超过內动力过程，所以西北部的地質構造受到强烈的侵蝕，有的地方完全被夷平，被冰川沉積物的复蓋層所掩蓋。在潛伏于冰川沉積物之下的基岩的表面上，背斜構造通常符合于凹地，即發育着反地形。



圖 6. 第四紀冰川作用区的古老的（古生代的）高地和平原上地形和構造的相互关系圖

由于局部構造的最近活动，但主要是由于構造和岩石的“消極”影响，即使在复蓋有巨厚的冰川沉積物

的地区內，構造条件对山水仍然有顯著的影响。例如業已确定，在受过冰川作用的地区內，許多現代河谷是从冰川前的时期中承繼來的。而冰川前的河流網是与基岩的構造条件紧密相关的。結果古老的、已經不再活动的構造彷彿由晚期沉積地層“透露”出來。因此在上述地区內，山水的特点也可以用來尋找含油構造。

上述例子表明，地形和構造之間这类或那类相互关系的產生，一方面决定于構造本身發展的特点及其地質構成，而另一方面則决定于外动力过程作用下的地表發展的特点。用地質法和地貌法对所有这些因素進行分析，会揭露出在不同地区內这些或那些形态構造產生的原因。

这种分析的結果使我們有可能進行構造 - 地貌分区。苏联欧洲部分分区圖可以作为例子（圖7），这个地区在形态構造方面已經作了極其詳尽的研究^①。根据局部構造和地形之間的相互关系的一个主要类型，苏联欧洲部分可以分成三大地帶。边缘地帶(A)总的說來以構造的活動性增高和地表相对年輕為特点；这里以地形和構造的正关系为主。属于边缘地帶的有上面探討过的濱里海低地、烏斯秋尔特和前高加索。包括西北部冰川地区的內部地帶

(B) 以局部構造的微弱活动和剝蝕作用的長期延續為特点。在这个地帶見到的是帶有反地形的構造；同样还遇到在地形中没有表現出來的構造。B帶在地表年齡和構造活動性方面占据着中間位置。在这个地帶見到的是帶有反地形的構造；同样还遇到在地形中没有表現出來的構造。B帶在地表年齡和構造活動性方面占据着中間位置。在这个地帶見到的是帶有反地形的構造；同样还遇到在地形中没有表現出來的構造。

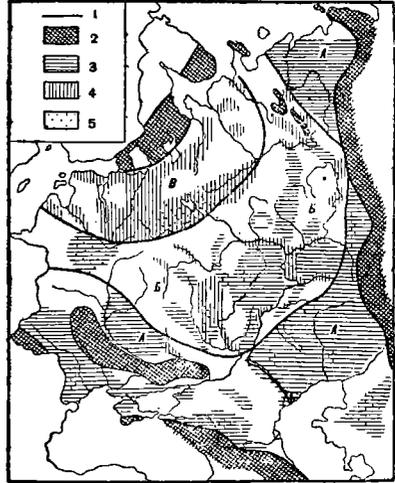


圖 7. 苏联欧洲部分構造 - 地貌分区圖（Ю. А. 麥謝里亞科夫作）。A—以地形同長垣和穹窿型的背斜構造之間正关系为主的地帶；B—过渡地帶；B—以反地形为主的地帶。1—各帶的界綫；2—不存在陸台型沉積岩的局部背斜隆起的地段；3—正地形；4—反地形；5—有的地方基岩構造形态和地形之間缺少联系的地区

①參看Ю. А. 麥謝里亞科夫：長垣和穹窿型的背斜構造在俄罗斯平原地形中的反映，“苏联科学院报告集”第79卷，1951，№2，頁307—310。

其中最典型的要算过渡型的形态構造。

正如所看到的，在上述每个地带内，形态構造是处于不同的演化阶段上，并且清楚地顯示出了这种演化的方向性。这种方向性似乎是由年青的陸地地段的簡單地形——正地形——过渡到古老的大陸区域的極其复杂的形态構造。到现在为止还为某些地貌学家所贊同的旧的概念应该拋棄了，这种概念認為，陸台是一种穩定区域，这里地形的發展停滯下來，只在外动力因素的作用下發生或大或小的偶然的變化。

在進行普查勘探工作的地区内，知道了地形和構造联系的規律性后，可以有助于初步研究在礦產方面有远景的广大区域，也有助于詳細分析将要准备勘探鑽探的个别構造。

地質学家在着手研究含油地区时，总是首先想查明巨大的構造帶，了解个别隆起分布的規律性。在这个初步的研究阶段，考慮到地形的特点会提供出極其有价值的結果。地貌学家依靠对地形形成的內动力条件和外动力条件的分析，会預測出地質構造的位置。

航空像片的研究給予我們很大的帮助，因为在航空像片上可以攝下最細小的，有时在地面調查时不能發現的由地質構成引起的地表的特征。在地形中表現出來的含油的穹窿構造，在航空像片上可以很清晰地反映出來（圖8）。

在所謂“隱蔽的”地区，即在低窪的、微弱切割的、表面由厚層的年青（第四紀）沉積物組成的地段，地形的研究对于預測地質構造的位置更具有特別重大的意义（濱里海低地，西西伯利亞）。由于在这些地区内几乎完全没有基岩的露頭，所以不可能用地質測量和構造測量來尋找穹窿。对山水進行分析有助于解决这个問題。由于巨大的構造活动性，这种地区内的穹窿構造就在地形中表現了出來。在平原的总的背景上，地表高度甚至只有微小的差別也会引起微地形、潮湿程度、土波和植被性質的差異。这些在航空像片上清晰可見的差異，可使我們根据地表的性質初步提出穹窿的位置。

水文網平面輪廓的分析对于查明含油区地質構造的基本特征也有重要的意义。河谷的主要方向常常指示出基本構造單元的方位。河流流向的各种偏差（折斷，环繞），河流網改变的痕跡，都可指出局部構造。在普查勘探工作开始之前，查明这种水文網的“異常”，有助于迅速地尋覓含油構造。

对于尋找含油構造來說，查明最新的構造运动也很重要，因为最新的隆起和沉降地段常常指示出深處構造的分佈。所謂地貌水准面——河流階地、古代海岸綫的遺跡是新構造运动的敏感的標志。地貌水准面



圖 8. 含油区的航空像片。像片的下部看到兩個穹窿，像片上部的地带——隆起“坡”上的岩層露頭
(据 B. A. 費多羅維奇)

的变形証明地壳在最近發生了隆起和沉降。第四紀沉積的分析也有重要的意义。業已肯定，像西西伯利亞和濱里海这样的地区内，第四紀沉積蓋層厚度和成分的改变与底岩的地質構造密切相关，而編制第四紀蓋層的厚度圖会提供出饒有兴趣的成果。例如用这种方法查明了所謂“卡尔宾斯基埋藏山脊”——頓涅茨山脊在濱里海草原下面的延續部分——的許多結構特点（圖9）。

根据地貌資料所作的对構造位置的預測，需要用地質法加以証实。在“露頭”区域，即在基岩出露地表的方，可進行構造測量；在“隱蔽”区域不得不采用所謂構造鑽探。

綜合的地質地貌法在詳細研究構造的阶段也十分有效。如果地質学家不局限于研究露頭，同时还对地形進行觀測，那么構造地質測量的進行要容易得多，而其結果也更为正确。大家知道，不同岩石的露頭具有不同的地形特点。例如，粘土具有不激烈的、長丘的地形輪廓；砂岩造成階狀的斜坡，黃土狀岩石和書寫白堊形成几乎筆陡的懸崖，等等。知道了这些相互关系，就可以根据地形的交替發現地質構成的变化。如果在穹窿構造范圍内岩層呈傾斜產出，那么在地面上就会常常見到“小崗”或單斜小丘。这些小丘由不太致密的岩石之中的致密岩石的夾層組成。这些由粘土岩層之中的灰岩夾層組成的小丘可在圖5的左面看到。正如所看到的，小丘的緩坡与岩層的斜坡（傾斜）相吻合，而陡坡的眉部則沿着岩層走向延伸。这样一來，根据小丘的形狀就能容易地想像出該地段由地質構造所引起的岩石的產狀要素。

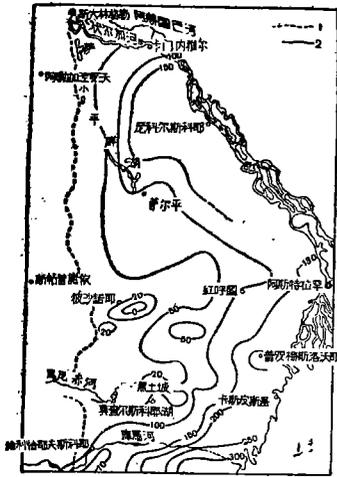


圖 9. 濱里海西北部第四紀沉積厚度圖 (M. E. 普羅尼契娃和Я. С. 愛文托夫作)。1—海相第四紀沉積分布的西界；2—第四紀沉積的等厚綫

公尺，就要浪費多少人力和物力。考慮到該區的構造-幾何特點，可以及早地在鑽探前擬出假想的穹窿地段，然後有意識地主要在假想的隆起上進行鑽探。在含油氣方面希望較少的假想的拗陷地區，可用稀疏得多的鑽孔網加以闡明。這樣的工作組織已在蘇聯歐洲部分的許多地區證明是完全正確的。耶爾根尼南部地區可作為例子，在這裡，Г. А. 馬斯里亞耶夫根據地貌資料圈定了許多穹窿構造，這些構造以後用鑽探和地震勘探被証實了。這個方法也可以成功地搬用來研究西西伯利亞低地上的廣闊的“隱蔽”地段。

由於在海底尋找石油礦床，構造的地質地貌研究法有了新的應用。大家知道，在外海里打勘探鑽孔和

在“隱蔽”地區的條件下，採用地貌觀測和第四紀沉積的分析會大大地縮減構造鑽探的工作量。在未採用地貌規律性以前，隱蔽地區的構造情況是用依次在該區進行鑽探的方法（每隔3—5公里打一鑽孔，組成一個鑽孔網）來研究的。可以想像得到，如果沉積蓋層的厚度（從而鑽孔的深度）比如在德聶伯—頓涅茨凹地達200

開採鑽孔要碰到多少困難和浪費多少資金。這一點對海底鑽探的地質根據的精確度提出了更高的要求。同時，在海底里查明和圈定含油構造是一件極其困難的任務。在作水底地質路線時和從海底獲得岩石樣品時不得不碰到的一些困難，促使我們對海底地形的特點加以最嚴重的注意。

在尋找海底石油礦床時廣泛地應用航空攝影。業已確定，在淺水地帶內，航空攝影使我們得出一個十分完整的概念：海底地形複雜而多樣，它反映出當地地質構成不相一致^①。例如，我們發現阿普敦半島的構造綫向海里延續很遠，在它上面發育着個別的背斜隆起；里海海底的島嶼、淺灘和其他凸起都是這些隆起的反映。對航空攝影資料和海底土樣加以分析，也可以在這些條件下編制足夠正確地反映出含油構造位置的海底地質圖。

× × ×

無論在蘇聯或在國外，地形和地質構造的聯繫問題在目前日益吸引着地質學家和地貌學家的注意。在構造地貌學領域內，最新研究的特點在於力圖綜合所觀察的事實，尋覓構造-地貌規律性，歷史地處理所研究的現象。一方面，這種處理方法促進地貌學理論基礎的發展和深入，另一方面，在構造-地貌研究過程中取得的成果豐富着實踐。因此，在兩門相鄰科學——地貌學和構造地質學——的邊緣上進行研究是大有成效的。

方 爽 譯自聯蘇“自然”雜誌1956年11月號

①參看З. Н. 古列耶娃、В. Б. 沙爾科夫、С. С. 舒爾茨：使用航空像片進行海底淺水地段地質制圖的經驗，‘蘇聯地質學’第42期，1955，頁65—79。

世界上最古老的金礦井

在埃及首都開羅南邊，靠近盧克索爾（Луксор）城，位於尼羅河和紅海河之間，有一片哈馬特谷地（Вади Хамама—鴿谷）。這裡有一個名叫法瓦基爾（Фазакиль）的小鎮，它是五千多年前就開採過的金礦所在地。這個金礦在建築大金字塔時就已聞名。古埃及的奴隸群在這深達300公尺的地底下打開坑道，尋找含金的石英礦脈。他們用火把岩石燒得通紅，用水灌上去；這樣岩石便產生裂縫，再用鋤頭掘下來，石英岩碎塊是用吊桶搬上地面的。另外一些奴隸把這些礦石，在斑岩製成的手推磨上，碾成粉末。然後把石英粉撒在羊皮上，用水淘洗。水把砂子沖走，重的金砂就在羊皮絨上沉積

下來。金子的產量是很微小的。一噸石英礦石只能淘洗出幾公分金子來。

在羅馬統治的末期，這個金礦就被廢棄了。1500年來，人們把它遺忘了，只成為豺狼出沒之所。直到1947年，這個久被廢棄了的法瓦基爾金礦，才重新恢復起來。埃及政府用最新的技術來裝備這個金礦，而且已經採得了相當數量的金子。

現在在坑道壁上還遺留着古代的象形文字和古老的畫線，其中大部分是描述採金情況的。可以想像，不毛的鴿谷以往曾一度是埃及的繁榮邊區。

高仁恩 編譯