

地質專輯

第 6 輯

構造地質

地質出版社

1957年

地 質 專 輯

第 6 輯

構 造 地 質

地 質 出 版 社

1957·北 京

本專輯選擇了有關構造地質方面的六篇論文，其中四篇均系M. P. 格佐夫斯基所著、一篇是B. B. 別洛烏索夫和M. B. 格佐夫斯基合著、另一篇是M. B. 格佐夫斯基和E. H. 切爾特科娃合著。其中一篇是一般的理論性問題，其餘几篇是研究某一小構造的特門論文，特別是其中有二篇系較新的理論，即巨大構造斷裂走向的波狀性及其模型試驗，是我們很好的學習資料。全書約十三万字。

本書可供我國地質工作者及大專學校有關專業的師生參考之用。

地質專輯第6輯

構造地質

著者	M. B. 格佐夫斯基
譯者	吳偉、江超西等
出版者	地質出版社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可證出字第050號

發行者	新華書店
印刷者	地質印刷廠

北京廣安門內教子胡同甲32號

編輯：李亞市 技術編輯：湯健 校對：馬志正

印數1-4,600冊

1957年6月北京第1版

開本31"×43" 1/2

1957年6月第1次印刷

字數130,000字

印張6 插頁3

定價(10)0.80元

目 錄

論構造物理学的任务和內容.....	M. B. 格佐夫斯基 (5)
構造应力場.....	M. B. 格佐夫斯基 (30)
地震的構造条件和發生地震的机理.....	
.....	B. B. 別洛烏索夫和 M. B. 格佐夫斯基 (55)
構造断裂分类的基本問題.....	M. B. 格佐夫斯基 (67)
巨大構造断裂走向的波狀性.....	M. B. 格佐夫斯基 (111)
巨大構造断裂走向的波狀性的模型試驗.....	
.....	M. B. 格佐夫斯基和 E. И. 切尔特科娃 (129)

論構造物理学的任务和內容

M. B. 格佐夫斯基

本文力求对構造物理学的任务、內容和發展方向加以确定。指出其發展的主要階段。研討与構造物理学的物理基礎的發展及与研究褶皱、構造断裂形成的机理有关的一些最近的个别任务。

近年來，許多科学机关和工業組織对研究構造物理学的兴趣大为提高。1949年，在苏联科学院地球物理研究所內設立了構造物理学的專門實驗室。在美國地球物理协会的机构里成立了構造物理学学部。虽然在这样新的方向下構造物理学的研究在日逐擴大，但它的任务和內容却至今尚未討論过。这篇文章是确定構造物理学的任务、內容和發展方向的一个嘗試。作者希望这篇文章能促進对上述諸問題的討論。

1. 構造物理学的定义

構成地壳的、本身又含有可采礦体的岩石，經常普遍的遭受着極緩慢的柔性变形。由于这种柔性变形的結果，岩層形成了各种各样的褶皱（拗曲）。随着褶皱的發展会形成一种裂隙，即所謂構造断裂，地壳的相鄰地区就沿着它發生相对的位移。

褶皱和構造断裂的形成过程在礦床的形成过程中起着重要的作用，因为它門影响着礦產聚集的地点和時間，影响着礦產聚集的形态，礦產質量和礦体形态的以后的变化。由于構造断裂和沿構造断裂位移的發生，會產生地震。

在普查和勘探礦床时常常發生很大的困难，这困难就是愈在地壳深处，岩層產狀的变化也愈大。往往在深处發育的褶皱和断裂不能反映在地表岩層的產狀上。也会遇到相反的情况，地表觀察到的褶皱和断

36207/10

裂，一到深处，很快就消失了。

研究褶皱和断裂分布的一般地質規律和查明它們發生的歷史，由于与地球和地壳的發育有关，故由广泛地利用着各种地質研究法的大地構造学（简称構造地質学）承担。但是，僅僅在地面上或很淺的地方進行地質观察是不夠的，因为这种观察不可能观测時間上的地壳变形过程，不可能测定地壳任何一点上的变形和应力。

为了全面地研究褶皱和断裂的形成过程，不僅需要查明它們的分布規律和發生歷史，也必須了解它們形成的机理。既然地壳中致密岩層的变形和破坏是物理作用，那就必須用物理学的方法來研究。因此，研究地壳中褶皱和断裂形成的机理，不僅是大地構造学的任务，也是物理学的任务。为了解决这项任务，就產生了一門特别的科学，其名称叫做“構造物理学”。所以，構造物理学的总任务即闡明因地下深处的作用而在地壳中發生的变形和断裂發育的机理。

由于这种变形和断裂的結果，形成了許多分布甚广的地壳構造單元，这种單元也可称为变形構造單元。除它們以外，还有一些火成構造單元（岩基、岩盤、岩床等）和沉積構造單元（礁岩塊、三角洲沉積体、鹽礦等）。利用上述術語，可以确定構造物理学是一种关于地壳变形構造單元的發育机理的學說。这里就意味着，这些單元的形态，歷史和一般分布規律諸問題不包括在構造物理学範圍之內，而在大地構造学的其他部門中研究。

構造物理学是介乎大地構造学、地球物理学、物理学、岩石力学、物質电阻的學說和水力学之間的知識領域。構造物理学与礦床学和其他地質科学（礦物学、岩石学、地史学）的关系具有重大的意义。

由于地壳的發育就是在地下、水圈和大气圈中所進行的深成作用和地表作用二者复雜的相互作用的結果，故構造物理学任务中的地質部分是困难的。形成每一褶皱和每一断裂，在地壳中必然同时呈現許多作用。地質研究就必須闡明这些作用，估計它們对褶皱和断裂生成可能發生的重要影响，并要提供資料以再造褶皱和断裂的形成歷史。

任务的物理部分之复雜在于：目前所見的只是在地面和一些山地坑道中观察到的一些变形和断裂的結果。这些片断的資料远不能反映

出進行得極緩慢的作用的全部結果，但要根據它們來判斷產生變形和斷裂的力的方向 and 特點，並要对地殼中不能直接研究的其他地區的構造作出結論。因不均質的、各向異性的、受過塑性變形的岩層的內部構造很複雜，又因變形和破壞過程在各種深度，即在各種壓力和溫度下發展特別久長而使任務的困難更形加深。解決此項任務的理論基礎就構成了不久以前形成的而尚未充分發展的蠕動論(Теория ползучести)的內容，即是同時考慮到物質的彈性與韌性和剛性。最後，要知道解決此項任務所必需的岩石的物理性質研究得還很不夠。

因此，擺在構造物理學面前的困難是相當大的。從十九世紀中葉起，就有許多地質學家在進行純地質研究時，試圖順便解決一些構造物理學上的問題，但成效很小，其原因就是上述這些困難。

要順利地解決構造物理學問題，只有對地質學和物理學的綜合特點進行一種專門的、系統化的工作後才有可能，而且進行這種工作時要估計到以前在這方面所做的一切工作，並要正確地了解構造物理學的現在情況。

2. 構造物理學發展的主要階段

構造物理學的研究歷史只有在研究整個地殼構造和一般大地構造概念發展的歷史的基礎上才能正確地理解。所以下面我們雖然把主要注意力放在構造物理學上，但也不得不涉及大地構造學發展的主要階段。

第一階段——十九世紀後半世紀和二十世紀初。

在十九世紀後半世紀，褶皺和構造斷裂的生成和形成機理問題開始成為現實問題，此時，各先進國家的工業在迅速地增長着，剛剛產生並立刻迅速發展的鐵道運輸業和輪船運輸業要求開采大量的鐵礦石、煤和其他產在成層沉積岩中的礦產，同時，由於利用了內燃機，石油的開采事業大為開展，而油礦也是生在成層的沉積岩中。由於在廣大的、由沉積岩組成的地區進行了地質測量，並研究了其中的礦床構造，結果發現褶皺和斷裂分布得特別廣泛。因為必須解釋褶皺作用和

它与地壳發育的关系，就產生了地壳發展的冷縮大地構造假說，当时这种假說与傳播很广的康德—拉普拉斯的宇宙假說是容易吻合的。

根据冷縮假說，褶皱被認為是地球地壳下部分因冷却和收縮而使地壳各处普遍發生挤压的結果。这种关于褶皱生成的概念当时是占統治地位的。

就在这时產生了开始根据大地構造学概念而發展的構造物理学派。海姆（Гейм）（1878）^①在阿尔卑斯山所作的研究对褶皱作用概念的發展有很大的意义，由于这些研究的結果，对岩石中各种塑性变形的广泛發育引起了注意。同时曾确定：褶皱形成时，由各种不同岩石組成的岩層的情况是各不相同的。在此以后，很快形成了一种概念，認為褶皱作用的机理中，起主要作用的是比較韌（“剛”）的岩石夾層，这种夾層呈縱拗曲而变形，并能起着决定褶皱特性的骨干作用。这种夾層曾称为“有力”夾層。另外一些由不太韌的岩石組成的夾層叫做“无力”夾層。当时認為“无力”夾層在巨型褶皱翼部的有力岩層中間被压扁，压缩到岩層弯曲的地方形成一些小型补充褶皱（維里斯[В.Виллис]，1893）。

凱德爾（Кэдэл）（1858）、法富尔（Фавр）（1878）、多勃萊（Добрэ）（1879）、維里斯（1893）所做的再造褶皱和与褶皱同时發生的断裂的試驗与冷縮假說有关。由于对岩石机械性質的資料知道得还很少，又沒有發展相当完善的塑性、剛性和物理性質相似的理論，这一切試驗的進行都沒有考慮到可靠的相似原則。在褶皱形成过程中，縱拗曲有重要的意义，縱拗曲可以通过在縱向上压挤各种彈性材料或塑性材料制成的板來再造，这些材料有：鉄板、鋅板、鉛板，也可用石膏、石蜡、煤焦油和松節油混合物制成的板。断裂可以在用玻璃、石膏和石蜡制成的柱狀体上再造。

把力加到变形标本上去的方法，在許多試驗中都与自然界現象相差很多，这是由于研究者只是力求在模型的几何形态上獲得与自然界現象相似的变形，而模型材料是不合乎相似原則的。例如，在多勃

①为了緊縮参考文献目錄，作者未作这些文章的索引，这些文章已列于参考文献目錄中的（1，2和4）等書中。

萊的試驗中，壓成褶皺的金屬板四周圍上了木板，在維里斯的試驗中，標本是在壓碎的重岩層下面變形的，但自然界中地殼上是沒有荷重的。

在1893年，別克爾提出一種假說來解釋在強烈變形物體中發生的斷裂的位置。這種假說以後在地質界中獲得廣泛的傳播，直到現在，在許多解釋發生構造斷裂原因的書籍中仍利用着。別克爾在發展自己的假說時，不是依據真正的岩石的機械性質，而是依據他假定的岩石和橡皮的特性之間的相似之處，結果他得出一種不正確的概念，似乎在岩石變形時發生的斷裂面在方向上與橢球體的圓切面是一致的，橢球體是圍繞空間某一點變形的圖解（“變形橢球體”）。

在經濟上落後的沙皇俄國，在十九世紀後半世紀和二十世紀初，全國大部地區在地質方面研究得都很差。為數不多，但“很有能力的一批”地質學家的力量是放在查明俄羅斯平原、中亞細亞、西伯利亞、烏拉爾和高加索廣大地區的主要地質特徵上。在這樣的區域研究的基礎上，仍不能解決褶皺和斷裂形成的機理問題。區域地質資料的綜合使卡爾賓斯基[3]在1883年到1919年期間，對大地構造學作出另外一些極重要的結論——揭露各地不斷呈現的緩慢的地殼垂直振盪運動和確定關於地殼上具有平原地形的地區的大地構造的主要概念。這些地區現在叫做陸台，與一切構造現象極其活躍的地槽相對立。

第二階段——二十世紀的三十年代。在這段時期中，綜合了許多地區的地質構造的新資料，開始對冷縮假說的正確性發生懷疑。由於那時沒有能提出足夠成功的新假說，大地構造學處於嚴重的危機狀態中。在所提出的那些擬代替冷縮假說的新假說中，傳播最廣的是大陸水平位移假說，這種假說通常叫做大陸漂移說（魏格納，1912；卓利，1925；什陶布，1928）。根據這一概念，褶皺形成是受地殼上大陸地區水平壓力的結果。現在，已足以肯定大陸漂移說是毫無根據的〔1〕。

在構造物理學方面，關於褶皺形成的機理問題這時已成為主要問題，但仍是以間或作些野外地質研究和用模型來做試驗的方式解決的。研究者在布置試驗時，繼續以因水平方向的力形成褶皺和斷裂的概念為依據（米德[Мил]，1920；托雷和弗列利赫[Торрей和Фрейх]，

1926; 林克[Линк], 1927, 1930 和 1931; 克劳斯[Г. Клоос], 1928, 1930 和 1931; 林涅[Ринне], 1928; 里德尔[Ридель], 1929)。为了普查和勘探生于褶皱中的油田, 当时曾认为这褶皱是因鹽从較重的岩石下浮起的结果而形成的, 林克曾作了几次試驗都說明褶皱的形成与水平力的作用无关。在这几次試驗中, 褶皱都是垂直压力的结果而形成的, 垂直压力是用压模机在水平岩層上由下向上作用的结果而發生的。

选择模型材料时, 材料的性質仍和过去一样, 沒有根据相似理論, 或者是根据一种不正确的企圖, 竭力使模型材料的性質接近岩石的性質(林克), 或者是經驗主义地选择那些能夠用來順利地再造几何体与自然界相似的变形的材料(克劳斯)。所有这些試驗都是極端地偏重于定性的方面。

就在这时, 在美國地質文献中發表了一种分析地壳变形和断裂的特殊原則, 它沒有足夠的物理数学根据, 很多地方不符合力学中的概念(米德、布赫尔[Бухер]、李斯[Лизс]等人)。这些原則最初是由力学中剽窃而得, 但是对其实質却无应有的認識, 后来更是被嚴重地歪曲并补充了一些不正确的、往往不考慮岩石的机械性質的觀念。这样形成的概念所包含的是一套充滿着矛盾、相互之間毫不協調、以形式主义的方式來解釋自然界的断裂和褶皱的資料。对这些概念的相当完全而又不加批判的闡述可以在培克(А. В. Пэк)所著的一本書中看到[4], 這本書在我們地質学家中傳播得很广。

結果, 这些关于应力、变形和破坏的特別不正确的概念, 在地質学中已根深蒂固, 已編入了所有的構造地質学和大地構造学的教科書中。現在在我們的許多高等学校里, 这些概念仍在教授着。

制定用偏光顯微鏡和費氏旋轉台研究岩石中的柔性变形的的方法对發展構造物理学具有重大的意义。这种方法是由贊德尔(Зандер)(1911—1930)和施密特(В. Шмидт)(1925)兩人提出并加以發展的, 它的名称叫做岩組分析法(петротектонический метод)。这种方法所根据的概念就是: 變質岩中礦物分布的不同方向是因塑性变形而發生的。这种情况經試驗証实是准确的。岩組分析法后来獲得了相当广泛的發展, 但沒有被广泛地用來解决实际問題。所以在國外許多主要是叙

述复雜的觀察法的著作里，这种方法实际上已成为“为科学而科学”，现代岩組分析概念的大缺点就是里面利用着美國地質学家所制定的解釋变形和断裂的不正确的方式和方法。

最后，在二十世紀初才开始在高压下作試驗來研究岩石的机械性質，这对構造物理学是有很大大意义的。進行这种試驗首先与建筑事業任务和研究物質剛性理論有关(菲普尔〔Фепплъ〕, 1900 和卡尔曼〔Карман〕, 1911)。后来布里支曼(Бриджмен)(1919)和亞当斯(Адамс)(1910-1929)兩人企圖用在高压下試驗岩石这种方法來解决某些地質問題。这些試驗的主要結果是証明了一切岩石在全面高压下具有發生大塑性变形的性能。在試驗中獲知了組成岩石的礦物顆粒的各种方向，确定了岩石強度的極限与全面压力之間的关系。

第三階段，这階段可認為大約是从 1930 年开始，其特点首先是在大地構造学的發展中，苏联地質学家的研究具有重大的意义。

在苏联由于实行第一个五年計劃，从 1929 年起地質研究工作就獲得了空前的規模，因而，在全國地質構造的研究方面取得了很大的成績。獲得大量新的实际資料，并以辯証唯物主义的立場來研究它們，这就使我們的大地構造学避免了國外大地構造学所处的危机狀況。

这时候，过去已經發表的关于垂直力在地壳構造形成过程中占統治地位的概念得到了广泛的傳播，并开始為我們偉大祖國的地質學家們，如阿尔漢格爾斯基、別洛烏索夫、哈英、波波夫、穆拉托夫等人所發展。这种概念使我們可能解釋振盪运动呈現的主要特点，从冷縮假說來看这是无法理解的。但是，摒棄冷縮假說也就是意味着丧失了已經確立的褶皱形成原因的解釋。

在新的大地構造假說範圍中(別梅林〔Беммелен〕, 1933; 維里斯, 1941; 別洛烏索夫, 1942, 1943)，為解釋褶皱作用就不得不尋找新的途徑。其中一条就是利用在十九世紀由萊依尔(Рейер)提出、后来在 1930 年由哈尔曼(Хаарман)重新利用的假設，認為褶皱是地壳發生巨大上升而岩石發生滑动的結果。这种重力滑动假說曾傳播得相当广泛。

后来，为了解釋帶有岩鹽核或石膏核的穹隆狀褶皱——所謂鹽丘

——开始广泛地利用重力浮起的假設，即認為深处較輕的岩石（鹽、石膏）从上复較致密的岩層下浮起的假設（哈尔伯特[Харборг]，1910，1913；巴尔嘸[Бартон]，1925、1933；魯任涅茨[Б.Е.Руженец]，1930；柯西金[Ю.А.Косыгин]，1945；博格丹諾夫[А.А.Богданов]，1947）。

最后，可以不用冷縮假說來解釋褶皱作用的第三种說法就是关于在地壳个别地区因岩層受垂直压挤，結果物質發生局部的成層水平流动的概念。这一观点最完善的論證和發展是由別洛烏索夫完成的（1941，1947，1948；〔1〕）。

这样，在大地構造学中完全形成了一种关于垂直力在改造地壳構造中占主導地位的概念，这种概念的意义是重大的。直接作用使褶皱形成的水平力在这兒被認為是垂直力的結果。

但是，在大地構造学中也保存着第二派——仍在繼續發展冷縮假說思想。第二派的新观点和旧的冷縮假說的最大区别就在于有关地球內部物質的壓縮过程和伸張过程相衝突的概念。这种學說假定由于一时收縮占优势、一时伸張占优势的結果地壳下物質的体積發生周期性的脉动（布赫尔，1933，1939；烏索夫，1936，1938，1940；奥勃魯契夫，1940的脉动假說）。这假說認為地球深处部分体積的周期收縮，就是形成褶皱的原因，还有一种假定也很重要，它認為体積的收縮發生在地壳的極深处（克魯泡特金的深处冷縮假說，1948）。

新的冷縮假說不能理解地壳的緩慢的垂直振盪运动的基本規律，只是看起來容易解釋褶皱形成的原因而已。褶皱形成歷史中許多細節都与这一观点相矛盾，如：褶皱的同时成長地区的局限性、地槽內部褶皱的起源和以后褶皱作用向陸台方面的移动。

既然新冷縮假說有許多問題都不能回答，那么关于褶皱因受垂直力作用而發生的概念也就不能是足夠完善的，关于褶皱形成的机理問題現在仍未解决，这是一个大地構造学的中心問題——地壳的褶皱性問題。

应着重指出，虽然褶皱形成的原因还不清楚，但許多为大地構造学所描述的褶皱構造的規律性、空間分布情况，以及它的發生歷史，現在是足以使人確信的。

構造物理学在 1930 年以后大大地發展了,首先必須指出擴大了專門的野外研究。

在許多主要簡述地壳个别地区構造的細節的文章和書籍中,刊載了一些企圖再造褶皺和斷裂形成的条件和原因的描述。这种作品是:安德烈耶夫(Н.С.Андреев)、別林茨基、別洛烏索夫、博格丹諾夫、博羅達耶夫斯基(Н.И.Бородаевский)、布朗古列耶夫(В.В.Бронгулеев)、沃尔弗松(Ф.И.Вольфсон)、达尼洛維奇(В.Н.Данилович)、查哈罗夫(Е.Е.Захаров)、科羅列夫(Н.Н.Королев)、伊万諾夫(Г.А.Иванов)、基里洛娃(И.В.Кириллова)、柯西金、庫什納列夫(И.П.Кушнарєв)、盧金(Л.И.Лукин)、穆拉托夫、涅弗斯基(В.А.Невский)、奧弗奇尼科夫(А.М.Овчинников)、彼尔米亞科夫(Е.Н.Пермяков)、培克、謝明年科(Н.П.Семененко)、索爾斯基(А.А.Сорский)、赫拉穆舍夫(А.С.Храмушев)和其他人的作品。这些作品中一部分是描述礦区的地壳变形,目的是想闡明礦体和各種細小的構造要素之間的关系。另一部分的目的是研究地壳中褶皺構造形态和斷裂構造形态形成的机理。有几篇作品曾成功地利用了上面提到的岩組分析法。

从 1944 年起在別洛烏索夫的領導下在理論大地構造實驗室中所進行的、从 1949 年起在別洛烏索夫所組織的苏联科学院地球物理研究所的構造物理實驗室中進行的構造物理研究是值得重視的。这些工作是为了說明垂直力起主要作用的概念而進行的。在 1944 年到 1950 年間,實驗室全体工作人員的主要力量都放在闡明褶皺形成的机理上,他們以高加索中生代和新生代沉積岩中發育的小褶皺(寬度从 1 公尺到数十公尺)(罗贊諾娃[Н.А.Розанова]和基里洛娃)和卡累利阿的太古代變質岩石中發育的小褶皺(索爾斯基)作为研究机理的实例。这些研究的結果[6-8; 13, 14],証實了岩石中塑性流动的痕跡發育得特別广泛,并得出了証實以前別洛烏索夫所發表的关于褶皺作用原因的这一概念。

在上面討論的工作中,应当指出的是曾經力求解答与褶皺作用有关的兩個問題。一个問題就是“为何會出現褶皺?”,这涉及到直接

造成褶皺的那些力的發生的原因和力的性質。另一個問題是“褶皺如何形成？”，涉及岩層變形過程的本身。

回答第一個問題可以設想：在地殼個別地區發生的深處物質擴張和浮起，在地殼中引起了由下向上的垂直力。地殼所有的岩層阻止垂直力所作用地區的上升和向外彎曲變形，造成了一種向下的相向力。所以在上升速度最大的地區，在地下某一深度會發生岩層的垂直壓擠，岩層物質在水平方向被壓向四方而形成褶皺。因此，直接造成褶皺的力應認為是在平行於層理的方向作用的、因岩層內部物質重新分布而發生的。研究物質沿岩層的再流動過程，必須區別壓出區和壓入區。

這一觀點的重要特點就是：把岩層擠壓成褶皺的水平壓力，並不是因堅硬陸台接近並擠壓整個塑性地槽區所致，而僅僅是在地殼的地槽區內部發生的局部作用。造成褶皺的水平力不能視為垂直力的原因，相反，應視作垂直力的結果。這樣來理解褶皺，褶皺帶的構造和發育史的許多特點就容易解釋了。

必須指出，現在還不清楚，我們上面討論的概念在何種情況下才能移用於大型褶皺上去，大型褶皺的成因仍是個謎。如果和解釋小型褶皺一樣地來解釋大型褶皺的形成，那隻可用在東阿爾卑斯山的例子上〔6〕。但是在其他地區，如在東喀爾巴阡山，頓巴斯—高加索和天山的某些地區，大型褶皺的形成是很難用類似的假說來解釋的，因為在這些地方還沒有能發現適合這種假說的壓出區。除此以外，在這些地區還發現，不僅深處地層有褶皺作用，連地表層也有褶皺作用，但是，地表層是不會受到垂直壓力作用的。

因上升作用而發生岩石重力滑動的假說和某些岩石從上復致密岩層下浮起的假說，也和垂直壓力假說一樣，認為地殼內物質在水平方向的再分布是褶皺形成的原因。所以對於那些擁護承認垂直力起主要作用這一派人來說，需要進一步研究，其主要問題就是要查明地殼中是怎样和為什麼發生物質的重新分布的。

關於“褶皺如何形成？”這一問題，在我們討論的著作里曾着重指出：在小型補充褶皺形成時，主要的變形倒不是拗曲，而是岩層的

縱壓擠，這種壓擠能使岩層的厚度加大。

綜合對各個小型褶皺所作的研究曾得出結論，認為陳舊的研究法，即把褶皺當作最韌的岩層起主導作用的岩層拗曲的結果，是完全沒有根據的。在形成褶皺過程中，起主導作用的應認為是韌性最差的岩層，並且要着重指出，應該不再講拗曲，而應該講：在個別地層中，物質因再流動，從一些地區流離而聚集於另外一些地區而發生的物質重新分布。在流離地區岩層厚度縮小，而較韌性夾層的縱向伸長使得在夾層內發生構造透鏡體化（見下）。在壓入區內所有的岩層的厚度都在加大，這種岩層的膨脹結果就是褶皺。

必須指出，欲以上面所做的工作來完全駁倒陳舊的概念是不夠的，因為最具柔性的岩層從一個地區壓出，在另一地區壓入而形成小型補充褶皺的現象，在陳舊的概念中也曾涉及到。把關於小型補充褶皺形成機理的結論擴大用到一切褶皺（其中包括大型褶皺）上去是冒險的，因為大型褶皺形成的機理還沒有研究過。也要指出，在這些工作中分析岩層厚度變化時所否定的拗曲現象，後來根據劈理^①的資料又被採用，劈理呈現的機理和解釋方法現在尚未清楚。拗曲的可能性只能誤解為與彈性變形有關，認為與塑性變形是不相容的。

根據以上所說可以作出結論，就是：關於褶皺形成的機理問題在很多方面還未弄清，還需要繼續研究。

與研究褶皺和斷裂的同時，地質學家也注意到所謂構造透鏡體化^②的，岩層分割成為外形象板或圓柱體的個別岩塊的特性。構造透鏡體化曾被描述於強烈變形的古老變質岩中（魏格曼〔Вегманн〕，1932 科林〔Корин〕，1932；里德〔Рид〕，1934；蘇多維科夫〔Н.Г. Судовиков〕，1947；索爾斯基，1950和1952，及其他人〔5—8〕），也曾被描述於較

①劈理（Кливаж）——就是岩石沿著在空間有一定方向的、幾乎平行的面易分裂為薄片的性能。

②Будинаж——有人認為Будинаж這術語定得不好，曾建議以“構造透鏡體化”（тектоническое линзирование）代之〔6—8；15〕。但由於“構造透鏡體化”常是指的另外一種形成物，作者為了避免混淆不清，故保留Будинаж這術語。

譯者注——Будинаж一字過去曾有人譯為柵狀構造，也有人譯為香肠狀構造此處根據原作者意圖（參看原注）暫譯為構造透鏡體化。

年青的沉積岩中（魏格曼，1932；克勞斯，1947；及其他人[9]）。大部分研究者都認為構造透鏡體化與垂直層理的壓擠作用同時發生的岩層縱向拉長有關。這個作用的具体机理，各个作者的看法各不相同。別洛烏索夫[6, 15]利用模型進行了較詳細的研究。蘇多維科夫曾着重指出構造透鏡體化的实际意义，認為它能促使偉晶岩脉的形成。

格里格斯（Григгс）（1936—1940）在全面高压和剪切应力長期作用的条件下所進行的岩石的机械性質研究的試驗具有很大的意义。由于这些試驗的結果，獲得了第一批关于岩石的韌性和关于应力長期作用对剛性的影响的資料。

只不过在几年以前，我們才开始研究岩石的变形和破坏过程，也开始了探討岩石在全面高压下的机械性質[18, 19]。在苏联科学院地質研究所（查列斯基〔Б.В.Залесский〕）和地球物理研究所（沃拉羅維奇〔М.П.Волярович〕）內設立了高压實驗室，促進了这些研究工作的發展。

在研究階段开始时，做試驗的地質学家（林克，1929；和格里格斯，1935）批評了上面所提到的在大地構造学中建立的断裂分析法。虽然爭論很热烈，但大部分地質学家在此以后仍然繼續利用老的概念。

古別尔特（Губберт）（1937）、什涅尔松（Б.П.Шнеерсон）（1947）和柳斯齐赫（Е.Н.Люстих）（1949）[10]在制定自然構造現象和試驗模型的相似原則上所作的努力具有原則性的意义。他們指出，要达到与自然界的塑性变形相似，那么，模型与自然界的地质在几何体積大小上有很大的变化和过程時間大大縮短，这两点必須以模型中岩石的韌度要比自然界岩石的韌度大大降低來补偿。制作断裂模型所必須遵循的相似原則，在这些作品中未加闡明。

这几年內在国外，涅特勒頓（Неттлетон）（1934, 1943）和多布林（Добрин）（1941）也偶然地在小範圍內作些模型試驗，他們是再造鹽从重岩石下面浮起的机理。在这些試驗中，模型的韌性是按塑性变形的相似原則選擇的，但对这些原則的应用却不适当。在某些情況下，石灰岩用軟橡皮或鋼來作模型。这两样东西无论如何不能起相