

高等学校教学用书

普通地质学教程

苏联 M·M·察雷金著

石油工业出版社

高 等 学 校 教 学 用 书

普通地質学教程

苏联 M·M·雷察金教授著

苏联国立罗蒙諾索夫莫斯科大学可燃矿产地質与地球化学教研室 审閱
苏联地質矿物学副博士 B·B·朱布可夫教授

經苏联高等教育部批准作为石油地質勘探学院地質專業教材

石 油 工 業 出 版 社

內 容 提 要

這本書是苏联出版的一本較新的高等教材。在書的緒論部分敘述了地質学的对象、研究方法、地質時間、符号等；在第一篇中介绍了結晶学、矿物学、岩石学和構造地質学的基本原理；第二篇中介绍了地球在天空的位置、形状、大小及結構；第三篇詳細地敘述了由于外力和內力作用所引起的地壳發展变化及其結果。

這本書的特点是材料較新，在章节的安排上与以往出过的地質学書籍不尽相同，对于沉积岩敘述得尤为透徹；在研究地質学的各个問題时，作者运用了辯証唯物主义的观点和引用了現代科学技术的新成就。

本書第一篇由姚成學同志翻譯，其余各篇均由刘学忠同志譯出。在翻譯过程中 Г. Е. 梁布兴專家教授給了很大的帮助。

М. М. ЧАРЫГИН

ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ

根據苏联国立石油燃料科技書籍出版社(ГОСГОПТЕХИЗДАТ)

1956年莫斯科版翻譯

統一書号：13037·22

普通地質学教程

刘 学 忠 譯

北京石油学院普通地質教研室校訂

石油工業出版社出版(地址：北京六鋪炕石油工學院內)

北京市書刊出版業營業登記證出字第083号

石油工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

850×1168 $\frac{1}{32}$ 开本 * 印張12 $\frac{3}{4}$ * 303千字 * 印1—5,000册

1958年12月北京第1版第1次印刷

定价(10)1.75元

前 言

“普通地質学”一書是为石油及地質勘探学院的地質專業編写的，該書由緒論及以下主要部分組成：1)結晶学、矿物学、岩石学及構造地質学基础；2)自然地理地質学；3)物理或动力地質学。

緒論部分論述地質科学的任务及方法。

第一篇中包括結晶学、矿物学、岩石学及構造地質学的一些基本知識。本書的這一篇應使學生按照實習課及實驗課的順序學習。

自然地理地質学部分包括地球的結構，物理特性及組成、地球及太陽系起源等問題。這些問題都是为了了解物理地質学內容所必須學習的。

物理或动力地質学部分是本課的中心內容。在這一部分中敘述了各种外力及內力的地質作用，也正由于这些外力及內力的因素而使地壳形成复杂的結構及發展过程。

本教程的緒論，第二篇和第三篇應使學生按講課的順序去學習。

可能本書還有很多的缺點。作者將以非常感激的心情接受來自讀者方面的批評和建議。

作 者

目 录

前言

緒論	1
地質的对象及其分科	1
地質科学的实践意义	8
地質学的研究方法	11
地質学中的時間概念	13
地質圖	20
地質知識發展史的概况	23

第一篇 結晶学, 矿物学, 岩石学和構造地質学的基础

第 一 章 結晶学基础	31
第 二 章 矿物学基础	33
§ 1. 矿物的物理性質	37
§ 2. 矿物各論	45
第 三 章 岩石学基础	60
§ 1. 岩漿岩	60
§ 2. 沉积岩	69
§ 3. 变質岩	78
第 四 章 岩石的产狀(構造地質基础)	80
§ 1. 層或岩層的产狀要素	86
§ 2. 矿山罗盤仪	88
§ 3. 褶皺变位	90
§ 4. 断裂变位	101

第二篇 自然地理地質学

第 五 章 在太空中的地球及其运动	107
第 六 章 地球的形狀、外形、大小、質量、密度及結構	122
第 七 章 地磁	132

第 八 章 地熱	138
永久凍土帶	140
第 九 章 地球內部物質的物理狀態	153
第 十 章 地球的化學組成	156
第 十 一 章 地球和太陽系的起源	162
第 十 二 章 地面的水陸分佈	169

第三篇 物理或動力地質學

第 十 三 章 大氣圈的地質作用	177
§ 1. 風的作用	191
§ 2. 砂的沉積作用	197
§ 3. 黃土	204
第 十 四 章 地下水的地質作用	209
§ 1. 潛水和地下水	215
§ 2. 泉	220
§ 3. 地下水本身的地質作用	229
第 十 五 章 地滑	241
第 十 六 章 地表流水的地質作用	243
第 十 七 章 冰的地質作用	268
第 十 八 章 海洋的地質作用	281
第 十 九 章 湖泊和沼澤的地質作用	305
第 二 十 章 成岩作用	313
第 二 十 一 章 相	318
第 二 十 二 章 地殼運動的類型，地槽和地台	320
第 二 十 三 章 變質作用	342
第 二 十 四 章 火山	348
第 二 十 五 章 地震	362
第 二 十 六 章 造山運動假說	378

緒 論

地質的對象及其分科

地質學是研究自地球硬壳出現後的發展史的科學。地質學還沒有把地球內部及其中央部分的發展史研究得透徹。它只是在不同程度上確定了地球外殼及地表(地貌)的發展史，所以正確的說法應該是：地質學在現階段是研究地殼上部及其表面的科學。地質學當前的任務是應闡明地心深處的發展史。在很多種情況下，地質學可以使我們作出過去地史年代地表某些地段自然地理條件的結論。

所謂自然地理條件就是指地表的地理現象而言。現代的地理學告訴我們大陸、海洋、河流及山嶽等在地球上分佈的情況；告訴我們大陸的高度和海洋的深度，某處的气候如何等情況。所有這些在自然界中都是變化着的，因而自然界的地理現象也在變化着。地質學已經很好地確定了地球表面的地理現象曾經有過怎樣的變化。

現代地球表面的陸地部分在過去地史時代曾經被海洋覆蓋過；現代被海覆蓋着的某些地區過去曾經是陸地。現代的很多平原地方在過去的地史時代中曾經是羣山聳立的地区，它們如同現代的喜馬拉雅山、高加索山、阿爾卑斯山及喀爾巴阡山等一樣。

地質學感到興趣的不僅僅是在某些地史時代海是否存在過，更重要的是了解海的深度、溫度、含鹽度、海水的透明度，以及海有過怎樣的流勢，存在過怎樣的生物界(動物界和植物界)。

正如對海洋一樣，我們對過去地史時代中的陸地也感到興

趣，也就是說我們應了解陸地過去的高度如何，是被植物復蓋過呢？還是一片沙漠等問題。

地質學也要研究地球上過去的气候及其變化的情況。地表上某些地區所發生過的气候變化已經得到証實了。例如蘇聯歐洲部分過去有一個時期的气候正如現在地中海沿岸的气候，那時它是熱帶或相當現代的赤道帶；另外有些時期，這裡曾為顯著的大陸性沙漠气候所支配；並且也曾有過如現代的格陵蘭及南極式的气候。

地質學對地球上過去曾生存過什麼樣的動物和植物也感興趣，它們的種類是如何演化的，以及如何發生了現代生物界。

除了確定自然地理的條件以外，地質學還研究火山作用。在地表現在有活火山的地點總數約430個以上。地球上過去也曾有過火山活動，某些地史時期火山活動比現在強烈，而另一些時候活動則較弱。地質科學主要注意火山活動的性質及其作用的結果。

地質學研究造山運動的過程、經歷及其發生的順序。

為了更好地說明在地史過程中所發生的深刻變化，我們舉蘇聯歐洲部分的發展簡史作例子。我們就以最老的所謂太古代來說明，這塊廣大的領土上曾經被海復蓋，幾億年里向海底沉積着各種沉積物。海底隨着沉積物的堆積發生褶皺，沉積物沉積到越來越深的地方而後便變成了褶皺。此後，由於地殼上升的關係，在我們這廣大平原上出現了高山，它們從西北向東南方伸進，由現在的芬蘭境界及斯堪地那維亞半島延向現在的伏爾加河口，這些高山存在了很長的一個時期，遭受了破壞，並變成和我們現在所居住着的平原相似。

而後，由於地殼下降，蘇聯的歐洲部分又被海水復蓋，海底又沉積了很厚的沉積物，它們又變成了褶皺。太古代末期又出現了沿緯綫方向的新山羣，他們大致從現在的波蘭伸延到現在的烏拉爾。這些山存在了很長的時期而後遭受破壞，蘇聯歐洲部分又

重新变成了平原。地壳繼續下降，再一次出現了广泛的海区，沉积物聚集輪迴和褶皺的形成又重复了一次。元古代末期紧接着又出現了新山羣，它們延伸的走向大致与第一次的山羣相似，也就是从芬蘭延向里海。

其后山羣又遭受破坏，苏联欧洲部分再一次变成了平原。这以后在平原上沒有再产生山羣，但有些地方却不止一次的被淺海掩盖。元古代以后，寒武紀和志留紀时海洋曾掩盖該区的西北部 and 西部。后来在泥盆紀和石炭紀时，該区的大部分又被海洋复盖。二叠紀时苏联欧洲部分大部是陆地，三叠紀时情况也是如此。

侏罗紀和白堊紀期間，海水时而自北方，时而自南方侵入平原，在老第三紀和新第三紀时，大部分土地又呈現为陆地。第四紀当人类出現后，我們的边界曾經被很厚的冰層复盖，就像冰層复盖着現在的格陵蘭和南極大陆一样。这些冰川在苏联欧洲部分曾多次地侵入与退出。

这就是苏联欧洲部分地史發展的大致輪廓。如上所述，我們可以看出这里不只一次的存在过陆地和海洋，气候也不只一次的發生过变化。地表任何其他部分都有这种类似的发展史。換句話說，地表的每一部分在地史的过程中都經受过十分复杂的自然地理条件的变化，同时地表每一部分在地史时期內，动物界和植物界都在發展和变化着。

这样說来，地質学就是研究地壳和地表發展史、地球上存在过的自然地理条件变化历史的科学。

除此之外，地質学还有一个任务，就是要闡明这些变化的規律性和原因。

地質学研究的对象有：1) 岩石；2) 有机殘余物；3) 現代地質作用。

岩石 首先我們給組成岩石的矿物下个定义。

矿物 每个部分都具有一定的化学成分和物理性質的物体就

叫做矿物。我們可以把一塊矿物分成4、10、1000或更多份，但每一部分不管它有多小，却都有一致的化学成份和物理性質。現在已知的矿物有4000种以上。矿物学這門科学就是研究矿物的，它确定矿物的化学成份、物理性質和矿物的成因。

岩石 是地壳結構主要組成的矿物集合体。下面举一些岩石作例子來說明：例如花崗岩，它是由石英、正長石、角閃石及云母組成的。这些主要的、基本的矿物組成了花崗岩。它們相互嵌結在一起。它不是偶然形成的矿物集合体，而完全是有規律的組成了地壳的結構，也就是說，这种矿物集合体在地壳中大量存在，其体积可以用立方公里計算。

矿物在地壳內有的大量存在，有的則很少。有由一种矿物組成的岩石，例如由石膏組成的岩石也叫做石膏。这种岩石常成厚層，可达70公尺以上，其層体呈寬闊的水平狀分佈，可达数十或数百立方公里。因此，石膏有时可看作是矿物，而在另一种情况下又是岩石，問題在于其数量的多少。

地质学家仔細的研究岩石，研究它在地壳中的分佈、組成及其物理特性，同时他們并不只鑑定岩石的特点，而且还力求解决其生成的原因。研究这些問題的 science 叫做**岩石学**。

岩石根据其成因通常可分三个主要类别，就是**岩漿岩**、**沉积岩**和**变質岩**。

岩漿岩 是由于原来地壳呈融熔状态的物質凝固(其中包括結晶过程)而形成的岩石。这些岩石大多数是結晶質的，通常它們不成層，而是不規則的存在于地壳之內。

沉积岩 是由于沉积物(机械沉积物、有机沉积物和化学沉积物)聚集而形成的一种岩石，沉积岩一般成層狀存在于地壳內。

变質岩 是由岩漿岩或沉积岩在地壳內部經受高压、高温而形成的一种岩石。这种岩石的大多数其特征是具有片理及結晶構造。

現在把全面研究岩石的岩石學分為普通岩石學及沉积岩石學兩門科學。前者以研究火成岩及變質岩為主，后者則以研究沉积岩為主。

很显然，岩石學是要以其它学科研究的成果做基础的，尤其是礦物學。而礦物學本身却又要利用結晶學的資料。結晶學是研究自然界所遇到的礦物結晶形狀，研究結晶形狀和礦物化學成份的關係以及其構造等問題的学科。所有上述的知識部門都要利用物理學和化學的成果。

有机残余物 大多数的沉积岩中包含有各个不同地史时期的动物或植物残余体，地質學对这些残余物也加以研究。

已經得到証實，不論是动物界或植物界，在漫长的地史年代里曾經是变化着的。現代的动物和植物与过去生存在地球上的动物、植物有很大的区别，時間越久远其差異就越大。

动物及植物残余体在岩石中保存的程度各有不同。有时这些残余体保存得完好，使我們有可能詳細的研究地球上滅絕了的动植物。这里边最有趣的是树木化石的發現。在这种化石中可以判断其个别細胞的内部構造和年輪等。当然，这种树木已經不是数百万年前生活着的那些樹了；它們根本什么也沒有保留下来。它們原来的物質早已溶解于循环在其圍岩的地下水中。从水中沉淀出各种各样的礦物鹽類，它們充填了原来这些树木細胞的空間。这样就形成了“树木”，但其組成不是細胞而是礦物質，通常是由蛋白石或碳酸鈣形成的。

有的有机物硬体部分保存良好，如珊瑚礁石灰岩。几亿万年以前生活在地球上的珊瑚硬体保存好的并不是罕見的。

在岩石中也可看到美丽的植物印痕，或者几乎完整的动物骨骼或海中生物的外壳，它們都是曾在数亿年以前生活在地球上的。

几百万年以前在地球上生活过的昆虫被很好的保存在琥珀中的情况也是不乏其例的。它們保存得那么好，甚至可以研究它們

的血管系統。

猛獁象和其他的脊椎動物化石在永久凍土帶也曾發現過，在很多的教科書和科普小冊子中都會描述過西伯利亞珂雷瑪區發現的幼年猛獁象。雖然他們存在在地球上在五萬年前的事了，但現今還可以研究他們的毛鬃、皮膚和眼睛。在猛獁象的牙齒間曾經找到過沒有完全腐爛了的植物葉子和殘物。已經得到證明，當時猛獁象所食用的植物和今天這裡生長着的植物完全不同。因此說明在猛獁象死後時期內，這裡的植物界變化得很顯著。

大多數情況下，化石殘余物保存得並不很好，但是當地質家研究岩石時，每一塊動物或植物的殘余都還是值得注意的，因為這些化石可以說明該區地殼發展史的許多問題。

基於對這些有機殘余物研究的結果，產生了地質學中獨立的學科——古動物學。這是一門研究死亡了的動物和植物的科學。它確定整個地史時代過程中有機界的變化情況，並解釋這些變化的原因。古生物學本身又成長為領域廣闊的知識部門，其中又分出：古動物學——研究古代動物的科學；古植物學——研究古代植物的科學。不久以前又從中分出了微古生物學，這門科學對石油工業來講，其實際意義很大。它研究過去地球上的微生物，已經得到證明，這些有機體同大動物及植物比較起來的話，在地史過程中它們曾起過很重要的作用。

除了研究過去的植物殘余體外，地質學還研究岩石中所遇到的各種地質標誌，例如有時我們就在岩石中發現所謂的波紋痕跡，這是由於水浪作用於沉積物上而形成的。有時在岩石中還可以遇到幾百萬年以前落到該處的雨點的痕跡。

現代地質作用 為了確定地殼及地表的發展史，必須要研究現代地質作用。這種作用在各處普遍的進行着，並在漫長的時期引起地表的巨大變化，尤其是海岸的變化。

僅僅四百年的時間，芬蘭灣的某些地方就后退了大約8—10

公里。塔曼半島上的羅馬建築物的基石經常在海面以下，而當時羅馬人將這些建築物建築在陸地上是毫無疑問的。那里還保存了羅馬人建築的道路遺跡，而現今也已沉入海中。

有些沉入海的河流在海洋中還保存着河床，這種例子屢見不鮮。注入大西洋的河流在這方面尤為突出。很多河流的河床自現今海岸起向大洋中延長 60—100 公里。

現代地殼的一些地區上升着，另一些區域則在下降着。已經證明，斯堪的那維亞半島及芬蘭的陸地現在不斷地在上升，有些地方的上升速度每年達 1.4 公分。與此同時，德國北部海岸和荷蘭的領土却在下降。

我們能夠親自目睹火山噴發及地殼震動。每一小時在地球上平均要發生九次地震。這些都說明地殼是在不斷的运动狀態之中。

地質學家詳細的研究這些現代的地質作用，確定控制這些作用的規律性。

研究各種地質作用的地質科學稱之為物理或動力地質學。它幫助研究在過去時代中所發生的事件。

由於研究了岩石學、古生物學、現代地質作用等問題的結果，因而地史學得以確定地殼發展的历史。

普通地質學包括物理或動力地質學，也就是說包括研究現代地質作用的地質學部門。為了了解這些過程，還需要掌握其它方面有關地球科學的一系列問題。假如我們不知道地球在太空的位置，地球运动的基本規律，地球的起源，或者不了解關於這些問題的一些理論觀點，就不能解釋地質作用。天文地質學就是研究這些問題的。天文地理學通常稱做數學地理學。

假如我們不知道自然地理學的一些問題，如地球的大小，輪廓、形狀、物質、密度、磁性和熱性、結構和物理狀態以及地球上的水陸分佈等問題的話，我們就不能很好的了解現代地質作用。

因此，普通地質學是研究現代地質作用和天文地理學及自然

地質學中一些問題的學科。這樣普通地質學就分為兩部分，第一部分闡述天文及自然地理學中的一些主要概念，這一部分叫做自然地理地質學；第二部分叫做物理地質學或動力地質學。

地質科學的實踐意義

地質學是一門有極大實踐意義的科學。它是有用礦產調查和勘探的理論基礎。所有的有用礦產(煤、礦物鹽類、水、石油、天然氣及其它等)都是岩石。已經証實，每種岩石並不是偶然的，而是有規律的在對它們有利的條件下形成的。

但我們要指出，在地殼中任何種有用礦產都是和其他種岩石有規律的結合在一起而形成的。比如說，人們在任何時候也不會在岩漿岩區域(也就是在由熔融狀態的岩漿冷卻後形成的岩石區域)內去尋找石油。石油只能在沉積岩發育區，也就是在各種沉積物聚集而形成的岩石區內去尋找。

為了使我們更清楚地了解地質科學所研究的問題的實踐意義，我們從石油地質學中舉一個例子。對於石油地質學家來說，了解地殼各處過去地史時代的自然地理地質條件是極為重要的，例如了解當時海洋的含鹽度、深度、溫度、流向等，這些資料對於調查石油有重要的意義。在分析這個問題之前，我們先簡短地談一下石油及碳氫氣體生成的問題。這個問題有很多假說。雖然如此，近代地質學家和化學家都同意了這樣一個說法，石油和碳氫氣體都是有機生成的，也就是說石油和碳氫氣體是由地史時代生活過的動物和植物有機物所生成的。

在植物有機體中起主要作用的元素有 C、H、O，在動物體中則是 C、H、O、N、P、S。

動物和植物有機體在地表上死亡之後，就落入氧氣過剩的環境中去，因此有機物分解時就形成各種氣態氧化物如 CO_2 、 H_2O 、 N_2O_3 、 N_2O_5 、 P_2O_3 、 P_2O_5 、 SO_2 、 SO_3 等，以後它們就進入空氣

中去。

假如动植物有机体死亡之后沉入海盆底部，以后在这里又被各种沉积物所复盖，那就会發生另一种情况。沉积物中的有机体在無氧的情况下开始分解，有机体的組成元素和氫化合，形成一系列的氫元素化合物如：烃族化合物(C_nH_m 式的碳氫化合物)、 PH_3 、 NH_3 、 H_2S 。

石油是各种碳氫化合物的混合物。这样我們就自然可以認為石油是在地史时代有大量动植物尸体被保存在沉积物中的地方形成的。

这种現象可以在某些瀉湖、被陆棚把海和海湾隔开的海湾中發生。

圖 1 是一个瀉湖的平面圖和橫剖面圖，陆棚把它和海盆隔离开。从圖 1 中可以看出，河流进入瀉湖时，向瀉湖里帶进来淡水和小礫石、砂及淤泥等碎屑物。从海流到瀉湖的咸海水被淡水冲淡。海洋中的有机体在高于陆棚 C 的 EDPC 上部水層进入瀉湖。它們在这里落入了半咸水的环境中。只习惯于咸水生活的大部分有机体开始死亡，然后

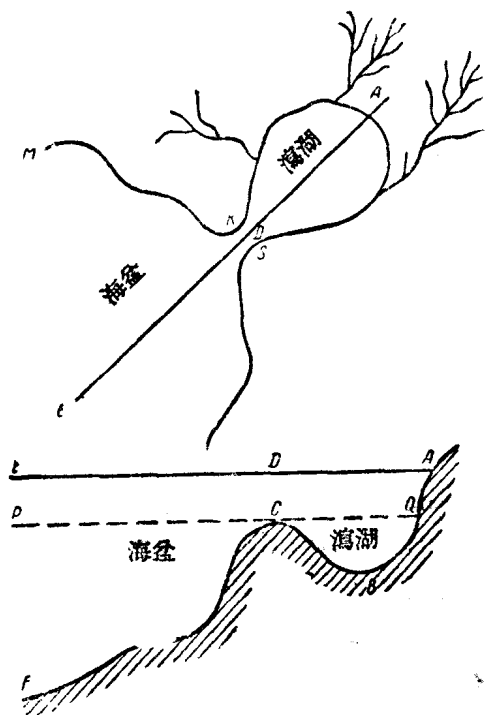


圖 1 瀉湖的平面圖和橫剖面

沉到瀉湖底部被沉积物复盖起来。由于陆棚的关系，咸海水和咸度低的水在低于圖中 PCQ 的水平的瀉湖範圍內不致混淆起来。

被瀉湖沉积物复盖起来的有机物尸体，在乏氧甚至無氧的条件下分解，結果产生各种碳氫化合物、氨、氟化氫及硫化氫，这些东西逐渐在瀉湖沉积物中富聚起来。一部分氫化合物，尤其是硫化氫滲入水中染污湖水，因此进入瀉湖中的海洋有机体开始大量死亡，其中低于 CQ 水面的有机体死亡更甚。有机物死亡的越多，氫化合物(其中包括碳氫化合物和硫化氫)产生的也就越多。瀉湖逐渐成了海洋有机物的儲藏处。

瀉湖沉积物中碳氫化合物逐渐富聚起来。按照常规，碳氫化合物向对它們聚集有利的地方移动(运动)。通过这样的方式，石油就大致可以形成了。

这里我們只是簡略地講述了碳氫化合物的一条形成途徑。在地壳內它們也可能以另外一种情况形成。要想形成大量的碳氫化合物，也就是說要形成油、气田，碳氫化合物一定要运移并大量的聚集在对它有利的地方。

現代的瀉湖可以举黑海为例。它通过达达尼尔海峡把馬拉馬尔海和地中海連接起来，在这里約 200 公尺的深处有陆棚存在。黑海水深 200 公尺左右的地方被硫化氫染污。

为了更合理的进行石油勘探工作，就必须寻找过去生物大量死亡的地方。这种地方也就是像我們所說的那一类瀉湖。瀉湖經常在海岸綫复杂变化的条件下形成。因此，为了調查碳氫化合物生成的地方，我們就應該确定过去地史时代海岸綫变化的性質。

但并不是在所有的瀉湖中都經歷过上述的过程。在显著大陆性气候的区域内，沒有河流流入瀉湖时則向另一方向变化。水在这些瀉湖中逐渐蒸發。水位永久低于海洋中的水面，因此海水不断流入瀉湖中。由于蒸發强烈，瀉湖中水的含鹽濃度增大。由于重量的关系，含鹽度大的水都集中到下部各層。海水因陆棚阻止

也不再退回大海。当湖水被各种鹽类过饱和的时候，这些鹽类便离析出来沉到湖底。各种化学沉积便在这里聚集，如岩鹽、硬石膏、石膏等。

里海的卡拉博加茲湖灣可以做为这种类型的現代瀉湖的例子。

根据上述我們就会知道，在某一种气候的条件下，在瀉湖中可以形成碳氫化合物；而在另一种条件下，則形成化学沉积。上述的例子已經非常出色的說明了确定地表各处地史时代自然地理地質条件的实践意义。

地質学对油、气田調查、勘探和开采有特殊重要的意义。已經得到証实，假如不估計到含油区的地史情况而进行油、气开采的話，可以使油、气田遭受破坏，甚至于报废。

最后还应指出，地質学对于促进唯物主义的世界觀有巨大的教育意义。

地質学的研究方法

地質学是一門很难进行实验的科学。其原因是地質过程漫长，以数千年計。在进行实验时要想保持漫长的時間因素几乎是不可能的。

这并不是意味着地質学不要进行地質学的实验。实验現在要做，將來也要做，但其份量暂时还不大。关于个别矿物、岩石重制的試驗，关于各种地質構造(褶皱、正断層、逆掩断層及其他等)再造的試驗都已做过。虽然如此，这些实验还只是涉及了地質学所研究的各类問題中極少的一部分。在这方面地質学是和其它自然科学如物理-数学等科学大不相同。

在物理、化学等科学方面几乎全部都可以用相应的試驗檢查自己的任何科学結論和所做出的任何定律。而地質学家在大多數的情况下則不能这样做。