

可燃矿产形成过程及性质

C. M. 格里戈里也夫 著

地质出版社

158
462

可燃矿产形成过程及性质

(可燃矿产科学有关方面的某些问题)

C. M. 格里戈里也夫 著

李 树 菁 译

地质出版社

1959·北京

0159541

502-101-1

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ
С. М. ГРИГОРЬЕВ
О ПРОЦЕССАХ ОБРАЗОВАНИЯ И СВОЙСТВАХ
ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

(Некоторые вопросы смежных разделов науки
о горючих ископаемых)

本書共分兩篇，在第一篇中提出了可燃矿产矿床形成过程中的許多新問題，其中最主要的最有爭論的問題是有机物質的地球化学因素在可燃矿产矿床形成过程中的作用問題。作者这一方面的研究是发展了В. И. 維尔納德斯基院士关于有机物質在地壳中的地球化学作用这一思想。作者根据这一思想出发在本篇中提出了一系列的有趣問題：象厚煤层形成問題；低灰份煤聚积問題；煤层直接位于石灰岩上面或下面的問題等等。

第二篇系討論可燃矿产（特別是煤）本身的形成过程及性質方面的問題。作者在本篇中除闡述了可燃矿产形成过程中的若干理輪外，特別提到了可燃矿产的图解对比研究方法，并大大加以发揮。作者在本篇中除对以往的可燃矿产的若干图解研究方法提出批判外，还提出了自己的两点新观念：第一，用图解研究可燃矿产时一定要用原子数目比而不要用重量百分比来表示各元素成分；第二，提出了三条生因直綫作为图解的基础，这三条生因直綫是：脫 H_2O 綫，脫 CO_2 綫（或脫接基綫）及脫 CH_4 綫。

本書中所提出的若干新的有爭論的問題，在此百家爭鳴的时代，对于发展煤地質这一科学領域是有其特殊意义的。

本書可供煤地質方面的科学研究人員、教学工作者及对这些問題有兴趣的煤地質家、煤化学家、煤工艺学家等参考之用。

本書由北京矿业学院煤田地質系煤田地質教研組李樹善同志譯出，其中第二篇由北京矿业学院化学教研組顧德麟教授作化学方面的技术审校。

可燃矿产形成过程及性質

(可燃矿产科学有关方面的某些問題)

著者 С. М. 格里戈里也夫
譯者 李 樹 菁
出版者 地 質 出 版 社
北京宣武門外永光寺西街3号
北京市書刊出版業營業許可証出字第050号
发行者 新 華 書 店
印刷者 地 質 出 版 社 印 刷 厂
北京安定門外六鋪炕40号

印数(京)1—4400册	1959年5月北京第1版
开本31"×43" 1/25	1959年5月第1次印刷
字数 210,000	印张 9 ³ / ₈ 插頁 1
定价(10) 1.30 元	

目 录

校閱者的話

作者的話

第一篇 可燃矿产矿床形成过程的地球化学因素

第一章 水溶液的地球化学作用	9
1. 水循环系統中具有地球化学作用的水流分支	11
2. 滲透到地壳中的水量問題	13
3. 深水成分及埋藏条件的特点	17
4. 水溶液的地球化学作用	22
結論	24
第二章 有机物質的地球化学作用	25
1. 可燃矿产矿床中的水及岩石的特征	26
2. 土壤盖层及含可燃矿产岩系的結構及成分的相似性	29
3. 可燃矿产矿床中有机物質及无机物質变化过程的相互关系	31
4. 硫酸鹽与甲烷的作用	34
5. 煤层頂板岩石中的硫化鉄聚积	38
6. 有机物質轉变产物对煤层底板岩石的影响	40
7. 煤产地岩层中的次生作用	42
結論	47
第三章 可燃矿产矿床沉积岩层的升降运动	49
1. 沉降的原因	49
2. 上升运动的原因	54
3. 上升运动是固体物質質量及体积增大的結果	57
4. 論含油区的鹽丘構造	62
5. 可燃矿产矿床中物質比重变小的現象	65
6. 根据物質水化作用的原理用模型說明上升运动	66
結論	70
第四章 有机物質是可燃矿产矿床形成过程中的能量来源	73
1. 有机物質在其他能量来源中的地位	73
2. 沉积岩中有机物質的总含量	76
3. 作为能源的有机物質在質上面的特征	79
4. 对能量来源的数量要求	82
結論	86

第二篇 可燃矿产形成过程及性質

第一章 可燃矿产形成过程問題	89
1. 可燃矿产本性問題	89
2. 可燃矿产的原始物質	91
3. 可燃矿产形成过程中的因素	95
4. 有机物質变化的特点	97
5. 可燃矿产元素成分图解及此图解的解釋	99
6. 可燃矿产的原子成分	106
7. 可燃矿产原子成分在可燃矿产可能轉变过程中的变化	110
8. 可燃矿产原子成分图解	115
9. 某些种类的燃料变成另一些种类的燃料的可能路綫	119
10. 可燃矿产形成过程的方程式	122
11. 生因过程中的突变	126
12. 可燃矿产形成过程的物質平衡式	129
13. 可燃矿产形成过程的热力平衡式	134
14. 根据元素成分数据計算物質平衡及热量平衡	140
結論	144
第二章 固体燃料的元素成分及性質	151
1. 关于固体燃料元素成分及性質間之关系問題	151
2. 測定煤元素成分之誤差	157
3. 用图解統計来对比固体燃料性質及成分	159
4. 頓巴斯烟煤之元素成分及性質	173
5. 頓巴斯煤的灰份成分与其有机体元素成分的关系	191
結論	201
第三章 固体燃料加热处理过程中揮发物的形成	204
1. 揮发物及焦渣的元素成分	204
2. 固体燃料揮发份的元素成分	210
3. C、H、O 三种元素在揮发份及焦渣中的分佈情况	222
4. 实验室測定的揮发物产率及工业煉焦时揮发份产率的差別	224
結論	233
总 結	235
参考文献	237

校閱者的話

在實現苏联共产党第十九次代表大会所拟定的沿着走向共产主义的道路繼續发展苏联国家的提綱当中，科学起着巨大的作用。十九次代表大会曾指出了在科学的一切部門內开展理論性的研究的重要性及必要性。在向讀者們所介紹的C. M. 格里戈里也夫所著的这本书当中，討論了可燃矿产矿床形成过程中的地球化学因素方面的許多新觀念。本书中又叙述了关于可燃矿产形成及固体燃料的元素成分和其性質間的联系的一般問題。

在C. M. 格里戈里也夫所提出并加以論証的新觀念当中，有一些是有爭論的，但是，这并不能降低这一研究的总价值，这一研究系发展了B. И. 維尔納德斯基关于有机物質在地球化学及地壳能力学上的作用这一先进的思想。

化学科学博士 B. A. 索可洛夫

作 者 的 話

本書是可燃矿产理論当中若干一般問題的綜合研究。

本書中探討了有机物質在地球化学及能力学上的作用，主要探討了在有机物質轉变为各种可燃矿产过程中从有机物質当中所放出的化合物及能量的作用。

迄今为止，一般均只注意溫度、压力、及化学介質的性質（对化学介質的性質注意的差些）对可燃矿产有机体的变化方向及变化速度的作用。至于有机物質（有机物質所放出的能量及化性活潑的解离产物对于无机圍岩及可燃矿产矿床的地球化学及地質改造过程所起的反作用，还几乎无人研究，我們認為这一反作用对于理解許多問題來說是极其重要的。

虽然，在有机物質的地球化学及能力学方面的积极作用这些問題上曾有若干傑出的苏联学者 В. И. 維尔納德斯基、А. Е. 費尔斯曼、В. Б. 波雷諾夫等人进行了大規模的研究，但是，关于有机物質的地球化学及能力学的积极作用这一观念还几乎未提到科学的日程上来。

迄今以前，本質上，有机物質还未被考虑到下列因素当中：这些因素决定着能使可燃矿产矿床产生許多特点的那些多种多样的力学的、化学的、物理化学的及其他作用的进行。另外，有机物質也沒有当成一种能源来解釋下列的現象：煤及石油矿床的地热特征；消耗在使煤及其他矿床凹陷中所充填的沉积岩层发生上升（常可使这些岩层形成褶皱区）的巨大能量。

本書中还叙述了可燃矿产形成过程方面的若干一般問題。其中首先就談到了有机物質在可燃矿产形成过程中的轉变实質方面的問題，特別是談到了有机物質在过渡阶段中（即質变阶段中）的轉变实質問題，例如，特別談到了泥炭变成褐煤，褐煤变成烟煤等問題。

作者系根据如下的論据出发来解决上述問題的。各个轉变阶段的可燃矿产全套的元素成分数据是有机植物物質在可燃矿产長期复杂的形成过程中遭受到的化学变化最客觀的反映之一。

根据这一論点曾研究了各种可燃矿产形成过程的自然“工艺”过程。这一研究是根据图解分析方法来进行的。进行对比所用的能反映各种可燃矿产的相互联系及其元素成分亲緣关系的图解是根据換算成原子数目比的可燃矿产元素成分数据来进行的，而不是象一般那样用重量百分比所表示的可燃矿产元素成分数据来进行的。^①恩格斯^①早已指出：“在化学中，有化合物成分的百分率計算法，它是最好不过地掩盖化合物的定比和倍比定律，而实际上也确实相当長时期地掩盖了这个定律的方法”。

我們曾根据大量的分析数据把研究的結果进行总括及系統化，曾利用了許多文献上的数据，这些文 献約研究了 3000 块燃料标本，这 3000 块标本当中有：植物物質、泥炭、褐煤及烟煤、油頁岩、藻煤、石油及其他可燃矿产。

最后，在本書中还叙述了关于固体燃料元素成分变化与其性質变化間的关系問題。作者在此問題上所根据的观念如下：可燃矿产物質是植物物質規律性的变化产物，而不是各种有机物質的偶然混合物，因此，应当把可燃矿产看成是特殊种类的有机化合物的代表，这些化合物的元素成分及性質之間的联系是必然有的。此外，还分析了揮发物及焦炭形成过程方面的某些問題。

有許多成熟的問題或正在研究中的未成熟的問題在本書中都沒有提到，虽然这些問題对于了解可燃矿产及其矿床形成过程比較重要。本書中主要集中研究了不应当忽略的問題，或集中研究了尚未提出的問題。因此，作者認為這本書只是提出一系列新問題的論据，然而，作者認為在这方面所获得的研究結果值得許多方面的專家的注意。其中某些論据还是有爭論的。

有爭論的問題当中，首先是在本書中特別強調指出的有机物質在地球化学上及在可燃矿产矿床中所发生的变化过程中的能力学上的作用問題。另外一个有爭論的問題是我們所論証的关于水的循环系統中有一个特殊的深部水流分支 問題，这一支特殊的水流还 没人加以考

①見恩格斯自然辯証法，中文版248 頁人民出版社，1955年出版。

慮。我們認為：考慮到能滲透到地殼內部相當深的地方的深部水溶液的作用，不僅對於了解可燃礦產礦床形成過程有其重要意義。無疑地，這種深部水溶液的作用，正如有機物質的作用一樣，在解釋其他比較具有一般意義的問題時也應當加以考慮。

蘇聯科學院通訊院士 A. B. 契爾納謝夫，教授 B. A. 拉寧、A. A. 阿格羅斯金、И. Г. 別特林科、P. H. 比金、И. Л. 伐爾別羅夫、Д. М. 契爾納謝夫等人的批評意見、建議及經常的關懷對於該研究工作的完成起了很大的促進作用，作者謹向上述同志們致以深刻地感謝。

Г. М. 克爾日任納夫斯基院士、С. И. 米羅諾夫院士。B. B. 波里諾夫院士、П. H. 契爾文斯基教授、B. Л. 里齊科夫教授等均對作者在本書中提出的基本思想給以大力的支持及好評。

當然，本書不可能沒有缺點；作者將把本書讀者的批評意見及建議加以考慮并向提意見的讀者加以感謝，以便進一步改進及發展這一方面的研究。

C. M. 格里戈里也夫

第一 篇

可燃矿产矿床形成过程的地球化学因素

第一章 水溶液的地球化学作用

“自然界的水溶液不是地壳中的惰性物质。自然界的水溶液是大量能量的协带者，同时还能作大量的功。整个地壳都充满做功及能。生命能将太阳能带进各样的水溶液中”。

B. И. 維尔納德斯基

(地壳中的矿物历史。自然水的历史)

地壳內所含的大量有机物質中仅有較少的一部分埋藏于煤田中，煤田中这一小部分的有机物質，就其聚积形式及富集程度看来，能供国民經济之用。由此可得出結論：并非仅仅在自然界中有了有机物質就能形成煤田；煤田的形成还需具备保証有机物質富集的一定条件。

陆地上进行产地含煤岩系聚积的地区的長期下沉是这些条件当中一个公認的重要条件。地槽型煤产地的总面积大約不超出陆地面积的1—2%，在分布有地槽型煤产地的地区可聚积深达10—15公里的沉积岩层。

这一点可以証明陆地上形成地槽型煤田的地区曾經发生过長期的下沉。然而，所謂長期的下沉并不是簡單的下沉，而是帶有其独特的断断续續的不均衡下降的性質，也就是說下沉运动常被上升运动所代替。这种性質的运动的結果就造成了富煤地层典型的多煤层結構。例如，上西利西亞煤田含煤477层；沙阿尔斯克煤田含煤350层；頓巴斯煤田含煤200层[1]。

煤层可被不同厚度、不同成分、不同生因的礫石夾层分离开。同时，大多数的煤产地，特別是地槽型多煤层煤产地，常是較高的褶皺山区。

根据这一点可以証明形成煤矿床的地区的历史是极其复杂的。

对于富煤地层具有决定意义的主要地壳运动使此区下沉到地面以下相当深的地方，下沉的深度甚至要比现代海洋中最深的地方还要深。

现在位于高聳地区的煤田，除了受过时而停止下沉，时而又发生暂时上升的长期下沉外，很清楚地可以看出：这些煤田还经历过上升阶段，当上升时，沉积岩层（其中也包括海相石灰岩）都上升到超出海面以上相当高的地方，并且都形成褶皱。上述煤田沉积岩系剖面的结构给我们提出了大量的问题有待我们来解决，其中最重要的问题有如下的几个：

1. 煤田发生长期下沉的原因如何？
2. 上升运动的原因及力学机构如何？
3. 可燃矿产矿床构造运动作用的能量来源如何？

曾有許多文献談到过陆地各个地区下沉的性质及原因问题，这些叙述主要是研究地球上地槽区所表现的大规模构造运动。

结晶基底的局部下沉与可燃矿产矿床形成的可能性的联系如此之明显，甚至于结晶基底局部下沉就可作为可燃矿产矿床最重要的找矿标志之一〔2〕。

地壳上聚积石油及天然气地区的决定作用是长期的下沉，这一点是大家所公認的。

“南北两半球上的主要可燃矿产资源都与地壳上在整个地质历史过程中經受过以下沉为主的地区有关”〔3〕。

对地壳上形成可燃矿产矿床地区的长期下沉作用还没有找到令人满意的解释。大家知道：許多煤产地的形成都与煤田结晶基底的下沉有关，下沉深度可达10公里之多。同时，仅陆地上不大的区域遭受下沉。有一种假說認為：所聚积的沉积岩层的重量是引起下沉的原因，这一假說是經受不住批判的，因为遭受下沉煤田基底是由比沉积岩較重的岩石組成的。

認為下沉是原生現象的假說或者根本不能解释下沉的原因，或者把下沉作用与收縮說联系起来，而收縮說的根据是康德-拉普拉斯的宇宙論，而康德-拉普拉斯的宇宙論是不合乎宇宙学說領域的现代理論的。此外，上述那些假說都不能解释如下的現象：在煤及其他可燃矿

产矿床形成过程中所見到的面积那样小的矿床,但是其下降深度却比較深。

作者認為,只有当考虑了一系列的地球化学因素以后,才能解釋具有如下那些特征的可燃矿产矿床的复杂的地質历史:一方面这些可燃矿产矿床在含矿岩系的下沉及上升运动的性質方面有許多特点;另一方面,煤及其他可燃矿产矿床岩系中的岩石及水有許多地球化学特征。我們認為:上述的許多地球化学因素当中最重要的因素是有机物質分解产物与矿物、岩石的相互作用,以及水的經常循环作用。

1. 水循环系統中具有地球化学作用的水流分支

在水的循环这一問題当中,以滲透到地壳深处的水的作用研究得最差。水进入地壳岩层中有两种方式:或者是透过大大小小的水体底部的岩石而进入深部岩层中,或者是因为大气降水透过地表岩层而进入深部岩层中。有人認為[4]水滲透的深度不超出10—12公里,在此深度中的圍岩溫度約可达到水的临界溫度。这种說法是不正确的,因为,一方面位置愈深則地热增高的速度就愈小,因此,临界溫度应出現于比10—12公里深的深处,况且,临界溫度还要随水溶渡中的含鹽量的增加而升高[5]。另一方面,临界状态的水并非不能滲透到更深的地方去。由此可以認為:水可滲透到相当深的地方。

根据上述的观点看来,关键問題不在于水究竟能滲透到如何的深度中,甚至于也不在于究竟有多少水滲透到这样的深度中。我們認為关键問題在于:当水滲透到深处时,是否仍能参加水的总循环系統,或者,这些水到了深处就不再运动了。从这方面看来,透过陆地岩层而进入地壳中的深水与透过海洋底部岩层而进入地壳中的深水是有很大的差别的。这两支深水的差别既表現于水的动力方面,又表現于地球化学方面。

兩支深水在水的动力方面的差别如下:透过大陆岩层而进入地壳中的水不可能在深部岩层中呈静止状态,因为,这部分水受到了过剩的、沒有任何力来加以平衡的水溶液的静止水柱压力,此水柱的高度等于海平面以上的陆地的平均高度。如果陆地平均高出海平面为700

米，又如果不考虑各种水溶液现有的比重差别，则陆地下面的深水所受的过剩压力平均等于70个大气压。

除了高出海面的高度对水压有影响外，两个互通的水流分支中的水溶液比重对于水压的大小也有很大的影响。海洋底部岩层中水溶液的比重（即海水的比重）等于1.03，而大陆岩层中水溶液的比重则相当大。深达1—2公里的溶液中就含有10—20%可溶性盐类，这些溶液的比重在1.2以上。

这一压力差，及由于降水量的补偿而维持的这一压力差足够保证水能经常按一定方向由高压流向低压。因此，水的循环系统中应当有一个重要的水流分支，利用这一分支可以解释许多的现象，但是，这一分支水流的水量及水质一般都没有考虑到这一分支水流先透过大陆岩层而进入比较深的地方，由较深处透过海洋底部而流入海洋中。Φ. П. 沙瓦林斯基[6]指出：“构造裂隙中的地下水可顺裂隙流到海中，并且在海中有时能形成规模很大的上升泉水”。

3. A. 馬基也夫[7]专门论述了大陆水经常不断地流过海洋盆地中的可能性。当馬基也夫谈到大陆水的渗透深度时，曾提出了“大”水流基准或“注”水流基准这一概念，在此水流基准以下，大陆水停止运动。3. A. 馬基也夫指出：“大”，水流基准的深度尚不清楚。虽然他曾叙述了存在有深达10—15公里的裂隙方面的资料，但是，他却推断“大”水流基准深度只有3公里。

如果大陆的地形及岩石性质均一定时，则透入到某一深处水当中，有相当大的一部水都在大陆本部进行循环。如果，透过高原地区的岩层而进入极深处的水同透过地槽区的沉积岩层的透水层而进入深处的水相通，且此地槽区又是陆地上低洼的低洼地区的话，那末，根据联通器的道理，透过高地岩层的水将要出露在地槽区的地面上，水在此处或蒸发掉，或变成地表水重新流入循环系统中。

В. И. 維尔納德斯基在其杰出的著作当中极深刻地揭露了并阐明了地壳发展过程中水溶液的地球化学作用及动力作用。他认为深部水溶液在形成各种矿物过程中有巨大的作用：例如，当形成片岩、綠泥石、云母等的过程中深部水溶液的作用很大。他认为由“富含水的地

“下气圈”区来的水可以重新变成层間水、潛水，甚至土壤水。

上述情况可清楚地在这图 1 上所表示的水的循环系統中看出来，此系統是由B. И. 維尔納德斯基作的[8]。

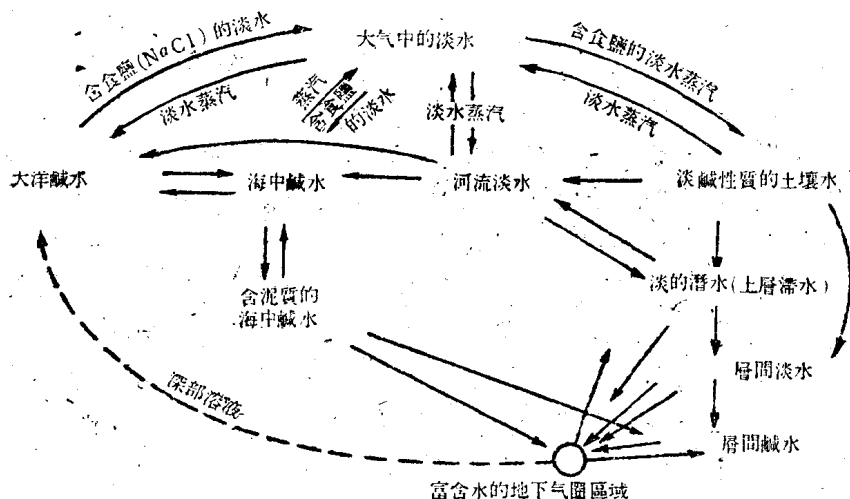


图 1. 水的循环系統 (根据B. И. 維尔納德斯基)

然而，在此循环系統中未能指出先流入“富含水的地下气圈”，后直接通到海洋中的一部分水的可能联通的路线，于是，我們把这条路线用虚线表示于图上。

呈雨、雪、霜、露的状态降到地表的这部分大气降水量可通过三种方式回到水的循环系統中去：一部分蒸发掉；一部分由地面上的河流流入海洋中，另一部分渗透到土壤中，然后从土壤中变成潛水及埋藏較深的水由各水平上流入河及海洋中。西欧每年平均約有19.4%的大气降水量渗透到土壤中[9,10]。

2. 渗透到地壳中的水量問題

关于有多少雨量可以透入很深的深部的一些資料是沒有的。看来，透入深部的雨量在年雨量平衡表中所占的比重是不太的。然而，如果考虑到这些水在地質时代內的水的循环过程中可与地壳深处岩石相互发生作用这一特点，就需要估計一下，即使是粗略地估計一下这

些水在地壳地球化学上所起的量方面及質方面的作用，并且要尽可能确定出对于考虑这些溶液的作用特别重要的地区。

因此，就必需来追索雨水在地壳深处运动路径中所遇到的物理及物理化学环境。

首先应当指出：为量最多的水可以滲过地槽区的沉积岩层而进入地壳内部。经过各条路线透过土壤盖层的水可重新回到地面上。比较多的一部分水呈泉水或各种形式的水流流入河中及其他低洼的地方。看来，仅极少的一部分大气降水量可渗透到很深的深处，这极少的降水量很可能由深处向海洋底部运动。

可根据各种水源的涌水量及这些水源的盆地面积来计算先渗透到深部，后又呈各种水源的形式重新流回地面的水量。平均看来，如果按每年一平方米来计算，则各种水源的涌水量可由山区的11立升，变到开垦土地及小灌木叢的170立升[10]。透入地壳中并在极大深处往复运动的水量可根据水压及这部分水在其运动的路途中所需要克服的阻力来计算。

透过透水层的水量可按下式计算：

$$Q = K \frac{F t \Delta P}{\mu l},$$

式中：

Q ——液体体积 (CM^3)；

K ——渗透系数 (单位为达尔西)；

F ——横截面 (CM^2)；

t ——时间 (秒)；

ΔP ——压力差 (大气压)；

μ ——粘度；

l ——路途长度 (CM)。

20°时，水的粘度等于1.005，而各种岩石的渗透系数则变动于极大的范围内。一般均用达尔西作单位或用达尔西的千分之几作单位来表示渗透系数。等于一个达尔西单位的渗透系数相当于岩层横截面等于1 CM^2 ，长度等于1 CM ，压力差等于1个大气压时流量为1立方厘米/秒

的渗透系数。

沉积岩中①最易透水的要推礫岩层及大块角礫岩层。砂子，特别是粗粒及分选很好的砂子，其透水性也是很高的。关于砂子透水程度的若干数据载于表1中。

某些沉积岩之透水程度载于表2中。

自然界中的实际渗透系数要比根据实验室中所测定的岩石之渗透系数②而计算出来的值高的多。Г. И. 巴甫洛夫斯基[14]写道：“在大的整块粘土中所测定的粘土渗透系数要比用小块标本作实验测定出来的粘土渗透系数大几百倍”。渗透系数的增大一方面是因为裂缝不均匀，另一方面是地下水具有其他的结构特点。

砂子的渗透度及孔隙度[12]

表1

砂子之粒度 (网目)	孔隙度	渗透度 (达尔西)
30—40	40.0	344.81
40—50		65.89
50—60		43.46
60—70		30.96
70—80		26.36
80—100		10.49
100—120		9.46
120—140		9.26
粒度不均匀的细砂	30—35	1—10
粉砂	36—41	5—180
最细的砂子	37—70	0.01—0.1

①结晶岩石的渗透度要比沉积岩低的多，然而结晶岩石仍然是可渗透的，特别是当处于地壳中的高压下，其渗透度就更较高些。渗透到结晶岩石空隙中的水量随压力的变化情况如下(11) (水量用干燥标本的重量百分比表之)。

岩石名称	当缓慢浸入水中时	在真空中	在100个大气压下
玄武岩	0.31	0.42	0.48
花岗岩	0.81	0.99	1.25
砂岩	3.33	3.40	4.00

②对于结晶岩来说，如果其自然渗透度主要系根据节理数目来确定的，那末，这一差别就特别大。因为无裂缝的岩石是没有的，因此在结晶岩石构成的山区也可发现雨水渗透到岩石中去的现象，这一现象可用如下的两种情况来证明：一方面有各种的泉水，另一方面各种泉水的流量与雨水量之间有关系。系数的增大是由于裂缝的不均匀性及地下水的其他结构特征所造成的。

某些岩石之渗透度〔13〕

表 2

岩 石 种 类	渗透度 (微达尔西)
砂岩 (巴庫)	32—1400.0
砂岩的各种标本 (格罗茲內)	0.0006—1000.0
粘土的各种标本 (格罗茲內)	0.01—90.0
粘土 (楚索夫城)	0.0002
石灰岩	2.3
白云岩 (楚索夫城)	0.00007
粘土之各种标本 (美国)	0.51—3390.0

为了粗略地计算一下地壳中由大陆中部流到海洋中去的深成水 (глубинные воды) 量, 可以采取长达5000公里的路途, 高达100—200大气压的压力差 P ; 渗透系数变动于 10^{-5} 到1.0之間。在此条件之下, 根据水压的大小, 即根据由当地高出海面的高低所决定的水压的大小, 在一年中, 水流通道横截面的每一平方米的面积上可以流过如下的水量 (以立升表示之) (表 3)。

在水流通道长达5000公里情况下, 流经岩层
横截面上每一平方米的水量 (立升/年)

表 3

K	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0
P=100大气压	0.00063	0.0063	0.063	0.63	6.3	63
P=200大气压	0.00126	0.0126	0.126	1.26	12.6	126

水流通道上逗留时间的长短决定于水所流经的通道岩石孔隙度的大小。例如, 如孔隙度为25%, 在通道长达一米横截面为一平方米时, (即在一立方米中), 孔隙的体积共等于250立升。这就是说, 如每年有一立升的水流经一立方米的截面, 那么, 水需经过250年方能流经一米长的距离。如果渗透系数象表3中最后一行中等于126立升/年的那样最大的数值, 那么, 在这种岩层中需经过两年的时间方能流经一米长的距离。水在通道中逗留的时间 (t) 若用年来表示, 则其通式

如下: $t = 10000 \frac{ln}{a}$, 式中 l ——距离 (公里); n ——孔隙度 (百分