

岩石学原理

英国 G. W. 狄瑞尔 著

223

地质出版社

岩石学原理

英国 G. W. 狄瑞尔 著

張文佑 刘作茹 译

地质出版社

1958 • 北京

THE PRINCIPLES OF PÉTROLOGY

An Introduction to the Science of Rocks

by

G. W. TYRRELL

A.R.C.Sc., F.G.S., F.R.S.E., D.Sc. (Glasgow)

Lecturer in Geology in the

University of Glasgow

LONDON: METHUEN & CO. LTD.,

NEW YORK: E.P.DUTTON & CO. INC.

本書對於岩石學上的各項問題，均有論及。書中分三部分：第一部分論述火成岩；第二部分論述次成岩、沉積岩；第三部分論述變質岩。條理清楚，敘述簡要，對大專學校之學生以及一般地質工作者或研究人員，均有參考之價值。為排版方便起見，我們將原書各頁下面之參考文獻均移到了譯本的最后，請讀者注意。

岩石學原理

著者	G. W. 狄 瑞 爾
譯者	張 文 佑 劉 作 茹
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059號
發行者	新 華 書 店
印刷者	北 京 市 印 刷 一 廠 西便門內南大街乙1號

印數(京)1—2,600冊	1958年5月北京第1版
開本31''×43'' $\frac{1}{2}$	1958年5月第1次印刷
字數245,000	印張11 $\frac{1}{2}$
定價(10)1.50元	

目 录

譯者序言

原著者序

第一章 引 論

岩石学——地球帶——重圈——地球各壳層的成分——地壳的化学成分岩石及其化学成分——造岩矿物——岩石的分类 11

第一部分 火 成 岩

第二章 火成岩的形狀和構造

引言——火成岩的形狀——岩流——火成碎屑沉积——侵入体及其与地質構造之关系——未褶皺区內的形狀——岩床——岩盖——岩盆——岩脉——环狀岩脉和錐狀岩席——火山頸——褶皺区內的形狀——岩脊——岩鑄体——岩基——叠侵入体——复侵入体——分異侵入体——火成岩的構造——構造和結構——多孔和杏仁狀構造——塊狀熔岩和繩狀熔岩——枕狀構造——流紋構造——节理、席狀和板狀構造——柱狀和方柱狀構造——平断向和縱断向 20

第三章 岩漿的成分和組成

岩漿——岩漿的化学成分——火成矿物——岩漿的物理化学組成——原始岩漿

42

第四章 火成岩的形成

玻璃和晶体——一元岩漿的結晶——火成岩的顆粒——玻璃的形成——二元岩漿的結晶——共結——混合品——三元岩漿的結晶——其他三元系的結晶——反应关系 51

第五章 結構和显微構造

定义和描述——結晶度——結晶的开端。雛晶和微晶——去玻作用——粒度——晶形——晶体間的相互关系。等粒結構——不等粒結構——斑狀結構——嵌晶結構——間片結構和出粒結構——有向結構——插生結構——反应構造——捕虏体構造——球狀構造——球粒構造——破裂形式 66

第六章 火成岩的分类

分类的基础——根据化学成分分类——根据矿物成分分类——根据地質产狀和結構分类——分类表——命名法——花崗岩、花崗閃長岩和閃長岩——正長岩、霞石正長岩和相关的鹼性岩类——輝長岩、斜長岩和橄欖岩——粗玄岩和煌斑岩——流紋岩和英安岩——粗面岩和响岩——安山岩和玄武岩 83

第七章 火成岩在空間和时间上的分佈

同源性——火成岩系的圖解——火成岩的臺——岩区和岩期——火成作用和地壳运动——火成岩的时间順序……………108

第八章 火成岩的成因

火成岩的变化——分異的証据和單一岩体的变化——分異的理論——由液体不混溶性引起的分異——由結晶作用引起的分異——重力分異——过瀾分異——揮發份在分異中的作用——偉晶岩和細晶岩——同化和混染岩——鹼性岩石的成因……………120

第二部分 次 成 岩

第九章 引 言

概論——岩石的破坏——岩石的分化作用——岩石的分解作用——搬运——沉积作用——次成岩的分类……………136

第十章 残余沉积

一般的残余沉积——鈣質紅土——燧石白堊粘土——紅土和鋁土矿——土壤……………143

第十一章 沉积岩的矿物、結構和構造的特征

矿物成分——顆粒的大小——砂和砂岩中的重矿物——顆粒的形狀及圓化——凝聚作用——層理——小型構造和痕跡……………147

第十二章 沉积岩的描述

沉积岩的分类——礫岩类：角礫岩和礫岩——砂岩类：砂和砂岩——粉砂和粉砂岩——泥質岩类：粘土和頁岩……………158

第十三章 化学成因的沉积

一般的化学沉积——結核——分泌体——膠体——矽質沉积——碳酸鹽沉积——鉄質沉积——鹽类……………167

第十四章 有机成因的沉积物

一般的有机沉积——鈣質成分的有机岩：石灰岩——有机成因的磷酸鹽沉积——有机成因的鉄質沉积——有机成因的矽質沉积——碳質沉积物：泥炭和煤……………179

第三部分 变 質 岩

第十五章 变質作用

变質作用的一般特征——变質作用的要素——变質作用的种类——深帶和变質作用——变質作用的相和等級……………190

第十六章 变質矿物、变質作用和变質構造

原始成分的影响——热力和均一压力的影响——有向压力的影响——变質岩的結構和構造——变質矿物的形狀——变質岩中矿物的成長及其相互关系——变質岩的構造——变

質岩的分类和命名	196
----------------	-----

第十七章 压碎变质作用及其产物

一般的压碎变质作用——板岩和板状劈理——压碎角闪岩和压碎岩——扁豆岩和糜棱岩	215
--	-----

第十八章 热力变质作用及其产物

一般的热力变质作用——粘土岩的热力变质作用——粘土岩的接触变质作用——粘土岩的高热变质作用——石灰岩的热力变质作用——砂质岩石的热力变质作用——基性熔岩和凝灰岩的热力变质作用——熔烤变质作用	219
---	-----

第十九章 动力热力变质作用及其产物

一般的动力热力变质作用——泥质岩类的动力热力变质作用——石英长石岩类的动力热力变质作用——基性火成岩和凝灰岩的动力热力变质作用	230
---	-----

第二十章 深成变质作用及其产物

一般的深成变质作用——粒变岩，粒岩，长英粒变岩——辉石片麻岩，辉石粒变岩，和紫苏花岗岩系——榴辉岩和榴石石英岩	237
---	-----

第二十一章 交代作用和变质的加入作用

交代作用——交代作用的过程——气化变质作用——注入变质作用和自变质作用——叠片麻岩，复片麻岩，再熔作用和再生作用	243
--	-----

参考文献	255
------------	-----

譯者序言

原書出版后，曾得世界各国岩石学家的好評。1926年初版，1929年再版，重版十三次。在苏联曾出版过它的譯本。現在这个譯本是根據1956年重版本譯的。原書共二十一章，第一章是緒論，講岩石学的对象和范围。第二章至第八章屬第一部分講火成岩，約占全書的一半，分述火成岩的形态和構造、岩漿成分、火成岩的形成、結構及分类等，对于火成岩在時間上和空間上的分布以及它的發生和演化，也都作了簡明的敘述。本書第二部分包括第九章至第十四章，專門討論沉积岩，从岩石的風化入手，講述殘余沉积、化学沉积和生物沉积以及它們的結構和成分。本書第三部分專講變質岩，由第十五章至第二十一章，首先論述變質作用及變質矿物，然后討論压碎變質、热力變質、动力热力變質、深成變質和交代作用以及它們的产物。

全書条理清楚，敘述簡要，可作为大学地質系岩石学参考書或教本，对大学畢業后的地質工作者也極有参考的价值。

在譯書的过程中，曾在火成岩部分增加了一些中国的实例，但由于我国的岩石学研究工作开展的还很不够，特別是沉积岩和變質岩方面实例甚少，不够作本書的补充，所以最后为了保持原書的面目及使其各部一致起見，遂又行略去。

自原書出版后的二三十年以来，岩石学是有巨大發展的。因此，原書在某几方面論述就显得不够了；如火成岩分类方面、如約翰生的矿物分类法、拉巴朗-盧奇茨基的矿物分类法、欧散的化学分类法、列文生-列星格的化学分类法、尼格利化学分类法、查瓦里茨基化学分类法以及火成岩成因方法的理論如花崗岩化的問題等，都需要加以补充。另外，关于火成岩体構造以及火成岩相等方面的論述也嫌不足。

至于沉积岩石学和變質岩石学的近代發展，尤其惊人。在沉积岩石学方面如沉积的研究方法、沉积相和建造的分析、沉积岩的次生变化、沉积分異以及近代沉积和古代沉积比較研究等。在變質岩石学方

面，过去多着重于变质作用的化学变化结果，对于变质作用的物理变化结果则注意不足。由于岩组学的发展，这两方面的研究，已逐渐结合起来，原书没有论述到岩组学似乎是“美中不足”。

岩石的地质体的概念是近来大大发展起来的。原书虽在有些地方涉及到，但是论述则是不够的，如岩石形成与大地构造的发展的关系方面，则是需要补充的。

原书的写作目的，如原著者在初版序言所指出，主要是为了地质大学生或大学毕业后的研究生，自然不能包括很全面，所以对于青年地质工作者来说，本书仍是不失为一本良好的教本和参考书。

为了补充原书的论述不足，译者建议读者可进一步参考下列的文献：

中文和中译本：

- | | | |
|------------------------|------------|-------|
| 1. 尼格利：岩石学与岩石鉴定表 | 1956年 | 科学出版社 |
| 2. 王嘉蔭：火成岩（增订版） | 1857年 | 地质出版社 |
| 3. 盧奇茨基：岩石学（上、中、下三册） | 1955—1956年 | 地质出版社 |
| 4. 金兹别尔格：实验岩石学 | 1857年 | 地质出版社 |
| 5. 什维佐夫：沉积岩石学（上、下两册） | 1856年 | 地质出版社 |
| 6. 魯欣：沉积岩石学原理（上、中、下三册） | 1856年 | 地质出版社 |
| 7. 莫尔、馬基：地质历史中的沉积相 | 1956年 | 地质出版社 |
| 8. 施罗克：层状岩石的层序 | 1955年 | 地质出版社 |
| 9. 叶利塞耶夫：构造岩石学（上册） | 1957年 | 地质出版社 |

外文原本

1. C. E. Tilley: Harker's Petrology for Students. 1955.
2. Н. А. Елисов: Методы петрографических исследований. 1956.
3. T. F. W. Barth, C. W. Correns & P. Eskola: Die Entstehung de Gesteine.
4. P. Niggli: Gesteine und Minerallge staten I, II 1948. (上册有英译本)
5. T. F. W. Barth: The ritical Petrology 1955 (有俄译本)
6. R. H. Rastall: Physico-Chemical Geology 1927.
7. E. E. Wahlstrom: There-tical Igneous Petrology. 1955.
8. A. Johannsen: A Descriptive Petrology of the Igneous Rocks. Vols. I, II III, IV. 1931-1937.
9. А. Н. Заварицкий: Изверженные Горные Породы. 1956.

10. H. H. Read: The Granite Controversy. 1957.
11. R. Balk: Structural Behavior of Igneous Rocks. 1933.
12. H. Cloos: Einführung in Die Geologi. 1936.
13. H. B. Milner: Sedimentary Retrography. 1940.
14. W. C. Krumbein & F. J. Pettijohn: Manual of Sedimentary Petrography. 1938.
15. W. H. Twenhofel: Principles of Sedimentation. and ed. 1950.
16. W. H. Twenhofel & R. R. Shreck: Methods in Sedimentation. 1950.
17. W. C. Krumbein & Sloos: Stratigraphy and Sedimentation 1955.
18. P. Eskola: Kristalle und Gesteine 1946.
19. Кузнецов: Метаморфические и Изверженные Горные Порода. 1955.
20. H. H. Read, Sulton & Watson: Metamorphic Geology 1957.
21. A. Harker: Metamorphism 1939.
22. F. J. Turner and J. Verhoogen: Igneous and Metamorphic Petrology 1948.
23. H. Ramberg: Origin of Metamorphic and Metasomatic Rocks. 1952.
24. H. W. Fairbairn: Structural Petrology of Deformed Rocks. 1949.
25. B. Sander: Gefügekunde der Gesteine I, II 1950.
26. Рухин, Сордюченк, Татарский, Калинко, Ренпартен: Справочное руководство по петрографии осадочных пород том I, II 1958
27. Williams, Turner & Gilbert: Petrography(有俄譯本)1954
28. Страхов, Бушинский, пустовалов и др Методы изучения осадочных пород том I 1957.

最后应說明，本書火成岩部分是由張文佑譯的，沉积岩和变質岩部分是刘作茹譯并經張文佑修正。稿成于1953年，并曾經何作霖先生审閱，于此誌謝。譯者1958年。

原 著 者 序

在這本書里企圖完成從發生觀點總結現代岩石學的任务。尽管這本著作和這個題目相比是小了，但是我們相信已把上述的範圍合理地包括在內。與岩類學不同，全書特別着重於發生觀點的岩石學；因此純粹的礦物學和描敘岩石學的細節概行略去。

每個讀本書的岩石學家將會認識到作者對於英國岩石學家哈克爾(A. Harker)和霍姆斯(A. Holmes)；對於美國岩石學家德利(R. A. Daly)，華盛頓(H. S. Washington)和鮑文(N. L. Bowen)；以及歐洲大陸岩石學家佛格特(J. H. L. Vogt)，戈爾德施密特(V. M. Goldschmidt)，拉克魯阿(A. Lacroix)和尼格利(P. Niggli)等人的敬意。本書着重於現代岩石學概念，而對於老一輩岩石學家的著作參考較少並不是意味着忽視他們的工作；這是因為希望供給學岩石學的學生們一批比一般經典岩石著作更新、更廣的參考文獻；這些文獻在書及圖中都用重點表示。再者，所有良好的和未過時的著作都已有意識地或無意識地包括在新的著作。老一輩的研究者們所提出的一些材料，已經成為近代岩石學科學的基石，因此也就沒有必要在每一本新的教科書中特別指出來。

許多圖都是新的；另外的則采自已在本書中提到的一些出版物並加以重繪和修改。

著者希望本書將適用於已具有初步地質知識的並將進行高級工作的地質學生、研究生和大學畢業后的研究工作者。再者，本書對於從事工程地質和應用地質的工作者也是有用的，而有些岩石學知識一般對於他們則是基本的。

著者誠心感謝科學博士、皇家學學會會員葛里高利(J. W. Gregory)教授審閱原稿，以及他的建設性的批評，許多有價值的建議和改正，都已包含在本書中。還感謝格拉斯哥大學的康納基研究員皮科克(M. A. Peacock)博士，承他用學生的眼光來審閱原稿，因而使

本書得在敘述方面，實際上達到所應有的清楚。

G. W. 狄 瑞 尔

1926 年 9 月于格拉斯哥大学

由于再版的机会得以改正一些小的錯誤，并在本書的輪廓內作了尽可能的修正和加入一些补充文献。著者感謝曾經善意地指出本書錯誤和遺漏的批評者和通信者。

G. W. 狄 瑞 尔

1929 年 12 月于格拉斯哥大学

岩石学原理

第一章 引 論

岩石学(petrology)——岩石学是研究岩石的科学，岩石是構成地球的大致固定單位。我們虽有和地球內部材料完全相同或相似的隕石标本，但岩石学的研究在本質上却只限于可接近的地壳材料。这門科学論述岩石的起源和产狀以及它們与地質作用和历史的关系。因此，岩石学是地質学的一个基本部分；它所論述的材料的历史，实际上也就是地質学所要闡明的。

岩石可从兩方面来研究：当作地壳的單位，也就是当作地質历史材料来研究，或当作实在的标本来研究。恰当地說，把岩石当作标本来研究的科学叫作岩类学(petrography)。但是岩石学是一个較為广泛的名詞，它含有岩石研究的哲学一面，包括着岩类学和研究岩石起源的岩石成因論(petrogenesis)。岩类学包含着化学、矿物和結構等这些科学的純描述部分。因为我們在論述岩石对于地質过程及其起源的各种广泛关系之前，必須得到关于岩石方面的正确知識，所以岩类学是研究岩石学必要的先备条件，并且必須和其他理化科学一样尽可能地应用定量方法。

岩性学(lithology)——这个詞的意义几与岩石学相同，現已罕用。从語源学方面看来，它是石料的科学；因此有一个趋向，就是把这个名字用于工程、建筑及其他应用地質学中的石料研究方面，这一趋向是应当受到鼓励的。在論述礫岩和角礫岩所包含的石料时，应用“礫岩和角礫岩的岩性学”一詞，將是同样恰当和同样正确的。

广泛地說，岩石学是应用物理化学的原理来研究天然存在的地球材料，所以它也可当作物理化学的自然历史分科看待。由此看来，又可使岩石学当作地質学的一門分科。过于孤立地研究岩类学，有时使

此关系趋于曖昧，并且隱蔽岩石学和一系列奧妙地質問題密切关联的事实。

地球帶——当作一个整体来看，地球是一个由未知材料構成的球体，外面包圍着若干薄壳。不能接近的重内部叫做重圈(barysphere)；在它的外面跟随着岩石圈(lithosphere)，是地球的薄的石質外壳；再向外则为一層多少相連的水圈；最后则为屬於最外層的空气和蒸气——大气圈(atmosphere)。为了特殊的目的，还有其他的帶被划分和命名。位于岩石圈和重圈之間的火成活动和熔岩生成的帶就是火圈(pyrosphere)；瓦尔特(Walther)曾將佈滿在最外壳的生物層划分为生物圈(biosphere)。近于石圈底部几乎不能支持应力的地帶，巴瑞尔(Barrell)称为岩流圈(asthenosphere)；地壳运动开始的地帶，某些欧陆地質学家称为構造圈(tectonosphere)。

重圈——对地球内部自然不能进行直接观察，但关于它的構造和成分的許多事实則已被間接地确定了。例如，地球内部必定热。井、矿洞和鑽孔內的观察，証明有一个向下增加的温度，世界各处不一，在欧洲每深 37.7 米平均增加攝氏一度，或每深一哩大致增加攝氏 50°。在北美洲温度坡度大为平緩，每深 41.8 米仅增攝氏一度或每深一哩增加攝氏 38°。若此坡度繼續無穷，極高温 度必可期待于地球内部，但此增加率可能随深度而衰減⁽¹⁾。同样地，即使在地壳內的中度深处，也必定具有很高的压力。

重圈还一定由重的材料構成。作为一个整体而言，地球的比重是 5.6，但岩石圈內已知岩石的平均比重仅为 2.7。

几种意見証明重圈一定是剛硬的，其剛性大过最好的工具鋼。地質学初期認為地球外面的薄壳是浮在熔化的内部上的，可是当注意到地球物理事实时，立刻就証明在上列情况下，这一薄壳由于月球的吸引將大大的扭曲，并且由于內摩擦关系，地球自轉也不能永久維持。

重圈是剛性的一个有力确証，是由地震波动的研究获得的。例如新西蘭的一个强烈震动約二十一秒后，被英国的地震仪記錄下来，这个震波大致沿直路穿过重圈。只有地球内部絕大部分保有剛性，才能适合这种波傳速度。

地球各壳層的成分——地球曾經被比喻为一个矿滓外壳包在鎳鋼上的砲彈⁽²⁾。太陽系內的行星和小行星可能在基本上保有相同成分，因此当地球沿着軌道运轉时，卷来的属于行星物質的游蕩碎片就成为隕石或流星，它对于本节是具有特殊意义的。隕石大批成羣地落到地面，大小不一，有由細塵以至数吨重的巨塊。

隕石分为三大类，一类可渐变至他类：——

1. 隕鉄(*siderite*)——鉄質隕石，几全由鉄鎳合金構成。

2. 古橄鉄鎳隕石(*siderolite*)——鉄鎳与重的基性矽酸物(如橄欖石与輝石)的混合物。

3. 石隕石(*aerolite*)——石質隕石，几全由重的基性矽酸物(橄欖石和輝石)構成，与一些地上最基性而少见的火成岩相似。隕石中含有少量硫、磷、碳和其他元素。

葛里高利⁽³⁾指出：若就所有已知隕石而論，隕鉄远重于石隕石类。石隕石落下的数量較多；但隕鉄成大塊降落，以致其体积远大于小石隕石的集合体。因此，不同种类隕石的相对質量支持着上述地球成分的觀點。

由于密度分布、地震波动等地球物理記錄，威廉遜(Williamson)和亞丹(Adams)⁽⁴⁾求得的地球成分如圖1A所示。圖中表示地球由四層構成：(1)一薄層輕的矽酸鹽和氧化矽的外壳；(2)一層重的矽酸物(橄欖岩)，最上層密度3.3，最下層在深1600公里处密度4.35；(3)鉄鎳混合物增加达到与古橄鉄鎳隕石(鉄橄欖岩)^①相似的一層，由于鉄鎳成分的迅速增加而进入(4)純金屬的地心。上面列举的隕石真确成分支持着这一假說。依照这个觀點，地球被設想为一个巨大冶煉工程中的产物，和煉鉄相似，使金屬与矽酸物矿滓大体完全分开。

V. M. 戈尔德施密特⁽⁵⁾曾提出地球成分的另一看法，其与上述的主要区别是在鉄鎳地心与重而压紧的矽酸物層之間，插入一層金屬硫化物和氧化物(圖1B)。在这一概念可和煉銅比拟，包含着金屬、硫化物和矿滓的分开。

① 橄欖隕鉄(*pallasite*)，鉄鎳間含有橄欖石晶体的鉄石隕石。

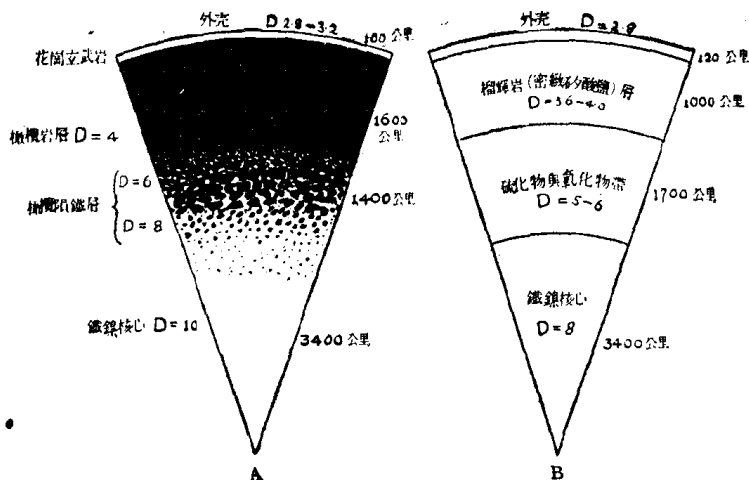


圖 1. 地球剖面

A. 根据威廉遜和亞丹; B. 根据戈尔德施密特

地壳的化学成分——深达十哩許的地球外壳由火成岩和變質岩組合而成，其上有一薄層不連的沉积岩外膜。依据克拉克和華盛頓(6)的意見，深达十哩的「石圈」由 95% 火成岩，4% 頁岩，0.75% 砂岩和 0.25% 灰岩構成。由火成岩和沉积岩受热力压力變質作用而成的變質岩可合併在造成它們的原始岩类中，故在下列計算中可以除去不計。每类岩石的平均化学成分由大量的实际分析計算得来；并且若按照上列比数归併起来，就得出第一表的数字，第一行代表十哩深度範圍以內的石圈成分，第二行表示重新計算为氧化物的成分。

假設十哩厚的地壳全由火成岩構成，总計算結果与上列数字仅在小数点后第二位不同。

于是这便显示出：十五种元素構成地壳的 99.75%，而对人类事業占重要位置的大部分元素則包括在其余尾数內，以 .01% 的数量存在于地壳之中。

由于沒有考虑到这个平均数中不同种类火成岩的比量，克拉克—華盛頓方法过高估計地壳的酸度(氧化矽的数量)。酸性成分的岩石大部分限于大陆，并且其下不深处可能有基性岩石(玄武岩等)。大洋底可能也由玄武岩組成。因此，一般平均的地壳岩石或应認為比較克拉

表 1

第一行		第二行	
氧	46.71	SiO ₂	59.07
矽	27.69	Al ₂ O ₃	15.22
鋁	8.07	Fe ₂ O ₃	3.10
鉄	5.05	FeO	3.71
鈣	3.65	MgO	5.46
鈉	2.75	CaO	3.10
鉀	2.58	Na ₂ O	3.71
鎂	2.08	K ₂ O	3.11
鈦	.62	H ₂ O	1.30
氫	.14	CO ₂	.35
磷	.13	TiO ₂	1.03
碳	.094	P ₂ O ₅	.03
錳	0.09	MnO	.11
硫	0.52	其餘①	.44
鎢	.050		100.00
其余元素	.244		
	100.00		

克—华盛顿方法⁽⁷⁾所估計的要基性得多。

岩石及其化学成分——岩石为構成地壳的大致固定單位，但岩石一詞在通常的習語中，則为由地球生出的硬的固體材料。然而在地質学中，引用这一名詞时，常不管材料的硬度或結合形态；因此砂、黏土、或泥炭等，在科学意义上是和花崗岩和灰岩一样作为岩石来看待的^②。

当精密檢查固体岩石的时候，就看出它們大部分是由單純化学成分的碎片組成。这些碎片叫作矿物或更严格地叫作矿种 (mineral-species)。由是，我們得到岩石的另一个定义，即它是矿物顆粒的集合体。分清矿物这个名詞的兩種用法是很重要的：它在一种合法的意义下被一般人、采矿者、探矿者、石匠、律师、土地持有者和矿物科学家用

① 其余包括ZrO₂, .04; Cl, .05; F, .03; S, .06; (Ce, Y)₂O₃, .02; Cr₂O₃, .05; V₂O₃, .05; NiO, .03; BaO, .05; SrO, .02; Li₂O, .01; Cu, .01; C, .04。

② 但此用法与一个公認的通用名詞有所混淆，参考 Prof. J. W. Gregory, the Scientific misappropriation of popular terms Rept, Buit Assoc. Adv. Sci Portsmouth, 1911, pp142—7。

来代表从地壳采掘出来的东西，如煤、板岩、粘土等，但是这些东西在严格岩石学意义下则是岩石，同样地我們也常說“矿水”(mineral water)和“矿油”(mineral oil)；成为岩石和生在岩石中的天然玻璃和其他非晶形物質在这种意义下，也可当作矿物看待。

但是構成岩石的大部材料是矿种，就是天然的無机物，有一定或一定范围的化学成分，并且具有規則的内部分子構造，在适宜环境下表现为規則的晶形，具有一定的光性和其他可量的性質。

造岩矿物——第15頁中表1第二行列举出存在于地壳中的主要化学元素与最多的元素氧化合成为氧化物；并且就便的說，这是表示岩石化学分析的最便利和最通用的方法。但是这些元素加入各种不同構成造岩矿物的組合內，氧化物在其中仅屬次要；矽酸鹽类是構成造岩矿物最多的化合物，其次为氧化物，再次碳酸鹽类、磷酸鹽类、硫酸鹽类等。第15頁第一表中所列举的元素只有鉄“在格陵蘭狄斯柯(Disko)的玄武岩中”，碳(如金剛石和石墨)，及硫磺火山作用，硫酸鹽和硫化物的分解”在自然界中以天然形态存在。

地壳99.9%大概仅由已經描述过的成千矿物中的約二十种矿物構成。这些全是造岩矿物。先談矽酸鹽，長石不仅在矽酸鹽中最多，并且在全体造岩矿物中也佔最多数。主要的种类有正長石和微斜長石，二者皆为鉀和鋁的矽酸鹽；还有各种斜長石，为鈉長石(鈉和鋁的矽酸鹽)和鈣長石(鈣和鋁的矽酸鹽)两个端員(end member)的各种比数的混合物。和長石有关而含矽酸比現存基根(base)較少的矿物是似長石(feldspathoid)，其中最重要的为霞石(鈉和鋁的矽酸鹽与長石中的鈉長石相当)和白榴子石(鉀和鋁的矽酸鹽和長石中的正長石相当)。方沸石(analcite)是一种含水的鈉和鋁的矽酸鹽，正当的应属于沸石(zeolites)；不过可作为一种造岩矿物出現与似長石伴生。

云母类構成上述鹼鋁矽酸鹽类与下述較重和較深色的鉄鎂矽酸鹽类之間的环鏈。属于云母本身的兩主类是白云母(含水的鉀鋁矽酸鹽)和黑云母(含水的鉀、鋁、鎂、鉄、矽酸鹽)。綠泥石(chlorite)为綠色含水的鎂与鉄的矽酸鹽，是属于云母和其他鉄鎂質矿物的轉变产物。