

膠体分散矿物学

И. Д. 謝德列茨基

科学出版社

膠体分散矿物学

И. Д. 謝德列茨基 著

楊 正 辛 譯

彭志忠 許冀泉 校

科 学 出 版 社

1957年4月

А К А Д Е М И Я Н А У К С О Ю З А С С Р

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

И. Д. СЕДЛЕЦКИЙ

Доктор геолого-минералогических наук

КОЛЛОИДНО-ДИСПЕРСНАЯ МИНЕРАЛОГИЯ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
АКАДЕМИКА А. Е. ФЕРСМАНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА

ДЕНИНГРАД

И. Д. Седлецкий

Коллоидно-дисперсная минералогия

АН СССР

1945

內 容 提 要

苏联地質矿物学博士И. Д. 謝德列茨基教授所著“膠体分散矿物学”一书共分为六章。

書中敘述了膠体分散矿物学的發展历史、命名、分类及其成因和共生的原理等。

其次提出了膠体分散矿物学中的基本規律，并闡述了膠体分散矿物的形成假說及合成的方法。

最后一章內論述了膠体分散矿物学的理論及实用意义，特別是对工業、陶磁業、石油業、石油地質勘探以及建筑工程方面的重大意义。

本書可供全国各大院校和地質、采矿、石油、石油地質、土壤以及灌溉工程部門的研究人員、教师、大学生之參考。

膠 体 分 散 矿 物 学

原著者	(苏) И. Д. 謝德列茨基
翻譯者	楊 止 莘
校訂者	彭 志 忠 許 冀 泉
出版者	科 学 出 版 社
	北京朝陽門大街117号
	北京市書刊出版登記證出字第061号
原文出版者	苏联科学院出版社
印刷者	北 京 新 华 印 刷 厂
总經售	新 华 書 店

1957年4月第一版

1957年4月第一次印刷

(京)Q001-5.580

書号: 0720 字數: 101,000

开本: 850×1168 毫

印張: 4 插頁: 2

定价: (10) 0.75元

統一書号: 13031·298

獻給列寧共產主義青年團——著者

原著編者序

И. Д. 謝德列茨基的這本小書，會引起廣大的自然科學家、地質學、礦物學、土壤學、地球化學、生物學、地理學和物理化學界人士的極大興趣。這本書將把我們引入直到現在地質土壤學界還很少理解到的、十分新穎的概念的領域中去；並且還對那個由複雜的化學反應和生物反應的結果，在土被（почвенный покров）中所建立起的化學平衡和物理化學平衡的特異世界給以新的概念。

土壤本身是作為殘余礦物的特異骨骼和膠體分散相，它顯現出帶着這些形成物——在地殼的易變條件下不斷地尋求新平衡的形成物——的所有的複雜性及不穩定性所成的特殊世界。

在闡明現代土壤學今天所發展的方向時，作者所採取的歷史態度是很值得重視的。許多的事情都是新穎而且是才發現的，許多的事情都是不常見而且是和我們的通常概念不相合的。許多見解都還是可以爭論的，許多的假說也還沒有被證明而需要加以審查。可是，這部著作的價值，正是在於對問題的這種生動而先進的提法上。雖然對這部著作將要有多多地批判和分析，但它總算是一本可以確定土壤和沉積岩研究史的新階段的作品。

A. E. 費爾斯曼院士

莫斯科——烏茲克（Узкое）

1943, 8, 13

序

在最近 12 年來,由於新研究方法的採用,使沉積岩,特別是沉積岩細粒部分的礦物學研究的廣泛發展,有了可能。倫琴射線像譜的相分析和電子衍射照像譜的相分析、電子顯微鏡、熱分析和強力离心機的出現,使我們可以窺測直到現在還被研究家們所忽視了的黏土、黃土、土壤和其它疏松地質形成物的顆粒最細部分所組成的世界;使它們的本性和本質的解釋成為可能;這就有助於確定那些可以描述出沉積岩特征並區分沉積岩和火成岩及變質岩的新特性。

在我們面前出現了有特殊礦物所組成的新世界。這些特殊礦物都具有特殊規律和特異性質,而這些規律和性質也就決定着新礦物在地球表面——生物圈地帶——的易變條件下的穩定性。

這些礦物是礦質成分、有機成分和有機礦質 (органоминеральный) 成分的複雜形成物;按照它們的大小來說,這些形成物組成了非顯微鏡的 (амикроскопический) 領域。它們完全是屬於膠體的範疇。

膠體分散礦物,都具有顯著的膠體化學特性。表面力和各相的界面現象,都是可以作為微晶礦物 (микроминералы) 的特徵的。

在這裡,膠體化學和礦物學最完善而密切地結合着。正在發展的膠體分散礦物學,按它的本質來說,乃是沉積岩的礦物學。這門礦物學的理論價值,是在於科學地闡明在自然界中膠體分散礦物的發生及其演變過程。

黏土和其它沉積岩的物理化學特性依膠體分散礦物的成分為轉移,而它們在工業上的應用也就決定於此,所有這些都可以指示出膠體分散礦物學的实际意義。

П. А. 列賓捷爾 (Ребиндер) 和他的學派的著作,就是膠體分散

矿物学具有重大的实用价值以及胶体化学和矿物学有着密切关系的論証。这些著作肯定了分散矿物的表面現象的重大意义,同时又确定了这些現象可以运用在分散岩的鑑定和工業上的应用¹⁾。

在这本書中,陈述着 10 年来在苏联科学院土壤研究所著者在倫琴射綫膠体矿物学實驗室所累积起来的沉积岩膠体分散矿物成分方面的实际資料,並且也綜括了文献中已知的資料。

膠体分散矿物学的基本原理,著者已經在为塔什干(Ташкент)地質学会所作的报告(1940,2月)和在“膠体分散矿物学、它的任务和方法”(苏联科学院报告 34 卷,№ 6,1942)的論文中,以及在苏联科学院地質研究所和国立莫斯科大学自然科学工作者协会(地質組)莫斯科分会所宣讀的报告中均加以闡明。

在这本書中,膠体分散矿物学方面的資料陈述得相当地簡要。著者現在正繼續从事創作一本完备的新矿物学教程。在这本完备的教程中,將把所有的矿物、它們的形成途徑、各种規律性和它們在地質科学上所引起的后果,都加以週詳地研討。

著者對於 A. E. 費尔斯曼院士为本書校閱和苏联科学院通訊院士 П. A. 列賓捷尔对原稿所提出的宝貴意見表示誠摯的感謝,这些意見的列入使本書获得大大地改进。

1942,1—2 月於喀山

著 者

1) П. A. 列賓捷尔和他的合作者:表面現象方面的研究(Исследования в области поверхностных явлений, ОНТИ, 1936)。

П. A. 列賓捷尔:浮选过程的物理化学(Физико-химия флотационных процессов, 1933)。

П. A. 列賓捷尔, Л. A. 什列伊捷尔(Шрейдер)和 К. Ф. 日加契(Жигач):在鑽探中的硬度軟化剂(Понижители твердости в бурении, 1944)。

目 录

原著編者序	(ii)
序	(v)
緒論	(1)
新矿物学的發生和發展的历史	(4)
矿物的概念	(12)
膠体分散矿物的命名	(14)
第一章 沉积岩膠体分散成分的分离法和矿物学研究法	(22)
按顆粒大小把岩石分离成大小不同等級的方法	(22)
显微鏡研究	(24)
膠体分散矿物学的方法	(24)
第二章 膠体分散矿物和它們的組別	(30)
矿物的划分和鑑定	(30)
蒙脫石組膠体分散矿物	(32)
石英組膠体分散矿物	(36)
高嶺土組膠体分散矿物	(38)
蛭石組膠体分散矿物	(39)
腐殖質組膠体分散矿物	(42)
第三章 膠体分散矿物的分类	(45)
膠体分散矿物分类法的原则和現有分类法的概述	(45)
非晶質膠体分散矿物(易变石)	(52)
过渡形态的矿物(变稳石)	(53)
稳定的膠体分散矿物(稳定石)	(54)
第四章 土壤和粘土的膠体分散矿物的成因和共生	(60)
原理	(60)
合成膠体分散矿物的两种方法	(61)
膠体分散矿物形成的两种假說	(64)

高嶺土組矿物的成因	(66)
蒙脫石的成因	(63)
拜來石的成因	(75)
綠脫石的成因	(76)
埃洛石的成因	(76)
叶蠟石的成因	(77)
高嶺石和叶蠟石的共生	(77)
絹云母的成因	(78)
蒙脫石和絹云母的共生	(79)
蒙脫石和高嶺石的共生	(80)
關於膠体分散矿物成因的學說	(83)
膠体分散矿物的兩种类別	(86)
第五章 膠体分散矿物学的基本規律性	(9)
吸附过程在膠体分散矿物形成时的作用	(90)
膠体分散矿物成分的易变現象	(92)
疏松岩膠体分散矿物成分不依母岩而轉移	(93)
各种岩石的風化产物的膠体分散矿物成分是矿物的共生組合	(95)
細粒部分元素的共生和膠体分散矿物的共生关系	(96)
膠体分散矿物的成因和介質的膠体物理化学条件的关系	(96)
風化阶段和風化产物的膠体分散矿物成分	(97)
第六章 膠体分散矿物学及其方法的理論意义和实用价值	(101)
理論意义	(101)
膠体分散矿物学及其方法在工業上的实用意义	(102)
膠体分散矿物学及其方法对于陶瓷業、制皂業、石油業和	
其它工業部門的意义	(103)
在黃土上修筑灌溉工程及其它建筑物对膠体分散矿物学	
及其方法的意义	(107)
膠体分散矿物学及其方法对于地質学	
和沉积岩石学的意义	(108)
膠体分散矿物学及其方法在石油勘探上的意义	(112)
結論	(117)

緒 論

矿物学的发展及其在研究地壳矿物和在地壳内所进行的作用时所获得的重大成就,主要都是与结晶基岩:花崗岩、片麻岩、輝綠岩和許多其他岩石有关。各种矿物和矿物原料在工業上,例如在磷灰石工業和其它工業上的广泛实际应用,在頗大的程度上,也正是以火成岩矿物学为基础。这是火成岩矿物学,岩漿源矿物的矿物学。应该称这門矿物学为經典矿物学,即根据許多教科書我們大家所熟知的矿物学[德納(Дана)、拉伯蘭(Лаппаран)、維爾納德斯基等人的教科書]。關於矿物和矿物学概念,也正是和这門涉及於大晶体的經典矿物学联系着的。这类晶体的大小以米測計(烟水晶),而且也不会小於十分之几毫米。在大多数情况下,这些晶体都可以用肉眼看出。罗姆·德·利尔(Ромэ де Лиль, 1736—1790)正是利用这些晶体进行了他的晶面和角的測量而使晶体学作为一門科学才奠定了基础。显微鏡和測角器曾使我們对肉眼看不見的晶体(小於百分之几毫米)进行同样的測量。

因此,經典矿物学乃是大晶体的矿物学,岩漿岩和初生¹⁾矿物的矿物学——粗晶矿物学(макроминералогия)。經典矿物学的对象,是火成岩和变質岩的矿物成分。利用吹管、顏色反应、显微鏡分析和測角器分析进行研究,是經典矿物学的研究方法。

正是在这个粗晶矿物学中,也就孕育着另外一种年青的矿物学,因为这門矿物学所涉及的晶体大小,是以微米和毫微米来測計的,所以应该称它为微晶矿物学(микроминералогия)或称为微晶矿物的矿物学。这是具有另外的、特殊性質的最小矿物所組成的一個特異

1) 在岩漿冷却时形成的原生矿物,称为初生矿物(ювенильный минерал)。

世界,这个世界曾經長時間地在研究家們的眼界以外。这个由微不足道的極細小矿物所組成的世界,仅在最近,借助於倫琴射綫照像术和电子显微鏡才开始在我們面前显露出来。只有这些能够看出微晶矿物並能研究它們的新方法,才可以产生許多膠体矿物方面的著作,从而形成新的矿物学。新矿物学和經典矿物学不同,新矿物学与沉积岩相关联。这是沉积岩矿物学,是組成次生黏土矿物的沉积岩細粒部分($<2\mu^*$)的極細小矿物的矿物学;这些次生黏土矿物是随沉积岩的形成一起發生和演变的。沉积岩和照例是由粗晶矿物組成的火成岩不同,沉积岩主要是由大小用微米和十分之几微米来測計的極細小矿物所組成。泥質岩的細粒部分($<2\mu$)往往可佔80—90%;同时 $<0.2\mu$ 的微粒,又大約佔40—50%。如此細小的矿物,它們的測定和研究,需要特殊的方法。即使有油浸的显微鏡,被研究的矿物的大小,也被限制在百分之几毫米,仅偶尔可以达到千分之几毫米到1微米的范围。沉积岩膠体部分的矿物,是在显微鏡分辨能力的范围之外。就是这点也就應該足以說明沉积岩矿物成分何以很少被研究的原因了。迄至現在所进行的疏松岩矿物学研究,主要是研究大小由百分之几毫米到几毫米,間或达到1厘米的骨骼部分。研究沉积岩骨骼部分矿物成分的可能性,決定於显微鏡和它的分辨能力。显微鏡研究曾經証实:沉积岩的骨骼部分基本上是由火成¹⁾矿物(長石、石英等)所組成。在这方面的大量数据,可以在格林卡(Глинка, 1896—1908)、特魯索夫(Трусов, 1913)、巴圖林(Батурин, 1937)、菲利波娃(Филиппова, 1935)、特魯特涅娃(Трутнева, 1936)等人的著作中找到。沉积岩骨骼部分的矿物学研究,曾經錯誤地称为,而且直到現在还部分地称为沉积岩的矿物学(巴圖林, 1935)。实际上,这类岩石的研究,並不能組成碎屑岩矿物学的主題。这种論断的主要理由,是疏松岩骨骼部分矿物成分基本上系由岩漿岩矿物所組成。这些矿物的成因是和火成岩的形成条件也就是和高温高压有关的。指出的各种矿物,

1) 火成岩的矿物在岩石学中称为“火成(эруптивные)”矿物。

* “ μ ”即微米——譯校註。

在某種程度上都是不能作為沉積岩的特徵的，並不和沉積岩的成因發生關聯，也不能決定沉積岩的本質和那些借以使沉積岩能和火成岩相區別的特性。由於疏松岩骨骼部分顯微鏡研究的結果和根據火成岩碎屑中骨骼部分成分的觀察，有些研究家（采爾涅斯庫 Цернеську, 1935 等人）曾得出這種論斷：疏松岩是粉碎后的原生礦物。由沉積岩膠體部分礦物成分方面的實際資料，可以顯明地看出這種見解的錯誤。正如現在大家都知道的一樣（參看謝德列茨基，蘇聯科學院報告，1941, 1942 等），這種碎屑岩¹⁾的最特殊的部分，正是由那些特殊的次生礦物所組成；以沉積岩而論，這些次生礦物是蒙脫石、高嶺石、伊利石、埃洛石和許多其他的礦物。老實說，只有上述這些礦物才在成因上與沉積岩有關聯，因為它們是和岩石一同發生和形成的，所以可以反映出岩石的形成條件。誠然，疏松岩的骨骼部分在成因上也和碎屑岩有關，但這只是就骨骼礦物是岩碎屑——供沉積岩形成之用的母岩和原始材料——的狹義方面來說，才是這樣的。

毫無疑問，了解疏松岩骨骼部分的礦物成分，在許多情形下，可以幫助我們查明原始岩的性質和確定供給地區（古地理學），這在查明沉積岩的成因時有重大意義²⁾。但是，應該明確地了解，碎屑岩骨骼的礦物成分，並不能決定，也不能組成沉積岩的礦物學。如上所述，碎屑岩膠體部分的礦物，才可以構成沉積岩的礦物學。正確地是分成沉積岩的粗晶礦物學和微晶礦物學。

通常是把高度分散的、小於 2 微米的微粒，稱為膠體部分。正是各種的膠體分散礦物，才是可以決定新礦物學本身的內容和特殊對象。新礦物學和經典礦物學不同，按照新內容，可以把它稱為膠體分散礦物學。在新礦物學中，礦物學和膠體化學緊密地交織着。

必須指出的是，作為沉積岩礦物學的膠體分散礦物學，比沉積岩岩石學發生和形成得遲些；岩漿岩的岩石學却遠比這些岩石的礦物學

1) 在沉積岩石學上，用“碎屑岩(кластоидиты)”這個術語來表示疏松岩。

2) С. 薩爾基斯揚(Саркисян)劃出一門“比較礦物學”(корреляционная минералогия)。

出現得迟。膠体分散矿物学的这些特点,从它的历史上是容易理解的。

因此,只有在最近,我們才正式接触到地壳表面矿物的研究。

A. E. 費尔斯曼在 1932—1933 年,即恰恰在系統地研究生物圈地帶膠体的前夕,曾针对表生作用地帶的膠体缺乏深入研究写过公正的評語。在 1930 年出現的亨德里克斯(Гендрикс)和富瑞(Фрай)的著作和 1931 年出現的凱萊(Келль)、多尔(Дор)和勃朗(Бранун)的著作,都曾創立了一种新方法並曾指出這項新方法對於表生作用地帶膠体矿物学研究上的价值。現在已經进行了大量的工作,累积起了相当多的資料,新的矿物学也已經建立起来而且已經成为是应当重視的事实了。

新矿物学的發生和發展的历史

膠体分散矿物学的历史,是一部頗有教益的历史。它可以証实一門新科学誕生的困难性,可以証实在新科学發展的路途上有着許多客觀和主觀的障碍,在克服这些障碍时,有相当大的牺牲是不可避免的。

新矿物学是我們这个世紀的科学,虽然在过去,在 19 世紀就已深深地紮下了它的根基。它曾孕育在那个时代的地質学和粗晶矿物学中。

許多矿物学家都曾注意到柔軟的凝膠狀形成物和非晶質的形成物(火山玻璃、沼鉄矿等),但是,因为这些形成物都沒有明显的形态特征(明晰的晶面、可見的晶体等),所以他們都未曾把这些形成物列入矿物学中。但是,有些最先进而眼光远大的学者們,也曾把这些不确定的形成物列入經典矿物学中。

曾在应有的程度上,重視过膠体矿物价值的第一个矿物学家,是布列伊薩烏普特(Брейтраупт, 1849)¹⁾。按照他的概念,这些矿物都

1) 參看他的:“矿物的共生”(Die Paragenesis der Mineralien),夫賴堡(Freiberg),1849,以及“矿物学大全”(Vollständiges Handbuch der Mineralogie),德累斯頓和来比錫(Dresden u. Leipzig)。

是非晶質的,都是由凍狀狀態而生成的,並且常常要在這種狀態下滯留一個相當長的時間。由凍狀物生成膠體礦物的過程,布列伊薩烏普特曾稱為非晶質固化作用(породизация),而生成的礦物,則稱為固化的非晶質物體。他還引用了一個表示火山玻璃和其它非晶質物體的概念——玻璃質物體。他把整個一類這些特殊化合物,稱為膠體礦物,因而也就強調這類礦物的特殊性、它們的特徵和它們與普通礦物的區別。因此,布列伊薩烏普特曾奠定了新膠體礦物學的基础。

布列伊薩烏普特的概念,對於礦物學家們曾有着重大的影響。在這些礦物學家中有一些人對膠體礦物的研究曾加以很大的注意。納烏曼(Науманн, 1860)就是這批人中的重要代表,他曾經把礦物質的凍狀狀態在膠體礦物的發生和形成方面所起的作用加以週詳地說明。按照納烏曼的說法,凍狀狀態只有在膠體礦物的形成過程中才發生重要的作用,對於火成物(эруптив)來說,則完全沒有意義。應該說明的是,納烏曼在這裡揀出了存在於膠體礦物學和經典礦物學之間的最基本的差異。這就是在地球深處(火成礦物在這兒發生)和地球表面(膠體礦物在這裡形成)礦物形成過程的差異。這項原則曾為柯爾紐(Корню)和費爾斯曼進一步發展。

“地球表面是膠體的世界;地球的深處,則是晶體的王國”(柯爾紐, 1909)。

費爾斯曼把成礦過程間存在着差異的這種概念發揮得更为詳盡。他寫着:“正是這些不穩定形式的礦物,以各種類型的膠體化合物的狀態,在地球表面上聚積成極大的數量,它們只有慢慢地,借以再結晶作用,才能轉變成合於化學比的(стехиометрический)、有規律的晶質物體。地球表面和地球深處的成礦過程的差異¹⁾特別明顯地表現在這些現象上。

這種事態明白地指出了特殊礦物世界的存在,因而也就有利於新礦物學的建立。但是,許多礦物學家很快就將布列伊薩烏普特的

1) A. E. 費爾斯曼:地球化學, 2 卷, 42 頁, 1934。

卓越觀念忘掉了，他們把膠体矿物从矿物学中刪除，同時也不再關心它們了。

那個時候的著名矿物學家拉伯蘭(1899)¹⁾曾把矿物種類的概念僅僅擴展到粗晶的矿物。

在列賓(Левен, 奧地利)高等學校的一位年青副教授的呼聲還沒有重新激動起所有矿物學家以前(1909年)，矿物學的沉寂的時代延續很長。這位副教授就是菲里克斯·柯爾紐(Феликс Корню)。

菲里克斯·柯爾紐是突然地、很快地、好像流星般地載入在文獻之中。這個流星的閃光，雖曾清晰地照耀着矿物學的新途徑，但這個流星又突如其來地熄滅了。正如我們在上面已經提出過的一樣，1909年是在科學文獻中出現柯爾紐的一年。柯爾紐發表在“膠体化學和工業雜誌”²⁾(Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide)第4卷的著作，立刻引起了全世界矿物學家、地質學家和土壤學家們極關切的注意。對於柯爾紐著作的異常關心，是因為他所陳述的那些概念是新穎的。柯爾紐在維也納，在當時最著名的先進的矿物學家傑爾捷爾(Дельтер)的實驗室里工作時，就接受了他那個時代的最先進的思想。那個時代的特點，是膠体化學蓬勃的發展，而膠体化學的重大成就，對於許多研究家和許多相近的科學，都曾發生過決定性的作用和影響。在上述時期內，在矿物學中已經累積了大量的實際資料，它們並不屬於經典矿物學範疇而它們的解釋又需要另外的辦法和新概念。這部分物質，是屬於像黏土那類還沒有找到矿物學特征的各种不確定的形成物的。柯爾紐以他驚人的才智，在應用膠体化學概念的基礎上，曾把在矿物學中已經累積起來的、關於不確定的矿物形成物的全部資料重新修訂。當柯爾紐明確地看到矿物學有進一步發展的必要時，他曾擬訂矿物學的新途徑，借以導致有組織地研究疏松岩石。

柯爾紐曾經宣稱：沉積岩是由特殊矿物組成的。這些矿物並不

1) 參看他的“矿物學”(莫斯科, 1899)。

2) 膠体雜誌。

成为大晶体；这是組成黏土、土壤和其它疏松形成物的膠体矿物——凝膠。这些形成物之所以会是疏松的和它們之所以会具有能容許植物在这些岩石上生長的奇妙特性，就是因为它們系由凝膠組成的原故。凝膠是这样的一类矿物——按照它們能够對於外界条件的变动而發生反应的性能來說，它們是处在生物界和無生物界之間的中間地位。当湿度增加时，凝膠会膨脹，当干燥时，凝膠又会收縮；它們可由溶液中吸附鹽类並能够再把鹽类交給植物等等。只有膠体矿物才具有这类令人惊奇的特性，而且由於这些特性，也就使它們和真矿物(собственно минералы)——經典矿物学的矿物、火成岩的矿物——有着显著的区别。

柯尔紐曾把膠体矿物的奇妙特性和它們的膠体状态联系起来。在那个时代，膠体形成物是被理解成非晶質物質的。柯尔紐認為：由於凝膠中各原子的排列沒有完善的秩序，所以膠体矿物会具有大的吸附能力和具有對於湿度、温度等的变动而發生反应的性能。他根据这点曾經宣稱：地球的深处則是晶体的王国。地球表面是膠体的世界；实际上大部分都被含着膠体的疏松岩佔据着。

A. E. 費尔斯曼在 1913 年就已經正确地指出：柯尔紐把全部注意力轉向膠体，特別是轉向它們的非晶質状态时，忘記了它們的晶質結構，更正确地說，是忘記了它們的隱晶結構。但是，應該指出：柯尔紐也曾承認過凝膠的晶質結構，他的假矿物岩(псевдостехиолиты)*和勻質化学岩¹⁾(гомоизохемиты)**的規律，就是前面那句話的証据。按照这个規律，凝膠开始是滯留在非晶質状态下，此后，在晶化时，再轉变成具有完全一定的、合於化学比的晶質形成物，但凝膠則

1) 這兩個術語可以理解為雖然並無一定化學成分的、但這種成分畢竟還相當地穩定的、僅在一定數值內變動的膠体矿物。

* псевдостехиолиты——組分成化學比的膠体矿物——譯校註。

** ГОМОИЗОХЕМИТЫ——在成分上與某種凝膠体相同(或相近)的晶化(隱晶質或顯晶質的)物質——譯校註。

具有不确定的成分。例如：成分是 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 的高嶺石凝膠，在晶化时，会漸漸地轉变为成分是 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的晶質高嶺石。因此，在这兒柯尔紐有了矛盾。这些矛盾的存在，是因为新方向的新奇和复杂。已經揭露出来的境界是如此地誘人而偉大，以致描繪出新矿物学的总輪廓，那怕是概略的总輪廓，也成为必要了。被广大远景所誘惑着的柯尔紐虽也曾表述过膠体分散矿物学的总原則，但是他並沒有把这个矿物学的个别原則确定下来。

年青的柯尔紐有着足够的精力和能力，本来足以担当得起曾經落在他肩头上的这些重大任务。而且他也曾經作出了許多成績。但是，死亡过早地夺去了他的生命。他在 1909 年，在 25 岁的时候就夭折了。

第二位膠体分散矿物学奠基人——A. E. 費尔斯曼院士的概念，也是以同样的敢於大胆提出問題和新奇为特征。費尔斯曼差不多和柯尔紐同时进行疏松岩矿物学方面的研究。在 1913 年就已經出現了他底著作“含水鋁矽酸鹽的研究”和“易变化合物”（мутабильные соединения），描繪出了膠体分散矿物学領域中新現象的景像。新穎之处，是作者並不談凝膠，而把这些矿物看作为完全确定的化合物。但是，这些矿物都是特殊的矿物；它們和火成矿物有着原則上的区别。这种区别是在於：第一，黏土矿物是高度分散的形成物；第二，它們是易变的。易变性是它們的特征和特性。由於这些特性，所以易变矿物（мутабильные минералы）¹⁾ 可以对外界的变动發生反应。只有由於这些奇異的特性，易变矿物才能在表生作用地帶中存在。生物圈和土壤圈（педосфера）的特征，是环境的变化極大，所以也只有能适应变动的那些矿物，才能在这类易变的环境下成为稳定的矿物。易变矿物恰好具有这些特性，所以它們在生物圈中是稳定的。火成矿物，因為它們並不具备这些特性，所以在生物圈中它們也是不稳定的，它們会被破坏、風化而轉变成易变矿物。易变矿物的形成过

1) 費尔斯曼曾用“易变化合物”这个術語来表示新矿物成分的易变性。