

〔苏联〕X.M.阿布杜拉耶夫 著

岩脉与矿化

199

中国工业出版社

8213

130

26

1

[苏联] X. M. 阿布杜拉耶夫 著

张怀素 高书平 毛兆明 译

岩脉与矿化



中国工业出版社

本书首先叙述岩脉的一般地质特点，然后着重探讨岩脉的成矿意义以及岩脉在解决岩浆期后矿床与岩浆岩成因关系问题上的意义，最后还扼要地介绍了研究岩脉的方法。

本书可供地质研究人员、野外地质人员及地质院校师生参考。

本书原作者的话、第一章、第二章、第三章、第四章、第十章和结论由张怀素翻译，第五章和第九章由高书平翻译，第六章、第七章和第八章由毛兆明翻译。毛兆明和余鸿章对部分章节作了校对。

Х.М. Абдуллаев

ДАЙКИ И ОРУДЕНЕНИЕ

Госгеолтехиздат, Москва-1957

* * *

岩脉与矿化

张怀素 高书平 毛兆明 译

*

地质部地质书刊编辑部编辑（北京西四羊市大街地质部院内）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $12^{1/8}$ ·字数250,000

1965年11月北京第一版·1965年11月北京第一次印刷

印数0001—2900·定价（科五）1.40元

*

统一书号：15165·4121（地质-357）

原作者的話

这几年来，作者一直在继续研究內生成矿作用与岩浆活动間的成因关系。同时，还注意到岩脉与金属矿床間的联系，因为查明了这个問題就可以发现岩浆作用与成矿作用的相互关系方面的許多重要特点。

本书叙述岩脉类型以及它們与金属矿床的关系，也提出成矿作用和成脉作用与岩浆活动、与不同形状和大小的岩浆体——侵入体和噴出体——之間联系的大致輪廓。

根据岩脉和小侵入体方面的新資料，作者对以前在一本专論成矿作用与花崗岩侵入作用的成因关系問題的著作（1954）中所提出的几个論点作些补充。

其中，弄清了成矿作用与侵入作用間直接成因关系的概念，修正了在火成岩、矿体与深成成矿岩浆专属性之間的“共生”关系中对岩浆期后含矿溶液来源的理解。此外也弄清了岩浆同化专属性 and 岩浆期后溶液的概念以及其他一些問題。

与此同时应该強調指出，在岩浆作用与成矿作用的相互关系这个庞大而复杂的問題上，还有许多尚未解決的問題，这些問題对于了解金属矿床的形成过程有着原則性的意义。

现在对于成矿作用与岩浆活动的成因关系問題已經注意到了，然而还值得予以更大的注意。有許多問題需要用最新的方法作專門研究，并且在文献中应更广泛地加以闡述，在解决这些問題时，那些在各个地区內研究火成岩和金属矿床的全体地质人員都应参加。

在发表这本有关內生金属成矿的一个复杂問題的著作时，作者知道，虽然本书在某种程度上消除了在研究岩脉和查明它的成矿意义上所存在的缺陷，然而它并没有完全解决它所涉及到的所有問題。作者认为有责任強調指出，本书所探討的許多論点是复杂的和有爭論的，况且在目前的研究阶段，在解释这些論点时不可避免地会帶有某些主觀性。

显然，当針对具体地区来檢驗书中的各別論点时，将发现本书会有不足之处。

本书所依据的除了苏联各地区的許多地质学家的宝贵資料以外，还有作者本人，以及 И. М. 依薩穆哈麦多夫、И. X. 哈姆拉巴耶夫、К. Л. 巴巴耶夫、П. И. 薩洛夫、X. H. 巴依穆哈麦多夫等人有关中亚細亚（主要是西烏茲別克斯坦）的資料，以及不久以前在作者和 В. Г. 加尔科維茨领导下由苏联地质保矿部烏茲別克地质局在庫拉明山脉所进行的专题研究成果。此外，作者还利用了他在1953~1955年參觀北吉尔吉斯、中塔吉克斯坦、高加索和烏拉尔矿区时所收集的有关岩脉和成矿作用的資料。

本书手稿是在1955年完成的，烏茲別克地质局专题研究队的同事們曾看过这份手稿的內容。本书个别章节由塔什干的中亚細亚工学院岩石学和成矿理論教研室的同事們审閱过。在审閱手稿时，教研室和专题研究队的同事們曾提出許多意見，作者对这些意見加以采納并表示感謝。此外，对手稿提出意見的还有 О. Д. 列維茨基、В. И. 斯米尔諾夫、В. С. 科普捷夫-德沃尔尼科夫、В. И. 波波夫、И. М. 依薩穆哈麦多夫、А. Б. 巴塔洛夫和 А. А. 馬拉霍夫。

对于上述提出意見的同志，以及协助作者将手稿付印的 О. П. 戈尔科夫和 Н. А. 普拉托諾夫两位同志，作者均表示誠摯的謝意。

目 录

原作者的話

緒論	1
第一章 关于岩脉及其在金属成矿作用中的意义的問題的現狀	4
第二章 岩脉在地槽的构造-岩浆史中的地位	9
第三章 岩脉与侵入岩和噴出岩的关系	21
第四章 构造对岩脉分布的作用和岩脉的規模	41
第五章 岩脉的岩性多样性的原因	51
一般問題	51
伟晶岩、細晶岩及其它酸性岩脉	52
煌斑岩	60
基性岩和超基性岩岩脉	62
硷性岩岩脉	73
結論及未解決的問題	75
第六章 結構复杂的岩脉	77
一般問題	77
中亚細亚复杂的和多次的岩脉	77
苏联其它地区的复杂岩脉	90
第七章 关于岩脉的成因分类問題	97
第八章 岩脉同岩浆期后呈矿現象的关系	106
研究岩脉同呈矿現象之間的关系的意义	106
成矿前岩脉及其在金属矿床的分布上的意义	107
成矿后岩脉及其与各种类型岩浆期后矿床的关系	111
矽礫岩金属矿床和岩脉	112
热液矿床和岩脉	137
結論及未解決的問題	150
第九章 从对岩脉的研究来看岩浆期后矿化与侵入体的成因关系的某些問題	154
問題的現狀	154
岩浆的成矿专属性	156
矿化与侵入体的成因联系的表现形式	161
岩脉对解决內生成矿作用的成因問題的意义	168
第十章 研究岩脉的方法	172
結論	178
参考文献	183

緒 論

在着手討論岩脉的地质环境及其在成矿作用中所起的作用时，作者給自己提出两个任务。

1. 指出岩脉及其与内生金属矿床的相互关系在成因上的多样性。

2. 在研究岩脉及其与金属矿床的关系的基础上，弄清岩脉期后成矿作用与侵入作用的成因关系的某些方面的問題。

研究岩脉时的复杂問題之一是岩脉的分类，以及与此有关的定名。大家知道，在“岩脉”这个术语的概念中曾經发生过很大的变化，特别是在扩大其含义方面。

当这个术语用于地质学之后，曾經描述过許多新类型的岩脉。例如，具有岩脉形状的、在成分上同普通的岩浆岩脉（交代的花崗岩、細晶岩、伟晶岩等）几乎没有区别的交代岩体，以及沉积“岩脉”，沉积岩脉这个概念已經肯定地用在地质文献中了。誠然，沉积岩脉的分布并不广，可是在闡明某些地区的地质特点方面，它們的意义是巨大的。

由此可見，“岩脉”这个名詞可理解为一大組形状特殊的地质体，它們可以由岩浆岩或与之类似的交代岩体充填构造裂隙而形成，也可以由沉积物质充填构造裂隙而形成。

“岩脉”一詞的解释既是如此广泛，就有必要分出岩脉的一系列成因組。作者认为最好是根据形成方式把岩脉分成三大組：

(1) 内生岩脉 (эндодайки)——岩浆熔体充填裂隙而成；

(2) 交代岩脉 (метадайки)——交代置換而成；

(3) 外生岩脉 (экзодайки)——沉积物质充填裂隙而成。

矿脉 (жила) 一詞应予保留，以便用于金属矿床方面。

至于“小侵入体”一詞，在本书中仍保存着它的原来含义；作者建議把岩脉状的小侵入体称为深成岩脉 (плутонические дайки)。次噴发物 (субэффузивные образования)，即噴溢作用的根部也包括在內。除了大量岩株和岩頸状的次噴发物而外，还見有岩脉状岩体，可称之为次噴发岩脉 (Р.德利称为根部岩脉 [корневые дайки])。

内生岩脉的特点是成因形式最为繁多，其中按成因可分为三类：

(1) 大岩体的分枝——岩浆緣岩脉 (перимагматические дайки) (附庸貫入体和岩枝)；

(2) 侵入活动的产物——岩浆內岩脉 (интрамагматические дайки)，其中又分出两个成因类型：同生侵入岩脉 (сининтрузивные дайки)——岩体未冷凝部狹縮而成，侵入期后岩脉 (постинтрузивные дайки)——侵入体的分异体；

(3) 深部岩浆源的产物——深生岩浆岩脉 (гипомагматические дайки)，其中分为：深成岩脉——具有岩脉状的小侵入体，次噴发岩脉——噴发物的根部。

交代岩脉的成因方式較少。它們的形成可能与岩浆期和岩浆期后阶段有关，由此可以分为：

(a) 岩浆交代岩脉 (дайки магматического замещения)；

(6) 岩漿期后交代岩脉 (дайки постмагматического замещения)。

对岩脉的研究，使作者确信：在解决地质学中的，特别是象成矿作用和岩石成因这样重要問題上的許多爭执問題时，主要障碍是許多地质学者总想使自己的成因理論成为万能的，总想找到在任何情况下都必不可少的統一而通用的公式。

这种情况在研究某些岩脉（伟晶岩、煌斑岩等）的成因时也常常可以看到。然而近年来的經驗說明，譬如，伟晶岩既可以由熔融体形成（А.Е.費尔斯曼），也可以由交代方式形成（А.Н.查瓦里茨基）。由此可以看出，在复杂而多样的自然条件中，采用万能而又互相排斥的公式只能是有害的。因此，研究岩脉的任务在于尽可能考虑到形成岩脉的所有形形色色的地质条件。

对某些地区的岩浆作用和岩脉进行对比研究的結果說明，在地质調查中，对次噴出型的岩脉，也就是噴出物的根部，往往是估計不足的，沒有予以充分考虑。在很多情況下（特别是对于比較古老的褶皺帶，如烏拉尔、天山、阿尔泰等），噴出岩盖层已完全被冲刷，因此有时把它的根部当作小侵入体，或深处大岩基的脉状气液态分异物和岩枝。

对次噴发岩脉的估計不足可以导致对各个地区岩浆历史的不正确的理解。闡明了次噴出岩脉的作用就可以修正我們对許多地区的岩浆历史和构造历史的概念，以及对岩脉的成矿意义的概念。

在本书中，作者的注意力集中在岩脉的地质特点和它的成矿作用上，以及它在解决岩浆期后矿床与岩浆岩的成因联系問題的意义。其他問題，如岩脉在岩相上和岩石化学上多样性的原因，围岩对岩脉和岩脉对围岩的影响，岩脉的岩相分类法，岩脉中稀有、分散元素和副矿物的含量等等，都是專門研究的課題。要在本书內詳尽地闡明这些問題是不可能的，因为本书的論題已經是相当庞大和重要的了。

在研究內生成矿作用及其与岩浆作用的联系的問題时，應該考虑金属矿床的形成的如下几个阶段：

1. 岩漿阶段的呈矿現象——形成正岩浆矿床。成矿作用与侵入作用的联系是直接的。
2. 晚期岩漿阶段的呈矿現象——形成岩漿期后矿床（фузивные месторождения）（根据А.Н.查瓦里茨基）和某些伟晶岩矿床。矿床与侵入作用的相互关系証明其間的联系是直接的。
3. 岩漿期后阶段（岩基阶段）的呈矿現象——形成了与不同相和不同阶段的侵入作用有关的各种矿床。与侵入作用的成因关系是直接的——对于高温矿床來說或多或少是直接的，对于远距离的和比較低温的矿床來說則是間接的关系。在古老侵入体中，后一类矿床的产出决定了它們之間的空間联系或假成因的联系（псевдогенетическая связь）。
4. 岩漿期后阶段或小侵入体和岩脉发育及其形成后的阶段的呈矿現象。就岩漿以及含矿溶液有着同一个源泉來說，火成岩与金属矿床之間有同源的或共生的联系。这个联系是根据間接資料确定的，因为在大多数情况下可以說成矿作用与岩浆作用在時間上和空間上是相接近的。

噴出和次噴出相的呈矿現象。在这些情况下同样可以說成矿作用和噴发作用有着同一个源泉，并且在時間上是同时的或者是相近的。

研究岩脉时，作者是以下列論点为出发点：

1. 岩脉应看作一个重要的，但也是个别的岩浆活动現象。虽然岩脉在某些地区的地质构造中起着重大作用，但是不能象Г.罗森布什、Б.波連諾夫和М.А.烏索夫那样，认为它們如同噴发体和侵入体一样是个独立的相。

2. 岩脉是某些区域的重要地质要素。在地质調查时对岩脉作詳細和专门的研究、加以分类和评价，能够促使对一系列区域地质、岩石、成矿問題的正确解决，特别是有助于阐明岩浆史。

3. 岩脉是一个重要的金属成矿因素。詳細地加以研究可有助于解决岩浆期后矿床的成因、分布、年代等問題，以及成矿作用的其他問題。

4. 有两类岩脉：（1）局部分布的岩脉，它是由于侵入到地壳上部层位的岩浆活动的結果而形成；（2）区域分布的岩脉，它明显来源于深处；这些岩脉受到深断裂所控制，但是研究得很不够，因而需要加以特别的重視。

5. 对于岩脉在成矿作用中的意义，在某些情况沒有予以考虑，而在另一些情况下則又评价过高，并且只是根据岩脉的地质环境片面地来解决这个庞大而复杂的內生成矿作用問題。

在本书中，作者准备根据对比研究来指出岩脉在金属成矿分析中的实际意义。

第一章 关于岩脉及其在金屬成矿作用中的 意义的問題的現狀

在这一章中，作者不打算給自己提出介紹岩脉研究史的任务。只准备指出許多主要的地质学者（岩石学者和矿山工作者）对岩脉的态度和他們在岩脉地区內所进行的研究工作的意义，以及提出解决个别有爭論的和不清楚的問題的方向。

关于岩脉形成的地质条件問題研究得还不够；研究这个問題时不能脫离岩漿岩岩石学方面的一般成就和整个岩漿作用問題。

Ф.Ю. 列文生-列星格（1884, 1888）在其有关岩石学的头几本著作中提出了玢岩的自然分类的同时，就从中分出过脉型岩石（*породы жильного типа*）。他写道：“輝綠岩建造的脉状岩石和岩脉并不是特征很明显的一組。一般來說，这些岩石具有某些特点，但根据脉或岩脉大小來說，它們有时接近于侵入型岩石，有时接近噴出型岩石……。順便指出，脉状类型是否能单独分出，这对我來說还是个疑問”。从这些話中可以看出，列文生-列星格是反对把脉状岩石分为独立的一組的。

罗森布什（1887）在其火成岩岩石学的著作再版时，把脉状岩石列为独立的一組，并把它与侵入岩組和噴发岩組等量齐观。

列文生-列星格在“岩石的分类”和其他一些著作中（1890, 1893）又強調了把脉状岩石列为独立組別的可疑性，以后在 1898 年他写道：“在实践方面特別膾炙人口和有意义的是脉状岩石的問題。岩石学者对于这些岩石的看法必然会或多或少强烈地反映到任何未来的火成岩分类中。我要問，把脉状岩石列为独立的一組，并且用特殊的名称来表示这种岩石是否能体现出它們的成分、結構及与围岩的关系等方面的不管什么样的特征呢？我认为不能……。依据上述見解，我认为沒有必要把脉状岩石分为独立的一組，更沒有必要用特殊的名称来表示它們，因为不管是哪一种做法都沒有足够的資料来証明其正确性。無論如何，脉状岩石并不是与侵入岩和噴发岩同等的和意义相同的一組岩石”。

В. 布呂格（1894）建議把岩脉分为两类：（1）非分异岩脉，由原始未分裂的岩漿形成；（2）分异岩脉，因岩漿分裂而形成。这种真正的成因分类对于认识岩脉方面曾起过很大的作用，直到現在还未失去意义。

为了表示脉型岩石，布呂格曾用“半深成的”一詞，来与真正的深成岩石相区别。以后，列文生-列星格又扩展了半深成岩石的概念，把在侵入岩和噴发岩之間占过渡位置的所有的火成岩都归納在內。

Ф.Ю. 列文生-列星格曾經指出（1950），Б. 波連諾夫在“維蒂姆台地的块状岩石”一书中坚持了脉岩的独立性并制定了专有命名。他建議把粒状脉型岩石称为脉状花崗岩和脉状輝綠岩，以便与侵入岩相区别，而在称呼細碧岩性岩石时加字尾“ит”，例如細粒非品质輝綠岩（*диабазит*）。对于結晶的斑岩岩石，他建議加字尾“*фирит*”，例如輝长玢岩（*габброфирит*）、輝綠玢岩（*диабазофирит*）等。此外，和 В. 布呂格一样，Б. 波連諾夫也指

出，脉状岩石占有深成岩和噴出岩之間的中間位置。因此他建議把它們列入內接触岩石这一独立的一組內。

然而，由 Г. 罗森布什提出的、并为 В. 布呂格、Б. 波連諾夫等所支持的脉状岩石独立性的假說並沒有得到普遍的承认。譬如 Ф. Ю. 列文生-列星格 (1900) 曾經指出：“提到脉状岩石，一般是指伴有侵入岩的脉状岩建造……，但是脉状岩的出現也与噴出岩有关，因而对此應該尽可能比以前更予以注意”。在 1916 年，列文生-列星格写道：“在俄国的岩石学文献中，关于脉状岩石問題曾經反对我的看法，而支持波連諾夫的观点”。

М. А. 烏索夫在有关侵入体的相和期 (1924) 和噴发外貌岩石的相和期 (1925₂) 这两篇文章中，不仅划分出了噴发物的岩脉相，而且对它作了詳細地研究。在噴发覆盖层完全被剝蚀的地方，他发现了次噴发岩脉。М. А. 烏索夫強調指出，有大量石英鈉长斑岩岩脉 (西伯利亚) 都是噴出岩的根部，其噴发所成部分已被剝蚀掉了。М. А. 烏索夫在其早期的著作中 (1936)，坚持必須划分岩脉組，对它进行单独研究，并与侵入岩和噴发岩等量齐观。然而以后他确信这样划分很不方便，于是就开始在侵入岩和噴发岩之中都分出岩脉相。

В. А. 奥勃魯契夫 (1929) 指出，在詳細研究岩脉时，野外观察和詳細編录具有很大的意义。他把岩脉分出以下形态类型：(1) 层状脉 (岩床)，(2) 脉 (岩脉)，(3) 火成細脉，(4) 岩枝，(5) 岩頸。此外，В. А. 奥勃魯契夫指出有单一成分的多次脉和不同成分的复杂脉存在。

Р. 戴里 (1936) 曾不止一次地研究过岩脉的形态特点。他根据許多地区資料的对比研究，在不整合的貫入体 (具有岩脉形状的) 中分出：

- (1) 均质的分异岩脉 (简单的和重复复杂的)；
- (2) 火成脉和异离体析出物；
- (3) 岩枝和分枝；
- (4) 环状岩脉和錐状脉；
- (5) 裂隙噴溢或补給岩脉 (питающие дайки)。

Р. 戴里特別注意的是补給 (次噴出的) 岩脉表現性质和环状岩脉。因此，这位研究者就大大扩展了对岩脉形态成因类型的概念。

А. А. 波尔卡諾夫提出了地台区岩浆体的最完全的分类，研究了岩脉，特別是次噴发型岩脉形成作用的机理問題，并且划分了岩脉的类型。

А. А. 波尔卡諾夫所提出的 (1946) 地壳內岩浆的四种积极活动型式，有两种与岩脉的形成机理有直接关系，并且可以解释岩脉的某些特点。这两种形式是：(1) 靜水压力，它造成了刺穿岩脉 (диапировые дайки) (西伯利亚的暗色岩)、岩床及其他层間岩体；(2) 与岩浆气液介质中相平衡破坏有关的作用。在上升岩浆中，当压力降低时会引起岩浆的分化——气相的沸騰和接踵而来的气体爆炸 (关于这一点，已为波尔卡諾夫所引証的深处爆炸岩筒过渡为岩脉的例子所証实——非洲南部含金刚石角砾云母橄欖岩)。

А. А. 波尔卡諾夫对侵入体进行分类时指出：任何一个岩脉可以是深成火成体、次火山体和分枝——岩枝。

在有关岩脉的地质环境的著作中，还应该指出 О. С. 波尔克娃 (1946, 1950) 和 В. С. 科

普捷夫-德沃尔尼科夫 (1952) 的著作，他們揭示了岩脉在中哈薩克斯坦岩漿史中的重要意义。

这些研究人員得出結論，有必要把岩脉形成过程分为两个阶段，而这两个阶段往往是以热液相（石英脉）分隔开来。第一阶段的岩脉与大侵入体有密切关系，而后一阶段的岩脉就沒有这种联系。属于第一阶段的是細晶岩、脉状花崗岩和伟晶岩岩脉，属于第二阶段的是花崗斑岩、正长斑岩、閃长玢岩、微晶閃长岩、輝长玢岩、輝綠岩和煌斑岩岩脉。

对于第二阶段的岩脉有下列特点，这些特点着重說明它們在已研究地区的岩漿历史中的地质特殊性：

1. 成分随時間发生有規律的渐变——在泥盆紀岩体的岩脉中从酸性到基性，而在晚古生代岩体中从基性到酸性，这种成分变化的規律性在任何地方都沒有破坏过。

2. 任何岩石的岩脉成分和是否占优势与其围岩的岩石成分无关。这一点也強調了第二阶段的岩脉对花崗侵入体說具有地质上的独立性。

B.C. 科普捷夫-德沃尔尼科夫 (1952) 把中哈薩克斯坦的每个侵入杂岩的发展过程分为侵入期和脉岩期。他写道：“在侵入期的岩石之中，按意义、空間分布、成分和出現的时间等可以分为：（1）主要侵入相，（2）內接触相，（3）附庸貫入体相，（4）补充侵入相。在脉相岩石中可分为两个阶段的派生物，其中每种派生物在最后都有岩漿期后的岩脉伴隨出現”。

O.C. 波尔克娃和B.C. 科普捷夫-德沃尔尼科夫著作的主要缺点是，他們在研究脉状体的形成时脱离了地槽的地质发展史和母岩侵入体形成机理。根据他們的看法，中哈薩克斯坦的脉岩是在两个不同时代的阶段中形成的，并且这两个阶段不是按某个具体侵入期划分的，而是按巨大的岩漿旋迴——杂岩来划分的。后者在某些情况下仅由一个时期的岩石組成，而在另一些情况下，則由几个时期的侵入岩和脉岩組成。例如，K.H. 叶尔詹諾夫在由早期华力西和晚期华力西花崗岩类杂岩組成的同一哈薩克斯坦侵入体中，按年代确定了第一个阶段的几組岩脉。第二个阶段的岩脉的出現仅与晚期华力西岩漿旋迴有关。

在 A.E. 費尔斯曼有关花崗伟晶岩的著作 (1932) 和 A.H. 查瓦里茨基有关伊尔明山禁区的著作 (1932) 中，說明了伟晶岩的岩性特征以及伟晶岩成分与母岩侵入体的岩石化学特点間的紧密联系。

A.H. 查瓦里茨基根据他个人的观察結果和文献資料试图对煌斑岩进行岩相分类。他建議把煌斑岩分为六类，这是与 П.И. 貝格尔相对立之点，貝格尔是根据同样的岩石化学資料把煌斑岩分成 16 类 (Beger, 1923)。

B. 索波列夫在他的著作中 (Соболев, 1933, 1935) 研究了輝綠伟晶岩的形成过程和类型，以及某些作为暗色岩建造发育地区的特征的基性成分的岩脉的形成情况。

B.M. 庫普列茨基 (Куплетский, 1944) 在关于煌斑岩的著作中，考虑到以化学参数为基础的 П.И. 貝格尔和 A.H. 查瓦里茨基分类法的弱点，他建議根据定量矿物成分来对煌斑岩进行分类。他把煌斑岩分为兩組：（1）花崗岩类系列的煌斑岩，（2）硷性岩类的煌斑岩。然后在这兩組中他又分出五个类型，而每个类型又有很多变种。

Д.С. 別良金 (Белянкин, 1947) 和 A.H. 查瓦里茨基 (1950) 在他們的著作中着重指出

不同因素对細晶岩形成的作用。特别是，Д.С.別良金认为变质交代过程对細晶岩的形成起着重大的作用。

Д.С.別良金在奥涅加湖地区、Н.И.鮑罗达耶夫斯基和М.Б.鮑罗达耶夫斯卡娅二人在別廖佐夫矿田、Г.А.索科洛夫在希吉尔-塔拉塔什岩体、И.Х.哈姆拉巴耶夫和К.Л.巴巴耶夫在西烏茲別克斯坦都确定了围岩对岩脉的岩性多样性的影响。

在А.Е.費尔斯曼、А.Н.查瓦里茨基、Д.С.別良金、К.А.弗拉索夫、Н.П.謝麦年科、В.Д.尼基亭、А.И.金茲堡、В.И.庫茲涅佐夫、К.Л.巴巴耶夫、Ю.Ю.尤尔克以及其他苏联地质工作者的著作中，都探討了与伟晶岩有关的问题，特别是伟晶岩的形成过程、地球化学和岩性特点、矿物成分。在这些著作中指出了伟晶岩形成过程的复杂性、持续性和多期性，以及它們与侵入体的密切联系。

Ф.К.希普林（1950）研究过南部滨海区煌斑岩岩脉的性质，并且确定，这些煌斑岩同发生在它們之前的花崗岩侵入作用无关。

在А.Н.查瓦里茨基（1939）、Е.Ф.集夫（1939）、С.С.斯米尔諾夫（1947）、Х.М.阿布杜拉耶夫（1954）、И.Г.庫茲涅佐夫（1951）、В.Н.科特里亚尔（1952）等人的著作中，都強調指出，岩脉与成矿过程的相互关系可能是不同的；他們对某些岩脉的成矿后特点，包括基性成分岩脉在內，予以特别注意。在专論这个问题的研究成果之中，应该提出С.希尤林和Ф.И.沃尔弗松的著作。

С.希尤林（1928）根据对多金属矿化作用与煌斑岩岩脉之間的相互关系的研究結果，得出了結論，认为岩脉及生成热液矿床的成矿溶液，都是来源于地壳之下。

Ф.И.沃尔弗松（1953）強調了岩脉在岩浆期后金属矿床的分类方面的作用。在考虑岩脉相与金属成矿作用間彼此关系的基础上，他试图把金属矿床划分为不同的成因类型。在这位研究者的著作里，大力收集一些有关广泛发育成矿前岩脉的資料。

应该指出Н.И.鮑罗达耶夫斯基和М.Б.鮑罗达耶夫斯卡娅两人的有关岩脉研究工作方面的重大意义。他們在有关別廖佐夫矿田和其他岩脉区的著作中（1946，1951），指出岩脉同成矿作用和岩浆期后作用的形形色色的关系，以及岩脉在决定矿化产物分布方面的作用。

Г.克魯斯关于侵入体的构造分类及岩脉表現的形式的著作有着巨大价值。还必须指出史密斯对煌斑岩的研究，林格伦和謝列尔对伟晶岩、特別对伟晶岩体成因的研究，以及Е.Н.卡麦隆等人对花崗伟晶岩类內部結構的研究。

必須強調指出，在苏联和外国的地质学家的无数岩石学著作中，还有一些关于岩脉方面的极其宝贵的資料。这些資料在本书的以下各章中将尽量地加以引述。

下面想稍微提一下中亚細亚地质工作者对岩脉的研究情况。在А.О.布托林、Б.К.勃列申科夫、Н.П.瓦西里科夫斯基、Ф.И.沃尔弗松、И.В.糾加耶夫、А.Д.卡連諾夫、Е.Д.卡尔波娃、А.В.科罗列夫、С.Ф.馬什科夫采夫、Б.Н.納斯列多夫、А.П.涅德茲維茨基、В.И.波波夫、В.И.斯米尔諾夫的著作中，都描述了卡拉馬扎尔岩脉的岩石类型及其在决定矿化分布方面所起的作用。

近年来（1953～1955）在卡拉馬扎尔，专门对岩脉和小侵入体进行了研究。参加这些工作的，除了作者以外，还有В.Г.加尔科維茨、О.П.戈尔科娃、Ф.Ш.拉扎博夫、Т.М.馬

佐金、Г.Л.什穆列維奇等。通过这些研究工作查明了，各类岩脉在岩石上和成因上的多样化、岩脉与金属成矿作用之关系、岩脉在金属成因方面的意义、次噴发岩脉在該区地质构造上的特殊作用，复杂岩脉的结构和成因。

在X.M.阿布杜拉耶夫、K.Л.巴巴耶夫、X.H.巴依穆哈麦多夫、И.М.依薩穆哈麦多夫、П.И.薩洛夫、И.Х.哈姆拉巴耶夫、Б.М.烏拉查耶夫等人的著作中，描述西烏茲別克斯坦的无数岩墙和岩脉。通过这些研究工作，說明了各类岩脉的分布規律、細晶岩和伟晶岩的相互联系、煌斑岩与其发育的地区在时代上的相互关系，以及各类岩脉与金属成矿作用的关系，特别是与矽嘎岩-白鎢矿矿床的关系。

在P.Б.巴拉托夫、С.М.巴巴霍扎耶夫、И.Г.馬加克揚、B.H.加夫里洛娃、И.К.尼基亭等人的著作中，引証了有关中塔吉克斯坦岩脉的很有价值的資料。在有关中亚細亚其他地区的著作中，关于岩脉方面的有价值的观察成果也不少。

从上面的簡要綜述中可以看出，对岩脉生成的各个方面的闡述是不平衡的。某些問題——花崗伟晶岩和輝綠伟晶岩的形成、花崗伟晶岩的成分和结构、岩脉与侵入体的关系、岩脉的岩石特征——在文献中闡述得比較好，然而这些問題也还需要进一步詳細研究。

与此同时，岩脉的問題仍是闡述得很不够：

- (1) 缺少岩脉的成因分类；
- (2) 煌斑岩的成因及其成因分类問題仍未弄清；
- (3) 噴出岩能否产生細晶岩或伟晶岩型岩脉的問題还未研究彻底；
- (4) 复杂的和多次的岩脉的性质沒有闡明（极其重要的是解决这些問題，如裂隙的微张开机理和熔融体对裂隙的充填作用、熔融体分异的作用及围岩的影响等）；
- (5) 岩脉的金属成矿意义还不清楚，尤其不清楚的是，岩脉是不是集中在岩浆期后矿床中的金属和其他元素的来源；
- (6) 缺少一个区别由交代作用所形成的伟晶岩和細晶岩同由残余熔融体冷凝的結果所造成的伟晶岩和細晶岩的变种的标准；
- (7) 关于围岩对岩脉的影响問題的专门著作还没有；
- (8) 在地质文献中闡述得很差的是各种化学元素在脉状岩石中的分布情况，由于这样，岩脉与侵入岩和噴发岩（岩脉就是它們的根部或残余分异物）的地球化学继承性仍未查清；
- (9) 缺少岩脉的岩石定名，因而在岩脉的名称上用得很混乱；
- (10) 在噴出岩盖层被侵蝕的地区，沒有制定出识别次噴出型岩脉以及区别这种岩脉与小侵入体型岩脉或岩枝的方法。

上述列举的只是有待解決的問題中的一部分，其中有些問題将以某种形式在本书上作一研究。

在結束对岩脉問題的現狀的簡述时，必須着重指出，总的來說，这些在金属成矿方面最重要的問題至今仍然研究得比較差。

要彻底解决全部問題是很重要的一件大事，需要作多年的研究。在这个問題上进行工作时，必須吸收大量的科学研究人員。

第二章 岩脉在地槽的构造—岩浆史中的地位

地槽体制、褶皱形成过程和褶皱带中大断裂的出现促成了各种类型岩浆体，特别是岩脉的产生。

在任何一个褶皱区形成的全部历史过程中，由于构造发育的具体条件不同，岩浆作用及其相伴随的岩脉形成作用的呈现方式也不断地发生变化。

在地槽发展史中，縱然在岩基前阶段，或特别是在多期性的和复杂的岩基体形成之后都有特殊的岩脉产生；但是按岩脉数量之多和其成因类型之多样性来说，岩基阶段仍占有特殊的地位。

关于岩浆在从地槽转变为褶皱带过程中的整个历史进程的问题，在Ю.А. 华利宾、В.И. 謝尔普霍夫和全苏地质勘探科学研究所的許多地质工作者的有关区域金属成矿方面的著作中曾经作了令人信服地叙述。从这些人所进行的研究工作以及根据最重要的矿区的资料可以看出，地槽发展的各个阶段表现的度并非各地都是相同的。除了有岩基前阶段和岩基阶段都充分发育的烏拉尔型的地槽以外，还有这些阶段表现得极微弱的地槽区（远东和中亚細亚），个别地区这些阶段几乎没有表现。

由此可以划分三种金属成矿区域：

- (1) 岩基前阶段和岩基阶段表现最突出的区域；
- (2) 岩基阶段和岩基后阶段最发育的区域；
- (3) 所有的阶段发育几乎相同（强或弱）的区域。

查明这些区域就可以更具体地理解某个褶皱区内岩浆作用，其中包括岩脉作用发育的规律，并便于阐明岩脉与成矿作用在时间和空间上的关系。

下面讨论一下地槽发育史的一般过程以及地槽中岩浆杂岩体及其所伴随的岩脉^①的形成问题。

I. 岩基前阶段（初期和早期阶段）^②。对这个以地槽体制表现得很明显的这一发育阶段，可以分成两个小阶段：初期的和早期的。

初期阶段在岩浆方面的特征是火山作用强烈发育，在各别带的剖面上沉积了厚层熔岩和凝灰岩。然而初期阶段的火山作用不是在所有地区都有相同的作用。在烏拉尔东坡和哈薩克斯坦，这些生成物广泛分布，而在苏联东北部和中亚細亚则几乎没有发育。

按火山产物的成分来说，初期阶段的特点是輝綠岩和輝綠玢岩在地面和水下的噴溢，然后经常由于以后的变化而成为綠岩。而在个别地点则有成分上相当于鈉长斑岩和石英鈉长斑岩的酸性熔岩的噴溢。

由于在初期阶段火山作用广泛发育，对于这个时期的沉积来说，作为噴发物根部的次

① 描述地槽区发育的各别阶段时，以全苏地质勘探科学研究所地质工作者的集体资料为依据。主要的注意力放在岩浆作用的整个过程和岩脉的形成。

② 此处和以下括号内所指的发育阶段是按全苏地质勘探科学研究所的命名。

噴发(补給)岩脉便有很大的意义,它們通常具有整合性质,属于岩床一类。噴发岩根部发育时的順层性是地槽发育的初期阶段的特征。

M. A. 烏索夫(1925)曾着重指出,“火山噴发作用并非經常以真正的噴发相出現;有时甚至当沉积盖层不甚厚的时候,熔岩也宁愿侵入到层状岩层中,形成岩床。因此,当地槽內沉积物很厚而还没有固結,能勉强被穿透裂隙所貫穿时,就往往会出現岩床相的噴发物”。

在某些情况下,个别岩体不露出地表,而在不大的深处凝固,造成岩株和岩墙。誠然,对于古地槽来說,很难确定深成岩脉和次噴发岩脉間的区别,但是它們无疑是存在的,而且应该試图加以区别。

早期阶段的特征是地槽体制继续发育。在某些地段,开始出現早期褶皱。并与侵入活动和局部的噴发活动有关。因而造成整合岩体或交錯岩体,其大小决定于构造作用的强度。

根据全苏地质勘探科学研究所某些研究人員的資料,在大多数情况下,侵入活动以下列順序发展:

- (1) 超基性岩(蛇紋岩、橄欖岩、純橄欖岩),
- (2) 輝长-閃长岩(輝长岩、輝长閃长岩、輝长輝綠岩、閃长岩等),
- (3) 硷性岩(正长岩、花崗正长岩、霞石正长岩等)。

北哈薩克斯坦、庫茲涅茨阿拉套和烏拉尔东坡是出現早期阶段岩浆旋迴最完整的典型实例。在这个阶段中,形成了作为基性和超基性岩分异体的侵入期后岩脉,以及与个别大侵入岩体有关的同生侵入岩脉。

Ⅰ. 岩基阶段(中期阶段)。这一阶段的特征是褶皱作用的大規模发育,以及与此有关的岩浆侵入作用达到高峰,形成結構复杂的巨厚的多期岩基,偶尔也形成較小的岩体——岩株。

花崗岩在这个时期的岩浆作用中起了决定性的作用,因为这种花崗岩由于与頂板岩石发生同化作用,而形成一個从正常花崗岩和白崗岩到閃长岩和輝长閃长岩的岩石化学系列;出現在几个期的酸性侵入体引起了特定的花崗岩类杂岩体的产出。

在岩基阶段接近終了的时期,各个地区內形成了各种不同的硷性和次硷性侵入体。

极其重要的是这种情况:在某些地槽区內,岩浆作用以多期的岩基和岩基前阶段的岩浆岩体的形成而告結束(西烏茲別克斯坦),而在另一些地槽区——岩浆作用仅在岩基阶段才得到应有的发育,并在以后諸阶段中保持着这种发育(庫拉明山脉)。

在岩基阶段,岩脉生成作用获得最广泛的发育。在岩浆岩脉中,分布特別广的是通常經過剧烈混染作用的花崗岩类的附庸貫入体和岩枝。在花崗岩类岩基体中,同生侵入岩脉,作为岩浆源較深部位的挤出体,得到某种程度的发育。特別应该強調的是,作为花崗岩类分异体的(細晶岩和伟晶岩类)这类岩脉的作用。它們数量的多少和在空間的分布取决于侵入体的成分和产状。

属于岩浆阶段,特别是岩浆期后阶段的交代岩脉广泛发育。

Ⅱ. 小侵入体阶段(晚期阶段)。在这个阶段,地槽体制和褶皱作用接近尾声,特点是

褶皱区有僵硬的趋势。构造变形中具有头等意义是断裂变动。

小侵入体阶段的岩浆作用有独特的性质，这表现为裂隙侵入和裂隙喷溢的广泛发育；岩浆岩的成分极其多种多样；在明显地继续发生着褶皱错动的地段，也有较巨大的侵入体的发育。

岩浆产物的成分变化很大。一些最重地区内岩浆岩的形成次序如下：

- (1) 花岗岩类——花岗岩、花岗闪长岩到闪长岩；
- (2) 硷性岩类——从正长岩到正长闪长岩；
- (3) 辉长岩类——辉长岩、辉长闪长岩、辉绿岩。

很多地区都保持着这个次序，然而在远东，继辉长闪长岩之后发生了花岗岩的裂隙侵入。

这个阶段的岩脉发育特别广泛，最发育的是深成岩脉（以岩脉形式出现的小侵入体），其次是次喷发岩脉。

Ⅳ. 岩脉阶段（末期阶段）。在这个阶段，地槽转变为固结的造山区域，也就是出现地台的阶段。主要为基性和超基性成分岩浆的裂隙喷溢是它的特点。因此，次喷发岩脉相当发育。此外，裂隙侵入体和深成岩脉分布很广。

在地台区内，除有与地槽发育期有关的岩脉（不同型式的花岗岩类岩脉、基性和超基性岩岩脉，等等）以外，还广泛发育着各种次喷出岩脉和地台期暗色岩建造的分异体（辉绿-伟晶岩类等）。

以上所述的情况是概括性的，不能反映所有地槽区的资料。因此，不能认为在任何情况下都是正确的。

现以中亚细亚两个矿区为例作较详细地探讨：

1. 西烏茲別克斯坦，其中包括努拉套山系、集拉布拉克-集阿埃特丁、卡拉秋别和克孜尔库姆的许多古生代高地。

2. 庫拉明亞帶（根据 В. И. 波波夫的资料），它包括庫拉明山脉本身，安加連右岸和莫戈套山。

这些例子可以说明所有地区发育的一般趋势，尽管有个别地区的岩浆作用和岩脉的出现形式有某些不同。正如从下面的叙述中将会看到，地槽区内发育的个别型式的岩脉，其强度随着岩浆作用发育的一般特点而不同。

西烏茲別克斯坦 根据表 1 ①中所列的西烏茲別克斯坦岩浆杂岩体的特点，这个矿区虽然范围很大，但其岩浆史却比较简单。

岩浆作用的岩基前阶段（晚石炭世以前）表现得很微弱。它们表现为喷出活动，并形成了绿岩（细碧岩），后者证明在晚志留世的前一半时期里有海底喷溢发生。在志留纪页岩中（集拉布拉克等地）见有明显地成为岩床或次喷发岩脉的整合的，经过强烈变质的细碧岩和辉绿岩岩体，但其喷发盖层很可能已被侵蚀殆尽。其中有一些完全可能是深成岩脉，在时间上与次喷发岩体有密切联系，但不出露地表。

① 在编制西烏茲別克斯坦岩浆杂岩体的特征表时，除用作者本人的研究成果外，还用了 К. Л. 巴巴耶夫、Х. И. 巴依穆哈麦多夫、Я. С. 維斯涅夫斯基、И. М. 依薩穆哈麦多夫、И. Х. 哈姆拉巴耶夫等人的资料。

在岩基前阶段的較晚时期，相当于中石炭世末，岩浆作用出现得要广得多。岩浆岩为这阶段所特有的基性和超基性侵入体，这种侵入体可以分为两个时期：(1) 橄欖輝岩期，(2) 輝长岩类期。

在这些侵入体所发育的地区内，分布有岩浆緣岩脉，其次則是侵入期后岩脉和同生侵入岩脉。Я. С. 維斯涅夫斯基指出(1940)，在苏尔坦-烏依茲达格的某些輝长岩-輝岩-橄欖岩岩体中，有正长岩和鈉长岩的細脉状岩脉存在，他认为这些岩脉应属于 В. Н. 洛多契尼科夫所謂的极地岩脉 (полярная жилд)。沿着北努拉套見有早期阶段的岩浆活动，造成一条經塔姆迪套到苏尔坦-烏依茲达格的狭长带。

在庫尔祖克套地区，輝长岩和輝长苏长岩侵入作用广泛发育，形成带有岩枝型岩脉的小岩株，有时在輝长岩岩株中見有微晶輝长岩结构的、显然是同生侵入型的小岩脉。

在西烏茲別克斯坦，岩基发展阶段的特点是侵入活动的高度出现。在这个阶段，形成了花崗岩类杂岩 (在晚石炭世范围内)，这就决定了矿区岩石和金属成矿的面貌。

所有最重要的侵入岩体——努拉套、卡拉秋別、集拉布拉克-集阿埃特丁尼、克孜尔庫姆古生代高地——就是由这个杂岩的岩石組成的。从表 1 中可以看出，花崗岩类杂岩是

西烏茲別克斯坦的岩浆杂岩体的特征

表 1

地槽发展阶段	杂岩体	时 期	岩 石 成 分	岩脉出现的特点	附 注
岩基前阶段	噴出的 基性和超 基性岩石	橄欖輝岩期	綠岩——細碧岩 (苏尔坦-烏依茲达格) 和輝綠岩	志留紀頁岩中經劇烈變質的補給岩脉 可能是深成岩脉	可能是層間小侵入体 (岩脉、岩床) 极地岩脉 (根据 Я. С. 維斯涅夫斯基)
		輝长岩类期	橄欖岩、輝石岩 苏长岩、輝长岩、輝长輝綠岩	岩枝 侵入期后岩脉 (鈉长岩, 斜长岩) 岩枝, 微晶輝长岩质次侵入岩脉	
岩基阶段	花崗岩类	閃长岩 (岩株)	閃长岩和石英閃长岩	侵入期后岩脉	
		花崗閃长岩 (岩基的个别露头)	花崗閃长岩、片麻状花崗閃长岩 (在与围岩接触处轉变为閃长岩)	岩枝, 同生侵入岩脉 (岩枝、伟晶岩类)	
		花崗岩 (岩基的个别露头)	黑云母花崗岩 二云母花崗岩, 石英二长岩 (在与围岩接触处为花崗閃长岩)	同生侵入岩脉, 各种花崗岩岩枝 (次侵入岩脉)	
	白崗岩 (小岩株和岩脉)		白崗岩、淡色花崗岩	岩枝, 附庸貫入体, 同生侵入的、侵入期后的岩脉	

由于四个时期岩浆作用的结果造成的，形成了一个岩石成因系列——从閃长岩和石英閃长岩到白崗岩和淡色花崗岩。

与岩基阶段的岩浆作用有关的岩脉极为发育，并有以下特点：

1. 細晶岩、伟晶岩分布广泛，細晶伟晶岩次之。細晶岩虽然也与第一期和第四期的侵