

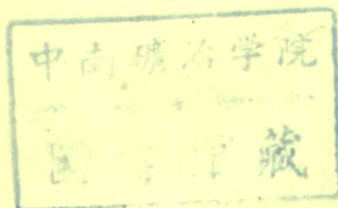
223102

清

国外超基性岩

(专 辑)

地质部地质科学研究所情报研究室编译



中国工业出版社

国外超基性岩

(专 辑)

地质部地质科学研究所情报研究室编译

中国工业出版社

本书收集了国外若干地区自1958年以来关于超基性岩及其有关矿产方面的新资料12篇，系统地介绍了超基性岩典型发育地区（如烏拉尔、南罗得西亚）的地质情况。此外，还介绍了超基性岩的岩石学和地球化学研究方法。可供地质研究人員和生产人員参考。

国外超基性岩

（专 輯）

地质部地质科学研究所情报研究室編譯

*

地质部地质书刊编辑部編輯(北京西四羊市大街地质部院内)

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第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·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ ·印张 $9 \frac{7}{8}$ ·插頁8·字数227,000

1964年3月北京第一版·1964年3月北京第一次印刷

印数0001—2,590·定价(科七)2.10元

*

統一书号: 15165·3079 (地质-279)

目 录

1. 超基性岩侵入体的成因类型及其有关矿产在苏联境内的 分布规律.....	Н. Д. 索波列夫 (1)
2. 論烏拉尔的基性和超基性岩建造.....	С. В. 莫斯卡列娃 (14)
3. 烏拉尔超基性岩命名的若干問題.....	И. А. 馬拉霍夫 (24)
4. 烏拉尔純橄欖岩和橄欖岩蛇紋石化的新資料.....	Д. С. 史琴依別尔格 (28)
5. 超基性岩的岩石化学.....	Н. Д. 索波列夫 (37)
6. 下塔吉尔超基性岩成因問題及微量元素.....	Л. Ф. 鮑利辛格 (53)
7. 超基性岩的地球化学.....	А. Г. 巴基洛夫 (60)
8. 烏克蘭結晶地块基性和超基性岩风化壳中的成矿作用 特点.....	Е. Г. 庫科夫斯基 (63)
9. 烏克蘭超基性岩及其有关矿产.....	В. А. 叶尔紹夫 (66)
10. 南罗得西亚大岩牆的分异和构造.....	В. С. 沃尔斯特 (73)
11. 南罗得西亚大岩牆中矿物垂直方向的变异.....	Н. Н. 赫斯 (145)
12. 布什維尔德火成杂岩体西部的侵入关系与矿床.....	Е. J. 考依尔特泽 (153)

超基性岩侵入体的成因类型及其有关 矿产在苏联境内的分布规律

Н. Д. 索波列夫

緒言 基本概念和名詞

在岩石学上，超基性岩曾被視為是由于地球深部硅鎂层岩浆結晶的結果而形成的唯一的一組岩石。比較詳細的研究表明，这一組岩石包括成因不同的各种岩石。它們或是由于不同岩浆結晶的結果，或是由于岩浆結晶的不同过程而形成的。业已确定，根据物质成分和結構的初步鑑定被認為是同一的超基性岩，实际在成因上并不一样。在形式上是同样的岩石，但在物质成分上却存在着一定的区别。这些区别就是反映根据地质研究而划分出来的成因类型属性。已經查明，例如，橄欖岩是由于不同的岩浆建造的結晶而形成的，在某种情况下，它們是岩浆建造的主要部分。在另一种情况下，則仅为其中的一个岩相。因为每一种成因类型的岩石都与一定的矿产有关，所以可以預定其普查方向。

在比較詳細地研究由各种岩浆結晶而形成的超基性岩的成因特点以前，應該明确一下建造和相的術語以及在超基性岩命名中的各种名詞的概念。

建造——这是岩石的自然組合，它与在時間上和空間上（区域）有一定的岩浆結晶有关。这个組合的岩石，或为母岩浆直接結晶的产物，或为分异作用、同化作用和混染作用的产物。同时，也可为轉生脉岩、接触变质和自变质作用的产物。

相——为构成一个地质体（岩体）的，并由于相同的形成条件而具有共同标志的岩石組合。正如我們以前提出的那样，根据其形成深度、結構-构造的特点及其物质成分應該把相分为三組：

A. 深度相或者叫 **Батосфация**①——为一地质体，其特点取决于其形成的深度性质（深成的、中深的等等）；

B. 結構-构造相，又称构造相（**Катасфация**）②——为地质体的一部份。它們是根据結構-构造的特点来区分的（似斑狀的、細晶的、边缘的、中心的等）；

B. 按物质成分和矿物-化学成分而分出的相，或称物质相（**Илифация**）③——为根据物质成分而分出的岩体的某一部分（在花岗岩岩体中的花岗岩长岩相，在超基性岩中的輝石岩相等）。

在某些地质体中可以分別划分出上述三組岩相。但在其他地质体中，构造相和物质相

① Батос—希腊文为深的意思。

② Катасфация—希腊文为构造的意思。

③ Или—希腊文为物质的意思。

在空間上是一致的。最后，在某些情況下，所有这三組岩相在空間上都是一致的，或者不具有把它們区分的标志。在遇到后一种情况时，應該采用“相”这个籠統的名詞，而不需进一步予以細分。

在文献中，对超基性岩的叫法不一：Ультробазиты, Гипербазиты, Ультрамафические породы, 甚至叫奧非奧岩。但是，所有的作者都把这些名詞理解为同一岩石。地质研究表明，超基性岩为各种不同岩浆結晶的产物。А.Н. 查瓦里斯基(1955)和 Н. Д. 索波列夫(1955)同时提出了把岩浆区分为三种成因类型：1) 硅鎂层岩浆(例如，薩彥超基性岩建造)；2) 硅鋁层基性岩浆分异物(烏拉尔輝长橄欖岩建造)；最后，3) 超硷性和超基性型岩浆分异物。在这类岩浆結晶的产物中，橄欖石、輝石和霞石的关系非常密切(科拉半島建造)。由于上述名詞在文献中已經被广泛使用，因此，最好不要在我們現在已經掌握和理解了的一定成分和成因的岩石之外再引入新的名称(索波列夫, 1955, 1959)。

1) 超基性岩一詞應該包括所有橄欖石、橄欖石-輝石和輝石成分的岩石，不管其与岩浆的成因关系如何。同样，那些与地壳某一地段一定建造的成因关系还未弄清的岩石也应该称超基性岩。

由一定岩浆派生的超基性岩，應該用另外的術語来表示，用下面的名称：

2) 由硅鎂层派生的岩浆結晶而形成的岩石應該称为鎂质超基性岩(Гипермагбазиты)。它們的特征是氧化鉄的总含量与氧化鎂的含量比例为1:8至1:12。如果利用化学分析的資料，查出这个比例关系的数值，就可以把所研究的超基性岩划归为鎂质超基性岩組中。在名詞 Гипербазиты (超基性岩) 中所以加入 Магний (鎂) 的縮写“маг”就是着重指出这一名詞的新内容和这組岩石的成因特点——富含氧化鎂。在这里，少数的輝石岩为古銅輝石岩。这組岩石形成单独的建造，这就是我們在下面所称的鎂质超基性岩建造。

3) 那些由輝长-橄欖岩建造的基性岩浆的分异結晶而形成的岩石應該叫作鉄质超基性岩(Ультрафербазиты)。其特点是氧化鉄的总含量与氧化鎂的比例为1:4到1:7。在名詞 Ультробазиты (超基性岩) 中加入 “Ферр” (鉄) 的縮写“Фер”就是着重指出这一名詞的新内容和这組岩石的成因特点——在盐基的总含量中氧化鉄的含量比鎂质超基性岩大約多一倍。这一組中广泛发育的輝石岩(橄欖透輝岩、异剝岩)为硅鋁层岩浆分异結晶的派生物，并且形成一定的輝长岩-橄欖岩建造的构造相和物质相。这些岩相我們將称为鉄质超基性岩相。

4) 由超硷性-基性岩浆分异結晶而生成的岩石應該称为鈉质超基性岩(Ультраальбазиты)。它們与鈦鉄霞輝岩和霞霓鈉輝岩和其他类型的含霞石岩石的成因关系，在地质研究中已被查明。在 Ультробазиты (超基性岩) 一詞中加入 “алькали” (鈉) 的縮写“аль”就是着重指出这一術語的新内容和这組岩石与超硷性-基性岩浆的成因关系。同源岩浆的輝石岩为二輝岩。这組岩石为超硷基性建造的岩浆分异的产物，并且形成其固有的构造相和物质相，以后我們將把它称为鈉质超基性岩相(Ультраальбазитовые)。它們与鉄质超基性岩一样，氧化鉄的总含量和氧化鎂的比值具有同样的比例关系。也就是說，它們也是硅鋁层岩浆分异結晶的产物。

在提出这些新名詞的时候，我們遵循了Ф.Ю. 列文生-列星格的意見“在下列情況下應該避免創造新名詞：

- 1) 如果把現有的字予以变化或者結合, 不采用新字可以获得新的名称的时候;
- 2) 用简单的叙述可以表达研究对象的特征, 哪怕是主要的特征的时候; 当观察确定有新的重要特征, 根据一定的規則, 有創造新表示方法可能的时候” (列文生-列星格选集, 1960, 二卷, 105頁)。

与超基性岩侵入体有成因关系的矿床, 除了鉑、鉻、鎳、銅和鉄等岩浆矿床外, 还有石棉、滑石和菱鎂矿等热液矿床, 以及风化壳矿床-硅酸鎳和硅酸鈷的自然結合的鉄矿床。后两組矿床仅在超基性岩体强烈或完全蛇紋石化的条件下形成的。但是, 并非所有的蛇紋石化作用都能形成上述两組矿产。因此, 必需把蛇紋石化分为三类: 1) 自变质的-无矿的蛇紋石化。它出現于所有三种成因类型的超基性岩侵入体中, 但是, 蛇紋石化程度一般不强烈, 因此并不会形成蛇紋岩或蛇紋岩岩体; 2) 外力热液蛇紋石化。它能在蛇紋岩岩体中形成风化壳矿床; 3) 外动力变质的花崗蛇紋石化 (Аллометаморфическая грано-серпентинизация)。与其有关的有热液矿床和风化壳矿床。最后两类的蛇紋石化及与其有关矿产仅发育于鎂质超基性岩中。在对它进行描述的时候, 也要注意其蛇紋石化类型。

下面我們比較詳細地研究一下上面列举的超基性岩的自然类型及与其有关矿产的地质学、岩石学和地球化学的特征。

鎂質超基性岩建造

在超基性岩中, 这組岩石在空間上和数量上都具有广泛的分布。它們是在地壳深部硅鎂层派生出来的岩浆結晶以后形成的。为了穿入地壳, 它們必需利用不但破坏了地壳岩层, 而且穿切了硅鋁层的特別深的构造裂隙。由于还没有彻底查明这些构造破坏的特点, 所以无法知道为什么在鎂质超基性岩浆侵入的时候没有硅鋁层的酸性和基性岩浆的侵入派生物出現。据推测, 由于地壳深陷或下降的結果, 硅鋁层被挤到构造破坏带的側面, 而硅鎂层物质則直接进入构造破坏內, 并在較浅部变为鎂质超基性岩浆。由綜合性的地质观察而得出的下列規律就是这一結論的依据。

- 1) 鎂质超基性岩建造的岩石出現于大地槽帶內, 岩体在一个方向上延长, 平行于地槽軸。这些透鏡状岩体形成断續的鏈条, 这就是所謂的条帶 (полосы) (或称带 (поясы), 这是不对的)。

- 2) 长期的构造-岩浆作用开始于鎂质超基性岩的侵入, 而且, 不象基性和中性岩浆侵入的那样, 它們通常没有其他侵入岩伴随。

- 3) 在有鎂质超基性岩出現的大地槽內, 它們是第一批侵入体, 即最早期的侵入岩^①, 在時間上和物质成分的相互过渡方面, 都与其后的侵入岩无关。这一規律可用下列的公式概括——构造岩浆作用开始于比較基性的岩浆的侵入, 并以比較酸性的岩浆的侵入而告終。

苏联的某些大地槽, 如烏拉尔、薩彥、高加索, 苏联境外的新西兰、新南威尔士和中美地槽等都是鎂质超基性岩发育的典型例子。鎂质超基性岩体主要由橄欖岩构成。有些地质学家認為, 在烏拉尔的某些岩体中, 輝石岩可能为邊緣物质相, 橄欖岩为中間物质相,

① 这里所指的仅是侵入岩, 而不是指所有的岩浆岩, 即噴出岩。

而純橄欖岩則為內部物質相。但是，這些岩體並不能明顯地看出是屬於鎂質超基性岩建造。實際上應該把這組岩石稱為橄欖岩建造，因為它常常只是由橄欖岩組成的，含輝石達5—20%。在這裏沒有含0—5%輝石的真正純橄欖岩（按B. Ю. 列文生-列星格）。在這組超基性岩石中暫時還沒有劃分深度相和構造相的資料。在橄欖岩中以斜方輝石橄欖岩物質相為主，但是，偶爾也有二輝橄欖岩和異剝橄欖岩物質相。輝石岩物質相為厚度不大的、少數的古銅輝石岩脈和條帶，僅在某些岩體的邊部可以發現罕見的輝長岩。這些岩體可能為連結鎂質超基性岩和鐵質超基性岩的過渡岩體，即硅鎂層和硅鋁層邊緣帶的派生物。

橄欖岩體的成分和構造都很少有明顯的變化，就是與圍岩的接觸帶中，其變化也是極小的。它們僅是顯現一些熱效應（燒灼），很少能夠發現某些接觸生成的礦物。除了極少數的古銅輝石岩外，並沒有發現伴隨侵入作用而生成的同源脈岩及其分異作用。

鎂質超基性岩具有同一的成分和構造，沒有接觸成因的礦物。在圍岩中沒有明顯的蝕變（變質）。這些都不能使我們對鎂質超基性岩形成的深度作出有根據的推斷。因此，也不能根據其形成深度劃分岩體的深度相。

可能由於岩漿的化學成分相同，揮發分和活動性強的組分極少，所以使它具有那些使岩漿僅在固定的、狹小的壓力和溫度範圍內結晶的物理性質。即僅在深度不大的範圍內結晶。因此，鎂質超基性岩只能有一個深度相，不能再分為深成相和其他深度相。在鎂質超基性岩中除了上述的成分和構造是一樣的以外，還應當指出，它們很少還保存有圍岩頂蓋。即使在例外的情況下，也只是遇到這些頂蓋厚度不大的碎塊。但是，根據這些碎塊暫時還不能得出關於岩體結晶深度的間接（根據地層學資料）概念。可以推測，結晶深度是不大的，它接近半噴出的深度相，由於頂蓋迅速地剝蝕，所以甚至在年輕的，中生-新生代的侵入體中，也沒有侵入體的頂蓋（阿斯拉年，1955；米哈依洛夫，1960；博克，1956）。

地球化學和岩石學的資料說明鎂質超基性岩具如下特點：

1) 就化學成分來看，鎂質超基性岩的最大特征是氧化鐵的總含量與氧化鎂的比例為1:8至1:12，即氧化鎂顯著地超過了氧化鐵，這是與其他組的超基性岩不同的。

2) 在外接觸帶中完全沒有由於從岩漿中帶出物質而發生的造礦作用，這說明岩漿中所含的揮發分和活動性強的組份極少。

3) 鉑和鐵族具有代表性的元素不能大量富集，因為它們一般都呈類質同象混合物或附生礦物均勻地分散於岩石內。但是在某些岩體中，具有礦條狀或脈狀礦體的鉻鐵礦堆積。專門的岩石化學研究表明，在橄欖岩中，尖晶石類和鉻尖晶石類礦物的含量比在純橄欖岩中的含量要多一倍。在個別岩體中含有較多的揮發組份，特別是硫和水。這就促使出現一些自變質的蛇紋石化作用，並使鉻鐵礦在岩漿結晶末期單獨分離為礦體。

4) 硫化物類和碲化物類礦物很少見於鎂質超基性岩中。它們在鎂質超基性岩的外接觸和內接觸變質時，或在其自變質作用時，都不會大量富集，更不用說會富集成礦體了。在鎂質超基性岩中，硫化物呈附生礦物出現，有時形成礦條狀堆積。

5) 岩石化學研究表明，在這組岩石中沒有純橄欖岩，雖然它們曾被描述過，但實際上是把輝長橄欖岩建造中鐵質超基性岩相的含輝石少的橄欖岩錯誤地當作了純橄欖岩。

在鎂質超基性岩中，常有岩漿成因的鉻鐵礦礦床。它們在成因上僅與這組超基性岩體

有关。这组超基性岩石中，也常有纖維蛇紋石-石棉、某些角閃石-石棉和滑石矿床。它們与超基性岩的蛇紋石化和滑石化作用有关。蛇紋岩岩体在地表风化时遭受破坏，并在其变质产物中形成巨大的硅酸鎂矿床和风化壳的自然合成的鉄矿床。因此，下面将詳細地来研究一下蛇紋石化作用（Серпентинизация）和蛇紋岩化作用（Озмеевикование）。

水和碳酸是最重要的介质，因为在一定的温度和压力条件下，由于这些介质的作用而使超基性岩发生很深的变质。在鎂质超基性岩中，这种变质最为常見。这种变质乃是水和碳酸对超基性岩发生作用的结果。而且，它并不是同时出現的，而是依次发生的：开始时与水有关，后来便与碳酸有关。除碳酸外，有时可能还有少量的硫化物和碳化物参与。

由于橄欖石和輝石发生了水化作用，超基性岩体在不同程度上会发生蛇紋石化，并且常常全部变为蛇紋岩。大的岩体在蛇紋石化时需要大量的水分。关于蛇紋石化时所必需的水的来源問題，很久以前就引起了地质学家的注意。关于蛇紋石化时所必需的水的来源有三种推测。

A. 蛇紋石化的水是超基性岩浆原有的。岩浆結晶的产物在温度大約 600° 时和揮发組份，主要是水，发生反应而生成滑石。随着温度的降低，滑石、水鎂石和蛇紋石可以同时并存。后者在温度接近 400° 时，能全部或几乎全部交代原生矿物和中间过渡矿物。这时甚至可以允許有中间过渡的蛇紋石岩浆的存在。这就是所謂自变质的蛇紋石化作用。

B. 在巨大的地槽区内，有断續的鎂质超基性岩帶出現，其岩体在很大程度上或者完全被蛇紋岩所取代。这些情况之所以发生，据推测是：由地槽海盆地下来的水沿构造破坏穿入时，遇到了上升的岩浆。此外，在构造破坏带内地槽中地壳下沉的部分，已为构成水盆地的底的沉积岩所組成。这种岩石势必飽含水分。上升的鎂质超基性岩浆，当与那些沉积岩接触的时候，由于冷却而結晶，并且貪婪地吸收其中的水分，在这种情况下，岩浆中的揮发組份可能沒有进入围岩里面，所以不会象在有花崗岩类侵入体的地区那样，在外接触带中形成大的矿化量。相反，围岩中的水和其他活动性强的物质会流向鎂质超基性岩。这也就說明，为什么在鎂质超基性岩与沉积-变质的围岩的接触带中只有热效应（烧灼）出現，而在外接触带中无任何矿化現象。在內接触带則出現广泛的蛇紋石化。很早以前就有人指出过，鎂质超基性岩的蛇紋石化程度随其深度的加大而减弱。这是因为蛇紋石在很深的地方，即在高压和高温的条件下，是不能存在的。这个假說比較容易解释上述事实。蛇紋石化作用发育于鎂质超基性岩体的帽状接触带中。它是由于鎂质超基性岩在 400° — 600° 的比較低温的条件下与轉生水发生反应而生成的。当降低温度时，蛇紋石化显著降低，当温度接近 350° 时，蛇紋石化則完全停止。这就是所謂外动力轉生蛇紋石化作用（別捷赫琴，1937；索波列夫，1952）。

B. 蛇紋石化时所必需的水分来自最晚期的花崗岩类侵入体。証实这点的是我們常見的貫入和穿切超基性岩体的花崗岩岩枝和岩脉。在这些岩枝和岩脉的周围，經常有特別强烈的蛇紋石化現象，并在外接触的外部形成很大的纖維蛇紋岩帶。这些纖維蛇紋岩随着向花崗岩类的岩枝逐漸接近而依次变为：1) 叶蛇紋岩；2) 滑石化蛇紋岩；3) 滑石化和碳酸盐化蛇紋岩；4) 滑石-碳酸盐类岩石；5) 石英-碳酸盐类岩石（滑石菱鎂片岩）；6) 石英-綠泥石；7) 綠泥石-黑云母和8) 产于与花崗岩类接触处并为其壁板的不大的黑云母-角閃石。在1—4带的岩石中保存有残余的、为纖維蛇紋岩特有的网格状显微构

造。这些构造，由金属矿物（赤铁矿）的小颗粒保存其网格，在网格内也保存有超基性岩的付矿物——铬尖晶石类，铬尖晶石和磁铁矿。这就是所谓外动力变质的花岗蛇纹石化（塔塔林诺夫，1948；索波列夫，1952；叶列麦耶夫，麦连科夫，彼特洛夫，索科洛娃，1959，等）。

在研究超基性岩蛇纹石化这三种假说时，应当承认，只是强调原生水成因的假说是不大可靠的。物质在地球深部不可避免地要常常发生重力分异，此时氢的数量甚至在地壳底层也是非常少的。氢的含量在硅铝层应该更少，而在地球深部则完全没有。岩石的资料十分清楚地表明了这点。这就是说，第一个假说，即原生水作用下而发生蛇纹石化的假说，应当认为是与地球物理学和陨石学的资料相矛盾的。

因此，作者认为，镁质超基性岩在含于硅镁层内的岩浆水的作用下而发生的自变质蛇纹石化，不可能大规模地形成蛇纹岩岩体。在镁质超基性岩、铁质超基性岩和钠质超基性岩中，自变质蛇纹石化不大发育；因而也不会形成任何矿产。外动力变质的蛇纹石化可能有两类：

A. 气成蛇纹石化仅发育于镁质超基性岩中，因为当铁质超基性岩和钠质超基性岩建造的岩浆侵入时，超基性岩组份还没有分离出来，因此不能与地下水发生反应。此外，钠质超基性岩在根本没有气成水的地台条件也照样可以侵入。蛇纹岩化和镁质超基性岩的蛇纹石化使其在风化壳中形成硅酸镍和自然结合的铁矿床。但是，不会形成热液矿床。

B. 花岗蛇纹石化仅发育于镁质超基性岩中。因为气成蛇纹石化促进了超基性岩体中的断裂破坏，并引起了花岗岩类岩枝的侵入。由于花岗岩类热液的作用，便生成纤维蛇纹石-石棉和角闪石石棉矿床；同时，在花岗岩类的射气中，含有在生成石棉时起催化剂作用的组份。

在花岗蛇纹石化过程中，蛇纹岩也会发生滑石化和碳酸盐化，并在其原地生成滑石-碳酸盐类岩石。由于后者形成时曾有硫的化合物参与，所以有硫化矿物生成。通过对这类蛇纹石化发育的地区进行的研究表明，叶蛇纹岩是在温度高于 400° 的地带由纤维蛇纹岩重结晶而生成的。这个带就是向滑石化、碳酸盐化和滑石菱镁片岩化递变的过渡带。由于上述的作用，所以便会生成滑石和菱镁矿矿床。观察的结果说明，花岗蛇纹石化并非单一的过程，而是断断续续的，停止了以后又重新恢复起来的。这就表明，在同一岩体中既可以出现气成蛇纹石化，也可以出现后来的花岗蛇纹石化。如果在岩体中后来发生了形成花岗岩类侵入体的岩浆侵入，则在这种情况下，就可以发现花岗蛇纹石化。同时，在某些地区已查明了两个花岗蛇纹石化阶段，它们各与两个不同时代的花岗岩类侵入体有关。在苏联，镁质超基性岩几乎见于所有的山区。它们通常以向一个方向伸延的岩体为主，长达数百米至100公里以上，但是不能认为所有的岩体都已经查出来了，甚至对象乌拉尔这样的地区也不能这样说，因为在南乌拉尔的东坡，几乎每年都发现有新的，不少是很大的岩体，其中产有很大的矿床。绝大多数的岩体研究得还很差，甚至在矿产方面也是如此。在这方面，苏联地质人员还面临着大量的工作。下面谈谈苏联镁质超基性岩发育的最重要地区。

在乌克兰（叶尔绍夫，1960）有太古代的镁质超基性岩发育，岩体不大，含铬、镍矿。在布格河流域查明了五个岩体，其中含镍矿、铁-镍矿和滑石-菱镁矿；在德涅泊河

沿岸——克里沃罗格查明了十多个与鉬鎳矿化有关的岩体。

在高加索（索波列夫，1952）查明了100个左右的石炭紀超基性岩体和露头，直径为10米至数十公里。它們发育于南高加索，但主要发育于中央高加索和北西高加索的北坡。与这些岩体有关的有自然結合的鉄矿床、鉬鉄矿、纖維石棉和角閃石石棉、滑石和菱鎳矿床。

在外高加索（別捷赫琴，1937；阿斯拉年，1955；阿布杜拉耶夫，1958）查明了150个中生代的小型露头和較大的岩体，其中有些与鉬鉄矿、菱鎳矿和石棉矿床有关。

在烏拉尔至少划分出7个不同时代的鎳质超基性岩組，其中最老的元古代組和中奥陶世組，含金剛石，在奥陶系和志留系交界处含鉬鉄矿。它們产于烏拉尔的西側，多是些較小的岩体，数量不多，共見于10个地区。其中在南烏拉尔只有克拉克岩体較大（莫斯卡列娃，1959；斯米尔諾夫，庫哈連科，1960）。早泥盆世鎳质超基性岩（Б.А. 庫茲涅佐夫，1958；謝尔盖耶夫斯基，1960）分布于烏拉尔的軸部。它們含鉬鉄矿和石棉。这里共計有18个大岩体。烏拉尔东側的石炭系鎳质超基性岩体被某些研究者（罗曼諾夫，1958）划为早石炭世的-18个岩体，中石炭世的-22个岩体和上石炭世的-16个岩体。这三組岩体都含鉬鉄矿和石棉。

在中央哈薩斯坦已查明了几十个較小的加里东期的鎳质超基性岩体（博克，1956；利亚皮切夫，1956；米哈依罗夫，1958），其中某些与硅酸鎳矿床有关。

在帕米尔和天山已探明了几十个較小的石炭系鎳质超基性岩体。它們与鉬鉄矿、鎳矿和石棉矿化有关（維斯涅夫斯基，1958）。

在阿尔泰和紹里亚山区已查明了许多較小的元古代和寒武系鎳质超基性岩体（古利雅諾娃，1959），它們与石棉矿化有关。

在薩彥岭、薩拉依尔和庫茲涅茨阿拉套已发现了許多大小不同的寒武系鎳质超基性岩体（索波列夫，1934，1940；彼努斯，庫茲涅佐夫，1959）。它們与許多有时是很大的纖維蛇紋石-石棉矿床有关。

在堪察加、庫頁島和楚克奇已确定了有两个不同时代的鎳质超基性岩組：a) 晚古生代的含鉬鉄矿和б) 中生代的（白堊紀）含鉬鉄矿和石棉。岩体以小的为主，偶而也有大的（博吉达耶娃、烏特維因科，1960_{1,2}；斯維亚洛夫斯基，1960）。

在西伯利亚地台（利亚霍維奇，1955）和外貝加尔（季因京，1932；蘆茨斯基，1938）均查出少数小的元古代鎳质超基性岩体，它們研究得还很差。其中有一个与纖維蛇紋石-石棉矿床有关。

鉄質超基性岩相

該組岩石是輝长岩-橄欖岩建造的岩漿分异結晶的产物，是該建造的岩相。它們是由硅鎳鎳鉄层派生的岩漿而形成的。

必須說明，輝长-橄欖岩建造这个名称是假定的。把它称为純橄欖岩-輝岩-輝长岩建造更正确一些。因为这里实际上沒有橄欖岩，而輝长岩很多，該建造研究者本人（帕达尔卡，1937）也曾指出过这点，但是不知为什么称其为輝长岩-橄欖岩建造。

輝长岩-橄欖岩岩漿在地壳中的形成和地壳下特深的构造断裂并無关系。这种岩漿繼

鎂质超基性岩之后，当构造变动有一定程度的稳定时才开始侵入。在这种情况下，硅鋁鎂鉄层在形成輝长岩-橄欖岩建造的岩浆以后，会与构造变动带发生接触，并沿其侵入地壳中。这种侵入是在重力平衡恢复的第一阶段的结果。該建造的岩浆在向地壳侵入的过程中，可含岩石尚沒有独立的性质。一般来讲，鉄质超基性岩熔体早在侵入空隙中，由于复杂分异作用结果，就在岩体核心一个地段或数个地段内形成了各种形态的小岩体。在該熔体結晶时，便在成分复杂的侵入体中形成鉄质超基性岩相。这些岩相在空間上与輝长岩等类型侵入体的其它岩相密切相关。

可作为鉄质超基性岩的典型例子的有烏拉尔西部含鉑輝长岩-橄欖岩建造及非洲布什維尔德含鉑岩体（德兰士瓦等）。

輝长岩-橄欖岩建造的鉄质超基性岩构成了侵入火成岩体的个别地段或某些地段，这些火成岩体的构造經常是比较复杂的。这些火成岩体的成分中包括各种岩相，直到花崗岩类的轉生岩。

鉄质超基性岩为純橄欖岩与輝岩物质相；同时还有构造相（海棉状等）。岩石化学研究表明，构成岩体核部的純橄欖岩物质相，是一个单独的，几乎全是单矿岩石，含0—5%的輝石（？），含尖晶石和鉻尖晶石往往比橄欖岩中几乎少一半。輝石岩物质相以异剝岩和橄欖輝石岩为主，呈鑲边状和分离体或脉状体插在純橄欖岩和輝长岩之間。还必须指出，鉄质超基性岩全蛇紋岩化的情况很少，而由鉄质超基性岩所形成的蛇紋岩体可能就根本不存在。

鉄质超基性岩在侵入体中的数量是不稳定的，經常比輝长岩少。很可能，这說明形成岩浆的原始物质是不同的，即硅鋁层及其底层的深度是不同的。这也可能說明了岩浆在硅鋁层和硅鎂层交界地区形成的。

这类型火成岩体与鎂质超基性岩构造不同，构造极为复杂。这里有大量的接触变质新生矿物，但要想把其中与鉄质超基性岩物质相有的新生矿物区别开却是困难的。在任何情况下，脉状及岩墙状的純橄欖岩及輝石岩都显然是較晚期的产物，位于侵入体内穿切組成岩体的岩石，包括鉄质超基性岩。这些岩脉或岩墙和接触新生矿物的存在，說明侵入体的形成过程是复杂的，也說明在这个过程中有揮发組份参与。侵入体的岩相的不同数量比例的出现，各种各样的岩脉和各种各样的内外接触触变产物的存在，使我們有根据認為，这种侵入体是在地壳的不同深度内結晶出来的。然而，要根据侵入体形成深度的标志进行对比，資料还是不足的。

地球化学和岩石化学資料表明，各个化学元素的分布和富集和鎂质超基性岩有很大差别。这些差别的存在很显然是由于在岩浆成分中有大量揮发組份所致。既表现在内外生接触带新生矿物的发育上，也表现在鉄质超基性岩的自变质触变作用上。这些差别是：

1. 就化学成分来看，鉄质超基性岩中氧化鉄和氧化鎂的比为1:4至1:7，即它所含的氧化鉄几乎比鎂质超基性岩中含的多一倍。

2. 与岩浆中析出的物质有关的接触带矿物的存在，說明了在岩浆成分中有大量揮发的或易活动的組份存在。

3. 鉑族与鉄族具有代表性的化学元素与揮发組份組成复杂的化合物。因此，它們在鉄质超基岩相結晶过程中及在結晶作用之后，在某种程度上自行集中。岩浆結晶之后，某

些化学元素与挥发组份组成的化合物分离而产生了内生矿体。析出的挥发组份在铁质超基性岩体中矿体附近发生自变质作用，在矿体上形成了所谓的“蛇纹石外套”。

4. 硫化物和砷化物或多或少地存在，说明了挥发组份中有一定量的硫和砷存在。与铁质超基性岩或整个辉长岩-橄欖岩建造有关的矿床有硫化镍和硫化铜-钛磁铁矿矿床。上已指出，最大的铂矿床与铁质超基性岩有关。

在苏联很多地方都有铁质超基性岩，但是除个别岩体外研究得还很差。

在科拉半岛（叶尼塞耶夫，1960）查明了三个不同时代的铁质超基性岩岩组：a) 晚太古代的，与它有关的是有工业价值的硫化铜镍矿床；б) 早元古代的；в) 晚元古代的，与它有关的是著名的蒙契、彼阡加等地的硫化铜-镍矿床。这里的矿体产于超基性岩内部，呈浸染状、巢状和脉状——矿石都呈致密块状。矿体是在热液条件下由残余溶液中形成的。

在乌克兰已查明两组时代不同的铁质超基性岩：a) 西亚速夫海沿岸的太古代的（烏斯科，1956，1960）铁质超基性岩，产在混合岩中，为整合的层状体。б) 第聶泊尔河沿岸的华里西期的铁质超基性岩（叶尔紹夫，1960）以岩墙为主，长20公里，宽40米。在这个岩体的上面发育着很厚的风化壳，有硅酸镍富矿。

在中高加索查明有晚古生代的铁质超基性岩（索波列夫，1952）多是些不大的岩体和露头，目前还没有发现有任何矿床与其有关。

在烏拉尔广泛分布着晚志留世的含铂辉长岩-橄欖岩建造（布提林，1958；莫尔达万采夫，1960；什捷因堡，1960；普罗宁，1960）。这个建造的铁质超基性岩在烏拉尔构成了近20个大岩体。目前尚未对所有的岩体进行必要的研究，毫无疑问，除铂以外，还会查明其它矿床与其有关。这些岩体都应该是普查对象，首先应该普查硫化铜镍矿床。

在中哈萨克斯坦查明了很多大小不同的华里西期岩体（米哈依洛夫，1958），但对其研究的程度尚不够。可以肯定，有些矿床与它们有关。

在帕米尔和天山发现了几个泥盆纪小型铁质超基性岩体（維斯涅夫斯基，1958）；在阿尔泰和紹里亚山区发现了早古生代和中生代的小型铁质超基性岩体（古利亚諾夫，1959）；在图瓦发现了华里西期岩体（肯薩波什尼柯夫，1959）。在远东发现了寒武纪和中生代的（別良耶夫斯基，1955）。在堪察加和楚克奇发现了中生代的岩体（鮑吉达耶娃，馬特維因科，1960^{1,2}）。在所有上述地区所查明的岩体尚没进行必要的研究。肯定将有許多矿产与这些岩体有关。

、 鈉質超基性岩相

和铁质超基性岩相的岩石一样，鈉质超基性岩也是岩浆分异的产物，但是它们是在超硷性-基性成分的建造中形成的。这种分异作用的产物（由純橄欖岩到輝石岩）形成复杂的中心型火成岩体，后者由錐状及环状侵入体组成，有时位于岩体中部，有时位于火成岩体的边缘。它们通过輝石岩、钛铁斜輝岩、霞霓鈉輝岩、霞霓岩、磷斜岩，由典型的橄欖石岩-純橄欖岩向霞石岩相互过渡。

鈉质超基性岩相是純橄欖岩及輝石岩的物质相，具有后者特点。1. 純橄欖岩物质相的岩石中含輝石（？）0—5%，而尖晶石及鉻尖晶石的数量比鎂质超基性岩中的少一半，

也就是說純橄欖岩的物质相与鉄质超基性岩是相似的。2. 輝石岩物质相以二輝岩为主，这就將鈉质超基性岩和鎂质超基性岩与鉄质超基性岩截然分开。象鉄质超基性岩一样，鈉质超基性岩很少全蛇紋石化，而由鈉质超基性岩所形成的蛇紋岩岩体可能根本不存在。

上述岩相成分的岩体大部分属中心状，錐状和环状侵入体。在苏格兰区，对这种类型岩浆的侵入的机理作了詳細的研究，这里的岩浆侵入和围岩所产生的破裂有关。关于該类型火成岩体的生成条件問題以及其来源于硅鋁鉄鎂层的問題，在許多方面还未明确，需要进一步研究。这种稀有的岩浆源类型——超基性岩、超硷性岩甚至碳酸盐成分的岩浆作用相互交插的类型，可能与某种特殊条件有关，这种条件只有通过进一步研究才能搞清。

該类型火成岩体分布的典型地区有斯堪的納維亞半島和科拉半島、薩彥岭、西伯利亚地台、阿尔旦和苏联以外的东南非、北美。火成岩体的鈉质超基性岩相的地球化学和岩石化学特点也应进一步查明。

氧化鉄与氧化鎂的比例与鉄质超基性岩相同，即1:4至1:7，这間接表明形成鈉质超基性岩的原始物质深度与鉄质超基性岩的是一样的，即都是由地壳深部的硅鋁鉄鎂层形成的。根据挥发組份的存在及其在內生、外生自变质中的作用，这些火成岩体与鉄质超基性岩建造有相同之点，也有不同之点。相同的是在岩浆組份中有大量挥发組份和較多的硫化物和砷化物存在。不同的是鈉质超基性岩中目前还没有发现大量的鉑和鉻，而硫化鎳、硫化銅和稀有元素却較多，甚至很多。

表 1 不同成因的超基性岩組中蛇紋岩化类型及与其有关的矿产

蛇紋岩化及矿产	鎂质超基性岩	鉄质超基性岩	鈉质超基性岩
自变质蛇紋岩化	+	+	+
外地下水变质	+	?	
外花崗岩变质	+		
岩 浆 作 用			
鉻	+		
鉑		+	
鎳		+	
銅		+	
鉄			+
热 液 作 用			
纖維蛇紋石-石棉	+		
直閃石-石棉	+		
Резидит①-石棉	+		
滑 石	+		
磁鉄矿	+		
金剛石	+		
蛭 石			+
风 化 壳			
鎳(+鈷)	+		
鉄(+鉻、鎳)	+		

① Резидит——譯者参考了許多有关字典，仍未找到恰当的譯名。

由此可見，鈉質超基性岩在岩石學方面與鎂質超基性岩截然不同，而在與組成該類型深成岩體含霞石岩相共生方面又與鐵質超基性岩截然不同。

與鈉質超基性岩有成因關係的有岩漿成因的鐵和稀有金屬大礦床。鈉質超基性岩侵入體經常與具稀有金屬礦化組合的碳酸鹽的侵入體伴生。近年來，在某一侵入體中發現了一個巨大的蛭石礦床。凡是鈉質超基性岩發育的地區都是普查上述礦床的遠景地區。

在蘇聯，鈉質超基性岩發育於科拉半島（謝苗諾夫，舒巴，1959；沃洛托夫斯卡婭，1960；葉利塞耶夫，1960）。這裡發現了兩個時代的鈉質超基性岩組，а）後卡累利阿期——格列米亞阿——維爾米斯和其它岩體，均為多相的複雜岩體；б）古生代——阿弗里干達、奧澤爾納亞、列斯納亞瓦拉卡、大科夫多爾斯基等。這種中心類型侵入體是通過純橄欖岩——橄欖岩——輝石岩——鈦鐵霞輝岩——霞霓鈉輝岩——霓霞岩——磷霞岩——霞石正長岩而形成的。與它有關的有鐵礦和鈦磁鐵礦——鈣鈦礦化。黃長岩和碳酸鹽類岩石（具有金屬礦化）的形成，以及巨大的蛭石礦床均與這些侵入體有關。

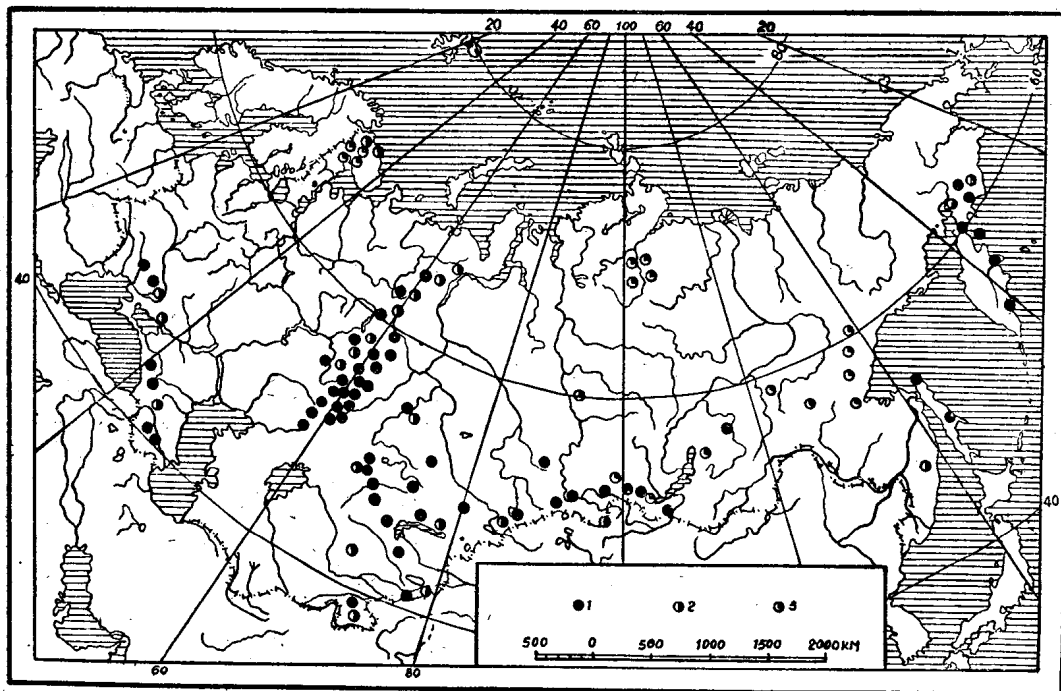
中生代的鈉質超基性岩岩體見於西伯利亞地台（布塔柯娃，1959；伊萬諾夫，比羅日尼

表 2 蘇聯境內各種成因類型超基性岩的分布

超基性岩侵入體發育地區	鎂質超基性岩		鐵質超基性岩		鈉質超基性岩	
	時 代	礦 產	時 代	礦 產	時 代	礦 產
科拉半島	—	—	太古代	Cu, Ni	元古代	Fe、稀有元素
	—	—	元古代	Cu, Ni	古生代	蛭石
烏克蘭地盾	太古代	Cr, Ni	海西寧	Ni	—	—
高加索	石炭紀	Fe, Cr、 Ni、石棉	早古生代	—	—	—
外高加索	白堊紀	Cr、石棉、菱鐵礦	—	—	—	—
烏拉爾西坡	元古代	—	晚志留世	Pt	—	—
	中奧陶世	金剛石	—	—	—	—
	晚奧陶世-早 石炭世	Cr, Cu, Ni	—	—	—	—
烏拉爾東坡	早泥盆世	Cr、石棉	—	—	—	—
	早石炭世	Cr、石棉	—	—	—	—
	中石炭世	Cr、石棉	—	—	—	—
	晚石炭世	Cr、石棉	—	—	—	—
中央哈薩克斯坦	加里東	Ni	海西寧	?	—	—
帕米爾和天山	石炭紀	Cr, Ni	泥盆紀	?	—	—
阿爾泰、山區紹爾仁	元古代	石棉	奧陶紀-志 留紀	?	—	—
薩拉伊爾，庫茲涅茨阿拉 套	寒武紀	?	—	—	—	—
西薩彥和圖瓦	寒武紀	石棉	—	—	—	—
東薩彥和阿馬爾達班山脉	寒武紀	石棉	—	—	加里東	稀有元素
西伯利亞地台	元古代	石棉	—	—	中生代	稀有元素
阿爾旦	—	—	—	—	中生代	稀有元素
遠 東	—	—	寒武紀	石棉 滑石	—	—
	—	—	中生代	?	—	—
堪察加，楚科特卡	晚古生代	Cr	中生代	?	—	—
	白堊紀	Cr、石棉	—	—	—	—

柯夫, 1959; 謝因曼, 1959); 中生代鈉質超基性岩見于阿爾丹 (畢里賓, 1941; 莫拉廖夫, 1959; 安德列耶夫, 1960); 加里東期的見于薩彥嶺 (拉夫里柯夫, 1960; 波查里茨卡婭, 1960; 科涅夫, 1960)。它們全部是中心類型侵入體, 而且大多數均與具有稀有金屬礦化的碳酸鹽類岩石伴生。

毫無疑問, 該類型侵入體還將發現于西伯利亞和遠東。



蘇聯境內三個重要成因類型的最大超基性岩體分布圖

1—鎂質超基性岩; 2—鐵質超基性岩; 3—鈉質超基性岩

結 語

茲將不同成因的超基性岩組、超基性岩蛇紋石化類型與每種建造有成因關係的礦產列于表1; 超基性岩建造發育的地區示于圖1及表2中。對大多數侵入體來講, 都已示出它們形成的時間及與其有成因關係的礦產。從這兩個表中可以看出, 在什麼樣的地區有希望發現相應的礦產, 並據此來確定普查工作的方向。我們研究了三種成因的超基性岩組, 但是還可能有其他成因的岩組。在這方面科拉半島的蒙契和彼阡加岩體, 就其本身的變質作用和熱液作用來看, 截然區別于基性和超基性岩體。在這方面, 正象 H. A. 叶尼塞耶夫 (1960) 所指出的, 這些岩體與酸性侵入體相似。E. E. 博克 (1945) 認為, 某些蛇紋岩可能為副蛇紋岩。H. B. 米哈依洛夫 (1959) 指出, 某些超基性岩是由于混染作用結果而生成的。本文作者 (索波列夫, 1952) 指出, 某些蛇紋岩體形成可能因花崗岩質的橄欖砂岩變質以後形成的。但是這類岩石分布得不廣泛, 除個別特殊情況外, 尚未發現與其有關的礦產, 所以我們只能探討三種成因的超基性岩組。

上述的各种成因类型超基性岩的形成和分布规律只不过是这方面研究的第一个阶段。根据已查明的超基性岩建造和岩相与矿产之间的关系可以期望，只要进一步扩大我們在这方面的知識，就能使预测与超基性岩有关矿产的工作得到可靠的科学依据。

全文原載 *Закономерности размещения полезных ископаемых* VI, 1962, стр. 32—47

顏秉綱 白文吉譯 王立文校