

风 化 壳

第 1 輯

苏联科学院地质研究所編

王 述 訓 等 译

中国工业出版社

本书是论文集，着重探讨古风化作用及与其有关的矿产以及正在发展中的古风化壳的学说。此外，对风化壳的调查方法和实验研究也作了介绍。

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
КОРА ВЫВЕТРИВАНИЯ
ГЕОЛОГИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ,
ПРОЦЕССЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ,
МИНЕРАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Выпуск 1

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА-1952

* * *

风 化 壳

第 一 輯

苏联科学院地质研究所编

王述训等译

*

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）

（北京市书刊出版事业许可证出字第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 $13^{1/2}$ ·插页8·字数307,000

1964年3月北京第一版·1964年3月北京第一次印刷

印数0001—1,341·定价(科七)2.10元

*

统一书号：15165·2704(地质-260)

目 录

緒 論	(1)
一、地质学, 地球化学, 矿物学和矿床	(2)
北高加索馬耳卡蛇紋岩体上的古风化壳	И. И. 金茲堡和 А. Л. 揚尼茨基 (2)
馬耳卡河蛇紋岩风化壳中的矿物	Д. П. 謝尔迪尤欽科 (14)
哈薩克斯坦多型古风化壳一例	В. К. 耶列明 和 И. З. 柯 林 (47)
頓巴斯东南部中石炭紀沉积岩上的古风化壳	П. С. 薩莫杜罗夫 (53)
摩尔达維亞境内最古老的风化壳	И. М. 苏霍夫 (63)
烏拉尔中生代的喀斯特及与其有关的矿产	И. И. 金茲堡 (65)
风化壳中的硅化蛇紋岩	И. З. 柯 林 (74)
科斯-紹庫(哈薩克斯坦北部)的佩利坎土和蛋白石及其与烏克兰的 佩利坎土和蛋白石之比較	И. И. 金茲堡和 И. А. 魯卡維什尼柯娃 (104)
使用天然吸附剂对元素进行色层分离	В. Т. 巴里維列夫 (121)
离子吸附分离在地质学中的作用	И. И. 金茲堡 (127)
二、研究方法	(131)
有机染料在粘土分析方面的应用	Н. Е. 維捷涅耶娃 (131)
以近代沉积物为例, 根据染料的吸收光譜鑑定胶体-分散矿物的 实验結果	М. А. 拉捷耶夫 (135)
用油浸法測定粘土中小于0.001毫米部分的矿物成分	М. Ф. 維庫洛娃 (145)
风化壳物质的粒度測定分离	В. А. 諾維科夫 (147)
运用离心机分离不同比重和不同顆粒組份的操作方法	К. К. 尼基亭 (163)
研究岩矿淋滤过程的仪器和方法	В. Т. 巴里維列夫 (174)
鑑定粘土和淤泥中石英的方法	Э. С. 查尔曼臧 (177)
在反射光下測定鉄的氧化物和氢氧化物族矿物	С. А. 尤什科 (178)
孔隙岩石真比重的測定	В. Т. 巴里維列夫 (180)
三、文献簡評	(183)
微生物在岩石风化和矿物生成中的作用	И. И. 金茲堡 (183)
鋁土矿的紅土风化成因說和鋁土矿的矿物成分及其形成条件	И. И. 金茲堡 (189)
四、文摘和书評	(192)
五、图书目录	(203)

緒 論

在蘇聯國土上正在進行着大量的地質調查工作，其中有關古風化壳的調查研究在近幾年來有了越來越重大的意義，各種研究機構和各方面的專家對於古風化壳有了顯著地重視。

在烏克蘭、高加索、烏拉爾、哈薩克斯坦、西西伯利亞和東西伯利亞以及中亞細亞的北方和最南方，都發現了古風化壳。古風化壳已成為地層學家、礦山地質學家、土壤學家、土質學家、礦物學家、地球化學家、水文地質學家以及地理學家的研究對象。

雖然專家和調查者的面很廣，他們想從某一方面比較全面地認識風化作用，但是研究這些問題的巨著却寥寥可數，許許多多的小文章和評論分散在浩瀚的地質文獻中，主要是在期刊中。由於缺少從各方面論述風化作用問題的總結性文集，加之上面所說的小文章又分散在各處，就使得許多地質學家，尤其是在邊疆地區工作並與大型圖書館和資料室隔絕的地質學家，實際上根本沒有可能參閱論述風化作用問題的文獻。特別困難的是那些剛開始從事風化壳研究的地質學家，因為研究複雜的、細分散的並往往是過渡性質的風化產物要求採用一些精確的、專門的方法。論述這些方法的個別文章也很分散，因此要了解這些方法，對於大部分的人來說就成了一個實際上不可能解決的難題。

以上情況不能認為是正常的，因此目前迫切地感到有必要出版風化作用問題文集，其中包括所有這些問題的文獻目錄，並選登有關風化作用方面的一些最有意義的文章和論著。

在我國風化作用及其產物的研究老早就引起了優秀的土壤學家和地質學家的注意。

В.В.多庫恰耶夫、Н.А.博戈斯洛夫斯基、К.Д.格林卡、П.А.澤米亞特欽斯基、В.И.維爾納德斯基、В.Р.威廉斯、А.Е.費爾斯曼、Б.Б.波雷諾夫、С.С.斯米爾諾夫、Л.С.別良金以及其他許多著名學者都很重視風化作用以及土壤、古風化壳、礦床氧化帶和風化礦物的形成。在蘇聯，正是由於大量學者的辛勤勞績，才建立起並發展了蘇維埃土壤學。最近15年內建立並發展了關於古風化壳及與其有關的礦床的學說，在風化礦物方面進行着認真而深入的研究，為與生物化學作用有關的礦物學奠定基礎。

為了更順利地尋找礦物產地，研究有用礦產的物質成分及其富集的可能性，以及為了建造能抵禦風化的工程建築物，更好地了解成壤作用等，因此在許多機構里都設立了研究礦物、岩石、風化作用以及古風化壳的單位和部門。

為了滿足蘇聯工業和建築工程方面的迫切需要，文集刊行預定年出一冊。文集將特別重視古代風化作用及其有關的礦產以及正在發展的關於古風化壳的學說。文集將由蘇聯科學院地質科學研究所風化作用實驗室出版，其中準備發表從事風化作用研究的地質學家、礦物學家、地球化學家、土質學家及其他專家的論文。尤其是希望發展在我國邊遠地區的礦山、勘探地區和建築工地上工作的專家們的論文。這些論文包括許多寶貴的新的觀察結果、包括他們在我們祖國遼闊無邊的國土上搜集和研究過的許多實際資料。

毫無疑問，刊行正確而科學地闡明風化作用問題的文集，將促進這一方面的地質和地球化學知識的發展和深入，同時必將提高我國找礦、地質勘探以及其它調查研究工作的效率。

一、地质学，地球化学，矿物学和矿床

北高加索馬耳卡蛇紋岩体上的古风化壳

И. И. 金茲堡和 А. Л. 揚尼茨基

馬耳卡蛇紋岩体位于北高加索，分布在馬耳卡河中游，部分分布在上游。当地为由西南向东北緩傾斜的高原型高地，受到馬耳卡河及其支流剧烈地切割。

I. 地 質 构 造

当地地质为古生代及中生代岩石。古生代岩石构成本区的古老基底，包括泥质頁岩、砂岩、石英岩及强烈蛇紋石化橄欖岩。泥质頁岩、砂岩及石英岩分布在本区的西部。这些岩石的露头見于馬耳卡河上游及其支流的河谷中。这些岩石經過强烈的錯动。其傾斜方位角介于北 0° 至北东 60° 之間，而傾角为 $14-20^{\circ}$ 至 $60-70^{\circ}$ 。

組成馬耳卡岩体的橄欖岩几乎完全蛇紋石化。它們沿着馬耳卡河流域自西向东延伸达12—13公里，自北向南寬达7—8公里。

在整个馬耳卡岩体内超基性岩的蛇紋石化現象甚为剧烈，以致难以确定其原生矿物成分。И. Л. 索波列夫于1947年經研究后得出結論認為：馬耳卡岩体中部的蛇紋岩是由斜輝橄欖岩蝕变而成，而在岩体边缘部分，即在岩体的南部及西部边缘的蛇紋岩，則由二輝橄欖岩蝕变而成，它們在这里构成寬約0.5公里的岩带。И. Л. 索波列夫在此边缘带的原生矿物残余物中发现了橄欖石、单斜輝石及斜方輝石，而在岩体中部却只見到橄欖石及斜方輝石。

И. Л. 索波列夫在馬耳卡岩体西部边缘中，发现了下古生代泥质頁岩的捕获体岩块，其长达数十米，而寬約数米。这些因受超基性岩浆作用而变质的捕获体岩块，表明超基性岩侵入的年代为下古生代以后。

Л. П. 謝尔迪尤欽科研究馬耳卡超基性岩体的結果表明，在蛇紋石化的斜輝橄欖岩的主要岩体中有輝石脉以及純橄欖岩的橢圓形岩体和岩脉。同时，С. С. 庫茲涅佐夫于1947年也发现了数条輝长苏长岩脉貫穿在蛇紋岩体之中。

蛇紋岩系暗綠或淡綠色的致密岩石，因含4—5毫米以上的絹石巨晶而具斑状結構。在显微镜下可看到一般蛇紋岩所具有的那种由細粒和显微纖維状的纖維蛇紋石所組成的网状結構，其中有大的絹石晶片。蛇紋岩的矿物成分为：纖維蛇紋石、叶蛇紋石、絹石、磁鉄矿、水鎂石、鉻尖晶石类。在受风化作用的蛇紋岩中，除上列矿物外，还可有石英、蛋白石、玉髓、方解石、白云石、菱鎂矿、綠高岭石及含水針鉄矿。

馬耳卡蛇紋岩体沿北和东方向成 $5-7^{\circ}$ 角度逐漸向下傾伏，消失于复盖其上的中生代沉积岩层之下。复盖在上述古生代岩系之上的中生代岩层在馬耳卡河流域的这一带分布甚广。它們普遍見于河谷两坡的上部以及整个高原型的高地上。这些岩石是蛇紋岩的前托阿尔期（侏罗紀）前古风化壳的产物、下侏罗紀的鉄质及砂质-粘土-含煤沉积物，上侏罗紀

的砂岩、白云岩、石灰岩及含石膏沉积层，和下白垩纪的石灰岩及砂质粘土层。

从复盖着风化壳的侏罗纪及白垩纪地层开始，经过整个风化壳，再向下经过风化壳下伏的新鲜蛇纹岩，这样完整的剖面是非常稀少的，在这方面沿马耳卡河的风化壳剖面可算是典型的了。研究了这些剖面的材料之后，有关其他地区风化壳的性质及年代的许多争论问题即可获得最后解决。

I. 蛇纹岩的古风化壳

蛇纹岩体的古风化壳分布在沿马耳卡及其支流河岸的整个蛇纹岩体上。由于它具有浅绿色、浅灰-绿色及微红-棕色，因而从一般呈暗绿色调的蛇纹岩体上可以很清楚区别出来。

古风化壳，在垂直方向的不同层位具有不同的矿物成分，因而可将其剖面分为若干带。

С. И. 塔尔迪金及 Н. К. 姆希塔罗夫过去曾研究过马耳卡岩体上的古风化壳，并在报告中叙述了该风化壳的剖面。Д. П. 谢尔迪尤钦科、М. И. 卡尔加诺夫、Г. Д. 库罗契金、А. Л. 杨尼茨基和 И. И. 金兹堡也都对这个岩体的风化壳进行过研究和描述。这里仅将 А. Л. 杨尼茨基及 И. И. 金兹堡两人初步研究的结果，简述如下。

在沿马耳卡河及其支流的许多剖面中，可分出两种类型极不相同的风化剖面。一种是与地形较高部分有关并出露良好的硅质或硅化型剖面。另一种是与古地形的洼地部位有关的剖面，这种剖面大部分被厚层的山麓堆积的碎石堆所复盖，并且掩盖甚多，因此不易看出。

A. 古老地形高起地区的风化壳剖面

这个剖面包括以下几个带（自上而下），

- (1) 赭石化蛇纹岩带；
- (2) 硅化蛇纹岩带；
- (3) 淋滤及碳酸盐化蛇纹岩带；

向下为新鲜蛇纹岩。

1. 赭石化蛇纹岩带 此带位于风化壳的最上层，在蛇纹岩体古地形的高处，在其古老丘陵和分水岭的顶部与斜坡上分布较广。此带的矿物成分特征是：含水针铁矿、水赤铁矿、磁铁矿、铬尖晶石类、石英、蛋白石、玉髓、方解石，有时有铁质绿泥石和绿高岭石。后两种矿物常常强烈地赭石化和被氢氧化铁交代。

在这个地区内，岩石的赭石化作用及铁化作用并不象乌拉尔的典型剖面那样与绿高岭石有密切的关系，也不复盖着绿高岭石。碳酸盐化或硅化蛇纹岩在这里常常受到赭石化作用。在马耳卡地区内，没有中乌拉尔那种粉末状及粘土状赭石，也没有南乌拉尔的阿克列曼诺夫 (аккермановский) 型或金彼尔赛 (кимперсайский) 型的粉末状及粘土状赭石。此外这里也没有由类似赭石或与赭石有关的矿物所形成的完全不含二氧化硅的结核状铁质岩石。

在显微镜下研究薄片证明，大部分蛇纹石颗粒和纤维遭到分解而被氢氧化铁和石英所交代，岩石的原生网状结构有些地方保留得很好。在许多情况下，还保存着絹石的大颗粒。

粒，但其边缘已被溶蚀，并被氢氧化铁所交代。在其他情况下，当岩石分解，并且不是全部而是局部地被褐色氢氧化铁交代时，可以看得出蛇纹石逐渐赭石化的作用。这种作用可在显微镜照片（图版 I，照片 1）中看到。这时纤维蛇纹石的各个网孔或网环完全被非晶质的暗褐色氢氧化铁所交代，并且仍保留了原有的外形轮廓。从图上可看到逐渐赭石化的絹石颗粒。絹石赭石化作用发生得不均匀——有时是沿解理裂隙呈线条状，也有时是在颗粒的不同地点形成个别斑点。在薄片时常看到残余的锐尖晶石类颗粒，其大小达 0.1—0.4 毫米以上。磁铁矿通常呈单独的细串珠状和粉末状斑点。石英和碳酸钙也形成一个一个的细脉和矿巢。

在这一带内的风化壳岩石大部分是疏松的，土状的，有时是块状的，而有些地方则是多孔的，网状的和成块的。在上述疏松的岩石带中，可遇到由极坚硬而致密的硅铁质形成物构成的地段。母岩的原始结构不经常保存。在个别地方这种结构完全看不到。

有些地方风化壳的铁化岩石带保存在古老的壠岗坡上。在河谷中的陡崖露头处，此带上部为黄色和黄褐色块状岩石，向下逐渐过渡为多孔的，有些地方则过渡成致密的浅褐—红色硅铁质岩石。

上述风化壳岩石的主要化学成分有两个基本组份： Fe_2O_3 和 SiO_2 。其次还有氧化铝，它的多少与二氧化硅及氧化铁的含量无关。在许多标本中含具成因意义的 CO_2 、 CaO 和 MgO 。无疑地，在这里的风化壳岩石成分中会有碳酸盐。因此，便可以推想到，铁化作用不仅在硅化蛇纹岩中进行过，而且在部分的碳酸盐化蛇纹岩中也曾进行过。

在古分水岭高地斜坡上的部分地段中，赭石化蛇纹岩带有时成为疏松的淡黄褐色赭石，其中发现有大小不同的硅化的，以及碳酸盐化和淋滤的蛇纹岩碎块。赭石—硅质的疏松岩石含二氧化硅达 30—35%。其成因或者是氢氧化铁交代硅化岩石，但不破坏其致密度，或者是氢氧化铁溶蚀各个地段或岩石的各个颗粒，使岩石变为易碎的物质。这并不是标准风化壳剖面的赭石，而是硅化蛇纹岩石发生去硅作用时所形成的赭石。致密的坚硬硅铁质岩石或疏松的赭石的形成，决定于受硅化作用的岩石之构造特点及铁化作用的条件；这里所描述的这种类型的赭石仅零星发现。

2. 硅化蛇纹岩带 硅化蛇纹岩位于古丘陵及分水岭高地上的上部层位的赭石带之下。在古地形的低洼地段上没有硅化蛇纹岩的分布。

此带清晰地见于许多陡崖的露头处，而且遍布于马耳卡岩体的广大地区内。露头上可以看到蛇纹岩自表部开始向深处逐渐硅化：硅化作用通常是从裂隙开始，而后向母岩岩块深处渗展。

硅化蛇纹岩带有时在水平方向延伸数百米，占古地形高出部分的广大面积。在此带内，氢氧化铁并无大量堆积，只是呈一些细脉和矿巢出现，或者是浸染岩石使之成为浅褐—红色的硅铁质岩石。

硅化蛇纹岩的矿物成分有：石英、蛋白石、玉髓、含水针铁矿、锐尖晶石类和磁铁矿。在蛇纹岩硅化作用表现较弱的较深层位中，除上述矿物外，还有方解石、菱镁矿、白云石、菱铁矿、海泡石、纤维蛇纹石、絹石，有时还有叶蛇纹石。

研究硅化蛇纹岩标本的薄片证明，在个别地段，蛇纹岩几乎完全被细粒和粗粒石英，蛋白石以及玉髓所交代。有些地方玉髓呈浑圆放射状，即形成直径达 4—5 毫米的球粒。石英形成细脉网及一个个的矿巢。有时母岩的个别地段被碳酸盐及褐色的氢氧化铁所交

代。也有的地段的岩石，部分被細粒石英所交代，部分被碳酸盐所交代，也有一部分被氢氧化鉄所交代。在石英化地段，有些部位岩石的原生結構，即由蛇紋石組成的岩石的网孔和网环已完全消失，并在該处沉淀了細粒石英及玉髓。同时，在細粒石英块体中有时发现針鉄矿-含水針鉄矿的极細小的針状晶体。在岩石的碳酸盐化地段，纖維蛇紋石的某些网孔和顆粒被石英交代，其他的則被碳酸盐及氢氧化鉄所交代。

本带中的二氧化硅主要是呈石英及蛋白石产出，偶尔也呈玉髓产出。某些情况下，在蛇紋岩硅化的同时形成部分被氢氧化鉄所浸染的致密石英质岩类岩石，在另外一些情况下，則同时生成多孔的和有孔隙的岩石。这些孔隙通常被含水針鉄矿的浅褐-黃色赭石粉末状物质所充填。硅化带中的孔洞往往被很小的、但結晶得很好的水晶晶体和泉华状及腎状蛋白石的瘤状体所被复。有时这些晶洞中有直径达4—5毫米的紫水晶晶体。在垂直裂隙和水平裂隙中常常有二氧化硅及部分氢氧化鉄堆积，因而使岩石具带状及网状构造。

有时交代作用从胶蛇紋石細脉或由胶蛇紋石形成的碳酸盐細脉先开始，然后二氧化硅（常为蛋白石）在蛇紋岩內的网状結構中逐漸沉淀。随着蛇紋岩网孔的交代作用，岩石便变成网状的蛋白石化蛇紋岩，其外表上与一般的硅化蛇紋岩毫无区别。在硅化作用是沿着蛇紋岩挤压带裂隙进行的某一地区的胶蛇紋石极为发育的地段中，上述那种蛇紋岩的硅化作用表现得非常明显，并且可以明显地呈囊状体。个别囊状体可达10—15米，一般較小。但是，这种作用并非到处都形成囊状体。在某些地段則为层状类型的硅化作用，但即使是在这种情况下硅化的下部层位亦不稳定，并且能在硅化带以下的碳酸盐化的岩石里形成囊状体。根据最近的观察，两带之間并没有一条鮮明的界限，因为在碳酸盐化岩石的上部层位中也发现石英和蛋白石的网环与細脉，但数量較少。两带彼此間的差别仅表现在色度的不同和碳酸盐細脉以及矿巢数量的多寡上。硅化蛇紋岩露头因受氢氧化鉄的影响而常常变成淡黄-褐色或浅褐-紅色。这种岩石的色带在水平方向可以看得相当清楚。

除了与蛋白石化、即与网状-硅化蛇紋岩关系明显的硅化岩石外，还有致密硅化的蛇紋岩、致密蛇紋岩和石英化蛇紋岩。它們見于許多地区。在这里也同样可以看出它們的下部层位逐漸过渡为带有蛋白石細脉的碳酸盐化岩石。

除上述之主要硅化作用外，还有穿插在各种硅化岩石中的蛋白石細脉的次生物。这类次生物常呈白色或微呈天蓝色。往往具有标准的胶状結構。有些地方蛋白石已被玉髓交代。玉髓和蛋白石細脉中見有較晚世代的薄膜状蛋白石，它們有时被复在蛋白石細脉的壁上。这两个世代的浅灰-白色的蛋白石和玉髓都是在致密的硅化蛇紋岩赭石化作用后形成的。这类情况証明二氧化硅的移动也同样是发生在硅化和赭石化岩石形成之后。

在某些細脉中見有很小的淡色透明斑点，晶出作用即围绕斑点进行。在另一些情况下，在硅化蛇紋岩中发现一些象珊瑚一样具有六角或多角輪廓的个别部分，它們反映了蛇紋岩的网状結構或围绕各个中心所发生的晶出作用。在类似条件下，我們遇到并未完全硬化的胶状质体的“猪油状岩”（лярдит）。

现将硅化蛇紋岩带的最典型的綜合剖面表述如下（自下而上）：

- （1）沿細脉蛋白石化的碳酸盐化蛇紋岩；
- （2）网状蛋白石化的硅化蛇紋岩，有些地方是赭石化的蛇紋岩；
- （3）致密的硅化的蛇紋岩；
- （4）硅鉄质蛇紋岩。

3. 淋濾和碳酸盐化蛇紋岩带 此带位于风化壳剖面的下部，包括两个层位：a) 淋濾斑点鉄质层，б) 碳酸盐化蛇紋岩。第一层有时付缺。它不同于上部硅化蛇紋岩带，因为这里的蛇紋岩不是全部而只是部分地被分解。母岩不是全部而只是在个别地段上被分解，并且形成无数黄色、褐色、浅蔷薇色或粉红色斑点（因有氢氧化鉄聚集）。鎂和鈣則大部分由淋濾蛇紋岩带向下迁移至碳酸盐化蛇紋岩带中，在那里形成細脉网和矿巢的网。

用显微镜研究薄片証明，在这层中的蛇紋岩体矿物并未全被彻底分解。分解的仅仅是蛇紋石的个别顆粒和纖維，或包含在个别网孔或网环內的蛇紋石顆粒和纖維的集合体。但是，除了全被分解的蛇紋石顆粒和纖維外，有些地方还可見到完全新鮮的蛇紋石顆粒。在显微镜下可以看到，有些薄片在遭受分解的蛇紋岩范围内，蛋白石和石英、以及一部分褐色氢氧化鉄逐漸积聚在一起形成复杂的細脉和矿巢网。某些由蛇紋石組成的网孔，中心部分被氢氧化鉄所交代，而石英和玉髓則在这些网孔或顆粒的周围沉积成薄边。然而在另一些薄片，却看到另外一种关系：这里在母岩分解的地方有石英和碳酸盐积聚和沉积，形成細脉和矿巢，縱橫交錯地穿插在岩石之中。組成細脉和矿巢的含水針鉄矿与水赤鉄矿是黄色、褐色或砖紅色非晶质的雪花状或細粒状物质。在薄片的有些地方可发现个别深綠色的綠高岭石顆粒。一部分綠高岭石顆粒赭石化及被褐色和浅褐-紅色氢氧化鉄所交代。此外还具有个别鉻尖晶石类矿物顆粒，它常常破碎成帶稜角的小块，最后还見有粉末状磁鉄矿的細綫和小点析出物。

这一层位的矿物成分有：纖維蛇紋石、叶蛇紋石、絹石、鉻尖晶石类、磁鉄矿、水鎂石、方解石、菱鎂矿、水菱鎂矿、白云石、菱鉄矿、綠高岭石、鱗綠泥石、含水針鉄矿、水赤鉄矿、石英、蛋白石和玉髓。

碳酸盐化蛇紋岩层位于剖面的最下部。碳酸盐化蛇紋岩具浅綠、綠或深綠色。岩石中碳酸盐类大量富集：主要是方解石，其次是菱鎂矿，再其次是白云石和菱鉄矿。在某些地方，岩石具大量白色碳酸盐細脉密网，致使它失去本身的綠色，而呈浅綠灰色。蛇紋岩中的大部分节理裂隙是被碳酸盐細脉所填充，这些細脉一部分在水平方向平行分布，另部分在垂直方向平行分布。在溶液循环的裂隙附近的母岩局部分解并被碳酸盐交代。該层中石英、蛋白石和玉髓很少，它們主要是見于該层的上部，形成个别稀疏的細脉和矿巢。

碳酸盐化蛇紋岩层的矿物成分包括：纖維蛇紋石、叶蛇紋石、絹石、鉻尖晶石类、磁鉄矿、滑石、綠簾石、水鎂石、方解石、菱鎂矿、水菱鎂矿、白云石、菱鉄矿、胶蛇紋石、綠高岭石、石英、蛋白石、玉髓、黄鉀鉄矾、鱗綠泥石。氢氧化鉄矿物（含水針鉄矿和水赤鉄矿）在这里极为罕見。在該层中占主要地位的是碳酸盐。在稍帶白色、褪色的蛇紋岩（变純橄欖岩的）里，有时可見白鉄矿、黄鉄矿、磁黄鉄矿、黄銅矿等的細脉和矿巢。

碳酸盐化蛇紋岩层向下逐渐过渡为深綠色的新鮮蛇紋岩。

Б. 地形低窪地区的风化剖面

在馬耳卡蛇紋岩体内未发现象南烏拉尔那种由下列几个带所組成的标准大面积风化剖面：a) 赭石带，б) 綠高岭石带，в) 淋濾和碳酸盐化蛇紋岩带，此外夹有蛋白石和文石层。

現將此地最完整的古地形低洼地区的风化剖面表述如下（自上而下）：

(1) 赭石化蛇紋岩帶，有时有蛋白石細脉；

(2) 綠高岭石化蛇紋岩帶，有些地方是斑点-紅色，赭石化，时而致密狀，时而片理化；

(3) 碳酸盐化蛇紋岩帶；

向下为新鮮的蛇紋岩。

1. 赭石化蛇紋岩帶 在地形高起地区和低洼地区的剖面之間可看到岩石的全部过渡現象，这是由于古地形和以后的迭加作用的結果。因此，一般在低洼地区不构成单独剖面。这种剖面的主要特点是：有致密狀或片理化的各种綠高岭石化蛇紋岩帶（但通常不是由致密綠高岭石所組成）。

最上部的赭石化蛇紋岩帶有时付缺。它与古地形隆起地区风化壳剖面中的赭石化蛇紋岩帶不同，因为在本帶中沒有象在上述帶中发现有那么大量的蛋白石、石英和玉髓。本帶中，这些矿物分布得不广泛，只呈个别矿巢和細脉出現。在这里除了含水針矿和水赤鉄矿外，常有碳酸盐（方解石，少量菱鎂矿和菱鉄矿）、纖維蛇紋石、絹石、綠高岭石和綠泥石。本帶的另一特点是，在赭石化蛇紋岩中常見綠色碳酸盐化蛇紋岩岩块。观察証明，碳酸盐化和綠高岭石化的蛇紋岩地段曾遭受过赭石化作用。

2. 綠高岭石化蛇紋岩帶 在碳酸盐层上片理化部分中，有淺綠和深綠色叶片狀細鱗片綠高岭石的細脉存在，而且很快就过渡为周围的弱綠高岭石化蛇紋岩。因此，碳酸盐化帶上部，甚至即使未被片理化，也是較松軟的，用小鎚很容易将之击碎。这种具有一些綠高岭石鱗片或透鏡狀夹层的綠高岭石化蛇紋岩，厚度由1至10—15毫米的，不能算做綠高岭石帶。这些綠高岭石化蛇紋岩极类似于在南烏拉尔被称做“淋濾綠高岭石化蛇紋岩”的岩石。在我們見到有这种綠高岭石化岩石的夹层或小透鏡体的地方，常常沒有碳酸盐。这可能是綠高岭石本身在这里尚未得到充分发育（綠高岭石含大量氧化鎂，介于15—20%之間或更多些）。这种綠高岭石化地段同样也不是象烏拉尔的那种典型淋濾蛇紋岩那样具較輕的比重和較淺的顏色。

此外，南烏拉尔的淋濾綠高岭石化蛇紋岩仍保持着自己的块狀构造；而这里的淋濾綠高岭石化蛇紋岩則通常已片理化。这类淋濾綠高岭石化蛇紋岩的厚度不大。此帶并非到处都能見到，同时表現得亦不显著。只是在某些地方可以看得非常明显。因此它并不总能被区分成单独的一个帶。

向上复带过渡的斑狀綠高岭石化蛇紋岩是一种特殊的綠高岭石化蛇紋岩。其中的紅色和淺黃-褐色斑点是因綠高岭石化蛇紋岩被含水針鉄矿和水赤鉄矿不均匀交代所致。

3. 碳酸盐化蛇紋岩帶 在这里，碳酸盐化帶上部层位中的碳酸盐网脉較下部层位稠密。除了粒狀的方解石外，还見到有晶质方解石、以及呈柱狀（充填着小裂隙）、放射狀和豌豆狀被壳的文石。該帶上部层位中，有些地方发现碳酸盐細脉蛋白石化現象。剖面这部分的岩石不如碳酸盐化帶下部的岩石致密；在这里有些地方可見到岩石的弱赭石化作用而变成黃色。

本地段內的岩石并不完全是水平分带的，而常常具有喀斯特的性质。可以肯定，較剧烈的碳酸盐化作用，是发生在与蛇紋岩較强烈的挤压有关的个别地段中。

本帶下部，碳酸盐細脉的数量减少，但它們在較綠和較致密的岩石中看得极为明显。

許多地方，沿着胶蛇紋石脉可見碳酸盐化作用。如果胶蛇紋石脉成水平分布，則碳酸

盐脉亦是水平的，如果前者垂直分布，则后者的细脉也具垂直方向。值得注意的是，位于本带的上部层位的岩石中没有见到胶蛇纹石。碳酸盐通常是细粒状新鲜方解石，很象大理石，特别是在较厚的脉中。除了裂隙和空洞内的碳酸盐细脉和矿巢外，在岩石中再也不能用肉眼见到碳酸盐。有时在裂隙和空洞内可见胶蛇纹石的残余物，并发现碳酸盐细脉过渡为胶蛇纹石细脉。

在烏拉尔并没有发现这一类型的碳酸盐化（方解石化）层，而是在下面有一层含菱镁矿质的蛇纹岩。

Ⅰ. 被改造的风化壳

如上所述，硅化蛇纹岩，特别是上部层位的硅化蛇纹岩已被赭石化和铁化。这种赭石化作用是由于两种作用——风化作用和渗透作用的结果。当蛇纹岩变为硅化蛇纹岩时MgO被带走了，而铁和硅则大部残留原地。假如母岩含大量铁（铁蛇纹岩），则硅化岩石中铁的含量只能增加一倍，最多二倍。氧化铁含量较高是因为它来自岩石的外部。因此，剧烈赭石化作用和铁化作用与早期硅化蛇纹岩的铁化这种次生作用有关。交代胶蛇纹石和菱镁矿的方解石细脉的形成也同样与次生作用有关。在某些情况下，在风化壳内已被冲刷部分中可见到菱铁矿。菱铁矿的形成常与较晚时期在风化壳内发生的潜水循环有关。

最为重要的是蛇纹岩绿泥石化的次生作用。从显微镜照片上(图版Ⅰ，照片2)可以看到絹石颗粒被铁质绿泥石交代的情形。

調查証明，绿泥石化蛇纹岩生于蛇纹岩体古地形的低洼部分，并可在古盆地底部地段内看到。大家知道，这些盆地和洼地在下侏罗纪时期曾经是浅水盆地。当时作为那些盆地底部和岸带的蛇纹岩表面，遭受了绿泥石化作用。因此，洼地底部绿泥石化地段的形成，是与水下的合成作用，也就是成岩作用有关。对该种作用的详细过程尚未进行过研究，但无疑地，促使蛇纹岩分解和鳞绿泥石形成的介质条件，与该盆地内的块状和层状鳞绿泥石质岩石的形成与沉积的介质条件是相同的。

在绿泥石化蛇纹岩体中的鳞绿泥石和上复岩石中的鳞绿泥石沉积层一样，呈非晶质形、变胶体或小鳞片形。它们的折光率介于： $N=1.610$ 到 $N=1.640$ 之間。在鳞绿泥石矿物质中有时可见磁铁矿的细脉和小点，以及个别分散的锐尖晶石类残余颗粒，其直径为0.05至0.20毫米。除鳞绿泥石外，在绿泥石化蛇纹岩中还发现碳酸盐矿巢和细脉。

Ⅳ. 再冲刷的风化壳

在风化壳的最上层不仅能看到它们被冲刷的情况，而且也能看到被反复冲刷的情况，垂直的带状分布常被破坏，个别层位重复出现，并且迅速更迭。在发生与迭加作用有关的变化时，就不能把变化了的风化壳和正常的剖面、以及和因冲刷而变化的部分区分开来。但是，尽管如此，关于再冲刷情况也决不应予以忽视。另外，还应当指出在个别情况下，由于坡积和冲积的结果，个别浅洼地和盆地部分地被后来从风化壳高处岩层带下来的、以及低洼地段沉积下来而后又受了成岩作用和变质作用的蚀变物质所充填。以上这一切，都为识别这里再冲刷的风化壳造成极大困难。

风化壳某些地段实例

风化壳的带状分布甚至在近距离内也变化多端，这一点可以用几个地区的实例来说明。例如，有一个地段，风化壳的剖面不完整：风化壳的最上层由铁化蛇纹岩和硅化蛇纹岩组成，常常大部分已被冲刷，因而无法从风化剖面上看到。

在该地段的中部，下侏罗纪含水针铁矿-绿泥石质岩石产于硅化蛇纹岩带的赭石-硅质产物被冲刷的表面上。此带岩石为孔洞状、海绵状、细胞状赭石-硅质岩，其基本骨架和网孔壁均由蛋白石、玉髓和石英组成，而孔洞本身则为黄色含水针铁矿粉末状物质所充填。有些地方由褐色或浅褐-红色致密块状和致密状硅-铁质岩石组成。这些致密的和块状的岩石很重，并具平滑贝壳状断口。向下是分解的斑点状蛇纹岩层。该层中，在岩石风化的同时，形成许多黄色、褐色、浅绿或浅玫瑰红色斑点。这个层的形成和斑点颜色的呈现与蛇纹岩的局部和不均匀分解以及氢氧化铁沉淀在岩石遭受分解的地方有关。氢氧化铁不均匀地浸染着分解的岩石，并呈单独细脉和矿巢状聚集在一起。再向下，此带便过渡为碳酸盐化的蛇纹岩层。在这层中，岩石仅部分地沿裂隙遭受分解，但与其他带不同，这层含有大量的碳酸盐，它们在岩石中有时形成稠密的细脉网。这些细脉有时是水平的和几乎彼此平行的分布着。再下是新鲜的暗绿色蛇纹岩。

在蛇纹岩体低洼部分露头上的风化壳剖面内，完全没有赭石-硅质岩石。铁质和砂-泥质沉积物在这里位于分解的斑点状蛇纹岩的被冲刷和不平坦的表面上。后者的上层也同样遭受了颇大程度的冲刷，仅保存有下层。再往下是碳酸盐化蛇纹岩带。

其他露头上的古风化壳剖面由下列各带组成：a) 赭石带，b) 弱分解的淋滤蛇纹岩带，c) 碳酸盐化蛇纹岩带。赭石带是赭石化的疏松蛇纹岩。上部已部分被冲刷，并在上面形成一层由风化壳赭石-硅质产物的再沉积层。

在这个地段的西北部，沿河谷两坡见有侏罗纪沉积岩系产于硅质蛇纹岩不平坦和被冲刷的表面上。后者为浅黄-褐色和浅褐-红色的多孔状、网状-细胞状以及有些地方为致密状硅-铁质岩石。再下是弱分解的斑点状蛇纹岩带。在该带有些地方发现石英、蛋白石和部分碳酸盐的个别细脉。带中也见有许多裂隙和孔洞，其孔壁已被水晶和紫水晶晶体的晶簇所复盖。石英晶簇甚为常见。这些晶簇和石英晶体均自裂隙的两壁向中心发展。有些地方在石英晶簇之间被石棉的被壳和纤维充填。再往下是碳酸盐化蛇纹岩带。

在某些地段的有些地方见有绿高岭石化蛇纹岩。显微镜照片（图版 I，照片 3 和 4）所示即为绿高岭石化蛇纹岩，其中有些纤维蛇纹石网孔已被绿高岭石交代。但是，这里的绿高岭石却大部已赭石化并被褐色氢氧化铁所交代。

另一地段的岩石露头，从矿物学方面来看极为重要。这个地段中出露的岩石如下（自下而上）：（1）变橄辉岩的、再结晶的、有些地方剧烈胶蛇纹石化的（特别是在上部）蛇纹岩；（2）褪色的变纯橄辉岩型的蛇纹岩，下部还含有水镁石和水菱镁矿细脉；（3）弱硅化的或局部硅化的蛇纹岩，含少量蛋白石和胶蛇纹石；（4）剧烈硅化和赭石化蛇纹岩，含蛋白石细脉和稀少的胶蛇纹石细脉。

褪色变纯橄辉岩质蛇纹岩呈一个独特的倒转楔形体产出。胶蛇纹石化现象极为常见。在楔形体边缘部分见有绿高岭石化和赭石化现象。在楔形体中部的细脉中，与胶蛇纹石一

起見有被碳酸盐被壳所被复的水鎂石。除水鎂石外，还較常見厚 1 至 5—6 厘米的毛茸状雪白的水菱鎂矿細脉和矿巢。这种矿物的細脉构成較为稠密的网。楔形体边缘部分的碳酸盐化作用比中央部分較为剧烈。这里的岩石綠高岭石化程度較深并且更接近于泥质。純橄欖岩质楔形体上部，在細脉中可見很标准的薄片状和放射状文石，而在最上部与硅化蛇紋岩接触处沿裂隙有胶状文石发育，有时具鲕状或腎状結構。在这层中有时有玉髓和蛋白石，它們交代文石、水鎂石和水菱鎂矿。再往上，后两种矿物付缺。

赭石化蛇紋岩地段含蛋白石細脉，沿胶蛇紋石和文石而生。此外，也見有个别的文石細脉。硅化蛇紋岩带露头剧烈赭石化，呈多孔状，并含有稠密的蛋白石細脉网和水平的石英細脉。某些赭石化地区已达剧烈鉄化的程度。在这个地段內所見到的垂直分带性，虽不严格，但清楚可見。上边是石英占优势的硅化岩石；其下仍是硅化岩石，但除含石英外，还有蛋白石，在这里蛋白石开始占优势并交代方解石和文石；再往下在岩石中有水菱鎂矿和水鎂石、水鎂石和胶蛇紋石，最后則仅剩下胶蛇紋石。

再下面的新鮮变橄欖岩质蛇紋岩便不含水鎂石和碳酸盐。由此可見，水鎂石与水菱鎂矿一样皆生于蛇紋岩的变純橄欖岩內，并随着深度增加而消失。水鎂石和水菱鎂矿的存在极为重要，可以根据它們的存在而做出某些結論。水鎂石的形成只有在二氧化碳分压力非常微弱的条件下才有可能，而这两矿物为表生成因的，所以二氧化碳必須在較高岩层中耗散殆尽。由此可見，复盖水鎂石的层位受侵蝕冲刷。根据某些計算結果亦可确定，风化壳被冲刷部分所具的厚度决不小于剩下部分。这样，根据风化壳各带的一些矿物性质，便可以判断这一地段內风化壳侵蝕断面的大小。

V. 风化壳上的现代作用和风化壳的冲刷作用

在研究古风化壳和对风化剖面进行分带及分层时，应注意最晚期的成岩作用和表生作用在所有上述各带中都保留有自己的痕跡。从复盖风化壳的上侏罗紀和下白堊紀石灰岩中現在和过去都有大量的碳酸盐带来。来自石灰岩中的溶液沿裂隙循流潛入到了古风化壳的各个带中，在那里碳酸盐沉淀下来形成被壳、細脉和矿巢。这些最新的碳酸盐化作用与較老的作用有显著区别。这些碳酸盐細脉自上而下垂直的穿插在蛇紋岩古风化壳的所有带中。除了碳酸盐化作用外，风化壳內还发现二氧化硅以及氢氧化鉄現在还在慢慢迁移。在风化壳的某些地段中，現在还可以发现蛋白石細脉的形成作用和尚未呈凝固的二氧化硅凝胶物的堆积。

风化壳的冲刷作用

研究馬耳卡蛇紋岩体上的古风化壳証明，該风化壳的剖面有时不完整。剖面中往往缺失风化壳的最上层，即由赭石化和鉄化蛇紋岩带以及硅化蛇紋岩带組成的部分。这是因为古风化壳形成后，曾于下侏罗紀和再晚些的时期遭受了不均匀的冲刷。风化壳的冲刷产物不仅能被地下水溶解携走，而且也可被地表水将其不溶残渣和粉砂携走，并再沉积于附近的水盆中，充填在蛇紋岩体古地形內的洼地和盆地。由于这种不均匀的冲刷作用，下侏罗紀和上侏罗紀岩石便沉积在蛇紋岩体上风化壳的各个带中。由于馬耳卡河谷的发育，古风化壳的冲刷作用在第四紀又重新開始，并且一直繼續到目前。

VI. 馬耳卡岩体上风化壳的形成

1. 观察馬耳卡蛇紋岩体时获得的第一个印象是,在风化壳中硅化和碳酸盐化岩石很发育,并且大部分是坚实的,沒有疏松和泥质的岩石。这个印象在經過多次詳細的調查后得到了証实。这里发育的岩石特性并不是这个岩体所独有的。如果仔細地分析南烏拉尔和穆戈札雷的风化壳,就可看出,在那里大多数的蛇紋岩体中硅化和碳酸盐化岩石要比赭石化和綠高岭石化岩石为多。也就是說以赭石质和綠高岭石化岩石为主的情况是很少見的。在这种情况下侵蝕作用(在馬耳卡地区为侏罗紀前的侵蝕作用)无疑地是非常重要的,但是在蛇紋岩风化过程中硅化作用和碳酸盐化作用超过了成壤作用和赭石化作用,这也同样是不用怀疑的。在本书中发表的 И. И. 金茲堡和 И. А. 魯卡維什尼科娃所写的“佩利坎土”一文(參閱 104 頁)內,指出了蛇紋岩和花崗岩或其他岩石之間的风化作用的差別。在蛇紋岩中硅化和碳酸盐化作用超过成壤作用和赭石化作用,而在花崗岩中則是成壤作用和赭石化作用超过硅化作用,硅化作用則不过是一种例外現象。因此,蛇紋岩和花崗岩风化时,性状有所差別的基本原因不仅在于气候条件有所不同,而且也取决于它們的化学成分各异。蛇紋岩风化时析出大量活动性强的凝胶状二氧化硅,而花崗岩分解时則分泌出活动性强的硅酸鈉和硅酸鉀。

二氧化硅在蛇紋岩中的迁移仅仅局限在风化壳剖面上部各带的范围內。风化时形成的难溶重碳酸盐的迁移与二氧化硅的迁移不同,前者占在整个剖面范围內,甚至超出剖面范围之外进行。风化剖面中有蛋白石,这就証明迁移的二氧化硅呈溶胶状。在酸性-硷性岩石的风化剖面內,二氧化硅迁移时呈易溶解的硷性离子溶液。

在蛇紋岩风化情况下,干燥气候条件和适宜地形(丘陵、小山)能促使二氧化硅凝胶聚集和析出,但在硷性的环境中,同是这些条件却可引起硷的剧烈聚集,以加强二氧化硅的可溶性,保証二氧化硅更强烈的迁移和被从风化壳內携出。

在大气水逕流的洼地中,由蛇紋岩中游离出来的 SiO_2 如果很稀,而且pH降低,在这种条件下 SiO_2 便会同这里游离出来的氧化鉄化合生成綠高岭石。

微气候較干燥,它主要見于高原的較高地段及隶属于高原的負地形內,从而使得这些地段內的蛇紋岩碳酸盐化和硅化作用发育。第一种作用发生在第二种作用之前:当在較潮湿时期以碳酸盐化作用为主,干燥时期則以硅化作用为主;第一种作用愈向下愈扩大、加深,第二种作用亦接踵而至。在含氧化鋁和硷的花崗岩、片麻岩和云母片岩中,即或在同样地形內,由于这些碳酸盐易于溶解,碳酸盐化作用对沉积物形成的影响不大甚至完全无影响。而介质的硷性較高則甚至可以使石英顆粒溶蝕以及二氧化硅更大量地被携走。这也促使酸性与中性岩石比超基性岩石較易于溶解。在风化壳景观发育区域內酸性和中性岩石占据着地形的低洼部分,超基性岩石占据着高出部分。在超基性岩中以硅化和碳酸盐化作用为主,其他岩石中以高岭石化和蒙脱石化作用为主(第一种作用发生在每年的潮湿季节)。目前还可在許多沙漠中同时見到这两种作用。

下面想提出一个直到現在还没有談到的情况。这就是氧化鋁的作用問題。在酸性和中性岩石中 Al_2O_3 的数量(15—20%)远远超过它在蛇紋岩中的含量(4—6%)。在硅酸鋁弱水解的情况下,鋁和二氧化硅不分解成单独的游离氧化物,而硅酸鎂則在这同样情况下水解成游离氧化物 MgO 和 SiO_2 。这种大量分泌出的 SiO_2 (35—90%)于干燥气候条件下可

促进硅化作用，而大量的鎂（35—40%）則可促进碳酸盐化作用。在潮湿气候条件下，可形成赭石产物和部分綠高岭石，而当在有利的构造中可发育带状壳。綠高岭石分解时，游离的氧化鋁可生成多水高岭土或游离的含水氧化鋁，在蛇紋岩风化壳发育区域内的沉积生成的蚕豆状—鲕状岩石中这种含水氧化鋁常常与氢氧化鉄在一起。

2. 北高加索地区在侏罗紀和南烏拉尔的中侏罗紀之初，由于侏罗紀的海进，气候无疑是潮湿的。因此，一方面促使較早形成的风化壳发生沼泽化作用、陵削作用，促使綠高岭石分解和氢氧化鉄及氧化鋁的游离，另方面也促使风化产物被冲刷和向負地形处携带，并在那里形成鱗綠泥石和鉄质鲕状、有时为水鋁矿的物质。

3. 不应認為在风化壳所有地段都一定有完整的面型剖面。除了完整的剖面外，无疑地还有不够发育的、即輕微或完全未綠高岭石化蛇紋岩和与其相应的赭石。但是应当承認在碳酸盐化岩石中蛋白石含量很高并在上层有文石的地方，过去是有过較强烈的风化作用的。因此，如果在洼地中发现了含蛋白石和文石的碳酸盐化带，則可以相当有把握地推断：即使不是在所有洼地中，也是在許多的洼地中在过去有过不够发育而后又被冲刷或分解的綠高岭石或赭石带。

4. 某些科学家認為南烏拉尔古风化壳系由上三迭紀开始到上白堊紀形成的，并且为每个带确定一个形成时期。

我們認為，馬耳卡地区的风化壳是在下侏罗紀以前形成的，并且基本上是在侏罗紀前形成的。风化壳中最晚的变化具成岩作用性质，但决不属于表面风化类型（如果不算第四紀）。由此可見，硅化和碳酸盐化作用显然不是发生在侏罗紀之后，而是到侏罗紀便已結束了。

5. 挤压带对风化作用的发育具有很大意义。挤压带在这里伴随着蛇紋岩胶蛇紋石化作用。虽然一个个的胶蛇紋石脉很难遭受风化，但它們也沿自己接触部分为潛水开辟了通路。这样便能提高象蛇紋岩这类致密岩石的透水性。如果再加上純橄欖岩較橄欖岩稍易风化，而后者中的斜輝橄欖岩又較二輝橄欖岩和异剝橄欖岩稍易风化，那么除了胶蛇紋石之外还可形成对风化营力有不同抗阻力的地段。沿胶蛇紋石細脉接触处不仅透水性提高了，而且蛋白石化和文石化也較剧烈。岩石便从这里开始化学分解。在风化壳形成前即存在的侵蝕盆地，在形成时受到岩石总傾斜度的控制，即受侵蝕基准面位置的控制；那些与总傾斜度方向相近的胶蛇紋岩細脉以及挤压带最发育的那些地段都位于侵蝕盆地。因此，侏罗紀前的古老侵蝕盆地尽管外形各不相同，但却都應該是具东北东或西北西的傾斜（在支流向着侵蝕作用的基本方向上）。

6. 从托阿尔期起本区开始下降，侵蝕基准面开始上升。潛水上升到风化壳的最高部位。蛇紋岩体上的盆地和洼地变成了湖泊。以前形成的风化壳开始发生变化。某些湖泊中形成了弱硷性介质并創造了还原条件和氧化还原条件。在这些盆地內便开始了綠泥石化作用。不仅被携带和沉积在蓄水池內的风化壳产物遭受了綠泥石化作用，甚至构成这些洼地和盆地底部的蛇紋岩也遭受了綠泥石化作用。

交代胶蛇紋石和菱鎂矿細脉的方解石脉的形成可能是在碎屑物质沉积在地形低处稍后一些时候。这些方解石脉是馬耳卡风化壳所独具的特征；馬耳卡地区蛇紋岩中的方解石脉之富以及它們交代菱鎂矿的范围之广是任何地方也比不上的。

这些碳酸盐脉被石英和玉髓交代的时间还要更較晚些。

7. 使人惊奇的是,烏拉尔和北高加索的蛇紋岩风化壳的年代相同,并且风化剖面也大致相近(虽不完全相同)。在风化壳盆地中的再沉积产物也彼此相似,形成同一类型的蚕豆状-鲕状、块状和层状磷綠泥石沉积物。不同的是馬耳卡的磷綠泥石比烏拉尔的含鎂量較高,这一点可証明被帶到馬耳卡水盆地中的鎂要比帶往烏拉尔水盆地內的为多。由此可見,在馬耳卡地区风化壳內,到这些沉积物形成时,鎂的淋濾程度較南烏拉尔要弱。由此可以得出結論,到这个时期为止,风化壳还是分解得不太厉害的淋濾蛇紋岩,而不是綠高岭石岩,換句話說,岩石的綠高岭石化作用不如南烏拉尔那样发育。由此可以推想,北高加索的气候毕竟要比象哈利洛沃或金彼尔賽地区蛇紋岩体上的气候干燥些,以及直到这些沉积物沉积时岩石的风化作用还在延續。

8. 值得注意的是,馬耳卡岩石的蛇紋石化作用較南烏拉尔为弱。其原因是:蛇紋岩的分解作用較弱。此外在风化壳形成的过程中,大部分地区鎂被冲刷得不太厉害(沒有菱鎂矿脉)也是馬耳卡的一个特点。

9. 下侏罗紀岩层和其后的白堊紀沉积层盖复并保存着馬耳卡风化壳,烏拉尔的风化壳則在大多数情况下持續暴露并一直存在到下白堊紀或上白堊紀前;这个时期烏拉尔內新的风化作用繼續在原生风化壳上发展着。在这种情况下风化壳的許多地段虽然被侵蝕掉了,但在残余地方中元素的迁移还在繼續,而且元素聚集的机会,也比馬耳卡地区被侏罗紀和白堊紀岩层复盖的风化壳多。

10. 馬耳卡的蛇紋岩体較单一,从是否便于某些元素富集的角度来看,譬如它就不及金彼尔賽岩体的某些部分,例如,金彼尔賽那里的頂盖部分是由輝长-閃石岩組成的,具有带状斑杂岩体和輝长岩、輝石岩以及輝綠岩脉等。

11. 馬耳卡型风化壳的典型性并不亚于南烏拉尔型的风化壳。因此从其出露程度、侏罗紀与下侏罗紀风化作用的表現特性以及岩性不太复杂来看,应当把它当做一个主要項目来加以詳細研究。

王景民 譯 蔡 毅 罗正华 校

馬耳卡河蛇紋岩風化壳中的礦物

И. И. 謝爾迪尤欽科

本文敘述馬耳卡河蛇紋岩風化壳中的各種礦物，這種蛇紋岩產於岩體風化壳剖面的各帶中。

I. 赭石含鐵帶

赭石含鐵帶是馬耳卡河超基性岩體下侏羅紀以前的風化壳中各個帶的最上層，它未曾遭受下侏羅紀托阿爾建造以前和上侏羅紀的冲刷。在馬耳卡河左岸某些地區此帶的上部有暗紅色的赭石水赤鐵礦，其下為黃褐色的含水針鐵礦，再下則已為硅化蛇紋岩（圖版Ⅱ，照片1）。

在馬耳卡河蛇紋岩上廣泛地分布着淡黃色或鮮紅色的赭石含鐵岩以及致密的紅褐色含水針鐵礦質岩，有些地方還有水赤鐵礦質岩。這些岩石有的呈細條帶狀，為具有蛇紋岩結構的紅褐色的含水針鐵礦質岩，局部為無結構赭石的帶，有的則是致密的裂隙甚多的疏松赭石-含水針鐵礦岩。這些褐色鐵質層的特点是其中穿插有許多致密的或柱狀的含水針鐵礦、石英、方解石等的細脈，這些細脈有時粗大，有時尖滅，有時分枝，它們因生成世代先後彼此重迭而在赭石含鐵岩體中形成了一種特殊的網。在此帶岩石中還有一些淺綠色的並且局部已赭石化了的綠高嶺石呈小斑點、小鱗片、細條及分叉細脈散亂分布。

這些岩石的成分和構造複雜，二氧化矽及碳酸鹽的變體以及綠高嶺石的出現看來不僅與風化作用的向下推移有關，還和同一風化時期（阿托爾建造以前）各帶彼此重迭有關，而且還受到上侏羅紀（第二個旋迴）風化作用的影響，在上侏羅紀風化作用的同時局部還發生了坡積位移。這些岩石中含有不同程度的鐵化及方向近乎水平的片理化蛇紋岩，蛇紋岩中又穿插有碳酸鹽、二氧化矽及鐵質細脈，形成彼此錯綜複雜的細脈網。同時還形成了許多細小的鐵質-二氧化矽-碳酸鹽的同心壳層狀結核。在這些細脈所形成的網格中，有許多腎狀的綠高嶺石，大小不等，局部為氫氧化鐵所代替。

在這些地區的風化壳下部為較大的綠高嶺石化的蛇紋岩帶，並且其中的綠高嶺石一般也都鐵化甚深。

在馬耳卡河兩岸，厚層或薄層的紅色致密含水針鐵礦（和水赤鐵礦）岩層分布甚廣，幾乎是到處都有，這些岩層大部受過擠壓，並有許多光滑的滑動面。成層的蛇紋岩往往變為具有帶狀或片理構造的紅色岩石。蛇紋岩的上部有時見有紅褐色的鐵化層，而另一方面在含鐵岩石中又可見到一些殘留下來的局部鐵化或完全未鐵化的灰綠色蛇紋岩。由此可見，這類岩石應當屬於殘余層。還有一個情況也可以証實上述岩石是在風化壳的發展過程中產生的，這就是在蛇紋岩上生成的風化壳不僅是出現於古老蛇紋岩表面的隆起地帶（分水嶺），同時也出現於低洼地帶；其生成條件與超基性岩石的地形無關，也就是說，與水的沉積作