

甘肃马衔山混合岩岩石特征及成因探讨

甘肃省地质局第四地质队 顾 鹏

前人对马衔山地层构造先后作过不少工作，但对马衔山混合岩的岩石特点及成因很少作过详细的研究。笔者根据甘肃区测一队 1：20 万区域地质测量所获资料，写成此文，不妥之处，请批评指正。

(一) 岩 石 特 征

本区混合岩，按其成因可分两种，即区域性混合岩和花岗岩边缘带混合岩。
区域性混合岩，主要由钾长混合岩、二长混合岩和斜长混合岩组成。
钾长混合岩主要出露在马衔山背斜轴部，岩石呈肉红色、浅红色，主要由微斜长石、石

〔8〕李四光 1955 《旋卷和一般扭动构造及地质构造体系复合问题》（第一辑）科学出版社

〔9〕王希斌等 1965 《西藏地区的超基性岩及其铬尖晶石类矿物特征》 科学出版社

〔10〕本组 1972 青海元石山铁镍矿床成因调查工作小结（初稿）

〔11〕张东恺 青海某镍铁矿床成因探讨 《西北地质科技情报》 1973年 第3期

〔12〕西北地质科学研究所 1973 青海湟中上庄磷灰石矿床及伴生磁铁矿成矿特征和富集条件的研究

〔13〕西北地质科学研究所 1973 青海上庄含磷超基性岩岩石特征的研究

〔14〕青海省地质局实验室 西北地质科学研究所 1971 青海湟中上庄磷矿床矿石中以稀土元素为主的有益元素物质成分研究报告

〔15〕E·A·库兹涅佐夫 《岩浆岩》 中国工业出版社

〔16〕北京地质学院岩石教研室 1961 《岩浆岩石学》 中国工业出版社

〔17〕吴利仁 1963 《论中国各类基性、超基性岩的化学成分特点及其成矿专属性》科学技术研究报告》（中国基性超基性岩及镍铬矿床）中华人民共和国科学技术委员会出版

〔18〕肖序常等 1965 《含铬基性、超基性岩的地质特征》 中国工业出版社

〔19〕西北地质科学研究所第四研究室 甘肃某超基性岩体成铬地质环境的初步探讨《西北地质科技情报》 1973 年第3期

〔20〕H·Д·索博列夫等 超基性岩及其有关含铬性的地球化学研究 《国外铬铁矿资料专辑》 第三集 地质出版社

注：因印刷条件限制，文内玢字皆以玢字代替。

英斜长石和黑云母组成，花岗结构，眼球状构造（照片1，照片见封三，下同）。微斜长石大都呈眼球状产出，斜长石由奥长石组成，具强烈绢云母化，含量约在10%左右。

二长混合岩的结构、构造和矿物组成，与钾长混合岩相同，所不同者，斜长石的含量增加。其与钾长石的含量相近似。

斜长混合岩呈灰白色，亦为眼球状构造，斜长石的含量超过钾长石，同时斜长石的组成主要属中长石的范畴。微具绢云母化。

无论是钾长混合岩、二长混合岩或斜长混合岩，组成眼球的成分绝大部分由微斜长石和条纹长石组成，一般大小在0.5×1厘米，最大的为3×3厘米，呈定向排列，与区域构造线一致。

在上述混合岩中可见黑云母角闪片岩和大理岩的夹层，大理岩和角闪片岩的构造线方向与眼球混合岩的眼球排列方向完全一致，二者在空间关系上是和谐的，产状是一致的。彼此没有冲击、排挤现象。

花岗岩边缘带混合岩，仅出现在小石马花岗岩的外接触带中，野外可以清楚的看到该花岗岩中的肉红色长石呈自形晶、半自形晶，无规则的浸染在围岩中，常常截穿围岩片理，非常特征的是在外接触带中，距侵入体愈远，这种长石愈少，无疑它的形成与花岗岩侵入有着密切关系。

岩石化学及重矿物特点

该区区域性混合岩主要由钾长混合岩、二长混合岩、斜长混合岩组成，它们不仅在矿物含量上差别较大，而且在岩石化学特点上，也有显著不同，即不同的混合岩有其特征的岩石化学特点。现列表于下。

采样地点	样品号	岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	灼减
马街山台子沟	Rcs61	钾长混合岩	74.44	0.13	12.80	0.49	0.67	0.58	1.18	1.94	7.02	0.17	0.01	0.24
红庄	56	同上	73.18	0.46	12.75	0.68	2.26	0.58	1.03	2.29	5.49	0.08	0.05	0.64
马莲滩	60	二长混合岩	68.44	0.62	14.46	1.35	3.31	1.22	2.30	2.90	3.94	0.09	0.08	1.21
黄艾沟	22	同上	70.22	0.35	13.77	1.05	2.78	1.26	2.11	2.90	3.49	0.06	0.10	1.46
魏家河滩	41	斜长混合岩	66.80	0.90	16.86	0.26	5.18	2.42	2.54	2.14	1.84	0.15	—	0.41
	4	同上	61.68	0.57	18.15	3.73	1.19	1.14	2.86	3.37	5.48	—	0.07	0.78

从上表可以看出马街山混合岩岩石化学特点：①钾长混合岩中三氧化二铝、氧化镁、氧化钙及氧化铁的含量依次小于二长混合岩及斜长混合岩。②与上述相反，二氧化硅的含量和氧化钾的含量依次大于二长混合岩和斜长混合岩。

混合岩化较深的钾长混合岩中氧化钾、二氧化硅的含量最高，这可能说明，花岗岩化是混合岩化达于极点所导致。当然二氧化硅、氧化钾的含量也暗示了混合岩化的强烈程度。与二氧化硅相反三氧化二铝含量较少，这可能像张秋生在《混合岩化成矿作用几个问题》一文中

所提到的，三氧化二铝在混合岩化过程中是最活动的组分，易于迁移所造成。

重矿物特点

马街山混合岩中重矿物比较复杂，这里不详细描述。现仅人工重砂中的锆石叙述于后：

锆石在马街山混合岩的重矿物中占绝对优势，按其颜色可分为无色、淡红色及黄褐色。无色及淡红色的锆石表面有裂纹，黄褐色的锆石表面无裂纹，这表明不同颜色的锆石在物性上是不同的，国外学者研究证明，锆石的颜色是内在放射能所造成，同时用测定锆石的同位素年龄来证明，颜色愈深生成时代愈早，随着时间的增加，锆石的颜色由无色→淡红色→黄褐色→玫瑰色。由此推想，马街山混合岩中的锆石，可能是不同时代的锆石组合。无论是无色、淡红色或黄褐色的锆石，它们中间绝大部分均受过不同程度的磨蚀作用，呈圆形或卵圆形，也有棱角比较完整很少磨蚀的（照片2）。就其表面性质而言，有的有毛玻璃现象，有的表面凹凸不平，也有的比较新鲜。上述特点表明，它们是经过搬运沉积的。正像苏联岩石学家赫鲁晓夫所指出，锆石可作为鉴定结晶片岩和片麻岩是沉积岩变质或是火成岩变质而成的主要标记。另外在马街山混合岩中和大理岩伴生的角闪片岩中的锆石，按其颜色仍然可分出上述三种类型。依其磨蚀程度和表面性质均与上述混合岩中的锆石相似，这就更加说明马街山混合岩是由沉积岩或是由火成岩变质而成的。

混合岩基体、脉体特点及其交代作用，在本区绝大部分的混合岩中基体与脉体难以区分，但在部分地区仍然可以分出。组成基体的矿物主要有斜长石、石英及黑云母。斜长石在斜长混合岩中呈变晶产出，颗粒较小，经油浸折光率测定为 $A_n35—40$ ，属中长石。但在二长混合岩中斜长石为 $A_n24—28$ ，属奥长石。在钾长混合岩中斜长石晶体很小，蚀变厉害，很难测定其排号，可能属钠长石或钠更长石。从上述斜长石的变化规律来看，随着混合岩化的加深，斜长石是逐渐变为酸性的。

组成脉体的成分，主要是微斜长石、石英和少量奥长石。微斜长石主要交代生成粗大的眼球，经费氏台测定微斜长石 $2V$ 为 $77^{\circ}—78^{\circ}$ 。

上述基体与脉体之间出现复杂而广泛的交代作用，其中最主要的是钾钠交代，如微斜长石交代斜长石，常使斜长石呈不规则状、锯齿状、葫芦状，残留在微斜长石的眼球中（照片3）。微斜长石交代角闪石常使自形晶的角闪石边缘变成参差状的接触线（照片4），微斜长石交代黑云母，常使六边形的黑云母变成筛状结构，微斜长石与斜长石接触处也可见到净边结构（照片4）。微斜长石交代石英形成缝合线构造（照片5），斜长石交代眼球状的微斜长石形成蠕虫结构（照片6）。从上述交代特点可以看出，马街山混合岩的形成不是一次完成的，而是多次作用的结果。

（二）斜长石在混合岩化过程中变化规律及混合岩化作用

马街山混合岩形成过程中，斜长石的变化是在矿物含量上，混合岩化愈深，斜长石的含量愈少，从斜长石的成分上，混合岩化较深的钾长混合岩和二长混合岩，斜长石属钠长石、钠更长石。这些斜长石强烈泥化、绢云母化，而在斜长混合岩中，斜长石属更长石到中长石，它们仅轻微绢云母化，或次生变化不明显。人们知道斜长石的去钙长石化过程，也正是泥化、绢云母化过程，正像B·H·洛多奇尼柯夫所指出，易于溶解的钙长石分子，其

中3Ca被H、K₂所代替，形成绢云母，于是就得到比较酸性的斜长石，从这里可以推知，马街山钾长混合岩、二长混合岩中，斜长石泥化、绢云母化非常强烈，而在斜长混合岩中，斜长石泥化、绢云母化很微弱，为什么？很有意义的是，这种变化所导致的斜长石与油浸折光率测定斜长石排号是一致的，这就更加证明上述变化的可靠性。

至于混合岩化作用的说法很多，故不讨论，现仅将马街山混合岩形成过程叙述于后：
马街山混合岩形成之前，是经过广泛的区域变质作用，从混合岩的基体均呈花岗变晶结构，以及混合岩中沉积岩地层呈片岩、大理岩便可推出。在区域变质的基础上，出现了大量的硷交代，生成了一套眼球状混合岩，从眼球状微斜长石、条纹长石中，因交代残留的斜长石存在便可证明。由于混合岩基本形成，由热液带来的斜长石组分，又交代已经形成的钾长石眼球，同时生成大量蠕英石，至于混合岩化晚期也出现斜长石的净边结构。

综合上述混合岩化过程可知，混合岩化过程是一特殊的交代过程，它的形成不是一次作用的结果，而是多次作用的结果。

（三）原 岩 恢 复

- 马街山混合岩主要由一套沉积碎屑岩变质混合而来，其理由如下。
- 1、从区域构造而言，马街山钾长混合岩、斜长混合岩、斜长角闪片岩和大理岩均呈对称分布。
 - 2、从沉积岩夹层而言，在马街山混合岩中可见到大理岩和角闪片岩。
 - 3、从空间关系而言，组成马街山混合岩主要是一套眼球状混合岩，混合岩与夹在其中的大理岩在空间关系上是和谐的，产状是一致的，二者没有冲击排挤现象。
 - 4、从重矿物而言，马街山混合岩中锆石占重矿物的绝对优势，含量范围60—90%，从颜色、表面性质、磨圆度可分几种不同类型，这些特点很可能反应出它们的来源不是单纯的，而是复杂的，更有意义的是与大理岩伴生的斜长角闪片岩中的锆石，不论是颜色、晶形、表面性质、磨圆度，均与眼球混合岩中的锆石完全一样。
 - 5、从化学成分而言，马街山斜长混合岩中Al₂O₃的含量最多可达18.15%，这是一般花岗岩类很难出现的含量。
- 综合上述，马街山混合岩应是一套碎屑沉积经再生岩浆影响而成，它应属程裕琪同志所划分的典型区域混合岩。

结 论

- 1、马街山混合岩的形成过程，实质上就是以硷质交代为主的生成各种类型的硷性长石过程。
- 2、马街山混合岩中的眼球长石主要是交代而成的，充填作用很次要。
- 3、由沉积岩混合岩化、花岗岩化生成的岩石中，锆石的颜色、物性、表面性质、磨蚀情况是各种各样的，不会是单纯的。
- 4、斜长石在混合岩化过程中，是由基性向酸性逐步转变的。

参 考 资 料

张秋生 混合岩化成矿作用几个问题 《地质学报》42卷1期
程裕琪 变质岩的一些基本问题和工作方法 中国工业出版社
B·H·洛多奇尼柯夫 最主要造岩矿物 《地质学报》1963年 第9期
甘肃省地质局区测一队第三、五分队有关资料（未刊稿）

青东中部地质构造的初步认识

青海省地质局第七地质队 黄伟国 李乐贤

青东中部，即指以东经101度，北纬35度为中心，包括青海黄南藏族自治州全境，西跨海南州黄河地域，东濒甘、青交界，南北各至黄河的地区。堪称黄河上游之河曲地区。

一、 沉 积 建 造

出露地层有前震旦系、上古生界、中生界和新生界等。

前震旦系 分布在北部尖扎—循化一带，岩性为一套深变质的花岗片麻岩、混合岩、变粒岩及大理岩、结晶片岩等。并有酸性和少量基性岩的侵入。由于岩石遭受强烈的构造变动，区域变质作用及花岗岩化十分强烈，对其原岩性质的分析一般较困难。根据化隆亚曲地区大理岩的存在，至少在这套深变质岩的东部地区，其原岩应为海相沉积岩。

前震旦系在构造形态上构成晚元隆起的古老地块。

上古生界 分布于西倾山的东南部李卡如山一带，北部为双朋喜—石脑亥地区，以浅海相碳酸盐岩建造为主。现分述如下。

（一）河南县李卡如山

1、泥盆系？

出露于待富松滩，露头不好，工作程度差。1970年间，我们和南京地质古生物研究所黄南组的同志在测制剖面时，在待富松河北侧的深灰色块状灰岩地段，从转石中发现泡沫珊瑚化石，推测存在中泥盆统，其上覆与下伏地层的关系都不清楚。

2、石炭系

该系分布于李卡如山南坡，据古生物化石仅发现下石炭统。由于断裂的发育，地层出露不全。其岩性为暗灰、灰黑色灰岩，中间夹有黑色燧石结核少量假而状灰岩、黑色页岩，出露厚度达1200米。在乌梯沟至待富松剖面上采到化石有：

- 腕足为 *Argentiproductus margaritacsus*
- Gigantoproductus eldelburgensis*