科马提岩及其有关矿床实例简介

近十多年来，国外地质学家在研究铜-镍硫化物及铂族元素矿床含矿母岩的过程中，于南非科马提波特附近发现一套镁铁质-超镁铁质岩石与铜-镍硫化物矿床及铂族元素矿床的关系极为密切，提出了“科马提岩”这一名称。科马提岩受到各国地质学者的重视，目前已有许多论文问世。笔者综合有关资料对科马提岩及其有关矿床作一简单介绍。

一、“科马提岩”一词的来源及科马提岩

（一）科马提岩一词的来源和定义

本世纪六十年代末，地质学家以南非（阿扎尼亚）巴伯顿山区的科马提波特为名，把当地的一套具有鬣刺结构*，含CaO/Al_2O_3（1.5—2）高为特点的基性-超基性熔岩称为“科马提岩”。

七十年代，有人根据世界各地的地质学者对科马提岩的研究结果，提出了科马提岩的定义。科马提岩是一套SiO_2＜44—56%，MgO＞40—8%；Mg、Ni，Cr高，Ti低；FeO/（FeO+MgO）低的基性-超基性熔岩、浅成侵入岩及侵入岩。一般来说它们都具有鬣刺结构和多面节理等特征。

（二）科马提岩的分类和命名

按SiO_2和MgO的含量，科马提岩可分为两类：超镁铁质科马提岩（SiO_2＜44%，MgO＞40—20%）和镁铁质科马提岩（SiO_2 44—56%，MgO 20—8%）。

按产状，科马提岩可分为科马提熔岩和侵入岩两大类。按岩石的构造形态，科马提熔岩和侵入岩又可细分为角砾状熔岩、枕状熔岩、块状熔岩及层状熔岩及小型岩墙、岩床和大型侵入体、层状侵入体等。

科马提岩的矿物成分及其结构、构造和产状对该类岩石的命名起着重要作用。科马提岩的命名可有两种情况：

1.科马提熔岩类命名的原则是构造+矿物+结构+产状。如块状橄榄科马提熔岩、枕状橄榄科马提熔岩、层状辉石科马提熔岩（或层状玄武科马提熔岩）等。冠有“橄榄”二字作形容词者相当于超镁铁质科马提岩类。冠有“辉石”（或“玄武”）二字作形容词者相当于镁铁质科马提岩类。当然也可以出现过渡类型的岩石，如含橄科马提熔岩等。

2.科马提侵入岩类命名的原则是矿物+构造+结构+产状。如纯橄科马提岩体、橄榄科马提岩墙以及辉石层状科马提岩体等。其过渡类型的岩石命名法则与相应的熔岩命名法相同。

---

* 鬣刺结构（Spinifex texture）：spinifex是澳大利亚的一种草，种子上长着有弹性的刺。在含鬣刺结构的岩石中，其冷凝边下有一针状矿物垂直于岩层面密集排列的带，样子有些象马脖子上剪得整齐的鬃毛或猪脖子上的鬃毛：鬣意即鬃；spini这个词头来自于spine，spine意即刺。把spinifex形象化即为鬣刺。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki

（三）科马提岩简介

1.超镁铁质科马提熔岩：该类熔岩以各种各样的熔岩流和角砾熔岩产出。主要由橄榄石（Fo 90—95）、辉石、基性玻璃组成，含有少量铬铁矿，化学成分为SiO_2<44%，MgO>40—20%。

该类岩石多已发生蚀变。橄榄石大部或部分为蛇纹石和绿泥石所交代。辉石在变质程度较高的岩石中被绿泥石及透闪石交代。铬铁矿可不蚀变，也可部分或全部由磁铁矿交代。玻璃脱玻化后形成微晶质含水矿物。在蚀变程度较高的地区，CO_2的代入可使超镁铁质科马提熔岩完全重结晶，发生蛇纹石化、滑石化、菱镁矿化及白云石化等。

另外，该类岩石在其结构方面也有许多独特之处。在岩流或岩枕的冷凝边中，所有的矿物都为较细小的骸晶。橄榄石呈小链状、鳞片状及树枝状。铬铁矿呈十字形等复杂骸晶。辉石呈毛发状和枝状骸晶。

在岩流上部具有斑晶。长3厘米或更长一些的板状橄榄石骸状晶体垂直于岩流顶面呈平行或呈放射状、簇状排列，侵于由细枝状辉石骸晶、铬铁矿骸晶和脱玻化玻璃组成的基质中。在岩流中心部分的矿物呈柱状和等粒状。橄榄石平均粒径0.2—0.7毫米，为多面体或粒状。铬铁矿粒径0.05—0.2毫米，为全自形八面体。辉石粒径0.1—0.3毫米，呈柱状，有些为骸晶。

现将几种比较典型的熔岩叙述如下：

（1）鬣刺结构熔岩：这种熔岩上部是鬣刺结构带，下部是矿物堆积带。鬣刺结构带与矿物堆积带的厚度比变化不定。正常岩流中鬣刺结构带占单层岩流厚度的1—2/3，而有些岩流中只占很少部分。岩流单层厚度从小于1米到大于20米。最厚的岩流是纯橄岩，往往构成镁铁质-超镁铁质岩流的底部层，延伸数百米。沿走向厚度几乎不变，可突然尖灭。岩流从顶到底可分为A、B两个带。

A带又分为三个亚带。A_1带，岩流顶部冷凝边，该带在辉石-玻璃基质中含少量橄榄石斑晶（大部分是橄榄石骸晶）。顶面具流动构造及多面节理。A_2带，含粒度相对较小杂乱无章排列的链状雏晶。A_3带，含粒度相对较大的板状晶体，呈束状、放射状排列，束状尖端指向岩流顶部。也有人将A_2、A_3划为一个带。

B带又分为四个亚带。B_1带具片状橄榄石骸晶，大致平行岩流顶部排列，也见有排列方向与岩流顶部斜交者。B_1与A_3接触处有一凸凹不平的接触面，有人称其为流动剥蚀面。B_2和B_4带相似，多面体或粒状橄榄石散布在含辉石很少的基质中。B_3带有辉石-玻璃基质碎片，也叫瘤状橄榄石层。B_1带的最底部是隐晶质冷凝边，含细小的橄榄石骸晶。

（2）块状科马提熔岩：这种熔岩不具鬣刺结构，而具有贯穿整个岩流层的多面节理。其顶底冷凝边的多面节理细小，节理尖角在岩流边缘附近。被节理分割成的小块平均直径3—10厘米。这种冷凝边与具鬣刺结构岩流的冷凝边相似。岩流中心部分为被节理分割成面积较大的块，平均直径10—50厘米，橄榄石向岩流中心部位集中，岩层顶底橄榄石很少。在某些岩流中橄榄石趋于向下集中。岩流中心部分与具鬣刺结构熔岩的B带——矿物堆积带相似。有些地区的岩流中见有充填着铬铁矿或蛇纹石的杏仁体。

（3）枕状科马提熔岩：岩枕大小与一般岩流中的岩枕相似，直径30厘米至几米。多面节理贯穿整个岩枕。岩枕边缘的节理与块状熔岩相似，但比块状熔岩中心部位的节理要细

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki

小。有些岩枕的底部有一具鬣刺结构的壳，它包含有一个由橄榄石组成的核。

2.镁铁质科马提熔岩：本类岩石的特点是SiO_2 44—55%，MgO 20—17%在化学成分上与拉斑玄武岩的主要区别是富镁，低钛、铁。而拉斑玄武岩则以钛、铁高为特征。

这一类岩石由于化学成分变化大，因此矿物成分变化也很大，即使在相似化学成分的岩石中矿物也因结晶条件而异。

在MgO>15%的岩石中，普遍见有橄榄石和少量铬铁矿。在MgO 15—12%的某些岩流中，主要矿物是橄榄石，其余矿物与超镁铁质科马提熔岩相似；而另外一些熔岩中则橄榄石缺失，但含有大量的易变辉石和普通辉石。在MgO 12—9%的岩石中，主要矿物为斜长石及辉石，次为橄榄石（呈骸状斑晶出现）。在含MgO较低的岩石中，出现石英，且有辉石和斜长石，橄榄石消失。在岩石的冷凝边中，富镁型岩石则见有铬尖晶石，而贫镁型见有角闪石和钛—铁氧化物。

该类岩石多已蚀变。橄榄石已蛇纹石化，易变辉石和古铜辉石被绿泥石和蛇纹石交代，普通辉石易保留下来，斜长石则钠长石化或糟化，玻璃脱玻化。

本类岩石具有比较特殊的结构，其特点如下：

（1）牛肉丝结构*，也叫辉石鬣刺结构。结构带上部辉石骸晶呈针状、树枝状及胡须状在冷凝边下定向排列，针尖指向岩流牛肉结构面。结构带下部是由复杂针状晶体束组成的骸状巨晶。骸状巨晶的核部由易变辉石组成，外面包有普通辉石的外膜。

（2）在辉石鬣刺结构带之下，易变辉石和普通辉石杂乱无章地排列或者是次辉绿结构带。

（3）柱状古铜辉石、普通辉石或橄榄石构成岩流的矿物堆积带。

（4）在贫镁岩石中常见有球颗或眼球结构。

常见岩石有下列几类：

（1）含橄科马提熔岩：与超镁铁质块状科马提熔岩非常相似。以多面节理为特点，也有具鬣刺结构者，但不多见。常呈块状、枕状岩流产出。

（2）富辉石科马提熔岩：岩流顶部常具有角砾状构造，其下为辉石鬣刺结构带，再往下则是由杂乱无章排列的针状辉石组成的块状中心带。在岩流底部常有辉石或橄榄石的堆积带。常呈块状及枕状岩流产出。

（3）斜长科马提岩：是含镁最少的科马提岩，富含斜长石，也见有石英。有具鬣刺结构者，但不常见。在岩流的冷凝边中常见有针状辉石骸晶，偶尔也有橄榄石微斑晶。岩流中心部分是次辉绿结构，而在较薄的岩流中矿物也都呈中粒结构。岩流顶部常见有块状、角砾状、绳状或柱状节理等构造。

3.层状镁铁质—超镁铁质岩流

这种岩流最大的特点是岩流内部具有两个明显的层，即上部辉长岩层和下部镁铁质矿物堆积层。单层厚度可达30米至100米以上。它们又以时代不同而分成太古代层状岩流和元古代层状岩流。

---

* 牛肉丝结构String-beef texture—string意即“绳”，“纤维”；beef意即“牛肉”。“牛肉纤维”形象化即“牛肉丝”。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki

（1）太古代层状科马提岩流：岩层顶部为角砾状构造，其下为鬣刺结构带。部分岩石中可见橄榄石鬣刺结构带下有一辉石鬣刺结构带。鬣刺结构带之下是辉长岩层。再向下是一薄薄的辉石堆积层，往往由普通辉石或古铜辉石组成。接着为橄榄石堆积层，最底部为辉石组成的很薄的底部堆积层。由辉长岩层向下各层均为中粒结构。

（2）元古代层状科马提岩流：顶部是岩枕层，有时呈角砾状构造。往下是一细粒辉长质岩层，具有柱状节理。细粒辉长质岩层包括在辉长岩层内，约占辉长岩厚度的1-2/3。再向下矿物堆积层层序与太古代层状科马提岩流相同。在某些地区岩流底部可见岩枕。

4.科马提侵入体

科马提侵入体可分为三种类型：

（1）小橄榄科马提岩墙、岩床：与围岩的接触关系有整合和不整合侵入两种。厚度从小于1米到20—30米。沿走向延展100—200米。往往具有10—50厘米厚的辉石鬣刺结构带。

其化学成分相当于超镁铁质科马提熔岩。橄榄石有向岩体中心集中的趋势。辉石则集中于岩体的上下边缘部分。矿物粒径0.5—1毫米。

（2）大纯橄科马提岩体：在区域上与围岩呈整合侵入接触，局部地区呈不整合侵入接触。延伸可达几百公里，由于褶皱作用和断层切割，往往呈300—1500米的大透镜体产出。单个透镜体的核部往往是由橄榄石（Fo_{91-95}）组成的纯橄岩。橄榄石粒径3毫米，常被滑石和菱镁矿所交代。在核部还常见有铬铁矿和镍-铁硫化物。透镜体边部是橄榄岩，由普通辉石、斜方辉石（蚀变成透闪石和滑石）及橄榄石组成。

（3）层状镁铁质－超镁铁质科马提侵入体：这种侵入体不同矿物层的分布规律与镁铁质－超镁铁质层状科马提岩流相似。含MgO 15—25%。其化学成分与拉斑质辉长岩的区别在于富镁，低钛、铁。拉斑质侵入体则含钛、铁较高。在矿物成分上，前者则表现为富橄榄石，后者富含辉石。在不同矿物堆积层厚度的相对比例上，层状科马提侵入体的辉石堆积层的厚度远小于橄榄石堆积层。拉斑质侵入体以辉石堆积层非常厚为特征。

二、与科马提岩有关的矿床实例

科马提岩是铜-镍硫化物及铂族元素矿床成矿的母岩之一。在科马提熔岩流和岩床的底部及纯橄科马提岩体的中心部位，往往是成矿的有利部位。特举以下实例予以说明。

（一）加拿大丹敦纳尔德镍硫化矿床

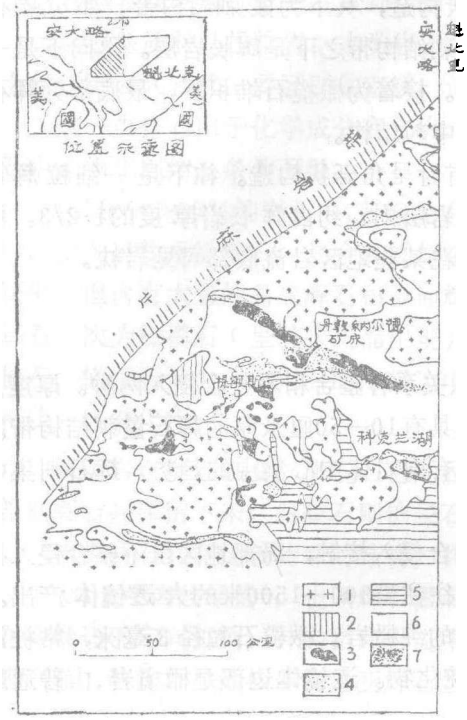
丹敦纳尔德矿床位于安大略省提敏斯北东50公里（图1）。含矿母岩是10—30米厚的镁铁质－超镁铁质科马提岩流。这套科马提岩属于阿比提比绿岩带。

本套科马提岩流由两个旋回组成，每个旋回的下部为橄榄科马提岩流，上部为辉石科马提岩流。橄榄科马提岩流具鬣刺结构。辉石科马提岩流缺失鬣刺结构。上覆为安山岩—英安岩。围岩是辉长岩（图2）。

矿化带呈层状赋存于橄榄科马提岩的橄榄石堆积带的底部。分为上部网状硫化矿和下部块状硫化矿（图3）。

矿石主要由镍黄铁矿组成，另外伴生有少量磁黄铁矿、针镍矿、砷镍矿、黄铁矿、辉砷镍矿、闪锌矿、黄铜矿和磁铁矿。矿石呈网状、块状、胶状及舌状等结构。矿石中含镍1.5%，铜0.03%

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki

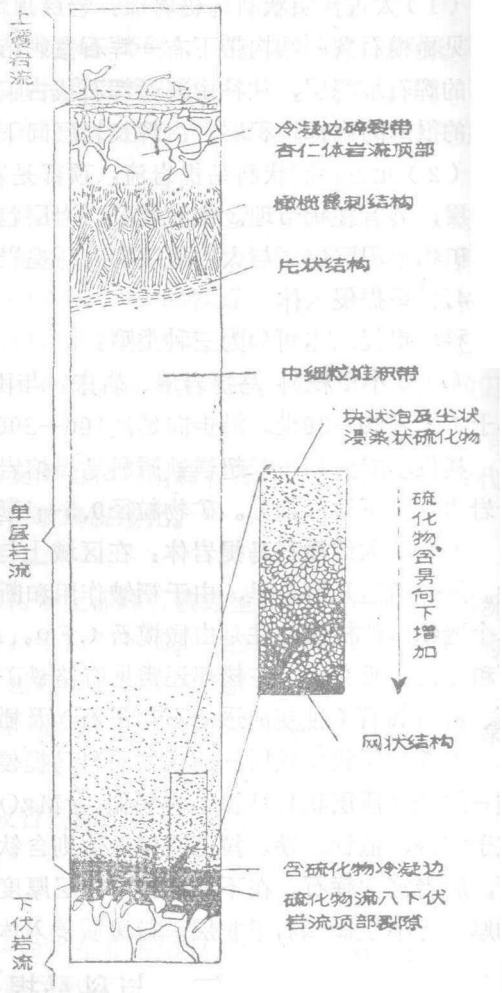


↑ 图1 加拿大安大略阿比提比绿岩带地质图

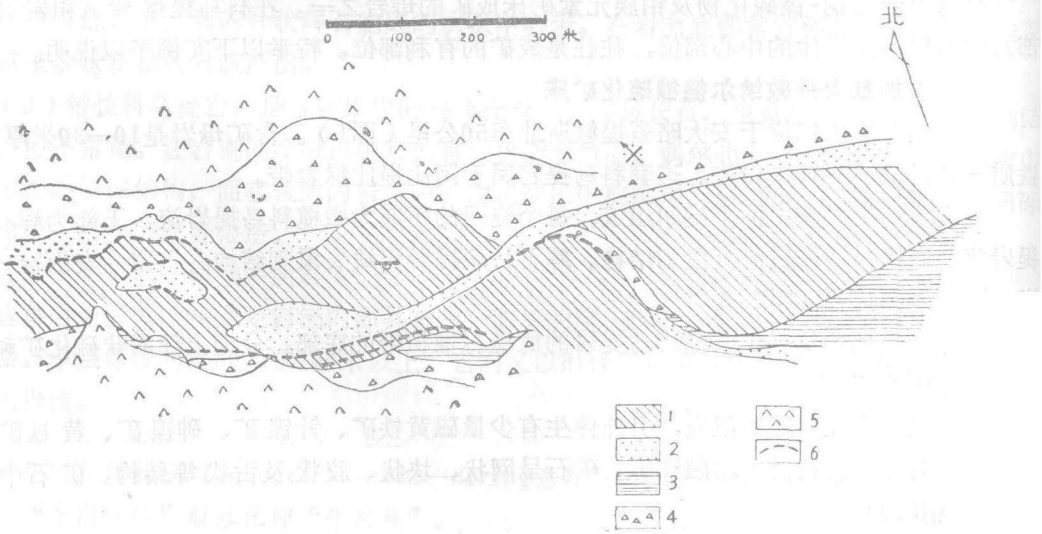
1－花岗岩；2－基性侵入岩；3－超基性岩；4－下前寒武统沉积岩；5－中前寒统沉积岩；6－火山岩；7－曼洛组

↓ 图2 丹敦钠尔德矿区地质图

1-橄榄岩体(流)；2-辉石岩流；3-玄武岩流；4-英安流纹质火山岩；5-辉长岩侵入体；6—矿体



↑ 图3 橄榄岩流与矿化关系剖面示意图



© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki

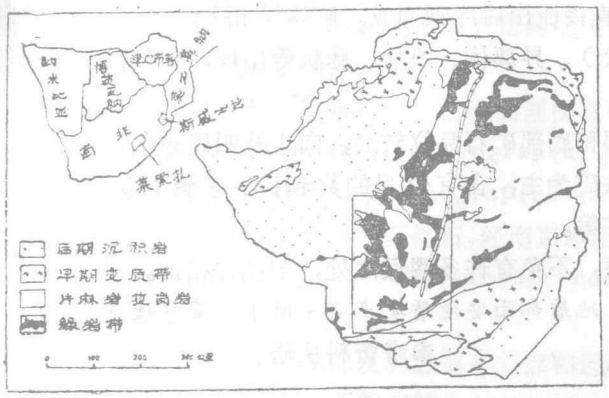


图4　津巴布韦位置及区域地质略图

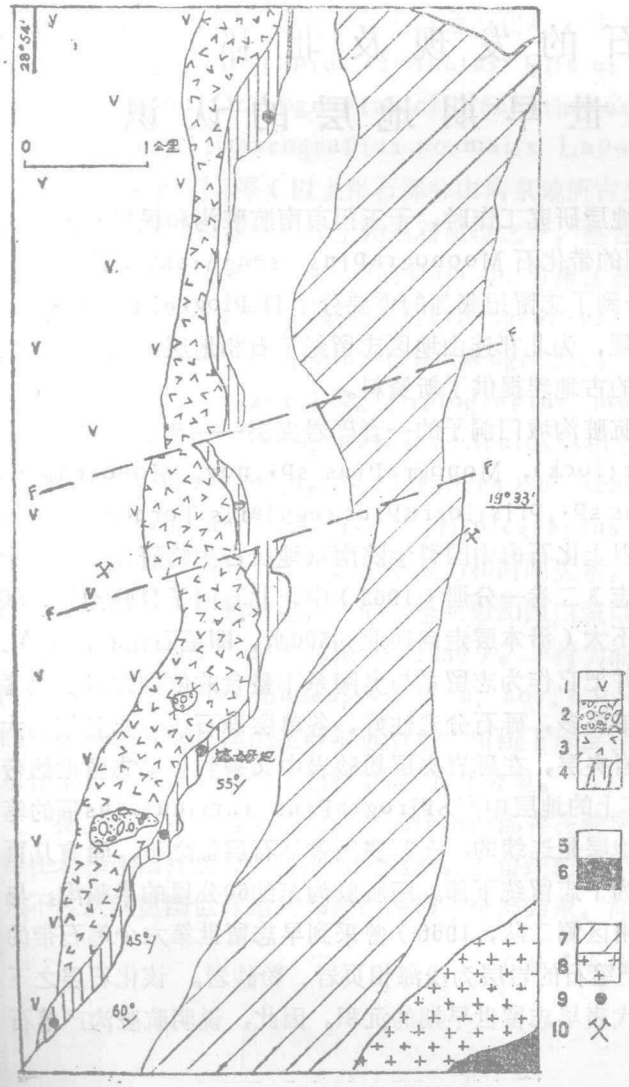


图5　达姆巴矿区地质略图

1-玄武科马提岩；2-镁铁质凝灰岩；3-辉石科马提岩；4-橄榄科马提岩；5-长英质沉积岩；6-条带状铁矿建造；7-层状杂岩体；8-花岗岩；9-镍矿化；10-旧金矿

（二）津巴布韦达姆巴矿床

达姆巴矿床位于津巴布韦中部区，附近共有六个矿田（图4）。该区岩石属于太古代绿岩带，可分为三个组：下部赛巴克维尔恩组、中部布勒维艾恩组和上部萨姆维依恩组。

中部布勒维艾恩组分为三个岩性段：底部橄榄科马提岩流（含矿岩流）厚0—200米；中部含橄辉石科马提岩流厚0—300米；上部玄武科马提岩流，本组厚度不稳定，沿走向有变化。向西呈40°—50°倾斜（图5）。

本组底部段的橄榄科马提岩流中鬣刺结构发育，橄榄科马提岩流的厚度越大，鬣刺结构越发育。在鬣刺结构带可见粒径3—10毫米的由绿泥石、方解石和硫化物充填的杏仁体。某些地段岩流顶部可见角砾及科马提凝灰岩。橄榄科马提岩蚀变成蛇纹岩、碳酸盐化蛇纹岩和滑石碳酸盐岩。橄榄科马提岩流越厚，蛇纹岩化越强烈。在薄岩流的某些地段为滑石碳酸盐岩化。

中部段是含橄榄辉石科马提岩流，或是玻璃质科马提岩流。其中见有火山集块。含橄榄石1—30%。岩石已透闪石化、滑石化、绿泥石化，但基本保留有火山岩结构的特征。

该矿床及其附近的五个矿田都产于布勒维尔恩组的下部橄榄科马提岩流中。橄榄科马提岩流的底部呈盆状，盆

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki

底直径大约500米。推测其从火山管道中直接流出后冷凝而成。矿体呈饼状产于岩盆的底部，也往往呈浸染状、气泡状（或小球状）、异离体、块状、脉状等出现，但以浸染状和气泡状为主。

矿石品位都不太高，但饼状矿体中部和底部矿石品位较高，向上及四周边部品位降低。

矿石矿物以镍黄铁矿、针镍矿、黄铁矿为主，含有少量的黄铜矿、紫硫镍矿、磁黄铁矿、墨铜矿、辉砷镍矿、辉铜矿及磁铁矿等。

本文系译编而成，由于笔者水平有限，不免有许多谬误之处，望批评指正。

（地质部西安地质矿产研究所张　苺整理）

参考资料从略

地质新知

赛氏单笔石的发现及北祁连西段早志留世早期地层的认识

1980年笔者在北祁连山进行志留纪地层研究工作时，于玉门市南肮脏沟和民乐县潼子坝河的支沟——二道沟中，采到了早凡伦期的带化石 Moonograptus seagwiekii，这是在北祁连山的首次发现，于肃南县水关河脑采到了志留纪底部的重要分子 Diplograptus cf. mo-destus Lapworth这些笔石化石的发现，为北祁连山地区志留纪笔石相地层增添了新的笔石带，也为研究北祁连山西段早志留世的古地理提供了新资料。

赛氏单笔石等化石，采于玉门市南肮脏沟城门洞子的一套砾岩夹层——灰黑色粉砂岩中，有Monograptus seagwickii(Portlock), Monograptus sp.,nov, Monograptus sedgwickii subsp.nov.,Monograptus sp.,Pristiograptus regularis Tornguist, Pristiograptus sp., Diplograptidae（以上化石由中国科学院南京地质古生物研究所李积金鉴定）。这套砾岩相当于《祁连山地质志》二卷一分册（1963）中，北石门子泉脑沟山旱峡剖面的第一层，由于覆盖该层出露厚度不大（沿本层走向往北约500米，即笔石化石产地）。《祁连山地质志》上称之为底砾岩层，并把它作为志留系与奥陶系不整合的依据之一。笔者根据野外观察认为，这套砾岩厚度大，单层多，砾石分选性好，各单层砾石成分和胶结物大致相同，其中有很多正常的粉砂岩、页岩夹层，在砾岩夹层粉砂岩中又采到了早志留世的带化石Moynograptus sedgwickii，在其上的地层中产Spirograptus turriculatus带的笔石分子，从笔石分带的角度来看，这些地层是连续的，在产赛氏单笔石层位之下，尚有几百米厚的砂岩、砾岩、页岩，其时代可能为下志留统下部。距肮脏沟东约60公里的半截沟，与肮脏沟组处于同一岩相带上，前人（甘肃区测二队，1966）曾采到早志留世第六个笔石带的带化石 Demirastrites triangutus，产笔石的岩层为浅海相页岩、粉砂岩。该化石层之下还有近千米厚的地层未获得化石，可能代表早志留世早期的沉积。因此，说明肮脏沟产笔石

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki