

经济地质

81 卷 第六期

美国

ECONOMIC GEOLOGY

and

the Bulletin of the Society of Economic Geologists

1986

(九月)

地 质 出 版 社

经济地质

81 卷 第六期

美国

ECONOMIC GEOLOGY

and

the Bulletin of the Society of Economic Geologists

1986

(九月)

地 质 出 版 社

美国《经济地质》

中译本、半季一期

1988年12月

81卷 第六期

编辑者：美国《经济地质》中译本编辑部

出版者：地质出版社
(北京西四)

印刷者：地质出版社印刷厂
(北京海淀区学院路29号)

发行者：新华书店总店科技发行所经销

ISBN 7-116-00251-0/P·227 国内定价：2.00元 开本：787×1092¹/₁₆印张：6.25字数：198,000

目 录

昆士兰摩根山金-铜矿及其环境——与准同时断裂作用有关的火山成因块状硫化物矿床	A. Taube (1)
塔斯马尼亚Murchison峡谷——一条可能穿过寒武纪块状硫化物系的横剖面	D. A. Polya、M. Solomon、C. J. Eastoe 和 J. L. Walshe (18)
新不伦瑞克芒特普莱森特Fire Tower带斑岩钨钼矿体、多金属矿脉、交代矿体和含锡云英岩带	G. J. A. Kooiman、M. J. McLeod和W. D. Sinclair (32)
硫化物系统中含锌尖晶石的稳定性及其作为变质块状硫化物矿床勘探标志的可能性	Paul G. Spry和Steven D. Scott (48)
变形硫化物矿床中尖顶矿-围岩的界面、刺穿构造和某些硫化物矿石的定位	K. J. Maiden、L. R. Chimimba 和 T. J. Smalley (64)
内华达Yerington斑岩铜矿床中的钠-钙交代作用——化学及时空关系	Richard B. Carten (72)
“石英眼”假说的评价	R. H. Vernon (94)

昆士兰摩根山金-铜矿及其环境——与准同时断裂作用有关的火山成因块状硫化物矿床

A. Taube

摘 要

摩根山矿已于1981年7月关闭,它共采出了5000万吨矿石,从中取得了237,896kg(7,648,533oz)的金和360,616吨的铜,金平均品位为4.75g/t,铜为0.72%。此矿是澳大利亚最大的单矿脉金矿体,也是仅次于卡尔古利金英里、本迪戈和巴勒拉特的第四大金产地(Woodall, 1979)。

本矿山包括由黄铁矿块状硫化物构成的主矿筒矿体和与之相邻的Sugarloaf硅质细脉矿体。如果把容矿地层的区域倾斜和局部断层等变动去掉而加以复原,则这两个矿体就表现为一个筒状火山成因块状硫化物矿体,与地层成高角度相交。

与矿体地层顶部邻接的地方有小的似层状黄铁矿化,它从矿体处沿地层倾斜向下过渡为由晶屑凝灰岩、燧石质岩夹一些似碧玉岩层组成的层序。

与块状硫化物矿体有关的蚀变晕被晚泥盆世摩显著英闪岩所侵入,矿体和蚀变晕都受到变质,并受后期蚀变和后来矿化作用的叠加,这些作用大都与复陷构造岩层侵入有关。

紧接矿体的容矿地层,在矿体两侧显著增厚并改变岩性,这说明矿体是沿着一条准同时断裂形成的。此断裂当为一个巨大的再生火口凹陷构造的一部分

绪 言

摩根山矿位于东部昆士兰州海岸山脉之中,罗克汉普顿(Rockhampton)之南-南西36km,南纬23°38',东经150°22'。该矿作为澳大利亚最大产金矿体之一,已近百年。矿体发现于1882年,由摩根山金矿公司进行地下开采,直至1927年一场大火之后矿坑被淹而停采。一家新的摩根山有限公司从1932年又开始进行露天开采,直至1981年7月。摩根山有限公司于1968年转让给Peko-Wallsend有限公司。最近建成了一座碳矿浆氰化车间,以便处理四千万吨过去留下的含金1.08g/t的废渣(Peko-Wallsend 1980年报)。

表1示该矿有记录可查的产量。

摩根山矿体成因,从它1882年发现以来一直就是个争论问题。用现代方法分析矿山是由Cornelius (1967, 1968, 1969)进行的,他用详细填图、岩石学研究和全岩化学分析方法。Cornelius把矿体描述成为一个角砾岩筒,提出矿化与推想的产于矿床之下的二叠纪侵入体有关。他认为容矿岩石“石英斑岩”是浅成侵入体,产出于“岩基的边部和上部”(泥盆纪摩根山英闪岩)。他提出足以证明矿石是岩浆成因的特征有:(1)矿体和蚀变都有垂直和水平分带,(2)有砷化物矿物,(3)有热液砾石岩墙,(4)卫星岩筒成群分布(Cornelius, 1968, 1969)。

以后Geopeko地质人员调查发现,硅质的容矿“斑岩”,实际上乃是火山岩序中的一些凝灰质单元,而矿山走廊代表摩根山英闪岩的顶垂体。矿体的年代据研究是在英闪岩之前,其证据是火山岩中特别强烈的蚀变,英闪岩侵入这些蚀变岩石的产状,以及石英角斑岩(石英安粗岩)侵入体的时代关系(该角斑岩侵入矿体,而其本身又被英闪岩侵入)(Frets, 1974; Frets和Balde, 1975)。

从这个时间关系来看, Corneliu s给该矿床成因提出的岩浆假说可就要打问号了。他所提出的分带和蚀变特征,对于火山成因硫化物矿床的下部也同样适用。热液砾石岩墙和角砾岩筒与矿床成因无直接关系,因为它们的时代都在矿体和英闪岩之后。另外,与摩根山矿砾石岩墙相似的角砾岩墙也见于黑矿型火山成因硫化物矿床(Takenouchi, 1978)。

表 1 摩根山矿生产记录

	处理矿石 (吨)	剥土 (吨)	生 产 金 属				品 位	
			金 (kg)	银 (kg)	铜 (吨)	黄铁矿 (吨)	Au (g/t)	Cu (%)
摩根山辛迪加 (1884—1886)①	?	?	1,835				>150(?)	
摩根山金矿有限公司 (1887—1927)②	8,600,000	4,400,000	157,273		116,175		18.3	1.35
摩根山有限公司 (1929—1982)②	41,400,000	89,300,000	78,788	36,842	244,441	568,000	1.90	0.59
总 记	50,000,000	93,700,000	237,896	36,842	360,616	568,000	4.75	0.72

①K. Cornelius, 1968

②R. W. G. White(摩根山有限公司生产主持人), 1982, 剥采 ce=1.87 : 1

摩根山的碲化物矿物的存在迄今依然是个谜。Cornelius(1969)认为这些矿物是最晚期的矿物相,可能代表块状硫化物以后的热液活动。

Paltridge(1967)和 Lawrence(1967, 1974, 1975)属于最初认识到摩根山矿体与火山区块状黄铁矿矿床相似的人。Frets(1974)和 Frets 和 Balde(1975)指出矿体与火山作用同期。Gibbons(1974)很富于洞察力和推理力地把该矿体与黑矿型矿床下部进行比较。Eadington 等(1974)提出了流体包裹体和硫同位素数据。Golding 和 Wilson(1981)提出了氧同位素数据。

近年来, Geopeko (Peko—Wallsend 有限公司附属的勘探机构)在矿山走廊(矿山周围的一窄条酸性火山岩)的部分地区进行了更详细的研究和地层钻探(Frets, 1975; Taube, Geopeko 未出版报告, 1977, 1979, 1981, 1983)。这一钻探进一步明确了矿体的构造环境和地层环境。昆士兰地质调查所对岩心所作的古生物研究, 确定了精确的容矿地层年龄。作者检查了矿山走廊区所打的大多数钻孔中取得的岩心, 进行了详细填图, 并将前人研究成果进行了综合。本文将这些研究成果进行描述。

区 域 地 质

摩根山矿位于 Calliope 地块, 这是 Calliope 岛弧的一部分, 该岛弧沿澳大利亚东缘从罗克汉普顿区到沃里克之间延展(Day 等, 1978)。据 Kirkegaard 等(1970)资料作了修改的区域地质图见图 1。

地层褶皱成为巨大的背斜, 其轴作南东走向, 长 70km。背斜核部为早泥盆世 Mount Holly 层、中泥盆世中期矿山走廊火山岩和中泥盆世晚期 Capella Creek 层。最近由 Geopeko 地质人员 (McLeod 和 Taube, 1984) 所作的区域填图, 又分出一个酸性火山单元, 它沿 Dee Range 产出, 被非正式地称为 Mount Warner 火山岩。这一单元看来相当于矿山走廊火山岩, 层位上在 Capella Creek 层之下。

本背斜据认为具很大成矿意义: 摩根山矿和一些已知的二叠纪斑岩铜矿型矿点都沿背斜轴附近分布。

大部岩石中的褶皱样式都属开张状和棱角状, 具大量断块断层, 倾斜变化急剧。断层运动基本上是直立和旋转的, 在时代新于早泥盆世 Mount Holly 层的岩石中没有发现区域应力的迹象如板劈理等。

火口陷落机制 (Smith 和 Bailey, 1968) 可能在一些地方起作用。摩根山矿和 Upper Nine Mile Creek (UNMC) 矿化区(图 1)据认为是位于巨大区域再生火口凹陷之内, 而摩根山英闪岩是中央侵入体。由于保存不好, 推测的火口凹陷的边界未能精确圈定, 不过可能包括图上绝大部分的矿山走廊区和 Mount Warner 火山岩区。

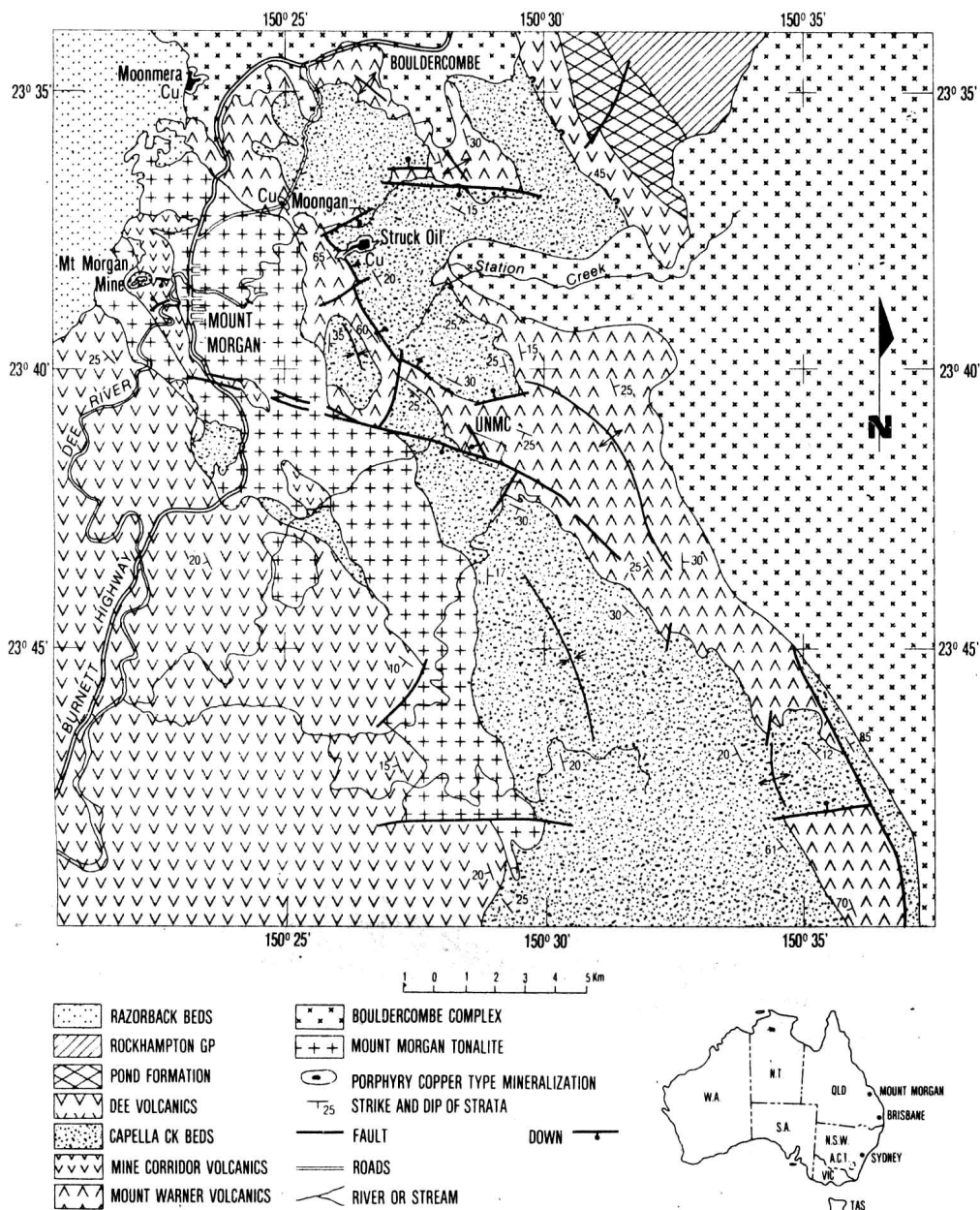


图 1 摩根山地区区域地质图

矿山走廊地质

矿山走廊就是摩根山矿所在的窄条酸性火山岩体(图 2)。走廊在摩根山英闪岩体中形成顶垂体。摩根山英闪岩是一个复杂火成岩侵入体,时代为晚泥盆世(362Ma)(Webb 和 McDougall, 1968)。

摩根山矿位于厚层的称为矿山走廊火山岩的具钠质流纹岩或英安岩成分的酸性火山碎屑岩中(Cornelius, 1969)。该层序受到断裂变动,并被石英角斑岩体、摩根山英闪岩和一套二叠纪安山岩墙所侵入。紧邻的矿区范围由于受强烈蚀变面使一些地质关系变得模糊不清。

表 2 矿山走廊火山岩的非正式地层划分表

单元名称	厚度(m)	岩 性 描 述
Baree 霏细岩	400+	硅质隐晶岩石;石英-长石晶屑凝灰岩
Arnold's Ridge 霏细岩	60	细粒晶屑凝灰岩
Uper Mine 火山碎屑岩	750	“纯净”粗粒石英-长石晶屑-岩屑凝灰岩,有的地方为粗碎屑;几乎为块状,夹有少量细粒单元,包括稀少的薄层石灰岩透镜体
Banded Mine 层序	170—200	薄层的燧石和石英-长英晶屑凝灰岩互层,顶部有似碧玉岩;底部有 15m 厚的石灰岩单元(有时没有);顶部层厚 2—10cm,底部层厚数米
Graben 层序	200	互层的细粒火山灰质沉积物和“泥质”粗粒石英-长石晶屑-岩屑凝灰岩;粒级层理;层厚几米至几十米;分布较为局限
Lower Mine 火山碎屑岩	850+	“纯净”粗粒石英-长石晶屑-岩屑凝灰岩,有些是粗碎屑,有些是细粒,似斑岩状;几乎为块状,夹有少量细粒单元;在矿体附近蚀变为石英斑岩

地 层

• 矿山走廊火山岩地层层序见表 2。摩根山矿体产于 Band Mine 层序处及其下面,向下直延伸至 Lower Mine 火山碎屑岩之内。容矿层序与许多火山成因块状硫化物矿床的相似,特别与摩根山北东 50km 和 Mount Chalmers 矿的相似(Large 和 Both,1980)。

主要容矿岩石是上下两厚层火山碎屑岩(Upper Mine 和 Lower Mine),其间为层理发育的化学沉积-凝灰岩-浊积岩层序(Banded Mine 和 Graben 层序)。作为火山成因硫化物矿床的产出环境,该地层表现为由弱熔结(?)陆成火山碎屑岩迅速过渡为化学沉积物和海底火山碎屑岩。这种过渡现象与矿石沉积同时发生,随后又沉积了一层厚的陆成和海底的火山碎屑岩。这种过渡现象与 Green 等人(1981)在塔斯马尼亚 Rosebery 矿所见到的相似。

未蚀变的 Lower Mine 火山碎屑岩仅在钻孔中见到。在露天采场之中及其附近,这些石英-长石晶屑-岩屑凝灰岩蚀变成为会石英斑晶的细粒硅质岩,Frets(1974)及 Frets 和 Balde(1975)称之为“石英斑岩”。

Banded Mine 层序是由层理发育的石英-长石晶屑凝灰岩、硅质凝灰岩和似碧玉岩组成的层序。厚度在矿山为 170—220m(图 3)。

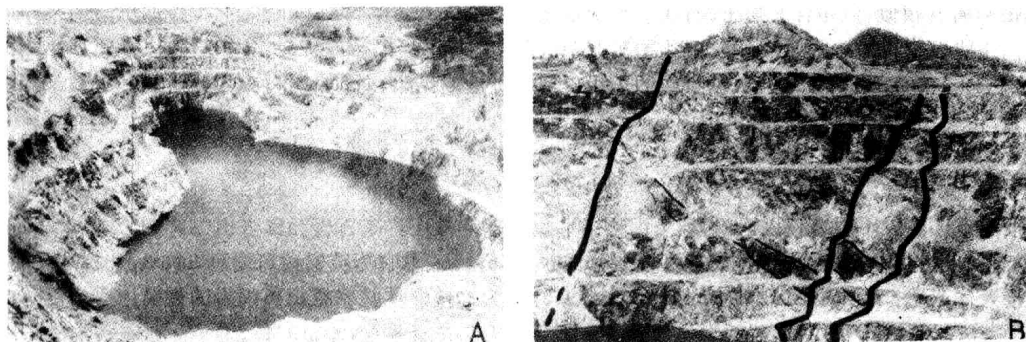


图 3 露天采场照片

A. 从 Upper Mine 火山碎屑岩俯瞰的地层。Main Pipe 矿体位于坑的近端;Sugarloaf 矿体在远端。水体范围大致相当于矿体范围。B. 地层横剖面,被断层切割。Ballard 断层形成图左部的平面。中部为 Banded Mine 层序,表现了楔状的底灰岩(暗色层),向右作 40°倾斜;山顶的微弱条带为 Banded Mine 层序。底灰岩被 Slide 断层的一条附属断层上错了 20m,随后又在图的右侧下错了 60m

Banded Mine 层序中的似碧玉岩夹层,与 Kalogeropoulos 和 Scott (1983) 所描述黑矿的 Tetsusekiei (铁石英) 层相似。在摩根山,这些凝灰质喷气岩主要在 Banded Mine 层序的上半部作一些薄夹层群而产生。它们有的呈孤立的 1—5cm 厚的血红色隐晶硅质层,有的呈厚达 30cm 的略含赤铁矿或磁铁矿的褐色火山灰质或晶屑凝灰质岩层。这些层中夹含石英—长石晶屑凝灰岩和火山灰凝灰岩,常有小型流动褶皱、滑塌构造和条纹状拉裂结构,这些都意味着层序中的早期不稳定性(图 4)。

似碧玉岩在矿区中最为发育。在层序的端部,似碧玉岩层变得薄而零散,而 Banded Mine 层序的互层产状和厚度保持相对稳定。

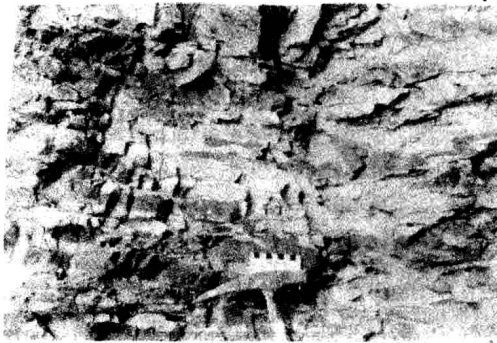


图 4 Banded Mine 层序顶部附近石英—长石晶屑凝灰岩(浅色)和似碧玉岩(深色)互层的结构。岩层的滑塌和扭曲现象说明了层序早期的不稳定性

紧邻矿区以北和以东,一层 10—15m 厚的石灰岩单元产于 Banded Mine 层序底部。在矿区之南发现一处重要例外,在 Graben 层序之上未见底灰岩。这一例外情况发现于露天采场东南 600m 一个钻孔中。这里的石灰岩是含化石的和赤铁矿质的,与矿区中出露的块状灰岩不同。昆士兰地质调查所的 V. Palmieri 详细研究了岩心,鉴定年代为艾菲尔阶(中泥盆世中期),是根据牙形刺组合鉴定的(昆士兰地质调查所 R. Allen, 私人通讯)。这是矿山走廊层序岩石中第一个正式测年的结果。

Upper Mine 火山碎屑岩(图 5)与未蚀变的 Lower Mine 火山碎屑岩相似,但还含有碧玉、石灰岩和少量硫化物碎屑。这些岩石相当于加拿大块状硫化物矿床中的密尔岩(mill rock) (Sangster, 1972)。根据少数的火山碎屑粒经测定结果,Upper Mine 火山碎屑岩的火口来源地,是在矿区之北,在现在的摩根山英闪岩范围内。

侵入岩

摩根山地区有三个主要侵入岩时期。

石英角斑岩过去有人称它为石英安粗岩(Cornelius, 1969),或称它为英安角斑岩(Gibbons, 1974),呈小型高位不规则侵入体产出。Cornelius(1969)和 Lawrence(1975)认为这些岩体是摩根山英闪岩的先驱。它们侵入矿体,而本身又受英闪岩侵入,为矿石和英闪岩的年代关系提供了有力的证据(Frets, 1974)。

摩根山英闪岩(Kirkegaard 等, 1970),是一个复杂侵入体,主要由英闪岩组成,而在一些地方从细晶岩直到辉长岩。Webb 和 McDougall(1968)测得年龄为晚泥盆世(362Ma)。英闪岩侵入矿山走廊火山岩和矿体的蚀变晕中。露天采场西侧和该处钻孔岩心的英闪岩中都可见到属于这一蚀变晕的硅化和黄铁矿化的石英斑岩捕虏体。Lees 矿体几乎全被英闪岩所包围。这些特点,再加上与英闪岩侵入有关的一个独立的绿泥石—绢云母蚀变晕,说明了矿体及其蚀变晕比英闪岩为老(Balde, 1976)。



图 5 矿坑东南角 Upper Mine 火山碎屑岩的结构

直径 2—5mm 的暗灰色球体是石英晶体;较大的地带为硅质和斑状碎屑。暗灰色地带为绿泥石碎屑。粗粒同心状镶边构造为增生火山砾

还有一套多种结构的、主要为安山岩成分的岩墙,是二叠纪期间侵入的。

构造

矿区本身的构造很复杂,并未充分搞清。矿山走廊南部为一个由 Banded Mine 层序构成的平缓倾状的开阔背斜。矿区以东,主要倾斜为 60° 向东北;这一产状在走廊北部的绝大部分都是一致的,只有紧邻矿区北边靠近英闪岩体的缓斜区例外。露天采场东侧由 Banded Mine 层序构成一个平缓穹丘,被断层作用显得突出了。

图 2 用粗虚线表示的地堑边界断层,是根据钻孔资料推断的,在地面上并没见到这些断层。

FW (Footwall) 断层和 Trough 断层都有围绕矿体的旋转运动和由南向北的运动,矿体和北断块一起作相对于南断块的顺时针旋转。这些早期断层发生在二叠纪岩墙侵入之前。

Slide 断层和 Ballard 断层是二叠纪断裂系的两个主要断层面,它们斜切矿体。Slide 断层刚好与矿体重合,这使许多地质人员认为该断层与成矿有因果关系,例如摩根山有限公司的报告(1965)就是这样说的。这一论点没有证据能够证实。两条断层都是正断层,南东断块下降,这从矿体边界的移位可以证明。

Linda 断层过去认为是从其地表产状向下逐渐变缓,至深部成为矿体的底界。Frets 和 Balde(1975)指出,矿体的蚀变晕在断层的期望位置处并未受到错动,并且指出,矿区东端矿体之下的剪切,乃是沿 FW 断层的小错动。以后的地层钻探,在 C. Fraser(摩根山金矿公司未刊报告,1914)所绘的 Linda 断层的位置发现了陡倾的断层。

Office 断层和 Trough 断层可能代表后期沿地堑边界断层发生的运动。

地层钻探横剖面

图 6 和图 7 是沿矿山走廊整个长度的一系列横剖面,表示了最近的地层钻探结果。剖面位置示于图 2。

从走廊南部各个并列的横剖面中(图 6)可以明显看出 Graben 层序的有限分布和从南到北的构造变化。

走廊北部各剖面(图 7)表示了矿体的石英斑岩蚀变岩筒形态(见下文蚀变节)。从这些剖面中可以看出蚀变岩筒向西南方向倾伏于摩根山英闪岩之下,这与其南各剖面所示的英闪岩接触面向东陡倾形成鲜明对比。高度硅化的蚀变岩石看来能抵抗英闪岩的侵入和或花岗岩化作用,形成一个港湾,这从很久以来就被认为是一控矿因素(摩根山有限公司报告,1965)。蚀变岩筒在西南方向并未在深处完结。

图 8 是矿山走廊地层的纵投影图,用 Banded Mine 层序作为参考层。由于地层属火山型,所以层序厚度在 3.2km 这一圈定范围内基本保持稳定。Upper Mine 火山碎屑岩和 Lower Mine 火山碎屑岩都是块状、均匀的岩石单元,它们之间和它们与 Banded Mine 层序之间的岩性变化是很明显的。

Graben 层序的局限分布,在该投影图上也看得很清楚。与矿化有关的蚀变作用,加上矿区附近的关键性地区缺少深钻孔,使得详细关系不清,但矿体两侧地层的大致变化还是明确了。

Banded Mine 层序的底灰岩单元在矿区中由北而南逐渐消失,以及在同一层位上出现了矿山走廊中其他地方都未见到的具浊积型岩石的 Graben 巨厚层序的现象,暗示这种地层变化的地带是一个准同时断层或生长断层。这条推测断层与摩根山矿体吻合,说明该断层可能曾是矿液的最初通道

在摩根山矿之东北 50km 的 Mount Chalmers 矿中也发现一个类似的生长断层,是该矿 West Lode 的矿液通道(Taube 和 van der Helder,1983)。

变质作用

Cornelius(1968)断言矿山走廊的岩石基本上未变质。然而在矿山走廊中矿体以外的酸性火山岩中到处都有区域性的绿泥石-绿帘石-方解石蚀变,这被认为是成岩性质的埋藏变质(R. Balde,私人通讯)。

黑云母化在摩根山英闪岩侵入体邻近和其内部都很明显(Cornelius,1968)。

摩根山矿体曾受退火变质,最初被归因于二叠纪岩墙(Lawrence,1972),以后则被归因于石英安粗岩和摩根山英闪岩(Lawrence,1974),以及总的矿化作用末期与成脉作用有关的温度升高(Lawrence,1975)。

矿化作用

摩根山矿体是一个向西南缓倾斜的不规则管状体,长 750m,直径 120—250m。其中主要为两类矿石,即 Main Pipe 矿体的块状黄铁矿和 Sugarloaf 矿体的硅质网脉。图 9 是矿体平面投影面。图 10 是矿体的概略纵剖面

图。有关矿体和矿化的详情，读者可参阅 Cornelius (1969)、Lawrence (1967, 1972)、Frets (1974) 和 Frets 和 Balde (1975) 的描述，这里只提供进一步的观测结果和评述。

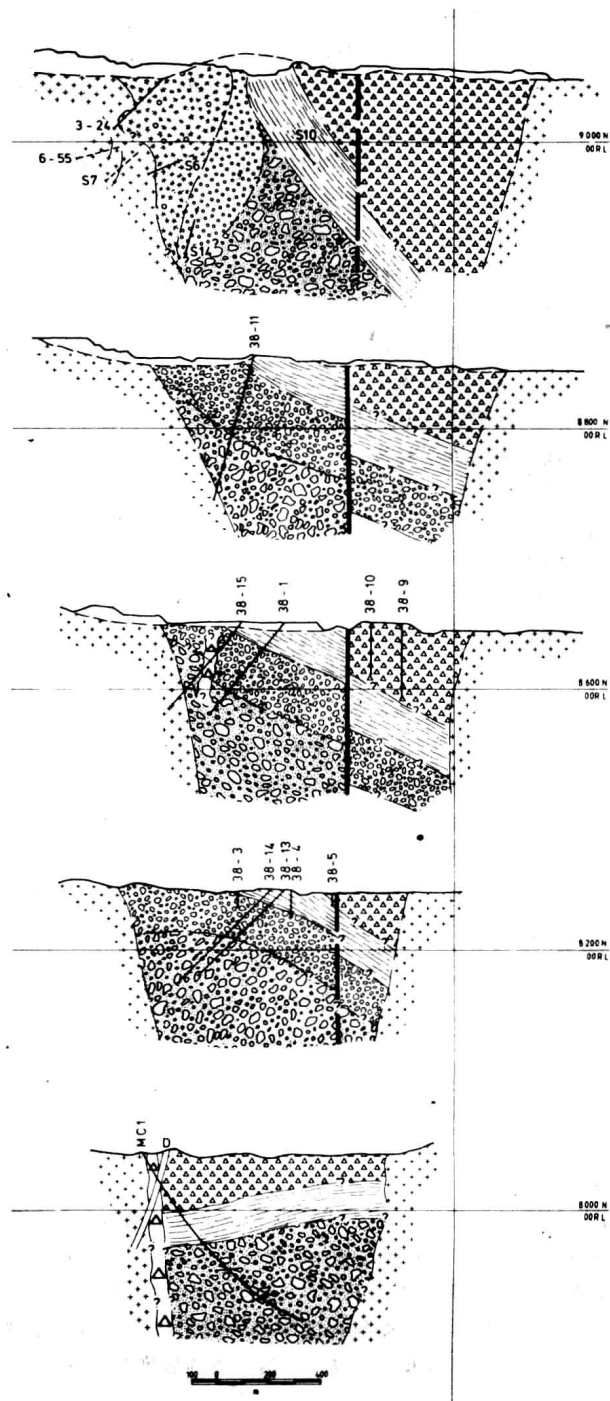


图 6 矿山走廊南部横剖面
(图例见图 7)

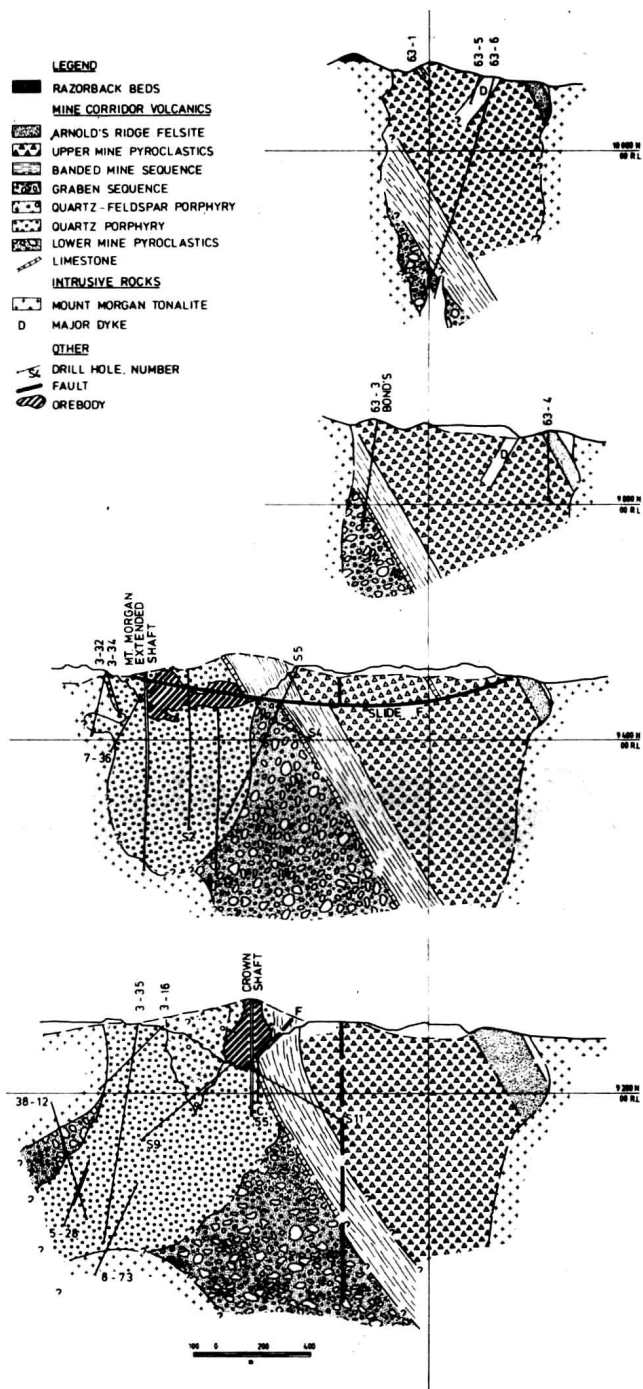


图 7 矿山走廊北部横剖面

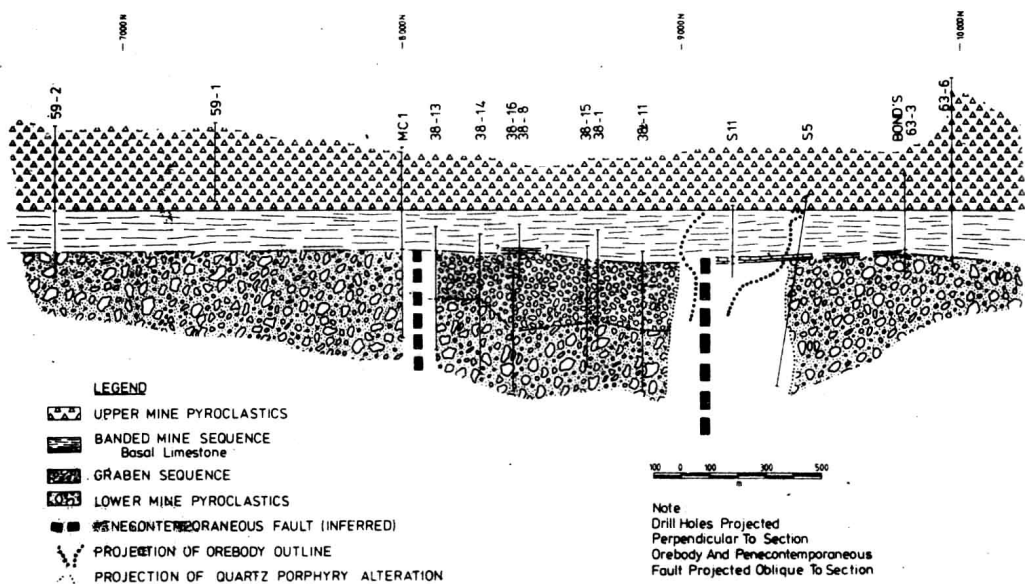


图 8 矿山走廊地层纵向投影图

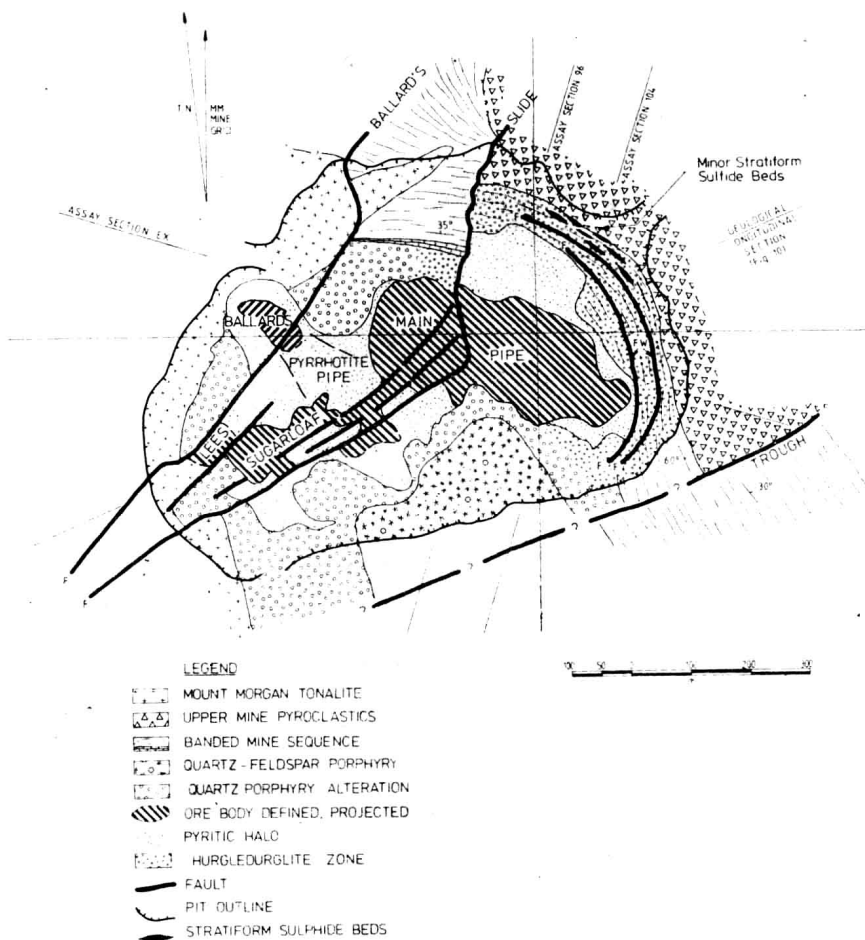


图 9 摩根山矿体平面投影图

(据 Balde 1976 修改)。1976 年矿体轮廓还大致保留着矿体的原状

矿体的主要矿物是黄铁矿、石英、磁黄铁矿、黄铜矿和闪锌矿，数量多少大致按此顺序。自然金、金碲化物和银矿物与黄铜矿和黄铁矿组成了有经济价值的矿物。可回收的金大部分作浸染状自然金产出。在矿石中作超细粒至次显微粒存在(Lawrence,1967)。金碲化物产于局部的碲化物富矿体中。

Main Pipe 矿体 Main Pipe 矿体含有矿石的 70%，主要由块状黄铁矿组成，被不规则网状石英脉所穿插。黄铜矿主要产于石英脉中，但也在块状黄铁矿中呈浸染状。闪锌矿、磁铁矿和磁黄铁矿作少量产出，它们既作黄铁矿中的浸染体，也作石英脉中的分结体。

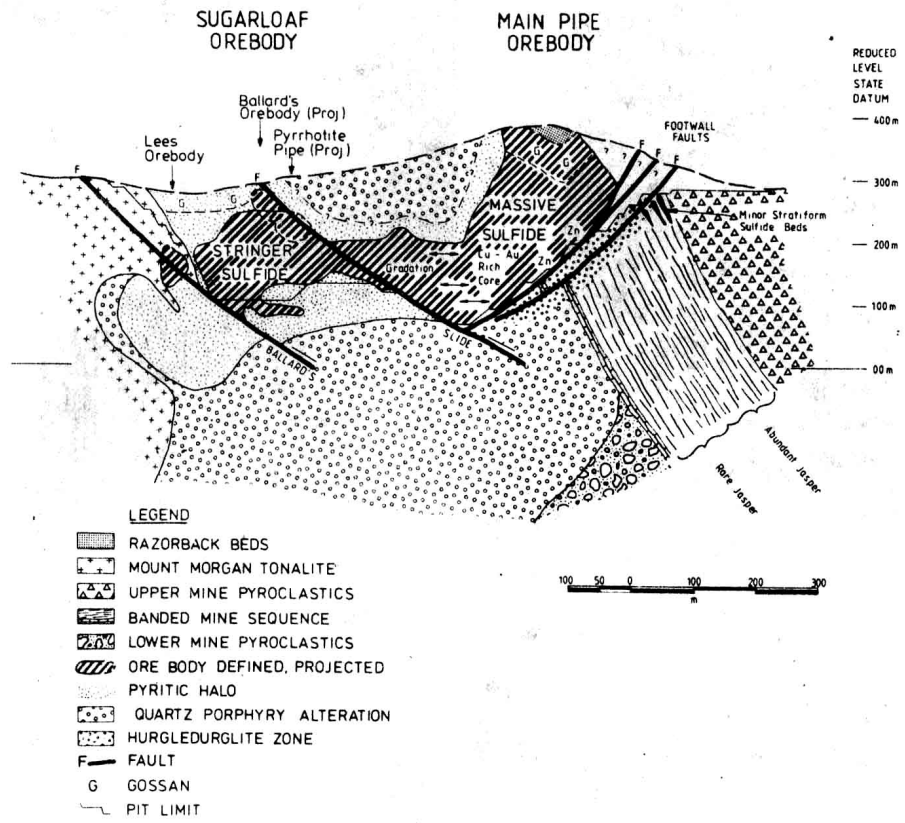


图 10 摩根山矿体概略纵剖面图
(据 Balde 1976 修改)

Cornelius(1967,1969)描述了 Main Pipe 的矿体结构，认为属于角砾岩矿化，据此他认为矿体为角砾岩筒。
图 11 是此物质标本的照片。拿现行的火山成因硫化物的术语来说，这种结构可以描述为细脉侵入块状硫化物中。这可能是生成于一个长时期的矿化作用，早期形成的块状黄铁矿质硫化物发生角砾化，并被后期的石英-黄铁矿脉穿插。从照片中可以识别出四期这样的矿化期。C. S. Eldridge (私人通讯, 1984) 指出“块状矿石中的角砾岩化是火山成因块状硫化物矿石的特点，它标志着正在进行中的矿化作用。”

Cornelius(1969)描述了矿体边界处的大片的角砾岩矿化。他的照片说明这种矿化也可以称为细脉，而这里碎块是容矿岩石，而非块状硫化物。

Main Pipe 矿体中有一少见现象即有高品位金碲化物富矿体。Cornelius(1969)把这说成是最晚期产物。本文认为这一矿化乃是晚期的块状硫化物之后的矿化作用，可能与英闪岩侵入有关。

Sugarloaf 矿体 Sugarloaf 矿体紧邻 Main Pipe 矿体而在地层层位上在其西南的斜下方。矿体由浸染状和细脉状黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿及块状糖粒石英组成。这种矿石也有晚期网状石英脉穿插，它们不规则并且边界不清。黄铜矿在矿体中向深部和向英闪岩方向增加。

Main Pipe 和 Sugarloaf 矿体是互相连续的。在 Main Pipe 的下部可以看到过渡现象，从块状黄铁矿质硫化物

通过半块状硅质硫化物而到硅质细脉矿化。

磁黄铁矿筒、Lees 和 Ballard' s 矿化 这些矿体是 Sugarloaf 矿体的受断裂的延长部分。除了会磁黄铁矿较多外, 这些矿体的矿物成分与 Sugarloaf 矿体相似。这些矿体中的磁黄铁矿作不规则的具过渡性边界的脉或块体以及细粒分散球珠状, 产于硅质 - 黄铁矿岩石中。

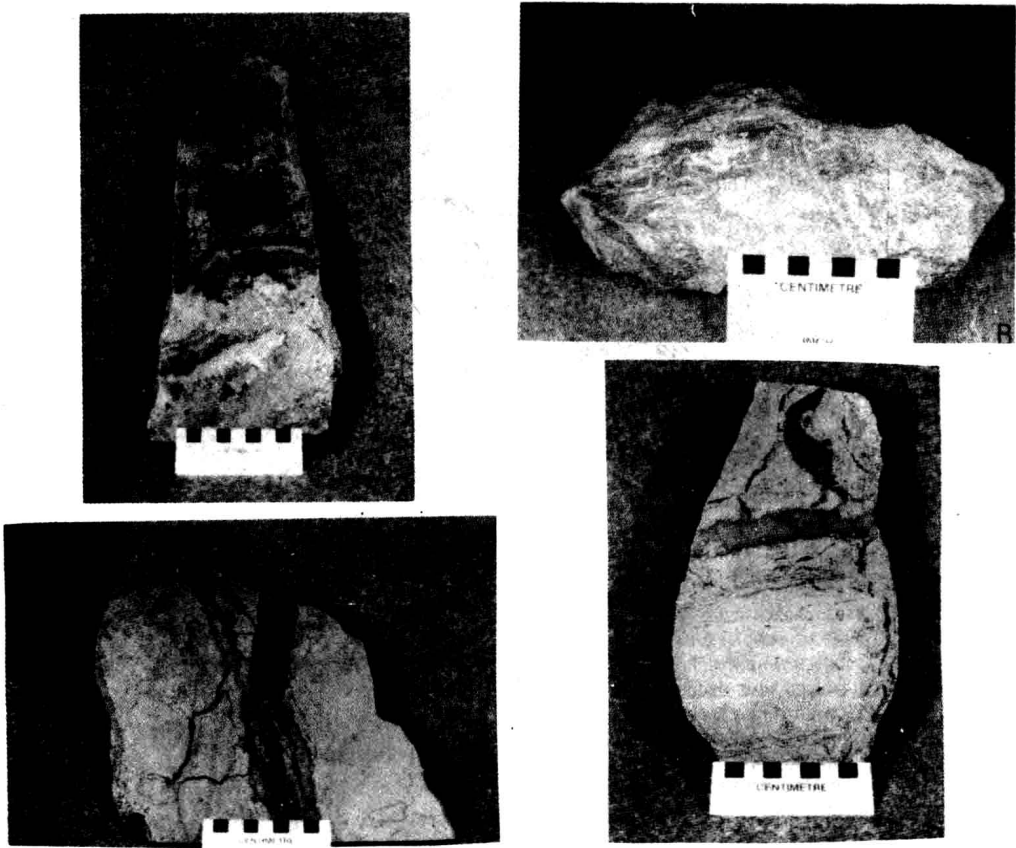


图 11 Main Pipe 矿体块状硫化物矿石标本

A. 块状硫化物被石英细脉穿插, 后者又被粗粒黄铁矿脉穿插。B 和 C. 出块状硫化物本身部分角砾岩化。细粒块状黄铁矿硫化物块产于较粗粒块状黄铁矿—闪锌矿硫化物的基质中。D. 细粒闪锌矿—石英组成的同心条带常成碎块的内环。这些特点说明矿化有好几期

Gibbonons (1974) 认为磁黄铁矿是由黄铁矿受英闪岩侵入加热而成。但是从磁黄铁矿的产状看, 它是叠加于 Sugarloaf 型细脉之上, 而与英闪岩有关的后期矿化。

深部黄铁矿带: 在 Sugarloaf 矿体之下进行的深部钻探, 在露天采坑之下 700—800m 处, 由钻孔 5-28 打到块状至半块状黄铁矿(见图 7, 9200N)。R. Balde(Geopeko 未刊报告, 1974)认为这一矿化和其石英斑岩蚀变晕都代表摩根山成矿系统的根部带。根据随后的跟踪钻探, 这一矿化仅为零星块状, 价值不大。

Banded Mine 层序中的似层状矿化 在露天采场东北, Banded Mine 层序顶部, 有一个规模不大的似层状硫化物矿化带, 它经济价值不大, 地质意义却很大。Lawrence(1974, 1975)描述了该地层状黄铁矿和含重晶石黑页岩的小透镜体。这一矿化经后来 1973 年的冲击钻探和金刚石钻探而了解得更详。

该处有厚达 15cm 的块状黄铁矿层与黄铁矿质燧石和凝灰岩成互层(图 12)。沿倾斜向下钻探, 就发现这种互层的含黄铁矿层序过渡为较常见的似碧玉岩和凝灰岩层序, 其中有些似碧玉岩含有细粒浸染黄铁矿。钻孔样品中发现了含黄铁矿带中有次矿石品级的锌 - 铜矿化。这一个带中从露天采场中的似层状硫化物变化为沿倾斜下方的层状似碧玉岩, 这个变化的地方似乎代表了矿体边缘在似碧玉岩层位处的原始硫化物 - 氧化物(赤铁矿)界面。



图 12 层状含黄铁矿的 Banded Mine 层序含黄铁矿层,例如锤尖所指的块状硫化物层,顺倾斜面下就过渡为较为正常的似碧玉岩-凝灰岩-燧石层序

缘集中。

蚀变作用

Cornelius(1969)首先发现了一系列与矿化有关的蚀变晕。R. Balde(Geopeko 未刊报告,1976)重新检查了矿区中大量金刚石钻孔资料,用岩石学方法测定了蚀变带的规模和形状(图 6 和 7)。

在 Lower Mine 火山碎屑岩中,蚀变最为明显。对这一带中的钻孔进行系统性岩石学研究,发现主岩中的长石在外带逐渐被绢云母和石英所交代,而在内带主要被石英所交代。黄铁矿在向矿体的方向上逐渐增加,但直到距矿体 50m 左右时才显著增加。蚀变作用可延展到离矿体几百米;长石在距带外约 30m 的范围内全部被交代。整个蚀变带称为石英斑岩,因为除了石英晶体之外,一切有鉴别性的结构特征都因蚀变而消失了。

Cornelius(1969)注意到英闪岩中紧邻矿体处的热液蚀变现象,认为这与成矿有关。后来由 Geopeko 地质人员(Frets 和 Balde 1975)研究指出,虽然英闪岩中确有蚀变现象,但哪里也没有象成矿的石英斑岩蚀变那样强烈。Frets 和 Balde(1975)发现一个与英闪岩侵入有关的绿泥石-黄铁矿前锋,叠加在与矿体共生的石英-绢云母蚀变带之上。

后期的热液蚀变,在 Cornelius(1967,1969)所描述的热液砾石岩墙和角砾岩筒(摩根山矿体除外)中很发育。砾石岩墙中会有英闪岩和块状硫化物的砾石和碎屑,因此它比这些岩石为新。角砾岩筒主要产于英闪岩中,因此比后者为新。

有一个石英斑岩蚀变的独特的相,叫做“hurgledurglites”(Frets,1974;Gibbons,1974),值得一提。这些球状结核结构,见于 Banded Mine 层序的细粒岩石中和 Lower Mine 火山碎屑岩的顶部。它们只产于矿筒周围 50—100m 的一圈范围内,并沿倾斜向下和沿走向而变得逐渐模糊而消失。这些结构过去曾被描述为球粒(spherulite)(Cornelius,1969;Frets 和 Balde,1975),但是从原生层理穿过球体的现象看,应属结核成因(图 13)。从它们的局限于矿筒周围的分布和它们的穿越地层现象,可知它们正如 Frets 和 Balde(1975)提出的,应属成矿同时和以后的蚀变作用的一部分。

氧化作用

摩根山矿体顶部是个很明显的铁帽,老的摩根山金矿公司原来的生产很大部分得自这一表生富集带。约 2,400,000 吨氧化矿石中产出 71,959kg 金,平均 30.6g/t,约合每吨一盎司。该铁帽曾由 Jack(1884,1889)、Dunn(1905)和 Cornelius(1968)描述。

有几块粗粒的铁帽,可能是硫化物所变的,它们在层位上位于 Upper Mine 火山碎屑岩底部,刚好在似层状硫化物带之上。

由于矿体的地形上的(也是地层上的)顶部已经完全氧化,以后又被采掉,所以对于矿化的样式已经找不到佐证了。不过,Newman 和 Brown(1911)曾在矿体的高层位拍摄了一块“火腿状”矿石标本,并把它与新西兰的层状“硅华”进行比较。他们的讨论和照片说明这种东西是似层状矿石。

还有两个观测结果与矿体性质有关。一是 Frets(1974,据 S. R. Shepherd,未发表矿山资料)指出有价值矿化沿矿体长轴集中成带,其中铜和金形成商品品位核部。该核部产出了 6,200,000 吨硫化物矿石,平均品位金 14g/t,铜 1.95%。另一个是 Cornelius(1968)指出闪锌矿产于 Main Pipe 即块状硫化物矿体,而不产于 Sugarloaf 即细脉矿体。对 Main Pipe 矿体的最后回采发现富含闪锌矿酸块状硫化物沿矿体的东南