

新疆哈密市图拉尔根①号杂岩体岩石化学特征

三金柱 魏俊瑛

(新疆维吾尔自治区有色地质勘查局 704 队 哈密 839000)

摘 要 新疆哈密图拉尔根铜镍矿是近几年黄山铜镍矿带新发现的大型岩浆型铜镍矿床。本文通过对图拉尔根①号杂岩体的岩石化学特征进行分析,以求对含矿基性—超基性杂岩体进行反演,总结规律,指导找矿。

关键词 图拉尔根 ①号杂岩体 岩石地球化学

1 矿区地质特征

图拉尔根铜镍矿地处黄山铜镍成矿带东段。区内现已发现三个基性—超基性杂岩体,各岩体长 200~1 400 m 不等,宽 20~150 m 不等。平面形态呈脉

状、透镜状(图 1)。各岩体均侵位于石炭系地层中,受控于区域性的黄山—镜尔泉韧性剪切带之次级断裂带。目前图拉尔根 I 号矿体经前期勘探已达大型镍矿规模,矿体产于①号杂岩体内。

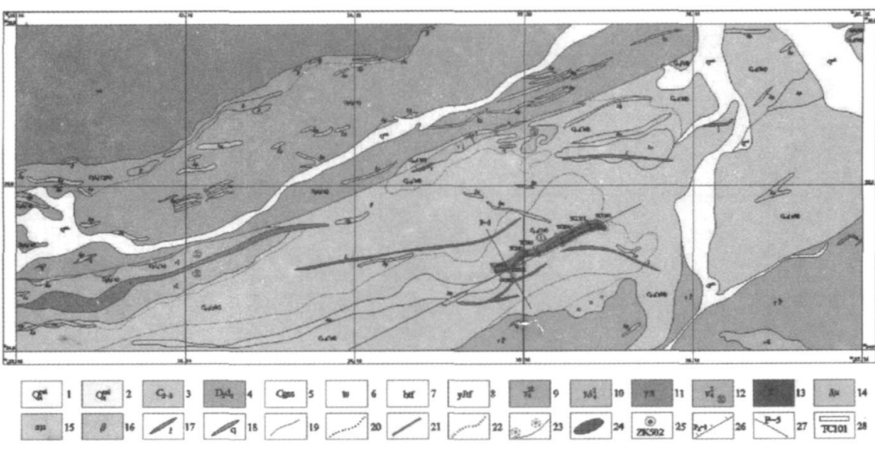


图 1 图拉尔根铜镍矿草测地质图

1. 洪冲积、砂、砾、粘土等; 2. 残坡积、岩石碎块、风或砂等; 3. 中上石炭统: 安山质凝灰岩、安山质含角砾晶质凝灰岩、英安质含角砾晶屑凝灰岩、安山玢岩; 4. 中泥盆统大南组第一亚组: 片理化玢砂岩、糜棱岩化砂岩、细砂岩、含砾砂岩、安山岩夹凝灰质砂岩薄层; 5. 含砾砂岩; 6. 凝灰质砂岩; 7. 角砾凝灰岩; 8. 安山质含角砾晶屑岩屑凝灰岩; 9. (肉红色—浅灰)花岗岩; 10. 花岗闪长岩; 11. 花岗斑岩; 12. 辉长岩体及编号; 13. 基性—超基性杂岩体及编号; 14. 闪长玢岩; 15. 安山玢岩; 16. 辉绿玢岩; 17. 细晶岩脉; 18. 石英脉; 19. 地质界线; 20. 相变界线; 21. 区域大断裂; 22. 蚀变界线; 23. 硅化; 24. 铜镍矿(化); 25. 钻孔位置及编号; 26. 勘探线基线; 27. 勘探线位置及编号; 28. 探槽位置及编号。

2 ①号杂岩体特征

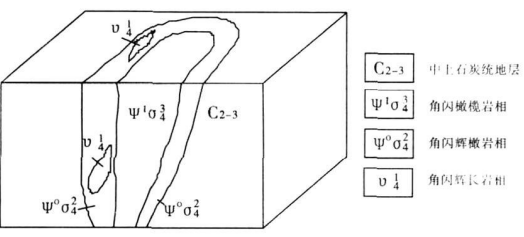


图 2 ①号杂岩体结构模式图

形态呈一北东—南西向延伸的脉状,北东宽、南西窄,中间略有膨大,向深部具波状起伏、膨大狭缩特征,且沿走向表现为向南西方向侧伏。岩体与围岩界线清晰,构造侵入特征明显,产状 $168^{\circ} \angle 68^{\circ}$ 。

岩体性质为一同构造基性—超基性杂岩体,受区域性韧性剪切带之次级构造控制,具多期侵位特征。剖面及平面均表现为一个环带状杂岩体,对称分异特征明显(图 2),即:角闪辉长岩相←角闪橄榄岩相←角闪辉橄岩相→角闪橄榄岩相→角闪辉长岩相。

其中最早侵入的角闪辉长岩多为后期岩浆所吞

噬而往往呈透镜体产出, 说明该杂岩体为深部岩浆分
异多次侵入的结果。其岩石组合类型与香山、黄山东
闪长岩- 辉长岩- 辉石岩- 橄榄岩型岩石组合相当。

图拉尔根①号杂岩体各岩相岩石化学成分结果
见表 1。

3 ①号杂岩体岩石化学特征

表 1 图拉尔根①号岩体岩石化学分析结果

	T801- 26m	T801- 95m	T502- 191m	T502- 180m	T502- 163m	T502- 81m	T1201- 64m	T1201- 34m	T1201- 80m
	橄 榄 辉石岩	角 闪 橄榄岩	辉石角闪 橄榄岩	橄辉岩	辉 石 橄榄岩	角 闪 橄榄岩	辉 石 橄榄岩	角 闪 橄榄岩	辉 石 橄榄岩
SiO ₂	43. 31	45. 01	45. 82	43. 09	41. 49	43. 01	36. 58	38. 63	41. 44
TiO ₂	0. 62	0. 65	0. 75	0. 42	0. 31	0. 76	0. 32	0. 35	0. 49
Al ₂ O ₃	9. 39	10. 78	11. 65	7. 63	7. 33	11. 01	6. 18	5. 54	8. 69
TFe ₂ O ₃	12. 33	10. 48	9. 79	11. 95	11. 61	14. 3	16. 92	13. 57	13. 57
MnO	0. 17	0. 2	0. 17	0. 16	0. 17	0. 14	0. 16	0. 16	0. 17
MgO	21. 54	19. 47	17. 57	27. 03	28. 34	17. 49	28. 15	29. 89	23. 52
CaO	4. 54	5. 25	5. 82	3. 84	3. 08	4. 13	1. 82	1. 85	4. 08
Na ₂ O	0. 9	2. 54	3. 42	2. 35	1. 32	1. 64	0. 06	0. 16	0. 36
K ₂ O	1. 52	1. 26	0. 4	0. 33	0. 34	0. 85	0. 13	0. 3	0. 18
P ₂ O ₅	0. 09	0. 11	0. 11	0. 06	0. 07	0. 12	0. 05	0. 06	0. 09
LOI	5. 16	4. 4	4. 53	3. 15	6. 03	6. 62	9. 14	9. 24	6. 61
TOTAL	99. 57	100. 15	100. 03	100. 01	100. 09	100. 07	99. 51	99. 75	99. 2
Ni(10 ⁻⁶)	582. 54	927. 47	411. 12	925. 57	816. 99	1600. 22	3245. 95	1718. 70	1919. 83
Mg [#]	75. 87	76. 98	76. 36	80. 28	81. 46	68. 77	74. 97	79. 86	75. 73
m/f	3. 44	3. 91	3. 47	4. 57	4. 83	2. 98	4. 33	4. 82	3. 12
M·F	222. 60	175. 15	153. 64	238. 23	211. 51	239. 78	302. 64	264. 43	248. 69
M/F	4. 21	4. 19	3. 92	5. 54	7. 25	2. 72	5. 62	7. 03	4. 67

注: Mg[#] = Mg²⁺ / (Mg²⁺ + Fe²⁺); m/f = (Mg²⁺ + Ni²⁺) / (Fe²⁺ + Fe³⁺ Mn²⁺) (据吴利仁)

由表 1 可见:
(1)图拉尔根①号杂岩体各岩相由早到晚, SiO₂,
Al₂O₃, CaO, Na₂O, K₂O 逐渐增高, FeO, MgO, S 则
渐次降低, 和黄山、香山岩体具有基本相同的化学成
分变化特点, 三者均与正常岩浆演化序列岩石变化趋
势一致。
(2)由角闪橄辉岩相到角闪辉长岩相, 相对而言,
镁质降低明显而铁变化较小。相应的固结指数(SI)
由 68. 69 → 47. 29, 表明岩浆由富镁向贫镁方向演化
(但硅不一定降低), 反映了较高的分离结晶程度和较
好的岩浆分异(邱家骧等, 1991), 总体与玄武岩浆的
结晶分异、演化趋势相一致。
(3)SiO₂ 含量总体较低(36. 58% ~ 45. 82%), 平
均含量为 42%。
(4)具有低碱含量(0. 2% ~ 3. 8%) 和低 Ti 含量,
其中 TiO₂ 最高含量为 0. 76%, 平均值为 0. 52%;
Al₂O₃ 含量很低, 平均含量为 8. 7%; K₂O 和 CaO 分
别 0. 13% ~ 1. 52% 和 1. 82% ~ 5. 82%, 平均值分别
为 0. 59% 和 3. 8%, 具低钾、贫钙特征。
(5)MgO 含量介于 17. 5% ~ 29. 9%, Mg[#] 介于
69~ 81 之间, 平均值为 76. 7, m/f 介于 3. 1~ 4. 8 之

间, 平均值为 3. 9, 属于铁质超基性岩类(镁质超基性
岩 m/f > 6. 5; 铁质超基性岩 m/f = 2~ 6. 5; 富铁质超
基性岩 m/f = 0. 5~ 2; 铁质基性岩 m/f = 0. 5~ 2; 富
铁质基性岩 m/f < 0. 5)。
(6)与同处于黄山- 镜儿泉镁铁- 超镁铁质杂岩
带上分布的同类岩浆铜镍矿对比, 黄山岩体从角闪橄
榄岩→ 橄辉岩→ 苏长岩→ 闪长岩, K₂O 介于 0. 23% ~
0. 59% 之间, TiO₂ 介于 0. 06% ~ 0. 82% 之间, 含量
随着基性程度的降低而升高; 同样葫芦岩体表现出与
图拉尔根岩体更为相似的岩石化学特征, 超镁铁岩相
(角闪橄榄岩) 含 Al₂O₃ 和 CaO 分别介于 3. 1% ~
6. 9% 和 1. 8% ~ 4. 7%, TiO₂ 介于 0. 14% ~ 0. 26%
之间。顾连兴等将这一岩带分布的镁铁- 超镁铁岩
归类为东疆型镁铁超镁铁杂岩。从岩石化学成分上
来看, 本杂岩体与东疆型杂岩体十分相似。
(7)由于镁铁-超镁铁岩的 SiO₂ 含量较低, 不宜
用 AFM 图解确定岩石的构造产出环境, 我们用
TiO₂, 10× P₂O₅, 10× MnO 三项氧化物投图可以判
别其大致构造环境(图 3)。由样品大部分落于钙碱
性玄武岩区内, 少数落在岛弧拉斑玄武岩区域表明图
拉尔根杂岩体是闭合边缘岩浆演化的产物, 具有偏向

钙碱性岩浆演化的趋势。

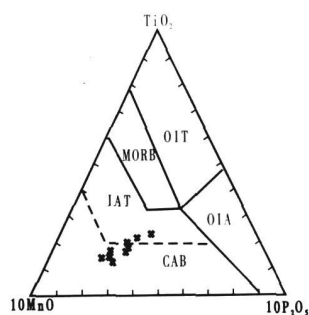


图3 图拉尔根①号岩体 $\text{TiO}_2-10\text{P}_2\text{O}_5-10\text{MnO}$ 图

OIT. 大洋岛屿拉斑玄武岩; OIA. 大洋岛屿碱性玄武岩;

MORB. 洋中脊玄武岩; IAT. 岛屿拉斑玄武岩;

CAB. 钙碱性玄武岩。

在超镁铁-镁铁杂岩岩浆分异时, Ni 和 Mg 往往以类质同像的形式进入硅酸盐矿物结晶相, 因此, Mg 含量的高低通常可以指示熔体中成矿元素 Ni 含量的高低。根据 D. R. Haughton 等的实验, 镁铁质熔浆中亚铁含量是控制 S 溶解度的主要成分, 因此常量元素铁的含量高低, 一般可表示熔体溶解携带矿化元素 S 的能力大小, 而溶度积 $[\text{Ni}^{2+}] \cdot [\text{S}^{2-}]$ 的大小关系到形成 NiS 组分的含量大小。考虑到 Ni 与 Mg , S 与 Fe 的关系, 用镁铁积来表征岩浆形成硫化镍组分的能力, 镁铁积用来表示, $M \cdot F$ 指岩石中 Si , Al , Fe , Mg , Ca , Na , K 7 种元素的原子总数换算为 100 时, Mg 原子数和 Fe 原子数百分比的乘积。根据含矿样品中 Ni 含量和镁铁积作出的协合曲线(图 4) 显示出 $M \cdot F$ 与岩石中镍矿化程度有极好的正相关性, 一方面说明岩浆深部分异程度越彻底, 还原性越强, 氧逸度越低, 就越有利于 Ni 元素的富集; 另一方面也预示了有些基性程度偏低的镁铁质岩石具有较高成矿潜力的可能性, 如喀拉通克岩体赋矿岩性为苏长岩、橄榄苏长岩类, 含有较高的 FeO (9% ~ 3%) 往往代表了低的氧逸度环境, 表明高的 FeO 含量有利于铜镍硫化物的富集。

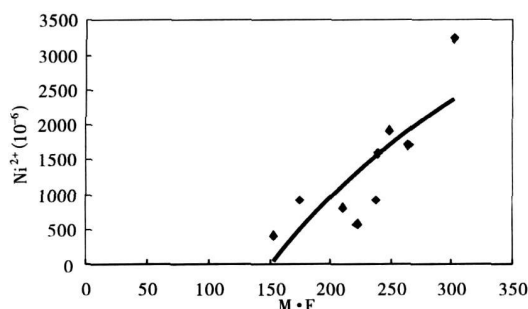


图4 图拉尔根①号含矿岩体 $M \cdot F-\text{Ni}$ 图解

4 结 论

综上所述, 图拉尔根①号岩体具有低钙、低钛、低碱和高镁特征。结合前述的岩石化学分析, 图拉尔根杂岩体类似于顾连兴等所定义的东疆型镁铁-超镁铁岩, 但本区岩体具有钙碱玄武岩浆演化趋势, 区别于弧后拉张环境下的东疆型镁铁-超镁铁岩, 后者具有拉斑玄武岩特征。有学者将黄山-镜儿泉镁铁-超镁铁质杂岩带归类为产于岛弧或活动陆缘的阿拉斯加型。阿拉斯加型镁铁岩主要是拉斑质的, 部分是碱性的, 地球化学特征以富 Fe 质最为明显, 具有堆晶结构, 没有具变质结构的橄榄岩。主要产出含钛磁铁矿, 极少产出岩浆铜镍硫化物矿床。与之相比, 黄山-镜儿泉杂岩体带显示出钙碱性而非拉斑性岩浆演化趋势, 本文研究显示图拉尔根杂岩体同样显示钙碱性岩浆演化趋势, 且具有低 Al 特征, 这也与阿拉斯加型岩体特征不符, 从另一个方面也说明了黄山-镜儿泉杂岩带, 并非产于俯冲阶段的岛弧环境, 而是形成于造山晚期的弛张伸展阶段, 地幔部分熔融上涌, 在地壳松弛薄弱部位上侵深部熔离成矿。

致谢: 成稿过程中, 得到了新疆有色地勘局 704 队前总工聂勇、中科院地质与地球物理研究所的秦克章研究员提出的宝贵意见, 在此一并致谢。该工作借鉴了黄山、香山铜镍矿的地质成果, 结合了图拉尔根铜镍矿的地质找矿实践, 认识还很肤浅, 错误和不足之处在所难免, 敬请专家和同行批评指正。

参 考 文 献

- [1] 韦延光, 冯本智, 邓军, 王建国. 铜镍硫化物矿床研究进展, 2004, 23(3).
- [2] 刘月星, 唐红松, 吴厚泽. 中国铜镍硫化物矿床类型及控矿条件, 1998, 64(2).
- [3] 竺国强, 杨树锋, 陈汉林. 东疆香山铜镍含矿镁铁超镁铁杂岩体控岩控矿构造探讨. 地质找矿论丛, 1995, 10(3).
- [4] 顾连兴, 诸建林, 郭继春, 廖静娟, 严正富, 杨浩. 造山带环境中的东疆镁铁-超镁铁杂岩. 岩石学报, 1994, 10(4).
- [5] 李承德, 慕纪录, 等. 新疆哈密黄山铜镍成矿带浅富矿成因与成矿规律. 成都科技大学出版社, 1996. 8.
- [6] 秦克章, 方同辉, 王书来, 等. 东天山板块构造分区、演化与成矿地质背景研究[J]. 新疆地质, 2002, 20(4): 302~308.
- [7] 孙赫, 秦克章, 李金祥, 等. 东天山图拉尔根铜镍钴硫化物矿床岩相、岩石地球化学特征及其形成的构造背景[J]. 中国地质, 2006, 33(3): 157~168.
- [8] 吴利仁. 论中国基性、超基性岩成矿专属性[J]. 地质科学, 1963, 1: 29~41.

收稿: 2009-03-20