

中国地质科学院

# 沈阳地质矿产研究所所刊

第 23 号

沈阳地质矿产研究所编  
辽宁科学技术出版社出版

1991年

1991年

~~276~~

Σ 276

中国地质科学院  
沈阳地质矿产研究所所刊

第 23 号

沈阳地质矿产研究所编  
辽宁科学技术出版社出版

1991年

《中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊》

编委会名单（以姓氏笔画为序）

|      |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王孔海  | 韦永福 | 母瑞身 | 李之彤 | 李文亢 | 杨广华 |
| 吴家弘  | 谷 峰 | 苏养正 | 张志诚 | 林宝钦 | 段瑞焱 |
| 唐克东  | 蒋云林 |     |     |     |     |
| 主 编: | 谷 峰 |     |     |     |     |
| 副主编: | 母瑞身 | 李之彤 |     |     |     |
| 编辑部: | 杨广华 | 蒋云林 | 张 静 | 苏养正 |     |

中国地质科学院

沈阳地质矿产研究所所刊

第 23 号

1991年

沈阳地质矿产研究所所刊编辑部编辑

责任编辑 杨广华

（沈阳市北陵大街25号）

邮政编码 110032

辽宁科学技术出版社出版

（沈阳市南京街六段1里2号）

辽宁省矿产地质研究所印刷厂印刷

（沈阳市新城子区新城子街中央路）

开本787×1092 1/16·印张:7 8/16 字数:180,000

1991年4月沈阳第一版·1991年4月沈阳第一次印刷

印数:1—1,000册·定价:3.00元

国内统一刊号:CN 21—1196

## 目 录

|                                                                        |  |
|------------------------------------------------------------------------|--|
| 中国辽宁省辽阳浦石河地区与加拿大曼尼托巴省比塞特地区枕状玄武岩的对比<br>.....商 翎 刘永达 林宝钦 沈而述 张立东 宋昌锦 (1) |  |
| 辽宁省海城县桦子峪区中下元古界变质岩石组合与变质作用的研究<br>——解体现行辽河群层序的证据之一.....冯广生 (19)         |  |
| 内蒙古大青山太古宇麻粒岩带地质构造特征.....甘盛飞 (39)                                       |  |
| 黑龙江科洛火山群富钾火山岩中超镁铁岩包体的成因岩石学研究.....刘蒙华 (55)                              |  |
| 皖中蓝片岩带的岩石学和矿物学研究.....王海俊 (68)                                          |  |
| 论辽宁凤城白云金矿床动力成矿作用.....徐英奎 (79)                                          |  |
| 内蒙古自治区白云鄂博东北部晚志留世床板珊瑚.....池永一 (89)                                     |  |

## 本刊重要启事

遵照国家科委(91)国科发情字078号指示,本刊自1992年起改名为《贵金属地质》。  
欢迎全国广大贵金属地质工作者踊跃投稿。

# 中国辽宁省辽阳浦石河地区与加拿大曼尼托巴省比塞特地区枕状玄武岩的对比

商翎 刘永达

(辽宁省地质矿产研究所)

林宝钦 沈而述 张立东

(沈阳地质矿产研究所)

宋昌锦

(辽宁省地质实验研究所)

**内容提要** 本文将首次发现的辽阳元古界辽河群中浦石河枕状玄武岩与加拿大曼尼托巴省比塞特地区太古界赖斯湖绿岩带岗纳金矿区枕状玄武岩进行了对比,认为辽东地区元古宙辽河群至少部分属于绿岩带。这个认识不仅有助于对该区大地构造发展史的再认识和深入研究,而且对该区寻找以金矿为主的与绿岩带有关的矿产提供新信息。

辽阳浦石河地区枕状玄武岩是辽宁省地质矿产研究所深部构造研究组于1987年在元古宙辽河群大理岩层内首次发现的。中加金矿合作项目中方工作组1988年考查了加拿大曼尼托巴省比塞特地区绿岩型金矿。该区太古宙枕状玄武岩和枕状安山岩广泛发育。1989年以K·H·波尔森博士为首的四名加拿大地质学家来华工作时,按计划,对浦石河地区进行了野外地质考察。中加双方地质学家对该区枕状玄武岩取得了一致的认识。根据两地区的野外考察,室内岩矿鉴定和分析资料,讨论两地枕状玄武岩的地质、地球化学特征以及这一发现的意义的。

## 一、地质背景

辽阳浦石河枕状玄武岩出露于辽阳市河栏乡浦石河河谷中(图1)。呈层状产于遭受角闪岩相变质作用的元古宙辽河群大石桥组大理岩层内,厚度1—10m,向下与变质辉长—辉绿岩呈渐变过渡关系,与上部大理岩层呈整合或断层接触(图2)。

加拿大曼尼托巴省比塞特地区岗纳金矿区的枕状玄武岩出露于加拿大地区的苏必利尔构造省乌奇亚省的赖斯湖太古宙绿岩带赖斯湖群内,该群系遭受绿片岩相变质作用的火山岩—沉积岩组合(图3)。枕状玄武岩与变质辉长—辉绿岩呈渐变关系或微有间断。

• 商翎、林宝钦、沈而述和张立东为中加金矿合作项目中方工作组成员,本文系该组系列论文之一。

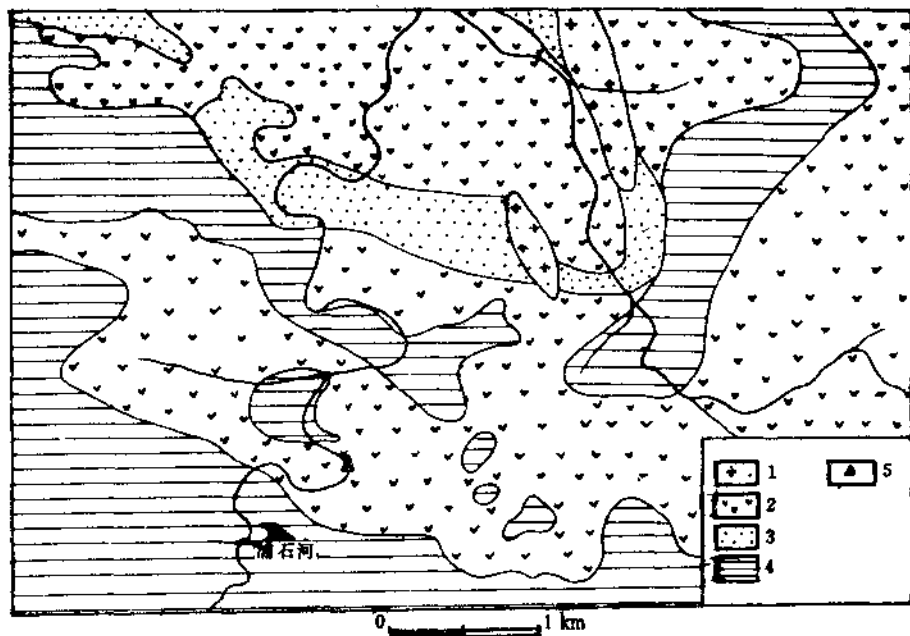


图1 辽阳蒲石河地区地质图

Fig.1 Geological map of Pushihe district in Liaoyang City

1—花岗伟晶岩；2—块状玄武岩和枕状玄武岩（辽宁区调队原定变辉长—辉绿岩）；3—元古宙辽河群高家峪组碳质板岩；4—元古宙辽河群大石桥组大理岩；5—枕状玄武岩出露点

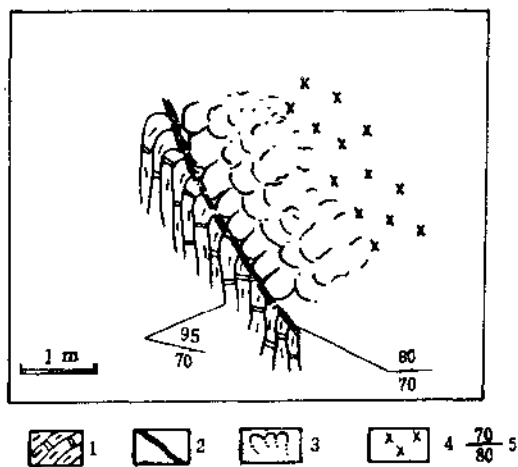


图2 蒲石河枕状玄武岩露头素描图

Fig.2 Outcrop sketch of pillow basalt

1—大理岩；2—断裂；3—枕状玄武岩；4—变质辉长—辉绿岩；5—断裂产状（倾向/倾角）

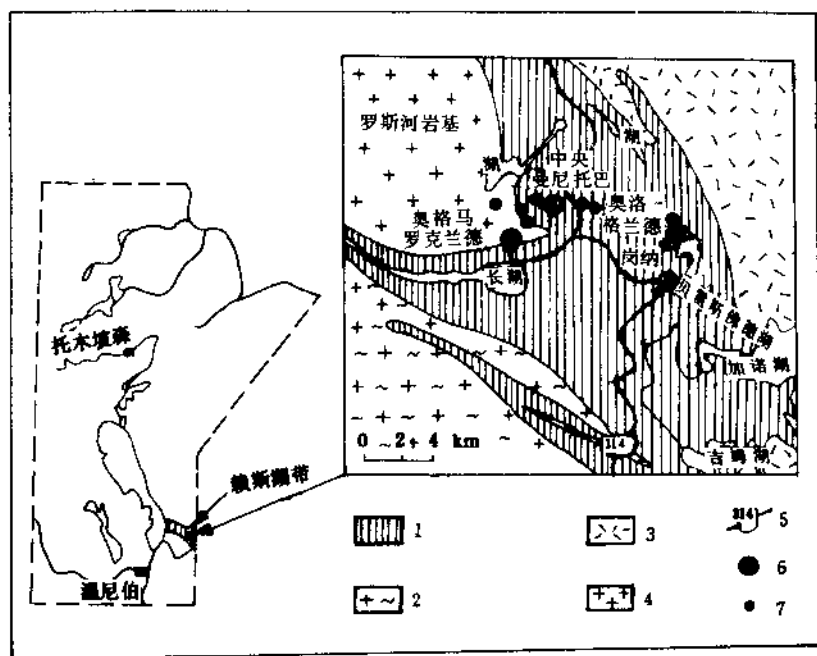


图3 赖斯湖金矿带

Fig.3 The Gold Zone of Rice Lake

1—火山岩和沉积岩：玄武岩、安山岩、英安岩、流纹岩、砾岩、硬砂岩及页岩；2—瓦尼派古河深成杂岩：石英闪长岩、花岗闪长岩；3—马尼古塔干片麻岩带：副片麻岩；4—深成岩：石英闪长岩、花岗闪长岩；5—省级公路；

6—从前生产的金矿山；7—金产地

## 二、岩石及其地球化学特征

### 1. 岩石特征

浦石河枕状玄武岩与岗纳枕状玄武岩的矿物成分不尽相同，前者主要为韭闪石，次为斜顽辉石、斜长石、榍石等；后者主要为淡绿色纤闪石，次为斜长石、石英和锐钛矿等矿物组成（见表1）。

两地岩石结构类似，都显示骤冷结构，呈现束状、放射状及半平行状（流动结构），不同点是浦石河玄武岩具有显微斑状结构，斜顽辉石呈斑晶产出。

岩石都具有典型的枕状构造（图版1—6照片）。岩枕都有颜色、粒度、矿物成分等的同心环状分带现象和冷凝边外壳。单个岩枕的形态及大小两地岩石类似，都以圆形、椭圆形及变形虫状为特征，其直径10—60cm（浦石河岩枕）和10—150cm（岗纳岩枕）。两地岩枕特征对比样见表2。枕状构造是典型的水下海底火山喷溢作用的产物。

### 2. 岩石地球化学特征

表 1 浦石河枕状熔岩与岗纳枕状熔岩特征对比表  
Table 1 Correlation on characteristics of pillow basalts of Pushihe and Gunnar

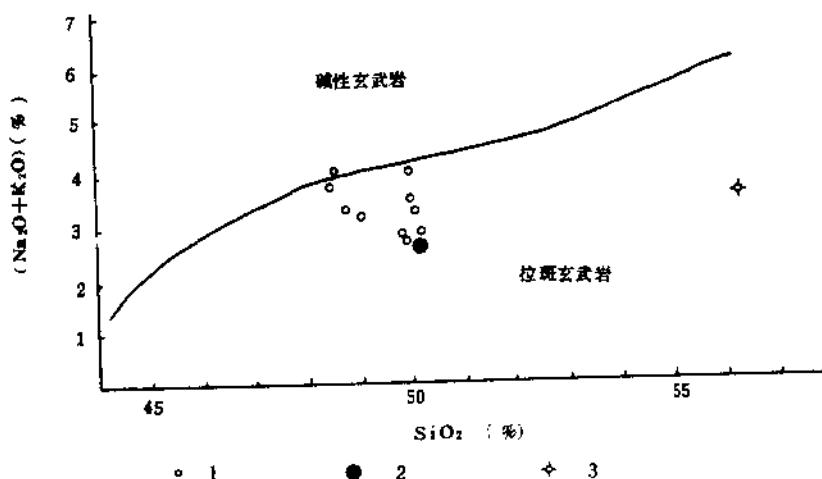
| 地 区      | 浦 石 河 枕 状 熔 岩                        |                                | 岗 纳 及 皮 克 尔 湖 枕 状 熔 岩                  |  |
|----------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|--|
|          | 主 要 的                                | 非 闪 石                          | 淡 绿 色 纤 闪 石                            |  |
| 矿物成分     | 次 要 的                                | 斜顽辉石、斜长石、角闪石                   | 斜长石、石英、锐钛矿                             |  |
|          | 蚀 变 的                                | 方解石、黝帘石、石榴石、葡萄石、绿泥石            | 绿帘石、黝帘石、葡萄石、绿泥石                        |  |
|          | 结 构                                  | 骤冷结构<br>显微斑状、束状、放射状半平行结构（流动结构） | 放射状、束状、半平行结构（流动结构）                     |  |
| 构 造      | 枕状构造<br>岩枕具有分带结构和钙质壳，有粗—细粒级变化        | 枕状构造<br>岩枕具有分带结构和钙质壳，有粗—细粒级变化  | 枕状构造<br>岩枕具有分带结构和硅质壳，有粗—细粒级变化          |  |
| 柱状矿物长宽比  | 长:宽=4—16                             |                                | 长:宽=8—12                               |  |
| 矿物粒度     | 0.03—0.12 × 0.3—0.5 mm <sup>2</sup>  |                                | 0.003—0.02 × 0.05—0.08 mm <sup>2</sup> |  |
| 角闪石类晶体特征 | 长柱状具塔尖端部和燕尾式尾部<br>有聚片双晶<br>常见自形长柱状斑晶 |                                | 长柱状、纤维柱状<br>具有塔尖端部和燕尾状尾部有简单的聚片双晶       |  |

表 2 岩枕特征对比表

Table.2 Correlation on Characteristics of basalt pillow

| 地 区                        | 浦 石 河 玄 武 岩 岩 枕  | 岗 纳 及 皮 克 尔 湖 玄 武 岩 岩 枕                                                              |
|----------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 岩 枕 直 径 (cm)               | 10—60            | 10—150                                                                               |
| 岩 枕 平 面 形 态                | 圆形、椭圆形、变形虫形      | 圆形、椭圆形、变形虫形                                                                          |
| 岩<br>枕<br>分<br>带<br>构<br>造 | 颜 色<br>分 带       | 从中心向边缘<br>灰绿色—灰白色—灰绿色                                                                |
|                            | 粒 度<br>分 带       | 中心粗—边缘细                                                                              |
|                            | 矿<br>物<br>分<br>带 | 从中心向边缘矿物分带为：<br>黝帘石（变斑晶）+绿泥石带—黝帘石+纤<br>闪石带—纤闪石带—纤闪石 + 石英带—石<br>英带<br>灰白色冷凝边（宽3—10cm） |
| 岩 枕 间 充 填 物                | 对称分布方解石、石英       | 石英、方解石、碎斑质熔岩物质                                                                       |

岩石化学分析结果见表3。各类岩石化学变异图解见图4—15。

图 4  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ — $\text{SiO}_2$  (%)图解Fig.4  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  versus  $\text{SiO}_2$  (%) diagram

1—块状玄武岩（原定变辉长—辉绿岩）（表3中的1—10号样品），2—浦石河枕状玄武岩（表3中的11号样品），3—加拿大岗纳枕状玄武岩（表3中的12号样品）

注：以下图解中的符号与此相同

表3 岩石化学成分分析及微量元素分析结果表  
Table 3 Contents of main and trace elements in the rocks

(常量元素单位为重量%; 微量元素单位为ppm)

| 位 置                            | 辽阳浦石河           |       |        |       |        |       |       |        |        |       |       | 加拿大曼尼托巴<br>省比塞特地区 |
|--------------------------------|-----------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------------------|
| 岩 性                            | 块状玄武岩 (宽辉长—辉绿岩) |       |        |       |        |       |       |        |        |       |       | 柱状玄武岩             |
| 样 号                            | 1               | 2     | 3      | 4     | 5      | 6     | 7     | 8      | 9      | 10    | 11    | 12                |
| SiO <sub>2</sub>               | 49.60           | 48.50 | 48.48  | 51.64 | 50.78  | 49.50 | 48.94 | 49.70  | 49.54  | 48.64 | 50.86 | 56.20             |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.88            | 1.22  | 1.20   | 1.25  | 0.83   | 2.53  | 1.40  | 1.22   | 1.10   | 1.28  | 0.82  | 0.81              |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 13.91           | 14.42 | 13.70  | 13.44 | 14.72  | 12.70 | 13.05 | 14.80  | 13.65  | 14.32 | 10.14 | 14.90             |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.12            | 1.94  | 2.24   | 1.78  | 1.36   | 1.84  | 1.97  | 3.24   | 3.97   | 4.01  | 1.01  | 1.69              |
| FeO                            | 10.17           | 9.34  | 12.00  | 10.70 | 7.44   | 12.86 | 12.64 | 8.26   | 9.20   | 8.73  | 10.45 | 6.11              |
| MnO                            | 0.223           | 0.183 | 0.272  | 0.223 | 0.128  | 0.28  | 0.237 | 0.229  | 0.250  | 0.233 | 0.012 | 0.122             |
| MgO                            | 7.32            | 6.98  | 7.68   | 6.02  | 7.45   | 5.85  | 6.25  | 6.30   | 7.90   | 5.75  | 10.64 | 5.88              |
| CaO                            | 9.45            | 9.58  | 7.00   | 9.18  | 10.80  | 6.80  | 9.05  | 1.10   | 6.50   | 9.78  | 11.18 | 8.40              |
| Na <sub>2</sub> O              | 1.73            | 2.86  | 2.31   | 1.25  | 2.32   | 1.99  | 1.82  | 2.35   | 2.80   | 2.34  | 2.44  | 3.35              |
| K <sub>2</sub> O               | 1.12            | 1.30  | 1.48   | 1.63  | 1.18   | 1.62  | 1.36  | 0.51   | 1.45   | 0.87  | 0.28  | 0.30              |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.09            | 0.14  | 0.10   | 0.11  | 0.08   | 0.36  | 0.14  | 0.09   | 0.11   | 0.08  | 0.06  | 0.02              |
| H <sub>2</sub> O               | 1.43            | 1.24  | 2.24   | 1.22  | 1.04   | 1.82  | 1.22  | 1.51   | 1.95   | 1.53  | 0.28  | 0.58              |
| Los                            | 3.06            | 2.05  | 2.23   | 1.56  | 2.02   | 1.46  | 1.26  | 1.23   | 2.65   | 1.95  | 1.21  | 1.93              |
| 合 计                            | 100.10          | 99.78 | 100.93 | 99.99 | 100.14 | 99.65 | 99.32 | 100.23 | 101.17 | 99.52 | 99.36 | 100.29            |
| Ga                             | 17.9            | 21.3  | 22.1   | 22.5  | 18.0   | 24.7  | 26.9  | 21.2   | 19.4   | 20.0  | 11.30 | 14.17             |
| Li                             | 24.0            | 14.4  | 16.8   | 16.0  | 20.0   | 16.8  | 18.0  | 8.0    | 18.8   | 12.0  | 6.2   | 5.4               |
| U                              | 0.64            | 0.64  | 0.64   | 0.88  | 0.64   | 1.4   | 0.64  | 0.64   | 0.64   | 1.64  | 1.88  | 1.60              |
| B                              | 6.0             | 11.0  | 18.0   | 7.0   | 14.0   | 6.0   | 7.8   | 10.0   | 15.0   | 26.0  | 12.0  | 13.0              |
| Cu                             | 20.6            | 30.9  | 13.0   | 8.0   | 24.5   | 15.8  | 22.7  | 72.1   | 21.7   | 23.0  | 5.0   | 48.0              |
| Pb                             | 50.3            | 9.2   | 14.0   | 13.2  | 13.2   | 14.1  | 12.9  | 9.4    | 8.6    | 8.2   | 18.0  | 10.3              |
| Zn                             | 138.5           | 70.1  | 105.6  | 116.3 | 59.0   | 161.5 | 79.7  | 80.0   | 94.7   | 85.4  | 97.0  | 79.0              |
| V                              | 204.1           | 298.0 | 278.9  | 231.3 | 179.8  | 339.2 | 266.6 | 250.8  | 227.7  | 236.1 | 170.0 | 190.0             |
| Cr                             | 149.9           | 299.1 | 74.0   | 12.9  | 180.6  | 87.5  | 1.9   | 33.9   | 9.8    | 41.6  | 420.0 | 175.0             |
| Co                             | 38.9            | 37.3  | 39.1   | 36.1  | 35.6   | 39.2  | 39.6  | 36.0   | 46.6   | 36.0  | 54.0  | 33.4              |
| Ni                             | 62.9            | 84.0  | 46.5   | 11.2  | 30.2   | 56.0  | 34.2  | 45.0   | 37.9   | 31.0  | 69.5  | 108.0             |
| Rb                             | 26.8            | 37.6  | 42.6   | 55.0  | 32.0   | 34.5  | 39.0  | 10.0   | 51.2   | 23.5  | 2.0   | 4.7               |
| Sr                             | 188.0           | 226.0 | 129.6  | 235.7 | 604.3  | 175.8 | 145.4 | 193.4  | 127.0  | 215.3 | 161.9 | 100.0             |
| Ba                             | 451.1           | 155.2 | 235.4  | 554.0 | 333.4  | 322.3 | 190.7 | 70.5   | 194.2  | 112.1 | 53.0  | 54.0              |
| Zr                             | 70.3            | 112.2 | 78.5   | 114.4 | 76.4   | 183.6 | 117.9 | 77.1   | 81.8   | 94.5  | 60.5  | 55.0              |
| Nb                             | 5.3             | 7.9   | 5.1    | 8.4   | 6.6    | 12.3  | 7.3   | 5.5    | 5.8    | 6.9   | 12.3  | 10.3              |
| Th                             | 0.5             | 4.6   | 1.4    | 6.1   | 4.3    | 3.9   | 4.0   | 0.9    | 3.8    | 2.5   | 0.1   | 2.2               |
| La                             | 8.3             | 14.4  | 5.9    | 14.6  | 7.5    | 18.0  | 6.5   | 4.3    | 7.0    | 7.8   | 1.98  | 2.6               |
| Ce                             | 16.0            | 25.7  | 15.3   | 30.0  | 16.3   | 40.0  | 17.3  | 11.0   | 17.0   | 19.0  | 8.64  | 8.5               |
| Pr                             | 2.7             | 4.6   | 2.5    | 4.3   | 2.5    | 6.9   | 3.0   | 2.1    | 3.5    | 3.8   | 1.58  | 1.80              |
| Nd                             | 8.8             | 14.8  | 9.5    | 15.0  | 8.8    | 26.0  | 11.0  | 7.20   | 16.3   | 11.4  | 5.12  | 5.78              |
| Sm                             | 2.7             | 3.9   | 3.1    | 4.3   | 2.3    | 7.2   | 3.6   | 2.3    | 7.2    | 3.4   | 1.72  | 2.06              |
| Eu                             | 0.94            | 1.3   | 1.1    | 1.2   | 0.61   | 2.2   | 1.1   | 0.85   | 1.0    | 1.1   | 0.56  | 0.94              |
| Gd                             | 3.5             | 4.3   | 3.6    | 4.8   | 2.5    | 8.2   | 4.2   | 3.0    | 3.6    | 3.9   | 1.65  | 2.27              |
| Tb                             | 0.52            | 0.64  | 0.57   | 0.78  | 0.38   | 1.2   | 0.78  | 0.57   | 0.61   | 0.64  | 0.27  | 0.40              |
| Dy                             | 3.3             | 3.5   | 3.5    | 4.2   | 2.4    | 6.8   | 3.9   | 2.6    | 3.1    | 3.3   | 1.71  | 2.84              |
| Y                              | 18.5            | 21.0  | 21.0   | 23.0  | 14.0   | 34.0  | 22.0  | 15.4   | 18.5   | 20.0  | 10.6  | 14.6              |
| Ho                             | 0.73            | 0.79  | 0.78   | 0.95  | 0.48   | 1.4   | 0.85  | 0.60   | 0.73   | 0.78  | 0.36  | 0.51              |
| Er                             | 2.1             | 2.3   | 2.2    | 2.7   | 1.4    | 4.0   | 2.5   | 1.8    | 2.0    | 2.4   | 1.11  | 1.70              |
| Tm                             | 0.39            | 0.42  | 0.42   | 0.51  | 0.30   | 0.74  | 0.46  | 0.34   | 0.40   | 0.43  | 0.20  | 0.26              |
| Yb                             | 2.2             | 2.0   | 2.3    | 2.7   | 1.4    | 3.9   | 2.1   | 1.7    | 2.2    | 2.3   | 1.42  | 1.91              |
| Lu                             | 0.25            | 0.23  | 0.36   | 0.34  | 0.70   | 0.68  | 0.29  | 0.23   | 0.25   | 0.44  | 0.18  | 0.18              |

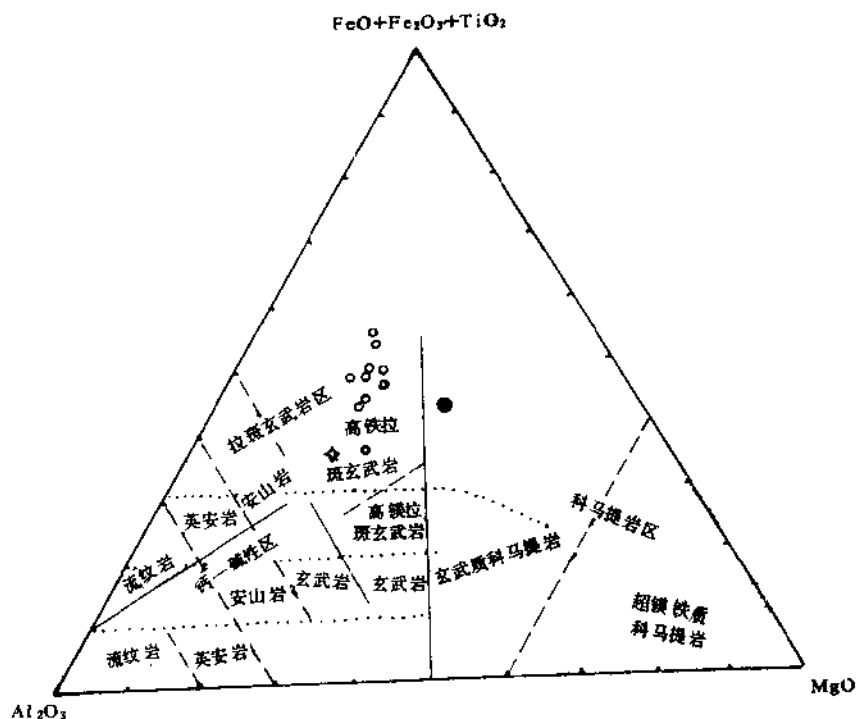
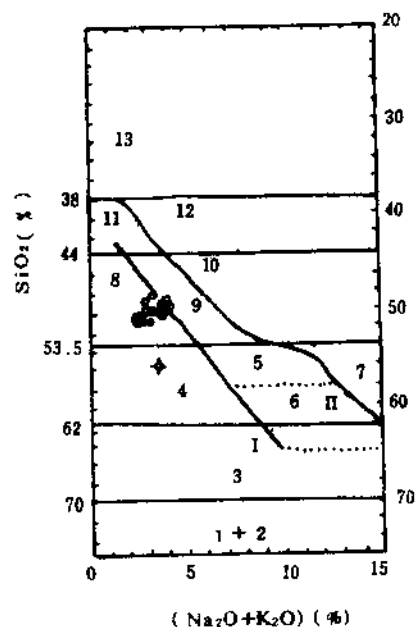
样品由辽宁地质实验测试中心分析

图5 常见火山岩化学成分分类

(据Middlemost 1972修改)

Fig.5 The classification of chemical composition of common volcanic rocks

1—流纹岩; 2—英安流纹岩; 3—英安岩; 4—安山岩;  
5—安粗岩; 6—粗面岩; 7—响岩; 8—拉斑玄武岩;  
9—碱性橄辉玄武岩; 10—碧玄岩; 11—苦橄岩; 12—霞石岩; 13—麦美奇岩—金伯利岩; I—代表钙碱质与弱碱质岩系的界线; II—代表弱碱质与碱质岩系的界线

图6  $Al_2O_3 - (FeO + Fe_2O_3 + TiO_2) - MgO$  的阳离子(%)图解

(据Jensen, 1976)

Fig.6 The positive ion(%) of  $Al_2O_3$  versus  $(FeO + Fe_2O_3 + TiO_2)$  versus  $MgO$  diagram

(after Jensen 1976)

浦石河枕状玄武岩与岗纳枕状玄武岩相比是低Si、Al、Na，而高Mg、Fe、Ca。地球化学规律表明，随着岩浆岩的基性程度增高，岩石中Mg、Fe、Ca含量增加，而K、Na含量减少。从矿物和化学成分看，浦石河枕状玄武岩的基性程度显然高于岗纳枕状玄武岩。

MgO含量的差异，决定了浦石河枕状玄武岩投点落入科马提质玄武岩区，其块状熔岩（原定为变辉长—辉绿岩）投点落入高铁拉斑玄武岩区，而岗纳枕状玄武岩投点落入普通拉斑玄武岩区（图6）。如果考虑SiO<sub>2</sub>含量（图5），岗纳枕状玄武岩似应属安山岩与玄武岩的过渡类型，这与野外观察到的岗纳金矿区枕状玄武岩与枕状安山岩伴生情况相一致。

Al的含量表明，两者都富Al（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> > 10%）。富Al的辉长岩岩浆一般是地幔上部不太深处熔融作用的产物。浦石河枕状玄武岩中出现石榴石，说明它从岩浆熔体中析出后，减少了熔体中Al的含量，导致它比岗纳枕状玄武岩含Al少。

岩石中部分微量元素含量差异表现在浦石河枕状玄武岩相对于岗纳枕状玄武岩高Sr、Pb，而低Rb、Ga，其中Rb的差异是由于Rb与Na、K元素一样，也是亲酸性元素。

Sr与Ca含量大致呈正相关。Sr多进入富Ca和K的矿物中。图11表明浦石河枕状玄武岩高Ca和Sr，岗纳枕状玄武岩则相对低。这反映出受两地熔岩相伴生的围岩差异的影响。

Pb元素多在含K矿物中，但浦石河枕状熔岩产于辽河群大石桥组的大理岩层内，该大理岩层在区域上是含Pb—Zn矿层位，因此枕状玄武岩中富Pb是区域地球化学背景特殊的反映。

Ga与Al呈平行消长关系。浦石河枕状玄武岩相对于岗纳枕状玄武岩贫Al，而Ga相应亦少。一般基性岩中Ga主要集中在斜长石中（70—80%），少量在角闪石和辉石中。

浦石河枕状玄武岩相对于岗纳枕状玄武岩高Pb、Zn、Co、Cr而低V、Ni、Cu，这与辽河群和赖斯湖群之间含矿性的差异相一致。

两地枕状玄武岩都具有Cu与Pb、Cu与Zn的负相关，而Zn、Cu与Ni大致呈正相关。

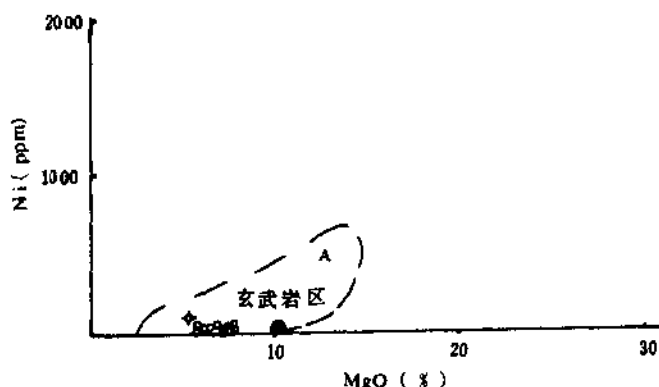


图7 Ni(ppm)-MgO(%)相关图解

(据Barley, 1980)

Fig. 7 Ni(ppm) versus MgO(%) diagram

(after Barley, 1980)

The A is area of basalt

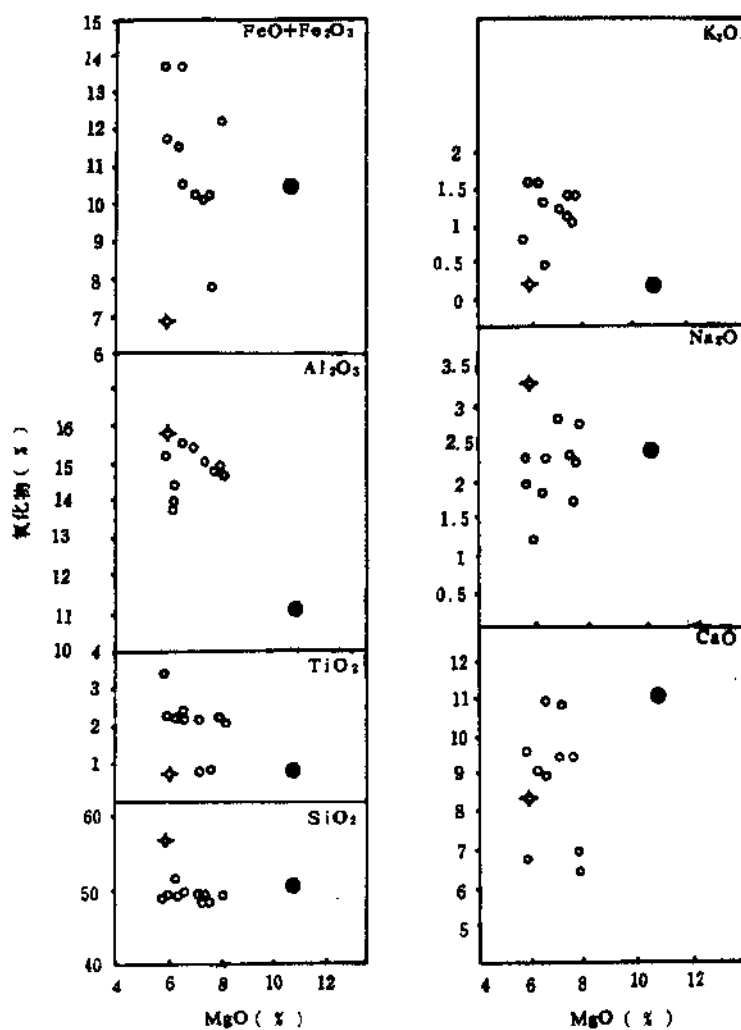
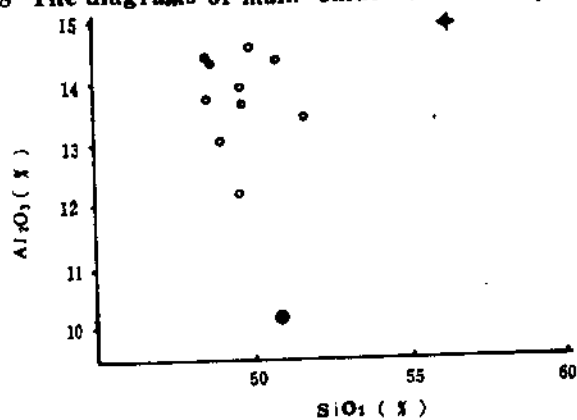


图8 主要氧化物-氧化镁图解

Fig.8 The diagrams of main oxide versus oxide magnesium

图9  $\text{Al}_2\text{O}_3(\%)$ - $\text{SiO}_2(\%)$ 图解Fig.9  $\text{Al}_2\text{O}_3(\%)$  versus  $\text{SiO}_2(\%)$  diagram

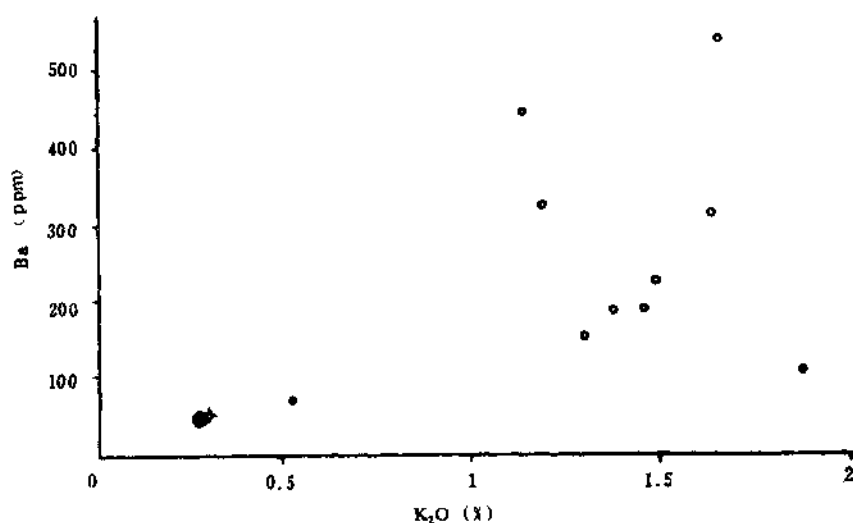


图10 Ba(ppm)-K<sub>2</sub>O(%)图解  
Fig.10 Ba(ppm) versus K<sub>2</sub>O(%) diagram

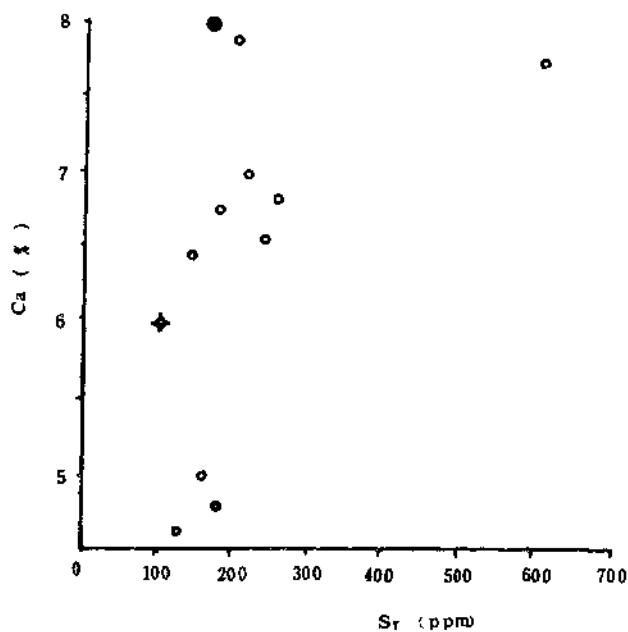
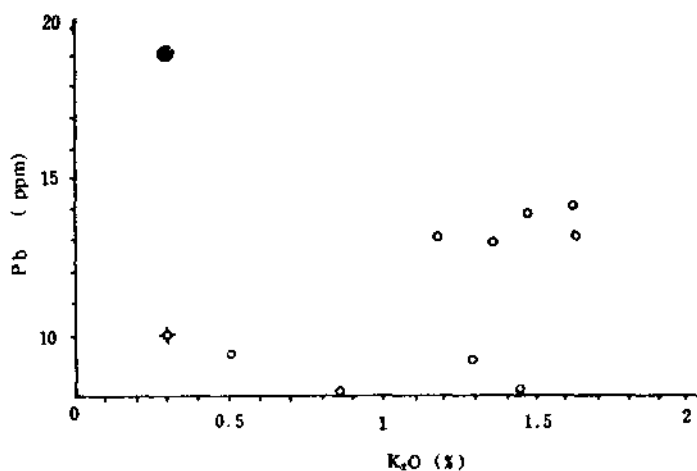


图11 Ca(%) - Sr(ppm)图解  
Fig.11 Ca(%) versus Sr(ppm) diagram

图解表明, 浦石河地区的枕状熔岩及与其伴生的块状熔岩与国外典型的绿岩带相比, 地球化学上即有其性又有差异, 特别是MgO含量具有明显的地球化学上的间断(图8)。

图12 Pb(ppm) - K<sub>2</sub>O(%) 图解

- 1号样品因Pb(ppm)大于50落入图外

Fig.12 Pb(ppm) versus K<sub>2</sub>O(%) diagram

- No.1 Sample is on the outside of diagram

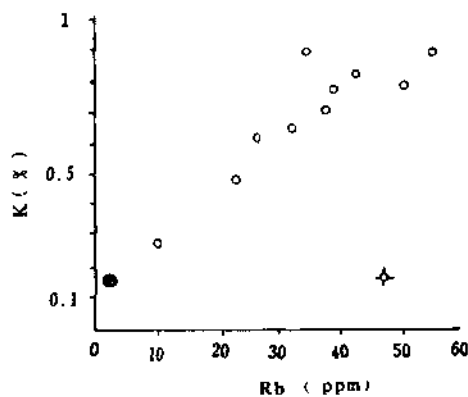
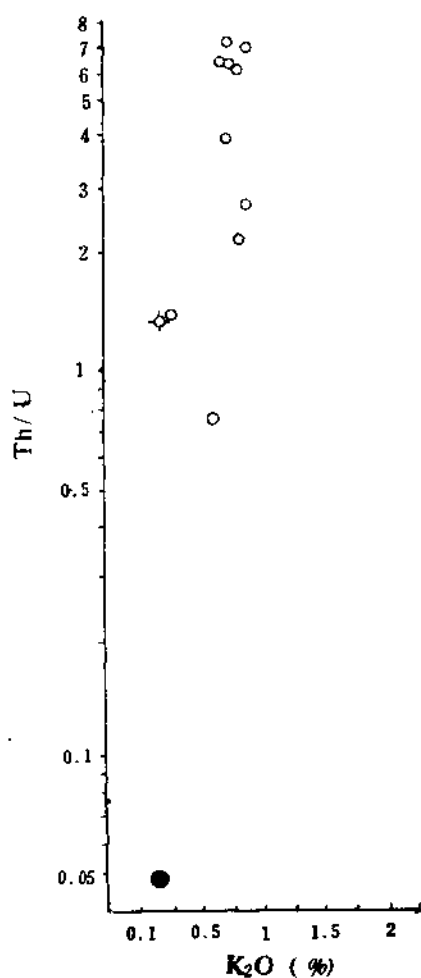


图14 K(%) - Rb(ppm)图解

Fig.14 K(%) versus Rb(ppm) diagram

图13 Th/U - K<sub>2</sub>O(%) 图解  
Fig.13 Th/ U versus K<sub>2</sub>O(%) diagram

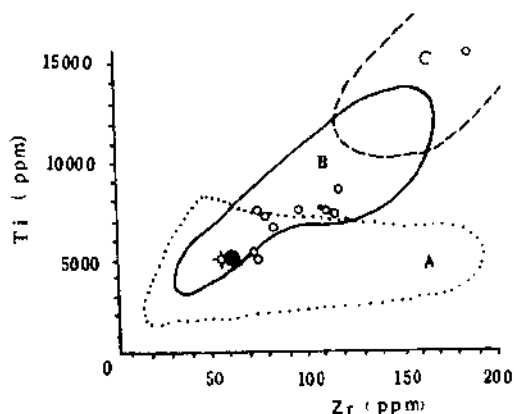


图15 Ti(ppm) - Zr(ppm)图解

(据《矿床与全球构造背景》)

Fig.15 Ti(ppm) versus Zr(ppm) diagram

A区为岛弧玄武岩和安山岩区；B区为洋底玄武岩区；C区为板块内玄武岩区

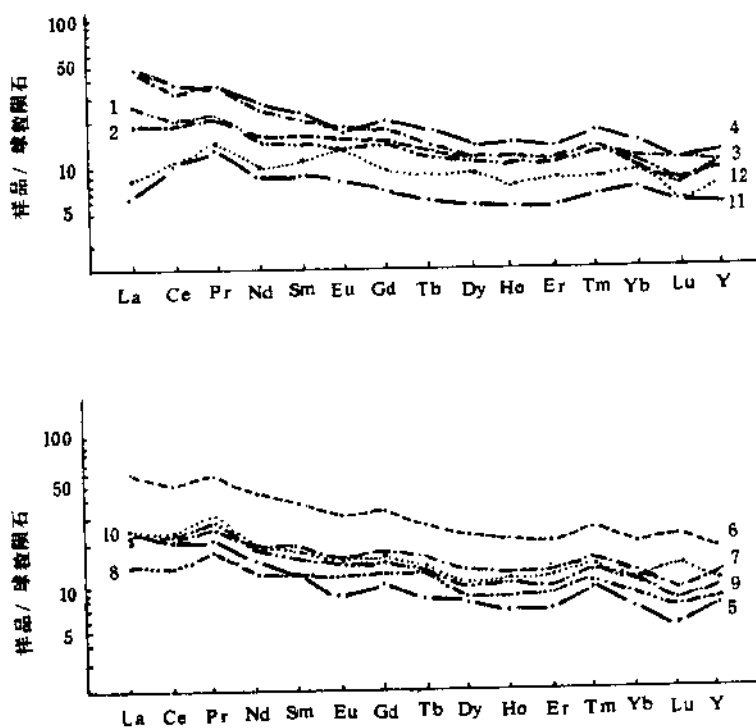


图16 玄武岩的稀土元素球粒陨石标准化模式图

Fig.16 Rare earth element patterns normalized to chondrite of the basalts

1-10号样品为块状玄武岩(表3中1-10号样品)；11号样品为浦河河枕状玄武岩(表3中11号样品)；

12号样品为加拿大岗纳枕状玄武岩(表3中12号样品)

稀土元素球粒陨石标准化模式(图16)表明,浦石河枕状玄武岩与岗纳枕状玄武岩的曲线形态类似,其轻、重稀土分异不明显,属球粒陨石型。稀土总量低,分别为37.1和46.35,都低于该区块状玄武岩(变辉长-辉绿岩)(53.99-161.22)。这是镁铁质与超镁铁质岩石的特征。浦石河枕状玄武岩的 $\delta_{Eu}=1.002$ ;岗纳枕状玄武岩的 $\delta_{Eu}=0.966$ ,都近于1,属Eu无异常或微弱异常。可见两者形成于更少亏损的地幔源,并经历过较低程度的部分熔融。

### 三、枕状玄武岩形成的地质环境

世界上发育完整的镁铁质、超镁铁质岩的岩性剖面从上向下是:枕状玄武岩一块状玄武岩一席状岩墙或杂岩岩床一辉长岩和堆积辉石岩一纯橄岩。厚度4-5 km。加拿大曼尼托巴省的波德河层状铬铁矿区发育较好。

浦石河枕状玄武岩发育在元古宙优地槽环境的大理岩层内,其下与变辉长-辉绿岩床呈渐变过渡,可见这里仅发育上述岩性剖面的上部,面缺少中、下部岩性。

加拿大比塞特地区的岗纳金矿山的枕状玄武岩发育在太古宙的赖斯湖绿岩带内,优地槽环境中的火山-沉积岩系由酸性-基性序列的火山岩及辉长-辉绿岩床和沉积岩组成。沉积岩为砾岩、硬砂岩、页岩。

可见两者具有共性。枕状玄武岩及与其伴生的辉长-辉绿岩床,被加拿大地质学家K·H·波尔森博士做为绿岩带的特征性岩石类型。

枕状玄武岩为水下海底火山喷溢作用的产物,形成深度0.2-1 km。

浦石河出露的为变质的科马提质枕状玄武岩;加拿大岗纳金矿山出露的为变质的枕状拉斑玄武岩。

它们都是在优地槽早-中期沉降阶段水下海底火山喷溢作用的产物;其物质来源于上地幔顶部。不同点是前者形成于元古宙,后者形成于太古宙。

### 四、浦石河枕状玄武岩发现的意义

首先,枕状玄武岩及其伴生的辉长-辉绿岩床是绿岩带的特征岩石类型。根据对比,有理由认为辽东的元古宙辽河群应是或至少包含着元古宙的绿岩带。这一认识将有助于对该区大地构造的深入研究和再认识。

其次,这一岩石类型是寻找绿岩型金矿的重要找矿标志。加拿大曼尼托巴省比塞特地区的岗纳金矿床,便产在枕状玄武岩内的剪切带中。圣安托尼奥金矿床赋存在变辉长-辉绿岩床内的共轭剪裂隙中,其开采深度1600m,其下部仍有矿脉。它的岩性特征与辽东元古宙辽河群内的变辉长-辉绿岩床完全相同。因此,这给我们在辽东区寻找绿岩型金矿提供了线索。目前浦石河一带河谷中不少人正在淘砂金,这正是找金的重要标志。

相信与绿岩带有关的其它类型矿床的寻找,随着深入研究将会有望。