# 金伯利岩物化探找矿模式及其远景区预测

王兴昌
(山东省物化探勘查院)

**提要** 通过对山东蒙阴地区金伯利岩管、岩带的地质、地球物理与地球化学特征及其背景场的分析,建立了该区金伯利岩物化探找矿模式,并应用该找矿模式对鲁西地区41000km²范围进行了金伯利岩成矿远景区预测。对所选出的远景预测区,又用层次分析法经排序筛选出8处金伯利岩远景区,其中A类远景区3处、B类远景区4处、C类远景区1处。

## 1 金伯利岩地质简况

山东蒙阴金伯利岩型金刚石原生矿,产于华北地台东部的鲁西隆起中心部位,已发现的三条金伯利岩带皆分布在地台次级构造单元的隆起区,即王家村、西峪和坡里金伯利岩带分别产于蒙山单断凸起、新甫山单断凸起和金星头穹断中(图1)。

蒙阴金伯利岩属金伯利岩管的根部相,具有成群成带的分布特点,除坡里岩带北段和西峪岩带南部的NW向岩体侵入于寒武—奥陶纪灰岩、页岩外,其余均产于泰山岩群中。金伯利岩管(脉)与围岩界线清楚,其形态、产状、大小一般与围岩关系不大,而主要受构造控制。蒙阴金伯利岩受NNE和NW向断裂构造的共同控制,岩体通常赋存于规模较小的断裂、裂隙或密集节理带、破碎带中。

### 1.1 金伯利岩展布特点

王家村金伯利岩带总体展布方向为NW345°左右,岩带长约14km,宽约2km,由8条岩脉和2个岩管组成,受榛子崖—三官庙断裂控制。单个岩脉走向NE25°—30°,呈右列式雁行排列,与岩带方向有一个较大的交角。岩脉长几米至2公里不等,脉宽一般30cm,膨大处达3.6m。胜利1号大小岩管处于岩带中部,其中大管呈椭圆形,面积100×50m²;小管呈楔形,面积60×20m²。其岩性以斑状镁铝榴石金伯利岩为主,其次有金伯利角砾岩和细粒金伯利岩,金刚石含量较富。

西峪金伯利岩带呈NE10°—15°方向延伸,岩带长12km,宽0.5—1km,由15条岩脉和12个岩管组成,受薛家峪—西峪断裂控制。岩脉呈侧列式展布,与岩带总体走向一致,其中有11个岩管集中分布在岩带中部约1km²的范围内。岩管有鸭形、椭圆形、长条

本文1995—10—10收到,1996—01—25改回。

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

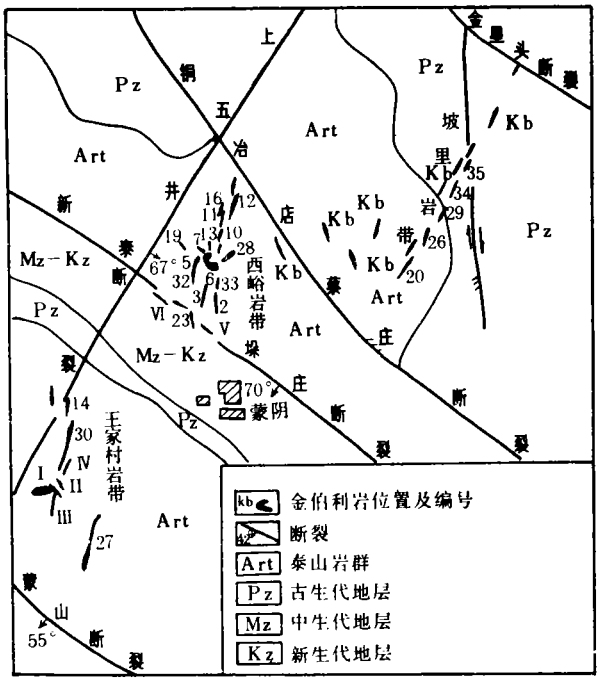


图 1 山东省蒙阴地区金伯利岩带位置示意图

Fig. 1 Sketch Showing the Locations of the Kimberlite Belts in Mengyin Area, Shandong Province

形和楔形等多种形状，大者长 260m，小者长 15m，一般长百余米。长轴和短轴之比大致为 2∶1—6∶1，岩管相距较近，一般 20—150m。其岩性以斑状金伯利岩（包括斑状金云母金伯利岩、含岩球斑状金伯利岩、斑状镁铝榴石金伯利岩、强碳酸盐化斑状金伯利岩）为主，其次有细粒金伯利岩、金伯利岩角砾岩和凝灰状金伯利岩等。金刚石含量中等。

坡里金伯利岩带呈 NE40°方向延伸，岩带长 18km，宽 0.5—0.6km。由 31 条岩脉组成，未发现岩管，受坡里—东坪断裂控制。岩性主要为斑状富金云母金伯利岩，微含金刚石，无工业价值。坡里金伯利岩带出露区尚有盖层保留，岩脉分布在早寒武世馒头组页岩中，另有部分分布在中寒武世灰岩中。

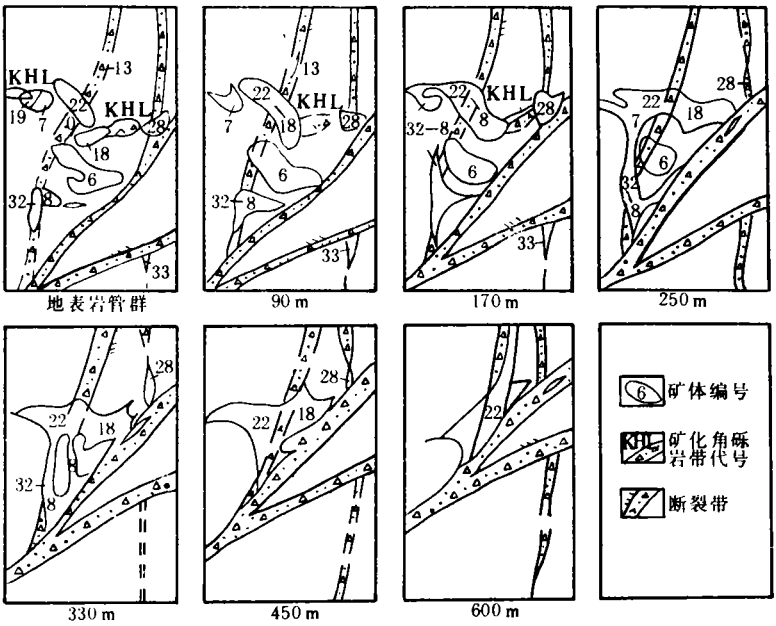


图 2 西峪矿带岩管垂深变化与构造关系平面示意图

Fig. 2 Skematic Plan View Showing the Relationship between the Depth Variations of the Kimberlite Pipes and Structures

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

### 1.2 金伯利岩明显受构造控制

山东蒙阴金伯利岩的形成与NNE向和NW向构造活动关系密切,岩体的空间展布与聚集显示了对NNE向和NW向构造的依赖关系。

地质勘探资料表明:金伯利岩成矿带受NNE向和NW向二、三级断裂控制,使地表至浅部各向孤立分散的岩体,往深部归并成NNE向(图2)和NWW向(图3)的隐伏矿带;岩脉则受NNE向三、四级断裂及节理的控制,主要沿NNE向分布,其排列方式与断裂、节理一致。矿带上的岩管多数分布在矿带的1/2—1/3的部位。其中NWW向岩管为沿NWW向横张断裂贯入的小型侵入体,延深浅;NNW向岩管受伴生与派生NNW向扭张断裂的控制,常形成大型岩管;NEE向岩管因受扭压性断裂所改造的张性角砾岩带的控制,多属中等规模且延深较深;NNW与NNE向断裂交接处的岩体规模大,延深很深。可见单一构造体系对岩体的控制作用是相对的,而多个构造体系复合与联合对岩体的控制则是普遍的。

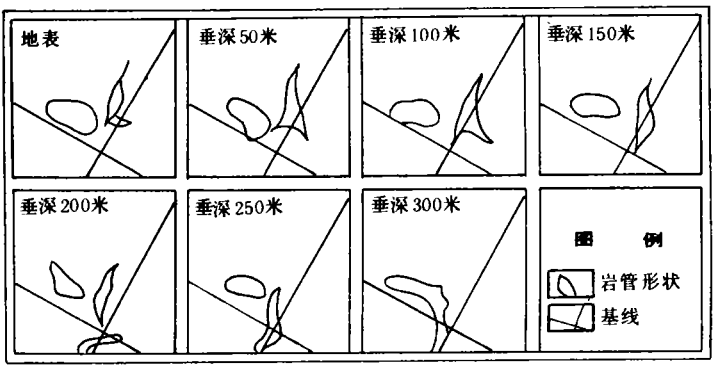


图3　王家村金伯利岩带胜利1号岩管水平断面变化示意图
Fig. 3　Sketch Showing the Variation of Horizontal Sections of Shengli No. 1 Pipe in Kimberlite Belt in Wangjiacun

## 2　金伯利岩地球物理与地球化学特征

### 2.1 磁性特征

山东金伯利岩磁性变化范围较大(表1)。由表1可见,磁化率和剩余磁化强度数值都在$10^0-10^4$级次间变化,属中等磁性。而剩磁与感磁之比为$Jr/Ji=0.3-0.6$,剩余磁化强度倾角为60°,近于当地地磁场磁化方向,无反磁化现象。当金伯利岩与围岩磁性差异较大时,磁法效果较好,反之则效果不佳。

### 2.2 电性特征

金伯利岩电性特征主要指电阻率特征,山东蒙阴金伯利岩电阻率值一般等于或小于100Ω·m(表1)。其中金伯利岩角砾岩、金伯利碳酸盐岩角砾岩与围岩(混合花岗岩)的电阻率差值不大,这些金伯利岩在岩管内显高阻反映。但从统计结果看,蒙阴地区金伯利岩与其围岩相比,绝大多数为低阻反映,这是该区金伯利岩电性特征的主要标志。

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

表1 山东省蒙阴地区金伯利岩

Table 1 Geophysical Parameters of Kimberlite and Other

| 岩矿石名称 | 标本采集地点 | 标本块数 | 磁性参 K($10^{-6}4\pi$SI) 范围 | K($10^{-6}4\pi$SI) 均值 | Jr 范围 |
|---|---|---|---|---|---|
| 含岩球斑状金云母金伯利岩($Kb_4$) | 西峪6号管 | 106 | 60—4550 | 2600 | 50—4450 |
| 强碳酸盐化斑状金伯利岩($Kb_6$) | 西峪6号管，王家村30号脉 | 62 | 135—14400 | 3219 | 53—1640 |
| 斑状镁铝榴石金云母金伯利岩(Kbmy) | 王家村1号管，西峪28管 | 192 | 70—5910 | 2199 | 72—5870 |
| 细粒金云母金伯利岩($Kb_7$) | 西峪8号管，王家村1号小管 | 43 | 86—4450 | 2081 | 26—1950 |
| 斑状金云母金伯利岩($Kb_8$) | 西峪6、7、8、18、22、32号管 | 59 | 53—3047 | 510 | 1—784 |
| 含围岩碎屑斑状金伯利岩($Kb_{10}$) | 王家村1号管，西峪6、7、8、32号管 | 131 | 18—5200 | 345 | 3—378 |
| 金伯利角砾岩($Kb_1$) | 西峪6号管 | 59 | 10—75 | 23 | 1—65 |
| 金伯利碳酸盐岩角砾岩($Kb_2$) | 西峪6号管 | 64 | 3—73 | 12 | 1—63 |
| 褐铁矿染金伯利岩($Kb_9$) | 西峪5号脉 | 9 | 52—340 | 97 | 15—78 |
| 凝灰状金伯利岩(Kbmh) | 小方山23号管 | 25 | 4—232 | 11 | 1—14 |
| 辉绿岩 | 蒙阴、费县、沂南、苍山等 | 202 | 1010—8640 | 2212 | 295—10360 |
| 煌斑岩 | 蒙阴、费县、沂南、苍山等 | 263 | 400—4078 | 1439 | 30—3580 |
| 闪长岩 | 蒙阴、费县、沂南、苍山等 | 596 | 0—2278 | 266 | 0—249 |
| 混合花岗岩 | 西峪、南坪 | 93 | 52—4060 | 630 | 11—490 |
| 花岗片麻岩 | 西峪 | 31 | 16—1980 | 480 | 0—400 |
| 混合岩化条带状黑云母片麻岩 | 西峪、唐家峪 | 20 | 5—20 | 9 | 1—4 |
| 斜长角闪岩 | 西峪、东高都 | 11 | 43—72 | 61 | 1—4 |
| 黑云斜长角闪片麻岩 | 王家村 | 270 | 20—150 | 40 | — |
| 黑云母角闪片岩 | 王家村 | 30 | 1000—7000 | 3400 | — |
| 斜长角闪岩 | 王家村、盘车沟 | 60 | 1000—11000 | 4700 | — |
| 石灰岩 | 西峪、小方山 | 15 | 2—7 | 4 | 1—2 |
| 页岩 | 西峪、洪沟 | 17 | 16—43 | 21 | 3—10 |

注：1. 磁参数 $K<500\times10^{-6}4\pi$SI，用无定向磁力仪测定；$K>500\times10^{-6}4\pi$SI，用磁称法和磁化率仪测定。
2. 密度参数用Ⅰ—3型密度计测定。
3. 电阻率参数用VJ—4型电位计在野外露头、探槽、浅井坑道中，采用小四极法，小极距测深和单极法测定。
4. 西峪6号岩管 $Kb_4$ 钻孔岩芯13块，$Kb_8$ 岩芯50块，$Kb_1$ 岩芯9块。

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

及其它岩石地球物理参数表

Rocks in the Mengyin Region, Shandong Province

| 数 | | | 密度参数 | | | 电阻率参数 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ($10^{-3}$A/m) | | | 标本块数 | σ($10^3$kg/m$^3$) | | ρ(Ω·m) | |
| 均值 | φr | θr | | 范围 | 均值 | 范围 | 均值 |
| 2200 | 10° | 69° | 50 | 2.64—2.75 | 2.70 | 33—193 | 82 |
| 690 | 70° | 65° | 50 | 2.23—2.47 | 2.35 | 177—250 | 214 |
| 1389 | 340° | 60° | 130 | 2.58—2.70 | 2.64 | 80—350 | 215 |
| 510 | — | — | 50 | 2.71—2.89 | 2.82 | — | — |
| 170 | 69° | 70° | 50 | 2.63—2.83 | 2.72 | 27—68 | 44 |
| 93 | 10° | 55° | 63 | 2.53—2.71 | 2.68 | 24—78 | 47 |
| 4 | 60° | 60° | 50 | 2.61—2.77 | 2.69 | 211—425 | 311 |
| 15 | 110° | 65° | 59 | 2.72—3.07 | 2.77 | 265—893 | 581 |
| 54 | 40° | 50° | — | — | — | — | — |
| 3 | 75° | 60° | 15 | 2.00—2.70 | 2.69 | 59—83 | 70 |
| 1132 | — | — | 75 | 2.79—3.03 | 2.97 | — | — |
| 658 | — | — | 50 | 2.63—2.73 | 2.67 | 100—900 | 156 |
| 25 | — | — | 36 | 2.37—2.69 | 2.60 | — | — |
| 130 | 30° | 50° | 69 | 2.62—2.71 | 2.65 | 100—760 | 243 |
| 86 | 30° | 50° | 30 | 2.57—2.69 | 2.63 | 105—534 | 238 |
| 3 | 75° | 50° | 33 | 2.73—2.80 | 2.76 | 89—200 | 150 |
| 2 | — | — | 11 | 2.87—3.01 | 2.91 | — | — |
| — | — | — | 50 | 2.69—2.77 | 2.74 | 348—725 | 620 |
| — | — | — | 48 | 2.76—2.89 | 2.81 | — | — |
| — | — | — | 45 | 2.89—2.99 | 2.92 | — | — |
| 1 | — | — | 15 | 2.77—2.83 | 2.79 | — | $n \cdot 10^3$ |
| 5 | — | — | 17 | 2.37—2.68 | 2.59 | — | $n \cdot 10^1$ |

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

表 2 山东省蒙阴地区金伯利岩及其它岩

Table 2 Trace Element Abundances($\times 10^{-6}$) of Kimberlites and Other

| | 岩矿石名称 | 样品采集地点 | 样品数量 | Cr | | Ni | | Co | | V | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $\bar{X}$ | δ | $\bar{X}$ | δ | $\bar{X}$ | δ | $\bar{X}$ | δ |
| 矿体及围岩 | 金伯利岩 | 王家村、西峪矿区 | 272 | 1906 | 0 | 873 | 0 | 169 | 0 | 116 | 0 |
| | 蚀变围岩 | 红旗6号周围 | 24 | 374 | 1532 | 393 | 480 | 76 | 93 | 78 | 38 |
| 地层 | 泰山群 | 1∶20万新泰幅 | 7 | 127 | 1779 | 28 | 845 | 15 | 154 | 65 | 51 |
| | 寒武、奥陶、石炭、二叠系 | | 28 | 25 | 1881 | 14 | 859 | 8 | 161 | 40 | 76 |
| | 侏罗—白垩系 | | 14 | 111 | 1795 | 44 | 829 | 17 | 152 | 84 | 32 |
| | 第三系 | | 8 | 23 | 1883 | 14 | 859 | 7 | 162 | 35 | 81 |
| 岩浆岩 | 鲁西偏碱性超基性杂岩 | 薛城、莱芜、博山 | — | 443 | 1463 | 219 | 654 | — | — | — | — |
| | 鲁西中生代玄武岩 | 郯城、费县、蒙阴 | 58 | 315 | 1591 | 149 | 724 | 424 | −255 | 85 | 31 |
| | 燕山期、桃科期侵入岩 | 1∶20万新泰幅 | 18 | 43 | 1863 | 15 | 858 | 8 | 161 | 47 | 69 |
| | 泰山期侵入岩 | 1∶20万新泰幅 | 20 | 15 | 1891 | 8 | 865 | 8 | 161 | 40 | 76 |
| | 辉绿岩 | 蒙阴王家村、西高都 | 39 | 125 | 1781 | 50 | 823 | 33 | 136 | 175 | −59 |
| | 煌斑岩 | 枣庄沙沟 | 26 | 135 | 1771 | 247 | 626 | 23 | 146 | 69 | 47 |
| | 闪长岩 | 枣庄沙沟 | 32 | 129 | 1777 | 303 | 570 | 27 | 142 | 75 | 41 |
| | 正长斑岩 | 枣庄沙沟 | 21 | 12 | 1894 | 18 | 855 | 7 | 162 | 36 | 80 |
| 岩石平均丰度 | 超基性岩 | 维诺格拉多夫(1962) | | 2000 | −94 | 2000 | −1127 | 200 | −31 | 40 | 76 |
| | 基性岩 | | | 200 | 1706 | 160 | 713 | 45 | 124 | 200 | −80 |
| | 中性岩 | | | 50 | 1856 | 55 | 818 | 10 | 159 | 100 | 16 |
| | 酸性岩 | | | 25 | 1881 | 8 | 865 | 5 | 164 | 40 | 76 |
| 地壳元素平均丰度值 | | 黎彤(1976) | | 110 | 1796 | 89 | 784 | 25 | 144 | 140 | −24 |

注：$\bar{X}$—岩石元素丰度均值；δ—金伯利岩与其它岩石元素丰度均值的偏差。

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

**石微量元素丰度($\times 10^{-6}$)表**

**Rocks in the Mengyin Region, Shandong Province**

| Ti | | P | | Sr | | Nb | | La | | Ce | | Y | | Th | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\bar{X}$ | δ | $\bar{X}$ | δ | $\bar{X}$ | δ | $\bar{X}$ | δ | $\bar{X}$ | δ | $\bar{X}$ | δ | $\bar{X}$ | δ | $\bar{X}$ | δ |
| 5474 | 0 | 4267 | 0 | 480 | 0 | 187 | 0 | 129 | 0 | 278 | 0 | 25 | 0 | 53 | 0 |
| 3450 | 2020 | 3288 | 979 | 453 | 27 | 30 | 157 | 27 | 102 | 90 | 188 | 13 | 12 | — | — |
| 3100 | 2374 | 612 | 3655 | 358 | 122 | 10 | 177 | 40 | 89 | — | — | 18 | 7 | — | — |
| 1600 | 3874 | 216 | 4051 | 183 | 297 | 10 | 177 | 25 | 104 | — | — | 16 | 9 | — | — |
| 4000 | 1474 | 702 | 3565 | 349 | 131 | 11 | 176 | 50 | 79 | — | — | 15 | 10 | — | — |
| 1500 | 3974 | 189 | 4078 | 148 | 332 | 8 | 179 | 26 | 103 | — | — | 13 | 12 | — | — |
| 5064 | 410 | 12002 | −7735 | — | — | 83 | 104 | 426 | −297 | 923 | −645 | 58 | −33 | 96 | −43 |
| 3650 | 1824 | 1785 | 2482 | 1193 | −713 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2400 | 3074 | 447 | 3820 | 569 | −89 | 7 | 180 | 26 | 103 | — | — | 13 | 12 | — | — |
| 1800 | 3674 | 684 | 3583 | 667 | −187 | 7 | 180 | 36 | 93 | — | — | 12 | 13 | — | — |
| 2500 | 2974 | 2000 | 2267 | 325 | 155 | 5 | 182 | 50 | 79 | — | — | 30 | −5 | — | — |
| 3400 | 2074 | 2973 | 1294 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 3400 | 2074 | 2870 | 1397 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2700 | 2774 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 300 | 5174 | 170 | 4097 | 10 | 470 | 1 | 186 | — | — | — | — | — | — | 0.005 | 52.005 |
| 9000 | −3526 | 1400 | 2867 | 440 | 40 | 20 | 167 | 27 | 102 | 4.5 | 273.5 | 20 | 5 | 3 | 50 |
| 8000 | −2526 | 1600 | 2667 | 800 | −320 | 20 | 167 | — | — | — | — | — | — | 7 | 46 |
| 2300 | 3174 | 700 | 3567 | 300 | 180 | 20 | 167 | 60 | 69 | 100 | 178 | 34 | −9 | 18 | 35 |
| 6400 | −926 | 1200 | 3067 | 480 | 0 | 19 | 168 | 39 | 90 | 43 | 235 | 24 | 1 | 5.8 | 47.2 |

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

### 2.3 密度特征

蒙阴金伯利岩密度变化范围在 2.35—2.82×10³kg/m³ 之间，其加权总平均密度值为 2.67×10³kg/m³。其中分布最多的斑状金伯利岩之密度值为 2.66×10³kg/m³，其标准差小于 0.05×10³kg/m³，变异系数小于 2%。金伯利岩的密度变化范围和参数统计结果(表 1)，表明其密度值变化不大，数值稳定，与围岩的剩余密度小于±0.1×10³kg/m³。由于金伯利岩体规模小，加之剩余密度值不大，故应用重力测量直接寻找金伯利岩体的效果欠佳。

### 2.4 微量元素特征

金伯利岩属于偏碱性超基性岩，与正常超基性岩相比分异作用较弱，$H_2O$ 和 $CO_2$ 含量高，并富含 Cr、Ni、Co、Nb、Sr、Th 和稀土元素。蒙阴金伯利岩富含 Cr、Ni、Co、Nb、La、Ce、P 等元素，比其围岩(黑云斜长片麻岩、混合花岗岩和花岗片麻岩)中这些元素的丰度高几倍至几十倍(表 2)，这就为应用化探方法寻找金伯利岩提供了有效条件。

山东蒙阴金伯利岩中的微量元素丰度，Cr 与超基性岩相当，为基性岩的 9 倍，偏碱性超基性杂岩的 4 倍；Ni 为超基性岩的 0.4 倍，基性岩的 5 倍，偏碱性超基性杂岩的 4 倍；Co 略低于超基性岩，为基性岩的 3 倍；Nb 为超基性岩的 187 倍，基性岩的 9 倍，偏碱性超基性杂岩的 2 倍。金伯利岩中的 P、La、Ce 元素，一般均低于偏碱性超基性杂岩的 3 倍。超基性岩中的 P 元素为金伯利岩的 0.04 倍，而 La、Ce 元素则微乎其微。金伯利岩中的 La、Ce 为基性岩的几倍到几十倍。

从表 2 可以看出：金伯利岩中 Cr、Ni、Co 元素丰度略低于正常超基性岩，或与其大致相当，这说明金伯利岩具有超基性岩的特征；金伯利岩以贫硅、高碳酸和偏碱性为其特征，这与地幔物质的特殊分异作用密切相关；与基性、超基性岩相比，金伯利岩富含 Nb、La、Ce 等碱性元素；金伯利岩中的 Cr、Ni、Nb 元素含量比偏碱性超基性杂岩高，而 P、La、Ce 元素含量则较后者低；金伯利岩中的 V、Ti、Sr 等元素，可作为区别于其它岩石元素含量变化的参考。总之，蒙阴地区金伯利岩的特征元素为 Cr、Ni、Nb、La、P，指示元素为 Cr、Ni、Nb、La、P、Ce、V、Ti、Co、Sr 等。

## 3 金伯利岩物化探找矿模式

前已述及，山东蒙阴金伯利岩侵位与产出的地层无关，主要受构造控制。金伯利岩具中等磁性、低电阻率及剩余密度很小的特点，其地球化学特征元素为 Cr、Ni、Nb、La、P 等。根据其地质、地球物理及地球化学特征，采用大比例尺(1∶2000—1∶5000)综合物化探(磁法、电法和化探)方法，可以直接普查金伯利岩[2]①。但在应用中小比例尺(1∶5万—1∶20万)综合物化探方法进行金伯利岩远景区预测时，则不能直接使用电法，而是利用重力和磁法(航磁)首先推断与金伯利岩产出相关联的断裂构造，同时利用化探资

① 王兴昌，1989，山东金伯利岩型金刚石原生矿物化探异常模式，全国各省地矿局第五期总工研讨班资料汇编。

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

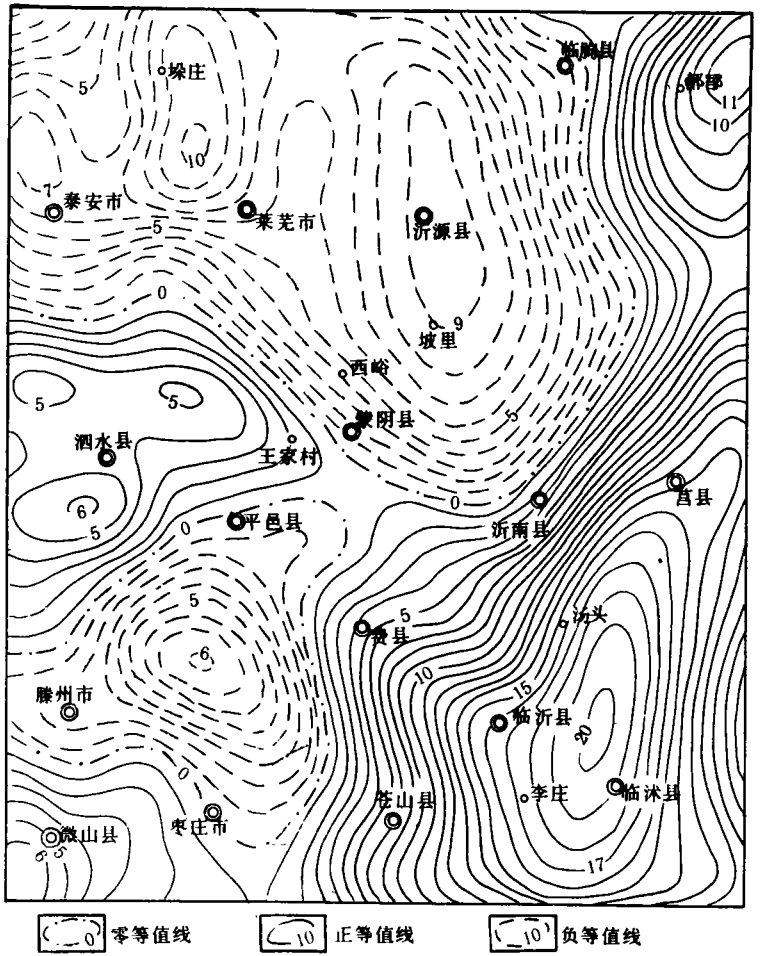


图 5　山东省鲁西地区平均布格重力异常图

Fig. 5　A Map Showing the Average Bouguer Gravity Anomalies in Western Shandong

(采用 20×20km² 窗口移动平均单位为 $10^{-5}m/S^2$)




图 4　山东省鲁西地区航磁 $\Delta T$ 等值线平面图

Fig. 4　A Plan View of Aeromagnetic $\Delta T$ Isopleths in Western Shandong

1. 正异常等值线；2. 负异常等值线；3. 零等值线

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

料分析其构造格架中有无 Cr、Ni、Nb、La、P 等金伯利岩特征元素异常分布。只要断裂构造格架与金伯利岩特征元素异常相匹配，则构成金伯利岩物化探找矿模式①。

### 3.1 王家村金伯利岩带重磁场特征

岩带处于重力高与磁力低的重磁场背景中(图 4、5)。重磁场特征反映围岩为高密度与低磁性的晚太古代的片麻状英云闪长岩、片麻状花岗闪长岩及片麻状斜长花岗岩等。

岩带的西南侧在 1∶20 万重磁图上，反映为一明显的 NW 向重磁异常线性梯度带，并有一近东西向不同重磁场交接带与其相交(图 11、4、5)。它们分别反映蒙山断裂和吴村—星村断裂的存在。

岩带在 1∶2.5 万航磁图上位于－20－100nT 的正负磁场中。当 $\Delta T$ 化极上延 500m 后，岩带正处于 NW 向正磁场与 NWW 向负磁场的交接带上(图 6)。该正负磁场交接带反映了 NW 向和 NWW 向断裂的存在，而岩带本身就是一条 NNE 向断裂。王家村金伯利岩带的中心部位正处在 NW 向、NWW 向和 NNE 向断裂组成的断裂构造格架中。

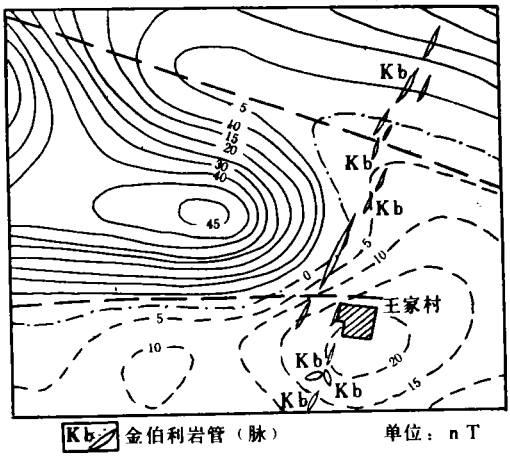


图 6 王家村金伯利岩带周围
$\Delta T$ 化极上延 500m 磁场图

Fig. 6 Magnetic Field Map of $\Delta T$ After Depolarization and 500m Up－extention in the Area Around the Wangjiacun Kimberlite Belt

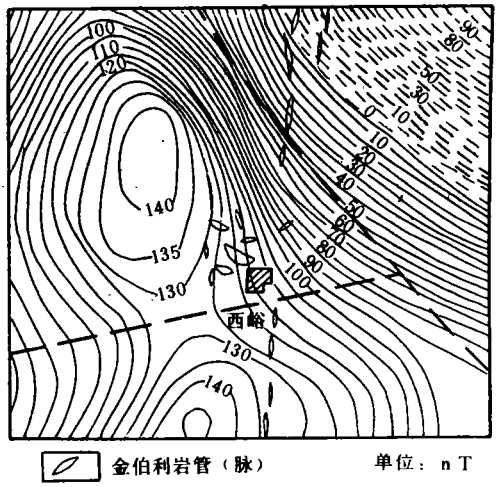


图 7 西峪金伯利岩带周围
$\Delta T$ 化极上延 500m 磁场图

Fig. 7 Magnetic Field Map of $\Delta T$ After Depolarization and 500m Up－extension in the Area Around the Xiyu Kimberlite Belt

### 3.2 西峪金伯利岩带重磁场特征

西峪岩带处在重力低与磁力高的重磁场背景中(图 4、5)。重磁场反映围岩为低密度与高磁性的泰山岩群混合花岗岩。

岩带的西南侧，在 1∶20 万重磁场图上反映为一明显的 NW 向重磁异常线性梯度带，该带与 NNE 向重磁场交接带于岩带南部相交(图 4、5、11)。二者反映了 NW 向新泰

① 王兴昌等，1990，山东省金伯利岩物化探异常模式及其远景区预测研究报告，山东省地矿局物化探大队。

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

—垛庄断裂和NNE向上五井断裂的存在。

岩带在1∶2.5万航磁图上处于±100nT的磁场中，当$\Delta T$化极上延500m后，岩带中心正位于NW向线性磁异常梯度带和NE向磁场同向扭曲带相交之处(图7)。它们和西峪金伯利岩带本身都反映了NW向、NE向和NNE向断裂的存在。

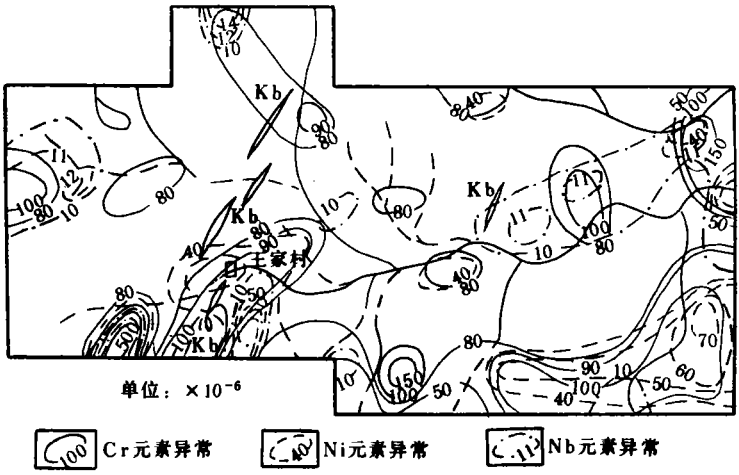


图8　王家村金伯利岩带周围Cr、Ni、Nb元素异常图

Fig. 8　Sketch Showing Cr, Ni and Nb Anomalies Around Wangjiacun Kimberlite Belt

### 3.3　王家村和西峪岩带化探异常特征

通过1∶20万和1∶5万水系沉积物测量，王家村和西峪岩带都分布有Cr、Ni、Nb、La、P等元素异常(图8、9)，其特征见表3。

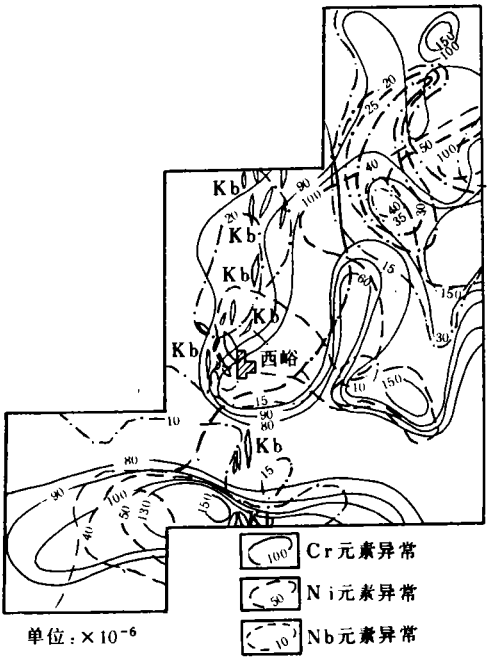


图9　西峪金伯利岩带周围Cr、Ni、Nb元素异常图

Fig. 9　Sketch Showing Cr, Ni and Nb Anomalies Around the Xiyu Kimberlite Belt

西峪岩带与王家村岩带相比，前者的化探异常丰度、面积、衬度及异常规模都比后者反映好一些(图8、9)，但两岩带皆明显地反映了金伯利岩特征元素异常的地球化学场特征。

### 3.4　物化探找矿模式

上述重磁场背景表明，王家村和西峪两岩带本身就是一条NNE向断裂，它与NW和NWW向断裂相交，说明金伯利岩侵位受NW向(含NWW向)和NE向(含NNE向)断裂构造控制，所以NE向和NW向断裂是金伯利岩的导矿和控矿构造。在普查和预测金伯利岩时，必须首先应用重磁场推断NE向(含NNE向)和NW向(含NWW向)断裂构造，然后在其构造格架中预测金伯利岩。

在应用重磁场推断的断裂构造格架内，再应用化探资料分析是否有Cr、Ni、Nb、La、P等金伯利岩特征元素异常及其组合分布。假如有金伯利岩特征元素异常及其组合分布

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

并且匹配得当，则认为这些断裂与金伯利岩产出有关，反之则无关系。

表3 王家村和西峪化探异常特征表

Table 3 Characteristics of Geochemical Anomalies in Wangjiacun and Xiyu Region

| 异常元素 | 异常丰度 ($\times10^{-6}$) | 衬度 |
|---|---|---|
| Cr | 100—180 | 1—1.8 |
| Ni | 40—60 | 1—1.5 |
| Nb | 20—25 | 1.3—1.5 |
| La | 30—100 | 1—1.7 |
| P | 1000—1400 | 1—1.4 |

根据山东蒙阴金伯利岩地质、地球物理、地球化学特征，及对其地球物理场与地球化学场的分析研究[1]，所建立的山东蒙阴金伯利岩物化探找矿模式可概括为：

①在具备金伯利岩产出的大地构造环境(地台、隆起)中，应用1：20万或更大比例尺的重磁资料，推断与金伯利岩有关联的NE向(含NNE向)和NW向(含NWW向)的断裂构造格架；

②在所划定的NE向和NW向断裂构造格架中，必须有化探(土壤测量或水系沉积物测量)圈定的Cr、Ni、Nb、La、P、Ce、V、Ti、Sr、Sc等金伯利岩指示元素异常及组合分布，尤其是Cr、Ni、Nb、La、P特征元素异常及组合分布，方能构成金伯利岩物化探找矿模式。

## 4 金伯利岩远景区的预测方法

应用物化探方法进行金伯利岩远景区预测，就是指采用物化探找矿模式对金伯利岩远景区进行预测。而在预测出金伯利岩远景区之后，还必须对其进行优选和排序，以便得出最有希望的金伯利岩远景区。

金伯利岩远景区的评序方法很多，这里仅介绍如何采用层次分析法[3]预测远景区的优选程序。所谓层次分析法乃是系统工程中，能够有效地处理那些难以用定量方法分析复杂问题的一种手段。该方法首先把复杂的问题分解成若干层次，然后在比原来问题简单得多的层次上逐步进行分析，从而把主观判断用数量形式来处理和表达。这是一种整理和综合主观判断的数学方法，也是一种把定性分析定量化的方法。

在利用层次分析法进行综合评序时，首先必须建立金伯利岩远景区综合评序层次分析模型(图10)，该模型是以金伯利岩物化探找矿模式为准则建立的，这些准则是：①金伯利岩侵位的地质环境和条件；②用重磁场推断的控制金伯利岩产出的断裂构造格架；③用化探方法评价金伯利岩特征元素的指标。

图10中各个层次的意义是：①目的层(A层)为对远景区的综合评序；②准则层(B层和C层)包括地质条件($B_1$)、地球物理场特征($B_2$)及地球化学场指标($B_3$)三个方面的准则(主层次)，以及六项具体评序指标(子层次)；③产品层(D层)为评序出的金伯利岩

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

远景区。

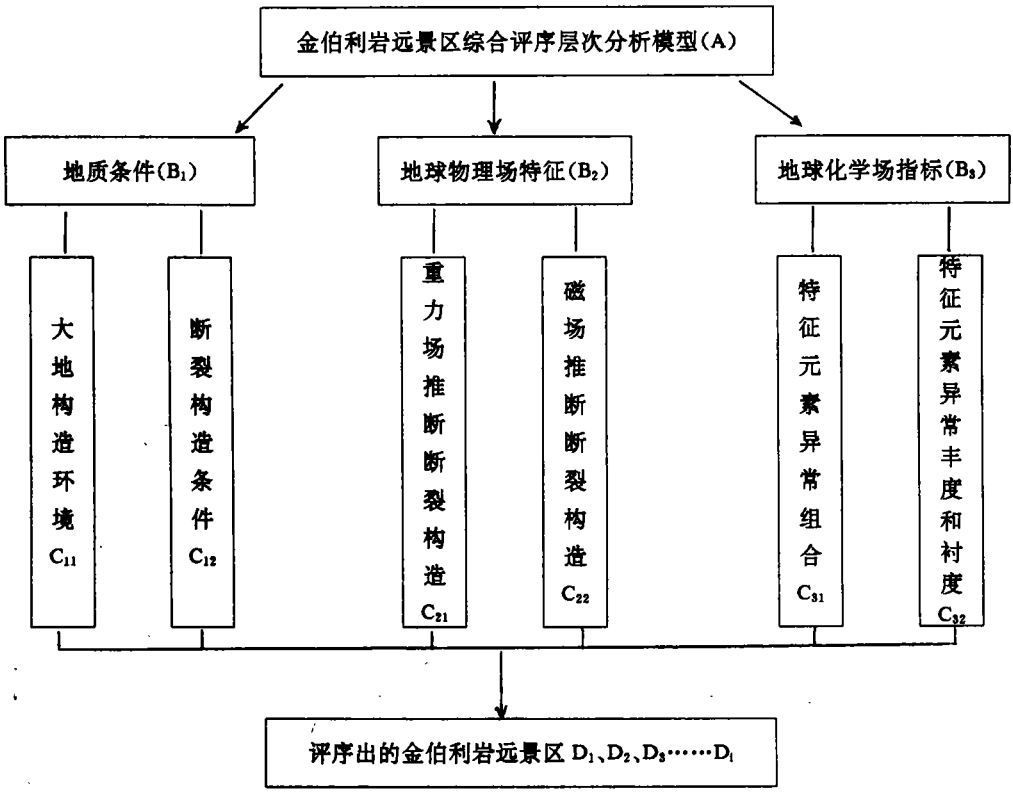


图 10　金伯利岩远景区综合评序层次分析模型图

Fig. 10　A Model Map of the Comprehensive Evaluation with Rank Analysis for the Prospective Area of Kimberlite

在建立层次分析模型后，即可在各层次中进行比较，组成比较判断矩阵，并引入 1—9 个标度方法，将判断定量化。通过电子计算机的数学运算，可得出产品层(D 层)各待评序的金伯利岩远景区对于最高总目标相对优劣的排序权值。

层次分析模型中分三个主层次和六个指标(子层次)。对六个指标进行评分并划为五个等级和 1—9 个标度，即：①条件极好(9 分)；②条件有利(7 分)；③条件较有利(5 分)；④条件差(3 分)；条件很差(1 分)。

根据上述评序指标得出的数量等级及标度，通过电子计算机可综合出绝对数量的评价值，最后计算出所预测的金伯利岩远景区的总评序得分。

## 5　金伯利岩远景区预测

### 5.1　预测区标准的确定

根据地质矿产部的要求，预测区按规定划分为 A、B、C 三类。

A 类：成矿条件十分有利，预测依据充分。尤其在已知矿区的外围和深部，找矿潜力

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

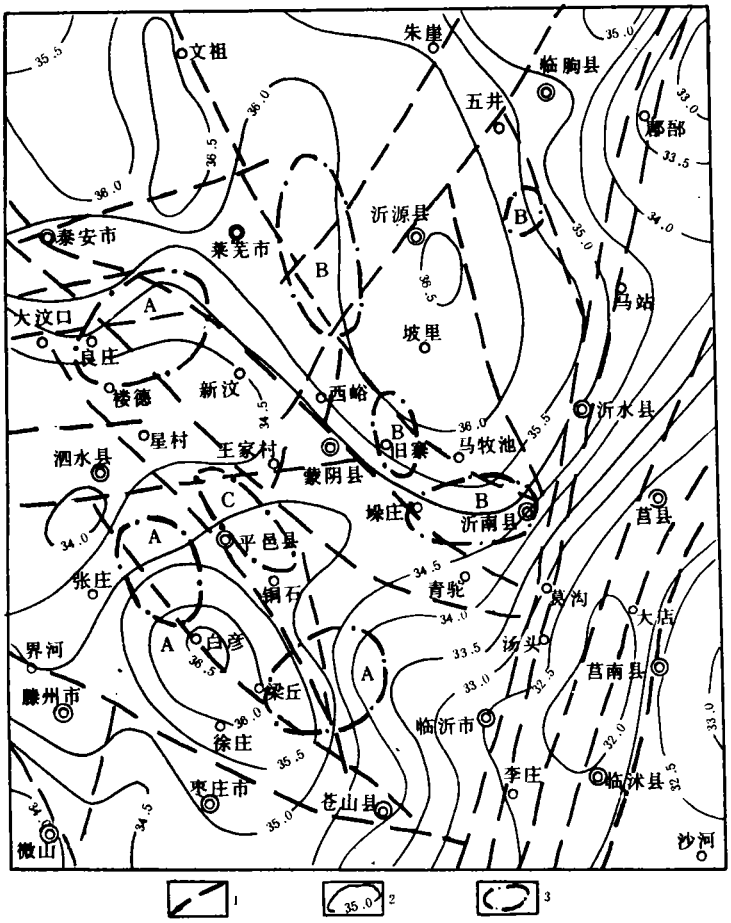


图 11 山东中南部地区金伯利岩远景区预测图

Fig. 11 The Prediction Map for the Prospective Area of Kimberlite in Middle—South Shandong

1. 物探推断断裂；2. 物探推断地壳厚度等深线(km)；3. 金伯利岩远景预测区范围及类别

较大。为优先安排普查的地区。

B 类：成矿条件有利，有预测依据，具有一定找矿潜力，为考虑安排普查的地区。

C 类：有成矿条件，有可能找到矿，可作为探索的地区。

依据 A、B、C 三类预测区的标准，按照对鲁西金伯利岩远景区综合评序的结果，可将 A、B、C 三类预测区的标准划分为评序的得分档次，即 A 类(75 分以上)、B 类(65 分以上)、C 类(55 分以上)。

## 5.2 远景预测区的评序结果

根据物化探找矿模式，对鲁中南地区 1∶20 万泰安、临朐、新泰、沂水、枣庄和临沂等区调图幅(大约 41000km²)范围内进行金伯利岩远景区预测，以类比的方法在本区 20 个有利地区中选出 9 个金伯利岩远景区，它们是：①楼德、东良和红旗地区；②圣水峪、张庄和城前地区；③费县、马庄和梁丘地区；④沂南、青驼寺和垛庄地区；⑤平邑、仲村和卞桥地区；⑥旧寨、重山地区；⑦雪野、霞峰和颜庄地区；⑧寺头、石家河和九山地区；⑨榆林庄—柳山寨地区。

在上述 9 个金伯利岩远景预测区中，采用层次分析法经运算得出 8 个合乎金伯利岩远景预测区标准的综合评序类别及得分(表 4)。榆林庄—柳山寨地区得分为 50.0 分，不在金伯利岩远景预测区的 A、B、C 三类规定之列。8 个金伯利岩远景区范围是根据化探异常分布的范围而大致圈定的，分别表示于图 11 中。

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

表4　鲁西地区金伯利岩远景区综合评序类别及得分表

Table 4　The Category and Scores of Kimberlite Prospective Areas in Western Shandong by Comprehensive Evaluation

| 远　景　区 | 综合评序类别 | 得　分 |
|---|---|---|
| 楼德、东良和红旗地区 | A | 79.5 |
| 费县、马庄和梁丘地区 | A | 78.5 |
| 圣水峪、张庄和城前地区 | A | 78.0 |
| 雪野、霞峰和颜庄地区 | B | 73.5 |
| 寺头、石家河和九山地区 | B | 73.5 |
| 旧寨—蛋山地区 | B | 68.5 |
| 沂南、青驼寺和垛庄地区 | B | 65.5 |
| 平邑、仲村和卞桥地区 | C | 59.0 |

## 参 考 文 献

〔1〕 孙文柯，1988，有关地质—地球物理—地球化学模型的几个技术问题．物探与化探，第5期．

〔2〕 王兴昌，1985，磁法在山东普查金伯利岩中的应用．勘探地球物理专辑，第1辑．地质出版社．

〔3〕 秦葆瑚，1989，用层次分析法对物化探异常进行综合评序．物化探计算技术，第1期．地质出版社．

# GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL PROSPECTING MODEL OF KIMBERLITE AND PREDICATION OF PROSPECTIVE AREAS

Wang Xingchang

(*Shandong Institute of Geophysical and Geochemical Prospecting*)

**Abstract**

Based on the analysis of geological, Geophysical and geochemical characteristics of kimber lite pipes and belts and its background in Mengyin region, Shandong Province, a geophysical and geochemical prospecting model is established, which has been applied in the predication of prospective areas for diamond within 4100km$^2$ in western Shandong. The predicted prospective areas are then put in order according to rank analysis and 8 kimberlite prospective areas are selected. Among them, 3 are of A grade, 4 are of B grade and one belongs to C grade.

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