

## 28. 鞍山式铁矿与邯邢式铁矿的可能联系

真允庆 马丽华 李中生

华北地台广泛分布的鞍山式铁矿与邯邢式铁矿,是我国重要的铁矿类型。尽管两者的成矿时代、矿石建造、矿床成因等迥然不同,但从成矿区域的控矿构造、基底变质岩和燕山期岩浆岩化学成分的相似性,以及磁铁矿中某些元素含量特征的对比分析来看,它们可能具有内在的成因联系。

### 一、矿床的基本特征

#### (一) 鞍山式铁矿

主要分布于华北地台的北缘和南部。有3个赋矿层位:(1)中太古界的鞍山群(U-Pb法等时年龄 $31.86 \pm 0.54$ 亿年)、迁西群(Rb-Sr法等时年龄 $25.17 \pm 0.94$ 亿年)及太华下亚群(Pb法模式年龄26.20亿年);(2)上太古界五台群(Rb-Sr法等时年龄 $23.92 \pm 0.46$ 亿年)、单塔子群、泰山群上部、太华铁山组;(3)下元古界吕梁群(K-Ar法年龄18.81亿年)。铁矿床多为层状、似层状或扁豆状,经区域变质作用,常见回曲构造,向斜轴部矿层巨厚。铁矿石以磁铁矿石岩为主,经混合岩化,由于注入交代及淋滤去硅作用形成富铁矿。矿床成因属沉积变质型,矿质来源与海底火山喷发沉积有关。

#### (二) 邯邢式铁矿

分布在华北地台之中南部,呈近东西向展布。铁矿床多数赋存在中奥陶统含膏盐层的碳酸盐岩与燕山期中性岩接触带或其附近,围岩蚀变以钠长石化和矽卡岩化最为强烈。铁矿石以致密块状或浸染状磁铁矿为主,脉石中伴有钙质或镁质矽卡岩矿物。铁矿床的成因为接触交代型。

### 二、铁矿的控矿构造背景分析

鞍山式铁矿和邯邢式铁矿赋存于华北地台的一定部位(图28-1),与地壳深部构造和盖层构造特征有着密切的关系。

从ERTSP片判读可知,华北地台是由鄂尔多斯和黄淮海大型负性环块所组成,南北两侧分别有秦岭和阴山一系列纬向深大断裂带展布,已有很多迹象证实是地缝线所在。另外还有北北东向郯庐大断裂和太行山大断裂纵贯全区,上述两组断裂基本上控制了地台的轮廓。

地球物理研究也进一步阐明,华北地台的深部构造和大地构造分区相似。鞍山式铁矿的形成,与上地幔凹陷区有密切关系。正如岩相古地理分析所表明的那样,主要是受近东西向的“古裂谷”控制(图28-2)。而邯邢式铁矿多位于深部构造的变异带地区,如邯邢一

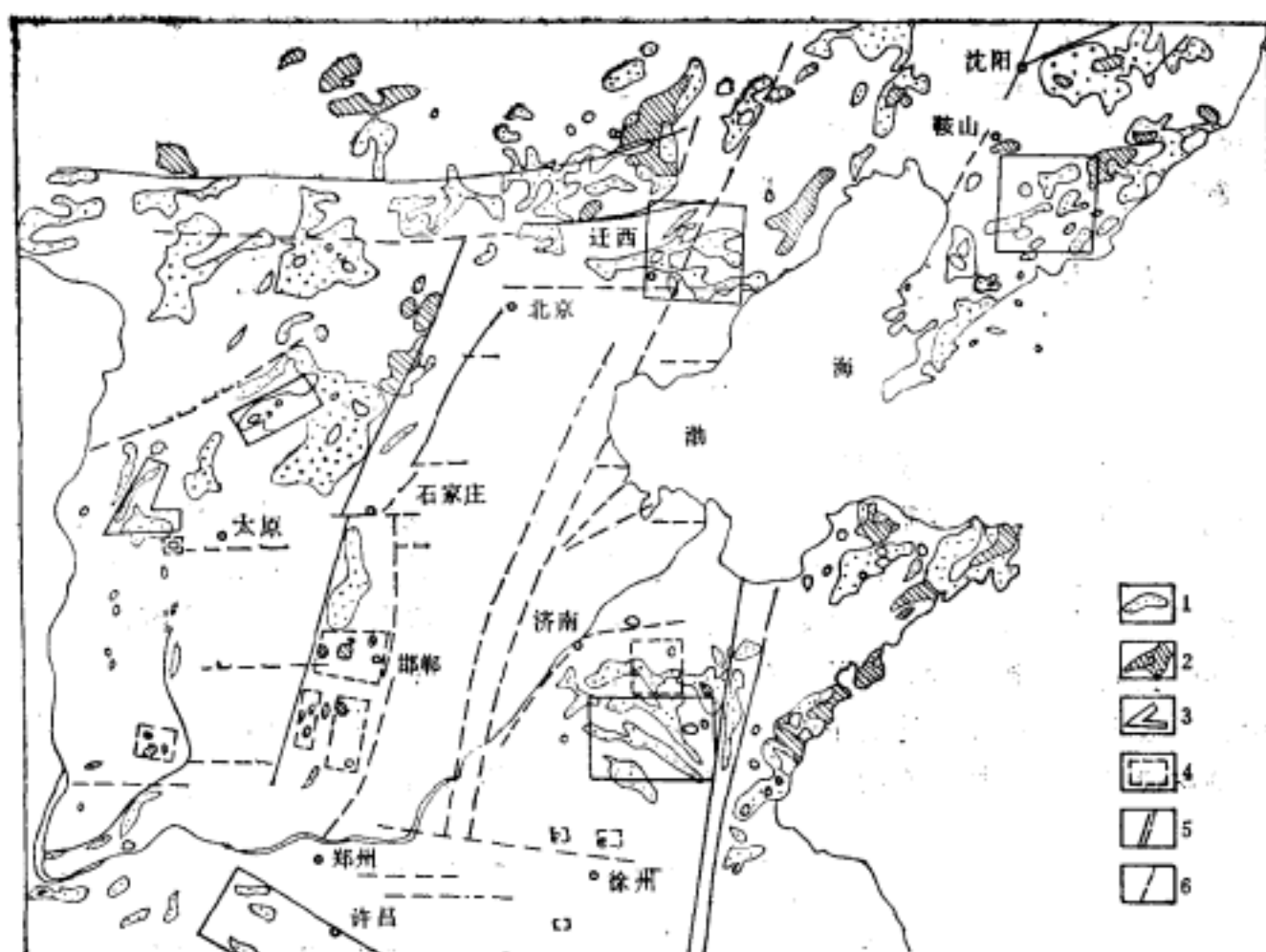


图 28-1 华北地台基底变质岩与燕山期侵入岩分布图

1—基底变质岩；2—燕山期侵入岩；3—鞍山式铁矿区；4—邯邢式铁矿区；5—实测深大断裂；6—推断深大断裂

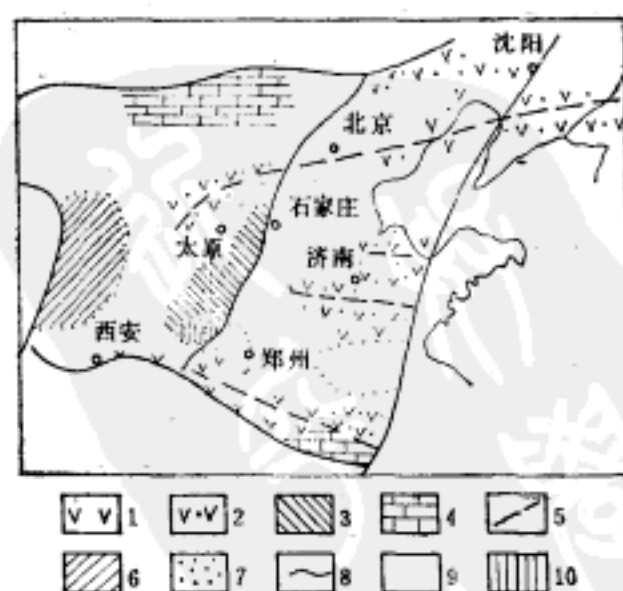


图 28-2 华北地台五台期构造-建造示意图

(据罗耀星)

1—拉斑玄武岩系列的火山-沉积建造；2—拉斑玄武岩和钙碱质中酸性岩的火山-沉积建造；3—以沉积岩为主夹少量的火山岩；4—砂质粘土岩-碳酸盐岩建造；5—古裂沟；6—原始陆核；7—隆起带；8—深断裂；9—情况不明地区；10—以沉积岩为主，含陆相火山岩

带,其莫霍面变异梯度每10km下降0.55km,相对较小,燕山期岩浆活动强烈,形成矽卡岩型铁矿。鲁西、晋南等地皆有类似情况。但总的控矿构造,基底受东西向、盖层受北北东向的构造制约,即所谓“透视构造”控制着整个邯邢式铁矿。由此看来,基底的東西向构造是鞍山式铁矿和邯邢式铁矿的重要控制因素,无疑将使两者的成因紧密地联系起来。

### 三、邯邢式铁矿的成矿“母岩”与基底变质岩化学成分的相似性

#### (一) 华北地台基底变质岩建造的特点

华北地台的早太古代变质岩主要分布在北缘,呈东西向延展(三营屯同位素年龄 $34.79 \pm 2.30$ 亿年、太平寨 $26.70 \pm 2.30$ 亿年),其岩石常为紫苏麻粒岩、二辉麻粒岩、二辉斜长麻粒岩、经退变质作用为角闪斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩。这套岩石,主要由大洋拉斑玄武岩、岛弧玄武岩和钙碱性岩系的岩石组成。它们组成了初始地壳。

中、晚太古代是硅铁建造的主要成矿期,从图28-3可看出,是由一套超基性火山岩、大洋拉斑玄武岩、岛弧拉斑玄武岩、钙碱性岩系夹沉积岩组成。

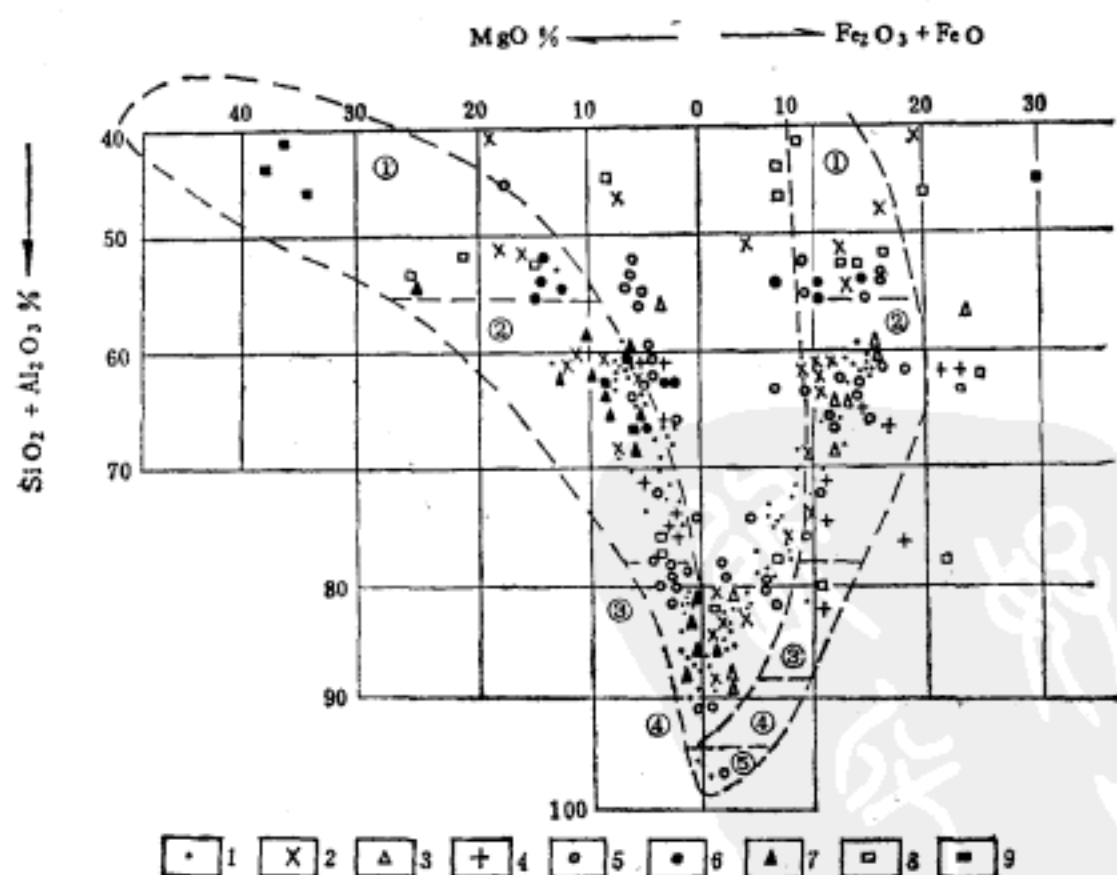


图 28-3 华北地台中-晚太古代 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 对 $\text{MgO}$ 和 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ 的图解

(据李继亮等资料,其中五台为本文资料)

1—五台; 2—平泉; 3—承德; 4—凌源; 5—阜平; 6—新金; 7—鞍山; 8—冀丘; 9—冀东

虚线示岩区界线: ①沉积岩区; ②超基性-基性岩区; ③基性-中性岩区; ④碱性岩区; ⑤酸性岩区; 空白处为岩性不确定区域

而元古代常由中基性-中酸性火山岩与陆源碎屑-陆源火山碎屑-半粘土质-粘土质-碳酸盐岩建造所组成，并过渡为正常沉积。铁质沉积多在海侵的早期。

恢复原岩的岩相变化趋势，东部是以大洋拉斑玄武岩和岛弧玄武岩为主，岩性偏基性；西部基性火山岩减少，逐渐变为以中基性-中酸性火山岩为主，甚至有钙碱性火山岩出现，铁矿层也相对变薄。

## （二）邯邢式铁矿成矿“母岩”分布的变化规律

众所周知，邯邢式铁矿的成矿“母岩”同位素年龄为0.69~1.8亿年，属燕山期的中性岩。真允庆1978年曾将华北地台的邯邢式铁矿划分为3个成矿带<sup>①</sup>，自东向西也有相似的变化规律，即东部成矿带为基性-中基性岩浆岩（辉长闪长岩-闪长岩），西部成矿带则为中碱性-碱性岩浆岩（正长闪长岩-正长岩），从岩浆岩的酸碱度特征值变化足可说明这一点（表28-1）。勘探资料业已查明，东部铁矿储量大，品位也相对较富；西部储量少，品位稍贫。

表 28-1 华北地台各成矿带的岩浆岩化学成分特征表

| 矿 带   | SiO <sub>2</sub> (%) | 查氏 S 值      | 查氏 b 值      | K + Na (%) | M.A. 皮 科 克 | 查氏 k 值 | 查氏 n 值 |
|-------|----------------------|-------------|-------------|------------|------------|--------|--------|
| 东部成矿带 | 54.26~64.00          | 53.30~68.00 | 10.30~35.90 | 5.85       | 钙碱性岩       | 0.20   | 82.9   |
| 中部成矿带 | 55.73~63.45          | 57.00~77.00 | 8.20~18.90  | 8.93       | 碱钙性岩       | 0.29   | 68.2   |
| 西部成矿带 | 56.10~65.49          | 61.10~74.00 | 4~13        | 9.91       | 碱性岩        | 0.41   | 60.4   |

由此可见，岩浆岩的岩性变化和基底变质岩的分布很类似。

## （三）化学成分对比

为了进一步对比，我们将华北地台太古代、元古代变质岩的平均化学成分，与燕山期的火山岩和侵入岩分别进行计算，同时又将邯邢式铁矿的成矿“母岩”，按不同岩性的分布面积进行加权平均并进行对比（表28-2）。计算结果表明：华北地台基底变质岩有从基性向酸性演化的趋势，SiO<sub>2</sub>总平均含量为60.46%。燕山期火山岩SiO<sub>2</sub>含量为61.38%，侵入岩SiO<sub>2</sub>为69.64%，但邯邢式铁矿成矿“母岩”SiO<sub>2</sub>为59.27%，几乎与基底变质岩相同。

# 四、矿石中主要金属矿物

## ——磁铁矿的对比

有趣的是，虽然鞍山式铁矿与邯邢式铁矿的矿石中矿物组合悬殊很大，前者脉石由石英及一系列区域变质矿物组成，后者则与矽卡岩矿物伴生，但是矿石的主要金属矿物特别单一，绝大多数皆为磁铁矿，唯有四家湾铜金矿为含铜磁铁矿，仅占邯邢式铁矿矿床数的1%。

现不妨从研究磁铁矿的某些特征元素含量来探讨两者的成因联系。从表28-3可以看出，邯邢式铁矿与滦源支家庄、黄冈接触交代型磁铁矿十分相似；TiO<sub>2</sub>、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO、MnO等含量皆较低，唯MgO的含量较高。这主要与围岩的含镁量呈正相关。它的

①真允庆：华北矽卡岩型铁矿带与板块构造关系的探讨，地质科技，1978，第5期。

表 28-2 华北地台基底变质岩与燕山期岩类化学成分对比表

| 岩石类别        | 样品数  | 化 学 成 分 (%)      |                  |                                |                                |      |      |      |
|-------------|------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|
|             |      | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | MgO  |
| 太古代变质岩      | 435  | 58.93            | 0.71             | 14.24                          | 2.95                           | 4.56 | 0.12 | 4.38 |
| 元古代变质岩      | 209  | 63.64            | 0.59             | 14.83                          | 2.79                           | 3.40 | 0.09 | 2.98 |
| 基底变质岩       | 644  | 60.46            | 0.67             | 14.45                          | 2.90                           | 4.18 | 0.11 | 3.93 |
| 燕山期火山岩      | 349  | 61.38            | 0.70             | 15.23                          | 3.96                           | 1.99 | 0.12 | 2.00 |
| 燕山期侵入岩      | 879  | 69.64            | 0.33             | 14.37                          | 1.36                           | 1.62 | 0.06 | 1.18 |
| 燕山期岩浆岩      | 1248 | 67.33            | 0.43             | 14.61                          | 2.08                           | 1.72 | 0.08 | 1.41 |
| 邯邢式铁矿成矿“母岩” | 212  | 59.27            | 0.49             | 16.78                          | 2.84                           | 2.74 | 0.11 | 3.30 |
| 中国中性岩(据黎彤)  |      | 57.39            | 0.89             | 16.42                          | 3.10                           | 4.15 | 0.18 | 3.77 |
| 中性岩(据戴里)    |      | 56.77            | 0.84             | 16.67                          | 3.16                           | 4.40 | 0.13 | 4.17 |

| 岩石类别        | 化 学 成 分 (%) |                   |                  |                               | 元 素 比 值 |         |       |      |
|-------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------------------|---------|---------|-------|------|
|             | CaO         | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | (σ)     | FeO/MgO | Ca/Mg | Na/K |
| 太古代变质岩      | 5.42        | 3.19              | 1.81             |                               | 1.57    | 1.65    | 0.88  | 2.74 |
| 元古代变质岩      | 2.88        | 2.92              | 2.77             |                               | 1.57    | 1.98    | 0.70  | 1.57 |
| 基底变质岩       | 4.60        | 3.10              | 2.12             |                               | 1.57    | 1.73    | 0.85  | 2.27 |
| 燕山期火山岩      | 3.37        | 3.90              | 3.85             | 0.30                          | 3.27    | 2.78    | 1.22  | 1.54 |
| 燕山期侵入岩      | 2.65        | 4.02              | 3.94             | 0.10                          | 2.32    | 2.41    | 1.27  | 1.59 |
| 燕山期岩浆岩      | 2.42        | 3.99              | 3.92             | 0.16                          | 2.57    | 2.55    | 1.23  | 1.59 |
| 邯邢式铁矿成矿“母岩” | 4.64        | 5.04              | 3.18             | 0.33                          | 4.15    | 1.60    | 1.01  | 2.38 |
| 中国中性岩(据黎彤)  | 5.58        | 4.26              | 2.57             | 0.37                          | 3.24    | 1.84    | 1.06  | 2.46 |
| 中性岩(据戴里)    | 6.70        | 3.39              | 2.12             | 0.25                          | 2.20    | 1.73    | 1.15  | 2.50 |

注：除邯邢式铁矿成矿“母岩”化学成分据《华北富铁矿工作经验交流会议汇编》外，其余化学成分据张德全等资料(1980)。

Co、V含量稍高，Ni/Co、Ti/V值较低，可区别于其他成因类型的矿床。

与鞍山式铁矿的磁铁矿有近似之处：TiO<sub>2</sub>、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、CaO、MnO均较低，所不同的是MgO、MnO含量比邯邢式铁矿低得多，而Ni/Co、Ti/V值却普遍较高。其他类型铁矿及邯邢式铁矿“母岩”中的磁铁矿皆明显不同(表28-4)。

另从邯邢式及鞍山式磁铁矿的聚类分析得知<sup>①</sup>，从距离系数0.06~0.52，两者混杂一起不能分类(图28-4)。同时回归分析的结果表明：

①鞍山式铁矿，回归平方和为106.578，剩余平方和为17.6813，剩余标准差为0.717674，复相关系数为0.926124，方程显著性检验：

$$F = 30.1386 \gg \begin{cases} F_{0.1} & 2.1 \\ F_{0.05} & (5.25) = 2.6 \end{cases}$$

邯邢式铁矿磁铁矿回归平方和为151.811，剩余平方和为23.1775，剩余标准差为0.717674，复相关系数为0.931423，方程显著性检验：

$$F = 58.9495 \gg \begin{cases} F_{0.1} & 1.97 \\ F_{0.05} & (5.45) = 2.40 \end{cases}$$

故所得回归方程是高度显著的。(由师学满计算)

表 28-3 不同成因类型铁矿中磁铁矿若干化学成分和特征元素含量对比表

| 成因类型    | 产地   | 化 学 成 分 (%)      |                               |                                |                                |           |           | 特 征 元 素 (%) 及 比 值 |             |             |            |       | 资料来源  |                   |
|---------|------|------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|-------------------|-------------|-------------|------------|-------|-------|-------------------|
|         |      | TiO <sub>2</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO       | CaO       | MnO               | Co          | Ni          | Ga         | Ni/Co |       | Ti/V              |
| 接触交代型   | 邯鄲   | 0.085(76)        | 0.045(79)                     | 0.308(73)                      | <0.001                         | 1.367(73) | 0.305(87) | 0.313(68)         | 0.0047(44)  | 0.0025      |            |       | 2.02  | 据沈保丰等             |
|         | 涿源   | 0.12(4)          |                               | 0.76(4)                        |                                | 2.965(4)  | 0.265(4)  | 0.597(4)          |             |             |            |       |       | 同上                |
|         | 黄冈   | 0.044(29)        |                               | 0.24(29)                       |                                | 0.34(29)  | 1.03      | 0.28(29)          |             |             |            |       |       | 据姜信顺              |
| 火山沉积变质型 | 中磁铁矿 | 0.37(12)         | 0.37(12)                      | 0.243(12)                      |                                | 0.112(12) | 0.235(12) | 0.251(12)         |             |             |            |       |       | 据沈保丰等             |
|         | 鞍山   | 0.0708(5)        | 0.03(5)                       | 0.33(5)                        | 0.034(5)                       | 0.226(5)  | 0.596(5)  |                   |             |             |            |       | 2.53  | 据中国科技大学           |
|         | 冀东   | 0.106(21)        | 0.006(21)                     | 0.233(10)                      | 0.007(19)                      | 0.146(10) | 0.031(21) | 0.045(20)         | 0.0028(10)  | 0.0066(16)  |            | 2.36  | 18.93 | 据沈保丰等             |
|         | 五台   | 0.033(7)         |                               | 0.17(7)                        | 0.0034(7)                      | 0.064(7)  | 0.094(7)  | 0.053(7)          | 0.0014(7)   | 0.00176(7)  |            | 1.25  | 4.28  | 据侯明等              |
|         | 豫中   | 0.069(10)        | 0.00378(10)                   | 0.185(10)                      | 0.00343(10)                    | 0.188(10) | 0.382(10) | 0.054(10)         | 0.00275(10) | 0.00403(10) |            | 1.47  | 19.56 | 据俞爱望等             |
| 火山沉积液加型 | 霍邱   | 0.009(3)         | 0.0015(3)                     | 0.28(3)                        | 0.00186(3)                     | 0.262(3)  | 0.303(3)  | 0.043(3)          | 0.008(3)    | 0.002(3)    |            | 0.25  | 6.43  | 据安徽省地研所           |
|         | 马坑   | 0.0512(27)       | 0.0125(27)                    | 0.044(27)                      |                                | 1.668(27) | 1.72(27)  | 1.85(27)          | 0.00045(27) | 0.002(27)   | 0.0025(27) | 4.45  | 4.39  | 据王文斌等             |
|         | 潘田   | 0.05(11)         | 0.009(11)                     | 0.58(11)                       |                                | 0.31(11)  | 0.44(11)  | 1.64(11)          | 0.009(11)   |             |            |       | 5.95  | 同上                |
|         | 洛阳   | 0.03(6)          | 0.014(6)                      | 0.38(6)                        |                                | 0.36(6)   | 0.87(6)   | 0.37(6)           | 0.007(6)    | 0.002(6)    | 0.0012(6)  | 0.29  | 2.30  | 同上                |
|         | 阳山   | 0.066(26)        | 0.006(26)                     | 0.42(26)                       |                                | 0.48(26)  | 1.19(26)  | 0.51(26)          | 0.0029(26)  | 0.007       |            | 2.41  | 11.79 | 同上                |
| 岩浆型     | 攀枝花  | 12.83            | 0.50                          | 4.53                           | 0.02                           | 2.26      |           | 0.51              | 0.0102      | 0.0175      | 0.0056     | 1.72  | 27.49 | 据徐国凤              |
|         | 冀北   | 5.431(13)        | 0.852(13)                     | 1.516(13)                      | 0.523(13)                      | 1.467(13) |           | 0.112(13)         | 0.0117(13)  | 0.0306(13)  |            | 2.62  | 6.83  | 同上                |
| 玢岩型     | 宁芜   | 0.672(9)         | 0.266(9)                      |                                |                                | 0.525(9)  | 0.177(9)  |                   |             |             |            |       | 2.71  | 据王戈凤<br>(原认为砂卡岩型) |
| 热液型     | 大顶   | 0.23(11)         |                               | 1.42(11)                       |                                | 1.80(11)  | 0.46(11)  | 2.39(11)          |             |             |            |       |       | 同上                |

注：括号内为样品数。

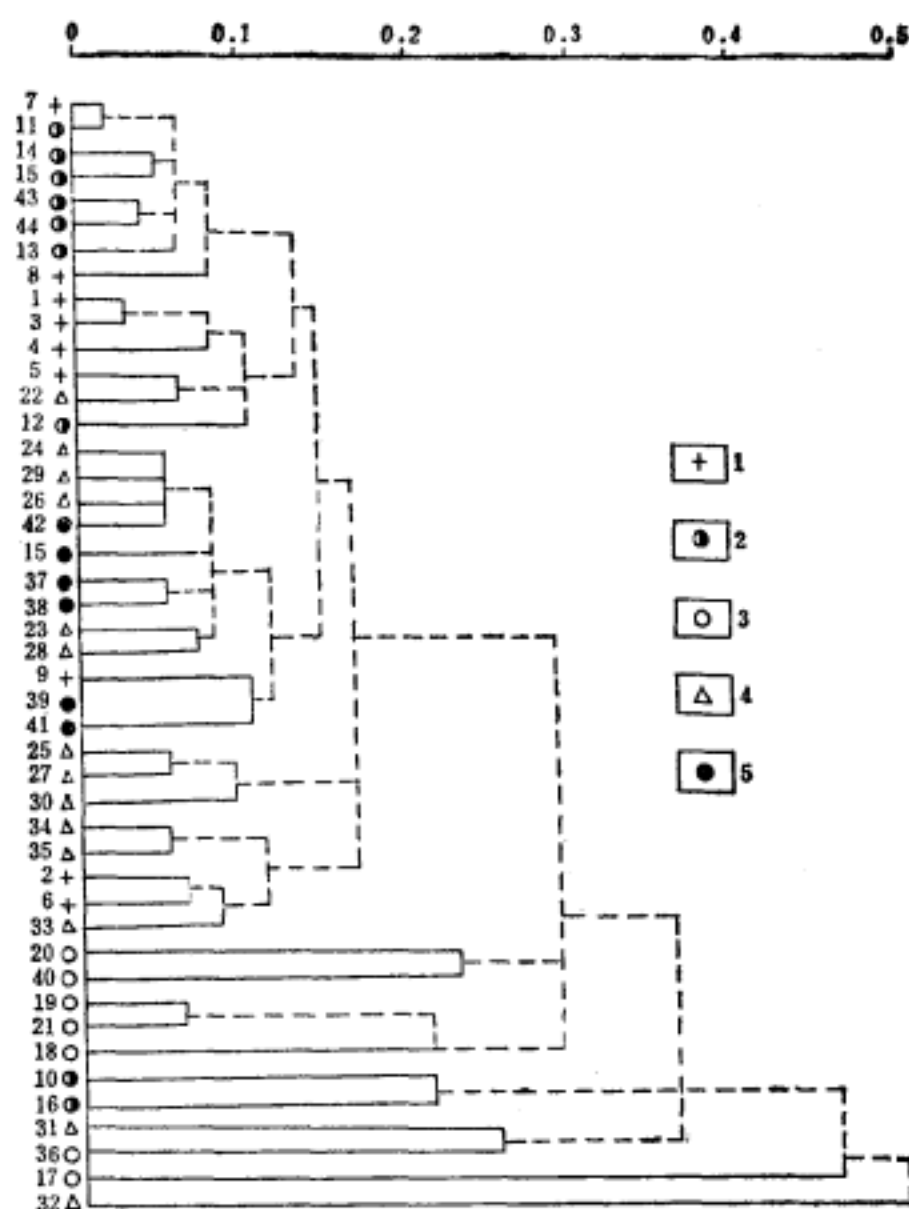


图 28-4 鞍山式与邯邢式铁矿的磁铁矿聚类分析图

1—吕梁；2—五台；3—弓长岭；4—邯邢；5—豫中

鞍山式铁矿五元回归方程为：

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 = 99.68 - 1.24\text{SiO}_2 - 0.46\text{Al}_2\text{O}_3 - 0.44\text{MgO} - 1.00\text{CaO} - 1.94\text{TiO}_2$$

邯邢式铁矿五元回归方程为：

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 = 100.09 - 1.05\text{SiO}_2 - 0.56\text{Al}_2\text{O}_3 - 1.18\text{MgO} - 1.76\text{CaO} - 7.15\text{TiO}_2$$

上列二式足以阐明两类磁铁矿的主要成分 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 与其他变量皆为负相关，故其成因应视为有内在联系。然而，次要成分却存在着差异，如鞍山式铁矿的磁铁矿， $\text{SiO}_2$ 为显著变量（ $|T_{\text{SiO}_2}| = 11.6627$ ； $T_{0.1} = 1.70$ ； $T_{0.3} = 2.04$ ），其他变量不显著。（ $|T_{\text{SiO}_2}| = 5.71311$ ； $|T_{\text{Al}_2\text{O}_3}| = 1.65951$ ； $|T_{\text{MgO}}| = 15.5222$ ； $|T_{\text{CaO}}| = 3.7473$ ； $|T_{\text{TiO}_2}| = 4.3451$ 。 $T_{0.1} = 1.70$ ； $T_{0.05} = 2.04$ ）。

## 五、鞍山式铁矿与邯邢式铁矿可能的成因联系

华北地台隶属于太平洋成矿带西侧的一部分。中生代时由于库拉—太平洋板块之俯

表 28-4 若干铁矿的特征元素含量表

| 类别  | 地区                    | 特征元素含量 (%) |        |        |        |        |        |        |
|-----|-----------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|     |                       | Ti         | V      | Co     | Ni     | Ba     | Cr     | Cu     |
| 磁铁矿 | 晋南二峰山(5) <sup>①</sup> | 0.02       | 0.006  | 0.001  | 0.001  | 0.008  | 0.016  | 0.001  |
|     | 五台山(7)                | 0.03       | 0.0047 | 0.0015 | 0.002  | 0.03   | 0.0035 |        |
| 铁矿石 | 晋南二峰山(14)             | 0.03       | 0.007  | 0.003  | 0.001  | 0.02   | 0.001  | 0.001  |
|     | 五台山羊坪(6)              | 0.01       | 0.006  | 0.001  | 0.0008 | 0.008  |        | 0.004  |
|     | 弓长岭富矿(14)             | 0.017      | 痕      |        | 0.0067 |        | 0.005  | 0.0116 |
|     | 弓长岭贫矿(5)              | 0.007      | 痕      |        | 0.003  |        | 0.004  | 0.0011 |
| 类别  | 地区                    | 特征元素含量 (%) |        |        |        |        |        |        |
|     |                       | Mn         | Zn     | Sr     | Mo     | Ga     | Pb     | Sc     |
| 磁铁矿 | 晋南二峰山(5) <sup>①</sup> | 0.04       | 0.02   | 0.01   | <0.001 | <0.001 |        |        |
|     | 五台山(7)                |            |        |        | 0.007  |        |        |        |
| 铁矿石 | 晋南二峰山(14)             | 0.08       | 0.03   | 0.01   |        | 0.001  |        |        |
|     | 五台山羊坪(6)              | 0.05       |        |        |        |        |        |        |
|     | 弓长岭富矿(14)             | 0.0749     | 0.0916 |        |        |        | 0.0044 |        |
|     | 弓长岭贫矿(5)              | 0.0586     | 0.0482 |        |        |        | 0.002  |        |

注：1. 晋南二峰山邯鄲式铁矿，其他为鞍山式铁矿；

2. 弓长岭分析资料来源于中国科技大学，其他来源于山西省冶金地质勘探公司。

① 括号内为样品数。

冲，致使中国东部普遍分布有岩浆岩。邯鄲式铁矿成矿“母岩”的 $K_2O$ 含量，随着离海岸线由近至远有明显递增的趋势，和地壳厚度或莫霍面深度成正比。如东部成矿带的莫霍面深为37~38km， $k$ 值为0.2；中部成矿带的莫霍面深为38~39km， $k$ 值为0.29；西部成矿带的莫霍面深为41~43km， $k$ 值为0.41。这种现象可能就是板块运动机制在岩浆作用方面留下的记录。

前已叙述，与邯鄲式铁矿有成因关系的岩浆岩为中性， $SiO_2$ 为54~65.49%； $K_2O/Na_2O < 0.81$ ； $Al_2O_3/(K_2O + NaO + CaO) < 0.91$ ； $Fe^{3+}/(Fe^{3+} + Fe^{2+}) > 22$ ；造岩矿物组合为较基性斜长石、黑云母及普通角闪石，副矿物为磁铁矿、磷灰石、榍石、锆石，按ACF三角图（图28-5）投影，应属I型花岗岩或称为同熔型花岗岩。

关于这种安山岩岩浆的生成条件，根据实验岩石学研究(T.H.格林；N.H.肖特，1971)认为上地幔温度和压力条件变化后，在部分熔融过程中，安山质成分最先出熔。近年来有人认为这种岩浆除了在板块俯冲带外，在断裂带下部(150km)为一热异常区，也可以使部分地幔物质熔融(麦布利雷伊，1974)。既然鞍山式铁矿与邯鄲式铁矿皆受东西向断裂控制，地质背景又类似，所以来自上地幔同熔地壳的岩浆，可以充分融汇贯通，促使基底成分和邯鄲式铁矿“母岩”甚为相似（见表28-2）。另外在闪长岩中常见有混杂岩的橄榄岩包体，其中高温的橄榄石、辉石或低温的蛇纹石、绿泥石、滑石均被新生的古铜辉石和普通角闪石交代并包裹，而且混染橄榄角闪辉长岩也以各种反应结构为特征；它们的化学成分和异剥橄榄岩和橄榄辉长岩相似，这都是同熔作用的佐证。地震波的测定和岩石熔化试验资料，也证实了这一点。

其次，从矿石中主要金属矿物磁铁矿的特征元素含量的相似性（图28-6）可以看出，鞍山式铁矿与邯邢式铁矿的磁铁矿都集中在〔I〕沉积-矽卡岩磁铁矿趋势区，说明二者相似。然而鞍山式铁矿有个别点落在〔I a〕〔I b〕区或过渡区，这可能是近火山源及远火山源之故。



图 28-5 邯邢式铁矿成矿“母岩”的ACF图  
(图中投影点为各岩类的平均值)

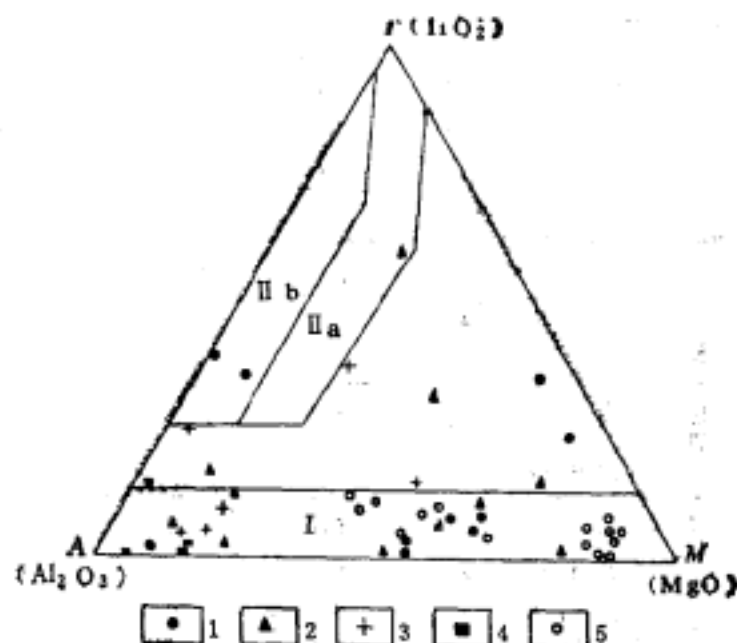


图 28-6 磁铁矿特征元素含量TAM投影图  
1—豫中；2—鲁中；3—五台；4—弓长岭；5—邯邢

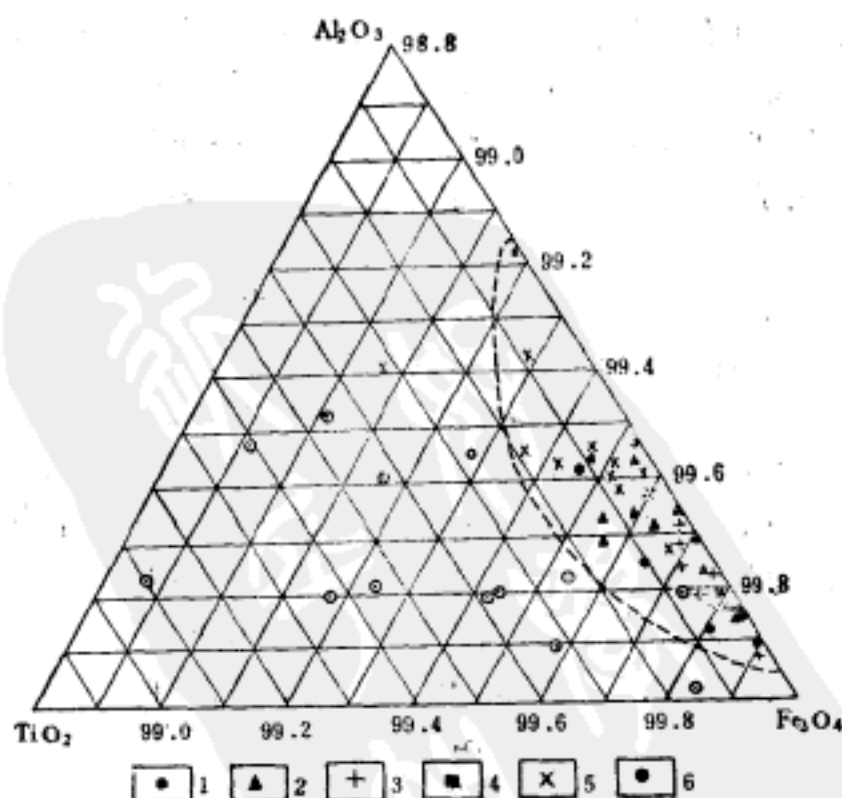


图 28-7  $\text{TiO}_2$ — $\text{Al}_2\text{O}_3$ — $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 三角图  
1—豫中；2—鲁中；3—五台；4—弓长岭；5—邯邢；6—邯邢式铁矿成矿母岩

因为邯邢式铁矿成矿“母岩”中副矿物磁铁矿的 $\text{TiO}_2$ 含量明显地不同于矿石中的磁

铁矿，故投影点显得非常分散。但铁矿石中磁铁矿不论是邯邢式，还是鞍山式都表现出“亲缘”关系（图28-7）。

再次，从两者铁矿石及磁铁矿中的微量元素对比结果看，同样也证实鞍山式铁矿和邯邢式铁矿是有成因联系的（见表28-4），属燕山期岩浆同熔作用的产物。故是否可以认为邯邢式铁矿的矿源层（Source bed）是基底的硅铁石英岩。燕山期中性岩浆岩只是起到“运载”的作用。成矿的过程，实际上是一个去硅、钠化、析铁“脱载”的过程。

## 六、结 束 语

综上所述，邯邢式铁矿与鞍山式铁矿有内在的成因联系。通过这一问题的探讨，可以更进一步证实同熔岩浆成矿的可能性，而且丰富了区域成矿学的内容，借此可以预测区域找矿的远景。但是目前尚有很多理论问题，如矿液重熔机理、矿液运移的理化条件等，尚待今后深入研究和讨论。

