

## Application of “Comprehensive Comparative Analysis” and “Phase” in Geological Prospecting

Wei Li<sup>1</sup>, Xinde Zong<sup>2</sup>, Zongde Zhang<sup>3</sup>

1.Tai'an Municipal Bureau of quality and technical supervision, Tai'an Shandong

2.Shandong Bureau of hydrology, China General Bureau of Metallurgical Geology, Tai'an Shandong

3.School of foreign languages, Southwestern University, Chongqing

Email: z1340179061@163.com

---

### Abstract

The way to making series of geologic drawings with large layouts to small-scale pocketed geological cards are very intuitive and easy to use and to compare and analyze geologic bodies. Long been engaged in the comprehensive study of Laiwu contact in Shandong Province, the author has accumulated a set of effective working methods. It is summarized as “comprehensive comparative analysis” and “phase”. This method achieved good results and has played an important role in scientific research works such as deep exploration in Maizhuang iron deposit, peep and periphery census of Zhangjiawa Iron Mine. Practice has proved that the general layout of small deposits (area) exploration and regional survey can also be used directly with the original “comprehensive analysis” and “phase”.

### Keywords

Comparative; analysis; Phase; effect; Ma Zhuang; Zhang Jiawa; Shandong Laiwu

**Subject Areas** Math & Physics

---

## “综合对比分析与‘相面’”在地质找矿和科研中的应用

李卫<sup>1</sup>, 宗信德<sup>2</sup>, 张宗源<sup>3</sup>

1.泰安市质量技术监督局, 山东 泰安

2.中国冶金地质总局山东局水文队, 山东 泰安

3.西南大学外国语学院, 重庆

Email: z1340179061@163.com

收稿日期: 2017年9月7日; 发布日期: 2017年9月7日

---

### 摘要

缩制图幅版面大的一系列地质图纸为小比例尺的袖珍地质卡片, 使用起来非常直观, 易于对地质体的对比分析、综合研究。作者长期从事山东莱芜接触交代-热液铁矿综合研究, 积累了一套行之有效的工作方法, 总结为“综合对比分析与‘相面’”, 在莱芜铁矿马庄矿床的深部勘探、张家洼铁矿深部及外围普查和科研工作中发挥了重要的作用, 取得了良好的效果。实践证明, 对于图幅版面一般的、小的矿床(区)勘查、区域调查和科研中可用原图原资料进行“综合对比分析与‘相面’”。

### 关键词

对比; 分析; 相面; 效果; 马庄; 张家洼; 山东莱芜

---

## 1. 引言

山东莱芜铁矿为接触交代-热液类型, 铁矿位于东西向弧形断陷盆地中。盆地东西长约 70 公里, 南北宽约 10-30 公里, 面积约 1300 平方公里。盆地为燕山构造期形成, 燕山期岩浆活动强烈, 接触交代-热液铁矿即主要为中奥陶统碳酸盐类岩石与燕山期闪长岩类岩石接触交代形成。

莱芜铁矿最初由鲁中一队在 1958-1962 年，对莱芜高值磁异常进行钻探验证、普查、勘探所发现的 11 处中小矿床组成，铁矿石总储量 1 亿吨左右。直到 1965 年底，山东省冶金地质勘探司第二勘探队在前人工作的基础上，通过钻探验证张家洼低缓磁力异常、从而发现了张家洼铁矿（最终提交报告已到了 1978 年底）。其后 1981 年，又有山东省地质矿产局一大队发现了西尚庄矿床、山子后矿床等，至此山东莱芜铁矿基本予以揭晓。

1973 年 7 月，冶金部桂林地质研究所与山东省冶金地质勘探公司及所属第二勘探队组成科研组，历时 3 个月，在野外调查、有关测试基础上，于 1974 年 7 月提交《山东莱芜地区矽卡岩铁矿成矿地质特征及找矿方向研究报告》。由于时间关系，当时区内矿床揭露不够，故研究报告仅对区域地质特征阐述较全面，对矿床矿体及其内在联系认识不足。

接触交代-热液铁矿由矿山矿田、崮峪矿田、金牛山矿田及铁铜沟矿田组成（图 1）。

据统计（4），现已探明铁矿石储量 B+C+D 级 4.815 亿吨。其中矿山矿田矿床规模最大，占四矿田矿石总储量的 98.8%。因此所谓莱芜矽卡岩类型铁矿主要是指矿山矿田矿山弧形背斜周边及倾向端的十几处矿床。

笔者在长期的地质勘查和综合研究中，积累了一套科学合理的有效工作方法，运用这一方法在地质普查、区域调查、勘查、科研项目运作或是某些认识的提升，尤其在莱芜铁矿马庄矿床的深部勘探、莱芜张家洼铁矿深部及外围普查中发挥了重要的作用。这一方法起初笼统的称之为综合研究，最终提升为“综合对比分析与‘相面’”。

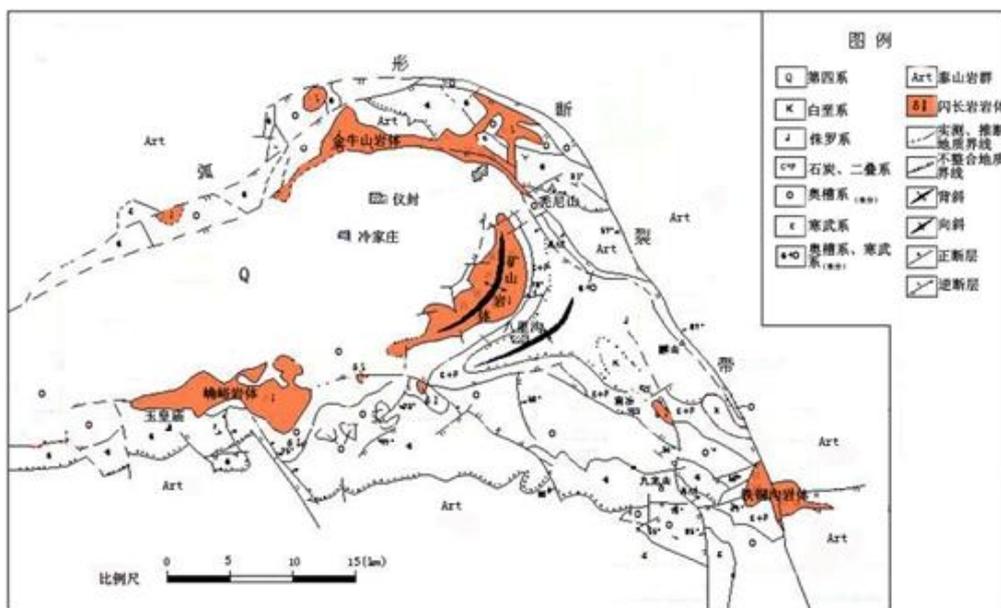


图 1 泰莱盆地地质略图

Fig.1 geological sketch of Taian-Laiwu basin

## 2. “综合对比分析与‘相面’”的形成

### 2.1. 大图纸缩制成小比例尺袖珍图纸和摘抄报告资料是基础

对山东莱芜铁矿不论是矿区勘查抑或综合研究，笔者均是积极的参与者，深知下步的综合研究工作应该如何进行，特别是鉴于区内大型铁矿床如张家洼（I）、小官庄（II）、港里（III）、顾家台、马庄、西尚庄矿床等剖面图图纸过大不好利用的特点，遂有了今后工作宜缩成小图的意念。恰在 1978 年底笔者接受了上级的一项“山东莱芜铁矿成矿地质特征”的专题研究项目，由笔者与王经武同志二人二年（1980 年底）完成。研究工

作是从对莱芜铁矿全部铁矿床（37处）的资料逐一查阅，并对每处矿床的所有图纸用缩放仪进行缩制，对文字、测试数据、储量计算数据进行摘抄，再进行野外调查、样品采集测试和综合研究，提交报告成果。待1979年底图纸缩制和文字、数据摘抄工作基本结束时，上级指示放下手头工作，全部人马集中胶东，接受胶东金矿找矿任务。由于未形成成果，资料一直存放在笔者手中，这为其后开展莱芜地区和其它地区的地质找矿以及科研工作提供了方便。

## 2.2. 莱芜铁矿马庄矿床0米以下勘探以“综合对比分析与‘相面’”为指导作了成功的尝试

1983~1985年莱芜铁矿马庄矿床0米以下勘探项目，实施中利用笔者手中掌握的马庄矿床袖珍卡片及相关文字资料，采用“综合对比分析与‘相面’”，很好地完成了勘探任务。

## 2.3. 济南商业大厦工程勘察项目复杂构造的查证得益于“综合对比分析与‘相面’”

1993年6月，山东地勘局水文队所承担的济南商业大厦工程勘察是一大项目，施工区地质条件复杂，技术人员难以对工程地质作出结论。危难之际，笔者来到现场，仅用不足一个月的时间，对百多个钻孔资料通过多个方位做横、纵剖面图，反复“综合对比分析与‘相面’”，找出了规律性的东西，对构造做出了合理的解释，得到专家、学者的认可和好评。项目被评为省级优质工程。

## 2.4. 莱芜张家洼铁矿区深部及外围普查项目全面反复的运用“综合对比分析与‘相面’”

2007年的张家洼铁矿区深部及外围普查项目，在实施中采用已有的张家洼（I）矿床、小官庄（II）矿床、港里（III）矿床所缩制的袖珍矿床卡片及其相关资料，通过“综合对比分析与‘相面’”获得了特别好的找矿效果。

项目申请和实施是在如下背景下：①笔者参加了在安徽合肥召开的2006年全国深部找矿工作研讨会，研讨会上听取了领导、院士、专家学者讲话、学术报告和多个小组的专题交流以及参观学习，受益匪浅。在其启发和感召下，2007年提出了张家洼铁矿区深部及外围普查项目立项申请并编制设计（1）；②设计大胆采用以“综合对比分析与‘相面’”形成的褶皱构造控矿和‘三位一体’成矿的新观点为指导思想，取得好的找矿效果。2007年和2008年连续2个年度的普查设计均被评为优质，其后5年项目运作只提续作申请；③设计与2008年“山东省莱芜接触交代~热液铁矿成矿规律研究”先后进行，相互借鉴。报告中矿床卡片非常直观地显现出每处矿床在某个部位的异常地质特征，易于操作实施；正文第七章对3处矿床及其它14处矿床在哪条剖面什么位置设计钻孔都列了明细，对张家洼铁矿区深部及外围普查项目实施是个助推。

## 2.5. 2008-2009年山东省莱芜接触交代~热液铁矿成矿规律研究项目是典型的“综合对比分析与‘相面’”的应用

项目实施完全是利用了笔者手中的、1979年缩制的袖珍图纸和所摘抄的文字数据为基础，是典型的“综合对比分析与‘相面’”的结果。2009年所交“山东省莱芜接触交代~热液铁矿成矿规律研究报告”对张家洼铁矿区深部及外围普查实施起非常有力的指导作用。

## 2.6. 2005-2007年山东省枣庄市苍峰铁矿刘岭矿段深部及外围普查“综合对比分析与‘相面’”的应用

项目设计、实施借助原报告原图纸，由于原图纸图幅版面较小，有利于“综合对比分析与‘相面’”方法的运用，普查找矿取得满意的效果。

## 2.7. 2011-2012年的泰安市下港-放城金铁成矿带调查评价项目“综合对比分析与‘相面’”的应用

项目实施采用大量收集资料、综合对比分析与野外调查、取样测试完成的。“综合对比分析与‘相面’”是对资料的综合对比分析、相同类型矿床（矿点）的对比分析、同一地质背景下不同地段的矿床（矿点）对比分析等。

总之，上述 6 个地质项目全部是采用“综合对比分析与‘相面’”方法实施完成，均圆满的完成了任务。

### 3. “综合对比分析与‘相面’”所取得的地质效果

#### 3.1. 莱芜马庄矿床 0 米以下勘探所取得的地质效果

马庄矿床 0 米以下勘探原设计（时在胶东、非笔者编写）勘查范围 5-35 线，任务是提升 C 级储量 300 万吨。“综合对比分析与‘相面’”认为，原勘探线剖面中，①由于孔浅漏矿和错划断层使矿体形态失真；②各种形式矿体（18 个）均为孤立，即接触带矿体（I 1-I 7）单圈、围岩裂隙矿体（II 1-II 4）单圈和岩体内矿体（III 1-III 7）单圈，使矿体形态失真（图 2）③；3 线以东即马庄矿床东北部与邻矿山子后矿床之间，地表有 500 米左右的无矿段，马庄矿床-1 线剖面矿体形态与山子后矿床-3 线剖面矿体形态有可比性，认为深部矿体可能相连。

基于上述认识，利用“综合对比分析与‘相面’”，将原设计范围 5~35 线扩大为-1~51 线，并增加钻探工作量。通过 3 年勘探工作，投入钻探 15880 米/38 孔，不仅提升 C 级储量 1700 万吨，大大超过提升 C 级储量 300 万吨的任务，而且新增铁矿石资源储量 800 万吨（TFe 品位 45.3%）、铜金属资源储量 1.93 万 t（Cu 品位 0.472%）、钴金属资源储量 1464t（Co 品位 0.029%）。同时使马庄矿床北部深部与邻矿山子后矿床南部深部连为一体（可形成一个开拓系统）。更为重要的是使接触带矿体（I 1-I 7）、围岩裂隙矿体（II 1-II 4）和岩体内矿体（III 1-III 7）18 个个矿体连为一体，成为一个矿体。据此，结合张家洼铁矿 3 处矿床矿体特征（有假整合面矿体），提出“山东莱芜矽卡岩类型铁矿‘三位一体’成矿模式及其地质意义”（图 3）。本项成果获局级二等成果奖（2）。不要使用空格、制表符设置段落缩进，不要通过连续的回车符(换行符)调整段间距。

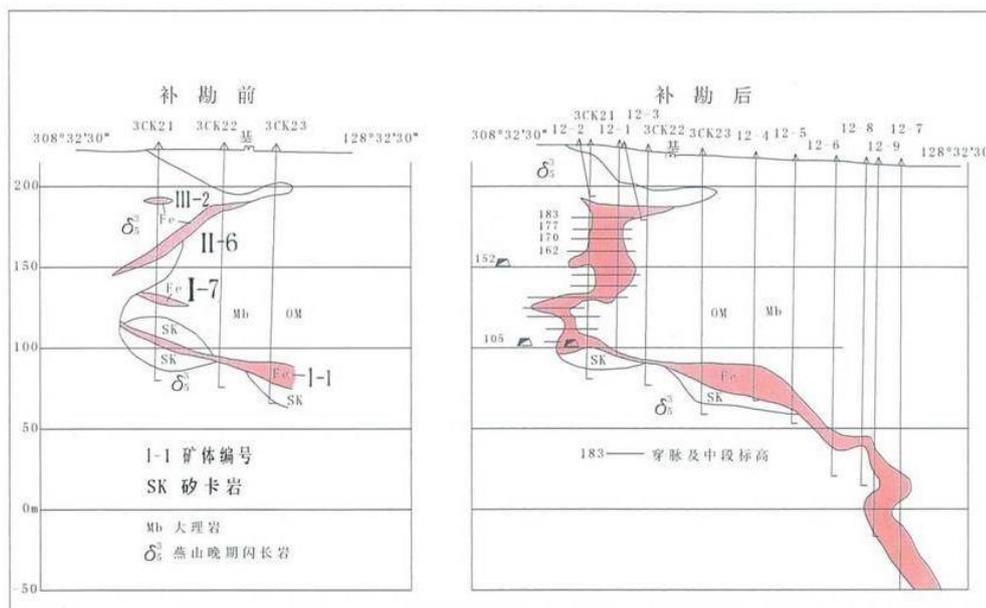


图 2 马庄矿床 12 线剖面图（比例尺 1: 3000）

Fig.2 Section of line 12 at iron deposit in Mazhuang

### 3.2. 张家洼铁矿区深部及外围普查项目所取得的地质效果

张家洼铁矿区深部及外围普查项目，山东正元地质勘查院自 2007 年-2015 年实施，历时 8 年，投入钻探 27955、55 米/26 孔及相应测试，发现 15 个铁矿体，主矿体 4 个，其中主矿体 II 3 走向控制长 1280 米，倾向延深 1060 米，赋存标高-520 米~-1030 米，矿体平均厚度 16.98 米，TFe 平均品位 46.68%，mFe 平均品位 40.68%，新增铁矿石资源量（333）1.065 亿吨，累计查明资源量（333）1.265 亿吨。为矿山可持续发展提供了接替资源。本项目被评为中国地质学会 2016 年度十大地质找矿成果之一（2017-02-14 中国国土资源报）（3）。项目实施以 3 处矿床的矿床袖珍卡片进行“综合对比分析与‘相面’”，设计第一个钻孔 ZK15-8，一炮打响，拉开了深部找矿的序幕。

小官庄（II）矿床原剖面图 15 线 15-4 孔于 626.57-744.68 米见层间裂隙矿、假整合面矿、和接触带

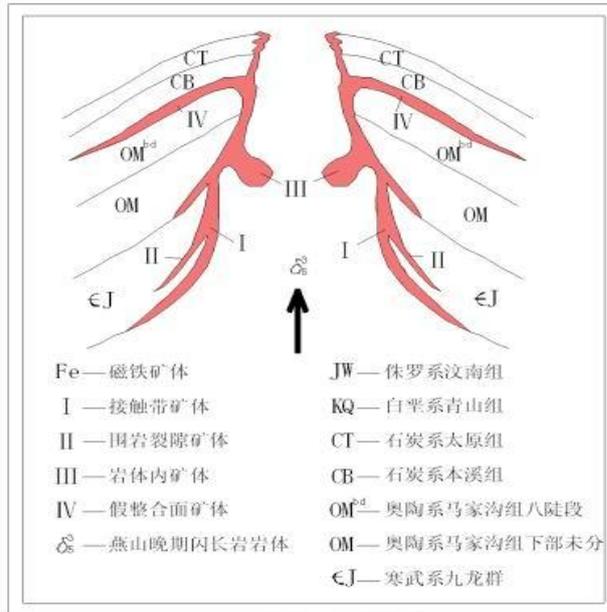


图 3 “三位一体”成矿模式图

Fig.3 metallogenetic model of the Three-in-one

矿计 5 层，总厚度 62.50 米，距该孔平距 100 米施工 15-6 孔，在 767.33 米见层间裂隙矿 1.55 米后于 792.32 米终止于闪长玢岩中。在 15-6 孔和 15-4 孔间划一 F2 断层，用以解释二孔所见矿体厚度不对应和见矿标高相差过大，“综合对比分析与‘相面’”认为，这是褶皱矿体和孔浅漏矿所致，深部应有大矿。2007 年普查设计沿 15-6 孔水平距离 200 米布设 ZK15-8 孔，结果在 791.40-913.61 米见磁铁矿 7 层，总厚度 42.99 米，真厚度 41.32 米，证实了这一推断的正确（图 4-1、图 4-2）。

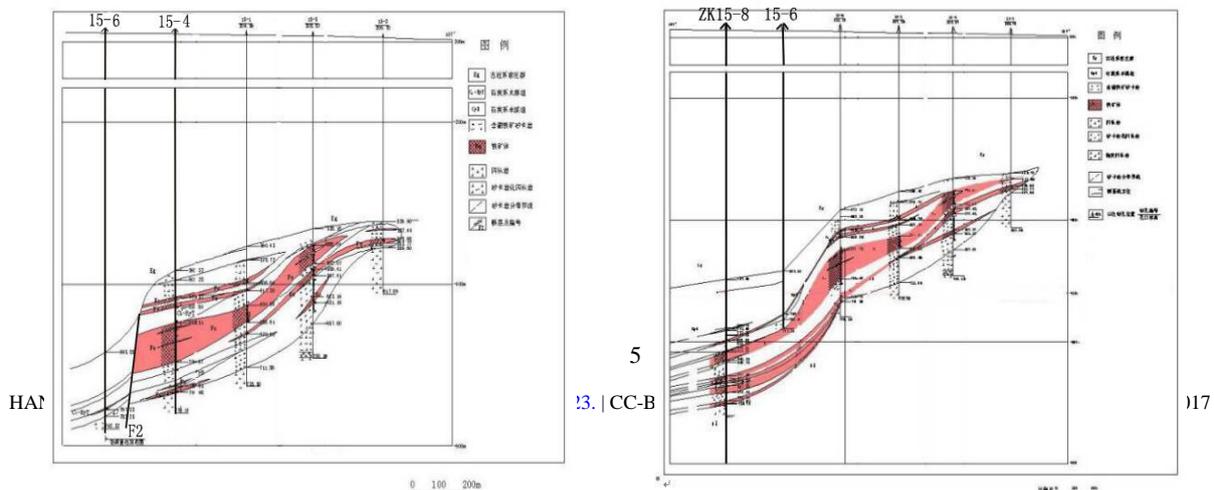


图 4-1 张家洼 II 矿床 15 线剖面图（原图）

图 4-2 张家洼 II 矿床 15 线剖面图（施工后）

Fig.4-1 Section of line 15 at iron deposit II in Zhangjiawa (primary) Fig. 4-2 Section of line 15 at iron deposit II in Zhangjiawa (after exploration)

### 3.3. 山东省莱芜接触交代~热液铁矿成矿规律研究项目所取得的地质效果张家洼铁矿区深部及外围普查项目所取得的地质效果

2009 年 10 月，山东正元地质勘查院提交《山东省莱芜接触交代-热液铁矿成矿规律研究报告》，报告主编宗信德。报告分正文（七章）、附图（21 幅）、附表（表 1-表 4）、附件 1 垂直磁力异常登记卡、附件 2 四个矿田矿床卡四部分（4），其中矿田矿床卡是“综合对比分析与‘相面’”的重要资料。

报告是对莱芜接触交代-热液铁矿全面系统的总结，提出了背斜控大矿、大矿在深部、矿体形态和赋存形式的研究、平炉富矿的研究等新观点，提出了新的找矿思路，即缺位找矿、体内找矿、缓倾找陡倾、陡倾找台阶、简单找复杂等和成矿预测，都是运用“综合对比分析与‘相面’”法提出的。

由本项目赞助，在不同的地质期刊发表论文也是“综合对比分析与‘相面’”形成的，主要为：《地质与资源》、《地质与勘探》、《地质找矿论丛》、《矿床地质》、《山东国土资源》和会议（2009 年中国地质学会年会）发表等①-⑦。

### 3.4. 山东省枣庄市苍峰铁矿刘岭矿段深部及外围普查项目所取得的地质效果

苍峰铁矿是沉积变质类型铁矿，在矿体形态及其变化特征方面与接触交代~热液铁矿有其相似性，刘岭矿段初勘是 1961 年第二勘探队进行（笔者参与），1962 年提交报告。2005-2007 年刘岭矿段深部及外围普查项目实施利用了原报告原图纸的“综合对比分析与‘相面’”，新增铁矿石资源量近 2000 万 t。提交报告被评为优秀。

### 3.5. 泰安市下港-放城金铁成矿带调查评价所取得的地质效果

2011-2012 年笔者主持“泰安市下港-放城金铁成矿带调查评价”项目并主编“泰安市下港-放城金铁成矿带调查评价报告”（5）。报告总结了区域成矿特征和区域成矿规律；提出了“凸起凹陷构造控矿及特征”、“绿岩带金矿三位一体成矿模式”、“绿岩带金矿成因分类模式”、“山东泰安富山倒转向斜的成矿作用及找矿探讨”；根据绿岩带金矿三位一体成矿模式和绿岩带金矿成因分类模式进行了资源潜力评价和成矿预测；指出以往的勘查工作忽视了闪长玢岩是找矿工作进展缓慢的主要原因所在，黄峪金矿、车往峪-关山头金矿、刘杜金矿应重新认识；提出了新的找矿思路；确立了富山倒转向斜构造控矿格局和西南峪-柳杭金矿与八十山金矿之间 7-8km 左右范围属特殊地质环境，是一处最理想的综合找矿靶区；提出了今后工作建议。

## 4. “综合对比分析与‘相面’”的基本内涵和工作方法

### 4.1. “综合对比分析与‘相面’”的基本内涵

（1）对比分析是对事物的比较和判断。是通过一事物与另一事物的对比，分析其异同，了解其联系，力图对客观事物作出接近客观实际的评价。

文中的对比分析具体是指诸地质因素、地质体或矿体的，矿体包括矿体形态、产状、陡倾、缓倾、分支复合、膨胀收缩、尖灭再现，矿体赋存形式、延长、延深等，矿石特征及有益、有害组分含量，围岩、母岩、构造、断层、单斜、背斜、向斜、褶皱、复式褶皱等，这些都是对比分析与相面的因素。通过对诸因素方方面面的对比分析与相面，分析其异同，了解其内在联系，作出较为合理的评价。

（2）‘相面’是透过观看事物外部相貌，力图掌握整体本质。‘相’由心生，通常是指人的内心世界，

即个性、心思、品德、善恶等，是由面部特征或称为记号反映的。通过对记号的观察达到对内心世界的了解。文中的‘相面’是指对诸地质因素、地质体的表面特征的多次观察、思索，判断地质因素、地质体的内部特征及变化规律。

(3) “综合对比分析与‘相面’”，其中的对比分析和‘相面’二者往往是你中有我，我中有你，相辅相成，互为依托，是统一的有机整体。比较起来，后者比前者进了一步。不管是以版面较小的原图为对象进行“综合对比分析与‘相面’”，抑或以缩制的袖珍卡片为对象进行“综合对比分析与‘相面’”，通常“综合对比分析与‘相面’”是反复的、多次的，深入细致的，不是简单地一目了然，而是复杂地反反复复，心里无时无刻的想着它，一旦开悟了，马上做笔录，日积月累，不求一日成，终有顿开毛塞时。这恰恰符合中国四大智慧之一“大道至简”的原理，即复杂的事情要简单去做，简单的事情要重复去做，重复做的事情要用心去做，坚持下去，这样就没有做不成的事情。大道至简，悟在天成。

## 4.2. “综合对比分析与‘相面’”的工作方法

### (1) 测试数据的“综合对比分析与‘相面’”

文中涉及到的通常是对各矿床矿石组分即 TFe、CaO、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、S、P 和 Cu、Co 等测试数据的“综合对比分析与‘相面’”，划分矿石质量品级，确定平炉富矿、一般富矿和贫矿。另通过对各类岩石、围岩、母岩、蚀变岩、矿石等测试数据的“综合对比分析与‘相面’”可发现其间的内在联系。

如通过对区域与区内马家沟组碳酸盐类岩石 CaO、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、TFe 含量的对比分析，成矿岩体与中国闪长岩体岩石（黎彤）CaO、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、TFe 含量对比分析，成矿岩体岩石与蚀变岩石透辉石矽卡岩、绿泥石矽卡岩等 CaO、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、TFe 含量对比分析以及与铁矿石 CaO、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、TFe 含量对比分析，根据其差异，提出了接触交代-热液铁矿的交代热液作用是双交代的、渗滤的，即双交代渗滤作用表现为物质组份的“余还少补”、运出带入，结合对矿床的整体认识，提出了“浅析山东莱芜接触交代-热液铁矿双交代渗滤作用”，发表在《地质找矿论丛》2006 年第 21 卷。

### (2) 剖面图的“综合对比分析与‘相面’”

通常是以缩制的剖面图卡片或原剖面图为对象，首先从矿床内选取 2 条最长的剖面图作为标准剖面图，以此与其它剖面图“综合对比分析与‘相面’”，相邻剖面图逐一“综合对比分析与‘相面’”，全部剖面图一条不漏的做完。通过这项工作，了解矿床矿体数量、矿体赋存形式、矿体形态、产状、陡倾、缓倾、分支复合、膨胀收缩、尖灭再现现象，确定矿体的圈定是否合理，围岩、母岩、构造、断层、单斜、背斜、向斜、褶皱、复式褶皱等对矿体的影响，结合平面图、磁异常平面图或矿体垂直纵投影图，了解探矿工程布置是否合理、工程质量有无问题、工程深度及对矿体的控制程度，断层的存在及对矿体的破坏程度。查找由于矿体圈定不合理、错划断层、探矿工程控制不够（包括工程间距、网度，孔浅）等问题所造成的漏矿情况，为下步部署工程提供依据。

### (3) 平面图的“综合对比分析与‘相面’”

平面图包括矿床平面图、磁异常平面图、资源储量计算平面图、资源储量计算矿体垂直纵投影图。通过对其“综合对比分析与‘相面’”，结合剖面图，了解探矿工程布置的合理程度及对矿体的控制程度，了解矿床矿体的圈定与剖面图的圈定是否对应一致，从而发现问题。

### (4) 剖面图与平面图相结合的“综合对比分析与‘相面’”，

这是剖面图的“综合对比分析与‘相面’”与平面图的“综合对比分析与‘相面’”两种方法的结合，是最常用的方法。

### (5) 文字描述的“综合对比分析与‘相面’”

是在以上方法的基础上,对矿床矿体有了一个较为理性的认识,对原报告或卡片中的文字摘抄做修正或调整的过程。

#### 4. 结论

上述诸地质项目均取得良好的地质效果。特别是马庄矿床的深部勘探新增铁矿石资源储量 800 万吨,使马庄矿床北部深部与邻矿山子后矿床南部深部连为一体,发现诸矿体相连、进而提出“山东莱芜矽卡岩类型铁矿‘三位一体’成矿模式及其地质意义”;张家洼铁矿深部及外围普查和科研提出了褶皱控矿、背斜控大矿、背斜倾没端赋大矿、大矿在深部的观点并用以指导找矿,新增铁矿石资源量(333) 1.065 亿吨,累计查明资源量(333) 1.265 亿吨;泰安市下港-放城金铁成矿带调查评价中,多种观点和认识的提出等,均说明地质效果显著。这一切都是借助于“综合对比分析与‘相面’”形成的。

“综合对比分析与‘相面’”是在实践中产生的。它绝非泛泛的、一般的比较、一般的对比分析,它是由感性到理性的一个认识过程的产物,经过了认识上的飞跃和提升,是科学有效的地质工作方法。该方法简单易行、简捷灵活、直观方便,易于操作。可以缩制成卡片形式,也可以原图原资料形式,可广泛用于各类地质勘查、矿区普查、勘探、深部找矿、区域调查评价,工程勘察,专题研究,地层划分,岩浆岩岩石单元划分与确定,变质岩岩石单元划分与确定,矿床工业类型、成因类型划分与确定等,其意义广泛。

#### 致 谢

笔者是中国冶金地质勘查总局山东局水文队 1995 年退休职工。水文队“矿产资源办公室”(后改为泰安正元地质资源勘查分公司)、泰安市钰锴地质资源勘查开发有限责任公司为笔者打造了二次就业平台,有了发挥余热的机会,才有了上述点滴。对此,对泰安正元地质资源勘查分公司、泰安市钰锴地质资源勘查开发有限责任公司领导表示衷心感谢!

#### 注 释

- (1) 山东省莱芜市张家洼铁矿区深部及外围普查设计 宗信德 汪云 方传昌等 济南 山东正元地质勘查院, 2007.10
- (2) 山东莱芜铁矿区马庄矿床 0 米以下勘探地质报告 宗信德 廖龙海 张道俊等 潍坊 中冶地勘总局山东局第二勘探队, 1985.12
- (3) 中国地质学会 2016 年度十大地质找矿成果 中国国土资源报 2017-02-14
- (4) 山东省莱芜接触交代-热液铁矿成矿规律研究报告 宗信德 徐建 卢铁元等 济南 山东正元地质勘查院, 2007.10
- (5) 泰安市下港-放城金铁成矿带调查评价报告 泰安 泰安市钰锴地质勘查公司 宗信德 彭超 石周青等 2012.12

#### 参考文献 (References)

- [1] 浅析山东莱芜接触交代-热液铁矿的双交代渗滤作用《地质找矿论丛》2006 年第 21 卷
- [2] “山东莱芜接触交代-热液铁矿多因素成矿及特征”《地质与资源》2011 年第 20 卷第 5 期竺可桢. 物理学[M]. 北京: 科学出版社, 1973: 1-3.
- [3] “山东莱芜接触交代-热液铁矿矿体形态研究”《山东国土资源》2010 年第 26 卷第 11 期
- [4] 背斜控大矿机制分析—以山东莱芜接触交代-热液铁矿为例”《矿床地质》2010 年第 29 卷
- [5] 论大矿在深部—以山东莱芜接触交代-热液铁矿为例”《地质找矿论丛》2010 年第 25 卷第 3 期

- [6] “山东莱芜张家洼铁矿平炉富矿和伴生组分、铜、钴研究”《地质找矿论丛》2012年第27卷第1期
- [7] 山东莱芜铁矿构造控矿规律及找矿方向”《地质与勘探》1978年第5期
- [8] 绿岩带金矿三位一体成矿及成矿预测-以泰安市区为例”《地质与资源》2012年第4期
- [9] 凸起、凹陷构造控矿及找矿探讨-以泰安市区为例”《山东国土资源》2011年第27卷第12期
- [10] “绿岩带金矿分类综合分析及其找矿意义”《矿产资源勘查开发形势研讨会》
- [11] “泰安市矿产地质特征及找矿思考”《泰安市地质找矿学术研讨会论文集锦》2010.12
- [12] “泰安市区东部金、铁矿构造控矿的研究与找矿探讨”《教育科学博览》2014.11期
- [13] “山东泰安富山倒转向斜的成矿作用及找矿探讨”《矿产资源勘查开发形势研讨会论文集》2012.9 33-42页
- [14] “泰安-莱芜地区幔枝构造与铁金铜矿床成矿潜力”《地质找矿论丛》2015年第30卷第2期