# 鲁西地区新生代非金属矿含矿沉积建造

王万奎
（山东省地质科学实验研究院）

王玉玲　　李艳双
（山东省地质矿产局第一地质队）（山东省化工地质勘察院）

**提要**　山东省鲁西地区新生代盆地中蕴藏着丰富的非金属矿产资源，这些盆地由于其地质构造环境和演化过程的差异，而形成各具特色的非金属矿含矿建造。主要有早第三纪的含盐类、自然硫碎屑岩-碳酸盐岩-蒸发岩沉积建造；晚第三纪的含膨润土、蓝宝石、硅藻土火山-沉积建造；第四纪的含蓝宝石、金刚石河床冲积沉积建造等。这些非金属矿含矿沉积建造控制了鲁西地区新生代非金属矿产的空间展布和成矿作用特点。因此，深入研究探索鲁西地区非金属矿含矿沉积建造的形成和时空分布特点，对有关矿产的找矿、开发具有重要意义。

山东省新生代沉积盆地发育广泛，但主要分布在鲁西地区，鲁东地区主要有黄城盆地、平度盆地。鲁西地区西北部和西南部的济阳拗陷-临清拗陷，是个大一级的新生代盆地，其间包含着许多次一级小盆地；鲁中山区内的新一代盆地有泰蒙盆地和汶泗盆地，其中也包含着一些小盆地（图1）。这些盆地中蕴藏着石膏、岩盐（钾盐）、自然硫、硅藻土、膨润土、蓝宝石、金刚石（砂矿）等非金属矿产以及石油、煤和油页岩等能源矿产。

## 1　鲁西地区新生代盆地基本特征

鲁西地区新生代盆地，基本上是在中生代盆地格架基础上形成和发展的。新生代盆地构造多具重叠性，少有新生性，致使盆地的发展不但具有长期性与继承性，而且具有复杂性。随着盆地的发展与演化，严格控制着非金属矿产的分布和规模。

### 1.1　盆地性质、形成与演化

鲁西地区位于亚洲大陆滨太平洋构造带的中带（大陆边缘活动带）。中生代以来，由于太平洋板块的俯冲作用，上地幔发生隆起，地壳受到以拉张作用为主的应力场影响，在本区形成了一系列断陷盆地，而且鲁西隆起区的盆地成生和演化多与大型平移断裂（沂沭断

本文1996—03—12收到，1996—08—09改回。

裂带)有关,形成狭长形盆地轮廓。到新生代,断陷盆地进一步发展,产生一些新的断陷盆地(图1)。这些盆地的结构大都较为复杂,凹中有凸,凸中有凹,构成了多物源,多中心的沉积湖盆,表明控制盆地发展演化的构造运动较为频繁。盆地的形成和演化大体可划分为三个旋回。

(1)第一旋回(始新世):燕山运动末期,济阳拗陷-临清拗陷和鲁西隆起区内的断陷盆地已具备了相当规模,并逐渐进入一个相对稳定的发展时期,古气候干湿交替,从而接受了巨厚的河湖碎屑岩、碳酸盐岩及沼泽相沉积。早第三纪始新世早期,即孔店期(相当于官庄组一段沉积时期),盆地处于充填阶段,先以山麓相、河床相粗碎屑沉积为主,随后接受了准平原化的较细碎屑沉积。到始新世晚期,即沙河街组四段沉积时期(相当于官庄组二段沉积时期),盆地依然处于稳定发展阶段,沉积范围不断扩大,湖相沉积发育。先以淡水-半咸沉积为主,接着演变为大面积的硫酸盐岩咸水湖相沉积。而且湖盆不断迁移,往往在深凹区浓缩中心形成以岩盐沉积为主的盐湖(如东营、东明、成武等盆地),甚至个别湖盆可以进一步浓缩至钾镁盐沉积的更高盐度(汶口盆地)。这个时期是鲁西第三纪盆地发展史上最重要的非金属矿产形成阶段。始新世末,本区发生了重要的构造变动——喜马拉雅运动第Ⅰ幕,几乎波及全区,造成区域性的抬升。盆地经历了一个萎缩阶段,接受过补偿沉积,聚盐环境遭到破坏。

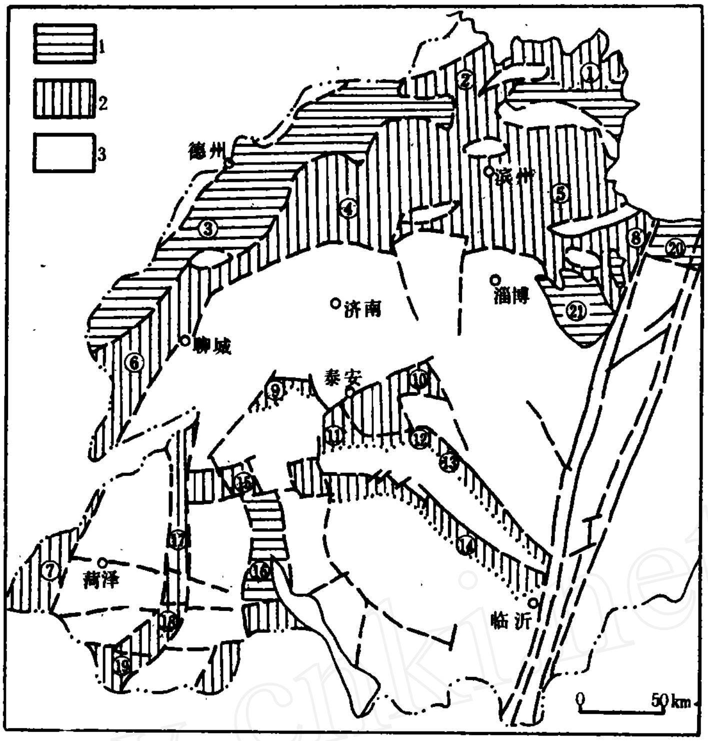


图1　鲁西地区新生代盆地展布略图

Fig.1　Sketch showing the distribution of Cenozoic basins in western Shandong

1—上第三系;2—下第三系;3—前第三纪地层及侵入岩。①沾化盆地;②车镇盆地;③德州盆地;④惠民盆地;⑤东营盆地;⑥寿张盆地;⑦东明盆地;⑧潍西盆地;⑨肥城盆地;⑩莱芜盆地;⑪汶口盆地;⑫汶东盆地;⑬蒙阴盆地;⑭平邑盆地;⑮汶泗盆地;⑯济宁盆地;⑰巨野盆地;⑱成武盆地;⑲丰县盆地;⑳潍东盆地;㉑临朐盆地

(2)第二旋回(渐新世):区内盆地再次下陷,但是由于印度板块、太平洋板块和欧亚板块的相互作用,致使该区发生较为频繁的小规模升降运动,湖泊沉积时而间断。同时,盆地

内部由于新生代断裂的影响而重新调整,出现了分明的凹、凸格局。沉积范围也随地壳的差异升降出现扩张-收缩的交替循环。但总的趋势是地壳南升北降,沉积范围相应向北退缩。早期,即沙河街组三、二、一段(相当于官庄组三段)沉积时期,以河湖相粗-细碎屑岩交替循环为主;晚期,即东营组沉积时,则仅局限于北部,以河流相或河湖交替沉积为主。古气候干湿频繁交替,但早期以温湿为主,发育湖沼相含油、煤沉积岩系。

(3)第三旋回(晚第三纪):太平洋西缘岛弧体系的形成,日本海的扩张和东海东缘的沉积表示亚洲大陆东缘为一个以扩张沉陷为主的构造环境。近海的济阳拗陷-临清拗陷区整体下沉,形成了馆陶组和明化镇组含油碎屑岩沉积。鲁西隆起区沉积成岩条件差,仅局部地区形成了松散砂砾岩,但东北部一带有火山湖发育,形成了含膨润土、硅藻土(和磷结核)的沉积岩系。

## 1.2 新生代盆地分布区地层及非金属矿含矿性

鲁西新生代盆地中广泛发育着第三纪地层,但由于盆地所处的古地理位置及盆地演化的差异,致使鲁西隆起区内和鲁西北沉降区内的第三纪地层及非金属矿含矿建造,尽管存在很大的相似性,但存在着一定的差异。在鲁西隆起区内(属鲁西地层分区)分布着早第三纪官庄组和五图组及其中的含石膏、岩盐(钾盐)、自然硫等含矿沉积建造(伴生煤油灰岩等能源矿产);晚第三纪牛山组、山旺组、尧山组和巴漏河组及其中的玄武岩、蓝宝石、硅藻土、膨润土、白垩等含矿沉积建造。在鲁西北沉降区,即济阳-临清拗陷区(属华北地层分区),分布着早第三纪孔店组、沙河街组和东营组及其中的含石膏、岩盐等含矿沉积建造(伴生石油、油页岩等能源矿产);晚第三纪有馆陶组、明化镇组。鲁西地区两个地层区内第三系、已有许多著述[2],无须过多引证,为后文讨论方便,这里只作概要叙述。

### 1.2.1 下第三系

#### 1.2.1.1 鲁西隆起区下第三系

鲁西隆起区下第三系发育较好(图 2),是一套含岩盐类、石膏、自然硫等非金属矿产(及煤、石油、油页岩等能源矿产)的河湖相碎屑岩及碳酸盐岩沉积,有分布在该区南部及西部的官庄组、东北部的五图组❶。

(1)官庄组

官庄组主要分布于蒙阴、平邑、泰安、莱芜等地。据钻孔资料,在肥城、拳铺、宁阳、济宁、成武、曲阜等新生代沉积盆地内也有发育。其岩性组合具有明显的三分性,自下而上为:

官庄组一段　由杂色泥岩、泥质粉砂岩、细砂岩及砾岩组成。厚 458m。这套岩石组合在不同盆地内有所变化,其为一套河湖相沉积,局部为山麓堆积。时代可能为始新世。官庄组一段内目前尚未发现重要的非金属矿产。

---

❶ 迟培星等在"山东省新生代岩石地层清理意见"一文中,将这两套地层分别厘定为"官庄群"和"五图群",见《山东地质》,1994 年增刊。

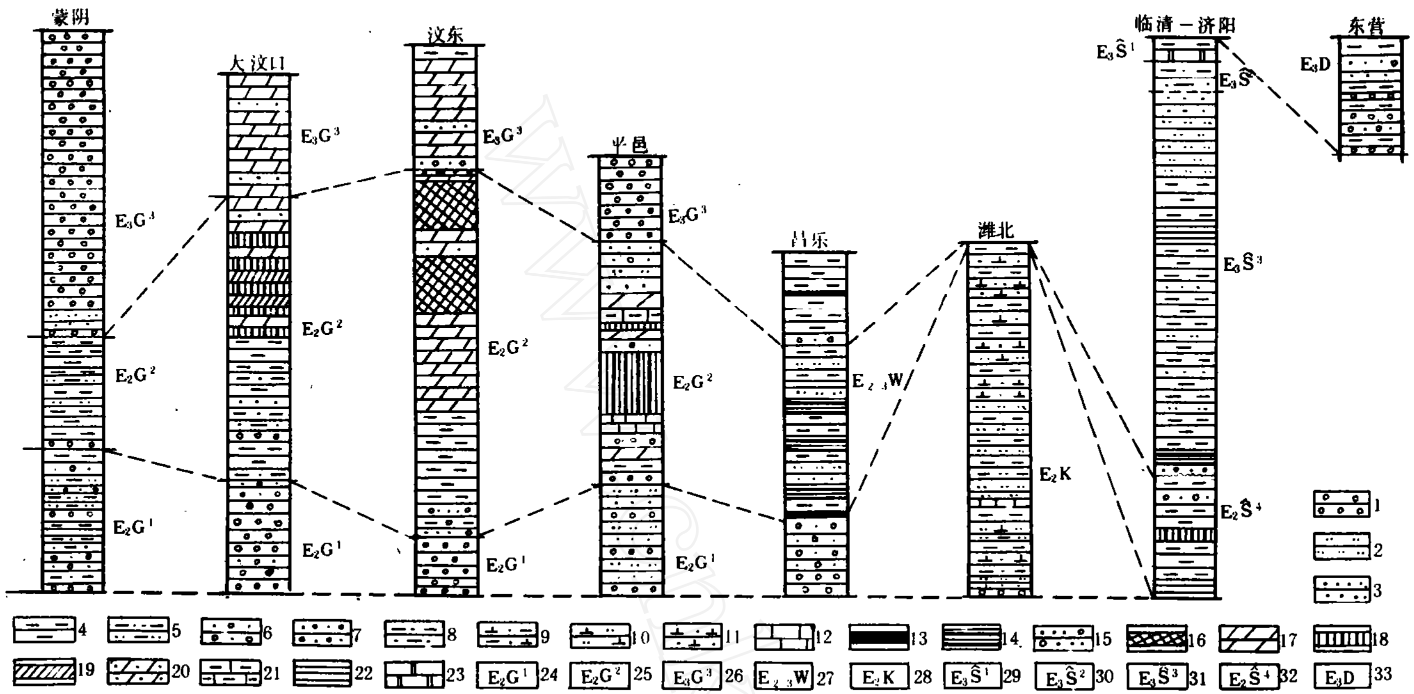


图2 鲁西地区下第三系及含矿性对比图

Fig. 2 Correlation of the lower Tertiary system and its ore—bearing characteristics in western Shandong

1—砾岩；2—粉砂岩；3—砂岩；4—泥岩；5—粉砂泥岩；6—砂砾岩；7—石英砂岩；8—砂泥岩；9—钙质砂泥岩；10—钙质粉砂岩；11—钙质砂岩；12—灰岩；13—煤层；14—油页岩；15—含砾砂岩；16—自然硫层；17—泥灰岩；18—石膏岩层；19—石盐岩层；20—砂质泥灰岩；21—泥质灰岩；22—页岩；23—白云岩；24—官庄组一段；25—官庄组二段；26—官庄组三段；27—五图组；28—孔店组；29—沙河街组一段；30—沙河街组二段；31—沙河街组三段；32—沙河街组四段；33—东营组

官庄组二段　为泥岩、泥质粉砂岩及少量砾岩、细砂岩组成,间有煤线、炭屑及泥灰岩,一般厚仅370m,个别地区最厚超过千米。平邑下桥一带以含有较多的灰质泥岩、灰岩、生物礁灰岩、生物灰岩为特征,厚度622~774m。岩相不稳定,在一千米范围内就可变为含石膏岩以细碎屑岩为主的一套沉积组合。泗水柘沟基本由石膏层及含石膏粘土岩、砂质粘土岩组成,厚117~403m。莱芜一带为细碎屑岩夹泥灰岩,厚731m。泰安大汶口、汶东盆地内以含有极其丰富的蒸发盐类岩石和自然硫为特征,厚达1500m左右。本段沉积物粒度普遍较细,为湖相为主的河湖相沉积,是省内石膏、钾盐及其它盐类矿产和自然硫的重要产出层位。其时代可能为始新世。

官庄组三段　由巨厚的灰红色中砾岩组成。砾石成分单一(多为灰岩),分选差,厚度超过1000m,属山麓堆积-洪积相。其在不同盆地内岩性有所变化,在汶口、汶东盆地内为灰色钙质页岩、钙质粘土岩、泥灰岩,偶夹细砂岩和粉砂岩,局部(汶口盆地)夹石膏、白垩为以湖相为主的沉积。其时代可能为渐新世。

(2)五图组

五图组主要分布在昌乐、临朐、潍坊、安丘、莒县等地。出露差,分布局限。主要由砂砾岩、砾岩、盐土岩及泥岩组成,含有煤、油页岩,局部含有膨润土,为山前断陷盆地中的含煤、油页岩、粘土岩的碎屑沉积,岩相和厚度变化较大,厚度薄者150m左右,厚者达1200m左右。其时代可能为始新世—渐新世,大致可与官庄组对比(图2)。

1.2.1.2　**济阳拗陷-临清拗陷区下第三系**

在济阳-临清拗陷区内的一系列断陷盆地中,发育有巨厚的下第三系,自下而上包括孔店组、沙河街组和东营组❶。其主要为河湖相泥岩和砂岩的交互堆积,夹少量碳酸盐岩、油页岩、石膏和盐岩,厚达4000~5000m。是石膏、岩盐等非金属矿产及石油等能源矿产的重要产出层位。

(1)孔店组

孔店组主要发育在昌邑、潍坊、惠民、临邑、东明等地,埋深多在2000m以下,厚度一般在1500m左右。主要为泥岩、砂岩、砾岩,局部夹炭质页岩、煤层和油页岩,在红色泥岩和砂岩中偶含石膏团块或薄层。其时代可能为始新世。

(2)沙河街组

沙河街组广泛发育于济阳拗陷和临清拗陷中,以济阳拗陷最为发育。是一套以泥岩为主,次为粉砂岩、细砂岩、砂岩、碳酸盐岩的细碎屑沉积,为重要的岩盐、石膏及含石油层位,厚度大于2000m。自下而上包括四个段。

沙河街组四段　主要为深灰色泥岩夹薄层灰岩、白云岩,最大厚度大于1000m。岩性岩相变化很大,东南部的东营盆地以泥岩夹石膏、石盐和碳酸岩盐为主;中部的惠民盆地多为含石膏晶体的泥灰岩;东部的潍西盆地多为油页岩和泥砂岩;北部的车镇盆地和沾化盆地多为含石膏团块和薄层的泥灰岩和砂砾岩;西南部的东明盆地为泥岩和砂岩。此套地层是本区重要的石膏、岩盐及含油层位之一。时代可能为始新世,与官庄组二段可以对比。

❶ 迟培星等在"山东省新生代岩石地层清理意见"一文中,将孔店组、沙河街组和东营组统一厘定为"济阳群"。见《山东地质》1994年增刊。

沙河街组三段　主要分布于垦利、东营、利津、博兴等地，为一套灰色泥岩还原湖相沉积，是主要的生油层和储油层。时代可能为渐新世。

沙河街组二段　分布于东营、济阳、沾化、垦利、利津、无棣、临清、东明等地，为一套河湖相泥砂岩沉积。东营盆地发育最佳，包括上、下两个重要的含油层系，最大厚度达4000m。西部临清一带发育差，厚度小于200m。东明盆地内含有大量岩盐和石膏。其时代为渐新世。

沙河街组一段　全区普遍发育，尤以中北部发育最好。下部为泥岩夹生物灰岩、白云岩、油页岩及粉砂岩，上部以泥岩为主，是一套还原湖相沉积，为重要的含油关系。

(3)东营组

东营组主要发育于本区的中西部，北部有些地区缺失。其为一套砂岩、泥岩的交互沉积，厚度400～600m。其时代为渐新世较晚期。

**1.2.2 上第三系**

1.2.2.1 **鲁西隆起区上第三系**　鲁西隆起区的上第三系发育零星，主要分布在临朐、昌乐、安丘、沂水及济宁等地。主要由泥岩、粘土岩、砂岩、粉砂岩、炭质页岩、硅藻土页岩、灰岩及火山喷溢玄武岩构成，是硅藻土、白垩矿的含矿层位。自下而上包括牛山组、山旺组、尧山组❶ 及巴漏河组。

(1)牛山组

牛山组主要分布在临朐、昌乐、安丘、沂水、潍坊等地。岩性为气孔状玄武岩与橄榄玄武岩互层，其中夹有泥岩，底部往往有砂砾岩、砾岩。各地厚度变化很大，由10m至241m。该组内赋存有膨润土等非金属矿产。时代为中新世早期。

(2)山旺组

山旺组仅分布于临朐山旺至角岩山一带，面积仅1km$^2$左右。该组底部为砂砾岩、砾岩，厚仅0—20m；中部为粘土页岩，夹少量油页岩、硅藻土层，含有磷结核，厚7～27m；上部为玄武岩夹页岩和泥岩，近顶部还夹柴煤和油页岩，厚20～59m。时代为中新世中期。

(3)尧山组

尧山组发育于临朐、昌乐、安丘、沂水等地。由厚层玄武岩、碱性橄榄玄武岩、碧玄岩、橄榄钛辉玄武岩及少量辉绿岩组成，厚80m左右。玄武岩中含有蓝宝石等非金属矿产。时代为上新世。

此外，在章丘枣园巴漏河沿岸发育一套以淡水结晶灰岩及泥灰岩为主，底部含有砾岩的沉积地层，即巴漏河组。其时代为上新世。

1.2.2.2 **济阳拗陷-临清拗陷区上第三系**　全区上第三系均有分布，是一套泥灰质沉积，包括馆陶组和明化镇组❷。

(1)馆陶组

馆陶组广泛发育在渤海湾沿岸地区，为砂岩、细砂岩和泥岩互层沉积，底部含有石英

---

❶ 迟培星等在"山东省新生代岩石地层清理意见"一文中，将牛山组、山旺组、尧山组统一厘定为"临朐群"。见《山东地质》1994年增刊。

❷ 迟培星等在"山东省新生代岩石地层清理意见"一文中，将馆陶组和明化镇组，统一厘定为"黄骅群"。见《山东地质》1994年增刊

及黑色燧石。岩性稳定,是良好的标志层。厚度变化较大,由150m到1100m,一般500m左右。有些地区偶夹煤层、石膏晶片及铁锰结核,为河流相沉积。地质时代为中新世,可与牛山组和山旺组对比。

(2)明化镇组

明化镇组分布在宁津、乐陵、商河、阳信等地。主要由泥岩、砂质泥岩与砂岩组成。厚600~800m。其时代为上新世,大致可与尧山组对比。

#### 1.2.3 第四系

鲁西平原及山地丘陵区普遍发育第四系,为一套冲积-湖积相粘土、砂和粉砂质粘土,局部地区见少量玄武岩及海相、风成堆积。含有金刚石砂矿和蓝宝石砂矿、建筑砂,在近渤海湾地带含有贝壳岩(砂)等非金属矿产。

## 2 鲁西地区新生代主要非金属矿含矿沉积建造

### 2.1 早第三纪非金属矿含矿建造

#### 2.1.1 鲁西隆起区始新世含盐类、自然硫碎屑岩-碳酸盐岩-蒸发岩沉积建造

鲁西隆起区自新生代以来,经历了强烈的地壳变动,由断裂分割形成了一系列断陷盆地。其中有莱芜、汶蒙、平邑、汶泗、济宁、成武等盆地(图1)。始新世时,在这些盆地中形成了独具特色的沉积岩相和含盐类、自然硫碎屑岩-碳酸盐岩-蒸发岩沉积建造,其层位相当于始新统官庄组二段。

##### 2.1.1.1 沉积岩相特征

如前所述,官庄组二段沉积时(始新世)各盆地岩相有些变化,但总体上还是近似的。在其沉积早期(官庄组二段下部),为一套红色碎屑岩夹泥岩和泥灰岩,多数为淡水湖相或半咸化湖泊沉积,局部(如蒙阴盆地)发育山麓堆积相和河流相;沉积晚期(官庄组二段上部)为一套碳酸盐岩及硫酸盐,属咸水湖相沉积,个别盆地(如汶口盆地)出现岩盐和钾盐,为盐湖相沉积。此外,在平邑、新泰和汶口等地有核形石发现,表明其多为潮间带下部海水动荡条件下,由蓝藻参与形成的,具有一定的指相意义;在汶东盆地内发现蓝藻和海绿石,并且钻孔中发现有孔虫、放射虫等海洋生物化石,表明该区曾一度受到海水的影响。

##### 2.1.1.2 含矿建造类型及特征。

此建造中含有岩盐、钾盐、石膏、自然硫等非金属矿产及石油、油页岩等能源矿产。由于各盆地的湖水浓缩程度、构造控制、古地理位置及沉积岩相等不尽相同,所以形成了某种特征的、反映湖水咸化程度的不同的含矿建造类型(可称亚建造),可分为含钾镁盐建造类型、含自然硫建造类型和含石膏建造类型(图3)。

(1)含钾镁盐建造类型

该类型以出现无水钾镁矾盐岩为特征,此外,有大量石盐岩和石膏等。无水钾镁矾岩一般夹于石盐岩之间,亦有少量无水钾镁矾矿分布或分散于石盐岩中。反映了湖盆从沉淀石膏到石盐再到钾镁盐的逐渐浓缩过程,表明盐湖达到最高咸化程度才形成钾镁盐沉淀。该类型仅发育于汶口盆地。

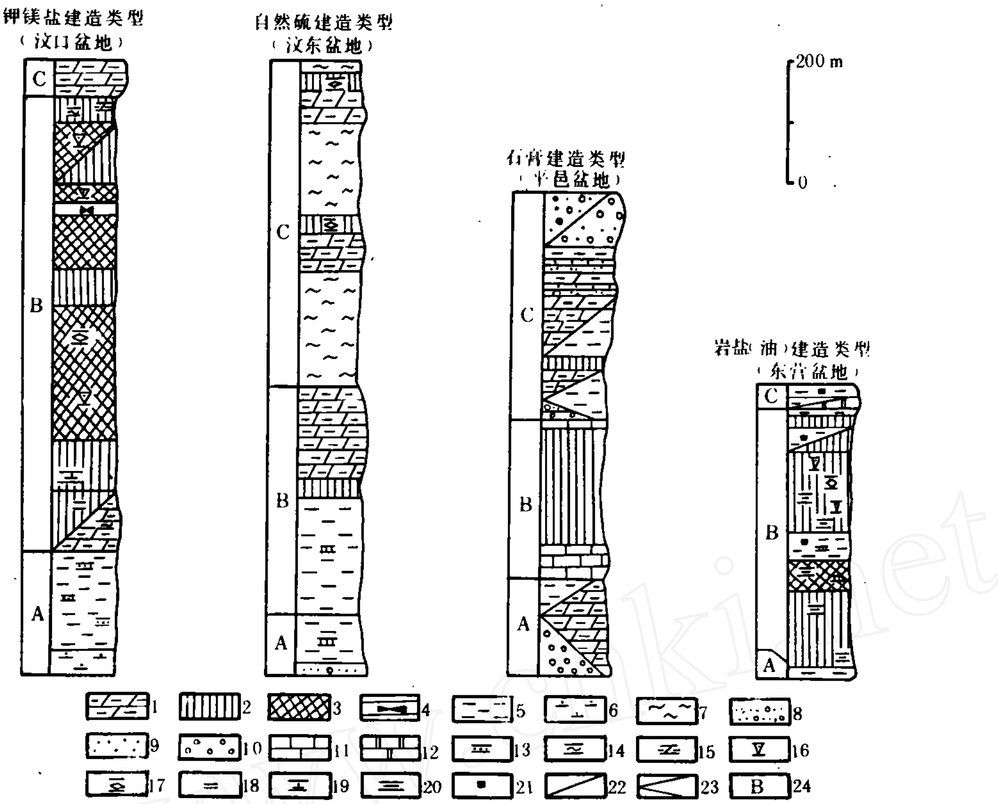


图 3 鲁西地区下第三系始新统官二段、沙四段含非金属矿沉积建造柱状对比图

Fig. 3 Column correlation of the nonmetallic mineral—bearing sedimentary formations of the second member of the Guanzhuang formation and the fourth member of the Shahejie formation of the Eocene epoch, in the lower Tertiary in western Shandong

1—泥质灰岩;2—硬石膏岩;3—盐岩;4—无水钾镁矾岩;5—粘土岩;6—砂质粘土岩;7—自然硫矿带;8—含砾砂岩;9—砂岩;10—砾岩;11—灰岩;12—白云岩;13—砂岩夹层;14—自然硫夹层;15—泥灰岩夹层;16—杂卤石岩夹层;17—钙芒硝岩夹层;18—页岩夹层;19—钙质泥岩夹层;20—泥岩夹层;21—黄铁矿晶体;22—二者互层;23—三者互层;24—建造分层号

汶口盆地中含钾镁盐建造大致可分为三层(图 3)。上、下两层不含矿。上层(C)以深灰色泥灰岩、页片状泥灰岩为主,夹薄层砂岩、油页岩,含炭质碎屑较多。下层(A)以杂色、紫红色粘土岩、砂质粘土岩为主,夹少量石膏及砂岩、砾岩等。中部为含矿层(B),其又可分为下、中、上三部分:下部以含钙芒硝、杂卤石石盐岩和硬石膏为主,夹有薄层页岩和钙质粘土岩、自然硫;中部为含杂卤石石盐、石膏互层,以含杂卤石石盐为主,偶夹钙芒硝岩;上部含杂卤石石盐和石膏交互,在石盐岩中夹有无水钾镁矾盐岩,或含有分散的钾镁矾矿。

汶口盆地的钾镁盐建造成分较为复杂,既有低咸化湖相的石膏,也有盐湖相的岩盐和接近干盐湖相的钾盐,总体反映了湖盆的淡化—浓缩—淡化的循环过程。同时,也说明盐

湖达到的咸化程度越高,形成的各种盐类矿产成分越复杂。油页岩的间断出现,表明潮湿气候与上述干燥蒸发气候交互发生。当某一循环中的蒸发阶段得以相当长时期维持时,便形成钾镁盐的沉淀。

(2)含自然硫建造类型

该类型以大量自然硫的出现和缺少岩盐和钾镁盐为主要特征,同时,还含有石膏层。湖盆的成熟度不高,只达到咸水湖相,终极蒸发岩为石膏(硫酸盐),缺乏持续发育的蒸发干燥环境,以湿润还原环境为主。其代表一种中盐度蒸发环境下,达到硫酸盐沉积阶段的干燥—湿润、氧化—半还原交互的较深湖相沉积。此类建造类型主要发育于汶东盆地,以朱家庄矿区最为典型。

汶东盆地朱家庄矿区自然硫含矿沉积建造主要包括三层(图 3):底部(A)为含砾砂岩、棕红色泥岩,为氧化浅湖相沉积;下部(B)为石膏岩、含石膏泥岩、泥灰岩,代表半咸化到咸化湖泊相。上述二者均以干燥气候条件下的沉积为主;中上部(C)为自然硫矿、钙芒硝石膏岩、石膏岩和泥灰岩互层。C 层中含有三个自然硫矿带,以下面的两个矿带为主。此外,该自然硫含矿建造类型亦是含油建造,表明二者在一定程度上具有较一致的形成环境。

(3)含石膏建造类型

该类型以单一石膏的大量出现为主要特征,缺乏高盐度蒸发相的岩盐、钾镁盐等盐类矿产和半还原条件下形成的自然硫等。代表湖盆的演化只达到咸化湖相,未进一步发展到盐湖阶段,以氧化环境占绝对优势。此类建造在区内分布较广,如新泰、莱芜、泗水和平邑等盆地。建造的内部结构较简单,以平邑盆地卞桥地区为代表。

平邑卞桥地区官二段含石膏矿沉积建造结构较简单:底部(A)以砾岩、泥灰岩和泥岩为主,为氧化浅湖相沉积;中部(B)为石膏矿带,包括钙质、钙泥质和泥质岩石膏;上部(C)以灰岩、泥灰岩、泥岩、砂岩、粉砂岩、砾岩为主,代表较深湖还原—浅湖氧化交互蒸发沉积相(图 3)。

上述的含钾镁盐建造类型、含自然硫建造类型和含石膏建造类型,以含有丰富的盐类、石膏和自然硫为特征,它们分别代表了咸化湖盆从淡化到浓缩咸化的演化过程中的不同发展阶段和沉积环境的差异。成熟度(以盐度衡量)较低的湖盆(平邑、汶东、泗水等)只能达到咸水湖相,因而最终只能形成石膏矿(氧化条件下)和自然硫(半还原条件下);成熟度较高的盐湖可以形成岩盐等矿(成武、丰县等盆地),成熟度最高的盐湖(汶口盆地)才能最终形成钾盐。可见汶口盆地是一个演化过程较为完整的盐湖(在从淡水—低咸化—中咸化—高咸化—盐湖的逐渐浓缩过程中,形成了各个阶段相应的盐类矿产)。就全区而言,上述三种含矿建造类型以石膏类分布最广,自然硫次之,钾镁盐类分布最局限。

### 2.1.1.3　鲁西隆起区含盐类建造形成模式

鲁西隆起区早第三纪盐类矿床形成以汶口盆地发育最全。其属于汶蒙盆地带发展的终极产物,位于该盆带的最西端,向东依次还有汶东盆地和蒙阴盆地。它们的形成和演化构成了一部早第三纪(官庄组沉积时期)汶蒙盆带多级盆地的兴衰史。东部的蒙阴盆地形成最早,有较厚的红色碎屑岩沉积,之后沉积范围向西扩展,沉积中心西迁至汶东盆地及以西,形成官庄组二段的含自然硫的咸水湖相膏泥岩沉积建造。再后,沉积浓缩中心移至

汶口盆地附近，形成了含硫酸钾镁盐的盐湖沉积建造(图4)。这种岩相的展布，表明了汶蒙盆带湖盆自东向西的逐渐分级演化，成熟度也越来越高，构成了一个较为典型的多级盆地成盐模式的实例。在鲁西隆起区很具代表性，其它盆地在断陷(地堑、谷地)中的发展演化也具有相似性，只是演化的完整程度和成熟度普遍较低，多未达钾盐级盆地。

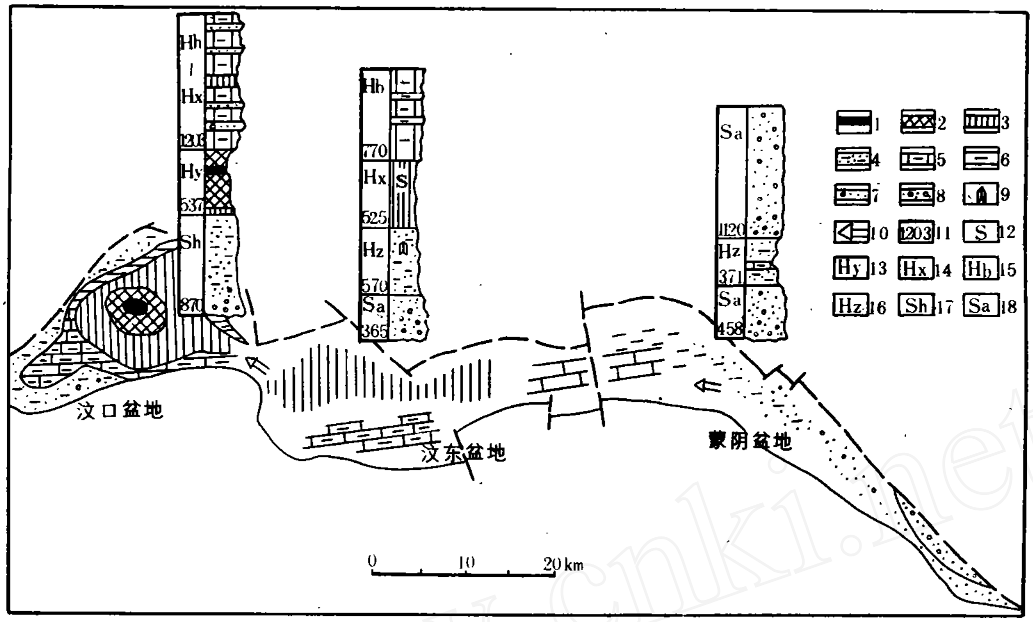


图4 汶蒙盆带下第三系官庄组含非金属矿沉积建造分异及形成机理简图

(据地矿部第三地质大队，1990)

Fig. 4 Sketch showing differentiation and its forming mechanism to the nonmetallic mineral—bearing sedimentary formations of the Guanzhuang formation in the lower Tertiary in Wenmeng basin

1—钾镁盐沉积；2—盐湖沉积组合；3—咸水湖相沉积组合；4—混积岩-砂岩组合；5—泥灰岩-灰泥岩组合；6—泥岩；7—含砾砂岩；8—扇积相碎屑组合；9—硬石膏星点；10—物质运移方向；11—地层厚度(m)；12—自然硫；13—盐湖相；14—咸水湖相；15—半咸水湖相；16—间歇湖沉积；17—扇洪积相；18—扇积相

上述模式的特征大致可以概括为：隆起区内受断裂控制的地堑、长条形断陷区或谷地，发展而成一串盆地，它们在成因上受同一组断裂控制，各盆地间又有砂体等在一定程度上的分隔。当水体进入盆地时，在凹陷区形成自上游向下游的逐渐迁移，逐步浓缩。沉积物往往也从洪积相为主渐渐变为以半咸水—咸水湖相为主，最终的汇水盆地形成岩盐，甚至钾盐沉积(图5)。

**2.1.3 济阳拗陷-临清拗陷区始新世含盐类蒸发岩-泥岩建造**

济阳拗陷-临清拗陷区，在中生代构造格架的基础上，在新生代形成了一系列的断陷盆地，如东营盆地、惠民盆地、潍西盆地、德州盆地、临清盆地及东明盆地等(图1)。其中在始新世沉积的沙河街组四段含有较为丰富的岩盐和石膏等非金属矿产及石油等能源

矿产。

2.1.2.1 **沉积岩相特征**

济阳拗陷—临清拗陷区在始新世沙河街组四段沉积时期，受新生代断裂的影响，在其内部分化为许多半隔离状态的盆地中，形成了多相多源的沉积岩相组合。①早期主要是河流洪积-冲积相和淡水湖相组合。②中期在东营盆地主要是岩盐、石膏及蓝灰色泥岩夹薄层砂岩的盐湖沉积，并见有海相有孔虫化石；惠民盆地为泥岩、灰岩夹砂岩，并含有零星石膏团块，代表半咸水-咸水湖沉积；车镇盆地沉积了一套红、绿相间的河湖相地层；沾化盆地主要为砂、泥石夹薄层石膏岩及灰岩，见有孔虫化石，为半咸水湖相沉积组合。③晚期东营盆地以粒屑灰岩、含粒屑隐晶灰岩、隐晶白云岩为主，同时见有海相化石，表明其为受海水补给的半咸-咸水湖相沉积；惠民盆地以含粗碎屑的淡水河湖-半咸水湖相为特征，并显示多次火山活动的迹象；沾化盆地沉积了一套硬石膏岩及碳酸岩、白云岩，见有有孔虫化石，属半咸-咸水湖相；车镇盆地西部多以粗碎屑岩沉积为主，东部则以白云岩较为普遍，与沾化盆地沉积特征接近。


图 5 多级盆地成盐模式图

(据地矿部第三地质大队，1990)

Fig.5 A model showing salt formation in the multiple—stage basin

Sh—扇洪积相带；Hd—淡水-半咸水湖或间歇湖；$H_X$—半咸水-咸水湖；$H_Y$—盐湖

总之，济阳拗陷-临清拗陷区在始新世(沙河街组四段沉积期)以湖相沉积为主，各盆地之间及同一盆地的不同时期存在盐度的差异。值得一提的是在许多湖盆内存在碳酸盐岩的沉积，一般厚 10～30m，呈“岩丘”状产出(如惠民盆地等)，其形成可能与湖底水下隆起有关。另外，西南部的东明盆地，沙河街组四段发育厚度较大：下部为紫红色粉砂岩、泥岩夹薄层灰岩之淡水湖相沉积；上部为石膏、岩盐夹泥岩薄层及灰岩，含有孔虫、德弗、蓝藻，可能代表了近海盐湖相沉积。

2.1.2.2 **含矿沉积建造特征**

含盐类蒸发岩-泥岩建造最显著的特征是：湖盆浓缩蒸发的终极产物，为含有较多各种盐类(杂卤石、钙芒硝等)的岩盐，同时伴生有大量的在较低盐度环境下形成的石膏。以东营盆地为例叙述该含矿沉积建造的特征(图 3)。

东营盆地内含岩盐、石膏沉积建造(层位相当于始新统沙河街组四段)总体特征是泥岩—硬石膏岩—石盐岩多次交替出现。可进一步分为三层：①底部(A)主要为泥岩、白云质粉砂岩互层，含有黄铁矿晶粒，为淡水湖或微咸化湖相沉积。②中部(B)主要为岩盐、硬石膏和泥岩夹层，并多次出现杂卤石薄夹层，断续可见钙芒硝夹于硬石膏岩中。③顶部(C)为泥岩、页岩互层及泥岩和白云岩互层，有石膏薄层或晶片出现。该建造反映了湖盆从淡水—咸水—盐湖—咸水—淡水的一个较完整的演化旋回性。

本区除东营盆地这类既含岩盐又含石膏的建造类型外，有的盆地中这类建造只含石膏，如惠民、车镇、潍西等盆地。但当含矿建造中只含有石膏矿时，石膏含量往往很少，工业价值不大。

#### 2.1.2.3 济阳坳陷—临清坳陷中含盐类建造形成模式

该区含盐类沉积建造，在各个盆地中分布较普遍，但主要发育于东营盆地和东濮盆地中。

东营盆地是本区具有代表性的成矿盆地，它是在华北地台济阳坳陷区内发育而成的。其岩相展布揭示出坳陷区具有若干次级凹陷、洼地，即所谓“副盆”(刘群，1987)。石盐岩分布区可能为较深沉陷区，即所谓“主盆”(刘群，1987)，它可以汇集周围与之时隔时通的副盆内浓缩的卤水，因而形成了咸化程度较高的盐湖相石盐岩含矿建造。该成盐过程被称为“卫星式”成盐模式(刘群，1987)，见图 6。

东明盆地(东濮盆地的一部分)内的含盐类建造发育在盆地边缘或靠近盆地内的次级凹陷处，其成盐成矿机理较为复杂。成盐作用可能以“泪滴式”蒸发岩模式为主，其岩相展布受海水补给直接控制(图 7)。

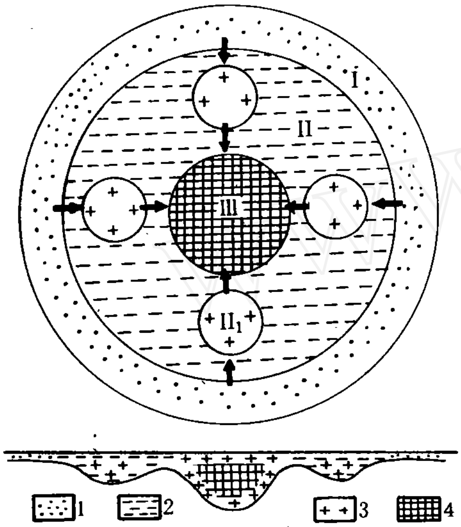


**图 6 “卫星式”成盐模式图**

(据刘群 1987 年资料修编)

Fig.6 A model illustrating “satellite” type salt formation

1—片流洪积相；2—滨湖或混合坪沉积；3—咸水湖相或盐湖相；4—盐湖相或钾盐盐湖相；Ⅰ—一级凹陷；Ⅱ—二级凹陷；$\mathrm{II}_1$—二级凹陷副盆；Ⅲ—三级凹陷

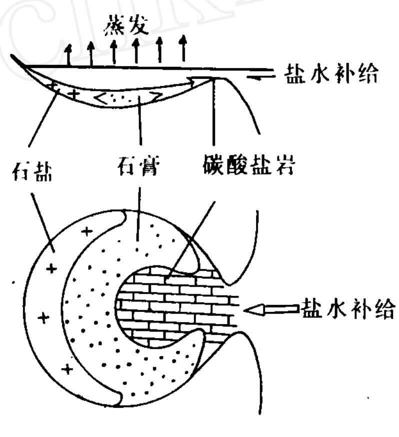


**图 7 “泪滴式”成盐模式图**

(据 Hsü，1972)

Fig.7 A model illustrating “tear drop” type salt formation

## 2.2　晚第三纪非金属含矿沉积建造

鲁西地区晚第三纪非金属矿含矿建造分布在隆起区内,其中有临朐山旺一带中新世含硅藻土(磷结核)沉积建造和潍坊安丘、昌乐、临朐等地的中新世膨润土、蓝宝石玄武岩沉积建造。

### 2.2.1　中新世早期与玄武岩有关的含膨润土、蓝宝石火山-沉积建造

中新世早期玄武岩(牛山组)主要发育于临朐、昌乐、潍坊、沂水等地,其岩性主要为中厚层玄武岩,有沉积夹层,底部常见砂砾岩或砾岩。膨润土矿为玄武岩经一系列风化、剥蚀、水化、蚀变、搬运、沉积作用而成。在临朐、潍坊、安丘等地所见黄绿色调的膨润土矿层,厚1.0～2.5m左右,长200～650m,矿体规模变化较大。在临朐营子附近此建造玄武岩(牛山组)下部层位有砂质泥岩、钙质页岩分布,其间夹有白垩矿层。含蓝宝石玄武岩(尧山组)出露在临朐-昌乐火山岩盆地中,主要岩石类型有橄榄拉斑玄武岩、碱性橄榄玄武岩、碧玄岩等,其中橄榄玄武岩含矿性最好。

### 2.2.2　中新世晚期含硅藻土碎屑岩-玄武岩建造

该建造发育于临朐山旺一带,层位为山旺组。由湖泊相碎屑岩、粘土岩和炭质(硅藻)页岩和玄武岩组成:自下而上依次为:①砂砾岩(A);②硅藻土矿层及页岩、油页岩(B);③玄武岩夹泥、页岩(C)(图8)。

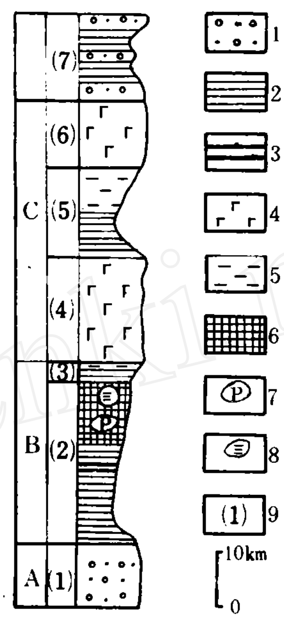


图8　临朐山旺组含硅藻土沉积建造简图

Fig. 8　Sketch showing the sedimentary formation of diatomaceous earth in Shanwang formation, Linqu

1—砂砾岩;2—页岩;3—油页岩;4—玄武岩;5—泥岩;6—硅藻土;7—磷结核;8—微细层理;9—韵律编号

## 2.3　第四纪非金属矿含矿沉积建造

鲁西地区第四纪非金属矿含矿建造中的非金属矿产主要有第四纪冲积层中的金刚石砂矿、蓝宝石砂矿、滨海区及河床相建筑砂砾、滨海区贝壳岩(砂)等。其中较为知名的为金刚石砂矿及蓝宝石砂矿。

### 2.3.1　含金刚石(砂矿)、蓝宝石(砂矿)河床相砂质碎屑沉积建造

含金刚石砂矿河床相砂质碎屑沉积建造,发育于鲁西隆起区内的汶河、祊河和沂河流域的冲积平原区,上源有金伯利岩分布。由砾石层、砂砾层及砂质砾石层组成,厚度小于10m,层位为于泉组,时代为中更新世。含蓝宝石砂矿河床相建造,分布在鲁西隆起区内的昌乐、临朐一带冲积山间(前)平原区,近源有晚第三纪尧山组含刚玉(蓝宝石)玄武岩分

布。主要由砂砾层、砂岩组成,时代为晚更新世至全新世。

**2.3.2 含建筑砂河床相沉积建造**

此建造广泛分布于鲁西山地丘陵区的水系区,如汶口和沂河流域的河床或河岸台地中,为第四系全新统冲积建造。典型建筑砂矿产地有大汶口、北集坡等地。

**2.3.3 含贝壳岩(砂)滨海沉积建造**

此建造分布在鲁北无棣和沾化的近渤海湾地带(主要为徒骇河和套尔河入海口处)。所见贝壳(砂)堤2道,为长数十公里、宽数百米、厚0.5～2m的内陆贝壳堤和正在堆积的沿海贝壳堤,其为滨海潮汐搬运作用的产物。贝壳层,一般上部为贝壳碎块或完整贝壳层,中部为贝壳碎屑层,下部为粘土质粉砂与粘土互层。贝壳堤中贝壳及碎片含量达80%以上,贝壳中$CaCO_3$含量大于90%。目前开采主要用于饲料。

## 参考文献

1 H·G·里丁. 沉积环境和相. 北京:科学出版社,1991.
2 山东省地质矿产局. 山东省区域地质志. 北京:地质出版社,1991.
3 王大宁等. 我国部分地区晚白垩世—早第三纪孢粉组合序列. 地质论评,1984,30(1).
4 毛秀兰. 东营凹陷北部沙河街组二段腹足类的生活环境. 石油学报,1983,4(1).
5 吴萍等. 中南地区白垩—第三系岩相古地理. 北京:地质出版社,1979.
6 李运通等. 中国的第三系. 北京:地质出版社,1984.
7 黄汲清、任纪舜等. 中国大地构造及其演化. 北京:科学出版社,1985.
8 王鸿祯. 中国古地理图集. 北京:地质出版社,1985.
9 刘群,陈郁华等. 中国中、新生代陆源碎屑—化学岩型盐类沉积. 北京:科学技术出版社,1987.
10 刘训. 从古地理发展探讨中国东部白垩—早第三纪盆地找钾前景. 矿床地质,1988,7(3).
11 卢作祥等. 成矿规律和成矿预测学. 北京:中国地质大学出版社,1989.

# THE CENOZOIC ORE—BEARING SEDIMENTARY FORMATIONS OF NONMETALLIC MINERALS IN WESTERN SHANDONG

Wang Wankui
(*Shandong Institute and Laboratories of Geological Sciences*)
Wang Yuling
(*No. 1 Geological Brigade, Shandong Bruear of Geology and Mineral Resources*)
Li Yanshuang
(*Shandong Geological Exploration Institute of Chemical Industry*)

**Abstract**

The cenozoic basins in western Shandong are rich in nonmetallic mineral resources. Due to the differences of geotectonic environments and evolutionary processes in these basins, distinct non—metal mineral—bearing formations were formed, including detrital rock carbonate—evaporite sedimentary formation bearing salts and native sulphur in the early Tertiary; volcanic sedimentary formation bearing bentonite, sapphire and diatomaceous earth in the late Tertiary and alluvial sedimentary formation bearing sapphire and diamond in the Quaternary, etc. These formations have controlled the spatial distribution and the characteristics of non—metal mineralization. Thus, further research on the generation of non—metal sedimentary formations and their spatial distribution in western Shandong are of great significance in prospecting and development of the mineral resources concerned.