

## 山东平邑盆地石膏矿地质特征及成因探讨

林波<sup>1</sup>, 王建<sup>2</sup>, 戴忠泉<sup>3</sup>

(1. 山东省第五地质矿产勘查院, 山东 泰安 271000; 2. 泰安市钰锱地质资源勘查开发有限责任公司, 山东 泰安 271000; 3. 泰安市国土资源局, 山东 泰安 271000)

**摘要:**平邑盆地位于鲁西断块隆起区东南蒙山断裂以南, 蒙山断裂位于平邑盆地的北部边缘, 盆地的形成、形态分布和演化严格受其控制。平邑盆地石膏矿床赋存于古近系官庄群。中生代的燕山运动, 伴随火山活动, 沿蒙山断裂南侧不断下沉, 为平邑盆地的形成奠定了基础, 新生代以来蒙山断裂南东盘仍以断陷为主, 为下古近系官庄群地层的沉积提供了空间, 平邑盆地便成为石膏矿床形成的有利场所。从矿(岩)石化学成分对比, 物质来源分析, 平邑盆地石膏矿床为多物源, 多成矿期的陆相咸化湖盆蒸发岩矿床。

**关键词:**石膏矿; 地质特征; 成因探讨; 平邑盆地

**中图分类号:** P619.261

**文献标识码:** A

平邑盆地石膏矿位于山东省南部平邑凹陷中, 在长约 40 km, 宽约 4 km 的地下均有石膏分布, 石膏矿床赋存于古近系官庄群下桥组, 古构造、古气候、古地理及物质来源为矿床成因的主要因素。

## 1 盆地的地质特征

平邑断陷盆地位于鲁西断块隆起区东南, 蒙山断裂以南, 尼山凸起以北地带, 西与汶泗断陷盆地毗连, 东至沂沭断裂带。盆地总体走向 NW 320° 左右。长约 70 km, 宽约 15 km, 面积约 1 050 km<sup>2</sup>。受蒙山断裂控制呈带状 NW—SE 向分布, 为一狭长断陷盆地(图 1)。盆地内古近系中蕴藏着丰富的石膏矿产<sup>①</sup>, 埋藏浅, 开采条件良好, 已构成了具有工业价值的石膏矿产地。

### 1.1 地层

蒙山断裂以北主要为新太古代泰山岩群(Ar<sub>3</sub>t)变质岩地层, 南部则从南到北依次为早古生代寒武—奥陶纪海相碳酸盐岩, 晚古生代石炭纪杂色碎屑岩夹薄层碳酸盐岩的含煤岩系, 中生界侏罗—白垩纪火山岩和碎屑岩。盆地内沉积了厚达约 2000 m 的新生界古近系官庄群碎屑岩含膏建造。石膏矿床

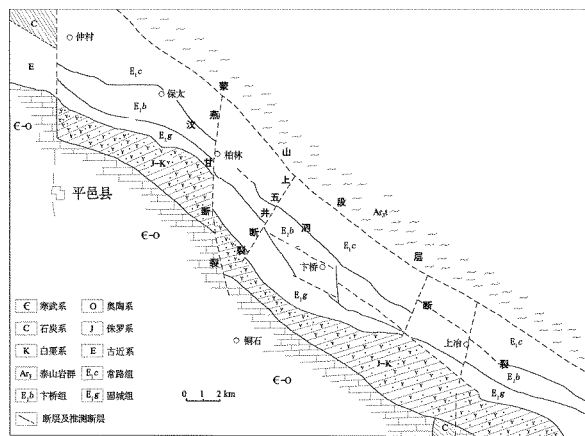


图 1 平邑盆地地质构造简略示意图

产于官庄群下桥组。

### 1.2 构造

盆地内构造特征受区域构造控制, 主要构造呈 NW 向或 NE 向及 SN 向分布。NW 向断裂构造主要有蒙山断裂、汶泗断裂, NE 向断裂构造主要有上五井断裂, SN 向断裂构造主要有燕甘断裂。

(1) 蒙山断裂: 位于平邑盆地的北部边缘, 盆地的形成、形态分布和演化严格受其控制。断层延伸

\* 收稿日期: 2011-06-21; 修订日期: 2011-10-08; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 林波(1969—), 男, 山东栖霞人, 工程师, 主要从事野外地质工作; E-mail: sddkwylinbo@163.com。

①山东省第一地质队, 山东省平邑盆地石膏矿普查地质报告, 1986年。

自岐山庄、仲村—费县上冶,向东南隐伏于沂河西,与沂沭断裂相交会。蒙山断裂为正断层,走向 N 30°~35°W,倾角 50°~70°。蒙山断裂形成于燕山运动,到喜山运动期活动加剧,断层南东盘不断下降,北西盘相对抬升,形成了北断南超的单断盆地,使古生代以来的地层走向 NW—SE,倾向 N,倾角一般在 250°左右。

(2)汶泗断裂:位于平邑凹陷西部,几乎与蒙山前断裂相平行。西自仲村,经保太、柏林、卞桥,东至临沂,隐伏于第四系覆盖层下,与沂沭断裂相交会。走向 280°~305°,倾角 60°~70°,为正断层。汶泗断裂与蒙山前断裂组成了蒙山山前盆地,从而形成了古近系较厚的沉积物。

(3)上五井断裂:该断裂是鲁西北东向断裂组中规模最大的断裂构造。北起临朐县,经沂源、蒙阴县延伸至县境内。断裂带一般宽度几十米,最宽处超百米。走向约 NE 40°,倾角 60°~80°。

(4)燕甘断裂:是一高角度正断层,走向 NW 345°~350°,倾角 60°~80°。该断裂北经柏林,与蒙山前断裂交会;南经铜石、新庄—苍山县甘霖,与苍尼断裂交会。

除上述主要断裂外,境内还有数条 NW,NE 向次级构造,控制着古近系地层及膏岩的分布。

1.3 岩浆岩

区内岩浆岩大面积出露于太古宇基底和部分沉积盖层中。

太古界基底中的岩浆岩主要岩性为黑云母斜长花岗岩、混合花岗岩、角闪岩、基性和中性脉岩。黑云母斜长花岗岩,主要分布于尼山复背斜的西南翼,境内仅见于大圣堂、新庄等地。混合花岗岩主要分布于楼山、四海山、泊石板一带,处于四海山背斜核部。四海山、兰西村、楼山、狼窝顶等地的岩体,主要由钾长石、微斜长石、条纹长石,其次为石英和暗色矿物组成,片麻状构造,花纹分布均匀,成为平邑县花岗岩建筑石料的主要产地。

沉积盖层中的岩浆岩:主要出露于铜石、小官路、银洞沟、张里庄一带,其岩性为闪长玢岩、正长斑岩等。

2 矿床地质特征

平邑盆地石膏矿床赋存于古近系官庄群卞桥组。矿层总体走向为 320°左右,呈 NW—SE 向分布,平面上呈带状。西起仲村,东至上冶以东,长约 35 km 左右,控制深度 1 500 余米,矿层埋深一般在 15~625 m,为一埋藏较浅的特大型隐伏石膏矿床。按其成矿特征,矿层分布等,该矿床可划分出上、下 2 个主含矿带。

2.1 矿带特征

由于平邑盆地石膏矿为陆源湖泊沉积形成,石膏矿层与围岩呈互层产出,并与上、下岩层为整合接触关系。下含矿带为主矿带,分布面积大,矿层稳定,长约 45 km,宽约 2 km,厚 50~200 m 不等。上含矿带厚度薄且不连续,矿石品位低,规模较小,开采利用率低。

2.1.1 矿层的产状、形态及变化规律

矿层呈层状产出,与上、下地层产状一致,其走向严格受区域主构造控制,总体走向为 NW—SE,倾向 N 偏 E,倾角在 25°左右。

变化规律:下矿带由于受构造控制,主要在上冶、卞桥、柏林 3 个沉积洼地成矿最好(图 2)。卞桥洼地矿带厚达 215 m,柏林洼地矿带为 125 m,上冶洼地矿带和其他矿带部位为≤105 m 不等。纵向尖灭于盆地的东、西部边缘。下矿带仅在 3 个沉积洼地内有分布,其他地带只有少量分布,并且分布面积、厚度都小。矿带在倾向上盆地南部出露地表强,风化或断层影响使矿层不全,厚度变薄,向北部、深部延伸厚度逐渐加大(图 3)。

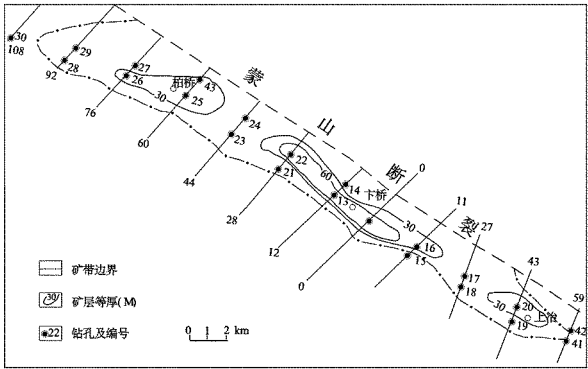


图 2 矿带、矿层平面分布示意图

2.1.2 矿层的含矿建造特征

根据矿层、岩(矿)石类型分析含矿建造有如下特征:

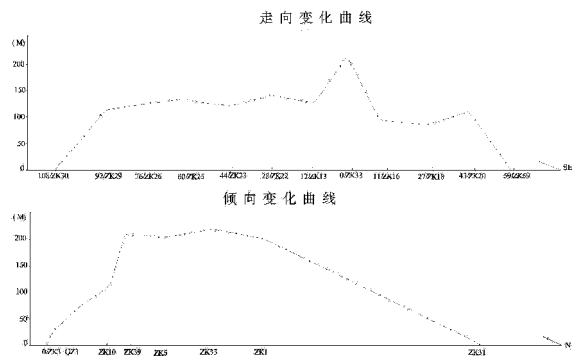


图 3 矿带总厚度走、倾向变化规律图

上部为灰岩、泥灰岩—膏岩—泥灰岩、灰岩含矿建造为主，中部以碎屑岩—膏岩—碎屑岩含矿建造为主，下部则以泥灰岩、灰岩—膏岩—灰岩、泥灰岩含矿建造为主。但由于盆地狭长呈带状，受沉积建造影响因素较大，所以含矿建造也随之变化较快。

矿带内不同的含矿建造均为渐变关系，从 3 个成矿中心（上冶、卞桥、柏林）向边部由泥灰岩、灰岩—膏岩建造为主相变为碎屑岩—膏岩建造为主。含矿带与矿层受沉积环境影响成正相关关系，含矿带厚且矿层稳而厚、质量好（图 2、图 4）。

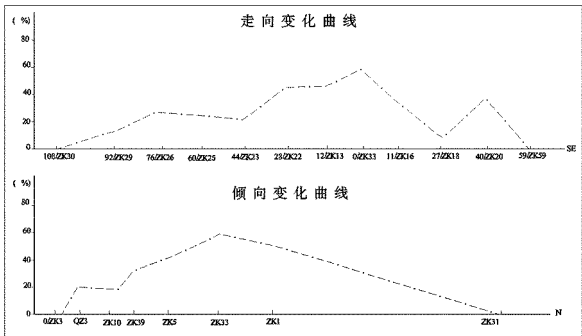


图 4 含矿带与含矿率走、倾向变化规律图

矿带夹层与含矿建造关系密切。碎屑岩含矿建造中矿层薄而稀疏，夹层厚度大。泥灰岩、灰岩含矿建造中矿层密集而稳定。矿层与夹层呈互层关系。说明平邑盆地的不稳定性 and 变化的周期性，这与整个鲁西隆起区当时古环境是相当吻合的。

2.2 矿层特征

矿层呈层状，发育近 20 层石膏层，矿层规模、质量有一定差异，但与上、下岩层呈互层产出，为整合接触关系，具规律性。

据前人资料分析研究<sup>①</sup>，整个盆地仅见一层较

稳定的矿层，其他矿层由盆地石膏成矿中心沿走向或倾向上变薄，尖灭。因此盆地受古构造影响较大，矿层变化也大，古地貌控制着矿层的规模及形态。由于古构造和后期构造的活动，使原古地貌形态发生变化，3 个主要石膏成矿中心矿层发育程度不同，卞桥地段矿层发育较全，稳定、质量好、规模大；上冶地段早期矿层发育，规模较小，不稳定，局部质量较差；而柏林地段则晚期矿层发育，较稳定，质量较好、规模较大。

2.3 矿石特征

2.3.1 矿石的结构构造

矿石中原生结晶沉积的结构特征多已不见，而以各种变晶结构、变余结构、包含结构为主，其次为纤维状结构、板状自形晶结构。矿石以块状构造为主，其次为浸染状、条带状、斑点状构造，局部见有似角砾状、脉状、薄层状构造。

2.3.2 矿石的矿物成分

矿石的矿物成分较简单，主要为石膏和硬石膏。脉石矿物主要为方解石，泥质碎屑和粘土矿物，含少量的白云石，天青石，黄铁矿和石英，长石等。

石膏(CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O)：主要为变晶石膏和次生石膏。变晶石膏为白色、灰白色、无色透明。多为 0.1~0.5 mm 的不规则粒状，有时可见 1~5 mm 的晶体，偶见 10~20 cm 的燕尾双晶，普遍可见石膏交代硬石膏的现象。次生石膏多以白色或无色透明的细脉状和纤维状产出。

硬石膏(CaSO<sub>4</sub>)：灰色、浅棕红色，多为不规则粒状和板状晶体，粒径一般在 0.1~1 mm，有时可达 1~5 mm。普遍可见硬石膏交代石膏呈菱板状假象，硬石膏被石膏或方解石交代的现

2.3.3 矿石的主要化学成分

根据矿石的矿物成分，自然特征及石膏含量，划分为石膏(CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O)型和硬石膏(CaSO<sub>4</sub>)型 2 种类型。

(1) 石膏：又称二水石膏或生石膏 CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O，该矿床石膏矿石 CaO 的含量为 30.75%~35.73%，平均值为 33.41%；SO<sub>3</sub> 的含量为 29.17%~46.56%，平均值为 35.53%；H<sub>2</sub>O 为 12%左右。

(2) 硬石膏：CaSO<sub>4</sub>，CaO 的含量为 41.2%；SO<sub>3</sub>

① 山东省第一地质队，山东省平邑盆地石膏矿普查地质报告，1986 年。

的含量为 58.8%。硬石膏在地表条件下不稳定,转变为石膏。

矿石中  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4$  一般为 65%~75%,最高 94.97%,有害组分  $\text{K}_2\text{O}$  含量约 0.47%, $\text{Na}_2\text{O}$  为 0.03%~0.613%,由于其含量少,对矿石质量无影响。共生有益组分 Sr 含量 0.37%~1.10%,S 为 0.05%,均无工业价值。该矿床矿石的平均品位( $\text{CaSO}_4 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )在 60%左右。主要用于水泥、造型和造纸等工业。矿石的化学成分见表 1。

表 1 平邑盆地石膏化学成分及平均含量(%)

成分	$\text{SO}_3$	$\text{CaO}$	$\text{H}_2\text{O}^+$	$\text{H}_2\text{O}^-$	MgO	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	Sr	FeO	烧失量
含量	35.5333	41.9	3.33	0.90	1.10	2.52	0.84	0.129	0.99	0.29	16.68

3 矿床成因探讨

有关石膏矿床的成因问题,地质界尚有争议,但都承认其构造、气候、古地理、物质来源为主要因素<sup>[1]</sup>。下面就其平邑盆地的发展演化,矿床地质特征及沉积建造等进行浅析。

3.1 平邑盆地的发生、发展及演化

盆地为鲁西断块隆起区中的平邑断陷盆地,在中生代以前,它同整个隆起区一起,在经历了强烈的构造变动、岩浆活动,区域变质作用太古宙结晶基底形成以后,至显生宙又下沉海底,接受了早古生代寒武—奥陶纪浅海相环境碳酸盐沉积,至中奥陶纪末又抬升露出海面,经过长期的风化剥蚀,到晚古生代石炭—二叠纪又接受了海陆交互相含煤建造。中生代的燕山运动,伴随火山活动,沿蒙山断裂南侧不断下沉,为平邑盆地的形成奠定了基础,新生代以来蒙山断裂 SE 盘仍以断陷为主,为古近系官庄群的沉积提供了空间,平邑盆地便成为石膏矿床形成的有利场所(图 5)<sup>[2]</sup>。

3.2 古构造条件

从以上矿床地质特征,平邑盆地的发展演化严格受蒙山断裂控制<sup>[3]</sup>。成矿期蒙山断裂长时间的持续活动,为石膏矿床的形成发展提供了理论空间和时间,蒙山断裂活动的阶段性,同期异地的差异性及盆内次级构造的控制,为成矿卤水的聚集,保存,富集导致成矿物质的沉淀提供了必要的条件<sup>[4]</sup>,使含膏岩系呈带状沿蒙山断裂走向分布,并形成以上冶、卞桥、柏林为中心的成矿有利次级凹陷。

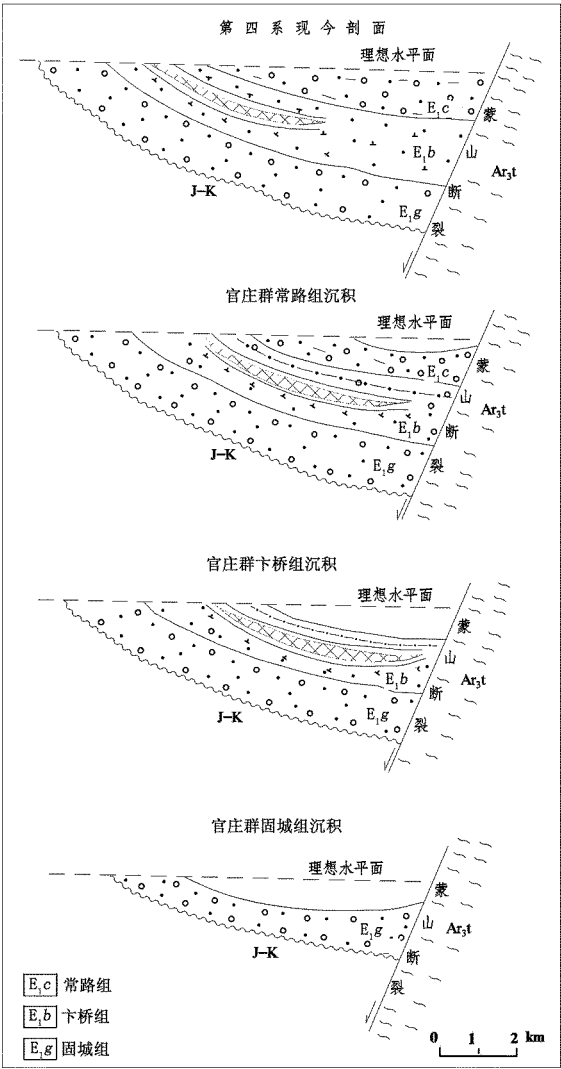


图 5 山东平邑盆地官庄群沉积发展演化示意图

3.3 古地理条件

平邑盆地南、北均为相对抬升,西接泗水盆地,东至沂沭断裂带。在盆内古近系官庄群沉积期,高山、丘陵的风化物顺势由地表水搬运至湖盆。提供了大量的成矿物质。总观鲁西隆起区中—新生代断陷盆地系为“东西分带”“南北分块”凹凸相同的构造格局,已有许多资料证实成膏期盆地与盆地之间既分割,又连通,平邑盆地成膏期很可能有其他盆地的卤水补给。处于盆地内东部的上冶,中部的卞桥,西部的柏林次凹陷,为湖盆较膨大的部位,因而膏岩富集。

3.4 古气候条件

对山东乃至华北地区古近系古气候,前人已做过大量的工作,结论是干燥、湿润交替出现,总体为

蒸发大于补给的干燥气候条件。平邑盆地古近系赋膏地层为一套紫红、灰绿相间的杂色岩系,从沉积特征中方能看出干燥、湿润交替出现的古气候特征依据。湿润气候,水量丰富,带来大量成矿物质,气候变干燥时,湖水蒸发浓缩,最终导致成矿物质的沉淀。

3.5 地球化学特征

我国东部地史上有数个成膏期,为分析对比化学成分特征及成矿环境,将河南鲁山下寒武系,山西太原中奥陶系产出的石膏部分化学成分一并引入表 2<sup>[5]</sup>。华北地区寒武—奥陶纪地层普遍认为是浅海相沉积环境,膏岩层位是海退时泻湖沉积。成矿物质来源于海水。而山东平邑盆地古近系为一套红色碎屑岩沉积建造,膏岩产出层段为断陷盆地内封闭、半封闭的内陆咸化湖相沉积环境,成矿物质来源以周边补给为主。

从表 2 可见,各地构成石膏的 CaO,SO<sub>4</sub> 基本相似。只要卤水 Ca<sup>2+</sup>,SO<sub>4</sub><sup>-</sup> 离子饱和,石膏即可沉淀,已被武汉地质学院蔡克勤等人做实验证实。平邑盆地 SiO<sub>2</sub> 含量高,为奥陶系膏岩的 5 倍,寒武系膏岩的 2 倍。平邑盆地 MgO,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等成分与古生代膏岩相比差别很大。现代海水 Mg 含量远高于陆地湖泊水,以被现代盐湖水质化学分析证实。平邑盆地就其地球化学特征,反映出属内陆咸化湖相沉积环境。SiO<sub>2</sub>,MgO 等含量可作为海相和陆相石膏矿床的区别标志。

表 2 不同时代石膏化学成分

产地	时代	化学成分(%)						
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>
山东平邑	E	7.21	2.22	0.60	34.00	0.13	32.60	15±
山西太原	O <sub>2</sub>	1.16	0.13	0.26	32.58	1.70	41.07	18±
河南鲁山	Є <sub>1</sub>	4.06	0.99	0.19	34.15	4.51	41.05	18±

3.6 成矿物质来源

就其平邑盆地所处构造部位,古近系沉积环境分析,岩(矿)石的化学成分、矿(岩)的结构、构造特征的分析研究,认为成矿物质来源有以下几方面:

(1)周边补给为主要方面,前以叙及相对盆地隆起部位的成矿物质顺势由地表水带入湖盆。如华北地区寒武—奥陶纪地层中有石膏层产出,晚古生代煤系地层黄铁矿物较多,中生代地层有含硫矿物产出。古地层中的膏岩可溶解、搬运到盆地直接成矿。

硫化物在氧化环境条件下形成(SiO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)离子,进入湖盆与(Ca<sup>2+</sup>)离子结合成矿。

(2)盆地周围及盆内生物作用,盆地周围大量生物死亡之后,随季节水流带入盆内,湖盆水体生物及浮游生物、藻类等死亡之后沉入湖底,这些有机物腐烂后,在还原条件下形成大量硫化氢(H<sub>2</sub>S),H<sub>2</sub>S 气体上升在氧化条件下形成 SiO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 离子与 Ca<sup>2+</sup> 离子结合成矿。

(3)深部卤水补给,现在地质学界提出盐类矿物质来源的深部卤水补给问题,很有研究意义。平邑盆地北界为蒙山深大断裂,东为沂沭断裂带。深部卤水沿断裂上升,很可能为成矿物质来源的一个方面,但这方面工作做的很少,尚需进一步研究。

4 结语

经过对平邑盆地石膏矿床地质特征及矿床成因分析,得出以下结论:

(1)平邑盆地的发生、发展及演化严格受蒙山断裂控制。

(2)盆地内古近系沉积建造特征属断陷盆地型剖面结构和沉积韵律,构造运动较频繁。

(3)矿床呈带状沿蒙山断裂走向展布,不同于以往提及的内陆咸化湖相蒸发岩盆地相带特征如“环带式”。

(4)盆内次级构造对成膏卤水的聚集、保存、成矿起重要作用。

(5)从矿(岩)石化学成分对比,物质来源分析,平邑盆地石膏矿床为多物源,多成矿期的陆相咸化湖盆蒸发岩矿床。

参考文献:

[1] 袁见齐,蔡克勤. 盐类矿床成因理论的新发展[J]. 地球科学, 1981,(1):201-210.

[2] 陈华国,赵艳杰,甘延景,安仰生. 平邑盆地古近纪官庄群沉积建造与膏岩富集规律[J]. 山东国土资源,2008,24(5):36-38,42.

[3] 闫贺龙,司荣军,马昭建,杜显彪,王小武. 山东平邑县德埠庄石膏矿床地质特征及成因[J]. 河南理工大学学报(自然科学版), 2010,(4):25-29.

[4] 田建,李学芝. 山东省平邑石膏矿沉积特征及开发利用探讨[J]. 国土与自然资源研究,2008,(1):69-70.

[5] 薛平. 华北中奥陶世石膏矿床的某些成矿规律研究[J]. 建材地质,1985,(4):18,28-33.

## Geological Characteristics and Its Origin of Gypsum Deposits in Pingyi Basin in Shandong Province

LIN Bo<sup>1</sup>, WANG Jian<sup>2</sup>, DAI Zhongquan<sup>3</sup>

(1. No. 5 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Taian 271000, China; 2. Taian Yuqiang Limited Corporation of Geological Resources Exploration and Development, Shandong Taian 271000, China; 3. Taian Bureau of Land and Resources, Shandong Taian 271000, China)

**Abstract:** Pingyi basin located in the south of southeast Mengshan mountain in Luxi fault – block uplift. Mengshan block located in northern edge of Pingyi basin. Formation, morphology and evolution of this basin are strictly controlled by this fault. Gypsum deposits in Pingyi basin occurred in the middle part of the second section of Paleogene Guanzhuang group. Mesozoic Yanshan movement, accompanied by volcanic activities had been sinking along south side of Mengshan fault. It has laid the foundation for the formation of Pingyi basin. The southeast part of Mengshan fault has been sinking from Cenozoic. It will provide space for sedimentary of strata in lower Tertiary Guanzhuang group. Thus, Pingyi basin has become a favorable location for the formation of gypsum deposits. Through contrast of chemical composition of rock and analysis on material sources, it is regarded that gypsum deposits in Pingyi basin are multi – material and multi – stage continental salt evaporite basin.

**Key words:** Gypsum deposit; geological characteristics; origin study; Pingyi basin