

# 山东省煤炭资源与赋煤规律研究

张增奇<sup>1)</sup>, 梁吉坡<sup>1)</sup>, 李增学<sup>2)</sup>, 张义江<sup>1)</sup>, 孙斌<sup>1)</sup>, 程伟<sup>1)</sup>, 冯婷婷<sup>2)</sup>, 陈军<sup>1)</sup>

1) 山东省地质科学研究所, 济南, 250013; 2) 山东科技大学, 山东青岛, 266590

**内容提要:** 山东煤炭资源丰富, 已累计查明煤炭资源储量 312.3 亿吨, 保有煤炭资源储量 274.1 亿吨。其中, 基础储量占保有量的 2/5, 可采、预可采储量占保有量的 1/5。煤类以烟煤为主, 褐煤、无烟煤以及炼焦用煤、天然焦较少。山东煤炭可采储量偏低, 炼焦用煤储量更少。山东省是产煤大省和消费大省, 年产量 1.5 亿吨左右, 居全国第七位, 调入 2.5 亿吨; 年消费量 3.9 亿吨左右, 占全国 1/10。2014 年我国煤炭产量 38.7 亿吨, 占全国能源生产总量的 73.2%; 消费量 35.1 亿吨, 占一次能源消费总量的 64.2%。在一定时期内我国能源结构以煤炭为主形势下, 已设立的煤炭勘查及后续采矿工作仍需推进。山东聚煤期有石炭—二叠纪、中侏罗世坊子期、古近纪五图期三个时期, 石炭—二叠纪是最重要的聚煤期。太原组在潟湖及潮汐三角洲远端的部位形成的煤层也较好, 局部达可采厚度; 山西组河控浅水三角洲在较大范围内迅速发展, 形成了厚度较大、分布面积较广的主采煤层; 坊子组及李家崖组聚煤作用发生在盆地水域扩张—盆地萎缩早期, 煤聚积由扇三角洲平原及前缘向盆缘方向扩展。随着聚煤期后发生的印支、燕山及喜马拉雅期等一系列构造运动, 煤层赋存遭受了不同程度的剥蚀和影响。研究发现, 山东及邻区的赋煤构造总体上表现为“掀斜式构造, 北断南超”, 呈“凹凸相间”的构造样式; 其赋煤规律是: 具有经济意义的煤层通常赋存在“隆起中的凹陷, 凸起的边缘、潜凹陷中的地垒、潜凸起中的地堑”; 创建的覆盖区的找煤模式是“凹中找垒, 凸中找堑”, 鲁中隆起则是断陷盆地, 局部在断块凸起的边缘。根据赋煤规律研究成果, 新发现了单县煤田和曹县煤田。在此基础上又给出了山东今后的找煤靶区预测, 在菏泽及其南北邻区的河南省、聊城、济南、济宁、德州及邻区的河北省以及鲁中的部分地区, 优选了 6 个找煤靶区。

**关键词:** 煤炭资源; 聚煤期; 沉积体系; 赋煤规律; 凹中找垒; 凸中找堑; 找煤靶区; 山东

在我国当前国民经济形势下, 煤炭在能源领域依然占据着重要的地位, 2014 年我国煤炭产量 38.7 亿吨, 占全国能源生产总量的 73.2%; 消费量 35.1 亿吨, 占一次能源消费总量的 64.2% (国家统计局, 2015)。山东省是煤炭产量大省和消费大省, 煤炭产量每年 1.5 亿吨左右, 居全国第 7 位, 调入 2.5 亿吨; 全省年消费量 3.9 亿吨左右, 全国第一, 占全国的 1/10, 世界的 1/20 (山东省统计局, 2015; 张娟, 2011)。同时, 煤炭作为重要的工业原料也具有不可替代性。因而, 继续开展煤炭勘查研究仍十分必要。山东省煤炭资源分布范围广、总量丰富, 成煤时代主要为石炭—二叠纪 (太原组、山西组), 其次为中侏罗世 (坊子组) 和古近纪 (李家崖组, 孔店组含薄煤层), 第四纪有零星分布的泥炭层 (孔庆友等, 2006)。本文从山东省煤炭资源特点、成煤沉积及煤炭聚积特征以及多年找煤工作着手 (张增奇等, 2006, 2008; 张

义江等, 2010), 以期总结发现山东及邻区的赋煤规律, 创建找煤模式并指出找煤方向。

## 1 煤炭资源概况

### 1.1 区域地质特征

山东省主体处于华北地台东南隅, 东南部为苏鲁造山带, 地层除缺失志留系—泥盆系外, 其余时代地层发育齐全。主要含煤地层及其上下相关地层组合分布较广, 但是, 石炭—二叠系经后期隆升—断裂—剥蚀后, 残留面积不大; 侏罗系和古近系是断陷盆地沉积, 分布范围局限。上述特点造成了含煤地层分布面积有限, 找煤难度较大 (宋明春等, 2003; 张增奇等, 2014)。通过调查研究认为, 山东的成煤时代主要为石炭—二叠纪、侏罗纪和古近纪等三期, 这些含煤地层均分布于华北板块。其中, 石炭—二叠纪含煤地层、中侏罗世含煤地层分布在华北板块的

注: 本文为 2009 年度山东省地质勘查项目计划 (鲁国土资发〔2009〕132 号) 的科研项目 (项目编号: 鲁勘字 (2009) 040 号) 成果, 并得到中国矿产地质与区域成矿规律综合研究 (中国矿产地质志) (项目编号: 12120114039701) 的资助。

收稿日期: 2015-06-11; 改回日期: 2015-11-25; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 张增奇, 男, 1956 年生, 研究员, 主要从事基础地质与矿产勘查研究。Email: zhangzengqi2005@sina.com。通讯作者: 梁吉坡, 男, 1980 年生, 高级工程师, 主要从事矿产普查与勘探研究。Email: liangjipo07@126.com。

鲁西地区(包括鲁西隆起区和华北拗陷区),尽管利用山东省勘查基金在华北拗陷的临清拗陷和济阳拗陷开展了石炭—二叠纪找煤工作,但具有经济意义并已经开发的煤田均分布在鲁西隆起区。古近纪含煤地层主要分布在鲁东龙口及鲁西昌乐古近纪盆地,其中五图煤田在鲁西隆起区的鲁中隆起,仅有龙口煤田分布于胶辽隆起区的胶北隆起西北沿海,也是我国首个海下开采煤矿(孟凡和,2006)。位于华北拗陷区的古近纪济阳群孔店组是五图群李家崖组和官庄群朱家沟组同时异相产物,含 7 层各厚 0.5~1m 薄煤层,因埋藏较深且煤层较薄故不具开发意义(汪子杰等,2014)。

表 1 山东省主要煤田及形成时代一览表

Table1 The main coalfields and forming age schedule of Shandong Province

| 序号 | 形成时代   | 煤田名称                                                                                                         | 煤田数量(点) |
|----|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1  | 石炭—二叠纪 | 巨野煤田、兖州煤田、济宁煤田、滕县煤田、新汶煤田、宁汶煤田、肥城煤田、淄博煤田、金乡煤田、梁山煤田、临沂煤田、莱芜煤田、陶枣煤田、韩台煤田、章丘煤田、沂源煤田、官桥煤田、单县煤田、阳谷-茌平煤田、黄河北煤田、曹县煤田 | 21      |
| 2  | 侏罗纪    | 坊子煤田                                                                                                         | 1       |
| 3  | 古近纪    | 黄县煤田、五图煤田                                                                                                    | 2       |
|    | 合计     |                                                                                                              | 24      |

注:据山东省地质科学研究院,2011。

依据 2012 年“山东省矿产资源利用现状调查”成果(孙斌等,2013),截至 2011 年底全省累计查明煤炭资源储量 312.3 亿吨,其中烟煤 272.6 亿吨,无烟煤 9.4 亿吨,褐煤 13.9 亿吨,天然焦 15.2 亿吨,分类不明煤类 1.3 亿吨。保有煤炭资源储量 274.1 亿吨,其中烟煤 237.2 亿吨,无烟煤 8.1 亿吨,褐煤 13.0 亿吨,天然焦 14.5 亿吨,分类不明煤类 1.3 亿吨。但是,全省可采储量偏少,合计经济的可采、预可采储量有 56.4 亿吨。其中,探明的可采储量占可采和预可采储量的 59.5%,探明的预可采储量占仅 136.6 万吨,控制的预可采储量占 40.49%。

全省从事煤矿开发的各类矿山企业 222 个,从业人员 31 万人。已建规模不一的矿山 222 处,其中大型矿山(120 万吨/年及以上)36 处,中型矿山(45~120 万吨/年)52 处。近五年来,全省每年原煤采出量在 1.4~1.7 亿吨。

1.3 煤炭资源分布特点

(1)地域分布上表现为西部多、东部少。以沂沭断裂带为界,断裂以西的鲁西地区(鲁西隆起区)煤炭资源量占比 97.5%(图 1),其余是鲁东地区鲁北隆起黄县煤田。

(2)根据成煤时代,石炭—二叠纪资源量多,其他时代少。石炭—二叠纪煤炭资源占绝对优势,占

1.2 煤炭资源储量

煤炭是山东省的优势矿产之一。已查明及预测全省含煤面积约 1.65 万 km<sup>2</sup>(孔庆友等,2006;高相佐等,2004),约占全省陆域面积的 11.5%,煤炭资源主要分布于 13 个市级行政区。按资源储量统计,济宁占全省总量的 44.56%,菏泽占 14.39%,泰安占 10.47%,枣庄占 6.91%,其他地市共计占 23.67%;其中济宁、菏泽、泰安、枣庄、济南等五市,探明资源储量约占全省总量的 82.21%。依据含煤盆地单元、构造特征、形成时代等地质因素,将山东省煤炭资源赋存区划分出了 24 个煤田(表 1),以及 6 个独立的小型煤矿点。

总资源量的 94.1%;侏罗纪含煤岩系分布零星,有工业开采价值的只有坊子煤田,因开采历史悠久,资源近于枯竭,目前保有储量占总量的 0.3%;古近纪含煤岩系分布局限,储量不大,主要分布于龙口、昌邑、昌乐等地,占总资源量的 5.6%。

(3)煤类比较齐全,烟煤多,非烟煤少。烟煤中以气煤、肥煤为主,主要分布于鲁中、鲁西南地区。全省累计查明资源储量中烟煤占 87.3%,无烟煤占 3.0%,褐煤占 4.4%,天然焦占 4.9%,其他分类不明煤类占 0.4%。

(4)依据累计查明资源储量类型,基础储量占比少,资源量占比多。累计查明基础储量 110.1 亿吨,占累计查明资源储量的 35.2%;资源量 202.2 亿吨,占 64.8%,其中仅推断的内蕴经济资源量(333)就占累计查明资源储量的 43.8%。

1.4 含煤岩系及煤层

按照聚煤期划分,山东省内主要发育三套含煤岩系,自下而上为石炭—二叠纪月门沟群太原组和山西组,中侏罗世淄博群坊子组,古近纪五图群李家崖组。

1.3.1 石炭—二叠纪含煤岩系——月门沟群太原组、山西组

石炭—二叠纪含煤地层中,岩石类型有碎屑岩、碳酸盐岩、可燃有机岩(煤)和沉凝灰岩四大类;以碎

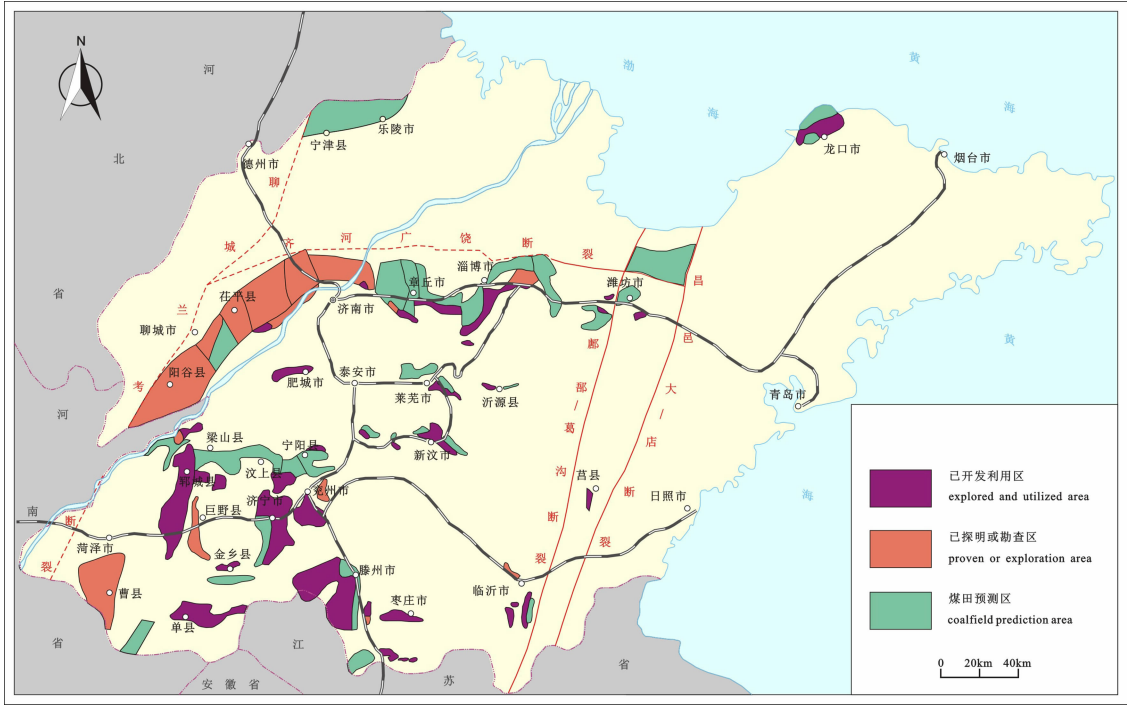


图 1 山东省煤田分布简图(据山东煤田地质局资料修编)

Fig. 1 Coalfield distribution diagram of Shandong Province(revision according to the data of Shandong Coal Geology Bureau)

屑岩为主,其次为碳酸盐岩、沉凝灰岩及煤、油页岩。碎屑岩主要由含砾砂岩、砂岩、粉砂岩及泥岩组成。石炭一二叠纪月门沟群含煤地层为晚石炭世一早二叠世太原组和二叠纪山西组(表 2)。

(1)太原组

为海陆交互相沉积,平均厚度 170m 左右。该组由灰—灰白色泥岩、粉砂岩及灰—灰白色中—细粒砂岩等组成。含灰岩 4~11 层,含煤 8~20 层,自上而下编号为 4~20 煤层,可采者 4~8 层,即 6, 10,12,14,15,16,17,18 煤层,可采总厚 2~5.8m。

表 2 石炭一二叠纪主要煤田含煤地层及可采煤层表

Table 2 Carboniferous-Permian coal bearing strata and minable seam table of the main coalfields

| 煤田名称    | 太原组                               |                                                                                |         | 山西组                               |                 |         |
|---------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------|-----------------|---------|
|         | 地层厚度(m)                           | 主要可采煤层层数                                                                       | 煤层厚度(m) | 地层厚度(m)                           | 主要可采煤层层数        | 煤层厚度(m) |
| 章丘煤田    | $\frac{0\sim229}{145}$            | 3 层(7、9、10 <sub>-1</sub> 煤层)                                                   | 2.95    | $\frac{65.80\sim139.14}{119}$     | 2 层(3、4 煤层)     | 1.34    |
| 沂源煤田    | $\frac{150.00\sim200.64}{187.42}$ | 8 层(6-1、6-2、7-1、7-2、9、10-1、10-2、10-3 煤层)                                       | 4.67    | $\frac{18.65\sim48.40}{32.30}$    | —               | —       |
| 临沂煤田    | $\frac{121.24\sim231.02}{185.67}$ | 3 层(14、16、17 煤层)                                                               | 1.63    | $\frac{58.50\sim168.20}{105.73}$  | 2 层(2、3 煤层)     | 3.30    |
| 淄博煤田    | $\frac{162.45\sim195.06}{176.94}$ | 5 层(5、7、9、10 <sub>-1</sub> 、10 <sub>-2</sub> 煤层)                               | 4.54    | $\frac{62.66\sim90.25}{70.11}$    | —               | —       |
| 莱芜煤田    | 165.00                            | 8 层(7、8、9、11、13、15、18、19 煤层)                                                   | 7.32    | 85.00                             | 4 层(2、3、4、5 煤层) | 4.52    |
| 新汶煤田    | $\frac{60.00\sim205.00}{162.00}$  | 7 层(6、9、11、13、15、16、17 煤层)                                                     | 7.74    | $\frac{0\sim128.00}{62.00}$       | 3 层(2、3、4 煤层)   | 6.64    |
| 黄河北煤田   | $\frac{131.29\sim173.25}{150.98}$ | 6 层(6、7、8、10、11、13 煤层)                                                         | 7.71    | $\frac{100.00\sim136.00}{110.00}$ | 2 层(4、5 煤层)     | 1.23    |
| 阳谷—茌平煤田 | $\frac{165.00\sim192.08}{186.81}$ | 6 层(8 <sub>上</sub> 、8 <sub>下</sub> 、12 <sub>下</sub> 、16、17、18 <sub>下</sub> 煤层) | 7.04    | $\frac{30.47\sim56.25}{36.46}$    | 2 层(2、3 煤层)     | 4.82    |
| 肥城煤田    | $\frac{128.00\sim240.00}{166.79}$ | 9 层(5 <sub>上</sub> 、5、6、7、8、9、10 <sub>1</sub> 、10 <sub>2</sub> 、11 煤层)         | 9.81    | $\frac{70.00\sim135.00}{106.00}$  | 4 层(1、2、3、4 煤层) | 7.32    |
| 韩台煤田    | $\frac{154.79\sim171.48}{163.01}$ | 6 层(9、12、14、15、16、17 煤层)                                                       | 4.37    | $\frac{87.20\sim130.56}{105.99}$  | 3 层(2、3、4 煤层)   | 5.79    |

续表 2

| 煤田名称 | 太原组                               |                                                                                                  |         | 山西组                              |                                                         |         |
|------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------|---------------------------------------------------------|---------|
|      | 地层厚度(m)                           | 主要可采煤层层数                                                                                         | 煤层厚度(m) | 地层厚度(m)                          | 主要可采煤层层数                                                | 煤层厚度(m) |
| 陶枣煤田 | 180.00                            | 6 层(6、13、14、16、17、18 煤层)                                                                         | 4.47    | 100.00                           | 1 层(2 煤层)                                               | 3.48    |
| 官桥煤田 | $\frac{189.40\sim234.15}{200.00}$ | 3 层(14、15、16 煤层)                                                                                 | 1.83    | $\frac{78.30\sim184.24}{106.00}$ | 3 层(1、2、3 煤层)                                           | 4.80    |
| 滕县煤田 | $\frac{141.97\sim210.51}{179.28}$ | 5 层(12 <sub>下</sub> 、14、15 <sub>上</sub> 、16、17 煤层)                                               | 3.76    | $\frac{72.00\sim142.75}{110.32}$ | 2 层(3 <sub>上</sub> 、3 <sub>下</sub> 煤层)                  | 6.97    |
| 兖州煤田 | $\frac{145.92\sim223.00}{174.89}$ | 6 层(6、10 <sub>下</sub> 、15 <sub>上</sub> 、16 <sub>上</sub> 、17、18 <sub>上</sub> 煤层)                  | 4.91    | $\frac{34.03\sim152.91}{108.68}$ | 2 层(2 <sub>上</sub> 、3 煤层)                               | 8.97    |
| 宁汶煤田 | $\frac{162.00\sim187.00}{174.00}$ | 4 层(8、15、16、17 煤层)                                                                               | 3.69    | $\frac{52.00\sim80.00}{68.00}$   | 3 层(2、3 <sub>上</sub> 、3 <sub>下</sub> 煤层)                | 6.08    |
| 梁山煤田 | $\frac{176.50\sim249.48}{189.13}$ | 7 层(8 <sub>下</sub> 、12 <sub>下</sub> 、15 <sub>上</sub> 、15-2、16、17、18 <sub>下</sub> 煤层)             | 7.37    | $\frac{82.50\sim122.50}{102.59}$ | 3 层(3 <sub>上上</sub> 、3 <sub>上</sub> 、3 <sub>下</sub> 煤层) | 4.60    |
| 巨野煤田 | $\frac{139.60\sim174.50}{159.76}$ | 7 层(6、12 <sub>下</sub> 、15 <sub>上</sub> 、16 <sub>上</sub> 、16 <sub>下</sub> 、17、18 <sub>中</sub> 煤层) | 6.14    | $\frac{44.30\sim92.30}{65.95}$   | 3 层(2、3 <sub>上</sub> 、3 <sub>下</sub> 煤层)                | 9.63    |
| 济宁煤田 | $\frac{150.30\sim193.58}{170.51}$ | 6 层(6、10 <sub>下</sub> 、12 <sub>下</sub> 、15 <sub>上</sub> 、16 <sub>上</sub> 、17 <sub>上</sub> 煤层)    | 4.58    | $\frac{48.40\sim101.53}{72.64}$  | 2 层(3 <sub>上</sub> 、3 <sub>下</sub> 煤层)                  | 6.36    |
| 金乡煤田 | $\frac{151.70\sim181.00}{166.15}$ | 5 层(12 <sub>下</sub> 、15、16、17、18 煤层)                                                             | 4.58    | $\frac{49.10\sim92.45}{72.59}$   | 1 层(3 煤层)                                               | 5.28    |
| 单县煤田 | $\frac{133.10\sim186.94}{167.50}$ | 4 层(12 <sub>下</sub> 、16 <sub>上</sub> 、17、18 <sub>上</sub> 煤层)                                     | 3.75    | $\frac{42.27\sim136.05}{85.55}$  | 3 层(2、3 <sub>上</sub> 、3 <sub>下</sub> 煤层)                | 6.22    |
| 曹县煤田 | 165.13                            | —                                                                                                | —       | $\frac{57.80\sim89.95}{73.90}$   | 3 层(2、3 <sub>上</sub> 、3 <sub>下</sub> 煤层)                | 9.53    |

主要可采煤层为 16、17 煤层,集中于太原组下部,大面积稳定可采,厚多为 1m 左右,结构简单—较简单,直接顶板为十<sub>下</sub>灰岩和十一灰岩。其他为局部可采煤层,有时 12 煤层可分为 12<sub>上</sub>、12<sub>中</sub>、12<sub>下</sub>三个分层;10 煤层分为 10<sub>上</sub>、10<sub>下</sub> 2 个分层;18 煤层分为 18<sub>上</sub>、18<sub>中</sub>、18<sub>下</sub> 3 个分层。山东省北部(淄博、章丘、黄河北煤田)和中部(莱芜、新汶、肥城煤田),含可采煤层 5~8 层,总厚 2.50~8.00m;南部(宁汶煤田以南各煤田)含可采煤 3~6 层,总厚 2~4m。灰岩和煤层层数,由北向南增多,但煤层渐薄。

(2)山西组

为过渡相沉积,厚 60~120 m,平均 90m 左右。该组由灰—灰白色砂岩和灰—灰黑色粉砂岩、泥岩组成,含煤 3~6 层;可采煤层 1~4 层,总厚 2~10m。以鲁西南和鲁中地区煤层发育最好。2 煤层为不稳定局部可采煤层;3 煤层位于山西组中、下部,属稳定、较稳定中厚—厚煤层,3 煤层常分叉为 3<sub>上</sub>和 3<sub>下</sub>两层煤,是山东省主要可采煤层。其分布面积广、厚度大,除北部的淄博、章丘、黄河北煤田较薄外,往南逐渐变厚。肥城煤田,3 煤层组最大厚度可达 6.84m,平均厚 4m 左右;鲁中的新汶、宁汶煤田,最大厚度可达 8m,平均厚 4m 左右;鲁西南的兖州、济宁煤田最大厚度可达 17.95m,一般厚 6~8m;滕县、官桥煤田,厚度可达 14.15m(李献水,1998)。

1.3.2 侏罗纪含煤岩系——淄博群坊子组

坊子组分布十分局限,除坊子煤田外,在淄博、章丘也有零星分布。坊子组厚达 370m,为陆相砂、泥岩建造,主要由砂岩、细砂岩与粉砂岩互层、粉砂岩、泥岩组成,含煤 5 层,底部一般为砾岩。代表性煤田坊子煤田,其可采煤层 3 层,厚 4~6m,大部分可采。①上层煤平均厚 1.8m,结构较简单,属较稳定煤层。②中层煤平均厚 2.0m,遭受岩浆岩破坏较严重,侵入后将煤层分为 3~4 个分层,有的全部或部分变为天然焦,属较稳定煤层。③下层煤平均厚 2.28m,同样遭受岩浆岩破坏严重,侵入煤层后将煤层分为 3~4 个分层,属较稳定煤层。

1.3.3 古近纪含煤岩系——五图群李家崖组

李家崖组主要分布在龙口(黄县)、昌乐五图等地。该组厚 120~170m,主要由砂岩、粉砂岩、泥岩、泥灰岩、含粉晶白云岩、煤及油页岩组成。代表性煤田为黄县煤田和五图煤田。

黄县煤田分上、下两个含煤段。①上含煤段为主要含煤段,含煤 5 层,即煤<sub>上</sub>3、煤<sub>上</sub>2、煤<sub>上</sub>1、煤 1 和煤 2。煤<sub>上</sub>3 和煤<sub>上</sub>2 间有一层较稳定泥灰岩,厚 11m 左右,为良好标志层;煤 1 是较稳定的可采煤层,厚 0.59~1.75m,以油页岩(油 2)为底板,可组成复合标志层,易于识别和对比。②下含煤段含煤两层,即煤 3 和煤 4。煤 3 底板为含油泥岩,局部为

油页岩(油 3),较易对比。煤 4 厚度大,但结构复杂,可作为良好标志层。

五图煤田分为上含煤段、中含煤段、油页岩段和下含煤段。①上含煤段含煤 6~7 层,自上而下编号为 A 煤 1—煤 7,但煤层均很薄,仅个别点可采,无开采价值。②中含煤段含煤 12 层,自上而下编号为 B 煤 1—煤 12,以煤 4、5、7 三层煤赋存较好,煤厚 1m 左右,局部可采,其他均不可采。③下含煤段含煤 12~13 层,自上而下编号为 D 煤 1—煤 13,仅个别煤层局部可采,无开采价值。④油页岩段不含煤层(王奎峰等,2015)。

## 2 主要聚煤期煤聚积特征

### 2.1 含煤地层沉积特征

山东聚煤期有石炭—二叠纪、中侏罗世坊子期、古近纪五图期三个时期,其中,石炭—二叠纪是最重要的聚煤期(金振奎等,2008)。山东跨华北板块(陆块)和苏鲁造山带 2 个一级大地构造单元,含煤地层赋存范围全部位于华北板块(陈毓川等,2007)。华北板块又分为鲁西隆起区、华北拗陷区、胶辽隆起区(鲁东隆起区)3 个二级大地构造单元(张增奇等,2014)。聚煤期前华北是我国形成较早的古隆起区,经过志留—泥盆纪至早中石炭世共约 1.45 亿年的隆升剥蚀,奥陶纪灰岩保留至艾家山期。晚石炭世开始,华北板块下沉,华北地台成为大型陆表海盆地(李增学等,2002,2003)。由于地壳振荡运动,海水频繁进退,每次海退都为泥炭聚集提供有利的古地理环境,随之海进,又为泥炭的覆盖保存形成煤层创造了条件,早二叠世太原组煤层就是在这一有利的构造古地理背景下形成。随后,华北板块抬升,海水由北西向南东逐步海退过程中,于滨海平原沼泽广泛发育了早—中二叠世山西组煤层,随着海退逐渐向南推进,聚煤带也逐渐向南迁移,造成煤层层位越往南越高,成煤期越往南越晚的特点。中二叠世(相当于山西组上部沉积时期)开始,变成了内陆盆地,并且由于北方大陆干燥气候的影响,失去了聚煤的古气候和古地理环境。古构造运动塑造了华北大型聚煤盆地,并控制了石炭—二叠系的沉积和煤层聚积,形成了海相、过渡相、陆相沉积体系(图 2),成为山东和华北最主要的成煤时期(杨恩秀等,2013)。中生代中侏罗世坊子组形成一套以河流体系为主的内陆盆地型沉积;新生代古近纪始新世李家崖组则是在内陆山前断陷盆地中迅速堆积形成的山麓湖泊相沉积体系。

### 2.1.1 太原组沉积体系

太原组主要发育有碳酸盐台地沉积体系和障壁岛—泻湖沉积体系。碳酸盐台地沉积主要为泥晶生物碎屑灰岩、生物碎屑泥晶灰岩及泥晶灰岩,生物碎屑及化石种类繁多,含有鲢、腕足类、海百合、珊瑚、瓣鳃、腹足、有孔虫等。古盐度  $Z$  值大于 130‰,常与泻湖相共生,反映了海域广阔、地形平坦的沉积特征。主要发育于山东省中、北部及东南部。

障壁岛和潟湖为两个不可分割的沉积环境单元,尤其在陆表海条件下,障壁岛和潟湖更是密不可分,共生组合在一起(Agela L. Coe, 2003, 刘焕杰等,1987)。该沉积体系有障壁岛相、潟湖相、潮道相、潮汐三角洲相、潮坪相。潮坪相又分有砂坪、砂泥混合坪、泥坪、泥炭坪等,为本溪组、太原组主要沉积相类型。

### 2.1.2 山西组沉积体系

山西组主要为河控浅水三角洲沉积(李增学等,1995)。该沉积体系是在陆表海基础上发展起来的,浅水三角洲广泛发育,主要特征以分流河口坝占主导地位。三角洲平原相极为发育,它又分为分流河道、天然堤、泛滥盆地、决口扇、湖泊相等。分流河道为主导,其两侧洼地主要由决口扇和越岸沉积充填。在时序上三角洲平原由活动到废弃的转化,大面积分布煤层,完整地揭示了三角洲平原的演化趋势。

### 2.1.3 坊子组沉积体系

坊子组是以河流—湖泊复合沉积为主的内陆盆地型沉积。河流环境是大陆环境中最重要的组成部分,主要表现为曲流河性质,由河床滞留沉积、曲流砂坝沉积、天然堤、决口扇及泛滥盆地组成,主要发育于二叠系晚期及中侏罗世坊子组中。

### 2.1.4 李家崖组沉积体系

李家崖组则是在内陆山前断陷盆地中迅速堆积形成的山麓—湖泊沉积体系,由山麓、湖泊、沼泽和泥炭沼泽相组成,主要发育于新生代古近纪。

## 2.2 聚煤特征

### 2.2.1 太原组聚煤特征

#### (1) 潮坪沉积体系聚煤特征

太原组潮坪沉积体系为陆表海海陆交替型含煤岩系中较为重要的沉积体系类型(图 2),与陆表海条件下的聚煤作用密切相关。其聚煤特征表现为:①潮坪沉积序列为弱进积型,随着海退进程中潮汐流作用逐渐减弱,潮坪沉积体系中各环境单元趋于一致,泥炭沼泽就是在这种较为统一的沉积环境条

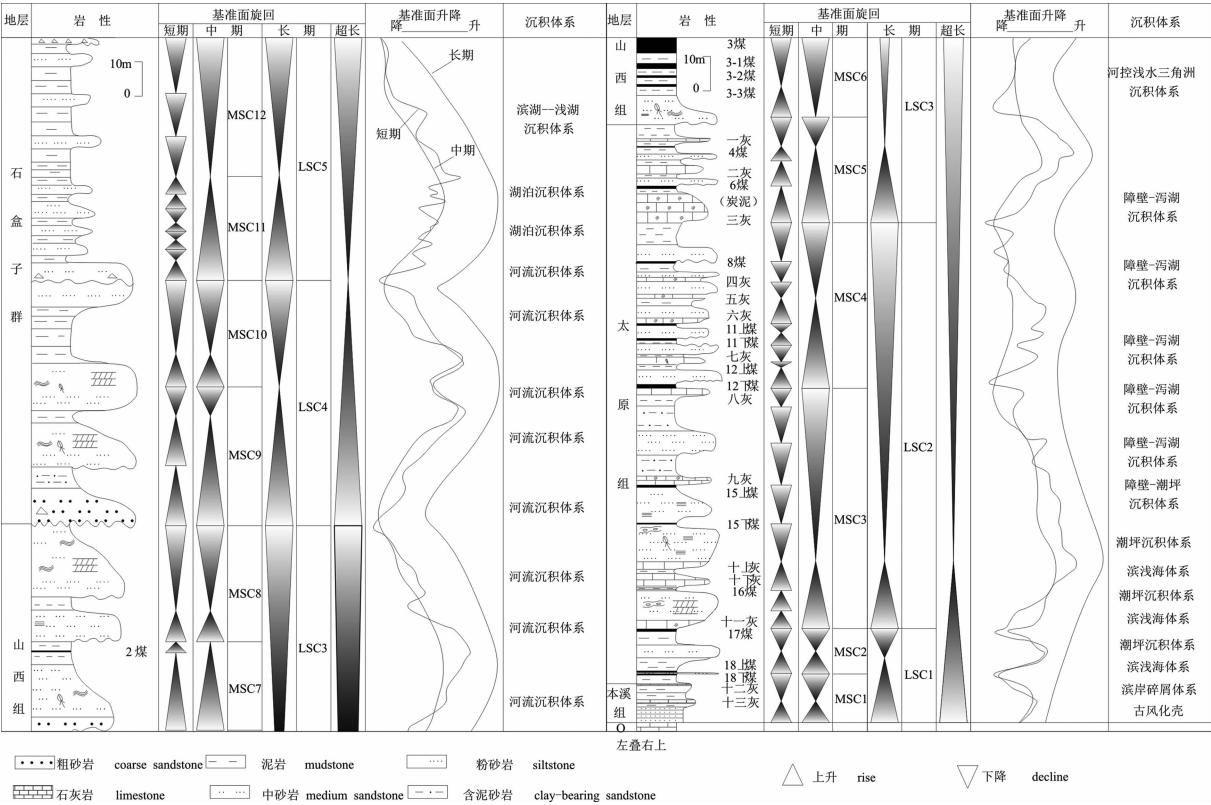


图 2 鲁西石炭—二叠纪沉积体系与聚煤特征图(据吕大伟,2008)  
Fig. 2 The Carboniferous-Permian sedimentary system and coal-accumulating characteristic figure of western Shandong (Lv Dawei, 2008)

件下形成和发育起来的。②富煤单元的展布轮廓、煤层厚度及空间分布基本不受其下伏砂分散体系成因及变化的影响,而主要受整个潮坪沉积体系沼泽化程度的控制。③由于煤层底板岩性的不均一性,煤层常出现分叉或尖灭。潮坪的逐渐沼泽化乃至泥炭沼泽化,在海陆交替含煤岩系中多次出现,是本区陆表海盆地含煤沉积的一大特色。

(2)障壁岛—泻湖沉积体系聚煤特征

晚古生代华北地区陆表海盆地是一种内陆受限内陆表海盆地,聚煤作用主要在潮汐三角洲环境下发生。与潮坪沉积体系聚煤作用相比,障壁岛—泻湖沉积体系泥炭沼泽在横向上变化较大(图 2),因此所形成的煤层厚度小、稳定性差。在泻湖及潮汐三角洲远端的部位,水动力条件相对较弱,泥炭沼泽化程度较高,形成的煤层也较好,局部达可采厚度。

2.2.2 山西组聚煤特征

山西组河控浅水三角洲沉积体系为海陆交替含煤岩系的最上部地层。从煤聚积的角度来说,上部层段在含煤盆地充填序列中最为重要。主要煤层的形成与三角洲朵体推进作用密切相关,三角洲朵体的迅速发展及海平面的总体下降,使得海水逐渐远

退,河流影响压倒潮汐影响,河控浅水三角洲在大面积范围内迅速发展。沉积条件的有利进而形成了厚度巨大、分布面积最广的主采煤层(图 2)。

2.2.3 坊子组及李家崖组聚煤特征

在陆相盆地中,除了坳陷盆地之外,还有一种广泛分布的盆地类型,即断陷盆地(刘玉强,1994;张璐锁等,2010),侏罗纪坊子煤田和古近纪黄县煤田的含煤岩系即属于此类型。聚煤作用均发生在盆地经历粗碎屑体系充填后,地形差异减少,盆地水域扩张—盆地萎缩早期,聚煤受盆缘构造活动及古地貌面貌控制。以黄县煤田为例,在盆地经历初期强烈裂陷后,盆缘断裂活动逐渐减缓,盆地整体趋于稳定并缓慢下沉、水域扩张,聚煤主要发生于构造活动相对稳定时期的扇三角洲平原—前缘、滨湖、辫状河三角洲平原—前缘等地带。聚煤作用始于扇三角洲平原及前缘,向盆缘方向扩展,聚煤中心位于滨湖地带,煤层厚度呈现由盆缘向盆地中心逐渐变厚的规律。

3 赋煤规律与找煤预测

3.1 成煤期后构造运动影响因素

山东在石炭—二叠纪、中侏罗世坊子期、古近纪

五图期等聚煤期形成过程以及聚煤期后,受印支、燕山及喜马拉雅期三次构造运动影响,对先期聚煤区造成不同程度的隆升—断裂—剥蚀或者其他变化影响,最后形成当前山东的煤炭资源赋存形态。

### 3.1.1 印支期

印支期( $T_{1-3}$ )鲁西地区普遍抬升,含煤建造遭受剥蚀,尤其是正向构造区,或全无保存,如目前我们能够看到的露头区即鲁中隆起和沂沭断裂带的各个凸起;或剥蚀殆尽如泗水凹陷、平邑凹陷;或残存不多,如蒙阴凹陷。但是,负向构造区保存相对好些,如鲁西南潜隆起的浅凹陷部分。因为印支期构造运动,影响的鲁中隆起相对强烈,鲁西南潜隆起区在印支运动后期相对下降,后期剥蚀相对较弱。

### 3.1.2 燕山期

燕山运动第一幕(J-K<sub>1</sub>):中侏罗世坊子组含煤建造首次受到剥蚀,因系断陷盆地,故剥蚀作用影响不大。三叠系、中侏罗统坊子组沉积范围都较小,石炭—二叠系含煤建造在正向构造地区,仍广泛遭受剥蚀。燕山运动第二、三幕(K<sub>1-2</sub>):莱阳期盆地沉积之后,经历了燕山运动第二幕(K<sub>1</sub>,119Ma),其后中、东部地区有青山群、大盛群沉积。在经历燕山运动第三幕(K<sub>2</sub>,99Ma)后,石炭—二叠系含煤建造及中侏罗世坊子组含煤建造受影响较小;崂山断层以北,嘉祥断层以西石炭—二叠系含煤建造剥蚀较为严重。

### 3.1.3 喜马拉雅期

古近纪末,全区抬升,未被覆盖的石炭—二叠系、中侏罗世坊子组含煤建造受到剥蚀,新沉积的五图群李家崖组含煤建造影响较少。

上述各期构造运动对含煤建造范围都产生不同程度剥蚀和其他影响,特别是石炭—二叠系含煤建造最终分布范围已经大为缩小,一般局限于断块的北缘或者小盆地中。

## 3.2 赋煤区构造样式

山东煤层赋存与区域内的断裂构造关系密切。以峰山断裂为界,东部为鲁中隆起,西部为鲁西南潜隆起。分布于鲁中隆起区和鲁西南潜隆起区的盆地,部分地继承了燕山期盆地和断裂的特征,以南北向伸展为主,盆地呈三角形或长条形,具有北断南超的构造格局。鲁西南潜隆起区的构造因靠近聊考断裂,则既有鲁中隆起区北断南超的特征,还表现为褶皱轴线南北向展布的宽缓褶皱构造样式(张自桓,1995;李献水等,1998;单松伟等,2000)。最近研究发现,在鲁西南潜隆起区,自东部邹城市城区向西至

济宁—巨野—菏泽一线,经过兖州煤田、济宁煤田和巨野煤田,最后叠加了一个大型宽缓向斜。古近纪、侏罗纪断陷盆地具有与鲁中隆起区相似的构造样式。

### 3.2.1 鲁中隆起区构造样式

鲁中多隆起区具北断南超掀斜式构造。断陷盆地北部为区域性大断裂,南部含煤的石炭—二叠系被淄博群、官庄群以及第四系逐渐向南沉积超覆,靠近南部较浅地段的煤层属断块凸起的北缘。如新汶煤田、莱芜煤田、陶枣煤田等。以新汶煤田为例,该煤田位于大汶口—蒙阴断陷(Ⅳ级)蒙阴凹陷(Ⅴ级),该凹陷内由东向西石炭—二叠系保存愈来愈厚。石炭—二叠系产状 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}\angle 18^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ,北部边界为 NWW 走向新泰—垛庄断裂(又称莲花山断裂),中部还被 NWW 走向蒙山断裂切割。该两条断裂为区域性深大断裂,为高角度正断层,倾向南西,倾角近于直立,断距超过 2000m。含煤地层为太原组和山西组。含煤 17~20 层,其中太原组 15 层,山西组 5 层,煤层总厚 12~18m,单层煤厚最厚 7.3m,一般单层平均厚度在 1.5~2.5m。石炭—二叠系之上被侏罗纪淄博群三台组角度不整合覆盖,其上又被古近纪官庄群高角度不整合向南超覆,最后是第四系所覆。总体表现为北断南超样式(图 3)。

### 3.2.2 鲁西南潜隆起区构造样式

鲁西南既有北断南超掀斜式构造,又有轴向北的宽缓褶皱构造,以及最后一期轴向东的宽缓褶皱构造,总体表现为棋盘格状构造样式。

#### (1) 兖州煤田

位于兖州潜凸起东侧。该煤田位于菏泽—兖州潜断隆(Ⅳ级)兖州潜凸起(Ⅴ级)东部,也是鲁西南潜隆起区最东部,即峰山断裂以西,郛城断裂以南。石炭—二叠系分布于宽缓向斜中(也可以视为兖州潜凸起东侧),并被南北向和北西向次一级断层切割。煤田东边界峰山断裂为区域分化性大断裂带,南北走向,倾向西,倾角 $75^{\circ}$ ,正断层,落差大于 2500m。主断裂西侧有 2 条与其平行的次级断裂——峰山支断裂,落差 150m。再向西为与主断裂倾向相对的一号井东断裂,倾向东,倾角 $70^{\circ}$ ,落差 60m。

石炭—二叠系之上被侏罗纪淄博群三台组角度不整合覆盖,在煤田东部边界邹城市城区以西附近淄博群三台组之上被白垩纪莱阳群止凤庄组不整合覆盖,三台组和止凤庄组两者之上又被古近纪官庄群常路组角度不整合向西超覆,最后是第四系所覆。

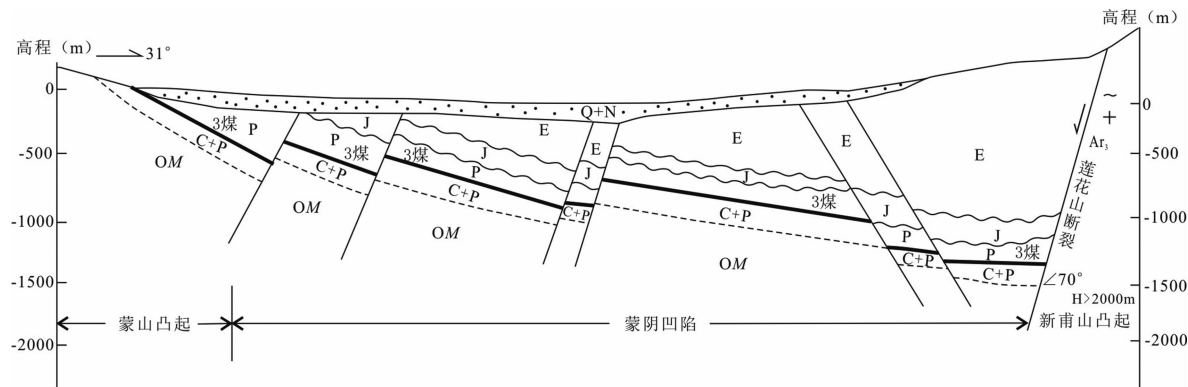


图 3 新汶煤田构造样式——隆起中凹陷及凸起北缘

Fig. 3 The tectonic style-sag of uplift and north of the convex of Xinwen coalfield

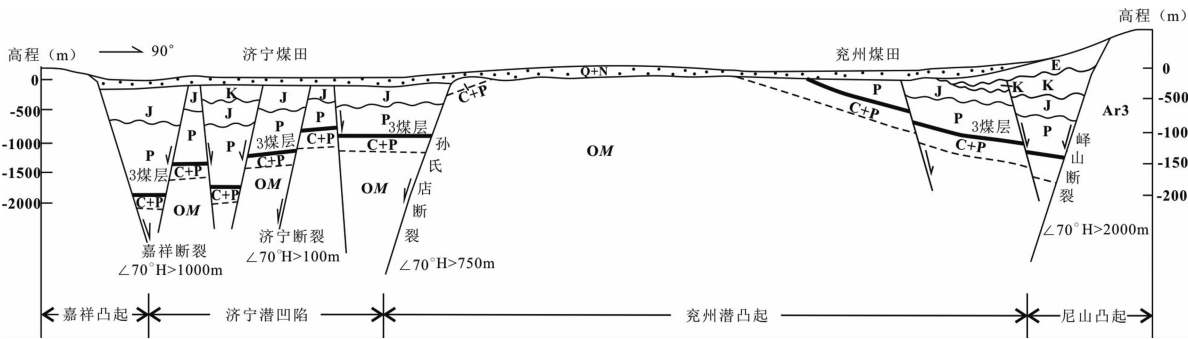


图 4 兖州煤田、济宁煤田构造样式——潜凹陷中地垒及潜凸起的边缘

Fig. 4 The tectonic style of Yanzhou coalfield and Jining coalfield-horst of the latent sag, the graben of bump

总体表现为潜凸起的东部即相对凹陷处保留了石炭—二叠纪含煤地层(图 4)。

(2) 济宁煤田

济宁煤田位于菏泽—兖州潜断隆(Ⅳ级)济宁潜凹陷(Ⅴ级),东起孙氏店断裂,西至嘉祥断裂,北起郛城断裂,南至凫山断裂。济宁煤田为一轴向北东的向斜构造,也可视为中生代盆地,向西南倾伏,东、西、南三面分别被孙氏店、嘉祥和凫山断层所截,受济宁断层分割,煤田分为东、西两个区。东区煤层较浅,北翼宽缓褶曲发育,南翼以单斜构造为主;西区煤层总体埋藏较深。煤田东边界孙氏店断裂是区域性大断裂带,南北走向,倾向西,倾角 70°,正断层,落差 500~750m。主断裂西侧有与其平行的若干个次级断裂,落差分别为 195m 和 330m。西部边界的嘉祥断裂带,倾向东,倾角 70°,正断层,落差大于 1000m,主断裂东侧有与其平行的若干个次级断裂。南部边界凫山断裂是东西向区域性大断裂,南倾,倾角 70°,落差大于 700m。中部南北向济宁断裂,是倾向西的阶梯状断裂带,落差超过 400m。

在济宁潜凹陷,济宁断裂是倾向西的正断层,所以东部煤层总体较浅;西区埋藏较深,但是局部地垒

断块相对稍浅,大约千米。该煤田石炭—二叠系之上除东北区域外,均被侏罗纪淄博群三台组角度不整合覆盖;而后,在煤田中部至西南部又沉积了侏罗系,范围变小;其上第四系所覆。济宁煤田构造样式是,因南北向不同倾向断裂构造切割,形成隐伏的垒堑(凹凸)相间构造断块。在济宁潜凹陷中,埋深较浅的东部断块即地垒具有较好的开发条件;而西部次级凹陷中的地垒构造才具有开发意义(图 4)。近几年,在西部凹陷区域通过勘查,已经发现了近 10 平方千米 3 煤层深度不足千米的地垒构造,建议开展钻探验证。

(3) 巨野煤田及单县煤田构造样式

巨野煤田西部的郛城煤矿、郭屯煤矿、赵楼煤矿、龙堽煤矿、万福煤矿等位于菏泽潜凸起的东部边缘,东部的彭庄煤矿、梁宝寺煤矿开河煤矿、正邦煤矿及单县煤田构造形态是基本保留了北断南超构造样式,南部是向北缓倾的奥陶系,向北依次为石炭—二叠系,北部是区域性断裂——郛城断裂,断裂北部是断陷盆地——汶上—宁阳潜凹陷。巨野煤田东部梁宝寺井田等 4 个井田均分布于嘉祥凸起的北缘(图 5)。单县煤田张集、陈蛮庄井田分布于青堽集

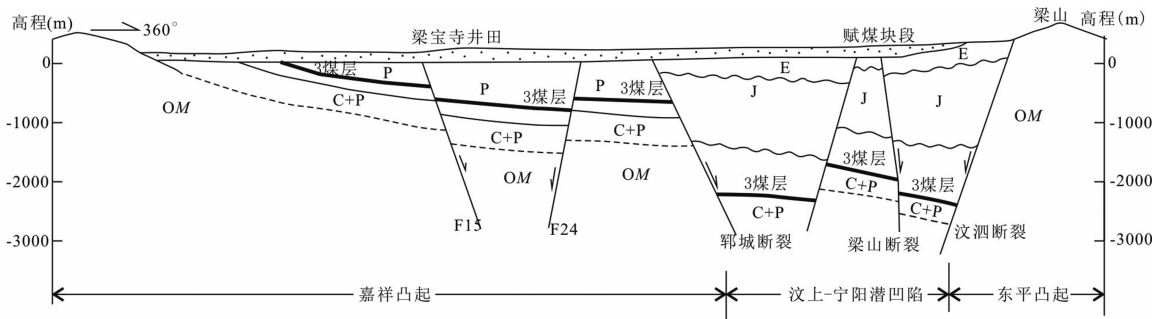


图 5 巨野煤田梁宝寺井田构造样式——凸起北缘、凹陷中的地垒

Fig. 5 The tectonic style of Liangbaoshi mine of Juye coalfield-north of block convex, the sag of convex

潜凸起北缘;霄云寺井田是金乡潜凹陷中的地垒。

3.3 赋煤规律及找煤预测

具有经济开采价值的煤层,赋存于石炭—二叠纪太原组、山西组,中侏罗世坊子组和古近纪五图群李家崖组,其中石炭—二叠纪分布范围最广、含煤系数最高,资源量占比 95% 以上,是本次研究的重点。

3.3.1 赋煤构造特征

(1)隆起中凹陷。有经济意义的煤层赋存在隆起中的凹陷盆地现象是山东省最普遍存在的,如鲁中隆起之蒙山-蒙阴断隆中蒙阴凹陷保存形成了新汶煤田,胶北隆起中龙口凹陷保存形成了黄县煤田等,以及鲁西南潜隆起东部第四系覆盖较浅区域中的济宁潜凹陷保存了形成济宁煤田及滕州潜凹陷中滕州煤田等,这种特征在在鲁中隆起及鲁西南潜隆起东部区域表现尤为明显。由于印支运动和燕山运动早期断块构造影响,隆起突出、拗陷沉积,在鲁中隆起形成北西向展布的侏罗—白垩纪断陷盆地;喜马拉雅运动早期又继承性拗陷活动,在大断裂南侧又沉积了官庄群,地层接触关系北断南超。在鲁中隆起,多数断块凹陷中保存了较为完整的石炭—二叠纪含煤地层,除北部埋藏较深外,大部区域在 1000m 以浅,如新汶煤田、莱芜煤田、章丘煤田等分布区域,但是深部仍有煤层赋存。

(2)凸起的边缘。煤层赋存在凸起的边缘现象在鲁中隆起和鲁西南潜隆起均有发现。在鲁西南潜隆起,东西向和近南北向各 5 条大断裂带活动,构成了潜凸起和潜凹陷相间排列的棋盘格状构造样式。其间有宽缓褶皱,区域总体上古生代地层倾向北,局部倾向南。在潜断块(多为潜凸起)的北缘亦即大断裂的南侧,往往保留了产状较缓的石炭—二叠纪含煤地层。如彭庄井田、梁宝寺井田、开河井田等位于嘉祥凸起的北缘,单县煤田则位于青岗集潜凸起的北缘。在鲁西南潜隆起,既保留了北断南超掀斜式

构造大体特征,更是表现为先是东西后是南北的垂直方向两期挤压构造。例如,先是东西向挤压形成的褶皱轴线近南北向的背斜和局部向斜构造如菏泽潜凸起、嘉祥凸起和兖州潜凸起等,后来沿三个南北向凸起(背斜)中部又形成东西向宽缓向斜,轴线在邹城—济宁—巨野—菏泽一线,形成似穹窿构造。因而,(潜)凸起的東西两侧往往保留有价值的煤层,形成若干煤田如巨野煤田和兖州煤田等,南北两侧也有含煤地层保留如郛城县高庄井田以及新发现的曹县煤田。

(3)潜凹陷中的地垒。潜凹陷中覆盖了较厚的第四系和新近系、少量古近系及数百米厚侏罗系乃至白垩系,所以潜凹陷深部煤层暂难以开发,而相对较浅区域即次级构造地垒中保留的石炭—二叠系煤层则具备建井开发条件。如位于济宁潜凹陷中济宁煤田,在孙氏店断裂和济宁断裂之间,北部煤层埋藏较浅,南部较深;在嘉祥断裂和济宁断裂之间,由北向南呈地堑地垒相间的格局,其间相对上升的地垒区域则可以开发利用。还有金乡潜凹陷中的金乡井田和霄云寺井田等,也是位于潜凹陷中的地垒部位。

(4)潜凸起中的地堑。鲁西南潜隆起多期次不同方向构造挤压,形成了大型宽缓褶皱及断裂构造。断块凸起往往是大型复背斜,断块凹陷往往是大型宽缓向斜,因而断块凸起中的地堑往往残留有石炭—二叠系。如兖州潜凸起西侧也是一个大型宽缓向斜,NW 向、NE 向、SN 向三组断隆切割影响,保留了大面积的石炭—二叠系,较浅的部位或者地堑内煤层具有开采价值,如兖州煤田。

菏泽潜凸起是一个宽缓复背斜构造,在复背斜上保留了马家沟组顶部地层,且东西向的汶泗断裂、郛城断裂、菏泽断裂、鳊山断裂和单县断裂等一系列正断层,其产状向北向南倾向相间,构成地垒地堑相

间的格局。所以菏泽潜凸起上的地堑或次级向斜中有本溪组底部残留,甚至残留了大面积的太原组和山西组(如牡丹区沙土集、定陶、鄄城等地)。菏泽潜凸起南部若干东西向地堑中则保留了带状展布的石炭—二叠纪本溪组、太原组和山西组等,通过预测并勘查发现了曹县煤田。

在鲁西南潜隆起,在东西向的邹城市—济宁市—巨野县—菏泽市城区一线,是叠加在菏泽潜凸起和兖州潜凸起之上的后期宽缓褶皱,再加上断裂构造叠加并形成若干地堑,使两个潜凸起上的石炭—二叠系免于剥蚀的面积得以保留更大,形成整

装的兖州煤田、济宁煤田和巨野煤田等。

3.3.2 赋煤规律及找煤预测

根据以上所述赋煤构造特征分析,发现山东省赋煤规律是:含煤区构造总体上表现为“掀斜式构造,北断南超”,呈“凹凸相间”的构造样式;具有经济意义的煤层通常赋存在“隆起中凹陷、凸起的边缘、潜凹陷中的地垒、潜凸起中的地堑”;创建的山东乃至华北覆盖区的找煤模式是:“凹中找垒,凸中找堑”(图6),鲁中隆起找煤方向重点是断块的边缘和断陷盆地。但是,在凸起的北缘和凹陷浅部煤层基本开采完毕情况下,找煤方向也是凹陷深部的地垒构造。

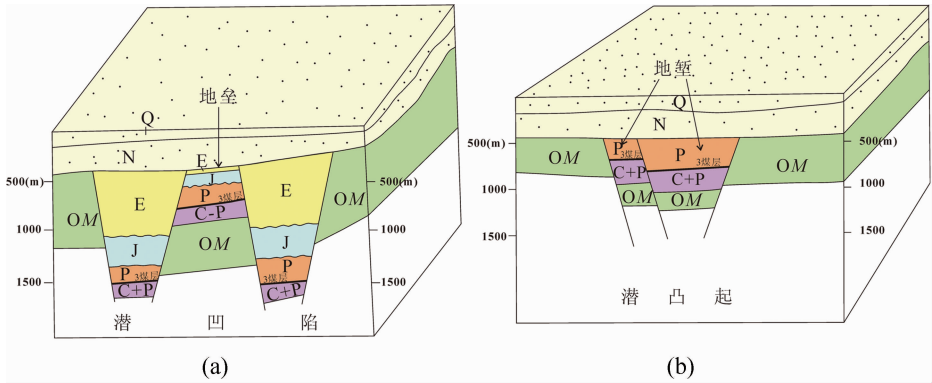


图 6 覆盖区找煤模式——凹中找垒(a),凸中找堑(b)  
Fig. 6 Coal-searching mode chart in coverage area-find the base in concave  
(a) find the graben in convex (b)

通过多年的赋煤规律研究(陈毓川等,2007;刘玉强,1994;李增学等,2002;张增奇等,2008,2013;刘书峰等,2013),山东在近几年实现了找煤突破,继笔者等在 2002 年发现单县煤田后,在 2006 年于菏泽南部又发现了曹县煤田,这是继 1987 年发现巨野煤田 20 多年之后山东省发现的又一大型隐伏整装煤田(张增奇等,2008,2013;李宪文,2009)。该煤田主要可采煤层为石炭—二叠纪山西组 3 煤层(分叉区为 3<sub>上</sub>煤层、3<sub>下</sub>煤层),煤类为国内外稀缺的炼焦用煤(焦煤和 1/3 焦煤),初步推断及预测煤资源量达 50 亿吨。占全球已查明低灰、低硫的优质炼焦用煤总量的 1/11,也是山东省深部找矿战略行动的重大突破。这昭示了山东今后的找煤方向,即山东在覆盖区深部、含煤构造相对凸起的区域仍具找煤潜力。同时,当时分析认为对于开展类似地质背景下的豫东、冀东、淮北等地区的找煤工作也具有一定指导意义,并有新的发现(高长岭,2013)。与此同时,笔者等指导投资勘查的郓城县高庄地区也发现了一个超过亿吨的大型煤井田(张洪波,2013)。

单县煤田曹县煤田的发现验证了山东赋煤规律

研究成果的可行性,在此基础上进一步优选了 6 个具有一定找煤潜力的靶区:①菏泽潜凸起的地堑及边缘。如单县断裂以南的曹县南部断块、青堌集潜凸起乃至河南商丘北部地区;鄄城西北部—郓城县西北以及河南范县陆集—张庄—清水河一带,是菏泽潜凸起边缘,局部也是潜凸起中的地堑。②聊城地区东南部安乐及乐平潜凹陷中的地垒;刘集断裂以西至聊考断裂以东区域,也是良好的聚煤盆地。③济南市东北部白云湖地区、齐河潜凸起中的地堑,以及东部邹平—周村凹陷中的地垒。④金乡—鱼台—滕州—济宁潜凹陷中的地垒。⑤鲁中隆起区的凹陷北部。⑥华北拗陷区中宁津—乐陵地区的寨子潜凸起和柴胡庄潜凹陷。

4 结论

(1)山东省是煤炭大省,资源总量丰富,可采储量偏低。截止 2011 年底,累计查明煤炭资源储量 312.3 亿吨,保有煤炭资源储量 274.1 亿吨。其中基础储量占保有量的 2/5,经济的可采、预可采储量占保有量的 1/5。煤类以烟煤为主,褐煤、无烟煤以

及炼焦用煤、天然焦较少。山东煤炭可采储量偏低,炼焦用煤储量更少。山东省是全国煤炭消费最大省,消费量占全国的 1/10,全球的 1/20。在一定时期内我国能源结构仍以煤炭为主形势下,山东省的煤炭勘查工作仍需推进,原社会力量勘查投资持续进行,正常的后续采矿工作也应继续跟进。

(2)山东聚煤期有石炭—二叠纪、中侏罗世坊子期、古近纪五图期三个时期,石炭—二叠纪是最重要的聚煤期。太原组在瀋湖及潮汐三角洲远端的部位形成的煤层也较好,局部达可采厚度;山西组河控浅水三角洲在大面积范围内迅速发展,形成了厚度较大、分布面积较广的主采煤层;坊子组及李家崖组聚煤作用均发生在盆地经历粗碎屑体系充填后,地形差异减少,盆地水域扩张—盆地萎缩早期,煤聚积由扇三角洲平原及前缘向盆缘方向扩展,煤层厚度呈现由盆缘向盆地中心逐渐变厚的规律。

(3)随着聚煤期后发生的印支、燕山及喜马拉雅期等一系列构造运动,煤层赋存遭受了不同程度的隆升—断裂—剥蚀等影响。通过研究发现山东及邻区的赋煤规律是,赋煤构造总体上表现为“掀斜式构造,北断南超”,呈“凹凸相间”的构造样式;具有经济意义的煤层通常赋存在“隆起中的凹陷、凸起的边缘、潜凹陷中的地垒、潜凸起中的地堑”内;创建的山东乃至华北覆盖区的找煤模式是“凹中找垒,凸中找堑”,鲁中隆起则是凸起的边缘和断陷盆地,以及凹陷中深部的地垒。山东省复杂地质构造样式在华北地台甚至全国都具有代表性,因而发现的赋煤规律和找煤模式对于华北地台乃至全国都具有重要的指导意义。

(4)根据赋煤规律研究和找煤模式分析,相继发现了单县煤田和曹县煤田。在此基础上又给出了山东及邻区今后的找煤靶区预测,在菏泽及南邻的河南商丘北部、北邻的河南省范县、聊城、济南、济宁、德州宁津及北邻河北省区域、以及鲁中的部分地区,优选了 6 个找煤潜力较大的靶区。

**致谢:**本文得到郝梓国和王登红博士指导,提出修改意见,于学峰和张尚坤对本文有很大贡献,在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

陈毓川,王登红,朱裕生. 2007. 中国成矿体系与区域成矿评价. 北京:地质出版社,319~350.  
单松伟,王淑霞,黄春慧. 2000. 鲁西控煤构造特征及其演化分析. 煤田地质与勘探,28(1):6~7.  
高相佐,汤振清. 2004. 山东省煤炭资源现状及对策探讨. 资源·产

业,6(5):30~32.  
高长岭. 2013. 我省查明豫东平原隐藏超大煤田. 资源导刊:行政综合版,(12):32~32.  
金振奎,苏妮娜,王春生. 2008. 华北地台东部石炭系—二叠系优质煤储层形成分布控制因素. 地质学报,82(10):1323~1329.  
孔庆友,张天祯,于学峰,徐军祥,潘元林,李献水. 2006. 山东矿床. 济南:山东科学技术出版社,133~171.  
李献水. 1998. 山东省控煤构造特征与煤炭资源开发前景. 煤田地质与勘探,26(3):8~10.  
李宪文. 2009. 运用构造模式引导深部找矿——山东省地质科学实验研究院鲁西南深覆盖区找矿纪实. 山东国土资源,25(3):53~54.  
李增学,魏久传,李守春. 1995. 鲁西河控浅水三角洲沉积体系及煤聚集规律. 煤田地质与勘探,23(2):7~12.  
李增学,余继峰,郭建斌,韩美莲. 2003. 陆表海盆地海侵事件成煤作用机制分析. 沉积学报,21(2):288~296.  
李增学,余继峰,郭建斌. 2002. 华北陆表海盆地海侵事件聚煤作用研究. 煤田地质与勘探,30(5):1~5.  
刘焕杰,贾玉如,龙耀珍,王宏伟. 1987. 华北石炭纪含煤建造的陆表海堡岛体系特点及其事件沉积. 沉积学报,5(3):73~80.  
刘书锋,高继雷,乔增宝,张锡明,戚树林,白福英,韩姗,赵体群. 2013. 山东莱芜煤田潘西煤矿深部煤层特征及赋煤规律浅析. 山东国土资源,29(7):36~39.  
刘玉强. 1994. 内蒙古东部晚中生代断陷煤盆地与伸展构造. 矿床地质,13(3):212~219.  
孟凡和. 2006. 龙口矿区海下采煤技术研究与实践. 煤炭科学技术,34(2):19~22.  
孙斌,杨德平,张增奇,李勇普,方宝明,舒磊,孙伟清,董延钰,谢跃春. 2013. 山东省矿产资源利用现状调查. 山东国土资源,29(4):23~28.  
山东省统计局. 2015. 山东统计年鉴 2015. 北京:中国统计出版社,75~90.  
宋明春,王沛成,梁邦启,刘明渭,黄武,刘峰,杨恩秀,刘建文,宋志勇. 2003. 山东省区域地质. 济南:山东省地图出版社,133~197.  
汪子杰,汪子杰,颜丙鹏,孙天柱,张进平. 2014. 山东省潍坊市北部煤炭资源找矿方向及成矿预测. 山东国土资源,30(6):20~23.  
王奎峰,李文平,赵辉. 2015. 山东省古近纪煤系地层赋煤特征与聚煤规律研究. 煤炭科学技术,43(3):104~109.  
杨恩秀,张春池,宁振国,于得芹,王巧云,彭观峰,王世进. 2013. 山东石炭—二叠纪地层沉积环境分析. 山东国土资源,29(12):1~10.  
张洪波,宋东蕴,张作礼. 2013. 山东省郯城县高庄井田地质特征及开发利用前景. 经济研究导刊,(4):328~332.  
张娟. 2011. 山东省煤炭资源开采现状分析与开采速度模型优化研究. 山东科技大学,硕士论文.  
张璐锁,尚洪田,于宏业,马秀民. 2012. 冀西北中生代聚煤盆地演化及赋煤规律认识. 中国煤炭地质,24(9):7~11.  
张义江,张增奇,单伟,梁吉坡,闫诚. 2010. 单县煤田张集井田地质特征与成煤环境分析. 山东国土资源,26(7):4~7.  
张增奇,于学峰,张义江,梁吉坡,张尚坤,杜圣贤,徐淑和,张洪波,刘超勇,李玉明,王怀洪,杨斌. 2013. 鲁西石炭—二叠系赋煤规律研究与曹县煤田的发现及评价. 中国科技成果,20(3):54

~55.  
张增奇,张成基,王世进,刘书才,王来明,杜胜贤,宋志勇,张尚坤,杨恩秀,程光锁,刘凤臣,陈军,陈诚. 2014. 山东省地层侵入岩构造单元划分对比意见. 山东国土资源,30(3):1~23.  
张增奇,张义江,张尚坤,梁吉坡. 2006. 山东菏泽地区赋煤规律探讨,中国地质学会,江西省地质学会编,加强地质工作,促进可持续发展——2006 年华东六省一市地学科技论坛文集. 南昌:江西科学技术出版社,78~80.  
张增奇,张义江,张尚坤,徐淑和,张洪波,梁吉坡. 2008. 鲁西南隐伏

区单县煤田曹县煤田的发现及其意义. 山东国土资源,24(1):3~6.  
张自桓. 1995. 鲁西伸展构造——一个中上地壳板块的提示. 山东地质,11(2):23~31.  
中华人民共和国国家统计局. 2015. 中国统计年鉴 2015. 北京:中国统计出版社,100~145.  
Agela L. Coe. 2003. The Sedimentary Record of Sea-Level Change. The Press Syndicate of The Cambridge.

Research Coal Distributions and Coal-accumulation Regularities  
in Shandong Province

ZHANG Zengqi<sup>1)</sup>, LIANG Jipo<sup>1)</sup>, LI Zengxue<sup>2)</sup>, ZHANG Yijiang<sup>1)</sup>, SUN Bin<sup>1)</sup>,  
CHENG Wei<sup>1)</sup>, FENG Tingting<sup>2)</sup>, CHEN Jun<sup>1)</sup>

1) Shandong Geological Sciences Institute, Jinan, 250013; 2) Shandong University of Science and Technology,  
Qingdao, Shandong, 266590

Abstract

The Shandong is rich coal resources, with the cumulative known coal reserves go to 31.23 billion tons and the coal resours to mainly 27.41 billion tons. The coal type is bituminous with minor of the lignite, anthracite coal and natural coke. The main coal accumulating periods in Shandong are Carboniferous-Permian, Fangzi period of middle Jurassic and the Wutu period of Paleogene with the Carboniferous-Permian being the most important coal accumulating period. The coal seams of Taiyuan Formation formed in the lagoon and tidal delta distal part and local areas can reach minable thickness. The fluvial-dominated shallow water delta of Shanxi Formation developed rapidly in large scale, forming the main mineable coal seams of large thickness and wide distribution area. The coal accumulating effect of Fangzi Formation and Lijiaya Formation occurred in the early period of basin water expansion-contraction, coal accumulating extended from the fan delta plain and front to the basin edge. Coal occurrence has suffered varying degrees of erosion a series of tectonic movement after coal accumulating stages. We can conclude from the research that the coal occurrence regularity of Shandong is characterized by “tilted-type structure, faulting in the north and overlapping in the south”, and the tectonic style by “the concave block alternate with convex block”. The coal seams with economic significance occur in “the edge and concave of block, horst of the latent sag, the graben of bump”, pointing out that the coal exploration direction of Shandong is “the base in concave, and the graben in convex”. The Shandong uplift zone is a rifted basin with lgcal at edge of graben basin. According to our research results, we found the Shanxian coalfield and Caoxian coalfield. On this basis, we have forecast the coal target areas in Shandong, and optimized six coal surveying target areas in Heze, Liaocheng, Jinan, Jining, Dezhou and parts of central area in Shangdon.

**Key words:** coal resources; coal-accumulating period; depositional systems; coal occurrence regularity; coal surveying target areas; Shandong