

# 兖州矿区

# 煤炭资源评价理论与实践

曹丁涛 曾 勇 王树常 等编著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

# 兖州矿区煤炭资源评价理论与实践

**The Theoretics and Practice of Coal Resources  
Evaluation in Yanzhou Coalfield**

曹丁涛 曾 勇 王树常 韦重韬  
杨国勇 姜振泉 董青红 王继尧

中国矿业大学出版社

## 内容提要

本书以兖州矿区煤田地质勘探资料,井下生产长期积累的矿井地质和开采技术资料,地表移动、矿压等方面的观测资料以及矿区前期丰富的专题研究成果为基础,以地球系统科学创新思维为指导思想,将系统论观点与当代非线性分形几何分析、层次决策分析和人工神经网络技术等先进的理论相结合,将地质学、煤矿开采学、应用数学、煤矿经济学及计算机科学等多学科相互交叉,通过现场实际调查、室内分析及计算机建模相结合的研究方法,以典型煤矿为目标,对兖州矿区煤炭资源进行了深入、系统的评价,为矿区资源科学开发利用,可持续发展建设和提高煤矿管理现代化水平,获取最佳经济、社会和环境效益打下了基础。

本书从全新的角度出发,对兖州矿区煤炭资源评价的理论与实践进行了深入的研究,为煤炭工作者提供了一个有价值的新思路和新方法,对我国煤炭行业的健康发展具有重大意义。本书可供煤炭开采、地质工程技术人员和有关院校师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

兖州矿区煤炭资源评价理论与实践/曹丁涛等编著.

—徐州:中国矿业大学出版社,2004.3

ISBN 7-81070-453-2

I. 兖… I. 曹… III. 煤炭资源—评价—兖州市

N. TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 006199 号

书 名 兖州矿区煤炭资源评价理论与实践  
编 著 曹丁涛 曾 勇 王树常 韦重韬  
杨国勇 姜振泉 董青红 王继尧  
责任编辑 宋党育  
责任校对 孙 景  
出版发行 中国矿业大学出版社  
(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)  
排 版 中国矿业大学出版社排版中心  
印 刷 中国矿业大学印刷厂  
经 销 新华书店  
开 本 787×1092 1/16 印张 10.5 字数 251 千字  
版次印次 2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷  
印 数 1~1 000 册  
定 价 24.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



# 前 言

随着社会主义市场经济体制的建立和不断完善,矿产资源作为国有资产将纳入国家资产和管理范畴中,并最终实现矿产资源的有偿使用,实施矿产资源的市场配置,从而使矿产资源的开发、管理和效益直接受到市场经济的支配和调控。所以掌握和了解矿区矿产资源的质量、储量、赋存状况及开采技术条件,是有效地开发矿产资源、提高经济效益的可靠保证。此外,知识经济是当今世界经济发展的主要动力,利用先进的科学技术,提高在开发矿产资源生产中的知识技术含量,使其按照可持续发展的指导方针,高产高效地发展,已成为矿产资源开发的必然趋势。为了达到上述目的,科学、合理、准确、可靠地对矿产资源进行评价研究是开发矿产资源必不可少的基础工作。

煤炭作为我国目前的主要能源,在社会主义经济建设中发挥了重要的作用。而且在我国未来的几十年中,煤炭将仍是不可替代的主要能源。然而,由于各煤炭生产企业,为了追求高效益而不断改革采煤工艺和机械设备,采用新的生产技术,提高煤炭产量,使煤炭生产成本不断下降,从而造成了煤炭市场的激烈竞争。

为了使煤炭企业在激烈的市场竞争中立于不败之地,使有限的煤炭资源得以充分利用,使其在实行高产高效的同时充分挖掘矿井储量潜力、努力提高现有生产矿井的煤炭资源回收率,非常有必要对矿区煤炭资源的总体状况作出全面了解,才能在瞬息万变的市场经济面前做到知己知彼,准确决策。

由于煤炭资源具有埋藏隐蔽性、构造程度多样性、赋存状态多变性、开采技术条件复杂性等特点,所以煤炭资源的开采将显得更为复杂。实践表明,只有当开采工艺及技术与煤炭资源赋存条件达到最优配置时才能取得最佳的社会经济效益。所以,在我们研究和掌握矿区的煤炭储量及其分布的同时,更要对煤炭资源的赋存规律、煤炭质量、开采技术条件、利用价值和社会自然条件进行综合研究,即在进行矿区煤炭资源评价的基础上,才能实现上述目标,从而达到为领导科学决策提供充分依据、实现矿区持续发展的目的。

兖矿集团是我国重要的煤炭生产企业,其地质条件优越,生产管理水平先进,长期以来社会效益居于全国煤炭企业首位,在全国大型煤炭生产企业中具有举足轻重的地位。

然而,随着煤炭资源的长期开采,煤炭资源的接续紧张问题已初露端倪,条件优越的主采煤层储量消减速度过快,而“三下”压煤,各类永久性煤柱压煤问题十分突出,形成了当前十分严峻的煤炭资源形势,将严重地制约着矿区煤炭生产的持续发展。此外,集团所属各煤矿在矿井储量、服务年限、地质勘探和矿井地质资料的利用、提高主采煤层开采上限、开采技术条件、社会环境条件等方面都存在着需要进一步深入研究和提高的问题,同时,这也给开采工程决策和实施带来了一定的困难。如不认真解决上述问题,在未来的几年中它们将势必成为制约和阻碍兖矿集团向前发展的主要障碍。本书作者通过大量论证,提出了解决上述问题的科研课题——山东省煤炭工业局重点计划项目“兖州矿区煤炭资源评价的研究”。通过两年多的努力,完成了该项目的研究工作,在煤炭资源综合评价、地质构造复杂性和煤层厚度稳定性评价、“三下”压煤和提高开采上限资源量评价及煤炭资源综合信息库建设等方面

取得了大量成果,在此基础上,撰写了本专著。

本专著针对兖州矿区煤炭资源的严峻形势以及“三下”大量压煤的现实,以国内外成果特别是矿区已有科研成果、矿区大量地质勘探成果、矿井地质资料及地表岩移观测资料、矿山压力资料为基础,以地球系统科学创新思维为指导思想,将地质学、煤矿开采学、应用数学、煤矿经济学及计算机科学等多学科理论与当代非线性分形几何分析、层次决策分析和人工神经网络技术等先进方法相结合,通过实地调查、理论分析及计算机建模分析相结合的研究方法,建立了煤炭资源评价系统。该系统以先进的地理信息系统(GIS)为平台,集煤炭资源优度目标、煤层稳定性、构造复杂程度和建筑物下、矿区铁路下、河流下以及提高开采上限可采出资源量评价等七个评价子系统和基础数据库、图形库两个管理子系统于一身,具有强大的管理和决策功能。利用该系统,对兖州矿区这一大型现代化煤炭生产基地进行了深入、全面的评价研究,包括对兖州矿区主采煤层3煤及薄煤层16<sub>上</sub>、17煤进行了全面的资源优度评价;对构造复杂程度、煤层稳定性及“三下”压煤资源量进行了深入评价,进而对兖州矿区的煤炭资源状况进行了结构性归类及开发前景分析。

全书涉及面非常广泛,着重介绍了对煤炭资源综合评价的内容、思路和方法,包括对全矿区以主采煤层为重点的煤炭资源进行了系统评价;同时以兴隆庄矿、北宿矿、鲍店矿、唐村矿、南屯矿、杨村矿、济宁二号矿、济宁三号矿作为典型,针对不同的重点问题,分别进行了七项专题研究。所研制的兖州矿区煤炭资源评价系统包括厚煤层煤炭资源评价子系统、薄煤层煤炭资源评价子系统、煤层稳定性评价子系统、构造复杂程度评价子系统、河流下煤炭开采评价子系统、松散层下提高开采上限评价子系统、村庄及矿区铁路下煤炭开采评价子系统、煤炭资源综合信息库数据管理子系统、煤炭资源综合信息库图形管理子系统。全书由曹丁涛、曾勇、王树常、韦重韬、杨国勇、姜振泉、董青红、王继尧合作完成,参加工作的还有高洁、李静、李耀民、许世超、隋旺华、苏治安、奚砚涛、岳建华、韩宝平。

作者感谢兖矿集团及下属各矿的领导和工程技术人员的大力协助,感谢中国矿业大学资源与地球科学学院中心实验室和工作站有关老师的大力帮助。

作者谨识

2003.12

# 目 录

|       |                           |    |
|-------|---------------------------|----|
| 1     | 兖州矿区煤炭资源开发概况 .....        | 1  |
| 1.1   | 自然地理和社会环境 .....           | 1  |
| 1.2   | 煤炭资源概况 .....              | 2  |
| 1.2.1 | 地层特征 .....                | 2  |
| 1.2.2 | 煤层特征 .....                | 2  |
| 1.2.3 | 地质构造特征 .....              | 4  |
| 1.2.4 | 水文地质特征 .....              | 5  |
| 1.2.5 | 矿井充水特征 .....              | 6  |
| 1.2.6 | 煤质特征 .....                | 6  |
| 1.2.7 | 瓦斯、煤尘及自然发火 .....          | 7  |
| 1.2.8 | 地温 .....                  | 7  |
| 1.3   | 煤的用途 .....                | 7  |
| 1.4   | 煤炭资源开发状况 .....            | 8  |
| 1.4.1 | 地质勘探 .....                | 8  |
| 1.4.2 | 矿区建设概况 .....              | 8  |
| 1.4.3 | 兖州矿区煤炭开采方法 .....          | 9  |
| 2     | 煤炭资源评价理论研究.....           | 11 |
| 2.1   | 研究状况.....                 | 11 |
| 2.1.1 | 矿产资源评价.....               | 11 |
| 2.1.2 | 煤炭资源评价.....               | 12 |
| 2.1.3 | 评价方法概述.....               | 13 |
| 2.2   | 兖州矿区煤炭资源综合评价思路和工作流程.....  | 13 |
| 3     | “三下”煤炭资源评价研究.....         | 16 |
| 3.1   | 村庄建筑物下煤炭资源评价.....         | 16 |
| 3.1.1 | 兖州矿区村庄建筑物下压煤的基本情况.....    | 16 |
| 3.1.2 | 兖州矿区现行采煤方法及其地表移动变形特征..... | 16 |
| 3.1.3 | 兖州矿区村庄下采煤技术途径.....        | 21 |
| 3.1.4 | 兖州矿区村庄下煤炭资源评价.....        | 25 |
| 3.1.5 | 兖州矿区村庄下煤炭资源评价系统.....      | 34 |
| 3.2   | 兖州矿物铁路下煤炭资源评价系统.....      | 37 |
| 3.2.1 | 国内外铁路下采煤技术研究现状.....       | 37 |
| 3.2.2 | 矿区铁路下煤炭资源评价.....          | 38 |
| 3.2.3 | 铁路下煤炭资源评价系统.....          | 41 |
| 3.3   | 兖州矿区河流下采煤评价系统研究.....      | 41 |

|       |                          |    |
|-------|--------------------------|----|
| 3.3.1 | 南屯矿白马河下采煤的地质条件           | 42 |
| 3.3.2 | 白马河下采煤评价系统的建立            | 42 |
| 3.3.3 | 不同开采方法评价结果与建议            | 44 |
| 4     | 第四系含水层下3煤提高开采上限评价系统研究    | 46 |
| 4.1   | 兖州矿区提高开采上限实践             | 46 |
| 4.1.1 | 兖州矿区提高开采上限研究概况           | 46 |
| 4.1.2 | 目前用于预测防水(砂)煤岩柱高度的方法及存在问题 | 46 |
| 4.1.3 | 厚松散层下采煤提高开采上限工程地质研究新思路   | 47 |
| 4.2   | 典型煤矿地质条件                 | 48 |
| 4.2.1 | 地质概况                     | 48 |
| 4.2.2 | 工程地质条件                   | 49 |
| 4.2.3 | 第四系松散层的水文地质条件            | 57 |
| 4.3   | 基于GIS的提高开采上限综合评价系统       | 57 |
| 4.3.1 | GIS在矿井水文地质研究中的应用情况       | 57 |
| 4.3.2 | 研究的软、硬件设备                | 58 |
| 4.3.3 | 技术关键                     | 58 |
| 4.3.4 | 技术路线与工作流程                | 59 |
| 4.3.5 | 防水(砂)煤岩柱留设影响因素分析         | 59 |
| 4.3.6 | 基于GIS系统单因素图形库的建立         | 60 |
| 4.3.7 | 多因素模型的建立与检验              | 62 |
| 4.3.8 | 基于多因素模型的预测评价系统           | 68 |
| 4.4   | 3煤提高开采上限的综合评价            | 70 |
| 4.4.1 | 分层开采                     | 70 |
| 4.4.2 | 放顶煤开采                    | 71 |
| 4.4.3 | 网下综放                     | 74 |
| 4.4.4 | 结论与建议                    | 76 |
| 5     | 构造复杂程度及煤层稳定性评价           | 78 |
| 5.1   | 评价方法及指标的确定               | 78 |
| 5.1.1 | 分形和分维                    | 78 |
| 5.1.2 | 分维的测定方法                  | 80 |
| 5.2   | 分维与构造复杂程度                | 81 |
| 5.2.1 | 断裂迹线的分形结构                | 81 |
| 5.2.2 | 断裂面的分形结构                 | 81 |
| 5.2.3 | 断裂网络的分形结构                | 81 |
| 5.3   | 断裂网络复杂程度的评价指标            | 82 |
| 5.4   | 构造复杂程度评价                 | 84 |
| 5.4.1 | 资料的选取                    | 84 |
| 5.4.2 | 褶皱构造复杂程度的定量表示            | 85 |
| 5.4.3 | 分维值求测算法及其实现              | 85 |

|       |                     |     |
|-------|---------------------|-----|
| 5.4.4 | 济宁二号矿构造复杂程度评价结果     | 86  |
| 5.4.5 | 济宁三号矿构造复杂程度评价结果     | 87  |
| 5.5   | 煤层稳定性评价             | 88  |
| 5.5.1 | 煤厚变异系数              | 88  |
| 5.5.2 | 煤厚关联维               | 89  |
| 5.5.3 | 济宁二号矿煤层稳定性评价结果      | 90  |
| 5.5.4 | 济宁三号矿煤层稳定性评价结果      | 90  |
| 6     | 兖州矿区煤炭资源综合评价研究      | 95  |
| 6.1   | 煤炭资源综合评价的指导思想       | 95  |
| 6.1.1 | 评价方法模型              | 95  |
| 6.1.2 | 评价指标体系              | 98  |
| 6.1.3 | 煤炭资源综合评价计算机软件系统     | 99  |
| 6.2   | 厚煤层煤炭资源综合评价体系       | 100 |
| 6.2.1 | 厚煤层煤炭资源综合评价指标体系     | 100 |
| 6.2.2 | 厚煤层煤炭资源综合评价备责集      | 100 |
| 6.2.3 | 厚煤层煤炭资源综合评价因素的隶属函数  | 100 |
| 6.3   | 薄煤层煤炭资源综合评价系统       | 109 |
| 6.3.1 | 薄煤层煤炭资源综合评价指标体系     | 109 |
| 6.3.2 | 薄煤层煤炭资源综合评价备责集      | 111 |
| 6.3.3 | 薄煤层煤炭资源综合评价因素的隶属函数  | 111 |
| 6.4   | 煤炭资源综合评价软件          | 113 |
| 6.4.1 | 系统总体设计              | 113 |
| 6.4.2 | 系统说明及系统功能           | 113 |
| 6.5   | 煤炭资源综合评价的原则及评价数据的获取 | 117 |
| 6.5.1 | 评价内容及评价单元的划分        | 117 |
| 6.5.2 | 评价数据的获取             | 118 |
| 6.6   | 厚煤层煤炭资源综合评价         | 119 |
| 6.6.1 | 矿井资源优度值的分析          | 119 |
| 6.6.2 | 评价单元资源优度值分析         | 120 |
| 6.6.3 | 开发优序分析              | 123 |
| 6.7   | 中厚煤层煤炭资源综合评价        | 128 |
| 6.7.1 | 矿井资源优度值分析           | 128 |
| 6.7.2 | 评价单元优度值分析           | 128 |
| 6.7.3 | 开发优序分析              | 130 |
| 6.8   | 薄煤层煤炭资源综合评价         | 134 |
| 6.8.1 | 矿井优度值分析             | 134 |
| 6.8.2 | 评价单元优度值分析           | 135 |
| 7     | 兖州矿区煤炭资源评价综合信息库简介   | 139 |
| 7.1   | 设计思路及软件选择           | 139 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 7.2 综合信息数据库管理设计方法与技术 ..... | 140 |
| 7.2.1 数据模型 .....           | 140 |
| 7.2.2 软件设计技术 .....         | 145 |
| 7.3 综合信息图库设计方法与技术 .....    | 149 |
| 7.3.1 空间数据库的数据结构 .....     | 149 |
| 7.3.2 图形库的建立 .....         | 151 |
| 7.3.3 综合信息图形库应用技术 .....    | 151 |
| 8 结论 .....                 | 153 |
| 参考文献 .....                 | 156 |



矿区内隶属兖矿集团有限公司的矿井为:位于兖州煤田的兴隆庄矿、东滩矿、鲍店矿、南屯矿、北宿矿、杨村矿和唐村矿;位于济宁煤田的济宁二号矿和济宁三号矿。此外,在兖州煤田西部尚有杨庄矿、田庄矿、横河矿、辛集矿、太平矿和里彦矿等地方煤矿。

在铁路交通方面,除了矿区东部的京沪铁路、北部的兖石、兖新铁路等主干铁路之外,从邹城火车站到集团公司各矿井井口之间均通有矿区铁路。而不同级别的公路网更是四通八达,在矿区的范围内形成了一个密集的交通网。

矿区内由东至西分布着白马河、泗水河、洸府河等季节性河流,西部边界则为南阳湖西岸的京杭大运河,四季可以通航。

20 世纪 70 年代以前,兖州地区工业基础薄弱,产业主要为农业。80 年代初期,当地粮食的平均亩产仅 221.9 kg,农民人均年收入仅 188 元。兖州矿区的建设,一方面对当地的工农业发展起到了很大的促进作用;另一方面,由于人口稠密(平均 1.6 km<sup>2</sup> 范围内就有 1 个自然村),又是以农业为主的平原地区,煤炭开采后造成的地面塌陷,给农业生产和农民的生活造成了许多不利影响和困难。此外,由于有大量村庄需要搬迁,也直接影响到矿井的正常生产,加大了村庄搬迁和复地还田的费用。

如何科学、合理地在铁路、公路纵横、人口众多、村庄建筑物密集、水系发育的条件下进行煤炭资源开采,是本书所涉及的一个重要问题,将在相关章节中作详尽的讨论。

## 1.2 煤炭资源概况

### 1.2.1 地层特征

区内地层如图 1-2 所示。含煤地层为石炭、二叠系,平均厚度 340 m,全部为第四系冲积层所覆盖。其中第四系(Q)厚 32~255 m,西北厚度较大,向东南逐渐变薄,由粘土、砂质粘土、砂和砂砾层组成;上侏罗统蒙阴组(J<sub>3</sub>)厚 0~795 m,煤田深部厚,边缘薄,由粉砂岩、细砂岩、中砂岩及泥岩组成,底部常有一层砂砾岩;在济宁井田(东区),侏罗系蒙阴组第 3、4 层段间普遍侵入厚层状岩浆岩,最大厚度 152.60 m,一般 70~90 m,岩性主要为辉长岩。下二叠统上部石盒子组(P<sub>2</sub><sup>3</sup>)厚 0~190 m,由砂岩及粘土岩组成,下二叠统山西组(P<sub>2</sub><sup>1</sup>)厚约 130 m,由砂岩、粉砂岩、泥岩及煤组成,含煤 3 层,其中第 3 层煤是煤田主采厚煤层;上石炭统太原组(C<sub>2</sub>)厚约 170 m,由砂岩、泥岩、石灰岩及煤组成,含煤 23 层,其下部的 16<sub>上</sub>、17 煤是全煤田稳定可采的薄煤层;上石炭统本溪组(C<sub>2</sub>)厚约 40 m,由铝质泥岩、铁质岩、泥岩及薄层灰岩组成,与奥陶系灰岩呈假整合接触;奥陶系(O)分为中、下统,厚 450~750 m,为各种类型的碳酸盐岩。

### 1.2.2 煤层特征

石炭、二叠纪地层共含煤 26 层。可采煤层和局部可采煤层 8 层,平均总厚度 13.72 m。全区稳定可采的为 3、16<sub>上</sub>、17 煤,其中主采煤层 3 煤厚 8.43 m;16<sub>上</sub>、17 煤厚 1 m。

局部可采煤层有 2、6、10<sub>下</sub>、15<sub>上</sub>和 18<sub>上</sub> 煤。上组主采煤层 3 煤距下组稳定可采 16<sub>上</sub> 煤一般为 166.6 m(表 1-1)。

| 地层系统 |                      | 统(组)                   | 厚度(m)            | 标志层 | 煤层编号 | 岩性柱状 | 岩组柱状 | 岩性描述及水文地质特征                                                                                                                                                    | 备注     |
|------|----------------------|------------------------|------------------|-----|------|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 界    | 系                    | 统(组)                   |                  |     |      |      |      |                                                                                                                                                                |        |
| 新生界  | 第四系(Q)               | 上组(Q <sub>上</sub> )    |                  |     |      |      |      | 东南薄、西北厚、由砂质粘土砂及砂砾层组成<br>$q=0.045\sim2.054\text{ L/(s}\cdot\text{m)}$<br>水位标高+37.00~+50.92m                                                                     |        |
|      |                      | 中组(Q <sub>中</sub> )    | 16.00~338.00     |     |      |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      |                      | 下组(Q <sub>下</sub> )    |                  |     |      |      |      |                                                                                                                                                                |        |
| 中生界  | 侏罗系(J)               | 蒙阴组(J <sub>3</sub> )   | 0~795.00         |     |      |      |      | 自下而上由紫红色砾岩、暗绿色粗粉砂岩、紫红色砂岩、灰紫、灰褐、灰绿色的细砂岩等组成<br>$q=0.004\sim0.0166\text{ L/(s}\cdot\text{m)}$<br>含水极小微弱透水                                                         |        |
|      |                      |                        |                  |     |      |      |      |                                                                                                                                                                |        |
| 古生界  | 二叠系(P)               | 下石盒子组(P <sub>2</sub> ) | 0~237.00         |     |      |      |      | 主要由杂色粘土岩、灰绿色细粉砂岩组成、上部夹数层小型交错层理的绿灰色中粒砂岩,底部灰白色粗粒砂岩普遍发育                                                                                                           | 主要含煤地层 |
|      |                      | 山西组(P <sub>1</sub> )   | 90.00            |     | 2号   |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      | 石炭系(C)               | 太原群(C <sub>3</sub> )   | 200.00           |     | 3号   |      |      | 主要由灰色、杂色粘土岩、绿灰色粉砂岩和灰绿色砂岩和煤层组成,其中3号煤层为本区主要可采层<br>$q=0.00243\sim0.0266\text{ L/(s}\cdot\text{m)}$<br>水位标高+32.71~+47.13m                                          | 主要含煤地层 |
|      |                      |                        |                  |     | 4号   |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      |                      |                        |                  |     | 5号   |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      |                      |                        |                  |     | 6号   |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      | 本溪群(C <sub>2</sub> ) |                        | 40.00            |     | 7号   |      |      | 由深灰色泥质岩、粉砂岩、灰色粘土、灰绿色砂岩组成,其中夹有灰岩9层和薄煤层20层,第16号、17号煤层位居下部,为全区可采薄煤层,第6号、15号和18号等层为局部可采煤层<br>$q=0.000745\sim0.058\text{ L/(s}\cdot\text{m)}$<br>水位标高+34.16~+40.20m | 主要含煤地层 |
|      |                      |                        |                  |     | 8号上  |      |      |                                                                                                                                                                |        |
| 奥陶系  | 马家沟组                 |                        | 450.00<br>750.00 |     | 8号下  |      |      | 由灰白色灰岩、杂色粘土岩、铝铁质泥质岩、铝土岩等组成<br>$q=0.139\sim0.9\text{ L/(s}\cdot\text{m)}$<br>水位标高+36.12~+40.00m                                                                 |        |
|      |                      |                        |                  |     | 9号下  |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      |                      |                        |                  |     | 10号下 |      |      | 以灰褐、灰白色级密状厚层灰岩为主,间夹豹皮状灰岩                                                                                                                                       |        |
|      |                      |                        |                  |     | 11号  |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      |                      |                        |                  |     | 12号  |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      |                      |                        |                  |     | 13号  |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      |                      |                        |                  |     | 14号  |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      |                      |                        |                  |     | 15号  |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      |                      |                        |                  |     | 16号上 |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      |                      |                        |                  |     | 16号下 |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      |                      |                        |                  |     | 17号  |      |      |                                                                                                                                                                |        |
|      |                      |                        |                  |     | 18号  |      |      |                                                                                                                                                                |        |

图 1-2 兖州矿区地层综合柱状图(据兖州矿业(集团)有限责任公司,1998)

表 1-1

兖州矿区煤层特征

| 煤层              |                        | 煤层厚度/m         | 煤层间距/m                         | 煤层结构       |          |     | 稳定性 | 岩 性         |             |
|-----------------|------------------------|----------------|--------------------------------|------------|----------|-----|-----|-------------|-------------|
|                 |                        | 最小~最大<br>/一般   | 最小~最大<br>/一般                   | 夹石厚度<br>/m | 夹石<br>层数 | 结构  |     | 顶板          | 底板          |
| 3               | 2 或<br>3 <sub>上A</sub> | 0~2.20/0.70    | 0~29.5/21.0<br><br>0~15.0/6.90 | 0~0.20     | 0~1      | 简单  | 不稳定 | 粉砂岩         | 粉砂岩         |
|                 | 3 <sub>上</sub>         | 3.29~6.64/5.23 |                                | 0~0.31     | 0~3      | 较简单 | 稳定  | 粉砂岩<br>或中砂岩 | 粉砂岩<br>或细砂岩 |
|                 | 3 <sub>下</sub>         | 2.46~3.96/3.20 |                                | 0~0.40     | 0~2      | 简单  | 稳定  | 粉砂岩<br>或中砂岩 | 细砂岩         |
| 6               |                        | 0~1.07/0.60    | 32.0~40.2/38.0                 | 0~0.27     | 0~1      | 简单  | 不稳定 | 泥岩          | 粉砂岩         |
| 10 <sub>下</sub> |                        | 0~1.09/0.70    | 36.2~57.2/48.5                 | 0~0.40     | 0~2      | 简单  | 不稳定 | 粉砂岩         | 粉砂岩         |
| 15 <sub>上</sub> |                        | 0~1.60/0.64    | 13.8~47.2/32.0                 | 0~0.35     | 0~1      | 简单  | 不稳定 | 灰岩或泥岩       | 粉砂岩         |
| 16 <sub>上</sub> |                        | 0.64~2.10/1.00 | 21.0~48.9/46.2                 | 0~0.30     | 0~1      | 简单  | 稳定  | 灰岩          | 粉砂岩         |
| 17              |                        | 0.70~2.30/1.05 | 5.4~13.2/10.0                  | 0~0.21     | 0~1      | 简单  | 稳定  | 灰岩或泥岩       | 粉砂岩         |
| 18              |                        | 0~0.82/0.60    | 4.5~8.0/5.0                    | 0~0.60     | 1~4      | 较复杂 | 不稳定 | 粉砂岩         | 粉砂岩<br>或泥岩  |

### 1.2.3 地质构造特征

如图 1-3 所示,兖州煤田位于鲁西南断块东部构造盆地内,为一轴向北东、向东倾伏的不完整、不对称的向斜构造,称为兖州向斜。其东端被峰山断层切割,与峰山穹窿相邻。西至滋阳背斜,与济宁地堑为邻。南以鳊山龙宝山断层为界,与鳊山背斜相连。北接滋阳背斜,以郛城断层为界。南北向断层组、东西向断层组和北西向断层组明显控制着兖州煤田的总体构造,形成以北东向为主的褶曲、逆断层和南北向、东西向、北西向三个正断层组的构造格架。地层倾角 $2^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ,一般为 $5^{\circ}$ ,个别地方可达 $20^{\circ}$ 。煤田构造特征以宽缓褶皱为主,断层较稀疏,次一级褶皱发育,属中等偏简单构造类型;断层主要是正断层,并有少量逆断层;煤田西北部杨村井田内有少量岩浆岩侵入。对生产影响较大的主要是小断层,绝大多数是正断层;顶、底板为强度较低的泥岩或粉砂岩的煤层,中小断层密集,落差较小,使得顶、底板更加破碎;顶、底板为强度较高的厚层砂岩的 3 煤,小断层稀疏,落差稍大。

济宁煤田(东区)地处兖州煤田西南方向大约 11 km 处。该煤田位于华北地台山东台背斜的西南部,即鲁西南断陷盆地的东南部。区域内被近东西向和南北向的正大断裂所切割。近南北向正断层以西倾为主,多东升西降。煤系保存在下降盘内。济宁煤田以北和以南分别为近东西向的地堑构造:北部为汶泗断层和郛城断层所控制的汶上一宁阳地堑构造;南部为菏泽断层、鳊山断层和单县断层控制的成武—鱼台地堑构造。煤田以东为滋阳背斜、兖州向斜、滕县背斜,以西为巨野向斜。从区域上看,东西向和南北向的正大断裂,配以较平缓的地层产状和北东向为主的宽缓褶皱为该煤田构造的基本特征。区内含煤地层产状平缓,煤层倾角一般为 $2^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ,局部可达到 $20^{\circ}$ 。煤田内部断层密度大于兖州煤田断层的密度。在 3 煤以上大约 350 m 处有厚约 70~90 m 的层状岩浆岩。

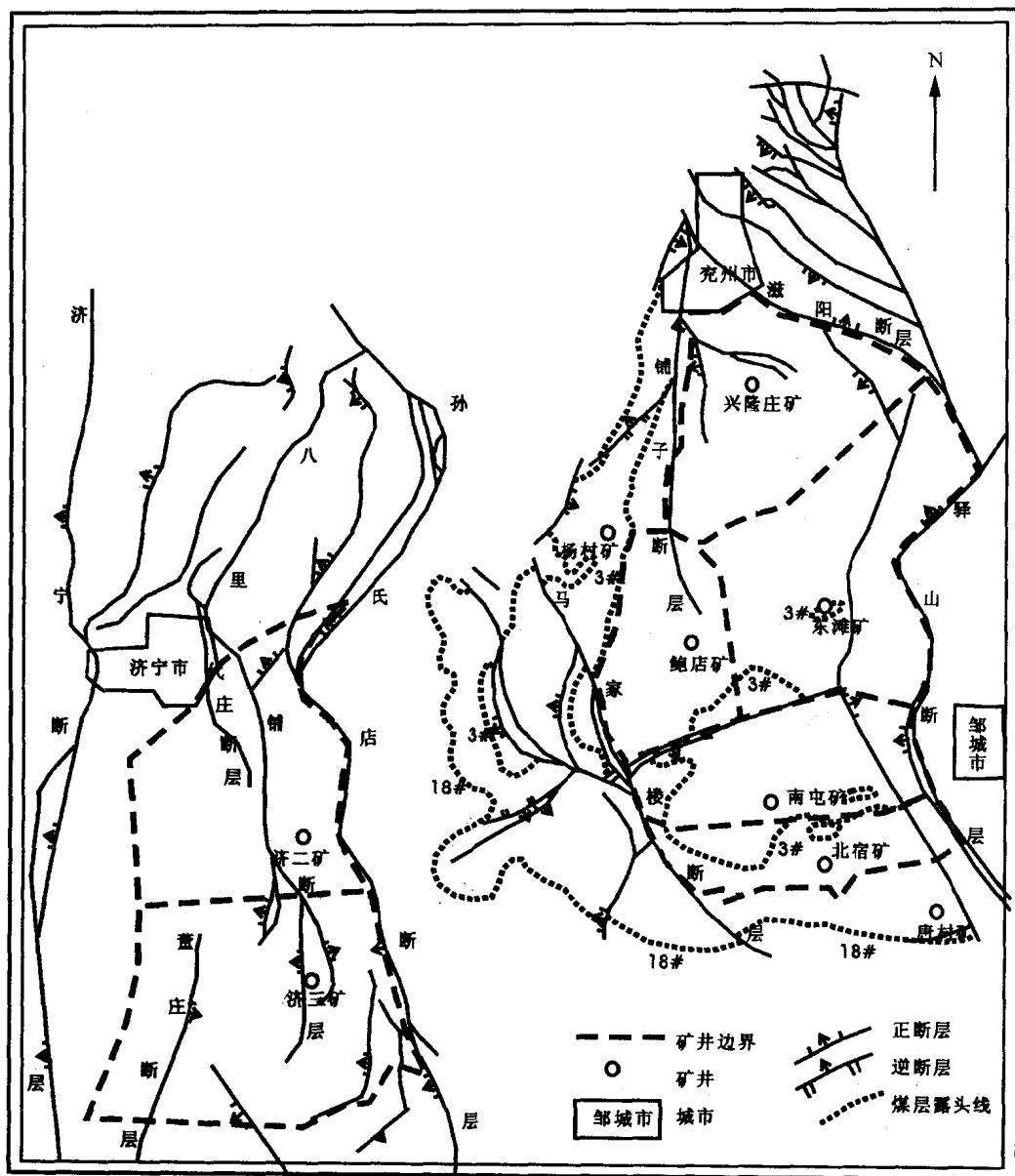


图 1-3 兖州矿区地质构造略图

#### 1.2.4 水文地质特征

兖州煤田为一轴向北东东的不完整向斜盆地。上为第四系及侏罗系(煤田东部)所覆盖,下以奥陶系为基底。煤田南、西、北三面以煤层露头为界,外围分别为邹西、曹洼、曲阜奥陶系石灰岩水源地;东为峰山断层所切割(对盘自南至北为太古界混合岩、寒武纪地层),故兖州煤田为一相对独立的水文地质单元。

济宁煤田(东区)为一被第四系所覆盖的隐蔽式煤田。东界孙氏店断层以东自北向南为曹洼奥灰水源地和邹西奥灰水源地,西界以济宁断层与唐口勘探区相邻,南北以露头为界,区内主要河流有泗河、京杭运河、洸府河,自北向南流入煤田西南部南阳湖,地表水对矿井开

采影响较小。

矿区内主要含水层除第四系上组砂层和煤田浅部奥灰富水性强、补给条件较好之外,其余各含水层,包括煤田深部奥陶系灰岩,富水性弱至中等,补给条件不良,以静储量为主。

矿井水文地质类型大多为中等型,但南部北宿矿简单,西北部杨村矿复杂,济宁二号矿简单,济宁三号矿简单至中等。

第四系冲积层含有多层粘土和砂质粘土,尤其是第四系中组以粘土为主,具有良好的隔水作用,所以大气降水及地表水对矿井充水影响不明显。对矿井涌水直接有关的含水层主要是上侏罗统红层、山西组砂岩、太原组三灰和十<sub>下</sub>灰及奥灰。开采大槽煤期间,以顶板砂岩水为主,水量不是很大。开采小槽煤时,顶、底板都有水。开采 16<sub>上</sub>、17、18<sub>上</sub> 煤时,奥灰水易发生“底臃”突出(与杨村矿相邻的地方开发的杨庄矿,1992 年 1 月开采 16<sub>上</sub> 煤即发生奥灰水突出,水量 5 890 m<sup>3</sup>/h,造成淹井)。

### 1.2.5 矿井充水特征

兖州煤田西北部矿井充水条件复杂,中部中等,东北部和南部较简单。济宁煤田北部许厂、岱庄井田充水条件中等至复杂,中部济宁二号矿简单,南部济宁三号矿简单至中等。此外,在 3<sub>上</sub> 煤上部的岩浆岩裂隙水,可能会在大断层附近的工作面和巷道中出现涌水现象。

各矿井涌水量与降水量、掘进进尺开采面积关系不明显。在相同的地质、水文地质及开采技术条件下,随开采深度的增加,涌水量有逐渐减少之趋势。

开采上组煤的矿井,直接充水含水层为 3 煤顶、底部砂岩和三灰,局部为红层;间接充水含水层有第四系下组砂层和红层。矿井涌水量以顶板水为主。凡红层充水的矿井,涌水量较大,如南屯、鲍店矿。而红层间接充水或无红层发育的矿井,涌水量相对较小,如东滩、兴隆庄矿。开采下组煤的矿井,直接充水含水层主要为十<sub>下</sub>灰,间接充水含水层为十四灰和奥灰,局部为第四系下组砂层。矿井涌水既有顶板水,又有底板水。煤田南部的北宿、唐村矿涌水量较小,而煤田西北部的杨村矿涌水量较大,且受底板水威胁严重。

建井期间,充水形式以巷道涌水为主;开采初期,充水形式以工作面淋水和采后老塘涌水为主;开采 3~5 年之后,充水形式则以工作面回采后老塘和采空区出水为主,如济宁二号矿、济宁三号矿。

煤田浅部各矿井,受奥灰水威胁严重,存在突水淹井的危险。

### 1.2.6 煤质特征

煤种牌号为中变质 2~3 号气煤(QM43)与气肥煤(QF46)。山西组 3 煤低灰至中灰,低磷,特低硫,高发热量,高挥发分,中等粘结性,富至高油,高灰熔点,可磨性指数在 60 以上,是中等易选的气煤。太原组 16<sub>上</sub>、17 煤,特低灰至中灰,中至富硫,特低磷至低磷,高挥发分,中至强粘结性,高油,低灰熔点,可磨性指数在 70 以上,是极易选气煤和气肥煤。各层煤均为多用途煤种,既是优良的炼焦配煤和动力用煤,又是炼油、气化和制造水煤浆的良好原料。

#### (1) 水分(M<sub>ad</sub>)

各煤层平均水分:原煤为 1.65%~2.48%,精煤为 1.93%~2.51%,自上而下有逐渐减少的趋势。

#### (2) 灰分(A<sub>d</sub>)

各煤层平均灰分:原煤除 18<sub>上</sub> 煤(23.3%)较高外,皆为中灰—低灰煤,16<sub>上</sub> 煤在南屯、里彦井田接近特低灰标准,在北宿井田已达特低灰。主采山西组 3 煤高于太原组 16<sub>上</sub>、17 煤灰

分;结构简单煤层小于结构复杂煤层的灰分;不稳定煤层大于稳定煤层的灰分。

中灰煤有:3<sub>上A</sub>(2)、3<sub>下1</sub>、3<sub>下2</sub>、10<sub>下</sub>、18<sub>上</sub>煤。灰分:15.05%~23.30%。

低灰煤有:3、3<sub>上</sub>、3<sub>下</sub>、6、15<sub>上</sub>、16<sub>上</sub>、17煤。灰分:12.28%~14.99%。

各层煤经1.4 kg/m<sup>3</sup>密度液分选后,精煤灰分平均降至6%左右。

### (3) 挥发分(V<sub>daf</sub>)

各煤层原煤平均挥发分含量37.64%~43.66%,太原组煤层较山西组煤层挥发分含量高。这种随煤变质程度的加深而挥发分增大的现象,主要是由于成煤环境的不同,镜质组分含量差异所致。

### (4) 硫(S<sub>t,d</sub>)

各层煤硫分,在平面上比较稳定;在剖面上,从上到下则有逐渐增高的趋势。山西组煤为低硫煤,平均硫分为0.53%~0.76%。兴隆庄和东滩井田3煤硫分低于0.5%,为特低硫。太原组煤除18<sub>上</sub>煤为特高硫煤(4.6%)外,其余皆为高硫煤,硫分平均为2.90%~3.48%。

山西组煤以有机硫为主。太原组煤以黄铁矿硫为主,有机硫次之。脱硫后仍达1.71%~2.52%,18<sub>上</sub>煤为高硫煤,其余为中硫煤。各层煤硫酸盐硫含量较少。煤中有机硫难于分选,其含量越高,脱硫系数越小。

### (5) 磷(P<sub>d</sub>)

3<sub>上A</sub>(2)、3<sub>下1</sub>、15<sub>上</sub>、16<sub>上</sub>、17煤等为特低磷煤(P<sub>d</sub><0.01%),其他各层煤均属低磷煤(P<sub>d</sub>:0.0117%~0.0320%)。脱磷后,除10<sub>下</sub>煤(P<sub>d</sub>:0.0228%)、18<sub>上</sub>煤(P<sub>d</sub>:0.103%)为低磷煤外,其他各层煤均达特低磷煤标准。

### (6) 发热量

各层煤Q<sub>b,ad</sub>(分析基煤样的弹筒发热量):23.01—29.49 MJ/kg为中热—中高热值煤,其中3<sub>下2</sub>、18<sub>上</sub>为中热值煤。

各层煤Q<sub>b,daf</sub>(干燥无灰基煤样的弹筒发热量):33.07~34.76 MJ/kg均为高热值煤。各层煤发热量随挥发分的增加而增大,随灰分的增加而减小。

区内可采煤层平均灰分较低,C、H含量较高,且变化不大,故各可采煤层发热量均较高。

## 1.2.7 瓦斯、煤尘及自然发火

各井田均属低瓦斯井田。据1988年生产矿测定:CH<sub>4</sub>相对涌出量为4.4 m<sup>3</sup>/t;CO<sub>2</sub>为8.64 m<sup>3</sup>/t。煤尘爆炸指数最大值为52%,一般为45%,有爆炸危险。各煤层都有自然发火倾向,厚煤层发火期为3~6个月。

## 1.2.8 地温

据钻孔测定:非含煤地层地温梯度较小,一般为1.6℃/100 m;煤系中地温梯度相应增高,一般为2.7℃/100 m;综合平均梯度为2.44℃/100 m。通常,—650 m以上层段的地温不超过31℃,属正常地温区;—650 m至—900 m层段的地温为31℃~37℃,属一级高温区;—900 m以深的地温将超过37℃,属二级高温区。

# 1.3 煤的工业用途

(1) 除18<sub>上</sub>煤灰分较高外,其他各可采煤层灰分为12.28%~19.85%,为中灰—低灰

煤,为良好的动力用煤。

(2) 山西组煤为低硫煤,太原组煤为高硫—特高硫煤。各层煤均为特低磷—低磷煤。经分选后,山西组煤可为炼焦配煤;太原组煤含硫也较高,除 18<sub>上</sub> 煤为高硫煤外,其他层煤均为中硫煤,超过炼焦用煤( $S_d < 1.2\%$ )标准,故不宜作为炼焦配煤;但如与山西组煤混选,可扩大太原组煤的应用范围。其中煤和尾煤均可作为发电用煤。

(3) 各层煤均为富油煤,山西组 3 煤为优质炼油用煤,其半焦可用中、小型高炉冶炼。太原组煤的焦油产率虽大多数高于 3 煤,但由于粘结力和硫分均高,故不宜作为炼焦用煤。

(4) 各层煤可选性为易—中等可选(除 18<sub>上</sub> 煤为中—难选外)。如选用密度为 1.5~1.8 kg/m<sup>3</sup> 的中煤含量标准分选动力用煤,则可提高精煤回收率。

## 1.4 煤炭资源开发状况

### 1.4.1 地质勘探

1957 年,华东煤田地质勘探局 123 队对鲁西地区进行 1:20 万的找煤填图中,发现和证实了兖州煤田和济宁煤田,当年该队对兖州煤田进行了普查勘探,1958 年 8 月提交了《兖州煤田综合普查报告》;1963~1964 年,123、169、122 队对兖州煤田进行了详查勘探,提交了《兖州煤田详查地质报告》;1964~1966 年,相继提交了煤田内丁村(南屯)、北宿、鲍家店、兴隆庄、东滩、里彦庄等 6 个井田的精查勘探报告,后因矿井建设需要和当时勘探中的不足,对杨村井田、东滩井田进行了精补勘探,分别提交了杨村井田简要地质资料说明和东滩井田精补地质报告。

1957~1959 年,123 队对济宁煤田进行了普查勘探,提交了《山东省济宁第二煤田综合普查报告》;1966~1968 年,华东煤炭基建局第二勘探队进行了详查勘探,提交了《山东省济宁煤田综合详查报告》。由于工程量少且分布不匀,对井田主要构造形态、煤层厚度及对比控制均差,对井田水文地质情况也缺乏了解,仅相当于普查程度;1980~1981 年,山东煤田地质勘探公司对济宁煤田(东区)进行了总体详查地质勘探,提交了《山东省济宁煤田(东区)总体详查地质报告》;1978~1979 年,山东煤田地质勘探公司第二勘探队对二号井田进行了精查地质勘探,并提交《山东省济宁煤田二井田精查地质报告》;1981~1983 年,由山东省煤田地质勘探公司第三勘探队对三井田进行了精查地质勘探,提交了《山东省济宁煤田三井田精查地质报告》。

### 1.4.2 矿区建设概况

兖州矿区是国家“五五”计划以来重点建设的特大型煤炭生产和出口基地。1975 年开始大规模建设,1976 年 6 月成立兖州矿务局。1996 年 3 月,兖州矿务局作为国务院选定的百家现代企业制度试点单位,经煤炭工业部和国家经贸委批准,改制更名为“兖州矿业(集团)有限责任公司”,现称为兖矿集团有限公司。

公司下属九对矿井,兖州煤田七对:南屯矿、北宿矿、兴隆庄矿、鲍店矿、东滩矿、杨村矿、唐村矿。济宁煤田两对:济宁二号矿、济宁三号矿。各矿井的建设情况详见表 1-2、表 1-3。