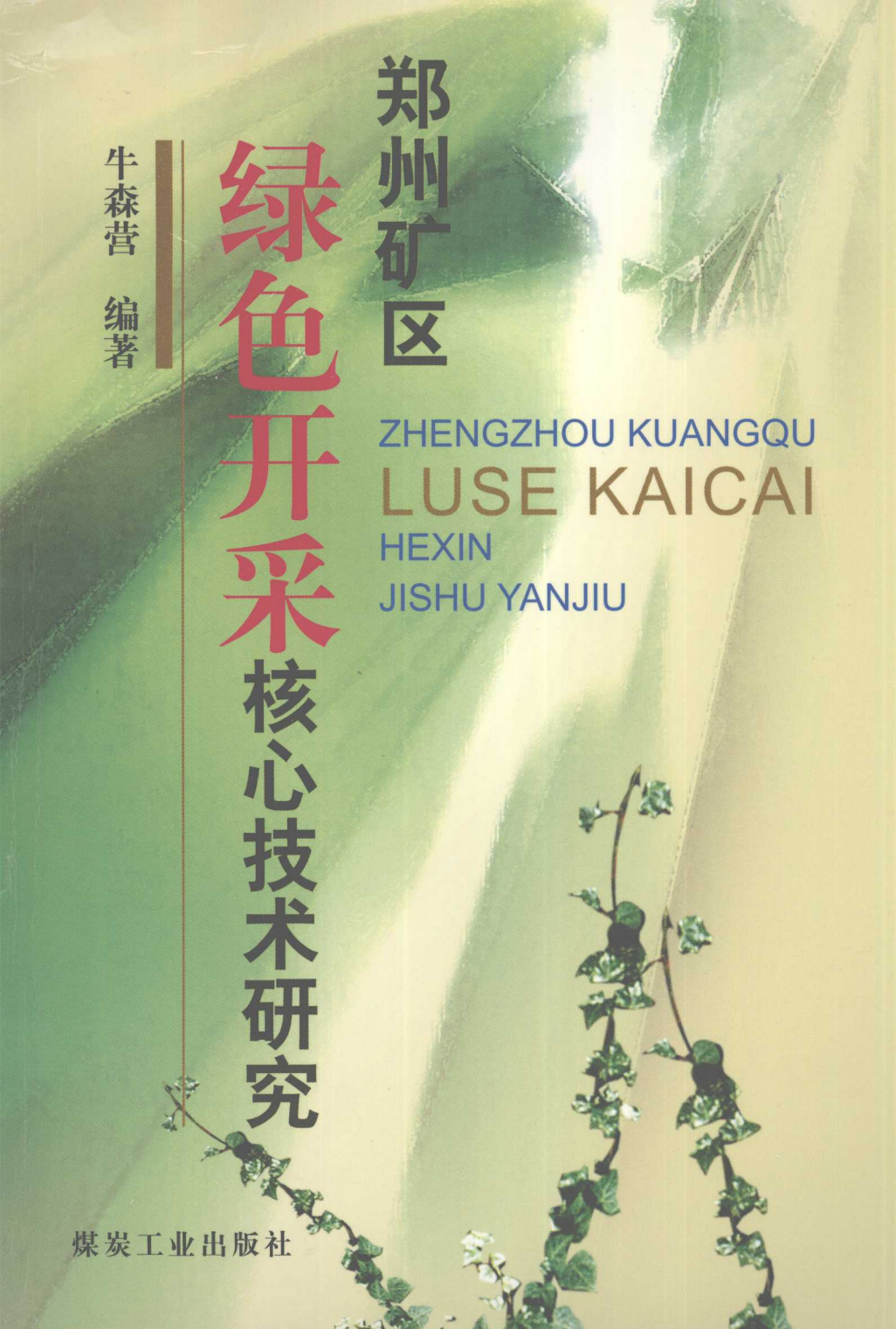




郑州矿区

绿色开采核心技术研究

ZHENGZHOU KUANGQU
LUSE KAICAI
HEXIN
JISHU YANJIU

牛森营
编著

煤炭工业出版社

郑州矿区绿色开采核心技术研究

牛森营 编著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

郑州矿区绿色开采核心技术研究 / 牛森营编著. —北京:
煤炭工业出版社, 2007. 6

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3061 - 2

I. 郑… II. 牛… III. 矿山开采 - 无污染技术 - 研究 -
郑州市 IV. TD8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 042397 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

北京房山宏伟印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*
开本 850mm × 1168mm^{1/32} 印张 8^{3/8}

字数 217 千字 印数 1—1,300

2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

社内编号 5860 定价 28.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

该书是一部系统介绍郑州矿区绿色开采实践经验的专著。其主要内容包括：郑州矿区绿色开采的应用潜力，郑州矿区资源整合与绿色开采的关系，郑州矿区煤矿开采技术研究，郑州矿区绿色开采的核心技术——煤矿开采水害防治技术体系，包括郑州矿区地质与水文地质条件，郑州矿区水害研究综述，水害防治的理论技术体系，郑州矿区各类水害分类治理技术。

本书可供煤矿企业从事矿井防治水工作的工程技术人员、管理干部使用，也可供科研、设计部门及院校师生学习参考。

前言

钱鸣高教授认为绿色开采技术主要包括水资源保护——形成保水开采技术，土地与建筑物保护——形成离层注浆、充填与条带开采技术，瓦斯抽放——形成煤与瓦斯共采技术，煤层巷道支护技术与减少矸石排放技术，煤炭地下气化技术。作者认为在研究相关技术的条件下，重点在于减少煤矿开采诱发的地质灾害。绿色开采技术的核心技术是煤矿开采水害治理技术研究，因此研究重点在于水害治理技术。

郑州矿区为华北型煤田石炭-二叠系含煤地层，煤系地层太原组主要由几层煤层夹有数层薄层灰岩组成，煤系地层基底为寒武-奥陶系碳酸盐岩地层，喀斯特裂隙发育，富水性极强。截至2005年底，郑州煤炭保有地质储量约25亿t，其中受水害威胁的煤炭地质储量占近70%。郑州矿区绝大部分矿井开采深度逐年加大，水压、地温和地应力呈现“三高”特点，部分矿井水压已达5MPa以上，煤层底板突水几率、突水强度越来越高。

近年来郑州矿区相继发生了突水灾害，造成了重大的人员伤亡和经济损失。郑州矿区芦沟煤矿1997年5月3日26下山遇滑动构造O₂灰岩突水，造成淹井；超化煤矿2004年12月31日22081工作面采煤过程中O₂灰岩突水，造成22采区淹没；裴沟煤矿2004年8月4日32051采煤工作面发生1500m³/h的突水，致使工作面停产10个月。郑州矿区位于北方煤矿区南部，受底板石灰岩喀斯特煤层底板突水的威胁日渐突出。

防治和减少突水淹井事故是煤层底板水害综合控制的一项重要工作，煤矿减灾已经引起政府和煤矿管理部门的高度重视，煤矿广大科研和工程技术人员一直在不断地探索与实践。多年来，在矿井水文地质理论、水害预测预报和煤矿新技术应用等方面取

得了一定的成就。尤其近几年来，矿井物探技术和煤层底板注浆改造技术在郑州矿区广泛应用，并取得了显著成效。

郑州矿区普遍应用三维高分辨地震、瞬变电磁、直流电法和地质雷达等物探手段，采用煤层底板注浆改造技术，在很大程度上杜绝和减少了煤层底板水害事故。郑州矿区和煤炭科学研究总院合作，制定完成了郑州矿区“十一五”防治水规划；与中国矿业大学合作，完成了带压开采的初步研究。郑州矿区在地质构造、煤层底板水害防治方面都有自己的特点，因此研究其绿色开采技术意义重大。

本书首先介绍了郑州矿区绿色开采的应用潜力，然后介绍了郑州矿区资源整合与绿色开采的关系、郑州矿区煤矿开采技术研究，重点介绍了郑州矿区绿色开采的核心技术——煤矿开采水害防治技术体系。本书理论与实践相结合，为郑州矿区推广和交流绿色开采的经验和资源整合的做法，对郑州矿区水害预测与治理具有较强的指导意义。

本书在编写过程中，得到了相关院校的教授和郑州矿区有关领导和同志的大力支持与帮助，并对全书进行了统审，在此一并表示衷心感谢。由于时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

作 者

2007 年 5 月

目 录

第一章 郑州矿区地理、地层构造特征	1
第一节 地理概况	1
第二节 区域地质条件	4
第二章 郑州矿区绿色开采技术的应用潜力	18
第一节 煤矿开采引发的环境地质问题研究	18
第二节 绿色开采技术	19
第三节 郑州矿区煤矿开采诱发的地质灾害	20
第四节 煤层气	22
第五节 水资源概况	26
第六节 地热	29
第七节 沉陷治理	32
第八节 对策和结论	33
第三章 郑州矿区煤炭资源整合与绿色开采的关系	34
第一节 郑州矿区煤炭资源整合的缘由	34
第二节 煤炭资源整合的实施过程	36
第三节 煤炭资源整合效果	45
第四章 郑州矿区煤矿开采技术研究	47
第一节 郑州矿区放顶煤采煤法的开发过程	47
第二节 郑州矿区放顶煤采煤法的意义	50
第三节 郑州矿区主采煤层地质条件	52
第四节 炮采放顶煤开采技术创新	53

第五章 郑州矿区水文地质特征	60
第一节 含水层和隔水层	60
第二节 岩溶发育与地下水富集特征	65
第三节 地下水的运移	69
第四节 地下水动态	72
第五节 地下水化学特征及水质评价	74
第六节 矿井充水条件	75
第七节 矿井水害类型	85
第八节 矿井突水特征	101
第九节 矿井水文地质条件总结	103
第六章 郑州矿区煤矿开采水害防治技术体系	106
第一节 郑州矿区水害研究综述	106
第二节 煤层底板水害治理技术	115
第三节 煤层顶板水害治理技术	155
第四节 老空水水害治理技术	159
第五节 水体下采煤	168
第六节 一 ₁ 煤开采勘探技术	184
第七章 郑州矿区煤矿开采水害防治管理体系	190
第一节 管理规定	190
第二节 探放水设计及安全技术措施编制内容	207
第三节 疏水降压防治水方案编制内容	209
第四节 底板注浆加固防治水方案编制内容	210
第八章 郑州矿区矿井水资源化技术	212
第一节 地下水资源评价	212
第二节 地下水开发利用与管理现状	216
第三节 煤矿矿井水与环境	217

第四节	矿井水资源化的途径.....	220
第五节	矿区水资源化管理.....	230
第九章	典型案例.....	233
第一节	王庄煤矿一、煤 45 采区突水事故	233
第二节	超化煤矿“4·11”透水事故	243
第三节	超化煤矿 22081 综采工作面“12·30” 突水事故.....	253
参考文献		258

第一章 郑州矿区地理、地层构造特征

第一节 地理概况

一、交通位置

郑州矿区位于郑州市西南约 40km，地处郑州市所辖的密县、新郑县和登封县，研究区范围西起五指岭，东到韦沟、煤窑沟一线，长约 40km；北起荥密背斜，南至牛店断层，长约 40km。地理坐标为东经 $113^{\circ}00'00'' \sim 113^{\circ}52'30''$ ，北纬 $30^{\circ}15'00'' \sim 34^{\circ}40'00''$ 。

矿区交通方便，京广铁路纵贯矿区东部，新（郑）密（县）铁路支线西连各生产矿井，东接京广铁路新郑站，可通行全国各地。另自杞县经蔚氏、新郑、超化、大平至朝阳沟煤矿建有地方窄轨铁路。公路四通八达，矿区与邻近各县均有公路相连。郑州煤田地理位置如图 1-1 所示。

二、地形地貌

郑州矿区北、西、南三面环山，向东开阔平坦，似一箕形盆地，山地属于秦岭山系北支嵩山山脉之东延部分。西北部五指岭为本区最高山峰，海拔 1215.9m。由此沿工作区北侧荥巩背斜轴部向东下降为低山丘陵，至工作区东部过渡为平原，该山脉呈东西向展布，系黄淮 I 级分水岭。由五指岭向东经林台山（标高 992m）、香山庙（标高 936m）沿火煤山至风后岭逐渐下降为低山丘陵，至东南部过渡为平原，构成盆地的南部边界，也是淮河水系的颍河与双洎河之分水岭。盆地中部宽阔地带，由西部的低山丘陵向东逐渐过渡为岗地和平原。本工作区位于盆地的中北部。

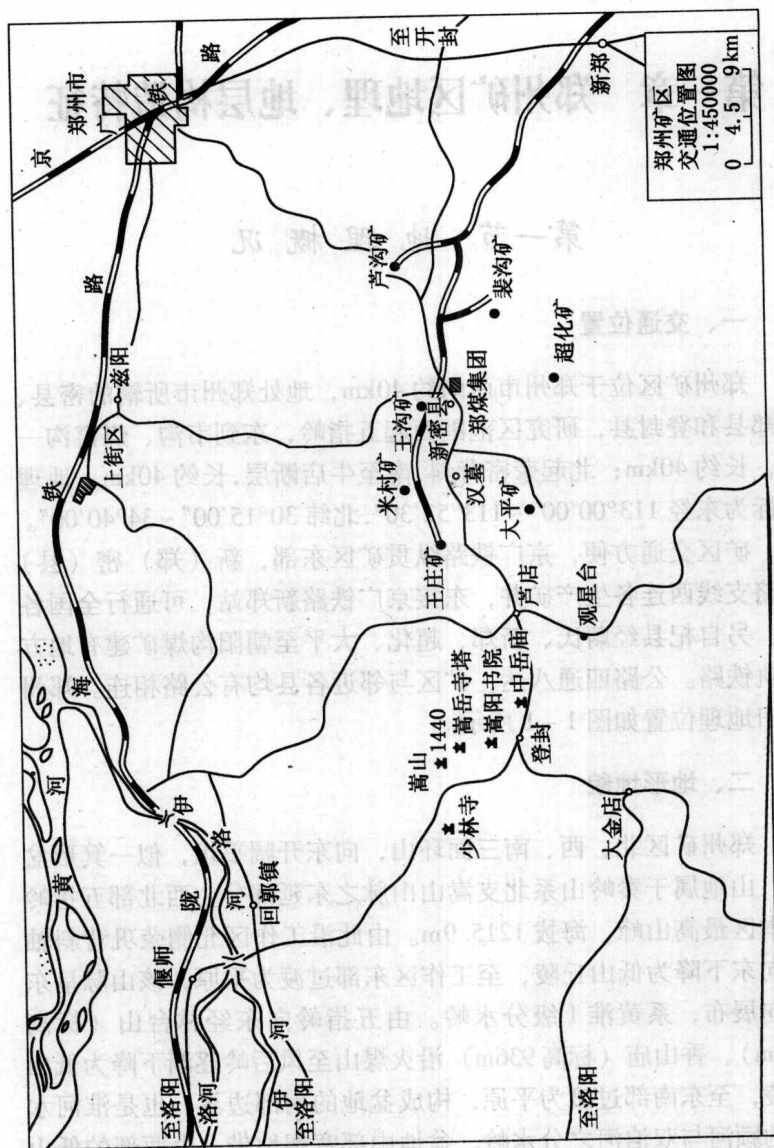


图 1-1 郑州煤田地理位置图

由于地质营力的长期作用和地层岩性的差异,形成了不同的地貌景观。根据成因类型,工作区大致归并为两种类型。

1. 构造侵蚀中低山区

分布在盆地的南北两侧,地表呈崇山峻岭,近东西排列,主要山峰有五指岭、尖山、林台山、风后岭等,山地标高 500 ~ 1215.9m,相对高差 300 ~ 800m。由元古界石英岩构成的中山、低山崖峭坡陡,由寒武-奥陶系碳酸盐岩和部分二叠、三叠系碎屑岩构成的低山坡缓,呈浑圆状。该区处于分水岭部位,基岩裸露,山坡多为侵蚀类型,植被稀少,沟谷发育,且以“V”形谷为主。

2. 剥蚀丘陵岗地

分布在盆地的西南部和中西部广大地带,生产矿井和详、精查勘探区多分布在该区。地面标高 150 ~ 500m,相对高差 50 ~ 300m。岗、丘部分由二叠系、三叠系碎屑岩,部分由寒武-奥陶系碳酸盐岩所组成,顶部多呈浑圆状,有新生界黄土沉积掩盖,基岩半裸露,沟谷发育,多呈“U”形谷,沟坡为剥蚀型。该区地表呈凸凹相间的地貌景观,多为东西排列。由西至东新生界沉积规模逐渐增大,厚度为 0 ~ 200m。

三、气象水文

郑州矿区属于温带半干旱大陆性气候区。夏季炎热多东南风,冬季寒冷多西北风,最大风速 22m/s,冻结深度 6 ~ 20cm,积雪厚度 5 ~ 20cm。根据新密市气象站 1970—1995 年的气象资料,年平均气温 14.3℃,年极端最高气温 41.8℃,最低气温 -17.8℃。多年平均降水量 647.92mm,年最大降水量 1081.2mm (1984 年),年最小降雨量 397.7mm (1986 年),降水主要集中在 7、8、9 三个月,约占全年降水量的 60%,年蒸发强度为 1626 ~ 2128mm。湿润系数为 0.3 ~ 0.7。多年平均无霜期 221 天。

工作区属于淮河流域,区内水系不甚发育,主要河流是双洎河,由西向东流经工作区,为季节性河流。

第二节 区域地质条件

一、地层

郑州矿区属于华北型地层，缺失古生界志留系、泥盆系和中生界侏罗系、白垩系，其他各系皆有发育。郑州矿区新密煤田综合柱状图如图 1-2 所示。依出露顺序由老到新分述如下。

1. 太古界 (Ar)

本群以黑云母片麻岩为主，上部夹黑云母片岩，下部夹斜长石角闪片岩，厚度大于 1145m。

2. 元古界 (Pt)

下元古界 (Pt) 出露于本区西北部五指岭一带，总厚度大于 2000m，不整合于下伏太古界之上，主要岩性有下部嵩山组为灰、灰白色石英岩，夹绢云母石英片岩；中部五指岭组为灰白、灰绿、杂色绢云母片岩，夹白云岩、薄层石英岩，偶有结晶灰岩透镜体；上部庙坡组 and 花峪组为灰白色厚层状石英岩，紫红、杂色千枚状绢云母石英岩，夹白云岩和石英岩。

上元古界震旦系 (Z) 仅中统 (Z_2) 马鞍山组发育，岩性为淡紫、灰黄色，中厚层状石英砂岩夹页岩，底部有砾岩及赤铁矿层发育，厚度 20 ~ 163m，与下伏嵩山群呈不整合接触。

3. 古生界 (Pz)

(1) 寒武系 ($\in$)。出露于研究区西、北两面低山丘陵地带，厚度 486 ~ 1109m，与下伏震旦系为假整合接触。

① 下寒武统 ($\in_1$):

辛集组：下部为灰白、黄褐色石英砂岩、砂砾岩；中部为紫红色、黄绿色泥砂质灰岩、钙质石英细砂岩；上部为灰、深灰色厚层状燧石团块白云岩、白云质灰岩，厚度 51 ~ 110m。

馒头组：岩性为紫红色、青灰色泥质灰岩与泥质岩互层，水平层理发育，厚度 36 ~ 110m。

地层名称 与符号	地层 厚度/ m	综合 柱状	煤层及 标志层 名称
第四系 Q	40		
第三系 R	10~200		
石千峰组 P_2^2	40~100		九 ₁ 八 ₂
上 石 盒 子 组 P_2^1	490		七 ₃ 田家沟砂岩
			六 ₂
			五 ₃
			四 ₂
下石盒 子组 P_1^2	83		三 ₅ 米村泥岩 砂锅窑泥岩
山西组 P_1^1	55~108		二 ₃ 大占砂岩
			二 ₂ 一 ₁
			L ₇₋₈
太原组 C_3	56~93		L ₅₋₆ — 5
本溪组 C_2	1~30		L ₁₋₄ — 3 — 1
奥陶系 O_2	70		铝土泥岩

图 1-2 郑州矿区新密
煤田综合柱状图

毛庄组：岩性为紫色粉砂岩，层面含大量白云母片，具水平层理，夹透镜状灰岩，厚度 92 ~ 141m。

②中寒武统 (ϵ_2):

徐庄组：底部为灰褐色海绿石细砂岩，下部为灰、青灰色中厚层状泥质条带灰岩或白云质灰岩夹黄绿色页岩；中部为灰、深灰色中厚层状泥质条带白云质灰岩、鲕状白云质灰岩与黄绿色砂质页岩互层；上部为青灰、深灰色薄至中厚层状泥质条带灰岩、豹皮状白云质灰岩；厚度 50 ~ 114m。

张夏组：岩性为灰色、深灰色巨厚层鲕状灰岩，白云质灰岩、鲕状白云岩，厚度 58 ~ 218m。

③上寒武统 (ϵ_3):

固山组：岩性为灰色、深灰色厚至巨厚层白云岩、鲕状白云岩，顶部为灰黄、橘黄色薄层状泥质白云岩或泥质灰岩，厚度 36 ~ 190m。

长山组：岩性为灰色、灰白色厚层状白云质灰岩、白云岩，顶部为淡黄、灰黄色薄层状泥岩、白云质灰岩，厚度 52 ~ 120m。

凤山组：岩性为灰色、灰白色厚层状含硅质团块白云岩、白云质灰岩，厚度 57 ~ 93m。

(2) 奥陶系 (O)。平行不整合于寒武系之上，仅中统马家沟组 (O_2) 发育。该组在本区广泛分布，但零星出露。厚度变化较大，为 0 ~ 135m，一般 70m 左右，其变化趋势为由西南至东北逐渐增厚，西部告成、芦店区厚度 21.4m，向东至芦沟、裴沟增至 80m 左右。岩性为灰色，局部为深灰色、蓝灰色厚层灰岩，致密性脆含少量黄铁矿结核，底部为不稳定的灰黄色角砾状灰岩；下部为灰黄、橘黄色薄层状泥灰岩、泥质白云质灰岩夹绿色页岩；中上部为灰、深灰色厚层状致密灰岩；顶部为浅灰、灰黄色薄层状豹皮灰岩。

(3) 石炭系 (C)。本区仅有中上统发育，平行不整合于马家沟组之上，仅在煤系露头边缘有零星出露，为海陆交互相含煤

沉积，厚度 63 ~ 132m。

中统本溪组 (C_2) 厚度 0 ~ 27.7m，一般 6 ~ 10m，分布不稳定，受沉积基底控制，有时呈“鸡窝”状，为一₁煤直接底板。岩性为浅灰至深灰色铝土质泥岩及铝土岩，含黄铁矿结核及晶体，具有鲕状及豆状结构。

上统太原群 (C_3) 底界为一₃煤层，顶界至 L_9 灰岩，厚度 63 ~ 120m，一般 80m 左右。由深灰色灰岩、泥岩、砂岩及煤层组成，含煤 9 层，仅一₁煤大范围可采，含灰岩 8 ~ 9 层，按岩性组合特征划分为 3 段：

①下部灰岩段。上界至 L_5 灰岩顶，厚度 13.51 ~ 37.82m，平均 33.09m，岩性以灰岩为主夹细砂岩或薄层砂质泥岩，含煤和灰岩各 5 层，灰岩为煤层直接顶板，一一对应。其中 L_1 、 L_2 、 L_3 灰岩常常合并，厚度 1.43 ~ 29.52m，一般 11m 左右，分布稳定，为深灰色厚层状灰岩，含燧石结核， L_4 、 L_5 灰岩不稳定，可相变为砂岩或泥岩。

②中部砂泥岩段。上界至 L_7 灰岩底，厚度 4 ~ 40m，平均 25.04m，岩性为灰、深灰色泥岩，砂质泥岩，间夹细砂岩和不稳定的 L_6 灰岩和一₆煤层。

③上部灰岩段。厚度 22m 左右，岩性以深灰色灰岩 (L_7 、 L_8 、 L_9) 为主，间夹泥岩、薄层粉细砂岩，灰岩下常有薄煤层或煤线，其中 L_7 、 L_8 灰岩全区发育稳定，有时合二为一，厚度 3.97 ~ 19.90m，一般 10.5m，含燧石结核。

(4) 二叠系 (P)。与下伏太原群为连续沉积，总厚度 1575m，分上下二统。下统包括山西组和下石盒子组，上统包括上石盒子组、平顶山砂岩组和石千峰组。在平陌、周山、香山一带出露较为齐全，芦沟矿有零星出露。上统平顶山砂岩和石千峰组出露较广泛，地貌上呈狭长岗丘分布。

①山西组。上界至砂锅窑砂岩底，厚度 55 ~ 108m，一般 75m 左右。岩性为深灰、灰黑色泥岩，砂质泥岩，灰色砂岩及煤层。该组含煤 4 ~ 6 层，其中二₁煤全区发育，普遍可采，二₃煤

局部可采。该组主要标志层有：大占砂岩，为二₃煤层直接顶板，厚2.9~27.7m，一般15m左右，西薄（8m左右）东厚（20m左右），为灰色、深灰色中厚层状细至中粒长石石英砂岩，层面含炭屑及大量云母碎片；香炭砂岩，厚度8.5m左右，为浅灰、灰色中粗粒长石石英砂岩，具炭质条带及大而疏的白云母片。

②下石盒子组。上界至四煤底板砂岩底，厚度45~103m，一般85m左右，为灰、灰绿、灰黄色砂质泥岩，夹细砂岩，含煤2~3层，称三煤组，均不可采。主要标志层有：砂锅窑砂岩，位于底部，厚度1~27m，一般6.5m，岩性为灰、灰白色中至粗粒长石石英砂岩，底部含砾，由下而上颗粒变细；米村泥岩，位于该组中部，厚5.45~30.57m，一般18.5m，为紫、灰绿色斑块状泥岩，具鲕状、斑块状结构。

③上石盒子组。上界至平顶山砂岩底，厚度620m，主要由灰白、灰绿色细至中粒砂岩，砂质泥岩，泥岩及紫色斑块鲕状泥岩组成，夹薄煤层或煤线。该组含6个煤组（四、五、六、七、八、九）27层煤，除四₆、五₃、七₂煤局部或偶尔可采外，余者均不可采。主要标志层为田家沟砂岩，位于六煤组底，厚0~15.12m，平均8.0m，为浅灰色中粗粒石英砂岩，层面含炭屑，具有大型板状斜层理及波状层理，硅质或铁质胶结。

④平顶山砂岩组。厚度4~120m，一般70m左右，属于典型的河床相沉积，为灰白、浅灰、肉红色厚层状至巨厚层状中至粗粒长石石英砂岩，风化后呈褐黄色，底部含砾石，硅质胶结，坚硬，分选性差，具大型斜层理及交错层理，耐风化，地貌上呈单面山及陡崖。

⑤石千峰组。厚度300m，底部为紫色、暗红色砂质泥岩夹细砂岩，中部为黄褐色、黄绿色细至中粒砂岩与紫红色粉砂岩互层，上部为青灰、灰白色细至中粒中厚层状长石石英砂岩，钙质胶结，中夹同心圆结构的钙质结核。

4. 中生界（Mz）