

# 山西沁水煤田某煤矿井田地质特征及可采煤层对比

崔莹

山西省煤炭地质一一四勘查院有限公司, 中国·山西 长治 046000

**摘要:** 本研究目的在于深入分析山西沁水煤田某煤矿地质特征以及可采煤层差异。首先, 对项目的地形地貌、水文气象加以分析。其次, 根据地层结构以及含煤层的分布状况评价矿井开拓布局和开采技术。最后, 比对各个煤层开采的安全性。最终的结果显示, 该工程的矿区地质状况复杂, 但部分煤层的地质性质稳定, 采收潜力巨大, 可进行深入研究。

**关键词:** 煤田; 煤矿井田; 地质; 可采煤层

## Geological Characteristics and Comparison of Mineable Coal Seams in a Coal Mine Field in Qinshui Coalfield, Shanxi Province

Cui Ying

Shanxi Provincial Coal Geology 114 Exploration Institute Co., Ltd., Changzhi, Shanxi, 046000, China

**Abstract:** The purpose of this study is to deeply analyze the geological characteristics and differences in recoverable coal seams of a coal mine in Qinshui Coalfield, Shanxi Province. Firstly, analyze the terrain, geomorphology, hydrology, and meteorology of the project. Secondly, evaluate the mine development layout and mining technology based on the geological structure and distribution of coal seams. Finally, compare the safety of mining various coal seams. The final result shows that the geological conditions of the mining area of the project are complex, but the geological properties of some coal seams are stable and have great potential for recovery, which can be further studied.

**Keywords:** Coalfield; Coal mine field; Geology; Mineable coal seam

## 0 前言

沁水煤田坐落于山西省东南方向, 处于华北地台的沁水盆地, 这里的地质构造比较复杂, 大部分由太古宙的变质岩系和古生代的沉积岩系构成, 沁水煤田的形成同华北地台的地质演化相关联, 该地区煤炭资源大多形成于石炭纪和二叠纪时期, 此地的地质构造以褶皱和断裂为主, 褶皱构造呈现出一系列的背斜和向斜构造, 断裂构造对煤田的划分以及煤炭的赋存状态有着重要的影响。

## 1 煤矿井田地质特征

### 1.1 地形地貌

山西沁水煤田某煤矿井田处于太行山南段, 属于剥蚀中低山区, 地势呈现出北东高西南低的特点, 山顶高低起伏并覆盖着黄土, 井田内最高处标高达到 1063.6m, 最低处标高只有 633.2m, 两者之间的相对高差为 430.4m, 井田内部地貌种类繁多, 山地、丘陵、河谷等不同地貌单元彼此交错, 山地大多处在井田的东北部, 地形陡峭, 坡度较大, 植被覆盖率比较低, 岩石裸露现象经常出现, 丘陵遍布在井田中部, 地势比较平坦, 坡度比山地小, 植被覆盖率较高, 灌木和草本植物是主要植被, 河谷则主要分布在井田的西南部, 地势低洼, 河流侵蚀作用显著, 形成比较宽阔的谷地, 谷地内土

壤肥沃, 植被繁茂, 是井田内重要的生态区域<sup>[1]</sup>。

### 1.2 水文条件

井田内水文条件比较复杂, 地表水系以固县河为主, 属黄河流域沁河水系, 主要支流有栉庄河、十里河等, 固县河是常年流水河流, 河道总长 50.9km, 控制流域面积 782.6km<sup>2</sup>, 20 年一遇最大洪水流量为 1026.5m<sup>3</sup>/s, 50 年一遇最大流量为 1443.8m<sup>3</sup>/s。固县河由楼底村东经杏林、杨树庄、王庄沟东流过井田西部, 区内河段长度 3.3km, 该河段控制流域面积 471km<sup>2</sup>, 枯水期流量为 3.00~4.5L/s。河为常年流水河流, 河道总长 12km, 控制流域面积 92km<sup>2</sup>。河由七坡东, 经蒲池、李庄流过井田南西部, 于王庄沟东汇入固县河, 区内河段长度 3.5km, 该河段为河下游河道, 控制着全河流域面积, 枯水期流量为 2.55~3.08L/s<sup>[2]</sup>。

井田地下水的类型主要为孔隙水、裂隙水和岩溶水。孔隙水主要分布于第四系松散堆积物中, 水位埋藏浅, 水质差, 水量随季节变化大。裂隙水主要分布于基岩裂隙中, 水位埋藏深, 水质好, 水量相对稳定。岩溶水主要分布于奥陶系灰岩中, 水位埋藏深, 水质好, 水量大, 是井田内重要的地下水资源。地下水的补给来源主要为大气降水和地表水的渗漏, 地下水径流的方向与地势起伏有关, 排泄方式主要有泉、井、河流等<sup>[3]</sup>。

### 1.3 气象条件

本区属东亚季风区暖温带半湿润地区，气候具有明显的大陆性特征，冬季寒冷，雨雪稀少；夏季温暖，雨量较丰沛；春秋季多风、多雨。根据晋城市气象局资料，年平均气温为 10.5℃，极端最高气温可达 37℃，最低气温为 -16.2℃，无霜期约 180 天。年降雨量最多可达 891.2mm，最少为 334.5mm，平均降雨量在 7~8 月份约占全年的 50%。年平均蒸发量为 1608.88mm，蒸发量最大在 4~7 月份，约占全年的 50%，干旱指数为 1.58。霜冻期为 11 月至次年 3 月底，最大冻土带深度为 0.45m。风向在春冬季多为西北风，夏秋季多为东南风，风力一般在 3~4 级，最大可达 6~7 级。气象条件对煤矿开采有诸多影响，暴雨天气会引发洪水，淹没矿区低洼处，影响煤矿正常生产，大风天气会破坏露天作业

和矿区设施，影响煤炭运输和生产，低温天气会使矿井内设备和管道冻结，影响煤矿正常生产，气象条件还会对矿区生态环境产生影响，干旱天气会导致植被枯萎，水土流失加剧等<sup>[4]</sup>。

## 2 地层构造

### 2.1 地层

井田位于沁水煤田的南部。区域上除阳城、沁水县西南部有上元古界震旦系及古生界寒武系地层出露外，由东南向西北依次出露奥陶系、石炭系、二叠系、三叠系。第三系及第四系广泛覆盖于上述各时代地层之上。详见表 1。

井田内主要出露二叠系上统上石盒子组及石千峰组，三叠系下统刘家沟组零星出露，第四系松散堆积物分布于河谷及部分山坡上。

表 1 区域地层简表

界	系	统	组	符号	厚度 (m)	岩性特征
新生界	第四系			Q	0~150	砾石、黄土及砂层
	新近系			N	5~80	棕红色粘土、底部见砾岩
中生界	三叠系	中统	二马营组	T <sub>2</sub> er	193~327	灰绿色细粒砂岩夹紫红色、灰绿色泥岩（未见顶）
			和尚沟组	T <sub>1</sub> h	131~474 250	灰紫色细砂岩夹紫色泥岩
		下统	刘家沟组	T <sub>1</sub> l	115~595 400	浅灰、紫红色中细粒砂岩夹紫红色泥岩
古生界	二叠系	上统	石千峰组	P <sub>2</sub> sh	22~217 150	黄绿色厚层状砂岩与紫红色泥岩互层，中上部多含钙质结核
			上石盒子组	P <sub>2</sub> s	123~553 490	黄绿色泥岩夹黄色砂岩，顶部多含燧石条带，下部含菱铁矿鲕粒铝土质泥岩
		下统	下石盒子组	P <sub>1</sub> x	48~81 65	黄绿色泥岩、粉砂岩、泥岩互层，局部夹煤线，上部夹含菱铁矿鲕粒的铝土质泥岩
			山西组	P <sub>1</sub> s	36~72 50	灰白色砂岩、粉砂岩，黑色泥岩，含 1~3 层煤
	石炭系	上统	太原组	C <sub>3</sub> t	82~142 90	灰白色砂岩、泥岩、灰岩，含煤 7~12 层
		中统	本溪组	C <sub>2</sub> b	0~25 15	灰褐色铁铝岩，底部见山西式铁矿
	奥陶系	中统	峰峰组	O <sub>2</sub> f	50~176 120	上部青灰色灰岩，下部灰黄色泥灰岩
			上马家沟组	O <sub>2</sub> s	170~308 230	上部灰色的豹皮灰岩，下部灰黄色泥灰岩，角砾状泥灰岩

### 2.2 含煤地层

①石炭系上统太原组 (C<sub>3</sub>t)。

为海陆交互沉积，为本区主要含煤地层之一。主要由灰色—灰黑色石灰岩，各种粒级的砂岩、粉砂岩、砂质泥岩、泥岩以及煤层组成。根据地层岩性组合特征及沉积环境演化规律将本组划分为三段。

一段 (C<sub>3</sub>t<sup>1</sup>)：由 K<sub>1</sub> 砂岩底至 K<sub>2</sub> 灰岩底，平均厚 12.10m，由浅灰色—黑灰色铝土质泥岩、泥岩、砂质泥岩、粉砂岩、砂岩、石灰岩及煤层组成，顶部为 15 号煤层，全区可采。

二段 (C<sub>3</sub>t<sup>2</sup>)：K<sub>2</sub> 石灰岩底至 K<sub>4</sub> 石灰岩顶，平均厚 28.02m，由深灰色石灰岩 (K<sub>2</sub>、K<sub>3</sub>、K<sub>4</sub>)、深灰色—灰黑色的泥岩、砂质泥岩、粉砂岩、中细粒砂岩夹煤层 (13 号、12 号、11 号) 组成。

三段 (C<sub>3</sub>t<sup>3</sup>)：K<sub>4</sub> 灰岩顶至 K<sub>7</sub> 砂岩底，平均厚 39.45m，主要由灰—深黑色泥岩、砂质泥岩、粉砂岩，浅灰—深灰色各种粒级的砂岩，夹灰色、深灰色石灰岩 (K<sub>5</sub>、K<sub>6</sub>) 及薄煤层 (主要有 9 号、8-2 号、8-1 号、7 号、5 号) 组成。

②二叠系下统山西组 (P<sub>1</sub>s)。

为三角洲平原沉积。本组连续沉积于太原组地层之上，

平均厚 57.31m, 主要由灰—深灰色粉砂岩, 中细粒砂岩和灰黑色泥岩, 砂质泥岩及煤组成。位于下部的 3 号煤层全区稳定可采, 上部其余煤层均极不稳定, 不可采。

底部 K<sub>7</sub> 砂岩, 为灰色、深灰色细粒砂岩, 局部相变为粉砂岩或泥岩, 见平行层理, 微波状层理, 小型交错层理。K<sub>7</sub> 砂岩顶至 3 号煤底, 为灰色、深灰色、灰黑色泥岩, 砂质泥岩, 粉砂岩, 上部夹细粒砂岩, 含植物化石碎片。3 号煤层位于山西组下部, 厚 4.47~6.15m, 平均 5.59m。全区稳定可采, 为平行层理, 条带结构, 含有 0~2 层夹矸。3 号煤层顶至 1 号煤层底, 为深灰色泥岩、砂岩, 含植物化石。1 号煤层平均厚 0.23m, 全区极不稳定, 不可采。

### 3 矿井开拓开采系统

#### 3.1 开拓方式

矿井采取斜立井混合开拓, 利用井田的地形地貌, 缩减开拓工程量, 而且保持矿井的通风、运输和提升效率, 主斜井设在蒲池工业场地里, 装有带式输送机, 主要负责原煤的提升, 它的设计兼顾煤炭的运输效率和安全性, 可以做到连续、高效的煤炭输送。副立井主要承担材料设备运输、矸石提升、人员升降的任务, 装备设施满足矿井日常生产及人员上下井的安全需要。专用进风井主要承担矿井部分进风任务, 装备梯子间, 兼做安全出口, 保证矿井通风系统稳定可靠, 为井下作业创造良好的通风条件。蒲池回风井主要承担矿井回风任务, 安装两趟  $\phi 1000\text{mm}$ 、一趟  $\phi 700\text{mm}$  瓦斯抽采管路, 装备梯子间, 兼做矿井一个安全出口, 保障矿井通风安全和瓦斯抽采。

#### 3.2 开采方法

矿井主要采取壁式采煤法, 适合本井田的地质情况和煤层的赋存情况。采煤工作面的生产工艺流程包含许多关键环节, 落煤环节采用先进的采煤设备, 如液压支架搭配采煤机进行煤炭开采, 装煤时用刮板输送机将掉下来的煤炭及时运出工作面, 保证工作面干净整洁。运煤上利用带式输送机把煤炭从工作面输送到地面, 整个运输过程自动化程度较高, 人力成本低, 运输效率高, 保障工作面安全。采空区处理上采用充填或者垮落等办法, 防止地表塌陷, 守护矿区的生态环境, 提升煤炭的回收率。

### 4 煤矿井田煤层对比分析

#### 4.1 对比方法和依据

标志层与层间距法是煤层对比的基本方法之一。标志层指在地层中具备明显特征, 容易被识别而且分布比较稳定的岩层。例如, 特定的砂岩、灰岩或者泥岩层等。在本井田中, 标志层的选择需要按照岩性特征、厚度稳定程度以及地层中的位置等要素进行确定。山西组 K<sub>7</sub> 砂岩和太原组 K<sub>2</sub> 灰岩在井田内部广泛存在, 并且厚度波动不大, 比较容易在不同的钻孔和巷道中被辨认出来, 层间距指的是煤层同相邻标志层之间的距离, 它的改变情况对煤层对比有着非常关键

的意义。在本井田内, 3 号煤层位于山西组下部, 上距 K<sub>8</sub> 砂岩 24.62~54.33m, 下距 K<sub>6</sub> 灰岩 10.35~21.49m, 层位稳定, 全区可采, 稳定的层间距关系为 3 号煤层的对比提供可靠的依据, 根据不同地点煤层及标志层的间距以及地质构造情况追踪煤层在井田内的延伸方向及厚度变化, 达到煤层对比的目的。

地球物理特征及沉积相旋回法是煤层对比的另一种方法, 地球物理特征有电阻率、密度、自然伽玛等, 这些参数可通过地质勘探时的测井得到, 在本井田内, 15 号煤层具有高电阻、低密度、低自然伽玛的物性特征, 这些特征使得其在地球物理测井曲线上很容易识别出来。沉积相旋回就是指地层在沉积过程中形成的具有一定规律的岩性组合序列, 它体现沉积环境的变化情况, 通过分析沉积相旋回, 可推测出煤层的沉积环境及其形成过程, 从而为煤层对比提供依据。本井田内, 根据地球物理特征和沉积相旋回来进行煤层对比, 可以更准确的判断出煤层的边界以及厚度的变化, 尤其是在煤层厚度变化较大的地方或者受地质构造影响的地方。例如 15 号煤层位于 K<sub>2</sub> 灰岩以下 0~0.15m, 平均厚度为 2.59m, 由于其物性特征和沉积相旋回特征, 在井田范围内对比非常可靠, 为煤炭开采提供可靠的地质依据。

#### 4.2 可采煤层对比

3 号煤层在井田内对比可靠, 3 号煤层位于山西组下部, 平均厚度 5.56m, 煤质主要为亮煤、镜煤, 宏观煤岩类型为半亮—光亮型煤。3 号煤层显微煤岩组分以有机组分为主, 镜质组含量 69.0%~84.0%, 壳质组含量 10.0%~14.8%, 无机组分以粘土类矿物为主, 因此 3 号煤层在井田内对比比较准确。3 号煤层变质程度属于高煤级煤 I 阶段, 镜质组最大反射率 2.91%~3.93%, 平均 3.40%, 这也表明其在井田内具有稳定性和可对比性, 在煤层对比的过程中, 测量 3 号煤层与上下标志层之间的层间距, 再结合其地球物理特性以及沉积相旋回特征, 就可以很好地追踪到 3 号煤层在井田内延伸的方向以及厚度的变化情况, 为煤炭开采提供可靠的数据支撑。

15 号煤层的对比也较为可靠, 15 号煤层位于太原组下部 K<sub>2</sub> 灰岩之下 0~0.15m, 平均厚度为 2.59m, 煤质以亮煤为主, 镜煤多呈透镜状、条带状, 宏观煤岩类型以半亮型煤为主。15 号煤层显微煤岩组分以有机组分为主, 镜质组含量约 83.9%, 壳质组含量约 18.1%, 无机组分以粘土类矿物为主, 这种煤岩特征使得 15 号煤层在井田内对比十分可靠。另外, 15 号煤层的变质程度是高煤级煤 I 阶段, 镜质组最大反射率是 3.37%~3.99%, 平均是 3.64%, 这也说明其在井田内具有稳定性及可对比性, 在煤层对比的时候, 通过对 15 号煤层及其上下标志层的层间距进行测量, 并且结合煤层的地球物理特性以及沉积相旋回特征来追踪煤层在井田内的延伸方向以及厚度的变化, 为煤炭开采提供可靠地质依据。

在可采煤层对比上，通过 3 号煤层和 15 号煤层的对比分析结果来看，这两个煤层在井田范围内有着比较好的稳定性与可采性，在井田内的对比结果非常可靠。并且，3 号煤层在井田内的对比具有很好的可采性与稳定层位特征，并且具有较好的煤质，在矿区内主要为 3 号煤层的一个重要可采煤层。15 号煤层在井田范围内有着非常高的可采性以及稳

定性，井田内有着非常好的沉积相旋回特征，并且有着非常高的对比可靠性，在井田内为煤矿的开采提供非常重要的煤炭开采的地质依据，在对两个煤矿的煤层进行详细的对比分析之后，可以为煤矿的开采规划以及生产管理工作提供非常重要的地质信息，从而能够保证矿区的煤炭资源能够得到高效，安全地开采。可采煤层情况特征，如表 2 所示。

表 2 可采煤层情况特征

含煤地层	煤层编号	煤层厚度 (m)		煤层间距 (m)		煤层结构		顶板岩性	底板岩性	煤层稳定程度	可采性
		最小—最大 平均	最小—最大 平均	矸石层数	类别						
P <sub>1</sub> s	3	4.47~6.15 5.59	73.91~87.80 81.59	0~2	简单	泥岩 砂质泥岩	泥岩 砂质泥岩	稳定	全区可采		
C <sub>3</sub> t	15	1.55~3.00 2.58		0~1	简单	石灰岩	泥岩	稳定	全区可采		

### 5 煤矿井田煤层稳定性评价

通过对 3 号煤层和 15 号煤层的稳定性展开综合评价，全方位把握煤层的赋存情况和开采状况。

#### 5.1 煤层稳定性评价

煤层稳定性评价，首先从定性分析开始。3 号煤层在井田内厚度在 4.47~6.15m，平均厚度为 5.59m，全区可采。3 号煤层结构简单，含 0~2 层夹矸，厚度为 0.05~0.39m。煤质化验资料显示，3 号煤层煤类为无烟煤，煤类单一，说明

3 号煤层在全区范围内是稳定的，可采性较好。15 号煤层在井田内厚度为 1.55~3.00m，平均厚度为 2.58m，全区可采。该煤层厚度变化不大，结构简单，含 0~1 层夹矸，厚度为 0~0.35m。根据煤质化验，15 号煤层煤类亦为无烟煤，煤类单一，稳定性和可采性好。从煤层厚度变化，结构简单程度，煤类单一，全区可采性等各方面看，3 号煤层与 15 号煤层的稳定性都很好，是全区稳定可采煤层。可采煤层煤层厚度、煤层结构、煤类统计表，如表 3 所示。

表 3 可采煤层煤层厚度、煤层结构、煤类统计表

煤层号	煤层厚度 (m)		煤层结构 夹矸层数	面积可采系数	可采性	煤类
	最小—最大 平均					
3	4.47~6.15 5.59		简单 (0~2)	1.0	全区可采	WY
15	1.55~3.00 2.58		简单 (0~1)	1.0	全区可采	WY

定量分析按照《煤矿地质工作规定》展开，主要计算煤层的可采性指数 (Km) 和厚度变异系数 (γ)，可采性指数 (Km) 是体现煤层可采性的指标，计算公式为  $Km=n'/n$ ，n 为参与煤层厚度评价的见煤点总数，n' 为煤层厚度大于或等于可采厚度的见煤点数，厚度变异系数 (γ) 是体现煤层厚度变化离散程度的指标，计算公式为  $\gamma=S/\bar{x}$ ，S 为均方差值，为矿井 (或分区) 平均煤厚。对于 3 号煤层，参与评价的见煤点数据显示，其主要指标厚度变异系数  $\gamma=7.40\%$ ，小于 30%；辅助指标可采性指数  $Km=1.00$ ，大于或等于 0.95。根据《煤矿地质工作规定》评价指标参照表可知，3 号煤层定量评价为稳定煤层，对于 15 号煤层，参与定量评价的见煤点数据可知，主要指标厚度变异系数  $\gamma=11.53\%$ ，小于 30%；辅助指标可采性指数  $Km=1.00$ ，大于或等于 0.95。根据评价指标参照表可知，15 号煤层定量评价为稳定煤层。通过对 3 号煤层和 15 号煤层的定量分析，对 3 号煤层和 15

号煤层的稳定性进行进一步的确认，为矿井开采提供可靠的地质依据。

#### 5.2 综合评价

在综合评价部分把定性和定量评价的结果结合起来，针对井田内部的 3 号煤层和 15 号煤层展开综合评定，3 号煤层在定性评价时呈现出全区稳定可采的状况，定量评价的时候被评定为稳定煤层，综合来看，3 号煤层的稳定程度较高，全区稳定可采，15 号煤层在定性评价的时候也表现出全区稳定可采的特征，定量评价的时候被评定为稳定煤层，综合评定之后得出结论，15 号煤层的稳定程度较高，全区稳定可采，这就表明井田内部的主要可采煤层 3 号煤层和 15 号煤层均具备不错的稳定性和可采性，为矿井的长期稳定生产提供有力支撑。

将本次报告煤层稳定程度评价结果与上次生产地质报告进行对比，可以看出本次报告与上次生产地质报告在煤

层稳定性评价上是一致的,上次生产地质报告中 3 号煤层和 15 号煤层也评价为全区稳定可采煤层。但在煤层厚度的统计上有所不同,上次生产地质报告中 3 号煤层厚度范围是 4.52~6.15m,平均厚度是 5.63m; 15 号煤层厚度范围是 1.80 ~ 2.80m,平均厚度是 2.43m。而本次报告中 3 号煤层厚度范围是 4.47~6.15m,平均厚度是 5.59m; 15 号煤层厚度范围是 1.55~3.00m,平均厚度是 2.58m。

## 6 结语

山西沁水煤田某煤矿井田的自然地理条件比较复杂,为煤矿开采和矿区的生态环境带来不小的冲击,在煤矿开采期间,务必全面考量这些自然地理条件因素,采取切实可行的应对办法,保障煤矿安全,高效地被开采出来,还要保护好矿区的生态环境。通过对山西沁水煤田某煤矿井田地质特征和可采煤层进行比较分析后可知,该煤矿井田地质条件复

杂,主要以褶皱、断裂构造为主。太原组、山西组煤层可采性较好,煤质较好,是该区的主要可采煤层。在开采煤炭时要充分考虑地质构造因素、地下水等带来的影响因素,采取合理科学有效的开采方法与措施,保证煤炭资源合理开发利用。

## 参考文献:

- [1] 杨勇,张晓春,王强,等.红一煤矿井田岩体应力分析及对首采工作面矿压显现影响[J].当代化工研究,2023(16):77-79.
- [2] 朱战斌,王泽亮,王宏伟,等.马泰壕煤矿智能化开采地质构造三维可视化模型构筑关键技术研究[J].中国煤炭,2021,47(S1): 103-110.
- [3] 何石.贵州省水城县鸡场乡志鸿煤矿井田地质特征与煤层对比[J].西部资源,2021(5):158-160.
- [4] 胡瑞杰.浅析宁武县梨园河煤矿井田地质及煤炭资源特征[J].西部探矿工程,2021,33(9):166-167+169.