

第一章 绪 论

第一节 研究背景

冲击地压是人类在开发矿产资源时，井巷或工作面周围煤（岩）体由于弹性变形能的瞬时释放而产生的突然、剧烈破坏的动力现象，常伴有煤（岩）体抛出、巨响及气浪等，冲击地压可导致采掘空间和设备的损毁，甚至造成重大人员伤亡，对矿山安全构成严重威胁。冲击地压在煤矿的表现最为明显。1738 年，世界上有记载的第一次冲击地压发生在英国南史塔福煤田。之后在德国、乌克兰、波兰、美国、澳大利亚、南非、中国等 20 多个国家都曾发生过冲击地压灾害。其中，1960 年 1 月 20 日，南非 Coalbrock north 煤矿发生冲击地压事故，井下破坏面积达 300 万 m^2 ，死亡 432 人，为世界范围内伤亡最为严重的一次煤矿冲击地压灾害。1933 年，中国最早记录的冲击地压发生在抚顺胜利煤矿，之后在北京、阜新、枣庄、大同、开滦、义马等矿区矿井都发生过严重的冲击地压灾害。随着采深的增加、采掘地质条件复杂化以及开采强度加大，煤矿面临的冲击地压威胁日益严重。1960 年，我国存在冲击地压的矿井仅 6 对，1990 年上升至 58 对，到现在已增加到 100 多对。中国是矿山开采受到冲击地压危害最为严重的国家之一，受到冲击地压威胁的矿山越来越多，危害也越来越重。义马矿区是受冲击地压灾害威胁最为严重的矿区之一，1998 年 9 月 3 日，义马

煤田千秋煤矿 18152 工作面下巷掘进过程中发生冲击地压, 100 多米巷道严重底鼓变形, 大部分工字钢棚倒落, 是义马矿区发生的首例冲击地压事件。近几年来, 冲击地压在义马煤田呈现多发态势, 危害日趋严重。据统计, 截至 2015 年年底, 义马煤田 5 对生产矿井共发生比较明显的冲击地压事件 110 余起, 累计造成 30 余人死亡, 经济损失特别巨大。冲击地压被义煤集团列为首位矿井灾害。

第二节 义马煤田概况

义马煤田位于河南省西部三门峡市境内, 地跨义马市和渑池县, 是河南省唯一的中生代成煤盆地, 是义煤集团四大煤田之一。义马煤田整体上呈极不对称向斜构造, 北起于煤层隐伏露头, 南止于 F_{16} 逆断层 (义马逆断层), 东西为沉缺边界。煤田东西走向长 25 km, 倾向宽 3 ~ 6 km, 面积约 100 km²。煤田发育中侏罗统义马组煤系, 含可采及局部可采煤层 2 组, 共 5 层, 自上而下分别是 1 煤组的 1-1 煤、1-2 煤, 2 煤组的 2-1 煤、2-2 煤和 2-3 煤, 2 煤组在浅部分叉, 深部合并 (或近合并)。煤岩层倾角一般为 10° ~ 15°, 煤层埋深 2 ~ 1200 m。煤层顶、底板以泥岩、砂岩和砾岩为主。煤种为长焰煤。煤层赋存条件相对简单, 适合机械化开采。义马煤田现有杨村煤矿、耿村煤矿、千秋煤矿、跃进煤矿和常村煤矿 5 对生产矿井及 1 个露天煤矿—天新公司 (原北露天矿), 合计生产能力 1000 多万吨。经过数十年大规模开采, 义马煤田各煤矿已累计生产原煤约 3×10^9 t, 剩余可采储量 1 亿多吨, 现已转入煤田深部开采, 开采深度持续增加, 开采条件趋于复杂, 冲击地压灾害趋于严重。

第三节 国内外研究现状

冲击地压的形成机理非常复杂,到目前为止还尚未形成完全一致的观点,仍处于不断探索过程之中。自从世界上发生首次冲击地压事故以来,科技工作者一直致力于冲击地压的研究工作,取得了许多成果。早期有强度理论、刚度理论、能量理论和冲击倾向理论等;近年来,随着交叉学科的发展,非线性科学和计算机模拟技术在冲击地压研究领域的应用,又提出了变形失稳理论和“三准则”理论等。针对义马煤田冲击地压难题,近几年来,义煤集团与北京科技大学姜福兴教授、中国矿业大学(北京)姜耀东和窦林明教授、辽宁工程技术大学李忠华教授、煤炭科学研究总院齐庆新研究员等国内多位著名冲击地压防治专家合作开展了大量有关冲击地压机理、预测、危险性评价和防治等方面的科研工作,取得了许多非常有价值的科研成果。

与北京科技大学姜福兴教授合作的“微震监测三维切片数据处理分析及预测技术研究”及“义煤公司冲击地压治理规划研究”等研究课题,以义马煤田典型冲击地压事故为研究背景,对巨厚砾岩与逆冲断层控制型特厚煤层冲击地压机理进行了分析,并提出复合厚煤层发生冲击地压的“震—冲”机理。

与中国矿业大学(北京)姜耀东教授合作的“义马矿区冲击地压机理与防冲支护技术研究”和“义煤集团深部开采冲击地压综合评价及防治技术研究”等研究课题,认为冲击地压是在不同的地质条件和开采环境下,在多种诱发因素共同作用下,煤(岩)体系统变形过程中由稳定态积蓄能量向非稳定态释放能量转化的非线性动力学过程;煤体变形破坏过程的稳定性与煤体内微裂纹的扩展及显微组分分布特征直接相关。

与中国矿业大学窦林明教授合作的“义煤常村矿采掘相互作用及Z型煤柱区域防冲研究”和“常村煤矿复杂煤柱区域冲击地压多层次防治研究”等研究课题，提出了冲击矿压的强度弱化减冲理论，通过松散煤（岩）体，降低强度和冲击倾向性，并降低应力集中程度，减弱冲击矿压发生的强度，并应用电磁辐射强度、脉冲数与煤（岩）体破裂关系和微地震监测技术对冲击地压危险性进行监测、评价和预测预报。

与辽宁工程技术大学李忠华教授合作的“耿村煤矿深部开采冲击地压防治技术研究”和“常村煤矿电荷预测冲击地压与防治技术研究”等研究课题，根据耿村煤矿已经发生的冲击地压事故，分析了冲击地压发生的原因、类型、机理、特征及主要影响因素，建立了耿村煤矿深部危险评价预测及危险程度评价体系和冲击地压防治体系。

与煤炭科学研究总院齐庆新研究员合作的“义马矿区 F_{16} 断层对冲击地压发生影响的机理及规律研究”和“多场应力作用下‘顶板-煤层’结构体冲击失稳机制与防冲实践研究”等研究课题，提出了三因素理论，认为内在因素（冲击倾向性）、力源因素（高度的应力集中或高度的能量储存与动态抗动）是导致冲击地压发生最为主要的因素；应用数值模拟和相似材料模拟等方法，分析了原岩应力、构造应力、采动应力对冲击地压发生诱发机制。

与天地科技股份有限公司潘俊峰副研究员合作的“义马强冲击危险区地质力学探测与分析研究”和“深部开采冲击地压综合预警技术研究”等研究课题，认为巷道轴线与最大水平主应力方向的夹角是影响巷道围岩应力分布、破坏范围及围岩变形的关键因素，特别是夹角在 $20^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 之间影响作用最为明显。并提出在进行巷道布置与支护设计时，应考虑巷道轴线与最大水

平主应力方向夹角的影响等建议。

以上科研工作,对义煤公司冲击地压防治工作起到了积极的推动作用。受经费、协议科研内容等方面的限制,上述科研工作主要从采矿因素展开研究。但冲击地压的发生是地质因素与采矿因素综合作用的结果,地质因素是内在的、本质的、固有的原因,对冲击地压起着主导、控制作用。

第四节 主要内容

本书力图从地质学角度出发,找出义马煤田发生冲击地压的主要地质因素,分析研究冲击地压发生的地质机理和规律,根据义马煤田的特殊地质条件建立地质因素的冲击地压危险性综合指数法评价模型,并进行了冲击地压危险性地质分区。

本书以义马煤田为例,从地质学角度对冲击地压开展研究,描述了区域与义马煤田的地层、构造、地形等地质条件,再现义马煤田的形成、演化过程,介绍了义马煤田的开发历史与现状、冲击地压发生情况,在充分收集煤田勘探及补勘钻孔资料(共200多个),区域与各井田地质构造资料,精查生产地质报告、冲击地压事件台账、卡片、照片与受损巷道素描等资料,绘制义马煤田2-3煤层顶板砾岩等厚线与冲击地压事件分布图、义马煤田2-3煤层顶板坚硬岩石等厚线与冲击地压事件分布图、义马煤田冲击地压事件与 F_{16} 断层位置关系图、义马煤田2-3煤层等厚线与冲击地压事件分布图等20多幅图纸的基础上,利用地质学原理,系统分析了义马煤田冲击地压的地质原因,指出了影响义马煤田冲击地压的主要地质因素,这些因素包括煤层上覆巨厚砾岩厚度、到 F_{16} 断层的距离、“软采比”、沉降系数、采深、马凹组地层岩性、煤层厚度等,进而系统阐述了发生冲击地压的

地质机理。同时指出,义马煤田多种地质因素的耦合作用构成了冲击地压发生的地质基础,而非单一地质因素。总结了义马煤田冲击地压地质规律,指出义马向斜核部、上覆巨厚砾岩厚度大及厚度变化大的区域、靠近 F_{16} 断层区域、煤层合并区及煤厚梯度大的区段、马凹组地层硬岩比例高的区域、沉降系数小的区域等冲击地压多发,并利用 FLAC^{3D} 软件对义马煤田地应力分布与变化特征,特别是 F_{16} 断层附近应力场进行数值模拟,模拟结果较好地验证了关于义马煤田冲击地压地质机理和地质规律的分析。

在分析义马煤田冲击地压地质机理和地质规律的基础上,借鉴综合指数法原理,建立了地质因素的冲击地压危险性综合指数法评价模型,对比分析以往发生冲击事件确定了分区评级指标,通过计算所选取的评价点的冲击地压危险性综合指数,将义马煤田划分为无冲击危险区、弱冲击危险区、中等冲击危险区和强冲击危险区。

统计了近期所发生的 3 次较为明显的冲击地压事件对前述分析进行验证,验证结果表明 3 次冲击地压事件位于义马向斜的核部或轴部、顶板砾岩厚度大、开采厚度与深度大、煤厚大及厚度变化大、距 F_{16} 断层较近等区域且均为底鼓型冲击地压,与分析得出的冲击地压地质规律一致。发生区域属冲击地压危险性地质分区中的中等冲击危险区和强冲击危险区,冲击地压危险性中等及以上,与分区结果一致性较好。

本书所做研究的开展时间为 2014 年,在研究过程中主要以 2014 年 8 月以前发生的冲击事件为素材。在本书编写过程中,补充了 2014 年 8 月之后发生的主要冲击地压事件。

第二章 区域地质与煤田地质

第一节 区域地质

一、区域位置与自然地理

义马煤田地处河南省西部，位于三门峡市，地跨渑池县和义马市，东距洛阳市 55 km，西至三门峡市约 67 km，义马煤田区域位置如图 2-1 所示。煤田范围：北部为 2-3 煤层露头，东部、西部为沉缺边界，南止于 F_{16} 逆断层，煤田东西走向长 24 km，南北倾向宽 3~6 km，面积约 100 km²。地理坐标：东经 111°42'~112°02'，北纬 34°38'~34°46'，是河南省境内唯一的中生代煤田。该区北邻陇海铁路、310 国道和连霍高速公路，南邻郑西高速铁路，交通十分便利。

本区属低山丘陵地形，地势西高东低，地形切割强烈，区内冲沟发育。地面高程 +415~+670 m，地表多为第四系黄土覆盖，煤田东部区域有大面积侏罗系地层出露，其他区域零星出露。南涧河为本区主要河流，源于陕县观音堂、英豪山东麓，自西向东流经煤田北部区域，为典型的山区河流。

本区属大陆性半干旱季风气候区，具有降水集中、蒸发作用强、温差较大、四季分明等特点。大气降水主要集中于 7、8、9 三个月，多年平均降水量约 670 mm，多年平均水面蒸发量约 1951 mm。年平均气温 12.3℃，极端最高气温 41.6℃（1966 年 6

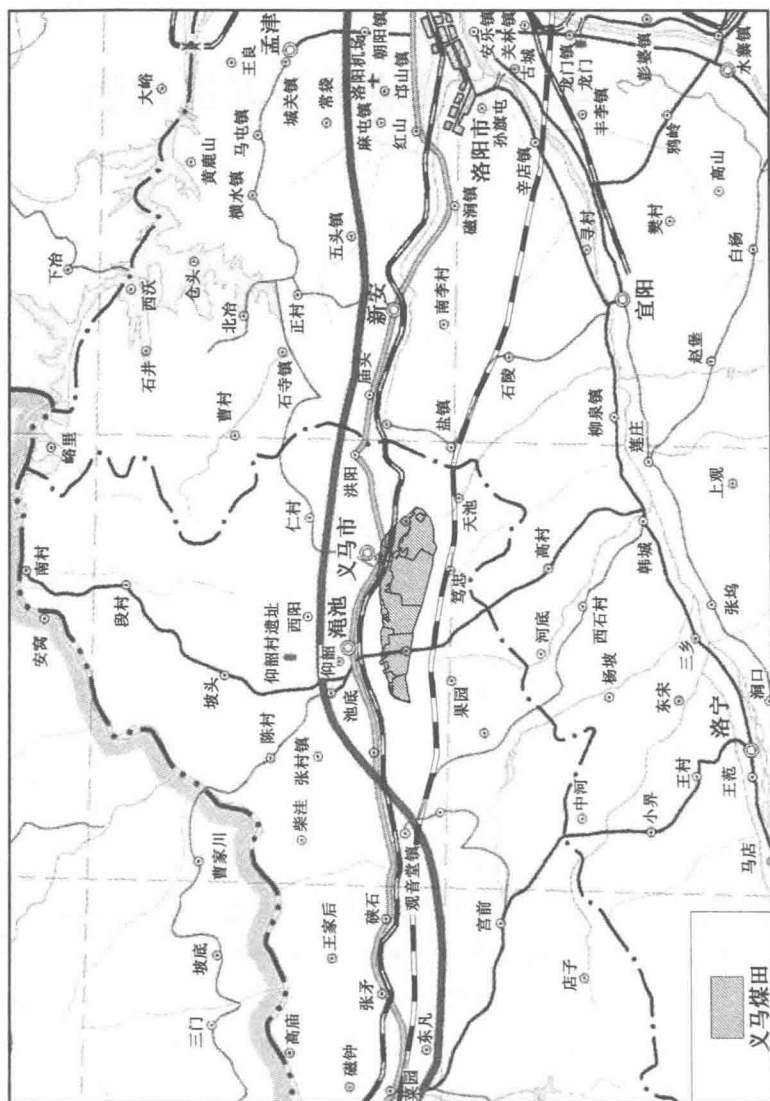


图 2-1 义马煤田区域位置图

月 20 日), 极端最低气温 -18.7°C (1969 年 1 月 30 日)。历年霜期始于 11 月初, 终于翌年 3 月底, 无霜期约 230 天。

二、区域地层

陕浍义马煤田地层区划属华北地层区、豫西分区、浍池确山小区, 地表多为新近系、第四系地层覆盖, 局部有基岩出露。

(一) 奥陶系 (O)

奥陶系地表出露于北、西部山区, 向斜南翼有零星出露, 与下伏寒武系呈整合接触。该地层层序 (自下而上) 如下:

(1) 下统治理组 (O_{1y})。下部浅灰及浅黄色细粉晶白云岩、含泥细晶白云岩、角砾状白云岩, 局部见竹叶状白云岩; 中部浅灰色泥质白云岩、硅质粉晶白云岩; 上部褐黄色及褐灰色角砾状泥质白云岩、含燧石泥粉晶白云岩、中晶白云岩、条带状白云岩等, 厚度 40 ~ 70 m。

(2) 中统下马家沟组 (O_{2m})。底部黄色白云质泥岩; 下部深灰色角砾状泥灰岩及灰岩、弱白云化泥灰岩、含白云质灰岩; 上部灰色及深灰色厚层角砾状灰岩、弱白云化含砾泥晶灰岩、褐灰色泥质灰岩、含燧石角砾状泥质灰岩等, 厚度 0 ~ 30 m。

(二) 石炭系 (C)

石炭系分布于陕浍煤田及其边界一带, 与下伏奥陶系呈不整合接触。岩性主要为含铁铝质岩、砂岩、石灰岩、砂质泥岩、泥岩及煤层, 厚度 41 ~ 52 m。该地层层序 (自下而上) 如下:

(1) 中统本溪组 (C_2b)。本溪组的下界以残积相 (古风化壳) 底面为界, 上界则是太原组底部 1_1 煤层或砂岩、砂质泥岩。该组主要由山西式残积铁矿、铝土岩、铝土质泥岩、砂岩、砂质泥岩组成, 厚度 2.96 ~ 25.85 m, 平均厚度 12.5 m, 与下伏地层呈平行不整合接触。

(2) 上统太原组 (C_3t)。太原组的下界以底部一₁煤层或砂岩、砂质泥岩为界, 上界则以太原组顶部的泥灰岩或菱铁质泥岩的顶面为界, 由泥岩、砂岩、砂质泥岩、煤层、石灰岩及硅质泥岩组成, 厚度 33.9 ~ 49.56 m, 平均厚度 38.00 m。

(三) 二叠系 (P)

二叠系分布于陕澠煤田, 为一套陆相碎屑地层, 连续沉积于 C_3 地层之上, 与下伏地层呈整合接触。该系地层层序 (自下而上) 如下:

(1) 下统山西组 (P_1s)。该组为主要含煤地层, 岩性为砂岩、砂质泥岩及煤层, 总厚度 53 ~ 135 m。自下至上分四段: 泥岩、砂质泥岩含煤段 (二₁煤段), 厚度 12 ~ 22 m; 大占砂岩段, 厚度 16 ~ 26 m; 香炭砂岩段, 厚度 6.5 ~ 15.6 m; 小紫泥岩段, 厚度 8.62 ~ 10 m。

(2) 下统下石盒子组 (P_{1x})。该组以砂锅窑砂岩底界起, 上至田家沟砂岩底界止, 与下伏 P_1s 地层呈整合接触。由三煤、四煤 (连五煤)、五煤 (中三煤) 和六煤组层位组成, 总厚度 119.77 ~ 362.28 m。

(3) 上统上石盒子组 (P_2s)。该组以田家沟砂岩底界起, 上至马头山砂岩底界止, 与下伏 P_{1x} 地层呈整合接触, 该组地层明显存在三个沉积旋回, 总厚度 198 m。

(4) 上统石千峰组 (P_2sh)。该组与 P_2s 地层呈假整合接触关系, 本组地层分上、下两段, 在煤田仅沉积下段即马头山砂岩段岩性为灰黄、灰白、浅肉红色中粗粒长石石英砂岩, 底部含石英细砾, 呈厚层及巨厚层状, 具大型板状交错层理, 硅质胶结, 局部夹黄绿、紫红色泥岩。本层岩性特征明显, 厚度相对稳定, 为良好标志层, 厚度 80 ~ 120 m。

(四) 三叠系 (T)

三叠系地层与下伏二叠系地层呈整合接触, 发育中下统及上统。该系地层层序如下:

(1) 中下统二马营群 (T_{1+2}): 岩性为长石石英砂岩、粉砂岩及细砂岩, 厚度 609 m 左右。

(2) 上统延长群 (T_3): 下部为长石石英砂岩、粉砂岩; 中部为长石石英砂岩夹粉砂岩; 上部为中、细粒长石石英砂岩与泥岩、粉砂岩互层。该层厚度 1554 ~ 1665 m。

(五) 侏罗系 (J)

该系地层层序如下:

(1) 侏罗系中统义马组 (J_{2y}): 岩性为深灰色泥岩、粉砂岩、灰色细砂岩、浅灰色中粒砂岩, 夹 1 ~ 5 层煤, 底部为灰色砾岩、含砂泥岩、含砾砂岩; 厚度 0 ~ 127. 10 m。

(2) 侏罗系中统马凹组 (J_{2m}): 岩性主要为紫色泥岩、粉砂岩、灰绿色粉砂岩, 其他为细砂岩和杂色砾岩; 厚度 0 ~ 214. 73 m, 平均 183 m。

(3) 侏罗系上统 (J_3): 岩性主要为一套巨厚冲积扇相砾岩层, 砾石主要成分为石灰岩, 次之为石英砂岩和石英砾岩, 含少量岩浆岩, 磨圆度较好。厚 0 ~ 435. 30 m, 平均 410 m。

(六) 白垩系 (K)

出露于义马煤田南部边缘一带, 与下伏侏罗系不整合接触。该系地层层序如下:

(1) 下白垩统 (K_1): 岩性以灰白色、粉红色、浅红色凝灰质砂砾岩、砾岩为主, 间夹粉砂岩, 砾石成分以安山斑岩、角闪正长斑岩为主, 次之为石英砂岩及石灰岩, 分选差, 砾径 2 ~ 90 mm, 砂质充填, 砂岩成分为长石及石英碎屑, 泥质胶结; 厚度 46 ~ 56 m。

(2) 上白垩统 (K_2): 岩性主要为红褐色砾岩, 砾石成分为

安山斑岩、角闪正煌岩、正长斑岩及杏仁状粗面岩等，夹少量石英砂岩、石英岩、燧石、灰岩及泥岩等，砾径 3 ~ 80 mm，泥质胶结。厚度大于 212 m。

(七) 古近系 (E)

该系地层在本单元不发育，大部分缺失，仅在盆地区的局部地段沉积，煤田丘陵区基本缺失。上部成岩性差，向下胶结渐好。下部岩性为褐红色钙质砾岩夹紫红色钙质砂砾岩，砂质泥岩、砾岩、含砾砂质泥岩、粉砂质泥岩及细砂岩互层；上部岩性为褐黄色及褐红色含砾砂岩，泥质砾岩、细砂岩、泥质粉砂岩、钙质砂岩及泥岩与粉砂岩互层，疏松砂岩、含砾砂质泥岩等。厚度 0 ~ 100 m。

(八) 新近系 (N)

该系不发育，局部出露，沉积较薄。下部岩性为浅黄色砾岩、砂砾岩夹砂质泥岩；上部岩性为褐黄色砂质泥岩、泥质砂岩夹砂质砾岩、灰白色疏松砂岩与钙质泥岩或泥灰岩交互沉积，产状近于水平。厚度 0 ~ 60 m。

(九) 第四系 (Q)

本系不甚发育，仅在山前冲洪积扇及河谷地带沉积较厚，山区及煤田丘陵区变薄，与下伏地层不整合接触，厚度 0 ~ 340 m。

三、区域构造

本区大地构造位置属华北板块崤熊构造区北带西端，南以碛石~义马逆断层、东北以岸上平移断层、西北的扣门山断层、灰山断层等为界围成一个相对独立的三角形断块，陕澠向斜展布其中，义马向斜不整合于其上（图 2-2）。区内构造北东向为主，其次为近东西向、北西向和近南北向（表 2-1）。区内不同方向的主要构造分述如下：

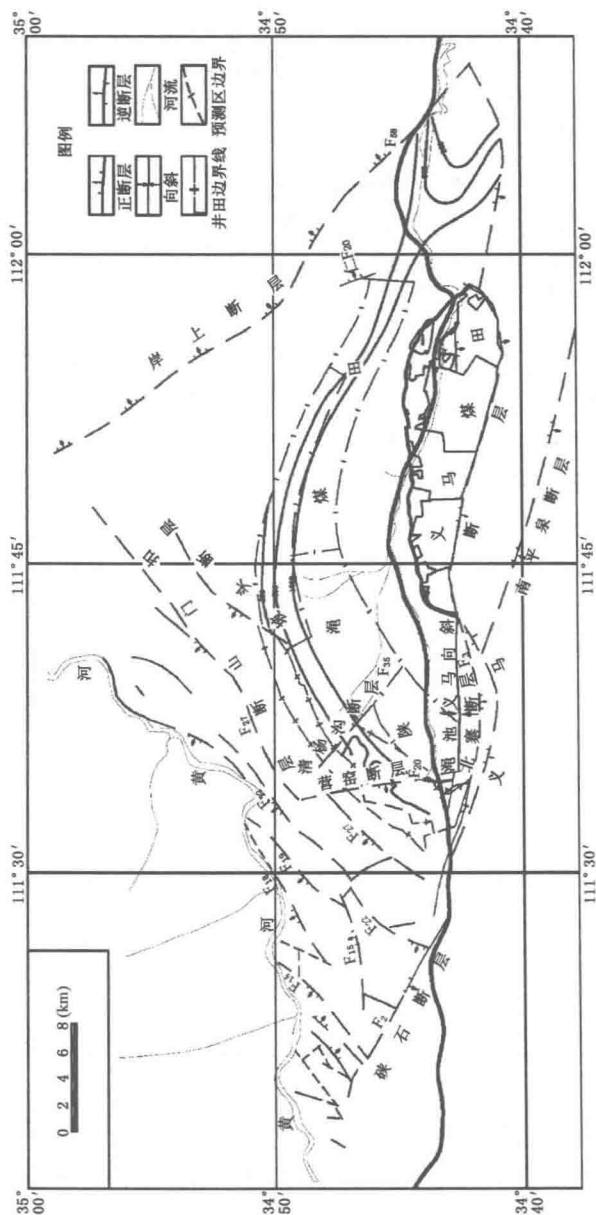


图 2-2 义马煤田区域构造纲要图

表 2-1 区域构造发育基本情况一览表

构造名称	性质	走向	倾向	倾角/(°)	落差/m
扣门山断层 (F ₂₇)	正断层	NE	NW	70	900
坡头断层 (仁 F ₂₀)	正断层	NE	NW		70 ~ 400
煤窑沟断层 (F ₂₂)	正断层	NE	NW	70	100 ~ 400
鹿马断层 (F ₁₉)	正断层	NE	NW	85	50 ~ 600
张上断层 (F ₁₈)	正断层	NE	NW	70	100 ~ 400
瑶胡行断层 (F ₅)	正断层	NE	NW	80	100 ~ 150
大安断层 (F ₆)	正断层	NNE	NWW	80 ~ 85	200
木头断层 (F ₉)	正断层	NE	NW	70	100 ~ 150
侯村断层 (F ₁₀)	正断层	NE	SE	70	50 ~ 200
双头断层 (F ₁₃)	正断层	NE	SE	70	200 ~ 500
东庄断层 (F ₁₄)	正断层	NE	NW	75	40 ~ 800
曲里断层 (F ₁₇)	正断层	NNE	SEE	75	250
灰山断层 (F ₂₁)	正断层	NNE	NWW		200 ~ 500
义马断层 (F ₁)	逆断层	EW	SE	15 ~ 75	50 ~ 500
北寨断层 (F ₃)	逆断层	NW	S ~ WS		700 ~ 1000
南平泉断层 (F ₄)	逆断层	NW	S		
义马向斜	北翼	EW	S	20 ~ 28	
	南翼	EW	N	30 ~ 70	
岸上断层 (F ₅₈)	走滑断层	NW	NE	70	
清杨沟断层 (F ₃₅)	正断层	NW	NE	80	0 ~ 320
碛石断层 (F ₂)	逆断层	NWW	SSW		800 ~ 2000
营窑断层 (F ₂₉)	正断层	NW	SWW	70	200

(一) 北东向构造

北东向构造主要表现为走向 20° ~ 30° 延伸的断裂组及同向分布的岩体。这些断裂多以高角度的正断层出现, 大体平行排

列,致使地层由南东向北西黄河方向呈阶梯状跌落,断层结构面一般呈张性或张扭性,包括扣门山断层、坡头断层、煤窑沟断层、鹿马断层和张上断层等。各断层的基本情况如下:

(1) 扣门山断层(F_{27})位于前岭、扣门山、后地至史家脑一线,延展长度大于 30 km,正断层。断面总体走向 NE,倾向 NW,倾角 70° ,落差约 900 m。在扣门山见寒武系与上石盒子组接触,西南段见二叠系与奥陶系、寒武系接触,且有鹿马—柴洼勘探区有钻孔穿过该断层;该断层控制了鹿马—柴洼勘探区的南东边界,使之与观音堂—张村矿区分离。

(2) 坡头断层(仁 F_{20})位于陈村井田、仁村勘探区附近至坡头一带,走向 NE,倾向 NW,倾角较陡,为一正断层。全长大于 20 km,断距 70 ~ 400 m。主要迹象为坡头附近可见 ϵ_2 与 Pt_2^2 直接接触,南西端二₁ 煤层露头错位。

(3) 煤窑沟断层(F_{22})位于煤窑沟、瑶院、三教地一线,南受控于硖石断层,北延伸至后窑附近。延展长度约 23 km,正断层。断层面总体走向 NE,局部 NEE 或 NNE,倾向 NW。倾角约 70° ,落差 100 ~ 400 m。在小河沟附近见平顶山砂岩顺倾向重复出现,在焦地附近见奥陶系与上石盒子组岩层呈断层接触。

(4) 鹿马断层(F_{19})位于尖疙塔、鹿马一线,延展长度约 13 km,正断层。走向 NE,南西端转为 NNE,倾向 NW,倾角 85° ,落差 50 ~ 600 m,在涧底河附近奥陶系与下二叠统接触,在铁炉沟附近奥陶系与上石盒子组接触。

(5) 张上断层(F_{18})位于张上、南崖下一线,延展长度约 12 km,正断层。走向 NE,倾向 NW,倾角 70° ,落差 100 ~ 400 m。地表可见北西盘上二叠系与南东盘奥陶系地层接触。

(6) 瑶胡行断层(F_5)位于瑶胡行以西,向北过黄河延伸出区外,延伸长度约 8 km,为正断层,走向 $N30^\circ E$,倾向 $N60^\circ$

W, 倾角约 80° , 落差 100 ~ 150 m, 地表在瑶胡行以西及黄河以北见老第三系错动, 该断层形成于燕山晚期, 喜山期复活。

(7) 大安断层 (F_6) 位于大安东, 延伸长度约 5.5 km, 为正断层, 走向 NNE, 倾向 NWW, 倾角 $80^{\circ} \sim 85^{\circ}$, 落差 200 m 左右。地表中段可见西盘上石盒子组与东盘奥陶、石炭系地层接触, 南段见老第三系岩层错动。该断层形成于燕山晚期, 复活于喜山期, 为大安预煤田东部边界。

(8) 木头断层 (F_9) 位于木头沟附近。南端交硖石断层, 向北延至大沟底附近消失; 延展长度 3.5 km, 正断层。走向 NE, 倾向 NW, 倾角 70° , 落差 100 ~ 150 m; 地表可见上石盒子组下部地层与石炭系地层接触。

(9) 侯村断层 (F_{10}) 形成于燕山晚期, 位于侯村附近, 延展长度 5 km。正断层, 走向 NE, 倾向 SE, 倾角约 70° 。落差 50 ~ 200 m, 由南向北减少。地表露头可见南东盘上石盒子组与北西盘奥陶系地层接触。该断层为侯村井田之西部边界。

(10) 双头断层 (F_{13}) 位于双头附近。延展长度约 5 km, 正断层。走向 NE, 倾向 SE, 倾角约 70° 。落差 200 ~ 500 m, 由南向北减小。地表侯村沟附近上石炭统与上石盒子组岩层接触。该断层控制了双头预测区的北西边界。

(11) 东庄断层 (F_{14}) 位于东庄至西家岭一线。南端受控于硖石断层, 北延至黄河。延展长度约 9 km, 正断层。走向 NE, 倾向 NW, 倾角 75° 。落差 40 ~ 800 m, 由南向北逐渐减小。地表寒武、奥陶系地层与石炭、二叠系呈断层接触。该断层控制了双头预测区的南东边界, 破坏了樱桃山背斜的北西翼。

(12) 曲里断层 (F_{17}) 位于曲里附近, 延展长度约 4 km, 正断层, 走向 NNE, 倾向 SEE, 倾角 75° , 落差 250 m 左右。地表北西盘奥陶系与南东盘山西组及下石盒子组地层接触。该断层

控制了鹿马—柴洼勘探区的西界。破坏了樱桃山背斜的南东翼。

(13) 灰山断层 (F_{21}): 形成于燕山晚期。位于灰山、白浪一线, 过黄河向北北东方向延展, 长度约 15 km, 正断层, 走向 NNE, 倾向 NWW, 落差 200 ~ 500 m。南西段见下奥陶统与平顶山砂岩接触。

(二) 近东西向构造

区内近东西向构造非常发育, 主要由义马向斜褶皱带和其后形成的一系列近东西向断裂所组成, 具有分布广、规模大、延续时间长等特点。

1. 主要断裂构造

义马断层 (F_{16}) 东起常村井田, 西至金银山南, 延展长度 45 km, 为逆断层, 总体走向近 EW, 局部 NE 或 NW, 倾向 S 至 SE, 断层面在坡面上表现为凹向南的弧形, 浅部倾角约 70°, 向深部渐缓至约 30°。东段断距较小, 向西渐大, 可达 1000 m 以上, 西段可见中元古界与上元古界、寒武、奥陶系地层呈断层接触, 东段零星露头亦有显示。该断层位于渑池向斜南翼, 东段分而复合, 中段与北寨断层相交, 西段与硖石断层交汇。

北寨断层 (F_3) 位于义马断层中段的北侧, 两端并入义马断层, 延展长度约 22 km。为逆断层, 走向近 NW, 倾向 S ~ WS, 断距约 700 ~ 1000 m, 控制程度较差, 西段依零星露头推断, 东段据电测深资料确定。该断层控制了英豪井田的南界。

南平泉断层 (F_4) 位于义马断层之南的南平泉、笃忠一线南侧。西段交于义马断层, 东端向东南延伸并隐伏, 延展长度大于 20 km。该断层为逆断层, 走向近 NW, 倾向 S, 倾角不清。断层下盘地层近于直立, 该断层无工程点控制, 系电测深资料推断。