

主编 王兆丰 张子戌 张子敏

瓦斯地质

研究与应用

煤炭工业出版社

瓦斯地质研究与应用

主编 王兆丰 张子戌 张子敏



煤炭工业出版社

· 北 京 ·

前 言

我国是世界上最大的产煤国，同时也是发生煤矿灾害事故最严重的国家。2002年，我国煤矿原煤生产死亡5763人，平均百万吨死亡率为4.88，是俄罗斯的11倍，印度的13倍，美国的158倍；其中，瓦斯灾害事故死亡2883人，占总死亡人数的50.03%。可以预见，在相当长的一段时间内，瓦斯灾害治理仍将是我国煤矿安全生产的重中之重。

瓦斯是成煤过程中的伴生气体，只要开采煤炭就会有瓦斯涌出来。长期的煤炭开采实践表明，瓦斯地质作为一门交叉学科，是研究煤层瓦斯形成、赋存、分布和涌出的基础，是预测和防治煤矿瓦斯灾害，特别是煤与瓦斯突出的有力武器，也是提高瓦斯抽放理论和技术水平的重要手段。

2001年，中国煤炭学会瓦斯地质专业委员会在总结瓦斯地质领域的最新研究和应用成果的基础上，编辑出版了《瓦斯地质新进展》一书。《瓦斯地质新进展》出版后，得到了广大煤矿瓦斯防治工程技术人员的好评，许多单位和个人来信建议我们定期出版瓦斯地质的最新研究成果。

按照中国煤炭学会第三届瓦斯地质专业委员会的工作计划，今年将召开瓦斯地质专业委员会第三次全国瓦斯地质学术研讨会。我们从全国各地寄来的有关瓦斯地质研究与应用论文中精选了48篇，编辑出版了《瓦斯地质研究与应用》一书。本书涵盖了区域瓦斯地质研究、矿井瓦斯地质研究、瓦斯地质专题研究、瓦斯突出预测与防治和瓦斯抽放与利用5个方面，可供从事瓦斯地质、煤层气地质、矿井地质、通风安全、采矿工程等专业的科研、生产和教学人员参考。

《瓦斯地质研究与应用》一书由王兆丰、张子成、张子敏主编。焦作工学院对本书的出版给予了很大支持，焦作工学院学术出版中心谢定均、宫福满对本书给予了指导和帮助，在此一并致谢。

由于编辑时间仓促，本书不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

中国煤炭学会
瓦斯地质专业委员会
2003年8月

内 容 提 要

本书内容包括：区域瓦斯地质研究、矿井瓦斯地质研究、瓦斯地质专题研究、瓦斯突出预测与防治和瓦斯抽放与利用等 5 个方面的论文 48 篇。

可供从事瓦斯地质、煤层气地质、矿井地质、通风安全、采矿工程等专业的科研、生产和教学人员参考。

目 录

区域瓦斯地质研究

平顶山矿区构造演化和对煤与瓦斯突出的控制·····	张子敏	张玉贵	(3)
阳泉矿区3号煤层瓦斯地质特征与预测·····	王 一	张会青	刘培宏 (9)
英岗岭矿区煤与瓦斯突出相关因素浅析·····	汪宗华	尹怀德	金春和 (21)
晋城新区煤层瓦斯赋存特征及评价·····	李广昌	成国清	傅雪海 (26)

矿井瓦斯地质研究

平顶山八矿瓦斯地质规律和防突技术研究·····	卫修君	(33)
窑街三矿胶带斜井瓦斯地质特征探讨·····	郭斌武	陈生强 (40)
构造发育是英岗岭矿区瓦斯突出的主要因素·····	罗末忠	付鉴源 (47)
红菱煤矿煤与瓦斯突出因素探讨·····	张才金	王 平 郭子成 (50)
急倾斜薄煤层群矿井瓦斯的特殊性研究·····	黄祥宽	(55)
矿井地质条件变化与采矿活动对瓦斯涌出量的影响·····	庞贵智	(59)
林盛煤矿瓦斯赋存规律浅析·····	米秀君	(65)
浅析南湖一号井瓦斯涌出的基本规律·····	许永溪	(68)
杉林一井瓦斯地质分析及煤与瓦斯突出预测预报 ·····	吴晓鹏	蔡竹林 尹春恒 熊贞和 (72)
浅析新槐井田地质因素对煤与瓦斯突出的影响·····	王秀全	何卓军 (76)

瓦斯地质专题研究

瓦斯地质的主要研究内容及其发展方向·····	曾 勇	吴财芳	(83)
瓦斯参量等值线图计算机编绘方法研究与实践 ·····	阎根旺	王兆丰 李志强 刘 军	(89)
煤与瓦斯突出的热动力过程分析·····	刘明举	颜爱华	(95)
煤油气共生矿井的瓦斯地质及安全开采技术 ·····	王生全	孔令义 刘双民 石增武	(103)
煤层突出危险性程度与标志值之间相互关系的确定·····		魏风清	(108)
煤与瓦斯突出三维模拟理论及实验研究·····		蔡成功	(113)
海石湾矿砂岩与油气突出机理及其灾害防治的初步研究 ·····	刘 骏	孟贤正 王麦焕	(119)

用小波分析提高测井曲线中构造煤薄层的分辨率·····	王小明	张子成(127)
地质测井法预测瓦斯突出研究·····	张许良	彭苏萍(130)
淮南矿区井田小构造对煤与瓦斯突出的控制作用 ·····	张国成 郭卫星	汤友谊(136)
地质构造部位易发生突出的机理研究·····	王恩义	(142)
石门揭煤最小预留岩柱厚度的确定·····	辛新平	(150)
计算机自动识别测井曲线中的构造煤·····	王小明	王江峰(155)
基于煤与瓦斯突出预测的瓦斯地质信息采集、分析系统研究 ·····	张瑞林 鲜学福	孙 斌(158)

瓦斯灾害预测及防治

交叉钻孔注水防突措施在掘进工作面的应用·····	张建国	范满长	魏凤清(163)
高压注水技术工艺及防突效果研究·····	辛新平	张长海	李学臣
平顶山十矿戊 ₉₋₁₀ 煤层掘进工作面突出预测指标初探 ·····	魏凤清	张建国	程 伟(175)
掏槽法防治突出的研究与应用·····	王恩义		(181)
综放工作面瓦斯涌出异常因素分析及综合治理·····	王国华	贺艳涛	(184)
高瓦斯易燃煤层综放面瓦斯治理技术研究·····	李宝玉	赵长春	(191)
大同矿区高瓦斯综放工作面上隅角瓦斯治理初探·····	邸学勤		(197)
利用采场支承压力预测预报煤与瓦斯突出的研究·····	张智明		(201)
龙口矿区首次高瓦斯区域的综合治理·····	段浓田	赵俊卿	王 涛(205)
煤与瓦斯突出预测系统的研究·····	刘 勇		(208)
邢矿集团瓦斯综合治理措施与经验·····	袁维纪		(211)
汾西矿井历年来瓦斯事故分析及预防措施·····	韩银中	张巨才	韩玉林(215)

瓦斯抽放与利用

我国煤矿瓦斯抽放存在的问题及对策探讨·····	王兆丰	阎根旺	(221)
掘进工作面隔断式抽放瓦斯的原理及参数优化·····	范满长	魏凤清	(228)
CO ₂ 吸留的途径与原理·····	华四良	苏现波	(233)
晋城矿区煤层气综合利用探讨·····	董永师		(237)
西山煤田煤层气资源概况及开发前景探讨·····	曹爱国		(243)
提高低透气性煤层抽排瓦斯量的试验研究·····	赵青云	许英威	(246)
成庄矿 2311 综放工作面瓦斯涌出特征考察及瓦斯抽放试验研究 ·····	牛保炉		(251)
天然气水合物的研究进展·····	韩月旺	苏现波	(257)

区域瓦斯地质研究

平顶山矿区构造演化和对煤与瓦斯突出的控制

张子敏 张玉贵

(焦作工学院 瓦斯地质研究所)

摘 要: 平顶山是我国的大型矿区, 已发生煤与瓦斯突出灾害 90 余次, 随着开采深度的增加, 这种灾害日趋严重。大量的实践表明, 煤与瓦斯突出带的面积不足煤层总面积的 10%, 主要受控于构造挤压、剪切作用和构造煤的发育。本文运用板块构造和区域地质演化理论研究了平顶山矿区构造演化特征, 从而得出了平顶山矿区的构造特征、断裂发育及活动特征, 划分出了构造复杂区和简单区, 指出了对煤与瓦斯突出分布的控制特征。

关键词: 平顶山矿区 地质构造演化 煤与瓦斯突出

1 区域构造背景

平顶山矿区位于华北地块南缘带, 或称秦岭造山带后陆逆冲断裂褶皱带的豫西澠池—义马—宜阳—鲁山—平顶山—舞阳区段, 深部与华北地块南部向秦岭的巨型陆内俯冲带相吻合。该矿区中生代之前属于华北型的地壳结构, 如同华北板块一样, 缺失 O_2-C_1 地层。晚海西至早印支期秦岭板块与华北板块碰撞拼接, 华北板块南缘带卷入秦岭大别造山带。中生代以来受秦岭大别造山带构造的控制和改造, 同时在一些方面与华北板块有相似之处, 主要表现为中生代中期 (J_2-K_1) 秦岭区各主干断裂发生强烈的逆冲推覆构造, 位于后陆区的秦岭造山带北缘边界断裂发生由南向北指向造山带外侧的逆冲推覆; 同时受太平洋库拉板块北北西向俯冲, 郯庐断裂大规模左行扭动, 北北东向断裂主要表现为左行压扭性活动。

晚白垩世至早第三纪时期, 华北地块南部自北向南向秦岭的巨型陆内俯冲带, 秦岭造山带自身上部岩石圈和地壳呈现急剧抬升并向外扩展的伸展隆升构造状态。几乎是同一个时期, 太平洋板块俯冲方向, 由原来的北北西转为北西西向, 同时随着印度板块挤压应力的增强, 影响到华北板块不断向东蠕散, 华北板块处于引张、裂陷、伸展的地球动力学背景, 北北东、北东向断裂表现为右旋拉张的受力状态。

平顶山矿区及其外围形成一系列的北西向褶皱 (鲁山背斜、李口向斜、襄郑背斜、景家洼向斜) 平行排列的复式褶皱构造形态, 并伴随北西向的断裂 (鲁叶断裂、襄郑断裂、商水断裂、张得断裂) 和北东向的断裂 (郑县断裂、洛岗断裂) (图 1)。

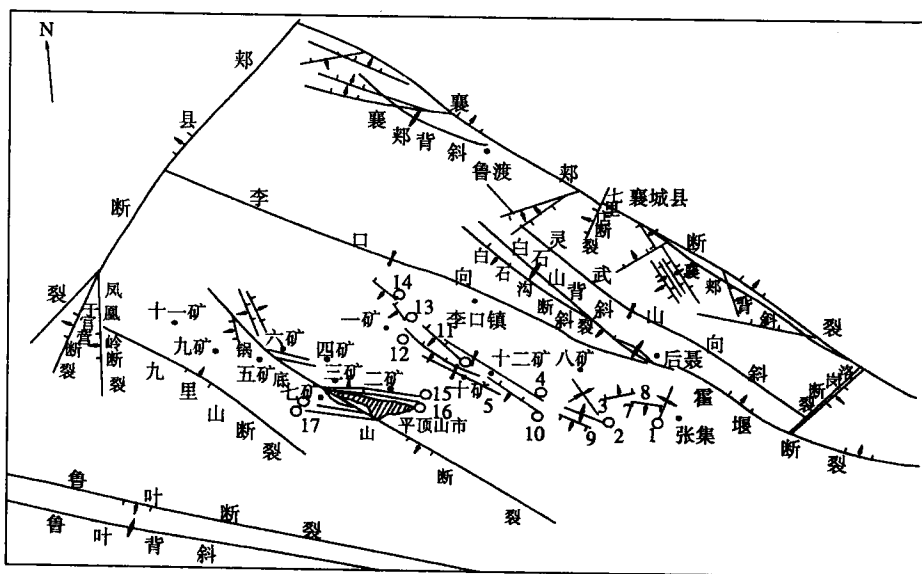


图2 研究区构造纲要示意

- 1—前聂背斜; 2—任庄向斜; 3—焦赞向斜; 4—郭庄背斜; 5—牛庄向斜; 6—郝堂向斜; 7—张湾断裂;
8—辛店断裂; 9—任庄断裂; 10—十二矿断裂; 11—原十一矿断裂; 12—牛庄断裂; 13—竹园断裂;
14—张家断裂; 15—G孔断裂; 16—斜井断裂; 17—郝堂1号断裂; +—背斜; ×—向斜;
——正断层; ——逆断层

西向北东推挤作用的结果。由郭庄背斜和牛庄向斜翼部揭露的小断层多为断块面向南西倾斜向北东逆冲的逆断层,反映了构造作用力来自于南西向北东的推挤力。

李口向斜枢纽朝 $N51^{\circ}W$ 倾伏($6^{\circ}\sim 12^{\circ}$),南东端收敛仰起,李口向斜北东翼倾角 $8^{\circ}\sim 24^{\circ}$,南西翼倾角为 $10^{\circ}\sim 25^{\circ}$,也反映了推挤力来自南西向北东。位于李口向斜轴南东端收敛仰起部位的八矿井田西侧与十矿、十二矿井田相邻,该矿井田东侧受北东向的洛岗断裂控制,洛岗断裂此时期表现为北东向的左旋挤压活动,由于该断层的影响作用,在井田内形成了轴向北东向展布的前聂背斜,以及与北西向构造联合作用形成了盆形构造的任庄向斜,与北西向构造复合作用形成了焦赞向斜。

晚白垩世至早第三纪时期,秦岭造山带自身上部岩石圈和地壳呈现急剧抬升并向外扩展的伸展隆升构造状态,控制着平顶山矿区,表现为强烈的断块差异升降运动,锅底山断裂、鲁叶断裂、郑县断裂、洛岗断裂反转为正断层,平顶山矿区四周下滑拗陷,中间拱起为宽条带状的隆起地块。此时,锅底山断裂表现为左旋张扭性活动,其北东、南西盘的煤层弧形弯曲分别凸向北西、南东,且由北西向南东同一煤层被错开的距

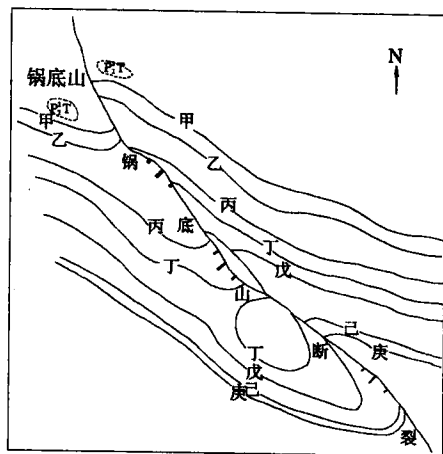


图3 锅底山断裂旁侧煤层牵引形态平面图

- 煤层露头线; ——地层界线; ——正断层

离逐渐增大(图3),由此也说明该断裂曾发生过强烈的左行剪切扭动。

3 矿区构造特点

(1) 平顶山矿区从区域构造上主要受控于秦岭造山带后陆逆冲断裂褶皱带的豫西渑池—义马—宜阳—鲁山—平顶山—舞阳区段,构造上表现为NW向展布的断裂褶皱,这是平顶山矿区最主要的构造形态,主要有鲁叶断裂、九里山断裂、锅底山断裂、李口向斜、襄郑断裂、景家洼向斜。另一方面又受控于太行山—武陵山NNE向的重力梯级带横跨秦岭造山带对该区NNE、NE向构造的控制,同时也是太平洋板块沿NNW向华北板块俯冲,NNE、NE向断裂表现为左旋挤压活动;在燕山末期、喜马拉雅早期太平洋板块转为NWW向向华北板块俯冲,NNE、NE向断裂表现为右旋张扭性活动,平顶山矿区NE向展布的断裂主要有郟县断裂、洛岗断裂。

(2) NW向的构造在燕山中期(J_3-K_1)表现为近南北向的挤压,大规模地逆冲推覆和右旋活动;NNE、NE向构造在燕山中期表现为左旋挤压活动。相比之下,NW向构造时间长、活动剧烈,遍及整个矿区。

(3) 平顶山矿区可以分为西半部和东半部。西半部要包括五矿、七矿、六矿、三矿、二矿、四矿井田和一矿井田的西半部;东半部可包括十矿、十二矿、八矿井田和一矿井田的东半部。

①该矿区西半部的锅底山断裂是一个控制性断裂,锅底山断裂上盘为五矿、七矿井田,该井田经历过锅底山断裂上盘的逆冲以及该断裂反转时的下降运动,煤层破坏强烈,是一个构造复杂区,其中五矿为突出矿井。

②锅底山断裂的下盘一侧有六矿、二矿、三矿、四矿井田和一矿井田的西半部,是平顶山矿区构造简单区,煤层破坏轻微,目前均是非突出矿井。

③该矿区东半部的十矿、十二矿井田分布区以及一矿井田东半部,受北西向展布的郭庄背斜、牛庄向斜、牛庄逆断层、原十一矿逆断层的控制,是一个北西展布的逆冲推覆断裂褶皱带,构造复杂,煤层破坏强烈,构造煤极为发育,厚度一般1m至2m左右。十矿、十二矿为严重突出矿井。

④位于平顶山矿区东半部的八矿井田,西邻十矿、十二矿井田,位于李口向斜轴的南东转折仰起端,该矿井位于北西向构造与北东向构造交汇复合、联合的部位,井田内既有北西向展布的任庄断裂、张湾断裂,又有北东向展布的辛店断裂,既有北东向展布的前聂背斜,又有北西向与北东向构造复合作用控制的焦赞背斜,且又有北西向构造与北东向构造联合作用控制的盆形构造任庄向斜。该井田构造极为复杂,煤层破坏强烈,构造煤极其发育,厚度一般1m左右。该矿为严重突出矿井。

⑤由十矿断层玫瑰花图和小褶皱轴向玫瑰花图看,北西向最为发育(图4、图5)。由八矿小断层玫瑰花图看北北西向和北北东向同等发育(图6)。

(4) 平顶山矿区既发育北西向的小型正断层、逆断层,又发育北东向的小型正断层、逆断层,但北东向的断层比北西向的数量少,且以正断层为主。北东向的小型正断层,构造煤不发育,当落差小于1m时,基本上无Ⅲ、Ⅳ类构造煤,只有当落差大于1m时,才有少量的Ⅲ类煤发育;当为逆断层时,落差大于1m时就有相当规模的构造煤。北西、北

西西向的小型正断层,逆断层都比较发育,断层面附近构造煤在全层发育;逆断层两盘煤体的破坏规模大于正断层。

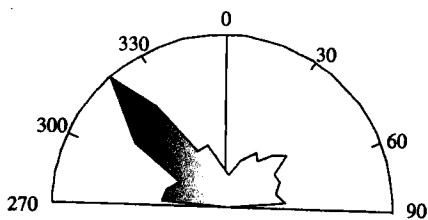


图4 十矿戊₉₋₁₀煤层中的小褶皱轴向玫瑰花图

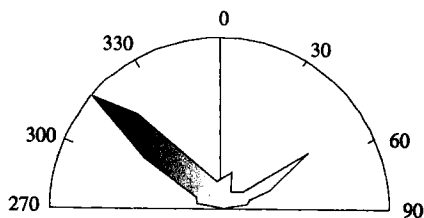


图5 十矿小断层走向玫瑰花图

4 矿区煤与瓦斯突出分布特征

全矿区已经发生煤与瓦斯突出90余次,其中五矿发生突出共8次,八矿发生突出共28次,十矿发生突出共33次,十二矿发生突出共21次(表1)。由前述可知,突出明显受矿区地质构造的控制。4对煤与瓦斯突出矿井都是位于矿区构造复杂的部位,并且随着复杂程度不同突出次数明显不同,相比之下,五矿井田没有八矿、十矿、十二矿复杂,五矿发生突出的次数共为8次,是突出次数最少的矿井。

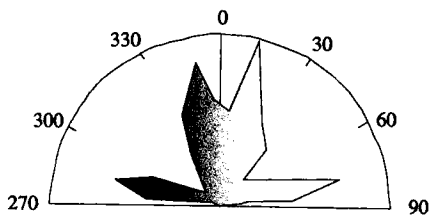


图6 八矿小断层走向玫瑰花图

表1 平顶山矿区煤与瓦斯突出分布统计

巷道类型	五 矿		八 矿		十 矿		十二矿		全 局	
	次数	强度/t	次数	强度/t	次数	强度/t	次数	强度/t	次数	强度/t
平巷	7	12.8	14	103.7	7	31.9	16	44.4	44	57.3
上山	1	10.0	2	13.15	1	32.0	3	96.0	7	56.6
下山			5	25.5			1	293.0	6	70.1
石门							1	53.0	1	53.0
采面			7	84.0	25	10.1			32	26.2
合计	8		28		33		21		90	

5 结 论

(1) 煤与瓦斯突出带,主要受控于构造挤压、剪切作用和构造煤发育地带。只有搞清构造挤压、剪切带的分布规律,才能预测构造煤的发育规律。

(2) 运用板块构造和区域地质演化理论研究区域构造背景和矿区构造演化特征,做到

区域控制矿区、矿区控制矿井、矿井控制采煤工作面，一级级地控制，划分出不同的瓦斯地质单元，可准确地预测出煤与瓦斯突出带，有的放矢地防治煤与瓦斯突出灾害。

参考文献：

- [1] 张国伟，张本仁，袁学诚等. 秦岭造山带与大陆动力学. 北京：科学出版社，2001
- [2] 王同和，王双喜，韩宇春等. 华北克拉通构造演化与油气聚集. 北京：石油工业出版社，1999
- [3] 李文勇. 平顶山矿区东部地质构造特征研究. 焦作：焦作矿业学院，1991. 15-32
- [4] 张子敏，林又玲，吕绍林. 中国煤层瓦斯分布特征. 北京：煤炭工业出版社，1998

阳泉矿区 3 号煤层瓦斯地质特征与预测

王 一 张会青 刘培宏

(阳泉煤业集团有限责任公司)

摘 要：对阳泉矿区 3 号煤层瓦斯地质特征进行了分析总结，运用数学地质方法对阳泉矿区瓦斯易突区段进行了分析预测，为今后阳泉矿区瓦斯综合防治提供了依据。

关键词：3 号煤层 瓦斯地质 数学地质 煤与瓦斯突出 预测

0 引 言

阳泉矿区是全国最大的无烟煤生产基地，具有机械化程度高和煤层开采瓦斯涌出量大等特点，是我国著名的高瓦斯矿区，主要开采二叠系山西组和石炭系太原组煤系地层的煤层。目前共有生产矿井 11 对，其中低瓦斯矿井 2 对，高瓦斯矿井 7 对，煤与瓦斯突出矿井 2 对。2002 年底矿井原煤产量达到 1 800 多万 t，煤层的瓦斯涌出量也较高。两对煤与瓦斯突出矿井均为开采山西组 3 号煤层的矿井。

阳泉矿区自 1966 年始突至 2001 年 10 月，共发生煤与瓦斯突（喷）出 3 866 次，最大一次突出强度为 525t/次，同时喷出瓦斯 17 850m³。在这期间，还发生了 2 240 次瓦斯喷出，见表 1。

煤与瓦斯突出是一种极其复杂的动力地质现象，是煤矿生产的四大灾害之一，它的发生严重威胁了矿井的安全生产。本文将重点对阳泉矿区 3 号煤层开采的瓦斯地质因素进行分析研究，对瓦斯的富集区以及易突区进行分析预测。

表 1 阳泉矿区 1966~2001 年 10 月瓦斯突出统计

项 目	分类	次数	频率/%	项 目	分类	次数	频率/%
性 质	突出	1 626	42.06	突出瓦斯量	<500	238	14.63
	喷出	2 240	57.94		501~1 000	257	15.81
合 计		3 866	100.00		1 001~5 000	716	44.03
突出煤量/t	<10	734	45.14		5 001~10 000	259	15.93
	11~50	626	38.50		>10 000	156	9.06
	51~100	167	10.27	合 计		1 626	100.00
	101~200	68	4.18	采 掘	采煤	1 450	89.18
	201~300	16	0.98		掘进	176	10.82
	301~400	4	0.25	合 计		1 326	100.00
	401~500	7	0.43				
	>500	2	0.12				
合 计		1 626	100.00				

1 地质概况

1.1 区域地质构造概况

阳泉矿区位于沁水盆地东北边缘,太行山隆起带中段西侧,处于祁吕弧和山西中部一系列堑式多字形构造的东翼,在新华夏系太行隆起与山西中部纬向构造带阳曲—孟县东西褶断带的复合部位,同时还介于寿阳西洛经向构造带与太行经向构造带之间。由于受东部太行山和北部五台山的隆起所控制,本区总体构造为一走向 NW、倾向 SW 的单斜构造。

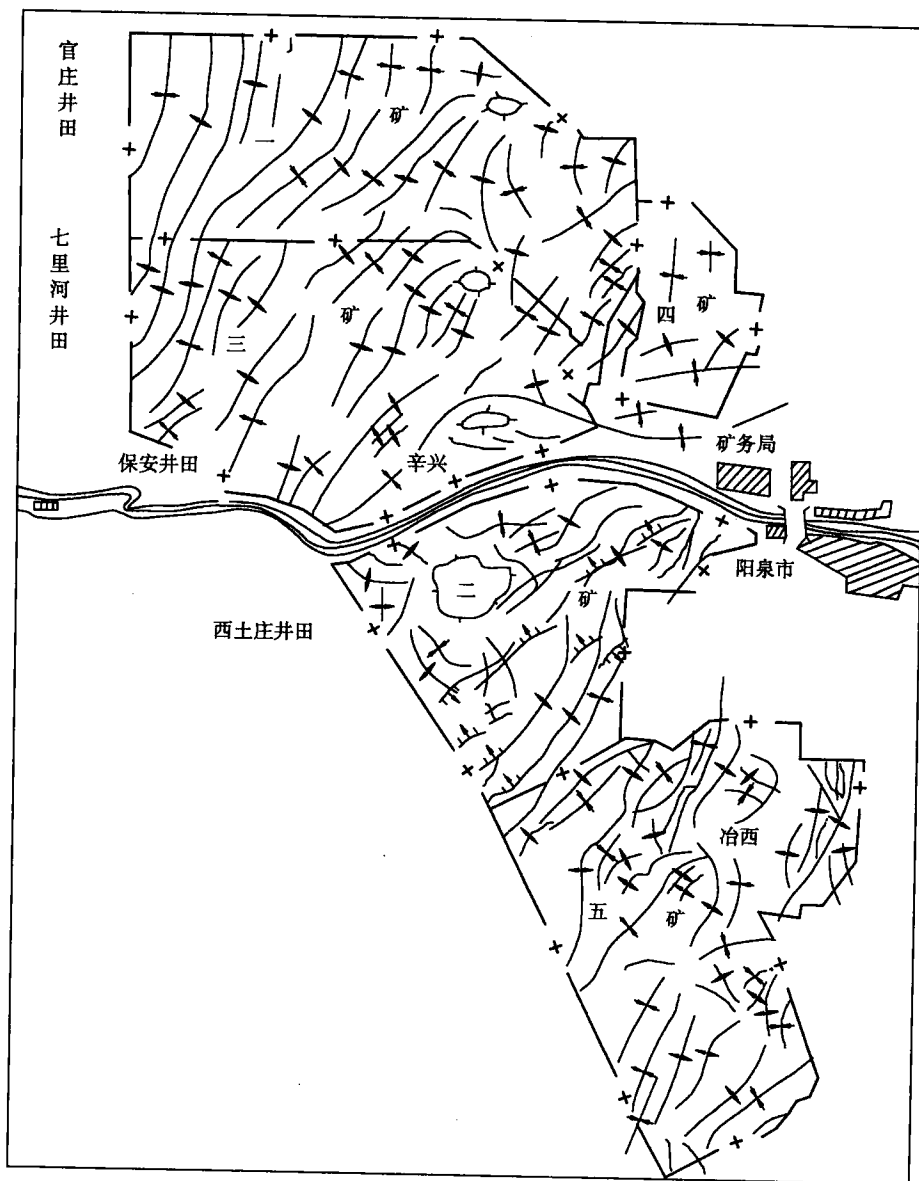


图 1 阳泉矿区构造纲要图

×—背斜; ×—向斜; ○—穹隆

地层	柱状	厚度 /m	岩石名称
二 叠 系 山 西 组 P _{1s}	粉砂质泥岩		粉砂质泥岩
	1 号煤	0.41	1 号煤
	砂岩与泥岩	6.10	砂岩与泥岩
	2 号煤	0.35	2 号煤
	砂岩与泥岩	17.00	砂岩与泥岩
	3 号煤	1.89	3 号煤
	粉砂质泥岩	4.50	粉砂质泥岩
	4 号煤	0.46	4 号煤
	泥岩	2.50	泥岩
	5 号煤	0.40	5 号煤
	砂岩与泥岩	5.10	砂岩与泥岩
	6 号煤	0.20	6 号煤
	泥岩	4.20	泥岩
	砂岩	16 (x)	砂岩
	8 号煤	1.00	8 号煤
	泥岩	7.12	泥岩
上 石 炭 系 太 原 组 C _{3t}	8 号煤	1.40	8 号煤
	砂岩与粉砂质泥岩	19.33	砂岩与粉砂质泥岩
	9 号煤	0.59	9 号煤
	砂岩、粉砂质泥岩与石灰岩	24.00	砂岩、粉砂质泥岩与石灰岩
	11 号煤	0.31	11 号煤
	砂岩与粉砂质泥岩	10.00	砂岩与粉砂质泥岩
	12 号煤	1.40	12 号煤
	砂岩、粉砂质泥岩与石灰岩	10.10	砂岩、粉砂质泥岩与石灰岩
	13 号煤	0.54	13 号煤
	砂岩、粉砂质泥岩、泥岩与石灰岩	30.00	砂岩、粉砂质泥岩、泥岩与石灰岩
	15 号煤	6.50	15 号煤
	泥岩与细砂岩	7.60	泥岩与细砂岩
	16 号煤	0.49	16 号煤

图 2 阳泉矿区煤系地层综合柱状图

在此单斜面上，发育了次一级 NE 走向的褶皱构造，大型断层发育较少，仅发育一些落差在 5m 以下的层间小断层；地层较平缓，平均倾角不大于 10°，见图 1、图 3。