

采空区工程地质勘察设计

实 用 手 册

铁三院地路处

二零零四年十月 天津

前 言

随着国家经济建设事业的发展，我们在铁路、公路勘察设计工作过程中，经常碰到很多有关采空区的工程地质问题。为了提高采空区工程地质勘察质量，做好选线及勘察设计工作，搜集、总结院内外采空区工作的实践经验并参考了铁路、公路等有关规范、规程、手册等的有关内容，编写了“采空区工程地质勘察设计实用手册”，便于广大技术人员进行采空区工程地质勘察设计时参考使用。

编写 李守礼 陈则连 付新平 陈明星 鲍晓东

审核 荆志东 仇祥凯



前言	1
1.采空区的定义与分类	1
1.1 定义	1
1.2 分类及其特征	1
1.2.1 小型采空区分类及特征	1
1.2.2 大型采空区变形和特征	2
2.勘察方法及程序	3
2.1 小型采空区	3
2.1.1 搜集资料	3
2.1.2 地质调绘	3
2.1.3 勘探	5
2.1.4 小型采空区的稳定性评价	6
2.1.5 小型采空区的工程处理措施	7
2.2 大型采空区	7
2.2.1 搜集资料	7
2.2.2 调查访问	8
2.2.3 地质调绘	8
2.2.4 勘察与测试	9
2.2.5 地表变形的观测	10
2.2.6 资源评估及压矿量的计算	11
2.2.7 地表移动和变形的预测	12
2.2.8 稳定性评价	14
2.2.9 工程处理措施	15
3 应交的成果报告	17
4 附表、算例	18
附表-1: 典型工作面观测站地表移动实测参数表	19
附表-2: 部分矿区地表移动实测参数表	99
算例	120

1 采空区的定义与分类及其特征

1.1 定义

人们在地下大面积采矿或为了各类目的在地下挖掘后遗留下来的矿坑或洞穴，称为采空区。

1.2 分类及其特征

根据采空程度分为小型采空区和大面积采空区。

1.2.1 小型采空的分类及特征

(1) 小型采空的分类见表-1.2.1

小型采空分类表

表-1.2.1

名称	涵义	分布及特征
掏煤洞	是指小型手工开挖的煤洞，一般有古窑和现代小窑两类	多分布于埋藏浅、易于开采的含煤地层中，以平洞及斜井为多。煤洞长，有岔洞，洞口多有弃渣堆的痕迹
掏砂洞	在含卵石的地层中开采卵石、砾石，用以覆盖耕地表面，以减少水分蒸发，用来保墒。卵石、砾石被掏后遗留的空洞俗称掏砂洞	在甘肃、青海一带，黄河及其支流的各级阶地上分布较多，洞口及其采空形态，因卵石层埋藏深度不同而异。横断面一般宽 1~2m，高 1~2m。在有掏砂洞地区，地表常有塌陷碟地，陷落漏斗及洞口等，但由于掏砂洞 历史较久，有的洞口堵塞，地表状态变迁，至今已毫无痕迹。
掏金洞	掏取砂金而遗留下来的洞穴	主要分布在接触变质岩和有大量侵入岩脉（石英脉）地区河流两岸，含有金砂的沉积阶地的卵石层底部。掏金洞埋深大，断面小，延伸长，支洞多，洞口多分布于阶地边缘斜坡上。
坎儿井	为利用山前洪积平原的潜水而开挖的地下引水渠道	分布在新疆天山南北的山前洪积平原上，哈密至托克逊一带较多，其长度和深度取决于山前洪积平原地下水的埋藏条件和水量大小。在平面上，每隔一定距离即有一个开挖的竖井，竖井口周围有环形弃土堆。
其他	如古墓穴，大型地窖、大型窑洞等，有时对铁路建设有一定影响。	

(2) 小型采空的地表变形类型及特征

地表变形类型为地表塌陷和开裂。小型采空范围狭窄，多呈巷道式，地表不会产生移动盆地，但由于开采深度浅，又任其自由坍落，地面变化剧烈。地表裂缝的分布常与开采工作面方向平行，且随开采工作面的推进而不断向前发展。除极浅的采空外，裂缝一般上宽下窄，无显著位移。

1.2.2 大型采空变形和特征

大型采空区的变形主要是在地表形成移动盆地。即位于采空区上方，当地下采空后，随之产生地表变形，开始形成凹地，随着采空区不断扩大，凹地不断发展，形成凹陷盆地，此盆地称为移动盆地。

(1) 根据地表变形值的大小和变形特征，自移动盆地中心向边缘在水平上可分为三个区：

①均匀下沉区：(中间区)即移动盆地的中心平底部分。

②移动区：又称内边缘区或危险变形区，区内变形不均匀，对建筑物破坏作用较大。

③轻微变形区：外边缘区，地表变形值较小，一般对建筑物不起损坏作用，以地表下沉值 10mm 为标准，来划分其外围边界。

(2) 从垂直方向上讲，地下矿层大面积采空后，矿层上部失去支撑，平衡条件被破坏，采空区上方岩体随之变形。采空区上方岩体的变形，总的过程是自下而上逐渐发展的漏斗状沉落，其变形情况可分为三个带：

①冒落带(崩落带)，采空区顶板破碎坍落形成，其厚度一般为采矿厚度的 3~4 倍。

$$h = \frac{m}{(k-1)\cos\alpha} \quad \text{其中 } K=1.3$$

②裂隙带(破裂弯曲带)处于冒落带之上，并产生较大的弯曲和变形，其厚度一般取采矿厚度的 12~18 倍(从矿层顶板向上的厚度)。

③弯曲带(不破裂弯曲带)裂隙带顶面至地面的厚度。

上述三个分带适于水平状岩层，根据采空区大小、采矿厚度和开采深度的不同，上述三个带不一定同时存在。

其中：缓倾层 ($\alpha < 25^\circ$) 倾层 ($25^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$)
急倾层 ($\alpha > 45^\circ$)

(3) 非充分采动：当采空区面积的长度和宽度均小于开采深度时，地表移动盆地呈碗状、地表不出现应有的最大下沉值。

(4) 充分采动：当采空区面积的长度和宽度分别等于或大于开采深度时，地表移动盆地呈盘状，地表出现应有的最大下沉值。

(5) 超充分采动：当采空区面积的长度和宽度继续增大使最大下沉值和其它最大移动、变形不再增大。

开采的主要影响：在采空区正上方及其周围的地表发生移动和变形。也就是说，出现在采空区正上方及其周围地表的开采影响为开采主要影响；离采空区较远的地表的开采影响称开采次要影响。

重复开采时，下沉速度将增加 10~30%，移动平稳后，实际仍有少量残余下沉量，在老采空区建筑时，要充分考虑。

地表变形分为两种移动和三种变形。两种移动为垂直移动(下沉)和水平移动，三种变形为倾斜变形、弯曲(曲率)和水平变形(伸张或压缩)。

2 勘察方法及程序

采空区的工程地质勘察工作，主要是搜集资料、调查访问、地质测绘，必要时辅以物探、钻探工作。勘察工作的全过程见图-2.1.1 “采空区工程地质勘察设计流程图”。

2.1 小型采空区

2.1.1 搜集资料：小型采空一般没有专门勘察，开采也无规划，搜集资料十分困难，主要以调查访问当事者或当地居民和有关方面负责人，可以单独访问，也可已群访，以群访为好。其内容详见表-2.1.1

2.1.2 地质调绘

(1) 坑洞的分布、位置、断面大小、延伸方向及其相应的地

表位置。

(2) 因采空而产生的陷坑、裂缝的位置、形状、大小、深度、延伸方向及其与采空区和地质构造的关系。

(3) 了解采空区附近工农业抽水和水利工程建设情况及其对采空区的影响。

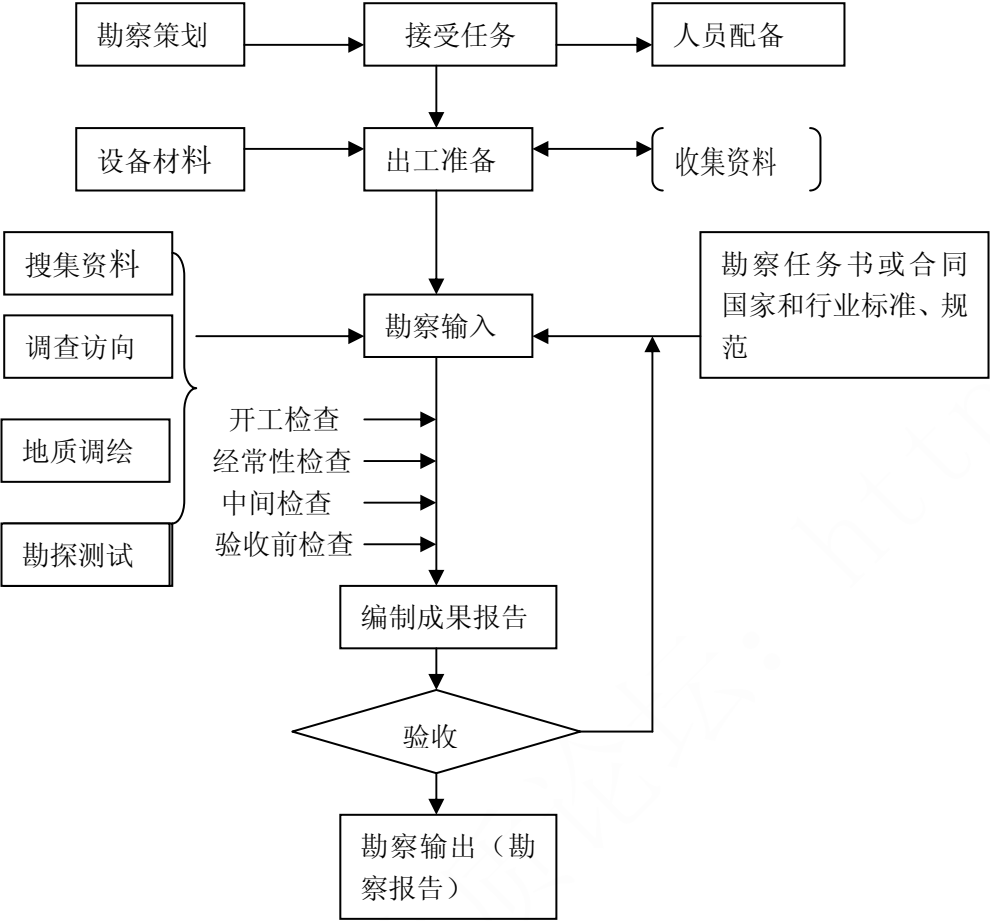


图-2.1.1 采空区工程地质勘察设计流程图

采空区调查表

表-2. 1. 1

访问对象					
矿区名称		矿产权		开矿日期	
		开采方式		闭矿日期	
矿区平面示意图		矿井坐标位置			
		矿区边界（坐标）			
工程地质及水文地质条件	地层层序及岩性				
	矿层分布范围				
	矿层的采深、厚度、代号产状、时代				
	矿层的开采方式、回采率				
	矿井形态及矿层开采情况				
	巷道空间形态、大小、断面尺寸、衬砌情况				
	采空范围				
	洞壁、洞顶情况（稳定、支护、回填、塌落、充水）				
	地下水及有害气体				
	周围建筑物变形情况				
填	地表变形情况				

填表： 复核： 地质组长：

2.1.3 勘探

(1) 简易勘探：螺钻、钎探、洞探等，适用于埋深浅，覆盖层为第四系沉积物。

(2) 综合物探：采用电法、地震、地质雷达等综合物探方法。

(3) 钻探：根据调查访问的资料、地质测绘以及物探的成果资料，综合分析，确定钻孔的数量及深度，以进一步验证物探结果，得以相互补充和验证，钻孔深度应钻至最低层洞底地层以下不少于

(1) 搜集各种地质图及区域地质资料, 借以了解地层构成, 产状和构造以及水文地质条件等。

(2) 搜集矿床分布图，以了解矿床分布范围、层次、开采深度、厚度及埋藏特征和上覆岩层的岩性、构造等。

(3) 搜集巷道图、采矿图、远景规划图，以了解采空区的位置、开采历史、计划、开采方法、开采边界、顶板处置管理方法、工作推进方向和速度、巷道平面展布方向、断面尺寸及相应的地表位置、顶板的稳定情况、塌落、支撑回填、积水清况、洞壁完整性和稳定程度以及远景开采规划等。

(4) 搜集地表变形与有关变形的观测，计算资料，包括地表最大下沉值、最大倾斜值、最小曲率半径，陷坑、台阶、裂缝的位置，形状、大小、深度、延伸方向及其与地质构造、开采边界、工作面推进方向等的关系。

2.2.2 调查访问

利用区域地质资料分析、实地调查、访问知情人或群访为主要手段，调查内容如下（内容简单时，也可填表-2.1.1）：

- (1) 矿区的分布范围，矿层的开采范围、深度、层数。
- (2) 开采方法和顶板管理，巷道宽度、高度、延伸方向，采空区的塌落情况。
- (3) 采空区开采历史及规划发展情况。
- (4) 采空区地下水发育情况，排水、抽水情况及对采空区稳定的影响。
- (5) 建筑物变形情况和防治措施。
- (6) 有条件时，可进行实地测量。

2.2.3 地质调绘

- (1) 地层层序、岩性、地质构造、矿层的分布范围、开采深度、厚度等。
- (2) 不良地质现象的类型，分布位置与规模。
- (3) 地下水水位变化幅度，了解采空区附近工农业抽水和水利工程建设情况及其对采空区稳定的影响。
- (4) 地表变形情况，塌陷、裂缝、台阶的分布位置，形状、大小、深度，延伸方向，发生时间，发展速度以及它们与采空区、岩层产状主要节理、断层、开采边界、工作面推进方向等的相互关系，

- 移动盆地的特征、边界。
- (5) 建筑物变形情况，变形的类型（倾斜、下沉、开裂），发生的时间，发展速度，裂缝分布规律、延伸方向、形状大小，建筑物结构类型，所处位置及长轴方向与采空区地质构造、开采边界、工作面推进方向的相互关系及地基加固处理经验教训。
 - (6) 有害气体的类型，分布特征，压力及危害程度。

2.2.4 勘察与测试

(1) 综合物探。采用电法、地震、地质雷达，必要时进行综合测井等综合物探手段，其方法可参考表-2.2.4

采用物探方法参照表					表-2.2.4	
地形情况	地 形 平 坦				地形起伏较大	
埋 深	0 ~ 10m	10~40m	40 ~ 100m	100 ~ 200m	0~40m	40 ~ 200m
平面物探	微重力法		折射波	瞬变电磁法	射气法	瞬变电磁法
剖面物探	地质雷达	瑞雷波	高密度电法	高分辨地震	瑞雷波	井间 CT 法（电磁波、弹性波）

采空区物探测线布置应根据：线路纵、横断面方向，并结合工程性质，坑洞的埋深、延伸方向进行布置，以查明采空区的范围，埋深，采空区的空间大小，上覆岩、土层厚度。

(2) 触探。有条件时也可以采用，如埋深较浅、覆盖层为土层等。

(3) 钻探与测试

①钻探。根据搜集的图纸资料、调查测绘以及物探的成果资料，综合分析，确定钻孔的数量及深度，以进一步验证物探结果，得以相互补充和验证，钻孔深度应钻至最低层洞底地层以下不少于 2 米。布孔应结合工程和坑洞展布情况以及物探异常点，经综合分析研究后进行布置。

②测试

(a)对上覆不同性质的岩、土层，应分别取代表性试样进行物理力学性质试验，提供稳定性检算及工程设计所需参数。

(b)分别取地表水及地下水样作水质分析。

(c)对煤层或可能储气部位，必要时进行有害气体含量及压力的现场测试。

2.2.5 地表变形的观测

线路通过大面积采空区，当缺乏资料且勘探难以查明采空区的基本特征时，应进行定位观测，直接查明地表变化特征，变化规律和发展趋势。

(1) 观测线宜平行或垂直矿层走向成直线布置，其长度应超过移动盆地的预计变形范围，走向观测线（即观测线平行矿层走向），应有一条测线通过预计最大下沉值的位置；倾向观测线（即观测线垂直矿层走向）不宜少于 2 条。

方法是先确定矿层走向，然后根据矿区已有的地表移动资料，确定走向观测线和倾向观测线。且观测线上的观测点间距应大致相等。（见表-2.2.5-1）

定位观测点间距 表-2.2.5-1

开采深度（m） H	观测点间距（m） L	开采深度（m） H	观测点间距（m） L
<50	5	200~300	20
50~100	10	300~400	25
100~200	15	>400	30

(2) 观测周期 t 可根据地表变形速度和开采深度公式 $t = \frac{\sqrt{2}}{s} kn$

计算，或根据表-2.2.5-2 确定。

公式中 t —观测周期（月） k —系数（一般为 2~3）
 n —水准测量平均误差（mm） s —地表变形的月下沉量（mm/月）

观测周期表 表-2.2.5-2

开采深度（m） H	观测周期（月） t	开采深度（m） H	观测周期（月） t
<50	1/3	250~300	2
50~150	1/2	400~600	3
150~250	1	>600	4

(3) 在观测地表变形的同时，应观测地表裂缝、陷坑、台阶的发展和建筑物的变形情况。

(4) 观测资料的整理：

①绘制下沉曲线图，下沉等值线图，水平变形分布图。

②根据有关变形值，划分地表变形区的范围。如根据建筑物对地表变形区的容许极限值，确定移动区范围（内边缘区），根据地表下沉 10mm 的下沉值，确定轻微变形区，即移动盆地的范围。

③计算盆地内有关地点的地表下沉值、倾斜值、曲率、水平移动值和水平变形值。

④对正在开采和将来开采的采空区，应预算其最大变形，（最大下沉值、最大倾斜值、最大曲率、最大水平移动值和最大水平变形值）对缓倾岩层或地表变形平缓连续时，可按 2.2.7 条有关方法计算最大变形值。

⑤原始测量记录

2.2.6 资源评估及压矿量的计算

(1) 预留保护矿柱的范围，所预留保护矿柱范围内的矿产量即为建筑物的压矿量。其保护矿柱的计算方法有：垂直剖面法、垂线法及数字高程投影法。一般采用垂直剖面法，详见算例。

(2) 围护带宽度按建筑物保护等级确定，见表-2.2.6

围护带宽度表 表-2.2.6

保护等级	围护带宽度（m）	保护等级	围护带宽度（m）
I	20	III	10
II	15	IV	5

铁路保护等级分为四级：国家一级铁路为 I 级；国家二级铁路为 II 级；国家三级铁路为 III 级；工矿企业专用铁路为 IV 级。

(3) 预留矿柱范围按公式计算。

上山方向预留矿柱宽度: $B_{\text{上山方向}} = H_{\text{埋深}} \times \text{Ctg} \gamma' + \text{围护带宽度} + \frac{\text{路基宽度}}{2}$

下山方向预留矿柱宽度: $B_{\text{下山方向}} = H_{\text{埋深}} \times \text{Ctg} \beta' + \text{围护带宽度} + \frac{\text{路基宽度}}{2}$

其中: $\text{Ctg} \gamma' = \sqrt{\text{ctg}^2 \gamma \cos^2 \theta + \text{ctg}^2 \delta \sin^2 \theta}$

$\text{Ctg} \beta' = \sqrt{\text{ctg}^2 \beta \cos^2 \theta + \text{ctg}^2 \delta \sin^2 \theta}$

γ 、 β 、 δ —分别为上山、下山及走向方向的岩层移动角
(在附表中可以查找)。

θ —围护带边界与煤层走向线之间所夹的锐角。

2.2.7 地表移动和变形的预测

地表变形分为: 两种移动和三种变形。两种移动为垂直移动(下沉)和水平移动, 三种变形为倾斜变形, 弯曲(曲率)和水平变形(伸张或压缩)。现分别叙述如下:

(1) 地表最大下沉值

① 首次采动时, 充分采动情况下的最大下沉值计算:

$$W_{\max} = \eta \cdot m \cos \alpha$$

其中: W_{\max} —最大下沉值(mm) m —矿层的真厚度(m)

α —矿层倾角($^{\circ}$) η —下沉系数(mm/m) (见表-2.2.7)

② 首次采动时, 非充分采动情况下的下沉值计算:

$$W = \eta \cdot m \cos \alpha \sqrt{n_1 n_2} \quad \text{式中: } W \text{ 为下沉值 (mm)}$$

n_1, n_2 —分别为矿层倾斜方向与走向方向的采动程度系数。

$$n_1 = 0.9 \frac{D_1}{H_0} \quad n_2 = 0.9 \frac{D_2}{H_0} \quad \text{式中: } H_0 \text{—平均开采深度 (m)}$$

D_1 、 D_2 —分别为采空区沿倾斜方向与走向方向的实际尺寸 (m)

下沉系数参数值表

表-2.2.7

顶板管理方法	下沉系数 η (mm/m)
全面隙落(初次采动)	0.7(0.6~0.8)
全面隙落(重复采动)	0.85
带状充填	0.55~0.70
干式全部充填	0.4~0.5
风力和机械干式充填	0.3~0.4
水砂充填	0.1~0.12
加压水砂充填	0.05~0.08
条带式开采(回采 50~60%)	0.03~0.10
条带式开采(回采 50~60%)水砂充填	0.015~0.03

③ 重复开采时, 非充分采动情况下的下沉值计算:

$$W = \eta \cdot m \cdot \cos \alpha \sqrt{n_1 n_2} \left(1 + 0.5 \frac{H_1}{H}\right) \quad (\text{缓倾斜时})$$

其中: H_1 —前次采动的上覆岩层厚度 (m)

H —本次开采深度 (m)

(2) 地表最大倾斜、最大曲率、最大水平移动和变形的预测。

$$\text{① 最大倾斜值} : T_{\max} = \frac{W_{\max}}{R} \quad (\text{mm/m})$$

$$\text{② 最大曲率 } K_{\max} = \pm 1.52 \frac{W_{\max}}{R^2} \quad (\text{mm/m}^2)$$

$$\text{③ 最大水平移动值 } U_{\max} = b W_{\max} \quad (\text{mm/m})$$

$$\text{④ 最大水平变形值: } E_{\max} = \pm 1.52 \frac{W_{\max}}{R} \quad (\text{mm/m})$$

$$\text{其中 } R \text{—地面影响半径} \quad R = \frac{H}{\text{tg} \beta} \quad (\text{m})$$

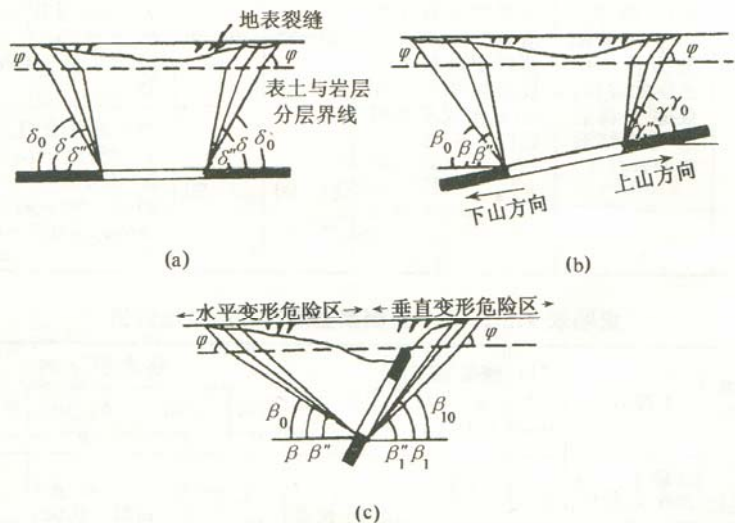
H —开采深度 (m) b —水平移动系数 β —移动角 ($^{\circ}$)

(3) 移动盆地

上山移动边界角 $\gamma_0 = \gamma - 15$, 下山移动边界角 $\beta_0 = \beta - 15$ ($1 - 0.01\alpha$),

走向移动边界角 $\delta_0 = \delta - 15^\circ$ ， γ 、 δ 、 β 查表确定。

用上述边界角,反求移动盆地边缘: 即从采空区边界做与水平线成边界角的斜线,此线与地表的交点为边界点。连续做多个边界点,可大致找出移动盆地的边界。如图-2.2.7



图—2.2.7 移动角、破坏角与边界角示意图

(d) 地表最大下沉速度按公式计算

$$v_{\max} = \frac{2 \cdot C \cdot W_{\max}}{H} \quad (\text{mm/d})$$

v_{\max} = 最大下沉速度, C —— 工作面推进速度 (m/d)

2.2.8 稳定性评价

(1) 下列地段不宜做为建筑场地

①在开采过程中可能出现非连续变形地段(地表产生台阶、

裂缝、塌陷坑等)。

$H/m < 25 \sim 30$ (H/m 为采深采厚比, 以下同) 或 $H/m > 25 \sim 30$, 但地表覆盖层很薄且采用高落式等非正规开采方法或上覆岩层受地质构造破坏时, 地表将出现大的裂缝或塌陷坑, 易出现非连续的地表移动和变形。

②处于地表移动活跃地段。

③特厚矿层和倾角大于 55° 的厚矿层露头地段(易造成矿层抽冒)。

④由于地表移动和变形, 可能引起边坡失稳和山崖崩塌的地段。

⑤地下水位深度小于建筑物可能下沉量与基础埋深之和的地段。

⑥地表倾斜大于 10mm/m 、地表水平变形大于 6mm/m , 或地表曲率大于 0.6mm/m^2 的地段。

(2) 下列地段作为建筑场地时, 其适应性应专门研究。

①采空区采深采厚比 $H/m < 30$ 的地段。

②采深小 (H 小于 50m 地段), 上覆岩层极坚硬, 并采用非正规开采方法的采空地段。

③地表倾斜为 $3 \sim 10\text{mm/m}$, 地表曲率为 $0.2 \sim 0.6\text{mm/m}^2$ 或地表水平变形为 $2 \sim 6\text{mm}$ 的地段。

④老采空区可能活化或有较大残余影响的地段

(3) 下列地段为相对稳定区, 可以做为建筑场地

①已达充分采动, 无重复开采可能的地表移动盆地的中间区。

②预计的地表变形值小于下列数值的地段:

地表倾斜 3mm/m

地表曲率 0.2mm/m^2

地表水平变形 2mm/m

2.2.9 工程处理措施

(1) 为了避免铁路、公路压矿或将来开采时处理困难, 影响正常运营, 在新线铁路、公路勘测时, 特别是干线、高等级公路, 以尽量避开采空区为宜, 尤其是矿层急倾斜的矿区更应如此。至于地

方铁路和专用线，因其运量较小，标准较低，容易处理，在勘测时应与将来处理进行比较后，确定方案。

(2) 在已有铁路、公路建筑物的地下开采，或线路要通过正开采的矿区时，常采取以下保护措施，防止地表和建筑物变形。

①留设保护矿柱（详见 2.2.6）

②改变开采工艺，减小地表下沉量。如：

(a) 采取充填法处理顶板，及时全部充填或两次充填，以减少地表下沉量。

(b) 减少开采厚度或采用条带法（房柱式）开采，使地表变形值不超过建筑物的容许极限值。

(c) 增大采空区宽度，使地表移动充分和建筑物很快处于盆地中部的均匀下沉区。

(d) 控制开采的推进速度均匀，合理进行协调开采。

(3) 加强建筑物基础刚度和上部结构强度。

(4) 加强维修养护，在地表变形期，特别是变形活跃期，应加强巡道，对建筑物加强观测，发现变形及时维修。

(5) 松土坑洞已坍塌成陷坑，空洞小时，仅做地表夯实，可不作其它处理。

(6) 坑洞埋深较深，可用试坑和分段拉槽的方法，用普通土或卵石土灌注回填夯实。

(7) 对建筑有影响且埋深较浅的采空，可用开挖回填方法处理。

(8) 埋深较深,面积较大的采空区可用钻孔压力注浆处理。

(9) 根据洞穴变形的预测值，选择相应的和允许变形的建筑结构形式。

3 应交的成果报告

应交的成果报告见表-3.1.1。

应交资料成果报告表 表-3.1.1

		初测（初勘）	定测（详勘）
		应阐明采空区的自然地理位置，区域地质条件及主要开采层位，坑洞分布范围、类型，地表变形的分布规律，论证变形发展阶段，预测变形发展趋势，评价场地稳定性和布设线路的适宜性，并根据采空区地表特征和变形大小，对场地进行分区，评述由于地表塌陷或变形可能引起的斜坡失稳，山体崩塌等不良地质现象，给路基、桥梁、隧道等工程构造物造成的危害，论述地下水位的变化，对坑洞稳定性的影响，各线路方案的评价；提出方案比选意见及采取的整治措施，对定测工作的建议。	应阐明沿线采空区的分布范围，埋深，采空区地表及建筑物变形范围，分布规律，变形特点和变形发展阶段，以及对工程建筑物的影响，评价建筑场地的稳定性，提出工程措施，施工注意事项和环境保护意见。确定线路压矿数量，提出将来开采矿体采取的工程保护措施或对已有建筑物应采取的保护措施。
综合资料	(1) 工程地质报告		
	(2) 全线工程地质图： 1: 10000~ 1: 200000	应填绘采空区分布范围，地表裂缝、塌陷、台阶的位置及地表移动盆地的范围。	补充修改初测内容

综合资料	(3) 详细工程地质图 1: 2000 ~ 1: 10000	除标示一般规定的内容外，应标示出线路的位置，填绘采空区分布范围界线，地表裂缝、塌陷、台阶的位置及地表移动盆地的范围界线及不同路段的变形特征和变形大小。	补充修改初测成果
	(4) 工程地质分段说明	应阐明采空区范围，地表变形的类型及分布规律、特征，可能对线路造成的危害，工程措施意见。	补充修改初测成果
	(5) 工程地质纵断面图		横 1: 10000, 竖 1: 100~1: 1000, 有标注条件时，应填绘采空区的洞穴位置、空洞大小。
工点资料	(1) 工程地质说明，应阐明采空区工程地质条件及危害，评价场地稳定性及需要采取的工程处理措施意见。 (2) 工程地质图，比例 1: 2000~1: 5000, 应填绘采空区的分布范围，地面塌陷、裂缝的位置。 (3) 工程地质纵、横断面图，比列为 1: 200~1: 500, 应填绘采空区的空间分布特征，洞穴位置，地下水位等资料。 (4) 原始资料，勘探、测试、观测点、照片等资料。		①补充初测工点，修改既有资料。 ②新增工点应满足初测要求。

4 附表、算例

附表-1: 典型工作面观测站地表移动实测参数表

附表-2: 部分矿区地表移动实测参数表

(注: 以上两个附表摘自建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程 P₁₂₁~P₂₂₁, 算例摘自建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程 P₂₅₉~P₂₆₁, P₂₇₇~P₂₈₂)

附表-1 典型工作面观测站地表移动实测参数

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走向 /倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤 方法	顶板 管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
1	阜新 (侏罗纪)	东梁矿二井	1.0	9	59/76	245/96	25~30	长壁	全陷	8.1	14 19	25 31
2		东梁矿三井	1.6	7	38/53	300/160	30	长壁	全陷			
3		清河门主井	1.8	13	206/242	620/165	31	长壁	全陷			
4		北翼南三路	1.6	10	310/327	280/250.8	30	长壁	全陷	2.7	27	5
5		清河门主井										
6		北翼南二路	1.5	7~9	76/86	210/82	45~50	长壁	全陷	3.2	3.5	
7		清河门三坑 北三路										
8	北票 (下侏罗纪)	平安五坑东一路	2.1	30	25/96	398/120	45	长壁	全陷	10.0	20	20
9		平安八坑东三路	2.3	20	37/78	165/110	30	长壁	全陷	9.0	40	51
10		三宝矿马牛河	1.85	18	140/160	250/185	20~30	长壁	全陷	8.0	48	48
11		三宝矿三家子	2.0	52	169/285	265/150	20.2	宽巷	全陷	20~45	79	68
12		冠山二井小凌河	4.9	42	208/321	650/165	25.0	长壁	全陷	14	51	97
13		台吉矿一井	1.6	38	76/164	260/146	36.0	长壁	全陷	24	52	29
14		冠山一井东排风	4.0 2.1		100/310	300/215		长壁	全陷	15~20	41	78

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数										
			石灰岩 (m)	砂质页岩 (m)	平均单 向抗压 强度 (MPa)	厚度>10m 的砂岩、石 灰岩		边界角				移动角				裂缝角		
						位置	厚度 (m)	β_0 (°)	γ_0 (°)	δ_0 (°)	ϕ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)	λ (°)	β'' (°)	γ'' (°)	δ'' (°)
1	阜新 (侏罗纪)	东梁矿二井			35			61		55		69		72		83		
2		东梁矿三井		30	35			58	49	59		66	66	69				
3		清河门主井		45	36			62	62			73				82		
4		北翼南三路		65	31			68				76		73				86
5		清河门主井																
6		北翼南二路		61	31			64		59		56		74 74		69		
7		清河门三坑 北三路		50 9	32 32													
8	北票 (下侏罗纪)	平安五坑东一路																
9		平安八坑东三路																
10		三宝矿马牛河	砾岩 18	20	35						45			82.5				
11		三宝矿三家子	砂砾 岩 32	30	35				68	73.5	45	37	93.5					
12		冠山二井小凌河	砾岩 13	92	40			42	59		45	49				52		
13		台吉矿一井	9	21	36				62	50.5	45	43	72.5	66				
14		冠山一井东排风	10	78	35										50	63.5		

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下沉角 θ (°)	q	B	tg β	S ₁ (m)	S ₂ (m)	S ₃ (m)	S ₄ (m)
			ϕ_1 (°)	ϕ_2 (°)	ϕ_3 (°)								
1	阜新 (侏罗纪)	东梁矿二井	63	52	61	83	0.66	0.27	1.41	-17.1	-3.9	-18.2	-10.7
2		东梁矿三井	56	47		84	0.62	0.29	1.68	-8.4	9.9	-4.6	
3		清河门主井				78	0.66		3.77	-32.5			
4		北翼南三路			64	80	0.67	0.15	3.67			-68.2	
5		清河门主井											
6		北翼南二路		58		83	0.62	0.24	3.30	-12.5	-14.5		
7		清河门三坑					0.64	0.31	1.55	-11.5	1.6	-7.9	
8	北票 (下侏罗纪)	平安五坑东一路	84	29	48	62	0.66	0.20	1.55			-12.6	
9		平安八坑东三路			55								
10		三宝矿马牛河				64	0.57	0.43	1.28			0	+8.4
11		三宝矿三家子					0.39	0.36	1.7	-3.9			
12		冠山二井小凌河					0.36	0.31	2.1	+38.1	+6.5		
		台吉矿一井								+31.0	+8.6		
		冠山一井东排风					0.65	0.29	1.0	-7.3	+13.9	-3.0	

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	最大下沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
1	阜新 (侏罗纪)	东梁矿二井					
2		东梁矿三井	55	248	87	1973.8~1976.6	电算
3		清河门主井	112	248	73	1978.10~1979.10	电算
4		北翼南三路				1966.12~1969.5	电算
5		清河门主井		692	187	1965.6~1967.11	电算
6		北翼南二路	44.6	147	54	1965.1~1966.2	电算
7		清河门三坑	25.4	180	68	1957.6~1959.7	电算
8	北票 (下侏罗纪)	平安五坑东一路	54.0	154	67	1959.9~1961.4	电算
9		平安八坑东三路					
10		三宝矿马牛河	6.7			1965.3.1~1968.11.21	电算,煤层倾角变化较大(15°~75°)。第四纪松散层最厚45m,其中流沙层总厚0~40m
11		三宝矿三家子	1.7			1963.11.6~1968.10	
12		冠山二井小凌河	3.9			1959.4~1961.9	
		台吉矿一井	8.0			1964.10~1965.12	
		冠山一井东排风					

序号	矿区 (地质时代)	观测站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/下山 (m)	工作面尺寸走向/倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤方法	顶板管理方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
13	沈阳局 及 本溪局 (石炭二叠纪)	彩北第Ⅱ走向线	8.05	19	565/647	400/440	28	长壁	全陷	8	312.1	367.2
14		彩电矿倾斜线	2.4	16	617/711		21	长壁	全陷	13	344.6	170.6
15		彩电矿走向线	5.47	15	450/576	630/600	27	长壁	全陷	13	327.0	161.9
16		牛矿第Ⅱ倾斜线	2.0	15—17	210/297	350/280	30	长壁	全陷	3	119.6	83.6
17		田矿二坑Ⅰ走向线	2.2	17	52/	110/90	36	长壁	全陷	0	6	24.0
18		田矿二坑Ⅱ倾斜线	3.9	29	52/73	124/56	30	长壁	全陷	0	41	15.1
19		田矿一坑Ⅱ倾斜线	2.2	16	47/71	76/100	36	长壁	全陷	5	38.4	14.2
20	抚顺 (第三纪)	504	41.0	31	507.1/548.6	320/80	50~60	倾斜 分层	水砂 填充	14.0		412
21		509	20.0	19	516.5/554	320/60	50~60	向上	水砂 填充	19.0		90
22		405	42	32	413/454	405/85	50~60	V型 长壁	水砂 填充	14.0		389.5
23		63	26.3	47	420/480	250/77	50~60	水砂 填充	水砂 填充	11.0		108.0
24	铁法 (上侏罗纪)	大名一矿东一采区	1.9	4.5	102/110	419/105	15.5	长壁	全陷	13.5	68.7	0.2

序号	矿区 (地质时代)	观测站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数										
			石灰岩 (m)	砂质页岩 (m)	平均单向抗压强度 (MPa)	厚度>10m 的砂岩、石灰岩		边界角				移动角				裂缝角		
						位置	厚度 (m)	β ₀ (°)	γ ₀ (°)	δ ₀ (°)	φ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)	λ (°)	β'' (°)	γ'' (°)	δ'' (°)
13	沈阳局 及 本溪局 (石炭二叠纪)	彩北第Ⅱ走向线		23.2		155	26.2			56.5				83				
14		彩电矿倾斜线		148.1	60	458	47.7	58				73						
15		彩电矿走向线		140.5	65	262	39.8											
16		牛矿第Ⅱ倾斜线		30.0	50	341	32.8			68				84				
17		田矿二坑Ⅰ走向线		2.0	25	393	45.4	56										
18		田矿二坑Ⅱ倾斜线		1.3		262	39.8											
19		田矿一坑Ⅱ倾斜线		1.2		341	32.8		47	55		73	76	78				
20	抚顺 (第三纪)	504			20			46				54				59		
21		509			20			48				58				63		
22		405			20			41				56				59		
23		63						41	55		30	47.5		70.2		51		
24	铁法 (上侏罗纪)	大名一矿东一采区				58.7	28.5	60		66.5	30	74.5		73.5				

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ ($^{\circ}$)	q	B	tg β	S ₁ (m)	S ₂ (m)	S ₃ (m)	S ₄ (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
13 14 15 16 17 18 19	沈阳局 及 本溪局 (石炭 二叠 纪)	彩北第Ⅱ走向线 彩屯矿倾斜线 彩屯矿走向线 牛矿第Ⅱ倾斜线 田矿二坑Ⅰ走向线 田矿二坑Ⅱ倾斜线 田矿一坑Ⅱ倾斜线				79 80 0.72 0.62 0.72	0.65 0.65 0.68 0.65 0.72 0.62 0.72	0.21 0.13 0.48 	3.5 2.0 2.6 1.9 3.6 1.5 2.6	43 30 12 22	47 0 20 20	87 52 14	87 52 14
20 21 22 23	抚顺 (第三纪)	504 509 405 63				64 75 59							
24	铁法 (上侏 罗纪)	大名一矿东一采区			52.5	86	0.69	0.34	1.64	-12.85		-8.3	

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
13 14 15 16 17 18 19	沈阳局 及 本溪局 (石炭 二叠 纪)	彩北第Ⅱ走向线 彩屯矿倾斜线 彩屯矿走向线 牛矿第Ⅱ倾斜线 田矿二坑Ⅰ走向线 田矿二坑Ⅱ倾斜线 田矿一坑Ⅱ倾斜线	1.5 2.0 6.3 24.7 11.3 4.1	1680 1260 240 1010	480 150 180	1969.5~1984.5 1969.5~1984.5 1962.4~1984.5 1972.9~1975.8	手算 手算 手算 手算 手算 手算
20 21 22 23	抚顺 (第三纪)	504 509 405 63					绿色页岩/油母页岩
24	铁法 (上侏 罗纪)	大名一矿东一采区	16	394	213	979.10.24~1981.8.29	电算, 有厚流沙层

序号	矿区 (地质时代)	观测站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走向 /倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤 方法	顶板 管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
25	包头 (侏罗 纪石灰 二叠 纪)	长汉沟矿东翼	1.85	2.5	90/130	350/180	45	走向长	全陷	18	47	9
26		大磁矿 22111	2.40	2.0	78.4/80.2	90/64	45	壁	全陷	7	38	9
27		大磁矿 2331	2.50	5.5	66/72	254/92	45	走向长	全陷	7	8	58
28		河滩沟矿西二区	5.12	30.5	100/188	348/154	30	壁	全陷	4	131	10
29		五当沟矿东一区西翼	1.75	47	185/349	342/140	45	走向长	全陷	14	195	
30		五当沟矿东一区东翼	5.25	47.4	204/260	330	45	壁	全陷	20	163	
								走向长				
								壁				
								走向长				
								壁				
								走向长				
								壁				
31	扎夹诺 尔 (侏 罗纪)	十一井 340	4.2	8	108/123	500/215	60	走向长	全陷	15	288	
32		北斜井 311	5.9	6	37/51	1120/320	60	壁	水砂 填充	22		
								走向长				
								壁				
33	辽源 (侏罗 纪)	保安一井 09 区一分层	2.1	24	107/133	135/66	15—30	走向长	全陷	9.5	2.7	57
34		保安一井 09 区二分层	2.1	24	109/			壁	全陷	9.5	2.7	57
35		太信矿采砂厂	4.5	6	311/			走向长	水砂 填充	10		
								壁				
36		西安老保井五路	1.5	25	61/83	125/45		走向长	全陷	10		
37		西安老保井六路	1.9	10	87/97	120/60		壁	全陷			
								走向长				
								壁				
								走向长				
								壁				

续表																			
序号	矿区 (地质时代)	观 测 站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数											
			石灰岩 (m)	砂质页岩 (m)	平均单向抗压强度 (MPa)	厚度>10m 的砂岩、石灰岩		边界角				移动角				裂缝角			
						位置	厚度 (m)	β_o (°)	γ_o (°)	δ_o (°)	ϕ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)	λ (°)	β'' (°)	γ'' (°)	δ'' (°)	
25 26 27 28 29 30	包头 (侏罗纪石灰二叠纪)	长汉沟矿东翼 大磁矿 22111		34 8								81 81 82 37 63.4 44.2		75 76.5 70 78.7 86.5		80.9 81.2		80.7 70.2	
		大磁矿 2331																	
		河滩沟矿西二区						34.8	43.5	46.5							45.1		
		五当沟矿东一区西翼		58													55.2		
		五当沟矿东一区东翼		49															
31 32	扎夹诺尔(侏罗纪)	十一井 340 北斜井 311		292	14 14		96 175.0	52 45	58 45			69 59	72 68						
33 34 35	辽源 (侏罗纪)	保安一井 09 区一分层		90	60			50		50		57 60 68	56 59	59-66 57		55-58			
		保安一井 09 区二分层		90	60														
	太信矿采砂厂			60															
36 37		西安老保井五路 西安老保井六路						46 44	41 51.5	63 53.5		53 55	46 65	65 57					

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下沉角 θ ($^{\circ}$)	q	B	$\text{tg } \beta$	S_1 (m)	S_2 (m)	S_3 (m)	S_4 (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
25	包头 (侏罗纪石灰二叠纪)	长汉沟矿东翼				89.3	0.72	0.34	1.82		-33.6		-26.35
26		大磁矿 22111				90	0.30	0.16	2.38				
27		大磁矿 2331				89.5	0.44	0.16	1.40			-19.2	
28		河滩沟矿西二区				73.6	0.39	0.38	1.56	3.8	-43.4	-7.6	
29		五当沟矿东一区西翼				76.3	0.38		1.31				-30.5
30		五当沟矿东一区东翼				61.5	0.54		1.78			-7.3	
31	扎夹诺尔 (侏罗纪)	十一井 340				83	1.14	0.21	1.25	-19.6	45.8		
32		北斜井 311	46	49		82	0.15	0.26	1.06	-4.4	4.8		
33	辽源 (侏罗纪)	保安一井 09 区一分层				90	0.69						
34		保安一井 09 区二分层				80	0.72					12	38
35		太信矿采砂厂					0.13						
36		西安老保井五路				73	0.92	0.28	2.8				
37		西安老保井六路				88	0.85	0.28	1.24	2.9		35	

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	最大下沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
25	包头 (侏罗纪石灰二叠纪)	长汉沟矿东翼	27	390	90	1965.11.14~1966.12.17	电算
26		大磁矿 22111	24	134	41	1964.10.27~1965.4.8	电算
27		大磁矿 2331	45	152	64	1968.2.13~1969.4.16	电算
28		河滩沟矿西二区	19.3			1979.5~1983.12.5	电算
29		五当沟矿东一区西翼	3	950	135	1977.12~ 980.5.10	电算
30		五当沟矿东一区东翼	2			1976.7~1979.5.10	电算
31	扎夹诺尔 (侏罗纪)	十一井 340	127	360	120	1981.8~1983.8	电算
32		北斜井 311	6.1	350	120	1974.10~1976.4	电算
33	辽源 (侏罗纪)	保安一井 09 区一分层		240	90	1969.9.29~1970.4.18	电算
34		保安一井 09 区二分层					手算
35		太信矿采砂厂					手算
36		西安老保井五路	24	251	102	1979.4.19~1979.12.4	电算, 残区复杂条件
37		西安老保井六路	9	534	358	1980.4.30~1981.8.24	电算

序号	矿区 (地质时代)	观 测 站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走向 /倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤 方法	顶板 管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
38	辽源 (侏罗纪)	平岗南小井	0.9	15	58			走向长壁	刀柱			
39		白泉井	1.4					走向长壁	全陷			
40		梅河三井 11033	2.6	2~11	121/125	230/110		走向长壁	全陷			
41		梅河一井 2102	2.2	45~60	98/110	200/96		倾斜分 层长壁	全陷			
42	蛟河 (侏罗纪)	四井	2.2	25	109/142	173/82		倾斜分 层长壁	全陷			
43		乌林立井	1.1	20	108		40	走向长壁	全陷			
44		乌林立井	1.3	13	47		40	走向长壁	全陷			
45	鹤岗 (侏罗纪)	富力矿工业广场	1.2	12	92		30	走向长壁	全陷			
46		兴安矿北二层	2.0	25	186/247	405/120	60	走向长壁	全陷	6.9	134	6.0
47		峻德矿三层一分层	2.0	26	50/76	120/66	50	走向长壁	全陷	10	40	
48		新一矿一段一分层	2.0	32	95/159	700/95	40	走向长壁	全陷	31	74	
			2.0	39	71/120	250/80	60	走向长壁	全陷	13	44	

序号	矿区 (地质时代)	观 测 站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数									
			石灰岩 (m)	砂质页岩 (m)	平均单 向抗压 强度 (MPa)	厚度>10m 的砂岩、石 灰岩		边界角				移动角				裂缝角	
						位置	厚度 (m)	β_0 (°)	γ_0 (°)	δ_0 (°)	ϕ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)	λ (°)	β'' (°)	γ'' (°)
38	辽源 (侏罗纪)	平岗南小井										54	67			72	
39		白泉井															
40		梅河三井 11033			15			55	32	65		63	57	71		62	60
41		梅河一井 2102			15							56	45				
42	蛟河 (侏罗纪)	四井						46	63.5			52.4	77.8	80.5			
43		乌林立井								67				71.5			
44		乌林立井								66				77			
45	鹤岗 (侏罗纪)	富力矿工业广场		67									56				
46		兴安矿北二层										46	19.5	49.1			
47		峻德矿三层一分层						29				35					
48		新一矿一段一分层		55				46	48		45	50.4	49.7				

续表

序号	矿区 (地质时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下沉角 θ (°)	q	B	$\text{tg } \beta$	S_1 (m)	S_2 (m)	S_3 (m)	S_4 (m)
			ϕ_1 (°)	ϕ_2 (°)	ϕ_3 (°)								
38	辽源 (侏罗纪)	平岗南小井					0.43						
39		白泉井				88	0.67		1.48			8	9
40		梅河三井 11033				71	0.97	0.24	1.54				13.8
41		梅河一井 2102				78	0.54	0.34	1.90		5.4		
42	蛟河 (侏罗纪)	四井					0.6	0.44	2.2				
43		乌林立井					0.8	0.22	2.2				
44		乌林立井					0.7	0.32	2.8				
45	鹤岗 (侏罗纪)	富力矿工业广场				88	0.3	0.25	1.0		5.6		
46		兴安矿北二层				70	0.4	0.12	0.9	-6.9	-7.4		23.4
47		峻德矿三层一分层				71.2	0.38	0.04	1.15	-3.3	-6.7		
48		新一矿一段一分层				71.3	0.64	0.60	1.20	-5.7	1.7		

续表

序号	矿区 (地质时代)	观 测 站	最大下沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
38	辽源 (侏罗纪)	平岗南小井					电算
39		白泉井					电算
40		梅河三井 11033				1982.7.12~1983.5.20	电算
41		梅河一井 2102				1970.10.17~1971.6.4	电算,沿倾斜留10m煤柱
42	蛟河 (侏罗纪)	四井		450	100	1956.11~1958.7	手算
43		乌林立井		90		1963.2~1963.3	手算,短期站
44		乌林立井		150		1962.10~1962.11	手算,短期站
45	鹤岗 (侏罗纪)	富力矿工业广场	17.2	186	45	1979.3~1982.1	电算
46		兴安矿北二层		210	105	1966.6	电算
47		峻德矿三层一分层		181	101	1982.1	电算
48		新一矿一段一分层	4.2	188	100	1981.5	电算

序号	矿区 (地质时代)	观测站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走向 /倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤 方法	顶板 管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
49	峰峰 (石炭二叠纪)	3252	0.8	19	56/99	230/127	60	走向长壁	全陷	17	26	8 117 49 82 7
50		3701	2.6	9	95/115	380/134	120	缓沉	缓沉	16	35	
51		2555	1.4	17	138/170	104/180	30	走向长壁	缓沉	22	13	
52		0277	0.75	28	437/482	200/96	30	走向长壁	全陷	63	187	
53		1610	1.15	12	182/220	145/176	45	走向长壁	缓沉	4	47	
54		0252	4.9	11	114/152	220/180	48	走向长壁	全陷	7	62	
55	开滦 (石炭二叠纪)	马家沟矿小屈庄	2.5					走向长壁				49 25 78 78 51 51
56		范各庄矿南一区	4.5	30	180/239	150/77	45	走向长壁	全陷	30	116	
57		林西矿建州营	7.4	14	176/340	350/178	50	走向长壁	全陷	105	71	
58		林西矿任家套	5.6	25	342/440	220/230	33	走向长壁	全陷	40	91	
59		林西矿黑鸦子	6.3	22	244/306	290/160	42	走向长壁	全陷	40	14	
60		林西矿吕家坨	2.3	23	120/165	280/120	54	走向长壁	全陷	55	14	
			7.4	20	102/289	260/80	45	走向长壁	全陷	55		

续表

序号	矿区 (地 层 时 代)	观 测 站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数										
			石灰 岩 (m)	砂质 页岩 (m)	平均单向 抗压强度 (MPa)	厚度>10m 的 砂岩、石灰岩		边界角				移动角				裂缝角		
						位 置	厚度 (m)	β o (°)	γ o (°)	δ o (°)	φ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)	λ (°)	β '' (°)	γ '' (°)	δ '' (°)
49	峰峰 (石 炭二 叠 纪)	3252		27	47.7	5	15	50		60		58 47 70 62.5	64 73	70				
50		3701	10	44	51.8			58		61				69				
51		2555	2	2	30.8			52						75				
52		0277		124	50.6							58		81				
53		1610	4	33	45.6			56.5		59		70	86	81				
54		0252		28	57.9	50	12			60				71.7				
55	开滦 (石 炭二 叠 纪)	马家沟矿小屈庄		41	50				37	56			51	74		71		
56		范各庄矿南一区		37						35			72	72				
57		林西矿建州营		61				51				59				61		
58		林西矿任家套		61				50	54			65				69		
59		林西矿黑鸦子		15				43	46			64				66		
60		林西矿吕家坨		15				56		53		66	74				76	

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下沉角 θ ($^{\circ}$)	q	B	$\text{tg } \beta$	S_1 (m)	S_2 (m)	S_3 (m)	S_4 (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
49	峰峰 (石炭二叠纪)	3252	58	57	59	75	0.78	0.23	1.36	37	10	16	6.5
50		3701			58	81	0.82	0.35	2.19	20		15	
51		2555			61	70	1.06		1.8	12			
					62.5		0.95						
52		0277				82	0.72						
53		1610				80	0.91	0.16	2.0	21	12		
54		0252			67		0.84	0.24	3.1				
55	开滦 (石炭二叠纪)	马家沟矿小屈庄				79	0.60	0.36	1.5				
56		范各庄矿南一区				84	0.89	0.36	1.3				
57		林西矿建州营				68	0.69	0.47	1.4				
58		林西矿任家套				76	0.55	0.47	1.5				
59		林西矿黑鸦子				77	0.67	0.34	1.5				
60		林西矿吕家坨				78	0.61	0.30	1.5				

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	最大下沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
49	峰峰 (石炭二叠纪)	3252	26.8	245	176	1958.4.25~1959.6.15	手算, 采厚不等, 不在主断面, 不可靠
50		3701	23.9			1977.12.6~1978.11.13	手算, 初采
51		2555	15.2		130	1957.10~1958.6	手算, 复采, 有活化影响
52		0277	1.2			1975.5~1979.4	手算, 初采, 采动程度很小, 下山影响远
53		1610	12.5	241	101	1977.9.21~1978.11.28	手算, 复采, 老区已采 20 余年
54		0252	54.2	509	180	1963.6.19~1966.5.2	手算, 厚煤分层开采
55	开滦 (石炭二叠纪)	马家沟矿小屈庄	17.2	540	330	1957.7~1958.12	手算
56		范各庄矿南一区	26.9			1964.10~1972.2	手算, 煤层群连续开采
57		林西矿建州营	11.9	1260		1967.1~1971.8	手算
58		林西矿任家套	11.0	1188	756	1955.5~1959.1	手算
59		林西矿黑鸦子	12.2	648	324	1955.3~1957.5	手算
60		林西矿吕家坨	25.5	2304	420	1957.12~1964.5	手算, 煤层群, 多工作面, 阶段, 断层煤柱多

序号	矿区 (地质时代)	观测站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走向 /倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤方 法	顶板管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
61	枣庄 (石炭 二叠 纪)	4110	1.45	24	41/110	270/165		走向长壁	全陷	4	4	15
62		2042	1.45	12	19/42	200/96	48	走向长壁	全陷	5	1	11
63		2439	1.17	10.5	91/124	390/174	45	走向长壁	全陷	7	5	31
64		331	1.85	4	126/134	540/136		走向长壁	全陷	71	30	
65	新汶 (石炭 二叠 纪)	孙村矿一采区	二层 2.0	25	120/245	650/270	30	走向长壁	水砂充填	6~8	25	24
66		良庄矿二采区	四层 1.8	20	60/166	/310	40	走向长壁	水砂充填	8		
67		协庄矿一、三采区	2.3	18	50/210	890/435	40	走向长壁	水砂充填	10	38	15
68		潘西矿一采区	2.7	22	67/115	150/344	44	走向长壁	全陷	0.3~9	14	11
69		协庄矿八采区	2.2 2.2 1.8	28	102/202	245/216	35	走向长壁	全陷	10	17	18
70	黄县	(第三纪) 洼里矿 1201	1.43	6	67/73	95/55		走向长壁	全陷			
71	合山 (上二 叠纪)	柳花岭矿 404	1.7	6	84/89	380/86	30	走向长壁	全陷	0~3		
72		柳花岭矿 504	1.5	6	86/90	222/110	30	走向长壁	全陷	0~3		

续表

序号	矿区 (地 层 时 代)	观 测 站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数											
			石灰 岩 (m)	砂质 页岩 (m)	平均单向 抗压强度 (MPa)	厚度>10m 的砂岩、 石灰岩		边界角				移动角				裂缝角			
						位 置	厚度 (m)	β_o (°)	γ_o (°)	δ_o (°)	ϕ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)	λ (°)	β'' (°)	γ'' (°)	δ'' (°)	
61 62 63 64	枣庄 (石 炭二 叠 纪)	4110 2042 2439 331	18 9 20	19 3 39 31	37.4 37			60 60 62		67.5 62.5 69.5 62		64.7 70.5 76.5 70	88.4 75 88.9 76.5	70.7 64.4 88.9 71				85	
65 66 67 68 69	新汶 (石 炭二 叠 纪)	孙村矿一采区 良庄矿二采区协 庄矿一、三采区 潘西矿一采区 协庄矿八采区		22 21 45 93	40~50 40~50 40~50 50 40~50				63				53 54 61 54 52	82 74 74	60 65 80			61.5	
70	黄县	(第三纪) 洼里矿 1201																	
71 72	合山 (上 二叠 纪)	柳花岭矿 404 柳花岭矿 504						72 71	81	82 82		74 73	83	83 84		88 88			

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ ($^{\circ}$)	q	B	tg β	S ₁ (m)	S ₂ (m)	S ₃ (m)	S ₄ (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
61	枣庄 (石炭 二叠 纪)	4110	56.7	51		70	0.88	0.18	2.17	9	12	12	
62		2042	61	65		86.4	0.76	0.27	3.0	1.7	3.4	3.7	
63		2439	55		66	90	0.65	0.15	2.14	4		36	
64		331			51	88	0.78	0.37	2.34	21	25	15	
65	新汶 (石炭 二叠 纪)	孙村矿一采区				63	0.13	0.42	1.57	41.7	49.2		
66		良庄矿二采区				73	0.17	0.57	1.20				
67		协庄矿一、三采区				70	0.16	0.4	1.15				
68		潘西矿一采区				72	0.14	0.36	1.0	27			
69		协庄矿八采区				71	0.68	0.27	2.46	16	15		
70	黄县	(第三纪) 洼里矿 1201	64.7	68.3	63	89	1.03	0.39	2.3				
71	合山 (上二 叠纪)	柳花岭矿 404	65	55	52	83	0.60	0.15	2.16	-11	-29	-22	-36
72		柳花岭矿 504	66		55	84	0.57	0.15	2.56	-10			-26

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
61	枣庄 (石炭 二叠 纪)	4110	86.2	135		1965.12—1966.5	手算, 负指数函数法电算
62		2042	69.1	60	30		负指数函数法电算, 其余手算
63		2439	23	142	90		负指数函数法电算, 其余手算
64		331					负指数函数法电算, 其余手算
65	新汶 (石炭 二叠 纪)	孙村矿一采区	2.17	8.20	45	二层 1956.1~1958.3	手算
66		良庄矿二采区	4.05	550	60	四层 1958.4~1959.9	
67		协庄矿一、三采区	3.4			1963.10~1967.10	手算
68		潘西矿一采区	18.8	300	90	1963.12~1964.10	手算
69		协庄矿八采区	7.7	210		1965.3~1965.10	电算
70	黄县	(第三纪) 洼里矿 1201				1971.4—~1972.3	手算
71	合山 (上二 叠纪)	柳花岭矿 404	31	160	87	1974.8~1976.5	电算
72		柳花岭矿 504	29	165	67	1975.1~1976.5	负指数函数法电算, 其余手算 负指数函数法电算, 其余手算

续表												
序号	矿区 (地质时代)	观 测 站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走向 /倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤方法	顶板 管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
73	焦作 (上石 炭、下 二叠 纪)	冯营矿 1221	2.1	19	88/132	580/135	30	走向长壁	全陷	50	51.8	9
74		焦西矿 106	7.0	9	105/114	282/70	50	走向长壁	全陷	49	21.0	2.5
75		焦西矿 106	2.2	9	105/114	282/70	46	走向长壁	全陷	49	21.0	2.5
76		焦西矿 102	2.2	9	89/101	273/80	47	走向长壁	全陷	48	20	2.4
77		焦西矿 102	4.6	9	89/101	273/80	54	走向长壁	全陷	48	20	2.4
78		焦西矿 102	7.0	9	89/101	273/80	54	走向长壁	全陷	48	20	2.4
79		朱村矿 151 上山	6.9	4	161/166	170/130	45	走向长壁	全陷	38	56.5	23.5
80		朱村矿 151 下山	6.9	4	161/166	170/130	45	走向长壁	全陷	38	56.5	23.5
81		朱村矿 151 走向	6.9	4	161/166	170/130	45	走向长壁	全陷	38	56.5	23.5
82		李封矿 603	6.3	5.5	248/263	145/162	35	走向长壁	全陷	51	87.8	23
83		马村矿 102 走向	2.2	8	115/130	198/90	80	走向长壁	全陷	18	61	12.5
84		马村矿 102 走向	4.4	8	115/130	198/90	80	走向长壁	全陷	18	61	12.5

续表																			
序号	矿区 (地质时代)	观 测 站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数											
			石灰岩 (m)	砂质页岩 (m)	平均 单向 抗压 强度 (MPa)	厚度>10m的砂岩、石灰岩		边界角				移动角				裂缝角			
						位置	厚度 (m)	β o (°)	γ o (°)	δ o (°)	φ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)	λ (°)	β '' (°)	γ '' (°)	δ '' (°)	
73	焦作 (上石炭、下二叠纪)	冯营矿 1221		25.2		6 58	16 19	53	55	60	45	57	70	64		62	75	66	
74		焦西矿 106		19	52			41			45	57		74.5		63.5		77	
75		焦西矿 106		19	52						45								
76		焦西矿 102		18.2	53						45					64	74	74	
77		焦西矿 102		18.2	53						45					64	74	74	
78		焦西矿 102		18.2	53			42	52.5	61.5	45	60.5	74	87		64	74	74	
79		朱村矿 151 上山		44.4			12 72	27.8 15.3	40	43.5	40	45	52	68.5	67.2		62.5	73.5	63
80		朱村矿 151 下山		44.4								45							
81		朱村矿 151 走向		44.4								45							
82		李封矿 603		98.4			21 61 122	16.1 13.9 12.2	55. 5	54	74	45	74.7	76.3	82.5		75		70
83		马村矿 102 走向		26	40		42 77	20 20				45							
84		马村矿 102 走向		26	40							45							

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ ($^{\circ}$)	q	B	$\text{tg } \beta$	S_1 (m)	S_2 (m)	S_3 (m)	S_4 (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
73	焦作 (上石炭、 下二叠纪)	冯营矿 1221				80	0.88	0.30	2.0	-13	-9	-11	-4.7
74		焦西矿 106				86	1.31	0.27	1.8	-2.8	-6.6	-13.5	
75		焦西矿 106				86	1.20	0.23	1.9	-2.9	-10.7	-9.7	
76		焦西矿 102				85.8	1.17	0.30	2.4	-9.2	-16.2	-5.3	
77		焦西矿 102				85.8	1.15	0.22	2.2	-6.1	-12.5	-3.5	
78		焦西矿 102				85.8	1.16	0.27	2.1	-4.2	-7.4	-1.7	
79		朱村矿 151 上山				88	0.92	0.31	1.8		-6.7		
80		朱村矿 151 下山					0.79	0.37	1.8	0			
81		朱村矿 151 走向					0.69	0.24	1.8				
82		李封矿 603				88.7	0.78	0.28	3.3		-23.3	-34.2	
83		马村矿 102 走向					0.67	0.26	2.5			-18.2	
84		马村矿 102 走向					0.83	0.29	2.5			-15.4	

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
73	焦作 (上石炭、下 二叠纪)	冯营矿 1221	33	270	150	1965.10~1966.10	手算
74		焦西矿 106	84	375	285	1958.1~1959.11	电算含水流程层厚 4—5m
75		焦西矿 106	62			1958.1~1958.12	电算含水流程层厚 4—5m
76		焦西矿 102	59.3	200	120	1957.1~1957.6	电算各观测站移动角大部
77		焦西矿 102				1957.1~1957.12	分为在非充分采动下由
78		焦西矿 102	80.4	450		1957.1~1958.7	实测曲线图上量取的
79		朱村矿 151 上山	13	855 (三层)	245	1962.11~1965.10	
80		朱村矿 151 下山					电算
81		朱村矿 151 走向					电算
82		李封矿 603	15.6		107	1964.8~1967.3	电算
83		马村矿 102 走向			110	1965.10~1957.3	电算
84		马村矿 102 走向				1956.10~1957.9	电算

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走向 /倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤方法	顶板 管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
85	焦作 (上石 炭、下 二叠 纪)	马村矿 102 走向	6.6	8	115/130	198/90	80	走向长壁	全陷	18	61	12.5
86		马村矿 102 东倾斜	6.6	8	115/130	198/90	80	走向长壁	全陷	18	61	12.5
87		演马村矿 102	1.8	9	101/110	341/70	25	走向长壁	全陷	32	31	16
88	鹤壁 (下二 叠纪)	二矿	1.97	9	230/264	356/211	22.2	倾斜分层	全陷	77	52	4
89		四矿	3.97	8	235	323/238		水采	全陷	97	50	30
90		五矿	1.97	20	216/230	228/68	17.0	倾斜分层	全陷	157	30	21
91		六矿	3.47	19	113	500/189		水采	全陷	103		
92		八矿	2.00	23	159/176	256/43	35.1	倾斜分层	全陷	147	12	13
93		九矿	0.90	13	118/140	235/84	19.3	单一长壁	全陷	75	33	34
94	平顶山 (石炭 二叠 纪)	十矿 1251	2.5	9	100/118	182/110	26	走向长壁	全陷	55	55	42
95		八矿 12031	2.1	23	212/255	794/138	16	走向长壁	全陷	153	153	35
96		十矿 1252	2.0	11.5	95/135	160/182	25	走向长壁	全陷	55	55	42
97		六矿 14110	3.0	4	268/295	540/140	29	走向长壁	全陷	13	13	135
98		五矿六盘区	2.1	20	78/111	390/93	37	走向长壁	全陷	45.7	45.7	14.5

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	上覆岩层厚度及性质						角 量 参 数										
			石灰岩 (m)	砂质页岩 (m)	平均单向抗压强度 (MPa)	厚度>10m的砂岩、石灰岩		边界角				移动角				裂缝角			
						位置	厚度 (m)	β_0 (°)	γ_0 (°)	δ_0 (°)	ϕ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)	λ (°)	β'' (°)	γ'' (°)	δ'' (°)	
85 86 87	焦作 (上石炭、下二叠纪)	马村矿 102 走向 马村矿 102 东倾斜 演马村矿 102		26 26 28	40 40				45 50.7	45	46.5 43.2	45 45		67.3 77.5	70 81.7		74	73	72
88 89 90 91 92 93	鹤壁 (下二叠纪)	二矿 四矿 五矿 六矿 八矿 九矿		93 47 21 14 28 17		102 39 51 1.0 55	12.8 12.5 14.4 15.7 10		61 61 55 71		61 61 58 51 74		76 72 74 65 84	71 91.5 					
94 95 96 97 98	平顶山 (石炭二叠纪)	十矿 1251 八矿 12031 十矿 1252 六矿 14110 五矿六盘区		8.5 20 8.5 57 0.8		2.1 2.1	9.2 9.2			79	52 69			89 61 77					

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ ($^{\circ}$)	q	B	$\text{tg } \beta$	S_1 (m)	S_2 (m)	S_3 (m)	S_4 (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
85	焦作 (上石 炭、下 二叠 纪)	马村矿 102 走向					0.89	0.33	2.5			-13.3	
86		马村矿 102 东倾斜				87	0.89	0.20	1.8		-19.1		
87		演马村矿 102				85	0.87	0.23	2.3			-11.7	
88	鹤壁 (下二 叠纪)	二矿	70		72		0.73		2.3	-13.5	0	0	-10.6
89		四矿					0.68	0.22	1.5	-43.9	0	0	0
90		五矿			69	87	0.35	0.23	1.9	-2.7	0	0	-17
91		六矿		60			0.76	0.28	1.9	0	-11.3	0	0
92		八矿			69	92	0.27	0.20	1.4	-0.1	-0.3	-6.1	0
93		九矿				84	0.77	0.25	3.2	-21	-17.1	0	0
94	平顶山 (石炭 二叠 纪)	十矿 1251				83.7	0.91	0.28	1.6	-17.6	-16.6	-4.7	
95		八矿 12031				84	0.84	0.35	1.71	7.3			
96		十矿 1252				82.3	0.80	0.41	1.5		-12.4		-7.4
97		六矿 14110			59	85	0.83	0.35	2.5		-36		-50
98		五矿六盘区				77.0	0.80	0.36	1.5	-27.2	-11.8		-18.7

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
85	焦作 (上石 炭、下 二叠 纪)	马村矿 102 走向				1956.10~1958.2	电算 电算 电算流砂层厚 6.7 m
86		马村矿 102 东倾斜					
87		演马庄矿 102	32	364	138	1960.12~192.12	
88	鹤壁 (下二 叠纪)	二矿	8.3	393	177		电算 电算 电算 电算 电算
89		四矿					
90		五矿	3.4	314	99		
91		六矿	1.6	98	42		
92		八矿	8.5	210	90		
93		九矿					
94	平顶山 (石炭 二叠 纪)	十矿 1251	26	384		1965.12~1967.3	电算, 戊组煤 戊组煤 电算, 戊组煤 丁组煤 电算, 丁组煤
95		八矿 12031				1983.12~1987.7	
96		十矿 1252	15	300		1965.12~1967.3	
97		六矿 14110			210	1988.5~1990.6	
98		五矿六盘区	22	300		1966.3~1960.3	

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸 走向/倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤方法	顶板 管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
99	平顶山 (石炭 二叠 纪)	八矿 11110	2.9	10	408/430	950/132		走向长壁	全陷	260	105	39
100		二矿 1404	1.4	8	165/191	266/159	33	走向长壁	全陷	24	38.9	57.7
101		二矿 2404	1.6	9.5	95/111	174/70	36	走向长壁	全陷	32	27.2	14.1
102		四矿四盘区	1.6	13	156/195	444/142	44	走向长壁	全陷	12	52	69
103		十二矿	2.7	8	109/149	494/135						
		15081、15061			240/274	1206/90		走向长壁	全陷	132	71	78
104	淮南 (二 叠 纪)	李咀孜矿东三东 C ¹ 13	1.90	37	109/151	164/73	31. 2	倾斜分层	全陷	34.5	28.5	14.5
105		李咀孜矿东三东 C ² 13	187	37	108/151	134/69	26.4	倾斜分层	全陷	34.2	28.5	14.5
106		新庄孜矿 4413 C ¹ 13	2.0	15	298/325	220/98		倾斜分层	全陷	36	67	99
107		新庄孜矿南二石门倾斜 I	1.8	20	28/56	662/74	54	倾斜分层	全陷	20.2	15.6	8.7
108		李一矿二号风井 C ¹ 13	6.5	42	43.5 /84	294/78		倾斜分层	全陷			
109		谢二矿 2841 (3) C13	65	19	270/306	350/116		倾斜分层	全陷	21.0	132	130
110		谢一矿风井南	2.8 (A ₃ 上)	22.5	28/54	320/67		倾斜分层	全陷	21.0	23.0	5.0

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数										
			石灰岩 (m)	砂质页岩 (m)	平均单向抗压强度 (MPa)	厚度>10m 的砂岩、石灰岩		边界角				移动角				裂缝角		
						位置	厚度 (m)	β° ($^{\circ}$)	γ° ($^{\circ}$)	δ° ($^{\circ}$)	ϕ ($^{\circ}$)	β ($^{\circ}$)	γ ($^{\circ}$)	δ ($^{\circ}$)	λ ($^{\circ}$)	β'' ($^{\circ}$)	γ'' ($^{\circ}$)	δ'' ($^{\circ}$)
99 100 101 102 103	平顶山 (石炭二叠纪)	八矿 11110 二矿 1404 二矿 2404 四矿四盘区 十二矿 15081、15061	3.9	41 43.9 17.4 8.4 18		24.8 6.3 35 85 直接顶	10.5 8.8 10.0 10.3 46	63 55	 56	 64	 62	 80	 	 	 	 		
104 105 106 107 108 109 110	淮南 (二叠纪)	李咀孜矿东三东 C ¹ 13 李咀孜矿东三东 C ² 13 新庄孜矿 4413 C ¹ 13 新庄孜矿南二石门倾斜 I 李一矿二号风井 C ¹ 13 谢二矿 2841 (3) C13 谢一矿风井南		4.0 4.0 1.1 28 13.8		 1.52 1.0. 1.1 218	 26.0 13.0 37.0	47 35 42.5 47.5	 53 58 	 42 	 72.5 50 47 64.0	 63 65 	 	 67.2 75.1 	 	72 70 		

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ (°)	q	B	tg β	S ₁ (m)	S ₂ (m)	S ₃ (m)	S ₄ (m)
			ϕ_1 (°)	ϕ_2 (°)	ϕ_3 (°)								
99 100 101 102 103	平 顶 山 (石 炭、 下二 叠 纪)	八矿 11110	64	75	65	89	0.28	0.35	2.24	-27.4	-16.0		-0.4 -45.0 -5.4 -7.2 -19
		二矿 1401				83.6	0.74	0.20	1.8				
		二矿 2404				83.6	0.64	0.48	2.3				
		四矿四盘区				83.5	0.76	0.23	2.0				
		十二矿 1581、15061				86.7	0.73	0.34	1.21				
104 105 106 107 108 109 110	淮 南 (二 叠 纪)	李咀孜矿东三东 C ¹ 13				70	0.58	0.40	1.6		8.8		
		李咀孜矿东三东 C ² 13				70	0.84	0.40	1.8				
		新庄孜矿 4413 C ¹ 13				79	0.60	0.30	1.5				
		新庄孜矿南二石门倾斜 1				87	0.67		1.8				
		李一矿二号风井 C ¹ 13				73	0.69		2.0				
		谢二矿 2841 (3) C13				78	0.77	0.21	1.9				
		谢一矿风井南											

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
99 100 101 102 103	平 顶 山 (石 炭二 叠 纪)	八矿 11110	11 25 18 20	300 306 306		1989.5~1990.3	电算, 受未采三角煤影响 电算 电算
		二矿 1401				1984.8~1965.7	
		二矿 2404				1962.3~1963.2	
		四矿四盘区				1985.10~1967.4	
		十二矿 1581、15061				1984.11~1988.3	
104 105 106 107 108 109 110	淮 南 (二 叠 纪)	李咀孜矿东三东 C ¹ 13					手算, 一分层, 流砂层厚 11.8m
		李咀孜矿东三东 C ² 13					手算, 二分层
		新庄孜矿 4413 C ¹ 13					手算, 开采 C ¹ 13 煤层南翼
		新庄孜矿南二石门倾斜 1					电算
		李一矿二号风井 C ¹ 13					电算, 第 I 倾斜线
		谢二矿 2841 (3) C13					电算, C12 煤上段
		谢一矿风井南					

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走向 /倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤方 法	顶板 管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
111 112 113	淮 南 (二 叠 纪)	A3 下段 A1 I 线 A3 II 线	2.8 1.0~ 2.6 1.2	22.5 22 24	56/81 55/88.5 36/86	320/63 240/90 240/126		倾斜分层 倾斜分层 倾斜分层	全陷 全陷 全陷	21.0 21.0 21.0	23.0 23.0 23.0	5.0 5.0 5.0
114 115 116 117 118	阳 泉 (石炭 二叠 纪)	四矿 三矿 二矿 二矿 一矿	1.8 2.3 1.5 2.0 2.1	5 6 3 5 4	100 240 140 120 190	400/145 500/145 410/180 310/90 200/90	39 39 41 57 60	长壁 长壁 长壁 长壁 长壁	全陷 全陷 全陷 全陷 全陷	0 0 1 1 2	34 113 50 36 93	27 36 4 38
119 120 121 122	徐 州 (石炭 纪)	韩桥矿 755 董庄矿 107 董庄矿 113 权台矿 110	1.9 2.0 2.1 2.1	13 30 33 25~38	26/52 47 93~220 49 95~224 39 125~168	320/132 250/100 300/124 450/170	33.5 30 42 40	长 壁 长 壁 长壁 长壁	全陷 全陷 全陷 全陷	12 33 33 17	56.8 14.2 14.2 9.8	24.0 24.0 2.9

续表

序号	矿区 （地层 时代）	观 测 站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数											
			石灰 岩 （m）	砂质 页岩 （m）	平均单 向抗压 强度 （MPa）	厚度>10m 的 砂岩、石灰岩		边界角				移动角				裂缝角			
						位置	厚度 （m）	β o （°）	γ o （°）	δ o （°）	φ （°）	β （°）	γ （°）	δ （°）	λ （°）	β '' （°）	γ '' （°）	δ '' （°）	
111 112 113	淮南（二 叠纪）	A3 下段 A1 I 线 A1 II 线		13.8 13.8 13.8								40	64 64						
114 115 116 117 118	阳 泉 （石炭二 叠纪）	四矿 三矿 二矿 二矿 一矿		39 117 53 79 57						65 70 52 66 62		68 63		79 71 67				78 72 78	
119 120 121 122	徐 州 （石炭纪）	韩桥矿 755 董庄矿 107 董庄矿 113 权台矿 110		0.3 11.5 11.5	43.5 34.2 34.2 31.9	直接顶 2.6 2.6	56.8 14.2 14.2	56.5 45 26 42.5	66.5 40 41 54	60 54	43.8 43.8 43.8 43.8	70 58 55.5 53.5	71 58 55.5 53.5	75 71.5		83 69 61.5 64	78.5 78 83 71	80 75 78	

续表

序号	矿区 (地 层 时 代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ ($^{\circ}$)	q	B	tg β	S ₁ (m)	S ₂ (m)	S ₃ (m)	S ₄ (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
111 112 113	淮南 (二 叠 纪)	A ₃ 下段 A ₁ I线 A ₁ II线				68 72	0.68 0.78	0.42 0.32	1.7 1.7	16 12	5 —6		
114 115 116 117 118	阳 泉 (石 炭二 叠 纪)	四矿 ⁺ 三矿 ⁺ 二矿 ⁺ 二矿 ⁺ 一矿 ⁺		61			0.83 0.83 0.90 0.65 0.76		1.9 2.3 2.5 1.9 2.0	18 29 13 23 20			
119 120 121 122	徐 州 (石 炭 纪)	韩桥矿 ⁺ 755 董庄矿 ⁺ 107 董庄 113 权台矿 ⁺ 110	67 50 41 52.5	69.5 67 68	50 56	82 78.5 76.5	0.78 0.83 0.85 0.78	0.12 0.3 0.34	2.0 1.4 1.3				

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
111 112 113	淮南 (二叠 纪)	A ₃ 下线 A ₃ I线 A ₃ II线					手算
114 115 116 117 118	阳 泉 (石炭 二叠 纪)	四矿 ⁺ 三矿 ⁺ 二矿 ⁺ 二矿 ⁺ 一矿 ⁺	36 18 24 17.8 8	145 325 180 220 450	88 165 60 126 120	1972.3~1974.7 1977.9~1978.3 1962.10~1963.5 1962.10~1983.5 1964~1986.4	手算 手算 手算 手算 手算
119 120 121 122	徐 州 (石炭 纪)	韩桥矿 ⁺ 755 董庄矿 ⁺ 107 董庄 113 权台矿 ⁺ 110	110 42 61 47	120	39 99 66 90	1957.5~ 1958.4 1965.7~ 1966.11 1966.4~ 1967.2	手算 手算 手算 手算

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走向 /倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤方法	顶板 管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
123	徐州	庞庄 502	2.0	16	84/113	205/82	42	长 壁	全陷	64	10.4	32.1
124	涟邵 (上二叠纪)	牛马司矿` 222	2.2	27	290/362	1260/153	23	长 壁	全陷	3	25	12
125		牛马司矿` 1128	2.2	21	240/270	400/100	33	长 壁	全陷	3	16	10
126		洪山殿矿` 1612	2.0	34	105/124	190/62	32	长 壁	全陷	4.5		33.7
127		洪山殿矿西四	2.0	43	70.6/167.6	85/70	13	长 壁	全陷	0		45.6
128	南桐 (上二叠纪)	2309	2.5	15	73	75/75	23	长 壁	全陷		4.5	10.3
129		4106	3.0	37	138/154	217/56	35	长 壁	全陷		5.0	19.3
130		4305	3.0	38	153/186	267/56	38	长壁	全陷		5.1	19.5
131		0362 一分层	1.2	31	128/270	322/280		长壁	全陷		9.3	28.8
132		二分层	2.5	31	80/210	166/254		长壁	全陷		9.3	288

续表

序号	矿区 （地层 时代）	观 测 站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数										
			石灰 岩 （m）	砂质 页岩 （m）	平均单 向抗压 强度 （MPa）	厚度>10m 的砂岩、石 灰岩		边界角				移动角				裂缝角		
						位置	厚度 （m）	β o （° ）	γ o （° ）	δ o （° ）	φ （° ）	β （° ）	γ （° ）	δ （° ）	λ （° ）	β '' （° ）	γ '' （° ）	δ '' （° ）
123	徐州	庞庄矿` 502		22.6	35			54	54	53.1	45	65.5	78.5	77		43	81.5	73
124	涟邵 （上二 叠纪）	牛马司矿` 222	280		71	砂岩 0~25 灰岩 37~317		49	57	57								
125		牛马司矿` 1128	244	4	72	砂岩 0~22		46	51	55								
126		洪山殿矿` 1612	23	18.4	50	灰岩 30~274		44	50	57		47	55	70				
127		洪山殿矿西四	28.1	17.6	57	灰岩 52.1~ 75.3		40	49	57		46	51	71		63	60	80
128	南 桐 （上二 叠纪）	2309	39	18.6	62					54				70				
129		4106	97	24	65	90	56	50				55						
130		4305	119	24.4	66	90	79.5	50				52						
131		0362 一分层	126	34.4	68	90	85	55				60						
132		二分层	126	34.4	68	90	85	55				60						

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ (°)	q	B	tg β	S ₁ (m)	S ₂ (m)	S ₃ (m)	S ₄ (m)
			ϕ_1 (°)	ϕ_2 (°)	ϕ_3 (°)								
123	徐州	庞庄矿 502		61	60.2	83	0.92	0.37	1.7				
124	涟邵 (上二叠 纪)	牛马司矿 222				78							
125		牛马司矿 1128				81							
126		洪山殿矿 1612				65	0.63	0.24	1.6			—6	—6
127		洪山殿矿西四	44	51	57	61	0.63	0.24	1.6			—6	—3
128	南桐 (上二叠 纪)	2309					0.6	0.11	1.4			—0.18H	—0.31H
129		4106				73	0.6	0.17	1.5	+0.05H	—0.02H		
130		4305				80	0.6	0.23	1.3	—0.11H	+0.05H		
131		0362 一分层				78	0.6		1.45	—0.16H	—0.19H		
132		二分层				78	0.6		1.45	—0.16H	—0.19H		

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
123	徐州	庞庄矿 502	43	291		1964.12~1966.3	手算
124	涟邵 (上二叠 纪)	牛马司矿 222		720	180	1975.8~1980.6	手算
125		牛马司矿 1128		420	120	1972.8~1975.9	手算
126		洪山殿矿 1612	26.5	315	90	1966.8~1967.5	手算
127		洪山殿矿西四	4.6	840	270	1973.7~1975.11	手算
128	南桐 (上二叠 纪)	2309				1956~ 1958.9	手算
129		4106				1958.9~ 1959.11	手算
130		4305				1956~ 1958.9	手算
131		0362 一分层				1959.11~1963.3	手算, 概率积分法参数是由
132		二分层				1959.11~ 1963.3	一、二分层综合求得

续表

[illegible]

续表

序号	矿区 (地 层 时 代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ ($^{\circ}$)	q	B	$\text{tg } \beta$	S_1 (m)	S_2 (m)	S_3 (m)	S_4 (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
133	南 桐 (上 二 叠 纪)	1101 一分层				76	0.6		1.45	-0.04H	-0.29H		
134		二分层				76	0.6		1.45	-0.04H	-0.29H		
135		1102 一分层				78.5	0.6	0.25	1.79	-0.16H	0		
136		二分层				78.5	0.6	0.25	1.79	-0.16H	0		
137	田 坝 (上 二 叠 纪)	1216	46.5	66.3	64.2	80.3	0.636	0.29	1.82	+6.2	-1.8	+9.2	
138		1218	53.5	65.8	61	80.2	0.657	0.22	1.79	14.5	-6.4	+9.6	
139	羊 场 (上 二 叠 纪)	293				69	0.8	0.3	1.4	10.7	8.4		
140		295				71		0.5	1.3	13	20		
141		191、193				68	0.93	0.36	1.7	6.6			
142		2191				65		0.3	1.5	12.7			

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
133	南 桐 (上二 叠纪)	1101 一分层				1960.5~1962.2	手算，概率积分法参数是由一、二分层综合求得
134		二分层				1960.5~1962.2	
135		1102 一分层				1961.1~1962.5	
136		二分层				1961.1~1962.5	
137	田 坝 (上二 叠纪)	1216	15.4	294	98	1977.4.16~1979.5.15	电算，上边界为小窑老区
138		1218	16.9	315	110	1980.1.28~1981.7.5	
139	羊 场 (上二 叠纪)	293	5.4	227	117	1967.6~1978.4	手算
140		295				1978.3~1978.11	手算
141		191、193	3.5	335	152	1979.6~1980.6	手算
142		2191	2.4	309	107	1980.12~1981.6	手算

续表

序号	矿区（地层时代）	观 测 站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走向 /倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤方 法	顶板 管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
143	义 马 （侏罗 纪、石炭 二叠纪）	耿村 11061	2.4	12	265/295	690/129	65~70	综 采	全陷	17.4	10.4	10~40
144		跃进 14100	2.9	4~6	145/155	1154/134		综 采	全陷	7.6	25	29
145		新安矿 12091	2.0	6~9	224/196	340/118	23~25	炮 采	全陷	15	16	106.9
146	盘 江 （二叠 纪）	老矿丘田沟	2.5	10	160	660/105	110	走向长壁	全陷	3.5	124	
147	英岗岭 （二叠 纪）	东村矿	1.6	9	303/287	553/88	27	走向长壁	全陷	8		
148	龙口 （第三 纪）	1103 一 1	2.1	10~12	145/245	808.5/86		走向长壁	全陷			
149		1203 一 1	2.3	8~14	158/264	679/119.5		走向长壁	全陷	40		
150	肥 城 （石炭 二叠纪）	陶阳 9801	1.4	6		360/40~116	48	走向长壁	全陷	39.7	47.6	
151		杨庄 8608	1.7	8		475/70~170	53	走向长壁	全陷	48.2	85	

续表

序号	矿区 （地层 时代）	观 测 站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数										
			石灰 岩 (m)	砂质 页岩 (m)	平均单向 抗压强度 (MPa)	厚度>10m的砂 岩、石灰岩		边界角				移动角				裂缝角		
						位置	厚度 (m)	β_0 (°)	γ_0 (°)	δ_0 (°)	ϕ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)	λ (°)	β'' (°)	γ'' (°)	δ'' (°)
143	义 马 （侏罗 纪、石炭 二叠纪）	耿村 11061			60			59	62	63		78						
144		跃进 14100			60			45	52	37.4		75.5	87	98.5				
145		新安矿 12091			45			56.5	61.5	60		75	70.5	77.5				
146	盘 江 （二叠 纪）	老矿丘田沟		15				63.5	54	59.3		67.5	59.5	65.5				
147	英岗岭 （二叠 纪）	东村矿			35			68		60		70.3		73		80		
148	龙口 （第三 纪）	1103 一 1			20			53	67	62	45	63	87	81				
149		1203 一 1		2.1				62	76	71	45	67	87	83				
150	肥 城 （石炭 二叠纪）	陶阳 9801	4.7	8.8	24.5				52	52		66.3	74	74				
151		杨庄 8608	5	5	45	-125	18 砂	52.7	56.9	58.2		66.3	70.8	71.6				

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ (°)	q	B	$\text{tg } \beta$	S_1 (m)	S_2 (m)	S_3 (m)	S_4 (m)
			ϕ_1 (°)	ϕ_2 (°)	ϕ_3 (°)								
143	义 马 (侏罗 纪、石炭 二叠纪)	耿村 11061	74.5	73.5	63	86	0.655	0.282	1.990	15.9	39	86	65
144		跃进 14100			83.7	82	0.43		2.522	—2			
145		新安矿 12091			60	87.5	0.65		1.96	17		47	
146	盘 江 (二叠 纪)	老矿丘田沟				80							
147	英岗岭 (二叠 纪)	东村矿	54			89							
148	龙口 (第三 纪)	1103 — 1					0.93	0.3	1.7				
149		1203 — 1					0.93	0.3	2.1				
150	肥 城 (石炭 二叠纪)	陶阳 9801	57.3	65	61.1	84							
151		杨庄 8608				84							

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
143	义 马 (侏罗 纪、石炭 二叠纪)	耿村 11061	11.24	318	195	1989.6~1990.12	电算
144		跃进 14100	26.91	525	105	1989.12~1991.7	电算
145		新安矿 12091	1.67	670	159	1991.2~1993.1	电算
146	盘 江 (二叠 纪)	老矿丘田沟	36.4				
147	英岗岭 (二叠 纪)	东村矿	5.19	540	210	1991.8~1994.2	手算
148	龙口 (第三 纪)	1103 — 1	14.1				
149		1203 — 1	89.2				
150	肥 城 (石炭 二叠纪)	陶阳 9801					
151		杨庄 8608					

续表

[illegible]

续表

[illegible]

续表

序号	矿区 (地质时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下沉 角 θ ($^{\circ}$)	q	B	tg β	S ₁ (m)	S ₂ (m)	S ₃ (m)	S ₄ (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
152	石嘴山	2266 (底)			81	73	0.86	0.14	3.0		24	25	20
153		2332 (底)			65	69	0.60	0.25	2.2~3.3	26	9	52	34
154	华亭 (侏罗纪)	杨矿 2426				81	0.678	0.278	2.2~2.6	5.4	8.8	6.0	6.0
155 156	大侏罗纪)	一矿 一矿	48 54	58 60	48 48	81 84							
157	铜 川 (石炭二叠纪)	鸭口 905				84	0.86	0.3	1.8	1.9	17.3	18.1	18.1
158	长广 (二叠纪)							0.384	2.2			0.1H ₀	
159	乐平 (三叠纪)					90-0.44 α	0.7	0.31	2.0			0.1H ₀	

续表

序号	矿区 (地质时代)	观 测 站	最大下沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
152	石嘴山	2266 (底)	53.5	200	127	1993.8~1994.11	电算 (重采)
153		2332 (底)	46.1	281	146	1995.11~1997.6	电算 (初采)
154	华亭 (侏罗纪)	杨矿 2426		395		1987.7~1988.12	电算
155 156	大雁 (侏罗纪)	一矿 一矿					
157	铜 川 (石炭二叠纪)	鸭口 905		425	176	1990.12~1992.2	
158	长广 (二叠纪)						
159	乐平 (三叠纪)						

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质			
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走向/倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤方法	顶板管理方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)	石灰岩 (m)
160	萍乡 (三叠纪)	高坑 701	1. 7	18	220/240	256/110		水 采	全陷	3			
161		王家源龙家冲	1. 5	12	85/110	270/90	36	长 壁	全陷	7	120		
162		高坑 707	707	4. 0	144/150	230/76		长 壁	全陷				
163		高坑 707	1. 0	20	141/154	200/50	36	长 壁	全陷	10	120		
164		王家源变电所	1. 1	40	90/160	120/90	36	长 壁	全陷	80			
165		高坑 6219 (棚)	1. 05	40	120/220	300/74		长 壁	全陷	80			
166		高坑 6219 (最终)	2. 25	45	120/220	300/160	36	长 壁	全陷	80			

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	上覆岩层厚度 及性质		角 量 参 数										
			砂质页岩 (m)	平均 单向 抗压 强度 (Mpa)	边界角				移动角				裂缝角		
					β_{\circ} ($^{\circ}$)	γ_{\circ} ($^{\circ}$)	δ_{\circ} ($^{\circ}$)	ϕ ($^{\circ}$)	β ($^{\circ}$)	γ ($^{\circ}$)	δ ($^{\circ}$)	λ ($^{\circ}$)	β'' ($^{\circ}$)	γ'' ($^{\circ}$)	δ'' ($^{\circ}$)
160	萍乡 (三叠纪)	高坑 701		41. 6			63				74				
161		王家源龙家冲		50		46			62	65					
162		高坑 707			34				43	75	75		60		
163		王家源变电所					58				66				
164		. 高坑 6219 补站					47			75.50				53	
165		高坑 6219 (棚)			40	53	48		41.70	76.30	79				75
166		高坑 6219 (最终)							37	74	77		41.50		

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ ($^{\circ}$)	q	B	tg β	S_1 (m)	S_2 (m)	S_3 (m)	S_4 (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
160	萍乡 (三叠 纪)	高坑 701	73	72	78	52.30	0.61	0.3					
161		王家源龙家冲					0.62						
162		高坑 707					0.47						
163		王家源变电所					0.70						
164		. 高坑 6219 补站					0.40						
165		高坑 6219 (棚)					0.46						
166		高坑 6219 (最终)					0.635 (初次 采) 0.698 (重复 采)						

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
160	萍乡 (三叠 纪)	高坑 701	10.2	383	102	1957.5~1959.4	只设走向线
161		王家源龙家冲		500	102	1966.8~1967.12	只设走向线
162		高坑 707				1961.1~1962.3	只设走向线
163		王家源变电所		540	360	1964.8~1967.1	
164		. 高坑 6219 补站		169	48	1978.2~1978.8	只设走向线，求砂砾层移动层
165		高坑 6219 (棚)				1975.9~1978.4	大麻槽第一煤层
166		高坑 6219 (最终)				1975.9~1981.9	大麻槽第一煤层

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走 向/倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤方法	顶板管 理方法	松散 层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
167	平庄 (侏罗纪)	元宝山三井十三层走向Ⅰ线	1.88	7	171/211	120/420	1.09	倾 斜 长 壁	全陷	35.1		
168		走向Ⅱ线	1.88	7	171/211	120/420	1.09	倾 斜 长 壁	全陷	35.1		
169		倾斜线	1.88	7	171/211	120/420	1.09	倾 斜 长 壁	全陷	35.1		
170		五家二井四区走向线	2.70	14	132/154	332/99	0.59	走 向 长 壁	全陷	42.4		
171		倾斜Ⅰ线	2.70	14	132/154	332/99	0.59	走 向 长 壁	全陷	42.4		
172		倾斜Ⅱ线	2.70	14	132/154	332/99	0.59	走 向 长 壁	全陷	42.4		
173		红庙二井二区 5-1 层北一片走向线	1.90	17	210/254	640/125	1.3	高 档 普 采	全陷	7.0		
174		倾向Ⅰ线	1.90	17	210/254	640/125	1.3	高 档 普 采	全陷	7.0		
175		倾斜Ⅱ线	1.90	17	210/254	640/125	1.3	高 档 普 采	全陷	7.0		
176		红高二井二区 5-1 层北二片走向线	3.00	20	235/310	800/175	2.0	综 采	全陷	7.0		
177		倾向Ⅰ线	3.00	20	235/310	800/175	2.0	综 采	全陷	7.0		
178		倾斜Ⅱ线	3.00	20	235/310	800/175	2.0	综 采	全陷	7.0		

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	上覆岩层厚度及性质			角 量 参 数						
			石灰岩 (m)	砂质 页岩 (m)	平均单向抗 压强度 (MPa)	边 界 角				移 动 角		
						β_0 (°)	γ_0 (°)	δ_0 (°)	ϕ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)
167	平庄 (侏罗纪)	元宝山三井十三层走向Ⅰ线			30			58	43.2			79
168		走向Ⅱ线			30			58	43.2			79
169		倾斜线			30	66	72.5		43.2	75	82	
170		五家二井四区走向线			30			65				83.3
171		倾斜Ⅰ线			30	57.8				67.8	54.8	
172		倾斜Ⅱ线			30	55.0	49.5			63.5	77.0	
173		红庙二井二区 5-1 层北一片走向线			30			62.5				82.5
174		倾向Ⅰ线			30	52				70		
175		倾斜Ⅱ线			30	50				69		
176		红高二井二区 5-1 层层北二片走向线			30			61				72
177		倾向Ⅰ线			30	50				58		
178		倾斜Ⅱ线			30	52				63		

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ (°)	q	B	$\text{tg } \beta$	S_1 (m)	S_2 (m)	S_3 (m)	S_4 (m)
			ϕ_1 (°)	ϕ_2 (°)	ϕ_3 (°)								
167	平 庄 (侏 罗 纪)	元宝山三井十三层 走向Ⅰ线	60	62.5	44	87.3	0.6	0.3	2.3	-10		-32	0.2
168		走向Ⅱ线					0.5	0.36	2.2			-32	11.6
169		倾斜线					0.57						
170		五家二井四区走向线											
171		倾斜Ⅰ线											
172		倾斜Ⅱ线											
173		红庙二井二区 5-1 层 北一片走向线					0.35	0.3				90	
174		倾向Ⅰ线					0.35	0.48					
175		倾向Ⅱ线					0.36	0.48					
176		红高二井二区 5-1 层 层北二片走向线					0.36	0.22				53	
177		倾向Ⅰ线					0.3	0.5					
178		倾斜Ⅱ线					0.35	0.49					

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
167	平 庄 (侏 罗 纪)	元宝山三井十三层	7.36	483	365	1986.6~1988.3	电算
168		走向Ⅰ线	3.76	483	365	1986.6~1988.3	电算
169		走向Ⅱ线					
170		倾斜线					
171		五家二井四区走向线					
172		倾向Ⅰ线					
173		倾斜Ⅱ线					
174		红庙二井二区 5-1 层 北一片走向线					
175		倾向Ⅰ线					
176		倾向Ⅱ线					
177		红高二井二区 5-1 层 层北二片走向线					
178		倾向Ⅰ线					

续表

序号	矿区 (地质时代)	观 测 站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸 走向/倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤方法	顶板管 理方法	松散 层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
179	淮北 (石炭二叠纪)	袁庄 3111	2.0	16	315/338	645/56~100	30	炮 采	全陷	20	51	106
180		杨庄 641	2.4	14	95/137	360/170	30	炮 采	全陷	69		
181		朔里 N311	2.4	4	88/108	300/140	50	综 采	全陷	60	20	3
182		百善 675	2.1	5	202/215	500/175	30	炮 采	全陷	145	22	7.5
183		石台子 332	1.9	5	67/75	150/101	36	炮 采	全陷	49	7	
184		张庄 3131	2.7	15	79/112	650/120	42	炮 采	全陷	48	4	
185		刘桥 421	1.7	30	176/226	400/102	24.6	炮 采	全陷	120	56	6
186	潞安 (二叠纪)	五阳 7305(顶)	30	8	198/227	770/180	76	综 采	全陷	22		
187		五阳 7305(底)	3.8	8	198/227	740/166	97	综 采	全陷	22		

续表

序号	矿区 (地质时代)	观 测 站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数										
			石灰岩 (m)	砂质页岩 (m)	平均单向抗压强度 (MPa)	厚度>10m 的砂岩、石灰岩		边界角				移动角				裂缝角		
						位置	厚度 (m)	β_o (°)	γ_o (°)	δ_o (°)	ϕ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)	λ (°)	β'' (°)	γ'' (°)	δ'' (°)
179	淮北	袁庄 3111	130			5	70								46.5	76	78	60
180	(石炭	杨庄 641	29									64	80	77	46.5	74	78	68
181	二叠	朔里 N311		40		3	20					68.6	66	83	46.5			
182	纪)	百善 675													46.5			
183		石台子 332										82.6	79	69	46.5	80	65	64
184		张庄 3131	32									70.9		86.6	46.5	69	72	
185		刘桥 421		40		6	56	45	52	48	44		67.1		46.5	66	69	78
186	潞 安 (二 叠 纪)	五阳 7305(顶)		5.2				64	68	67	45	68	68	84		73	80	81
187		五阳 7305(底)						59	82	62	45	70	70	86		73	80	87

续表

序号	矿区 (地 层 时 代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ ($^{\circ}$)	q	B	$\text{tg } \beta$	S_1 (m)	S_2 (m)	S_3 (m)	S_4 (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
179	淮北 (石 炭 二 叠 纪)	袁庄 3111				94	0.8	0.31	1.8				
180		杨庄 641	55	62	53	87.8	1.18	0.36	1.6	-3.7	-18	-18.0	-5.0
181		朔里 N311	65	68	57	88	1.1		1.7	-12			
182		百善 675			58	90	1.29	0.24	2.17	-18	-14	14	18
183		石台子 332	61	58	55	86	1.2	0.32	1.5	-9	-8	-6	
184		张庄 3131			65	87.5	1.1	0.34	1.9		-13		
185		刘桥 421				81	0.96	0.4	1.45	-2.0	-21		
186	潞安 (二 叠 纪)	五阳 7305(顶)				82	0.72	0.26	2.5	34	30		
187		五阳 7305(底)				82	1.0	0.33	0.33	25	22		

续表

序号	矿区 (地层 时代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
179	淮北 (石炭 二叠 纪)	袁庄 3111	5	433	320	1982.10~1986.7	1. 概率积分参数用北京开采所 PC-1500 程序计 算; 2. 边界角用综合法求取, $\phi_0=40.4^{\circ}$ $\delta_0=\gamma_0=68.7^{\circ}$, $\beta_0=68.7-0.64\alpha$
180		杨庄 641	40	274	142	1978.8~1979.12	
181		朔里 N311		260	67	1982.7~1983.6	
182		百善 675	14	510	318	1982.8~1985.5	
183		石台子 332	45	132	74	1983.10~1984.12	
184		张庄 3131	100	200	126	1983.10~1984.12	
185		刘桥 421		400	176		
186	潞安 (二 叠 纪)		61		107	1987.2~1990.4	电算
187			111		87	1987.2~1990.4	电算

续 表

序号	矿区 (地 层时 代)	观 测 站	采 矿 要 素							上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸走向 /倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤方 法	顶板 管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
188	兖 州 (石 炭 二 叠 纪)	兴隆矿 5306	7.8	4	391/433	160/400	61	综放 (走向)	全部 陷落	183		
189		兴隆矿 4314	8.2	4.3	319/331	1580/160	60~134	综放 (走向)	全部 陷落	197		
190		杨村矿三采区 16 上	1.25	6	250/320	560/480	58	倾斜长 壁炮采	全部 陷落	196		
191		北宿矿六采区 16 上	0.92	6.5	260/350	440/1300	60	走向长 壁双对 拉炮采	全部 陷落	55		
192		鲍店矿 1308	8.5	4	40/455	154/1270	110	综放 (倾斜)	全部 陷落	194		
193		南屯矿 33 上 03-1	2.9	3.5	284	154/1723	150	综采 (倾斜)	全部 全落	112		

续表

序号	矿区 (地 层 时 代)	观 测 站	上覆岩层厚度及性质					角 量 参 数														
			石灰岩 (m)	砂质页 岩 (m)	平均单向 抗压强度 (MPa)	厚度>10m 的 砂岩、石灰岩		边界角				移动角				裂缝角						
						位置	厚度 (m)	β_0 (°)	γ_0 (°)	δ_0 (°)	ϕ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)	λ (°)	β'' (°)	γ'' (°)	δ'' (°)				
188	兖 州 (石 炭 二 叠 纪)	兴隆矿 5306	5.4		23.1			49.7				70.6				78						
189		兴隆矿 4314			13.0			51.7				59				69.2			72.1	76.4		
190		杨村矿三采区 16 上			7.0			50.6				58.2				65.4			71			
181		北宿矿六采区 16 上			24.5			59				60										
182		鲍店矿 1308			22.0			65				70				68			73.5	72	65.5	
183		南屯矿 33 上 03-1			17.2											57				69.2		67

续表

序号	矿区 (地 层 时 代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ ($^{\circ}$)	q	B	tg β	S ₁ (m)	S ₂ (m)	S ₃ (m)	S ₄ (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
188	兖 州 (石 炭 二 叠 纪)	兴隆矿 5306	54.6	59.6	46	82.5	0.807	0.275	2.1	0.062H	0.062H	0.062H	0.062H
189		兴隆矿 4314				85.1	0.843	0.23	2.34				
190		杨村矿三采区 16 上				85.8	1.0	0.4	1.8			0.03H	
191		北宿矿六采区 16 上				89	0.8	0.33	1.8			0.11H ₀	0
192		鲍店矿 1308				86	0.83	0.24	2.53			55	45
193		南屯矿 33 上 03-1				89	0.78	0.28	1.65			27.5	27.7

续表

序号	矿区 (地 层 时 代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
188	兖 州 (石 炭 二 叠 纪)	兴隆矿 5306	116	344	299		电算
189		兴隆矿 4314	218				电算
190		杨村矿三采区 16 上	20.2				电算
191		北宿矿六采区 16 上	7.2				电算
192		鲍店矿 1308	102				电算
193		南屯矿 33 上 03-1	29.7				电算

序号	矿区(地层时代)	观 测 站	采 矿 要 素							续表 上覆岩层 厚度及性质		
			采厚 (m)	倾角 (°)	采深上山/ 下山 (m)	工作面尺寸 走向/倾斜 (m)	推进速度 (m/月)	采煤 方法	顶板 管理 方法	松散层 (m)	砂岩 (m)	页岩 (m)
194	澄 合 矿 区 (石炭 二叠纪)	CD1250	2.19	7	285/301	520/125	42	炮	全陷	106.3		
195		CR22508	1.93	8	206/201	575/105		炮	全陷	26.2		
196		CQ5316	2.10	6	139/165.8	256/236		炮	全陷	8~147		
197		CQ5208	2.15		240	573/282		高档	全陷	110.0		
198		CQ5118	2.10	2-10	230/256	465/100		高档	全陷	120.0		
199		CW11501	5.70	2	210/239	158/158		综采	全陷	175.5		

续表																	
序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	上覆岩层厚度及性质				角 量 参 数										
			砂质 页岩 (m)	平均单向 抗压强度 (MPa)	厚度>10m的 砂岩、石灰岩		边界角				移动角				裂缝角		
							β o (°)	γ o (°)	δ o (°)	φ (°)	β (°)	γ (°)	δ (°)	λ (°)	β '' (°)	γ '' (°)	δ '' (°)
					位 置	厚度 (m)											
194	澄合 矿区 (石炭 二叠 纪)	CD1250					60	64	64	42	72	70	77.5		73	74	82
195		CR22508					74	75			75.6	74			76	77	
196		CQ5316					69.5					74	77.5			78	80
197		CQ5208						66					72				74
198		CQ5118					54		61		72				78		77
199		CW11501					59.9				63.0				69.1		

续表

序号	矿区 (地 层 时 代)	观 测 站	角量参数				概率积分法参数						
			充分采动角			最大下 沉角 θ ($^{\circ}$)	q	B	$\text{tg } \beta$	S_1 (m)	S_2 (m)	S_3 (m)	S_4 (m)
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)								
194	澄 合 矿 区 (石 炭 二 叠 纪)	CD1250			56	86	0.75	0.35	2.10	40	40	5	7
195		CR22508				88	0.73	0.36	2.50	24	24	36	26
196		CQ5316			69		0.60	0.26	2.10	-4	-4	-4	-4
197		CQ5208											
198		CQ5118				87	0.70	0.36	3.00	5	5	5	5
199		CW11501	70.0				0.90	0.27	2.00	24	24	24	24

续表

序号	矿区 (地 层 时 代)	观 测 站	最大下 沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
194	澄 合 矿 区 (石 炭 二 叠 纪)	CD1250		360	270	1987.4~1989.4	
195		CR22508				1985.11~1987.9	
196		CQ5316				1985.7~1988.1	
197		CQ5208				1982.9~1984.10	
198		CQ5118				1991.3~1993.12	
199		CW11501				1992.4~1994.7	

续表

序号	矿区 (地 层 时 代)	观 测 站	充分采动角			最大下 沉角 θ ($^{\circ}$)	q	b	$\text{tg } \beta$	S_1 (m)	S_2 (m)	S_3 (m)	S_4 (m)	
			ϕ_1 ($^{\circ}$)	ϕ_2 ($^{\circ}$)	ϕ_3 ($^{\circ}$)									
200	西山 (石 炭 三 叠 纪)	西曲矿 12208	52	58	54	76	0.78	0.26	2.20	-20	-17	-10	-23	
201		西曲矿 12209	52			61	86	0.78	0.26	2.0	-20	-10	-10	-23
202		西曲矿 22101	57				87	0.79	0.33	2.40	-8	-22	-25	-22
204		西曲矿 22108			0.80			0.33	2.20	-24	-30	-24	-23	
205		官地矿 42203			0.80			0.30	2.20	-22	-22	-22	-23	
205		镇城底矿 12101			0.85			0.28	2.00	-20	-20	-20	-20	
206		镇城底矿 12105	0.80		0.33	2.20		0	-20	-16	-22			
207		西铭矿 32814	87		0.50	0.25	2.50	-27	-24	50	-10			
208		西铭矿 32903			0.80	0.30	2.20	-14	-14	-14	-17			

续表

序号	矿区 (地层时代)	观 测 站	最大下沉速度 (mm/d)	移动延续时间 (年、月)		观测起止时间 (年、月)	备 注
				总时间 (d)	活跃期 (d)		
200	西山 (石炭 三叠 纪)	西曲矿 12208	193.1	140	68	1988.6~1992.4	电算
201		西曲矿 12209				1989.5~1990.7	
202		西曲矿 22101				1990.5~ 1991.4	
204		西曲矿 22108				1991.8~1993.7	
205		官地矿 42203				1989.4~1990.7	
205		镇城底矿 12101				1989.7~1990.9	
206		镇城底矿 12105				1990.5~1991.2	
207		西铭矿 32814				1989.8~1991.11	
208		西铭矿 32903				1992.7~1993.8	

附表—2 部分矿区地表移动实测参数（据全矿区资料综合分析）

矿区	地质、开采技术条件	松散层移动角	边 界 角
峰峰	石炭二叠系，主要为砂岩、页岩、砂质页岩、薄层灰岩互层。松散层厚 0~30m，为砂质粘土。上四层煤总厚 8~9m，倾角 8°~30°，采深 90~460m，走向长壁全部陷落法开采。	$\phi = 56^{\circ}$	$\delta_0 = 56^{\circ}$ $\beta_0 = 56^{\circ} \sim 0.3\alpha$ $\gamma_0 = 58^{\circ}$
抚顺	新生代第三系，为油母页岩、泥岩、页岩。主采煤层平均厚 50m，倾角 20°~50°，采深 350~550m。采区走向长 320m，倾斜长 60~100m，用倾斜分层上行 V 型长壁水砂充填法开采。充填材料为废油母页岩	$\phi = 45^{\circ}$	$\delta_0 = 54^{\circ}$ $\beta_0 = 53^{\circ} - 0.27\alpha$ ($14^{\circ} \leq \alpha \leq 47^{\circ}$) $\gamma_0 = 58^{\circ}$
阜新	晚侏罗系，以页岩、砂质页岩、砂岩为主，坚固性系数 f=1~5。可采煤层总厚 22m，倾角 10°~31°，采深 50~350m，用走向长壁全部陷落法、刀柱法、水砂充填法和带法开采	$\phi = 40^{\circ}$ （砂质粘土、含水较丰富） $\phi = 50^{\circ}$ （砂质粘土含水一般）	$\delta_0 = 64^{\circ}$ ($69 \leq H \leq 475m$) $\beta_0 = 61^{\circ}$ ($\alpha < 10^{\circ}$) $\beta_0 = 65^{\circ} - 0.7\alpha$ ($\alpha > 10^{\circ}$) $\gamma_0 = 63^{\circ}$ ($10^{\circ} < \alpha < 31^{\circ}$)

续表

矿区	移 动 角	裂 缝 角	最大下沉角	开采影响传播角	边 界 角
峰峰	$\delta = 74^{\circ}$ $\gamma = 63^{\circ} + \alpha$ $\beta = 70^{\circ} - 0.6\alpha$		$\theta = 90^{\circ} - 0.6\alpha$	$\theta = 90^{\circ} - 0.8\alpha$ (50 < H ₀ < 300 m) $\theta = 90^{\circ} - 0.97\alpha$ (300 < H ₀ < 300)	$\phi_3 = 58^{\circ}$ $\phi_1 = 64^{\circ} \sim 0.55\alpha$ $\phi_2 = 55^{\circ} + 0.4\alpha$
抚顺	$\delta = 70^{\circ}$ $\gamma_0 = 64^{\circ}$ $\beta = 70^{\circ} \sim 0.6\alpha$ (西部) $\beta = 70^{\circ} \sim 0.6\alpha$ (东部) $\gamma = 63^{\circ} + 0.1\alpha$ ($20^{\circ} \leq \alpha \leq 40^{\circ}$)	$\delta'' = 78^{\circ}$ $\beta'' = 72^{\circ} - 0.44\alpha$ ($14^{\circ} \leq \alpha \leq 47^{\circ}$)	$\theta = 90^{\circ} - 0.8\alpha$ (西部) ($15^{\circ} \leq \alpha \leq 32^{\circ}$) $\theta = 97^{\circ} - 0.8\alpha$ (东部) ($24^{\circ} \leq \alpha \leq 47^{\circ}$)		$\phi_3 = 63^{\circ}$ $\phi_1 = 57^{\circ}$ $\phi_2 = 80^{\circ}$
阜新	$\delta = 72^{\circ}$ (56 < H ≤ 119m) $\beta = 73^{\circ}$ ($\alpha < 9^{\circ}$) $\beta = 79.6^{\circ} - 0.7\alpha$ ($10^{\circ} \leq \alpha \leq 31^{\circ}$) $\gamma = 76^{\circ}$ ($\alpha \leq 10^{\circ}$)	$\beta'' = 91.4^{\circ} - 0.9\alpha$	$\theta = 90^{\circ} - 0.9\alpha$	$\theta = 90^{\circ} - 0.83\alpha$	$\phi_3 = 55^{\circ}$ $\phi_1 = 49^{\circ} + 1.1\alpha$ $\phi_2 = 60^{\circ} - 1.1\alpha$

续表

矿区	下沉系数（初采、重采）	水平移动系数	主要影响角正切	拐点片距
峰峰	$q=0.78$ （初采） $q=0.88$ （厚煤层分层重复采动） $q=0.94$ （近距煤层重复采动）	$b=0.25$		
抚顺		$b=0.314$		
阜新	走向长壁全陷法 ($50 < H_0 < 350\text{m}$) $q=0.8$ ($H_0 < 50\text{m}$) $q=0.66$ 刀柱采煤法 $q=0.38$ 水砂充填法 $q=0.18$ 冒落条带法 $q=0.38$ 重复开采（活化系数）： $56 \leq H_0 \leq 241$ $q_1=0.22$ （一次重采） $q_2=0.09$ （二次重采） $q_3=0.03$ （三次重采） $360 \leq H_0 \leq 550$ $q_1=0.19$ （一次重采） $q_2=0.06$ （二次重采） $q_3=0.06$ （三次重采）	$b=0.25$ ($H \leq 100$) $b=0.18$ ($H > 100$)	$\text{tg } \beta = 1.2$ ($H \leq 50\text{m}$) $\text{tg } \beta = 1.7$ ($50 < H \leq 100\text{m}$) $\text{tg } \beta = 2.6$ ($100 < H \leq 300\text{m}$) $\text{tg } \beta = 2.74 \sim 3.6$ ($360 < H \leq 550\text{m}$) $\text{tg } \beta = 2.48 + 0.325n$ (重采, n 为重采系数)	$\delta = 0.14H$ ($H \leq 50\text{m}$) $\delta = 0.3H$ ($50 < H \leq 100\text{m}$)

续 表

矿区	地质、开采技术条件	松散层移动角	边界角
淮南	二叠系，以页岩、砂质页岩为主，第四系厚 18~128m，中部、东部以粘土、亚粘土为主，西部以砂质粘土、砂、泥灰岩为主。倾斜、缓倾斜煤层用倾斜分层人工假顶全部陷落法和单一长壁全部陷落法开采；急倾斜煤层用平板型掩护支架、伪倾斜柔性掩护支架、水平分层、倒台阶采煤法、全部陷落法管理顶板	$\phi = 41^\circ$	$\delta_0 = 49^\circ$ $\beta_0 = 49^\circ - 15^\circ \sin \alpha$ $\gamma_0 = 54^\circ$ $\lambda_0 = 40^\circ$
鸡西	侏罗系，主要为砂岩、砂质页岩、页岩、坚固性系数 $f=3 \sim 10$ 。第四系厚 2~10m，煤层厚度 0.7~2.4m，倾角 $3^\circ \sim 24^\circ$ ，采深 23~456m，用走向长壁全部陷落法开采，少部分用长壁带状充填法开采		$\delta_0 = 63^\circ$ $\beta_0 = 59^\circ$ $\gamma_0 = 60.5^\circ$

续 表

矿区	移动角	裂缝角	最大下沉角	开采影响传播角	充分采动角
淮南	$\delta = 66^\circ$ $\gamma = 70^\circ \quad (\alpha < 55^\circ)$ $\beta = 66 - 22^\circ \sin \alpha$ $(0 < \alpha < 90^\circ)$ $\lambda = 55^\circ - e^{0.16 \alpha - 12}$ $(55^\circ < \alpha < 90^\circ)$		$\theta = 90^\circ - 0.6\alpha$ $(\alpha \leq 55^\circ)$ $\theta = 1.42\alpha - 18^\circ$ $55^\circ \leq \alpha \leq 76^\circ$ $\theta = \arctg \frac{2H_0}{D_{IS}}$ $(\alpha > 76^\circ)$		
鸡西	$\delta = 73.5^\circ$ $\beta = 66^\circ$ $\gamma = 70.8^\circ$	$\gamma'' = 83^\circ$ $\beta'' = 80^\circ$	$\theta = 90^\circ - 0.64\alpha$ (初次采东) $\theta = 98^\circ - 0.075\alpha$ (重复采动)		

续 表

矿区	下沉系数 (初采、重采)	水平移动系数	主要影响角正切	
淮南	$q = 0.6 + 0.12 \ln n$ (不包括急倾斜煤层) n-回采分层数	$b = 0.25 + 0.0043\alpha$ $(15^\circ < \alpha < 50^\circ)$	$\tg \beta = 1.97 - 1.72 \frac{\alpha}{H_0}$	$S = 0.1H$ (不包括急倾斜煤层)
鸡西	全陷初采 $q = 1.21 - 0.09 \ln H$ $(32 \leq H \leq 365)$ 全陷重采 $q = 0.75 \sim 0.80$	$b = 0.25 \sim 0.30$ $(\leq H \leq 200)$ $b = 0.20 \sim 0.25$ $(80 \leq H \leq 200)$ $b = 0.15 \sim 0.20$ $(40 \leq H \leq 200)$	$\tg \beta = 0.518 + 0.268 \ln H$ $(35 \leq H \leq 365)$	$S_1 = (0.2 \sim 0.35) H_1$ $S_2 = (0.12 \sim 0.28) H_2$ $S_3 = 0.20 H_0$ $S_4 = (0.22 \sim 0.35) H_0$

续 表

矿区	地质、开采技术条件	松散层移动角	边 界 角
阳泉	石炭二叠系,主要为砂岩、砂质页岩,综合平均坚固性系数f=7.6。可采煤层总厚约10m,倾角3°~6°,局部10°~15°。主要地貌为山地,山势陡峭,覆盖层很薄。采深50~450m,用走向长壁全部陷落法开采	$\phi=55^{\circ}$ (黄土层) $\phi=45^{\circ}$ (风化坡积物) $\phi=35^{\circ}$ (含水坡积物)	$\beta_0=\delta_0=\beta_0=\gamma_0=65^{\circ}$ (按下沉10mm确定) $\delta_0=\beta_0=\gamma_0=50^{\circ}$ (按下沉10mm确定)
枣庄	二叠系,以页岩、砂质页岩、薄层灰岩为主。可采6层,总厚10~11m,倾角0°~30°,大部分地区为8°~15°,采深36~300m。用走向长壁全部陷落法开采	$\phi=45^{\circ}$	$\delta_0=\gamma_0=63^{\circ}$ $\beta_0=70^{\circ}-0.7\alpha$
平顶山	石炭二叠系,为钙质页岩、页岩、砂质页岩及砂岩互层。第四系厚10~260m,为残积、坡积、洪积物。可采10层,总厚约15m,倾角5°~50°,一般8°~12°,采深67~650m。用走向长壁全部陷落开采	$\phi=45^{\circ}$ (h: $H_0 \geq 50\%$) $\phi=50^{\circ}$ (h: $H_0 < 50\%$)	$\delta_0=54^{\circ}$ $\beta_0=59-0.5\alpha$ $\gamma_0=60^{\circ}$

续 表

矿区	移动角	裂缝角	最大下沉角	开采影响传播角	充分采动角
阳泉	$\delta=\beta=\gamma=72^{\circ}$ (煤层及地表倾角小于5°) $\delta=\gamma=72^{\circ}$ $\beta=72^{\circ}-0.5\alpha$ 煤层倾角大于5°)	$\delta''=\beta''=\gamma=78^{\circ}$	$\theta=90^{\circ}-0.6\alpha$		$\phi_1=\phi_2=\phi_3=55^{\circ}$ ($\alpha < 5^{\circ}$) $\phi_1=58^{\circ}$ $\phi_2=53^{\circ}$ $\phi_3=55^{\circ}$ ($\alpha > 5^{\circ}$)
枣庄	$\delta=\gamma=76^{\circ}$ $\beta=87^{\circ}-\alpha$		$\theta=90^{\circ}-0.6\alpha$		$\phi_1=59.9^{\circ}-0.5\alpha$ $\phi_2=59.3^{\circ}+0.43\alpha$
平顶山	$\delta=68^{\circ}$ $\gamma=70^{\circ}$ $\beta=70^{\circ}-0.65\alpha$		1. 基岩 $\theta_{\text{岩}}=90^{\circ}-0.75\alpha$ 2. 综合 $\theta = \arctg\left(\frac{H_0}{H_{\text{岩}}} \lg \theta_{\text{岩}}\right)$ $H_{\text{岩}}$ -基岩厚 (m)	$\theta = \arctg\left(\frac{H_0}{H_{\text{岩}}} \lg \theta_{\text{岩}}\right)$	$\phi_1=60.5^{\circ}-0.87\alpha$ $\phi_2=57.5^{\circ}+0.34\alpha$

续表

矿区	下沉系数（初采、重采）	水平移动系数	主要影响角正切	拐点偏距
阳泉	q=0.83（反坡、山地） q=0.70（正坡、平地） q ₁ =1.1q（一次重采） q ₂ =1.15q（一次重采）	b=0.22	tg β =2.1（初采） tg β =2.5（重采）	S=（0.2±0.02）H （50≤H<100m） S=（0.12±0.03H） （100≤H≤300m）
枣庄	q=0.75	b=0.21		
平顶山	$q=1.06e^{-\frac{0.479H_0}{D_1}}$ D ₁ —工作面斜长（m）			

续表

矿区	地质、开采技术条件	松散层移动角	边界角
本溪	石炭二叠系和侏罗系，以砂岩、页岩、砂页岩为主，坚固性系数 f=3～6，，采深 48～668m，倾角 5° ～29° ，用走向长壁全陷法开采。		$\delta_0=69.5^\circ$ $\beta_0=62.2^\circ$ } 初采
双鸭山	含煤地层为中生界侏罗系的城子河组及穆棱组，其上为白垩系、第三系玄武岩（局部）及第四系冲积层。煤层直接顶和老顶由粉砂岩、细砂岩、中砂岩组成，属中硬岩层、煤层倾角为 5～20° ，采厚 1～2.1m，采深 45～250m 冒落法管理顶板，少数采用带状充填法。		$\delta_0=61^\circ$ （H<100m） $\delta_0=67^\circ$ （H>100m） $\beta_0=65^\circ-0.7\alpha$ $\gamma_0=65^\circ$
淮北（包括部分皖北矿区）	冲积层为第四纪，第三纪，厚 30～300m，煤系地层为石炭二叠纪，以砂岩、泥岩为主，硬度为中等，可采煤层 1～5 层，煤厚 1～14m，单层厚大多在 2～4m，采深 60～700m，以炮采为主，少数为综采	$\phi=40^\circ$ （h<100m） $\phi=42^\circ$ （h>100m，m≥2.5m） $\phi=45^\circ$ （h>100m，m<2.5m）	$\delta_0=\gamma_0=69^\circ$ $\beta_0=69^\circ-0.7\alpha$ $\gamma_0=40^\circ$

续表

矿区	移动角	裂缝角	最大下沉角	开采影响传播角	充分采动角
本溪	$\beta = 73^\circ$ （初采）			$\theta = 11.2^\circ - 1.95\alpha$	
双鸭山	$\delta = \gamma = 70^\circ$ $\beta = 70^\circ - 0.25\alpha$ $\gamma = 70^\circ$	$\gamma'' = 83^\circ$ $\beta'' = 89^\circ - 0.14 \frac{H}{m}$	$\theta = 90^\circ - 0.64\alpha$	$\theta = 90^\circ - 0.64\alpha$	$\phi_3 = 42^\circ$ $\phi_2 = 55^\circ$ $\phi_1 = 53^\circ$
淮北	$\delta = \gamma = 73.0^\circ$ $\gamma = 73.3^\circ$ $\beta = 73^\circ - 0.57\alpha$	$\gamma'' = 67^\circ$ $\delta'' = \gamma'' = 78^\circ$ $\beta'' = 78^\circ - 0.4\alpha$		$\theta_{重} = 94.09 - 0.89\alpha$ 重采与初采相同	$\phi_1 = \phi_2 = \phi_3 = 60^\circ$

续表

矿区	下沉系数	水平移动角	主要影响角正切	拐点偏距
本溪	$q = 1.2 - 0.11Q$ (Q-上覆岩层砂岩所占百分数) $q_1 = 0.05$ （一次重采）	$b = 2.043 + 0.57 \ln Q$ (Q 为砂岩所占百分数)	$\tan \beta = 2.0$ （初采） $\tan \beta = 2.6$ （重采）	$S = 0.103H$ （初采） $S = 0.122H$ （重采，边界未对齐）
双鸭山	$q = 0.66$ （中硬） $q = 0.50$ （有玄武岩时） $q = 0.72$ （中硬偏软）	$b = 0.02\alpha + 0.04$ ($\alpha = 6 \sim 15^\circ$) ($\alpha = 6 \sim 15^\circ$) (安邦河区, 扁食河区) $b = 0.39$ （七星河西、厚冲积层时）	$\tan \beta = 1.56 + 0.005H$ （中硬） $\tan \beta = 0.93 + 0.005H$ （中硬偏软）	$S_3 = S_4 = -0.19H_0$ $S_1 = -0.13 H_0$ $S_2 = -0.17 H_0$
淮北	$q = 0.5905 + 0.117 \frac{D_0}{H_0} + 0.5198 \frac{H}{H_0}$ $-0.0001 H_{基} \pm 0.104$ $q_1 = 0.18$ （一次重采）	$b = 0.2801 + 0.0037\alpha$ 或 $b = 0.225 + 0.2116 \frac{h}{H_0}$ $b_{重} = b_{初}$	$\tan \beta = 1.593 + 0.1754 \frac{h}{H}$ $+0.004H - 0.0088\alpha \pm 0.28$ 重采 $\tan \beta$ 较初采增加 0.25	$S_2 = \left(-0.1949 - 0.2341Lg \frac{D_0}{H_0} + 0.11 \frac{h}{H_2} \right) H_2$ $S_1 = \left(-0.1531 - 0.088Lg \frac{D_0}{H_0} + 0.1255 \frac{h}{H_1} \right) H_1$

续 表

矿区	地质、开采技术条件	松散层移动角	边界角
大雁	煤系地层属侏罗系上统; 上覆第四系松散沉积物, 厚度为 10~30m, 煤层倾角 13~25°, 采深 50~200m, 岩性为软岩, 开采方法走向长壁全部垮落法	$\phi = 38^\circ$	$\beta_0 = 43^\circ$ $\gamma_0 = 24^\circ$
铜川	煤系地层为石炭二叠系, 上覆岩层主要为砂岩、泥岩、砂质泥岩、松散层为第四纪黄土, 厚度为 0~200m, 全向长壁全部垮落法开采	$\phi = 64^\circ$	$\delta_0 = 69^\circ$ $\gamma_0 = 80^\circ$
乌鲁木齐	侏罗系, 主要为砂岩、砂质页岩、泥岩。第四系厚 20~30m, 可采煤层 33 层, 总厚 130~170m, 倾角为 60~88°, 采深 70~200m, 仓储式采煤法		
开滦	煤系地层为石炭二叠系, 上覆岩层主要为砂岩、砂质页岩、页岩及泥岩。第四系松散层厚 15~250m 不等, 部分含水丰富。可采煤层 5~7 层, 有薄、中厚及厚煤层, 煤层倾角 10~20°, 局部为急倾斜及倒转	黄土, 粘土为主 $\phi = 45^\circ$ 以含水砂层为主 $\phi = 35^\circ$ 以流砂层为主 $\phi = 30^\circ$	$\gamma_0 = 46^\circ + 0.5 (H-50)$ ($30^\circ \leq \gamma_0 \leq 55^\circ$) $\beta_0 = 40^\circ - 0.6 (\alpha - 40^\circ)$ ($28^\circ \leq \beta_0 \leq 55^\circ$) $\delta_0 = 55^\circ$

续表

矿区	移动角	裂隙角	最大下沉角	开采影响传播角	充分采动角
大雁	$\delta = 63^\circ$ $\gamma = 58^\circ$ $\beta = 60^\circ$		$\theta = 82^\circ$	$\theta_0 = 83^\circ$	$\phi_1 = 51^\circ$ $\phi_2 = 59^\circ$ $\phi_3 = 48^\circ$
铜川	$\delta = 63^\circ$ $\gamma = 84^\circ$		$\theta = 90^\circ - 0.6\alpha$		
乌鲁木齐	顶板 35° 底板 65° 走向 70°				
开滦	$\gamma = 55^\circ + 0.5 (H-50)$ ($35^\circ \leq \gamma \leq 72^\circ$) $\beta = 72^\circ - 0.67\alpha$ ($30^\circ \leq \beta \leq 72^\circ$) $\delta = 70^\circ$	$\beta' = 74^\circ - 0.59\alpha$ ($35^\circ \leq \beta \leq 74^\circ$)	$\theta = 90^\circ - 0.6\alpha$ ($\alpha \leq 55^\circ$) $\theta = 57^\circ - 0.8 (\alpha - 55^\circ)$ ($\alpha > 55^\circ$)		

续 表

矿区	下沉系数(初采、重采)	水平移动系数	主要影响角正切	拐点偏距
大雁				
铜川	$q = \frac{H \pm 0.765H_{\text{岩}}}{H_0}$			
乌鲁木齐				
开滦	缓倾斜 q=0.74 急倾斜 q=0.11	缓倾斜 b=0.34 急倾斜 b=0.96	上山:tgβ=1.8~2.0 下山:tgβ=1.4~1.6	

续表

矿区	地质、开采技术条件	松散层移动角	边界角
萍乡、高安	上三叠安源煤系,主要为砂岩、粉砂岩、东部上覆第三系红色砂砾层,底部为茅口灰岩含水层,可采煤层5层,总厚度10m左右	$\phi = 55^\circ$ $\phi_{\psi} = 55^\circ$	$\gamma_{\sigma} = 46^\circ$ $\beta_{\sigma} = 60^\circ - 0.6\alpha$ $\delta_{\sigma} = 60^\circ$
英岗岭	二叠纪乐平煤系,主要为砂岩、泥岩互层.松散层0~8m,为第四纪红土,开采煤层6号煤,平均厚度1.6m,倾角9°,采深287~303m		$\beta_{\sigma} = 68^\circ$ $\delta_{\sigma} = 60^\circ$
盘江	三叠系,主要为砂岩、泥岩.煤层倾角10°.主要地貌为山地.采深129~290m,用走向长壁全部垮落法开采,煤层厚度2~6m,,倾角2°~10°		$\gamma_{\sigma} = 54^\circ$ $\beta_{\sigma} = 63.5^\circ$ $\delta_{\sigma} = 59.5^\circ$

续表

矿 区	移动角	裂缝角	最大下沉角	开采影响传播角	充分采动角
萍乡、高安	$\delta = \gamma = 74^{\circ}$ $\beta = 74^{\circ} - 0.8\alpha$ ($20^{\circ} \leq \alpha \leq 40^{\circ}$) $\beta = 74^{\circ} - \alpha$ ($\alpha < 20^{\circ}$)	$\delta'' = 75^{\circ}$ $\beta'' = 42^{\circ}$ $\gamma'' = 53^{\circ}$	$\theta = 90^{\circ} - 0.95\alpha$		
英岗岭	$\beta = 70^{\circ} 20'$ $\delta = 73^{\circ}$	$\beta'' = 80^{\circ}$	$\theta = 89^{\circ}$		
盘江	$\delta = 65.5^{\circ}$ $\beta = 67.5^{\circ}$ $\gamma = 59.5^{\circ}$		$\theta = 80^{\circ}$		

续表

矿 区	下沉系数(初采、重采)	水平移动系数	主要影响角正切	拐点偏距
萍乡、高安	$q=0.64$ $q=0.48$ (上覆岩层有第三系红色砂砾层 80m) $q=1.1$	$b=0.3$		
英岗岭	$q=0.633$	$b=0.254$		
盘江				

续 表

矿 区	地质、开采技术条件	松散层移动角	边界角
澄合	石炭二叠纪煤田,松散层为黄土,基岩为砂岩、粉砂岩、砂质泥岩和泥岩互层缓斜煤层,走向长壁全部垮落法开采 煤层 2.6m, 厚度倾角 2° ~10°	$\phi=43^{\circ}$	$\gamma_0=76.590^{\circ} -25.644^{\circ} V$ $\beta_0=70.444^{\circ} -30.39^{\circ} V$ $\delta_0=72.59^{\circ} -27.513^{\circ} V$ 式中 $V=h/H_0$ (下同)
西山	石炭二叠系,主要为砂岩、砂质泥岩,主要可采煤层 6 层,总厚度为 16~18m,倾角一般 3° ~8° ,局部为 10° ~20° .主要地貌为山地,山势陡峭,地形起伏剧烈,盖山厚度变化较大,采深一般小于 400m,大多为 100~300m.用走向长壁全部陷落法开采	$h=10m, \phi=45^{\circ}$ $h=10 \sim 20m, \phi=50^{\circ}$ $h=20 \sim 40m, \phi=55^{\circ}$ $h=40 \sim 60m, \phi=60^{\circ}$ $h \geq 60m, \phi=65^{\circ}$ 如松散层含水量较大,上述 ϕ 值应减少 5°	$\alpha \leq 5^{\circ}, H \leq 100m$ 时, $\beta_0 = \gamma_0 = \delta_0 = 55^{\circ}$ $\alpha \leq 5^{\circ}, 100m < H < 300m$ 时, $\beta_0 = \gamma_0 = \delta_0 = 60^{\circ}$ $\alpha \leq 5^{\circ}, H \geq 300m$ 时, $\beta_0 = \gamma_0 = \delta_0 = 65^{\circ}$ $\alpha > 5^{\circ}, \gamma_0 = \delta_0$ $\beta_0 = \gamma_0 - 0.5\alpha$

续表

矿 区	移动角	裂缝角	最大下沉角	开采影响传播角	充分采动角
澄合	$\delta=78.164^{\circ} -16.571^{\circ} v$ $\beta=75.869^{\circ} -14.451^{\circ} v$ $\gamma=76.003^{\circ} -15.553^{\circ} v$	$\delta''=85.322^{\circ} -21.14^{\circ} v$ $\beta''=76.280^{\circ} -10.563^{\circ} v$ $\gamma''=79.151^{\circ} -13.34^{\circ} v$	$\theta=87^{\circ}$	$\beta=90^{\circ}-K_a$	

西山	$\alpha \leq 5^\circ$, $H \leq 100\text{m}$ 时, $\beta = \gamma = \delta = 68^\circ$ $\alpha \leq 5^\circ$, $100\text{m} < H < 300\text{m}$ 时, $\alpha \leq 5^\circ$, $H \geq 300\text{m}$ 时, $\beta = \gamma = \delta = 76^\circ$ $\alpha > 5^\circ$, $\gamma = \delta$ $\beta = \delta - 0.6\alpha$	$\alpha \leq 5^\circ$, $H \leq 100\text{m}$ 时, $\delta'' = \beta'' = \gamma'' = 70^\circ$ $\alpha \leq 5^\circ$, $100\text{m} < H < 300\text{m}$ 时, $\delta'' = \beta'' = \gamma'' = 75^\circ$ $\alpha \leq 5^\circ$, $H \geq 300\text{m}$ 时, $\delta'' = \beta'' = \gamma'' = 80^\circ$ $\alpha > 5^\circ$, $\gamma'' = \delta''$ $\beta'' = \delta'' - 0.6\alpha$	$\alpha \leq 3^\circ$ $\theta = 90^\circ - 0.8\alpha$ $\alpha > 3^\circ$ $\theta = 90^\circ - 0.6\alpha$	本矿区煤层倾角较小, 开采影响传播角与最大下沉角可取相同的值	走向充分采动角 $\phi_3 = 58^\circ \pm 3^\circ$ 下山充分采动角 $\phi_1 = \phi_3 - 0.5\alpha$ 上山充分采动角 $\phi_2 = \phi_3 + 0.5\alpha$ 开采深厚比 $H/m < 30$, 覆岩性质较软的用上限值; 深厚比 $H/m > 30$, 覆岩性质较硬的用下限值
----	--	--	---	--------------------------------	--

续表

矿区	下沉系数 (初采、重采)	水平移动系数	主要影响角正切	拐点偏距
澄合			$\text{tg } \beta = 0.209$	$S = (0.01 \sim 0.14) H_0$
西山	在充分采动条件下, 下沉系数为 $q = 0.8 \pm 0.1$, 式中上限用于重复开采或工作面宽深比 $L/H > 1.0$, 下限用于工作面宽深比 $L/H < 0.3$ 的极不充分开采条件	在充分开采条件下地表水平移动系数: ①开采深厚比 $H/m < 30$; 或采深 $H < 50\text{m}$ 且地表为马兰黄土新地或厚度较大的风化松散层时, $b = 0.4$; ②初次开采深度厚比 $H/m > 100$; 且地表为基岩, 或风化层厚度小于 2m , 或地表为有植被的砂质粘土层, $b = 0.25$; ③一般条件下, $b = 0.33$	在充分开采条件下, $\text{tg } \beta = 2.0 \pm 0.2$, 上限用于开采深厚比 $H/m < 30$, 或采深 $H < 50\text{m}$ 且地表松散层较厚的条件, 下限用于 $H/m > 100$ 或地表松散层较薄的条件	在充分开采条件下, 拐点偏距 $S_i = (0.1 \pm 0.05) H_i$ 式中上限用于深厚比 $H/m < 30$, 且顶板岩性较硬的条件下。下限用于深厚比 $H/m > 50$, 且顶板岩性较软的条件, 一般情况下取 $s_i = 0.1H_i$, i 取值为 $1 \sim 4$, H_1 、 H_2 、 H_3 、 H_4 表示下山、上山走向左和走向右工作面边界的开采深度

建（构）筑物、铁路主要井巷保护煤柱留设方法算例

例 1 用垂直剖面法设计房屋保护煤柱

所设计的保护煤柱为一幢五层职工宿舍楼。该楼房平面尺寸及形状如附图-1 所示。房屋长轴方向与煤层走向线的夹角 $\theta=45^\circ$ 。煤层倾角 $\alpha=21^\circ$ ，厚度 $m=2.83\text{m}$ ，房屋下方煤层埋藏深度 $H=240\text{m}$ ，基岩岩性坚硬，松散层厚度 $h=20\text{m}$ ，弱富水。

根据附表-1 及附表-2，选用以下移动角值：

$$\delta = \gamma = 75^\circ, \beta = \delta - K\alpha = 75^\circ - 0.8 \times 21^\circ = 58^\circ, \phi = 45^\circ$$

按有关规定，五层职工宿舍属 II 级保护对象。其围护带宽度为 15m 。

用垂直剖面法设计该楼房保护煤柱步骤如下：

(1) 如附图-1 所示，为划定楼房受护面积，在平面图（1:2000）上房屋的角点 1、2、3、4 处作平行于煤层走向和倾斜方向的直线，得直角四边形 $abcd$ ，即受护边界。在 $abcd$ 外侧加宽度为 15m 的围护带，其外边 $a'b'c'd'$ 为受护面积边界。

(2) 过四边形 $a'b'c'd'$ 中心点作煤层倾斜剖面 A-B 和走向剖面 C-D，然后在 A-B、C-D 剖面上分别求出保护煤柱边界。

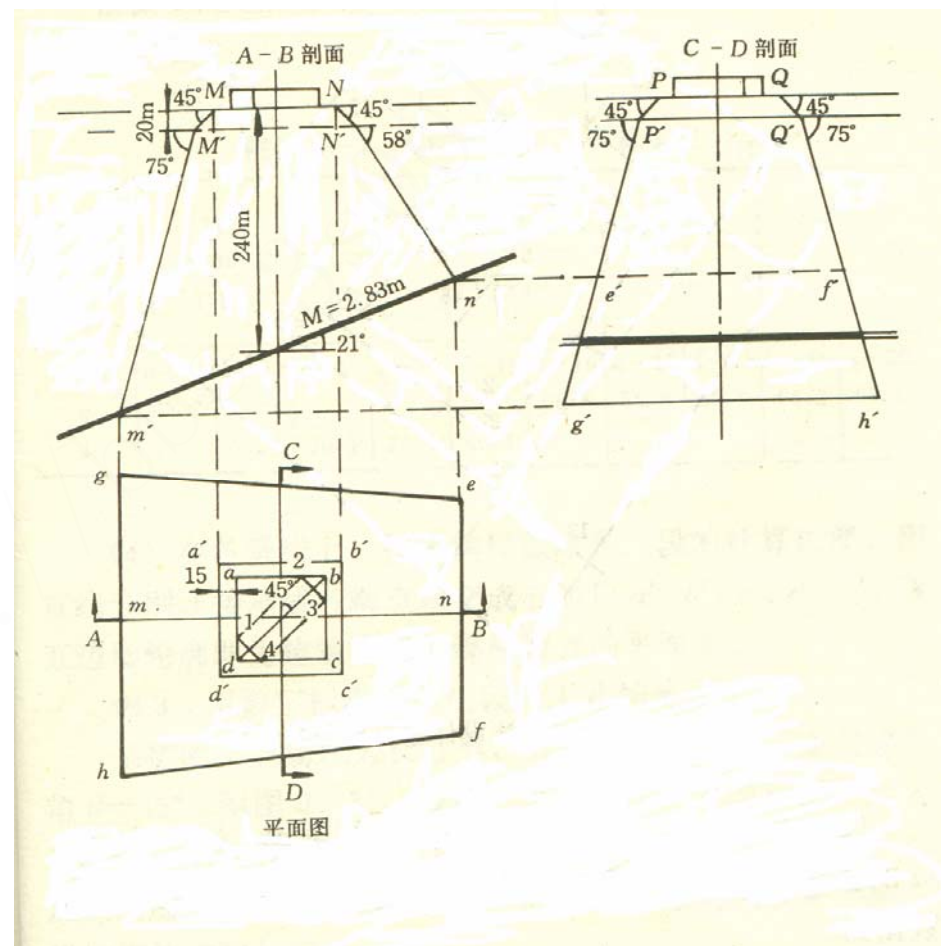
(3) 在 A-B 剖面图（1:2000）上标出地表线、楼房轮廓线、松散层、煤层等，并注明煤层倾角 $\alpha=21^\circ$ ，煤层厚度 $m=2.83\text{m}$ ，房屋下方煤层埋藏深度 $H=240\text{m}$ ，并简要绘出地层柱状图。

(4) 在平面图上将 A-B 剖面线与受护面积边界之交点转绘到 A-B 剖面图的地表线上得 M、N 点，由 M、N 点以 $\phi=45^\circ$ 作直线至基岩面得交点 M' 、 N' 。然后，在煤层上山方向以 $\beta=58^\circ$ 由 N' 点作直线与煤层底板相交于 n' 点；同理，在煤层下山方向以 $\gamma=75^\circ$ 由 M' 点作直线与煤层底板相交于 m' 点， n' 、 m' 点分别为沿煤层倾斜剖面上保护煤柱的上、下边界。将 m' 、 n' 点投影到平面图上，得 m 、 n 点。

(5) 将平面图上剖面线 C-D 与受护边界交点转绘到 C-D 剖面图的地表线上得 P、Q 点。在 C-D 剖面图上由 P、Q 点以 $\phi=45^\circ$ 作直线，与基岩面相交于 P' 、 Q' 点。然后，以 $\delta=75^\circ$ 由 P' 、 Q' 点分别作直线。

(6) 将 A-B 剖面图上 n' 、 m' 点分别投影到 C-D 剖面图上，与 C-D 剖面图上基岩内的两条斜线相交，得交点 e' 、 f' 及 g' 、 h' 。 $e'f'$ 为煤柱上边界线在 C-D 剖面上的投影， $g'h'$ 为煤柱下边界线在 C-D 剖面上的投影。

(7) 将 $e'f'$ 、 $g'h'$ 点分别转绘到平面图上，得 e 、 f 、 g 、 h 点。连接 $efhg$ 点形成一个梯形，即为所求保护煤柱平面图。



附图—1 用垂直剖面法设计房屋保护煤柱

例 2 铁路保护煤柱设计

某矿区有国家一级铁路线通过。铁路下方的煤层埋藏深度为 120~310m，厚度 $m=2.0\text{m}$ ，倾角 $\alpha=15^\circ$ 。煤系岩层为中等硬度，以砂岩、砂质页岩互层为主。铁路线位置及煤层底板等高线详见附图-2。松散层厚度 $h=20\text{m}$ ，为可塑状的粉质粘土，地面平均高程为+70m。用垂直剖面法设计铁路保护煤柱。其具体步骤如下：

(1) 受护面积的确定。在平面图（附图-2）上按有关规定，在路堤部分以路堤坡脚外 1m 为受护边界。由此得 $abcdeff' e' d' c' b' a'$ 。

根据有关规定，其围护带宽度为 20m。在受护边界外围划出围护带，则得 $a_1b_1c_1d_1e_1f_1 f_1' e_1' d_1' c_1' b_1' a_1'$ 为受护面积。

(2) 移动角选定：

$$\phi=45^\circ, \delta=\gamma=80^\circ, \beta=80^\circ-0.8\alpha=68^\circ$$

(3) 根据线路特征，作 6 个横向竖直剖面：A-A'、B-B'、C-C'、D-D'、E-E'、F-F'。

(4) 在平面图上，根据煤层底板等高线求出各剖面上受护面积边界点下方煤层埋藏深度（各点处的煤层底板高程减去地表高程），列于表-2

铁路线路各剖面特征表 表-2

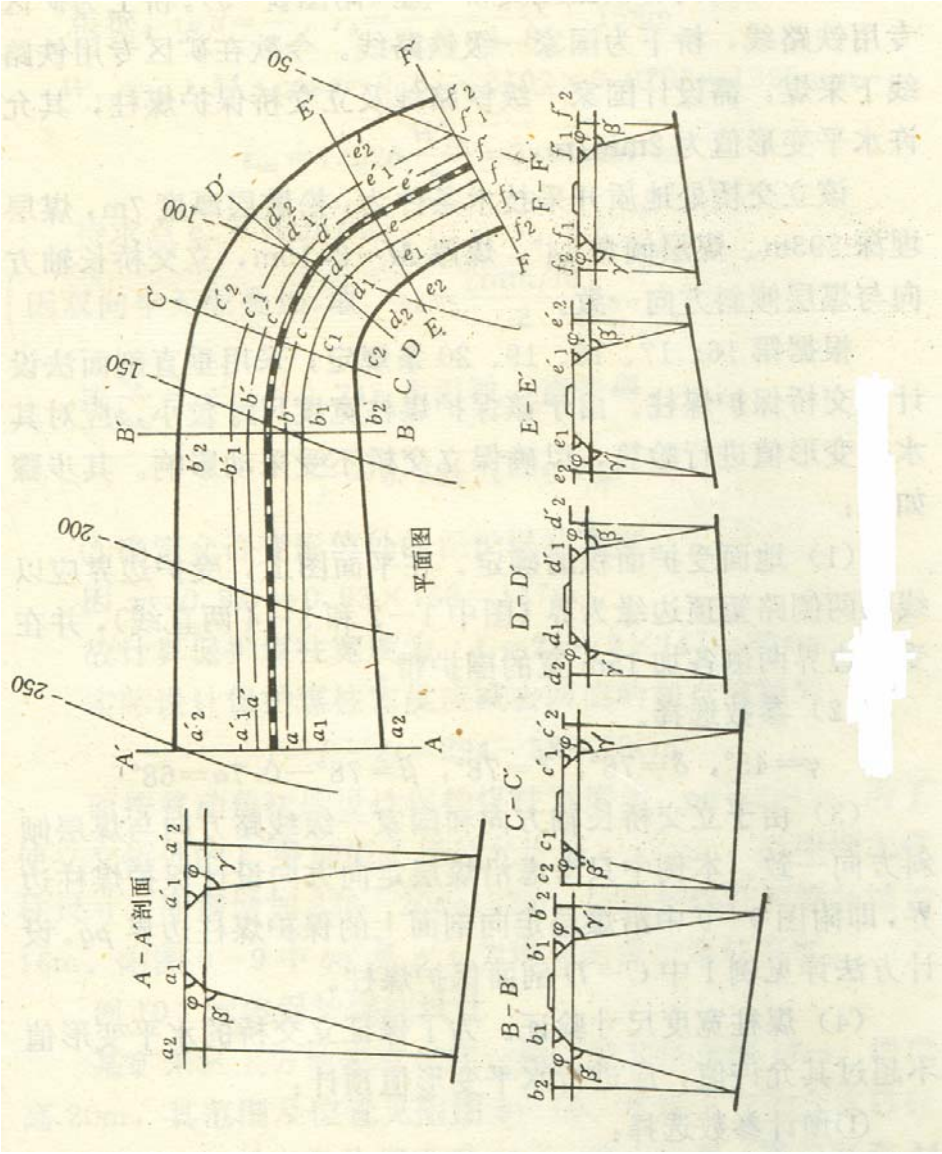
剖面	H_1 (m)	H_2 (m)	θ ($^\circ$)	β ($^\circ$)	γ ($^\circ$)
A—A'	309	314.5	67	77	80
B—B'	219	227	67	77	80
C—C'	195.5	199	86	80	80
D—D'	176	170	73	78	80
E—E'	157	145	51	74	80
F—F'	133	120	51	74	80

(5) 在平面图上量出各剖面处受护边界与煤层走向的夹角 θ ，并列于表-2。根据 2.2.6 的有关公式，计算各剖面上的斜交剖面移动角 $\beta' \gamma'$ 值，列于表-2。

(6) 作 A—A' 横向竖直剖面图，由受护边界点 a_1 、 a_1' 以 $\phi=45^\circ$ 作直线到基岩面，然后从该两交点分别以 $\beta'=77^\circ$ 、 $\gamma'=80^\circ$ 作直线与煤层底板相交，得交点。在 A—A' 剖面图上，将交点投影到地面上得 a_2 、 a_2' 点， a_2 、 a_2' 为该剖面上铁路保护煤柱边界在地表的投影

(7) 用同样方法求出 B—B'、C—C'、D—D'、E—E'、F—F'、剖面上的铁路保护煤柱边界在地表的投影 b_2 、 b_2' 、 c_2 、 c_2' 、 d_2 、 d_2' 、 e_2 、 e_2' 、 f_2 、 f_2' 。

(8) 将所求各点转绘到平面图上，用圆滑曲线连接各点，得曲线 $a_2b_2c_2d_2e_2f_2$ 和 $a_2' b_2' c_2' d_2' e_2' f_2'$ 。两曲线以内的煤层为铁路保护煤柱。



附图—2 铁路保护煤柱留设

例3 铁路立交桥保护煤柱设计

某矿井田内有铁路立交桥一座（附图-3）。桥上为矿区专用铁路线，桥下为国家一级铁路线。今欲在矿区专用铁路线下采煤，需设计国家一级铁路线及立交桥保护煤柱，其允许水平变形值为 2mm/m 。

该立交桥处地质开采技术条件为：松散层厚度 7m ，煤层埋深 293m ，煤层埋深 293m 。煤层倾角 14° ，煤厚 $m=2.10\text{m}$ ，立交桥长轴方向与煤倾斜方向一致。

根据有关规定，采用垂直剖面法设计立交桥保护煤柱。由于该保护煤柱宽度尺寸较小，应对其水平变形进行验算，以确保立交桥不受采动影响。其步骤如下：

（1）地面受护面积的确定。在平面图上，受护边界应以线路两侧路堑顶边缘为界（图中 1-2 和 3-4 两直线），并在受护边界两侧各加 15m 宽的围护带。

（2）参数选择。

$$\phi=45^\circ, \delta=78^\circ, \gamma=78^\circ, \beta=78^\circ-0.7\alpha=68^\circ$$

（3）由于立交桥桥长轴方向和国家一级线路方向与煤层倾斜方向一致。本例中只考虑沿煤层走向方向设计保护煤柱边界。即附图-3 中沿煤层走向剖面上的保护煤柱边界 pq 。设计方法详见例 1 中 C—D 剖面保护煤柱。

（4）煤柱宽度尺寸验证。为了保证立交桥的水平变形值不超过其允许值，应进行水平变形值预计：

① 预计参数选择： $q=0.67, \text{tg} \beta=1.85, S_3=0.1H, b=0.3$

② 已知 $H=293\text{m}$ ， $m=2100\text{mm}$ ， $\alpha=14^\circ$ ，反求允许变形值点处的 $\frac{x}{r}$ 值。

$$\text{根据: } \text{tg} \beta = \frac{H}{r_3}, r_3 = \frac{H}{\text{tg} \beta} = \frac{293}{1.85} = 158\text{m}$$

$$W_{cm}=q.m.\cos\alpha=0.67*2100*0.9703=1365\text{mm}$$

$$E_{cm} = 1.52b \frac{W_{cm}}{r_3} = 3.94\text{mm/m}$$

待求点 $E_{cx}=1\text{mm/m}$

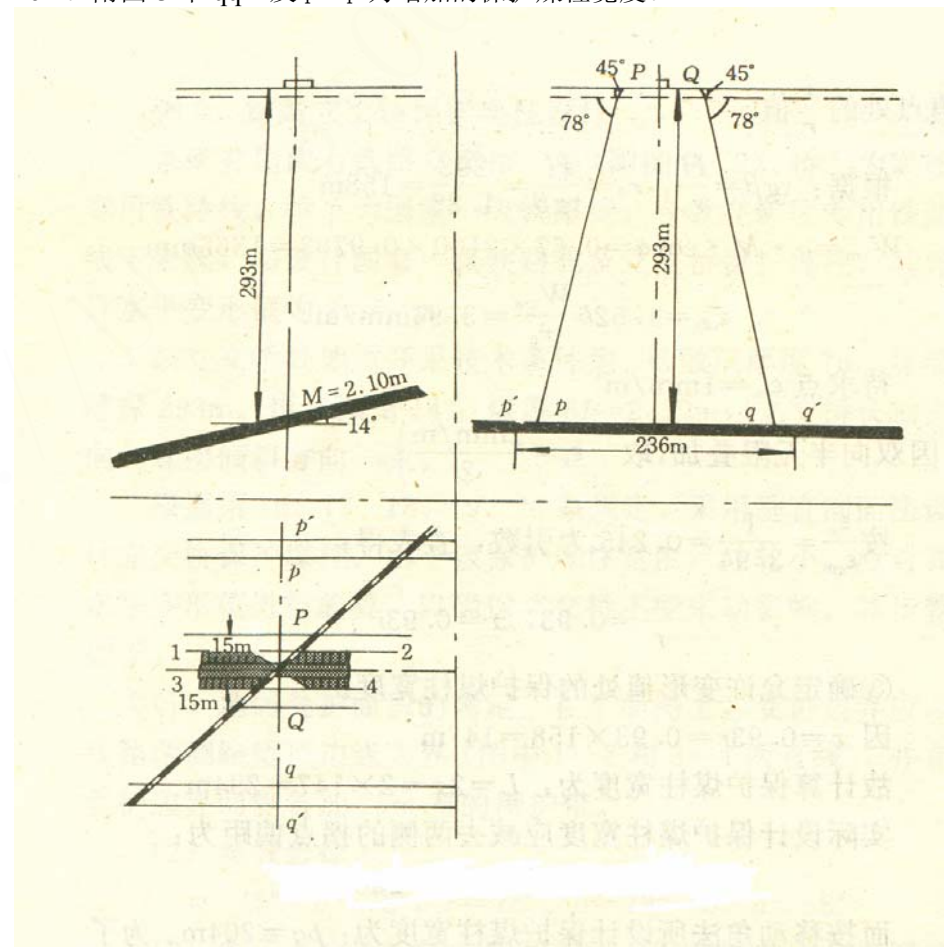
因双向半无限叠加，取 $E_x = \frac{2\text{mm/m}}{2}$ 。

$$\text{按 } \frac{E_{cx}}{E_{cm}} = \frac{1}{3.94} = 0.245 \text{ 为引数，查表得: } \frac{x}{r} = 0.93, x=0.93r$$

③ 确定允许变形值处的保护煤柱宽度。

$$\text{因 } x=0.93r=0.93*158=147\text{m}$$

故计算保护煤柱宽度为： $L=2x=2*147=294\text{m}$ ，实际设计保护煤柱宽度应减去两侧的拐点偏距为： $l=L-2s=294-58=236\text{m}$ 。而按移动角法所设计保护煤柱宽度为： $pq=204\text{m}$ 。为了使立交桥处的 E_x 叠加值不超过允许 $E=2\text{mm}$ ，必须增大煤柱尺寸，即需增加 $236-204=32\text{m}$ ，故保护煤柱两侧各增加 16m 。附图-3 中 qq' 及 $p'p$ 为增加的保护煤柱宽度。



附图—3 铁路立交桥保护煤柱设计

