

全國煤礦采煤、掘進及機械化技術專業會議

文件彙編之四

河 下 采 煤

煤炭工業出版社

886

全國煤礦采煤、招進及機械化技術專業會議

文件彙編之四

河 下 采 煤

煤 炭 工 業 出 版 社 編

*

煤炭工業出版社出版（社址：北京東長安街煤炭工業部）

北京市書刊出版業營業許可証出字第084号

煤炭工業出版社印刷厂排印 新華書店發行

*

開本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印張 $\frac{13}{16}$ 插頁15 字數14,000

1953年9月北京第1版 1958年9月北京第1次印刷

統一書號：15035 • 604 印數：0,001—4,000冊 定價：0.29元

新汶孙村矿河下采煤試驗工作介紹

一、总的情况

小汶河压煤情况及試驗的緣起 小汶河發源于新汶煤田以东蒙山背斜，橫貫煤田中部，流向西北，大致与煤層走向相平行，至大汶口与大汶河汇流，沿途支流縱橫，大都均掩蓋于煤系地層之上，压煤情况特別嚴重，因此解决河下压煤的开采問題是开发新汶煤田的基本关键。孙村礦于1955年7月提出河下采煤試驗草案，9月提出正式河下采煤試驗設計方案呈报批准，于1956年1月下旬开始試驗，正式回采，截至1957年6月共試驗了一年半的时间。茲將試驗情况阶段总结于后：

1. 試驗区的范围及地質情况：

試驗区在孙村井田东部的二層煤內，西自一斜井以东五号溜子道，东至井田边界，北自东八大巷，南至上三平巷；东西順走向平均寬650M，南北沿傾斜約300M，面積195,000 M²；沿傾斜分三个采煤阶段，由下而上为1204、1203、1202工作面，阶段斜長平均100M，層厚2.4M，实采2M；走向300°，傾角平均25°；下部大巷距地表垂深250M，上部平巷距地表垂深125M，平均190M。

全区位于小汶河下，河寬350--400M，河床沙厚6—10

M。兩岸有寬1,800—2,000M的古小汶河床的含水砂層,厚2—8 M,普遍掩蓋于煤系地層之上,與河水相通聯。1956年測得流量全年最高408,929M³/秒,最低僅為0.114M³/秒,為一標準季節性的沙河。

在試驗區內,河床以下有厚達百餘公尺的白堊紀紅色砂岩層,與煤系地層呈不整合接觸,該層透水性不強,滲透係數為0.0027mm。區內地質構造簡單。有兩個小斷層:一條在17號管子道以西約30公尺,斷層走向北東,傾向東南,傾角70°,落差8.5公尺,沿傾斜至上三平巷尖滅;一條在17號上山以東約350公尺,落差更小,東邊煤只壓下約1公尺,斷層綫緊密,無滴水現象。

防水工程:試驗區內回采時為了防止突然透水,影響其他采區,通往其他采區的如東八,上一,上二,上三的巷口均建築擋水牆,並在東八石門運輸道及上三管子道口安設水閘門。

2. 采煤及工作面推進情況:

采煤方法系採用沿走向長壁式采煤法。頂板管理系用全部水砂充填。組織形式是一班放炮,一班出煤,一班整修,每晝夜一個循環的一班采煤制。每循環進度1.6公尺,兩個循環充填一次,充填距離3.2M,最大控頂距離5.8M,最小控頂距離2.6M。落煤方式主要採用打眼放炮。采煤時因頂板破碎(砂質頁岩),一般均留有棚炭約0.3—0.4M,故層厚2.4M,采厚為2M。

工作面推進情況:1956年1月下旬開始采1204工作面。按設計要求應採用后退式采煤,以便正確地掌握地表沉

降的时间及空间关系。但实际情况未能按照设计要求,其原因 1. 采区东边界六号断层位置资料不正确,边界一时不能确定; 2. 送砂能力不够,需要备用面才能完成循环。为了及早开始采煤,不得不变更设计。首先在工作面中部17号上山向东向西分两个工作面回采。四月份开始采5号上山(试验区西边界)开切眼向东回采。5月份又在26号上山向东开切工作面。9月下旬苏联专家李托夫率柯来矿视察建议应加速试验,缩短时间,先后在1203、1202工作面进行回采。1957年又增加采煤队一队共两队,加强回采工作。所以采煤程序比较混乱,将来对地表沉降的分析可能受到一定的影响。截至1957年6月份止,采出面积1204工作面为 $54,200\text{M}^2$; 1203工作面 $23,050\text{M}^2$; 1202工作面 $14,700\text{M}^2$ 共计 $91,900\text{M}^2$ 占全部二層試采区面积约 $1/2$ (全区面积 $195,000\text{M}^2$)。

試驗步驟及時間: 預計分兩個階段進行試驗,第一階段采完二層煤(預計1958年雨季前可以采完),由此得出單采二層煤而使地表沉降的結論;第二階段同時回采三、四兩層煤(三層厚 0.6M ,四層厚 1.8M),全区采完也需要二年時間,進行觀測還需一年,所以預計前後需要六年的時間才能完成這個試驗,得出最後結論。

3. 過去進行的試驗工作:

我們為了觀測煤層采出後對頂板岩石移動,地表塌陷以及水文變化情況等進行了設站觀測並建立了觀測制度。1955年底首先在小汶河內設立了地表沉降觀測站及1204工作面17號溜子道安設第一頂板沉降站,並在八大巷采區東部及東八石門兩處安設三角堰測水站。為了糾正巷道內

安裝的頂板沉降器因受支柱影响,反映不出充填区內的頂板自沉情况,我們采取了利用小断面巷道安設測站的办法于10月份在1204工作面11号上山处沿傾斜安設第二頂板沉降站,11月份在1203工作面5号上山开始沿走向隨工作面前進安設第三頂板沉降站。当然,以上的試驗項目,由于時間短促,采区繼續擴大还不能進行一次全面的系統的總結工作,只就現在觀測結果簡單介紹如下(附試驗区布置圖1)。

二、地表沉降觀測工作

1. 觀測站的設計:

采取觀測綫的設站方法,即沿煤層走向設一條測綫,沿煤層傾斜設兩條測綫,預計移动角的确定(因过去沒有觀測資料),系根据“地面建築物及主要井巷保护暫行規程”附錄1.煤田分类法:按煤系地層的地質年代及上复岩層硬度計算,屬Ⅰ类Ⅰa型煤田, $\delta=\gamma=75^\circ$;

$$\beta = 75 - 0.8\alpha;$$

$$\alpha = \text{煤層傾角} = 24^\circ - 30^\circ;$$

$\therefore \beta = 56^\circ$,作为設計中的預想塌陷角。

走向綫位置,依据公式 $M = K \cdot l \cdot \cos \alpha$ (地面移动觀測試行規程)來确定。式中:

M = 由采区走向中心綫沿傾斜向下的距离;

l = 掌子面長度 = 272公尺;

K = 系数,采用0.2($\alpha = 30^\circ$ 以下时 $K = 0.1 - 0.3$; $\alpha = 30^\circ - 60^\circ$ 时 $K = 0.3 - 0.5$)。

由上式算出 $M = 49$ 公尺，即走向綫的位置應該在距采区走向中心綫向下49公尺的地方。

傾斜綫的位置是按原設計采区布置的，接近采区中間，兩条傾斜綫的間距为50公尺(規程規定不得大于50—70公尺)；現因采区向东擴大200公尺，所以傾斜測綫的位置偏西很多。

观测綫長度：走向綫長度按規程应等于 $1.25H_0 = 1.25 \times 252 = 315$ 公尺 (H_0 = 工作面下端距地表的垂深)，由預想移动角延至地面处向外延長 $0.25H = 63$ 公尺。当时为了取得更多的資料，故將測綫向东延長210公尺，測綫全長525公尺。兩条傾斜綫長度按預想移动角延至地面为458公尺，在上山方向延長 $0.25H_1 = 0.25 \times 134 = 34$ 公尺，在下山方向向外延長 $0.35H_2 = 0.35 \times 252 = 88$ 公尺 (H_1 及 H_2 各为工作面上部边界和下部边界至地表垂深)，三数相加全長580公尺。測綫兩端均設有控制点，距最远的工作水准点为50公尺。

測点間距按照測点与工作面垂深來确定：

- (1) 垂深在200公尺以上者为20公尺；
- (2) 垂深在200公尺以下者为15公尺；
- (3) 預想移动角以內40公尺及移动角以外各点，均为10公尺。

測点安設方法与規格：在河床砂層內安設測点。为了測桩不受河流及沙層影响，使測点随同岩層下沉，采用鉄管桩的办法。首先在河內打冲击鑽，通过砂層打入基岩，基岩內的深度一般为砂層厚度的2/10(砂層厚6—12公尺)。然后由

套管內下40mm粗的鉄管，在套管內向下灌混凝土，使鉄管与基岩凝固在一起，最后提出套管。鉄管的上端埋入沙下0.1公尺，頂端焊一鉄盖，盖中央有一小孔作为測点位置。測点总数108个——92个鉄管桩，16个洋灰桩（洋灰桩是設在有黃土層的地方）。

2. 現階段的觀測結果及初步分析：

觀測方法包括座标測量、高程測量、距离測量及支距測量四种。截至1957年6月，座标測量二次，距离測量及支距測量各三次，高程測量共作17次（基本上平均每月一次）。由于工作面正繼續擴大，各項地表移动指标尚在繼續变化，現僅能就高程屢次觀測結果作簡單分析。

（一）發生沉降時間：9个月以前各測点有升有降，最大升降度为5mm左右。自9个月以后，一部分測点才有輕微沉降，一般下沉强度不大，从9个月到12个月最大沉降值为50mm，每月平均12.5mm。1204工作面自一月份回采，長期（8个月）沒有移动的原因，考慮有以下几点：

（1）垂直觀測綫的煤柱于11月份采完，在9月份以前有煤柱支持，所以地表未發生移动；

（2）井下采煤面積不大，并且采面多，采区不連續，当时各个采区間有煤柱支持；

（3）工作面距地表平均垂深225公尺，且煤系地層上有厚达100公尺以上的紅色砂岩層，因采煤而發生的頂板下沉很难达到地表。

所以我們認為，在現采区地質条件下，煤層开采8个月以后地表才發生移动，是客觀情况造成的，不能認作一般

規律。

(二)最大沉降值的变化: 观测綫上的最大沉降值自1956年9月份以后各月变化情况列于下表。

測 項 別		年									
		56年 10月	11月	12月	57年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	
A—A'	最大沉降槽号	21	21	23	23	22	23	33	28	23	24
	本次沉降 mm		-22	-8	-2	-24	-30	-30	-11	-36	-56
	累計沉降 mm	-21	-43	-51	-53	-100	-130	-160	-171	-207	-206
B—B'	最大沉降槽号	61	62	62	63	64	64	64	61	64	65
	本次沉降 mm		-24	-1	-24	-25	-51	-16	-11	-33	-47
	累計沉降 mm	-61	-40	-41	-65	-90	-141	-157	-168	-201	-193
C—C'	最大沉降槽号	98	98	98	98	98	98	98	98	98	
	本次沉降 mm		-7	+3	-15	-24	-49	-32	-20	-61	
	累計沉降 mm	-14	-21	-18	-33	-57	-106	-138	-158	-219	

由上表可以看出以下各問題:

(1) 1204面測綫下的煤柱11月份采完, 12月份虽有沉降, 但均不超过10mm。1957年1月份以后, 每月沉降强度逐渐加大, 以2、3、4、6四个月为最剧, 每月沉降值一般在30mm左右, 最高达到61mm。5月份沉降稍轉平和, 最大不超过20mm。

(2) 在傾斜綫上的最大沉降值位置, 1956年10—12月为21、62号測点, 均在采面下部边界以北約40公尺处; 1月份以后, 南移至23、64号測点, 在1204工作面下部, 距北边界約70公尺, 即最大沉降值南移110公尺; 6月份并有再往南移至24、65号測点的現象。

(2) 發生以上兩種情況，我們初步認為這與1957年1—6月份先後回采1203、1202工作面測綫下的煤，擴大了采空面積是分不開的。由此可以認為，煤層采空後，地表很快就發生移動，沉降強度與采空面積成正比關係；還可以推測將來1957年6月份以後，1202工作面測綫下煤柱采完後，可能還有一次急劇沉降，最大沉降值的位置也要繼續向南移動至走向測綫的位置上（即24、35兩個測點）。

(三) 單獨開采二層，地表移動最大沉降值的預計（按蘇聯經驗公式）

$$n_0 = \frac{a}{a + \sqrt{H}} \cdot m$$

$$= \frac{25}{25 + \sqrt{188}} \times 0.4 = 0.25 \text{公尺}$$

式中 n_0 = 最大沉降值； a = 係數，採用25；
 H = 平均垂深 = $(252 + 125) \div 2 = 188.5$ ；
 m = 有效采高（此處系指充填沉降後出現的空間高度）。

截至6月份，最大沉降為219 mm，根據預計還應繼續沉降50 mm上下。我們在試驗區內進行頂板沉降觀測，截至1957年6月止，最大頂板沉降值為288 mm（第二觀測站1號點），若將這個數字代入計算地表最大沉降值公式內，值則得：

$$n_0 = \frac{25}{25 + \sqrt{188}} \times 0.288 = 0.64 \times 0.288 = 0.20 \text{公尺}$$

結果与实际地表沉降值 219 mm 尚接近, 这說明公式在本地区內可以利用。

(四)附 A—A', B—B', C—C' 測綫垂直沉降剖面曲綫圖(圖 2、圖 3、圖 4)。

三、頂板沉降观测工作

1. 設站观测目的:

- (1) 确定頂板最大沉降值;
- (2) 下沉速度与空間、時間的关系;
- (3) 頂板沉降的繼續時間和移动过程;
- (4) 頂板沉降与地表沉降在時間及空間上的关系;
- (5) 充填沙的压缩率。

以上資料的獲得, 对于解决具有高度綜合性和复雜性的河下采煤問題, 將提供一些主要的实际依据, 同时也將为頂板管理、支架規格提供一些資料的根据。

2. 設站情况:

第一頂板沉降观测站——在 1956 年 1 月底設立, 利用頂板沉降器設在 1204 工作面的 17 号上山巷道內。沿傾斜設三个測点。从 1 月 29 日开始观测到 9 月 2 日共 188 天即停止沉降, 最大沉降值在工作面中部 2 号点共 110 mm。考慮到安設仪器的巷道是用木棚直接支护頂板, 并且經常维护, 頂板受到支撑, 这个最大沉降数字与在充填区内自由下沉是有距离的。所以我們設計了利用小断面棚子, 在 1956 年 10 月中旬在 1204 工作面第一測站以西 90 公尺 12 号上山处, 沿傾斜設立第二頂板沉降观测站, 共設 6 个測点, 間隔 15 公尺,

頂板沉降第二測站主要規格示意圖 (單位: 公尺)

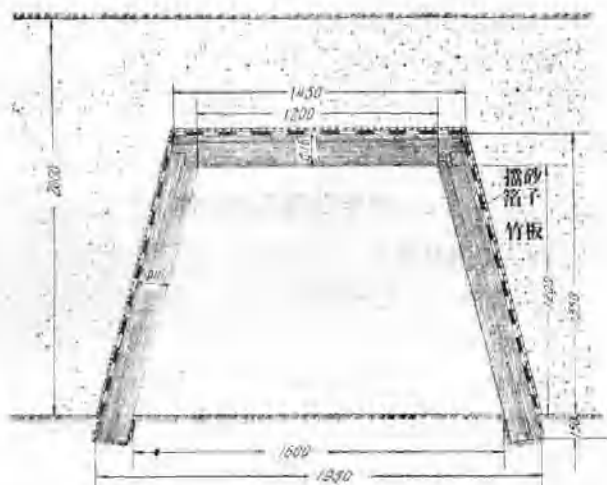


圖 5

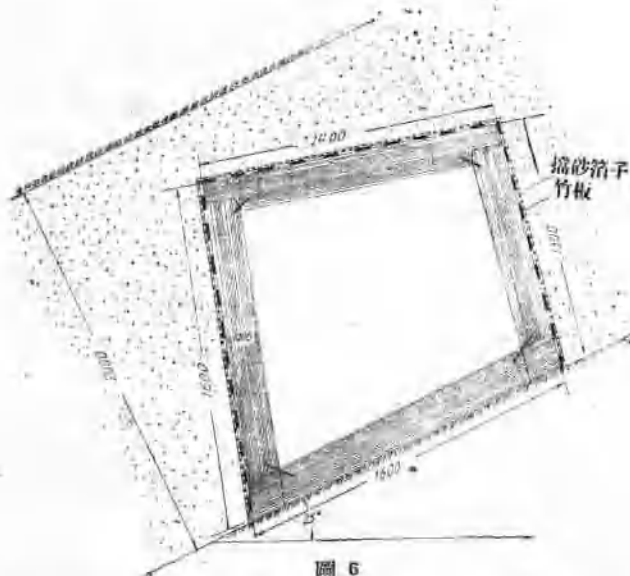
巷道規格見圖 5。

第三頂板沉降觀測站是在1203工作面(距上一平巷30公尺)沿煤層走向,隨工作面推進而設立的,西起采區西邊界,東至斷層,東西長90公尺。1956年11月下旬開始設立1號測點。1957年2月23日設立最後1個9號點,測點的間隔10公尺,巷道規格見圖 6。

沉降器構造及裝設見圖 7。

3. 資料分析:

第一觀測站觀測時間自1956年1月29日至9月2日共188天,現已結束。因17號溜子道于11月份充填(1203工作面尚未回采),它的觀測結果只能代表單獨回采1204工作面沉降情況。但由於設站方法及觀測儀器本身不健全(彈簧不



能自由松放)，所以資料只能起對比參考作用。第二觀測站自1956年10月17日開始觀測，截至1957年6月13日止歷時240天共觀測128次（在沉降急劇期間每晝夜觀測一次，緩和時期2—3日觀測一次），自6月份以來，沉降情況各測點均在0.2公厘/晝夜左右。第三觀測站系沿走向隨工作面前進安設的，自1956年11月27日開始建立1號點，至1957年2月24日設立最後9號點，截至6月15日，9號點觀測時間只60天，現在各點沉降情況，仍均在0.5公厘/晝夜左右。現在回采面尚繼續擴大，所以二、三觀測站還需要有一個長期的觀測。茲將三個觀測站的資料整理列表如下。

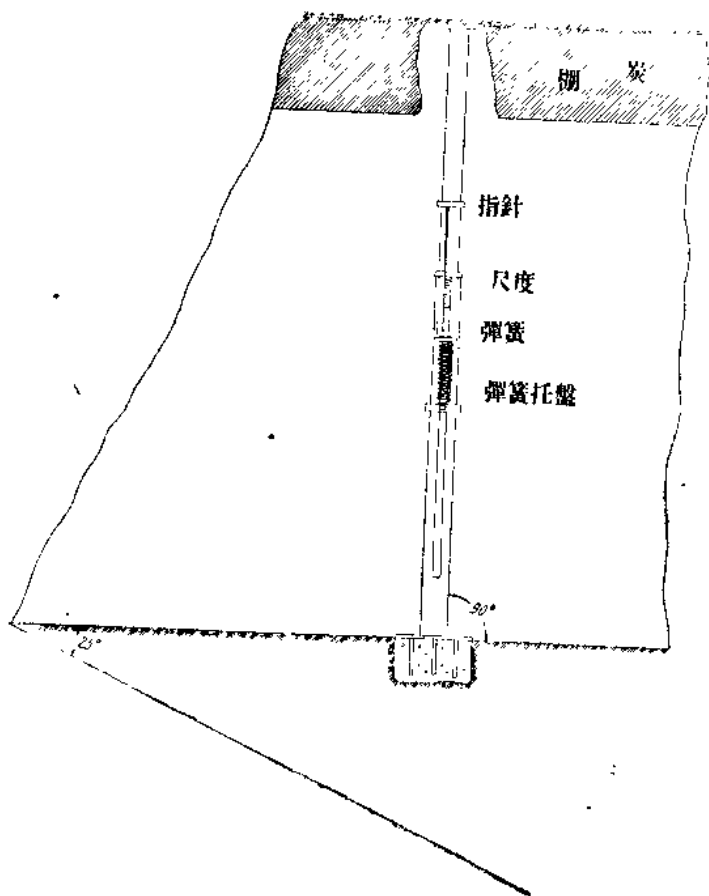


圖 7

第一頂板沉降站观测记录整理表

表1

(自1956年1月29日—9月2日)

测点	垂深(公尺)	距大巷距离(公尺)	累計沉降(公厘)	观测時間(日)	急劇階段		緩和階段		衰退階段	
					時間	下沉值(公厘)	平均下沉强度(公厘/晝夜)	時間	下沉值(公厘)	平均下沉强度(公厘/晝夜)
I	242	23	102	188	第12天至第94天	88	1.06	第95天至158天	12	0.2
II	232	47	110	188	第17天至101天	99	1.16	第102天至158天	9	0.16
III	218	78	41	188				第98天至158天	40	0.3
									2	0.07
									2	0.07
									1	0.03

注: (1) 附錄的划分, 我們根据原始記錄 每晝夜沉降數字一般在一公厘以上者, 作为急劇階段, 一般不超过一公厘者作为緩和階段, 不超过0.1公厘者为衰退階段。
 (2) 附下沉曲綫圖(圖8)。表2、表3附在圖8的背面。
 (3) 1号点12日以前, 2号点17日以前, 3号点28日以前均無沉降。

根据以上三个观测站的记录整理表, 提出 以下几点分析:

(一) 沉降阶段的划分: 根据每日观测的原始记录, 将整个沉降过程分为三个阶段, 即急剧阶段、缓和阶段及衰退阶段, 其标准如下:

急剧阶段——每昼夜平均沉降值一般在 1 公厘以上;

缓和阶段——每昼夜平均沉降值一般在 1 公厘以下, 但在沉降过程中还时有回春现象。

衰退阶段——每昼夜平均沉降值一般不超过 0.1 公厘, 且在沉降过程中逐渐衰退, 最后达到停止阶段。

第一观测站在单独回采 1204 工作面的情况下已完成这三个沉降阶段, 最后观测记录已停止沉降。第二、三观测站现正在缓和阶段, 尚未进入衰退阶段。

第一观测站在 20 天左右以后, 开始进入急剧阶段。第二、三观测站, 除第三观测站第 1 号点开始八天无沉降外, 各点均在开始观测第一天即发生急剧沉降。我们认为煤层采空后, 因顶板失去平衡, 即发生急剧沉降, 这是合理的。第一观测站及第三观测站 1 号所以发生特殊现象, 认为有以下原因:

(1) 第一观测站系利用一般巷道棚架直接支持顶板, 沉降并不是自然现象;

(2) 第一观测站 3 号点没有急剧阶段, 可能也是这种原因;

(3) 第三观测站 1 号点后来检查出安装观测器时有问题: 第一观测器与顶板接触处有空隙, 第二观测器的弹簧太

緊。

所以根据現有資料可以得出这样的結論：

煤層采出后，頂板即失去平衡，在自然沉降条件下，即开始發生急剧沉降。經一定的时期，進入緩和階段而逐漸达到衰退階段。

各階段的时间第一观测站的結果不能代表真正充填区内情况。

(二)最大沉降值：采区的最大沉降值無論在傾斜或走向方向，一定在采区的中央，距采区边沿愈近，总的沉降值愈小，造成頂板沉降成一个盆地状态，如第二观测站由于1957年12月份开始回采1203工作面以后，最大沉降值即逐漸由Ⅲ号移至1号点。

第一观测站在单独回采1204工作面的情况下其最大沉降值Ⅰ号测点110公厘，但根据第二观测站Ⅲ号点110天的記錄已达到104公厘(1203工作面刚开始回采)，所以認為第一观测站Ⅰ号测点110公厘的数字是受到了支柱的影响。

(三)采空区的擴大对頂板下沉的影响：

(1)采区擴大直接加强頂板下沉的强度，但根据第二、三观测站的沉降記錄，一次增大及逐漸增大采区对頂板的影响是不同的，前者能發生再一次的急剧沉降，后者僅能加强沉降强度和延長緩和階段的时间。

(2)工作面一次擴大对頂板影响范围的推測：

第二观测站在断層以西，1203工作面自1956年11月份开始在西边界向东回采，距第二观测站以西100公尺，测点沉降情况未發生增强現象，一直到1月初旬工作面推進約