

# 水体下 建筑物下 铁路下 采煤技术经验选编

煤炭工业部生产司 编

煤炭工业出版社

## 内 容 提 要

本书汇集了我国部分煤矿在水体下、建筑物下、铁路下(简称“三下”)采煤实践的成功经验,对于“三下”采煤的理论与计算,观测方式及手段,岩体与地表的移动规律,采煤方法和技术措施,经济效果的分析比较等问题,都做了简要明确的介绍,对于我国开展“三下”采煤工作很有参考价值,可供煤矿、设计、科研单位的采煤工程技术人员学习阅读。

## 水体下 建筑物下 铁路下采煤技术经验选编

煤炭工业部生产司 编

\*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

\*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$  印张 $16^{1/2}$  插页 3

字数 394 千字 印数 1—7,830

1979年10月第1版 1979年10月第1次印刷

书号 15035·2219 定价 1.80 元

## 前 言

我国煤矿在水体下、建筑物下、铁路下（简称“三下”）积压了大量的煤炭资源。随着煤炭生产的高速度发展，解放“三下”压煤，不断解决“三下”采煤技术问题，对于合理开发、充分利用国家资源，延长矿井寿命，挖掘现有矿井潜力具有重要意义。因此“三下”采煤是我国煤炭工业技术发展的重要组成部分，是多快好省地发展煤炭生产中带有战略意义的技术措施之一。

建国以来，煤炭战线上的广大职工破除迷信、解放思想，坚持科学态度，积极认真地开展了我国“三下”采煤生产试验和科学研究工作，积累了大量资料和一定的实践经验。使“三下”采煤从无到有，逐步发展壮大，填补了我国煤炭科学技术方面的空白。

为了交流和进一步研究“三下”采煤的技术经验，煤炭工业部曾于1973年10月在淮南矿务局召开座谈会，要求大力开展“三下”采煤工作；于1978年3月又在鹤壁矿务局召开第二次全国重点煤矿“三下”采煤座谈会。会上又交流了开滦、淮南、鹤壁、枣庄、鸡西、峰峰、双鸭山、邢台、鹤岗等局以及开滦、北京煤炭科学研究所的先进经验和科研成果。对于“三下”采煤，特别是建筑物下采煤，我们的经验还不完善，有些还是初步的，仍然是今后科学实验的重要课题。为了大力开展“三下”采煤及其研究工作，选择其中一部分较有代表性的资料汇编出版，供广大煤炭战线上科研、设计及采煤工程技术人员学习参考。

本书承蒙中国矿业学院、山东矿业学院，开滦、北京煤炭科学研究所以及有关矿务局等单位的同志参加编审工作，在此表示衷心感谢。由于编者水平有限，不足之处在所难免，请读者批评指正。

1978年8月

# 目 录

|                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| (一) 淮河下采煤试验                    |                 |
| .....淮南矿务局李咀孜矿                 | 开滦煤炭科学研究所 (1)   |
| (二) 开采滨河地区含水砂层下两种类型的急倾斜厚煤层试验总结 |                 |
| .....淮南矿务局孔集煤矿                 | 北京煤炭科学研究所 (23)  |
| (三) 邢台煤矿缩小巨厚冲洪积层防水煤柱试验总结       |                 |
| .....邢台矿务局邢台煤矿                 | 北京煤炭科学研究所 (59)  |
| (四) 厚含水冲积层下开采厚煤层缩小防水煤柱的初步认识    |                 |
| .....枣庄矿务局柴里煤矿                 | 北京煤炭科学研究所 (87)  |
| (五) 正确认识矿井充水条件探索河下采煤规律         |                 |
| .....双鸭山矿务局宝山矿                 | 双鸭山矿务局地质队 (115) |
| (六) 甘霖煤矿建筑物下采煤                 |                 |
| .....枣庄矿务局甘霖煤矿                 | 开滦煤炭科学研究所 (125) |
| (七) 蛟河煤矿乌林立井水稻田下矸石水力充填采煤方法     |                 |
| .....                          | 吉林省蛟河煤矿 (140)   |
| (八) 建筑物下条带法开采的研究               |                 |
| .....                          | 北京煤炭科学研究所 (152) |
| (九) 受采动影响的房屋加固与保护              |                 |
| .....鹤壁矿务局地质测量处                | 北京煤炭科学研究所 (172) |
| (十) 林密二级铁路干线下采煤                |                 |
| .....鸡西矿务局                     | 开滦煤炭科学研究所 (189) |
| (十一) 开滦唐家庄矿铁路桥下采煤              |                 |
| .....开滦唐家庄矿                    | 开滦煤炭科学研究所 (206) |
| (十二) 峰峰矿区铁路下采煤                 |                 |
| .....峰峰矿务局                     | 中国矿业学院 (214)    |
| (十三) 淮南李郢孜一矿急倾斜厚煤层铁路下采煤        |                 |
| .....淮南矿务局 蚌埠铁路分局              | 开滦煤炭科学研究所 (222) |
| 附录 开采急倾斜煤层地表移动规律初步总结           |                 |
| .....                          | 北京煤炭科学研究所 (237) |

## (一) 淮河下采煤试验

淮南矿务局李咀孜矿 开滦煤炭科学研究所

李咀孜煤矿位于淮南二道河地区，东邻毕家岗矿，西界孔集矿，走向全长2950米。井田内煤层斜跨淮河两岸，西部急倾斜部分，煤层基本上在淮河南岸，东部倾斜部分，煤层赋存在淮河北岸及淮河河床下。煤层走向北西。倾角，西部 $55^{\circ}$ 至 $70^{\circ}$ ，东部 $39^{\circ}$ 至 $53^{\circ}$ 。各煤层均赋存于含水砂层之下，矿井东翼煤层还直接处于淮河和淮堤之下，开采技术条件复杂。能否安全合理地开采出淮河下煤炭资源，是关系到我矿和淮南矿区扩大开采储量和老矿挖潜的重要生产技术问题。

1960年投产后，先后采了西部流砂层下的中厚、厚及薄煤层，并取得了有关覆岩破坏、岩层移动及水文地质资料。在此基础上，从1974年4月起对东部、东二采区淮河、河堤下煤层进行试采（图1-1）。两年多来，安全试采了4个不同厚度的煤层。截至1976年底共安全开采出水体下煤炭资源296.4万吨，其中淮河下40.5万吨。

### 一、采区条件

#### 1. 地质、水文地质概况

##### 1) 采区地质概况

试采区地层走向北西，倾向北东，倾角东缓西陡，平均变化于 $43^{\circ}$ 至 $51^{\circ}$ 。煤系地层由砂岩、砂页岩、页岩组成。其上不整合覆盖有厚约40米的第四系地层，其岩性自下而上为泥灰岩组、含水砂层和表土层。

煤层属二迭系石盒子组地层，划分为A、B、C三组。可采煤层总厚23.72米（表1-1）。

这次试采的 $C_{15}$ 和 $C_{13}$ 煤层的顶板均属较硬的中粒砂岩。 $C_{15}$ 煤层顶板砂岩厚10米左右， $C_{13}$ 煤层顶板砂岩厚10~15米。难冒落，有周期来压。

##### 2) 采区水文地质概况

(1) 地表水 地表水主要为流经采区上方的淮河，河流方向与煤层走向呈 $25^{\circ}$ 夹角。 $B_{11b}$ 至 $C_{15}$ 槽煤层露头位于淮河北岸河漫滩下， $B_4$ 至 $B_{10}$ 槽煤层露头位于淮河河床下， $A_1$ 至 $A_3$ 槽煤层露头位于淮河南岸河漫滩下。采区上方地表标高+19至+21米，河床最低标高为+10.56米左右，常年枯水位+16.71至+17.50米，常年洪水位为+20至+23米，历年最高洪水位（1954年7月29日）为+25.63米，最大流量（1954年7月26日）为10800米<sup>3</sup>/秒。河床宽一般为200至300米，河床南岸受冲刷而陡深，北岸平缓。在枯水期，东二采区 $B_{11b}$ 至 $C_{15}$ 槽上方为河漫滩，在洪水期（20至35天），由于水位上涨，河床增宽，东二采区直接位于淮河下。

淮河北岸下六方堤（即淮河行洪堤，行洪水位+23.50米），是一个环状封闭的围堤，保护二道河地区农田，受护面积约3.8万亩。

(2) 地下水 含水层包括第四系含水砂层和煤系地层砂岩含水层。以第四系地层

图 1-1 李咀孜矿井上下对照图

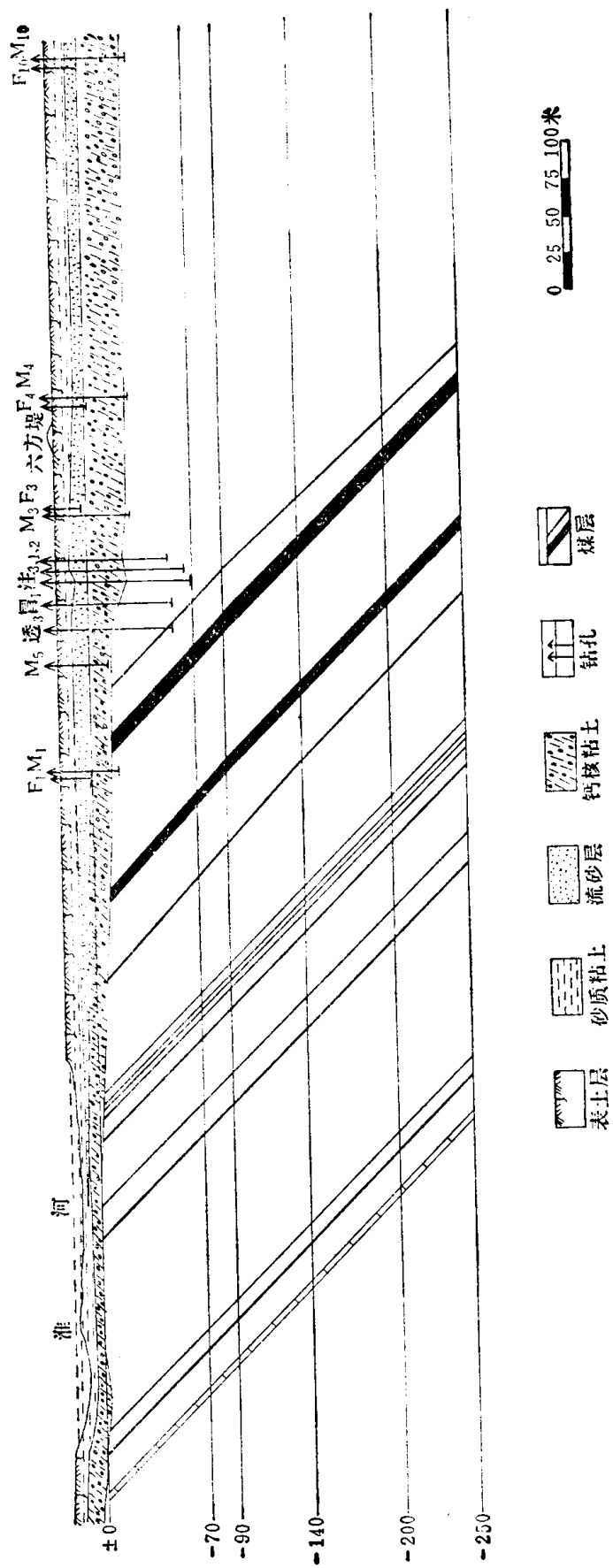


图 1-2 东二采区东翼地质剖面

表 1-1 采区煤层赋存条件

| 煤层名称      | 煤厚(米) | 水平间距(米) | 顶板岩性     | 采区可采储量(万吨) |
|-----------|-------|---------|----------|------------|
| $C_{13}$  | 1.25  | 26.5    | 砂岩、砂页岩   | 8.10       |
| $C_{13}$  | 6.37  | 86.0    | 厚层砂岩、砂页岩 | 52.16      |
| $B_{11b}$ | 3.13  | 1.30    | 细砂岩、页岩   | 27.56      |
| $B_{11a}$ | 0.77  | 43.2    | 粘土岩、砂页岩  |            |
| $B_{10}$  | 0.71  | 71.8    | 中细粒砂岩    |            |
| $B_{9b}$  | 1.75  | 1.1     |          | 15.44      |
| $B_{9a}$  | 1.30  | 0.8     |          |            |
| $B_{8b}$  | 1.17  | 5.2     |          | 8.93       |
| $B_{8a}$  | 0.78  | 11.2    |          | 3.35       |
| $B_{7b}$  | 1.78  | 52.7    |          | 16.06      |
| $B_5$     | 0.55  | 16.1    |          |            |
| $B_{4b}$  | 0.87  |         | 中细粒砂岩    |            |
| $A_3$     | 1.50  |         | 中细粒砂岩    |            |
| $A_1$     | 1.79  |         |          | 1.50       |
| 计         | 23.72 |         |          | 135.33     |

注：表内煤层自上往下编列。

砂层水对开采的威胁最大。

不整合覆盖于煤系地层之上的第四系地层厚40余米(图1-2)，其岩性、厚度、富水性见表1-2。

表 1-2 第四系地层赋存特征

| 层位  | 岩性                    | 厚度<br>底板标高<br>(米)                    |                                     |                                 | 水位标高<br>(米)                                        | $q$<br>(升/秒米)                                       | $K$<br>(米/昼夜)                                 | 富水性评价         |
|-----|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|
|     |                       | $B_{11} \sim C_{13}$                 | $B_4 \sim B_{10}$                   | $A_1 \sim A_3$                  |                                                    |                                                     |                                               |               |
| 表土  | 亚砂土层                  | $\frac{4 \sim 7}{+12 \sim +16}$      | $\frac{6.5 \sim 8.5}{+10 \sim +11}$ | $\frac{9 \sim 13}{+6 \sim +14}$ |                                                    |                                                     |                                               | 透水层、局部上层滞水    |
|     | 砂质粘土                  | $\frac{1.09 \sim 7.75}{+8 \sim +12}$ |                                     |                                 |                                                    |                                                     |                                               | 相对隔水层         |
| 砂层  | 粗砂及中砂细砂               | $\frac{9 \sim 12}{-1 \sim +1}$       | $\frac{8}{+6 \sim +11}$             | $\frac{0 \sim 2}{0 \sim 2}$     | $\frac{+17.48 \sim +17.84}{+17.48 \sim +17.84}$    | $\frac{0.69 \sim 3.42}{0.69 \sim 3.42}$             | $\frac{3.09 \sim 17.33}{3.09 \sim 17.33}$     | 强含水层          |
| 泥灰岩 | 钙核粘土及钙质粘土，砾石夹粘土，结晶泥灰岩 | $\frac{13 \sim 27}{-15 \sim -27}$    | $\frac{10 \sim 18}{-5 \sim -12}$    | $\frac{2 \sim 14}{0 \sim 4}$    | $\frac{+15.61 \sim +17.64}{(M_1 \text{孔为 } -4.7)}$ | $\frac{0.00032 \sim 0.00176}{0.00032 \sim 0.00176}$ | $\frac{0.0015 \sim 0.014}{0.0015 \sim 0.014}$ | 微弱含水层<br>至隔水层 |

煤系地层中主要为砂岩脉状裂隙弱含水层，其水位标高为+15.91至+17.35米。根据邻近矿井孔集矿 $A_3$ 、 $B_9$ 、 $B_{11}$ 、 $C_{13}$ 煤层顶板砂岩抽水资料，渗透系数 $K=0.0142$ 米/昼夜。在本采区 $C_{13}$ 煤层顶板砂岩涌水量 $3.61 \sim 16.7$ 米<sup>3</sup>/小时， $B_{11b}$ 煤层顶板砂岩涌水量 $1.4 \sim 8$ 米<sup>3</sup>/小时。

①地下水位的变化规律 1973年7月至1974年底对含水砂层、泥灰岩组、煤层顶板砂岩(裂隙)三个含水性不同的岩组进行了水位观测工作。观测资料表明，各种地下水变化的共同规律是随降雨量的增减及淮河水位涨落而变。一般雨后半个月水位开始上升。河水上涨及退落时，在近河边400米地段内砂层水位的上升或下降，完全与淮河水吻合。河水

退落时砂层水位下降速度、梯度、变幅小于河水。水位一般从五月开始逐渐上升，到八、九月水位最高，以后逐渐下降（或近于稳定）至次年四月底。其各层水位变化见表1-3。

表 1-3 地下水位的变化

| 层 位     | 最 高 水 位 (米)  | 最 低 水 位 (米)  | 变 幅 (米) |
|---------|--------------|--------------|---------|
| 砂 层 水   | +19~19.30    | +17.50~18.00 | 1~1.8   |
| 泥 灰 岩 水 | +18.50~19.00 | +17.00~17.50 | 1.5~2.0 |
| 基 岩 水   | +17.36       | +16.00       | 1.36    |

②地下水补给来源 疏松含水砂层受大气降水、河水直接补给（当砂层水位高时补给淮河），该层含水较为丰富，是主要含水层。

泥灰岩组被含水砂层所覆盖，该组因岩性不一，而其隔水性亦有差别，结晶泥灰岩可视为弱含水层，其它为隔水层。

煤层顶板砂岩脉状弱裂隙层，被泥灰岩组地层所掩盖。水量以静储量为主，以裂隙脉状补给方式为主要特征，动储量不大。

③地下水的化学性质 为了了解回采工作面的涌水与各含水层之间的水力联系，对各含水层的水进行了水质分析。其结果表明，砂层水、泥灰岩水、顶板水的化学成份有共同点，三者的 Ca/Mg 含量比值及 pH 值尚为接近，均属淡水。但由于岩石性质及循环条件不同，水质略有差异。

## 2. 开采情况及技术安全措施

### 1) 开采情况

（1）试采区的确定 对比东翼三个采区的水文地质条件，东一采区为急倾斜，煤层全在河床下。东二采区  $C_{15}$ 、 $C_{13}$ 、 $B_{116}$  主要煤层在淮河漫滩区，有利地表岩移及水文观测，而初期开采对淮堤影响较小。东三采区煤层虽在河床以北但泥灰岩较东二采区薄。本着先易后难，先河漫滩后河床下的原则，故选在东二石门采区淮河漫滩下  $C_{15}$ 、 $C_{13}$ 、 $B_{116}$  煤层做为第一阶段试采煤层，在取得经验后进行河床下  $B_{76}$  至  $B_{96}$  近距煤层群的开采。

东二采区走向长450米，东翼200米，西翼250米。运输石门在-200米，回风石门在-60米，在-140米开中间腰巷，划分两个阶段回采，均采用冒落式开采（表1-4）。

（2）回采上限的确定 合理、慎重地确定回采上限，即留设一定高度的防水煤岩柱是关系到是否能够安全试采的重大问题。在开采前学习了枣庄、淮北、新汶、徐州、开滦等兄弟矿区在河下（或含水砂层下）的开采经验，整理分析了本矿区李一、谢二、谢三、新庄孜、孔集等矿18个工作面共55个导水裂隙高资料，取得了缓斜及倾斜煤层采用长壁式倾斜分层冒落法的导水裂隙带高度计算公式：

$$H_{裂} = \frac{100M}{3 + 4n} + 6.3, \text{ 米}$$

式中  $M$ ——累计采厚，米；

$n$ ——分层数。

防水煤岩柱高度是指回采上边界至河床或含水砂层底板间的垂直高度，按下式计算：

表 1-4 煤层开采条件及时间

| 地 点  | 槽 别       | 煤 厚<br>(米) | 顶 板 岩 性                  | 采 煤 方 法   |                    | 采 厚<br>(米) | 回采上限<br>(米) | 回 采 时 间<br>(年、月) |
|------|-----------|------------|--------------------------|-----------|--------------------|------------|-------------|------------------|
| 东二东  | $C_{16}$  | 1.1        | 局部有0.5~1.0米厚<br>伪顶其上为硬砂岩 | 走 向 长 壁   |                    | 1.1        | -70         | 1974.4~1975.2    |
| -140 | $C_{13}$  | 6.5        | 局部有伪顶,<br>其上为砂岩          | 倾         | 一 分 层              | 1.8        | -90         | 1975.1~1975.7    |
| 米以上  |           |            |                          | 斜         | 二 分 层              | 1.8        | -90         | 1976.2~1976.6    |
|      |           |            |                          | 分         | 三 分 层              | 1.8        | -90         | 1976.8~1976.12   |
| 东二西  | $C_{13}$  | 6.5        | 顶板为坚硬砂岩                  | 倾         | 一 分 层              | 1.8        | -90         | 1975.1~1975.6    |
| -140 |           |            |                          | 斜         | 煤皮假顶、伪倾<br>斜柔性掩护支架 | 4.5*       | -90         | 1975.7~1976.3    |
| 米以上  | $B_{11b}$ | 3.0        | 砂 岩                      | 伪倾斜柔性掩护支架 |                    | 2.9        | -90         | 1975.5~1976.5    |

注:  $C_{13}$ 西翼水平分层采区采高平均4.5米。但考虑到实际的回收率,有效平均采厚近于3.6米。

$$H = H_{裂} + H_{保}, \text{米}$$

式中  $H_{保}$ ——保护层厚度,取10米。

在确定东二采区防水煤柱垂高时,主要参考了本矿西翼含水砂层下大面积安全开采同样煤层在急倾斜条件下的实际导水裂高资料及留设的煤岩柱高度。

西翼开采 $C_{15}$ 煤层时,倾角 $64^\circ$ ,煤层厚1.2米,留设煤柱44米是安全的。开采 $C_{13}$ 煤层平均厚6.34米,倾角 $60^\circ$ ,回采垂高90米,探得导水裂高为55~68.5米,回采是安全的。尽管东二采区是倾斜煤层,在采用西翼急倾斜煤层上述实际资料的前提下,为了保证 $C_{16}$ 、 $C_{13}$ 、 $B_{11b}$ 煤层安全试采,确定了 $C_{15}$ 煤层回采上限-70米,(煤岩柱垂高60米) $C_{13}$ 、 $B_{11b}$ 煤层回采上限-90米,(煤岩柱垂高80米)。

## 2) 安全技术措施

为确保在淮河下试采的安全,在试采中采取了以下一些措施。

(1) 在局矿党委直接领导下,成立了试采办公室,配有采煤、水文地质、测量等专业的工人和技术人员,具体负责试采工作。并每月向领导小组汇报。

(2) 定期认真地进行党的安全生产方针的宣传教育。每班有兼职安全员,严格按安全作业规程检查,并向调度所汇报。

(3) 从工作面至安全出口设置避灾指示路标。

(4) 为防止流砂和河水溃入井下,在东二石门-60米及-200米各砌筑一道永久水闸门。

经常清理水沟,保持畅通无阻。定期清理水仓。定期对水泵进行维修,保证能全部正常运转。

(5) 严格按作业规章操作,控制采高,及时放顶以防风巷上方煤柱的抽冒。严禁采风巷以上防水煤柱。

(6) 为防止覆岩产生过高的破坏,有利于保护上覆岩柱的固有水文地质条件,因而严格掌握分层间歇开采的时间。

(7) 建立井上下岩层移动和水文地质观测系统,及时观测和掌握地表移动、水位动态、淮河水位和采区涌水量变化等情况。

## 二、地表移动观测

为了解岩层破坏与地表移动、变形的关系，合理地安排开采程序，提出正确的护堤措施，在东二试采区设置了地表移动观测站。观测线5条，测点218个（图1-1）。定期观测这些测点的移动和变形。

### 1. 回采过程中的地表移动特点

各分层工作面采后，地表开始移动的时间与工作面推进距离和采空面积及超前影响见表1-5。

表 1-5 地表移动与采空面积的关系

| 煤 层                       | $C_{1s}$  | $C_{1s}$  |           |           |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                           |           | 一 分 层     | 二 分 层     | 三 分 层     |
| 起 动 距 (米)                 | $0.29H_0$ | $0.12H_0$ | $0.14H_0$ | $0.11H_0$ |
| 采 空 面 积 (米 <sup>2</sup> ) | 3000      | 1650      | 1100      | 840       |
| 超前影响角 (度)                 | 67        | 52        | —         | —         |
| 超前影响距 (米)                 | $0.43H_0$ | $0.77H_0$ | —         | —         |

最大下沉速度出现和变化规律，反映了采后上覆岩层破坏移动的情况。各层开采观测的地表移动延续时间及最大下沉速度见表1-6和表1-7。

表 1-6 地表下沉持续时间

| 煤 层      | 开始阶段 (月) | 活跃阶段 (月) | 衰退阶段 (月) | 持续总时间 (月) |
|----------|----------|----------|----------|-----------|
| $C_{1s}$ | 0.8      | 3.2      | 3.3      | 7.3       |
| $C_{1s}$ | 一 分 层    | 4.0      | 2.7      | 7.1       |
|          | 二 分 层    | 3.7      | 3.0      | 6.9       |
|          | 三 分 层    | 4.4      | 1.9      | 6.5       |

表 1-7 地表最大下沉速度

| 煤 层      | 推 进 速 度<br>(米/日) | 最大下沉速度<br>(毫米/日) | 最 大 下 沉 速 度 |           |
|----------|------------------|------------------|-------------|-----------|
|          |                  |                  | 滞后角 (度)     | 滞后距 (米)   |
| $C_{1s}$ | 1.2              | 4.2              | 67          | $0.43H_0$ |
| $C_{1s}$ | 一 分 层            | 7.4              | 74          | $0.28H_0$ |
|          | 二 分 层            | 9.8              | 78          | $0.19H_0$ |
|          | 三 分 层            | 13.7             | 81          | $0.16H_0$ |

### 2. 地表移动参数

1) 移动角 各分层求得移动角及其它角值见表1-8。

2) 求得其它参数见表1-9。

3) 地表下沉速度与导水裂隙带形成关系

沿走向观测线所获得的地表下沉速度是上覆岩层移动剧烈程度的反映。通过对地表下沉速度观测资料的分析初步认为：当工作面推过地表点下方  $0.12H_0$  距离后，地表即可出现最大下沉速度（重复采动为  $0.10H_0$ ），则对应于该点的采空区上方岩层中导水裂隙带已

表 1-8 各分层开采的移动角、边界角、裂缝角

| 煤 层      |       | 移 动 角 (度) |          |         | 边 界 角 (度)  |            |           | 裂 缝 角 (度)  |            |           |
|----------|-------|-----------|----------|---------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
|          |       | $\delta$  | $\gamma$ | $\beta$ | $\delta_0$ | $\gamma_0$ | $\beta_0$ | $\delta''$ | $\gamma''$ | $\beta''$ |
| $C_{15}$ |       | 76        | —        | 54      | 55         | 54         | 43        | —          | —          | —         |
| $C_{13}$ | 一 分 层 | 67        | 79       | 49      | 52         | 47         | 40        | —          | —          | —         |
|          | 二 分 层 | 62        | 77       | 47      | 48         | 36         | 38        | 75         | 88         | 53        |
|          | 三 分 层 | 59        | 79       | 47      | 46         | 34         | 37        | —          | —          | —         |

表 1-9

| 参 数      | $C_{15}$ | $C_{13}$ |       |       | $C_{13}$ 西 全 层 |
|----------|----------|----------|-------|-------|----------------|
|          |          | 一 分 层    | 二 分 层 | 三 分 层 |                |
| $q$      | 0.55     | 0.52     | 0.68  | 0.85  | 0.56           |
| $b$      | 0.36     | 0.37     | 0.34  | 0.33  | 0.34           |
| $\theta$ | 68°      | 64°      | 65°   | 66°   | —              |

发育形成,此后,其导水裂隙带高度不再有明显的发展。

因此在地表测点出现最大下沉速度后(一般在工作面推离该点1~2个月),就可以进行冒落孔的施工,以探测该位置的导水裂隙带最大高度。

### 三、水文地质和覆岩破坏观测及其规律

水文地质和覆岩破坏观测的目的,主要是探明采空区顶板冒落形成的导水裂隙带与采空面积的关系;导水裂隙带在走向与倾斜方向发展的形态、高度;不同层位(或高度)地下水位动态变化与导水裂隙带间有无水力联系。根据上述任务进行了地下水位观测,采区上方钻孔注水(包括冒落孔)漏失量观测,采区涌水量观测。

#### 1. 观测孔布设

##### 1) 地下水位动态观测孔的布设

观测对象为采区上方的煤系地层,泥灰岩及砂层水位。故在回采前布置了上述地下水动态观测孔。钻孔位于岩层移动的主断面上及预计初次来压位置(预计离开切眼30~40米处)。其中 $F_1$ 、 $M_1$ 、 $F_{10}$ 、 $M_{10}$ ( $F$ 为砂层水位观测孔, $M$ 为泥灰岩水位观测孔)位于塌陷盆地范围以外,了解正常条件下地下水位动态变化; $F_3$ 、 $M_3$ 位于采区东翼塌陷盆地中部, $M_6$ 、 $M_{11}$ 位于 $C_{15}$ 煤层顶板含水砂岩层露头上方;注<sub>1</sub>、注<sub>2</sub>、注<sub>3</sub>、透<sub>3</sub>(基岩水位观测孔)位于推断的导水裂隙带的不同高度上。根据地下水位动态变化规律,确定观测位置处于正常疏干范围内,还是处于导水裂隙带疏干范围内,分析导水裂隙带的形成与采空面积的关系(图1-1)。

##### 2) 导水裂隙带观测孔布设

为安全解决水体下采煤,就必须研究覆岩破坏规律,掌握覆岩破坏的最大高度和形态。其方法,主要是在采后打冒落孔,根据钻进时的冲洗液消耗量及注水试验资料,确定导水裂隙带的高度。另外在东二东 $C_{13}$ 第一分层和在东二西 $C_{13}$ 中底层的一些冒落孔曾进行过钻孔透视仪和钻孔电视探测导水裂隙带高度的试验。同时采用了“有限单元法”对导水裂隙带高度的预计进行了探索。

东二  $C_{15}$  槽采后在距切眼不同距离布置了 4 条观测剖面，施工了 13 个冒落孔，以确定初次采动导水裂隙带发育规律。

在东二东翼  $C_{13}$  槽采后距切眼不同距离上布置了 4 条剖面，施工了 16 个冒落孔，以确定  $C_{13}$  槽分层采后导水裂隙带的发育规律。各层导水裂隙高观测孔的位置如图 1-3~图 1-7 所示。

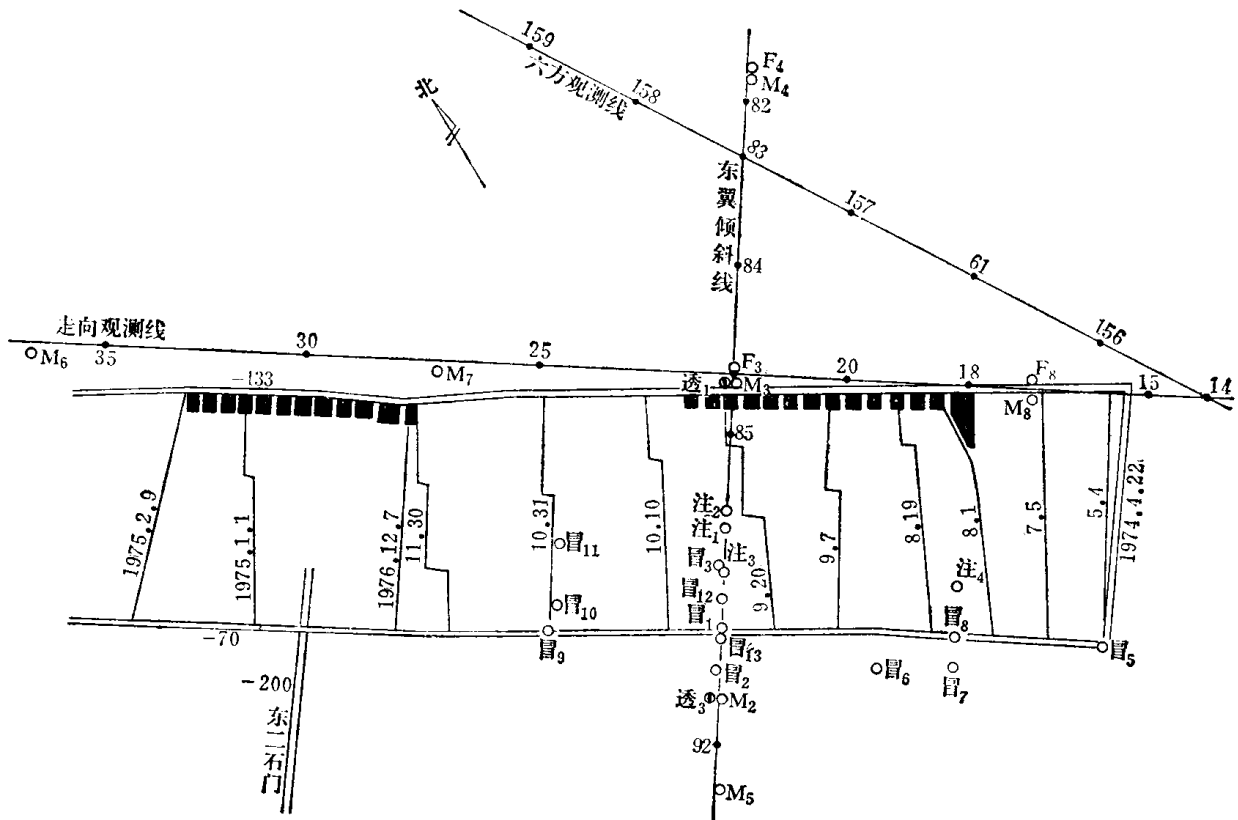


图 1-3 东二  $C_{15}$  回采工作面

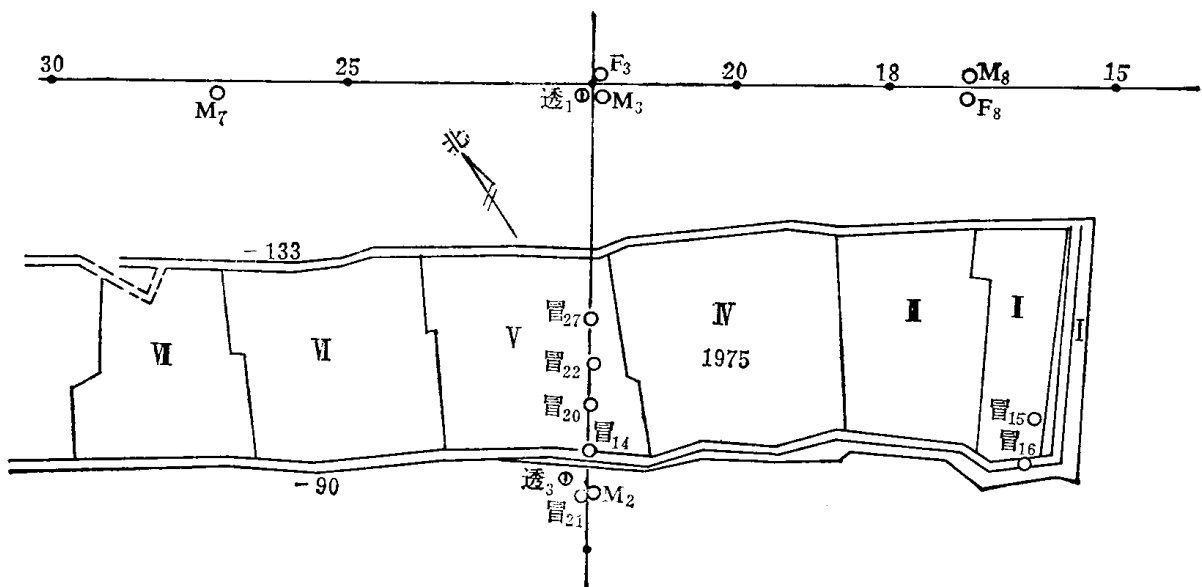
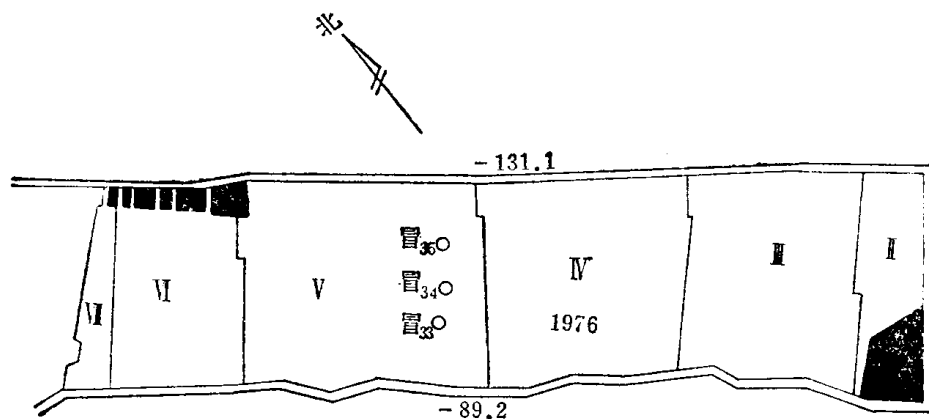
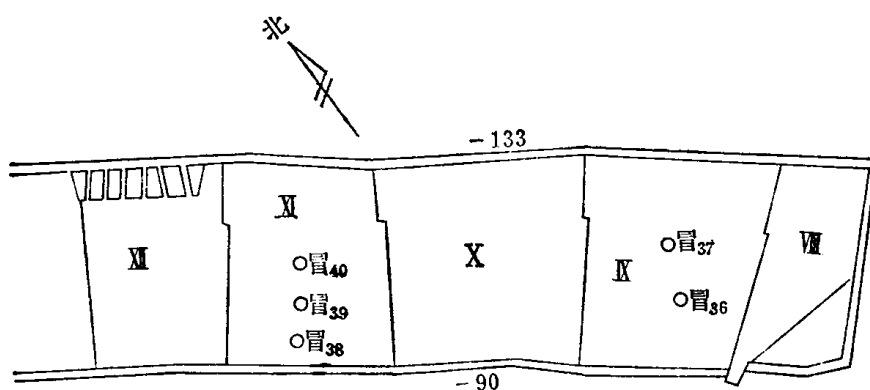
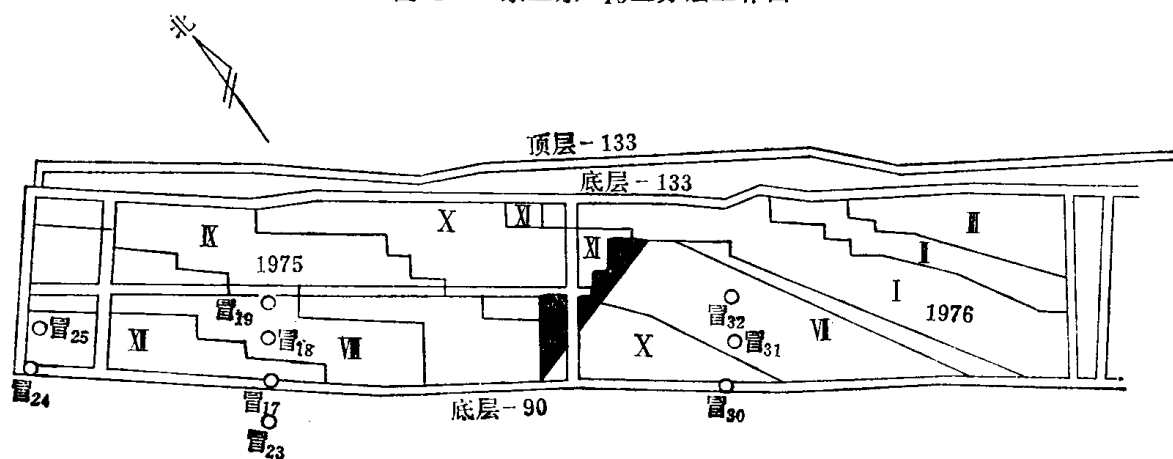


图 1-4 东二东  $C_{13}$  一分层工作面

图 1-5 东二东  $C_{13}$  二分层工作面图 1-6 东二东  $C_{13}$  三分层工作面

顶层回采时间1975.1~1975.6

图 1-7 东二西  $C_{13}$  底层工作面

此外对采前施工（打在预计导水裂隙带位置）的注<sub>1</sub>、注<sub>3</sub>、注<sub>4</sub>孔，在回采期中进行了注水试验，以了解导水裂隙的发展过程。

## 2. 水文和导水裂隙带的观测方法

### 1) 各类观测孔封孔方法及封孔质量评述

采区上方砂层含水丰富，为避免砂层水溃入井下，凡穿过砂层时，均下套管临时隔

离, 套管直径不小于 127 毫米。而后继续钻进至观测段, 下 108 毫米套管, 采用水泥止水 (个别孔用桐油石灰球止水, 上部用浓泥浆封闭) 后, 起拔 127 毫米套管, 待水泥固结后, 再继续钻进至终孔。由砂层至泥灰岩水位观测孔相距数米, 采后水位差达 20 米 ( $F_3$ 、 $M_3$ ), 说明封孔质量良好 (砂层水位观测孔表土部分采用粘土球及浓泥浆封闭)。

## 2) 水位观测

地下水位动态观测, 在正常条件下, 一星期观测一次。当受回采疏干及回采后导水裂隙带影响, 水位急剧下降时, 则加密观测。当孔内水位下降至孔底时, 应及时观测孔内有无吸风, 并测定其风速, 同时定期进行简易注水试验, 以便确定导水裂隙带是否进入观测段, 并根据注水试验漏失量变化, 结合岩层移动观测资料分析顶板冒落高度是否稳定, 以便及时布置导水裂隙带观测孔。

## 3) 井下涌水量测定及回采工作面调查

在井下设立各涌水量观测点, 其目的是测定回采期间各分层涌水量及采区涌水量变化。水量用水堰或容积法测定, 一般每星期观测一次。

工作面调查主要是测定回采工作面推进位置; 煤层倾角、采高、顶板冒落情况, 以及断层, 出水点位置, 涌水量等。

## 4) 导水裂隙带钻孔观测

采用清水钻进, 观测上下钻水位和冲洗液消耗量。部分孔随着钻进分段进行简易综合注水试验。分段注水段长一般小于 10 米, 每次注水前用清水冲孔, 抽水洗孔, 洗孔后测量孔内稳定水位, 确定注水时压力值。注水试验采用固定水位观测流量, 每 5~10 分钟测量一次漏失量, 稳定时间 30~60 分钟。为了观测方便, 注水试验水头高度, 一般尽可能固定在孔口, 当漏失量大, 水位不能抬高至孔口时, 只测量漏失量。分段简易综合注水由上而下进行, 直至钻进深度达到强烈漏失段无法继续钻进时终孔。终孔后用水泥浆封闭全孔。

## 3. 采后地下水位及采区涌水量的变化规律

### 1) 采后地下水位变化规律

根据砂层孔、泥灰岩孔和基岩孔的定期水位观测数据绘制的地下水位变化与回采关系如下:

(1) 砂层水位变化主要受大气降雨及淮河水位控制, 回采前后基本上一致, 不受回采疏干影响。

(2) 泥灰岩水位在采区下边界至煤层露头处水位下降明显, 截至  $C_{13}$  煤层中分层采后, 与回采前最低水位比较, 各孔总下降幅度见表 1-10。

表 1-10 截至  $C_{13}$  煤层中分层采后采区上方泥灰岩水位下降幅度

| 日期及水位  | 孔号          | $M_9$              | $M_{11}$           | $M_8$              | $M_6$              | $M_5$              | $M_7$              | $M_4$               |
|--------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|        |             | 1974.5.14<br>17.30 | 1974.5.14<br>16.04 | 1974.5.14<br>17.00 | 1974.7.30<br>15.99 | 1974.5.14<br>17.02 | 1974.5.14<br>17.00 | 1973.12.20<br>15.07 |
| 采前     | 日期<br>水位(米) | 1974.5.14<br>17.30 | 1974.5.14<br>16.04 | 1974.5.14<br>17.00 | 1974.7.30<br>15.99 | 1974.5.14<br>17.02 | 1974.5.14<br>17.00 | 1973.12.20<br>15.07 |
| 采后     | 日期<br>水位(米) | 1976.8.23<br>10.01 | 1975.6.23<br>8.44  | 1975.4.25<br>13.82 | 1976.8.23<br>10.92 | 1976.5.27<br>-5.46 | 1976.4.16<br>12.07 | 1976.2.25<br>-6.12  |
| 下降值(米) |             | 7.29               | 7.60               | 3.18               | 5.07               | 22.48              | 4.93               | 21.19               |

注: 由于  $C_{13}$  三分层回采期间, 东三  $C_{15}$ 、 $C_{13}$  亦已回采对东二采区水位孔有影响, 故没统计三分层采后水位变化。

由表中所列下降值及水位变化可以看出,除  $M_0$  孔外,最低水位及最大下降值一般出现在塌陷盆地中心,其次是煤层露头处。

由于煤层回采后,采空区上方基岩水位已被疏干,泥灰岩又覆于被疏干的基岩上,但泥灰岩孔内仍保持一定的水位,虽有所下降是因泥灰岩水补给基岩所致。从泥灰岩水位下降和时间曲线分析,在回采过程中,水位下降速度是不均匀的,最大下降速度出现在相应岩层移动测点出现最大下沉速度前后,并随工作面推进亦向前移动。当相应的岩层移动测点最大下沉速度衰减时,水位下降速度也变缓慢,局部尚有回升。这也说明泥灰岩水位下降是回采时因基岩水被疏干,而泥灰岩水补给基岩有关。因此推断导水裂隙带尚未进入泥灰岩层,说明泥灰岩层呈缓慢的弯曲下沉,其导水性没有多大变化。这已在回采的三个分层中均出现类似情况(图1-8)。

(3) 基岩水位变化 基岩水位观测孔的水位最大下降速度均出现在下方煤层回采以后,较走向观测线对应的岩层移动测点最大下沉速度出现前20天左右出现。水位最大下降速度随工作面推进而向前移动,水位最大下降速度出现20天左右后,走向观测线与之对应的岩层移动点最大下沉速度开始衰减,此时回采煤层涌水量也基本稳定,采空区上方基岩水位接近疏干阶段(图1-9)。

## 2) 采区涌水量变化

$C_{15}$ 和 $C_{13}$ 煤层直接顶板均系砂层脉状裂隙含水层。

$C_{15}$ 煤层采动后,在初次放顶前,涌水量一般为 $0.3 \sim 0.4$ 米<sup>3</sup>/小时,初次放顶(走向回采长度65米,采空面积5600米<sup>2</sup>)后,涌水量增加到1.01米<sup>3</sup>/小时,继后很快稳定到 $0.6 \sim 0.7$ 米<sup>3</sup>/小时,说明以消耗基岩水静储量为主。

在 $C_{13}$ 煤层各工作面回采期间,工作面仅有少量滴水,因水量甚小,在运煤过程中被带走,无法测定其涌水量,说明 $C_{13}$ 煤层顶板含水微弱。

## 4. 覆岩破坏规律

### 1) 导水裂隙带的上限确定

研究导水裂隙带的发育规律,首先必须使导水裂隙带高度的观测结果是可靠的。采用漏失量确定导水裂隙带高度,必须了解地层采动前的原始透水性,来作为采后确定导水裂隙带高度的原始对比数据。

在 $C_{15}$ 煤层回采期间,于采空区上方不同位置的部分观测孔进行分段简易综合注水和冲洗液消耗量变化试验来确定导水裂隙带顶界面(图1-9)。导水裂隙带上限虽因钻孔所处位置不同而异,但单个钻孔沿垂直方向漏失量变化规律是一致的,即钻进到一定标高后漏失量就急剧增大至冲洗液终止循环。因而单个点上导水裂隙带顶界面明显。所以单个钻孔导水裂隙带的顶界面确定是比较可靠的。

### 2) 导水裂隙带的形成与采空面积关系

根据本试采区各层回采工作面的观察,钻孔探测及地表下沉盆地的形态,表明煤层采空后,上覆岩层的冒落破坏,主要发生在顶板岩层中,其破坏方向为沿煤层法线方向,煤柱的抽冒是不严重的。其冒落过程的特点是达到一定采空面积,顶板发生周期性垮落,并引起上覆岩层的断裂弯曲,导致地表下沉与移动,这是一个有机联系的整体。因此地表下沉的剧烈程度,即下沉速度的大小,在一定程度上反映了顶板岩层破坏激烈程度,只不过出现的时间滞后而已,因为由下而上的破坏有一个时间传递的过程。

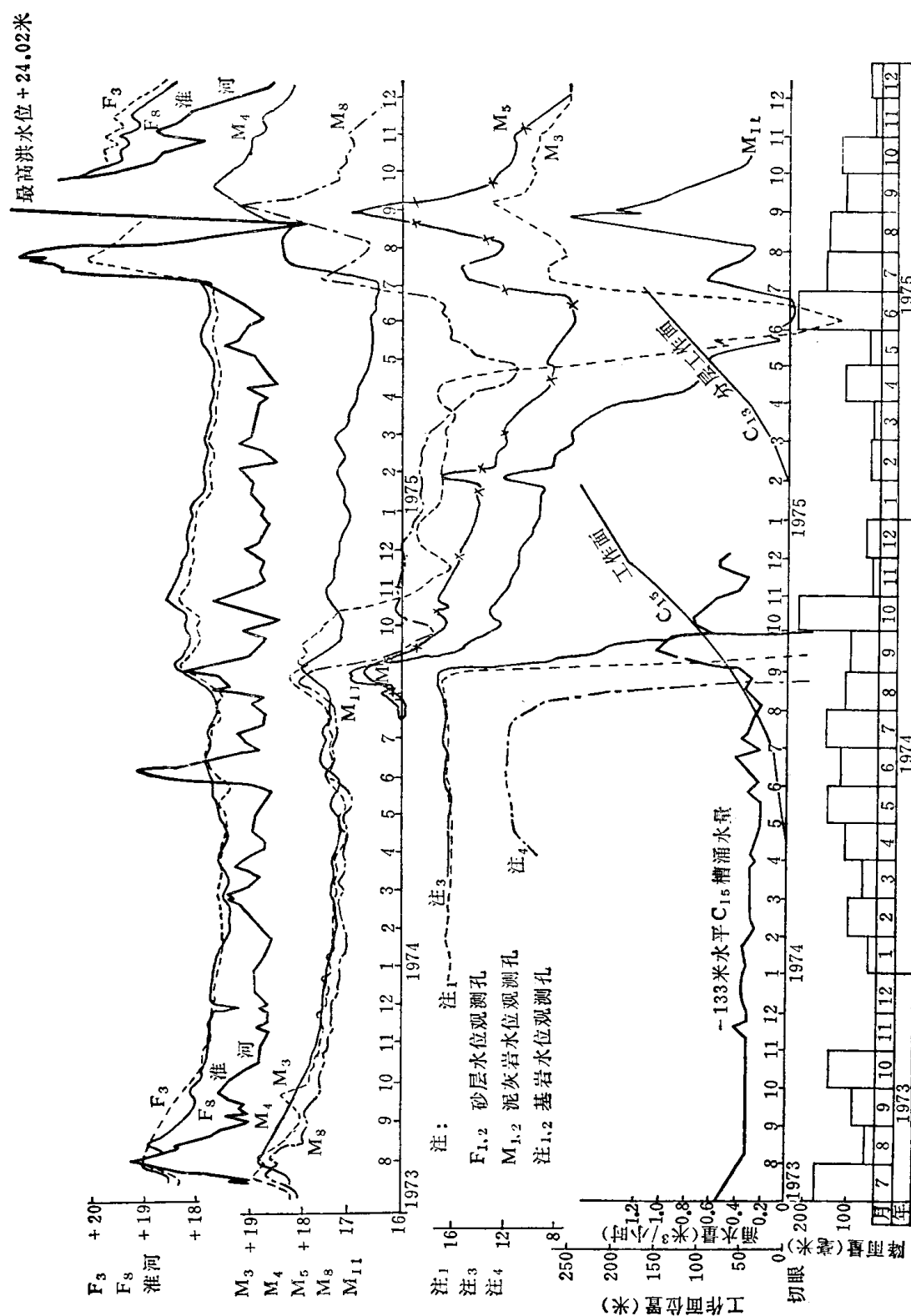


图 1-8 东二采区水位动态变化曲线