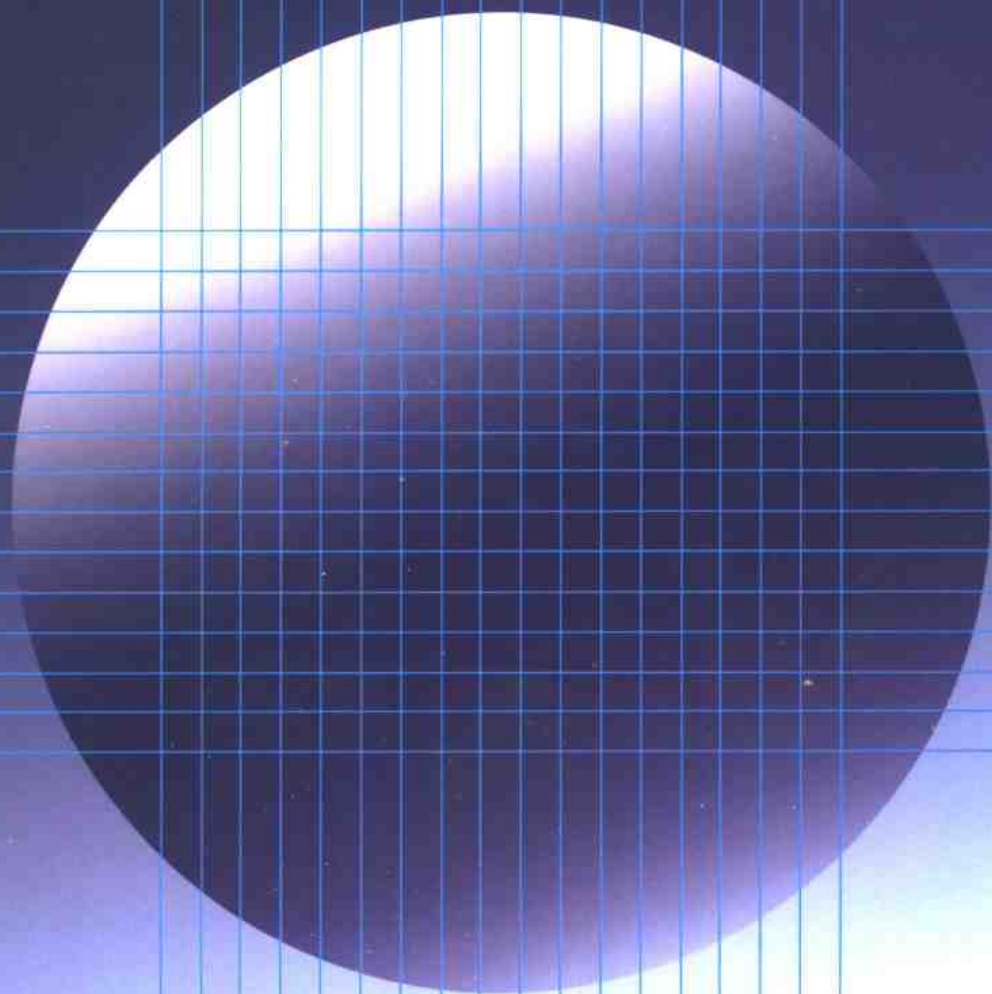


浅埋深薄基岩煤层 井工开采技术

赵森林 赵宏珠 孟亚平 编著



中国矿业大学出版社

层 煤 岩 基 薄 深 埋 浅 术 技 采 开 工 井

赵森林 赵宏珠 孟亚平 编著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书结合实例详细介绍了浅埋深、薄基岩煤层井工开采技术的措施和经验。全书主要包括四个部分：(1) 重点介绍神东煤田浅层开采创国际一流效益的实践经验；(2) 介绍邢台矿区缩小冲积层煤柱的实践，阐明薄基岩条件矿压规律及安全开采技术措施；(3) 扼要介绍印度不同类型浅部开采的实践和效果；(4) 综合国内外研究成果，提出浅埋深、薄基岩煤层开采的理论认识，归纳出此类煤层矿压特征、设备选择以及相应的安全技术措施。

本书可供具备浅埋深、薄基岩煤层条件矿区的开发生产者、有关科研、管理和教学人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

浅埋深薄基岩煤层井工开采技术/赵森林，赵宏珠，
孟亚平编著. —徐州：中国矿业大学出版社，2003.5

ISBN 7-81070-629-2

I. 浅... II. ①赵... ②赵... ③孟... III. 薄煤层
—煤矿开采 IV. TD823.25

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 044326 号

书 名 浅埋深薄基岩煤层井工开采技术

编 著 赵森林 赵宏珠 孟亚平

责任编辑 刘泽春

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

印 刷 北京地质印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 10.125 字数 234 千字

版次印次 2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月第 1 次印刷

印 数 1~1000 册

定 价 15.00 元

(图书若有印装质量问题，本社负责调换)

绪 论

煤层上覆岩层及冲积层厚度小于 15 倍采高,且煤层上覆岩土随长壁工作面推进可迅速呈整体性垮落时,工作面矿压显现强烈,甚至有冲击性。这样煤层的赋存特点可概括为:一是埋藏浅,二是基岩薄。当今,国内外把采深在 50 m 左右的煤层称为埋藏浅。关于基岩薄有两种情况:其一是煤层埋藏浅,上覆有基岩和表土层;其二是煤层埋藏深,但煤层上覆坚硬岩层较薄(厚约 10 m~30 m),其上为岩层风化带(厚约 30 m 左右),再上是冲积层砂砾石或表土(厚度上百米)。近 20 年来,国内外对浅埋深薄基岩的煤层广泛进行了井工开采实践。

近年来,在我国西部大开发中,已探明浅埋深薄基岩类型的煤层储量最多的煤田是神府东胜煤田,远景储量达 10000 亿 t。其煤层埋藏较浅,当前采深 40 m~50 m,基岩和黄土层厚度各为 20 m~30 m,采高约为 4.0 m,采深小于 15 倍采高。此浅埋深煤层已发展综采长壁开采,建成了高产高效矿井,综采工作面年产超过了 800 万 t。另外,灵武矿区也属浅埋深开采新矿区,已建成的羊场湾煤矿年产 300 万 t,采用综采放顶煤开采,也取得了良好效果。

我国出口印度的五套综采设备,在浅埋深(45 m 左右)难垮落顶板($RQD_{max} > 75\%$)煤层开采条件下,获得成功,创造了综采长壁日产 11315 t 的纪录,已采出近 800 万 t 煤炭,最高年产 70.3 万 t。印度曾使用前苏联、法国、英国的综采成套设备,在不同矿区和煤层进行了十余个工作面的浅部开采,因支架选型及顶板管理不当,效果不佳。美国在 Shoshoué RAG American coal Hanna 煤层采高 3.66 m、采深 61 m~183 m 条件下,采用工作阻力为 630 t 两柱掩护式支架,获得了高产高效。

对于深埋深薄基岩类型的煤层,20 年前邢台矿区对邢台煤层在巨厚弱含水冲积层下缩小防水、防砂、防塌煤柱的试验过程中,将垂高为 60 m 的防水煤柱,逐步缩小为垂高 9 m~10 m 的防塌煤柱,即在基岩为 9 m~10 m 厚的条件下,获得了试采成功,多采出 780 万 t 煤炭。另外枣庄柴里矿等也在缩小防水、防砂煤柱上取得了良好效果。

国内外都曾将综采成套设备在浅埋深、薄基岩煤层、不同顶板条件下使用,有成功的经验,也有失败的教训。

尽管至今对此类煤层开采已掌握了一些自然规律,但对其认识还是很不够的。许多地区浅埋深、薄基岩煤层开采缺乏经验,尚待开发。因此,浅埋深、薄基岩煤层有效开采是在已有实践经验的基础上有待探讨的课题。为了开发大西北,为了更有效的开采浅埋深薄基岩煤层,依据此类煤层开采过程中发现的问题,首先应探索浅部开采的矿压规律,解决顶板支护问题,其次应研究开采此类型煤层要采取的特殊安全技术措施。进而归纳出有规律性的东西,促进未来浅埋深薄基岩煤层开采。为此,本书研究的主要内容为:

(1) 重点介绍我国神东矿区浅部开采实践、矿压显现特征、采煤方法及设备选择,以及其实现的国际一流的效益;

(2) 着重介绍我国邢台矿区缩小冲积层煤柱的实践,阐明薄基岩条件下矿压特征、开

采安全技术措施，以及其取得的经济效果；

(3) 扼要介绍印度五个矿区不同类型浅部开采的实践和效果；

(4) 综合国内外浅埋深、薄基岩煤层井工开采实践，提出不同类型浅埋深、薄基岩井工开采的理论认识，归纳出此类煤层的矿压特征、采煤方法及设备选择原则，介绍应采取的安全技术措施，并展望此类煤层开采技术的未来，促进此技术不断发展。

目 录

绪 论

第一章 神东煤田浅部开采实践 (1)

- (1)..... 1-1 神东煤田煤层赋存条件及开采类型
- (1)..... 1-2 神东煤田单体支柱长壁开采实践
- (3)..... 1-3 神府大柳塔矿利用连续采煤机开采 1-2 煤层的
开采实践
- (4)..... 1-4 神东煤田综采长壁技术的发展与沿革

第二章 神东煤田浅部开采矿压研究 (6)

- (6)..... 2-1 浅埋深、薄基岩煤层上覆岩层运动特征的研究
- (10)..... 2-2 浅埋深、薄基岩煤层单体支柱工作面矿压观测
研究
- (10)..... 2-3 神东矿区综采工作面矿压观测研究
- (14)..... 2-4 推进速度对顶板破断的影响
- (15)..... 2-5 失稳基岩关键块运动的实验研究
——不同采高条件下关键块运动特征

第三章 神东煤田浅部采掘方法及设备选型 (16)

- (16)..... 3-1 神东煤田 2[#]煤层条件及矿井生产系统特点
- (19)..... 3-2 神东煤田采煤方法、设备选型及工艺特点

第四章 邢台矿区深埋深、薄基岩条件下开采实践 (22)

- (22)..... 4-1 邢台煤矿薄基岩、软顶板条件下开采实践
- (29)..... 4-2 东庞煤矿在薄基岩条件下大采高综采实践
- (31)..... 4-3 葛泉煤矿大倾角薄基岩条件下综采实践

第五章 邢台矿区薄基岩煤层开采技术 (34)

- (34)..... 5-1 薄基岩煤层工作面防砂、防塌煤柱的设计研究
- (40)..... 5-2 薄基岩、软顶板煤层安全开采机理分析
- (46)..... 5-3 薄基岩、软顶板煤层安全开采的顶板管理技术
措施

第六章 印度江基拉矿浅部开采经验 (56)

- (56)..... 6-1 江基拉矿浅部煤层赋存条件
- (58)..... 6-2 江基拉矿生产技术条件
- (59)..... 6-3 江基拉矿浅部煤层综采工作面上覆岩层断裂垮落特征
- (60)..... 6-4 浅部开采长壁工作面液压支架支护强度的合理确定
- (61)..... 6-5 江基拉矿 AW₂ 工作面坚硬顶板处理

第七章 印度大采高综采长壁工作面生产实践 (62)

- (62)..... 7-1 卡它地煤矿大采高工作面煤层赋存条件
- (63)..... 7-2 卡它地煤矿综采长壁工作面布置及参数
- (64)..... 7-3 卡它地煤矿选用的综采成套设备及液压支架主要参数
- (65)..... 7-4 卡它地煤矿综采工作面产量统计
- (65)..... 7-5 卡它地煤矿综采工作面矿压观测结果及顶板来压状况

第八章 印度辛格南尼煤炭公司 PVK 矿浅部开采

实践及经验 (69)

- (69)..... 8-1 煤层赋存和生产技术条件
- (71)..... 8-2 ZZ7600/22/34 型支撑掩护式支架工作阻力确定
- (74)..... 8-3 PVK 矿 II * 长壁工作面矿压观测研究
- (77)..... 8-4 依据地层运动规律确定支架支护强度合理值
- (79)..... 8-5 依据支架受载特点选择适用 PVK 皇后煤层的液压支架合理架型
- (81)..... 8-6 掌握上行开采下伏残留煤柱和采空区对上覆综采工作面影响规律, 采取措施顺利通过影响区
- (82)..... 8-7 中国综采成套设备在 PVK 矿应用效果及可靠性分析

第九章 在印度巴兰布矿浅埋深整体性强软岩条件下

综采长壁开采实践与经验 (84)

- (84)..... 9-1 巴兰布矿 V[#] 煤 P-1 首采面生产技术条件
- (86)..... 9-2 液压支架选型及主要参数
- (88)..... 9-3 巴兰布矿 P-1 首采面岩性变化及其矿压显现特征
- (93)..... 9-4 针对矿压特点采取的技术措施

(95).....	9-5 采取改进措施获得的效果
-----------	-----------------

第十章 在印度拉金达矿浅埋深整体性强软岩条件下利用 地面爆破综采长壁开采的实践和效果..... (101)

(101).....	10-1 拉金达矿 V_B 煤层综采工作面生产技术条件
(102).....	10-2 液压支架工作阻力确定及调定
(106).....	10-3 拉金达矿 P-16 工作面地面未爆破条件下顶板 来压、支架受载和工作状况
(112).....	10-4 拉金达矿 P-16 工作面地面爆破实施及效果
(123).....	10-5 对拉金达矿 IV_B 煤层采用地面爆破条件下液压 支架受载的分析

第十一章 浅部开采液压支架选型实践与分析..... (127)

(127).....	11-1 浅部开采大采高 (>3.5 m) 液压支架选型实 践
(129).....	11-2 浅埋深中厚煤层、中等稳定顶板液压支架选型 实践
(132).....	11-3 浅埋深难冒顶板液压支架选型分析
(135).....	11-4 对浅埋深液压支架选型的初步认识

第十二章 对浅埋深、薄基岩煤层井工开采的认识 和建议 (140)

附录：印度使用的综采矿区顶板分类 (150)

主要参考资料..... (153)

神东煤田浅部开采实践

神府东胜煤田位于陕西榆林地区北部和内蒙伊克昭盟南部,煤田总面积 31172 km^2 ,探明储量 2236 亿 t,被誉为世界七大煤田之一。自 1985 年建设以来,先后建矿 11 个,总体规划为 6700 万 t/a,远期为 1 亿 t/a。现已建成大柳塔矿、活鸡兔矿、补连塔矿、榆家梁矿等四个矿井为主的煤炭生产基地。目前矿井生产能力已达 4000 万 t 以上。根据煤层赋存条件,采用长壁综采、单体支柱长壁及连续采煤机开采方法。

1-1 神东煤田煤层赋存条件及开采类型

一般说来,神东煤田地质构造比较简单,基本上是一个向西倾斜的单斜构造,倾角小于 10° ,近似水平煤层。区内有 9 个可采煤层,现在主采 1-2、2-2 和 5-2 三个煤层,2-2 煤层采深 50 m 左右,2-2 煤层距 5-2 煤层 170 m,煤层平均深度为 230 m 左右。煤层厚度 1.6 m~6.0 m。煤质较硬,解理裂隙不发育,煤的硬度 $f=3$ 左右。煤层顶底板岩石均为粉砂岩和沙质泥岩,少量为泥岩及中粗粒岩,围岩均属中等稳定。煤层瓦斯含量低,瓦斯涌出量为 $0.35 \text{ m}^3/\text{t}$,有煤尘及瓦斯爆炸危险,煤层具有较强的自然发火倾向。煤质为低硫、低灰、中高发热量的优质动力煤。

煤层赋存条件优越不等于开采可以顺利进行;煤层埋藏浅也不等于矿区显现缓和。此区开采初期就遇到了岩层控制问题,制约了采煤方法及其参数的选择。神府矿区开采有不同类型的矿井 400 多对,分三种类型:一是国营特大型矿井,如大柳塔煤矿等全部机械化开采;二是地方国营煤矿,如哈拉沟煤矿、郭家湾煤矿、大砭窑煤矿等采用单体支柱放顶煤开采和房柱式开采;三是乡镇及个体煤矿,均采用房柱式采煤法,回收率仅为 20%~50%。

1-2 神东煤田单体支柱长壁开采实践

一、哈拉沟煤矿将悬移支架铺顶网放顶煤长壁开采改为房柱式放顶煤开采

哈拉沟煤矿开采 3# 煤层,厚度 4 m~6 m,曾采用悬移支架铺顶网放顶煤长壁开采,因顶煤较硬,需爆破落顶煤,顶网成本高。后来,改为房柱式放顶煤开采,其主要特征是在长壁工作面布置基础上,每 16 m 划分为 1 个条带,采 10 m,留 6 m 煤柱,在 10 m 开采条带内,位于中间从运输顺槽向回风顺槽掘一条高 2 m、宽 4 m 的巷道,然后后退回来,由巷道向两帮各扩 3 m,并放炮回收顶煤,如图 1-1 所示。

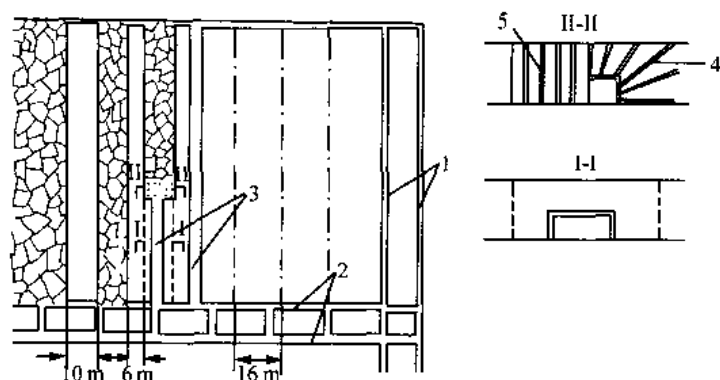


图 1-1 哈拉沟煤矿长壁式改为房柱式放顶煤开采示意图

1—上、下山；2—运输平巷和辅巷；3—回采巷道；4—炮眼；5—立柱

二、郭家湾矿长壁留煤柱控制顶板的实践

郭家湾煤矿采用摩擦式支柱开采平均厚度 2 m 的 3-1[#] 煤层，其工作面长度为 100 m，在开采过程中，老顶初次来压步距约 45 m，周期来压步距约为 20 m，来压时沙漠覆盖层可明显看出裂缝和台阶，单体支柱难以控制来压时上覆岩层台阶切落，支柱损坏严重。后在长壁工作面基础上，每推进 10 m，留一排 5 m 宽煤柱，并将煤柱每隔 5 m 开一个 6 m~10 m 宽开口，形成方形煤柱，以控制采空区顶板台阶下沉。工作面仍采用 3、4 排单体支柱管理顶板，排、柱距均为 1.5 m。每推进 100 m 再沿工作面全长留设 10 m 宽隔离煤柱。在另一侧重掘开切眼继续回采。留煤柱控制顶板示意图如图 1-2 所示。在开采 3~4 个 100 m×100 m 的采块时，未发生采空区顶板垮落现象，但事隔半年多，出现一次几万平方米大面积垮落，直至地表。

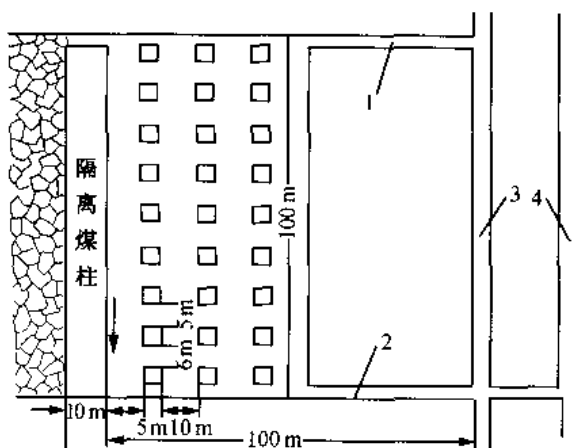


图 1-2 郭家湾煤矿长壁工作面留煤柱控制采空区顶板示意图

1—回风平巷；2—运输平巷；3—回风上山；4—运输上山

在开采 3~4 个 100 m×100 m 的采块时，未发生采空区顶板垮落现象，但事隔半年多，出现一次几万平方米大面积垮落，直至地表。

三、大柳塔煤矿采用单体支柱控制长壁工作面顶板的实践

大柳塔煤矿 C202 工作面开采 2-2 煤层，采用单体支柱控制长壁工作面的顶板。煤层平均厚度 4 m，采高 2 m~2.2 m，由于底板坚硬稳定，故沿底板采煤，直接顶板厚为 0.48 m~7.5 m，平均 3 m，还有 0.5 m 厚伪顶。来压时呈台阶切落，台阶下沉高度 350 mm~600 mm，平均 460 mm。因此，该矿已放弃采用此法控制顶板采煤。

综上所述，神东矿区在长壁工作面利用单体支柱控制不了浅埋深、薄基岩的台阶切落和来压。采用在长壁工作面留设煤柱，在开采一定面积后，也避免不了采空区大面积垮落及其对生产工作面造成的威胁。

1-3 神府大柳塔矿利用连续采煤机开采 1-2 煤层的开采实践

一、煤层赋存条件

神府大柳塔矿利用连续采煤机开采 1-2 煤层, 将房柱式工作面布置为 1-2 煤层二盘区北部。1-2 煤层在此处呈复合及分岔式分布。煤层厚度 1.3 m~6.71 m, 平均 4.21 m。煤层内含 1~2 层夹矸, 厚度 0.03 m~0.61 m, 呈层状分布。地层平缓, 地质构造简单。煤层倾角平均 1.2°。煤层顶板以泥岩、粉砂岩及厚层细砂岩为主, 直接顶呈多层状, 遇水强度明显降低, 单向抗压强度为 40 MPa, 为中等稳定或不稳定顶板; 老顶为厚砂岩, 厚度大、层理不发育, 单向抗压强度大于 50 MPa, 老顶来压明显或强烈。煤层底板多为粉砂岩和泥岩, 不会发生底鼓现象。此区内覆盖表土层状况为: 松散层厚度一般为 23.42 m, 风化带岩层厚一般 6.53 m, 煤层上覆基岩厚度平均为 25.69 m。覆盖层总厚度约为 55 m。

该采区正常涌水量 50 m³/h, 最大涌水量为 250 m³/h。自然发火期为 2~3 个月。

二、巷道及设备布置

如图 1-3 所示, 在 1211 长壁工作面 2 号通风平巷距 102 盘区北翼运输中巷 160 m 处垂直布置 5 条平巷, 编号依次为 1 号~5 号, 其中 3 号~5 号为进风巷, 1 号~2 号为回风巷。各平巷之间用联络巷联系, 平巷和联络巷均为矩形断面, 宽度 6.0 m, 高为煤层厚度 (保留 0.4 m~0.5 m 顶煤)。平巷间和联络巷间中心距均为 21 m, 煤柱面积为 15 m×15 m。当煤层厚度较大, 连续采煤机不能一次截割全煤厚时, 可采取先割上分层, 后割下分层, 用分次截割的方法分层截割全煤厚。

带式输送机铺设在 3 号进风巷, 2 号进风巷可根据实际需要铺设临时轨道。在 2 号和 3 号巷道联络巷内必须设置挡风墙, 以减少风量损失。每个联络巷设置一道挡风墙, 并每隔四个联络巷在挡风墙上设置行人门, 作为检查处理紧急情况的通道。其余各平巷之间根据通风需要设置风帘或风障。

房柱工作面中, 设备布置见图 1-3。

工作面巷道布置初期采用两巷制, 而后改为五巷制, 见图 1-4。

3 号、4 号、5 号为进风巷, 1 号、2 号为回风巷, 巷房间以横川联系, 宽度均为 6 m, 巷房 (平巷) 与横川中心距均为 21 m, 煤柱面积为 15 m×15 m。先以连续采煤机掘进巷房, 而后回收煤柱。

三、浅埋深煤层连续采煤机房柱式开采工作面岩层控制

连续采煤机房柱式开采, 开掘 6 m 宽巷房时采用锚杆机用 W 钢带锚杆支护。回收煤柱时需架设单体支柱和切顶支柱支护, 如图 1-5 所示。大柳塔 1203 工作面开采 1~2 号煤

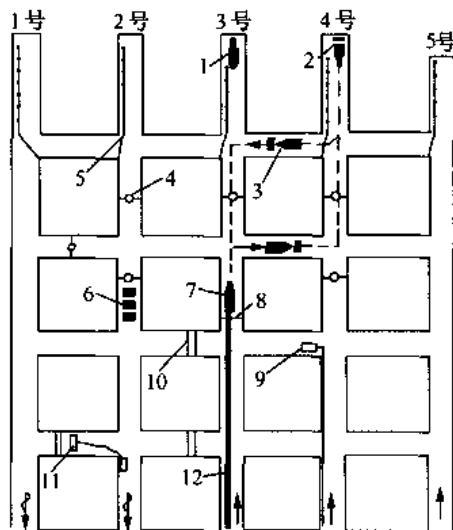


图 1-3 房柱式工作面设备布置

- 1—锚杆机; 2—连续采煤机; 3—运煤车;
4—风帘; 5—纵向风障; 6—铲车;
7—給料破碎机; 8—防火帘; 9—移动变电站;
10—永久风墙; 11—充电硐室; 12—带式输送机

层,工作面老顶初次来压步距 27 m。当工作面长度为 150 m 时,暴露面积达 4300 m²左右,发生基岩全厚切落。

按设计先从煤柱中部掏仓(宽 5 m~5.5 m),两边煤柱随即处于老顶的集中压力下。当用连续采煤机回收采空区侧小块段时,若基岩全厚度切落,就可能使采煤机被压住。在老顶来压时,仅仅依靠图示切顶支柱抵御不住浅埋深煤层的全厚度切落,模拟实验也证明了这一点。可见,薄基岩在厚松散覆盖层作用下,基岩全厚度切落会直接影响煤柱回收。靠单体支柱不可能抵御全厚度切落,

而且增加了繁重的手工劳动,在不宜采用长壁连续推进面划为房柱式开采的区域,应发展连续采煤机短壁式开采。

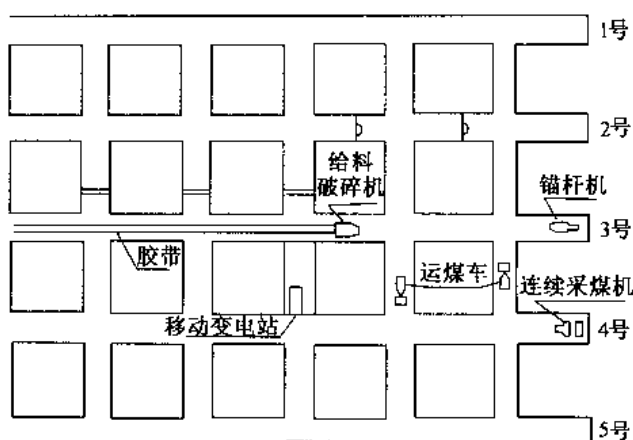


图 1-4 连续采煤机房柱式工作面
及其设备布置

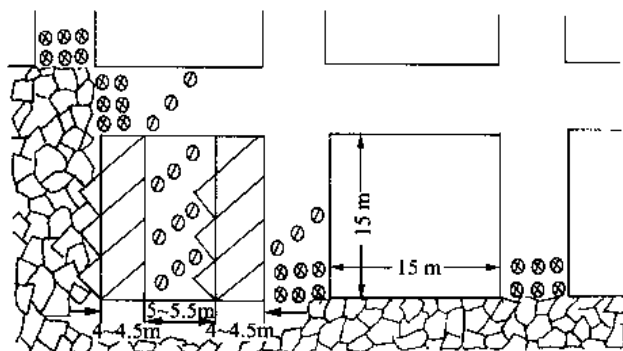


图 1-5 回收煤柱及支护
⊗—切顶支柱; ⊙—单体支柱

1-4 神东煤田综采长壁技术的发展与沿革

神东煤田利用综采长壁开采 2-2 煤层,从液压支架的支护强度及其配套设备的生产能力或装机功率来看,都经历由小到大的发展过程,而其效果则由失败到成功。

一、神府大柳塔矿 1203 工作面设备选型失败的教训

1203 工作面配套综采设备选用 ZY3500/23/47 型掩护支架及 MXA~600/45 型采煤机、SG2~764/400 型刮板输送机、LPS~1000 型破碎机、SZZ~764/160 型转载机和 DSP~1080/100 型胶带输送机,开采 1-2[#]煤层未能达到设计要求。

1203 工作面煤层倾角平均为 3°,煤层厚度平均为 6 m,煤层上覆基岩厚度约 20.5 m、松散层厚度约 23.4 m、风化基岩厚 3 m,顶板为粉砂岩。开采深度约为 50 m~60 m,工作面长度为 150 m,走向长度为 1000 m,平均采高为 4.2 m。

通过矿压观测发现,在基岩较薄松散层较厚的综采工作面仍显现老顶来压,其初次和周

期来压步距分别为 27.6 m 和 7 m~10.8 m (平均为 9.2 m), 初次和周期来压强度分别为 1.46 和 1.27~1.54 (平均为 1.37), 老顶来压时都是基岩沿全厚度切落。在老顶初次来压时, 工作面中部 31 m 的范围内台阶下沉量最大达 1 m 左右, 活柱最大下缩量约 260 mm, 安全阀开启 (大于 42 MPa), 煤帮及顶梁上涌水增大, 并带有少量泥砂, 部分支架压死, 来压显现十分剧烈。工作面老顶周期来压时, 基岩沿断裂线切落一般出现在架后, 尽管来压强度比初次来压时缓和, 但不少支柱因压力过大而出现胀裂。该工作面损坏立柱 40 多根, 安全阀密封圈和导向环受冲击压力损坏。周期来压很快, 安全阀喷雾 5 min~10 min, 在瞬时高压作用下使立柱和安全阀受冲击而损坏。同时, 工作面老顶初次来压时, 在与工作面煤壁对应的地表位置上出现地堑, 高差约为 20 cm。工作面老顶周期来压时, 地堑位置滞后于工作面煤壁后方 4.5 m 处, 此显现表明老顶来压时同样发生上覆岩层沿全厚度切落。产生这些显现和支柱损坏的主要原因是支架工作阻力偏低。据实测, 支架最大工作阻力为 3590 kN/架, 老顶来压时, 支架实测工作阻力大于 3500 kN/架的占 63.6%, 小于 3000 kN/架的仅占 9.1%。

二、神府大柳塔矿 20601 工作面设备选型成功的经验

20601 工作面配套综采设备选用 WS6700/21/45 型掩护支架及 6LS-03 型电牵引采煤机、JOY700 型刮板输送机、JOY315 型转载机、JOY315 型破碎机、B1200/2 X400 型胶带输送机, 开采 2-2# 煤层达到了设计要求, 取得成功经验。

20601 工作面煤层倾角平均 1.5°, 工作面长度 220 m, 煤层厚度平均为 4.28 m, 采高 4 m, 工作面走向长度 2660 m。煤层上覆松散层分为三层, 从上向下为 3 m~10 m, 17 m 左右和 14 m 左右, 其岩性分别为风积沙, 黄土和砂砾石等。基岩以砂岩为主, 一般厚为 35 m~50 m。

通过矿压观测发现, 采用大吨位支架后, 工作面仍显现老顶来压, 其初次和周期来压步距分别为 35.4 m 和 11.1 m, 比支护强度小的工作面大。该面来压强度平均 1.16, 比支护强度小的工作面低 15%。同时, 在老顶来压时未出现沿煤壁台阶下沉, 顶板下沉量和活柱下缩量很小, 最大仅为 20 mm; 上覆岩层未出现全厚切落。所以如此, 是因支架工作阻力较高, 在老顶来压时实测支架工作阻力平均值和最大值分别为 5999 kN/架和 6201 kN/架。

三、东胜补连塔矿 2216 工作面设备正确选型的经验

2216 工作面选用 ZY6000/25/50 型掩护式支架及 6LS-5 型电牵引采煤机、大功率输送设备, 支架和工作面围岩工作状况良好。

2216 工作面煤层倾角 1°~3°, 煤厚 5 m, 煤层上覆基岩厚度为 56 m~80 m, 松散层平均厚度 41.15 m。直接顶为炭页泥岩和粉砂岩, 其厚分别为 1.9 m 左右和 3.7 m, f 值为 2.8~4.8, 属中等稳定。老顶以中砂岩和粗砂岩为主, 其厚度分别为 9.82 m 和 11.15 m, 另有砂质泥岩厚 5.88 m。底板为炭质泥岩和粉砂岩, f 值为 2~3。煤层自然发火期为 30 d。该工作面长度为 180 m, 采高为 3.5 m~3.78 m, 推进长度为 1460 m。

通过矿压观测, 发现老顶初次和周期来压步距分别为 31.5 m 和 8 m~10.6 m (平均 9.3 m), 老顶来压强度分别为 1.09 和 1.02~1.12。来压时沿煤壁顶板出现大量裂缝, 支护阻力增加, 活柱下缩量很小。支架实测工作阻力平均值和最大值分别为 4598 kN/架和 5941 kN/架, 其中工作阻力小于 4965 kN/架的支架占 65.9%; 工作阻力大于 4965 kN/架的支架占 34.1%。这是支架和围岩工作状况良好的重要原因。

神东煤田浅部开采矿压研究

浅埋深、薄基岩煤层属于特殊条件,实践表明:开采这样煤层时工作面和地表显现的矿压不同于深部薄基岩煤层开采,这些异常的矿压显现决定着开采技术的成功与失败。因此,掌握此条件的矿压特征是解决浅埋深、薄基岩煤层开采的前提,西安矿业学院和神府矿区率先在这方面进行了研究。

2-1 浅埋深、薄基岩煤层上覆岩层运动特征的研究

前述可知,大柳塔矿 1203 工作面利用 ZY3500/25/47 型掩护式支架显得工作阻力偏小,表明此条件下上覆岩层活动的真实性。因此,研究浅埋深、薄基岩煤层上覆岩层运动特征是以 1203 工作面煤层赋存条件为依据进行的,从对工作面推进过程观测得到的上覆岩层断裂、垮落的记载,可知利用相似模型得到的工作面推进过程显现的上覆岩层断裂、垮落特征是可信的。

一、1203 工作面矿压显现实录

工作面推进至开切眼煤壁 27 m 处,开始初次来压,工作面沿煤壁出现切顶台阶,最大高度达 1 m 左右,致使部分支架压死。而后,连续观测了 4 次周期来压,来压步距及其显现如表 2-1 所示。每次来压都使支架受载猛烈增加,致使安全阀未能及时卸载让压,使得部分支架油缸膨胀和胀裂。

表 2-1 1203 工作面周期来压显现实录

周期来压次序	来压步距/m	至开切眼 推进距离/m	支架实测 平均载荷/kN	支架实测 最大载荷/kN	活柱下缩量 /mm	来压强度 (动载系数)
1	9.4	35.9	3500	3700	18	1.10
2	9.7	45.6	3300	3785	3	1.45
3	13.9	59.5	3500	3819	9.5	1.30
4	15.0	74.5	3450	3690	2.5	1.19

初次来压时岩层切断线位置在煤壁处,周期来压时顶板断裂线位置在工作面煤壁线后方 4.5 m 处。从冒落高度看,冒落的仍是直接顶,控顶区老顶未发生冒落。

二、1203 工作面地表沙漠覆盖层运动实测

如图 2-1 所示,工作面显现初次来压后,第 4 天工作面冒落区上方对应出现了由裂

缝形成的“纺锤形”的塌陷坑。最大下沉量为 0.668 m, 小于工作面台阶下沉量, 这反映出基岩整体切落后的沉陷过程, 自上而下仍有滞后现象。

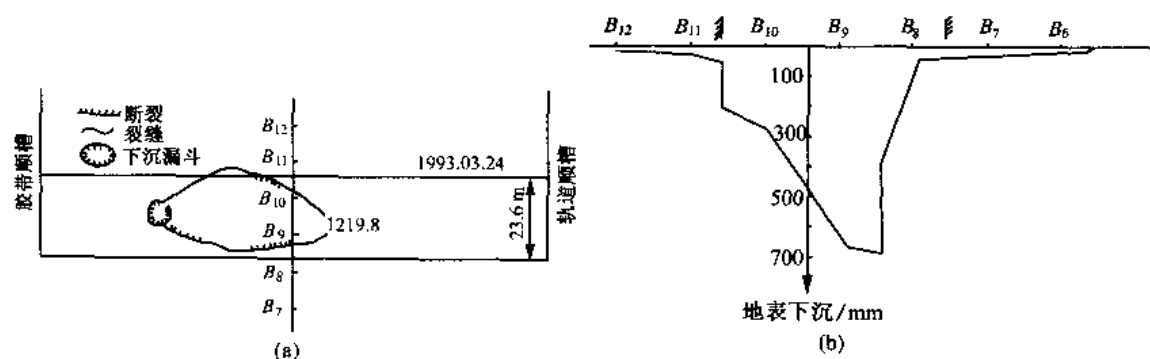


图 2-1 1203 工作面初次来压地表塌陷坑

(a) 1203 工作面初次来压地表沉陷坑; (b) 1203 工作面初次来压地表下沉剖面

工作面推进至开切眼 46 m, 塌陷区向顺槽扩展, 工作面推进开切眼 74 m 左右, 塌陷区向顺槽扩展达 145 m, 接近工作面长度。如图 2-2 所示, 地表裂缝发展至顺槽两侧以外, 达工作面煤壁线前方和开切眼煤壁线后方。地表塌陷坑内出现 4 个倒锥形漏斗。最大下沉量为 2.591 m, 为实测采高 3.8 m 的 68%。

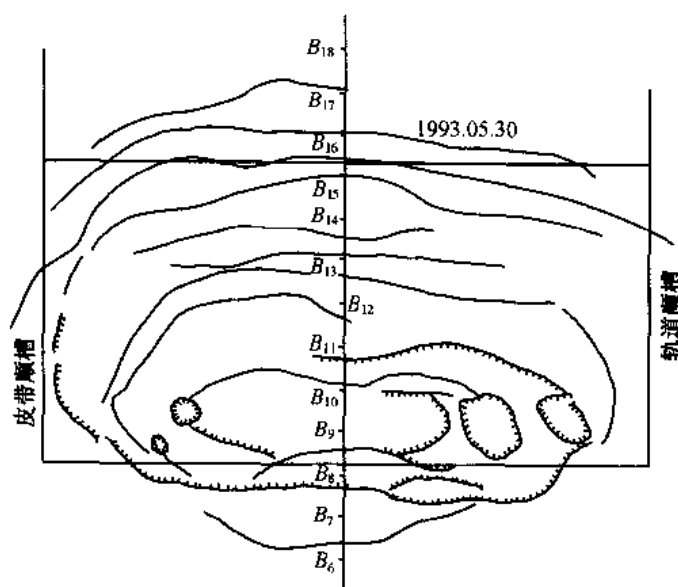


图 2-2 1203 工作面第 4 次周期来压地表运动特征

三、相似模型试验显现的浅埋深、薄基岩破断运动基本特征及显现

(1) 顶板在初次垮落后, 初次和周期来压时均呈全厚切落

工作面在支护强度为 600 kPa 的作用下, 工作面由开切眼向前推进 10 m, 顶板开始下沉。随着工作面继续推进, 顶板发生离层。当工作面推进到 15 m 时, 前架稳定面后架降压, 直接顶初次垮落, 垮落高度 3.5 m, 岩层破断角 70°左右。

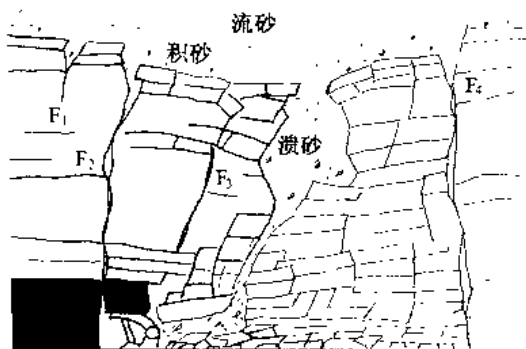


图 2-3 工作面推进到 32 m 时顶板冒落情况

沿全厚切落时, 由于受冲击动压作用, 后架支护强度最大达 966 kPa, 支架瞬间下缩量达 13.5 cm。

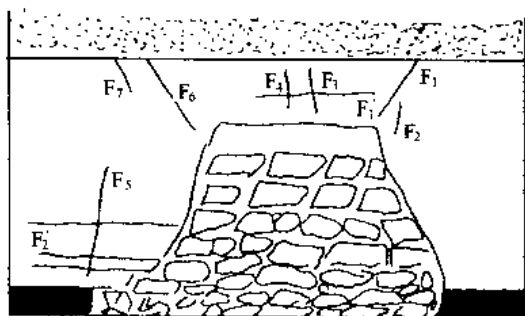


图 2-4 顶板初次沿全厚切落前的裂隙分布图

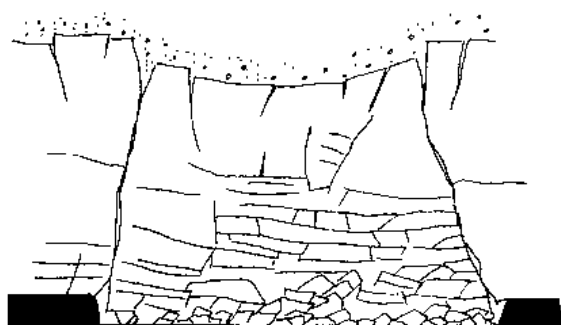


图 2-5 工作面初次基岩全厚切落

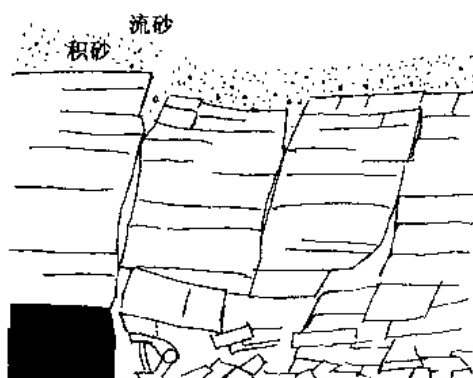


图 2-6 顶板第二次周期破断状况

随着工作面推进至裂隙下方时, 沿煤壁断裂, 并出现台阶下沉。

(2) 立体相似模型显示顶板岩层移动规律, 为岩层层位越高下沉越缓和

图 2-7 为顶板全厚切落时岩层移动曲线, 当工作面推进到 40 m 时, 顶板发生初次大面积全厚度切落现象, 顶板下沉波及地表, 上覆岩层下沉量随远离煤层而减少。

随后, 当工作面推进到 32.5 m 时, 如图 2-3 所示, 移架前、后顶板冒落高度由 8.3 m 增加到 16.8 m, 沿架后的岩层破断角为 45° , 其采空区冒落岩石充填高度达 18.5 m, 岩石碎胀系数约为 1.1。当工作面推进到 37.5 m 时, 如图 2-4 所示, 产生垂直和水平裂隙。在工作面推进到 40 m 时, 前架卸压正待移架, 顶板沿煤壁发生了大面积贯通基岩全厚的切落, 基岩台阶下沉量达 1.5 m, 贯通性裂隙呈上宽下窄的楔形体, 其内有流砂充填, 基岩沿煤壁切落角约 70° , 如图 2-5 所示。顶板基岩

在顶板基岩初次沿全厚切落后, 随工作面推进, 顶板出现了周期性破断。7 次周期来压的参数如表 2-2 所示, 周期性破断仍是以覆岩全厚沿煤壁切落为主。同样, 切落是突发的、瞬时的, 是因工作面前方垂直裂隙随工作面推进由小到大扩展导致沿煤壁线抗剪力不断减少面造成的。煤壁线附近台阶下沉量最大达 1.2 m, 第二次周期来压断裂状况见图 2-6。

总之, 在浅埋深、薄基岩条件下, 随工作面推进, 初次来压和周期来压时基岩均呈全厚切落, 而在周期来压前于煤壁前方 7 m~10 m 处的基岩上部产生拉应力裂隙。

表 2-2 7 次周期来压有关参数

周期来压顺序	工作面推进速度 /m·d ⁻¹	支架支护强度 /kPa	顶板冒落方式	贯通裂隙尺寸 /mm	台阶下沉量 /mm	来压步距 /m
1	>10	600	整体	上宽 50 下部闭合	190	10.0
2	<2	600	块体散体	中部 20 下部闭合	50	17.5
3	>10	800	整体	上部 60 下部 15	1000	7.5
4	>10	800	整体	上部 50 下部闭合	1200	12.5
5	>10	800	整体	闭合	700	10.0
6	4	700	块体散体	闭合	0	25.0
7	<2	700	块体散体	闭合	0	17.0

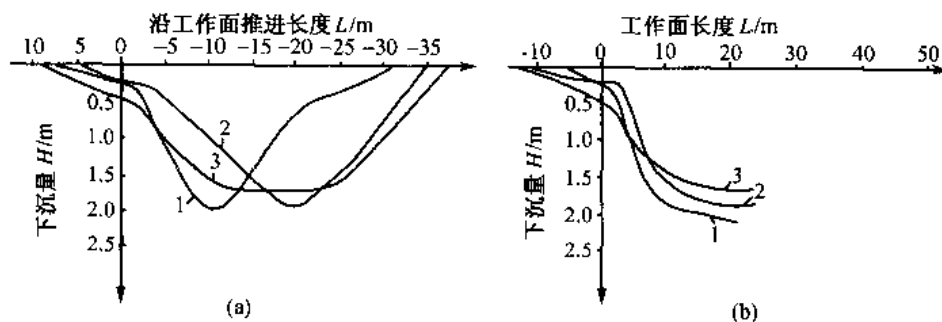


图 2-7 顶板全厚切落时岩层移动曲线

(a) 沿工作面推进方向; (b) 沿工作面方向

1—4 倍采高; 2—8 倍采高; 3—地表

顶板初次大面积垮落后, 顶板岩层则呈周期性的垮落, 其岩层移动曲线可见图 2-8。

(3) 工作面前方支承压力峰值向煤壁前方移动 1 m, 面支承压力影响范围较大

平面和立体模型所测得的支承压力分布是相近的, 如图 2-9 所示。工作面后方支承压力符合一般规律, 一般小于原岩应力。而工作面前方支承压力峰值点向煤壁前方移动了 1 m, 支承压力影响范围在工作面前方 7.5 m~16 m。

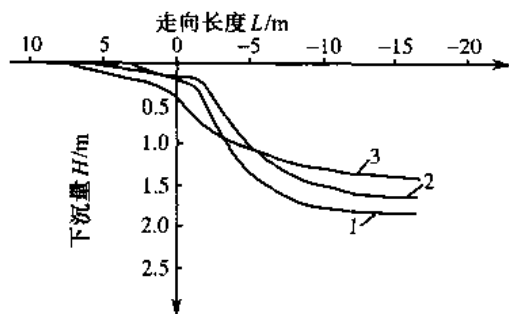


图 2-8 周期性破断阶段岩层移动曲线

1—4 倍采高; 2—8 倍采高; 3—地表

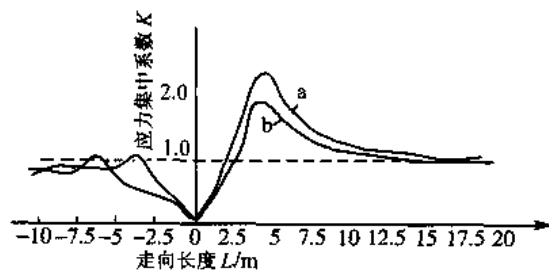


图 2-9 工作面顶板初次切落时

前后支承压力分布

a—立体模型; b—平面模型