

高等院校规划教材

主 编 刘过兵
副主编 邹光华 王玉怀

采矿新技术



煤炭工业出版社

高等院校规划教材

采 矿 新 技 术

主 编 刘过兵
副主编 邹光华 王玉怀
主 审 马念杰

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了无人工作面采煤、高产高效综采一次采全高、放顶煤开采、煤层气开采、煤炭气化与液化、开采设计及采矿计算机应用新技术,同时还介绍了巷道支护与围岩加固、沿空留巷支护新材料、煤炭清洁开采、煤矿冲击地压及其预防以及开采试验和测试新技术等内容。

本书可作为矿业类院校采矿、安全等专业的教材,也可供煤炭行业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

采矿新技术/刘过兵主编. —北京:煤炭工业出版社,
2002

高等院校规划教材
ISBN 7-5020-2219-8

I. 采… II. 刘… III. 煤矿开采—新技术—高等
学校—教材 IV. TD82

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第058484号

高 等 院 校 规 划 教 材 采 矿 新 技 术

主 编 刘 过 兵
副 主 编 邹 光 华 王 玉 怀
责 任 编 辑: 金 连 生 翟 刚

煤炭工业出版社 出版发行
(北京市朝阳区芍药居35号 100029)
北京密云春雷印刷厂 印刷

开本 787×1092mm¹/₁₆ 印张 17
字数 403千字 印数 1—1,000
2002年11月第1版 2002年11月第1次印刷
社内编号 4990 定价 25.00元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

前 言

近年来，我国煤炭开采与生产技术取得了巨大的进步，有力地促进了煤炭工业的发展，为了把有关技术及时传递并使之发扬光大，促进煤炭科学技术水平进一步提高，我们参考了国内外采矿技术的发展情况及科研成果，编著了《采矿新技术》一书。

编著本书的主要目的是适应矿业类专业的教学、科研和生产建设的需要，为采矿工程等专业的学生提供教学参考书。编著本书的出发点是强调技术要新，尽可能把新的采矿技术介绍给读者，使读者能够了解国内外采矿技术的最新发展动态。

本教材是在作者多年科研和教学工作的基础上，并广泛参阅了国内外的有关论著以及煤矿生产的成功经验之后编著而成的。全书共分十二章，由刘过兵（第一、五章）、邹光华（第九、十一章）、王玉怀（第三、十章）、杨立兴（第二章）、刘国林（第四章）、李勇军（第六章）、李华炜（第七章）、顾秀根（第八章）、潘德祥（第十二章）分工编写，刘过兵任主编，邹光华、王玉怀任副主编，刘过兵统稿。感谢中国矿业大学马念杰教授对全书进行了认真的审阅并提出了修改意见。

本书可作为高等院校矿业类专业的教材，也可供从事煤矿生产管理、科研、设计等部门的技术人员参考。

由于编著本书的时间仓促，加之作者的水平所限，以及采矿技术发展的日新月异，本书存在错误和缺点在所难免，恳请读者批评、指正。

编著者

2002年8月

目 录

第一章 无人工作面采煤技术.....	1
第一节 煤锯无人工作面开采.....	1
第二节 螺旋钻机无人工作面开采.....	6
第三节 刨煤机无人工作面开采.....	15
第四节 综合机械化无人工作面开采.....	23
第二章 高产高效综采一次采全高采煤技术.....	29
第一节 概 述.....	29
第二节 高产高效综采工作面参数确定.....	33
第三节 高产高效综采设备配套技术的应用.....	54
第三章 放顶煤开采技术.....	66
第一节 国内外应用概况.....	66
第二节 综采放顶煤液压支架.....	68
第三节 综采放顶煤开采的主要工艺方式.....	71
第四节 轻型支架放顶煤开采技术.....	76
第五节 其它放顶煤开采技术.....	79
第六节 放顶煤开采存在问题及解决途径.....	84
第四章 煤层气开采技术.....	88
第一节 国内外煤层气开发利用现状.....	88
第二节 煤层气基础知识.....	92
第三节 煤层气勘探.....	94
第四节 煤层气开采.....	96
第五章 煤炭气化与液化.....	108
第一节 煤炭地下气化理论.....	108
第二节 煤层地下气化工艺.....	110
第三节 提高燃气热值的措施.....	115
第四节 技术经济评价.....	117
第五节 煤炭液化简介.....	119

第六章 开采设计新技术	130
第一节 矿井开拓系统设计.....	130
第二节 采准巷道布置及生产系统设计.....	137
第三节 采煤工艺设计新技术.....	144
第七章 采矿计算机应用技术	151
第一节 采矿CAD技术.....	151
第二节 数据库技术在采矿中应用.....	158
第三节 采矿计算机其它技术.....	178
第八章 巷道支护与围岩加固新技术	183
第一节 拱型桁架复合支护技术.....	183
第二节 预应力锚索复合支护技术.....	191
第三节 小孔径快速锚固锚索支护技术.....	198
第九章 沿空留巷巷旁支护新材料	207
第一节 沿空留巷矿压显现一般规律.....	207
第二节 沿空留巷巷旁支护类型.....	208
第三节 巷旁充填支护新技术.....	211
第四节 高水灰渣材料巷旁充填.....	213
第十章 煤炭清洁开采技术	222
第一节 煤炭清洁开采的含义.....	222
第二节 清洁开采的技术途径和措施.....	223
第十一章 煤矿冲击地压及其预防技术	231
第一节 冲击地压现象及分类.....	231
第二节 冲击地压发生的成因及影响因素.....	234
第三节 冲击地压的预测与防治.....	236
第十二章 试验、测试技术	249
第一节 试验技术.....	249
第二节 声波应用技术.....	259
参考文献.....	264

第一章 无人工作面采煤技术

无人工作面采煤是指工人不出现在回采工作面内，而是在回采工作面以外的地点操作和控制机电设备，完成工作面内的破煤、装煤、运煤、支护和处理采空区等各项工序。无人工作面采煤是一种先进、高效的回采工艺。

无人工作面开采的最大特点是使工人摆脱了较危险的工作地点，把工人从繁重的体力劳动和恶劣的工作环境中解放出来，而且人员少，劳动生产效率高，并能使一些用普通方法无法开采或很难开采的煤层得到开发，提高了资源利用程度。

薄煤层无人工作面采煤方法的种类很多，分类方式也多种多样。原苏联煤炭科学研究院以工作面内有无支护为标准，将无人工作面采煤分为有支架支护和无支架支护两类。按采煤设备的种类，将无人工作面采煤分为水力采煤、刨煤机采煤、煤锯采煤、钻机采煤等。还有一种分类方法是把无人工作面采煤分为两类，即开采时改变煤的聚集状态的，如煤的地下气化，页岩的地下分馏等，这种方法叫做化学方法；另一种是开采时不改变煤的聚集状态，称机械方法或物理方法。

第一节 煤锯无人工作面开采

一、煤锯采煤及其装置

煤锯采煤是1910年在德国出现的。20世纪50年代末我国先后在四川鱼田堡煤矿、京西大台煤矿进行实验，后来在广东曲仁矿务局等江南一些矿区应用。

煤锯主要用来开采厚度0.3~5m的围岩稳定的倾斜和急倾斜煤层。如果煤层有软或比较软的夹层，且煤层节理裂隙发育，对使用煤锯采煤更为有利。

根据煤层的厚度可以采用连续采煤法和壁式采煤法，阶段可以划分成斜长为40~130m的区段，也可以沿走向将阶段划分成沿倾斜的条带，条带的宽度主要取决于围岩的稳定性和阶段的斜长。因此，钢丝绳煤锯采煤工艺系统可以分为走向长壁和倾斜长壁。

煤锯的形式繁多，但工作原理大致相似。煤锯一般是由双向割煤的碎煤刀组成，碎煤刀上有截尺，截尺上钳有合金钢片。一般每0.5~1m安装一组碎煤刀，煤锯与牵引钢丝绳相连接，钢丝绳通过两个出口绕过导向滑轮，与位于巷道中的绞车相连接。绞车带动牵引钢丝绳，使锯绳压紧煤壁，做往复切割运动，煤锯就拉出一个槽沟，随着槽沟的加深，煤壁在矿山压力的作用下，自行垮落破碎，然后靠煤炭自溜运出工作面，再由巷道中的输送机将煤运出。煤锯采煤工人不进入工作面工作，只是在巷道中开动绞车和移动导向滑轮，大大减轻了工人的劳动强度，而且设备简单，所以曾一度得到广泛应用。

二、走向长壁煤锯无人工作面开采

江西省乐平矿务局涌山煤矿曾于1978年用钢丝绳煤锯开采上三叠世安源组的一槽煤。

煤层厚 1.8~2.4m，煤层结构复杂，含夹石层 3~4 层，夹矸厚度为 0.2m。该煤层煤质中硬，煤层下部松软，上部无粘顶现象，易跨落。煤层倾角 55°~62°，平均 58°。煤质为瘦煤。该矿井为高瓦斯矿井，有煤和瓦斯突出危险，煤尘无爆炸性。

采区为双翼采区，走向长 700m，垂高 120m，分三个区段，区段垂高 40m。阶段回风大巷和阶段运输大巷以采区回风石门和采区运输石门与采区相连。在采区石门与煤层连接处沿煤层开掘一组上山，溜煤上山布置在石门的上方，行人通风上山和运料上山依次排列，各上山相距 15m。溜煤上山采用混凝土块支护，行人上山和运料上山采用方木架盘支护。巷道布置如图 1-1 所示。

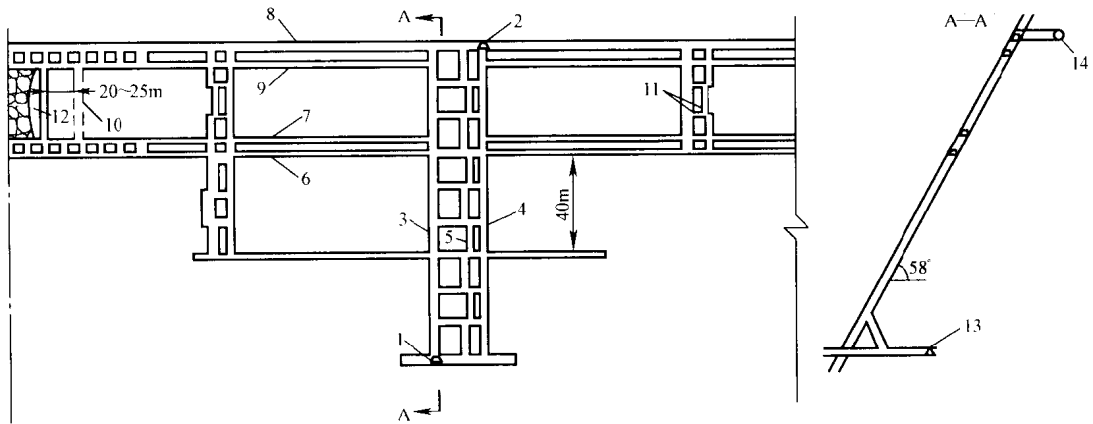


图 1-1 江西乐平矿务局涌山煤矿钢丝绳煤锯采煤采区巷道布置立面图及剖面图

- 1—运输石门；2—回风石门；3—溜煤上山；4—运料上山；5—行人上山；6—区段运输平巷；7—下辅巷；
8—区段回风平巷；9—上辅巷；10—开切眼；11—联络巷；12—煤柱；13—运输大巷；14—回风大巷

由于煤层瓦斯涌出量大且有煤与瓦斯突出危险，所以区段运输平巷和回风平巷均采用双巷掘进，即在掘进区段运输和回风平巷的同时，分别在上帮和下帮相距 2~5m 处开掘辅助平巷。采区每翼的中部再开掘两条联络巷和回风平巷。在采区边界用穿孔机将上下辅巷穿透，形成开切眼，工作面长 33~38m。沿走向每隔 20~25m 穿一新的开切眼。

钢丝绳煤锯采煤法的回采工艺是，以绞车牵引带碎煤刀的钢丝绳，在工作面煤壁往返切割落煤，工作面不支护，采煤过程中工人不进入工作面。工作面设备布置如图 1-2 所示。

在上下辅助平巷内，距工作面开切眼 10m 处，各设置一台 JH-14 型回柱绞车，导向滑轮安装在距开切眼 2m 左右处，绞车和导向滑轮均随工作面推进而移动。牵引钢丝绳的规格为 6×19—直径 18.5mm 的锯绳和碎煤刀组成，每 1.5~3.0m 安装 1~5 把碎煤刀。正常割煤时，上下两台绞车一正一倒牵引钢丝绳煤锯往复切割煤壁，在煤层底部掏出槽沟，上部的煤体靠自重和矿压作用垮落，自溜至运输平巷。初锯时，为防止卡锯而先锯工作面下端 1.5~3.0m，再锯上端，使工作面略带弧形，然后转入正常割煤。该煤层顶板为 10m 厚的

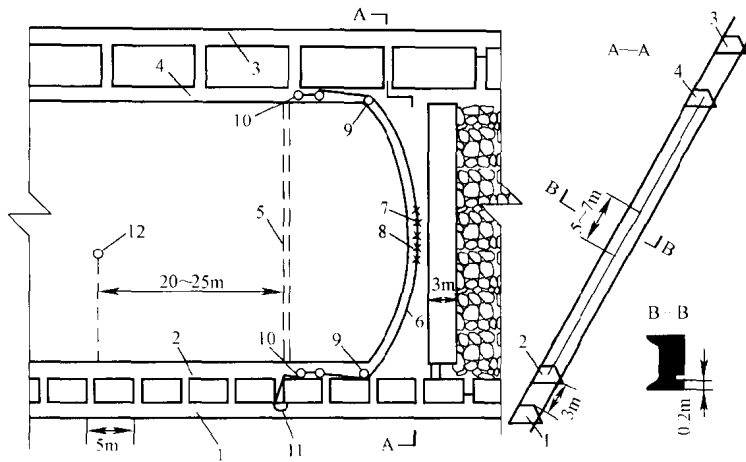


图 1-2 涌山矿钢丝绳煤锯回采工作面设备布置图

- 1—区段运输平巷；2—下辅巷；3—区段回风平巷；4—上辅巷；5—开切眼；
 6—牵引绳；7—煤锯；8—碎煤刀；9—导向滑轮；10—绞车；11—绞车固定装置；
 12—钻孔终孔位置

细砂岩，工作面沿走向每 20m 左右留 3m 宽的煤柱支撑顶板，防止相邻垮落区窜矸。上下辅助平巷内各安装有通信、电声信号及控制系统。工作面三班出煤，其主要技术经济指标见表 1-1。

表 1-1 钢丝绳煤锯工作面技术经济指标

序号	项 目	指 标
1	采 高/m	2
2	倾 角/(°)	58
3	工作面长度/m	33~38
4	日推进度/m·d ⁻¹	2
5	日产量/t·d ⁻¹	224
6	月推进度/m·月 ⁻¹	56
7	月产量/t·月 ⁻¹	6720
8	回采工效/t·工 ⁻¹	4.51
9	坑木消耗/m ³ ·万 t ⁻¹	51.4

急倾斜煤层采煤工作面支护和采空区处理是繁重而困难的工序。为了改善这方面的工作，近年来国内使用了一种气垛支架，其结构外貌如图 1-3 所示。

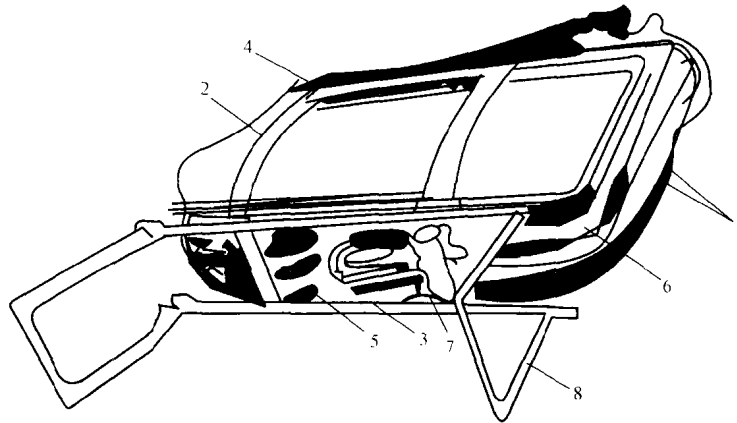


图 1-3 气垛支架结构外貌

- 1—橡胶囊；2—橡胶联结带；3—滑架；
4—涂胶保护片；5—进气阀；6—管接头；7—配气器；8—托架

气垛支架是由几个具有弹性的加固橡胶囊组成。橡胶囊充入压缩空气之后，因体积膨胀、高度增加使其紧贴于煤层顶底板之间，并具有一定的支撑力，而且其承载能力能随顶底板岩层的移近而增加。当以压缩空气向气囊内充气至 0.3~0.5MPa 时，气垛的初撑力一般可达 200kPa 以上。

气垛支架在使用初期是用来代替木垛的，近年来已开始在全工作面中使用。广东省曲仁矿区和广东煤研所等单位研制实验了与钢丝绳锯配合使用的气垛支架。

试验中采用了依靠钢丝绳悬吊单排气垛并以绞车牵引钢丝绳移置气垛的机械化支护方式，气垛在采煤工作面的布置情况和移动方式如图 1-4 所示。

根据煤层顶底板岩性可以采用单排或双排气垛。在一排气垛中还可以根据顶板的情况分成上、中、下几个气垛组。各组分别附设压气供气管。当设置双排气垛时，可使两排气垛交替支撑和前移，既可以起到控顶作用，又可隔离采空区使工作面不间断的连续推进。

气垛支架的优点是：具有较强的支撑力；装卸和拆移比较方便，单独使用时移动一个气垛约需要 10min，仅是移设一个木垛所需要的劳动量的五分之一；并能借助绳索和手柄远距离卸载，工作安全可靠；气垛的使用年限不少于 2 年，能节约大量坑木。

气垛支架的主要缺点是：卸载时需 1.5~2min，时间较长。与普通支架配合使用时，因普通支架间距小，使气垛移设不方便，有时需要重新翻打支柱；气垛本身的密封问题尚未很好解决，其结构也需进一步改进。气垛支架的试验为改善我国急斜薄煤层工作面支护和顶板管理条件开辟了一条新路。

三、倾斜长壁煤锯无人工作面开采

倾斜长壁煤锯采煤法按其运煤方式分为三种：一是采空区储存煤炭，利用储存煤炭控制顶板，采完后按计划顺序放出；二是在回采的同时，煤炭通过采空区直接放出，工作面无任何支护；三是工作面设运输装置把煤运到放煤口。

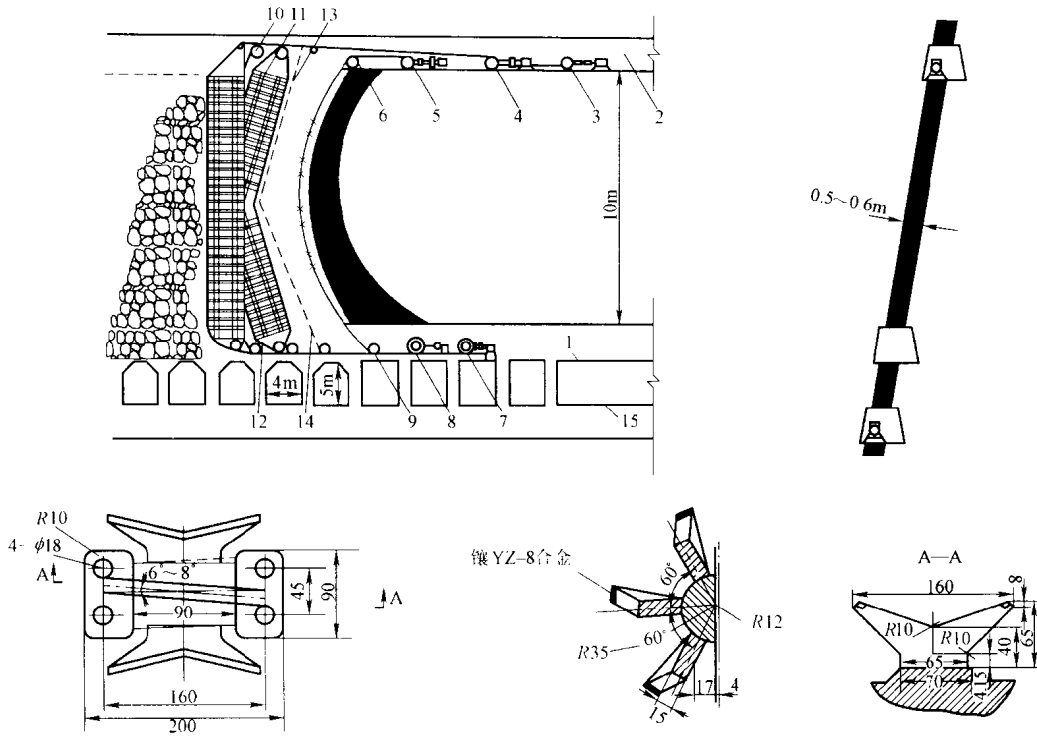


图 1-4 气垛支护的钢丝绳锯采煤工作面布置图

- 1—辅巷；2—回风巷；3—牵引绞车；4—移垛绞车；5—煤锯绞车；6—导向轮；
7—移垛绞车；8—煤锯绞车；9—导向轮；10—滑轮；11—第一次移垛后的位置；
12—第二次移垛后的位置；13—第三次移垛后位置；14—第四次移垛后的位置；15—运输巷

1962年在库兹巴斯进行的储煤法采煤工艺试验如图 1-5 所示。条带之间留有煤柱，分段斜长为 22~26m，煤锯布置在离煤层底板 0.3~0.8m 的位置。该系统的有关参数是：条带宽 10m，围岩暴露的稳定时间为 5d，条带间的煤柱宽 3.5m，煤柱稳定时间 5d。

在顿涅茨克矿区进行了通过采空区直接放煤的钢丝绳煤锯采煤法实验，如图 1-6 所示。实验煤层厚 0.71m，条带宽 10m。第一个条带开采了 14 个班，每班采煤工作 4h，工作面每小时推进 1.2m，日产量 130t。工作面工人劳动生产效率为 13t/工，条带煤损为 16%。第二个条带开采了 12 个班，但只采出了 280t 煤炭，原因是第一个条带顶板垮落的矸石窜入了第二个条带，并直接堵塞了溜煤眼。第三、第四个条带的技术经济指标更低。

用条带法开采时，为了防止顶板冒落矸石和破碎下来的煤一起通过采空区时堵塞煤炭通路，顿涅茨克

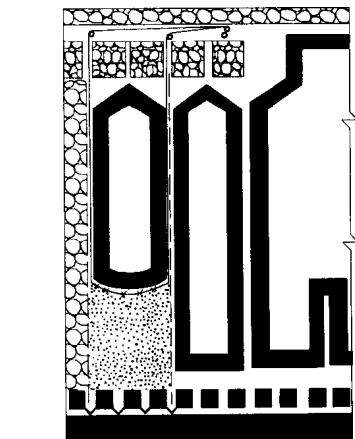


图 1-5 采空区储煤法钢丝绳煤锯采煤

煤科院采用悬挂溜槽的方法，使煤溜向放煤口，如图 1-7 所示。实验表明，由于设备很重（1.5t）吊杆弯度达 1.5~2m。在溜槽和曲线工作面之间造成了很大的空顶面积，顶板周期性冒落堵住了溜槽，实验停止了。后来即改用储煤法进行开采，但仍没有达到预期的效果。采空区顶板的冒落是条带采煤中一大难题。

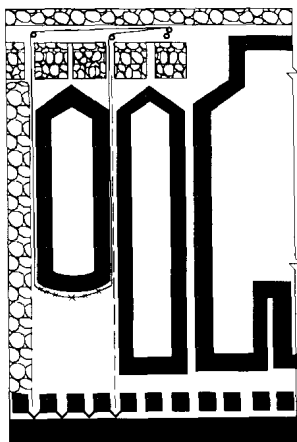


图 1-6 煤直接通过采空区溜到运输平巷的钢丝绳煤锯采煤

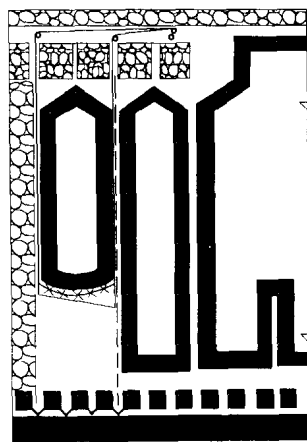


图 1-7 用运输设备将煤运到放煤口的煤锯采煤

四、对煤锯采煤的评价

利用煤锯开采急倾斜煤层，不论是走向长壁还是倾斜长壁采煤，在设备和工艺上都存在许多问题。首先是设备，尚没有理想的可靠的煤锯，现有的煤锯工作性能差、可靠性低，经常出现卡绳和断绳事故，而且割煤效果差，设备本身的缺点严重影响了它的应用；其次是煤锯采煤中的顶板管理问题没有得到解决。即使在顶板稳定的条件下，也经常发生冒顶事故，顶板的冒落和底板的滑落都使回采工作不能正常进行。走向长壁煤柱支撑法控制顶板，增加了开切眼的开掘量，煤炭损失较大。仰斜条带的煤柱损失也是如此。

在大量的工业实验中，人们对设备和工艺进行了大量的改进和探索，但效果皆不明显。气垛支架的应用给煤锯采煤带来了希望，但在移气垛的方式和方法上还有许多问题尚待改进。

第二节 螺旋钻机无人工作面开采

一、螺旋钻机的种类及特点

螺旋钻机的种类很多，井下常用螺旋钻机开采厚度为 0.45~1.5m 的缓倾斜煤层，钻头直径比煤厚小 50mm，一般为 0.4~1.45m，每节螺旋钻杆的长度 1.2~1.9m，启动功率一般为 30~200kW。

按切削方式不同螺旋钻机可分为正面钻进和侧面钻进螺旋钻机。井下采煤多用侧面钻

进螺旋钻机。只有一根钻杆的螺旋钻机称为单轴式螺旋钻机；带有一对钻杆的称为双轴式螺旋钻机；多于两个钻杆的称为多轴螺旋钻机。图 1-8 是美国的奥盖尔-马依涅尔单轴螺旋钻机。该机的工作机构和行走部分虽然都布置在同一底座上，但它们是独立的。成节的钻杆装载吊仓里，吊仓放在胶轮车架上随单轨吊移动。导向架在千斤顶的调节下可以向两个方向移动 1m，并且可以靠近煤层。煤由钻孔转向输送机，然后外运，刮板输送机本身也有移动装置。

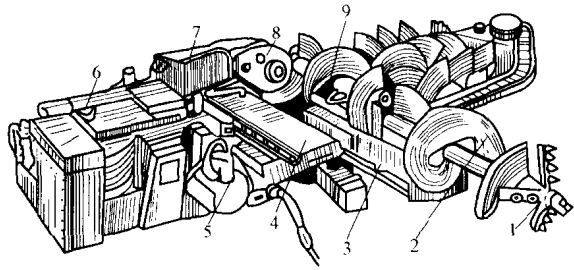


图 1-8 美国奥盖尔-马依涅尔单轴螺旋钻机

- 1—钻头；2—螺旋叶片；3—导向架；4—导向座；
5—千斤顶；6—液压部；7—电机部；8—减速器；9—钻杆

该机为履带行走方式，依此来完成沿巷道的移动。该机功率大，推进力大，操作灵活，有机械化接长钻杆装置，可获得较高的产量和很好的技术经济指标。

美国在 1977~1979 年研制出了安捷尔哥罗德-奥盖尔马依涅尔螺旋钻机。这种机械主要是用来开采 0.9m 厚的缓倾斜煤层，它的单向钻进长度达 25m，如图 1-9 所示。

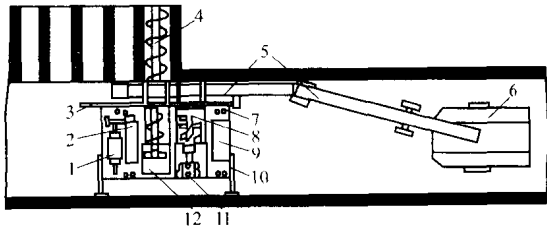


图 1-9 美国安捷尔哥罗德-奥盖尔马依涅尔螺旋钻机在平巷内的布置

- 1—马达泵；2—液压缸；3—单轨吊；4—钻杆；5—输送机；
6—矿车；7—千斤顶；8—钻杆；9—司机室；10—侧翼千斤顶；
11、12 钻架

该螺旋钻机有两个钻架，其中钻架 11 用来钻孔，钻架 12 专门在已钻过的钻空中采煤。输送机将煤装入矿车外运。

该螺旋钻机的机体是一个矩形的框架，利用两个迈步滑靴沿平巷移动。机器的主要部件安装在框架上，框架的前端安装有单轨吊，以便运送和传递钻杆。为了移动和稳固钻机，还备有液压泵。钻机工作时，由四根液压千斤顶固定，液压千斤顶支撑在框架的四角上，同时两帮也用液压千斤顶固定，以保证钻机工作时的稳定性。该钻机还设有

运输设备和通风设备，以保证采出的煤炭及时外运和钻机工作时的通风需要。钻机功率大，操作灵活，工作可靠，且其辅助工具全部实现了机械化，因此可获得较高的产量和较好的技术经济指标。

原苏联莫斯科近郊煤炭科学研究院曾研制出一种 ABIII 型综合螺旋钻机，如图 1-10 所示。

在钻机底座上安装有可双向钻进的单轴钻机。螺旋钻包括正面钻进的环行钻头、三角辐射型的螺旋扩孔钻头、螺旋钻杆和为了打开扩孔钻头的带减速器的柱塞开关。从扩大的钻孔中撤出的钻杆可直接转向正在钻进的钻孔，螺旋钻杆之间的连接采用半自动化的位销、弹簧牵引和楔形滑块连接装置。

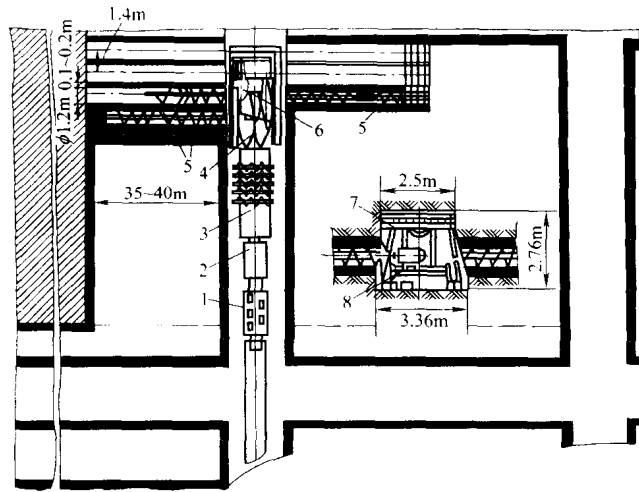


图 1-10 ABH 螺旋钻机采煤工艺系统图

1 电气设备；2 油站；3 钻杆仓；4 转载机；

5 螺旋钻；6 钻杆转动装置；7 支架；8 可移动的支架

支架呈梯形，它有七个刚性顶梁，支架在巷道两帮都有掩护梁，利用三个液压千斤顶来移动支架。

长 32m 的刮板转载机尾部是可以弯曲的，它可以接受来自左右两帮钻孔的煤炭。在转载机直线段的三个平台上，分别设置了螺旋钻杆仓、油站和电气设备。钻杆仓内有链式运输器，在液压千斤顶和起重机械的作用下向钻机供应钻杆，钻杆仓可容 25 节螺旋钻杆，供钻杆步距 0.42m，供给速度 0.36m/s。该钻机的设计生产能力为 450t/d。

为了进一步完善螺旋钻机的采煤方法，并使钻机的结构更为合理，1976 年，顿涅茨克煤科院等单位共同合作研制了结构更为合理，性能更完善的 BHH 型螺旋钻机，如图 1-11 所示。

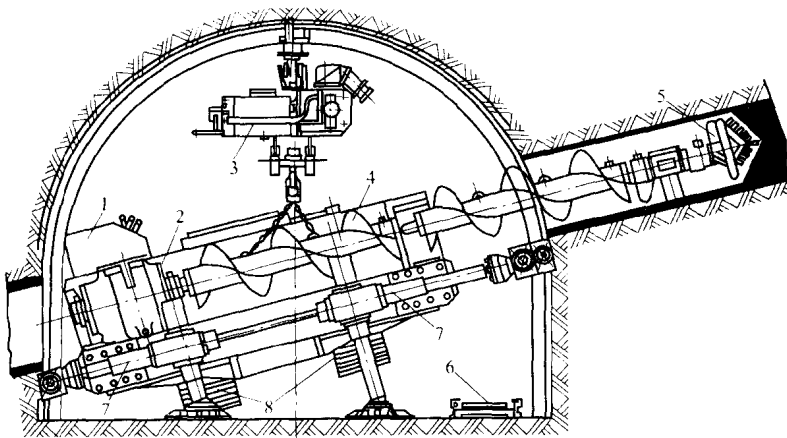


图 1-11 BHH 螺旋钻机在平巷中的工作

1 操纵台；2 螺旋钻机；3 单轨吊；4 节式钻杆；5 钻头；

6 双链输送机；7 横向千斤顶；8 行走履带

该螺旋钻机具有专门的行走装置，两个电机为行走系统服务。在机器的底座架上设有定向装置，它是钻杆接长时的第二个支点，也是开始钻眼的简易夹具。这个夹具与端头钻杆的工作互不干扰。节式钻杆最小的螺旋直径为 480mm，与直径为 525mm 的钻头配套使用。在用直径为 625mm 和 700mm 的钻头时，在钻杆间的连接器还要安装可拆卸的铲运机，有了铲运机就可以保证在螺旋叶片和钻孔内壁之间存在明显的空隙时顺利把煤运出。

目前世界各国都在对螺旋钻机进行改进和完善研究工作，其主要研究方向是：研制出性能更加可靠的钻机，保证能全部或部分地采出钻孔间的煤柱，以减少煤炭损失；研制出根据煤层厚度可控制钻头的各种装置；研制出在煤层能安全地钻进更大的长度，能连续地接长钻杆的螺旋钻机等。

目前在乌克兰的顿巴斯煤田已经使用一种更为先进的三轴螺旋钻机，型号为 B3M，由哈尔科夫马里雪夫工厂生产，自动行走。B3M 型钻机具有可以用煤矸石充填钻孔功能，单机产量 1t/min，四人作业，设备构造如图 1-12 所示。三轴钻机其中一轴连接风筒，风筒与节式钻杆等长，接钻杆时同时接风筒，由钻机架上的局部通风机向钻孔内送风。钻机同时带有洒水装置。B3M 钻机采煤工艺如图 1-13 所示。

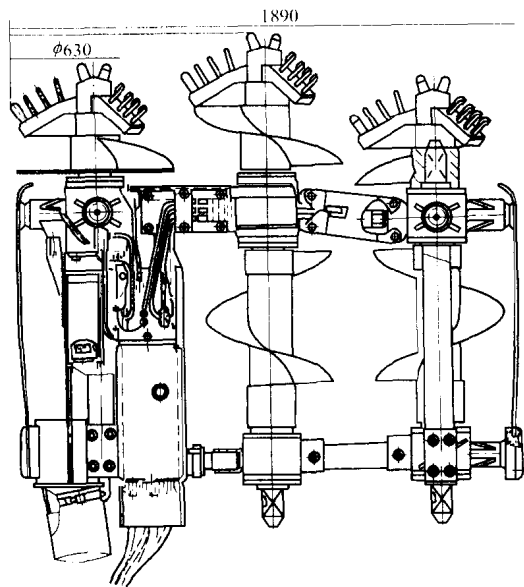


图 1-12 B3M 型钻机构造图

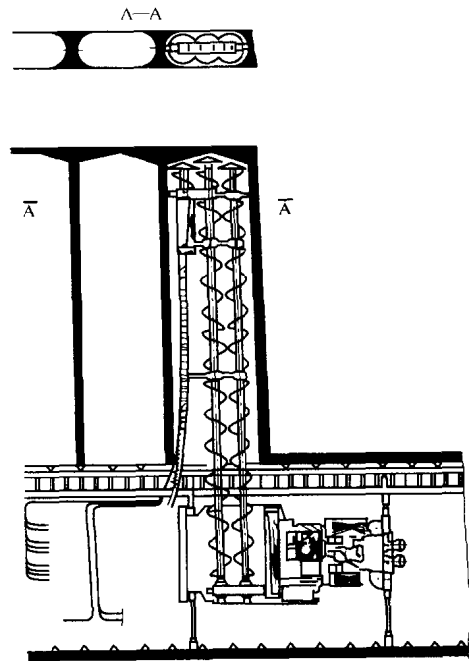


图 1-13 B3M 型钻机采煤图

二、螺旋钻机采煤的开采方案

螺旋钻机采煤的开采方案主要是指螺旋钻机在平巷中的布置方式、数量和采区内、区段内的开采方式、开采顺序等。

单台螺旋钻机采煤工艺可以分为单向钻进或双向钻进两种。在采用单向钻进采煤方式

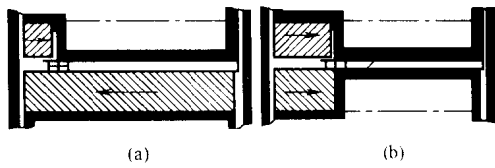


图 1-14 单台螺旋钻机的回采方式
a—单向钻进回采；b—双向钻进回采

一侧的输送机上。单轨吊为接长钻杆和回收钻杆服务。牵引绞车是为 BMT 型螺旋钻机的移动和刮板输送机的前移服务，有时还为从钻孔中取出钻杆服务。电气设备是必不可少的，在装载站附近还需设调度绞车，为煤炭外运服务。

螺旋钻机在平巷中的布置方式有两种：一种是钻架车朝向采空区方向，另一种是钻架车朝向煤体方向。两种布置方式各有特点，第一种布置方式的优点是，当设备的底座移向新位置时，不遮挡已钻过的钻孔，在条件好时，还可以从已经钻过的钻孔中取出钻杆与钻进新钻孔同时进行，在螺旋钻机的后方不超过 15~20m 的地方需要撤掉报废巷道的支架时，可采用这种方式布置螺旋钻机。

前苏联的里瓦夫斯克—瓦雷尼斯克矿区的许多矿都广泛采用了第一种方式布置螺旋钻机。装载站根据巷道断面的大小，可以布置在平巷内，也可以用输送机将煤运出，在运输大巷上方设煤仓及装载点。在回采平巷中用机车牵引矿车运煤时，可以布置半固定装载点，装载点随输送机定期沿回采平巷移动。

为了运送材料和设备，也为了撤出支架的外运，简化运输系统，缩短输送距离，一般平巷内都铺设轨道。

采用螺旋钻机采煤时，采区内的通风常用局部通风机通风和依靠全矿井的负压通风。第一种方式用于无瓦斯和瓦斯涌出量很小的矿井。瓦斯涌出量大的矿井应该用第二种通风方式，这种通风方式的通风系统是最简单和最可靠的。采用这种通风系统时，为了保证风流的畅通，平巷要在区段全部采完后再报废。通风系统的形成需要在区段的边界开联络巷形成通风系统，联络巷与上下工作面的回采平巷连通，形成 U 形网路系统。在上下工作面的回采平巷中也同时布置螺旋钻机，相向钻进回采，增加区段内的开采强度，提高产量。由于煤层较薄，回采平巷的掘进常是卧底掘进。支架可采用拱形金属支架，支架的中心距一般为 0.6~1.0m，支架材料一般采用特种钢。在确定支架的间距时，应考虑钻机的钻头直径和钻孔间煤柱尺寸。莫斯科煤科院建议使用的参数见表 1-2。

锚杆支护是一种简单易行的方法，锚杆支护避免了支护与钻进之间互相干扰，满足了尺寸匹配的要求，但锚杆支护必须为单轨吊的架设创造有利条件。

研究认为，钻孔间煤柱的尺寸与煤层的厚度、煤层的围岩状况、煤体的硬度等因素有关。在每一矿井的具体条件下，煤柱有其最佳宽度，这应根据具体条件通过实验和计算来

时，钻机沿回采平巷的一侧钻进回采，在本侧采完后钻机再后退回采平巷另一侧的煤炭；也可以向平巷的两侧钻进采煤，如图 1-14 所示。

单机双向钻进采煤的工艺系统如图 1-15 所示。回采平巷内配备一台螺旋钻机，还设有输送机、转载机、单轨吊、牵引绞车。转载机把另一侧钻孔采出的煤运到位于巷道

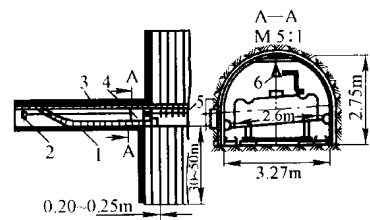


图 1-15 BMT 螺旋钻机双向采煤工艺系统

- 1—转载机；2—牵引绞车；3—输送机；
4—螺旋钻机；5—备用钻杆；6—单轨吊

表 1-2

项目	指标	钻头直径/mm		
		500	600	700
煤层厚度/m		0.55~0.65	0.66~0.75	0.76~0.85
钻孔间煤柱的宽度/mm		150~180	150~180	150~180
平巷支架类型		拱型金属支架		
特种钢类型/kg·m ⁻¹		17~27	17~27	17~27
拱型支架间距/mm		480~470	530~520	610~590
拱型支架中心距/mm		633~625	633~675	713~745
基本支架的间距/mm		1266~1250	1266~1350	1486~1490
每米巷道拱型支架的密度		1.63~1.60	1.51~1.48	1.34~1.36

确定。一般煤层厚 0.5~0.7m 时，煤柱的最窄部分的宽度为 0.15~0.25m，此时煤损大于 40%~45%；在煤层厚度达 0.8m，钻头直径应该增大，煤柱的最窄部分煤柱宽度增至 0.2m，如图 1-16 所示。个别矿井煤柱尺寸稍大，为 0.25~0.35m，而不管煤层厚度如何变化，这虽然在某种程度上简化了回采工作，但煤损增大。

区段内单机回采采煤工艺系统的缺点是产量较低，采区的运输设备不能充分发挥其作用。另外，单机顺序连续回采时，由于矿山压力的作用，巷道的维护时间增长，总维护量加大，维护费用增加。

为了集中生产，提高劳动生产率和降低煤炭成本，可以把区段分成两个或两个以上的生产段，每个生产段布置一台螺旋钻机采煤，这样可以提高产量，并能充分发挥运输设备的能力。

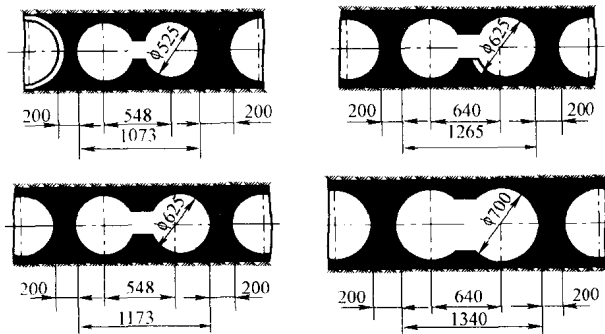


图 1-16 钻孔断面形状与钻孔间煤柱尺寸

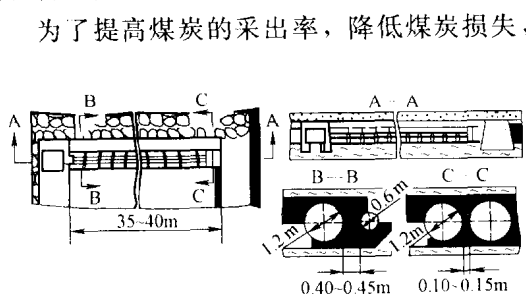


图 1-17 同心扩钻孔螺旋钻机采煤工艺系统

为了提高煤炭的采出率，降低煤炭损失，世界各主要产煤国在使用螺旋钻机采煤时广泛应用扩钻孔采煤，扩钻孔采煤一般有三种形式：

第一种形式是同心扩钻孔。第一次钻进钻出基本钻孔，它的直径远小于煤层的厚度，然后在钻杆回撤时，将钻孔同心扩大。也可以用一台小直径的钻机钻基本孔，另一台钻机专用于扩孔。由于机械的构造不同，扩孔的方法也不同，如图 1-17 所示。该方法是