

全国煤炭高职高专（成人）“十一五”规划教材

矿山机械

罗凤利 周广林 李光煜 主编



Kuangshan Jixie

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

TD4

L-323

全国煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材

矿山机械

主 编	罗凤利	周广林	李光煜
副主编	田成民	李鹏银	宋志君
主 审	王宪军		

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书较全面地介绍了采煤机械、液压支护设备、掘进装载机械、运输、提升、排水、通风、压气设备的结构原理、工作性能、选型方法、配套原则和使用维护等方面的知识,具有鲜明的先进性、启发性、适用性。

本书可作为煤炭高职高专院校、成人院校采煤、机械制造、机电技术应用、企业电气化等专业的专业课教材,亦可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿山机械/罗凤利,周广林,李光煜主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2009.8

ISBN 978-7-5646-0461-5

I. 矿… II. ①罗…②周…③李… III. 矿山机械 IV. TD4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 138649 号

书 名 矿山机械

主 编 罗凤利 周广林 李光煜

责任编辑 何 戈 李 敬

责任校对 张海平

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 邮政编码 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 徐州中矿大印发科技有限公司排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 25.75 字数 642 千字

版次印次 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价 38.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材 建设委员会成员名单

主 任:李增全

副 主 任:刘咸卫 胡卫民 刘发威 仵自连

委 员:(按姓氏笔画为序)

王廷弼 王自学 王春阁 王宪军

牛耀宏 石 兴 刘卫国 刘景山

杜俊林 李玉文 李式范 李兴业

李学忠 李维安 张 军 张 浩

张贵金 陈润叶 周智仁 郝巨才

荆双喜 贺丰年 高丽玲 唐又驰

彭志刚

秘 书 长:王廷弼 李式范

副秘书长:耿东锋 孙建波

煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材 矿山机电专业编审委员会成员名单

主 任:刘卫国

副主任:黄小广 陈 标 孙茂林

委 员:(按姓氏笔画为序)

王任远 王昌田 王金国 李虎伟

李福固 张建国 陈官兴 郝虎在

陶 昆 梁南丁

前 言

本书是根据煤炭高职高专(成人)“十一五”教材建设规划和本课程教学大纲,结合编者十几年的教学经验编写的,在编写过程中打破了传统教材的内容体系,在“十五”规划教材的基础上,经过较大幅度的修改和重新编写而成,可供高职高专采矿专业以及机械制造、机电技术应用、企业电气化等需开设矿业机械课的专业使用。

全书内容共分三篇:第一篇采掘机械,第二篇运输提升,第三篇流体机械。较全面地介绍了采煤机械、液压支护设备、掘进装载机械、运输、提升、排水、通风、压气设备的结构原理、工作性能、选型方法、配套原则和使用维护等知识。

在编写过程中,力求使教材内容适应矿山生产的现状和发展的需要,力争使教材具有鲜明的思想性、先进性、启发性、适用性和科学性,突出职业技术教育的特色,以适应培养应用型人才的需要。

参加本书编写的有:王宪军(第一章、第二章、第三章)、周广林(第四章、第五章、第六章)、罗凤利(第七章、第八章、第九章)、李鹏银(第十章)、宋志君(第十一章)、李光煜(第十二章、第十三章)、田成民(第十四章)。全书由罗凤利统稿、定稿,王宪军审核。

编写过程中,利用和参考了许多文献资料,我们谨向这些文献资料的编著者和支持编写工作的单位表示衷心的感谢。由于我们水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请同行专家和读者批评指正。

编 者

2009 年 4 月

目 录

第一篇 采掘机械

第一章 采煤机械	(3)
第一节 概述.....	(3)
第二节 采煤机的截割部	(13)
第三节 采煤机的牵引部	(21)
第四节 采煤机的附属装置	(27)
第五节 MG—200 型采煤机	(35)
第六节 AM—500 型采煤机	(48)
第七节 薄煤层采煤机	(57)
第八节 电牵引采煤机	(62)
第九节 连续采煤机	(66)
第十节 刨煤机	(71)
第十一节 采煤机械的选型	(76)
第二章 掘进机械	(80)
第一节 凿岩机	(80)
第二节 凿岩台车	(86)
第三节 铲斗装载机	(89)
第四节 耙斗装载机	(94)
第五节 掘进机	(99)
第三章 采煤工作面支护设备	(112)
第一节 概述.....	(112)
第二节 液压支架的工作原理.....	(113)
第三节 液压支架的类型和结构.....	(115)
第四节 支架液压系统.....	(127)
第五节 液压支架的主要液压元件.....	(129)
第六节 液压支架的选用.....	(138)
第七节 综采工作面设备的配套.....	(141)
第八节 单体液压支柱和铰接顶梁.....	(143)
第九节 切顶支柱.....	(149)

第十节 乳化液泵站·····	(150)
----------------	-------

第二篇 运输提升

第四章 刮板输送机·····	(157)
第一节 概述·····	(157)
第二节 刮板输送机主要部件的结构和技术要求·····	(162)
第三节 液力耦合器的结构特点与原理·····	(167)
第四节 刮板输送机的选择计算·····	(170)
第五章 带式输送机·····	(175)
第一节 概述·····	(175)
第二节 主要部件的结构及功能·····	(176)
第三节 带式输送机传动理论·····	(190)
第四节 带式输送机的设计计算·····	(193)
第六章 矿井提升设备的主要结构与工作原理·····	(202)
第一节 概述·····	(202)
第二节 提升容器·····	(205)
第三节 提升钢丝绳·····	(216)
第四节 矿井提升机·····	(222)
第五节 提升机制动系统·····	(237)
第七章 矿井提升设备的运转理论·····	(245)
第一节 矿井提升设备的基本动力学方程·····	(245)
第二节 提升设备的运动学·····	(248)
第三节 提升设备的动力学计算·····	(251)
第四节 斜井提升·····	(253)
第八章 矿井提升设备的选型设计·····	(256)
第一节 选型设计的基本原则与设计依据·····	(256)
第二节 提升容器的选择计算·····	(257)
第三节 提升钢丝绳的选择计算·····	(259)
第四节 提升机与天轮的选择计算·····	(262)
第五节 提升机与井筒相对位置的计算·····	(266)
第六节 提升电动机的预选·····	(271)
第七节 提升电动机容量的校核·····	(271)
第八节 交流拖动提升设备的电耗及效率计算·····	(274)

第九章 多绳摩擦提升	(276)
第一节 摩擦提升的传动原理与防滑分析.....	(276)
第二节 多绳摩擦提升钢丝绳张力平衡.....	(279)
第十章 矿用机车	(282)
第一节 概述.....	(282)
第二节 矿用电机车的机械结构.....	(285)
第三节 牵引电动机及其控制.....	(289)
第四节 列车运行理论.....	(295)
第五节 矿用电机车运输设备选型设计.....	(298)
第十一章 辅助运输设备	(304)
第一节 概述.....	(304)
第二节 钢丝绳牵引运输.....	(304)
第三节 单轨吊车.....	(306)
第四节 卡轨车.....	(313)
第五节 单绳索道.....	(317)
第六节 无轨运输车.....	(317)
第三篇 流 体 机 械	
第十二章 排水设备	(323)
第一节 概述.....	(323)
第二节 离心式水泵的工作理论.....	(328)
第三节 离心式水泵在管路上工作.....	(332)
第四节 矿用水泵结构及性能.....	(340)
第五节 水泵性能测定原理.....	(352)
第六节 排水设备选型设计.....	(353)
第十三章 通风设备	(360)
第一节 概 述	(360)
第二节 通风机工作理论.....	(362)
第三节 通风机在网路上工作.....	(366)
第四节 矿用通风机.....	(371)
第十四章 压缩空气设备	(376)
第一节 概述.....	(376)
第二节 往复式空压机的工作理论.....	(379)
第三节 两级和多级压缩.....	(384)

第四节	往复式压缩机的结构及调节.....	(388)
第五节	矿山压缩空气设备.....	(396)
第六节	压缩空气设备的选型设计.....	(399)
参考文献		(402)

第一篇

采掘机械

第一章 采煤机械

第一节 概 述

一、采煤机械的种类

把煤由煤层中采落下来的机械称为采煤机械。采煤机械还应具有装煤机构,在工作中能同时把煤装入输送机运出工作面。

各国已出现的采煤机械类型不少,但目前煤矿井下广泛使用的采煤机械仅有两类:滚筒式采煤机和刨煤机。

由于滚筒式采煤机的采高范围大,对各种煤层适应性强,能截割硬煤,并能适应较复杂的顶底板条件,因而得到了广泛的应用。刨煤机要求的煤层地质条件较严,一般适用于煤质较软不黏顶板、顶底板较稳定的薄煤层或中厚煤层,故应用范围较窄。但是刨煤机结构简单,尤其在薄煤层条件下劳动生产率较高。

采煤机有不同的分类方法:按工作机构型式可分为滚筒式、钻削式和链式;按牵引方式可分为链牵引和无链牵引;按牵引部位置可分为内牵引和外牵引;按牵引部传动方式可分为机械牵引、液压牵引和电牵引;按工作机构位置可分为端头式和侧面式。

二、对采煤机械的一般要求

对采煤机械的要求,是根据工作面的条件和采煤工艺的需求而提出的。我国《煤矿安全规程》规定采煤机械必须满足下列要求:

(1) 采煤机上必须装有能停止工作面刮板输送机运行的闭锁装置。采煤机因故暂停时,必须打开隔离开关和离合器。采煤机停止工作或检修时,必须切断电源,并打开其磁力启动器的隔离开关。启动采煤机前,必须先巡视采煤机四周,确认对人员无危险后,方可接通电源。

(2) 工作面遇有坚硬夹矸或黄铁矿结核时,应采取松动爆破措施处理,严禁用采煤机强行截割。

(3) 工作面倾角在 15° 以上时,必须有可靠的防滑装置。

(4) 采煤机必须安装内、外喷雾装置。截煤时必须喷雾降尘,内喷雾压力不得小于 2 MPa,外喷雾压力不得小于 1.5 MPa,喷雾流量应与机型相匹配。如果内喷雾装置不能正常喷雾,外喷雾压力不得小于 4 MPa。无水或喷雾装置损坏时必须停机。

(5) 采用动力载波控制的采煤机,当 2 台采煤机由 1 台变压器供电时,应分别使用不同的载波频率,并保证所有的动力载波互不干扰。

(6) 采煤机上的控制按钮必须设在靠采空区一侧,并加保护罩。

(7) 使用有链牵引采煤机时,在开机和改变牵引方向前,必须发出信号,只有在收到反向信号后,才能开机或改变牵引方向,防止牵引链跳动或断链伤人。必须经常检查牵引链及其两端的固定联接件,发现问题及时处理。采煤机运行时,所有人员必须避开牵引链。

(8) 更换截齿和滚筒上下 3 m 以内有人工作时,必须护帮护顶,切断电源,打开采煤机隔离开关和离合器,并对工作面输送机施行闭锁。

(9) 采煤机用刮板输送机作轨道时,必须经常检查刮板输送机的溜槽联接、挡煤板导向管的联接,防止采煤机牵引链因过载而断链;采煤机为无链牵引时,齿(销、链)轨的安设必须紧固、完整,并经常检查。必须按作业规程规定和设备技术性能要求操作、推进刮板输送机。

三、单滚筒采煤机

单滚筒采煤机具有一个能够落煤和装煤的滚筒式工作机构,是我国 20 世纪 60 年代以来使用得较多的一种采煤机。它骑在工作面输送机上,以输送机为导向沿采煤工作面来回牵引。

(一) 单滚筒采煤机的组成及工作情况

1. 单滚筒采煤机的组成

单滚筒采煤机的组成可分为四大部分:截割部、牵引部、电动机和辅助装置。如图 1-1 所示。

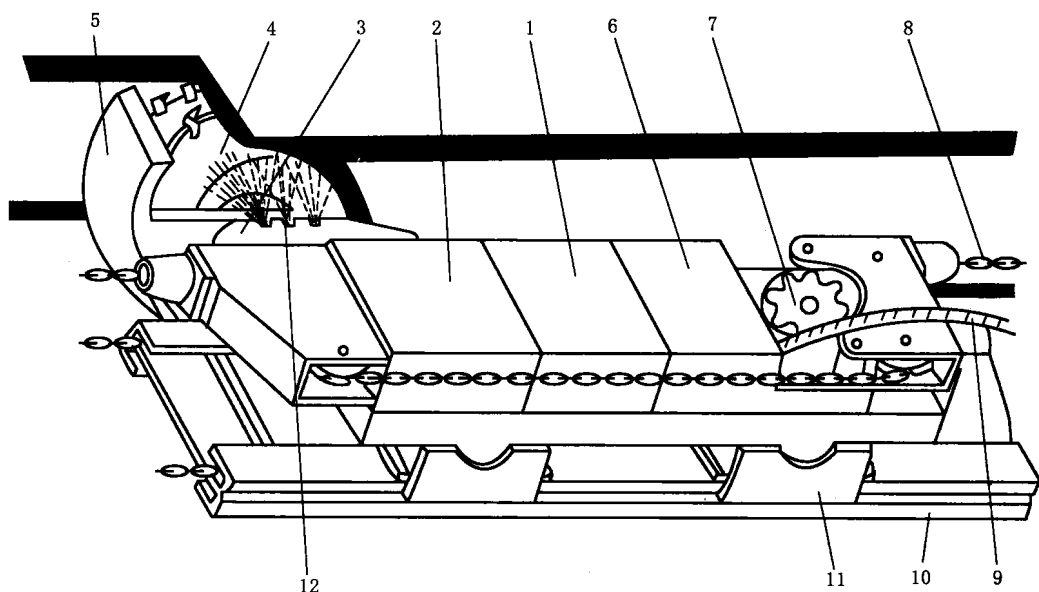


图 1-1 单滚筒采煤机

- 1——电动机;2——截割部减速器;3——摇臂;4——滚筒;5——挡煤板;6——牵引部减速箱;
7——链轮;8——锚链;9——电缆;10——刮板输送机;11——底托架;12——喷雾装置

(1) 截割部:用来把煤从煤层中截落并装入输送机。它包括滚筒 4、摇臂 3、截割部减速器 2 和挡煤板 5。

(2) 牵引部:用于采煤机沿工作面来回牵引,它包括锚链 8 及牵引部减速箱 6。

(3) 电动机:电动机 1 用来驱动截割部和牵引部。

(4) 辅助装置:包括承托机身的底托架 11、防止采煤机沿倾斜自动下滑的防滑装置、灭尘用的喷雾装置 12,以及其他电气、机械的保护和控制装置。

2. 各部分工作情况

采煤机滚筒 4 是由电动机通过截割部减速箱 2 和摇臂 3 内的齿轮所驱动,滚筒上的螺旋叶片上装有许多截齿。滚筒转动时,截齿把煤从煤层上截落下来,并利用螺旋叶片和挡煤板 5,把煤装入刮板输送机 10。同时,电动机另一端出轴带动牵引部,使采煤机在输送机上移动而采煤。

摇臂 3 可上下摆动,以此来升高或降低滚筒,并可固定在摆角内任意位置,以适应煤层厚度的变化。

牵引机构(图 1-2)包括链轮 1、导链轮 2、6,导链管 3、7,锚链 4 和紧链装置 5、8。链轮 1 水平地装在牵引部减速箱的出轴上,锚链通过链轮 1、导链轮 2、6 和导链管 3、7 等,由机身上引出,链两端分别与固定在溜头溜尾的紧链装置 5、8 相连,使锚链两端张紧。链轮转动时,带动采煤机沿锚链移动,移动方向取决于链轮的转动方向。采煤机单位时间内移动的距离称为牵引速度。现代采煤机的牵引速度一般为 0~10 m/min,新型采煤机的牵引速度可达 20 m/min,其中高速部分用于空载调动,截煤时用的牵引速度一般不超过 6 m/min。

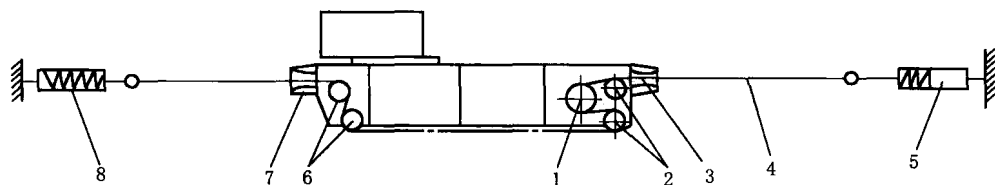


图 1-2 锚链牵引机构

1——链轮;2、6——导链轮;3、7——导链管;4——锚链;5、8——紧链装置

滚筒的转速一般不变,但有的可通过更换齿轮而获得多种滚筒转速。

滚筒的直径是指齿尖处量得的直径,截齿的截割速度是指齿尖的线速度。当滚筒直径和转速已知时,截割速度为

$$v_{\text{截}} = \frac{\pi D n}{60}, \text{ m/s} \quad (1-1)$$

式中 D ——滚筒直径, m;

n ——滚筒转速, r/min。

底托架 11(见图 1-1)的作用是托高机身,并使各部分为一整体,使采煤机骑在输送机上,下面有过煤空间,机身用螺钉等固定在上面。底托架下面有四个腿装着滑靴,机器牵引移动时,依靠滑靴在输送机两边槽帮上滑行,靠两边槽帮外侧每个滑靴上,还装有导向挡板,使采煤机滑行时不致掉出机道。

(二) 普通机械化采煤工作面设备布置及工作方法

普通机械化采煤工作面的配套设备,有采煤机、可弯曲刮板输送机和支护设备。因支护设备不同,其机械化程度也不一样。普通机械化采煤采用金属支柱加铰接顶梁;高档普通机械化采煤采用单体液压支柱加铰接顶梁。

普通机械化采煤工作面设备布置如图 1-3 所示。其采煤方法如下：采煤机 1 为单滚筒采煤机，骑在工作面刮板输送机 2 上，首先沿工作面倾斜向上移动，把靠近顶板的煤采落并装入输送机，采过后裸露出的岩石顶板用金属支柱 3 和金属铰接顶梁 4 支撑，以保护机器和工人的安全。采煤机采完工作面顶部煤后，再返回下行采下部的余煤，并把所有落在底板上的煤装入输送机。紧跟在机器后用千斤顶把输送机推移至新的煤壁。推移距离等于采煤机滚筒截割深度，也称为步距，一般为 0.6~1.0 m。同时把采空区后排支柱和铰接顶梁拆除，让顶板岩石冒落下来，这叫回柱放顶。沿工作面全长这一工作过程称为一个工作循环。每个工作面的工作过程都是根据事先编制好的工作循环图表，按照一定程序工作的。普采工作面也可用双滚筒采煤机。

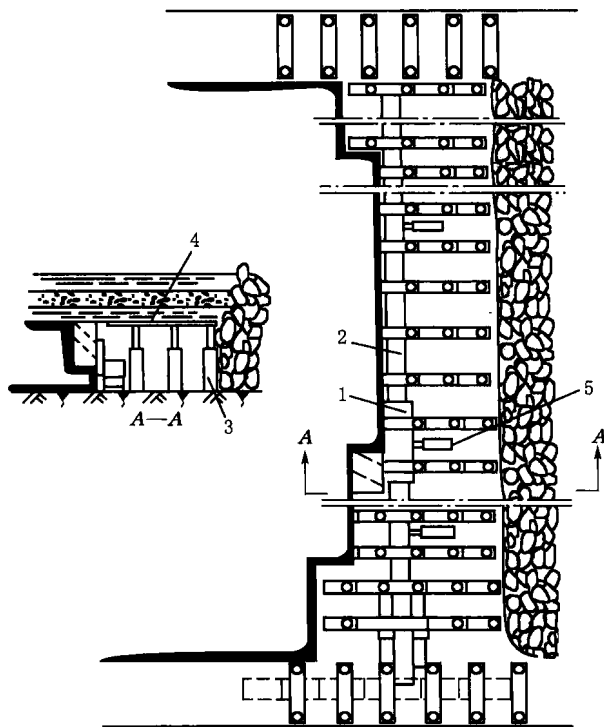


图 1-3 普通机械化工作面布置图

1——单滚筒采煤机；2——刮板输送机；3——金属支柱；4——金属铰接顶梁；5——千斤顶

四、双滚筒采煤机

双滚筒采煤机有两个滚筒，一个沿顶板采煤，另一个沿底板采煤。因此，能一次采全高，适应范围大、生产率高。综合机械化采煤工作面主要采用双滚筒采煤机。

(一) 双滚筒采煤机的结构和传动特点

双滚筒采煤机的两个滚筒，通常分别布置在机身两端，如图 1-4(a)所示。也有将两个滚筒布置在同一端的，如图 1-4(b)所示。后一种机身较短，灵活性较大，空顶面积小，但其机身偏重，工作稳定性差，只能自开工作面的一端缺口，而且机身中部的滚筒装煤效果差。前一种布置方式机器结构对称，工作稳定性好，装煤效果也较好，可自开工作面两端的缺口，进

行双向采煤,工作面产量大,因此,现在各国基本上都采用这种布置型式。

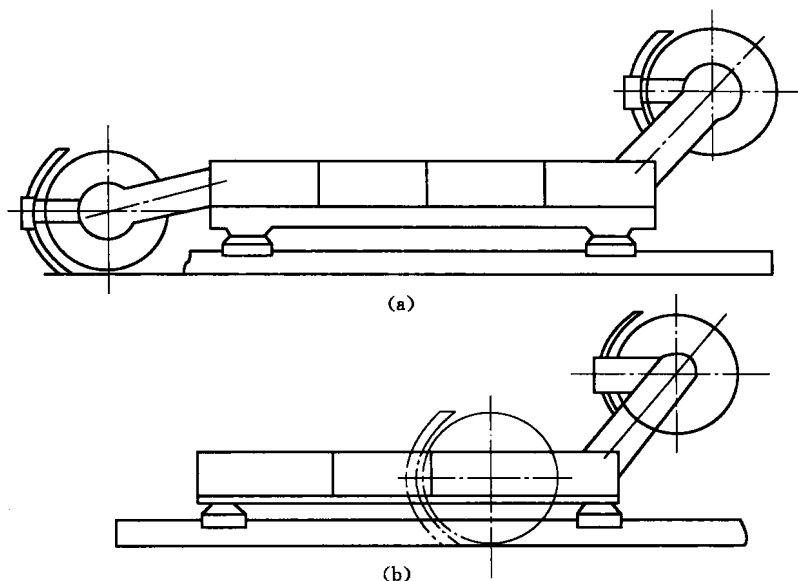


图 1-4 双滚筒采煤机布置方式示意图

现以 MG—170 型采煤机为例,说明双滚筒采煤机的主要结构。

如图 1-5 所示,它包括左右截割部的固定减速箱 1、摇臂减速箱、左右螺旋滚筒 2、弧形挡煤板 9、电动机 3、牵引部 4、带有电气控制的中间箱 7 和接线箱 6、装有电磁阀的电液控制箱 5。附属装置包括底托架 8、调高油缸 11 和防滑装置 10。此外还有牵引锚链液压紧链装置、电缆拖移装置和供水灭尘装置等。

这种采煤机适用于厚为 1.5~3.0 m、倾角为 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 的中厚煤层,要求顶板中等稳定、底板不过于松软、起伏不大和煤质中硬。当煤层倾角超过 15° 时,应安装可靠防滑装置。

(二) 双滚筒采煤机在综合机械化采煤工作面的工作情况

在工作面采煤、装煤、运煤及支护等机械化的基础上,进一步使工作面各个机械组成一个整体进行生产,在结构上相互有机地结合,动作上相互协调地工作,这就是综合机械化。

综合机械化采煤工作面机械设备配套情况如图 1-6 所示。

双滚筒采煤机 1 完成落煤和装煤,采煤机所骑的输送机 2 是一种可弯曲刮板输送机,它将煤运出工作面,进入下顺槽转载机 7,由转载机将煤装到顺槽可伸缩胶带输送机 9 上运走。工作面用液压支架 3 支护,它可自移,沿工作面全长布置。随着采煤机过后,液压支架一架一架往前移,以支护新裸露的顶板,后面的顶板让其自行垮落。由液压支架的推移千斤顶将输送机推向新的煤壁。液压支架所需的高压乳化液,由安置在下顺槽内的乳化液泵站 12 供给。

国产综采滚筒式采煤机适用条件和主要技术特征见表 1-1。