

高等学校规划教材

采掘机械

(修订版)

陶 驰 东 主编

绪 论

在石油、天然气,水力发电和核动力获得巨大发展的今天,煤炭仍是我国一次能源的主体。我国煤炭年产量1991年已达11.4亿t,预计2000年将超过14亿t。煤炭工业持续、稳定、协调的发展,是顺利实现社会主义建设宏伟目标的重要条件。采掘机械化是煤炭工业增加产量、提高劳动生产率、改善劳动环境、保障安全生产的必要技术手段,也是煤炭生产过程中节约能源、人力和原材料消耗的有效技术措施。

中华人民共和国成立以后,我国煤矿采掘机械化从无到有,不断发展,日趋完善。50年代学习苏联,采煤工作面使用KMΠ-2型截煤机、Донбасс-1型“康拜因”和模锻链刮板输送机,主要用木材支护顶板。1958年开始研制刨煤机和液压支架,遇到很多技术困难。掘进工作面使用ЭПМ-1型后卸式铲斗装岩机和C-153型蟹爪装煤机。60年代先后研制成功了MLQ-64、MLQ-80型单滚筒采煤机、MLS₁、MLS₂型双滚筒采煤机,MBJ-1、MBJ-2型刨煤机,摩擦式金属支柱和铰接顶梁,及圆环链刮板输送机。液压技术得到广泛应用,圆环链制造技术获得长足进步,掘进工作面推广使用耙斗装载机。70年代的发展,使我国煤矿机械制造水平有了很大提高,制造出以MLS₃-170型采煤机、BZZ型垛式支架和SGW-150B、SGW-250型刮板输送机为代表的第三代综采成套设备,并从国外大量引进综采和综掘设备,以满足煤炭生产对机械化日益迫切的需要。为适应普通机械化水平,国内自行设计制造的DY-100、DY-150型采煤机和单体液压支柱开始批量生产。80年代是我国煤矿采掘机械化发展的关键时期。自从中国共产党十一届三中全会以来,积极贯彻引进、消化、吸收、创新的技术方针,既重视学习国外先进技术,比如通过技贸结合的方式,引进AM500型采煤机、AM50和S100型掘进机的生产技术;又重视国产化的工作,自行研制了一大批技术比较先进的采掘机械设备,结束了单纯仿制外国设备的历史。在此期间,煤矿机械制造工艺和科研水平也有许多新的突破。建成了采煤机械和运输机械整机实验室等一批重点实验室。电子计算机开始在煤矿机械的研究、设计和制造工作中推广使用^[1、2]。

经过几十年的艰苦努力,我国已经掌握了缓倾斜中厚至厚煤层综合机械化采煤成套设备的设计、研究和制造技术。部分薄煤层适用的采煤机、液压支架和刨煤机已经研制成功。“三软”(软顶板、软底板、软煤层)和“三硬”煤层,55°以下大倾角煤层和急倾斜煤层水平分层等困难条件下使用的综采成套设备也先后问世。“七五”期间发展了以悬臂式掘进机为主体的综掘设备。中国统配煤矿总公司所属综采队,用国产设备产煤的比重已超过50%。1991年全国统配煤矿采煤机械化程度为68.69%,其中综采达37.56%;掘进装岩机械化程度为66.18%,综掘达9.65%。

从现在起至2000年,将是我国煤矿采掘机械化的又一个重要发展时期。我们将要引进和研制日产0.7~1万t煤的高效综采设备。包括研制大功率的电牵引采煤机、刨煤机和掘进机;继续研制各类难采煤层的综采成套设备,攻克支架电液控制、机械化联网和采煤机电牵引等关键技术;还要把采掘设备的可靠性大大提高一步。高产高效的新型采掘机械,不仅装机功率大,还要配备工况参数显示装置、健康检测或故障诊断系统、自动化和遥控

系统，及可靠的保护装置，以确保机械设备能够长期正常运转。液压支架实现电液控制，可以跟踪采煤机快速移架。采区配备微机监控系统，确保整套综采设备协调和高效运行。预期1995年全国统配煤矿采煤机械化程度将达到76.5%，其中综采程度为50%；2000年这两项指标将分别达到85%和60%~65%。掘进装载机械化程度和掘进综合机械化程度，1995年将为70%和16%；2000年将分别达到80%和30%。地方国营煤矿采煤机械化程度1995年达到30%，2000年达到40%；乡镇煤矿3万吨以上矿井，机械化程度将达到15%~20%。我国地域辽阔，煤田地质条件多种多样，井型大小悬殊。必须根据这些国情，逐步提高采掘机械化水平。坚持重点发展综采、普采及高档普采，有条件地发展水采，尽可能减少炮采。

加强基础研究工作和技术人员的培训，是进一步发展采掘机械化的重要环节。如提高机电元件可靠性、研制低能耗高块煤率截割机构、综合降尘技术、无链牵引机构、采掘机械应用微机进行监测、控制、工况显示和故障诊断等，都是目前特别需要进行研究的课题。提高使用、维护采掘机械的技术水平，也有十分重要的意义。

第一篇 采煤机械

第一章 采煤机总体结构和基本参数

全面了解典型采煤机的总体结构和基本参数,是正确设计和选用采煤机的基础,因为采煤机的适用条件和可能达到的技术性能,基本上是由它的总体结构和基本参数决定的。

第一节 采煤过程机械化及其设备

目前世界各国广泛采用长壁采煤法。长壁工作面用可弯曲刮板输送机运煤。炮采工作面用钻爆法落煤,人工装煤,木支柱或摩擦式金属支柱支护。机械化工作面用采煤机械落煤和装煤。按照支护机械化程度分为几个档次:普通机械化(简称普采)工作面用摩擦式金属支柱支护;高档普采工作面用单体液压支柱支护;综合机械化(简称综采)工作面用液压支架支护。

普采工作面(图1-1a)若采用单滚筒采煤机,可根据煤层厚度和夹矸情况,进行单向或双向采煤。煤层厚度接近滚筒直径,且不粘顶板,可以双向采煤,每个行程中都推移输送机。煤层较厚且粘顶,特别是顶板易冒落时,向工作面上方的行程中,滚筒贴着顶板截割,以便即时挂顶梁支护近煤壁顶板;向下行程中,滚筒贴着底板截割并清除浮煤,以便推移输送机。由于悬挂顶梁、架设和回收支柱费工,速度慢,普采工作面生产效率和安全性都比较差。普采工作面也可用双滚筒采煤机。

综采工作面(图1-1b)采用双滚筒采煤机,通常双向采煤。骑座输送机溜槽的采煤机,运行前方的滚筒贴着顶板截割,后随的滚筒贴着底板截割。“爬底板”的采煤机则相反,应是前滚筒贴底、后滚筒贴顶截割。理由详见第三节和第三章第二节。滚筒的螺旋叶片把碎落的煤炭装进可弯曲刮板输送机,再经刮板转载机和可伸缩胶带输送机运出。滞后于采煤机的输送机溜槽和液压支架,可以随着向前推移。如此从工作面一端到另一端往复进行采煤。每个行程结束后,需要调换滚筒的上下位置;如果带有挡煤板,还应把它翻转到滚筒的另一侧,以便进行相反方向的采煤行程。综采不仅可以增加产量和提高工效,改善劳动条件和作业安全,也利于实现矿井集中化生产,简化生产系统,提高综合经济效益。但综采工作面的初期投资比较多。

除滚筒采煤机外,也可用刨煤机实现普采或综采。煤刨在每个行程中切入煤层比较浅,需要较频繁地推移输送机。经过几个行程,顶板暴露相当宽度后,才能架设一排立柱(普采面)或推移支架(综采面)。

图1-2所示MLS₃-170型采煤机是我国目前应用较广泛的机型。现以它为例,说明滚筒采煤机的一般结构型式。异步笼型防爆电动机1外形呈长方体,与采煤机纵轴线平行。电动机轴向两端伸出,分别驱动截割部和牵引部。动力经采煤机机身两端的截割部固定减速箱2和摇臂减速箱3传给滚筒4。右端的截割部由电动机直接驱动;左端的截割部则由电动机经穿过中间箱9和牵引部6的长轴驱动。中间箱内装设电气控制元件,侧面装有操纵

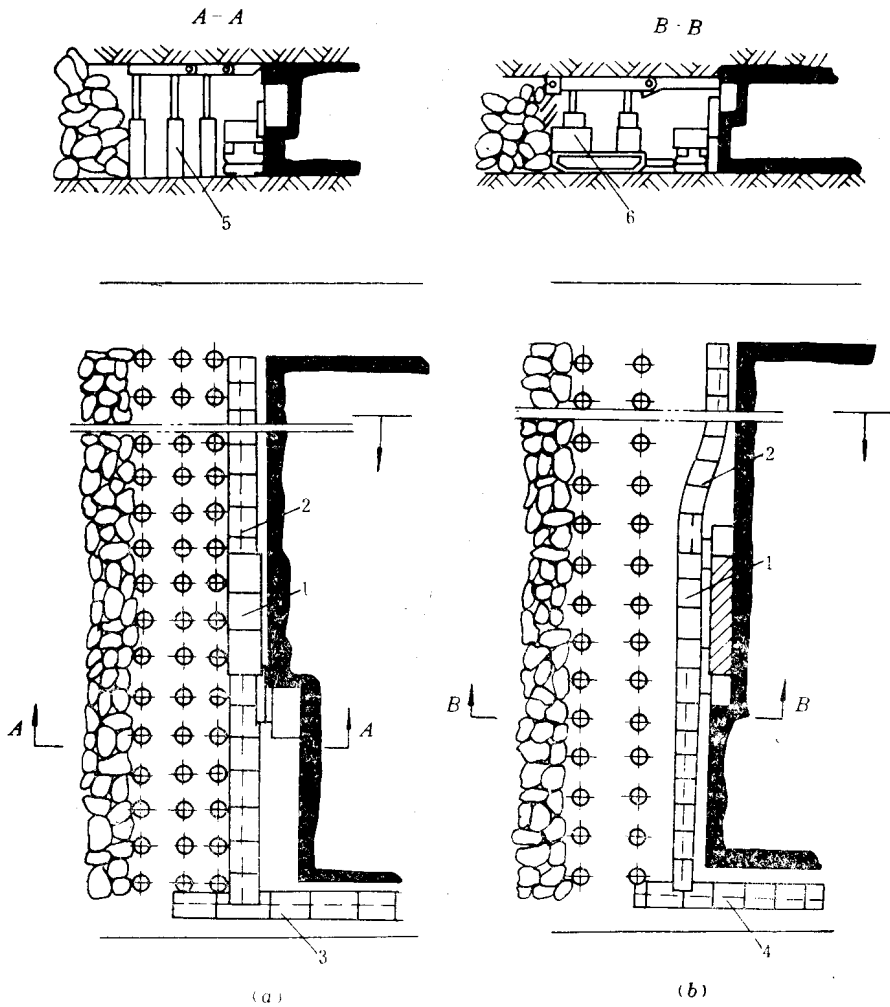


图 1-1 机械化采煤工作面

a—普采工作面；b—综采工作面

1—滚筒采煤机；2—刮板输送机；3—刮板转载机；4—可伸缩胶带输送机；5—单体支柱；6—液压支架

按钮。牵引部由电动机直接驱动。牵引部输出轴上的链轮与张紧挂在刮板输送机一侧的圆环链啮合，使采煤机在输送机溜槽上移动。牵引的方向和采煤机移动速度可以随时调节。电动机、截割部、牵引部和中间箱等，用螺栓连接成一个整体，并用螺栓固定在底托架7上。

开动截割部和牵引部，采煤机就能连续采煤。滚筒上的截齿从煤壁破落煤炭，再由螺旋叶片装走。挂在滚筒后面的弧形挡煤板5，可以收集碎煤，提高装煤效率。为了适应煤层厚度的变化，摇臂3可以绕截割部固定减速箱出轴摆动，使滚筒升降，称为调高。底托架的一侧用滑橇座在溜槽帮上，另一侧经油缸抓在溜槽一侧的导向管上，以便适应沿煤层走向的底板起伏，进行机身调斜。

底托架的下端装有防滑装置8，使采煤机可以在倾角为 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 的工作面使用。在向

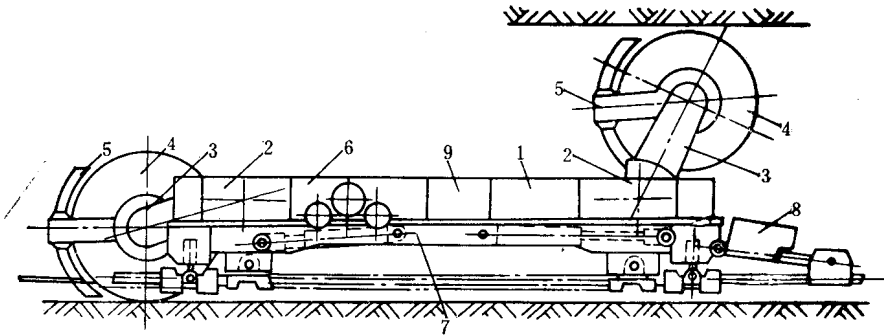


图 1-2 MLS_3 -170型双滚筒采煤机

1—电动机；2—截割部固定减速箱；3—摇臂；4—滚筒；5—挡煤板；6—牵引部；7—底托架；8—防滑装置；9—中间箱

上采煤的行程中，当发生拉断牵引链的情况时，防滑装置的闸块抱紧输送机上的导向管，阻止采煤机下滑，以防发生意外事故。这种装置是 MLS_3 -170型采煤机特有的。

为了抑制采煤过程中产生飞扬的粉尘，在滚筒上和滚筒外装有喷射水雾的喷嘴。前者称为内喷雾，后者称为外喷雾。喷雾和冷却采煤机需要的压力水，由设在工作面外面的水泵供应。

滚筒调高、机身调斜、翻转弧形挡煤板和开闭防滑装置闸块，都要用压力油驱动相应的机构。截割部固定减速箱内装有油泵，一旦开动采煤机电动机，它就投入运行，可向这些机构的液压系统供油。

综上所述，滚筒采煤机除电动机、截割部和牵引部等基本组成部分外，还要有底托架、喷雾冷却装置、防滑装置等辅助装置以及电气控制装置，才能实现安全采煤的功能。

回采工作面地质条件的多样性，采煤机械在煤炭生产过程中的重要性，以及采煤机械工作条件的特殊性，决定了对采煤机械严格的技术要求，包括：

1. 功能方面的要求

设计和选用采掘机械必须考虑的矿山地质条件主要有：煤和矿岩的可截割性指标（如抗压强度、坚硬度等），煤层的厚度、倾角、夹矸的性质、含水性、含瓦斯率、地质构造破坏、煤和瓦斯突出可能性等。现代采煤机械应能适应一定的地质条件，具有碎落和装运煤岩的功能，截割机构能够横向切入煤壁的功能等。较先进的采煤机还应具有自动调高、调斜和调速的功能。

我国煤层按厚度分为薄煤层（0.5~1.3m），中厚煤层（1.3~3.5m）和厚煤层（超过3.5m）；按倾角分为缓倾斜煤层（0°~25°），倾斜煤层（25°~45°）和急倾斜煤层（45°~90°）。

2. 生产率方面的要求

采煤机械应具有较高的生产率和较低的采煤比能耗（即采1t煤所消耗的能量），以增加工作面产量、降低生产成本。而且采煤机械的生产率应与矿井运输系统的运输能力相适应，才能达到较高的开机率。

3. 劳动保护方面的要求

采煤机械在地下较恶劣的环境中工作。为了确保生产安全和采煤工作面工人的身体健康,采煤机应装备防止过载及下滑的装置和灭尘装置等,所有电气设备均应为防爆型或为本质安全型。

4. 可靠性方面的要求

由于采煤机械生产率日益提高和矿井集中化生产,采煤机械故障的经济损失也相应增加,因而对采煤机械的使用可靠性提出了相当高的要求,对此后面还要进一步讨论。

第二节 采煤机的截割机构

采煤机碎落煤炭的机构,称为截割机构。它的结构型式和参数对采煤机的总体结构和适用条件有决定性的影响。对截割机构的基本要求是:生产率高,效率高,比能耗低,工作过程中产生的粉尘少,受力平衡而动载小,采出的煤炭块度既便于运输又符合规定的筛分组成,截割机构的位置容易调整,工作过程和调整过程可以自动化,在整个工作面内落煤和装煤不要人力或其它辅助装置,结构简单可靠、便于制造、检查,更换截割刀具方便且固定可靠,整个工作机构便于维护和装拆等等。这些要求难于全部满足。正确选择截割机构的型式和参数,并使其与传动系统和牵引系统的参数相匹配,可以较充分地满足对采煤机的技术要求。

采煤机的截割机构有:水平螺旋滚筒、水平或垂直鼓形滚筒、煤刨、钻削截冠、截链、破碎盘及它们的各种组合型式。截割机构切入煤层的深度,称为截深一般不超过1m,以较充分地利用煤层压张效应,降低采煤比能耗,也有利于向工作面输送机装载和顶板管理[3、4、5]。

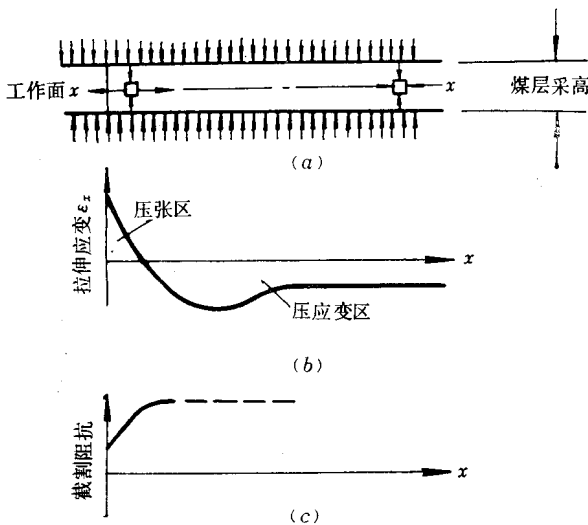


图 1-3 煤壁的压张

围岩对煤层的压力是产生压张效应的原因。在围岩压力作用下,煤层深处受到三向挤压(图1-3),而煤壁表层则产生沿 x 轴方向的拉伸应变,称为压张。在压张区内煤层的节理裂纹增加,截割阻抗降低,使得截割机构的截割阻力和截煤比能耗也可降低。

下面介绍各种截割机构的基本特点和主要优缺点。

1) 水平螺旋滚筒 它是现在使用最广泛的一种截割机构。用装在螺旋叶片上的截齿截割破碎煤炭,螺旋叶片运装(详见第三章)。

它的主要优点是:①兼有落煤和装煤的功能;②结构简单,工作可靠;③调高范围大,调高装置简单、可靠;④可配置径向截齿、切向截齿或滚压盘刀,获得不同的截割参数,以适应不同的煤层条件;⑤可以双向采煤、自开缺口,却无须改变其结构和转向;⑥同一台采煤机可以采用不同直径、不同截深的螺旋滚筒,而不必改变传动系统或其它传力系统;⑦正确选择结构参数和截割参数,可达到较低的采煤比能耗;⑧螺旋滚筒及其传动

装置,效率都比较高;⑨对煤层厚度变化和顶板起伏的适应能力强;⑩通过自动调高,可以提高回采率,并避免截割围岩。

螺旋滚筒的主要缺点是:①采出的煤炭过于粉碎,产生粉尘多和比能耗较高。在开采地质构造复杂的煤层时,增大切屑断面面积又会使滚筒工作过程的动载荷加剧;②小直径滚筒的装载能力差。当设计直径小于0.8m的螺旋滚筒时,需采取特殊措施,以提高其装载率。

2) 鼓形滚筒 它呈圆柱体,表面装截齿,装载能力比螺旋滚筒低得多。装在水平转轴上的鼓形滚筒,装载能力很低。因此它主要用在大倾角煤层采煤机上,利用重力排运煤炭;如果用在缓倾斜煤层采煤机上,则必须附设适当的装载机。

装在垂直转轴上的鼓形滚筒,基本平行煤层层理截割,且当截割方向与装载方向一致时,煤层上部碎落的煤炭可以直接装进输送机,故采煤比能耗较低。适当配置和合理选择结构与截割参数,这种滚筒在薄煤层采煤机上有一定的使用价值。但是,垂直鼓形滚筒固有的缺点是相当突出的:①为了调高,这种滚筒一般分为上下两段,用油缸连接和升降上段滚筒。不但调高范围很小,而且结构复杂;②这个油缸要跟滚筒一起转动,故其供油和排液系统复杂;③需用截链驱动滚筒,因而不仅滚筒转速不均匀,传动效率低,而且可靠性和可维修性都差;④集装煤层下部煤炭的能力很差;⑤调斜困难,对沿煤层走向的底板起伏适应能力差;⑥很难实现自开缺口和双向采煤。且双向采煤时滚筒上需装形状特殊的双向截齿,在往返行程中滚筒转向需要改变。

3) 煤刨 链条牵引沿煤壁移动刨体,用装在刨体上的各种刨刀从煤壁表面碎落厚度不超过150mm的薄层,并用刨体楔形的表面装煤。由于截深浅,可以较充分地利用节理裂隙和煤层压张。在薄煤层开采和无人工作面中,煤刨是具有吸引力的一种截割机构(详见第六章)。

煤刨采出的煤块度较大,工作过程中产生的粉尘较少。煤刨内部没有传动装置,整体结构简单,制造容易,维修方便。

煤刨存在的缺点,使得它的适用范围远不如螺旋滚筒广。

(1) 它是用静压力刨削落煤,破碎能力较弱。含坚硬夹杂物多或坚硬的煤层,需先用高压注水、水封爆破等方法把煤层松动后,才能用煤刨开采,且生产效率较低。在煤刨上增设喷嘴,用高压水射流辅助破碎,虽能在一定程度上提高破碎能力,但输送高压水较困难,采煤比能耗增加较多。这种机械和射流结合破碎的方法,目前还处于试验研究阶段[6, 7]。

(2) 不能随时调整煤刨高度,对煤层厚度的变化、底板的起伏适应能力差。煤层顶部粘连顶板,则需人工清理。处理地质小构造的能力也差。

(3) 由于煤刨截深浅、速度快,要整个工作面推进到一个步距后,才能架设一行单体支柱或推移液压支架,所以近煤壁顶板暴露面积大,暴露时间长,对工作面的顶板稳定性要求较高。

(4) 煤刨不能太高,否则稳定性难保证。且采高越大,生产率越小与滚筒采煤机的差距也越大。

4) 钻削截冠 形状象两侧切开的圆筒(图1-4)。刀具装在截冠的前端边沿和底部。截冠底部呈锥形,且装有挤落器。截冠转动并沿轴向推进,在煤壁上截出环形截槽。截冠推进,使环形截槽达到相当深度时,挤落器把截冠内的煤心切断和挤碎。转动的截冠再把

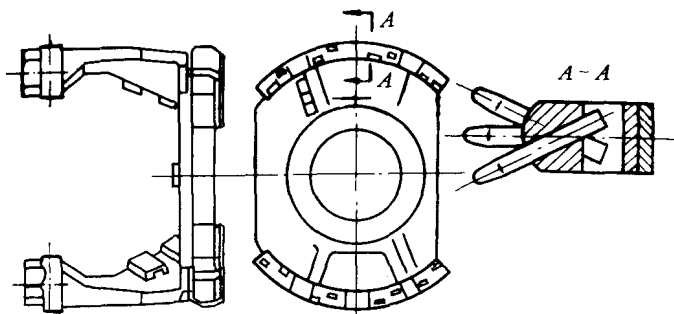


图 1-4 截冠

破碎的煤炭从两边的切口抛装进工作面输送机。

截冠破碎能力强，采出的煤块度较大。当开采较薄的坚韧煤层，且要求采出的煤块度较大，而使用煤刨或滚筒有困难时，就可以考虑采用截冠。

钻削截冠的主要缺点是：①不能单独使用，必须配备截链、破碎盘等辅助截割机构，才能刷齐煤壁、挑落顶煤和清除底煤，因而截冠采煤机结构复杂，操纵也较困难；②在工作过程中容易跑偏，而推进方向又很难控制和调整，更难于适应底板的起伏；③没有横向切入煤壁的能力，要求在工作面两端准备较长的缺口；④煤炭回采率较低。因此，截冠适用于起伏不大和不含坚硬夹杂物的煤层。

5) 截链、破碎盘和破碎杆 它们在煤体截出窄缝，以提高爆破效果或把煤体碎成适当块度。截链是主要的截缝截割机构，由链板和齿座铰连而成，在刚性的导向框架上运行。顺着截链运行方向看，装在齿座上的截齿呈扇形排列。从截链中排出的是块度小于6mm的煤粉。破碎盘和破碎杆分别呈盘状和杆状。在出现滚筒以前，这三种截割机构都曾在截煤机和采煤机上长期使用过。但因它们的破碎能力差，效率低，已不适应高产和高效的要求。如前所述，它们现在只用作垂直鼓形滚筒和钻削截冠的辅助工作机构中。

第三节 滚筒采煤机的总体结构

本节从几个方面来分析滚筒采煤机的总体结构，概要地介绍已经发展得相当繁杂的结构类型。

一、滚筒的布置

长壁回采工作面采煤机，多用水平螺旋滚筒，通常采用双滚筒。一个采煤机装三四个滚筒，对提高工作性能没有好处，并使采出的煤过于破碎，生成的粉尘多，传动系统和结构复杂，操纵也不方便。原苏联和原西德都曾研制多滚筒采煤机，经过试验而被否定了。

在滚筒采煤机发展的初期，主要采用单滚筒。开采较薄的煤层时，为了缩短采煤机长度和避免采用直径过小的滚筒，或在产量较低的普采工作面，都可以采用单滚筒采煤机。但当开采的煤层较厚时，由于滚筒直径不能过大，单滚筒采煤机要往返两个行程，才能把整个煤壁截割一遍，使工作面推进一个截深。双滚筒采煤机每一个截割行程都可把工作面推进一个截深；且对煤层厚度的变化和顶板、底板的起伏适应性也好。

双滚筒采煤机的两个滚筒可以对称布置在机器的两端（图1-2），或集中在机器的一端（图1-5）。滚筒不对称布置的机型，和单滚筒采煤机一样，工作时滚筒一般位于机身

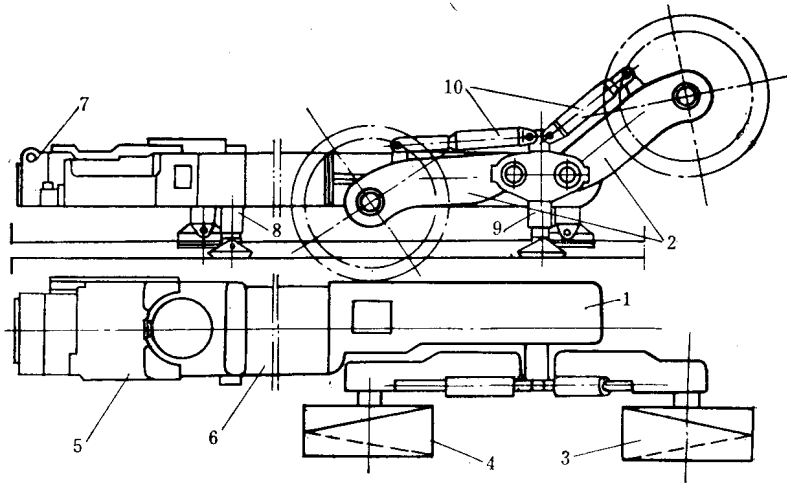


图 1-5 KIII1KГ型采煤机

1—截割部减速器；2—摇臂；3、4—滚筒；5—牵引部；6—电动机；7—控制箱；8、9—调斜油缸；10—调高油缸

下端。理由是：

(1) 因为工作面输送机一般向工作面下方运煤，滚筒在机身下端就不必经机身下面运煤，因而有利于降低机身高度；

(2) 有利于缩短工作面下端缺口的长度，提高生产的安全性；

(3) 采煤机的工作稳定性较好；

(4) 当工作面倾角较大时，可在采煤机上端加挂防滑钢丝绳。

所谓工作稳定性，就是采煤机在工作过程中保持不脱离导向物和避免翻转的能力。采煤机受到外力作用而能保持平衡，其工作稳定性就好。

长壁工作面有左右之分。面向煤层倾斜的上方，煤壁在左侧为左工作面，煤壁在右侧为右工作面。组装单滚筒采煤机或不对称布置的双滚筒采煤机时，要注意采煤机将在哪一种工作面上使用，调整好某些零部件的安装位置，以保持滚筒能够安装在机身下端。组装对称布置的双滚筒采煤机时，则不存在这个问题。

对称布置的双滚筒采煤机，如果具有横向切入煤壁的能力，只要采取扩大采煤机行程的措施，就可以缩短甚至取消工作面缺口。滚筒布置在机身一端的采煤机，即使具有横向切入煤壁的能力，也需要在工作面上端开较长的缺口。

由上可见，滚筒布置在机身两端的采煤机，优点较多，因而获得广泛的采用。但滚筒布置在机身一端的采煤机，结构较简单，机身较短，对顶板和底板的起伏适应性好，操纵比较方便，是适用于开采较薄煤层的一种机型。

二、调斜和调高

通过调高和调斜来调整滚筒位置，以适应煤层厚度的变化和顶底板的起伏，既不丢弃过厚的顶煤或底煤，又不截割顶底板岩石，还可以避免滚筒截割到输送机的铲煤板或液压支架的顶梁。调斜的方法一般是在机身一侧下面设置两个同步伸缩的油缸（如图 1-5

中, 8 和 9), 使机身可绕另一侧的支承摆动。调高的幅度比调斜大得多, 可以适应较大的顶底板起伏和煤层厚度的变化。现代采煤机都用摇臂进行调高, 图 1-2 是最常见的调高方式。

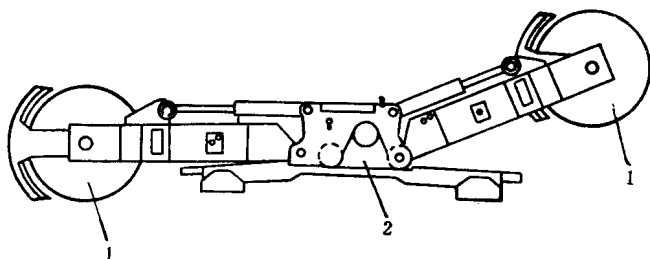


图 1-6 DTS-300型采煤机

1—滚筒; 2—牵引部

法国DTS-300型采煤机(图1-6)的两个滚筒1, 分别由两台电动机经减速箱驱动, 并与液压箱连接成整体, 铰装在牵引部2两端, 可以上下摆动进行调高。牵引部装有油马达及某些液压元件, 经一对圆柱齿轮驱动链轮。在与左截割部电动机连接的主液压箱中, 装有牵引部主油泵、控制装置和某些液压元件, 用软管与牵引部联系。在与右截割部电动机连接的副液压箱内, 装有向调高油缸和挡煤板翻转机构供油的单柱塞泵。

这种调高方式的优点是: 截割部减速箱结构刚性好, 短而轻。其装机功率和调高范围都较大, 而机器的总重量和两个滚筒的最大中心距都较小(表1-1), 充分显示出它的紧凑性。但是由于牵引部的机身短, 其支承滑橇的纵向跨距只有一般采煤机的一半左右, 整机重心却比一般采煤机高, 所以稳定性较差。这种采煤机不调斜, 不横向切入煤壁, 以防倾倒。此外, 由于摆动部分比较重, 要用强力的调高油缸提拉, 所以在采高小的条件下很难实现这种调高方式。国产ZMP II 2×70(150)型和MXP-240型窄机身采煤机也采用这种调高方式。

表 1-1 几种双滚筒采煤机的比较

机 型	滚筒最大中心距	调 高 范 围	装 机 功 率	机器总重
	mm	m	kW	t
DTS-300	5680	1.4~3.3	300	17.5
MLS ₃ -170	6700	1.3~3.0	170	20
EDW-300L	7580	1.7~3.5	300	28
MK-I	8350	1.4~3.2	2×200	20
KWB-3RDS	8900	1.6~3.0	270	18.5

德国EDW340-LH型采煤机(图1-7)用两级调高的方法, 达到5.0m的采高。其实质是在DTS-300调高方式的基础上, 再采用一般型式的摇臂。由中部控制箱7和牵引部8组成的机身, 安装在底托架9上。铰装在机身两端的框架10上, 装有电动机5、中间减速箱6和主减速箱1, 再经摇臂减速箱2传动滚筒3和4。装在底托架内的两个纵向油缸11通过铰接支座12传力, 升降调高框架。另由调高油缸推动摇臂2上下摆动。这样, 可以不用

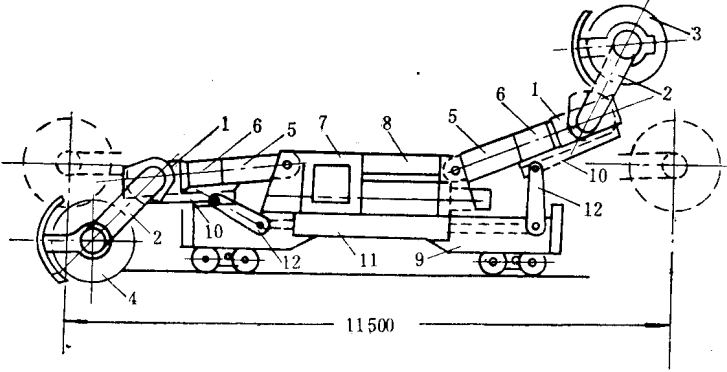


图 1-7 EDW340-LH型采煤机

1—截割部减速器；2—摇臂；3、4—滚筒；5—电动机；6—中间减速箱；7—中间控制箱；8—牵引部；9—底托架；10—调高框架；11—油缸；12—铰接支座

很长、很重的摇臂而达到很大的采高；同时又不必用很笨重的调高油缸，机身也较短。但即使如此，摇臂长度也超过 2.2m，因此需在截割部减速器的采空区侧增设附支架，以保证足够的稳定性。这种采煤机可用较小的滚筒（直径 1.6m），以较高的牵引速度截割煤壁的上半部分，移置支架后在返回行程中截割煤层的下半部分；也可用较大的滚筒，在每个行程中都截割整个煤壁。究竟采用哪种方法，将取决于具体的地质条件（如是否容易片帮等）。必要时，可在截割部端头增设碎煤器，破碎大块煤，以防输送机被堵塞。底托架宽而高，使采煤机的工作稳定性较好。底托架用滚轮支承在输送机溜槽上，以减小采煤机的移动阻力。

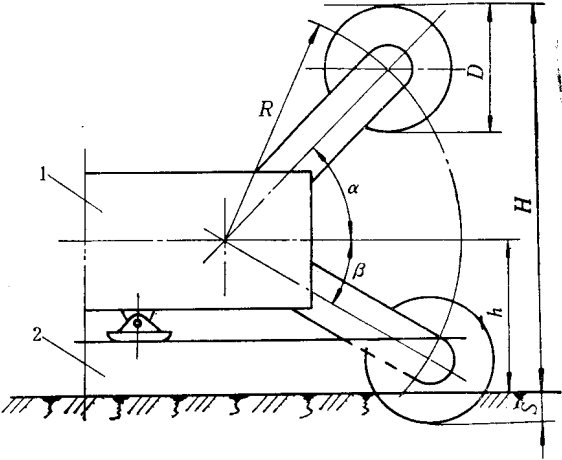


图 1-8 调高机构参数

1—滚筒采煤机；2—工作面输送机

滚筒采煤机的采高范围，取决于摆轴高度 h 、滚筒直径 D 、摇臂长度 R 和摆动范围(图 1-8)。由于

$$H = h + R \sin \alpha + D/2$$
$$S = R \sin \beta + D/2 - h$$

如果 h 、 R 和 D 已经确定，则由摆角 α 的变化范围决定采高范围。采高 H 的最大值一般为其最小值的 1.6~2.0 倍。窝底深度 S 由摆角 β 决定，一般为 100~300mm。受摇臂稳定性要求的限制， α 一般不超过 65°；受滚筒装煤条件的限制， β 角一般不超过 45°。机身下的过煤空间，就是采煤机底托架与输送机溜槽底板之间的空间应不小于 200~300mm，采高大时过煤空间也应较大。

采用无链牵引后,采煤机或端头机可以在工作面端头越出输送机机头,进行巷道掘进和开缺口。这种机器的摇臂比较长,向上摆角比较大,故能从回采工作面掘出较高的巷道断面。

滚筒采煤机的调高油缸可以设在机身上面或下面。调高油缸设在机身上面,安装和检修比较方便。但是压力油是作用在活塞杆腔,在相同的工作压力和载荷条件下,比调高油缸设在机身下面时直径大14%左右。调高油缸设在机身下面应注意保证必要的过煤空间,防止大块煤岩的挤卡和冲撞。

德国EDW170-L型采煤机,在采高小于1.2m时,把调高油缸垂直布置在截割部固定减速箱的一端(图1-9)。小摇臂用齿圈与摇臂套筒轴联结,它的一端卡在活塞中部的凹槽里。当压力油推动活塞上下移动时,小摇臂带动摇臂套筒轴和摇臂摆动 20° 或 26° ,相应的调高范围为400或530mm。在此基础上改进而得的EDW300调高机构,亦在MXA300型采煤机上得到采用(图1-10)。和EDW170一样,摇臂减速箱是用螺栓和套筒轴的扇形突缘连接在一起。在套筒轴的另一端装有齿轮1,与两根平行的活塞齿条2和3啮合。两个双作用油缸使两活塞齿条相向运动,可使摇臂在 $\pm 40^{\circ}$ 或 $+62^{\circ}30' \sim -17^{\circ}31'$ 的范围内摆动,以实现调高。这种机构可以实现较大的调高范围,而结构却相当紧凑。

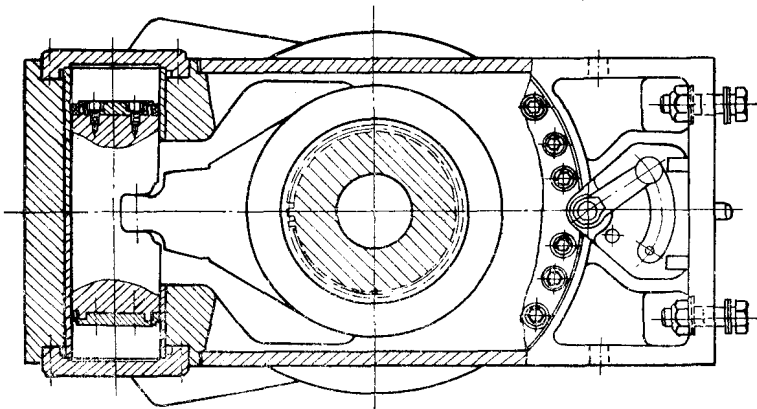


图 1-9 EDW170-L低采高调高机构

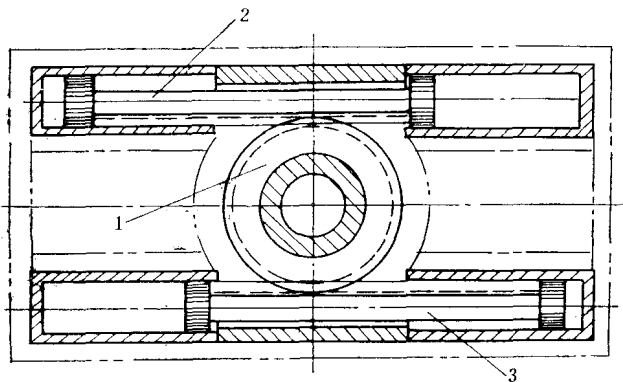


图 1-10 MXA300的调高机构

1—齿轮; 2、3—活塞齿条

DYA-100型采煤机的调高油缸设在截割部固定减速箱外面(图1-11)。虽然支承摇臂的刚性较好,但在摇臂摆动过程中力臂*l*的变化较大。且摇臂位于机身端部,受溜槽过煤要求的限制,摇臂向下的摆角较小。

三、牵引方式和防滑装置

滚筒采煤机的牵引方式可从传动型式、牵引机构和与截割部的结合型式等方面来考虑(图1-12)。

迄今为止,滚筒采煤机牵引部主要采用液压传动,可以较好地满足基本技术要求(见第五章)。英国MK-II采用的机械牵引,因结构复杂(牵引部有40个齿轮、3个摩擦片离合器)且不能无级调速,未推广应用。

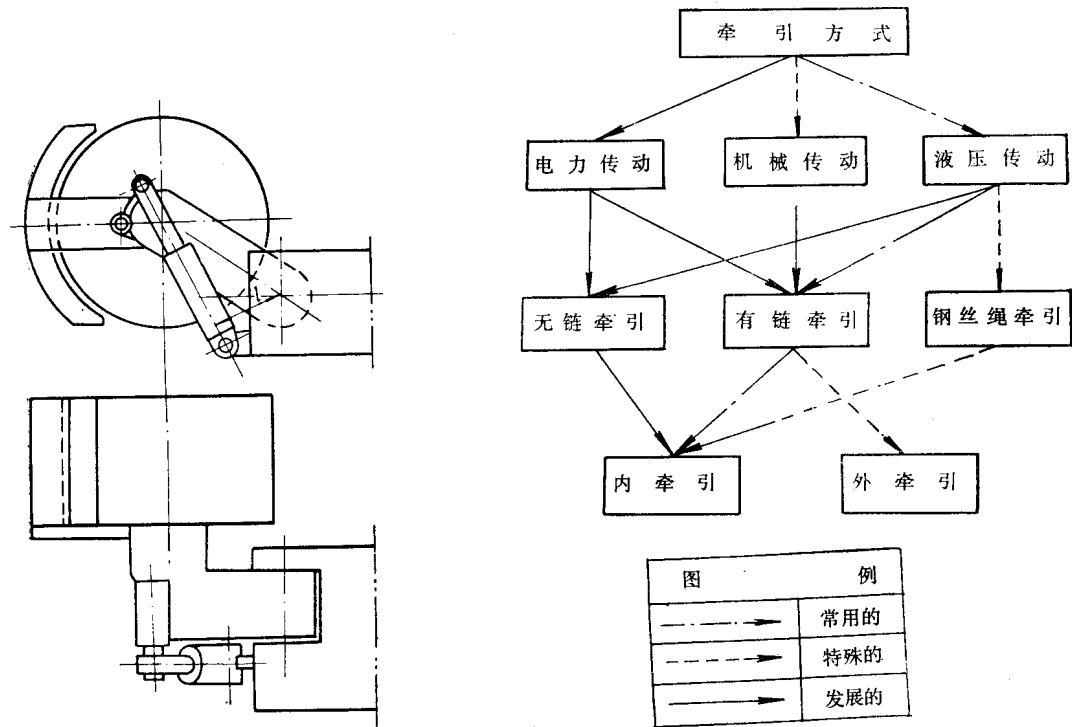


图 1-11 DYA-100调高机构

图 1-12 滚筒采煤机的牵引方式

现在电牵引已是国际主导机型,不仅可控硅控制调速的直流电机牵引已发展成系列产品,而且已经开发出交流调频电机牵引采煤机。技术发展的趋势是电牵引将逐步替代液压牵引。有的国家现在已经停止发展液压牵引,我国研制成功MG344-PWD型交流电牵引爬底板薄煤层采煤机和MGA463DW型直流电牵引采煤机(采高1.8~3.5m)。进一步发展电牵引采煤机已列入我国“八五”科技攻关计划。电牵引可以实现采煤机要求的工作特性,而且更容易实现监测和控制自动化,又可克服液压牵引加工精度要求高、工作液体易被污染、维修较困难以及工作可靠性较差和传动效率较低等缺点,还便于实现工况参数显示和故障显示。

最早的采煤机采用钢丝绳牵引。由于是靠钢丝绳与卷筒之间的摩擦力实现传动和牵引,所以两者磨损都很快,使用寿命短;又因钢丝绳直径不能很粗,限制了采煤机牵引力

的提高，还容易因拉断钢丝绳而造成人身和设备事故。链条牵引大大提高了可靠性和使用寿命，无疑是滚筒采煤机发展过程中的一大进步。但是，链传动不可避免的速度脉动，链条的纵向和横向弹性振动，都会使采煤机受到较大的动负荷；牵引链对滚筒的装载、输送机和液压支架的推移都有一些妨碍；牵引链的断链和跳链事故，对人员和设备的安全有一定的威胁。

无链牵引是利用铺设在工作面输送机上的轨道进行牵引，由于无链牵引系统的强度和刚度都比有链牵引系统提高了许多，因而具有许多优点：

(1) 采煤机移动速度平稳，由牵引系统弹性和瞬时传动比不稳定引起的动载荷大大减少；

(2) 提高了工作的可靠性和安全性；

(3) 降低了运转噪音，有利于改善工作面的劳动条件；

(4) 提高了采煤机的爬坡能力；

(5) 减少了移动采煤机所消耗的能量；

(6) 可以采用多台采煤机在同一个工作面上作业，以提高工作面产量；也为采用端头机处理工作面端头作业创造了条件。端头机在轨道上可以爬到工作面尽头，越过输送机机头，进行掘进巷道的作业和开缺口。

通常采煤机的牵引部和截割部连接成一个整体，牵引部驱动链轮或牵引轮，与牵引链或轨道啮合而实现牵引，这是内牵引方式。把牵引部设在工作面顺槽里，通过链条牵引截割部在工作面上移动，称为外牵引方式。由于牵引部放在顺槽里维护和检修比较方便；只有截割部及其电动机在工作面上移动，机身短，适应顶板和底板起伏的能力比较强。所以，外牵引适用于薄和极薄煤层采煤机。除原苏联BCП2型等电牵引采煤机外，外牵引采煤机一般采用液压牵引。

和内牵引相比，外牵引方式有不少缺点：

(1) 在工作面上拖动的链条对滚筒装煤和推移液压支架和输送机有妨碍，且容易伤人；

(2) 牵引阻力比内牵引约大15%~20%；

(3) 链条的弹性振动，引起较大的动载荷；

(4) 操纵比较复杂。

当工作面倾角超过 9° 时，有链内牵引溜槽工作的采煤机应有防滑措施。最简单的办法是在底托架下面铰装一根防滑杆。它的下端落在溜槽里。当采煤机的下滑速度达到刮板链速度时，防滑杆斜顶在刮板上，就能控制和停止采煤机的下滑运动。除此之外，较复杂的防滑装置（如MLS₃-170型采煤机采用的抱闸）由于各种原因，使用效果都不够理想。

在牵引部传动系统中设置摩擦制动器，可有效防止无链牵引采煤机下滑，对有链牵引的采煤机却是无效的，MCLE350-DR6565型等有链牵引采煤机，在牵引部内设置摩擦制动器是防止采煤机被输送机刮板链刮带着快速向下运动和停机制动，而不是为了防止断链时采煤机下滑。

《煤矿安全规程》规定，当煤层倾角大于 16° 时，工作面必须配备防滑安全绞车。它不仅可以防止断链时采煤机下滑，且对采煤机提供向上牵引的助力。液压防滑安全绞车的工作原理见第五章第十一节。

四、骑溜槽与爬底板工作

采煤机骑座在输送机溜槽上工作，有利于缩短工作面控顶距 B （见图1-26）。但当煤层较薄时，必须压缩机身高度 h_1 、底托架下面的过煤高度 h_2 和支架顶梁下面的过机高度 h_3 。这将影响运煤、装煤和操作观察，工作面拥塞也不利于通风。爬底板采煤机在输送机和煤壁间的底板上工作，可以改善这些情况。

关于爬底板采煤机，应注意以下各点：

（1）滚筒位于机身两端，而不是位于机身一侧。因此，滚筒直径必须大于机身高度，且前方滚筒贴着底板截割，以保证采煤机行动不受阻碍；

（2）滚筒直径与输送机溜槽高度的比值只有3.8~4.5左右，而中厚煤层采煤机的这个比值达6~10。因此，必须审慎确定滚筒参数和摇臂尺寸，保证煤流畅通，以得到较好的装煤效果；

（3）必须重视导向和支承问题。机身的支承点可以在机身下、溜槽铲煤板上或采空区侧槽帮上，支承点不能多于两处。还要有一处可靠地起导向作用，一般采用导向管。例如，EDW170-LN型采煤机（图1-13），一处是靠煤壁侧机身下设液压可调支承，另一处是用滚轮支承在输送机的L型加宽铲煤板上。导向是靠采空区侧槽帮上的导向管。机身借助跨越溜槽的接桥，经调斜油缸握持导向管。牵引链在接桥下靠采空区侧运行。链轮轴在接桥下面穿过。接桥内装电控设备，侧面装控制按钮。

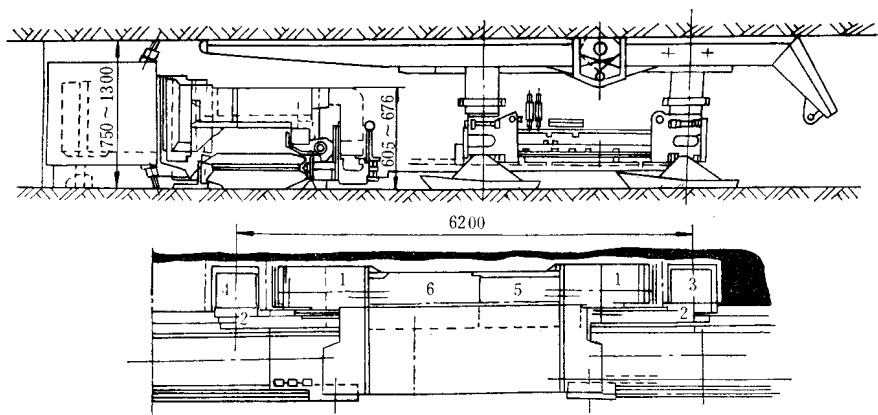


图 1-13 EDW170-LN型采煤机

1—截割部减速箱；2—摇臂；3、4—滚筒；5—电动机；6—牵引部

把导向管设在溜槽铲煤板上（图1-14），使之兼有导向和主要支承的作用，则调整采煤机在煤层平面内的位置所需的转矩较小，接桥的强度和刚度要求较低，机器结构较紧凑，控顶距也较小。但若底板松软或不平，机身下的液压支承行走不稳定，使牵引机构容易受到很大的附加载荷。英国AM420型采煤机的牵引驱动轴容易折断，以致不能正常使用，充分证明了这种支承导向方案的缺点。

原苏联K-103型采煤机，机身悬空在机道上（图1-15）。支承点在铲煤板上和采空区侧的导向管上。导向管兼有支承和导向作用，受力相当大。

（4）不论采用哪种支承方案，采煤机机身都应离开底板适当距离，以便进行调斜适

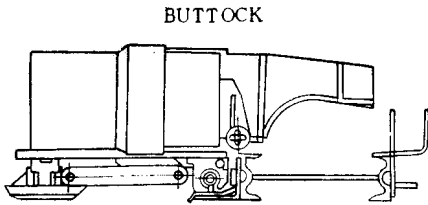


图 1-14 导向管设在铲煤上的情况

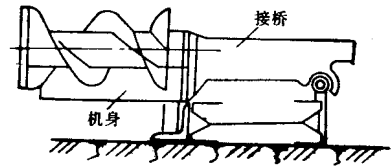


图 1-15 机身悬空的支承导向方案

应底板起伏和清除浮煤；

（5）有链和无链牵引都可以采用。无链牵引的齿轨可以设在输送机的煤壁侧或采空区侧，但应结合所采用的导向方法，保证齿轨轮与齿轨的正常啮合；

（6）爬底板采煤机仅用于开采薄煤层，观察和行动都很不方便，限制了牵引速度的提高，采用遥控和自动化技术是有意义的。

五、总体结构的新发展

前面介绍的滚筒采煤机整体结构的特点是：电动机和采煤机的纵轴相平行；单机驱动；截割部和牵引部是各自独立的部件；用底托架作为安装各部件的基体。在此基础上，滚筒采煤机整体结构型式已有许多发展，呈多样化的趋势^[8、9]。

1) 采用横向多电动机驱动 自70年代中期以来，德、美、英、波、苏、日诸国已研制出10多种这样的机型。液压牵引和电牵引、中厚煤层和薄煤层、骑溜槽式和爬底板式的都有。图1-16是问世最早的 EDW150-2L型采煤机。两台截割电动机1（功率各150kW），垂直采煤机的纵轴直接装在摇臂2上，整个摇臂绕电动机轴线7摆动。采煤机机身由电控箱6、牵引部5及其电动机（23kW）组成。这类采煤机的主要优点是：

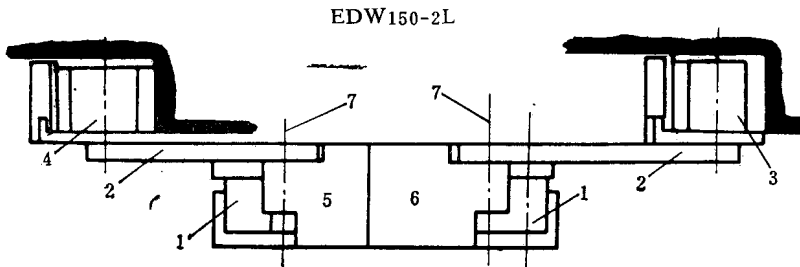


图 1-16 EDW150-2L型采煤机

1—截割电动机；2—摇臂；3、4—滚筒；5—牵引部；6—电控箱；7—截割电动机轴线

（1）截割部结构大为简化，免除了圆锥齿轮、离合齿轮或离合器，因而制造、装配和维修工艺简单，可靠性高，机身长度也较短；

（2）由于采用多电动机分别驱动，各传动系统互相独立，没有交叉重叠环节和过轴、旁轮等机件，各部件独立封闭，用油管、导线等联系，因而结构简单、紧凑；

（3）摇臂与机身铰链连接，不传递功率，故摇臂支承结构简单、可靠；

（4）组装、拆卸和维修方便。特别是拆换摇臂和截割电动机，比纵向单电动机驱动的滚筒采煤机，简单方便得多。