

矿山机械参考资料

(内部发行)

1972年8月

中国科学技术情报研究所重庆分所

矿山机械参考资料

中国科学技术情报研究所重庆分所编辑
中国科学技术情报研究所重庆分所出版
重庆市市中区胜利路91号

四川省新华书店重庆发行所发行
重 庆 印 制 第 一 厂 印 刷

1972年8月出版 定价: 0.25元 (内部发行)

毛主席语录

要采用先进技术，必须发挥我国人民的聪明才智，大搞科学试验。外国一切好的经验，好的技术，都要吸收过来，为我所用。学习外国必须同独创精神相结合。必须实行科学研究、教育同生产相结合。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

目 录

国外钻井新技术	(1)
切削-碎割型双牙轮钻头的试验结果	(5)
单斗挖掘机发展的一些特点	(6)
铍煤机的改进及其适用性	(9)
开采急倾斜极薄煤层用的铍煤装置	(14)
急倾斜煤层铍煤机的工业性试验	(16)
Erin 煤矿急倾斜煤层工作面的无人开采	(18)
西德Germania 煤矿煤柱开采试验的结果	(21)
捷克采煤机械化	(24)
道梯公司生产的 5 柱式液压支垛和附属设备	(30)
可控硅控制器	(32)

国外钻井新技术

1969年底和1970年上半年钻井技术和钻井工艺有显著的进步。下面简单地介绍钻井技术和钻井工艺的改进情况及由此获得的一些成就。

钻井新方法

有两种钻井新方法已由实验室试验阶段转入矿场试验操作阶段，这就是高压水喷射钻井法和水力喷射冲刷钻井法。关于冲刷钻井法的矿场试验结果尚无书面介绍资料。水力喷射法的试验是用纯液体以 350—1,050 公斤/厘米²的压力注到井底。在坚硬的石灰岩上进行试验时能以85.3—112.8米/时的速度钻进直径8"的井。一个直径大于8"的改进型钻头在1,050 公斤/厘米²的压力下钻井，输出功率为2,650马力。钻头(图1)有8个直径各为2.54毫米的喷嘴，通过这些喷

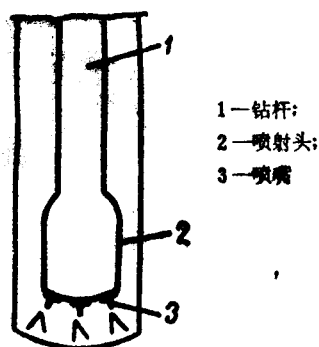


图1. 水力喷射钻井装置

嘴每秒压送流量为19升的液体，由此提高了钻井速度和改进了清除井底泥渣的质量。采用这种方法的钻头载荷有二级值，因为钻头没有触及井底。轴向载荷是用于保持钻头靠近井底。试验过程中钻头载荷不超过0.9吨。这对大井斜形成区域是非常重要的，由此必须限制载荷。

高压水力喷射钻井的修改方法就是冲刷钻井法，这种钻井方法已在佩尔梅盆地钻深度超过3,350米的井时试验过。用冲刷法钻井时被磨粒饱和过的液体在高压下压到井底。液流速度、喷嘴结构和位置、喷嘴末端到井底的距离、液体中磨粒含量和旋转速度都是影响冲刷钻井效果的主要参数。为了成功实现冲刷钻井，必需知道各种岩石的最低临界钻进速度，有关这

方面的数据可用实验室实验方法获得。已知钻井岩石的最低临界速度时便可确定液流速度的上限。假若流速等于岩石钻进临界速度或低于这一速度，就不可能钻井。根据研究的数据最低流速为183米/分，压力降不得低于350公斤/厘米²。为了减少水力损耗，宜采用大口径钻管。喷嘴装在钻头端面和侧面(图2)。磨粒为钢砂或砂，砂粒度为20—40筛眼，浓度按容积计一超过20%。轴向载荷不得超过钻头压到井底表面的力(见图2)，其最大值对于直径为1"的钻头约为49公斤。钻头转速为40—60转/分。冲刷钻井的机械钻速增长300%，这种钻井法用来钻硬岩比钻板状岩和粘性岩的效果要好。无论水力喷射钻井和冲刷钻井均还处在试验性阶段。上述钻井法虽已取得很大成绩，但还有许多缺点。第一是冲刷对装置的各个元件来说是危险的；第二是必须采用耐高压的泵和歧管。

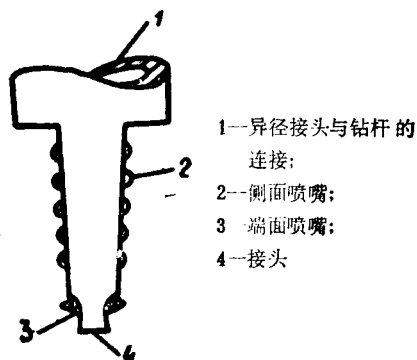


图2. 冲刷钻井装置

金刚石钻头

为了提高机械钻速，目前开始采用金刚石钻头钻软质岩石和中等硬度的岩石。在伊朗南部曾用这种钻头在具有高油层压力的加奇萨兰岩系的板状岩上钻进，在钻头转速为250转/分的情况下机械钻速提高了

85%。直径 $12\frac{3}{16}$ "的金刚石钻头的载荷为22.7吨，而

钻头每一平方英寸接触面上的液压功率为2.6马力。金刚石的回收平均达到50%，每米进尺成本降低了45%。钻头上采用了半钢性的配置(见图3)，里面装一个直径为10"的钻铤，它装在钻头上；此外还有三个稳定器，第一个稳定器上面有两个钻铤，第

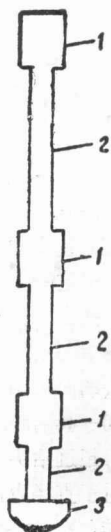


图3. 与金刚石钻头配套使用的、用来钻软质岩石的钻管柱钻链的半钢性配置

- 1—稳定器;
- 2—直径10"的钻链;
- 3—金刚石钻头

二个稳定器上面有三个钻链。加奇萨兰岩系油层井段厚度为1,219米 (1,676—2,895米), 用一个钻头钻穿了。在此井段钻进时钻探泥浆的比重保持在1.98—2.40克/厘米³范围内。在流体静压和油层压力差的作用下, 钻井附近地带被泥饼和钻出的岩粒加固了。可见采用金刚石钻头的机械钻速之所以能够提高, 是由于它能高效地破碎岩石和在此情况下高效地清理井底。

井底液压马达

容积式井底液压马达早就广泛应用于斜向钻井, 目前它们又成功地用于钻直井。例如美国佩克斯州的一口3,962米深的直井采用了“达依纳-德里尔”马达, 采用这种马达的原因是由于机械钻速降低到0.73米/时, 这种马达在井内工作了163小时, 平均机械钻速为1.46米/时, 而每米进尺成本降低了40%。使用此种马达时可用普通钻头或牙轮钻头。钻链和稳定器的数目和直径取决于井斜的方向 (图4)。采用这种型式的马达虽然允许慢慢转动钻管柱, 但不必转动它。此种容积式马达由三级泵组成, 泵按液压马达运转方式工作。经钻管柱压送的钻探泥浆、空气或气体沿螺旋槽流动, 并带动偏心转子, 后者带动连接杆和紧固着钻头的主动轴。在直井内工作时马达转速为330转/分, 扭矩为50—126.5公斤·米。

金刚石硬质合金稳定器

新式稳定器象螺旋形切削元件, 其表面用掺以金刚石的碳化钨加固 (图5), 焊在普通的稳定器上。

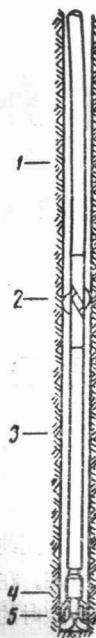


图4. 直井内使用井底马达的钻管柱钻链的配置

- 1—长18米的钢制钻链;
- 2—用翼片加强的稳定器;
- 3—井底马达;
- 4—钻头异径接头;
- 5—钻头

因而提高了能经受最强烈磨损的每一个切削元件的使用寿命。

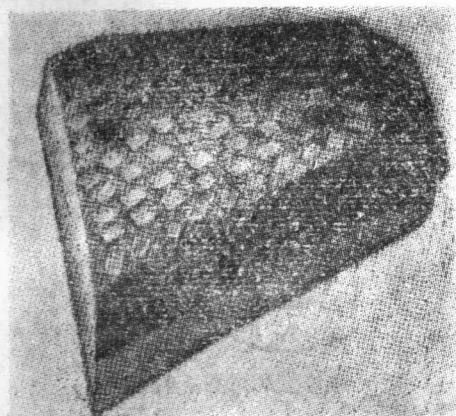


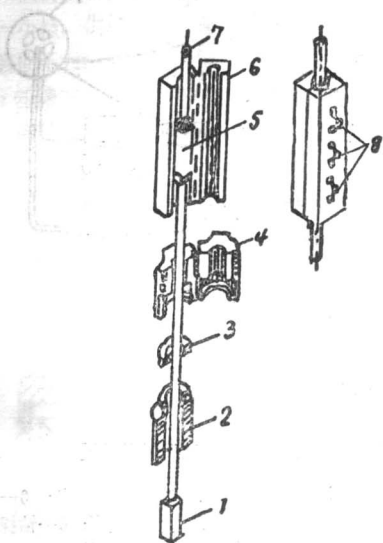
图5. 固定在标准稳定器上的金刚石硬质合金稳定器

可拆卸钻头

这种钻头曾在塔耳萨市工业大学的实验室进行了试验, 在1969年底进行了工业性试验。新式钻头连同普通的钻杆一起使用, 并且是锁扣连接, 但取出和更换磨损了的钻头时无需起下管子。新式钻头简图见图6。主动轴1紧固在钻管柱上并与其一起转动。刮刀头2是钻头, 它的齿或经铣削, 或镶有金刚石。在中心有方形孔的刮刀头可沿钻杆在垂直方向移动, 而将其装到主轴上时便与主轴一起转动。在主动轴和刮刀头内有洗涤槽。用止推轴承3在不动其上的元件 (钻杆

除外)的情况下可使刮刀头转动。固定工作头4由两个铸钢半圆柱体组成,后者用活接头连接起来从外面箍住刮刀头。取出固定工作头时,刮刀头也连同它一起取出。钻铤6也是由两个用活接头连接起来的元件组成,钻铤管段箍住钻杆,并能灵活地沿着钻杆垂直移动,钻管柱上可以装设任何数目的钻铤,钻杆5的锁扣连结可穿过钻铤。这一系统可装到任何直径的钻杆

7上(虽然最理想的直径是 $4\frac{1}{2}$ 英寸)。这对锁扣连结也适宜。装在钻铤上的稳定器8与井壁相接触,它们能作往复运动,但不转动。固定工作头上装有钢索,后者在钻杆转动时固定不动。提起刮刀头时将钢索自井内抽出,同时不中断洗涤工作头。更换钻头花费的时间比用普通钻井法少50—90%。



6. 不必提升钻杆由井内取出的钻头

井喷的预防

介绍一种在钻井或起下钻时确定和记录井喷情况的“蒙特尔1”装置,这种显示系统能起这样的联锁作用,即能将一次井喷与随后一系列井喷区别开来。在预防井喷的程序中规定了检验三个参数。第一个受检验的参数就是检验钻井排出的液体流量,液体流量的增加由泵行程数计算器和流量计观测和记录,流量增大时便发出声响信号。此外还要检验油池内的液面和液体容积,把这两个指标测量和记录下来,在它们发生变化时同样发生声响信号。第三个参数与钻探泥浆的比重和钻井的充满或放空有关,钻探泥浆比重不断地被记录下来。进行起下钻时要检验钻井内的液面以便确定抽出能力与漏失量。上述数据被传递到井场

上的“蒙特尔1”装置的操纵台上,并在那里进行记录。操纵台装在滑板上,以防受潮,操纵台是可移动的。

数字贮存装置

数字贮存装置与非连续计算装置一起使用,以便在预先确定的最佳液面上保持钻进条件的参数(图7)。数据被记录在穿孔卡片上并传给计算装置,以便分析和编制下次钻井的最佳程序。数字计算装置由下列部件组成:新式数字计算器,一台或两台模拟记录器,卡片穿孔机和电传打字机。特殊变换器由钻井装置把电信号传给离它很远的汽车上的计算装置。在这个计算中心中把数据译成数字形式并打入穿孔卡片内,以便传给电子计算机。钻头转一次的进尺,钻头的载荷,泵出口处的压力和转速都属于被记录参数。在操纵台上利用一组圆盘确定钻头进尺数字,钻探泥浆的比重、粘度和流动的静应力。另一组圆盘则用来把计算装置调到经过一定进尺之后所要求的数据。选择钻井操作方式参数用的司钻操纵台装在司钻普通操纵台后面。操纵台的特殊转换开关用来把情报数据打到穿孔卡片上。把与钻井条件和大钩上载荷有关的数据打到A型穿孔卡片上,而把钻井过程的参数打到B型穿孔卡片上。上述计算装置用来使钻井操作条件的参数达到最佳化,以便降低每米进尺成本。选择钻头最佳负荷和钻井速度时,使用相应的钻井模型和有关岩石机械性能的数据。数据贮存系统和计算装置亦可用于编制其他程序(例如冲洗井最佳化、冲洗液性质和钻井总成本的分析)。

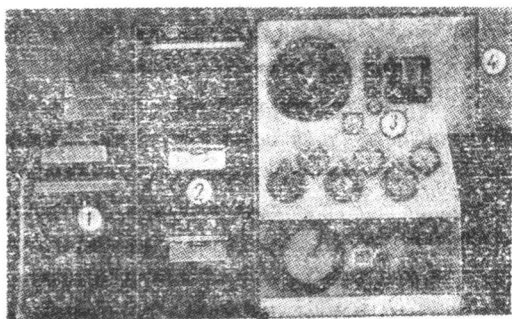


图7. 数字计算装置

1—具有穿孔卡片的电动打字机; 2—情报贮存和记录数字装置,其上部有数字逻辑系统,下部有模拟记录器; 3—司钻操纵台; 4—有关钻井过程的过期的或现行的情报演示操纵台

现代化的钻井装置

目前正在制造两种新型的钻井装置:把软管电缆

敷设在盒内的装置和把软管电缆绕到转筒上的装置。这两种装置的特点是自动化程度很高,体积小,能连续提升钻杆。把软管电缆敷设在盒内的装置(图8)在1970年已投产,使用该装置能钻3,050米深的井。连续提升钻杆能使钻井时间和成本在一些区域减少40%。这种装置不仅可在复杂条件下钻井,而且可钻超深井和斜井。用装在钻杆软管柱上的井底马达带动钻头。利用带有液压抓卡的封闭链式提升机来起下钻管柱。钻杆制成分段式,每段各长30.5米,各段连接后彼此之间形成一根直径 $5\frac{1}{2}$ 吋的连续管柱。钻杆是一根加强的液压软管,管身绕着弹簧,以提高抗拉强度和承压强度。弹簧上面成螺旋状绕有两排金属丝。3,050米深度的提升速度约为43米/分。上述装置重约95吨,起重量约181吨,功率为1,500马力。装置宽3米,长11米,高11.6米。从井底可以获得井眼加深和井斜、

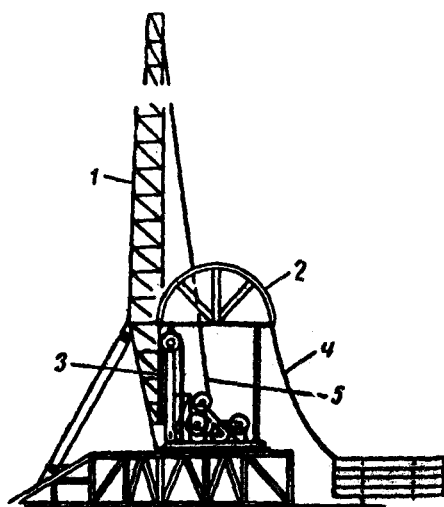


图8. 软管电缆缚设在盒内的装置
1—轻便钻架; 2—钻杆导向器; 3—链式提升机;
4—软钻杆; 5—捞砂绳

井底压力和温度变化的数据,以及获得ΠC曲线记录。

“弗累克索得利”钻井装置

这种装置能钻3,960米深的井,其金刚石钻头用电钻驱动。10年来用这种钻井装置钻了100多口井,钻了100多口油井,其中有一口井钻深超过1,830米。可用涡轮钻作为井底马达。带有钢筋的直径5吋的软管由钻头引到设在井面的牵引装置上,软管由此拉到转筒上。软管各段长975米,软管抗断压力为297.5公斤/厘米²,挤压力为99.5公斤/厘米²。液压传动的牵引链可在不中断钻探泥浆循环的情况下以每分钟55米的速度提升重31.8吨的重物。软管同时也是电缆,电

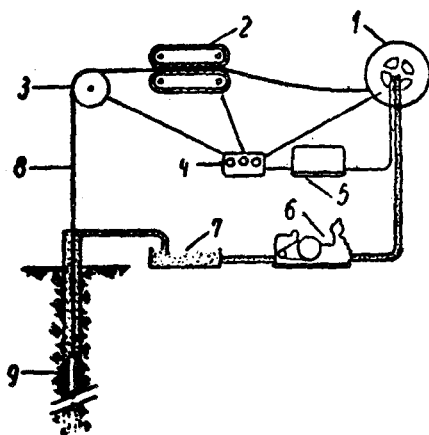


图9. “弗累克索得利”钻井装置

1—软管电缆用转筒; 2—牵引装置链条; 3—导向转筒; 4—操纵台; 5—动力传动装置; 6—钻探泵;
7—油池; 8—软管电缆; 9—井底马达

能由它传到井底驱动电钻,而井面便收到有关钻井条件的必需数据。

(译自《Бурение》, 1970, №7, 31—36)

(上接第5页)

径76毫米的钻头装配不满意,所以改用其他尺寸的钻头钻进。在钻进许多钻井过程中,下直径89毫米的套管和用直径76毫米的环状钻头取芯以后,井身必须加深,以便进行辅助的电测工作。这种钻井通常是用环状取芯钻头钻进。岩心钻进非常困难,起下钻工作量大,结果进尺小。

在1968年钻头平均进尺为4.75米。所推荐的直径76毫米的双牙轮钻结构能够改进阿耳美提耶夫斯克地质勘探管理处中等石炭纪沉积层顶部构造钻井指标。

表2是直径76毫米钻头在阿扎拉克斯井场两口井

的工作结果。

在1968年钻55口井时总共报废260个直径76毫米的钻头。

直径76和97毫米的钻头试验表明,所介绍的结构效果是好的。当然,钻头尺寸也会影响本身的工作能力。但是,如果考虑到钻头工作能力减少主要是与工作表面的磨损有关,这种磨损首先取决于圆周速度(而与钻头转速无关)、单位负荷和接触压力(而与钻头压力无关)那么,可以认为,在质量上所获得的结果即使对于大尺寸的钻头,也是有效的。

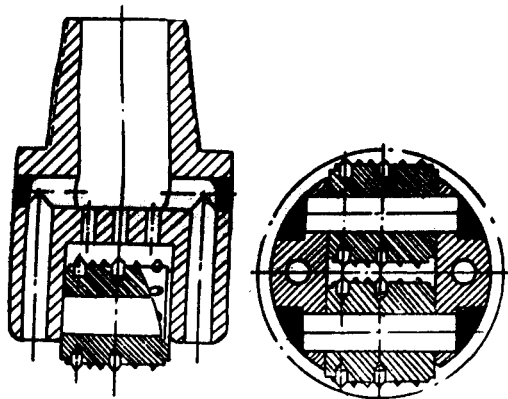
(摘译自《Бурение》, 1970, №2, 3—4)

切削-碎割型双牙轮钻头的试验结果

钻头轴承是钻头最弱的部件之一。根据鞅鞅石油天然气勘探公司地质勘探管理处的试验证明，直径97毫米的牙轮钻头平均寿命为7.9小时。

在钻井地点制造了用耐磨硬质合金加强的切削-磨碎型无轴承钻头，型号是 15ГРИТ-269, ГРИТ-190(М), РДРИТ-140, ДФАГ-140, БФГ-140等。

根据文献和专利资料研究，可以获得切削-碎割型钻头的设计方案。钻头体是整体式（见图），里面开一小槽，供放置牙轮用。因为牙轮转速小，牙轮轴的磨损不大，所以钻头轴承做成滑动轴承形式。圆柱形牙轮镶有交错排列的硬质合金牙齿。只有牙轮部分同时接触井底，因此，钻头的耐磨性应比带铣齿的钻头高好几倍，钻头钻进时，牙轮转动使钻头均匀磨损。由于牙轮转速小，轴承强度不会受到钻头工作中的限制。



切削-碎割型双牙轮钻头示意图

4 种直径97毫米的试验性双牙轮钻头的初步工作结果证明，所提出的切削-碎割型钻头是有发展前途

的。在钻头试验鉴定组的试验报告中指出，在软层、中等硬度和硬岩的所有地层上钻进能增加进尺，而不降低纯钻进速度。在所有地层上试验性钻头的平均进尺比成批制造的1B97C钻头大约多二倍。

表 1 是直径97毫米的试验性钻头和成批制造钻头的工作结果。

同时应当指出，其中一个试验性钻头仅用于钻进非脆性岩石的二迭纪沉积层。例如，在138号井钻进时，

表 1

指 标	试验性钻头	成批制造的1B-97C 钻头
钻头总数，个	4	545
总进尺，米	550	22.743
总钻进时间，小时	100	3.987
钻头平均进尺，米	137.5	41.7
纯钻进速度，米/时	5.5	5.6

钻头钻进间隔为30—170米。纯钻进时间为 $t=20$ 小时。第一次检查证明了钻头工作能力良好。在111号井钻进时，钻头钻进间隔为76—168米。纯钻进时间为 $t=18$ 小时。第二次检查证明了钻头磨损不大，可以继续使用。轴承实际上没有磨损。钻头磨损小，不能从数量上鉴定试验性钻头在非脆性岩石上的钻进指标。但是，从所获得的结果（钻头进尺 $h=232$ 米； $t=38$ 小时；纯钻进速度 $V=6.1$ 米/时）可以看出，根据纯钻进速度，该种钻头不次于成批制造的钻头，而且在进尺和强度方面大大超过它们。

对直径76毫米的钻头继续进行了试验。由于用直

表 2

钻井序号	钻进间隔，米	钻头进尺，米	纯钻进时间，小时	纯钻进速度，米/时
2139	245—326	81	18.00	4.50
	326—385	59	14.50	4.06
2140	257—276	19	6.50	2.92
	276—316	40	7.00	5.79
	316—356	40	6.85	5.85
	356—374	18	4.06	4.50

(下转第4页)

单斗挖掘机发展的一些特点

采矿工业用的现代单斗挖掘机发展的最大特点是,挖掘机的总功率和个别参数迅速增大。

如果在战前露天挖掘机铲斗的容量为3—4米³,那末在战后时期,铲斗容量已增大到5—8米³。最近几年出现了斗容量12—19米³的露天挖掘机。剥离铲和迈步式拉铲的发展,情况也是一样。这里机器的重量和铲斗的容量,即使用现代的概念来衡量,也达到了巨大的数值。出现了斗容量150米³以上的剥离铲和斗容量170米³左右的迈步式拉铲。这种机器重达1.2—1.3万吨,拖动电动机的功率达2万马力。

图1表示剥离铲和迈步式拉铲重量逐年增大的曲线图。剥离铲的功率开始急剧增大,比迈步式拉铲稍早,但到目前,这两种机器的重量指标,达到了几乎相同的水平。

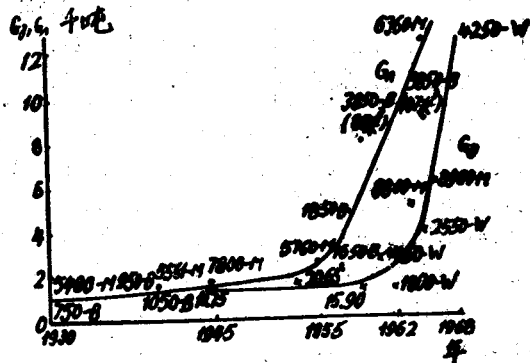


图1. 剥离铲和迈步式拉铲重量指标增长曲线图
点——剥离铲; 链轮——迈步式拉铲

确定这些机器进一步发展的可能途径、速度和范围,对机器制造业和采掘工业都有重要意义。

目前对这一问题,有不同的看法。有的认为剥离挖掘机的重量和价值,即使没有达到,那也接近了实际合理和有效的发展极限。与此相反,许多专家认为挖掘机的参数还可以进一步增大。

据《Mining Congress Journal》1966年第9期报道,现在制造铲斗容量190—230米³,臂架长达150米的单斗挖掘机,技术上已无困难。

《Coal Age》杂志(1966, №8)也作了类似的预测,预言最近十年将出现铲斗容量230米³、作用半径约90米的剥离铲和铲斗容量230米³、作用半径达120米的剥离拉铲。

苏联中央矿井设计院设计的循环作用挖掘机的远

大参数系列,规定在1980年由本国工业部门制造重达16,000吨的迈步式拉铲和剥离铲,比目前世界上实际使用的还要大。H. Г. 多姆勃罗夫斯基教授指出,本国机器制造业的成就,目前已经能够制造斗容量200—250米³的拉铲。

在任何个别的场合下,选择挖掘机的挖掘方式、数量、型号和参数,包括其对无运输剥离的铲掘和运输函数的结合,是一个综合而复杂的技术经济课题。这里不仅必须考虑自然对象的特点,即矿床地质条件,露天矿一定的生产能力,而且还必须考虑所拟定的挖掘机设计参数在实际机器中实现的可能性,如果发生关于采用新的而还不熟悉的挖掘机问题的话。

解决这一课题最合适的主要准则之一是,通常采用考虑到各种费用的1米³剥离的成本。剥离成本在很大程度上决定于所使用挖掘机的成本,而挖掘机的成本通常与其重量近似成正比。

众所周知,根据挖掘机给定的重量下的纯结构原因,由铲斗容量和臂架长度决定的允许载重力矩值越大,臂架的长度就越小。

在与挖掘机重量、铲斗容量和臂架长度有关的所有已知关系式中,X. A. 维诺库尔斯基的公式最完全地表示出在不变的连续循环作业下一定机器结构型式的这一特点:

$$C = k V^{0.65} L^{1.65}$$

式中: k ——结构系数; V ——铲斗容量; L ——臂架长度。

从这个关系式中可以得出结论,为了降低在无运输剥离下的剥离设备的费用,采用比较小的挖掘机和相应复杂的铲掘方式是合理的。假定为了实现在规定的剥离量和厚度下进行简易的无运输剥离作业,用容量 V_1 的铲斗、臂架长度 L_1 、重量 G_1 的挖掘机可以满足要求。例如,根据倒堆系数采用复杂铲掘方式进行同样的作业时,就需要两台铲斗容量 $V_2=V_1$ 、臂架长 $L_2=L_1/2$ 、重量 G_2 的挖掘机。利用引用的关系式,可以确定第一台和第二台挖掘机的重量比: $G_2:G_1 \approx 0.32$,即按照复杂铲掘方式采用的两台挖掘机总重只是用于简易无运输方式的一台挖掘机重量的 $\sim 2/3$ 。

如果采用的倒堆系数更大,缩减重量的作用也应增加。然而这种结论与实际不相符。相反出现使用

增大工作尺寸的越来越大的机器。

在国内外的实际应用中,复杂铲掘方式在最近已得到并继续得到广泛的采用。在苏联复杂铲掘方式正在博格斯洛夫、赖契欣斯克、尼科波耳及其他矿床采用。在美国也可以看到同样的情景。甚至不久前出现的马里恩公司的斗容量 65米^3 的8800型大型拉铲也被用于西部肯塔基露天场的复杂作业,这种拉铲与24米³电铲配对时,剥离量达到45.7米。但是这一点说明,应当寻求的显然不是力求从降低剥离机的重量而得到好处。可见,首先要具有常见的大型剥离挖掘机和任何个别情况下的矿产矿层特点,才能决定铲掘方式的选择和剥离设备的组成。

最近在美国制成的剥离电铲和迈步式拉铲,其中的最大型不是为复杂铲掘方式而是为简易的无运输方式工作而设计的。例如马里恩公司的6360剥离电铲(铲斗容量 138米^3 ,臂架 66米 ,重 $12,250\text{吨}$)于1965年在美国Southruester Ilionis Goal Gorp公司的«Captain»露天矿投产,它是按图2所示的铲掘方式剥离两个煤层。

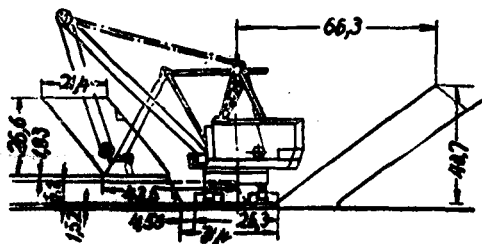


图2. 6360型剥离铲在«Captain»露天矿的铲掘方式

在选择这种露天矿的计算方案和设备组成时,考虑了如下的方案:电铲和拉铲,电铲和斗轮挖掘机,一台大功率电铲,几台电铲,等等。

从所有的方案中采取了用一台大功率电铲的开采方案,它可以保证最大限度地提高露天矿的生产率和最好的经济指标。最大的4250W迈步式拉铲,其铲斗容量为 168米^3 ,臂架长 94.5米 ,重 $12,250\text{吨}$,1968年秋在俄亥俄州东部的Ohio Power Corp公司的露天矿上开始使用,同样也是按简易的无运输方式进行工作。在选择剥离挖掘机的参数时特别为这个露天矿拟定了两个方案:一台铲斗容量为 220米^3 的迈步式拉铲和两台铲斗总容量为 220米^3 的拉铲。引起争论的问题是挖掘机的生产能力,而不是它的工作尺寸。在两个方案中都建议用简易的无运输方式。在经济分析的基础上采用了能保证最小的维修费的方案,即用一台大型拉铲,一次就能剥离整层覆盖的岩石。

所提出的意见与H. Г. 多姆勃罗夫斯基教授对剥

离设备的要求正好一致。该教授指出,现有的露天开采发展方向决定着采用由以下两个共同因素结合起来的各种不同设备的合理性,这两个共同因素,就是在最大限度地简化采矿工程生产工艺系统的条件下,不断地增大设备单位功率。

对适合于迈步式拉铲和剥离电铲来说,简易的无运输方式具有特别重要的优越性,它可以缩短与铲斗维修有关的机器停工时间。

众所周知,铲斗及其加固元件,在直接与土壤相互作用时不可避免地要发生强烈的磨损,因此斗齿、链条和铰链必须经常进行更换,同时还得焊接挡板,补焊机体上出现的裂纹等等。此外,要求经常定期地清理铲斗粘着和冻结的矿石。这些作业很难实现机械化。

由此可见,倒堆系数愈小,与铲斗磨损有关的维修费用和机器停工时间就愈小,因为把一定量的矿石搬运到一定的距离与铲斗最低的装料量有关。

采用简易的无运输方式通常要增加挖掘机的作用半径和臂架长度,结果机器的总功率要继续增加。同时在任何个别的场合下,为了减小挖掘机的比重,在各种条件下臂架长度应尽可能小到计算铲掘方式所允许的范围,而铲斗容量尽可能大。

如果回到X. A. 维诺库尔斯基的关系式,那么可以看出,铲斗容量增加一倍,机器总重只增加约50%。

但是,在臂架规定的长度下,铲斗容量的增大受到许多因素的限制。在剥离挖掘机总功率出现急剧增长的情况下,工作运动速度的增加极不显著。例如,对于重量在 $1,500\text{吨}$ 以上的拉铲,这些参数的变化范围如下:牵引速度为 $1.7\text{—}2.8\text{米/秒}$,提升速度为 $2.8\text{—}3.4\text{米/秒}$ 。这就导致每一台更大型新机器的功率全部增长,而后者实际上是依靠工作机构中力的增加而实现的。结果最大型拉铲的牵引力达到 $1,000\text{吨}$ 。为了造成这样的力,例如在4250W挖掘机上需要四根直径约为 130毫米 的平行钢绳。甚至在卷筒直径与钢绳直径的比为最小的条件下(在大型拉铲上用26—27数字说明),卷筒轴上的力矩成为这样,以致由于本身弯曲和接触强度能产生这个力矩的齿轮传动外形尺寸,要比斗箱本身的外形尺寸大得多,所以,对于主要机构必须采用多台发动机传动,例如,一台挖掘机的绞车要用4台发动机传动,一台3850B型剥离电铲的卷扬机有8台发动机,而4250W迈步式拉铲的卷扬机有10台发动机。

由于需要大量具有大的总功率的传动装置和大尺寸的机构(后者是因为要增大斗齿的切入力和卷筒上相应的扭矩所必须的),使得在回转平台上装置机构发生困难。图3是4250W迈步式拉铲回转平台上各

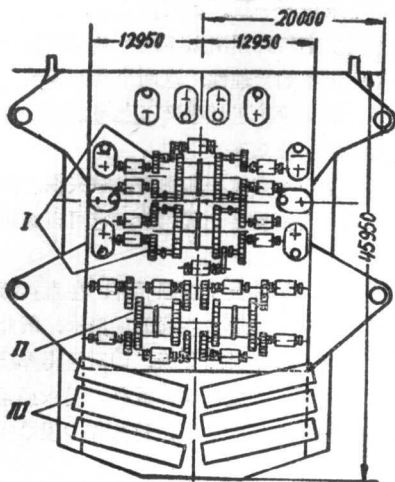


图3. 在4250W 迈步式拉铲回转台上各种机构的布置

种机构的装置。虽然机尾半径大约为臂架长度的三分之一，但从图中可以看出，机构配置得很密集。可以看出，重1,000—1,500吨的迈步式拉铲的尾部半径仅为臂架长度 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ 。这些数据说明，在增加大型挖掘机铲斗容量的同时，必须相应加大回转平台的外形尺寸，特别是其尾部半径。

如果在简易的无运输方式的剥离段顶板上安装迈步式拉铲时，机尾半径与臂架长度之比（从机器技术

操作质量的观点来看）没有特殊意义，而必须安装在中间剥离段或中间排土场（赖契欣斯克系统）时，那么在臂架规定长度下，尾部的增大则受到机器在工作台上回转可能性的限制。

这样一来，我们遇到的问题是，要增加机器总功率但受到结构上的限制。显然，如果继续增大剥离挖掘机的总功率而不增加工作尺寸，就会产生与挖掘机回转部分上机构装置困难有联系的严重障碍。所以，在选择上述铲掘方式时，必须考虑到在实际机器中，剥离挖掘机拟定设计参数实现的可能性。

很多其它的因素也和这个问题一样，在进行经济分析时很难直接考虑到。与这些因素有关的是：机器制造业根据所采用的参数生产机器的准备程度；今后机器可能的销路；从现有的安装和修理工具的装备等观点出发，矿山企业在使用新式机器的准备程度。同时这些因素在很多情况下具有决定性的意义。

最后，应当再次指出，根据具体条件选择铲掘方式和超大型剥离挖掘机的参数是一个统一的技术经济课题。采矿工艺和机器结构发展的总趋向不管怎样，在任何个别情况下都必须进行仔细的技术经济分析和考虑各种因素，包括挖掘机设计参数实现的可能性。

（译自《Изв. высш. учебн. заведений. Горный журнал》，1969, №8, 90—94）

（上接第13页）

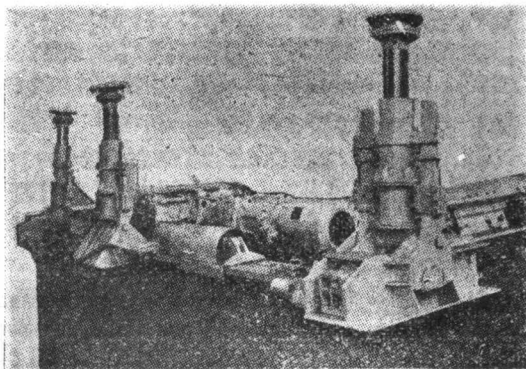


图10. 辅助平巷锚定装置

移动缸的活塞与沿主梁滑行的底座相连，底座则由两个定位销固定在梁的相应孔上。和销接合后，移

动缸可使运输机和锚定装置向前推进。

结 论

在70年代，高速铍煤机的应用显得越来越重要。这就是使用重型铍煤机和重型驱动装置。这种倾向在米德兰东部，威士尔和英格兰北部对滑行铍煤机的成功应用已得到证明，其铍煤速度达256呎/分。

在西德瑞斯哈根铍煤机以高速（400呎/分）进行生产（3,000吨/日+），效果甚好，但是重型滑行铍煤机则更适用于英国的采煤工作面。无论是那一种情况，工作面端装置的配备是进行成功铍煤的一个非常重要的因素，当然，勘察合适的后退式开采工作面对生产也很重要。

（摘译自《Colliery Guardian》，1971, 219, №2, 86—91）

刨煤机的改进及其适用性

自从所谓快速刨煤机（速度75呎/分）出现以来，有了不少改进。这种刨煤机，无论是静力快速刨煤机还是瑞斯哈根刨煤机，在英国都获得广泛使用（1967年为150台），但存在着不少缺点，在使用上已逐渐减少，其原因是：

1) 不能适应硬质的和不规则的煤层。有些刨煤机在别处的使用效果良好，却不能适应英国复杂的煤层条件。特别是在硬质的或不规则的煤层条件下工作，层位控制是个问题。

早期设计的刨煤机，不具备假顶掏槽能力，因此，通常要依赖上部煤层的自然状态，这样就妨碍了许多本来适宜于刨煤的煤层的开采。

2) 要求提高刨煤机的班效率。为此目的，刨煤机需作以下一系列的改进：适用于宽掏槽工作面的刨煤机；马力加大；提高掏槽速度，以及应用层位控制技术和改进缆索处理技术，等等。和宽掏槽工作面的高效率刨煤机相比较，旧式刨煤机已不能适应需要。

早在60年代中期，就需要发展重型刨煤机，要求在使用上具有更大的通用性，同时要做到：1. 刨煤机机身设计得能采掘全部煤层；2. 有更大的马力和更高的刨煤速度。

3) 不用缺口。要求不用缺口，这点截煤机比刨煤机容易做到，

60年代中期在西德使用的高速瑞斯哈根刨煤机，效果良好，加之高速重型滑行刨煤机的发展，它能进行假顶掏槽，可以不用缺口，预料70年代在英国将得到广泛的应用。

滑行刨煤机和早期刨煤机相比较，在基本设计方面有了不少改进。

静力快速刨煤机

(Anbauhobel)

图1是静力快速刨煤机，使用在工作面一侧露出的牵引链条，刨煤机机身带有在铠装可曲式运输机溜槽底下通过的伸出底板，以保持稳定。这种刨煤机已过时，不适于英国使用，预料在70年代这种刨煤机不会有新的发展。

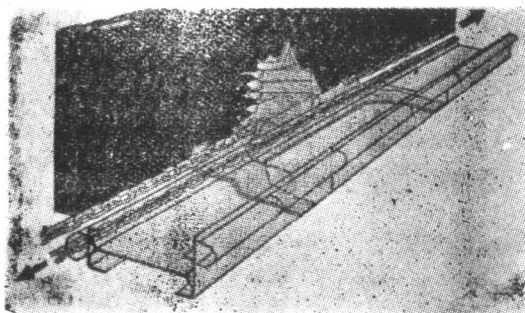


图1. 静力快速刨煤机。

注：(1)刨煤机机身带有在溜槽下通过的底板。(2)在工作面一侧露出的链条。

瑞斯哈根刨煤机

(Reissshakenhobel)

图2是瑞斯哈根刨煤机，在欧洲大陆使用，效果良好，它装有特殊的驱动装置，能进行超速刨煤。原来的刨煤速度约300呎/分，现倾向于采用400呎/分的

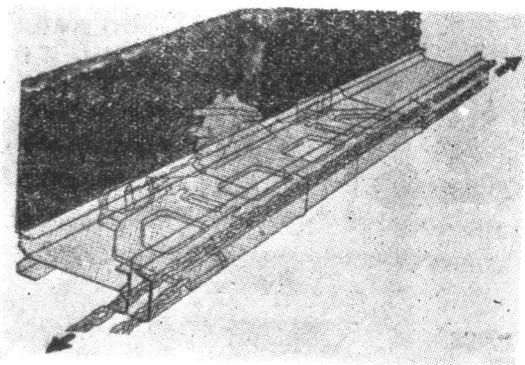


图2. 瑞斯哈根刨煤机。

注：(1)刨煤机机身带有在溜槽下通过的底板。(2)链条套在采空区一侧的导槽内。

速度。这种刨煤机适用在软质煤层和中硬煤层内进行窄掏槽和高速操作。

早期在英国使用的瑞斯哈根刨煤机，其刨煤速度仅为75呎/分，而且，当使用直接联接型动力支架时，

经常遇到严重困难。这是因为需要和铍煤机链条导槽连接, 而该导槽是在瑞斯哈根铍煤机铠装可曲式运输机的采空区一侧。

这种铍煤机的主要改进是把链条套在链条导槽里面, 和老式的静力快速铍煤机相比较, 改进不大。Westfalia公司在1966年制造的重型滑行铍煤机却能满足要求。

重型滑行铍煤机

(Gleithobel)

这种新型铍煤机适用于英国的复杂煤层条件。图

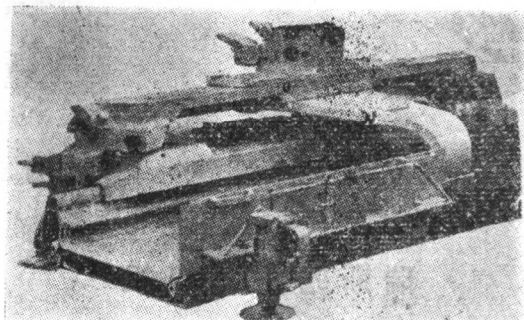


图3. 重型滑行铍煤机。

注: (1) 铍煤机机身没有夹在一列溜槽底下的底板。因此在铍煤机通过时不会引起输送机稍微升高和下降。(2) 套着的链条在工作面一侧。(3) 旋转的顶部掏槽装置使铍煤机能自动形成假顶。(4) 主中央掏槽部分在连接架板下方, 可对下部煤层进行单独掏槽 (见图4)。(5) 因为无需单独的铍煤机履带, 当滑行铍煤机通过时, 不致引起输送机缩进。

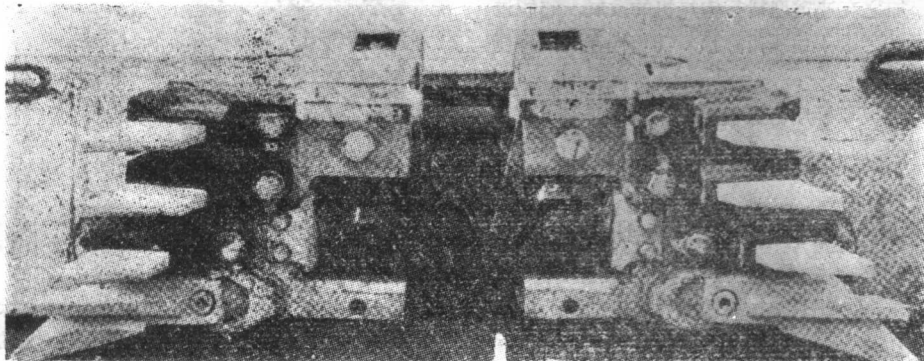


图4 铍煤机机身的调整

面可以固定铍煤机机身半边的位置, 使截齿对应下端面处于不同层位。

图5为底截齿调整范围简图。向上可移动15毫

3是滑行铍煤机机身的结构, 它比图1和图2所示的铍煤机机身结构更为坚固, 全长达10呎。适用在中厚煤层或厚煤层内进行掏槽, 在端部装置之间有一坚固的连接架板, 用以支撑上部掏槽部分。上部掏槽部分位在中央, 使上截齿能采掘上部煤层并摆入位置, 让后面截齿摆离煤柱。这样可减小动力消耗和减少截齿的磨损。

上部掏槽截齿的动作是顺次与端部装载截齿相配合的, 以清理铍煤机导槽与煤柱之间的轨道, 下部煤层则由两个在中央位置的主截齿采掘, 煤则从铍煤机架板下面位置装到铠装可曲式运输机上。

这是一种标准型铍煤机机身, 适用于厚度在2呎6吋以上的厚煤层。对于2呎至2呎6吋的薄煤层, 可用改进型铍煤机 (见图7)。

层位控制

在一般铍煤条件下, 其巷道底板相当均匀, 可以一次调整铍煤机以适应铍煤条件, 以后不需再进行调整。

但是, 对于较困难的操作条件, 其巷道底板或地层条件变化不定的, 滑行铍煤机的层位控制装置就能发挥作用。在铠装可曲式运输机槽底下没有铍煤机座板, 也是一个有利条件, 特别是在松软的底板条件下也是如此。对于层位控制有两种主要的调整方法:

1) 铍煤机机身的调整

图4为滑行铍煤机的两个主底部采掘装置及其“下端板”或链条导槽的前沿, 铍煤机的每半边可以升降, 以适应特殊的层位条件。

控制轴的方形调整头位在相应采掘装置的顶部, 以控制四面偏心块的转动。控制块四个支承面的每一

米, 向下有两个移动量, 共可移动30毫米。

2) 采空区侧液压调整缸 (图6)

为了适应沿着特殊工作面 (断层或不平整表面)

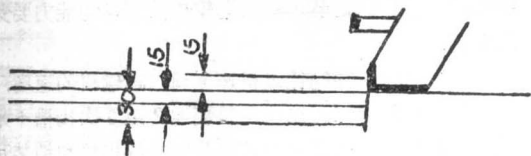


图5 底截齿简图

在不同的位置进行不同调整的需要,把采空区一侧液压调整缸按1或2米间隔放置。

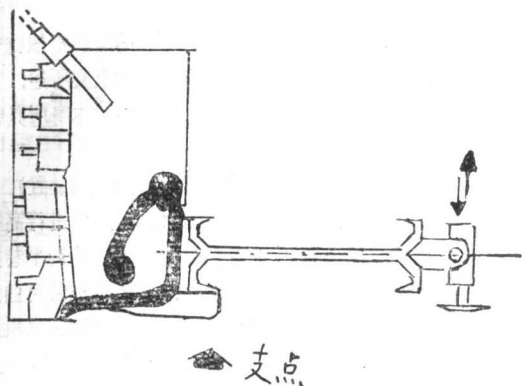


图6 采空区侧液压调整缸。

图6是转向滑行者,安装在链条导槽座和一系列溜槽凸缘下面之间。此种滑行者起支点的作用,在采空区一侧的微量升降运动都相应地传到主截齿上。这种结构很有用,能使刨煤机在不平整的或变化不定的工



图7 滑形刨煤机在2呎3吋厚煤层条件下工作。

作面条件下进行刨煤,而旧式刨煤机不能适应这种工作条件。

Westfalia-Potts液压刨煤机(图8)

众所周知,不少煤层是由许多暗煤和亮煤组成的,其硬度各不相同。在硬质煤层内进行预掏槽不仅能消除应力,而且容易刨煤。

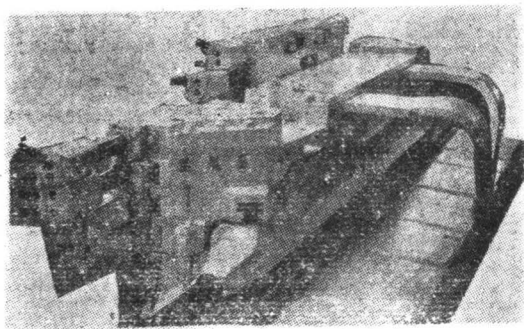


图8 Westfalia-Potts刨煤机系统与重型滑形刨煤机配合使用

这一技术是在安放适当位置的活塞末端装上凿型刨齿。这些活塞在互相联系的液压缸中运动,与刨煤机壳体形成整体。其作用是,较硬的煤带阻力较大,相应的截齿掏槽减速而引起相邻液压缸的液体流动,结果所产生的液体压力传给在较软煤带掏槽的截齿。在较软的煤带中插入的深度较深,对相邻的硬质煤层反过来产生应力消除作用,使刨煤机动作比较容易。对于上部较厚的特硬煤层,采用这一技术更为有利。

固定掏槽式增量刨煤

有两种方法可保证均匀的掏槽深度。

1) 标准的滑形刨煤机掏槽法。装在运输机工作面一侧的下端板(链条导槽工作面一侧的前沿)向煤柱推进。用足够的液体压力,使刨煤机保持均匀的掏槽深度而不会使运输机缩进。掏槽深度取决于截齿伸出下端板前的距离。

这种控制刨煤机掏槽深度的方法是一大改进。按旧式方法其推进压力需要很好地平衡,使刨煤机在经过由煤柱和运输机形成的轨道时进行预定的掏槽深度。同时要保证做到:一方面刨煤机不致向煤层推压太紧;另一方面运输机也应适度推进,使能进行合适的掏槽。这两方面都应做到,否则将引起层位控制问题。无论所采用的方式如何,滑形刨煤机在其行程中都不会使前进的运输机产生缩进现象,而老的方法经

常产生这种缺点。

2) MRE固定掏槽技术。上述控制掏槽深度的标准方法远较旧式的好,在英国已成功推广。但NCB MR&D公司设计的方法效果也很好。其方法是沿工作面全长在适当的距离安放分配液压缸,以补充主推进液压缸。主控制阀使定量的液体进入相应的作动筒的推进侧,使运输机前进至所需的距离和相应的掏槽深度。

这种NCB固定掏槽技术在普通铍煤机上也可应用。当铍煤机从主平巷到辅助平巷的行程中还没有进行铍煤时,可用来进行加倍深度的掏槽。

铍 煤 速 度

从下列四种系统来看,铍煤机速度和铍装可曲式运输机速度之间要有足够的差速。

1) 轻型普通铍煤机(配有 2×65 马力的驱动装置)。

这种铍煤机就是英国使用的静力快速铍煤机或瑞斯哈根铍煤机。铍煤机速度为75呎/分,铍装可曲式运输机的速度为128或169呎/分。

在现有的铍煤机上装置NCB固定掏槽增量设备虽然是一种改进,但仍不能满足英国目前的要求。在极好的铍煤条件下(例如软煤,同时有良好的巷道顶板和巷道底板)仍需继续利用这种旧式铍煤机时,再增设NCB固定掏槽设备是有效的。但是,根据英国使用的经验,使用重型滑行铍煤机效果更好。

2) 重型普通铍煤机(配有 2×120 马力的驱动装置)

这种 2×120 马力重型滑行铍煤机,就其铍煤速度来说(128呎/分而不是75呎/分),较上述轻型铍煤机快。

配合这种铍煤速度,要选用合适差速的铍装可曲式运输机(速度为212呎/分)。

当铍煤机从辅助平巷到主平巷铍煤时,其差速为 $212-128=84$ 呎/分;而当铍煤机从主平巷到辅助平巷铍煤时,其差速为 $212+128=340$ 呎/分。这种配合方式目前在英国的软质煤层和低速铍煤情况下得到采用。从主平巷到辅助平巷用最大的铍煤速度,而从辅助平巷到主平巷则用降低的铍煤速度(用铍装可曲式运输机的运转速度铍煤)。

3) 超速铍煤机(配有 2×120 马力驱动装置)

铍煤机速度大大超过铍装可曲式运输机的速度。就铍煤能力来说,这种系统适用于各种煤层条件,但掏槽深度,在高速铍煤的情况下,算是相当小的。当然,在软质煤层内可以增加掏槽深度,但在厚煤层内

铍煤时,工作面铍装可曲式运输机清理煤的能力要受到限制。

这种系统所用的铍煤机速度超过运输机的速度,掏槽相当窄,每次运输机全长装运2至3次掏槽下来的煤。采用3:1的速度比可充分发挥铍煤机和铍装可曲式运输机的作用。

目前在英国采用的铍煤机和铍装可曲式运输机的速度比是2:1,其相对速度为256呎/分和128呎/分,效果很好。但是要达到最佳效果,铍煤速度应增至400呎/分。

在西德这种400呎/分、3:1超速的瑞斯哈根铍煤机配用水冷式马达使用效果很好。正如上文所述,高速铍煤机有它的优点,但滑行铍煤机由于本身所具备的优点,更适合于英国使用。

4) 单向铍煤机(配有 2×120 马力驱动装置)

这是另一种铍煤机,适于在软质煤层内进行高速和深度掏槽。在铍装可曲式运输机(向着辅助平巷方向)运输时才进行刨煤,这样,铍煤机和铍装可曲式运输机之间可以有很大的差速,目前采用的铍煤机速度为256呎/分,铍装可曲式运输机速度为212呎/分。

假定铍煤机刚完成了从主平巷到辅助平巷的掏槽,铍装可曲式运输机将以其全长装运着第一次掏槽下来的煤,当铍煤机返回主平巷时,铍装可曲式运输机已堆积好所有铍下的煤并准备好装运下一次从主平巷到辅助平巷铍下的煤。这种铍煤机能在软质煤层内进行大煤块生产。另一优点是,在掏槽时有特别大的差速,因此,工作面铍装可曲式运输机可进行均匀的装运。煤的清理速度均匀,不仅有利于工作面铍装可曲式运输机,也特别有利于旁置的搬运设备。

综上所述,在70年代对铍煤机的要求是:

装备较大马力的动力装置(用 2×120 马力代替 2×65 马力)。

有较高的速度(256呎/分,或高达400呎/分,并配有水冷式马达)。

不用重型滑行铍煤机时,可用下述三种装置中的任一种:

1) 重型普通铍煤机

铍煤机速度128呎/分,铍装可曲式运输机速度212呎/分(目前在威尔士使用)。

2) 重型超速铍煤机

铍煤机速度256呎/分,铍装可曲式运输机速度128呎/分(目前在米德兰东部和英格兰北部使用)

3) 重型单向铍煤机

铍煤机速度256呎/分,仅从主平巷到辅助平巷单向刨煤,铍装可曲式运输机速度约为212呎/分。

NCB固定截煤技术可在上述装置中使用,特别是

适于在第二、三两种装置上使用。此外，在西德还有一种使用效果很好的装置——“双速”系统。它是一种普通系统(刨煤机速度低于刨装可曲式运输机速度)和超速系统(刨煤机速度高于刨装可曲式运输机速度)的联合装置，使用特殊电动马达来达到双速的效果。

普通选用下述速度：

刨煤速度：主平巷到辅助平巷约300呎/分。辅助平巷到主平巷约100呎/分。刨装可曲式运输机速度约212呎/分。与超速刨煤机和单向刨煤机的作用一样，这一系统是用于克服普通刨煤机所遇到的不利情况，即从主平巷到辅助平巷行程中运输机未装满，而从辅助平巷到主平巷回程时产生过载现象。上述第二、三两种装置(超速和单向)是使刨煤机和运输机的速度有较大的差速来解决这个问题。第二种装置用于单向

(主平巷到辅助平巷)、浅掏槽和高速刨煤，第三种装置一般用于深掏槽单向刨煤(主平巷到辅助平巷)。

在西德这种“双速”方法通常用于在厚煤层进行深掏槽，或当煤层太厚不能应用超速技术的情况下使用。当然，对煤块大小的要求也是一个决定因素。还应强调的是，即使在薄煤层区，高速刨煤机也能进行高速生产，但刨装可曲式运输机应有合适的差速。

工作面端整套装置

工作面端整套装置是现代化刨煤机的一个重要组成部分。图9是现代化刨煤机主平巷内端的装置，可与下列三种主要设备配合使用：阶段装载机；滑动刨煤机头架和锚定装置。

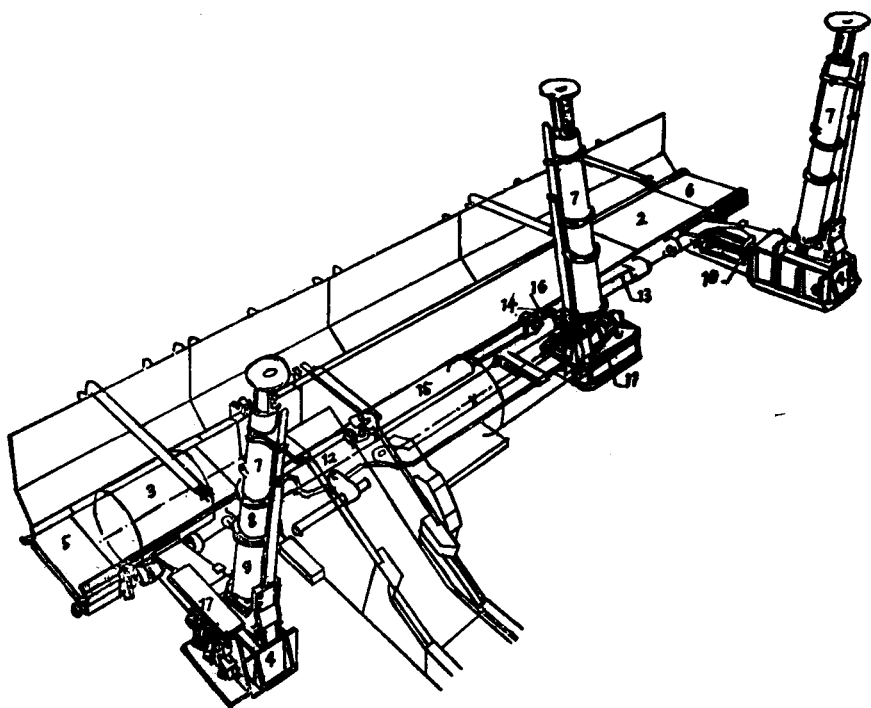


图9. 现代化刨煤机主平巷内端的装置

这些设备可依次单独控制移动或根据需要移动。

在主平巷内端有一长16呎的特重型(MK2型)覆盖底溜槽(1)，安装在普通刨装可曲式运输机(阶段装载机)结构上。它是阶段装载机的一个组成部分，同时也是滑行刨煤机头架的锚定装置的联结基座。

这一列溜槽用直径 $4\frac{1}{2}$ 吋的实心杆(13)加强。在溜槽段(1)的两端为拉力槽(2和3)，与主锚定支柱组件(4和7)铰接。支柱底座(4)内装张紧和转向液压缸(10)。

滑行刨煤机的传动架装在滑动部件(12)上，可沿

$4\frac{1}{2}$ 吋直径的杆(13)滑动。

重型推进缸(15)在滑动件(12)和外部滑件(14)之间连接，用手柄销(16)使推进缸前进(也就是使滑行刨煤机前进)。

图10是辅助平巷锚定装置。它和主平巷内端的装置不同，不用阶段装载机结构作为联结基座，但在必要时可与溜槽型刨装运输机联结作为主拉力梁。其锚定支柱底座和液压管路为主平巷锚定装置的相同。

(下转第8页)