

水力采煤基础知识

苏联 斯·波·圖尔强尼科夫著

煤炭工业出版社

內 容 提 要

这本小册子对水力采煤机械化較一般机械化采煤的主要优点进行了探討；叙述了水力采煤工艺过程及其发展远景。

本書通俗易懂，适合广大煤矿职工閱讀。

С. П. Турчаннов

ПОДЗЕМНАЯ ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ДОВЫЧА УГЛЯ

Углетехиздат Москва 1957

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社1957年版譯

(30)

水力采煤基礎知識

煤炭工業部專家工作室譯

*

煤炭工業出版社出版（社址：北京東區安海街煤炭工業部）

北京市書刊出版登記證出字第084号

煤炭工業出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

開本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印張 $1\frac{7}{8}$ 字數35,000

1958年9月北京第1版 1958年9月北京第1次印刷

統一書号：15.035-64 印数：00,001—20,000冊 定价：0.18元

目 录

一、有益矿物水力机械化开采的发展	3
二、水力采煤是一种高效率的全面机械化方法	5
三、用水力机械化方法进行采矿工作时水流的能的利用	7
四、水力采煤的工艺系统	11
五、水力采煤	15
六、水力采煤矿井的煤炭水力运输	25
七、煤的脱水和洗选	34
八、压力水水泵房	40
九、高压水管路和煤水管管路	42
十、辅助工作的设备	44
十一、波兰人民共和国地下水力采煤的经验	47
十二、井下水力采煤今后发展的远景	55

65.

1

2

一、有益矿物水力机械化开采的发展

利用水流的力破碎和輸运岩石，叫做采矿工程水力机械化。除采用全面水力机械化外，尚有局部水力机械化，即只利用水做輸运岩石之用。

远在古代，人們就知道水流能冲走土壤，把它带到很远地方“堆积”起来。随着技术的发展，人們开始利用水的这种破坏力做有益的工作。古羅馬人就會利用水力开采过金矿。

水力机械化的現代方式，是利用水泵将高压水通过水枪以高速密集水流射击的办法来破碎岩石。冲落下来的岩石，与水混合成流动的岩石漿，順管路或溜槽运输到指定地点。用管路运输岩石漿，是利用特殊结构的水泵进行的，它叫做泥漿泵。如果运输岩泥方向的底板逐渐降低，則采用溜槽进行运输。

利用水流冲碎岩石和有益矿物，叫做水枪开采方式。这种方式在矿业中广泛采用。

利用挖泥船直接从水下抽泥的办法实行水力工程施工水力机械化，得到大力推广。井下水力机械化只能用水枪开采岩石。

一百年前，美国加里佛尔宁金矿曾采用过水枪开采法。

我国在伟大的十月社会主义革命后，水力机械化得到了大力发展。从1919年开始，根据克拉松工程师的建議，

开始世界上第一次采用水力开采泥煤。1928年，在里海的契列肯島开采地腊的采矿工程中，采用了水力机械化。

烟煤和錳矿的井下水力开采，系头一个在我国采用。1915年，庫切洛夫工程师在頓巴斯一个矿井中用細密水流割煤做了初次試驗。

1936年，工程师B.C.穆奇尼克在基杰尔矿务局“共青团”矿井进行了井下水力采煤試驗，結果証明这一方法頗有发展前途，有必要在煤炭工业中加以大力推广。

1938年，在“尼闊包里”錳矿根据工程师依里仁斯基和索赫林的建議来設的錳矿水力矿井移交了生产。1939年，在頓巴斯奥尔忠尼启則矿务局的第一个水力矿井投入了生产，这个矿井是在工程师B.C.穆奇尼克的领导下建成的。該井所开采的煤层是巴巴闊夫急傾斜煤层，厚度1—1.4公尺。

在1941年，在普罗闊比也夫斯克矿务局加里宁矿的高列尔层，使用H.A.齐納卡尔設計的护板进行了水力落煤的試驗。

从1941年起，在煤矿中开始采用水力机械化剥离，到1951年，在烏拉尔的露天煤矿也开始用水力机械化开采高灰分的煤炭了。

在1948--1951年期間，在普罗闊比也夫斯克矿务局“德尔干”斜井的普罗闊比也夫斯克层进行了水力落煤的实驗工作。1952年全套水力采煤设备又在該井的“莫斯内”急傾斜煤层投入生产。該煤层的厚度为13—16公尺，頂底板岩石的稳定性为中等。

1953年8月，列宁煤矿全部水力机械化矿井“北波雷沙也夫”投入生产。该矿所开采的煤层是缓倾斜的，层厚平均为2.25公尺，顶底板岩石松软。

目前全国各矿区都在建设水力采煤矿井，并且在现有的生产矿井中建立水力采煤的采区。

1955年末，庫茲巴斯成立了全苏水力采煤科学研究设计院。该院所进行的工作是进一步改进井下水力采煤的工艺，并在煤炭工业中加以推广。

采用水力运煤和岩石的办法对矿井的采煤过程和某些辅助工序实行局部水力机械化有很大的益处。

还在1940年，頓巴斯工业学院的一批毕业论文中有一个矿井水力提煤的设计。设计中提到用特殊隔鬥式輸煤器，将煤喂入循环水压力水管中。

二、水力采煤是一种高效率 的全面机械化方法

现代机械化矿井采煤的特点，是一系列的連續工序。采用截煤机的采煤过程，一般有掏槽、落煤、掌子面装煤和平巷运煤，然后用矿車将煤运至井筒再提升到地面。很多矿井采用康拜因联合采煤机，这种康拜因同时可完成三个工序：掏槽、落煤和向刮板溜子装煤。平巷运煤有用溜子的，有用电機車拉矿車的办法，然后，用罐籠或箕斗提升至地面。

现代机械化采煤的工艺过程，是由許多个工序組成

的，各个工序是連續进行的，并且有時間間隔。由一个主要工序过渡到另一个工序，就得在相应的輔助工序上面花費時間。譬如，康拜因掌子，当采完一趟后，需要下放康拜因，将刮板溜子搬移到新的綫路上去等等。

改进采煤过程指标，可采用破碎煤层新的工艺方法和手段，以及新的运煤方法等，以便克服采煤技术工艺过程的多工序。还在战前，技术科学博士 B. C. 穆奇尼克就提出了少工序的水力采煤方法。这种方法是使采煤和运煤主要工序在工艺上統一，其特点是冲落下来的煤同水一起連續运动，沒有为完成輔助工序所需要的时间間隔。因此，連續流水作业是水力机械化的主要特点，它可使设备發揮高度的效能，提高工人的生产率。

水力采煤，系用水枪射出的水流冲采煤层。水枪安置在平巷距掌子面不远的地方。水枪手在平巷里操縱水枪，因此，回采工作面不必支护。水力采煤时是从安全地点操縱噴射水流的。掘进工作中，工人仅从事水枪的操縱和巷道的支护。

煤由回采和准备巷道用水力运到地面洗煤厂非常簡單，因为不需要使用各种运输工具。

水力采煤矿井可以大大簡化巷道的布置，减少井巷工程量。井底車場的巷道容积以及井筒和石門的断面等都可减小。在某些情况下，可以通过打在采区的鑽孔，实行水力提煤到地面。

水力采煤使用的设备，占地不多，构造簡單，并且操作簡便。

井下水力采煤可使劳动生产率大大提高，保证作业安全，并且大大降低建井费用。

水力采煤矿井的劳动生产率比一般机械化矿井高2—3倍。水力运煤的成本，包括水力提升，差不多为一般运输的十分之一，而采煤成本要降低30—50%。

三、用水力机械化方法进行采矿工作

时水流的能的利用

为了破碎和运输岩石，水必须具备一定的能。在我們四周的自然界中，水破坏岩石的自然过程不断发生。水破坏松软岩层比较容易，破坏坚硬和致密岩层则很慢，要经过許多年。降落的雨水渗入到岩石微小的孔隙和裂缝里，岩石被溶解的部分遭到洗刷。停滞在孔隙和裂缝中的水，在温度下降时发生冻结，对岩石颗粒产生很大的压力，因为水在冻结后体积增大。岩石破坏过程的结果，在山区是可以观察到的（悬崖的出现、岩石碎片的堆积等）。

可見，为了破坏坚硬岩石，水必须渗入到孔隙和裂缝里，并且在里面产生能克服岩石颗粒間粘着力的压力。水枪开采有益矿物就是利用水的这种性能，所不同的只是水的压力是利用水泵人为造成的。

水力机械化不同于自然界中所观察到的水破坏岩石的自发过程，它是用控制水流破碎岩石。水流所做之功的强度，决定于由水枪射出的速度。冲刷岩石的射速，每秒可达数十公尺，射煤为每秒80—90公尺。水射流对煤体的作

用在于冲刷夹层，順节理、裂縫和裂紋的方向疏松煤体。

在水射流冲击煤壁之处，产生很大压力，在压力的作用下，不仅順已有解理和裂縫的方向疏松煤体，而且会出现新的裂縫。受很大压力的作用滲入到裂縫里的水，克服顆粒間的粘着力，使煤体破坏(图 1)。



图 1 水射流破坏煤体示意图

除了破坏和分裂作用外，水射流也冲刷煤体，凡含有被水浸漬的夹石层的煤层，最初先是这些夹石层被冲洗，然后煤体才疏松和冲刷。冲下的煤块和煤泥被水流带走。

煤体中如有片岩夹石，則冲击深割槽是不困难的。在这种情况下进行水力落煤时，先冲击割槽，然后将水流引向割槽的上下方破碎煤体。

如果煤层是粘性致密的，并且沒有夹石层时，則水力落煤进行之前，最好用其它办法（一般是放炮）預先使煤体疏松。

水射流的冲击力决定于水枪噴嘴与掌子面之間的距离。由噴嘴射出的水流，在其整个射程上要克服空气的阻力；因此，随着噴嘴离煤壁距离的增大，水射流就会损失速度，其断面就会增大，并且分散。水射流在其未分散之

前的开头部分具有最大的冲击力。因此，水枪应当经常移近掌子面，移至安全作业条件允许的距离为止。喷嘴的直径，根据岩石的性质和运输冲落岩石所需之水量来选定。

向水枪供水的压力，叫做扬程。扬程的计算单位是水柱公尺或工程大气压。一个工程大气压等于10公尺高垂直水柱的压力，即1平方公分承受1公斤的压力。

为了在一定压力下向水枪供水，可采用水泵。在水力机械化方面广泛采用离心式水泵。

离心式水泵的作用原理如下(图2)：如果泵体1和吸水管2充满水，而轮叶3高速旋转，则充满叶轮的水也旋转，并且在离心力的作用下由旋转中心向叶轮外部抛出。这样，在泵体内产生压力，水经压力连接管4抛入管路5，

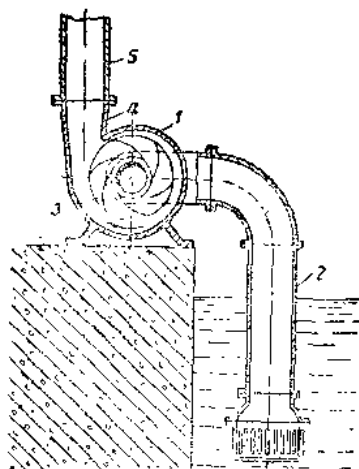


图2 离心式水泵工作示意图

而叶輪中心所形成的真空空間，在抽水处水面气压的作用下，又不断被水充滿。水泵起勁前要灌水。

井下水力采煤，喷嘴处射水的揚程应当为36—40大气压（360—400公尺）。

为了获得这样的揚程，采用AIII型多級多段离心式水泵（图3）。

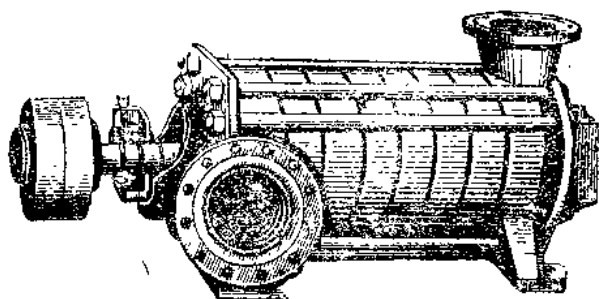


图3 AIII型多級多段离心式水泵

采矿水力机械化中，冲刷下来的岩石是用废水运走。所以，水力采煤矿井的巷道要做出坡度，倾向主井筒，以便煤水順溜槽自行流走。如果运输要經過很长距离的穿过許多横巷的地带，而在井下要經過水平巷道和順井筒向上运输时，則采用管子做压力水运输。此时，所需揚程系由专门抽泥漿的离心式水泵来产生，这种水泵叫做泥漿泵，或者叫做煤水泵（图4）。

用水流运输岩石和煤，必須使水流具有足够的流速。流速的选择要考虑使水流中最大块的岩石和煤不致沉积在溜槽或管子的底部。能运输岩块或煤块不致沉积管底或槽

底的最小流速，叫做极限流速。各种物体，根据其性质和水力运输的方法，都有其一定的极限流速。

水力机械化各个工序，都是利用水流的能。因为水具有流动的性能，所以能将岩石和煤的破碎与运输工序连接成一个统一的工艺整体。

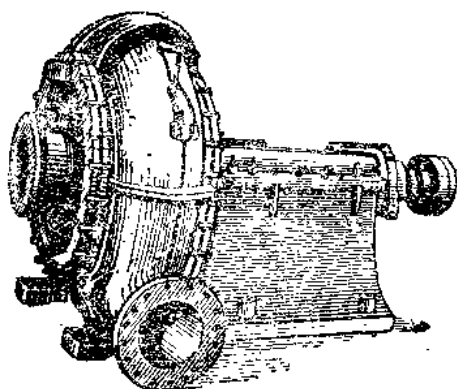


图 4 II3 型泥漿泵

四、水力采煤的工艺系统

图 5 是庫茲巴斯第一个水力采煤矿井“北波雷沙也夫”的工艺系统。回采工作面煤层是用水枪 1 射出的强力水流破碎。被水流破碎下来的煤，同水混合成煤水浆，沿切煤层和平巷里的金属溜槽 2 流到煤水坑 3，也就是流进位在煤层底板处的煤水池。在这里，大于 60 公厘的煤块预先被分开，送至破碎机 4，小于 60 公厘的煤块则直接同水一起

流进煤水坑。再用一台普通泥泵5沿鋪設在主要平巷的管路6将煤从煤水坑抽送至煤泵室。在煤泵室內安設有专门高揚程煤水泵7，煤水由泥漿泵出水管路直接压到煤水泵的吸入管。煤水順压力管路8被煤水泵排至地面煤水池9。再用一台专用煤水泵，将煤水漿从煤水池順压力管路10送

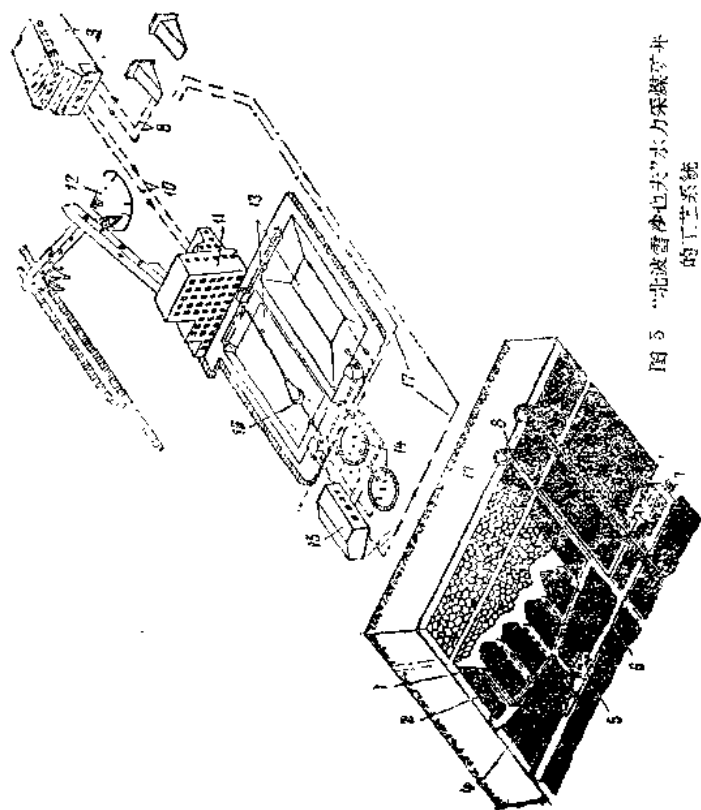


图5 “北成雷也夫”水力采煤工艺系统

至洗煤厂11进行洗选和脱水。煤水漿被送至洗煤厂內的振動篩網，大于6公厘的煤在这里分离和脱水，然后再送到貯煤場12。小于6公厘的煤，同水一起，通过篩網，流入离心脱水机脱水后再送到貯煤場，而水則流到沉淀池13进行澄清。澄清的水由沉淀池流入高压水泵房15的水坑14，沉淀池內沉淀下来的煤末叫做煤泥，定期地用刮斗16将其刮出送到貯煤場。高压水泵将水順金屬管路17送至井內的水枪。

由示意图中得出的結論是水力采煤矿井的水完成着閉合式的循环：高压水泵——掌子面(水枪)——煤水泵——选煤厂——高压水泵。这种工作方式仅仅需要少量的水用来补偿由于蒸发、滲入底板、侵湿煤中等的損失量。此外，采用这种方式，煤泥可从循环水中全部回收，并且所經之处也不会被煤泥水弄髒。

水力采煤的水流是連續运动的，由掌子面到洗煤厂順次完成所有工序。每个下一工序都是上一工序的繼續。这样，水力采煤的連續流水生产过程就保证了设备的充分利用和高度的劳动生产率。

譬如，假设一个普通矿井，开采的煤层是“北波雷沙也夫”水力采煤矿井所采的煤层，用康拜因采煤，电机車运输，則全員生产率，不包括洗煤在內，每月为45吨；而水力采煤矿井，包括洗煤在內，則为72吨。同时，水力采煤矿井每吨煤的成本要低39%。

水力采煤方法正处在工业上广泛运用的阶段，各种矿山地質賦存条件的煤层都在采用。因此，个别采煤工艺过

程的結構決定，在原則上可能多種多樣。譬如，蘇聯頓巴斯第一個試驗性的水力采煤礦井就是按其它方式開采急傾斜硬煤層的。這種方式是：煤和水與煤泥提至地面是分開進行的。在這個水力采煤礦井里，煤水漿順主要平巷的金屬溜槽，由掌子面自流到井底車場的脫水用振動槽子，其底為細縫篩面。水同 0.5 公厘以下的煤泥經過細縫篩流進煤水坑，再由三台串聯的泥漿泵抽送到地面沉淀池。泥漿泵安裝在專門洞室中，洞室彼此間上下相距為 30 公尺。後來，又用一台離心式水泵代替三台泥漿泵的分段抽送。振動槽上的大塊煤系倒入煤倉，用箕斗送至地面。地面沉淀池中的煤泥用刮板刮出，澄清之水流到高壓水泵的水坑，再由水泵順壓力管路將水送入井下供給掌子面水槍開采之用。

如果需要盡量保持長焰煤有大塊度，最好採用大於 50 公厘的塊煤和小於 50 公厘的煤與水分別提升地面的方式。

在各個不同的情況下，水力采煤整個工藝系統的選擇，應根據相應的技術經濟計算確定之。

各種水力采煤系統最普遍最有代表性的是：水的閉合式循環，水槍落煤，由掌子面到主要平巷或者井底車場的無壓水力運輸，全部或部分水力提升，地面沉淀池廢水的澄清，高壓水泵房布置在地面和煤水及煤泥漿的洗選等。

五、水力采煤

水力落煤的过程，是用强力水流破坏煤层。

水枪射出的水流应具备足够的速度，以便破坏煤体。射速决定于水枪内的水压，也就是决定于扬程。水枪应具备这样的射速，使射水的冲击力足以在煤体上冲出裂纹，并且使射水进入裂纹将煤体破坏。因此，裂纹很多的煤体，非常容易破坏。井下水力采煤的扬程应为36—40个大气压。在这种扬程下的射速等于80—90公尺/秒。如果是致密粘性煤，水枪的生产能力可达10至15吨/小时，如果是裂纹多、理解发达的煤层，则水枪的生产能力可达26—30吨/小时。所以，掌子面上应努力创造这样的条件，使水枪射出的水流从煤体内部发生破坏作用。无解理和少解理的煤层，要人为地制造裂纹。达到这点可选择能利用矿压从掌子面压裂煤层的采煤法，或者用小药包爆破预先疏松煤层的办法。预先疏松可使落煤生产率在不增大水枪扬程的条件下得到提高。水枪喷嘴距煤壁的距离也影响水枪的生产率。“北波雷沙也夫”矿井的工作经验证明，使用36个大气压的水，当喷嘴距煤壁3—4公尺时，射水的破坏力最大。

采煤顺序的选择，应当是既保证高度的生产率，又要保证材料的最低消耗，同时遵守井下安全的劳动条件。

井下采煤开始之前，必须做好准备工作。

现以“北波雷沙也夫”矿井为例，研究一下水力采煤