

煤矿科学技术论文选

水力采煤

(三)

煤炭工业出版社編

煤炭工业出版社

煤 矿 科 学 技 术 论 文 选

水 力 采 煤

(三)

煤炭工业出版社編

煤 炭 工 业 出 版 社

946

煤矿科学技术论文选

水力采煤

(三)

煤炭工业出版社编

*

煤炭工业出版社出版(社址:北京东长安街煤炭工业部)
北京市书刊出版业营业许可证出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

开本 850×1168 公厘 $\frac{1}{32}$ 印张 3 字数67,000

1958年9月北京第1版 1958年9月北京第1次印刷

统一书号: 15035·654 印数: 0,001--7,000册 定价: 0.60 元

出版說明

为了适应煤炭工业目前大力发展水力采煤的需要，及时而迅速地介绍有关水力采煤方面的可资参考的经验，我社将陆续搜集各有关资料汇编成册，分第一辑、第二辑、第三辑等出版。

本书是水力采煤第三辑，共搜集了论文十二篇。由于就水力采煤方面各个专门问题进行研究的论文，在目前尚不够多，因此，本书是着重地介绍准备巷道的水力掘进和水采矿井的水力运输。此外，从理论上阐述了水射流破碎煤及其他矿岩的试验的主要结论。最后，还介绍了水力采煤工作面的照明问题。这些论文对从事水力采煤的工作人员都有参考价值。

目 錄

出版說明

井下水力采煤工业性应用的新阶段·····	3
用水射流破碎煤及其他矿岩試驗的主要結論·····	11
水力掘进准备巷道的經驗·····	21
奥尔忠尼啓則矿务局 4 号井准备巷道掘进的水力机械化·····	24
水力矿井支护准备巷道的輕型支架·····	28
水力运输原理·····	33
煤的水力运输·····	44
烏恩德矿煤的水力运输·····	49
平巷水力掘进用的自吸迴轉式煤水泵·····	61
关于水力給料机往有压管道輸送小块材料的試驗·····	65
全苏水力采煤科学研究院設計的水枪·····	76
矿井水力采煤工作面的照明·····	83

井下水力采煤工业性应用的新阶段

維·斯·莫契尼克

采用各种高效率的开采方法，就能保证煤炭产量在不大量增添工人的条件下高速度地增长。在这种情况下，大力推广水力采煤有着特殊的意义。因为水力采煤是一种少工序的技术工艺过程，它完全有可能把每吨煤的成本降低到与1吨石油的成本相等。

目前，工业性应用水力采煤的主要任务之一，就是建设大批的以水力方法把煤炭运给广大用户的水力矿区。

在库兹巴斯将有很多这样的水力矿区。克麦罗沃省国民经济委员会已决定建设一批水力矿井，以供别洛夫斯基火电站用煤，同时还委托全苏水力采煤科学研究所为西西伯利亚冶金厂和尼齐琴斯基煤田设计一批水力矿井。

供煤给别洛夫斯基火电站第一个日产4000吨的水力矿井——戈拉莫琴斯基3—4号井，正在建设中。尼齐琴斯基煤田第一个日产4000吨的水力矿井已开始建设。

为别洛夫斯基火电站供煤的这批水力矿井，年产400万吨左右，并有中央选煤厂、发电站以及将煤运至发电站的水力输煤管设备，其全部建设费用约为5.5亿卢布，如建设普通矿井（甚至不带中央选煤厂）则需8.5—9亿卢布。

就劳动生产率而论，普通矿井为65—70吨（月），水力矿井则为140—180吨，而且每度电的成本也大大降低，差不多接近水电站的电力成本。为西西伯利亚冶金厂供煤的水力矿井设计还没有批准，但表1中的资料（按全苏水力采煤科学研究所

和庫茲巴斯国立煤矿設計院的設計)可以說明問題。

表 1

指 标	水力 矿 井	普 遍 矿 井
	北巴依塔耶夫斯基	北巴依塔耶夫斯基
矿井年生产能力(千吨)	3900	2400
开拓工程量(立方公尺)	160000	288000
工业建筑物和选煤厂的工程量(立方公尺)	339640	272193
建設总預算費用(百万卢布)	598	752
吨煤投資(卢布)	153	314
生产工人的劳动效率(吨)	140	49
每吨煤的成本(卢布)	30	63
每个职工的居住面积(平方公尺)	9.5	7
每个职工的文化娱乐建筑物的体积(立方公尺)	17	8.4

全苏水力采煤科学研究院根据在經濟上合算的条件下把煤从矿井送到用戶的原則所进行的計算証明:

(a)在 70—90 公里的距离内, 水力运输永远比铁路运输合算, 甚至在煤漿浓度 $\frac{T}{\text{JK}} = \frac{1}{3}$ 的情况下, 而且在 20 公里的距离内采用水力运输, 几乎比铁路运输便宜三分之二。

(b)在煤漿浓度很大 $\left(\frac{T}{\text{JK}} = \frac{1}{1} \text{ 或 } \frac{1}{1.6}\right)$ 的情况下, 在 250 公里的距离内采用水力运输, 仍是有利的(巴尔巴昌教授的意見)。

(B)如运输距离达几百公里时, 水力运输就比德涅伯罗彼得罗夫斯克矿业学院所提出的車輛运输方法合算。

由于水力采煤和水力运输是单一的生产过程, 即使采用能力不大的小型设备, 亦能显著提高劳动生产率, 降低吨煤成本, 如第一批水力采区和北波雷薩耶夫水力矿井就是例証。

目前, 日产 1000 吨的北波雷薩耶夫水力矿井的月劳动生产

率为76—80吨，每吨煤的成本为36—38卢布。而日产4000吨的北波雷薩耶夫2号普通矿井的劳动生产率则为50—60吨，每吨煤的成本为54—56卢布。

这仅仅是在尚未充分利用单一流水生产过程的潜力的情况下所作出的比较，因为在这个水力矿井中，现在所使用的机械设备能力都不大。

庫茲巴斯国立煤矿设计院所设计的采用现代化大型设备的年产300万吨的新型水力矿井，其设计基建费用只有2.4亿卢布（同样的普通矿井为5.5—6亿卢布，露天矿为3.5—4亿卢布）。这个设计证明，其月劳动生产率可达290吨，而普通矿井在同样的条件下仅为75吨。

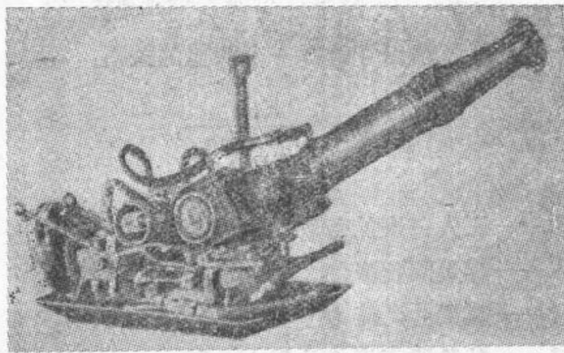


图1 ГМН-1型水枪

目前，苏联已拥有必要的科学研究机构和制造工厂，以便迅速地改进各种设备。现有的水枪能力只有40—50大气压，而且是人工操纵的。苏联正在为薄煤层和厚煤层创造100大气压的半自动化水力控制的水枪（图1）。实验和理论研究的結果证明，80—90大气压完全可以保证必要的生产能力。

从图2中可以看出在各种矿山地质条件下，采区工人的劳

动生产率与水枪能力的关系。

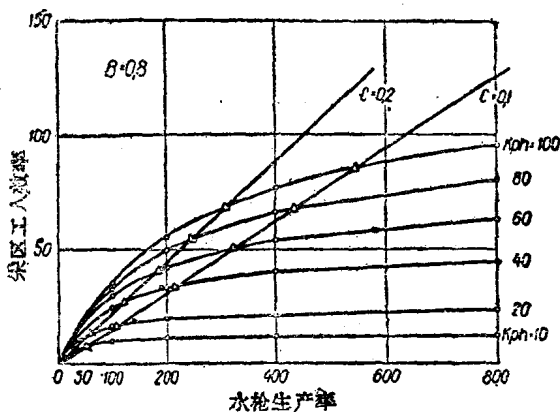


图2 劳动生产率与水枪能力的关系曲线

图中的曲线反映出了这样一个明显的关系：

$$\Pi = \frac{Kph}{B + \frac{Kph}{M}}$$

- 式中 Π ——工人每班的劳动生产率（吨）；
 K ——煤炭回收率；
 p ——煤层生产能力（吨/平方公尺）；
 h ——分阶段高度（公尺）；
 B ——各辅助工序的劳动量（吨/班）；
 M ——水枪能力（吨/班）。

从图中显然可以看出， Π 的增长速度随 M 的增大而减小，最后达到实际所需的最小程度，这就是说，如果 M 再继续增大时，就不合理了。

在这种情况下，其基本关系具有这样一个特性，从坐标起点所引出的两条直线都经过每条曲线，其交点的 Π 值是以等速

增加的，即对每条直线所经过的各点，都保持着这样一个关系：

$$\frac{d\Pi}{dM} = \text{常数}.$$

图2中所引出的各直线的条件是

$$\frac{d\Pi}{dM} = 20\% (C=0.2) \text{ 和 } 10\% (C=0.1).$$

在坚硬煤层中，特别是在开掘准备巷道时，最有效的是采用水力掘进机在工作面大块落煤，并用水力运煤。

第一台水力掘进机已在北波雷萨耶夫水力矿井使用，这就是列宁奖金获得者古明尼克同志所设计的 ПКТ-4 型水力掘进机（图3）。这种康拜因在掘进 1.8 公尺宽的小巷时，每小时能掘进 30 公尺，出 70—80 吨煤。

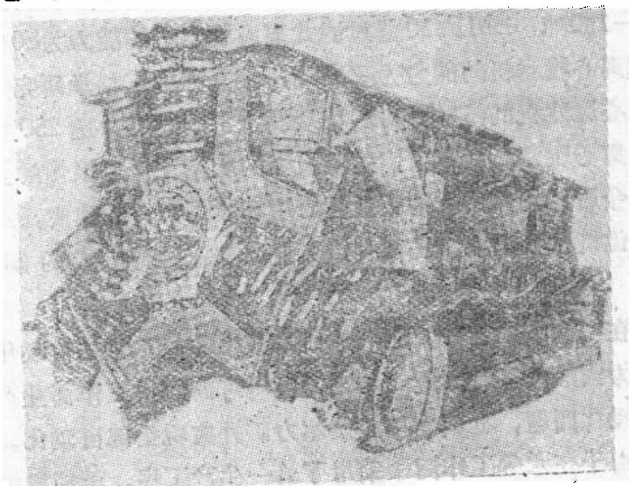


图3 ПКТ-4型康拜因

此外，还有几种水力掘进机正在试验中。如果从前只是从理论上得出在单一工序生产过程的条件下，无论是短工作面或

窄工作面，甚至是长工作面，其采煤和运输效果都是一样的，那末，在今天，我们就已经有了证实这个论点的实际机械了。

以前所用的 6HYB 和 5IIIHB 型煤水泵的能力每小时为 300—550 立方公尺，新制造的 10YBT 型煤水泵，每小时能力达 1000 立方公尺，扬程为 250 公尺。

在采用水力掘进机的条件下，如果供给水枪以较高的压力水，就能用 10YBT 型煤水泵运出，比 5IIIHB 型煤水泵多 4—5 倍的煤。10YBT 型煤水泵操作简单，不需很多工人。

目前所用的脱水设备，是水力采煤中最薄弱的环节，这大大阻碍了水力开采的发展。YB-1 型离心脱水机每小时的实际能力只有 30—35 吨，YIIIM-1 型离心脱水机为 20 吨，这远远不能满足要求。目前所设计和制造的 YIIIM-3 型离心脱水机的样品的能力每小时达 70—80 吨，H0TIII-1800 型离心脱水机的能力为 120—150 吨，BIIIH-10 型过滤式离心脱水机的能力为 80 吨，振动式离心脱水机的能力为 120 吨，按全苏选煤科学研究所的新型离心脱水机的试验资料，可以制造每小时能力达 250 吨的过滤式离心脱水机。不过，这种机械的制造工作是很慢的。

今后，水力采煤的工业性应用和水力矿井的建设，必须以现代化机械为基础。机械制造业应加速这种机械的制造过程。

在一切新矿井中，应考虑使水泵站和煤水泵站自动化，采用电力或液压控制。近几年来，已有可能解决工作面生产过程的自动化问题，也就有可能使水力矿井实现全部自动化。

由于在水采工作面中采用了单一生产工序，就使机械的调整大为简化，在工作面生产过程的管理方面，完全可以用信号装置来掌握机械的运行方向；煤层厚度和倾角的变化以及煤炭和帮岩硬度的变化，在使用现代化自动计算和自动调整机械的

装置的情况下，完全有可能实现无人矿井。

在初期，可采用目前正在研究和设计的主要工作部分远距离控制和自动调整的各种机械，如开采薄煤层时，可采用自动化水力掘进机，这种机械在巷道内进行操纵（后退或回采房洞）。在古明尼克指导下所创造的远距离操纵的水力掘进机，完全可能自动化。首先是机器本身的操纵自动化，然后实现整个生产过程自动化。使用这种机械的最大效果，是能使回采工作、掘进工作、井内的准备和开拓工作联合成为一个统一的过程。也就是说，在这些过程之间没有什么区别，在同一条巷道内进行各种形式的采矿工作。这就有可能在窄工作面中采用单一生产过程的采煤和运输方法。特别是配合露天开采最为有利（图4）。

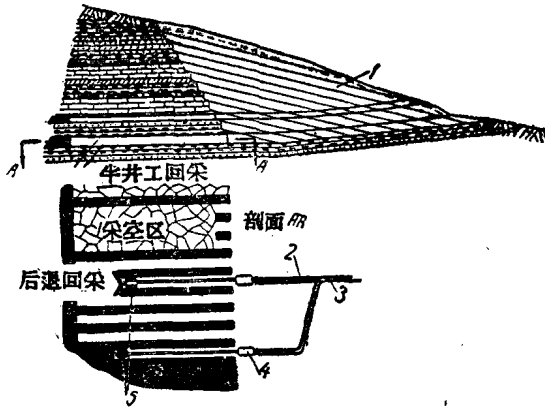


图4 半井工水力开采示意图

1—露天采空区； 2—水管； 3—煤浆管； 4—机缸控制装置；
5—水力采煤机组。

从图中看出，第一个阶段是用露天开采，以后便采用单一工序的水力方法开采。即用水枪和水力采煤掘进机沿倾斜开采

煤洞，用煤水泵运输煤浆。在大多数情况下，必须事先用机械钻孔以聚集煤浆和井下水。

设计研究证明，这种开采方法的劳动生产率（不考虑选煤厂），每工达70—100吨，即比目前所用的井工开采法高30—40倍，比露天开采高5—10倍。

在初期，井田能沿倾斜开采到500—600公尺，以后采用自动调整的水力机械设备，就能开采到1000—2000公尺。

为了提高水力采煤的效率，还必须采用现代化的材料。首先是高速移动的各种采煤机械需有能承受100大气压的软管。苏联能够制造用卡普龙做的软管，但至今还没有大力组织生产。用塑料代替金属管是最为合理的。减轻管子的重量（减轻四分之三）对地下采煤工作有着头等重要的意义。但制造高压软管、塑料管和水力运输管的工作，现在还没有作很好的安排。

长距离的水力运输，需要用衬有玄武岩内衬的输送管，以后就可以采用各种新式万能胶做的再生保护层。加强了的金属管，不用修理可用15—20年左右，若采用再生保护层，就可以保证各种金属管，特别是非金属管使用到实际上所必须的任何的期限。

（丁林芳译自苏联“沉重劳动机械化”1958年第6期）

用水射流破碎煤及其他矿岩試驗的主要結論

維·伊·格龙捷夫

按照苏联前煤炭工业部技术司的意見，在列宁格勒矿业学院所开展的試驗工作，其目的是为了查明提高水射流破碎硬煤及围岩效率的各项因素。为此，必须先研究水射流结构，确定計算水射流结构的各项参数，作用距离及冲采效率。然后，再研究矿岩整体或模样的破碎过程，以及了解計算破碎效率的主要关系曲线。經对文献和宝贵資料研究后証明，需要預先对在破碎体撞击作用下，矿岩破碎的过程加以研究。即使有限一点实测的因素和資料也应加以搜集，并将这些資料綜合，根据共同特点指出假設的破碎点。所有这些问题，預先决定了試驗工作的方向。

对撞擊力和靜荷載作用下矿岩破碎过程的研究

工作的第一阶段，研究了撞击力（打击机上）或靜荷載（压力机上）作用下模样的破碎过程。模样系用庫茲巴斯若干煤层的煤，结构比較简单的岩石（粘土質頁岩、滑石頁岩、石膏、石盐等）以及人造材料（玻璃、雪花石膏、水泥等）制成的。試驗时，記錄了各种应力（加加林型压力机），进行了示波，作了頻率达每秒1500张的快速摄影，对所得照片逐张整理，并研究了模样的分裂块等。

試驗表明破碎过程如下：撞針或鑽孔器着力于模样后，材料发生緊縮現象，并形成挤压中心；然后，挤压中心变形，逐漸扩展，模样內产生裂紋，裂紋环繞挤压中心，并一直現露到

模样表面。裂紋反面的一部分挤压中心得到了从撞击力方向往旁侧变形的可能，成鍵楔状分裂开。鍵楔是在撞針或鑽孔器作用下模样破碎过程中形成的（图 1），它不是破碎的原因，而只是破碎的形状；挤压中心的变形有着重大作用，所以将假設的破碎点称为“假設的挤压中心极限变形点”。

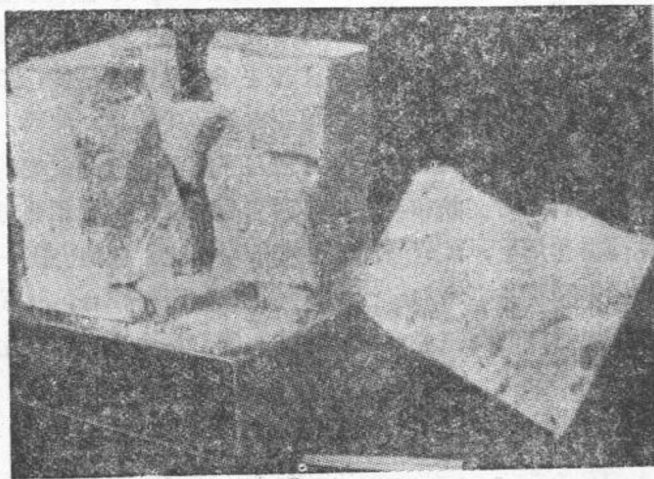


图1 模样破碎时鍵楔分裂的情况

試驗还确定：（1）模样在撞击力和靜荷載作用下，破碎情况在質上相同；（2）破碎过程具有明显的阶段（图 2）；（3）破碎过程中能量技术利用系数是一变数，它取决于能量的大小，撞击速度及模样的尺寸；（4）破碎过程的能容量是一变数，它首先取决于破碎荷載的着力特点以及对层理的作用方向，而当其他条件相同时，則取决于荷載附加的速度和撞击物的能量。

第二阶段是在庫茲巴斯矿井中，使用特制的设备进行試驗的。試驗的主要結果归納如下：（1）計算破碎撞击力容量的最重要因素是撞击力矩（由撞击力着力点至第二暴露面的距离），

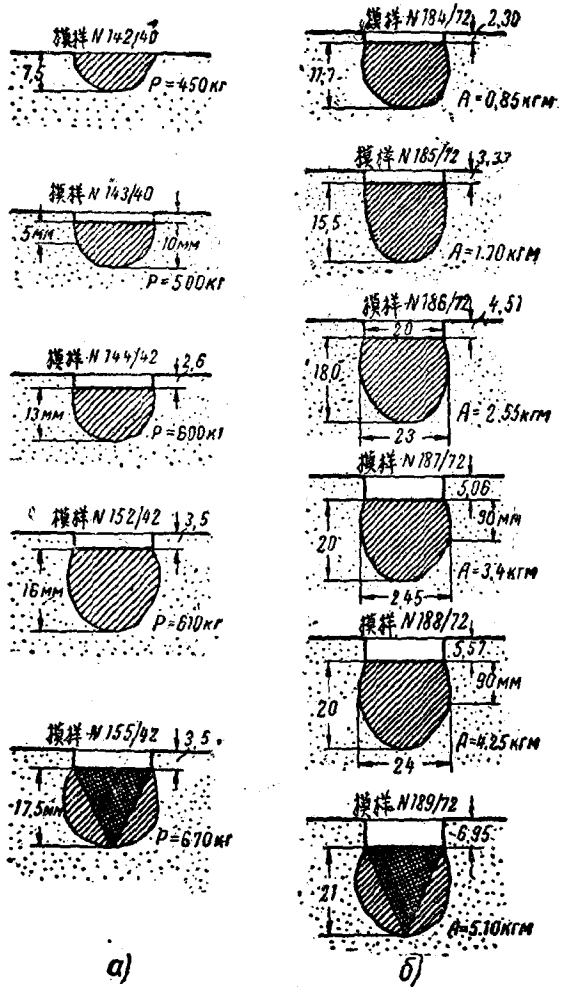


图2 挤压中心发展顺序图

- a) 静荷载作用下模样中挤压中心的发展情况;
 b) 动荷载作用下模样中挤压中心的发展情况。

該力矩取決於煤的性質及撞擊力的功值；(2)採用平面撞擊器時，撞擊破碎單位能容量較小；(3)一次撞擊和多次撞擊破碎的單位破碎功大約相同；(4)對於每一種破碎材料，視其性質不同，可求出每分鐘最適當的撞擊頻率。

對於煤和其他礦岩在撞擊力和靜荷載作用下的破碎過程試驗的結論，在研究水射流破碎情況時獲得了利用，但這一結論有其獨立的科學意義和實際意義。

高壓自由水射流結構及參數的試驗

為了獲得高壓水柱，在學院的水力機械化實驗室中安裝了一台ГВ-354型號的水泵，生產能力為100馬力/分，壓力達200大氣壓。該水泵使我們獲得了初始直徑不超過5公厘的水射流。為試驗所專門設計的設備在技術文獻中已有詳述。

持續的高壓自由水射流速度極高，不可能直接測定，所以必須運用頻閃觀測器和快速攝影。

根據頻閃觀測器試驗，我們查明了，在噴嘴附近水射流是一股密實的水流，而在約為噴嘴直徑150倍的距離處，水射流開始分散成各個單獨的水流。

經過對ΦII-2型攝影機所拍攝照片（頻率每秒50000張）的詳細研究後證明，即使在低壓條件下，水射流表面也很快即產生波浪（圖3,a）。當壓力增大，離噴嘴的距離加長時，波浪變成舌狀，其末端向後彎曲。再繼續增大壓力，水射流內部便形成氣孔，微粒分離，水射流分散成各個細流（圖3,b）。經對照片逐張研究後，可利用水射流結構的細流來計算細流流速及水射流斷面上細流的分布。從圖4曲線的對照可以看出，按多利捷利公式理論確定的（曲線1）和實際測定的（曲線2），在距噴嘴相當長的距離內的流速相互間極為近似。水射流斷面