

波兰 M.巴雷茨基 T.拉德維茨基著

高压水力运煤

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書介紹了研究和試驗給煤機的过程，論述生產能力為100噸/小時和在64大氣壓力下水力運輸塊度為0~100公厘左右原煤的工業設備製造过程。介紹餵煤裝置結構的各個細節和它的重要部件。引証了并且分析了餵煤(供能)理論，提供了選擇煤水混合物的最合理的運輸條件的方法。也考慮到給煤機水力運輸的能量問題。同時也提到了給煤機水力運輸設備的指導設計問題。剛剛在礦山中應用水力運煤的基本方向，分析了巷道布置、管路和煤水分離等各項問題。

M. Boreckidoc T. Radowicki

WYSOKOCIŚNIENIOWY HYDRAULICZNY
TRANSPORT WĘGLA

Wydawnictwo górniczo-hydrauliczne Katowice 1958

根據波蘭礦冶出版社1958年版譯

1177

高 壓 水 力 運 煤

林 國 慶 譯

*

煤炭工業出版社出版(社址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可証出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

開本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印張 3 $\frac{13}{16}$ 字數 74,000

1959年6月北京第1版 1959年6月北京第1次印刷

統一書號：15035·863 印數：0,001—4,000冊 定價：0.58元

目 录

I. 概述	3
II. 給煤过程的分析及学說	12
III. 解决給煤机結構时的試驗工作	23
IV. 原型設備在試驗过程中的工作情况	40
V. 在頓賓斯柯矿进行的原型設備的工业試驗	63
VI. 第二次設計的給煤机設備	72
VII. 选择給煤机系統水力运输的基本参数	75
VIII. GIG型給煤机水力运输的能量問題	91
IX. 在煤矿中使用高压水力运煤的基本方向	99
X. 高压水力运输的应用及运转指导	107
XI. 結束語	118

I. 概 述

目前用机械設備解决煤矿的原煤运输需要很多繁重的和在运转上不方便的工序，而且維修費也很高。煤从煤矿到选煤厂常常需要用好几种工具运输和数次装卸。許多各种各样的机器和設備被用来进行把煤从采区运到地面的工作。这种情况是在矿山考察运输原煤的劳动量增长的原因之一，尽管是在运输上已完全机械化了的矿山也是这样。

在技术方面人所共知的并已被采用了的水力运输，在长达好几公里的全部管道上不要求服务人员看管运转設備。因此也就说明了它的工作可靠性及完全自动化的可能性，而且还易于管理。对运输来说，单工序是它的基本的和有利的特点；从采区运出的煤被管道中的水流带走，直接运到洗选机的卸煤地点。对每昼夜能运出几千吨原煤的运输設備的运转来说，只需要几个固定的工作人员来管理自动装卸的設備就足够了。

在我们的矿井中有从采区到地面使用水力运输的条件。在涌水量大的矿井中，水力运输所消耗的电能是有限的，因为与矿井排水时所消耗的电量相比，它所超过的能量只是用于水力运输时煤在管道中所产生的阻力，因为水无论如何都必须从地下排出。在波兰的煤矿中大都采用水砂充填，从砂中分离出来的、需要排至地面的充填水量常常要超过水力运输煤炭时所需要的水量。建议在用水砂充填的矿中采用水力运输。在煤矿中采用水力运输时预料可

获得以下經濟效果：

1. 由于在管路上取消了一切工作設備的結果，扩大了运输的可靠性。
2. 减少了服务于运输設備的工作人員。
3. 减少了运输能量的消耗。
4. 消灭了架綫式运输时所易引起的触电危险及其它运输和提升时的不幸事故。
5. 消灭了运输巷道发生火灾的可能性。
6. 在生产矿井中不扩大掘进石門、豎井、提升設備和地面运输設備能提高运输能力。

由于这些原因采矿研究总院从事研究解决这一問題。

最合理的解决办法是将工作面的管道与洗选机直接連接起来，以便在运输道上沒有任何机械設備。然而各采煤工作面十分分散，和采煤工作面随回采工作的推进而轉移給水造成了巨大困难。因此在实际工作中将水力运输分为：活动性最大的采区水力运输和主要水力运输，即固定水力运输是完全必要的。

采区水力运输(用溜槽)要求一定的地質条件，如具有适当的傾角、均匀的埋藏条件、坚固的底板等等。在波兰煤矿中使用采区水运也同样地受到限制。深井的水力提升及主要水力运输迄今尚未被采用。

水力运输时，要求将煤块破碎到小于运输管直径的二分之一，实际上即要求块度在100~120公厘之間。对于炼焦煤來說，块度的大小没有什么关系，因为所有的焦煤以后也都需要破碎到0~10公厘大小的块度，而对于动力用

煤，則因为大塊度煤的市場价格較高，因而長時間在水運上造成了困难。最近大塊度品位煤已逐漸地为石油所代替，煤末已成为主要的动力燃料。鐵路交通事業曾是大塊度品位煤的主要消費者，但目前蒸汽機車已逐漸为电机車或柴油機車所代替。在西方家庭中利用石油或热电厂的热源加热，而船舶的煤仓也同样被油仓所代替。因此大塊度品种煤已經不再是重大問題了，水力運輸時所能达到的0~120公厘左右的动力煤塊度已經完全可以滿足需求了。在必須使用大塊动力煤的特殊情況下，也可以在井下挑選大于120公厘的塊度用矿車運輸，而其余的煤則用水力運輸。这样并不致造成大的矿車運輸負擔，因为在波兰塊度在120公厘以上的煤炭需要量不超过总产量的20%。

根据以上論断，借助于水力運輸解决主要的運輸問題已愈益引人注意，尤其是这种方法几乎可以在每一个煤矿中使用。無疑的，給运煤管路餵煤的設備是很昂貴的和复杂的，然而所有的这些設備都集中在一个地点，因而易于管理和使用，而在管路上的管子都并不要求任何看管。

解决压力水運輸的这一問題有二个不同的方案，即：
a. 使用煤水泵，b. 使用高压泵和給煤机。我們研究这二个不同的方案。

1. 水泵水力運輸

工作原理如图1所示。被水力所冲刷的煤和水一齐順溜槽流向破碎机，然后进入煤水仓，再从这里用煤水泵将煤吸出并压入運輸管道。在地面上，煤在脫水篩上与水分

离，水澄清后再循环使用。煤水泵是设备的最重要部分，所有的煤和水都通过它被提升到地面。广泛被采用的是离心式水泵，它的轮叶适合于块煤和水的混物流动。这种泵的轮叶是几个具有大流动断面槽的宽轮叶。因此煤水泵的生产能力通常都很高而效率则很低。单级煤水泵的扬程通常不超过120公尺。苏联生产了一种生产能力为900立方公尺/小时，扬程250公尺的两级煤水泵原型。这是一种生产能力巨大的煤水泵，因此通常都安装在井底车场。它能提升整个水平的煤炭。

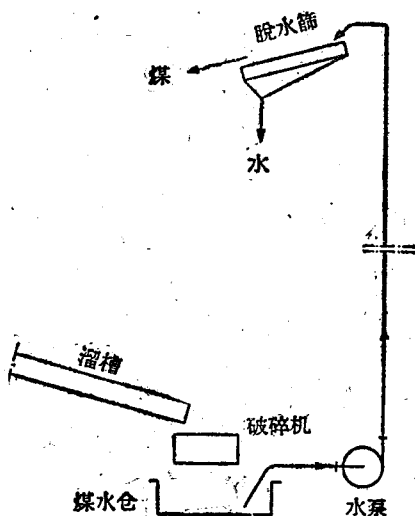


图 1 煤水泵运输示意图

美国用工作压力为70个大气压的，特殊结构的往复式水泵远距离运输煤泥。活门和活塞的密封适于抽出1:1比

例的、很稠的煤泥。該設備已工作了近一年，運輸煤泥的距離在 170 公里以上。

在波蘭，采礦研究總院生產了一種國內設計的單級煤水泵，其揚程為 70 公尺，生產能力為 6 立方公尺/分，並已在“揚下山”投入了生產，也為“姐奴達”和“也熱”二下山生產了共同運轉的煤水泵設備。“揚下山”的煤水泵已工作了好幾年，它從 50 公尺的深度提升塊度為 0~30 公厘的煤炭，生產能力在 50 噸/小時左右，並直接裝入車箱。國內生產的回收煤水泵在“威爾沙”礦也已工作了好幾個月，它從 110 公尺的深度提升粒度為 0~5 公厘左右的煤泥，但煤水比超過 6:1。在波蘭的煤礦中不能用煤水泵的設備來解決水力運煤的問題，因為現在礦井的平均深度已超過了 400 公尺。

2. 給煤機運輸

給煤機運輸的動作原理如圖 2 所示。皮帶運輸機將煤運到破石機（與煤水泵運輸相反，這裡表示的煤炭系由機械回采的），然後運到煤倉，借助於定量設備煤炭被等速水流帶到供能設備（給煤機），然後再將煤炭餵入提升水管。因此給煤機與煤水泵的實際差別在於：給煤機系統的水泵只從水倉抽水，並將其壓入管道，而煤炭則不經過水泵，直接被給入提升管道。眾所周知，離心式水泵的工作壓力可以被生產為大於 100 大氣壓，而它的生產率卻低於 2 立方公尺/分，也就是說與離心式煤水泵相反；水泵的生產率及其設備的生產率不依壓頭及所運煤塊的大小而定。被運塊度的最大尺寸只依管道直徑而定，因為正如經驗表明煤

块的尺寸不应大于管道直径。在特殊情况下，为了避免破碎大于100—120公厘的煤，可以把它们分选出来用机械工具运输。在給煤机设备中的工作压力甚至可以超过100大气压，因为它仅受制造水泵的材料的应力强度而定。

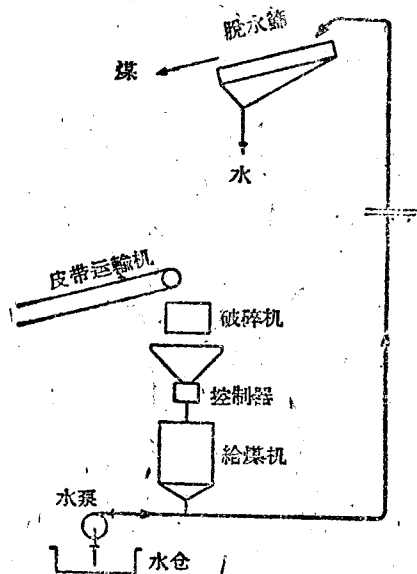


图2 給煤机水运示意图

对于波兰的矿井来说，一般的平均深度都超过400公尺，当保持这一方法的所有有利条件时，給煤机可以解决水力运输原煤的问题。目前波兰所生产的工作压力达64大气压的离心式水泵可以达到400~500公尺的扬程。这些泵的功率都相当大。可以为深度更大的矿井或者运输距离更大的矿井（如从西隆斯克到諾瓦胡达）生产压头更大的水泵。

所討論到的問題，許多年來在許多國家中都對這樣運輸岩石和煤的設備進行了工作。例如美國從1939年以來的試驗，這個試驗的延續時間超過了十年以上，最後在柯倫替(Calumet)建設了鉍礦的倉式豎井提升設備。這種設備如圖3所示，係由二個壓力倉和安裝在它上部的攪拌漏斗組成的一個整體，但中間用閘隔開。鉍礦石傾入漏斗後落入其底部並排出同體積的水。關閉了上下壓力倉之間的閘門以後，在容有礦石的漏斗與上壓力倉之間的閘門就被打開了，這時礦石按量落入上壓力倉的底部的水中。上面的閘門關閉以後，上下壓力倉之間的閘門被打開了，礦石落入下壓力倉的底部的水中。下壓力倉是用縱孔與直管相聯的，水在管中流動。進入管路的礦石被水流運向巷道的出口方向。從漏斗中溢出的水又重新被水泵

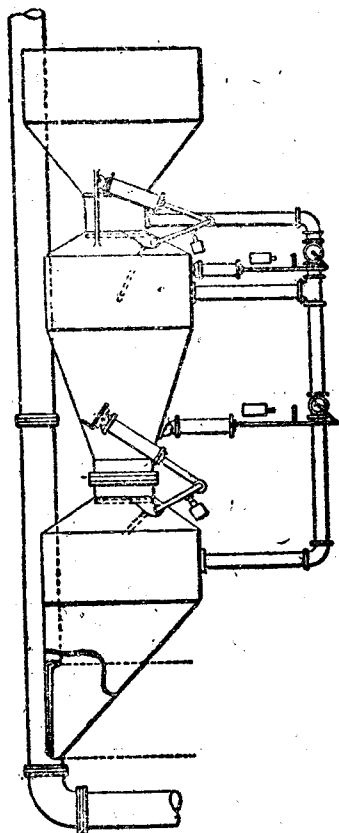


圖3 美國倉式給煤機

压入进水管。起初这种设备是用尺寸不大的模型进行试验的，经过多次试验后，生产了生产能力为120吨/小时的，从109公尺深处提升矿石的设备。由上述看来，矿石落入水中后需要通过顺序开启的闸门。问题很易理解，因为矿石的比重相当大，下沉容易，而煤在水中的下沉则很缓慢，尤其是被空气泡所托起的微小颗粒下沉更慢。在所阐述的设备中，运输是间断地进行的，因为矿石上压力仓的闸门进入下压力仓的时候，下压力仓中可能已经没有上一批的矿石。此外，矿石进入运输管路时也是不均匀的，因为那里没有调节矿石量的设备。活门和闸门是借伺服机（操纵活塞——译者注）来开动的。在图中可以清楚地看到继电器。

1952~1954年间在英国设计了给煤机，后来用模型试验了螺杆喂煤装置（图4）。他们基本上还是采用了美国的解决方法，关于这个已在上面谈过了，即二个加料漏斗和两个顺序工作的上压力仓（交替地工作），以保证煤能均匀地进入管道。因为有一个经常处于受压状态的下仓斗，所以运输水是连续的，没有任何间断。用螺杆装置来调节煤量，使煤向水流方向移动。用球扇形阀来作为启闭元件，它旋转90°以后嵌入自己的阀座。这样的装置能保证阀门在煤水混合物中工作时的密封性。已经在实际试验中证实，因为只有当煤从上一煤仓进入下一煤仓以后阀门才能关闭，所以设备的生产能力取决于煤炭在水中的下沉速度。此法必须要用筛分了的煤（过小的在水中不下沉）和难获得关闭的密封性，所以在技术上没有被采用。

波兰采矿研究总院在1954年的下半年度就开始了较深

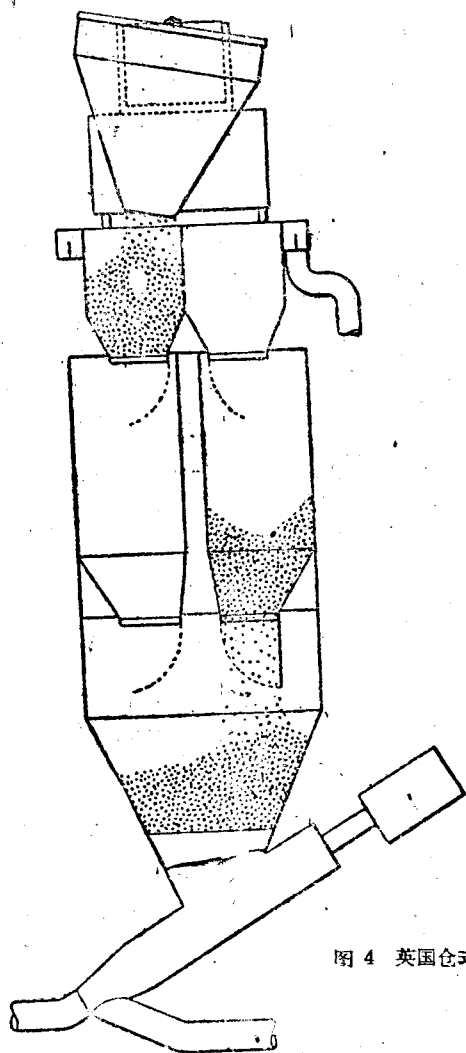


图 4 英国仓式给煤机

矿井水力提升仓式給煤机的研究。由于多年来研究和試驗的結果，在1957年底制造了第一台原型給煤机，并已在頓宾斯柯(Dębińsko)矿开始运转，平均生产能力为100吨/小时左右；用压力为64大气压，流量为4立方公尺/分的OW 200型水泵供水。联合机组安装在距井筒5000公尺的310水平。在七个月的工作时间里，每日約工作三小时左右，平均运出量为300吨/日。在准备了相应的回采工作面以后，預計明年年底將可以每日运出1200吨左右。

我們将在下面的一章中討論所进行过的試驗和研究，工业原型的結構及其到目前为止所运转的結果，以及今后在采矿工业中使用高压水力运输的問題，和給煤机結構的发展問題。同时也将介紹給煤机設備的設計，选择参数的作图方法和有关給煤机系統的压力能量方面的理論分析。

在我們的論文概述中希望能夠說明这一点，即能在比較短的时间內解决上述困难問題，曾得到采矿动力部部长工程师Fr. 伐涅尔卡(Wanionka)的大力帮助及合作。

II. 給煤过程的分析及学說

研究高压下的仓式給煤机水力运煤时，要求对解决高压下将煤餵到管路去的方法进行研究和实验。因此从运转条件及矿山条件出发作出以下假定：

- a. 运输时不篩分煤炭的微粒。
- b. 所运原煤中有可能掺杂矸石。
- c. 为了在运输管路中尽可能地使混合物具有同样的浓

度，应均匀地向管道喂煤。

d. 在水泵——给煤机——混合物的系统中，运输的水流连续（不间断地）地流动。

e. 从整个采区运装原煤，即给煤机的生产能力在 100 吨/小时左右。

f. 设备运转可靠和一切操作全部自动化。

g. 波兰所制造的能产生 64 大气压工作压力的离心式水泵，可以满足波兰大部分矿井的运转需要。

研究是根据理论分析及给管路喂煤时，在给煤机中所产生的流体动力现象的分析来进行的。对三种给煤机进行了研究。

根据研究的结果，制订了最合理的给煤系统和给煤原型设备（给煤机）的设计指导。

1. 管道装煤过程的分析

将被运货物从无压空间送入混合物管路中受压力控制的空間的过程，是任何类型给煤机的基本工作过程。应当尽可能很好的将固体喂入超大气压所控制的管路中去。其中是浸透原理（吸管）。由于在喷嘴中压力能变为动能，所以我们在导入固体的地方获得了低于大气的压力。由于损失了很多的动能，所以在扩散器中获得了部分压力能。另一解决方法是装在圆柱形外壳中的螺杆给煤器将煤炭喂入压力管。这种给煤器曾被利用在将微颗粒物送入 5 ~ 6 大气压的管道中去的压气运输（符烈尔泵）。

顺序螺旋给煤方法，在技术上是最简单的。在能量利

用上也是最合理的。在水力运输上被最广泛的采用，而大多数设备也都根据这一原理来进行设计。我们根据上述美国给煤机来研究它的动作原理。储矿仓C(图5)经常处在受运输管内压力 p 控制的情况下；如果当打开活门 Z_2 时，活

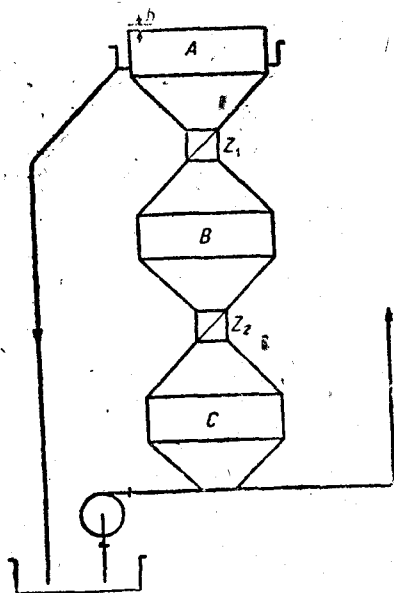


图5 仓式给煤机示意图

门 Z_1 是关闭的，那么这时储矿仓B则处在压力 p 的情况下。或者当关闭 Z_2 活门，而打开 Z_1 活门时，则B仓处于外压力 p_b （即大气压）下。漏斗A是被水所充满了的，当水量过大时则溢出漏斗A的边而流入水池。我们设活门 Z_1 和 Z_2 的关闭是最严密的。如果我们顺序打开活门 Z_1 和 Z_2 ，并且同时关闭活门之一，

那末在ABC体系中

什么也不会发生。在漏斗A中的水也将不会增多或减少。如果将重量为 G 及容重 $\gamma_c > \gamma_H$ 的固体加入漏斗A中时，那么它们将沉入被水充满了的漏斗中。被下沉物体所排出的水的体积为：

$$V = \frac{G}{\gamma_c}$$

因此，漏斗中水面上升 h ， V 体积的水溢出漏斗并流入水池。浸入水中的固体 G 沉入漏斗底部，而在打开了活門 Z_1 之后（这时 Z_2 是关闭的），便落入 B 仓的底部。当关闭了 Z_1 及打开了 Z_2 之后，物体 G 便落入 C 仓中。在运输管路中流动的水流把它们从这里运走。从上述过程看来，为了使所讨论的给煤机能够运转，就必须适合以下二个条件：

1. 应当在加入固体的同时，排出同体积的水。
2. 所加入的固体的容重 γ_c ，必须大于运输液体的容重，在水运的情况下：

$$\gamma_c > \gamma_w.$$

我们再研究根据这一原理动作的其它给煤机。

a. 叶片式给煤机

由图 6 可以清楚地看出它的动作原理。在外壳 O 的内部是密闭的叶片 W ，它只能向一个方向旋转。叶片之间的水是从下部带上来的，然后，随着叶片的继续旋转又重新回到压力水管。如果我们从给煤机的上部倾入固体，那末它们将沉入叶片之间的空间，从溢水口 P 排出同体积的水。当然在这一情况下，条件 1 和 2 仍旧应当保持。

b. 往复式给煤机

动作原理可以从图 7 上清楚地看到。在带加料漏斗 L 的筒形外壳 K 的内部装有带排料孔的滑杆 S 。当滑杆的孔在右侧时，则位于水管 R 的下方。那末这时它被水充满。滑杆向左移动以后，带水的孔眼恰好在加料漏斗的下方。如果我们将固体加入漏斗，那末它们将浸于充满孔眼的水中，