

水力采煤

讲义初稿

北京矿业学院采煤方法教研组编

煤炭工业出版社

U224.87

B467

~~252-11~~
~~656-11~~
H

水 力 采 煤

講 義 初 稿

北京矿业学院采煤方法教研組編

煤 炭 工 业 出 版 社

945

水 力 采 煤

講 義 初 稿

北京矿业学院采煤方法教研组編

*

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出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

開本550×1168公厘 $\frac{1}{32}$ 印張4 $\frac{13}{16}$ 插頁5 字數68 000

1958年9月北京第1版 1958年9月北京第1次印刷

紙一書号: 15035 653 印數: 00,001-10,000册 定价: 0.87元

序

八大二次會議以後，在多快好省地建設社會主義總路綫的光輝照耀下，全國出現了空前的大躍進的局面。在煤炭工業方面，提出了以水力采煤為中心，大力推廣和發展水力采煤，高速度地發展煤炭工業。廣大煤礦職工立即用發展水力采煤的實際行動，響應這一號召。在全國各地，很快地就出現了許多水力采煤礦井和水力采煤區。

教學工作必須結合實際生產的需要。面對着當前煤炭工業的發展情況，顯然必須立即改編舊有教材，大量增加水力采煤部分的内容。為了適應這一需要，我們着手試編了這本教材。編寫時原擬僅供本院內部作為講義之用，明後年再組織力量重新審編，後因與煤炭工業出版社聯繫，考慮到也許可供各校編寫教材時參考，同時還將會得到廣大讀者的指正，有助於明年的修改工作，因而予以出版。

編寫教材時，在內容上力求結合我國情況和尽可能綜合介紹蘇聯現有水力采煤生產經驗，但因參加編寫的同志缺乏應有的水力采煤生產知識和根本沒有編寫教材的經驗；另一方面，也由於我國水力采煤發展極快，情況一日一變，所得經驗來不及加以總結，因此主觀上雖力求保證質量，但實際上反映我國當前情況還很不足，內容上會有很多缺點和錯誤，敬請大家予以指正。

參加編寫工作的除我組同志外，尚有滕雲升、吳玉杰、張國維、王慶祥等同志，在此一併敬致謝意。

北京礦業學院采煤方法教研組

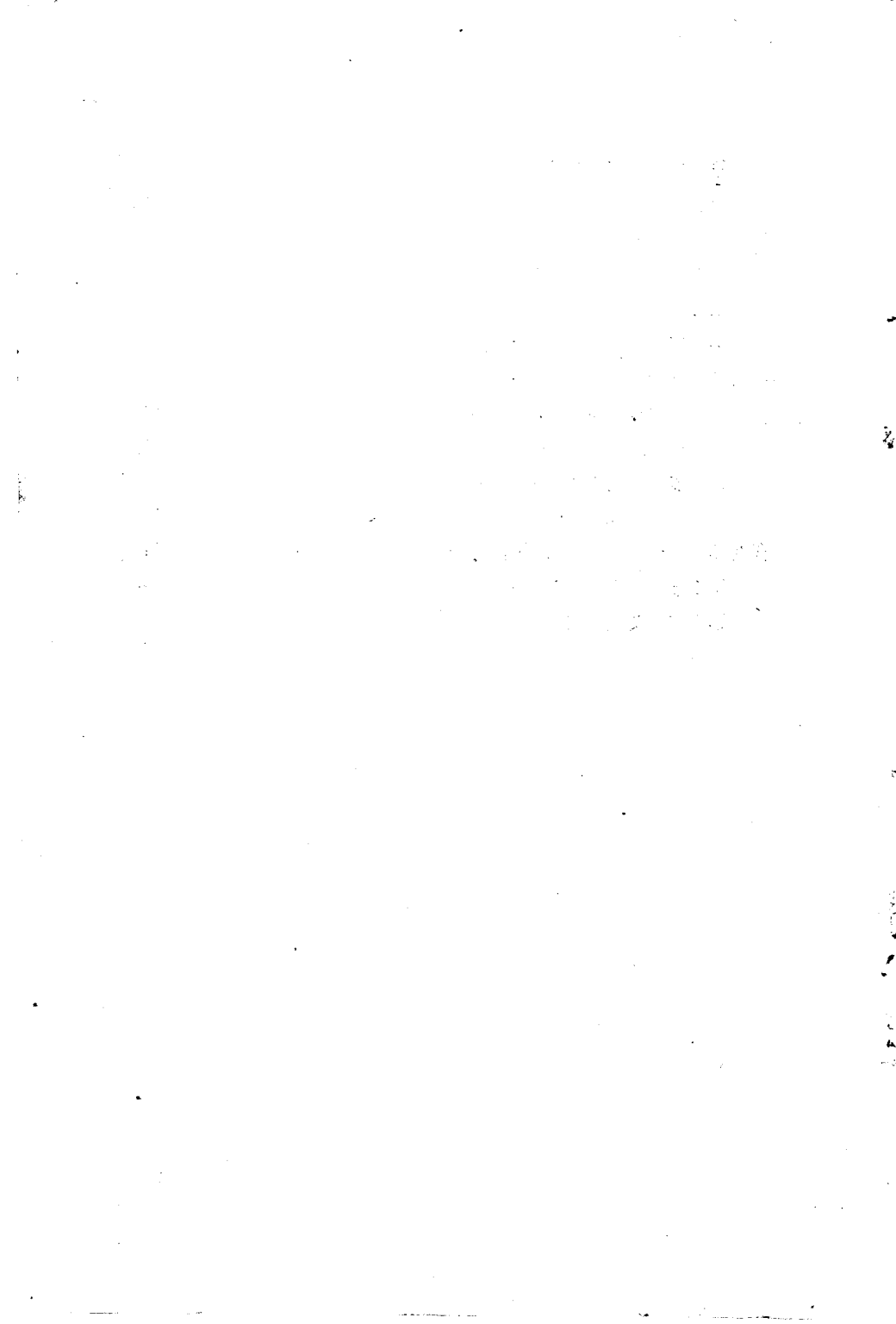
一九五八年八月三十日

目 錄

序

第一章 緒言	5
第二章 射流运动及其与矿体相互作用的簡述	10
第1节 射流的基本知識	10
第2节 射流的力学性質	12
第3节 决定水力落煤强度的主要因素	14
第三章 水力采煤矿井的开拓系統	17
第1节 水力采煤矿井开拓的特点	17
第2节 开拓方案	19
第四章 巷道的掘进	22
第1节 掘进方法	22
第2节 薄煤层的巷道掘进方法	25
第3节 厚煤层松散頂板下之掘进方法	28
第4节 两种运料設備	29
第五章 采煤方法	31
第1节 漏斗式采煤法	31
第2节 薄煤层短壁采煤法	45
第3节 短柱式采煤法	53
第4节 走向长壁采煤方法	58
第5节 急傾斜厚煤层的开采方法	71
第6节 煤体預先松动	89
第六章 高压供水	96
第1节 供水系統	96
第2节 工作压头的决定	100
第3节 长期(平均)耗水量的計算	101

第4节	高压管路的计算	103
第5节	计算实例	105
第七章	水力运输与水力提升	112
第1节	概述	112
第2节	水力运输及提升	116
第3节	井下铺设煤浆管的特点	126
第八章	脱水	128
第1节	脱水概念	128
第2节	筛子	129
第3节	煤的破碎	133
第4节	沉淀池	135
第九章	存在的问题及发展方向	146
第1节	存在的问题	146
第2节	发展方向	148



第一章 緒 言

党的八大二次會議，制定了我国建設社会主义的总路綫，指出在繼續完成經濟战綫、政治战綫和思想战綫上的社会主义革命的同时，积极地进行技术革命和文化革命。我国煤炭工业百万职工，在总路綫的光輝照耀下，破除迷信，解放思想，高举紅旗，以敢想、敢說、敢干的共产主义风格，以水力采煤为中心，大鬧技术革命，以最高速度发展水力采煤。

水力采煤是現代煤炭工业的尖端技术，发展水力采煤是我国煤炭工业中一个具有划时代意义的技术革命。

象一切事物的发展規律一样，采煤技术的发展，总是循着由簡單到复杂，再由复杂走向簡單的螺旋式前进的規律。水力机械化采煤便是利用高压水射流破碎煤体，并借助于水力进行运输和提升，使复杂的多工序、多环节的煤矿生产工艺过程，在高度机械化的基础上，統一为单一工序。这就能进一步解放工人笨重的体力劳动，提高劳动生产率，降低产品成本，并能减少和防止自然灾害，保証生产安全。苏联的經驗和我国在林西等矿所进行的工业性試驗均証明了这些优点。这些优点具体的表现在以下十个方面：

第一，水力采煤矿井的投資費用較普通机械化矿井少。水采矿井每吨煤的投資費用一般在15元以下，而在第一个五年计划期間，国营各矿建井的吨煤投資平均需32.4元，可見水力采煤吨煤投資节省了17.4元，相差一倍以上。

第二，建設快。水力采煤井巷工程量較一般矿井要少20—40%，建設工期可以縮短10—20%。

第三，劳动生产率高。根据苏联经验，比普通矿井高5倍左右，效率可达8—10吨/工，我国几个水采区初步，试验的结果效率已达到25吨/工以上，相当于一般矿井效率的3倍左右。最近焦作39号井在5公尺厚的煤层中，使用一次采全高，直接工效率曾达60吨/工，开滦林西矿最高达100吨/工。

第四，成本低。相当于一般矿井的50—60%，每吨煤约省5元左右。我国林西、高坑等矿，水采区直接成本平均1.5元。如果技术操作进一步熟练，电力供应充足，成本必将继续降低。

第五，坑木消耗少。在苏联普通机械化矿井，千吨煤消耗坑木40立方公尺，而水力采煤矿井只要14立方公尺。我国1951年每产煤千吨平均消耗24立方公尺，而水力采煤只要5立方公尺。仅为普通矿井的20—30%。

第六，既安全，又卫生。从根本上消除了瓦斯、煤尘爆炸、冒顶、运输等事故；大大减少机电事故；并且从根本上消灭了煤肺病和矽肺病。水力采煤是解决煤矿井下安全问题的最有效的措施。

第七，体力劳动最小，工人只需操纵水枪，而且完全有可能在最近实现自动化与远距离操纵。

第八，生产工序单一。生产管理简化，为提高企业管理水平和精简管理人员提供了极为有利的条件。

第九，设备品种大大减少，构造简单，坚固耐用。

第十，可以和选煤厂联合建设。如果是炼焦用煤，将水力采煤矿井和选煤厂联合建设，可以共同使用脱水、干燥、浓缩、供水等设备，节省了选煤厂的准备车间，因而节省了选煤厂的建设投资，缩短建设工期。

以上，可以清楚地看出，水力采煤是目前较全面地符合多

快好省的建設方針的一種先進采煤技術。大力發展水力采煤的結果，必使我國煤炭工業面貌一新，將對整個國民經濟發生一定的影響。同時，水力采煤的適應性很廣泛，我國大多數礦區都適用水力采煤，愈是地質條件複雜，相對的來講，水力采煤愈是有利。因此，把水力采煤確定為我國煤炭工業發展的技术方向是完全正確的。

象一切新事物一樣，水力采煤在其發展的現階段，還存在着許多人們尚未掌握或解決的問題。這就是：

1. 煤炭損失大。根據國內、外資料，煤炭損失達20—40%左右，即較一般采煤方法的煤炭損失約大10—15%。這些損失主要是在回采過程中，因此減少回采損失，是目前急待解決的一個課題。

2. 對於破碎頂板難以控制。

3. 煤粉過多。

4. 電能消耗過大，比康拜因采煤的電能消耗大2倍左右。

5. 井下濕度較大，可能影響工人健康，產生職業病——風濕性關節炎。

6. 水平煤层無法利用水力自溜運輸，給水力采煤造成困難。

7. 其他還有一系列理論上与技术上的問題如：水射流理論、煤泥處理、塊煤破碎、煤質灰分及水分大等等，目前均未獲得最滿意的解決。

但是，新事物的发展是不可抗拒的。廣大煤礦職工和工程技术人員，在黨的領導下，高舉技術革命的紅旗，這些問題必將在最短期間內獲得解決。可以肯定，水力采煤必將迅速地代替普通機械化礦井的歷史地位。

蘇聯是世界上最早使用水力采煤的國家，早在十月社會主

又革命以前，就开始利用水力来完成采煤工作中的个别工序。1911年，在頓巴斯曾利用高压水流进行水力鑽眼和切割煤层的試驗。1935年，采煤工程师B.C.穆契尼克完成了井下綜合水力采煤的第一个設計，并于1936年—1937年在烏拉尔和基泽洛夫矿区进行了水力落煤和水力运输的試驗。在1939年，根据在頓巴斯矿区奥尔忠尼启則矿务局試驗的結果，建立了第一个水力机械化試驗矿井。1940年，苏联通过了建設10个水力采煤矿井的決議；但这个決議因战争的爆发而中断了。

伟大卫国战争以后，在庫茲巴斯矿区集中地研究了水力采煤和水力矿井的建設工程。自1952年德爾岡烏克隆水力采煤矿井投入生产以来，逐年都有許多水采矿井移交生产。到1957年，庫茲巴斯已經有6个水力采煤矿井投入生产，頓巴斯也开辟了两个水力試驗采区。

苏共第二十次代表大会决定进一步推广水力采煤方法。大会預計在1960年，水力采煤的产量将达到400万吨。在第六个五年計劃中已經規定：在853万吨总能力的現有矿井和个别采区，采用水力机械化；此外，苏联还計劃在庫茲巴斯、卡拉岡达、頓巴斯和其他煤田新建22个水力机械化矿井，其設計能力約为1200余万吨。

1957年10月，苏联召开了全苏水力采煤科学技术會議，会上听取了70多个报告，其中有技术科学博士B.C.穆契尼克教授关于水力采煤工艺理論的报告。大会通过了全苏井下水力采煤會議的決議及各专门小組決議。这次大会对世界及我国水力采煤的发展都具有重大的意义。

我国水力采煤的发展历史比起苏联要更年輕，而其发展速度算更快一些。1956年9月，我国在萍乡矿务局高坑矿建立了水力采煤試驗采区。1957年6月，在开灤林西矿水力采煤区进

行了工业性試驗并获得成功。从此，它揭开了我国发展水力采煤的序幕，获得了良好的技术经济效果。茲将该矿相同煤层地质条件的各种采煤方法的经济指标比較，列于表1。

表 1

指标名称	单 位	工 作 方 法			
		打眼放炮	截 煤 机	康 拜 因	水力采煤
采区平均效率	吨/工	3.28	3.56	4.8	7.01
坑木消耗	M ³ /千吨	18	17.6	13.2	9.4
炸藥消耗	公斤/千吨	67	25.4	16.9	8.5
电力消耗	度	16	16	16	35~40
采区直接成本	元/吨	4.056	3.55	3.18	1.43

两年来，特别是1958年大跃进以来，我国水力采煤的发展速度达到了惊人的地步。例如：由本年7月到8月3日不足一个月的时间内，全国水力采煤区已經由2个增加到19个，而到8月16日为止，仅仅13天的光景，就又增加到45个，并将有4对水力采煤矿井在今年移交生产，其中开灤唐家庄和峰峰羊渠河水力采煤矿井已于8月1日和8月15日分別投入生产。甘肃窑街1号平峒150万吨大型水力采煤矿井已經动工兴建。它們标志了我国煤炭工业已一跃而跨进了世界先进科学技术的領域。可以肯定的說，我国水力采煤将是一夜春风，遍地花开，星罗棋布在祖国大地。

为了高速度地发展水力采煤，煤炭工业部于7月在开灤煤矿召开了水力采煤現場會議，总结和交流了我国水力采煤的主要經驗。这次會議用整风的方法，大爭大辯，批判了各种保守思想与唯条件論者，确定了紧紧依靠党的領導，政治挂帅，充

分地发动群众，以水力采煤为中心，大鬧技术革命的任务。

在世界其他国家，水力采煤也仅仅是20年来的事情。社会主义陣营各国，对于水力采煤均給予了应有的注意。如波兰在1954年9月成立了水力机械化研究室，到1955年即先后在4个矿井中进行了試驗，1956年已有10个矿井使用了水力采煤。

在美、英等資本主义国家，水力开采虽有較长的历史（在1852年美国就开始了用水力运输），但在水力开采方面，却还使用得不多。

第二章 射流运动及其与矿体相互作用的簡述

第1节 射流的基本知識

水力采煤与一般采煤方法的基本区别，在于其全部生产过程均借助于水力来完成，利用高压水流經水枪噴嘴而形成的高压射流作为使煤壁破碎的基本动力。

根据是否射入同态介質，射流分为淹沒射流与非淹沒射流。水枪射流系直接噴射于气态介質，属于非淹沒射流。

随着压力的改变，水枪噴嘴前的射流会发生一系列的特性变化和效果变化，因此，射流又可分为三类：低压射流、中压射流和高压射流。

每一类射流有其一定的结构。

低压射流具有相当长的表面张力連續水片。因此，这一区段水流透明，具有玻璃状的表面。这一区段射流，在表面上形成波浪，其波幅随着远离噴嘴而增大，增大到一定限度时便开始分为水滴。由于这个过程在水流中心分出一个水核，其直径随着远离噴嘴而縮小，以至于零（参看图1, a）。随后水流便以滴

流和气流相混合之形态进行运动。

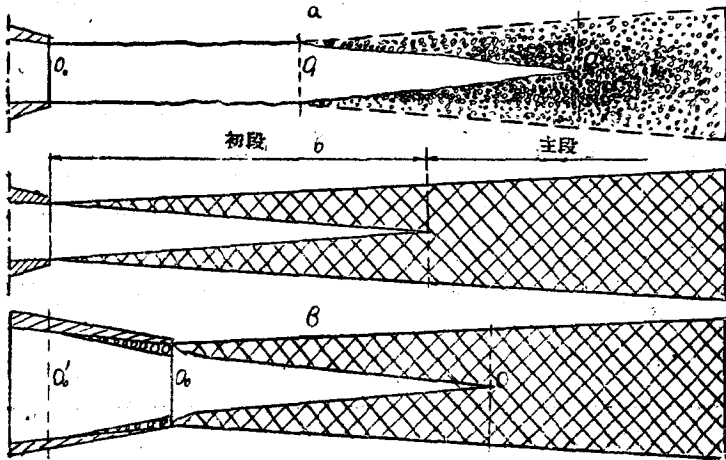


图 1 射流结构示意图

随着压力的增加，水滴分出点逐渐靠近喷嘴。在压力为50—100公尺水柱（视水枪性质和喷嘴而定）以上时，射流不再有连续透明水柱区段，而与淹流结构相同（参看图1,6）。

利用气体淹流所通用的技术名词，分别为常速核、边界层和无扰介质，在水流长度上可以分为起始段和主要段。由于介质物质与水流物质间的冲击互换，随着水流距喷嘴距离的逐渐加大，水流也逐渐扩大。涡流的作用以及水的弹性和水中溶解的或者游离的空气的存在，都是水流扩大的原因。

压力继续提高，射流速度也将增加。当射流出口速度增加到某一程度时，在靠近喷嘴出口边缘部分，边界层便由层流转变为紊流。紊流的出现是高压水流的特征。层流边界层发生破坏的速度值在很大程度上取决于喷嘴表面的质量，一般在水压超过30—50大气压时即能出现这种情况。但是在压力达到120—

150 大气压时，射流的几何形状仍然基本上保持不变。但当速度提高到接近介質之音速时，水流表面会冲破在近旁流过的气流，因而在个别区段形成接近真空的情况。这种现象有助于保持水流的射程。

由于边界层紊流运动的不断加强，出口压力虽有增加（在喷嘴直径不变的情况下），但水流的总射程并不成比例的增长，相反地增加的数值却很少。在全部水流射程中，能最有利的用作落煤的一段长度叫射流有效长度。

有效长度，基本上是喷嘴直径的函数。全苏水力采煤研究设计院测得喷嘴直径与有效长度的关系如表 2 所示：

表 2

d_n	公厘	15~17	19~22	25~27
$L_{\text{有效}}$	公尺	6~8	8~10	10~15

这个关系也可用公式表示：

$$L_{\text{有效}} \approx (400-450)d_n.$$

表 2 中所列有效长度可以适用于 150 大气压以下的水流。

喷嘴内部表面应注意其加工质量，如质量不好（具有椭圆率、粗造度、铁锈等），喷出的高压射流就会分为更细的支流，使水流有效长度大为缩短。喷嘴的形状对有效长度有所影响，目前认为出口无圆筒形部分的圆锥收敛喷嘴及出口锥角为 10° — 13° 的锥形喷嘴较好。

第 2 节 射流的力学性质

射流的力学性质由下面几个要素反映出来：

1. 初压（初速）；
2. 水流作用于器壁上的力（水力学上叫冲击力）及其随器

壁远离喷嘴而变化的规律；

3. 水流断面上动力与速度的分布及其随着与喷嘴的远离而变化的性质。

曾有人在喷嘴直径10—27公厘、工作压力小于150—180大气压的条件下，用测力计测得水流作用于平板上的力，如图2所示。

图2是在10公尺区内，开始直径为17.1公厘，水流在50、65、85及100大气压时的作用力图。

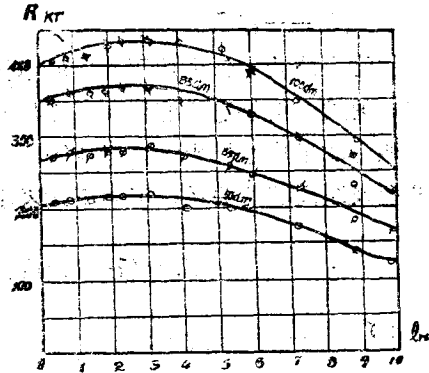


图2

其速度与动压力的分布情况如图3所示。

由图3可知，在起始段内，水流的轴向流速是一个常数，而且等于初速，然后逐渐减少。

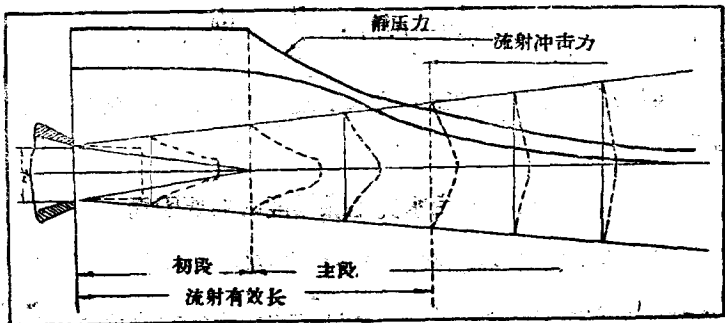


图3

其动压力的重新分布情况，系由测定全压所得资料推得

的。射速可用下列公式加以换算：

$$V = \sqrt{2gH_g},$$

式中 V ——速度；

g ——重力加速度；

H_g ——压力。

这个公式，仅适用于密实的水流，而不能确定边界层中的水滴速度，但是它（速度）可以用某种与该点量得的平均动压力相符的平均速度表示。射流经任一断面上的轴向流速与出口流速及距离间的关系，可用下式表示：

$$V_M = (7-10) \cdot V_0 \cdot \sqrt{\frac{d_0}{X}},$$

式中 V_M ——轴向流速；

V_0 ——出口流速；

X ——距离。

这一速度值应与在基本段内以下列公式求出的平均轴向动压力相符。

$$H_g = (49-100) \cdot \frac{V_0^2}{2g} \cdot \frac{d_0}{X}.$$

实际工作证明，动压力的大小直接影响了水力落煤工作的强度。

第3节 决定水力落煤强度的主要因素

高压水由位能转变为动能形成射流的过程中，假如在喷嘴的范围内转化效率很高（一般为0.94以上），则射流能力易于迅速分散，一部分被紊流边界层所带走，一部分转化为水滴毛细片表面张力的能，一部分为克服粘着力而消耗掉。因此，随