

高等學校教學用書

采煤機械化設備



# 水力采煤机械化設備

北京矿业学院矿山流体机械設備教研組  
北京煤炭工业学院矿山机械設備教研組 合編

煤炭工业出版社

## 內 容 提 要

本书是根据矿区地下开采专业“水力采煤机械化设备”教学大纲编写的。矿山水力采煤机械化设备在矿井开采中的应用，有关主要机械设备的工作原理与计算理论、构造、性能和运转使用等在书中作了详细说明。

本书可作为矿业学院矿区地下开采专业、采矿工业经济和组织专业的教材；并可作为其他专业教学参考书，也可供矿山工程技术人员参考之用。

1500

### 水力采煤机械化设备

北京矿业学院矿山流体机械设备教研组 合编  
北京煤炭工业学院矿山机械教育教研组

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  $850 \times 1168$  公厘  $\frac{1}{24}$  印张  $10\frac{5}{16}$  插页 28 字数 216,000

1960年8月北京第1版 1960年8月北京第1次印刷

统一书号：1508·1122 印数 0,001—8,000册 定价：1.75元

## 前 言

水力采煤是世界煤炭工业的一种先进技术，亦是我国煤炭工业技术的发展方向。几年来，我国水力采煤事业，在党的正确领导下，在总路线的光辉照耀下，在全国范围内已经蓬蓬勃勃发展起来，并且取得了重大成就，随着水力采煤的大力推行，矿山水力机械设备的設計、制造和研究工作，亦得到了相应的发展，目前我国已能制造装备大型綜合水采矿井的全套机械設備。

“水力采煤机械化設備”課程，是一門正在成长形成中的新的学科，1958年开始列入修訂后的教学計劃，尚无一本合适的教材。自从党提出了“教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相結合”的教育方針之后，我們积极貫徹执行了教学、科研、生产劳动三結合，深入現場參加技术革新技术革命，丰富了生产实践知識，收集了不少現場資料（55年級部分同学也收集了一些資料），才有条件来編写一本比較全面和結合我国生产实际的“水力采煤机械化設備”教材。这本教材是根据新訂的教学大綱編写的，适合于采矿专业和采矿工业經濟与組織专业用。

由于矿山水力采煤机械化設備是一門新穎的学科，編写人員业务水平有限，加之編写時間短促，資料收集不够全面，錯誤不妥之处，在所难免，希望讀者提出宝贵意見，以便今后改正。

本書的編写工作，是在北京矿业学院矿山流体机械設備教研組领导和組織下集体进行的 逐章經過教学小組討論。

精論，第一章，第二章，第三章为北京矿业学院流体机械設備教研組編写。第四和第五章为北京煤炭工业学院矿山机械設備教研組編写。

本書初稿完成后，經過煤炭工业部技术司水采小組詳細审阅，提出很多宝贵意見，特致謝意。

北京矿业学院矿山流体机械設備教研組  
北京煤炭工业学院矿山机械設備教研組

1980年1月

# 目 录

前言	1
緒論	8
第一章 水枪	19
第一节 水枪的作用和要求	19
第二节 水枪的主要构造部件	20
一、噴嘴	20
二、干管及穩流器	24
三、枪身和弯管	26
四、轉动和操縱部分	27
第三节 水枪射流理論	27
一、射流的种类	27
二、射流的性質	29
三、射流的作用压力	33
第四节 水枪的生产能力及主要部件計算	36
一、水枪生产能力的計算	36
二、水枪主要部件的計算	39
第五节 水枪的型式和构造	40
一、755型、355型和开灑-3型水枪	41
二、唐-1型水枪	44
三、260型、2A60型和3A60型水枪	45
四、上海-I型和上海-II型水枪	47
第六节 特种水枪	47
一、高压水枪	48
二、調节水枪	48
三、高頻水枪	50
四、自动水枪	51
五、軟管水枪	54

第七节 水枪的使用和維護 .....	54
一、水枪的装配和检查 .....	54
二、水枪的操作 .....	56
三、水枪的故障和維護 .....	56
四、水枪的修理 .....	56
第二章 矿井排水及高压供水 .....	57
第一节 离心式水泵的組成部分及工作原理 .....	57
第二节 离心式水泵的理論基础 .....	59
一、离心式水泵的理論压头 .....	59
二、离心式水泵的理論流量 .....	61
三、离心式水泵的理論压头特性曲綫 .....	62
四 出口角 $\beta$ 对理論压头的影響 .....	65
五、水泵的实际压头特性曲綫 .....	67
六、离心式水泵的运轉特性曲綫 .....	70
七、透平机的相似条件、比例定律和比轉数 .....	71
第三节 矿用离心式水泵的构造和型式 .....	78
一、离心式水泵的主要构造部分 .....	78
二、水泵的吸水高度和气蝕現象 .....	82
三、离心式水泵的軸向推力及其平衡方法 .....	86
四、矿用离心式水泵的型式和种类 .....	89
第四节 离心式水泵的工作性能及联合工作 .....	95
一、管路的特性曲綫 .....	95
二、水泵工作情况(工况) .....	99
三、水泵的联合工作 .....	100
四、离心式水泵的調整 .....	103
第五节 往复式水泵 .....	107
一、往复式水泵动作原理和种类 .....	107
二、往复式水泵的排水量 .....	108
三、往复式水泵的排水曲綫 .....	110
四、往复式水泵和离心式水泵的比較 .....	112
第六节 矿井排水 .....	113
一、矿井涌水量及水的性質 .....	113

二、对矿井排水设备的基本要求	113
三、主要排水系统	114
四、水泵房和水仓	116
五、管路及其敷设	119
六、水泵设备的电动机	124
七、固定排水设备的选择和计算	125
第七节 高压供水	134
一、高压供水方式	134
二、高压供水的特点	134
三、高压供水的设计计算	136
第八节 水泵设备的安装、运转和维护	139
一、离心式水泵安装	139
二、离心式水泵的运转	140
三、离心式水泵的故障和原因	143
四、水泵的维护	145
第三章 水力运输提升设备	148
第一节 水力运输提升概论	148
第二节 有压水力运输理论基础	153
一、固体颗粒在垂直流动介质中的运动	153
二、固体颗粒在水平水流中的运动	163
三、矿浆在管路内运动的压头损失	167
四、有压水力运输的煤水比和工作速度	169
第三节 煤水泵水力提升	172
一、煤水泵的特点	172
二、煤水泵的构造	173
三、煤水泵的轴向推力	178
四、煤水泵房及煤水仓	180
五、煤水泵的运转	185
六、现有煤水泵的型式和构造	191
七、煤水泵水力提升设备的选择计算	194
八、煤水泵的改进途径	197
第四节 给煤机水力提升	198



一、給煤机的分类 .....	198
二、管式給煤机 .....	199
三、仓式給煤机 .....	200
四、滾筒式給煤机 .....	213
五、迴轉式給煤机 .....	213
六、往复式給煤机 .....	215
七、給煤机系統中的水錘作用 .....	217
八、給煤机閘門及其傳动方式 .....	219
九、“U”型水力提升 .....	222
十、給煤机水力提升設備選擇計算 .....	226
第五节 其他水力提升設備 .....	228
一、气泡泵提升 .....	228
二、射水水泵 .....	232
第六节 无压水力运输 .....	235
一、无压水力运输的速度和坡度 .....	235
二、溜槽 .....	237
三、溜槽淤塞的原因 .....	240
四、无压水力运输計算 .....	241
第七节 水力运输提升系統，供水比較 .....	241
一、煤水泵水力提升系統 .....	242
二、給煤机水力提升系統 .....	246
三、气泡泵提升与煤水泵串联使用的系統 .....	250
四、各系統的比較 .....	250
第四章 煤的脫水和沉淀 .....	252
第一节 脫水沉淀在水力采煤工艺过程中的任务 .....	252
第二节 煤的脫水方法 .....	253
一、煤的含水因素及含水率 .....	253
二、煤的脫水方法 .....	254
第三节 机械脫水設備 .....	256
一、固定脫水篩 .....	256
二、运动篩 .....	259
三、离心脫水机 .....	263

四、水力旋流器 .....	267
五、环式压力脱水机 .....	273
六、立式澄清器 .....	274
第四节 热力脱水设备 .....	277
一、干燥器的热力计算 .....	277
二、蒸汽干燥器 .....	279
三、烟气干燥器 .....	282
第五节 煤的脱水系统 .....	289
一、水力采煤区的脱水系统 .....	289
二、水力化矿井的地面脱水系统 .....	292
第六节 沉淀池 .....	294
一、沉淀池的分类及工作原理 .....	294
二、平流式沉淀的计算 .....	297
三、沉淀池的清理 .....	299
第五章 矿用水能机械 .....	303
一、水轮机的分类和用途 .....	303
二、“柏利登”式水轮机的主要部件和参数计算 .....	304
三、矿用水能机械设备 .....	307
例题 .....	311
矿井排水计算例题 .....	311
高压供水计算例题 .....	317
水力运输计算例题 .....	323

# 緒 論

## 一、矿井水力机械化开采的发展概况

矿井水力机械化开采，是现代采矿技术的重大成就。水力采煤的全部生产过程，是以水力代替人工或机械进行采煤、运煤和提煤工作，因此把工序极为复杂的机械采煤过程，改为水采、水运、水提的单一过程；大大简化了生产程序，消除了很多复杂的辅助工序。它和一般机械采煤相比较，具有很大的优越性，不仅能彻底解放工人笨重的体力劳动，基本上消灭矿井的自然灾害和工人职业病，同时可以提高劳动生产率，降低生产成本，减少坑本消耗，节省建设投资，因此水力采煤是采煤工业中一种先进技术。

水力采煤，虽然已有较长的历史，但仅在最近几年中，才得到广泛的发展。苏联、波兰和捷克斯洛伐克等社会主义国家已经在工业生产上采用了水力机械化采煤，同时在水力机械设各方面亦进行了巨大的设计制造和研究工作，创造出了许多新型高效率的矿山水力机械设各。资本主义国家如英、美、法、西德、新西兰、日本等，则尚处在研究试验阶段，还未在工业生产上得到应用，仅在煤浆的水力运输方面进行了一些工作。

苏联在发展水力采煤方面取得了卓越的成就，也是在煤炭工业中第一个实现矿井综合水力机械化的国家。早在1935年，就完成了第一个综合水力采煤矿井的设计。1939年在顿巴斯建成了第一个水采、水运的试验矿井。第二次世界大战以后，苏联在水力采煤方面，获得了迅速的发展，在发展国民经济新的七年计划中，也非常重视水力采煤。为了适应水力化矿井的需

要，苏联創造設計了各种高效率的水力机械設備。在水枪方面，已制有人工操縱的 PFM-1 型、远距离水力操縱的半自动化 PДП-3<sup>к</sup> 型和 ПМДП 型水枪和专门为薄煤层設計的履帶式 УПД 型超高压水枪等。在水力掘进机方面，已制有 ДКГ-4 型煤巷水力掘进机，JMПД 型輕型水力掘进机和 МГДП 型岩巷水力掘进机等。在水力运料方面，制有 ППТ-1 型井下水力运料吊車，MPF 型单軌水力牵引車和水力機車等。輔助工作的水力机械，有 СТР-3 型和 СТР-2 型水力鑽机、BPM-5 型水力局部扇風机和 IC-60 型防爆水力照明灯等。在水力运输提升設備方面，有 5 ШДБ 型低揚程和 10 УВТХ-2 型高揚程煤水泵及自吸式煤水泵等。在脱水干燥机械方面，創制了 УДМ-3 型臥式离心脱水机，НОПД-1800 型沉淀式离心脱水机，БДП-10 型过滤式离心脱水机和 СФ 型浮选干燥机等。此外苏联在大力发展水力机械設備的基础上，准备在頓巴斯和庫茲巴斯各建設一个自动化水力矿井。

波兰和捷克在水力机械化采煤方面，亦获得了迅速的发展。波兰“捷姆宾斯科”矿 64 个大气压的高压閉門式仓斗給煤机已經投入了生产，获得成功。捷克矿山机械研究院設計的 RD-X 型旋轉式給煤机，正在进行工业試驗，同时正在試制 100 毫米大粒度、150 米揚程的煤水泵。

我国煤炭工业，在党和毛主席的正确领导下，在总路綫的光輝照耀下，万馬奔騰，一日千里地飞速发展。解放以来的十年中，煤炭产量由 3243 万吨，增产到 34780 万吨，共增长了九倍多，由世界第九位一跃而居世界第三位，这种史无前例的发展速度，不仅是旧中国不敢想象，亦是任何资本主义国家所未曾有过的也不可能有的。1956 年以来，我国煤矿在学习苏联先进經驗的基础上，开始采用了水力采煤新技术。1956 年 9 月

我国第一个水采区在萍乡高坑矿投入生产。1957年8月开滦林西矿7282水采区工业試驗成功，1958年7月煤炭工业部在唐山召开了“全国煤矿水力采煤現場會議”，总结了水力采煤的十大优点：投資少，产量高、劳动生产率高、坑木消耗少、成本低、生产安全，消除笨重劳动，选煤厂建設投資省、水害变水利、操作技术容易，并把推广水力采煤作为我国煤炭工业发展的主要技术方之一。自从这次會議以后，在全国范围内，掀起了一个推行水力采煤高潮，在这一年多内，水采区数目由两个增加到几十个，中小型水力化矿井，已經发展到十多处。水力采煤产量得到了很大增长。由于生产的飞速发展，大大推动了科学技术工作的开展，科学研究机构、設計机关、高等院校、現場技术人員和工人五結合掀起了共产主义大协作，开展了群众性的水采科学技术研究活动，集中优势兵力，面向現場，猛攻水采技术关。在党的领导下，发挥了群众的冲天干劲和无比的智慧，經過了刻苦研究和努力，基本上解决了水力采煤的四个主要生产环节——落煤、运输、提升、脱水干燥等技术关键，实现了水力采煤的正常化、系統化和合理化。

随着在水力采煤高速度发展，水力机械设备的設計和制造，也获得了巨大的发展。煤炭工业部召开了一系列現場技术經驗交流會議，在开滦召开了全国水枪和給煤机会議，在峰峰召开了全国水力采煤設計和煤水泵會議，在大同召开了全国脱水防冻會議，这些會議，不但交流了經驗，同时大大推动了水力机械设备的設計制造工作。目前我国已能制造装配大型綜合水力化矿井的全套机械設備。

在水力落煤方面，目前不但掌握了緩傾斜中厚煤层的回采技术，并已开始成功地进行薄煤层、厚煤层和特厚煤层的水力采煤試驗，积累了一定經驗。在进一步完善落煤工具和方法的

同时，还广泛地研究了预先疏松煤体“以炮助水”的方法，这对节省电耗、提高效率具有现实意义。水力落煤使用的水枪，在我国目前自行设计制造的已达十几种之多，其中有开采薄煤层使用的 355 型、中厚和厚煤层使用的 755 型、260 型开滦-3 型、唐-I 型等数种，在多数矿井中已广泛使用，尚有一批新的型式正在试制和试验中。在现有水枪的基础上，煤炭工业部已初步制订了水力采煤水枪的标准系列。为了继续提高落煤效果，目前尚在进行超高压水枪和遥控自动化水枪的设计研究工作。高压供水用的离心水泵，由于现有型式效率不高，因此正在进行高压高效率螺壳式水泵新的设计，要求效率达到 75% 以上。

在井下水力运输提升方面，目前我国采用了煤水泵和给煤机二种型式，根据当前条件，确定以煤水泵为主。

随着水力采煤的发展，煤水泵的设计制造工作亦蓬蓬勃勃发展起来，现在大型矿区的机修厂均已能自行制造煤水泵。经过较长时间考验证明，性能良好的煤水泵，有开滦型、贾汪型、峰峰型、淮南型、贾汪型和 220 型等，扬程分别为 40—400 米，流量最高为 420 立方米/时，粒度分别为 10—60 毫米。根据这些煤水泵，煤炭工业部已制订了水力提升用的 MB 型煤水泵标准系列。过去煤水泵存在的滚珠轴承经常烧毁、密封圈严重磨损等问题，已获得基本解决。泵壳的磨损，峰峰已采用白口铁或橡皮衬，开滦淮南采用补焊方法，亦基本得到解决，一般已可使用一年左右。目前各有关单位正在现有成就的基础上，进一步进行扬程更高、粒度更大的高压煤水泵设计工作。给煤机提升，在全国给煤机技术经验交流会议上，共提出了往复式、回转式、仓式、立管式、盘式和螺旋式等几种型式和 22 个方案。经过了试验，证实了给煤机也是较有前途的提升方式。

水力开采所需的耗电量，一般比早采为大，为了节约电

耗，正在进行U型管和重介質提升，濃煤漿運輸和长距离水力運輸等研究工作。

煤的脫水沉淀，也是水力采煤重大关键問題之一，我国正在循着机械化道路发展。震动脫水篩和刮板脫水篩，已在广泛使用。为了处理0.75—6毫米煤粒，我国已試制了立式振动离心脫水机，試驗結果良好，可将水分降至7—8%，每小时生产能力为30—40吨。0.75毫米以下的煤泥水，采用水力旋流器濃縮，再用震动篩脫水，水分可降至25%左右，可截留煤泥70—80%左右，因此大大地減輕了沉淀池的負担，减少了沉淀池的容积。为了防止煤泥的冬季冻结，在大同、开灤、鶴崗都进行了工业性煤泥烘干試驗，鶴崗的轉筒式烘干爐，处理粒度1.5毫米以下的煤泥，效果良好，入料水分为22.5%，出料水分可降至7%，燃料消耗約为2%。

其他矿用水能机械，如水力手鑽、水力局部扇風机、水力照明灯、水力絞車等，都进行了創制和試驗，正在不断改进而日趨完善。

## 二、井下水力采煤的工藝过程

水力采煤矿井的工藝系統，将决定整个矿井的生产面貌、技术指标、煤炭質量和投資費用，因此矿井工藝系統，应根据具体条件作慎重而正确的选择。矿井生产工艺过程选择的基本原则，是尽量簡化工序，最好能达到单一工序的連續生产过程。井下水力开采的工藝过程，可分为四个主要工序：

- (一) 煤的冲采和煤漿形成；
- (二) 煤的水力運輸和水力提升；
- (三) 水力系統的供水；
- (四) 煤的脫水和水的澄清。

水力采煤正是由多工序采煤工艺过渡到少工序采煤工艺的一个革命，其本身就具有生产过程单一的特点。我国在发展和推广水力采煤工艺过程中，始终贯彻了两条腿走路的方针，本着水旱并举，各尽其能的因地制宜的精神，一方面在有条件的矿区，重点建设水采、水运、水提全部水力化的矿井，一方面在各矿区，大力推广水采区，发展水采工作面。目前我国在生产中，大致采用下列五种工艺系统：

1. 水采、水运、旱提的工艺系统——如图 1 所示。

这种工艺系统，在水采区中得到较普遍的采用，无论在薄煤层或厚煤层的水力开采中，都已经获得良好的经济效果，采

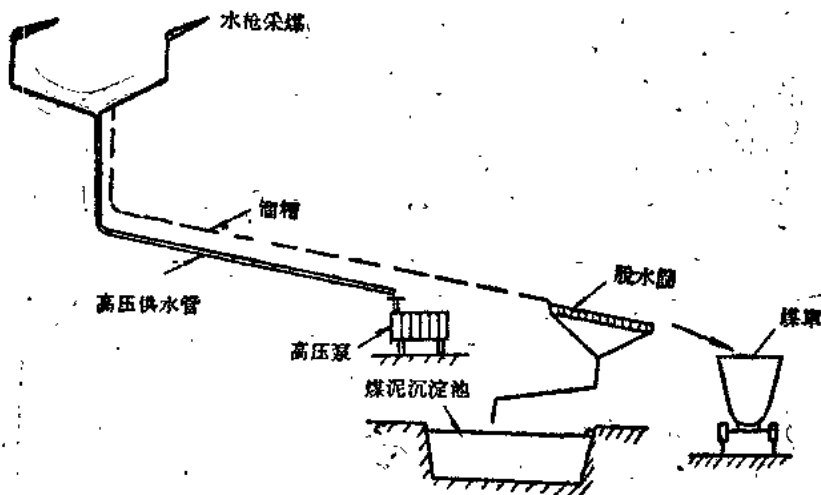


图 1 水采、水运、旱提的工艺系统

区效率可以比旱采降低 50% 左右，坑木消耗大大减少，需用设备材料少，容易实现。由于系统中仍然保持了旱提，因此仍未达到单一连续的工序，并需要增加井下脱水和沉淀的清理过程，对进一步提高矿井劳动生产率，仍然受到一定限制，但是减少坑木消耗，对我国目前具有重大的现实意义。



2. 水采、水运、水提的全部水力化工艺系统——如图 2 所示。

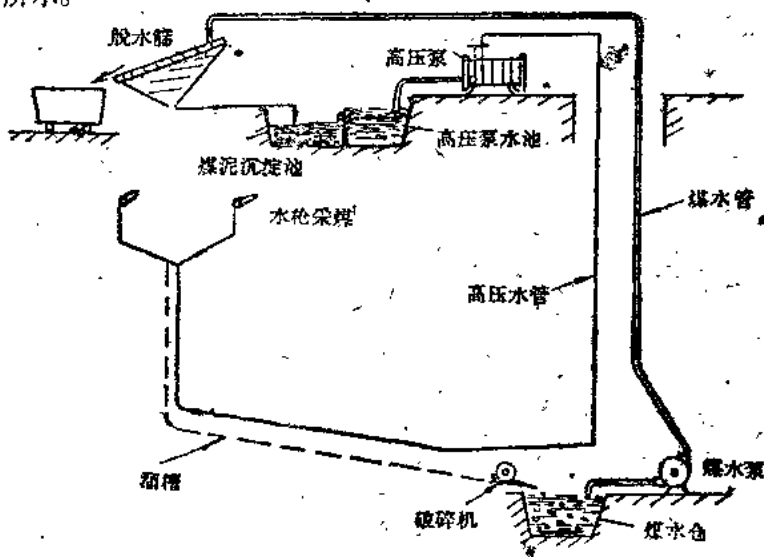


图 2 水采、水运、水提的全部水力化工艺系统

这种工艺系统，是全部水力机械化的矿井采用。水力提升可用煤水泵或给煤机，生产系统简单连续，是发展水力采煤的方向，但需用设备多、耗电大，对于井下自然涌水量大的矿井，比较经济而有利。如峰峰羊渠河，淮南毕家岗，萍乡水口井等均是。

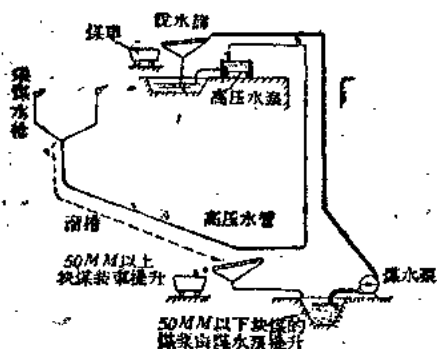


图 3 大块煤用旱运旱提的工艺系统

3. 全部水力化、部分大块煤用旱运旱提的工艺系统如图 3 所示。

这种工艺系统，在旧矿井水力化改造中采用。它的优点是可以迅速

它的优点是可以迅速