

水力采煤技术论文集

李海洲 主编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本文集共收编了三十三篇有关水力采煤的文章。它介绍了我国水力采煤发展的历史经验、方针政策以及国内外发展的动向和趋势；着重编集了廿八年来我国在水力采煤方法和落、运、提、脱各个生产环节方面所积累的经验，并对某些专题进行了论述和探讨。

本文集可供水采专业的生产、设计、科研和教学人员参考。

责任编辑：孙辅权

水 力 采 煤 技 术 论 文 集

主 编：李海洲

副主编：林一鳞 阎 鹏 朱永德

审 校：张素耐 杨 凌

煤炭工业出版社 出版

（北京安定门外和平里北街21号）

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092¹/₁₆

印张23

字数548千字

印数1—730

1987年2月第1版

1987年2月第1次印刷

书号15035·2749 定价 3.85元



前 言

水力采煤是利用高压水射流直接破碎煤体，并借助水力来完成运输和提升等工序的开采工艺。由于该工艺具有简单、高效、安全等优点，目前世界上许多主要产煤国家都在试验或使用这一新技术。我国煤炭工业有关技术政策中也明确规定，水力采煤是实现煤矿机械化开采的重要手段之一，对条件适宜的煤层应推广采用。

水力采煤在我国已有较长的历史。早在一九五六年，我国便在开滦矿区和萍乡矿区的缓倾斜厚及中厚煤层条件下进行了水力采煤试验。经过廿八年来长期的生产实践，目前已发展到比较成熟的阶段。其生产规模逐步扩大，使用范围也从过去的缓倾斜煤层扩大到实现早采机械化有困难的倾斜、急倾斜煤层，以及稳定性较差的不规则煤层。现在我国已先后在十余个矿区的新老矿井中，因地制宜地推广应用了水采技术，均先后取得了优于当时当地同条件下早采的综合技术经济效益。

为了促进我国水采技术的推广和技术水平的提高，我们把廿八年来我国水力采煤中生产、设计和科研等方面的经验和成果编辑成册，供煤炭系统的广大工程技术人员和干部参考。为了活跃学术思想，也收集了一些虽不够成熟，但有学术价值的文章。

文集在编辑过程中得到了中国煤炭学会和水力采煤专业委员会的大力支持，承蒙生产、教学、设计、科研等单位及热心于水力机械化采煤同志的帮助，在此一并表示感谢。

由于我们的水平不高又缺乏编辑经验，错误在所难免，请读者批评指正。

编 者

1985年1月

目 录

前言

综 述

一、我国水力采煤廿五年的基本总结和今后发展意见	1
二、我国水采技术现状、工艺特点及其发展前景	7
三、国外水力采煤述评	15
四、水力采煤是老矿挖潜的有效途径之一	38
五、急倾斜煤层水采工艺述评	48
六、水力采煤是开采不稳定煤层的有效技术途径	59
七、八一煤矿水采生产技术的发展	67
八、关于水采矿井(区)生产工艺平衡问题	75

采 煤 方 法

九、无支护水力采煤方法	92
十、南票矿务局小凌河矿急倾斜特厚煤层水采	106
十一、水采工作面的顶板管理	112
十二、缓倾斜煤层水采工作面的煤损分布规律及造成煤损的原因	117
十三、吸取日本经验改进我国水采矿井的瓦斯通风工作	135
十四、北票局水采瓦斯通风现状及改进途径	139
十五、适当加大巷道断面改革巷道支护是目前水采矿井技术改造 的当务之急	149
十六、使用国产机破水运掘进机掘进采前和采后巷道的一些体会	155

水 力 落 煤

十七、高、中压大射流水力落煤技术	170
十八、水力落煤	188
十九、水枪高压水射流的试验研究	201
二十、我国水采矿井水枪	212

水 力 运 输 提 升

二十一、水力运输提升工艺系统分析	224
二十二、水采原煤浆溜槽自溜运输	238
二十三、煤水泵和输煤管路	247
二十四、开滦吕家地矿煤水提升系统设计和工艺的改革方向	260

二十五、块煤闭路循环破碎·····	273
二十六、水采区直线布置闭路循环破碎筛机硐室·····	277
二十七、分级运输的小型煤水硐室试验研究·····	289
二十八、房山矿带有环形刮板定量给煤装置的煤水仓·····	296

脱水和其它

二十九、我国水采脱水技术的发展、问题和今后研究方向·····	306
三十、水采矿井高压泵运行的自动控制·····	315
三十一、带微电脑的水采矿井煤浆管路运输监测与计量装置·····	329
三十二、采用无支护水采工艺复采老区残煤·····	346
三十三、抚顺老虎台矿V型采煤方法采用炮采水运工艺的经验·····	352

综 述

一、我国水力采煤廿五年的基本总结和今后发展意见*

煤炭工业部技术委员会

(一) 水力采煤是建国以来煤炭战线历史最长、实践较广、经历曲折较多的重大技术项目。我国自1956年开始试验水力采煤以来, 水采战线的广大职工和干部, 在党的领导下, 辛勤创业, 努力实践, 为我国水采技术的发展做出了贡献。

廿五年来, 我国的水采技术从无到有, 生产规模逐步扩大, 其产量和苏联不相上下; 使用范围也从过去的缓倾斜煤层, 扩大到倾斜、急倾斜煤层和稳定性较差的不规则煤层。

我国水采工艺系统不断完善, 技术上有独到之处, 并在某些方面跃居于世界先进行列。如高压大射流水力落煤工艺, 生产上实际使用的最大供水压力可达 200 公斤/厘米², 在国际上处于领先地位。在煤水提升硐室设计方面, 现已正常用于生产的环形和直线形闭路破碎煤浆制备系统, 带有定量给煤装置的压入式煤水仓, 以及为实现硐室小型化、多功能化的刮板捞坑新措施, 均为水采技术领域提供了新的经验。关于烟煤和大比重无烟煤的脱水和煤泥处理问题, 经与选煤厂相结合或采用机械脱水的办法, 亦已基本获得了解决。

我国自行设计制造的水采技术装备已初步配套, 形成了系列。加衬大粒度煤水泵串联使用, 以及顺列布置的多级煤泥泵单台运转, 最高扬程均可达到 600 米, 填补了我国水提设备的空白。

在水采操作技术和生产管理方面也积累了一定的经验, 基本掌握了水力采煤的生产特点和规律。总之, 经过廿五年来努力实践, 我国的水采技术已经发展到了比较成熟的阶段, 为今后的发展奠定了基础。

(二) 纵观廿五年来我国水采技术的发展过程, 大体上经历了三个阶段, 两次起伏:

第一阶段 (1956~1962年)

1956年在学习国外先进经验的基础上, 我国首次在萍乡高坑和开滦林西矿开辟了两个井下水采试验区; 1958年在开滦唐家庄矿盆地丙和峰峰羊渠河一号斜井建成了我国第一批带有独立水提系统的水采区, 试验获得了成功, 初步显示了水采的优越性。

由于受到这些效果的鼓舞, 在1958年召开的全国煤矿工作会议上肯定了水采的技术方向, 从而掀起了大搞“水力化”的高潮, 到1960年水采产量激增到1700万吨。当时由于实践的时间短, 经验不足, 技术装备差、不配套, 对主客观条件估计不够, 造成资源的严重丢失, 井上下煤泥泛滥成灾, 没有取得预期的技术经济效益, 引起了思想认识上的混乱, 其影响深远, 一直延续到现在。1961年以后水采开始转入低潮, 根据中央“调整、巩固、充实、提高”的八字方针, 大部分水采井、区被调整下马, 产量锐减到 200 多万吨。这一

* 本文是1982年3月由煤炭工业部技术委员会和中国煤炭学会共同召开的“全国水力采煤技术讨论会”的总结材料。从这次会议以后, 标志着水采进入一个新的阶段。

阶段的起伏尽管付出了很大的代价，但它奠定了我国的水采技术奠定了初步的基础，主要表现在：

1. 通过实践考验，保留了一批具有生命力的水采井区。例如：淮南谢三矿、徐州旗山矿、北票冠山矿、开滦唐家庄矿盆地丙等；并推动了一些具有生产潜力的新矿点出现，如肥城杨庄、枣庄八一、鹤壁梁峪，以及后来开滦吕家坨等水采矿井。

2. 集中力量突破了煤水泵和水枪等设备关，使技术装备初步配了套。经过生产实践，在工作面巷道布置、技术操作和生产管理等方面均积累了一定的经验。某些技术环节如压入式煤水仓的设计和使用，也取得了较大的进展。

3. 锻炼和培养了队伍，深化了对水采工艺特点和适用条件的认识。

第二阶段（1963～1966年）

1963年煤炭工业部在总结前一阶段经验教训的基础上，下达了对鹤壁梁峪、肥城杨庄和枣庄八一等三对水采矿井进行调整、补套和技术攻关的任务。当时采取的主要技术措施是大幅度地提高落煤水压，并相应改造井上下生产工艺系统，搞好环节间的配套，同时引用选煤厂的脱水技术，对操作人员进行了大规模的培训。经过技术改造后，这三对水采矿井的产量1965年都比1963年翻了一番，全员效率分别提高1.5～2倍，成本下降50～60%，上缴利润都有大幅度增加（表1.1）。

表 1.1

矿 别	年产量（万吨）			全员效率（吨/工）			成本（元/吨）			上缴利润（万元）		
	1963年	1965年	比%	1963年	1965年	比%	1963年	1965年	比%	1963年	1965年	比%
梁峪	27.9	60.5	217	0.751	1.928	257	16.98	8.55	50.4	0	600.61	—
杨庄	25.6	55.7	218	0.466	1.572	337	23.88	10.26	43.0	197	533.10	271
八一	10.5	40.8	389	0.944	2.786	295	18.90	8.39	44.4	-24.21	384.00	—

这一阶段的主要经验是：发展水采应当选择适合的地质条件；技术措施要对口，并切实搞好生产系统各环节的配套；加强生产管理，建立正常的生产秩序；认真培养人员，扎扎实实做好基础工作。这样才能取得良好的技术经济指标，否则就难以获得预期的效果。

第三阶段（1966年以后到1982年3月）

在1966年以后的十几年中，虽然水采产量曾经逐步上升，水采技术也有发展。但由于遭到了“十年动乱”的严重破坏，某些好的管理制度、好的工作作风至今未能恢复；加以近年来生产条件的变化，许多水采井、区随着采深的增加，出现了影响水力采煤的新问题，未能及时予以解决，现有水采产量又开始下降。

从这一期间的生产规模和产量水平看，1975年以前还保持着上升的趋势，这主要是由于当时对煤炭产量的迫切需要造成的，使八一、杨庄、梁峪等矿井都超过了设计能力，逐步增产成为近百万吨的大矿；同时又先后投入了大胡、吕家坨和陶庄等三个水采井、区。1974年以后，又将水采技术应用到开采急倾斜煤层和不规则煤层，如北京的房山、杨坨，北票的台吉，南票的小凌河等矿井。这样到1975年已拥有五个水采矿井、十二个水采区，总产量达到900万吨。自1978年开始，梁峪、大胡、杨庄等主要水采矿井相继因故改为机采水运，水采开始出现了第二次反复，到1981年水采产量下降为580万吨，而早采水

表 1.2

类 型	矿 井 名 称	采区数 (个)	1981年产量 (吨)	备 注
水采矿井	开滦局吕家坨矿	6	2,361,000	
	枣庄局八一矿	2	760,212	
	北京局房山矿	2	389,271	
带有独立水提系统的 水采区	枣庄局陶庄矿	1	494,015	
	通化局八道江矿	1	176,661	
	北京局杨坨矿	1	125,360	
	广东省四望嶂一矿	1	56,947	
井下采区脱水、旱运 旱提的水采区	北票局冠山矿	2	230,968	
	北票局台吉矿	3	480,295	
	北票局三宝矿	2	212,084	
旱采、水运水提矿井	鹤壁局梁峪矿	3	503,471	
	鹤壁局大胡矿	5	653,024	
旱采、水运旱提矿井	抚顺局老虎台矿		2,150,000	
	抚顺局龙凤矿			
水力提升矿井	新汶局华丰矿		350,000	其中包括杨庄矿 水采复采产量约20 万吨
	肥城局杨庄矿		580,000	
	抚顺局北龙凤坑口			
旱采井水采复采区	枣庄局枣庄矿	1	193,437	
在建水采区	南票局三家子矿			
	南票局小凌河矿			
	开滦局马家沟矿			

注：全年合计水采580万吨左右；水运330万吨左右，水提73万吨左右。

运和水提的产量则上升为400万吨左右。见表1.2。

这一期间，水采产量虽有下降，但在技术和使用范围等方面都有新的发展。例如，200公斤/厘米²高压大射流水力落煤工艺的试验成功，加衬煤水泵及顺列布置多级煤泥泵的投入使用，实现煤水提升硐室小型化、多功能化的新措施，带有定量给煤装置的压入式煤水仓的创新等。但在水采发展过程中也存在一些问题，主要是：

1. 各级领导和技术人员对水采的认识不统一，对发展水采的政策摇摆不定，对水采的问题也没有列入重要议事日程进行研究。例如：梁峪矿发生瓦斯爆炸后，迫于通风问题一时得不到解决就把水采区改为旱采，同时也未组织力量攻克水采矿井的通风瓦斯技术关，在这方面是做得不够的。此间如果对于水采井的通风瓦斯问题下力量进行研究和采取综合措施，是肯定能取得成效的。从计划安排上看，1966年以来虽然也发展了一些水采井、区，如北京的房山、杨坨，北票的台吉，南票的小凌河等，但这些矿井或则是急倾斜煤层，或则地质构造复杂，煤层极不稳定，或则粉尘问题严重，都是由于不能搞旱采机械化才用水采的。这一期间，并没有选择适合水采的煤层条件建设新井。从生产管理上看，对水采也没有专职的管理人员，影响问题及时解决。

2. 多数水采矿井和采区向深部发展后，出现了诸如瓦斯含量增大，矿压加大，煤层倾角变缓等等。在鹤壁的梁峪矿和大胡矿，都因瓦斯通风问题相继改为机采水运；枣庄八

一矿和陶庄矿的矿压问题严重,影响安全作业和资源回收,特别是陶庄矿水采区受到冲击地压的威胁,急需采取有效措施;肥城杨庄矿因下组煤层变缓,亦已改为机采水运;开滦吕家坨矿深部有一半储量煤层倾角平缓。这些问题有的在技术上还没彻底解决,有的虽然有综合治理措施,但没有认真执行。

3. 在“十年动乱”期间,生产和技术管理混乱,不顾客观规律,搞超强度开采,有些矿井只顾抓产量,“重采、轻掘、不管风”,造成厚薄配比、采掘衔接、通风工程等方面的严重失调。这一段时期所留下的隐患,在以后逐渐暴露出来,至今还在调整、整顿中。

4. 水采科研、设计力量遭到了严重的削弱,对生产关键技术攻关也抓得不利。在“十年动乱”的前五年,几乎中断了水采的技术工作,原来的水采专业设计队伍被解散;唐山分院开采室是唯一的水采专业研究单位,该室人员这些年改行、外调、地震伤亡、支援外所总计达80余人,搞水采的人员减少了许多。加上在技术人员内部对于解决生产关键问题的认识也不完全一致,造成行动迟缓。

综上所述,我国水采技术是有成就、有功绩的。尽管目前存在若干与水采有关的问题,但不外乎是由于深部开采带来的新问题和“十年动乱”所造成的影响、而工作又不得利所致。因而不应该对以往成功的经验加以否定,特别是在技术上国内外都有可资借鉴的先例供作参考,只要实事求是,通力协作,采取得力措施,进行整顿攻关,水力采煤是会得到进一步发展的。

(三) 生产实践表明,水采技术也和其它采煤技术一样,由于其本身的工艺特点所决定,故使用范围也受一定条件的制约。通过我国水采技术廿五年的实际应用,明显地看出在条件适合的矿井中,它是具有生命力的,其优越性也比较突出,技术经济上都有着广阔的发展前景。

1. 对于井田内的主采煤层为顶板稳定或中等稳定,瓦斯含量小,煤质中硬或中硬以下,底板遇水不泥化,倾角 $10^{\circ}\sim 35^{\circ}$,煤厚3~8米的缓倾斜、倾斜厚及特厚煤层,由于其顶板稳定性好,一次采高大,煤层的生产能力较高,故就为充分发挥无支护水采的优越性,提供了必要的先决条件,在装备齐全,生产技术管理工作正常的情况下,一般均能取得投资少、见效快、产量大、安全、省力等优于早采的技术经济效果。

据属于该类十个水采井、区截至1980年的初步统计,先后累计为国家生产原煤近一亿吨,上缴利润达七亿八千万元,而国家用于建设和补套的总投资,则仅为两亿元左右(表1.3),所获得的经济效益是相当显著的,优点也是很突出的。在这类条件下,一套水采系统装备可达到的台枪年生产能力,一般为45~60万吨,个别条件较好的可达70万吨以上,相当于一个中型早采矿井的产量;吨煤成本一般为10元左右,远低于早采;上缴利润尤为突出,如杨庄、八一、吕家坨水采井,谢三、陶庄水采区,全盛时期每年都上缴利润1000万元以上;此外达产较快,一般投产后翌年,产量即可超过原设计能力。

上述五个水采区的实例(表1.3),进一步证实了在储量丰富条件适合的早采矿井中扩建水采区,往往可取得事半功倍的效果。这是因为水采区的采准巷道工程和机械装备均较机采特别是综采为小,尤其是在采用不分级煤炭运输提升方式时,由于煤炭运输借助于水力管道运输,使生产系统大为简化。因此,在通风条件容许的情况下,仅对矿井某些工程稍加改扩建(主要是一些硐室工程和地面脱水系统),即可获得净增一个采区生产能力的效果。在一般生产矿井中,大体新建一个水采区的投资为400万元左右,如包括脱水系统

我国十个水采井、区投资及效果一览表

表 1.3

井、区 类 型	序 号	井、区 名 称	国家投资 (万元)	累计生产原煤 (万吨)	累计上缴利润 (万元)
全 水 力 化 矿 井	1	梁峪矿	1565.00	1159.223 (1964.7~1979)	6300.00
	2	杨庄矿	2143.59	1121.280 (1961~1980)	15500.00
	3	八一矿	1808.16	1002.999 (1964~1980)	17968.33
	4	吕家坨矿	11234.57	2692.662 (1968~1980)	12385.65
	5	大胡矿	2000.00*	903.323 (1968~1979)	1500.00
	计		18751.32	6879.487	53653.98
有 独 立 水 提 系 统 的 水 采 区	6	唐家庄盆地丙水采区	415.08	726.418 (1958.7~1964.7)	4414.00
	7	谢三矿C ₁₃ 槽水采区	425.54	1000.000* (1959~1976.1)	10000.00*
	8	旗山矿水采区	200.00	582.592 (1959~1981.1)	5000.00*
	9	陶庄矿水采区	233.70	505.043 (1971.9~1980)	4000.00*
	10	林西矿水采区	300.00*	263.867 (1957.9~1980)	1000.00*
	计		1574.32	3077.920	24414.00
总 计			20325.64	9957.407	78067.98

* 为参考有关资料并经分析后的估计数字,肯定会有偏差,但不会导致影响总的结论。

约需700万元,如地面脱水与选煤厂相结合,还可节约部分投资。

2. 对于早采实现机械化有困难,用水采尚有可能采出的煤层,包括顶板比较稳定的倾斜、急倾斜煤层,以及顶板一般稳定,地质构造比较复杂,煤层中断裂较多,或煤层厚度、倾角等变化较大,或者有火成岩侵入的中厚以上的煤层,往往由于开采技术的原因而使水采得到应用。如北票、杨坨、小凌河、四望嶂、八道江等局矿,都是多年来找不到合适的采煤方法,最后才肯确定采用水采的。在这种情况下,由于煤层的原生条件所限,无支护水采的优越性,只能得到部分发挥,其所获得的经济效益虽不能与条件理想的水采井、区相比拟,但一般可取得优于同条件下早采的经济指标,况且在这些条件下,实现早采机械化开采往往是不大可能的。

例如,北票冠山矿的第四、十煤层,均系倾斜、急倾斜高沼气含量煤层,厚度分别为2米和4米,早采除用高落法采煤外别无良策,结果是采了夹石,丢了好煤,作业又不安全。推行水采后,就基本改变了这种局面。自1974年以来,该局的水采产量逐年增加,现已发展到七个采区、年产100万吨的水平;台枪平均生产能力为20万吨/年,比同条件下的早采工作面产量高出了一倍;煤层自然发火率也相应减少了50%左右;此外在坑木消耗、回采率和安全条件等方面也都有了比较明显的改善。

目前水采这类煤层还有些问题需要解决,如大比重高灰份无烟煤的脱水问题,半煤岩巷的掘进问题等,如果在这方面能有所突破,则水采阵地还有可能扩大。

3. 对煤尘大、煤矽肺病严重的矿井,如煤层条件允许也可应用水采。北京局房山煤矿推行水采的效果,就是一个很好的例证。房山矿是一个煤尘矽肺病(煤尘中含有超量二氧化矽)十分严重的矿井,解放三十多年来,虽然采取了综合防尘措施,始终未获彻底解决。1957年至1981年因煤尘矽肺病累计死亡多人,已确诊为矽肺病患者人数也很可观。该矿过去用早采时工作面风流中粉尘含量一般为600~1000毫克/米³,个别工作面曾高达4000毫克/米³,改为水采后下降到4毫克/米³左右,基本达到了国家规定标准。这一问题的解决,对于稳定矿井采掘队伍,保证矿井的正常生产起了重要作用。抚顺老虎台矿系高瓦斯矿井,过去煤尘发生量很大,自七十年代推行回采工作面水力运输以来,在抑制瓦斯煤尘爆炸,预防煤肺病方面收到了明显的效果。目前该矿每年水运产量达到215万吨,占全矿总产量的80%左右。

4. 采用水采工艺复采过去早采井或水采井残留和丢失的煤炭,对于提高资源回收率,延长矿井寿命也具有很重要的意义。由于水采工作面的布置是短壁形式,比较机动灵活,再配以水射流冲运,能从矽石空隙中涮出煤炭,并起到水选作用,故有适合复采残煤储量零星、块段分散、煤矽混杂的特点,这是一般早采工艺所不及的。

目前,国内已有不少矿井采用水采工艺复采残煤,均取得了比较好的效果。例如:枣庄局枣庄矿,主采煤层第三层煤为缓倾斜厚煤层,从1899年到1945年的46年间,共采出原煤3248万吨,回采率仅为30~40%。该矿自1970年12月开始试行水力复采以来,到1980年共采出煤炭227.2万吨,平均年产20万吨左右,最高年产达30万吨。肥城杨庄煤矿过去水采回采率平均只有62%,丢失残煤达572万吨。自1978年底试行复采以来,二十六个月累计采出煤炭49.3万吨。开滦吕家坨矿也很早就开始了水采复采,到目前已出煤100万吨以上。此外,如枣庄局八一矿和鹤壁局大胡矿近年来也进行了残煤复采。当然用水采复采也是有条件的,首先是对残存煤量的底数要清,同时矿井要有选煤厂,并最好能利用原有的水采系统装备。

(四) 廿五年来的实践经验证明,我国水力采煤已经发展到比较成熟的阶段,水采作为一种正规的机械化开采手段,是有它的生命力的。

目前水力采煤是采用无支护水采工艺,具有系统装备简单,机械化程度高,生产连续性强,回采工序单一,体力劳动轻,操作易于掌握,和对地质条件的适应能力较强等特点,只要煤层条件合适,就能充分发挥它的优势。尽管当前由于种种原因出现一些与水采有关的新问题,有待研究解决,但总的来看,它仍不失为比较适合我国国情的一项实用技术。如能扬长避短,正确选用,适合水采条件的优先发展,不适合的就不发展,是一定能够取得良好效果的。因此,应该肯定它的技术方向,以期在今后矿井技术改造和新井建设中,发挥积极的作用。

二、我国水采技术现状、工艺特点及其发展前景

林一麟 阎 鹏

(一) 当前我国水采技术发展现状

我国1956年开始在开滦和萍乡矿区缓倾斜厚及中厚煤层条件下进行了水力采煤试验，接着在开滦唐家庄矿盆地丙和峰峰羊渠河一号斜井建成了我国第一批带有独立水提系统的水采区，试验先后均取得了成功，获得了良好的技术经济效益，初步显示了水采的优越性，继而又逐步扩大试验推广，应用于生产至今。

廿八年来，我国的水采技术主要是围绕着无支护大射流水力落煤工艺，相应地在采掘、运输、提升和脱水等生产环节进行了有关的工作，经过长期的生产考验和较广泛的实践，目前已发展到比较成熟的阶段。工艺系统日臻完善、操作技术基本掌握，生产规模逐步扩大。产量水平已和苏联不相上下，年产近千万吨。使用范围也从过去的缓倾斜煤层扩大到倾斜、急倾斜煤层，以及稳定性较差的不规则煤层。现在我国已先后在十余个矿区的新老矿井中，因地制宜地推广采用了水采技术，可自行设计全套水采所需技术装备，并积累了年产100~300万吨水采矿井比较完整的生产技术管理经验。这一切都为多快好省发展我国煤炭生产，提供了又一项新的技术手段。当前我国水采技术的现状主要为：

1. 在高、中压大射流水力落煤工艺方面进行了大规模的实践。七十年代中期，为有效冲采较硬煤层，我国最早试验成功了供水压力为200公斤/厘米²的高压大射流水力落煤技术，现已正常应用于生产，并正在开始着手准备供水压力为250公斤/厘米²的水力落煤试验。目前，我国水采井、区的供水压力普遍过渡到100公斤/厘米²以上，只是对比较松软的煤层才选用100公斤/厘米²以下的压力等级，硬煤尚须辅以爆破松动煤体。单枪冲运流量目前国内外一般为250~350米³/时左右，加拿大实际上已达到450~600米³/时，我国尚缺乏组织实现特大流量水力落煤方面的实践经验，至于生产能力不大的水采区或较薄煤层，冲运流量参数大都缩小至160~200米³/时之间。在我国的水采矿井中，采掘供水一般分开。掘进落煤工艺多采用炮掘配以低压水冲运的方式，纯水掘工艺由于射流冲采能量利用率低，巷道断面规格难以控制，所以只是作为一种辅助性手段，在特殊情况下才间或采用。机掘正处在逐步推广阶段，七十年代后期我国自行研制成功的轻型机破水运煤巷掘进机和近年来最新研制成功的半煤岩巷($f \leq 6$ 局部 f 为8~10)机破水运掘进机具有结构简单、外型尺寸小和调运灵活等特点。前者在开滦吕家坨矿掘进净断面为4.7米²、支护采用可缩性金属拱型棚子的巷道，曾创造过单机单孔月进千米，产煤接近万吨的良好记录。单机用于采后掘进（包括调运时间在内），平均月进亦可达500~600米。后者在7.1米²断面，支护采用可缩性金属拱型棚子的半煤岩巷道，连续三个月累计进尺达千米，最高月进476米（其中包括80米全岩巷道）炮掘或机掘所配用的冲运低压水，其供水压力一般为10~20公斤/厘米²，流量150~180米³/时左右。只在个别煤炭容重较大，或巷道未见真底而为原生煤层时，冲运压力才提高到40~60公斤/厘米²或更高，流量加大至200米³/时左右。

目前生产中所用的供水和采掘装备我国均能自行设计制造。专为水采需要而设计的GZ系列3000转/分高转速供水泵,串联使用时最大供水压力可达200公斤/厘米²以上,此外还有D250-150和D300-150系列。目前生产上用的水枪主要型式有L-W、吕-4、上海14型等,均为手动操作。为适应生产的发展,现正抓紧进行研制新设备,如适用于1克/升污水质、1480转/分的高、中压(120~200公斤/厘米²)供水串联泵组、水介质液控枪和以减压高压水为动力驱动水马达的油控枪,用于半煤岩巷($f \leq 7 \sim 8$)带有高压细射流内喷雾装置,水旱采通用的新型掘进机等。

2. 在煤浆水力运输提升方面,我国根据生产需要,重点发展了大(50毫米以下)、小(6毫米以下)粒度煤水泵水力运输提升工艺。提升方式有水旱并举的分级分运分提和全部进行水提的不分级提升两种。其工艺技术比较成熟,都积累了比较丰富的经验。目前生产上所用我国自行设计制造的大、小粒度煤水泵业已初步配套,形成了系列。KM型加衬大粒度叶轮对称布置的双级离心式煤水泵串联使用最高扬程可达600米,DM型叶轮顺列布置的多级离心式煤泥泵单台运转,最高扬程可达900米,流量变化在300~750米³/时之间。近年来最新研试的多种型号的单级渣浆泵扬程为20~80米,流量200~450米³/时,通过粒度为13~70毫米不等,具有体积小、重量轻、加工制造方便等特点,为水采矿井近距离有压水运提供了又一类新的技术装备。所有这些,基本可满足我国大中型水采井、区不同采深水运水提的需要。耐磨问题基本解决,由于近年来采用了耐磨合金材料,情况大有改观,目前DM型煤泥泵运转寿命已达3000小时左右,KM型大粒度煤水泵泵壳寿命达2000小时以上,叶轮寿命业已达1000小时左右。

作为煤浆有压水力运输提升工艺的关键,有关煤浆制备、储集系统的设计和实验,我国已积累了比较丰富的经验,较之国外具有独到之处。在煤浆制备设施方面,适用于不分级水力运输提升工艺的环形和直线形闭路破碎防漏块系统,以及适用于分级提升的闭路分级捞粗系统(如刮板筛配置斗子捞坑,以及刮板捞坑等措施),现均为生产上所设计采用。在煤浆储集设施方面,适用于不分级水力运输提升工艺,带有滚筒定量给煤装置的压入式圆筒型煤水仓,目前在生产能力较大的水采区,已被定型推广使用。带有慢速环形双链刮泥机作定量给煤装置的压入式平底煤水仓以及带有螺旋定量给煤装置的压入式斜坡煤水仓,经生产使用效果良好,具有结构简单、标高损失小、工程量较少和施工方便等一系列优点。对于水提对象(原煤浆或煤泥水)的浓缩处理工艺我国过去普遍注意不够,造成大量水采用水在系统中井上下徒劳往返,增加了电能消耗。此外在采用分级水力运输提升工艺时,对于分级粒限的确定,与地面洗选、脱水处理工艺及对井下旱运的影响和要求,一并综合考虑的也不够,这对于方便入洗、脱水处理、节约能源和合理用水都是极为不利的,目前已引起有关单位的重视,正在积极采取措施予以解决。

有关提高煤浆管道的耐磨措施,八一等矿采用加装铸石内衬的做法,但由于其抗冲击性能差,受水锤作用后容易裂碎,造成堵泵、堵管,近年来国内开始试用半圆形铸铁内衬和试验装设平底抗磨衬槽的作法,这都是很有意义的尝试和探索。此外,多年来国内存在的水提管路煤水计量问题,现亦基本获得解决,为此选用的 γ 射线浓度计和大口径电磁流量计、远距传送二次仪表、微处理机及相应软件亦已配套,能直接数字显示和自动打印记录,并可直接订货。

3. 关于原煤浆的地面脱水处理工艺,主要是根据需要采用机械设备进行脱水或走与

选煤厂相结合的道路，煤泥水浓缩多采用耙式浓缩机，有时配以高效凝聚剂，并以压滤机（或沉淀池）最后把关，来保证外排污水固体含量符合国家环保规定标准，满足水采系统循环用水的需要，国外也基本如此。我们的问题主要是装备落后，地面缓冲设施和煤泥水以及细煤泥处理工艺尚不太适应水提来浆量大，煤量、水量、浓度、粒度组成变化大和粉煤量增多的特点，各项技术和经济指标还很不理想，系统比较复杂，占用投资较多，特别是大比重、高灰份无烟煤的处理问题和小型水采井区的地面洗选脱水问题更是如此，这个“大尾巴”急待从改革井上下工艺流程结构和装备入手，进行简化。此外在产品综合利用以及烘干技术方面，我们开展的工作也不多，现已引起重视并提到议事日程。

近年来，给排水部门广泛采用的斜板（管）浅层沉淀技术，引起了国内外水采界的普遍重视，纷纷考虑将其纳入水采煤泥水的处理工艺系统，以期取代或附加在某些装备和设施之中，起到加速固液分离，提高处理能力，澄清净化水质的作用，这是一项很有意义的尝试。在开滦吕家坨矿深部采区，以及南票矿区水采地面煤泥水处理系统都已决定采用，目前有关试验的准备工作正在抓紧进行。

除上述介绍的高压供水落煤、煤浆水力运输提升和原煤浆地面洗选脱水处理三大主要生产环节的基本状况外，经过多年的反复试验，我国对倾斜漏斗和走向小阶段两种最基本的短壁无支护水力采煤方法的适用条件和巷道布置，稳定性较差的不规则煤层的水采方法，水力复采残煤技术，明渠自溜水力运输和生产系统设计以及工艺环节平衡等方面也都探索和积累了一套比较完整的经验，大大丰富了水采领域的技术内容。这一切都标志着我国的水采技术已具有一定水平，具备了较好的工作基础，在条件适合的煤层完全可以推广采用。

根据我国的长期实践，现阶段无支护水采工艺的适用条件，可概括如表2.1所示。表中所列诸项因素，分别从技术和经济角度分析要求也不一致，需要结合具体对象做全面权衡。这里提出的目的是想起到一个起码的定向作用。

表 2.1

序号	项 目	前 提 条 件	
		从 技 术 角 度 看	从 经 济 角 度 看
1	煤层倾角	少量7~10度，最好10度以上	取决于水、旱采机械化采煤技术各自的发展情况，需作方案对比
2	煤层厚度	大于1米	3~8米
3	硬度裂隙	中硬或中硬以下，裂隙发育	
4	煤质牌号	不限	无烟煤由于块率降低有贬值问题
5	地质破坏	有较强的适应性，原则不限	尽量少
6	含夹石层	不含厚而硬的夹矸	尽量少
7	煤层顶板	稳定，无伪顶	
8	煤层底板	稳定，遇水不泥化，无底鼯	
9	瓦斯含量	低比高好	尽量低

续表

序号	项 目	前 提 条 件	
		从 技 术 角 度 看	从 经 济 角 度 看
10	开采深度	浅比深好	
11	邻近非主采薄煤层	以不超过一层到两层为优	最好没有
12	井田构造	最好单斜	
13	可采储量	丰富	
14	水源情况	要保证足够，特别是枯水季节。涌水量大更有利	循环复用
15	煤尘大小	不限，基本可全部消灭	有利，特别是煤尘中二氧化矽含量高(>10%)的
16	自然发火	有一定抑制作用	有利
17	矿区气候	不限	温和
18	地形地貌	一般不限，最好平坦	尤其是当大铁路不容易修进时

注：如果是老井进行水采改造，还要考虑到现有电源及供电质量；旱运旱提能力；地面有无选煤厂和机修情况等外围条件因素。

当前水采领域内存在的主要问题是：由于短壁无支护水采工作面类似早采的巷道长壁（即落垛法），采掘作业头多，风流分散，且上回风道随采随废，主要靠老塘串风，所以在高沼气含量煤层中，在未经抽放处理和采取相应措施进行综合防治之前，很易造成瓦斯超限，影响正常生产。此外，近年来随着开采深度的增加，深部矿压显现也日益加剧，就需要因地制宜地改进巷道布置和强化巷道支护。在技术装备方面，也需要进一步改进提高，配套更新，以进一步实现标准化、系列化，以及为适应储量小、生产能力不大的水采区要求装备小型经济化等。所有这些，都在不同程度上影响和限制了水采的发展，均有待抓紧研究解决。

（二）关于无支护水采工艺的生产特点及其设计技术要求

无支护水采工艺归纳起来具有下述的六大特点及相应的设计技术要求。

1. 大射流远距离落煤

无支护大射流水采工艺的最大特点，首先是借助具有足够能量的水射流，可以在较远距离内统一执行回采作业过程中落、装、运环节的功能，并将它们简化成为一个贯穿始终的单一连续工序。同时工作面无大型设备，因而在适合的煤层条件下，使这一工艺取得了产量大、效率高、工序简单、安全性好、体力劳动轻等一系列优点。

另外由于是采用水射流落煤，除“手臂长”可将能量集中送至远方、实现较远距离落煤、使冲采范围大、不受煤厚变化的限制外，其与机采的根本区别是单位时间内落煤能力的大小与其总功率消耗无关。即射流参数（包括压力、流量）确定后，不管冲采效果如何，其供水设备的总动力消耗是恒定不变的。水射流落煤的这一特点表明，水力落煤环节在水采系统中是带动一切的“龙首”，其参数选定的合理与否至关重要，将直接影响全系统的最终技术经济效果，因此在设计时一定要加强调查研究，通过实际类比合理确定。此外水落与机破相比，有鉴于掏槽和落垛阶段的不同特定条件，单位时间内出煤量是很不均衡

的，上下浮动很大，水射流落煤的这种不均衡性的特点，在系统设计考虑各生产环节工艺平衡时，应当妥善处置，留有余地。

同时也正是由于采用水落，就必然会带来明显的灭尘效果及其对煤层自然发火和煤爆现象产生一定的抑制作用。其不利方面是工作面相对湿度较高（100%），特别遇有地区性高温、寒冷季节的影响，在有的矿引用地面水源时，与井下温差悬殊，致使有时劳动环境欠佳，在劳动保护上应予以注意。

2. 无支护管理顶板

这种回采工艺对煤层回采空间的顶板不进行支护，这就免除了支护和运搬等庞大的劳动量。由于在回采过程中主要是靠射流在远距离冲采，临时预留煤柱来支撑顶板和隔离老塘矸石，所以对煤层顶板条件要求较严，限定其只能在顶板稳定性比较好的条件下才能选用。而顶板稳定性差时，则回采率偏低。同时由于无支护水采工艺垛内顶板管理是在无支护情况下进行的，人根本没有进入回采空间的条件，所以只能是采取改进操作顺序、采垛规格等间接的外围的措施来改善顶板冒落和老塘串矸对回采作业的危害，以保证采好每个采垛，少丢煤炭。这就对生产系统设计和操作管理水平提出了更高的要求，设计上要求系统装备完善、可靠，操作技术要不断总结提高，以确保连续开枪，使生产诸因素对回采作业的影响减少到最低限度。

正是由于人不进入回采空间，回采作业、煤炭运输和设备、器材频繁的拆、装、运、搬都是在巷道内进行，故就要求其必须保持足够的工作空间，以维持正常的水采生产活动。为此，设计时巷道断面即应预先考虑到受压后的收缩余量，以确保巷道最终极限断面能够满足水采作业的特殊要求，同时投产后要加强日常维护。否则将因巷道原始断面窄小或受压破坏，而使无支护水采工艺的一系列优点丧失殆尽，并严重威胁安全生产。

3. 短壁工作面布置

无支护大射流水采工作面的布置，多是以短壁的形式出现，故相对于一般早采长壁来讲，这种布置方式除体现在对煤层地质条件变化具有较强的适应性、比较机动灵活、易于组织生产外，其显著特点是：

采准巷道多，掘进率高，工程量大，加之回采速度快，以掘保采的采掘关系尤为突出，且变动较大。日常生产管理对采掘平衡要求远较早采严格，只有完成了相当的巷道掘进工程，才能获得相应的回采煤量，如组织衔接不当，则极易造成生产接替紧张的被动局面，且煤层越薄，矛盾亦显得越加突出。

需要采后进行掘进的水采作业巷道数量占很大比重，而且遍布在整个工作面。这类巷道不同于采前预掘的采区骨干巷道，由于其受动压影响的机率较多，且服务时间很短，故对其支护型式的要求，既应结构简单耐压，又应方便架设回收，照搬早采的一套是不适应的，需针对不同煤层条件，从多方面着手进行解决。

工作面巷道密集，煤体受采掘工程切割的面积大，整体性相对减弱，支撑刚度降低，加之由采动形成的支承压力和老顶大面积来压的影响，其矿压显现则较走向长壁强烈，而且主要体现在工作面采准巷道的受压破坏上。

正是基于以上原因，深部矿压显现强度又有加剧趋势，且煤层越厚，问题就显得越加突出。这就要求在改进巷道布置，变更采掘顺序和强化巷道支护等方面，因地制宜地采取得力措施，进行综合防治。

由于采掘作业点多，加之工作面上风巷随采随废，不能始终保持完整可靠的回风通道，工作头多靠老塘串风或局扇供风，故导致了风流分散且不稳定，给通风管理工作造成困难。特别是在高沼气含量煤层的矿井和区段，在瓦斯抽放和其它防治性措施不利的情况下，很易造成工作面瓦斯超限，影响正常生产。

4. 借助水力进行运输提升

由于采用了水力运输和提升工艺，故就带来了以下特点和弊端：首先是与旱运旱提相比，占地面积小，井上一般不受地形、地貌的限制，井下无需占用较大的巷道空间和进行浩大的矿建工程，且可见弯就弯，遇坡借坡；转载点少，噪音小，没有煤尘发生；运输线上使用的人力少，运行也比较可靠，事故率低。另外由于装备比较简单，大部分为成型管材或简单加工件，故投资也比较省。但伴生的问题是有压水运和水提用电量较大，水运沿程煤的碎化率较高；运输对象单一，设备不能兼运其它物料；采掘过程遇有矸石时运输处理比较困难。

此外，采区原煤浆采用自溜水力运输方式时，不但工作面和采区的巷道需要保持一定的坡度（一般大于5%），而且要求煤层倾角不应小于7度。巷道坡度和煤层倾角有一个下限规定，这一点有别于旱采，这就给7度以下的缓斜和近水平煤层水力开采和日后采掘过程中的材料设备运搬带来了困难，并且形成了本水平的三角呆滞煤量。采区向外转排采用有压水力运输方式时，需要专门开掘做为有压与自溜水力运输转载点与衔接点的煤水硐室，其工程量和设备安装工作量一般较大，而且要求在新采区巷道掘进之前即应做好，以确保采准工作的顺利进行。根据这一特点，设计过程中要注意保证采区应有足够的工业储量，以使每次开掘的硐室及安装的设备，能够维持较长的服务年限。同时在功能不减，满足系统要求的前提下，设计的煤水硐室应力求小型化。另外从巷道带坡和自溜水力运输的角度看，采区的走向过长是不适宜的，斜长适当加大是有利的，同时采区巷道的辅助运输应当实现机械化。

5. 全系统生产作业连续性强

水采工艺全系统的机械化程度较高，工序简单，以水贯穿始终，生产作业连续性很强，各环节之间的衔接非常紧密，其中任何一个环节如不适应或出现问题，必然会引起连锁反应，以至波及到整个系统的正常运行。这一点水采比旱采反应更为强烈，影响尤为突出。因此，设计要求系统的装备必须完善配套，各生产环节的能力应力求平衡，同时考虑到事故影响及煤浆量峰值的出现等因素，系统中尚需增设必要的缓冲装置（或容量）、备用设备以及相应的处理事故措施，这些都是必不可少的。

在自溜水运的煤浆系统停止运行后，它不同于旱运煤炭那样可保持在原运输设备上，而是顺坡全部下泻至煤水仓内，这就要求确定煤水仓容积时要考虑这一因素，增加一定的备用容量，以便承受这部分来浆。再如运转中的煤水泵突然被卡，又需要有预先设置的备用泵倒替工作，否则管路将发生沉淀堵塞事故。

6. 地面有个脱水处理“尾巴”

原煤浆（或煤泥水）排至地表后，在勿需入洗的情况下，较之旱采增加了脱水环节。关于细煤泥处理和水的澄清净化，由于水提原煤浆的水量大，煤泥量增多，所以不管入洗与否，这个“大尾巴”都需专门采取措施妥善解决。这是采用水采工艺所带来的特殊问题，解决的不好，将直接影响水采的生产及其进一步发展。