



水力采煤的几个问题

U224.87
B467b

北京矿业学院经济组织与计划教研组著

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書是作者根据实际調查与研究而编写出来的。其內容主要是結合水力采煤的特点对开采眼的間距、煤洞沿傾斜长度、煤洞的斜角、开采眼长度、采区走向长度等問題进行了探討；并着重地結合当前我国水力采煤的两种方法——漏斗式和小阶段式对巷道和洞室的布置以及回收率的提高等問題作了具体的分析与研究。

本書对現場工作的工程技術人員有着实际的指导作用，也可供煤炭工业的研究人員，以及有关高等学校中等技术学校的师生参考。

1086

水力采煤的几个問題

北京矿业学院經济組織与計划教研組編

4

煤炭工业出版社出版（地址：北京东长安街煤炭工业部）

北京市書刊出版登記證出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

※

開本787×1092公厘 $\frac{1}{32}$ 印張1 $\frac{1}{2}$ 字數29,000

1959年3月北京第1版 1959年3月北京第1次印刷

統一書号：15035 788 印数：0 001—8,000册 定价：0 18元

前

自从水力采煤在我国开採后,经过一年多来生产实践的証煤方法确实具有許多优点,并符合我国多、快、好、省建設方針。但根据目前資料来看,水力采煤所达到的回收率还是比较低。因此有些人对在我国大力开展水力采煤抱着怀疑和犹豫的态度。由是,研究水力采煤的煤炭损失、并进一步提高其回收率,乃对我国大规模地推广水力采煤具有重要的意义。

本文首先对我国目前所普遍采用的两种水力采煤法作了一个简单的介绍和分析,然后进一步提出确定合理的采煤方法要素的方法及巷道的布置,最后以开採林西矿7194掌为重点(厚煤层漏斗式采煤法),深入分析了水力采煤煤炭损失的原因,并针对这些原因提出了降低的途径。

根据在林西矿井下的实际观察与研究,以及和工人同志的討論,了解到水力采煤的煤炭损失可以分为两类:一是正当的损失,一是不正当的损失。只要从技术上和组织上努力消灭这些造成不正当的煤炭损失的原因,那么煤炭损失将会减少 $1/2$ 以上,回收率将随之大大提高,如厚煤层的回收率将能达到85%以上,中厚煤层的回收率也可以肯定地说一定能达到90%以上。我们相信,只要在党的领导下坚决依靠工人群众,水力采煤的回收率一定能达到上述指标;只要我们不断努力,我国的水力采煤不仅在实际生产經驗上、而且在理論研究上也将在世界上大放光彩。

目 录

一、目前水力采煤所采用的方法.....	3
二、采煤方法各要素的确定.....	7
三、水力采煤的巷道布置及洞室布置.....	25
四、提高水采回收率的途径.....	33

一、目前水力采煤所采用的方法

目前我国水力采煤所采用的方法主要有两种：

1. 漏斗式采煤方法。

其巷道的布置和回采的顺序如图1、图2所示：

先开采区的上山，然后开回风和运输顺槽，沿煤层倾斜布置开采眼，由上向下进行回采。

煤洞的规格应与水枪的有效射程、顶板的稳定程度、煤层硬度以及落煤的时间长短密切结合起来。由于水枪能远距离地进行落煤和运煤，因而工作面不支架，用无支架的方法来控制顶板的冒落。工作面的通风利用老塘串风，利用总负压来通风。两侧的煤洞可以采取有错距和没有错距的两种方式。有错距的方式，其辅助工作量大，影响水枪的效率，但由于有煤柱支持水枪的工作地点的顶板，因而水枪以及水枪司机的工作比较安全。顶板比较稳定、或要加强水枪前面的支架，则可采用没有错距的方式，这样则可减少辅助工作量，提高水枪的效率。

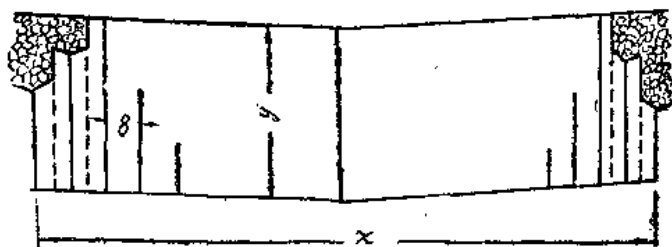


图1 巷道布置图

这种采煤方法只能在緩傾斜的煤层中（即 $5^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 的煤层中）采用。因为在煤层傾斜較大时，頂板冒落后易沿傾斜滑动，这样则不能保証回采工作的安全。同时由于水枪在开采眼中能够兩面进行回采，因而掘进率較小，在 1.8 公尺的煤层中，其掘进率約为 42 公尺/千吨。

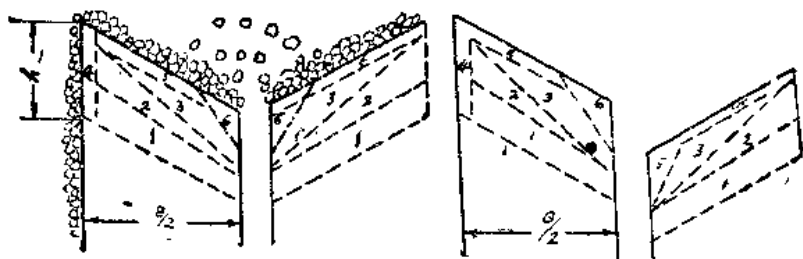


图 2 回采方法图

2. 小阶段采煤方法。

这种采煤方法的应用范围較广，煤层的傾角在 $5^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 之間均可采用，其巷道布置如图 3 所示，回采工作面的回采方式如图 4 所示。

决定煤洞規格的方法和原則，与漏斗式采煤方法同。在回采时可組織两个小阶段同时回采，上一小阶段超前 15—20 公尺，这样对工作面的通风也非常有利，利用总負压来通风。

这种采煤方法的优点：回采率較高。根据萍乡的統計資料看，其采区的回采率已达 90.35 %。但这种采煤方法的主要缺点为掘进率大，在 1.8 公尺厚的煤层中約为 54—62 公斤/千吨；而且因为水枪只能单面的进行回采，所以輔

助工作量大，从而影响到采区的效率。

在顶板好的情况下，为了减少掘进率，可加大阶段高度，用双枪上下进行回采。但这种采煤方法的辅助工作量仍然很大。

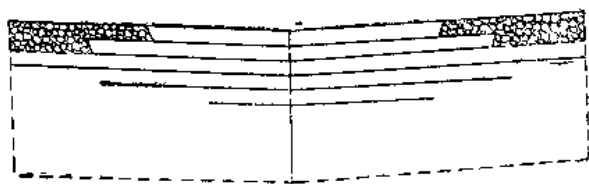


图 3 小阶段巷道布置图

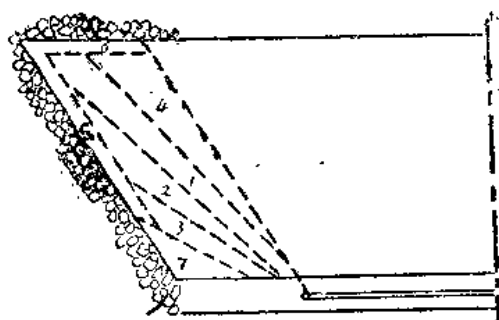


图 4 小阶段回采顺序

通过上述分析，可以看出，当煤层倾斜角在 25° 以下、冒落的岩石不向下滑动的情况下，宜采用漏斗式采煤方法。在坡度较大不能采用漏斗式采煤方法时，可采用小阶段采煤方法。

由于我国采用水力采煤的时间不长，在实际工作中仍然存在着很多问题，有待今后不断地加以解决。兹提出一

些主要問題進行探討如下：

(1) 找出合理的巷道布置：

合理的巷道布置，其要求不但要工程量是最小，而且在开采的过程中动力的消耗以及經營費用是最少。應該指出的是在旧有的矿井中要充分地利利用旧有的巷道，以减少工程量。但利用时必须首先分析一下它在經濟上的合理性如何。

(2) 确定合理的采煤方法要素：

尤其是煤洞规格的确定，它不但影响到煤炭损失的大小，而且也影响到水枪性能的充分利用和巷道掘进量的大小。

(3) 采用合理的回采方法和回采順序：

这是降低煤炭损失的重要途径。其要求就是必須很好地掌握頂板冒落的規律性，这样我們就能够在任何頂板条件下也可以使煤炭损失量降低到最小。在实际的工作中水枪司机李光印同志曾在这方面积累了不少經驗，对他的經驗我們曾給予了總結。他的經驗表明：只要很好地运用地压的規律，不但能控制頂板的冒落，而且可以利用它进行落煤。很好地运用这些經驗，就能够使回采率控制到90%以上。

(4) 生产过程各环节的配合和相互联系：

就林西矿7194水采区的生产过程來說，生产过程各环节在生产能力上未能充分發揮，影响到采区技术經濟指标的改善，尤其是篩机和沉淀池是严重地影响到整个生产过程順利地进行。

此外在生产过程各个环节的联系上是没有缓冲的作用，因而任何一个环节发生一些故障就会影响整个生产过程的进行。尤其是筛机和水枪的联系，应该在筛机前面加一煤水仓(如图5)，这样则可起调节的作用。因为水枪的生产能力是不均衡的，煤水比有时大有时小，因而造成筛机的负荷不均衡，易发生故障，有此煤水仓则可调节它的负荷，同时筛机一旦发生一些小故障，水枪则可不停。

茲分別对上述問題給予詳細的研究于后。

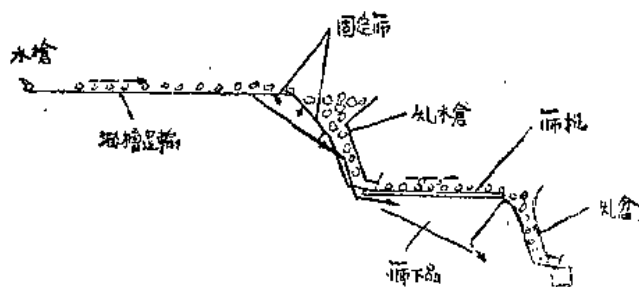


图 5

二、采煤方法各要素的确定

水力采煤的特点就在于它能远距离地进行落煤和运煤。因而在工作面内就不需要有人来进行操作。这不但保障了矿工的安全，同时也給无支架管理頂板創造了可能性。只要掌握頂板冒落的規律，我們就能够利用其規律性来管理頂板。頂板的冒落与頂板的暴露面积、暴露時間及頂板本身的稳定性有着密切的关系。根据目前积累起的經

驗表明，可以通过下面的途径来管理頂板：

- (1) 选择采煤方法要素的合理规格；
- (2) 快速和不間断地进行回采工作；
- (3) 采用合理的回采順序。

前面已經談过，頂板的冒落是与頂板的暴露時間有着密切的关系。如果我們能快速进行回采工作、縮短煤洞的回采時間、在頂板沒有冒落前把煤洞中的煤全部采出，这样就可以消除非正常的煤炭損失。同时只要水枪能力允許的話，仍可扩大煤洞的规格以减少輔助工作量，这对提高水采工人的劳动生产率也是有重要意义的。

实际工作中的經驗表明，往往由于煤洞回采工作的中断而造成頂板局部冒落，不是压住底板浮煤就是把煤洞堵住，造成煤洞中有很多煤，而不能够进行回采。非正常的煤炭損失大多都是这一原因所造成的。因而必須研究水力采煤生产过程各环节的协调，使整个生产过程有节奏地工作，从而保证回采工作不間断地进行。

回采的順序，对于頂板的局部冒落，从而保证回采工作的順利进行是有着密切的关系。水枪司机李光印同志的經驗表明，即使在頂板很不好的情况下，只要我們采用合理的回采順序，便能有效地控制頂板的冒落，从而并不影响回采工作的順利进行，回采率仍然可达很高。

对于漏斗式和小阶段的水力采煤方法來說，合理的煤洞规格是直接关系着煤炭損失量的大小、巷道掘进及輔助工作量的大小、以及生产的安全程度。合理的煤洞规格是根据下面几个因素来加以确定的：

- (1) 頂板岩石的穩定性;
- (2) 射流的有效長度;
- (3) 水槍的生產能力。

煤層的物理機械性質影響水槍的生產能力，而煤層的厚度和水槍的生產能力又影響着煤洞的回采時間，因而影響到煤洞的規格。

采煤方法各要素的數據的確定方法如下：

1. 開采眼的間距的確定（圖 6）：

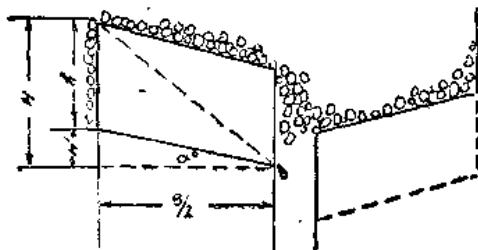


圖 6

主要根據水槍的有效射流長度來加以確定，然後再考慮其它因素的影響。在煤層及煤層厚度大於 3 公尺的情況下，開采眼的間距可依下式確定：

$$B = 2 \cos (45^\circ + \alpha^\circ / 2) \sqrt{L^2 - m^2} \text{ (公尺)}.$$

式中 B ——開采眼的間距(公尺);

α° ——煤洞的斜角;

m ——煤層厚度(公尺);

L ——射流的有效長度(公尺)。

在煤質軟及煤層厚度小於 3 公尺的情況下，開采眼的

間距可依据下式来加以确定:

$$B=2L \cos(45^\circ + \alpha^\circ/2) \text{ (公尺).}$$

因为在煤質軟的情况下, 或者底部煤硬、上部煤軟的情况下, 頂部的煤不需要用有效射流来加以冲击, 只要把底部煤用有效射流冲击出, 頂板煤則由于地压及自重的作用而自动落下。

各种水枪的有效射流长度根据唐山煤炭科学研究所的資料如下:

喷嘴直径 (公厘)	水枪高压水流入口工作 压力 (公斤/公分 ²)	唐56-8-1型水枪 有效射程 (公尺)	上海 280 型水枪 有效射程 (公尺)
20	33	8—9	—
25	33	—	10—11
30	38	12—15	12—15
35	38	14—15	—

2. 煤洞沿傾斜长度的确定:

首先依据水枪的有效射程来加以确定 (因为只有在这样的情况下才能有效地利用水枪的性能), 然后再根据其它因素来加以校正。

煤洞沿傾斜长度可依下式来确定 (图 7):

1) 在煤質硬或煤层厚度大于 3 公尺的情况下

$$h = \sqrt{L^2 - m^2 - \frac{B^2}{4}} - \frac{B}{2} \tan \alpha^\circ \text{ (公尺).}$$

2) 在煤質軟或底煤硬、頂煤軟以及厚度小于 3 公尺的情况下

$$h = \sqrt{L^2 - \frac{B^2}{4}} - \frac{B}{2} \tan \alpha^\circ (\text{公尺}).$$

根据上式所計算出的 h ，还需要依据頂板的条件加以校正， h 应该符合下式的要求：

$$h \leq \frac{S}{B/2}.$$

S ——頂板暴露 3—4 小时而不冒落的稳定許可面积 (公尺²)。

另外 h 还必须是开采眼中管子节长的倍数，即：

$$n = \frac{h}{C} = \text{整正数}.$$

C ——开采眼中管子节长(公尺)。

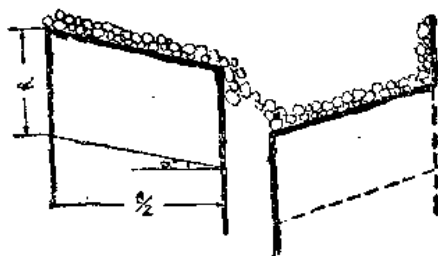


图 7

但必須指出，在決定 h 的时候，还必须考虑到有利于支架的回收。另外在依据頂板的条件所計算的 h 小于 3 公尺时，而且也小于依据水枪的有效射程所計算的 h 时，此时如依据頂板条件而縮小 h 的話則是不合理的。因为在此

条件下不但水枪的性能不能得到充分的利用，而且在开槽时很易透上部老塘，矸石很快挤入，从而造成煤炭的损失量很大。至于在顶板不好的情况下，在煤洞的回采过程中，顶板可能有部分冒落。实际的工作经验证明，此时只要采用合理的煤洞回采方法，把开槽的门口及保护煤柱留好，则仍然能够顺利地有效地进行回采工作，回采率仍然可以达到很高。

3. 煤洞的斜角 α° 的确定：

煤洞的斜角 α° 是根据下列三个因素来确定的：

- 1) 保证煤水运输的坡度；
- 2) 保证有效地利用水枪的性能；
- 3) 保证回采工作中的安全。

(1) 煤洞中、下帮的坡度必须在 5° 以上，这样才能保证煤水沿下帮流出。为了保证下帮必要的坡度，煤洞的斜角就有所不同，煤洞的斜角与煤层倾角之间的关系可以依下式确定：

$$\alpha^\circ = \sin^{-1} \frac{\sin 5^\circ}{\sin \theta^\circ}.$$

θ° ——煤层的倾角。

(2) 当 α° 增大，则煤洞的对角线也逐渐加长。在此情况下只有在回采煤洞对角线部分时，水枪的性能才能得到充分利用。因而从水枪的角度来看， α° 的角度愈小愈好。

(3) 从对于水枪及水枪司机的安全来看，煤洞的斜角愈大愈好。如果在煤洞的斜角很小的情况下，水枪及司机则处于采空区工作，此时巷道的顶板是用支架及木梁来支

持，如果支架及木垛无法支持頂板冒落，則很容易把水枪埋住。在煤洞斜角大的情况下，則水枪所处位置，其上部的頂板除有巷道的支架及木垛支持外，同时煤洞的下帮也可起支持此处頂板之作用。在頂板稳定的厚煤层、中厚煤层及薄煤层中，煤洞的斜角可以小一些，可在 $10^{\circ}-20^{\circ}$ 之間；在頂板不稳的厚煤层及中厚煤层中，煤洞的斜角应在 $30^{\circ}-45^{\circ}$ 之間。这样才能保証工作的安全。

4. 合理的开采眼长度的确定：

所謂合理的开采眼长度，也就是指在整个掘进开采眼及回采時間內，每采一吨煤炭所消耗的人力和物力是最少的开采眼长度。

开采眼长度受下列各因素的影响：

- 1) 运输順槽的掘进費用；
- 2) 回风順槽的掘进費用；
- 3) 开采眼的維護費用；
- 4) 材料的运输費用。

其計算方法如下：

(1) 运输順槽的掘进費用可依下式确定，

$$A = \frac{K_{\text{运}} \cdot B}{P \cdot C \cdot y \cdot B} = \frac{K_{\text{运}}}{P \cdot C \cdot y} \text{ (元)}.$$

式中 $K_{\text{运}}$ ——运输順槽掘进每公尺的全部費用(元/公尺)；

B ——开采眼的間距(公尺)；

P ——煤层生产率(吨/公尺²)；

C ——回采率；

y ——开采眼的长度(公尺)。

由上式可以看出,随着开采眼的增长,每吨煤炭运输顺槽的掘进费用也逐渐减少。

(2)回风顺槽的掘进费用的计算公式与上式相同。如果上一阶段的运输顺槽,其维护费用很大,在上一阶段开采完毕后,则将运输顺槽废弃,在开采下阶段时重新掘进回风顺槽。此时在确定开采眼的合理长度时则要考虑这一因素。如果上一阶段的运输顺槽的维护费不大,则上一阶段的运输顺槽可作为下一阶段的回风顺槽用。此时在计算开采眼合理长度时同样也不考虑这一因素。

(3)开采眼的维护费用可分为两部分:

1)开采眼掘进过程中的维护费用;

2)开采眼回采过程中的维护费用。

其计算方法如下:

1)开采眼掘进过程中总的维护费用可依下式确定:

$$a = \frac{\gamma_n \cdot y^2}{2L_n} (\text{元}) .$$

每吨煤炭的开采眼维护费则为:

$$a_0 = \frac{\gamma_n \cdot y^2}{2L_n \cdot P \cdot C \cdot y \cdot L} = \frac{\gamma_n \cdot y}{2L_n \cdot P \cdot C \cdot L} (\text{元/吨}) .$$

γ_n ——开采眼每公尺每月的维护费用(元/月公尺);

L_n ——开采眼的掘进速度(公尺/月)。

2)开采眼在回采过程中总的维护费用可依下式计算:

$$a_2 = \frac{\gamma_n \cdot y^2}{2L_0} \text{元} .$$

每吨煤炭开采眼的维护费则为:

$$a_{02} = \frac{\gamma_n \cdot y^2}{2L_0 \cdot P \cdot C \cdot y \cdot L} = \frac{\gamma_n \cdot y}{2L_0 \cdot P \cdot C \cdot L} \text{ (元/吨)}.$$

L_0 ——开采眼的回采速度(公尺/月)。

开采眼掘进和回采期间每吨煤炭总的维护费用为:

$$\frac{\gamma_n \cdot y}{2L_n \cdot P \cdot C \cdot L} + \frac{\gamma_n \cdot y}{2L_0 \cdot P \cdot C \cdot L} = \frac{\gamma_n \cdot y}{2 \cdot P \cdot C \cdot L} \left(\frac{1}{L_n} + \frac{1}{L_0} \right) \text{ (元/吨)}.$$

(4) 每吨煤炭材料运输费用可用下式确定:

$$a_{03} = \frac{My^2 \cdot L \cdot P \cdot C \cdot \delta}{2P \cdot C \cdot y \cdot L} = \frac{M\delta}{2} y \text{ (元/吨)}.$$

M ——每吨·公尺的运输费用(元/吨·公尺);

δ ——每吨煤炭的材料消耗(吨/吨)。

可见材料的运输费用是随着开采眼的增长而增加的。

综合上述各因素则得出开采眼长度的函数式如下:

在上一阶段的运输顺槽作为下一阶段的回风巷用时为下式:

$$f(y) = \frac{K_n}{P \cdot C \cdot y} + \frac{\gamma_n y}{2 \cdot P \cdot C \cdot L} \left(\frac{1}{L_n} + \frac{1}{L_0} \right) + \frac{M\delta}{2} y. \quad (1)$$

在每一阶段都另行掘进回风顺槽时, 则开采眼长度的函数式应该是:

$$f(y) = \frac{K_n}{P \cdot C \cdot y} + \frac{K'_n}{P \cdot C \cdot y} + \frac{\gamma_n y}{2 \cdot P \cdot C \cdot L} \left(\frac{1}{L_n} + \frac{1}{L_0} \right) + \frac{M\delta}{2} y. \quad (2)$$

如回风顺槽与运输顺槽每公尺的掘进费用一样时则简化如下式: