

煤层注水防尘

涂繼正著

煤炭工业出版社

U181.34/T439

内 容 提 要

本書簡要地介紹了煤层注水防尘的方法。从目前世界各国煤矿防尘的动态来看,有采用注水防尘的趋势。目前我国开滦煤矿已在开始进行煤层注水防尘这一工作。本書扼要地对煤层注水防尘的方法、設備和效果做了一般的介紹,并提出煤层注水方面尚存在和待解决的问题。

本書可供煤矿、煤炭科学研究机关和矿业学院有关同志参考。

1446

煤 层 注 水 防 尘

涂 繼 正 編

*

煤炭工业出版社出版(社址:北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版业营业許可証出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

开本787×1092公厘 $\frac{1}{32}$ 印张1 字数19,000

1960年3月北京第1版 1960年3月北京第1次印刷

統一書号:15035·1082 印数:0,001—3,000册 定价:0.15元

2526

目 錄

一、煤矿中的尘肺病.....	3
二、煤矿防尘方法簡述.....	11
三、煤层注水是煤矿防尘的重要措施之一.....	15
四、在煤层注水方面尚存在的和待解决的問題.....	26
参考文献.....	30



一、煤矿中的尘肺病

1. 煤矿中矽肺病的存在及其防止方法

长时期以来，许多人們都認為，只有金屬矿山的工人才可能得矽肺病。許多事实完全否定了这种观点，并且有力地証明，煤矿中也能发生矽肺病。

例如，1946年，对英屬西非洲的三个煤矿的1002名工人检查的結果，发现有 335 名工人患矽肺病。在西德，矽肺病的发展情况特別严重，而且患病的人数逐年上升，从 1949 年以来，每年新发现的病例就有 5000~9000 多人。我国开灤煤矿对在干式凿岩情况下工作的掘进工人检查结果，不同工龄的工人中患矽肺病的人数所占的百分率如下。

工龄 (年)	1—5	6—10	11—15	21—30
矽肺病例百分率(%)	3.6	30.2	37.4	79.4

煤矿中不仅有矽肺病，而且其危害程度也是惊人的。在西德鲁尔煤田每年有上千人死于各种尘肺病，約为該煤田中死于所有其它事故的矿工人数的 5 倍。每年由于矽肺病而支付的費用，占整个工伤和职业病費用的 56%。英国南威尔士的煤矿里，1949 年发生 93 次死亡事故，而死于尘肺病的却有 308 人。

煤矿生产过程中，空气中的含尘量是相当惊人的。例如康拜因工作时空气含尘量在有洒水装置时为 5000 毫克/立方米左右，而不洒水时可达 25000 毫克/立方米。而且，

煤系岩层中的 SiO_2 含量也不少。頓巴斯的围岩中 SiO_2 的含量如表 1。而一般火成岩和变質岩中的游离石英含量也不过如此(見表 2)。

頓巴斯围岩中的 SiO_2 含量

表 1

岩 石 名 称	SiO_2 含 量 %	
	总 含 量	游离 SiO_2 含量
砂 岩	60~95	54~70
砂 頁 岩	45~65	29~35
頁 岩	40~50	10~20
煤質頁岩	35~40	<10

火成岩、变質岩中游离 SiO_2 含量

表 2

岩 石 名 称	游 离 SiO_2 含 量 %
花 崗 岩	25~65
石英斑岩	26~52
石英閃长岩	20~47
石 英 岩	57~92
片 麻 岩	27~64
角 閃 岩	12~36

由上表可知，在煤矿的岩石巷道掘进以及其他同岩石有关的工作中（如打挑頂眼，砌石垛等等），矽肺病的危害性也是相当大的。煤矿工人中患矽肺病的大多是凿岩工、放炮工、充填工等，也証实了这一点。

由于煤矿中矽尘的生成原因，基本上和金屬矿的相同，因此防止的方法也和金屬矿相同；即湿式凿岩、洒水、有效的局部通风、个体防护等。我国的金屬矿，在防尘工作方面，已經积累了不少經驗，特别是生尘最多的凿岩工序，已經基本上能使空气含尘浓度达到卫生标准。因此，煤矿的岩石掘进等工序的防尘工作，可以采取金屬矿中已經行之有效的办法。

2. 煤矿中獨有的尘肺病——煤肺病

1) 煤肺病的存在

煤矿中，除了掘进工和其他同岩石接触的工人可能得矽肺病以外，在其他工种的工人中間，也发现有职业性的尘肺病。这种尘肺病按其症状及发生原因說来，都不同于前面所說的矽肺病。国外的許多資料証明，煤矿工作面的煤尘中石英的含量很低(頓巴斯煤尘中 SiO_2 含量只有1%)。而且不同矿井中的尘肺病患病率和該矿井的煤尘中石英含量又沒有明显的关系。英国南威尔士地方，尘肺病发生率高的矿井中，煤尘的石英含量反而比尘肺病发生率低的矿井中要多。西德魯尔区的“日光”矿井的煤尘中石英含量只有4%，而这个矿井的尘肺病发生率却相当高。在苏联，曾經流行过这样的观点：認為煤矿中的尘肺病主要是由煤尘中的石英所引起的，这种观点也被事实否定了。例如，頓巴斯的无烟煤矿中尘肺病危害比开采烟煤的矿井中大，然而在頓巴斯，灰分最少的正是无烟煤。

以上的事实証明，煤矿中的尘埃——主要是煤尘——

对人体的健康也有严重的危害，长期地(10—15年之久)和煤尘接触并吸入煤尘，能引起一种煤矿中特有的尘肺病——煤肺病。

2)煤肺病产生的原因——几种学说

根据对煤肺病患者的肺部病变的观察和肺内沉着的矿尘的分析，已经证明吸入的粉尘中的石英不是产生煤肺病的主要原因。例如，纯粹的矽肺病，在患者停止和含有矽尘的空气接触后，仍旧可能继续发展，而煤肺病却没有这种特性。关于产生煤肺病的原因，即煤尘对人体的病理作用，现在还没有得出最后的结论。许多学者对这个问题的提出不同的解释。

科兹洛夫斯基认为：无烟煤尘所以比烟煤危害性大，是由于无烟煤溶解时，其中能溶解的石英量大于较软的烟煤。

另一些学者(维格道尔切克，海波尔斯吞，柯列)认为：煤尘的危害性主要来自其中的矿物杂质，纯粹的煤尘没有危害。

还有一些学者(金格，太以尔)认为：煤尘中的少量石英起着催化剂的作用，促进煤尘颗粒的病理作用。

但是，总的说来，煤肺病的产生，主要应当归之于煤本身。由于长期吸入煤尘浓度很高的空气，使肺部的负担过重，不能及时排除煤尘，最后引起煤肺病。不同变质程度和不同种类的煤尘，对人体的危害程度虽然有所不同，但它们之间的关系还不清楚。一般说来，决定煤肺病危害程度的，有两个重要因素：空气含尘浓度和工人同这种空

气接触的时间。

3) 各国关于空气中煤尘含量的卫生标准的规定

苏联和我国，按照浮游矿尘中游离 SiO_2 的含量，规定作业场所的空气中的含尘量的最高许可限度：

矿尘中游离 SiO_2 含量	>10%	<10%
空气中含尘量最高限度 毫克/立方米	2	10

在英国，许可含尘量是以数量指标表示的。表3中所列是直径为0.5~5微米的尘粒数。

英国的矿井空气含尘浓度的卫生标准 表 3

矿尘中游离 SiO_2 含量%	许可含尘浓度 粒/立方厘米
完全没有 SiO_2	1770
<20	1060
20~40	354
>40	175
煤 尘	850*
无烟煤尘	650*
煤矿岩石掘进	450

* 1~5 微米的尘粒。

美国的铁矿中规定的卫生标准是5百万粒/立方呎（约合175粒/立方厘米）。

目前各国所制定的卫生标准，并没有严格的科学根据，多少带有一些估计的性质。根据最早开始有记录资料的南非金矿的数据看来，工作地点空气含尘浓度和发病前平均工龄之间的关系如图1所示。

由該图可以看出，在含金石英脉中工作时，如果含尘浓度保持1毫克/立方米，那么每一工人平均可以工作20.5年才开始发病。同时也可以看出，当含尘浓度愈低时，每降低1毫克/立方米，可以使工人的有效工作年限增加得愈多，这說明当空气含尘浓度接近卫生标准时，爭取再降低空气含尘浓度的重要意义。

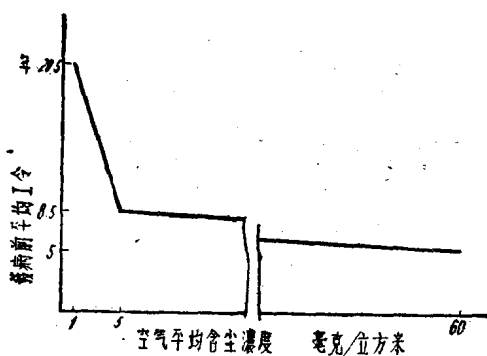


图 1 空气含尘浓度和发病工龄的关系

尘肺病是一种长时期受有害粉尘影响积累的结果。因此近年来大量的防尘工作的效果，并不能在同一时期内的发病率数字中得到明显的反映。所以上述发病情况和空气含尘浓度的关系多少带有一些估计的性质。为了正确地反映矿井空气含尘情况及其他因素对尘肺危害程度的影响，今后还需要选择一些代表性的矿井，进行关于含尘及其他劳动条件的长期的、系统的调查和记录工作，并在这个基础上确定科学的卫生标准，这项工作也有助于得出煤的变质程度、煤尘成分等其他因素同尘肺危害性之间的关系。

表 4

采煤各工序的煤尘生成量

工 序 名 称	空 气 含 尘 浓 度		单 位 时 间 产 生 量	单位工作量的产生量
	毫克/立方米	粒/立方厘米		
干式凿眼 (冲击式)	100~10000	$10^4 \sim 12 \times 10^4$	15.3克/分	120克/米
湿式凿眼 (冲击式)	3~10	400~3000	0.27克/分	2.2克/米
爆破 (无洒水)	500~2000	$3 \times 10^4 \sim 20 \times 10^4$		33克/公斤炸药
爆变 (有洒水)	7~20	2000~10000		
装岩 (干式)	100~5000	5000~20000		15~25克/吨岩石
装岩 (有洒水)	6~10	1300~2500		
康拜因工作 (无洒水)	500~30000	25000~50000		170~1000克/吨煤
康拜因工作 (有洒水)	降低50~70%			10~30克/吨煤
康拜因工作 (煤层注水湿润)	降低70~80%			
皮带运输机下山运煤 (无洒水)	100~1000	3500~2500		
皮带运输机下山运煤 (有洒水)	降低50~70%			
装车站装车机 (无洒水)	200~12000			
风镐落煤 (干式)	500~15000			
截煤机截煤 (干式)	200~30000			

3. 煤矿各生产工序中所产生的煤尘量

关于这方面的工作，过去做得很少，现在数据还很缺乏。除了其他的原因以外，主要是由于测尘方法不统一和不够完善，以及同一生产工序中其他条件的不同所造成，使所得的数据相差很大。

衡量一个生产工序所产生的煤尘量的指标也有好几种：(1)该生产工序中单位时间内所产生的煤尘量——毫克/分；(2)单位工作量（例如：每鑽眼，米、每爆破1立方米实体岩石、每截煤1平方米…）所产生的煤尘量；(3)该生产工序进行时，风流中的含尘浓度。

下面引用的一些数据，都是在一定条件下测得的，并不一定代表一般情况，但可以给我们一个关于各工序的产尘量的概念（见表4）。

在回采工作面和与其相邻的掘进工作面中，各生产工序所产生的煤尘量所占的比重见表5。

康拜因工作面内各工序产生的煤尘量 表 5

工 序 名 称	相对产尘量 克/吨	所占比重 %
“賴巴斯”型康拜因落煤装煤	500~700	96.4~96.0
刮板运煤机和往矿车里装煤	15~25	3~3.4
相邻掘进工作面爆破工作	3.0	0.6
相邻掘进工作面鑽眼工作（按每吨煤0.15米鑽眼及每米鑽眼产生尘2克計）	≈ 0	≈ 0

由此可见，煤矿中的主要尘源是回采工作面的截煤落煤工作（包括截煤机和康拜因）。

二、煤矿防尘方法簡述

1. 煤矿中的一般防尘方法

防尘工作一般可以依照下列主要方向来进行：减少生产工序中矿尘的形成，設法捕集已經进入矿井空气中的矿尘，利用风流稀释和带走空气中的浮游矿尘。綜合运用这三种措施，可以获得很显著的效果。此外，改变采煤的工艺过程、采用产生煤尘較少的采煤方法和采煤工具、实行个体防护、固結和清扫已經降落的煤尘等也应当作为煤矿綜合防尘措施的一部分。总之，防尘措施必須是綜合性的。单独采用上述各种措施中的任何一个，是不能使空气含尘量降到卫生标准以下的。

煤矿的岩石掘进和金屬矿多年来的防尘經驗証明，綜合运用下述三个措施——湿式鑽眼、噴霧洒水、有效的通风（在个别条件困难的情况下还需加上个体防护）——在絕大多数情况下，可以使工作地点的空气含尘量降低到卫生标准以下。例如，我国的龍烟鉄矿、錫矿山矿务局已經使所有工序的空气含尘量降到2毫克/立方米以下。目前感到比較困难的，是采煤各工序中特別是截煤机和康拜因采煤时的防尘。

現在煤矿中所能应用的防尘措施有下列几种。

1) 通风 通风是防尘的最主要措施之一。通风的作用在于：稀释和带走工作地点所产生并且进入空气中的煤尘。显然，如果工作地点沒有风流流动，那么所产生的煤尘不

漸进入空气中，其浓度会达到惊人的数字。供給工作地点的风量愈大，則单位体积空气中的含尘量当然就愈少。不过这也有一个限度。如果风速过大，反而会把巷道四壁已經沉降的尘粒吹起，使空气的含尘浓度增加。实验証明，当风速超过約2米/秒时，井下巷道中的空气含尘浓度就开始增加。通风这一防尘措施，可用于采煤生产的各个工序。

2)洒水噴霧 洒水和通风一样，是目前最广泛使用的防尘措施之一，它的作用在于：用水湿润尘粒，使空气中的浮游尘粒因重量增加而沉降（这是对空气中的尘粒噴水时的情况），或使已沉降的尘粒不致揚起（对煤壁或已采落的煤炭洒水的情况）。洒水噴霧的效果，和水珠的大小、数目、噴射速度、噴射范围、噴射方向同风流方向的关系、尘粒的潤湿性能等有关。噴射的方向最好是迎着风流的方向，噴射的速度（即水珠的速度）要大，单位体积空气内水珠数目要多，噴射范围要广，水珠的大小最好在15~45微米左右。水珠顆粒太小，不能使尘粒很快下降，而且容易蒸发。顆粒太大則使水珠数目减少，而且使水的消耗量增加。洒水这一防尘措施，用于爆破前后（爆破前向煤壁洒水，爆破后向空气中浮游煤尘噴水）、装煤前（向已爆落的煤炭洒水）、运输机和矿車运煤、风鎬落煤（噴嘴装在风鎬上——湿式风鎬）、截煤机截煤（向截縫及截齿噴水）、康拜因采煤及装載站、翻車器等物的防尘。为了提高水珠潤湿尘粒的能力，可以使用各种湿润剂。

3)改进切削机构 其作用在于：提高碎煤的粒度、减少細粒煤尘的形成。改进电鑽钎头的几何形状、减少截煤

机和康拜因截鏈的截綫數、降低截割速度、提高牽引速度、采用巨粒破碎的切削机构（如KKII-1型和YKT型康拜因的切削机构）等措施，都屬於这一类。用鉋煤机落煤也可以减少煤尘的生成。

4)干式吸尘 这种方法只适用于固定装置如采区装載站的溜子口、翻車器等，目前在煤矿中未广泛使用。

5)煤层注水 其作用在于：将水注入煤层的裂縫，使煤体預先得到湿润。煤层注水主要用于回采工作面，在截煤和落煤以前使煤体湿润。它不仅能减少截煤和落煤时煤尘的产生和揚起，而且由于煤块已經湿润，因此也减少了以后各工序所产生的煤尘量。

6)其他技术措施和組織管理措施 采用后退式采煤方法；改变通风系統，使皮帶运输井成皮帶下山出风；工作面采用下行通风；使用防尘口罩；調整各工序的工作時間（例如打岩石挑頂眼和出煤時間錯开）；采用水力采煤等等都可以作为煤矿防尘綜合措施的一个組成部分。

2. 防尘綜合措施中以利用水为主要手段

由上面所提到的各种防尘措施中可以看出，無論是金屬矿或是煤矿，目前最主要的防尘方法，是和水的利用分不开的（同时配合以有效的通风）。經驗証明，在現有的技术水平上，只有广泛地使用水，才能使矿井空气的含尘浓度大大降低。

用水进行防尘的优点在于：（1）它可以用于煤矿生产过程的各个产生煤尘的工序，如凿岩、爆破、截煤、落

煤、装煤、运煤。(2)水的供給比較容易。(3)用水能提高某些工序的效率(如凿岩、落煤)。

广泛地利用水来进行防尘,就要求在所有产生煤尘的地点能够不断地供給質量良好的水。供水的管路可以同时作为井下消火的管路。

在某些条件下,利用大量的水来进行防尘,也会引起一定的困难。

(1)在薄煤层和空間比較狹小的地点,特别是当工人需要躺着工作时,大量用水会使四壁过于潮湿,有害工人健康。

(2)在高温的工作面里,用水会使空气湿度增加,使气候条件恶化,影响工人的散热,降低劳动生产率。目前在南非的金矿和鲁尔区的一些深矿井里,湿法防尘已經迁到了这些困难。

(3)有些围岩受潮后容易膨胀、变軟,影响围岩的稳固性,容易造成冒頂片帮。

(4)在高山或干旱的缺水地区,供水可能会发生困难。

在上述这几种情况下,就有考虑干式防尘的必要,然而目前只有在凿岩这一工序和一些固定的装置如装载站、翻車器等地点才有比較有效的干式防尘方法。其它如回采工作面的装煤、截煤、运煤等工序至今还没有找到有效的干式防尘方法。

根据我国目前的情况,絕大部分矿井中还是适于以用水为主的防尘手段的。今后除了个别深矿井或者具有特殊地质条件的矿井以外,煤矿的防尘仍应以用水为主要办法。

三、煤层注水是煤矿防尘的重要措施之一

1. 煤层注水的根据

人們发现，在含水的或天然潮湿的煤层中进行采煤工作时，煤尘的生成量很少。在英国，发现天然含水分7~8%的煤层，开采时工作面一般沒有严重的煤尘問題，甚至无须采用专门的措施就可以保持空气含尘量的卫生标准。而在干燥的煤层中采煤时，即使用洒水的方法使煤的水分达到和天然潮湿煤层一样，也不能得到这样低的空气含尘量。这是由于已经形成的煤尘，被一层很薄的吸附空气膜所包住，不易为水所湿润。所以在落煤以前就使煤湿润，比落煤以后再使它湿润要容易而且有效得多。

在欧洲的許多采煤工业发达的国家里（比利时，德意志联邦共和国、英国、法国、德意志民主共和国，捷克斯洛伐克）广泛地使用着煤层注水的防尘方法，而且效果很显著，这一方法在20年前就已开始使用。当时已发现这样的事实：工作面的空气中的煤尘不只是来自采掘机械的破碎作用，而是来自，有时甚至主要是来自煤层中天然形成的无数裂缝中原来就已存在的大量微細煤尘。将水注入煤层时，水就沿着煤的层理面、解理面以及其他无数的构造裂缝流动，使整个煤体变得潮湿，同时也使这些裂缝中原来就有的煤尘（由于地質构造活动及采煤时的地压活动而产生的原生煤尘）得到湿润，在开采过程中就不致于扬起，进入空气流中。