

# 影响油气浓度变化因素的初步分析

## 《煤、油共生安全问题研究课题》材料之四

崔家沟煤矿杏树坪斜井是一个煤、油共生生产矿井。在含油层下开采煤炭，是我国煤炭工业中近年来出现的一个新课题。自1979年元月份以来，在杏树坪斜井西翼进行试验性生产，截止1980年10月份，已采完西一、西二两个片盘工作面，现正回采西三片盘，累计采出煤炭近30万吨。

西一片盘位于井田西翼最上部，并且经过长期排油放气，所以在生产期间，滴渗的原油和涌出的天然气比西二、西三两个片盘少；西二、西三两个片盘只打少数排油放气钻孔，由钻孔排放出来的原油和天然气亦很少。但在生产期间，却滴渗出大量原油和涌出大量天然气。西二片盘据不完全统计回收原油约30吨左右；西三片盘从10月下旬开始，滴渗在采空区的大量原油从运输顺槽流出，现正进行回收。三个片盘的相互位置如图1所示。

在试采过程中，工作面和采空区内滴渗原油，一般状如小雨，有时状如中雨，最严

重时在个别裂隙呈股状流出；滴渗原油的位置並不固定，有时在工作面上部，有时在工作面中部或下部；滴渗原油量的多少与顶板裂隙、含油层与煤层间距以及顶板含油层内含油量的大小等因素有关。滴渗出来的原油和涌出的天然气，严重污染生产环境，使回采工作条件恶化，增加了外因火灾的危险性。原油挥发后使风流中燃爆性气体成分增加，生产人员长期吸入含有油气的空气引起头昏、头疼、易倦、食欲减退、神经衰弱等症状，原油刺激皮肤还会引起炎症。其中火灾、爆炸和对人体的影响，都是通过油气引起的。由此可知，在煤、油共生条件下回采煤炭时，要首先对油气浓度的变化情况进行考察，总结其变化规律，才能采取相应的安全措施。在这里我们根据杏树坪三个片盘工作面生产过程中集累的资料，对影响油气浓度变化的因素进行一些初步分析。

从近两年来试采过程积累的资料中可以看出，开采深度、工作面供风量、工作面空气温度和工作面通风系统等都会影响油气的浓度。

### 一、开采深度

一般来说在含油层、煤层及其间夹石等赋存条件相近似的情况下，埋藏深度愈大，复盖层愈深，原油与其共生的天然气就愈不容易泄放，含油层内的原油与天然气的压力也就愈高。当工作面开始回采以后，由于顶板岩压的作用，顶板产生大量裂隙，这些裂隙将含油层和回采工作面及采空区的空间连通，

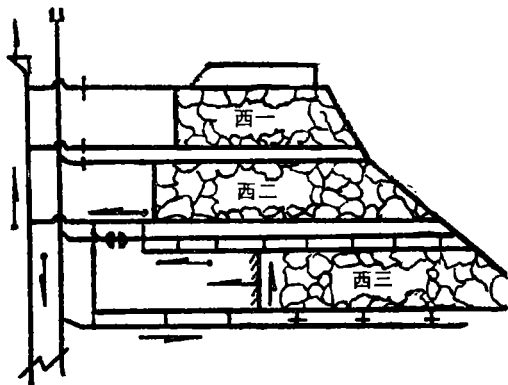


图 1

含油层内的压力高，工作面及采空区空间气压低，它们之间产生压力差，所以含油层内的原油及天然气就沿裂隙连续地滴渗、涌入到回采工作面及采空区内，直到压力平衡为止；滴渗原油和涌出天然气量的大小和速度的快慢，取决于顶板含油层的含油量、压差和裂隙阻力等因素。因此，在含油量和开采条件近似（如开采方法、顶板管理方法等）的情况下，开采深度愈大，滴渗的原油和涌出的天然气就愈多，工作面回风流的油气浓度就会相应地增高，油气的绝对涌出量和相对涌出量也就相应地增加。这种关系在杏树坪斜井试采的三个片盘工作面得到了证明。

杏树坪斜井试生产的西一、西二和西三片盘的开采深度如表1所示。

表1

采 区 名 称	西一片盘	西二片盘	西三片盘
地面水平标高（米）	1256.5	1335	1362
运输水平标高（米）	1210.9	1186	1158
开采深度（米）	45.6	149	204

由表1可以看出，西三片盘较西二片盘的开采深度增加55米，在油气浓度变化较大的5、6、7、8月份，工作面回风巷的平均油气浓度也有相应地增加，其增长情况见表2。

表2

时间（月）	西二片盘	西三片盘
	油气浓度平均值（%）	
5	0.52	0.47
6	0.75	0.84
7	0.90	1.03
8	0.82	1.17

注：西一片盘于1979年元月开始采煤，4月23日采完，无法比较故未列入。

由表2可以看出，油气浓度是随开采深度增加而上升。

由于开采深度增加，油气浓度也随着增加，所以，各片盘的油气绝对涌出量和相对

涌出量随开采深度增加而逐年上升。其变化情况见表3。

表3

采 区 名 称	西一片盘	西二片盘	西三片盘
油气绝对涌出量（米 <sup>3</sup> /分）	2.74	7.65	7.93
油气相对涌出量（米 <sup>3</sup> /吨）	9.20	18.08	25.65

注①：表中所列西二、西三片盘资料为瓦斯鉴定资料。

注②：表中所列西一片盘资料，为1979年该片盘试采期间的最高瓦斯涌出量。

由表3中可以看出，片盘油气的绝对涌出量和相对涌出量是随开采深度增加而上升。

从上述杏树坪斜井试采的三个片盘工作面的资料可知，在含油层、煤层以及开采条件相近似的情况下，工作面回风巷油气浓度、片盘的油气绝对涌出量和相对涌出量是随开采深度的增加而增加。

二、工作面风量

在煤、油共生的回采工作面，为了创造良好的劳动条件和保证安全生产，必须供给适量的新鲜空气。究竟供给多少风量才算合适？是一个比较复杂的问题，要确定一个合适的供风标准，就要考虑好多因素，例如人吸入油气的安全标准和油气的燃爆指标等，这些都要实验研究才能确定。杏树坪斜井在试生产期间，工作面的供风量仅考虑防爆安全的要求，按《煤矿安全规程》的规定计算供风量，根据油气涌出情况，进行适当调节。西一片盘工作面供风量一般在500米<sup>3</sup>/分左右，西二片盘工作面供风量一般在800米<sup>3</sup>/分左右，西三片盘工作面供风量一般在900米<sup>3</sup>/分左右。

一般来说，在工作面和采空区滴渗原油和涌出天然气比较稳定的情况下，随着风量的增加，油气浓度逐渐降低。

西一片盘工作面赋存于井田浅部，又经

过长期排油放气，因此，在试采期间，原油滴渗和天然气涌出的数量和规模，都比西二、西三两个片盘工作面小得多。在滴油量

相近的情况下，求得相近似风量和工作面回风巷油气浓度的平均值，其平均值见表4

表4

工作面回风巷的平均风量(米 <sup>3</sup> /分)	563	596	569	543	519	502	479	448
工作面回风巷的平均油气浓度(%)	0.173	0.180	0.182	0.190	0.195	0.200	0.205	0.212

从表4可以看出，油气浓度是随风量增加而降低，如按表4所列数值，也可做成如图2所示的曲线。

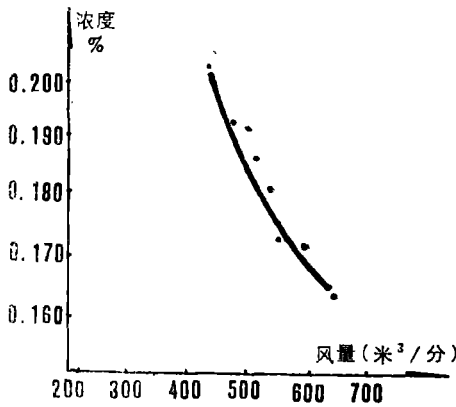


图2

西二片盘在未经打钻排油放气和未开掘尾巷的情况下于1979年4月下旬投产，采至1979年5月份滴油量开始增大，其后时强时弱，直至该片盘工作面采完为止。滴油严重时，原油流入运输机与煤炭一起装入矿车，采空区滴油沿底板流入运输顺槽，在运输顺槽回收积聚原油约80余吨。为了减轻滴油对回采工作的影响，于1979年6月15日开始在运输顺槽打排油钻孔（共打7个钻孔，累计长度330.93米），钻孔穿入含油层时，均发生喷油喷气现象，最大一次发生在3号钻孔，喷出原油约500公斤。但在钻孔打好以后，排出原油量却很少，没有达到预期目的。在此期间工作面落山角油气浓度超限次数逐月增加。为了保证工作面安全生产，根据油气浓度变化情况，适当调节风量，1979年6~12月份统计的工作面供风量和工作面回风巷油气浓度见表5。

表5

时 间 (月)	6	7	8	9	10	11	12
工作面供风量(米 <sup>3</sup> /分)	740	730	850	915	910	1000	1100
工作面回风巷的油气浓度(%)	0.50	0.60	0.54	0.50	0.50	0.44	0.24

按表5所列数据，也可做成如图3所示的曲线。

从表5和图3可以看出，油气浓度是随风量增加而降低。

西三片盘自1980年元月投产以来，工作面原油滴渗情况与西二片盘近似，10月下旬

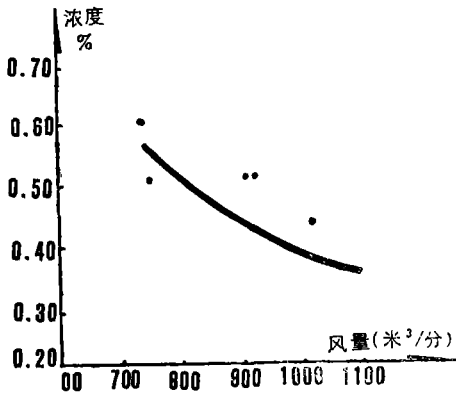


图3

表6

时 间 (月)	5	6	7	8	9	10
工作面供风量(米 <sup>3</sup> /分)	600	640	700	800	900	1000
工作面回风巷油气浓度(%)	0.34	0.44	0.60	0.60	0.70	0.85

滴渗在采空区的大量原油从运输顺槽流出。开始投产时也在运输顺槽打了少数钻孔，终因流出原油很少而停钻，打钻过程中也没有发生象西二片盘3号钻孔那么严重的喷油现象可是在工作面生产过程中，尤其是在放顶时，天然气涌出很剧烈，经常可以看到白烟

从裂隙中冒出，有时延续达2~3小时之久，经常因此造成落山角油气浓度超限。自5月份滴渗原油情况严重以来，风量与工作面回风巷油气浓度的统计数据见表6。按表6所列数据也可做成图4所示的曲线。

从表6中所列数据和图4曲线可以看出，西三片盘工作面回风巷油气浓度随风量增加而升高，这种情况正好与西一、西二片盘的结论相反。根据西三片盘的通风管理和油气涌出情况分析，出现这种反常现象的原因有二：

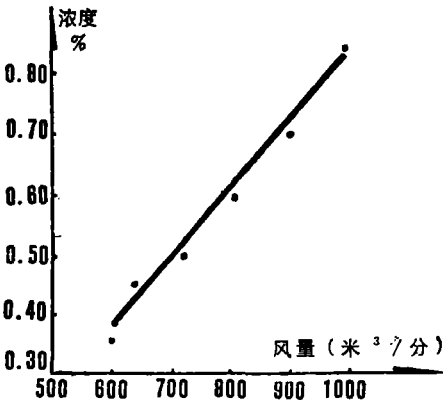


图4

一是涌出油气量增大；二是尾巷没有充分发挥作用（详细情况见后述）。

从上述可知，当原油滴渗和天然气涌出比较稳定的情况下，油气浓度随风量增加而降低；如果尾巷不能充分发挥作用，使采空区涌出的油气不能经尾巷排出，或者是油气涌出量骤然增加，超过尾巷的通过能力，那么，工作面回风巷油气浓度就会随风量的增加而升高。

三、工作面空气温度

杏树坪斜井在含油层下采煤时，在滴渗原油和天然气涌出相近似的情况下，每逢高温季节，工作面回风巷的油气浓度都较其它季节高，这种现象说明油气浓度的变化与空气温度存在着一定的关系。

要了解回采工作面空气温度与油气浓度的关系，首先要了解地面气温与工作面气温的变化规律。所以，在西三片盘工作面试采期间，从1980年5月份开始，对西三片盘回采工作面和地面气温进行了观测，其数值见表7。

从表7所列的数值中可以看出，在6、7、8三个月内，回采工作面的月平均空气温度较地面低3℃左右。这说明地面空气在流

表7

时间(月)	地面八点班月平均空气温度(°c)	回采工作面八点班月平均空气温度(°c)
5	11.95	14.12
6	18.35	15.10
7	19.58	16.10
8	18.58	15.81
9	15.16	15.53

往回采工作面的过程中，空气散发热量，煤、岩吸收热量。但在5月份，工作面月平均空气温度比地面高2.17℃，在9月份，工作面空气温度较地面仅高0.37℃。由此可推知，从9月份开始至翌年5月份，地面空气进入回采工作面的过程中，煤、岩散发热量，空气吸收热量，这是符合深矿井煤岩与空气的热交换规律的。

按表7所列数值，可将西三片盘回采工作面与地面空气的空气月平均温度变化规律，做成如图5所示的曲线。

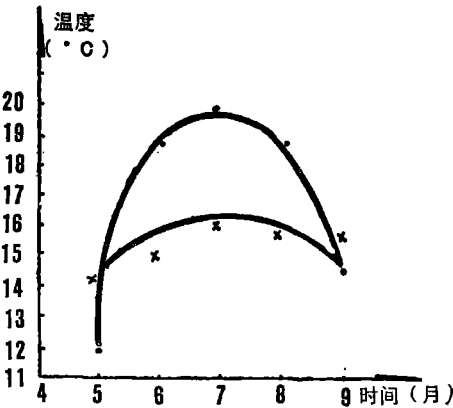


图5

在含油下采煤时，当原油滴渗到工作面  
和采空区空间以后，有一部分就要挥发成油  
气，挥发速度的大小与空气温度有密切关  
系。西三片盘回采工作面回风巷月平均油  
气浓度与工作面月平均空气温度的数值见表8。

表 8

时间(月)	工作面八点班月平均空气温度(°C)	工作面回风巷八点班月平均油气浓度(%)
5	14.12	0.34
6	15.10	0.44
7	16.10	0.64
8	15.81	0.74
9	15.53	0.70

按表 8 所列数据，可将工作面回风巷月  
平均油气浓度与工作面空气温度的变化情  
况做成如图6所示的曲线。

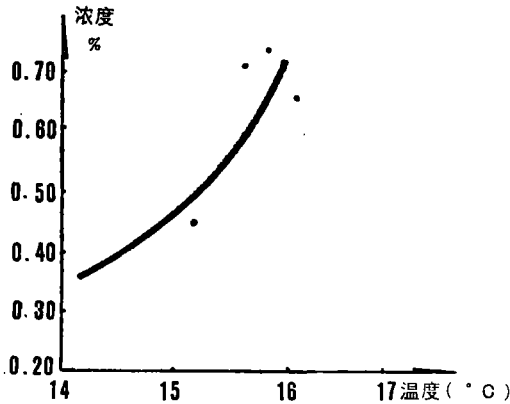


图 6

从表 8 所列的数值和图6所示曲线可以  
看出，工作面回风巷月平均油气浓度大致是  
随工作面空气温度的升高而增加。

四、回采工作面通风系统

杏树坪斜井试采区采用中央并列分区式  
通风系统，主扇为4—72—11No20离心式风  
机，工作方式为抽出式，电机功率55瓩。主斜  
井进风，1号风井回风。试采的三个片盘工作  
面均采用 $\Sigma$ 形通风系统。为了减轻采空区油  
气对回采工作面生产的影响，在回采工作面  
回风巷的上方开掘一条尾巷，用以排出采空

区的油气。试采实践证明，在煤油共生的回  
采工作面，采用尾巷以排出采空区油气，是保  
证安全生产的一项必不可少的措施。西一片  
盘试采期间，在统计期间落山角油气浓度累  
计超限7次，其中在尾巷的79天中超限3次  
平均超限次数为0.038次/日，在无尾巷的11  
天中超限4次，平均超限次数为0.36次/日，  
后者较前者高出9.4倍。西二片盘投产时，  
没有开掘尾巷，1979年5月份落山角油气浓  
度超限6次，进入6月份后几乎每天四点班  
落山角油气浓度都超限，严重地威胁着安全  
生产。在这种情况下，被迫开掘尾巷，6月  
25日尾巷投入使用后，落山角的油气浓度随  
即降低至0.24%；在滴油情况极为严重的7  
月份，落山角油气浓度仅超限一次，还是由  
于回采工作面回风巷内的调节风门被碰坏造  
成的；在8、9两月份内各连续超限4次，都  
是由于尾巷冒顶片帮通风阻力增大造成的。  
西三片盘虽然利用西二片盘的运输大巷做为  
尾巷，但使用效果却很不理想，截至1980年  
9月底，共计试采273天，落山角油气浓度  
累计超限79次，平均超限次数为0.289次/日，  
其值为西二片盘的2.75倍（西二片盘试采24  
8天，落山角油气浓度累计超限26次，平均  
超限次数为0.105次/日）。其所以出现这种  
状况，根据分析有两个原因：一是工作面回  
风侧的煤柱在矿山压力的作用下，使尾巷发  
生严重的冒顶片帮，加之维护又不及时，致  
使尾巷通风断面减小，通风阻力增大，采空  
区的部分油气涌向落山角。例如1980年8月  
上旬，由于尾巷严重冒顶片帮，通风断面仅  
约0.3米<sup>2</sup>，致使落山角油气浓度连续超限，  
被迫于8月10日停产扩修尾巷，扩修情况  
虽稍有好转，但并未彻底改观，所以8月  
份落山角油气浓度累计超限27次，平均超限  
次数为0.871次/日。二是油气涌出量大，以  
8月份的绝对油气涌出量为例，西三片盘最  
大为8.68米<sup>3</sup>/分，而西二片盘最大为7.05

米<sup>3</sup>/分，西三片盘的最大绝对油气涌出量较西二片盘增加13.5%。由上述可知，要使尾巷产生预期的效果，必须对其加强维护，保持必要的尾巷断面，使风流畅通，通过尾巷的风量可根据油气涌出情况，适当的进行调节。

从目前情况来说，在煤油共生的回采工作面，采用 $\Sigma$ 形通风系统，加设尾巷以排出采空区油气，是安全生产的一项必不可少的措施。但是，如果在西三片盘以下，油气涌出量继续增长，用增加风量的办法不能将油气浓度稀释到《煤矿安全规程》允许的浓度以下时，应考虑采用其它措施降低油气涌出量，以保证安全生产。

1.在含油层的含油量、顶板岩性和开采条件相近似的情况下，工作面回风巷的油气浓度、片盘的油气绝对涌出量和相对涌出量随开采深度增加而增加。

2.在油气涌出比较稳定的情况下，工作面回风巷的油气浓度随风量增加而降低。如果尾巷不能充分发挥作用，或采空区油气涌出量骤增，超过尾巷的通过能力，就会出现工作面回风巷油气浓度随风量的增加而上升的

现象。

3.在滴渗原油比较稳定的情况下，工作面回风巷的月平均油气浓度大致上是随工作面月平均空气温度的升高而增加。

4.在煤油共生回采工作面，采用 $\Sigma$ 形通风系统，正确使用尾巷排出采空区的油气，是促进安全生产的一项必不可少的措施。但是还应看到，尾巷存在不少问题，开掘尾巷增加了煤柱，降低了回收率，增加了自然发火的危险，增加了掘进率，容易造成接续紧张等，所以，对尾巷还应继续设法改进。

5.如果井田深部回采工作面油气涌出量继续增加，用通风方法不能将油气浓度稀释到《煤矿安全规程》允许的浓度以下时，应采取其它措施以降低油气涌出量。

最后还应说明，上述分析仅只是初步的，因为各影响因素是相互制约的，在生产条件下，不可能固定一些因素对某一因素单独进行考察，有些因素还没有考虑（如原油和天然气的含量、含油层和煤层的间距等）。所以，今后还应在实验室和生产中继续进行考察。

(上接44页)老空一侧为320~380毫米，顶板岩层发生斜交裂缝(见图10)致使靠外两排锚杆失去作用，为此，拟把中间一排锚杆的长度改为2.0

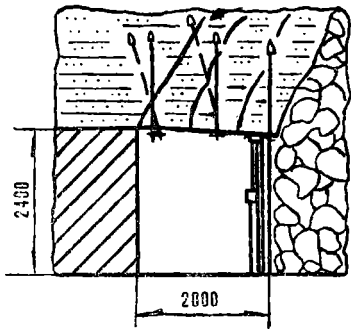


图19

米，并向内斜15~20度的角度(见图10)，预期中间的锚杆能始终锚固在没有裂缝的岩层上，从而达到减少下沉量的目的。

上面简要的介绍了推行无煤柱开采的基

本情况，总的来说是成功的，初步证明无煤柱开采在我矿和矿区有很广阔的前途，是提高资源回收的主要措施之一。但是我们的推行工作做得不够好，对顶底板岩层的抗压强度和顶板压力大小还是个未知数，在推行过程中收集的第一性资料也不多，因此，对一些问题的体会很不深刻，提出的看法和结论科学依据也不足，难免有不切合实际之处，希多指正。

