

面积7km²、煤厚5m估计有5000万t煤炭远景储量。而XIV线往东F₁断层仍继续往东延展，断层下面还会有煤层被覆盖，这有待于今后工作进一步验证。

二、兴隆煤田推 覆构造与区域构造的关系

兴隆煤田位于马兰峪背斜北翼，背斜轴呈东西方向，延展约200km，为典型的纬向构造，其两翼相当范围内均受到此构造的制约，马兰峪背斜轴部抬升很高，经剥蚀目前轴部为大面积的下元古界出露，兴隆煤田南距马兰峪背斜轴部仅25km，背斜隆起强烈，往两侧产生强大的侧压力，致使兴隆煤田形成倒转褶皱，随着压力逐渐加剧，便沿

二叠系中的柔性岩层发生滑脱而形成较大的推覆断层。马兰峪背斜南翼的开平煤田，亦受到这种侧向压力的影响，如开平向斜北翼的唐山矿至赵各庄矿一带，地层直立或倒转，并伴生断距达数百米的逆掩断层，断层形态亦是上大下小，具有推覆性质。

兴隆煤田的推覆构造不会是孤立的，沿着这一构造带的东西两侧可能还会有类似的推覆构造存在，若发现此种构造，就应考虑推覆体下面是否有煤系赋存。

兴隆煤田构造实例告诉我们，在河北省北部找煤工作中，应注意对推覆构造的研究，要研究推覆构造下含煤的可能性，在找煤工作难度越来越大的情况下，有可能在这方面会有一点突破。

大高庄井田在岩浆围蚀过程中幸存的原因

河北第二煤田地质勘探队 牛兴堂

一、找煤工作的突破

井田位天津市宝坻县境内、处燕山南麓平原之下蓟玉煤田下仓含煤横跨复向斜中（图1）。该煤田是1957年116队发现的石炭二叠系全隐蔽型煤田。其第四系松散盖层厚90~330m，井田内一般约240m。

由于该煤田处于京、津、唐三角工业的中心位置，所以尽管煤田煤层遭到岩浆破坏相当严重，但自发现后的20多年来（1957~1983）仍然先后多次在该区进行找煤勘探，可是始终未能找到有开发价值的残存煤块段。

1984年底我队奉命接替116队继续施工。因初入该区，我们系统收集了蓟玉煤田，尤其是其中下仓横跨含煤复向斜中已获地质资

料，经综合分析研究之后，我们认为：由于大高庄区所处构造位置特殊，在地史中先后两次相互直交构造应力场的作用下，其外围可能形成一个构造保护壁。在燕山期，侵蚀地层能量较弱的煌斑岩岩浆侵入过程中，此壁具阻隔吞食大高庄核心区煤层的作用，因而此处就可能有残存未被破坏的煤层块段，所以这次勘探选择了这个范围。但是，当时尚未找出该井孤立幸存的详细地质原因，也就是理论认识上还不成熟，以致勘探设计还按普查阶段编制。这样下去还要延长勘探周期，贻误时间。直到1985年1月，我们才突破思想框框，大胆设想，将普查改为直接进行精查勘探，尽量挽回勘探历史上所失误的时间。在说服各方之后，我们边施工边编制精查勘探设计，当年8月即全面转为精查施

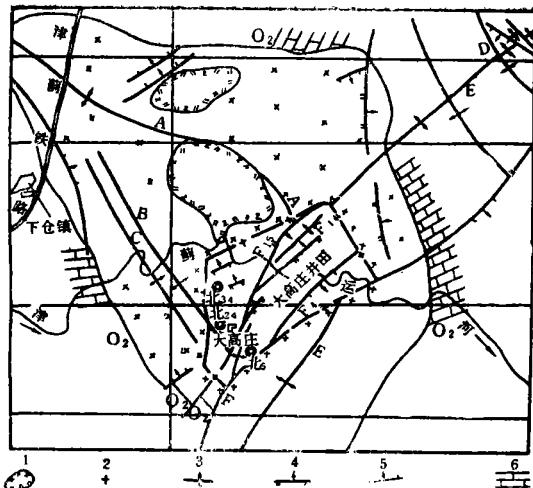


图1 大高庄井田地质概况

- 1—霏细岩， 2—煌斑岩， 3—褶皱，
 4—逆断层， 5—正断层， 6—第四系松散
 层下分布的奥陶纪(O₂)地层
 A—下仓横跨向斜， B—赵各庄背斜， C—何
 各庄向斜， D—李庄子向斜， E—蓟县向斜，
 F—I部断层

工，到1987年8月提出了大高庄井田精查地质报告，查明未遭岩浆破坏的含煤面积达12km²，比普查设计面积扩大2.1倍；查明煤系中含可采煤层6层，可采厚度19.50m，其中12号煤为主要可采煤层，厚12.50m，共获优质烟煤储量3亿多吨，为普查设计预算储量的2.4倍，可供建设一座年产180万吨以上的大型矿井。

二、大高庄井田赖以幸存的地质原因

长期多次大量勘探工程查明，在燕山南麓近万km²冲洪积平原之下隐伏着一系列规模巨大、排列整齐、方位一致（褶皱轴线均呈NE45°左右）由古生界组成的背斜与向斜构造。自东而西，依次排列着开平向斜、碑子院背斜、车轴山向斜、丰登坞背斜、窝洛沽向斜、桥头背斜、蓟县向斜等。在各个向斜中一般都保存有面积不等的石炭二叠纪煤系；而在各个背斜上煤系都遭剥蚀荡然无存，露出了奥陶系不同组段地层。与这一套

规则褶皱伴生的还发育有两组规模较大的断层：一组是与褶曲轴平行的NE45°左右的压性逆断层；一组为与褶曲轴垂直的NW45°左右的张性正断层。显然，这两组近于直交的不同力学性质的断层与北东向巨型褶皱系列属于同一应力场中有成生联系的配套构造，且可想像此应力场主压应力方向为NW—SE。这与众所周知的，整个燕山南麓在印支期与燕山早期所受的区域性压力方向是一致的。燕山南麓广阔平原之下古生界地层主要构造格架，就在这两期相连续的构造运动中形成的。

当进一步研究地面勘探与开滦矿区地下开采所获地质资料时，还可发现：在印支与燕山早期形成的北东向巨型褶皱系列与配套断裂的背景上，在全区尚点缀有一组与巨型褶曲轴线平行的北东向张性正断层，它们在背斜与向斜轴部都有发育，单一断层有的长达几十公里，断距可达百米以上，成组出现时，多呈阶梯状，地垒与地堑状，其中地堑多表现为北东向新生界断陷盆地。此外，还点缀有一组与先成的北东向巨型褶皱轴垂直的横向压缩性褶皱，即所谓横跨褶曲，如此次施工所在的北东向巨型蓟县向斜中，就发育有一系列与蓟县向斜轴垂直的北西向相邻相间的横跨向斜与背斜，自东北而西南依次有林南仓向斜（即已开发的林南仓煤矿所在地）李庄子向斜、下仓复向斜（其中含大高庄井田），相邻向斜之间为背斜。且尚伴有与北西向横跨褶曲轴平行的压性逆断层（见图1）。

这套后成的构造体系反映了该区在印支和燕山早期构造运动之后，这里还发生过一次受力方向不同的较强烈的构造运动。北西向横跨褶曲及北西向逆断层与北东向张性正断层组说明，此次构造运动的主压应力方向呈NE—SW。这一方向，又与大家所知道的燕山地区在晚白垩世与第三纪早期的晚燕

山运动所受的主压应力方向是一致的。

由此可知, 燕山南麓平原下的古生界地层, 在中生代早期和晚期所受区域构造应力场主压应力方向是不同的, 早期主压应力为NW—SE方向, 而晚期主压应力则转变为NE—SW方向, 也就是先后两次主压应力方向互相垂直。

如图1所示, 大高庄井田在上述两个先后生成的构造体系中, 位置相当特殊。它既在先成的北东向巨型蓟玉向斜的轴部, 又在后成的北西向大型下仓横跨向斜的轴部, 即位于两个向斜轴的十字交叉部位, 也就是处在两个褶曲波谷底部的叠加部位。处在这个十字交叉部位的石炭二叠系含煤地层, 在先后两次主压应力方向不同的构造应力场作用期间及转换过程中, 显然, 它都受到最大的压缩作用。

还有, 在印支和燕山早期NW—SE方向压力作用下生成北东向巨型蓟玉向斜时, 由于大高庄井田处于向斜的核部, 该处地层除受区域应力场主压应力直接压缩之外, 尚受到相邻隆起的背斜轴部派生应力的压缩, 如图2所示。因此, 它承受的压力最大, 处于最大的压缩状态。故使该处的含煤地层密

度相对加大。发育于大高庄井田中部的两条相互平行、走向北东、相向倾斜的地垒式逆断层, 就反映了当时压力很大, 其值已超过地层抗压强度。

在晚燕山期NE—SW方向压力作用下生成蓟玉向斜西南段的下仓横跨向斜时, 大高庄井田中的石炭二叠系地层又处于新生褶曲的核部, 再次受到最大压力。

据此可以推定, 大高庄井田内的石炭二叠系含煤地层的相对密度应高于向斜翼部及相邻隆起的背斜地区的地层密度; 同理, 岩石中的节理密度, 尤其是开口型张性裂隙密度, 则会低于向斜翼部及相邻隆起的背斜地区的岩石中的节理密度。这一由水平压力造成的岩石密度与裂隙差值分界面, 根据模糊数学原理, 虽难以直接观察到它, 但不难设想它是以环状形式围护着大高庄井田, 好像形成了一个防侵蚀的保护筒。在晚燕山期岩浆活动过程中, 对动能较小、穿刺岩层能力较弱而主要借助较发育的构造裂隙侵入煤岩层的脉状煌斑岩细流, 显然具有保护大高庄井田核部煤岩层不受侵蚀的作用。

精查勘探结果表明, 在诸煤层中, 尤其是在6层可采煤层中, 煌斑岩围绕大高庄井田确呈环状分布。但不同煤层中煌斑岩吞蚀圈大小不一, 此乃由煤层的煤质与厚度决定的, 如厚度达12.5 m以上的12号优质煤, 受煌斑岩吞食、穿插破坏就比较严重, 这也是可以理解的。

以上是大高庄井田在岩浆破坏煤田中赖以幸存的地质构造原因。

蓟玉向斜在大地构造位置上处于燕山块陷区最南部边缘上。此处, 在中生代岩浆活动强度要比燕山内部广大地区弱得多。如前所述, 在印支与燕山早期构造运动过程中, 该区沉积盖层形变主要以柔性褶皱为主, 未发现岩浆活动。当构造应力场主压应力由NW—SE方向转变为NE—SW方向之后,

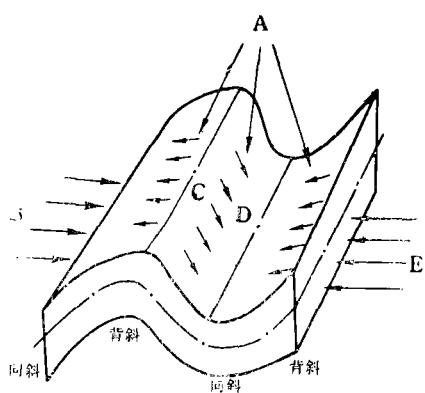


图2 在褶皱形成过程中向斜轴部地层受到背斜轴部派生张应力的附加压缩示意图

A—隆起的背斜轴部派生的张应力对向斜轴部地层进行加压; B—区域应力场的主压应力方向; C—背斜轴部拉张区; D—向斜核部压区; E—区域应力场的主压应力方向

岩层长期受力，当其超过弹塑性极限时，除产生不规则的北西向横跨褶曲之外，在大高庄井田外围不但新生断裂增多，而且也使一部分老断裂复活，导致地壳深处岩浆沿断裂带上升，产生裂隙型喷溢。

侵入下仓横跨向斜中的岩浆岩，主要为喷发岩类中的霏细岩，它属于酸性流纹岩的一个变种。其次为暗色煌斑岩类，它属于岩浆岩类中的脉岩类。

据物探及大量钻孔实际资料得知，霏细岩是沿着早燕山期在蓟玉向斜形成时翼部生成的北西向张性断裂喷溢出来的。由于这类酸性岩浆粘滞性很大，不易流动，故形成菌状岩盖。不过在岩心上，有时也可观察到清晰的流纹。在下仓基岩地质图上两块霏细岩露头似不相联，但钻孔资料不但揭露二者在深部联为一体，而且联体沿北西方向延伸。

煌斑岩分布在霏细岩之外围，以网脉状形式侵入煤层及部分松软地层中。它在区内与霏细岩有密切的成生联系。

根据岩浆活动规律与岩浆岩类之间的相互成因关系，我们知道，脉岩类一般为就近大型岩浆体的分异作用产物。侵入下仓向斜中的霏细岩盖与穿插煤层的煌斑岩之间的关系，就已获的钻探与物探资料，可以阐明二者为同源同龄岩浆。其原始母浆为酸性流纹质岩浆，其同位素年龄均在127百万年左右。二者之间的关系符合岩浆分异规律，即暗色煌斑岩的主要成分为流纹质酸性霏细岩浆的分异作用产物，这可由下列资料予以说明。

1)据本区及区外大量勘探资料得知，蓟玉巨型向斜及下仓横跨向斜内部和外邻较广范围内，无其它种类岩浆活动，仅此两种岩浆活动。

2)霏细岩盖体积很大，而煌斑岩体积小，后者主要以网脉状形式穿插于软地层及裂隙之间。

3)两种岩浆岩呈中心镶边式组合结构，即大型霏细岩体居中，而脉状煌斑岩环绕霏细岩分布，且有越远越少的趋势。

4)据上百个揭露岩浆岩钻孔统计资料，未发现两种岩浆岩有穿插关系，即难以看出二者侵入有早晚关系。

5)经取样测定，两种岩浆岩的同位素年龄相当(测定单位为地矿部地质科学研究院地质力学研究所)。霏细岩的同位素年龄为127.33百万年，即喷溢于晚燕山运动时期，相当于白垩纪；煌斑岩由于矿床几组试样中铷、锶含量偏低，不易给出确切年龄。但地科院化验室在化验报告书的结论中指出：“……，从其(指煌斑岩)样品点分布趋势可以断定，煌斑岩同位素年龄相当于霏细岩同位素年龄，即其亦为晚燕山期白垩纪产物”。

6)侵入煤层中的煌斑岩，经几个孔取样测定(表1)，其化学成分与霏细岩及煤灰成分之间有着密切联系，进一步说明了煌斑岩不仅与霏细岩同龄，而且同源，即煌斑岩主要化学成份确是从酸性的流纹质霏细岩浆中、经分异作用析离出来的产物。

由表1可以看到，在霏细岩与煌斑岩中

煌斑岩、霏细岩及煤灰成分对比表

表1

采样钻孔 (采样层位)	岩石名称	氧化物含量(%)									
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	MnO ₂
高29孔12号煤层	煤灰(未受煌斑岩影响处采样)	38.35	24.86	8.36	10.60	7.32	1.68	1.83	1.76	0.66	0.006
高29孔12号煤层	煌斑岩	45.16	15.11	9.70	6.39	5.25	0.85	1.81	1.11	6.48	0.01
高2号孔	霏细岩	73.38	12.85	0.22	0.34	微	0.62	0.34	3.65	5.98	0.014

SiO_2 、 Al_2O_3 及 Na_2O 三种组成硅酸盐类酸酐的氧化物含量比较高，其中 Na_2O 含量极相近，然在煤灰中 Na_2O 含量极低。

在煌斑岩和煤灰中， Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 三种弱碱性金属氧化物含量高且比例相似。而在霏细岩中三者含量极低。

这些差别是由岩浆分异作用和同化作用造成的。众所周知，呈混浊状粘滞性很大的流纹岩质酸性岩浆，单凭重力是极难进行分异作用的。不过，这种岩浆，当它喷溢到地表附近时，由于压力骤减，温度下降，可使其出现第二个沸点，即有气体产生，且气体与岩浆开始分离。气体成分溢出可以携带不同物质，使岩浆成分发生变化。同时，又会出现不溶合现象，如弱碱类元素 Fe 、 Ca 、 Mg 、 Sr 、 Ba 等和多量的硅酸不溶合，而强碱元素 Li 、 Na 、 K 、 Rb 、 Cs 都能与硅酸溶合。母浆中析离出的过热气体，可携带一些含弱碱元素较多的粘滞性小流动性强的硅酸盐类，形成暗色的热液流，离开原浆，沿裂隙侵入到周围地层之中，不过由于温度已远远低于分异前原浆的初始温度，所以，穿刺地层能力较弱。

我们都知道，在酸性流纹岩质的原生浆液中、弱碱性金属元素的含量是极低的。因此，在分异作用过程中，可以析离出的暗色岩浆量也是相当有限的。相应，冷凝之后的脉状煌斑岩分布范围也是有限的，且距母浆越远越少。

当析离出来数量有限的岩浆（实际为过热状态的气、浆混合物），靠其热能驱动强行侵入煤岩层之后，一方面使煤岩层受热变质，提高煤岩层的变质程度，消耗大量热能；一方面又和煤岩层中的无机成分发生化学变化，即所谓同化作用。例如它进入煤层之后，呈游离状态的硅酸可和煤灰中的弱碱性元素 Fe 、 Ca 、 Mg 等发生化学反应，生成暗色的硅酸盐矿物，如黑云母、角闪石、辉

石、橄榄石等。冷却后，生成煌斑岩类。这就是煌斑岩化学成分在生成酸酐的氧化物方面相似于霏细岩，而在弱碱性金属元素含量方面又相似于煤灰成分的原因，即本区煌斑岩中酸酐成分及少量弱碱性金属元素析出于霏细岩原浆（分异作用），而大量弱碱性金属元素则是从沉积岩中捕获的（同化作用）。我们认为这可能是煤系中煌斑岩形成的一种重要方式。

上述两个方面的作用，可促使酸性流纹岩浆分异作用产生的过热气、浆混合物的温度迅速降低并快速冷凝，减弱它穿插地层的能力。当其行程越远、构造裂隙越稀少、煤岩层密度增大，即达到上述构造抗蚀壁时，就更显得无能为力而被阻挡终止入侵。

以上是大高庄井田在煌斑岩浆破坏的煤田中赖以幸存的第二大原因，即岩浆本身的原因。

三、勘探出大高庄井田的 经济与地质意义

在我国京、津、唐三角工业区的中心部位，勘探出这样一个可立即动工开发的大型井田，对缓解天津市工业用煤的紧缺形势，将起重要作用，并结束了天津市不产煤炭的历史。

这一重要勘探成果，在煤田地质理论与勘探经济效益方面都具重要意义，值得总结。首先证明了当初我们根据已获的历次地质资料所作的分析与论断是科学的、正确的，改变勘探性质是适时的，简化勘探程序是合理的。这一事实告诉我们，对有岩浆活动的煤田，切不可轻易肯定或否定其工业价值。因为岩浆活动，除了主要受构造因素控制之外，尚有岩浆本身活动强度、岩浆种类、岩浆分异作用、同化作用、围岩性质等多种因素制约。所以，在一个有岩浆活动的煤田，岩浆岩常有分压、分块、分深度、分

正断层附近煤层的 孔隙、裂隙特征及其研究意义

煤炭科学研究院西安分院 吕志发 孟昭平

井田内落差小于10m的中小型断层，对矿井生产和安全有不可低估的作用，它不仅影响煤矿开采，而且通过影响煤的孔隙和裂隙特征及煤的机械性能，对煤矿瓦斯抽放和煤与瓦斯突出产生重要影响。因此，对这一问题的研究和解决，不仅有助于预测煤与瓦斯突出，评价甲烷资源的抽放利用，而且有助于计算隔离煤柱宽度和评价煤质的局部变化。我们在研究煤层甲烷和矿井开采地质条件的过程中，对断距小于10m的正断层与煤的孔隙、裂隙及煤机械性能之间的关系进行了较系统的研究，取得了一些初步成果。

一、采样及分析方法

采用系统取样的方法，在距断层的不同距离采集了一系列样品。为了使测试结果最大可能地符合煤层的自然状况，在采样过程中尽可能取较大块样，然后在室内分别进行压汞实验，块煤光片观察和裂隙定量统计，层位、分岩性、分厚度、分期次的分布特征。区内常常会出现若干面积大小不等的未遭岩浆破坏的蚀余块段，勘探时若能据已获地质资料，及时从构造方面、岩浆活动规律方面，对勘探区各相对独立的构造块段进行综合性科学分析与判断，就很有可能找到几块未受岩浆破坏的幸存块段。地质工作者若能及时捕获有效地质信息，则可使勘探工作有的放矢，突出重点。避免设计上、勘探程序上、工程部署上的盲目性，减少历史性失误、节约工程量、缩短勘探周期，提高勘探

扫描电镜及其它物性测试。

压汞实验是在美国Autometrics公司的9200型自动压汞仪上进行的，其压力范围为0.1~4000kg/cm²，相应可测孔隙率半径18~1500000Å。测试样品采用边长为2cm的半亮煤块体。

裂隙发育程度（裂隙率）是在显微镜下统计得出的，它是指裂隙与整个块煤光片面积的百分比。

二、观测结果及其意义

（一）正断层附近煤层的宏观特征

在距断层较远处，煤层层理清晰，结构完整。愈接近断层煤层的层理愈难辨认，煤体结构破坏程度愈大。在断层影响范围内，煤层顶底板产状变化明显，裂隙增多。在断层带煤层破坏成角砾状，并且常常可见不规则的摩擦镜面，裂缝十分发育，煤层一触即碎，采取块煤样往往十分困难。表现在构造

经济效益。试想，远在1960年，地质工作者若能及时破译当时竣工钻孔₅、₂₄、₃₄、三孔中煤层未遭煌斑岩穿插所示的地质意义，只要提出过质疑，进而顺藤摸瓜，则不至于在自然条件如此优越的地区，使这么一个有重要工业价值的井田沉睡地下25年，且25年后也不会再有人去作探索性的低阶段普查设计与施工。在这四分之一世纪的时间里，经济效益与社会效益上的损失，实在难以估量，这确是一个值得引为教训的地质失误。