

# 山东煤田地震勘探及展望

张威

(山东煤田地质勘探公司物测队)

**提要** 本文简要地回顾了山东煤田地震勘探卅年的历程。总结了煤田地震勘探在煤田构造勘探和岩性勘探中所能承担的地质任务。通过实例说明了在隐伏煤田勘探中采用地震先行引导钻探施工,配合测井的多手段综合勘探方法是提高勘探精度、节省钻探工程量、加快勘探速度的有效方法,且具有明显的经济效益。文章还针对煤矿建设的需要,提出要搞好高分辨地震勘探,提高构造勘探精度,深入进行用地震研究煤层厚度,建立一套适合煤田地震勘探系统和加强以往物探资料的综合解释,更有效地发挥物探在找煤工作中的作用等设想。

我省煤田物探是五十年代中期发展起来的,至今已有三十多年的历史。截止一九八八年底不完全的统计,已提交各类勘探报告109件,其中重力勘探报告10件,电法勘探报告37件,地震勘探及综合勘探报告60余件。为加速我省煤炭资源勘探和煤炭工业建设做出了贡献。五十年代中期相继开展了重力、磁法、电法勘探,较系统地在全省境内开展了煤田物探普查。配合钻探对隐伏煤田构造形态和煤田边界进行了控制,初步掌握了隐伏煤田大的构造轮廓,确定基岩起伏及新地层划分,为普查找煤,预测含煤远景区提供了依据。同时,在找水,探测老窑,采空范围等方面也做了不少工作。由于普查找煤任务减少,难度加大,且重力、电法等手段成果精度不高,一般多提供定性和半定量资料。加之队伍南迁,因此,分别于60年代初和70年代初停止了重力和电法勘探。由于地震波具有较强的穿透能力,较短的波长,其旅行时又可较精确的测定。而且,地震波蕴含着丰富的岩性信息。特别是记录仪器从“光点”到“模拟磁带”又过渡到“数字磁带”记录,其工作方法由折射法,反射一次剖面,发展到多次迭加,资料计算机数字处理。地震勘探从单纯的构造勘探发展到向岩性勘探起步。解决地质问题的范围和能力逐步扩大,提高了勘探程度,节约了钻探工程量。缩短了勘探周期,取得了好的经济效益。

## 一、地震勘探能承担的地质任务

我省除黄县煤田为第三系煤田外,一般都为石炭二叠系煤田,它们具有较好的物性条件。只要工作方法选择适当,充分利用新方法,新技术,多数地区均能取得较为理想的地质效果。地震勘探可以解决如下地质任务:

### (一) 构造勘探

1. 确定地层产状和褶曲,进而确定整个煤田构造形态。
2. 查明及控制断层,合理划分井田边界和构造块段。一般情况下对10米以上至千米落差的断层延展方向和长度,上下盘位置都能较精确的确定。当反射层次为二层以上

时，可以确定断层性质和产状。

3. 确定煤田覆盖层厚度。在精查阶段结合定位孔其深度绝对误差一般可控制在20米左右。

4. 确定煤层露头线和主要煤层剥蚀边界，圈定主要煤层的分布范围。

5. 划分第四系内部含隔水层界限；利用折射法进行基岩填图。用折、反射法确定奥陶系灰岩界面深度及形态。

### (二) 岩性勘探

1. 利用地震波中丰富的动力学特征研究主要煤层结构及钻孔间的煤厚变化。(实际上也是研究煤层的几何形态，可并入构造勘探之列，但它研究的内容与煤岩岩性密切相关，通常列入岩性勘探)。

2. 圈定岩浆岩，天然焦分布范围；主要煤层的冲刷剥蚀边界。

3. 开发勘探中圈定采空区(充水和不充水)范围。

除此而外，在工程地质，环境地质，考古地质都可以完成特定的地质任务。

## 二、效果及实例

在隐伏煤田勘探中，我们通常采用地震先行引导钻探施工，配合地球物理测井的多手段综合勘探方法。它具有勘探精度高，节省钻探工程量，加快速度等显著优越性和明显的经济效益。

### (一) 提高了探勘精度

地震勘探采样点密集，且成线成网。从整体上反映面的概念，较为精细直观地显示地下构造的细节。我们曾对1974~1984年间11件地震报告的精度与报告提交后施工的钻孔资料进行了统计分析，标准层深度验证中误差小于30米的有242个，占验证孔94.9%。

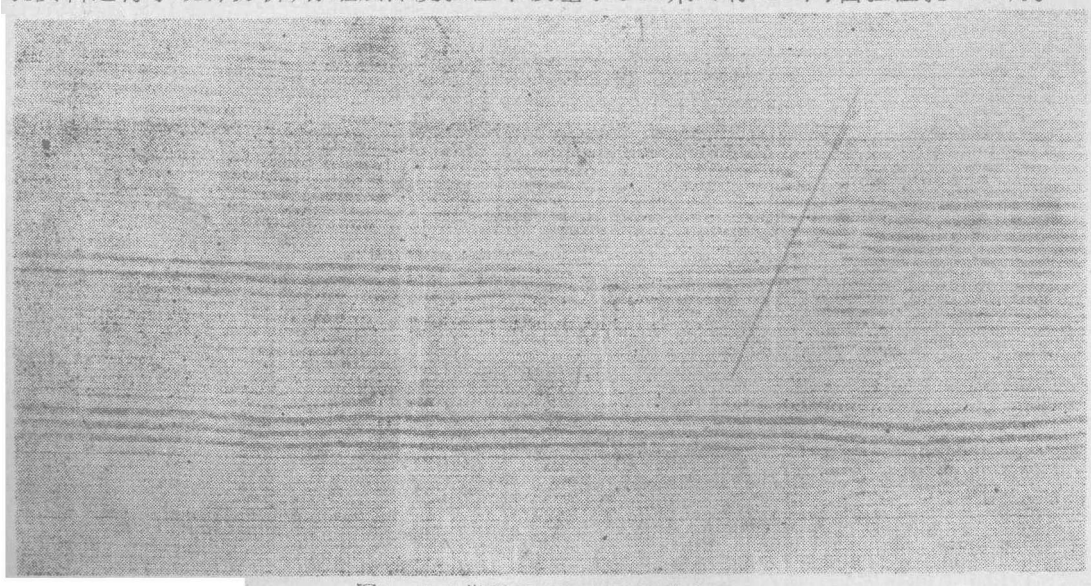


图1 ××煤田反射标准波及断层

断层及煤层露头位置验证孔51个,与地震报告一致的44个,占96.4%。此间,我们野外资料采集使用的是模拟磁带地震仪,因它受其动态范围等方面仪器固有特性影响和资料处理手段的局限性,与现在数字地震技术是无法比拟的。济宁岱庄井田精查勘探,共查明或基本查明断层22条。由钻孔揭示断点仅为67个,而由地震测线控制的断点212个,是钻孔控制的三倍,这就使断层组合更为接近实际。济宁二井田,地震施工30k m<sup>2</sup>内,在测区47条地震测线上共发现断点99个,断层17条。图1是时间剖面反映的大断层实例。由钻探对8线上八里营断层进行验证,钻探要求地震提供坐标施工既要穿过断层,又要见到下盘3上,3下煤层和三灰,这一要求相当高。地震设计了8—5孔,结果上述要求均达到。且3下底板深度仅差1.52米,(地震提供3下底深为485米,钻探为486.52米),又如:地震提供的为控制岱庄、许厂井田分界的八里铺断层的三个钻孔坐标施工后也达到设计要求。

兴隆庄煤矿七采区,由于原精查勘探手段单一,所提资料远远不能满足矿井机械化生产的需要。八九年我们在10k m<sup>2</sup>范围内,投入42k m地震测线工程量,进行了开发地震勘探。由于采用数字高分辨地震勘探技术,野外施工严格,原始资料信噪比和分辨率都较高。资料处理方法得当、精细,时间剖面质量高。剖面上断点显示可靠,断层控制点密。经反复解释,可靠地控制了三层煤构造形态。共查出断层14条。属于本次勘探新发现的6条,其中断距50米以上的有2条,15米以下的有4条。并对精查勘探查出的断层

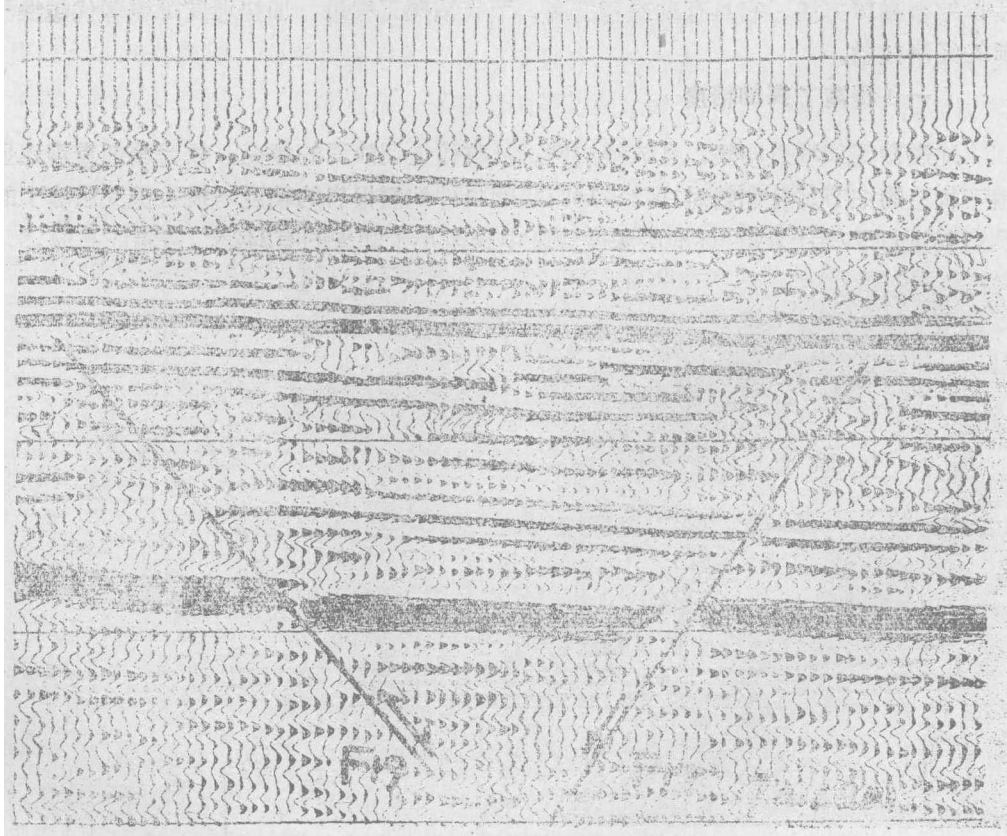


图2 兴隆庄煤矿地震勘探时间剖面图

产状要素和延展长度进行了改正,从而可靠地控制了全区10米以上的断层。为今后煤矿采区布置提供了可靠的依据。图2是兴隆庄煤矿地震开发勘探时间剖面反映的10米左右的小断层。

### (二) 节省了钻探工程量

济宁二井田东部边界的孙氏店断层,利用奥灰与煤系波速差异大特点,用折射法确定断层位置比原地质推断面移1km,后被钻探3—2孔证实。因而取消了原设计位于孙氏店断层之外的钻孔。在地震控制的 $28\text{km}^2$ 范围内,由于少量钻孔验证确认资料可靠。通过三边工作及时在三煤层稳定块段,将辅助测线上500米孔距放宽到750m~1000m。节省钻探工程量1200m。

巨野找煤勘探前67年编制的“巨野煤田预测图”(见图3)认为:该区四周均以断层为界。东西分别为巨野断层和曹县断层,南北为菏泽断层和郓城断层。东西宽11km,

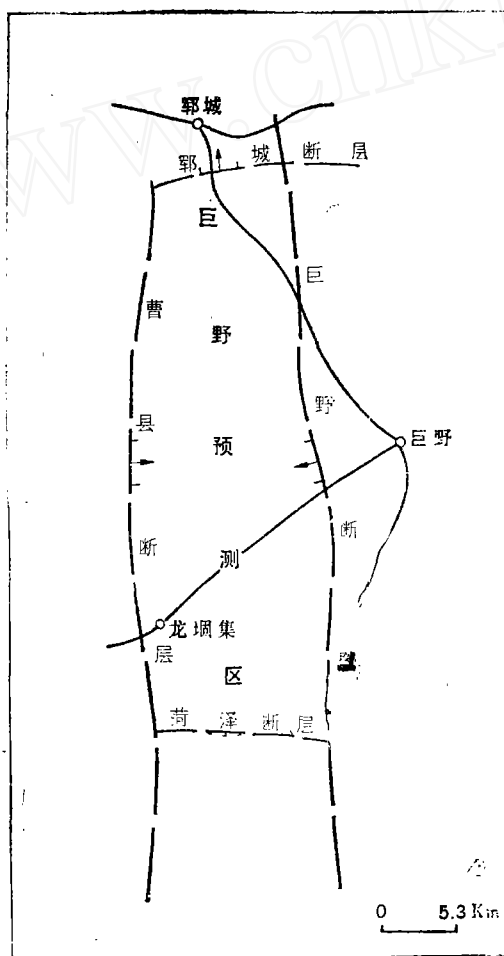


图3 预测巨野煤田范围

南北长为 $39\text{km}$ ,预测含煤面积 $430\text{km}^2$ 。通过找煤勘探认定:原四条边界断层都不存在。东西均为露头接触,南北各延伸 $20\text{km}$ 。面积扩大到 $1500\text{km}^2$ (见图4)。

巨野找煤前,由各地质部门共施工32个孔。由于手段单一,无针对性,可利用和参考利用仅8个孔。地震进入该区,获得一条横贯煤田倾向的时间剖面,经解释剖面中部为一约6km的地堑构造。认为该地堑无再布孔必要。同时西部未发现断层,边界扩大到煤层露头。82年8月编制的“巨野找煤设计修改意见书”面积扩大到700km<sup>2</sup>。同年,地震施工了8×8km测网,控制了东西边界和区内大的构造形态。并认为北部郛城断层和南部荷泽断层均不存在,含煤面积增加,勘探面积为1540km<sup>2</sup>。由于采用地震控制构造,引导钻探施工,辅以测井的综合勘探方法,大大提高了钻探解决地质问题的准确性。在找煤阶段共施工69个钻孔,由地震引导施工的66个钻孔中,除两个定位孔打在地堑内部未见煤系外,其余钻孔均打在煤系地层内,见煤孔占99.96%,而未见煤的两个定位孔也起到了控制地堑的作用。使钻孔的有效率达100%、比单一手段找煤节约近万米钻探工程量。同时也加快了找煤速度,提高了勘探程度。获得了好的经济效益。

兖州煤田东滩勘探区用综合勘探进行精查与同等勘探程度邻区相比,每平方公里节省0.8~1.32个孔(见表1)。兖州煤田构造较简单,复杂地区将省更多钻探工程量。

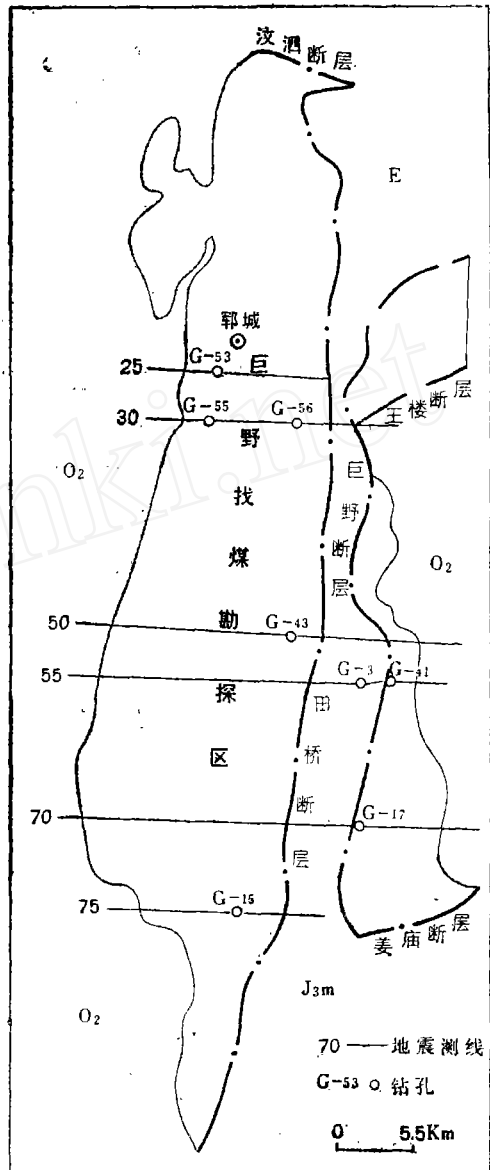


图4 地震勘探后巨野煤田范围

表1 采用综合勘探的东滩勘探区与邻区钻孔数比较

井田名称	面积km <sup>2</sup>	钻孔数	孔/平方公里
丁村	54.6	188	3.45
兴隆庄	69.5	204	2.94
鲍家店	72.0	220	3.05
东滩	68.0	145	2.13

以上几个实例表明,我省煤田地震勘探在构造勘探中的效果是十分理想的。随着地震勘探本身方法的发展,记录仪器的换代和大型计算机引入资料处理,由此而运生的以高保“真”,高信噪比,高分辨率为目标的处理方法及软件建立,使资料采集中岩性信息得以提取,筛选,进而确定与煤层相关系数大的多种岩性参数,并进行地质解释,完成一定的岩性勘探任务。如八十年代初济宁一井田用人工合成记录和 $T_0$ 波动力学参数较准确地圈定“三煤层赋存边界”;滕县煤田许楼区,巨野煤田划分煤与天然焦的界限;唐口区在孔间(1×1公里钻孔网)预测三煤层宏观结构变化等都取得了很好的地质效果。

### 三、煤田地震勘探展望

随着煤炭矿井建设和机械化采煤普遍应用所面临的地质问题,对地质勘探要求愈来愈高。而地震勘探技术飞速发展又为解决更高更细的地质任务提供了一种强有力的手段。除深化勘探方法改革外,合理运用钻探,地震,测井诸手段,充分发挥地震勘探优势外,煤田地震勘探本身要注意以下几个问题:

#### (一) 搞好煤田高分辨率地震勘探, 进一步提高构造勘探精度

开展高分辨率地震勘探首先要注意摆正信噪比,保真度,分辨率的关系。资料采集和处理中提高信噪比是第一位的。因为只有获得较高信噪比目的层的反射波,才能可靠地完成地质任务,也才能讨论分辨率和保真度。但是,为提高信噪比在资料采集和处理中所采用的一些手段如:组合,沪波,类似混波手段的相干加强,反褶积等等往往和分辨率,保真度相矛盾的。所以必须在保证足够信噪比前提下统筹兼顾,因地制宜。

再者,十分注意消除干扰,压制噪声。并做好精细静校正。这是高保真度所提出的要求。只有减少甚至消除资料解释中非构造和非岩性因素的影响,才能克服多解性,增加构造和岩性解释的可信度。

最后,应做好速度资料的分析研究,选好迭加速度保证动校正后有效波同相迭加。时深转换精细划分速度纵横向平面分布,合理选择其转换方法,提高解释精度。

#### (二) 深入进行煤层厚度的研究

现阶段,按照传统的几何地震学概念,企图用时间差来区分煤层顶、底板进而确定煤层厚度是十分困难的。煤层波的动力学参数是一次反射和微层多次在煤层中的客观反映,通常,人们将煤层看成一个干涉系统即薄层沪波器。近年来薄层调谐原理得到煤田物探工作者的重视。进而摸索出一套地面地震研究煤厚的方法。这一方法是从正演开始,将由实验室和钻孔(或物性条件相似的邻近矿井)取得的地层岩石物理参数,通过正演模拟(数学的,物理的)求得地球物理场的响应,然后对野外资料进行反演提取多种参数,再与已知参数或正演结果对比,并反复迭代,求得煤厚宏观变化结构类型,甚至厚度的定量数据。我们在济宁煤田唐口区和巨野煤田开展了研究工作,并初步取得一些成果。这一课题的关键是资料采集的保“真”,非煤厚因素的校正,消除资料解释的多解性。要在这方面有所突破必须加强煤层反射波机制的研究,较系统地进行地球物理正演,探索一整套不同类型煤田解释煤厚的方法。

### （三）逐步建立一整套适合煤田地震勘探系统

我们现有的地震勘探方法大多是从石油勘探引进的。针对煤田煤层赋存相对浅，勘探区钻孔相对多，北方煤层相对稳定等特点，建立一整套（观测、处理、解释）勘探系统是当务之急。如：推广和改进垂直地震剖面（VSP）法，扩大应用效果。为得到岩性信息，观测参数的选择（观测系统、震源、检波器类型及组合等），观测、处理实现“三高”。处理各种模块为地质目的针对性地服务，开发适应提取与煤厚相关系数大的参数进而建立一套适合煤田岩性勘探资料处理软件。最大限度地利用测井资料，并与地面时间剖面建立联系等。要继续进行资料解释自动化的研究工作，开发人机联作自动解释系统和地质数据库，逐步过渡到计算机成图，以减轻劳动强度，提高解释精度。

### （四）加强以往物探资料的综合解释，更有效地发挥物探在找煤工作中的作用

继续组织力量，对过去提供建井的综合勘探资料进行再认识。并进行探、采对比，它应包括开发勘探资料、井下巷道掘进，煤层回采所取得的大量资料与精查阶段资料综合分析，必要的地震资料重新数字处理等。以总结经验教训，提高物探人员的解释水平。

注意山东境内大面积物探资料重新解释、综合分析研究，在隐伏煤田的找煤过程中充分利用以往的物探资料，近期内有所突破。为我省煤炭工业发展找出更多的后备基地。

本文撰写过程中引用了我队王静波、马连仁高级工程师、扬奎、葛德生、刘恩兰等工程师所编各种报告的资料，安平同志清绘了图件。在此表示感谢。

## SEISMIC PROSPECTING AND FORECAST FOR COALFIELDS IN SHANDONG

Zhang Wei

(*The Geophysical Survey Brigade, Coal Geological Prospecting Company,  
Shandong*)

### Abstract

In this paper the history of the seismic prospecting for coal in Shandong in the past thirty years is reviewed, and the geological tasks undertaken by coal seismic prospecting in the investigation of the structures and lithological characters of the coalfields are summarized. A comprehensive program followed by drilling and combined with the logging seismic prospecting has been demonstrated by examples to be an efficient and economical approach in the coal prospecting for improving accuracy, reducing the amount of drilling work and thus speeding up the prospecting. In order to meet the needs from the mine construction and make better use of the geophysical methods for coal prospecting, the author brings forth some ideas on improving the high resolution seismic prospecting, raising the accuracy of the seismic method in the structure investigation, strengthening the study on the thickness of the coal beds, establishing a seismic prospecting system suitable for coalfield and bettering the comprehensive interpretation of the previous data from geophysical prospecting.