文章编号:1005—6157(2011)02—095—5

淮南煤矿三维地震勘探技术应用与效果

彭苏萍[1],袁　亮[2]

(1 中国矿业大学(北京)， 北京　100083 2 淮南矿业集团有限责任公司， 安徽　淮南　232000)

摘　要：如何有效精细探明煤矿地质条件和准确预测地质灾害，为煤矿安全生产与发展提供了坚实的地质基础，近20年来，淮南矿业集团与有关单位合作，开展了三维地震勘探技术应用研究，在地震采集、处理和解释技术应用方面取得了丰富的研究成果。近年来利用三维地震勘探已发现较大特殊地质异常体，诸如陷落柱、新地层构造、旋转构造等；在地震地质条件较好的地区，能够基本查明主要煤层落差2m断层。实践表明，三维地震勘探技术不断发展，煤矿地质技术保障水平明显提高，企业综合效益明显增强。

关键词：三维地震；构造解释；地震采集；二次处理

中图分类号：P631.4；TD8　　**文献标志码**：A

1　概述

淮南煤矿1903年开矿，至今已有108年的历史。淮南煤田是我国黄河以南资源储量最大、最具开发潜力的一块整装煤田，-2000m以上煤炭资源储量500×10^8t。但煤田的地质条件及开采技术条件极为复杂，地质灾害类型众多。如何有效探明地质条件和较准确预测地质灾害是淮南矿业集团地质技术保障工作永恒的主题。

1993年，淮南矿业集团在煤炭系统率先开展了谢桥煤矿采区三维地震勘探技术研究，并获得成功，该成果1994年通过部级鉴定，1995年获煤炭部科学技术进步二等奖，1996年获国家科学技术三等奖。

为了实现对采掘工作面三维地震动态地质解释和预测预报，2005年淮南矿业集团又率先拥有两套Geoframe地震解释系统，并为每对矿井建立了三维地震精细解释工作站，目前三维地震解释系统已成为矿井地质工作的常规手段。

2006年至2010年期间，淮南矿业集团与中国矿业大学(北京)、中国科学院和中石油合作，分别在顾桥煤矿、丁集煤矿、潘北煤矿、新庄孜煤矿等率先开展了煤矿高精度三维地震勘探技术试验与研究，并进行了10个区块的精细再处理与解释技术研究工作。

三维地震勘探技术目前已在淮南煤矿得到广泛应用，可以有效地探测小断层、陷落柱、地质异常体和活动断层等地质构造，成为煤矿高产高效安全生产的重要技术手段。

2　三维地震勘探技术应用进展

2.1 三维地震采集技术

三维地震采集工作是三维地震勘探的基础工作。随着煤矿开采强度和开采深度的加大，地下地质构造变得越加复杂。针对复杂的地震地质条件，近年来淮南矿业集团先后开展了厚煤层强反射屏蔽下的三维地震勘探、采空区下薄煤层高精度三维地震勘探和高密度地震采集技术。

2007　年，淮南矿业集团在丁集矿进行了高密度精细三维地震勘探，采用了较高的覆盖次数(64次)和较高的空间采样(CMP　面元5m×5m)，取得了高品质的地震资料。

2010年，淮南矿业集团公司针对煤矿采空塌陷积水区、倾斜煤层、多组断层密集切割复杂的自然地质条件，在潘北煤矿开展了高密纵三维地震精细勘探技术研究，采用以提高地震分辨率为前提的高空间采样率采集与数字检波器接收为主的采集技术，获得了较好的地震勘探成果。

2.2 三维地震处理技术

2.2.1 三维地震资料二次处理技术

收稿日期:2011-05-17

作者简介:彭苏萍(1959-)，男，江西萍乡人，中国工程院院士，“长江学者”特聘教授，博导，煤炭资源与安全开采国家重点实验室主任，长期从事矿井地质和矿井工程物探的教学与科研工作

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

淮南煤矿为煤层群开采，开采煤层自上而下是13-1煤层、11-2煤层和8煤层等。13-1煤层信噪比最好，采集的反射波最强，但对下伏煤层均有不同程度的屏蔽作用，从而11-2、8煤层的断层解释效果较差，同时新生代地层厚度变化较大的区域，对下伏目的层反射波起伏形态也产生影响，给地质解释造成速度陷阱。如何在矿井建设和生产中，提高地质构造的解释精度，为矿井提供可靠的地质依据，成为淮南矿区煤矿高产高效、安全生产的迫切需求。

从淮南煤矿三维地震勘探区的状况来看，区内已有部分区域布设了巷道或已进行了采掘，如重新采集，所得到的原始地震资料可能会因采空区（或巷道）的存在品质变差。为提高以往三维地震勘探区地质成果的精度和可靠性，我们主要通过对目标煤层进行三维地震资料二次处理，以改善信噪比和分辨率，提高地震资料的处理精度，并对处理后的资料进行重新解释，提高地质构造解释的可靠性。这一措施使三维地震资料的使用价值得到大大提高。同时由于不进行野外采集，使勘探成本大大降低，并缩短了资料重新利用的周期。

顾桥煤矿南风井采区地震勘探资料处理显示，地震时间剖面11-2煤层反射波信噪比较低，煤层底板深度及F114等断层地震解释平面位置与钻孔揭露误差较大，分析原因是测区范围内，新生代地层厚度横向变化大，在时间域产生了煤层反射波的速度陷阱。为此，针对基岩部分进行了二次处理，重新处理后，目的层煤层反射波的信噪比与分辨率有所改善和提高，通过重新解释发现，F114等断层平面位置与实际揭露情况基本吻合。

又如潘三煤矿西二采区通过进行二次资料处理后，新增断层15条，其中落差>5m的2条，其余断层落差均为3m左右，特别是新发现的F11号走向逆断层，落差3～8m，延展比较长，采面布置避开了这一断层。

2.2.2 叠前时间偏移技术能提高成像精度

叠前时间偏移处理技术作为一种复杂地区地震成像的先进技术，一直是地震勘探领域的研究热点。叠前偏移技术在理论上更适应实际资料复杂的情况，具有较好的构造成像效果和保幅性，能够提高成像的精度。如潘北煤矿构造复杂，煤层倾角大，针对实际复杂的地质条件，应用了叠前时间偏移处理技术，结果较真实反映了出煤层赋存状态和断层实际位置（图1）。

2.3 三维地震精细解释技术

利用三维地震解释技术发现了重大特殊地质异常体。

2.3.1 发现了淮南煤田岩溶陷落柱

2002年谢桥煤矿东二采区高分辨三维地震勘探

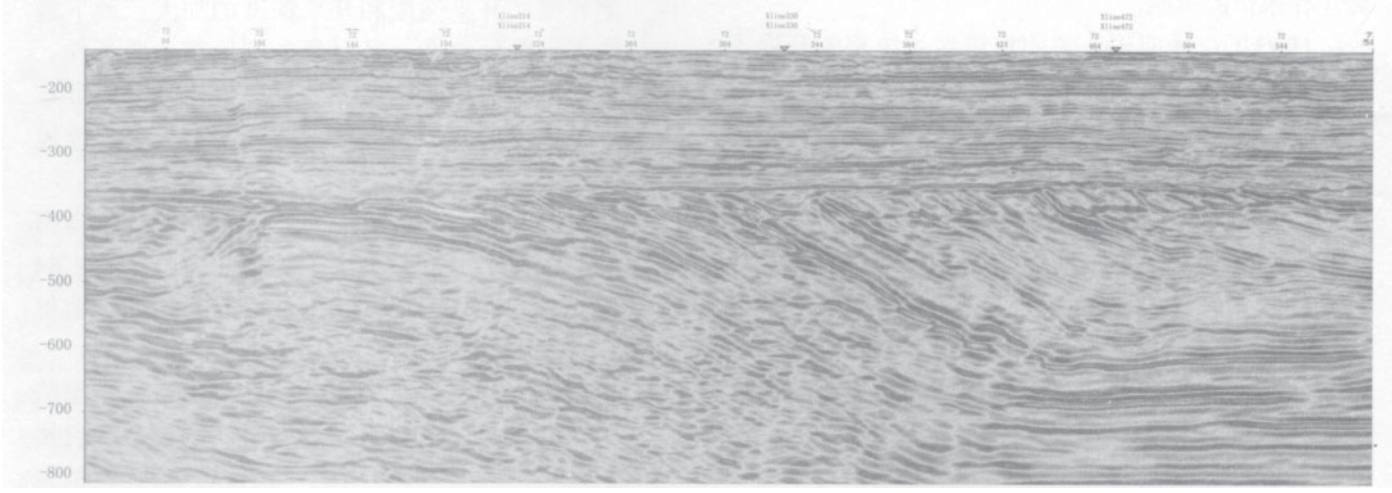
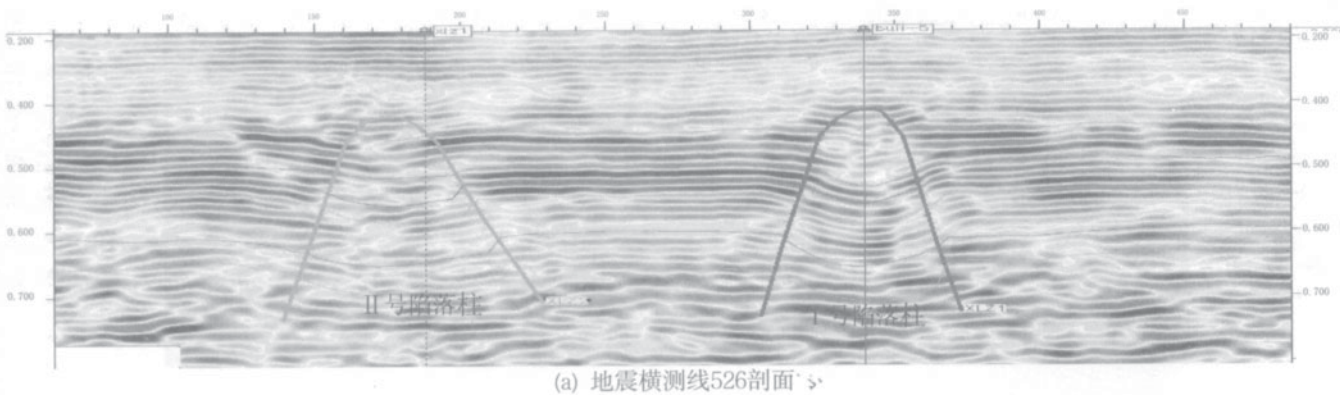


图1 地震剖面

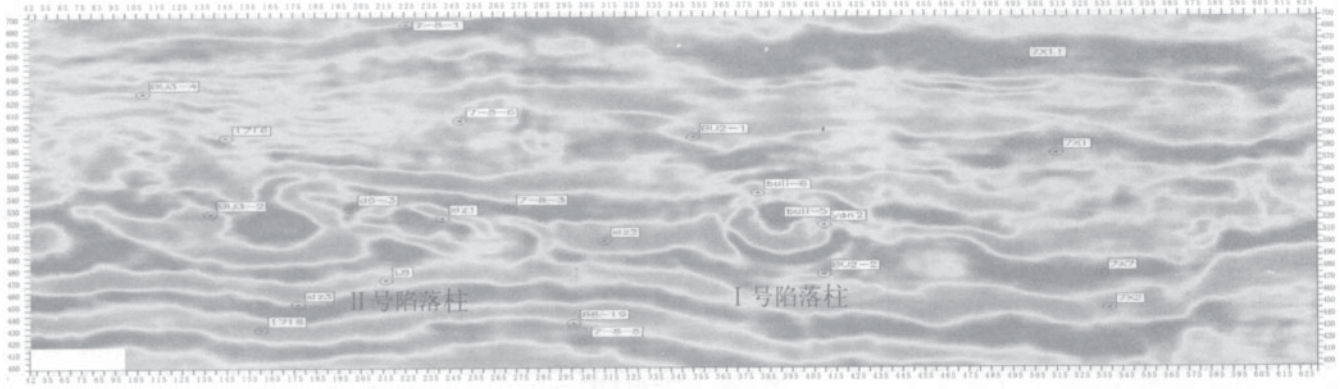
Fig.1 seismic profile

首次发现了采区北部存在两个隐伏构造体。在地震剖面上（图2（a）），I号和II号隐伏构造体均为上小下大的锥形，锥内地层整体下沉，I号主要煤层的同相轴连续，煤层保存比较完好，II号主要煤层的同相轴断断续续，煤层受到了一定的破坏；在水平切片上（图2（b）），I号近似于圆形，II号则呈椭圆形。后经4个验证孔证实，并结合验证孔进行了重新解释，结果发现I号隐伏构造体在平面上近似于圆形，II号则为串珠形。在形态上具有陷落柱的特征，确定为陷落柱。该项研究成果首次揭开淮南煤田岩溶陷落柱的神秘面纱，超前探明了重大地质灾害源。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



(a) 地震横测线526剖面



(b) 560ms的时间切片

图2 陷落柱在地震剖面和切片上的反映

Fig.2 Collapse column reflected on seismic profile and section

2.3.2 发现了新地层中特大型断裂带

近年来,淮南矿区的顾桥煤矿、顾北煤矿和潘北煤矿通过三维地震勘探及新技术研究,陆续发现新生代地层中发育断距较大的断裂带(图3)。其特征是切割的地层从奥陶系至第四系,导水危险性大,在平面上走向延展长达10km以上,断层性质复杂,既有正断层,也有逆断层,落差在走向、垂向上变化很大。这一重大发现将对本区新构造运动和工程地质及水文地质复杂性有了新的认识,为超前防范重大灾害事故提供了准确地质依据。

2.3.3 发现了旋扭构造

利用全三维解释技术,潘二矿东部采区潘集背斜的起伏端约3km^2的范围内发现了旋钮构造(图4)。这一构造在空间形态上具有两个特点,其一煤层形似“跷跷板”,其二断开煤层的大断层呈反“S”形,在“跷跷板”的支点处,断层直立,支点一侧

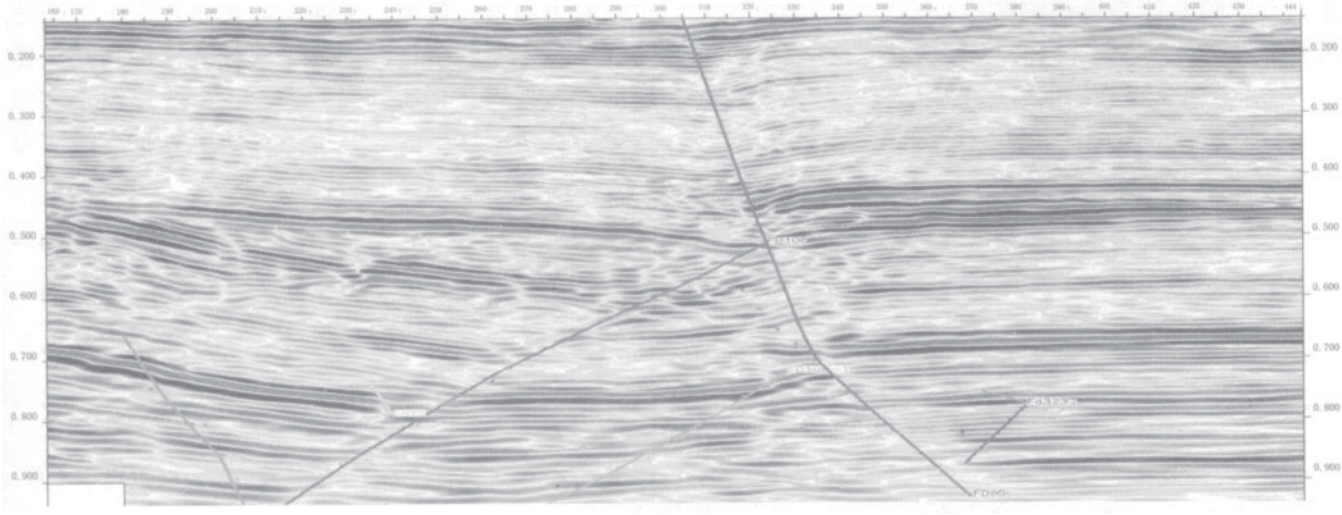


图3　地震剖面上新地层中发现的逆断层

Fig.3 Thrust fault found in new strata shown in seismic profile

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

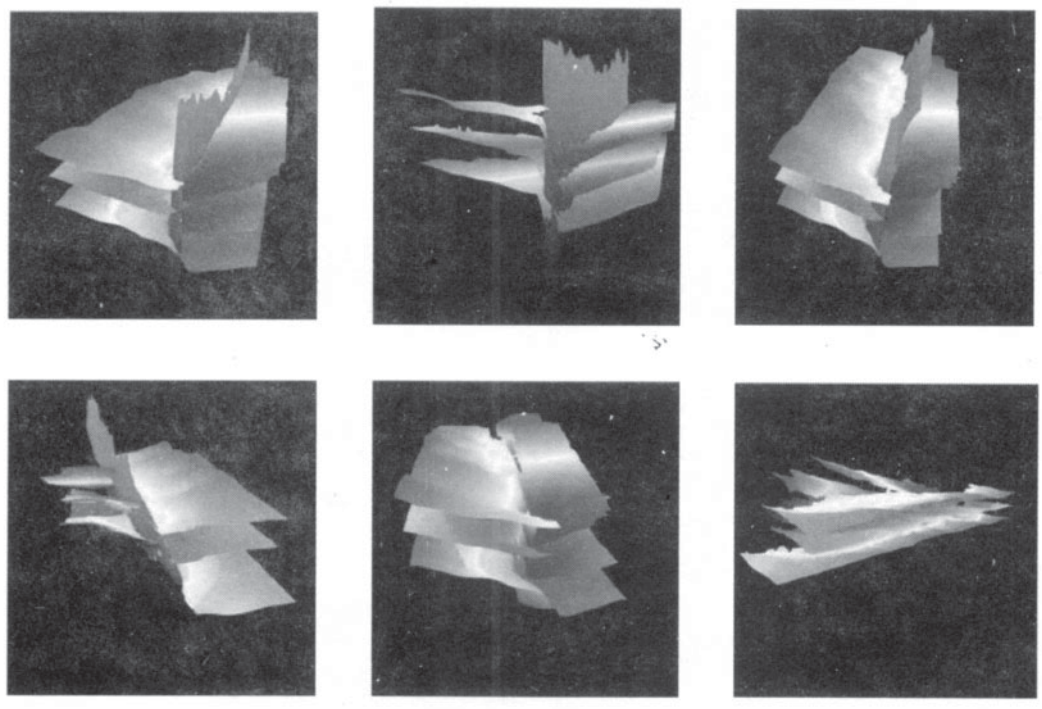


图4 潘二矿旋钮构造
Fig.4 Knob structure in the Pan'er Mine

为正断层，另一侧为逆断层，随远离支点断层的落差渐渐增大。其成果真实反映了构造复杂性。

3 三维地震勘探技术应用效果

自矿区首次开展三维地震勘探技术研究与应用以来，淮南矿业集团三维地震勘探累计59个区块，勘探面积达309.96km^2，投入资金1×10^{8}元以上。查明了勘探区内煤层和构造赋存条件，目前已完成三维地震勘探解释成果52个，共发现落差≥5m断层4679条，岩溶陷落柱及疑似陷落柱5个、新地层特大型断裂带2处、断裂旋钮构造2条、无煤区多处。为矿井、水平、采区设计提供可靠地质依据。

多年来，淮南矿业集团坚持跟踪调查与开采设计相结合，进行动态解释，通过在张集等煤矿25个块段内， 47个综采工作面验证，结果表明13-1煤层实见断层落差≥5m的断点吻合与基本吻合的为90%左右，断层落差3～5m的断点吻合与基本吻合的为50%～60%左右，落差2～3m的断点吻合与基本吻合的为30%左右，如表1所示。三维地震勘探成果，为划分采区的综采块段、采区巷道、采面布置和采煤方法的选择，提供了可靠地质保障。

三维地勘探技术也为煤矿安全生产与发展提供了强有力的地质保障。淮南矿业集团瓦斯综合治理与利用技术不断创新，创立了“低透气性高瓦斯煤层群无煤柱煤与瓦斯共采”理论，企业连续十多年杜绝了瓦斯爆炸事故，从全国瓦斯事故重灾区成为全行业瓦

表1 断层实见点验证情况综合表
Table 1 Synthesis of verification of actually seen spots on a fault

断层规模	验证情况
H≥5m	1、验证点数53个，其中吻合的39个（占73.5%），基本吻合的10个（占18.9%），遗漏的3个（占5.6%） 2、错误的：三维地震成果中有，实际不存在的断层2条。
H=3～5m	1、验证点数29个，其中基本吻合的17个（占58%），遗漏的12个（占42%） 2、错误的：三维地震成果中有，实际不存在的断层5个。
H=2～3m	1、验证点数62个，其中吻合、基本吻合的18个（占29%），有标志显示未解释的实见断点16个（占26%），无标志显示的实见断点28个（占45%） 2、错误的：三维地震成果中有，实际不存在的断点29个。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

斯治理典范。“十一五”期间,淮南矿业集团以国际先进、国内一流的技术建设大型现代化矿井6对,煤炭产量以每年800×10^4t速度递增,分别跨过4000×10^4t、5000×10^4t、6000×10^4t量级,百万吨死亡率由2002年以前平均4.01锐减到0.1左右,下降近40倍,矿井采区回采率达85%以上,远高于同行业平均水平,被国土资源部评定为全国先进水平。2010年瓦斯抽采量超过3.5×10^8m^3,瓦斯利用量近7000×10^4m^3;销售收入完成512×10^8元,在册在岗职工人均收入7.4×10^4元。

致谢:上述研究和工程实施过程中一直得到常印佛院士的鼓励和指导,在尊敬的常院士80华诞庆祝之际,向常院士汇报这一工作取得的一些进展,以表示我们的感谢之心。

RESEARCH AND ACHIEVEMENTS OF THREE DIMENSIONAL SEISMIC PROSPECTING TECHNOLOGIES IN HUAINAN COAL MINES

PENG Su-ping[1],YUAN Liang[2]

(1 China University of Mining and Technology(Beijing), Beijing,100083 China 2 Huainan Coal Mine (Group) Co.,Ltd., Huainan,Anhui 232000 ,China)

Abstract: In order to precisely detect the geological condition and abstractly forecast the geologic hazards, lately 20 years, Huainan coal mine (corporation) limited liability company in long-term cooperation with related Departments has carried out the research of application technology of three dimensional seismic prospecting and got enough positive result in seismic acquisition configuration, processing and structure elucidation. Recently, the three dimensional seismic prospecting technology has dug out lots of geologic anomalous body such as the collapse column, geotectonic and altun-fault etc. ; The technology of precisely detecting can basically find out the faults with fault throw more than 2m on good geologic condition. The fact indicates the geologic security level in coal mines has been elevated significantly, also the performance of enterprises obviously has been improved, while the three dimensional seismic prospecting technology develops continuously.

Key words: three dimensional seismic prospecting; structure elucidation; seismic acquisition configuration; secondary processing

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net