

· 矿井物探 ·

采区高分辨率地震勘探在永夏矿区的应用

张胜利 刘蕴祥 程东全 (永城煤电(集团)有限责任公司 永城 476600)

摘要 1992年以来,永夏矿区各矿井相继进行了采区高分辨地震勘探。本文就所取得的突出成果及验证情况作了全面的介绍,并分析了地震勘探成果的利用及效益。

关键词 高分辨率地震勘探 效果 永夏矿区

中国图书资料分类法分类号 P631

作者简介 张胜利 男 32岁 工程师 矿井地质

1 引言

永夏矿区是“八五”、“九五”国家重点工程,为我国六大无烟煤基地之一。矿区共规划陈四楼、车集、城郊、新桥4对国有重点矿井,设计总能力 780×10^4 t/a,属永城煤电集团公司管辖。陈四楼矿井于1997年11月投产,车集、城郊正在建设,新桥于1993年底完成精查勘探。矿区各矿井均以综采为主,对地质成果的精度要求很高,而由于本区地质条件较为复杂兼受当时勘探技术水平的限制,精查勘探成果质量并不高。为进一步查明首采区内构造,从1992年

开始,在矿区各矿井相继开展了采区高分辨率地震勘探工作。

2 矿区采区地震勘探简介

2.1 地震地质条件及主要技术措施

矿区属华北地层区,新生界全掩盖。地层由老到新有:中下奥陶统(O_{1+2})、中上石炭统(C_{2+3})及二叠系(P)和新生界,其中二叠系为主要含煤地层。煤层埋深350~1 000 m,表土层厚290~400 m。

2.1.1 地震地质条件

地表标高31~35 m,地势平坦,潜水位5 m左

4 结束语

a. 全区视电阻率较远区或近区视电阻率能够完整地、逼真地反映地电断面结构,有助于定性定量解释。

b. 将时间扩展到几十秒时计算全区视电阻率,需要相应地改进正演计算方法,以达到大偏移距探测大深度的目的。

c. 通过模拟背斜构造显示,用较成熟的一维

解释方法解释一般遇到的简单构造是有效的。

参考文献

- 1 陈明生·电偶源瞬变电磁测深研究(三)——大地表面瞬变电磁场·煤田地质与勘探,1999;27(3):58~61
- 2 长谷川 健·水平电气双极子による层状大地のステツア応答と見挂导电率について·物理探矿,1985;38(3):21~31
- 3 朴化荣等·电法勘探新进展(13~15)·北京:地质出版社,1996
(收稿日期 1999-03-17,待续)

STUDY ON THE TRANSIENT ELECTROMAGNETIC (TEM) SOUNDING WITH ELECTRIC DIPOLE·IV· APPARENT RESISTIVITY IN TEM SOUNDING

Chen Mingsheng Tian Xiaobo (Xi'an Branch of CCRI)

Abstract The numerical calculation method of apparent resistivity in whole area(period) by vertical magnetic field $H_z(t)$ of electric dipole is given, and the time range is expanded to tens seconds to satisfy the need for detecting larger depth by big offset distance(r). The results of analogy computation indicate that the apparent resistivity in whole area can clearly reflect the structure of geological section, contributing to the qualitative and quantitative interpretations.

Keywords electric dipole source; TEM; apparent resistivity

右,且有良好的激发层位,有利于地震反射波的激发与接收。新生界内部形成水平反射波组,底界形成 T_0 波;三煤组、二煤组形成强倾斜反射波组(T_3 、 T_2),二者相距 50 ms,石炭、奥陶系形成弱反射波组,见图 1。

2.1.2 地震勘探主要技术措施

矿区各矿井二维地震均使用法国 SN 338HR 型数字地震仪进行野外资料采集;选用井深 7~12 m,药量 0.5~1.5 kg,道距 10 m,偏移距 40 m,12 次覆盖观测系统及自然频率为 100 Hz 的高频数字检波器小基距组合等方法以突出分辨率。陈四楼矿三维地震原始资料采集使用 SN 388 型有线遥测多道数

字地震仪,选用八线三炮制观测系统,施工中遇不同障碍物采用不同观测系统并建立现场微机工作站。

2.2 地震地质成果

到目前为止,全矿区 4 对矿井共投资 1 763 万元,完成二维地震 70 km²、三维地震 4 km²,占全矿区面积的 27%;完成二维地震测线 300 条,剖面 807.95 km,物理点 39 133 个;完成了以下地质任务:

- a. 二维地震勘探查明了落差 10 m 以上的断层,查出了落差 5 m 以上的断点;三维地震查明了落差 5 m 以上的断层,查出了落差 3 m 以上的断点。
- b. 查明了主要可采煤层中幅度大于 10 m(二维)和 5 m(三维)的褶曲,煤层底板深度误差小于 2%(二维)和 1%(三维)。
- c. 控制了主要可采煤层的隐伏露头位置,平面位置误差小于 50 m。
- d. 圈定了岩浆岩对主要可采煤层的影响范围。
- e. 查明了新生界的厚度变化,其深度误差小于 2%(二维)和 1%(三维)。

采区地震勘探最突出的成果是发现了大量落差大于 10 m(二维)和 5 m(三维)的断层。原精查报告在 4 个矿井首采区范围内只有 40 条断层,二维地震勘探除对原有断层作了进一步控制外,新发现断层 130 条,其中落差大于 50 m 者 8 条,30~50 m 者 11 条,10~30 m 者 94 条,小于 10 m 者 17 条。陈四楼矿北四采区三维地震勘探新发现断层 141 条(原来只有 1 条),其中落差大于 50 m 者 2 条,30~50 m 者 2 条,10~30 m 者 36 条,小于 10 m 者 101 条。地震勘探面积和新发现断层见表 1。

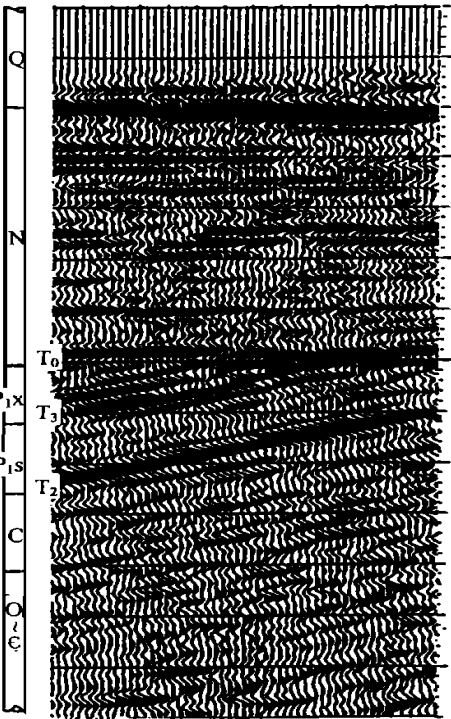


图 1 地层与地震剖面对比图

表 1 各井田地地震补勘查出断层一览表

| 井 田 | | 陈四楼 | | 城郊 | 车集 | 新桥 |
|----------------------|------------------------------|--------------------|-------|--------------------|---------|---------|
| 控制面积/km ² | | 15 | 4(三维) | 32 | 10 | 13 |
| 网度/m | | 125×125 125×250 | 20×20 | 125×250 250×500 | 125×300 | 125×250 |
| 进一步控制断层/条 | | 2 | 1 | 14 | 11 | 12 |
| 地震控制断层/条 | 新发现 | | | | | |
| | $H \geq 50$ m | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 |
| | $50 \text{ m} > H \geq 30$ m | 2 | 2 | 3 | 5 | 1 |
| | $30 \text{ m} > H \geq 10$ m | 17 | 36 | 35 | 14 | 28 |
| | $H < 10$ m | 3 | 101 | 1 | 10 | 3 |
| 合计 | | 24 | 141 | 40 | 33 | 33 |
| 孤立断点/个 | | 47 | | 78 | 20 | 14 |

陈四楼矿井首采区二维地震补勘前仅有精查勘探控制的 3 条断层, 补勘后新发现断层 24 条, 进一步控制 2 条, 否定 1 条; 北四采区三维地震勘探前仅有 1 条断层, 三维地震勘探后新发现断层 141 条, 进一步控制 1 条。车集矿井首采区二维地震补勘前有精查勘探控制的断层 11 条, 补勘后新发现断层 33 条, 原 11 条断层均得到进一步控制和修改。

3 主要地震地质成果的验证情况

目前陈四楼和车集两个矿井的采掘工程已对地震勘探成果进行了验证, 其中陈四楼矿井采掘工程涉及到的补勘面积较大, 构造较多。

3.1 对断层的验证

对于二维地震勘探新查出的落差 10 m 以上的断层, 陈四楼和车集的验证情况良好, 目前采掘工程已验证 6 条, 断层落差基本吻合, 平面摆动最小为 3 m, 最大为 30 m, 产状也基本相符, 见表 2。

地震补勘查出的落差 5~10 m 的断点, 也得到了一定程度的验证。陈四楼矿现采掘范围内地震新发现断点共有 14 个, 已有 5 个被验证; 车集矿 2 个断点有 1 个被验证。

3.2 对主采煤层起伏形态和深度的验证

地震补勘在陈四楼矿新查出了一些小褶曲, 现已揭穿并验证的有南一采区的石黄向斜和蔡庄背斜, 褶曲轴偏移 20~30 m, 褶幅与地震成果吻合, 验证情况良好。

从陈四楼矿井采掘揭穿情况看, 二维地震补勘区主要煤层的深度误差一般不大于 2%, 见表 3。

3.3 对岩浆岩影响范围的验证

矿区各井田岩浆岩较发育, 特别是车集井田, 共查出岩墙 1 个, 岩脉 4 个。现已被验证的有南翼 11 采区下山所揭穿的岩墙及北翼首采面下顺槽所揭穿的岩脉, 与地震成果资料相比, 边界误差 10~30 m,

表 2 断层验证情况表

| 矿井 | 断层 | 落差/m | | 倾角/(°) | | 平面摆动/m |
|-----|-----|------|----|--------|----|--------|
| | | 补勘 | 实见 | 补勘 | 实见 | |
| 陈四楼 | F38 | 26 | 28 | 73 | 68 | 5 |
| | F39 | 89 | 87 | 56 | 50 | 3~10 |
| | F30 | 29 | 28 | 53 | 75 | 30 |
| | F29 | 30 | 31 | 60 | 65 | 10 |
| 车集 | F6 | 10 | 11 | 70 | 73 | 5 |
| | F72 | 9 | 9 | 60 | 65 | 3 |

表 3 陈四楼矿井二₂ 煤层底板深度验证情况表

| 验证点 | 实际埋深/m | 勘探深度/m | 误差/% |
|-------|---------|---------|------|
| PV4 | 453.806 | 460.753 | 1.5 |
| 下变 | 465.343 | 462.645 | 0.7 |
| p1 | 451.223 | 446.367 | 1.6 |
| P5 | 395.512 | 388.340 | 1.7 |
| 观 1 孔 | 397.300 | 406.080 | 2.0 |

验证情况良好。

4 采区地震勘探取得的效益

4.1 修改、优化设计, 降低万吨掘进率

通过地震补勘, 在原设计采区甚至工作面内发现了许多落差大于 10 m 的断层, 有的落差达 50~80 m。例如陈四楼矿地震补勘在首采区发现了 F39 和 F29-F30 两个断裂带, 主断层 F39、F29 的落差分别为 87 m 和 31 m, 正处在原设计的矿井北翼首采面 2202 工作面和南翼首采区 2106 工作面(图 2)。可想而知, 若按原设计掘进, 将使两个工作面报废, 不仅造成巨额经济损失, 还将给矿井投产带来严重的被动局面。后经及时修改设计, 取消了两个工作面, 避免了损失。

根据地震成果资料, 各井田初步设计都作了大幅度修改, 重新划分了采区边界, 修改了下山位置、工作面布置等。如城郊矿设计能力由 300×10⁴ t/a

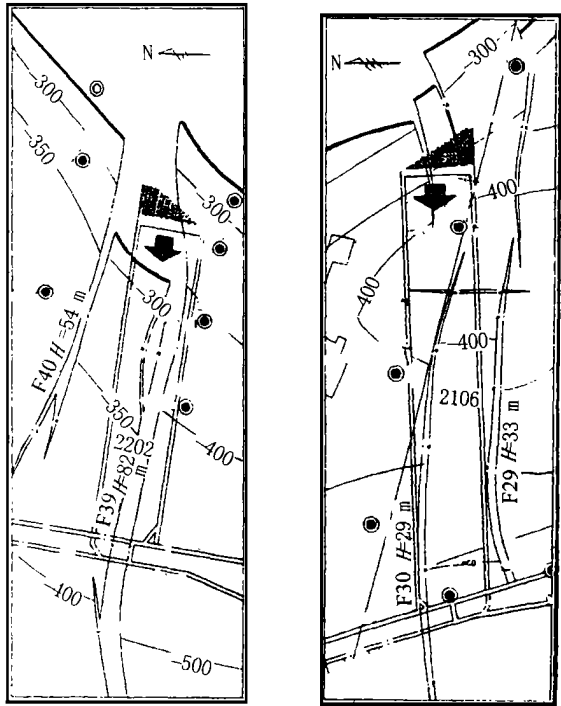


图 2 原 2202 及 2106 工作面设计平面图

降为 $240 \times 10^4 \text{ t/a}$, 城郊矿、新桥矿的主、副井位置也作了大的变动。

经过分析, 因修改设计和优化设计, 三维地震勘探区将降低万吨掘进率 30 m , 二维地震勘探区降低万吨掘进率 20 m 。全矿区现有三维地震勘探面积 4 km^2 , 可采储量 $1\,000 \times 10^4 \text{ t}$, 将少掘巷道 $3 \times 10^4 \text{ m}$; 二维地震勘探面积 70 km^2 , 可采储量 $19\,000 \times 10^4 \text{ t}$, 将少掘巷道 $38 \times 10^4 \text{ m}$ 。两项共少掘巷道 $41 \times 10^4 \text{ m}$, 按每米造价 $2\,000$ 元计, 共节省资金 8.2 亿元。

4.2 提高资源回收率

采掘工程揭露的地震补勘所查出断层的验证率几乎是 100% 。特别是落差 20 m 以上的大中型断层的验证情况更好。据此调整优化设计, 降低了煤炭损失, 提高了资源回收率。

a. 地震勘探成果出来后, 各矿井均调整了工作面布置, 避开了落差大于 $5 \sim 10 \text{ m}$ 的断层, 基本做到了综采工作面布置无失误, 使矿井的综采比例平均提高到 70% 左右。从设计修改的情况看, 补勘前综采比例只能达到 40% , 补勘后使综采比例提高了 30% 。在永夏, 综采面的回采率一般高于普采面约 3% (主要是减少了区段煤柱损失)。全矿区地震补勘过的主采煤层 (二₂ 煤) 储量为 $25\,327 \times 10^4 \text{ t}$, 可采储量 $12\,644 \times 10^4 \text{ t}$, 地震补勘后增加综采煤层 $12\,644 \times 30\% = 3\,793 \times 10^4 \text{ t}$, 将比普采多采煤 $3\,793 \times 3\% = 113 \times 10^4 \text{ t}$, 按现在吨煤利润 30 元计, 仅多出煤一项将产生直接经济效益 $3\,390 \times 10^4$ 元。

b. 由于工作面避开了落差 $5 \sim 10 \text{ m}$ 的断层, 减少了工作面因断层影响不能回采而造成的地质损失。

4.3 避免突水淹井事故

陈四楼矿首采区二维地震补勘新发现的 F39 断层, 落差达 87 m , 根据设计, 矿井北翼 -440 水平大巷将穿过该断层与下盘太原群强岩溶承压含水层 L8 灰岩对接。为防止突水淹井事故发生, 采前制定了严密的施工安全措施。

1994 年 11 月 15 日, 矿井北大巷在近 F39 断层处突水, 水量达 $860 \text{ m}^3/\text{h}$, 使矿井总涌水量超过 $1\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ (设计正常排水能力为 $894 \text{ m}^3/\text{h}$)。虽然采前防范突水淹井的措施很严密, 但由于水势太猛, 造成水仓满溢, 水倒流入大巷, 后经 3 台大泵同时排水, 才把水仓水位降下去。由此可见, 若不进行地震

补勘, 大巷将误揭断层, 在没有防备的情况下必然造成突水淹井, 直接经济损失将超过 1 亿元。

4.4 比钻探优越

采用加密钻孔的方法了解更细微的地质构造不仅周期长、成本高, 经济上很不合算, 有时根本是不可能的。而采用高分辨地震勘探不仅周期短, 节省大量资金, 同时可以达到钻探无论如何也无法期及的地质效果。

矿区各井田精查时是按二类二型布孔的, 而从实际揭露的情况看应该是三类二型。根据有关规程、规范, 要达到 A 级储量的勘探程度 (查明落差大于 30 m 的断层), 每 km^2 需增加 6 个钻孔, 钻孔的平均深度 500 m 。这样全矿区 74 km^2 的补勘面积需增加钻孔 444 个, 钻探总进尺达 $222\,000 \text{ m}$, 按现在 400 元/m 的单价计算, 共需钻探费用 $8\,880$ 万元。而全矿区 74 km^2 的地震勘探费用仅为 $1\,763$ 万元, 是钻探费用的 20% 。同时地震补勘查出了落差大于 $5 \sim 10 \text{ m}$ 的断层, 以及幅度大于 $5 \sim 10 \text{ m}$ 的褶曲, 这是钻探无法达到的。

5 结论与建议

采区地震勘探成果在永夏矿区得到了很好的验证, 在勘探手段和成果质量方面优于传统的勘探方法。二维地震为采区设计指明了方向, 并使综采面布置基本无失误; 三维地震使综采面布置准确无误。在永夏采区地震勘探不仅提供了更精细的地质成果资料, 也查出了精查勘探未发现的重大地质隐患, 避免了突水淹井事故的发生。总之, 采区地震成果的应用在矿井生产和建设中取得了巨大的经济效益, 值得大面积推广。为此提出如下建议:

a. 地质条件较复杂的在建和生产矿井在条件允许的情况下, 均应进行采区地震勘探, 并根据地震地质成果修改、优化采区设计。

b. 地质条件较好, 有希望进行综采的块段均须进行三维地震勘探, 以使综采面布置准确无误, 避免搬家造成损失。

c. 在井田精查阶段, 应开展综合勘探, 充分发挥高分辨地震勘探的作用, 缩短勘探周期, 节约勘探费用, 提高勘探成果质量。

参考文献

- 1 张爱敏. 采区高分辨率地震勘探. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1997 (收稿日期 1998-11-03)

矿井音频电透视在任楼煤矿的应用

王永胜 曾方禄 张福平 (煤炭科学研究总院西安分院 710054)

童宏树 尹纯刚 段中稳 (皖北矿务局任楼煤矿 宿州 235123)

于吉峦 (山东肥城矿业集团地勘公司 肥城 271619)

摘要 水文地质条件探查是任楼煤矿矿井防治水工作的首要任务。本文就作者近几年采用矿井物探技术探查水文地质条件的经验予以总结,并重点以实例介绍了应用矿井音频电透视技术探查任楼煤矿水文地质条件的效果,实践证明矿井音频透视技术是该矿探查工作面或盘区内部顶、底板内含、导水构造最有效的物探方法。

关键词 音频电透视法 勘探 顶板 底板 含水性 构造

中国图书资料分类法分类号 P631

作者简介 王永胜 男 33岁 工程师 计算机及应用

1 引言

皖北矿务局任楼煤矿是一个新建矿井,设计能力 150×10^4 t/a,位于安徽省宿州市西南约 30 km 的濉溪、蒙城两县交界处,井田面积约 43 km^2 ,服务年限 80年。1996年 3月 4日在首采 7_2 22工作面时,发生了罕见的特大导水陷落柱突水,最大瞬时突水量达 $11\,854 \text{ m}^3/\text{h}$,致使矿井被淹而停产,造成重大损失。为了避免类似事件再次发生,查找隐伏陷落柱、断层等导、含水构造是确保该矿正常生产的迫切任务。为此,我们利用矿井音频电透视新技术来查清有无含水构造,取得了明显效果。目前该技术已被任楼矿列为采前探查工作区内水文地质条件的首选方法。

2 矿井水文地质概况

该井田主要煤层为二叠系山西组与石盒子组,

可采煤层共 6层,其中主要可采煤层为 3_k 5_k 7_3 & 煤,平均总厚度 7.37 m, 5_k 7_3 煤层总厚度 3.0 m 矿井主要含水层为:新生界第四系含水层组,厚度一般为 240~ 300 m,分 4个含水层组和 3个隔水层组,其含水性较差;二叠系煤层含水层段,煤系砂岩裂隙发育不均,含水性有较大差异,但其本身含水性较弱,导水性不均;太原组灰岩及奥陶系灰岩含水层,太原组灰岩含水性较丰富,上部(1~ 4层)溶洞较为发育,奥陶系灰岩含水丰富,溶隙、溶洞发育。

从以上水文地质条件可以看出:新生界第四系含水层组和二叠系煤层含水层段在一般情况下,不会对矿井生产构成大的危害;太原组灰岩及奥陶系灰岩含水层虽然含水丰富,但其距 7_2 煤分别为 130 m 和 260 m,正常条件下不存在 7_2 煤突太灰、奥灰水的可能。但 1996年 3月 4日突水情况表明,本区存在导水陷落柱,会给矿井安全生产带来极大的危害,因此查找陷落柱等导水构造成为防治水工作的重点。

THE APPLICATION OF HIGH-RESOLUTION SEISMIC EXPLORATION OF WORKING AREA IN YONGXIA MINING DISTRICT

Zhang Shengli Liu Yunxiang Cheng Dongquan (Yongcheng Coal & Electricity Ltd.)

Abstract Since 1992, the high-resolution seismic explorations of working areas have been conducted successively in various mine shafts of Yongxia mining district. The outstanding results and verified situations are fully introduced, and the utilization of seismic results and its benefit are analyzed

Keywords high resolution seismic exploration; effectiveness; Yongxia mining district