

· 矿井物探 ·

我国煤矿采区高分辨率地震勘探的成果

魏子荣 杜兴亚 (国家开发银行 北京 100037)

方正 赵 镨 (中国煤田地质总局 河北涿州 072752)

摘要 针对以往新建矿井因地质构造不清所造成的巨大经济损失的现实情况,1991 年以来,国家发展银行及国家能源投资公司投入资金开展了大规模矿井采区地震勘探工作,取得了很大成就。本文介绍了几年来采区地震勘探所取得的成果、所产生的经济效益,对所能解决的地质问题也作了重点介绍,并对所存在的问题及发展方向提出了看法。

关键词 采区 地震勘探 成果 综述

中国图书资料分类法分类号 F407.1;F403.8

作者简介 魏子荣 男 62 岁 高级工程师 煤田地质

1 引言

矿井采区地震勘探是 80 年代初期煤炭部地质局瞄准地震勘探世界水平而发展起来的,于 1981 年开始组织科技攻关,于 1986 年我国煤田高分辨率地震勘探技术试验成功,并通过国家鉴定。该技术首先在安徽淮南、淮北、山东兖州部分生产矿井推广应用,取得好的地质效果,基本解决了长期困扰矿井建设生产中的矿井地质保障问题,为矿井实现高产高效安全生产铺平了道路。

1986 年原国家能源投资公司在总结“七五”期间煤炭新井建设情况时发现,有的矿井建设工期长,投资效益差,投产后迟迟不能达产。如按《煤炭资源地质勘探规范》,提供给矿井初步设计的精查地质报告已达到要求,但是我国煤炭资源依照世界煤炭资源地质条件分类,基本属构造复杂、煤层不稳定、开采困难的第三类,而经批准的合格的供煤矿建设的精查地质报告,难以查清小构造,无法满足矿井采区工作面建设生产过程中地质保障,是造成上述情况的主要原因。针对以往新建矿井因小的地质构造没有查清付出的巨大的经济损失的现实情况,1991 年原国家能源投资公司要求“凡列入计划建设的基本建设矿井项目,有条件的一律补做地震工作……在地震工作没有完成之前,不准进入采区施工……”。从此揭开了大规模矿井采区地震勘探的帷幕。从 1991 年至 1994 年底 3 年多时间共完成采区地震勘探的矿井 45 处,物理点 262 584 个,占建国 45 年全国完成的物理点的 11.5%,掀起了第一个高潮。

1994 年国家开发银行成立后,明确指出新建矿井采区地震勘探地质成果效益显著,为新建矿井创

造了有利建设条件,为确保新建矿井的投资效益,有条件进行采区地震勘探工作的,必须安排采区地震勘探。之后,矿井采区地震勘探进入第二个高潮。三维矿井采区地震勘探,迅速推广应用。目前已完成的三维矿井采区地震勘探项目,90%以上是 1995 年以后进行的。现在很多煤矿都积极开展三维采区地震勘探,蔚然成风。

为进一步总结评价矿井采区地震勘探工作,1996 年国家开发银行原煤炭石油信贷局与中国煤田地质总局联合要求各有关单位认真总结矿井采区地震地质成果。1997 年 1 月,山东煤管局率先对全省统配煤矿开展采区地震勘探工作进行认真总结,并召开物探经验交流会。此后国家开发银行原煤炭石油信贷局转发了山东煤矿物探及“三下”采煤技术交流会经验,对全国煤矿采区地震勘探工作起到了推动作用,从统配煤矿到地方煤矿掀起了矿井采区地震勘探的第三个高潮。至 1997 年底全国累计完成矿井采区地震物理点 838 035 个,占建国后 48 年全国煤田地震勘探完成的物理点的 32%。

2 矿井采区地震勘探地质成果及认识

国家开发银行及原国家能源投资公司自 1991 年至 1997 年 6 年多来共投入 1.5 亿元,完成采区地震勘探的矿井 68 处,设计能力 $1.2285 \times 10^8 \text{ t}$ 。其中已开工建设的矿井 41 处,设计能力 $7.905 \times 10^4 \text{ t}$,占 64%。已开工建设的矿井经巷道开拓对矿井采区地震地质资料进行了不同程度的检验。

目前全国有 18 个省(市、自治区) 53 个矿务局(公司、集团) 120 个煤矿开展了矿井采区地震勘探工作,占有重点煤矿(原统配煤矿)的 20%。其中

长江以北的 13 个省(自治区)已开展采区地震勘探的矿约占江北国有重点煤矿的 35%。截止 1997 年底全国共完成 251 个采区地震勘探项目,面积 2 175.38 km²,其中,二维 210 个,面积 2 063.98 km²;三维 41 个,面积 115.32 km²。所获地震勘探地质成果经 101 矿 164 个采区实际井巷开拓验证,总吻合率较高。地震地质条件好和较好的地区吻合率达 80%以上,条件一般及较差地区吻合率也达 70%以上,基本符合要求。

如淮南矿务局在 7 对矿井二维采区地震勘探共 10 个采区和 3 个矿井一水平,总面积 243 km²,占井田面积的 53%,测线长 1 563.75km,物理点 65 077 个;三维采区地震勘探 4 个矿 11 个采区,总面积 20.49 km²。在二维采区地震勘探范围内,实见落差大于 10 m 的断层共 56 个点,其位置、方向、落差基本一致的 43 个点,占 77%;实见落差 5~10 m 的断点 53 个,基本符合的为 33 个点,占 62%;煤层底板深度误差一般在 2%以内,煤层赋存形态是比较可靠的。潘谢矿区三维采区地震勘探区内已成功地掘出 10 个综采、综放工作面,验证面积 1.6 km²,煤层形态、实见煤层走向、局部倾角变化、小型褶曲等与三维地震地质资料显示是一致的;煤层底板深度验证总点数 204 个,深度误差小于 1%的占 69%,误差 1%~2%的占 22.6%,误差大于 2%的占 8%。潘三、谢桥两矿 9 个工作面,实见断层 59 条,其中落差大于 5 m 的 11 条,与三维地震对照,位置、方向、落差等完全一致的 8 条,占 73%;另 2 条平面位置差 30 m,漏解释 1 条。(在时间剖面上有显示)这 3 条断层都在测区边缘,可能是由于迭加次数不够造成的。

永城煤电(集团)有限责任公司在永夏矿区 4 个矿共完成二维地震勘探面积 70 km²,三维地震勘探面积 4 km²。目前采掘巷道验证有 2 个矿,对于二维采区地震勘探新查出的落差 10 m 以上的断层,吻合率 100%,小于 10 m 的断点,吻合率 38%。主采煤层赋存形态和底板深度经陈四楼矿巷道验证,向、背斜褶曲轴偏移 20~30 m,褶曲幅度与地震资料吻合;煤层底板深度误差一般均小于 2%。车集矿南翼 11 采区下山揭穿的岩墙及北翼首采面下顺槽揭穿的岩脉,与地震资料相比,边界误差 10~30 m。

总体来看,对已完成矿井采区地震勘探工作的 68 处新建矿井和 183 处生产矿井,经矿井采掘巷道开拓对采区地质资料验证结果,地震地质资料与矿井实际开拓情况吻合率达到要求的新建矿井占 93%。尽管如此,仍有 3 处新建矿井地震资料存在一定问题,吻合率较低。这主要存在如下几个方面问

题。

a. 在一些钻孔较为稀少的地区,煤层底板深度与地震勘探成果有较大出入,二维地震勘探成果有超过 2%的现象,煤层的赋存形态与实际有些偏差;

b. 把距离很近的一组小断层解释为一个断层;断层落差解释为同性质组断层落差之和;

c. 少数地震资料解释的断层,实际为陷落柱;地震解释为陷落柱而实见为断层;

d. 当煤层波组少时,对断层倾向地震解释的不够准确;

e. 断层的延展长度与实际有出入;

f. 断层平面摆动较大,有的超过地质任务要求;

g. 断层组合与客观情况不符;

h. 个别断层误漏解释。

矿井采区地震勘探工作虽然存在上述一些问题,其中一部分需要在今后施工时提高方法技术,加大设备与技术投入,提高地震勘探的分辨率逐步解决;另一部分问题是受二维地震勘探网度及本身方法的限制,采用三维地震勘探后,效果会好些。除此之外,其余问题靠提高施工质量、加强监督、检验和组织管理是可以解决的。

3 矿井采区地震勘探解决的地质问题及经济效益

矿井采区地震勘探工作开展 6 年来,对新建矿井、生产矿井提高经济效益、降低成本、实现高产高效,减少贷款风险,所起的作用是实实在在的,是有目共睹的。从 1991 年至今 6 年多,对完成新建矿井及准备井采区地震勘探的 68 个项目,经初步测算直接经济效益 50 多亿元,间接社会效益超百亿元。减少煤矿因地质情况不清诱发的各种问题所带来的损失更是无法用数字来衡量。然而矿井采区地震勘探费用投入很少,29 处新建矿井采区地震勘探投入的费用仅占矿井总概算的 0.015%,可见矿井采区地震勘探是投入少,效益大的高效益工程,对减少新建矿井不良资产和贷款风险起到了重大的保障作用。

初步了解,41 处生产矿井和新建矿井采区地震勘探后获得的部分经济效益为 100.44 亿元,占 50.75%;避免突水事故损失 1.51 亿元,占 1.5%;查清地质构造增加煤炭储量提高煤炭回收率 45.57 亿元,占 45.37%;节省勘探费 2.39 亿元,占 2.38%。

矿井采区地震勘探从初期主要解决断 煤层赋存情况,逐步发展、提高扩大应用范围,目前矿井采

区地震勘探可解决的地质问题主要有:

- a. 二维矿井采区地震勘探,主要查明区内落差大于等于 10 m 的断层,提供落差小于 10 m 的断点,平面摆动误差小于 50 m;
- b. 三维矿井采区地震勘探,主要查明区内落差大于等于 5 m 的断层,提供落差小于 5 m 的断点,平面摆动误差小于 30 m;
- c. 查明区内主要煤层赋存形态,二维深度误差不大于 2%,三维深度误差小于 1.5%;
- d. 查明区内新生界(第四系)厚度及底界面深度;
- e. 二维查明区内波幅大于等于 10 m 的褶曲,三维查明波幅 5 m 的褶曲;
- f. 探明区内奥陶系灰岩顶界面及岩溶发育情况、采空区及赋水状况,为预防水害提供灾害地质资料;
- g. 探明区内直径大于 20 m 的陷落柱及发育形态、原始沉积的及后期冲刷形成的无煤带、煤层分叉合并,为回采工作面布置提供可靠的地质资料;
- h. 探明区内火成岩对煤层的影响范围。

矿井采区地震勘探工作对煤炭生产、矿井建设所起的作用及经济效益,主要表现在以下几个方面:

3.1 优化矿井设计 合理布置采区 提高矿井效益 做好地质保障

山东煤管局所属的济宁二号、三号、付村、许厂、岱庄、古城、柳海 7 对在建矿井,采区地震开拓共投入 1 600 万元,仅占基本建设总投资的不足 0.2%。根据矿井采区地震勘探提供的地质资料,对 7 对矿井初步设计进行了修改和优化,经测算获得决策经济效益达 7 亿多元。

枣庄矿务局滕南付村矿井,原设计能力 300×10^4 t/a,矿井采区地震勘探后,所获地质资料比原精查地质报告复杂得多,查明落差大于 10 m 的断层 55 条。原设计的主、副井与风井之间两条 - 420 m 水平大巷位置新发现 6 条落差比较大的断层,大巷部分地段已接近侏罗系含水层,距奥灰岩仅有 30 m,为避免矿井建设中发生巷道透水,造成经济损失,只好修改矿井初步设计,取消了一 - 420 m 水平大巷,由原一矿一井改为一矿两井,设计能力由 300×10^4 t 改为 210×10^4 t(即付村井 120×10^4 t,高庄井 90×10^4 t),减少巷道 7.684 m,工程量 15×10^4 m²,节约费用 1.5 亿元,建井工期由 70 个月缩短为 48 个月(高庄井)和 54 个月(付村井)。如按吨煤投资 500 元测算,矿井能力减少 90×10^4 t,则可减少损失 4.5 亿元。柴里矿依据采区地震勘探的

地质资料全面修改 234 采区设计,采煤工作面走向由东西向改为北北东向,工作面 750 m,已有 3 个工作面采完,如按原精查报告资料布置巷道,均遇断层将造成重大浪费。

平顶山矿务局十三矿,根据原精查地质报告资料,设计 3 个采区 4 个工作面,生产能力 180×10^4 t/a,依据采区地震勘探所获得地质资料,修改了矿井初步设计,由原来的 3 个采区 4 个工作面改为 2 个采区 3 个工作面,工作面走向长度由原来的 1 500 m(双异)增加到 3 100 m(双异),减少巷道 2 564 m,增加 $2\,060 \times 10^4$ t 煤炭储量,节省投资 2 280 万元。

河南永夏矿区域郊矿井,采区地震勘探前设计能力 300×10^4 t/a,采区地震勘探后地质情况发生变化,不得不将矿井的设计能力由原 300×10^4 t/a 降为 240×10^4 t/a,井筒位置由原来在城西改到城东,东、北两个采区三个工作面(2 综 1 高)优化后为东、北两个采区二个工作面保 240×10^4 t/a,减少一个高档工作面 4 000 多米巷道及高档面的设备。

陈四楼矿井,设计能力 240×10^4 t/a。根据原精查地质报告资料设计 3 个采区 2 个工作面(2 综 1 高),经矿井采区地震勘探后所获得的地质资料显示,原设计的 2 个工作面布置在新查明的断层组上,依据新的地质资料重新划分了采区。由于新布置的工作面走向加长,宽度加宽,2 个工作面保证 240×10^4 t/a 的生产能力,避免了 4 500 m 无效巷道,减少 1 个高档工作面的巷道 1 000 多米及设备,共节省 3 000 多万元。

永夏矿区共规划 4 对矿井,设计总能力为 780×10^4 t/a,井田面积 272 km²。目前 4 对矿井均开展了二维和三维矿井采区地震勘探工作,共完成 11 个采区,面积 74 km⁴,占全井田面积的 27%,共投入 1 763 万元。采区地震勘探前,该区勘探类型划为 I 类 II 型,钻孔稀少,仅陈四楼、车集、城郊 3 对矿井 60 km²,只控制了 26 条断层,矿井采区地震补勘后 3 对矿井新查明断层 97 条,对原精查地质报告控制的 26 条断层,局部作了修改,并圈定了岩浆岩对煤层影响的分布范围。使矿区 4 对矿井少掘巷道 410 000 m,节约资金 8.2 亿元;与单纯采用钻探相比,节省勘探费用 7 117 万元,为缩短矿井建设工期提供了有利条件。

晋城矿务局寺河矿井,按原精查地质报告提供的资料,设计能力 400×10^4 t/a(东采区 2 个综采工作面 310×10^4 t/a,西区(潘庄)一个综采工作面布置在原精查地质报告提供的无任何构造的 2.2 km² 面积上,经过三维矿井采区地震勘探后,新发现了 3

个向、背斜;落差大于等于 5 m 的断层 14 条;长、短轴不等的陷落柱 4 个;大小不等的地质异常区 4 个。依据地震提供的新资料修改了矿井初步设计,将西区首采区南移,避免了重大经济损失。如果不作采区地震勘探,投资后可能长期不能达产或终身不能达产。

淮南矿务局 400×10^4 t/a 的谢桥矿井及 300×10^4 t/a 的潘集三号矿井共投入 1 498.5 万元,做了 20.49 km^2 采区地震勘探,使谢桥矿井避免了 8~10 a 地质风险。按每年发生 4~5 次,每次损失 1 000 万元以上,8~10 a 累计节省 4~5 亿元。潘集三号井采区地震勘探后,与地质勘探规范比,节省 11 个钻孔,6 400 m 费用 264 万元;修改了原精查地质报告提供的断层方向,使综采工作面方向也作了相应改变(平行断层方向),走向长度增加到 2 000 m 以上,节省了工程维护费 4 000 多万元;获得了 65×10^4 t 煤炭储量,直接效益 12 600 万元,累计效益 16 864 万元。

邢台矿务局邢台矿,通过采区地震勘探,否定了原断层位置,而新断层位置向 ES 偏移;否定了原定的奥灰区,确定为下组煤(7、8、9 号煤层)分布区,面积 1.5 km^2 ;新发现煤炭储量 $1\,918.6 \times 10^4$ t,增加回采储量 879.4×10^4 t,直接经济效益 11 亿元。

肥城白庄矿,因构造复杂,回采工作面无法布置,面临矿井将报废的严重局面。经采区地震勘探查清小断层后,获得可采煤炭储量 60×10^4 t,按 100 元/t 测算,直接经济效益 6 000 万元。

鸡西矿务局西鸡西矿,设计能力 60×10^4 t/a,经采区地震勘探提供的地质资料,对矿井初步设计开拓方案作了局部修改,经矿井巷道开拓证实是正确的,避免矿井建设时期损失 821 万元,生产期间损失 1 440 万元。该采区地震勘探费仅 91.2 万元,相比之下,效益是显著的。

河北省蔚县矿区崔家寨矿井设计能力 180×10^4 t/a。精查资料显示为两组北西、北东向断层,采区地震勘探确认为一组北东向断层,地质构造简单,煤层条件好,依据矿井地质条件的变化,把原设计的 2 个工作面改为 1 个工作面,即可达到年产 180×10^4 t 煤炭的要求,提高了矿井经济效益。

3.2 减少无效巷道 降低矿井万吨掘进率

肥城矿务局是个老矿,逐渐由浅部向深部转移,由构造简单向复杂转移,构造不清。煤层赋存情况不清,地震勘探前,万吨掘进率为 450 m,二维采区地震勘探后,使采区巷道开拓方向明确,避免掘进废巷道,矿井万吨掘进率降至 202 m(1996 年),全局节

省资金 1.33 亿元。

江苏大屯煤电公司,采区地震勘探之前,综采工作面走向长度平均 500~600 m,采区地震勘探后,按新地质资料优化了开拓布置,使综采工作面走向长度超过 2 000 m,减少了综采工作面搬家次数,增加了煤炭产量,降低了煤炭生产成本,据测算一个综采工作面一年多收益 2 000 多万元。

淮南矿务局潘集三号井,设计能力 300×10^4 t/a,于 1992 年 11 月建成投产。三维采区地震勘探之前,采区布置困难很大,矿井年产量 100×10^4 t/a 左右,为设计能力的 33%,主要是因精查阶段无法查清落差 5 m 左右的小断层,制约了生产。按原精查地质报告资料设计的回采工作面在开拓掘进中均与断层斜交,将工作面切割成多段,综采机械化采煤发挥不了作用,效率低、生产成本低。按三维采区地震勘探提供的新地质资料,优化了工作面布置,综采工作面走向长度超 2 000 m,生产成本降低,效率提高,使潘集三号井产量逐年上升。

邢台矿务局葛泉矿三采区原精查地质资料为一向斜构造,设计了集中回风上山,施工 1 600 m 后,进行采区地震勘探工作,构造形态发生了变化。如集中回风上山施工前搞采区地震勘探可避免集中回风上山 1 600 m 巷道的浪费。

辽宁铁法矿务局,通过矿井采区地震勘探,把影响生产采煤的小断层、火成岩搞清后,进行减人、提效、降低煤炭生产成本,提高采煤效率,减少万吨掘进率,实现了一井一面高产高效矿井。

3.3 查清地质构造及老采空区

河南永夏矿区陈四楼矿井,1992 年进行二维采区地震勘探工作,新查明落差 89 m 的 F39 断层,当时矿管委会决定要提前作好涌水的一切准备工作,边掘进边打超前钻探水。当设计的轨道大巷、皮带大巷掘进近 F39 断层时,井下巷道探水钻孔开始涌水,最大涌水量为 $860 \text{ m}^3/\text{h}$,两条大巷只好绕行施工。由于 F39 断层的查出,避免了一大的突水淹井事故,减少经济损失 2.5 亿元(直接经济效益 1 亿多元,间接经济效益 1.44 亿多元)。

焦作矿务局是有名的大水矿区,古汉山矿井做采区地震勘探时新查明 DF9、DF62 断层,查出 2 个老采空区,按地震提供的新地质资料,修改了设计。在开拓掘进时得以验证位置准确,为此节省两个临时水闸门 120 多万元,并缩短了施工时间,为安全生产提供了可靠的依据。

3.4 三维采区地震勘探查找小断层及小陷落柱

阳泉矿务局五矿(原贵石沟矿),设计能力 400

$\times 10^4$ t/a, 1991 年投产。5 年来该矿累计开采面积 5.28 km^2 , 原精查地质报告提供陷落柱仅有 7 个, 实际揭露为 99 个, 平均 19 个/ km^2 , 最密时 26 个/ km^2 。平均年产量仅 103.4×10^4 t, 最高年产量 131×10^4 t, 占设计能力的 33%, 长期未能达到设计能力。

5 年来该矿累计无效进尺 6 605 m, 占总进尺的 22.46%, 经济损失 3 407 万元; 煤炭损失 819×10^4 t, 并有 $1\,697.5 \times 10^4$ t 煤炭无法采出, 矿井回采率仅达 30.5%, 直接经济损失 5 000 多万元。

三维采区地震勘探后, 查明长轴大于 20 m, 短轴大于 15 m 的大小不等的陷落柱 27 个, 断层和挠曲 12 条, 圈出可采面积 0.8 km^2 , 估算煤炭地质储量 $1\,100 \times 10^4$ t, 而采区地震勘探仅投入 191.44 万元, 其经济效益是不言自明的。

3.5 查清水文地质条件 解放受地下水威胁的煤炭储量

淮北矿务局朱仙庄矿, 采区地震勘探之前依据精查地质报告提供的资料预测第五含水层赋水面积约 500 km^2 左右, 需留防水煤柱预计约 $5\,000 \times 10^4$ t 左右。经采区地震勘探查清了第五含水层赋水仅有 8 km^2 , 同时新查清了塔桥断层, 落差 600~1 000 m, 倾解 70° , 不但不导水反而隔水, 解放原预留防水煤柱煤炭 3 000 多万 t, 如按 100 元/t 测算直接经济效益 30 亿元, 并减少防治水费投资 1 000 多万元。

3.6 提高矿井煤层开采上限 增加资源回收率

兖州矿务局兴隆庄煤矿二采区北部防水、防砂煤柱, 按矿井设计留 80 m, 为的是增加煤炭资源回收率, 提高开采上限。经地震勘探后严密控制了构造、煤层露头、第四系底界面深度, 准确地划分了第四系含隔水层, 把原设计的 80 m 防水煤柱提高到 53 m 及 45 m。

兖州杨庄煤矿开采上限提高到 15.8 m, 多开采煤炭 100×10^4 t。

3.7 控制老采空区下界 增加煤炭资源回收率 避免老采空区积水淹井。

3.8 采区地震勘探进一步查清落差小的断层 使采煤工作面避开断层采煤 采煤效率提高 50%

实践证明二维、三维矿井采区地震勘探所解决的地质问题对矿井生产、建设所起的作用, 概括起来就是依靠科技进步, 用先进的高分辨率数字地震的科学技术方法, 在矿井建设(即巷道开拓前)前尽可能查明各种影响采煤的小地质构造, 做好地质保障工作, 为科学合理的布置矿井开拓、采区及回采工作面, 减少矿井无效进尺, 降低矿井万吨掘进率, 提高

单产, 降低吨煤生产成本和吨煤基本建设投资, 提高煤炭资源回收率, 实现矿井高产高效安全生产, 减少新建矿井不良资产取得最好的经济效益, 提供有力的地质保障条件。

4 影响采区地震勘探技术推广的因素及新的要求

矿井采区地震勘探工作, 目前能解决的矿井地质问题对煤矿生产建设所起的作用与一般的解决矿井地质问题的方法手段相比, 是一项重大的技术飞跃, 开展这项工作较早的煤矿深受其益, 感受很深。可是有的煤矿还保持观望态度, 对矿井采区地震勘探工作的重要性、必要性认识不足。

矿井采区地震勘探技术虽取得突破性进展和可喜成绩, 但仍有许多相关问题存在:

a. 市场不规范, 一些施工单位为了争项目, 不顾实际情况, 对于目前技术尚解决不了的任务和业主过高的要求也答应, 结果作完后, 有的任务完不成或完成的不好, 既影响了业主的利益, 又损害了对这项技术发展的信心;

b. 有的资料处理及项目报告编制时间偏长, 满足不了设计和施工的要求;

c. 资料处理仍是当前薄弱环节, 解释精度也尚待提高;

d. 现场施工管理及跟踪服务、信息反馈需要加强;

e. 随着采区地震勘探的发展, 项目愈来愈难, 应该充分认识到增加技术和设备投入的重要性, 资金的过分消减, 必将影响项目的质量和成果;

f. 需要进一步提高垂向分辨率。

根据生产实际需要, 对矿井采区地震勘探技术提出了新的攻关方向和奋斗目标, 归纳起来主要有如下几方面:

a. 采区地震勘探应控制落差 3 m 以上的断层, 平面摆动范围小于 10 m, 控制幅度 5 m 的褶曲;

b. 解释煤层厚度误差小于 0.5 m(主要是解决经采区地震后储量修改及储量升级问题);

c. 坡积层厚度较大地段如何提高地震勘探精度及效果;

d. 进一步研究判断断层、陷落柱是否导水及导水性如何的问题;

e. 研究解决煤层顶、底板岩性及含水性问题;

f. 进一步研究解决顺层薄层火成岩地震勘探的问题;

g. 采区地震勘探方法, 上组煤已解决(地震波强可连续追踪), 下组煤(地震波弱, 无法连续追踪)

• 探矿工程 •

深 层 地 热 水 井 钻 探 工 艺

曾铁军 (中国煤田地质总局 129 队 邯郸 056004)

摘要 针对西安地区深层地热资源开发中钻遇地层特点,阐述了提高深层地热水井钻进效率的技术措施,并结合钻井实践总结了一些成功的经验。

关键词 地热井 深层水 钻探工艺 经验

中国图书资料分类法分类号 P634.5

作者简介 曾铁军 男 41 岁 工程师 钻探工程

1 引言

从 1989 年 8 月以来,我队在西安市施工地热水井 38 口,完成钻探进尺 65 064.52 m,平均井深 1 712 m,最深达 2 105 m;最大井径 311.15 mm,最小井径 190.5 mm。水井成井后平均井口出水量 1 800 m³/d,最大单井出水量达 3 300 m³/d;井口水温 57.5~88℃,最高水温达 93℃。这些深层地热水井的成井质量较高,也积累了一些施工经验,现介绍如下。

2 地层概述及储热特征

西安地区的地热水井均分布于关中盆地。各水井钻遇地层为第四系和第三系等新沉积地层。第四系浅层总厚达 350 m~880 m,主要由青灰色粉细砂和粘土层、半胶结含砾粘土岩及灰紫色粘土岩构成。岩层呈粉砂、粘土结构,其透水性较差,构成较稳定的隔水顶板。第四系深层与第三系共厚达 700~

2 000 m,主要由灰色泥页岩、细砂岩、中粒粗粒砂岩互层及部分含砾层构成。由于砂质层中的中细砂成分较多,其透水性较好,是理想的含水层,含水层厚度达 210~1 100 m,平均井口出水量 1 800 m³/d。

该区地下热水主要由大气降水补给。降水通过周边山区构造破碎带不断渗入基底不透水岩层,经岩浆岩的热传递而加温,并储存于基底岩石孔隙间,再通过断裂破碎带垂直向上运移至热储层中。由于断裂有利于地下热水的储存和运移,深部有岩层孔隙热,上覆有一定厚度的新生代保温盖层,因此具备了形成地下热水的地质构造条件。第四系是低温层,平均地温梯度<2℃/100 m;第三系是中高温层,平均地温梯度为 3~4℃/100 m,最高井口水温 93℃。

3 钻井工艺

3.1 施工工艺流程

3.1.1 钻井工序

平整钻场和设备安装好后,用直径 190.5 mm

及间距小多煤层群煤田地震勘探问题及采空区下地震勘探问题如何解决;

h. 大倾角煤层地区地震勘探问题。

5 结论

矿井采区地震勘探开展 6 年来,时间是短暂的,但其经济技术效应和潜力是巨大的。经几代人长期

苦苦探索终于找出一条确实能解决矿井地质保障问题的高分辨率采区地震勘探方法,走出了一条新路子。几年来的实践证明高分辨率地震勘探技术应用于煤矿生产建设解决矿井地质保障问题,技术成熟,实用性强,效益显著,为实现双高矿井奠定了基础。用通俗的话说:煤矿要想安全效益好,采区地震勘探离不了。

(收稿日期 1999-05-13)

THE RESULTS AND PROSPECT OF HIGH RESOLUTION SEISMIC EXPLORATION IN MINE DISTRICTS OF CHINA

Wei Zirong Du Xingya (State Development Bank)

Fang Zheng Zhao Pu (China National Administration of Coal Geology)

Abstract Since 1991, the State Development Bank and the State Energy Resource Investment Company make an investment in the large-scale seismic exploration in the mine districts. In this paper, the results obtained in the high resolution seismic exploration and the economic benefits in recent years are introduced, with the emphasis on the resolvable geological problems. The opinions about the existed problems and development direction are presented.

Keywords mine district; seismic exploration; results; summary