附件3

编号：

2024年江苏省自然科学百篇优秀学术成果

论文申报书

题 目 Application of integrated geophysical techniques in geothermalexploration in Binhai County, Jiangsu Province

申 报 人 王军成、高士银、王建国、李琳、龚晓燕、苏金宝

联系电话 15951856967

工作单位 江苏省地质勘查技术院

推荐（初评）单位 江苏省地热能源学会

填表时间： 2024年 4 月 2 日

江苏自然科学百篇优秀学术成果论文推选委员会

|  |  |
| --- | --- |
| 论 文 名 称 | Application of integrated geophysical techniques in geothermalexploration in Binhai County, Jiangsu Province |
| 期刊名称 | Deep Underground Science and Engineering | ISSN | 2770-1328（online） |
| 发表卷期 | DOI:10.1002/dug2.12075 | 论文类别 | 研究性 □综述性 □ |
| 所属学科分类名称/中图分类号 | 地球物理学/P3 | 所属学科领域 | 基础与交叉学科 |
| 论文刊发期刊被收录情况 | CSCD□ 北大核心□ SCI□ EI□ 其他 维普、万方等  |
| 作者（依论文署名排序） | 姓 名 | 工作单位（发表时） | 职务、职称 | 年龄 | 性别 |
| 王军成 | 江苏省地质勘查技术院 | 正高级工程师 | 42 | 男 |
| 高士银 | 江苏省地质勘查技术院 | 高级工程师 | 38 | 男 |
| 王建国 | 中国矿业大学 | 教授 | 62 | 男 |
| 李琳 | 江苏省地质勘查技术院 | 高级工程师 | 40 | 男 |
| 龚晓燕 | 江苏省地质勘查技术院 | 高级工程师 | 38 | 女 |
| 苏金宝 | 河海大学 | 教授 | 45 | 男 |
| 论文计量学指标 | 中文论文 | 数据库 | （选填1种） | 被引次数 |  |
| 下载次数 |  |
| 英文论文 | WoS被引次数 |  |
| WoS使用次数 |  |
| 论文何时受过何等奖励 |  |
| 论文摘要（外文论文同时提供原文和中文，中文不超过500字）**Abstract** Integrated geophysical technology is a necessary and effective means for geothermal exploration. However, integration of geophysical technology for large‐scale surveys with those for geothermal reservoir localization is still in development. This study used the controlled source audio‐frequency magnetotelluric method technology for large‐scale exploration to obtain underground electrical structure information and micromotion detection technology to obtain underground wave velocity structure information. The combination of two detection technologies was used for local identification of geothermal reservoirs.Further, auxiliary correction and inversion constraint were implemented through the audio magnetotelluric sounding technology for maximum authenticity restoration of the near‐ and transition‐field data. Through these technology improvements, a geothermal geological model was established for the Binhai County of Jiangsu Province in China and potential geothermal well locations were identified. On this basis, a geothermal well was drilled nearly 3000m deep, with a daily water volume of over 2000m3/day and a geothermal water temperature of 51°C at the well head. It is found that predictions using the above integrated geophysical exploration technology are in good agreement with the well geological formation data. This integrated geophysical technology can be effectively applied for geothermal exploration with high precision and reliability.**摘要：**综合地球物理技术是地热勘探的必要和有效手段。然而，用于地热资源精准调查的地球物理与地热储层定位技术的综合方法技术仍在不断研究、发展中。本研究将可控源音频大地电磁技术（CSAMT）及微动探测技术相结合，并应用于地热储层的局部识别之中，其中采用可控源音频大地电磁法技术进行勘探可获取地下电性结构信息，采用微动探测技术可获取地下波速结构信息。在CSAMT数据处理过程中通过引入音频大地电磁测深法（AMT)资料，对近场和过渡场曲线进行辅助校正和反演约束，最大限度的还原了近场和过渡场数据的真实性。基于对两种地球物理数据进行处理分析，并结合地质资料进行综合解释，建立了江苏省滨海县地热地质模型，并确定了潜在的地热井位置。在此基础上，钻探了一口地热井，井深近3000米，日出水量超过2000立方米/天，井口地热水温度为51°C。结果表明，利用上述综合物探技术进行的预测与井地质地层资料高度吻合。这种综合地球物理技术可以高精度、高可靠性地有效应用于地热勘探之中。 |
| 研究背景（简要介绍国内外相近领域研究进展情况，学术研究、产业转化等方面的需求及重要性，500字以内）地下热水是一种多功能矿产资源，在工业、农业和人民生活等方面均有广泛应用。它是集热能、水和矿产于一体，多用途的自然资源，又是一种可再生清洁能源，具有空间分布广泛、稳定性好、效率高的特点。利用地热资源具有悠久的历史，在国家“碳中和”、“碳达峰”战略实施的背景下，地热资源的开发对发展低碳经济起着重要作用。地球物理技术作为一种无损勘探方法，在深部探测优势明显，可有效探测深部隐伏断裂、获取地层及埋藏深度等重要信息，为地热井井位选址提供重要依据，其在地热资源勘查中有很好的应用前景，将是今后地热资源勘探的方向和发展趋势。目前重、磁、电、震、放等方法技术在地热资源勘查中均有使用，由于不同方法存在不同的应用范围，且单一方法存在多解性，有一定的局限性和不确定性，因此综合地球物理方法的使用显得尤为重要。可控源音频大地电磁技术已被广泛用于识别深层地热能的有利结构，从而间接发现地热资源，但该技术存在明显的近场效应，近场和过渡场数据容易失真，目前该方面研究较少。本研究介绍了综合地球物理技术在江苏省滨海县月亮湾地热资源勘探中的成功应用。其中对CSAMT数据处理进行了改进，在今后地热资源的勘探具有很好的借鉴意义。 |
| 取得成果（简要介绍论文开展的主要工作和研究发现，500字以内）本研究将可控源音频大地电磁技术（CSAMT）及微动探测技术相结合，并成功应用于地热储层的局部识别之中，通过采用可控源音频大地电磁法技术进行勘探来获取地下电性结构信息，采用微动探测技术来获取地下波速结构信息。经综合研究分析，选定一口井深近3000m的地热井，并成功出水，地热井日出水量超过2000m3/d，井口地热水温度为51°C。在CSAMT数据处理过程中，CSAMT原始视电阻率曲线在20Hz以下发生严重的畸变，出现近场效应，经全频域视电阻率校正过后，虽然在一定程度上对过渡区和近区数据进行了校正，但仍然存在校正不足的问题。通过研究发现，结合该点的AMT视电阻率曲线，对校正后的视电阻率曲线再次进行校正，则过渡区的曲线形态得到了更好的校正。对CSAMT数据进行近区和过渡区校正后的视电阻率曲线畸变形态和进场效应得到消除，大大提高了对深部地层和构造的分辨能力，应用于地热资源勘查效果显著：经对比，通过上述方法校正后，本次CSAMT成果整体受到近场效应的影响得到较大改善，深部地质信息更加清晰，不仅有效增加了勘探深度，而且其最终成果与后期钻探所掌握的地层深度、断裂位置等地质信息高度一致。 |
| 创新亮点（简要阐述论文的创新性、科学性及应用价值，500字以内）本文在CSAMT方法数据处理过程中创新性地通过引入AMT数据对近场和过渡场曲线进行辅助校正和反演约束技术，对CSAMT数据近场和过渡场的曲线进行辅助校正，并采用反演约束的处理手段，在数据处理方面取得了良好的效果，提高了结果对深部结构和地层的反映能力，使反演推断结果更加准确，增加了有效探测深度。同时，以CSAMT方法为主和微运动探测为辅的综合地球物理方法相互印证，得到了勘探区的深部电性特征、速度特征，建立了地热地质模式。经综合研究分析，选定一口井深近3000m的地热井，并成功出水。温泉的成功开发将有效促进地方经济发展，提高旅游知名度，此外，地热供暖将大大改善靠煤炭供暖带来的环境问题，对环境保护有着重要作用。地热井揭示的含水断裂带位置和地层特征与综合地球物理结果高度一致，证实了综合地球物理方法和技术的科学性，以及对CSAMT数据近场和过渡场的曲线进行辅助校正，并采用反演约束处理手段的有效性。这也表明CSAMT近场、过度场数据特殊的处理技术可推广应用于地热勘探的数据处理解释之中，以提高勘查的准确性，有效降低生产成本。 |
| 承诺书本人郑重承诺：本次申报论文所填写数据均真实、有效、合法，不涉及保密内容，不存在学术伦理及学术不端问题。如有不实之处，愿负相应责任，并承担由此产生的一切后果。（申报作者签字） |
| 申报作者所在单意见： 同意进行申报苏省地质勘查技术院 |
|  |
| 其他：（申报论文如有其他重要成就或影响，或曾作为某项科技成果、奖励的代表作，请在此栏填写并附支撑材料）专利：一种可控源音频大地电磁测深的数据采集装置 |