

# 我国地热资源勘查研究现状及今后攻关方向

张 振 国

70年代以来, 20多个省、市、区相继开展了较正规的地热资源普查和重点地区的勘探工作。目前, 全国已发现地热点近3 000处, 完成的地热井2 000余眼, 投入开发的地热田50多个。地热资源勘查研究已从单一的就热找热, 发展到隐伏区理论找热的新阶段。地热的开发利用也从利用天然露头, 发展到开发地热的深层热储, 地热开发利用与当地建设规划相结合, 取得了良好的社会、经济和环境效益。

根据区域地热资源调查, 我国 $>150^{\circ}\text{C}$ 的高温地热资源主要分布在藏南、滇西和台湾等现代板块的边界地区, 其它相对远离现代板块边界地区, 以 $<150^{\circ}\text{C}$ 的中、低温地热资源为主。华北、松辽、江汉等沉积断陷盆地中, 凸起部位地温异常明显, 地热资源分布广泛, 有时具有多层热储, 地热储量很大。胶东半岛、辽东半岛和东南沿海地区, 断裂裂隙类型的地热资源也占有重要地位, 有时形成跨省区的地热带。

进入80年代, 改革开放给我国地热事业注入了新的活力, 进一步加强了国际合作和技术交流, 引进了先进的地热科学理论和勘查技术方法。1987年和1988年, 在西藏羊八井地热田, 羊应乡(羊易)地热田连续探获了 $>200^{\circ}\text{C}$ 的高温地热资源, 单井发电潜力达

到 $1 \times 10^4 \text{kW}$ , 在理论上初步确立了西藏地热带隐伏岩浆型高温地热田的成因模式, 探索了相应热储的概念模型。这些勘查研究成果, 也丰富了地中海—喜马拉雅环球地热带的科学宝库。

1990年底, 西藏羊八井地热电站发电装机可达 $2.1 \times 10^4 \text{kW}$ , 在藏北重镇那曲地热田, 通过联合国(UNDP)援助, 开始安装 $1 \times 10^3 \text{kW}$ 的双工质循环发电机组。这样将大大缓解西藏首府拉萨到北部重镇沿线的用电急需。高温地热资源的开发, 为西藏高原的能源建设找到了一条新的出路, 为祖国西南边陲的社会、经济发展增强了后劲。在京津地区和东南沿海诸省, 最近10年发现了100多个隐伏地热异常, 勘探完成一批重要的地热田, 仅京津城市地热取暖就发展到 $1.2 \times 10^6 \text{m}^2$ 以上, 地热资源开发的城市规划相结合, 发挥了地热资源多功能优势。目前我国地热发电总装机居世界12位, 中、低温地热资源利用达到每年 $6 \times 10^7 \text{t}$ 左右, 地热流体的开发总量已进入世界前例, 而且开发方式因地制宜、灵活多样, 应用技术符合中国国情, 引起世界重视。

在地热资源勘查手段和技术方法方面, 地矿部门配合调查地热资源的区域分布规律, 寻找新的勘探基地, 在重点地热区开展

的必要的经费。这几年, 在地勘费的分配中, 用于水文地质、工程地质、环境地质工作的经费少了, 实际不到10%。原定的13%看来较合适。不能因为水文队对外增收就给钱少。水文地质、工程地质、环境地质同样有许多基础工作要做。

4. 要抓紧地质环境管理人才的培养。

地质环境管理人才的培养不同于水文地质、工程地质人才的培养, 要根据地质环境管理工作的任务确定培养目标和内容。这方面的问题有待环境司和教育司共同研究。

5. 要加强法制建设。要把地质环境管理法规体系尽快建立起来, 这是一项很重要的工作, 要花大力气来抓。

了区域构造应力场、地温场和居理等温面的研究工作,对不同地区的地壳结构进行了探索。在典型地热田,为了探明热储空间分布,开展了微地震、地噪声、天然近震转换波测深和大地电磁测深等地球物理试验工作,还通过汞、砷、锑、铋、钋<sup>210</sup>和地热区气体异常的测量,开展了地热异常区的地球化学勘查。这种综合勘查方法提高了深部热储的研究精度,和深部地热钻井命中率。在此基础上,初步总结了不同类型地热田最优地球物理、地球化学勘查程序。

最近几年,在地热地质学研究方面,进一步加强了地表岩石和钻井岩芯的水热蚀变研究、地球化学温标和地热流体的同位素研究和评价工作。在解决地热田的储、盖、热通道和热源的问题上,其理论和方法学都有较大进展。因此,使得建立的热田地质模型更加接近客观实际。正在开发的地热田,也逐步建立了动态监测系统,开始对热储工程进行研究,并用拟三维流数学模型对地热田开采储量进行评价,选择最优开发方案,对开发动态进行预报。为了进一步开展区域地热资源评价,加强地热资源的综合管理,充分发挥已获得的大量地热科学数据的作用,地矿部门在“七五”末期,着手建立全国地热信息系统,包括为不同目标服务的地热数据库。将来可为高层次决策部分提供现代化的信息服务和辅助性的决策手段,同时也为各级用户提供信息和咨询服务。

为了进一步提高我国地热资源勘查技术和科学研究水平,提高投资效果,减少地热资源勘查风险性,优化开发方案,赶超世界先进水平,要在认真总结经验基础上,找出差距,明确目标,有针对性地学习国外的先进科学理论和技术方法。我们认为地热勘查研究领域,今后5~10年主要攻关方向是:

一、要进一步出现代火山型和隐伏高温岩浆型地热资源成因模式和勘查技术的配套研究,特别是结晶岩如花岗岩类所形成的

裂隙性热储层研究。要选择重点地区开展经济、快速综合地震、大地电磁深等综合地球物理和地球化学勘查方法试验,开发出最优配套勘查程序,为在藏、滇等地区经济、高效地勘查出更多高温地热资源服务。

二、对一般地热田,在搞清储层、盖层的基础上,要切实加强控热、导热构造研究,查明裂隙带产状、力学性质及其配套关系,并注意裂隙带的渗透性和断裂的现代活动性的研究。用综合地质学、地球物理、地球化学方法进行评价,以提高勘探工程效益,缩短勘探周期,促进地热田科学开发。

三、对高温地热田,除上述研究内容外,还应突出研究更新世以来的火山活动、岩浆活动、现今(与地热有关)的微地震活动;研究热储岩石的水热蚀变,加强液包体测温 and 同位素、气体化学等应用技术研究,建立比较符合实际的热储模型,提高地热地质学量化评价水平,为有效圈定生产性热储提供可靠依据。

四、优化钻探工程布设,发展高速、轻便钻井设备和钻进技术,特别对断裂构造系统形成的热储,要实施定向钻进,及时总结一套行之有效,而又经济的钻探程序,加强成井工艺研究,提高单井产量和工程质量。

五、完善和优化地热田监测系统,加强热储工程研究和数据处理计算机化水平。开发出不同类型热储结构的三维流数学模型,对开发动态进行科学预报。

六、对已开发的地热田,研究各种回灌强度下,热储地温场、化学场和热流体压力场的变化及开发效应。把合理开发、保护地热资源、保护地质环境有机结合起来,逐步走上科学化、法制化的轨道。

七、跟踪国际地热勘查研究发展动态,掌握世界地热科学最新成果,有针对性引进,组织消化吸收,为勘查开发我国地压地热资源、干热岩资源做好理论准备,在地热数据库基础上,完善地热信息系统。(下转24页)

磁性，沉积层产生的褶皱构造可引起局部航磁异常，其强度仅3~10nT。因沉积盖层中的局部构造也常被反映出来，根据其深度计算而推测所在层位。例如航磁反映的黄桥地区南刘家堡构造，所引起的航磁局部磁异常只有4nT，范围约2×5km<sup>2</sup>，与地震资料确定的局部构造吻合甚好。

### 三、航空物探寻找油气的发展趋势

航空物探寻找油气方法仍将受到越来越多的重视，用航磁资料来研究和发现构造进一步达到寻找氧气的技术必将更加完善和提高。尚未进行大比例尺高精度航磁测量的地区，将通过它提供有利的油气勘查信息，对盆地含油远景作出全面评价。

航空伽玛能谱和航磁直接寻找油气田的试验研究已取得可喜进展。例如胜利油田根据在滨县—博兴地区圈出的两个航空伽玛能谱低值异常，钻探验证见到了油流或油气显示。柴达木地区也根据航磁提供的直接找油气的特征场找到一处气田。但是在已经开采的油气田内，因各种干扰因素较多，影响方法的效果，必须在消除干扰、识别和提取有用信息方面下功夫才行。航空物探直接找油技术的前途是非常乐观的。

在我国南方大面积碳酸盐岩地区，寻找油气工作虽尚未取得突破性进展，而其磁场信息也非常微弱，但根据1984年航磁在黔中地区进行了探索试验，高精度航磁结果表明其信息是丰富的，过去认为是无磁性的浅变质岩板溪群地层有很清晰的异常特征，沉积岩层中的褶皱构造也能表现出来，例如王佑穹隆构造（见图4）。因此高精度航磁将会对我国南方碳酸盐岩地区的油气勘查发挥其应有作用。

在火山岩大面积覆盖地区航磁结果受到很大限制，因火山岩层具有一定磁性，对于发现其下的沉积地层中局部构造引起的较弱信息干扰甚大，今后必须深入研究上覆磁性盖层上下界面的深度计算方法和有效提取深

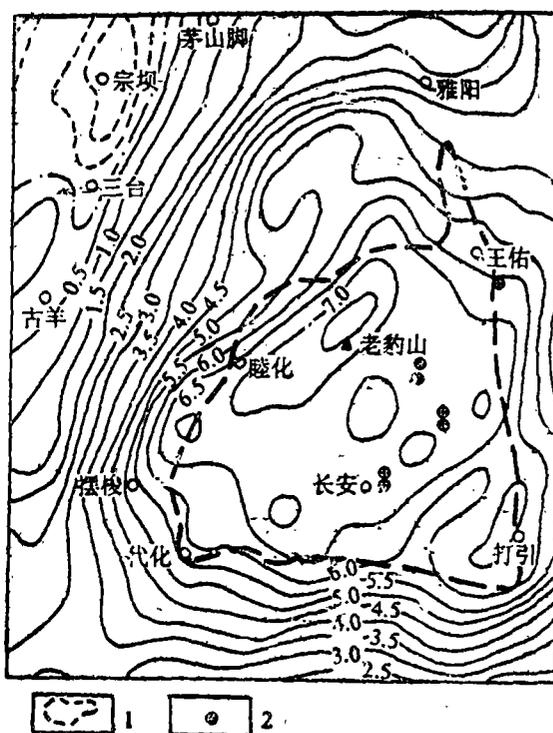


图4 王佑航磁异常化极结果

1—中、上泥盆系范围；2—钻孔位置

部局部构造信息的技术。

近几年来，石油系统为了扩大找油气范围和深层找油问题，提出以航磁资料为主结合其他资料通过综合研究，希望能解决许多地区可能存在的推覆构造问题，以便开展推覆体下寻找油气工作；也有的提出要求圈定各时代沉积岩层的分布范围等。这些地质问题虽然单靠航磁资料很难解决，但通过包括地震资料在内的地球物理资料结合地质、钻探资料的综合研究，有可能给予满意的解决。

（地矿部航空物探遥感中心）

（上接第8页）

如能全面完成上述主要攻关目标，我国地热资源勘查研究工作，将会跨入一个全面、协调发展的新阶段，并以崭新面貌出现于21世纪。

（地矿部环境司）