

（二）河北雄县地热利用

导读：河北雄县地热资源丰富，过去分散式开发利用，存在诸多问题，如互相干扰、资源利用率低、原有储热地下水位下降，难以持续利用。尾水排放造成了环境污染和浪费，后经市场化模式运作，委托专业化公司进行改造、运行管理，解决了开发地热过程中遇到的资金和技术问题，利用自身丰富的地热能源，实现全县集中地热供暖。

一、背景介绍

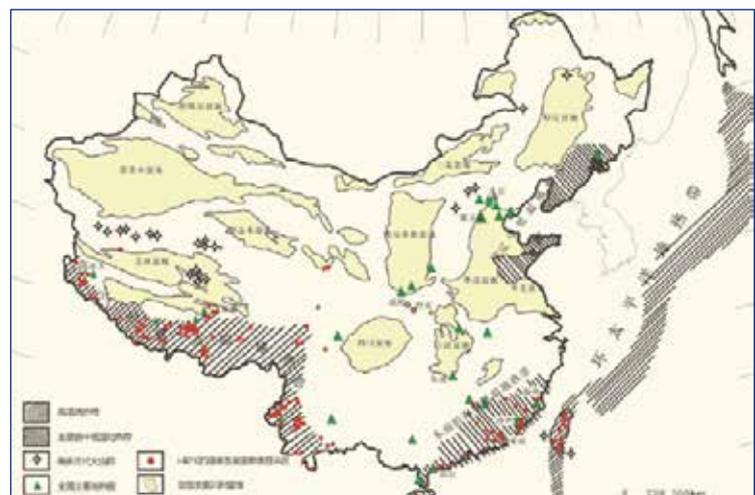
雄县地热分布区属于牛驼镇地热田。牛驼镇地热田是华北地区地热资源条件最为优越的地热田，涉及雄县、固安县、永清县和霸州市，总面积约 640km²。雄县的地热田覆盖面积约 320km²，占整个地热田面积的 50%，占县域面积的 60%。雄县地区第三系热储和蓟县系雾迷山组热储直接接触，其中第三系热储顶面埋深在 450-520m，地热水温度在 45-58℃，单井出水量在 50-80m³/h；雾迷山组热储顶面埋深在最浅不足 1000m（浅牛 1 井，井深 534m，井口水温 75℃），地热井出水温度 66-86℃，单井出水量 100m³/h 左右。

雄县是全国第七个获批的“中国温泉之乡”，境内地热资源分布广，储量大，埋藏浅，温度高，水质优，易于开采。

其境内地热资源有以下几个特点：**（1）分布广**：基岩热储面积 320 平方公里，占县域总面积的 61%；**（2）储量丰**：地热水储量达 821.78 亿立方米，产生的热能相当于燃烧 66.3 亿吨标准煤；**（3）埋藏浅**：热储埋深 500-1200 米，便于开发利用；**（4）温度高**：热储层底板温度 92-118 度，出水温度 55-86 度；**（5）水质优**：一般为氯化物碳酸钠型地热水，矿化度达到 0.5-2 克 / 升，且富含锂、锶、碘、锌、钾等多种微量元素，具有很高医疗价值。

过去雄县的地热开发均为分散式开采，井间距不合理，各开发点资源相互干扰袭夺，热储受到严重破坏；小口径、小流量开采造成大量电力、人工、财力浪费；成井技术和工艺也较为落后，尾水排放问题得不到有效解决，常常造成局部地表环境污染，并导致热储地下水位急剧下降。1973 年以来，雄县地热水位已下降 70 多米，县内资源安全受到严重威胁，急需从根本上、整

图 1：中国大陆地热资源分布示意图



体上整合资源，进行地热能资源的可持续开发。

二、对策和解决方案

面对地热开发中出现的问题，雄县县委、县政府先后制定了《2006年 - 2020年雄县地热资源开发利用规划》、《2010 - 2020年雄县城区地热集中供热规划》和《雄县地热管理办法》，并成立地热资源管理办公室，监督管理全县地热资源开发工作。经多方考察，雄县最终确定采用市场化方法，招商引资共同开发县内地热能，同时聘请国内一流专业单位作为技术支撑，如邀请国家级地热专家组成咨询组，开展监测系统示范区建设、生产性回灌试验等课题研究。2009年8月，雄县与中石化新星石油公司、冰岛恩莱克斯（中国）有限公司签订合作协议，成立“河北绿源地热能开发有限公司”，引进国际先进技术共同开发地热资源。

新星公司对雄县12.1平方公里城区进行了整体规划，科学划分区域整体布局，通过钻凿新的生产井、回灌井，收购、整合原有地热井，建立了多井集输、井站联网、采灌集合、综合管理的集中联网式区域供热系统。公司还采用了热交换、集输、梯级利用、深浅层地热能利用、智能监控系统、地热尾水及综合利用等一系列新技术、新工艺。

(1) 地热水交换技术。地热水矿化度比较高，采用地热水直供方式，对采暖管网的腐蚀比较严重。新星公司采用换热技术，地热水通过热交换器将热能传递到另一侧的采暖管网，地热水采灌系统和供暖软化水循环系统独立运行，有效解决了管网及末端腐蚀问题，为大规模回灌创造了条件。公司先后建设了盛唐国际、滨河新区、山水太阳城等新建小区集中供热项目，同时，在县政府的大力支持下，先后整合收购了62万平方米采用“直采直排”方式供暖的老城区供暖面积，并逐步进行了改造，城区老式供热系统改造率已达85%。

(2) 梯级利用技术。针对传统的暖气片采暖和新建的低辐射采暖不同的采暖系统，新星公司实行地热能的梯级利用。地热水第一次交换，为传统的暖气片采暖系统供热，第二次交换，为地辐射采暖系统供热，第二次交换后的地热水再经过热泵，又一次提热，为地辐射采暖系统供热。根据用户的不同采暖系统的需求，采取相应技术、设备，分级、分层次利用地热能，使地热能利用效率最大化。由于在雄县采用了地热水梯级利用技术、热泵技术等，提高了地热能利用率，大大降低了地热尾水排放温度。

(3) 地热尾水回灌技术。新星公司在雄县取得了地热尾水回灌的重大突破。所有新建项目均采用“采灌均衡，间接换热”的工艺。通过热

交换技术将换完热的地热尾水在密闭状态下通过回灌管线回注到 1500 米的地下，做到了“取热不取水”，实现地热资源可持续利用。目前，雄县区域地热开采成井深度一般在 1500-1800 米左右，取水层基本在 1000 米以下。回灌井与采水井在成井工艺、成井深度及井身结构方面完全相同，实现了 100% 同层回灌。在一采一灌的基础上，成功实现两采一灌。2011-2012 年供暖季，钻成回灌井 15 口，实现采灌同步。经过两个采暖季的地热尾水回灌后，地热水水位下降趋势已开始明显趋缓，从每年下降 6-7 米减缓到目前 2-3 米，回灌效果进一步显现。

三、成效

目前，雄县已钻地热井 58 眼，其中回灌井 18 眼，年开采量 300 万立方米，尾水回灌量达 200 万立方米，全县采灌基本平衡，有效地控制了地热水位下降。

1. 雄县地热带来显著经济社会效益。

(1) 居民采暖支出费用大幅降低。目前雄县集中地热供暖已经形成相当规模，全县地热集中供暖面积 200 万平方米以上，占城区集中供暖的 85%。2012 年，县城使用地热供暖 1.8 万余户 6.5 万多人，占城区居民总数的 90% 以上，减少取暖支出 6300 多万元。据不完全统计，近年全县使用地热的居民，累计节省取暖支出费用 3 亿元左右。

(2) 温泉休闲旅游疗养项目实现经济增收。全县新上一批投资亿元以上的温泉休闲旅游疗养项目，如汇淼温泉酒店、中医疗养中心、双盛温泉示范应用和老年温泉公寓等 30 个项目，总投资 60 多亿元，年接待游客 150 万人次，年经济收入 2 亿元。

2. 明显的环境效益。

(1) 水位下降速度减缓。在没有实施地热尾水回灌技术之前，雄县地热水位每年下降 6 至 7 米，资源安全受到严重威胁；利用地热尾水回灌技术以后，2012 年在加大地热开采力度的同时，地热水位只下降了

2 米，水位降速明显减慢。

(2) 节能减排效应明显。按目前的供暖用采水量计算，年可节约煤炭 5.65 万吨，减少排放二氧化碳 12 万吨、二氧化硫 0.28 万吨、煤尘 0.51 万吨。县城内空气质量明显改善。雄县地热供暖 CDM 项目注册工作获国家发改委批准，同时雄县地热项目作为中国石化新能源利用典型之一，在 2012 年联合国可持续发展大会（“里约 +20” 峰会）上参展。

四、启示和建议

我国的地热资源以中低温地热为主，有着储量大、分布广的特点。我国浅层地热能资源量相当于 95 亿吨标准煤，年可利用量相当于 3.5 亿吨标准煤；常规地热能资源量相当于 8530 亿吨标准煤，年可利用量相当于 6.4 亿吨标准煤。地热作为一种绿色能源，在供暖、医疗和养殖等行业具有广泛的应用前景，是可再生能源的重要组成部分。

北方燃煤采暖带来的空气环境质量问题始终倍受关注，如何根据当地资源条件，充分发掘非燃煤取暖方式，为城市可持续地提供能源，是中国城镇化的重点课题。河北雄县充分利用地热资源优势，引进外部资金和技术，实现专业化的管理，通过开发建设以及运营一体化的经营方式在县区实施集中地热供暖，改变了传统“直采直排”的浪费模式，弥补地热在勘测阶段的高成本，调动市场参与的积极性，取得了良好效果，具有较好的示范性意义。