苟润祥院长检查指导浅层地热能开发利用建设工地

省关中盆地地热资源调查评价”，首次系统对整个关中盆地地热资源进行了全面的调查评价和研究工作，并初步评价了地热资源量。2011～2013年，开展了西安地区地热尾水回灌试验项目，针对西安市区地热流体高强度开采引起的水位普遍下降、热水井出水量减少、尾水排放等问题进行研究，查明了西安主要热储层尾水回灌特性，实现了深层孔隙型地热尾水回灌的历史性突破，为地热资源可持续利用、合理开发、科学管理提供了依据。

2013年来，省地调院以服务于城镇化建设为目标，以绿色勘查科学找矿理念为引领，先后组织实施了《陕西省主要城市浅层地温能开发区1:5万水文调查》及《陕西省大中型城市浅层地热能调查评价》，在全国率先完成了全省市级城市浅层地热能调查评价，查明了西安市、咸阳市、渭南市、宝鸡市、安康市、汉中市、商洛市、铜川市、延安市、榆林市、杨凌示范区等城市远期规划区浅层地热能赋存的地质条件和基本特征，评价了浅层地热能开发利用适宜性及资源潜力，取得了重要成果。调查成果显示，综合利用两种地源热泵形式开发利用浅层地热能，相当于燃烧9241万吨原煤所产生的能量，合标准煤6498万吨，按浅层地热能开发利用能效率35%计算，可节约标准煤2294万吨，产生经济效益80.33亿元，可减少CO_2排放量5476.81万吨、SO_2排放量39.02万吨、NOx排放量13.77万吨、粉尘排放量18.36万吨和减少灰渣排放229.53万吨，节省的环境治理费用为64.75亿元。经济和环境效益显著。

加强关键技术研究，促进成果转化

在查清全省浅层地热能资源的基础上，省地调院瞄准浅层地热能的开发利用，组织实施了《陕西省浅层地热能赋存规律及开发利用关键技术研究》，通过总结全省浅层地热能赋存条件及赋存规律，开展不同地区浅层地热能的开采深度、井孔布

设及成井工艺等开发利用关键技术研究，以及地下水源热泵系统及地埋管地源热泵系统开发利用可能引发的地下水位下降、回灌量减小、水质恶化、循环液泄漏、地热场失衡等环境问题研究，提出我省科学高效开发利用浅层地热能资源对策与建议，力争突破浅层地热能开发利用的技术及环境制约瓶颈。

同时积极开展浅层地热能资源开发利用研究推广示范基地建设，加快科技成果转化。年初，苟润祥院长在检查指导浅层地热能开发利用研究推广示范基地建设工地时指出，浅层地热能作为清洁环保绿色新能源，建设研究推广示范基地对于绿色环保、节能减排、改善环境具有非常重要的意义，一是要把该项目作为省地调院的重点项目实施推进，要在技术力量、资金安排上予以重点保障；二是要把全省浅层地热能调查评价项目成果与开发利用研究示范推广充分结合起来，充分掌握浅层地热能开发利用的技术参数和经济参数，促进公益性地质调查调查成果尽快转化为生产力；三是要在做好场地前期勘察的基础上，合理设计，严格招投标程序，组织好项目的实施；四是要按照“高起点、高要求、高技术、高成果”的要求，建设并运行好示范基地，为中国浅层地热能研究与推广中心陕西分中心的申请筹备工作打好基础，充分展示绿色新能源的优势。

2017年2月中旬，省地调院与省煤田地质集团有限公司、西北有色地质矿业集团有限公司在西安签署了共建陕西省浅层地热能开发利用研究推广示范基地协议。这是省地调院推进项目成果转化的一个重要举措。在签字仪式上，苟润祥院长指出，省地调院作为省属基础性公益性地质调查队伍，近年来，以绿色勘查科学找矿理念为引领，在全国率先组织完成了全省大中城市浅层地热能调查评价项目，查明了我省11个大中城市浅层地热能赋存的地质条件和基本特征，评价了浅层地热能开发利用适宜性及资源潜力，取得了重大进展。在“追赶超越”新形势下，结合省煤田地质集团有限公司、西北有色地质矿业集团有限公司各自优势，事企强强联合共建陕西省浅层地热能开发利用研究推广示范基地，并以此为突破口，加快推进地质找矿成果转化，推进和规范我省地热资源开发利用，服务全省经济社会发展和生态文明建设。省国土资源厅雷鸣雄副厅长要求，一是要按照高起点、高标准、高质量的要求把基地建成省内一流地热开发利用研究推广示范基地、技术研发基地、人才培养基地，争取示范全省，辐射全国；二是要充分发挥示范基地的技术引领和窗口示范作用，加强示范基地的社会宣传；三是要积极探索浅层地热能开发利用管理对策，寻求国土、环保、住建、科技等部门的政策扶持；四是深化浅层地热能的关键技术研究，全面带动陕西地热资源开发利用，为加快推进我省绿色环保新能源应用发挥助推作用。

编制规划，促进发展

省地调院多年来一直深耕于地热资源调查与开发利用工作，积累了丰富的资料和技术优势。受陕西省国土资源厅委托，省地调院组织地质调查中心技术人员经过近半年的努力，编制完成了《陕西省地热资源调查评价与开发利用规划（2017-2020）》，2017年6月28日，省国土资源厅邀请省内知名及省发改委、省水利厅、省环保厅、省住建厅等部门的相关人员，对规划进行了评审。与会人员一致认为：该项规划结合国内外地热开发利用形势，科学分析了“十三五”期间陕西省地热资源开发利用面临的形势，科学合理提出了陕西省十三五期间地热资源调查与开发利用的目标任务，对浅层地热能、中深层地热资源、干热岩地热资源调查评价与开发利用、地热资源开发利用技术研究与产业体系建设等工作进行了合理部署，助力陕西省经济社会可持续发展。

野外地热测量

理论篇

关中浅层地热能资源利用前景广阔

◎ 省地质调查中心　刘建强　朱红玉　周阳

关中盆地地理位置独特，三面环山，秋冬季气象条件不利于雾霾扩散。据最近五年的陕西省环境状况公报，关中城市群（不含西安市）年污染天数51～148天，西安市60～227天，环境空气质量污染天数比例为14.0～62.2%。每年冬季雾霾频发，城市管理者采取交通限行、学校停课、工地停工等临时性的防治措施，对群众正常工作和生活造成极大影响。

造成雾霾天气的一个重要因素就是燃煤锅炉的废弃物排放，关中盆地冬季采暖主要采用燃煤锅炉，减少或者消除燃煤锅炉是治理雾霾、改善环境质量的重要思路。为加强生态文明建设，治理大气污染、降低煤炭等化石能源消费占比，大力开发利用太阳能、风能、地热能等可再生清洁能源成为共识。

浅层地热能资源是地球热能的重要组成部分，具有可持续利用、取用方便、高效节能、运行费用低等优点，是重要的本地化、可再生、无污染的资源。浅层地热能资源通过地源热泵技术，用少量的电能就能够解决建筑供暖、制冷及供应生活热水等问题。开发利用浅层地热能对构建资源节约型和环境友好型社会、改善我省现有能源结构、促进国家节能减排战略目标的实现具有非常重要的意义。

浅层地热能是赋存在地球表层岩土体中的低温地热资源，是一种新型的优质清洁能源，具有可再生、分布广、储量大、清洁环保、经济实惠、安全性强和可用性强等特点。它是地球浅表层数百米内（<200m）的土壤岩石和地下水中所蕴藏的一种低温热能，其能量主要来源于太阳辐射和地球梯度增温。与深层地热相比，浅层地热能分布广泛、储量巨大、再生迅速、采集方便、开发利用价值更大。浅层地热能资源开发利用有多种方式，其中地下水地源热泵和地埋管地源热泵是最主要的两种方式，主要用于建筑物的供暖/制冷。

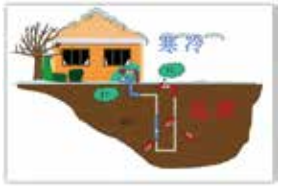

图1-1a 浅层地热能冬季供暖示意图

图1-1b 浅层地热能夏季制冷示意图

一、关中盆地浅层地温场变化规律

为分析研究恒温层深度与温度的关系，本次调查工作在关中地区每个城市不同地貌单元均布设有地温动态监测孔，依据本次调查工作获得的测温资料分析可知，关中盆地恒温层深度在15～20m，温度13～18℃，适宜发展浅层地热能资源；从地貌单元来看，黄土塬区恒温层温度相对较低，河谷阶地区相对较高；从构造单元来看西安凹陷、固市凹陷恒温层温度相对高，宝鸡凸起温度相对低，例如位于宝鸡市蟠龙镇黄土台塬区的BG5孔恒温层温度相对较低，恒温层温度13.2℃；而同样位于黄土台塬的西安市底张镇XG1孔恒温层温度为16℃。区内地温场在垂直方向总体是随深度增加地温升高，但不同深度地温变化不同。在常温带（15-25m）以浅，尤其是近地表0—3m间，受季节气候变化影响，地温高低波动敏感，3-15m间地温受气候变化影响逐渐减小；在25m左右常温带以下，地温已不受当地气候变化影响，随深度增加温度升高。

二、关中盆地浅层地热能资源适宜性划分及资源量估算

1、关中盆地地埋管地源热泵适宜性划分