



地热资源综合利用技术

Comprehensive Development and Utilization Technology of Geothermal Resources



中煤科工西安研究院（集团）有限公司
CCTEG Xi'an Research Institute (Group) Co., Ltd

CONTENTS

目 录



企业简介 COMPANY PROFILE	01
业务范围 BUSINESS SCOPE	02
资质荣誉 QUALIFICATION AND HONOR	03
核心技术 CORE TECHNOLOGIES	05
技术团队 TECHNICAL TEAM	06

综合开发利用技术	07
COMPREHENSIVE DEVELOPMENT AND UTILIZATION TECHNOLOGY	

- 浅层地热能 (地源热泵)
- 中深层地热能 (换热型)
- 中深层地热能 (水热型)
- 矿井余热

主要业绩与成果	11
MAIN PERFORMANCE AND ACHIEVEMENTS	
典型案例	13
TYPICAL CASE	



COMPANY PROFILE

企业简介

中煤科工西安研究院（集团）有限公司（以下简称“西安研究院”）成立于1956年，是我国唯一专门从事煤田地质勘、煤矿地质安全保障的国资委直属大型国有骨干科技企业。先后获得“全国五一劳动奖状”、“中央企业先进集体”、“陕西省先进集体”、“守合同重信用企业”等多项荣誉，建有2个国家级中心的实验室及1个陕西省重点实验室，拥有3个煤炭工业重点实验室，是国家安全生产监督管理总局依托单位、国家能源煤炭勘探技术装备评定中心、陕西省地热协会理事单位。1993年在国家科委考察评估的全国4871个自然科学研究与开发机构中进入300强，位居地质普查与勘探类第一名。60多年来，西安研究院一直是煤炭行业促进科技进步的主力军，承担了国家、省、部等各级各类科研项目1509项，获得国家科技进步一、二等奖30余项，省、部级各类科技奖项309项。

西安研究院在资源勘探工程、矿山水害治理工程、煤层气（瓦斯）抽采工程、物探工程、钻探/钻井工程、钻探设备制造、物探仪器制造等领域处于国际先进或国内领先水平。基于以上产业优势，西安研究院积极顺应国家形势开展地热开发利用技术研究，是我国最早从事中深层地热（同轴套管换热型/中深层地源热泵）开发利用的单位之一，也是较早从事地源热泵及矿山余热综合利用的单位。西安研究院依托资源勘探、钻井工程等领域的技术优势，在地源热泵、中深层地热、矿山地热资源开发利用等方面开展技术创新，技术实力雄厚，参与编制了多项地热开发利用相关技术规范，所建项目获陕西省及西安市清洁供暖示范项目荣誉称号，不断推动着行业科学技术进步。西安研究院致力于为客户提供地源热泵、中深层地热、矿井余热综合利用项目的勘察、设计、施工或总承包服务；提供供暖、制冷、热水三联供系统解决方案；提供分布式能源站的投资、建设、管理、运营等服务。

BUSINESS SCOPE

业务范围

- 1
浅层地热能（地源热泵）开发利用工程勘察、设计、施工及总承包
- 2
中深层地热能（换热型及水热型）开发利用工程勘察、设计、施工及总承包
- 3
矿井地热（含余热）开发利用工程勘察、设计、施工及总承包
- 4
制冷、供暖、热水、电力等区域智慧能源一体化系统解决方案
- 5
分布式能源站的投资、建设、管理、运营等服务

QUALIFICATION AND HONOR

资质荣誉



营业执照



工程勘察（甲级）



地质勘查（甲级）/ 地质钻探（甲级）



市政公用工程施工总承包（二级）



建筑工程、矿山工程施工总承包（三级）



安全生产许可证（建筑工程）



安全生产许可证（地质钻探）



工程咨询（乙级）



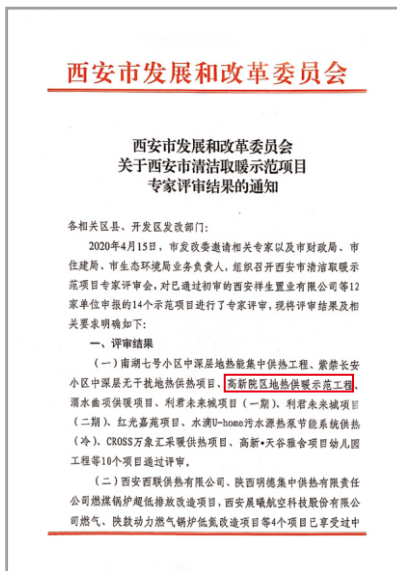
质量管理体系认证



环境管理体系认证



职业健康安全管理体系认证



西安市清洁取暖示范项目



陕西省中深层地热能建筑供热试点示范项目



省建设工程长安杯奖



企业信用等级证书 AAA



国家优质工程银质奖



蒙特利尔博览会发明金奖



陕西省地热协会理事单位



国家火炬计划重点高新技术企业证书



陕西省科学技术奖



TECHNICAL TEAM

技术团队

地热资源综合开发利用技术团队共有技术管理人员 25 人，科研研发人员 15 人，有采矿、地质、水文、暖通、工民建、工程管理等多个相关专业，硕士及以上学历占 96%，中级及以上职称占 80%，管理和研究团队机构合理、专业齐全、梯队合理、经验丰富。



徐拴海

- 博士、研究员、硕士生导师
- 西安院一级首席科学家
- 注册土木工程师（岩土）
- 陕西省地热项目评审专家

主持完成大型工程勘察设计及科研项目 50 余项，公开发表论文 31 篇，授权专利 15 项，合作出版专著 1 部，编写或主编行业规范 3 项。获得省部级等各类科技奖励 14 项，培养硕士研究生 7 名。



汪成

- 硕士、高级工程师
- 工程地质研究所所长
- 注册土木工程师（岩土）
- 注册一级建造师

主持完成大型工程勘察设计及科研项目达 40 余项，公开发表论文 12 篇，授权专利 5 项，编写行业规范 2 项。参与中国煤科各类科研项目累计 9 项，获得省部级等各类科技奖励 3 项。



张卫东

- 硕士、高级工程师
- 工程地质研究所
地热技术开发部主任
- 注册一级建造师

主持完成大型工程勘察设计及科研项目达 30 余项，国家自然科学基金、中国煤科各类科研项目累计 8 项，获得省部级各类科技奖励 6 项。编写行业规范 2 项，申请国家专利 1 项，公开发表论文 11 篇。



杨永健

- 硕士、副研究员
- 工程地质研究所
地热技术开发部主任工程师

主持完成大型工程勘察、施工及科研项目 20 余项，公开发表论文 7 篇，发明专利 1 项。获得省部级等各类科技奖励 7 项。在地源热泵、中深层地热资源开发勘察、设计、施工方面具有丰富工作经验。



韩永亮

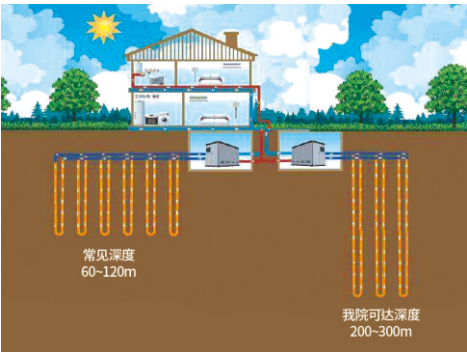
- 博士、副研究员
- 工程地质研究所
地热技术开发部主任工程师

主要从事地热能开采与利用关键理论与技术的研究。主持或参与国家自然科学基金项目、省科学技术基金项目、中煤科工集团及西安研究院重点项目等科研课题 10 余项，发表论文 17 篇，授权专利 3 项。

CORE TECHNOLOGIES

核心技术

地热资源综合开发利用技术团队通过多项科研及示范工程项目，依托省部级工程地质重点实验室以及煤矿防治水省级重点实验室，利用 100 余台套各类硬件设备及 Comsol、OpenGeoSys、LIZHENG、MapGIS、ADINA、Midas Soilworks、CTEC-MVS、ITASCA FLAC/FLAC3D、UDEEC/3DEC、itasCAD 等软件，开展了大量研究工作，经过多年不懈努力，积累凝练了多项关键技术。



超深地源热泵测试及施工技术



建筑物下地源热泵测试及施工技术



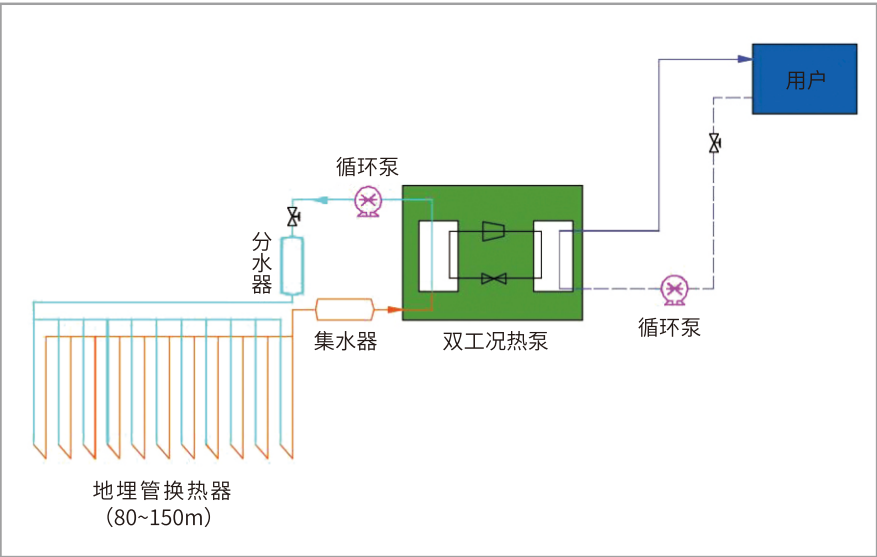
COMPREHENSIVE DEVELOPMENT AND UTILIZATION TECHNOLOGY

综合开发利用技术

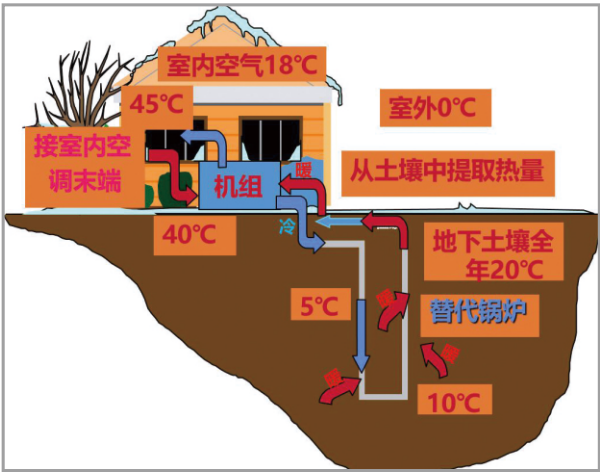
地热能具有储量大、分布广、能耗低、可再生、绿色低碳、稳定可靠等特点，是唯一一种不受天气、季节影响的可再生清洁能源。目前常用的地热开发利用技术主要有浅层地热能（200m 以浅，地源热泵）、中深层地热能（200~3000m，含换热型和水热型）、矿山余热（涌水、乏风、空压机等）综合利用。

浅层地热能（地源热泵）

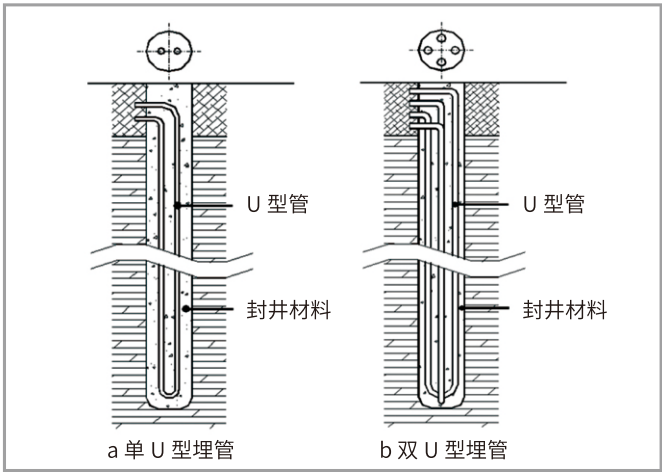
- ◆ **取热原理：**在地下”相对恒温层”中布置水平或垂直埋管，建立封闭的井内水循环系统，实现“冬季取热、夏季排热”的开采方式。
- ◆ **技术特点：**适应性强、冷暖兼供、存在冷热平衡问题、占地面积较大。
- ◆ **技术优势：**利用西安研究院在地质勘探、水文地质、工程地质、钻探工程的专业优势，掌握了准确评价冷热平衡技术、优化换热器形式及连接方式技术，并将换热深度延伸至 200m-300m，克服技术不足，增强技术适应能力。



地源热泵系统技术原理



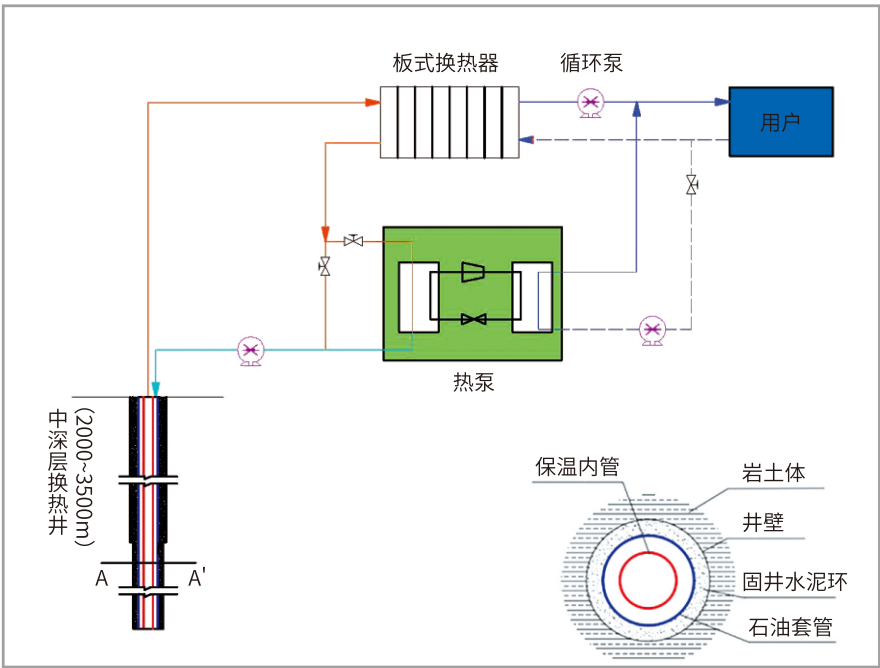
地源热泵供热原理



常见的换热器类型

中深层地热能（换热型）

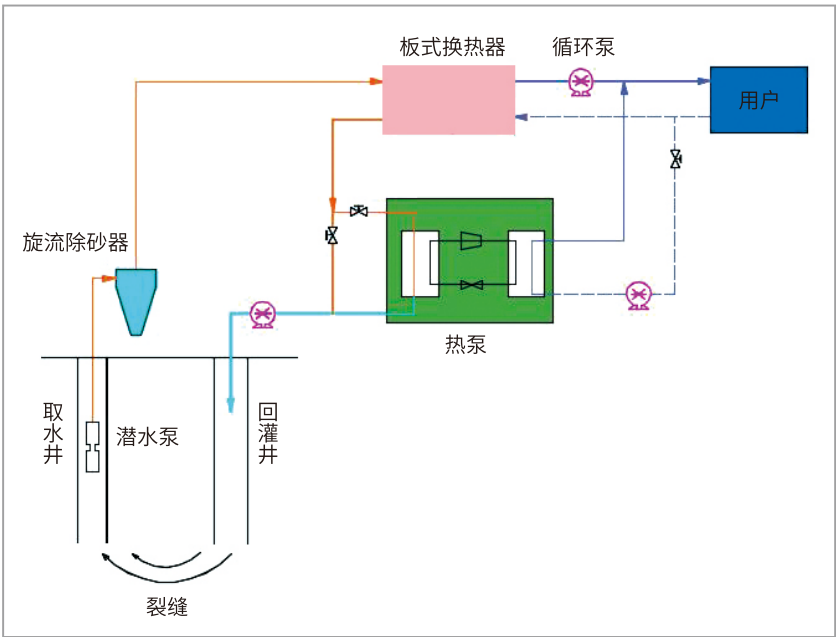
- ◆ **取热原理：**套管式换热结构，成井后采用固井工艺封闭，安装隔热内管，建立井内水循环系统，实现“只换热，不取水”的开采方式。
- ◆ **技术特点：**只取热，不取水，不受地下水资源条件影响。
- ◆ **技术优势：**采用从式定向井技术，占用场地小。分层测定换热量，准确确定井深。自主研发保温材料及商导热固井材料，单井换热量为市场平均值的 2-3 倍。



中深层地热（同轴套管型）供暖技术原理

中深层地热能（水热型）

- ◆ **取热原理：**在地下同一含水层中布置抽水井和回灌井，建立开式的水循环系统，实现“采灌结合”的开采方式。
- ◆ **技术特点：**取水取热，回灌难，单井取热量大，受地下水资源条件影响。
- ◆ **技术优势：**水文地质经验丰富，成功率高，取热量大。

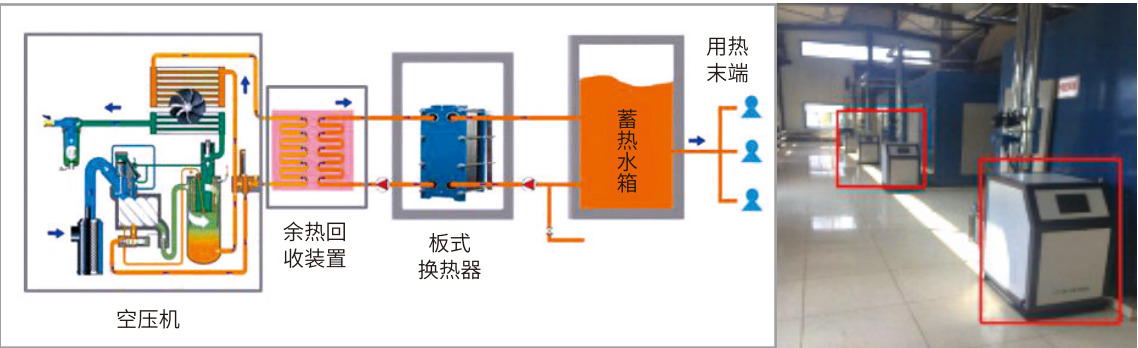


中深层地热（水热型）供暖技术原理

矿井余热

① 空压机余热

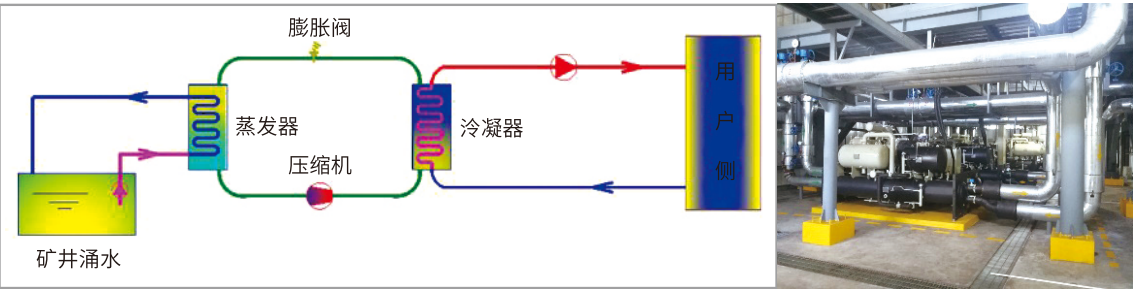
- ◆ **取热原理：**空压机运行过程中产生的高温润滑油在余热回收装置中与中间介质进行热交换，中间介质再通过板换与二次侧的水进行热交换，从而把热能传递给用户侧。
- ◆ **技术特点：**成本低，效率高，安装方便简单、节省空间。
- ◆ **技术优势：**矿山设备制造一直是我公司的专长，根据客户需求，可定制相应的余热回收装置。



空压机余热利用原理及现场图

② 矿井涌水余热

- ◆ **取热原理：**经处理的矿井涌水通过水源热泵机组将其热能传递给用户侧。
- ◆ **技术特点：**系统简单，综合能效较高。
- ◆ **技术优势：**矿井水处理及应用是我公司的优势专业方向，已积累丰富的经验。

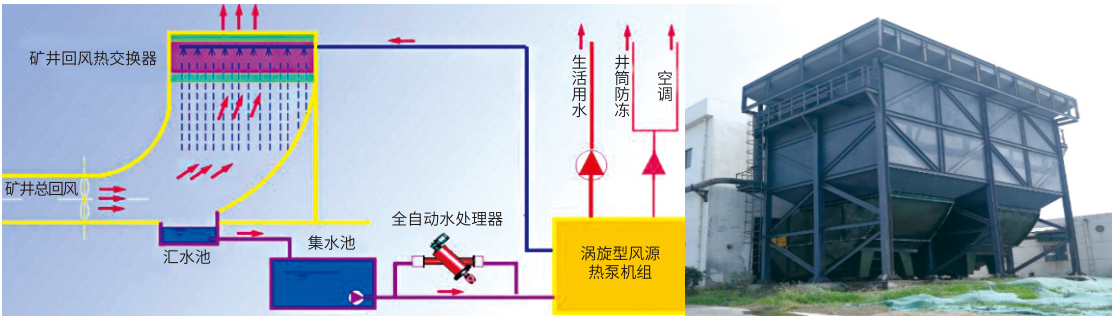


矿井涌水余热利用原理及现场图

③ 乏风余热

a 喷淋式

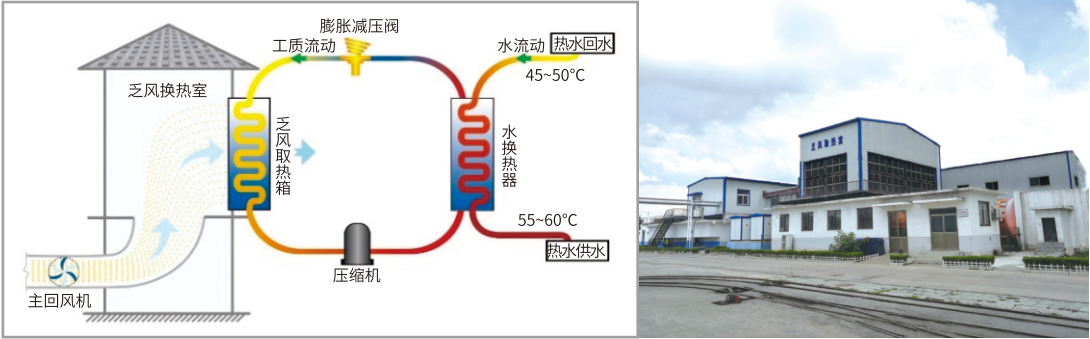
- ◆ **取热原理：**通过喷淋系统用水吸收乏风中的热能，再经过乏风热泵将水吸收的热能传递给用户侧。
- ◆ **技术特点：**无场地限制，补水量大，冬季易结冰，维修率高。
- ◆ **技术优势：**工程造价低，施工安装简单。



喷淋式乏风余热利用原理及现场图

b 直蒸式

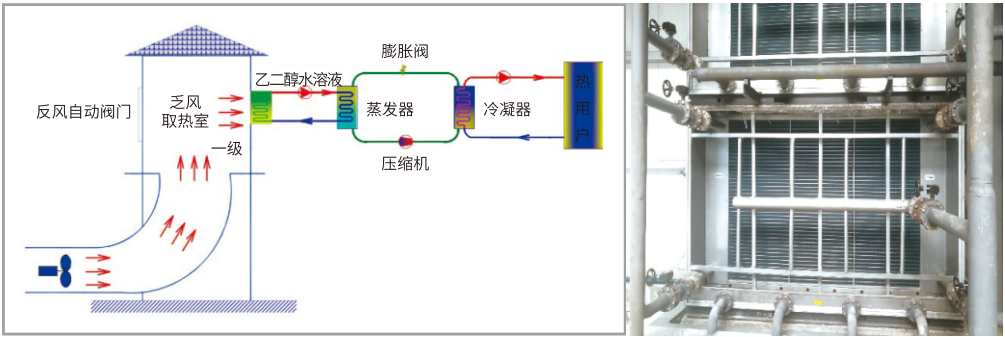
- ◆ **取热原理：**利用低温低压制冷剂液体在乏风取热箱（蒸发器）中吸热蒸发，提取乏风中热能，吸热蒸发后制冷剂变为气态，气态制冷剂进入压缩机变为高温高压气态制冷剂，高温高压气态制冷剂在冷凝器中冷凝放热，将热能传递给用户侧。
- ◆ **技术特点：**热损小，系统能效高，场地、高差受限，管长受限。
- ◆ **技术优势：**系统简单，联合研发了乏风热泵机组，系统能效高。



直蒸式乏风余热利用原理及现场图

c 直冷式

- ◆ **取热原理：**利用乙二醇水液体在乏风取热箱中吸取乏风中热能，吸热后的乙二醇水溶液经过蒸发器将吸收的热能传递给制冷剂，制冷剂在冷凝器中再将热能传递给用户侧。
- ◆ **技术特点：**乏风温度可取至 -15℃，取热量高，不受场地、高差等限制。
- ◆ **技术优势：**模块化设计，施工安装简单，自主研发了乏风取热器，可自动除霜，自动清洗。



直冷式乏风余热利用原理及现场图

MAIN PERFORMANCE AND ACHIEVEMENTS

主要业绩与成果

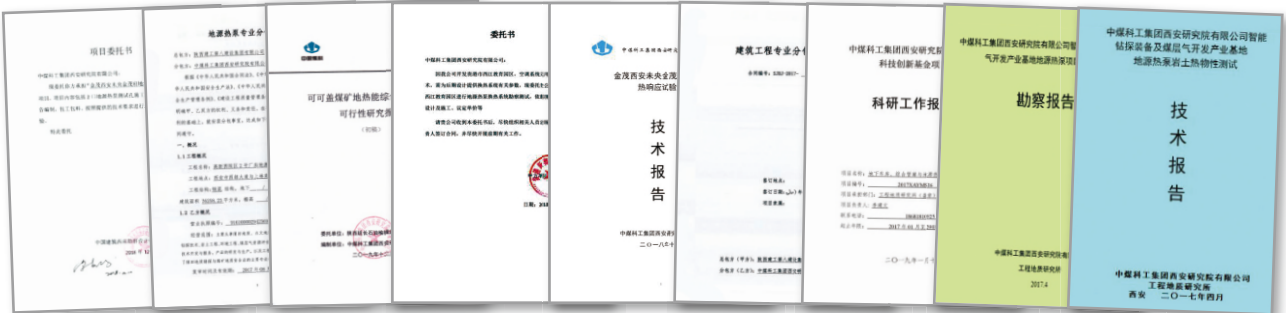
地热资源综合开发利用团队在西安研究院的正确领导下，秉承创新驱动，目前承担及完成中煤科工集团及西安研究院科技创新重点项目 5 项，其他科技创新项目及各类工程近十项，申请专利 5 项，发表学术论文 12 篇，获得荣誉多项。

主要业绩



一步一个脚印，近三年来已承担各类项目 10 余项，为产业发展奠定了坚实的基础。

- 地下车库、综合管廊建造与地源热泵技术前期研究
- 智能钻探装备及煤层气开发产业基地地源热泵热物性勘察及测试
- 贵港市西江职业教育区地源热泵换热系统勘察及测试
- 高新西院区 2 号厂房地源热泵项目
- 地埋管地源热泵系统温度场特征与换热特性研究
- 基于 U 型井地热开发利用关键技术研究
- 可可盖煤矿地热能综合开发利用可行性研究
- 西安未央金茂府地源热泵热响应测试
- 基于定向井的中深层地热开发利用关键技术与试验工程
- 中深层地热开发利用关键技术装备及应用
- 高新院区地热供暖示范项目



技术成果

规范

- 《地热井井身结构设计方法》
- 《煤矿井下有线随钻测量钻杆》
- 《矿用全方位钻孔测斜仪通用技术条件》

专利

- 一种中深层地热井岩体热物性测试方法
- 一种中深层地热井岩体热物性测试装备
- 一种中深层地热井多功能复合固井材料
- 一种中深层同轴套管换热计算与评价方法
- 一种中深层地热井防水保温管材及其制备方法
- 具有钻孔控制注浆装置的组合式钻具
- 一种分体式砂层高压注浆模拟实验装置
- 用于裂隙发育地层高压注浆的密封保压装置
- 在深厚饱水砂层中防倒吸防沉淀的注浆装置
- 双液浆变配比注浆快速堵水工艺及设备配套研究
- 薄基岩、厚松散砂层富水区域下井下水注浆工艺
- 地质钻孔套管居中支架
- 土层孔外提压式扩孔钻头



专著及论文

- 套管式地埋管换热器热短路及换热性能分析 [J], 煤田地质与勘探
- 水性防腐隔热涂料的制备与性能研究 [J], 建材与装饰
- 基于热响应试验地埋管分层热物性研究 [J], 建筑节能
- 地热井固井材料导热性能影响因素 [J], 煤田地质与勘探

TYPICAL CASE

典型案例

智能钻探装备及煤层气开发产业基地地源热泵热物性勘察及测试

项目概况

项目共占地约 190 亩，建筑总面积约 109805.64m²，地上建筑面积约 97973.66 m²，地下建筑面积 11831.98 m²。主要建筑物为综合楼及 2 个大型生产车间（单层最高 24m）。项目夏季冷负荷 15131kW，冬季热负荷 10764kW。

项目方案

智能钻探装备及煤层气开发产业基地地源热泵项目工程勘察及热响应测试包含两口井的全孔取芯勘探及地下水测试；岩芯热物理参数测试；两口 PE100 SDR11 1.6MPa DN32 管单 U 换热孔、一口 PE100 SDR11 1.6MPa DN25 管双 U 换热孔、一口 PE100 SDR11 1.6MPa DN32 管双 U 换热孔、两口不同尺寸同轴套管型换热孔的热响应测试等。测试埋管有效深度均为 150m，钻孔直径均为 150mm。

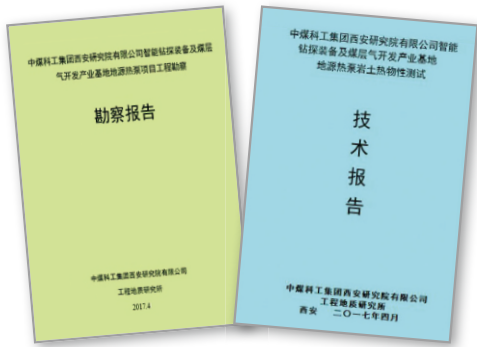
测试结果

通过大量勘查测试，测定了项目区浅层岩土体不同深度的温度、地源热泵延米换热量、岩土体导热系数及比热容等参数。

根据大量的对比试验，测试了不同埋管类型、不同连接方式、不同流量、不同进水温度的换热量，为选取适当的埋管方式及连接提供基础数据。

经济效益及社会效益

由于地源热泵技术为新兴技术，项目附近尚无地源热泵开发利用项目，本次勘察为后期项目建设提供了浅层地热的基本资料。为地源热泵技术在该区域的发展提供了大量的现场测试数据，为设计人员选择埋管深度、管型、连接方式等主要参数提供了坚实的实测数据基础。



测试、勘察报告



测试孔施工



勘察孔土样



高新西院区 2 号厂房地源热泵项目

项目概况

2 号厂房地源热泵项目服务对象为 2 号厂房及其配套办公建筑，2 号厂房为新建大型生产车间，建筑为地上 1 层（单层最高 24m），配套办公建筑为地上 3 层，建筑面积约 22404.40 m²，夏季冷负荷为 4200kW、冬季热负荷为 2700kW。

项目方案

项目整体设计垂直换热孔 504 口，埋管有效深度 150m，钻孔直径为 150mm，埋管型式为双 U 型竖直式，PE100 SDR11 1.6MPa DN25 管，间距 4-6m；换热器夏季散热量为 60W/m，冬季取热量为 42W/m。水平干管（集总管）采用直埋敷设，埋深在地面 2.2m 以下，避开地基基础及其他管线。

运行情况

地源热泵系统夏季室内供回水温度 7/12℃，冬季空调供回水温度 45/40℃，供暖制冷效果良好。夏季制冷能效为 6.0，冬季制热能效大于 5.0，远高于燃气锅炉、空气源热泵及电加热锅炉。

经济效益及社会效益

该系统比电热锅炉节能 79%，比空气源热泵节能 47%；同时地源热泵系统不消耗燃料，属可再生能源，仅向地下放热和取热，并实现冷热平衡；无废气、废渣、废水等排放。每年可减少标煤消耗 1713.6t，减少 CO₂、SO₂、氮氧化物排放分别达 4455.36t、41.13t、11.99t，对治污减霾起到了非常良好的作用，具有显著的经济价值和社会效益。



施工区上方路面及绿化



厂房制冷采暖末端

TYPICAL CASE

典型案例

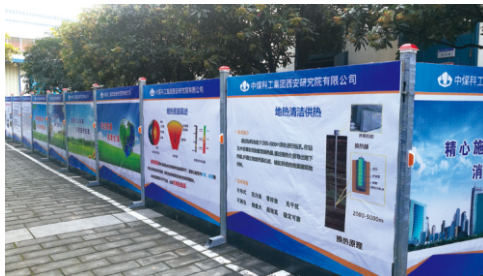
高新院区地热供暖示范项目



深井取芯



复合保温内管



施工现场

项目介绍

项目位于西安市高新区锦业一路82号，供热负荷3505kW，供热总面积54598m²，其中工业厂房28253m²，办公及公寓建筑26345m²，折合普通建筑面积约10万m²。建设3口中深层地热井及其配套管网、系统机房，其中1口垂直井，2口丛式定向井。原有燃气锅炉房改造为热泵系统机房，并配合原有供热管网进行热量输送。

系统方案

基于套管式井内换热结构，通过向高温岩层钻进数千米深度，应用固井工艺封闭地热井，并在井内安装内管和井底装置，建立井内换热结构，实现100%“只取热，不取水”的开采方式。

系统分析

首个供暖季运行效果显著，系统制热能效系数COP > 4.85，单口地热井取热量 > 1000kW，延米换热功率 > 300W/m，供暖面积2.7 ~ 3.0万m²，较同类型项目供暖能力提高了1.5倍以上，在高导热固井材料、高温保温管等方面取得了突破性成果。

节能减排

示范工程完成后，系统较常规电热锅炉节能80%以上，预计每年冬季可节约1241.6t标准煤，减少CO₂、SO₂、氮氧化物排放分别达3252.99t、10.55t、9.19t，具有显著的经济和环境效益。



钻井平台



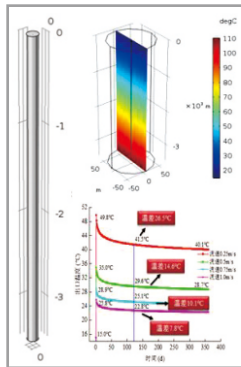
全井段测温光缆安装



换热机房施工



定向钻井监测



换热数值模拟



感谢您对中煤科工集团西安研究院的支持与厚爱！

回首沧桑一甲子，辉煌已铸六十年。几代煤研人始终以引领煤炭科技进步、支撑煤炭安全高效开发为使命，以解决煤炭地质勘探及煤矿安全领域的重大疑难科技问题为主攻方向，坚持科学研究与科技产业并重，在资源勘查技术与工程、矿井水害防治技术与工程、地质灾害防治与地下空间开发工程、环境影响评价技术与治理工程、资源评价与开发工程、地球物理勘探技术与工程、钻井与钻探工程、钻探装备研发与制造、物探仪器研发与制造等领域中处于国际先进或国内领先水平。新一代的煤研人紧扣时代脉搏，以绿色能源、生态文明、可持续发展的重大战略需求及节能环保的政策为导向，产业技术及商务模式协同创新，聚焦于浅-中深层地热、矿山余热等资源开发关键问题，助力生态文明建设，在基础理论、关键技术、应用示范、技术服务产业化取得了技术突破，形成了地热资源综合利用关键理论与技术体系，建成了陕西省及西安市的清洁供暖示范工程。借能源发展之大势，西安研究院致力于在各类新建及改建的产业园区、特色小镇、智慧城市等领域提供能源系统服务，为构建绿色能源提供科技智慧和保障，为打赢蓝天保卫战、建设美丽中国做出贡献。

雄关漫道真如铁，而今迈步从头越。新的历史时期，西安研究院在集团公司的正确领导下，秉承“凝心聚智、至诚至新、激情超越向未来”的企业精神，以一流的核心技术为先导、一流的人才队伍为依托、一流的管理水平为手段、一流的服务质量为保障，始终致力于为您提供现代能源一体化解决方案、关键装备及集成工程服务工作。

真诚期待与您的合作！

版权归中煤科工西安研究院（集团）有限公司
所有，未经书面许可，不得复制或进行任何形
式的转载，我公司对资料内容保留解释及更新
的权利，不另行通知。

地址：陕西省西安市高新区锦业一路 82 号

邮编：710077

电话：029-81778264 81778258

传真：029-81778259

手机：18591885368（微信同号）



扫一扫
了解更多详情