



甘肃科技投资集团有限公司  
GANSU SCIENCE AND TECHNOLOGY INVESTMENT GROUP CO.,LTD.



# “地热能+太阳能” 供热（制冷）系统 研发与规模化应用

西部零碳建筑工业设计研究院  
甘肃省建材科研设计院有限责任公司

2023 年 8 月

# 目录

## CONTENTS

- 01 相关背景
- 02 特点与优势
- 03 技术支持
- 04 中深层地岩热技术
- 05 应用案例
- 06 公司简介

# 背景介绍

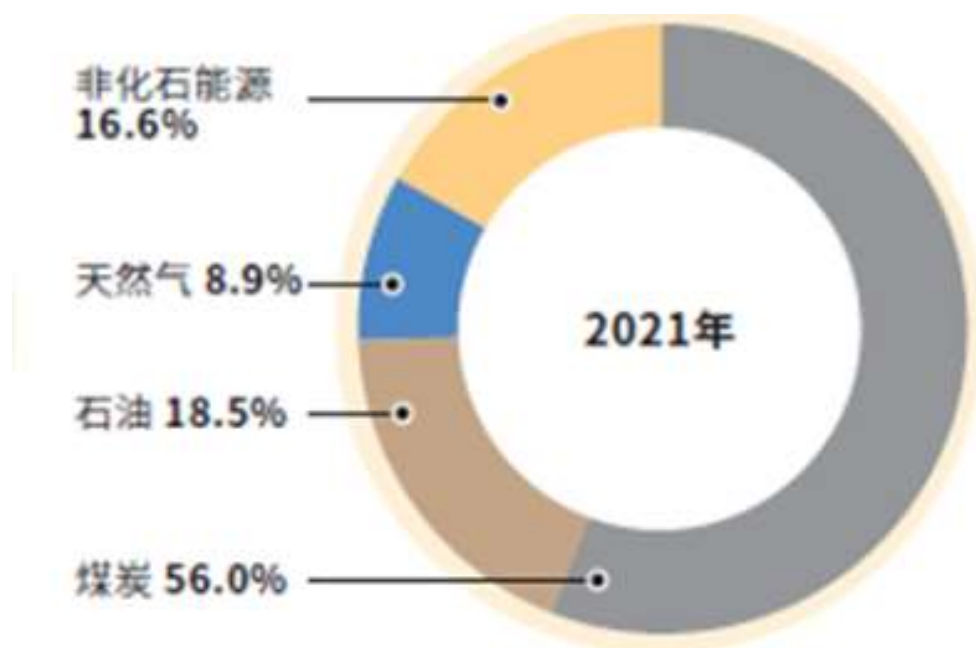
## ◆ 建筑业是能耗和碳排放大户

- 2020年民用建筑建造能耗为5.2亿tce，占全国总能耗的10%，2020年民用建筑运行能耗为10.6亿tce，其中城镇住宅4.81亿tce（含北方城镇供暖2.14亿tce）。
- 碳排放方面，2020年民用建筑运行碳排放为21.8亿tCO<sub>2</sub>，其中城镇住宅4.8亿tCO<sub>2</sub>（除北方城镇供暖）、公共建筑6.4亿tCO<sub>2</sub>（除北方城镇供暖）、农村住宅5.1亿tCO<sub>2</sub>、北方城镇供暖5.5亿tCO<sub>2</sub>。

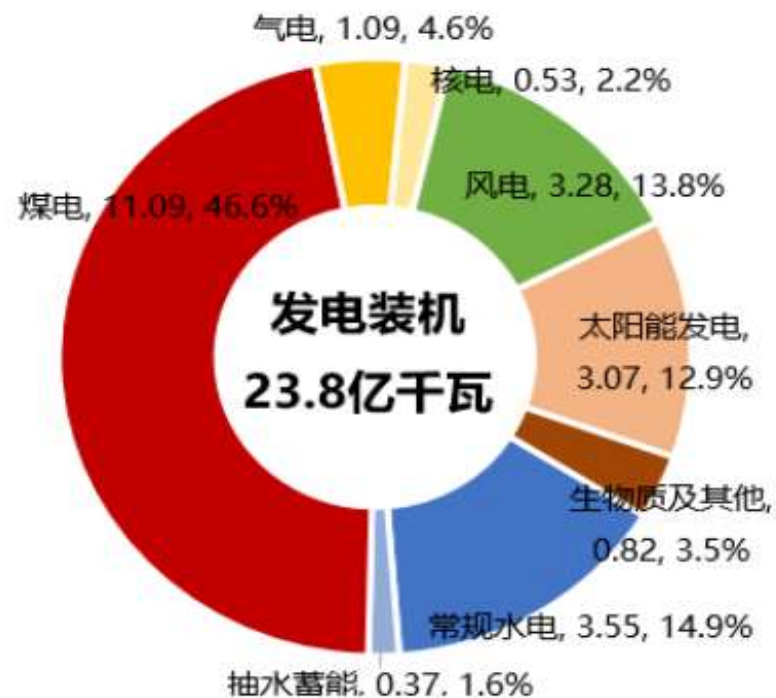


## ◆可再生能源应用比例提高

- 2022年，我国清洁能源消费占比达到25.5%，比2012年提升了11个百分点；煤炭消费占比下降至56%。
- 可再生能源发展迈上新台阶，风电、太阳能发电装机双双突破3亿千瓦。
- 地热能的开发利用蓬勃发展，地热能供暖逐步成为城镇供暖的主要能源。



2021年中国一次能源消费结构（《中国能源发展报告（2022）》）



2021年中国电力装机结构（《中国电力发展报告（2022）》）

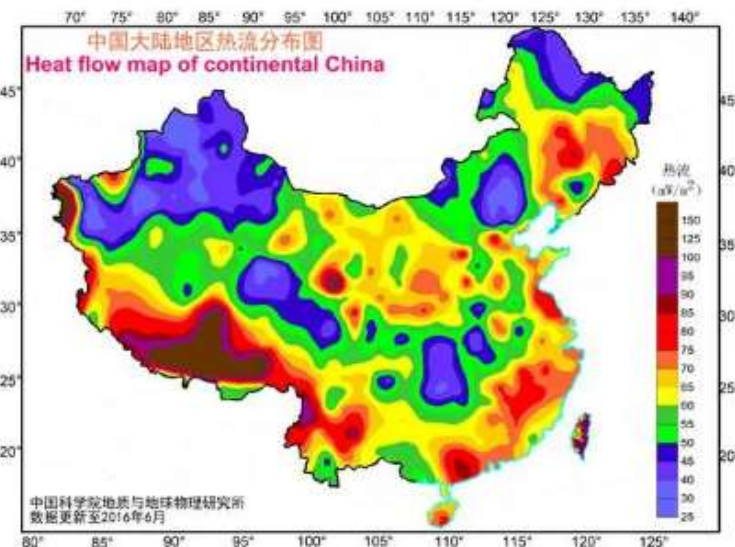
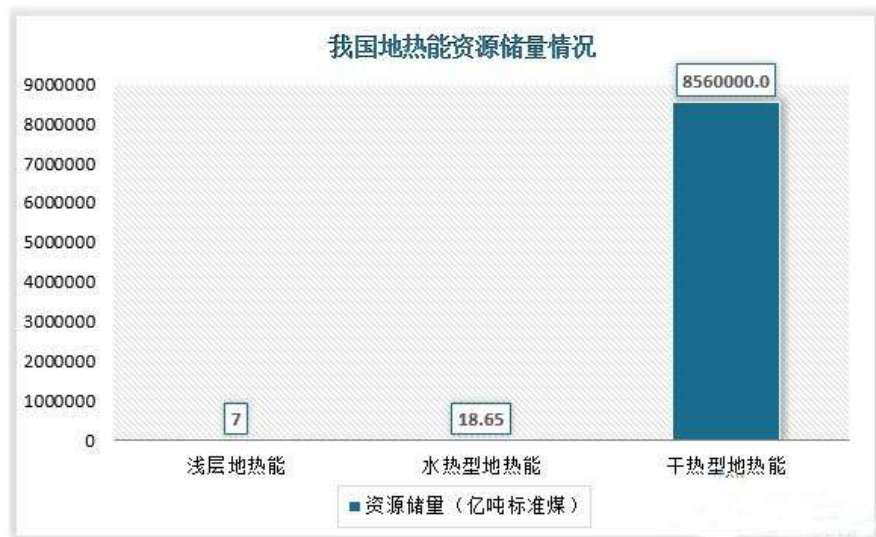


## ◆ 地热能发展背景

当前，我国336个主要城市浅层地热能年可开采资源量折合标准煤约为7亿吨；**全国埋深3000-10000米的深层地热基础资源量约为 $2.5 \times 10^{35} \text{J}$ ，折合标准煤为856亿吨。**

2021年9月，国家发改委、国家能源局、财政部、自然资源部等八部委联合发布《关于促进地热能开发利用的若干意见》：到2025年，地热能供暖(制冷)面积比2020年增加50%，在资源条件好的地区建设一批地热能发电示范项目，全国地热能发电装机容量比2020年翻一番；**到2035年，地热能供暖(制冷)面积及地热能发电装机容量力争比2025年翻一番。**

国家发改委、能源局等九部委《关于印发“十四五”可再生能源发展规划的通知》（发改能源〔2021〕1445号）中明确：**积极推进中深层地热能供暖制冷。**结合资源情况和市场需求，在北方地区大力推进中深层地热能供暖，因地制宜选择“取热不耗水、完全等量同层回灌”或“**密封式、井下换热**”技术，最大程度减少对地下土壤、岩层和水体的干扰。



# 特点与优势

## ◆ 技术特点

### 太阳能

#### ✓ 优点

- 西部地区资源丰富，可实现零碳排放。
- 资源免费，取之不尽用之不竭。
- 与储能技术结合后可大大提高效率和应用范围。
- 适用于中小型建筑。

#### ✗ 缺点

- 能流密度低，集热和储热占地面积大。
- 具有季节性和昼夜不平衡。
- 大型项目系统复杂，跨季节储热技术有待规模化工程实践。





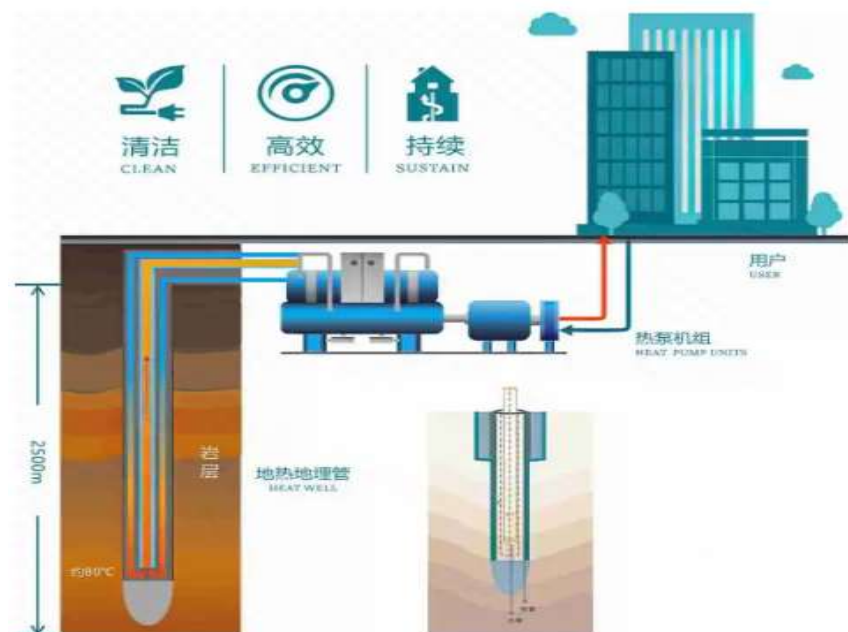
## 中深层地岩热技术

### ✔ 优点

- 井下封闭换热，取热不取水，对地下水、土壤等自然环境无干扰。
- 不受地域条件限制，自主供暖，无需市政管网接入。
- 热交换、输送、储存、使用均为低温、低压物理过程，安全可靠。
- 自动化程度高，无人值守，运行成本低，系统与建筑同寿命。
- 绿色低碳，无废液、废气、废渣排放，不产生CO<sub>2</sub>排放。

### ✘ 缺点

- 一次性初始投资略高。



## ■ 适用场景



□ 区域/分散型用户

□ 居住/公共/工业建筑

□ 热网和天然气无法到达或成本过高

□ 建设成本有保障，运行成本要求低（中小学校）

# 技术研发

## ◆ 科研项目

甘肃省建材科研设计院有限责任公司近年在新能源、绿色建筑领域承担3项国家科技计划，5项省科技重大专项，20项其它省级科研项目，完成了中深层无干扰地岩热建筑供暖、低能耗建筑、绿色建筑、太阳能供热采暖系统、太阳能中温干燥系统、槽式太阳能采暖系统等多项示范工程。

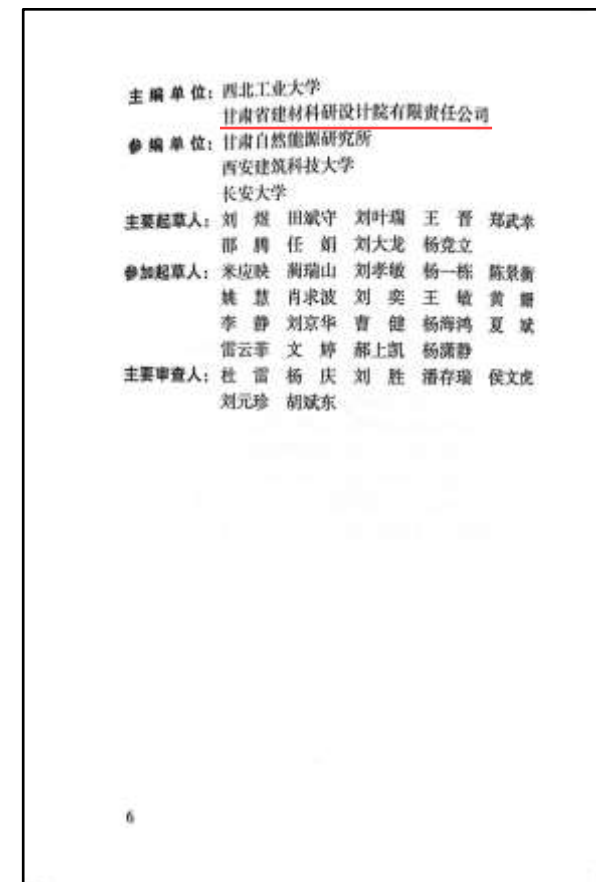
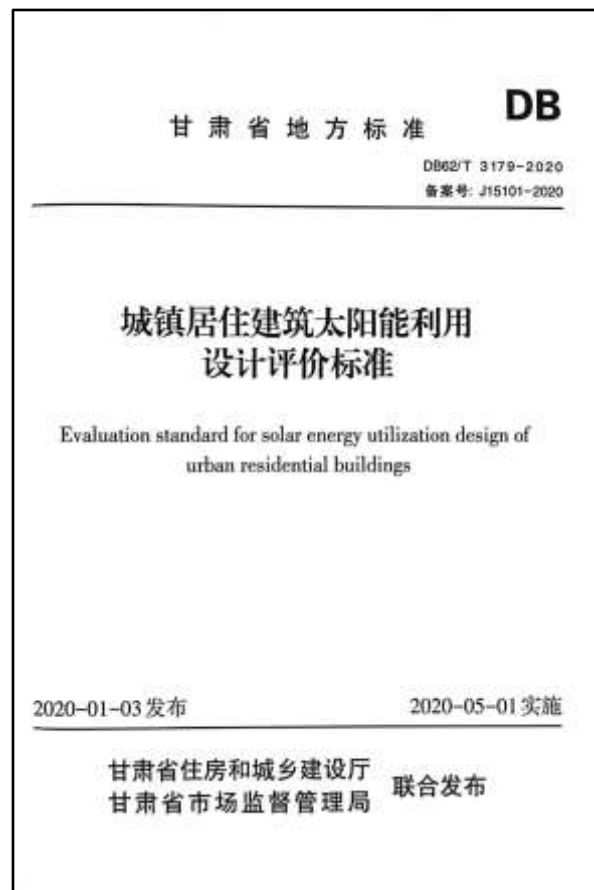
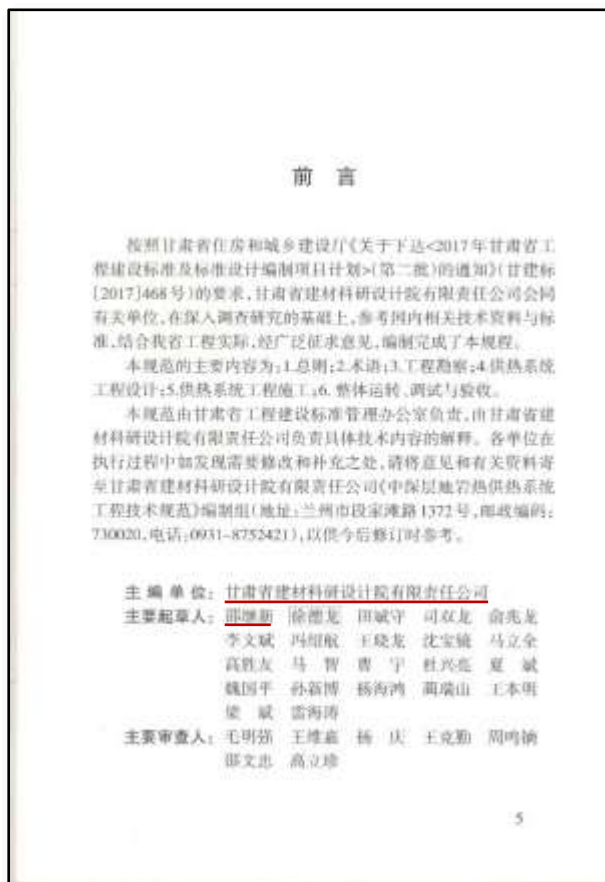
序号	项目类别	项目名称	项目编号	项目合作单位
1	中欧国际合作项目	基于太阳能光热利用的多能互补集成优化系统关键技术研究	SQ2013Z0G100002	丹麦科技大学、中科院电工研究所
2	国家科技支撑计划	太阳能储热技术与示范	2014BAA01B00	中科院电工研究所、中山大学兰州理工大学
3	国家科技支撑计划	绿色农房气候适应性和周边环境协调及营建关键技术与示范	2015BAL03B04	中国建筑科学研究院 西北工业大学、宁夏CDM中心
4	甘肃省科技重大专项	零碳建筑关键技术与示范	22ZD6FA039	上海交通大学、江苏达海智能公司
5	甘肃省科技重大专项	西秦岭地区绿色民居营建关键技术与示范	1502NKDA007	兰州理工大学、西北师范大学
6	甘肃省科技重大专项	严寒地区绿色建筑关键技术与集成示范	1302GKDA001	中国科学院电工研究所
7	中央引导地方科技发展项目	中深层地岩热供暖技术成果转化应用	/	/
8	中央引导地方科技发展项目	兰白试验区地热能-太阳能科技创新创业服务平台	/	/
9	兰州市科技重大专项	中深层地岩热供暖技术成果转化和规模化应用	2021-1-6	/
10	甘肃省国际科技合作类	可再生能源领域国际科技特派员	17JR7WA006	/



# ◆ 标准

## 主编中深层地岩热、太阳能供热领域两部地方标准

- 《中深层地岩热供热系统工程技术规范》 (DB62/T 3144-2018)
- 《城镇居住建筑太阳能利用设计评价标准》 (DB62/T3179-2020)





## ◆ 专利

已申请中深层地热技术相关专利29项，获得授权13项。

序号	专利名称	发明人	专利类型	状态
1	中深层地下岩热型供热系统及供热方法	邵继新等	国际发明	已受理
2	中深层地下岩热井堵漏方法	邵继新等	国际发明	已受理
3	一种利用中深层地岩热井储热的系统	邵继新等	发明	已受理
4	传热介质和地下中深层岩土热交换装置	邵继新等	发明	已受理
5	堵漏材料及其制备方法	邵继新等	发明	已受理
6	一种增强换热的方法	邵继新等	发明	已受理
7	中深层地下岩热型供热系统	邵继新等	实用新型	已授权
8	一种太阳能与中深层无干扰地岩热联合供热系统	邵继新等	实用新型	已授权
9	保温管及地下中深层岩土热交换装置	邵继新等	实用新型	已授权
10	一种增强换热的换热管	田斌守等	实用新型	已授权
11	一种自密增强保温管	邵继新等	实用新型	已授权
12	一种混凝土储热材料	田斌守等	发明	已授权
13	一种利用深层地热能的直接供热系统	徐德龙等	实用新型	已授权
14	一种利用中深层无干扰地岩热换热孔作冷热源的系统	徐德龙等	实用新型	已授权
15	一种新型中深层地热能间接供热系统	徐德龙等	实用新型	已授权
16	强化换热的地下深层岩层换热系统	徐德龙等	实用新型	已授权
...	...	...	...	...

# ◆ 获奖

## 中国科协“科创中国”先导技术榜单 (绿色低碳领域)入围技术

2022年度中国科协“科创中国”先导技术榜单(绿色低碳领域),共有178项技术入围。其中,甘肃省建材科研设计院有限责任公司“中深层无干扰地岩热供暖技术”入围榜单(序号15)。



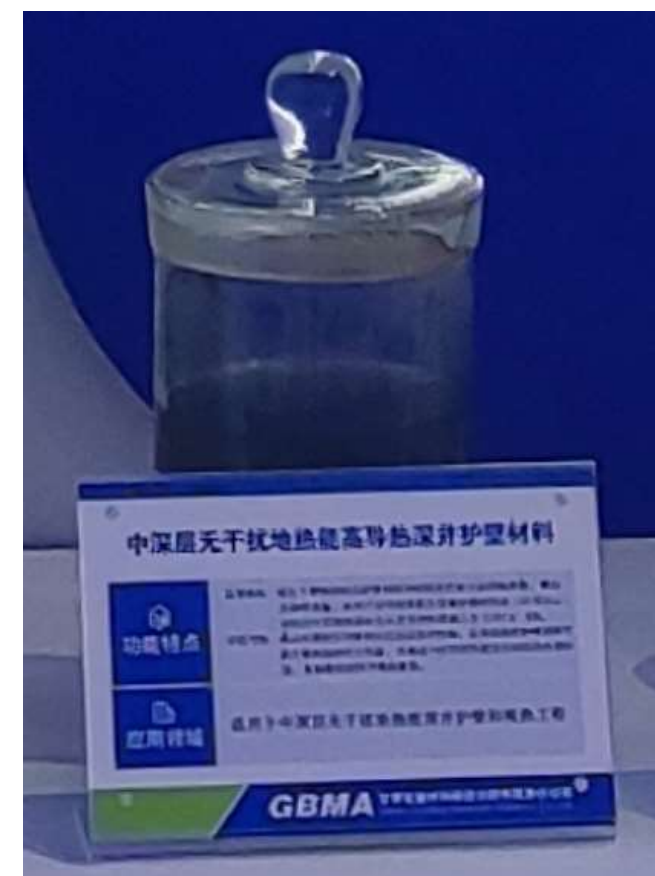
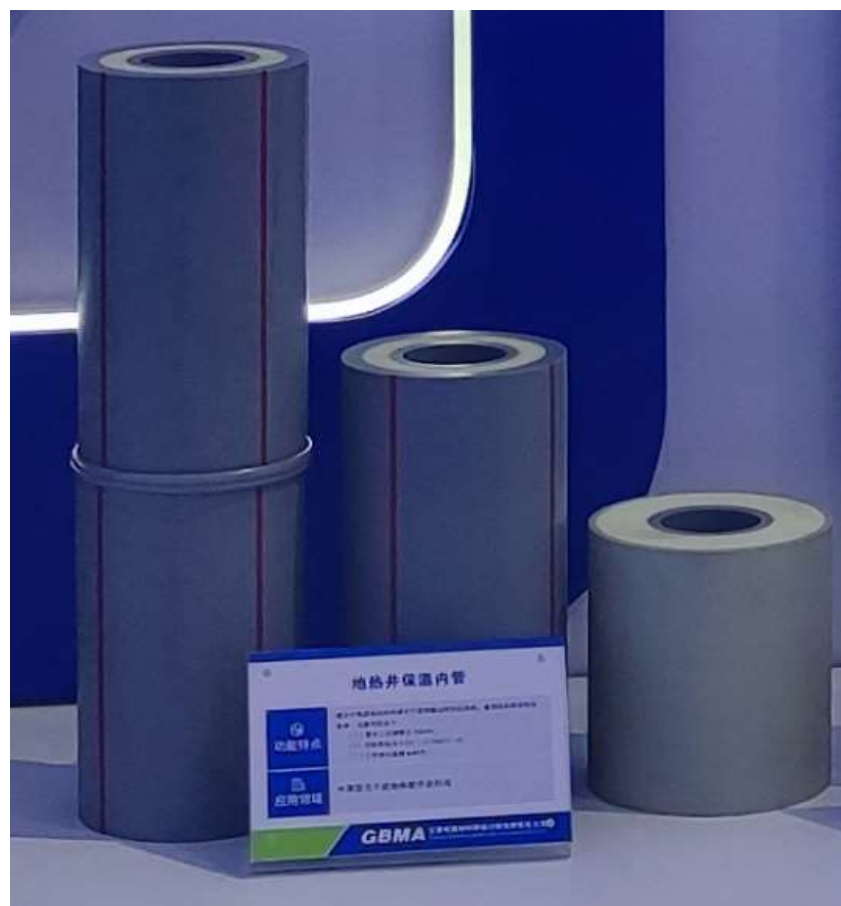
序号	技术名称	所属单位或团队名称
1	多雷区风电场雷电防护关键技术研发及产业化应用	北京乾源风电科技有限公司
2	中大功率免维护型强磁调速技术	芜湖磁轮传动技术有限公司
3	100MW级塔式光热电站吸热器技术	嘉轩高科能源技术股份有限公司
4	巴拿马电源	阿里云技术有限公司-IDC技术研发团队; 台达电子企业管理(上海)有限公司-数据中心电源设计部
5	荒煤气余热回收利用	山西东义煤业集团煤化工有限公司企业技术中心
6	100MW级塔式光热电站熔盐储热装置技术	嘉轩高科能源技术股份有限公司
7	用于数据中心的新型异形芯片电机和机背板级双路高效散热技术	襄阳光热环保科技有限公司
8	单机功率20MW海上半直驱永磁同步风力发电机关键技术研究	中车永济电机有限公司
9	智能防凌低功耗节能风机	中国科学院广州能源研究所
10	省城源网荷储互动与能源互济协调技术	聚豪软件股份有限公司(综合能源产品团队)
11	车用塑料内胆碳纤维缠绕高压储氢气瓶	山东奥琦新能源科技股份有限公司
12	中深层地热“取热不取水”技术	中国煤炭地质总局中深层地热能开发利用科技创新团队
13	铝电解二次铝灰短流程资源化利用技术及装备	北京科技大学
14	金属构件装配式充填堵漏及其密封技术	矿冶科技集团有限公司
15	中深层无干扰地岩热供暖技术	甘肃省建材科研设计院有限责任公司
16	输磁安全利用技术	清安储能技术(重庆)有限公司
17	适用于氢能的绿色低温燃烧装置及其大数据技术研发与产业化	航天天动力装备与新能源系统集成工程研究中心
18	多能互补直驱并网及抽油机群控系统节能技术	中石油大庆(青岛)石油技术有限公司
19	全场电力规划运行决策平台	国网能源研究院有限公司

公司研发团队完成了中深层地岩热技术应用的理论研究、技术成果转化、编制了相关工程技术规范,为该技术应用提供了强有力支撑。

2022年由公司研发并完成的“中深层无干扰地岩热供暖技术”获得中国科协“科创中国”先导技术榜单绿色低碳领域入围技术。

## ◆ 产品研发

目前正在自主研发：中深层地岩热强化传热型外套管、保温性内套管、高性能钻井护壁材料、太阳能储热技术等。

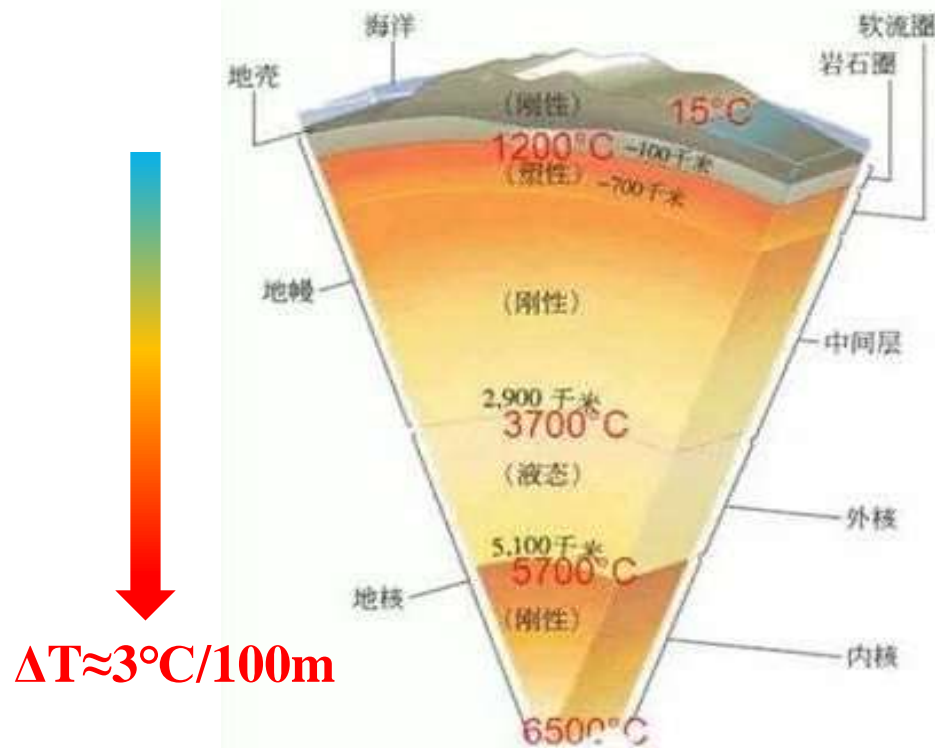


# 中深层地岩热技术

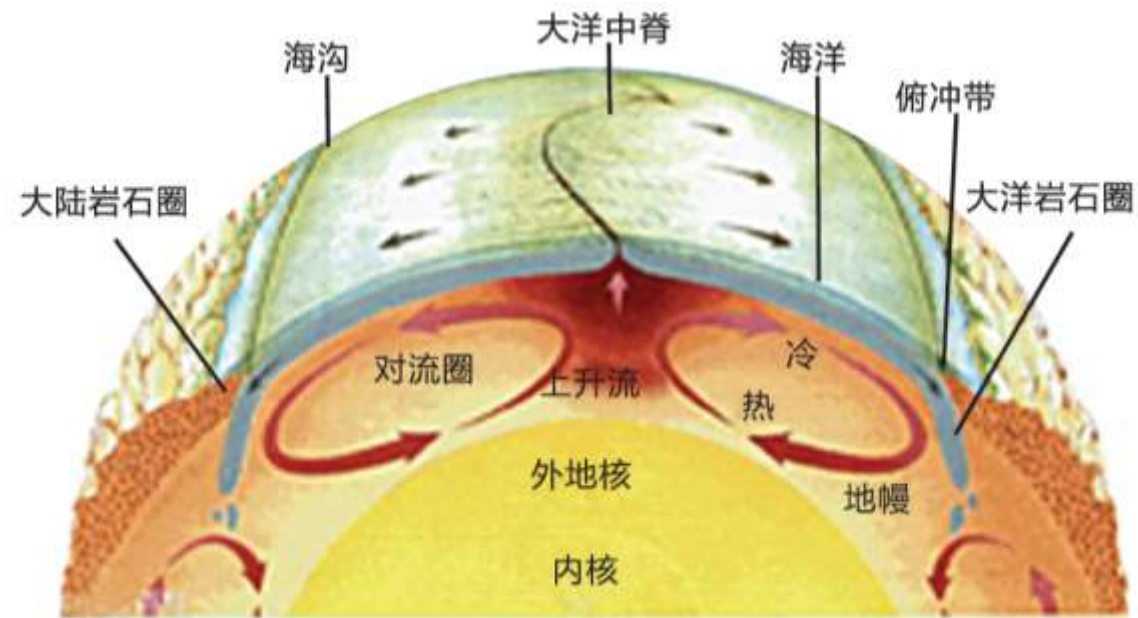


## ■ 地热能简介

- 地热能指的是土壤中的热量、地下水中的热量和不含水的干热岩中的热量。
- 由于地球表面受太阳辐射、地球内部有放射性元素衰变，不断产生热能，所以地球内部温度很高，而且深度越深、温度越高。
- 平均深度每增加100m，地层温度升高2.5~3.0°C，是能够为人类开发和利用的可再生能源。



地球圈层结构

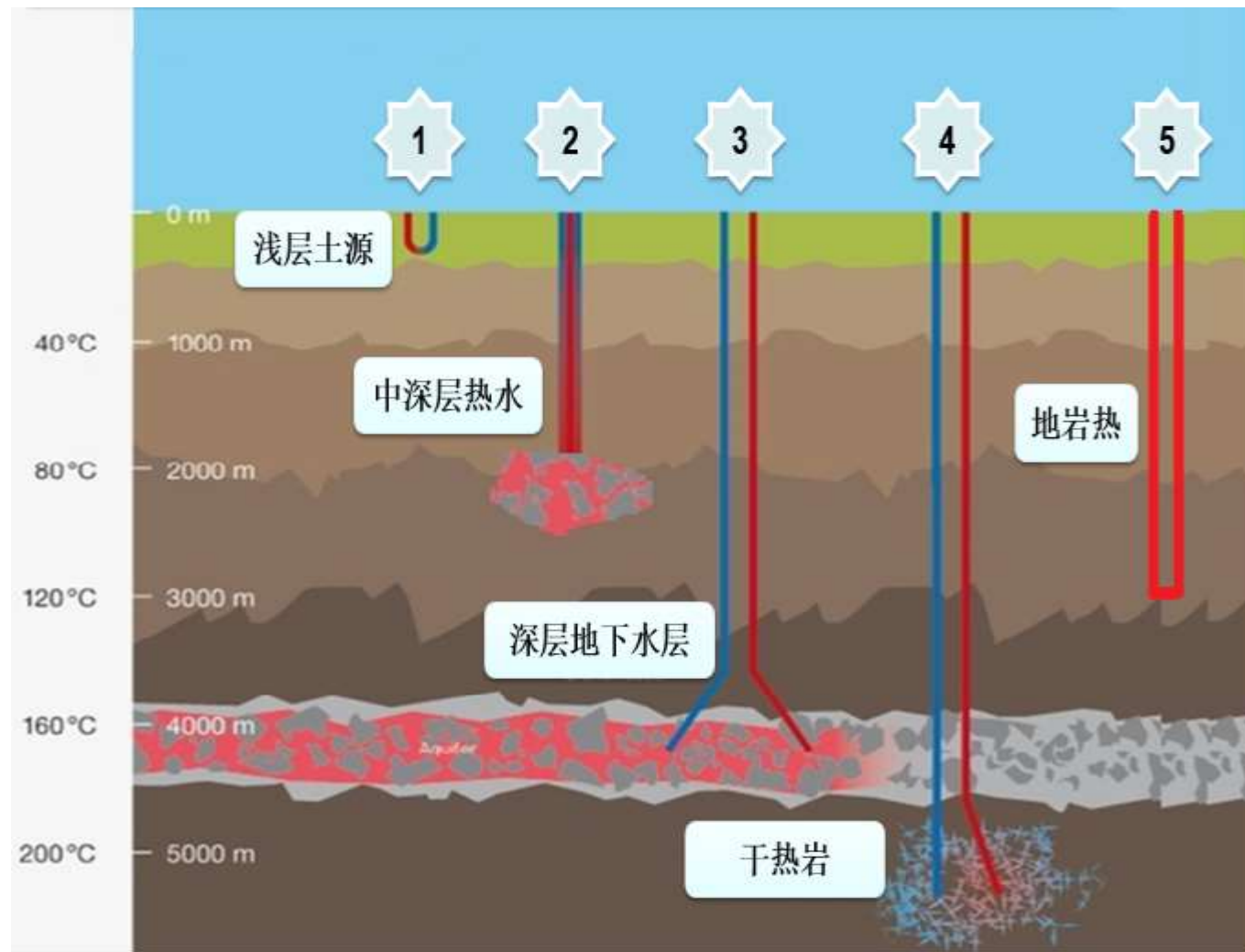


地幔对流

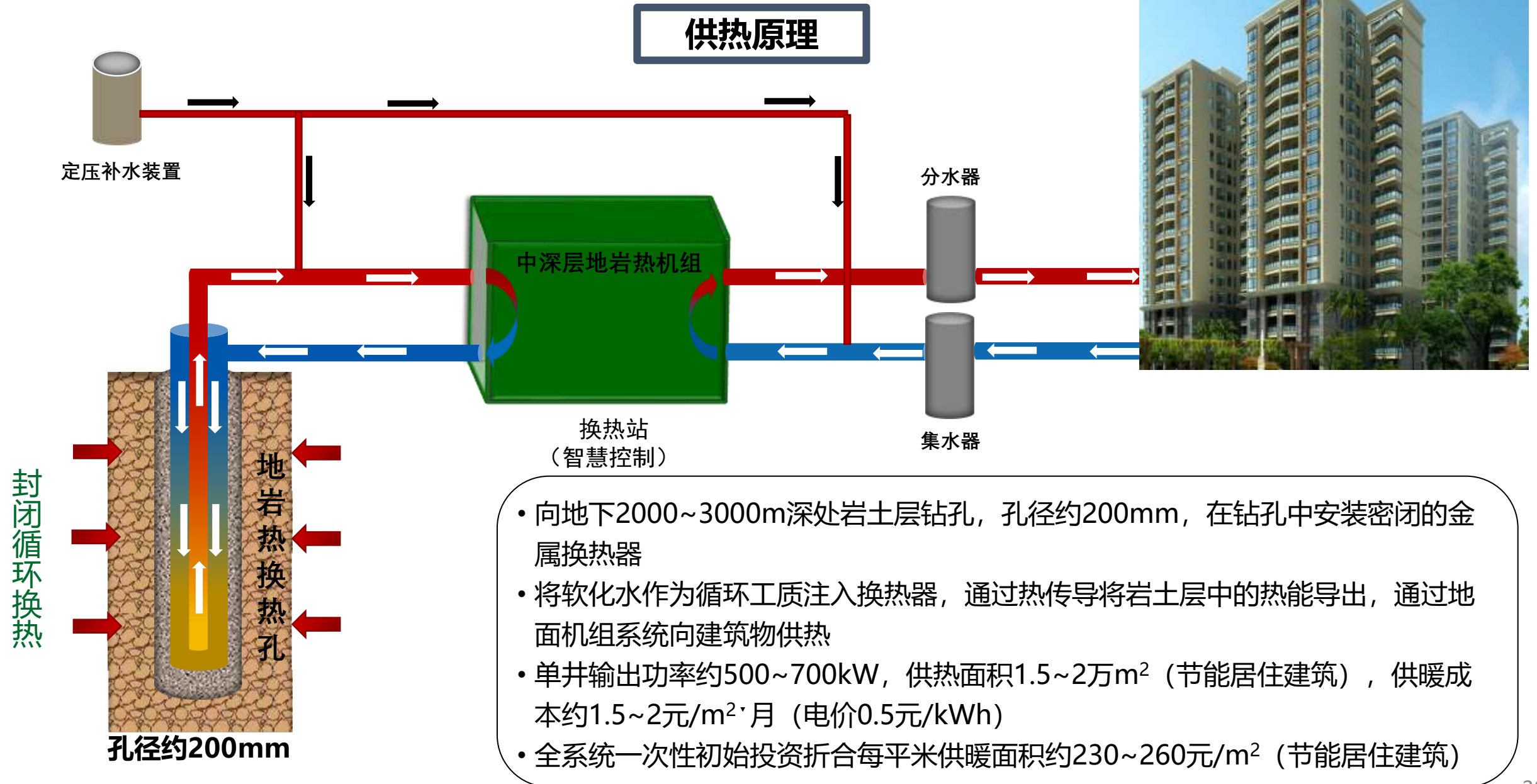


# ■ 地热能分类

地热能分类		定义	特点
依据深度划分	浅层	0~200m, 主要来自太阳辐射对地表土壤的加热。	<ul style="list-style-type: none"> <li>资源量小, 温度品位低, 能流密度较小。</li> <li>长期使用存在热衰减问题。</li> </ul>
	中深层	200~4000m, 主要来自地球内热。	<ul style="list-style-type: none"> <li>资源量大, 地温恢复快。</li> <li>是地热能开发利用的主要方向。</li> </ul>
依据载体划分	水热型	赋存于天然地下水及蒸汽中。	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下热水资源稀缺, 换热后同层回灌困难, 地下水污染风险较大, 保护政策严格。</li> </ul>
	岩热型	赋存于地下岩土体中, 主要通过岩土体热传导形成。	<ul style="list-style-type: none"> <li>普遍存在, 储量巨大。</li> <li>开发利用成本较高。</li> </ul>

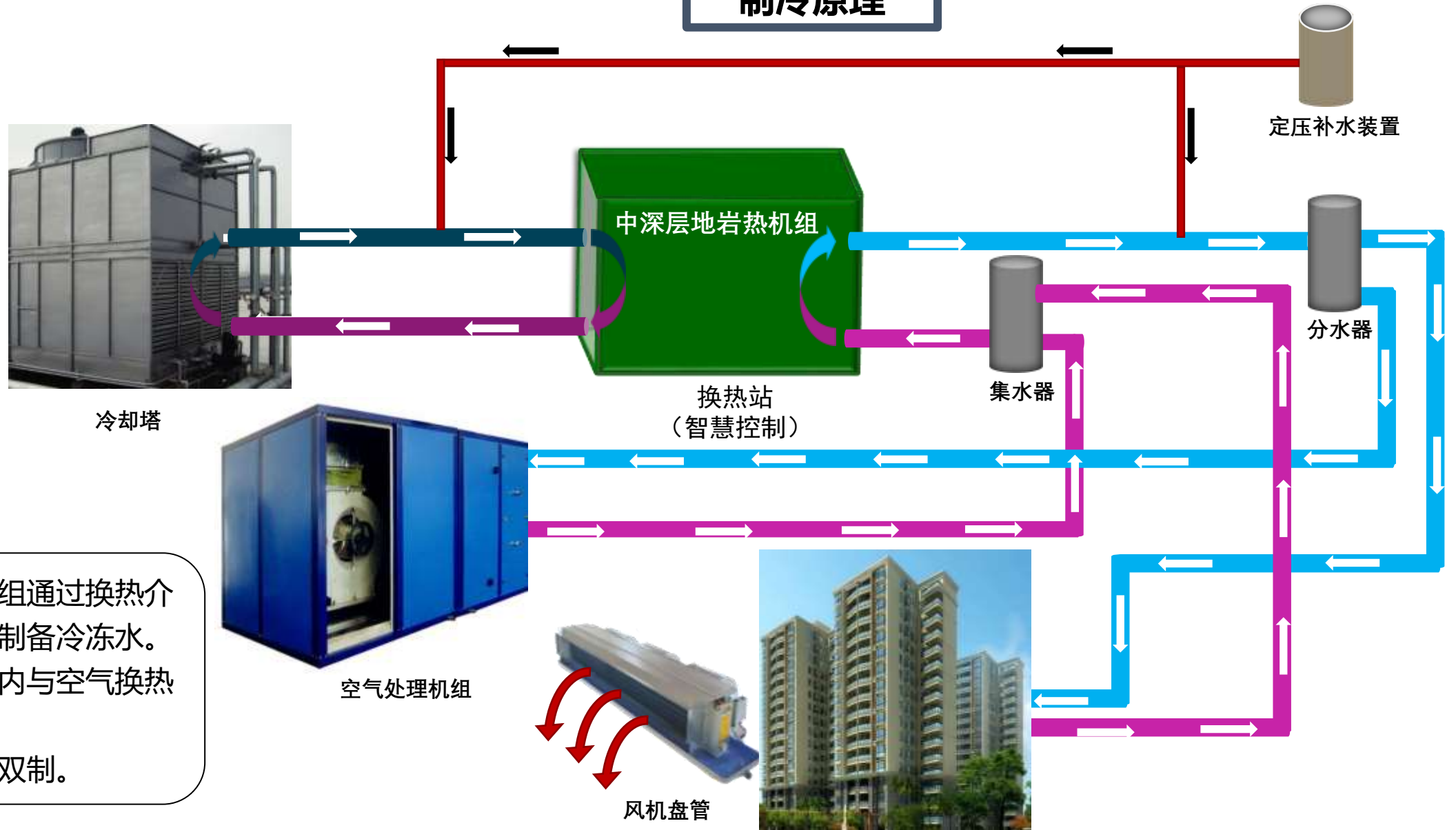


## ■ 中深层无干扰地岩热供暖原理



# 中深层无干扰地岩热制冷原理

## 制冷原理



- 中深层地岩热机组通过换热介质与冷源端换热制备冷冻水。
- 冷冻水在建筑物内与空气换热后返回主机。
- 一机两用、冷热双制。



## ■ 西安交通大学中国西部科技创新港中深层无干扰地岩热项目

项目位置：陕西省西咸新区

建筑面积：159万m<sup>2</sup>

总热负荷：75.69MW

地热井数：91孔

地热井深：约2500m

投入使用时间：2019年11月

分布式能源站：6座

供暖成本：约3.0元/m<sup>2</sup>·月



## ■ 天水市职教园区中深层无干扰地岩热供暖（制冷）项目

项目位置：天水市秦州区藉口镇

建筑面积：60万m<sup>2</sup>

总热负荷：29MW

地热井数：32孔

地热井深：约2200m

总冷负荷：20MW

分布式能源站：3座

承包模式	工程总承包（EPC）			
供热分区	西侧教学区	东侧生活区	附属小学区	合计
动力中心	1#	2#	3#	
供暖/制冷面积（万m <sup>2</sup> ）	23	24	3	50
总热负荷（kW）	17329.72	9970.46	1459.06	28759.23
总冷负荷（kW）	17678.19	0	2254.91	19933.09
地热井数（孔）	20	10	2	32





## ■ 兰州中川国际机场三期扩建项目中深层地岩热供热项目

项目位置：兰州市永登县

建筑面积：4.0万m<sup>2</sup>

总热负荷：4800kW（机库层高18m）

地热井数：8孔

地热井深：约2500m

预计建成时间：2023年8月

供暖成本：约4.0元/m<sup>2</sup>·月



## ■ 兰州国家生物产业创新园中深层无干扰地岩热供暖&热水项目

项目位置：兰州市定远镇

建筑面积：7.0万m<sup>2</sup>

总热负荷：3781kW

地热井数：6孔

地热井深：约2500m

投入使用时间：2018年11月

供暖成本：约2.3元/m<sup>2</sup>·月



地岩热井

# 应用案例



## ◆ 系统构成

公司在永登新能源研究基地建成地热能与太阳能组成的多能互补耦合供热（制冷）系统。

中深层地岩热系统由1口孔径为300mm、深度1500m和1口孔径200mm、深度300m的换热孔及额定制热量330kW的地岩热主机组成；太阳能系统包括光热部分和光伏部分，其中光热部分由集热面积为110m<sup>2</sup>的平板集热器系统、60m<sup>2</sup>的槽式太阳能系统、70m<sup>2</sup>的热管式真空管集热器系统、8m<sup>3</sup>供热水箱、1m<sup>3</sup>的生活热水箱组成。

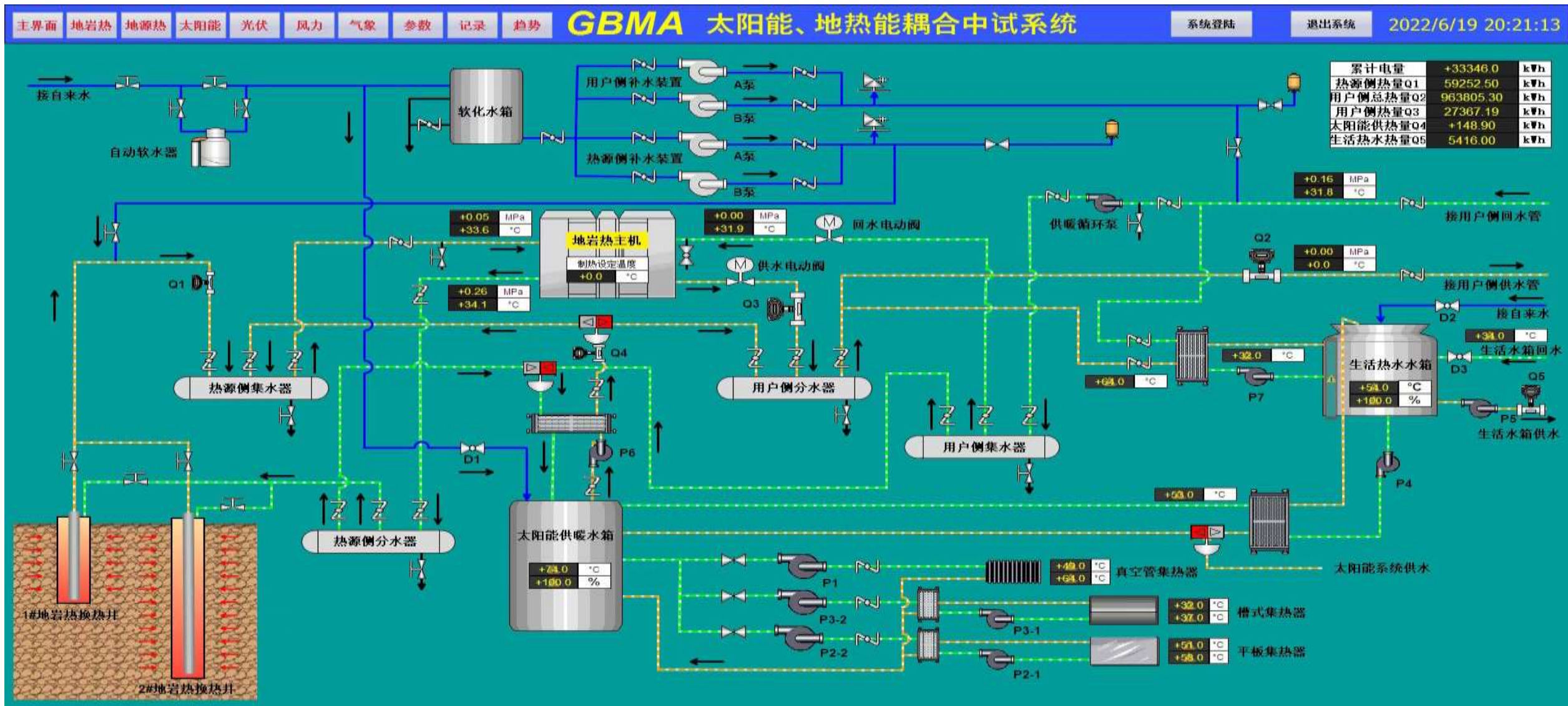
太阳能光伏系统装机容量为22.6kWp，实现“自发自用、余电上网”。





# 运行原理

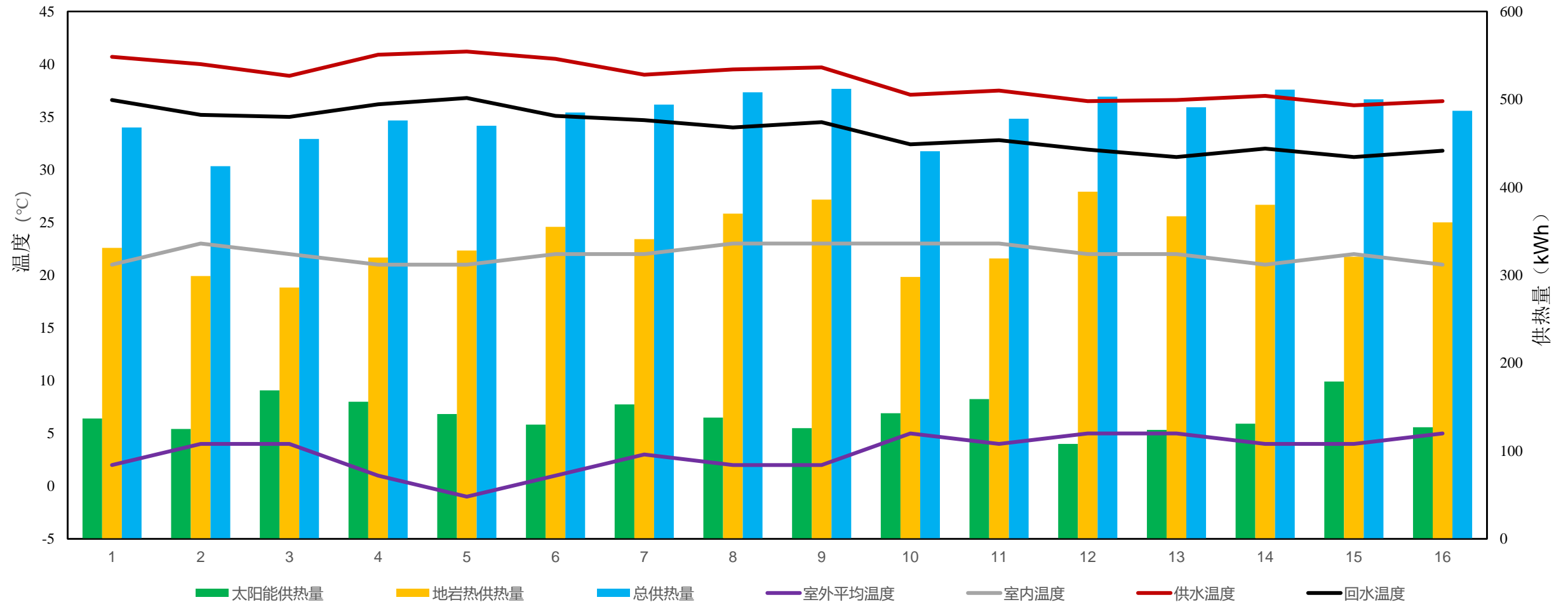
系统运行中优先采用太阳能满足建筑供暖和生活热水，当太阳能不足时启动地岩热系统，由地岩热满足建筑供暖并间接加热生活热水，在供热初期及末期可大大降低地岩热系统运行时间，提高系统的能效。





## 运行概况

测试期间，室外温度波动范围为-4~15°C，室内温度保持在20°C以上。太阳能系统平均供热量为140.4kWh/天，中深层地岩热系统平均供热量为340.9kWh/天，系统平均总热量为481.3kWh/天。耦合系统中太阳能系统供热量占29.2%。



## 运行概况

项目	单位	数量
太阳能采暖供热量	kWh	2247
太阳能生活热水供热量	kWh	1019
地岩系统热供热量	kWh	5454
总供热量	kWh	8720
地岩热系统耗电量	kWh	1295
太阳能系统耗电量	kWh	623
太阳能平均辐照量	W/m <sup>2</sup>	687
太阳能使用集热面积	m <sup>2</sup>	180
太阳能累计日照时间	h	54.4
太阳能累计辐照量	kWh	6739
地岩热系统COP	/	4.2
太阳能集热效率	/	0.48
系统综合COP		5.0

太阳能系统不仅可提供部分建筑采暖供热需求，同时可满足24小时生活热水需求，具有较高的利用率；同时该系统可在夏季开启制冷模式，实现地岩热主机的一机两用。

采用太阳能与地热能耦合供热后，中深层地岩热主机平均使用时间减少约7小时，系统综合能效提升19%，可降低运行成本约36%。

# 项目简介

项目名称：零碳建筑关键技术研究及示范（22ZD6FA039）

项目类别：甘肃省科技计划重大专项-社会发展类

合作单位：（1）甘肃省绿色建筑技术重点实验室  
（2）上海交通大学  
（3）江苏达海智能系统股份有限公司  
（4）兰州宏方新型建材科技有限公司

项目团队：项目组成员32人，其中博士4人、硕士 11  
人、正高级工程师6人、高级工程师14人

## 甘肃省科学技术厅文件

甘科计〔2022〕14号

### 关于下达 2022 年度第六批省级科技计划 （科技重大专项）项目的通知

各有关单位：

2022 年度第六批省级科技计划（科技重大专项-企业创新联合体、国家重点实验室重组和公开征集类）项目已与省财政厅会商，本批计划安排项目 71 项、资金 3.552 亿元，其中 2022 年安排下达资金 2.666 亿元，结转资金 0.886 亿元。现将计划下达，并就有关事项通知如下。

#### 一、经费办理

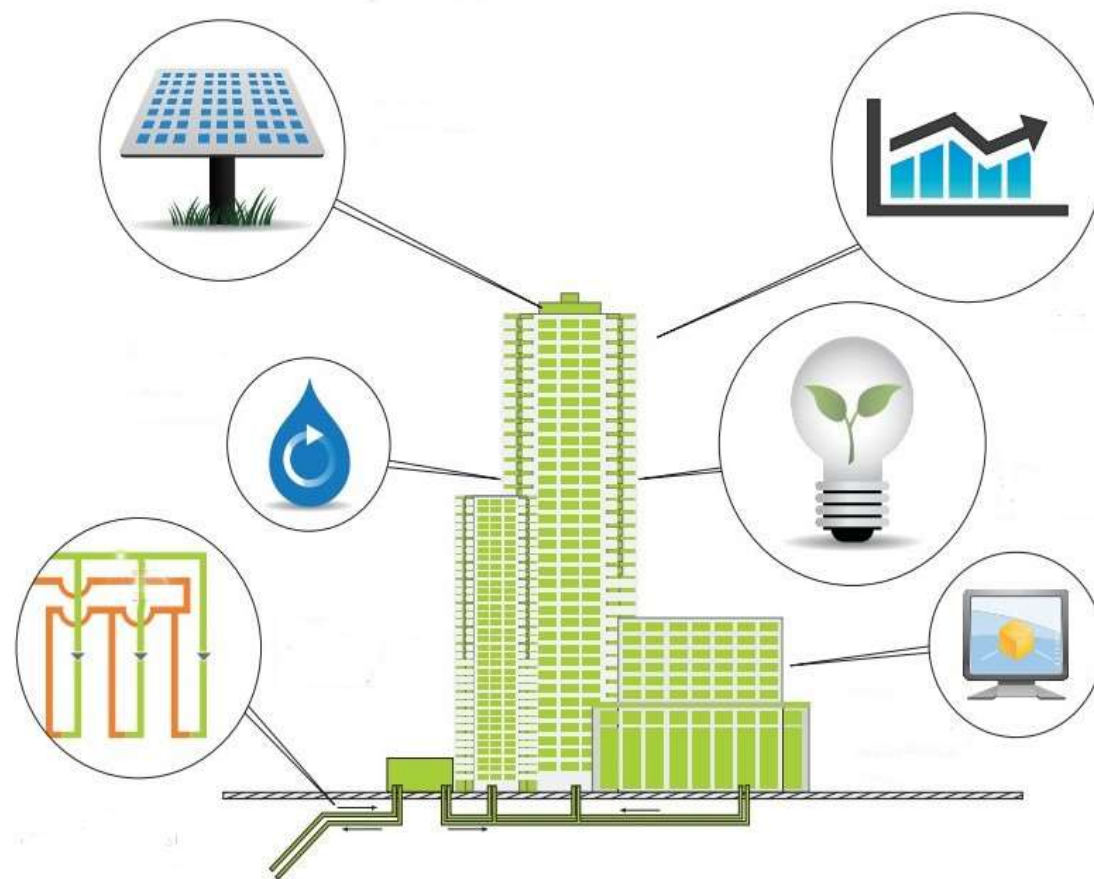
省级单位项目经费按照国库集中支付的有关规定拨付。归口市（州）科技局组织的项目，项目经费由市（州）、财政直管县

# 主要技术方案

零碳建筑的实现，能源系统是关键。能源供给中主要使用太阳能、地热能等可再生能源。

主要技术包括以下几个方面：

- (1) 封闭式、无干扰中深层地热能井下换热技术；
- (2) 太阳能与地热能耦合供热制冷技术；
- (3) 太阳能光伏光热联用（PVT）技术；
- (4) 太阳能与地热能耦合储热技术。



# 公司简介





甘肃省建材科研设计院有限责任公司始建于1978年，现有员工430人，专业技术人员占比87%。2019年12月，在省政府国资委、甘肃科技集团、甘肃国投集团的大力支持下，完成了员工持股的混合所有制改革，现为国有控股的高新技术企业、甘肃省混合所有制改革示范企业。

业务涵盖建筑、建材、市政、环境、资源、勘察、测绘、清洁能源、节能环保等领域，主要从事研究开发、检验检测、鉴定加固、评估认证、全过程咨询、工程设计、城乡规划、绿色建筑、地热能太阳能开发利用、特种工程施工、功能材料制造、工程总承包等业务。

现拥有建筑工程设计、专业工程咨询、检测认证鉴定等12项甲级资质和国家技术转移示范机构、工信部工业节能与绿色发展评价中心、甘肃省绿色建筑技术重点实验室等国家级、省级技术创新服务平台与机构。

业务区域覆盖我国西北、西南地区，设有西安、云南、宁夏、青海四个分公司和两个全资子公司。

2021年公司获得甘肃省“企业技术创新示范奖”。

2023年6月甘肃省工信厅授予“西部零碳建筑工业设计研究院”并开展相关业务。

# ■ 资质能力



## 拥有12个专项甲级资质

- 建筑工程设计甲级
- 建材行业（水泥工程）设计甲级
- 建筑、建材工程咨询甲级
- 房屋建筑工程监理甲级
- 冶炼工程监理甲级
- 建筑工程检测甲级
- 岩土工程检测甲级
- 地基基础和主体结构检测甲级
- 建筑工程室内环境质量检测甲级
- 钢结构工程检测
- 建筑节能检测
- 建筑幕墙工程检测
- 建筑门窗工程检测
- 人防工程防护设备检测机构
- 甘肃省人民法院委托司法鉴定备选机构
- 工程勘察乙级
- 建材行业（新型建筑材料工程）设计乙级
- 电力工程监理乙级
- 市政工程检测甲级
- 城乡规划丙级
- 测绘资质乙级
- 特种工程（结构补强、建筑物纠偏和平移、特种设备起重吊装、特种防雷）专业承包不分等级
- 机电工程施工总承包叁级

## ■ 新能源业务领域



**公司成立了新能源工程专业化技术服务机构。**

**服务范围包括：**太阳能、地热能、储能技术研发及工程化应用，太阳能发电、风力发电、生物质发电、储能工程技术服务，合同能源管理，运行能效评估服务，节能管理服务，新能源项目维保服务等。

## ■ 核心优势

深厚的技术研发和  
设计能力

完成国家级科研项目6项  
完成甘肃省重大专项7项  
完成其他省部级科研项目40项  
获得专利30余项  
出版专著4部

甘肃省领军人才6人  
注册勘察设计工程师24人  
其他各专业设计人员70余人

丰富的系统集成能  
力和工程实践经验

率先在国内开展中深层地  
岩热技术推广应用  
完成应用面积100万m<sup>2</sup>

中标兰州中川机场三期扩  
建项目、天水职教园区项  
目等大型工程

与国内其他知名公司建立  
合作关系

优质的服务保障  
和组织管理能力

完备的资质能力  
一流的管理团队  
一流的组织能力  
先进的服务理念  
完备的人才队伍  
齐全的设备仪器



# 感谢聆听

Thanks for your attention!

