



新型太阳能跨季节土壤蓄热助力 “乡村振兴” 实现零碳目标

乔云廷 原国网山西省综合能源服务有限公司董事长

目录

CONTENTS

- » 0 1 项目背景概述
- » 0 2 项目系统构成
- » 0 3 系统工作原理
- » 0 4 系统设计原则
- » 0 5 项目思考



项目背景概述

Overview of the project background

项目背景概述

项目系统构成

系统工作原理

系统设计原则

项目思考



随着社会和生产水平的高速发展，能源与环境问题已成为制约人类社会可持续发展的重要障碍。今天，这一问题已受到政府和全社会的高度重视和普遍关注。中国作为世界上最大的发展中国家，一个高速发展且负责任的大国，习总书记多次发表重要讲话指出“中国将加强生态文明建设，加快调整优化产业结构、能源结构，倡导绿色低碳的生产生活方式”。2020年9月22日，习总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上郑重宣布，“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。

项目背景概述

项目系统构成

系统工作原理

系统设计原则

项目思考



在实现“双碳”目标的众多途径中，能源使用方面，充分利用太阳能无疑是最平衡、最绿色的首选能源。

项目背景概述

项目系统构成

系统工作原理

系统设计原则

项目思考



在我国北方，冬季供暖占到建筑总能耗的30-40%。近年来，我国在北方大力推行清洁供暖、煤改电、煤改气、生物质、“太阳能+”以及各类热泵等等，取得了一定的环境效应，但仍存在许多不尽人意的地方，运行成本高、政府补贴压力大、降碳效果不明显是较为普遍的问题。

项目背景概述

项目系统构成

系统工作原理

系统设计原则

项目思考



为此，我公司联合山西省太阳能协会、山西启迪清洁能源科技有限公司、太原理工大学、中北大学等机构，组织专家团队，对现有国内外的太阳能供暖技术，跨季节储热技术及大量实际案例进行了深入的分析研究，提出了“**新型太阳能跨季节土壤蓄热供暖技术**”，在大量小型试验的基础上，于2020年底在介休市建设了第一个村级规模的试验示范项目，取得了阶段性的成果。



2

项目系统构成

Project system composition

项目背景概述

项目系统构成

系统工作原理

系统设计原则

项目思考

- ① 太阳能真空热管型集热场
- ② 太阳能土壤蓄热池
- ③ 储放热循环系统
- ④ 供热管网和末端
- ⑤ 缓冲水箱
- ⑥ 水源热泵
- ⑦ 传感与自动控制系统
- ⑧ 自用光伏发电系统



3



系统工作原理

Working principle of the system

项目背景概述

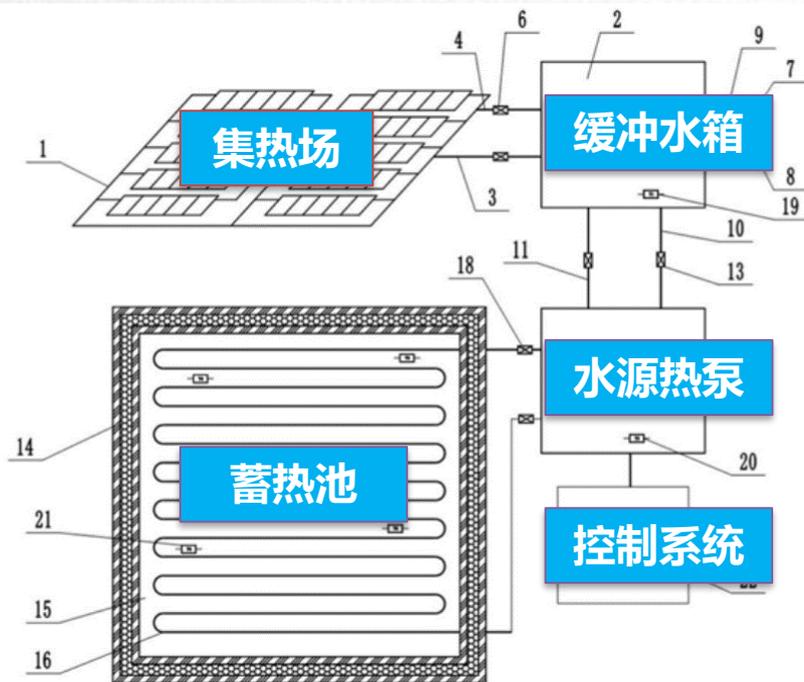
项目系统构成

系统工作原理

系统设计原则

项目思考

非采暖季节，太阳能集热场将春夏秋（非采暖季）丰富的太阳能收集，通过热介质循环系统和中间水箱将热能传导给土壤蓄热体存储；在采暖季节，优先由集热场当期收集的热量向客户供热，不足部分从蓄热池中提出补充（主供热源），到供热后期直供热温度达不到要求供热温度时，系统启动水源热泵，提升供热温度，整个运行过程由控制系统控制自动完成，边界条件由人机对话设置。



4

系统设计原则

System design principles

项目背景概述

项目系统构成

系统工作原理

系统设计原则

项目思考



● 太阳能贡献率 $\geq 80\%$ ，若配置一定（足够）量的光伏发电贡献率可达100%，实现真正的“零”碳

● 建设成本可承受。与空气源热泵、地源热泵的综合建设成本可比

● 运行成本低廉，低于城市居民大暖供热费标准，无需政府补贴，无需电网增容

● 运行可靠、少维护、自动化程度高、寿命长。蓄热体设计寿命30年以上

项目背景概述

项目系统构成

系统工作原理

系统设计原则

项目思考



适应范围

● 太阳能资源较为丰富

● 有土地资源且土层较厚

● 地下水位较低

● 居民居住相对集中
有一定的规模

5

项目思考

Key questions

项目背景概述

项目系统构成

系统工作原理

系统设计原则

项目思考

● 为什么要做太阳能跨季节储热？

太阳能是最自然平衡的能源，也是最清洁和最廉价的能源，但太阳能的间隙性（白天有、晚上无、晴天多、阴雨天少、夏天多、冬天少）、不可控性制约了其实际应用，且其供给规律与人类需求规律相悖。以太原市纬度看，非采暖季与采暖季的地面太阳能辐照量比为71：29，而可用部分的比例甚至达到4：1以上。因此，如果能够把非采暖季丰富的太阳能存储到冬季，那将会为客户提供充足稳定的热源，将不再受白昼、阴雨和季节的影响。

项目背景概述

项目系统构成

系统工作原理

系统设计原则

项目思考

● 太阳能热量能否实现跨季节储存?

研究结论是能实现。前提是蓄热体的体积足够大、保温足够好。我们通过试验与分析计算，在一定的体积和保温条件下，180天的热耗散率不会超过10%。

项目背景概述

项目系统构成

系统工作原理

系统设计原则

项目思考

● 为什么要用土壤蓄热？

蓄热体一年一个充放周期，利用效率很低。任何有价材料都会使蓄热体成本急剧上升。比照相变材料，成本很高且长期稳定性有待验证；水蓄热容器造价昂贵且寿命有限，维护成本高。而土壤可就地取材，物理和化学性能十分稳定。其优点是“零”购置成本，稳定性好，有一定的保稳性能。不足是热容小（是水的 $\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}$ ），传热性差。我们可扬长避短，通过扩大蓄热体体积和增大导热管密度来弥补其热容小和传热性能差的不足。因此土壤是跨季节大规模蓄热材料的最佳选择。高质量的土壤蓄热体服务周期可达30年以上。北方遍地是黄土，遍地有沟壑和非耕地。



THANKS

我们相信通过这项技术的推广应用，加上农村建筑节能改造，必将很好解决我国北方特别是黄土高原地区广大农村地区居民的清洁供暖问题，助力我国“双碳”目标的实现，为社会做出贡献。