

图2 地下水源热泵系统

2、地表水地源热泵系统

在地表水地源热泵系统中参与热交换的为地表水，包括江水、河水、湖水、水库水以及海水等，通过直接抽取或者间接换热的方式进行热交换，热交换系统分为开式和闭式两种。地表水地源热泵系统简便易行，初投资较低；但容易受自然条件的影响，且地表水体所能够承担的冷热负荷受面积、体积、温度、深度以及流动性等诸多因素限制。

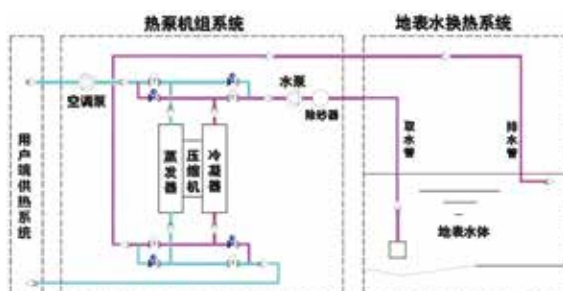


图3 地表水地源热泵系统

3、地埋管地源热泵系统

地埋管地源热泵系统又称土壤源热交换系统，参与热交换的为岩土体。该系统采用闭式方式，通过在地下埋设竖直或水平地埋管换热器形成一个封闭管道环路，利用中间介质（通常为水）作为热载体，中间介质在封闭管道环路中循环流动过程中

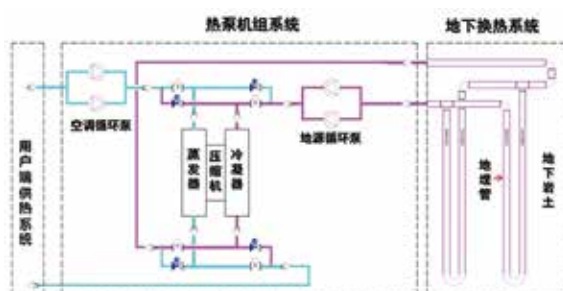


图4 地埋管地源热泵系统

与周围岩土体进行热交换，最后再回到地面与地源热泵机组进行换热，完成从岩土体吸/放热任务。地埋管地源热泵系统较少受地质条件的限制，在地下水资源匮乏的区域也基本上都可以采用，适用性强，系统运行可靠性和稳定性较高，是国家目前鼓励的利用方式。

三、浅层地热能开发的发展方向

1、地源热泵与其它技术的复合应用

在浅层地热能开发利用中，以地源热泵技术为基础，与调峰技术、蓄能技术等其它技术进行有机结合，形成一套复合式能源供应系统。地源热泵技术与调峰技术的结合，即在冬季供暖中采用地源热泵满足供暖基本负荷需求，以燃气锅炉等其它辅热形式补充供暖峰值时的负荷需求，应用该技术可以减少地源热泵建设规模和降低初投资成本。地源热泵技术与冰蓄冷技术的结合，即在地源热泵进行夏季制冷中利用峰谷电价差异，在夜间电价处于谷时段时采用冰蓄冷技术进行蓄冷，在白天电价处于峰时段时释放冷量，应用该技术可以减少地源热泵系统的运行成本。

2、地源热泵多种系统的结合应用

在浅层地热能应用工程特别是一些大型应用中，根据工程不同区块热/冷负荷需求差异，充分利用周边自然条件、地质条件等，采用地下水地源热泵、地埋管地源热泵、地表水地源热泵、污水源热泵等多种方式相结合，优化组合利用方式，可以有效降低初投资及运营成本。

3、浅层地热能与其它能源的结合应用

浅层地热能与中深层地热资源、太阳能、风能等其它能源的综合使用，发挥各自优势。以太阳能为例，太阳能具有即时性、不易储存且受气候条件等因素影响，必须即时转换成其他形式能量才能利用和储存，单独利用太阳能对建筑物供暖一般很难满足要求。而对地埋管地源热泵系统来说，如果长期连续从岩土体取热会使区域地温场得不到有效恢复，造成岩土体温度降低，从而降低了热泵机组的COP值，影响供热效果。鉴于太阳能和地埋管地源热泵系统单独应用时存在的缺陷，这两种能源联合使用可以互相弥补自身的不足，提高资源利用率。



特稿

HOT TOPIC

探索柞水溶洞

◎ 文/孙长青

秦岭南楚，群山环抱之中有一座美丽的小城——柞水。当年唐诗人贾岛游历至此，曾赋诗一首：“一山未了一山迎，百里未見半裏平。道是樵夫遙指處，只堪圖畫不堪行。”

柞水县的著名旅游景区有两处，一是秦岭支脉“牛背梁国家级自然保护区”另一处则是西北地区极为罕见的“喀斯特地貌”——柞水溶洞群。

溶洞览胜

溶洞群位于柞水城南14公里的石瓮乡。这里群山环抱，峭壁如削，苍松翠竹，飞瀑流泉，那些大小、藏奇隐秀的古溶

洞，就分布在这峻峭的大山之中。目前已探明，溶洞区共有大小溶洞118多处，宜开发利用的有佛爷洞、天洞、百神洞、风洞、玉霞洞、九三洞、探奇洞、龙洞、天书洞等9处。其中有8个溶洞与周围的自然风光构成一个完整而集中的风景旅游区，总面积24平方公里。由于河流与公路呈“T”字形纵横其间，旅游区被分为三块，形成三个相对独立的旅游小区，状如三足鼎立。整个旅游区依山傍水，洞景并茂，内秀外美，各有千秋。

柞水溶洞群依其形态结构，大致可分为三类，即广厅型、幽深型和综合型。

广厅型，洞中石柱高耸，顶

天立地，穹隆罩顶，四顾旷然。厅内小则可容数千人，大则可纳上万人。彩灯映照，满洞生辉。有石瀑布，看去“疑是银河落九天”；有石人石佛、飞禽走兽，形态各异，栩栩如生；有日月江河之形、海市蜃楼之景，大千世界，尽收洞中，蔚为壮观；有天工造化的大型浮雕、巨幅壁画，令人陶然其中，流连忘返；更有那一段段神话传奇故事，引人入胜，发人遐思……

幽深型，洞内弯弯曲曲，蜿蜒无尽，深不可测。主洞两侧多支洞，深浅不一，方圆有别。沿主洞前行，时阔时狭，洞中景物往往伸手可及，钟乳、石笋、落水洞，随处可见。天洞即属此