

# 关于“浅层地温能”与“地热能”内涵的分析

戴传山

(天津大学地热研究培训中心, 天津: 300072)

**摘 要:** 本文以热力学第二定律为基础, 阐述了什么是“浅层地温能”, 什么是“地热能”, 以及相关名词的科学内涵, 并对地热领域中的一些专业名词进行了讨论, 提出见解, 旨在科学地开发与利用地热能。

**关键词:** 地热能; 浅层地温能; 热力学第二定律; 名词解释

## 0 前言

“节能减排”是我国当前的一项重要国策, 受到各级政府、企业领导、普通百姓的理解和支持。目前, 地热能作为一种洁净能源, 不仅传统形式的地热能, 也包括浅层地温能的开发与利用<sup>[1-3]</sup> 技术, 在我国各省、市、地区得到快速提高, 学术交流活跃。

但是, 作者发现: 在近年发表的一些学术论文、地热会议论文集<sup>[4]</sup>, 很多作者把“浅层地温能”提到非常高的位置, 有的企业为了推广地源热泵项目而进行的商业炒作中, 把“浅层地温能”夸大成是一种资源, 称其为“浅层地热能”。一时间, 该词在近期的很多论文中多次出现, 大有老虎下山“抢羊”, 掠夺所谓的“资源”之势。

那么浅层地温能可否称之为一种资源, 如何认识传统“地热能”与“浅层地温能”的科学内涵、区别与联系, 作者借用本文提出自己的拙见。以期抛砖引玉、共同探讨。

## 1 “源”与“资源”含意的区别

众所周知, 汉语词汇中的所谓“资源”如, 资源匮乏、资源稀少等, 是指那些地球上以某种“质地”或“品味”存在, 为人类赖以生存所需要的一些物质。其中“质地”或“品味”是无需或经过很少的人为加工即可得到的物质。如: 煤、油、稀有金属矿藏等均为资源, 淡水也是宝贵的资源, 但很少有人把海水、污染的水作为资源, 因为它们品味较低。

在地热利用中, 从热能利用与转换的角度出

发, 将传统地热资源分为高温 ( $t \geq 150^\circ\text{C}$ )、中温 ( $90 \leq t < 150^\circ\text{C}$ ) 与低温 ( $25 \leq t < 90^\circ\text{C}$ ) 地热资源 (GB 11615-89)。国际上也用温度的高低作为评价传统地热资源的标准, 或品味的的高低 (也有少数以承压水压力的作为品味的的评价标准)。这与热力学中“烟”的概念相吻合。依照工程热力学的理论, 地热流体中含有的“烟”  $Ex$  (Exergy) 可分为两部分:

$$Ex_{th} = Ex_{th} + Ex_{mech} \quad (1)$$

式中:

$Ex_{th}$ ——地热流体的热量“烟”, 可表示为:

$$Ex_{th} = mC_p \left\{ T - T_0 - T_0 \ln \frac{T}{T_0} \right\} \quad (2)$$

而压力“烟”或机械“烟”则应表示为:

$$Ex_{mech} = \frac{m}{\rho} (p - p_0) \quad (3)$$

式中:  $m$ ——地热流体的流量;

$\rho$ ——流体的密度;

$T, p$ ——地热流体的出水温度和压力;

$T_0, p_0$ ——环境温度和大气压力。

依据上式, 在环境温度、大气压力下的所有流体, 其“烟”值为零。而在其它任何温度下的热量“烟”皆为正值。偏离环境温度越远, 烟值越高, 可利用的价值也就越高。此时, 可被认为是资源。相反, 与环境温度越接近, 热量“烟”值就越低, 可利用的资源量也就越少。

另外, 在英文词汇中, “源”是 Source, 而资源为“Resource”。因此, 无论浅层土壤、河流、海水或其它形式的地源热泵系统, 其地表物质所承担的热力学作用是“源”而非“资

源”。在热力学中,与“源”起相反作用的是“汇”(Sink)。地源热泵用于制冷空调时,地表的“源”就转变为“汇”。

## 2 期待的热流速度不同

众所周知,“资源”是人类赖以生存所需要的物质,现代社会的人类文明和进步使各种资源匮乏,各国政府均提倡保护、减少浪费、合理有效地利用资源。人类在完成相同任务的基础上,消耗最少的资源量,以期望资源的可持续利用。地热资源也是如此,无论是高温还是低温地热资源,都有其形成的地域特征,不是什么地方都有地热资源。我们期望尽量减小地热资源的开采量,尽量延长利用年限。但是从我国目前地热资源开发利用的总体情况看,阻碍地热资源持续开采、科学合理利用的最大问题,不是地热资源量蕴藏的多少,而是热载体“地热水”资源所面临的枯竭问题。总之,对地热“资源”的利用方针,必须以“守”为主,提倡可持续开采,给后人留有利用资源的机会。

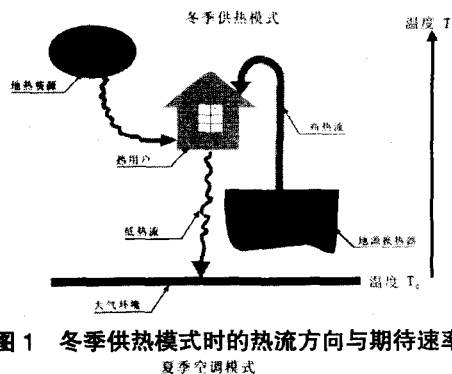


图1 冬季供热模式时的热流方向与期待速率

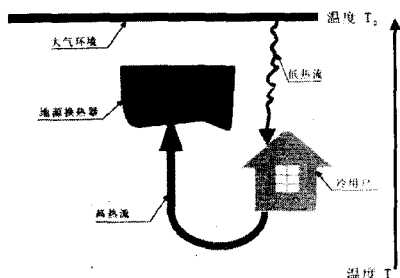


图2 夏季空调模式时的热流方向与期待速率

如图1所示,弯曲线表示人类所期望的低热流,而光滑线则表示期望高的热流。很显然,在冬季,有两种供热模式:一种是开发利用地热资

源直接供热利用;而另一种则是采用地源热泵供热。当人居环境向大气环境有较低的散热损失时,地热资源用于供热消耗的热能较低,或者利用地源热泵设计的热负荷也可下降,从浅层地层中所吸收的热量才能随之降低。由此看来,人居环境也是人为创造的一种“资源”。具有“守”的特性,其开发利用必须遵照“守”的原则。相反,作为地源热泵利用系统的浅层地温能,由于太阳辐射没有地域的界限,不用担心资源的枯竭问题。更重要的区别是:在相同电耗条件下,追求的目标是高的热泵性能系数——COP,期望从浅层土壤中获得的热量越大、越快时,热泵的效率则越高。据此,对浅层地温能“源”的利用方针应该是“放”。

另外,如图1,2所示,弯曲箭头线表示自然发生过程,而光滑箭头线表示非自发的人工过程。无论是热泵或空调,属于资源特征的是人居环境,而并非浅层地热源。但传统地热资源利用属于以“守”为特征的。

## 4 “浅层地温能”与“地热资源”的可再生性

可再生性是指,在某一特定时限内,系统恢复原有特征参数的能力,其中特定时限是指自然资源周期性的重复或循环中规律性的补充。太阳系的寿命相对人类长得多,是相对永恒的、不变的,太阳日复一日、年复一年给予人类的是可再生能源,而石油、煤炭等能源资源显然不遵循该规律,不会在人类生命时限内得到规律性的补充,甚至上千年、万年的时间也很难再生。

目前,地热学术界对地热资源的可再生性虽有不同的认识或争论,但并不影响“浅层地温能”与“地热资源”的可再生性质的区分。

图1,2表明:由于大气环境温度随季节变化而发生变化,使人居环境在冬季处于相对的高温区、夏季则处于较低温区,但人体感觉的舒适温度基本上固定在一个很窄的温度范围(18~24℃)内。因此,冬季需要从浅层地温层吸收热量给热用户后,使周围地温层的温度下降;夏季得到热用户的放热,使地温层的温度升高。如此循环交替表现出规律的周期性。

浅层地温具有明显的周期性特征。如图3、4分别为天津地区地埋管热泵空调系统埋管周围的

温度场和换热器出口水温的经时变化,在选择合理埋管间距时,出口水温由于冬、夏两季热负荷不平衡造成年升温仅为  $0.1^{\circ}\text{C}$ 。在对地源埋管换热器系统的热力学“烟”分析结果表明,全年获得最大“烟”条件下,埋管深度并不是越深越

好。由于地表温度的周期性变化直接影响着地源热泵系统的性能,从而间接证明浅层地温能的再生能力。地热资源的不可再生性,并不包括一些周期性地壳运动的特例。如,周期性的火山喷发可能会造就附近地热资源的再生。

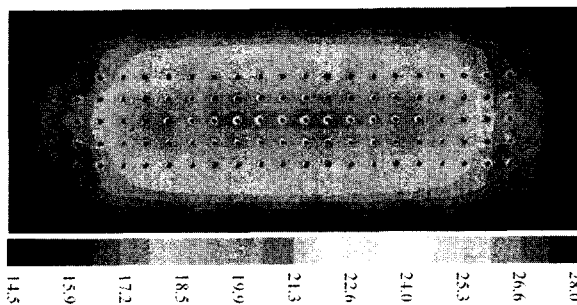


图3 天津地区矩形布置埋管运行10年后地温分布

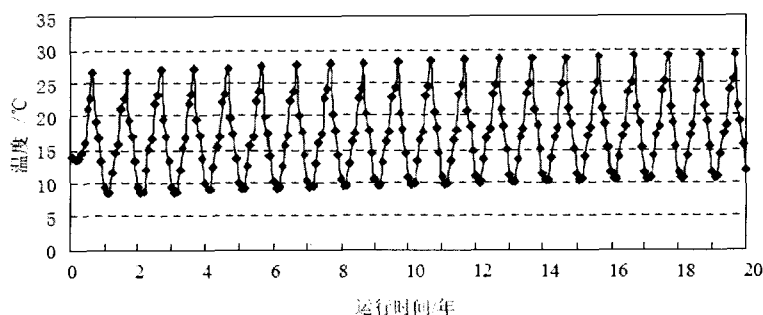


图4 热泵/空调运行地温场随时间变化

尽管有时会由于地域的不同,而出现总热/冷负荷的不平衡,但浅层地温能的再生性是不争的事实。地热资源则与之不同,不仅表现在地热流体的很难再生,地热热储层内的温度分布也会由于热用户对热能的开采带来明显的热量不平衡。地下水层内水的过量开采,很快会使地热水的系统压力产生不平衡。这种压力的不平衡,很快会影响到与其联结的补给源或水源补给。温度的扩散速度远比压力传播速度慢得多,热能开采带来的温度不平衡,可能需要相当长的恢复时间。有的地热热储被开发利用前、后存在较大的温度差。如:高温地热资源的开采,利用温差比较高,恢复周期就会很长,这时,可认为其不可再生性。也有学者认为,地球是个大热库,被利用的部分可忽略不计,由此认为地热资源是可再生的。作者认为,该观点不完全正确,是一种以点代面的简化、局限、过于乐观的看法。

## 5 结论

综上所述,作者认为,广义的地热能可以包

括浅层地温能,但浅层地温能与传统的地热能相比,其内涵、特征有明显的区别。这种区别是:

(1) 浅层地温能并不是一种资源,不具有资源应有的特征;

(2) 浅层地温能是完全可再生的,作者认为,与其说人类利用浅层地温能,不如说是利用了大气环境温度的周期变化特征、地层的超强蓄热/冷能力及其温度的滞后特性。

## 参考文献

- [1] Dai C. (戴传山), Thermal Analysis of Indirect Geothermal District Heating Systems, *Geothermics*, 1997, 26(3): 351-364
- [2] Dai C. (戴传山) and Liang Jun, Optimum Design and Running of PHEs in Geothermal District Heating, *Heat Transfer Engineering*, 1999, 4: 52-61
- [3] 赵军,戴传山..地源热泵技术与建筑节能应用[M].北京:中国建筑工业出版社, 2007
- [4] 浅层地热能——全国地热(浅层地热能)开发利用现场经验交流会论文集[M].北京:地质出版社.2007,1