

住宅水源热泵规划设计

❖ 李树明

一、住宅水源热泵系统优点突出

1.水源热泵高效节能,保护环境,有利可持续发展。水源热泵可采用先进、成熟的当代技术,充分经济地利用取之不尽、用之不竭的地下水能量,并且因地制宜地根据其蓄能、导能特性,实现冬/夏季供热/冷、全年供生活热水,一机多能,不需另建锅炉房和根本避免其烟尘等污染。

2.水源热泵根本消除了气源热泵系统(下称气泵)的先天弊病,即建筑物所需冷/热负荷与气泵从大气所能利用的能量相背离的根本弱点,即冬/夏季时建筑物所需热/冷负荷越大,气温却越低/高。冬季甚至低到气泵蒸发器表面凝露乃至结霜比较频繁,致使蒸发器端流动阻力和热阻提高,导致运行不稳定,乃至保护性停机,需设置电加热、旁通热气流、转换工况热气反冲等排露除霜,既增加投资,又耗费能量,影响效益。目前气泵冬季供热仅比较适用于室外空调计算温度在-10℃以上、累计除霜时间为500-1000h的城市(通常为黄河以南),不仅供热应用范围受到限制,而且国产品“功效比”(热泵系统输出功率与输入功率之比,下称COP)较低,冬/夏季仅约2.6-2.7/3.5-3.6(沈阳地区,下同)。

3.水源热泵则具有建筑物所需冷/热负荷与其从地下水所能利用的能量呈正比的根本优点,运行稳定,大幅提高其COP,如冬/夏季COP约3.5~3.6/5.0-5.2(活塞式机组)或5.8-6.0(螺杆式机组),节能效果好、经济效益佳。同时水源热泵是夏季取冷放热、冬季取热放冷,实现了季节间能量的互补,根本消除了气泵的冬/夏季运行的冷/热污染(即夏季排热风、冬季排寒风)和效率降低,如所排气流与新风“短路”、多台住宅相邻气泵所排气流的互相干扰(尤其是互相恰好垂直上下布置时

容易出现的“青蛙跳”,则往往导致纠纷甚至诉讼)。

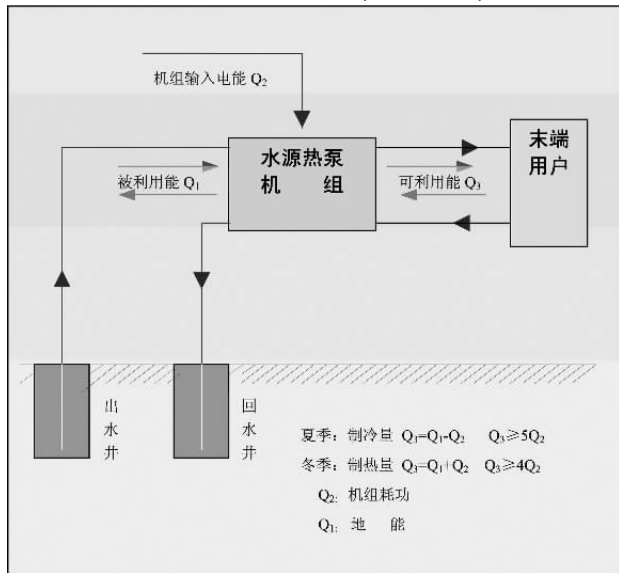
4.气泵所获取的能量源为大气属动态换热体,需要风机,并且大气单位热容量远低于地下水,故水源热泵根本消除了气泵配套的风机与其气流噪音污染、大气腐蚀(尤其是沿海城市“盐雾”型大气和城市严重污染型大气)、“非典”传播威胁(气泵如采用全新风,则电耗是原设计条件2~3倍,必然亏损)。

5.水源热泵还根本消除了气泵配套的室外机滴露纠纷和视觉污染,有利于建筑外表美化和市容美观。与燃煤锅炉房运行比较,水源热泵可根本消除其大量烟尘、废气、污水、噪音污染和锅炉房及其烟囱与煤、渣堆放的视觉污染,煤、渣运输污染和缓解城市交通拥堵,避免燃煤运输和堆放损失等。因此,水源热泵成为房地产增值的“卖点”,推广应用前景广阔。

二、规划设计实例

1.某节能住宅组位于近郊地下水资源丰富区,东、北分别临30m、16m宽道路,均有现状100kV高压架空线,引进双回路电源便利。其规划用地为矩形,其四条边界长度东、南、西、北分别为:100m、85m、100m、85m,总占地面积8500m²。其规划总建筑面积16898m²,为3栋6层楼,楼间距22.2m。其空调冬/夏季规划设计主要气象参数:室外计算干球温度、相对湿度、大气压力分别为-19/31.4℃、64/78%、1020.8/1000.7hPa;房间设计冬/夏季空调室温分别为:卧室和起居室20/26℃、厨房15/28℃、卫生间25/26℃;深井水、空调水供/回水设计温度分别为冬季:5/5℃、50/40℃;夏季:15/25℃、7/12℃。1号楼、2号楼、3号楼的楼型与户型均相同,故其空调设计冬/夏季负荷均为261.8/234.3kw,则其空调设计总冬/夏季负荷

为 785.4/702.9kw, 故按冬季设计负荷确定井深和水利数, 3 口深井: 设计深度、口径、日抽水量均为 118m、400mm、1568m³, 其中因地下水流动态差异性, 实际可持续日抽水量分别为 1580m³、1576m³、1588m³, 可保证满足 1 口井抽水, 2 口井自流回水, 顺序按冬、夏季轮换的规划设计要求。深井潜水泵采用变频泵和定时控制相结合, 以需定运, 节能节费。为延长设施使用寿命和减少维修量, 深井潜水泵与其备用泵轮换运行 (可通过时间积算器实现), 并且当水环路发生故障时则热泵自动停运, 尤其是深井潜水泵处于停运时则任何热泵均不能启动, 实行自动连锁。3 口深井直线间距分别为 98m、93.6m、76.8m 的三角形布局, 地下水源热泵中央空调站设置于 1 号楼与 2 号楼之间, 尽量使深井水管、空调供热/冷管均敷设最短, 又避免水管与空调供热/冷管交叉, 节能节费。根据建设单位要求设计为地下式 (相应地面则宜绿化, 一地多用)。该站采用电脑联网自动控制, 空调供热/冷管设计为同程式直埋敷设 (参见下图)。



2. 深井水工作流程: 潜水泵抽取提升 1 口深井水进热泵, 其水含低位能经热泵提升为空调水高位能供用生产后, 自流回水排入其它两口深井。应当指出: 如抽提的深井水含沙量超标, 宜采用体积小、效率高、可在不间断供水条件下工作的旋流式除沙器; 否则会导致阀门、换热器、管件等堵塞, 降低效率, 甚至停运事故。

3. 规划深井供/回水设计温度冬、夏季分别为 15/5、15/25, 温差均为 10, 尽量拉大深井:

供/回水温差, 可相应减少抽水量, 节省打井投资和潜水泵运行耗能。但 10 深井供/回水大温差给热泵冬/夏季作为蒸发器/冷凝器的换热器设计带来困难。因此设计采用 6 台热泵水侧串联, 则实际上每台热泵深井供/回水温差为 10 的 1/6 即 1.7: 既解决了深井供/回水大温差和单台热泵深井供/回水小温差的矛盾, 又适应了国产热泵价廉但较小和进口大型热泵昂贵的现状。

三、规划设计原则

1. 必须位于城市 10KV 高压电网覆盖区可经济引进双回路电源确保安全可靠, 并且峰谷电价比较合理 (沈阳日前每 kWh 为 0.729 元:0.125 元=5.83:1): 同时充分利用廉价谷电 (包括利用消防水池和房屋热惰性蓄能作为空调谷峰负荷调节, 尽量避免用高峰电)。

2. 必须经过勘探, 优选最佳井位 (位于地下水资源丰富区、采补平衡区等), 避免盲目打成“石井” (井壁或其周围附近为不透水岩石)、“干井” (位于地厂水贫乏区、超采“漏斗”区甚至梳干区等) 或被迫打超深井。

3. 通常打井越深则单位井深投资 (包括配套管道、潜水泵等) 和抽水费用越高, 故应充分考虑经济井深 (即在满足设计抽水量时, 其投资和运行费用经济, 沈阳一般为 100~200m, 单井造价 11~22 万元)。

4. 水向地下回灌比抽取困难 (综合沈阳地质、井径、深度等, 其回灌量约为抽取量 60~70%), 所以通常打 3 口井, 1 口抽取, 2 口回灌, 定期按序轮换, 相当于定期“洗井”, 延长使用寿命, 并安全可靠高效。同时注意深井回水水平管敷设深度、冬季回水温度应保证其自流回水不冻结, 如沈阳地区最大冻土厚度深 1.48m, 则敷设深度不宜小于 1.7m, 冬季回水温度不宜低于 5。

5. 规划应用地区实现分户热表计量 (比未实现分户热表计量可节能 1/3), 使其单位面积投资和热费均不高于城市热网平均集资 (沈阳按距离城市热网的不同为 110~150 元/m²) 和热费补贴 (沈阳按热电厂、热源厂热网的不同分别为 21 元/m²、19 元/m²), 不增加城市财政、用户负担。

6. 考虑到环保、节费、节能和适当经济规模效益, 其优选择重点是污染严重的燃煤锅炉房淘汰区、燃油锅炉房废除区 (沈阳单位面积收费 26 元/

m²)、节能住宅区, 据《分户热表计量室内采暖系统设计暂行技术规定(沈阳地区)》: 节能住宅耗热量指标不超 21.2W/m² (非节能住宅规划热指标为 58W/m²), 水源热泵应用于节能住宅的供热面积是非节能住宅的 2.74 倍, 效益大增。

四、建 议

1. 应由规划部门统一协调水源热泵、电网、大规模推行节能住宅、分户供暖等规划建设(含更新改造), 同步成片进行, 取得规模经济效益和优惠政策。如沈阳水源热泵用电标准单位电费按生活用电计收和免收电力增容费, 并且对于城市 100kV 高压电网覆盖区内的水源热泵, 其引进双回路电源新建、改建电力线与配套变电设施和分时电表等均山电业局投资(该局则由相应增加的销售电量获利), 同时取消建筑施工用水按建筑面积收取 25 元/m² (改为按表计量收费)、泵房移交费 20 元/m²、配套网点 5 元/m² 和住宅 2 元/m² 的价格基金、1 元/m² 采暖移交费等。

2. 沈阳抽用、回灌地下水均必须经市节水办审批(在市政水网现状、近期规划覆盖地区则禁止打井), 并一次性缴纳水资源保护费(150 元/m³, 并按日平均开采计划配额一次性加收 200 元/m³) 和增容费(如深井水比照地热水、工业水分别为 0.40 元/m³、0.20 元/m³)。但水源热泵用深井水几乎无消耗、而且间接换能无污染, 仅轮换使用深井水中热/冷量, 同时冬季取热存冷, 夏季取冷存热, 不仅节能, 而且有利于环境保护和可持续发展。故应修改上述规定, 健全该法规, 取代目前由领导特批允许打井和免费的方式, 否则严重影响水源热泵大规模推广。

3. 加大技术管理力度。完善地下水监(检)测网络系统, 实行统一规划、建设、利用, 合理分工负责, 充分发挥综合效益。尤其是尽快将分属于水利、城建、环保、地质等部门的地下水所有监(检)测井孔纳入统一的网络系统, 全面克服资料封闭与监(检)测项目、周期、精度不一致的现象, 实现资料通用化和共有共用共利。建立健全水资源管理模型, 按系统化、最优化、决策化进行分析研究, 应用电脑快速整理和融汇所有有关资料, 提供高智能评估, 尽快编制最优开发利用水源热泵深井定点和全局合理布局规划, 作为指导水源热泵

大规模推广的科学依据, 节省目前大量重复繁琐和难免影响全局合理布局的逐个水源热泵深井定点方式。并且对所有水源热泵深井定点和使用均登记建档, 建立数据库; 纳入统一管理, 有利于水源热泵深井定点和全局合理布局规划及时调整。同时严禁在水源热泵深井抽水周围打自备取水井(沈阳目前规定为不小于 500m, 在市政自来水管网现状、近期规划覆盖区则分别废除自备取水井、严禁打自备取水井)或增加取水量。

4. 水源热泵不能作为自负盈亏的行业实行全面市场化。如沈阳个人承包的小型常规供热系统, 弊病丛生; 资本与管理脱节, 以租代管、以卖代管普遍, 混乱无序; 供热运行无规则, 沿后开栓、提前停炉, 甚至对交费率低的用户楼严寒期也不供热或停热造成结冰堵管、裂管乃至胀裂散热器(更有甚者强行违法拉电闸, 导致所有交费和未交费用户均不能使用电热器维持基本室温和照明、电视等所有家电), 维修不及时、不认真(甚至导致跑水现象), 维修员素质差, 水平低(导致多次维修同一部位或违规使用非标准件、不合格件对付, 造成隐患等), 服饰不整洁, 甚至无理要求用户支付高价维修换件费、人工费等不胜枚举, 造成失民心、惹群怒, 甚至导致严重后果。大规模推广科技含量高、管理要求高的水源热泵应引以为训, 实行行业化、专业化、智能化管理。

5. 峰谷电价比(宜加大而不宜缩小)、热费补贴(宜改暗补为明补, 并且节能住宅单位面积补贴应继续与非节能住宅相同)调整等敏感性操作对水源热泵的经济性至关重要, 决不能随意进行, 每次操作前均必须召开各有关部门和专家参与的听证会, 并且经过充分论证后, 由政府审批通过, 原则上应有利于水源热泵大规模推广。

6. 按住宅设计冬/夏负荷较大者确定井深和口径。如沈阳地区建筑物冬季负荷大于夏季, 则由冬季负荷确定。深井周围含水层土壤为蓄能体与换能体, 为保证每口水温、水量稳定, 则 3 口井之间必须确保足够的直线间距(沈阳一般不小于 60m) 和尽量大致为等腰三角形布局, 并注意与相邻水源热泵井位三角形布局确保足够间距。

(作者单位: 抚顺市天丽节能中心)

[中图分类号] TU821.5 [文献标识码] B

[文章编号] 1671-3362(2006)06-0033-03