

安全可靠、低碳环保、经济实惠

# 硬“核”供热，温暖这个冬天



辽宁红沿河核电站

◎ 实习记者 裴宸纬

入冬后，我国北方各城市的供暖季如约而至，而山东省海阳市的供暖方式却与其他地方有所不同。前不久，国内最大的核能供热项目——“暖核一号”核能供热工程正式启动今冬明春供暖，为海阳市的20万居民送上了温暖。

## 以核能产生的蒸汽为热源

我国北方大多数地区都采取集中供暖方式，利用热电联产电站或各类燃煤、燃气锅炉对水进行加热或制造低压蒸汽，经换热站换热后，再将市政供热管网内被加热后的水送至千家万户。

其中，加热水或制造低压蒸汽的阶段被广大网友戏称为“烧开水”阶段。抛开设备、规模等方面的差别不谈，这一阶段和烧开水确实有不少相似之处。

想要“烧开水”，首先就要有热源。在家里想要把水烧开，可以用燃气灶或者电水壶。而在大规模供热中，想要高效地把水“烧开”，则需要使用热值（表示燃料质量的重要指标）较高的煤炭、天然气或者发电厂的余热等。长期以来，我国北方地区集中供热的“功臣”主要是各类燃煤、燃气锅炉或火电机组，燃煤供热比重高达70%到80%。

传统供暖方式成本较低，但是会产生大量的温室气体。据清华大学建筑节能中心测算，2018年我国建筑运行碳排放量在21亿吨左右，约占全社会排放总量的20%。其中，我国北方城镇供暖能耗为2.12亿吨标煤，碳排放量约为5.5亿吨，这大约相当于2亿辆小轿车一年的碳排放量。

此外，上个月，我国东北地区首个核能供暖项目——辽宁红沿河核电站核能供暖示范项目也开始正式投运供热，该项目可惠及当地近2万居民。

那么，到底什么是核能供暖？核能供暖相比传统供暖模式有何优势？核能供暖会带来辐射吗？针对上述问题，科技日报记者采访了相关专家，为您带来权威解读和专业科普。

既然都是“烧开水”，为什么不能用更清洁的能源？

有人将目光投向了核能。相比于风能、太阳能等新能源，核能具有稳定性强、能量密度大等特点，是冬季供暖的更优选择。

在许多人的印象当中，核能最直接的应用似乎是发电。事实上，核电站的发电原理和传统火电站是非常相似的，它也可以像火电站一样，做到热电联产，也就是既发电又供热。

核电站最常见的堆型之一是压水堆，这也是目前我国热电联产式核电站的主要堆型。该堆型就是把核反应堆用“高压钢”装起来，整个系统由若干个回路组成；其中一回路是核电站最核心的地方，相当于火电厂的锅炉，核裂变反应在这里发生以后，会产生非常多的热量，将高压水加热到300摄氏度以上。

二回路的水通过蒸汽发生器，吸收一回路中水蒸气的热量，使其变为饱和蒸汽，推动汽轮机做功之后冷凝变成水，继续进行封闭循环。

如果需要供热，就在原有核电机组的基础上进行改造，将其改造为热电联产式核能供暖机组。启

动供热后，就从机组抽取部分蒸汽进入热网加热器，加热三回路的水完成“汽—水”热交换，三回路的水在热力公司加热四回路的水完成“水—水”热交换，这样的操作还可以持续到五回路甚至更多。最终输出的水，就成为传导到居民家中的“供暖水”了。

“‘暖核一号’核能供热工程就是从核电机组抽取蒸汽作为热源，在物理隔绝的情况下，进行多次热量交换，最终通过市政供热管网将热量送到用户家中。”国家电力投资集团有限公司山东核电有限公司（以下简称国家电投山东核电）党委书记、董事长吴放解释。

2019年，“暖核一号”一期3.15万千瓦核能供

## 只有热量的传递、没有水的交换

虽然核能供暖好处多多，但是在现实生活中，一些人谈核色变，尤其是在核能供暖的过程中，有人担心暖气管里的水是直接从核电厂加热后流出的，因而会有辐射。

那么，事实真是如此吗？

要想回答这个问题，首先要搞清楚一点，核能供暖不等于核辐射。目前，世界上没有任何一种技术，能够把核燃料直接拿来作为热源，都是要经过层层介质转换才能实现供暖。

“热电联产式核能供暖机组与一般的热电联产机组最大的不同，就在于前者代替了煤炭、天然气等化石能源燃烧，以核裂变方式产生热量。”吴放进

## 推广需解决技术、成本等难题

好处多多的核能供暖，其实并非新概念。早在半个世纪前，北欧一些国家就已经有相关应用，还有的国家曾经兴建过核能供热反应堆，我国早在上世纪80年代也开展过相关研究工作。

那么，为什么直到近些年核能供暖才开始逐渐普及呢？

首先，建造一个热电联产式核能供暖机组需要解决较多的技术问题，一些技术问题的攻关难度很高。

除此之外，仅仅有了技术上的突破还远远不够。核电厂在改造施工的过程中，因其特殊性，施工的安全和技术难度极大；同时，热电联产式核能供暖机组由于需要大量冷水进行冷却，不适宜在缺水的内陆地区进行修建。

另据行业内相关人士表示，若进行跨区域核能

热工程投运；2021年，“暖核一号”二期20.25万千瓦核能供热工程投运，助力海阳市成为全国首个“零碳”供暖城市。吴放说，“暖核一号”二期核能供热工程正式投运后，首个供暖季节约原煤约18万吨，减排二氧化碳约33万吨、烟尘1243吨、氮氧化物2021吨、二氧化硫2138吨；同时，海阳市居民住宅取暖费每建筑平方米较核能供热前下调了一元。

目前，“暖核一号”三期900兆瓦核能供热工程正在按计划稳步推进，计划于2023年底供暖季投运，届时将实现跨区域供热，供热面积可达3000万平方米，能满足约100万人口的取暖需求，同时可替代原煤消耗90万吨、减排二氧化碳165万吨。

一步表示，在核能供暖的整个过程中，只有“蒸汽加热水”和“水加热水”这两种模式，核电站与供暖用户间有多道回路进行物理隔离，回路间只有热量的传递，没有水的交换，也就不会有任何放射性物质进入到用户的暖气管道内。

说白了，使用核能供暖的居民，他们家里暖气管道内的热水，并不是直接从核电站里流出来的，而是经过层层换热后被“捂”热的。核电站只是为供暖企业提供热源，并不直接负责向居民家里供热。

“除此之外，居民家中暖气管里的热水也只是在小区内内部封闭循环，与核电厂层层隔离，没有任何接触，十分安全。”吴放总结道。

供暖，就会涉及到市政规划、管网铺设、热企衔接、费用核算等一系列问题，这些问题虽然不是技术性难题，但可能比攻克技术难题还要耗费功夫。

与此同时，核反应堆需要建在无人居住的海边，或者周围一定范围内没有人烟的区域，为了后期将热量进行传递，需要建设非常长的导热设施，那么热量在传递过程中的损耗有多大，目前尚需进一步研究。

面对种种难题，“暖核一号”的经验或许能够为全国热电联产式核电机组的建设运行提供借鉴。

“我们已经拥有‘园区级’（供热能力30兆瓦）辅汽供热模块、‘县级’（供热能力200兆瓦）抽汽供热模块、‘区域级’（供热能力900兆瓦）大规模抽汽供热模块等多个技术标准化方案，这些方案可向全国进行复制推广。”吴放表示。

## 长知识

近日，明星大S（徐熙媛）家的“天价电费”冲上微博热搜，这套位于台北市的住宅仅7月到9月两个月的电费就折合人民币约21592.416元。这样的“天价电费”一时间在全网引起轩然大波，也让大家产生了很多疑问：21592.416元的电费究竟用了多少电，用这么多度电又是一个什么样的概念？

### 生产1度电要消耗多少资源

要弄明白上述问题，我们首先要了解，什么是1度电。

众所周知，在我们日常的生活里，度是用电的计量单位。1度电又称为1千瓦时的电，即一个功率为1千瓦的用电器连续满负荷工作1个小时消耗的能量就是1千瓦时，也就是1度电。

虽然1度电在我们的日常生活中并不起眼，但是它所蕴含的能量却十分巨大。1度电足够充满13个左右1万毫安的充电宝，让低功率的空调连续工作1.5个小时，让家用LED灯工作20—70小时，让家用电风扇连续吹20个小时左右。

另外，从热量的角度来看，1度电对应的能量有3600000焦耳，约等于860千卡，差不多相当于两个炸鸡腿的热量。

明白了1度电可以做什么，那么从生产方面来看，发出1度电需要消耗多少资源呢？

目前的主流发电方式主要有火力发电、水力发电、风力发电、核能发电等发电方式。以现行的火力发电燃煤标准为例，火电厂生产1度电需要燃烧200—400克标准煤。而风力发电机，也就是我们偶尔会看到的三个扇叶的发电机，它们每旋转1圈可以产生0.1度电。生产1度电需要1台风力发电机工作数分钟。

再来换一个视角看发电情况，三峡水电站1年可以累计发电988亿度；华龙一号核电站机组1年能生产100亿度电，尽管这两个例子让电力看起来非常充足，但以1年的时间跨度来看，电力仍然不是可以随意拿来浪费的资源。

总之，1度电作为电能的基础单位，生产它需要消耗的时间、资源和经济代价依旧不是一个小数目。

### 1度电不起眼却又重要无比

根据2021年统计数据，我国2021年居民人均用电量为831.3度，平均每个月每人约用电69.3度。也就是说，平时我们每天的平均用电量，也就只有两度，这里面包括了我们日常生活中方方面面的用电，比如每天的照明、空调、电视、冰箱、手机、电脑和其他用电设备的用电。

普通的家用空调，在炎炎夏日工作1天也仅仅消耗10度到20度电左右，一般的家用冰箱1天用电也只有1度到2度，平时我们用洗衣机洗一次衣服的用电量在0.3度到1度左右，50英寸的家用液晶电视工作1个小时消耗0.1度电左右。

由此可见，1度电在我们的日常生活中，已经是一个比较大基数的计量单位了，我们眼中小小的1度电，在日常生活却发挥出超乎想象的作用。

知道了1度电的具体含义和作用，我们最后来看看文章开头提到的电费账单到底用了多少度电？账单显示，7—9月两个月累计电费折合人民币21592.416元，我国台湾省也实行阶梯电价政策，即用电越多电费越贵。台媒推算，7—9月，包括公共用电在内，大S家月均用电量超过7000度。这是什么概念呢？

事实上，这样的用电量跟我们日常生活的用电量差距已经非常大了，我们不如换一些比较对象。数据显示，16节长编高铁正常运行时的功率为18752千瓦，也就是说大S住所1个月的用电量足以维持一列正常16节车厢的高铁高速运行20多分钟。

大S家住宅1个月的用电量还相当于100余人1个月的用电总和，维持1台普通家用空调连续工作4个月以上，或者驱动电动车行驶7万公里以上。

这样的用电量可谓是触目惊心。每1度电都意味着要消耗大量的人力、物力和资源，我们在享受电气时代带来的便利的同时，也要坚持勤俭节约的传统美德，“半丝半缕，恒念物力维艰”，珍惜我们日常使用的每1度电，正是这不起眼却又重要无比的1度度电，支撑起了我们日常生活的方方面面。我们随手熄灭的1盏灯，可能正是点亮了我们未来的一束光。

（来源：数字北京科学中心）



本版图片由视觉中国提供



在核能供暖的整个过程中，只有“蒸汽加热水”和“水加热水”这两种模式，核电站与供暖用户间有多道回路进行物理隔离，回路间只有热量的传递，没有水的交换，也就不会有任何放射性物质进入到用户的暖气管道内。

吴放

国家电力投资集团有限公司山东核电有限公司党委书记、董事长

# 泡氡温泉对身体有害还是有益？

## 专家建议：不宜常泡、特殊人群别泡

◎ 本报记者 陈曦

近日，我国北方地区又迎来一轮降温。寒意渐浓，许多人喜欢在这时候去泡温泉。近几年来，一种名为“氡温泉”的温泉品类忽然火了起来，还和“天然”“保健”“贵族”这样的关键词挂上了钩，看起来非常“高大上”。

记者搜索旅游网站发现，全国推出氡温泉养生项目的地方还有不少。那么，到底什么是氡温泉？它是否有养生作用？带着这些问题，科技日报记者采访了天津市地质学会理事长林黎。

### 氡是一种天然放射性惰性气体

打开化学元素周期表，我们就可以看到，氡（Radon）是第86号元素。名字带“气”，表明氡在常温下以气态存在。它不仅是迄今为止地球上天然存在的密度最大的气体之一（密度约是空气的7.5倍），还是自然界中唯一一种以气态存在的放射性元素。与此同时，氡位于化学元素周期表最右列，表明它是外电子满壳的惰性元素。

除此之外，在化学元素周期表中，氡的元素符号Rn被印成了红色，表明它是一种放射性元素，能够发出电离辐射。

“地球上的氡是地壳中天然放射性物质锕在蜕变过程中产生的弱放射性气体。”林黎介绍道，氡通过岩石裂缝、土壤间隙、地下水源（包括温泉）不断向大气中转移和释放。释放到空气中的氡会继续衰变（半衰期为3.85天），蜕变出更多的放射性物质

与其他惰性气体相比，氡易溶于水、油和脂肪，更易溶于空气，因此在温泉开采的过程中，当温泉水经过含氡比较多的地下土壤和岩层时，在压力和温度的作用下，氡便溶解于温泉水中，就形成了所谓的氡温泉。

（氡子体），最终变成稳定的、没有放射性的铅。

其实，看似陌生的氡是人们日常生活中接触最多的放射性元素之一。联合国原子辐射效应委员会给出的数据显示，每人每年接受的天然辐射中，约有一半都来自氡。氡多出现在室内建筑材料中，如花岗岩、砖砂、水泥、石膏等都可能释放氡。由于氡无色、无味，因此我们常常感觉不到它的存在。

林黎介绍，与其他惰性气体相比，氡易溶于水、油和脂肪，更易溶于空气，因此在温泉开采的过程中，当温泉水经过含氡比较多的地下土壤和岩层时，在压力和温度的作用下，氡便溶解于温泉水中，就形成了所谓的氡温泉。因此，氡温泉的分布往往与断裂带和放射性岩体相关。



根据氡的含量不同，氡温泉可以被分为低氡泉（氡浓度小于370贝可/升）、中氡泉（氡浓度在370至1110贝可/升）和高氡泉（氡浓度大于1110贝可/升）。我国氡温泉遍布全国各地，已经开发利用的氡温泉以低氡泉为主，较著名的氡温泉，北有吉林抚松温泉、辽宁汤岗子温泉、北京小汤山温泉、河北平山温塘白鹿温泉和陕西华清池温泉等；南有湖南汝城温泉、广东从化溪流河温泉、广东梅州汤坑丰顺邓屋温泉、浙江泰顺顺天温泉、贵州息烽温泉和四川降礼温泉等。

### 偶尔泡不会对身体产生危害

那么，氡温泉到底有没有特殊功效呢？在网络上搜索氡温泉，网友对其的评价可谓两极分化。

氡温泉的反对者们称，氡是一种放射性元素，对身体有害无益。氡温泉的支持者则认为，氡温泉具有保健功效，进入人体的氡会通过释放出的各种射线，调理心血管功能，可以治疗高血压等心血管疾病。除此之外，氡温泉还能调节人体神经功能，有催眠、镇静和镇痛作用，对神经炎、关节炎等有较

好疗效。而且，氡温泉还能延缓衰老，也有不少人称氡温泉为“返老还童泉”。

“对于氡温泉是否有害，争议点主要集中在电离辐射上。”林黎说，世界卫生组织建议由于室内氡暴露带来的辐射累积剂量应控制在3毫西弗/年，最高不得超过10毫西弗/年。有人曾以白鹿温泉所在的河北省石家庄市平山县温塘镇为例开展过相关研究，结果表明，该温泉水的氡浓度为94至121贝可/升，因洗浴造成的年有效辐射量小于0.01毫西弗，远低于健康限值。

“在保健功能方面，氡温泉的确具有一定的保健功能，但也不要神化它，要科学地看待氡温泉。”林黎表示，我国允许开采和开放的氡温泉都是经过严格的氡浓度监测的，其电离辐射量不会超过健康限值。同时，氡的半衰期比较短，一般只有3.86天，若只是偶尔泡泡，对身体不会产生什么危害。

不过，林黎提醒道，在泡氡温泉的时候还应该注意：氡温泉有别于普通温泉，不宜单次长时间或频繁地使用；婴幼儿和孕妇等特殊人群，应避免泡氡温泉；在泡氡温泉的时候最好在户外泡，如在室内泡应注意通风。