

保供暖，如何向工业要更多“余热”？

蹲点调查

□ 本报记者 王红军 于新悦

11月7日，立冬，雨夹雪，我省持续发布寒潮黄色预警。济南、淄博、潍坊等市均提前启动供暖模式，采暖设施已经逐步升温。

当前，城市集中供暖面积不断扩大，居民供暖需求也不断提高。然而，在煤炭消费压减的大背景下，面对煤炭供应紧张的客观现实，如何以有限的煤炭消费，满足更大区域的供暖需求？利用工业余热供暖，是其中一个重要的着力点。

最近一周时间里，记者在济南、淄博、威海等市蹲点调查发现，工业余热供暖已成为清洁供暖的一条新路径。但是，向工业要“余热”，有很大的潜力可挖，也有许多问题亟待破解。

“双城记”，43.3公里长输管网送热

11月5日下午2点，济南能源集团今冬供暖热调试正式启动，热源单位不同吨位的锅炉陆续投入热调试。其中，章丘长输管网温度已升至41℃。

“热网系统正在稳步升温。”当记者来到华电章丘发电有限公司时，运行分场汽机专工郭雷正带着巡检设备，“我们1天3班倒，每2小时检查一次设备，确保供暖稳定。”

实际上，从11月2日开始，华电章丘已经率先行动起来，开启了济南、章丘“双城”供热管网热态调试，并逐步达到供暖温度。

华电章丘调度部主任张钦鹏说，一条直径1.4米、长度43.3公里的长输管网，横跨章丘区通向济南东部城区，这就是“双城”供热新模式。

这一模式始于2015年长输管网的建设。“伴随着济南东部发展，东部城区供热缺口越来越大，2015年建成长距离供热管道，成功实现了‘跨区’供热。”张钦鹏说。

11年前，该公司章丘供热站建成，由单一发电向热电联产转型，第一次开始向章丘城区供热。当时，章丘只有城区部分小区采取集中供暖，其余都是由周边小锅炉采取分散式供应，供热效果不好不说，还经常因为设备损坏停暖。

张钦鹏说，公司成立初期，供热面积只有不到400万平方米，但今年承担章丘区以及济南东部城区供热面积已突破3000万平方米，总供热量超过1000万吉焦。

“这成功解决了济南东部热源匮乏的情况。”济南热力集团生产管理部经理王童说，随着济南东部发展，一年新入网小区就有几百万平方米，公司进行了近期、中长期用热负荷调研，而燃煤热源厂开始受限，最终长距离找到了热源。

华电章丘供热能力的提升，主要是得益于两项关键技术：一是2台机组的高背压循环水供热改造，二是2台机组低背压“切缸”改造，全厂供热能力突破3300万平方米。华电章丘生产技术部副主任邱化海说，高背压改造后的机组，回收了凉水塔带走的热量，用于给居民供热，就相当于“用千家万户的暖气片代替了机组的凉水塔”，巧妙的能量转换就实现了能源利用效率大幅提升，一次能源利用率从40%升至80%。

2019年12月2日，华电章丘3号机组“切低背压缸”顺利投入运行，这也是华电山东地区“第一切”。“这项技术起源于欧洲，不仅新增清洁供热能力250万平方米，同时大幅度提高机组的热电比，实现汽轮机抽汽、纯凝、背压全工况运行，并能够灵活切换。”邱化海说。

在威海热电集团，企业不仅利用冷却塔的热能形成循环水，实现能源的梯级利用，还在探索利用起了“烟气”。

目前，威海热电集团锅炉效率在88%-92%，剩下的约10%的热量还能怎么利用？“损失的约10%热量中，有一半是通过烟气损失的，这一部分热是低品质热，温度比较低，约120-130℃。”威海热电集团有限公司生产管理与技术部部长李明磊说。

今年，威海热电集团在文登的4号锅炉安装了低低温省煤器，把烟气中的热量收集起来。“这部分烟气还有一定的腐蚀性，所以需要一些耐腐蚀的高品质材料去吸收热量。”

除了烟气，还有脱硫塔浆液中的热量可以利用。李明磊说，脱硫塔浆液中能“提取”出的热量比烟气更多。通过回收烟气和浆液中的热量，可以提高锅炉效率5%-10%。

他表示，现在余热利用的形式很多，他们也已经试验了多种，上述两种方式成本相对较低，每个锅炉投资300多万元就能实现。“我们准备明年将这两种方式大规模推广。”

据公开资料显示，2019年，省住建厅、省发改委等4部门联合出台了《全省工业余热和新能源供暖实施方案》，要求利用5年内完成3000万千瓦时大容量高效机组余热供暖改造1.6亿平方米。其中，2019年全省大容量高效机组余热和新能源改造完成5255.3万平方米，2020年完成大容量高效机组余热供暖改造4450万平方米。

“挖潜”，还有哪些工业余热资源

地处淄博市淄川区龙泉镇的涓二社区，因为距离城区较远，难以集中供热，最初就由社区用煤炭烧锅炉供暖。2008年“上楼”的苗连忠，当时家里供暖后室温保持在17℃左右。



图①：华电章丘发电有限公司济南供热站内的热网加热器。（□记者 王红军 通讯员 李子钉 报道）图②：日前，华电章丘运行人员在运行供热设备调试。（□记者 王红军 通讯员 李子钉 报道）图③：11月8日，淄博市环保供热有限公司工作人员冒雪检修供暖管道。（□记者 于新悦 通讯员 林静 报道）

相关新闻

温暖过冬，山东各地在行动

□ 本报记者 于新悦 王红军

11月6日夜回到8日，受寒潮天气影响，我省大部分地区出现强降温、大风和雨雪天气，为防御寒潮，多地陆续发布提前供暖公告。

11月5日下午2点，随着济南能源集团所属热电集团浆水泉热源厂点火，济南能源集团今冬供暖热调试正式启动。济南热电集团北郊热电厂、南郊热电厂、金鸡岭热电厂、浆水泉热源厂、莲花山热源厂等热源单位不同吨位的锅炉也陆续投入供热调试。

淄博市热力集团决定于5日起进入热态调试运行阶段，在此期间，居民家中将逐渐热起来，到11月12日24时将达到全面稳定运行标准。

11月5日，滨州市公用事业集团权属企业滨州热力有限公司，确定于11月6日启动城区供暖提温工作。济宁市将中心城区2021-2022

他说：“我家是4楼，温度算是高的，一些楼头的住户，也就12度左右。”温度低的同时，供暖还不稳定，尤其是遇到锅炉检修、管道出问题等，小区经常面临停暖。

从2018年开始，山东能源淄矿集团东华水泥公司开始利用水泥熟料生产过程中产生的余热为涓二社区供暖。“一下子暖和了，冬天家里能到24℃。”苗连忠说，社区烧锅炉时，一个取暖季要交1700多元，现在取暖费24元/平方米，90平方米的房子，取暖费也不多。

11月4日上午，东华水泥公司厂区内机器轰鸣，两条水泥熟料生产线正在运作。该公司熟料公司副经理张利说，水泥生产过程中，石灰石等原料要在回转窑内进行煅烧，余热主要有两种形式：排出的烟气中带的热量和回转窑的辐射热。

在不加利用的情况下，窑炉排出的烟气温度高达300多℃，排到大气中既造成空气温度增高，也不利于环境保护，还白白浪费了热量。2006年11月，东华水泥公司第一台水泥低背压余热发电机组正式并网发电。2008年6月，二期机组正式并网发电。

对于烟气，利用换热器把烟气中的热量转换成蒸汽或热水，利用蒸汽进行发电，热水进行供暖或洗澡等。而回转窑的辐射热，主要通过安装在窑体周围安装换热器，把热量收集起来，同样转换成蒸汽或热水，用于发电或供暖。

张利说，熟料生产线的余热资源，能够为周边小区供暖15万平方米，还能转化为电能，年发电量8500万kwh，可承担两条熟料生产线50%的用电需求。

他说：“一般来说，水泥生产企业的热效率能达到50%，我们通过一系列的余热利用，目前热效率能达到65%左右。”

但是，这距离将余热“吃干榨净”还有距离。“现在排到空气中的烟气还在100℃左右，理论上达到常温排出才是将余热利用彻底，但技术上目前还很难实现。”张利说。

此外，回转窑换热罩目前只能回收罩体散热不足1/10的热量，东华水泥公司为此成立了院士工作站，研发运用新技术对辐射热收集进行提升改造，提高收集效率。“我们也在研究余热制冷项目，到时可以满足夏天厂区内的降温需求，进一步节能降耗。”张利说。

年度采暖期集中供暖时间统一提前至11月6日12时。

11月5日，德州市平原县决定11月6日启动集中供暖，德州陵城区11月7日集中供暖正式点火，齐河县于11月6日上午8点供热。

潍坊市人民政府办公室11月4日发布通知，中心城区(奎文区、潍城区、坊子区、寒亭区、高新开发区、综合保税区)于11月6日12时启动居民达标供暖。

日照市决定，市直管区域(东港区、高新区范围)、岚山区、经开区、山海天于11月6日24时开栓试供热。莒县已于11月3日启动试供热。

烟台市城市集中供暖11月6日开始低温运行，11月7日凌晨，华电莱州发电有限公司开启供热模式开始对莱州市城区供暖。

由于今年气温比往年同期降幅较大，供暖部门提早行动，全力做好今冬供热前期准备工作，保障人民群众温暖过冬。

济宁市鱼台县热力公司工作人员对重点管辖范围内的74个换热站、供热二次管网以及其他管道设施进行检修保养，并且加快在建工程施工进度，确保按时保质供暖。

东营市东营区今年筹集资金近1亿元，对西城133个社会化小区暖网进行改造维修。从9月份开始，油城热力对所属供热系统304座热电厂、600余个住宅小区的供暖系统提前进行冷态打水试压，目前，供热系统已按计划逐步开始冷运。

淄博市热力集团加强应急调峰热源准备，自备3台70MW、1台58MW超超临界调峰燃煤锅炉和2台21MW分布式调峰燃气锅炉均已调峰完成调试工作，同时完成锅炉运行、化验等工作人员岗前培训。

冬季供暖是民生工程，更是责任工程、民生工程。

11月4日，在淄博市高新区开泰首站，控制室内的工作人员正忙碌有序地进行着各项准备工作，调试管网数据，检修仪器、阀门，随时开启正常供暖。

这是淄博热力有限公司目前最大的工业余热利用项目，总投资约3000万元，设计最大供热能力150兆瓦，供热规模约330万平方米。

淄博热力有限公司余热供热分公司经理曲刚说，该项目通过溴化锂吸收式热泵，提取企业的循环水余热，配套尖峰加热器提温供热，将不能直接利用的低温度热变为高品位热能。

与开泰首站一路之隔的是金晶首站，利用同样的工艺提取玻璃窑炉生产线降温余热，经提温后，可以满足主城区约120万平方米的供热需求。

淄博先后建设了山东开泰、汇丰石化、山铝铝业、金晶玻璃等余热供暖项目，涉及石化、冶金、玻璃等工业产业；全市共建成工业余热回收热泵15台，共430兆瓦，供热面积达1000多万平方米。

“从目前来看，城市集中供暖主要还是依靠热电联产机组或燃煤锅炉供热，工业余热供暖面积占比并不高。”省科学院生态研究所所长许崇庆说，我省工业体系发达，尤其是6大高耗能行业综合能耗超过万吨标准煤的企业数量数百家，蕴含大量余热资源。据他的团队初步测算，电力行业供热潜力最大，钢铁和化工、石化行业次之。“大量的余热资源，还没有得到充分利用。”许崇庆说。

“满负荷”，保供暖还有新压力

在威海热电集团各下属分公司的煤场，一辆辆大型货车鱼贯而入，正将供暖用煤源源不断运入煤场。保供，成为首要任务。

威海热电集团有关人士说，当地供热主管部门加强煤炭调度，组织供热企业多渠道、多批次订购燃煤，目前总储煤量已达60万吨，至少能够保证45天以上的用量。

“目前济南热电集团煤炭储量已经达到50万吨，能够保证一个多月的正常供暖。”王童说，随着煤炭的消耗，我们也会继续到各地去采购。

华电章丘有关人士说，公司24小时盯守长

都能达到比较舒适的温度。李英说，智慧热网建立起来以后，供暖质量有了很大提高，“标准户”家中都能实现20℃左右的舒适温度。“标准户”是在楼中、上下楼邻居都有供暖、以及整个单元供暖达到一定数量的住户，而对于新小区、海边小区等居住户数较少的小区里的“散户”，达到舒适温度还有一定难度。“这对我们的精细化调控要求更高。”

李英说，要实现每户精准控制，需要比现在的“单元控”更进一步。但目前全国范围来看，能够大面积实现“户控”的还没有，这既需要很高的成本，也对硬件设施和软件系统都提出了更高的要求。

高新区供热公司调度中心辖区共568个换热站，在网面积约3742万平方米，在网户数约32万户，其中热计量用户15万余户。李英说，经过多年的不断完善，能耗每年都在下降，近年来综合耗热量逐年下降。

“一改多赢”，余热利用率为何还不高？

在济南市平阴县孔村镇，孔村社区已经连续集中供暖10年了，普通居民取暖费13元/平方米，商户17元/平方米，这个价格只有济南市区供暖价格的一半左右。

这是当地物价部门对供热公司成本审核后的定价，企业仍然处于盈利状态，因为他们的热源全部是工业余热。供暖第一年，他们就收回了220多万元的取暖费用。

作为“全国炭素工业第一镇”，孔村镇拥有得天独厚的炭素工业优势，8家炭素企业生产过程中产生的余热，可为200万平方米的建筑供暖。过去，这些余热资源白白浪费了，现在成了价格低廉的热源。孔村镇也成为济南市首个实现集中供暖的乡镇。

一位炭素企业负责人说，利用炭素煅烧炉中排放的高温烟气余热，生产出蒸汽带动发电机发电，然后再利用蒸汽给水加热，将高温水往用户家里供暖。“现在余热发电厂一年可以给公司省下几千万元电费，余热供暖还可以给公司一年带来180万元左右的收益。”

在记者调查采访时，多家企业都提供了余热利用的相关统计数字：

华电章丘上一个供暖季实际供热面积突破2700万平方米，在同等供热能力下，可减少二氧化碳7800吨、氮氧化物2665吨、烟尘1800吨；

淄博市高新区开泰首站和金晶首站，每个供暖期可提取余热约27万吉焦，折标煤9200吨，减排二氧化碳2.4万吨，二氧化硫78吨，氮氧化物68吨……

许崇庆说：“工业余热供暖，对政府来说可以减少煤炭消费量，供暖财政支出，对居民来说能以低价取暖，对企业来说可以增加经济效益，是‘一改多赢’的民心工程。”

去年，许崇庆带领团队就外省余热利用进行了调研。以山西大同市为例，自2010年至今，该市集中供热面积由4700万平方米增至8650万平方米，通过余热供暖改造完全满足了新增城市供热需求。而余热利用改造后，电厂供热价格仅为20元/吉焦，换算成居民采暖价格仅为14.06元/平方米，供热公司也不再需要政府补贴来维持运营。

但是，工业余热利用率为何不高呢？“工业企业一般距离市区较远，长距离运输投资太大。”一位热力集团人士表示，这里面既有管网建设的成本，也有长距离运输的能耗成本，还面临着配套维修困难等问题，需要统筹考虑社会效益和经济效益，尤其是要算好经济账。

孙荣峰认为，这里面有利益分割的障碍，能源集团“热情不高”，一是不控制热源厂经营权，热源价格就不好把控；二是不能保证热源的稳定性。尤其是工业余热供暖，与企业的生产密切相关，突然有故障要停产检修，供不上热了怎么办？供热企业如何提升供热能力是急需解决的问题。

许崇庆说，传统供暖方式与余热供暖方式利益分配存在矛盾，导致有余热资源的企业虽有参与城市集中供暖的积极性，却因人网难而止步。此外，部分城市供热缺乏统筹规划，供热体系呈现“网格状”形态，少数县市的供热由多家供热公司承担，造成锅炉或机组运行负荷低、效率差。他建议推进管网建设运营与热源供应脱钩，形成政府负责管网建设、专业公司运营、热源市场竞价入网的机制，畅通工业余热入网，优先采用余热供暖，从根本上改善供热在利益分配上的矛盾。

许崇庆说，在全面摸清余热资源底数的基础上，我们可以选择具备一定基础的区域，制定相关支持政策，进行工业余热利用工程示范，并逐步推广。

据了解，到2025年，淄博市新增工业余热供热面积2500万平方米，重点区域基本实现供热管网互联互通。“按照规划，我们将把高新区、张店区、周村区、桓台县等连接起来，打通区域之间、热源之间的壁垒。”曲刚说。

威海市是全省较早进行智慧热网建设的城市。11月5日下午，在威海热电集团高新区供热公司智慧热网调度中心大屏上，各个锅炉、汽机开停状态、负荷情况，以及各供暖主线的温度、压力、流量、供热热量等运行参数实时显示。

该公司生产技术科副科长李英说，通过智能控制调节阀，实现对楼栋单元的水量热量控制。“我们在用户家中安装热表，可以监测水量、温度等并传回系统，如果回水温度比预定的高了或低了，我们可以通过智能控制调节阀实现温度控制。”李英说。

威海热电集团提出的目标是实现每家每户



扫码查看

蹲点调查

专题报道