



## 中国清洁供热产业发展报告（2020）

### 精简版

据清洁供热产业委员会（CHIC）不完全统计，截至 2019 年底，我国北方地区供热总面积 211 亿平方米（城镇供热面积 141 亿平方米，农村供热面积 70 亿平方米），其中，清洁供热面积 116 亿平方米，清洁供热率达 55%。全国涉及清洁供热企业 8200 家，实现总收入 8900 亿元，从业人员超过 117 万人，清洁供热产业正成为快速成长的新兴产业和国民经济的组成部分。

《中国清洁供热产业发展报告 2020》是清洁供热产业系列年度报告，由清洁供热产业委员会（CHIC）组织，国务院发展研究中心周宏春研究员领衔编制，报告分现状篇、政策篇、标准篇、地区篇、案例篇、观点篇、展望篇共 7 个篇章，总计约 21 万字。讨论了清洁供热的内涵、分析了清洁供热产业发展现状；梳理了国家和地方的产业政策、规划，推介了规划目标、政策重点和清洁供热试点城市实施内容；对不同供热方式和技术进行了技术经济评价，并提出指标体系和评价指标运用愿景；展示了技术和投融资的大量案例。

#### 一、现状篇

清洁供热是指因地制宜使用清洁化能源（热源），直接或通过高效输配管网为热用户提供安全绿色经济热能的供热方式，实质是要求热能的生产、输配及使用的全过程实现安全节能环保。

广义的清洁供热，是指为工业、农业和建筑等所有生产生活场所供应热水和蒸汽的供热方式。主要是指因地制宜使用清洁化能源（热源），直接或通过高效输配管网为热用户提供绿色、经济高效热能的供热方式。不仅覆盖清洁化能源（热源）、高效输配管网（热网）、节能建筑（热用户）等全过程，还包含供热之外的方案设计、融资服务、节能改造、工程施工、精细管理及智慧运营等环节。狭义的清洁供热，主要是建筑清洁供暖，指高效利用天然气、电、地热、生物质、太阳能、风能、空气能、工业余热、燃煤清洁利用及核能等清洁化能源（热源），直接或通过高效输配管网（热网）为节能建筑（热用户）提供绿色、经济热能的供暖方式。

截至 2019 年底，我国北方地区供热总面积 211 亿平方米，其中城镇供热面积 141 亿平方米，农村供热面积 70 亿平方米（如图 1 所示）。



图 1 北方地区供热面积

清洁供暖面积为 116 亿平方米，清洁供暖率为 55%（如图 2 所示）。全国涉及清洁供热企业有 8200 家，实现总收入 8900 亿元，从业人员超过 117 万人，清洁供热产业正成为快速成长的新兴产业和国民经济的组成部分。



图 2 北方地区清洁供暖概况

集中供热是我国北方地区冬季取暖的主要方式，集中供热面积约占北方地区城乡总采暖面积的 57%。城市集中供热面积由 2009 年的 37.96 亿平方米，上升到 2018 年的 90.12 亿平方米，年均递增 10.08%。2018 年集中供热固定资产投资总额在 655 亿元左右，同比增长 12%，分户式供暖市场规模达到约 252 亿元，同比增速有所放缓。

2018 年，我国能源生产总体稳中有升，达到 37.7 亿吨标准煤，同比增长 5.0%，达到 7 年来的最高水平。化石能源生产占比 81.8%，同比下降 0.5 个百分点，其中原煤生产占比 69.1%。非化石能源生产占比 18.2%，我国已成为世界水电、风电、太阳能发电装机第一大国。2018 年，我国能源消费总量

为 46.4 亿吨标准煤，同比增长约 3.3%，增速比 2017 年提高 0.4 个百分点，是自 2013 年以来增长最快的一年。非化石能源和天然气是能源消费增长的主要动力。2018 年，非化石能源消费比重达到 14.3%，煤炭消费比重下降到 59.0%，煤炭所占比重下降约 1.4 个百分点。天然气、水电、核电、风电等清洁能源消费占能源消费总量的比重达到 22.1%，同比提高约 1.3 个百分点。

富煤、贫油、少气的能源资源禀赋决定了我国清洁供热要立足于煤炭高效清洁利用，充分挖掘余热利用潜力，供热产业清洁化、高效化、智能化的转型过程伴随着能源的转型过程。能源转型过程中，非化石能源比重不断提高，非化石能源利用形式主要是电力，随着电力在终端能源中的消费比例不断提高，其在清洁供热领域的应用也不断扩大。2018 年，建筑冬季取暖消费热能折算到标准煤约 1.5 亿吨，其中约 51% 由散煤燃烧提供。

从热源侧来看，我国北方地区清洁供热的热源基本形成以超低排放燃煤热电联产为主、天然气供暖为辅、其它热源补充的格局。约 56% 的热源以燃煤清洁利用为主，超低排放燃煤热电联产占 50% 左右，是最主要的方式；其次是天然气供暖，占比约 30%，燃煤锅炉、电供暖、工业余热占比较低（如图 3）。

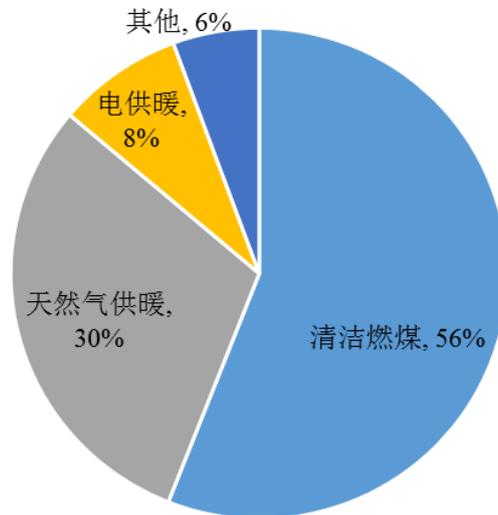


图 3 2018 年中国北方地区清洁供暖热源结构

截至 2018 年底，第一批纳入中央财政支持的 12 个试点城市（天津、石家庄、唐山、保定、廊坊、衡水、太原、济南、郑州、开封、鹤壁、新乡）清洁供暖面积共达到 22.9 亿平方米，清洁供暖率达到 72%，其中城市城区清洁供暖率 96%、县城和城乡结合部清洁供暖率 76%、农村地区清洁供暖率 51%，清洁供暖率完成情况接近重点城市 2021 年目标值。

总体上看，城镇清洁供暖大多进入扫尾阶段，不少农村的清洁供暖开始起步，面临的许多遗留问



题需要解决。一是取暖成本明显增加，尽管有补贴支持，农村地区“煤改气”“煤改电”后取暖费用大幅度增长，少数地方前期技术路线论证不足、选择不当，改造后居民改而不用或舍不得用。二是地方财政补贴压力大，每年省、市、县三级财政补贴负担较重，个别地区市、县财政补贴已达极限，难以继续扩大并且持续补贴。三是企业投资回收慢，政府大多采用事后补贴模式，部分地区出现未能完全兑现补贴的现象，剧烈的市场竞争给企业经营带来了较大压力。四是工程 and 产品质量存在隐患，受政策红利影响，许多地区的设备生产、供应、工程建设等企业鱼龙混杂，企业降低配置或降低服务规格，存在较大的质量隐患。五是农村供暖成为难啃的“骨头”，农村地区燃气管网条件普遍较差，配电网网架较弱，需要大量投资进入，建筑能效较低，能源浪费严重，推广难度较大。

## 二、政策篇

依据中央政策导向，各供热地区制定了相应规划、政策、措施，共同推进清洁供热产业健康发展，保障人民群众取暖需求。报告全面梳理了 2016-2019 年中央及重点地区清洁供热相关政策和规划，详细列出了政策清单。其中，中央部门政策部分按内容分为导向类、目的类、鼓励类、财政优惠类及规划类五类，不同类别之间稍微有些重合，并在主要内容中加以区分；地方政策部分按区域分为华北、西北以及长江经济带三大类。

表 1 中央及地方政策简表（部分）

中央政策		地方政策	
年份	文件名称	年份	文件名称
2016	关于推进电能替代的指导意见	2016	北京：关于印发 2016 年北京市农村地区村庄“煤改清洁能源”和“减煤换煤”工作方案的通知
2016	关于印发“十三五”节能减排综合工作方案的通知	2016	北京：北京市“十三五”时期环境保护和生态建设规划
2016	关于印发能源发展“十三五”规划的通知	2016	北京：北京市“十三五”时期节能低碳和循环经济全民行动计划
2017	北方重点地区冬季清洁取暖“煤改气”气源保障总体方案	2016	陕西：关于印发“治污降霾·保卫蓝天”2016 年工作方案的方案的通知
2017	关于开展中央财政支持北方地区冬季清洁取暖试点工作的通知	2017	北京：关于本市清洁采暖用电气价格的通知
2017	关于印发北方地区清洁供暖价格政策意见的通知	2017	天津：关于印发天津市居民冬季清洁取暖工作方案的方案的通知
2017	关于对 2017 年北方地区冬季清洁取暖试点城市名单进行公示的通知	2017	天津：天津市清洁供暖替代项目整体实施方案
2017	关于印发建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划的通知	2017	河北：关于进一步加强城市供热专项规划修编工作的通知



2017	关于做好 2017—2018 年采暖季清洁供热工作的通知	2017	河北：关于强力推进大气污染综合治理的意见
2017	北方地区冬季清洁取暖规划（2017—2021 年）	2017	山西：关于印发山西省大气污染防治 2017 年行动计划的通知
2018	关于对第二批中央财政支持北方地区冬季清洁取暖试点城市名单进行公示的通知	2017	山西：关于山西省清洁采暖用电价格及有关事项的通知
2018	打赢蓝天保卫战三年行动计划	2017	内蒙古：关于组织实施好风电清洁供暖项目的通知
2018	关于扩大中央财政支持北方地区冬季清洁取暖城市试点的通知	2017	新疆：自治区可再生能源清洁取暖方案（2017 年—2021 年）
2018	关于印发京津冀及周边地区 2018—2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案的通知	2018	北京：关于印发北京市打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知
2018	关于印发汾渭平原 2018—2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案的通知	2018	天津：天津市 2018—2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案
2018	关于印发长三角地区 2018—2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案的通知	2018	山西：山西省冬季清洁取暖实施方案
2018	关于做好 2018—2019 年采暖季清洁供暖工作的通知	2018	甘肃：甘肃省冬季清洁取暖总体方案（2017—2021 年）
2018	关于做好 2018—2019 年采暖季清洁供暖工作的通知	2018	青海：关于推进冬季城镇清洁供暖的实施意见
2019	关于印发<京津冀及周边地区 2019—2020 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案>的通知	2019	北京：北京市污染防治攻坚战 2019 年行动计划
2019	汾渭平原 2019—2020 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案	2019	北京：关于印发关于完善北京市城镇居民“煤改电”居民采暖季电价优惠政策的意见的函
2019	长三角地区 2019—2020 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案	2019	北京：北京市住房城乡建设系统打赢蓝天保卫战 2019 年行动计划实施方案
2019	关于延续供热企业增值税 房产税 城镇土地使用税优惠政策的通知	2019	河北：关于印发河北省城镇供热“十三五”规划 中期评估报告的通知

中央部门和地方的政策导向基本一致。中央方面，导向类政策要求逐步调控煤电发展，调整能源结构，推进清洁供暖；目的类政策围绕大气污染治理、实现生态环境改善的总体目标；鼓励政策明确了煤炭清洁高效利用及可再生能源替代的方向；政策优惠倾向于支持清洁取暖城市试点，实行“煤改”补贴；规划类政策要求“十三五”规划坚持因地制宜，加快可再生能源的开发与推广。地方政策主要围绕三个方面：京津冀及周边地区率先实现清洁供暖、西北地区增加清洁能源供应以实现热源清洁化、长江经济带加强散煤治理并推进电能替代。

在梳理政策的基础上，分析得出最新政策重点：一是热源端清洁化改造，解决散煤燃烧问题；二是将“煤改气”“煤改电”作为清洁供暖推广重点；三是供热管网与建筑节能改造；四是用户侧进行财政补贴，鼓励使用清洁化供热方式。从“煤改气”到“因地制宜”，从“污染物排放最少”到“运行成本最低”，从农村“煤改电、煤改气”面临“双高”到“生物质天然气产业化发展”，清洁供暖政策不



断调整体现了民生为本的政策导向。报告也指出，虽然中央和地方出台了专门规划和相关政策，但各地推进、热源占比、技术路线等问题，并未形成共识。因此，需要加强顶层设计，以构建“安全、高效、清洁、经济、智能”的供热系统为发展目标；并将建筑节能改造放在重要位置，以提高供热效率；完善补贴政策，形成长效机制。

清洁供暖工程实施中出现政策执行走样、传导机制效率低下等问题。自2017年实施北方地区清洁取暖试点城市以来，相关城市均成立了工作领导小组，负责清洁供暖工程规划、建设、管理和运营的统一协调工作。然而，由于传导机制效率低，经常出现政策刚传达到基层又下发新政策的情形，政策变化快成为实施难的重要原因，基层群众没有收到清洁供暖的预期效益。

要分类施策，持续推进清洁供暖工程，在加强顶层设计基础上，各地要制定推进计划，制定好实施“工程图”，相关规划论证应有当地能源主管部门和电力、天然气等相关企业参与，以保证热源供应可靠性、稳定性；清洁供暖方案的技术经济性、可行性，也应当委托第三方进行专业评估；既要杜绝“大干快上”，又要力求精准高效，以保证工程施工质量和可持续运行；要坚持科学供暖，采取正确办法推进“双代”工作；推广先进适用技术、成熟经验和商业模式；积极利用低品位工业余热、浅层地热能、污水/河水源热泵、空气能，大力发展可再生能源供热。

### 三、标准篇

#### （1）集中供热体系的国家标准

综合国家清洁供热标准，规定了供热服务的术语和定义、总则、供热质量、运行与维护、业务与信息、文明施工、保险与理赔及服务质量评价等，包括工业余热分类、等级及余热资源计算方法；热量单位、符号及换算；技术文件用热工图形符号与文字代号；城市燃气分类；建筑采暖通风空调净化设备设计量单位及符号；采暖、通风、空调、净化设备；各类术语等。

多数标准规定适用于供暖系统且供热介质为热水，热源至建筑物热力入口，城镇供热系统能耗评价的计算。一个完整的供热系统还包括室内供暖系统，而室内部分是暖通专业范围，因此多类标准的城镇供热系统仅适用于热源至热力入口。

标准适用于以热水为介质供应民用建筑供热系统参与供热过程各方应达到的服务要求，包括城镇供热经营企业向热用户提供的供热服务，热用户合理用热，热用户、相关管理部门及机构对供热服务质量的评价。同时能源局、国家发展改革委、财政部、生态环境部、住房和城乡建设部牵头，市场监管总局等要求燃气壁挂炉能效标准不得低于二级水平。



## （2）地方供热标准与模式评价

通过重点工程的分析，找到标准制定的方式方法以及制定标准的现实依据，如余热暖民工程、燃煤工业锅炉节能环保综合提升工程、电机系统能效提升工程、绿色照明工程、重点用能单位综合能效提升工程、合同能源管理推进工程、城镇化节能升级改造工程、煤炭消费减量替代工程、能量系统优化工程、节能技术产业化示范工程。

城镇供热评价指标，是对供热模式可持续发展水平的综合反映。以城镇供热可持续发展目标多元化为依据，以全面性、科学性、层次性、可比性、可操作性为原则，确定合理的评价指标。将影响城镇供热可持续发展的因素划分出层次，通过层次分析法进行分析。

## （3）行业标准与认证服务

现行供热行业技术标准体系分为工程标准体系和产品标准体系两大类。供热行业工程标准体系主要分为基础标准、通用标准和专用标准三个层次，同时分为供热系统、供热热源、供热管网三个门类；热行业产品标准体系主要分为基础标准、通用标准和专用标准三个层次，同时分为供热系统、供热热源、供热管网、换热站四个门类。

供热行业绩效考核具有重要意义。一是供热行业监管的需要。加强对市场要素（供热企业和从业人员）的监督管理，才能完全激发供热企业和人员的积极性。二是提高供热行业服务质量与水平的需要。对进入供热市场的所有企业的市场活动和服务结果进行全面、全过程的考核评价，能够准确把握供热行业运营服务市场的情况和水平差异，有利于促进集中供热行业管理水平。三是有效的奖惩机制。良好的绩效考核会对供热企业的激励和奖惩起到促进作用，反过来有效的激励和奖惩会激活供热企业的市场行为，产生正向效应。四是服务资源有效配置的需要。及时发现存在的问题，优化服务资源配置，市场资源效益最大化，提高行业政府监管的整体水平。

清洁供热作为一项新兴产业，需要行业标准与服务认证引领。CHIC 及清洁供热相关机构支持国家认证认可监督管理委员会（CNCA）批准的第三方认证机构—北京信标认证有限公司（BBC）开展清洁供热服务认证工作，旨在通过开展清洁供热服务认证，贯彻落实国家清洁供热政策法规，规范清洁供热服务标准，提升行业整体服务水平，从而推动中国清洁供热产业健康持续发展。清洁供热服务认证是第三方认证机构按照认证规则证明清洁供热企业提供的服务或产品符合相关标准和技术规范要求的合格评定活动。认证范围覆盖投资运营和技术产品两类清洁供热企业。认证针对企业提供的清洁供热服务，从服务能力（SC）、服务过程（SP）和服务绩效（PI）三个维度，结合 19 个二级指标和 35 个三级指标，综合评定企业清洁供热服务等级。认证证书分为 3A、4A、5A 三个等级，等级越高代表



企业综合实力和服务水平越高，等级证书的权威性、公正性受国家法律保护。

表 2 清洁供热服务认证等级标准

证书等级	参考标准
AAA	清洁供热优秀企业，技术产品实用，服务质量优良
AAAA	清洁供热杰出企业，技术产品先进，服务质量一流
AAAAA	清洁供热品牌企业，技术产品领先，服务质量卓越

#### (4) 企业评价体系构建

在清洁供热企业的领域内，多是地方政府根据集合当地实际情况制定供热企业评级标准。供热系统评价能够规范和指导供热系统向着安全、节能、卫生、环保方向发展。目前评价研究工作主要集中在评价不同的供热方式及不同供热方式间的组合模式上。

为了评价系统监测与控制能力可从以下五个方面考虑：运行参数的自动监测、换热站与热用户自动调控、负荷预报及热源供热量调节、故障诊断与预警、健全运行数据库。对于评价指标分析与计算，既要注意研究供热系统的扩展性（系统总热源出力、储能情况、管段流量承载富裕度、管网输送能力），又要注重灵活柔性评价（热源的调峰能力）。

### 四、地区篇

清洁供暖本质上是在满足建筑物内冷暖舒适的条件下消耗最少的化石能源、排放最少的污染物。由于各地资源禀赋和供需关系存在较大差异，应该采取何种方式供暖，未来规划的清洁供热技术如何，都需结合地区特点确定。因此可以按照地域位置将城市供热分为北方严寒地区、中部寒冷地区和夏热冬冷地区。

表 3 清洁供热地区划分

	区域	典型省份/地区
城市供热	北方严寒地区	黑龙江、吉林、辽宁、蒙东地区
	中部寒冷地区	河北、山西、河南、山东
	夏热冬冷地区	四川、湖北、安徽、江苏
小城镇与农村供热	—	—

#### (1) 北方严寒地区城市清洁供热规划与方案选择



综合热电联产、生物质资源和工业余热三类清洁热源，即可满足目前该区域内所有供热负荷，城市污水与生活垃圾占比较小，可以集中处理作为城市热源的补充。总体上看，该地区的清洁供热首先应该充分发挥现有热电厂供热能力，推广热电厂乏汽余热回收，增加电厂供热能力。同时，因地制宜，尽可能开发生物质资源，用生物质锅炉代替现有的燃煤锅炉供热，并在工业余热丰富的大型工厂附近考虑采用工业余热供暖。

大城市与小城镇有很大的差异。大城市中拥有热电联产资源和工业余热资源的相对较多，通过中低温余热可以显著提升供热能力，生物质补热仅占 20%左右。而小城镇中现状大多以燃煤锅炉为主，规划后生物质供热量提高到占近 60%，可以使燃煤锅炉用量大幅度降低。

以呼和浩特为例。呼市虽然工业余热、农业生物质资源较为匮乏，但电厂资源较为丰富。一方面，现有热电厂仍有较大的供热潜力可以挖掘；另一方面，通过采用长输形式充分利用周边电厂（盛乐、托克托），可以大大增加热电联产供热能力，使其完全可以满足呼市供热需求。基于清洁供暖基本思想，结合呼和浩特市清洁热源资源特点，呼和浩特市供热热源规划应遵循的原则是：以热电联产为基本热源，以燃气为调峰热源，尽可能停用燃煤锅炉。

以包头为例。目前，包头市集中供热方式主要以热电联产为主，清洁能源为辅，逐渐形成“八源一网双备，多元补充”的供热格局。包头市热电联产发展形势良好，电厂资源极为丰富，未来热源较为充足。充分挖掘热电厂供热潜力和工业余热供热潜力，保持并进一步发展“以热电联产为主，其他清洁热源为辅”的供热格局。

## （2）寒冷地区城市清洁供热规划与方案选择

从城镇发展上来看，大量的工业企业位于这一区域，包括多个工业聚集区。同时城镇中拥有火力电厂的比例也相对较高。虽然河南和山东省也存在较多农业，但由于这些地区人口密集，实际生物质资源并不丰富，无法作为主力热源。因此，中部地区建议优先发展热电厂和工业余热资源供热，承担大部分城镇的基础负荷，剩余负荷由垃圾污水资源、生物质资源或者常规的化石能源补充。由于中部地区负荷密集，众多城市中现有的清洁热源不足以承担基础负荷。此外。通过持续进行建筑节能改造来降低需求。

在未来规划中，可考虑统筹集中供热与分散供热协调发展。对于拥有电厂和工业余热的地区，优先发展集中供热替换现有的散煤锅炉，既有分散式热泵取暖和天然气取暖方式不变。对于缺少集中供热热源的城镇，则需要从实际出发，主要推广各类灵活的电采暖方式，包括水源热泵、地源热泵、空气源热泵等，取代现有燃煤锅炉。



以安濮鹤为例。安濮鹤是安阳、濮阳、鹤壁的简称，三市地理位置相近，气候情况接近。三市中均有一定的工业企业，尤以安阳市突出，安阳工业产品丰富，主要工业集中在钢铁、焦化和水泥，工业产量大，余热资源丰富。从产品类型来看，生铁和钢材余热占比最大。鹤壁市热源充足，在充分利用当地电厂的热量的基础上，足以满足 2025-2035 年的热需求，因为未来可以考虑外送给距离较近的安阳。对于安阳市和安阳县，工业余热丰富，经过可直接换热和高温热提取低温余热的流程回收工业余热部分热量后，仍然存在供热缺口，可使用分布式燃气锅炉进行调峰。豫能电厂富裕热量，可以考虑外送至距离濮阳市较近的濮阳县、清丰县、范县。

### （3）其他地区供热情况

夏热冬冷地区的清洁供热。夏热冬冷地区的长江中下游流域包括上海、安徽、江苏、浙江、江西、湖南、湖北、四川和重庆等地区，气候分区为夏热冬冷地区。随着该地区经济社会的发展，居民生活水平不断提高，加之近些年冬季出现的极寒天气，使得该地区居民对于冬季供暖的呼声日渐强烈。因此夏热冬冷区域内的城市供热也是清洁供热中亟待解决的问题。从气候特征、能源结构和居民生活方式等多方面分析，夏热冬冷地区清洁供热不应该照搬北方集中供热的模式，而应该采用多元化的清洁供热方式解决，夏热冬冷地区实施集中供暖只有在一定条件下是可行的。

小城镇清洁供热。小城镇往往拥有更为丰富的可再生能源，例如农村生物质资源、风电光电资源等。然而目前我国小城镇能源消耗仍以煤炭为主，尤其在北方地区冬季取暖在建筑能耗中占了较大的比重。在小城镇就地开发可再生能源并就地利用，不仅开发成本低，而且还能有效的解决小城镇能源问题。另一方面，近年来我国工业企业不断从市区搬迁至周边城镇，诞生了很多随着工矿企业同时发展的工业小城镇。通过回收高能耗工业企业的余热，也可有效解决小城镇供热问题。对于清洁热源仅能承担一部分热负荷的小城镇，应该积极开发多种热源，增强供热管网可及性，使清洁热源承担城镇基础负荷，增加其供热比例，将现有燃煤锅炉作为备用和调峰。这样能在一定程度上降低燃煤消耗。

农村清洁供热潜力和热源选择。农村的清洁供热模式应该以村落作为考量和设计中国北方农村可持续发展的基本单元，紧密结合农村实际，基于合理的建筑设计与可再生能源清洁高效利用，在改善农宅冬季室内环境的同时，大幅降低农宅采暖和炊事等生活能耗。农村地区的清洁供热应该从可行性出发，推动农村建筑节能，减少劣质散煤炭使用，挖掘清洁能源，不仅首先要在技术上使其具备实施的可持续性，还必须在管理上科学规划，从各个地区的实际情况出发，制定全面合理的方案并贯彻实施。也需要在政策上进行合理的设计和扶持，保证农民、企业和国家都能够积极地参与进来。

### （4）清洁供热技术适用性及其评价



高效清洁热源和实际的供热技术选择，是完成清洁供暖目标的首要工作。随着供热技术的发展与各类可再生能源的利用方式的完善，我国已经开始进入从传统热源供热到多热源联网的重要过渡期。清洁供暖不仅仅是简单的“煤改电”或“煤改气”的替代工作，而应是充分结合当地的负荷特征与资源禀赋，还要规划项目工程的经济成本因素来统筹权衡。

在以上技术路线比较分析的基础上，得出我国清洁供热整体的技术路线。一是热电联产应作为集中供热热源，建设跨区域输热管网，解决热电联产、工业余热的长距离跨区域输送和多热源互联互通。二是城镇周边低品位余热开发利用仍需推广，多热源取热优化，梯级利用余热，尽可能提高供水温度，降低一级网回水温度，拉大供回水温差，从而提高热量传输的经济性。三是非供暖调峰用的燃煤锅炉必须逐步淘汰，因地制宜采用“煤改气”“煤改电”或其他清洁能源改造。四是集中供暖未覆盖和建筑密度低的地区应提高可再生能源供暖比例。浅层地热应按照“因地制宜、集约开发、加强监管、注重环保”的方式，规范应用；深层地热应遵循“取热不取水、地热梯级利用”的指导原则，规范地热能资源的开发，最大化地发挥地热资源的优势。

## 五、案例篇

综合技术先进性、示范引领性、效益综合性及前景广阔性等指标选择 8 个典型案例，分析清洁供热项目实践的可行性。我国清洁供热技术发展比较成熟，案例涉及到的清洁供热技术包括天然气热电联产供热技术、工业余热供热技术、地源热泵供热技术、太阳能供热技术、生物质能供热技术、电供热技术等，通过合适的商业模式，实现了清洁供热的综合效益。

### （1）华源泰盟公司嫩江盛烨热电厂锅炉烟气余热深度回收和综合改造

嫩江盛烨热电厂是黑河市嫩江县唯一的供热热源，承担全县冬季 7 个月供暖任务，现有 3 台 75t/h、2 台 130t/h CFB 锅炉及 1 台 116MW 热水锅炉，其中 3 台 75t/h 锅炉共用一个烟囱，2 台 130t/h 和 116MW 锅炉共用一座烟囱。锅炉脱硫后烟气温度约为 55℃，脱硫达到国家超低排放标准，热网回水温度为 50℃，烟气含湿量约 16%。烟气中蕴涵大量的潜热，占燃料低位热值的 7%左右，直接排放不仅带来了能源浪费，而且由于湿度较高，会形成烟囱冒“白烟”现象。嫩江隶属于黑龙江省黑河市，冬季最低气温在零下 40℃以下，属于极寒地带，在这样寒冷的冬季集中供热时回收烟气余热、烟囱“消白”难度极大。余热系统投资约 4100 万元，年净收益 1792 万元，静态投资回收期 2.3 年。北京华源泰盟节能设备有限公司实施的嫩江案例，在北方极寒气候环境下实现燃煤锅炉烟气余热深度回收和“消白”具有重大示范意义。



## (2) 金茂绿建公司的青岛中欧国际生态城污水源热泵供热/冷项目

金茂绿建的青岛中欧国际生态城污水源热泵供热/冷项目总建筑面积 443.62 万平方米，供暖接入面积 407.16 万平方米，供冷接入面积 137.87 万平方米；用户结构形式为车库框架结构、住宅部分剪力墙结构，建筑为节能建筑，居民末端采用地暖、非居民末端采用风机盘管。项目一期采用离心式水源热泵机组（规格型号：CVHH1550）、数量为 5 台、运行规律为分阶段改变流量的质调节，优先运行污水源热泵，极端天气下采用燃气调峰。该项目主要设备有污水源热泵机组、冷水机组、燃气锅炉、电极锅炉、蓄能水罐等。母站承担基础用能负荷，优先运行污水源热泵和常规水源热泵，燃气锅炉用于供热季调峰。子站供热季电极锅炉仅谷段时间运行，采用全量蓄热模式，峰平时段释能；供冷季冷水机组+蓄能水罐作为母站的补充调峰。中欧国际城由水源热泵和燃气锅炉联合供热，污水源热泵设计供回水温度为 45/35℃，供回水温差 10℃，极端天气下采用燃气锅炉调峰。项目采用 BOT 商业模式，30 年特许经营权，到期后移交给政府。本项目投资额总共 60418 万元，其中自有资金 19498 万元，40920 万元来自工商银行贷款。

## (3) 永恒能源公司绿康生化 1500 万大卡高效多元粉体工业锅炉清洁供热

绿康生化股份有限公司坐落于福建省浦城县，厂区占地面积约 270 亩，厂房面积 8 万平方米。绿康生化原有 2 台 12000MA 导热油炉，锅炉热效率总体范围 70%左右，热效率低下造成能耗高、煤粉堆积地面积大造成土地资源浪费，企业用能成本大。项目采用 1 台 YFL-17500MF 导热油锅炉对其进行改造，实现工业园区清洁供热。项目改造后热效率不低于 88%，改造后年耗标煤 16755.09 吨，项目年节约标煤为 7467 吨。项目于 2015 年 5 月正式投入运行，总投资 1300 万元，项目年节约标煤 7467 吨，项目年节约 617.7 万元，投资回收期 2~3 年。

## (4) 北京嘉洁能公司的石家庄医学院碳纤维智慧供热项目

石家庄医学高等专科学校已完成电采暖铺装建筑面积 31.17 万平方米，供暖部分全部采用嘉洁能碳纤维智慧供热系统。该项目于 2013 年开始施工建设，2014-2015 年电采暖施工总面积为 20.64 万平方米，2016-2017 年电采暖施工面积为 10.53 万平方米。项目主要设备包括 124000 条碳纤维发热线，设备采用间歇运行方式。项目的铺装总功率为 18.6MW，运行负荷为 13.5MW，电热转化率达 99.9%。电采暖系统采用室内末端（亦即碳纤维电采暖）+智能控制系统，无热源、一次管网、二次管网投资费用。系统具有强大的数据记录及分析功能，使用户能全面掌握整个系统的运行情况。末端温控器根据内部预先设定的配置参数，按时间、温度条件自动启停加热控制室温。系统采用先进成熟、安全可靠的工业级通信协议，可以长时间安全无故障运行。该项目建设总投资为 4675.5 万元，单位取暖面积投资为



150 元/平方米。该项目采用 EPC 商业模式，资金来源为甲方自行投资。

## (5) 北京盛昌绿能集团的兰州碧桂园清洁燃煤集中供热项目

兰州碧桂园城关区项目占地面积约 20 平方公里。兰州碧桂园项目采用 2 台 14MW、1 台 58MW、1 台 70MW 高效煤粉热水锅炉系统设备为住宅及商业楼提供集中供热，可根据供暖初期和末期供暖负荷的降低适当合理调节启停。高效煤粉锅炉具有燃烧效率高、节能降耗、污染物排放低、自动化程度高、劳动强度低、占地面积小、场区环境清洁卫生等优点。锅炉燃烧过程的煤粉储供、气力除灰等工艺均采取密闭式流程。煤粉、煤灰的运输均采用封闭式罐车。项目建设总投资额为 26000 万元，合同期限为 23 年，投资回收期为 13.13 年。单位供暖面积运营费用是 19.91 元/平方米。

## (6) 江苏启能新能源公司的天津环球金融中心相变储热清洁供热项目

天津环球金融中心总供热面积约 24 万平方米。每年平均用热量为 7075MWH。室内末端用热形式为中央空调。主要设备包括 180 台相变储热式热库，规格型号为 HO-650。启能热库采用启能自行研发的具有自主知识产权的高密度、高稳定无机纳米复合相变储能材料，利用相变材料物相变化过程中吸收（释放）大量潜热来实现热量存储和释放，并且在相变过程中能够保持温度恒定。项目单位供热面积建设费用，热源及一次管网建设费用 87.8 元/平方米。电能实际总消耗量为 7391220 度/年，单位供热面积折合标煤量约为 12.4 千克标准煤/平方米。采用节能效益分享的商业模式，项目合同期为 8 年，本项目投资额为 2400 万元，为公司自有资金，投资回收期为 4 年。

## (7) 四季沐歌集团的洛钼集团矿山公司多能互补清洁供热项目

四季沐歌科技集团有限公司设计、供货、安装运行的洛钼集团矿山公司多能互补清洁供热项目，实现了采场办公楼、调度中心楼的供暖供热，节能减排效益显著。该项目共两个采暖建筑，其中办公楼供暖面积 1100 平方米，中心楼供暖面积 680 平方米。系统为复合式结构，以太阳能+空气源热泵为主，利用蓄能技术，辅以可调功率电磁加热设备供热调峰，确保系统稳定供能的同时最大程度节约运行成本。采用建设-移交 BT 模式，建设单位投资建设运行维护，共投资 96 万元，本项目单位供热面积运行费用为 27.13 元/平方米，每年为甲方节约运行费用 28.24 万元。

## (8) 瑞典阿帕尼公司河北农业大学东、西校区 100 万平方米电能清洁供暖

瑞典阿帕尼公司利用低谷电能源的高压电极蓄热锅炉系统的方式给学校提供供暖服务。该项目总供热面积为 100 万平方米。采用 6 台瑞典阿帕尼高压电极热水锅炉（ETHH12Mi），利用夜间低谷电时段供热与蓄热，蓄热罐热量供白天峰平电时段使用。锅炉设备单台制热量 12MW、供回水温度 120℃/90℃、流量 360 m<sup>3</sup>/h，主要设备能效比不低于 99.7%，水泵变频、锅炉机组为线性调节。该项目适用



于电能资源较好的集中供热项目。项目采用建设-经营-移交 BOT 模式，建设单位投资建设运行维护。热源、一次管网、蓄热罐与锅炉房建设投资费用 1 亿元，单位供热面积建设费用 100 元/平方米。

## 六、观点篇

报告撷取 7 位清洁供热行业著名专家的观点，展示专家视野下的清洁供热未来趋势。以下是部分专家观点节选：

### (1) 江亿：热电联产与工业余热利用

能耗强度降低的主要原因如下：一是建筑围护结构保温水平提高；二是高效和清洁供暖热源方式占比迅速提高；三是供暖效率提高。

热电联产是解决我国清洁化高效供暖的最佳方式，要充分挖掘目前的热电联产余热资源，必须解决两个问题，一是长距离经济安全的热量输送，二是热电匹配和热电联产电厂为电网调峰。从我国可再生能源为主、化石能源为辅的能源系统蓝图出发，可以得出我国北方地区城镇的供暖热源方式：主要依靠调峰用火电厂的低品位余热以及钢铁、有色、化工、建材等工业生产过程中排放的余热，作为基础供热热源承担 90% 以上的总热量和 70% 以上的最大负荷，构建北方地区热能大联网系统。同时，辅之终端以燃气为动力的调峰热源，承担 30% 左右的最大负荷和不到 10% 的总热量，以此来构建我国北方地区新型供热热源系统。

热电厂和工业余热都不能采用一个热源服务于一个热网的模式，应该实现区域大联网，多个热源为一个热网连个供热。实现跨区域大联网，多热源并网运行，将是未来发展趋势。

### (2) 吴吟：能源多元化与煤炭

要抓住清洁供暖的工作重点、重点领域、关键制约因素，科学推进散煤治理工作。

第一，长远考虑，综合规划，系统性解决农村能源问题。不仅要考虑冬季供暖，还应该考虑炊事用能和制冷、供热水等新的用能需求，实现多联供；与解决农业秸秆、果树枝丫、畜禽粪便等废弃物的能源化利用相结合，实现多联消；与实施乡村振兴战略、建设社会主义新农村相结合。综合规划，统筹能源等基础设施与社会公共服务设施的建设和投入。

第二，温度对口，梯级利用，始终把节能提效放在首位，高等级能源应当用于发电或提供动力，低等级能源最适合用于供暖。把农宅保温节能改造放在优先位置，有条件的地方还可以开展农宅增温改造，推广装配式农宅等。

第三，因地制宜，低碳发展，尽可能利用可再生能源。大力推进“宜柴则柴”，将秸秆、果树枝丫、



畜禽粪便资源变废为宝；推进利用地源热泵、水源热泵、空气源热泵等技术；发展太阳能发电供暖技术。

第四，实事求是，量力而行，科学推进农村清洁供暖工作。建立农民和政府共同承担的机制，农户承担费用以区域经济承受能力平均值为限。坚持实事求是，不能强制推行电代煤、气代煤，特别是不能顾头不顾尾，开“空头支票”。

第五，城乡一体，统筹推进，提高农村能源专业化服务水平。把农村散煤治理、清洁供暖纳入农村公共事务管理，加强城乡一体化规划和监管。鼓励和引导大企业走进农村，开展区域性散煤治理和清洁供暖，提供市场化、专业化服务。

### （3）贺克斌：大气污染与减排

每一个阶段的措施不应是全新的，任何创新都应该是有传承的。“大气十条”的成果要进行巩固和深化。从2016年开始，“大气十条”第一篇稿子里还没有“双散”，2016年以后它不断在调整。另外，对于“2+26”城市的跟踪服务和严格监管是2017年开始出现的，这些好的做法应该在“十四五”时期持续执行。

重点区域范围随着时段的发展应该有新的考虑，扩大重点区域范围。京津冀、长三角、珠三角，目前国家已经在“蓝天三年保卫战”规划中，汾渭地区也成为施政重点，对于川渝、长江经济带也要给予关注。

要持续优化能源、产业和交通结构。实行全国煤炭总量控制，持续推进煤炭清洁高效集中利用；加强清洁燃料替代，扩大无煤区范围，推动农村能源清洁化；实施基于环境绩效的错峰生产；创新运输组织，优化铁路-公路-水运相结合的运输结构。

要实施国家减排行动计划，在打赢“蓝天三年保卫战”已经打响，还需要“十四五”时期继续发力。国家柴油机清洁行动计划，对于氮氧化物和PM2.5浓度降低是非常有潜力的。

加大科技支撑和能力建设力度。“十四五”时期及中长期空气质量改善规划应该建立顶层设计，规划的制定应该长短结合。编制“蓝天保卫战”科技能力建设规划，还要提升科技能力。

### （4）徐锭明：能源发展与生物质

能源革命已经进入新阶段，呈现出新的特点：第一，信息化数字化是趋势；第二，联网化共享化是必然；第三，分散化低碳化是路径；第四，可负担可靠可持续。

未来能源方向为“两化两转型”。去碳化和数字化的关系是：①智能化必然是去碳化和绿色化；②绿色化必然是数字化、智能化。未来能源方向必然实现两化两融合，去碳化带来绿色化转型、数字化



带来智能化转型。两化两转型结果，绿色化发展可再生能源，智能化建设能源互联网，所以两化两转型是未来中国能源工业实现高质量发展必然趋势，是能源工业实现高质量发展的必由之路。

生物质能将是未来中国可再生能源发展的重要生力军。①可再生能源大规模发展是人类必然之选；②能源革命关键词是“重构”+“科技”；③能源革命的特点是多维度的。

## （5）付林：大温差供暖与 2025 新模式

将大温差供暖与长距离热力管网相结合，形成大温差长距离输送火电厂余热的集中供暖新模式，可以在很大程度上解决这种热源与热负荷空间分布不匹配的矛盾，从而满足城市密集区取暖需求和环保要求。可以把燃煤电厂余热作为主要热源，同时配置分布式的天然气调峰热源作为灵活性补充。基于火电厂余热利用的热电联产集中供暖方式目前在技术上已渐趋成熟，瓶颈问题主要是热量的结算方式，政策和机制的进一步完善。

“中国清洁供热 2025”可概括为“一个模式、两个目标、三个效果、四个改变、五个特征”，这一模式为我国北方地区城镇清洁供热提供了整体解决方案。模式具有以下五大特征：第一，降低热网回水温度。采用三级热网逐级降低热网回水温度，热力站变成能源站，最终热网回水温度可降低至 10℃，有利于低品位热源的接入，实现多热源联网和供热参数整合。第二，余热利用。我国余热现状资源丰富，足以满足未来北方供热需求。该模式下热源 2/3 的热量来自于电厂和其他工业的低品位余热。第三，长输供热。采用大温差、大管径以及多级泵等技术，保障 200 公里长输和大规模利用余热的供热经济性。第四，燃气末端调峰。结合季节性储气，电厂余热和工业余热承担基础负荷，天然气在热网末端为供热调峰，提高供热经济性，平衡余热波动，保障供热安全。第五，热电协同。热电联产、热泵及蓄热工艺相结合，与纯凝电厂相比，电力调峰幅度更大、更加灵活，为可再生能源发电上网创造条件。

这五个特征将带来以下四个方面的改变：一是以余热为主的低品位热源取代燃煤，实现近零碳供热；二是根据回水温度的不同，两级管网改变为长输热网、城市热网、庭院热网三级管网；三是热力站改变为能源站，分为分布式能源站和集中式能源站，功能从单纯隔压换热改变为降低热网回水温度、热源调峰和隔压；四是储能与热泵结合，热力、天然气服务于电力，实现热电气协同。进而达到“三个效果”，即能耗比锅炉下降 90%、污染和碳排放比天然气降低 90%、供热成本与燃煤锅炉相当，最终将实现“低排放”和“低成本”两个目标。

## （6）杨旭东：农村清洁供暖与生物质

北方清洁供暖的重点和难点都在农村。主要难点包括以下几个方面：①农村建筑保温水平差，采



暖能耗高，而建筑形式复杂多样，建筑布局分散，因此实施建筑节能改造的难度比城市建筑大；②农村地区清洁热源供应不足，相关基础设施薄弱；③农村多年来形成烧煤和直接燃烧生物质的传统，对清洁供暖的意义缺乏认识，不易改变；④缺乏经济适用的农村清洁供热技术、产品及推广模式；⑤农村经济水平偏低，自发推动清洁化改造较难实现；⑥缺乏好的商业模式，目前推进以政府补贴为主，银行及社会资本不愿介入。

农村推广生物质技术方面要坚持“四一原则”，即：每户中等房屋的清洁能源改造（含围炉结构改造）成本不能超过一万元；每年运行费用不能超过 1000 元；设备运行实现一键式操作；做好一个顶层规划，以便于推广和复制。

## （7）汪集旻：地热能与地球充电/热宝

“地球充电/热宝”是指以地球介质为载体的“地热+”多能互补储/供能系统。该系统可将各种形式的能量储存于地下并按需求取出加以利用，具有规模大、应用广、跨季节、成本低的优点。

应重视“地热+”的思维及应用。可将“地热+”的内涵概括为：天（太阳能）地（地热能）合一、动（风能、海洋能、生物质能）静（地热能）结合。将地热这一地球本土的未来能源和来自太阳系的其他新能源及可再生能源（诸如太阳能、风能、生物质能、海洋能等）结合起来一并加以开发利用，真正做到“多能互补、一能多用”，在实际工作中发挥更大的作用。

## 七、展望篇

立足于清洁供热的产业发展趋势，结合企业发展现状和能源供应现状分析，对清洁供热产业工作的未来发展方向进行了预判，涉及到的内容包括技术应用、区域格局、企业格局、市场空间及政策推进等方面。

一是热源上多元互补，效率优先。工业余热将成为清洁供暖的推进重点、“煤改气”发展有所放缓、可再生能源供暖中生物质能供暖占比将进一步扩大。

二是区域上因地制宜，需求导向。“2+26”重点城市进入“减速”期，汾渭平原进入“增速”期，内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、甘肃、宁夏、新疆、青海等地区发展更具有针对性。

三是企业上错位竞争，走向融合。行业之间加速融合，“燃气采暖”设备企业面临气源供应短缺、厂家资金不足、补贴优势降低、平价进口商品竞争、居民建筑装修条件限制等挑战，“电取暖”企业规模扩大，中小企业合并，面临着强者愈强、弱者愈弱的行业发展马太效应。

四是市场上创新驱动，前景广阔。“煤改电”市场将在供热面积、电网建设、技术设备等方面具有



较大的市场空间，“煤改气”潜在市场空间将近千亿，清洁供热向可再生能源未来的转型势不可挡。

五是政策上由点及面，重视运维。在清洁供热总体目标制定上进行统一部署，总体目标制定本着以结果为导向的目标规划，做到重点突出，以示范带发展，由“点”及“面”有条不紊地推进。

报告提出了一系列产业发展建议。

一是政府决策应兼顾环境和经济的可持续性，不同部门要建立协作机制，制定综合性整体解决方案，建立监督、考核供热系统整体能效，加强市场监管。

二是地方要用好国家政策，承担社会责任。产业发展政策由以前的大水漫灌转变为精准支持政策，由全区域支持变为定向区域支持，由补项目、补产品转变为补技术开发、补监督检查、补运维服务。企业要紧随国家政策，主动承担社会责任，坚定不移地服从党和国家的工作大局，把服务意识放在首位，在构建和谐社会中做出表率。

三是要畅通产业循环，延伸产业链条。清洁取暖是复杂的系统工程，涉及到多部门、多企业。需要从供给侧、管理侧和消费侧等多方协同推进。任何一方滞后，都会影响整体工作的推进。

四是要关注颠覆技术，优选技术路线。技术是清洁供热企业发展的内在驱动力。充分结合当地的负荷特征与资源禀赋科学选择热源类型，在“多样化”的技术路线中，结合企业特点聚焦有潜力的技术，提高相关的设备的自主研发能力并进行应用技术革新，将技术突破作为清洁供热企业发展的内在驱动力。

德国国际合作机构（GIZ）在建议中提到，决策应兼顾环境和经济的可持续性和财政的长期可承担性，通过提供综合性整体解决方案来挖掘低碳、可持续供热潜力。除出具能效标识外，应监督、考核供热系统整体能效，推动热计量及收费制度改革，引进基于市场的价格竞争机制，激发节能动力。进一步重视热泵技术的推广应用，以应对可再生能源供热的难题。