

治理散煤空气污染
——浅层地热能利用政策、技术导则及商业
模式研究

中国国际工程咨询有限公司

2019.3

目录

一、项目背景及意义	1
1.1 大气污染现状	1
1.2 散煤采暖对大气污染的影响	4
1.3 国家清洁供暖相关政策要求	7
1.4 京津冀及周边地区清洁供暖改造政策	10
二、我国浅层地热能发展现状	15
2.1 地热能的定义及分类	15
2.2 地热能利用现状	16
2.3 地热能资源情况	18
2.4 地热能利用支持政策	20
三、加快浅层地热能开发利用促进燃煤减量替代实施方案	25
3.1 各地浅层地热能相关政策	25
3.2 存在问题	30
3.3 加快开发利用浅层地热能，促进燃煤减量替代	32
四、浅层地热能技术规范	41
4.1 浅层地热能利用技术	41
4.2 国内现有标准规范	43
4.3 浅层地热能技术规范	45
五、浅层地热能商业模式	49
5.1 传统商业模式及存在问题	49
5.2 创新模式探讨	50

一、项目背景及意义

为贯彻落实《国务院关于研究处理大气污染防治法执法检查报告和审议意见情况以及有关决议落实情况的报告》（2019年2月26日第十三届全国人大常委会第九次会议）、《中共中央 国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》（2018年6月）、《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发〔2013〕37号）、《国务院办公厅关于印发能源发展战略行动计划（2014-2020年）的通知》（国办发〔2014〕31号）、《国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知》（国发〔2016〕65号）、国家发展改革委、国家能源局、国土资源部等三部委《关于印发〈地热能开发利用“十三五”规划〉的通知》（发改能源〔2017〕158号）、住房城乡建设部、国家发展改革委、财政部、能源局四部委《关于推进北方采暖地区城镇清洁供暖的指导意见》（建城〔2017〕196号）和国家发展改革委等部门《关于印发〈重点地区煤炭消费减量替代管理暂行办法〉的通知》（发改环资〔2014〕2984号）的有关要求，切实做好煤炭消费减量替代工作，推动浅层地热能利用在替代散煤燃烧，减少污染物排放，改善控制质量，课题将从鼓励和支持政策，技术要求和规范，可持续性商业模式等三个层面开展研究工作，推动浅层地热能利用的科学、规范、快速和高效发展。

1.1 大气污染现状

近年来，随着我国工业化、城镇化的深入推进，能源资源消耗持续增加，大气污染防治压力继续加大。我国大气污染形势严峻，以可

吸入颗粒物（PM₁₀）、细颗粒物（PM_{2.5}）为特征污染物的区域性大气环境问题日益突出，严重损害人民身体健康。

根据中国社会科学院和气象局联合发布的《气候变化绿皮书：应对气候变化报告（2013）》，1961年—2012年，中国中东部地区（东经100°以东）平均年雾霾日数总体呈增加趋势。数据显示，持续3天以上的霾过程站次，2001年至2012年的监测平均值，均为1961年至2000年监测平均值的两倍以上，其中，持续6天霾的过程，监测数据是对比数据的3.1倍。

可以看出，2000年以后大气污染日趋严重，同时也逐渐得到了国内民众的关注和认知，国家在2012年发布的《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中，首次将PM_{2.5}纳入了空气质量指标。

2013年初以来，中国遭遇史上最严重雾霾天气，仅1月份全国就出现4次较大范围雾霾过程，涉及30个省（区、市），多个城市PM_{2.5}指数“爆表”，中东部大部地区出现持续时间最长、影响范围最广、强度最强的雾霾过程，环保部1月的调查数据显示，江苏、北京、浙江、安徽、山东月平均雾霾日数分别为23.9天、14.5天、13.8天、10.4天、7.8天，均为1961年以来同期最多。

环保部发布的《2013 中国环境状况公报》显示，按新版《环境空气质量标准》，全国74个重点城市空气质量仅海口、舟山、拉萨3个城市达标，达标率仅4.1%。2013年全国平均霾日数为35.9天，比上年增18.3天，也是1961年以来最多。

2017年1月7日20时北京刚结束了212小时跨越2016和2017

两年的史上最长重污染橙色预警。监测数据显示,2016年12月31日,京津冀及周边地区49个城市空气质量为重度及以上污染,其中,16个城市空气质量达到严重污染,石家庄市为污染最重城市。2017年1月1日,空气质量为重度及以上污染的城市范围有所扩大,北京、石家庄、临汾市等城市污染严重。同时,东北地区、关中地区部分城市空气质量也达到重度污染程度,部分城市达到严重污染。

根据生态环境部发布的《2017年中国生态环境状况公报》,2017年,全国338个地级及以上城市中,有99个城市环境空气质量达标,占全部城市数的29.3%;239个城市环境空气质量超标,占70.7%。338个城市平均优良天数比例为78.0%,比2016年下降0.8个百分点;平均超标天数比例为22.0%。5个城市优良天数比例为100%,170个城市优良天数比例在80%~100%之间,137个城市优良天数比例在50%~80%之间,26个城市优良天数比例低于50%。338个城市发生重度污染2311天次、严重污染802天次,以PM_{2.5}为首要污染物的天数占重度及以上污染天数的74.2%,以PM₁₀为首要污染物的占20.4%,以O₃为首要污染物的占5.9%。其中,有48个城市重度及以上污染天数超过20天,分布在新疆、河北、河南等12个省份(部分城市受沙尘影响)。

党中央、国务院高度重视生态环境环保,习近平总书记多次强调,“绿水青山就是金山银山”,“要坚持节约资源和保护环境的基本国策”,“像保护眼睛一样保护生态环境,像对待生命一样对待生态环境”。要坚定推进绿色发展,推动自然资本大量增值,让良好生态环

境成为人民生活的增长点、成为展现我国良好形象的发力点，让老百姓呼吸上新鲜的空气、喝上干净的水、吃上放心的食物、生活在宜居的环境中、切实感受到经济发展带来的实实在在的环境效益，让中华大地天更蓝、山更绿、水更清、环境更优美，走向生态文明新时代。

李克强总理多次指出，要加大环境综合治理力度，提高生态文明水平，促进绿色发展，下决心走出一条经济发展与环境改善双赢之路。

因此，进一步降低大气污染物的排放，改善大气环境空气质量对经济持续健康发展、全面建设小康社会具有重要的现实意义和深远的战略意义。

1.2 散煤采暖对大气污染的影响

煤炭是我国的主体能源和重要工业原料，2015 年，我国煤炭消费量为 39.7 亿吨，煤炭在我国一次能源消费中约占 64%，约占全球煤炭消费量的 50%左右，以煤炭为主体的能源消费结构短期内难以发生重大改变，也是影响大气环境质量的主要因素。全国烟粉尘排放的 70%，二氧化硫排放的 85%，氮氧化物排放的 67%都源于以煤炭为主的化石能源燃烧。近年来，煤炭工业取得了长足发展，煤炭产量快速增长，生产力水平大幅提高，为经济社会健康发展做出了突出贡献，但煤炭利用方式粗放、能效低、污染重等问题没有得到根本解决。

我国煤炭消费中，发电用煤约占 50%，冶金、有色、化工等用煤约占 20%，工业锅炉及民用散煤用占 30%。目前在煤电和工业领域实施了一系列超低排放政策，取得了明显的成绩，但在工业锅炉及民用散煤领域，由于与民生相关，涉及面广，综合性强，资金需求量大，

在政策、技术和推广模式方面仍有很多问题需要研究。

（1）工业锅炉

锅炉是重要的能源转换设备，也是能源消费大户和重要的大气污染源。截至 2012 年底，我国在用燃煤工业锅炉达 46.7 万台，总容量达 178 万蒸吨，年消耗原煤约 7 亿吨。我国燃煤工业锅炉整体能效水平较低，其实际运行效率比国际先进水平低 15 个百分点左右，具有较大的节能潜力。同时，燃煤工业锅炉污染物排放强度较大，是重要污染源，年排放烟尘、二氧化硫、氮氧化物分别约占全国排放总量的 33%、27%、9%。

目前我国工业锅炉存在以下问题：

一是技术装备落后。大多数燃煤工业锅炉容量较小，单台平均容量仅为 3.8 吨/时，其中 2 吨/时以下台数占比达 66.5%；部分锅炉老化严重，很多超过折旧年限的锅炉，甚至上世纪七八十年代生产的低能效、高排放的锅炉仍在运行；锅炉系统自控水平偏低，不利于工况调节；高效锅炉价格高、市场份额低、推广难度大；产业集中度低，制造企业数量多、规模小，技术水平普遍较弱。

二是经济运行水平不高。锅炉选型裕度过大，运行负荷波动大，调节能力有限，实际运行效率低。风机、水泵等辅机大多无负荷调节档次。锅炉水质大多不能达到国家标准要求，锅炉结垢较为严重，热效率下降明显。运行管理粗放，操作人员技术素质偏低。

三是燃料匹配性差。锅炉燃料以未经洗选加工的原煤为主，煤种复杂、热值不稳定、灰分和含硫量高。与燃烧洗选煤相比，不仅降低

了锅炉效率，还加重了环境污染。天然气、生物质等清洁燃料比重很低。

四是环保设施不到位。10 吨/时以下的燃煤工业锅炉大多没有配置有效的除尘装置，基本没有脱硫脱硝设施，排放超标严重。由于污染源过于分散，环境监管难度大，偷排等环境违法现象突出。

五是政策法规不完善。锅炉设计、制造、运行、检测等在节能环保方面的技术规范和标准尚不完善，准入门槛较低。激励和约束机制不健全，创新驱动不足，市场缺乏节能减排的内生动力。

燃煤工业锅炉在节能和减排两个方面都有很大的作为空间。近年来，我国出现的大范围、长时间严重雾霾天气，与燃煤工业锅炉区域高强度、低空排放的特点密切相关。在工业领域可采用高效工业煤粉锅炉等对低效小锅炉进行替代，在民用采暖领域，研究采用天然气、浅层地热能、空气源热泵等多种方式推动“气代煤”和“电代煤”工作。

（2）民用散煤

落后的燃煤小锅炉、散烧煤、农村地区焚烧秸秆等粗放性、低效能、高排污的取暖方式，是导致我国北方冬季雾霾天气的主要成因之一。在北方农村地区，农户靠散烧煤取暖的比例初步估计占 90%以上。采暖期燃煤总量大、强度高、方式落后，劣质煤的比例高，是导致冬季雾霾频发的重要因素，此外北方农村地区的供热保障、维修排查、散煤等劣质能源的监管等多项工作大都还处于“真空”状态；农户自身建筑的供热效果差，同时散煤自由燃烧没有任何控制手段，排放的

大量硫化物、氮氧化物和粉尘颗粒物等也对整体环境造成了严重影响。

以河北省石家庄市为例，根据该市环保局提供的数据，石家庄市农村共有 164 万户农户、年用煤达 400 万吨，全部低空直接排放，没有任何污染防治措施，年排放二氧化硫 6.8 万吨、氮氧化物 1.6 万吨、粉尘 1 万吨。石家庄市颗粒物源解析研究和日常监测数据显示，在采暖季，民用散煤对 SO_2 的贡献值是电力燃煤贡献值的 3.66 倍，对 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度的贡献值是电力燃煤贡献值的 3.05 倍。从单位能耗所增加的污染浓度看，民用散煤的污染强度是电力燃煤的 94 到 110 多倍。根据石家庄市 2013 年 12 月到 2014 年 3 月采暖期的统计数据，市区周边县区的二氧化硫和 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度均值分别高于市区均值的 52% 和 8.8%。大气污染已经呈现出了“农村包围城市”的态势。

因此，面对形势依然严峻的大气环境，加快推进燃煤工业锅炉和民用散煤综合治理，解决燃煤工业锅炉和农村散煤替代问题对从根本上解决我国雾霾问题非常具有意义。

1.3 国家清洁供暖相关政策要求

我国建筑能耗占全国能源消费总量的 30% 左右，其中供暖、制冷能耗超过一半。初步分析，一吨散煤燃烧排放的污染物约为燃煤电厂排放五到十倍，城镇供暖燃煤等是大气污染物的重要成因之一，特别是采暖期，北方城市某些时段居民供热散煤燃烧产生的污染甚至超过机动车、工业排放源成为首要污染物，减少散煤燃烧是治理大气污染的重要途径。

让广大居民享受到安全、干净供暖，关系着百姓切实利益，需要从百姓的需求和环保两个方面考虑，科学合理地利用相关资源，实现清洁供暖已成共识，国家也相继出台了一系列的政策要求。

国务院于 2013 年 9 月 10 日印发了《大气污染防治行动计划》（国发〔2013〕37 号），明确提出：加快推进集中供热、“煤改气”、“煤改电”工程建设，到 2017 年，除必要保留的以外，地级及以上城市建成区基本淘汰每小时 10 蒸吨及以下的燃煤锅炉，禁止新建每小时 20 蒸吨以下的燃煤锅炉；其他地区原则上不再新建每小时 10 蒸吨以下的燃煤锅炉。在供热供气管网不能覆盖的地区，改用电、新能源或洁净煤，推广应用高效节能环保型锅炉。

2014 年 12 月 29 日，国家发展改革委等六部委印发了《重点地区煤炭消费减量替代管理暂行办法》（发改环资〔2014〕2984 号），提出：因地制宜，优先利用核电、水电、风电、太阳能、生物质能、地热能等新能源和可再生能源替代煤炭消费。创新城镇用能方式，鼓励有条件的地区发展太阳能、生物质能、地热能供暖以及热电冷联供。

2016 年 5 月 25 日，国家发展改革委、国家能源局等八部委联合印发了《关于推进电能替代的指导意见》（发改能源〔2016〕1054 号），电能替代是在终端能源消费环节，使用电能替代散烧煤、燃油的能源消费方式，如电采暖、地能热泵等，提出：2016-2020 年，实现能源终端消费环节电能替代散烧煤、燃油消费总量约 1.3 亿吨标煤，带动电煤占煤炭消费比重提高约 1.9%，带动电能占终端能源消费比重提高约 1.5%，促进电能占终端能源消费比重达到约 27%。

2016 年 12 月 20 日,《国务院关于印发“十三五”节能减排综合工作方案的通知》(国发〔2016〕74 号),提出:推进利用太阳能、浅层地热能、空气热能、工业余热等解决建筑用能需求;因地制宜采用生物质能、太阳能、空气热能、浅层地热能等解决农房采暖、炊事、生活热水等用能需求,提升农村能源利用的清洁化水平;公共机构率先淘汰采暖锅炉、茶浴炉、食堂大灶等燃煤设施,实施以电代煤、以气代煤,率先使用太阳能、地热能、空气能等清洁能源提供供电、供热/制冷服务。

2016 年 12 月 21 日召开的中央财经领导小组第十四次会议上,习近平总书记强调,推进北方地区冬季清洁取暖,关系到广大人民群众生活,是重大的民生工程、民心工程。推进北方地区冬季清洁取暖,关系到北方地区广大群众能否温暖过冬,关系到雾霾天能不能减少,是能源生产和消费革命、农村生活方式革命的重要内容。要遵循企业为主、政府推动、居民可承受的方针,宜气则气,宜电则电,尽可能利用清洁能源,加快提高清洁供暖比重。

住房城乡建设部、国家发展改革委、财政部、能源局四部委联合发布《关于推进北方采暖地区城镇清洁供暖的指导意见》(建城〔2017〕196 号),提出:大力发展可再生能源供暖。大力推进风能、太阳能、地热能、生物质能等可再生能源供暖项目。将可再生能源供暖作为城乡能源规划的重要内容,重点推进,建立可再生能源与传统能源协同的多源互补和梯级利用的综合能源利用体系。

2018 年 6 月,中共中央 国务院印发《关于全面加强生态环境保

护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，提出：编制实施打赢蓝天保卫战三年作战计划，大力推进散煤治理和煤炭消费减量替代。因地制宜、加快实施北方地区冬季清洁取暖五年规划。鼓励余热、浅层地热能等清洁能源取暖。

2019年2月26日，生态环境部李干杰部长在第十三届全国人大常委会第九次会议上作了《国务院关于研究处理大气污染防治法执法检查报告和审议意见情况以及有关决议落实情况的报告》，提出：完善煤炭消费减量替代制度，支持重点地区燃煤锅炉改造以及利用余热、浅层地能替代燃煤供暖。生态环境部将清洁取暖纳入蓝天保卫战重点区域强化监督，确保群众温暖过冬和清洁取暖。

1.4 京津冀及周边地区清洁供暖改造政策

2017年3月3日，环保部印发《京津冀及周边地区2017年大气污染防治工作方案》，对北京、天津、河北省石家庄、山西省太原、山东省济南、河南省郑州等“2+26”城市提出要全面推进冬季清洁取暖等七大任务。这“2+26”城市将全面加强城中村、城乡结合部和农村地区散煤治理，北京、天津、廊坊、保定市将在10月底前完成“禁煤区”建设任务，并进一步扩大实施范围，实现冬季清洁取暖。20万人口以上县城基本实现集中供热或清洁能源供热全覆盖。新增居民建筑采暖要以电力、天然气、地热能、空气能等采暖方式为主，不得配套建设燃煤锅炉。

为深入贯彻党的十九大精神，落实习近平总书记在中央财经领导小组第14次会议上的重要指示，发展改革委、能源局、财政部、环

环境保护部、住房城乡建设部、国资委、质检总局、银监会、证监会、军委后勤保障部制定了《北方地区冬季清洁取暖规划(2017-2021年)》(发改能源〔2017〕2100号)，对涵盖了京津冀大气污染传输通道的“2+26”个重点城市的北方15个省(市、区)(河南为部分地区)的冬季取暖提出了规划和目标：到2019年，北方地区清洁取暖率达到50%，替代散烧煤(含低效小锅炉用煤)7400万吨。到2021年，北方地区清洁取暖率达到70%，替代散烧煤(含低效小锅炉用煤)1.5亿吨。并提出了大力开发浅层地热能供暖。按照“因地制宜，集约开发，加强监管，注重环保”的方式，加快各类浅层地热能利用技术的推广应用，经济高效替代散煤供暖的推动策略。

北京、天津、河北、河南、山西等地纷纷响应国家号召，出台政策措施，大力推进清洁供暖改造。

北京《2018年北京市农村地区村庄冬季清洁取暖工作方案》提出：2018年10月31日前，完成450个农村地区村庄住户“煤改清洁能源”任务，同步完成450个村委会和村民公共活动场所、5.38万平方米籽种农业设施“煤改清洁能源”工作，基本实现全市平原地区村庄住户“无煤化”。2019年1月北京市发改委等8个单位联合制定的《关于进一步加快热泵系统应用推动清洁供暖的实施意见》提出：到2022年，北京新增热泵系统利用面积2000万平方米。明确了北京城市副中心，北京大兴国际机场及临空经济区等新建区域可再生能源发展目标，到2022年，新增热泵供暖利用面积750万平方米左右。结合新城规划，在大兴、顺义、昌平、房山等既有区域因地制宜

的深入挖掘余热潜力，充分利用现有供暖设施能力，到 2022 年，新增热泵供暖利用面积 400 万平方米左右。加强在门头沟、平谷、怀柔、密云、延庆等农村地区推广热泵系统应用，大力支持热泵系统在美丽乡村建设中的应用，进一步提高农村地区清洁供暖水平，到 2022 年，新增热泵供暖利用面积 150 万平方米左右。

天津《天津市打赢蓝天保卫战三年作战计划（2018—2020 年）》提出：稳妥有序推进全市剩余的 75.6 万户农村居民散煤清洁能源替代，力争 2019 年 10 月底前，除山区等不具备条件的以及纳入拆迁改造计划的区域外，全市城乡居民取暖散煤基本“清零”；对未实施清洁取暖的，组织做好无烟型煤供应工作。

河北《河北省可再生能源发展“十三五”规划》提出：开展太阳能集热、电供暖、地热供暖、干热岩供暖、跨季节储热、生物质能供暖等工程。到 2020 年，可再生能源供暖总面积达到 1.6 亿平米。《关于强力推进大气污染综合治理的意见》和 18 个专项实施方案提出：对 134 个县(市、区)进行气代煤、电代煤工作，在大气污染传输通道的石家庄、唐山、廊坊、保定、沧州、衡水、邢台、邯郸八个城市今年要确保 20-26 个县(市、区)全面完成清洁取暖。《农村散煤治理专项实施方案》要求：到 2020 年，全省农村清洁采暖面积要达到 70% 以上，其中集中供热覆盖 20% 左右；以集中供热替代分散燃煤供暖，主推“气代煤”支持“电代煤”，支持利用可再生能源取暖。《河北省 2018 年冬季清洁取暖工作方案》提出：加快雄县 20 个村、辛集和饶阳、故城城区、霸州华夏小区等地热供暖项目建设，实施安国、博

野、新河原有地热井整合和回灌改造，推进清河等地地热替换供暖锅炉工程，新增地热供暖 560 万平米。

河南将“加快推进冬季清洁取暖”列入了全省十件重点民生实事。在能够集中供热的地方，加快清洁热源的扩容改造，扩大热网覆盖范围，优先发展集中供热。河南省人民政府办公厅《关于印发河南省 2018 年大气污染防治攻坚战实施方案的通知》（豫政办〔2018〕14 号）提出：将地热供暖纳入城镇基础设施建设，统一规划，有序开发，在具备条件的地区，以城镇新规划区、公共建筑和新建住宅小区为重点进行复制推广。2018 年，全省地热供暖面积力争达到 2000 万平方米。

山西《山西省大气污染防治 2017 年行动计划》要求太原、阳泉、长治、晋城、临汾、晋中“4+2”城市要划定“禁煤区”，10 月底前，完成燃料煤炭“清零”任务。山西省发改委等 14 部委联合发布《山西省冬季清洁取暖实施方案》（晋发改能源发〔2018〕485 号），提出：到 2021 年，全省城乡建筑取暖总面积约 15.7 亿平方米，其中城镇建筑取暖总面积约 10.4 亿平方米、农村建筑取暖总面积约 5.3 亿平方米。全省清洁取暖总面积约 11.8 亿平方米，清洁取暖率达到 75% 左右，替代散烧煤（含低效小锅炉用煤）600 万吨。

山东《关于推进农村地区供暖工作的实施意见》要求：到 2020 年年底，全省 70% 以上的村庄实现冬季清洁供暖。推广以太阳能、电能、空气能、地热能、生物质能等为主要供暖能源的供暖模式。

经过政府和企业在大气污染防治工作付出长期艰苦不懈的努力，

全国城市空气质量总体改善,但大气环境空气质量形势依然严峻。《大气污染防治行动计划》实施以来,大气环境质量得到改善。2017 年北京市 PM_{2.5} 平均浓度为 58 微克/立方米,比 2016 年下降 20.5%;优良天数比例为 61.9%,比 2016 年上升 7.8%;出现重度污染 19 天,严重污染 5 天,重度及以上污染天数比 2016 年减少 15 天。京津冀区域 PM_{2.5} 平均浓度为 64 微克/立方米,数据较往年明显下降。全国 338 个地级及以上城市空气质量也在持续改进。各污染要素浓度逐年下降,重度及严重污染天数降幅显著,但空气质量面临形势依然非常严峻。

因此,推动和实施煤炭减量替代,加大能源消费结构中清洁能源的比重,推进清洁采暖方案实施,对改善空气质量、降低雾霾现象的出现具有非常重要的意义。

二、我国浅层地热能发展现状

地热能是一种绿色低碳、可循环利用的可再生能源，具有储量大、分布广、清洁环保、稳定可靠等特点，是一种现实可行且具有竞争力的清洁能源。我国地热资源丰富，市场潜力巨大，发展前景广阔。加快开发利用地热能不仅对调整能源结构、节能减排、改善环境具有重要意义。

2.1 地热能的定义及分类

地热能资源是指能够经济地被人类所利用的地球内部的地热能、地热流体及其有用组分。根据地热能赋存埋深及温度，可分为浅层地热能、中深层(水热型)地热能及干热岩。目前可利用的地热能主要包括：通过热泵技术开采利用的浅层地热能、通过天然通道或人工钻井直接开采利用的水热型地热能以及干热岩体中的地热能。

(1) 浅层地热能

浅层地热能指蕴藏在地表以下一定深度(一般小于 200 米)范围内岩土体、地下水和地表水中的热能，它受地球内部能量传导和太阳辐射共同作用而产生，一般温度低于 25℃，通过热泵技术对蕴含在浅层土壤、地下水和地表水中的地热能进行利用。

(2) 水热型地热能

水热型地热能是指蕴藏在地下水中、通过天然通道或者人工钻井进行开采利用的地热能。温度一般在 25℃ 以上，埋深介于 200 至 4000 米之间。分为对流型地热能和传导型地热能两种。对流型地热能的成因是因为构造隆起，包括火山型、非火山型地热系统；传导型地热能

的成因是构造拗陷，包括断陷盆地型、拗陷盆地型地热系统。

（3）增强型地热系统

增强型地热系统（EGS）是指通过钻井建立地下人工热交换系统获取地热能系统，埋深一般大于 4000 米，温度大于 200℃。

表 1 地热能分类

类别			埋深（m）	温度（℃）	主要用途
浅层地热能			< 200	$t < 25^{\text{①}}$	供热、制冷、生活热水
水热型地热能	低温地热能	温水	200~4000	$25 \leq t < 40$	供热、洗浴、种植、养殖、灌溉
		温热水		$40 \leq t < 60$	供热、理疗、洗浴、种植、养殖
		热水		$60 \leq t < 90$	供热、理疗、洗浴、种植、养殖
	中温地热能			$90 \leq t < 150$	发电、供热、烘干
	高温地热能			$150 \leq t < 200$	发电、供热、烘干
增强型地热系统（EGS，干热岩利用技术）			> 4000	$t > 200$	发电、供热

注 1：温度 t 是指开采利用的地热流体的温度。

2.2 地热能利用现状

我国从 20 世纪 70 年代开始地热普查、勘探和利用，建设了广东丰顺等 7 个中低温地热能电站，1977 年在西藏建设了羊八井地热电站。上世纪 90 年代以来，北京、天津、保定、咸阳、沈阳等城市开展中低温地热资源供暖、旅游疗养、种植养殖等直接利用工作。本世纪初以来，热泵供暖（制冷）等浅层地热能开发利用逐步加快发展。

浅层和水热型地热能供暖（制冷）技术不断发展和完善。浅层地热能应用主要使用热泵技术，2004 年后年增长率超过 30%，应用范围扩展至全国，其中 80%集中在华北和东北南部，包括北京、天津、河北、辽宁、河南、山东等地区。2015 年底全国浅层地热能供暖（制

冷) 面积达到 3.92 亿平方米, 全国水热型地热能供暖面积达到 1.02 亿平方米。地热能年利用量约 2000 万吨标准煤。

表 2 我国地热能开发利用现状 (截至 2015 年底)

	浅层地热能供暖 (制冷) 面积 (10^4m^2)	水热型地热能 供暖面积 (10^4m^2)	发电装机容量 (MW)
北京	4000	500	
天津	1000	2100	
河北	2800	2600	0.4
山西	500	200	
内蒙古	500	100	
山东	3000	1000	
河南	2900	600	
陕西	1000	1500	
甘肃	400	0	
宁夏	250	0	
青海	0	50	
新疆	300	100	
四川	1000	0	
重庆	700	0	
湖北	1200	0	
湖南	200	0	
江西	600	0	
安徽	1800	50	
江苏	2500	50	
上海	1000	0	
浙江	2200	0	
辽宁	7000	200	
吉林	200	500	

黑龙江	300	650	
广东	500	0	0.3
福建	100	0	
海南	100	0	
云南	150	0	
贵州	800	10	
广西	2200	0	
西藏	0	0	26.58
全国	39200	10210	27.28

2.3 地热能资源情况

我国地热资源量丰富，全国广泛分布。受地质构造、岩浆活动、地层岩性、水文地质条件等因素的影响，地热资源分布具有明显的规律性和地带性。我国地处地中海-喜马拉雅地震带和环太平洋地震带上，西南地区和东部沿海地区属于地热异常区，拥有高温地热资源，主要分布在藏南、滇西、川西；其余地区分布着中低温地热资源，集中于松辽平原、黄淮海平原、江汉平原、山东半岛和东南沿海地区等。地处环渤海经济区的河北、山东等省市，地热储层多、储量大、分布广，是我国最大的地热资源开发区。我国地热资源分布见图 1。

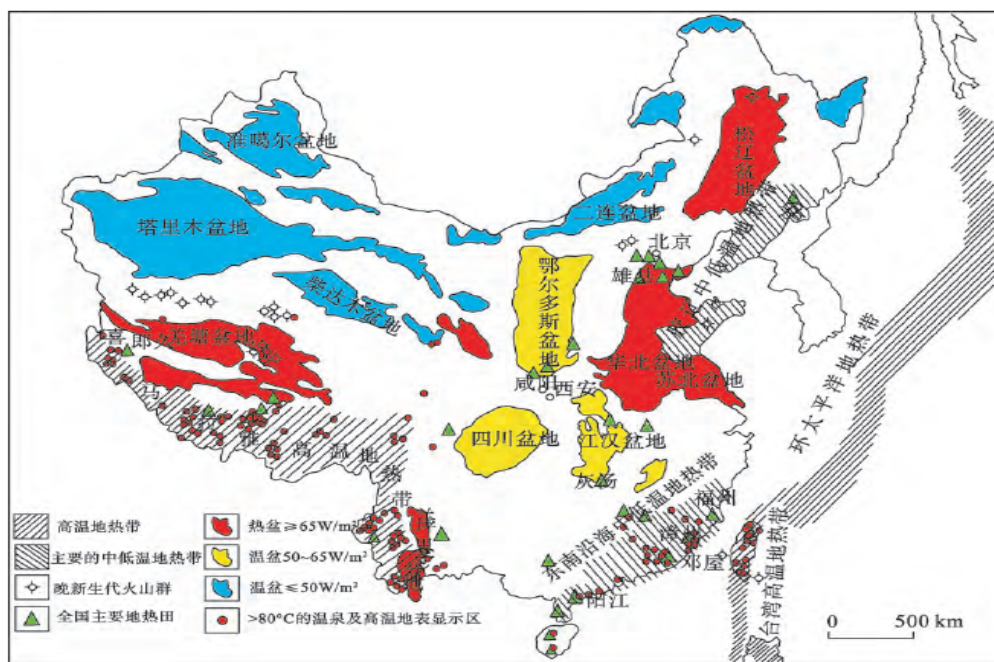


图 1 中国地热资源分布图

据国土资源部中国地质调查局 2015 年调查评价结果，全国 336 个地级以上城市浅层地热能年可开采资源量折合 7 亿吨标准煤，浅层地热能分布见图 2。

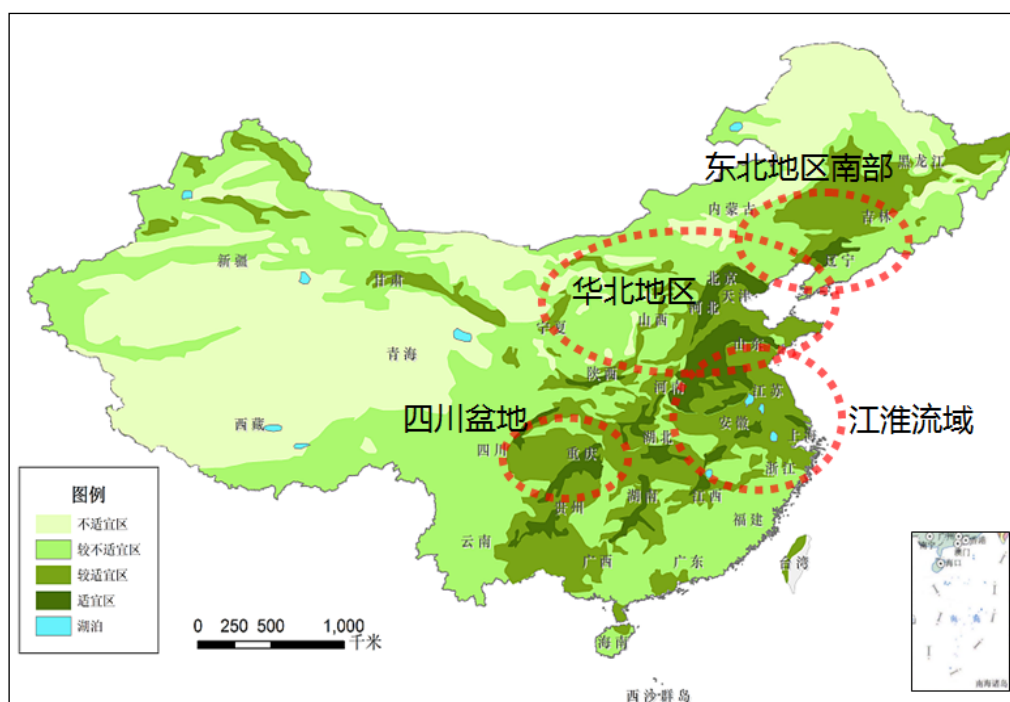


图 2 中国浅层地热能资源分布图

全国水热型地热资源量折合 1.25 万亿吨标准煤，年可开采资源量折合 19 亿吨标准煤；埋深在 3000-10000 米的干热岩资源量折合 856 万亿吨标准煤。

表 3 我国地热资源分布

资源类型		分布地区	
浅层地热资源		东北地区南部、华北地区、江淮流域、四川盆地和西北地区东部	
水热型地热资源	中低温	沉积盆地型	东部中、新生代平原盆地，包括华北平原、河-淮盆地、苏北平原、江汉平原、松辽盆地、四川盆地以及环鄂尔多斯断陷盆地等地区
		隆起山地型	藏南、川西和滇西、东南沿海、胶东半岛、辽东半岛、天山北麓等地区
	高温	藏南、滇西、川西等地区	
干热岩资源		主要分布在西藏，其次为云南、广东、福建等东南沿海地区	

2.4 地热能利用支持政策

2008 年 12 月，国土资源部印发了《关于大力推进浅层地热能开发利用的通知》（国土资发〔2008〕249 号），提出要摸清浅层地热能资源，查明浅层地热能分布特点、赋存条件和地层热物性参数等，估算可利用资源量，编制开发利用规划，科学利用浅层地热能，制定优惠政策，实行规范管理，促进浅层地热能开发利用工作健康发展。

2013 年 1 月，国家能源局、财政部、国土资源部和住房和城乡建设部联合发布了《关于促进地热能开发利用的指导意见》，提出积

极推广浅层地热能开发利用。在做好环境保护的前提下，促进浅层地热能的规模化应用。在资源条件适宜地区，优先发展再生水源热泵（含污水、工业废水等），积极发展土壤源、地表水源（含江、河、湖泊等）热泵，适度发展地下水源热泵，提高浅层地温能在城镇建筑用能中的比例。重点在地热能资源丰富、建筑利用条件优越、建筑用能需求旺盛的地区，规模化推广利用浅层地温能。鼓励具备应用条件的城镇新建建筑或既有建筑节能改造中，同步推广应用热泵系统，鼓励政府投资的公益性建筑及大型公共建筑优先采用热泵系统，鼓励既有燃煤、燃油锅炉供热制冷等传统能源系统，改用热泵系统或与热泵系统复合应用。通过合同能源管理实施的地热能利用项目，可按现行税收法律法规的有关规定享受相关税收优惠政策。利用地热能供暖制冷的项目运行电价参照居民用电价格执行。采用地热能供暖（制冷）的企业可参照清洁能源锅炉采暖价格收取采暖费。鼓励各省、区、市结合实际出台具体支持政策。

2017 年 1 月，国家发改委、国家能源局、国土资源部联合发布《地热能开发利用“十三五”规划》（发改能源〔2017〕158 号），提出在“十三五”时期，新增地热能供暖（制冷）面积 11 亿平方米，其中：新增浅层地热能供暖（制冷）面积 7 亿平方米；新增水热型地热供暖面积 4 亿平方米。新增地热发电装机容量 500MW。到 2020 年，地热供暖（制冷）面积累计达到 16 亿平方米，地热发电装机容量约 530MW。2020 年地热能年利用量 7000 万吨标准煤，地热能供暖年利用量 4000 万吨标准煤。京津冀地区地热能年利用量达到约 2000 万吨

标准煤。

表 4 地热能开发目标

	“十三五” 新增			2020 年累计		
	浅层地热能 供暖(制冷) 面积(10^4m^2)	水热型地热 能供暖面积 (10^4m^2)	发电装 机容量 (MW)	浅层地热能 供暖(制冷) 面积(10^4m^2)	水热型地热 能供暖面积 (10^4m^2)	发电装 机容量 (MW)
北京	4000	2500		8000	3000	
天津	4000	2500	10	5000	4600	10
河北	7000	11000	10	9800	13600	10.4
山西	500	5500		1000	5700	
内蒙古	450	1850		950	1950	
山东	5000	5000	10	8000	6000	10
河南	5700	2500		8600	3100	
陕西	500	4500	10	1500	6000	10
甘肃	500	100		900	100	
宁夏	500			750		
青海		200	30		250	30
新疆	500	250	5	800	350	5
四川	3000		15	4000		15
重庆	3700			4400		
湖北	6200			7400		
湖南	4000			4200		
江西	3000			3600		
安徽	3000			4800	50	
江苏	6000	200	20	8500	250	20
上海	2700			3700		
浙江	3000			5200		
辽宁	1000	1000		8000	1200	

吉林	1000	1000		1200	1500	
黑龙江	1000	1600		1300	2250	
广东	2000		10	2500		10.3
福建	400		10	500		10
海南	500		10	600		10
云南	100		10	250		10
贵州	2000	50		2800	60	
广西	1400			3600		
西藏	0	250	350		250	376.58
全国	72650	40000	500	111850	50210	527.28

在“十三五”时期，要按照“因地制宜，集约开发，加强监管，注重环保”的方式开发利用浅层地热能。通过技术进步、规范管理解决目前浅层地热能开发中出现的问题，并加强我国南方供暖制冷需求强烈地区的浅层地热能开发利用。在重视传统城市区域浅层地热能利用的同时，要重视新型城镇地区市场对浅层地热能供暖（制冷）的需求。沿长江经济带地区，针对城镇居民对供暖的迫切需求，加快推广以热泵技术应用为主的地热能利用，减少大规模燃煤集中供暖，减轻天然气供暖造成的保供和价格的双重压力。以重庆、上海、苏南地区城市群、武汉及周边城市群、贵阳市、银川市、梧州市、佛山市三水区为重点，整体推进浅层地热能供暖（制冷）项目建设。

围绕地热能开发利用产业链、标准规范、人才培养和服务体系等，完善地热能产业体系。完善地热资源勘探、钻井、抽井、回灌的标准规范，制定地热发电、建筑供热制冷及综合利用工程的总体设计、建设及运营的标准规范。加强地热能利用设备的检测和认证，建立地热

能产业和开发利用信息监测体系，完善地热资源和利用的信息统计，加大地热能利用相关人才培养力度，积极推进地热能利用的国际合作。

在“十三五”时期，随着现代化建设和人民生活水平的提高，集中供暖需求的增大，以及各省（区、市）面临着压减燃煤消费、大气污染防治、提高可再生能源消费比例等方面的要求，给地热能发展提供了难得的发展机遇。

三、加快浅层地热能开发利用促进燃煤减量替代实施方案

3.1 各地浅层地热能相关政策

为了落实国家煤炭减量、清洁采暖和地热能利用的各项政策，各地也出台了大量的鼓励和支持政策。

2013 年 12 月，北京市发布《关于北京市进一步促进地热能开发及热泵系统利用的实施意见》，鼓励新建公共建筑、工业厂房和居民住宅楼使用热泵供暖系统，支持燃煤、燃油供暖锅炉利用热泵系统进行清洁改造；重点推进余热、土壤源、再生水（污水）热泵和深层地热资源的开发利用。加快推广土壤源热泵供暖系统，不断提高浅层地温能的应用水平。加快发展再生水热泵，现有和新建再生水厂内建筑应采用再生水热泵供暖系统，鼓励再生水厂周边和主干管网沿线范围内新建建筑使用再生水热泵系统供暖。

加大资金支持。热泵系统主要包括热源、一次管网和末端设备三部分。2013 年到 2017 年，市政府固定资产投资进一步加大大市范围内地热能开发及热泵系统应用的支持力度。其中：新建的再生水（污水）、余热和土壤源热泵供暖项目，对热源和一次管网给予 30%的资金补助；新建深层地热供暖项目，对热源和一次管网给予 50%的资金支持；既有燃煤、燃油供暖锅炉实施热泵系统改造项目，对热泵系统给予 50%的资金支持。

2016 年 6 月，上海市住房城乡建设管理委、市发展改革委、市财政局联合印发了《上海市建筑节能和绿色建筑示范项目专项扶持办法》，提出鼓励利用太阳能、浅层地热能等可再生能源与建筑一体化

的居住建筑或公共建筑项目。使用一种可再生能源的，建筑规模：居住建筑，建筑面积 5 万平方米以上；公共建筑，单体建筑面积 2 万平方米以上。使用两种及以上可再生能源的，建筑规模：居住建筑，建筑面积 4 万平方米以上；公共建筑，单体建筑面积 1.5 万平方米以上。其中公共建筑应当实施建筑用能分项计量，且与本市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测平台数据联网。符合可再生能源与建筑一体化示范的项目，采用太阳能光热的，每平方米受益面积补贴 45 元；采用浅层地热能的，每平方米受益面积补贴 55 元。

重庆市《重庆市可再生能源建筑应用示范工程专项补助资金管理暂行办法》提出：利用可再生能源热泵机组的空调，按机组额定制冷量每千瓦补贴人民币 800 元；利用可再生能源提供生活热水的高温热泵机组，按机组额定制热量每千瓦补贴人民币 900 元。

2011 年 2 月，重庆市城乡建设委员会、重庆市财政局印发《重庆市可再生能源建筑应用城市示范项目管理暂行办法》（渝建发〔2011〕25 号），提出推进在建筑中利用水源热泵技术（以长江、嘉陵江、乌江、市内其他河流、湖泊、水库、污水等水体作为冷热源）进行供冷供热以及提供生活热水；利用土壤源热泵技术进行供冷供热以及提供生活热水；开展太阳能光电光热建筑一体化应用等。补贴标准：（一）采用水源及土壤源热泵系统供冷供热（含供应生活热水）的示范项目按照核定的示范面积进行补贴，其中公共建筑补贴标准为 50 元/，居住建筑补贴标准为 30 元/。（二）采用水源及土壤源热泵系统单独供应生活热水的示范项目，补贴标准为 15 元/。

2013 年 9 月，河北省国土资源厅印发《关于加快推进浅层地温能开发利用的意见》，提出优先发展污水、再生水、（微）咸水水源热泵，积极发展土壤源、地表水源热泵，适度发展地下水源热泵，限制饮用水水源地、地下水超采区等区域地下水源热泵使用。优先在大中城市大规模推广，带动小城市、建制镇浅层地温能开发利用；优先在机关办公建筑、大型公共建筑中推广，带动民用建筑浅层地温能开发利用。浅层地温能开发适宜区，新建机关办公建筑和大型公共建筑使用地源热泵系统的面积，大中城市不低于 45%，小城市与县城不低于 30%；新建民用住宅项目使用地源热泵系统的面积，大中城市不低于 30%，小城市和县城不低于 20%。不能纳入集中供暖的新建筑，原则上都要采用地源热泵技术，鼓励既有燃煤、燃油锅炉供热系统改用地源热泵系统。

2015 年 12 月，安徽省住房和城乡建设厅、省发展和改革委员会、省财政厅、省国土资源厅联合印发了《关于印发推进浅层地热能建筑中规模化应用实施方案的通知》（建科〔2015〕276 号），提出安徽省属于夏热冬冷地区，建筑供暖、制冷负荷基本相近，符合浅层地热能应用地下热平衡要求，适宜在建筑中规模化应用。积极发展土壤源、地表水源（含江、河、湖泊等）热泵，鼓励发展再生水源（含污水、工业废水等）热泵，率先在政府投资的公共建筑中示范应用，引导社会投资的公共建筑和居住建筑广泛应用。

加大浅层地热能在新建建筑中推广力度：重点推动政府投资的公共建筑率先应用地源热泵技术进行供暖制冷，单体建筑面积 2 万平方

米以上且有集中供暖制冷需求的，应采用地源热泵系统（浅层地热能应用条件不适宜的工程除外）。引导社会投资的 1 万平方米以上的酒店、商场等公共建筑优先采用地源热泵系统。鼓励有集中供暖制冷需求的居住建筑采用地源热泵系统。

推动既有建筑应用地源热泵技术开展空调系统改造：既有国家机关办公建筑、政府投资和以政府投资为主的公益性建筑以及大型公共建筑，优先采用地源热泵系统进行空调节能改造。鼓励具备应用条件的地区在旧城改造、既有建筑节能改造工程中，同步推广应用地源热泵系统。鼓励集中供热效率低的既有居住建筑，采用地源热泵系统进行节能改造。

鼓励应用浅层地热能建设分布式能源站：在浅层地热能资源条件适宜地区，鼓励建设浅层地热能分布式能源站，实现区域内建筑群生活热水、供暖、制冷集中供给，提升能源利用效率。支持绿色生态示范城区、城市新区率先开展试点示范，探索适合浅层地热能开发利用的规模化、商业化建设运营模式。

根据《南京市浅层地温能开发利用总体规划（2014—2020 年）》，到 2020 年末，全市将新增地埋管地源热泵系统建筑应用面积约 580 万平方米。未来 5 年，南京将以新建公共建筑为重点应用对象，同时鼓励民用住宅利用浅层地温能资源。南京浅层地温能资源开发主要鼓励应用方向为建筑物集中制冷供暖。优先鼓励浅层地温能开发应用于办公楼、会议中心、图书馆、展览馆、体育馆、文化馆、商场、宾馆、学校、医院等办公建筑项目和大型公共建筑项目，积极引导发展高档

民用住宅小区建筑应用项目。

根据《浙江省绿色建筑条例》，规定：利用太阳能、浅层地热能、空气能的，建设单位可以按照国家和省有关规定申请项目资金补助；居住建筑采用地源热泵技术供暖制冷的，供暖制冷系统用电可以执行居民峰谷分时电价。

宝鸡市在 2016 年 1 月出台《宝鸡市地源热泵系统推广应用管理暂行办法》，对采用地源热泵系统的项目给予资金补助。采用地源热泵技术的运营企业享受有关税收优惠政策；采用地源热泵技术的运营企业，除享受市政府给予燃煤供热企业的全部优惠政策外，根据有关规定，用电按居民生活电价执行；项目验收合格后，市级财政对地源热泵项目按建筑实际使用面积予以资金补助，土壤源热泵项目补助标准为 20 元/平方米，污水源热泵项目、地下水源热泵项目为 10 元/平方米。

武汉《武汉市可再生能源建筑应用示范项目专项补助资金管理办法》中规定：采用地源热泵系统的建筑，按应用面积补助：40 元/m²。

烟台利用国家财政部“连片推广示范区”8400 万元奖补资金，根据《烟台市可再生能源建筑应用集中连片推广示范区管理办法》，在具体补助标准上，根据建筑使用太阳能一体化、地源热泵等技术不同，给予不同的奖补标准。比如，在地源（包括土壤源、淡水源、海水源、污水源等）热泵技术应用上，每平方米应用建筑面积补助 20 元，太阳能一体化与地源热泵结合项目每平方米补助 28 元。对采用地源热泵技术的项目，其采用地源热泵部分免缴基础设施配套费中

的供热外管网部分收费。

长沙《长沙市可再生能源建筑应用实施方案》规定，经批准的可再生能源建筑应用项目可以按标准获得财政专项资金补助，如太阳能光热建筑应用项目按太阳能集热面积予以补助，补助标准为 400 元/平方米；土壤源热泵项目按应用的建筑面积予以补助，补助标准为 40 元/平方米；污水源热泵项目按应用的建筑面积予以补助，补助标准为 35 元/平方米；水源热泵项目按应用的建筑面积予以补助，补助标准为 30 元/平方米；太阳能与地源热泵结合系统项目按应用建筑面积予以补助，平均补助标准为 53 元/平方米。经批准为示范项目的可再生能源建筑应用项目可以享受政策优惠，如进入建设审批程序“绿色通道”、水源热泵系统的取水、用水减免水资源费等。

3.2 存在问题

虽然各地方分别出台了一系列的鼓励和支持措施，使得浅层地热能供热（供冷）面积发展很快，但也存在不少问题，目前政策基本上以鼓励和资金支持为主，实际浅层地热能项目实施过程中，出现了很多资源浪费、环境污染、技术不规范、监管不到位等各种问题，不利于浅层地热能利用产业的健康发展。

（1）缺少科学规划

浅层地热能的开发利用与地质条件，地下水开发利用和环境保护等多方面密切相关，需要科学制定浅层地热能开发利用规划，划定地源热泵适宜发展区、限制发展区和禁止发展区，并对地源热泵建设布局、规模进行科学规划，有序发展，避免地热资源，地下水资源浪费

和生态环境风险。

（2）浅层地热能资源评价体系不完善

开发利用浅层地热能，首先要勘查评价项目所在地的地质条件，确定浅层地热能可开发利用的区域及合理利用量，预测开发利用浅层地热能产生的环境影响。虽然国家要求各地开展浅层地热资源地质勘查评价和地下水源热泵适宜性评价等工作，但尚未建立公共浅层地热能利用地质条件信息数据库和管理系统，缺乏对浅层地热能开发利用前期的宏观指导。

（3）过程监管不全面

浅层地热能开发利用涉及土壤环境和地下水及地表水环境，工程建设运营中，应及时关注工程用水总量、用水效率、水功能区状况和纳污指标等情况。加强浅层地热能利用工程建设监管，严格按照工程设计标准施工，采用抽取地下水进行地热能利用的，确保取用的地下水 100%回灌，抽灌井分别安装水表并实现水量实时在线监测，定期对回灌水进行取样送检并记录在案。运营单位应对采温层岩土质量、地下水水位、系统运行效率等实施长期监测，其中供回水温度、系统 COP 系数、土壤温度等参数应接入在线监测系统，实现实时在线监测。

（4）标准规范体系不完善

目前地热能资源勘探、钻井、抽井、回灌的标准规范，地热发电、建筑供热制冷及综合利用工程的总体设计、建设及运营的标准规范，项目开发与评估、环境监测与管理体的标准规范等还有待进一步完善，加强标准规范的宣贯和执行力度，提高工程建设质量。

（5）实施企业水平良莠不齐

随着浅层地热能开发利用规模的扩大，吸引了国内外企业蜂拥进入浅层地热能开发利用市场。大多数公司根本不具备系统测试能力和设计能力，缺乏对地下换热系统长期运行的地下温度变化、地下水的回灌、地下水位下降、水资源二次污染等问题的考虑，而且该行业的门槛不高，对隐蔽施工的监理机制也不够健全，执行力度较弱，造成了施工质量不高、设计不合理、运行不科学、管理不到位的现象，直接影响了浅层地热能产业的健康发展，迫切需要加强第三方管理和监管，创新商业模式，避免地热资源和生态环境破坏。

3.3 加快开发利用浅层地热能，促进燃煤减量替代

“十二五”期间，国土资源部中国地质调查局组织全国 60 多家单位 3000 多名技术人员，投入中央财政资金 4.16 亿元，完成了 336 个地级以上城市浅层地温能调查，31 个省（区、市）地下热水资源调查，启动了干热岩资源调查，基本查明了我国地热资源赋存条件、分布特征与开发利用现状，评价了全国地热资源量。调查结果显示，我国地热资源丰富，其中水热型地热资源每年可开采量折合标准煤 18.65 亿吨，相当于我国 2015 年煤炭消耗的 50%；336 个地级以上城市浅层地热能资源每年可开采量折合标准煤 7 亿吨，相当于我国 2015 年煤炭消耗的 19%。

根据王婉丽（2017）研究结果表明，在我国陆区范围内，恒温带温度受太阳辐射影响最大，恒温带顶板埋深与气温变化趋势相反，岩土体导热系数受岩性影响明显。中国浅层地热能资源主要用于建筑物

供暖和制冷。我国 31 个省会城市 80%的土地面积适宜利用浅层地热能，浅层地热能资源每年可开采量折合标准煤 2.8 亿 t，可为供暖和制冷提供丰富的能源储备。按利用方式、需求程度将我国浅层地热能开发分为全年集中利用区、全年分散利用区、分散式冬季供暖区和分散式夏季制冷区 4 类。浅层地热能开发利用对推动中国绿色、低碳、节能型城市化发展，解决京津冀地区冬季雾霾和南方城市冬季供暖问题具有重要意义。



中国浅层地热能开发利用区划图

根据王贵玲（2016）调查研究指明，全国 336 个地级以上城市浅层地热能资源每年可开采量折合标准煤 7 亿吨，可替代标准煤 11.7 亿吨/年，节煤量 4.1 亿吨/年。从浅层地热能开发利用方式来看，地埋管热泵系统适宜区占总评价面积的 29%；较适宜区占 53%；地下水

源热泵系统适宜区占总评价面积的 11%，较适宜区占 27%。比较适合应用地下水地源热泵系统的地区主要分布在我国的东部平原盆地及富水性较好的地区。不适宜建立地下水地源热泵系统的地区主要位于我国西部的缺水区域以及部分炎热、寒冷的区域。地埋管地源热泵系统在具有较好的适宜性，不适宜区主要是从地埋管的施工难度和建设成本上考虑。

浅层地热能换热功率为在浅层岩土体、地下水中单位时间内的热交换量。我国 336 个地级以上城市地下水地源热泵系统夏季换热功率为 7.49×10^8 kW，冬季换热功率为 3.68×10^8 kW；地埋管地源热泵系统夏季换热功率为 2.69×10^9 kW，冬季换热功率为 1.91×10^9 kW。地源热泵系统总的换热功率夏季为 3.14×10^9 kW，冬季为 2.10×10^9 kW。336 个地级以上城市浅层地热能资源热容量为 1.11×10^{17} kJ/℃，每年可开采量折合标准煤 7 亿吨。

目前，浅层地热能资源主要用于建筑物供暖和制冷，采用单位面积可利用量的供暖和制冷面积表示浅层地热能资源潜力。336 个地级以上城市 80%的土地面积适宜利用浅层地热能，可实现建筑物夏季制冷面积 $3.26 \times 10^{10} \text{m}^2$ ，冬季供暖面积 $3.23 \times 10^{10} \text{m}^2$ 。其中，地下水地源热泵系统夏季可制冷面积为 $5.59 \times 10^9 \text{m}^2$ ，冬季可供暖面积为 $3.61 \times 10^9 \text{m}^2$ ；地埋管地源热泵系统夏季可制冷面积为 $3.56 \times 10^{10} \text{m}^2$ ，冬季可供暖面积为 $3.75 \times 10^{10} \text{m}^2$ 。

目前我国地热资源每年利用量折合标准煤 0.21 亿吨，其中水热型地热资源利用量折合标准煤 415 万吨，开采率仅为 0.2%，浅层地

热能利用量折合标准煤 1600 万吨，开采率仅为 2.3%，地热资源开发利用潜力巨大。在现有技术条件下，每年可节煤 10 亿吨，其中 336 个地级以上城市浅层地热能资源高效利用每年可节煤 2.5 亿吨；地下热水资源高效利用每年可节煤 7.5 亿吨。

开展利用浅层地热能可为居民提供供热（冷）一体化服务，提高了区域能源利用效率，减少了燃煤消耗，改善了区域环境，为推进居民供热等领域燃煤减量替代，更好的促进浅层地热能行业发展，确保在安全友好的条件下，更优更快的实施浅层地热能利用项目，各政府部门需要通力协助给予合理的支持政策，并进行监督管理。

国家发展改革委、国土资源部、环境保护部、住房城乡建设部、水利部、国家能源局联合发布了《关于加快浅层地热能开发利用促进北方采暖地区燃煤减量替代的通知》（发改环资〔2017〕2278 号），《通知》明确，以京津冀及周边地区等北方采暖地区为重点，到 2020 年，浅层地热能可在供热（冷）领域得到有效应用，应用水平得到较大提升，在替代民用散煤供热（冷）方面发挥积极作用，区域供热（冷）用能结构得到优化，相关政策机制和保障制度进一步完善，浅层地热能利用技术开发、咨询评价、关键设备制造、工程建设、运营服务等产业体系进一步健全。《通知》要求，相关地区各级发展改革、运行、国土、环保、住建、水利、能源、节能等相关部门要把浅层地热能利用作为燃煤减量替代、推进新型城镇化、健全城乡能源基础设施、推进供热（冷）等公共服务均等化等工作的重要内容，加强组织领导，强化统筹协调，大力推动本地区实施浅层地热能利用工程，促进煤炭

减量替代，改善环境质量。《通知》提出，鼓励相关地区创新投融资模式、供热体制和供热运营模式，进一步放开城镇供暖行业的市场准入，大力推广政府和社会资本合作（PPP）模式，积极支持社会资本参与浅层地热能开发。鼓励投资主体发行绿色债券实施浅层地热能开发利用。鼓励金融机构、融资租赁企业创新金融产品和融资模式支持浅层地热能开发利用。

《通知》对因地制宜加快推进浅层地热能开发利用，推进北方采暖地区居民供热等领域燃煤减量替代，提高区域供热（冷）能源利用效率和清洁化水平，改善空气环境质量，具体从基本原则、开发利用、政策监管等方面进行了要求和设计。

（1）基本原则。

要因地制宜。根据当地地质、水资源和浅层地热能特点、居民用能需求，结合城区、园区、郊县、农村经济发展状况、资源禀赋、气象条件、建筑物分布、配电条件等，合理开发利用地表水（含江、河、湖、海等）、污水（再生水）、岩土体、地下水等蕴含的浅层地热能。

要安全稳定。供热（冷）涉及民生，浅层地热能开发利用必须把保障安全稳定运行放在首位，工程建设和运营单位应具备经营状况稳定、资信良好、技术成熟、建设规范、工程质量优良等条件，并符合当地供热管理有关规定，确保供热（冷）系统安全稳定可靠。

要环境友好。浅层地热能开发利用应以严格保护水资源和生态环境为前提，确保不浪费水资源、不污染水质、不破坏土壤热平衡、

不产生地质灾害。

要市场主导与政府推动相结合。充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，以高质量满足社会供热（冷）需求不断提升人民群众获得感为出发点，有效发挥政府规划引导、政策激励和监督管理作用，营造有利于浅层地热能开发利用的公平竞争市场环境。

（2）统筹推进开发利用。

要科学规划开发布局。相关部门要联合开展中小城镇及农村浅层地热能资源勘察评价，摸清地质条件，合理划定地热矿业权设置区块，并纳入矿产资源规划和土地利用总体规划，划定水（地）源热泵系统适宜发展区、限制发展区和禁止发展区，科学规划水（地）源热泵系统建设布局。进一步健全和完善浅层地热能开发利用的设计、施工、运行、环保等相关标准，制定出台水（地）源热泵系统建设项目水资源论证技术规范 and 标准，明确浅层地热能热泵系统的能效、回灌、运行管理等相关要求。

在地下水饮用水水源地及其保护区范围内，禁止以保护的目标含水层作为热泵水源；对于地下水禁止开采区禁采含水层及与其水力联系密切的含水层、限制开采区的限采含水层，禁止将地下水作为热泵水源；禁止以承压含水层地下水作为热泵水源。浅层地热能开发利用项目应依法开展环境影响评价；涉及取水的，应开展水资源论证，向当地水行政主管部门提交取水许可申请，取得取水许可证后方可取水；涉及建设地下水开采井的，应按水行政主管部门取水许可审批确定的地下水取水工程建设方案施工建设。

要因地制宜开发利用。要充分考虑本地区经济发展水平、区域用能结构、地理、地质与水文条件等，结合地方供热（冷）需求，在适宜发展浅层地热能供暖的情况下，积极发展浅层地热能供暖。要根据供热资源禀赋，因地制宜选取浅层地热能开发利用方式。对地表水和污水（再生水）资源禀赋好的地区，积极发展地表水源热泵供暖；对集中度不高的供暖需求，在不破坏土壤热平衡的情况下，积极采用分布式土壤源热泵供暖；对水文、地质条件适宜地区，在 100%回灌、不污染地下水的情况下，积极推广地下水源热泵技术供暖。

要提升运行管理水平。浅层地热能开发利用涉及土壤环境和地下水及地表水环境，项目建设和运营应严格依据国家相关法律法规和标准规范进行。运营单位要健全系统运行维护管理，综合运用互联网、智能监控等技术，确保系统安全稳定高效运行，供热质量、服务等达到所在地有关标准要求。严格保护地下水水质，制定目标水源动态监测与保护方案，定期对回灌水和采温层地下水取样送检，并记录在案建档管理；应对采温层岩土质量、地下水水位、系统运行效率等实施长期监测，其中供回水温度、系统 COP 系数、土壤温度取用及回灌地下水量等参数应在线监测。

要创新开发利用模式。大力推广采取合同能源管理模式，鼓励将项目整体打包，采取建设-运营-维护一体化的合同能源管理模式，系统运营维护交由专业化的合同能源服务公司。运营单位对系统运行负总责，并制定供热（冷）服务方案，针对影响系统稳定运行的因素编制预案。

（3）加强政策保障和监督管理。

要完善支持政策。中央预算内资金积极支持浅层地热能利用项目建设。地方要加大支持力度，将浅层地热能供暖纳入供暖行业支持范围，符合当地供热管理相关要求的浅层地热能供热企业作为热力产品生产企业和热力产品经营企业享受供热企业相关支持政策。鼓励相关地区创新投融资模式、供热体制和供热运营模式，进一步放开城镇供暖行业的市场准入，大力推广政府和社会资本合作（PPP）模式，积极支持社会资本参与浅层地热能开发。鼓励投资主体发行绿色债券实施浅层地热能开发利用。鼓励金融机构、融资租赁企业创新金融产品和融资模式支持浅层地热能开发利用。

要加强示范引导和技术进步。可选择一批城镇、园区、郊县、乡村开展示范，发挥其惠民生、控煤炭、促节能的示范作用。选取地方典型案例向社会发布，引导社会选用工艺技术先进、服务质量优良的设备生产、项目建设和运营维护单位，推动节能减煤和改善生态环境。

要建立健全承诺和评估机制。国家建立项目信息库，项目单位提交定期评估报告，接受事中和事后监管。运营单位每年对项目系统运行效率、供回水温度、地下水回灌率、土壤温度波动、土壤及地下水质量检测情况等运行维护情况进行评价，重点评估。

要加强监督检查。相关部门要按照职责加强监督管理，重点对温度、水位、水质等开展长期动态监测，对项目的供暖保障、能效、环保、水资源管理保护、回灌等环节进行监管。对不合要求的企业项

目要依法处置或取消优惠政策，如地下水水源热泵回灌率达不到相关标准要求、回灌导致含水层地下水水质下降、开采地下水引发地面沉降等地质与生态环境问题的；对导致水质恶化或诱发严重环境水文地质问题的；对机组及系统热效率不达标、地温连续 3 年持续单向变化的；对未按批准的取水许可规定条件取水、污染水质、破坏土壤热平衡、产生地质灾害、未能履行供热承诺且整改后仍不能达到相关要求的。

浅层地热能的开发利用极具地域性，各地应根据本地区经济、能源结构、地理条件、水文条件等，结合地方供热现状，在技术经济对比分析基础上，合理规划浅层地热能利用，因地制宜制定相应的工程实施方案。

四、浅层地热能技术规范

4.1 浅层地热能利用技术

浅层地热能利用是基于热泵技术，以岩土体、地下水或地表水为低位热源，通过少量的电能驱动热泵从低位热源吸热，升温后实现供热或供冷的目的。系统主要由热泵机组、地热能交换系统、建筑物内末端系统组成。根据地热能交换系统形式的不同，可分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。

(1) 地埋管热泵系统

地埋管热泵系统通常也称为土壤源热泵系统，其利用传热截至通过土壤换热器与岩土体进行热交换，通过热泵为建筑进行供热制冷和提供生活热水，土壤换热器有水平和竖直两种布置方式。

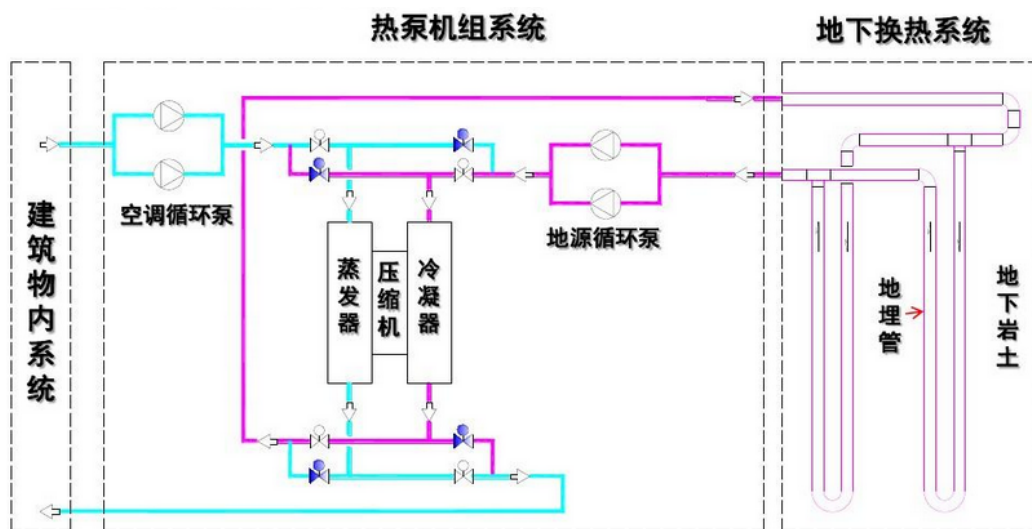


图 3 地埋管地源热泵系统图

(2) 地下水热泵系统

地下水热泵系统以地下水作为低位热源，利用热泵技术为建筑进行供热制冷和提供生活热水。根据地下水是否直接流经热泵机组，可分为直接和间接两种系统。直接系统中，地下水处理后直接流经热泵

机组，适用于水质好，具有较高的稳定水位的情况；间接系统在地下水循环侧与热泵之间增加了中间换热器，可以避免地下水对热泵机组、管理和附件的腐蚀。

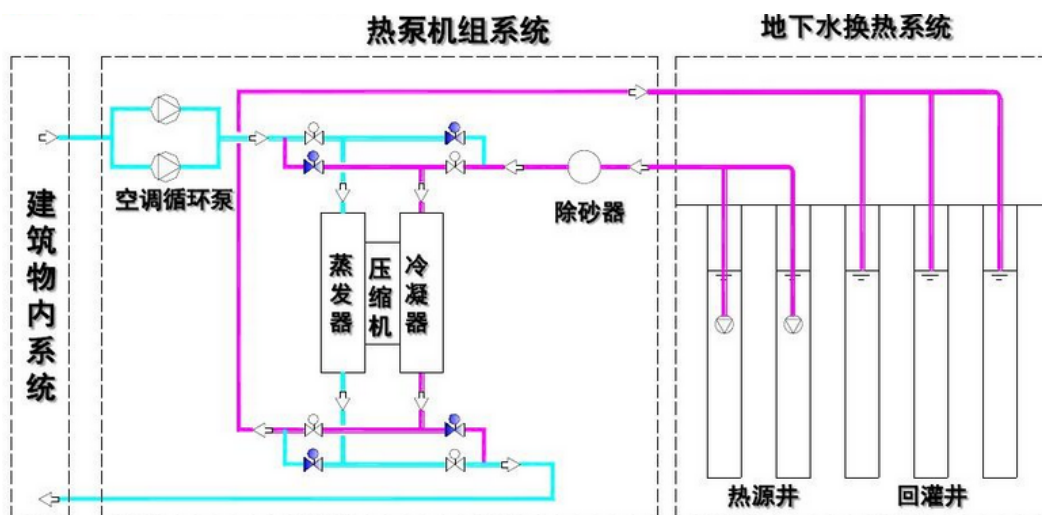


图 4 地下水地源热泵系统图（开式）

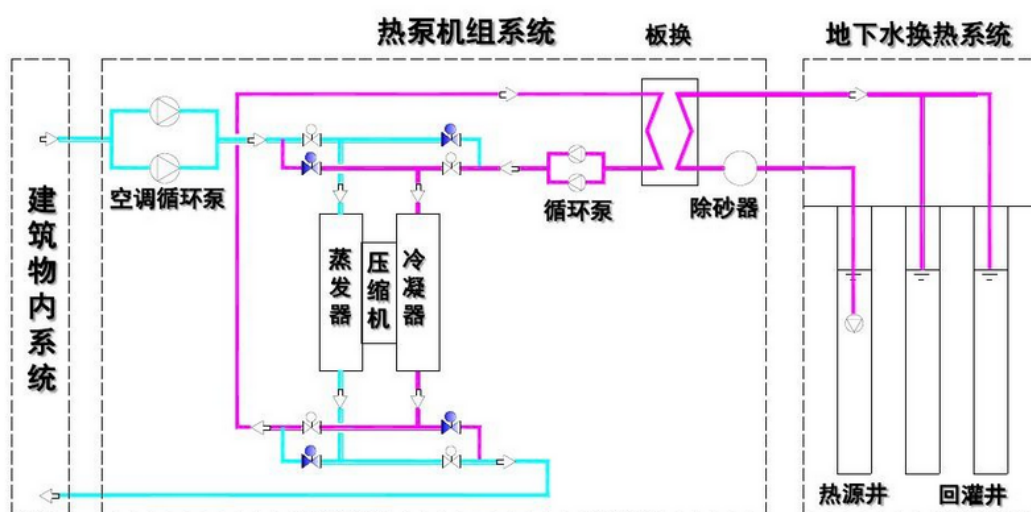


图 5 地下水地源热泵系统图（闭式）

（3）地表水热泵系统

地表水热泵系统以江河湖海和污水处理厂中水等地表水作为低位热源，利用热泵技术为建筑进行供热制冷和提供生活热水。根据地表水是否直接流经热泵机组，可分为直接和间接两种系统。

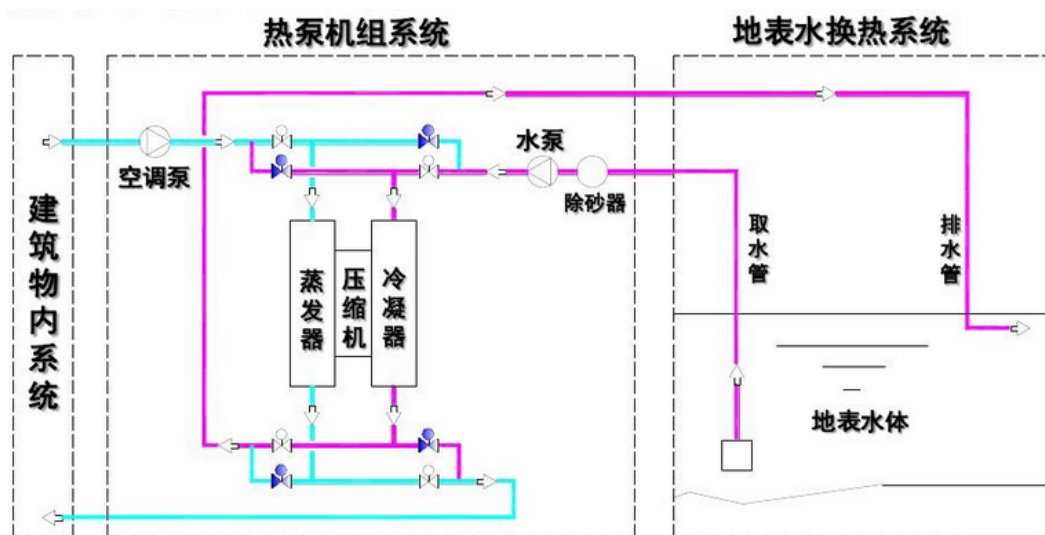


图 6 地表水地源热泵系统图（开式）

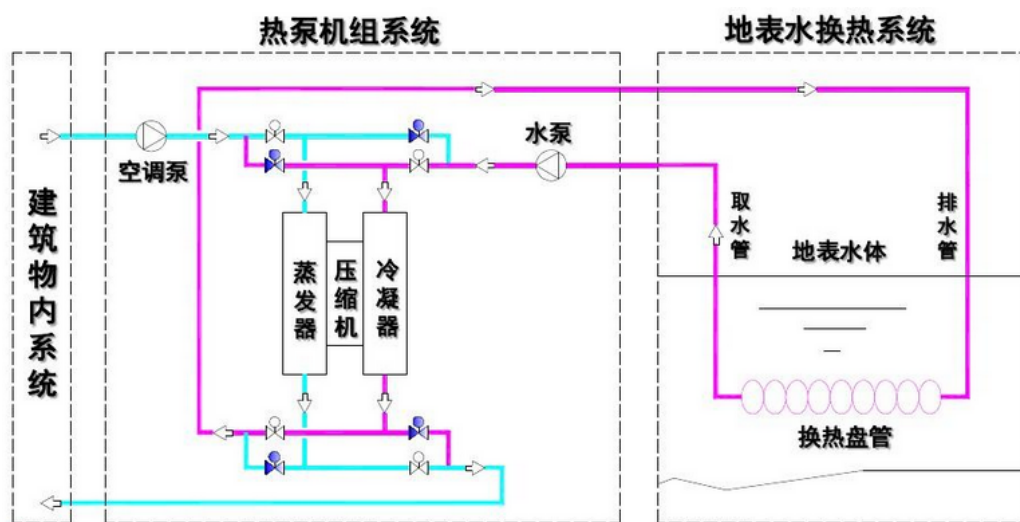


图 7 地表水地源热泵系统图（闭式）

4.2 国内现有标准规范

标准规范的制定更能严格的约束行业合理健康的发展，梳理现有的国内标准规范，根据新的政策要求，对从地热资源评价、规划、设计、施工、验收和运行管理全流程涉及的关键技术、管理、计量、监测、环保等问题提出原则、要求并及进行规范。

目前国内主要标准规范有：

《水（地）源热泵机组》（GB/T 19409-2013）主要内容包括：

对水源热泵机组的术语和定义、形式和基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标准、包装、运输和贮存等做了明确规定，并以资料性附录和规范性附录两种形式制定了水源热泵机组型号的编制方法和水源热泵机组噪声试验方法。

《地源热泵系统工程技术规范》（GB50366-2009），主要包括：术语、工程勘察、地埋管换热系统、地下水换热系统、地表水换热系统、建筑物内系统、整体运转、调试与验收。适用于以岩土体、地下水、地表水为低温热源，以水或添加防冻剂的水溶液为传热介质，采用蒸气压缩热泵技术进行供热、空调或加热生活热水的系统工程的设计、施工及验收。2009 年标准进行了修订：补充了岩土热响应试验的方法及相关内容，并对相关条文进行了修订。

《浅层地热能勘察评价规范》（DZ/T0225-2009），适用于区域浅层地热能调查和场地浅层地热能勘察。规定了浅层地热能勘察评价的任务、基本内容、区域浅层地热能调查和场地浅层地热能勘察方法、开发利用评价、资料整理和报告编写等。

《水源热泵系统经济运行》（GB/T31512-2015）规定了水源热泵系统经济运行的基本要求、评价指标与方法、测试方法和管理措施。适用于以水为冷(热)源，户用、工商业用和类似用途的电动机械压缩式水源热泵系统。

《农村小型地源热泵供暖供冷工程技术规程》（CECS313: 2012），主要包括：总则，术语，工程勘察，建筑冷热负荷计算、地埋管换热系统、地下水换热系统以及地表水换热系统的设计和施工，室内

系统应用形式，工程调试与验收，还有地源系统的特殊利用形式。

《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》（GB 30721-2014）规定了水（地）源热泵机组能效限定值、节能评价值、能效等级，以及试验方法和检验规则。适用于以电动机械压缩式系统并以水为冷（热）源的户用、工商业用和类似用途的水（地）源热泵机组。

《浅层地热能钻探技术规范》（DB41/T 1005-2015）规定了浅层地热能地下水源井设计要求、垂直地埋管钻孔设计要求、地下水源井施工要求、垂直地埋管钻孔施工要求、工程验收方法。适用于各类浅层地热能钻探。

《地源热泵系统地埋管换热器施工技术规范》（CECS344-2013），适用于地源热泵系统竖直埋管换热器和地下 5m 以下水平埋管换热器的施工、安装及验收，不适用于地下水源热泵和地表水源热泵的施工及验收。包括地埋管换热器施工技术中岩土钻掘施工，布管，管道连接，灌浆回填，施工与验收等方面的技术要求。

4.3 浅层地能利用通用技术规范

技术规范规定了采用热泵技术利用浅层地热能建筑供热、供冷的基本原则和技术要求，涵盖了采用热泵技术利用浅层地热能建筑供热、供冷的地热资源评价、规划、设计、施工、验收和运行管理的全过程。主要包括以下内容：

一是工程规划。浅层地热资源利用规划应近、远期相结合，并应遵循因地制宜、统筹规划、安全可靠、节能环保的基本原则，应符合我国可持续发展战略的总要求，以及国家相关规划、政策、规范的

要求，并与道路交通规划、地下空间利用规划、河道规划、绿化系统规划及供水、排水、供电、燃气、通信等市政公用工程规划相协调。结合供热/供冷的方式、分区及热/冷负荷分布，综合考虑能源供给、存储条件及系统稳定性等因素，及浅层地热资源分布情况、开发利用现状与需求、浅层地热水位下降速率等因素制定的分区标准，合理确定浅层地热能开发利用的形式、规模、布局及其供热/供冷范围。对于限制开采区：应严格控制井距，有计划开发浅层地热资源。

二是地热资源潜力勘查与评价。首先搜集工程场地及邻近地区相关资料，并进行工程场地现状调查，对项目地浅层地热资源潜力进行评价，总结浅层地热资源富集规律，选取浅层地热资源开发利用方式。其次根据不同的开发方式，开展进一步针对性勘测工作。对于地埋管地源热泵系统工程，应对工程场区内岩土体地质条件进行勘察，包括：地层结构、岩性及其分布，岩土原始温度，岩土热物性参数，冻土层厚度，地埋管换热系统特定工况下的换热功率等。当埋管区面积大于 2500m^2 时，进行岩土热响应试验。对于地表水换热系统工程，应对工程场区地表水源的水文状况进行勘察，包括：地表水水源性质、水面用途、深度、面积及其分布，地表水水源水位、不同深度的水温动态变化，地表水流速和流量动态变化，地表水水质及其动态变化，地表水利用现状规划，河床或湖底的岩性和淤积情况、岸带稳定性，地表水取水和退水的适宜地点及路线，航运情况等。

三是工程设计。工程设计时应根据相关标准计算需求侧冷热负荷，对全年冷热负荷特性进行分析。系统可采用结合其他空调冷热源

系统的复合冷热源形式，地热梯级综合利用、设置调峰或蓄热储能系统等多种形式措施。地埋管换热器设计计算宜根据现场实测岩土体及回填料热物性参数，采用专用软件进行，并宜进行系统十年以上岩土温度场数值模拟以及运行预期效果分析。地表水热能利用后，应对排入水体作热污染影响评价，地表水换热系统对地表水体的温度影响应限制在：周平均最大温升 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ ，周平均最大温降 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 。地热能同井回灌技术应实现百分百回灌。

四是工程施工及验收。工程施工应按照土建、设备、管道、保温等相关标准要求开展工作。地埋管换热器、地热能井热源井的施工队伍应具有相应的地质钻探资质。工程验收时设备、材料、配件应具备产品质量合格证和性能检验报告，实行设备、材料报验制度，并按照相关标准规范进行验收。取能系统应分项调试，安装过程中进行现场检验，包括：水压试验，各环路流量应平衡，防冻剂和防腐剂的特性及浓度，循环水流量及进出水温差等。地源热泵系统交付使用前，进行全系统综合调试。水源热泵机组试运转前应进行水系统及风系统平衡调试，确定系统循环总流量、各分支流量及各末端设备流量是否达到设计要求；地源热泵系统整体验收前，应进行冬、夏两季运行测试，并对地源热泵系统的实测性能作出评价。

五是工程运行管理。运行管理部门应制定地源热泵系统运行管理制度，规范地源热泵系统日常操作和维护管理。配置计算机集中监控系统，并具备与楼宇自动化管理系统的通信接口，开通多项功能：监测并记录系统的相关运行数据；热泵机组的安全保护及故障报警；

地源侧水系统温度超限及循环液泄漏报警等。系统设备运行要符合相关安全运行要求，按规定时限进行设备检修，对机组、水泵、末端装置等的能耗及其他基础数据进行实时在线监测，对于无法监测获得的数据应定期进行统计与分析，优化运行策略。

六是环境保护。浅层地热能开发利用应进行环境影响评价。对于地埋管换热系统，评价应包括对地下空间利用的影响、循环介质泄漏对地下水水质、项目施工过程中对地表原始环境的影响及系统运行对岩土层热平衡的影响。对于地表水换热系统。应评价浅层地热能的开发利用中对河流、湖泊、水库、海洋等地表水体的影响，评价回水对水环境的影响，评价对水生生物等生态环境的影响。对于地下水换热系统。应评价回灌水对地下水环境的影响，并对能否产生地面沉降、岩溶塌陷和地裂缝等地质环境问题及水质恶化或诱发严重环境水文地质问题进行评价。

七是监测预警。地埋管地源热泵系统监测包括室内参数和地下参数监测，其中地下参数监测应至少进行岩土体温度监测。地表水源热泵室外参数监测应至少进行地表水温度和室外环境温度监测，可进行地表水水质监测。地下水地源热泵地下参数监测应至少进行地下水水位、地下水水温、取水量和回灌量监测，宜进行地下水水质、地热能井抽水井出水含沙量以及地面沉降的监测。系统末端采用分户计量。所有数据集中反馈集中监控系统。集中监控系统应以多种方式显示各系统运行参数和设备状态的当前值与历史值，并设置参数越线报警、事故报警及报警记录功能，宜设有系统或设备故障诊断功能。

五、浅层地热能商业模式

5.1 传统商业模式及存在问题

由于浅层地热能刚发展不久，所以工程建设模式还需从传统的模式开始，积累经验进行创新。

1、设计-招标-建造模式（DBB 模式）

该管理模式在国际上最为通用，世行、亚行贷款项目及以国际咨询工程师联合会（FIDIC）合同条件为依据的项目均采用这种模式。最突出的特点是强调工程项目的实施必须按照设计-招标-建造的顺序方式进行，只有一个阶段结束后另一个阶段才能开始。在 DBB 模式中，参与项目的主要三方是业主、建筑师/工程师、承包商。

优点：通用性强；可自由选择咨询、设计、监理方；各方均熟悉使用标准的合同文本，有利于合同管理、风险管理和减少投资。

缺点：工程项目要经过规划、设计、施工三个环节之后才移交给业主，项目周期长；业主管理费用较高，前期投入大；变更时容易引起较多索赔。

2、设计—采购—建造模式（简称 EPC 模式）

此模式又称之为设计施工一体化模式。

该模式于上世纪 80 年代首先在美国出现，得到了那些希望尽早确定投资总额和建设周期的业主的重视，在国际工程承包市场中的应用逐渐扩大。EPC 模式是业主不聘请“工程师”来管理工程，由自己或委派业主代表来管理工程。EPC 合同条件规定，如果委派业主代表来管理，业主代表应是业主的全权代表。

优点：业主合同关系简单，组织协调工作量小。缩短建设周期。设计与施工统筹考虑，利于投资控制。

缺点：合同管理的难度一般都较大。由于承包范围大，介入项目时间早，工程信息未知较多，因承包方要承担较大的风险，而有此能力的承包单位数量较少，这往往导致价格较高。业主选择承包方范围小。质量控制难度大。

传统的工程建设模式都未考虑项目运营管理程序，而浅层地热能开发利用项目最能体现项目效果的关键因素就是建成后的运营管理，因此，为了更好的发挥浅层地热能的节能减排效果，应重新探索新的工程建设模式。

5.2 创新模式探讨

1、合同能源管理 (EMC-Energy Management Contract)

合同能源管理是一种新型的市场化节能机制，其实质就是以减少的能源费用来支付节能项目全部成本的节能投资方式。

这种节能投资方式允许客户使用未来的节能收益为工厂和设备升级，以降低目前的运行成本。能源管理合同在实施节能项目的企业(用户)与专门的节能服务公司(EMC 公司)之间签订，它有助于推动节能项目的实施。节能服务公司又称能源管理公司，是一种基于合同能源管理机制运作、以盈利为目的的专业化公司。EMC 公司与愿意进行节能改造的客户签订节能服务合同，向客户提供能源审计、可行性研究、项目设计、项目融资、设备和材料采购、工程施工、人员培训、节能量检测、改造系统的运行、维护和管理等服务。在合同期节能服

务公司与客户企业分享节能效益,并由此得到应回收的投资和合理的利润。合同结束后,高效的设备和节能效益全部归客户企业所有。

2、BOT (build-operate-transfer) 模式

BOT 即建设-经营-转让。是私营企业参与基础设施建设,向社会提供公共服务的一种方式。

中国一般称之为"特许经营权",是指政府部门就某个基础设施项目与私人企业(项目公司)签订特许权协议,授予签约方的私人企业(包括外国企业)来承担该项目的投资、融资、建设和维护,在协议规定的特许期限内,许可其融资建设和经营特定的公用基础设施,并准许其通过向用户收取费用或出售产品以清偿贷款,回收投资并赚取利润。政府对这一基础设施有监督权,调控权,特许期满,签约方的私人企业将该基础设施无偿或有偿移交给政府部门。

特征: 私营企业基于许可取得通常由政府部门承担的建设和经营特定基础设施的专营权(由招标方式进行);由获专营权的私营企业在特许权期限内负责项目的建设、经营、管理,并用取得的收益偿还贷款;特许权期限届满时,项目公司须无偿将该基础设施移交给政府。

优势: 一是节省投资。BOT 供热模式对于开发商而言,最大的好处是节省锅炉等供暖设备的投资,减轻设备招标、安装、施工的压力,实现系统、设备的最优化配置。二是便于管理。对于物业管理方,BOT 可以形成建造、运营的延续性,避免供暖产生的负面影响,把物业管理费用产生盈亏的可能性结果转化为预定量化指标。三是业主体验。业主在按时、按质地得到供暖、卫生热水服务的同时不再支付供暖设

备的维修费用，供热公司在承包期限到期后全套设备无偿转让给业主。四是社会效益。最大化的完善系统节约能源，避免能源浪费。

住房城乡建设部、国家发展改革委、财政部、能源局四部委《关于推进北方采暖地区城镇清洁供暖的指导意见》（建城〔2017〕196号）提出：发挥市场机制作用。进一步放开城镇供暖行业的市场准入，鼓励社会资本进入清洁供暖领域，利用政府和社会资本合作（PPP）模式建设运营清洁供暖项目，保障合理的投资回报，充分调动社会资本参与清洁供暖项目建设的积极性。支持专业化、品牌化供暖企业通过兼并、收购、重组等方式合并小、散、弱供暖企业，提高供暖质量服务水平。优化区域集中供暖，推动建立“一网多源”供暖格局，加强供热区域内不同热源的互联互通和环网联网运行，合理划分基础热源和调峰热源，实现热力系统最优调度，提高供暖保障能力，降低供暖能耗。

总的来说，新形势下我们可以项目为单位，采取建设-运营-维护一体化的管理模式，专业的事情交给专业的人负责。用户直接按合理热（冷）价享受供能服务，系统运营维护交由专业化的合同能源服务公司或建设单位。工程运营单位要健全浅层地热能利用系统运行维护管理，综合运用互联网、智能监控等技术，实现工程运行的在线监控，确保系统安全稳定高效运行。