

农村清洁供暖技术及案例分析

中国建筑科学研究院

李忠 主任/研究员

2017年6月29日 西安



1、政策背景

2、农村供暖特点

3、建筑能效提升

4、农村供能与用能模式

5、清洁能源应用分析

6、经济性分析—以北京为例

7、展望

政策背景



■ 2016年12月21日，习近平总书记主持召开中央财经领导小组第十四次会议。强调指出：

推进北方地区冬季清洁取暖等6个问题，都是大事，关系广大人民群众生活，是重大的民生工程、民心工程。推进北方地区冬季清洁取暖，关系北方地区广大群众温暖过冬，关系雾霾天能不能减少，是能源生产和消费革命、农村生活方式革命的重要内容。要按照企业为主、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。**

政策背景



- 2017年3月5日，国务院总理李克强在作政府工作报告时指出：

坚决打好蓝天保卫战。今年二氧化硫、氮氧化物排放量要分别下降**3%**，重点地区细颗粒物（**PM2.5**）浓度明显下降。要加快解决燃煤污染问题。**全面实施散煤综合治理，推进北方地区冬季清洁取暖，完成以电代煤、以气代煤300万户以上，全部淘汰地级以上城市建成区燃煤小锅炉。**加大燃煤电厂超低排放和节能改造力度，东中部地区要分别于今明两年完成，西部地区于**2020年**完成。抓紧解决机制和技术问题，优先保障可再生能源发电上网，有效缓解弃水、弃风、弃光状况。加快秸秆资源化利用。

政策背景

財政部
住房和城鄉建設部
環境保護部
國家能源局

財建〔2017〕238 號

財政部 住房和城鄉建設部 環境保護部 國家能源局關於開展中央財政支持北方 地區冬季清潔取暖試點工作的通知

北京、天津、河北、山西、山東、河南省（市）財政廳（局）、住
房城鄉建設廳（委）、環境保護廳、發展改革委（能源局）；

為貫徹落實習近平總書記在中央財經領導小組第14次會議上
關於“推進北方地區冬季清潔取暖”重要講話精神和2017年政府



三、改造範圍和內容

試點城市應因地制宜，多措並舉，重點針對城區及城郊，積極帶動農村地區，從“熱源側”和“用戶側”兩方面實施清潔取暖改造，儘快形成“企業為主、政府推動、居民可承受”的清潔取暖模式，為其他地區提供可複製、可推廣的範本。一是加快熱源端清潔化改造，重點圍繞解決散煤燃燒問題，按照“集中為主，分散為輔”、“宜氣則氣，宜電則電”原則，推進燃煤供暖設施清潔化改造，推廣熱泵、燃氣鍋爐、電鍋爐、分散式電（燃氣）等取暖，因地制宜推廣地熱能、空氣熱能、太陽能、生物質能等可再生能源分布式、多能互補應用的新型取暖模式。二是推進用戶端建築能效提升，嚴格執行建筑节能標準，實施既有建筑节能改造，積極推動超低能耗建築建設，推進供熱計量收費。具體改造內容由試點城市自主確定。

政策背景

首批申报城市范围:

大气污染防治通道“2+26”个城市

2个直辖市: 北京、天津

4个省会城市: 石家庄、郑州、济南、太原

22个地级市:

河北省: 保定、廊坊、沧州、唐山、衡水、邢台、邯郸

河南省: 安阳、鹤壁、濮阳、新乡、焦作、开封

山东省: 德州、滨州、聊城、淄博、济宁、菏泽

山西省: 阳泉、长治、晋城

一、支持方式

中央财政支持试点城市推进清洁方式取暖替代散煤燃烧取暖,并同步开展既有建筑节能改造,鼓励地方政府创新体制机制、完善政策措施,引导企业和社会加大资金投入,实现试点地区散煤供暖全部“销号”和清洁替代,形成示范带动效应。

试点示范期为三年,中央财政奖补资金标准根据城市规模分档确定,直辖市每年安排10亿元,省会城市每年安排7亿元,地级城市每年安排5亿元。



中华人民共和国财政部
Ministry of Finance of the People's Republic of China
经济建设司

2017年6月24日 星期六 关键字 经济建设司 搜索 高级检索 返回主页

当前位置: 首页>政务信息>政策发布

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

各有关单位:

按照党中央、国务院决策部署,为加快推进北方地区冬季清洁取暖工作,财政部、住建部、环境保护部、国家能源局组织开展了2017年北方地区冬季清洁取暖试点城市竞争性评审工作。

为确保评选的公开、公平、公正,6月3日,在监督机关的现场监督下,从专家库中抽取8名专家组成评审团,6月4日,在监督机关和各答辩城市观察员全程监督下对相关城市进行了答辩评审,并当场公布了评选结果。根据评审结果,拟纳入2017年北方地区冬季清洁取暖试点范围(按行政区划序列排序)的是:天津、石家庄、唐山、保定、廊坊、衡水、太原、济南、郑州、开封、鹤壁、新乡等12个城市。

现将上述结果予以公示,公示期为2017年6月7日—2017年6月11日。如有意见,请将意见以书面(实名)形式,反馈至财政部经建司、住建部建筑节能与科技司、环保部规财司、国家能源局电力司。

联系电话:010-68552977(兼传真)。

财政部经建司 住建部建筑节能与科技司 环保部规财司 国家能源局综合司

农村供暖特点



农房围护结构保温差，单位面积能耗大



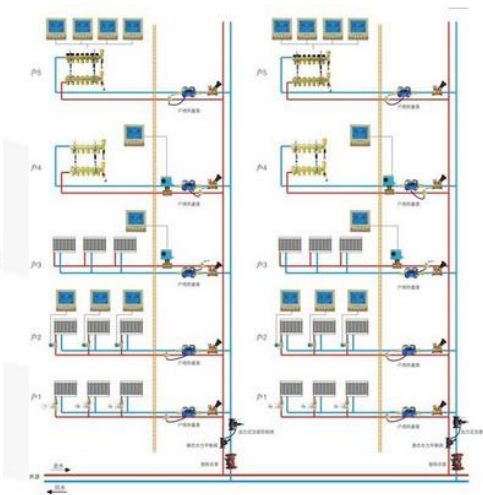
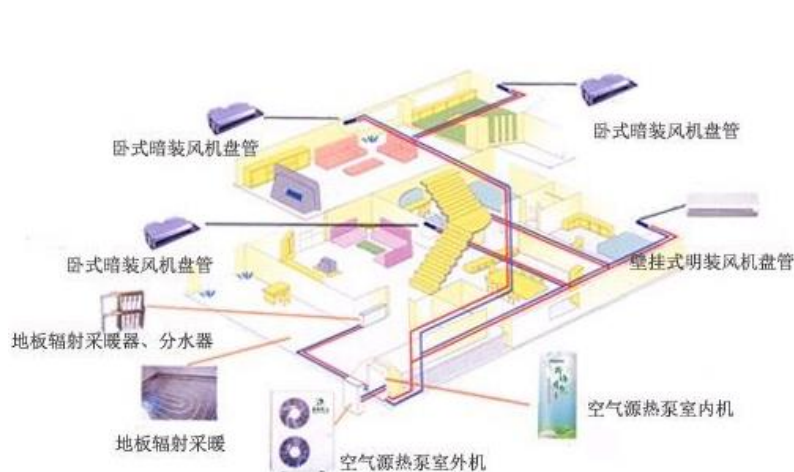
基本没有集中供暖，供暖方式主要以分散供暖，户式散煤和生物质能燃烧为主，燃料燃烧效率低，污染大



经济发达地区要求保证舒适性，供暖需求与城镇类似，要求连续、全面供暖；经济欠发达地区以人居环境改善为主，根据需求采取局部和间歇的供暖方式

建筑能效提升

新建建筑严格执行节能设计标准



- ◆ 围护结构节能改造
- 被动房
- 超低能耗建筑

- ◆ 供暖系统能效提升
- 高效热源
- 输配能耗控制
- 适宜的末端散热装置
- 节能控制策略

- ◆ 温控热计量改造
- 温控系统
- 计量分配系统
- 促进用户主动节能

城镇建筑和农房围护结构标准比较

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50824-2013

农村居住建筑节能设计标准

Design standard for energy efficiency
of rural residential buildings

表 5.2.1 严寒和寒冷地区农村居住建筑围护结构传热系数限值

建筑气候区	围护结构部位的传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$					
	外墙	屋面	吊顶	外窗		外门
				南向	其他向	
严寒地区	0.50	0.40	—	2.2	2.0	2.0
寒冷地区	0.65	0.50	—	2.8	2.5	2.5

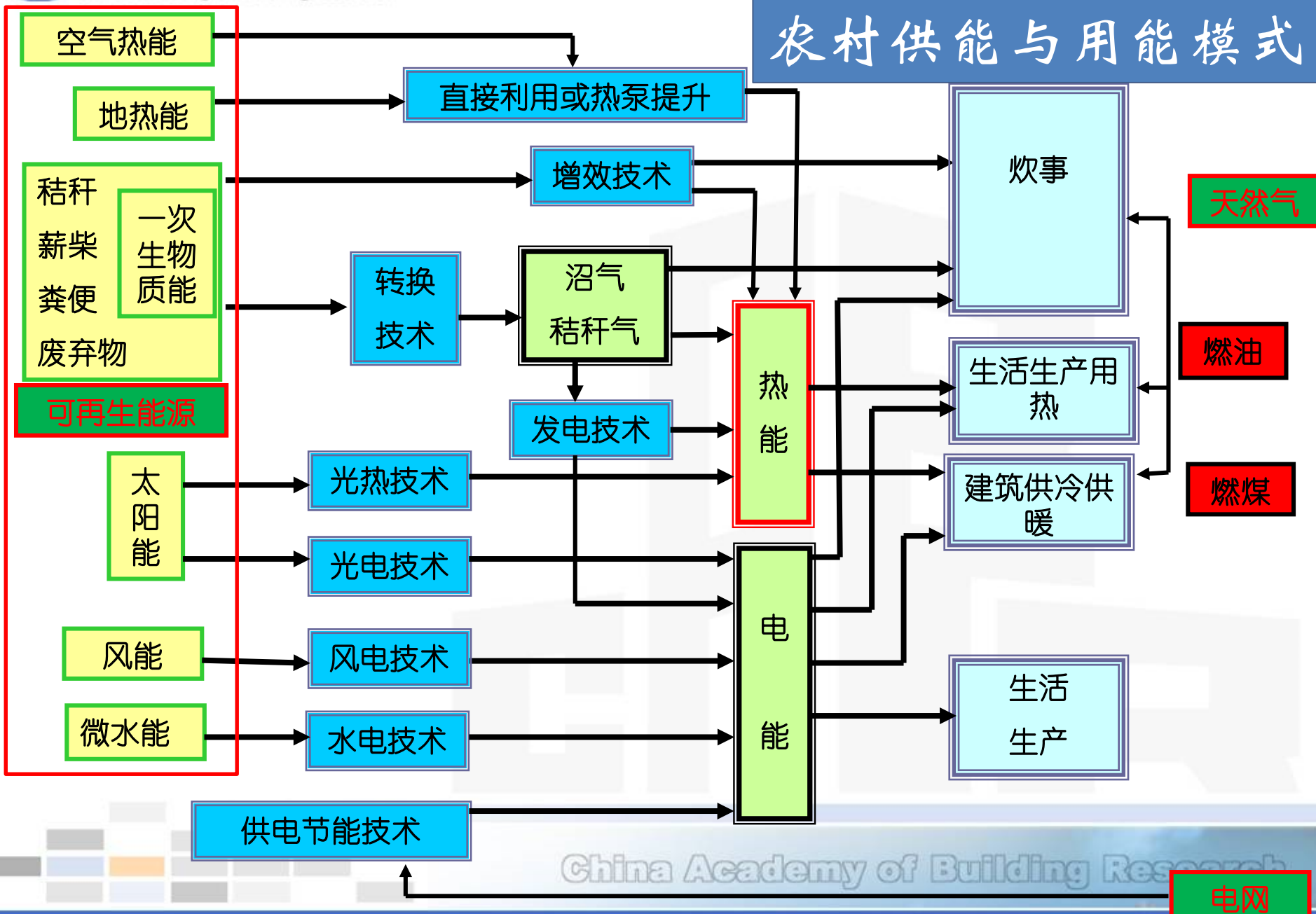
建筑类型	寒冷地区供暖热指标	
	未采取节能措施	采取节能措施
农房	60~90W/m ²	30~45W/m ²

严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准
Design Standard for Energy Efficiency of Residential Buildings
in Severe Cold and Cold Zones

表 4.2.2-5 寒冷(B)区围护结构热工性能参数限值

围护结构部位		传热系数 $K [W/(m^2 \cdot K)]$		
		≤3 层建筑	(4~8)层的建筑	≥9 层建筑
屋面		0.35	0.45	0.45
外墙		0.45	0.60	0.70
架空或外挑楼板		0.45	0.60	0.60
非采暖地下室顶板		0.50	0.65	0.65
分隔采暖与非采暖空间的隔墙		1.5	1.5	1.5
分隔采暖非采暖空间的户门		2.0	2.0	2.0
阳台门下部门芯板		1.7	1.7	1.7
外窗	窗墙面积比 ≤ 0.2	2.8	3.1	3.1
	0.2 < 窗墙面积比 ≤ 0.3	2.5	2.8	2.8
	0.3 < 窗墙面积比 ≤ 0.4	2.0	2.5	2.5
	0.4 < 窗墙面积比 ≤ 0.5	1.8	2.0	2.3
围护结构部位		保温材料层热阻 $R [(m^2 \cdot K)/W]$		
周边地面		0.83	0.56	—
地下室外墙(与土壤接触的外墙)		0.91	0.61	—

农村供能与用能模式



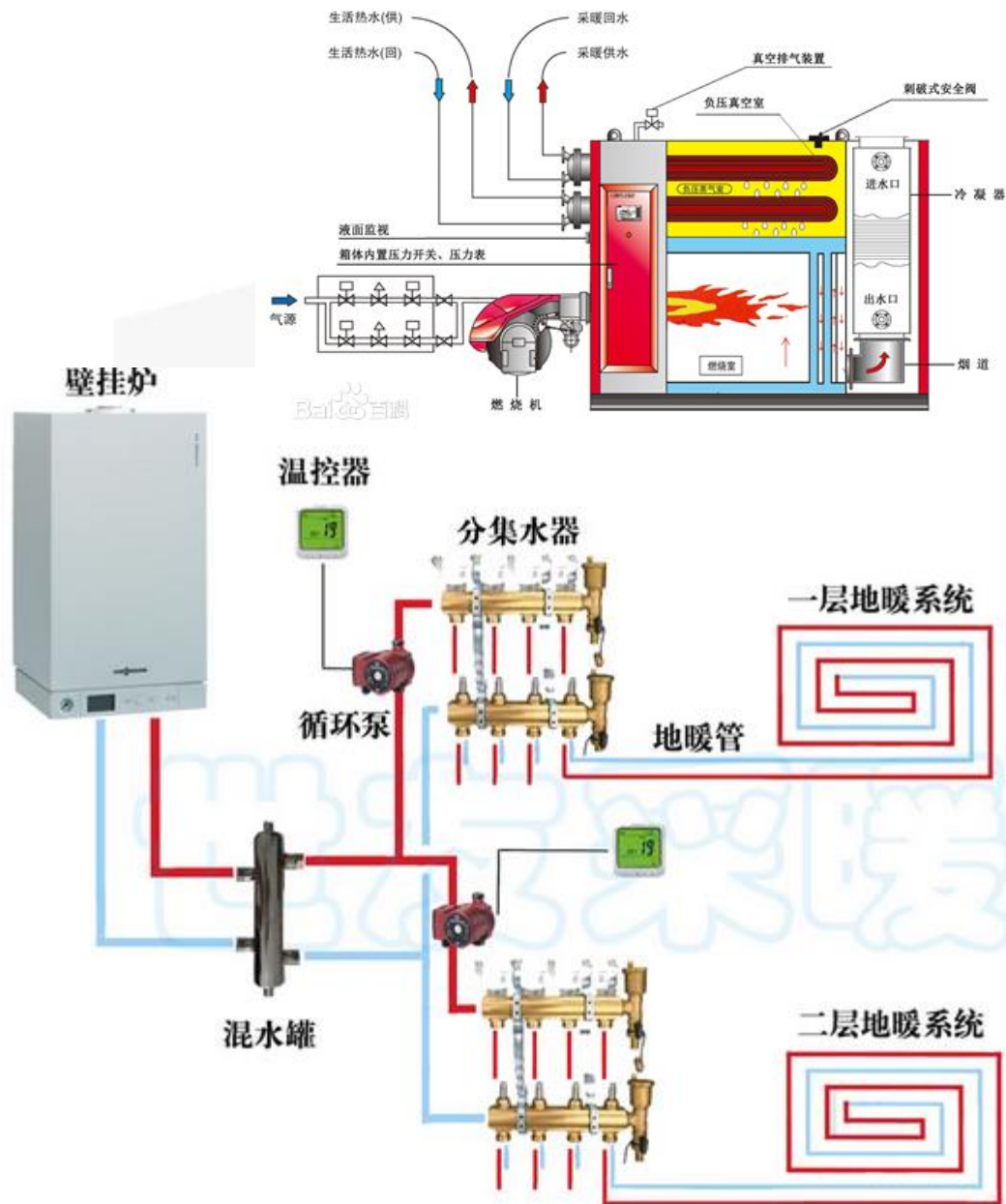
清潔能源應用分析

天然氣（包括LNG）

□ 應用方式：燃氣鍋爐房+集中供暖，燃氣壁掛爐+散熱器或地面輻射裝置供暖，燃氣熱電聯產等

□ 優點：技術傳統成熟，產業支撐和市場化能力較強，用戶接受程度高，在城市煤改清潔能源工程中應用最廣泛

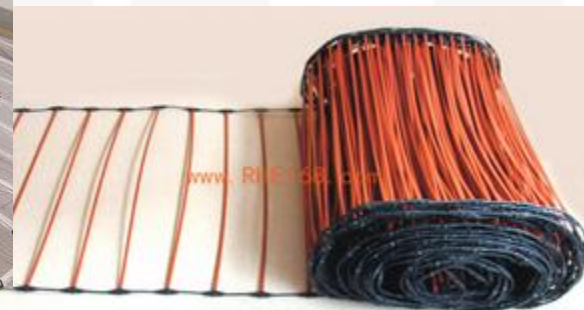
□ 缺點：需要天然氣管網覆蓋，供氣可靠性受氣源影響，所排放氮氧化物對霧霾的影響有待商榷



清洁能源应用分析

市政电力

- 应用方式：直热式电加热装置，如直热式电暖器、发热电缆、电热膜、碳晶、热轨、碳纤维等
- 优点：控制方便，施工简单
- 缺点：运行费用较高，适用于局部或间歇供暖



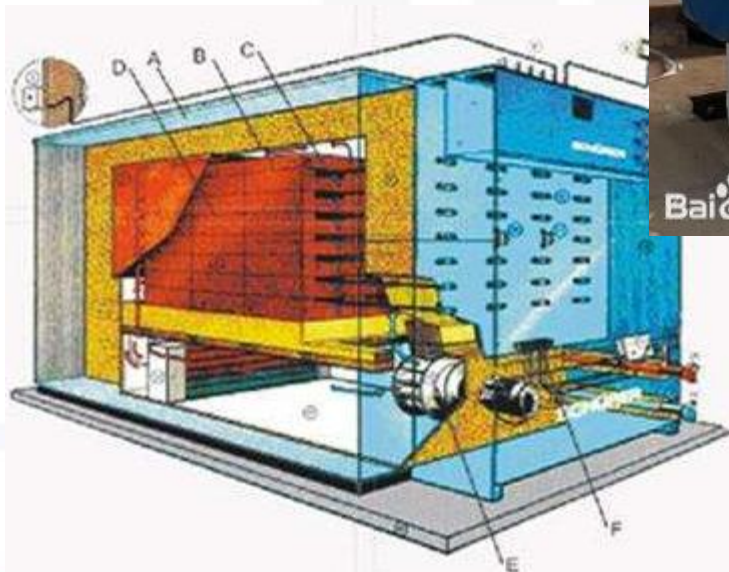
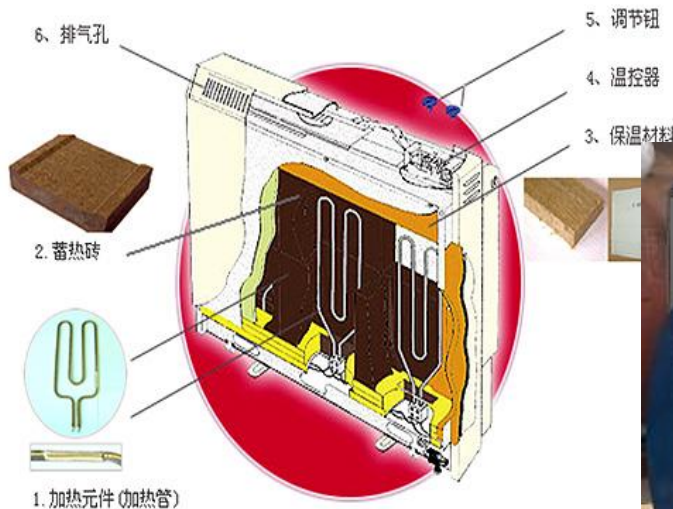
清洁能源应用分析

市政电力

□应用方式：电加热+蓄热装置，如蓄热电暖器、蓄热电锅炉、电锅炉+水蓄热、电锅炉+相变蓄热等

□优点：可充分利用峰谷电价，有效降低运行费用

□缺点：配电容量要求高，初投资较高，必须有峰谷电价配套



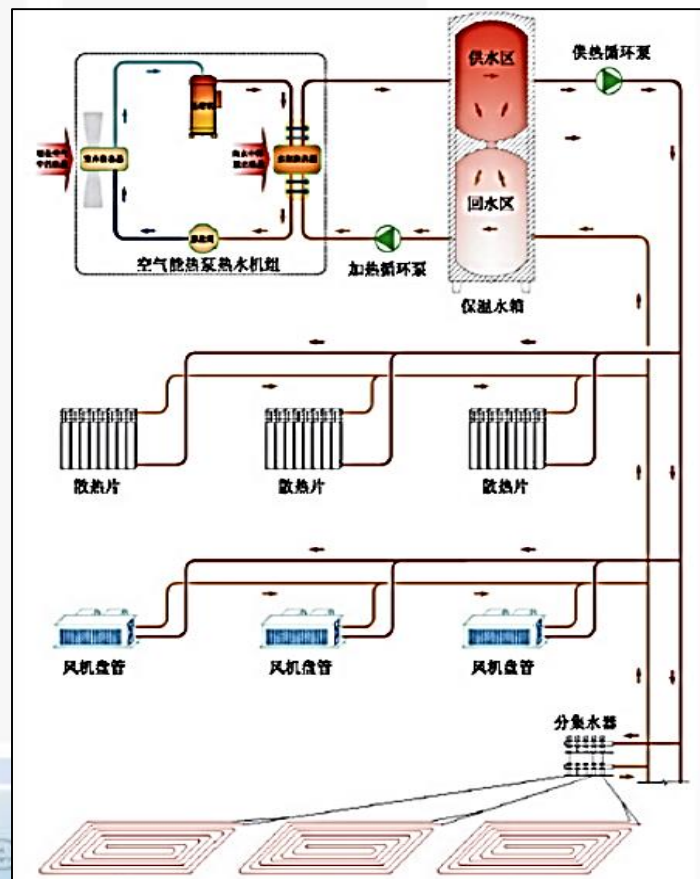
清洁能源应用分析

空气热能

□应用方式：空气源热泵

□优点：能效高，一份电力可产生多份热量，对电网增容要求不高

□缺点：随着环境温度降低能效会降低，存在融霜问题，在严寒寒冷地区的应用还待验证



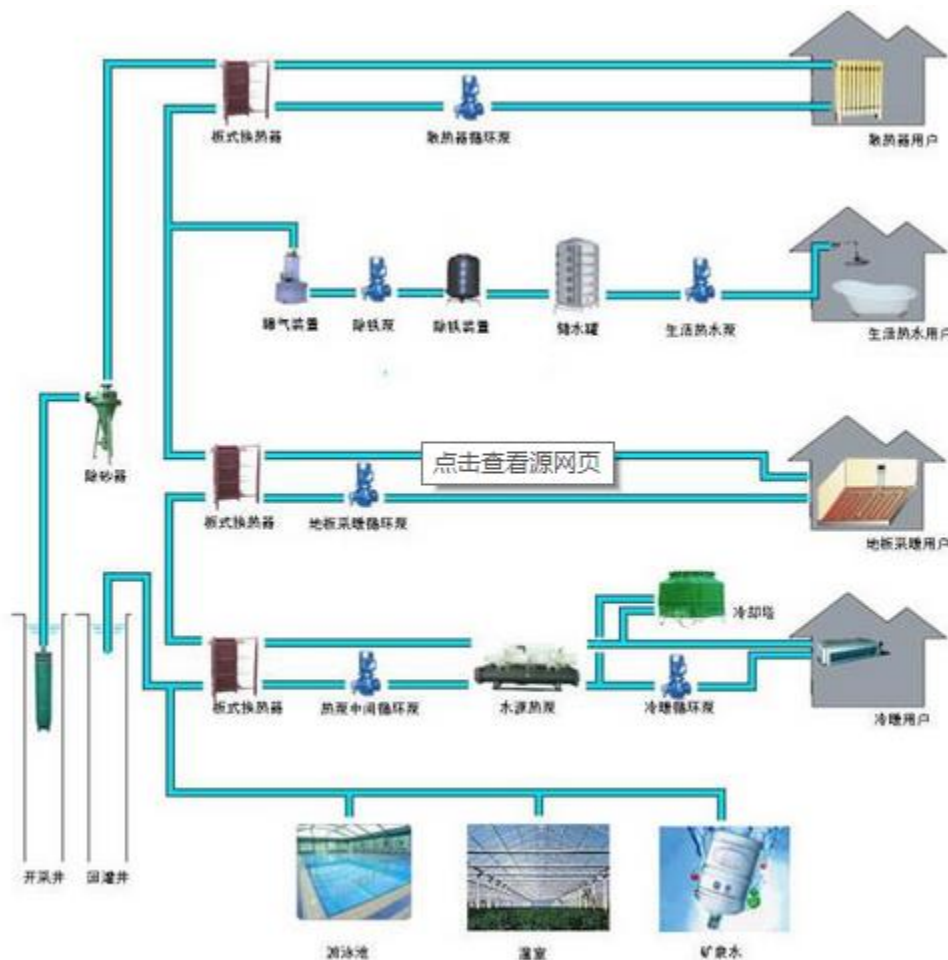
清潔能源應用分析

地熱能

□ 應用方式：地熱直接供暖

□ 優點：直接利用中高溫地熱資源供暖，僅需水泵能耗，系統能效高

□ 缺點：應用範圍和規模受地熱資源限制，地熱井成井成本較高，回灌有一定難度，存在地熱田被污染的風險



清潔能源應用分析

地熱能

□ 應用方式：地源熱泵供暖

□ 優點：能效高，一份電力可產生多份熱量，對電網增容要求不高，受環境溫度變化影響小

□ 缺點：需要同時供冷供暖，單純供暖易產生冷積聚，地埋管需要打孔有場地，初投資較高



清洁能源应用分析

生物质能

□应用方式：生物质成型燃料锅炉供热

□优点：技术相对简单
能够实现分散能源的分散利用，易于市场化和产业化

□缺点：原材料收储运相对困难，燃料成分不易控制，近期被环保部列入《高污染燃料目录（二次征求意见稿）》



关于开展生物质成型燃料锅炉供热示范项目建设的通知

来源：国家能源局网站 更新时间：2014-07-09 15:07:39 [我要投稿]

国家能源局
环境保护部 文件

国能新能[2014]295号

各省（自治区、直辖市）发展改革委、能源局，环保厅（局）：

为贯彻落实国务院大气污染防治行动计划，按照国家发展改革委、国家能源局、环境保护部关于能源行业加强大气污染防治工作方案（发改能源[2014]506号）的要求，发展生物质能供热，替代化石能源，构建城镇可再生能源体系，防治大气污染，促进新型城镇化建设，现组织开展生物质成型燃料锅炉供热示范项目建设。有关事项通知如下：

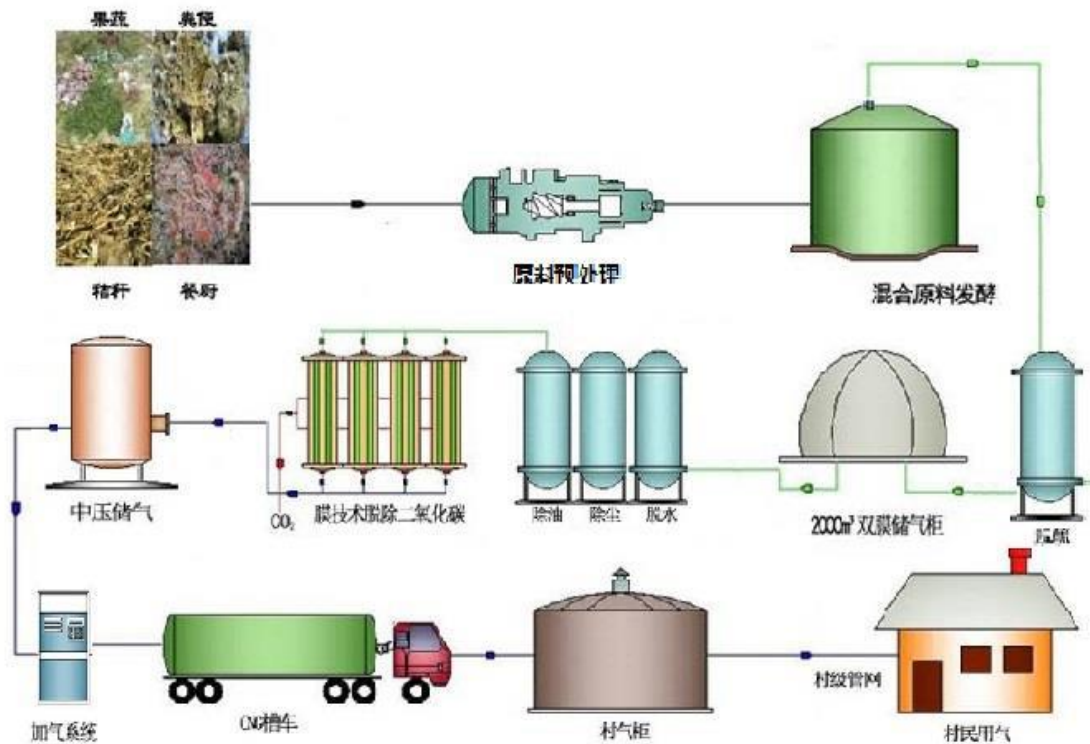
清洁能源应用分析

生物质能

□应用方式：沼气

□优点：已在农村地区发展多年，有较好的应用基础

□缺点：沼气产气受气候影响，各种后续专业服务不健全阻碍了该项技术的发展



沼气纯化供气模式：

沼气发酵—沼气净化—提纯压缩—罐车运输
 —村级气柜—管道到户

清洁能源应用分析

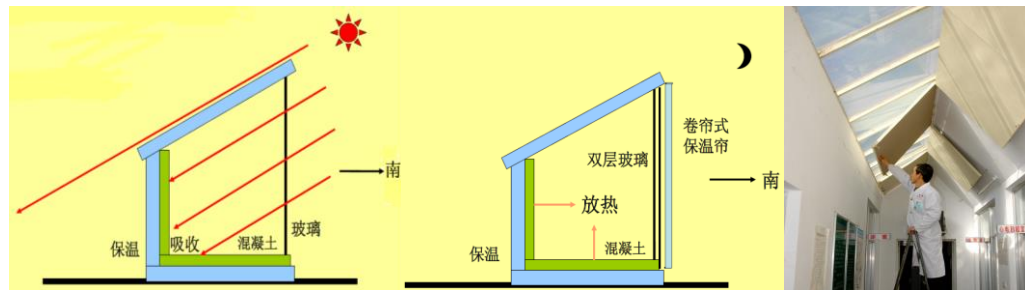
太阳能

□应用方式：被动太阳能

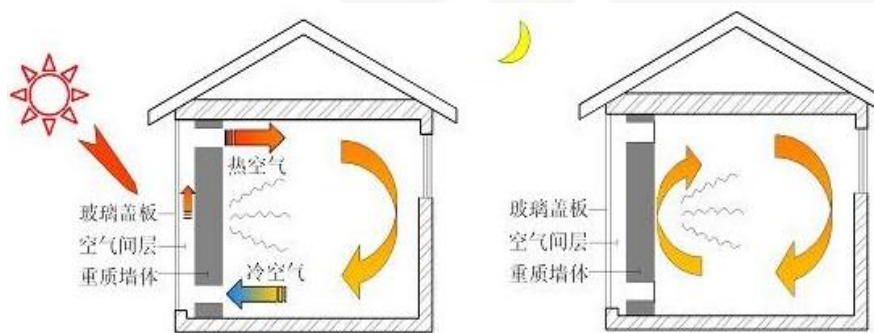
建筑

□优点：在广大农村地区有很好的应用基础，可有效改善室内热环境

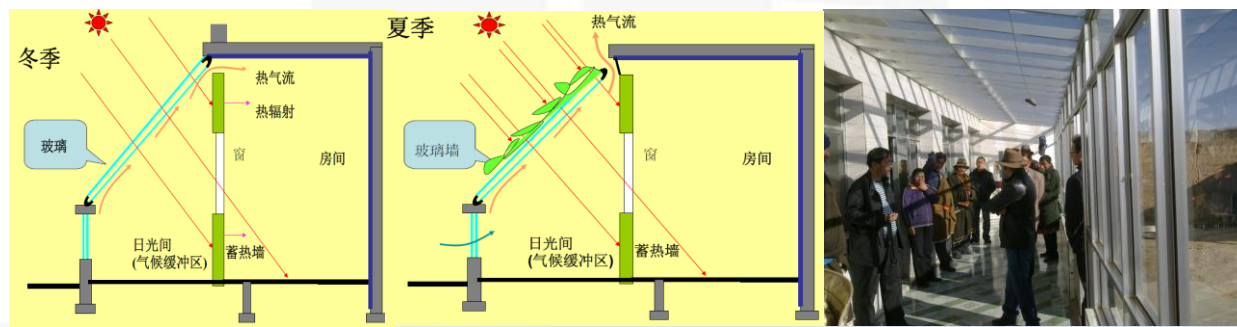
□缺点：需要对集热、蓄热、热分配和防过热进行综合设计，只能起到改善作用，需要确保室内舒适需要与其他辅助能源和主动系统配合使用



直接得益



集热蓄热墙

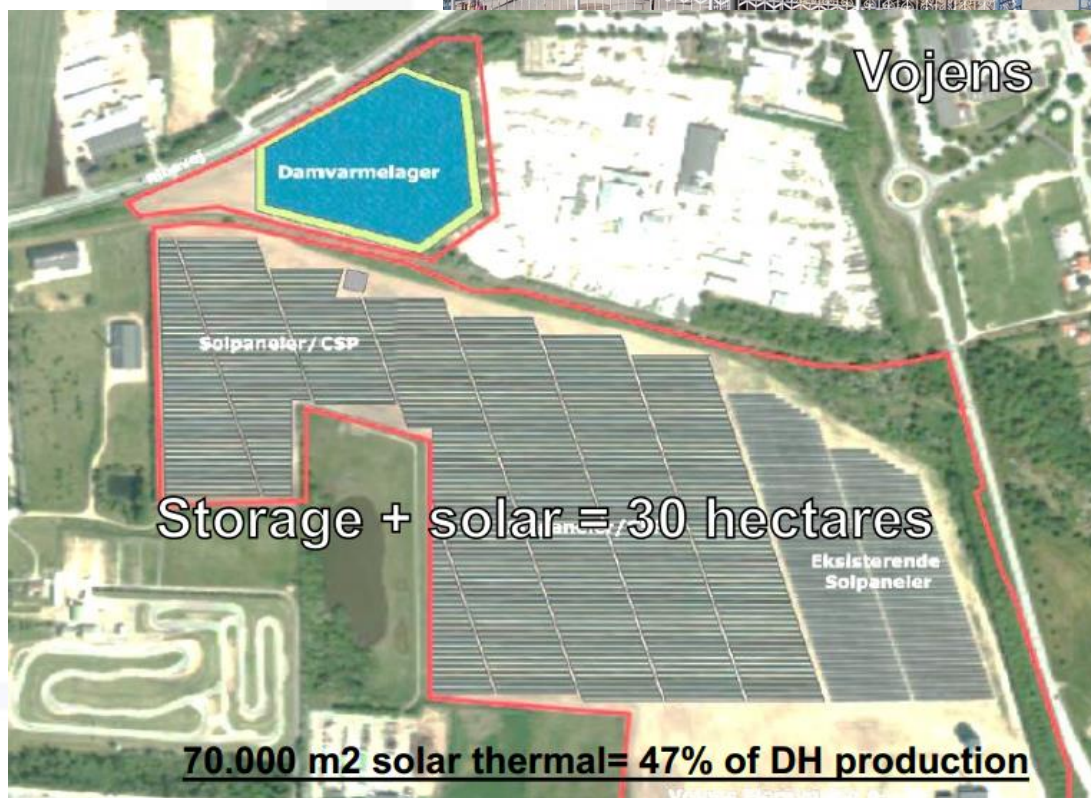


附加阳光间

清洁能源应用分析

太阳能

- 应用方式：主被动结合太阳能热水供暖
- 优点：集热技术成熟，产业和市场支撑较好，可采用季节蓄热或与地埋管热泵系统复合应用
- 缺点：存在防冻和非供暖季过热问题，季节蓄热经济型尚待验证



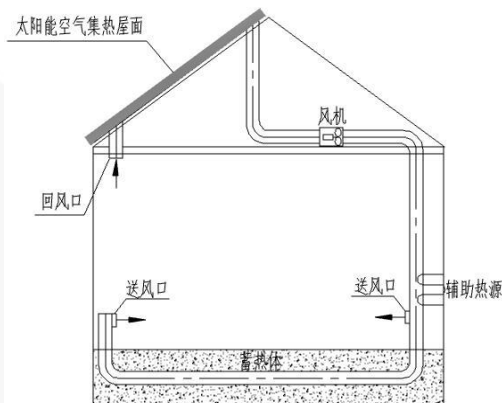
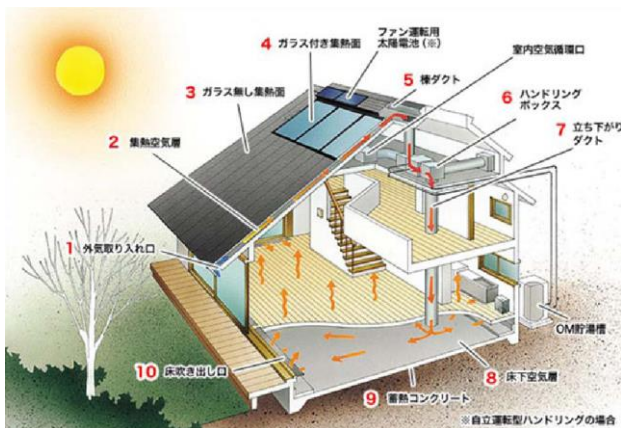
清洁能源应用分析

太阳能

□应用方式：主被动结合太阳能空气供暖

□优点：价格便宜，简单可靠，不存在冬季冻结问题和非供暖季过热问题

□缺点：采用空气作为介质，集热效率相对较低，存在空气流道积尘的隐患



经济性分析——以北京为例

建筑能效水平直接决定了系统负荷和供暖能耗，系统负荷决定了设备选型容量，间接影响系统初投资；供暖能耗决定了系统运行费用

国家标准GB/T51161-2016《民用建筑能耗标准》，自2016年12月1日起实施。右表中数值可作为推算供暖费用的基础

6.3 建筑耗热量指标

6.3.1 建筑耗热量指标约束值和引导值应符合表 6.3.1 的规定。

建筑耗热量指标的约束值和引导值 表 6.3.1

省份	城市	建筑折算耗热量指标 [GJ/ (m ² · a)]	
		约束值	引导值
北京市	北京	0.26	0.19
天津市	天津	0.25	0.20
河北省	石家庄	0.23	0.15
山西省	太原	0.29	0.21
内蒙古自治区	呼和浩特	0.36	0.27
辽宁省	沈阳	0.33	0.27
吉林省	长春	0.37	0.34
黑龙江省	哈尔滨	0.39	0.34
山东省	济南	0.21	0.14
河南省	郑州	0.20	0.12
西藏自治区	拉萨	0.29	0.15
陕西省	西安	0.21	0.12
甘肃省	兰州	0.28	0.2
青海省	西宁	0.35	0.24
宁夏回族自治区	银川	0.31	0.24
新疆维吾尔自治区	乌鲁木齐	0.36	0.29

耗热量72.22kwh

耗热量52.78kwh

注：本标准中指标数值仅按照北方地区省会城市给出，其他城市指标数值应根据其气候参数自行计算得到，其中《民用建筑节能设计标准（居住供暖部分）》JGJ 26—95（二步节能）的建筑耗热量水平是约束值的确定依据，《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26—2010（三步节能）的建筑耗热量水平是引导值的确定依据。

经济性分析——以北京为例

- 高效燃煤水暖炉：以热值为6000大卡每公斤的优质燃煤计，每吨燃煤单价补贴后约800元，采用高效燃煤炉效率60%，燃煤水暖炉每产生1kwh热量的价格约为0.19元，第二步节能热费约 $72.22 * 0.19 = 13.72$ 元/(m² · a)，第三步节能热费约 $52.78 * 0.19 = 10.03$ 元/(m² · a)
- 燃气——燃气壁挂炉：天然气热值39.8MJ/立方米，价格2.3元/立方米，燃气壁挂炉效率按一级炉94%，燃气壁挂炉每产生1kwh热量的价格约为0.22元，第二步节能热费约 $72.22 * 0.22 = 15.89$ 元/(m² · a)，第三步节能热费约 $52.78 * 0.22 = 11.61$ 元/(m² · a)



经济性分析——以北京为例

- 电——热泵：居民用电0.4883元/kWh，不考虑谷电优惠，要达到**燃气壁挂炉**同样水平设备平均能效比不能低于**2.22**；要达到**燃煤水暖炉**同样水平设备平均能效比不能低于**2.57**。考虑谷电0.1元/kWh，平电0.4883元/kWh，谷电时段运行耗电量占总耗电量50%，要达到**燃气壁挂炉**同样水平设备平均能效比不能低于**1.34**；要达到**燃煤水暖炉**同样水平设备平均能效比不能低于**1.55**
- 电——蓄热式电加热装置：考虑谷电0.1元/kWh，平电0.4883元/kWh，谷电时段运行耗电量占总耗电量50%，要达到**燃气壁挂炉**同样水平谷电占总耗电量比例不能小于**69.1%**；要达到**燃煤水暖炉**同样水平谷电占总耗电量比例不能小于**76.8%**

展望

- 农房清洁供暖目前在技术上不存在障碍，能否顺利推广经济性是主要因素，除采取因地制宜的技术方案，并对系统初投资适当补贴外，出台针对清洁供暖用能源的优惠能源价格是清洁供暖系统能够长期运行并发挥其功效的必要条件
- 国家应出台相关法规文件，建立从相对严格的节能减排指标，从而倒逼燃煤供暖的成本提高，提升清洁供暖的市场竞争力
- 清洁供暖必须综合考虑建筑能效提升和清洁能源替代两个方面，不仅仅只是能源供应方式转变的问题，需要综合考虑围护结构节能和供暖系统的能效提升，寻求最大的节能减排效果和最好的经济性



中國建築科學研究院
China Academy of Building Research



谢谢
THANKS



联系方式: 13601147076
lizhong@chinaibee.com