

# 农村清洁供暖技术模式及发展思考

刘广青

北京化工大学

中国农村能源行业协会

中国清洁炉灶联盟

2020年7月8日 吉林



CACS

# 目录

- ① 我国北方地区冬季取暖基本情况
- ② 各国生物质炉具/锅炉技术发展情况
- ③ 生物质炉具的标准化建设
- ④ 生物质炉具的污染与排放
- ⑤ 清洁供暖案例分析
- ⑥ 生物质供暖对于碳中和的贡献
- ⑦ 存在的问题
- ⑧ 发展建议

# 清洁取暖背景与发展现状

## 北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）

取暖现状

总供热面积约 218 亿m<sup>3</sup>，  
其中农村供热面积约70 m<sup>3</sup>

取暖用煤年消耗约 4 亿吨标煤

中国北方部分农村地区  
清洁取暖面积**不足20%**

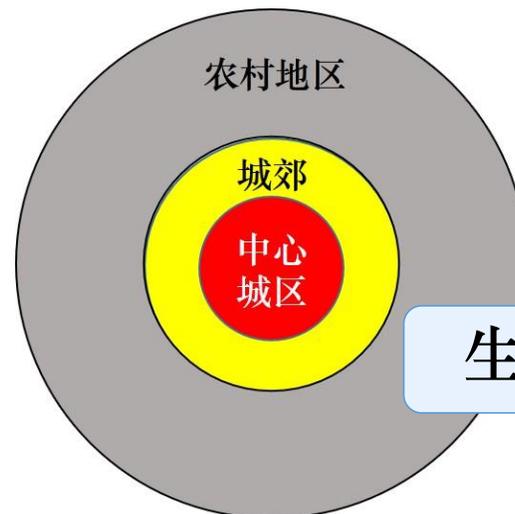
难点

1. “双替代” 进入瓶颈区
2. “因地制宜” 落地难
3. **非重点区域**——政策“深水区”

**“2+26”重点城市**：2021年城区全部实现清洁取暖，县城和城乡结合部清洁取暖率达到80%以上，农村地区清洁取暖率**60%以上**。

**其他地区**：2021年县城和城乡结合部清洁取暖率达到70%以上，农村地区清洁取暖率**40%以上**。

**2021年《国家能源局关于因地制宜做好可再生能源供暖工作的通知》**：鼓励采用大中型锅炉，在农村、城镇等人口聚集区进行区域集中供暖



“双替代”

+

生物质/ 洁净煤适配清洁炉具

# 清洁取暖背景与发展现状

2016

习总书记强调：“推进北方地区冬季清洁取暖，是能源生产和消费革命、农村生活方式革命的重要内容。”

2017

- 2+26，首批12个试点城市
- 《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）》



2018

- 《打赢蓝天保卫战三年行动计划》
- 纳入汾渭平原、张家口，第二批23个试点城市

2021

- 北方地区冬季清洁取暖项目继续扩大，北京、烟台、泰安等20个城市入选

2020

- 《北方地区冬季清洁取暖专项监管》
- 关注运行成效和政策延续：天津市、济南市明确延长运行补贴期限至2023年采暖季

2019

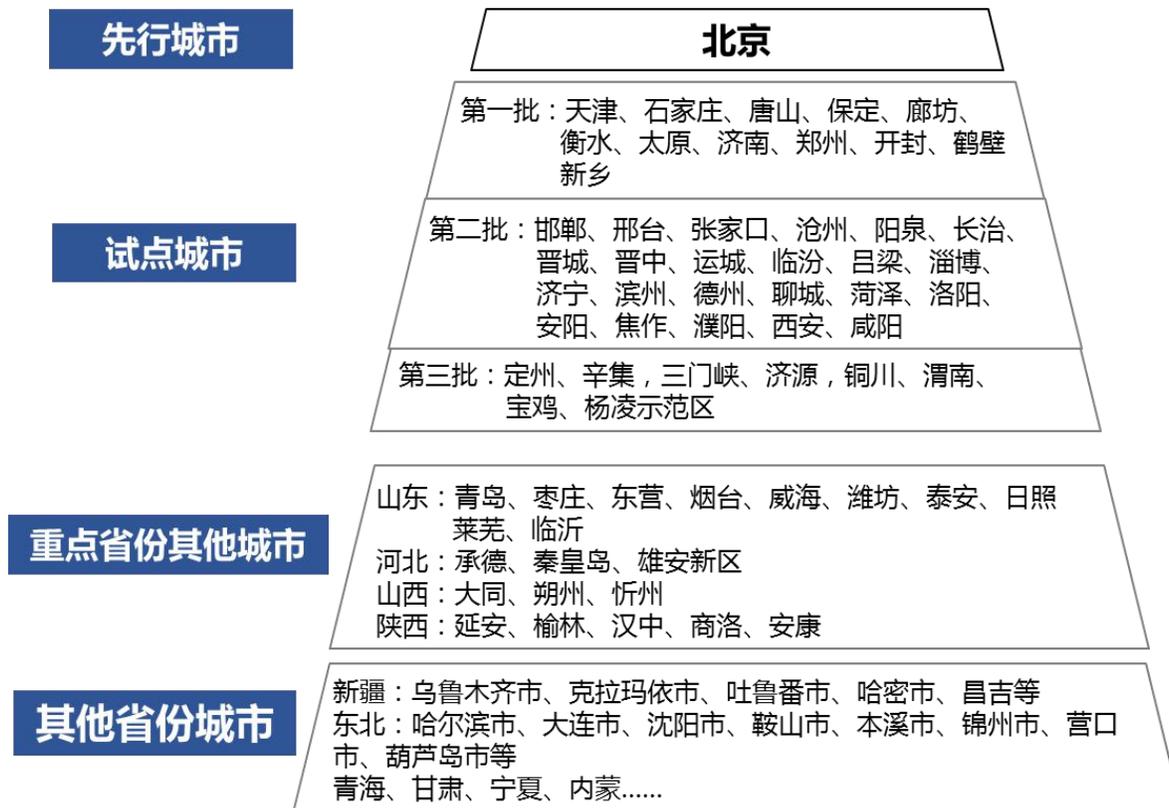
- 开展北方地区清洁取暖中期评估
- 试点继续扩大，第三批8个
- 《关于解决“煤改气”“煤改电”等清洁供暖推进过程中有关问题的通知》



# 清洁取暖背景与发展现状

截止到2020年4月，清洁取暖试点城市，合计完成清洁取暖改造面积29.77亿平方米、改造户数2677万户。其中，城区完成清洁取暖改造7.75亿平方米、706万户，城乡结合部、所辖县及农村地区完成清洁取暖改造22.01亿平方米、1971万户。

## 4类城市 分批推进

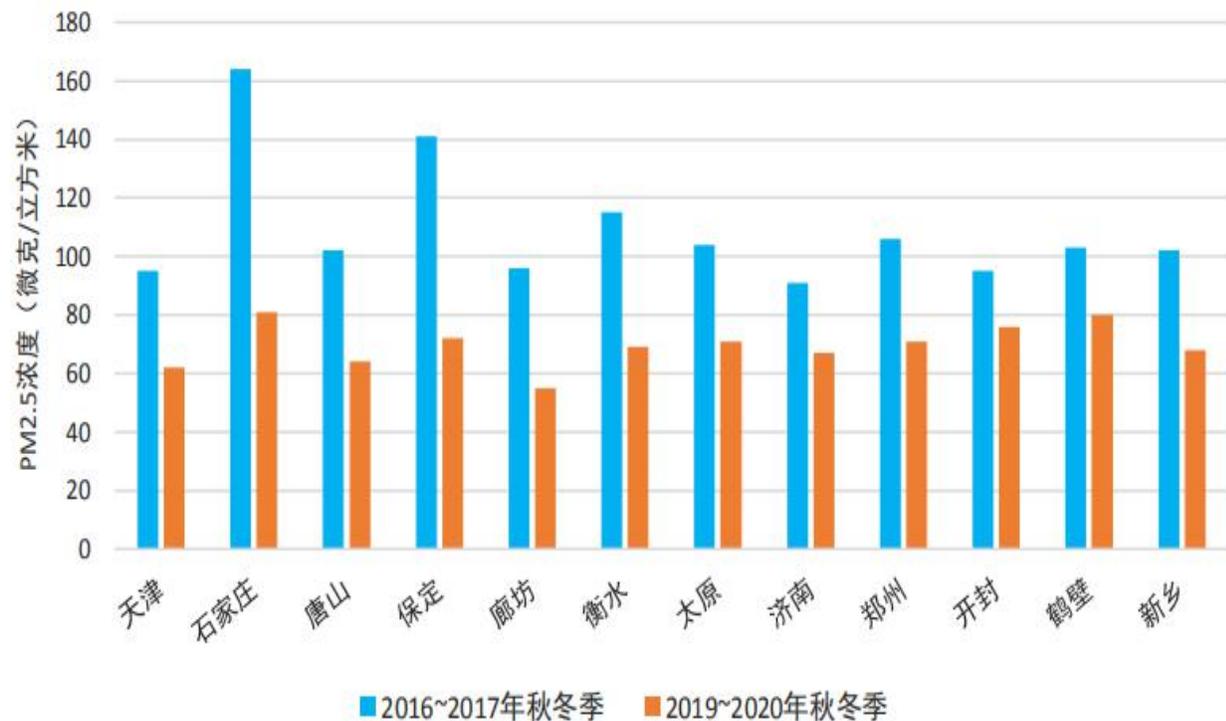


# 清洁取暖背景与发展现状

三年总计投入达到千亿级，其中中央财政累计投入493亿元，地方资金投入大于800亿。

环境效益明显：以第一批试点城市为例，秋冬季 PM<sub>2.5</sub> 平均浓度从 2016 年的 109.5 微克 / 立方米下降到 2019 年的 69.7 微克 / 立方米，下降幅度36.35%。

年份	中央资金投入 (亿元)	地方资金投入 (亿元)
2017年	60.0	226.3
2018年	139.2	328.8
2019年	152.0	221.9
2020年	141.8	?
合计	493	777+?

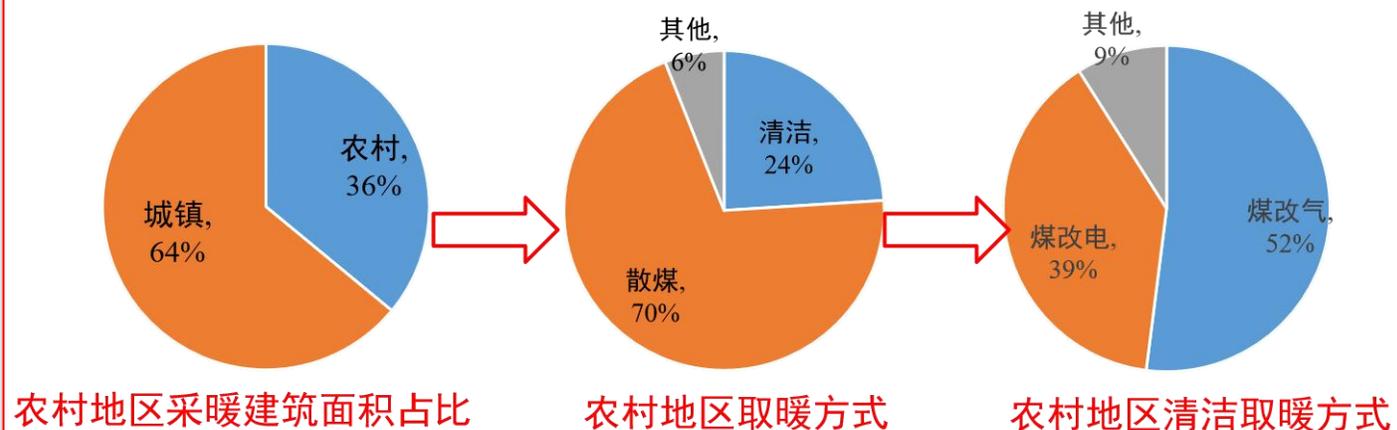
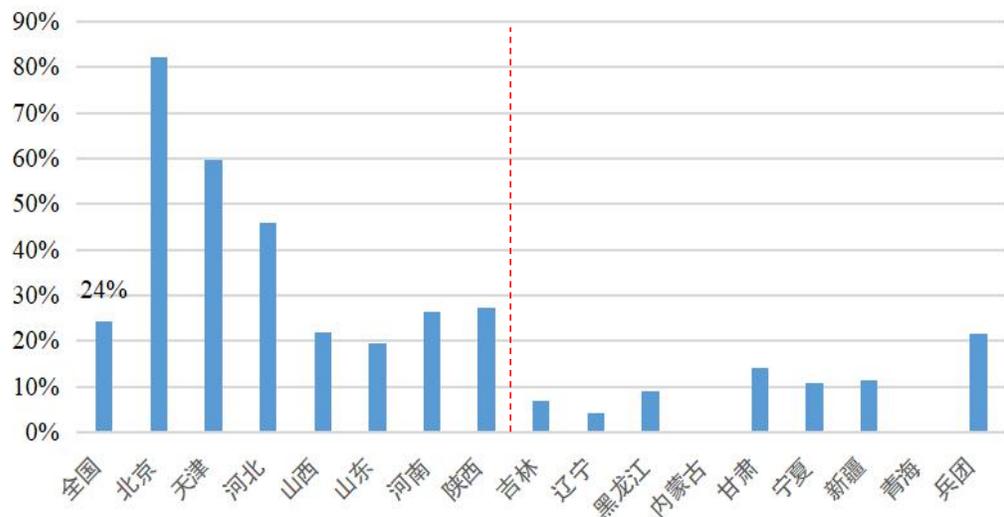


# 清洁取暖背景与发展现状

## 农村地区仍是重点与难点

- 北方农村地区共6500余万户，约70亿平方米，占北方总采暖面积的1/3
- 2019年上半年农村地区清洁取暖率为24%，2019年底累计清洁取暖户数约2300万户，清洁取暖率为31%，任重道远。
- 目前农村地区清洁取暖路径仍以天然气取暖和电采暖为主。

2019年上半年各省农村地区清洁取暖率

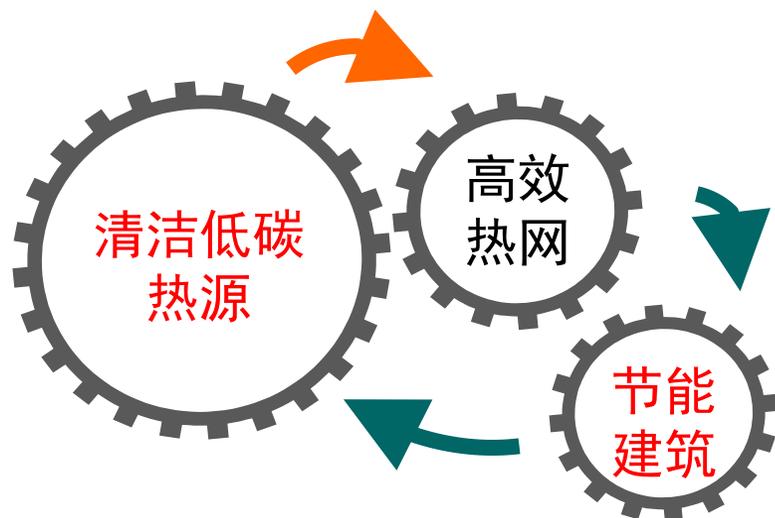


# 清洁取暖背景与发展现状

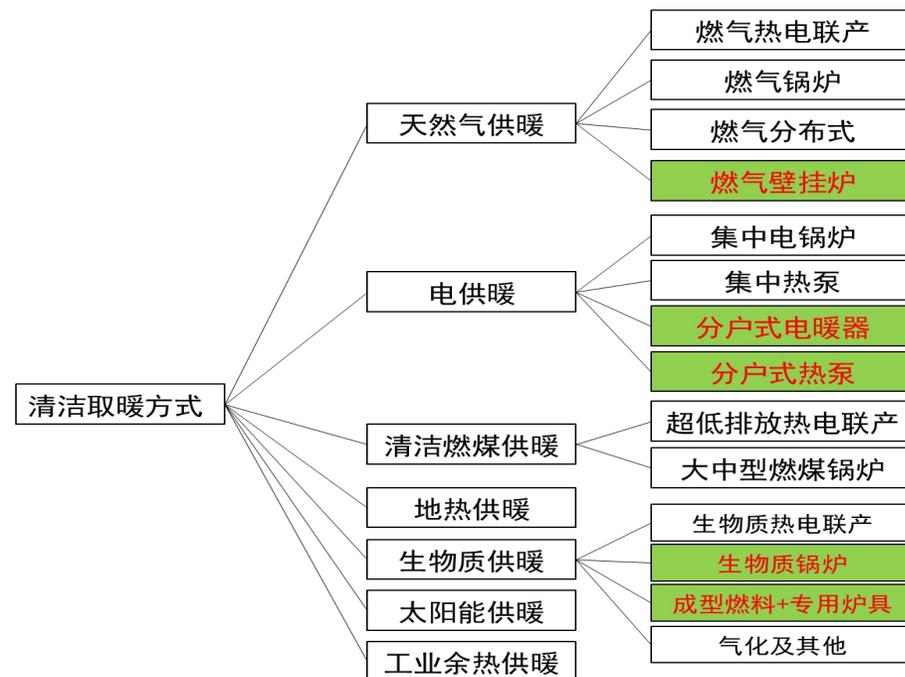
## 清洁低碳化的路径

- 供热领域的清洁低碳发展是实现双碳目标的重要内容
- 农村清洁取暖关系到污染减排、美丽乡村建设，也是农村能源革命、清洁低碳能源体系建设重点

**用户侧：**  
建筑节能  
提升终端设备能效



**热源侧：**  
提升现役机组供热能力、余热利用、挖潜增效  
清洁低碳技术，**生物质、地热、电、气等**



# 农村居民取暖现状

## 1. 取暖方式多样化 消费观念在改变

政府项目的推动，农村取暖出现多样化的趋势，用户消费观念也在不断改变，一些新型采暖方式正在被用户接受。



生物质成型燃料+专用炉具



兰炭+环保炉具



洁净型煤+环保炉具



燃气壁挂炉



甲醇采暖炉



蜂窝煤+环保炉具



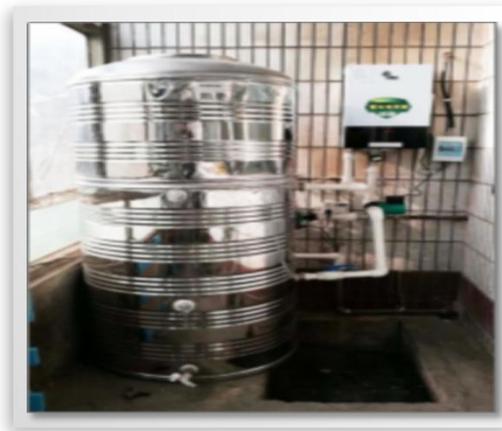
蓄热式电暖器



空气源热泵



电加热水循环炕



电锅炉



电采暖炉

# 农村居民取暖现状

## 2. 农村传统燃煤取暖是主流, 炉具类型差别大

居民  
冬季  
取暖  
方式



烤火炉



水暖炉



炕



烤火炉+炕



水暖炉+炕

取暖方式	年耗煤量/吨	购置成本/元	取暖面积/m <sup>2</sup>	优缺点	山西占比/%			陕西占比/%			黑龙江占比/%
					长子	武乡	朔州	铜川	神木	横山	黑龙江
烤火炉	1-2	100-500	10-25	运行成本低; 操作不方便, 室内空气污染严重	26	56	12	53	14	3	-
烤火炉+炕*	1-2	100-500	10-30	运行成本低、暖和舒适; 室内空气污染严重	0	4.0	75	44	0	84	1.5
水暖炉	3-4	2000-3000	50-120	暖和舒适、操作方便, 室内空气污染较轻; 运行成本高	74	40	12	2.8	86	13	-
水暖炉+炕*	1-3	2000-3000	50-120	暖和舒适, 灵活性强, 室内空气污染较轻	-	-	-	-	-	-	85
炕	-	0	10-30	运行成本低, 空气污染较严重	-	-	-	-	-	-	13

# 农村居民取暖现状

## 3. 燃料类型繁多，经济收入影响大



炕

①



烤火炉

②



水暖炉

③



洁净煤炉具

④



生物质颗粒炉具

⑤



燃气壁挂炉

⑥



空气源热泵

⑦



薪柴  
免费



玉米芯  
免费



粉煤  
100-300  
元/吨



块煤  
400-1000  
元/吨



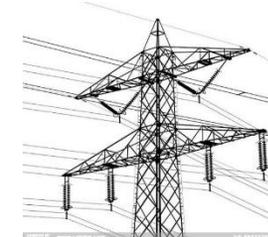
洁净煤  
1000-1600  
元/吨



生物质颗粒  
600-1200  
元/吨



天然气



电

经济水平

高

# 农村居民取暖现状

## 4. 散煤消耗量被低估，燃料品质待提升

### 采暖散煤消费量的对比

省份	农村采暖散煤消费量 /万吨 *本研究	农村生活煤炭消费量 /万吨 *2018统计年鉴数据
山西	1656.12	614.81
陕西	439.24	211.66
黑龙江	1282.58	86.25

农村生活煤炭消耗的实际情况被严重低估

燃煤品质良莠不齐，普遍较难达到民用散煤质量标准

### 散煤品质是否达标情况

	热值	灰分	挥发分	含硫量
山西武乡-散煤	✓	✓	✗	✗
山西长子-散煤	✓	✓	✗	✓
山西朔州-散煤	✓	✓	✗	✓
陕西榆林-散煤	✓	✓	✗	✓
陕西铜川-散煤	✓	✓	✗	✗
陕西榆林-兰炭 I	✗	✗	✗	✓
陕西榆林-兰炭 II	✓	✓	✓	✓
陕西铜川-型煤 I	✓	✓	✓	✓
陕西铜川-型煤 II	✗	✗	✓	✓
黑龙江-散煤	✓	✓	✗	✓

# 农村居民取暖现状

## 4. 农村房屋保温效果差异大，建筑节能是关键

**山西省：**平房、楼房、窑洞的居民占比分别为：74.47%、14.18%、11.35%。七成以上居民房屋外墙厚度为37cm，无保温材料，门窗密闭性差。

**陕西省：**平房、楼房、窑洞的居民占比分别为：63.67%、22.33%、14%。九成以上居民外墙为37cm或24cm，无保温材料，门窗密闭性差。

**黑龙江省：**七成以上居民外墙厚度为50cm以上，加入保温材料，八成以上安装双层玻璃，64%的居民选择在房子外部用塑料布搭建简易阳光房。

以山西省为例

建筑情况



平房24cm砖墙



窑洞

取暖设备



燃煤炊事烤火炉



燃煤炊事烤火炉

供暖面积

10m<sup>2</sup>

12m<sup>2</sup>

年燃煤量

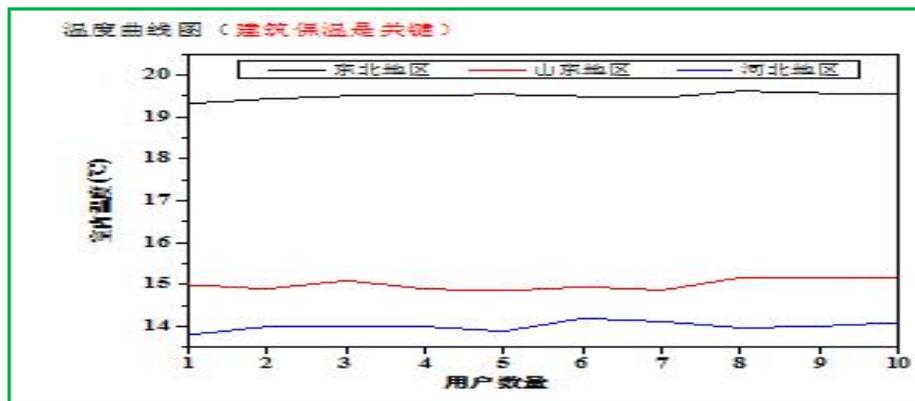
1.5吨（块煤）

1.5吨（块煤）

室内温度

13℃

17.9℃



# 农村居民取暖现状

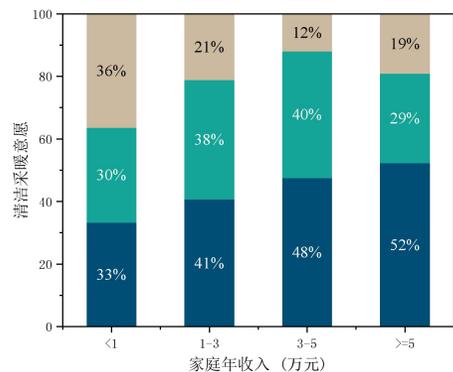
## 5. 空心化问题普遍存在，清洁取暖改造意愿低

### 农村空心化现象普遍

省份	受访农户	50岁以上受访者	初中及以上文化程度
山西	328户	66%	26%
陕西	154户	60%	41%
黑龙江	89户	19%	22%

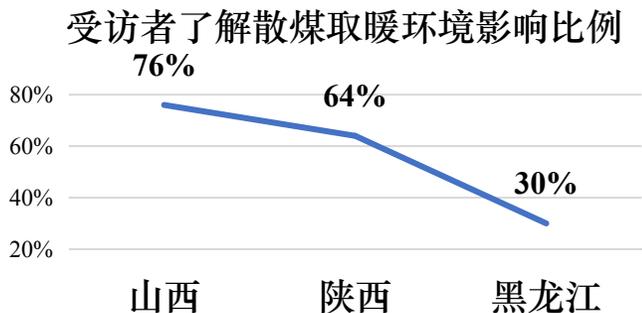
受访者以50岁以上老人居多，普遍教育程度不高，1/4左右未接受教育

### 经济实用是老百姓关心的首要问题

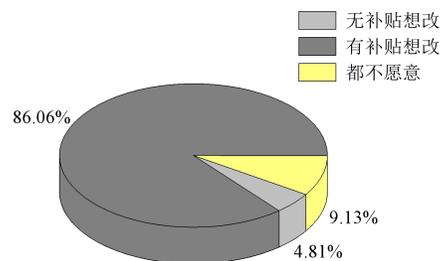


随着家庭年收入的增高，居民使用清洁取暖的意愿逐渐升高，符合能源“阶梯理论”

### 散煤取暖的环境影响认知与政策力度和宣传影响关系极大



### 清洁取暖支付意愿较低，期望依赖补贴



大部分受访者表示清洁取暖实际运行费用与散煤取暖相当的情况下，才有可能主动选择清洁取暖

# 洁净煤配套清洁采暖炉具



型煤



兰碳



蜂窝煤

# 洁净煤配套清洁采暖炉具

改造前



+



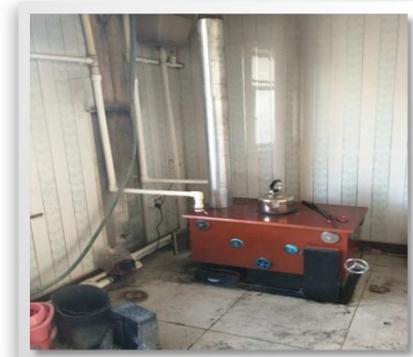
改造后



兰炭+环保炉具



洁净型煤+环保炉具



蜂窝煤+环保炉具

# 洁净煤配套清洁采暖炉具

## 测试燃料及其炉具

燃料	发热量MJ/kg	工业分析%				元素分析%			
		水分	灰份	挥发份	固定碳	C	H	N	S
散煤I	28.73	1.10	6.17	55.97	37.76	72.33	4.29	0.81	0.80
散煤II	30.13	2.49	5.79	32.17	59.54	75.34	4.43	1.06	0.44
兰炭I	23.21	2.50	20.47	18.68	58.34	70.67	1.52	0.92	0.36
兰炭II	27.01	2.10	8.97	9.98	78.95	87.23	0.80	1.09	0.21
型煤I	23.66	1.94	24.33	16.89	56.84	61.83	1.48	0.73	0.41
型煤II	12.69	1.06	50.99	20.34	27.61	47.97	2.17	0.55	0.32



传统烤火炉



改进烤火炉



改进水暖炉



散煤



型煤



兰炭

# 洁净煤配套清洁采暖炉具

## 排放因子与地域和炉具燃料类型相关

燃料炉具组合	污染物排放因子 (g/kg)			
	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>2.5</sub>
TC传统炉+散煤 I	8.1±3.3	0.24±0.09	0.060±0.03	0.084±0.053
TC改进炉+型煤 I	5.2±0.2	0.19±0.03	0.041±0.004	0.015±0.002
TC改进炉+型煤 II	11.4±2.9	0.075±0.02	0.010±0.002	0.044±0.022
TC改进炉+型煤 (平均)	8.3±1.6	0.133±0.02	0.025±0.003	0.029±0.012
YL烤火炉+散煤 II	5.7±2.0	0.092±0.05	0.13±0.06	0.094±0.071
YL烤火炉+兰炭 I	5.3±3.3	0.092±0.05	0.060±0.03	0.073±0.061
YL水暖炉+兰炭 II	6.7±1.6	0.037±0.009	0.055±0.042	0.046±0.034
YL水暖炉(烤火炉)+兰炭 (平均)	6.1±2.5	0.065±0.029	0.057±0.037	0.059±0.047

- 不同燃料之间排放具有明显性差异，不同地区的散煤排放因子差异较大

# 洁净煤配套清洁采暖炉具

以呼和浩特市为例



传统烤火炉



散煤



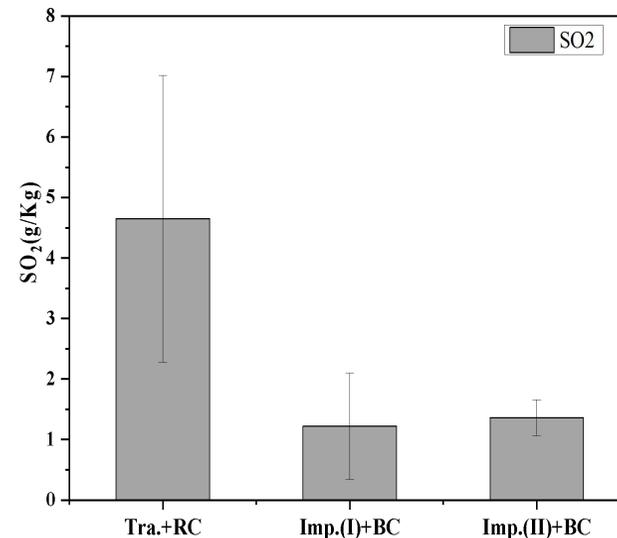
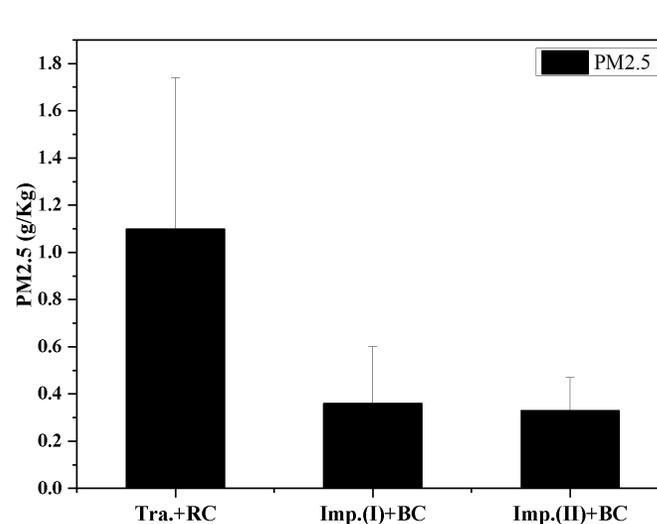
烤火炉



方型蜂窝煤



水暖炉



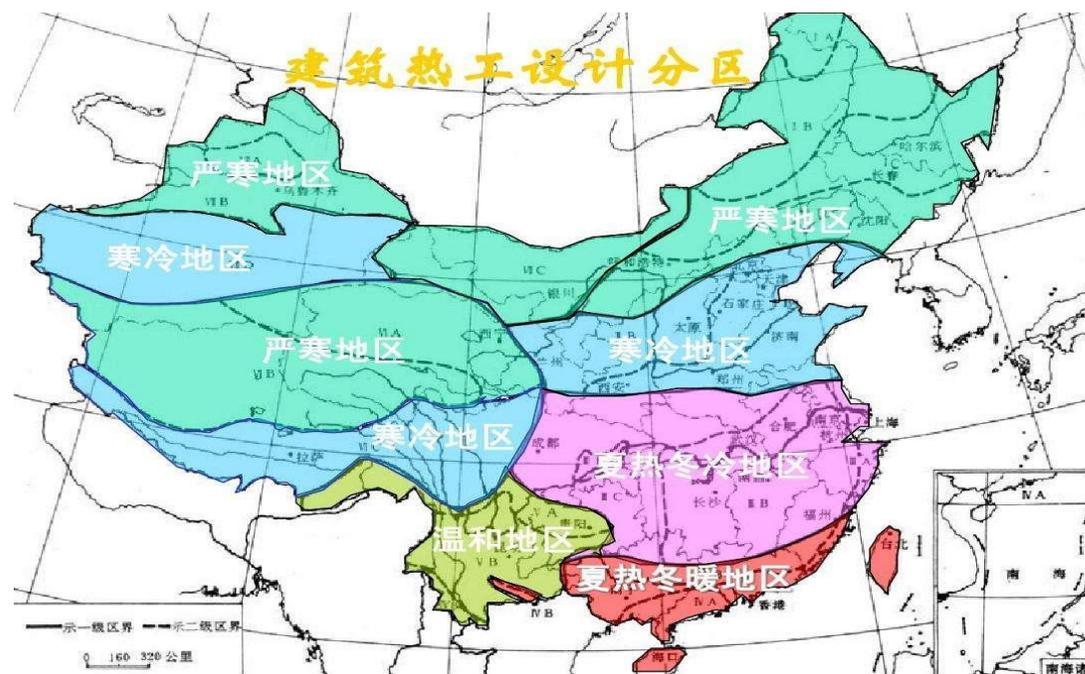
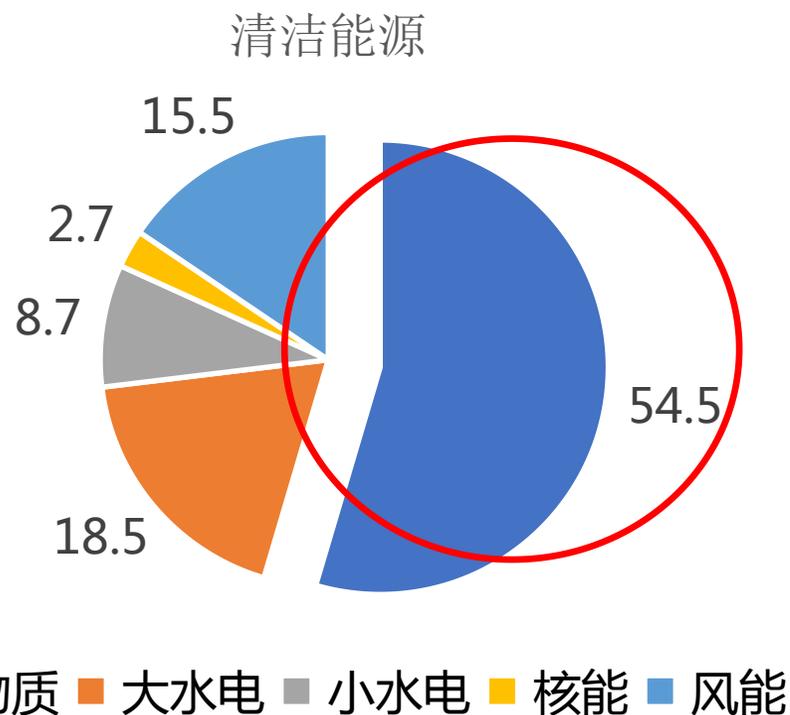
Tra—传统烤火炉      RC—散煤      BC—方型蜂窝煤      AB—无烟煤球  
 Imp ( I ) —蜂窝煤专用烤火炉  
 Imp ( II ) —蜂窝煤专用水暖炉      New—无烟煤球专用水暖炉

新型推广炉具配备方型蜂窝煤燃烧较传统炉具燃烧烟煤，**PM<sub>2.5</sub>**排放降低**67%**，**SO<sub>2</sub>**排放降低**71%**（配方中加入固硫剂）

# 生物质能源发展的背景

中国不含太阳能的清洁能源年资源量为21.5亿吨标煤，其中生物质占54.5%。生物质原料资源量是水电的2倍，或是风电的3.5倍。

■ 北方采暖地区：寒冷和严寒地区，涉及15个省



# 生物质能源发展的背景

## 农作物秸秆资源量

- 2018年，全国农作物秸秆产生总量**11亿t**，其中，可收集资源量**8.7亿t**。按秸秆种类分玉米、水稻、小麦三大类作物秸秆可收集量分别达到4.02、1.86、1.55亿t，占秸秆可收集总量的85.4%；
- 按区域分，华东、东北、华中区域秸秆资源量大，可收集总量5.4亿t，占全国的62%。2018年秸秆利用量达到7.52亿t，秸秆综合利用率达到87.4%。
- 秸秆肥料化、饲料化、燃料化、基料化、原料化利用率分别为67.6%、18.3%、12.0%、0.9%、1.2%，其中肥料、饲料、基料占比86.8%，形成了肥料化、饲料化等农用为主。



# 生物质能源发展的背景

## 农作物初加工剩余物

- 农作物初加工剩余物主要包括玉米芯、稻壳、花生壳等，均可作为生物质成型燃料的原料。据初步统计这三类初加工剩余物理论资源量约为**1.2亿吨**，玉米芯、稻壳、花生壳分别为7259万吨、4952万吨和448万吨。

## 林业生物质废弃物

- 森林采伐所产生的林木枝丫和林业废弃物年可获得量约**9亿吨**，全国木材加工企业年产出剩余物约4200万吨，全国主要城市木材废弃物约8500万吨，总计，林业废弃物可达**10亿吨**。
- 全国10亿吨林业废弃物，扣除工业板材、造纸材料等原料供应需求量，实际可用于能源化生产的林业废弃物占林业废弃物生产总量的比例约为20%，约为**2亿吨**。
- 吉林、黑龙江、四川、云南、西藏5个省区属林业生物质资源富集高密度区。

# 生物质能源发展的背景

## 国外生物质成型燃料情况

- 2017年国外生物质成型燃料年生产能力约4500万吨，年产量约**3200万吨**，其中欧盟产量约1840万吨、美国约1040万吨。
- 欧洲是生物质成型燃料生产工厂最多的区域，其中欧盟占整个欧洲的一半以上，消费量占总产量的**70%以上**。北美地区是成型燃料产量第二大区域。从全球成型燃料消费情况来看，**供热约占53%**，主要分布在欧盟、北美；发电约占31%，热电联产占9%。



## 中国生物质成型燃料情况

- 我国生物质成型燃料产量不断增长，从2010年产量300万吨，提高到**2018年产量687万吨**。截至2018年底，我国成型燃料厂及加工点有**2300余处**，成型燃料主要用于中小型锅炉供热、发电以及农村炊事供暖用能等。

# 生物质能源发展的背景

□ 《生物质能发展“十三五”规划》提出：到2020年生物质能基本实现商业化和规模化利用，生物质成型燃料年利用量**3000万吨**。《关于促进生物质供热发展的指导意见》中指出生物质能供热是绿色低碳。2035年生物质成型燃料消费量将达到**5000万吨**。

□ 《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）》提出：到**2021年**，**生物质能清洁供暖面积达到21亿平方米**。

《促进生物质能供热发展指导意见的通知》 [2017] 2123号  
《关于北方地区清洁供暖价格政策的意见》 [2017] 1684号  
《关于加强锅炉节能环保工作的通知》 》 [2018] 227号  
《关于开展“百个城镇”生物质热电联产县域清洁供热示范项目建设的通知》 [2018] 8号

2019年11月5日，国家发改委何立峰签发29号令：生物质工程项目与装备制造等领域进入了鼓励类目录。

第一类鼓励目录中第一项的第18条：**生物质清洁供热**

第一类鼓励目录中的第五项第7条：**农林生物质成型燃料加工设备、锅炉和炉具制造**

➤ **生物质节能环保锅炉及生物质适配清洁炉具**是农村地区清洁取暖的重要措施之一。

# 生物质能源发展的背景

## 近年来国家宏观指导政策及意见

1

关于进一步做好清洁取暖工作的通知（发改能源〔2019〕1778号）（2019.12）

非重点地区可结合实际选择集中式或分散式，其中集中式须实现达标排放，分散式须采用“**生物质成型燃料+专用炉具**”

2

国家能源局关于清洁供暖大力推进“煤改生”建议的答复（2020.10）

在非重点区域偏远农村地区，可利用“**生物质成型燃料+专用炉具**”替代散烧煤

3

京津冀及周边地区、汾渭平原 2020-2021 年秋冬季大气污染治理综合治理攻坚行动方案（环大气〔2020〕61号）

在山区等暂不具备清洁能源替代条件的地区，允许使用“**洁净煤+节能环保炉具**”、“**生物质成型燃料+专用炉具**”等方式取暖

# 生物质能源发展的背景

## 近年来国家宏观指导政策及意见

4 中央经济工作会议：做好碳达峰、碳中和工作  
(2020.12)

推动煤炭消费尽早达峰，大力发展新能源，加快建设全国用能权、碳排放权交易市场，完善能源消费双控制度

5 国家能源局关于因地制宜做好可再生能源供暖工作的通知（国能发新能〔2021〕3号）（2021.1）

鼓励采用大中型锅炉，在农村、城镇等人口聚集区进行区域集中供暖，在大气污染防治非重点地区农村，可按照就地取材原则，因地制宜推广户用**生物质供暖**

6 李克强来到山西运城脱贫村，十分关心村民冬季如何取暖（2021.2）

总理说，北方地区冬季取暖一定要实事求是、因地制宜，宜煤则煤、宜电则电、宜气则气。

# 生物质能源发展的背景



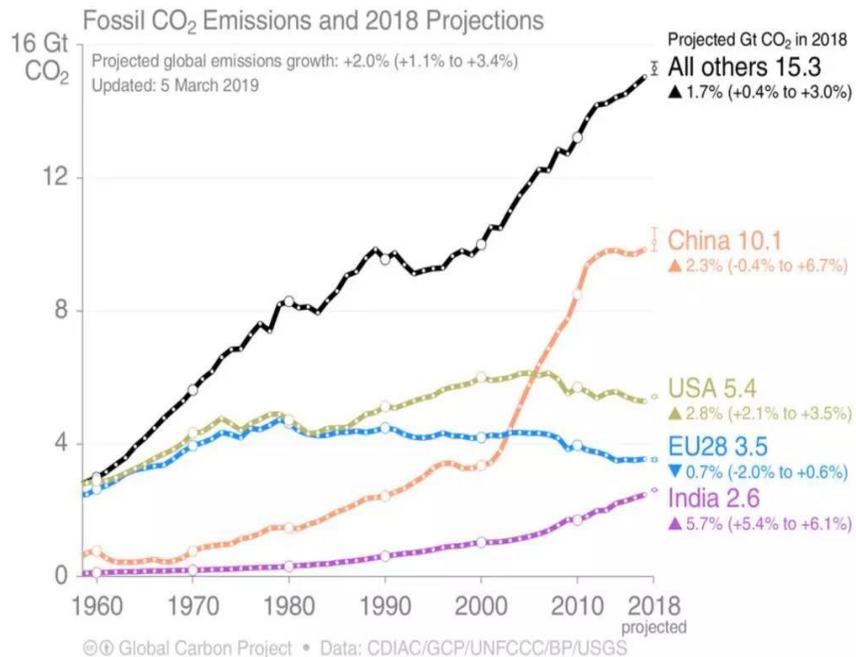
2月7日，李克强总理在山西省运城夏县了解生物质清洁取暖。

## 生物质清洁取暖符合政府规划要求

依据《北方地区清洁取暖规划（2017-2021年）》要求，清洁取暖应立足本地资源禀赋、经济实力、基础设施等条件及大气污染防治要求，科学评估，根据不同区域自身特点，充分考虑居民消费能力，采取适宜的清洁供暖策略，在同等条件下选择成本最低和污染物排放最少的清洁供暖组合方式。即宜电则电、宜气则气、宜柴则柴。

# 生物质能源发展的背景

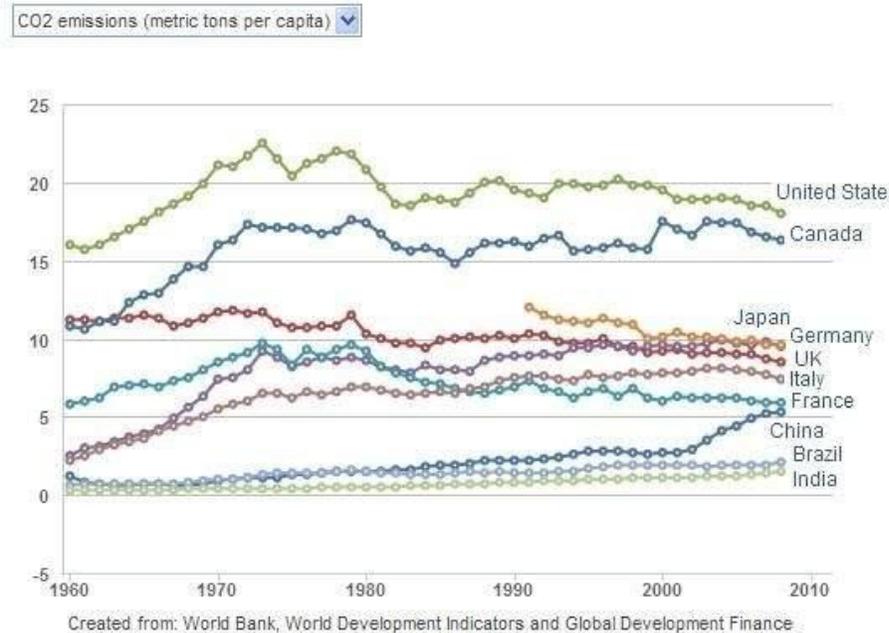
## 碳排放总量



Fossil fuel CO<sub>2</sub> emissions in the world's major economies 1960-2018, billions of tonnes of CO<sub>2</sub> (GtCO<sub>2</sub>). Figures for 2018 are projections updated as of 2 March 2019, shown with their associated uncertainty range in text. Source: Global Carbon Project.

中国总碳排放超过美国和欧盟总和

## 人均碳排放



世界人均碳排放为4.9t。中国人均碳排放为7.5t，高于世界53%。



**生物质燃料  
二氧化碳零排放**

# 生物质能源发展的背景

## 生物质清洁供暖形式多样

- 生物质热电联产集中供暖



- 秸秆打捆直燃集中供暖



- 生物质成型燃料锅炉集中供暖



- 生物质炉具户用分散供暖



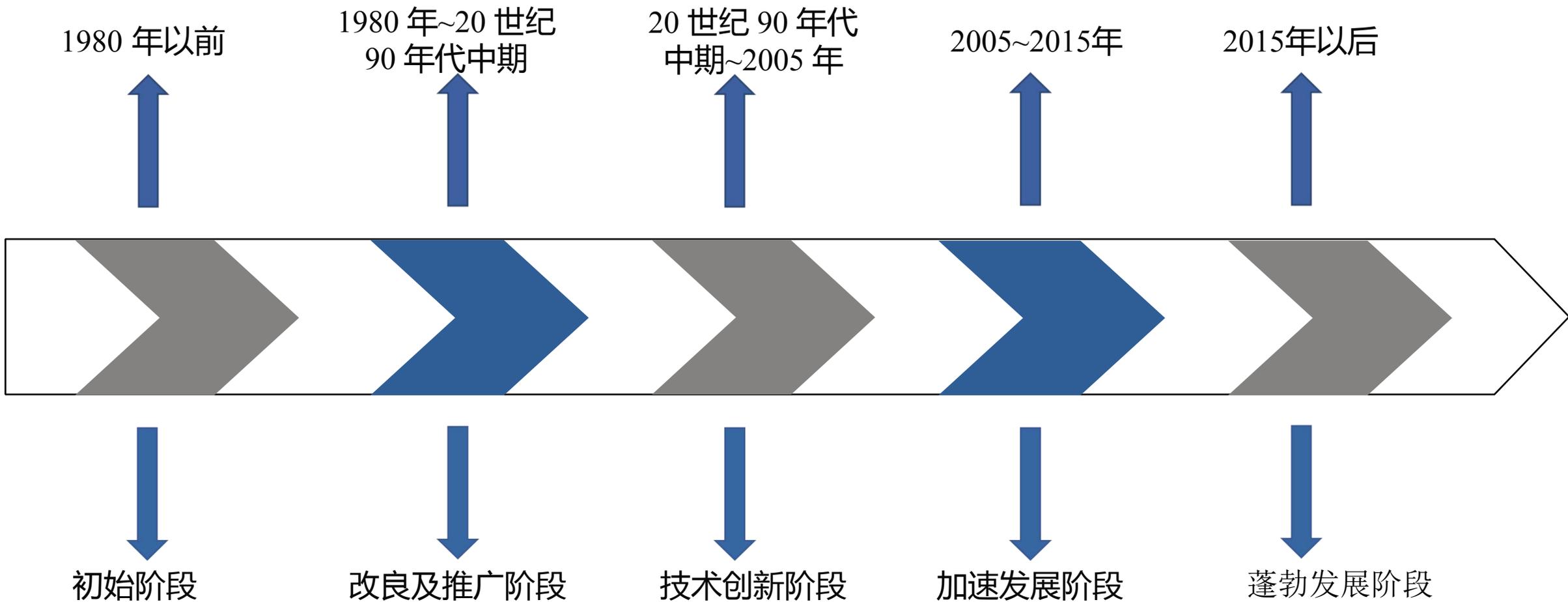
- 生物质农业大棚供暖



# 目录

- ① 我国北方地区冬季取暖基本情况
- ② 各国生物质炉具/锅炉技术发展情况
- ③ 生物质炉具的标准化建设
- ④ 生物质炉具的污染与排放
- ⑤ 清洁供暖案例分析
- ⑥ 生物质供暖对于碳中和的贡献
- ⑦ 存在的问题
- ⑧ 发展建议

# 生物质炉具发展历史阶段



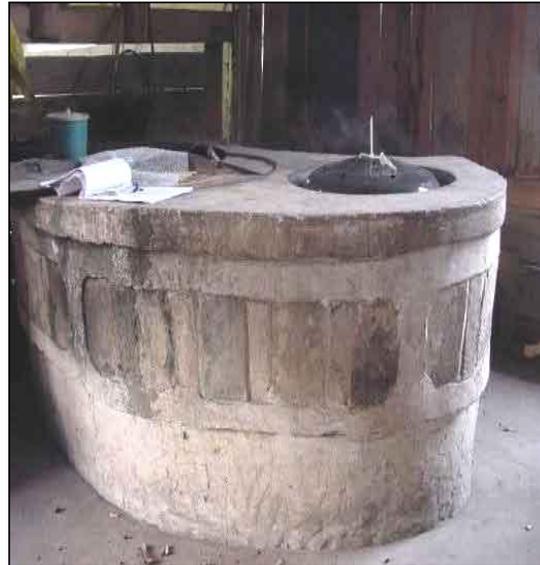
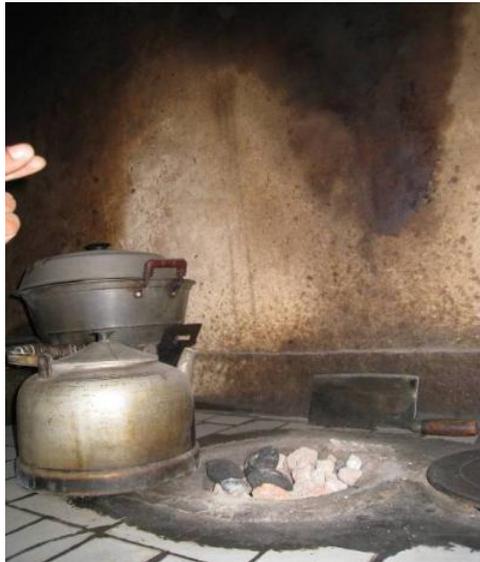
# 生物质炉具发展历史阶段

## 1、初级阶段

80年代以前，传统旧灶

手工垒砌，砖石结构；

- 吊火高度高，灶门大、炉膛大，无炉箄、无通风道、无烟囱；
- 燃料燃烧不充分，释放大量浓烟，污染环境，严重损害人体健康；
- 热效率低，只有12%左右。



# 生物质炉具发展历史阶段

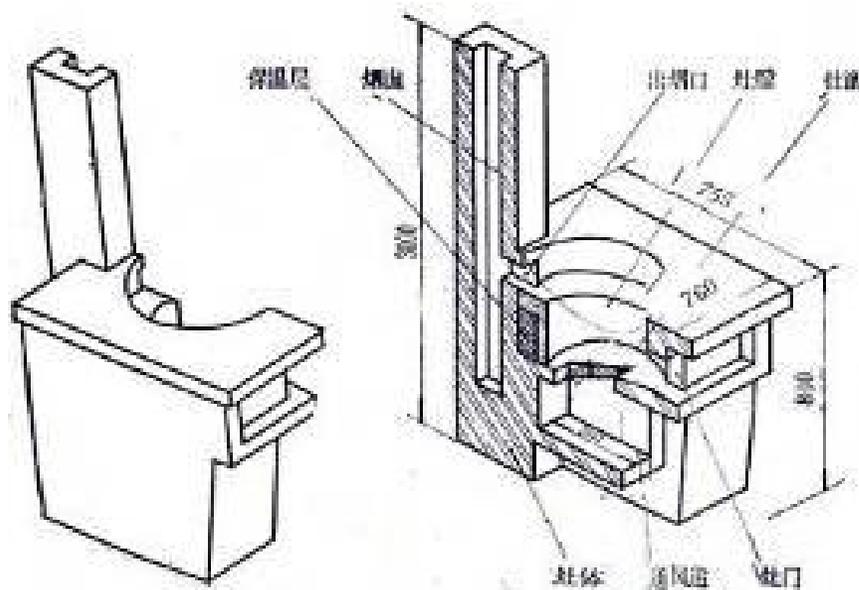
## 2、改良推广阶段

### 80年代初期

- 中国政府把“改灶节柴”纳入了第六个五年计划，在全国掀起了改灶的高潮。

### 90年代中期

- 成功推广2亿台改良炉灶。
- 改良灶优化了灶膛、锅壁与灶膛之间相对距离与吊火高度、烟道和通风等的设计，并增设保温措施和余热利用装置，热效率达到20%以上。
- 省柴灶的特点是省燃料、省时间，使用方便，安全卫生。



### 相关报道：

- 1988年8月29日，《人民日报》报道，我国已有7000万农户用上了省柴节煤灶。
- 1990年5月1日，《农民日报》头条新闻报道，中国一亿多农民用上省柴节煤灶。

# 生物质炉具发展历史阶段

## 3、技术创新阶段

90年代中期-2005年

### 生物质气化炉

- 气化部分和燃烧部分采用管道相连。
- 优点：相比传统炉灶、省柴灶，污染物排放水平大幅度降低，燃烧效率提升。
- 缺点：气化条件不易控制，产生的可燃气成分不稳定，产气量不连续。燃烧不充分，排放含有大量的有害气体成分，特别是一氧化碳气体(CO)大量超标。



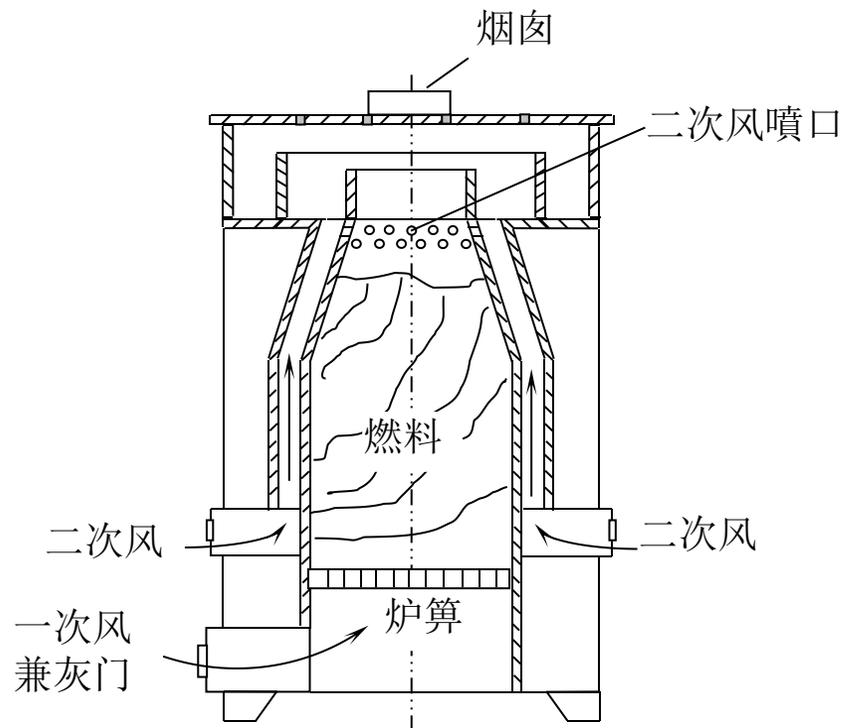
# 生物质炉具发展历史阶段

## 4、加速发展阶段

2005~2015年

### 生物质半气化炉

- 一次风从炉排底部进入，在炉具上部出口处增加了一圈二次风喷口
- 可调控的少量一次风进入炉体中使得生物质燃料燃烧不充分并产生气化进入燃烧室，由吹入的二次风使这些气体充分燃烧，热效率高。
- 燃烧过程无黑烟，减少颗粒物和CO排放，改善空气质量。



# 生物质炉具发展历史阶段

## 5、蓬勃发展阶段

2015年至今

- 炉灶企业生产规模不断扩大

北京、山东、河南、重庆的一些生物质炉具企业年生产能力已超过3万台，生产速度持续增长，商品化程度逐渐增强。

- 炉具质量水平得到提升

炉具在外观设计、结构设计、制造工艺、材料应用，以及节能与环保性能等方面都取得了显著进步，产品由“粗放”走向“时尚”化，并不断朝着“差异化、智能化、个性化、人性化”方向发展。



# 生物质炉具的特点与分类

## 按照功能与用途分

炊事炉具



炊事+烤火炉具



炊事热水炉具



炊事采暖炉具



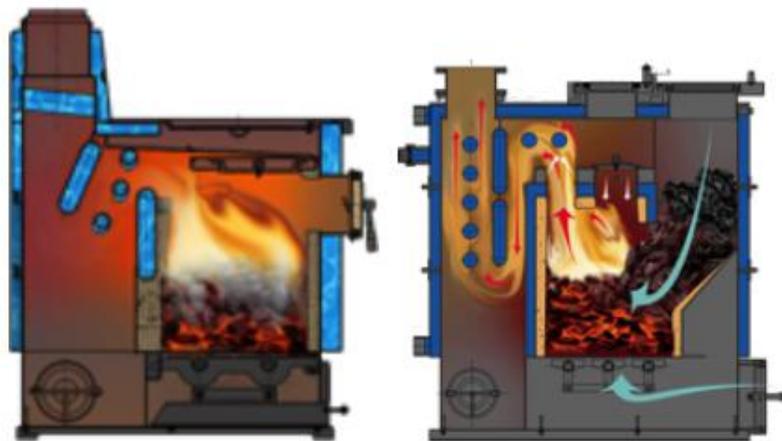
纯采暖炉具



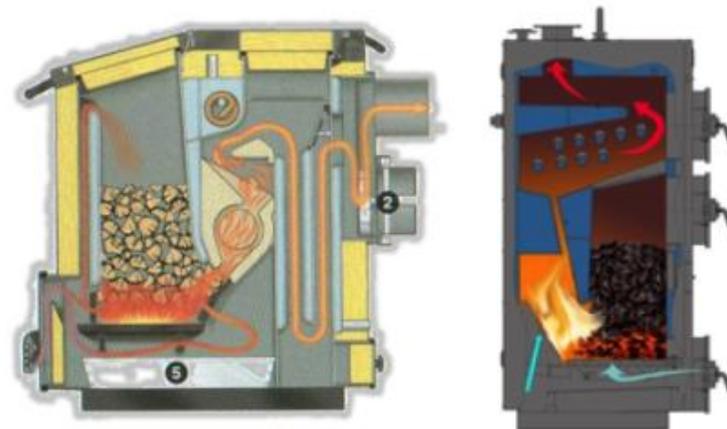
# 生物质炉具的特点与分类

按照燃烧方式分：

正烧炉具



反烧炉具



通过上加燃料、下配风，固体燃料燃烧时火焰顺热烟气自然流动方向传播。

- 优点：燃烧强度高，火力旺，能满足用户炊事需求，
- 缺点：挥发分析出速度快，容易产生黑烟。

固体燃料燃烧时火焰逆热烟气自然流动方向传播，具有能延缓挥发分析出速度的特点。

- 优点：炉温高、燃烧充分，可基本消除黑烟，颗粒物排放浓度低，
- 缺点：反烧燃烧强度低，火力较弱，不宜用于炊事。

# 生物质炉具的特点与分类

按照取暖方式分：

水暖炉



烤火炉



热风炉



壁挂炉



炕炉



# 生物质炉具的特点与分类

## 按照进料方式分：

- **重力进料：**依靠燃料自身的重力下料
  - 缺点：进料量不可控，用户不好调控大小火。该种进料方式料仓和炉膛直通，有返烟或者回火的隐患。
  - 优点：成本低。
- **机械进料：**依靠动力（电）下料
  - 缺点：炉排和绞轮基本在同一高度，进料太快时会将火源推到灰斗去，造成冒烟、熄火。
  - 优点：大小火可调控，较好的解决返烟问题，但是停电或者卡料时候有一定的返烟风险。



回火隐患



螺旋进料



进料过快

# 生物质炉具的特点与分类

## 按照规模来分

- 户用生物质炉具
- 生物质集中供暖锅炉



# 生物质燃料的类型

- 生物质燃料种类主要包括**秸秆生物质**和**木质生物质**

免费



玉米芯



薪柴

付费



生物质颗粒



生物质压块



生物质切片

# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 乌干达

在乌干达，有91%的人口每天使用传统的生物质来进行炊事，室内空气污染每年造成19700例死亡。经过2005-2009年的国家清洁炉具推广项目，清洁炉灶的使用率保持在了8.4%



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

乌干达



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 肯尼亚

- ◆ 99.9%以上的家庭使用原始的石头堆做饭。
- ◆ >95%的家庭使用不经过加工的生物质燃料。
- ◆ >80%的家庭因使用石头火堆做饭，产生了多种健康问题。
- ◆ 全国约有990万人暴露室内空气污染中，并造成了每年14300人的过早死亡。



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 肯尼亚

### ■ 炉灶推广情况

ENDEV组织将JIKO KISASA和ROCKET STOVE这两种新型的燃烧技术在肯尼亚进行推广。到2011年为止，共推广了130万台改进的生物质炉灶，受益人口超过了650万。目前，生活在项目区域38%的人们每天都在使用新型炉灶进行炊事。



JIKO KISASA



ROCKET STOVE

# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

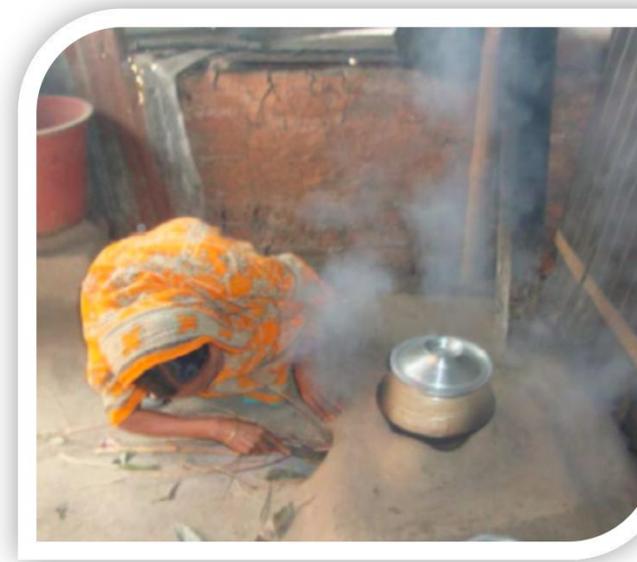
## 肯尼亚



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 孟加拉

- 90%以上的人口使用传统的粘土制成的生物质炉灶炊事
- 家庭炊事每年约消耗1亿吨的生物质（木柴，动物粪便和农业废弃物）
- 每年有5万妇女和儿童因长期暴露于厨房浓烟污染而死亡。而在最近的20年内，约有3.5%的森林被破坏。



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 孟加拉

### 传统的炉灶



- Used extensively by most people using biomass (~28 – 29M HH)
- Performs very badly at efficient burning – i.e. doesn't conserve fuel well or remove any particulate matter
- Materials always available and simple to construct
- Any biomass fuel can be used

- Use ●
- Availability ●

### 粘土Chulha



- Based on early BCSIR models with built in chimney
- Hand made from clay
- Comes in 1, 2 and 3 pot sizes
- Durability issues with chimney when it is not cleaned frequently
- Takes 5 – 7 days to build & install
- Any biomass fuel can be used

- Use ◐
- Availability ◐

### 水泥Chulha



- Chimney design also based on BCSIR model,
- Manufactured from concrete
- Durability issues when material quality not maintained
- Flexible design & construction
- Easily installed in 1-2 hours
- Any biomass fuel can be used

- Use ◐
- Availability ●

# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 孟加拉

- 目前约有0.088%的人口在使用新型的生物质炉灶。



推广的炉具

# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 尼泊尔

- 传统的生物质资源提供了87%的家用能源。  
74.4%以上的家庭使用固体生物质作为燃料炊事。
- 每年有超过7500人因室内空气污染而死亡。
- 绝大多数的炉灶的效率低于25%。



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 尼泊尔

- 经过项目推广，目前约有0.127%的人口在使用新型的生物质炉灶。



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 老挝

- 88%的家庭使用木炭，每个月消耗40公斤。其中消耗量的93%需要购买。
- 48%的家庭使用木柴，每个月消耗100公斤。其中消耗量的90%需要采集。
- 建立了两个炉灶推广中心以及三个炉灶性能测试中心，改进后的炉灶热效率提高了25%，同时完成了第一期的碳减排评估。
- 目前约有0.026%的人口使用上了改进后的生物质炉具。



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 柬埔寨

- 在柬埔寨80%的人口居住在农村地区，有23%的人口生活在贫困线以下。农村地区约有95%的家庭每天依靠生物质燃料来做饭。
- 自从1996年，柬埔寨开始进行传统炉灶的改良项目，包括了炊事技术，清洁炉灶技术，以及清洁燃料生产。



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 柬埔寨

最常见的传统炉灶



最常见的清洁炉灶



现代化厨房炊具



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 印度

印度位于亚洲最南部，是南亚次大陆最大的国家，人口为12.1亿，人均GDP1476美元，农村人口约占了总人口的69.9%。





印度  
炉灶



中国生物质炉具  
在印度演示



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

## 秘鲁

- 秘鲁是南美洲西部的一个国家，人口2946万，人均GDP 5291.04 美元。农村人口占总人口的28.4%。
- 79.6%的农村人口使用固体燃料来进行炊事，产生的室内空气污染每年造成了1000例死亡。



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况

秘鲁



# 其他发展中国家生物质炉具发展情况



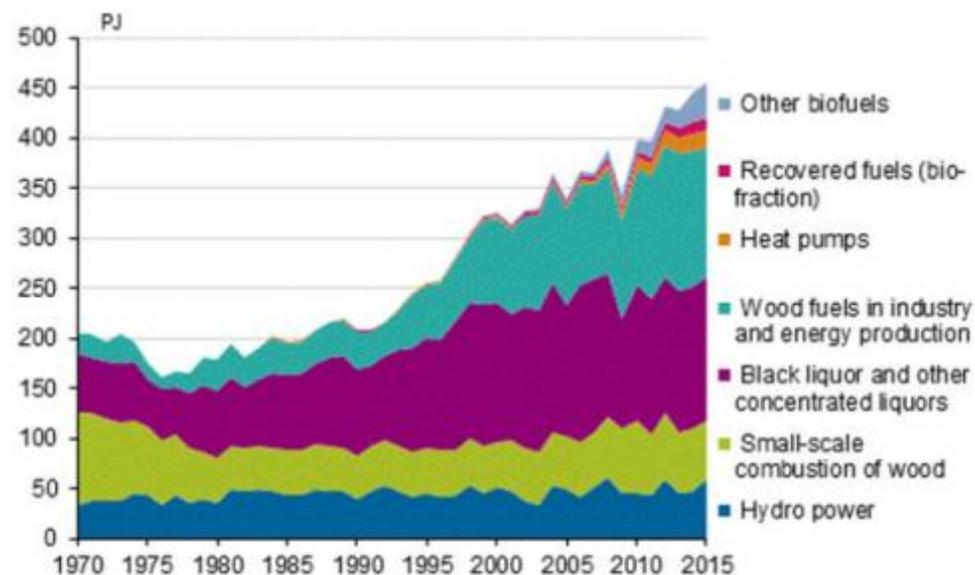
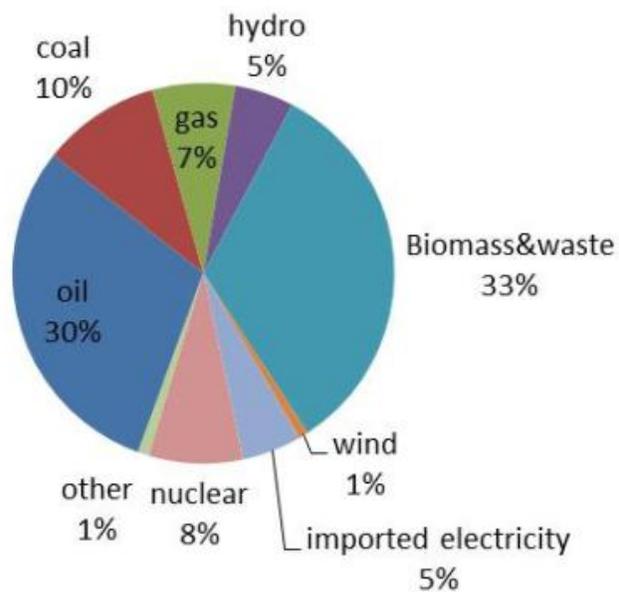
浙江嵊州炉具厂SSM



# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

芬兰

芬兰生物质能利用已达到三分之一

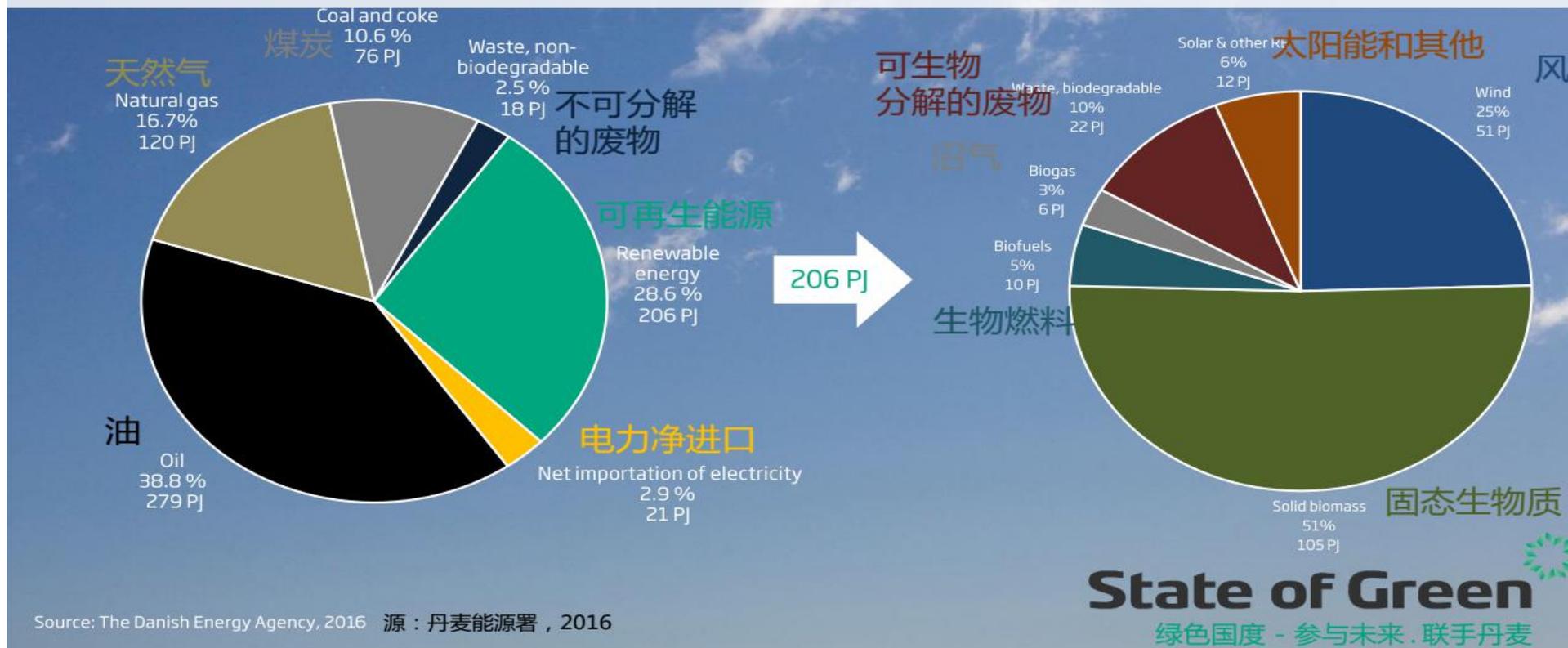


芬兰能源结构

# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

丹麦

## Denmark's Energy Consumption 2015 丹麦2015年的能源消耗



Source: The Danish Energy Agency, 2016 源：丹麦能源署，2016

State of Green

绿色国度 - 参与未来. 联手丹麦

数据来源：丹麦能源署

source:The Danish Energy Agency,2016

# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

## 瑞典

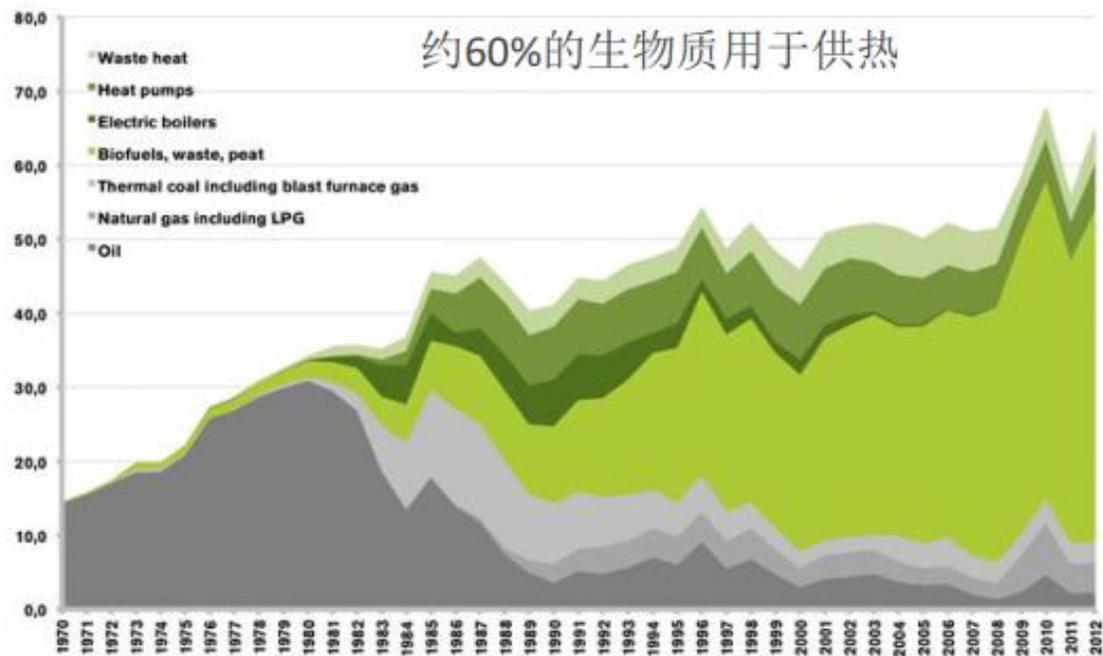
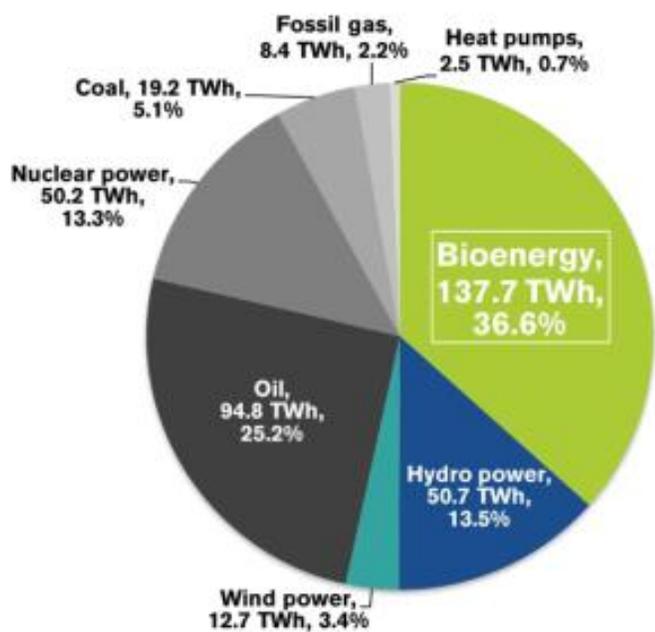
### 瑞典已实现生物质能为主导的能源结构

- 瑞典是北欧最大的国家，人口900多万，是最富裕的国家之一。2016年消费生物质成型燃料240万吨，人均消费量270公斤，居世界第一。
- 全国大约有70多家成型燃料生产企业，年生产10万吨以上的10余家。瑞典有10万个大中型生物质供热站，高度自动化控制。家庭大多采用成型燃料专用壁挂炉，配备高度自动控制系统。
- 1990年瑞典对生物质热点联产工程进行了补贴投资，1991年实施了碳税政策，2000年后实行了生物质运输燃料免税政策2003年又实行绿电证书政策。

# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

瑞典

瑞典已实现生物质能为主导的能源结构



瑞典能源结构

# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

## 瑞典

### 瑞典小型热电联产装备

- 在生物质相对较集中的区域，建立小型的生物质热电厂，实现热电联产、蒸汽电以及冷热电多联产等。减少煤炭发电，着力开发中小型生物质燃气燃烧器。



### 瑞典生物质能技术发展路径

——以谢莱夫特奥能源公司为例

- 一代多联产工厂，位于Hedensbyn，建于1995年
- 主要使用潮湿的木屑
- 使用现代流化床燃烧技术
- 年产量：热260 GWh；电170 GWh；颗粒 130000 吨
- 系统热效率：91%

- 二代多联产工厂，位于吕克塞勒，建于2000年
- 使用干或湿的木屑
- 装机容量：50 MW蒸汽锅炉；16 MW汽轮发电机
- 年产量：热135 GWh；电力55 GWh
- 系统热效率：96.7%

- 三代多联产工厂，位于斯图吕曼，建于2008年
- 使用潮湿的木屑
- 装机容量：32 MW蒸汽锅炉；8 MW 汽轮机；生物颗粒燃料每小时16吨
- 年产量：热40 GWh；电48 GWh；颗粒105000 吨
- 系统热效率：98%

规模越来越小，效率越来越高

# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

## 奥地利

- 奥地利有**800万**人口，近**200万**户采暖系统靠木质燃料解决，包括薪柴和颗粒燃料，颗粒燃料**每年消耗100多万吨**。
- 该国政府鼓励使用生物质能，生物质锅炉安装使用政府**补贴25%**左右的资金。
- 对于环保排放限制比较严格，特别是对**CO****排放要求高**，由于注重技术创新，锅炉热效率从1980年的**55%**提升到目前的**90%**以上。



生物质自动颗粒燃料锅炉

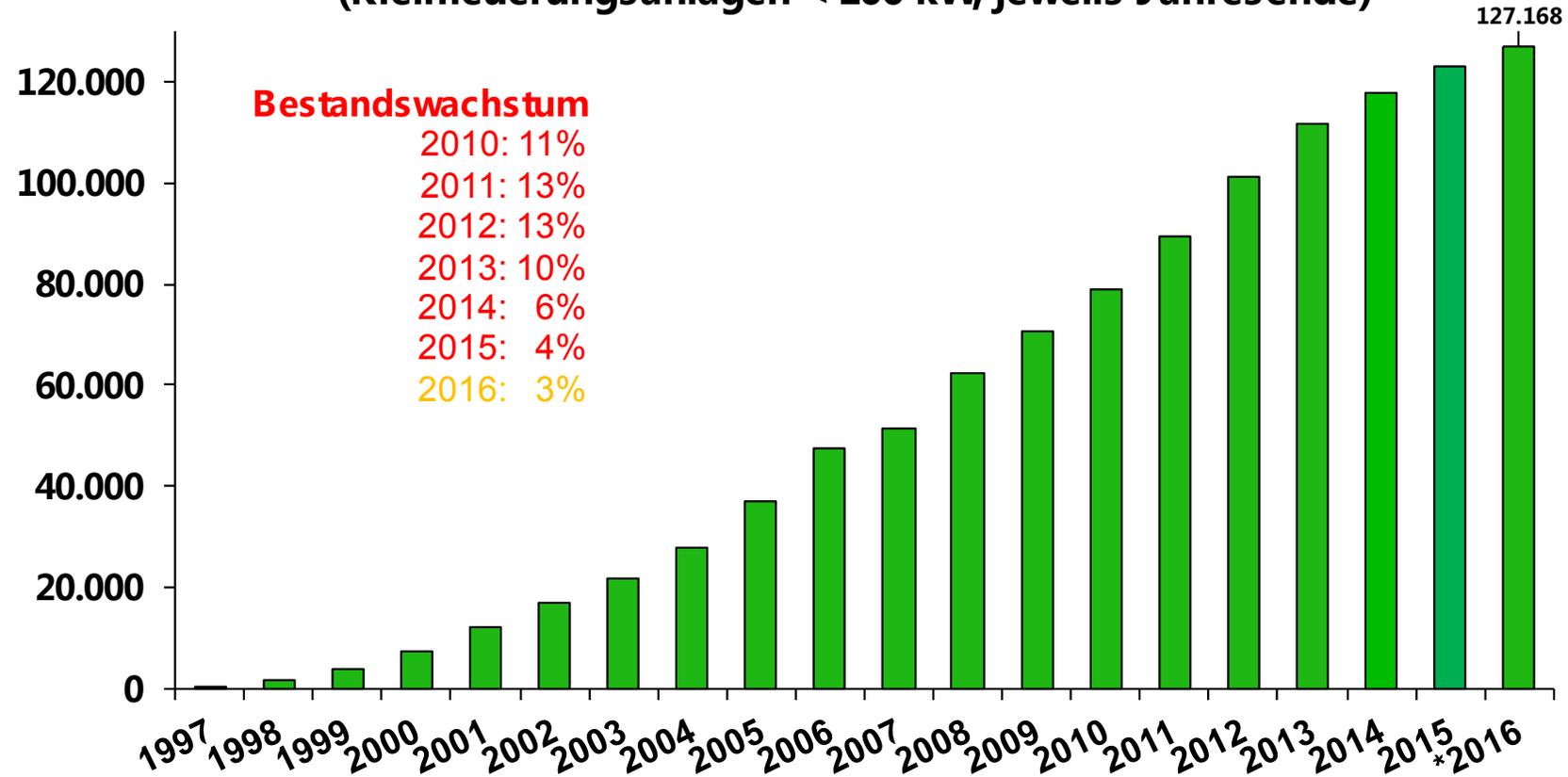


颗粒燃料厂

# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

## 奥地利户用生物质颗粒锅炉历年累计量

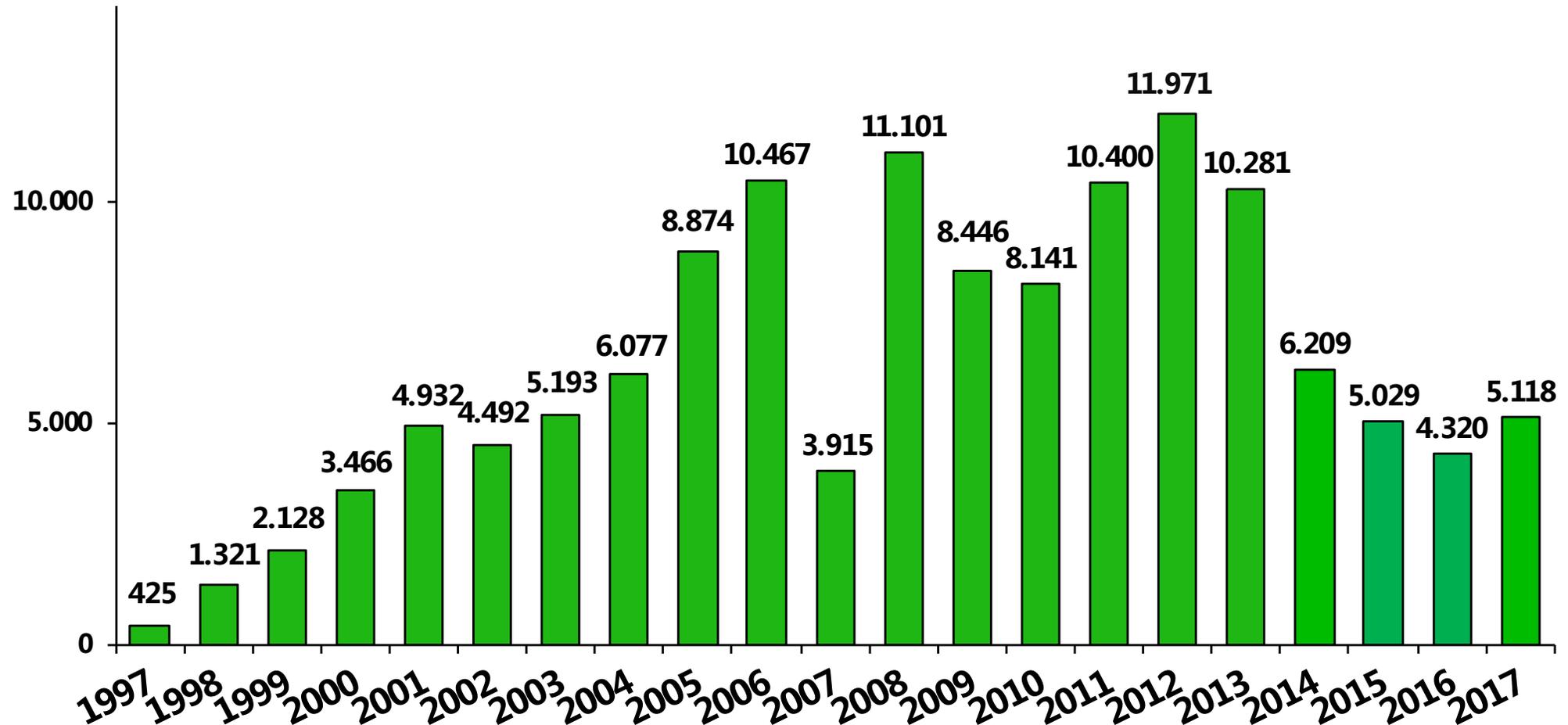
(Kleinf Feuerungsanlagen < 100 kW, jeweils Jahresende)



Quelle: DI Herbert Haneder, Landwirtschaftskammer NÖ; Grafik und Schätzung 2016 proPellets Austria; September 2016

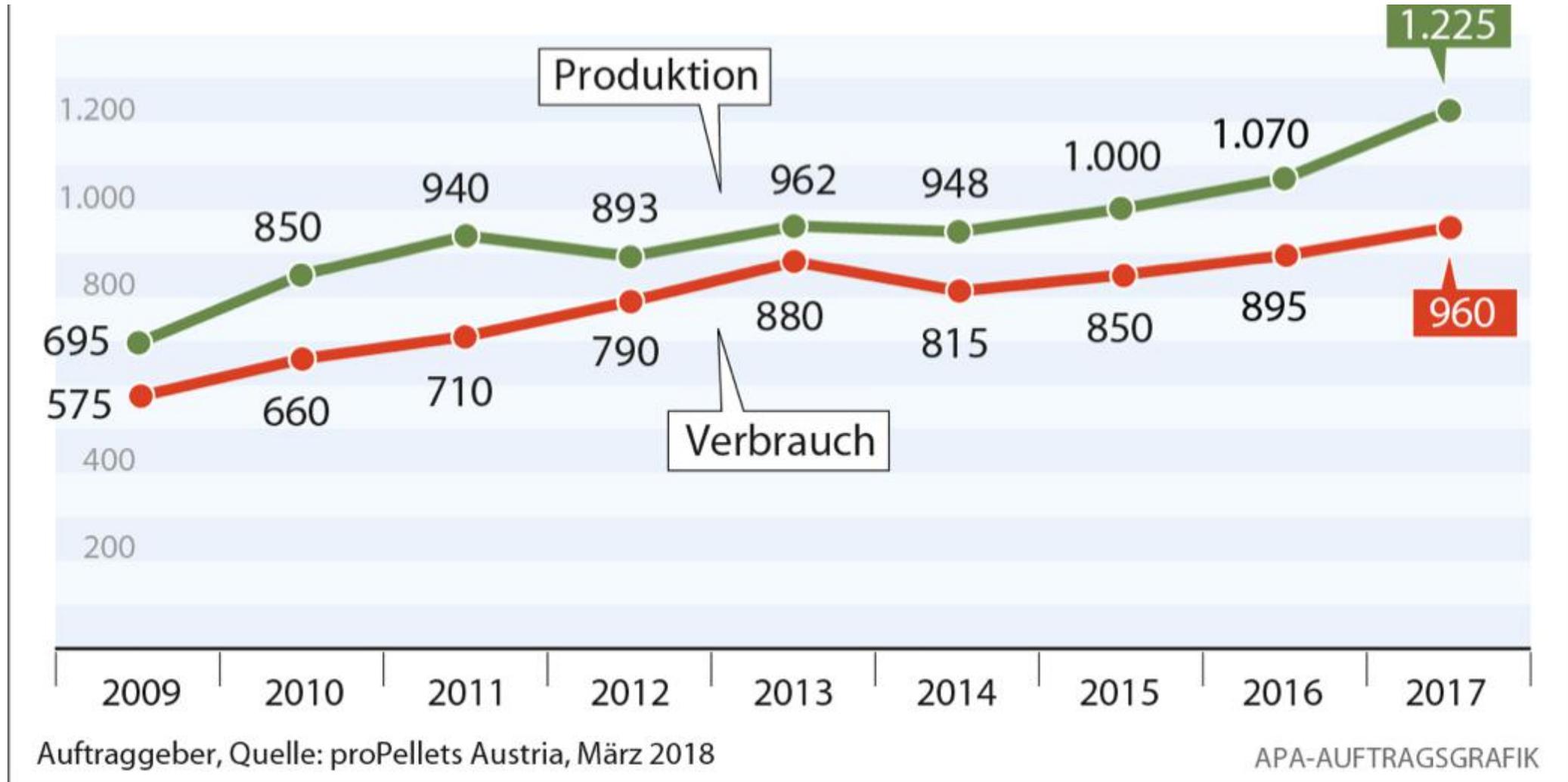
# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

## 奥地利户用生物质颗粒炉具历年安装量



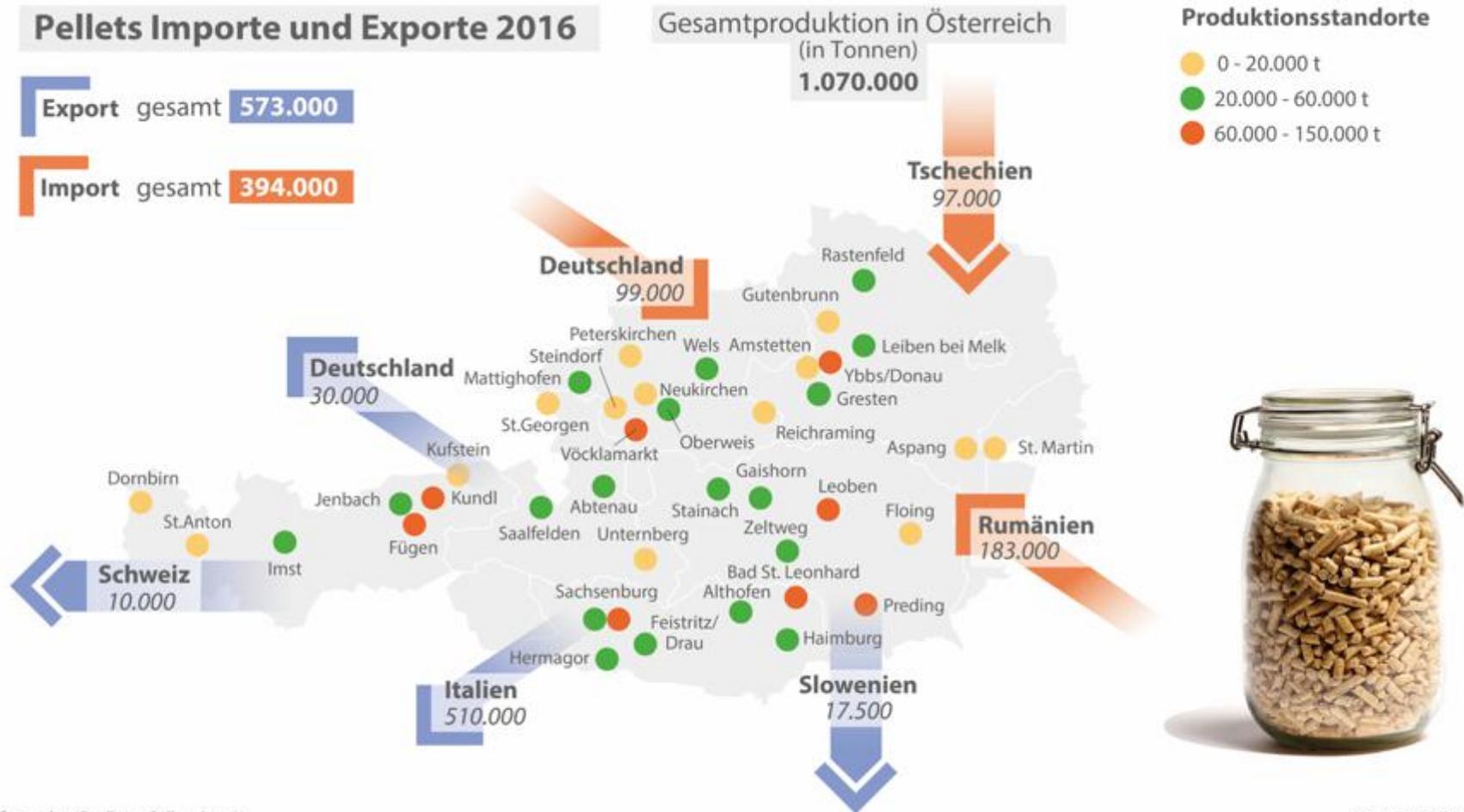
# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

## 奥地利颗粒产量与需求历年变化表(1000吨)



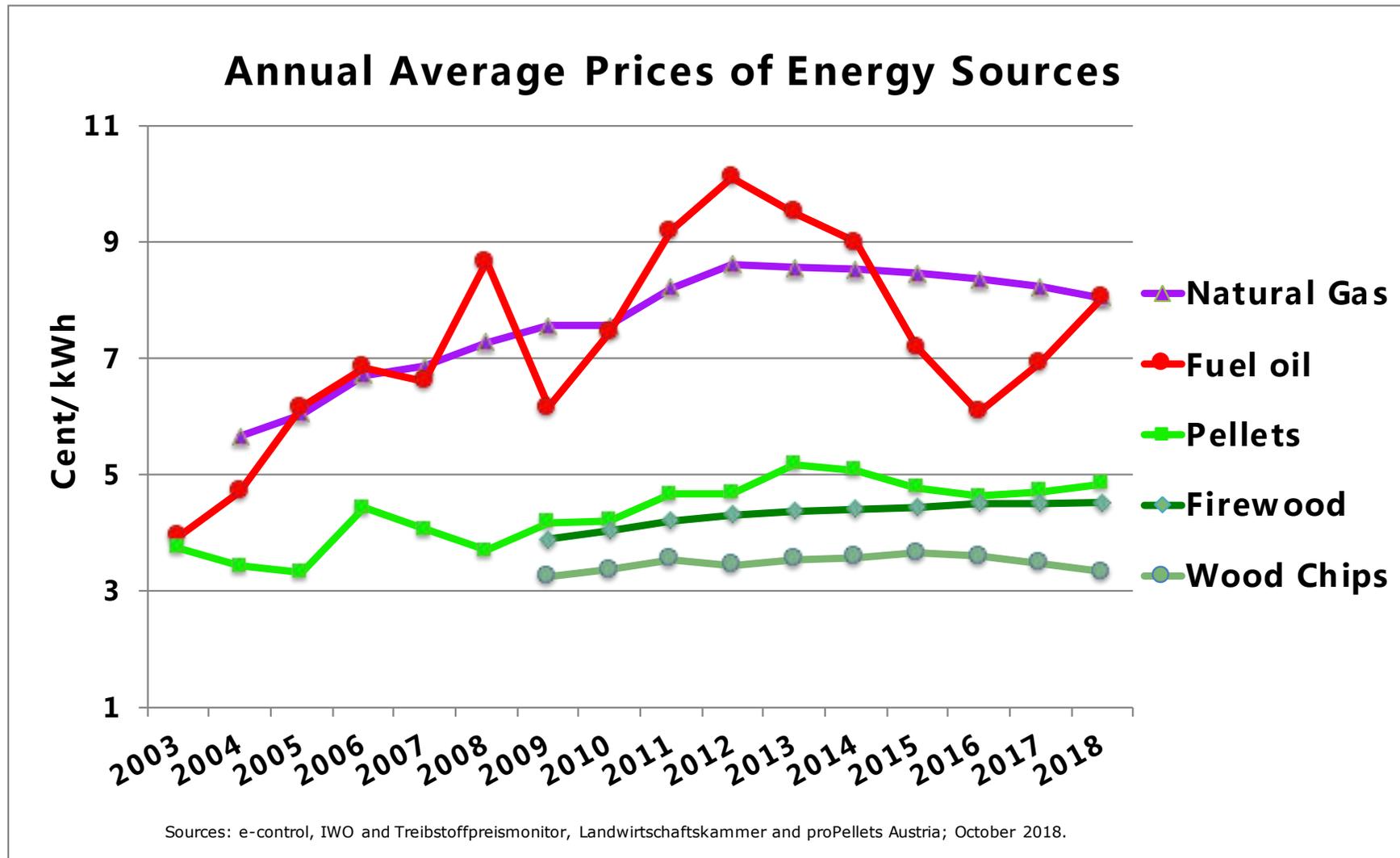
# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

## 2016年奥地利颗粒来源及进出口量图



# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

## 奥地利主要供热能源的年平均价格图

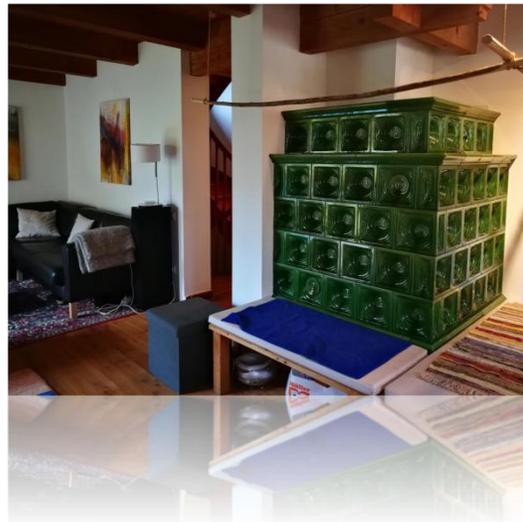


# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

## 奥地利

奥地利的家庭里除了使用燃气与电供暖，还使用陶瓷烤火炉、生物质颗粒自动化燃烧热风炉、生物质炊事烤火炉等。

- 奥地利传统采暖使用**陶瓷烤火炉**，无论是家庭还是饭店都还在普遍使用，炉具美观干净整洁。据统计，奥地利仍有**50万**户居民在使用这种传统烤火炉。



陶瓷烤火炉



薪柴



# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

## 奥地利小学生物质切片锅炉供暖



# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

## 奥地利颗粒协会办公小楼的生物质颗粒供暖项目



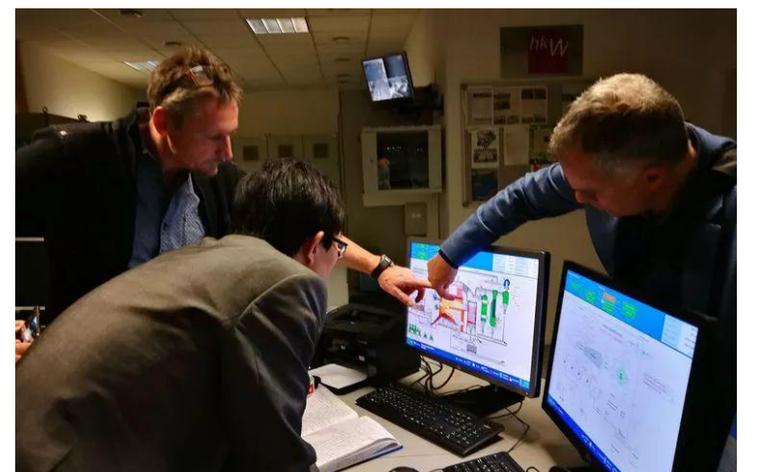
生物质颗粒标准化生产线



生物质颗粒燃料标准化运输供应体系



生物质颗粒燃料锅炉自动控制系统



# 欧洲生物质炉具技术及发展现状

## 丹麦

- 丹麦是全球闻名的**农业大国**，畜牧业在农业产值中占比达到**70%以上**，全国**500万人口**，但猪的养殖数量高达**800万头**，经营模式是农场主承包，从田间到餐桌的合作社模式。
- 丹麦的农村能源特别是生物质能的利用的特色有**秸秆打捆燃烧与沼气供热**。



打捆直燃锅炉供暖系统

# 目录

- ① 我国北方地区冬季取暖基本情况
- ② 各国生物质炉具/锅炉技术发展情况
- ③ 生物质炉具的标准化建设
- ④ 生物质炉具的污染与排放
- ⑤ 清洁供暖案例分析
- ⑥ 生物质供暖对于碳中和的贡献
- ⑦ 存在的问题
- ⑧ 发展建议

# 生物质炉具的标准化建设情况

中国标准不仅包括炉灶性能，也包括了质量控制和安全要求

热性能

三个十 **1970s** → 热性能测试方法标准（GB4363-84） **1980s-1990s**

烟气排放

检测颗粒物、一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物的**浓度**和林格曼黑度 **2000-2015**

**单位有效热量**排放的污染物质量：颗粒物PM2.5、一氧化碳 **2015之后**

质量和安全

型号分类、制造质量要求、安全要求、检验方法和检验规则

# 生物质炉具的标准化建设情况

目前已颁布的国家标准和行业标准：

## 生物质燃料标准

标准名称	标准	标准类型
环模式块（棒）状生物质成型燃料加工设备技术条件	NB/T 34018-2014	能源行标
平模式棒状生物质成型燃料加工设备技术条件	NB/T 34019-2014	能源行标
活塞撞击式棒状生物质成型燃料加工设备技术条件	NB/T 34020-2014	能源行标
生物质成型燃料质量分级	NB/T34024-2015	能源行标
生物质固体燃料结渣性试验方法	NB/T 34025 -2015	能源行标

## 生物质锅炉标准

标准名称	标准	标准类型
生物质水冷振动炉排锅炉技术条件	NB/T 42117-2017	能源标准
生物质链条炉排锅炉技术条件	NB/T 42118-2017	能源标准
生物质成型燃料锅炉	NB/T 47062-2017	能源标准
生物质成型燃料供热工程可行性研究报告编制规程	NB/T 34039-2017	能源标准

# 生物质炉具的标准化建设情况

生物质炊事、取暖炉具标准：

标准名称	标准	标准类型
生物质清洁炊事炉具	GB/T 35564-2017	国家标准
生物质颗粒燃料燃烧器	NB/T 34026 -2015	能源行标
生物质清洁炊事炉具	NB/T 34021-2015	能源行标
生物质炊事烤火炉技术条件	NB/T34009-2012	能源行标
生物质炊事烤火炉具试验方法	NB/T34010-2012	能源行标
生物质采暖炉具技术条件	NB/T34006-2011	能源行标
生物质采暖炉具试验方法	NB/T34005-2011	能源行标
生物质炊事采暖炉技术条件	NB/T34007-2012	能源行标
生物质炊事采暖炉试验方法	NB/T34008-2012	能源行标
生物质炊事炉具技术条件	NY/T 2369-2013	农业行标
生物质炊事炉具试验方法	NY/T 2370-2013	农业行标
生物质炉具通用技术条件	DB11/T540-2008	地方标准
生物质炊事大灶通用技术条件	NB/T 34015-2013	能源行标
生物质炊事大灶试验方法	NB/T 34014-2013	能源行标
生物质进炕炉试验方法	NB/T 34016-2014	能源行标
生物质进炕炉通用技术条件	NB/T 34017-2014	能源行标

# 生物质炉具的标准化建设情况

新制定的标准:

## 标准完善



### 已发布

- NB/T 34006-2020 《清洁采暖炉具技术条件》
- NB/T 34005-2020 《清洁采暖炉具试验方法》
- NB/T 34035—2020 《小型生物质锅炉技术条件》
- NB/T 34036—2020 《小型生物质锅炉试验方法》

### 2021年计划完成

- 《清洁炊事烤火炉具技术条件》（修订）
- 《清洁炊事烤火炉具试验方法》（修订）
- 《民用清洁炉具采暖现场测试及评价方法》（制定）

### 2021年计划申报

- 《清洁采暖炉具系统安装验收规范》（制定）
- 《民用清洁暖风壁炉》（制定）

# 生物质炉具的标准化建设情况

目前已颁布的国际标准：

**Water Boiling Test (WBT, 煮水测试法)**

**Kitchen Performance Test (KPT, 厨房性能测试)**

**Controlled Cooking Test (CCT, 可控烹饪测试法)**

**Safety Guidelines and Testing (安全指南和测试)**

**IWA,11:2012, Guidelines for evaluating cookstove performance (炊事炉具性能评价指南) ,**

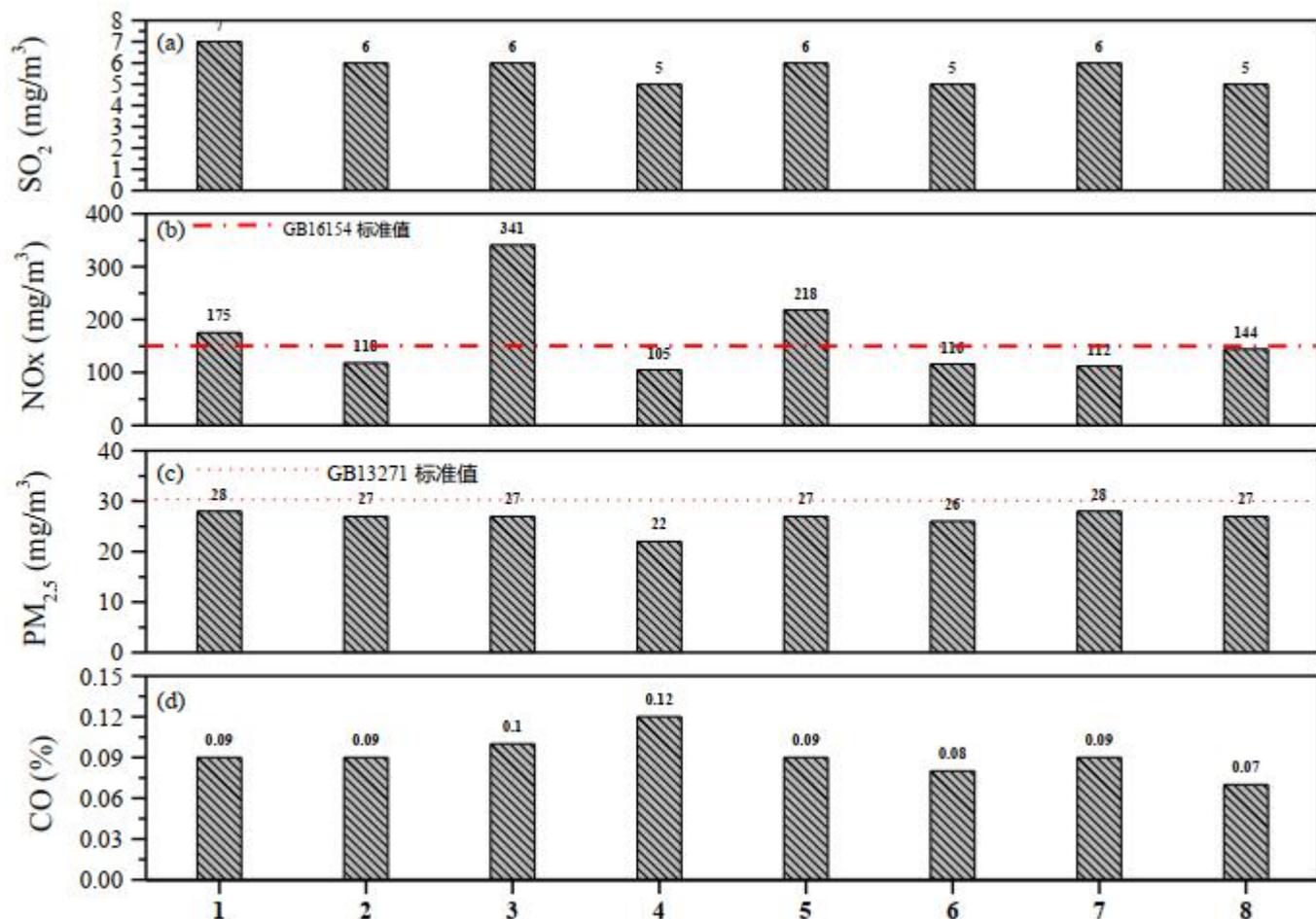
**ISO/DIS 19867-1:2017 Clean cookstoves and clean cooking solutions–Harmonized laboratory test protocols**

**Part 1:Standard test sequence for emissions and performance, safety and durability (清洁炊事炉灶和清洁炊事解决方案-实验室统一测试方法 第1部分 排放和性能, 安全和耐久性测试标准)**

# 目录

- ① 我国北方地区冬季取暖基本情况
- ② 各国生物质炉具/锅炉技术发展情况
- ③ 生物质炉具的标准化建设
- ④ 生物质炉具的污染与排放
- ⑤ 清洁供暖案例分析
- ⑥ 生物质供暖对于碳中和的贡献
- ⑦ 存在的问题
- ⑧ 发展建议

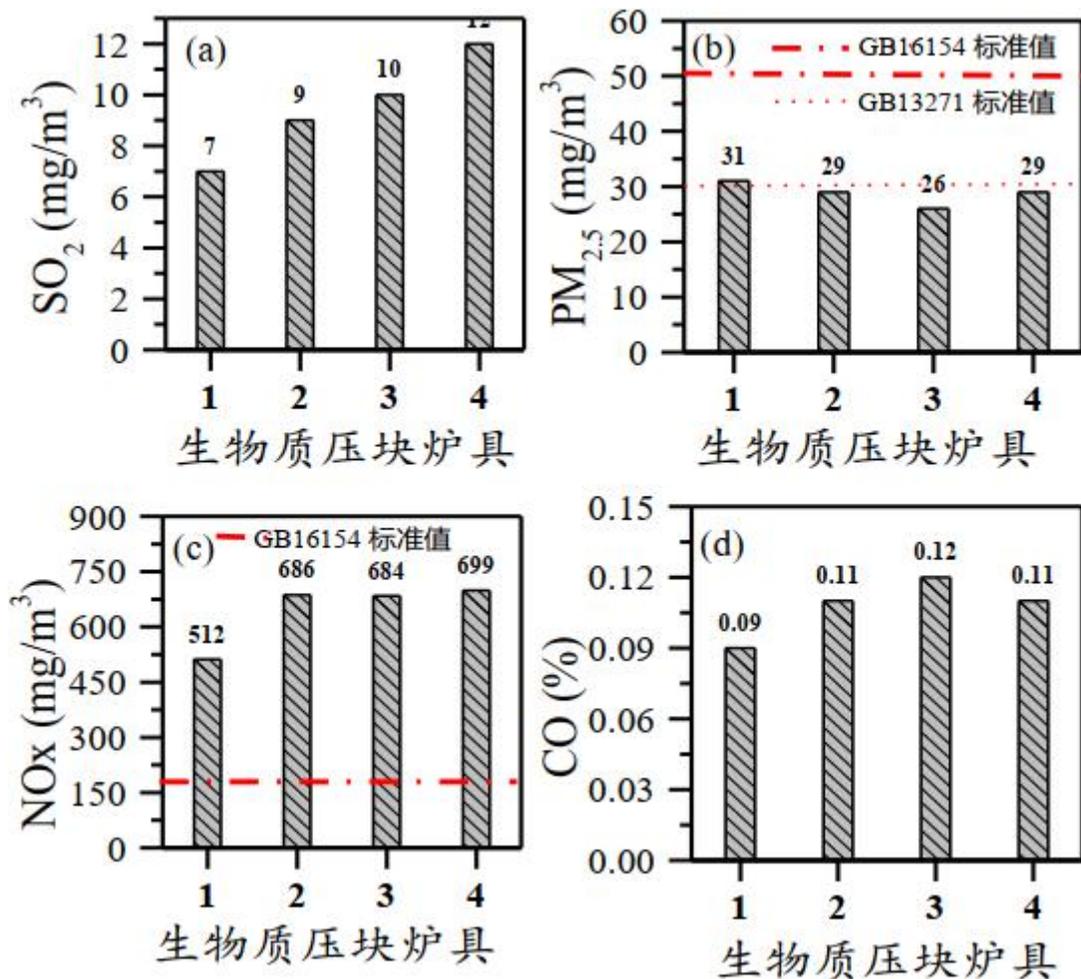
# “领跑者” 生物质炉具的污染排放



生物质颗粒炉具污染指标测试结果

- CO的平均排放浓度为 $0.09 \pm 0.01\%$ ，小于规定限值 0.2%
- PM<sub>2.5</sub>的平均排放浓度为 $26.5 \pm 1.9$  mg/m<sup>3</sup>，小于 GB 16154 中规定的颗粒物 50 mg/m<sup>3</sup> 的限值，在颗粒物减排较为突出。
- NO<sub>x</sub> 的平均排放浓度为 $166.2 \pm 80.5$  mg/m<sup>3</sup>，炉具间测试结果偏差较大，一台炉具排放浓度在 300 mg/m<sup>3</sup> 以上，三台炉具超过 150 mg/m<sup>3</sup> 的限值。
- SO<sub>2</sub> 的平均排放浓度为 $5.8 \pm 0.7$  mg/m<sup>3</sup>，接近零排放。

# “领跑者” 生物质炉具的污染排放

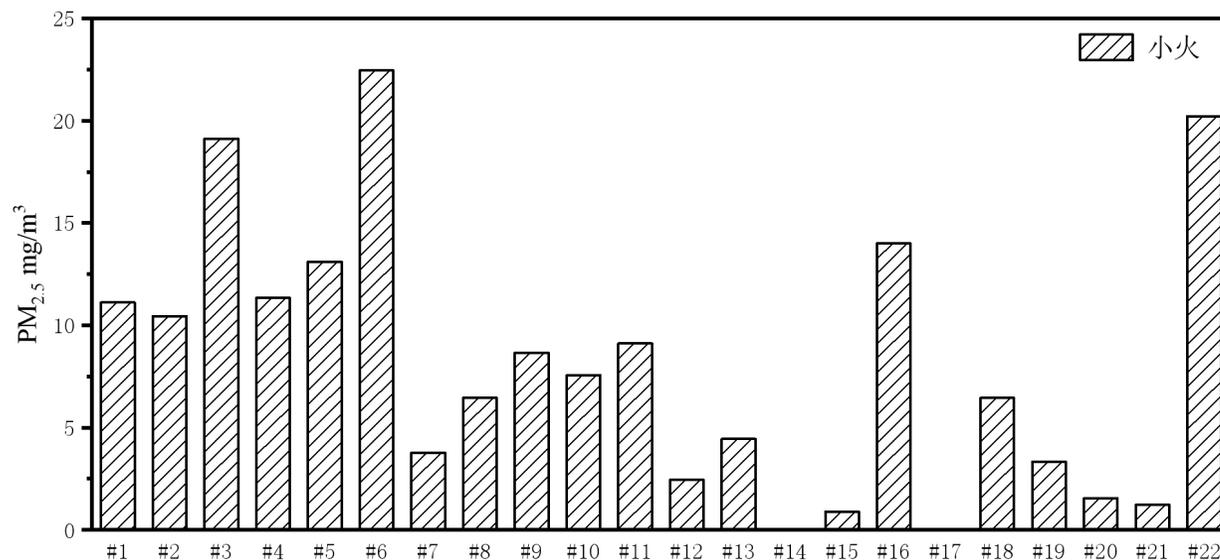
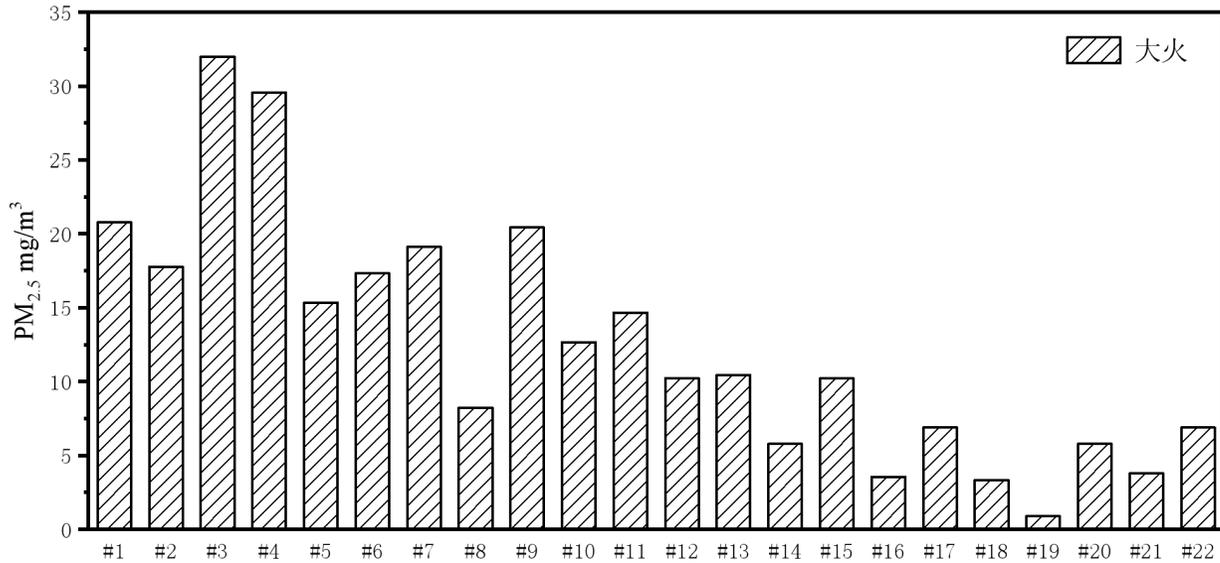


生物质压块炉具污染指标测试结果

污染排放类似于生物质颗粒炉具：

- CO 的平均排放浓度为  $0.11 \pm 0.01\%$ ，小于规定限值  $0.2\%$ 。
- PM<sub>2.5</sub> 的平均排放浓度为  $28.8 \pm 2.1 \text{ mg/m}^3$ ，低于 GB 16154 的颗粒物  $50 \text{ mg/m}^3$  的限值。
- NO<sub>x</sub> 的平均排放浓度为  $645.1 \pm 88.8 \text{ mg/m}^3$ ，均严重超出了  $300 \text{ mg/m}^3$  的限值。
- SO<sub>2</sub> 的平均排放浓度为  $9.5 \pm 2.1 \text{ mg/m}^3$ 。

# 阳信实验室生物质炉具的污染排放



生物质颗粒炉具PM<sub>2.5</sub>测试结果

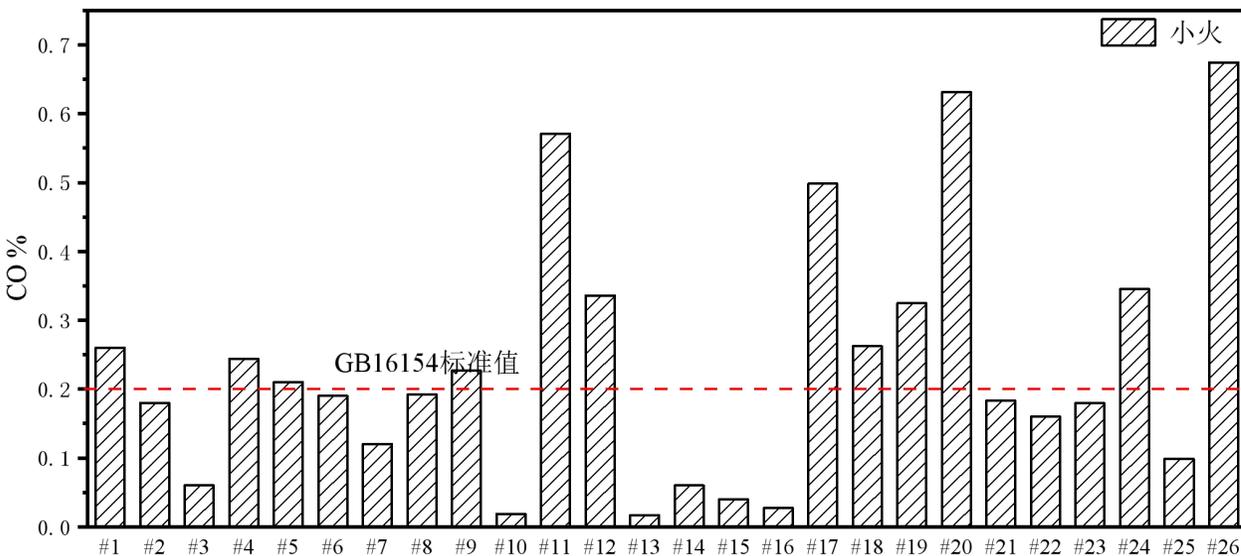
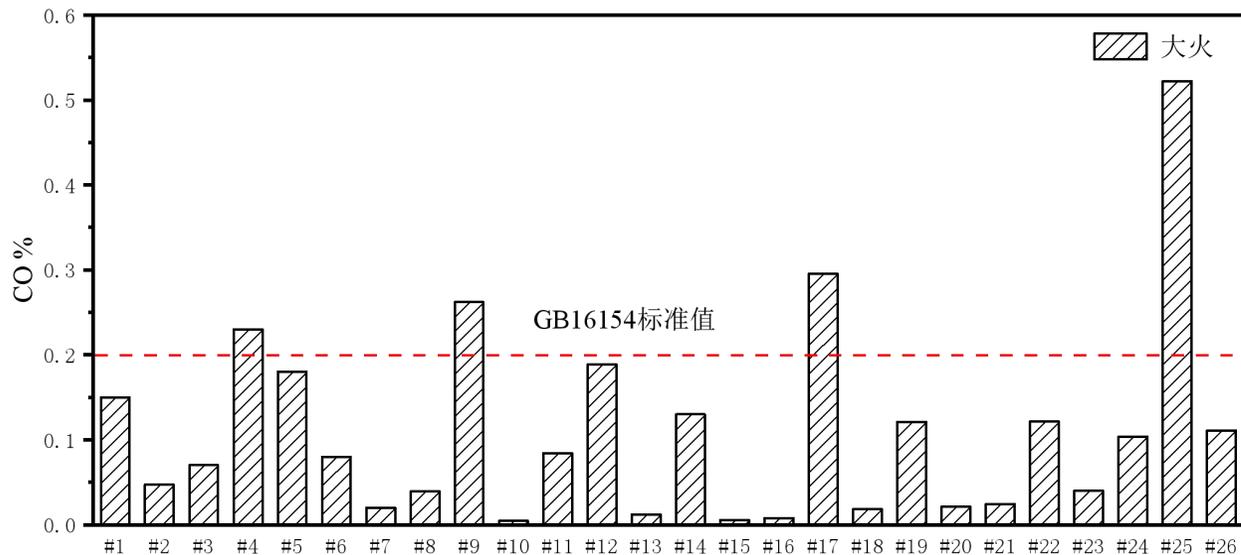
PM<sub>2.5</sub> 的平均排放浓度:

■ 大火:  $12.14 \pm 6.91 \text{ mg/m}^3$

■ 小火:  $8.17 \pm 5.57 \text{ mg/m}^3$

均小于 GB 16154 中规定的颗粒物 50 mg/m<sup>3</sup> 的限值，且大火时95%炉具均低于30 mg/m<sup>3</sup>，小火状态颗粒物排放低于大火状态。

# 阳信实验室生物质炉具的污染排放



生物质颗粒炉具CO测试结果

CO 平均排放浓度:

■ 大火:  $0.10 \pm 0.06\%$ , 小于规定限值 0.2%,

炉具间测试结果偏差较大, 其中有4台炉具超出规定限值。

■ 小火:  $0.22 \pm 0.15\%$ , 大于规定限值 0.2%,

炉具间测试结果偏差较大, 其中有近一半的炉具超出规定限值。

大火状态 CO 排放低于小火状态。

# 实地生物质炉具的污染物排放

## 1、炉具、燃料和测试方法

表1 测试地区燃料性质分析结果

煤种	低位 发热量 MJ/kg	工业分析/%				元素分析/%			
		水分	灰分	挥发分	固定碳	C	H	N	S
散煤	22.33	12.35	7.96	40.82	38.87	56.9 9	4.0 2	0.84	0.07
生物质 秸秆颗粒	14.90	3.62	18.30	66.06	12.02	37.7 0	5.0 8	0.48	0.02



➤ 样本量：燃煤水暖炉：5

自动进料生物质炉：5

手动进料生物质炉：5

➤ 测试方法：稀释采样法24小时全天监测

➤ 目标污染物：CO、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>和PM<sub>2.5</sub>



# 实地生物质炉具的污染物排放

## 2、污染物排放特征

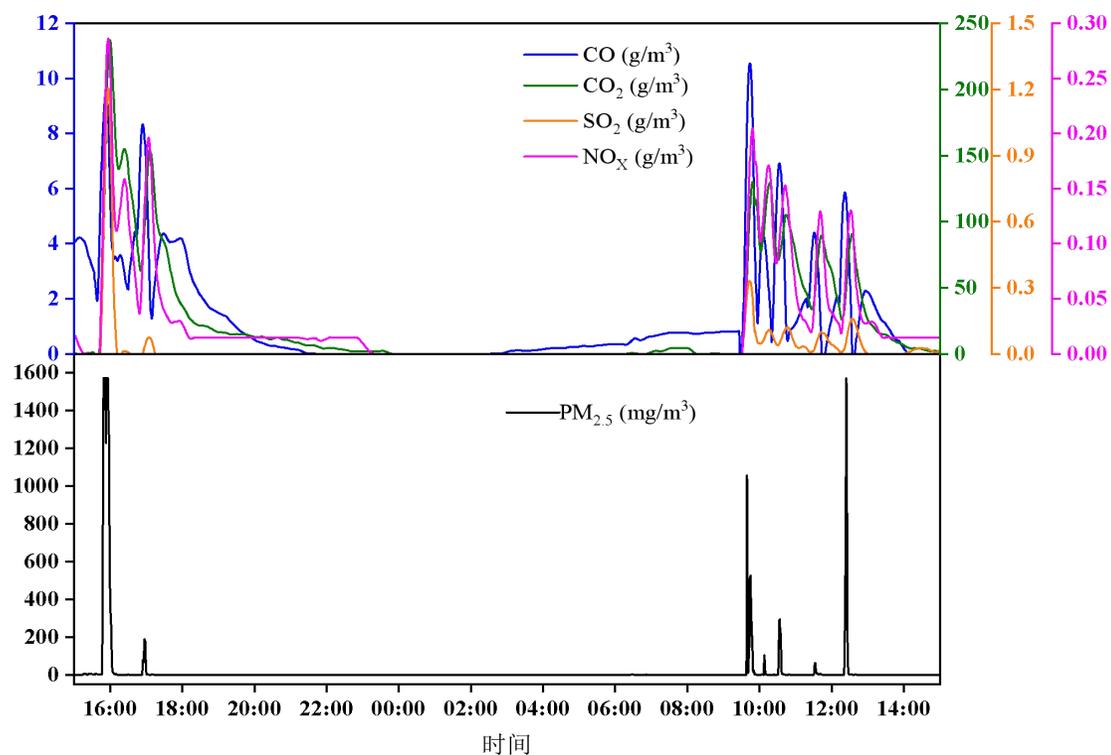


图1 煤炉烟气污染排放特征

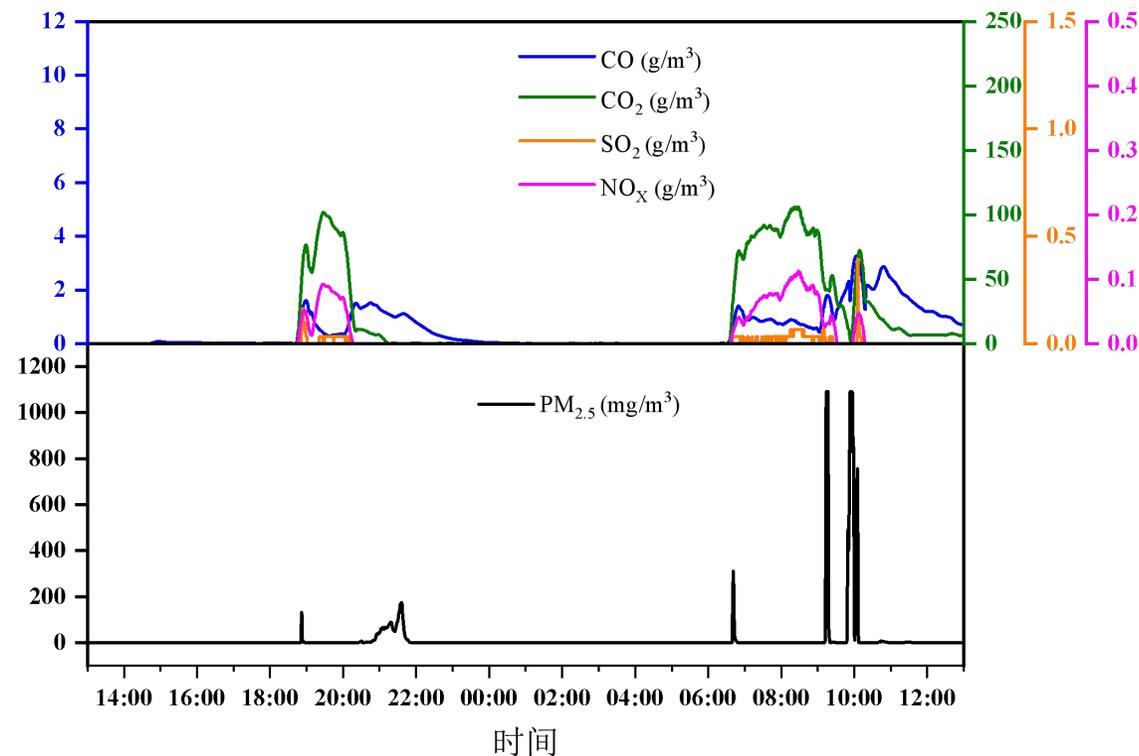


图2 生物质炉烟气污染排放特征

- 农户一天中有两个时间段比较集中用炉。大概是早上9:00-11:00和晚上16:00-20:00
- 自动进料生物质炉由于进料平缓，燃烧过程比较稳定，污染物排放波动较小。

# 实地生物质炉具的污染物排放

## 3、污染物排放因子

表2 基于单位燃料能量的气体污染物和颗粒物排放因子

炉具	燃料	排放因子 (g/MJ)			
		CO	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>
水暖炉	散煤	5.54 ± 1.69	0.05 ± 0.02	0.17 ± 0.12	0.08 ± 0.05
手动进料生物质炉	秸秆颗粒	4.32 ± 1.05	0.04 ± 0.02	0.11 ± 0.05	0.08 ± 0.01
自动进料生物质炉	秸秆颗粒	2.53 ± 1.32	0.03 ± 0.01	0.10 ± 0.06	0.11 ± 0.03

排放对比:

CO: 自动进料(生) < 手动进料(生) < 煤炉

PM<sub>2.5</sub>: 自动进料(生) ≈ 手动进料(生) < 煤炉

NO<sub>x</sub>: 自动进料(生) > 手动进料(生) ≈ 煤炉

SO<sub>2</sub>: 自动进料(生) < 手动进料(生) < 煤炉

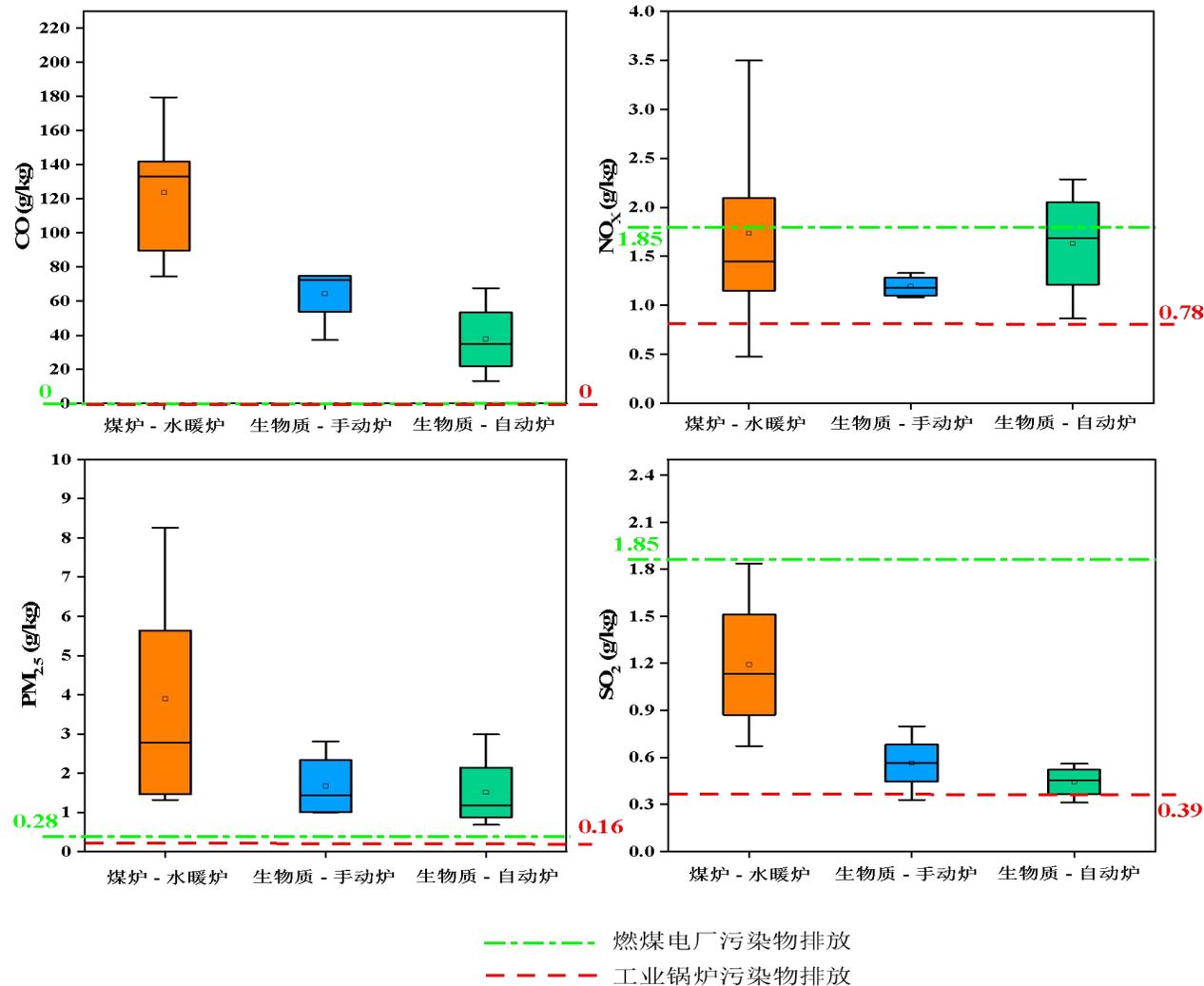


图3 基于单位燃料质量的污染物排放因子

# 目录

- ① 我国北方地区冬季取暖基本情况
- ② 各国生物质炉具/锅炉技术发展情况
- ③ 生物质炉具的标准化建设
- ④ 生物质炉具的污染与排放
- ⑤ 清洁供暖案例分析
- ⑥ 生物质供暖对于碳中和的贡献
- ⑦ 存在的问题
- ⑧ 发展建议

# 阳信生物质炉具供暖案例分析

## 山东省阳信县



- 作为中国鸭梨之乡，中国古典家具文化产业基地，废弃木材、作物秸秆、畜禽粪污等**生物质原料充足**。
- 全县10万亩梨园年可剪枝**5万吨**，55万亩耕地年产秸秆**80万吨**，木器加工企业年供应锯末**10万吨**，肉牛年存栏27万头，可产生鲜牛粪**150余万吨**，发展生物质取暖具备得天独厚的资源优势。
- 现有生物质颗粒加工企业**6家**，年生产能力**9.5万吨**。

# 阳信生物质炉具供暖案例分析

山东省阳信县立足当地丰富的生物质资源，自上而下，建立实施了三种供暖方式：

- 生物质成型燃料+户用生物质炉具（水暖/烤火）供暖
- 生物质成型燃料+生物质锅炉分布式供暖
- 生物质热电联产区域集中供暖



# 阳信生物质炉具供暖案例分析

## 阳信县城郭小学引进我国首套生物质切片锅炉技术

- 供暖面积5500平方米
- 3台120KW生物质锅炉
- 果木切片燃料、全自动控制
- 热效率大于93%，污染排放低



# 东北秸秆捆烧供暖案例分析



## 技术概述

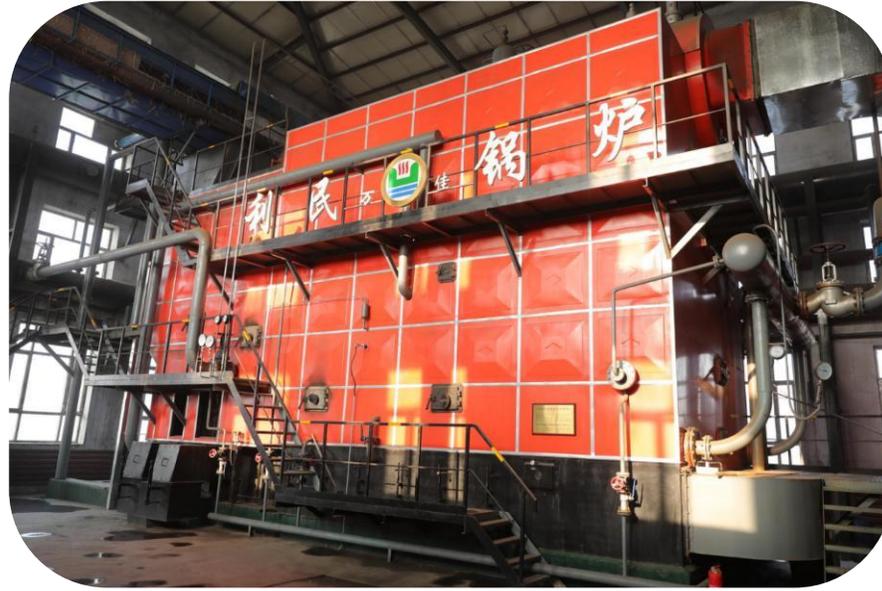
生物质秸秆捆烧直燃锅炉，采用**捆烧+气化再燃+链条炉排技术**。打捆燃料直接燃烧，极大地降低燃料成本。炉前设有捆料输送装置、给料装置以及炉内气化再燃设计。主要适用于130T以下蒸汽和热水锅炉，相比燃煤锅炉节能60%左右。

## 性能特点

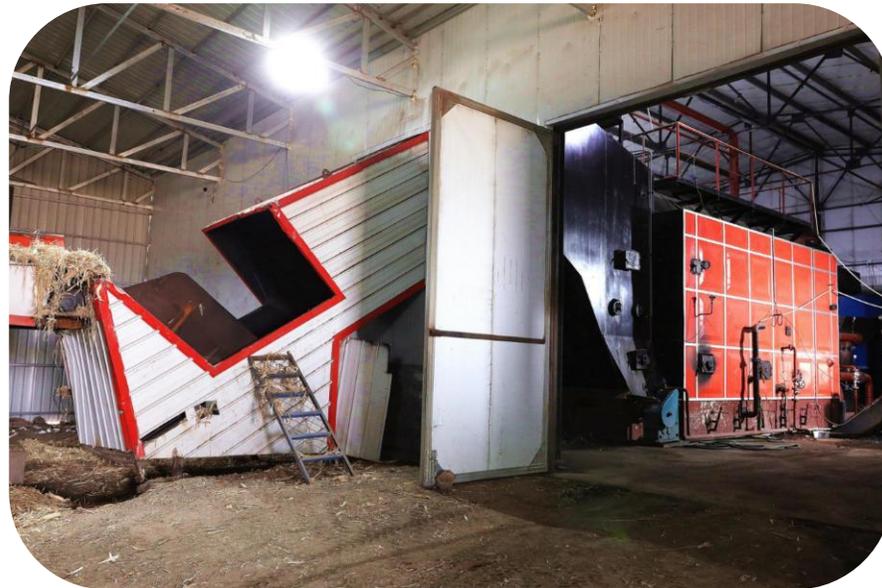
- 采用最先进的成捆燃烧技术；
- 采用气化再燃技术，控制气化室700~900℃以下，防止结焦，有效抑制氮氧化物生成；
- 链条炉排设置多个等压风室，对气化室、主燃室和固定碳燃尽室的温度进行有效控制，保证挥发分和固定碳充分燃尽；
- 采用PLC自动控制系统，选配远程控制系统，提高热效率。

# 东北秸秆捆烧供暖案例分析

海伦市君佳新  
能源供热有限  
公司14MW(20  
吨)供热锅炉



依安县鑫合兴  
物业有限公司  
8.4MW(12吨)  
供热锅炉



# 东北秸秆捆烧供暖案例分析

杜尔伯特蒙古  
自治县虹德供  
热服务有限公  
司8.4MW(12吨)  
供热锅炉

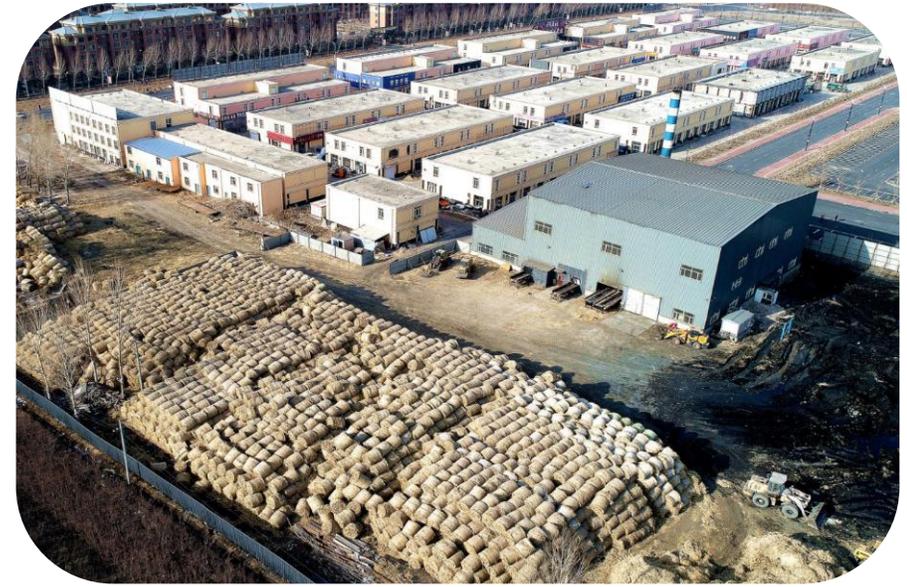


讷河市学田镇  
热兴集中供热  
有限公司  
7.0MW(10吨)  
供热锅炉



# 东北秸秆捆烧供暖案例分析

安达市众旺生  
物质能源有限  
公司14MW(20  
吨)供热锅炉



克东县三联热  
力有限公司  
8.4MW(12吨)  
供热锅炉



# 东北秸秆捆烧供暖案例分析

以14MW生物质直燃锅炉DZL14-1.0/115/70-S为例,供热面积20万平方米

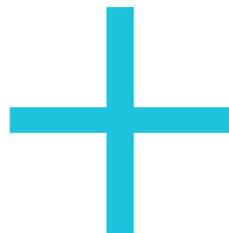
燃料类别	II类烟煤	秸秆成型燃料	秸秆直燃
燃料热值 【KCal/Kg】	4200~4500	3200~3400	2800~3000
燃料含水率 【%】	9	15~20	20~35
燃料耗量 【Kg/h】	3400	4420	5780
燃料价格 【吨/元】	650	450	150
取暖面积用量 【Kg/m <sup>2</sup> 】	35.00	45.50	59.50
取暖面积费用 【元/m <sup>2</sup> 】	22.75	20.48	8.93
取暖季燃料用量 【吨/季】	7000	9100	11900
取暖季燃料费用 【万元/季】	455.00	409.50	178.50
相比II类烟煤节能率 【%】		<b>10.00%</b>	<b>60.77%</b>

# 陕西生物质配套清洁炉具案例分析



陕西长武县生物质清洁取暖项目，涉及8个乡镇162个农村、社区开展，项目以生物质压块燃料+生物质专用炉具+三组暖气片的分户式采暖模式进行整村推进，累计实施改造14000户，政府配套建立生物质压块燃料供应生产企业，就近进行燃料配给，取得了很好效果。

# 陕西生物质配套清洁炉具案例分析



## 环保性能达标，排放清洁

符合NB/T 34006-2020《清洁采暖炉具技术条件》标准，颗粒物 $12\text{mg}/\text{m}^3$ ；二氧化硫 $7\text{mg}/\text{m}^3$ ；氮氧化物 $99\text{mg}/\text{m}^3$ ，符合一类地区排放标准。

## 供暖速度快，炊事效果好，封火时间长

内部采用双涡流多回程换热结构设计，十五分钟内即可实现热水在采暖系统内全面循环，快速达到供暖效果；全密封盛灰装置设计，可在保证供暖需求的同时，实现封火10小时以上。



## 多点气化燃烧，高效节能

三次助燃给风气化设计，可最大限度地燃尽生物质燃料，热效率达到75%以上，可以满足用户炊事需求；炊事火力强度 $\geq 1.5\text{KW}$

# 陕西生物质配套清洁炉具案例分析



**效果一**、符合村民原有采暖习惯，操作熟练，烧水做饭全不耽误；

**效果二**、炉具热效率提高，温度提升5度以上，室内 $\geq 20^{\circ}\text{C}$ ；

**效果三**、家里也更干净了，并且操作简便，较壁挂炉和电锅炉更易操作；

**效果四**、比原来燃煤炉具的运行费用降低，达30%左右。

# 陕西生物质配套清洁炉具案例分析

与  
燃  
煤  
对  
比



项目 (按80m <sup>2</sup> )	普通散煤采暖炉	生物质炊事采暖炉
采暖时间	4个月	4个月
燃料使用量	≈2.5t	≈3.5t
燃料价格	1.3元/kg	0.65元/kg
采暖费用/日	27.0元	18.9元
年采暖能耗费用	3250元	<b>2275元</b>

使用生物质炊事采暖炉采暖与普通散煤锅炉采暖折合标煤后的年能耗量降低30%左右，按照当地钢炭价格1300元/吨，生物质压块价格650元/吨（生物质压块以陕西长武县市场价计算），单户取暖面积80平米，年取暖时长4个月（120天），单户年运行费用分别为：钢炭3250元/年；生物质压块2275元/年。综合对比，生物质压块比燃煤取暖年运行费用降低975元。**运行成本降低30%左右。**

# 目录

- ① 我国北方地区冬季取暖基本情况
- ② 各国生物质炉具/锅炉技术发展情况
- ③ 生物质炉具的标准化建设
- ④ 生物质炉具的污染与排放
- ⑤ 清洁供暖案例分析
- ⑥ 生物质供暖对于碳中和的贡献
- ⑦ 存在的问题
- ⑧ 发展建议



# 碳达峰 碳中和



气候变化现已经成为人类社会共同面临的最重大的环境与发展挑战之一。为应对挑战，环境学界引入了“**碳达峰**”和“**碳中和**”这两个概念

碳达峰：指某地区年度二氧化碳排放量达到**历史峰值**。

碳中和：达峰之后，一般会经历平台期，再进入持续下降的过程，碳中和就是二氧化碳排放量**由增转降的历史拐点**。

越来越多的国家政府正在将其转化为国家战略，提出了无碳未来的愿景，并设立了净零排放或碳中和的目标。

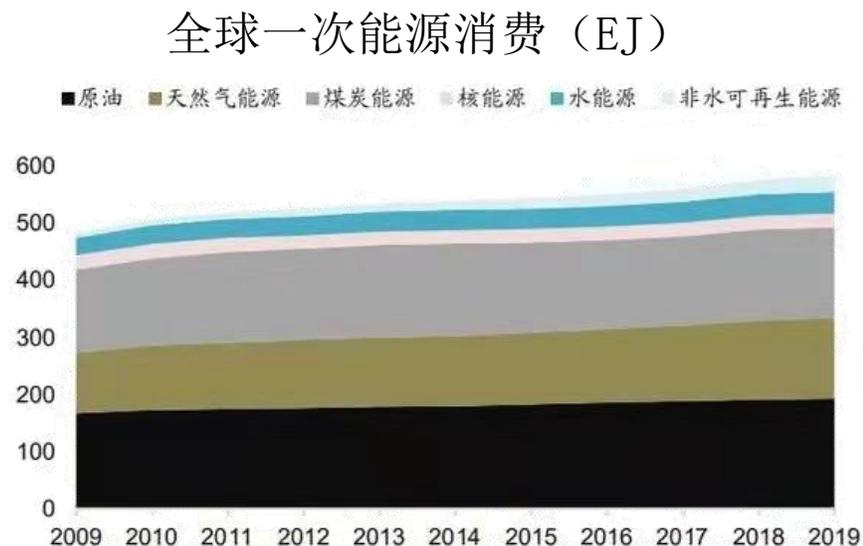
目前已经有58个国家正式宣布碳中和。128个国家准备宣布碳中和。



# 生物质供暖技术对碳中和贡献

	原油	天然气	煤炭	核电	水电	非水可再生能 源
全球一次能 源消费占比	33%	24%	27%	4%	6%	5%

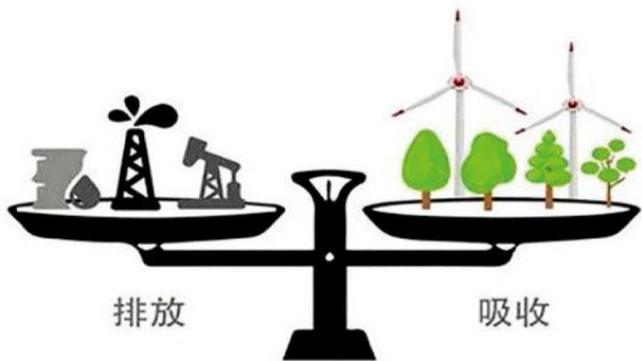
2019 年全球一次 能源消费总量为 589 艾焦 (EJ)，化石能源合计占比超过 84%



- 在全球一次能源消费当中，用于发电的比例仅为 17%，长期处于较低水平。在发电结构当中，化石能源占比也高达 63%。
- 2019 年全球因使用化石能源而形成的 碳排放高达 330 亿吨，占碳排放总量的 97%，因此世界能源供给体系亟需低碳 化乃至无碳化转型。

- 2019年，中国能源消耗折合标煤48.7亿t（较比2010年增长了12.5亿t），其中煤炭28亿t，原油折合9.2亿t，天然气折合3.93亿t，一次性电力及其他折合7.44亿t。
- 2019年全社会一次性能源消耗造成的碳排放为109亿t，其中煤炭消耗造成的碳排放占71%，原油占23%，天然气占6%。
- 2019年我国建筑运行能源消耗造成碳排放21.8亿t，北方城镇供热碳排放为5.5亿t。

碳中和  
Carbon Neutral



Carbon  
neutralization  
pathway

碳替代

碳减排

碳封存

碳循环

节约能源

提高能效

人工碳循环

森林碳汇



碳达峰  
碳中和



生物质能替代煤进行炊  
事与取暖



减排2.493 吨 CO<sub>2</sub> / 替代1吨标准煤

# 生物质供暖技术对碳中和贡献

生物质能占比	
在可再生能源终端市场占比	>50%
在可再生能源供热市场占比	>60%
在欧盟可再生能源市场占比	>65%
在欧盟可再生能源供热市场占比	>90%



- 从国际可再生能源供热的市场现状看：我国未来可再生能源供热市场主角有可能是**生物质能**

数据来源：IEA（国际能源理事会）2018年数据

# 生物质供暖技术对碳中和贡献

根据中国工程院和生态环境部《民用煤大气污染物排放清单编制技术指南》提供数据，**节约1t标准煤，可减排二氧化碳2.493t、二氧化硫10.36kg、氮氧化物2.24kg、PM2.5颗粒物15.12kg。**生物质能减排量按照替代化石能源折合标煤量进行测算，标煤量根据生物质单位发热量和消耗量进行折算。

燃料	CO <sub>2</sub> 排放量
燃煤	1.478*C <sub>民用</sub>
柴薪	1.436*W
秸秆	1.247*S
沼气	11.725*B <sub>c</sub>

- C<sub>民用</sub>、W、S 分别为民用煤炭、柴薪、秸秆消费量，单位 t  
B<sub>c</sub> 为沼气消费量，单位万 m<sup>3</sup>

数据来源：王革华. 农村能源建设对减排SO<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>贡献分析方法[J]. 农业工程学报, 1999, 15(001):169-172.

生物质能折合标准煤参照表

类型	单位发热量	折合标煤量
秸秆薪柴	14.6 KJ/kg	0.5 kgce/kg 秸秆
秸秆打捆直燃	14.6 KJ/kg	0.5 kgce/kg 秸秆
秸秆成型燃料	14.6 KJ/kg	0.5 kgce/kg 成型燃料
沼气	21.0 MJ/m <sup>3</sup>	0.714 tce/m <sup>3</sup> 沼气
生物天然气	31.4 MJ/m <sup>3</sup>	1.073 tce/m <sup>3</sup> 生物天然气
秸秆直燃发电	按秸秆利用量测算	0.5 kgce/kg 秸秆
秸秆气化	按秸秆利用量测算	0.5 kgce/kg 秸秆



# 生物质供暖技术对碳中和贡献

## 基准情景

基准情景：以2015-2020年的增长速率和《指导意见》2035年消费目标为基准点，进行趋势延伸，同时不考虑未来相关标准及政策变化。设定2020-2030年、2030-2040年、2040-2050、2050-2060年平均年增长率为5%、3%、1%、1%。

## 碳中和情景

碳中和情景：受国家能源发展规划及全球碳中和大背景下可再生能源在一次能源中的占比逐步提升影响，2020-2030年、2030-2040年、2040-2050、2050-2060年平均年增长率相应提升，分别为10%、5%、3%、1%。

生物质燃烧CO<sub>2</sub>减排量计算公式如下所示：

$$E = 2.493 \times \sum_{i=1}^I A_i F_i$$

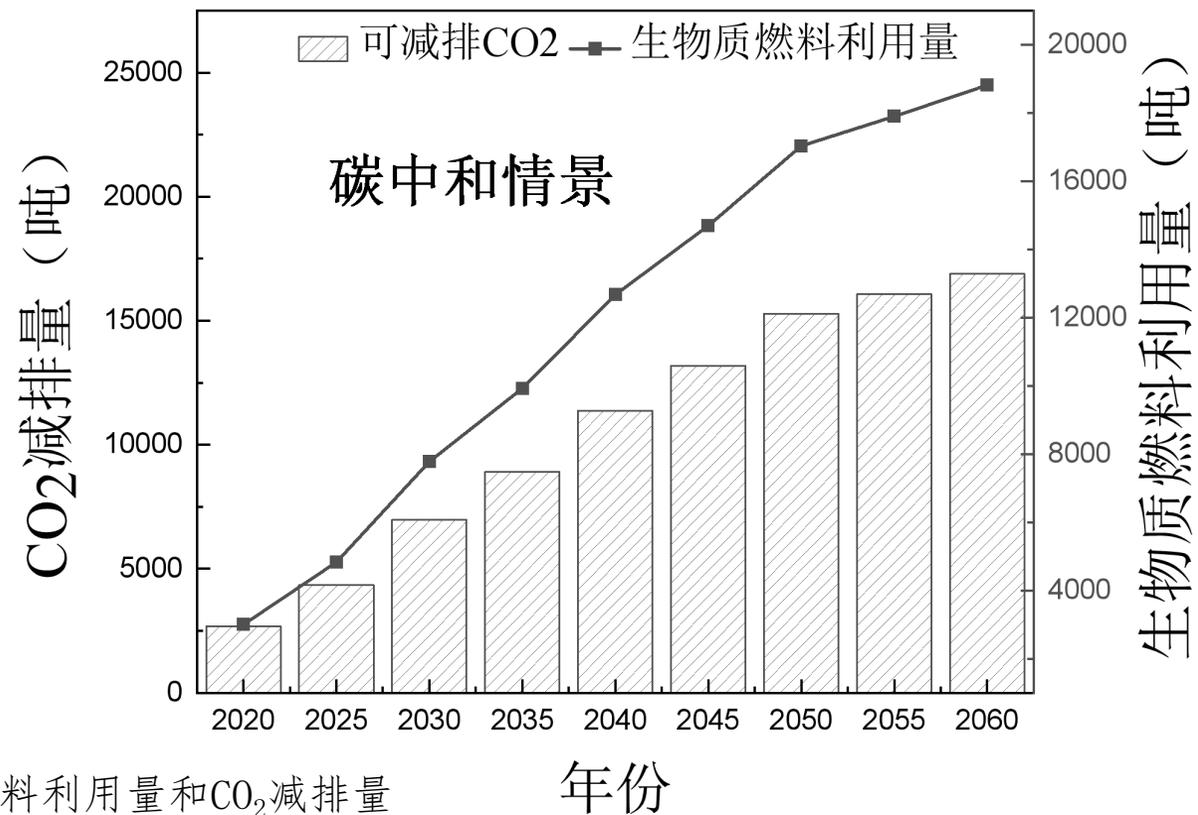
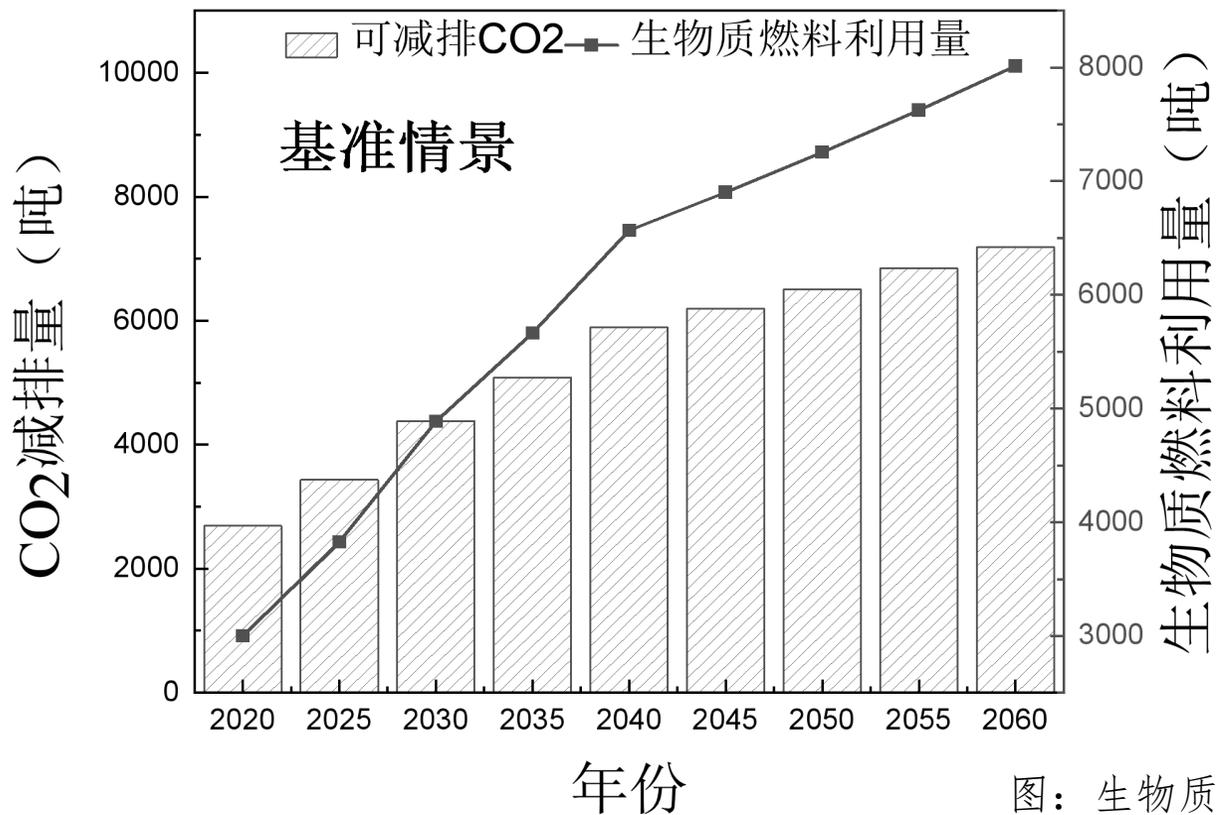
式中：A<sub>i</sub>为第i种燃料燃烧数量，kg；  
F<sub>i</sub>为第i种燃料折合标煤系数，kgce/kg；  
i为燃料类型；  
I为燃料类型数量。

（备注：根据《中国清洁供热产业发展报告2021》，本研究生物质燃料种类占比及其标煤折算系数如下表所示。）

表：生物质燃料种类占比及其标煤折算系数

燃料种类	占比	标煤折算系数
农业废弃物（秸秆类）	70%	0.3kgce/kg
林业废弃物（木质类）	30%	0.5kgce/kg

# 生物质供暖技术对碳中和贡献



图：生物质燃料利用量和CO<sub>2</sub>减排量

在基准情景下预计生物质燃料对CO<sub>2</sub>减排贡献量约**7500万吨**，而在碳中和情景下对CO<sub>2</sub>减排贡献量约**1.7亿吨**。结果表明，大力发展生物质燃料对于二氧化碳减排和碳中和的实现具有重大贡献。

# 生物质供暖技术对碳中和贡献

## 我国碳排放权交易市场的发展

- 2011年批准七个碳排放权交易试点，2013-2014年先后开始运行
- 2014年12月，《碳排放权交易管理暂行办法》
- 2017年12月，《全国碳排放权交易市场建设方案（发电行业）》
- 2020年12月，《碳排放权交易管理办法（试行）》（生态环境部部令第19号，自2021年2月1日起施行）
- 2020年12月，《2019-2020年全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案（发电行业）》和《纳入2019-2020年全国碳排放权交易配额管理的重点排放单位名单》

# 生物质供暖技术对碳中和贡献

## 碳交易背景及自愿减排方法学

1997 京都议定书：

发达工业化国家承诺，2008-2012年其温室气体排放总量在1990年的基础上平均减少5.2%。

◆ 清洁发展机制CDM：通过项目级的合作，转移资金、技术，实现减排。但需 要本国政府部门审批，周期长，成本高。

◆ 自愿减排VER：是自愿减排市场交易的碳信用额。公司、政府、非政府组织或个人为了对自己排放的温室气体进行各种形式的抵偿，力图实现“碳中和”，自愿交易碳信用额。该类减排量的需求方和认购方没有义务，均出于对慈善、环保、公益事业追求。

通过在国际自愿减排市场销售农户使用生物质炉灶产生的温室气体减排量，获得的资金用来补贴农民购买生物质炉具。



# 生物质供暖技术对碳中和贡献

## ◆ 碳交易方法学

碳交易项目需要一套有效透明的和可操作的统一标准和依据进行估算、审定、测量、核查核证减排量，以保证减排量的合理性、完整性、准确性、透明性与保守性。目前国际上可使用的方法学主要有2个：

小规模CDM方法学

“AMS. I. C. Thermal energy production-with or without electricity---v18.0”

黄金标准VER方法学

” Methodology for Improved Cook-Stoves and Kitchen Regimes v2.0”。

## ◆ 确定项目边界

项目边界应涵盖所有与项目活动相关的温室气体排放源，防止泄露，维护项目实施过程中的碳平衡。其设定的标准，将直接影响到基准线的确定、泄露以及数据采集的范围。由于生物质炉灶是户用的、分散的，所以科学的确定项目边界，有利于项目的顺利实施，合理准确的计算减排量。

## ◆ 确定基准线

基准线情景就是合理地代表在没有碳交易项目活动时所表现出的温室气体排放情景。碳交易项目的减排量是基准线情景排放量与项目活动的排放量及泄露之差。基准线方法学是整个碳交易方法学的核心内容，也是衡量项目减排量的基础

# 生物质供暖技术对碳中和贡献

## ◆ 额外性论证

按照京都议定书，其含义是指碳交易项目产生的减排量必须额外于在没有经注册的项目活动的情况下产生的任何减排量。额外性问题是碳交易项目合格性的核心，也是方法学的核心问题。

## ◆ 项目监测

监测方法学和监测计划是碳交易项目实施成功和签发尽可能多的信用额并获得最大收益的核心。项目参与方必须严格按照方法学制定监测计划。除了要监测与减排量相关的燃料消耗量等指标外，黄金标准还要求选择相关指标，对项目对可持续发展的正面影响进行监测。

## ◆ 泄露

项目边界外的温室气体排放源的人为排放的净变化，是可测量的并由项目活动引起的，但不在项目参与方控制之下。

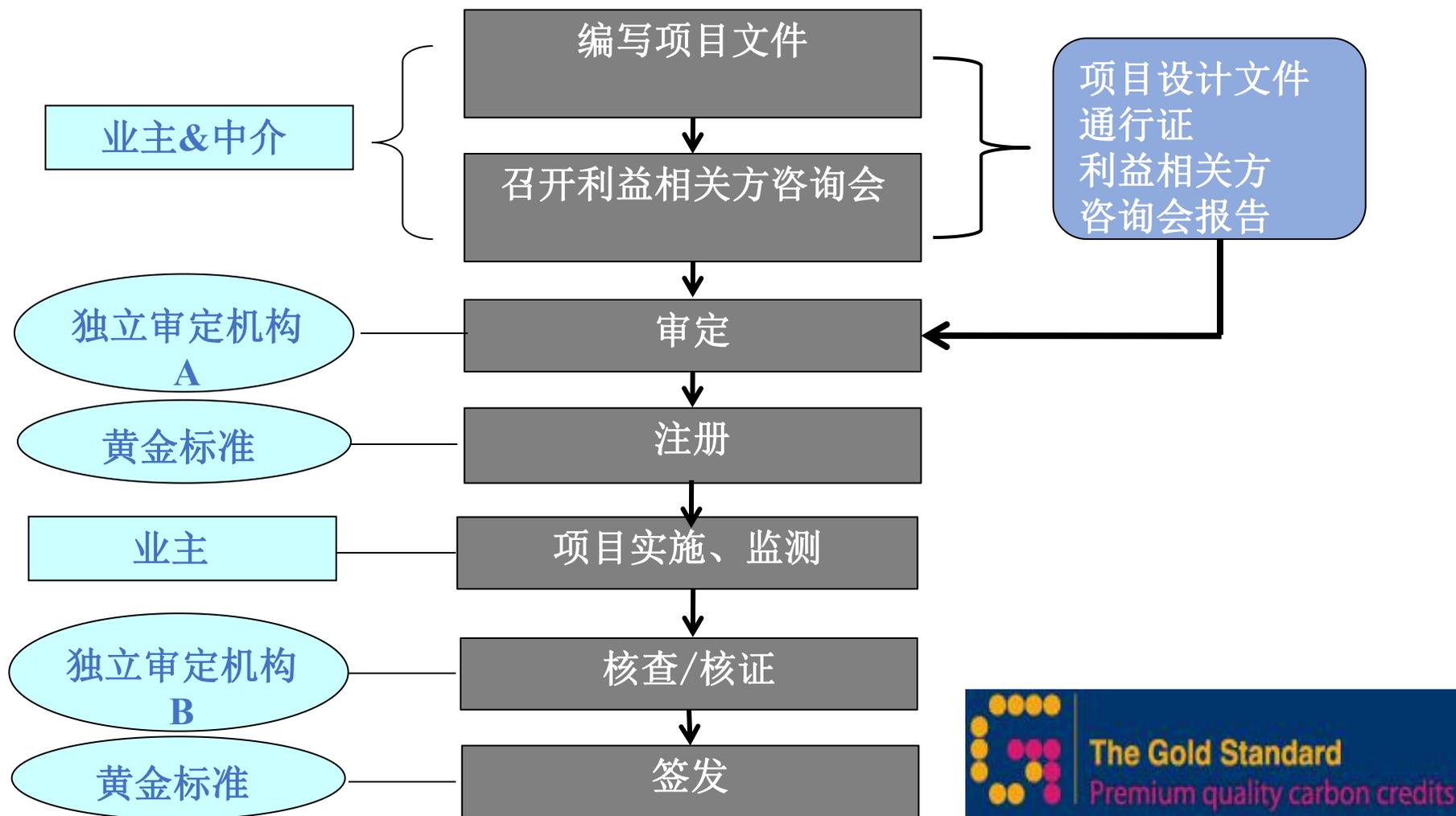
## ◆ 减排量计算

根据方法学计算出基准线排放、项目活动排放和泄露后，可确定项目产生的减排量



# 生物质供暖技术对碳中和贡献

## ◆ 黄金标准生物质炉灶自愿减排项目开发流程



# 目录

- ① 我国生物质炉具技术发展历程
- ② 其他国家生物质炉具技术发展情况
- ③ 生物质炉具的标准化建设
- ④ 生物质炉具的污染与排放
- ⑤ 阳信生物质炉具供暖案例分析
- ⑥ 生物质供暖对于碳中和的贡献
- ⑦ 存在的问题与发展思考

# 存在问题

## 统筹规划有待加强 技术路径缺乏长期实践

- 生物质利用的综合效益与定位认识有待进一步思考
- 因地制宜的规划布局有待加强
- 不同技术的试点示范引领作用不足
- 长期可靠的实际使用效果数据缺乏

## 技术创新动力不足 质量品控难以保障

- 生物质炉具与锅炉质量水平有待提升
- 生物质燃料的品控及配送供应体系不健全

## 政策与体系保障

- 扶持政策需加强（鼓励政策不够清晰具体、市场机制未形成）
- 招标制度有待改革（无序竞争、低价竞标、形式竞标）
- 评估机制有待完善（缺乏约束机制）

## 新时期北方农村地区清洁取暖的根本任务与工作方法

根本任务：从实际出发，因地制宜，确保北方地区群众安全温暖过冬。

实事求是

要以我国农村地区当前的经济与社会发展阶段以及资源禀赋等现实为客观依据，制定切实可行的规划。

调查研究

要以深入的调研研究数据作为支撑去对比与分析技术路径，提出定性定量的具体举措。

群众路线

以人民群众的需求与满意度为目标，切实增强清洁供暖的经济性、时效性与可持续性。

# 发展思考

## 1. 以因地制宜为原则，确定切实可行的技术路径

**长期目标：**逐步用电能、天然气、太阳能等清洁能源替代散煤取暖

**当前实现途径：**因地制宜，在具备条件的地区有序推进基础设施建设，暂不具备条件的地区推广清洁煤+清洁炉具以及生物质+清洁炉灶等清洁供暖方式

资源禀赋

基础设施建设情况

煤改电：有相应基础设施条件的地区（如：陕西关中平原）

煤改气：气源充足且具备集中改造条件的地区（如：山西长子富裕地区）

煤改生物质：秸秆和林木资源丰富的地区（如辽宁与黑龙江地区）

煤改清洁煤：人口密度低、居住分散的农村或山区（如山西、陕西、内蒙古）

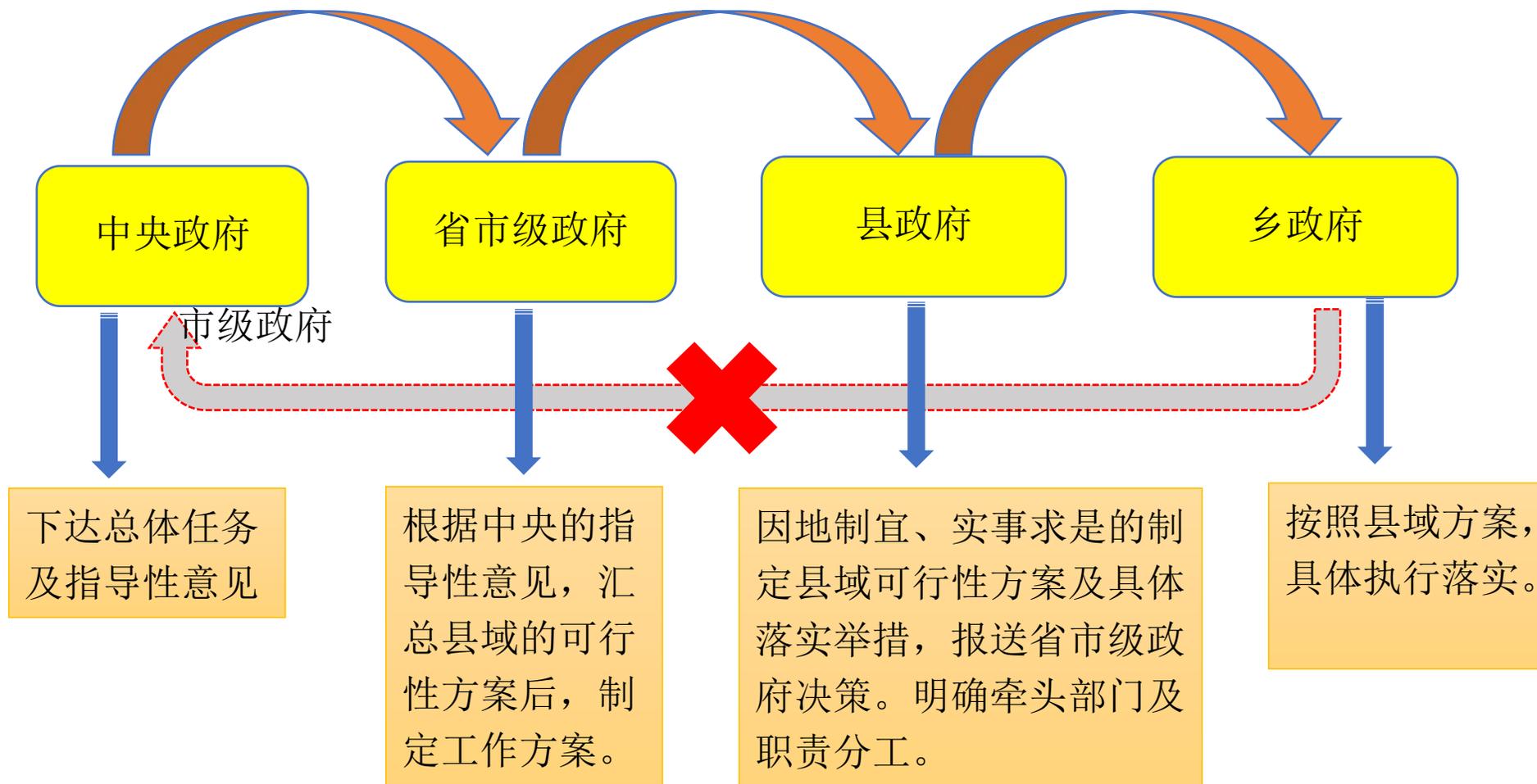
\* 控制散煤质量使其符合现行标准就可以大幅降低SO<sub>2</sub>和PM<sub>2.5</sub>排放

事半功倍

改善房屋结构，提升房屋保温性能

# 发展思考

## 2.明确政府部门职责分工，县级地方政府应掌握更多话语权



# 发展思考

## 3.进一步规范清洁取暖市场，改革机制体制，激励创新

改进招标采购机制，改革评审规则，避免形式主义，遏制模仿复制与低价竞标

行业协会推荐

行业专家

客观数据支撑

规范补贴程序，建立诚信机制，避免政府补贴拖欠，防止第三方垫资机构扰乱市场

后补贴机制

诚信付款

建立清洁取暖工程实地效果的科学评估，督促与激励企业建设售后服务体系

评估标准

运行效果监测

鼓励企业科技创新，加大对新技术开展示范试点的支持。

创新基金

试点支持

# 发展思考

## 4. 建立健全生物质燃料质量控制及供应体系



## 5. 建设生物质燃料适配炉具/锅炉试点示范，积累可靠数据

### 技术发展趋势

- 生物质居民分散户用炉具一段时期存在及过渡
- 生物质集中供暖综合效益空间大
- 自动化生物质炉具/锅炉水平提升是未来发展方向

### 实地测试及评估

- 热效率
- 污染排放
- 运行成本
- 使用寿命
- 使用方便性

以为人民为中心  
打赢蓝天保卫战  
保障居民冬季温暖过冬  
为实现“碳达峰”“碳中和”做贡献

