

生物质炉具发展现状及思考

刘广青

北京化工大学

中国农村能源行业协会民用清洁炉具专业委员会

2019年11月21日



CACS

背景

北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）

取暖现状

总面积约 206 亿平方米

取暖用煤年消耗约 4 亿吨标煤

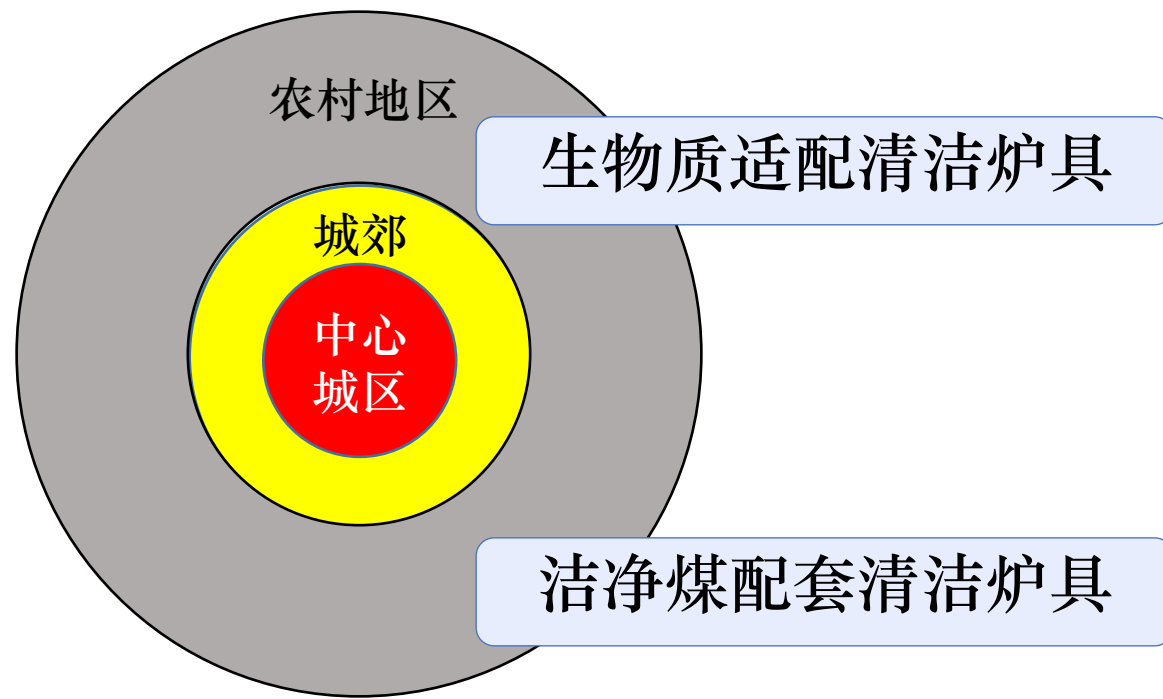
中国北方地区清洁
取暖面积**不足20%**

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**。



当前中国北方农村地区居民取暖基本现状

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



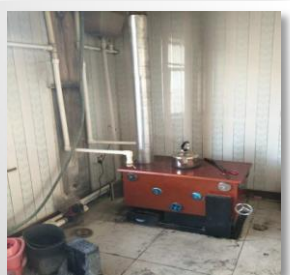
洁净型煤+环保炉具



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 ²	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	运行成本极低，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



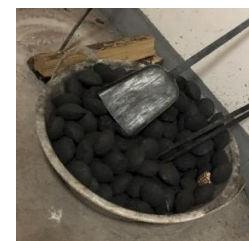
玉米芯
免费



粉煤
100-300
元/吨



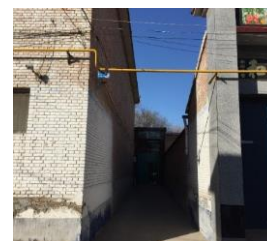
块煤
400-1000
元/吨



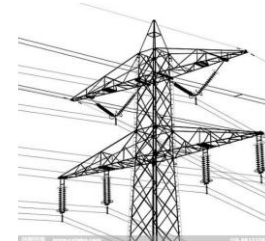
洁净煤
1000-1600
元/吨



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

10m²

12m²

年燃煤量

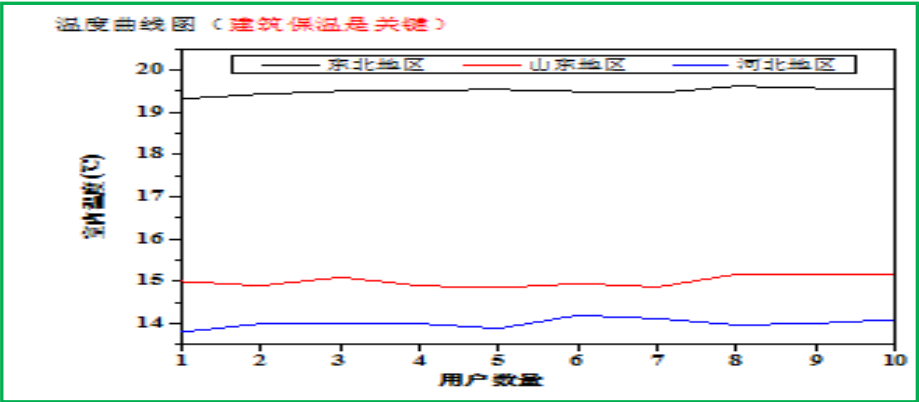
1.5吨（块煤）

1.5吨（块煤）

室内温度

13℃

17.9℃



农村居民取暖现状

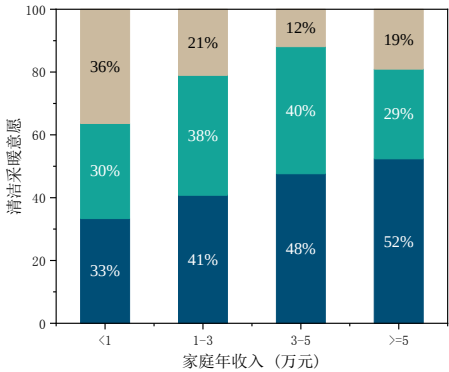
5. 空心化问题普遍存在，清洁取暖改造意愿低

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%

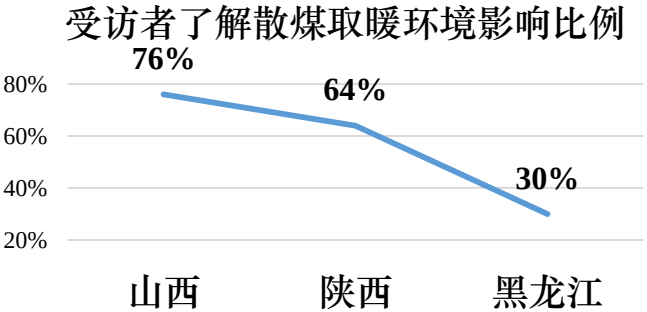
受访者以50岁以上老人居多
普遍教育程度不高，1/4左右未接受教育

经济实用是老百姓关心的首要问题

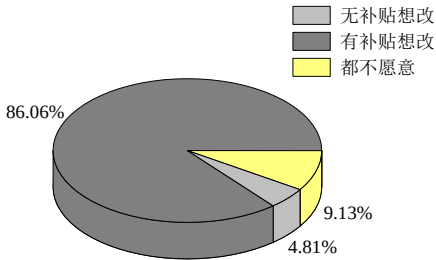


随着家庭年收入的增高，居民使用清洁取暖的意愿逐渐升高，符合能源“阶梯理论”

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

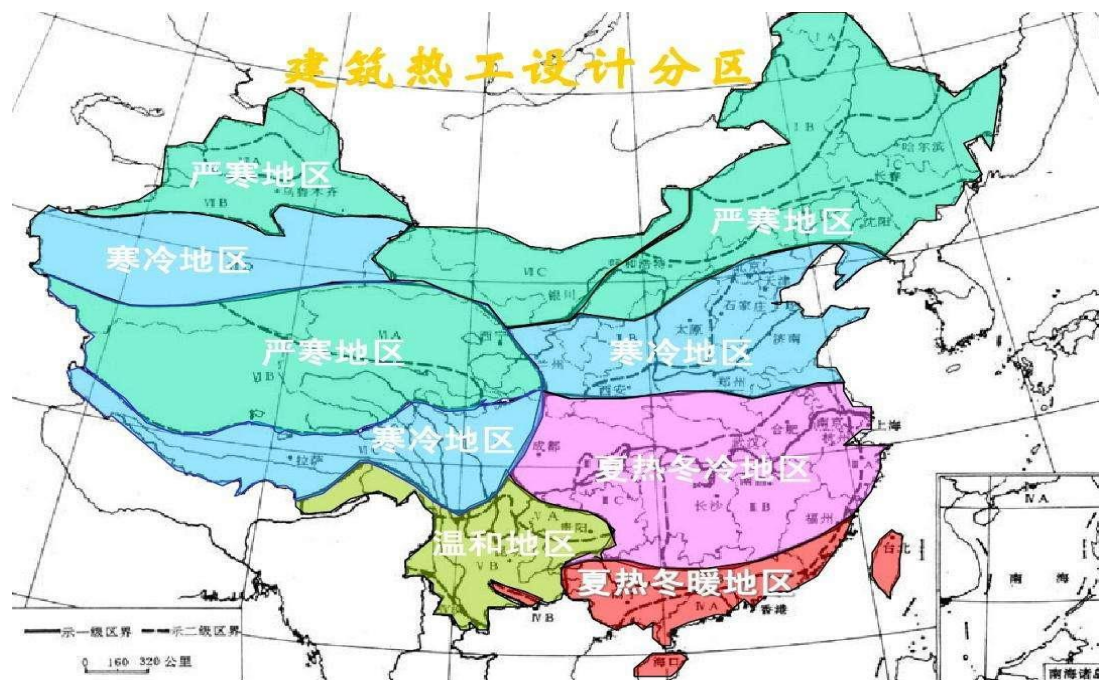
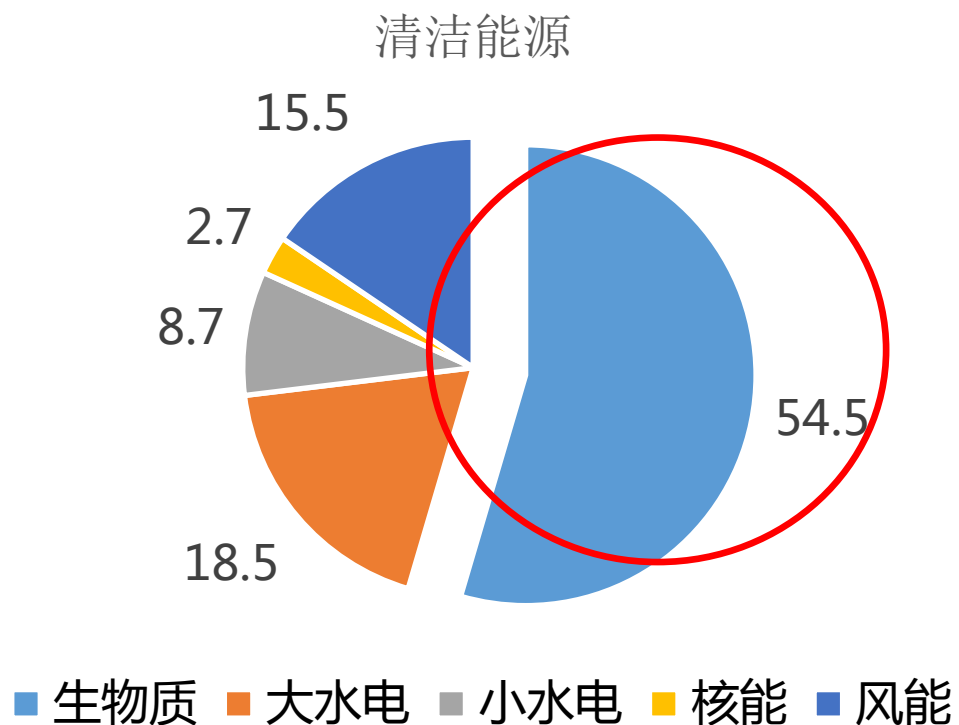


大部分受访者表示清洁取暖实际运行费用与散煤取暖相当的情况下，才有可能主动选择清洁取暖

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

■ 《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。

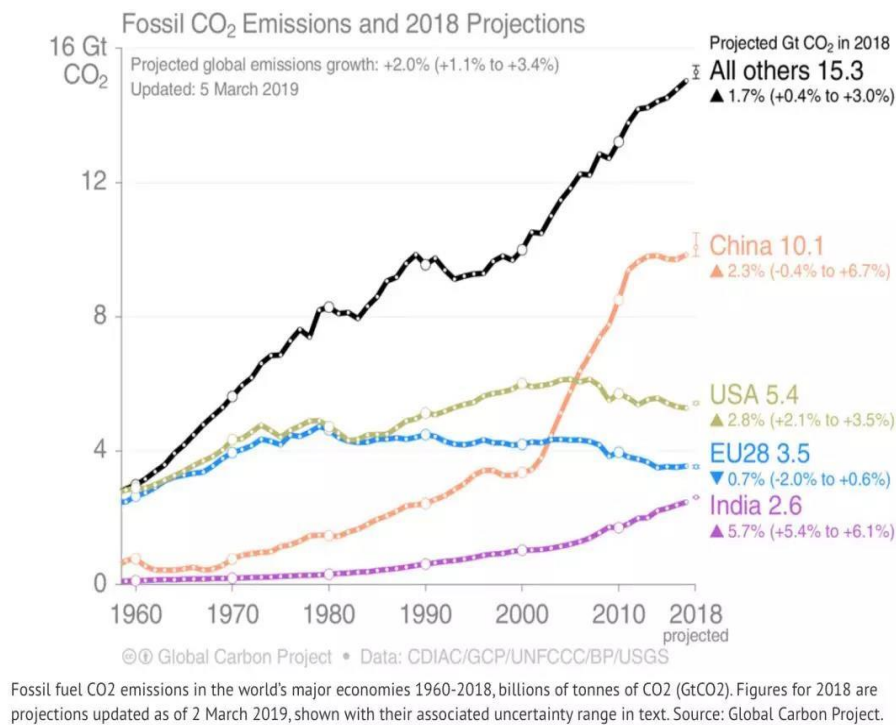
第一类鼓励目录中第一项的第18条：**生物质清洁供热**

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。

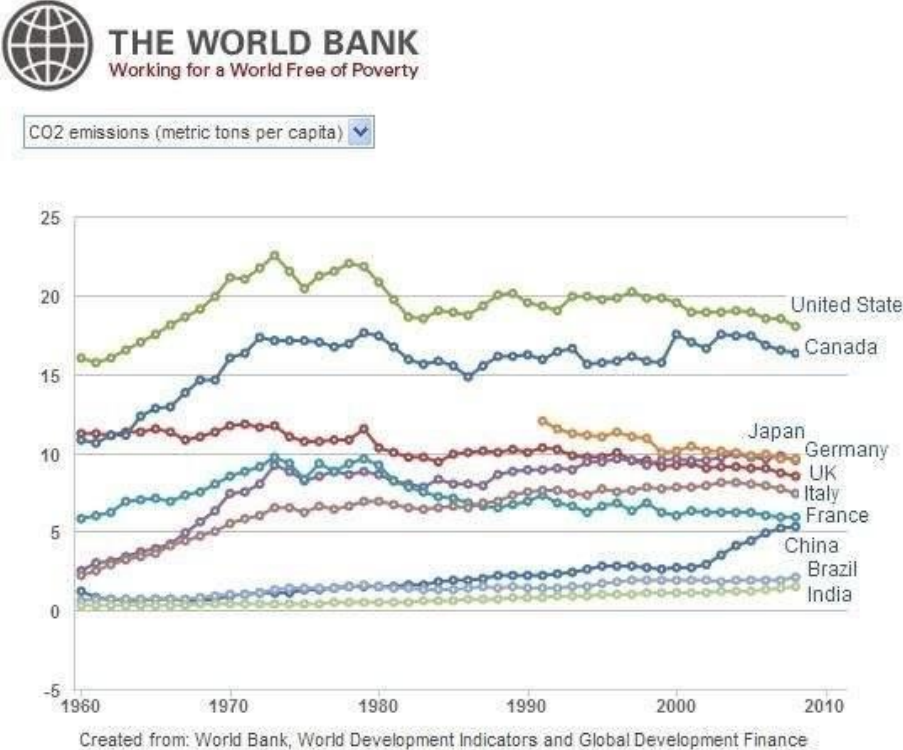
生物质能源发展的背景

碳排放总量

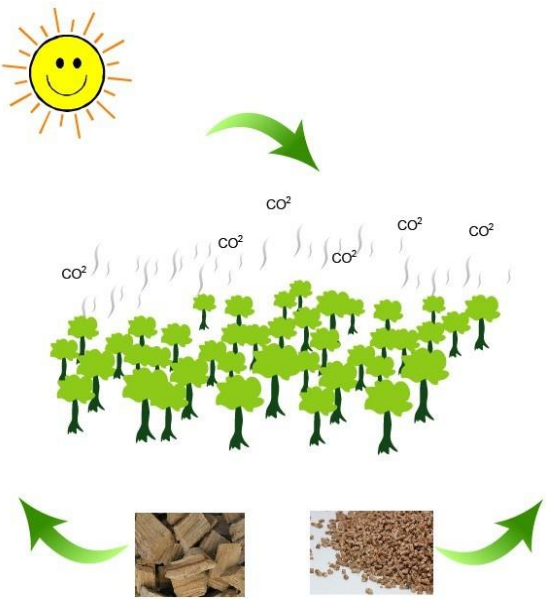


中国总碳排放超过美国和欧盟总和

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



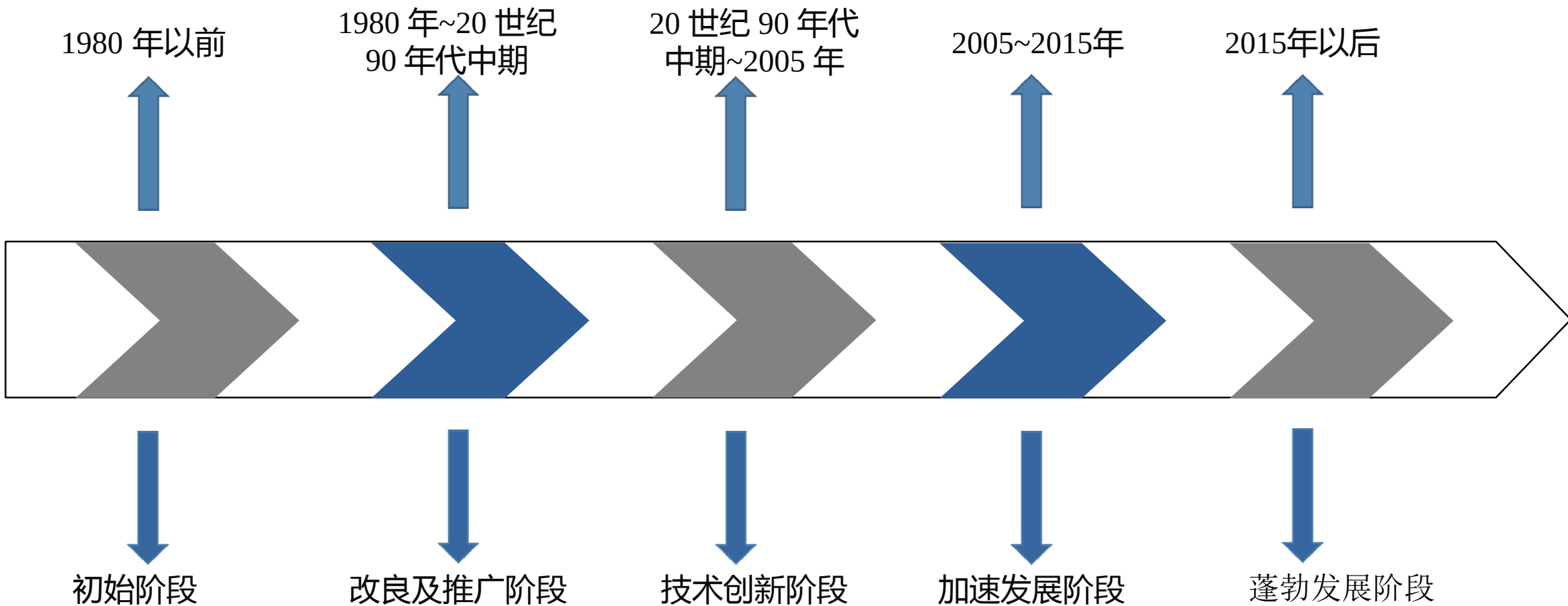
- 生物质农业大棚供暖



目录

- 1 生物质炉具技术发展历程
- 2 其他发展中国家生物质炉具发展情况
- 3 欧洲生物质炉具技术及发展现状
- 4 生物质炉具的标准化建设
- 5 生物质炉具的污染与排放
- 6 阳信生物质炉具供暖案例分析
- 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，无炉箅、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

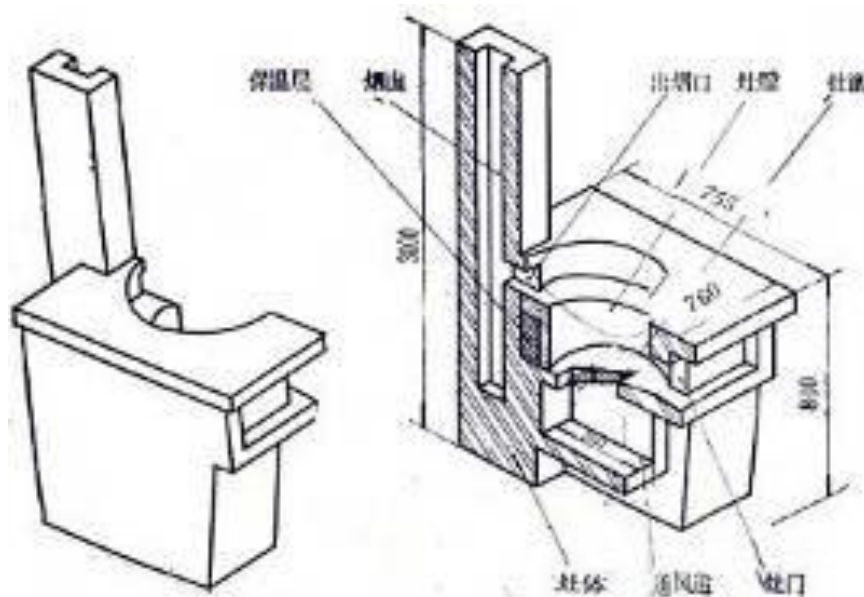
2、改良推广阶段

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。



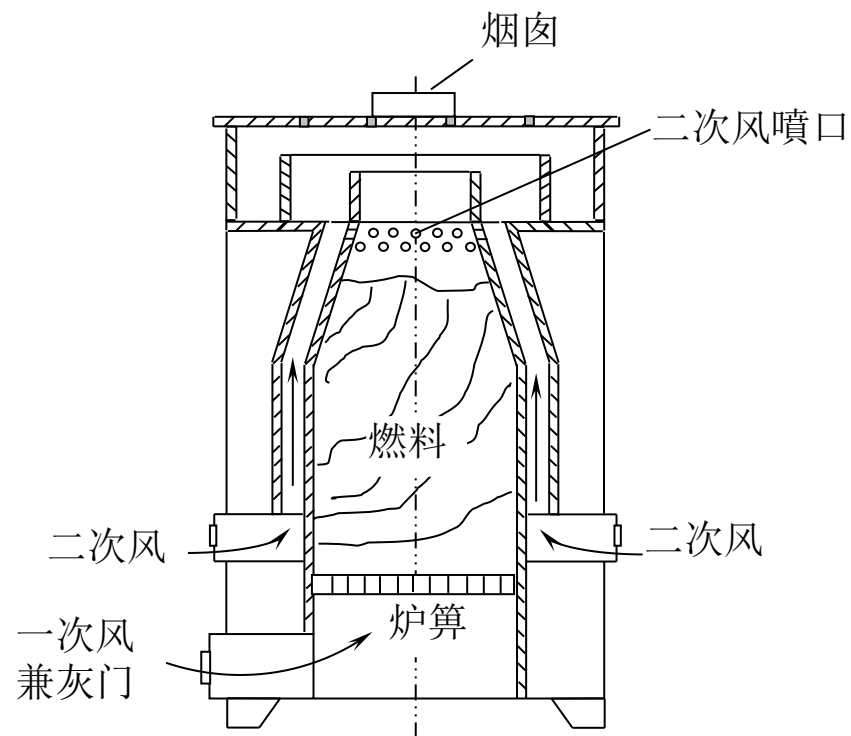
生物质炉具发展历史阶段

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“粗制”走向“时尚”化，并不断朝着“普及化、智能化、个性化、品牌化”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



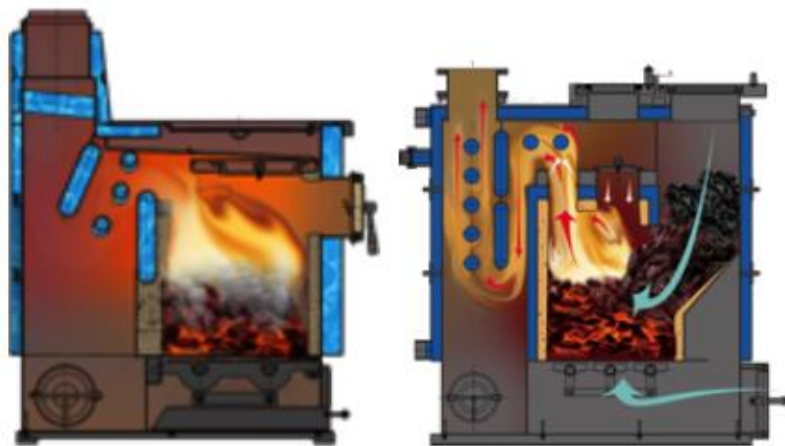
纯采暖炉具



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：炉排和绞龙基本在同一高度，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

目录

- 1 生物质炉具技术发展历程
- 2 其他发展中国家生物质炉具发展情况
- 3 欧洲生物质炉具技术及发展现状
- 4 生物质炉具的标准化建设情况
- 5 生物质炉具的污染与排放情况
- 6 阳信生物质炉具供暖案例分析
- 7 存在的问题
- 8 发展建议

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%的家庭使用未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

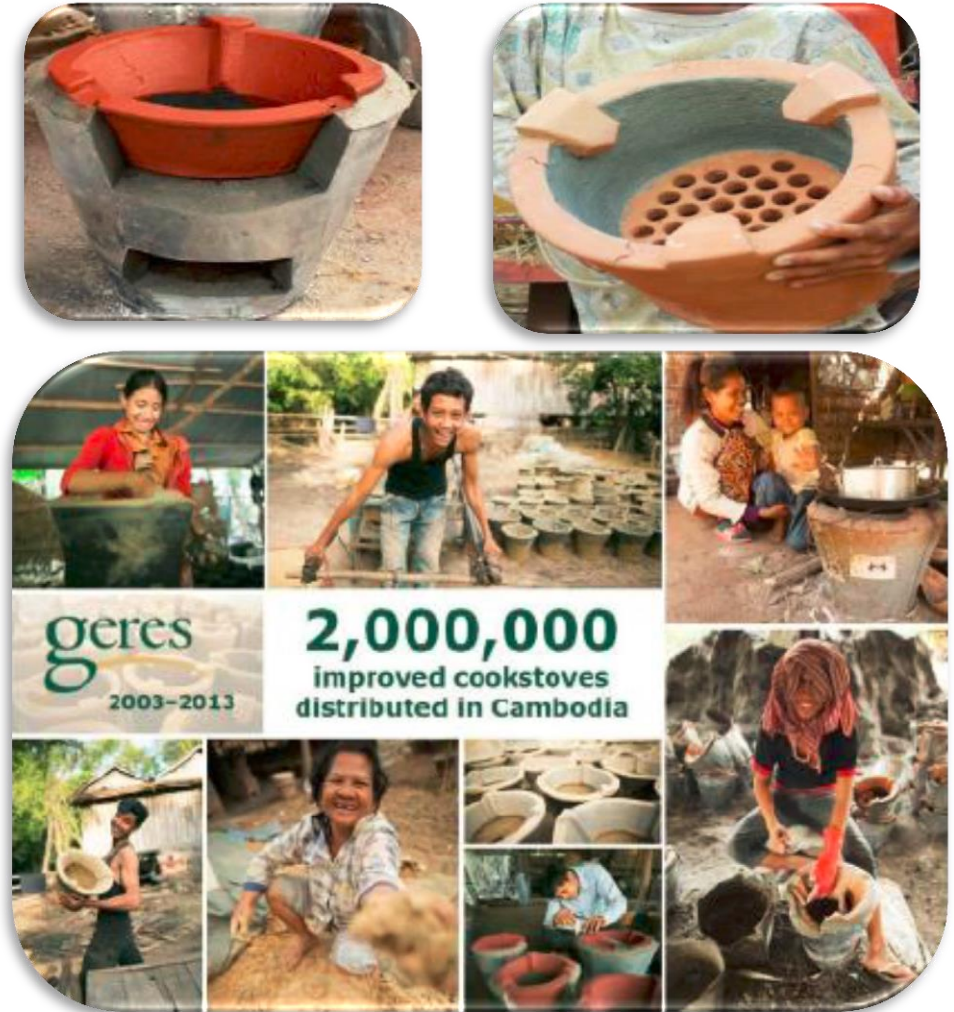
- 88%的家庭使用木炭，每个月消耗40公斤。其中消耗量的93%需要购买。
- 48%的家庭使用木柴，每个月消耗100公斤。其中消耗量的90%需要采集。
- 建立了两个炉灶推广中心以及三个炉灶性能测试中心，改进后的炉灶热效率提高了25%，同时完成了第一期的碳减排评估。
- 目前约有0.026%的人口使用上了改进后的生物质炉具。



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



国际清洁炉灶产业发展



Envirofit 产品



G-3300 Wood



M-5000 Wood



Z-3000 Built-in Wood



HM-5000 Plancha Wood



3GT Turbo Wood



EFI-100L Institutional Stove



CH-2200/2300 Charcoal



CH-4400 Charcoal



CH-5200 Charcoal

国际清洁炉灶产业发展



Prakti产品

AFRICA

HAITI



INDIA

NEPAL

国际清洁炉灶产业发展

嵊州炉具厂
中国浙江



国际交流合作与影响

- 2011年2月，第五届PCIA空气合作伙伴论坛，**秘鲁**
- 2010年6月，第五届亚洲清洁能源论坛，**菲律宾马尼拉**
- 2009年3月，第四届PCIA空气合作伙伴论坛，**乌干达坎帕拉**
- 2008年11月，2008空气质量改善大会，**泰国曼谷**
- 2007年3月，第三届PCIA空气合作伙伴论坛，**印度班加罗尔**
- 2006年12月，2006空气质量改善大会，**印尼日惹**
- 2005年1月，健康与炉灶年会（ETHOS），**美国西雅图**
- 2004年11月，生物质节能会议，**印度占西**
-

- 2018年11月，生物质燃料及锅炉技术考察，**奥地利/丹麦**
- 2018年3月，国际清洁炉灶标准讨论会，**尼泊尔**
- 2013年10月，清洁炉灶考察访问，**乌干达、肯尼亚**
- 2012年11月，全球清洁炉灶联盟考察，**美国华盛顿**
- 2013年10月，中美科技联席会执秘会，**美国华盛顿**
- 2013年3月，全球清洁炉灶论坛，**柬埔寨**
- 201 年 月，蒙古清洁空气会议，**蒙古乌兰巴托**
- 2012年2月，国际清洁炉灶标准制定讨论会，**荷兰海牙**
-

我国清洁炉灶的国际合作与影响

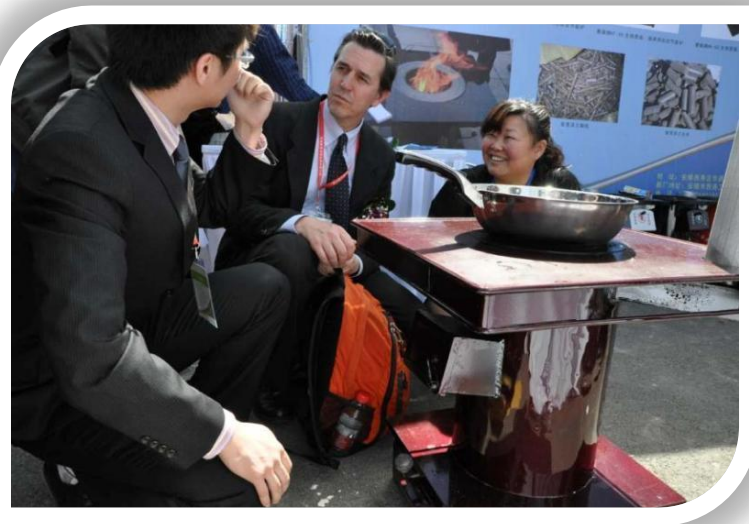


我国清洁炉灶的国际合作与影响

■ 2012年中美战略经济对话



2012 第九届中国—东盟博览会



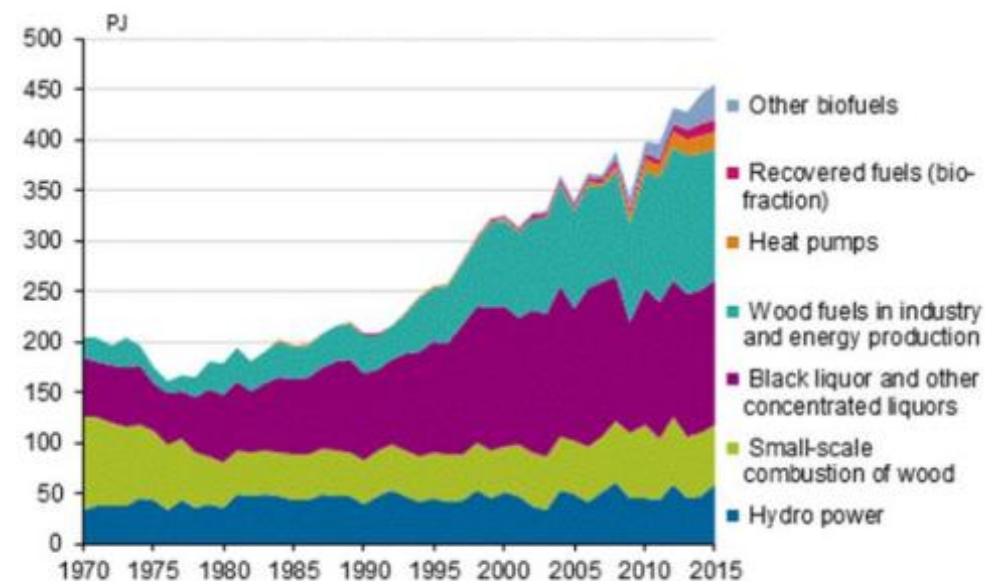
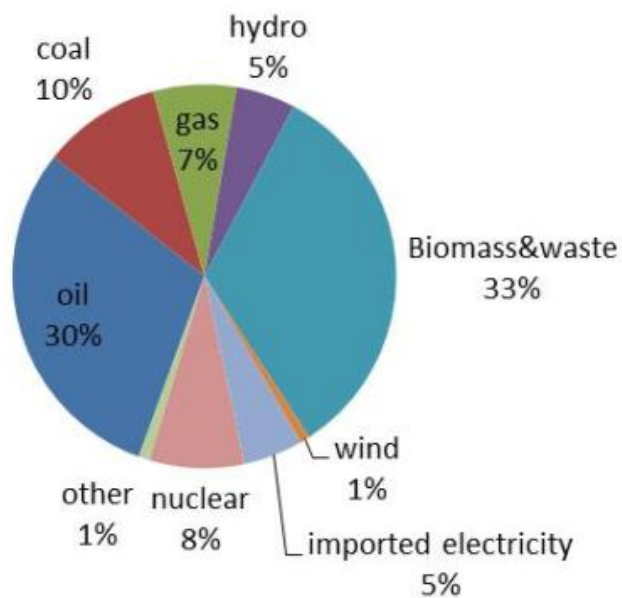
目录

- 1 生物质炉具技术发展历程
- 2 其他发展中国家生物质炉具发展情况
- 3 欧洲生物质炉具技术及发展现状
- 4 生物质炉具的标准化建设情况
- 5 生物质炉具的污染与排放情况
- 6 阳信生物质炉具供暖案例分析
- 7 存在的问题
- 8 发展建议

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

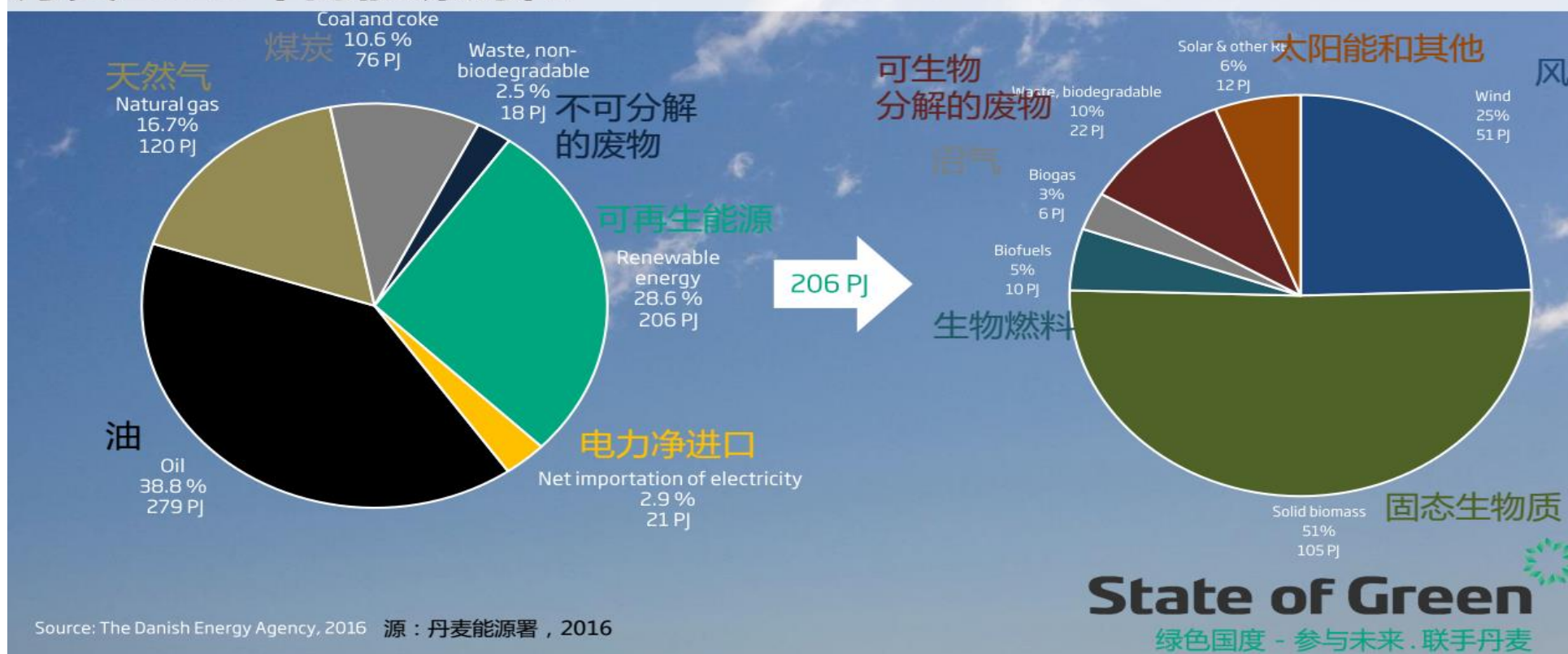


芬兰能源结构

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



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

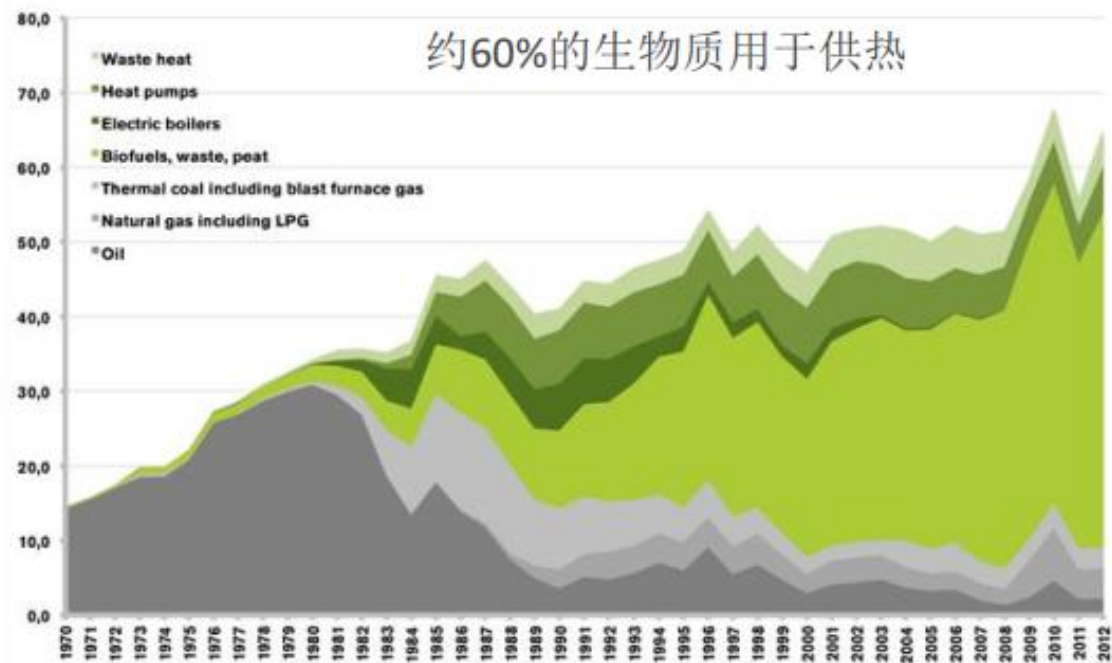
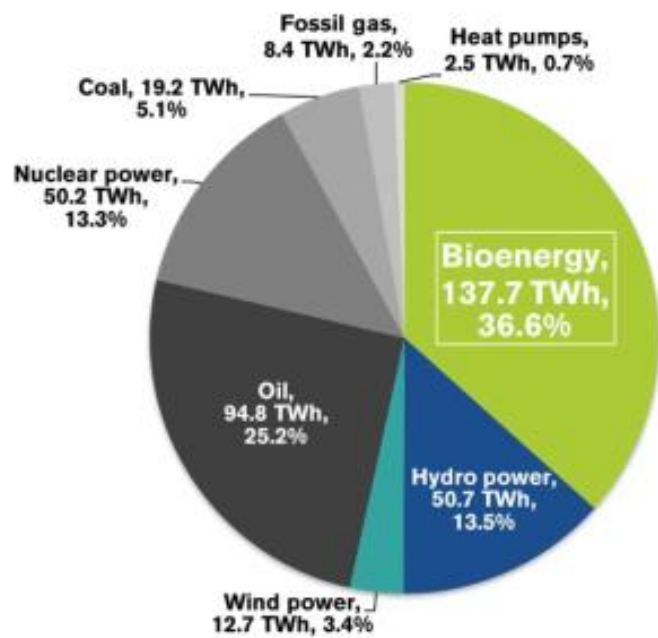
瑞典已实现生物质能为主导的能源结构

- 瑞典是北欧最大的国家，人口900多万，是直接最富裕的国家之一。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%。



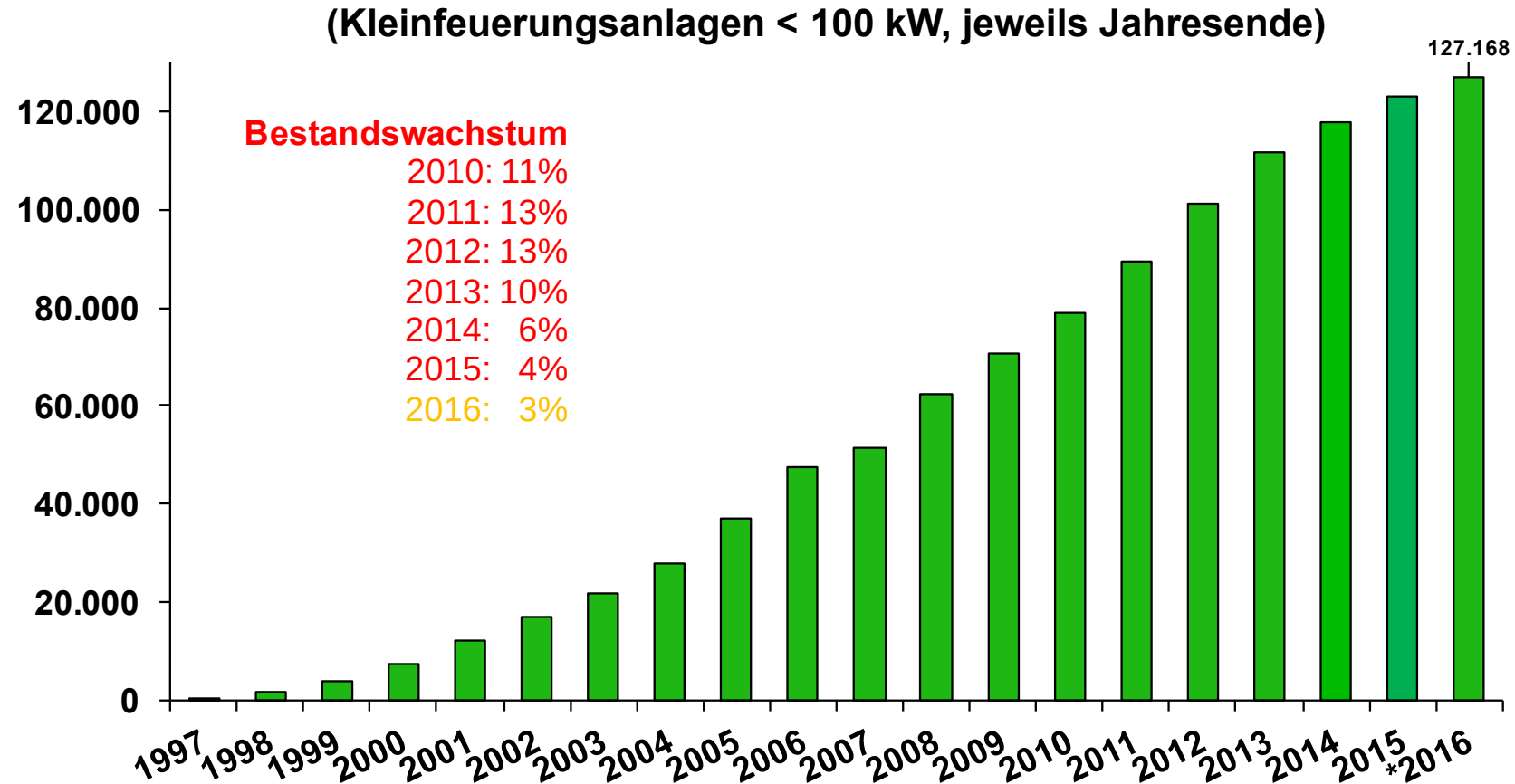
生物质自动颗粒燃料锅炉



颗粒燃料厂

欧洲生物质炉具技术及发展现状

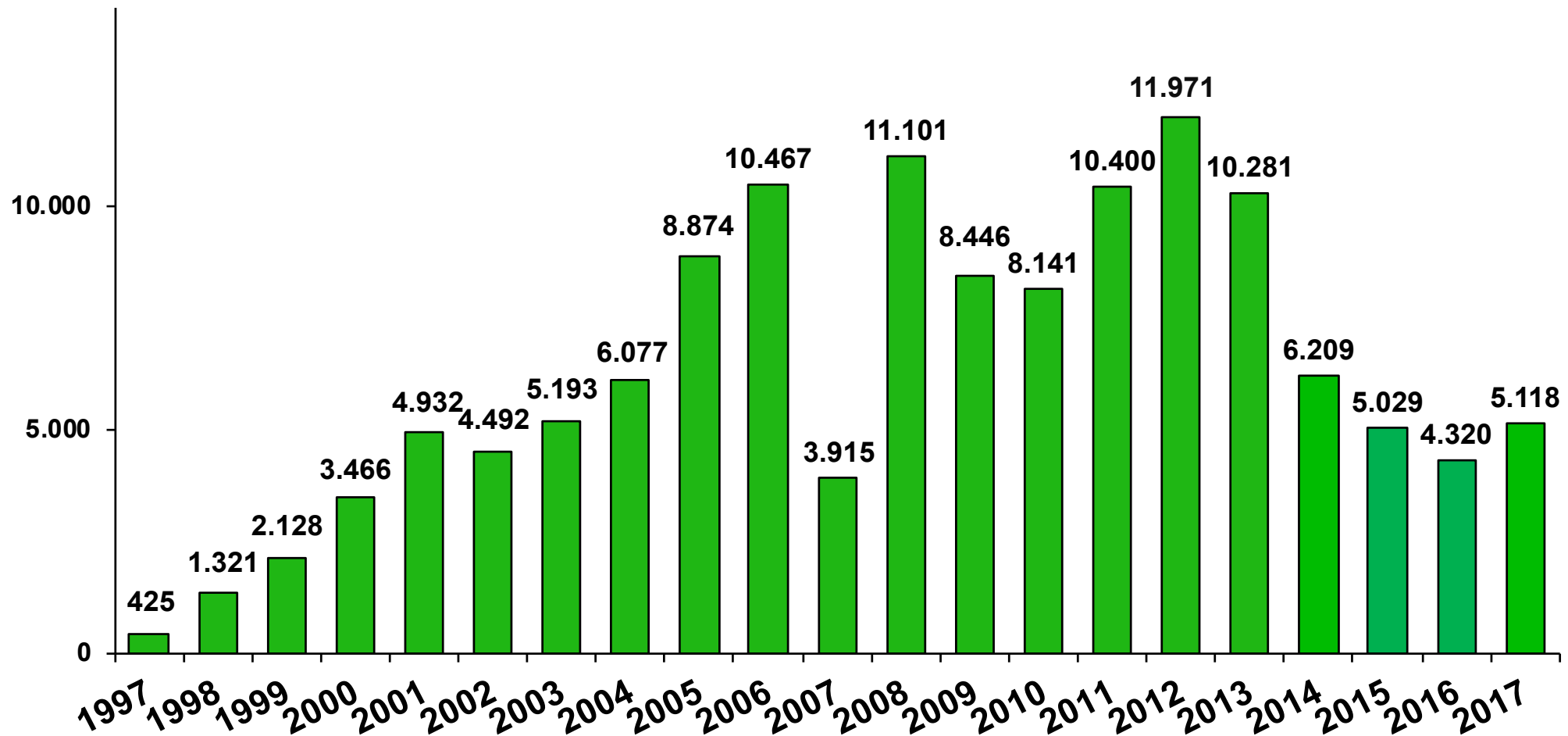
奥地利户用生物质颗粒锅炉历年累计量



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

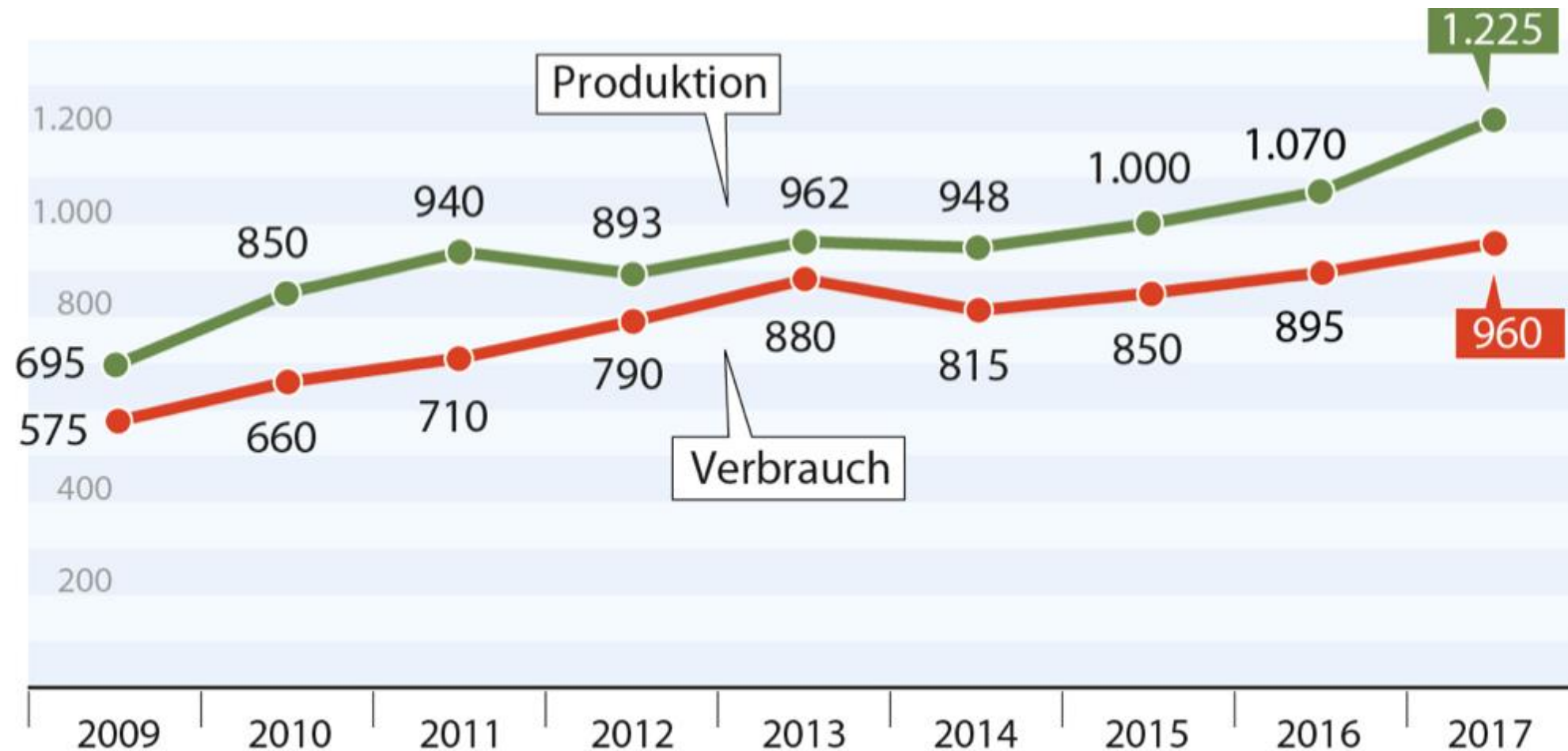
欧洲生物质炉具技术及发展现状

奥地利户用生物质颗粒炉具历年安装量



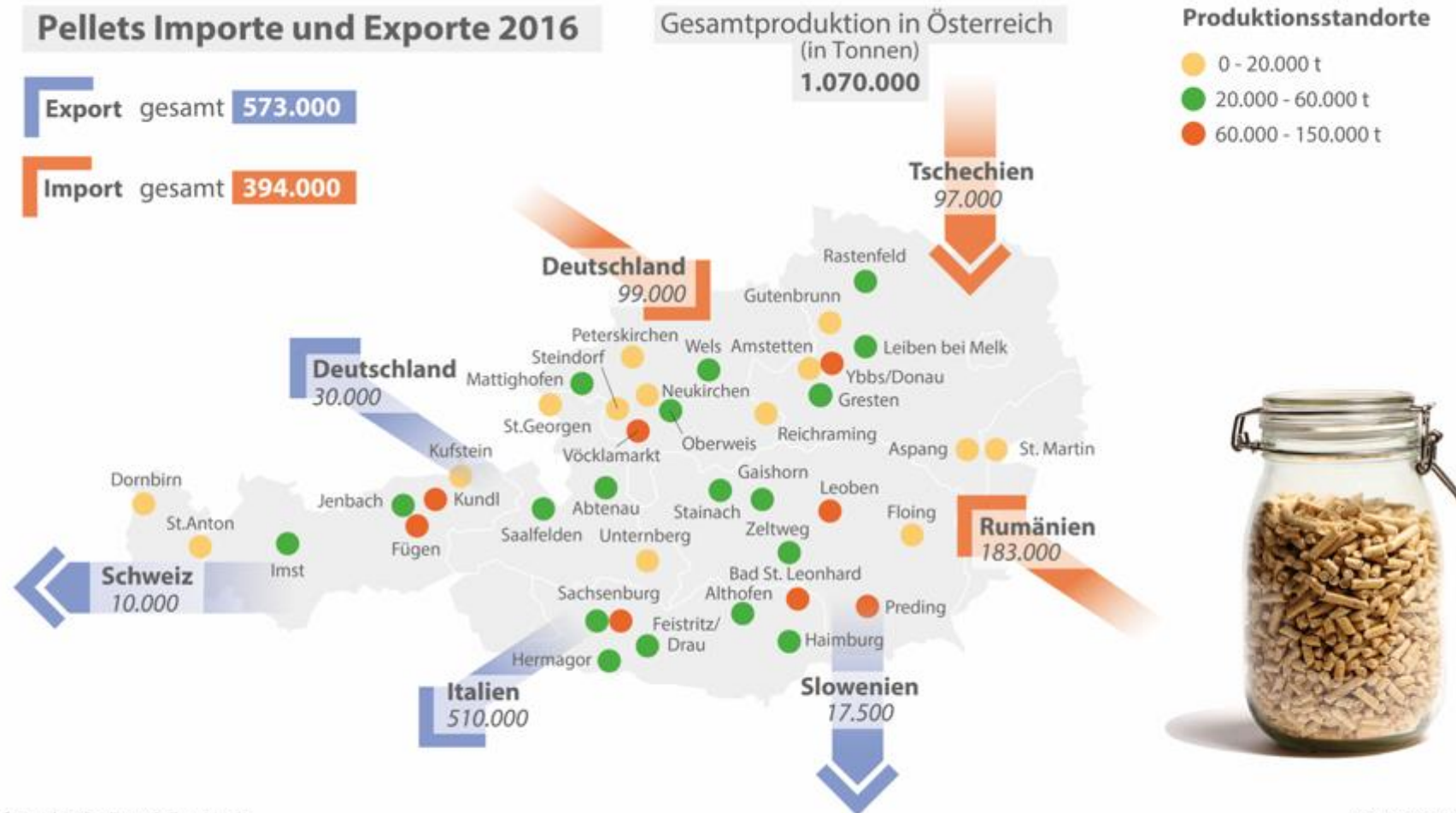
欧洲生物质炉具技术及发展现状

奥地利颗粒产量与需求历年变化表(1000吨)



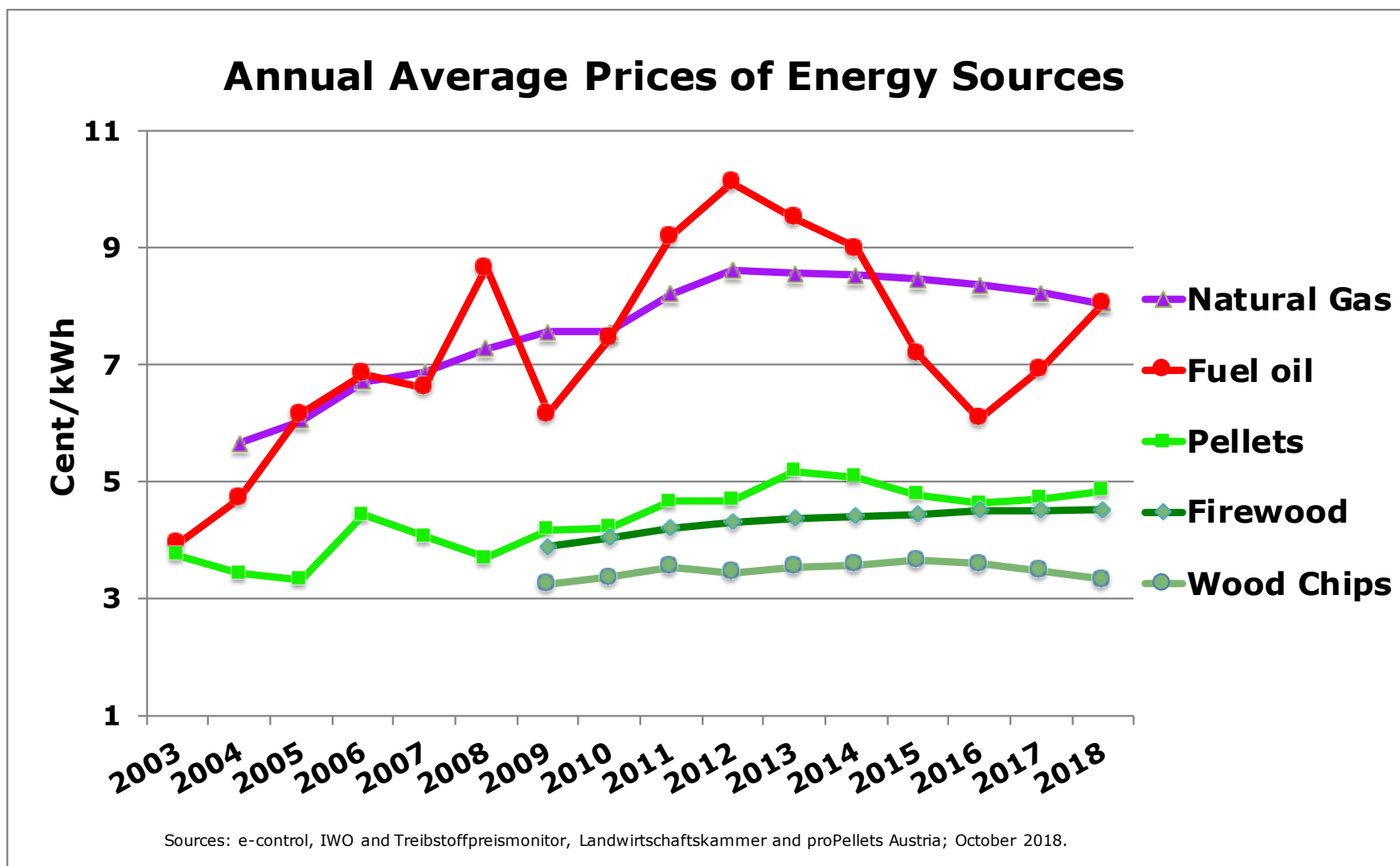
欧洲生物质炉具技术及发展现状

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

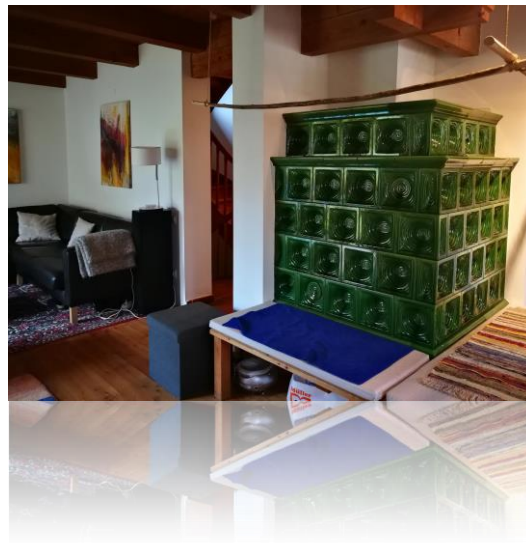


欧洲生物质炉具技术及发展现状

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



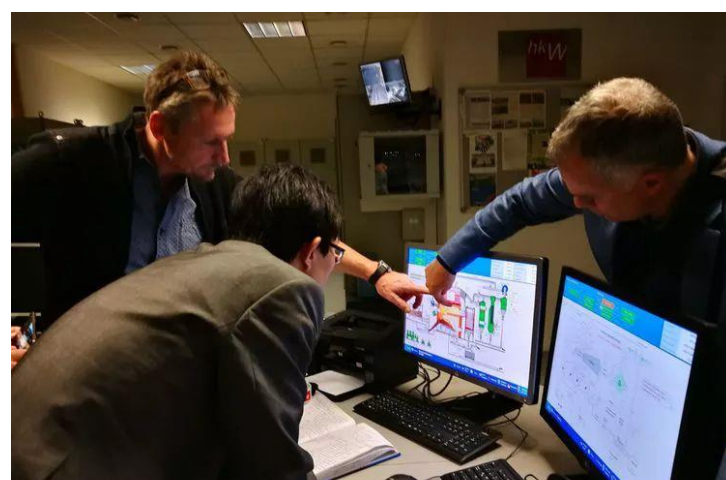
生物质颗粒标准化生产线



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 生物质炉具技术发展历程
- 2 其他发展中国家生物质炉具发展情况
- 3 欧洲生物质炉具技术及发展现状
- 4 生物质炉具的标准化建设情况
- 5 生物质炉具的污染与排放情况
- 6 阳信生物质炉具供暖案例分析
- 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

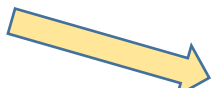


热性能测试方法标准（GB4363-84） 1980s-1990s

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	国标
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

目前正在修订或者新制定的标准：

标准名称	标准号	标准类型
小型生物质锅炉技术条件	修订中	能源行标
小型生物质锅炉试验方法	修订中	能源行标
生物质采暖炉具技术条件	修订中	能源行标
生物质采暖炉具试验方法	修订中	能源行标
清洁采暖炉具现场测试及评价方法	新制定中	能源行标

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)

生物质炉具的标准化建设情况

国内外标准对比：

1. 测试阶段的选取

国外：设计为多功率的炊事炉在三个功率（高、中、低）下测试，并分别报告其测试结果。

国内：设计或操作只有一种功率的炊事炉（如中国）可只在一种功率下测试。

2. 热性能测试

ISO 19867-1采用了我国能源行业标准NB/T 34021中的热性能测试方法和步骤。

3. 排放测试

ISO排放采用稀释采样测试方法，全程测试。中国新国标采用了ISO的方法。

4. 剩余燃料

国外：WBT计算炊事热效率时扣除了炉膛内的剩余燃料所含的热量

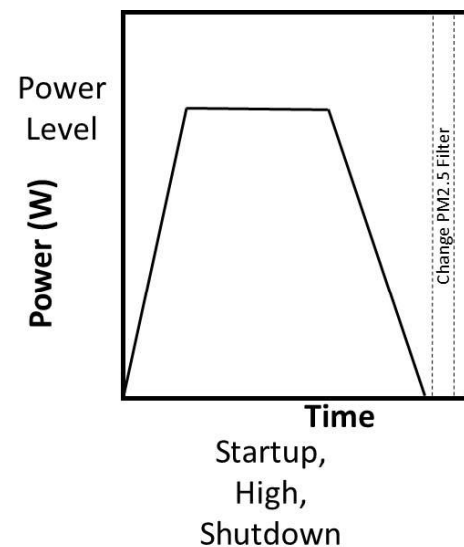
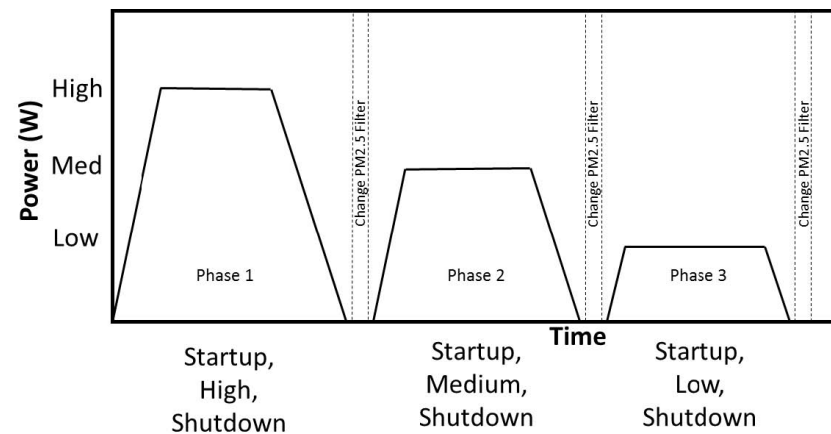
国内：中国标准计算热效率时不扣除炉膛内剩余的燃料新的ISO19867-1，分别用两个公式表达。

5. 排放指标和单位

国外：ISO 19867-1（排放因子） $PM_{2.5}$ (mg/MJ_d)、CO (g/MJ_d)、BC (mg/MJ_d)

国内：旧行标（排放浓度）PM (mg/m³)、CO (ppm)、SO₂ (mg/m³)、NO_x (mg/m³)

新国标（排放因子） $PM_{2.5}$ (mg/MJ_d)、CO (g/MJ_d)



生物质炉具的标准化建设情况

国内外标准对比6.性能及分级

■ ISO 19867-3:2017

分级	热效率 η (%)	CO (g/MJ _d)	PM _{2.5} (mg/MJ _d)
5	>50	≤ 3.0	≤ 5
4	>40	≤ 4.4	≤ 62
3	>35	≤ 7.2	≤ 218
2	≥ 20	≤ 11.5	≤ 481
1	≥ 10	≤ 18.3	≤ 1031
0	<10	>18.3	>1031

■ 新国标（生物质炊事炉灶）

分级	热效率 η (%)	PM _{2.5} (mg/MJ _d)	CO (g/MJ _d)
不合格	<30	>250	>12
合格	30~40	100~250	8~12
优秀	>40	<100	<8

生物质炉具的标准化建设情况

国内外标准对比：

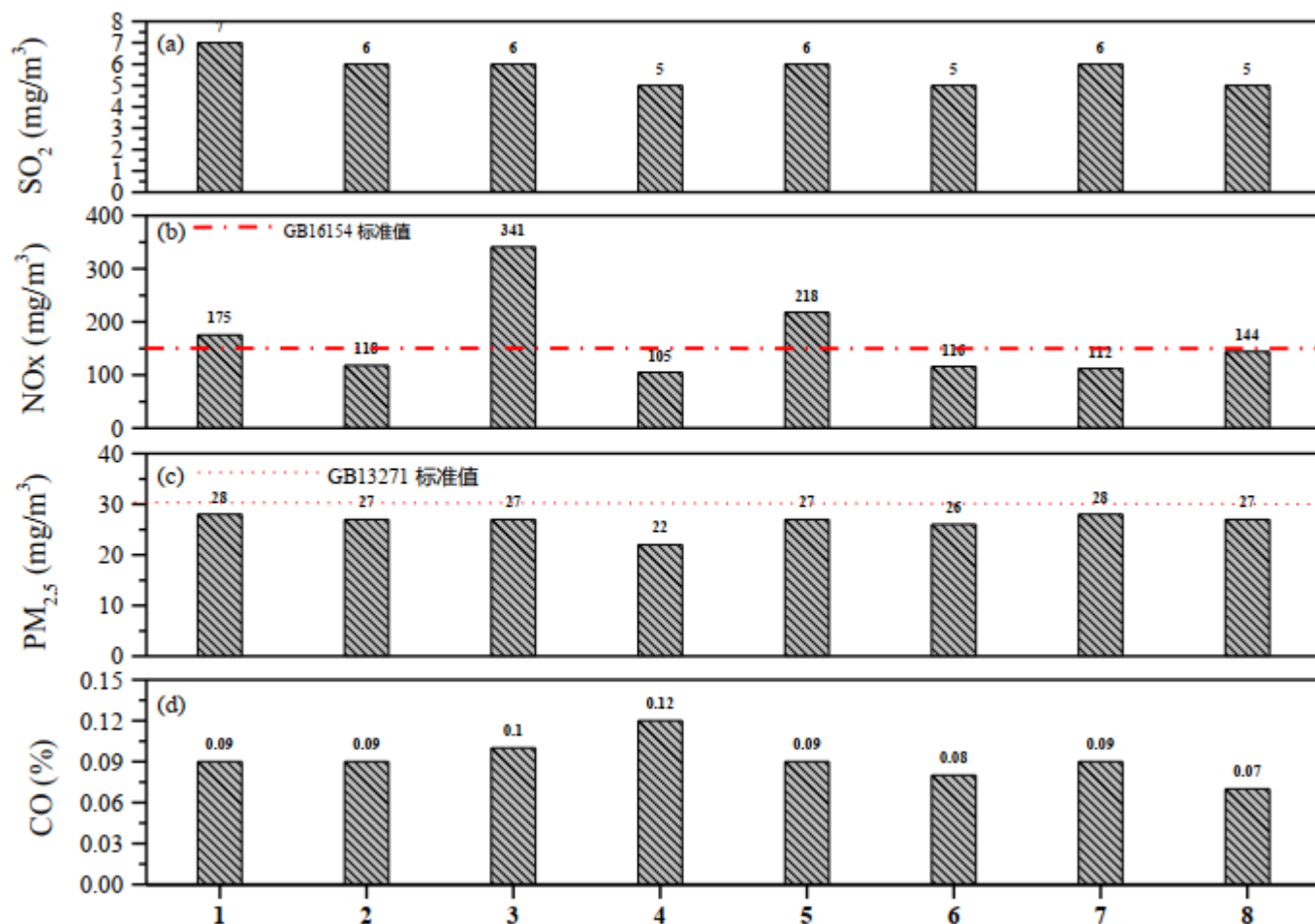
表5 欧盟生物质燃料炉具排放限值

进料方式	功率(kw)	排放等级	烟尘				
		CO					
		mg/m³（按照10% O₂含量折算 ^a ）					
		等级3	等级4	等级5	等级3 ^b	等级4	等级5
手动	≤ 50	5000	1200	700	150	75	60
自动	≤ 50	3000	1000	500	150	60	40

目录

- 1 生物质炉具技术发展历程
- 2 其他发展中国家生物质炉具发展情况
- 3 欧洲生物质炉具技术及发展现状
- 4 生物质炉具的标准化建设情况
- 5 生物质炉具的污染与排放情况
- 6 阳信生物质炉具供暖案例分析
- 7 存在的问题
- 8 发展建议

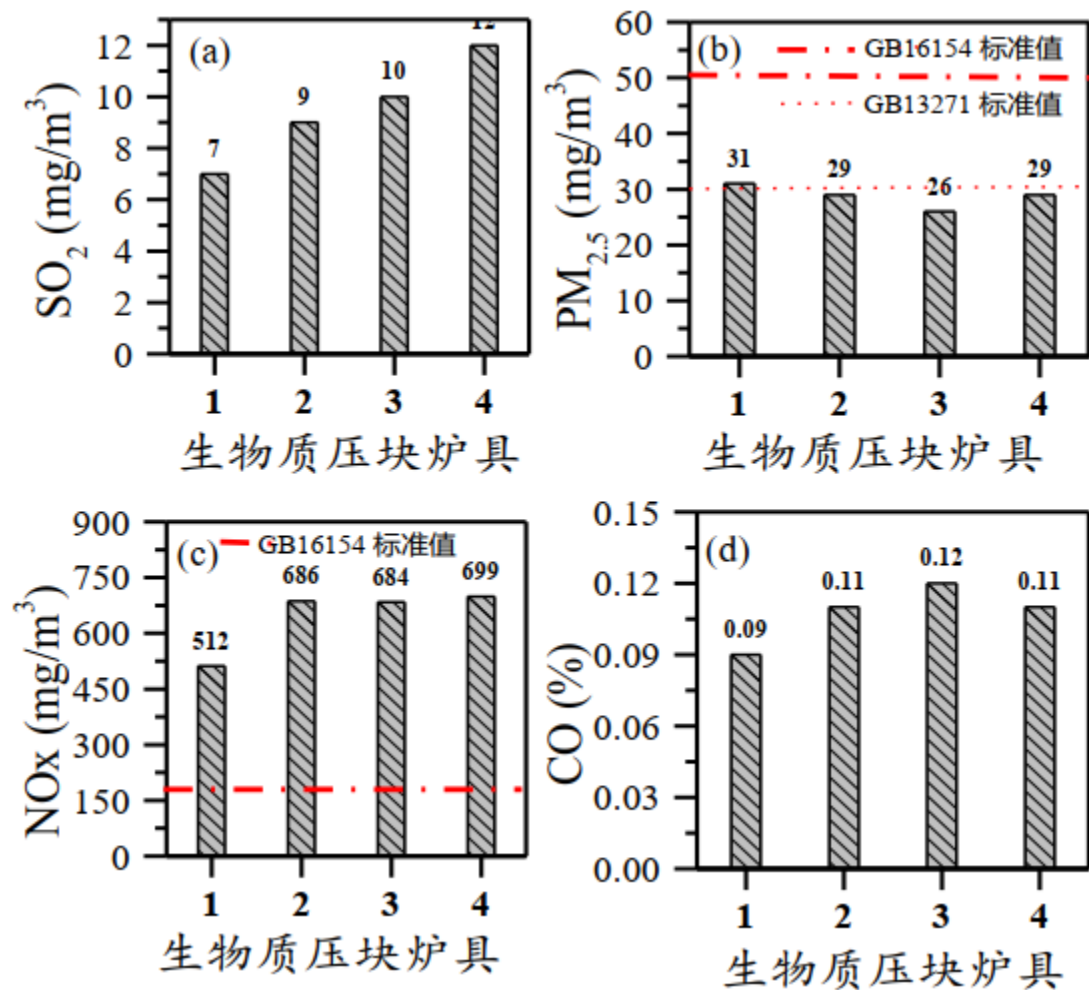
“领跑者” 生物质炉具的污染排放



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_{2.5}的平均排放浓度为 26.5 ± 1.9 mg/m³，小于 GB 16154 中规定的颗粒物 50 mg/m³ 的限值，在颗粒物减排较为突出。
- NO_x 的平均排放浓度为 166.2 ± 80.5 mg/m³，炉具间测试结果偏差较大，一台炉具排放浓度在 300 mg/m³ 以上，三台炉具超过 150 mg/m³ 的限值。
- SO₂ 的平均排放浓度为 5.8 ± 0.7 mg/m³，接近零排放。

“领跑者” 生物质炉具的污染排放

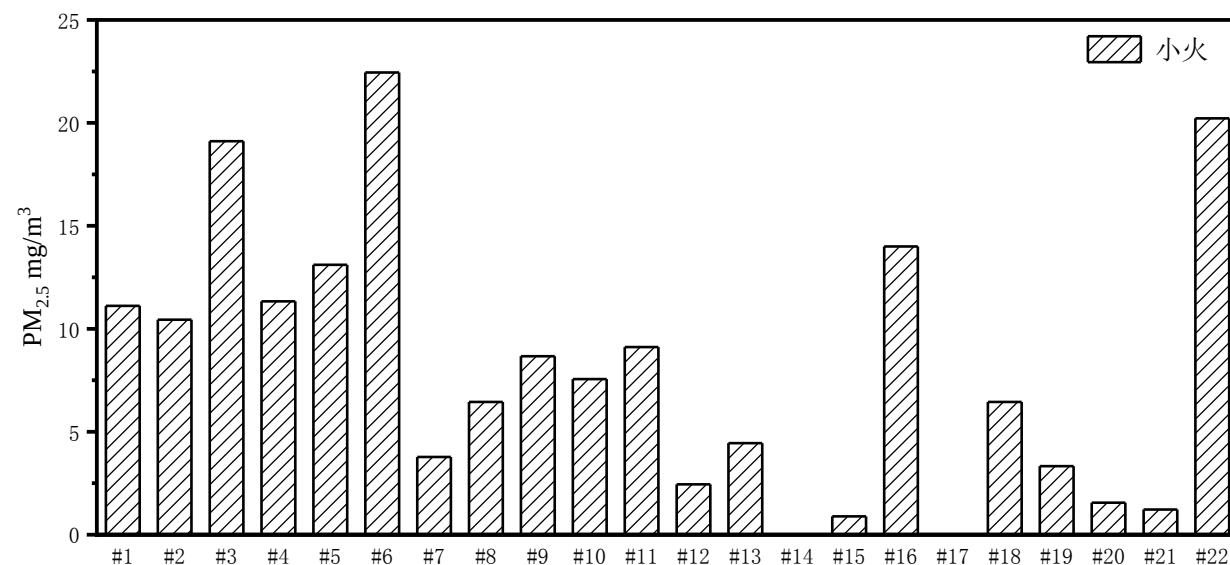
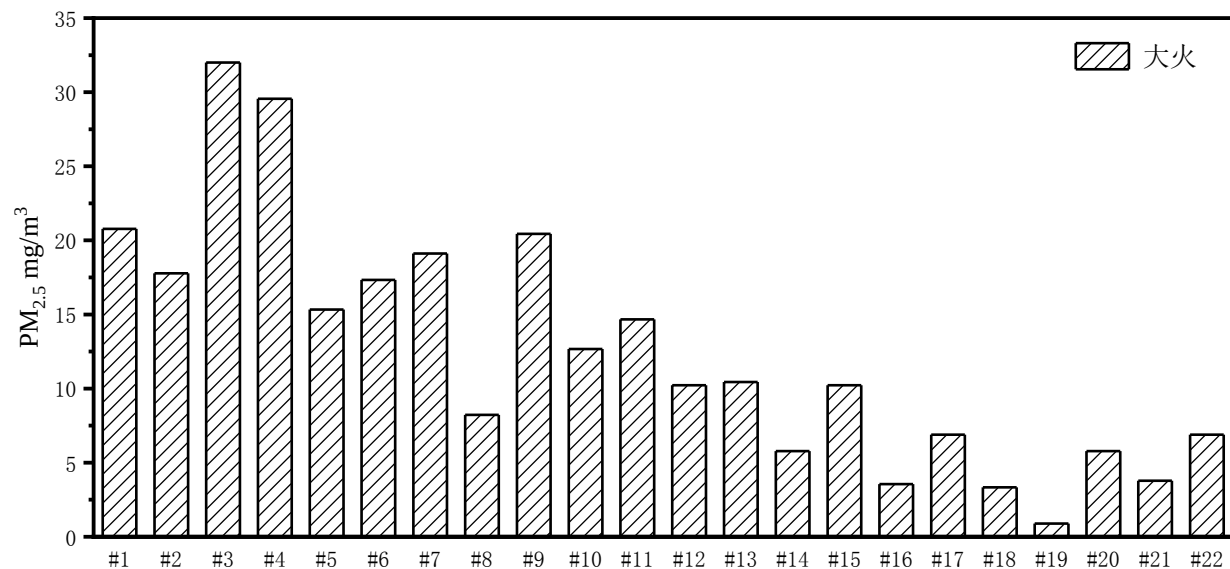


生物质压块炉具污染指标测试结果

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_{2.5} 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 mg/m^3 的限值。
- NO_x 的平均排放浓度为 $645.1 \pm 88.8 \text{ mg/m}^3$ ，均严重超出了 300 mg/m^3 的限值。
- SO₂ 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_{2.5}测试结果

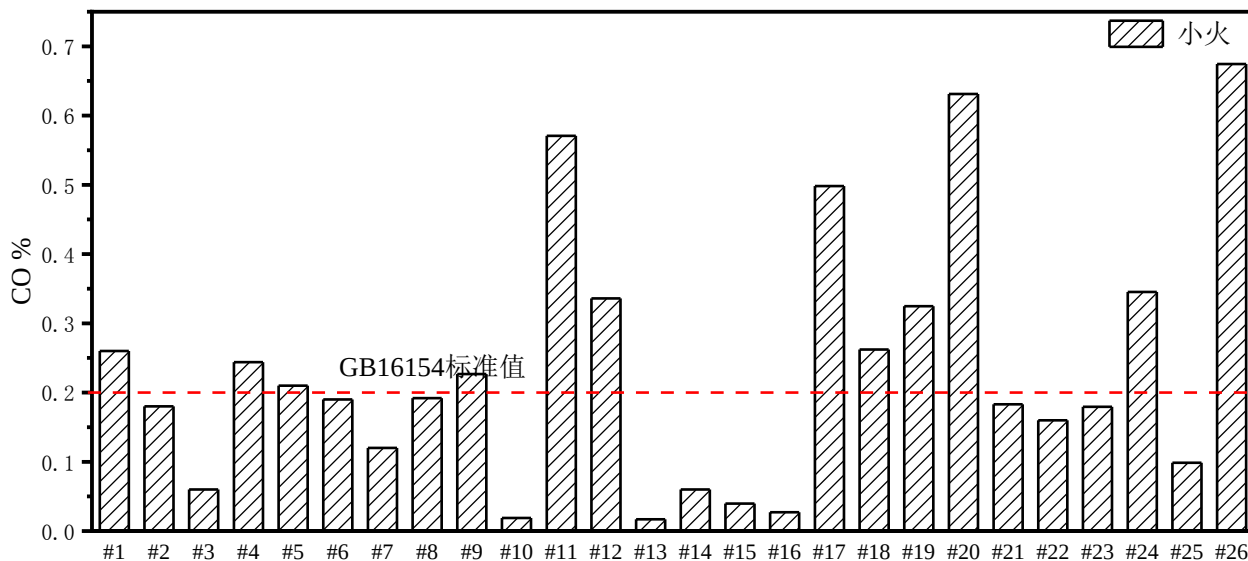
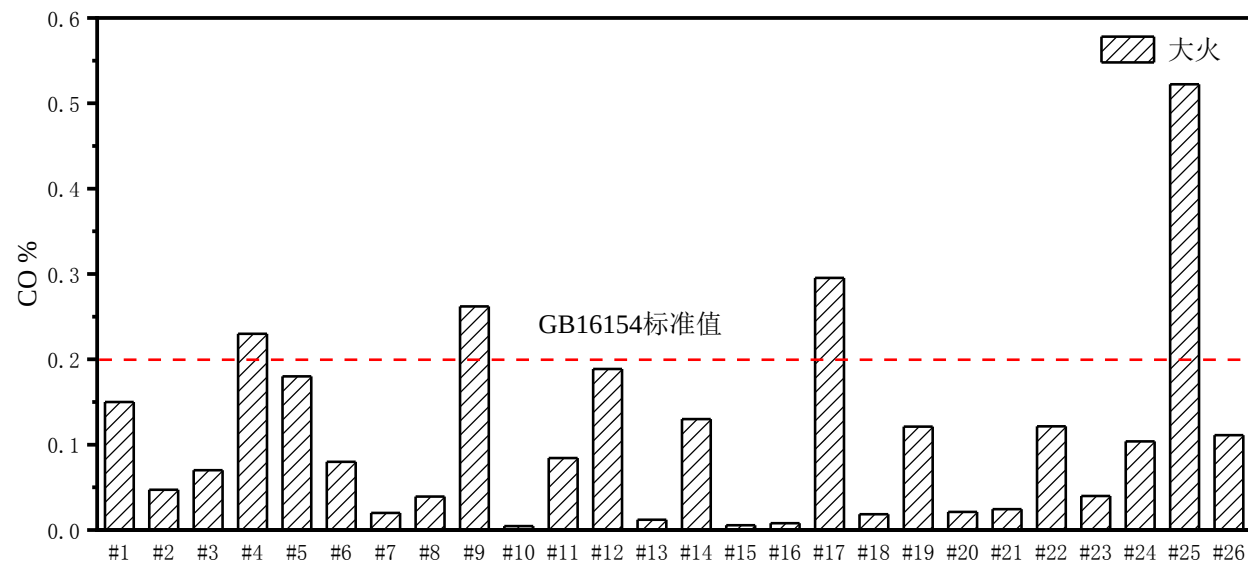
PM_{2.5} 的平均排放浓度:

■ 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/m³ 的限值，且大火时95%炉具均低于30 mg/m³，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

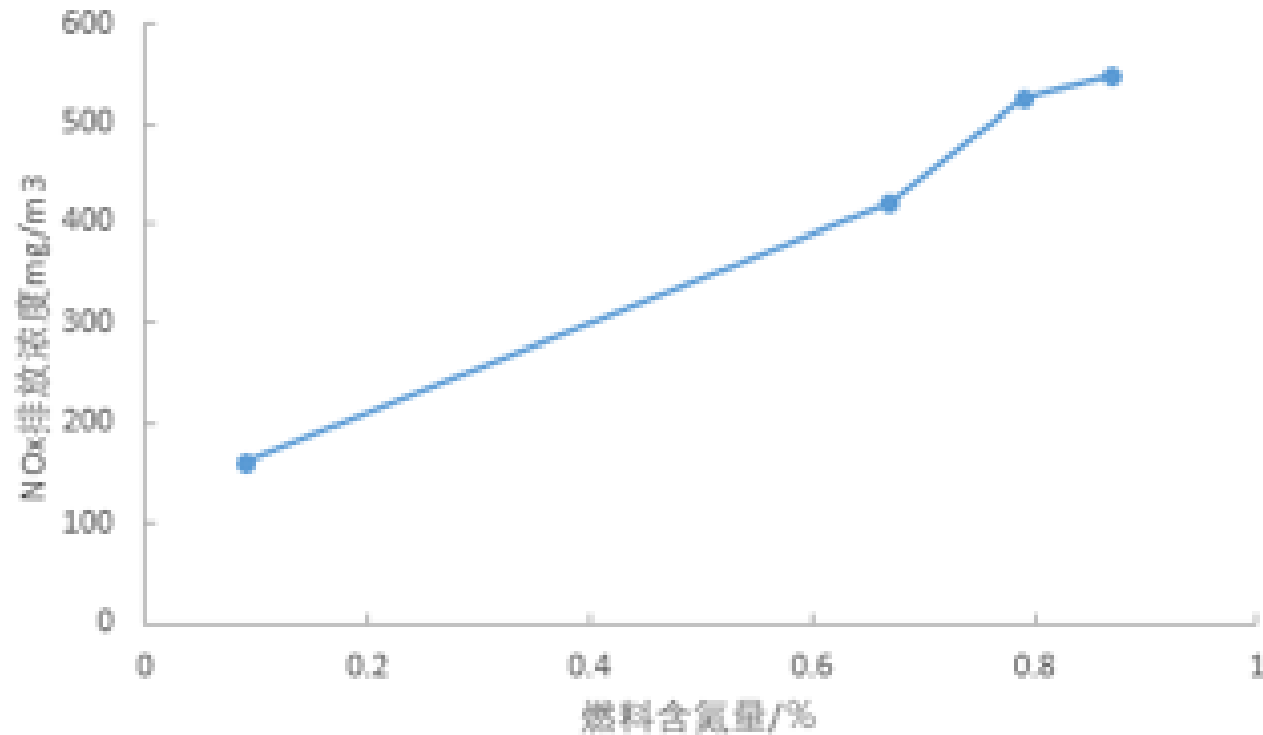
0.2%，炉具间测试结果偏差较大，其中有4台炉具超出规定限值。

■ 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。

阳信生物质炉具的污染排放



- NOx的排放与燃料中含氮量成正比，且高温时容易生成热力型氮氧化物。
- 生物质燃料中含氮量较高，且生物质炉具燃烧时炉膛温度高，故NOx排放量较高。

生物质颗粒炉具NOx测试结果

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	56.99	4.02	0.84	0.07
生物质 秸秆颗粒	14.90	3.62	18.30	66.06	12.02	37.70	5.08	0.48	0.02



水暖煤炉



散煤

- 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、CO₂、NO_x、SO₂和PM_{2.5}



自动进料生物质炉



手动进料生物质炉



秸秆颗粒

实地生物质炉具的污染物排放

2、污染物排放特征

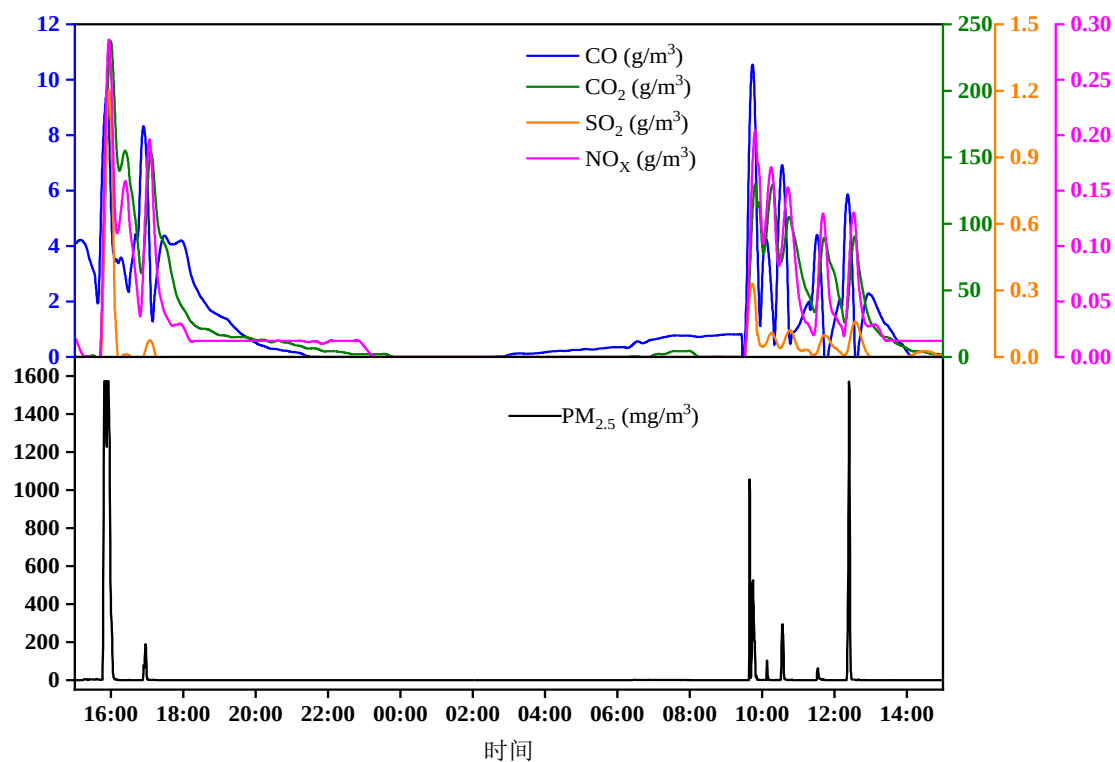


图1 煤炉烟气污染排放特征

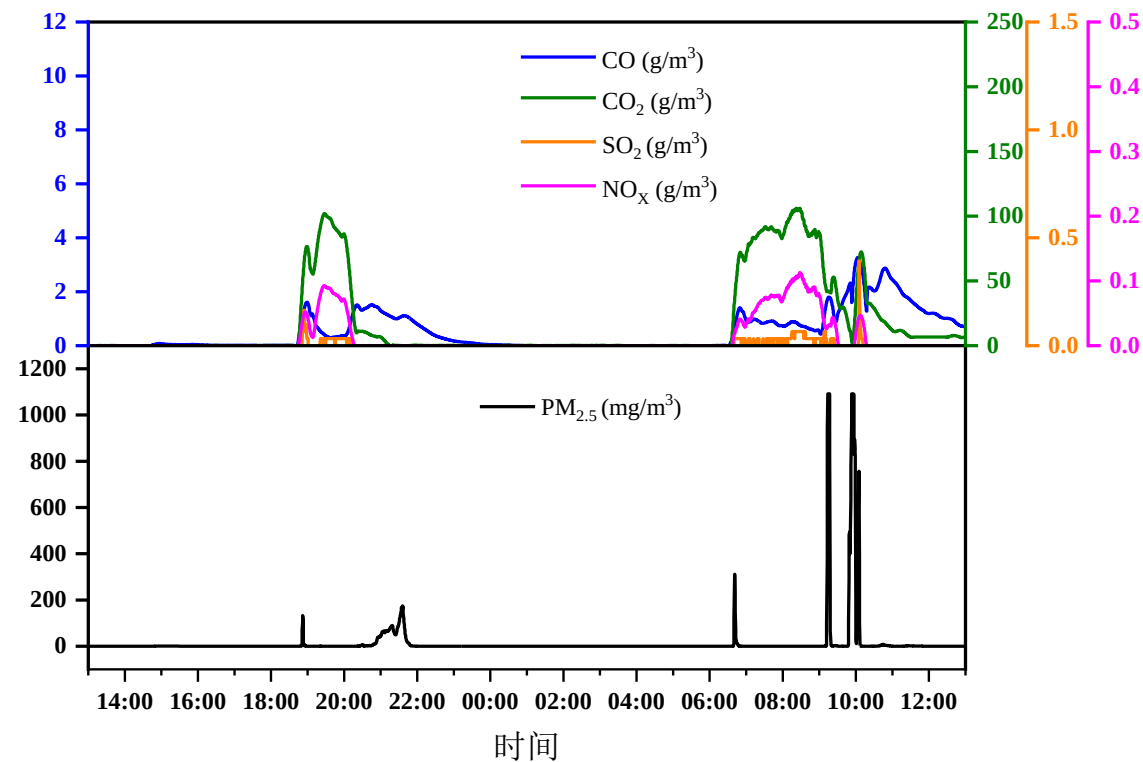


图2 生物质炉烟气污染排放特征

- 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 ₂	PM _{2.5}	NOx
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_{2.5}:自动进料（生）≈手动进料（生）<煤炉

NOx:自动进料（生）>手动进料（生）≈煤炉

SO₂：自动进料（生）<手动进料（生）<煤炉

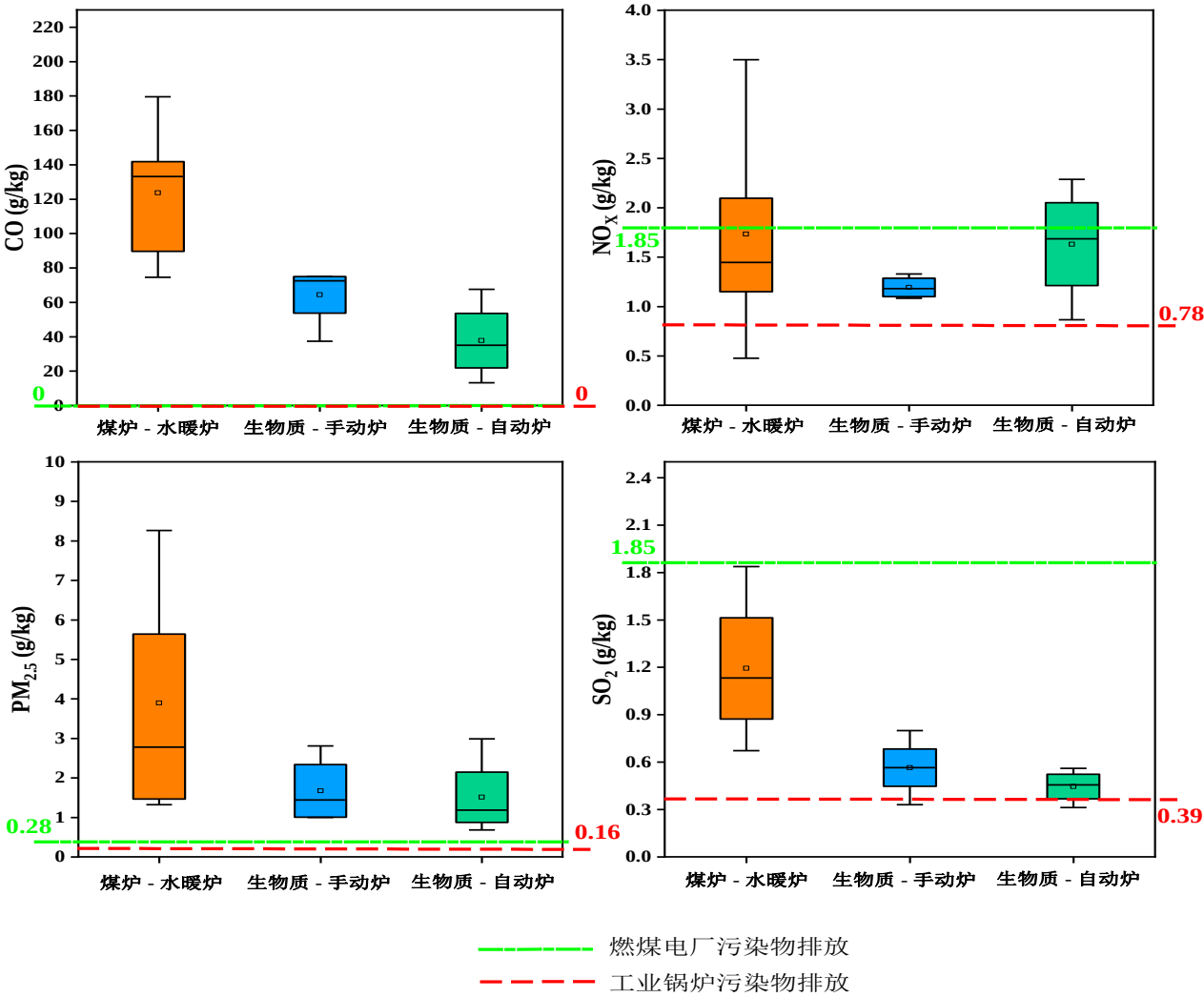


图3 基于单位燃料质量的污染物排放因子

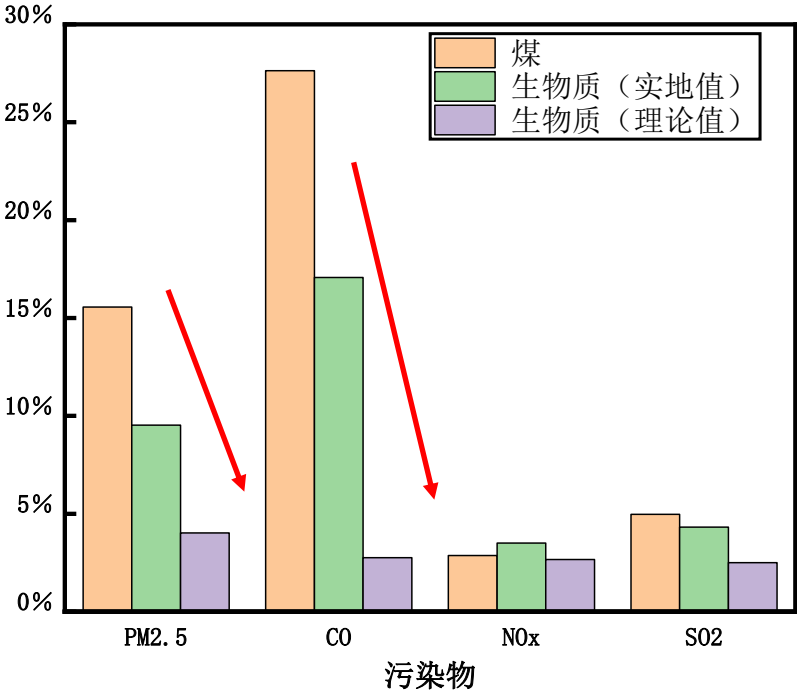
实地生物质炉具的污染物排放

4、污染物排放总量及排放贡献

表3 实地测试散煤和生物质排放总量和排放贡献率

污染物	农户取暖排放总量(万吨)		黑龙江年排放总量(万吨)	排放贡献	
	散煤	生物质		散煤	生物质
PM _{2.5}	4.99	3.06	32.07	15.56%	9.53%
CO	158.67	98.00	574.23	27.63%	17.07%
NO _x	2.22	2.71	77.40	2.87%	3.50%
SO ₂	1.53	1.33	30.71	4.97%	4.32%

图4 排放贡献率的对比



注：排放因子理论值为《生物质燃烧源大气污染物排放清单编制技术指南》中户用生物质炉具燃烧生物质成型燃料排放系数推荐值。

- PM_{2.5}，CO和SO₂的排放贡献：生物质<散煤
- 但是，在实地测试的污染物的排放贡献高于理论值。
- PM_{2.5}，CO是主要污染物，需要重点关注，进一步减排。

目录

- ① 生物质炉具技术发展历程
- ② 生物质炉具的污染与排放情况
- ③ 生物质炉具的标准化建设情况
- ④ 其他发展中国家生物质炉具发展情况
- ⑤ 欧洲生物质炉具技术及发展现状
- ⑥ 阳信生物质炉具供暖案例分析
- 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

截止目前，全县生物质炉具推广**40762**户。生物质锅炉在**23**个村为**3550**户供暖。取暖效果较好，村民普遍满意。

- ❑ 户用生物质炉具：炉具补贴2000元，燃料每吨补贴600元，每户每年不超过2吨；
- ❑ 生物质集中供暖：村内锅炉购置和锅炉房（换热站）及供暖管网建设每户一次性补助5000元，暖气片每组补助不超过1000元；
- ❑ 群众可利用农林废弃物按照比例兑换生物质燃料，进一步降低运行费用。



阳信生物质炉具供暖案例分析

阳信县某小学引进欧洲生物质锅炉技术与产品

- 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



目录

- 1 生物质炉具技术发展历程
- 2 生物质炉具的污染与排放情况
- 3 生物质炉具的标准化建设情况
- 4 其他发展中国家生物质炉具发展情况
- 5 欧洲生物质炉具技术及发展现状
- 6 阳信生物质炉具供暖案例分析
- 7 存在的问题
- 8 思考与建议

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）

目录

- ① 生物质炉具技术发展历程
- ② 生物质炉具的污染与排放情况
- ③ 生物质炉具的标准化建设情况
- ④ 其他发展中国家生物质炉具发展情况
- ⑤ 欧洲生物质炉具技术及发展现状
- ⑥ 阳信生物质炉具供暖案例分析
- ⑦ 存在的问题
- ⑧ 思考与建议

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）

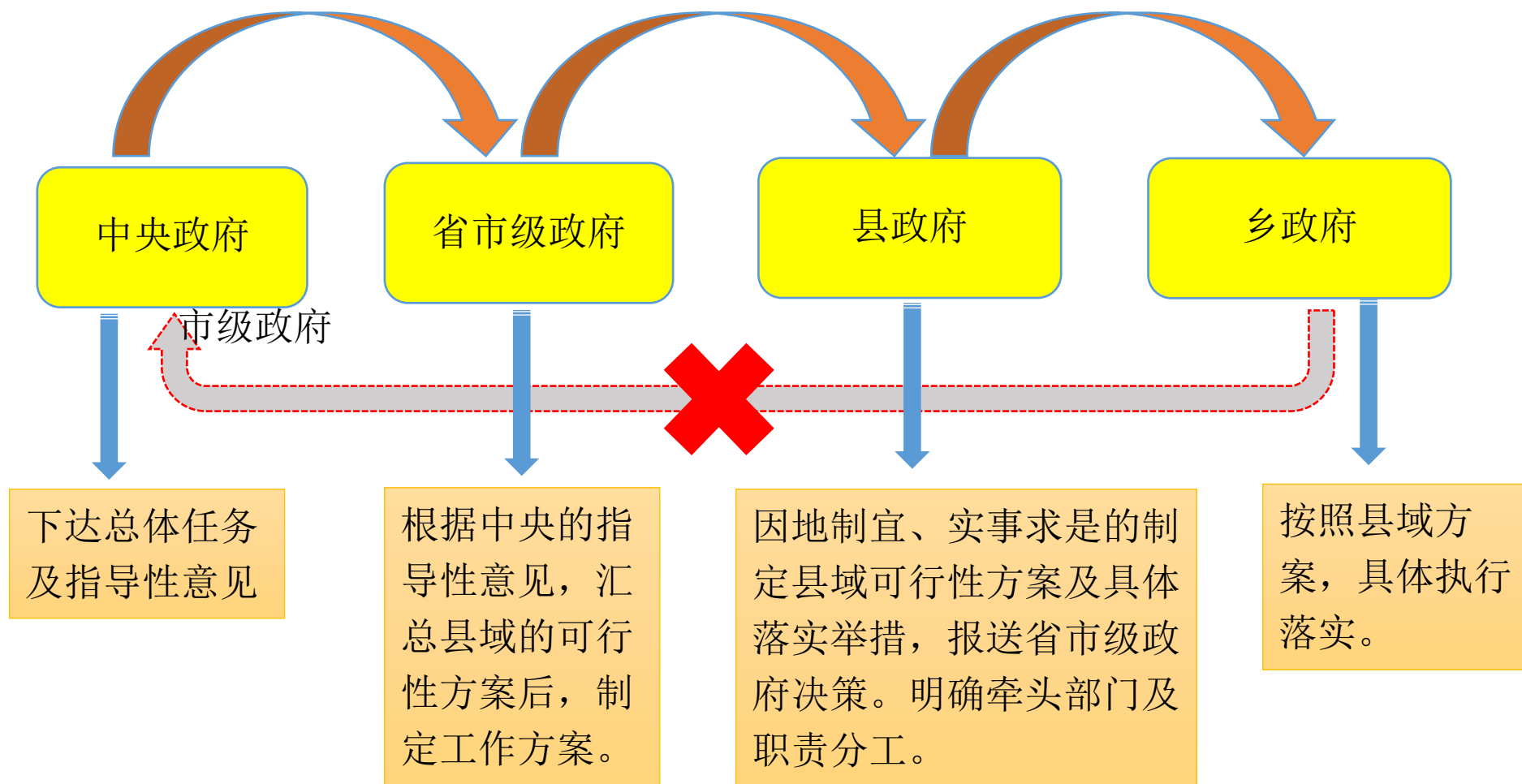
煤改清洁煤：人口密度低、居住分散的农村或山区（如山西、陕西、内蒙古）

* 控制散煤质量使其符合现行标准就可以大幅降低SO₂和PM_{2.5}排放

事半功倍

改善房屋结构，提升房屋保温性能

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



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

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

以为人民服务为中心

打赢蓝天保卫战

打造中国特色的生物质采暖全球品牌

