

建筑能耗与雾霾

同济大学 龙惟定

减少雾霾，改变能源结构，用清洁能源

- 我国去年**GDP**增长**7.4%**，煤炭消费量减少**4%**，使**2014年CO₂**排放较**2013年**降低**1%**。
- 煤炭减少，很大程度有赖于天然气的应用。



天然气燃烧产物PM2.5总量低比例高

- 对蜂窝煤、天然气和液化石油气等3种民用燃料同时进行定量燃烧，采集和测定燃烧产物中不同粒径颗粒物的含量及构成比：
- 3种燃料燃烧生成的颗粒物均以PM10为主，分别占TSP 的95.73%、85.98%、77.87%。
- 但在PM10中，PM2.5和PM2.5-10的构成比分别为：
 - 天然气：95.73%， 4.27%
 - 液化石油气：51.52%， 48.48%
 - 蜂窝煤：93.56%， 6.44%
- 蜂窝煤产生的PM2.5约为天然气的13倍、液化石油气的30倍。
- 可以认为天然气燃烧排放的TSP中主要是PM2.5。

天然气用作建筑能源

- 比燃煤好得多，但使用不当，同样有污染问题。
- 燃气锅炉有《锅炉大气污染物排放标准（**GB 13271-2014**）》严格规定颗粒物排放低于**20mg/m³**。
- 燃气内燃机有《固定式内燃机大气污染物排放标准（**DB 11/2056-2013**）》严格规定颗粒物排放低于**10mg/m³**。
- 燃气采暖热水炉（壁挂炉）没有查到排放标准。
- 有些国外品牌执行欧洲标准，测定颗粒物排放低于**10mg/m³**。

燃气采暖热水炉更适合独立住宅

- 点式排放，易于扩散
- 在高层高密度高容积率住宅区安装，相当于数千个排放点的面式排放



城区尺度

- 有些城区能源规划提出：本区域**PM2.5**浓度水平比当地低**xx%**，本区域热岛效应比当地低**x.x**度。怎么实现？加罩？不可能。唯有模拟。
- 正确态度是“不添乱”，“少贡献”。其中主要就是合理使用能源。
- 可再生能源集成应用，降低化石燃料比例，污染排放集中排放，提高效率，这些都应该是合理使用能源和减少**PM2.5**贡献的措施。

集中就好吗？

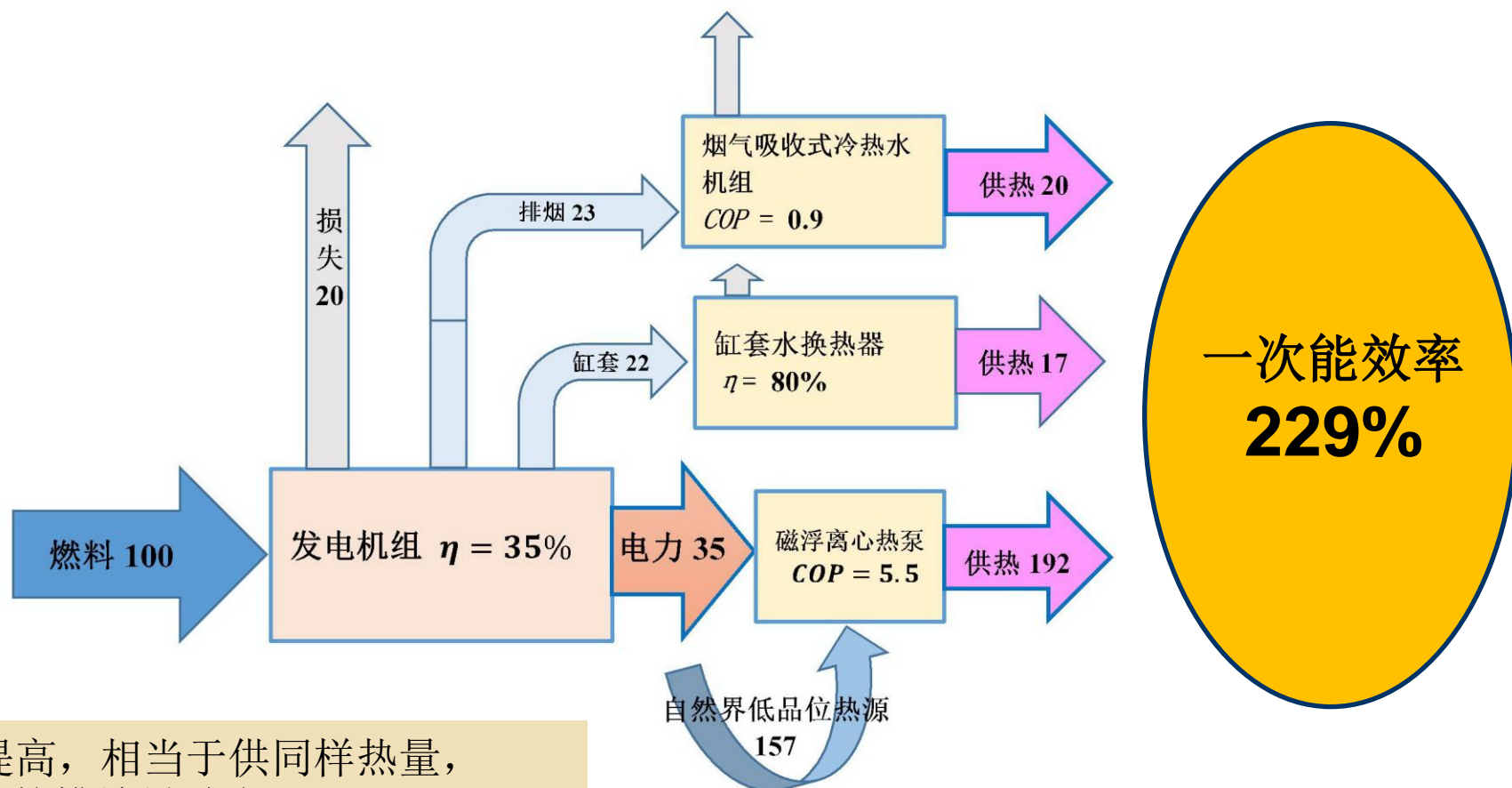
- 以供冷供热为目的的天然气应用，力推分布式能源热电联产
- 热电联产的综合一次能源效率要求达到**70%**
- 供热，燃气壁挂炉的能效能达到**90%**
- 供冷，燃气直燃机一次能效也能达到**120%**
- 问题是热电联产主产品是电，副产品才是热
- 不考虑用电，只考虑用热，是本末倒置

好比酿酒

- 电是好酒，热是制酒的废弃物，是酒糟。
- 电力部门是酒类专卖商，不愁酒的出路，试图将酒糟也利用起来，增加收益；
- 不允许卖“私”酒，如果也只考虑利用酒糟，而把酒廉价卖给专卖商，是做赔本买卖、舍本求末；
- 所以，好酒要自己喝。



第三代分布式能源热电联产+热泵（CHP+HP）的供热模式能效



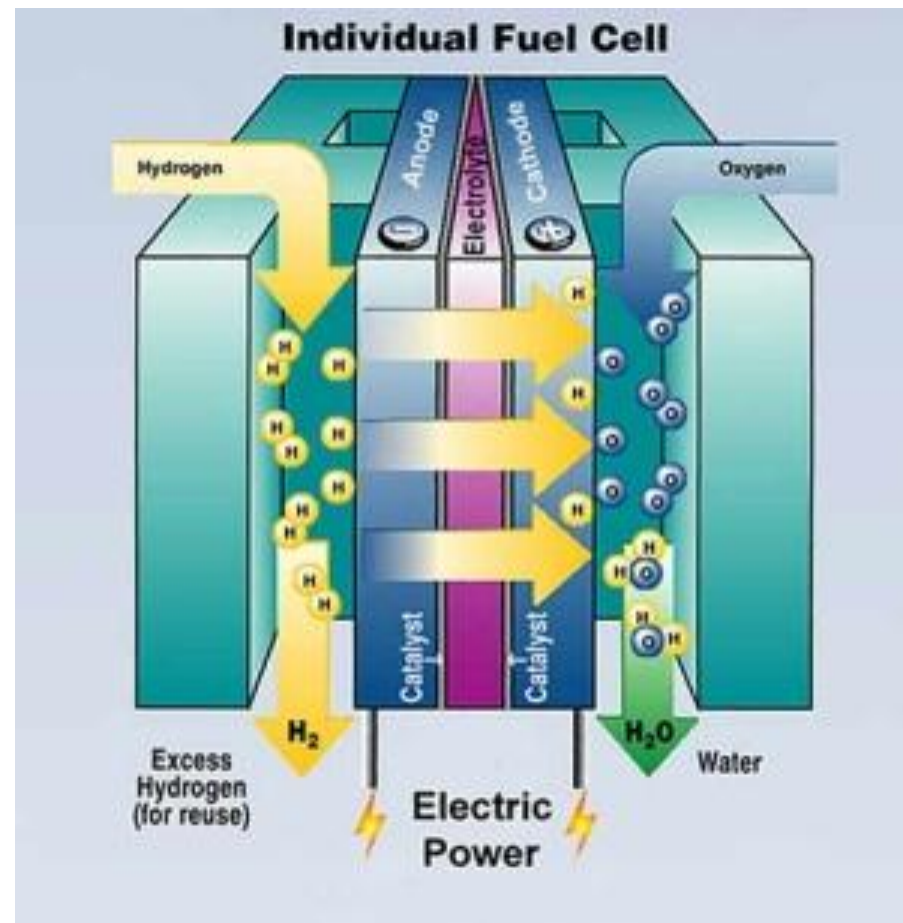
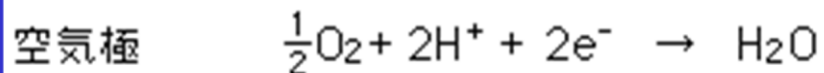
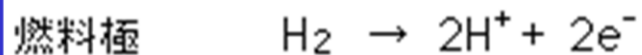
能效提高，相当于供同样热量，
PM2.5的排放量减少

改变天然气使用方式：燃料电池（Fuel Cell）

燃料在阳极催化反应成电子和离子，电子进入外电路，离子经电解质到阴极；

在阴极离子与空气中的氧反应形成副产品水。

水的电解反应的逆反应：



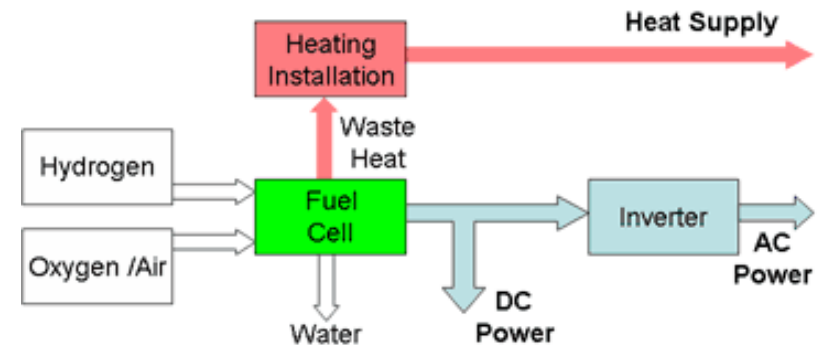
燃料电池热电联产

燃料电池3种用途：

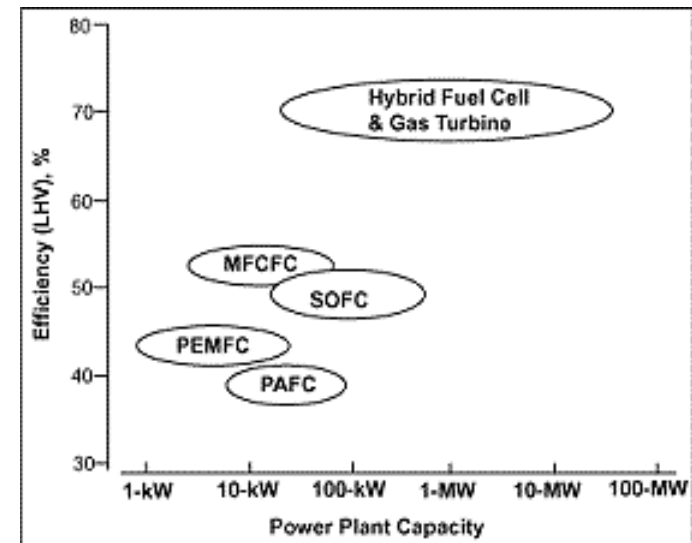
- 汽车
- 便携式
- 站式

美国**2012**发展最快是站式（热电联产），达**166.7MW**。

用**PEMFC**的家用小型热电联产系统效率达到**95%**



Fuel Cells used in CHP Applications



Fuel Cell System Efficiencies

我们收获什么？

- 多视角观察雾霾问题
- 雾霾问题从本质上说是经济结构问题
- 节能是减排的最好措施
- 给雾霾“商机”泼冷水
- 每个人每个专业都不给雾霾“添乱”，都给减排做贡献。