生物质热风炉供热方式的技术经济可行性分析

饶阳[1]，冯一鸣[2]，丁剑红[2]，张群力[1]

（1.北京建筑大学北京市供热、供燃气、通风及空调重点实验室，北京市节能减排2011协同创新中心，北京100044；2.伊尔姆环境资源管理咨询(上海)有限公司中国总部。上海200080）

摘要：本文研究了生物质热风炉供热方式替代天然气热风炉供热方式的技术经济可行性与适应性。基于某既有天然气热风炉供热项目的工艺流程及其设计温度、供热量、送风量等参数需求，建立了生物质热风炉供热方式替代天然气热风炉供热方式的技术经济性分析模型与适宜性评价指标。对比分析了两种不同供热方式在关键技术成熟度、初投资、年运行费、运行维护、运行风险以及政策导向等方面的差异，为生物质热风炉供热方式的推广应用提供参考依据。

我国生物质资源丰富，每年可利用的生物质资源量能折合6亿~7亿吨标准煤。生物质利用的基本方式有压缩固化、液化或气化为高品位燃料供发电和动力等使用。现在比较成熟的技术是生物质燃烧技术。国内外对生物质能源的应用领域和应用方式的探索越来越多，2012年Carl-Mikael WIKLUND等人14进行了生物质在炼铁时作为辅助还原剂的可能性研究。2015年PRNewswire对全球及美目的生物质发电所用原料和技术进行分析，认为生物质发电将持续增长。2007年刘圣勇等人_6J证实了生物质成型燃料热风炉低温干燥玉米的试验。2011年罗平等人J研究了生物质热风炉在蔬菜大棚的应用，取得了好的效益。本文针对某T厂既有天然气热风炉供热项目，基于其工艺流程及其所需的温度、热量、风量等设计参数，建立数学模型和适宜性评价指标，分析了生物质热风炉供热替代天然气热风炉供热的可能性。研究分析表明生物质热风炉具有经济性，但设备成熟度和运行安全需进一步提高。

1热风炉供热参数要求及现状

在某工厂生产二氧化硅产品的工艺中，需要利用天然气热风炉产生高温参数的热风加热，该产品用于口腔护理，故所需的高温热风需要达到食品级洁净程度。由于天然气价格较高，并且预计天然气价格未来存在上升趋势E8。同时该工厂所在城市有充足的生物质燃料供应，故考虑在新的生产线建设中采用生物质热风炉供热方式替代天然气热风炉。该项目工艺所需求的热风参数如表1所示。

表1　生产工艺需求设计参数

供热形式	热风，且需要达到食品级洁净
供热温度	400－700℃，在此范围内越高越好
供热功率	9304kW
供热风量	热风温度为700℃时，风量为40,000m³/h 热风温度为400℃时，风量为70,000m³/h

根据以上工艺参数需求，基于政策支持、技术可行性、经济可行性和运行维护风险等角度，对比分析了用生物质热风炉替代常规天然气热风炉的可行性与适宜性。

2天然气热风炉与生物质热风炉供热原理

2.1天然气热风炉供热方式

天然气热风炉燃烧排放的高温烟气的温度及风量等参数与所需的设计参数有所不同，故需与一定量的洁净空气预先混合，当混合后的气体满足设计所需参数时，通过鼓风机输送到生产车间，供热原理如图1所示。

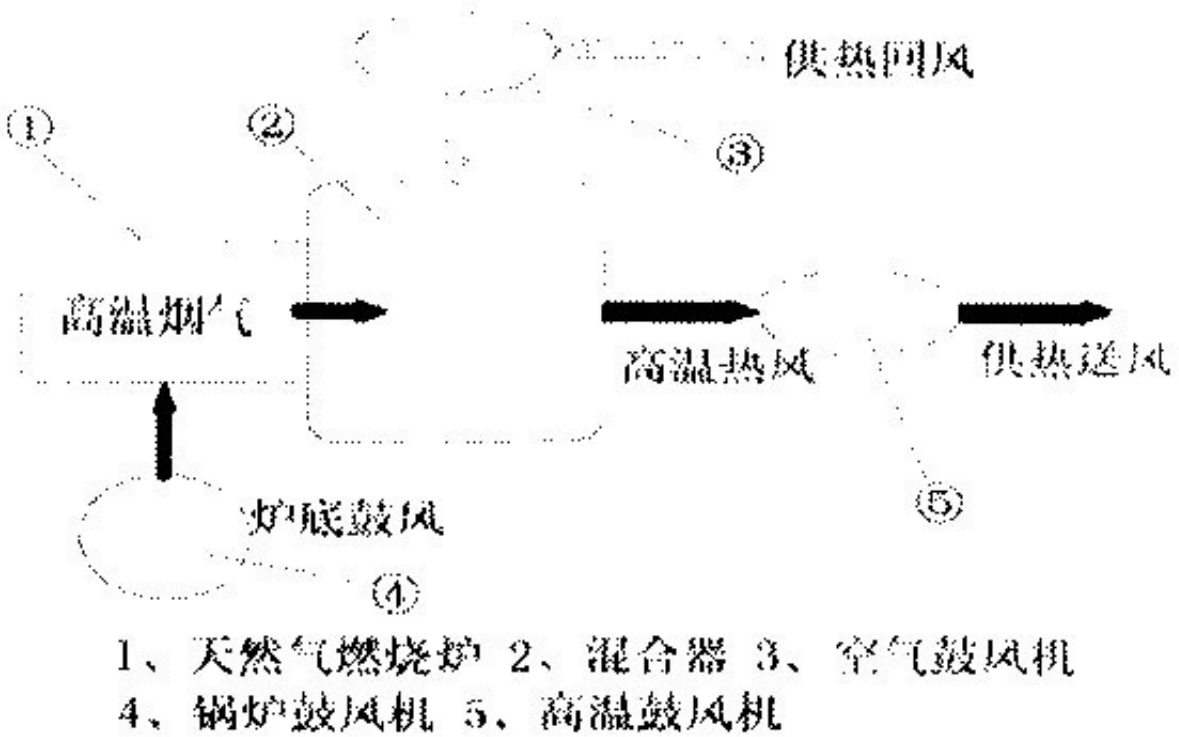

图1　天然气热风炉供热原理示意图

2.2生物质热风炉供热方式

生物质热风炉燃烧后的气体需先经过除尘器除尘，除尘后的气体在间接式换热器内加热供热回风或洁净冷空气。被加热的洁净气体在满足设计参数要求的条件下，被送到生产车间。降温后的燃烧产物一部分经循环风机进入到燃烧炉内用于调节燃烧气体出口时的温度，另一部分经脱硫脱硝除尘器净化后，经引风机排入烟囱，供热原理如图2所示。

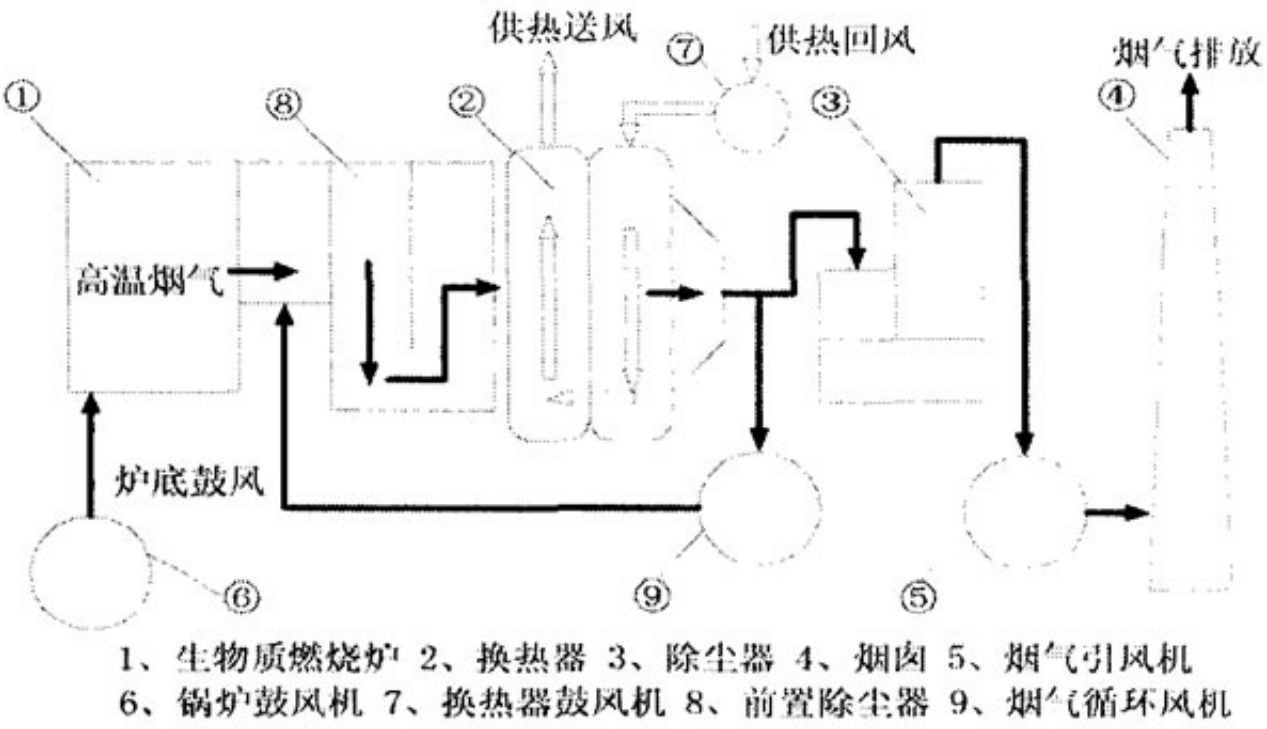

图 2　生物质热风炉供热原理示意图

3两种供热方式的技术及经济性分析

3.1技术性分析

(1)对于天然气热风炉，燃烧产物经过检测后可直接利用，又因直接接触式换热器效率高达较高，故整个系统的操作简单、技术成熟且满足洁净度方面的要求；(2)对于生物质热风炉，生物质热风炉采用间接式换热器，供热效率较低，且运行前，要求有检测装置；运行时，要求对除尘后的烟气进行实时达标性检测，这就要求有比较完善的智能化系统，或者要求24小时人工检测，故整个系统的操作复杂，技术不够成熟；(3)相对于天然气热风炉，生物质热风炉应用技术复杂、供热效率较低且净化效果不是很明显，故在技术操作上，天然气热风炉相对于生物质热风炉上更简单、成熟。

3.2经济性分析

3.2.1经济性分析数学模型

两种供热方式每年的总投资计算模型见公式(1)所，其中，初投资、年运行费及其燃料费的计算模型分别见公式(2)、(3)、(4)。

$Q_z = Q_c/N + Q_y$ （1）；$Q_c = Q_{rs} + Q_{fs} + Q_{ts}$ （2）；$Q_y = Q_{rl} + Q_{ry} + Q_d$ （3）；$Q_{rl} = Q_{yl} + Q_{jg}$（4）。式中，Q_z —每年的总投资，万元/年；Q_c —设备、厂房等初投资，万元；Q_y —年运行费，万元/年；Q_{rl}—燃料费，万元/年；Q_{rs}—燃烧设备费，万元；Q_{fs}—风机设备费，万元；Q_{ts}—脱硫脱硝设备费，万元；Q_{ry}—人员每年工资基金，万元/年；Q_d —动力年耗电费，万元/年；Q_{yl}—原材料费，万元/年；Q_{jg}—原材料加工费，万元/年；N—折旧年限，本文取 20 年。

3.2.2经济性分析数值结果

(1)燃料费。由经济性分析数学模型(4)可知，生物质燃料费包括原材料费及其加工费，其中生物质原料费计算方法如下：从当地农户处购买的生物质原料价格(包含了运输成本)。原料价格受含水量的影响变化较大，通常含水量为20%的生物质原料价格为400元／吨，含水量为50%的生物质原料价格为300元／吨；生物质原料的加工费计算如下：将生物质原料压块成型或做成颗粒等的加工费用一般为400~500元／吨。生物质原料及燃料价格区间如表2所示，本文取生物质燃料费用为800元／吨；调研分析后，本文取天然气的燃料费为4.5元／m^3。

表 2　生物质原料及其燃料价格

原料价格(元/吨)		燃料价格(元/吨)			
木屑	350－400	木屑块	650－750	木屑颗粒	800－900
秸秆	250－300	秸秆块	600－700	秸秆颗粒	750－850

(2)设备与人员费。天然气热风炉效率为95%，生物质热风炉效率为81%。各环节所用设备均取三方报价中的最低价，人员费用取所在城市参加此类工作人员的平均工资，电价均取0.5元／kWh。两种供热方式的设备初投资及一年内的各种运行费如表3所示。

表 3 两种供热方式的设备及人员费

各项费用 / 类型	风机电费（万元）	人员费（万元）	燃料费（万元）	脱硫脱硝设备(万元)	风机设备（万元）	燃烧设备（万元）
天然气热风炉	5	30	3677	0	5	375
生物质热风炉	7	65	1977	73	7	680

(3)初投资及年运行费。由经济性分析数学模型(1)、(2)、(3)可得出设备的初投资、年运行费和年总投资，具体内容如图3所示。

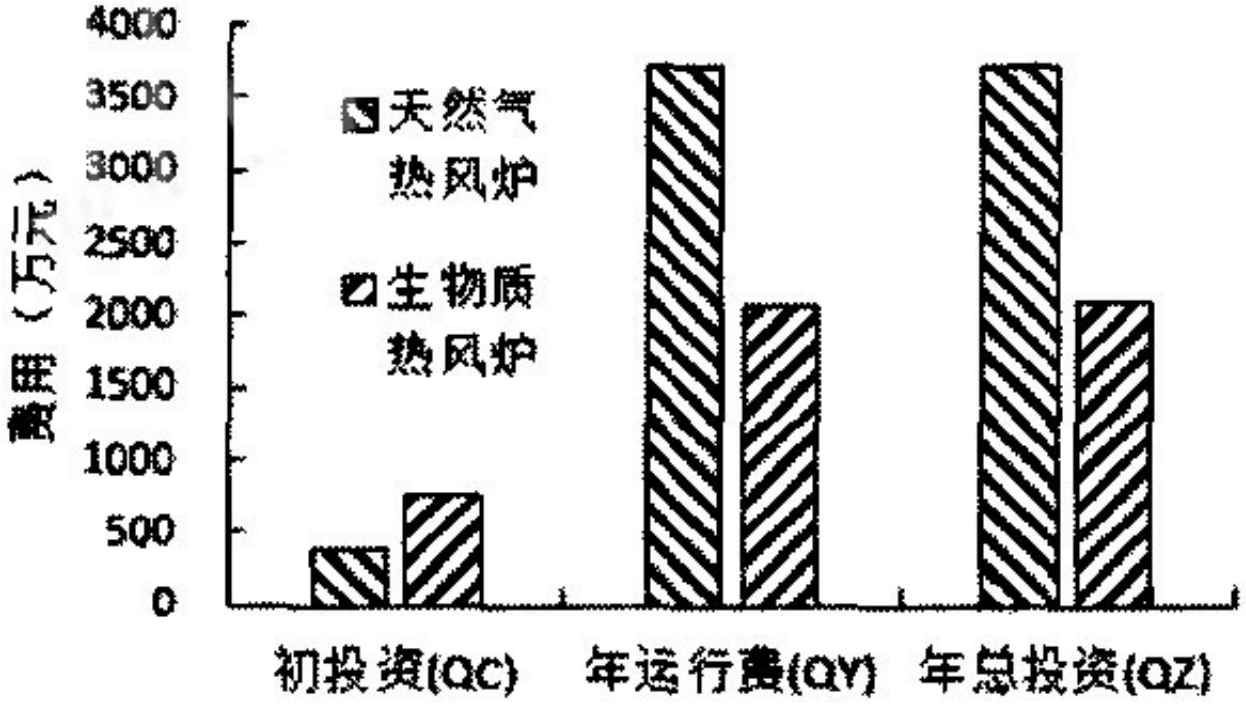

图3　两种供热方式各项费用分析图

3.3经济敏感性分析

由以上数据可知，生物质热风炉的年总投资仅是天然气热风炉年总投资的图3两种供热方式各项费用分析图56%，用Q_{Zs}／Q_{Zt}
表示生物质热风炉年总投资与天然气热风炉年总投资的比值。因生物质热风炉技术的设备费和燃料费的波动对经济性影响较大，故分析设备费和燃料费这两个变量在±100%的变化范围内对生物质热风炉年总投资的影响。在一个因素变化时，另一个因素保持不变。计算结果见表4，敏感性分析结果见图4。

表4　不确定性因素的变化幅度及变化值

因素＼变化幅度	-100%	-80%	-60%	-40%	-20%	0	20%	40%	60%	80%	100%
设备费(万)	0	152	304	456	608	760	912	1064	1216	1368	1520
燃料费(万)	0	395	791	1186	1582	1977	2372	2768	3163	3559	3954

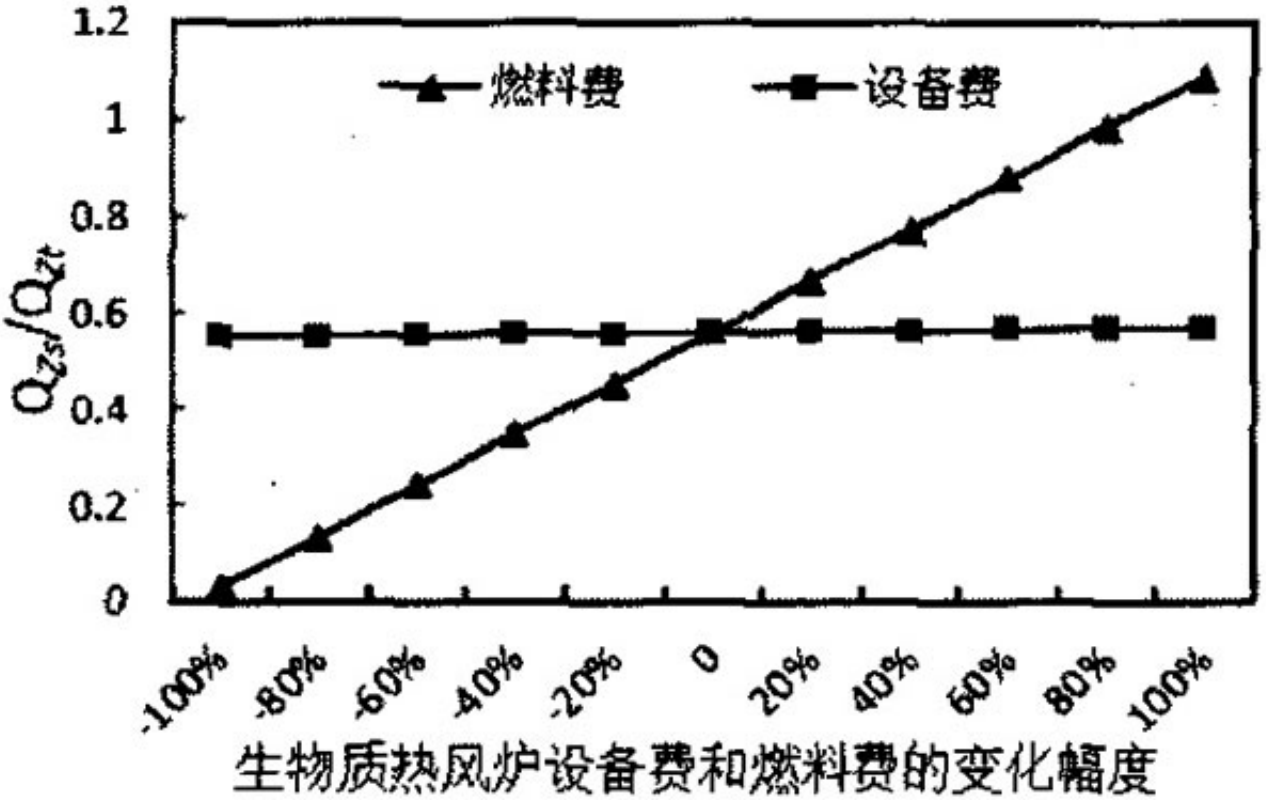

图4　项目敏感性分析图

由图4可知，生物质燃料费对Q_{Zs}/Q_{Zt}的影响更大，是Q_{Zs}/Q_{Zt}的敏感性因素。

4可行性分析

由可行性评价指，标，分析两种供热方式在经济、政策、技术和运行风险方面的差异，具体内容如表5所示。

表 5　评价指标及内容

评价指标	评价内容	生物质热风炉	天然气热风炉
经济	初投资	760 万元	380 万元
	年运行费(按全年满负荷计算)	2049 万元/年	3712 万元/年
	年总投资	2087 万元/年	3731 万元/年
政策	有无财政补贴	无	无,若继续使用天然气,则价格下调 16%
技术	供应数量	设备供应企业数量比较少	设备供应企业数量较多
	产品种类丰富性	产品种类不多	产品种类较多
	设备质量安全	一般	较高
运行	运行风险	一般	较低

由表5可知，即便天然气价格下调16%，计算得Q_{Zs}/Q_{Zt}的比值仍小于1，说明生物质热风炉的年总投资仍低于天然气热风炉的年总投资，具有较好的经济性，但技术与设备成熟度欠妥，考虑到年运行成本较低，如若生物质热风炉可以保证设备的安全性和技术的熟练性，建议选用。

5结论

本文按照某工厂的生产工艺要求，对生物质热风炉替代天然气热风炉供热方式的技术经济性进行对比分析，得出结论如下：(1)从经济性方面考虑，在相同供热负荷和装机容量下，考虑设备折旧年限为20年时，生物质热风炉的年总投资要比天然气热风炉的年总投资低44%，因此，生物质热风锅炉供热方式在经济运行方面具有优势和可行性；(2)在技术应用推广方面，该项目所需的生物质热风炉对温度、热量和洁净度的要求比较高，现有满足该项目所需参数的生物质热风炉国产化产品型号不足，运行安全有待保证。由于产品设备不足，增加了该技术在该项目的推广风险和难度。如果该技术可选的产品型号与生产厂家比较多，运行安全性有所保障时，该技术具有较好的可行性；(3)针对不同地区、不同用途的生物质供暖方式的推广应用，需要利用技术经济性分析模型对其推广应用进行分析，并从设备成熟度及当地的政策扶持程度合理判别其适用性。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/139701.html