

Feasibility Study on Self-use and Clean Heating of Inner Mongolia Affordable Wind Power——Based on the Investigation of Heating Status in Inner Mongolia

Shangwei Liu

Inner Mongolia Datang International New Energy Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010050, China

Abstract

Inner Mongolia Autonomous Region in China has a large amount of coal-fired heating emissions, causing serious pollution to the atmosphere. Through the investigation of the current status of heating in the Inner Mongolia Autonomous Region of China, the applicable conditions of the three main heating methods of cogeneration, “coal-to-gas” and “coal-to-electricity” used in the comprehensive rectification of coal-fired boilers are analyzed. Combined with the abundant wind resources of the Inner Mongolia Autonomous Region of China, a plan for self-sufficient clean heating of affordable wind power is proposed. Through the analysis of the feasibility of the program, the main factors restricting the promotion and application of the project are discussed. It is pointed out that it is feasible and economically feasible to implement the low-cost self-use clean heating of the affordable wind power. At the same time, enterprises can participate in wind power clean heating to win the right to develop wind resources, expand the installed capacity of wind power, and increase the proportion of renewable energy.

Keywords

coal-fired emissions; low-cost wind power spontaneous self-use clean heating; renewable energy ratio

内蒙古平价风电自发自用清洁供暖可行性研究——基于对内蒙古供暖现状的调查

刘尚伟

内蒙古大唐国际新能源有限公司，中国·内蒙古 呼和浩特 010050

摘要

中国内蒙古自治区燃煤供暖排放量大，对大气造成严重污染。通过对内蒙古自治区供暖现状的调查，对全面整治燃煤锅炉采用的热电联产、“煤改气”和“煤改电”三种供暖主要方式的适用条件进行分析。结合内蒙古自治区丰富的风资源，提出了平价风电自发自用清洁供暖的方案。通过对方案的可行性进行分析，对制约项目推广应用的主要因素进行论述，指出实施平价风电自发自用清洁供暖在政策上和经济上是可行的。同时企业可以通过参与风电清洁供暖争取风资源开发权，扩大风电装机规模，提高可再生能源比例。

关键词

燃煤排放；平价风电自发自用清洁供暖；可再生能源比例

1 引言

近年来，中国内蒙古自治区城镇化建设快速推进，但集中供暖相对滞后，进入冬季，燃煤供暖排放量增大，空气污染水平明显加重，雾霾天气日趋增多，对环境造成严重污染，这不符合国家提出的绿色发展理念，改变现有的状态刻不容缓。

为了解决中国内蒙古自治区燃煤供暖转换效率低、有害气体排放量大的问题。通过对供暖现状的调查，以及对中国

内蒙古自治区整治燃煤锅炉采用的热电联产、“煤改气”和“煤改电”三种供暖主要方式的适用条件进行分析。在此基础上，结合内蒙古自治区风资源丰富但风电限电严重等特点，提出了平价风电自发自用清洁供暖的方案。通过对两种不同运营模式的供暖方案可行性进行分析，对制约项目推广应用的电供热站投资高和用电量大等因素进行论述，指出企业通过参与平价风电自发自用清洁供暖可以扩大风电装机规模，可提高清洁能源比例。平价风电自发自用清洁供暖的实施，在保证相关企业受益的情况下，可减少燃煤引起的污染物排

放，具有显著的社会和环保效益。平价风电自发自用清洁供暖的推广应用，对改善当地的电源结构、微观生态环境和整个华北地区的宏观区域生态环境将具有特殊的意义，符合国家能源结构调整和可持续发展的需要。

2 中国内蒙古自治区供暖现状调研

中国内蒙古自治区地域广袤，所处纬度较高，高原面积大，全区总面积 118.3 万平方公里，占中国土地面积的 12.3%，是中国第三大省区。中国内蒙古自治区下辖 9 市 3 盟和 100 余个旗县区，总人口达 2500 万。盟市政府所在地人口较为集中，其中中国内蒙古呼和浩特市总人口达 210 万、包头市总人口达 230 万，赤峰市、乌兰察布市、通辽市、鄂尔多斯、呼伦贝尔市总人口均超过 100 万。旗县政府所在地，人口相对集中，其他区域人口相对分散，大型城镇人口在 10 万人左右，小型城镇人口在 3—7 万人。

通过调查，了解到全区建筑采暖总面积为 7.8 亿平方米，受资源条件、收入水平、生活习惯等因素影响，供暖主要以燃煤为主。热电联产承担供暖面积为 2.8 亿平方米，占总供暖面积 36%；燃煤锅炉和分散燃煤承担供暖面积为 4.5 亿平方米，占总采暖面积 59%；其它供暖面积为 0.5 亿平方米，占总供暖面积 5%。如图 1 所示。

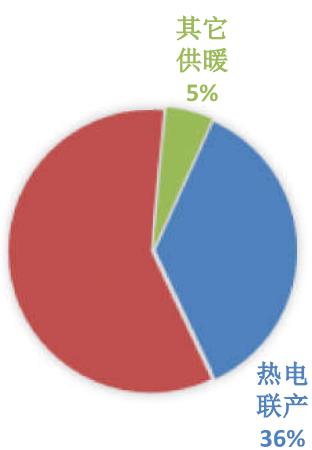


图 1 全区供暖方式占比

盟市中心城区建筑采暖总面积为 3.7 亿平方米，人口居住较为集中，供暖主要以热电联产为主，供暖面积为 2.4 亿平方米，占总供暖面积 67%；燃煤锅炉和分散燃煤承担供暖面积为 0.8 亿平方米，占总采暖面积 22%；其它供暖面积为 0.4 亿平方米，占总供暖面积 11%。中国内蒙古呼和浩特市是燃气及清洁能源供暖占比较高的唯一城市，总供暖面积 11927

万平方米，其中，热电联产供暖面积 3394 万平方米，占总供暖面积的 28%；燃煤锅炉房供暖面积 5594 万平方米，占总供暖面积的 47%；燃气及清洁能源供暖面积 2939 万平方米，占总供暖面积的 25%。包头市、乌海市、通辽市、赤峰市、锡林郭勒盟热电联产供暖占比均超过 90%，呼伦贝尔市、兴安盟热电联产供暖占比均超过 80%。如图 2 所示。

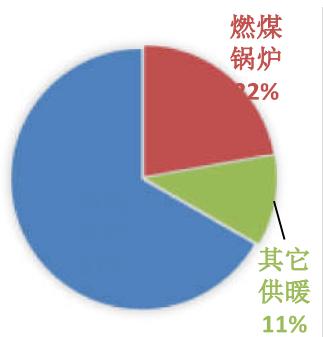


图 2 盟市中心城区供暖方式占比

中小城镇建筑采暖总面积为 4.1 亿平方米，由于人口少且居住分散，取暖主要以燃煤锅炉和分散燃煤为主，供暖面积为 3.7 亿平方米，占总供暖面积 89%；热电联产承担供暖面积为 0.4 亿平方米，占总采暖面积 10%；其它供暖面积为 0.05 亿平方米，占总供暖面积 1%。典型旗县如：锡林郭勒盟多伦县人口总数 7 万，采暖面积 380 万平方米，由 3 家燃煤锅炉热力公司和分散燃煤承担供暖。乌兰察布市察右后旗人口总数 6 万，采暖面积 280 万平方米，由 5 家燃煤锅炉热力公司和分散燃煤承担供暖。如图 3 所示。

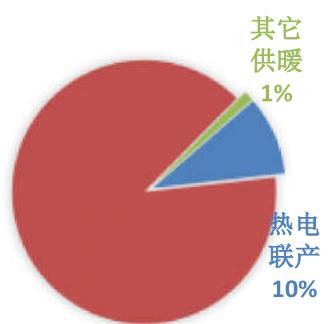


图 3 中小城镇供暖方式占比

由以上调研数据可知，中国内蒙古自治区采暖以燃煤为主，占到全区采暖面积的 95%，而燃煤锅炉和分散燃煤采暖面积达到全区采暖面积 59%，不仅转换效率低，供暖效果差，而且燃煤排放量大，对环境产生严重的污染。随着地区进一步发展，采暖需求逐年增大，如果继续保持上述采暖方式，

大气污染和能源浪费将进一步加剧，严重影响人民的日常生活和良好的生态环境，制约各项事业发展。因此，改变现有燃煤锅炉和分散燃煤的落后状态刻不容缓。

中国内蒙古自治区地方政府为了治理日趋严重的大气污染，制定了“热电联产集中供暖为主、清洁能源供暖为辅”的城市供暖发展方式，积极倡导电能替代能源消费理念，加快推进热电联产集中供暖和“煤改气”“煤改电”清洁能源供暖，全面整治燃煤锅炉。结合中国内蒙古自治区暖实际情况，对热电联产、“煤改气”和“煤改电”三种清洁能源供暖推进方式进行分析如下：

2.1 推进热电联产及背压机供暖

由于盟市中心城区热电联产、燃气及清洁能源供暖比例已接近 80%，剩余面积也有明确规划，结合当地电力装机整体富余的实际情况，基本可以通过已有火电机组改造完成供暖，新增机组空间不大。而中小城镇人口多数在 3—7 万，且居住分散，不满足热电联产供暖面积条件。如果采取背压机组排气供暖，效率较高，但运行方式不灵活，只能采取以定电的方式来运行，不能满足经济收益条件。所以，内蒙古具备建设热电联产条件的地区均已建成，剩余地区多数是暂时不具备新建热电联产项目条件。

2.2 推进“煤改气”供暖

由于中国内蒙古自治区地域广袤，人口居住分散，天然气管网覆盖范围小，价格在 2.18—3.2 元 / 立方米，建设和运营成本高，暂时不具备广泛应用条件。

2.3 推进“煤改电”供暖

目前，风电技术相对成熟，造价较低，中国内蒙古自治区地域辽阔，风资源丰富，适宜开发建设大型风电场，所以优先选用风电代替煤炭产热供暖，改造工程简单，方式灵活，便于实施。不仅适用于热网覆盖不到区域的分散供暖，也可作为集中供暖的有效补充，还适用于中小城镇的区域供暖。该方案具备示范和推广应用条件^[1-2]。

通过以上调研和分析，认为平价风电自发自用清洁供暖方式更适合在中国内蒙古区域推广。

3 实施平价风电自发自用清洁供暖可行性分析

中国内蒙古风电清洁供暖项目尚处于示范阶段，目前建成的几个小规模电供热站都是由电网直接供电，由于用电价

格偏高，亏损严重，基本上都没有投运。本文提出平价风电自发自用清洁供暖方案是将平价风电场发出的电量通过 35kV 线路直接送至电热站自用，即用平价风电场取代燃煤锅炉，通过自发自用降低用电价格提高电供热站的收益，同时可减少风电场弃风限电。

按照国家政策，风电清洁供暖项目每 1 万千瓦风电配套制热量满足 2 万平米建筑供暖需求的标准确定参与供暖的装机规模，即企业每实施 10 万平米供暖项目，就能得到 5 万千瓦风电项目开发权，可提高企业风电装机规模。

3.1 内蒙古风电现状

为应对能源危机，中国出台一系列能源政策，加快调整能源结构。内蒙古作为大型能源送出基地，利用天然的资源和区位优势，风电产业发展快速，装机容量已接近 2900 万千瓦，位居中国第一。近几年，受国民经济发展趋稳影响，就地消纳和外输电能力下降，风电利用小时偏低，风电产业的发展速度放缓。

从中国内蒙古电力行业协会统计数据得到^[3]，2013 年至 2018 年，风电装机容量由 1854 万千瓦增长到 2868 万千瓦，增加了 1014 万千瓦；利用小时从 2114 小时下降到最低 1830 小时，2018 年又升高到 2204 小时。如图 4 所示。

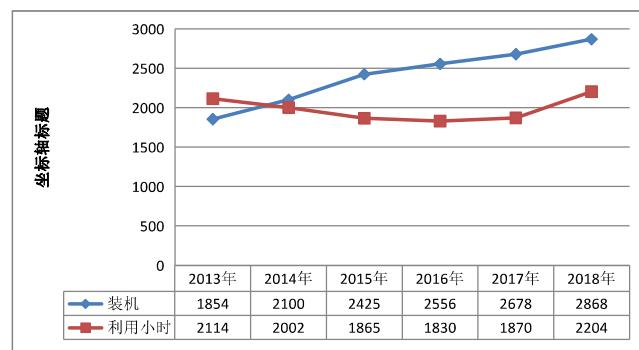


图 4 装机和利用小时（单位：万千瓦、小时）

从数据趋势上看，利用小时趋于稳定，但整体偏低，如果采取以风电代替煤炭产热供暖，可增加当地风电就地消纳能力，提高风电利用小时，更有利风电产业的持续健康发展。

3.2 产业政策分析

随着“三北”地区风电装机容量的快速增长，弃风限电现象也日趋严重。为缓解弃风限电问题，中国国家能源局 2013 年 3 月发布《关于做好风电清洁供暖工作的通知》^[4]，要求北方各地尽快制定促进风电清洁供暖应用的实施方案和

政策措施，因地制宜开展风电清洁供暖的试点和示范工作。鼓励新建建筑优先使用风电清洁供暖技术，替代已有的燃煤锅炉供暖。2015年3月份中国国家能源局发布《关于做好2015年风电并网消纳有关工作的通知》^[5]，要求“三北”地区能源主管部门要全面分析本地区风电并网运行现状和供暖需求，在具备条件的地区，结合新城镇建设和新城区开发规划，2015年6月，中国国家能源局下发《关于开展风电清洁供暖工作的通知》^[6]，积极推广应用风电清洁供暖技术，着力解决周边地区存量风电项目的消纳需求，同时鼓励风电场与电力用户采取直接交易的模式供电。

为了减少燃煤排放污染环境，中国内蒙古自治区规划了风电清洁供暖规划，“十三五”时期，全区新增规模为235万千瓦风电项目，全部参与供暖项目建设，新增风电清洁供暖总面积不低于800万平方米。风电清洁供暖将有效消纳内蒙古富余可再生能源电力，可大力推动风电产业的健康发展。

风电清洁供暖项目的实施，对改善当地的电源结构、微观生态环境和整个华北地区的宏观区域生态环境将具有特殊的意义，符合内蒙古能源结构调整和可持续发展的需要，也符合中国能源发展战略的需要。

3.3 经济性分析

在上述提出的平价风电自发自用清洁供暖方案基础上，建立两种运营模式。

运营模式一：企业只投资建设运营电供热站，不经营二次管网。该模式多用于对已有燃煤锅炉的改造。企业投资建设运营电供热站，将一次热源出售给现在运营的热力公司，二次供热管网经营权不变。

合作运营模式二：企业投资建设运营电供热站和二次管网。该模式多用于新建园区电供暖项目。企业投资新建电供热站，同时新建二次供热管网，为园区供暖，直接向用户收取热费。

以投资建设供暖面积10万平米的电热站项目，配套建设5万千瓦平价风电项目为例，分别测算经济效益。

模式一：企业只投资建设运营电供热站，不经营二次管网。

(1) 电热站年总支出

年总支出主要由年财务费用、年运行、维修和年用电费构成。电热站总投资约2000万元，20%资本金，其余采用贷款，按照利率4.9%计算，年财务费用支出80万元；设计运行人

员6人，年工资5万元/人，年运行支出30万元；设备年维修费按平均为20万元估算；年生产热量约6万吉焦，消耗电量约900万千瓦时，自发自用电价按照平价风电0.2829元/千瓦时，年用电费支出均为250万元。

年总支出 = 年财务费用 + 年运行 + 维修 + 年购用电费支出 = $80+30+20+250=380$ 万元。

(2) 电热站年总收入

年总售热量约6万吉焦，将热源以目前普遍执行的30元/吉焦热价格出售给热力公司，售热收入 = $0.6 \text{ 吉焦} / \text{平方米} \times 10 \text{ 万平方米} \times 30 \text{ 元} / \text{吉焦} = 180$ 万元。

(3) 电热站年利润

年利润 = 热费收入 - 年总支出 = $180-380=-200$ 万元。

(4) 平价风电项目年利润

从近几年新投产的风电看，由于弃风限电原因，风电利用小时在2500小时左右，5万千瓦平价风电项目年利润在1900万元左右。

(5) 平价风电自发自用清洁供暖项目综合年利润(含税)

综合年利润 = 平价风电项目年利润 - 电供暖项目年亏损 = $1900-200=1700$ 万元。

模式二：企业投资建设运营电供热站及二次管网。

(1) 电热站年总支出

加上二次管网电热站总投资约2500万元。20%资本金，其余采用贷款，按照利率4.9%计算，年财务费用支出100万元。

年总支出 = 年财务费用 + 年运行 + 维修 + 年用电费支出 = $100+30+20+250=400$ 万元。

(2) 电热站年售热收入 = $10 \text{ 万平方米} \times 6 \text{ 元} / \text{平方米} \times 6 \text{ 个月} = 360$ 万元。

(3) 电热站年利润 = 热费收入 - 年总支出 = $360-400=-40$ 万元。

(4) 平价风电自发自用清洁供暖项目综合年利润(含税)

综合年利润 = 平价风电项目年利润 - 电供暖项目年亏损 = $1900-40=1860$ 万元。

两种模式对比如表1所示：

表1 两种运营模式对比表

序号	项目名称(单位)	模式一	
		数值	模式二
1	电热站总投资(万元)	2000	2500

2	电热站年利润(万元)	-200	-40
2.1	电热站年热费收入(万元)	180	360
2.2	电热站年财务成本支出(万元)	80	100
2.3	电热站年运行维护支出(万元)	50	50
2.4	电热站年用电费支出(万元)	250	250
3	平价风电项目年利润(万元)	1900	1900
4	项目综合年利润(万元)	1700	1860
5	电热站是否自营	是	是
6	二次管网是否自营	否	是

由以上分析可知,两种模式项目综合年利润均不低于1700万元,经济效益是可行的,模式二抗风险能力更强、效益高。而且,热力公司无需进行环保改造,减少脱硫脱硝设备投资,风电企业增加了配套风电项目,提高可再生能源配额,双方均受益。

3.4 制约因素分析

本文提出自发自用的供电方案,消除了项目用电电价偏高的主要制约因素,但影响因素还有电热站投资偏大和用电量较大等因素。

一是电供热站投资偏大。鉴于投资明显高于燃煤锅炉,为提高企业参与电能替代的积极性,地方政府鼓励企业探索应用电供暖新技术,尽可能降低投资建设成本,这一制约因素将逐步消除。

二是用电量较大。地方政府鼓励企业探索应用电供暖新技术,优化供暖系统,提高保温质量,减少热损失,降低耗电量,提高项目经济性,这一制约因素也将逐步消除。

4 结语

本文通过对内蒙古自治区供暖现状的调查研究以及对整治燃煤锅炉三种方式适用条件的分析,提出了利用平价风电自发自用清洁供暖的方案,消除了项目用电电价偏高的主要制约因素,并分析了两种运营模式的可行性。结果表明,实施平价风电自发自用清洁供暖在政策上和经济上均是可行的,也是能够同时解决燃煤供暖排放量大和提高可再生能源比例的有效途径之一,还可起到利用自然再生资源、节约不可再生的一次能源、保护生态环境、促进当地经济可持续发展的作用,社会和环保效益显著。

参考文献

- [1] 杨锡运,雷学丽,任杰,董德华.利用弃平价风电量供暖的合作运营模式及经济性分析,分布式能源,2011,1.
- [2] 聂国坚.平价风电供热提高低谷平价风电消纳能力评估,中国水利电力,2016,26.
- [3] 2012—2016年内蒙古自治区电力行业统计信息第12期(总12期).内蒙古自治区电力行业协会统计信息部,2012—2016.
- [4] 《国家能源局关于做好平价风电自发自用清洁供暖工作的通知》(国能综新能[2013]63号).国家能源局,2013.
- [5] 《国家能源局关于做好2015年平价风电并网消纳有关工作的通知》(国能新能[2015]82号).国家能源局,2015.
- [6] 《国家能源局关于开展平价风电自发自用清洁供暖工作的通知》(国能综新能[2015]306号).国家能源局,2015.