

问题探讨

宁波市燃煤热力企业供能优化方案研究

刘伟¹,徐石林¹,陶洁琼¹,王龙迪¹,徐巧燕¹,
郑施雯¹,何雯艳¹,张海军²,林龙³

(1.浙江仁欣环科院有限责任公司,浙江宁波;315100; 2.台化塑胶(宁波)有限公司,
浙江宁波,315800; 3.宁波市鄞州区环境保护局,浙江宁波 315100)

摘要:宁波作为国家重要的大型火电生产基地,煤炭在能源消费结构中占有重要的地位,实现煤炭清洁高效利用可有效缓解资源环境压力,对实现节能减排目标具有重要的意义。本文通过对宁波市 20 家燃煤热力企业进行现场调查,研究了热力企业用煤情况和各区域热能供求现状,探讨了热力企业用煤及供能方面存在的问题,提出了优化方案,为宁波市实现煤炭清洁高效利用提供参考。

关键词:宁波;热力企业;煤炭;供能;优化方案

中图分类号:TK11 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8759(2017)03-0034-06

THE STUDY ON OPTIMIZATION SCHEMES OF ENERGY SUPPLY FOR THE COAL FIRED THERMAL POWER ENTERPRISES IN NINGBO

LIU Wei¹, XU Shi-lin¹, TAO Jie-qiong¹, WANG Long-di¹, XU Qiao-yan¹, ZHENG Shi-wen¹,
HE Wen-yan¹, ZHANG hai-jun², LIN Long³

(1.Zhejiang Ren Xin Environmental Research Institute Co.,Ltd., Ningbo, 315100, China ; 2.
Formosa Chemicals and Plastics Co. Ltd. in Ningbo, Ningbo, 315800, China; 3.
Environmental Protection Agency Of Yinzhou District Of Ningbo, Ningbo 315100, China)

Abstract: Ningbo is one of the most important thermal power production bases. Coal plays an important role in resource consumption. Cleaning and efficiently use of coal is an effective way to achieve the goal of energy conservation and emission reduction and relieve the pressure on resources and environment. This paper investigates 20 coal fired thermal power enterprises. Coal consumption, Supply and demand of thermal energy have been analyzed. The problem of coal consumption and energy supply for the thermal power enterprises have been discussed. Then, proposes the optimization schemes, which paves the way for the clean and efficiently utilization of coal in Ningbo.

Key words: Ningbo; Thermal power enterprises; Coal; Energy supply; Optimization schemes.

能源是人类生存和社会发展必不可少的基础物资。随着我国经济快速发展,能源大量消耗,温室气体排放不断增加,燃煤造成的大气污染日益

严重,人类的生存、发展环境面临极大的挑战。宁波作为国家重要的大型火电生产基地,煤炭在能源消费结构中占有重要的地位。现有资料显示,2015年宁波市一次能源消费总量为6586.5万tce,其中原煤消费实物量为3514.1万t,占能源消费总量的38.11%^[1]。宁波市原煤消耗主要集中在

收稿日期:2017-01-08

第一作者简介:刘伟,女,1986年生,工程师,研究方向:环境保护。

热力企业,2015年全市电力装机容量为1892.4万KW,宁波市火电和供热消耗原煤共计3085.6万t,占原煤消费总量的87.8%^[1]。同时,燃煤造成的环境污染亦十分严重,2015年宁波市大气SO₂排放总量为10.36万t,NO_x排放总量为15.52万t^[2]。节能减排是我国建设资源节约型、环境友好型社会的必然选择,实现煤炭清洁高效利用可有效缓解资源环境压力,对实现节能减排目标具有重要的意义。

本文通过对宁波市20家燃煤热力企业进行

现场调查,研究热力企业用煤情况和各区域热能供求现状,探讨热力企业用煤及供能方面存在的问题,提出优化方案,为宁波市实现煤炭清洁高效利用提供参考。

1 宁波市燃煤热力企业概况^[3]

本研究调查宁波市燃煤热力企业20家,总装机容量14131.9MW,锅炉总蒸发量13170t/h,2014年耗煤总量为3569.8万t。

表1 宁波市燃煤热力企业装机规模、用煤量及运行方式(2014年)

类型	序号	区域	企业名称	装机规模(MW)	锅炉总蒸发量(t/h)	用煤量(万t/a)	运行方式
省 统 调 燃 煤 发 电 企 业	1	镇海	浙江浙能镇海发电有限公司	860	2680	208.27	以电定热
	2	北仑	浙江浙能北仑发电有限公司	1800	300	457.27	以电定热
	3	北仑	国电浙江北仑第一发电有限公司	1200	200	262.3	以电定热
	4	北仑	国电浙江北仑第三发电有限公司	2000	300	454.78	以电定热
	5	北仑	台塑集团热电(宁波)有限公司	445.9	1500	132.25	以电定热
	6	宁海	浙江国华浙能发电有限公司	4400	/	933.48	以电定热
	7	象山	浙江大唐乌沙山发电有限责任公司	2400	/	557.56	以电定热
			小计	13105.9	4980	3005.9	
地 方 热 电 联 产 燃 煤 企 业	8	镇海	宁波久丰热电有限公司	42	260	50.57	以电定热
	9	北仑	宁波经济开发区热电有限公司	51	390	27.01	以电定热
	10	三江片	宁波长丰热电有限公司	37.5	225	1.28	以电定热
	11	三江片	宁波明州热电有限公司	42	510	2.89	以电定热
	12	余姚	宁波光耀热电有限公司	54	300	22.18	以电定热
	13	慈溪	慈溪热电厂	15	105	0.09	以电定热
	14	余姚	宁波众茂姚北热电有限公司	30	270	12.37	/
	15	象山	宁波正源电力有限公司	37.5	300	15.57	以电定热
	16	杭州湾	宁波众茂杭州湾热电有限公司	39	410	35.89	以电定热
	17	大榭	万华化学(宁波)热电有限公司	105	1070	78.34	以电定热
			小计	453	3840	246.19	
自 备 电 厂 企 业	18	镇海	中石化镇海炼化分公司	375	3310	256.9	/
	19	北仑	宁波亚洲浆纸业有限公司电厂	120	600	52.87	以电定热
	20	三江片	宁波中华纸业热电厂	78	440	7.94	/
			小计	573	4350	317.71	
			合计	14131.9	13170	3569.8	

备注:上表“三江片”包括海曙区,江东区,江北区和鄞州中心区,下同。

表1反映了2014年宁波市燃煤热力企业装机规模、用煤量及运行方式。表1显示:调查企业目前基本采用“以热定电”和“以电定热”两种运行方式。“以热定电”是以热需求(冷热负荷)为基准,来确定系统的电力输出^[3],而“以电定热”是以电需求为基准,来确定系统的热需求(冷热负荷)输出。

宁波地方热电联产企业主要根据周边热用户的用热量规划和选型,经营重点为供热,即采用“以热定电”的运行方式,热电厂所发电量仅为大电网的补充;省统调企业主要采取“以电定热”的生产经营方式,即以发电为主,供热为辅。

2 宁波各区域能源供求现状

2.1 燃煤热力企业供能情况^[4]

调查热力企业2014年总发电量为821.60亿kWh,共产生蒸汽8650.84万GJ。“以电定热”机组总热效率约为40%，“以热定电”机组运行热效率约为60%。

表2反映了各燃煤热力企业2014年供能情况。目前除浙江国华浙能发电有限公司、浙江大唐乌沙山发电有限责任公司未对外供热,其余燃煤热力企业均实现对外供热。

表2 宁波市燃煤热力企业供能情况(2014年)

序号	区域	热电厂名称	年供电量 (亿 kWh)	年供热量 (万 GJ)	供电标煤量 (gce/kwh)	热效率 (%)	供热范围
1		浙江北仑第一发电	59.456	154.715	300	41.8	
2		浙能北仑发电	110.104	266.044	305	44.2	发电为主,供热半径在3km范围内
3		浙江北仑第三发电	114.244	327.13	302	46.6	
4	北仑	台塑热电	25.75	451.67	373.1	49.8	台塑关系企业
5		经济技术开发区热电	2.26	363.12	300	78.6	北仑联合开发区域、北仑江南出口贸易加工区和青峙化工区
6		亚洲浆纸业	7.20254	559.99	210	74.0	热能自用
		小计	319.0165	2122.7			
7		光耀热电	2.06	60.57	321	29.0	黄家埠工业园区
8		众茂姚北热电	0.88	276.7	305	19.1	滨海产业园区内的冶炼、化工、电镀企业
		小计	2.94	337.27			
9		正源电力	0.75	193.39	305	67.6	周边工业企业
10		大唐乌沙山发电	135.01	0	299.8	41.7	暂未对外供热
		小计	135.76	193.39			
11		慈溪热电厂	0.4	3.3	305	9.4	周边企业
12		国华浙能发电	239.34	0	305.7	44.1	研究期间暂未对外供热
13		浙能镇海发电	41.78	488.12	340	45.7	周边企业
14		久丰热电	3.671	633	343.1	72.3	宁波化学工业区的澥浦片
15		中石化镇海炼化	28.18	3308.1	330	80.4	主要为镇海炼化供热,并向周边蛟川工业园区少数企业供热
		小计	73.631	4429.22			
16		万华热电	5.193	1034.98	275.6	74.5	主要为宁波万华聚氨酯有限公司MDI配套项目,兼顾整个大榭开发区供热
17		众茂杭州湾热电	1.941	440.08	306.3	67.9	区域内企业
18		明州热电	3.586	31.13	330	26.5	周边企业
19		长丰热电	2.795	19.43	330	44.8	鄞州中心区、热电厂附近区域以及海曙中心区和长春路西侧涉外区
20		中华纸业	37	39.37	330	82.5	热能自用
		小计	45.322	530.01			
		合计	821.60	8650.84			

备注:上表数据由各企业提供

2.2 各区域热能需求

调查宁波各区域分散燃煤锅炉(1 t/h以上)情况^[5],根据锅炉温度、压力等参数核算区域热能

需求,结果见表3。截止2014年,宁波市1 t/h以上分散燃煤锅炉共898台,锅炉总蒸发量2506.01 t/h,热需求总量4431.22万GJ/a。

表3 宁波市各区域热能需求(2014年)

序号	区域	锅炉 (台)	锅炉总容量 (t/h)	热需求总量 (万 GJ/a)	热需求 主要分布区域
1	北仑	117	336.2	717.77	小港街道、新碶街道、大碶街道
2	余姚	145	381.5	159.5	小曹娥镇、泗门镇
3	象山	136	393	773.4	石浦、丹城
4	慈溪	39	110.5	196.29	宗汉工业园区、古塘街道
5	宁海	61	169.6	339.4	跃龙街道、科技园区和东部工业园区
6	镇海	114	260	514.3	宁波化工区、镇海经济技术开发区、宁波机电工业园
7	杭州湾新区	168	539.61	1104.73	距众茂杭州湾热电10~20km范围内
8	奉化	20	46	92.53	经济开发区、岳林街道、锦屏街道
9	三江片	98	269.6	533.3	鄞西地区、邱隘、五乡、姜山、钟公庙、云龙等区域,以及江北区各工业园区内
	合计	898	2506.01	4431.22	

3 热力企业用煤及供能探讨

3.1 存在的问题^[6-7]

3.1.1 热力企业存在供热余量,而各区域仍存在热需求。

本研究统计各区域燃煤热力企业年供热余

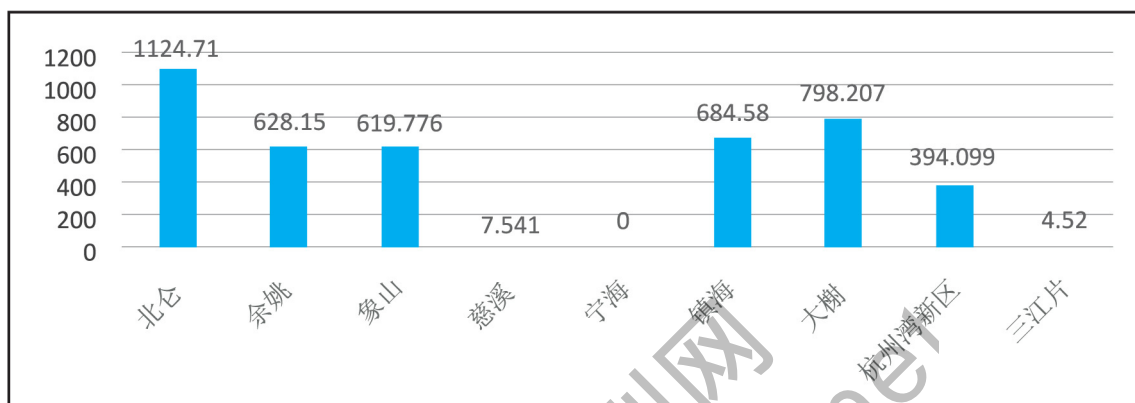


图 1 宁波市各区域燃煤热力企业年供热余量(万 GJ/a)

3.1.2 部分区域热源点布局不符合城市规划和产业区块调整要求,同时现有热力企业热源点无法满足区域热能需求。

随着城市的发展和城市规划、产业区块的调整,宁波市热能需求量也不断增长,部分区域现有热力企业热源点已无法满足区域热能需求,而位于城区的一些热力企业面临关停、搬迁的处境。

3.1.3 火电厂锅炉能源利用率不高,劣质煤炭的使用降低了煤炭使用效率。

当前火力发电厂锅炉的能源利用率不高,锅炉燃烧方式以层燃燃烧方式居多,我国供应的燃煤热值往往低于锅炉的设计热值,直接影响锅炉燃烧效率^[6-7]。劣质煤炭的煤粉较粗使得煤炭燃烧不充分,粗粉容易覆盖在分离器挡板上,影响煤粉输送,还会造成煤质灰分过大,锅炉粉低引起锅炉熄灭或火力不足^[6-7]。

3.2 优化方案

3.2.1 充分利用热力企业供热余量,逐步取缔区域分散锅炉

本研究探讨各燃煤热力企业供热余量能否满足区域热能需求,以便逐步取缔区域内的分散锅炉,减少煤炭消耗。研究结果见表 4。

表 4 显示:

北仑:北仑电厂(三家)供热余量可提供 446.427 万 GJ/a 给距其 10~20 km 范围内的自备

量,见图 1。图 1 显示,调查热力企业 2014 年总供热余量为 4261.583 万 GJ/a,其中北仑供热余量最多,其次为大榭。但宁波各区域仍存在热需求(表 3),热需求企业锅炉大多热效率不高,脱硫除尘效率低,不利于节能减排。

锅炉企业;开发区热电可提供 185.802 万 GJ/a 给距其 10 km 范围内的部分自备锅炉企业;台塑热电和亚洲浆纸业因主要对自身集团内企业供热,且距自备锅炉企业距离较远,余热无法利用;

余姚:光耀热电供热余量可满足距其 10 km 范围内的自备锅炉企业,并提供 21.22 万 GJ/a 的热能给距其 10~20 km 范围内的自备锅炉企业;众茂姚北热电因距自备锅炉企业距离较远,余热无法利用;

象山:正源电力供热余量可满足距其 20 km 范围内的自备锅炉企业,可提供 366.81 万 GJ/a 给距其 20 km 以内范围自备锅炉企业;大唐乌沙山发电公司暂未对外供热;

慈溪:慈溪热电厂供热余量较小,无法满足慈溪市域范围内供热需求;

宁海:宁海国华电厂暂无对外供热;

镇海:镇海电厂供热余量可满足距其 20 km 范围内的自备锅炉用热需求,且 104.72 万 GJ/a 热能结余;中石化镇海炼化分公司尚有余热,但因距自备锅炉企业距离尚远,余热无法利用;久丰热电供热余量较小,无法满足供热需求;

大榭:万华化学(宁波)热电有限公司尚有供热余量,但研究期间大榭区域无分散燃煤锅炉数据;

杭州湾新区:众茂杭州湾热电的供热余量可

提供 394.099 万 GJ/a 热能供给距其 20 km 范围内的自备锅炉企业；

三江片：燃煤热力企业供热余量较小，无法满足区域内热能需求。

经研究发现：北仑台塑热电、亚洲浆纸业、余

姚众茂姚北热电、镇海浙能镇海发电、中石化镇海炼化、大榭万华热电均有供热余量无法利用（见表 4），需在后期针对上述企业供热余量如何利用进行详细的研究^[8]。

表 4 宁波燃煤热力企业余热供求情况对比(单位:万 GJ/a)

序号	区域	热力企业	年供热 余量	1-10km		10-20 km		20 km 以上	
				热需求	供给后余热	热需求	供给后余热	热需求	供给后余热
1	北仑	北仑电厂(三家)	446.427	/	/	461.24	-14.81	47.64	-62.45
2	北仑	台塑热电	235.17	/	/	/	/	/	/
3	北仑	经济技术开发区热电	185.802	208.89	-23.09	/	/	/	/
4	北仑	亚洲浆纸业	257.31	/	/	/	/	/	/
5	余姚	光耀热电	78.518	57.3	21.22	102.21	-8098	/	/
6	余姚	众茂姚北热电	549.627	/	/	/	/	/	/
7	象山	正源电力	619.776	110.03	509.75	142.93	366.81	447.78	-153.62
8	象山	大唐乌沙山发电	0	12.014	-12.014	60.64	-72.66		
9	* 慈溪	慈溪热电厂	7.541	/	/	/	/	/	/
10	宁海	国华浙能发电	0	17.98	-17.98	/	/	321.45	-339.43
11	镇海	浙能镇海发电	392.038	279.32	-112.72	7.99	104.72	/	/
12	镇海	久丰热电	1.414	227.01	-225.59	/	/	/	/
13	镇海	中石化镇海炼化	291.132	/	/	/	/	/	/
14	大榭	万华热电	798.207	/	/	/	/	/	/
15	杭州湾新区	众茂杭州湾热电	394.099	/	/	1104.73	-710.63	/	/
16	* 三江片	明州热电	0.809	69.57	-68.76	359.65	-428.41	30.7	-459.11
17	* 三江片	长丰热电	3.711	/	/	/	/	/	/
18	* 三江片	中华纸业	不对外供热						

备注：* 三江片有 73.4 万 GJ/a 的热需求量位于“宁波科丰燃机热电有限公司”（燃料为天然气）20 km 范围内、慈溪区域有 196.29 万 GJ/a 的热需求量位于“慈溪中科众茂环保热电有限公司”（燃料为生活垃圾）20 km 范围内，未计入上表。

3.2.2 热力企业实行机组改造,扩大供热范围^{[5][9]}

3.2.2.1 依托现有燃煤机组实施“超洁净排放”改造或机组改扩建

改造设想：

镇海：浙能镇海发电淘汰原燃煤机组，新机组采用低氮燃烧、反应塔脱硫等先进技术。建成后，可替代关停镇海炼化 2 # 自备电站 220 t/h 高压循环流化床锅炉，满足镇海化工区集中供热需求，并执行废气超低排放标准。

北仑：北仑第一发电对一期工程实施供热改造，改造后供热能力可增加 800 t/h，可逐步关停亚洲浆纸业 2 台 300 t/h 的锅炉。

宁海、象山：宁海国华电厂和象山乌沙山电厂可分别将一期工程 600MW 亚临界燃煤纯凝发电

机组改造成抽汽供热发电机组，可为宁海湾循环经济开发区和象山西周工业园区提供热源，满足供热范围内工业企业的热力需求；象山正源电力可停用现有的 4 台 75 t/h 次高压次高温链条锅炉，搬迁改造为高温高压热电联产机组，对象山产业区城东工业园（含爵溪街道区域）进行集中供热，改造完成后可实现能源的有效梯级利用；

3.2.2.2 “以热定电”机组实施节能改造

“以热定电”机组不同机组热效率差异较大^[10-12]，见表 5。本研究调查发现：宁波市部分热电联产企业实际热负荷远小于设计热负荷，热效率均值为 60%，热电比较低。对“以热定电”机组进行节能改造，可提高机组热效率，增加供热能力，满足区域用能需求。

表 5 不同机组热效率对比^{[10][12]}

机组名称	电效率(%)	综合效率(%)	热电比	供热品质
燃气轮机	24~42	70~85	1.3~2.0	高
蒸汽背压汽轮机	14~28	84~92	4.0~22	高
凝汽式汽轮机	22~40	60~80	2.0~10.0	高
联合循环燃气轮机	34~55	69~83	1.0~1.7	中
往复式发动机	33~53	75~85	0.5~2.5	低

3.2.2.3 自备电厂实施清洁能源改造

根据宁波市大气污染防治行动计划^[13]中“落实 10 万千瓦以下自备燃煤电站天然气改造工作,重点推进 10 万千瓦以下自备燃煤热电厂的关停和天然气改造”要求进行清洁能源改造,以符合节能减排要求。

3.2.3 优化现有热源点布局,加大区域集中供热基础设施建设

实施集中供热是“节能、减排、增效”的有效途径^[11],各区域可抓住城市规划和产业区块调整契机,适时优化现有热源点布局,同时加大各区域集中供热基础设施建设,在集中供热覆盖区域取缔燃煤锅炉。

3.2.4 推行清洁生产,发展循环经济,推广清洁燃烧技术

今后相当一段时期,以煤炭为主的能源结构依然难以改变。推行清洁生产,限期淘汰落后产能,对燃煤锅炉采取强制脱硫脱硝、清洁能源替代等措施,大力发展循环经济;鼓励热力企业将供热、供电负荷分配和热电厂配煤相结合^[14-16],提高机组运行经济性;同时引入优质煤炭,推广清洁燃烧技术,对实现煤炭清洁高效利用具有重要的意义。

参考文献

- [1] 宁波市经济和信息化委员会,宁波能源(2015 年度报告),2016,2-21。
- [2] 宁波市环境保护局,宁波市环境统计数据(2015 年度)。
- [3] 郭涛,张旭等,热电联产火电厂“以热定电”可行性研究,东北电力技术,2013,4,13-15
- [4] 宁波市各燃煤热力企业提供的资料
- [5] 宁波各县市区环保局提供的相关文件
- [6] 杨博,我国火电企业发电能源低效原因及节能建议,2011,7,27,175-177
- [7] 陈兆卓,关于热电厂锅炉的节能措施分析,山东工业技术,2015,01,72
- [8] 蔡卫东,赵星海等,电厂蒸汽长距离供热分析,能源研究与信息,2011,27(2),95-98。
- [9] 唐成麒,热电厂气力除灰系统改造实践,科技论坛,2014,6,467
- [10] 龙惟定,分布式能源热电联产“以热定电”的新理解,暖通空调,2011,41,19;
- [11] 唐兆亮,城市集中供热存在的优势及可行性分析,电力与能源,2011,02,142
- [12] Catherine S.A review of existing cogeneration facilities in Canada [R/OL].U.S. Department of Energy Northwest Clean Application Center,2004.
- [13] 宁波市人民政府办公厅关于印发宁波市大气污染防治行动计划专项实施方案的通知,甬政办发[2015]87 号;
- [14] 付殿峰,黄国和等,基于供热发电分析的配煤优化方法,电力建设,2013,34-11,72;
- [15] Sanaei S M,Nakata T.Optimum design of district heating—Application of a novel methodology for improved design of community scale integrated energy systems[J].Energy,2012,38:190-204;
- [16] 朱啸水,王双童,锅炉配煤掺烧经济性分析评估系统[J],热力发电,2011,40(12):103-105。

(上接第 30 页)

5 结语

本轮清洁生产审核主要从节约原辅料能源使用、改善工艺技术与设备、优化过程控制、加强生产管理与人素质等方面入手,着眼于节能、降耗和减污,减少原辅料能源过度消耗、物料流失及废

料产生,最终达到增效的目的。由此可见,清洁生产是一种全新的发展战略,清洁生产对我国的环境保护和经济发展意义重大。

参考文献

- [1] 中华人民共和国清洁生产促进法 2012 年修订。