

2.2气液接触式余热回收器的工作原理

气液接触式余热回收器的工作原理是：操作时，气体由气体进口管2切线进入，由下往上，与多个喷头喷射的雾滴直接接触，由于接触面积较大，接触时间长，热交换充分，气体得以迅速冷却，被冷却的气体经气体旋出管5、气体旋进管6进入旋风分离器后高速旋转，将气体夹带的大液滴甩到壳体3壁上，后经气体分布锥9进入除沫器7，将气体夹带的细小液沫分离，然后由气体出口管8排出，气体排出温度可降低到80度以下；喷头12连接冷液体进口管11，与冷液体输送管连接，冷液体被气体迅速加热，流入壳体3下部，在壳体3内装有多块环形拦液板4，将喷头12喷射到壳体3壁上的液流拦截回流到气体上升空间，确保气体与液体的接触时间，另外气液分离后的液体经液体回流出口管10、液体回流进口管13流回壳体3下部，壳体3下部的热液体经热液体出口管14排出，流入热液体罐备用。

2.3气液接触式余热回收器的技术特点

- （1）热交换效率高：由于气体与雾状液滴直接接触，且接触面积大，接触时间长，热交换充分，换热效率高。
- （2）能净化烟道气：由于烟道气与雾状碱性液滴直接接触，且接触面积大，接触时间长，质量传递充分，能将烟道气中二氧化碳、二氧化硫等有害气体去除，降低排烟对环境的污染。
- （3）结构简单：利用液体传递能量、质量和热量，本身没有运动部件,故有结构简单,无需维修等特点。
- （4）工作可靠：由于采用通孔较大，且喷射雾化较好的喷头，故不易堵塞。
- （5）安装方便：气液接触式余热回收器体积小，重量轻，便于安装。

3 利用糖厂锅炉烟道气余热加热蔗汁的效益分析

3.1 回收及利用的热能

将糖厂看成是一个耗能系统，能量的输入和输出见图4，由图4知：能量的输入主要是输入锅炉的总热量，其次是外电输入的电能；能源的输出是向外输出的电能。

图4 糖厂耗能系统示意图



从糖厂实际运行情况来看，向外输出电能的厂家不多，而使用外电也不多，当糖厂正常运转时，其能耗系统所耗能主要是锅炉燃料提供的热能。取中试糖厂2014/2015榨季的生产报表提供的数据为计算实例，报表提供的数据：百吨甘蔗耗标煤4.6吨。

输入锅炉的总热量按近似计算式1计算：

$$Q_r=BQ_d \quad (KJ/100t \text{ 蔗}) \quad (1)$$

Q_r -输入锅炉的总热量
 B -燃料量（t标煤/100t蔗），取标煤低位发热量： $Q_d=29300 \text{ (KJ/Kg)}$ ；

$$Q_r=BQ_d=4.60 \times 29300 \times 1000$$
$$=134780000 \text{ KJ/100t 蔗}$$

中试糖厂锅炉热平衡测试数据：锅炉热效率 η =72.2%；锅炉排烟热损失为 $q_2=22.90\%$ ；气体未完全燃烧热损失为 $q_3=1.70\%$ ；固体未完全燃烧热损失为 $q_4=1.80\%$ ；散热损失为 $q_5=1.40\%$ ；灰渣物理热损失接近于零， $q_6\approx 0\%$ 。

日榨甘蔗5000t的糖厂，锅炉每小时锅炉排烟热损失：

$$Q_2=Q_r \cdot q_2=5000/24$$
$$=134780000 \times 0.229 \times 5000 \div 24 \div 100$$
$$=64301291.7 \text{ KJ/h}$$

利用糖厂锅炉烟道气余热加热蔗汁的中试数据显示：锅炉排烟温度为160℃，与蔗汁接触热交换后为80℃，混合蔗汁从25℃加热到60℃，混合蔗汁200t/h。取锅炉烟道气热量的50%用来加热混合蔗汁，而混合蔗汁热量计算按水计，水的热焓：25℃，为104.79kJ/kg；60℃，为250.68kJ/kg，需要的热量为：

$$Q_1=W_1 \times (I_2-I_1) \quad (3)$$
$$=200000 \times (250.68-104.79)$$
$$=29178000 \text{ KJ/h}$$
$$Q_2/2=32150645.8>Q_1=29178000 \text{ KJ/h}$$

由此可知，利用糖厂锅炉烟道气余热来加热混合蔗汁是足够的。

3.2 废热回收及利用的效益分析

糖厂锅炉的燃料主要是蔗渣，查蔗渣低位发热量表得含水分为49%的蔗渣的低位发热量 $R=7901 \text{ kJ/kg}$ 。利用糖厂锅炉烟道气余热来加热混合蔗汁的热量 $Q_1=29178000 \text{ KJ/h}$ ，锅炉的热效率 $\eta=0.722$ ，折合49%水分的蔗渣：

$$T=Q \div R \div \eta \quad (4)$$
$$=29178000 \div 7901 \div 0.722$$
$$=5115 \text{ kg/h}$$

糖厂榨季为120天，按每吨蔗渣0.05万元计，则一个榨季可节约燃料费：

$$F=5.115 \times 24 \times 120 \times 0.05 \quad (5)$$
$$=736.56 \text{ (万元)}$$

4 结论及建议

采用气液接触式余热回收器，利用糖厂锅炉烟道气余热来加热混合蔗汁的工艺方案，与传统工艺相比，有三大优势：

（1）回收及利用锅炉烟道气的低品位热能，效益显著。

（2）利用混合蔗汁对锅炉烟道气除尘降温，节减了大量的循环冷却水。

（3）通过混合蔗汁与烟道气直接接触，能将烟道气中二氧化碳、二氧化硫等有害气体部分去除，降低排烟对环境的污染。。

建议糖厂采用该工艺方案，因其技术可靠，工艺流程及设备简单，易操作易管理；对原工艺流程变动少，工程费用少，当年投资可当年回收；符合清洁生产的要求，可收到节能降耗和保护环境的双重效益。

参考文献：

[1]钮德明. 糖厂蒸发末效汁汽的废热回收及利用[J]. 广西节能，2008. 3. 21-22.
[2]钮德明. 糖厂的能耗现状及降低能耗的途径[J]. 广西节能，2011. 1. 32-34.
[3]钮德明. 利用锅炉烟道气废热加热蔗汁的方法[P]. 中国： 20110001384. 5，2011. 01. 06.
[4]钮德明. 气液接触式余热回收器[P]. 中国： 201410113170. 6，2014. 03. 25.

作者简介：张贇（1962-）、男、汉族、广西桂林、广西经济职业学院副教授、硕士学位、主要从事节能减排项目技术经济分析及研究。





2840家餐饮单位日均产生餐厨垃圾80吨，资源化利用和无害化处理成为发展循环经济的重要工作。

近年来，关于加强整治餐厨废弃物管理的政策、文件相继出台，推动了餐厨废弃物处理处置的市场化进程，使之成为近年来垃圾处理行业炙手可热的议题之一。我市为推动新一轮“六城联创”，将致力于餐厨废弃物的资源化利用和无害化处理，并将其作为发展循环经济的一项重要工作来抓。

日均产生餐厨废弃物80吨以上

餐厨废弃物，是指在食品加工、餐饮服务、集体供餐等活动中产生的食物残余和废弃食用油脂等废弃物,约占城市生活垃圾总量的10%。

餐厨废弃物主要来源于餐饮单位，据市卫生监督所掌握的数据，截至2012年8月，我市在卫生监督所办理卫生许可证的餐饮单位有2840家，其中餐饮企业2186家、食堂654家（其中学校126家、建筑工地49家、企事业单位479家）。餐厨废弃物日平均产量估计在80吨以上。

我市目前在餐厨废弃物主要流向为：一是通过地沟流入污水管网；二是混入其他生活废弃物作填埋处理或焚烧处理；三是喂养生猪；四是回收加工成“地沟油”。其中餐厨废弃物流向的主要渠道是作为猪饲料，市区经常可以见到餐饮店回收泔水的电瓶车。我国的餐厨废弃物（泔水）的无害化处理率普遍较低，部分餐厨废弃物通过各种途径重新进入食物链，不仅对环境造成了污染，也对人体健康产生较严重的危害。

我市在餐厨废弃物资源化方面，进行过市场化运作的尝试，一家民营企业将餐厨废弃物回收后转化生产为工业原料油，每日收集废弃食用油脂约10吨，经提炼后生成约2吨工业原料油，每月销售约65吨，出售给油脂厂用以加工硬脂酸、脂肪酸、油酸等。

“收集难”成为关键问题

在餐饮废弃物管理过程中，有三大环节：分类、收集、处置。实际上，至今我市在这三个环节上都步履维艰，城管执法局相关负责人介绍，曾经对学校食堂和机关事业单位尝试过餐厨垃圾分类，但后续的运输、处置，以及处理餐厨垃圾场地的设置，都存在很大难题，以至于现在垃圾分类浮于表面。

目前面临的最大问题还是集中收集问题，城市餐厨废弃物在实施集中收运前大部分被私人拉运，用来喂养生猪，废弃物产生单位向收运人收取一定费用，这是餐饮经营单位尤其是大型单位的利润点之一。实施集中收运后，餐厨废弃物被无偿收运，甚至还要向其收取垃圾处置费，因此集中收运会受到部分单位抵制，收集难由此成为管理中的最大难点，造成餐厨废弃物不能“应收尽收”。

收集不力也会引发另一个难题，就是导致处理企业开工不足，生产成本进一步提高，企业运行困难。

制度与工程两手抓

城管执法局负责人介绍，目前已起草完毕《海宁市餐厨废弃物处理工作意见》和《海宁市餐厨废弃物管理办法》，进入市政府审批程序，希望尽快出台后，用制度来界定餐厨废弃物产生、收运、处理等各环节责任主体和权利义务，确立行政执法主体和处罚依据，明确餐厨废弃物实行统一收运、集中处理和申报审核制度。为依法严格管理和深入推进餐厨废弃物集中处理工作提供依据。对不配合参加统一收集处理，而将餐厨废弃物流入食物链环节的餐饮单位可能予以处罚。

同时，着手建设餐厨废弃物处理工程，引入市场机制，开展餐厨废弃物处理项目的招标工作。长期以来，环保产业被视为典型的政策法规驱动型产业，特

别是还处于市场化初级阶段的餐厨垃圾处理业，未来将研究制定我市餐厨废弃物收运、处置费财政补贴以及土地划拨等相关优惠政策和措施，调动社会资金参与餐厨废弃物处理设施建设和运营的积极性。相关部门正在进行餐厨废弃物处置项目的调研工作，初步建议一期建设日处理餐厨废弃物50吨、地沟油20吨左右的处置厂，项目用地约25亩，投资约5000万元，实现收、运、处一体化运行。

减少浪费 变废为宝

餐厨垃圾治理的目标就是要将餐厨废弃物无害化、资源化。目前，资源化利用和无害化处理的技术路线总体分为饲料化、肥料化和能源化三种。由于饲料存在同源性风险，政府并不鼓励；而肥料面临市场销路等问题；相对而言，工艺相对复杂、投资成本较高的能源化路线更受地方青睐。这主要是将餐厨废弃物进行厌氧消化后，产生沼气，再进行沼气发电。今年7月，我市《“十二五”节能环保产业发展规划》发布，其中提出，“鼓励餐厨废油生产生物柴油、化工制品，餐厨废弃物厌氧发酵生产沼气及高效有机肥”。

治理相关负责人认为，长期而言，餐厨废弃物处理的核心问题应在于通过教育、培养，使居民形成良好的生活与饮食习惯，从而实现餐厨废弃物减量化；短期而言，餐厨废弃物处理的核心问题应为合理的餐厨废弃物回收体系、垃圾处理能力建设，以及相关法律法规的制定和执法力度的加强。让全社会了解加强餐厨废弃物管理的重要性和必要性，逐步培养餐饮企业和广大市民垃圾分类存放的良好习惯，为下一步实

现餐厨废弃物统一收运、集中处理、规范管理奠定基础。

宁波模式 苏州做法

宁波的餐厨废弃物处理体系走在全国前列，已经形成了独特的“宁波模式”。早在2006年12月，宁波市就出台了《宁波市餐厨垃圾管理办法》，形成了政府引导、法制管理、集中收运、专业处置、社会参与、市场化运作的管理模式。宁波市中心城区3000多家餐饮服务单位中，2400多家餐饮服务单位已与各区环卫部门签订了餐厨垃圾委托收运合同，餐厨垃圾集中收运签约率为80%左右。

宁波开诚生态技术有限公司是中国第一个规模化城市餐厨废弃物处理基地。处理环节主要分两步：首先通过前期分拣，将生活垃圾等无机物分离出去，留下油脂和固体有机物；第二步就是将分拣后的餐厨废弃物经过蒸煮压榨、油水分离等工艺，将分离出的油脂经精炼系统，制成工业油脂；有机物则通过厌氧发酵产生沼气并实现热电联产；同时产出复合饲料、废渣废水进行再处理。

在苏州，300吨剩菜剩饭每天发电8000度。2010年3月起，苏州实施《苏州市餐厨垃圾管理办法》。在对餐厨垃圾的处置过程中，会产生大量沼气。而在此之前，这些沼气都是作无害化处理的，现在这些沼气都被充分利用起来并转化为资源。在与江南大学进行合作后，苏州市餐厨垃圾产沼气量已从40立方米/吨提高至100立方米/吨。沼气经加压发电，经提纯产生天然气。

摘自《搜狐网》

广西柳州发电有限责任公司

地址：广西柳州市前锋路4号
邮编：545002
电话：15207831628
网址：http://www.lzpp.com.cn

广西南宁洁大环保技术有限公司

地址：广西南宁市东葛路18-1号
邮编：530022
电话：0771-2810779
传真：0771-2810785



广西快装工业锅炉能效现状及提升对策

刘宾¹, 方新良²

1. 南宁市节能监察中心 广西 南宁 530028
2. 广西特种设备检验研究院 广西 南宁 530219

摘要: 通过对广西100余台快装工业锅炉的能效测试数据进行分析, 掌握广西区内快装工业锅炉的热效率指标及各项损失比重等, 有针对性地提出提高快装工业锅炉能效的方案。

关键词: 广西; 工业锅炉; 能效

引 言: 工业锅炉能源消耗和污染排放位居全国工业行业第二, 仅次于电站锅炉, 每年消耗4亿多吨标准煤, 煤炭消耗量远高于钢铁、石化、建材等高耗能工业行业, 是城市的主要污染源。因此, 研究并掌握工业锅炉运行状况, 是工业行业节能减排行之有效的手段。

1 我国工业锅炉的现状

我国工业锅炉使用范围广, 多以链条炉排的层燃燃煤锅炉为主。在用燃煤工业锅炉运行效率低, 约为60%~65%, 比设计效率低10%~15%, 比先进国家同类锅炉低15%~20%, 因锅炉运行效率较低, 每年需多耗燃煤约6000万吨。目前, 全国在用工业锅炉以中小容量锅炉为主, 平均单台容量不高。从在用工业锅炉台数看, 容量<2t/h的锅炉占35%左右, 2~10t/h的锅炉占60%左右, ≥10t/h的锅炉约占5%。

2 工业锅炉测试数据及分析

本文根据《工业锅炉热工性能试验规程 (GB/T10180-2003)》及《工业锅炉能效测试与评价规则 (TSG G003-2010)》的要求, 对广西区内近百台额定蒸发量为2t/h~20t/h的在用快装工业锅炉开展热效率测试, 测试采用反平衡法对不同容量的锅炉进行主要参数的简单测试, 快速判定锅炉实际运行能效状况, 并汇总相关数据, 从负荷率、热效率、各项热损失、灰渣含碳量、排烟温度、过量空气系数、燃料类型等方面进行分析, 同时提出快装锅炉能效提升对策。

表 1 实际负荷率

项目	燃料	平均值	最大值	最小值
实际负荷率%	综合	61.8	115	15.8

注: 燃料项中综合表示测试的所有锅炉, 平均值为算术平均(下同)。

上表显示被测锅炉实际运行负荷较低, 仅占额定负荷的61.8%, 相当一部分用户未根据实际所需的用汽量来合理选用锅炉, 而运行负荷偏离额定负荷过大或过小均会影响到锅炉的经济运行。锅炉低负荷运行时, 即通常所说的“大马拉小车”, 会导致运行参数难以控制在合理范围内。如锅炉在50%额定蒸发量下运行, 散热损失将比在额定负荷运行时增大一倍, 同时容易造成漏风量增大, 火床和炉膛温度偏低, 燃烧速度明显减慢, 煤中的固定碳难以燃烬, 炉渣含碳量增加, 这样就使不完全燃烧热损失和排烟热损失增大, 运行效率下降, 同时由于烟气温度及流速在变化, 增大了尾部受热面腐蚀与积灰堵塞的可能性。

表 2 热效率值

项目	燃料	平均值	最大值	最小值
热效率 η %	综合	73.45	88.87	46.49
	煤	70.9	84.83	46.49
	生物质	80.45	84.89	70.53
	油	83.45	88.87	78.24

上表显示, 虽然燃煤锅炉热效率均值达到了70.9%, 但最高与最低值相差较大, 其中热效率达84.83%的燃煤锅炉为循环流化床锅炉。生物质燃料因其高挥发份、低灰分、炭活性高等特性使其较燃煤有着良好的着火性能, 更易提高燃烬率, 从而具有更高的热效率。从上表可以看出, 燃用生物质锅炉热效率平均值比燃煤锅炉高出9.55%, 仅比燃油锅炉低3%。通过实际测试, 一台SHL10-1.25-AII燃煤锅炉经改造为燃生物质锅炉后, 热效率从改造前的61.57%升至79.7%, 燃用木屑比燃用煤节约8.69×106kJ/h, 折算功率为2413kw。

表 3 各项损失

项目	燃料	平均值	最大值	最小值	各项损失平均值所占总损失比例%
排烟热损失 q ₂ %	综合	14.44	31.36	6.86	54.39
	煤	15.87	31.36	6.86	54.54
	生物质	12.06	20.4	7.22	61.69
	油	11.01	13.56	8.88	66.53
	综合	0.30	1.0	0.03	1.13
气体未完全燃烧损失 q ₃ %	煤	0.28	1.0	0.03	1.0
	生物质	0.44	1.0	0.2	2.2
	油	0.20	0.20	0.20	1.2
固体未完全燃烧损失 q ₄ %	综合	7.49	25.72	0.5	28.21
	煤	9.07	25.72	5.06	31.17
	生物质	2.93	9.78	0.5	14.99
散热损失 q ₅ %	综合	3.77	9.72	1.26	14.20
	煤	3.17	9.7	1.26	10.89
	生物质	4.04	9.72	2.5	20.66
灰渣物理热损失 q ₆ %	油	5.34	8	1.3	32.27
	综合	0.55	1.56	0.27	2.07
	煤	0.67	1.56	0.27	2.4
	生物质	0.08	0.14	0.03	0.4

从以上实测数据可以看出: 锅炉的排烟热损失q₂、固体未完全燃烧损失q₄、散热损失q₅在所有损失中占比最大, 显然, 控制好此三项损失将可有效提高锅炉热效率。三项热损失中, 排烟热损失大小主要受排烟温度与过量空气系数影响。固体未完全燃烧损失表明飞灰、炉渣中未燃烬固定碳的含量。散热损失的大小与锅炉保温及实际运行负荷相关。在实际的锅炉运行中, 控制好以上的影响因素成为减少三项主要热损失的有效手段。

表 4 灰渣含碳量

项目	燃料	平均值	最大值	最小值
炉渣含碳量 C _{lz} %	煤	15.70	49.5	0.76
飞灰含碳量 C _{fh} %	煤	18.66	63.93	1.36

实测燃煤锅炉的炉渣含碳量C_{lz}、飞灰含碳量C_{fh}均值较大, 最大值分别达到了49.5%和63.93%, 表中最小值为循环流化床锅炉测得, 可见其在降低含碳量上具有较大优势。

表 5 排烟温度

项目	燃料	平均值	最大值	最小值
排烟温度℃	综合	174.56	368.3	89.8
	煤	167.15	368.3	89.8
	生物质	175.02	243.6	129
	油	216.24	243	175.1

除燃油锅炉的排烟温度平均值超标外, 其余均接近或低于TSG G0002-2010《锅炉节能技术监督管理规程》中要求的170℃, 但两极分化较严重, 最大值超出198.3℃, 最小值则低于限定值80.2℃。从测试经验看, 排烟温度每升高20℃, 锅炉效率降低约1%。降低排烟温度可提高锅炉效率, 提高经济效益, 但燃用含硫量较高的燃料时, 过低的排烟温度会引起尾部受热面的腐蚀, 另外过低的排烟温度还会使热风温度达不到一定的水平而影响锅炉的燃烧性能。因此, 若一味通过降低排烟温度而追求高的锅炉效率, 势必造成锅炉成本增加, 且会影响锅炉整体性能。

表 6 过量空气系数

项目	燃料	平均值	最大值	最小值
过量空气系数 α _{ay}	综合	2.97	10.24	1.23
	煤	3.48	10.24	1.27
	生物质	2.18	3.27	1.35
	油	1.65	2.55	1.23

被测锅炉过量空气系数均大于TSG G0002-2010《锅炉节能技术监督管理规程》要求的除循环流化床及采用膜式壁锅炉的限定值1.65, 燃油正压锅炉1.15。这也是被测锅炉排烟温度偏低的主要原因, 大量不参与燃烧的冷空气送入炉内, 增大烟气量, 降低烟气温度, 使漏风后部的受热面的传热量均减少, 风机引风量增大, 降低了锅炉的整体经济性。

表 7 其他相关项目

项目	燃料	平均值
使用冷凝回流水比例	综合	14.29
有尾部受热面比例	综合	71.43
配备水处理设备比例	综合	68.84

被测锅炉使用冷凝回流水的比例也不高。采用冷凝水一方面减少蒸发受热面的吸热，提高锅炉效率，另一方面，冷凝水品质好，水处理成本低，可有效减少水垢。所以，从经济及安全方面考虑，采用冷凝回流水都具有较大益处。上海某医院1台1t/h的电热锅炉进行节能改造采用冷凝水回收系统，运行1年后，每年节约电费70万元，当年收回投资。

表 8 各实际燃料种类占比

项目	燃料	平均值
实际燃料种类比例	煤	65.71
	生物质	22.86
	油	11.43

根据测试锅炉数据统计，煤依旧是工业锅炉的重要燃料来源，如何提高燃煤工业锅炉热效率仍是锅炉节能的重要途径。

3 提升工业锅炉能效途径

综上所述，工业快装锅炉可以从以下方面考虑提高效率：

3.1锅炉及辅机的选取

- 1、选用额定蒸发量与实际用汽量相符并且效率高的锅炉，确保从源头上保证锅炉的效率。经济蒸发量为额定蒸发量的75%~80%。
- 2、适当风机采用变频技术，使风机运行功率与锅炉负荷相匹配。
- 3、选用政府推广的高效节能给水泵。
- 4、针对锅炉给水状况选用水处理设备，保证给水品质。

3.2进行节能改造

- 1、用汽负荷波动大的用户可加装蒸汽蓄能器，可使锅炉负荷稳定，便于燃烧调节，提高效率。
- 2、合理燃用生物质可提高锅炉效率，减少大部分燃煤辅机，降低运行成本。
- 3、选用或改造为燃料适应性更广的循环流化床锅炉，提高燃烧效率。
- 4、回用冷凝水，降低水处理成本及锅内水垢，提高锅炉安全、经济性。
- 5、合理增加尾部受热面，提高余热利用，降低排烟温度。

3.3运行优化

- 1、合理配风，优化燃烧，减少固体不完全燃烧损失q₄。
- 2、控制排烟温度及过量空气系数在合理范围。
- 3、根据锅水水质合理控制排污，避免浪费，有条件还可对排污水进行回收利用。

- 4、加装自动控制系统，使锅炉的给水泵、风机、给料速度等运行参数在相应负荷、燃料条件下达到最佳工况。

3.4完善管理

- 1、加强锅炉管理人员节能减排相关知识学习，减少跑、冒、滴、漏的发生。
- 2、定期清灰及除水垢，提高传热效率，确保锅炉安全、经济运行。
- 3、定期进行能效测试，便于掌握锅炉的运行效率及存在问题。
- 4、针对锅炉、管道保温破损处及外表面温度超标的区域加强保温，减少散热损失。

4 结束语

随着国家对锅炉节能减排要求日益严格，只有不断从选取锅炉及辅机、运行优化、节能改造、完善管理等方面总结节能经验，使用新的高效节能技术，才能使我国锅炉对能量的利用率逐步提升，使有限的能源为我国的经济发展发挥更大的作用。

参考文献：

- [1]赵钦新.我国工业锅炉发展回顾与十二五展望[J].工业锅炉,2011,(6):1-8.
- [2]丁波.我国工业锅炉的现状 & 节能途径[J].节能科技,2011,(2):52-53.
- [3]王善武.我国工业锅炉节能潜力分析与建议 [J].工业锅炉,2005,(1):1-16.
- [4]肖军,段箐华,王华等.生物质利用现状[J].安全与环境工程,2003,10(1):11-14
- [5]方新良,陈伟崇,朱霖.某燃煤工业锅炉改烧木屑的节能情况研究 [J].轻工科技,2013,(5):116、131.
- [6]徐雪源.锅炉排烟温度分析 [J].锅炉技术,1999,30(3):7-12.
- [7]余安明.工业锅炉节能减排现状及对策 [J].上海节能,2009,(6):23-27.

广西桂林东丰冶金有限公司

全州县龙华铁合金有限公司

循环流化床锅炉频繁堵渣原因及应对措施

廖自然 广西百色银海发电有限公司

一、锅炉简介

广西百色银海发电有限公司有2台2×150MW机组配华西能源股份有限公司生产的DG480/13.73-II5循环流化床锅炉， #1、#2机组分别于2007年10月、12月投产。

锅炉形式为超高压，一次中间再热、单汽包自然循环锅炉，采用汽冷式旋风分离器，全钢架悬吊结构、半露天布置，锅炉主要由一个膜式水冷壁炉膛、两台汽冷旋风分离器和一个由汽冷包墙包覆的尾部竖井（HRA）三部份组成。锅炉采用前墙给煤（6个给煤口），每台旋风分离器为单料腿返料，炉膛底部是由水冷壁管弯制围成的水冷风室，风室上部布置有钟罩式风冒，风室底部布置有4根Φ219排渣管。

二、出现问题及原因分析

锅炉设计煤种为百色本地褐煤（50%）和贵州煤（50%）组成，校核煤种为百色本地褐煤（30%）和贵州煤（70%）组成，燃煤粒径：0~9mm，石灰石粒径：0~1.5mm，调式、生产过程中，冷渣器堵渣，锅炉排渣不畅，导致床压偏高，锅炉风机出力偏大，机组厂用电率偏高，如长时间无法疏通将导致锅炉结焦而被迫停机，影响机组安全经济运行。如：2013年及2014年，#2炉因结焦被迫非停两次。



原因分析：1、入炉煤颗粒度过粗导致下渣不畅 虽然入炉煤颗粒度均在合格范围（>9mm的入炉煤颗粒<9%），但从排出来的炉渣分析，存在较多流动性差的大颗粒的矽石，是堵渣的主要原因之一。

2、下渣管及排渣定向风帽故障 由于设备长周期运行，锅炉排渣部分定向风帽松脱，排渣口无法切圆运行，导致下渣困难。另外下渣口漏风，水冷风室的一次风通 过下渣口漏至炉膛，炉渣无法正常落入下渣口，加剧下渣不畅，恶性循环。

3、运行调整问题（锅炉床压控制过低） 循环流化床锅炉床压过低使床层的热容量降低，

抵御外界因素干扰的能力下降，一次风容易穿透床层，形成沟流而导致床温不稳定，因流化不均而结焦。同时由于床压较低使进入炉膛的煤占整个床料的份额增加,使床温较高，易结高温焦。2011年以来，为降低厂用电率，运行方式采用低床压、低一次风量运行，特别是低负荷运行时，床压维持在4kP ~5.0kPa，一次风量降至10.5万m³/h~13.5万m³/h 运行，由于长期保持低床压、低一次风量运行，导致流化不好造成局部结焦，从而造成冷渣器频繁堵渣。

三、解决措施

- 1、每天定期测量入炉煤颗粒度，确保>9mm的入炉煤颗粒<6%，如超出范围，及时调整碎煤机筛网，减小入炉煤颗粒度，直到碎煤机筛网调至最细。
- 2、提高进厂煤质量，加强入厂煤管控，将进厂煤矽石煤热值由1800大卡提高至2400大卡，大幅度减少原煤中大块矽石。
- 3、在锅炉煤仓进口加装筛网，滤掉未能破碎的大块矽石，同时滤掉大部分杂物及金属器件，确保入炉煤颗粒度符合要求。

4、停炉后排空床料，检查及修复下渣管、风帽等，同时清理炉膛内脱落的浇注料及大块矽石、铁块等，确保下次开机后流化良好。

5、针对下渣管及排渣定向风帽故障采取的措施：修复定向风帽，下渣管换型。将含有内衬保温材料的下渣管更换为钢管，减少阻力，增加流动性，有助于排渣。对锅炉下渣口L型风帽进行调整，按顺序排列，其中11个L型风帽中心沿着下渣口进行切圆布置，另外1个直接对着下渣口直接吹扫，有助于渣能够顺畅落入下渣口。

6、优化运行调整 经过对两台炉低床压试验后，结合两台炉的实际情况，将#1炉床压控制在5.2kPa以上，#2炉床压控制在5.3kPa以上运行，严禁低于该床压运行，严格控制一次风量不得低15万m³/h。

四、结束语

通过从入炉煤颗粒度的控制，从源头上解决了堵渣问题；风帽调整及下渣管修复，从设备上解决了堵渣问题；通过对床压及一次风量的优化调整，从运行方面避免了堵渣问题。经过综合治理，银海发电公司锅炉堵渣问题于2014年得到了有效解决。

储能电站对电网相称性的影响研究

储能电站主要是指利用各种类型的储能方式构成的储能系统，其可有效实现需求侧管理，消除峰谷差，平滑负荷。通过调整储能电站的运行方式，对分布式电源送出的电能进行贮存或调节，并将分布式电源高质量的接入电网;也可利用储能电站系统电力充沛时贮存电能，在电力紧缺时释放电能，解决供需矛盾。

美国著名学者杰里米·里夫金首先提出了能源互联网的愿景，并引起了国内外的广泛关注。能源互联网在智能电网的基础上结合互联网技术，改变能源利用模式。里夫金认为，支持大规模分布式发电系统和分布式储能系统的接入是能源互联网最大的特点之一。传统电力系统“即发即用”的运行模式将会被“储能联产联供联用”的模式取代，而其中储能电站将是能源互联网最重要的技术之一。可以预见，目前电力系统“即发即用”的运行模式将会被“储能联产联供联用”的模式取代。

长期以来，电网的动态行为分析多是通过基于还原论的“仿真-建模-求解”方法实现，难以合理解释由小故障引发的大规模停电事故发生的内在机制。采用复杂网络理论，通过电网自身拓扑结构分析，以研究故障传播机理与临界动态行为，进而实现系统重构再设计与优化。

传统电力系统节点可分为发电型和受电型两大类，例如，发电站即为发电型节点，变电站则是受电型节点。但增加储能系统后，系统的拓扑结构和功能将相应改变，例如储能型变电站蓄能情况下可视为受电型节点，放电时又可分为发电型节点。

储能电站因其“发电-蓄电”的“角色转换”会对电网运行产生直接作用与影响，而电网拓扑结构也必然随之变化。其中，储能电站的“角色转换”对网络相称性的影响最为直接。相称混合性（Assortative Mixing）又称相称性，是一种特殊的复杂网络拓扑结构特征。在网络中具有某种特征的一类节点倾向于同具有相同特征的节点连接则称其为相称（Assortativity），如节点倾向于连接到相异特征的特征节点连接则称其为非相称（Disassortativity）。

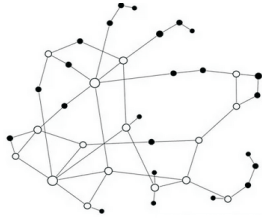
长期以来，学者们对储能电站的应用规划做了大量工作，建立了不同应用场合下不同储能方式的电站规划模型，这些模型多以评估经济收益为研究对象。此外，对于电网的小世界特征与无标度特征也已有深入研究。有研究表明，相称性的增大会使系统临界行为被逐渐破坏;节点重复崩溃发生率越频繁，崩溃规模越大。

基于上述分析，本文以典型电网相称性研究为基础，针对电网中接入储能电站后相称混合性的变化开展进一步研究，旨在找到造成相称性差异产生的内在机理，为研究智能电网拓扑结构的发展演化和电力系统的临界性行为等提供基础。

(a)电网拓扑结构



(b)接入储能电站的拓扑结构



●代表发型节点;○为受电型节点

图2 储能电站的电网拓扑结构

结论

相称混合性是一种特殊网络拓扑结构特征，是影响网络自组织临界性行为重要因素之一，对研究电力系统的结构脆弱性、连锁故障的内在传播机制及相应的电网动态行为具有重要意义。

通过对不同结构电网g-1混合模式分析，发现拓扑结构与功能定位的不同造成电网非相称特征差异。设计了基于NW小世界网络的电网模型，对模型相称系数、特征路径长度和集聚系数的分布分析发现：小世界特征是造成某些结构非相称性更加显著的主要因素。

为研究储能电站不同接入方式对网络拓扑的影响，设计了基于随机方式和规则方式的储能电站接入模型。通过分析基于实际电网拓扑参数的相称系数变化规律发现随着储能节点不断地被接入网络，相称系数不断增大，即相称性增强。相称性的增强则使网络不同类型节点间的分布更加“不均匀”，使电网对连锁故障的抵御能力下降。

摘自《电工技术学报》2015年9月

编者按：能源，是一个国家经济发展的另一命脉，当一种能源几近枯竭，经济发展将面临大的困境，因此不断开发新能源有助于经济持续稳定发展。当前，东盟地区的能源需求预计在2011年至2035年间将增长80%，为了减少对化石能源的过度依赖，建设一个更加可持续和环境友好的能源供应链，东盟国家正在积极探索使用可再生能源或其他替代能源。

东盟“绿色”能源开发面临“褐色”关卡

由于石油、煤炭等传统能源在东盟国家仍具有价格和储备上的优势，可再生能源发展的动力受到削弱。

国际能源署的一份报告显示，东盟地区的能源需求预计在2011年至2035年间将增长80%。为了减少对化石能源的过度依赖，建设一个更加可持续和环境友好的能源供应链，东盟国家正在积极探索使用可再生能源或其他替代能源。然而，面对依然具有价格竞争优势的“褐色”化石能源，发展“绿色”可再生能源的道路不会平坦。

泰国可再生能源开发走在前列

中国太阳能光伏企业天合光能科技(泰国)公司总经理赵金强最近在忙活一件大事——申请泰国投资促进委员会的项目投资优惠。“环保节能或使用替代能源项目的投资是委员会看重的六大领域之一，申请获批后，我们企业可以享受泰国政府提供的税收和非税收优惠政策。”赵金强兴奋地告诉本报记者。

今年5月6日，天合光能宣布其泰国公司在泰中罗勇工业园正式奠基开工，再往前数3个多月，另一家中国企业中利腾晖的全资子公司泰国光伏制造工厂也落户罗勇，正式开工建设。“泰国的年平均日照时数在1600—1800小时，投资回报率还算不错。接下来，我们还准备以泰国为中心，向其他东南亚国家辐射。”中利腾晖光伏(泰国)有限公司总经理苏选志对本报记者说。

根据泰国工业联合会的数据，到今年年底泰国太阳能发电领域投资将达900亿泰铢(1泰铢约合0.18元人民币)，装机发电容量将从去年的1300兆瓦提高至2500—2800兆瓦，有望超过东南亚所有国家的总和。

方兴未艾的太阳能产业也激发了泰国国内外投资者的热情。许多本地地产开发、通信工程等领域企业都想从太阳能产业中分一杯羹，而包括日本、美国、中国在内的多家外国企业也陆续在泰国投入开发力量。

开泰银行是泰国银行业内可再生能源项目融资的佼佼者，截至目前已经提供融资的太阳能发电项目总装机容量400兆瓦，风力发电项目总装机容量300兆瓦。该银行高级副总裁蔡伟才告诉记者，来泰国投资可再生能源项目的外国企业不少，尤其是来自中国和日本的企业，“今年以来就已经有几十个中资项目来

我们银行咨询”。

东盟能源合作促进机构东盟能源中心与德国国际合作机构共同进行的一项研究发现，东盟成员国目前处在可再生能源市场的不同开发阶段，其中泰国发展得最成熟，其次是马来西亚、印尼和菲律宾。

东南亚国家可再生能源非常丰富

全球能源需求的重心正在转向亚洲。国际能源署的一份报告显示，东盟地区的能源需求预计在2011年至2035年间增长80%。这给以发展中国家为主的东南亚区域，提出了能源供应、能源安全和环境管理等多方面的挑战。为了减少对化石能源的过度依赖，建设一个更加可持续和环境友好的能源供应链，东盟国家正在积极探索使用可再生能源或其他替代能源。

实际上，东盟早在上世纪90年代就已经觉醒，在东盟能源合作行动计划(APAEC)之下，提出了能源领域合作的倡议。新加坡国立大学能源研究所高级研究员施训鹏是东盟可再生能源领域的专家，他告诉记者，“APAEC是东盟能源领域合作的蓝图。在最新的2010年至2015年计划中，共涵盖7个项目领域的合作，包括东盟电力网络、东盟天然气管道、可再生能源、地区能源政策与规划、民用核能等等。”

一些东南亚国家也未雨绸缪，提出了本国雄心勃勃的可再生能源发展计划。例如，印尼希望把可再生能源在国家能源结构中的比重从2011年的4.79%，提升到2025年的25%；菲律宾希望到2030年，可再生能源可以满足该国电力需求的一半；马来西亚的可再生能源目标，是到2020年占国家能源结构的份额达到11%；越南计划到2020年，新能源和可再生能源的比重提高到约5%，到2050年达到约11%。

“东南亚国家的可再生能源确实非常丰富，包括水能、风能、地热能、太阳能和生物质能等，但是各个国家的国内市场有限，而可再生能源资源又分布得非常不均匀，所以开发程度仍然很低。”施训鹏补充道。除此之外，相对丰富的化石能源储备，也让部分东盟国家对于可再生能源的开发，没有什么紧迫感。

根据国际能源署的估计，东盟10国拥有140亿桶原油储备、286.6万亿立方英尺天然气储备、94084亿吨煤炭储备。“在这个大背景下，东盟一些国家会倾向使用具有价格竞争优势的煤炭资源储备，而不是优先选择进一步开发其他能源。”施训鹏说。

实际行动往往比预期目标滞后

受技术限制、融资约束、财政安排缺失、政治互信不足等因素影响，东盟地区的可再生能源开发面临着诸多障碍，这也导致东南亚国家的实际行动往往比预期目标滞后得多。能源领域专家预测，由于东南亚未来能源需求增长迅速，相关国家不得不增加化石能源进口，并且将加大对天然气发电和火电厂建设的投资。

“能源需求日益增长与国内供给能力下滑的冲突，能源消费不断扩大与环境日益受到冲击的矛盾……这些问题正在东南亚显现，而且在未来一段时间还将持续。”施训鹏说。

如何弥合“绿色愿景”和“褐色前景”的鸿沟，成为摆在东南亚国家面前的一道关卡。东南亚国家处在不同的可再生能源开发阶段，就意味着他们面临着不同挑战。只有每个国家都承诺克服困难，东盟的共同可再生能源目标才能有望达成。

施训鹏认为，今年年底即将建成的东盟经济共同体，将成为东盟实现绿色增长目标的重要机遇。东盟经济共同体蓝图的目标，是将东盟转变为一个稳定、安全、繁荣、有竞争力、有活力和相互融合的经济共同体，其中包括形成单一的市场和生产基地。“这将成为东盟能源融合与合作的关键，因为它为东盟能源市场融合提供了制度框架，提升了区域能源互联互通水平。由此，东盟区域的资源禀赋可以得到更大程度的优化利用，从整体上减少能源系统成本。”

在欧盟，每个成员国都受到法律约束，必须向欧盟委员会汇报落实可再生能源目标的进展，但是在东盟，却没有一个负责监管的中枢机构。“要想实现‘绿色愿景’，东盟成员国必须落实在东盟愿景2020中对环境和能源目标的承诺以及其他行动计划，同时提升国家执行这些行动计划的能力。”施训鹏说。

（摘自：人民网 2015年8月14日）

东盟经开区获批国家园区循环化改造示范试点园区

近日，国家发展改革委、财政部联合批复了2015年园区循环化改造示范试点园区，经过答辩和专家评审，广西-东盟经开区成功获批成为国家园区循环化改造示范试点园区，成为2015年广西唯一一家国家园区循环化改造示范试点园区，将获得国家财政循环化改造扶持资金、政策等方面扶持。

广西-东盟经济技术开发区为何会成为2015年广西唯一一家国家园区循环化改造示范试点园区呢？“东盟经开区地处广西首府南宁市近郊，这里曾经居住着来自东盟国家的1.2万归侨、侨眷，是中国与东盟开放合作、人文交流的前沿地带和重要门户。根据南宁市委、市政府的发展战略，东盟经开区发展定位为南宁市工业生态卫星新城，广西北部湾经济区重点产业园区，中国与东盟自由贸易区开放合作先行先试区和全国华侨农场改革示范区。”东盟经开区管委会副主任韦耿介绍，“这些年来，开发区注重产业链招商，产业快速发展，初步形成了食品、生物制药等特色产业，实施循环化改造已经是开发区今后实现可持续发展的必由之路。”

记者了解到，广西-东盟经开区申报国家循环化改造试点园区具有良好的基础，一是产业布局优势突出。东盟经开区拥有49平方公里的综合产业园区和88平方公里的现代农业示范区，有利于构建工农复合型循环链。二是政策优势突出。东盟经开区享有“一带一路”、西部大开发、北部湾经济区、国家级经济技术开发区等在税收、用地、信贷、投资保障方面的

优惠政策以及国家节能减排财政政策综合示范城市、国家海绵城市建设试点城市等政策优势。三是示范效应突出。东盟经开区前身为始建于1960年的广西武鸣华侨农场，是中国-东盟博览会的重要载体，是国务院侨办的重点联系单位。东盟经开区循环化改造的经验和模式可以为东盟国家、华侨农林场以及少数民族地区提供示范，不仅具有重要的经济意义，同时也具有重要的政治意义。此外，东盟经开区循环化改造项目已经取得了一些成绩。一、产业有基础，工农业复合型循环经济链条初步形成。目前开发区入园企业已达270多家，是广西世界500强企业和台资企业最多的开发区，“十二五”以来，东盟经开区工业总产值年均增速达到30%，初步形成了食品加工、生物医药为主导的特色工业和特色农业协调发展的格局，产业之间的关联度达到了65%，具备了构建工农复合循环型产业体系的基础。此次列入循环化改造的项目是39个，总投资29.23亿元，其中有18个项目获得中央财政补贴资金支持，另外21个项目由业主自主实施。

下一步，开发区将通过采用“产业升级+区域联动+功能拓展”产城融合的发展模式，构建园区循环经济发展格局，建设完善食品、饮料加工和工农复合型循环产业链两大主导产业链，推进集中供热、循环水利用等循环基础设施建设，全面推进园区循环化改造。

摘自：人民网 2015年7月7日

减少燃煤锅炉污染有新招

覆盖全国范围的燃煤锅炉拆改大行动进行得如火如荼，那么在燃煤锅炉改造过程中是否有一些值得借鉴推广的工程案例呢？

近日，以解耦燃烧技术为核心建立的“河北省固安县南赵各庄村解耦燃煤锅炉集中供热示范工程”通过专家验收。专家组认为，该系统热效率高、供热质量高、经济性和安全性好、污染物排放低，有效解决了农村或城郊中小型集中清洁高效供热问题。

解耦燃烧技术由中科院过程工程所发明，是目前国内外唯一可以有效降低二氧化氮排放的高效中小型燃煤技术。与传统燃煤炉相比，中小型解耦燃煤炉的二氧化氮排放降低30%-45%，并达到“无烟排放”标准。若使用优质煤并配套新型高效除尘脱硫设备，中小型解耦燃煤锅炉的二氧化氮、二氧化硫和烟尘等污染物排放指标可达到燃气排放标准。相对传统炉，中

小型解耦燃煤锅炉节煤量可达20%-30%，并可直接燃用未经成型加工的生物质，降低司炉工的操作强度。此外，解耦炉在较小的通风阻力下实现了很高的换热效率，炉体尺寸小，使用寿命长。

目前，在我国农村和城郊地区，至少有2亿人采用相对分散的低效高污染的燃煤供热方式。而天然气、太阳能和生物质能等各种供热技术很难在农村或城郊大面积推广：天然气价格逐渐与国际接轨，其成本将是燃煤成本的3-5倍；采用太阳能集热器供热一般需要利用电能补充供热，我国燃煤发电的供电效率低，因此采用太阳能集热器供热效益较低；生物质能量密度低，收集、存储以及运输成本高，虽然利用生物质发酵产沼气技术较为成熟，但冬季产沼气的的能力远远满足不了供热需求。

摘自《科技网》2015年8月12日

我区“三优先”鼓励措施助推生态园区建设

“建设生态产业园区将优先安排用地指标、优先保障用地、优先享受政策。”8月4日，自治区国土资源厅相关人士告诉记者，日前自治区政府办公厅印发的《关于建设生态产业园区的实施意见》，将采取“三优先”举措，为加快广西建设生态产业园区、提高工业园区资源配置效率和经济的绿色化程度提供保障。

记者了解到，按照“管住总量、严控增量、盘活存量”的原则，各级政府赋予生态产业园区同级国土资源部门土地管理权限，优先统筹安排生态产业园区重点工业项目建设用地指标。对符合土地利用总体规划和集约节约用地原则、纳入《广西生态经济重大项目实施方案（2015-2020年）》年度计划，符合《广西发展生态经济鼓励类指导目录》的新型生态工业、新建生态产业园区项目，一律视同自治区层面统筹推进重大项目优先保障用地，按照分级保障原则予以安排。优先支持生态产业园区享受低丘缓坡、工业用地上山、未利用地开发等土地利用政策。利用园区内原划拨工业用地发展重点生态产业项目，符合《划拨用地目录》要求的，可以继续保留划拨用地性质。生态产业园区及其企业建设员工周转房，可纳入保障性住房政策范围。

据悉，到2017年，广西50%以上国家级园区、

30%以上自治区级园区将实施生态化改造，南宁、梧州、贺州等规划新建的生态产业园初具规模。到2020年，全部国家级园区和30%的自治区级园区完成生态化改造，其他自治区级园区全部启动生态化改造，构建起一批主导产业链型的生态产业园区，南宁、梧州、贺州生态产业园建成并发挥示范带动作用；初步建立起生态型产业体系，促进绿色产业集群优势进一步显现、资源产出率大幅提高。

（摘自《广西日报》2015年8月6日）



广西资源节约综合利用协会

工 作 简 报 2015年第7-8期（节选）

1、为规范协会内部管理，进一步加强协会自身建设，进而激发协会活力，树立良好的社会形象。参照广西壮族自治区民政厅关于开展2015年度自治区本级社会组织评估活动的有关规定，经研究决定，协会将开始着手收集整理评估资料，做好积极参与评估活动的准备工作。并请会员单位给予积极配合。

2、2015年7月14日至17日，《全国工业行业循环经济标准评价指南 铝行业》（征求意见稿）第二次工作会议在南宁市天桃大酒店召开。参加会议的广西壮族自治区节能监察中心组织，广西节能标准化技术委员会、广西标准化协会、广西资源节约综合利用协会、中国铝业广西分公司、广西投资集团银海铝业有限公司、广西信发铝电有限公司、广西华银铝业有限公司等《标准》等编制单位认真慎重地对调研组从青海、河南等铝业主产地区3家企业获得的18条反馈意见及建议逐条进行研讨分析，并结合我国铝业目前生产水平及未来发展态势对对初稿做出了进一步修改，形成修改后的《征求意见稿》以备下阶段向全国相关单位广泛征求意见后上报国家标委会审核。

3、为贯彻落实建设美丽广西，加快推进生态文明建设，转变广西工业发展方式，建设资源节约型、环境友好型社会。2015年7月，协会理事长崔工伟同志作为评审专家参加自治区工信委对南宁浮法玻璃有限责任公司浮法玻璃生产线整体搬迁升级改造项目、河池广驰水泥有限责任公司2500t/d新型干法水泥熟料生产线技改异地（宜州）建设项目的节能评估审查。

4、广西壮族自治区发展和改革委员会关于桂林市和马山县生态文明先行示范区建设实施方案初审会于2015年8月5日在自治区发展改革委办公大楼召开，出席会议单位的有自治区财政厅、国土资源厅、住房城乡建设厅、水利厅、农业厅、林业厅、工业和信息化委、环境保护厅、商务厅以及特邀专家，协会理事长作为特邀专家出席了此次会议。

5、根据国务院颁发的《关于取消非行政许可审批事项的决定》（国发【2015】27号），自治区于2015年起终止了资源综合利用企业（含电厂）的认定工作。为了推进我区企业热电联自备电厂（机组）的持续发展，协会于2015年8月13及时向会员单位转发了自治区工信委下发的有关文件，并就文件精神进行介绍及阐释。同时，为广西合浦西场永鑫糖业有限公司、中粮屯北海糖业有限公司等企业申报2015年资源综合利用（热电联产）现场核查有关工作进行了技术指导服务。

