

燃煤锅炉用户电能替代方案对比研究

唐虎¹ 崔浩² 陈爱伦¹ 谢婷婷¹

(1. 国网四川省电力公司德阳供电公司 四川 德阳 618000;

2. 国网湖北省电力公司襄阳供电公司 湖北 襄阳 421000)

摘要:工业燃煤锅炉“煤改电”作为售电市场电能的主要增长点备受当地电业公司的关注,综合运用政府补贴、环保约束、市场交易等手段,深耕电能替代市场潜力也是电业公司的工作重点。为落实中央环保督查要求,正加快推进工业燃煤锅炉淘汰改造工作,确保公司市场份额不断提升。以德阳地区某50 t/h燃煤锅炉用户为研究对象,介绍了对该燃煤锅炉改造后的不同方案及为用户提供最为合理有效的方案,同时也为其他用户后期改造提供了理论依据,具有较高的推广意义。

关键词:燃煤锅炉;售电市场;电能替代;改造;份额

中图分类号 F426; 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2020)01-0088-07

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2020.01.018

Research and Comparison of Electric Energy Substitution Schemes for Coal-fired Boiler Users

Tang Hu¹, Cui Hao², Chen Ailun¹, Xie Tingting¹

(1. State Grid Deyang Electric Power Supply Company, Deyang 618000, Sichuan, China;

2. State Grid Xiangyang Electric Power Supply Company, Xiangyang 421000, Hubei, China)

Abstract: The replacement of coal with electricity of industrial coal-fired boiler as the main growth point of electricity selling market is the attention of local electric power companies, and with the integrated use of government subsidies, environmental constraints and market transactions, deeply developing the potential of electric energy substitution market is also the priority of electric power companies. In order to fulfill the requirements of the central environmental protection supervision, the company is accelerating the elimination and transformation of industrial coal-fired boilers, which ensures its market shares keep increasing. Taking a 50 t/h coal-fired boiler user in Deyang area as the research object, after introducing different schemes for the coal-fired boiler transformation, the most reasonable and effective solution is provided for the user, and the theoretical basis is also provided for later reconstruction of other users, which is of high popularization significance.

Key words: coal-fired boiler; electricity selling market; electric energy substitution; transformation; share

0 引言

社会经济的高速发展使得能源利用量逐步加大,加上以煤炭、石油、天然气等为主的一次能源逐步枯竭,环境的不断恶化,能源供给越来越离不开电能的支撑。随着环保对环境改善的迫切要求,以电代煤、以电代油等已经成为目前的发展趋势,电能作为现代社会进步的重要推动力,将掀起一场新的能源革命^[1]。近年来,四川省清洁能源生产能力快速增长,能源结构进一步优化,能源普遍服务水平大幅

提升,能源科技创新和体制机制改革取得积极进展,能源供给保障能力显著增强,能源发展已站到转型变革的新起点。

电能替代的宗旨是逐步改变当前终端能源利用格局,使电能终端能源的消费比例不断提升,实现节能减排、保护环境的目的^[2]。对成都平原而言,近几年雾霾天气逐年严峻,主要原因之一是化石能源的燃烧、汽车尾气等直接排放到空气中,导致环境不断恶化。德阳作为成都平原的重要组成部分,积极响应政府号召,大力推广电能替代战略。根据相关数据显示,目前,中国工业锅炉数量约62万台,

燃煤锅炉约37万台。综合考虑国家政策、电价水平和技术条件,具备可行性的电能替代锅炉共4.28万台、210 000 t/h,若全部以电锅炉替代,可增加用电量约147 000 MVA,增加用电量294 000 GWh/a^[3]。

电能替代的必要性在于:1) 电力供应充足,不存在冬季供应短缺问题,可保证企业连续生产;2) 电价相对稳定,由省发改委统一确定输配电价,交易电价可签长期合同予以确定;3) 电能是真正的清洁能源、“零排放”,可避免环保标准提升后企业二次改造;4) 电锅炉占地小,无人值守,安全性高,运维便捷;5) 电锅炉热效率高、品质稳定,有助于提高产品质量^[4]。

下面以德阳地区为研究对象,以政府相关政策为支撑,研究了德阳地区电能替代潜力,并选取某燃煤锅炉用户为研究点,对比了燃煤锅炉不同改造方案的经济性,为该地区其他燃煤的改造方向提供了理论参考,促使燃煤锅炉用户改造意愿向电能方向发展。

1 背景简介

1.1 电力供需形势

四川作为全国最大的清洁能源生产基地,具有丰富的清洁水电资源。近年来,水电实现跨越式发展,2017年水电装机容量达到77 140 MW,占全省总发电装机容量的79.35%;2017年发电量316 372 GWh,占全省发电量的88.64%;预计到2020年末,水电装机规模达到83 010 MW,在建规模约40 100 MW^[5]。

由于四川省内电力通道建设进度滞后于电源,自2012年起出现弃水问题,2012—2017年调峰弃水电量分别为7600、2600、9700、10 200、14 100、13 996 GWh,在相当一段时间内四川省电力供大于求的供需形势难以有效逆转。

1.2 能源消费现状

2014—2016年,四川省能源消费总体情况保持平稳略有增长的态势,其中,煤炭消耗量逐年降低,从2014年的110 Mt降低到了2016年的88.69 Mt;天然气消耗保持平稳略有增长,从2014年的16.172 Gm³增长到2016年的17.181 Gm³,电力消费量呈现出先抑后扬的态势,从2014年的205 500 GWh增长到2016年的210 100 GWh^[6]。

煤炭消费量占全省能源消费总量的比重从

2014年的42.76%下降到2016年的34.11%,煤炭消费量占比累计降低8.65个百分点^[7]。按照《四川省“十三五”能源发展规划》,到2020年,煤炭在终端能源的消费比重将进一步降低至23.90%。在人民美好生活与大气污染矛盾日益凸显的形势下,主动实施“煤改电”是大型企业积极响应政府号召,履行社会责任的有力表现。

1.3 四川省“煤改电”政策

实施电能替代是将四川清洁能源优势转化为环境优势的重要举措,通过政府搭建平台,整合电源、电网及技术资源,实现各方信息互通,按照“政府补贴一点、企业付出一点、发电和电网企业让利一点”的政策导向,形成合力,全社会共同推动电能替代工作^[8]。

2017年3月,为治理大气污染、促进水电消纳、有效推进电能替代工作,四川省发改委、四川省能源局、四川省环保厅等7委厅联合印发了《四川省电能替代实施意见》,明确了工业领域燃煤(油、柴)锅炉的强制淘汰及替代改造标准。后续,四川省发改委、四川省能源局密集出台了工业锅炉“煤改电”电价、补贴等政策,大幅降低了电锅炉的运行成本与改造成本,全年到户电价不高于0.35元/kWh,让电能具备与天然气相当的经济性。

2 电能替代

2.1 电能替代相关政策

针对目前市场上现存的燃煤、燃气锅炉,对其进行电能替代,主要体现在以下几个政策的支撑上:

1) “煤改电”工作目标

根据《四川省推进电能替代实施意见》(川发改能源【2017】112号)要求:2020年电能占终端能源消费比重提高至36%以上的主要目标,并将10 t/h及以下燃煤锅炉纳入强制淘汰范围,禁止城市建成区新建20 t/h及以下燃煤锅炉。

2) 电能替代电价政策

根据《关于藏区留存电量和电能替代输配电价有关问题的通知》(川发改价格【2017】380号)的相关要求:2017年1月1日以后新建电锅炉和改造燃煤、燃油、燃气锅炉等电能替代项目按单一制输配电价0.105元/kWh(含线损)执行,且到户电价由上网电价和输配电价两部分组成,免收基本电费,政府性

基金和附加。

3) 省级财政补助标准及办法

《关于加强四川省工业燃煤(油、柴)锅炉窑炉电能替代改造项目补助资金管理的通知》(川发改能源【2017】367号)明确:1~10 t/h的强制改造燃煤锅炉企业 2017、2018年分别按万元/(t·h⁻¹)、2万元/(t·h⁻¹)标准予以一次性补贴,2019年及以后实施改造的不再给予补贴;10 t/h以上鼓励改造燃煤锅炉企业 2017—2019年分别按10万元/(t·h⁻¹)、8万元/(t·h⁻¹)、6万元/(t·h⁻¹)标准予以一次性补贴,2020年及以后实施改造的不再给予补贴。

4) 电能替代项目管理

根据《工业燃煤(油、柴)锅炉窑炉电能替代项目管理指南(暂行)》(川发改能源【2017】459号)相关规定:电能替代输配电价政策与财政补助政策的适用范围、申报流程以及相关责任主体,对工业领域、单独装表计量等进行了强调。

2.2 电能替代可行性分析

1) 供求关系

天然气供求矛盾日益突出,由于国产天然气价格大幅低于其他可替代能源价格,各地争上以天然气为原料或燃料的高耗能项目,纷纷进行“油改气”,导致天然气需求过快增长,部分地区“气荒”和加气难时有发生。

2) 资源含有量

中国天然气资源相对缺乏,剩余可采储量不足世界总量的2%,人均探明剩余可采储量只有世界水平的7%左右。随着国民经济的发展,国内天然气产量已不能满足日益增长的需求。据统计,2007—2012年,中国天然气进口量从4 Gm³增加到42.5 Gm³,5年增长9.6倍。

3) 能源单价比

国产天然气价格大大低于其他可替换能源价钱。国际市场天然气价格通常等于热值原油价格的60%左右,而目前国产陆上天然气平均出厂基准价格仅相当于国际市场原油价格的25%左右。与其他可替代能源价格相比,国内天然气价格相当于等热值液化石油气价格的1/4,燃料油价格的1/3,进口天然气价格的一半左右。

价格是引导市场资源配置最灵敏、最直接的信号,适当上调天然气价格,对于合理有效配置天然气资源,促进资源节约,保证天然气生产供应,已十分

必要而且紧迫。国内天然气需求不断攀升,在国内无法满足需求的情况下,天然气进口加剧,对外依存度也在不断提高,同时进口天然气价格倒挂影响明显。由于这一系列因素的影响,造成了未来中国天然气依然存在增长空间。

2.3 市场目标分析

1) 电能替代方向

四川近年为实施重点区域大气污染防治“十二五”规划,开展节能节水工作,鼓励大型工业企业对燃煤锅炉进行“煤改气”改造,使得2017年以来有一定数量的企业完成了“煤改气”、“煤改电”或“煤改生物质”改造。这部分企业对于近期内再次改造锅炉的意愿很低,且“煤改气”政策还在进一步开展中。因此,考虑四川省电锅炉近期的主要替代方向有两个:一是生活供热,包括新建酒店、写字楼等公共建筑的取暖供热、食堂供热水等;二是中小型工业燃煤锅炉改造,中小型企业尚未进行“煤改气”的数量较多,改造成本较低。远期来看,若天然气气源持续紧张,供需矛盾逐步加剧,电锅炉将更具有替代优势。电能替代领域及主要替代技术如表1所示。

表1 电能替代主要领域

序号	替代领域	主要替代技术
1	电采暖	热水电锅炉、碳晶、发热电缆、电热膜、热泵
2	电制冷	热泵、冰蓄冷
3	工业用热	蒸汽电锅炉
4	老旧汽车	电动汽车、低速电动车
5	电气化铁路	高铁、城市轨道交通
6	港口岸电	船舶岸电、港口装卸、机场APU
7	农业生产	电制茶、电烤烟、农业排灌电机井
8	工业生产	电窑炉
9	油气生产	电力钻机、电力加压
10	家庭电气化	电热水器、电炊具
11	清洁能源替代	富余清洁能源替代纯燃煤自备电厂

2) 电锅炉优势

环境优势:燃煤锅炉运行过程中产生烟气,向空气中排放细颗粒物,对环境有一定污染。电锅炉具有零排放、无烟尘、无废弃、无噪音等优点,更有利于环境保护。

安全优势:燃油、燃煤锅炉的原料运输、现场储存、使用过程中均存在一定的不安全因素,而燃气锅

炉的原料天然气易燃 相比之下 电锅炉更为安全。

成本优势: 燃油或燃煤锅炉的使用过程中, 需安排人员进行采购、验收、装卸等工作, 燃油、燃煤锅炉运行过程中还需专人值守, 使用电锅炉则减少了辅助用工的支出。

“移峰填谷”优势: 若使用蓄热电锅炉, 制热设备的用电时间将全部或部分被转移, 电网较富裕的低谷电力可以得到充分利用, 使电力系统运行效率得到提高。同时, 充分利用电网峰谷分时电价, 蓄热系统的运行费用将比直热系统电锅炉大大降低。

2.4 电能替代量化模型

电能替代需要以模型化进行量化完成对电能替代潜力的分析, 在这里将电能替代量作为分析电能替代潜力的客观依据, 为此可以建立理论模型:

$$D_{ct} = (Y_{ct} - \frac{Y_{cT_B}}{Y_{T_B}} \cdot Y_t) \quad (1)$$

式中: D_{ct} 为第 t 年电能替代量; Y_{ct} 为第 t 年实际的电能消耗量; T_B 为基准年, 用以衡量其他年份电能替代量的多少; Y_{T_B} 为基准年 T_B 的电能替代量; Y_{cT_B} 为基准年 T_B 的所有能源消耗总量; Y_t 为第 t 年所有能源消耗的总量。

一个企业电能替代潜力不仅与国民经济的发展状态、电能替代的技术成熟度有关, 同时与政府政策扶持力度有关, 由政府主导的产业结构化调整及清洁能源消费导向作用是左右非电能源结构变化的主要因素。式(2)至式(4)分别表示经济状态、技术成熟度、政策补贴对电能替代的量化关系。

$$G_p(t) = k_1 \frac{G(t)}{P(t)} \quad (2)$$

$$T(t) = k_2 \frac{E_t(t)}{E_f(t) + E_t(t)} \quad (3)$$

$$S(t) = k_3 \frac{I_e(t)}{I_e(t) + I_c(t) + I_o(t) + I_g(t)} \quad (4)$$

式中: k_1 、 k_2 、 k_3 为弹性系数, 用以更加准确地预测电能替代潜力; $G_p(t)$ 为第 t 年电能替代下的经济状态; $G(t)$ 为第 t 年国民经济生产总值; $P(t)$ 为第 t 年国内人口总数; $T(t)$ 为第 t 年电能替代技术的成熟度; $E_t(t)$ 为第 t 年用户的实际电能消耗量; $E_f(t)$ 为第 t 年用户化石能源的等效电能消耗量; $S(t)$ 为第 t 年由政策主导对电能替代的影响因子; $I_e(t)$ 、 $I_c(t)$ 、 $I_o(t)$ 、 $I_g(t)$ 分别为第 t 年的电能、煤炭、石油和天然气的新建固定资产投资。

从经济角度出发, 一个大工业用户的改造成本包括设备土建成本、初始投资、安装成本、环评成本、燃料成本(包括电或燃气)和其他成本; 得到的经济效益包括政府补贴、电价优惠、基本电费等。用户为实现最优经济改造及效益分析需对自身电能替代量进行预估, 然后根据投资成本及其他费用来综合考虑锅炉改造类型。

3 案例分析

2018年德阳地区电能替代典型示范项目电量指标为6200 MWh, 必须推广的替代领域为电锅炉。为此目标, 德阳供电公司深入分析本地区电能替代潜力, 为燃煤企业制定改造计划, 分别从建设成本、运营成本等方面分析电能替代的优劣性。以德阳某燃煤锅炉公司为研究对象, 对其改造方案进行对比分析, 为其制定最优改造方案。

3.1 基础数据描述

该公司目前燃煤锅炉规模为50 t/h, 日运行小时数为24 h, 日用蒸汽量约为1080 t, 年运行天数为300 d, 年用蒸汽量约为324 000 t。锅炉最高负荷为50 t/h, 最低负荷为37 t/h, 平均负荷为45 t/h; 德阳地区水费约为3.5元/t; 该公司蒸汽锅炉拥有产品加热及干燥, 蒸汽压力为1.25 MPa, 蒸汽温度为190℃, 回水温度为80℃。

3.2 锅炉选型

1) 锅炉本体

根据用户蒸汽使用量需求, 按照峰值50 t/h要求配置2台25 t/h锅炉, 输出190℃的饱和蒸汽, 锅炉额定工作压力1.25 MPa。其中: 电极式锅炉设计容量为19 MW, 2台, 10 kV交流电供电锅炉负荷0.8~8.0 MW可调, 对应的蒸汽量为2.5~25 t/h。

2) 锅炉用水

电极锅炉用水需要达到纯净水水质要求, 进水水质要求小于等于4 μS/cm; 原水采用当地市政自来水, 设计进水电导率不大于800 μS/cm; 水处理系统能力应略大于锅炉最大蒸汽负荷。

3) 电源需求

采用电极式锅炉需提供两路10 kV电源(用户红线外供电方案不在所提方案中), 容量按选定锅炉容量的110%左右进行配置(大于40 MW)。电极式锅炉辅机使用380 V的交流电, 总功率约为40 kW, 可

利用工厂现有的配电进行供给。

3.3 成本分析

该研究用户意愿将50 t/h的燃煤锅炉进行改造,这里主要针对燃煤锅炉改造为电极式蒸汽锅炉和燃气锅炉进行分析。

1) 建设成本

建设成本一般包括土建投资、初始投资、安装费用等,具体如表2所示。

表2 锅炉建设成本

投资项	电极式蒸汽锅炉 2×25 t/h	燃气锅炉 2×25 t/h
土建投资	约200万元	约300万元
初始投资	约2100万元	约1400万元
安装费用	50万元(含材料及报检费)	60万元(含材料及报检费)
烟囱高度	无需烟囱,造价为0	约50万元
烟气在线监测系统	无需,此部分造价为0	费用估算50万元
环保投资	零排放,无增加	超过100万元。
政策补贴	400万(2018年改造)	0万元
实际投入	1950万元	1960万元

表3 锅炉对比分析

分项内容	电极式蒸汽锅炉	燃气锅炉
运行人员	每班1人	每班2人
维护保养	维护工作量小	不但锅炉本体需要维护保养,燃烧器也需要经常保养,工作量较大(年费用5万元)。
易损件	基本无易损件,电极寿命可达30年,配电设备寿命可达30年,炉体寿命30年。	一般3年开始大修,5~10年左右要更换燃烧器,燃烧器成本约占锅炉的50%。
能源检修	生产受电网检修影响	生产受电网检修影响,生产受燃气管道检修影响
节能减排	①零排放,锅炉效率可以达到99%以上; ②10%~100%的负荷可调; ③各种负荷状态效率不变。	①有颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、汞及其化合物等,锅炉效率90%左右,负荷调节; ②25%~100%可调; ③低负荷时效率值将大幅下降。
安全性	电极锅炉运行自动化程度高,安全性高,符合核电安全性评价要求。配电系统多级断路保护,保障人身安全,将损失降到最小。	由于汽水系统和烟风系统均比电极式锅炉复杂,一旦发生事故,将产生严重后果。
操作性	操作简单、劳动强度低	比电极锅炉差
起停控制	随时可以一键启停,可以迅速从冷态到额定参数出力输出,一般在30~40 min内可以达到;当不用时可以迅速停炉。	燃气锅炉启动相比电极式锅炉较慢,从冷态到额定参数出力输出一般在1~1.5 h内可以达到。
故障率	结构简单,无运动部件,故障率低	由于汽水系统和烟风系统均比电极锅炉复杂,机械传动部件多,故障率略高;能保障正常运行,如遇故障检修工期长,速度慢。
设备回收	系统简单,方便拆装移用	相对复杂,工作量较大

土建投资一般为新建锅炉房的投资,据相关数据显示,50 t/h电极锅炉房建筑面积一般约200 m²,高度8 m,总体投资约为200万元,而燃气锅炉房建筑面积一般约700×2 m²,高度8×2 m,总体投资约300万元。燃气锅炉常规烟囱高度15 m,如严格按照“新建锅炉房周围半径200 m距离内有建筑物时,其烟囱高度应高出最高建筑物3 m以上”,以60 m烟囱为例需造价约50万元。环保政策日趋严格,可能增加的投资,电极锅炉投资为0,燃气锅炉主要考核氮氧化物,目前GB 1327-2014规定在标准状态下限值为普通地区200 mg/m³,重点地区150 mg/m³。环保压力日趋增大,标准日趋严格,目前北京地区为30 mg/m³,天津80 mg/m³,如实施更严格标准,需进行低氮改造,以30 mg/m³为例,此项费用超过100万元。

从表2中可以看出电极锅炉投资费和燃气锅炉相差不多,但是可以节约用地(在城市里价值凸显)且零排放无环保相关费用支出。

2) 电锅炉与燃气锅炉特性分析对比

对比分析电极式蒸汽锅炉与燃气锅炉特性(如表3所示),可以看出电极式锅炉整体优于燃气锅炉。

3) 运行方案

为实现用户最优经济分析,通过采用不同锅炉组合运行模式,对纯电极式锅炉、电极式锅炉+燃气锅炉、电极式锅炉+燃煤锅炉3种方案改造成本与运行成本进行分析对比,为用户确定最终的改造方案。

①纯电极式锅炉

从表2可以看出,纯电极式电锅炉前期一次性投入2350万元,2018年完成改造可获得省级财政补贴400万元,实际一次性投入1950万元。年运行成本见表4,可以计算出纯电极式电锅炉年运行成

本支出7315.66万元。

②电极式锅炉+燃气锅炉

此种方案主要是采用电极式锅炉的丰水期较为便宜电价和枯水期时使用燃气锅炉。从表2可知,电极式锅炉+燃气锅炉前期一次性投入4310万元(其中:电锅炉2350万元、燃气锅炉1960万元),2018年完成改造可获得省级财政补贴400万元,实际一次性投入3910万元。

电极式锅炉+燃气锅炉的年运行成本见表5,年运行成本支出5880.2万元。该方案较采用纯电极式锅炉多投入1960万元,但年运行成本少

表4 纯电极式锅炉运行成本分析

项 目	参 数	备 注
所需最大蒸汽量/(t·h ⁻¹)	45	
目前日蒸汽耗量/t	1080	按每天24h,90%平均负荷
目前月蒸汽耗量/t	30240	每月平均运行28天
每吨蒸汽耗电/(kWh·t ⁻¹)	720	
丰水期电价/(元·kWh ⁻¹)	0.22	
丰水期用电蒸汽成本/(元·t ⁻¹)	158	
丰水期耗蒸汽量/t	211680	丰水期5—11月(196天)
丰水期能源消费成本/元	33530112	
枯水期电价/(元·kWh ⁻¹)	0.49	
枯水期用电蒸汽成本/(元·t ⁻¹)	353	
枯水期耗蒸汽量/t	112320	枯水期12—4月(104天)
枯水期能源消耗成本/元	39626496	
年能源消耗成本/元	73156608	

表5 电极式锅炉+燃气锅炉运行成本分析

项 目	参 数	备 注
目前所需最大蒸汽量/(t·h ⁻¹)	45	
目前日蒸汽耗量/t	1080	按每天24h,90%平均负荷
目前月蒸汽耗量/t	30240	每月平均运行28天
每吨蒸汽耗电/(kWh·t ⁻¹)	720	
丰水期电价/(元·kWh ⁻¹)	0.22	
丰水期用电蒸汽成本/(元·t ⁻¹)	158	
丰水期耗蒸汽量/t	211680	丰水期5—11月(196天)
丰水期能源消费成本/元	33530112	
每吨蒸汽耗气/m ³	90	
气价/(元·m ⁻³)	2.5	
枯水期用气蒸汽成本/(元·t ⁻¹)	22	
枯水期耗蒸汽量/t	112320	枯水期
枯水期能源消耗成本/元	25272000	12—4月(104天)
年能源消耗成本/元	58802112	

表6 电极式锅炉+燃煤锅炉运行成本分析

项 目	参 数	备 注
目前所需最大蒸汽量/(t·h ⁻¹)	45	
目前日蒸汽耗量/t	1080	按每天24h 90%平均负荷
目前月蒸汽耗量/t	30 240	每月平均运行28天
每吨蒸汽耗电/(kWh·t ⁻¹)	720	
丰水期电价/(元·kWh ⁻¹)	0.22	
丰水期用电蒸汽成本/(元·t ⁻¹)	158	
丰水期耗蒸汽量/t	211 680	丰水期5—11月(196天)
丰水期能源消费成本/元	33 530 112	
枯水期用煤蒸汽成本/(元·t ⁻¹)	180	
枯水期耗蒸汽量/t	112 320	枯水期12—4月(104天)
枯水期能源消耗成本/元	20 217 600	
年能源消耗成本/元	53 747 712	

支出1 435.46万元,在锅炉故障、冬季缺气、电网故障时,两套锅炉可互为备用,提高企业能源供应的可靠性。

计算改造成本及实现经济效益,最终为用户提出合理改造方案。

③电极式锅炉+燃煤锅炉

该方案主要是采用电极式锅炉的丰水期较为便宜电价和枯水期时使用燃煤锅炉。因使用之前的燃煤锅炉,燃煤锅炉未拆除,因此无法获得省级财政补贴,由表2可知前期一次性投入2350万元。

电极式锅炉+燃煤锅炉的年运行成本见表6,年运行成本支出5 374.77万元,较方案①和方案②分别少支出1 940.89万元、505.44万元,并且两套锅炉可互为备用,提高企业能源供应的可靠性。

通过对该用户的改造方案进行分析可以看出,采用纯电锅炉模式一次性投入最低,但运行成本最高;采用电极式锅炉+燃煤锅炉模式运行成本最低,但后续仍需考虑淘汰燃煤锅炉;采用电极式锅炉+燃气锅炉模式虽一劳永逸,但一次性投入最大。结合该企业综合自身实际情况及改造方案对比,优先推荐用户采用电锅炉+燃煤锅炉模式,待条件成熟后再将燃煤锅炉更换为燃气锅炉。

参考文献

- [1] 宁晓静,张毅,林湘宁,等.基于物理-信息-价值的能源区块链分析[J].电网技术,2018,42(7):2312-2323.
- [2] 孙毅,周爽,单葆国,等.多情景下的电能替代潜力分析[J].电网技术,2017,41(1):118-123.
- [3] 吴磊,詹红兵.国际能源转型与中国能源革命[J].云南大学学报(社会科学版),2018,17(3):116-127.
- [4] 王伟,黄珂.电能替代战略:机遇、挑战与政策选择[J].华北电力大学学报(社会科学版)2014,9(4):1-5.
- [5] 曹琨.四川地区气候及水资源变化分析与预测[J].东北水利水电,2018,36(4):28-30.
- [6] 金方方,谭程亮.四川水文水资源领域技术需求分析[J].四川水泥,2015,23(6):23-27.
- [7] 李鸿军.遥感技术在四川汉源地区煤炭资源调查评价中的应用[J].矿业工程研究,2017,32(1):55-59.
- [8] 朱赫炎,张明理,梁毅,等.煤改电电能替代工程效益分析[J].东北电力技术,2017,38(5):43-45.

作者简介:

唐 虎(1990),助理工程师,主要从事高压用电检查与反窃电工作;

崔 浩(1991),助理工程师,主要从事电力系统稳定与控制、智能变电站运维技术等工作;

陈爱伦(1989),技师,主要从事泛在电力物联网建设工作。

(收稿日期:2019-05-21)

4 结 语

“电能替代”工作作为德阳供电公司重点营销任务之一,是开拓新增售电市场的关键增长点。为促进德阳供电公司“电能替代”工作顺利推进,以辖区某50 t/h燃煤锅炉作为研究对象,分别探究了燃气锅炉、电极式锅炉以及上述两者混合改造方案,并