

数字化在火电煤场的实践应用

文/高孝义
陕煤电力信阳有限公司

摘要：从煤场数字化的实践应用详细介绍了煤场管理、数字分区、配煤掺烧和业绩成效，并对火电厂煤场数字化应用前景进行展望。
关键词：数字化；火电厂；煤场管理；煤场预警；配煤掺烧

燃料管理是关乎火电企业安全生产和经济效益的重要因素，是发电企业保障生产、节能环保、降低生产成本的一项重要工作。发电企业作为国家核心的能源企业，如何做到最大限度地节能减排、优化企业资源配置、降低运营成本是目前面临的亟需解决的问题，从而能够掌控电力市场运行规律，避免不必要的损失，提高企业经营效益。

数字化煤场的管理

陕煤集团信阳公司有6个煤场，共3台斗轮机。其中西1、西2煤场主要存放贫瘦煤，供1[#]、2[#]机组；中1、中2煤场主要存放烟煤，共一、二期机组掺配煤；东1、东2煤场存放烟煤用于3[#]、4[#]机组使用，煤场的堆取煤工作均由斗轮机完成，采用数字化煤场管理后，煤堆煤种、体积的计算和盘点可通

过装在斗轮机上的盘煤设备进行测量和统计，以煤场信息实时掌握为目标，最优堆取煤方案，实现对燃料收、耗、存以及量、质、价数据的全面管控，并为配煤掺烧提供准确及时的现场燃煤信息，从而达到安全、经济的燃烧，降低发电煤耗，同时生成燃煤采购月计划，为燃煤采购人员及领导者提供燃煤采购参考性数据支持，保障燃煤库存量，最终保证机组的发电运行。

1. 煤场分区管理

根据电厂配煤掺烧和煤场管理的实际需要，将煤场划分为若干区域，以此为基础实现按煤质、地域、矿点等多种类别或综合形式以三维动态方式展现不同煤场或同一煤场的不同区域堆、取、存的量、质、价数据和储存时间、煤场温度等信息，如图1所示。

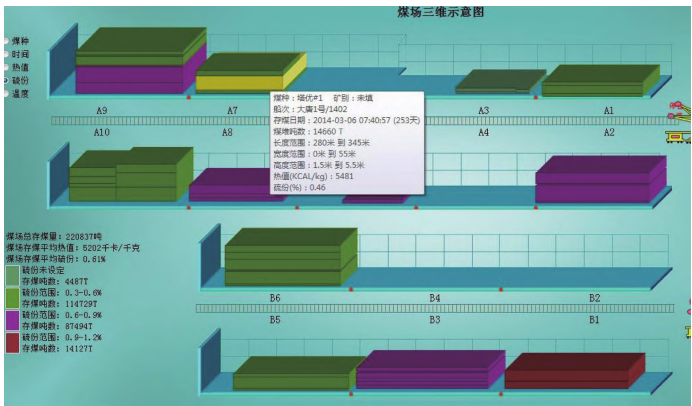


图1 煤场三维示意图

2. 盘煤管理

为防止煤场的存煤产生较大的累计偏差，每隔一段时间都要对煤场进行盘点，以便摸清家底，

使得煤场管理的有关数据更加清楚、准确。如图2所示。

项目		分析日原始值	盘点原始值 (A)	电厂调整分析值 (B)	分公司审查值 (C)	集团审查值 (D)	备注
财务账面值	月初存煤量(1)	356750.38	356750.38	356750.38			2019年05月01日0点账面月初存煤量。
	月入厂煤量(2)	153472.44	244452.04	244452.04			2019年05月全月对应的入厂煤量。
	月耗煤量和其它用(3)	97613.34	160394.28	160394.28			2019年05月全月对应的总耗用煤量： 160394.28(吨)，扣除其他耗用煤量：≤0.0
	月储存损耗(4)	2007.36	2045.72	1850			最大化设计提数为该月供耗存日报月均库存 的千分之五
	月末库存(5)	410602.12	438762.42	438958.14			(5)=(1)+(2)-((3)+(4)),2019年05月期末库 存账面煤量。
对应存煤量	煤场总煤量(6)	410759.48	410759.48	410759.48			2019年05月,月度盘点库存煤量
	原煤仓、筒仓、煤沟等处(7)	0	0	0			无法进行盘点点总估算煤量
	合计(8)	410759.48	410759.48	410759.48			(8)=(6)+(7)
	进煤(9)	0	90979.6	90979.6			2019年05月23日 16:00:00(盘点完成时间)- 2019年05月31日 23:59:59的入厂煤量。
	耗煤(10)	0	62780.94	62780.94			2019年05月23日 16:00:00(盘点完成时间)- 2019年05月31日 23:59:59的耗用煤量。
	存煤	煤场盘煤量(11)	410759.48	438958.14	438958.14		(11)=(8)+(9)-(10),2019年05月期末库存实 数煤量。
	账面盈亏(12)	157.36	195.72	0			2019年05月账面盈亏值。
盘点分析		本月期末盘点库存438958.14吨,期末账面库存438762.42吨,本月最大允许统计提数2045.72吨,盘煤195.72吨。					

图2 煤场盘点分析

通过特定的仪器（如激光盘煤仪等）一次对整个煤场分区进行盘点，系统根据激光三维盘煤仪快速测量煤堆上特征点的三维数据，并自动记录其空间坐标。然后将测量数据传到计算机上，利用测量软件在计算机上建立数字地形模型（DTM），再用高程点和三角网两种方法计算体积，取其平均值得到最终体积及网格形状等信息。盘煤仪如图3所示。



图3 盘煤仪

3. 燃煤入场管理

燃煤入场管理依据实时的来煤情况，选择对应

的来煤批次，通过煤堆图形预览堆放后效果；可提供多批来煤批量入库操作指令，引导入场煤到指定区域堆放（有验收监管系统的，指令直接传至该系统）；系统将对库存燃煤信息实时更新，最终达到入场信息化控制的目的。

4. 燃煤出库管理

根据输入的取煤调度指令，预览该调度指令执行后煤场堆型效果图；可通过煤场轮廓曲线对照取煤设备运行情况，对未按调度指令进行的作业，系统能记录轨迹标记并进行报警；燃煤出库操作完成后，煤场堆型效果图及数据可根据斗轮机堆取煤数据自动计算。

5. 煤场预警管理

煤场出现库存量超出合理范围、煤堆温升或温度超标（温升明显或温度超过60℃）、存煤时间超过系统设置值或堆取煤设备未按调度指令取煤等异常现象时，系统自动出现音、像报警，并向对应人员发送预警信息。

6. 配煤掺烧

系统根据机组负荷对煤质的要求及现有存煤价格、数量的情况，对煤场现有存煤进行安全、经济、环保等方面评估并给出配煤比优先排序表，生成最佳配煤方案和采购指导方案，对实际配煤情况进行记录。模块可通过系统接口数据自动生成煤仓

存煤模拟图，可实时展示各原煤仓的存煤状态，包括各原煤仓中的剩余煤量、煤质情况以及预计上煤耗用时间。

(1) 配煤方案制定

根据燃煤库存等制定配煤掺烧方案，参照录入

专家库的实验掺烧方案进行不断维护修正，掺烧方案包含机组在各种典型负荷下的掺配煤种、配煤比例、约束条件、配比要求、适用情况等，如图4所示。

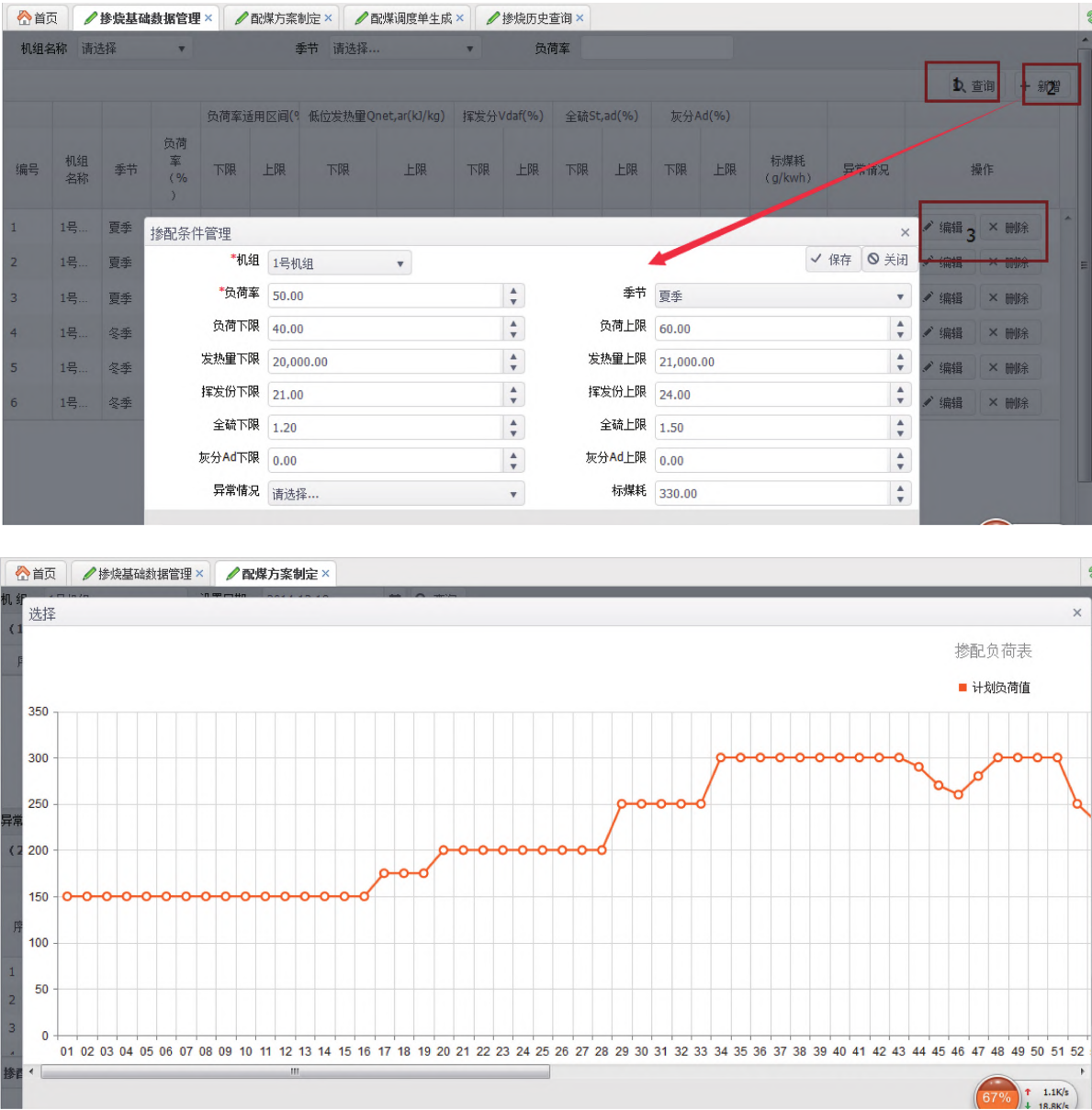


图4 配煤方案制定

(2) 配煤掺烧执行

掺烧执行界面实时显示燃煤入炉时哪一班、哪个机组、如何取煤、取哪几种煤、取多少吨煤等数据的配置。配煤掺烧方案在同一时间内同一班次只存在一个方案，系统根据实际执行情况对燃煤库存数量进行更新。

业绩与成效

陕煤集团信阳公司结合数字化煤场应用，根据公司自身特点，优化配煤掺烧模型，入炉煤掺烧采用三级掺烧方法，即煤场分类堆放、分仓上煤、炉内混烧。根据制粉系统特点，在中下层掺配煤泥及高硫煤保证低负荷时发热量4 100 kCal/kg，硫份

1.2%，高负荷时发热量4 600 kCal/kg，硫份0.9%左右，在保证安全、环保的基础上，不断开拓经济煤源，提高经济煤种掺烧力度。2020、2021年入炉煤硫份由开展深度配煤掺烧前的0.9%以下提高至1.1%以上，经济煤种掺烧比例达到32.13%、42.27%，通过配煤掺烧降低燃料成本3 260万元和3 845万元。

陕煤集团信阳公司掺配经济煤种主要以煤泥及高硫煤为主，2022年陕煤集团信阳公司入炉煤发热量4 653 kCal/kg，未因掺烧低热值煤发生不安全

事件，由于在一期掺烧高挥发份低热值煤，降低了SCR入口氮氧化物，并在一定程度上缓解了空预器差压的上涨。

陕煤集团信阳公司采购煤源相对稳定，主烧煤种以平煤、陕煤、郑煤为主，掺烧的高硫煤主要以太原交易、平煤二矿、晋能聚集、澄合矿为主。2022年硫份超3.5%的四种高硫煤采购量34.52万t，加权平均硫份4.04%，其中三种高硫贫瘦煤占高硫煤比例的67.47%，见表1。

表1 12月累计手工月报

矿别	到厂量/t	热值/ (kCal/kg)	挥发 (Vdaf%)	硫分 (St, d)	入厂不含税标单/ (元/t)
平煤电煤	352 061.48	4 033.85	35.98	0.46	821.53
二矿	112 309.68	4 069.52	32.09	4.66	748.47
郑煤	183 298.37	5 101.78	16.99	0.45	805.22
晋能聚集高硫贫	80 170.42	5 143.57	14.45	3.94	698.65
太原交易	115 207.39	4 935.07	16.42	3.82	704.01
陕煤彬长	680 457.78	5 540.18	33.90	0.49	740.54
陕煤澄合	37 486.45	4 636.15	19.33	3.51	730.99
合计	3 459 535.73	4 728.08	31.39	1.11	763.97

2022年采购煤泥25.18万t，占全年采购量7.28%，煤泥发热量3138.2 kCal/kg。

2022年入厂煤345.95万t（折标煤233.66万t），热值4 728 kCal/kg，硫份 S_d 1.11%，入厂不含税标单763.97元/t。其中3.5%以上高硫煤34.5万t（占全年掺烧经济煤种25%）按照可采购煤源郑煤、陕煤、平煤分别进行置换，置换后入炉硫分下降至0.73%，升高不含税标单8.11元/t，采购高硫煤降低不含税燃料成本1 900万元。煤泥25.18万t按照可采购煤源平煤电煤进行置换，置换后入炉热值上升至4 793 kCal/kg，升高不含税标单4.17元/t，采购煤泥降低不含税燃料成本974.36万元。

由于在一期掺烧高挥发份低热值煤，SCR入口氮氧化物从650 mg/（N·m³）下降到536 mg/（N·m³），2020年减少尿素消耗434.29 t，节约尿

素费用91.2万元，2022年1—5月份减少尿素消耗286.44 t，节约尿素费用60.15万元。

应用前景

当前“双碳”目标已升级为国家战略，对实现“双碳”背景下能源电力行业面临的碳交易、碳市场给出了新的机遇和挑战。对于火力发电厂，节能减排是最经济、最直接的路径。电厂的数字化和智慧化转型已经成为电力企业保障生产作业安全，提升生产运营效率，实现低碳发展，从而达到节能减排的必由之路。智慧电厂建设是我国能源领域转型发展的新里程碑，特别是燃煤电厂在新时代实现“脱胎换骨”“再造金身”的新途径，是建设现代能源系统的可靠保障。EA