

硕士学位论文

基于价值链的 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻 优系统的构建与应用

(Construction and application of fuel whole process
value chain optimization system in ZJ power plant)

学科专业

工商管理(MBA)

专业领域

运营管理

作者姓名

指导教师

2021 年 6 月

中图分类号_____

学校代码 10533

UDC _____

学位类别 专业学位

硕士学位论文

基于价值链的 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻 优系统的构建与应用

(英文题名, 小二号 Times New Roman 加粗)

作 者 姓 名

学 科 专 业

工商管理(MBA)

专 业 领 域

运营管理

研 究 方 向

企业价值链管理

二级培养单位

商学院

指 导 教 师

副指导教师

论文答辩日期_____

答辩委员会主席

中 南 大 学

年 月

学位论文原创性声明

本人郑重声明，所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了论文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得中南大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我共同工作的同志对本研究所作的贡献均已在论文中作了明确的说明。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

作者签名：_____ 日期：_____年____月____日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者和指导教师完全了解中南大学有关保留、使用学位论文的规定：即学校有权保留并向国家有关部门或机构送交学位论文的复印件和电子版；本人允许本学位论文被查阅和借阅；学校可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用复印、缩印或其它手段保存和汇编本学位论文。

保密论文待解密后适应本声明。

作者签名：_____

导师签名

日期：_____年____月____日

日期：_____年____月____日

基于价值链的 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统的构建与应用

摘要：燃料成本占了燃煤火力发电企业总成本的 70%以上，因此燃料成本的管理是燃煤火力发电企业经营管理活动的最为重要的部分，随着电力市场化改革的加速推进，电力将要还原商品的属性，作为高度同质化的商品，电力市场上电力价格的竞争实质上就是对发电企业成本的竞争，则燃料成本的管控显得更为重要，实施燃料精细化管理，千方百计降低燃料成本成为燃煤火力企业生存与发展的必然选择。同时，随着信息技术的不断发展。运用信息管理系统提高企业管理效率，降低管理成本也是各企业提高竞争力的重要途径。各大型火力发电企业近年来纷纷开展燃料管理全过程信息化、智能化管理系统建设的探索与尝试。

ZJ 发电厂作为一个已经投运 25 年的燃煤火力发电企业，机组容量较小，能耗较高，单位发电成本在电力市场中处于劣势，提高管理效率，降低生产成本尤其是燃料成本显得更为迫切。本论文基于价值链的基本理论，对 ZJ 发电厂燃料管理全过程作业、管理活动中各个环节的价值活动进行了梳理，串起了整个燃料管理的价值链，研究分析了各个价值连活动目前存在的问题和不足，找出管理低效和容易价值损失的环节，提出了改进的对策，对燃料的整体管理活动进行改善，整合、利用原有离散的、只覆盖部分燃料管理环节的数据管理系统，重新研究构建了一套燃料管理全过程价值链寻优系统，提升燃料管理效率，同时利用数据分析对燃料采购计划、煤场调度、燃料掺配烧等关键环节进行策略寻优，为 ZJ 发电厂的燃料管理提供最经济成本的辅助决策，最终实现燃料各环节管理规范、高效、实时、可控，达到进一步降低燃料成本，确保发电机组安全、环保、经济运行的目的。该系统在实际应用中取得了较好的效果，在火电企业中有一定的参考和借鉴意义。

图 25 幅，参考文献 50 篇

关键词：ZJ 火电厂；燃料管理；价值链；信息化管理系统

分类号：

Construction and application of fuel whole process value chain optimization system in ZJ power plant

Abstract : Fuel cost accounts for more than 70% of the total cost of coal-fired power generation enterprises, so the management of fuel cost is the most important part of the operation and management activities of coal-fired power generation enterprises, electricity will restore the attributes of commodities. As a highly homogeneous commodity, the competition of electricity price in the electricity market is essentially the competition of the cost of power generation enterprises, so the management and control of fuel cost becomes more important, the implementation of fuel refined management, O to reduce fuel costs has become the survival and development of coal-fired power enterprises inevitable choice. At the same time, with the continuous development of information technology. The application of information management system to improve enterprise management efficiency and reduce management costs is also an important way to improve the competitiveness of enterprises. In recent years, large thermal power enterprises have carried out the whole process of fuel management information, intelligent management system to explore and try.

ZJ power plant which is a coal-fired power generation enterprise has been put into operation for 25 years, the unit capacity is small, the energy consumption is high, the unit cost of power generation is at a disadvantage in the power market, and the management efficiency is improved, it is more urgent to reduce the production cost, especially the fuel cost. Based on the basic theory of value chain, this paper sorts out the value activities of each link in the whole process of operation and management of ZJ power plant fuel management, and links up the whole value chain of fuel management, this paper studies and analyzes the problems and shortages existing in each value chain activity, finds out the links of low efficiency management and easy value loss, and puts forward some countermeasures for improvement, so as to improve the whole fuel management activity, by integrating and utilizing the existing discrete data management system that only covers part of the fuel management process, a value chain optimization system for the entire fuel

management process is re-studied and constructed to improve the efficiency of fuel management, at the same time, the data analysis is used to optimize the strategy of the key links such as fuel purchase plan, Coal Yard Scheduling, fuel blending and so on, so as to provide the most economical auxiliary decision-making for the Fuel Management of Zj power plant, the final realization of fuel management standards, efficient, real-time, controllable, to further reduce fuel costs, to ensure electric generator safety, environmental protection, economic operation. This system has obtained the good effect in the actual application, has the certain reference and the model significance in the thermal power enterprise.

Keywords , Thermal power plant, fuel management, Value chain, Information management system

Classification

目 录

第 1 章 绪论.....	9
1.1 选题的背景和意义.....	9
1.1.1 选题的背景.....	9
1.1.2 选题的意义.....	10
1.2 国内外研究的现状.....	11
1.2.1 国外研究的现状.....	11
1.2.2 国内的研究现状.....	12
1.3 研究的思路及方法.....	12
1.3.1 研究的思路.....	12
1.3.2 研究的方法.....	13
1.4 研究的内容与论文逻辑结构.....	13
1.4.1 研究的内容.....	13
1.4.2 论文的逻辑结构.....	14
第 2 章 相关理论概述.....	16
2.1 价值链管理的基本原理.....	16
2.1.1 价值链管理的基本概念.....	16
2.1.2 价值链的分类.....	16
2.1.3 价值链分析的作用.....	18
2.2 信息管理的相关理论.....	18
2.2.1 信息管理的基本概念.....	18
2.2.2 信息管理系统及作用.....	19
第 3 章 ZJ 发电厂燃料管理工作的现状及问题分析.....	21
3.1 ZJ 发电厂情况简介.....	21
3.2 ZJ 发电厂燃料管理工作的现状.....	21
3.2.1 燃煤采购计划管理.....	21
3.2.2 燃煤调运管理.....	22
3.2.3 入厂煤接卸管理.....	22
3.2.4 入厂煤数量、质量验收管理.....	22
3.2.5 煤场调度管理.....	22
3.2.6 燃煤掺配烧管理.....	23
3.2.7 燃煤结算管理.....	23
3.3 燃料管理工作存在的问题.....	23
3.4 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统构建的必要性.....	25
第 4 章 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统的构建.....	27
4.1 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统的构建思路.....	27
4.2 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统构建的实施.....	28
4.2.1 系统软硬件架构.....	28
4.2.2 系统核心功能设计.....	30
4.2.3 燃料计划采购结算管理子系统.....	32
4.2.4 煤炭采制化管理子系统.....	35
4.2.5 卸储煤和库存管理子系统.....	40
4.2.6 燃煤混配掺烧决策管理子系统.....	45

第 5 章 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统的实施保障及效果评价.....	50
5.1 系统的实施保障措施.....	50
5.2 系统的实际应用效果评价.....	50
第 6 章 结论与展望.....	52
6.1 研究结论.....	52
6.2 研究展望.....	52
参考文献.....	54
攻读学位期间的主要研究成果.....	56

第1章 绪论

1.1 选题的背景和意义

1.1.1 选题的背景

2019 年我国全年能源消费总量 48.6 亿吨标煤，同比上年增长 3.3%，其中煤炭消费量增长 1.0%，煤炭消费量占能源消费总量的 57.7%，比上年下降 1.5%。虽然煤炭消费占比近年来总体呈下降趋势，但总量不减反增，这说明由于我国“富煤、缺油、少气”的资源禀赋，使得煤炭依然是主要支撑我国经济发展的主要一次能源，这种状况短期难以改变，同时生态文明、美丽中国的建设需要又使得能源结构调整力度必须加大，煤炭减量及持续提高非化石能源和清洁能源的占比，已成为我国能源发展的新方向。2019 年电力行业煤炭消费量占全国煤炭消费总量的 53.6%，是煤炭消费的绝对大户，受能源结构调整的冲击首当其冲。

近年来，随着我国电力市场化改革加速推进，能源结构深入调整以及对生态环境保护的要求越来越高。作为传统的煤炭消耗大户燃煤火力发电企业所面临的生产经营环境日益严峻。一是化石能源消耗产生的温室气体对全球变暖所造成的影响日益严重，世界各国都十分关注，中国作为全球第一大温室气体排放国所承受的压力越来越大，同时国家对粉尘、二氧化硫、氮氧化物等影响大气质量的气体排放指标的约束越来越严，削煤降碳将成为我国可持续发展的必然选择。二是由于电力产能的过剩，各省纷纷加快推行电力市场现货交易，还原电力作为商品的属性，通过电力市场化改革进一步降低全社会用电成本，为国家经济转型提供支撑。因此发电企业在电力市场上要赢得竞争、赢得市场，必须千方百计降低生产经营成本，对燃煤火力发电企业来说降低煤炭的使用量及使用成本更是关键因素。

燃煤火力发电企业的总成本中，其生产原料煤炭的成本占比高达 70%-80%，是影响企业经营效益的最大因素，另一方面，燃料管理本身也是发电企业安全生产管理的重要组成部分。燃料管理涵盖采购、运输、存储、耗用等过程，其中若哪一过程出现衔接不好或效率不高等问题，都将可能会直接影响到企业的安全可靠发电以及运营的经济性，因此在燃料管理全过程中进一步降本增效、控制风险、实施精细化管理是燃煤火力发电企业当前最值得研究的课题。

随着现代企业管理活动的不断创新，价值链作为一种具有重要战略意义的成本管理工具为越来越多的企业所重视，其通过对企业内外部活动的价值分析，识别和重构企业价值链，从而以更全面的观点和系统的方式开展成本的分析和管理，为企业生产活动各环节效率的提升和成本的降低提供了新的解决方案。燃煤火力发电企业的燃料管理全过程就可以视为一条价值链，通过对价值链上每一项

活动过程的分析,可以找出影响燃料成本的主要环节和关键因素,从而进行有针对性的改进活动,最终达到燃料成本控制优化、降本增效的目的。

现代化信息技术的快速发展为企业的信息获取、信息传递、信息分析处理、信息利用提供了智能化的工具。其与先进管理理念相融合,可以构建管理信息系统,为现代企业转变生产方式、经营方式、业务流程、管理方式和组织方式,重新整合企业内外部资源,提高企业效益提供了有效的途径。随着先进物联网技术、传感技术、光电一体化技术、数据云等信息科技技术的进一步发展,将信息智能化手段应用于火力发电企业燃料管理全过程管理已成为燃料管理的发展趋势。近年来,各大型火力发电企业纷纷开展燃料管理全过程信息化、智能化管理系统建设的探索与尝试。但时至今日,火力发电企业部分已建成的燃料信息化管理系统的实用化水平并不高。虽然不乏有煤场数字化管理系统、多煤种掺配烧系统、燃料采制化管理系统等,也给企业带来了一定的经济效益,但由于未能将燃料管理与先进的价值管理理论相结合,将全过程管理视为一个整体,缺乏统一规划和系统性设计,偏重于单业务,所建系统信息交互性差,数据不能共享,不能有效发掘利用,各业务环节不能体现相互的联系和影响。因此在燃料管理全过程调度以及效能管理上还存在很大的降本增效的空间。

1.1.2 选题的意义

ZJ 发电厂是广东省境内一家装机容量为 $4 \times 330\text{MW}$ 的燃煤火力发电厂,其机组投产运行已有二十余年,机组单机容量较小,能耗、度电成本较高。对于 ZJ 发电厂这类产能相对落后的发电企业来说,燃料的成本在企业总成本中占比更大,研究如何能够不断提升燃料管理各个环节中的价值和效率,使得燃料耗用价值最大化的课题,关乎企业的最终成本是否具有竞争优势,在激烈的电力市场竞争中能否继续生存和发展。

本文基于价值链的基本理论,对 ZJ 发电厂燃料管理全过程作业、管理活动中各个环节进行价值分析,找出目前存在的低效和价值损失环节,对燃料的整体管理活动进行优化,并利用信息化技术研究构建一套燃料管理全过程价值链寻优系统,提升燃料管理效率,同时利用数据分析对燃料采购计划、煤场调度、燃料掺配烧等关键环节进行策略寻优,为 ZJ 发电厂的燃料管理提供最经济成本的辅助决策,最终实现燃料各环节管理规范、高效、实时、可控,达到进一步降低燃料成本,确保发电机组安全、环保、经济运行的目标。同时也为 ZJ 发电厂参与电力现货市场竞争价交易中获得相对竞争优势打下坚实的基础。此外本课题的研究也能为其他燃煤火力发电企业的燃料信息化管理系统的建设提供一定的借鉴意义。

1.2 国内外研究的现状

1.2.1 国外研究的现状

1985 年哈佛大学教授波特在《竞争的优势》一书中提出“价值链”的概念，他将价值链描述成一个企业用来“进行设计、生产、营销、交货及维护其产品的各种活动的集合”，倡导运用价值链来分析企业与供应商、顾客可能的连接，从中使企业获取并且维持竞争优势。彼得·海恩思则将价值链重新定义为“集成物料价值的运输线”，将顾客对产品的需求作为生产过程的终点，把利润作为满足这一目标的副产品，对价值链的内涵作了极大拓展。尚克和格文达瑞克则在波特的价值链概念的基础上在战略分析方面做了一定拓展，将其转化为实用的决策分析工具——战略成本管理。

近 20 年来，基于价值链的成本管理体系得到快速发展，因为可以通过价值链的分析明确自身的长处和弱点，面临的机遇和挑战，然后根据内外部环境确定自己在市场竞争中的战略，制定相应的成本策略，最后通过成本动因分析，也就是结合企业战略，对影响成本的因素进行分析，达到控制成本的目的，进而提高企业的竞争优势。在经济全球化大潮的推动下，借助于企业间合作的加强，供应商价值链、生产商价值链和合作方价值链等构成的价值系统应运而生，价值链理论突破了其原有企业内部性的特色，学者们关注的焦点也从单纯的企业内部转向整个价值系统。

随着信息技术的发展和因特网的出现，虚拟价值链的概念被提出，杰佛里·雷波特和约翰·斯威尔克莱特认为利用信息技术收集、组织、选择、合成和分配信息能够有效增加生产活动的价值。后续研究者认为虚拟价值链和实物价值链并行，前者可以作用于后者的各个阶段，有效地使价值增值。

近年来，国外对于价值链上企业之间成本管理的研究除了理论探讨，同时也对实践中应用的案例进行研究。例如：德克（2003）在“企业间关系的价值链分析：实地研究一例”一文中以英国大型零售企业为实例分析了供应商、生产商和销售商三者之间的价值和成本构成，提出了价值链分析的方法，建立了基于价值链分析的图表模型，其提出的分类供给的成本管理模型为企业成本管理提供了可借鉴的理论指导。杜伯尔斯（2003）在“跨公司边界的战略成本管理”一文中指出了企业与其它关联企业之间的相互作用对企业自身成本的影响程度，文章在具体案例分析的基础上，研究了关键供应者和关键购买者以及与他们相关的其它企业之间的关系，及其对企业自身成本的影响程度，指出了价值链上企业之间的成本动因和彼此之间的关联。由于国外先进发达国家一直在削减化石能源，因此应用价值链理论结合信息技术管理从而控制燃煤发电企业成本的研究成果较

为少见。

1.2.2 国内的研究现状

国内对价值链管理下的企业成本管理研究起步较晚，基本上使从某个角度对价值链管理进行了探讨，或介绍国外的一些理论成果和实践案例。

2000 年，上海交通大学的迟晓英和宣国良的《价值链研究发展综述》着重阐述了传统价值链思想产生的背景，并对价值链理论的发展进行了较为深入的综述，对现有研究存在的问题与不足进行了着重分析，对进一步的深入研究进行了展望。

2002 年，嘉应大学古广胜的《21 世纪市场竞争新方式-价值竞争》对价值链上的价值竞争的含义和特点做了分析，并简要介绍了价值竞争在国外企业中的应用。杜滨的《用价值链分析方法看企业多元化经营》采用价值链的理论分析了专业化经营和多元化经营的优缺点、并阐明了企业实施多元化应注意的问题。

2003 年，程苗认为在经济全球化和知识经济时代，企业的外部经营环境有了根本性的变化，企业应构建一个信息技术在其中发挥重要作用的有机网络和体系，企业必须以流程为中心，从战略和战术两个层次进行重新设计以适应变化的环境，即进行价值链重构和业务流程再造，信息技术又是推动这两个层次重新设计的原因。

2008 年郭新艳等的《体育用品企业的价值链分析及发展战略探讨》在价值链理论分析的基础上，从价值链管理的角度论证了价值链管理对体育用品企业核心能力提升的优越性，并分析了体育用品企业的价值链结构，进而提出了体育用品企业利用价值链管理提升核心能力的战略方法。

2009 年，郑秀芳对价值链上各个环节的成本从战略战术、时间、空间等维度进行了分析，进而降低价值链各环节的成本，提高企业及整个价值链的核心竞争力。

综上所述，和西方发达国家相比，我国关于价值链管理的研究起步较晚，相关的研究也不够深入，还没有形成运用价值链分析成本管理系统的完整体系，但相关研究学者与企业目前仍在积极开展利用价值链分析工具和信息管理技术构建科学性、逻辑性、可操作性型强的成本管理系统的工作，使价值链管理理论在企业中得到实际的、有效的运用。

1.3 研究的思路及方法

1.3.1 研究的思路

本文采用“提出问题—分析问题—解决问题”的研究思路，具体如下：

(1) 引入相关理论基础。介绍和分析了本文研究过程中所运用的价值链管理及信息管理的相关理论。

(2) 提出问题、分析问题并研究解决问题的办法。第三章分析了 ZJ 发电厂目前燃料管理信息系统的现状及存在的问题。以价值链理论为依据找出 ZJ 发电厂燃料管理全过程应用中价值创造的薄弱环节，确定构建 ZJ 发电厂燃料管理全过程价值链寻优系统的必要性。

(3) 确定解决问题的方案。第四章、第五章将价值链理论和信息管理理论相结合提出了构建 ZJ 发电厂燃料管理全过程价值链寻优系统的原则及框架，在原则和框架的基础上对各子系统进行了细分设计，最终完成整个系统的构建，对系统的实施后的应用进行了跟踪，对燃料成本的管控效果进行了评价。

1.3.2 研究的方法

(1) 文献查阅的研究方法。通过收集、整理，分析研究国内外与本论文有关的资料，找出本论文开展研究的理论依据，包括价值链理论、成本分析理论、信息技术相关理论等。为本论文研究提供理论保障并指明实践方向。

(2) 归纳法。对国内外价值链理论、成本管理系统以及利用信息技术构建成本管理信息系统及应用的现状进行了归纳，为构建燃料管理全过程价值链寻优系统提供思路及理论依据。

(3) 定性与定量相结合的研究方法。本文结合 ZJ 发电厂燃料管理的实际流程，应用价值链理论对各环节进行定性分析，同时对 ZJ 发电厂的燃料管理相关实际数据进行定量的分析，找出燃料管理全过程中无效或低价值环节，以问题导向分析其中的原因，为构建燃料管理全过程价值链寻优系统提供依据。

(4) 比较分析法。对 ZJ 发电厂现行的燃料管理模式与构建燃料管理全过程寻优系统并实施应用后所产生的价值增值进行了比较分析，对仍存在的问题进行了分析，为后续持续改进和完善提供依据。

1.4 研究的内容与论文逻辑结构

1.4.1 研究的内容

本文研究的主要内容是针对 ZJ 发电厂燃料管理活动全过程中存在的管理系统性不强、流程效率低、统计分析手段落后等问题，利用价值链理论分析各环节价值活动，对目前燃料管理存在的问题提出改善方向，并对部分管理环节进行建模寻优，最终运用信息技术研究构建一套燃料管理全过程寻优的系统，提升 ZJ 发电厂的燃料管理水平，有效降低燃料成本。为此本文需研究和探索的主要问题如下：

(1) 价值链理论在 ZJ 发电厂燃料管理全过程应用的必要性。对价值链理论及分析工具在现代企业管理中的应用进行了学习,研究了价值链理论在相关企业管理应用中取得的效益,肯定了价值链理论的分析方法在 ZJ 发电厂燃料全过程管理中运用的必要性。

(2) 利用价值链理论分析出 ZJ 发电厂燃料管理全过程的各价值活动。从燃料采购、入厂到终端使用的全过程中科学梳理各阶段业务活动,用价值链理论分析其中有价值活动,并确定有关键影响的价值活动,为寻优决策确定对象。

(3) 研究构建基于价值链理论的 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统。依据燃料管理价值链确定信息管理系统搭建的原则和框架,确定系统各管理子系统,对关键环节价值寻优进行建模。

(4) ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统的应用及改进。对管理系统建成后的应用效果进行评估,对存在问题进行分析,为保证系统的实施效果提出对策,对后续系统的优化提出改进意见。

作者在学习了价值链、信息管理相关理论及应用案例,并调研了 ZJ 发电厂燃料管理全过程及目前所应用的部分管理环节的信息系统所存在的问题,应用价值链理论分析了燃料管理全过程中的价值活动,选择了部分关键环节,提出了寻优策略并建模,最终利用信息技术实现了基于价值链的 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统的建设和运用。

1.4.2 论文的逻辑结构

全文分为六个章节进行论述,各章节内容主要如下:

第 1 章 绪论 主要论述了本文选题的背景及意义,简要总结了价值链管理理论与与信息系统相结合的研究现状及应用,陈述了论文研究的思路、方法、内容及论文逻辑结构。

第 2 章 相关理论概述 对相关价值链理论和信息管理理论的基本概念、分析方法、应用思路进行了介绍,为下一步构建基于价值链的管理系统提供依据。

第 3 章 ZJ 发电厂燃料管理工作的现状及问题分析 对 ZJ 发电厂的基本情况、燃料管理工作目前的整体状况进行了介绍,对燃料管理工作及其涉燃料相关的部分信息系统使用中存在的问题进行了分析,阐述了构建基于价值链的燃料管理全过程寻优系统的必要性。

第 4 章 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统的构建 阐述系统构建的思路及预期实现的目标。详细描述系统的实施框架、底层架构平台的设计,各管理子系统各功能的实现。

第 5 章 ZJ 发电厂燃料全过程寻优系统的实施保障及效果评价 阐述系统实施的保障措施，对系统应用的效果进行评估、评价，对存在的问题分析原因，提出改善对策。

第 6 章 结论与展望 对整个论文研究过程进行回顾，对研究取得的成果进行评价，指出仍然存在的不足之处，提出未来研究方向。

论文的逻辑结构图如下：

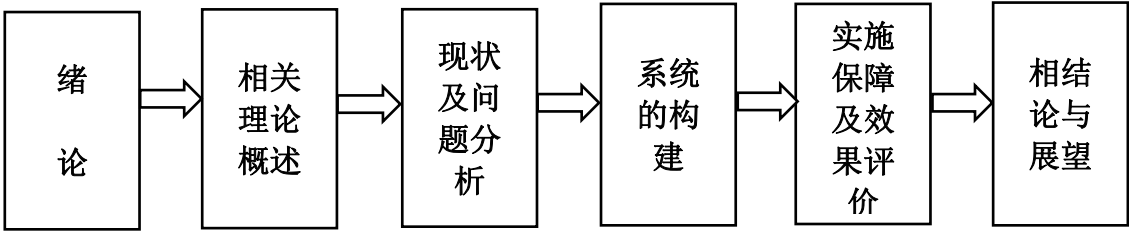


图 1.1 论文逻辑结构图

第 2 章 相关理论概述

2.1 价值链管理的基本原理

2.1.1 价值链管理的基本概念

企业生存和发展的目的，是为企业的股东和其他利益相关方，包括顾客、供货商、员工以及所在地区和相关行业创造价值，而企业创造价值的过程（即企业的生产经营活动）可以分解成一系列互不相同但又相互关联的经济活动，这些活动最终都影响到企业的价值创造，同时这些活动存在一定的逻辑关系，其总和即构成企业的价值链，每一项经济活动实际上就是这一价值链条上的一个环节，各环节之间相互关联，相互影响。一个环节管理活动的优劣可以影响到其他环节的成本和效益。

哈佛大学教授迈克尔·波特于 1985 年在《竞争优势》一书中最先提出了价值链理论，他认为：每一个企业都是在设计、生产、销售、发送和辅助其产品的过程中进行种种活动的集合体，所有这些活动都可以用一个价值链来表明。企业要增强自身产品的竞争力，增加价值，提高企业的竞争力，就需要对价值链上影响价值创造的活动进行分析，并通过优化价值链上各种资源的配置、管理模式、运行流程来实现价值提升，这个过程即是价值链管理。

一般说来，价值链的内涵有三个方面；其一，企业各项活动之间都有着十分紧密的联系，如原料供应的计划性、及时性和协调一致性与企业的生产制造有着高度的相关性；其二，价值链上的每项活动都能给企业带来有形无形的价值，如燃料管理这条价值链，如果能够科学做好煤炭的有序堆存使用，就能够有效降低煤炭的损耗，同样的煤炭的就能够创造更高的价值；其三，价值链不仅包括企业内部各价值活动，还包括外部活动，如与供应商之间关系，与顾客之间联系，这些外部活动与企业效益息息相关。

价值链管理的本质是提高整个价值链的价值创造行为，通过一种系统的方法，来分析价值链上每一个环节的活动，研究整个价值链的构成合理性、确定性和成本效益如何能够得到最大程度的提高。

2.1.2 价值链的分类

根据波特的价值链思想以及企业生产经营活动的实际，企业价值链通常可以分为内部价值链和外部价值链。

1. 内部价值链。从单个企业的经营活动看，迈克尔·波特指出“每一个企业都是用来进行设计、生产、营销、交货以及对产品起辅助作用的各种活动的集合。”这些活动都可以用一条价值链来表示。价值链模型如图 2.1 所示。

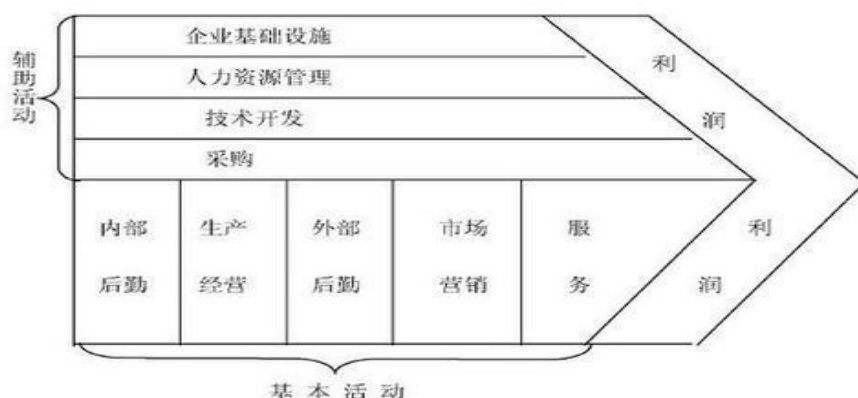


图 2.1 企业的内部价值链

从上图我们可以看出企业内部价值链是由创造价值的活动和利润这两部分组成的。其中，价值活动有基本的活动和辅助的活动，基本活动一般是指企业生产经营的实质性活动，这些活动直接创造价值并将价值传递给顾客。辅助活动是指用于支持基本活动顺利开展而必不可少的活动，但这些活动并不直接创造价值。基本活动和辅助活动过程中企业所创造的所有价值与其所用的耗费的总和之差就是利润。

2. 外部价值链。以企业所处行业的开始，桑克和哥芬达拉加扩展了波特价值链的范围，他们认为任何企业的价值链都包括“从最初的供应商获得所需的原材料直到将最终产品送到用户的全过程，而不仅限于企业内部”，企业还应充分分析与其在价值链中处于相同或相近位置的竞争对手，这些竞争对手都会对企业的价值创造活动带来一定影响。由此，引出了企业的外部价值链，它由纵向价值链和横向价值链构成，其模型如图 2.2 所示。

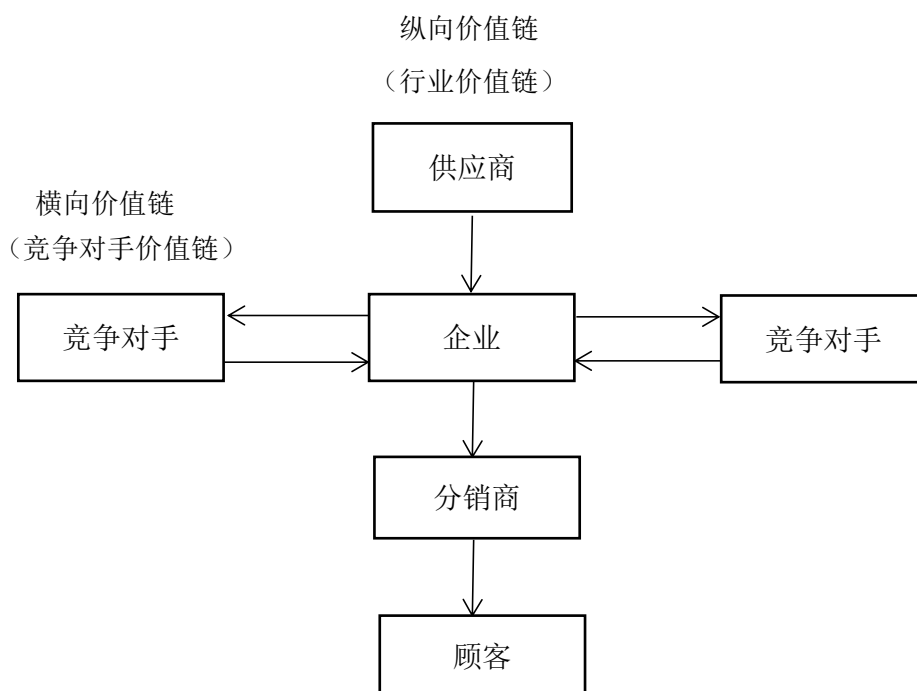


图 2.2 企业外部价值链构成图

从外部价值链模型可以看出，价值链在企业经济活动中无处不在，每一个企业在某一行业价值链中致使其中的一个部分、一个环节。企业与所处的行业上、下游的关联企业之间存在纵向价值链，企业与所处的行业中的相竞争企业之间形成横向价值链。外部价值链与企业内部价值链相互依存、相互联系构成了一个有机整体，共同为企业生产经营和价值创造服务。

2.1.3 价值链分析的作用

价值链分析的研究对象是价值链，分析其构成和每个价值活动所处的地位和联系，分析每个价值活动的成本及动因，分析每项价值活动占用的资源、创造的利润等，通过这些分析，确定价值链的关键因素，推进价值链的优化与相互协调，从而实现企业的竞争优势。通过价值链的分类可对价值链开展如下的分析：

1. 内部价值链分析。它是指通过比较分析企业内部的各项价值活动所消耗的成本及资源，找出企业内部价值链各环节上的增值作业、低效作业和不增值作业，通过实施动因控制或重构价值链，探索提高增值作业效率的途径，减少或消除低效或不增值作业，从而达到降低成本、获取成本优势的目的。

2. 纵向价值链分析。它是指首先明确企业在整个行业价值链中的地位，然后将主要上游及下游企业（或顾客）共同视为一条价值链，对整个价值链上的企业进行成本和利润分析，一方面可以寻求企业在纵向价值链上的发展空间，建立稳定的上下游利益体，另一方面可通过信息共享，整合优势，增强链条上所有企业的协作力，达到既降低采购和销售成本，又提升企业竞争优势的目标。通过对外部价值链的分析，企业也可以将部分辅助环节进行外包，使企业能够集中优势资源于价值链的关键环节和企业的核心业务，从而降低了企业的组织成本，达到增强企业核心竞争力的目的。

3. 横向价值链分析。它是指通过比较分析行业中竞争对手与企业自身在价值链各环节上的成本情况与完成情况，确定自身与竞争对手之间的差异，进而对企业进行准确的战略定位，扬长避短，消除竞争劣势，增强竞争优势。例如对实力雄厚但成本较高的竞争对手，可以采取低成本战略；而对于成本较低的竞争对手，则采用差异化战略，通过提高产品质量和提供优质服务来获取竞争优势。

2.2 信息管理的相关理论

2.2.1 信息管理的基本概念

所谓信息管理，是指对人类社会信息活动的各种相关因素（主要是人，信息，

技术和机构)进行科学的计划,组织,控制和协调,以实现信息资源的合理开发与有效利用的过程。它既包括微观上对信息内容的管理——信息的组织,检索,加工,服务等,又包括宏观上对信息机构和信息系统的管理。简单地说,信息管理就是人对信息资源和信息活动的管理。信息管理的过程包括信息收集、信息传输、信息加工和信息储存。

信息管理理论形成始于 20 世纪 70 年代后期在美国出现的信息资源管理。所谓信息资源是指信息活动中各种要素的总称,包括信息、信息技术以及相应的设备、资金和人等,“信息资源管理”一词最早出现于美国的政府部门,随后迅速扩展到工商企业、科研机构 and 高等学校,并逐渐成为一门新的学科和管理理论。

信息管理是管理领域和信息领域交叉研究发展的产物,因为信息不仅是渗透于各种活动中的最基本的资源,同时也是现代社会中最重要的战略资源。一切具体的管理活动都离不开信息,都始终贯穿着信息管理这条主线。现代管理科学认为,管理就是决策,而决策则离不开所掌握的信息,信息只有经过管理才能用于决策,正是由于这一原因,才使得信息管理理论得以快速的发展和应用。

随着计算机技术和信息处理技术的快速发展,信息管理具备了更多丰富和高效的手段,采用信息管理系统来推动各项管理活动更加科学化、智能化、最优化是现代企业的必然选择。

2.2.2 信息管理系统及作用

信息管理系统是为了适应现代化管理的需要,在管理科学、系统科学、信息科学和计算机科学等学科的基础上形成的一门科学,它研究管理系统中信息处理和决策的整个过程,并探讨计算机的实现方法。它是一个由人、计算机、通信设备等硬件和软件组成的,能进行管理信息的收集、加工、存储、传输、维护 and 使用的系统。信息管理系统可促使企业向信息化方向发展,使企业处于一个信息灵敏、管理科学、决策准确的良性循环之中,为企业带来更高的经济效益。所以,信息管理系统是企业现代化的重要标志,是企业发展的—条必由之路。信息系统在管理各项事务中有着普遍的应用,促进了企业管理工作的提升。

信息管理系统是为管理服务的,它的开发和建立使企业摆脱落后的管理方式,实现管理现代化的有效途径。信息管理系统将管理工作统一化、规范化、现代化,极大地提高了管理的效率,使现代化管理形成统一、高效的系统。过去传统的管理方式是以人为主体的—人工操作,虽然管理人员投入了大量的时间、精力,然而个人的能力是有限的,所以管理工作难免会出现局限性,或带有个人的主观性和片面性。而信息管理系统使用系统思想建立起来的,以计算机为信息处理手段,以现代化通信设备为基本传输工具,能力管理决策者提供信息服务的人机系

统，这无疑是将管理与现代化接轨，以科技提高管理质量的重大举措。信息管理系统将大量复杂的信息处理交给计算机，使人和计算机充分发挥各自的特长，组织一个和谐、有效的系统，为现代化管理带来便捷。

随着科学技术的发展，尤其是信息技术和通讯技术的发展，使计算机和网络逐渐应用于现代管理之中。面对越来越多的信息资源和越来越复杂的企业内外部环境，企业有必要建立高效、实用的信息管理系统，为企业管理决策和控制提供保障，这是实现管理现代化的必然趋势。

第3章 ZJ 发电厂燃料管理工作的现状及问题分析

3.1 ZJ 发电厂情况简介

ZJ 发电厂位于广东省西部的雷州半岛上，隶属于广东能源集团，共建设有 4 台 300MW 国产燃煤火力发电机组。一、二期工程分别于 1995 年、2000 年竣工投产，4 台锅炉均装备东方锅炉厂生产的自然循环汽包炉，采用中速磨直吹式热风送粉，四角切圆燃烧方式。原设计使用无烟煤或贫瘦煤，年耗煤炭 220 万吨以上，2011 年-2013 年，为了拓宽煤种使用的适应性，降低燃料成本，同时满足机组节能降耗的需要，4 台机组进行了综合升级改造，全厂机组单机容量增加至 330MW，总容量 1320MW，使用煤种变更为市场上更易获取和价格更低的烟煤。公司配套建设有一个 7 万吨级的散货码头，码头上装设 2 台出力为 1250t/h 的桥式卸船机以及 1 台出力为 1000t/h 的链斗式卸船机，专门用于煤炭接卸。建设有 4 个条形煤场，每个煤场储量达 10 万吨，煤场有 2 台斗轮机，承担煤炭卸入煤场及输送如锅炉的任务。公司还建设有混煤系统，设置 3 个 1 万吨的筒仓以及变频控制的给煤系统，用于增加煤炭的储量以及完成入炉煤炭的精确掺配。

3.2 ZJ 发电厂燃料管理工作的现状

ZJ 发电厂目前所使用的煤种主要为进口的印尼烟煤及国内山西、陕西、内蒙烟煤，均采用海运方式运输至电厂，电厂煤炭的采购权归属于集团燃料公司，电厂只需根据生产现场的实际需要向集团燃料公司报送煤炭采购计划，集团燃料公司根据各电厂的煤炭采购需求统一组织采买，并负责运送至电厂，电厂对到厂煤炭组织接卸，对煤炭数量质量进行验收，做好燃料库存的调度，组织合理配烧以完成发电生产任务。因此 ZJ 电厂燃料整个管理的过程所涉及的环节有燃煤采购计划管理、来船调运管理、来船靠港接卸管理、燃煤采制化及验收管理、煤场调度管理、燃煤掺配烧管理、燃煤采购结算管理等。各环节的主要管理流程如下所述：

3.2.1 燃煤采购计划管理

ZJ 发电厂的燃煤采购部门每月根据生产部门的电量生产计划、煤场月底库存、煤种结构以及下月煤场库存目标制定月度煤炭采购计划，经电厂审批后，报集团燃料公司统一组织采购。集团燃料公司采购到电厂所需煤炭后，电厂与集团燃料公司签订采购合同，合同内容包括供货双方基本信息、煤炭质量要求、运输要求、计价条款等。合同签订后双方归档整理，建立合同台账。集团燃料公司随后依合同及时组织货源，调运船舶，按电厂的到货时限需求组织供货。月度供煤

结束后，电厂燃料管理人员需对计划执行情况、合同执行情况进行统计、分析。

3.2.2 燃煤调运管理

由于是集团燃料公司统一采购，ZJ 发电厂采购管理人员需要与集团燃料公司加强沟通协调，及时收集燃煤的采购、装船、实际发运、在途、到厂时间等信息，以便厂内燃料运行人员、煤质检验、煤量验收人员做好接卸、检验、验收工作。此外，燃煤采购管理人员要根据电厂煤船的实际接卸情况，及时掌握厂内燃煤消耗、煤场库存变化以及燃煤接卸、检验设备故障情况，随时协调集团燃料公司后续来船安排，避免来船接续不上或集中压船，造成用煤紧张或来船滞期费用增加。

3.2.3 入厂煤接卸管理

ZJ 发电厂燃料管理人员接到煤船到厂的相关信息后，根据煤场燃煤的实际堆放情况，考虑取用的合理性以及进口煤的海关监管要求等因素，提前制定煤船接卸方案，规划出堆放区域，组织运行人员对堆放区域进行平整清理，同时安排检修维护人员对卸船设备进行提前试验，发现设备缺陷及时处理，以保证卸船期间卸船设备的可靠性。在卸船期间，为了提高卸船的效率，减少滞期费用，电厂还制定了卸率奖惩的考核制度。

3.2.4 入厂煤数量、质量验收管理

ZJ 发电厂入厂煤数量、煤质的验收工作根据集团公司的统一要求均委托给具有相应资质的第三方实施，电厂与供货方进行监督，有效降低了双方发生纠纷的几率。数量的验收由第三方测量煤船卸前、卸后的水尺数据并进行记录，然后通过计算得出收货数量。质量的验收则是第三方化验人员通过联合机械自动采样装置采集出煤样，然后煤样通过制样设备制出分析样、全水样及留存样，所有样品均做好编码留档，最后在化验室由人工对分析样、全水样进行分析，得出来煤质量。煤质验收涉及煤炭结算价格，为了保证煤质验收全过程公开、透明、可追溯，电厂在整个流程环节上均装有监控摄像头，一是可以及时发现采制样设备的故障，二是可以抽查第三方化验人员作业的规范性，同时还随时安排纪检人员跟踪督查，最大限度降低人为因素的影响。

3.2.5 煤场调度管理

ZJ 发电厂的来煤卸入煤场后，燃料运行人员及时将所卸煤的位置、数量和煤质正确记录。燃料管理人员和运行管理人员根据每天的生产计划及实际负荷预

测、煤场存煤煤质结构、环保排放要求等制定锅炉掺配烧方案，燃料管理人员再根据掺配烧方案按照存煤“先进先出”的原则结合煤场清堆、归堆、转堆工作安排制定煤堆每天取用计划，燃料运行人员根据煤堆取用计划执行锅炉上煤工作，并做好取用数量、煤场库存变化等记录。对于未取用的煤堆，燃料运行人员每日执行煤堆测温工作，若温度超过规定值，及时开展煤堆翻堆、压实、淋水降温等工作，减少煤堆自燃和热值损失。燃料管理人员每月开展煤场盘点工作，校核库存记录，及时纠正偏差。每日煤场库存数据燃料管理人员按要求上报广东省电力中调，接受监控，并根据煤场库存变化及时加强来船来煤和煤炭耗用的协调，保障煤场合理库存，满足广东省电力中调和电厂安全经济生产的需要。

3.2.6 燃煤掺配烧管理

由于燃料供应市场的实际情况，电厂不能保证供应单一煤种，且由于进口煤炭相较于国内煤炭存在一定价格优势，ZJ 发电厂锅炉日常燃用煤种一般为国内烟煤与进口烟煤按一定比例掺配。为了保证机组燃烧安全，同时在满足机组带负荷需求、环保排放指标控制要求的前提下，进一步提高燃煤利用率，降低燃煤综合使用成本，ZJ 发电厂成立了专门的掺配烧小组，每日根据上述要求制定燃煤掺配烧方案和上煤方案。燃料运行人员严格执行上煤方案供煤至各台机组锅炉，机组运行人员对锅炉燃烧工况进行监控调整，对燃烧结果进行评估，遇到与掺配计划预期效果出现偏差时，及时反馈至掺配烧小组，必要时对燃煤掺配比例及上煤计划进行调整。机组运行管理人员对机组长期使用的煤炭和各种掺配烧方案进行统计分析，建立典型的煤种煤质和掺配烧数据库，指导机组运行人员安全、经济、稳定地调整锅炉燃烧。

3.2.7 燃煤结算管理

第三方煤炭数量验收单位、煤质检验单位正式出具煤量结算单、煤质化验报告后，电厂燃煤采购人员根据化验数据及来煤数量，依据与集团燃料公司的合同计价约定计算出燃煤的结算价格，出具结算单递交至财务部门，财务部门根据集团燃料公司开具的煤炭结算发票进行业务审核，并附相关验收资料完成资金审核、批准、支付流程。同时做好财务煤炭出库、入库记账工作。当供需双方出现煤质争议或滞期费用不能及时确认的情况时，依据合同约定及时启动争议调解程序，办理煤炭预结算，先按煤炭数量 80%*所属煤种基本价的金额支付，最后正式结算时，再补未付金额。

3.3 燃料管理工作存在的问题

近年来，ZJ 发电厂在加强燃料管理方面做了大量的工作，同时利用信息化技术对煤场库存、调度管理，入厂煤采制化管理等环节建立了数字信息化管理系统，对相关数据进行统计分析、挖掘利用，为降低燃料成本、提高各环节管理效率、提供辅助决策，均取得了一定效果。但燃料管理全过程的各个环节相互联系、相互作用、相互影响，都对燃料的总成本有着直接或间接的影响，而 ZJ 发电厂已建立的燃料信息管理各系统只对其中的部分环节进行管控，未涵盖燃料管理全过程，且各自独立，数据不能相互融通利用，相互之间的价值影响无法体现，已不适应当前火电企业燃料管理的新形势，存在的问题主要有以下几方面：

(1) 燃料管理工作缺乏系统思维及策划。各燃料管理相关部门往往更多地是从自身工作职责、工作目标的角度出发考虑布置安排工作，对于自己的工作是否对其他部门的工作可能造成影响考虑不够周全，没有形成燃料管理价值链意识，分析问题较少从燃料管理整体性上去研究思考，各部门之间主动沟通协调的意识不强，有时会由于工作之间的冲突或衔接不到位造成总体工作的延误或执行效率较低。例如燃料设备维护部门制定了燃料设备的检修维护工作计划却未告知燃料采购人员及时调整在此期间的来船计划，造成煤船靠港但卸船设备却在检修，影响煤船卸货及滞期费增加，给电厂带来损失。还有燃料采购人员提供煤船靠港信息及装船煤质信息不及时，影响卸船工作安排及燃煤掺配烧安全性等问题也时有发生。因此必须加强燃料管理过程中的整体性、系统性思维，增强各部门的信息沟通交流，强化协作意识，提升整体工作效率。

(2) 燃料管理各环节数据统计、分析、利用等工作存在不足。部分数据采集手段落后，靠人工抄表录入，效率低、实时性不佳、工作量大且受人为因素影响较大容易出错。燃料管理所涉及的部门有电力营销部、燃料部、运行部、财务部、安生部、信息中心等，岗位多且分散，业务数据统计存在口径不一致的差异，易造成信息失真以及较难进行各部门业务之间的交叉认证。在燃料管理和业务审批流程中，信息流转和数据传递部分仍采用邮件、文件和自制报表等形式，统计归档也需人工完成，效率较低。积累的数据未能等到充分的挖掘使用，没有有效的平台和手段使得数据价值在燃料管理工作的决策中得到有效利用，同时数据信息的保密工作也存在漏洞。因此有必要加强燃料管理中的数据管理工作，提高数据资源的利用效率和利用价值。

(3) 燃料管理工作缺乏价值链管理的思维。ZJ 发电厂的燃料管理工作目前局限于主要在研究的只是具体的各个生产环节的效率及成本控制上，没有考虑管理全过程的总体效率及成本控制，实际上是缺乏价值链的整体控制思想。除了电厂内部的管理没能利用价值链分析工具对燃料管理各个环节及其相互的联系和影响进行价值分析，找到创造价值的关键环节及价值提升空间，进而有针对性性

地开展增值活动。对外部的供货商集团燃料公司的有关活动信息关注还不够多，而供货商的成本水平和成本控制优化能力都关系着电厂的长期采购成本。更缺乏对同类型电厂的价值链的分析比较，对电力市场中的竞争对手的优势、劣势了解不足，做不到扬长避短，很难在市场竞争中获得竞争优势。因此在燃料管理全过程管理中必须引入价值链管理思维，有效提高管理的能级及效用。

(4) 目前的燃料信息管理系统缺乏为各级管理人员提供综合决策的有效手段。燃料计划管理、库存管理、燃料掺配烧管理、合同结算管理等环节还停留在将现有业务简单数字化和形成简单数字报表层面，电厂长期积累的管理数据，很多只是以电子表格、电子文档的形式存储，数据资源没有整体性的有效分析利用，难以发现价值链条中系统性、深层次的低价值和无效环节，为各级管理人员提供综合决策的信息十分有限。造成决策效率较低，决策的正确性、合理性、科学性较差。

3.4 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统构建的必要性

企业价值链一方面是企业各独立的生产经营活动的集合，对各项活动的价值分析可以找到企业关键的价值创造环节以及低值、低效的环节。另一方面价值链又不只是简单的独立活动的集合，而是相互依存的活动构成的一个系统。这个系统中各项活动之间相互联系、相互影响，其中任何一个活动出现问题，都有可能影响到整个管理活动的成本控制及价值创造。因此 ZJ 发电厂作为一家现代发电企业，面对激烈的市场竞争很有必要将现代价值链管理理论应用于公司的各个生产经营活动中，进一步降本增效，提升竞争的优势。

燃料管理作为 ZJ 发电厂最大的成本管理活动更应作为重点的研究对象。燃料管理的全过程就是一条价值链，这条价值链可以从多个方面揭示燃料管理活动各环节的成本信息，使管理者了解各业务环节对燃料管理成本和效益产生的影响，从而对管理活动和业务流程进行优化调整，达到降本增效的目的。同时利用现代先进的信息技术，依据价值链管理理论和思维，通过对燃料管理各环节的信息、数据进行汇总，分析，找出其中的问题和偏差，对关键环节、关键因素进行系统数据建模，自动寻找最优决策方案，构建出一套燃料管理全过程寻优信息管理系统，能够有效提高燃料管理工作决策的合理性、精准性和决策效率，最大限度地提高燃料管理活动的经济效益。

根据价值链管理理论，ZJ 发电厂燃料管理全过程应用的价值链分析如下图：

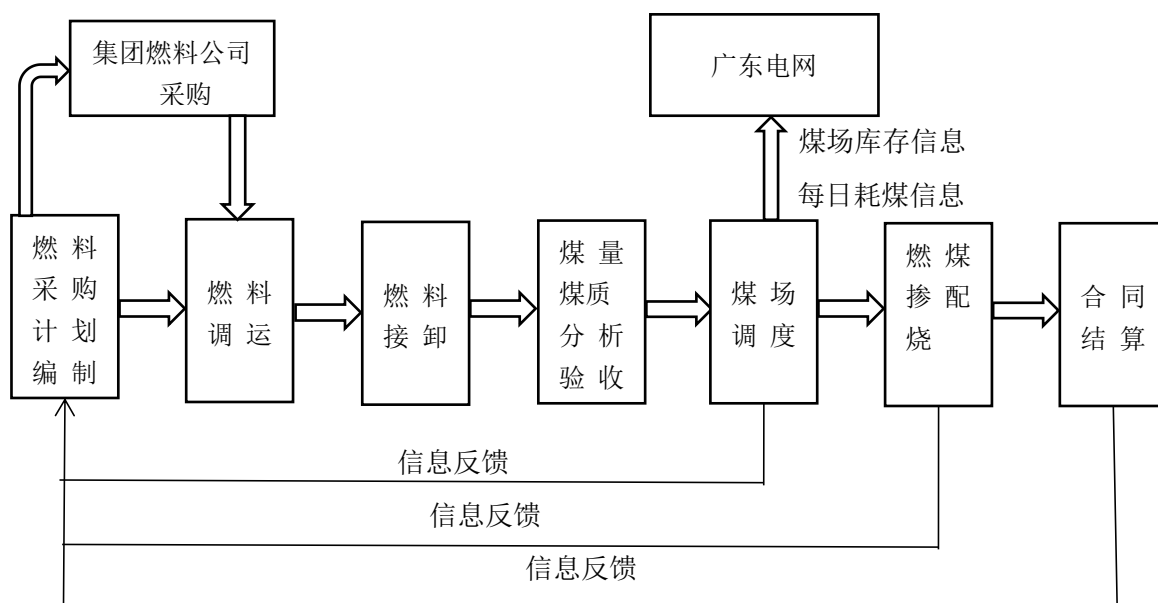


图 3.1 ZJ 发电厂燃料管理全过程价值链构成图

由上图可知，ZJ 发电厂燃料管理全过程价值链中，基本的价值活动有燃料采购计划管理、燃料调运管理、燃料接卸管理、燃料煤量、煤质验收管理、煤场调度管理、燃料掺配烧管理、燃料合同结算管理等，每一项活动都是整个燃料管理活动必不可少的环节。根据 ZJ 发电厂多年的燃料管理经验，以及对影响燃料最终量、价成本的综合分析，其中燃料采购计划管理、燃料煤量、煤质验收管理、煤场调度管理、燃料掺配烧管理等活动对燃料管理的成本影响较大，其他活动影响则较少。同时各项活动相互制约、相互影响，例如燃料采购计划、调运的管理直接影响到燃料接卸工作的安排；燃料煤质验收的及时性和煤场调度管理的合理性都会直接影响燃料掺配烧工作。燃料管理全过程的成本控制及价值增值需要各项活动紧密相连才能实现，每项活动之间的联系是降低单项价值活动的成本以及最终成本的重要因素。但多年来 ZJ 发电厂的燃料管理的各项业务活动相对独立，所建信息管理系统也各自为战，部分业务活动还存在大量的人工表单，单据需要人工填写和传递，费时费力，严重阻碍了各业务活动之间信息的有效组织和利用，不利于整个燃料价值链的分析，不利于进一步发掘燃料管理全过程活动的增值空间，更有效地降低成本。因此构建基于价值链理论的燃料管理全过程的信息管理系统，能有效消除各业务活动之间的信息孤岛，并通过价值分析、策略寻优促进每项活动的相互协调和优化，这对各项活动更有效的管理是非常必要的。

第4章 ZJ发电厂燃料管理全过程寻优系统的构建

4.1 ZJ发电厂燃料管理全过程寻优系统的构建思路

ZJ发电厂燃料管理全过程寻优系统通过对燃煤管理活动由采购到入炉掺烧价值链全过程进行的精细化、智能化管理，抓住燃料管理中的关键环节，在现场作业支持的基础上，点点管控，以点连线，全面监控业务环节、对燃料各成本进行全面的成本管控，建立从入厂到入炉再到评价的成本管理链，实现对燃料成本的有效控制，使燃料管理实现科学计划、优化结构、精细验收、合理存储、精细使用、全面监管，从而降低燃料总体成本，提升发电企业市场竞争力。主要实现以下管理目标：

1、将燃煤的采购、运输、收、耗、存、结算过程信息化，实现燃料管理价值链上各项活动的全流程数据集采，利用图形技术形成直观全面的三维图形化煤场，实现对煤场库存调度的精准、实时管理。

2、基于发电机组 SIS 生产数据以及历史典型及费典型燃料掺配烧方案，建立掺配烧数据库及掺配烧数据模型，通过计算机进行智能分析、比对，找出不同工况下的各煤种最佳掺配比例，形成“最优”掺配方案，指导机组给煤量、燃烧工况的调整，实现度电燃料成本最优或综合单位售电收益最大。

3、建立燃料库存优化模型，通过汇总分析现有库存煤种结构，发电预测计划、来煤计划等信息、数据，利用线性规划等算法建立煤种品质分析模型、燃煤库存成本分析、成本控制模型，通过计算机运算输出，最终实现最优堆煤、配煤、取煤、上煤的方案，为煤场库存调度最优化提供指导，同时对煤炭的后续采购提供最佳方案。

4、实现对燃煤成本的全过程评估，建立包括对煤质、煤价、锅炉效率、厂用电、供电煤耗、供电成本等影响燃料成本的关键因素的评估计算模型，通过实时的监测、运算，发现存在的主要问题及最主要影响因素，从而提出优化调整的方向及最佳的成本控制方式。

5、最终通过最佳掺配比例—最佳库存—最优燃煤采购这些燃料管理活动关键环节的价值链寻优决策，实现燃料管理全过程全价值链的最佳成本控制，在保障发电机组运行的安全和环保的前提下，最大限度地降低燃料成本，提高燃料管理工作的效率和效益。

6、实现与上游燃料供应商-集团燃料公司及下游客户-广东电网的信息互通及协同，燃料的采购需求能更快传递，来船安排能够更加合理，更好地降低途损和滞期费用。能够更快更好地满足电网的供电需求，是电网能够更放心地优先调用公司机组，为公司赢得更多发电机会。

4.2 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统构建的实施

依据对 ZJ 发电厂燃料管理全过程价值链的分析，同时考虑到燃料管理各环节和活动联系的紧密性、衔接性、独立性，对整个燃料管理活动进行了合理划分，分为五项管理活动，分别构建了燃料计划采购结算管理子系统、卸储煤和库存管理子系统、煤炭采制化管理子系统、燃煤混配掺烧决策管理子系统、数据展示及报表管理子系统五个功能系统，实现从燃煤计划到燃料运输、库存调度、燃煤入炉、合同结算的全过程闭环管理及价值寻优，提供燃料管理的辅助决策，最终形成 ZJ 发电厂燃料管理提供统一的信息管理平台。整个系统的框架组成见图 4.1

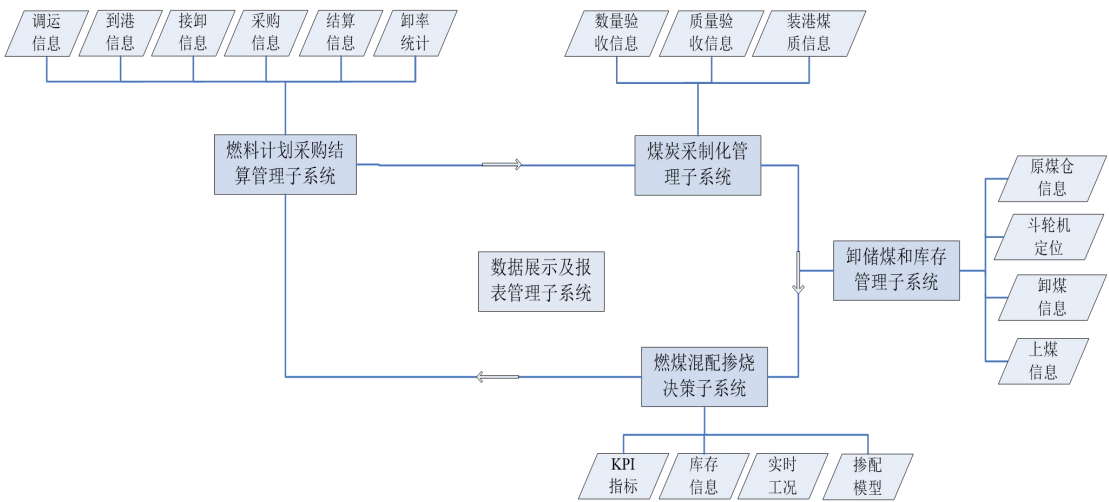


图 4.1 燃料管理全过程价值链寻优系统组成

4.2.1 系统软硬件架构

本系统采用 .NET 的架构进行开发，采用现阶段成熟的基于 MVC 架构。Web server 接受客户的访问 / 交易请求。采用 3 层体系结构，分为用户界面层、中间层和数据应用层 3 个层次。其中用户界面层（客户端）使用 IE 浏览器与应用服务层应用服务程序相连接中间层的应用程序使用 ADO.NET 连接数据库。用户界面层根据燃煤过程管理进行设计，由中间层完成数据和业务逻辑的处理，并通过数据接口实现燃煤相关信息共享和传输。系统由 web 服务器、数据库服务器组成，即用户通过现有网络访问系统。总体结构设计如图 4.2 所示。系统总体架构如图 4.3 所示：

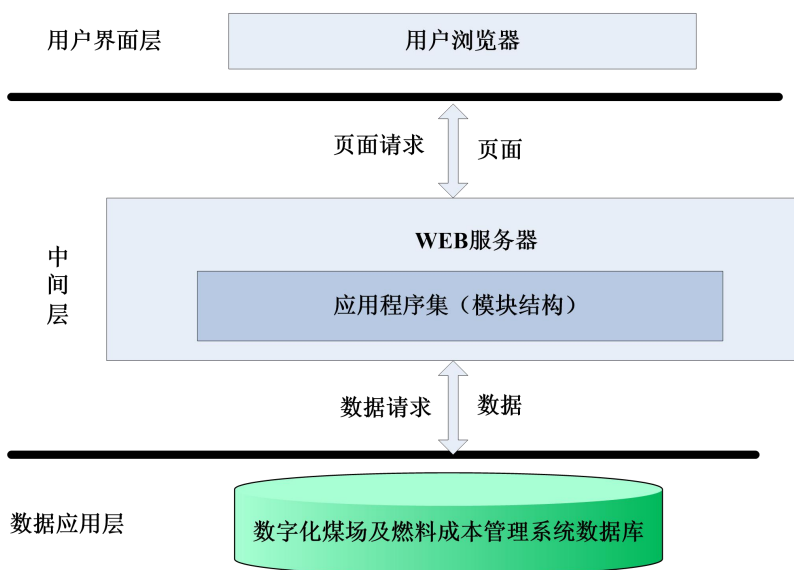


图 4.2 总体结构设计图

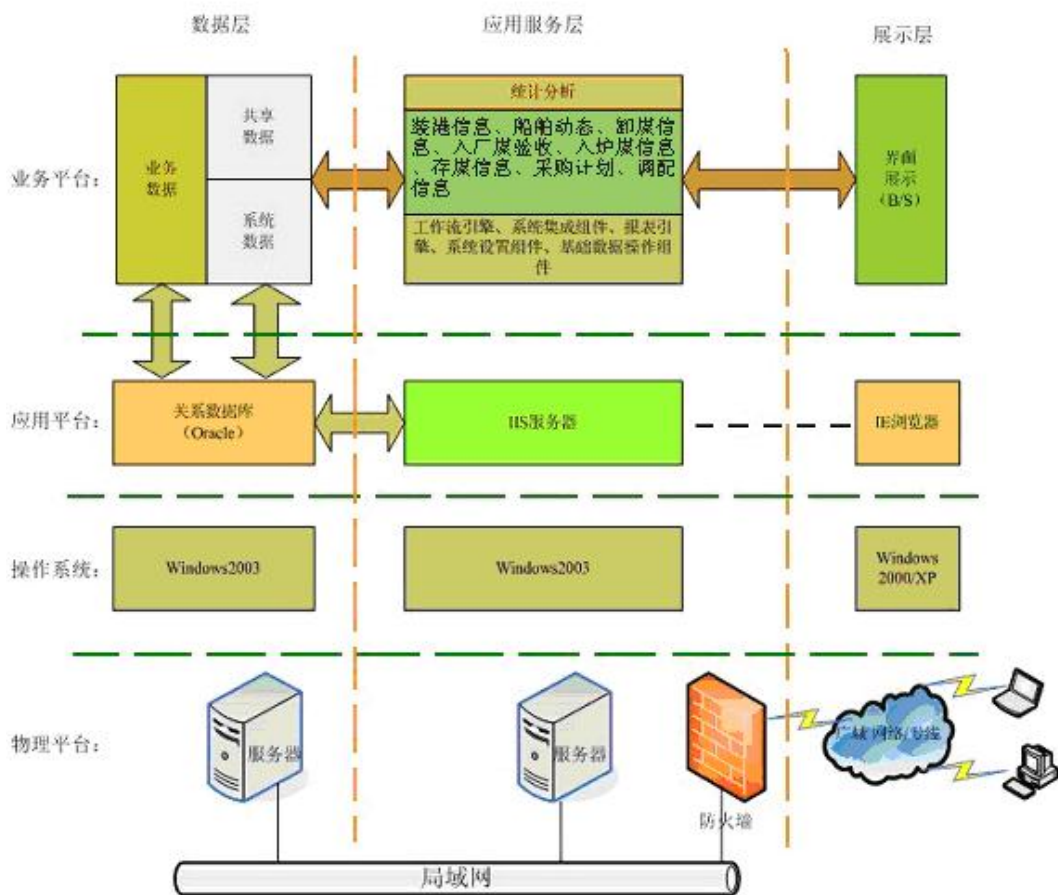


图 4.3 系统体系结构图

同时本系统实现从原煤计划采购到锅炉燃烧的全过程的流程管理及主动式实时智能库存优化调度、智能燃烧、智能采购寻优指导。同时整合燃料管理整个

价值链全过程的数据信息来源相关系统，形成完整的管理系统架构，如下图 4.4 所示。

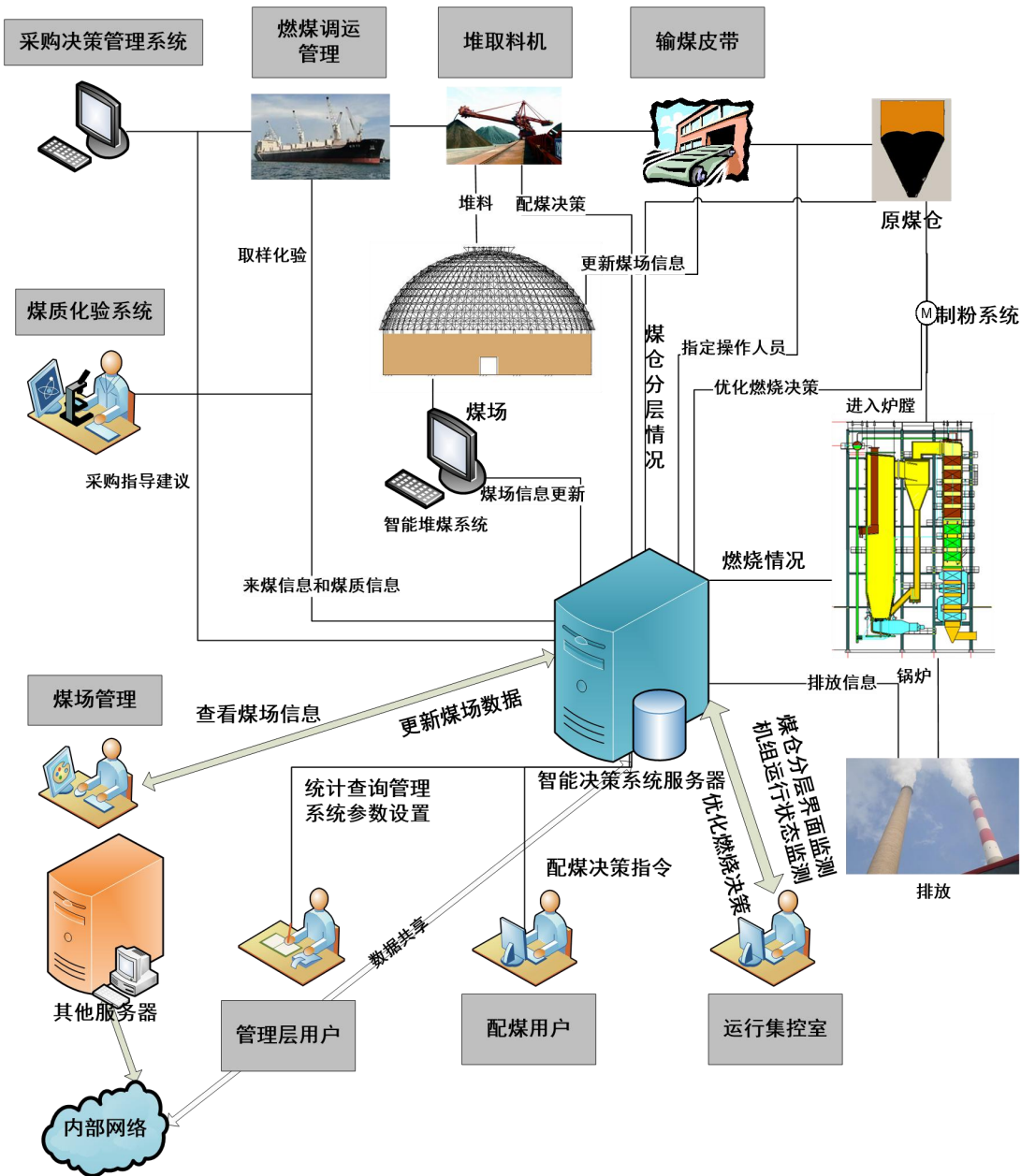


图 4.4 系统架构图

4.2.2 系统核心功能设计

系统的核心功能如下：

- (1) 实现集团燃料公司与 ZJ 发电厂之间燃料管理系统的互联互通，进行有效的信息共享，集团公司燃煤调配信息、排船信息、装港煤质信息能够自动传回 ZJ 发电厂，电厂的库存信息、用煤量信息、煤船靠卸信息等关键数据也能及时被集团燃料公司获取。

- (2) 根据煤船预计到港时间生成电厂接船、数量验收、卸煤、质量验收计划，并以短信方式通知相关人员。系统对接船、数量验收、卸煤、质量验收完成情况进行跟踪，实现对卸煤、验收过程的精细化管理，对相关数据进行分析、建模，寻求最优的燃料采购计划和靠港方案。
- (3) 对燃煤采购、运输合同进行电子化管理。根据合同信息、卸煤信息、数量验收信息、质量验收信息，自动完成入厂煤结算，结算信息通过数据接口自动传回财务系统。实现入厂煤结算费、杂费、预付款在线审核和电子签名功能，最大限度降低人为失误给电厂造成的损失。
- (4) 数字化煤场管理中，实现燃煤根据不同煤种、不同矿点分堆、分层堆放。同时根据燃煤堆放信息实现厂内堆场三维模拟显示、场外煤场二维模拟显示。通过斗轮机定姿定位系统，自动读取斗轮机行走记录及堆取煤位置，通过煤场视频监控实现堆取料操作的全程可控和可逆化查询。并根据燃煤进场信息、堆取料信息、采制化信息、煤场碾压记录信息、燃煤倒塌信息全天候对煤场形态进行监测，实现煤种、位置、品质、堆放时间、重量的多属性数据动态呈现。对煤场的相关数据进行比选分析，建立相关数据模型，自动进行库存策略寻优，指导库存调度更有效率开展。
- (5) 燃煤混配掺烧决策管理中，结合锅炉型式、燃烧方式、设计煤种、常用典型煤种等基本设计选型和发电机组实际运行工况，建立掺配烧优化决策模型，系统实时自动推荐符合满足环保和安全前提条件的最优掺配煤方案，指导运行人员实时进行调整；实时动态监控各机组煤仓料位、煤种、煤质、煤价、入仓、出仓等信息，通过已经得到的最优混配比例信息，系统实时提出入炉煤在锅炉燃烧存在的问题和注意事项，自动推荐运行调整方式建议，使得机组始终运行在最佳、最经济的状态。
- (6) 根据电厂的燃料管理全过程价值链管理的需求以图表、报表等形式提供各管理环节的数据统计分析和数据挖掘功能。为燃料管理决策提供最大限度的数据支撑和服务。
- (7) 通过移动客户端连接到移动办公平台服务器，实现待办事项、报表等事项在移动终端的处理，提高管理工作的便捷性和效率。移动办公平台全面支持 Android，IOS 操作系统手机终端。

4.2.3 燃料计划采购结算管理子系统

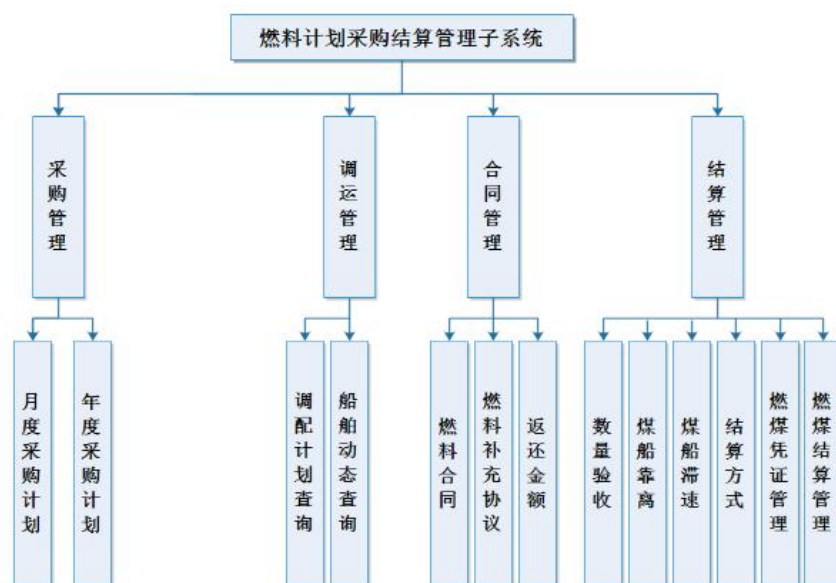


图 4.5 采购管理子系统功能框图

燃料计划采购结算管理子系统的整体功能框图如图 4.5 所示。以每月、每年计划发电量、度电煤耗、预计采购成本等数据，结合燃煤掺配烧模型寻优数据所计算的各煤种耗量，推荐最佳采购方案，经各级管理人员考虑实际因素变化后审核、批准每月及每年的煤炭采购计划，并输出至集团燃料公司。同时根据每季度集团燃料公司的内部市场定价合同及补充合同（煤炭供需补充合同）为依据，在系统界面输入煤质、煤量、卸船滞期费用等数据计算出煤款总价，并在内部网络上实现各级人员签名审批功能，最终输出至财务支付系统，完成燃料结算工作。燃料计划采购结算管理子系统各功能模块如图 4.5 所示，主要设置如下：

（1）采购管理

采购计划管理

月度采购计划——根据集团燃料公司提供的燃料月度采购计划表的格式，由燃料采购人员依据生产上燃料供应需求以及寻优系统中对燃料采购的推荐方案，拟定并录入月度煤炭采购计划，经规定流程审批后，形成正式月度采购计划并输出至集团燃料公司。

年度采购计划——根据集团燃料公司提供的年度采购计划表的格式，由燃料采购人员依据近年来燃料消耗的平均数据及对下一年度电力供应形势的分析判断，估算出下一年度的总耗用煤量及煤种、煤质，结合寻优系统中推荐的最佳采购方案，拟定并录入年度煤炭采购计划，经规定流程审批后，形成正式的年度采购计划并输出至集团燃料公司。

（2）调运管理

调配计划查询——与集团燃料公司的调运管理系统实现数据互联，实现实时查询集团燃料公司的调配计划（包括计划来船时间、煤质、数量、煤船在途状况等）；

船舶动态查询——与集团燃料公司、航运公司的船舶调运管理实现数据互联，实现实时查询集团公司调配煤船动态（包括抵装时间、靠泊时间、离泊时间、每日动态等）；

（3）合同管理

燃煤采购合同管理——实现燃煤采购合同电子化管理，包括合同基础信息录入、煤质单价计算、调价信息、电子版合同在线预览下载等。

补充协议管理——实现补充协议电子化管理，包括补充协议基础信息、费用结算标准、电子版补充协议在线预览下载等。

其他合同管理——实现其他合同电子化管理，包括合同基础信息、费用结算标准、电子版合同在线预览下载等，具备分类查询功能。

合同审核——实现所有合同在线审核功能，支持审核流程重组和移动客户端在线审核。

（4）结算管理

数量验收——以船名/航次为单位，手工录入水尺数，系统自动计算总装载量及盈亏数，并经审核确认。

煤船靠离——人工记录煤船靠泊、开卸、卸空、离泊时间。

煤船滞速——根据煤船靠离信息以及合同约定的滞速费计算方法自动计算滞速费。

结算方式——以船名/航次为单位，手工录入来煤的产地、途载相关信息，依据结算方式形成结算合同。

燃煤凭证管理——根据来船的煤种及结算依据生成结算凭证，系统自动统计出验收数量、货单数量、验收质量等信息。

燃煤结算管理——系统根据燃煤凭证自动完成质量价格调整、滞速费、运费、税费等其他费用计算，并生成结算单。

部分结算费用表及最终结算表如图 4.6 和图 4.7 所示：

卸港滞速、亏载及移泊分摊费用表

上传 审核记录 导出 返回

当前状态: 查看

卸港滞速、亏载及移泊分摊费用表

船名	运通海	航次	090	2019	年	6	月
装货港	秦皇岛港	卸货港	湛江港	船公司			
运量	74287	运价		运费			
核载量		亏载量		亏载费			
抵卸港时间	2019-06-16 11:15:00	离卸港时间	2019-06-20 07:00:00	免滞速费		滞速费	
卸港停时	3.8229	其他增减时间	0			移泊费	
不可抗力扣时		合计滞速时间	0.1085			其他增减金额	
合同允许停时	3.7144	滞速费标准	1.5	元/吨·天		三项合计	
比例	1					三项平均价格	
亏载系数		移泊位					
电厂名	湛江发电厂	电厂分摊数量(吨)	74287	电厂分摊价格(元/吨)	0.16	备注	

附件列表

图 4.6 滞速费结算单

煤炭结算单浏览

电厂燃料(煤炭) 结算表

上传 导出 返回

电厂:	湛江电力有限公司	凭证编号:	CL20190709_2	结算编号:	CL20190516_1/1
合同编号:	18EHYD006ZJ-1902-B02	结算日期:	2019-07-10		
供货情况		质量情况		结算资金	
供货单位	广东省电力工业燃料有限公司	高位热值(Kcal/kg)	5684.000	合同基本价	单价(元/吨)
船名 航次	ZHENG HAO / 1904	低位热值(Kcal/kg)	4565.000	一、基本价	480.00
装运港	印尼港口	全水分Mt(%)	24.90	二、质量调整价合计:	0.38
到达港	湛江港	挥发分(%)	38.84	1 发热量调整价	-3.50
交货起始日期	2019-05-16	全硫分(%)	0.47	2 挥发分调整价	0.00
交货终止日期	2019-05-19	灰分(%)	6.72	3 全硫分调整价	0.60
煤种	*粤配 C2 印尼动力煤	固定碳(%)	41.80	4 灰分调整价	3.28
数量情况	货票数量(吨) 71239	哈氏可磨系数(HGI)	0.00	5 全水分调整价	0.00
		灰熔点ST(°C)	1220.00	三、滞速费价	-0.43
		粒度(0-50)	0.00	四、其他(中转费/港口费等)	0.00
		滞速费	30632.77	含税价合计(一~四)	479.95
		亏载费	0.00	移泊费	0.00
结算吨数(吨)	71239.00	运费其他	0.00	结算单价合计	479.95
标煤数量(吨)	46458.01			不含税价	424.73
结算总金额	叁仟肆佰壹拾玖万零柒佰玖拾肆元柒角叁分		增值税额(13%)		55.21
备注	含税价=基本价(480.00)+发热量调整价(-3.50)+硫分调整价(0.60)+灰分调整价(3.28)+滞速费(-0.43)=479.95(元/吨)		已结算金额		0.00
			补付金额		0.00

图 4.7 结算管理

4.2.4 煤炭采制化管理子系统

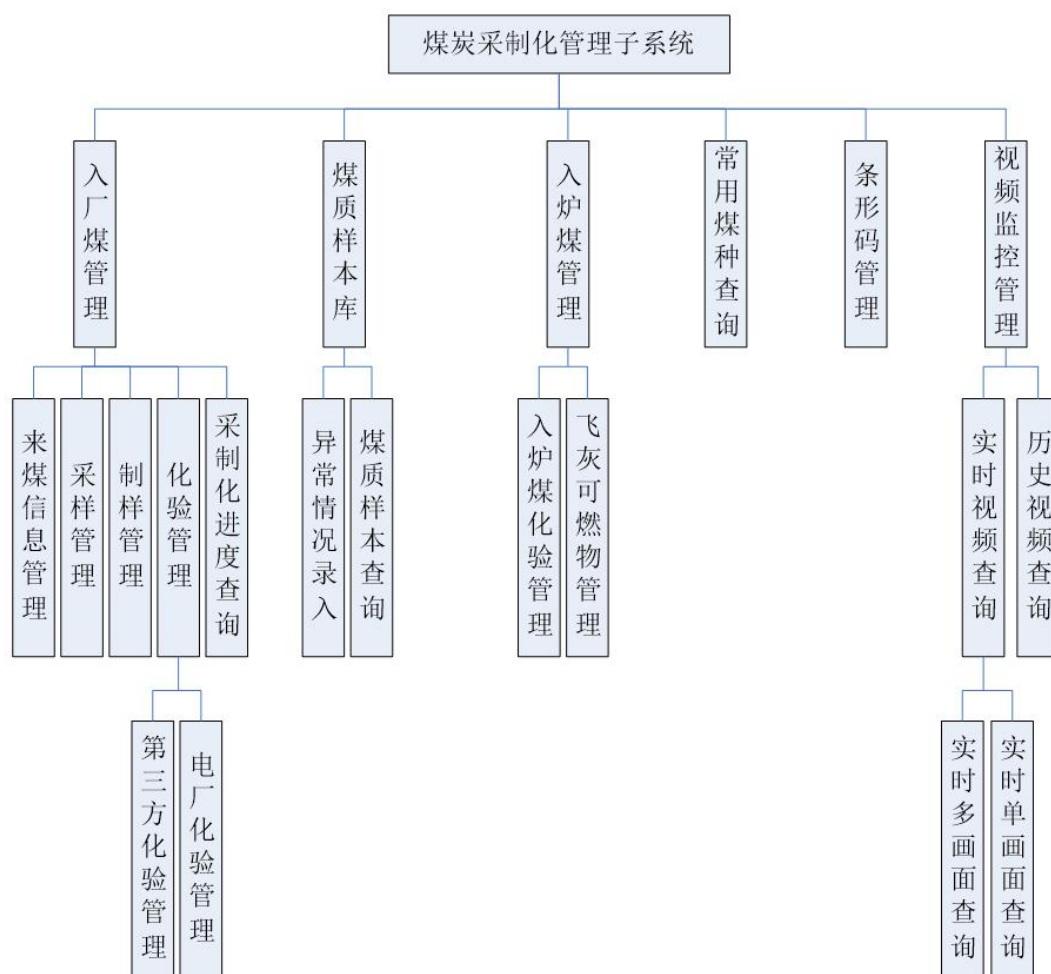


图 4.8 煤炭采制化管理子系统功能框图

煤炭采制化管理子系统将已建成的燃煤采制化管理信息系统集成进燃料管理全过程寻优系统，将原有系统中管理数据与寻优系统中燃煤采制化管理子系统相应模块实现数据交互，进而实现燃料采制化管理活动中的规范化、程序化、精细化管理，最大限度降低因采制化过程中出现的问题影响到燃料的结算价格，使企业的利益受损，煤炭采制化管理子系统各功能模块如图 4.8 所示，主要设置如下：

（1）采样管理

通过数据接口从集团燃料公司信息管理系统上自动读取煤船预计到港信息以及装港化验指标；

系统根据设定的采样流程，记录采样过程中的关键节点信息、采样装置信息和采样人员信息；

在采样环节引入信息自动录入考勤管理模式，通过指纹识别或刷卡方式（采样人以及采样监督人刷指纹或共同刷卡）便捷记录场地煤采样人、监督人信息；

通过采场现场安装的固定及移动拍摄设备，拍摄现场采样图像，系统根据需获取的采样过程信息自动加载现场采样图像，以便管理人员能够及时观察采样人员的作业行为，及时纠正偏差。

通过数据接口获取每次清样采样机所获取的分析样量和全水样量，及对应当次采样量所采子样数，最后自动计算并记录整船煤分析总样量和全水总样量及所采子样数，确保所有的样量和样数符合国标的相关要求，一旦不符合要求，将及时对管理人员及作业人员进行提醒，以采取补救措施，同时实现采样数据的导入打印报表功能。采样管理示例如图 4.9 和 4.10 所示：

预计来煤时间: 2019-06-10 ~ 2019-07-10 查找									
批次		预计来煤时间	船名	航次	来煤数量	综合样	抽查样	是否靠泊	是否采样
<div><div></div><div></div><div></div></div>	SU201520004788	2019-06-17 01:06	广前	1911	73321	19075780	新增	是	是
	SU201520004754	2019-06-16 11:06	运通海	090	74287	19065812	新增	是	是
	SU201520004744	2019-06-12 10:06	粤电2	1908	64900	19065456	新增	是	是

Page 1 of 1 (3 items)

图 4.9 入厂煤采样

YUCEAN 燃煤采制化管理系统

样品类型 综合样

编辑 导出 子样数 历史画面 提交 保存 取消

条码号 19075780

预计来煤时间 2019-06-17 01:06

批次 SU201520004788

靠泊时间 2019-06-24 16:12

船名 广前

航次 1911

采样人 商检部B:商检部C

采样开始时间 2019-06-24 18:00

采样监督人 胡言箭:公用卡

刷卡记录 录入员

采样装置检查人 公用卡:商检部C

采样装置检查时间 2019-06-20 09:28

采样地点 2号皮带中部

采样结束时间 2019-06-29 08:30

分析采样量 510 (KG)

全水采样量 657 (KG)

皮带初级采机次数 1044 个

已装子样数 17776 个

全水子样数 1980 个

天气情况 晴

采样机状态 正常

备注

图 4.10 采样管理

(2) 制样管理

系统能够实现根据制样流程的监控、形成的样品编号自动对收到煤样的有效性进行判断；

能够以多卡联动方式根据设定好的制样流程以刷卡方式记录制样过程中的关键节点信息以及制样人信息；

系统根据备用煤样煤柜存放情况自动分配备用煤样存储位置；

利用制样现场安装的固定或移动拍摄设备，对制样全过程进行视频监控管理，系统对视频信号进行软处理，将实时和历史视频嵌入到系统中，并自动过滤采样阶段有效历史视频数据。便于管理人员对有效视频数据的调阅，使其能够及时发现制样过程中行为偏差，及时纠正。同时也实现制样数据导出打印报表功能。

制样管理的示例如图 4.11 所示：

燃煤采制化管理信息系统	
条码号	14054930
船名	EVERTOP
采样开始时间	2014-05-21 08:27:00
制样开始时间	2014-05-26 10:32:00
打印条码汇总	<div>BYA1405493001</div> <div>BYA1405493002</div> <div>BYA1405493003</div> <div>BYA1405493004</div>
批次	1000003379
航次	201405
采样结束时间	2014-05-23 16:00:00
制样结束时间	2014-05-26 16:58:00
保存天数	21
煤样状态	煤样良好

图 4.11 备查煤样管理

（3）入厂煤化验管理

系统能够实现根据设定的入厂煤化验流程记录入厂煤化验过程中的关键节点信息、化验人信息以及审核流程信息；

系统能够实现支持入厂煤质化验计算公式自定义以及化验结果比对标准自定义；

系统能够实现根据原始装港煤质化验结果自动完成最终化验数据计算，自动将到港化验结果与装港煤质数据进行比对，自动分析、差异超标以及不合格的化验项；

系统能够实现支持异构系统间数据交互，通过数据接口将比对后用于结算的化验结果转发到其他信息系统，从而确保煤质化验结果的唯一性和准确性；

利用化验室安装的固定和移动拍摄设备，对化验全过程进行视频监控管理，系统对视频信号进行软处理，将实时和历史视频嵌入到系统中，并自动过滤入厂煤化验阶段有效历史视频数据。便于管理人员对有效视频数据的调阅，使其能够及时发现化验过程中行为偏差，及时纠正。同时也实现化验数据导出打印报表功能。入厂煤化验结果示例如图 4.12 所示：

化验数据编辑 -- 网页对话框

http://10.192.37.28:8080/Assay.aspx?EX_TY=2&BC=19065812&EX_TY_EX=N&Start=2019-06-10&End=:

燃煤采制化管理系统

化验信息

运通海/090(同优/74287吨)

条码号

19065812

化验类型

电厂常规化验

编号

20190603

开始时间

2019-06-20 12:45

结束时间

2019-06-21 03:08

化验人

胡言箭;汪卉

录入人

胡言箭

录入时间

2019-06-25 15:08

审核

实验结果

Mt

10.20

%

Mad

1.46

%

Aad

25.94

%

Vad

26.49

%

St, ad

0.60

%

Qb, ad(MJ/Kg)

24.00

Had

4.14

%

焦渣特性

4号

DT

℃

ST

℃

HT

℃

FT

℃

HGI

计算结果

项 目	单 位	收到基(ar)	空干基(ad)	干燥基(d)	干燥无灰基(dnf)
水 份M	%	10.20	1.46		
灰 份A	%	23.64	25.94	26.32	
挥发份V	%	24.14	26.49	26.88	36.49
固定碳FC	%		46.11		
硫份ST	%	0.55	0.60		
高位发热量Q _{gr}	MJ/Kg		23.91	24.27	
低位发热量Q _{net}	MJ/Kg	20.78 / 4969			

备注

退 审

导 出

计 算

编 辑

保 存

取 消

图 4.12 化验管理

(4) 入炉煤化验管理

系统能够实现根据设定的入炉煤化验流程记录入炉煤化验过程中的关键节点信息、化验人信息以及审核流程信息；

系统能够实现支持入炉煤质化验计算公式自定义以及化验结果比对标准自定义；

系统能够实现根据原始煤质化验结果自动完成最终化验数据计算，自动生成化验报告，相关数据自动输出至燃料混配掺烧决策管理子系统。

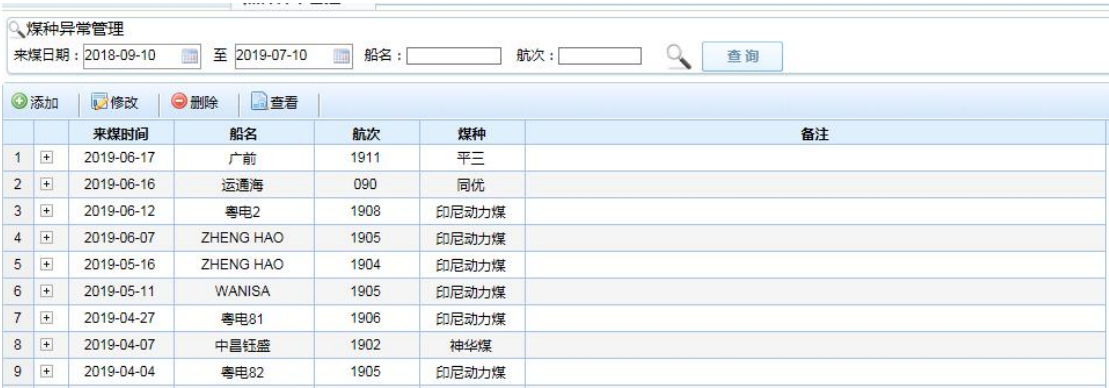
系统根据实际分析的需要，新增入炉煤质量和飞灰可燃物含量的数据统计分析功能，对异常数据及时预警，提示化验人员及时再查证分析，确认数据准确性。

(5) 煤质样本库管理

煤质样本查询——对所有煤质分析样本自动纳入样本数据库，管理人员可以根据船名/航次或煤种，查询进厂煤质，根据入炉时间，查询入炉煤质并关联煤种异常信息，做到所有煤种可回溯。

煤种异常管理——根据船名/航次、煤种记录煤种使用时的异常情况，例如结焦明显、烧坏粉管等，设置煤种异常情况录入环节，对该煤种使用设置警示。

样本库示例如图 4.13 所示：



	来煤时间	船名	航次	煤种	备注
1	2019-06-17	广前	1911	平三	
2	2019-06-16	运通海	090	同优	
3	2019-06-12	粤电2	1908	印尼动力煤	
4	2019-06-07	ZHENG HAO	1905	印尼动力煤	
5	2019-05-16	ZHENG HAO	1904	印尼动力煤	
6	2019-05-11	WANISA	1905	印尼动力煤	
7	2019-04-27	粤电81	1906	印尼动力煤	
8	2019-04-07	中昌钰盛	1902	神华煤	
9	2019-04-04	粤电82	1905	印尼动力煤	

图 4.13 煤质样本库

(6) 数据分析管理

数据分析管理主要包括：对不合格采样、制样、化验的次数和结果进行统计和分析，对入炉煤、入厂煤煤质相关的数据进行统计和分析等，其主要功能描述如下：

对入炉煤、入厂煤热值差情况进行统计及分析，形成分析图表并按要求输出；对不合格采制化次数和结果进行统计分析，形成年、月入厂煤、入炉煤低位发热量对比例图，入厂煤、入炉煤分月发热量值对比例图，对入厂煤、入炉煤热值差以及采制化过程中发热量超差原因进行自动研判及分析，并提出改善煤质采制化管理水平的应对建议。

(7) 视频监控管理

系统能够实现支持对实时视频的单画面和多画面的调用及查询；
系统能够支持按船名航次或时间段检索历史视频，保存期限容量达 3 个月；
系统能够支持对历史视频的远程转存和远程调用播放；

4.2.5 卸储煤和库存管理子系统

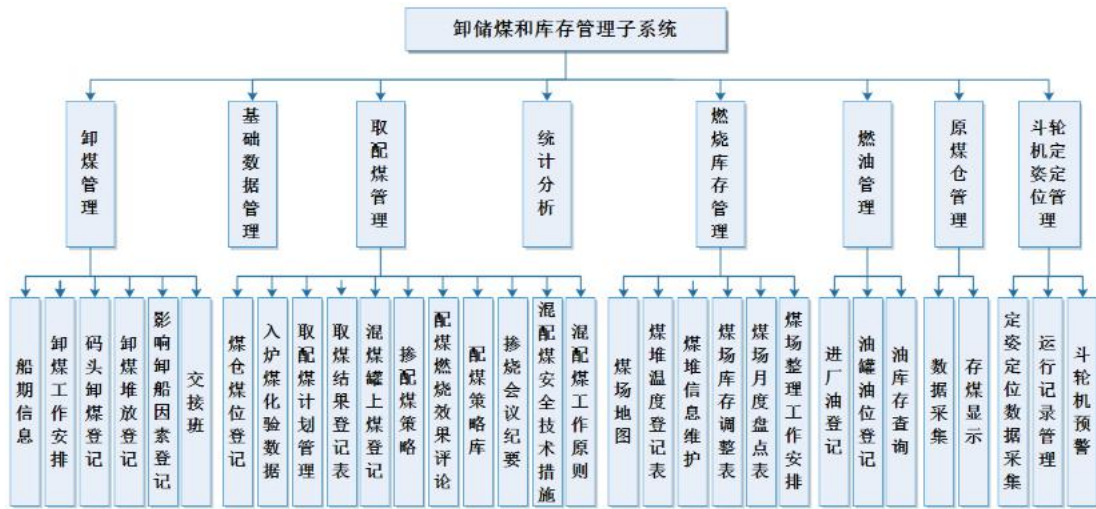


图 4.14 卸储煤和库存管理子系统功能框图

卸储煤和库存管理子系统实现了燃煤从煤船靠港接卸、煤场堆存、整理、取用、库存调度的信息统计分析到管理策略的评估、最终寻优辅助卸储煤和库存管理活动做最佳决策的功能，其整体功能框图如图：4.14 所示，主要功能模块如下：

（1）卸煤管理

船期信息——读取集团燃料公司燃料管理信息系统的来煤通知接口，自动获取相关船期信息。

卸煤工作安排——根据即将靠港接卸煤船的来煤煤质及煤场存煤情况，根据预先设定的堆放原则，系统自动生成堆放建议，燃料管理人员可选用系统生成的堆放建议，也可自己制定堆放工作指令，系统自动模拟出堆前与堆后的煤场变化预览图。

码头卸煤登记——记录码头班组的卸煤所用的生产作业路线、船名/航次、煤种、煤量等信息，系统通过接口获取 2 号与 5 号皮带堆料重量，读取每个班组的卸船重量以及煤场堆料重量。

卸煤堆放登记——利用煤场斗轮机定姿定位系统，自动记录卸煤堆放的区域、卸煤高度、煤量等信息，并自动改变煤场存煤量以及煤场图。是管理人员能够精确实时获取煤场的库存信息。

影响卸船因素登记——码头卸船作业人员可以按船名/航次记录影响卸船因素。并实现统计分析功能，找到影响码头卸率的关键因素。

交接班——对交接班班组的工作情况进行记录，交班班组切实做好相关工作情况交底，确保接班的班组明了相关情况，确保作业安全。

（2）取配煤管理

入炉煤化验数据——与煤炭采制化管理子系统进行数据交互，获取每天入炉煤质的化验指标，以校验上煤煤质是否符合要求。

取配煤计划管理——系统与燃煤混配掺烧决策子系统的数据进行交互，根据拟定的配煤掺烧策略，系统自动推荐煤场的取配煤计划，燃料管理人员也可以根据实际情况进行取配煤计划设置，如果按取配煤计划所上煤炭不能满足锅炉混配掺烧的需求，系统将根据实际情况，通过混配掺烧寻优模型自动计算所需煤炭指标，制定新的配煤掺烧策略，生成新的取配煤计划，实时指导燃料运行人员进行取配煤。

取煤结果登记表——系统通过斗轮机定姿定位系统及煤场 2 号皮带秤、上煤系统 10 号皮带秤，自动记录取煤的区域、煤量等信息，并自动修改煤场库存与煤场图。

混煤罐上煤登记——系统通过混煤罐皮带秤和混煤罐给煤机变频器数据自动计算并记录混煤罐上煤量、出煤量信息。

掺配烧策略——系统与燃煤混配掺烧决策子系统的数据进行交互，根据机组负荷、环保排放指标限制、锅炉安全性等约束性指标自动计算并推荐上煤煤种、煤质、掺配比例等，拟定掺配烧策略。

掺烧会议纪要——燃料管理人员、运行管理人员依据系统推荐的掺配烧策略，可以召开掺配烧会议，对策略进行研究，拟定一定时期的掺配烧原则，同时记录掺配烧会议时间、会议内容、会议人员等，实现会议流程的归档管理。

掺配煤安全技术措施——掺配烧会议中拟定相应保障锅炉燃烧、环保排放的安全及时措施，同时在系统中发布，提醒运行人员加以关注并遵照执行，预防发生事故。

掺配煤工作原则——在系统中公示掺配煤工作原则，使所涉人员能够清晰明了，利于执行到位。

（3）燃煤库存管理

煤场地图——系统通过读取斗轮机定姿定位系统中堆取起止刻度、俯角、摆角等数据以三维图形按船名航次分批次、分堆显示煤场存煤情况，并对煤质、数量、存放时间、温度按不同颜色进行显示；同时生成煤场俯视、平视地图，并可进行模拟堆取操作，模拟特定时间后煤场变化情况；设置煤质、煤量、煤价警界值，超过警界值则报警。见图 4.15、所示。

煤堆温度登记表——根据各个煤场的存煤以及各个混煤罐的存煤情况，定期进行测温活动，记录煤堆的最高温度与对应的坐标，对超过正常温度的煤堆予以警示，提醒运行人员对煤堆及时进行降温处理，降低煤堆的自燃损耗。

煤堆信息维护——燃料管理人员可以对各个煤场以及混煤罐的库存量、煤堆基本信息、煤堆煤质信息、煤堆显示煤质信息进行校核、维护，及时纠正偏差，保证煤堆的相关信息负荷真实情况。

煤场库存调整——燃料管理人员可以根据工作需要，以各煤场跟混煤罐的煤堆为单位，对进行的煤堆合并、转场、清场操作，调整相应的煤堆信息，使煤场地图真实反映煤场库存信息。

煤场月度盘点表——燃料管理人员每月使用激光盘煤仪对煤场实际库存进行盘点，盘点结果录入系统设置的煤场月度盘点表，用以校核每月的各个煤场以及混煤罐的实际库存煤量，为燃料管理人员调整库存信息提供依据。

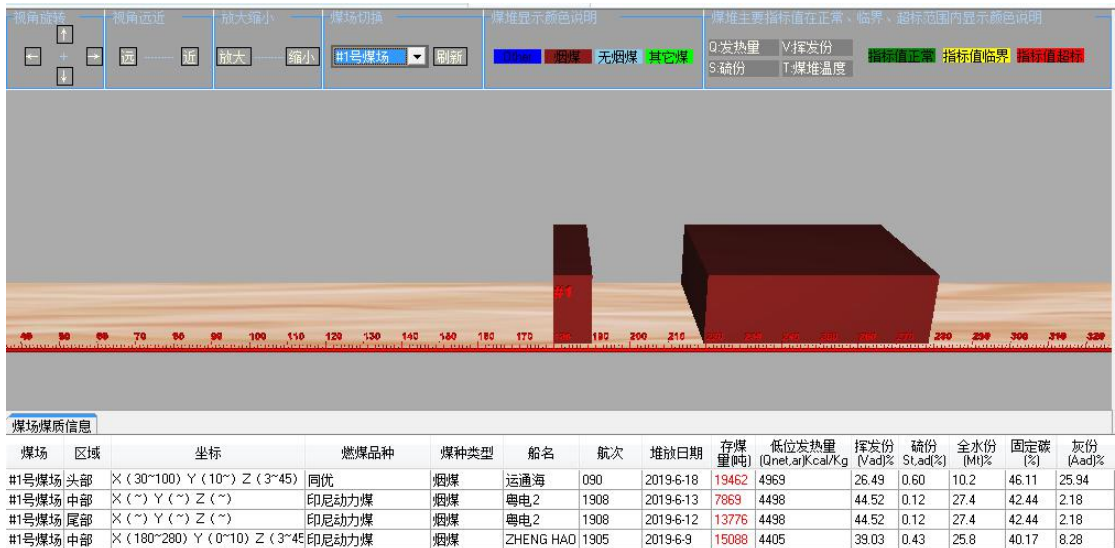


图 4.15 三维堆场



图 4.16 平视图

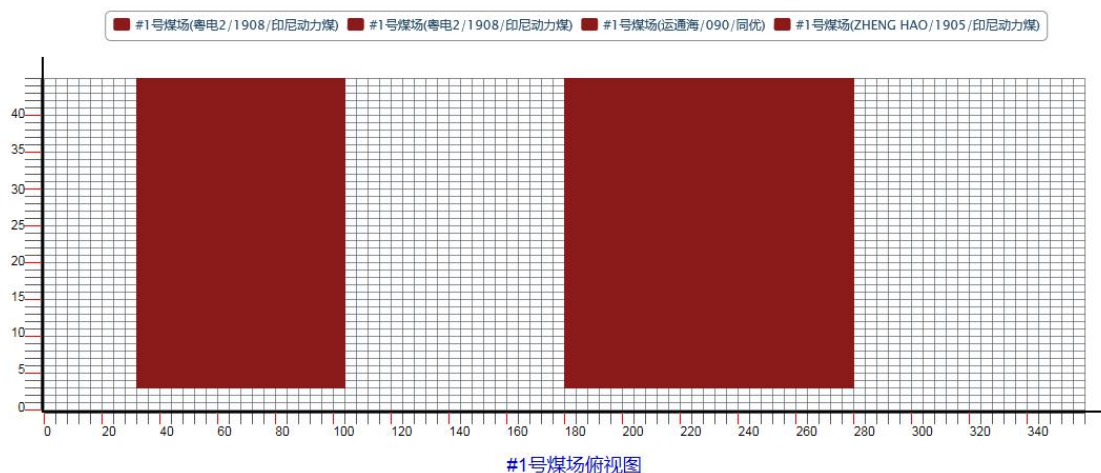


图 4.17 俯视图

(4) 燃油管理

系统还对锅炉启动所用点火助燃燃料油（轻柴油）设置了管理模块，对燃料进行一体化管理，其主要功能如下：

进厂油登记——燃料管理人员可以在此模块记录进厂助燃轻柴油来油的数量、质量、卸油情况等信息，对燃油采购化过程进行监控，对质量异常进行预警。

油罐油位登记——系统自动采集燃油储罐油位、温度等数据，按设定的周期记录油罐的油位，对油位数据异常进行预警，提醒运行人员及时检查，及早发现油罐泄漏等问题。

油库存查询——以三维图形技术对储油罐进行模拟，以图形的形式显示燃料油库存的实时情况，利于管理人员便捷查询查阅。

(5) 原煤仓管理

数据采集——系统自动读取 SIS 系统中机组各煤仓实时煤位，根据所用煤炭密度、煤仓体积公式测算出各煤仓存煤煤量，并与取煤结果登记中的煤种、煤质、价格等数据关联。

存煤显示——系统能够实时显示出各机组各原煤仓存煤量、煤种、煤质参数、煤价，不同煤种可以按不同颜色进行区分。

(6) 斗轮机定姿定位管理

定姿定位数据采集——系统设置周期采集斗轮机定位系统中的相关数据（时间、行程、回程、俯仰角度），实时记录煤场斗轮机的工作状态和实际工作情况。相关记录见图 4.18。

运行记录管理

☒

近6小时

☐

记录时间

2019-07-10

至

2019-07-10

查询

A斗轮机

	记录时间	斗轮机			轮斗头	
		旋转（度）	俯仰（度）	行程（米）	行程（米）	位置
1	2019/7/10 9:54:41	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
2	2019/7/10 9:53:52	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
3	2019/7/10 9:52:45	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
4	2019/7/10 9:51:46	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
5	2019/7/10 9:50:50	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
6	2019/7/10 9:49:49	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
7	2019/7/10 9:48:50	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
8	2019/7/10 9:46:21	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
9	2019/7/10 9:45:52	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
10	2019/7/10 9:45:24	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
11	2019/7/10 9:44:55	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
12	2019/7/10 9:44:27	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
13	2019/7/10 9:43:57	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
14	2019/7/10 9:42:57	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场
15	2019/7/10 9:39:32	145.5	-0.3	65.5	94	#1号煤场

图 4.18 斗轮机定位

运行记录管理——系统能够根据卸煤工作安排和取配煤计划管理数据生成堆取料作业单，在斗轮堆取料机司机室新增斗轮机定位终端显示堆取料单，司机在堆取料作业开始和结束时点击确认和完成按钮，系统自动记录作业开始和结束时间段内斗轮机定位数据。

斗轮机预警——系统能够通过斗轮机定姿定位系统，根据堆取料作业单和实际斗轮机作业数据，对斗轮机作业区域是否与堆取料单规定作业区域一致进行判断，对不一致作业进行报警，确保取配煤不出现差错，进而危及锅炉的安全经济运行。

(7) 统计分析管理

该模块对卸储煤和库存管理子系统中已有的数据自动统计分析，为燃料卸储煤和库存管理活动的决策提供数据支撑，系统能够生成相应报表，并支持导出打印，包括以下报表模块：

查询来船情况、煤场库存汇总、交接班情况统计、卸船情况统计、煤船卸货效率、靠港在卸煤船情况、煤堆温度变化趋势图、入炉煤理论煤质分析、取配煤计划查询、卸煤工作安排查询、筒仓煤位查询、影响卸船因素统计等。

(8) 基础数据管理

该模块包括一些燃料管理相关的基础性数据，这些数据为为燃料卸储煤和库存管理活动提供辅助决策服务，其中包括以下信息：

机组煤场分区信息、煤场信息、煤仓数据、煤质类型列表、煤质超标信息、影响卸船因素列表、业务项目分工及权限等。

4.2.6 燃煤混配掺烧决策管理子系统

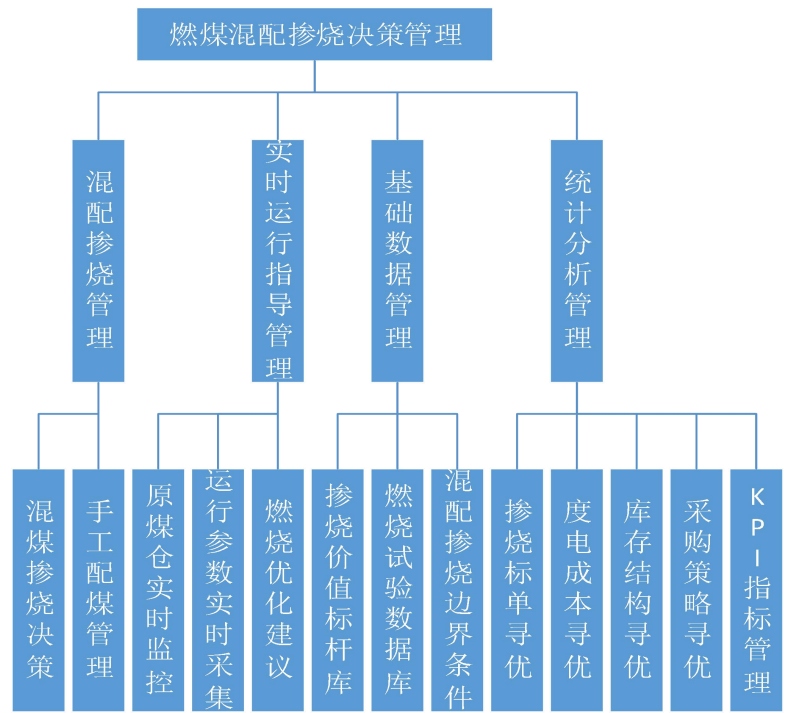


图 4.19 燃煤混配掺烧决策管理子系统功能框图

燃料管理的全过程活动，最终的目的就是使用成本最低的燃料达成生产经营目标，对于 ZJ 发电厂来说，燃料最终要在锅炉中燃烧发出合格电能，因此烧什么煤？怎么烧至为关键，所以构建燃料管理全过程寻优系统，最为关键的是构建好燃煤混配掺烧决策子系统，做好混煤掺烧的相关环节、活动的决策寻优，这个子系统的管理结果直接影响到其他子系统的管理和寻优。燃煤混配掺烧决策管理子系统的整体功能框图如图 4.19 所示。

（1）混配掺烧管理

混煤掺烧决策管理——系统通过分析煤场库存结构、目标机组和计划上煤量等信息，设定配煤热值、硫份、灰分、最佳成本期望等约束条件，由系统根据先到先烧以及原先设定的配煤掺烧基础方案等数据，通过配煤掺烧智能算法进行寻优计算生成可选配煤掺烧方案。该算法寻优的最终目的是要在满足煤质参数要求、配煤比例要求及上煤量等要求的前提下，最小化配煤加权价格。模型的输出是最优的混煤掺烧方案及配煤的加权价格。即在保证安全的前提下燃料总体成本最低。该算法的流程框图如下：

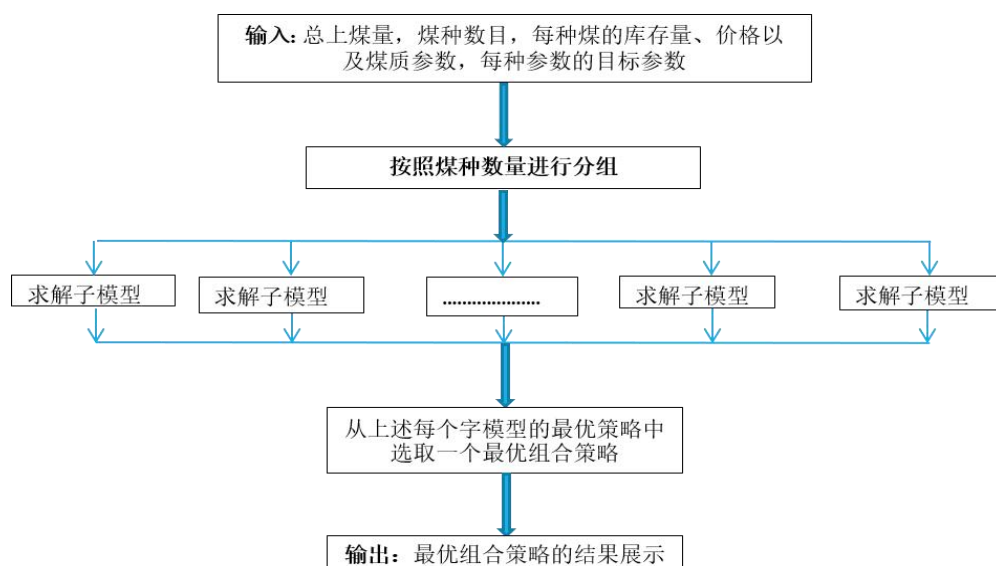


图 4.20 混煤掺烧寻优算法流程图

该算法通过建立一种基于聚类的线性规划模型。把上煤数量、上煤种类、库存结构以及配煤比例等参数加入到模型的约束条件中,从而得到一系列的线性规划子模型,并采用大 M 算法进行快速求解各子模型,最终根据每个聚类的优化结果,得到了在满足配煤约束条件下的最优混配掺烧方案和配煤价格。通过该算法产生的混煤掺烧方案支持按掺烧标煤单价最优排序或综合指标最优排序。系统根据最终所确定的混煤掺烧方案中的各掺配煤种的煤质指标及掺配比例自动计算出加权后的燃料热值、硫份、灰分、标煤单价等指标,选择目标机组对应上煤的煤仓,生成精确到每台机组每个煤仓的上煤方案。上煤方案可以进行在线审批。

手工配煤管理——运行专业管理人员可以根据一些突发状况,自主设定目标机组、煤仓和计划上煤量,选择掺烧目标煤种、配煤比例,人工拟定上煤方案,手动录入系统后系统自动计算出加权平均后燃料的热值、硫份、灰分、标煤单价等,最终生成匹配的上煤方案。

(2) 实时运行指导管理

原煤仓实时监控——系统能够读取 SIS 系统中机组各煤仓实时煤位,根据公式测算出存煤煤量,并与上煤管理中煤种、煤质、价格关联,实时显示出原煤仓存煤量、煤种、煤质参数、煤价,不同煤种可以按不同颜色进行区分。运行人员可以实时比对各原煤仓的相关数据是否与混煤掺烧管理模块中确定的混煤掺烧方案是否相符,若发现偏差,能够及时调整。原煤仓的实时监控具体实现见图 4.21、4.22。

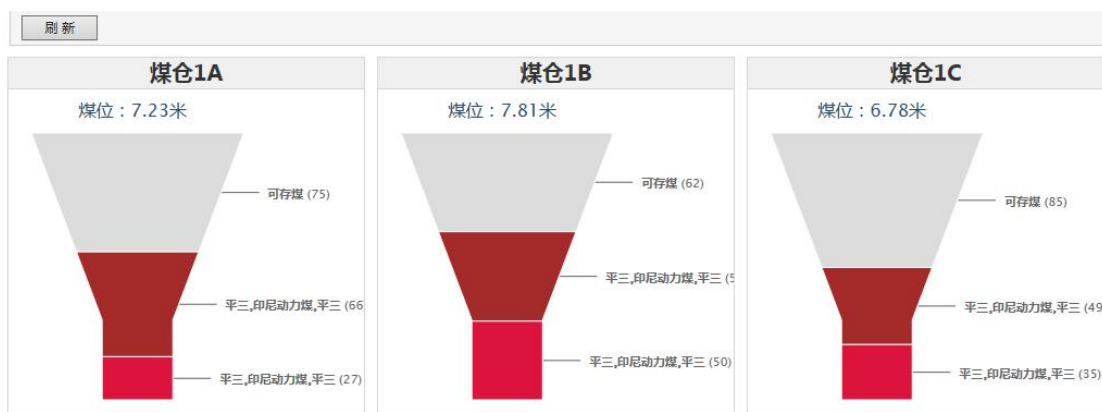


图 4.21 原煤仓显示

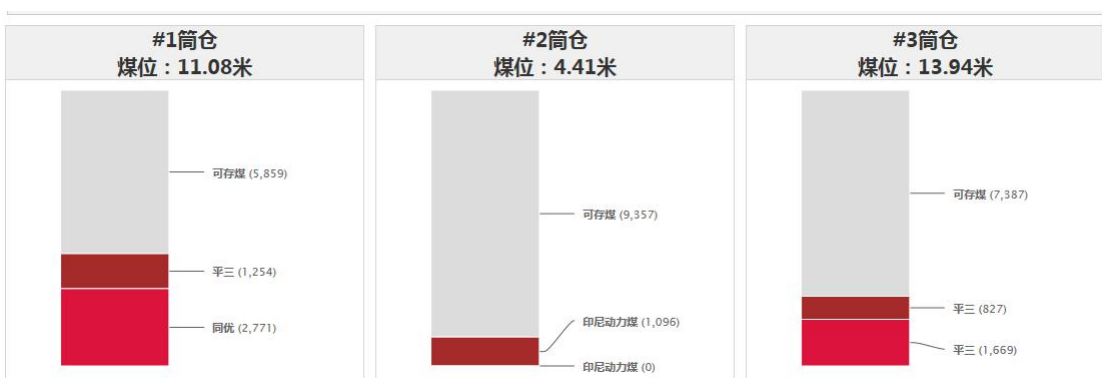


图 4.22 筒仓显示

运行参数实时采集管理——系统能够读取 SIS 系统中机组负荷、汽机转速、主汽压力、主汽温度、再热汽温度、凝汽器压力、循环水温度、粉尘、SO₂、NO_x、标煤耗等数据并进行显示。使燃料管理人员及运行管理人员能够直观观察上煤方案的燃烧效果。

燃烧优化建议管理——系统能够以燃烧试验数据库为基础，根据当前机组负荷指令要求，原煤仓煤种、煤质、煤价以及实时运行参数进行智能分析计算，自动生成给煤量、运行氧量、一次风率等优化方案，指导运行人员及时作出优化运行的调整。

(3) 基础数据管理

系统能够在燃料掺配烧过程中，对各类数据系统进行智能统计分析，形成掺烧价值标杆库、燃烧试验数据库、掺烧基础数据库等数据支撑集合，为机组燃烧优化调整提供辅助决策。

掺烧价值标杆库——系统能够以机组、负荷段、煤种占比、煤耗、燃煤成本、售电利润进行分组统计分析，并通过对混煤掺烧算法的自动学习，不断对掺烧过

程进行价值寻优，形成掺配标杆库，作为运行管理人员、燃料管理人员对混煤掺烧工作进行决策的支撑。

🔍 掺烧价值标杆库																
记录时间：			至		机组：		负荷段：		🔍	查询						
🟢 新增 🟡 修改 🔴 删除 🔍 查看																
		机组	日期	负荷段	平均负荷 (MW)	发电量 (度)	烧煤量 (吨)	燃料成本 (元)	度电成本 (元/度)	平均标煤价 (元/吨)	煤种1	煤种1比例	煤种2	煤种2比例	煤种3	煤种3比例
1	<input type="checkbox"/>	# 1机组	2019-07-05	中低负荷	190.97	31,891.82	11.51	5,535.82	0.17	732.94	印尼动力煤	6	平三	2	平三	2
2	<input type="checkbox"/>	# 2机组	2019-06-30	中低负荷	195.42	32,635.14	12.00	5,771.49	0.18	732.94	印尼动力煤	6	平三	4		
3	<input type="checkbox"/>	# 2机组	2019-07-04	中低负荷	189.78	31,693.26	12.00	5,771.49	0.18	732.94	印尼动力煤	6	平三	2	平三	2
4	<input type="checkbox"/>	# 1机组	2019-07-06	中低负荷	198.53	33,153.67	12.00	5,879.35	0.18	739.31	印尼动力煤	6	平三	4		
5	<input type="checkbox"/>	# 2机组	2019-07-01	中低负荷	188.30	31,445.43	12.00	5,771.49	0.18	732.94	平三	4	印尼动力煤	6		
6	<input type="checkbox"/>	# 2机组	2019-06-24	中低负荷	190.65	31,838.55	12.00	6,152.22	0.19	757.93	同优	1	印尼动力煤	1		
7	<input type="checkbox"/>	# 2机组	2019-07-01	中低负荷	190.97	31,891.48	12.00	6,086.20	0.19	748.80	平三	7	印尼动力煤	3		
8	<input type="checkbox"/>	# 1机组	2019-06-30	中低负荷	184.44	30,801.98	12.01	5,776.30	0.19	732.94	平三	4	印尼动力煤	6		
9	<input type="checkbox"/>	# 2机组	2019-06-17	中低负荷	197.68	33,011.89	12.00	6,333.51	0.19	766.50	澳大利亚动力	2	印尼动力煤	5	平五	3
10	<input type="checkbox"/>	# 1机组	2019-06-24	中低负荷	183.49	30,642.16	11.87	6,085.57	0.20	757.93	同优	1	印尼动力煤	1		
11	<input type="checkbox"/>	# 2机组	2019-06-30	中低负荷	195.32	32,619.10	12.00	6,472.35	0.20	776.38	印尼动力煤	3	同优	7		

图 4.22 掺烧价值标杆库

燃烧试验数据库——在系统中建立燃烧试验数据库，对于不同煤种，不同掺配比例，定期或根据需要开展燃烧试验，根据燃烧试验的结果得出不同负荷段下，不同煤种燃烧优化调整方案。燃料管理人员和运行管理人员可以直接调用或参考相关的燃料优化调整方案，对锅炉燃烧提供最佳指导。

掺烧基础数据库——在系统中建立燃烧基础数据库，数据库的信息包括掺烧煤种的灰分、硫份、挥发分、灰熔点范围，高负荷、低负荷低位热值范围，日均高低负荷判断范围，库存高低预警范围，标煤煤耗预警范围等。数据库的相关数据便于管理人员直接查阅和调用。

（4）统计分析管理

本模块通过智能算法，智能分析燃料管理全过程上的各种相关数据，对多个管理环节、管理因素进行算法寻优，主要寻优对象如下：

掺烧标单寻优——系统以五分钟为一个周期，采集周期内的机组负荷段、煤种、煤质及配比、发电量、煤耗、燃料成本等。根据采集数据计算五分钟周期内的掺烧标煤单价，系统根据机组运行的实际工况，对不同负荷段内掺烧标煤单价进行寻优，为燃料混配掺配提供依据。

度电成本寻优——系统以五分钟为一个周期，采集周期内的机组负荷段、煤种、煤质及配比、发电量、煤耗、燃料成本、其他生产成本等；根据采集数据计算五分钟周期内的度电成本，系统根据机组运行的实际工况，对不相同负荷段内度电成本进行寻优，为燃料混配掺烧提供依据。

库存结构寻优——通过对电厂当前存煤状态、存煤种类、混煤掺配策略、机组实际耗煤量、煤炭市场价格趋势预测等数据的分析计算，系统能够给出煤场最佳库存的建议，对煤炭采购策略提供辅助决策信息，保证煤场库存既不因过高而加剧损耗和占用过多资金，也不因过低而危及机组用煤安全。

采购策略寻优——通过对电厂当前的库存结构，存煤数量和历史煤质信息、燃烧情况的智能化分析计算，系统可以依据安全、经济、环保为目标，给出燃煤采购的最佳策略，包括应当购买何种煤质特性的燃煤、价格区间，并且从历史来煤信息中寻找接近的煤种作为建议。另外也能够提示不能购买的煤种信息。

KPI 指标管理——系统以五分钟为一个周期，采集周期内的机组负荷段、煤种、煤质及配比、发电量、煤耗、售电电价等；根据采集数据计算五分钟周期内的燃料成本和售电收益，并以此作为燃料掺烧价值寻优的量化依据，建立动态的燃料掺烧价值标杆数据库和值际竞赛的考评依据。

第 5 章 ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统的实施保障及效果评价

5.1 系统的实施保障措施

ZJ 发电厂为了保障燃料管理全过程寻优系统的建设能够顺利完成并取得预期效果，采取了以下保障措施：

(1) 成立了项目实施组织机构。以公司总经理为组长，燃料管理、运行管理部门负责人及信息系统研发合作单位项目经理为副组长，各相关专业技术负责人及信息系统研发团队成员为成员，保障了项目实施人员结构合理、专业合理、项目资源调动充分。

(2) 项目实施过程开展精细化管理。列出推进计划及所需资源清单，落实专项责任人。项目实施前期认真组织好需求调研，确定合理实施框架，实施过程中定期组织项目推进会，分析存在的问题和困难，及时协调解决。建立项目进展周报制度，督促各实施责任人努力按期完成目标。

(3) 加强系统试运行阶段的检验工作。专人跟踪，及时汇总系统试运行期间使用人员提出的问题，第一时间研究解决，形成反馈-改进-再反馈-再改进的闭环管理回路，使系统不断提升完善。

(4) 建章立制保证系统有效运行。系统正式投运后，总结前期试运行的经验和教训，编制系统运行的管理制度，从管理、使用、维护、考核等方面明确规范各方的管理职责，确保系统可用在用，真正发挥预期的效用。

5.2 系统的实际应用效果评价

ZJ 发电厂燃料管理全过程寻优系统以经济、安全、环保为指导思想，运用基于价值链理论的集燃煤采购、调运、验收、结算、堆取、库存、入炉掺配烧等燃料管理活动为一体的燃料管理全过程智能管控技术，实现了燃料管理相关数据流、信息流在各部门、各系统、各流程间自动传递和共享，通过信息化、智能化的分析、寻优决策手段实现燃料管理的不断优化，取得了显著的效益。

(一) 通过采购价值链寻优降低燃料采购成本——根据发电计划、机组运行状态、煤场存煤信息、在途来煤信息、机组负荷、集团经济考核指标、机组污染物排放控制指标等因素通过燃煤采购决策数据模型辅助生成燃煤采购计划，实现了采购价值链寻优。经测算，寻优管理的应用使燃煤采购成本降低 1.5 元/吨标煤，按每年预计用煤量 210 万吨煤，每年可节约燃煤成本 315 万元。

(二) 通过煤炭采制化全过程管控和可逆化管理，确保采制化结果真实准确——通过集成智能 IC 卡系统、条形码系统、视频监控系统、采样机系统对入厂煤采制化全过程进行精细化管理，实现了入厂煤采制化全过程管控和全过程

可追溯、可预警，避免人为因素对入厂煤采制化结果的影响。

（三）通过煤场数字化、精细化管理，实现煤场精准堆取、多维可视、智能分析预警——通过集成斗轮机定姿定位系统、煤仓煤位系统、输煤程控系统、燃料区域视频监控系统对煤场进行数字化、精细化管理，通过数据模型对卸煤计划进行智能决策，实现了燃煤堆取精准操作、煤场、煤仓多维可视和历史数据的跟踪分析、预警。该管理系统投入使用后，燃煤热值损失降低 52KJ/kg，每年可节约燃煤成本 480.0 万元。

（四）通过配煤掺烧智能决策和价值链寻优，降低发电成本——通过建立混煤掺烧数据模型、接入 SIS 系统、原煤仓煤位数据，对混配掺烧经济指标分析、建立标杆数据库和历史工况数据库，实现了混配掺烧智能决策、动态运行指导和价值自动寻优。配煤掺烧智能决策管理系统应用后，锅炉煤耗下降 0.2g/KWh，每年可节约燃煤成本 86.4 万元。

（五）通过燃料管理的自动化、智能化提高工作、数据传递效率——通过合同电子化，成本核算自动化，数据统计的智能化、移动化，实现了燃料相关信息的实时掌控，提高工作和数据传递地效率。

（六）通过数据智能分析及时发现燃料管理中存在的问题和影响燃料成本的因素——通过数据智能分析模型从数量、质量、成本、库存等方面对全厂燃料数据进行分析，从而及时发现影响燃料成本的因素以及燃料管理中存在的问题，为提高采购、掺配精准度、控制燃料成本提供了决策支持。

（七）企业效益与社会效益显著——通过建立统一的燃料寻优管理平台，实现了燃料管理的精细化和智能化，使燃料管理实现科学优化、合理存储、精细使用，有效降低燃料污染物排放，提高环境效益，提升了企业发电盈利能力和可持续发展能力，ZJ 发电厂经济效益持续向好，在火电行业普遍经营困难的情况下，保证了每年发电运营盈利，2019 年 ZJ 发电厂发电盈利约 2.8 亿元，同比增长 21.7%。

第 6 章 结论与展望

6.1 研究结论

本课题是对传统燃煤火力发电厂燃料管理工作的新尝试，基于价值链理论对 ZJ 发电厂燃料管理全过程进行了深入研究，分析了当前燃料管理工作中在价值链上的活动存在的问题，对已有的管理系统、管理流程提出了改善的对策，同时充分利用大数据、信息化等新技术进行计算分析，对价值链上部分关键环节寻求的最优决策，构建了一套适合 ZJ 发电厂的燃料管理全过程寻优信息管理系统，较大地提高了燃料管理的工作效率，提高了科学决策的水平、较好地降低了燃料成本，增强了 ZJ 发电厂在广东电力市场的竞争力，也为其他同类型燃煤火力发电厂燃料信息化、科学化管理提供了有益的借鉴。

经过近两年的不断的开发、完善和使用，该系统已完全融入 ZJ 发电厂燃料管理全过程的实际业务流程中，取得了预期的效果，对系统前述所存在的问题，ZJ 发电厂将做进一步的探索与研究，不断完善系统功能，持续提升企业的燃料管理水平。

6.2 研究展望

ZJ 发电厂燃料管理全过程价值链寻优系统的建设及应用虽然取得了显著的效益，但也存在以下一些问题，需要持续研究改善：

1、目前对燃料管理全过程价值链上的价值活动的分析未能做到全覆盖。ZJ 发电厂燃料管理内部的机制活动基本上已涵盖，但外部的价值活动，如进口煤炭中涉及海关、边检站等口岸联检单位的价值活动就没有分析到，其检查、放行的时间直接关系到煤船的接卸时长，影响煤船卸率和滞港费用，也就影响到燃料的经营成本；又例如燃料库存的相关信息未能与广东中调的调度信息系统进行数据交互，广东中调不能及时掌握 ZJ 发电厂的燃料数据，对机组的负荷安排和调度带来一定影响。因此还需要不断完善价值链分析的链条，继续发掘价值活动中的可提升环节。

2、ZJ 发电厂燃料管理全过程价值链寻优系统中部分关键的数据仍需要人工录入，如煤炭化验数据、来货数量等，存在数据录入效率不高。有时会出现录入出错的问题，直接影响到后续环节的分析决策，需要继续完善数据采集的手段，尽量避免人为因素的影响。

3、对寻优系统的配套管理制度未能跟上。对系统管理存在职责不清晰、管理任务交叉、系统出现的问题得不到及时的维护、整改等问题。影响了系统的

断优化完善，发挥更大的作用。要尽快制定配套的管理制度，完善系统使用、监控、维护、改进的各方职责，确保系统运作顺畅。

参考文献

- [1] 何欢. 价值链分析在企业成本管理中的应用研究。西南财经大学, 2006
- [2] 王龙金. 基于价值链理论的汽车制造业成本管理系统研究。硕士论文, 2013
- [3] 丁小莉. 试论价值链分析在企业战略管理成本中的应用。当代经济, 2015
- [4] 王小鹏、宋露. 价值链成本管理研究及应用。商业会计, 2018
- [5] 王冲. 基于外部价值链分析的成本控制策略。河北经贸大学硕士学位论文, 2010
- [6] 段庆茹. 制造业价值链成本管理研究。东北石油大学硕士学位论文, 2011(6)
- [7] 江红梅、张敬生. 电厂燃料。中国电力出版社, 2012
- [8] 王小梅、秦国亮. 火电厂燃料管理与成本控制。中国管理信息化, 2015
- [9] 邱世明、张广宏. 集团企业燃料管理信息系统研发与应用。电力信息化, 2012
- [10] 胡宏伟、杨建国、翁善勇. 电厂燃料管理及煤质优化系统的开发及应用。热力发电, 2004
- [11] 冯星林. H火电厂智能煤场管理系统的综合评价研究。华南理工大学硕士论文, 2013
- [12] 曹智. 电厂燃料现场管理关键技术及管理系统设计。内蒙古大学硕士论文, 2014
- [13] 张继焦. 价值链管理[M]。中国物价出版社, 2001
- [14] 迟晓英、宣国良. 价值链研究发展综述。外国经济与管理, 2000 (1)
- [15] 苗兴杰. 基于价值流分析的制造业成本控制研究。长春理工大学硕士学位论文, 2009
- [16] 陈洲. 大唐湖南分公司一体化燃料管控平台研究。湖南大学硕士论文, 2012
- [17] 饶晓秋. 价值链成本管理优势分析。财会通讯, 2007 (11)
- [18] 杨安. 基于价值链的成本管理研究。财会通讯, 2008 (6)
- [19] 栾庆伟. 评价企业竞争优势的价值链分析法[J]. 中国软科学, 1997 (12)
- [20] 韩忠贵. 电力企业集成化管理及其信息系统构架。电力系统及其自动化学报, 1988
- [21] 李东. 管理信息系统的理论与应用。北京大学出版社, 1999
- [22] 王玉. 价值链管理须知[J]. 中外管理, 2000 (9)
- [23] 施国良. 优化顾客价值链[J]. 管理新视野, 2000 (8)
- [24] 马开忠. 火电厂信息化系统的建设。电力信息化, 2013
- [25] 王二林. 电厂燃料管理信息系统开发方法。计算机工程, 2002
- [26] 方琢. 价值链管理研究[J]. 经济管理, 2002 (2)
- [27] 张后启. 迎接企业价值链管理[J]. 新材料产业, 2002 (1)
- [28] 叶发明. 市场经济下的燃煤火电厂的发电成本分析。广东电力, 2000
- [29] 焦树建. 关于电厂发电成本计算方法的探讨。燃气轮机技术, 2000
- [30] 杨林. 虚拟价值链: 价值链研究的新发展。哈尔滨学院学报, 2002 (11)
- [31] 罗明伟、杨海荣. 新的电信产业价值链及其驱动。通信企业管理, 2002 (12)
- [32] 王辰. 火力发电厂燃料全流程智能化运营调度管理平台构建。华北电力大学工程硕士论文, 2017
- [33] 韩鹏. 某火电厂燃料管理全过程信息化管理系统开发与应用。华北电力大学工程硕士论文, 2016

- [34] [瑞士]彼得. 戈麦兹. 整体价值管理。王晓宣, 杨兆宇, 译. 沈阳: 辽宁教育出版社, 2000
- [35] 理查德.B. 蔡斯. 生产运作与管理。宋国防等, 译. 北京: 机械工业出版社, 1997:24-37
- [36] Shank. J. K V. Govindarajan. Strategy Cost Management [M] The New Tool for competitive advantage. New York: Free Press, 1993
- [37] Jeffrey E Ray Port. John. Sviokla. Exploiting the Virtual Value Chain[J]. Harvard Business Review, 1995 (9)
- [38] Henri C Dekker. Value chain analysis in interfirm relationship[J] field study, 1998
- [39] Herger, Morris . Accounting data for value chain analysis[J] . Strategic Manage, 1989 (10)
- [40] Richard Norman. Rafael Ramirez. From Value Chain to Value Constellation: Designing Interactive Strategy[J]. Harvard Business Review, 1993 (7)
- [41] Robin Cooper & Regine Slagmulder, Strategic Cost Management[J]. Management Accounting, 1998
- [42] P. Guo, M. Bao, S. Bi, G. Xu and X. Liu. Notice of Retraction Research on Management information System of Rural Photovoltaic Plant Equipment[C]. 2010 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, Chengdu, 2010
- [43] F. J. Trefny, D. P. Gross and B. F. Wollenberg. Integration of an operations information system into an energy management and control system [J] in IEEE Transactions on Power Systems, vol. 3, no. 1, PP. 262-266, Feb 1988
- [44] GENTRY J J. Garrier involvement in buyer-supplier strategic partnerships. Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 1996, 26(3)
- [45] CHRISTINE HARLAND. Supply chain operational performance roles. Integrated Manufacturing System, 1997, 8(2)
- [46] CHENG T C E, PODOLSKY S. Just-in-time manufacturing an introduction. London: Chapman & Hall, 1998
- [47] HUGHES J, RALF M, MICHELE B. Transform your supply chain: releasing value in Business. London: International Thomson Business Press, 1998
- [48] Shank. J. K. V. Govindarajan, Value Chain Strategic Cost Management[J]. Cost Of Management, 1999
- [49] Jennifer Pellet. Finding gold in the value chain: how CEOs are exploiting the latest, 2004
- [50] Lisa, Helen. Value Chain Analysis as an Enabling Technology for Optimal Application of Software Engineering Standards to Business, 2003

攻读学位期间的主要研究成果

无