

# 宁夏煤业作业成本信息系统建设 创新实践

冯军 何志强 李玉娟 刘瑞松

**摘要：**数智化作业成本法推广应用的核心是信息系统建设，国家能源集团宁夏煤业公司结合煤炭和煤化工工业工艺流程特色，以“算法+算力+微服务”为路径，自主研发建设作业成本信息管理平台，让“海量”数据聚起来、“网状”关系联起来、动因关系清晰起来、多种算法运算“跑起来”、成本分析可视化，完成作业成本法数智化应用。

**关键词：**作业成本法；数智化；信息系统建设；算法；微服务

**中图分类号：**F275 **文献标志码：**A **文章编号：**1003-286X(2024)23-0018-05

在大数据、人工智能等数字技术向纵深发展的背景下，全面提升管理会计数字化、智能化水平对于企业实现高质量发展具有重要意义。这对数据建模和数据驱动提出了更高要求，强调基于数据中台的多维度、精细化数据管理，以数据驱动提升战略、决策、运营和风险管理水平。为强化精细作业、精确评价和实现成本精益管理，国家能源集团宁夏煤业公司（以下简称宁夏煤业）创新开展作业成本法推广应用，其中作业成本信息管理平台建设是作业成本法落地应用的关键，但搭建数智化平台难度高、同行业很难有借鉴的案例。宁夏煤业公司自主研发，探索出“微服务+算法+算力”的系统平台建设路径，顺利助推数智化作业成本法落地应用。

## 一、系统建设存在的困难

宁夏煤业是煤炭和煤制油化工企业，具有生产流程长、中间产品多、物料循环互供、结转关系复杂、资源成本项目多、计量统计数据量大等特点，结合作业成本法理论应用需要“划分作业、梳理资源、找准动因、精准核算”等要求，评估、总结系统建设存在的困难主要有以下五个方面。

一是业财信息系统融合存在壁垒。作业成本信息管理平台建设需要高效采集多种业务和财务信息系统数据以奠定作业成本核算的数据基础，但宁夏煤业信息系统多、分属于不同的业务部门管理，不同信息系统之间相对独立，构建作业成本信息管理平台需要打通多种系统接口。同时，由

于系统数据格式不统一，数据传输存在壁垒，无法实现业财数据的自动采集，需要针对不同源数据进行标准化处理。

二是统计及核算工作量大。煤炭生产包括采掘机运通等环节，煤制油化工涉及气化、净化、费托合成、裂解等装置，整体工艺流程长，各流程节点包含多种计量统计，尤其是煤制油化工用于统计的仪器仪表数量较多，上一环节的物料用于下一环节生产或直接对外销售，计量统计直接关系到成本核算精准度，不仅终端产品多，中间产品种类更多。同时，经营决策要求精准核算成本到各区队（车间）、作业及中间产品等层级，需要能够清晰了解产品成本要素构成，核算颗粒度细化后各类消耗统计和核算工

**作者简介：**冯军，国家能源集团宁夏煤业公司财务部总经理，高级会计师；何志强，国家能源集团宁夏煤业公司信息技术中心党委书记，高级工程师；李玉娟，国家能源集团宁夏煤业公司信息技术中心，高级工程师；刘瑞松，国家能源集团宁夏煤业公司财务部，高级会计师，注册会计师。

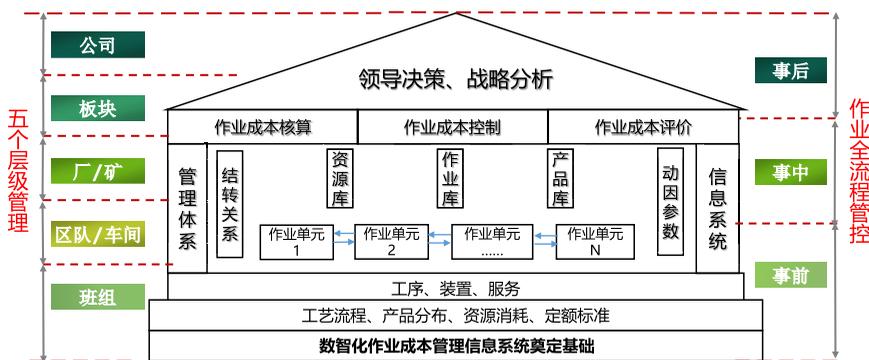


图1 数智化作业成本管理信息系统业务框架

作量呈几何级数增长。

三是成本结转关系复杂。煤制油化工生产工艺并不是简单的、单一流向的分步骤生产，而是复杂的、“网状”关联生产过程。生产单元产出的产品不仅流向下一环节，而且还流向自身生产单元，多个辅助生产单元提供生产服务涉及多种物料的循环互供，且存在内外部资源混存、产出与消耗计量统计不平衡等情况，成本运算逻辑错综复杂，分步结转成本计算方法已不能适用于成本的精准核算。

四是成本分析应用要求高。管理层希望通过精细、精准核算延伸开展成本分析，既要了解不同产品、不同层级的成本现状，也要分析不同产品盈利能力；既要对比分析不同单位同一作业成本，也要分析不同期间内成本变化；既要计算某一产品盈利为营销提供参考，也要预测煤炭与煤制油化工一体化协同创效水平，帮助实现效益最大化，这些需求对系统平台建设提出更高要求。

五是成本数据需要智能展示。作业成本数据量庞大、项目繁多，不利于从中挖掘主题数据和实现数据便捷使用。管理层希望成本数据能够分公司、厂矿、装置、区队、作业等层级获取，并实现实时钻取和动态展示，需

要运用商业智能(BI)、机器人流程自动化(RPA)等技术，进一步增加了作业成本信息管理平台建设的难度。

## 二、建设思路

### (一) 平台业务架构

宁夏煤业将作业成本信息管理平台定位为作业成本管理的数据中台，融入大数据、算法、算力等信息技术和管理理论，在进行需求分析、方案设计的基础上，对业务框架、功能范围、数据采集、组件开发、算法模型等创新方法进行探索，构建了“1+5+N”作业成本信息管理平台架构(见图1)。

一是打造“1”个数据中台。以平台建设为基础，依托成本精细、精准核算，开展成本精益分析，聚集融合各类产销存、量本利等数据，打造“多主体、多业务、多层级、多维度”的数据中心，支持企业经营决策。二是建立“5”个运营层级。将作业成本法理论应用于公司、板块、厂/矿、区队/车间、班组5个层级，建立作业成本核算与分析体系，实现数据分级分类使用、穿透查询和追溯分析，构成平台的“纵向骨架”。三是布置“N”个网络节点。以工艺流程、产品分布、资源消耗、定额标准为基础，依据工序、

装置、产品(服务)等划分N个作业单元，以作业单元为网络节点，统一资源库、作业库、产品库，构建互供结转关系，设置动因参数和分摊规则，实现作业成本核算、成本控制、成本评价的全流程管控，构成平台的“横向骨架”。通过节点数据治理和综合利用，以满足财务事前、事中、事后的闭环管理需求，支持领导决策及战略分析。

### (二) 平台技术框架

宁夏煤业自主探索，基于微服务技术低代码、可视化、组件化、拖拽式设计的特性和解决平台建设难题的独有优势，采用微服务架构下的敏捷开发方式，利用流程设计器、资源服务、应用程序编程接口(API)服务、公式解析引擎、数据库集群等对应不同层级的服务组件集群，帮助实现保障层、基础设施层、数据层、业务层、应用层、访问层6个层面系统功能，快速搭建作业成本信息管理平台框架(见图2)。

一是保障层主要包含业务标准体系和安全保障体系，保证了作业成本管理信息系统贴合业务实际，符合安全管理要求，满足操作的可行性与有效性。二是基础设施层主要包含基础网络、服务器、操作系统、存储、防火墙等基础设施安装部署，为系统设备运营管理和数据信息安全提供基础环境。三是数据层主要含数据交换和数据集群，具有承上启下的关键作用。数据层集成多源异构数据，运用微服务框架下的数据交换系统提供的数据处理服务，将交换至暂存区的数据进行统一的合并、过滤、比对、编目以及主题加工等操作，将不同格式、类型、结构的数据进行标准化处理，统一存储在共享数据中心，为后续成本

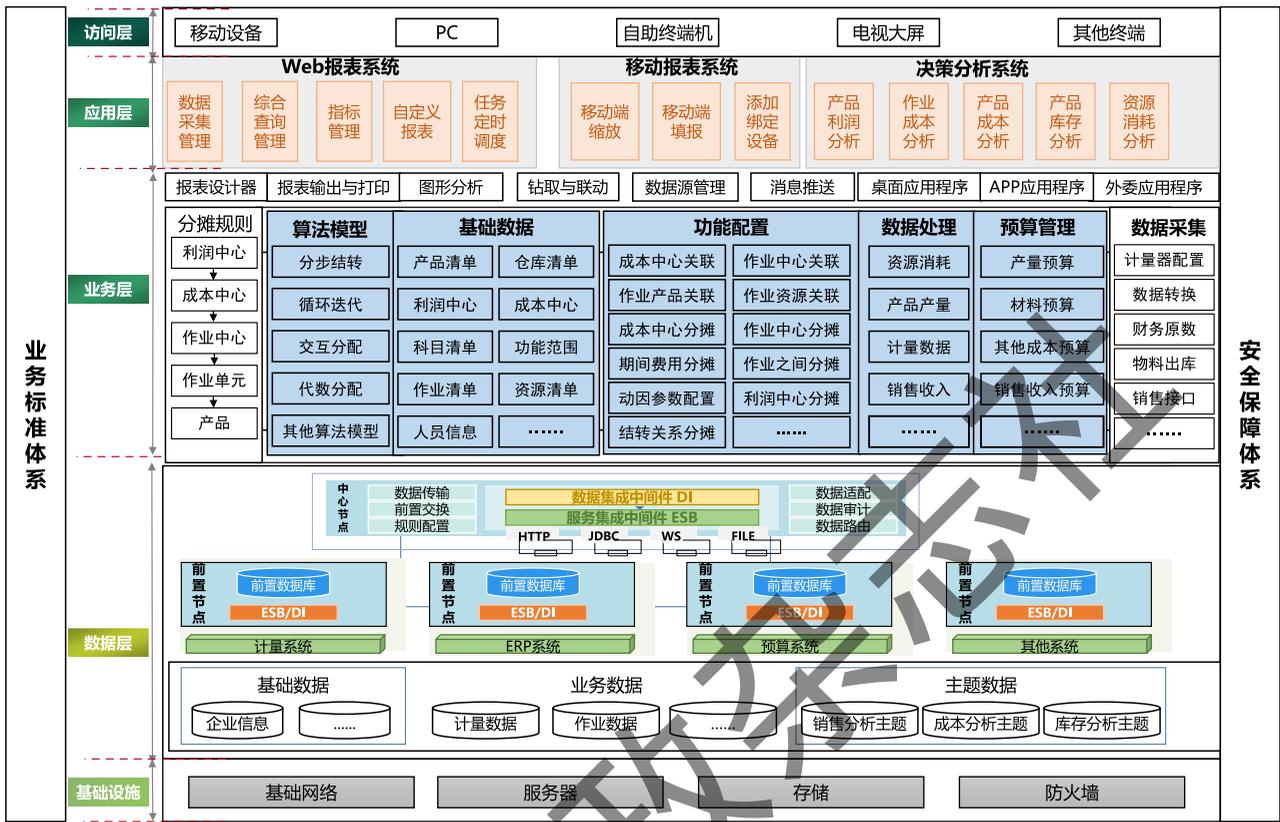


图2 作业成本信息管理平台技术框架

核算与分析提供了标准化数据基础。四是业务层通过可视化、组件化、拖拽式、全业务建模，搭建算法模型、基础数据管理、业务功能配置、数据处理、预算管理、数据采集、报表分析及数据看板等功能点。五是应用层主要包含Web报表、移动报表、决策分析，提供丰富的数据分析工具和报表模板，支持用户进行自定义分析，通过可视化手段展示数据分析结果，帮助用户更直观地理解成本结构和变化趋势。六是访问层提供移动端、PC段、自主终端、电视大屏、其他终端额访问。

### 三、主要做法

(一) 多维度数据采集，海量数据“聚起来”

借助Web Service等数据抽取、转换和加载技术，全面集成企业资源管理软件系统(SAP)、基石系统、销售系统、内部市场化系统、财务报表系统等9个管理系统数据，实现95%以上的数据自动获取。利用传感器、批量导入、接口等技术，采集人员、组织、物资、产品、利润中心、成本中心、科目、收入、产销存和消耗量等主数据。基于微服务技术搭建“数据池”，融合关系型数据、非结构化数据、实时数据、文件数据等多源异构数据，对采集数据进行治理，统一数据输出标准，实现交换共享。建立时间、组织机构、成本关系、收入等多维度的主题数据视图，充分挖掘海量数据在“多层次、多维度、多主体、多业务”业务场景的应用价值，为各类精准核

算、智慧分析和智能展示奠定数据基础(见图3)。

(二) 网状节点关系建立，业务条线“联起来”

基于“作业消耗资源，产品消耗作业”理论逻辑，对全口径数据进行收集、整理、分析和研判，开发树形结构的系统配置功能，将人员与组织关联、组织与成本中心关联、利润中心与成本中心关联、成本中心与作业单元关联、作业中心与作业单元关联、作业单元与资源消耗关联、作业单元与产品关联以及产出与投入关联，建立同级、子级、父级等分层隶属关系，确定1:1、N:1、1:N等多样映射关系，绑定多层次“网状”结转关系。

基于“网状”结转关系，确定了“自上而下、自下而上”两种成本数据

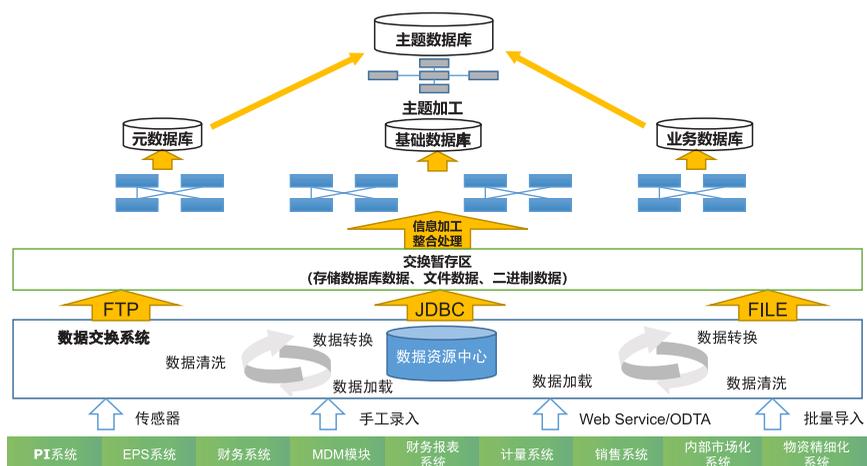


图3 多维数据采集加工示意图

结转分摊逻辑。一是对不可用仪表计量的手工成本、固定资产折旧、安全费用、其他支出等资源费用，依据动因参数，按照“利润中心——成本中心——作业中心——作业单元”的顺序结转计算，“从上到下”分摊成本；二是对可用仪表精确计量的原辅材料消耗，按照“作业单元——作业中心——成本中心——利润中心”的顺序结转计算，“从下到上”归集成本。数据通过“网状”关联和传输，为作业成本核算提供基础支撑，也让人力、财务、生产、销售、物资等全要素数据全方位联动起来。“网状”节点关系及结转逻辑见图4。

（三）成本动因梳理，结转关系“清晰起来”

按照“直接费用直接进，间接费用分摊进”的原则，将能够明确识别的生产类资源费用，根据受益对象直接归集到具体作业中心/单元；属于多个作业中心/单元共用的生产类资源，按照动因分配到具体的作业单元。参照资源费用归集的特点，充分考虑资源动因的直接性、相关性、重要性、稳定性，确定费用类资源动因9大类

25项，实现了全部生产类资源和期间费用资源到作业中心/单元的合理归集。详细分析作业消耗原因和方式，追溯主辅工序、作业流转及产品依存关系，结合生产工艺、受益对象及产品分布，识别作业动因32项，完成作业中心/单元之间成本费用流转，并将作业成本分配到中间产品（服务）和终端产品中。

（四）多样算法开发，逻辑运算“跑起来”

在作业成本核算模型构建过程中，“网状”物料互供结转关系较预计复杂，中间产品成本核算计算量呈几何级增加，不同节点上下游产耗不平衡，这些都是模型搭建和平台建设的堵点和痛点。项目组以微服务框架为基础，灵活开发各种满足特定功能的组件，设计满足特定功能的算法模型，成功破解上述难题，让逻辑运算更符合工艺流程、统计计量和精准核算需要。其中，研究多作业单元之间物料产耗自动平衡算法，对内外部资源混存进行加权平均处理，对各类物料和中间产品的流量统计规则重新定义并调平处理，真实反映各类产出和成本

消耗情况；考虑各作业单元之间相互结转、循环互供的情形，研究迭代循环算法，从“网状”关系图中找准作业单元结转关系，按照成本还原步骤，动态调整或重新排列计算顺序，倒推至循环关系最初一级，为循环结转“解套”；结合化工互供物料和中间产品多的特点，研究代数分配法，联立代数方程组，在运算量呈几何级增长的情况下，利用算力资源一次性算出标准产品单位成本及其成本要素占比。

（五）嵌入智能分析，成本分析成果“可视化”

运用微服务的类Excel设计器组件和BI工具，完成各类报表设计和发布，随着业务动因与业务结果灵活调整扩大报表模板布局，快速搭建管理驾驶舱、数据看板等应用场景，实现公司、板块、厂/矿、区队/车间、作业单元5个层级，年度、季度、月度、日不同时间周期，最终产品、中间产品、相同产品、相似装置，产量、消耗量、成本、收入、利润、效益等“多层次、多维度、多主体、多业务”指标的在线可视化分析和智能展示；设置指标预警，根据图表波动，反查分析指标波动原因。同时，平台每日实时计算产品利润、边际效益，每月编制作业成本管理报告；根据不同管理需求，平台嵌入价差与成本对比分析、一体化营销等模型，比较不同产品盈利能力和分析板块协同创效水平，帮助优化生产组织和实现效益最大化目标。

#### 四、平台特点及建设成效

（一）核心特点

在数据管控和系统性能等方面，作业成本信息管理平台呈现“三大三细”和“三优三新”的特点。

1.“三大三细”。一是数据量级大、

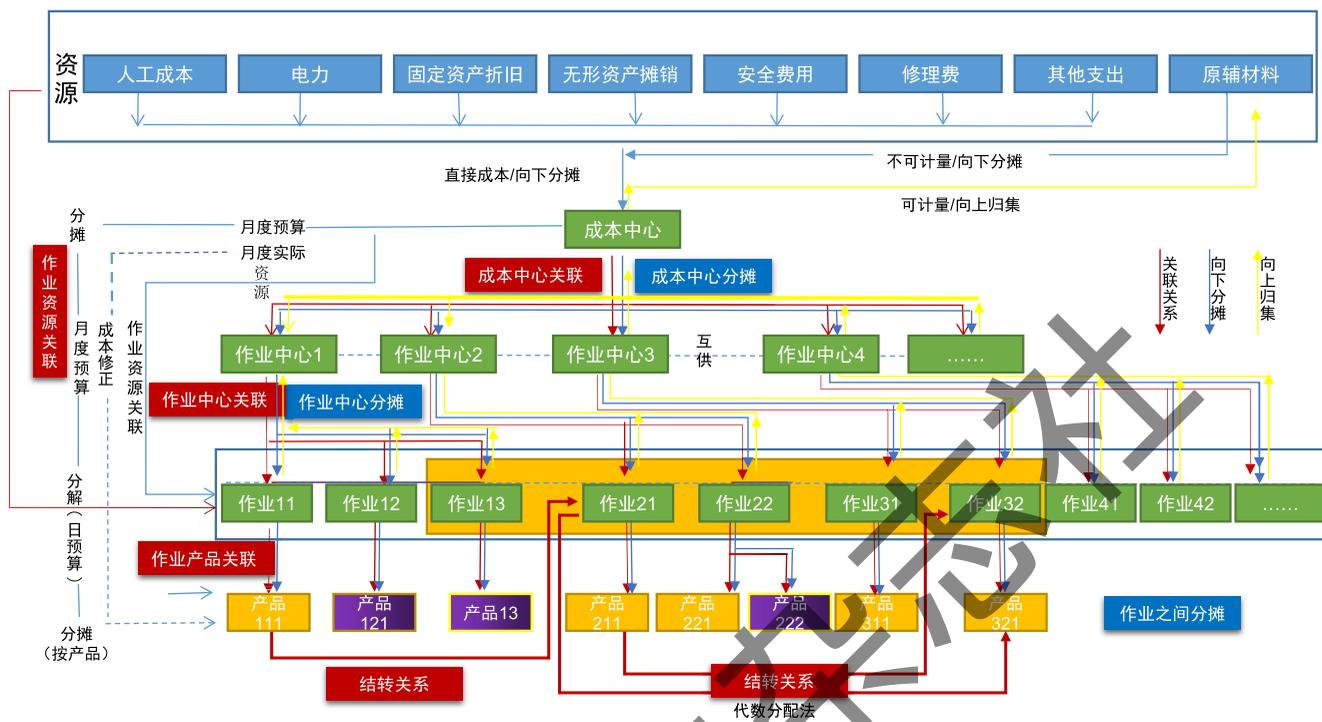


图4 “网状”节点关系及结转逻辑

数据颗粒度细。平台每天归集9大管理系统数据多达13万条，系统配置结转关系、参数设置超200万条；数据采集计量能细化到具体计量仪表、某一作业消耗，数据加工分析能够细化到某一时期、某一作业单元。二是核算范围大、核算层级细。传统成本核算方法只核算到最终产成品，但平台能够核算近63种中间产品成本；原成本核算只到公司级和产品级，现达到区队（车间）、班组级，而且能够细化到成本要素构成。三是用户数量大，用户层级细。宁夏煤业在煤炭和煤制油化工全部18家生产单位成功上线系统平台，涉及用户包括财务、生产、经营等职能部门和全部生产区队人员，系统用户细化到区队班组人员，业财联动不再停留在财务账面上，具体到生产环节和费用支出。

2.“三优三新”。一是平台功能优，

建设方法新。自行研发系统平台，参数配置和模型设计等方面完全符合生产经营实际，准确性和实用性有保障；创新采用微服务技术开发建设作业成本信息系统。二是核算模型优，核算方法新。系统可生成作业成本分析表等48张报表，能高效、精准完成复杂的成本运算；将作业成本核算方法创新性地应用于煤炭和煤制油化工产业全作业链条、覆盖全部产品。三是产业应用优，专利技术新。平台数据分析结果能够辅助生产经营，推进生产组织优化和产业效益最大化；针对平台建设和各类算法，已申请发明型专利3项，软件著作权4项。

#### (二) 主要成效

1. 自主开发了一个大型、复杂、逻辑性强的系统平台。宁夏煤业自主开发建设平台，包含基础管理、功能配置、实际数据录入、数据运算等90

多个功能点，运算逻辑和结果经历过多次校验、完善，能够准确核算超100种产品成本，每天运算数据超10万条。平台在18家煤炭和煤制油化工单位成功上线运行，为作业成本法的智能化应用提供了示范案例。

2. 构建了“多层次、多维度、多主体、多业务”的主题数据视图。通过平台，多源异构数据实现标准融合、交换共享，业数融合价值充分体现。公司、板块、车间、作业单元和产品5个不同层级、不同期间的产量、消耗、成本、售价等数据信息可穿透查询、对比分析，日效益、智慧销售、产业协同创效等数据分析可实时获取、自动计算、可查可溯，系统平台构建了一个以作业成本为中心的“数据湖”，为公司管理决策提供了科学精准、及时高效的数据支撑。

责任编辑 樊柯馨