

火力发电企业燃料调运与入厂验收系统的设计与实现

吴 凡

吉林电力股份有限公司白城发电公司 吉林白城 137000

摘 要：燃料成本在火力发电企业总成本中占比极高，因此燃料调运的高效性与入厂验收的规范性直接影响着企业的经济效益与安全生产。本文主要针对火力发电企业燃料管理中存在的调运计划脱节、验收流程不规范、信息传递滞后等问题，开展了燃料调运与入厂验收系统的设计与实现研究。基于系统设计的需求与目标，从总体架构、核心功能模块、数据库、接口及安全等方面详细地阐述了设计的要点，最后说明该系统的实现方式与应用价值。即该系统通过数字化、一体化管理，能够实现燃料调运与入厂验收全流程的可视化、可控化，它为火力发电企业降低燃料成本、提升管理效率提供有力的支撑。

关键词：火力发电企业；燃料调运；入厂验收；系统设计；数字化管理

引言

现阶段在电力能源结构之中，火力发电仍占据着重要的地位，而燃料作为火力发电的核心资源，其管理水平与发电企业的生存与发展息息相关。但当前大多数火力发电企业在燃料管理环节存在着一些痛点：比如燃料调运方面，由于缺乏与供应商的实时联动，致使调运计划与电厂实际库存、机组负荷需求不匹配，极易容易出现燃料积压或短缺的现象，增加了仓储成本与停机风险；又比如在入厂验收环节，采样、制样、化验等流程大多都依赖于人工操作，此举不仅效率低下，还存在着人为干扰风险，可能会导致燃料质量误判，影响到燃烧效率与设备安全；同时调运与验收环节的信息相互割裂，致使数据无法进行实时共享，管理人员便难以全面地掌握燃料流转全过程，如此便会给决策制定带来困难。随着数字化技术在电力行业的深度应用，构建一体化的燃料调运与入厂验收系统成为了解决上述问题的必然选择。该系统通过整合燃料调运计划、运输跟踪、入厂检测、数据管理等全流程业务，得以打破信息壁垒，进而实现各环节的协同联动。其设计与实现不只能规范燃料管理流程、降低人为操作风险，还能经由数据分析优化调运策略、控制燃料成本。

1. 系统设计需求与目标

1.1 设计需求

从业务层面来看，系统需满足火力发电企业燃料调运与入厂验收全流程的管理需求。像燃料调运环节，该系统需要支持调运计划制定、供应商协同、运输车辆跟踪、到厂预约等功能，确保从计划下达至燃料到厂的全流程管控得以实

现；而入厂验收环节，应该覆盖车辆登记、采样、制样、化验、计量、扣罚、结算等业务，以确保验收流程规范、数据准确。若从数据层面出现，则需实现调运数据、验收数据、库存数据、供应商数据等多源数据的整合与共享，旨在消除信息孤岛，为管理决策提供数据层面的支撑。如果从用户层面入手，应当满足企业管理人员、调度人员、验收人员、财务人员等不同角色的操作需求，因此界面设计需简洁易用，且权限分配需清晰合理。此外系统还需具备良好的兼容性与扩展性，要能够与企业已有的 ERP 系统、SIS 系统、燃料管理系统等实现数据对接，并支持未来业务功能的拓展。

1.2 设计目标

系统设计的核心目标是构建“一体化、数字化、智能化”的燃料调运与入厂验收管理平台。在一体化方面，重点在于实现燃料调运与入厂验收业务的无缝衔接，使其形成从调运计划到费用结算的闭环管理；在数字化方面，核心为将调运、验收各环节的人工操作转化为数字化流程，进而实现数据的自动采集、传输与存储，提升业务处理的效率；智能化方面则需要通过数据分析与预警功能，来实现调运计划优化、燃料质量异常预警、库存预警等智能化管理，目的是辅助管理人员做出科学的决策^[1]。

2. 系统总体架构设计

为了确保系统的稳定性、灵活性与可扩展性，应该采用分层架构的设计思想，即将系统分为基础设施层、数据层、应用支撑层、业务应用层和用户层五个层次，各个层次之间的职责需明确，才能协同进行工作。首先是基础设施层，它

作为系统运行的基础,主要包括了服务器、存储设备、网络设备、安全设备以及操作系统、数据库管理系统等软硬件环境。而为了保障系统能够稳定地运行,服务器将采用集群部署方式存储设备选用大容量、高可靠性的磁盘阵列,网络架构会采用冗余设计,以避免单点故障。其次是数据层,其主要负责系统各类数据的存储与管理,包括了业务数据、基础数据、接口数据等。通过构建统一的数据仓库,对于分散在各环节的数据进行整合,便能实现数据的集中存储与统一管控。同时还需建立数据标准化体系,在其中明确数据编码、数据格式、数据校验规则等,进而确保数据的一致性与准确性。再者是为业务应用层提供技术支撑的应用支撑层,它主要涵盖了工作流引擎、报表引擎、消息通知引擎、接口管理平台等等。当中工作流引擎用于定义与执行调运计划审批、验收流程等业务流程,具有实现流程灵活配置与自动化流转的作用;而报表引擎支持自定义报表生成,能够满足不同用户的数据统计与分析需求;消息通知引擎则通过短信、系统消息等方式,可以及时地推送调运进度、验收结果、异常预警等信息;接口管理平台主要负责与外部系统的数据对接,作用为实现数据的双向传输与共享。然后便是业务应用层,它是系统的核心,涵盖了燃料调运管理、入厂验收管理、数据统计分析、系统管理等核心业务模块,一般它直接地面向用户提供业务功能服务,实现了燃料调运与入厂验收全流程的数字化管理。最后用户层为不同角色的用户提供系统访问入口,用户通过浏览器、移动端 APP 等方式均可登录系统,再根据自身权限获取相应的业务功能与数据信息,就实现了随时随地的业务处理与数据查询。

3. 系统核心功能模块设计

3.1 燃料调运管理模块

该模块是实现燃料从供应商到电厂全流程管控的核心,在实践当中被分为调运计划管理、供应商协同管理、运输跟踪管理、到厂预约管理四个子模块。

1、调运计划管理子模块:调运计划管理子模块支持根据电厂机组负荷需求、燃料库存水平、历史消耗数据等因素,自动地生成初步调运计划,基于此,管理人员仅需根据实际情况进行调整与审批即可。因为系统提供调运计划的新增、修改、删除、查询等功能,并且还支持计划的分解与下达,它会将总计划分解为月度、周度计划,下达至各供应商。同时系统还会实时地对比计划执行情况与实际调运情况,当出

现偏差时及时地发出预警,提醒管理人员采取一定的措施进行应对^[2]。

2、供应商协同管理子模块:供应商协同管理子模块当中会建立供应商的信息数据库,在此存储着供应商的资质、信誉、供货能力、历史合作记录等信息,为供应商地选择提供了依据。一方面系统支持与供应商进行在线协同,供应商可通过系统接收调运计划、反馈供货进度、提交运输信息等,实现了供需双方的信息实时交互。另一方面系统会根据供应商的供货及时性、燃料质量等指标进行综合地评价,且形成供应商评价报告,为后续的合作提供参考。

3、运输跟踪管理子模块:基于 GPS 定位技术、物联网技术等,运输跟踪管理子模块能够实现对运输车辆的实时跟踪。实践中供应商提交运输计划时,需录入车辆信息、驾驶员信息、预计到厂时间等,系统通过对接 GPS 系统,便能实时获取车辆的位置、行驶速度、预计到达时间等信息,并在系统地图上直观地进行展示。如果车辆出现延迟、偏离路线等异常情况时,系统便会自动地发出预警,管理人员可及时地与驾驶员或供应商沟通,以确保燃料按时到厂。

4、到厂预约管理子模块:到厂预约管理子模块支持供应商或驾驶员通过系统提前预约燃料到厂时间,该系统会根据电厂的验收能力、库存情况等,自动地安排预约时间,并将预约结果反馈给预约方。系统还会同步将预约信息推送至验收环节,使验收人员提前做好准备,有助于提高验收的效率。

3.2 入厂验收管理模块

该模块作为保障燃料质量与数量准确的关键,按照验收流程可分为车辆登记、采样管理、制样管理、化验管理、计量管理、扣罚结算六个子模块,其核心作用是实现验收全流程的规范化与可追溯。

车辆登记子模块:在车辆到达电厂后,验收人员需要通过系统录入车辆信息、供应商信息、预约单号等,系统则会自动地关联调运计划与预约信息,且核实车辆与燃料的基本信息。在此基础上,系统还会生成唯一的验收编号,该编号将贯穿整个验收流程,得以确保各环节数据的关联与追溯。

采样管理子模块:采样管理子模块的作用是规范采样流程,其支持人工采样与自动采样两种方式。对于自动采样,系统会通过对接自动采样设备,实现采样过程的自动控制与数据采集,主要记录采样时间、采样位置、样品数量等信息;而对于人工采样,采样人员需通过系统上传采样照片、填写

采样记录,系统仅对采样过程进行监督,旨在避免人为操作不规范。

制样管理子模块:此模块会按照国家标准规范的制样流程,记录下制样时间、制样人员、制样步骤等信息。实际制样过程中,系统会要求制样人员上传制样照片或视频,进而实现制样过程的可视化监督。

化验管理子模块:化验管理子模块的职责是实现化验数据的自动采集与分析。具体来说:系统对接化验设备,如量热仪、测硫仪等,即可自动地获取燃料的发热量、硫分、灰分、水分等化验数据,避免了人工录入的误差。化验人员仅需对化验数据进行审核,审核通过后系统还会自动地生成化验报告,并与验收编号、样品编码关联。一旦化验数据超出合同约定标准时,系统还会自动标记异常、发出质量预警。

计量管理子模块:经由对接地磅等计量设备,计量管理子模块可以自动地采集燃料的重量数据。甚至系统在记录计量时间、计量人员、地磅编号等信息时支持去皮、复磅等操作,并与车辆信息、验收编号进行关联。

扣罚结算子模块:根据化验数据、计量数据与合同约定的标准,扣罚结算子模块会自动地计算出扣罚金额。一般燃料质量或数量不符合合同要求时,系统会按照合同约定的扣罚规则,如发热量不达标扣罚、水分超标扣罚等等,自动地生成扣罚明细。

3.3 数据统计分析模块

数据统计分析模块主要基于系统存储的调运、验收、库存等数据,再通过数据挖掘与分析技术,来为管理人员提供多维度的统计分析功能,其作用是辅助决策制定^[3]。当前该模块支持自定义报表与固定报表两种形式,固定报表包括了调运计划执行报表、燃料质量分析报表、供应商评价报表、库存动态报表等,满足日常管理需求,自定义报表则允许用户根据自身的需求选择统计维度、指标与时间范围,可生成个性化的报表。

4. 数据库与接口设计

4.1 数据库设计

数据库地设计一定要遵循规范性与实用性原则,再采用关系型数据库(如 Oracle、MySQL 等)构建系统数据库。同时还应根据业务需求设计合理的数据表结构,以确保数据的完整性与一致性。具体而言:主要数据表有调运计划表、供应商信息表、运输车辆表、验收单表、采样记录表、制样

记录表、化验数据表、计量数据表、库存表、用户表、角色表、权限表等等。

4.2 接口设计

为了实现系统与外部系统的无缝集成,接口地设计应该采用标准化、规范化的方式,即内部接口与外部接口两类。通常内部接口用于系统内部各模块之间的数据交互,可以采用函数调用、消息队列等方式实现;但外部接口被用于系统与企业 ERP 系统、SIS 系统、GPS 系统、自动采样设备、化验设备、地磅设备等外部系统或设备的数据对接,因此应该采用 WebService、API、OPC 等主流接口技术,进而确保数据传输的稳定性与安全性^[4]。

结语

火力发电企业燃料调运与入厂验收系统的设计与实现,直击传统燃料管理中调运脱节、验收不规范、信息孤岛等核心痛点,通过“一体化、数字化、智能化”的架构设计与功能落地,构建了覆盖燃料从调运计划到结算全流程的闭环管理体系。系统以分层架构为基础,依托燃料调运管理、入厂验收管理等核心模块,整合多源数据资源,打通内外部系统接口,强化全维度安全防护,不仅实现了调运过程的可视化跟踪、验收流程的标准化管控,更通过数据统计分析为管理决策提供了科学支撑,从根本上改变了传统燃料管理依赖人工、效率低下、风险可控性差的局面。

参考文献:

- [1] 周意林.火力发电企业燃料管理全过程风险识别与控制——以 HY 火力发电厂燃料管理为例[D].北京市:北京交通大学,2020.DOI:10.26944/d.cnki.gbfju.2020.000447.
- [2] 赵辉.火力发电企业燃料信息管理系统的设计与实现[D].辽宁省:大连理工大学,2015.
- [3] 李宇星.火力发电企业燃料信息统计及报表管理系统的设计与实现[D].湖北省:华中科技大学,2019.DOI:10.27157/d.cnki.ghzku.2019.000589.
- [4] 陈焕昌.火力发电企业燃料调运与入厂验收系统的设计与实现[D].湖北省:华中科技大学,2019.DOI:10.27157/d.cnki.ghzku.2019.003299.

作者简介: 吴凡, 出生: 1990 年 5 月 17 日:, 性别: 男, 民族: 汉族, 籍贯: 吉林省吉林市, 学历: 本科, 职称: 工程师, 从事的研究方向: 火电厂燃料经营