

燃料智能化系统 调研报告

中国电力工程顾问集团华北电力设计院有限公司

2021 年 8

目录

1.	概述.....	1
2.	国内相关标准情况.....	1
2.1	国内标准概述.....	1
2.2	《火力发电企业燃料智能化系统技术规范》基本内容.....	1
3.	各大发电集团建设要求及建设情况.....	6
3.1	国电集团及国电电力.....	6
3.1.1	集团规定及建设标准要求.....	6
3.1.2	典型项目及特点.....	13
3.2	大唐集团.....	22
3.2.1	集团规定及建设标准要求.....	23
3.2.2	所属典型项目及特点.....	26
3.3	华能集团.....	27
3.3.1	集团规定及建设标准要求.....	28
3.3.2	所属典型项目及特点.....	29
3.4	华电集团.....	30
3.4.1	集团规定及建设标准要求.....	30
3.4.2	所属典型项目及特点.....	30
3.5	国电投集团.....	32
3.5.1	集团规定及建设标准要求.....	32
3.5.2	所属典型项目及特点.....	32
3.6	其他.....	32
4.	成套系统供应商.....	37
4.1	远光软件.....	38
4.2	南京国电环保科技有限公司.....	40
4.3	长沙开元仪器股份有限公司.....	42
4.4	赛摩和博晟.....	45
4.5	其他.....	46

5.	其他设备供应商.....	47
5.1	杭州坤时.....	47
5.2	北京国电新创科技有限公司.....	50

1. 概述

本报告的调研对象和调研内容主要包括：

- ✓ 国内相关标准的编制过程及讨论情况
- ✓ 部分发电集团、电厂等已有运行项目的燃料系统的管控方式及智能化建设情况
- ✓ 目前已有初步燃料智能化管控中心方案的系统集成商
- ✓ 部分有发展前景的新技术设备供应商

通过参加会议、现场座谈、电话沟通、生产及应用现场调研等不同方式对相应情况进行了解和资料收集，整理后形成本调研报告。

2. 国内相关标准情况

2.1 国内标准概述

燃料智能化系统的建设，是新一代信息技术与燃煤装备融合的集成创新和工程应用，由于目前各发电企业燃料智能化系统建设目标、结构、内容、功能等都均有不同，为了规范和指导燃料智能化系统的建设，需制定相应标准用于指导和规范燃料智能化系统工程设计、建设。

2016年中国电力企业联合会下达团体标准《火力发电企业燃料智能化系统技术规范》编制计划，由全国电力设备质量管理工作网组织中国华能集团公司、中国大唐集团公司、中国华电集团公司、中国国电集团公司、国家电力投资集团公司、国网湖北省电力公司电力科学研究院、华润电力控股有限公司、神华集团国华电力有限公司等电力企业的专家和研究人员以及相关设备制造企业成立标准编写组。编写组于4月召开第一次全体会议，讨论标准主题框架、编制计划以及编写分工，7月起草提出了征求意见稿草稿，随后召开了三次标准讨论会，形成标准征求意见稿；10月在徐州邀请各集团公司和部分外审专家对征求意见稿进行评审形成送审稿，11月在北京召开了此团体标准的送审稿审查会，并根据修改意见形成报批稿。意味着此标准已经进入了即将发布阶段。

2.2 《火力发电企业燃料智能化系统技术规范》基本内容

本规范为系列标准，分为6个部分，为火力发电企业燃料智能化系统的建设提供设计、应用依据，能部分改善当前燃料智能化建设中存在的缺少整体性、统

一性的规范指导的状况。但是也仍存在一些不足，需要随着应用的进一步发展逐步完善。首先本标准为推荐性标准，标准的推广应用需要各火电发电企业集团公司采取鼓励的措施；其次本标准为首次制定，很难对所有的实际应用都有比较深入的研究，因此对一些实际应用存在规定缺失或值得商榷的方面，在某些条款的制定上也仅确定基本原则而没有较强的可操作性；再次本标准按照先进性的原则提到了一些前瞻性的应用，如原煤仓前掺配装置等，目前还没有比较成熟的应用；最后本标准的有些推荐方案还很难说具有广泛的代表性。如：对配煤掺烧的管控是否由燃料智能化系统实现仍然存在争议，煤样的自动传输等在有些发电集团还没有得到完全的认同。

本调研报告对各部分的主要内容分别介绍如下：

一、 第 1 部分：燃料智能化系统结构和功能

本部分规定了燃料智能化系统的结构、组成和功能。定义了燃料智能化系统、智能化管控平台、燃料管理信息系统等术语的含义和应用范围。明确燃料智能化系统由燃煤接卸输送与掺配设备、燃煤计量和质量检测设备设施、储煤场设备设施、智能化管控平台、燃料管理信息系统等组成，根据燃煤系统数据的交互以及传递层次，将燃料智能化系统分为现场层、管控层、应用层三个层次，现场层可包括燃煤接卸输送与掺配、燃煤计量与质量检测、储煤场的设备设施，主要负责自身的逻辑控制及监控；管控层即智能化管控平台，负责分散设备的集中管理和控制；应用层包括燃料管理信息系统，负责燃煤业务与管理活动标准化、信息化的数据处理。另外对各部分的组成和功能进行了基本的阐述。

关于输煤程控系统与智能化管控平台的关系，在最初的征求意见稿和送审稿中提到“输煤程控系统和智能化管控平台宜进行深度融合”，在最终的报批稿中考虑“输煤程控系统建设和规范在前，而且属于生产控制系统”，建议输煤程控与智能化管控平台进行联动控制，用于配合来煤的接卸和验收的管控，对新建的火力发电企业仍建议采用一体化建设。改为“输煤程控系统宜相对独立并与智能化管控平台建立连接，协同运行，也可与智能化管控平台一体化建设和运行”。

二、 第 2 部分：燃煤接卸输送和配煤设备

对于接卸输送和配煤相关设备的设计，在GB50660和DL/T5187.1中的要求的基础上，为建设燃料智能化系统，本部分规定了在设计布置、数据接口和工作

方式方面更高层次的技术要求，以便于和智能化管控平台、计量质检设备的无缝对接，实现整个燃煤系统的协同运行和信息共享。分为一般规定、接卸设备技术要求、输送设备技术要求、原煤仓前掺配装置技术要求和输煤程控系统技术要求等方面。

在总体要求方面，对有无严格掺配比例需求、分仓上煤、炉内掺烧方式等各种方式的掺配设备提出布置要求；要求接卸输送和掺配的关键设备（翻车机、卸船机、堆取料机）设置全生命周期数据集成及管理系统；对各种对采用铁路或公路来煤方式、厂外带式输送机来煤和水运来煤等方式下的轨道衡、汽车衡、皮带秤、采样装置等燃煤计量和质量检测设备设施提出配置和布置要求。对实煤校验装置在送审稿中提出对厂外直输来煤和入炉前的带式输送机上“应”和“宜”建议设置，但在报批稿中降低了要求，分别改为了“宜”和“可”设置。

在接卸设备技术要求方面，提出对水运来煤、铁路来煤、公路来煤和厂外带式输送机等工况下的各类接卸设备所需的智能装置的规定。如要求配置相应的智能识别、生命探测、防碰撞检测等装置。

在输送设备技术要求方面，提出对带式输送机、堆取料设备、接卸给煤机、除尘和抑尘设备及筛碎设备、煤场辅助设等自动监控和故障定位、智能诊断和维修建议的要求。虽然在一般要求中确定接卸输送和掺配的主要控制手段为输煤程控系统，由输煤程控系统接收智能化管控平台作业计划，但实际上在本节及之后的细节中对输煤程控提出了更深的要求。如对堆取料设备提出了全自动作业的方式，并要求为了满足分仓计量要求在堆取料机上设置计量装置。对带式输送机要求“具备沿线拉绳、跑偏故障的自动定位功能”。

在原煤仓前掺配装置技术要求方面，提出原煤仓前掺配装置应包括煤筒仓、可调流量给煤机、计量等装置，并提出可在掺配后的流程中设置快速煤质检测装置。

在输煤程控系统技术要求方面，除了原有的自动化控制功能外，还要求“根据智能化管控平台的作业计划，自动生成输煤作业流程，经操作员确认后，生成作业任务下发至翻车机、堆取料机等输煤设备”。

三、 第3部分：燃煤计量和质量检测设备设施

本部分主要规定了火电厂燃料智能化系统中计量和质量检测设备的配置和

技术要求，包括燃煤计量求、质量检测设施、采样要求及型式选择、制样要求、样品封装与标识、样品传输与存储、化验等几方面。

此部分是目前各发电集团建设较成熟的部分，但也是彼此之间分歧较大的部分，因此为了统一思路，本部分报批稿在送审稿的基础上对配置原则进行了较大改动并形成了报批稿，如取消了气动管道传输的要求，仅明确自动传输；由明确推荐采用RFID方式标识改为仅明确采用电子标签；煤样存储除了智能存样柜外仍保留了其他存样方式的要求，仅对相应的信息进行了统一规定。除了基本要求外，需注意的内容主要包括：要求应建立包含制样室、存样室、化验室和办公室、培训室、燃料智能化系统管控中心室等在内的独立的质检楼，同时应配置视频及门禁监控；样品标识建议采用电子标签；样品“宜采用自动传输方式”且“宜采用智能存样柜”；可根据生产实际需要在输煤带式输送机或采制样设备上配置实时给出分析结果的煤质在线/快速分析装置。

四、 第4部分：储煤场设备设施

本部分主要规定了新型储煤场基础设备、设施的技术要求，以满足煤场分区管理，实时记录进出煤场煤炭信息，实时掌握库存煤炭的数量、质量和价格等信息的要求。

本部分报批稿对送审稿的修改较大，取消了大量常规的规定和要求，将重点放在了智能化方面，但是仍没有对满足智能化要求的手段给出明确的可操作意见。本规定主要包括储煤场分区及燃煤存取、盘煤装置和监测装置的要求。如煤场分区标识、堆取料的作业状态及其对智能化管控平台的反馈；储煤场储煤区域配备必要的视频监控设备；盘煤信息提供各区域煤堆的三维图形和体积；具备温度、可燃气体（包括CH₄和CO等）、烟雾、粉尘浓度等监测设备及反馈。

五、 第5部分：智能化管控平台

本部分是标准的重要组成部分，规定了火力发电企业燃料智能化系统智能化管控平台的架构与性能、基础设施、管控平台功能、软件功能设计以及安全管理的要求。

本部分送审稿审查会时主要讨论的问题包括配煤掺烧管控是否属于管控平台的范围及与输煤程控系统的接口划分。最终为了兼顾全面性和先进性，确定燃料智能化的管理界限为原煤仓，而配煤掺烧是一个燃料生产和锅炉燃烧的综合性

问题，因此考虑燃料智能化内容主要涵盖能准确的进行配煤、上煤，锅炉的燃烧由生产相关专业进行详细设计和考虑。但明确掺配的模块后期要与燃烧进行数据连接，实现统一管理。关于接卸输送与配煤管控与输煤程控系统现场设备设施的范围及的接口，明确对于改造项目及目前实施的智能化建设，建议输煤程控系统独立运行，只与输煤程控系统建立接口能够实时监视翻车机、卸船机、带式输送机、堆取料机及定位、三通、犁煤器、给煤机和皮带秤等设备运行状态信息，与火车翻车机、卸船机、堆取料机等设备进行联锁，能实时监视来煤接卸、车辆、上煤等情况，待下一步技术和管理模式成熟后开展一体化建设。

本部分确定智能化管控平台的主要功能模块，包括：燃煤接卸管控、燃煤计量管控、燃煤采样管控、燃煤制样管控、燃煤存样和样品传输管控、入炉煤管控、视频门禁管控、化验管控、煤场管控，对每种管控的主要功能进行了要求。

六、 第6部分：燃料管理信息系统

本部分规定了燃料智能化系统中燃料管理信息系统的功能组成，诠释燃料管理信息系统，主要内容包括一般要求、架构要求、功能要求、基础设施、性能要求、安全要求等方面。

本部分报批稿对送审稿的修改主要是考虑智能化管控平台与燃料管理信息系统可以分开部署，也可以融合一体部署，针对不同部署模式，提出“与智能化管控平台建立数据接口，从智能化管控平台获取燃煤计量、采样、制样、化验等数据，也可直接与现场层设备建立接口读取相关设备的数据”，可以理解为兼顾全面性牺牲了部分先进性的要求。主要内容包括：明确了采用模块化设计和根据业务要求进行增减模块功能；采用B/S和C/S体系架构的应用，要求应用服务器和数据服务器分别配置，适应于集团公司-分子公司-火力发电企业的三级应用。规定燃料管理信息系统功能包含计划管理、供应商管理、合同管理、调运管理、验收管理、接卸管理、煤场管理、配煤掺烧管理、耗用管理、结算管理、厂内费用管理、燃料成本核算、统计报表与查询、数据展示与分析、基础信息管理，系统维护等模块。

3. 各大发电集团建设要求及建设情况

3.1 国电集团及国电电力

国电集团及国电电力火电装机容量超过 60%，为有效杜绝人为干预和操作失误等各类风险，优化业务流程，堵塞管理漏洞，形成提升管控效率和防控风险的长效机制，从集团公司高度将燃料管控作为全面提升管理水平重大举措的“四个集中管控”（投资、招标采购、燃料和资金四个领域）之一，在燃料智能化相关硬件设备的投资也较多。燃料智能化建设从 2012 年开始试点，多方面进行燃料智能化管理的探索和实践，在燃料验收无人值守系统业内领先的基础上，率先在行业内建成了燃料智能化管理系统，目前已在集团公司系统火电企业推广应用，其所管理的火电企业不同程度的智能化技改已经初步完成。2017 年 3 月在南京召开的燃料管理工作会要求“持续加强集中管控和对标管理，进一步加快推进燃料智能化管控标准化建设，持续抓好燃料智能化建设，高度重视配煤掺烧工作”，实施“精确负荷预测、精准计划采购、精确煤场混配、精细入炉掺烧、精心系统运维”全流程精益管理，打造燃料全流程管理智能化模式。实现燃料入厂、入炉、入账指标一体化管控。

在监督环节开发应用化验数据自动上传、燃料数据痕迹化、成本实时核算等标准化管理模块；对关键场所和重要操作环节进行无死角视频监控，做到入厂、入炉、入账数据和图像全过程在线监控，实现燃料从入厂到入炉的全过程可控在控。另外制定了煤炭阳光采购、供应商管理等一系列管理办法，建立市场调研、二次报价、线下议价等工作机制，煤炭阳光采购实现 100%全覆盖，2016 年发布采购需求 8600 万吨、到货 8300 万吨，节约燃料成本 4.3 亿元。

3.1.1 集团规定及建设标准要求

一、 政策及标准要求历程

在规划方面，在 2011 年 10 月制定了《中国国电集团公司火电企业入厂煤炭质量检测实验室建设及设备配置标准》，规定了必须和可选的实验室建设以及实验室需实现的功能，对采样、制样和化验工具、仪器及设备做了具体的规定，表明从集团层面开始重视燃料的采制化工作，但是并未提及燃料智能化管控系统相关内容；2012 年 1 月发布《中国国电集团公司燃料智能化建设指导意见》（国电集燃[2012]10 号），同年发布《中国国电集团公司燃料智能化建设

规划》(国电集燃[2012]254号),正式开始燃料智能化管理建设,共同对燃料智能化建设的目标、基本原则、主要内容和重点内容、时间安排、保障措施和工作要求等方面做了规定,要求在2015年底完成推广工作并形成验收评价报告,意味着从集团层面燃料智能化建设开始试点及全面推广。

在建设方面,2012年10月发布《中国国电集团公司燃料智能化管理建设技术方案》(国电集燃[2012]267号),对燃料智能化建设中入厂计量、采制样、化验管理网络化及存查煤样管理、管控中心及燃料管理信息系统各环节的技术方案进行了初步规定,同年12月发布《关于新建火电项目实施燃料智能化管理系统建设的通知》,明确了燃料智能化建设的费用和组织方式。随着技术发展和试点建设的经验,2014年6月发布《中国国电集团公司燃料智能化管理系统建设标准》(国电集燃[2014]188号),在《技术方案》(国电集燃[2012]267号)的基础上进一步修订完善。同年7月发布《关于进一步规范新建火电项目燃料智能化管理系统建设的通知》(工[2014]45号),进一步细化了燃料智能化建设的费用和组织方式。根据相应建设经验,国电电力在2016年6月发布《国电电力发展股份有限公司燃料管理标准化实施细则(试行)》(国电股燃[2016]554号)作为燃料管理标准化工作的指导。

在评价方面,2014年6月发布《中国国电集团公司燃料智能化管理系统建设项目评价办法(试行)》(国电集燃189号),对相应建设制定统一的评价办法。

在监督方面,2015年9月《中国国电集团公司燃料技术监督管理办法》(国电集燃[2015]281号),2016年6月进一步制定《中国国电集团公司燃料技术监督实施细则》和《中国国电集团公司燃料技术监督检查评价标准》(国电集燃[2016]188号),完善了相应的监督要求。

在安全方面,2017年6月在南京召开燃料智能化系统安全管理研讨会。针对燃料智能化系统和燃料管理信息系统的架构、网络安全、数据管理以及采样、制样、传输、存样、化验等主要设备,进一步强化燃料智能化管理系统在设计、建设、运行维护、系统和数据防护等环节的安全管理工作,保障系统安全稳定运行。等内容进行了深入研讨,明确了下一步燃料智能化系统在建设、运维以及数据管理方面的安全防范措施。

在项目建设进度方面，2012年在5个电厂试点，2013年30个项目、2014年20个项目、2015年20个项目立项并开始建设；2013年7月集团公司燃料管理提升工作现场会在国电内蒙古东胜热电有限公司举行，到2015年底全集团80%的燃煤电厂不同程度的智能化技改项目初步完成，开始在已有燃料智能化建设成果的基础上加强三级单位的燃料信息系统建设，深化应用、强化管控一体。2016年集团公司88家燃煤电厂全部实现燃料智能化建设，基本实现了入厂无人化值守、采制化智能化管控和数据实时上传，在此基础上计划加快推进“数字化煤场”“化验室无人值守”试点建设，全面推广精细化配煤掺烧模型，燃料管理部每月现场检查两家单位配煤掺烧开展情况，指导各单位依据当日库存信息和次日发电负荷、耗煤和入厂煤计划，分别制定采购菜单、掺配菜单、入炉菜单，按照入炉配煤价格最低的首要原则，结合煤场设备和储煤设施制定配煤方案，同时，每日分析入炉实际混煤指标与配煤方案的偏差并提出改进措施，保证机组安全运行和达标排放，实现了燃料与生产、营销、财务等业务部门的高效协同。目前，国电电力有16家单位精细化配煤掺烧模型上线，覆盖面达到85%，全年掺烧经济煤种1600多万吨，2017年上半年燃煤发电机组实施精细化配煤掺烧节约成本4.91亿元。

二、 集团规定主要内容介绍

对几个主要规定的内容介绍总结如下：

- (1) 《中国国电集团公司燃料智能化管理建设指导意见》（国电集燃[2012]10号），以下简称《指导意见》

作为纲领性文件，从宏观上规定了燃料智能化建设的工作目标、基本原则、重点任务和保障措施。要求构建以燃料计量、采制化自动控制、煤场数字化管理为基础，燃料全过程信息化管理的新型智能化管理体系，以技术手段规范管理流程，实现管理标准规范、运行高效可靠、数据自动传输、全过程实时监控的工作目标。

提出坚持统筹规划与稳步实施相结合、技术引进与自主创新相结合、软件开发与硬件配置相结合、管理先进与经济适用性相结合的原则；规定了计量环节、采制化环节、化验环节、数字化煤场建设和信息化建设环节的具体任务，对各环节所能实现的功能进行了简单的描述；明确了加强领导提高认识、制定政策加大

投入、配备人员做好人才保障、加强管理确保可靠运行的保障措施。

(2) 《中国国电集团公司燃料智能化管理建设规划》(国电集燃[2012]254号文件)(以下简称《建设规划》)

根据《指导意见》的要求制定,在分析了燃料管理在计量、采制、化验、煤场管理、燃料管理信息系统等环节存在的智能化程度低、人工完成工作多、燃料管理信息系统覆盖范围低等问题的基础上,确定了燃料智能化管理建设的主要内容、时间安排和工作要求。

本文件最重要的是明确了建设的时间安排为试点建设阶段(2012.06-2013.3)、推广实施阶段(2013.04-2015.03)、总结验收阶段(2014.07-2015.12),集团在试点建设阶段选择有代表性的火电企业作为建设试点,通过完善方案、技术支持、督促指导、验收评审等工作,总结建设经验,在集团公司系统形成示范;推广实施阶段在总结试点成功经验的基础上,制定方案全面推广;总结验收阶段组织专家对重点火电企业进行抽查验收,全面总结建设情况,确保实现建设目标。另外进一步提出了加强组织、稳步推进全面推广、调配资源保障到位、加强维护可靠运行的工作要求;主要内容方面在《指导意见》基础上更进一步细化,如确定采用无线射频识别技术(RFID)技术实现“自动识别车辆信息和矿点信息”;明确要求通过自动制样机完成煤样的称量和全水分煤样、存查煤样、3mm分析煤样的制备并自动封装、喷码等;提出建立化验过程质量控制体系 and 对比核查,要求验证化验室的检测能力;要求使用无线传输设备及时上传质检信息;采用先进测量技术和设备提高盘煤精度及效率。

(3) 《中国国电集团公司燃料智能化管理建设技术方案》(国电集燃[2012]267号文件)以下简称《技术方案》

最早统一了燃料智能化建设各环节的技术要求,将智能化的燃料管理系统分为入厂煤计量过程自动化、采制过程自动化、化验管理、煤场管理数字化、监控中心、燃料管理全过程信息化等几个环节,并对每个环节系统的基本功能概述、主要构成和具体技术要求进行了统一规定。

入厂计量分为自动识别系统、计量系统,计量系统分为汽车衡、轨道衡、船舶计量及皮带秤计量方式,实现入厂煤计量的车号、矿别、称重、回空等信息自动生成;采制样分为机械采样装置、制样和自动封装喷码系统,其中机械采样分

为皮带机械采样、火车及汽车机械采样；化验管理包括化验管理网络化和存查煤样管理，实现采样方案自动确定并执行，制备煤样自动封装，最终实现采样制样一体化运行、化验仪器联网运行、化验过程在线监控、化验报告自动生成；煤场管理数字化实现不同煤种分堆分层存放，进耗存数据实时掌控，量质价信息动态显示；监控中心是燃料智能化管理的中枢，通过建立统一的数据中心，实时管控设备运行，自动采集管理数据，及时传输管理信息；燃料信息管理系统的系统性能包括响应速度、安全性、兼容性及可扩展性，从功能上分为计划管理、合同管理、调运与接卸管理、验收管理（包括数量验收和质量验收）、煤场管理、结算、核算、统计分析、基础数据系统等方面。

总体上本规定对各种应用情况的规定比较详细，具有可操作性，在实际应用中主要试点工程对本技术规定的工作重点在入厂煤计量过程自动化、采制过程自动化、化验管理网络化等几个方面，很好的指导了试点阶段的建设。比如对于RFID要求采用易碎一次性电子标签（RFID）；对采样装置要求满足全水分 $\leq 18\%$ 煤样在采制样过程中不堵煤，缩分器应选用落煤流缩分器和横过皮带煤流缩分器；煤样柜安装电子安防锁，需两人共同刷卡才能打开而且要记录开启人及时间。燃料信息管理系统性能要求细分为响应速度在2秒以内，报表输出响应在5秒以内。

本技术规定已由2014年6月发布的《中国国电集团公司燃料智能化管理系统建设标准》（国电集燃〔2014〕188号）完全代替。

（4） 《关于新建火电项目实施燃料智能化管理系统建设的通知》（工〔2012〕72号）

要求自2013年开工建设的工程将燃料智能化管理系统建设作为工程建设的内容，同步设计、同步施工、同步投运，相关建设费用列入工程概算；在建及2012年投产但未完成工程结算的工程也要求建设燃料智能化管理系统，相关费用在基建期列支；要求按照《技术方案》要求由国电南京煤炭质量监督检验中心设计，由集团公司燃料管理部组织审查及工程验收。

（5） 《中国国电集团公司燃料智能化管理系统建设标准》（国电集燃〔2014〕188号）

根据相关技术发展和试点建设经验，对《技术方案》进行了修订和完善，形成了《中国国电集团公司燃料智能化管理系统建设标准》，是目前燃料智能化建

设的技术指导文件。

提出了燃料智能化管理系统的建设目标和总体要求，在《技术方案》关于入厂计量及采制化要求的基础上，进一步要求入厂、入炉、库存煤的新型自动采集与传输，同时要求集成布置、集中管控燃料业务流程，实现关键环节无人值守、无缝对接、实时监控。

在《技术方案》的基础上，将燃料智能化管理系统进一步分为入厂煤管理（包含入厂管控、计量、采样、制样、煤样封装标识、化验）、入炉煤管理、数字化煤场、燃料智能化管控中心、燃料管理信息系统等环节。其中入厂煤管理将原先的入厂计量和采制化统一考虑，改为要求入厂煤采样、制样、化验、存样采用一体化布局。在方案上对《技术方案》进行了承袭和深化，修改了一些规定说明，如将“易碎的一次性电子标签”改为“能防止车辆自行更换的电子标签”等，煤样采用气动传输或皮带等传输方式进入存样柜等，数字化煤场部分要求的变化也与此类似。比较大的变化在于增加了入炉煤管理的相关内容，主要是入炉煤的皮带秤、入炉煤皮带采制化等方面，实时掌握库存煤炭的分类存放情况和矿别、数量、质量、价格等信息，为掺烧和库存管理提供数据支持，但没有明确配煤掺烧的要求；提出了“燃料智能化管控中心”的概念，将分散的燃料设备和业务环节进行集中管理，规定了管控中心应实现火电企业煤炭供应、耗用、库存各环节业务的集中管理，具备设备管控、视频监控、管理信息分析与展示等功能；要求燃料管理信息系统与分（子）公司和集团公司的燃料管理信息系统对接，燃料管理信息在火电企业、分（子）公司和集团三级实现数据传输与信息共享，达到燃料价值在线管控。

（6） 《关于进一步规范新建火电项目燃料智能化管理系统建设的通知》
（工[2014]45号）

文件对燃料智能化管理系统设计、概算核定和建设做出了具体要求。新建火电项目的燃料智能化管理系统由国电科学技术研究院依据《中国国电集团公司燃料智能化管理系统建设标准》负责整体设计。要求项目单位与初步设计同步做好燃料智能化管理系统的设计。

列入燃料智能化建设系统概算的项目包括：自动识别系统、全自动制样机、煤样封装及标识、煤样存储及传输、化验室管理网络及供气系统、数字化煤场、

燃料智能化集中管控系统、燃料管理信息系统、配套视频门禁等，按照 2013 年定额标准，原则上不超过 750 万元。列入燃料智能化建设系统概算的项目以及采样设备、汽车衡原则上按照 EPC 模式实施。由集团公司燃料管理部负责相关设备和系统的招标技术规范审查，统一安排 in 第二批辅机中完成招标工作。

列入主体设计概算，且与燃料智能化管理系统相关的项目包含：入厂入炉煤计量及采样设备、常规制样设备、化验设备和与此相关的建筑工程，由国电科学技术研究院配合，按照《中国国电集团公司燃料智能化管理系统建设标准》要求，项目主体设计院负责相关设计和概算编制工作。燃料智能化综合楼、采制样间、衡器及采样机基础以及配套的分项工程（设备电源、建筑的水、电、暖等）等相关建筑工程由项目公司组织实施。

(7) 《中国国电集团公司燃料智能化管理系统建设项目评价办法（试行）》
（国电集燃 189 号）

根据《建设标准》制定，依据《指导意见》、《建设标准》和具体的建设方案，评价情况纳入集团公司对分（子）公司和项目单位的年度考核，从组织流程上完成燃料智能化建设的相关评价。

对评价内容分为综合管理、工艺与质量两大部分，总标准分为 1000 分，其中综合管理部分 300 分，工艺与质量部分 700 分。综合管理部分评价内容包括：总体功能、项目管理、设计、造价、档案管理、安全管理、设备管理及维护等。工艺与质量部分评价内容包括：自动识别管控系统、计量、采样、制样、煤样管理、化验、数字化煤场、入炉煤管理、燃料智能化管控中心、燃料管理信息系统等。

自评标准得分 80 分以上且具备系统功能齐备、相关设备经有资质单位检定合格并出具证书、系统投运三个月稳定运行、管理责任落实、运行维护规程制度完善，可以启动评价流程。评价程序分为项目单位自评、分（子）公司评价和集团公司复评三个阶段。

(8) 《中国国电集团公司燃料技术监督管理办法》（国电集燃[2015]281 号）、《中国国电集团公司燃料技术监督实施细则》和《中国国电集团公司燃料技术监督检查评价标准》（国电集燃[2016]188 号）

这三个文件从规范燃料技术监督工作的角度制定，不仅涉及到燃料智能化的

工作，其中规定的各项指标如入厂煤和入炉煤检斤率、入厂煤和入炉煤检质率、入厂煤与入炉煤热值差、存查煤样抽查检测抽检率、合格率、计量器具和采制化仪器设备的检定率、燃料智能化管理系统包括自动计量、自动采样、自动制样投运率及系统综合投运率等均为燃料智能化的建设提供了方向和目标，同时提出的如要求入厂煤计量、采样，批批制样、化验；采制样装置能适应无烟煤、烟煤全水分 $\leq 18\%$ 和标称最大粒度 $\leq 100\text{mm}$ 的原煤等要求也是对燃料智能化建设提出了具体的性能要求。

(9) 《国电电力发展股份有限公司燃料管理标准化实施细则(试行)》(国电股燃[2016]554号)

燃料管理标准化工作是在火电企业燃料管理过程中获得最佳管理秩序,对实际或潜在的管理、操作过程制定规范的活动规则。通过标准化管理,把燃料管理的各个过程和环节组织起来,使燃料管理各项活动达到规范化、程序化、科学化,并对具有普遍性和重复出现的操作,提出的最佳解决方案。包含:燃料采购管理、燃料采制存管理、燃料化验管理、燃料智能化管理。这些管理过程中具体的标准要求、标准图表台账模板、标准流程和步骤实现管理的标准化,因此细则中的规定也是燃料智能化管控建设的依据和指导。

文件从燃料的采购、采制样、化验,以及燃料智能化运维、配煤掺烧等方面,对于燃料管理系统进行了整体的标准化要求,细化措施,全面开展燃料管理标准化工作,进一步诠释了智能化燃料管理系统的五大目标。同时,还给出了燃料管理标准化的评分细则,规定了考评内容、程序,以及考核的评分标准。同时对识别定位系统、自动计量装置、机械化采样装置、全自动制样装置、煤样自动存取装置等智能化设备提出了运维工作要求。还具体规定了全自动制样机的性能试验方法。

3.1.2 典型项目及特点

(1) 集团及分公司级燃料信息系统建设

国电集团从管理层面上分为集团侧、分子公司侧及电厂侧,2017年国电集团燃料管控系统通过验收,结合系统提供的智能管理功能,辅助管理人员进行策略调整,获得电力行业‘十一五’信息化成果奖及电力行业信息化优秀成果奖。在东北分公司通过部署分子公司侧燃料信息系统,实现了燃料信息由电厂——东

北分公司——集团自动报送，建设了国电集团三级管理业务模型，实现了对下属分公司、电厂的信息化管理。

表 1 国电集团信息化报送模型

序号	功能模块	子系统				预留数据接口
		集团总部	二级公司	区域燃料公司	发电企业	
1	计划管理	√	√		√	生产计划管理
	合同管理	√	√		√	财务管理
2	煤炭调运管理	√	√		√	生产计划管理
3	收耗存管理	√	√		√	生产计划管理
						生产运行管理
						称重计量设备
4	验收管理	√	√		√	生产运行管理
						化验采样设备
5	结算管理	√	√		√	
6	燃料成本管理	√	√	√	√	
7	经济活动分析	√	√	√	√	
8	统计管理	√	√	√	√	
9	综合考评管理	√		√	√	人力资源管理
10	数据地图	√	√	√	√	
11	综合查询	√	√	√	√	
13	基础信息管理	√	√	√	√	人力资源管理
14	共享文档管理	√	√	√	√	
15	系统管理	√	√	√	√	

系统功能模块包括电厂报表报送业务、分公司报表报送业务、集团公司报表燃料管理和集团公司燃料商业智能（BI）管理。



图1 电厂报送主界面

2015年国电集团及国电燃料有限公司启动“国电煤炭交易平台”建设项目。完成了国电阳光采购专区、交易中心、资讯中心、物流中心、煤炭供应链管理等五个功能模块的实施工作。整合发电企业实际管理需求、煤炭企业的供应信息及物流储配资源，为燃料公司及市场用户搭建出线上交易平台，同时为探索“互联网+物流”模式创造了条件，构建煤炭需求、物流、供应生态体系，财务业务一体化的方式让工作效率大大提高。

(2) 国电兰州范坪热电有限公司

国电兰州范坪热电有限公司规划总容量120万千瓦，目前装机规模为2×33万千瓦燃煤热电联产机组。该公司年耗用原煤量约160万吨，地处黄河南岸IV级边坡，地形从北向南呈阶梯状升高，整个厂区自翻车机层到生产层落差约70米。由于厂区地理条件限制，客观上造成了煤炭入厂采样、制样与化验室距离远、高差大，样品完全依靠人工采集、制备，沿山坡爬楼梯背送至化验室，人工劳动强度大、管理难度高，对煤样的采集、制备、取送环节难以形成有效的监管，加之新建电厂燃料信息系统不健全，导致公司燃料管理工作处于被动局面。

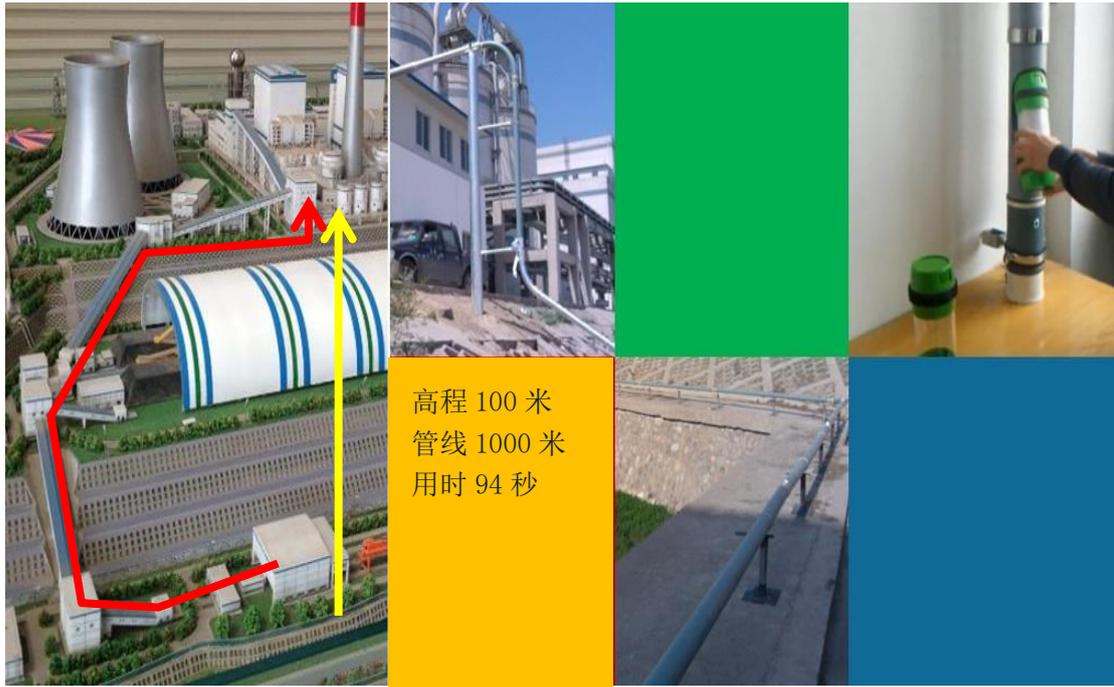


图2 现场示意图

2013 年开始建设燃料智能化，确定了“借鉴试点经验、结合自身实际、大胆开拓创新、打造精品工程、树立集团标杆”的建设思路，对建设方案进行了一定的完善和优化工作。采取采样、制样设备自主招标、管控及信息系统软硬件打捆招标，以管控及信息系统为主线，其他设备厂家配合、自主开发建设的项目实施方式。2013 年 12 月完成了相关设备和管控软硬件的招标工作，2014 年 3 月正式开工建设，8 月底全面竣工，9 月初正式投入运行。一期建设被列为集团标杆，其燃料智能化建设经验在集团公司系统范围内进行推广。为进一步完善燃料智能化系统，深化燃料全过程智能管控，确保燃料各项指标真实、实时、统一，2014 年 10 月启动入厂、入炉到入账的“三入一体化”二期工程，2015 年 5 月上线运行“三入一体化”软件系统，2015 年 7 月正式投运，直提、直读生产 SIS 系统数据、与财务基础数据同步、自动生成表单等，2015 年 12 月，入炉煤全自动制样硬件系统安装调试完毕并正式投入运行，成为集团甚至国内首家“三入一体化”燃料智能管控系统建设示范项目。其燃料智能化系统建设实现了对“技术、设备和业务”的“三个融合”，保证燃料、生产、经营管理各要素指标的真实性、准确性、连续性，作为集团燃料智能化示范性项目及标杆项目在集团内部全面推广，走在全国燃料智能化建设的前列。曾先后获得“2015 中国自动化年会暨第十三

届自动化年度样板工程奖”、“2016年电力行业信息化成果二等奖”、“2016年度中国两化融合创新实践奖”等荣誉。



图3 范坪燃料管控主界面

该公司燃料智能化项目由远光共创实施，把分散的燃料生产设备与业务过程按业务流统一起来，构建了集智能化前置生产设备(PE)、运行监控系统(ICS)和业务管理系统(CICS)于一体的智能化管理平台。项目建设包括燃料信息化管理系统、火车入厂自动识别系统、入厂煤皮带煤流采样系统、全自动制样系统、智能存取样系统、样品自动传输、在线全水分分析系统、化验室取样系统、入炉煤采样系统、燃料智能管控系统、视频监控和门禁管理等十二个子系统，安装了48个高清摄像头和8套门禁系统，实现了燃料管理的计量、采样、制样、存样、取样、弃样、化验等过程的全程无人值守、无缝衔接、即时监控的自动化生产线以及标准化实验室、集中管控中心，建成了21块LED中央组屏的管控平台，统一推送遥信、遥测、遥控、遥视工作指令，涉及房屋建设、地下管网改造、电缆光缆敷设、化验室建设等11项土建工程。



图4 控制室现场图

项目公司参与相关建设，参与研发了全自动制样机、取样机、弃料回收装置等全套装备，开发专用数据接口程序和全套应用软件；制定了关键指标数据的智能预警分析判断规则，研究了基于“数据集成和穿透技术”的燃煤电厂关键指标在线生成系统，所采用的 CICS 燃料智能管控系统、智能化煤炭制样机全自动弃料回收装置、ICS 燃料运行监控系统、ASM570 自动存样系统、ASM580 自动取样系统等获得多项国家发明专利，如采制样后弃料这一环节，原先需人工定期清理或采用皮带、斗提等方式短距直线回收。二期项目建设中提出弃料自动回收理念，通过“全自动弃料回收装置”项目攻关创新，采用负压真空技术弃料突破了固体物料传送受弯道和距离限制的技术障碍，实现全自动制样系统无人值守无缝闭环，使弃料样品的安全得到有效管控，样品煤量颗粒归仓，改造之后的智能化制样机全自动弃料回收装置入炉弃料回收耗时从 60 分钟减少到 1 分钟，入厂弃料回收耗时从 300 分钟减少到 3 分钟。于 2017 年 5 月获得国家实用新型专利。



图5 弃料回收系统现场图

投运以来，通过不断改善和优化系统，该公司燃料智能化管控系统建设取得显著成效：

经济方面：实现煤炭入厂全过程的无人、智能化管控，燃料采制样岗位由 23 人减至 14 人，每年减少人工成本 108 万元；对车辆调度、接车、入厂、采样、过衡、卸车、出厂等各环节进行程序化协作，制样效率提高 50%，单列车皮接卸效率提高 150%；煤样代表性、采制样精准度及化验波动值均大幅降低，入厂入炉煤热值差较系统投运前累计降低 0.356 兆焦/千克。

管理水平方面：实现了煤炭从入厂、入炉到入账“全过程、全要素、高防伪、无输化”管控，燃料管理、生产运行、经营管理、财务核算各个环节数据实现集成和共享，保证燃料、生产、经营管理各要素指标的真实性、准确性、连续性，关键指标集中展示，勾稽关系更加清晰。将生产指标和燃料成本、利润目标等有机结合起来，在发供电煤耗和燃料成本等重点指标出现异常波动时，能够在最短时间内通过数据穿透开展分析，深入查找问题原因。通过全方位开展生产、燃料关键指标分析，企业经营决策更加有的放矢，便捷高效。2014 年，经济煤种采购 38.82 万吨，入炉综合标煤单价同比下降 14.98 元/吨，降低燃料成本 1352.86 万元；2015 年经济煤种采购 18.52 万吨，入炉综合标煤单价同比下降 86.05 元/吨，降低燃料成本 8443.67 万元；2016 年经济煤种采购 9.71 万吨，入炉综合标煤单价同比下降 11.49 元/吨，降低燃料成本约 559.05 万元。

风险监督方面：燃煤全过程在线监控，把监督工作嵌入到燃料管理全过程。设置了采制化廉政监控区域，依托视频监察系统，从查找风险到防范预警，从危险点分析预控到全过程跟踪布防，可追溯、精准化，“人与煤样隔离”、“人与数据隔离”，同时把“人防、物防、技防”手段联动起来，通过技术手段建立了燃料管理惩防体系，实现了燃料管理重心从规范人员行为向设备管理、流程管理的转变，杜绝了人为干扰，使煤炭验收更加公平、公正，消除了煤电双方结算数据的偏差，避免了商务纠纷，树立了良好的企业形象，有效防范了法律风险、经营风险和廉洁风险。

(3) 其他项目

其他项目建设一般也都经历需求调研、功能研发、项目审批、招投标、工程建设、系统调试、数据整理录入核对、用户培训等过程，根据工程情况及建设时间完成不同模块的建设。总体上来说，早期建设的项目一般仅在入厂自动化、存查样系统及智能化信息系统方面进行建设，如石横电厂 2014 年完成计划、合同、供应商、调运、入厂验收、接卸、煤场、入炉、结算、厂内费用、燃料成本核算等十五个子系统在内的燃料信息管理系统、智能存查样系统建设。东胜电厂 2013 年完成了汽车智能无人值守、全自动制样/封样系统、智能存取样系统的改造。



图6 东胜电厂全国第一台全自动制样机的现场图



内蒙古东胜项目施工效果

图7 气动传输管道与存查样柜连接部分和双驱动力柜安装及现场图

2016 年以后的项目模块建设比较完整，同时因地制宜的进行了一些各自的创新，如国电宝鸡发电有限责任公司建设包括燃料智能化管控中心、运输线自动识别系统(汽车、火车自动识别)、采样机改造、全自动制样机、气动传输装置、智能存样柜等 11 个子项目系统建设，实现了入厂计量过程自动化、采样过程自动化、化验管理网络化、燃料管理全过程信息化、燃料智能化集中管控中心以及相关视频门禁系统，同时在项目中国内首创大倾角火车煤流采样机、自动制样机标准样瓶两线五路气动传输智能存样柜的创新应用。以下对其他有一定特点的项目进行简单介绍。

2016 年国电谏壁发电厂推进燃料智能化建设，在运用好燃料“三单六化”管理的基础上，提出了“信息管控集成化，设备管理专业化”的“八化”要求，实现燃料信息系统、燃料生产设备管控系统的集成统一。持续改进掺烧掺配技术，做到全负荷段大比例掺烧。全年掺烧经济煤种 609.15 万吨，节约燃料成本约 2 亿元。

《混煤掺烧全过程动态优化系统应用》获第五届全国电力行业创新成果一等奖。同时根据其储煤场地多、容量小的实际情况，在燃料市场与同区域兄弟电厂实现“协同化经营”。通过加强燃料采购协同、装运协同和场地协同，提升了燃料有序保供和议价能力，克服场地小等制约因素，有效压降了燃料成本。在燃料区域中

心的设置方面进行了初步的尝试。

2017年国电吉林热电厂燃料智能化系统建设历时近两年时间，由开元仪器完成，包括燃料智能管控系统、采样机原煤样气动传输系统、智能合样归批系统、在线全水自动测试系统、智能存查样系统、样瓶气送系统等智能化系统和硬件装备，可实现原煤样的气动传输和合样过程。

2017年国电福州发电有限公司项目中燃料智能化项目顺利完成“哥伦比亚”煤船比对试验并取得福建国检的认可，为日后开展煤炭质量验收工作奠定了坚实基础。

2017年国电电力北仑公司通过燃料管理标准化建设和燃料技术监督验评，成为国电电力系统首批通过验评的火电厂之一。2015年9月，该公司开工建设燃料智能化项目，从土建施工到正式投运用8个月。2016年底，国电电力组织初评对其燃料管理标准化工作在基础管理、采制样管理、化验管理、智能化建设及技术监督等方面存在的不足提出整改意见。2017年9月，国电电力专家组对该公司燃料管理标准化和燃料技术监督工作进行正式验评。

3.2 大唐集团

大唐公司陈进行董事长提出了集团公司要建设燃料科技管控手段的设想，2012年7月集团公司在全行业第一家提出了燃料入厂验收监管系统、数字化煤场、数字化标准化验室（简称“三大项目”）和“系统考虑，整体研发，一起建设”的思路，并按照“顶层设计，试点先行，统一标准，有序推进”的原则付诸实施，即：顶层设计（集团公司进行），试点先行（选择具有代表性的5个电厂进行试点），统一标准（制定统一标准，已制定完成集团内部标准，包括软硬件配置、关键流程规定等，各厂将在该标准规定下结合本厂实际进行设计或改造），有序进行（先试点后全面推广）。形成以集团燃料调度中心为中心的燃料管理信息系统，集团燃料调度中心可实时监控内部资源信息（如各电厂的燃料的收、存、耗信息）、外部资源信息（分区域）及物流信息（如火车、船等在途信息），并建立电子采购平台，实现各供应商、各电厂透明、公正采购。



图8 大唐集团燃料调度中心现场图

要求对新建电厂都要同步建设该系统，对现有电厂由集团拨专款逐步改造。2012年11月集团确定了江苏徐塘、国际乌沙山、长春三热、陕西宝热、贵州发耳5个试点单位，从2013年4月中旬起正式进入试点研发阶段，历经5个多月基本完成了试点任务。在总结试点经验的基础上，制定了全面推进实施步骤和技术路线，从2014年6月份开始在全国64个在役火电企业分三批开工全面实施燃料“三大项目”建设工作，定位燃料三大项目为燃料业务数据的源端，为其他信息系统提供燃料业务原始数据，并实现燃料业务的闭环管控。目前在役火电企业燃料“三大项目”软件管控平台基本建成，新建工程的燃料“三大项目”也已开工建设，基本达到集团公司燃料“三大项目”建设全覆盖，与集团公司燃料调度中心的数据对接。

3.2.1 集团规定及建设标准要求

一、 政策及标准要求历程

为加强燃料系统现代化建设，2014年全面进行“三大项目”建设，同时印发了《燃料验收监管系统、数字化煤场及数字化标准化室三大项目实施指导意见》、《燃料“三大项目”全面推进实施工作安排》、《燃料“三大项目”关键流程和

重要环节技术要求（试行）》、《燃煤化验室基本条件和能力要求（试行）》等文件。

二、 集团规定主要内容介绍

对几个主要规定的内容介绍总结如下：

(1) 《燃料“三大项目”全面推进实施工作安排》

为集团燃料“三大项目”建设的纲领性文件，从集团高度确定了燃料“三大项目”全面推进实施的意义，明确了“系统考虑、整体研发、一起建设”建设思路和“顶层设计，试点先行，统一标准，有序推进”建设原则。明确了燃料“三大项目”全面推进实施的技术先进、使用成熟、整体布局、统一接口、因地制宜和有序推进的原则，要求新建、扩建电厂的燃料“三大项目”建设要保证与机组主设备“三同时”，在可研、初设、基建、运营等相应阶段的评审、招标、验收等环节必须有相应各级的燃料部门参加，实现建成后与燃料管理信息系统、燃料调度中心“三位一体”打造大唐“数字燃料”的实施目标。该工作安排还提出了燃料“三大项目”全面推进实施的有关程序和要求，对于专款专用、工作机制和责任、招标、评审和验收等各工作环节提出了明确的要求。明确首个通过集团公司竣工验收的试点研发单位，在符合相关规定的情况下可优先推荐或采取竞争性谈判确定为中标单位。

(2) 《燃料“三大项目”关键流程和重要环节技术要求（试行）》

该技术要求对燃料入厂验收监管系统、数字化煤场、数字化标准化验室等“三大项目”的基本概念进行了定义，并对三大项目采用的设备、仪器和技术做出了具体要求。该技术要求还对燃料系统每个项目应具备的功能模块及软件流程进行了规定，确定了各个项目的功能模块组成和软硬件要求。

燃料入厂验收监管系统的功能模块包括智能调度系统、自动采样系统、自动计量系统、制样环节控制。比较特殊的是在制样环节要求中提出了送样/制样的时间控制、煤样编码二次转码，对进行制样环节用时异常闭锁及报警；进行全水样从采样完成到送样时间超时闭锁及报警等。要求制样间与化验间、存样间在同一工作地点地区，不能间隔太远

数字化煤场的功能包括以三维图形全面直观动态展示煤场状态、指导采购供应和配煤掺烧工作、入炉皮带秤、煤仓实时计量输煤动态、煤场异常状况实时预

警和数据上传至本系统服务器和燃料管理信息系统。比较特殊的是其对煤场的要求是煤场取送设备能进行计量（如斗轮机安装皮带秤），煤场配置可几厂轮换使用的手持式煤场盘点仪，按规定进行月度盘点或不定期盘点校核相关数据。

数字化标准化验室（包括入厂、入炉煤化验室及采样集样室、制样室、存样室）的硬件和软件要求、化验过程控制要点，按照国标规范，针对影响化验结果的化验环境、标定物质、仪器检定、业务流程等进行程序控制，并实时将数据按权限审核后传输至验收监管系统、数字化煤场系统、燃料管理信息系统。

本文件还对燃料系统的视频监控、计算机架构、接口及数据库要求进行了明确。确定“三大项目”是燃料管理信息系统、燃料调度监控中心的前端功能系统，为燃料管理信息系统和调度监控中心提供实时可靠数据，项目建成后，燃料、财务、生产等管理信息系统中的燃料数据必须从燃料“三大项目”系统取得。

(3) 《燃煤化验室基本条件和能力要求（试行）》

该文件针对燃煤化验室基本条件和能力，从设施和环境基本条件、管理能力和技术能力等不同层面进行了要求，要求电厂燃煤化验室需要正式进行国家有关认证时，按认证规定执行；需要建设数字化标准化验室时，按本文件的相关技术要求执行。

设施和环境基本条件，包括化验室设施和环境一般要求；建筑面积要求；环境设施通用标准；各专项化验室环境设施具体标准，具体为制样室、工业分析化验室、发热量化验室、元素分析化验室、天平室、存样室、全水分化验室、灰熔融特性化验室。

管理能力要求，包括组织体系、管理体系、文件控制、检测和校准分包、服务和供应品的采购、合同评审、申诉和投诉、纠正措施、预防措施及改进、记录、内部审核、管理评审等。

技术能力要求，包括人员、检测和校准方法、仪器设备和标准物质、量值溯源、抽样和样品处置、结果质量控制、结果报告等。

(4) 《燃料验收监管系统、数字化煤场及数字化标准化室三大项目实施指导意见》

本实施指导意见主要是将之前的《工作安排》、《关键流程和重要环节技术要求》、《燃煤化验室基本条件和能力要求》从各个方面进行了总结，没有提出

特别的要求。

3.2.2 所属典型项目及特点

大唐集团对燃料智能化三大项目的技术要求相对统一，早期建设中主要由大唐先一或大唐环境完成，后期随着建设的进展，也出现由远光建设的大唐国际大坝发电厂、洛阳热电厂等项目，都按照集团要求建设涵盖燃料入厂验收监管系统、数字化煤场、数字化标准化实验室建设工程“三大项目”在内的燃料一体化管控平台。

(1) 大唐徐塘发电公司

徐塘发电公司始建于1972年，目前拥有四台30万燃煤发电机组，是大唐集团煤炭供应最为紧张和复杂的老“两区六厂”之一，供应渠道杂、散，靠吃“百家饭”度日，且该公司运输混合型、燃料结构异常复杂。2013年4月19日，燃料“三大项目”开工建设，8月11日管理信息系统正式上线，8月15日数字化标准化实验室煤炭检测数据在线分析系统正式上线，8月20日数字化煤场系统正式投入运行。

作为集团公司燃料“三大项目”试点单位，同时也是国内电力行业第一个提出并付诸实施“三大项目”建设的单位，在推进过程中以需求引导研发，以研发提升需求，具有很多填补了行业内燃料全过程管控数字化与工业化“两化融合”的空白技术、管理方面的创新和亮点。比如在轨道衡尾部增加一台测高装置，与历史数据和煤炭正常密度进行比对，若超出规定范围，系统自动报警，并向相关管理者发送短信提醒，不仅方便管理者掌握来煤的异常情况，同时还能规避过去铁路报错发货单位现象的发生；结合公司来煤结构复杂、部分煤炭水分较大、煤质较粘的实际情况，尝试在新机械采样机上安装大水分旁路系统，水分大的、粘度大的来煤走旁路系统，不经过破碎缩分，直接采原煤样，避免了机采常遇到的堵塞问题，保证了采样的代表性；在现场对煤样进行一次编码并当场进行封样，封条使用易碎纸打印二维码，贴在螺纹塑料桶上，通过二维码的打印张数、封样时间、一次解码的时间及煤样重量的控制，规避了送样过程中换样、串样、弃样的风险；在监控中心安装了远程语音广播系统，实现了对化验室、制样室、机械采样机区域的远程语音调度功能等，这些创新现在很多仍被应用于燃料智能化建设中。

燃料“三大项目”使徐塘发电公司在燃料管理环节新增防作弊点 15 个，覆盖轨道衡等关键部位，轨道衡的计量数据更安全、上传更及时、预警更实时、比对更准确；入厂煤制样室实现了过程全控制、监控无死角、备查更规范；数字化标准化验室实现了影响化验结果的过程因素程序控制，化验数据不落地，过程监控无死角，煤样信息无人知，化验项目更全面等功能；数字化煤场具备斗轮机定位精准化、煤场展示动态化、煤场调度智能化，实现了进厂、堆取、入炉煤数据联动，以动态展示煤场状态；满足配煤掺烧需要，指导合理采购供应，提供最优堆、取煤方案；温度超标、存煤越线、盈亏数量过大预警等功能，预警信息可以实时传递至信息系统和管理者的通讯工具，实现预警信息实时化。有效地堵塞管理漏洞、挖掘增效潜力、实现燃料计量、采制、化验的全过程监督，保障从业人员行为安全。

根据燃料“三大项目”投运两个多月的情况测算，仅全水分误差减少 1%这一项，每吨煤即可节约 5 至 7 元，按 50%的煤到厂验收结算，该公司 4 台 30 万千瓦机组全年至少节约 900 多万元；累计热值差 87.59 千焦/千克，比同期降低 267.66 千焦/千克，为投产以来历史最优，延时费低于周边同类型电厂。

(2) 其他

2016 年张家口发电厂燃料“三大项目”正式投运，2017 年 3 月作为集团公司燃料“三大项目”标杆电厂在南京展出。其特点包括：一是全面应用燃料“三大项目”数据进行燃料日报、月报、热值差等内容的统计分析管理；二是直接应用燃料“三大项目”的入炉数皮带秤数据进行机组煤耗正平衡计算；三是借助数字化煤场、配煤掺烧模块开展精细化配煤掺烧；四是量质数据直接应用于结算。

3.3 华能集团

华能集团从 2013 年开始，在全集团范围内推行燃料管理标杆电厂创建工作，对燃料工作的全过程（从采购到燃烧后评价）、全方位（燃料所有工作岗位）进行规范管理，安装燃料全过程数字化动态管理平台，实现燃料入厂、入炉计量数据实现自动采集，化验数据自动生成上线，包括自动车号识别系统、自动卸车系统、自动计量系统、数字化煤场系统、自动采样系统、自动化验系统，对上述基础数据自动统计和分析，为电厂燃料结算、煤场管理、配煤掺烧，以及公司燃料管理决策提供实时准确的数据支撑。2015 年在莱芜等电厂试点建设燃料智能化

项目，截至 2016 年底 70%的电厂通过验收，计划 2017 年实现全覆盖。

3.3.1 集团规定及建设标准要求

一、 政策及标准要求历程

2013 年制定了《燃料管理标杆电厂标准》，在此基础上 2015 年印发了《中国华能集团公司燃料智能化建设五年规划》，2016 年颁布了《中国华能集团公司燃料管理“标杆”电厂创建标准》。

二、 集团规定主要内容介绍

(1) 《燃料管理标杆电厂标准》(2013 年修订版)

文件给出了建设燃料管理标杆电厂的标准，按照内部控制和燃料管理流程要求，对于燃料全过程管理从机构设置、采购管理、设备管理、入厂管理、煤场管理、入炉管理、燃油管理、信息化管理、精细化管理、效能监察等 10 个方面进行了规定。其中信息化管理部分具体描述了华能集团对于燃料智能化系统建设的要求。

文中规定了燃料管理全过程应用系统的组成部分，包括（但不限于）燃料实时数据采集平台、燃料全过程数字化动态管理系统、燃料采制化条码管理系统、燃料工业电视监控系统、指纹门禁管理系统、GPS 定位管理系统或 AIS 系统等，并对各组成系统应实现的功能要求进行了规定，也提出电厂实施数字化煤场管理，但是总体上并没有对于数字化管理系统做出系统性的具体的要求。

(2) 《燃料智能化建设五年规划》(2015 年 9 月)

文件中给出了燃料智能化建设的目标和内容，建设内容包括燃料业务管理信息系统；入厂煤调运、接卸、计量实现自动识别和全过程无人值守；煤样的采集、转运、制备、封装、存储、传输、化验全过程自动化；数字化煤场管理平台；燃料智能化管控中心和燃料供应链系统中的煤炭采购与智能化管理协同平台。对燃料智能化的总体规划，分层次介绍了燃料集中管控系统的建设内容和系统应用，并提出了燃料运营设备智能化改造的具体内容，包括入厂自动识别（火车、汽车、船舶）、原煤样转运系统、全自动制样系统、智能存样系统、样品气动传输系统、全水在线分析、数字化煤场设备智能化（包括堆取料机定位、煤场温度和煤场自动盘点）、表计直读等方面。本文件并没有体现出很好的系统性、前瞻性和规范性，比较特殊的主要在于明确要求了原煤样采用气动技术传输，其他总体上并没

有比较大的创新和更高的要求。

(3) 《燃料管理“标杆”电厂创建标准》(2016年企业标准)

本规定承袭上版文件中建设燃料管理标杆电厂的标准,对于燃料全过程管理从11个方面进行了详细的规定:机构设置、采购管理、设备管理、入厂管理、煤场管理、入炉管理、燃油管理、信息化管理、精细化管理、监督检查、基建期设计规范。相对上版文件,本规定对于“信息化管理”部分进行了升级与更新,同时新增了基建期设计规范的要求。

对于信息化管理,增加了信息化系统权限管理的设置要求。对于信息化系统的硬件和软件配置做出了详细规定。增加了信息安全的相关条款。增加了数据采集平台的要求,并对燃料视频监控模块、指纹门禁或人脸识别模块、指纹门禁或人脸识别模块、条码管理模块、卫星定位装置或AIS监控模块的配置和功能做了更加详细的规定。

基建期设计规范要求中,对信息化应用管理系统、计量设备、检质设备(采样、制样、化验)、煤场管理和监控系统等部分的软硬件设施配置进行了规定,同时对建筑物配置和化验室环境条件作了要求,建议制样、存样、化验等工作区域及监控室宜集中布置在同一建筑内。

3.3.2 所属典型项目及特点

(1) 华能铜川照金电厂

华能铜川照金电厂一期工程为2×600MW空冷机组,每年耗用燃煤都在300万吨以上,燃煤全部依靠汽车运输,日运煤车辆达400余辆。为了确保运煤车队规范高效运转,在行业内建立了首个入厂煤自动监管调运系统,对运煤车辆分段限速、全程监控,严格控制不规范行车,实现入厂车辆自动有序接卸,防止运煤车辆厂外拥堵;入厂煤按煤质指标分类堆放。

(2) 其他

华能上都电厂作为装机容量372万千瓦的大型火力发电厂,拥有8个自备煤场,年度耗煤1500万余吨,日均耗煤4万余吨。2014年建设“燃料全过程数字化动态管理平台”,引入燃煤采样智能存放、燃煤制样智能管理、煤场煤堆温度监控、煤样采制智能监控、指纹门禁、燃煤二维码管理、入炉煤曲线称重系统、采样间除尘系统等手段,煤样分析、计量、化验、入炉等各环节形成了无缝对接,

全面实现了化验数据自动生成并网络传输，实现燃料数字化管理。在采制化各通道及重要区域加设 32 个监控摄像头，实行 24 小时实时监控，清晰地将现场每个工作环节拍摄在画面中，避免了人为不确定因素。

华能大坝电厂以全过程管理信息系统建设为平台，完善燃料自动监管系统，通过对分炉计量、实时称重、入厂入炉煤采样、运输 GPS 定位、智能存储样、化验设备、视频监控、智能门禁系统等一系列硬件管理项目升级改造，实现“人防”向“技防”转变，数据无缝传输“不落地”和监控系统全覆盖。

3.4 华电集团

2012 年开始推行标准化实验室建设工作，目前已经超过 40 家电厂通过了 CNAS 实验室认可，2014 年开始部署全自动制样一体化试点，在灵武等 3 个电厂试点，2015 年在淄博等 5 个电厂试点，到 2016 年有 10 家左右电厂试点并安装了全自动制样一体化设备。

3.4.1 集团规定及建设标准要求

与燃料相关的规定主要是《中国华电集团公司燃料核算办法（试行）》，文件主要是明确了燃料成本的范围和核算方法，真实反映燃料收、耗、存等环节发生的成本。燃料核算一般规定：燃料指电厂发电、供热所需的燃煤、燃油、燃气的总称。核算燃料成本应遵循正确核算、实际成本核算、合理估价、燃料存货实地盘存、燃料成本合理分配、成本核算方法一致等规定。文件还规定了燃料成本核算的具体内容和方法，但并未提及燃料智能管控系统的相关细则。

3.4.2 所属典型项目及特点

华电集团燃料智能化建设在集团层面并没有统一规划，所以各厂的进展和建设情况参差不齐。

2015 年湖北华电襄阳发电公司在接卸管理中翻车系统加装车号识别系统，对在卸车、待卸车、排车及卸车效率实时掌控，实现接卸的高效、有序化管理；智能验收管理中实现了入厂煤采制样自动化运行、化验数据网络化管理、煤样气动传输、智能化存储样、管理过程信息化，采样方案自动生成、数据自动记录、自动上传。样品编码全部实现芯片自动编码和识别，全程无人干预。化验过程自动采集原始数据，并实现平行样自动判别和数据异常预警功能；煤场管理实现数字化，以三维图形全面、直观、实时、动态展示煤场状态和信息；建立设备控制

系统及监控系统，集中燃料管理数据、燃料设备状态、设备远程控制、燃料异常情况的信息，实现了现场管理秩序监控、人员规范操作监控、设备运行状态监控、燃料数据监控；建立了部门、公司两级燃料监督体系，实现燃料监督信息化管理，与集团燃料信息系统对接，覆盖燃料全过程管理，燃料采购、调运、接卸、验收、煤场管理、掺配烧、合同及结算等全过程实现信息系统管理。各类报表、数据分析系统自动生成和传递。实现了燃料管理智能化、流程主动化、过程数字化、信息全面化、设备自动化的管理模式“五化模式”。由武汉博晟为其建设，其建设成果《燃煤电厂燃料全过程智能管控系统的研究与应用》获得集团公司科技进步二等奖，主要偏重于系统软件功能，功能比较全面，硬件配套方面没有特别的亮点。

2016年华电滕州公司和国电南京自动化股份有限公司合作建立“入厂煤验收全过程管控”和“燃料全过程设备在线监督”两个平台，“入厂煤验收全过程管控”实施入厂煤计量过程自动化、采制过程自动化、化验管理和煤场管理数字化，“燃料全过程在线监督平台”技术，就是通过互联网建立燃料在线监督平台，实施燃料设备、设施的自动化诊断、提示、预警。从而实现标准化实验室认证、燃料阳光采购等燃料工作“智能化”全覆盖。

华电丹东金山热电燃料智能化建设管理项目由开元仪器于2014年实施，主要包含无人干预过衡、无人干预采样、CLIMS化验室管理系统、数字化煤场管理系统、煤样传输系统、燃料监控中心建设等。



图9 华电丹东金山热燃料管控室现场图

3.5 国电投集团

国家电投此方面工作开展较慢，2012 年要求全部电厂采用机械化采样装置，2014 年制定了标准化实验室建设方案，陆续发布修订《国家电力投资集团公司燃煤设施（备）配备要求及验收管理工作评价细则》、《国家电投公司火电企业入厂煤验收管理标准化实验室建设方案》，截止 2015 年有四家单位获得了集团公司标准化实验室的称号。2013 年末集团公司开始实施燃料管理信息系统扩充项目，实现采制化过程的隔离加密管理和自动化管理，2015 底 33 家电厂实现全覆盖。2015 对所属火电企业在燃煤计量、采制样、化验、煤场管理等环节提升自动化、智能化程度，增加设备间的协同作业及集中管控，实现关键环节无人值守、无缝对接、实施监控，安排 3 家试点单位实施全自动制样一体化改造。

3.5.1 集团规定及建设标准要求

为满足发展需要，2015 年下发了《国家电力投资集团公司燃料智能化管理建设四年规划方案》。方案介绍了国内各大集团在燃料管理信息系统领域的发展状况，然后给出了建设燃料智能化的总体规划，并具体的描述了燃料智能化建设的具体内容。在燃料集中管控系统的建设内容和系统应用和燃料运营设备智能化改造的具体内容等方面与《华能集团燃料智能化建设五年规划》类似，内容稍稍丰富些，时间也稍晚。

3.5.2 所属典型项目及特点

国家电投平顶山发电分公司一期 2×100 万千瓦机组工程于 2010 年投产。2015 年被集团公司确定为“燃料智能管控系统”试点单位，2017 年由远光承建涵盖入厂汽运煤自动识别系统、自动计量系统、无人值守采样系统、原煤样转运系统、全自动制样系统、智能存查样系统、气动传输智能取样系统、视频门禁管理系统、全水分智能测量系统、智能管控平台等各环节的燃料智能管控系统，2017 年 12 通过集团公司专家组验收。在项目中实现 3 台汽车采样机同时实现原煤样转运气动传输。

3.6 其他

其他发电集团及地方电力建设公司没有找到关于燃料智能化的集团性的统一的纲领性文件及详细的技术要求，根据我们调研情况神华及神华国华、华润、京能、豫能集团公司的下属电厂也都有部分项目进行了不同功能的燃料智能化相

应建设，其中京能集团目前的项目均由远光建设，本研究报告原本所依托的罗源湾工程为神华集团下属，但由于工程进度问题目前处于停滞阶段。本报告对调研到的部分工程典型项目特点介绍如下。

(1) 华润电力

华润电力为保证燃料全价值寻优系统建设质量，统一技术规范，在 2016 年编制《燃料全价值寻优系统建设指引》。其集团下属盘锦和徐州电厂采样机的自动化改造和软件系统完善由远光成套系统，部分硬件采用光明设备。

华润盘锦电厂 2*350MW 机组年耗煤量为 283*104 吨，燃煤全部采用火车运输至电厂。建起燃料设备管理运行状态监测和远程遥控操作的图形化监控系统，提高煤质验收的自动化水平和准确性，在建设中率先应用煤流皮带端部采样，2016 年 12 月作为华润电力燃料验收智能化首批试点项目之一通过验收，为华润电力首套燃料验收智能化系统正式投运。

华润铜山徐州电厂在 2015 年开始进行了“燃料全价值寻优系统”的建设，主要关注配煤掺烧功能及其所需的煤场管理和辅助寻优、统计分析等功能，2016 年开始建设包括来煤计量、采制样自动化及管控中心在内的燃料智能化系统建设，共建设原煤样转运系统、自动制样机、智能存样柜、气动传输等 10 余个子系统。

2017 年投产实现了燃料采制化、转运全过程无人值守的建设目标。设置原煤样转运系统，实现采样到制样间的原煤样全自动输送，成品样气动传输管道 1.4km；设置全自动制样机、智能存查样系统、煤样自动传输系统和全水分在线分析仪，全面实现计磅、采样、制样、煤样存取、运送等环节的自动化、智能化。新建管控中心和辅助视频监控系统，管控楼内全透明隔墙。

(2) 豫能集团

2014 年开始规划燃料智能化建设，制定了《河南豫能控股股份有限公司燃料管理信息化、数字化创建方案》，2015 年开始在下属电厂进行燃料智能化建设，鉴于各电厂现状条件参差不齐，豫能集团采用不同建设方案：一是实现入厂信息，汽车衡、火车衡数据采集与管理，采样信息管理，制样信息管理，化验信息管理，耗用信息，视频接口管理；实现燃料过程中计划、合同、验收、煤场、入炉、结算、成本核算、报表、数据查询功能；对各环节用进行数字化管理。二是实现与现场各类设备接口与集成，实现燃料全过程信息管理与燃料全过程管控

的目标。

赛摩电气武汉博晟科技为丰鹤电厂提供的燃料智能化系统 2016 年 8 月底成功验收。提供覆盖来煤车辆出入厂、燃煤计量、燃煤质量、现场管理、采制化流程等燃料全生命周期的一套信息化、智能化解决方案。实现入厂煤计量无人干预，采制化多层编码，多级审核机制，建立统一的燃料数据中心，自动采集燃料数据，及时传输燃料信息，建立燃料管理信息平台，对燃料业务进行整合，将流程和规范固化到系统中。为鸭河口电厂提供的燃料智能化系统在 2017 年 6 月底成功验收。包含功能有燃料调运、合同、结算、接卸、入厂验收、数字化煤场、配煤掺烧、视频管理、门禁管理、燃料集控管理等。统一的监控平台无人值守、煤样输送、煤样管理、燃料信息、视频监控、门禁、化验室网路等系统进行整合，实现对设备的远程集中管控，采制化工作的监督等。

(3) 宁海电厂

该项目位于浙江宁海，料场为 4 个直径 120 米的圆形料场，设备为堆取料机。其在燃料智能化建设方面率先完成斗轮机全自动控制系统的研发和应用，实现了传统大型输煤机械的智能化改造。目前已完成一个圆形料场设备改造，正在试运营阶段。此基础上，充分发挥智能装备的智能感知和自动控制能力，通过输煤 PLC 优化、卸船机智能升级、燃煤全过程 ID 实现跟踪管理和计量智能化管理等技术创新手段，推进煤场智能化建设。

斗轮机全自动控制系统采用在圆形料场顶部布置 3 台高精度云台激光扫描仪，对料场设备加装定位系统、超声波系统等传感器，改造现场部分电气系统（监控系统利旧）。通过对料场进行实时三维扫描，得到现场精确煤堆数据，根据定位系统得到设备目前的姿态信息。料场主界面通过三维方式呈现，现场自动开堆、自动堆料、自动取料操作功能都在无人值守软件中完成，保留原来上位机控制系统。

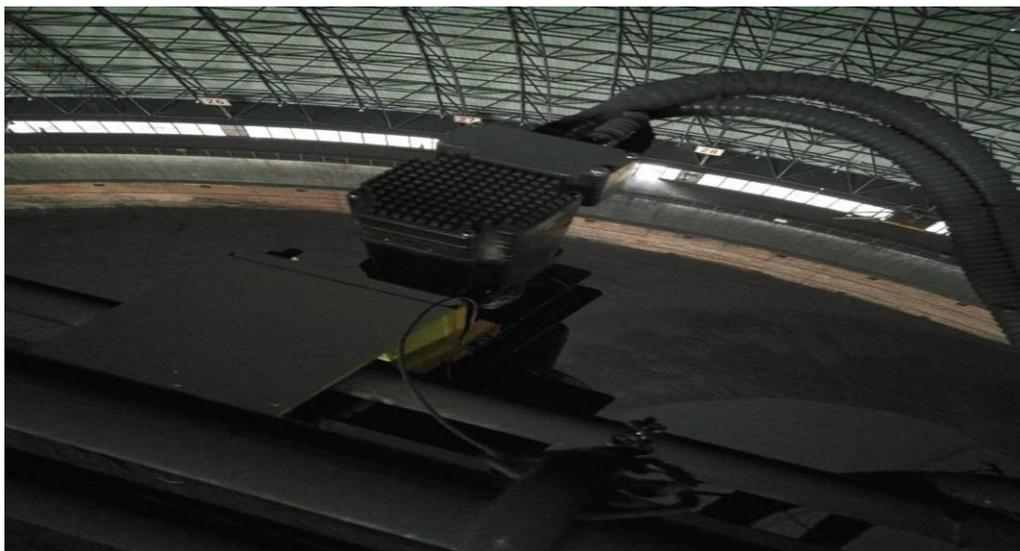


图10 激光扫描仪现场安装图

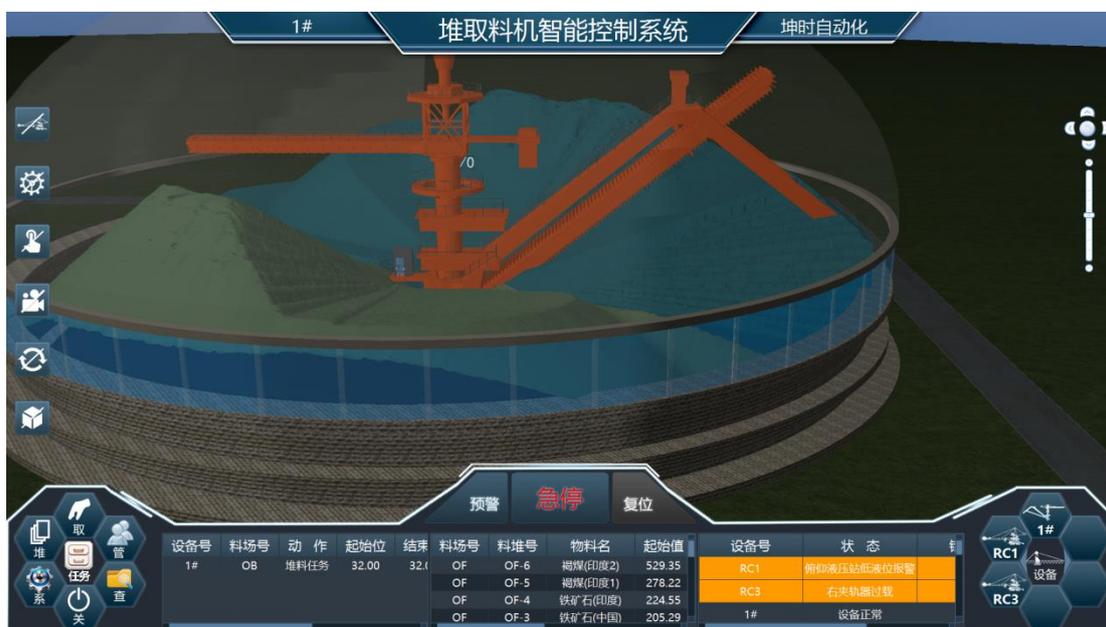


图11 控制主界面



图12 自动控制

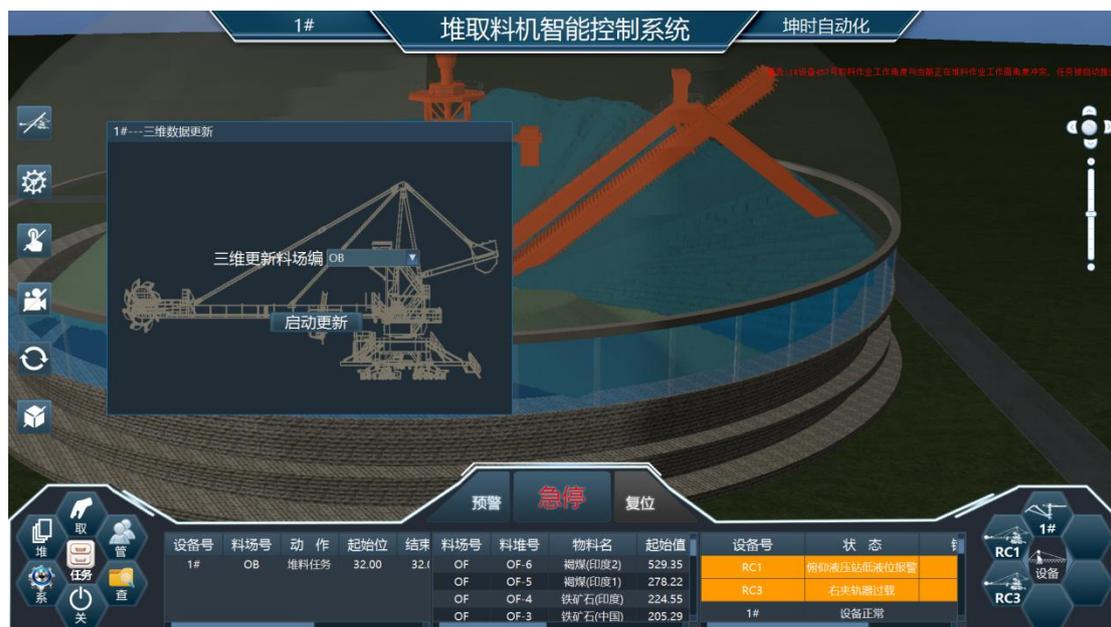


图13 三维更新



图14 设备状态

4. 成套系统供应商

燃料智能化建设刚刚起步，而且智能化管控系统不是简单的系统集成，而是要为电厂建造一个新型的智能化工厂，因此要兼顾理念先进和系统运行的可靠性，当前有能力从事相关系统研发的企业并不多，大部分都是软件厂商或设备厂商随着电力企业燃料管理提升需求逐渐发展起来的。受限于原有业务，传统的设备厂商缺乏全局意识，对管理软件缺乏了解。忽视业务和数据的互联互通；另外一些从事燃料管理信息系统开发和应用厂家关注重点仍是简单的信息管理模式，无法解决配套设备智能化问题。但仍有一些在此方面做的比较突出的厂商，下表是截止到2016年7月底国电集团智能化项目已招标设备实施单位及主要设备制样机的生产厂家的粗略统计情况表：

项目	承包单位	项目数量	年度承包数量		
			2014年	2015年	2016年
EPC 承包项目	开元	13		4	9
	南环	24	9	11	4
	远光	24	7	13	4
全自动制样系统	开元	36	11	12	13
	光明	32	13	12	7

	远光	19	12	4	3
	南环	1			1
	新松	5	5		
	三德	3		2	1

4.1 远光软件

远光软件作为电力行业企业管理软件及服务的主流供应商，远光公司在电力行业企业管理软件领域占有 80% 以上的市场份额。为顺应发电企业燃料智能化业务发展，提前布局“大燃料”业务。2007 年着手开始入厂煤智能控制系统的研发，2010 年签约中国国电集团公司集团燃料管理软件项目，磅房智能控制、采样机智能控制系统在东胜热电厂成功运行，做到了采样等关键环节的无人干扰。2013 年成立燃料事业部，专注燃料智能化管理需求研究及业务拓展，先后成立远光共创、远光智和卓源，收购瑞翔科技，全方位服务发电企业燃料智能化。

在业务咨询、机电设计、燃料管理等领域拥有丰富的经验。率先在燃料生产管理领域引入自动化生产线理念，其自主研发的 CICS 燃料智能管控系统、ICS 燃料运行监控系统、ASM570 自动存样系统、ASM580 自动取样系统等获得多项国家发明专利。提供覆盖从燃料入厂到入炉煤计量、采样、制样、存样、取样、弃样、化验的完整产业链解决方案，能够为大型发电集团从集团-分子公司-电厂的各级燃料管理创建一个“纵向管控、横向贯通”的大数据展示平台，打造了集燃料管理业务、设备运行监控、智能设备于一体的燃料智能管控管理方案，创造性的将燃料管理抽象分解为运输线、样品线、燃煤线和业务流为核心的“三线一流”业务管理体系，是国内第一家在样品线全面提出并实现“人样分离”、“即化即取”、基于 DCS 系统理念的燃料集中管控中心等程序化自动运行无人干预作业的专业公司。有着丰富的实践经验和技术积累。已在国电集团、华能集团、华润集团、国家电投等发电集团企及地方电力下属 200 余家电厂成功实施应用，居国内燃料智能化总承包厂商的领先地位，并树立了燃料智能化等多个标杆案例。



图15 全水在线分析仪现场图

远光软件总部位于珠海，在全国各地设有 38 个分支机构，拥有珠海、武汉、北京三大研发中心，一个博士后科研工作站。公司是国家科技部认定的火炬计划重点高新技术企业，为全国电力行业、近五分之一的中央企业国有资产提供着优质的软件产品和可靠的技术服务。公司专注于电厂燃料智能化建设，建有火力发电厂燃料业务模拟沙盘展厅，模拟展示电厂燃料管理各个环节。通过了 ISO: 9001 国际质量管理体系认证，环境管理体系认证。建有自己的生产车间、制造研发基地、物流团队，保证现场各类设备及时供货。有自己专业的施工团队，业务技能专业化，均经技能培训后上岗，施工作业规范，项目开展高效。所生产的产品经过国家规定的检验检测机构进行检验，保证用户所使用的设备均为成熟、可靠。



图16 公司模拟沙盘及展厅



图17 公司产品制造现场

4.2 南京国电环保科技有限公司

南京国电环保科技有限公司（简称南环院）是国电集团国电科学技术研究院下属的科技企业,为原国电科学技术研究院产业化基地，主要从事环保新技术及产品的开发、生产、应用，主要产品和业务为 HF 系列高频电源和脉冲电源、超低排放监测系统（SO₂、NO_x、颗粒物）、便携式烟气分析仪、氨逃逸在线监测系统、便携式氨逃逸分析仪以及燃料智能化 EPC 项目和湿法除尘 EPC 项目。在燃料智能化领域，最早参与国电集团相关的标准制定及项目 EPC，在国电集团的《关于新建火电项目实施燃料智能化管理系统建设的通知》和《关于进一步规范新建火电项目燃料智能化管理系统建设的通知》两个文件中均明确国电集团下属的电厂进行改造时的技术方案设计由与其一体的国电南京煤炭质量监督检验中心和国电科学技术研究院完成。

燃料智能化相关的采制化自动化、数字化煤场等整体技术方案比较完善，产品方面自主研发的 ZYJ-01 型燃煤全自动制样系统为国电集团公司重点科技项目，符合 GB474-2008、GB/T19494.2-2004 等国家煤炭制样标准。具备自动上料、称重、输送、除铁、破碎、缩分、干燥、制粉、封装标识、废样回收、留样转运等功能，具有功能可定制、舒服适应全水分 $\leq 18\%$ 的烟煤及全水分 $\leq 45\%$ 的褐煤破碎等特点率先开发了水膜除尘系统，结构简单，除尘效率高，且无滤芯，免维护；此外还有桶式封装标识及筛选装置等配套设备。

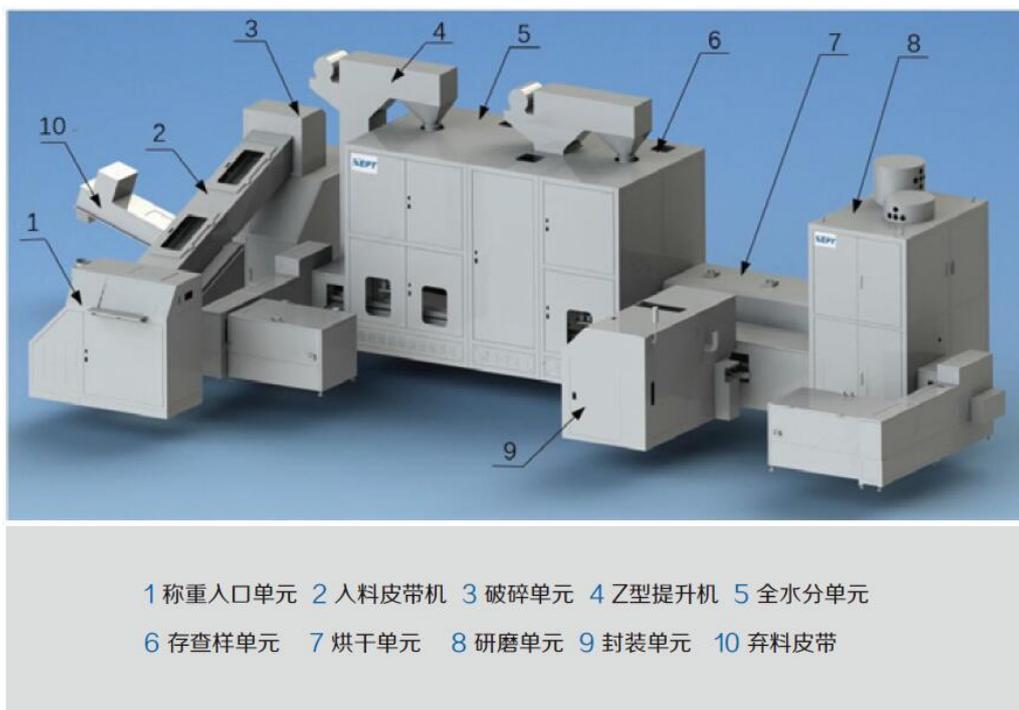


图18 ZYJ-01 型燃煤全自动制样系统

与清华大学、美国 TSI 合作开发的基于“激光诱导击穿光谱（LIBS）技术”的智能(激光)煤质分析系统为国电集团公司重点科技项目，用于煤质的快速分析，目前已经通过鉴定及部分用户使用，能快速、准确地检测煤炭中发热量、灰分、挥发分、热值、水份等多个指标，也可以进行煤质的全元素分析；分析精度、再现性、可重复性等指标已能满足国标法（传统方法）的指标要求。



图19 智能(激光)煤质分析系统现场及实物图

总体来说南环院设备生产能力不强，参与的燃料智能化项目基本都为国电集团下属项目，已完成全国近百家电厂的智能燃煤系统建设方案的设计，承建 40

余个智能燃煤系统 EPC 项目。其主要方式是通过项目方案设计，寻找合适的软件及设备生产厂商，其作为总承包方负责项目实施。



• 谏壁电厂项目现场 •



• 聊城电厂项目现场 •



图20 国电吉林江南热电有限公司现场照片

4.3 长沙开元仪器股份有限公司

长沙开元仪器股份有限公司（简称开元）原先主要从事煤质检测仪器装备的研发、生产和销售，在煤质检测采、制、化仪器装备方面拥有关键技术和自主知识产权，是我国煤质检测领域产业化水平较高、技术水平较先进、产品品种较齐全的专业煤质分析仪器装备制造厂商，作为国内燃料管理智能化建设的开拓者之一，目前产品系列不仅包括煤质化验仪器、机械化采样设备、人工制样设备等，还包括针对“燃料智能化”推出的 DCS+FCS 控制方式的燃料智能管控系统、燃料业务信息、5E-CLIMS 标准化化验室信息系统、数字化煤场管理系统软件和 5E-APS 智能全自动制样系统、在线全水自动测试系统、样瓶智能气送系统、全自动样品存查库系统、样品自动封装等智能装备。开元从为客户提供实验室设备，到帮助

客户量身打造标准化整体实验室及建设专业、高效的燃料管理智能化整体项目，实现了由煤质检测采、制、化设备供应商向燃料管控智能化整体解决方案提供者的战略转型，目前全自动制样、已经配置了几十套燃料管控网络。

产品	数量	用户单位
全自动制样系统	33 台	铜川、怀安、安顺、霍州、衡丰、库车、金堂、土右 2 台、海门港务、阳煤太化 4 台、都匀、襄阳、华电河西电厂、长沙、宝庆、云天化、大连开发区、织金、乐东、汉川、庄河电厂、濮阳电厂、内蒙东华电厂等
燃料管控网络	34 套	国电蓬莱、阜新金山、裕华、土默特、鹿华、福溪、林州、丹东金山、双鸭山、辽源、包头发电、云天化、庄河电厂、濮阳电厂等
实验室管理网络	213 套	北京（2 套）、龙岩、福州、汕头、邯郸、国华定州、石家庄良村、七台河、宜昌、汉川、南京金陵、华能太仓、华能淮阴、国电电科院、南通、日照、白鹤、鲤鱼江、长沙、岳阳、石洞口、上海石油化工、铜陵、六安、东莞理文、白色银海、金赤化工、华能新华、荆州、青山、常熟（2 套）、唐山、盘山、沧东、丹东金山、绥中、盘锦富腾、土默特、乌拉特、费县、济宁、滇东等



图21 华电丹东金山热燃料管控室现场图

其燃料智能化建设的发展路径属于由具体设备向整个系统扩张，因此其燃料

智能化管理系统理念在性能优良、稳定的智能化设备和理念先进、操控便捷的信息集控系统中更偏向前者，认为智能化管控系统不是简单的系统集成，而是要为电厂燃管部门建造一个新型的智能化工厂，改变原有的离散、粗放、不流畅的生产及管理模式。因此不只是理念要先进，更重要的是能运行。开元确保建设的系统是能出产品，能出好产品的智能化工厂。比如其在制样机设计中，每一次皮带转运都是一次将煤样铺开翻转造成水分损失的机会，其制样机设计中在转运系统考虑水分损失最少的结构，通过入料斗直接称重后再提升经给料机匀速给料，样品经破碎缩分直接进入样瓶，快速封装，没有给料皮带和称重仓，最大限度缩短煤样转运路径和停留时间，降低了煤样残留概率和因煤样在皮带上铺开运输造成的水分损失；在破碎机设计中考虑到煤的粘堵最易发生在一级破碎缩分部分，增加频率为 2.5 次/秒的筛板振动专利技术解决；缩分问题占采制样系统产生灰分偏倚的绝大多数比例。缩分前的混合和切割次数足够是关键；此外制样过程干燥的目的是为了使样品尽量接近空气干燥状态，便于样品存储和保证测试结果稳定。

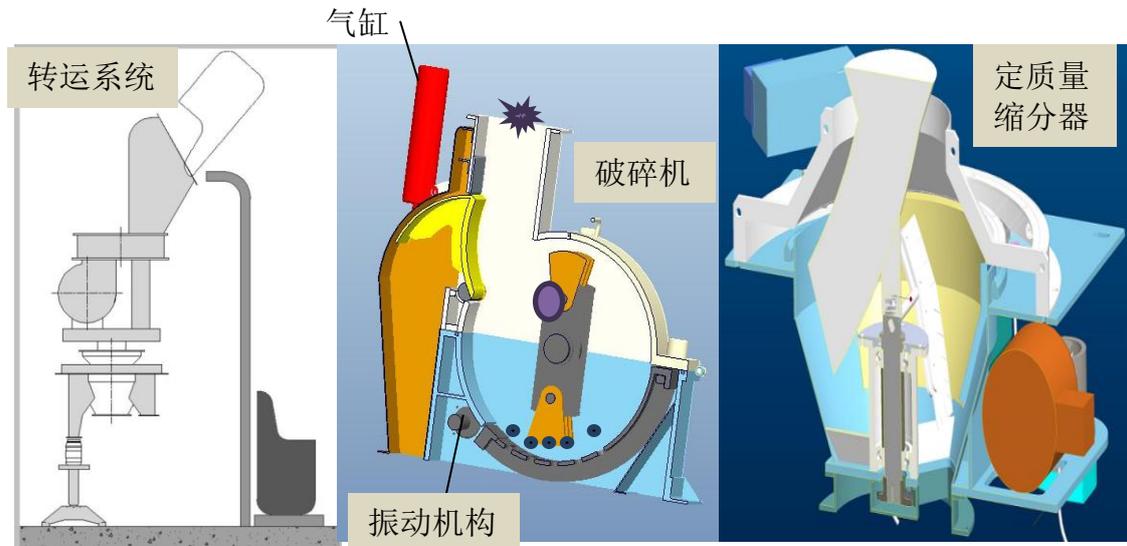


图22 全自动制样系统环节示意图

所以主要区别在于对出现问题时能具有研发纠错处理能力，快速适应环境的变化和发展，服务系统的及时和完善。开元在过程中坚持过程不干预、结果不失真和数据不落地的三不原则，同时开元根据其确立“推动燃料管理智能化产品，引领行业发展”和“夯实常规采制化产品，确保行业第一”的两线并行发展战略，引进德国技术研制“SOLAS 在线元素分析系统”，目前也得到了一定的应用，取

得了一定成果。

4.4 赛摩和博晟

赛摩电气最早主要从事自动衡器和自动采样设备的生产和研发，其连续十年电子皮带秤国内市场占有率、自动采样设备国内保有量第一位，目前是中国乃至亚洲最大的电子皮带秤和采样设备制造商。其生产的三组计量称重技术、三桥物料叠加自校准技术等各种高精度皮带秤及机械采样机智能监测技术得到了很好的应用。同时在将机器人技术应用于煤样分析、全自动制样系统等方面也进行了充分的尝试，其中机器人煤样分析已经通过了初步的成果鉴定。



图23 机器人煤样分析

2016年江苏赛摩集团有限公司全资收购武汉博晟、南京三埃和合肥雄鹰，成功重组为一家从事工厂智能化业务的公司。其中武汉博晟信息科技有限公司原先主要致力于电力信息化产品的研发，计算机信息系统集成应用和网站运营服务。目前已经形成了三条业务主线：燃料智能化系统、发电经营管控系统、发电生产管理系统。其中发电企业燃料智能化系统系列包括燃料自动识别系统、发电企业燃料入厂验收监管系统、发电企业数字化标准化实验室系统、发电企业数字化煤场系统、智能掺配烧优化管理系统、火电企业燃料集中管理系统、发电企业燃料过程与效能监督管理信息系统、发电企业燃料网上采购系统和燃料管理信息系统。其在燃料智能管控的系统化方面研究较深，整体方案比较完整，但是对燃料智能

化的就地设备并没有生产和研发能力,如其成套的华电襄阳电厂燃煤电厂燃料全过程智能管控系统的全自动制样机采用长沙开元的设备,此种方式除了影响系统的一体化程度外,也容易出现系统功能描述很强大但是不容易落地的问题。收购完成后,赛摩和博晟可以在一定程度上实现各自的优劣势互补,在燃料智能化建设中占有一席之地。



图24 华电襄阳电厂燃煤电厂燃料全过程智能管控系统获奖证书

4.5 其他

除了上述几家集成商外,目前在实际工程建设中还存在湖南大唐先一科技有限公司、湖南三德科技股份有限公司、江西光明科技有限公司等公司,另外像湖南先步信息股份有限公司等原先从事输煤程控等工业自动化系统的公司也有向燃料智能化领域扩展业务范围的意向。

湖南大唐先一科技有限公司为大唐集团的子公司,其主要参与的项目都是紧跟大唐集团各公司燃料“三大项目”的建设步伐,其主要完成其中的软件系统及功能模块,与采制化硬件设施及仪表等相关业务集成实现建设方案的功能。

湖南三德科技股份有限公司创始于1993年2月,现主要从事燃煤采样、制样、化验及燃料智能化管控整体解决方案的研发、制造、销售与服务,致力于成为全球一流的分析检测及燃料智能化管控整体决方案供应商。其在煤质分析与检测设备方面具有一定的领先位置,2014年研制成功适用于任何水分含量煤样的

智能制样系统。总体上其同江西光明类似，都是由煤质分析与检测设备制造商扩展系统范围向燃料智能化方向发展，也取得了一定的应用。

湖南先步信息股份有限公司（以下简称先步信息）成立于 2001 年。目前主要从事工业自动化、信息化及智能制造相关产品的研发、制造、销售和技术服务，拥有自主知识产权的专业产品，其自主研发的“SSPCU 及其智能控制成套技术”在输煤程控的现场总线应用方面取得了一定的成果。并成为华能、大唐、华电、中电投、国电、神华、华润集团的自动化控制系统供应商，目前有意向做整个燃料系统的智能一体化管控解决方案，但是还没有实际的方案和设备支持。

5. 其他设备供应商

5.1 杭州坤时

杭州坤时自动化系统有限公司成立于 2013 年，是一家集研发、设计大型三维软件系统（如工业无人化值守控制系统、三维测绘等）、软件后台管理系统（如电厂管理平台、智能料场平台）、移动终端服务软件（如 APP、微信服务后台）、电气控制系统、智能终端设备、电气工程总承包并提供相关技术咨询与培训的企业，公司拥有自主知识产权、12 项软件著作权、3 项软件测评，有较丰富的无人值守系统经验。其研发的散料堆场智能化水平、无人化改造系统在华能江西瑞金电厂沙钢 6 号堆场、神华国华宁海电厂、神华南疆码头等项目中建设了斗轮机无人值守系统中有不同程度的应用。

1. 广州湛江宝钢冶炼厂无人值守项目

该项目位于广州湛江，改造项目，现场为条形料场，一期实现料区内 3 台堆料机，3 台斗轮取料机，4 台斗轮堆取料机的远程控制功能，已投入使用。

现场采用在每台设备大臂前端安装 1 台一体式三维激光扫描仪对现场料堆进行三维扫描。由于料场过长，需要通过斗轮机行走来完成全场料堆扫描。本项目对斗轮机加装定位系统、超声波系统、监控系统。将斗轮机的控制远程接入中控室，在中控室进行远程手动操作。

湛江现场操作主要由操作员根据现场监控，观察料堆现状，再根据设备上传感器信息，采用工控上位机的形式，将原来斗轮机上的操作模式搬到了中控室。现场三维扫描数据供参考用。解脱了现场操作的恶劣环境，在控制上基本没有大

的改变。料场较长，需要通过设备移动来达到全场三维扫描的目的，软件采用通常的工控上位机软件，操作体验一般。

2. 沙钢斗轮机无人值守项目

该项目位于江苏张家港，新建项目，料场为条形料场，设备为斗轮取料机。本期对现场 2 台取料机进行无人值守改造。目前已经基本调试完成，试运行中。

本项目在斗轮取料机大臂前端左右两侧各安装 1 台高精度云台激光扫描仪。由于料场过长，需要斗轮机的移动来完成全场的料堆扫描。在一项工作任务完成后，可对工作区域进行扫描，更新作业面信息，同步到全场料堆数据。同时在大臂前端两侧各安装一套防碰撞高精度云台激光扫描仪，对现场可能发生的设备与设备，设备与煤堆之间进行防碰撞预警。现场采用光纤通讯。此外在斗轮机上加装定位系统、超声波系统，监控系统加装服务器系统及配备无人值守专用软件等。

根据激光扫描仪得到的数据进行精确建模，指导设备作业，根据定位系统得到设备目前的姿态信息，实现斗轮取料机的自动取料功能，同时对现场进行安全策略规划，防止设备发生碰撞，为安全生产提供保障。同时实现对设备的远程手动控制。保留上位机控制系统。



超声波现场安装图

激光防撞现场安装图

条码定位现场装图

图25 部分设备现场图

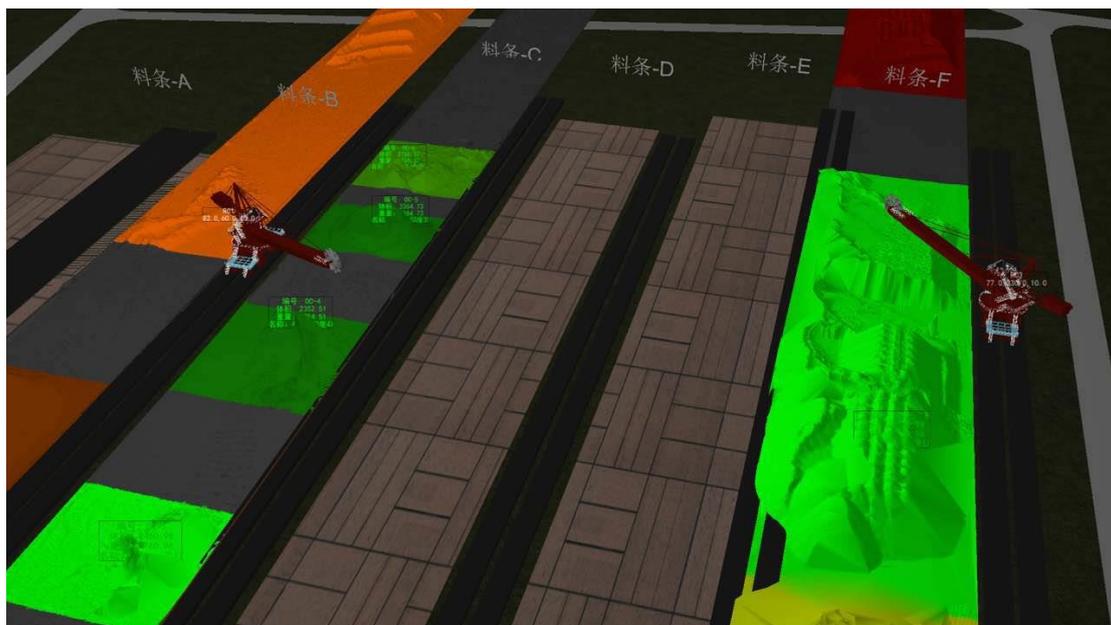


图26 料场中斗轮机位置及状态图

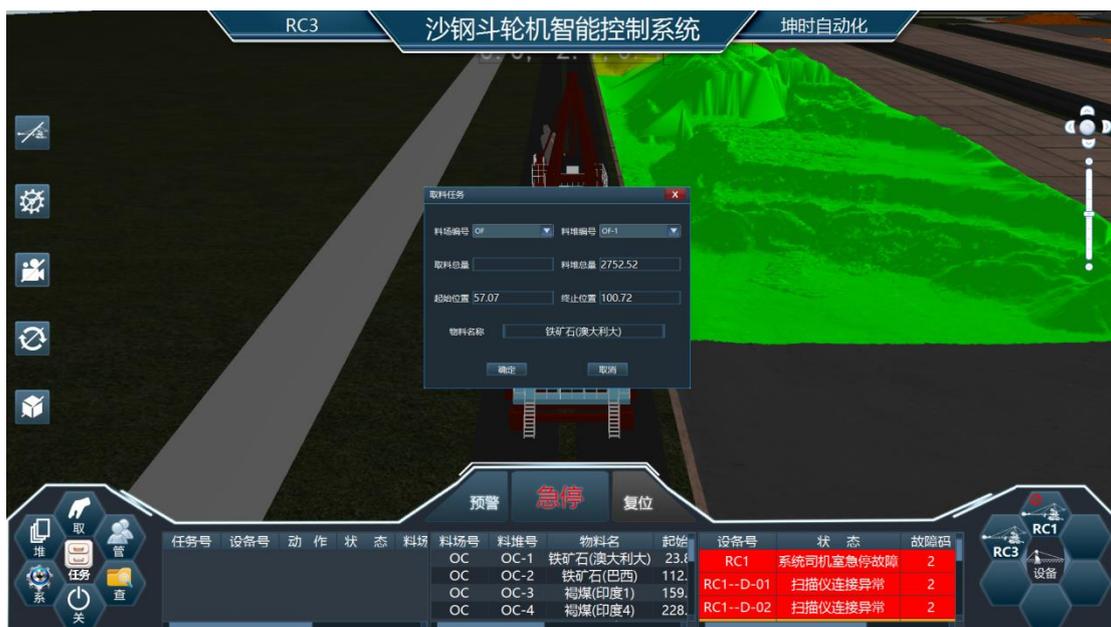


图27 料场中具体斗轮机取料操作图



图28 具体斗轮机手动/半自动控制图

5.2 北京国电新创科技有限公司

北京国电新创科技有限公司会同华北电力大学、北京大学、西安交通大学联合研发在线测定煤质的BG700煤炭成分实时快速测定装置（以下简称BG700）。由日本BGGT科学研究所研发的检测头、检测头原配的控制器和上位机两部分组成。采用次红外线作为检测介质，由数据处理器、高精度计算模块、中央处理单元、综合控制器等组成。



图29 北塘电厂检测头现场安装图

具有以下优点：

- ✓ 无放射性，安全环保。
- ✓ 仅需 50ms 就能准确测定煤炭发热量、水分、灰分、挥发分、含碳量和全硫等六大成分；既能按收到基也能按空干基两种制式测定煤炭成分，且两种制式测定的煤炭成分都是直接测定的，没有经验公式计算值。
- ✓ 采样、制样、化验瞬间在线一次性完成，没有采、制样误差。
- ✓ 设备免维护。整个装置在工作中和煤炭没有任何接触，也没有转动部件。唯一的维护量是设备运行 2 万小时后更换红外线灯泡。
- ✓ 动态精度高。在皮带行进 0.25 米就采一次样，每天采样次数达数十万次，采样方式较人工采样更全面、更真实、更准确；按照“大数据”原理，测定精度也更高。
- ✓ 实时信息显示功能，可逐日生成按实际运行值和时间顺序列出煤炭六大成分实测值的日报表。全厂煤炭数据综合表如下图：

天津国电津能滨海热电有限公司						
煤炭成分实时检测一览表						
成分一览表	空干基高位热值 (Qgr.ad) 单位：MJ/Kg	收到基低位发热量 (Qgr.ad) 单位：MJ/Kg	固有水分 (Mad) 单位：%	空干基灰分 (Aad) 单位：%	空干基挥发分 (Vad) 单位：%	空干基全硫 (St.ad) 单位：%
实时值	22.252	19.501	4.300	25.468	28.531	0.654
当班均值	22.763	20.021	4.453	21.716	28.107	0.683
当日均值	22.763	20.022	4.453	21.716	28.107	0.683
当月均值	22.763	20.022	4.453	21.716	28.107	0.683
上一班均值	22.333	18.665	3.161	23.597	26.715	0.636
上一日均值	22.060	18.796	3.511	22.634	26.839	0.637
上一月均值	21.050	20.188	4.319	22.498	25.675	0.586

图30 北塘电厂全厂煤炭数据综合表

目前 BG700 在天津国电津能滨海热电有限公司试点成功。设置一套 BG700 (3 个检测头) 安装于该厂 8A、8B、8C 输煤皮带上实现无缝隙测定入炉煤成分值。2016 年完成实验室静态调试验收, 2017 年对安装在现场已运行了半年的 BG700 进行了动态误差验收, 最大动态误差 $\leq 1.59\%$ (人工化验值-BG700 实测值)。7 月份进行 4~6 月份三个月实际运行误差验收, 结果是: 发热量-0.07MJ、水分-0.45%、灰分 0.37%、挥发分-0.75%、全硫-0.08%。