发 布

中国电力技术市场协会

20XX—XX—XX实施

20XX—XX—XX发布

火力发电企业智能化水平评价规范

（征求意见稿）

截止2021年10月28日

CET

代替 CET

团体标准

CET

前 言

本标准依据GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规定制订。

本标准由中国电力技术市场协会提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

本标准为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力技术市场协会标准化技术委员会秘书处。

火力发电企业智能化水平评价规范

1. 范围

本标准作为指导火力发电厂智能化程度评估的标准，评估火力发电厂实现智能化基础程度、智能化建设、智能化技术应用效果等方面的实践程度。

本标准适用于燃煤发电厂智能化规划、设计、建设、安装、调试、验收、运行、维护、改造的全寿命周期，作为火力发电企业智能化评价、管理与改进的技术规范。

本标准主要以燃煤机组燃煤发电厂智能化为评估对象，燃气机组可参考本标准开展智能化规划建设工作，仅燃料部分稍有差异。

1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

1. 术语和定义

DL/T 701、DL/T 774 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

* 1. 火力发电企业 **Thermal power enterprise**

指燃烧固体、液体、气体燃料的发电企业。

火力发电企业智能化 Thermal power enterprise intellectualization

火力发电企业在广泛采用现代数字信息处理和通信技术基础上，集成智能的传感与执行、控制和管理等技术，达到更安全、高效、环保运行，与智能电网及需求侧相互协调，与社会资源和环境相互融合的发展过程。

1. 评估内容
   1. 评估覆盖范围

火力发电企业智能化评价涵盖智能管控模式、智能发电技术和一体化支撑平台三大部分。管控模式是智能化企业的基础；发电技术是智能化企业的核心；一体化平台是智能化企业的支撑。共同构成智能发电企业的三个要素。

* 1. 总体架构

火力发电企业智能化总体架构重点内容包括：架构设计理念、技术架构、业务架构、应用架构、数据架构、安全架构、集成架构、基础设施层、平台层、应用层。

管控模式包括：火力发电企业组织机构设置、管理制度、规程标准、应急预案；

发电技术包括：智能设备、智能仪表、检测设备、现场总线、智能终端、机组自启停、主辅控一体化、控制系统优化、连锁保护、智能监控、智能运维、安防联控；

信息化平台包括：技术平台、通讯安防、外界互联；

规划实施包括：规划设计、安装调试、检验评估。

* 1. 评价要点
     1. 管理和经营指标

机构简洁和管理规范是发电企业智能化的基础。健全的发电企业制度体系不仅需要覆盖企业管理和技术的核心内容，并且需要根据实际情况逐渐更新。企业定员标准和单位人均利润指标应该优于同期行业平均水平。先进的管控模式是火力发电企业新技术发挥作用的基础条件，通过和一体化支撑平台相结合，实现少人增效的目标。管控模式需要配合企业战略，为社会创造价值。

* + 1. 节能环保指标

发电新技术的最终目的是提高机组的效率。智能火力发电企业通过控制系统优化、智能设备应用、先进的运行检修手段应用，在生产指标方面应该优于同期行业同类型机组。重点评价指标包括：锅炉效率、汽轮机的热效率、厂用电率和供电煤耗，脱漏脱硝系统的近零排放指标，一切新技术都是为了安全和稳定，并且在节能环保和经营指标中体现智能化的作用。火力发电企业通过粉尘治理、脱硫脱硝脱汞措施的投入，实现火力发电企业污染物排放指标达到燃气机组的排放水平。

控制系统优化、检修运行的技术应用属于技术手段，节能环保指标的实现是智能电站实施效果的标准。智能发电企业一定是生产经营指标先进和环境友好型企业。

* + 1. 支撑平台的性能

火力发电厂的智能化是逐步完善和迭代的过程，建设过程中普遍存在信息化系统纷繁复杂各自为政的局面，造成数据之间无法共享和关联，导致企业有价值的生产经营数据无法发挥最大效益。治理数据孤岛和数据烟囱也是智能化发电企业很重要的一个要点。实现一体化平台支撑，数据和应用能够纵向和横向打通。

1. 评估等级
   1. 等级符号

等级分为为初级、中级、高级三个阶段。

1. （建议采用星级制，例如1-2星，初级；3-4星，中级；5星，高级；对应日后的评估报告、证书、奖牌；评估报告用于整改，证书用于企业或个人扫描，奖牌用于企业悬挂）
2. 火力发电厂智能化评价标准每五年更新一次，评估企业所获得的的评分和评估报告有效期为五年。
   1. 等级划分
      1. 初级阶段

关键技术特征体现为自动化，利用计算机、通信、网络等技术，实现全厂信号的数字化采集、传输和存储，并在此基础上实现全厂范围内的生产过程自动化，同时实现生产数据与管理信息融合利用，并为管理决策提供支持。

火力发电企业智能化处于初级阶段，说明企业在管理、技术领域开始走向智能化。

* + 1. 中级阶段

关键技术特征体现为信息化，充分利用云计算、大数据、物联网、移动互联网等现代信息技术，在信息获取中实现泛在感知与智能融合，在信息使用中实现多系统间信息共享与互动、递进式可视化展示，在运营过程中实现可预测、可控制及全流程优化，实现智能化火力发电企业在“无人干预，少人值守”情况下的安全、经济、环保运营。

火力发电企业智能化处于中级阶段，说明企业在管理、技术领域达到行业平均水平。

* + 1. 高级阶段

关键技术特征体现为自学习、自寻优、自适应，其表象为广泛应用智能化技术，在进行自我寻优与进化的基础上，能够自动根据火力发电企业内、外部环境，设备，燃料，市场等影响因素的变化，优化控制策略、方法、参数和管理模式，实现安全、经济、环保的最优化运营，以及发电企业经济效益与社会效益最大化。

火力发电企业智能化处于初级阶段，说明企业在管理、技术领域处于行业领先水平。

* + 1. 等级与评分对应关系

评分框架分为三部分，基础400分；生产技术450分；运营100分，合计920分。

1. 初级阶段，450分到599分。
2. 中级阶段，600分到799分。
3. 高级阶段，800分到1000分。
4. 多台多类机组按最高考虑
   * 1. 通过用评分原则

当参评企业明显不应该适用某条款，获得该条款满分；

当参评企业对应某条款，指标明显优于该条款，获得该条款满分；

当参评企业对应某条款，应用场景或深度明显优于该条款，获得该条款满分；

当参评企业对应某条款，因应用深度和范围等原因，可获得基准分浮动20%。

当参评企业对应某条款，应具备条款要求但在此条款属空白，获得该条款零分；

当参评企业对应某条款，基本条件满足但应用场景或深度有所欠缺，酌情减20%分数。

2. （规范性）  
   火力发电厂智能化评价评分细则

| 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 | 内容 | 权重分 | 评分标准 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 基础 | 组织架构 | 组织机构 | 1.设有专门的智能电厂规划期、建设期、运行期等的机构与人员。（0-10分） | 10 |  |
| 2.机构应明确主管领导，责任部门、配合部门等，相关部门充分参与。（0-10分） |
| 职责落实 | 职责落实方案应至少包括智能电厂建设目标、机构、步骤、保障措施等支撑建设规划的实施。（0-10分） | 5 |  |
| 规划设计 | 智能电厂建设规划与设计原则 | 1）根据本厂实际情况，开展智能电厂建设规划或可行性研究，方案中应包含智能电厂整体架构设计、建设目标、建设内容、建设计划、资金预算。 | 10 | 1）设计原则充分，10分； |
| 2）整体考虑智能化火力发电企业与智能电网的协调运行；综合考虑建造和运维的经济性和环境友好特性；充分考虑对人身、设备的安全防护；实现各层级功能自治、确保层间信息交互高效、可靠； | 2）每减少一项原则，减2分； |
| 3）实现全厂设备的全寿命周期（设计、制造、建设、运行、检修维护、退役）智能管理；实现全厂一体化设计，消除信息孤岛，并将信息交互、信息处理的需求纳入设计范围； |
| 4）设计资料统采用数字化移交； |
| 设备选型 | 1）应优先选择具有状态自评估、故障自诊断、自愈性、自适应、信息可视化等功能的设备； | 10 | 1）设备选型考虑因素全面，10分； |
| 2）应优先选择具备标准化接口，易于升级扩展的设备；应优先选用提供三维模型的设备； | 2）每减少一项原则，减2分； |
| 建设 | 智慧工地 | 人财物实时管控 | 10 |  |
| 资产迁移 | IT平移与生产期数据资产无缝集成，多方数据交换 | 10 |  |
| 安装调试检验评估 | 安装 | 1）设备与安装过程的图纸、说明书、文档、记录等资料，应采用数字化方式管理； | 10 | 1）设计管理符合本项规范要求，10分 |
| 2）利用智能化管理系统，实现各施工单位之间的统筹协调管理；基于（三维）可视化技术，实现土建工程和设备安装进度等的可视化； | 2）每减少一项，减2分 |
| 3）应实现数字化资料移交，移交的电子文档宜采用通用可编辑的格式； |
| 测试 | 1）实施智能设备的互操作特性测试；实施智能设备的智能控制试验与特性测试；实施网源协调特性评估；实施不同系统间和不同工况下的协同特性测试； | 5 | 1）安装调试符合本项规范，5分 |
| 2）调试记录与报告应采用电子文档； | 2）每减少一项，减2分 |
| 验收 | 1）验收范围应包括网络系统、通信系统、智能设备、智能装置及一体化平台； | 5 | 1）验收环节符合本项规范要求，5分 |
| 2）智能设备及智能装置应具备互操作性和一致性测试报告； | 2）每减少一项，减2分 |
| 3）应检查设备配置和技术文件，确认设计、安装、操作、维护和试验文档的完整性； |
| 4）应详细记录验收过程中的缺陷和问题，满足问题处理和系统完善的要求；验收资料应完备、规范，并以数字化文档通过平台移交； |
| 检验 | 1）应优先采用现场检验，对难以进行现场检验的设备或系统，可采用实验室检验； | 10 | 1）检验测试覆盖核心的智能化项目，10分 |
| 2）对无须进入现场的检验测试项目，可通过远程操作进行检验； | 2）每减少一项，减2分 |
| 后评估 | 1）应在新安装机组并网后1 年以内，机组大修并网后1 年以内，或连续运行5 年后，进行不少于一次的系统性检测评估； | 10 | 1）具有后评估报告，性能指标符合设计规划要求，10分 |
| 2）检验测试应涵盖全部主设备和部分关键辅助设备系统； | 3）后评估项目每减少一项，减2分 |
| 数字化化基础 | 党建 | 全面从严治党、新闻宣传管理、思想政治建设、党的基层组织建设、统战工作、团组织建设、舆情管理、民主管理、工会建设、权益维护与班组建设、工会建设、纪检监察管理等管理； | 5 |  |
| 行政 | 董事会和子分公司管理、法律事务管理、行政管理、后勤管理、会议管理、公文管理、档案管理、保密管理、外事管理、内控风险管理、审计管理等管理； | 5 |  |
| ERP | 基于ERP的人力资源、财务、物资管理（及其仓储、招投标、供应商等管理）；经营（含燃料）等 | 20 |  |
| EAM | 基于EAM的定期工作管理、缺陷管理、设备设施管理、检修管理、运行管理、维护管理、变更管理、专业技术管理、生产燃料管理、大修技改管理、质量管理、科技创新、承包商、信息化管理等 | 20 |  |
| MIS其他 | 安健环管理、职业病管理、作业环境管理、应急管理、风险评估管理、安全监察管理、人员行为管理、消防管理、异常管理、障碍管理、未遂管理等 | 15 |  |
| 网络 | 覆盖厂区的无线网络、采集物联网，符合网络攻防演练。有线网络覆盖厂区范围，企业内网、监控网、物理采集网等应划分清晰逻辑隔离，调度数据网、外网应物理隔离。 | 20 |  |
| 摄像头 | 基本覆盖主要区域 | 15 | 主要区域无明显死角，不符合每点扣2分 |
| SIS | 有SIS，部署了隔离装置。符合等保测评要求。 | 15 | 全部机组符合要求满分 |
| 技术平台 | 平台架构 | 1）支持包括设计、建设、运行、维护、改造、退役等设备全寿命周期文档和资料的数字化保存、移交和使用；支持包括三维可视化等多种信息可视化技术的数据展示； | 25 | 1）符合平台架构整体规范要求，25分 |
| 2）支持大数据存储和处理；采用私有云技术实现计算能力和存储能力的虚拟化，支持基础设施即服务、平台即服务、软件即服务等多种虚拟计算实现方式； | 2）每减少一项，减3分 |
| 3）充分利用可视化模型所特有的空间概念和多维实体造型，将实时生产运行数据与多维模型相关联，辅助电厂生产管理人员直观、便捷地进行设备管理、运行监控、检修模拟、辅助教学等； |
| 4）业务架构、应用架构、数据架构、安全架构、集成架构，清晰并符合技术发展趋势； |
| 5）实现一体化平台基本集成功能，实现单点登录和应用系统集成、数据集成；无信息孤岛和信息烟囱； |
| 数据中心 | 1）智能电站边缘数据中心建设目标就是在机房模块化、绿色智能化，网络、主机、存储虚拟化，数据库集成化、安全统一化、管控智能化基础上，构建安全可靠、智能环保、易管理可扩展的智能电站数据中心； | 15 | 1）具有数据中心硬件和软件功能，15分 |
| 2）具有机房、数据计算、存储、备份、容灾功能； | 2）每减少一项，减5分 |
| 自动报表 | 1）支持跨系统间多源数据整合，实现报表统计、数据可视化、自助式 BI 分析、以及数据填报等功能，帮助用户挖掘数据的潜在价值，为智能电站管理人员制定决策提供数据支撑； | 20 | 1）实现自动报表功能并达到指标要求，20分 |
| 2）具备提供系统管理、报表模板设计、报表查询、报表自定等功能； | 2）每减少一项减5分 |
| 3）展示报表自动生成率100%，数据自动提取率100%，数据自动导入率100%，数据就源输入率100%； |
| 数据平台 | 1）数据子平台实现智能电站各信息系统的数据汇集、系统集成以及各类组件服务，为平台上层应用提供支撑； | 30 | 1）实现数据中台功能架构，30分 |
| 2）具备生产过程和经营管理信息的统计分析、数据挖掘功能； | 2）每减少一项减5分 |
| 3）采用一体化信息管理平台，并具备客户定制及二次开发功能； |
| 4）数据平台具有数据资源共享、数据集成、微服务、数据信息展示挖掘功能； |
| 应用移动 | 1）满足日常移动办公需求，支持公文全流程节点、公务用车智能调度全流程管控等功能。（0-10分） | 15 |  |
| 2）辅助生产系统EAM、ERP等（0-10分） |
| 智能工作台 | 1）智能工作台主要体现根据部门及岗位设置定制不同个性化展现内容，自动推送及提醒工作任务、报警信息、待办事项等内容，及快速定位岗位相关业务系统工作界面的特点； | 25 | 1）实现按岗位定制的智能工作台，25分 |
| 2）实现实现数据集成、界面集成、流程集成、业务集成、消息集成、单点登录等功能； | 2）每减少一项减5分 |
| 通讯安防 | 信息通信 | 1）具备通信异常自愈功能，局部通信系统故障不应导致系统性故障或失效；具备对报文丢失及数据完整性的甄别功能；具备报文解读过程中的防误判、防误动功能； | 15 | 1）符合信息通讯本条规范要求，15分 |
| 2）具备丰富的对外接口，以满足智能化火力发电企业与上级单位、智能电网、设备厂商、客户互动的远景功能规划需要； |
| 3）现场4G、5G专网覆盖，无盲点。 | 2）每减少一项，减2分 |
| 通讯协议 | 1）采用标准通信协议；对通信数据标记准确的时标； | 10 | 1）符合通讯协议规范要求，10分 |
| 2）能够按照实时性要求控制流量，满足生产管理需要；采用完全自描述的方法实现站内信息与模型的交换； | 2）每减少一项减2分 |
| 安全防护 | 1）根据功能差异设置合理的网络区段；具有定期自动备份功能； | 10 | 1）满足安全防护要求，10分 |
| 2）定期测试信息安全防护系统；采用智能信息安全防护设备或系统，实现主动防御功能； | 2）每减少一项，减2分 |
| 外界互联 | 远程技术 | 1）具备远程访问、操作合法性检测功能；具备接收远程运营指导、远程维护、远程试验、远程故障诊断等信息的功能； | 10 | 1）满足远程技术规范要求，10分； |
| 2）支持通过界面交互、功能调用、数据传输等方式进行远程交互；支持通过查询访问、消息推送、数据广播等模式进行数据信息更新；支持多应用并发访问；支持远程维护和测试，在远程试验前具备系统状态自动评估功能； | 2）每减少一项，减2分 |
| 3）具备采用结构化或非结构化数据进行随机访问功能；采用专用设备，通过统一的本地代理来执行远程服务；支持安全、高效的远程实时数据存取；信息传输可采用有线或无线通信方式，应支持视频、音频、数据、资料的实时传输。 |
| 与集团互联 | 1）支持集团实现实时火力发电企业人力、财务、物资、燃料系统状态和变化的监测功能； | 10 | 1）支持集团互联的功能，10分 |
| 2）支持集团实现火力发电企业的供电煤耗、环保达标、涉网服务等运营指标的考核功能； | 2）每减少一项，减2分 |
| 3）支持集团实现基于数据信息的集团生产调度与对标管理； |
| 与电网互联 | 1）具有自动上报厂内主要设备异常或故障等信息的功能； | 5 | 1）满足与电网公司互联的规范要求，5分；两个细则的实现 |
| 2）具有自动接收智能电网调度信息，自动调整生产运行的功能； | 2）每减少一项，减2分 |
| 3）在电网异常时，能够自动调整运行方式； |
| 发电技术 | 现场总线 | 智能设备 | 1）具有测量数字化、控制网络化和状态可视化功能；在满足相关标准要求的前提下，智能组件应具有控制、连锁和保护等集成功能；具备就地综合评估、实时状态预报的功能； | 10 | 1）所用智能设备符合规范要求，10分 |
| 2）具有信息自举功能，支持智能装置接入系统后自主报送相关信息，实现即插即用；支持对自身和/或宿主设备的状态评价、故障诊断和维护建议等功能；具备功能性故障自愈功能； | 2）设备大类或功能智能化每减少一项，减2分 |
| 3）具备数据上传和接受指令并按指令执行的功能； | 3）设备接入率每减少5%，减2分 |
| 现场总线 | 1）具备现场总线系统，采用现场总线技术的控制系统应配置智能设备管理系统，并按工艺系统的功能分配控制器的功能； | 10 |  |
| 2）采用现场总线通信技术的仪表和控制设备数据应包含设备产品信息、参数整定数据和维护信息； |
| 3）重要工艺系统的测控设备宜采用具有冗余总线接口的设备。总线设备信息分析管理；总线设备远程维护； |
| 4）智能设备接入现场总线比例达到60%； |
| 检测设备 | 检测设备 | 1）先进检测设备基于微波、激光、光谱、X光、静电、声波等测量技术，实现对发电过程和运行设备的状态、环境、位置等信息的全方位监测、识别与自适应处理； | 10 | 检测设备安全稳定，起步4分。每增一类加2分，满分为止。 |
| 2）为运行控制优化、设备及系统故障诊断、智能决策等提供支撑数据； | 1）达到检测范围并指标准确，起步4分。每增一类加2分，满分为止。 |
| 参数检测 | 1）燃煤电站典型的先进检测设备包括入炉煤质在线检测、锅炉风粉在线测量、炉内燃烧在线检测（锅炉CT）、锅炉烟气飞灰含碳量测量、脱硝装置氨逃逸浓度在线检测、脱硝出入口烟气组分分布在线检测等炉内燃烧温度场测量； | 10 |  |
| 2）炉内氧量、CO、NOx组分分布测量；煤质检测与煤种识别；煤粉管道风粉浓度测量；机组热效率实时测量；过程参数软测量；设备能效实时测量； |
| 智能终端 | 视频监控 | 1）智能视频监视系统利用计算机视觉与人工智能技术，建立图像事件描述之间的映射关系，分辩、识别关键目标物体，借助计算机的数据处理能力过滤图像中无用的或干扰信息、自动分析、抽取视频源中的非结构化信息，对电厂监控区域实时智能监控； | 10 | 1）具备全厂监控区域实时智能监控功能，10分 |
| 2）视频监控系统与全厂安防实现联动，与一体化平台集成； | 2）每减少一处应用场景，减2分 |
| 机器人/无人机 | 1）作业机器人通过整合图像识别、非接触检测、多传感器融合、导航定位、模式识别、机器人/无人机应用等技术，实现对电厂设备的自主检测或操作； | 15 | 1）具备机器人和无人机应用场景，起步4分 |
| 2）检修和维护工作中，在特定工作场景中尝试应用机器人或无人机操作，包括：在特殊检修作业环境中、特殊环境检测、应急作业机器人或无人机；物流配送管理机器人、无人机；轨道式巡检机器人或固定路线巡检无人机；区域自主管理巡检机器人、无人机； | 2）每增加一项应用场景，加2分 |
| 3）电厂具体应用场景包括日常巡检机器人（如轮式机器人、挂轨式机器人等）、专业检测机器人（如锅炉受热面检查、煤质化验等）、现场操作机器人（如电气开关操作、凝汽器清洗等）； |
| 4）采用AR/VR技术，应用于安全生产环节 |
| 可穿戴设备 | 1）为满足火电机组生产过程中电力生产人员在生产现场与智能化管理系统实现高效、快速交互的目的，可根据现场实际需要选择可穿戴设备，包括智能安全帽、智能巡检眼镜、智能手环、智能手表、智能执法仪、智能耳机、智能胸牌等； | 5 | 1）具有智能可穿戴设备应用场景，起步4分 |
| 2）如采用智能手表等方式快速识别二维码，输入与输出简单现场信息，通过智能头盔实现对现场风险点如高温、高电压、高空悬挂物等风险点的智能识别，同时通过搭载智能摄像头与通讯设备实现与他人的信息沟通，实现现场作业指导； | 2）每增加一项应用场景，加2分 |
| 一键启停（40分） | 负荷区间 | 1）机组自启停控制系统启动控制范围，从凝补水系统启动开始到主要辅机启动完成，且机组至少带 50%负荷为止；条件具备时可延伸至 100%负荷； | 20 | 功能覆盖机组启停，负荷区间延伸至100%负荷，20分 |
| 2）停机控制范围从机组当前负荷开始，终点为汽轮机盘车投入，锅炉风烟系统自动停运为止； |
| 断点设置 | 1）机组自启停控制系统采用断点的形式，每个断点应具有程序执行、中断及恢复功能； | 15 | 1）无断点并实现顺序启停机，15分 |
| 2）按设备的运行情况选择断点内功能组或特殊功能组的执行步序，实现对各设备、系统子功能组的调度工作； | 2）除并网断点，每增加一个断点减2分 |
| 辅控值班点 | 辅控原则 | 1）主辅机一体化以监控网络化、减少值班点。通过机组级和全厂级实时信息全集成；通过视频、机器人、虚拟机器人、车号识别等实现减人增效。 | 10 | 1）减少一个值班点10分， |
| 2）实现机、炉、电、辅等全厂各系统的一体化控制运行，并为控制与监控一体化提供支撑； | 2）每增加一个分控点，减2分 |
| 辅控设置 | 1）分控制点不宜超过三个（水、煤、灰）； | 10 | 1) 机、炉、电、辅等全厂各系统的一体化控制运行（不含大型后期改造增加的如供暖、供气站等）,10分 |
| 优化控制 | AGC响应 | 1）结合锅炉燃烧优化、机组主蒸汽压力设定值优化、燃用煤种在线辨识等方案综合考虑，根据机组 AGC协调控制需要和实际燃用煤种，调整优化锅炉燃烧方式和压力设定目标，并完善相关控制策略来提升锅炉响应速度、保留机组调节余量，更好满足 AGC 控制品质和机组能耗之间的关系； | 10 | 1）基于算法的控制（含外挂方式）得10分 |
| 2）机组变负荷速率可达3%Pe/min； | 2）依据控制性能酌情扣分 |
| 一次调频性能 | 1）结合机组主蒸汽压力设定值优化、凝结水节流调频、给水旁调频综合考虑，根据机组可提供蓄热利用的能力完善相关控制策略来提升机组一次调频能力、降低机组为应对一次调频考核而增加的汽机调门节流损耗； | 10 | 1）基于算法的控制（含外挂方式）得10分 |
| 2）设计锅炉侧对汽机一次调频的支持策略，满足机组持续响应一次调频的需求； |
| 主汽温控制 | 1）通过试验、机理分析和数据分析等方法获取减温水、燃料量、给水量(直流炉)、送风量、汽轮机调门等控制对象的响应特性； | 10 | 1）基于算法的控制（含外挂方式）得10分 |
| 2）根据对象的响应特性，采用神经网络、预测控制、智能前馈等先进控制算法，克服时变、非线性、大迟延、大惯性、强耦合、强扰动的控制难点； |
| 3）增强煤质煤种及磨组合的变化自适应能力，改善机组工况变动时中间点温度波动幅度（直流炉）及汽温左右侧温度偏差，提升大范围快速变负荷时主蒸汽温度的调节品质。 |
| 再热汽温控制 | 1）通过试验、机理分析和数据分析等方法获取烟气调温挡板、减温水、燃料量、燃烧器摆角、给水量(直流炉)、送风量、汽轮机调门等控制对象的响应特性，采用神经网络、预测控制、智能前馈等克服大迟延的先进算法，增强煤质煤种及磨组合的变化自适应能力，减小再热蒸汽温度的稳态和动态控制偏差； | 10 | 1）基于算法的控制（含外挂方式）得10分 |
| 2）在机组安全运行范围内提高再蒸汽温度和减少减温喷水量，提升机组效率； |
| NOx 浓度 | 1）通过试验、机理分析和数据分析等方法获取喷氨量、进出口 NOx浓度、风量、燃料量、机组负荷等控制对象的响应特性； | 10 | 1）基于算法的控制（含外挂方式）得10分 |
| 优化控制 | 2）综合应用NOx 分区测量、入口 NOx 软测量、喷氨格栅均衡控制与总量控制、氨逃逸监测等技术，采用预测控制及智能前馈等先进方法，实现 SCR 口 NOx 浓度优化控制，降低机组排放超标的概率，同时减少氨的过量喷入，降低氨逃逸率。 |
| 降低煤耗 | 1）优化控制系统需要覆盖机炉协调控制、主再热蒸汽温度优化、氧量控制优化、锅炉排烟热损失优化、锅炉效率、汽轮机热效率优化、辅机运行优化； | 20 | 1）具有优化控制系统功能，供电煤耗低于行业同类型标杆机组，15分 |
| 2）供电煤耗低于国内同期同类型机组； | 2）供电煤耗比较值每减少0.2g/kWh，加1分 |
| 3）供电煤耗比较值每增加0.2g/kWh，减1分 |
| 智能排放 | 1）采取算法等智能技术，通过外挂或者内置控制，提高排放品质和效率 | 10 |  |
| 智能监控 | 参数预警 | 1）根据设备或系统运行参数本身的变化趋势，在异常发生的早期或是潜在段，提前发现并发出报警； | 10 | 1）基于大数据算法符合运行参数预警功能，得6分；实现优化监盘报警，减人增效，得10分 |
| 2）保证操作人员有足够的响应时间，便于消除系统运行的潜在隐患。 | 2）每减少一项功能，减1分 |
| 状态监测 | 1）采用机理建模计算、数据分析、物联网等技术，对设备和系统运行状态进行实时计算分析和展示，提高运行监控效率和生产安全性； | 10 | 1）功能覆盖机组状态监测主体功能，10分 |
| 2）支持状态监测信息的自动校准、补偿、滤波等功能；支持状态监测信息的质量描述功能；应支持状态监测信息的断点续传、远方召唤功能；支持状态监测数据名称、量程、单位等描述信息的自举功能； | 2）每减少一项功能，减1分 |
| 3）功能覆盖控制回路品质评估、执行机构性能评估、锅炉受热面评估、SCR 与空预器堵塞程度评估、工质与能量平衡评估、高低压配电监控等； |  |
| 机组性能优化 | 1）以实时生产数据为依据，通过对电厂设备及系统参数进行实时监测、计算与分析，全面、直观反映机组运行状况，明确给出其节能降耗潜力，并提供运行操作指导或者自动进行底层控制回路的闭环调整，达到提高机组效率、降低煤耗的目的； | 10 | 1）功能覆盖机组性能优化主题要求，10分 |
| 2）功能覆盖冷端优化、主蒸汽压力优化、锅炉燃烧优化、吹灰优化、高加端差优化、辅机节能优化等功能； | 2）每减少一项优化功能，减2分 |
| 在线仿真 | 1）动态在线仿真是与真实物理生产过程系统并行运行的 1:1 虚拟镜像系统。实现仿真系统与工艺过程的有机连接和同步运行，获得控制系统与仿真系统的数据共享直接取得工艺过程的运行状态和操作指令，实现模型参数的动态更新，并实时的对当前状态进行仿真计算。应包括虚拟生产控制系统、虚拟过程模型系统、在线仿真应用等几部分； | 5 | 1）具备培训和事故演练核心功能，5分 |
| 2）具备在线仿真功能，系统可共享电厂实时运行数据，进行在线仿真数据采集和分析，实现机组在线诊断、在线分析、性能预测、事故重演等功能，同时支持各种先进控制策略的仿真验证。可进行模型加速计算，预测实际机组未来运行状态，提前对运行人员给予操作指导； | 2）每减少一项功能，减1分 |
| 运行优化 | 1）厂级负荷优化，通过智能化生产管理系统综合全厂各机组及公用系统的生产过程信息、电网 | 15 | 1）具备智能运行优化基本功能，15分 |
| 调度命令等条件，对各台机组自动进行负荷再分配； | 2）每减少一项功能或指标，减2分 |
| 2）在线优化，在满足安全防护要求的前提下，通过厂区内单个生产过程控制系统、信息系统提供的相关信息，对该过程进行状态及性能评估，对主要生产过程和关键辅助过程进行在线优化和/或指导。通过与智能控制层的互操作接口，使优化的运行方式、操作路径与参数取值及时作用于厂区内各生产过程； |
| 3）全局优化分析，通过本地的全局优化分析或远程的第三方优化分析系统，对生产过程数据和电网、环保等外部约束条件进行实时或非实时数据挖掘，综合平衡安全、经济、环保等目标，进行全局性的寻优计算，给出优化的生产过程运行方式、操作路径、参数取值； |
| 4）网源协调互动，通过与智能电网的信息交互，自动优化调整运行方式及控制参数，实现网源协调互动运行； |
| 智能运维（70） | 设备管理 | 1）智能设备管理包括设备编码标识和设备资产全生命周期管理； | 5 | 1）具备设备编码和设备资产全寿命周期管理功能，5分 |
| 2）设备编码标识采用标准的编码规范，利用二维码、RFID 等技术对设备及备件进行标识； | 2）没缺少一项功能，减1分 |
| 3）设备资产全生命周期管理将设计过程中的三维模型、图纸和文档，建设过程中产生的制造、安装和调试文档，以及运营过程中产生的检修台账、资产管理及实时数据在同一平台上集成应用，实现全生命周期的状态预测和管理。 |  |
| 智能巡检 | 1）智能巡检借助图像识别、非接触检测、多传感器融合、导航定位、模式识别、机器人/无人机应用等技术，实现对电厂设备的自主检测； | 10 | 1）实现智能巡检功能并采用智能系统和装备，10分 |
| 2）智能巡检系统借助移动智能终端可包括智能穿戴设备、手持智能终端、无人机、器人等，结合全厂无线通信与三维可视化技术实现巡检过程可视化，巡检路线预设，巡检数据自动记录、上传，与点检及两票管理系统有机结合，提高设备可靠性； | 2）每缺少一项功能，减2分 |
| 3）具备支持点检定修制的巡点检系统基本管理功能； |
| 智能两票 | 1）智能两票管理通过规范两票标准术语，完善逻辑闭锁安全防护功能，使用二维码、RFID 等技术进行人员身份和设备 KKS 码验证，基于无线网络将操作票的各项操作和工作票的安全措施在就地通过移动设备执行，实现两票执行过程的全方位电子监察，有效防止安全措施的误提、误实施、漏操作、误操作，实现作业的本质安全管控； | 10 | 1）具备智能工作票和操作票管理功能，10分 |
| 2）支持移动设备端操作，实现对开票、签发、接收、措施执行、审批、打印、许可开工、终结等流程的全过程管控，并具备综合查询、统计总等综合管理功能；电子虚拟围栏功能，防止走错间隔或走错电子设备间功能；工作票和操作票具有音视频记录和校验功能； | 2）每减少一项功能，减2分 |
| 智能诊断 | 1）智能诊断采用振动监测、超声波分析、红外探测等多种检测手段实现对机组主辅机设备的动态监测，基于深度学习、模式识别和专家系统等构建设备特征模型、建立设备健康状态知识库，实现对工艺系统和大型设备运行状态的故障诊断与预警，提高生产安全性。 | 10 | 1）诊断方法覆盖基于正常工况的设备状态诊断、基于故障样本的设备故障诊断、基于专家系统的故障树推理诊断，功能覆盖转机监测和诊断、设备性能设备性能劣化诊断功能，10分 |
| 2）智能诊断系统应具备故障诊断类型、设备范围扩展功能；应能在故障发生后及时确定故障范围，评估故障影响与可恢复性；应建立故障信息的逻辑和推理模型，实现对故障告警信息的分类和过滤；宜实现对工艺过程的运行状态进行在线实时分析和推理，自动报告异常，并对出现的故障提出处理指导意见；能够在状态监测信息不足或不精确的情况下对故障做出合理的诊断与评估； | 2）每减少一项功能，减2分 |
| 3）实现设备参数预警；报警趋势智能分析管理；主、辅设备构件级可靠性管理；运维检修及设备健康管理信息融合； |
| 4）实现集团云或远程数据平台诊断预警支持；具备专家技术支撑体系平台； |
| 三维可视化 | 1）三维子平台能够为智能电厂生产运行人员搭建智能化、精细化、数据化、移动化的电力数据管理平台，挖掘海量的数据价值； | 10 | 1）具备三维可视化平台，10分 |
| 2）实现智能电站数字孪生建设。将生产智能化与业务数据可视高度集成，为智能电站提供、性能稳定、集成能力强综合展现平台，将真实环境形象逼真的展现在眼前，将生产实际业务无缝融合到平台中，实现企业智能化、精细化管理，帮助电站是实现高效智能运营。 | 2）每减少一项功能，减2分 |
| 3）实现设计、建设的数字化信息移交；生产运行数字化信息滚动融合管理； |
| 4）设备空间信息可视化定位与获取；运行参数可视化组合与表现；抽象结果与性能水平可视化表达； |
| 5）管理流程与进度可视化表达与预测；协同管理信息全局融合与可视化互动； |
| 6）虚拟设备拆解运维检修培训；虚拟操作环境运行操作培训；虚实结合检修作业流程培训； | 3）具备虚拟和增强现实技术在检修培训中的应用，5分 |
| 7）增强现实信息辅助实体设备操作培训； | 4）每减少一项，减1分 |
| 检修维护 | 1）支持状态检修方式；建立设备状态数据信息库，具备提供检修决策建议和检修指导的功能；支持远程维护； | 10 | 1）具备检修和维护工作的智能化规范要求，10分 |
| 2）实现利用语义信息识别、视频图像识别、空间定位与可视化、智能两票与文档管理、智能终端与机器人应用等技术，实现运维检修智能化；具备在线仿真评价功能，通过建立精细化仿真模型，利用机组实际运行数据信息，实现机组设备运行在线安全监控、故障诊断及运行优化指导等功能。检修设备、人员、环境、进度协同管理；检修工作流程、设备信息、操作规范智能辅助；检修工作相关信息可视化辅助；检修操作行为增强现实可视化指导； | 2）每减少一项功能，减2分 |
| 连锁保护 | 1）应跟随热力设备启/停全程自动投入/退出运行；在不同的工况和条件下，自适应选择动作逻辑及定值参数，且具有高度可靠性。 | 5 | 1）机组连锁和保护功能合理并投入率符合规范要求，5分 |
| 2）应提供互操作接口，互操作接口参数应包括过程特性和控制特性参数，接口对象可以是各层级的生产过程控制系统、生产管控系统、其他第三方过程控制优化系统；单个通信网络域中的时标精度应满足连锁保护要求； | 2）每减少一项功能，减1分 |
| 3）机炉电各专业的连锁和保护投入率为100%； |  |
| 安全防护 | 1）具备多工艺系统和多安全防护系统的联动安全防护功能； | 5 | 1）具备设备检修维护的安全防护功能，5分 |
| 2）具备安全条件遭到破坏时的报警功能，自动给出紧急处理建议和事故预案，以降低各项损失； 应具备网络入侵检测能力； | 2）每减少一项功能，减1分 |
| 3）自动评估电子工作票的正确性；具有电子围栏功能，结合定位技术对人员和设备进行智能化防护； |
| 4）自动根据监控视频内容给出安防警告或建议； |
| 5）具备安防事件分析总结功能，能够根据一段时间内本地或类似电厂发生的安防事件统计，分析得到安全事件多发环节或位置，生成安防报告，并给出安防建议； |
| 6） 具备生产安全集中监控指挥功能； 通过泛在感知与智能融合技术，在人员操作设备前自动检查安全条件，确保安全措施严格执行。 |
| 智能安全（20） | 安防消防 | 1）智能安防消防实现安防和消防的集中、智能监控； | 5 | 1）覆盖安防消防基本功能，5分 |
| 2）借助门禁、频、电子围栏等技防手段，对厂区、生产区域的人员出入进行管控，对非设定成员的闯入、火灾报警等异常情况，提供本地和远程的报警提示； | 2）每减少一项功能，减1分 |
| 作业安全 | 1）智能作业安全包括但不限于安全工器具管理、智能五防管理。能安全工器具管理运用电子传感、三维定位、视频监控等技术，实现对安全工器具的日常使用情况监测和全生命周期管理； | 20 | 1）功能覆盖安全工器具管理、五防管理，5分 |
| 2）通过图像分析等技术，实现现场人员安全状况的分析与告警；并通过移动应用进行实时监测。 |
| 2）智能五防综合运用远程管理无源锁具、智能处理等技术实现电气设备机柜门锁便捷的远程授权操作及记录查询，对电气设备操作进行校验，保证操作安全； | 2）每减少一项功能，减1分 |
| 人员安全 | 1）智能人员管理综合采用三维建模、人员定位、电子围栏、生物别、视频分析、门禁动态授权、移动智能终端、大数据分析等先进技术手段，进行“物防、人防、技防”全面智能化升级改造，实现现场人身安全防范、安全预警等功能； | 10 | 1）功能覆盖现场作业人员管理、上岗到位管理、访客与外包人员管理，10分 |
| 2）规范运行和检修作业过程，强化管理人员上岗到位，保障安全生产。主要包括现场作业人员管理、上岗到位管理、访客与外包人员管理等； | 2）每减少一项功能，减2分 |
| 3）生产区域关键人员定位，三维位置连续平滑。 | 20 |  |
| 智能燃料生产 | 综合一体化 | 1）斗轮机等无人值守、轨道衡无人值守、机器人、数字化三维煤场并与在线煤质关联、铁路（轮船、汽车等）实时监测生产情况 | 25 |  |
| 2）集成货运数据、集成大票等非结构数据，集成车辆排队等系统，广泛使用车辆定位、车号识别等， |
| 混配指导 | 1）结合燃料生产、数字化煤场、采制化等系统，依据负荷预测和燃烧计划合理混配 | 20 |  |
| 运营 | 智能燃料管理 | 智能采制化 | 1）智能采制化设备应实现全自动采样、制样，包括采样、打包、喷码、送样、解包、制样、气动传输、封存样、调取存查样等环节的全过程数字化管理，并对煤质实时化验，能够测定煤炭发热量、水分灰分、挥发分、含碳量和全硫等六大成分； | 10 | 1）具备智能采制化功能，起步6分 |
| 2）针对不同煤种煤质、数量自动生成采样、制样方案，自动获取采制数据，为煤场、燃料管理提供数支撑。支持煤样的采制一体化和自动封装，对煤样的信息进行屏蔽。支持化验仪器联网运行、化验过在线监控、自动生成化验报告的功能； | 2）每增加一项应用场景，加2分 |
| 数字化煤场 | 1）支持激光三维测距和连续扫描式盘点功能，具备对各种复杂形状、复杂地形、复杂环境情况下的料堆进行快速准确的盘点测量，激光安全等级要达到一级安全标准； | 20 | 1）具备智能盘煤仪，4分 |
| 2）盘煤仪可采用固定式或者导轨式，实现对煤场存煤的自动盘点； | 2）自动盘点加4分 |
| 燃料大数据 | 1）生产与经营数据数据交换与集成，燃料计划、燃料在途等 |
| 智能经营（30） | 仓储管理 | 1）基于红外视频监控、仓储机械、仓储安全门禁、RFID或二维码、移动终端等物联网技术实现智能仓储管理。（0-20分） | 25 |  |
| 2）借助信息化、大数据、人工智能、移动应用、全生命周期管理等技术和业务管理方法，结合物资计划申报制度和平衡利库技术，实现物资柔性化库存管理，全面降低库存成本，推进物资管理的精细化、智能化； | 1）功能覆盖需求预测和仓储管理，5分 |
| 3）智能仓储分为需求预测、仓储管理两个部分； | 2）每减少一项功能，减1分 |
| 成本控制 | 1）通过成本过程管控，从源头做好生产经营管理，实现降本增效。通过实时利润曲线与目标曲线的比较，找到经营差距； | 10 | 1）功能覆盖成本预测和成本控制，5分 |
| 2）通过实时经营指标的逐层攥取，发现实时生产过程中的问题。智能成本分析包括成本测算和成本控制两个部分； | 2）每减少一项功能，减1分 |
| 成本分析 | 1）智能融合电力营销、煤炭价格、供电煤耗、设备运维、财务和管理成本； | 10 | 1）实现成本分析基本功能，5分 |
| 2）智能融合市场信息分析预测运营成本； | 2）没减少一项功能，减1分 |
| 售电决策 | 1）智能融合成本分析、预测价格的实时报价辅助决策系统； | 10 | 1）实现成本预测和智能售电基本功能，5分 |
| 2）智能分析市场行为、竞争对手、规则变化和博弈的竞价决策辅助策略； | 2）每减少一项功能，减1分 |
| 3）智能售电业务解决方案覆盖电厂和售电公司的中长期交易、现货交易、辅助服务交易等业务，具有客户管理、合同管理、交易管理、结算管理、辅助决策等功能； |
| 经营决策 | 1)经营动态决策支持系统提供及时、有效、定制化的生产经营决策信息和各类财务指标来积极影响企业的盈利水平，为发电企业的各级管理者和决策者动态调整生产经营计划、实现对企业的高效管理提供技术支撑； | 15 | 1）功能覆盖全面。10分 |
| 2)主要功能包括关键绩效指标计算和绩效考核支持、机组可用性评估、发电成本与利润分析、能源消耗分析、安全健康环境分析等； | 2）每减少一项功能减2分 |
| 3)具备电价的自动计算功能，分析不同售电结构收入数据，并通过人工智能算法模型提供合理化的售电结构优化建议的功能； |
| 4)具备电价、成本的综合测算和盈亏平衡点分析预警功能，包括自动测算分析边际电价、资金平衡电价、盈亏平衡电价、目标利润电价、度电变动成本、度电固定成本、度电财务成本、度电完成成本等，提供合理化调整建议； |
| 附加 | 加分项 | 其他智能化应用 |  |  |  |
| 重大影响力 | 1.智能电厂建设在国内外取得重大成果和影响作用，如：成果奖项、示范工程等。 |  |  |

**━━━━━━━━━━━━━━━━━**