

ICS 27.100

F10



国家能源投资集团有限责任公司企业标准

Q/GN 0016—2020

智能火电技术规范

Smart Thermal Power Generation Technical Specification



2020 - 06 - 15 发布

2020 - 08 - 01 实施

国家能源投资集团有限责任公司

发 布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 符号、代号和缩略语.....	3
5 智能火电体系架构.....	3
5.1 智能运行控制系统(ICS).....	3
5.2 智能公共服务系统(ISS).....	4
5.3 网络安全.....	4
6 智能运行控制系统(ICS).....	5
6.1 一般规定.....	5
6.2 智能检测.....	5
6.3 智能控制.....	7
6.4 智能运行监控.....	11
7 智能公共服务系统(ISS).....	14
7.1 一般规定.....	14
7.2 智能安全.....	14
7.3 智能管理.....	18
7.4 智能服务.....	22
8 网络安全.....	26
8.1 一般规定.....	26
8.2 智能运行控制系统(ICS).....	26
8.3 智能公共服务系统(ISS).....	27

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由国电新能源技术研究院有限公司提出并解释。

本标准由国家能源投资集团有限责任公司科技部归口。

本标准起草单位：国电新能源技术研究院有限公司、华北电力大学、国电电力发展股份有限公司、北京国电智深控制技术有限公司、北京华电天仁电力控制有限公司、中国神华能源股份有限公司国华电力分公司（北京国华电力有限责任公司）、神华国能集团有限公司（神华神东电力有限责任公司）。

本标准主要起草人：冯树臣、张文建、杨勤、胡文森、陈保卫、刘吉臻、崔青汝、牛玉广、曾德良、朱传兴、冯健、高彦超、夏明、李庚达、梁志宏、孙瑜、郭峰、梁凌、张东明、祝敬伟、陶志刚、孙同敏、方志宁、赵俊杰、王天堃、张勇、李影平、何鲲、张金营、邢刚、曾小超、马欣欣、胡勇、王昕、刘淼、高满达、谢天、张婷、李亚巍。

本标准首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至国电新能源技术研究院有限公司。

智能火电技术规范

1 范围

本技术规范提出了智能火电厂的概念、体系架构、功能要求、应用原则等要求，适用于智能火电厂的建设。

2 规范性引用文件

本大纲引用下列文件或其中的条款。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

GB/T 30976.1 工业控制系统信息安全

GB/T 30976.2 工业控制系统信息安全

GB/T 33008 工业自动化和控制系统网络安全 可编程序控制器(PLC)

GB/T 33009 工业自动化和控制系统网络安全 集散控制系统(DCS)

GB/T 30976 工业控制系统信息安全

DL/T 1022 火电机组仿真机技术规范

国家发展和改革委员会(2014)第14号令电力监控系统安全防护规定

中国自动化学会发电自动化专业委员会《智能火电厂技术发展纲要》

中国电力企业联合会《火力发电厂智能化技术导则》

国家能源局(2015)36号文发电厂监控系统安全防护方案

国家能源局(2018)72号文关于加强电力行业网络安全工作的指导意见

国家能源集团(2019)401号文火电企业电力监控系统安全防护规范(试行)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能发电 smart power generation

以发电过程的数字化、自动化、信息化、标准化为基础，以管控一体化、大数据、云计算、物联网为平台，集成智能传感与执行、智能控制与优化、智能管理与决策等技术，形成一种具备自学习、自适应、自趋优、自恢复、自组织的智能发电运行控制管理模式，实现更加安全、高效、清洁、低碳、灵活的生产目标。

3.2

智能火电厂 smart thermal power plant

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融合的火力发电厂。

3.3

智能设备 intelligent equipment

生产设备和智能组件的有机结合体,具有测量数字化、控制网络化、状态可视化、功能一体化和信息互动化特征的设备。

3.4

泛在感知 ubiquitous perception

基于信息物理系统(Cyber Physical Systems,CPS)技术,通过先进的传感测量手段及网络通信技术,实现对火电厂生产和管理过程中环境、状态、位置等信息的全方位监测、识别和多维感知,通过对数据进行处理、分析和融合,与业务流程深度集成,为智能控制提供依据。

3.5

自适应 self-adaption

采用智能控制技术,根据环境条件、环保指标、辐照环境状况的变化以及机组自身特性的变化,自动调整控制策略、控制参数或管理方式,以适应机组运行工况,使电厂生产过程长期处于安全、经济和环保运行状态。

3.6

互动化 interactive

通过网络(包括无线网络)技术的发展,为电厂中设备与设备、人与设备、人与人、电站与用户、电站与环境的实时互动提供了基础,增强电站作为自适应系统信息获取、实时反馈和智能控制的能力。通过与智能电网、能源互联网、电力用户等系统信息交互和共享,实时分析和预测电力市场供需状况,合理规划生产和管理过程,使电能产品更好满足用户安全性和快速性要求。

3.7

智能运行控制系统 intelligent control system

以分散控制系统(DCS)为核心,扩展智能变送器和智能执行机构、智能优化算法库、高级值班员工作站、开放应用服务器等资源,实现发电过程的智能检测、智能控制与智能运行监控,为火电厂控制优化与运行优化、状态监测及诊断预警提供可靠的软硬件平台。

3.8

智能公共服务系统 intelligent service system

以大型数据库系统、大数据云平台为基础,整合运行控制系统实时数据资源,机组设计、施工、维修数据资源,全厂人力、财务、设备数据资源,以及电网、集团、市场信息,实现发电企业的智能安全、智能管理与智能服务,为火电厂人员与设备安全、精细化管理及优化决策提供一体化信息服务平台。

3.9

现场总线 field bus

一个数字化、串行、双向传输、多分支结构的通信网络系统,是用于工厂/车间仪表和控制设备的局域网。

3.10

单元机组自启停控制 automatic plant start-up and shut-down

对包括锅炉、汽轮发电机组及相应辅助系统和辅助设备的单元机组,按启停的操作规律实现自动启动和自动停止的控制,通常在整个启停顺序中设置若干个需要有人工确认的断点。

3.11

生产监控系统 production monitoring and control system

是指用于监视和控制发电厂生产过程、基于计算机及网络技术的业务系统及智能设备,以及作为基础支撑的通信及数据网络等,包括火电厂的主控制系统、外围辅助控制系统、电力调度自动化系统、微机继电保护和自动装置、现场总线设备与智能化仪表等控制区实时系统,以及厂级监控信息系统等非控制区生产监控系统。

4 符号、代号和缩略语

下列符号、代号和缩略语适用于本文件。

ICS: 智能运行控制系统(Intelligent Control System)
 ISS: 智能公共服务系统(Intelligent Service System)
 DCS: 分散控制系统(Distributed Control System)
 CPS: 信息物理系统(Cyber Physical Systems)
 KPI: 关键绩效指标(Key Performance Indicator)
 MCS: 模拟量控制系统(Modulating Control System)
 SCS: 顺序控制系统(Sequence Control System)
 FSSS: 锅炉炉膛安全监控系统(Furnace Safety Supervision System)
 DEH: 汽机数字电液控制系统(Digital Electro-hydraulic Control System)
 CFD: 计算流体力学(Computational Fluid Dynamics)
 ETS: 汽轮机紧急跳闸系统(Emergency Trip System)
 BPS: 旁路控制系统(Bypass Control System)
 SOE: 事故顺序记录(Sequence Of Event)
 TDLAS: 可调谐二极管激光吸收光谱(Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy)
 LIBS: 激光诱导击穿光谱(Laser-induced Breakdown Spectroscopy)
 AUS/APS: 机组自启停控制系统(Automatic Unit/Plant Start-up and Shut-down System)
 CCS: 协调控制系统(Coordinated Control System)
 CFB: 循环流化床(Circulating Fluidized Bed)
 AGC: 自动发电控制(Automatic Generation Control)
 AVC: 自动电压控制 (Automatic Voltage Control)
 UWB: 超宽带(Ultra WideBand)
 VR: 虚拟现实技术(Virtual Reality)
 AR: 增强现实技术(Augmented Reality)
 GSD: 总站描述(General Station Description)
 EDD: 电子设备描述(Electric Device Description)
 DD: 设备描述(Device Description)
 DTM: 设备类型管理器(Device Type Manager)
 KKS: 电厂标识系统(Kraftwerk-Kennzeichen System)

5 智能火电体系架构

智能火电体系包括智能运行控制系统(ICS)和智能公共服务系统两部分(ISS)。

5.1 智能运行控制系统(ICS)

5.1.1 智能检测

对发电过程中的状态、环境、位置等信息进行全方位监测、辨识与自适应处理,为控制优化、运行监控、分析诊断和管理决策提供多源数据。主要包括智能检测设备、先进检测技术和现场总线技术等。

5.1.2 智能控制

运用智能控制技术,发展具有模型自学习、工况自适应、故障容错能力的控制策略,满足环境条件、设备条件、燃料状况变化下的控制需求,实现机组全范围、全过程的高性能控制。主要包括机组自启停优化控制、智能优化协调控制、燃烧优化控制和灵活调峰控制等。

5.1.3 智能运行监控

采用多目标寻优等智能算法,对机组及全厂安全、经济、环保指标进行在线计算与偏差分析,实现机组及厂级性能指标的闭环控制;采用大数据分析、机器学习等方法,实现设备及系统的状态监测、故障预警、在线诊断和运行指导。主要包括性能计算与耗差分析、节能减排优化控制、设备状态在线监测与故障诊断等。

5.1.4 对外接口

参与系统 AGC、AVC 调节的发电厂,智能运行控制系统(ICS)应设有与电网调度的接口。

5.2 智能公共服务系统(ISS)

以大型数据库系统、大数据云平台为基础,整合智能运行控制系统(ICS)实时数据资源,机组设计、施工、维修数据资源,全厂人力、财务、设备数据资源,以及电网、集团、市场信息,实现发电企业的智能安全、智能管理与智能服务,为火电厂人员与设备安全、精细化管理及优化决策提供一体化信息平台。

5.2.1 智能安全

通过人员定位、门禁、人脸识别、电子围栏等技术,实现职工、外来人员的全方位安全管控;通过与智能巡检、智能两票等功能联动,实现人员安全与设备操作的主动安全管控。主要包括人员定位技术、电子围栏技术等。

5.2.2 智能管理

通过生产信息与管理信息之间的数据共享与业务联动,追踪所有系统和设备的更新、维护活动及运行状态,构建设备特征模型库和设备健康知识库,形成人、设备、资产之间的协作机制,提高精细化管理水平,实现企业资产优化配置和整体效益的最大化。主要包括设备资产管理、设备健康管理、智能化巡检等。

5.2.3 智能服务

通过大数据云平台、移动互联网、三维可视化等技术,提供移动监视、沉浸式培训、虚拟检修、远程诊断等技术手段,并为发电厂的运行、检修、经营提供决策支持。主要包括远程技术服务、辅助决策支持等。

5.2.4 对外接口

智能公共服务系统应具有丰富的对外接口,以实现电厂与集团公司、监管机构、直供用户及技术服务机构之间的数据通信与信息互动。

5.3 网络安全

按照“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证、综合防护”的原则,实现智能发电运行控制系统、智能发电公共服务系统逻辑隔离、物理隔离和安全防护。根据电力系统生产分区原则,ICS 属于生产控制大区,ISS 属于管理信息大区。

6 智能运行控制系统(ICS)

6.1 一般规定

智能运行控制系统应满足机组安全、经济、环保、灵活运行和自动启停的要求。

在智能发电运行控制系统设计、实施中,应通过技术经济比较和分析,优先采用先进、可靠且相对成熟的技术、设备和系统。

智能运行控制系统应实现机组级和全厂级实时信息全集成,支撑机、炉、电、辅、现场总线控制等各项功能的一体化控制运行,同时提供高度开放的第三方应用开发环境和接口规范,支持对第三方专用控制运行软件包的集成。

智能运行控制系统应根据相关技术成熟情况,将控制优化功能、运行优化功能、设备监测与预警功能等进行融合,实现相关工艺过程和设备控制性能、节能环保性能、设备寿命损耗等的多目标综合优化。

智能运行控制系统应具有数据挖掘、智能计算与分析、信息可视化等的运行支撑环境。

6.2 智能检测

6.2.1 智能检测设备

6.2.1.1 技术描述

智能检测设备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,为上层控制与管理系统提供数据。

6.2.1.2 功能要求

智能检测设备应具有以下功能:

- a) 互联互通能力。遵循标准通信协议,实现与其它智能设备和上层网络之间的数据通信;
- b) 故障自愈和自限能力。对于功能性故障(轻故障)能自我检定并恢复;设备性故障(重故障)能进行自我约束,将故障状态限定在预先定义的安全范围内;
- c) 计算分析能力。可进行一定程度的控制计算和数据分析,如单回路、串级PID等控制计算,分类、回归等数据分析。

6.2.1.3 应用原则

智能变送器用于对测量数据进行处理,包括对测量信号的调理(如滤波、放大等)、显示、自动校正和自动补偿等,并可将本身工作状态进行分析、存储和上传。

智能组件设备由一系列电子装置集合而成,用于扩展宿主设备的测量、控制、监测、保护和通信等功能,传统设备可加装智能组件,构成智能组件设备。

其它先进监测设备,如在线分析仪表、炉内检测设备应具备在线标定功能。

6.2.2 先进检测技术

6.2.2.1 技术描述

基于微波、激光、光谱、静电、声波等先进测量技术,实现发电过程参数的在线检测,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。

6.2.2.2 功能要求

6.2.2.2.1 入炉煤质在线检测

宜选用近红外技术、激光诱导击穿光谱(LIBS)、火焰特征煤种识别技术、软测量技术等,实现入炉煤质在线检测。

6.2.2.2.2 锅炉风粉在线测量

宜选用静电法、微波法、超声波法等实现对磨煤机出口一次风输粉管道中的煤粉流速、浓度与质量流量的在线测量;可采用基于自动抽取式的图像识别等技术实现磨煤机出口煤粉粒度分布(或煤粉细度)的在线测量。

6.2.2.2.3 炉内燃烧在线检测

可选用光学辐射法、声学法进行炉内燃烧温度场测量与重建;可采用可调谐二极管激光吸收光谱(TDLAS)技术实现炉内燃烧断面的温度与组分分布检测;可将上述检测方法与计算流体力学(CFD)数值模拟手段相结合,实现更广范围的炉内燃烧监测与预测。

6.2.2.2.4 锅炉烟气飞灰含碳量测量

宜选用灼烧失重法、微波吸收法、微波谐振法等方法在线测量锅炉烟气飞灰含碳量。

6.2.2.2.5 磨煤机一氧化碳在线测量

宜选用电化学技术和红外技术实现在线测量。

6.2.2.3 应用原则

入炉煤质在线检测、锅炉风粉在线测量、炉内燃烧在线检测、锅炉烟气飞灰含碳量在线测量、磨煤机一氧化碳在线测量等技术宜根据电厂智能化建设需求选择采用。入炉煤质在线检测宜采用无放射源测量技术。

6.2.3 关键参数软测量

6.2.3.1 技术描述

对难以测量或者暂时不能测量的重要变量,选择另外一些容易测量的辅助变量,通过构成某种数学关系来推断或估计,实现发电过程参数的在线监测。

6.2.3.2 功能要求

煤质低位发热量软测量宜根据锅炉总输入热量与锅炉有效吸热量、锅炉各项热损失之间的平衡关系,求解得到煤质低位发热量。

原煤水分软测量宜根据磨煤机输入总热量与带出和消耗总热量的平衡关系,求解得到原煤水分。

烟气含氧量软测量宜根据锅炉氧量、锅炉总热量、锅炉总风量之间的函数关系,实现对锅炉排烟含氧量的软测量。

蒸汽流量软测量宜根据汽轮机某段通流部分输入输出的蒸汽压力和温度关系,构建以弗留格尔公式为基础的蒸汽流量软测量模型,实现对蒸汽流量的计算。

低压缸排汽焓值及干度软测量宜利用汽轮机低压缸各级抽汽、低压缸排汽参数,根据汽轮机机理和热力学相关定律,建立汽轮机低压缸排汽焓软测量模型,实现对低压缸排汽焓值及干度软测量。

循环流化床锅炉即燃炭软测量即燃炭宜通过入炉煤变化、炉内已燃烧炭量与即燃炭(CFB 锅炉燃烧过程中的未燃尽炭量)之间的平衡关系,实现对即燃炭的软测量,通过即燃炭准确计算炉膛当前的发热量。

6.2.3.3 应用原则

煤质低位发热量软测量可与机炉协调控制系统相结合,适应入炉煤质变化,提高机组控制性能。

原煤水分软测量可与制粉控制系统相结合,实现磨煤机出口风粉混合物最佳温度控制。

即燃炭软测量可与机炉协调控制系统相结合,指导 CFB 锅炉风煤配比及给水精准控制,实现 CFB 机组动态过程的优化运行。

其他过程参数软测量可与安全监测、性能分析、控制优化、故障预警及诊断相结合,提高机组监测、分析、控制、诊断的准确性。

6.3 智能控制

6.3.1 机组自启停优化控制

6.3.1.1 技术描述

根据单元机组启停过程中不同阶段的需要对锅炉、汽轮机、发电机、辅机等系统和设备工况进行检测和逻辑判断,并按预定好的程序(带有若干断点)向顺序控制系统各功能组、子功能组、驱动级以及模拟量控制系统(MCS)、汽轮机数字电液控制系统(DEH)等各控制子系统发出启动或停止命令,从而实现单元机组的自动启动或停止。

6.3.1.2 功能要求

单元机组自启停控制(APS)系统完成发电机组的生产过程管理和控制,控制逻辑在设计上将主要采用模块化的设计思想,分层控制结构,分层方法为:最上一层为机组级、以下依次分为功能组级、子功能组级和设备驱动级。

按照机组的启动和停止过程,单元机组自启停控制(APS)的控制逻辑将分为两个主流程:一是自动启动顺序控制流程,二是自动停机顺序控制流程。

单元机组自启停控制(APS)设计宜根据发电机机组的运行特点,在机组自动启停过程中设置适当的断点,以适应发电机组在启停过程中工艺系统和设备运行的要求。

6.3.1.3 应用原则

在项目前期设备招标和设计过程中,应按照单元机组具有 APS 的特点,进行整套单元机组的设计和设备招标。

应依据机组的启动和停运特性,制定机组自启停控制系统的整体框架,确定机组自启停所包括的范围、功能组的划分、启停模式。

在机组控制系统设计时,不应将常规的顺序控制系统进行简单的组合,应增加相关系统的特殊功能组。

APS 接口应与功能组控制(SCS)、机组协调控制(CCS)、锅炉炉膛安全监控系统(FSSS)、汽机控制系统(DEH)、旁路控制(BPS)等有机的结合在一起,完成发电机组的自动启动和停止。

6.3.2 智能优化协调控制

6.3.2.1 技术描述

应满足火电机组生产过程控制性能提升、经济性能改善和安全运行需要,实现机组在不同工况下的快速、深度、稳定调节。采用机理分析、机器学习等多种方法建立工艺过程动态模型,深化工艺过程机理分析与应用,并结合预测控制、自抗扰、自适应等先进控制策略,优化机组主要工艺过程的运行控制性能,提升机组 AGC 和一次调频控制品质。在技术应用中,可根据实际需求与技术成熟度逐步采用但不限于以下技术。

6.3.2.2 功能要求

6.3.2.2.1 机组 AGC 性能优化控制技术

应以提高机组负荷调节速度和调节精度、降低机组动态过程中的主要参数控制偏差为目标,通过机理分析、数据挖掘、智能算法的应用,构建锅炉燃料、送风、给水与汽轮机调节的协调优化控制策略,并可通过汽轮机配汽优化、滑压优化、排挤低压加热器抽汽(如凝结水节流)、排挤高压加热器抽汽(如给水旁路)、其它储能辅助调节等手段,加快机组响应速度、提升机组 AGC 品质、降低 AGC 过程中机组运行能耗。

对有深度调峰需求的机组,应通过稳定燃烧、热电解耦、主要参数安全边界控制、干湿态自动转换、湿态协调控制、低负荷控制回路参数优化等手段,提升机组的调峰深度和低负荷段的调节性能。

6.3.2.2.2 机组一次调频性能优化控制技术

应以提高机组一次调频响应速度和精度,同时兼顾机组运行经济性为目标,确定汽轮机节流裕量,并结合排挤低压加热器抽汽(如凝结水节流)、排挤高压加热器抽汽(如给水旁路)、其它储能辅助调节等手段,提升机组一次调频的快速响应能力;一次调频控制应优先于 AGC 控制,并通过燃料量调节的优化配合保证一次调频的持续性。

6.3.2.2.3 主蒸汽温度优化控制技术

应以减小主蒸汽温度的稳态和动态控制偏差为目标,通过协调燃水比控制与减温喷水控制,提升大范围快速变负荷时主汽温度的调节品质;通过减小汽温偏差,在机组安全运行范围内提高主蒸汽温度,提升机组效率。

6.3.2.2.4 再热蒸汽温度优化控制技术

应以减小再热蒸汽温度的稳态和动态控制偏差、降低减温喷水量为目标,在锅炉燃烧控制的配合下,采用以烟气调温挡板、燃烧器摆角、烟气再循环为主要调节手段、以减温喷水作为最后调节手段的控制策略,结合克服大迟延的先进算法,改善再热蒸汽温度的调节品质,在机组安全运行范围内提高再热蒸汽温度和减少减温喷水量,提升机组效率。

6.3.2.2.5 吹灰优化控制技术

应以传热效率、蒸汽消耗、管壁磨损综合最优为目标,建立锅炉辐射受热面、对流受热面及空气预热器受热面污染监测模型,确定炉内各受热面的实际传热状态,结合不同负荷下炉内受热面的理想传热状态,通过安全性、经济性分析权衡吹灰带来的收益和支出,确定当前工况下锅炉各受热面的吹灰方案,给出运行人员操作指导,或自动启动相应的吹灰程控系统。

6.3.2.2.6 制粉系统优化控制技术

应以提高磨煤机风量和出口风温调节的稳定性为目标,采用多变量解耦控制、预测控制等技术,结合入炉煤水分软测量,使风量控制响应快速、平稳,使出口温度控制能克服大迟延和入炉煤水分扰动的

影响。

6.3.2.3 应用原则

应结合电厂实际需求，在优化软件效果明确的前提下，经技术经济比较分析后采用，并在项目实施后进行优化效果评估。

6.3.3 多目标燃烧优化

6.3.3.1 技术描述

应用先进的测量技术实现入炉煤质、风粉参数、烟气组分、温度场等燃烧状态在线检测；采用计算流体力学 CFD 数值模拟等手段重现炉内燃烧过程，指导锅炉最优燃烧方式的确定及燃烧系统设备的改造；基于历史运行数据和热力试验数据，应用神经网络等智能算法建立锅炉燃烧模型，采用遗传算法、粒子群算法等多目标优化算法实现锅炉最优燃烧参数的寻优。采用智能控制算法实现锅炉在不同负荷及煤质下的最优燃烧控制。

6.3.3.2 功能要求

应以锅炉效率最优为目标，同时兼顾主/再热蒸汽温度、锅炉积灰结焦和污染物(主要为氮氧化物 NO_x)排放。

宜将配煤掺烧和燃烧优化紧密结合，在满足负荷要求下，合理调控磨煤机投运组合及配煤方案，根据煤质情况在线优化和调控煤粉细度、一次风煤比及输粉参数、二次风配风方式等，保证燃烧器出口风煤比的均衡性，实现风煤比精细控制，达到炉内温度场、动力场和烟气分布的均匀，锅炉安全、经济、环保性能处于最佳区间。

燃烧优化系统宜通过在线和历史数据的学习，实现优化模型和控制模式的不断更新和提升，适应外部运行条件和设备的变化。

6.3.3.3 应用原则

在技术应用中，宜根据各项支撑技术的成熟度和优化目标，进行燃烧优化系统的总体设计，逐步实施燃烧优化。

具体应用中，应结合电厂实际需求，在优化软件效果明确的前提下，经技术经济比较分析后采用，并在项目实施后进行优化效果评估。

6.3.4 现场总线控制

6.3.4.1 技术描述

现场总线是一种数字式、串行、双向、多点的数据总线，用于工业控制和仪表设备如(但不限于)传感器、执行机构与控制器之间的数据通信，是现场通信网络与控制系统的集成。

6.3.4.2 功能要求

6.3.4.2.1 应用范围

应根据现场总线技术发展水平，结合工程应用经验，确定现场总线的应用范围，达到保证机组安全、稳定运行的目标。对于可靠性要求较高的控制和保护子系统，以及对于实时性要求较高的控制回路，暂不推荐应用现场总线。

6.3.4.2.2 现场总线控制系统

采用现场总线技术的控制系统应具备在现场仪表和设备链接 PROFIBUS、Foundation Fieldbus 设备及装置的功能。

采用现场总线技术的控制系统应按工艺系统的功能分配控制器的功能。

采用现场总线技术的控制系统应配置智能设备管理系统。

6.3.4.2.3 现场总线仪表设备

采用现场总线通信技术的仪表和控制设备，宜采用具有 PROFIBUS DP-V1 及以上通信协议接口的设备，或采用 PROFIBUS PA/Foundation Fieldbus 通信协议接口的设备。应支持 GSD、EDD/DD 或 DTM 规范的文件或软件。

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、参数整定数据及维护信息。重要工艺系统的被控设备宜采用具有冗余总线接口的设备。

6.3.4.3 应用原则

现场总线技术应用的主要原则如下：

影响机组安全运行的主机和主要辅机的保护不纳入现场总线，如：锅炉安全监控系统(FSSS)、汽机数字电液控制系统(DEH)、汽轮机紧急跳闸系统(ETS)、旁路控制系统(BPS)(当具有保护或安全功能时)、事故顺序记录(SOE)。

用于联锁保护的开关型气动阀门、电磁阀，可不纳入现场总线。

开关量仪表，如压力开关、液位开关、温度开关等，可不纳入现场总线。

6.3.5 智能报警

6.3.5.1 技术描述

智能报警系统综合应用数据分析、专家系统、机器学习等现代智能方法，大幅减少干扰报警的出现，缩短报警根源的判断时间，对潜在的问题和危险及时发出故障预警，提高机组的监控品质。

6.3.5.2 功能要求

6.3.5.2.1 滋扰报警抑制

滋扰报警是指报警数据中的冗余和虚假信息。可采用滤波、延迟、死区、多变量联合判断等措施进行滋扰报警抑制，提取重要报警信息。同时宜采用统计分析方法对系统报警项进行分析和持续改进。

6.3.5.2.2 故障预警

采用机理建模与数据分析相结合的方法，通过挖掘历史数据信息，得出工艺系统的运行特征及合理状态，基于实时数据对当前运行状态进行识别，发现异常并预警。

6.3.5.2.3 报警根源分析

根据专业知识和运行经验建立故障知识库，报警发生后据此进行快速自动推理，给出报警产生的根源及发展演变过程，缩短故障根源判断时间，提高故障根源判断准确性。

6.3.5.3 应用原则

电厂可根据需求选用智能报警优化功能，并通过技术规范书的形式，明确优化目标。

6.3.6 智能制水控制

6.3.6.1 技术描述

通过对化学制水各子系统设备进行检测和逻辑判断，并按预定好的程序向各功能组、子功能组、驱动级发出启动或停止命令，从而实现化学制水系统的按需启停。

6.3.6.2 功能要求

该系统能完成生产过程化学制水的智能管理和控制，控制逻辑在设计上将主要采用系统化的思想，将各系统按照水箱为界进行划分，以各水箱液位作为系统启停逻辑条件，实现化学制水智能启停。

6.3.6.3 应用原则

在项目前期设备招标和设计过程中，应按照具有智能制水系统的特点，进行制水系统的设计和招标。

应依据智能制水特性，制定化学智能制水整体框架，确定智能制水所包括的范围、功能组的划分、自启停模式。

6.4 智能运行监控

6.4.1 全厂负荷优化分配

6.4.1.1 技术描述

全厂负荷优化分配系统依据电厂内所有机组的供电煤耗特性和各台机组的运行工况，以全厂运行机组供电煤耗量最少、排放量最小为目标，对中调负荷指令进行经济计算，并将经济负荷指令进行机组间的负荷优化分配。

6.4.1.2 功能要求

在接受电网调度下发的全厂各机组总负荷指令或计划负荷曲线后，全厂负荷分配系统应根据各台机组的煤耗率、脱硫效率、负荷响应速率、调节余量和上网电价等，自动合理地进行全厂机组最优化负荷分配，从而实现节能调度及负荷经济分配。

接收省调实时发送的全厂负荷指令，在满足负荷响应快速性要求的同时实现机组间负荷的经济最优分配。

在中调实时指令未及时送达时，系统根据已经接收到的中调负荷调度计划，在满足负荷响应快速性要求的同时实现机组间负荷的经济最优分配。

系统能根据各机组在多个负荷点的煤耗值，自动拟合出各机组煤耗特性曲线，根据煤耗曲线实现机组最优经济负荷分配。

在充分优化机组供电煤耗的同时，充分考虑机组效率、热耗率、频率响应和其他损失，在保证机组安全运行的前提下，降低机组负荷调节频率，提高机组稳定性。

能根据机组辅机状态自动设定负荷上下限，并具有避免长期停留在临界负荷附近的能力。

设定负荷调节不灵敏区，避免机组的频繁调节。

可实现负荷分配的厂级和机组级的手/自动无扰切换。

6.4.1.3 应用原则

当电网调度允许发电厂实行厂级 AGC 控制时，宜采用全厂负荷优化分配技术，协调控制全厂各机组的发电量。

6.4.2 性能计算与耗差分析

6.4.2.1 技术描述

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,使运行人员在这些结果的支持与指导下进行合理调整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。

6.4.2.2 功能要求

智能火电机组应具有在线机组性能计算及分析和在线机组性能诊断功能。

性能计算及分析应包括机组级和厂级两个层面,建立机组热力设备及系统的性能数学模型,在线实时、准确地计算、分析、评价发电厂技术经济指标和设备的性能指标,实现对机组全方位的性能在线监测。

在线机组性能诊断(耗差分析):应通过对影响机组安全性、经济性的关键性指标进行偏差在线计算,定量给出参数偏差对基准煤耗的影响,并给出消除偏差的指导建议或系统自动进行耗差消差。

6.4.2.3 应用原则

电厂可根据需求选用性能计算与耗差分析优化功能,并通过技术规范书的形式,明确优化目标。

6.4.3 节能减排运行优化

6.4.3.1 技术描述

火电机组节能减排优化控制应用大数据分析技术、性能指标在线分析技术和多目标优化技术等,对机组运行工况与方式进行寻优指导或闭环设定,提升机组的节能减排能力。

6.4.3.2 功能要求

6.4.3.2.1 智能喷氨优化控制技术

应以机组 NO_x 浓度达标排放为目标,通过减小脱硝设备出口控制偏差使机组排放符合标准,同时应减少氨的过量喷入,降低氨逃逸率。

可综合应用 NO_x 浓度分区测量、脱硝设备入口 NO_x 浓度软测量、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,实现基于喷氨控制的脱硝设备出口 NO_x 浓度优化控制。宜结合锅炉燃烧优化控制,降低脱硝设备入口 NO_x 浓度,进一步提升脱硝设备出口 NO_x 浓度控制效果。

6.4.3.2.2 智能冷端优化控制技术

a) 湿冷机组冷端优化控制应以汽机真空变化带来的机组功率增量与循泵系统运行方式改变带来的功耗增量的综合收益最大为目标,在机组负荷与环境条件变化工况下,对循环水泵耗功与汽轮机功率增量收益进行平衡计算,确定汽轮机真空最优值,确定单、双速循环水泵的最优运行方式,给出变频循环水泵的最优运行转速,提高机组运行经济性;

b) 空冷机组冷端优化控制应以汽机真空变化带来的机组功率增量与空冷风机群运行方式改变带来的功耗增量的综合收益最大为目标,在机组负荷与环境条件变化工况下,对空冷风机耗功与汽轮机功率增量收益进行平衡计算,确定汽轮机真空最优值,给出变频空冷风机的最优运行转速,提高机组运行经济性。空冷机组的冷端优化还应考虑冷却管束在冬季的防冻问题。

6.4.3.2.3 智能主蒸汽压力优化控制技术

应以减小机组稳态运行时汽轮机主蒸汽调节阀的节流压损为目标，同时应兼顾机组正常控制调节（包括 AGC 控制、一次调频控制等）性能。通过对汽轮机前主蒸汽压力设定值进行真空与供热量修正，或采取其他负荷激励手段和蓄热利用措施补充调门控制余量，减小汽轮机进汽节流损失，达到提升机组效率的目的。

6.4.3.2.4 重要辅机节能优化控制技术

对于由大型辅机变频调速或动叶调节与阀门或挡板节流调节组成上下游执行机构的工艺系统，在技术条件许可情况下，控制系统设计应以满足介质流量出力为边界条件，减小系统节流损失，降低大型辅机运行电耗为目标，同时应兼顾机组调节控制性能和特殊工况下机组安全稳定控制能力。在边界条件允许和受控范围内，通过全开调节阀门或挡板，依靠上游辅机速度或动叶调节来满足系统出力需求。必要时，控制系统应能切换到采用阀门或挡板节流调节的常规控制方式。

6.4.3.2.5 智能供热优化技术

多机组供热时，通过智能供热系统进行全厂快速配汽，提高供热快速平衡和响应能力。根据各台机组经济指标和机组运行状况，通过建立机组经济性指标模型和引用 DCS 海量数据计算，运用智能化技术在机组一次调频和 AGC 能力保持不变的基础上进行智能热负荷调度，达到供热效率最大化；根据外部热负荷情况，智能选择全厂热网合适供热蒸汽压力和温度，实现供热节能目标。

6.4.3.3 应用原则

应结合电厂的实际条件和实际需求，确定实施的优化项目，并在实施后进行优化效果评估。

对于需要采购的优化软件，应在优化软件效果明确的前提下，经技术经济比较分析后采用；对于不需要单独采购软件，可以在控制系统中实现的优化功能，宜在技术规范书中规定，明确优化目标。

6.4.4 状态监测及故障诊断

6.4.4.1 技术描述

基于深度学习、模式识别和专家系统等数据分析处理与状态监测的最新技术，实现对工艺系统和大型设备运行状态在线监测及故障诊断，提高监控效率和生产安全性。

6.4.4.2 功能要求

6.4.4.2.1 状态监测

应利用设备的泛在感知信息，包括工艺过程参数、设备运行参数，以及振动、红外、油液等检测信息，采用机理建模、数据分析和智能视频等技术，实时识别工艺系统及设备运行状态，并对其进行全方位在线监测及可视化展示。

6.4.4.2.2 故障诊断

应对工艺系统和设备的故障特征进行归纳总结，根据故障案例及专家经验建立故障诊断知识库，采用专家系统等方法进行自动推理，实现工艺系统和设备的故障或劣化状态的快速识别和定位，并进一步给出故障产生根源。

6.4.4.3 应用原则

电厂可根据需求应用状态监测和故障诊断等功能，并通过技术规范书的形式，明确应用目标。

6.4.5 燃料智能管理

6.4.5.1 技术描述

燃料智能管理涵盖从燃料入厂到煤粉入炉的全过程，实现对煤质、煤量、煤价的全流程监控，有效支撑生产安全和经营决策，提高可靠性，降低成本。

6.4.5.2 功能要求

6.4.5.2.1 智能采、制、化、输、存

可采用射频、红外和超声波定位、图像识别等相关技术，实现对燃料调度、入厂、采样、监卸各环节实时有效管理。实现各环节的自动执行，自动记录。规避人为因素，有效提高燃料入厂的智能化水平，同时保证数据的可追溯性。

6.4.5.2.2 智能煤场

智能煤场应提高煤场数据的准确性、实时性，实现精细可视化管理，全面监控出入电厂、库存煤，包括卸煤、燃煤进(净)耗存、斗轮机的全面监控。

6.4.5.2.3 配煤掺烧管理

配煤掺烧管理应以燃料配煤掺烧精确计算、精益实施、精细管理为目标，根据性能计算与耗差分析的反馈数据，系统自动进行优化配比闭环计算，形成以机组性能分析为基础的优化配煤掺烧方案，如煤场配煤(叶轮给煤机配煤)或者煤仓配煤(分磨掺烧)及其比例，并以数据可视化方式展示优化配煤结果。

6.4.5.3 应用原则

电厂可根据需求情况选用燃料智能采、制、化、输、存，智能煤场，配煤掺烧管理系统的不同功能。岸电装置应配有清晰、耐久的铭牌。铭牌主要技术参数应有额定容量、输出电压等级、输出电压频率等。

7 智能公共服务系统(ISS)

7.1 一般规定

建设智能电厂的智能公共服务系统(ISS)的目的，是利用数字化移交、智能设备数据等丰富的电厂数据信息，通过云计算、大数据、专家系统等多种技术手段，提高电厂信息系统的智能化水平，通过优化管理软件对设备的运行状态进行监测和预警，对设备进行故障诊断和预测性维护，可以有效地控制发电生产成本。在各管理系统的基础上，建设企业的决策支持系统，从而提高效率、降低能耗、使发电企业的效益最大化。

建设智能电厂的智能公共服务系统(ISS)，应根据项目的预期目标、应用功能、投资预算等情况，在相应的技术经济比较后选用。

7.2 智能安全

7.2.1 精确定位

7.2.1.1 技术描述

精确定位技术是一种对特定物体进行甄别，并对其所处的三维空间位置信息、运动轨迹信息进行判别、记录的技术，精确定位一般要求定位精度达到厘米级，目前符合该定位精度的技术有 UWB 技术等。基于精确定位技术研发的软硬件一体化系统称为定位系统或人员定位系统，定位系统结合电厂其他系统可以实现轨迹追踪、区域报警、摄像头联动等。

7.2.1.2 可应用场景

精确定位技术可应用于电厂以下工作场景：

- a) 人员及移动设备管理。定位系统能够对人员、移动设备进行识别记录，实时识别和监控厂区人员分布，划定活动区域；
- b) 巡检任务实时记录。基于定位系统，制定巡检计划、规划巡检路径，设置巡检任务，对巡检任务进行追溯等，实现巡检工作的精细化管理；
- c) 人员异常状态监控及主动报警。基于定位标签可实时记录、分析人员的移动轨迹，定位标签超速移动、快速跌落或长时间静止等异常情况，监控系统后台可触发报警，也可由人员主动触发定位标签报警按钮，实现远程报警；
- d) 灾难事故人员搜救。发生局部、轻度灾害或事故，定位基站与定位管理系统未受影响的情况，可在定位管理系统中快速定位人员标签的实时位置，实施快速救援；重度灾害或事故，定位基站与定位管理系统均失效的情况，可通过部署应急基站与定位管理系统的方式，重新定位人员标签位；
- e) 特定区域电子围栏。检修改造期间，起吊区域、孔洞区域等事故多发点可利用 UWB 定位系统的电子围栏功能，可对危险区域进行快速设置、区隔，同时对接近或进入危险区域的人员发出本地提示和远程提示。

7.2.1.3 应用原则

实际应用中，应首先明确需求和目标，然后确定具体应用场景和范围，并进行相应的技术经济比较和分析。

在项目实施过程中，应根据技术经济分析的结果，将确定的技术指标、技术功能和实施范围在系统的技术规范书中明确。

7.2.2 智能五防

7.2.2.1 技术描述

智能五防宜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。

7.2.2.2 功能要求

应实现电气设备机柜门锁远程授权操作及记录查询功能。

智能锁及智能钥匙系统应与后台操作票管理系统关联，保证操作步骤的正确执行。

宜采用自动推理形式操作票(包括一次和二次设备的操作)，保证操作票符合五防要求。

可修改操作票，防止空操作。

应具备灵活方便地控制钥匙设置多级管理权限功能。

可对所有的一次设备进行五防闭锁。

7.2.2.3 应用原则

实际应用中，应首先明确需求和目标，然后确定具体应用功能和范围，并进行相应的技术经济比较和分析。

在项目实施过程中，应根据技术经济分析的结果，将确定的技术指标、技术功能和实施范围在系统的技术规范书中明确。

7.2.3 智能视频

7.2.3.1 技术描述

智能视频监视系统利用计算机视觉与人工智能技术，建立图像与事件描述之间的映射关系，分辨、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、抽取视频源中的关键有用信息，对电厂监控区域实时智能监控。

7.2.3.2 功能要求

应采用智能分析技术，可通过行为分析和智能跟踪实现安全防范监控；应能对穿越警戒面、区域入侵、进入区域、离开区域等多种行为进行识别和触发报警。

应支持基于智能侦测事件的快速检索；支持基于区域入侵、越界侦测的录像后检索，可在回放中自定义智能规则快速检索。

人员全厂跟踪应能通过多摄像头的联动，记录人员的行动轨迹。

可在无线网络环境下将视频监控与图像分析系统与智能巡检系统实施信息关联。

7.2.3.3 应用原则

实际应用中，应首先明确需求和目标，然后确定具体应用场景和范围，并进行相应的技术经济比较和分析。

在项目实施过程中，应根据技术经济分析的结果，将确定的技术指标、技术功能和实施范围在系统的技术规范书中明确。

对于新建项目，智能视频监视系统应与常规安防管理系统合并设置，并与安全预警与管控系统的其他功能模块统一规划和设计。

对于已投运项目，拟新增的智能视频监视系统应将原有常规安防管理系统的设备纳入合并管理。

7.2.4 电子围栏

7.2.4.1 技术描述

虚拟电子围栏借助人员定位和移动应用技术，形成自动报警区，对非设定成员的闯入，提供本地和远程的报警提示。

7.2.4.2 功能要求

可利用 UWB 定位系统的电子围栏对事故多发区域进行快速设置、区隔，同时对接近或进入危险区域的人员发出本地和远程预警提示。

7.2.4.3 应用原则

实际应用中，应首先明确需求和目标，然后确定具体应用场景和范围，并进行相应的技术经济比较和分析。

在项目实施过程中，应根据技术经济分析的结果，将确定的技术指标、技术功能和实施范围在系统的技术规范书中明确。

对于新建项目，电子围栏应与常规安防管理系统合并设置，并与安全预警与管控系统的其他功能模块统一规划和设计。

7.2.5 智能可穿戴设备

7.2.5.1 技术描述

应满足火电机生产过程中的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。其中可以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。在技术应用中，可根据实际需求与技术成熟度逐步采用但不限于以下技术。

7.2.5.2 功能要求

7.2.5.2.1 智能手表

智能手表可以搭载用于识别二维码的摄像头，电容式触控屏，脉搏检测仪，蓝牙信号接收器等核心部件与移动设备实现连接，结合全厂工业无线网实现现场信息的传输与交互，并通过脉搏检测仪时刻监视现场工作人员的健康情况，实现现场人员人身安全预警。

7.2.5.2.2 智能头盔

智能头盔可以搭载智能眼镜，智能摄像头，人员定位装置、智能传感器、智能通讯设备、工业无线网信号接收器等主要设备，直接通过工业无线网进行快速的数据传输，实时获取人员位置信息，通过智能摄像头识别厂区危险，通过智能眼镜在现场获取生产相关的图像与文字信息，通过智能通讯设备与他人取得联系，并通过语音通讯方式实现操作。

7.2.5.3 应用原则

应以结合电厂实际需求，提升现场工作效率，提升现场安全生产水平为原则，最终实现智能化管理。

7.2.6 智能安全管理

7.2.6.1 技术描述

智能安全管理采用三维建模、人员定位、电子围栏、生物识别、视频分析、门禁动态授权、移动智能终端、大数据分析等先进的技术手段，进行“物防、人防、技防”全面智能化升级改造，实现事故链条物理闭锁、现场作业智能风险管控、风险辨识、实时违章告警等功能，规范运行和检修作业过程，强化管理人员上岗到位，夯实安全基础，保障安全生产。

7.2.6.2 功能要求

智能安全管理宜具备以下功能：

- a) 现场作业人员安全的管理。结合三维虚拟平台实时展示现场作业人员的位置和运动轨迹，并对其进行监控和分析；
- b) 安全检查的功能。支持建立安全检查规范库，可以自动生成检查任务清单，支持对安全检查信息智能化分解，将不合格项自动生成缺陷、安全隐患等，自动生成整改计划，推送至相关岗位人员；
- c) 隐患管理的功能。支持建立隐患标准库，根据隐患计划，自动建立隐患检查卡，发送给相应岗位人员，支持利用手持终端等智能化设备，实时将隐患排查相关信息实时反馈至系统中，对检查发现的隐患按类别进行自动汇总，向整改部门下发整改任务，根据隐患级别通知相关岗位人员，并进行实时跟踪管理和提醒功能，完成隐患整改闭环管理；

- d) 两措管理的功能。实现两措管理从计划、发布、实施、闭环、反馈全流程管理，计划任务到期前提示反馈闭环，实现整改项目、费用等信息共享。每月定期进行评估活动；
- e) 安全事件管理的功能。应具备对异常、障碍、事故、事件的调查、分析、责任认定、级别认定、防范措施编制与执行、事故统计报表全过程管控的功能；
- f) 危险源管理的功能。应建立重大危险源台账，实现重大危险源的危险辨识、风险评估、制定控制措施、定期评估、问题整改、危险性升(降)级、备案登记与备案注销、全过程管理，并对各管理环节设置实时预警、提醒功能；
- g) 安全培训管理的功能。应建立公司安全管理电子资料库，主要包含国家法律法规、行业标准、规章制度、典型事故案例、安全知识等，实现对电子资料分类管理，根据索引、电子资料名称、内容等进行查询、调阅，并可自动随机生成试题库。支持考试结果与门禁权限、两票三种人、特种作业权限等相关联，考试未通过者立即取消相关权限；
- h) 特种设备管理的功能。应具备特种设备缺陷、定期检查、定期检验任务流程自动流转、闭环，信息自动推送功能；
- i) 三外人员管理的功能。实现访客管理的功能，系统应具备身份证真假识别参考，现场拍照人像采集，被访人电话号码自动查找、一键拨号通话，被访人远程准入，来访信息、车辆、携带物登记，打印访客单或发放 IC/ID 卡，访客结束、出门回收卡的功能。应实现工程项目安全管理流程化操作，对安全教育、资质审核、入厂人员身份确认、现场作业、人员撤厂等全过程安全管控；
- j) 职业健康管理的功能。建立健全职业健康设备设施台账，检查、检验记录扫码自动生成，在下次检验期前一个月予以提示，建立健全职业健康监护档案，对于有职业病倾向的员工自动提交人资，未按期提交职业健康监护档案的取消所有门禁权限，对有职业病倾向的员工档案及时提交人力资源管理系统；
- k) 安全工器具的管理功能。应建设安全工器具电子台账，自动记录工器具使用情况，设置工器具检查试验周期，到期自动提醒，记录检查试验情况，并与其它系统数据共享实现对工器具全生命周期的管理。

7.2.6.3 应用原则

实际应用中，应首先明确需求和目标，然后确定具体应用功能和范围，并进行相应的技术经济比较和分析。

在项目实施过程中，应根据技术经济分析的结果，将确定的技术指标、技术功能和实施范围在系统的技术规范书中明确。

7.3 智能管理

7.3.1 生产(运行)管理

7.3.1.1 技术描述

围绕运行管理制度进行标准化、流程化、信息化、智能化建设，规范运行管理，提高运行管理效率，降低人工操作风险，实现发电安全。围绕运行分析、运行优化、控制优化等能力建设，提升发电效率，降低各类能耗，节能减排、提质增效。通过大数据分析挖掘，从各个角度反映实际设备运行情况、运行性能指标情况和人员工作情况，实现统计分析和决策支持，促进有序高效协同。

7.3.1.2 功能要求

智能运行管理宜具备以下功能：

- a) 交接班管理的功能。支持自动排班，交接班实现信息化，关联运行日志、安全分析等模块，自动生成交接班清单，交班、接班各岗位人员分类检查确认签字，确保交的清，接的明白。关联缺陷管理、设备停复役管理等自动设置交接班检查路线、范围和内容，应用可视化技术和智能设备，实现交接班自动现场检查功能，并具备在线监测人员交接班情况；
- b) 运行日志管理的功能。建立运行日志数据库，标准统一，包含运行各项业务，实现分类管理，集中生成，交接班、运行方式、缺陷、指标、运行优化建议等各类信息分类推送至关联岗位。关联生产实时监控系统，利用大数据分析功能，结合值际竞赛标准，进行本班主要指标及异常数据对标分析(耗差)，生成指标绩效评价内容。运行优化与高级值班员管理模块关联，具备运行优化建议自动生成功能；
- c) 定期工作管理的功能。定期工作包括定期试验、定期切换以及定期操作，应能够根据发电企业的实际需要实现定期工作策划，记录定期工作完成情况、执行人以及备注信息。提供标准试验、操作步骤以及正确试验结果便于用户定期工作时参考；
- d) 智能监视的功能。应支持生产运行可视化，通过大数据平台，实现系统实时数据共享，并挂接至三维可视化电厂模型上，实现基于三维漫游的生产实时数据展示及生产过程仿真。应支持对主控(锅炉、汽机、电气)、辅控(除灰、化水、输煤)、电气、脱硫、脱硝、除尘等控制系统一级画面全幅展现，应支持厂级数据汇总与计算，包括机组运行小时数、实时发电量、累计发电量(日、月、年)、负荷率、实时发电量与 AGC 调度指令曲线、厂级发电煤耗、供热量等。应支持对任意监视画面的历史状态回放(快放、慢放、定格)，按照时间段、数据精度自由定义历史画面；
- e) 智能考核的功能。支持对实时数据的指标(小指标)在线考核，提供考核建模平台，可根据最优值、正常值、劣值等区间设置，可通过数据平台获取实时、历史测点数据，校验测点数据是否有效，根据指标考核周期，自动进行数据采集与处理，并支持指标计算、考核评分，保存指标考核数据的功能。应支持统计查询的功能，实现各个指标、指标总分的排名，支持按月查询或者实时展示当月各个指标或者指标总分的排名。

7.3.1.3 应用原则

实际应用中，应首先明确需求和目标，然后确定具体应用功能和范围，并进行相应的技术经济比较和分析。

在项目实施过程中，应根据技术经济分析的结果，将确定的技术指标、技术功能和实施范围在系统的技术规范书中明确。

7.3.2 设备资产管理

7.3.2.1 技术描述

设备资产管理系统采用标准的规则、用结构化数据的形式来描述整个企业的所有设备及备件，建立全厂设备数据库。资产管理软件可以关联电厂内各子系统的任何数据，追踪所有系统和设备修改、维护的活动和状态。

7.3.2.2 功能要求

设备资产管理系统宜具有以下功能：

- a) 建立统一的设备数据标准体系，形成数据业务标准、数据管理标准、数据技术标准，覆盖电厂设计、采购、安装调试、运行、维修、退役报废的全寿命周期设备数据，支撑企业级设备数据资源池的建设与应用；

- b) 从价值链维度及专业管理维度构建设备数据分类,建立标准数据模型规范,建立核心编码规范,统一属性标准,形成统一的企业级设备资源视图供电厂各业务应用共享,支撑跨业务域的应用集成与数据应用;
- c) 通过一体化智能管理平台制定企业级设备数据资源池的数据访问技术规范,提供统一的数据调用及数据更新服务并提供智能分析与可视化解决方案;
- d) 在企业级设备数据资源池的基础上,提供领导驾驶舱、设备全景可视化呈现、自动报表、自助分析、数据钻取、通用查询、个性化查询等功能,辅助挖掘数据的隐藏价值,支撑智能化应用。
- e) 能够对备品备件的供应、库存的控制进行有效的管理;
- f) 能通过对设备库存的管理,进行设备、材料需求的分析,完成设备、材料采购的申请和审批;
- g) 具有良好的与财务、资金管理软件的接口,提供预算费用计划功能,进行成本控制、成本跟踪,以及优化维修策略,可完成与资产管理相关的人力资源安排。

7.3.2.3 应用原则

在运行期数据和基建期数据采集的基础上,在集团统一部署或二级公司统一部署。

7.3.3 设备健康管理

7.3.3.1 技术描述

设备健康管理系统采用振动监测、超声波分析、红外探测、X射线探伤等多种检测手段实现对机组主辅机设备的动态监测,通过构建设备特征模型、建立设备健康状态知识库,实现机组和设备的故障诊断与预警。

7.3.3.2 功能要求

设备健康管理系统宜具备以下功能:

- a) 采集汽轮机等旋转机械各轴承振动数据,通过专家系统软件综合分析汽轮机等旋转机械运行状况,对存在的隐患进行判断、预告或处理;
- b) 收集、整理电站设备从设计、建设到运行等各个时期的数据,建立设备健康状态管理知识库;
- c) 支持重要设备特征模型建立。通过对重要设备的运行历史数据进行特征挖掘,结合设备固有属性等历史档案,建立基于多种典型性工况下的设备特征模型,作为设备健康诊断的基础;
- d) 设备实时状态识别功能。采用设备状态识别技术及智能视频技术,对重要系统和设备进行不间断在线监视;
- e) 故障预警功能。将实时状态识别发现的异常情况和安全隐患,以短信、声音提醒等方式自动发出警报并提供关键信息,协助值班人员及时发现隐患;
- f) 健康度评估功能。通过比对实时特征数据与特征模型,形成健康诊断分析报告,从多个维度给出综合评估,为电厂生产运行、检修和管理人员提供生产决策支持;
- g) 状态检修功能。结合数据分析报告、设备健康评估报告,并依据状态检修导则和检修决策标准库,形成状态检修报告,确定设备检修类别、检修内容(检修项目)及检修时间;
- h) 检修计划功能。根据状态检修报告,编制检修计划或大修技改项目。

7.3.3.3 应用原则

实际应用中,在运行期数据和基建期数据采集的基础上,应首先明确需求和目标,然后确定具体应用功能和范围,并进行相应的技术经济比较和分析。

在项目实施过程中,应根据技术经济分析的结果,将确定的技术指标、技术功能和实施范围在系统

的技术规范书中明确。

7.3.4 智能化巡检

7.3.4.1 技术描述

智能巡检系统整合图像识别、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。智能巡检系统宜由数据库服务器、应用服务管理系统、无线通信网络和移动智能终端组成。

移动智能终端可包括智能穿戴设备、手持智能终端、无人机、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。

7.3.4.2 功能要求

智能化巡检系统应在使用少量人员与检测设备的情况下，对整个厂区进行自动巡检，智能巡检系统应具备以下功能：

具备操作条件的工作场景使用机器人/无人机技术替代或辅助人员巡检。

根据巡检任务自动规划巡检路线并可在电厂三维模型中进行标注。

基于人员定位技术，实时监测显示巡检人员巡检位置，自动推送巡检要点及危险因素。

基于移动应用技术为巡检人员提供巡检要点提示，辅助巡检人员实现无遗漏巡检，巡检问题可实时记录和上报。

应用 AR 可穿戴设备，拓宽巡检人员的感知范围，设备信息可实时查阅、设备数据实时可视化、工作票按步骤直观展现。

7.3.4.3 应用原则

实际应用中，应首先明确需求和目标，然后确定具体应用功能和范围，并进行相应的技术经济比较和分析。

在项目实施过程中，应根据技术经济分析的结果，将确定的技术指标、技术功能和实施范围在系统的技术规范书中明确。

7.3.5 智能两票

7.3.5.1 技术描述

智能两票系统基于通过规范两票标准术语，完善逻辑闭锁安全防护功能，使用二维码技术进行人员身份和设备 KKS 码验证，基于覆盖全厂的无线网络，可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错误、误实施、漏操作、误操作，实现两票的本质安全管控。

7.3.5.2 功能要求

可实现对开票、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，支持移动设备办票，可实现综合查询、统计汇总等综合管理功能。

可基于时间和空间要素，基于虚拟电子围栏技术对相应的工作人员进行授权，同时对非授权人员的闯入进行报警和监控，防止非授权人员误入设备间造成误操作。

工作票许可和终结环节，可与 DCS 系统实现联动，通过设置安措执行实现相关设备运行参数的校验。

7.3.5.3 应用原则

实际应用中,应首先明确需求和目标,然后确定具体应用功能和范围,并进行相应的技术经济比较和分析。

在项目实施过程中,应根据技术经济分析的结果,将确定的技术指标、技术功能和实施范围在系统的技术规范书中明确。

7.4 智能服务

7.4.1 数据集成与融合

7.4.1.1 技术描述

智能电厂的数据来源分为两部分:基建期产生的静态数据和运行期产生的动态数据。基建期通过数字化移交提供电厂静态数据,运行期通过采集发电过程中系统运行参数信息和设备的状态信息提供动态数据。

大数据技术将电厂海量的结构化与非结构化的信息进行汇聚存储和处理,实现数据融合,也可以通过基于多维度的挖掘分析与深度学习,从中迭代训练出对提升机组运行效率和降低能耗有关键价值的信息。

云计算利用虚拟化等技术将各种不同类型的计算资源(服务器、网络、存储设备)抽象成服务的形式,屏蔽电厂各信息系统软、硬件和数据资源的差异,构建动态可扩展的云网络,实现智能电厂计算资源的有效整合,

基于云计算和大数据技术建立一体化信息平台,通过基础设施资源层的融合、数据层的融合、应用平台层的融合,建立协同和互操作的信息平台,满足智能电厂对信息与资源的高度集成与共享的需要,促进发电企业生产业务协调发展。

7.4.1.2 功能要求

a) 电厂基建期宜采集如下数据:

- 1) 设计过程中的工程编码、系统数字化设计模型、数字化三维布置模型、相关数据表单数据;
- 2) 工程采购过程中的物资编码、设备技术规范书、供应商提供的与设备相关的产品资料和采购数据等;
- 3) 工程管理过程中的各类检查、校验报告、调试报告、现场工程联系单、设计变更/变更设计通知单、图纸会审纪要等。

b) 电厂运行期宜采集如下数据:

- 1) 生产过程控制系统的实时数据;
- 2) 智能设备除实时控制系统必需之外的数据;
- 3) 巡点检及其它生产运行管理过程中采集的生产过程及设备数据;
- 4) 智能公共服务系统(ISS)及应用中产生的各类数据。

c) 大数据技术应具有以下基本功能:

- 1) 数据预处理。对已接收数据进行辨析、抽取、清洗等操作,将复杂的多种结构和类型的数据转化为单一的或者便于处理的类型;
- 2) 数据的存储与管理。使用分布式文件系统、能效优化的存储、计算融入存储、大数据的去冗余及高效低成本存储技术、分布式非关系型大数据管理与处理技术、异构数据的数据融合技术,把采集到的数据存储起来,建立相应的数据库,并进行管理和调用;

- 3) 数据分析与挖掘。利用机器学习方法、统计方法、神经网络方法等先进算法从结构化数据、非结构化数据、实时数据中挖掘出对业务发展优化有价值的信息和知识;
 - 4) 数据展现与应用。运用计算机图形学和图像处理技术,将挖掘出的信息和知识转换为图形或图像,以容易理解的视觉方式展示,从而对数据进行更深入的观察和分析。
- d) 一体化信息平台应具有以下功能:
- 1) 基于电厂全生命周期理念,统筹规划数据编码体系,数据格式应具有规范化和标准化的特点,具备通用性;
 - 2) 在条件具备时,宜采用云计算技术将电厂各种不同类型的计算资源(服务器、网络、存储设备)抽象成服务的形式,屏蔽电厂各信息系统软、硬件和数据资源的差异,提供独立于硬件平台、操作系统和编程语言的接口和开发环境;
 - 3) 应能基于业务需求,提供应用接口,连接分散在不同系统中的数据,实现业务应用系统的数据、应用和流程的集成,形成自动化的流程,促进业务流程的优化和整合,避免和消除信息孤岛。

7.4.1.3 应用原则

在运行期数据和基建期数据采集的基础上,各发电企业可以根据集团公司的要求,设置云平台和大数据处理中心。

电厂可基于业务、技术和组织需求选择合适的大数据分析技术和云服务模式。

7.4.2 远程服务

7.4.2.1 技术描述

远程服务利用通信手段实现不同地域(区域)之间的实时人工服务方式。集团公司基于大数据中心建设,采集各电厂侧的生产经营数据,利用人工智能、大数据等技术实现同类型机组及厂级的各项经济指标、能耗、运行绩效、设备运行状况等指标的分析和对比,建立远程专家服务系统,为各电厂的设备预警和故障诊断、节能潜力评估、生产运行优化提供远程技术支持。

7.4.2.2 功能要求

各电厂远程服务基于集团公司要求,应具有以下功能:

电厂数据采集应具备“全量采集、按需上传”的功能,应保证数据采集的实时性、准确性、唯一性,应增加单向隔离装置,保证数据传输的可靠性、安全性、稳定性。

应具备生产、经营数据测点名称在集团大数据中心的标准化、唯一化,满足数据挖掘、数据分析的处理要求。

应具备稳定的对外通讯接口,具备对外远程操作的合法性检测功能。

7.4.2.3 应用原则

各发电企业应按照集团公司要求为远程服务预留数据接口,按需上传符合格式要求的数据。

7.4.3 决策支持

7.4.3.1 技术描述

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提供对企业进行高效管理的技术支撑。生产经营智能决策支持系统主要包含运行决策支持及管理辅助决策两部分内容。

7.4.3.2 功能要求

7.4.3.2.1 生产运行决策支持

生产运行决策支持系统宜具备以下功能：

基于耗差分析和实时仿真，对电厂、机组运行偏差进行评估，给出偏差原因和改进措施，为电厂经济性运行提供辅助决策。

通过历史数据仿真，定制化生成经济性报表，结合电厂、机组实际运行情况在机组稳定状态下给出优化运行方式及实现运行实时指导功能。

对单元机组和外围控制系统典型工况分析，建立典型工况模型，进而进行最佳工况寻优，给出典型工况优化运行方案及经济性评价，对当前过程进行评估与指导。

设备更新经济性分析，对影响经济性的电厂关键设备建立设备更新经济性分析模型，为设备更新策略提供决策支持。

7.4.3.2.2 管理辅助决策

管理辅助决策支持系统宜按照业务管理和生产调度决策指挥的功能要求实现统一的管理功能视图，并可智能化的为不同职责的业务管理和决策人员订制出其个性化的管理功能，管理辅助决策的功能包括但不限于：

- a) 关键绩效指标计算服务和绩效考核支持；
- b) 企业级自动报表服务；
- c) 生产决策优化与改善；
- d) 生产经营的每天机组可用性评估、发电成本、利润，电力市场类；
- e) 主要装置的生产和利用率分析，安全生产类；
- f) 能源消耗分析，燃料市场类；
- g) 安全、健康、环境分析管理。

7.4.3.3 应用原则

在运行期数据和基建期数据采集的基础上，已经配备了生产运行优化管理系统的发电企业，可以选择配置决策支持系统(可与全厂一体化管理平台合一)。

对于设置了生产运行常规管理系统、没有配备生产运行优化管理系统的发电企业，可以选择设置统一的全厂一体化管理平台(不配备决策支持功能)。

7.4.4 在线仿真

7.4.4.1 技术描述

在线仿真实现仿真系统与工艺过程的有机连接和同步运行，通过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，并实时的对当前状态进行仿真计算。

7.4.4.2 功能要求

在线仿真系统具有以下功能：

- a) 在线仿真系统应具备现有行业标准《火电机组仿真机技术规范》DL/T 1022 要求的各项功能；
- b) 可共享电厂实时运行数据，在线仿真数据采集和分析，进行机组各种运行工况实时仿真；
- c) 可实现机组在线诊断、在线分析、性能预测、事故重演等功能；
- d) 支持各种先进控制策略的扩展，可进行控制方案的优化整定；

- e) 支持电厂典型检修工作方法和流程图，以及典型缺陷消缺方法和流程图。

7.4.4.3 应用原则

发电企业应根据机组类型及定位，按照集团公司部署设置在线仿真系统。

7.4.5 三维可视化应用

7.4.5.1 技术描述

三维可视化技术运用三维建模或三维激光扫描，将厂房、设备、管线及其各部件的物理尺寸及形态进行内外观的建模并运行在三维引擎环境中，通过与电厂设备数据关联和业务系统集成，实现人机交互和对整个电厂高精度物理表象静态数据、生产实时数据、管理数据的动态关联表示。

虚拟现实(VR)是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统，它利用计算机生成一种模拟环境，是一种多源信息融合的、交互式的三维动态视景和实体行为的系统仿真使用户沉浸到该环境中。

增强现实(AR)，也被称之为混合现实。AR技术通过计算机系统提供图像、声音、视频等虚拟信息，并叠加到真实场景中从而实现对现实场景的增强。

VR/AR技术可以把多种数据进行整合，可将复杂、专业的数据信息通过非常立体、直观和可交互的方式体现出来，为电力工程和电力设备的设计、规划、项目决策、优化和分析等方面提供非常直观的参考，为完善系统、设备的技术方案提供有效的技术手段。

7.4.5.2 可应用场景

- a) 三维可视化技术可应用于电厂以下工作场景：

- 1) 可视化智能巡检。根据系统巡检路线及巡检设备中的应用，可以实时监测显示巡检人员巡检位置，实现可视化智能点巡检；
- 2) 全景三维虚拟电厂。通过全厂可视化导航与漫游功能，提供基于角色的、灵活的导航方式，实现全厂生产环境和设备实际运行状况的浏览；
- 3) 三维可视化培训。基于三维模型和VR技术，实现工艺流程仿真、主辅机设备拆解、机组启停正常运行操作、机组故障处理等沉浸式培训；
- 4) 三维可视化技术监督。以三维图形直观展现电厂技术监督状况，自动推送工作任务和技术监督状态，并以可视化的形式展示统计结果；
- 5) 三维可视化状态检修。基于三维模型和可视化仿真技术，将实际生产过程在计算机上重现出来，让操作、维护人员在虚拟现实空间中形象直观地监视机组状态，分析状态演绎过程，了解设备的结构特征和操作维修技巧，实现可视化状态检修。

- b) VR/AR技术可应用于电厂以下工作场景：

- 1) 在电厂基建期，基于VR/AR技术建立可视化模型，制定合理的结构方案，优化设备、管线结构和布局；
- 2) 在智能巡检系统中应用AR可穿戴设备，拓宽巡检人员的感知范围，实现设备信息实时查阅、设备数据实时可视化、工作票按步骤直观展现的智能巡检方式；
- 3) VR/AR技术用于运行和操作维护培训，通过构造虚拟现实环境，提高模拟场景的真实感、沉浸感和可交互性；
- 4) VR/AR技术用于展厅及全景展示，实现火电厂三维可视化互动，以及全厂漫游、设备管线分层展示；
- 5) 通过VR/AR技术和运行维护、检修系统相互结合，可以为检修、维护作业提供直观、形象的指导，提高检修维护作业水平，提高安全性、可靠性和作业效率。

7.4.5.3 应用原则

实际应用中，应首先明确需求和目标，然后确定具体应用场景和范围，并进行相应的技术经济比较和分析。

VR/AR 技术的应用应与其他智能应用技术协同，形成完整解决方案，同时应避免技术手段不同，功能重复的系统设置。

在项目实施过程中，应根据技术经济分析的结果，将确定的技术指标、技术功能和实施范围在系统的技术规范书中明确。

7.4.6 移动应用

7.4.6.1 技术描述

移动应用以移动终端作为信息的载体，满足智能火电过程中移动信息查询、移动现场作业、移动审批、移动办公等各个环节的移动功能需求。移动应用结合无线通信技术和精确定位技术，实现人、应用系统、机器和传感设备无缝连接。

7.4.6.2 可应用场景

移动应用可应用于电厂以下工作场景：

- a) 移动现场作业。统一待办、巡检信息及问题上报、点检信息及工单记录、运行操作指导、维修操作指导；
- b) 移动办公。在移动终端上查看个人工作，进行工作审批，根据权限查看企业各项生产经营指标等；
- c) 主动安全。在移动终端上集成安全规范，基于现场定位技术和实时传感器信息，将任务执行规范、步骤和条件及危险因素，即时推送给工作人员，从而实现增强培训和安全培训。

7.4.6.3 应用原则

实际应用中，应首先明确需求和目标，然后根据各发电企业的管理层级和岗位进行合规定制，确保管理操作的正确性和便利性，以切实达到提升发电企业管理水平的目的。

在项目实施过程中，应根据技术经济分析的结果，将确定的技术指标、技术功能和实施范围在系统的技术规范书中明确。

移动应用平台应采用先进的设计架构，能够快速方便的集成各个业务系统，保证数据传输的完整性和安全性。

8 网络安全

8.1 一般规定

发电企业网络安全防护应当落实国家网络安全等级保护制度，按照国家网络安全等级保护的有关要求，坚持“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证、综合防护”的原则保障生产监控系统的网络安全。

发电企业应建立网络安全管理体系。网络安全管理体系一般应包括：安全方针、组织与合作团队、资产管理、人力资源安全、物理与环境安全管理、通信与操作管理、访问控制、信息获取与开发维护、网络安全事件管理、业务连续性管理与符合性。

8.2 智能运行控制系统(ICS)

发电企业宜按现行国家标准《工业控制系统信息安全 第1部分：评估规范》GB/T 30976.1 要求开展生产监控系统信息安全风险评估。评估的内容应包括组织机构管理评估和生产监控系统能力(技术)评估。系统网络安全的评估应包括在系统生命周期内的设计开发、安装、运行维护、退出使用等各阶段与系统相关的所有活动。

发电企业宜按现行国家标准《工业控制系统信息安全 第2部分：验收规范》GB/T 30976.2 要求开展生产监控系统信息验收工作，满足相应的信息安全要求或能力等级要求。

智能火电控制系统网络安全应符合现行国家标准《工业自动化和控制系统网络安全 集散控制系统(DCS)》GB/T 33009 和《工业自动化和控制系统网络安全 可编程序控制器(PLC)》GB/T 33008 的有关规定。

智能运行控制系统(ICS)安全防护应符合《电力监控系统安全防护规定》(发改委2014年第14号令)、《发电厂监控系统安全防护方案》(国能安全〔2015〕36号)和《关于加强电力行业网络安全工作的指导意见》(国能发安全〔2018〕72号)等有关规定。

智能运行控制系统(ICS)安全防护应遵守《火电企业电力监控系统安全防护规范(试行)》(国家能源集团〔2019〕401号)等相关规定。

应在网络安全隔离基础上，部署入侵检测、安全审计、恶意代码防范、主机及网络设备加固等系统，提升网络安全防护能力，保障生产监控系统的安全稳定运行。可通过强化生产监控系统网络安全监测预警体系建设，采用身份认证、安全接入、数据加密和可信免疫等技术，进一步提升网络安全应急响应和恢复能力。

应对不同生产控制系统间的网络连接进行逻辑隔离，应配置硬件工业防火墙等专用安全设备。

8.3 智能公共服务系统(ISS)

宜采用冗余技术设计网络拓扑结构，保证主要网络设备、通信线路的硬件冗余，避免关键节点存在单点故障风险。

与互联网、广域网、无线网络、外委承包商等网络连接处需划分边界，边界至少部署硬件防火墙进行安全防护，具备条件的情况下可增加上网行为管理、入侵检测系统提升安全防护能力。

各业务系统宜逐步接入集团统一身份认证系统，实现业务系统的身份认证、访问控制、信息保密和抗抵赖功能。

宜采用网络准入、终端管理、MAC地址绑定等技术手段实现网络接入用户的实名认证、统一安全策略基线及要求，并及时对操作系统及应用软件的漏洞进行补丁升级。

应充分评估大数据、云计算、物联网和移动应用等新技术引入智能发电建设后带来的安全隐患，通过部署或建设云安全管理、云平台运维审计、安全态势感知等系统，为应用提供业务安全、网络安全、运维安全三个层面的安全服务，建立主动防御的网络安全体系。

应具备正常运行时定期或按某种条件实施备份和恢复数据的功能；对于关键信息系统的数据，宜增加网络备份与容错功能、全系统备份与恢复功能等；当条件许可时，可考虑设置异地灾难备份与恢复的功能。