火力发电厂锅炉智能燃烧控制技术导则

Intelligent combustion control technology directives for fossilfuel power generation boilers

|  |
| --- |
| （征求意见稿） |
|  |

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-  实施

中国电机工程学会   发布

T/CSEEXXXX-XXXX

**CSEE**

**ICS**

**CCS**

中国电机工程学会标准

目  次

[前  言 2](#_Toc105711104)

[1 范围 3](#_Toc105711105)

[2 规范性引用文件 3](#_Toc105711106)

[3 术语和定义 3](#_Toc105711107)

[4 总则 5](#_Toc105711108)

[5 控制技术 6](#_Toc105711116)

[5.1 功能 6](#_Toc105711117)

[5.2 性能 6](#_Toc105711118)

[5.3 基本结构与配置 6](#_Toc105711119)

[5.4 系统运行 8](#_Toc105711120)

[6 测试与验收 8](#_Toc105711121)

[6.1 基本要求 8](#_Toc105711122)

[6.2 测试内容 8](#_Toc105711123)

[6.3 测试与验收资料要求 8](#_Toc105711124)

[附　录　A （资料性） 测试与验收记录 9](#_Toc105711125)

前  言

本文件按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

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。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会热工自动化专业委员会归口并解释。

本文件起草单位：西安热工研究院有限公司……

本文件主要起草人：……。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室。

火力发电厂锅炉智能燃烧控制技术导则

1. 范围

本文件提供了火力发电厂锅炉智能燃烧控制的体系结构、功能与性能、外部接口、工程改造的原则和主要技术的指导。

本文件适用于单机容量为125MW及以上等级机组的火力发电厂锅炉智能燃烧控制系统规划、设计、改造、调试、测试、验收与运维评估。

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。凡是注日期的引用文件，仅日期对应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 10184电站锅炉性能试验规程

GB/T 26863火电站监控系统术语

DL/T 701火力发电厂热工自动化术语

DL/T261-2012 火力发电厂热工自动化系统可靠性评估技术导则

DL/T657火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程

DL/T658火力发电厂开关量控制系统验收测试规程

DL/T659火力发电厂分散控制系统验收测试规程

DL/T 5175 火力发电厂热工控制系统设计技术规定

DL/T 904 火力发电厂技术经济指标计算方法

DL/T 1492.1-2016 火力发电厂优化控制系统技术导则第1部分：基本要求

DL/T 5190.4-2019电力建设施工技术规范第4部分：热工仪表及控制装置

1. 术语和定义

GB/T 26863、DL/T 701-2012和DL/T 1492.1-2016界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

优化控制系统 optimized control system, OCS

除传统PID等控制算法外，还采用自适应控制、预测控制、智能控制等先进控制算法，以及模型在线辨识和建模等实用化的技术方法，达到被控目标的单个参数最佳，或多个参数综合优化的控制系统。

[来源：DL/T 1492.1-2016，3.1]

上位分析站 upper analysis station, UAS

采用在线辨识、全局优化、数据挖掘及大数据等技术手段，实现控制目标优化、性能分析等非逻辑型先进控制与优化算法的加载、运算与定时指令读写功能，并对下位控制站实施监控的优化系统。

[来源：DL/T 1492.1-2016，3.2]

下位控制站 lower control station, LCS

实现各种控制算法，并执行上位分析站指令的实时控制系统。

[来源：DL/T 1492.1-2016，3.3]

开环控制open-loopcontrol

根据系统的固有规律，由一个或多个变量作为输入变量影响作为输出变量的其他变量的过程，是控制装置与被控对象之间只有顺向作用而没有反馈的控制。

[来源：DL/T 701-2012，4.3]

闭环控制 closed-loopcontrol

对被控变量进行连续测量，并将其与参比变量相比较，以影响被控变量，使之调整到参比变量的过程，是控制装置与被控对象之间既有顺向作用又有反馈的控制。

[来源：DL/T 701-2012，4.4]

智能燃烧控制系统intelligentcombustioncontrolsystem

采用智能控制算法或策略，使锅炉炉膛内燃料燃烧放出的能量适应负荷的需要，同时保持燃料和空气比例合理，燃烧产生的烟气和引风平衡，以确保锅炉安全、经济、环保运行。

燃料量控制系统 fuelcontrolsystem

控制进入锅炉炉膛的燃料量使锅炉适应负荷需要的模拟量控制系统。

[来源：DL/T 701-2012，4.33]

送风量控制系统airflowcontrolsystem

控制进入锅炉炉膛的风量使之与燃料量相匹配，以维持安全、经济燃烧的模拟量控制系统的总称。送风量控制系统通常包括总风量控制系统、氧量校正系统、二次风量控制系统等。

[来源：DL/T 701-2012，4.34]

炉膛压力控制系统furnacepressurecontrolsystem

控制锅炉的引风量，使之与燃烧产生的烟气相平衡，确保炉膛压力稳定在允许范围内的模拟量控制系统。

[来源：DL/T 701-2012，4.35]

可编程逻辑控制器（PLC）programmable logic controller

用于顺序控制的专用计算机，通过编程系统，利用布尔逻辑或继电器梯形图等编程语言来改变顺序控制逻辑。目前，可编程逻辑控制器可根据需要扩展模拟量控制功能（国外也称PAC），配置有多个输入和输出装置，可承受更宽的温度变化范围，更苛刻的电气噪声、振动和冲击等。

[来源：DL/T 701-2012，4.69]

执行机构 actuator/actuating element

将控制信号变为相应运动的机构，根据运动方向可分为角行程和直行程两种。

[来源：DL/T 701-2012，4.70]

1. 总体原则
   1. 智能燃烧控制系统宜采用先进测量与控制技术，实现锅炉燃烧控制的闭环优化，提高锅炉运行的安全性和稳定性，提高锅炉效率，降低污染物生成。
   2. 智能燃烧控制系统可采用与常规DCS系统一体化的智能控制系统来实现，借助统一的组态调试环境和冗余机制，提升系统运维的便捷性、开放性和安全可靠性。
   3. 智能燃烧控制系统可采用与常规DCS系统不同的最小系统、可编程逻辑控制器（PLC）、工控机、服务器等来实现，宜配置标准化的通信接口和软件接口，方便与常规控制系统连接、加载高级算法，并提供必要的参数调整手段。
   4. 智能燃烧控制系统与常规DCS系统的接口应满足安全稳定的原则，智能燃烧控制系统投入与退出不应对原常规控制系统产生任何扰动。
   5. 单独配置的智能燃烧控制系统一般为完整的软硬件系统和独立的安全控制方式，系统能力具有一定的裕量。
   6. 智能燃烧控制系统的信息安全等级与常规控制系统信息安全等级一致,宜采用与DCS系统相同的系统可靠性要求。
2. 控制技术
   1. 功能

智能燃烧控制系统用于优化电站锅炉燃烧工况。

智能燃烧控制系统主要涉及对锅炉总风量、烟气含氧量、风煤比、一次风压、二次风门、燃尽风门、燃烧器摆角、二次风箱与炉膛差压、磨煤机分离器转速、磨煤机出口风粉混合物温度、磨辊液压加载力等进行在线自适应寻优。

智能燃烧控制系统具有自适应煤种变化、满足重要参数自动调节需求的功能。

智能燃烧控制系统以提高锅炉效率和降低炉内污染物生成为主要控制目标。

智能燃烧控制系统宜实现闭环优化。

* 1. 性能

在保证NOx生成不增加的情况下提高锅炉效率。

在保障锅炉效率不降低情况下降低炉内NOx生成。

提高制粉系统经济性。

减少锅炉受热面超温频次。

炉膛左右侧烟温偏差控制在50℃以内。

系统可用率不低于99%。

控制回路自动投入率达到95%。

* 1. 基本结构与配置

智能燃烧控制系统宜采用上位分析站和下位控制站的系统结构，分别实现复杂数据分析运算功能与实时快速控制功能，也可单独配置某一个站执行特定的优化功能。

独立配置的智能燃烧控制系统宜由上位分析站、下位控制站、网络交换系统、I/O模件和电源等组合构成。

上位分析站宜通过通信方式从常规控制系统中获取实时与历史数据，下位控制站宜从常规控制系统控制器中直接获取过程参数，并通过常规控制系统输出指令至现场。

上位分析站实现数据分析运算，输出最佳运行方式和最优运行参数，下位控制站实现具体运行方式和参数定值的控制执行。

上位分析站与下位控制站实现实时、定时或事件触发式信息交互。

上位分析站宜实现人机接口功能。

智能燃烧控制系统宜采用高可靠、易维护、易扩展、环境适应能力强的硬件设备，以及标准化、模块化、可维护的软件系统，可稳定实现系统高级优化控制功能。

上位分析站能够方便加载高级优化算法，宜提供与其他优化系统的软硬件接口。若优化控制系统无复杂高级运算要求时，亦可简化配置上位分析站或采用离线编译器方式。

下位控制站能够满足高精度、快速采样与实时控制的要求。

智能燃烧控制系统以投切的方式接入常规控制系统，投入和退出不应对常规控制系统产生任何扰动。

智能燃烧控制系统应设计独立的安全投退功能，运行人员可无条件切换至常规控制系统，并确保过程安全无扰动，只有在智能燃烧控制系统工作正常后才允许切换至优化控制。

智能燃烧控制系统具有为现场维护人员提供对参数和系统进行维护的手段。

上位分析站由专用服务器或工控机、人机接口设备、通信网卡、扩展接口等设备组成。

上位分析站主要设备宜固定布置在专用机柜或机箱中，并采用冗余电源供电。

上位分析站配置稳定可靠的通用操作系统，并具备标准的人机接口功能，便于工程人员组态和调试。

上位分析站配置必要的系统开发环境与开发工具，具备高级应用算法的运行环境。

下位控制站应由控制器模件、电源模件、网络通信模件、以及各类型I/O处理模件组成。

下位控制站控制器模件应可靠，宜采用冗余配置，选用标准的工业总线形式，稳定驱动IO设备和通信接口。

下位控制站系统网络通信模件、电源模件及IO电源分别接至两路独立的输入电源。

下位控制站与常规控制系统的安全控制交互信号通过硬接线或通信方式独立实现。当通信方式不能满足控制信号的实时性要求时，则采用硬接线方式进行交互。

下位控制站宜采用安全可靠的专用工业操作系统，配置控制逻辑快速扫描与实时运算环境。

下位控制站应具备基本的数据容错与系统诊断能力，以及可靠的、容量足够的数据存储能力。

下位控制站应满足DL/T 659中规定的精度与抗干扰能力的要求。

智能燃烧控制系统采用的网络交换系统宜冗余配置可靠的工业级网络交换机。冗余网络交换机分别接至两路独立输入电源。

网络交换系统宜预留包括光纤接口在内的多种常用网络接口。

智能燃烧控制系统配置独立控制机柜或小型化控制机箱具有防尘、散热、防震等运行防护措施，并符合DL/T 5175与 DL/T 5190.4中规定的技术要求。

智能燃烧控制系统的电源、接地系统满足DL/T5175与DL/T 5190.4中规定的技术要求。

* 1. 系统运行

智能燃烧控制系统运行、切换、投退、数据交互等应符合DL/T 1492.1中规定的技术要求。

1. 测试与验收
   1. 总则

测试与验收宜由具有资质的专业机构开展。

测试与验收过程应符合GB/T 10184、DL/T 657、DL/T 261、DL/T 904等相关标准要求。

智能燃烧控制系统测试与验收的功能对象包括智能燃烧控制平台及组件、通信网络及设备、控制设备等。

智能燃烧控制系统测试与验收的范围包括硬件及网络通信一致性测试，控制系统基本功能性测试，控制系统控制性能测试。

* 1. 测试内容

系统基本功能与性能测试。电源冗余能力；控制计算单元性能；通信及I/O系统性能。

数据运算与记录能力测试。最大逻辑页面的组态运算能力；最大模拟量计算模块的运算能力；模拟量信号快速变化时的数据记录能力。

通信能力测试。最大模拟量通信测试；最快通信速率测试；长期高负荷通信能力测试。

投退过程无扰测试。投入退出测试；断电恢复测试；通信中断测试。

长周期运行与环境适应性测试。满负荷长周期测试；电磁干扰环境适应性测试；机柜风扇故障环境测试。

系统中各设备的联锁保护功能，以及系统模拟量参数自动闭环控制。

锅炉性能验收试验按照GB/T 10184的要求。

控制系统涉及DCS的部分按照DL/T 657、DL/T 658的验收要求。

系统设备在出厂前进行必要的测试并提供测试报告。

具有故障自动诊断功能的装置，测试其自动判断故障类型和正确显示当前故障的功能。

* 1. 测试与验收资料
     1. 验收资料包括控制系统功能设计说明，如硬件及网络设备配置及清册、控制系统设计方案及逻辑说明等。
     2. 涉及设计变更及逻辑修改有文档记录并保存。
     3. 验收试验单包括设备启动/停止允许条件、联锁保护条件等内容，试验完成后，应有建设单位、调试单位、监理单位（如有）、运行单位人员签名。
     4. 调试单位宜出具调试及投运报告。调试及投运报告应包括设备概况、控制说明、控制系统调试投运过程概述、投运过程中主要参数记录曲线、结论和存在问题。
     5. 测试与验收结束后，做好原始记录，测试记录参考表A.1，验收试验记录参考表A.2。

1. （资料性）  
   测试与验收记录

A.1 测试记录见表A.1

* 1. 测试记录

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测试项目及记录 | | | |
| 序号 | 项目名称 | 是否满足要求 | 备注 |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |
| 7 |  |  |  |
| 8 |  |  |  |
| 9 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 11 |  |  |  |
| 12 |  |  |  |
| 13 |  |  |  |
| 14 |  |  |  |
| 15 |  |  |  |
| 厂家方签字： | | | |
| 业主方签字： | | | |

A.2 验收试验记录表见表A.2

表A.2 验收试验记录表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 验收试验记录 | | | |
| 序号 | 项目名称 | 是否满足要求 | 备注 |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 厂家方签字： | | | |
| 业主方签字： | | | |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_