

中华人民共和国国家标准

GB/T 43959—2024/IEC PAS 63312:2021

锅炉火焰检测系统技术规范

Technical specification for flame detector system of boiler

(IEC PAS 63312:2021,IDT)

2024-04-25发布

2024-11-01实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 通则 5

 4.1 一般要求 5

 4.2 电源 5

 4.3 火焰检测器功能与性能 5

 4.4 信号输出 5

 4.5 通用性 6

 4.6 安装 6

 4.7 调试 6

 4.8 检修维护 6

 4.9 试验 6

5 分类与要求(设计)..... 6

 5.1 火焰检测器分类 6

 5.2 火焰检测器技术要求 8

 5.3 冷却系统技术要求(可选项，根据火焰检测器需求选配) 11

6 安装与调试要求 13

 6.1 系统安装要求 13

 6.2 安装后调试要求 17

7 检修、运行和维护要求 21

 7.1 系统检修和维护要求 21

 7.2 系统试验要求 24

 7.3 系统运行 25

 7.4 系统维护要求 26

 7.5 档案资料 27

8 试验方法与要求 27

 8.1 试验方法 27

 8.2 设备出厂验收检验 30

 8.3 型式检验 30

附录 A(资料性) 火焰检测系统组成 32

 A.1 总则 32

A.2 火焰检测器 32

A.3 信号传输部件与电缆 33

A.4 分析与处理单元 33

A.5 电源系统 33

A.6 冷却风系统(可选项, 根据设计需求配置) 33

附录B (资料性)火焰检测器的标识、包装、运输和贮存 34

 B.1 标识 34

 B.2 包装 34

 B.3 运输 34

 B.4 贮存 34

参考文献 35

前 言

本文件按照GB/T 1.1—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》的规定起草。

本文件等同采用IEC PAS 63312:2021《锅炉火焰检测系统技术规范》，文件类型由IEC的可公开提供规范调整为我国的国家标准。

本文件作了下列最小限度的编辑性改动：

——在4.1中增加了注的内容；

——在6.2.3.3中增加了注的内容。

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专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC 124)和全国电站过程监控及信息标准化技术委员会(SAC/TC 376)共同归口。

本文件起草单位：国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、杭州意能电力技术有限公司、华电电力科学研究院有限公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、浙江大唐乌沙山发电有限责任公司、浙江浙能温州发电有限公司、烟台龙源电力技术股份有限公司、广东粤电靖海发电有限公司、润电能源科学技术有限公司、陕西延长石油富县发电有限公司、浙江浙能兰溪发电有限责任公司、大唐阳城发电有限责任公司、国家电投集团内蒙古白音华煤电有限公司坑口发电分公司、浙江浙能技术研究院有限公司、上海明华电力科技有限公司、国网湖南省电力有限公司电力科学研究院、西安热工研究院有限公司、华北电力科学研究院有限责任公司、ABB(中国)有限公司、杭州众工电力科技有限公司。

本文件主要起草人：孙长生、蔚伟、何志瞧、虞上长、周宝柱、丁露、张翠华、尹峰、谭栋、马建刚、刘林虎、胡伯勇、杨辉、赵晋宇、马强、余程、张建宇、李冰、朱晓星、姚峻、尚勇、孙坚栋、汪烁、任凯、刘锋、苏烨、王一、胡剑利、刘孝国、王亚君、张建江。

锅炉火焰检测系统技术规范

1 范围

本文件规定了辐射能传感类(包括红外、紫外、可见光、图像)火焰检测器的通用要求、分类与技术要求、安装与调试要求、检修维护要求、测试方法与要求等内容。

本文件适用于监测燃烧器火焰状况的辐射能传感类火焰检测系统的选型、设计、安装、调试、检修、维护与验收。

2 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。

IEC 60034-30-1 旋转电机 第30-1部分：电网供电的交流电机效率分级(IE 代码)[Rotating electrical machines—Part 30-1:Efficiency classes of line operated AC motors(IE code)]

注：GB/T 32891.1—2016 旋转电机效率分级(IE 代码)第1部分：电网供电的交流电机(IEC 60034-30-1:2014,IDT)

IEC 60068-2-1 环境试验第2-1部分：试验试验 A：低温(Environmental testing—Part 2-1:Tests—Test A:Cold)

注：GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温(IEC 60068-2-1:2007, IDT)

IEC 60068-2-2 环境试验第2-2部分：试验试验 B：高温(Environmental testing—Part 2-2:Tests—Test B:Dry heat)

注：GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法试验B：高温(IEC 60068-2-2:2007, IDT)

IEC 60068-2-6 环境试验第2-6部分：试验试验Fc：振动(正弦)[Environmental testing—Part 2-6:Tests—Test Fc:Vibration(sinusoidal)]

注：GB/T 2423.10—2019 环境试验第2部分：试验方法试验Fc：振动(正弦)(IEC 60068-2-6:2007,IDT)

IEC 60068-2-27 环境试验 第2-27部分：试验 试验Ea 和导则：冲击(Environmental testing—Part 2-27:Tests—Test Ea and guidance:Shock)

注：GB/T 2423.5—2019 环境试验 第2部分：试验方法试验Ea和导则：冲击(IEC 60068-2-27:2008,IDT)

IEC 60068-2-78 环境试验 第2-78部分：试验 试验Cab：恒定湿热试验(Environmental testing—Part 2-78:Tests—Test Cab:Damp heat,steady state)

注：GB/T 2423.3—2016 环境试验第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验(IEC 60068-2-78:2012,IDT)

IEC 60079-0 爆炸性环境第0部分：设备 通用要求(Explosive atmospheres—Part 0:Equipment—General requirements)

注：GB 3836.1—2021 爆炸性环境第1部分：设备 通用要求(IEC 60079-0:2017,MOD)

IEC 60079-1 爆炸性环境第1部分：由隔爆外壳“d”保护的的设备(Explosive atmospheres—Part 1:Equipment protection by flameproof enclosures“d”)

注：GB 3836.2—2021 爆炸性环境第2部分：由隔爆外壳“d”保护的設備(IEC 60079-1:2014,MOD)

IEC 60529 外壳防护等级(IP 代码)[Degrees of protection provided by enclosures(IP Code)]

注：GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2013 IDT)

IEC 61010-1 测量、控制和实验室用电气设备的安仝要求 第1部分：通用要求(Safety requirements for electrical equipment for measurement,control,and laboratory use—Part 1:General requirements)

注：GB 4793.1-2007 测量、控制和实验室用电气设备的安仝要求 第1部分：通用要求(IEC 61010-1:2001, IDT)

IEC 61326-1 测量、控制和实验室用电气设备 电磁兼容性(EMC) 要求 第1部分：通用要求(Electrical equipment for measurement,control and laboratory use—EMC requirements—Part 1: General requirements)

注：GB/T 18268.1—2010 测量、控制和实验室用电气设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求(IEC 61326.1:2005,IDT)

IEC 61326-2-5 测量、控制和实验室用的电气设备 电磁兼容性(EMC) 要求 第2-5部分：特殊要求 接口符合 IEC 61784-1的现场装置的试验配置、工作条件和性能判据(Electrical equipment for measurement,control and laboratory use—EMC requirements—Part 2-5:Particular requirements—Test configurations,operational conditions and performance criteria for field devices with field bus interfaces according to IEC 61784-1)

注：GB/T 18268.25—2010 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第25部分：特殊要求 接口符合 IEC 61784-1,CP3/2的现场装置的试验配置、工作条件和性能判据(IEC 61326-2-5:2006,IDT)

NFPA 85 锅炉和燃烧系统的危险等级(Boiler and Combustion Systems Hazards Code)

ANSI/TIA/EIA-232-F 使用串行二进制数据交换的数据终端设备与数据电路终端设备之间的接口(Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange)

注：GB/T 6107—2000 使用串行二进制数据交换的数据终端设备和数据电路终接设备之间的接口

ANSI/TIA/EIA-422-B 平衡电压数字接口电路的电气特性(Electrical Characteristics of Balance Voltage Digital Interface Circuits)

ANSI/TIA/EIA-644-A 低压差示信号接口电路的电性能[Electrical Characteristics of Low Voltage Differential Signaling(LVDS)Interface Circuits]

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

火焰检测器 flame detector

根据燃料燃烧的火焰特性实时检测燃烧状态的設備，一旦火焰状态不满足设定的条件时，即判定目标火焰异常或消失，并按一定方式输出信号以停止相应燃料供给。

3.2

红外信号 infrared signal

由煤和石油等燃料燃烧时的火焰发出，处于红外光波谱范围内的辐射能信号。

3.3

紫外信号 ultraviolet signal

由天然气和轻油等燃料燃烧时的火焰发出，处于紫外光波谱范围内的辐射能信号。

3.4

可见光信号 visible light signal

由贫煤和混合燃料等燃料燃烧时的火焰发出，处于可见光波谱范围内的辐射能信号。

3.5

有火 flame on

火焰检测系统计算出的炉膛火焰存在状态。

3.6

无火 flame off

火焰检测系统计算出的炉膛火焰不存在状态。

3.7

目标火焰 target flame

特指要被检测的火焰，而不是背景辐射延伸或相邻、相对的其他火焰。

3.8

火焰强度 flame intensity

火焰检测器对接收到的火焰辐射能强度计算处理后得出的表征火焰辐射能强度的数值。

3.9

闪烁频率 flicker frequency

表征目标火焰辐射能强度变化快慢的火焰辐射脉动频率。

3.10

AC振幅 AC amplitude

火焰辐射能的脉动幅度，表征目标火焰辐射能强度脉动的峰峰值。

3.11

火焰品质 flame quality

根据检测到的火焰强度、闪烁频率计算得出的距离无火状态的尺度，表征火焰稳定的程度。

3.12

火焰阈值 flame threshold

火焰检测器给出的判定有火的最小值(即有火阈值)或无火的最大值(即无火阈值)。

3.13

火焰继电器 flame relay

当火焰逻辑判断有火时接通、无火时断开的通/断控制开关。

3.14

故障继电器 fault relay

当检测不到故障时接通、检测到故障时断开的通/断控制开关。

3.15

火焰检测器探头 flame detector probe

安装于就地位置，具有火焰信息感知、光电转换和信号放大功能的装置。

3.16

分析处理单元 analysis and processing unit

接收一路或多路火焰检测器探头传输的信号，经过对应处理器分析处理后，分别输出每路火焰的开关量和模拟量信号的设备。

注：每路火焰的相关参数可独立设定。

3.17

一对一检测 one-to-one detection

每个目标火焰都对应有一个独立固定火焰检测器的检测模式。

3.18

火焰检测器偷窥 flame detector peeping

火焰检测器不能区别目标火焰和非目标火焰，将非目标火焰视为目标火焰的现象。

3.19

静态调试 static commissioning

锅炉启动前，采用模拟光源对火焰检测系统的调试。

3.20

动态调试 dynamic commissioning

为使火焰检测系统符合锅炉实际运行要求，在锅炉启动后对火焰检测系统进行的调试，包括从锅炉启动到满负荷运行全过程典型工况中的火焰检测数据分析对比和参数设定。

3.21

光信号型火焰检测器 light signal-based flame detector

依赖目标火焰发出辐射光的强度、脉动等信号进行检测的火焰检测器，包括红外型、可见光型、紫外型、双光谱型和全光谱型。

3.22

图像型火焰检测器 imaging-based flame detector

通过采集目标火焰的实时视频图像进行检测的火焰检测器。

3.23

A级检修 class A unit overhaul

为保持、恢复或提高设备性能，对机组进行全面的整体检查和修理。

注：A级是机组常规检修中的最高级别。

3.24

B级检修 class B overhaul

根据机组设备状态评估结果，对机组内故障或有缺陷的设备进行检查和维修，并有针对性地实施部分A级检修项目或定期滚动检修项目。

3.25

C级检修 class C overhaul

根据设备的耗损、老化规律，有重点地对机组进行检查、评估、修理，包括少量零件的更换、设备的消缺、调整、预防性试验等作业以及实施部分A级检修项目或定期滚动检修项目。

3.26

故障检修 troubleshooting

为了使故障设备恢复到能够执行预期功能的状态而进行的检修。

注：故障检修包括诊断、恢复和更换。

3.27

**平均失效间隔工作时间 mean operating time between failures
MTBF**

失效间隔运行持续时间的期望值。

注：平均失效间隔工作时间仅适用于可修复产品。

[来源：GB/T 2900.99—2016,192-05-13,有修改]

3.28

可靠性 reliability

在给定的条件、给定的时间区间，能无失效地执行要求的能力。

注1:锅炉火焰检测系统技术规范持续时间区间可用与产品有关的适合的计量单位表示，例如日历时间、工作周期、行程等，这些计量单位宜清晰地阐述。

注2:给定条件包括影响可靠性的各个方面，如运行模式、应力水平、环境条件和维护。

[来源：GB/T 2900.99—2016,192-01-24,有修改]

4 通则**4.1 一般要求**

火焰检测系统由火焰检测器、信号传输部件与线缆、接线盒、火焰检测机柜、分析处理单元与工程用具、电源、安装附件及必要的冷却系统等组成，各部分作用参见附录 A。

火焰检测器宜带有可识别的电子标识码，外表面及铭牌等应光洁、完好、无伤痕、无污迹，表面贴膜应无脱皮和划伤，面板及铭牌的字迹应清晰，装配应紧固牢靠、无松动。

注：电子标识码通常包含厂商、型号、出厂日期、联系方式、网址等内容。

4.2 电源

火焰检测器机柜电源应为两路独立的、互为备用的电源。应配内置电源转换模块，通过自动电源分配电路均衡两路电源。

任一路电源故障都应报警，不影响设备正常工作，不误发信号；两路电源切换时应无扰动，火焰检测器应不误发“无火”信号。

每一路火焰检测放大器/火焰检测器的供电回路，应有单独的熔断器或采取其他相应的保护措施。

火焰检测器机柜内风扇电源应独立于火焰检测系统电源或有相应的隔离措施。

4.3 火焰检测器功能与性能

火焰检测器功能与性能应满足NFPA 85 的要求，应能正确辨别出所对应燃烧器的燃料(煤、油和气)燃烧的火焰，在监测频率全频谱(或对应频谱)范围内应连续可调，以便在全工况范围内均能观察到火焰。

火焰检测器宜允许对不同燃料和燃烧工况分别选择不同参数，能根据当时的背景工况进行火焰参数切换。

火焰检测器应能正确反映各种火焰状态(如火焰频率和强度)。应能将相邻的、对冲的、炉膛反射的非目标火焰的干扰或相邻的主火焰的干扰减小到最低水平。

火焰检测器应具有自检功能，能在规定的周期内及时反映自身设备状态，进行故障诊断和报警。

4.4 信号输出

每个燃烧器的火焰检测器应有模拟量信号(4 mA~20 mA)或(0 V~10 V)输出或以通信方式提供用于表征火焰输出信号的强弱。

每个燃烧器的火焰检测器至少应有2个无源干接点输出，用于表征火焰状态信号(有火/无火)及火焰检测器故障信号等。

火焰检测器开关量输出，可采用独立继电器或双继电器方式。

- a) 独立继电器方式：应以火焰继电器失电/带电(触点断开/闭合)表示无火/有火状态，故障继电器失电/带电(触点断开/闭合)表示有/无故障状态。

- b) 双继电器方式：通过两个继电器分别表示有火和无火。当有火继电器闭合、无火继电器断开时，表示有火状态；当有火继电器断开、无火继电器闭合时，表示无火状态；当两个继电器都闭合/断开时，表示故障状态。

4.5 通用性

同一类型的零部件应能互换，同样的目标火焰在不同的火焰检测器上其显示值应基本相同，并满足整体的精度和线性度要求。

4.6 安装

不同制造厂商生产的火焰检测器，其探头安装方法与要求可有所不同，应结合6.1和制造厂商要求进行安装，使探头检测位置对准火焰检测的敏感区域。

4.7 调试

火焰检测器的调试由锅炉启动前的静态调试和锅炉启动后的动态调试两个阶段组成，应通过两阶段的调试，使每个火焰检测器的内部参数调整至最佳值，保证锅炉从启动到满负荷运行的全过程都能正确显示炉内火焰状况。

4.8 检修维护

火焰检测器探头工作环境通常较恶劣，应规范检修维护工作，以保证火焰检测系统稳定可靠地运行。维护人员除在机组大修期间进行火焰检测系统检修外，还应日常例行检查和定期维护，及时发现问题并处理，以提高火焰检测系统的工作可靠性。

4.9 试验

试验是对产品性能和维护工作有效性的验证，为保证火焰检测器运行可靠性，应在火焰检测器制造、出厂和维护的不同阶段，进行有针对性的试验。

5 分类与要求(设计)

5.1 火焰检测器分类

5.1.1 分类原则

火焰检测器可按照检测原理、产品结构、安装方式、安全等级分类。

5.1.2 按照检测原理分类

5.1.2.1 通则

煤、油或气等燃料在锅炉炉膛中燃烧形成的火焰，都具有辐射红外线、可见光、紫外线连续的光谱及火焰的脉动或闪烁现象的特性；不同种类的燃料产生的火焰的强度和频谱分布都不尽相同，且燃料在不同的燃烧区，火焰辐射的光谱频率与辐射光谱强度也不断变化。通常将火焰燃烧分为黑龙区、初始燃烧区、高温区和燃烬区。在初始燃烧区火焰的闪烁频率最剧烈，应根据目标火焰的具体特性采用合适的火焰检测器，完成光信号到脉动电信号(电流或电压信号)的转变。并通过频率范围的检测将目标火焰和背景火焰区分开来，实现火焰信号的有效检测。根据检测原理的不同，也能分为光信号型和图像型火焰检测器。

5.1.2.2 光信号型火焰检测器

光信号型火焰检测器有红外型、可见光型、紫外型、双光谱型和全光谱型等，都是通过对火焰辐射光的强度和频谱特性进行分析处理，来实现对目标火焰的检测。其中电信号在火焰检测器探头壳里的一块印制电路板上进行预处理，经对数放大、电压/电流转换变成电流信号，再通过屏蔽电缆输送到远处信号处理机箱中分析处理单元(火焰放大器)进行处理。经频率检测、强度检测及回路检测等多种处理，输出包括火焰检测器的火焰强度和质量状态(火焰强度模拟量信号)、火焰存在状态(开关量信号及火焰检测器故障信号)的标准信号供显示、报警和锅炉跳闸逻辑判断。

5.1.2.3 图像型火焰检测器

通过采集火焰的实时视频图像，采用图像处理技术来实现对目标火焰的检测。火焰图像包含了目标火焰及背景火焰的位置信息和亮度、脉动信息，通过合理选择检测区域位置，能将目标火焰和大多数背景火焰区分开来。合理地设置目标火焰的判断参数值，可进一步提高对背景火焰的鉴别能力。通常图像型火焰检测器通过放置于燃烧器二次风道内的摄像头对目标火焰实时视频图像进行采集，通过视频同轴电缆将信号传输到图像火焰检测器信号处理单元进行处理。经视频模数转换后采用内置图像处理算法对目标火焰进行识别，输出火焰强度、火焰状态、故障等信号供显示、报警和锅炉跳闸逻辑判断。

5.1.3 按照火焰检测器结构分类

5.1.3.1 概述

根据检测器的结构，火焰检测器可分为一体化火焰检测器和分体式火焰检测器。

5.1.3.2 一体化火焰检测器

火焰检测器通常由探头组件和火焰信号处理单元两部分构成，而这两部分的全部电子设备集成在一起，安装于就地检测位置。

5.1.3.3 分体式火焰检测器

火焰检测器的探头组件和火焰信号分析处理单元由独立的两部分构成，其中探头组件安装于就地检测位置，火焰信号分析处理单元安装布置在环境良好的位置(如电子室内)。

5.1.4 按照安装方式分类

5.1.4.1 内窥型火焰检测器

内窥型火焰检测器安装时，通过安装于锅炉内部的光纤或导光管部件，将火焰辐射的光信号传输至锅炉外部的火焰传感器进行火焰检测。

5.1.4.2 外窥型火焰检测器

外窥型火焰检测器安装时，将火焰检测器安装于锅炉外部，直接接收锅炉内目标火焰的光信号进行火焰检测。

5.1.5 按照安全等级分类

5.1.5.1 防爆型火焰检测器

安装在爆炸性环境中的具有防爆特性的火焰检测器。一般以气体为燃料的锅炉或气体参与反应的

锅炉上的火焰检测器安装位置均在爆炸性环境中，火焰检测器安装中常见的爆炸性环境有：燃气锅炉、掺烧可燃气体的燃煤锅炉、废气焚烧锅炉、气体合成锅炉(如：HCL 合成炉)和气体反应炉等。

5.1.5.2 非防爆型火焰检测器

安装在非爆炸性环境中，不具有防爆特性的火焰检测器。火焰检测器安装中常见的非爆炸性环境有：燃油锅炉、燃煤锅炉。

5.2 火焰检测器技术要求

5.2.1 基本功能要求

5.2.1.1 自检功能

火焰检测器应能通过连续自检实时反映火焰检测器的工作状态。在规定的工作条件且火焰输入信号有效时，若火焰检测器检测到故障，应能通过继电器或通信装置自动给出报警信号。

5.2.1.2 火焰阈值设定功能

在规定的工作条件下，光信号型火焰检测器的有火和无火阈值应可调整。对于图像型火焰检测器，各个火焰判断区域的位置、阈值均应可调整。

5.2.1.3 火焰强度显示

在规定的工作条件下并且火焰输入信号有效时，光信号型火焰检测器应实时显示火焰输入信号的强度。图像型火焰检测器应通过控制软件提供与实时图像对应区域的火焰信号强度。

5.2.1.4 有火延时时间设置

在规定的工作条件下，当火焰输入信号从无火转变为有火时开始，直至火焰检测器输出有火信号这一过程的时间，即为有火延时时间。该时间应可进行设置。

5.2.1.5 无火延时时间设置

在规定的工作条件下，当火焰输入信号从有火转变为无火时开始，直至火焰检测器输出无火信号这一过程的时间，即为无火延时时间。该时间可以由锅炉厂家提供或专业人员进行设置。

5.2.1.6 模拟量输出信号

火焰检测器的模拟量输出信号用于远方监视，应满足如下条件：

- a) 当火焰输入信号强度小于火焰检测器最小量程时，输出为DC 4 mA；
- b) 当火焰输入信号强度在火焰检测器量程内时，输出为DC 4 mA~20 mA；
- c) 当火焰输入信号强度大于火焰检测器最大量程时(溢出), 输出为DC 20 mA。

5.2.1.7 火焰检测器远程通信功能

火焰检测器应具有远程通信功能，并满足如下条件：

- a) 应具有远程通信功能，宜支持通用的串行通信或现场总线协议；
- b) 通信的电气接口性能，应满足 ANSI/TIA/EIA-232-F 或 ANSI/TIA/EIA-422-B 或 ANSI/TIA/EIA-644-A 的要求。

5.2.1.8 火焰视频图像管理功能

图像型火焰检测器应具有火焰视频图像管理功能，可以同时显示多个燃烧器的火焰图像，方便用户

了解锅炉燃烧情况。同时还应对所有燃烧器视频进行录像，便于对锅炉燃烧情况进行回顾和分析。

5.2.1.9 超温报警功能

火焰检测器宜具有温度检测、报警定值设定、超温报警功能，当检测到表面温度超出设定值时，通过信号处理单元发出报警信号。

5.2.1.10 火焰检测器软件功能

火焰检测器软件应能监控多个远离中央计算机工作台的火焰检测器或者传感器模块，并应允许维护人员通过简便配置，实现软件参数组态、远程调控、故障分析、数据归档和趋势记录功能。

5.2.1.11 权限保护功能

在中央计算机工作台中运行的火焰检测器软件应有权限保护功能，以阻止非授权使用者修改配置参数。所有工作人员都可以查看火焰检测数据，但只有授权的用户可以改变参数。

5.2.1.12 数据存档与回放功能

火焰检测器软件应具有数据存档与回放功能。参数设置文件、参数趋势曲线能被存档，参数信息、趋势曲线和其他软件记录的数据能被回放。

5.2.1.13 火焰视频图像显示功能

图像型火焰检测器软件应实现对火焰视频图像的显示和切换，方便用户查看单个燃烧器或多个燃烧器的火焰视频图像。同时火焰检测器软件还应能显示录像机的输出画面，便于用户对录像机进行操作和录像回放。

5.2.1.14 远程组态功能

利用基于通用计算机操作系统的火焰检测器浏览软件和对应的中/英文版本说明书，通过串行通信或现场总线通信方式能在远方进行组态。

5.2.2 基本性能要求

5.2.2.1 技术参数要求

火焰检测器技术参数应满足如下要求。

- a) 工作电压：5 V,DC;12 V,DC;24 V,DC;220 V+15%,AC,来自当地公用电力系统。
- b) 功耗：≤5 W。
- c) 继电器输出：无源干触点。
- d) 继电器容量(阻性负载)：≥1 A,240 V,AC;≥1 A,24 V,DC;最小负荷：10 mA,5 V,DC;机械寿命≥100000次。
- e) 响应峰值波长：
 红外传感器(IR):780 nm~3000 nm;
 可见光传感器(VL):380 nm~780 nm;
 紫外传感器(UV):10 nm~380 nm。
- f) 延时时间：有火延时时间1 s~6 s可调；无火延时时间1 s~4 s可调。
- g) 模拟量输出：DC 4 mA~20 mA,电流隔离；精度：±5%满量程；最大连接负载：750 Ω。
- h) 远程通信端口：RS-485 串口通道，能用Modbus、Profibus协议配置。

- 1) Profibus: 最大速度12 Mbit/s;
- 2) Modbus: 最大速度115.200 kbit/s。
- i) 火焰检测器自检周期不大于2 min, 自检时间不大于0.1 s。

5.2.2.2 环境适应性要求

火焰检测器正常工作条件下, 应满足如下要求。

- a) 无防爆要求的工作温度范围: 一体化光信号型火焰检测器为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$, 分体式光信号型火焰检测器探头为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+80^{\circ}\text{C}$, 分析处理单元为 $0^{\circ}\text{C}\sim60^{\circ}\text{C}$ (低温参考IEC 60654-1)。
- b) 相对湿度: 0%~95%, 非凝结。
- c) 防爆等级的工作温度: 一体化光信号型火焰检测器为 $-20^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$, 分体式光信号型火焰检测器探头为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$, 分析处理单元 $0^{\circ}\text{C}\sim60^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 光纤最高工作温度不低于 380°C 。冷却风失去情况下, 光纤型火焰检测器能安全运行至少20 min。
- e) 图像型火焰检测器始终保持冷却风正常。
- f) 工作大气压力范围在86 kPa~106 kPa。

存储环境下, 应满足如下要求:

- a) 存储环境温度: $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$;
- b) 存储环境相对湿度: 0%~95%, 非凝结;
- c) 大气压力范围: 86 kPa~106 kPa。

5.2.3 可靠性要求

5.2.3.1 电气特性要求

电气特性应满足如下要求。

- a) 接线端子为螺钉式端子。
- b) 允许的电缆截面: 继电器触点为AWG24-AWG12, $0.2\text{ mm}^2\sim2.5\text{ mm}^2$ (J1连接器)。其他所有端子为AWG28-AWG16, $0.8\text{ mm}^2\sim1.5\text{ mm}^2$ 。
- c) 绝缘电阻: 火焰检测器的各个输出端与火焰检测器外壳之间的绝缘电阻 $\geq 20\text{ M}\Omega$ 。
- d) 绝缘强度: 火焰检测器的各个输出端对火焰检测器外壳之间的绝缘强度, 能承受 AC750 V (50 Hz) 的电压1 min 而无击穿或飞弧现象。

5.2.3.2 防护等级要求

现场火焰检测器柜和火焰检测器探头的防护等级分别不应低于 IP52 和 IP65, 也应满足 IEC 60529、IEC 61010-1 和 ANSI TIA/EIA-232-F 的要求。除此之外, 有防爆要求的火焰检测器, 还应满足如下要求。

- a) 防爆等级: 根据防爆区域要求, 火焰检测器的防爆性能满足 IEC 60079-0 和 IEC 60079-1 的要求。经过国家认可的防爆检验单位的检验, 取得防爆合格证, 防爆等级不低于 Ex d IIC T4。
- b) 当火焰检测器的外形或机械结构进行局部更改且涉及防爆性能时, 送原防爆检验单位重新审查或履行必要的备案。
- c) 制造商保证按照本文件和防爆检验单位审查批准的图样, 生产火焰检测器产品。

5.2.3.3 抗干扰性能要求

火焰检测器抗干扰性能应满足如下要求。

- a) 静电放电抗扰度：满足IEC 61326-1规定的接触放电试验严酷等级为3级、空气放电试验严酷等级为3级的静电放电抗扰度的要求。
- b) 射频电磁场辐射抗扰度：满足IEC 61326-1规定的频率范围为80 MHz~1000 MHz、试验严酷等级为3级的射频电磁场辐射抗扰度的要求。
- c) 电快速瞬变脉冲抗扰度：满足IEC 61326-1规定的对火焰检测器的电源进行试验严酷等级为3级的电快速瞬变脉冲抗扰度的要求。
- d) 射频场感应的传导骚扰抗扰度：满足 IEC 61326-1规定的频率范围为150 kHz~80 MHz,试验严酷等级为3级的射频场感应的传导骚扰抗扰度的要求。

5.2.3.4 机械特性要求

火焰检测器的机械特性，应满足下述要求。

- a) 运行振动正弦曲线：频率范围5 Hz~200 Hz;加速度：20 m/s² 最大值(2G); 位移最大值0.15 mm。
- b) 按照8.1.4.9中规定进行振动试验后，火焰检测器机械结构与元器件无松动，产品性能与电气特性保持不变(按照通电试验)。
- c) 按照8.1.4.10中规定进行运行冲击试验后，火焰检测器机械结构及元器件无损坏与松动，产品性能与电气特性保持不变(按照通电试验)。
- d) 按照8.1.4.11中规定进行碰撞试验后，火焰检测器机械结构与元器件无损坏与松动，产品性能与电气特性保持不变(按照通电试验)。
- e) 按照8.1.4.12中规定进行跌落试验后，火焰检测器机械结构与元器件无损坏及松动，产品性能与电气特性保持不变(按照通电试验)。

5.2.3.5 连续运行时间

在正常运行环境下，火焰检测器平均失效间隔工作时间(MTBF)应不低于70000 h。

5.2.3.6 火焰检测器电缆

与火焰检测器连接的电缆类型，满足以下要求。

- a) 从就地火焰检测器到火焰检测器机柜的连接电缆采用耐高温阻燃屏蔽电缆；电缆线芯应采用颜色区分，保证信号的准确性和可靠性，并方便以后的维护或更改。
- b) 火焰检测器机柜与分散控制系统(DCS)机柜之间的通信电缆采用屏蔽双绞线。
- c) 连接电缆的屏蔽层可靠接地。

5.3 冷却系统技术要求(可选项，根据火焰检测器需求选配)

5.3.1 冷却风系统功能要求

5.3.1.1 基本要求

火焰检测器在锅炉附近工作，暴露在高温和重度飞灰中。火焰检测器应保持在其额定工作温度范围内，以确保其可靠运行，延长其使用寿命。对冷却风系统的基本要求如下：

- a) 火焰检测器冷却风系统用于保护火焰检测器不超温损伤，并保持火焰检测器清洁；
- b) 冷却风系统应包括：两台互为备用的风机、切换挡板(或止回阀)、入口过滤器、风机控制柜、压力开关等部件；
- c) 两台冷却风机应并行冗余工作(一台工作，一台备用)，每台冷却风机应达到至少130%系统容量的要求；

d) 风机控制柜应配置两路独立的交流电源。

5.3.1.2 冷却风机就地控制柜

火焰检测器冷却风机就地控制柜应设有远方/就地切换开关、就地启动/停止控制按钮开关、风机运行状态指示等。

5.3.1.3 仪表配置要求

冷却风系统监视及联锁保护所需的就地仪表，可按表1要求配置。

表 1 火焰检测器冷却风系统监视及联锁保护仪表配置

设备名称	用途	数量/个
压力开关或压力变送器	冷却风母管压力低低三取二停炉逻辑	3
压力开关或压力变送器	压力低报警	1
压力开关或压力变送器	风机联锁	1
压力变送器	冷却风母管压力远传指示	1
压力指示表	冷却风母管压力指示	1
差压变送器(根据需要选择)	风机入口滤网差压高报警	1 或 2

5.3.1.4 风源切换挡板

两台火焰检测器冷却风机(或其他冷却风源)的出口挡板应能自动切换，且不影响火焰检测器冷却风机正常运行。

5.3.1.5 其他设备供风

火焰检测器冷却风机不宜为火焰检测器以外的其他设备供风，如确需供风时，应留有足够的送风余量，以避免影响火焰检测器正常工作。

5.3.2 冷却风系统性能要求

5.3.2.1 冷却风系统气源要求

冷却风压力不足或冷却风不清洁，都会造成探头结焦甚至损坏。除非火焰检测器制造商另有规定外，吹扫系统气源应满足如下要求。

- a) 吹扫气源：采用清洁、干燥、冷却的空气，风机入口风温<45℃。
- b) 根据火焰检测器数量和火焰检测器内、外导管管径确定最小吹扫风量和吹扫气压。每只火焰检测器探头最小吹扫风量满足如下要求：
 - 1) 外窥型火焰检测器：不低于113 L/min, 环境污染严重时不低于400 L/min;
 - 2) 内窥型火焰检测器：不低于400 L/min;
 - 3) 图像型火焰检测器：单保护型不低于2500 L/min, 双保护型不低于4300 L/min。
- c) 最小吹扫气压：
 - 1) 外窥型火焰检测器：在“Y”形连接管入口处测量的风压，大于风箱压力0.2 kPa 以上;
 - 2) 内窥型火焰检测器：在“Y”形连接管入口处测量的风压，高于风箱压力4 kPa 以上。

5.3.2.2 冷却风机及电机特性曲线

冷却风机在一定流量范围内应保持压头基本不变，其电机应满足下述要求：

- a) 绝缘等级：F；
- b) 温升等级：B；
- c) 防护等级：IP55；
- d) 采用当地公用电力[如中国为380 V(1±10%),AC,50 Hz±1 Hz],三相三线制或三相四线制系统；
- e) 电机使用节能中小型三相异步电动机，至少满足IEC 60034-30-1中的IE2 能效要求；
- f) 风机噪声水平：风机外壳1 m 处噪声低于85 dB；
- g) 高压离心式风机效率：≥70%。

6 安装与调试要求

6.1 系统安装要求

6.1.1 安装准备

6.1.1.1 技术准备

安装前的检查、确认和其他技术准备工作应按下述要求进行。

- a) 设计院的施工图纸、生产厂商的系统说明书及安装图已到齐，并经过图纸联合审查。编制作业指导书或施工方案、开工报告、安全和技术交底、焊接工艺交底、危险因素清单、作业风险控制计划等技术文件，按审批程序通过审批。
- b) 对相关管理和施工人员进行交底。核对元件的型号、规格和长度，确保符合设计要求和实际需要。
- c) 根据生产厂商图纸和其他材料，核对火焰检测系统与外部系统和设备的接口。电源和仪用空气满足设备厂商的要求；信号电缆、控制电缆的连接满足设计要求。熟悉生产厂商的技术资料，了解该系统安装的注意事项。

6.1.1.2 施工条件确认

安装前检查并确认以下施工条件得到满足。

- a) 施工人员到达安装现场，明确他们所接受任务的技术、安全和质量要求，熟悉火焰检测器的安装注意事项及要点；焊工等特殊工种应持证上岗。
- b) 锅炉水冷壁、楼梯、通道、平台、栏杆应已安装完毕；火焰检测器预留安装孔位置符合设计要求，火焰检测器观察目标火焰的位置、锅炉热膨胀、步道或其他设备对火焰检测器拆装和维护工作便利性的影响等因素在设计时已被考虑。如预留孔需在现场开孔，应在生产厂商的指导下进行；锅炉已具备安装火焰检测系统的条件。
- c) 检查火焰检测器安装所需设备及附件的型号、规格、数量与设计相符，外观无损伤、齐全、完好；领用后已妥善保管。
- d) 三通接头、安装法兰、导向管、不锈钢金属软管(冷却风管)、导角板、固定支架等所有的安装材料已准备到位。施工所需的工具和设备已准备齐全：电焊机等设备按需要已布置到位，安装所需的施工电源已布置，现场已具备使用条件；现场所需的临时照明已安装，符合现场施工要求。
- e) 根据现场的安装位置搭设合适高度的脚手架。脚手架的宽度、高度应满足施工要求，应设有便于施工人员上下的爬梯；脚手架只有经验收合格后才能使用。

6.1.1.3 安装注意事项

为保证安装过程中的人身安全，安装位置满足运行与检修要求，安装过程中应明确以下注意事项。

- a) 进入炉内安装前，按规程办理工作许可证，整个安装过程中应有专人监护；炉内的脚手架的宽度、高度应满足施工要求，现场照明应满足施工要求（如在燃烧器内，移动照明电源应低于36 V，拉入容器内的电焊皮带应确保绝缘良好，以防触电）；作业时按规程系好安全带，手持工具应配有安全绳。
- b) 在炉膛内部脚手架拆除前，完成火焰检测器支架在燃烧器及炉膛内部的焊接安装工作；火焰检测器的安装位置，应考虑炉膛热膨胀影响和火焰检测器探头抽出时所需的空间等。
- c) 预制电缆的长度根据火焰检测器探头的长度确定，在生产厂商提供合理长度的预制电缆的情况下，保证每个火焰检测器探头至接线箱的预制电缆无中间对接。预制电缆敷设前，对接头做好临时保护措施，连接仔细，确保接头正确连接。

6.1.2 火焰检测器安装

6.1.2.1 内窥型火焰检测器安装

安装过程包括安装位置确定、支架焊接、火焰检测器安装，应按下述步骤与要求进行。

- a) 安装位置确定
 - 1) 根据图纸及燃烧器现场预留的火焰检测器安装开孔，检查安装开孔是否小于设计图纸所示尺寸的通孔，安装位置符合设计要求。
 - 2) 结合火焰检测器的安装方式，确定支架的安装点。
 - 3) 对于现场改装等离子点火设备而需要扩大火焰检测器开孔的，其开孔在生产厂商技术人员的指导下进行。
- b) 火焰检测器前端支架焊接
 - 1) 火焰检测器的前端支架按图纸或生产厂商要求密封焊接于燃烧器上，火焰检测器的前端支架通常焊在厂商提供的导角板上。
 - 2) 导角板焊接在燃烧器靠近炉膛的内侧，支架的安装角度通过导角板调整后点进行点焊，待火焰检测器试装合格并确认角度符合生产厂商要求后再进行焊接。
 - 3) 确保焊接牢固。
- c) 法兰式火焰检测器固定支架安装
 - 1) 火焰检测器的固定法兰按设计图纸焊接在燃烧器的预留孔外侧，支架与燃烧器侧面相垂直，不倾斜，且安装牢固。
 - 2) 火焰检测器的固定法兰通常焊有一段短管，以方便对接，短管的长度应根据现场情况或安装说明书进行确定。焊接时应根据焊接母材合理选用焊材，安装时注意法兰的固定螺丝朝向。
 - 3) 固定支架安装时先进行点焊，待火焰检测器试装合格后再进行焊接。
 - 4) 火焰检测器最前端通常由瓷或玻璃制成，安装时小心把火焰检测器从固定法兰处移至火焰检测器前端支架，并按要求进行固定。
- d) 火焰检测器法兰套管的安装与内窥型火焰检测器安装
 - 1) 火焰检测器的固定法兰按图纸要求焊接在燃烧器的预留孔外侧，支架与燃烧器侧面相垂直，不得倾斜；点焊后，进行火焰检测器试装，确认位置合适后，将法兰套管四周进行密封焊。

- 2) 焊接后，去除焊渣并及时刷上防锈漆。暂时不能安装的，需用塑料布或彩条布包裹法兰口，以防雨水和杂物进入。试装后的火焰检测器组件及时收回仓库妥善保管。
- 3) 支架焊接安装后，安装点周围机务工作基本结束，现场已具备火焰检测器安装条件后，方能进行内窥式火焰检测器的安装。
- 4) 由于内窥式火焰检测器属于精细仪表，应小心搬运至现场；火焰检测器最前端通常由瓷或玻璃制成，安装时小心将火焰检测器缓缓插入套管，移至火焰检测器前端支架；按生产厂商要求进行紧固，避免火焰检测器突然或猛烈地震动，以及光纤部分过度扭曲。

6.1.2.2 外窥型火焰检测器安装

根据是否要在燃烧器面板开孔或开孔形式的不同，外窥型火焰检测器安装要求有所不同。

- a) 燃烧器面板需现场开孔时，应按照图纸要求开孔，孔径应与设计一致；万向节应直接固定在燃烧器面板或预埋管上，调整万向节角度，使火焰检测器探头正对火焰位置，并将万向节锁紧。
- b) 燃烧器面板已开圆孔，孔径和万向节匹配时，万向节能直接焊接；若孔径小于万向节要求时，则需要扩孔；若孔径大于万向节要求时，需定制尺寸合适的法兰，用于万向节和孔径之间的过渡焊接，焊接牢固后调整万向节角度并锁紧。
- c) 在燃烧器面板嵌入预埋管且预埋管无螺纹或法兰时，若预埋管尺寸与万向节匹配，则可直接将预埋管与万向节进行焊接。若预埋管与万向节不匹配时，需定制尺寸合适的法兰，用于万向节和预埋管之间的过渡焊接。焊接牢固后调整万向节角度并锁紧。
- d) 燃烧器面板嵌入预埋管且预埋管有螺纹时，按照现有的螺纹尺寸定制万向节与预埋管匹配的安装附件。现场安装时正确旋入万向节，调整角度并锁紧。
- e) 燃烧器面板嵌入预埋管且预埋管有法兰时，按照现有法兰尺寸定制万向节与预埋管匹配的安装法兰，以允许万向节与内嵌管连接。现场安装时正确按照螺纹要求旋合入万向节，后调整万向节角度并锁紧。

外窥型火焰检测器的冷却风管、预制电缆，就地接线箱的安装与内窥式火焰检测器相同。

6.1.2.3 图像型火焰检测器探头安装

探头安装位置确定、开孔、支架焊接、火焰检测器安装和冷却风的连接，应按下述步骤与要求进行。

- a) 根据锅炉内部燃烧器及风道的结构和尺寸确定安装位置。对于直流燃烧器，探头宜安装在燃烧器喷嘴上方的二次风道方孔中；对于旋流燃烧器，探头宜安装在二次风喷嘴的适当位置。安装位置应能看到火焰的未燃区、燃烧区和燃尽区。在不遮挡火焰检测器探头视角的前提下，火焰检测器探头宜尽量向后退缩。
- b) 在锅炉燃烧器附近适当位置开孔时，应避开导流板和拉杆，检查火焰检测器探头内套管是否能顺畅抽出。火焰检测器探头正后方区域，锅炉膨胀时应无阻挡火焰检测器探头伸出的障碍物；火焰检测器探头伸出部分下方约400 mm 内没有不随锅炉膨胀的障碍物，以防止火焰检测器探头及电缆与障碍物碰撞损坏。
- c) 按照确定的安装位置，采用双面不锈钢将火焰检测器探头偏心支架牢固焊接在二次风道上；若二次风道之间空间不足，可不使用偏心支架，探头前端保护管可直接焊接在二次风道上。
- d) 火焰检测器探头冷却风管口宜能向下或向上倾斜。冷却风金属软管应留有一定余量，保证锅炉在冷态和热态膨胀时，冷却风管伸展自如，提供畅通的冷却空气。
- e) 对于摆动式燃烧器，安装火焰检测器探头软管时，应把喷嘴调整到水平位置后进行安装。

6.1.2.4 配套设备安装

配套设备包括冷却风管、火焰检测器控制柜和就地控制箱，安装要求如下。

- a) 按要求对火焰检测器的冷却风软管进行连接，火焰检测器的冷却风管应采用不锈钢软管以消除锅炉的热膨胀。
- b) 火焰检测器柜通常布置在电子设备间，它应与电子设备间已到货的其他盘柜一起安装；按设计要求盘柜应接地；就地接线箱应根据火焰检测器预制电缆的长度选定安装位置，通常安装在同排火焰检测器的中间位置，并尽量远离热源。
- c) 检查电源系统配置，确保满足4.2的要求。

6.1.2.5 电缆安装

预制电缆的连接、敷设及布线要求如下。

- a) 根据火焰检测器的距离选用合适长度的预制电缆，在生产厂商提供预制电缆的情况下，应保证每个火焰检测器至接线箱的预制电缆无中间对接。进入接线箱的电缆应从底部引入，并应采取防潮和防尘处理措施。预制电缆与火焰检测器的连接应考虑锅炉的热态膨胀，并宜尽量远离热源。
- b) 根据设计图纸，按照电缆敷设工艺规范的要求进行电缆敷设；由于火焰检测信号是炉膛安全保护系统(FSSS) 中重要的信号之一，因此火焰检测器接线箱至控制柜的电缆应采用耐高温屏蔽电缆；与DCS 系统的连接电缆可采用普通的计算机电缆或屏蔽控制电缆；电缆敷设的安全注意事项参见电缆敷设工艺规范。
- c) 电缆端子连接应正确、牢固，线号标志应正确、清晰。按设计连接屏蔽电缆，中间接线盒内屏蔽电缆应可靠连接；火焰检测器电缆端子回路号应与机柜内的端子回路号一一对应。

6.1.2.6 已安装的火焰检测器的保护

由于现场环境恶劣，交叉施工多，采取适当的防护措施，防止对已安装的火焰检测器造成损坏：

- a) 火焰检测器宜在锅炉保温措施结束后安装；
- b) 安装后应做好防护措施并挂好警告标识，防止外力碰撞、脚踏和连接电缆损伤等。

6.1.3 安装验收

火焰检测系统安装验收质量标准见表2。

表 2 火焰检测系统安装验收标准

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	方法和器具
火焰检测器 探头检查	型号尺寸			符合设计	核对
	外观			无伤残	观察
	附件			齐全、完好	
	绝缘电阻		MQ	≥1	500 V绝缘电阻表
火焰检测器 探头安装	位置			符合设计	核对
	环境温度		℃	≤60	温度计
	支架安装			牢固	试动观察
	固定角度	关键项目		符合生产厂商规定	试动观察
	探头编号	关键项目		与表盘上一致	观察

表2 火焰检测系统安装验收标准(续)

工序	检验项目		性质	单位	质量标准	方法和器具
火焰检测系统	火焰检测器探头信号 电缆连接				紧固，无松脱；不影响监控设备的 维护通道	试动观察
	冷却风系统				风管完好，无打折扭曲，与火焰检测器 探头连接可靠，夹紧牢靠	试动观察
	火焰检测器探头 接线盒				螺丝齐全且紧固，防雨措施可靠	试动观察
	防护措施				齐全、完好	核对
	接线	电缆端子连接			正确、牢靠	用校线工具查对
		线号标志			正确、清晰、不褪色	观察
	标志牌				与设计一致，悬挂牢靠，字迹不易磨损	核对

6.2 安装后调试要求

6.2.1 静态调试

6.2.1.1 静态调试技术准备

- 火焰检测器安装后的静态调试技术准备，至少应满足以下要求：
- a) 检查确认火焰检测器探头已正确安装，回路连接正确、紧固，接触良好；
 - b) 检查屏蔽电缆接地，确认其连接与接地方式，测量其接地电阻，符合相关技术要求；
 - c) 确认火焰检测器处理单元的排布顺序及标识，满足生产厂商要求；
 - d) 检查所有火焰检测器处理单元和通讯模件的初始参数已设置，并符合相关要求；
 - e) 检查火焰输出触点状态与机组运行实际要求一致；
 - f) 检查供电冗余符合设计要求。

6.2.1.2 静态调试内容与方法

- 对系统上电及进行基础静态调试，检查、试验内容与方法包括以下方面。
- a) 检查系统无故障指示(若有故障显示，先进行消除)。
 - b) 试验和检查冗余的供电和通讯可靠工作，测量两路电源电压应在允许的偏差范围内。
 - c) 检查工作站所有火焰检测器处理单元默认设置是一致的，检查工作站所有火焰检测器预设的默认值与火焰检测器处理单元设置是一致的。检查炉膛无火状态下所有火焰检测器处理单元的实时参数，确认它们在允许的范围内。
 - d) 试验火焰检测器故障信号、电源故障信号、有火焰信号，确认反应正确。
 - e) 检查机柜风扇(如有)及柜内部件工作噪声是正常的。
 - f) 检查试验火焰模拟量信号显示与现场情况相符，量程显示正确。
 - g) 输入回路正确性测试：断开火焰检测器电缆插头再重新连接，检查系统对应通道显示正确。插头应逐一试验，如发现不正确接线及时纠正。
 - h) 模拟发出“有火信号”“故障信号”和“模拟量输出信号”，检查火焰检测器状态显示，通过

DCS或独立的工作站接收到的信号应正确，无火延时时间设置应正确，在模拟量输出端子处测量的输出电流的误差应在±5% 量程范围内。

- i) 电源模件故障报警试验：分别闭合、断开各电源模件开关，检查火焰检测器电源故障在DCS上正确报警。
- j) 电源冗余切换试验：分别闭合、断开电源模件A和B，观察确认火焰检测器处理单元无异常现象，电源中断报警准确触发。
- k) 开关量输出试验：火焰检测器通电，通过强制功能或模拟实验的方式，使火焰检测器输出有火/无火、有故障/无故障，检查DCS或独立的工作站接收到的信号是正确的。否则，应按生产厂商规定的流程，重新组态信号输出状态，并重新进行检测。
- l) 失电状态试验：断开所有电源模件的电源开关，在DCS侧检查或用万用表测量火焰检测器信号输出状态与DCS的需求是否一致。若不一致，则按生产厂商规定的流程，重新调整信号输出状态，再次检查火焰检测器信号输出状态与DCS的需求是否一致。

6.2.1.3 预调整试验

点火前完成火焰检测器的预调整试验，并对火焰检测器探头进行火焰照明模拟试验(同步进行无火延迟时间试验)，可按以下步骤进行。

- a) 做好配合与安全监护工作，1人穿戴好安全护具、携带手电筒或照明光源及清洁布通过检修门进入炉膛内；1人持对讲机在检修门外沟通接应；另1人手持对讲机在火焰检测机柜处负责观察、应答、记录相应火焰检测器检测的火焰信号。
- b) 用手电筒或照明光源及清洁布，在炉膛内按照顺序依次进行模拟火焰光源照射试验，照射前先用清洁布将透镜擦拭干净。
- c) 启动DCS对火焰强度、有火信号的记忆功能，并可同时查看两个参数随时间变化的实时趋势图和历史趋势图。
- d) 在开始和结束光源照射试验的同时，用对讲机联系火焰检测器处理单元或DCS处监视人员，记录检测到火焰信号和火焰信号消失的时间。
- e) 通过DCS历史趋势图检查火焰信号显示，计算火焰信号消失的延迟时间。

6.2.2 动态调试

6.2.2.1 动态调试工作准备与技术要求

火焰检测器安装后的动态调试技术准备，至少应满足以下要求。

- a) 识别每个燃烧器的燃烧特性，给出判定炉膛火焰存在的参数(包括强度、频率阈值等)。对图像型火焰检测器，确认目标火焰的燃烧位置，正确设置各个判断区域位置，以及相关区域对应的有火/无火阈值或抖动阈值。
- b) 调整每个火焰检测器的内部参数至最佳检测效果，使单个火焰的可探测性与可靠性达到最佳平衡。确保锅炉运行期间，发生全炉膛灭火时，火焰检测器能正确动作，在正常运行工况下不出现误动。
- c) 输出至DCS的火焰信号类型及显示正确。

6.2.2.2 动态调试工作基本原则

锅炉运行中可能会出现“偷窥”或“漏看”现象，除硬件能力外，往往与动态调试工作方法有关，调试

人员首先按下列原则进行调试。

- a) 在锅炉低负荷时调试的火焰检测器可能过于灵敏，在高负荷下某一燃烧器停运时，易于发生“偷窥”现象，影响控制逻辑的正常运行。
- b) 在锅炉高负荷时调试的火焰检测器可能会反应迟钝，在冷态点火或低负荷运行时，即使燃烧器已点燃，但火焰检测器仍可能一直没有输出，即“漏看”，很可能导致火焰保护误动作。
- c) 根据上述a)和b)，调试中的高、低负荷宜分别选择在满负荷的70%和20%左右，反复调整以达到最佳状态。

如经多次调整仍不理想，调试人员可按下列原则进行调试。

- a) 对油火焰检测器宁可“漏看”也不允许“偷窥”，即适当降低油火焰检测器的灵敏度、提高稳定性，以防止油未着火而喷入炉膛。
- b) 对煤火焰检测器宁可“偷窥”也不允许“漏看”，即适当提高煤火焰检测器的灵敏度。

6.2.3 系统动态调试内容

6.2.3.1 冷却风系统确认

冷却风机(如有)投入运行后，检查确认冷却风系统满足以下要求：

- a) 检查火焰检测器冷却风无压力低报警、就地火焰检测器冷却风管无漏风、冷却风管与火焰检测器探头连接处无漏风现象，风管末端压力表显示的压力大于火焰检测器探头冷却风要求的最低压力；
- b) 当母管出口压力低于报警设定值时，能在监视画面进行报警；
- c) 当母管出口压力低于联锁设定值时，备用冷却风机能被联动启动；
- d) 当母管出口压力低于保护设定值时，通过3个“火焰检测器冷却风压力低”开关进行三取二逻辑运算后，发出“火焰检测器失去冷却风”信号触发锅炉主燃料跳闸(MFT)。

6.2.3.2 点火后调整工作

点火后对光信号型火焰检测器的调整，应按下述要求进行。

- a) 根据实时数据的稳定程度及现场经验，设定参数并记录所有内部参数及阈值。
- b) 燃烧器投运几分钟后开始观察一段时间内实时数据变化情况并记录，观察数据波动范围(通过炉膛打焦孔或火焰电视验证锅炉是否投入运行)并做好记录，根据波动情况调整内部参数。
- c) 燃烧器火焰检测试验：
 - 1) 关闭目标燃烧器，点燃临层和对角(对面)燃烧器(背景辐射光影响最大)，火焰检测器处理单元“有火”指示灯不应点亮；
 - 2) 目标燃烧器点火，关闭临层和对角(对面)燃烧器(背景辐射光影响最小)，此时火焰检测器处理单元“有火”指示灯应被点亮，否则继续b)项。
- d) 火焰检测器处理单元启动时，按上述步骤和方法调整其他内部参数。
- e) 主燃烧器启动后参照b)、c)步骤调试主燃烧器火焰检测器处理单元的设定参数。
- f) 进行主燃烧器火焰检测试验：关闭临层和对角燃烧器，启动目标主燃烧器(背景辐射光影响最小)，火焰检测器处理单元“有火”指示灯应被点亮。
- g) 根据所记录的实时数据与现场观察实时数据变化规律，得出输出火焰模拟量信号特性。

点火后对图像型火焰检测器的调整，按下述要求进行。

- a) 燃烧器投运时，通过燃烧器对应的实时火焰图像，检查目标火焰燃烧情况。若燃烧器成功投

运，首先对火焰判断区域位置进行设置，将黑龙区、燃烧区、抖动区都放置到目标火焰的正确位置。同时初步设置判断阈值，避免误发无火。对于旋流燃烧器或黑龙不明显的燃烧器，黑龙区可放置在图像边缘黑暗处，并可将区域调小，避免影响正常火焰判断。

- b) 燃烧器运行稳定后，进一步调整火焰判断区域的位置和大小。等待10 min 后，通过火焰检测器软件的历史曲线功能，查看各判断参数在这10 min 内的变化范围，以此为依据修正各判断阈值。阈值包括：
 - 1) 燃烧区亮度下限，应设置在燃烧区亮度波动范围下限以下约20%；
 - 2) 黑龙区亮度上限，应设置在燃烧区亮度波动范围上限以上约20%；
 - 3) 抖动幅度下限，应根据抖动区的抖动幅度范围的下限进行调整。
- c) 目标燃烧器关闭，对角或相邻的燃烧器启动时，观察火焰检测器是否有“偷窥”现象。若存在“偷窥”现象，可通过调整火焰判断区域和判断阈值来解决。参数调整时不应影响目标火焰的判断，调整完毕后，应对目标火焰燃烧判断的准确性进行测试。
- d) 对于引入“启动模式”信号的火焰检测器，判断参数的调整应以正常燃烧阶段为准，在锅炉启动阶段，当“启动模式”信号有效时，火焰检测器会自动对判断参数进行修正，以保证对有火状态判断的准确性和稳定性。
- e) 采用上述方法，按锅炉启动顺序依次对所有燃烧器的火焰检测器进行调试。

6.2.3.3 提高单角鉴别能力的调试

提高单角鉴别能力的调试，可按照以下步骤进行。

- a) 先确定背景火焰：确保目标火焰关闭，点燃其他所有燃烧器并调至最大燃烧强度。观察并记录目标火焰的最大强度值及频率值。
- b) 确定目标火焰：调整目标燃烧器处于较低的火焰强度，调整其他燃烧器使背景火焰影响最小，观察并记录火焰的最小强度值和频率值。
- c) 根据记录的参数对内部参数进行优化，并通过对燃烧器点火进行火焰检测试验，验证识别效果。
- d) 如果达不到识别要求，应适当调整火焰检测器探头视线。

注：单角检测即一对一检测。

6.2.3.4 全程参数优化

采集锅炉从启动到满负荷运行过程中的临界工况、低负荷工况及危险工况的实时数据，通过数据统计、计算与处理，确定各个燃烧器的燃烧特性。微调有火/无火状态的强度和频率设定值，确定单个火焰的可探测性与可靠性之间的最佳平衡，调整每个火焰检测器的内部参数至最佳检测效果，使火焰检测器在锅炉运行期间正常工作。

当电源失去或主控模件失效(初始化或重启)时，送往保护系统的触点状态，应符合运行实际要求。

6.2.4 系统调试验收

6.2.4.1 调试验收项目

火焰检测系统调试验收项目见表3。

表 3 火焰检测系统调试验收项目

处理	验收项目		性质	单位	质量标准	方法和器具	结果
	电缆	性质			耐高温屏蔽电缆	检查	
		屏蔽接地			控制系统侧单点接地	测量	
		绝缘电阻			大于2 MQ	用兆欧表测量	
	参数设置	频率			生产厂商标准	核对	
		强度			生产厂商标准	核对	
调校	电源冗余切换试验				没有干扰，没有误发信号	现场进行电源切换	
	火焰显示信号回路 自检功能				生产厂商标准	人为设置故障	
	火焰检测灵敏度		关键 项 目		火焰状态模拟指示器 显示正确	采用生产厂商提供的方法， 或用灯光/火光模拟试验	

6.2.4.2 验收测试

验收测试应按下述方式进行。

- a) 系统自检：人为设置一个硬件故障，检查自检结果和显示信息与设置相符。
- b) 燃烧器火焰检测：切除、投入燃烧器，直接观察和记录显示信息。
- c) 火焰检测器探头自检：运行时，短接任一火焰检测器探头线路然后再断开，观察并记录自检、报警和显示结果。

7 检修、运行和维护要求

7.1 系统检修和维护要求

7.1.1 准备工作

系统检修和维护的准备工作应按照规定标准程序进行，并满足下述要求。

- a) 在拆卸和重新安装火焰检测器探头前，先确认锅炉已退出运行。如果锅炉处于运行状态，检修人员应在工作前按照相关标准程序办理作业许可证。
- b) 操作前，强制目标火焰检测器探头产生“有火”开关量输出，以免发生监控设备和锅炉跳闸。为保证监控设备和锅炉的正常运行，强制火焰检测器的操作每次只能进行一个(即当一个火焰检测器探头拆卸与重新安装完毕，解除强制信号后方能对下一个火焰检测器探头进行处理)。
- c) 拆卸与重新安装火焰检测器探头前，应对将要操作的火焰检测器探头断电。
- d) 拆卸与重新安装火焰检测器探头前，维护人员应熟悉操作规程。
- e) 维护人员进入炉膛内作业时，炉外应有人监护。

7.1.2 电源检查

用500 V 兆欧表测量电源系统对地绝缘，绝缘电阻应大于20 MQ。

检查电源开关和熔断器的额定电流、熔丝的熔断电流应满足使用的设备和系统的要求，其容量和用途应通过标签明确标示。

每路火焰检测器应有独立的熔断器，火焰检测机柜风扇电源应独立于火焰检测器电源，或两者之间有可靠的隔离措施。

7.1.3 火焰检测器安装检查

机组维护期间，应检查火焰检测器安装情况，并应满足下述要求。

- a) 火焰检测器探头的镜片清洁无破碎，其外保护套管无高温腐蚀和损坏。
- b) 检查火焰检测器被紧固不能晃动，火焰检测器检测角度固定；重新安装后，确认火焰检测器与取样套之间的接头密封可靠。
- c) 对于外窥型火焰检测器探头，安装组件中的万向节对准炉膛(万向节在检修和维护期间可能因碰撞而松动，导致观测角度变化没有对准炉膛)。
- d) 外窥型火焰检测器安装组件的火焰检测器孔通畅清洁、无积灰和结焦。
- e) 对光纤型火焰检测器的刚性外套管，拔出光纤后通畅清洁，无积灰和结焦。
- f) 对于光纤型火焰检测器的柔性外套管，使用比光纤长一些的柔性波纹管或其他外套管除渣工具，伸入光纤外套管进行除渣，内部保持无渣。
- g) 对于光纤型火焰检测器的柔性外套管，由于锅炉的振动或者维护期间施工人员的无意碰触，可能会导致其弯曲度发生变化。保持外导管组件处于自然状态。

7.1.4 光纤拆卸与检查

更换火焰检测器探头的镜头组件和光纤时，维护人员应佩戴防火镜，以防止灰尘进入眼睛及高温灼伤脸部，适用下述规定。

- a) 在锅炉运行期间拆卸光纤时，应保持吹扫/冷却风的供应。对于摆动式燃烧器，拆卸光纤前将燃烧器的摆角置于0°(即处于水平位置)。
- b) 拆卸火焰检测器探头组件内芯时，不应直视火焰检测器探头组件的火焰孔，并小心光纤的高温。仪控(I&C)维护人员应戴好防护手套，防止烫伤。光纤应被缓慢抽出以便其冷却。
- c) 抽出光纤后，检查光纤热端面，当有污染(积灰)时，用脱脂棉沾无水乙醇擦拭光纤热端面。
- d) 测量光纤长度，检查光纤没有因操作不顺畅、拆卸时用力拉拽而增长。当增加长度超过30 mm,则应更换光纤。
- e) 将光纤热端朝向手电筒等光源，在光纤冷端处观察光纤应无断裂；如冷端光纤束上有大片黑点时(表明大量断丝),应更换光纤，并将有断丝的光纤带回修理室，由专业工程师采用标准光源模拟器进行如下检测。
 - 1) 被测光纤与火焰检测器探头组装好并通电，光纤前端安装在标准光源模拟器上；将光源模拟器调到固定的发光强度(亮度),观察火焰检测器探头或者火焰检测器分析处理单元上显示的强度值(亮度值)；
 - 2) 若被测光纤的强度值小于模拟器设定值的85%,则被测光纤不可用。例如光源模拟器设定标准强度值60,则 $60 \times 85\% = 51$,如果被测光纤强度低于51,则光纤不可用，若高于51则光纤可用；
 - 3) 确定光纤质量合格能继续使用，则可靠保存以留备用。
- f) 若无标准光源模拟器，可将检测器探头的内板拆下，用手电筒在传感器前端晃动，观察火焰检测处理单元对应通道应有火焰信号显示。

7.1.5 分析处理单元检修与维护

每次A级检修期间，分析处理单元应进行如下检查和维护：

- a) 对检测信号分析处理单元进行断电、清灰，检查接线紧固，排列整齐；
- b) 对冷却风扇进行清灰，检查其转动和风量正常；
- c) 测量分析处理单元两路独立供电电源电压正常，检查配置的220 V AC/24 V DC电源冗余模块输出电压值在允许偏差范围内；
- d) 检查各路处理单元的阈值、火焰强度与频率显示值以及火焰保护信号设置的延时时间在正常范围内并与实际相符；
- e) 分析处理单元上电后，确认无故障代码出现，自检功能正常。

7.1.6 电缆检修与维护

每次A类检修期间，应按下述方式检查火焰检测器电缆。

- a) 检查电源电缆，对于两路电源同时供电情况，用万用表测量火焰检测器探头接线箱或分析处理单元，每路电源都应正常。
- b) 检查信号电缆，将标准光源模拟器连接到火焰检测器探头上，模拟各种光源信号，DCS应能收到对应的火焰检测器信号。
- c) 信号传输电缆敷设沿途无安全隐患，防水和防尘措施有效；如有过渡接线盒或接线柜，电缆屏蔽层应通过盒或柜的端子连接。逐个检查机柜中每一个火焰检测器分析处理单元接地线，确认完好接地，除机柜接地铜排接地良好外，还要确保机柜柜体可靠接地。
- d) 在电缆桥架内铺设信号电缆或其他电缆时，可能因电缆与桥架刮擦破损而使电缆屏蔽层与桥架接触，从而造成电缆屏蔽层在电缆桥架处接地，失去屏蔽作用。检修维护中，断开电缆屏蔽层接地连接，测量屏蔽层与地间绝缘电阻应大于规定值；恢复电缆屏蔽层接地连接，在末端测量屏蔽层与地间电阻应小于规定值。
- e) 必要时对接线盒进行修理。

7.1.7 冷却风系统检修与维护

冷却风机系统检修与维护应按下述方法进行。

- a) 清洁各压力开关、压力表、压力变送器，必要时修补防水、防灰和其他防护措施。
- b) 检修与维护后，冷却风机的启动和切换运转正常，风机振动符合规定要求。
- c) 检查冷却风系统的仪表。启动风机，压力指示正常，在DCS操作员站上观察，风机启动前、后的压力开关信号能传送到DCS操作员站。检查压力变送器信号及滤网差压开关信号都传送到DCS操作员站。
- d) 检查冷却风控制柜，切换到就地操作模式，逐个试验各项功能和指示都正常。切换到远方控制模式，在DCS操作员站上试验各项功能，并观察冷风控制柜反馈信号正常。
- e) 检查风机出口处手动蝶阀能正常开启和闭合。
- f) 检查火焰检测器探头冷风软管处的手动球阀能正常开启和闭合，检查完毕后，确保手动球阀为全开状态。
- g) 检查所有的螺栓和螺母没因振动而松动。如果风机有皮带，检查皮带的张力没因振动而产生变化。
- h) 检查轴承的润滑油，按照风机的使用手册添加润滑油。
- i) 定期清洁风机滤网上的积灰，清洁周期视现场清洁程度确定。
- j) 燃烧室每次点火前，检查火焰检测器冷却风机运行正常，冷却风管路及各部件无泄漏。冷却风管末端压力大于5 kPa，并与探头可靠连接。

7.2 系统试验要求

7.2.1 电源系统试验

测量系统设备、逻辑控制器和I/O 模件的供电，测量值应满足规定值。

断开任一路电源，相应的声光报警信号应正常显示。

电源中断试验：将当前的工作电源断开，火焰检测器和分析处理单元能正常工作，不出现瞬间断电和黑屏现象。恢复原工作电源供电，将现工作电源断开，火焰检测器保护系统应无扰动地正常工作。

降压试验：将工作电源电压降至允许电压下限时，工作电源应自动切换至备用电源，火焰检测器应无扰动地正常工作。

7.2.2 分析处理单元检查

维护工作结束后，对分析处理单元性能进行以下检查，检查参数设置的正确性：

- a) 分析处理单元上电后，检查无故障代码出现，自检功能正常；
- b) 对已投入运行的分析处理单元(接入火焰检测器探头信号), 观察在DCS 上显示输出信号与实际相符；
- c) 对未投入运行的分析处理单元，用万用表检查火焰检测器分析处理单元的输出信号正常。

7.2.3 火焰检测器探头检测试验

7.2.3.1 光照度响应性能试验

在有条件的情况下，每次A类检修期间，宜按照生产厂商提供的光照度响应范围，对火焰检测器探头光照度响应性能进行下述试验。

- a) 将火焰检测器探头安装在标准光源模拟器上，在基准条件下调整光源，使光源模拟器发出具有固定的火焰亮度、闪烁频率和AC振幅的标准光。检查火焰检测器探头反馈的参数与标准光源模拟器相符(具体操作应参考标准光源模拟器的用户手册), 响应误差符合用户手册。
- b) 在规定的范围内调整光源的输出频率，火焰检测器应做出相应的反应；其火焰脉动响应频率误差符合产品规范。
- c) 将火焰频率、光照度、光源频率设置为设定值，火焰检测器输出触点接到电动秒表停止计时端，进行有火响应时间的试验。当火焰检测器处于工作状态，开启光源，同时电动秒表开始计时，至火焰检测器输出触点动作，电动秒表停止计时，观测的火焰响应时间应符合产品规范。
- d) 对于火焰检测器探头，在模拟光源发出各种状态的光时，用万用表检查火焰检测器探头的各种输出信号符合标称值要求。

7.2.3.2 脉动频率的可见光试验

若7.2.3.1无条件进行时，全炉膛火焰检测性能也可采用具有脉动频率的可见光试验，观察记录火焰检测器探头对闪烁光、平光的识别能力以及对光强弱变化的敏感程度，试验结果应符合相关要求。

7.2.3.3 图像型火焰检测器探头试验

将图像型火焰检测器探头对准一个亮点，观察火焰检测器探头采集到的视频图像。图像应清晰、稳定和流畅，无明显干扰、错位、变形和偏色等故障。

7.2.4 基本功能试验

除7.2.3所述的试验外，还应进行5.2.1所述的基本功能试验，试验结果应满足5.2.1所述的基本功能要求。

7.2.5 参数调整试验

每当维修火焰检测器探头，改变安装位置或更换探头固定套管时，火焰检测器应重新进行调试。

当每个分析处理单元的强度和频率设置发生变化时，分析处理单元应能正确反映无火炉膛参数，其范围满足燃烧室的实际运行要求。

7.2.6 参数设置核对

检查内部参数设置，若与历史记录不一致时，要分析原因，并确认其符合正常运行和火焰准确检测的要求。

7.2.7 冷却风机试验

7.2.7.1 仪表校验

机组检修时，应对冷却风系统的仪表进行校验，保证压力开关设定值动作误差和压力仪表显示精度符合规定要求。

7.2.7.2 冷却风系统功能试验

冷却风机启动许可功能试验步骤如下：

- a) 冷却风机进口手动调节挡板开启时，启动冷却风机；
- b) 检查冷却风机开启正常，状态显示正确，风机振动符合规定要求。

下列任一条件满足时，备用冷却风机应自动启动。确认备用冷却风机自动启动、状态及报警显示正确：

- a) 一台风机运行且出口母管与炉膛差压低，及延时大于设定值后；
- b) 运行风机电气故障或停用；
- c) 冷却风母管与炉膛差压低且二次风箱风温高(或母管压力低)于设定值。

下列任一条件满足时，冷却风机应跳闸。检查冷却风机跳闸状态及报警显示是否正确：

- a) 冷却风母管与炉膛差压高，且二次风箱风温低(或母管压力高)于设定值；
- b) 风机发出电气故障信号。

冷却风机运行状态下，检查冷却风压力在炉膛四角分布均匀，软管末端压力大于5 kPa。

7.3 系统运行

7.3.1 投运

确认原工作回路已恢复，柜内电缆进出口已封堵，电缆连接回路接线牌号清晰、齐全、正确，接线紧固、美观，电源电压正常后，进行以下操作。

- a) 合上设备及各路电源开关，设备应正常工作；检查系统中各设备自检无故障，显示与设备实际状态相符，并满足机组启动要求；对于图像型火焰检测系统，通过调节亮度、对比度和帧频微调旋钮，以达到合适的图像亮度。
- b) 火焰检测冷却风系统应正常工作，末端冷却风压力大于5 kPa，任一火焰检测器探头内冷却风

与炉膛的差压和流过每个火焰检测器探头的风量应符合规定要求(生产厂商提供)。

7.3.2 运行期间维护

为使火焰检测系统可靠工作，运行期间需要做好以下维护工作。

- a) 通过打焦孔观察炉内燃烧状况时，与打焦孔保持一定的距离且不要直视。
- b) 运行中，用手持温度计检查火焰检测器探头的环境温度，应低于生产厂商要求的范围；检查火焰检测器机柜内每块火焰检测器模件面板指示灯显示正常。
- c) 检查风扇运转正常，机柜温度低于允许值。
- d) 检查各路火焰强度与频率显示值在正常范围且与实际相符。
- e) 火焰检测器冷却风系统满足7.3.1b)的要求。
- f) 当发现探头积灰或结焦妨碍火焰的观测或成像时，及时进行清理，并检查调整冷却风系统，保证足够的风压以清洁镜头。
- g) 若监视器中的图像过亮或产生饱和现象，通过调整摄像控制器中的“光圈”按钮，或者在镜头上加装适当滤色片以得到清晰稳定的图像，通过系统调整获得最佳图像效果。

7.3.3 锅炉停运前的检查

锅炉停运前做好以下检查，对存在的异常情况作好记录，并在停炉后进行处理。

- a) 按7.3.2要求进行检查、记录。
- b) 停炉过程中观察各设备信号，应与设备实际动作情况相符。
- c) 对火焰检测器运行软件的通讯进行检查，参数核实和软件备份；修理或更换远程测试不正常的火焰检测器探头。
- d) 人为设置一个硬件故障，启动自检程序，自检结果及显示信息应与实际相符。

7.4 系统维护要求

7.4.1 日常维护

火焰检测系统的各部件的任何隐患，若不能得到及时发现与处理，都有可能造成火焰检测系统局部或全局的失效或故障，影响机组的稳定运行。因此，日常维护是保证火焰检测器系统稳定、高效运行的基础。

- a) 检查各处理模件的强度和频率动态显示值与实际情况相符；发现火焰检测器探头积灰、光纤烧损缺陷或死机缺陷时，应及时消除。
- b) 检查系统设备的运行状态显示及与其他系统的通讯情况，发现异常及时查明原因并予以消除。
- c) 当任何设备跳闸时，及时记录或打印故障发生的时间、故障首出信号及有关参数。
- d) 每个轮值都检查火焰检测器冷却风系统无泄漏，末端冷却风压力符合规定要求。
- e) 检查火焰检测器的信号及保护动作能可靠投运，避免火焰检测器的强制信号影响主设备运行。
- f) 火焰检测器冷却风系统应正常工作，确保冷却风管路各部件无泄漏，末端冷却风压力大于5 kPa。
- g) 检查火焰检测器机柜风扇运转正常且无异常噪声，分析处理单元、电源模件和通讯模件状态显示正常。

7.4.2 定期维护

定期维护是对日常维护的补充，除了消除日常维护中不便处理的缺陷外，还宜采取以状态评估为基

础的预防性维护原则。结合维护类别和日常维护情况，定期维护应进行以下工作。

- a) 定期进行火焰检测器电源切换，确保分析处理单元与探头放大器工作正常。
- b) 清洗火焰检测器冷却风机的滤网，清洁冷却风机控制柜、柜内元器件和过滤装置。
- c) 维护人员应定期检查和清洁光纤热端面，检查周期视现场清洁程度确定。定期进行压力表和压力开关校准，紧固柜内接线。根据需要修复柜锁、各元器件标识、防雨及防尘设施。定期进行冷却风机的维护保养、启动和切换试验，保持冷却风机运行状况良好。
- d) 定期进行火焰检测器探头清洁，检查镜片、光纤、敏感元件、探头放大器、插座等；对老化和烧损部件进行更换，防止火焰检测器探头部件因高温而出现老化、污染和烧毁。
- e) 定期进行火焰检测器探头故障自检试验(运行中短路、开路任一火焰检测器探头接线)，系统故障报警应正确显示。
- f) 当火焰检测器安装位置改变、固定套管更换、探头重新安装时，应确认满足7.1.2要求，与取样套管间密封完好，与冷却风管的连接可靠；重新调试后应满足7.1.3、7.2.3和7.2.5的要求。
- g) 更换损伤电缆，紧固接线(轻拉接线应无松动)，完善接线盒防水、防尘设施。
- h) 定期进行火焰检测性能和功能的静态、动态试验。
- i) 定期并列运行冷却风机，降低火焰检测探头镜头的污染或结焦。
- j) 定期检查各路火焰强度与频率显示在正常范围且与实际相符。
- k) 定期检查火焰的模拟量和开关量信号历史趋势记录显示正确。

7.5 档案资料

建立火焰检测系统日常和定期维护、故障处理和参数设置等工作完整有效的技术资料档案，包括：

- a) 火焰检测系统的安装、检修、校验和定期试验记录应完整规范、数据正确，至少能溯源二个维护或校验周期；
- b) 火焰强度和频率、火焰信号动作阈值及内部相关参数应正确完整；
- c) 当火焰检测器信号引起运行设备跳闸时，应及时记录或保存故障发生的时间、故障首出信号及有关参数，为后续火焰检测器与逻辑性能优化提供基础数据；
- d) 系统相关图纸、设备和专用仪器使用说明书、软件备份。

8 试验方法与要求

8.1 试验方法

8.1.1 一般要求

在火焰检测系统交付验收和部件更换时，用户应了解相关试验内容，并查证产品试验的合规性，本章列出了与产品性能相关的试验项目、方法与技术要求。

8.1.2 试验参考条件

试验参考备件的工作环境，应满足如下要求：

- a) 环境温度：15℃~35℃；
- b) 相对湿度：45%~75%；
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

8.1.3 试验仪器和设备

试验仪器和设备应符合表4的规定。

表4 试验仪器和设备

	名称	要求	数量
1	直流稳压电源	(0 A~2 A)/(0 V~30 V)	1
2	光源	根据所用传感器类型选择光源类型，光源强度由传感器特性及检测距离确定	1
3	气压试验箱	参考附录B的要求	1
4	气候环境试验箱	符合IEC 60068-2-78的要求	1
5	振动试验设备	符合IEC 60068-2-6的要求	1
6	冲击试验设备	符合IEC 60068-2-27的要求	1
7	雨淋试验设备	符合IEC 60529的要求	1
8	沙尘试验箱	符合IEC 60529的要求	1
9	绝缘电阻测试仪	测试绝缘电阻用的兆欧表(或绝缘电阻表)其直流电压应符合表5的要求，精度等级不应低于10级	1
10	耐压测试仪	符合IEC 61010-1的要求	1
11	静电放电发生器	符合IEC 61326-1的要求	1
12	射频信号发生器	符合IEC 61326-1的要求	1
13	快速瞬变脉冲群发生器	符合IEC61326-1的要求	1
14	干扰发生器	符合IEC61326-1的要求	1

表 5 绝缘电阻测试仪表的要求

额定电压或标称电压(直流或交流电压有效值) V	直流试验电压 V
≤60	100
>60~130	250
>130~650	500

8.1.4 试验项目与方法

8.1.4.1 一般检查

对火焰检测器进行目视检查，检验结果应满足4.1的要求。

8.1.4.2 模拟量输出试验

调整光源的位置和强度以产生有效的火焰输入信号。按照7.2.3.1的要求调整光源，并检查模拟量输出，试验结果应满足5.2.1.6的要求。

8.1.4.3 基本功能要求

在8.1.4.2试验基础上,按5.1.2要求进行基本功能检查和试验,试验结果应符合5.1.2的基本功能要求。

8.1.4.4 通信接口试验

通信接口试验应按IEC 61326-2-5的要求进行,性能指标应符合该标准要求。

8.1.4.5 绝缘能力试验

绝缘电阻和绝缘强度试验方法与要求如下。

- a) 绝缘电阻试验:用表5中的绝缘电阻测试仪(兆欧表),在火焰检测器绝缘端子与外壳或与地之间分别施加符合表5或生产厂商规定值的直流试验电压,测量时间至少应持续10 s,测量结果应符合5.2.3.1c)的规定。
- b) 绝缘强度试验:用耐压测试仪进行试验,电压由零逐渐上升到5.2.3.1d)规定的电压值,并保持1 min。试验结果应符合5.2.3.1d)的规定。

8.1.4.6 抗干扰性能试验

按照IEC 61326-1 相关要求进行下述试验,试验结果应满足规定要求。

- a) 静电放电抗扰度试验:按照接触放电试验严酷等级为3级、空气放电试验严酷等级为3级的静电放电抗扰度要求,对火焰检测器外壳进行试验,试验结果应满足5.2.3.3a)的要求。
- b) 射频电磁场辐射抗扰度试验:按频率范围80 MHz~1000 MHz、试验严酷等级为3级的射频电磁场辐射抗扰度要求,对火焰检测器进行试验,试验结果应满足5.2.3.3b)的要求。
- c) 电快速瞬变脉冲抗扰度试验:按照试验严酷等级为3级的电快速瞬变脉冲抗扰度要求,对火焰检测器的电源端口进行试验,试验结果应满足5.2.3.3c)的要求。
- d) 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验:按照频率范围150 kHz~80 MHz、试验严酷等级为3级的射频场感应的传导骚扰抗扰度要求,对火焰检测器进行试验,试验结果应满足5.2.3.3d)的要求。

8.1.4.7 工作环境温度试验

按照IEC 60068-2中的相关要求进行下述试验,试验结果应满足规定要求。

- a) 低温试验:按照IEC 60068-2-1中“试验Ab”的要求进行。待温度达到-33℃并稳定后开始计时,并保持该温度2 h;然后给火焰检测器连续通电2 h,火焰检测器的电气性能应满足第5章的要求。
- b) 高温试验:按照IEC 60068-2-2中“试验Bb”的要求进行。待温度达到+70℃并稳定后开始计时,并保持该温度2 h;然后给火焰检测器连续通电2 h,火焰检测器的电气性能应满足第5章的要求。
- c) 湿热试验:按照IEC 60068-2-78的要求进行。待温度达到+40℃并稳定后把相对湿度提高到90%~95%范围内,保持该湿度12 h。然后给火焰检测器连续通电2 h,火焰检测器的电气性能应满足第5章的要求。

8.1.4.8 IP防护等级试验

按照IEC 60529中 IP65 的要求进行试验。

8.1.4.9 振动试验

按照IEC 60068-2-6中规定的振动试验程序，将受试样品按工作状态固定在振动台上，进行初始试验。受试样品在非工作状态下，采用(5—200—5)Hz 的频率循环、0.075 mm 的单振幅、每个轴线方向上20个扫频周期进行振动试验。试验后，火焰检测器机械结构与产品性能应满足第6章的要求。

8.1.4.10 冲击试验

按照IEC 60068-2-27 中规定的冲击试验程序，对受试样品进行初始试验。按峰值加速度为150 m/s²、脉冲持续时间为11 ms、半正弦波脉冲为1 m/s，对火焰检测器在三个相互垂直方向上，每个方向连续施加3次冲击后，火焰检测器机械结构与元器件应无松动及损坏，其电气性能应满足5.2.3.4c)的要求。

8.1.4.11 碰撞试验

碰撞试验时，火焰检测器采用直接或过渡结构的安装方法。用缚带将火焰检测器包装件紧固在碰撞台上，采用加速度为100 m/s²±10 m/s²、脉冲持续时间为11 ms±2 ms、脉冲重复频率为60次/min~100 次/min、脉冲波形为近似半正弦，进行连续冲击1000次±10次的碰撞试验。试验后给火焰检测器通电，其电气性能应满足5.2.3.4d)的要求。

8.1.4.12 跌落试验

跌落试验时，试验台采用平整、坚硬的混凝土地面或钢板，落差250 mm。火焰检测器包装件底面呈水平位置，以自由落体方式跌落，重复4次；将包装件底面的每一标准边依次贴在地面上，底面与试验台呈30° 倾角，然后释放跌落。试验完成后给火焰检测器通电，火焰检测器的电气性能应满足5.2.3.4e)的要求。

8.2 设备出厂验收检验

8.2.1 检验项目

在进行出厂验收检验时，每台火焰检测器都应按照8.1.4.1~8.1.4.7规定的检验方法进行出厂检验。功能与性能应满足第4章和第5章要求，只有在检验证书签发后，方可准予交付。

8.2.2 合格判定

任一检验项目失败，该台火焰检测器应判定为不合格，退回生产装配车间修理，直至复验合格。

8.3 型式检验

8.3.1 一般要求

火焰检测器应按照8.1.4的试验方法进行型式检验。

8.3.2 型式检验条件

当发生以下情况，应进行型式检验：

- a) 新产品需要型式认定；
- b) 产品在设计、材料、结构、工艺上有较大改变；
- c) 正常运行满三年；

- d) 闲置一年后重新启用；
- e) 国家质量监督机构要求进行型式检验。

8.3.3 抽样原则

在出厂检验合格产品中随机抽取3台进行型式检验。

8.3.4 型式检验合格判定

在型式检验中，同一批次中有2台或以上火焰检测器不合格时，应判定该批产品不合格。若一个批次只有1台火焰检测器不合格时，则抽样应加倍且该批次至少6台火焰检测器被抽样进行复检；复检中仍有其他不合格样品时，应判定该批次产品为不合格；若复检抽样产品全部合格，则该批产品应判定为合格。

附录 A
(资料性)
火焰检测系统组成

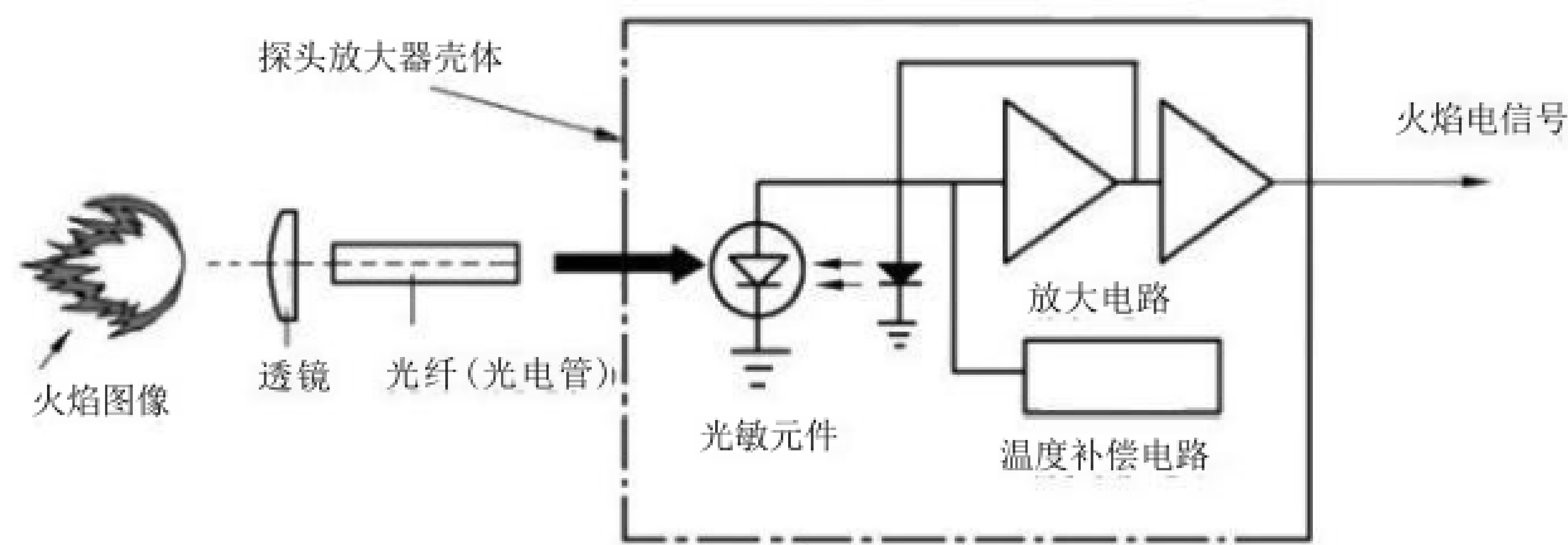
A.1 总则

火焰检测系统由火焰检测器、信号传输部件与线缆、接线盒、火焰检测机柜、分析与处理工具、电源、安装附件及冷却系统(若需要)等组成。

A.2 火焰检测器

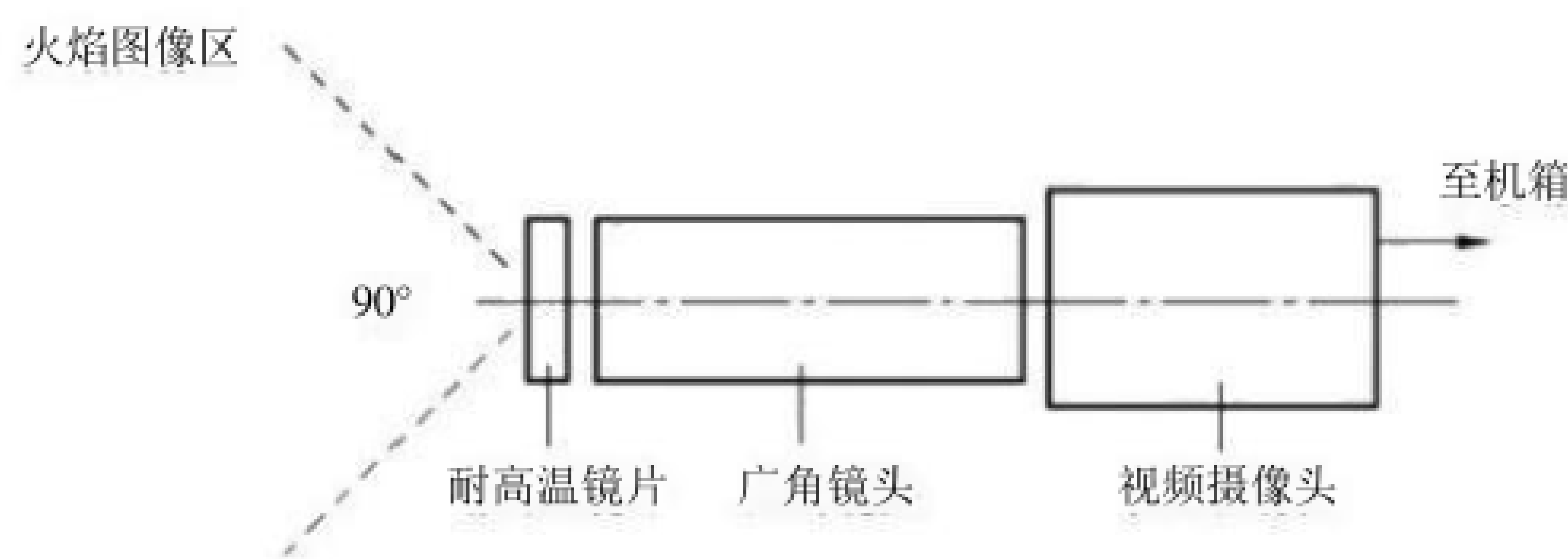
火焰检测器用于将光转换为脉动电信号(电流或电压信号),可分为光电型和图像型火焰检测器两种。

a) 光电型火焰检测器探头,由探头放大器和探头组件两部分构成,如图 A.1 所示。



图A.1 典型光电型火焰探头原理图

- 1) 探头放大器是将火焰辐射的光信号转变为电信号并进行信号放大的部件,主要由火焰传感器(或光敏元件)和信号放大电路等构成。
 - 2) 探头组件由外套管组件、内套管组件(若有)、光学透镜(若有)、光纤(或光导管)、冷却风组件以及连接适配器构成。
- b) 图像型火焰检测器探头主要由耐高温镜片、广角镜头和视频摄像头组成,如图A.2 所示。



图A.2 图像型火焰检测器探头原理图

- 1) 耐高温镜片位于探头最前端,可承受炉内高温物质的冲刷,保护内部镜片不被高温损坏。
- 2) 广角镜头视角约90°,覆盖了从目标火焰燃烧器喷嘴到炉膛中心的范围,可以完整地采集目标火焰的全部视频图像信息。
- 3) 视频摄像头将接收的火焰图像转换为视频信号,送往检测器进行火焰检测。

A.3 信号传输部件与电缆

信号传输部件与线缆将火焰检测器探头的输出信号传输到信号处理单元的接口上。

- a) 光电型火焰检测器信号传输，采用耐高温屏蔽双绞电缆。
- b) 图像型火焰检测器信号传输采用视频同轴电缆。若传输距离较远，也可采用光电转换器通过光纤传输。

A.4 分析与处理单元

分析与处理单元用于对采集的火焰信号或实时视频图像进行分析处理。

- a) 光电型火焰检测器通常采用信号处理单元，经频率检测、强度检测及回路检测等多种处理，输出火焰检测器的质量状态信号。同时采用专用软件对火焰检测器进行参数设置和数据记录。
- b) 图像型火焰检测器采用信号处理单元，通过图像处理技术来实现对目标火焰的检测；同时使用专用软件和相关硬件设备实现火焰检测器的参数设置、视频浏览、视频和数据记录以及视频回放等功能。

A.5 电源系统

火焰检测器接受两路交流电源，经内置电源转换模块和自动平衡电路后，为火焰检测系统供电。

A.6 冷却风系统(可选项，根据设计需求配置)

冷却风系统保持火焰检测器探头温度在工作范围内。冷却风系统由风机、切换挡板(或止回阀)、入口过滤器、风机控制系统组成，以防止火焰检测器因过热而损伤、并保持火焰检测器的清洁。

附 录 B
(资料性)
火焰检测器的标识、包装、运输和贮存

B.1 标识

火焰检测器在出厂前，应在火焰检测器外壳明显部位设置产品标识牌，其内容包括：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 生产厂商；
- d) 主要工作参数(工作电压等)；
- e) 出厂编号及生产日期；
- f) 外壳防护等级；
- g) 产品执行的标准号；
- h) 防爆标志(防爆型产品)；
- i) 防爆合格证号(防爆型产品)；
- j) 二维码。

B.2 包装

火焰检测器的包装上应标注包括“竖直向上”“小心轻放”“防雨”等必要的标识，以及生产厂商名称和地址、火焰检测器的名称和型号。

当用户要求采用汽车或火车集装箱等专用运输工具运输时，可用简易包装代替包装箱。

每台火焰检测器出厂时应附带以下文件：

- a) 用户手册；
- b) 合格证。

B.3 运输

火焰检测器应包装后运输。运输环境温度应在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不应大于95%，跌落高度不应大于1000 mm。在运输过程中应防雨、雪和水等的侵袭，避免重压和摔损。

B.4 贮存

火焰检测器应存放在环境温度为一 $40^{\circ}\text{C}\sim +85^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于95%、通风良好的室内环境，周围空气中不应含有对火焰检测器起腐蚀作用的有害物质。

参 考 文 献

- [1]GB/T 2900.99—2016 电工术语可信性
- [2]IEC 60654-1 Industrial-process measurement and control equipment—Operating conditions—Part 1:Climatic conditions
- [3]ANSI/TIA/EIA-485-A Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems