

ICS  
F

# 团体标准

T/SDPEA XXXX-2023

## 锅炉火焰检测光纤检修技术规范

Technical Specification for Optical Fiber Maintenance of Boiler Flame Detection

(征求意见稿)

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

山东省电力行业协会 发布

# 目 次

目 次.....	I
前 言.....	II
1. 范围.....	1
2. 规范性引用文件.....	1
3. 术语和定义、缩略语.....	1
4. 总的要求.....	8
5. 火检光纤设备维护.....	9
6. 火检光纤设备检修.....	10
附录 A (资料性) 锅炉火检光纤设备维护项目表.....	11
附录 B (资料性) 锅炉火检光纤设备检修项目表.....	9
附录 C (资料性) 锅炉现场光纤设备检测记录表.....	10
附录 D (资料性) 锅炉火检光纤设备不合格项维修记录表.....	10
附录 E (资料性) 各类石英光纤的波长范围.....	11
附录 F (资料性) 锅炉火检光纤基本特性.....	11
附录 G (资料性) 锅炉火检光纤正常工作对其火检风的要求.....	12
附录 H (资料性) 锅炉火检光纤导光管、套管及光纤设置安装要求.....	13
附录 I (资料性) 锅炉火检光纤故障分析路线.....	15
附录 J (资料性) 质量不合格火检光纤使用后出现的异常.....	16
附录 K (资料性) 锅炉火检光纤套管设置创新技术介绍.....	16

## 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。

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。

本文件由山东省电力行业协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至山东省电力行业协会（济南市经十路 9777 号鲁商国奥城 4 号楼 3 层）

# 锅炉火焰检测光纤检修技术规范

## 1. 范围

本文件规定了火力发电厂锅炉火焰检测光纤检修技术规范,规定了锅炉火焰检测光纤检修维护内容及技术要求。

本文件适用于锅炉 FSSS 系统火检设备。

## 2. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。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。

DL/T 701—2012 火力发电厂热工自动化术语

DL/T1091—2008 火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统技术规程

## 3. 术语和定义、缩略语

### 3.1 术语和定义

DL/T 701—2012、DL/T1091—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1 检修 overhaul

在机组停运期间对现场光纤设备进行的检查、清扫、维修、保养、缺陷消除和试验等工作,包括计划性检修和机组调停期间安排的临时性检修两类。

#### 3.1.2 运行维护 maintenance

在机组运行期间对锅炉火焰检测光纤进行的日常和定期检查、清扫、保养和缺陷消除工作,简称维护。

### 3.1.3 火电厂燃料燃烧火焰光谱分布 flame spectrum of fuel combustion in thermal power plants

燃料（油、煤气、瓦斯、天然气及煤粉等）在炉膛燃烧时，其火焰会产生一定强度的紫外线、可见光和红外线光电磁波。可见光部分波长范围是：390~760nm（纳米）；大于 760nm 部分是红外光；小于 390nm 部分是紫外光。

煤粉火焰特征为红外线；煤气、瓦斯、天然气的火焰特征为紫外线；一般燃料油的火焰特征为可见光+紫外光。

### 3.1.4 光学纤维 (optical fiber)

是指用于光的人造纤维。又称光导纤维，简称光纤

### 3.1.5 火焰检测器 flame detector

检测有无火焰并提供信号的装置火焰检测器用于燃烧锅炉上用来对锅炉燃烧火焰进行实时监控，保证锅炉内部燃烧正常的主要测控设备。

外窥式火检 LOC, W 火焰锅炉

内窥式火检 FOC, 四角切圆及对冲燃烧锅炉

### 3.1.6 火检光纤 flame fiber optic



光纤

火焰检测光纤（以下简称光纤），是火焰检测器的一个组成部分。根据不同燃料燃烧时火焰光谱分布情况，火检光纤可分为四类，分别是：红外线+可见光火检光纤，紫外线火检光纤，双检测（IR+UV）火检光纤。火检光纤两端通常有测光端，输出端之分。

### 3.1.7 红外火检光纤 Infrared flame detection optical fiber;

对应检测传感器 PbS ，其检测波长范围： 600-3000nm;

### 3.1.8 可见光火检光纤 Visible light flame detection optical fiber:

大多电厂锅炉火检选用相应的玻璃光纤；对应检测传感器：光敏半导体器件，其检测波长范围： 600-3000nm;

### 3.1.9 紫外火检光纤 Ultraviolet flame detection optical fiber;

大多电厂锅炉火检选用相应的石英光纤；对应检测传感器：GaP 或硅光电池；其检测波长范围 190-550nm;

### 3.1.10 双检测火检光纤 (IR+UV) flame detection optical fiber

多燃料火检：天然气、焦炉煤气、高炉煤气、轻油、重油、煤粉、煤矸石；可检测燃料燃烧火焰全辐射光谱分布的紫外线-可见光-红外线

### 3.1.11 玻璃光纤 glass optical fiber

由组份光学玻璃拉制而成，具有良好的传光性能；火电厂锅炉用于煤粉火焰检测的红外火检光纤大多采用玻璃光纤，透光率：1M>50%;端面结构：圆型

### 3.1.12 石英光纤 Silica Fiber

石英光学纤维具有优良的光学性能，较大的数值孔径，较好的耐辐照性能，较宽的操作波长，这种光纤还具有机械强度高，弯曲性能好、防尘防电磁干扰等优点

火电厂锅炉用于气体火焰检测的紫外火检采用石英光纤，透光率高 $\geq$ 65%，数值孔径：0.22NA, 0.37 NA, 波谱范围：200-1100nm, 350-2100nm

耐高温设计，端面耐温 500℃(最高耐温 800℃)。

### 3.1.13 光纤镜头 optical fiber lens

为电厂锅炉火检光纤专门配套设计、制作，镜片采用耐高温石英玻璃，透光好，耐高温(>1100℃);镜头壳体为 316 以上材质的耐热不锈钢。常用如下镜头或镜片：Φ13 平凸、

Φ25 双凸、Φ20 双平（可以根据用户要求定制各种非标镜头）



#### 3.1.14 火检光纤导光管 Flame detection optical fiber light guide tube

设置与火检套管前端的特制部件，长度 100-300mm，由火检厂家根据现场实际设计与火检套管焊接成一体供货。其作用是：对火检光纤进行测光引导，决定火检对火焰进行检测部位及视角；对火检光纤组件进行前端定位；利用火检风对火检光纤组件前端进行吹扫并冷却。通常火检光纤导光管与火检套管焊接成一体，对火检光纤及其组件进行保护。

#### 3.1.15 火检光纤套管 Flame detection optical fiber sleeve

内套管用于光纤组件的安装，可通有一定的冷却风；外套管一方面对光纤进行保护，一方面在光纤与套管空隙处保证足够的火检风流通。

#### 3.1.16 火检吹扫及冷却风 Flame detection purging and cooling air

火检吹扫及冷却风，简称火检风。电站锅炉专门设置火检风机（一用一备），专用火检风管路，以提供满足压力与流量要求的清洁、干燥、低温火检冷却风。

#### 3.1.17 火检探头 furnace flame detector

火检探头的作用是将传感器接受到的火焰光信号转换成电信号。智能一体化探头将光信号转换成 4-20mA 模拟信号、有火/无火开关量信号，以及用于 RS485 进行 MODBUS 通信监控的数字信号；可以对增益、频率、响应时间、阈值等参数进行相关设置。探头连接与安装时要确保火检光纤与探头传感器进行光信号可靠传递。

### 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DCS: 分散控制系统 (distributed control system)

DP: 分散式外设 (decentralized peripherals)

DTM: 设备类型管理 (device type manager)

EDD: 电子设备描述 (electronics device description)

ID: 标识符 (identifier)

PA: 过程自动化 (process automation)

NA : 数值孔径 (numerrical aperture)

FSSS:炉膛安全监控系统 (fernace safety supervisory system)

BMS: 燃烧器管理系统 (burner management system)

FSS: 燃料燃烧安全系统 (fuel-firing safety system)

### 4. 总的要求

4.1 锅炉火检光纤设备的维护检修包括光纤组件、导光管(含固定块)及套管、吹扫及冷却风的维护与检修工作,并列入机组的日常维护和定期检修计划。

4.2 建立光纤设备维护和检修制度,开展相关工作分别参见附录 A 锅炉火焰检测设备维护表、附录 B 锅炉火焰检测设备检修表。

4.3 在检修期间或机组停运期间,参照附录 C 进行火焰检测光纤质量检测和现场光纤设备的参数检测,并记录检测结果。

4.4 建立现场光纤设备故障统计台账,参照附录 D 记录不合格项,给出维修处理方案并按现场光纤设备的检修项目表进行处理。

4.5 根据实践经验,锅炉火检光纤设备维护检修时,

4.5.1 判定火检光纤质量,参照附录 F 锅炉火检光纤基本特性、参照附录 J 质量不合格火检光纤使用后出现的异常

4.5.2 判定火检风保障,参照附录 G 锅炉火检正常工作对其火检风的要求

4.5.3 判定火检光纤设置位置状态,参照附录 H 锅炉火检光纤导光管、套管及光纤设置安装要求

4.6 锅炉火焰检测光纤设备故障维修前,应参照附录 I 锅炉火检光纤设备故障分析,结

合现场实际进行关联因素排查分析、挖掘故障产生的根本原因而进行维修工作，以彻底排除故障。

4.7 锅炉火焰检测光纤设备故障维修，应由经过培训有经验的专业人员进行操作或指导、监护操作。

## 5. 火检光纤设备维护

5.1 例行检查，参见附录 A 锅炉火焰检测设备维护表并结合现场实际情况开展日常维护工作

5.2 在机组运行的条件下进行火检光纤设备的维护维修，现场操作前

5.2.1 做好隔离措施 例如：切断火检探头电源等、以防关联故障发生。

5.2.2 做好安全措施 防碰、防摔、防压、防火、防烫伤、防拉断、防折断等，以防故障扩大、防止二次故障发生。

5.2.3 确保火检风的供给。

5.2.4 工器具、备件、材料没有准备好，不得现场操作拆卸；维护保养没有达到质量要求，尽量不回装。

5.2.5 需要拆卸火检光纤时，按照 5.2 步聚进行拆卸，处理或更换结束检查无误后按照 5.3 安装步聚进行安装。

5.3 火检光纤拆卸步骤

5.3.1 如果燃烧器为摆动式，拆卸光纤前则应该先将燃烧器的摆角置于 0 度，即处于平行位置。

5.3.2 如果在锅炉运行时替换光纤，应该保持吹扫/冷却风运行。

5.3.3 移去一个固定螺栓，将光纤组件从外套管上松脱开（警示：小心吹扫/冷却风是否运行）。

5.3.4 小心将光纤组件从外套管中拉出来。

（警示：由于光纤组件可能很烫，要时应该戴上保护手套。如果很烫，应缓慢移出。这样能帮助冷却光纤组件。特别要注意光纤端部的镜头固定组件，它会非常烫，比光纤后部需要更长的时间冷却）

5.4. 安装步骤

5.4.1 如果锅炉在运行，吹扫/冷却风应当保持运行。

5.4.2 重新安装光纤组件需小心将其推入外套管。

5.4.3 用固定螺栓（部件 13）将其固定到位。

5.4.4 安装火检探头。

5.5 维修结束、确认安装无误的条件下，送电检查正常后方可结束。

## 6. 火检光纤设备检修

6.1. 锅炉火焰检测光纤设备在检修前做好以下准备工作：

6.1.1 根据检修内容，完成检修项安全措施的和作业指导书的编制。

6.1.2 检查、确认备品备件和工器具，满足检修工作要求。

6.1.3 备品的型号、长度、直径、前端与后端几何形状、尺寸应与要检修的火检光纤组件相匹配；备品应为同规格、同型号、同参数正规品牌产品，并经过检验合格。

6.1.4 检查记录、拍照现场光纤设备后，开展检修工作。

6.2 参照附录 B 锅炉火焰检测设备检修表，附录 I 锅炉火检光纤设备故障分析、按照本次作业指导书要求进行检修。

6.3 火检光纤设备检修结束依照以下项目验收，验收合格后投运。

6.3.1 检修后，需要对火检光纤进行模拟光源检测试验；现场分析确定检测的火焰光的视角、位置等，然后用模拟光源进行试验，以确认火检窥视角的准确有效。

6.3.2 进行测光强度试验。

6.3.3 对条件受限边沿情况进行分析预估。

6.3.4 质量验收、完善、记录与拍照。

6.3.5 机组启动运行，确认得到实际考验后进行本次检修总结并存档。

## 附录 A

(资料性)

### 锅炉火检光纤设备维护项目表

序号	检测项目	技术要求	检查结果	检查周期	检查人员	备注
1	火检幅值信号	在被检测火焰正常条件下，火检幅值达到满幅值的80%以上	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	8小时		
2	火检吹扫冷却风	①母管风压 > 5KPa;	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	8小时		
		②火检风阀门全开;	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常			
		③火检风管路接头无漏风;	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常			
		④火检套管温度 > 环境温度 + 10℃	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常			
3	火检光纤	①镜头污染	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	火检信号幅值低，不能满足运行要求，或与上次检查结果对比出现明显差异		
		②透镜玻璃变白或出现麻点;	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常			
		③镜头碎裂	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常			
		④光纤前端开胶散开	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常			
		⑤光纤前端烧熔	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常			
4	导光管与套管	①导光管积灰	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常			
		②导光管前端结焦	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常			
5	其他	①与上次检查结果对比	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常			

## 附录 B

(资料性)

### 锅炉火检光纤设备检修项目表

序号	检测项目	技术要求	检查结果	检查人员	备注
2	火检吹扫冷却风	①火检套管入口风压 > 5KPa;	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		②火检风阀门全开;	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		③火检风管路接头无漏风;	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		④金属软管、套管无缠绕、完好无破损、无漏风	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		⑤导光管前端出风量 > 425L/MIN	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
3	火检光纤组件	①镜头无污染	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		②透镜玻璃无变白或无麻点;	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		③镜头无碎裂	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		④光纤前端无开胶无散开	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		⑤光纤前端无烧熔	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		⑥长期高温辐射无老化	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
4	导光管与套管	①导光管无积灰	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		②导光管前端无结焦	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		③导光管无变形	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		④导光管无被烧坏	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		⑤导光管固定块无脱落无移位	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
5	整体组装与试验	①火检光纤拆装轻便、无卡组、无硬折、无硬拉、无硬压	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		②安装后火检光纤两端定位准确	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		③用光源试验，窥视角度准确且不存在偷看	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		④用光源试验，透光率大于60%	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		⑤用光源试验，探头输出信号正确无误	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
6	其他	①与上次检查结果对比无明显异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		

注：检查周期随锅炉检修计划安排



## 附录 E

(资料性)

### 各类石英光纤的波长范围

光纤分类	缩写	波长范围
抗紫外石英光纤	-XSR	190-1100nm
深紫外石英光纤	-DUV	200-1100nm
紫外石英光纤	-UV	250-1100nm
玻璃光纤	-VIS	380-800nm
近红外石英光纤	-NIR	360-2500nm
红外光纤	-IR	2500-6000nm
混合光纤	-MIX	根据材料而定

## 附录 F

(资料性)

### 锅炉火检光纤基本特性

序号	基本特性名称	参数及描述	备注
1	导光类别	紫外/红外+可见光	红外火检用于检测煤粉火焰与燃油火焰检测；紫外火检用于可燃气体火焰检测
2	导光波长范围	190-550nm/600-3000nm	
3	光纤材质	石英/玻璃	紫外光纤选用石英光纤；红外+可见光光纤选用玻璃光纤
4	数值孔径	0.22NA, 0.37 NA	
5	导光形式	线型	
6	端面结构	圆型	
7	导光玻璃截面	3-10mm	按照用户要求定制
8	导光长度	50-3000mm	按照用户要求定制
9	光束保护管	不锈钢材质	
10	透光率	> 60%	
11	长期允许工作温度	450℃	
12	短时最高耐温	500℃	
13	可弯曲半径	≤10倍保护管直径	

## 附录 G

(资料性)

### 锅炉火检光纤正常工作对其火检风的要求

序号	名称	参数及描述	备注
1	温度	<45℃	
2	湿度	<80%RH	
3	清洁度	空气中所含尘土及硬质细颗粒不大于30g/M <sup>3</sup>	
4	流量	每个火检光纤导光管出口风流量>425L/MIN	
5	压力	探头接口处火检风压力>4.5KPa (相对于炉膛压力)	
6	供给保障	锅炉工作前，火检风提前保证供给； 锅炉工作过程中，火检风必须保证持续供给； 停炉后炉膛温度低于300℃，方可停止火检风的供给。	

## 附录 H

(资料性)

### 锅炉火检光纤导光管、套管及光纤设置安装要求

序号	分类	规范要求			
1	导光管设置与安装	一般要求	<p>① 火检光纤镜头(光纤检测前端面)及其柱状保护管中心线与导光管中心线重合, ②易实现光纤镜头或前端面在导光管内可靠定位;③导光管前端头的内部设有导风设置, 能有效吹扫及阻止高温辐射; ④根据被测火焰的初燃区、火焰大小及其形状等几何参数确定导光管的安装位置及角度, 然后将固定块与导光管焊接固定; ⑤导光管及固定块材质为不锈钢 316 以上材质, 固定块与导光管采用不锈钢氩弧焊焊接, 固定块的定位焊接根据现场实际确定(按喷口及固定块材质确定不锈钢焊材), 焊接牢固可靠。⑥导光管与火检套管处于同一中心线后进行不锈钢焊接连接。⑦导光管安装后能保证从炉外顺利拆装火检光纤组件、且在导光管中的定位准确。⑧导光管后移安装, 火检高温辐射减缓, 可能有偷看现象; 导光管前移安装, 光纤导管及光纤前端面受到高温辐射强度增加, 可能会被烧坏。</p>		
		分类要求	油火检	油火检设置在油燃烧器的中心套管内; 与油枪平行设置	<p>根据实践经验, 火检导光管设置安装定位几何参数如下: ①油火检离油枪的水平距离为 80-150 mm; ②在油枪稳焰器上用线切割加工火检窥视孔, 孔径=火检导光管外径+3mm; ③导光管前端面缩进油枪头前端面 6~8 cm 设置; ④导光管固定块焊接在油枪外套管上(采用不锈钢氩弧焊); ⑤火检光纤前端面缩进导光管前端面的经验值 30mm±5mm, 有效窥视角为 15° ±5°</p>
			煤火检	煤火检设置在外二次风环道的旋流方向的左/右上方, 根据燃烧器的布局位置、尺寸、喷口扩散角、额定工况条件下的风速、旋流方向、火焰形状、大小、初燃区的位置等设计光纤末端导光管的安装位置、倾角、光纤头在导光管中的相对位置。	<p>根据实践经验, 火检导光管设置安装定位几何参数如下: ①煤火检导光管的上(下)倾角为 15° (与燃烧器中心线夹角); ② 光纤头(镜头)处于导光管中心, 距离导光管前端面 20mm±5mm; ③导光管前端面缩进燃烧器前端面 8~10 cm 设置; ④有效窥视角为 20° ; ⑤在叶片上开孔合适, 导光管及套管的安装不得影响可调叶片的正常工作</p>

				油枪及油火检设置在原设计的二次风喷口内, 近平行布置; 根据喷口尺寸、结构形状、扩散角、喷口摆角、稳焰器结构及几何尺寸, 额定工况条件下的风速、燃油压力、初燃区的位置等设计导光管的安装位置、倾角、光纤头在导光管中的相对位置。并结合实际进行校验调整。	根据实践经验, 火检导光管设置安装定位几何参数如下: ①油火检离油枪的水平距离为 100-250 mm; ②在油枪稳焰器旋流叶片上用线切割加工火检窥视孔, 孔径=火检导光管外径+3mm; ③导光管前端面缩进油枪头前端面 6~8 cm 设置; ④导光管固定块焊接在油枪外套管上(采用不锈钢氩弧焊); ⑤火检光纤前端面缩进导光管前端面的经验值 30mm±5mm, 有效窥视角为 15° ±5°; ⑥若火检所在喷口为摆动式喷口时, 与导光管相连的套管应为一段不锈钢金属丝网软管
		直流燃烧器 (四角切圆燃烧锅炉)	油火检	煤火检则安装在煤火嘴的正下(上)方的辅助二次风口内。根据煤燃烧器的布局位置、尺寸、喷口扩散角、额定工况条件下的风速、旋流方向、火焰形状、大小、初燃区的位置等设计光纤末端导光管的安装位置、倾角、光纤头在导光管中的相对位置, 并结合实际进行校验调整。	根据实践经验, 火检导光管设置安装定位几何参数如下: ①煤火检导光管的上(下)倾角为 25° ±5° (与燃烧器中心线夹角); ② 光纤头(镜头)处于导光管中心, 距离导光管前端面 20mm±5mm; ③导光管前端面缩进二次风喷口前端面 8~10 cm 设置; ④有效窥视角为 20°; ⑤导光管固定块牢固焊接于二次风喷口内壁上; ⑥若火检所在喷口为摆动式喷口时, 与导光管相连的套管应为一段不锈钢金属丝网软管
		微油点火燃烧器	微/少油火检	油火检设置在油燃烧筒内; 与油枪平行设置于油燃烧筒内	根据实践经验, 火检导光管设置安装定位几何参数如下: ①微/少油火检套管为直杆型, 离油枪的水平中心距为 80-100 mm; ②在油枪布风轮上用线切割加工火检窥视孔, 孔径=火检导光管外径+3mm; ③导光管前端面缩进油枪头前端面 60mm cm ±5mm 设置; ④导光管固定块焊接在油枪外套管上(采用不锈钢氩弧焊); ⑤火检光纤前端面缩进导光管前端面的经验值 30mm±5mm, ⑥有效窥视角为 10° ±5°; ⑦火检套管通径较小, 导光管前端需设置聚风口, 否则, 可能在油枪着火瞬间、投粉瞬间的正压作用下倒灌风而污染镜头或光纤前端面;

2	套管组件设置与安装	一般要求	①火检光纤导光管、套管及套管连接组件，由火检厂家配套供货；②套管与探头连接应有隔热块，以阻止套管温度传导至探头；③连接成一体后，应牢固可靠且密闭不漏风；④整体尺寸与火检光纤及组件总体尺寸匹配；⑤连接探头的螺纹管段（块）中心应有光纤末端定位设置，确保光纤末端头处于中心，在探头安装后光纤末端面距离传感器的距离 $10\text{mm} \pm 5\text{mm}$ ；⑥套管内部通风畅通；⑦与探头连接可靠且便于探头的拆装⑧
		特殊要求	①安装于摆动喷口中的火检套管采用挠性套管（与导光管相连的前段采用金属丝网不锈钢软管）；②挠性套管其软管通径不小于导光管内径，其长度以在喷口最大摆幅条件下不出现硬拉，且弯曲半径始终不小于5倍套管直径而确定；③套管不得出现缠绕，且不得与摆动机构碰撞或摩擦；④火检套管外出口角度合适，满足火检探头拆卸方便、不影响油枪、点火枪的推进，探头远离高温区等；⑤；⑥；⑦；⑧；
3	光纤安装	要求	①能轻松拆装，不需硬拉硬折；②定位准确；③弯曲半径不小于5倍光纤保护管直径；拆装过程中不得锐角弯曲；④火检光纤安装后，要进行窥视范围内的通光检测，确认合格后方可安装火检探头；⑤拆装过程保持通风，以防烧坏；⑥拆装过程提防防止人体烫伤；⑦若存在空中作业，务必最好安全措施、防止摔落；⑧光纤安装后，需进行模拟光源试验合格后方可结束；

## 附录 I

(资料性)

### 锅炉火检光纤故障分析

序号	故障现象	影响因素			吹扫风及冷却风效果差	导光管设置安装位置不合适	光纤长度不合适或安装不到位	正压或局部正压燃烧	高强度燃烧/辐射	固定块脱落或移位	导光管材质	光纤质量	备注
		风压低	软管漏风	风压高									
1	看不到火	前端面严重污染	○	○				○					
2	看不到火	光纤前端烧熔	○	○					○			○	
3	看不到火	导光管前端积灰堵塞	○	○									
4	看不到火	导光管前端结焦或烧坏	○	○	○				○				
5	看不到火	导光管脱落或移位							○	○	○		
6	看不到火	端面非严重污染	○										
7	看不到火	光纤耐高温强化玻璃镜头被烧白	○	○		○			○				
8	看不到火	玻璃镜头出现斑点/碎裂						○	○				
9	看火弱	光纤端部的耐高温密封材料被烧熔光纤束前端散开	○	○					○			○	
10	看火弱	长期受到高温辐射老化				○							
11	看火弱	锐角折弯、硬拉等致光纤丝断裂					○					○	
12	偷看					○				○			

## 附录 J

(资料性)

### 质量不合格火检光纤使用后出现的异常



## 附录 K

(资料性)

### 锅炉火检光纤套管设置创新技术介绍（上海神明）

序号	针对问题	具体措施	技术优点
1	光纤寿命偏短,容易烧毁	在内导管后端部分开通风孔槽,前端留有通风孔。冷却方式采用双层冷却。冷却风在通入内、外导管中间的同时,一路风进入内导管和光纤之间,对光纤直接冷却,有效地降低了光纤前端的高温。使光纤的保护期限提高至3~4年。	采用获得专利的双重冷却技术,对导光管及套管和光纤进行多方位全面冷却
2	光纤插拔困难,维护量大		双重冷却设计,更好的降低光纤温度,提高使用寿命
3	火检导管内容易积灰		套管和光纤安装、维护简单方便
4	导管前端的石英镜片容易结焦		提高导管前端头石英镜片组件的耐温等级,使其耐温值增高到1200℃