

PAC 66 机组脱落氧化物在线监测系统

技术方案

北京赛斯威科技有限公司



目录

第一章 概述	4
一、脱落氧化物的危害	4
二、监测意义	4
1、吹扫测量—取代传统的撞击靶	4
2、吹扫测量—设计吹扫参数和制定吹扫规程.....	4
3、实时控制和操作指导	5
4、预防蒸汽轮机侵蚀和爆管	5
5、实时统计及机组台帐	5
6、检修方案制定	5
7、加强管道防磨、防爆管理；提高机组安全运行和管理水平。	5
三、典型的过程应用参数（1000MW 超超临界机组为例）	5
第二章 撞击振动波测量技术	6
1、直接测量技术	6
2、高灵敏度	6
3、高可靠性	6
4、恶劣环境运行	6
5、无需吹扫	7
6、一台中央单元可带多个探头，多点同时监测。	7
7、免维护	7
8、坚固耐用，无消耗件、无运动部件。	7
第三章 PAC 66 监测系统.....	7
一、测量原理	7
二、技术特点	7
三、系统描述	7
1、探头单元	8
2、中央单元	8
3、信号分配单元	8



4、中继放大单元.....	8
5、探头电缆.....	9
四、监测值输出.....	9
五、先进性.....	9
六、性能与功能.....	10
第四章 安装、调试、维护.....	11
一、安装.....	11
1、探头安装.....	11
2、中央单元安装.....	12
3、探头电缆敷设.....	12
4、中继放大单元安装.....	12
二、调试.....	13
三、维护.....	13
第五章 监控、数据登录.....	13
一、监控信息和数据登录.....	13
二、测量值及其单位.....	13
二、典型脱落氧化物测量画面.....	14
第六章 供货清单.....	15

第一章 概述

一、脱落氧化物的危害

热电厂发电机组蒸汽管道中由于蒸汽而产生的氧化物的脱落，将对阀门、高压和中压汽轮机进口叶片侵蚀；屏式过热器和再热器爆管。以下是典型的脱落氧化物危害情况：

1. 固体颗粒侵蚀阀门和高、中压汽轮机进口-- 导致兆瓦级电能和效率损失、叶片故障。
2. 脱落氧化物在屏式过热器和再热器底部弯管处堆积，阻塞流动和导致过热爆管。
3. 脱落氧化物在叶片通流部件的堆积，导致效率损失和叶片披覆增加。
4. 机组启动期间冷凝水除盐装置负荷加重。
5. 铁流动回锅炉产生尚未确认的影响：能导致热水管子鳞片增多、孔板和给水控制阀堆积、锅炉管子故障，以及频繁地化学清洗。
6. 铜流动产生尚未确认的影响。

二、监测意义

实时、在线、连续监测蒸汽管道中脱落氧化物的浓度及粒度主要作用如下。

1、吹扫测量—取代传统的撞击靶

传统的插入到蒸汽的可替换式撞击靶，只能提供有限的、间歇性的正在被清除物信息，导致即使吹扫后，仍有大量的异物损伤案例。而采用 PAC 66 进行蒸汽吹扫在线监测，通过实时、连续监测值信息，设计吹扫参数、制定吹扫规程、精确检验吹扫效果和吹扫时间。

2、吹扫测量—设计吹扫参数和制定吹扫规程

传统的蒸汽和空气吹扫规程基于有限的经验数据，这些会有很多变化且每个机组和供货商均会有所不同

而采用 PAC 66 进行蒸汽吹扫在线监测，吹扫参数效率和对清除过的管道、过热器、再热器的单独吹扫的有效性均被确定下来。系统测量出颗粒清除量与吹



扫关系图、估算总异物清除量、设计机组吹扫参数、制定吹扫规程、精确检验吹扫效果，实现定量、精确、低成本吹扫。

3、实时控制和操作指导

机组启动过程、稳定或调整负荷运行、停机过程实时在线监测脱落氧化物。通过实时控制温度超温、分布、升降率；负荷；加氧、锅炉燃烧等参数，自动控制或指导人工操作实时控制氧化物产生与脱落，减少脱落氧化物数量。

4、预防蒸汽轮机侵蚀和爆管

预防固体颗粒对叶片、阀门等侵蚀，预防爆管。减少损失费用、提高机组出力、确保安全生产。

5、实时统计及机组台帐

实时统计机组整个服役期、每次冷启动至停机脱落氧化物总量、统计相同周期变化趋势，以便实时调控运行或制定检修计划。存储全部测量历史数据，建立机组整个服役期脱落氧化物数据文档台帐。

6、检修方案制定

参考历史数据文档，制定检修方案。

7、加强管道防磨、防爆管理；提高机组安全运行和管理水平。

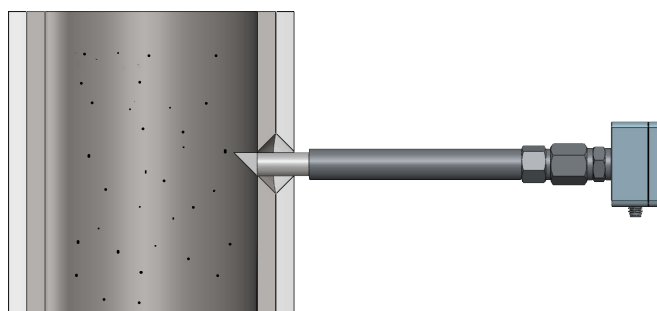
三、典型的过程应用参数（1000MW 超超临界机组为例）

安装测点位过热器、再热器出口，典型的测量点过程应用参数如下表所示，不同的机组，参数会有不同。

名称	单位	过程参数	
		过热器出口	再热器出口
额定蒸汽压力	MPa	26.25	4.9
额定蒸汽温度	℃	605	603
管道直径	mm	548	

第二章 撞击振动波测量技术

PAC 66 机组脱落氧化物在线监测系统采用美国撞击振动波检测技术，在蒸汽管道焊接插入一根属探头，脱落氧化物颗粒撞击探头头部探片产生振动波信号，通过高速数据采集和处理系统，分析撞击振动波信号的能量等指标，直接测量出脱落氧化物颗粒质量浓度和粒度分布。该测量技术的主要优点如下：



1、直接测量技术

此前没有任何一种技术能直接测量出颗粒质量。撞击振动波检测技术基于最本质的质量能量转换物理原理，撞击动能值只与颗粒质量相关，而与颗粒性质(如：密度、形状、体积、导电性等)无关，因此，是目前唯一的无需实物标定，即可直接测量出颗粒质量的技术。

2、高灵敏度

撞击振动波技术具有高的灵敏度，小到 100nm 颗粒在一个低的速度下仍能产生理想的振动波。因此，此技术具有较高的测量灵敏度。

3、高可靠性

撞击振动波技术，其信号只依赖于颗粒的撞击，不受流体其它指标影响。并且振动波为机械波（非电信号），因此，探头不受现场电磁场干扰。

4、恶劣环境运行

系统只有一个金属探头头部三角片片进入流体且插入部分为无源（无电子器件）结构，天然地不受高温、高压、腐蚀影响。



- 5、无需吹扫
- 6、一台中央单元可带多个探头，多点同时监测。
- 7、免维护
- 8、坚固耐用，无消耗件、无运动部件。

第三章 PAC 66 监测系统

新技术产品 PAC 66 机组脱落氧化物在线监测系统，采用美国先进的撞击声波检测技术，进行脱落氧化物颗粒质量浓度和粒度分布在线测量。具有安装简单、免维护、低运行费用、无需吹扫气、坚固耐用（无消耗件、无运动部件）、性能稳定等优点。非常适合于高温、高压、磨损、腐蚀等恶劣测量环境下测量应用。

一、测量原理

固体颗粒或液滴撞击探头时产生微弱的振动波，此振动波比例于撞击动能大小，变送器将振动波转换成电信号，得到撞击动能值。仪表通过高速信号采集、快速数字信号处理、经典的质量能量转换定律，测量出每个固体颗粒/液滴质量，输出固体颗粒/液雾质量含量、粒度分布和流量值。

二、技术特点

撞击振动波检测技术基于最本质的质量能量转换物理原理，撞击动能值只与颗粒质量相关，而与颗粒性质(如:密度、形状、体积、导电性等)无关，因此，是目前唯一的无需实物标定，即可直接测量出颗粒质量的技术。

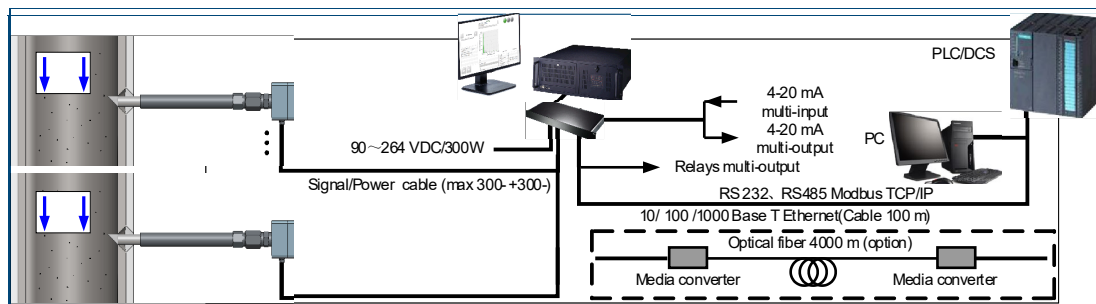
基于撞击振动波检测技术,使得可测量多相流中任何固体颗粒或液滴。坚固的金属探头，确保可工作在高温、高压、腐蚀、磨损等恶劣环境。无需现场标定、无需吹扫探头、本质上的免维护，紧凑设计，坚固耐用。

三、系统描述

PAC 66 由测量探头、中央控制单元、信号分配单元组成。探头与中央单元通过连接电缆连接。一台中央单元可采集多个探头信号进行多路测量。探头安装在测量现场、中央单元远程控制室内安装。

PAC 66 标准配置为一台中央单元带两路探头，一路探头安装在过热器出口主蒸汽管道上、另一路探头安装在再热器出口蒸汽管道上。对多出口管过热器、再热

器，可根据实际出口管数量，扩展探头数量，实现过热器、再热器一根出口管安装一路探头。



1、探头单元

探头直接插入焊接安装到管道上，与中央单元采用连接电缆相连。一台中央单元可带多个探头多点同时测量。

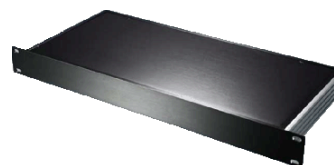
2、中央单元

中央控制单元为系统主机，承担探头信号采集、数据处理、监测值显示存储统计、超限报警、系统操作、通讯等功能。通过模拟输出接口和数字通讯接口将监测值等信息传送给 DCS 等控制系统，实现自动控制或指导人工操作实时控制脱落氧化物数量。台式（标准）或机柜式（选订），带液晶显示屏和鼠标。一台中央控制单元可带多个探头，进行同时监测。



3、信号分配单元

信号分配单元用于中央控制单元与所有外部设备之间的电缆连接转换。



4、中继放大单元

中继放大单元为选订单元，探头到中央单元之间采用连接电缆传送信号。标准的连接电缆最长为约 300 米，通过增加一个信号中继放大器可再延长 300 米，达到总最大长度约 600 米。



5、探头电缆

探头连接电缆为信号/电源复用电缆，即传输探头测量信号，又从中央控制单元向探头提供电源，因此，探头无需另外电源。

四、监测值输出

PAC 66 对各路探头均提供脱落氧化物颗粒质量含量、粒度分布、颗粒流量监测，三种检测值均在触摸式 LCD 显示屏上显示并通过数字通讯接口输出。而 4-20mA 模拟量输出每路探头则只提供四路(标准组态)，以输出质量含量和粒度分布值（其它模拟输出组态方式可选订）。

五、先进性

- 1、 独有技术，无需标定，实时、在线、连续直接测量脱落氧化物颗粒质量含量、粒度分布和颗粒流量。
- 2、 撞击振动波检测技术基于最本质的质量能量转换物理原理, 撞击动能值只与颗粒质量相关, 而以颗粒性质(如: 密度、形状、体积、导电性等无关)。
- 3、 振动波为机械波（非电信号），探头不受现场电磁场干扰。
- 4、 一台中央单元可带多个探头，极高的性能价格比。
- 5、 适用于高温、高压、高磨损、腐蚀性过程环境。
- 6、 无需吹扫、免维护、无消耗部件。



六、性能与功能

中央控制单元 (型号: CU 66)	
人机界面	
LCD 显示	17"LCD 液晶显示屏。显示: 数字值 (实时值和平均值)、模拟值趋势曲线、粒度分布、运行状态信息。操作: 功能选择、参数设置、数据查询、调试。
数据存储	
方式及时间	中央控制单元内部硬盘。保存时间一年 (标准), 更长 (选订)。
存储内容	数字值、趋势曲线、统计报表、运行状态信息。数据导出: 数字通讯接口、U 盘。
测量通道	
每路探头配置	1 路: 4-20mA 输入 (流速或流量输入); 4 路: 4-20mA 输出 (含量/流量 1 路、粒度分布统计 3 路); 4 路: 继电器输出 (自定义测量值故障报警或警告; 粒度统计)。
数字通讯接口	RS 232、RS485 Modbus TCP/IP、10/ 100 /1000 Base T 以太网, 铜缆 (标准), 光缆 (选订)。传输距离最大: 铜缆 100 米、光缆 4000 米、其它 (选订)。
规格	
电源输入	90 – 264 VAC/300W, 47 – 63Hz。
输出	4 – 20mA: 最大负载 500 欧姆, 隔离型。继电器节点: 0.5A/30 VDC、0.5A/250 VAC。
外壳及环境	
外壳	19"英寸 4U 高标准工控机外壳, 尺寸: (宽*高*深) 482 x 177 x 479 毫米 (19" x 7" x 18.9"英寸)。
工作温度/湿度	0°C 至 40°C、10 – 85%@40°C。
探头 (型号: PT 66)	
外壳	NEMA 4X 铝 (标准), 其它 (选订)。
探头	长度: 20"、30"、40"英寸, 其它 (选订)。
安装方式	焊接
材质	全 316L 不锈钢 (标准)、头部三角片为耐磨损合金而其它部位为 316L 不锈钢 (选订)、蒸汽管道同质材料 (选定)。
过程温度/压力	<850°C/100 MPa、其它 (选订)。
电源输入	通过连接电缆由中央控制单元提供, 无需另外电源。
信号分配单元 (型号: SD 66)	
外壳及环境	19"英寸 2U 高铝合金外壳, 尺寸: (宽*高*深) 482 x 44.5 x 200 毫米 (19" x 1.75" x 7.87"英寸)。
工作温度/湿度	0°C 至 40°C、10 – 85%@40°C。
探头与中央控制单元连接电缆	
探头电缆	信号/电源复用电缆。标准: <300 米; 中继放大: <600 米; 长度选订。
应用范围*	
颗粒	质量: >10 ⁻¹⁵ 克; 粒度: >0.1μm 流动颗粒-任何颗粒均可。
测量范围	含量: 0-5000mg/m ³ (标准)。
输出量程	测量范围 (0-5000 mg/m ³) 内用户任意设置。
<small>*根据颗粒流速和质量、安装位置等不同, “应用范围”规格参数会产生变化, 任何应用以制造商最终确认的规格参数为准 (需咨询制造商)。</small>	

第四章 安装、调试、维护

一、安装

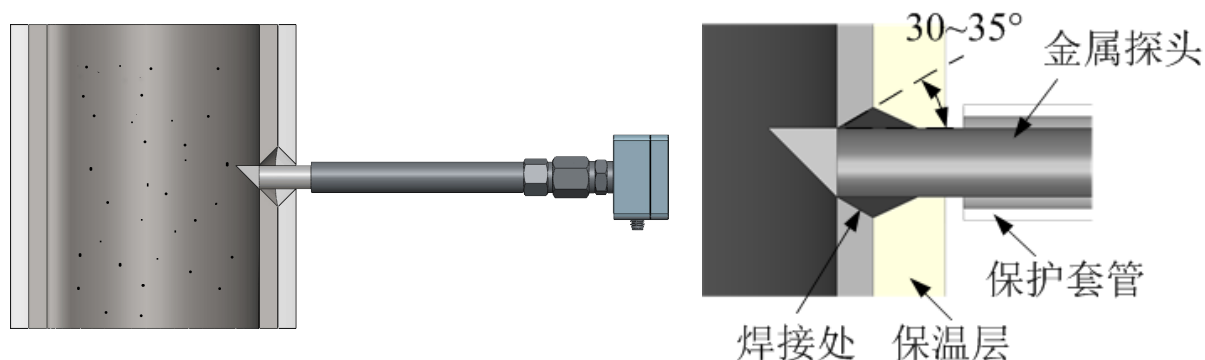
安装由买方负责，卖方指导；调试由卖方负责，买方协助。

1、探头安装

● 结构

- (1) 焊接式探头：探头为一根金属棒，头部为三角形薄片。插入管道直接透焊。相同于热电偶保护套管焊接，但热膨胀、振动等特性对焊接的影响均远小于热电偶套管，焊接要求大大降低。
- (2) 材质为全 316L 不锈钢（标准）、头部三角片为耐磨损合金而其它部位为 316L 不锈钢（选订）、蒸汽管道同质材料（如 P91、P92 合金钢）（选定）。
- (3) 高温、高压、高磨损、腐蚀环境应用而设计。标准温度最大 850℃、压力 100MPa。

● 开孔及焊接



在蒸汽管道开一个 1.5“英寸孔，切割成 30-35°坡口，插入探头头部三角片（1.5”英寸等边三角形薄片）至管道中（探头圆棒头部截面齐平于管道内壁），直接焊接完成。探头与管道接触部分为 1.5”英寸直径金属棒。

- (1) 对新建机组，探头须在在四大管道配管时焊接完成。

完整探头为一根长度约一米的金属棒（头部为三角片），产品供货商交货时已将探头切成两段，其中头部段很短，交配管厂家焊接（必须有相

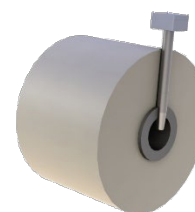
关焊接资质)。焊接后露出管道部分极短,以方便管道运输。现场安装调试时,再将另一段对接焊接完成(普通焊接)。

- (2) 对已建机组,探头可在现场开孔焊接完成。

具体同配管时焊接一样(见第(1)款),重申必须有相关焊接资质。

用户也可对外委托具有专业资质企业进行焊接。

- (3) 对暂时无法开孔焊接的老机组,可以利用现有的热电偶套管进行安装。具体是选择用户已有的热电偶套管,在热电偶套管上焊接一段不锈钢棒,以延长热电偶套管至头部伸出蒸汽管道保温层外,用来作为声波导波棒,将声波传感器直接固定到延长棒头部。此种安装时测量精度将下降。



总结:

探头必须插入焊接到管道,开孔及焊接必须由具有专业资质的企业或人员进行(同热电偶套管焊接)。暂时无法停机焊接的老机组,可利用现有的热电偶套管进行安装,但测量精度将下降。推荐安装位置为过热器和再热器出口、调温喷雾与蒸汽轮机之间上下游比例约为9:1直管段,并远离调温喷雾以避免探头或套管接触到水滴导致干扰。

2、中央单元安装

远程控制室台式或机柜式安装。

3、探头电缆敷设

探头电缆通过常规走线槽敷设,若条件允许,建议采用金属管穿管布线,以避免强电磁场噪声干扰。

4、中继放大单元安装

就地固定安装。



二、调试

调试在中央单元上进行，无需另外专门软件或工具。

用户应该提供以太网至中央单元（RJ45 标准以太网接口），以实现远程调试。

三、维护

免维护。

第五章 监控、数据登录

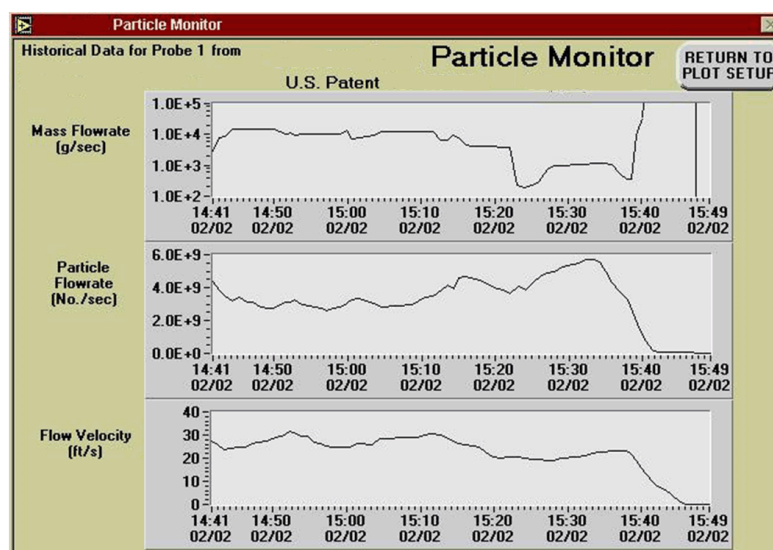
一、监控信息和数据登录

所有监测值报表、运行状态参数、报警或警告信息全部连续存储在中央单元的硬盘中，存储时间为一年（标准）。通过以太网接口通讯，PC 监控终端或任何运行 windows 操作系统的 PC 电脑均可监控显示中央单元内全部信息。监控画面为 windows 风格。

二、测量值及其单位

质量有四种单位 mg/m^3 、 g/s 、 $\#/\text{s}$ 、 cm^3/s ；粒度分布有六种单位 mg/m^3 、 g/s 、 $\#/\text{s}$ 、 cm^3/s 、 $\#%$ （个数百分比）、 $\text{g}(\text{vol})\%$ （质量或体积或浓度百分比），用户可任意选择设置；三段粒度统计范围也由用户设置。

二、典型脱落氧化物测量画面



主蒸汽管线	
含量, ppm	0.005--100
颗粒质量, 克	9×10^{-9} -- 1×10^{-2}
颗粒粒度, 微米	12-2500
颗粒流量, g/s	0.0001-20
颗粒个数/秒	1.5×10^4 — $>2 \times 10^6$
高温级再热器	
含量, ppm	0.005--30
颗粒质量, 克	3×10^{-9} -- 7×10^{-5}
颗粒粒度, 微米	10-300
颗粒流量, g/s	0.0001-25
颗粒个数/秒	1.5×10^2 — $>5.5 \times 10^6$



第六章 供货清单

PAC 66 脱落氧化物监测系统设备供货清单

(适用于一套发电机组)

序号	设备名称 (位号)	数量	单位				备注
1	中央控制单元	1	套				台式 (标配)、机柜式 (选订)。控制室内安装。
2	信号分配单元	1	套				19" 2U 高机盒。控制室内安装。
3	探头	2	套				过热器出口：一套； 再热器出口：一套
4	探头电缆	按需	米				连接探头与中央控制单元，一套探头需要一根。