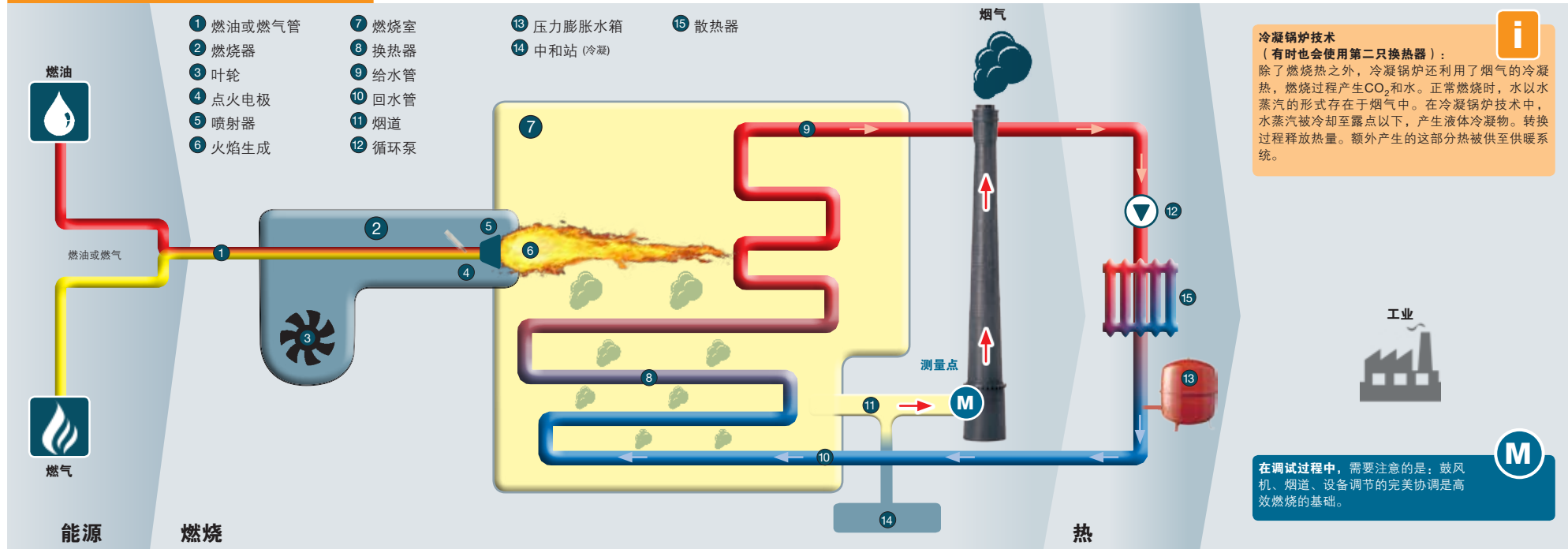


燃烧器/锅炉应用描述

概述及功能



锅炉系统的经典燃烧过程

I. 燃料供给与制备

A: 燃油 燃料通过泵从油箱传输至燃烧器; 这由热力调节(取决于热能需求)来触发的。燃料经过预热, 而后电磁阀打开, 燃料经由喷射器雾化并喷入燃烧室内。

B: 燃气 燃料通过燃气管网中的压力传送到燃烧器; 这是由热力调节(取决于热能需求)触发的。电磁阀打开, 燃料在喷射器中雾化并喷入燃烧室。

II. 燃烧空气的输入

燃烧空气由鼓风机送至燃烧器火焰。充足的燃烧空气能确保较大的调整范围、燃烧稳定以及最优的排放数据。

III. 燃烧器点火

点火花(点火电极)可确保燃料与空气配比之后点燃并持续自动燃烧。
火焰监测:
燃气: 电离火焰探测器(电离电极)
燃油: 光电火焰探测器或红外探测器

IV. 燃烧

燃料气流动经锅炉换热器的表面, 在该过程中通过内部表面将热量释放给供暖水。循环泵将供暖水经由供暖管道输送至散热器, 并将热量释放到环境中。冷却后的水通过回水管回流, 然后再次加热。可安装一个热水储存罐, 保持一定的水供应。需确保管路中的隔热保温效果, 并确保温度维持在一个特定的温度值附近(比如60 °C)。

燃烧器/锅炉应用描述

测量

测量点 **M** testo 340 / testo 350

在哪里进行测量?

- 在烟道内

为什么要进行测量?

- 烟气测量, 用于故障排除/诊断
- 烟气测量, 用于定期检查和维修
- 确保符合排放限值
- 优化燃烧器效率
- 不同负载点的设置

要测量哪些参数?

- O₂
- CO₂ (testo 340内为计算值)
- CO
- NO
- NO₂
- SO₂
- 烟气损失
- 抽力/压力
- 差压
- 温度
- 温差

测量点的典型值:

测量参数	燃油- 烟气成分	燃气- 烟气成分
O ₂	2 ~ 5%	2 ~ 3%
CO	5 ~ 80 ppm	0 ~ 50 ppm
CO ₂	10 ~ 15.4%	6 ~ 12%
NO	20 ~ 100 ppm	10 ~ 100 ppm
NO ₂	2 ~ 25 ppm	2 ~ 25 ppm
SO ₂	5 ~ 40 ppm (取决于燃料中的硫含量)	5 ~ 40 ppm (取决于燃料中的硫含量)

燃油:

- 烟气温度:
+40°C ~ +200°C
(+40°C 带冷凝系统)
- 烟道内压力:
-0.5 ~ +0.5 mbar/hPa

燃气:

- 烟气温度:
+250°C ~ +500°C
(+40°C 带冷凝系统)
- 烟道内压力:
-0.5 ~ +0.5 mbar/hPa

Testo 排放测量仪器的优势:

testo 340: 设置及服务测量

优势:

- 坚固耐用, 很少需要维护, 可用性很高
- PTFE软管, 自清洁效果: 不吸附冷凝水和污垢颗粒
- 设置简单: 使用延长管 (可长达7.8m), 用户可在离测量点较远的地方看到锅炉显示
- 气体传感器是预先校准过的, 更换时即插即拔, 无需停机
- 量程扩展 (5倍数):
高浓度测量不受限 (CO可至50,000 ppm)
- 测量SO₂和H₂S, 适于生物质燃料使用



testo 350: 官方排放测量 (取决于国别不同)

我们推荐使用 testo 350 进行官方排放测量 (设备带气体冷却器和稀释功能, 不惧高浓度CO)。

优势:

- 集成了气体预处理, 可在无人值守的情况下进行长时间测量, 测量结果精准 (干值)
- 蓝牙连接, 即便在手操器和测量点之间相距很远 (无障碍物100 m) 的情况下也能舒适工作
- 适于官方排放测量 (取决于国别不同)
- 量程扩展 (扩展系数2、5、10、20或40): 高度浓度测量 (40倍数时, CO可至400,000 ppm) 不受限
- 配备SO₂和H₂S, 适于生物质测量H₂S



测量孔



实用小贴士

液滴/烟气温度较低:

- 热电偶上有冷凝液滴
-> 将探针水平或向下固定, 这样冷凝水就会沥干或者向下滴落
- 若出现大量冷凝水, 则说明读数错误或者测量仪器已损坏
-> 使用气体预处理装置而非直接使用冷凝槽

烟气损失异常偏高:

- 测量仪器校准错误
- 燃料设置错误
- 外部燃烧空气温度探头直接测量系统本身了

压力测量值较低:

- 压力传感器未正确调零
- 测量仪器气路存在泄漏

压力测量值较高:

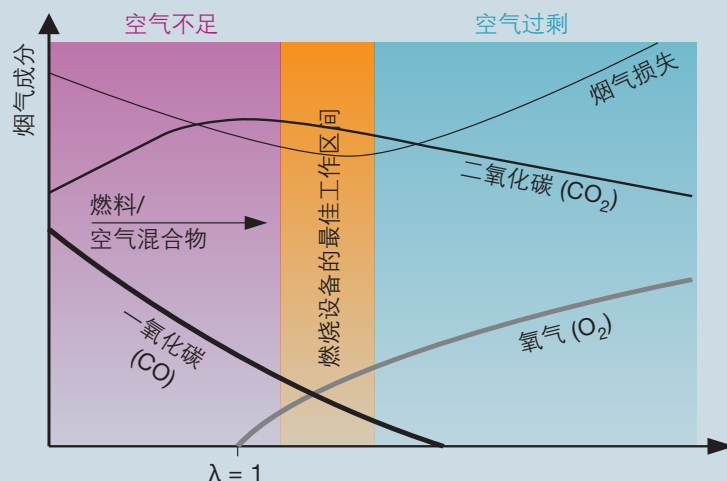
- 压力传感器未正确调零
- 烟道抽力太大
-> 安装烟道抽力调节装置, 开启清洁口进行测量

燃烧器/锅炉应用描述

理论背景知识1

使用燃烧图表确定排放情况

→ 燃料与燃烧空气的最佳配比 (空燃比 λ)



燃烧空气和湿度会影响烟气体积:

- 烟气被稀释, 即相对气体组分的浓度下降
- 需要使用参考值进行比较或与其他测量值进行比较

- 实例: 根据湿度和过剩空气, SO_2 的相对浓度在 0.14至0.2%之间 (见表)

	N_2	CO_2	SO_2	H_2O	O_2
当量 / 干值	82.6	16	0.20	0	0
当量 / 湿值	74.7	14.4	0.18	10.7	
25% EA / 干	82.8	12.7	0.16	0	4.4
25% EA / 湿	75.6	11.6	0.14	8.7	4

图表1 参考数值

平均过剩空气:

燃气: $\lambda = 1.05 \sim 1.15$
 燃油: $\lambda = 1.1 \sim 1.2$
 (烟道抽力较强时为1.21)

当量=空气量与燃料量的理论最佳配比 (用于燃烧, 供给的氧气与完全燃烧所需的氧气量准确一致)
 EA = 过剩空气

空气过剩 (最佳工作范围)

缺点:

- 燃料利用率低 (烟气中有未燃尽的残留物)
- NO_x 值增加 (氮氧化物)
- 由冷空气稀释造成的能量损失
- 效率较低 (损失很多热量)

优点:

- + 操作可靠
- + 燃料完全燃尽 (几乎没有烟度)

CO (一氧化碳):

由于缺少CO, 供应的氧气不再被氧化而消耗, 所以 O_2 浓度上升。这也意味着烟气损失变大。
 燃料粒径: 燃料的粒径越小, 与氧气的接触越充分密集, 需要的空气也就越少。

CO_2 (二氧化碳):

二氧化碳随着 $\lambda = 1$ 而再次下降, 但不是通过化学反应而减少, 而是由于燃烧空气量的增加, 而燃烧空气增加本身几乎不会产生 CO_2 。

空气不足

缺点:

- 燃料不能充分燃烧
- 出现有毒/有害物质 (如烟灰和CO)
- 能源利用率降低
- 操作不合理, 有可能导致设备关机

CO (一氧化碳):

存在CO → 没有足够的氧气供CO完全氧化成 CO_2

O_2 (氧气):

该范围内氧气很少, 或者根本无法测出, 因为供应的氧气立即用于氧化CO了。

CO_2 (二氧化碳):

当 O_2 浓度上升时, CO因为氧化为 CO_2 , 浓度下降。 CO_2 增加幅度相同。该过程在 $\lambda = 1$ 时, CO含量接近零, CO_2 达到最大值。

烟气中的烟尘排放 (燃油)

燃油未充分燃烧时会产生烟灰 (炭黑)。后果:

- 可能堵塞或关闭气路, 造成供气不足
- 超大锅炉或燃烧器, 含水量非常低的锅炉 (频繁开关)
- 过多的燃料, 燃烧器的燃料吞吐量相对于锅炉的大小来说太高了
- 雾化特性差/喷嘴角度不正确 (特别是在没有油预热的旧燃烧器上)

- 燃烧器运行时间越长, 烟气温度越高

- 由于燃油过滤器堵塞, 燃油中存在水滴, 预热器缺陷, 供油或过滤器中存在空气等可能导致发生火灾, 燃油 (老化) 中有较粘稠的组分, 燃油特性波动

→ 效率更高: 烟温尽可能低 (1毫米烟灰层会将烟气温度提高约50度 → 增加能量需求约2.5至3%)。

燃烧器/锅炉应用描述

理论背景知识2

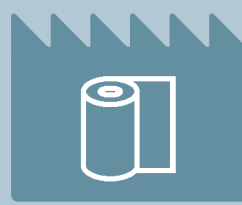
在实践中燃烧器/过滤系统的使用

公共建筑的供暖系统



场所: 医院、大学、博物馆、学校、足球体育场等
使用: 供热、通风、热水
输出范围: 约 10 - 1,600 KW

热蒸汽 - 造纸厂



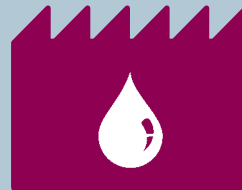
场所: 造纸厂
使用: 蒸汽和热水的生产
输出范围: 约 150 - 6,000 KW

温室采暖系统



场所: 温室
使用: 热电联产设备的备用系统, 供热及CO₂供应
输出范围: 约 300 - 1,000 KW

热蒸汽 - 采油厂



场所: 炼油
使用: 蒸汽和热水的生产
输出范围: 约 500 - 7,500 KW

加热与非加热测量软管及探针的差别

加热测量软管和探针

	优点	缺点
烟气探针	<ul style="list-style-type: none"> + 灰尘颗粒的污染和沉积少 + 烟气梯度降低, 烟气冷凝减少, 烟气温度与环境温度之间存在较大差异 + 由于加热温度高于烟气露点, 不会出现冷凝水在探头套管上产生的积碳效应 + 腐蚀性更低 + 更适合于长时间测量 >1 天至几个月 + 长时间测量NO₂和SO₂时的精度更高 	<ul style="list-style-type: none"> - 需要交流供电 - 探针尺寸和重量都较大, 在测量点的使用和运输过程均有不便 - 烟气温度的测量受加热探针的影响
测量软管	<ul style="list-style-type: none"> + 灰尘颗粒的污染和沉积少 + 更适合于长时间测量 	<ul style="list-style-type: none"> - 需要交流供电 - 重量都较大, 在测量点的使用和运输过程均有不便

非加热测量软管和探针

	优点	缺点
烟气探针	<ul style="list-style-type: none"> + 快速便捷的短时测量 + 无需交流供电 + 因为没有加热, 不受干扰, 烟气温度测量精准 + 在测量点使用方便, 也利于运输 	<ul style="list-style-type: none"> - 长时间测量及频繁使用会容易导致脏污 - 冷凝效应更大, 容易在测量孔外的探针区域形成冷凝 - 若未定期对探针进行清理, 进行长时间测量时, 对SO₂以及NO₂的吸附会增加
测量软管	<ul style="list-style-type: none"> + 短时测量快速便捷 + 无需交流供电 + 测量使用方便, 也利于运输 + 软管轻松延长 + 气体测量参数响应迅速 	<ul style="list-style-type: none"> - 测量软管内的沉积较多, 尤其在长时间测量以及频繁使用时 - 若长时间操作后测量软管脏污则对SO₂和NO₂的吸附会增加