



恩菲索科技产品手册

恩菲索科技（天津）有限公司
EFISO TECHNOLOGY (Tianjin) Co., LTD

地址：天津市红桥区红旗北路与湘潭道交口大成广场708室

电话：022-27790680

邮箱：efiso_tech@126.com

网址：<http://www.efiso-tech.com>

创造价值，感恩社会！

取则行远，探索未来！



低成本超净环境治理技术

GLC (Gas-liquid Chaos)混沌反应技术

环保是责任产业、更低的排放、更省的成本

创造价值 感恩社会

取则行远 探索未来

CONTENTS

目录

概述 01-04

PART ONE

技术简介 05-07

PART TWO

技术优势 08

PART THREE

应用效果 09-12

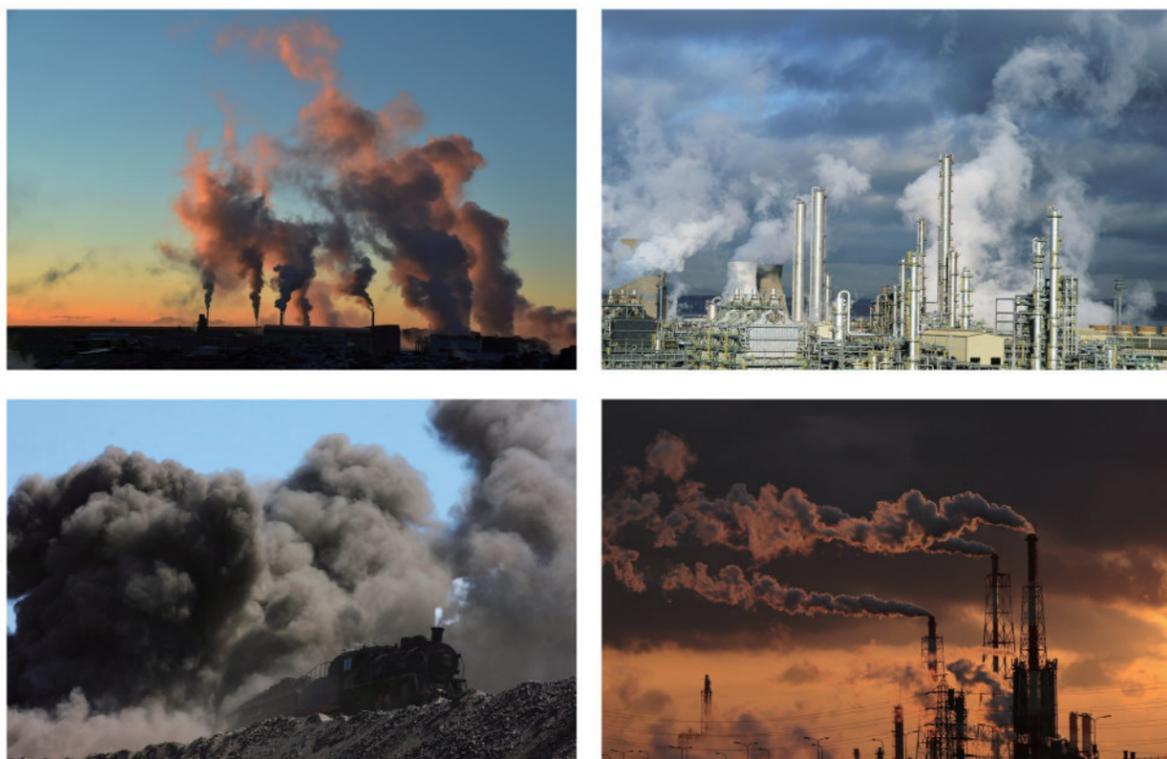
PART FOUR

非晶涂层产品介绍 13-16

PART FIVE

概述

为了祖国的绿水青山，各地都提高了污染物排放标准，京津冀地区提出了比超净排放更高的要求，河北有些地区要求粉尘排放 $\leq 5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、二氧化硫排放 $\leq 6\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。对于燃煤电厂而言，为了保证污染物不超标，现有的脱硫设施只能使用低硫煤或者降低锅炉负荷，**大幅度增加企业生产成本，由此影响企业经济效益数千万元，甚至数亿元。**



成本过高

燃料采购近年来受国内煤炭价格攀升、低硫煤需求旺盛，煤炭供给面临压力。入炉经济煤种的选择受脱硫系统效率制约，影响企业效益。

脱硫反应为气液接触反应，反应主要在液滴表面膜上，液滴的中心很难参与脱硫反应，脱硫循环浆液的80%以上没有参与反应。脱硫装置配有多台脱硫泵，功率大，电耗高，大型脱硫装置年电费高度数百万~数千万元。

全区动力煤坑口价格走势



液滴的中心很难参与脱硫反应，脱硫循环浆液的80%以上没有参与反应。

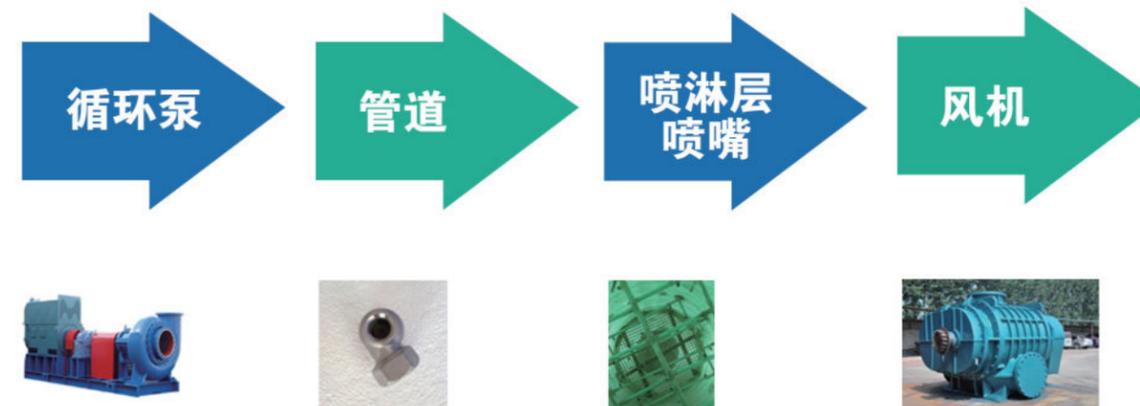
恩菲索科技为此发明的GLC (Gas-liquid Chaos)混沌反应技术只需要在原脱硫塔喷淋层的下端增加混沌反应需要的扰动传质件，使脱硫浆液先落到扰动传质件上，利用烟气和扰动传质件将传质件上的浆液吹起撕裂形成大分散尺度的液膜，形成混沌态反应段。



- ◆ 提高了浆液的利用率；
- ◆ 延长了浆液在烟气中的停留时间；
- ◆ 增加了气液接触和比表面积，大幅度增加除尘效率和脱硫效率；
- ◆ 减少循环泵运行数量，节约脱硫泵的电耗。

- 对有托盘的脱硫塔改造只需将托盘更换为扰动传质件即可
- 原系统**循环泵、管道、喷淋层、喷嘴、风机**均保留不变，阻力几乎无变化
- 改造时间仅**需要数天**

均保留不变



由于混沌反应器技术脱硫、除尘效率提高，锅炉可以使用灰分和硫分更高的劣质煤，年新增效益数千至数亿元，可以在超净排放标准下满负荷运行，增加企业供电供热收益数千万元，可以减少厂用电电费数百至数千万元，经济效益、环保效益、节能降耗效益显著。



- ① 脱硫、除尘效率提高
- ② 锅炉可以使用灰分和硫分更高的劣质煤
- ③ 可以在超净排放标准下满负荷运行
- ④ 可以减少厂用电电费数百至数千万元

技术介绍

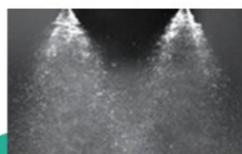
技术描述

气液反应都是在气液接触表面的膜上反应，参与反应膜的厚度为微米~亚毫米，传统技术的液滴一般都在1~2毫米左右，实际能耗的60%~80%被用于维持反应而浪费。

混沌反应器技术是指在逆流喷淋吸收塔横截面上增设一层或者多层扰动传质件，使烟气进入吸收塔后被均匀的分布在截面上，落下的浆液在进入浆液池前首先会在扰动传质件上被烟气吹散，烟气和浆液在扰动传质件上形成分散相大尺度混沌混合态。

从而发生强烈掺混，大大增加气液接触界面，增加浆液与烟气的接触时间以及浆液利用率，从而减少浆液循环量，提高SO₂的吸收效率。

同时通过扰动传质件将塔内烟气进行整流，提高喷淋层的脱硫效率。该技术可有效用于现有装置节能提效改造及新建项目。一层扰动传质件可减少2层喷淋层。



60%~80%

浪费

传统技术的液滴一般都在1~2毫米左右，实际能耗的60%~80%被用于维持反应而浪费。



50%

混沌反应器技术

烟气进入吸收塔后被均匀的分布在截面上，落下的浆液在进入浆液池前首先会在扰动传质件上被烟气吹散，烟气和浆液在扰动传质件上形成分散相大尺度混沌混合态。



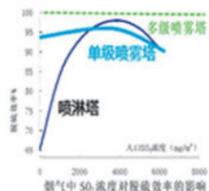
35%

提高SO₂的吸收效率

大大增加气液接触界面，增加浆液与烟气的接触时间以及浆液利用率，从而减少浆液循环量，提高SO₂的吸收效率。



液膜参与反应



工作原理

01 混沌状态具有自稳定性

传统理论认为，传质传热需要一个接近理想状态的近似稳定的环境。为此需要在一定的压力、温度、流速、pH值、反应时间等多个约束条件下进行。为了保证这些反应条件，需要大量的装置和能耗才能维持。而近代混沌理论的研究表明：混沌状态具有自稳定性，能够减少约束条件，或在弱约束条件时形成稳态。由于减少或者弱化了约束，对保证传质、传热必须的各种约束条件可降低或者省略。达到混沌态的反应器只需要简单的扰动就可以稳定运行。

02 现有技术优缺点

现有技术中，气体与液体传质传热通常使用喷淋、填料等反应器，喷淋反应具有高气速、大流量、不易堵塞等优点，但反应时间短，效率低。填料反应器具有比表面积大，气液接触时间长，反应效率高等优点，但流量小且容易堵塞。

03 工作原理

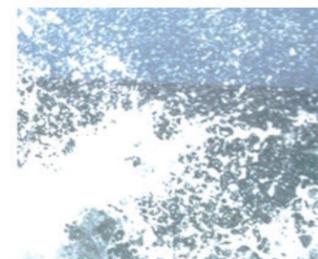
在扰动传质件的上方，气流将液体吹散撕裂为大尺度的液滴，利用重力，液滴落回到传质件上，重新被气流吹散撕裂，循环往复，液体在传质件上方与气流多次传质传热反应，停留时间长，反应充分。当液体的重力超过气流的托力和曳力，部分液体会落回塔内。被循环泵输送到扰动传质件上方重新参与反应。

04 改造技术特点

利用气流、液流和重力组成一个限制三体混沌反应器，利用烟气流扰动使液体在气流中形成大尺度分散相，形成混沌自稳定系统，系统简单，可靠性高，成本低，效率高。混沌反应器巧妙利用气流、液流、重力和传质扰动件组成一个混沌反应器，使气液反应自动持续运行，液体在气流中停留时间长，大尺度分散相液滴与气流接触充分，液体与气流反应充分，用于液体输送的能耗大幅度降低。

状态对比

混沌态大尺度液滴



喷淋形成的小尺度液滴



在扰动传质件的上方，气流将液体吹散撕裂为大尺度的液滴，利用重力，液滴落回到传质件上，循环往复。液体在气流中停留时间长，大尺度分散相液滴与气流接触充分，液体与气流反应充分，用于液体输送的能耗大幅度降低。

改造方法及特点

结构简单

采用混沌反应器技术对现有脱硫装置改造，其原塔直径、高度及原有内件均不改变，只需在喷淋层下部设置一至多层传质件（数量根据入口含硫量及脱硫效率定）。

施工方便周期短

传质件根据吸收塔检修孔大小进行分片预制，在塔内固定在承重梁上，承重梁与塔壁焊接，焊接后对其防腐进行修补。若有托盘，则将托盘拆除，将扰动传质件固定在原托盘承重梁上即可。施工方便，施工周期短(改造工期只需要数天)。

改造内容少

用混沌反应器技术对现有脱硫装置改造，原工艺、脱硫塔、循环泵、管道、烟道、喷嘴、电气、仪表等系统均不改变，仅仅是在喷淋层下方加扰动传质件。每层扰动传质件改造后可减少2~3层喷淋层达到超净排放。

附加效果

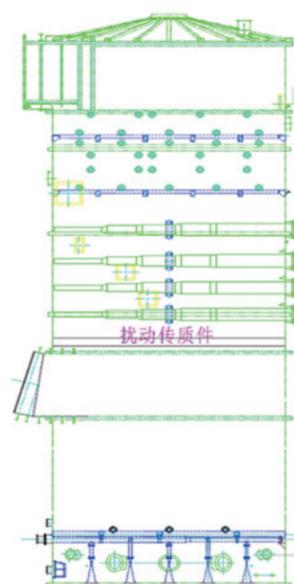
改造后停运的喷淋层与新增扰动传质件阻力相当甚至可以减少300~500Pa，烟气、增压风机部分不需要改造。

质量可靠

扰动传质件材质为双相合金钢，满足氯离子及其他防腐、耐磨、机械强度等要求。使用寿命30年以上。

改造示意图

指标	喷淋塔	混沌反应塔
喷淋层数	4~5	1~3
脱硫效率	98%~99%	~99%
液气比 (L/m ³)	25~35	3~15
脱硫段高度 (m)	10~15	2~6
浆液池高度 (m)	5~15	3~5
脱硫塔总高 (m)	30~40	15~20
脱硫段阻力 (Pa)	1000~1500	200~500
新项目投资费用	1	减少20%
能耗节省		40%~80%
可靠性		高
稳定性		高



技术优势

优势体现

提高气液反应效率

大大增加了气液接触界面，大幅度提高浆液停留时间，大幅度增加浆液利用率。

可以使用价廉易得的高硫分燃料

提高脱硫效率可以使用价廉易得的高硫分燃料，保证满负荷时环保超净排放。同时可以减少循环泵运行数量，节约脱硫泵的电耗。大幅度提高企业的经济效益。

稳定性和可靠性大幅度提高

该技术可有效用于现有装置节能提效改造及新建项目。用于烟气脱硫，大幅度提高脱硫效率，可减少2~3层喷淋层。由于混沌反应器的自稳定性，脱硫系统的稳定性和可靠性大幅度提高。

改造周期短使用寿命长

施工方便，施工周期短。扰动传质件材质为双相合金钢，满足氯离子及其他防腐、耐磨、机械强度等要求。使用寿命30年以上。

★完全自主知识产权

★申请专利超过50项。授权发明专利18项

★在美国、欧洲、俄罗斯、印度等国家和地区申请多项专利



中国 (CN)

•授权发明专利18项
•实用新型专利20项



美国 (US)

•发明专利已公开2件



俄罗斯 (RU)

•授权发明专利1项
•已公开1件



印度 (IN)

•发明专利已公开2件



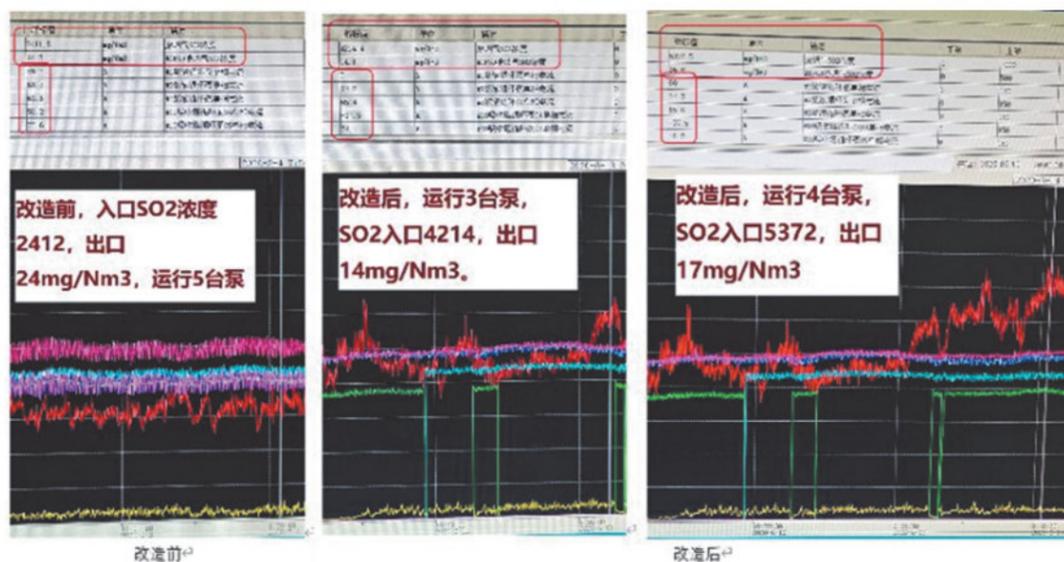
欧洲 (EP)

•发明专利已公开2件

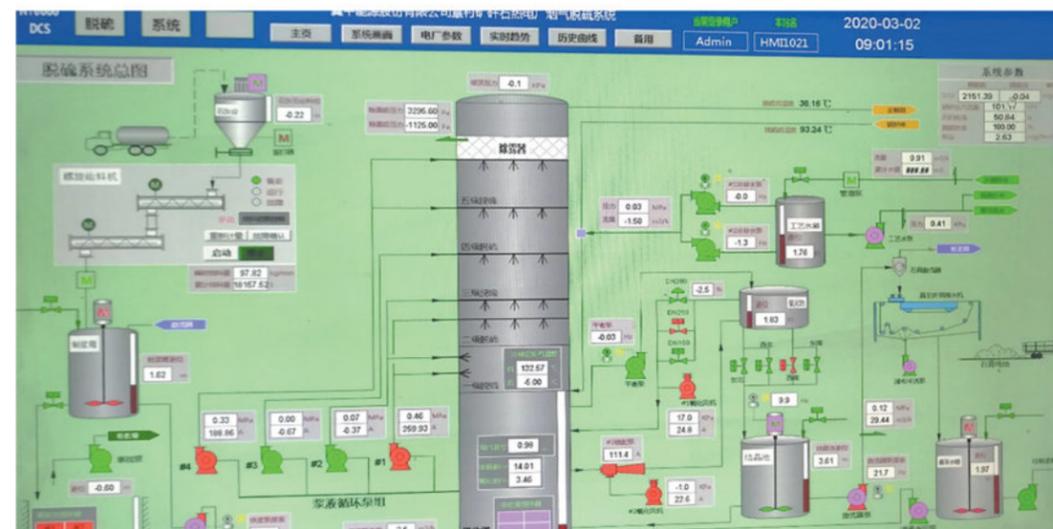
应用效果

业绩及效果

大唐保定热电厂10、11号脱硫系统节能改造工程效果对比

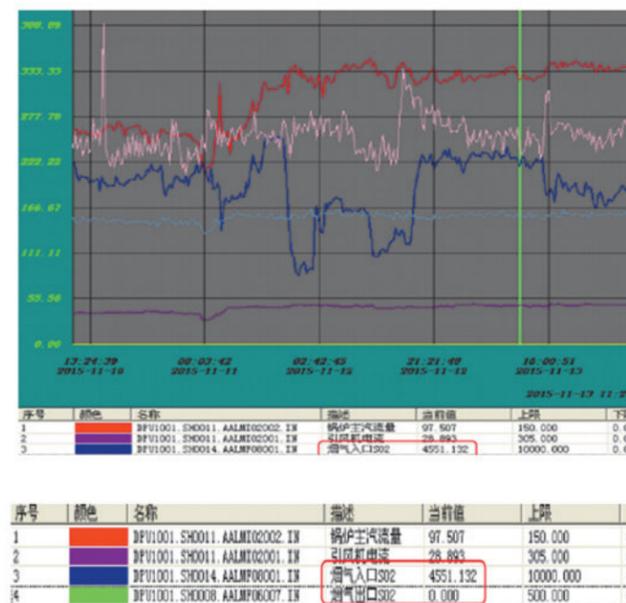
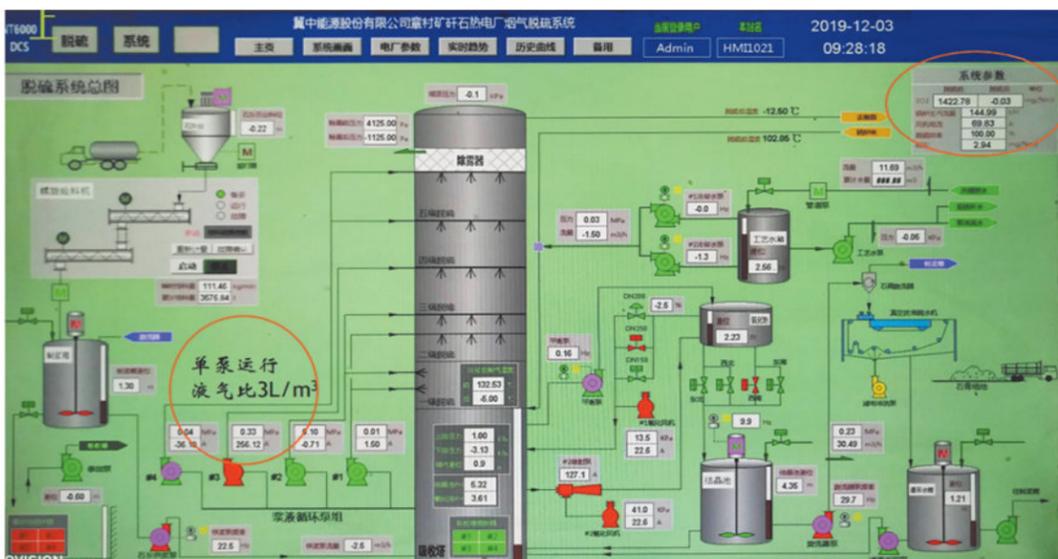


矸石热电厂130t/h脱硫提效节能改造项目：两层喷淋层，入口SO2浓度 2151 mg/Nm3，出口近零排放



脱硫运行情况 —— 近“零”排放

矸石热电厂130t/h脱硫提效节能改造项目：一层喷淋层，入口SO2浓度 1422mg/Nm3，出口近零排放



表九 验收监测结论及建议

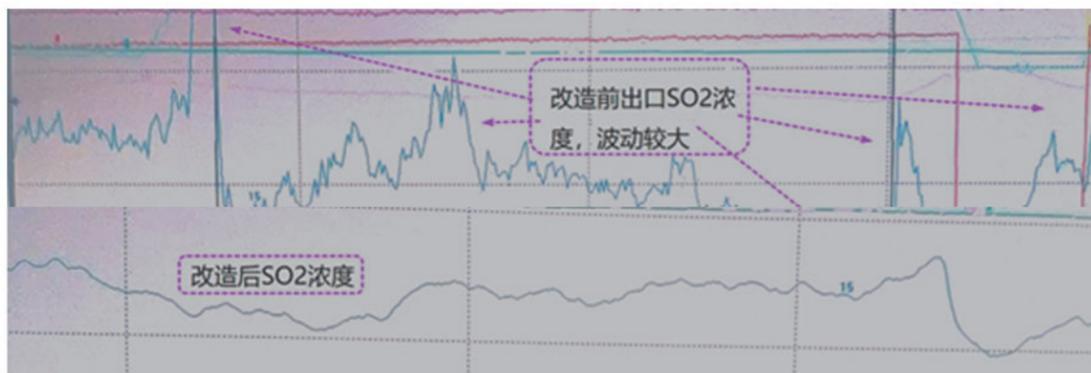
1. 冀中能源股份有限公司阜村矸石热电厂超低排放改造项目，按照国家有关环境保护的法律法规要求，进行了环境影响评价，目前130t/h锅炉超低排放改造工程已完成，环保设施运转正常，具备环保“三同时”验收监测条件。

2. 废气：冀中能源股份有限公司阜村矸石热电厂130t/h锅炉，主要污染物有烟尘、二氧化硫、氮氧化物、氨、汞及汞化合物。监测期间，锅炉近期煤种为91%工况负荷下，烟尘最大排放浓度为0.37 mg/m³（颗粒物20mg/m³），二氧化硫未检出（二氧化硫50mg/m³），氮氧化物最大排放浓度为12 mg/m³（氮氧化物100mg/m³），氨最大排放浓度为0.81mg/m³（氨7.6mg/m³），汞未检出（汞及其化合物0.03mg/m³），烟气黑度小于1级（林格曼1级），近期煤种为72%工况负荷下，烟尘最大排放浓度为0.37 mg/m³（颗粒物20mg/m³），二氧化硫未检出（二氧化硫50mg/m³），氮氧化物最大排放浓度为11 mg/m³（氮氧化物100mg/m³），氨最大排放浓度为0.59mg/m³（氨7.6mg/m³），汞未检出（汞及其化合物0.03mg/m³），烟气黑度小于1级（林格曼1级），近两年环保指标最煤种为91%工况负荷下，烟尘最大排放浓度为9.4 mg/m³（颗粒物20mg/m³），二氧化硫未检出（二氧化硫50mg/m³），氮氧化物最大排放浓度为15mg/m³（氮氧化物100mg/m³），氨最大排放浓度为0.34mg/m³（氨7.6mg/m³），汞未检出（汞及其化合物0.03mg/m³），烟气黑度小于1级（林格曼1级），两种煤种三种工况下监测结果均满足河北省地方标准《燃煤电厂大气污染物排放标准》（DB13/2229-2015）表2标准限值要求，近期煤种为91%工况负荷下，除尘效率均为99.9%，脱硫效率均为100%，近期煤种为72%工况负荷下，除尘效率均为99.9%，脱硫效率均为100%，近两年环保指标最煤种为91%工况负荷下，除尘效率均为99.9%，脱硫效率均为100%，厂区内颗粒物浓度最大为0.687mg/m³（颗粒物1.0mg/m³），符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2的限值要求。

3. 噪声：监测期间，厂界噪声昼间监测结果等效声级范围为55.1dB(A)~57.5dB(A)，夜间监测结果等效声级范围为46.0dB(A)~48.6dB(A)，均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类（昼间60dB(A)，夜间50dB(A))标准限值要求。

4. 总量：根据本次监测结果，该企业锅炉年运行7600小时，氮氧化物年排放总量为19.85t/a，二氧化硫年排放总量为0t/a，颗粒物年排放总量为10.63t/a，氨年排放总量为1.07t/a，汞及其化合物年排放总量为0t/a。

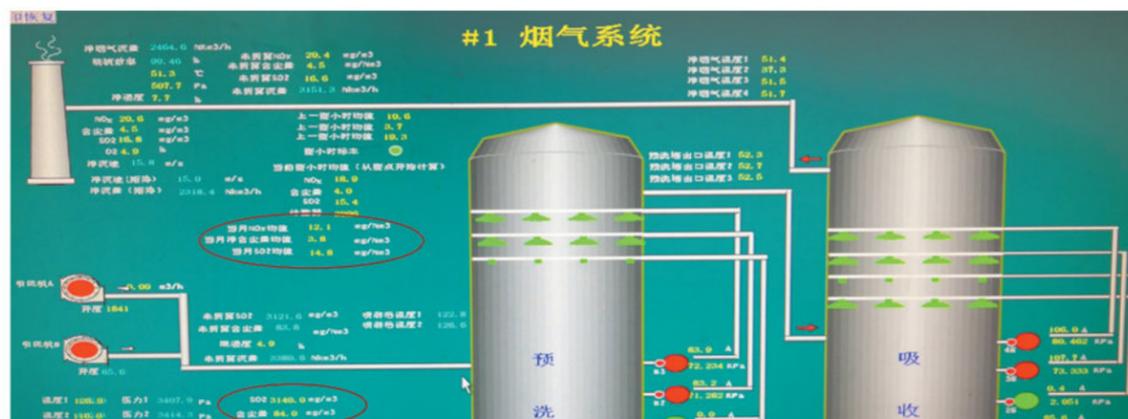
300MW机组改造项目：改造后平均减少2层喷淋层，入口浓度最高9500mg/Nm³。出口SO₂浓度波动平稳，运行稳定



300MW发电机组混沌反应器改造前后数据

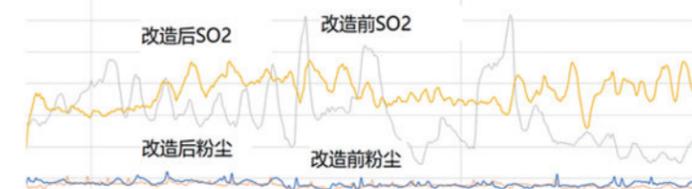
		层数	负荷	入口浓度	出口浓度	总效率	每层效率
改造前	平均	3	154	6534	22.09	99.664%	85.09%
	平均	4	135	7276	26.27	99.629%	75.62%
	平均	5	181	7882	32.21	99.576%	66.78%
	平均	6	283	8003	27.66	99.658%	61.39%
	平均	7	267	8669	29.2	99.663%	56.16%
改造后	平均	4	174	8529	35.35	99.59%	75.26%
	平均	5	223	8810	18.56	99.79%	70.87%
	平均	6	220	8943	8.52	99.90%	68.73%

630MW发电机组脱硫除尘提效改造项目，改造后脱硫泵数量减少2台，入口浓度增1000~2000mg/Nm³，满负荷运行。一层传质件的效率相当于2~3层喷淋层。改造后负荷增减情况下总阻力降低。改造后出口SO₂浓度和粉尘浓度波动减少，运行平稳。



630MW发电机组脱硫除尘提效改造项目（项目所在地：河北省）

改造后脱硫泵数量减少2台，入口浓度增加1000~2000mg/Nm³，满负荷运行，一层传质件的效率相当于2~3层喷淋层；改造后负荷增减情况下总阻力降低；改造后出口SO₂浓度和粉尘浓度波动减少，运行平稳。改造前、后运行界面如下图所示：



改造前、后参数对比：

参数名称	改造前	改造后
负荷	600.8MW	623.6MW
阻力	3612.7Pa	3539.6Pa
入口SO ₂ 浓度	2038mg/Nm ³	3539.6Pa
出口SO ₂ 浓度	17.4mg/Nm ³	17.2mg/Nm ³
入口粉尘浓度	40mg/Nm ³	84mg/Nm ³
出口粉尘浓度	5.1mg/Nm ³	5mg/Nm ³ ;
脱硫泵数量	7台	5台

投资收益模式

①采用合同能源管理

②BOT等投资收益模式

由我方出资改造，以节省的能耗和成本作为投资收益，运行一段时间后无偿移交给业主。

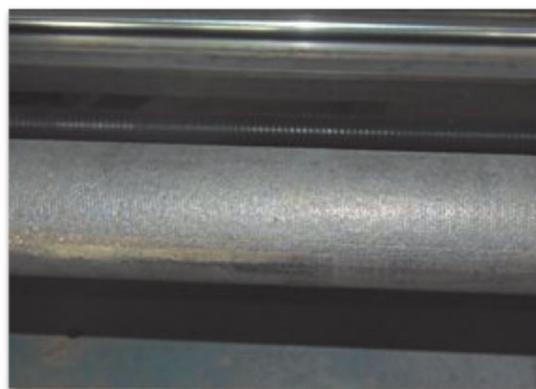
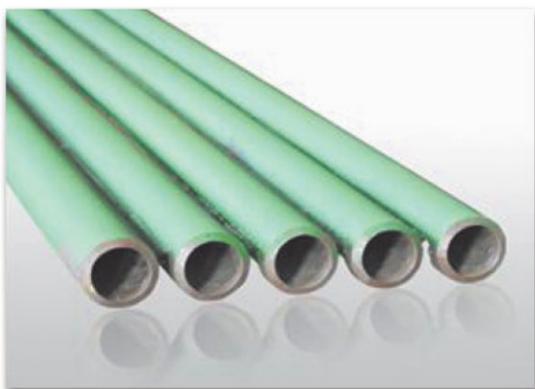
③特许经营

④采用EPC模式

非晶涂层产品介绍

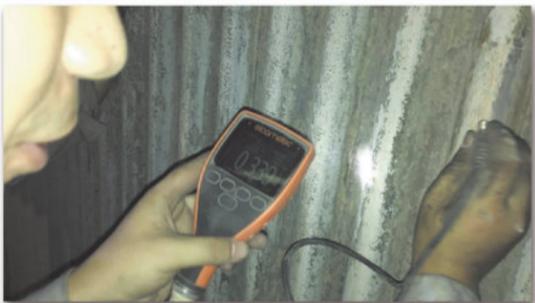
产品概述

高耐磨高耐腐非晶复合涂层锅炉管



非晶复合涂层高耐磨损水冷壁管，熔覆层硬度1200-1300HV，与基体半冶金结合，熔覆层厚度可在300-1500微米，其耐磨寿命为传统热喷涂涂层的5倍以上。

高耐磨高耐腐非晶复合涂层锅炉管(针对高含硫燃煤四管腐蚀的应用)

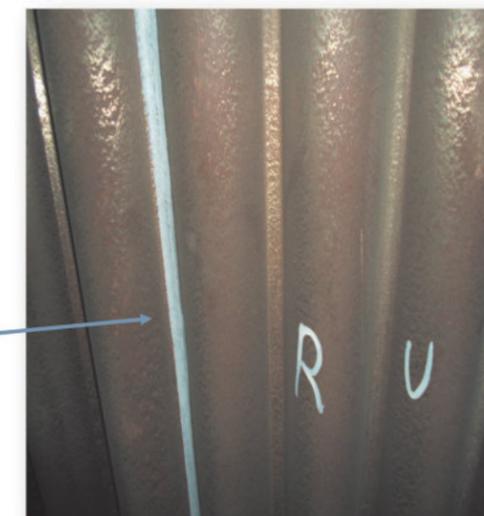
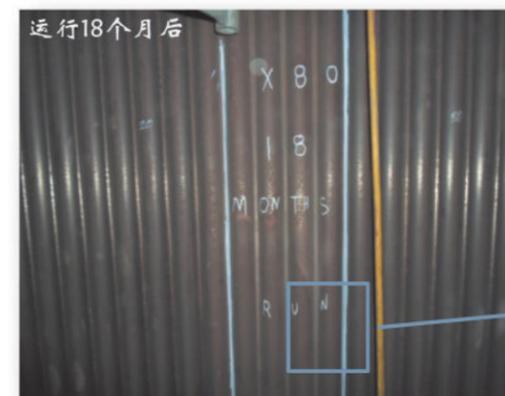


运行1年1个月后，煤含硫量3.5%，非晶涂层无明显腐蚀、磨损痕迹。



运行1年1个月后，煤含硫量3.5%，原普通涂层明显受到了严重的腐蚀，

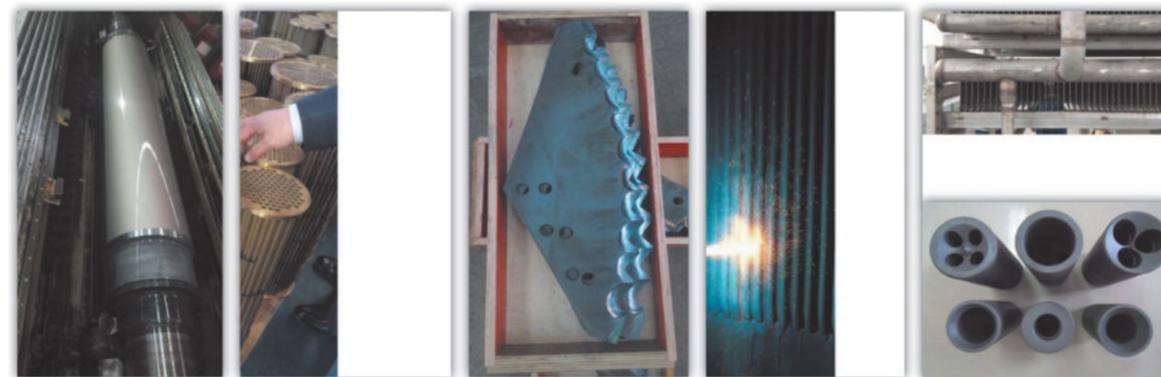
高耐磨高耐腐非晶复合涂层锅炉管(非晶涂层在生物燃料锅炉水冷壁上的应用)



底灰：坚硬粗块
粉煤灰：大量的S、Cl
旋风除尘器：小颗粒、少量S

使用寿命为普通材料3-5倍

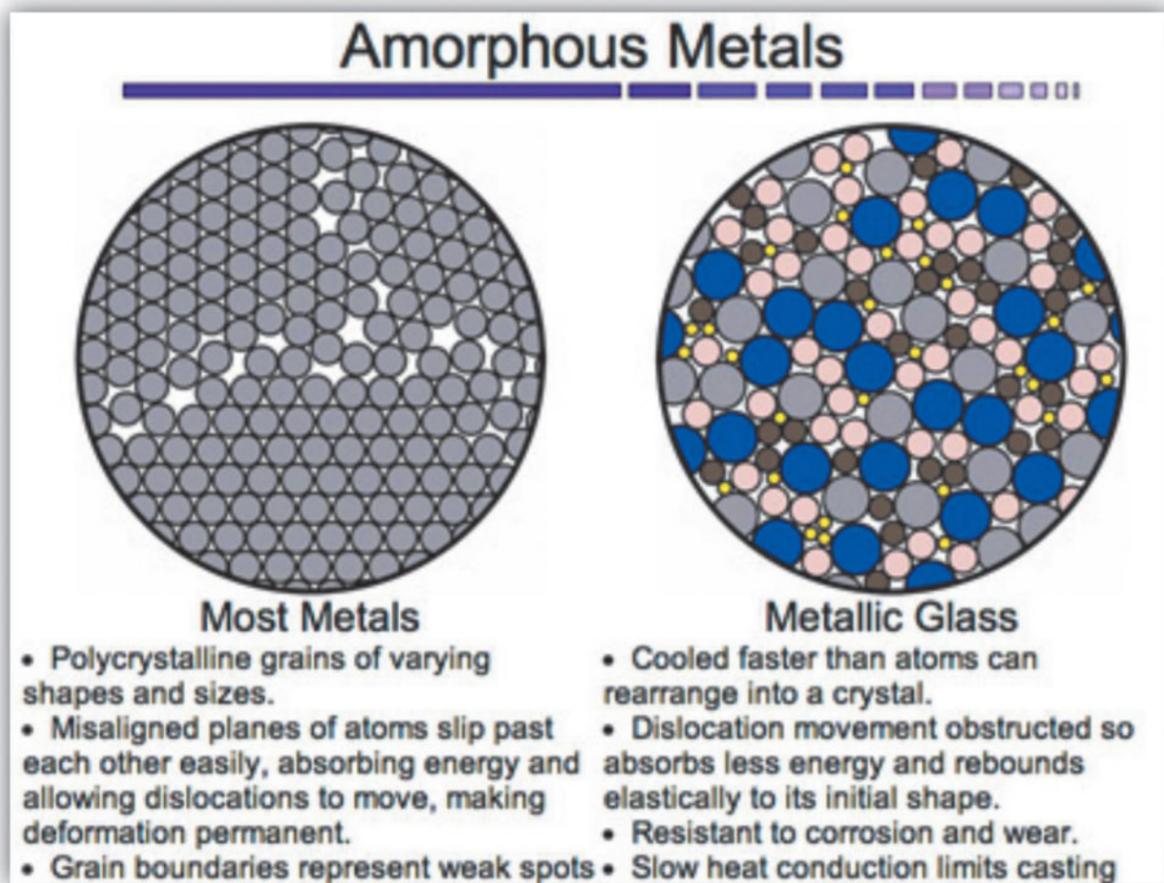
技术的广泛用途



换热器、管内外壁涂层、石油钻具、缸套、活塞杆、刀片、转子、轧辊、导轮、叶轮、结晶器、滑板等。

非晶复合涂层的特点

技术原理



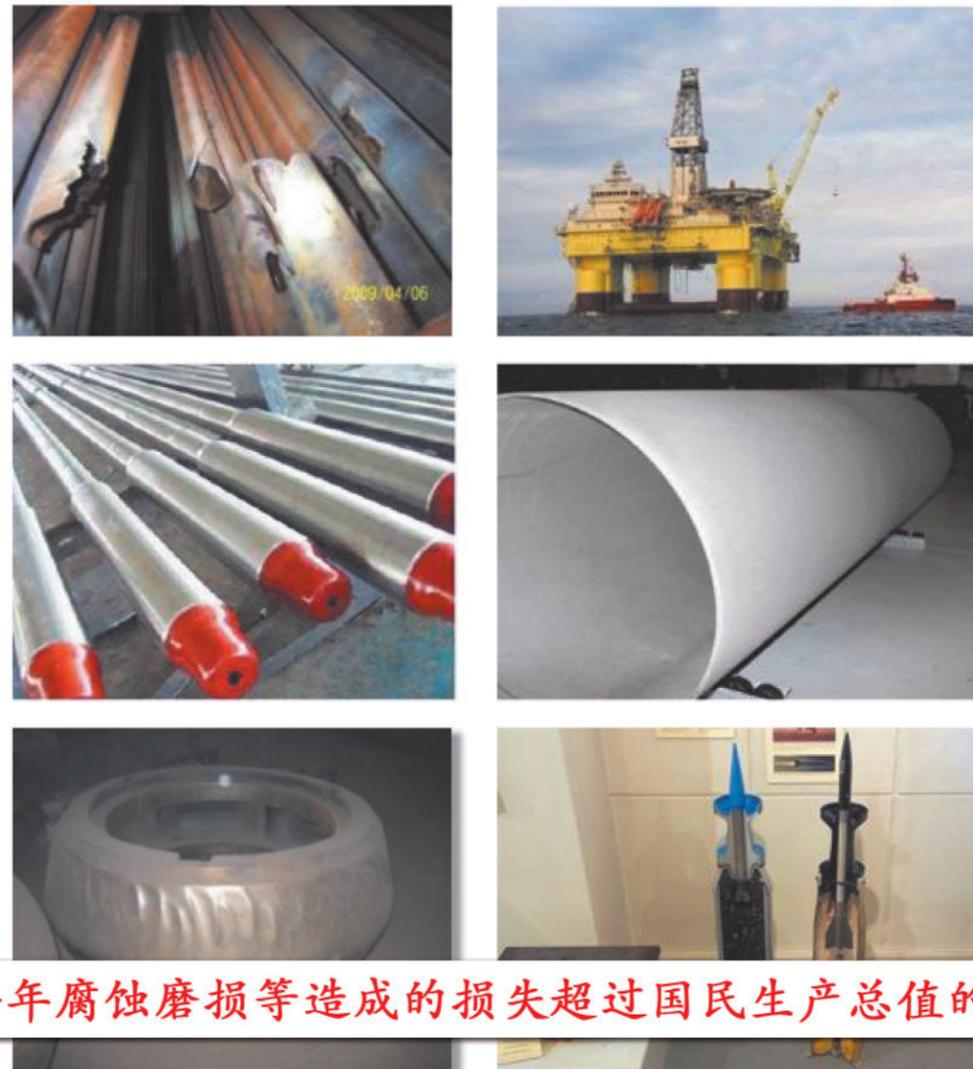
晶态结构图

非晶态结构图

非晶态涂层的弹性很好，当物料颗粒冲击涂层时，良好的弹性会将颗粒弹回，以柔克刚，从而极大地降低物料的切削磨损；该涂层具有压缩型应力，涂层可以“抓住”基材，不易脱落；非晶态涂层的晶界消失，酸碱性腐蚀液体、气体无法再通过晶界这个渠道进入，其抗腐蚀性能极强，增强了材料的硬度和强度；涂层在800℃依然下维持非晶状态，具备极强的耐高温腐蚀性能。

多用途非晶复合材料的应用

技术应用



每年腐蚀磨损等造成的损失超过国民生产总值的5%

- **火力发电**：水冷壁管、脱硫浆液泵等
- **油气化工**：钻杆，钻铤，扶正器，万向轴等
- **核能**：核安全、核废料处理等
- **海洋能源**：海洋钻井平台，近海风电等
- **动力设备**：发动机缸套、球阀、轧辊、轴承