



中国航天

气化烧嘴在多喷嘴气化工工艺上的应用

辛争秋

电话、微信：13146456825

中国航天科技集团有限公司北京航天十一所

北京航天石化技术装备工程有限公司

北京航化节能环保技术有限公司

- 1 公司简介
- 2 发展背景
- 3 烧嘴简介
- 4 大型多喷嘴应用案例
- 5 优化建议
- 6 售后服务

一. 公司简介

研究所简介

北京航天动力研究所（北京航天11所）隶属于中国航天科技集团，是我国液体火箭发动机的发源地，为我国长征系列运载火箭、载人航天工程和各类武器装备提供了优质的航天动力系统。

拥有员工1200余名，其中研究员占10%，高级工程师占20%，工程师占30%以上；有中国科学院院士一名、部级以上专家和享受政府特殊津贴专家50余人，拥有博士、硕士学位授予权和博士后流动站。是科技部命名的“**国家特种泵阀工程技术研究中心**”。



一. 公司简介

组织机构





中国航天

一. 公司简介

节能环保公司简介

北京航化节能环保技术有限公司是航天科技集团公司顺应国家节能环保战略发展，于2010年成立的独立运营公司，注册资本1.78亿元人民币，年经营规模近10亿。

依托液体火箭发动机高温、高压、高效、高速燃烧及可靠的自动点火技术，从事工业危险废弃物焚烧环保系统、热风炉系统、火炬系统、硫回收系统、**气化炉烧嘴、燃烧器、激冷环、下降管、文丘里、喷射器**等产品的研发，可提供技术咨询、工程设计、制造、采购、工程总承包等服务。





中国航天

二. 发展背景

烧嘴技术基础



液氧

带冠
加工
自力
技术

燃
决
键

接
下

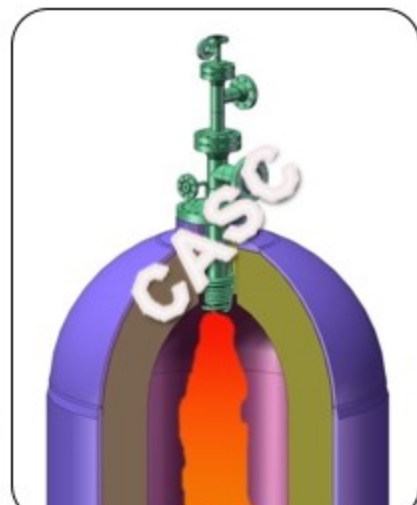
二. 发展背景

烧嘴发展背景

工艺烧嘴主要应用在煤化工行业，是煤气化加压气化的最核心产品。1995年北京航天11所利用火箭发动机高温、高压、高速燃烧及高温合金等方面技术优势，集中流体、燃烧、机械、材料、工艺和试验等专业人员，经过刻苦攻关，成功完成了纯氧烧嘴的国产化。

煤气化按进料形式不同主要分为干法和湿法，在湿法进料工艺上，按工艺不同分为GE、华理多喷嘴、西北院、清华炉、晋华炉、E-GAS等。

北京航天11所是最早将水煤浆气化烧嘴国产化的研究机构，经过近30年的发展，是国内唯一一家在水煤浆气化领域技术最全面各个工艺都有业绩的厂家，同时为多个工艺上独家定制研发产品和技术服务。



二. 发展背景

匹配多种气化工艺



- ✓ 气化压力：涵盖1.5MPa、2.5MPa、4.0MPa、6.5MPa、8.7MPa等多种等级；
- ✓ 烧嘴规格：包括5寸、6寸、8寸、10寸、12寸、14寸等，完全覆盖国内所有规格烧嘴；
- ✓ 投煤量：单台烧嘴9~150M³/H；
- ✓ 市场占有率：有国内超过80%的市场占有率；
- ✓ 单炉能力：750-4000TPD

二. 发展背景

烧嘴研发历程

- 1995年为上海焦化国产化**第一套**单喷嘴气化烧嘴；
- 2006年为山东华鲁恒升研发了国内**第一套**四喷嘴气化烧嘴；
- 2007年为南化国产化**第一套**压力最高（8.7MPa）的气化烧嘴；
- 2007年研发**第一套**粉煤气化烧嘴（航天炉烧嘴，现已独立成立公司）；
- 2009年为山西丰喜研发了世界**第一套**水冷壁气化组合烧嘴；
- 2014年为蒲城能化研发了国内**第一套**单炉煤浆处理量最大（140m³/h）的气化烧嘴；
- 2015年为内蒙古诚泰能源化工研发国内**第一套**HYGAS气化工艺配套烧嘴；
- 2016年为山东日月化工改造项目研发**第一套**低压水冷壁烧嘴；
- 2018年为惠州炼化创新国产化了**第一套**E-GAS烧嘴；
- 2017-2020年为多家大型化**3000-4000吨**级四喷嘴项目研发配置烧嘴；
-

三. 烧嘴简介

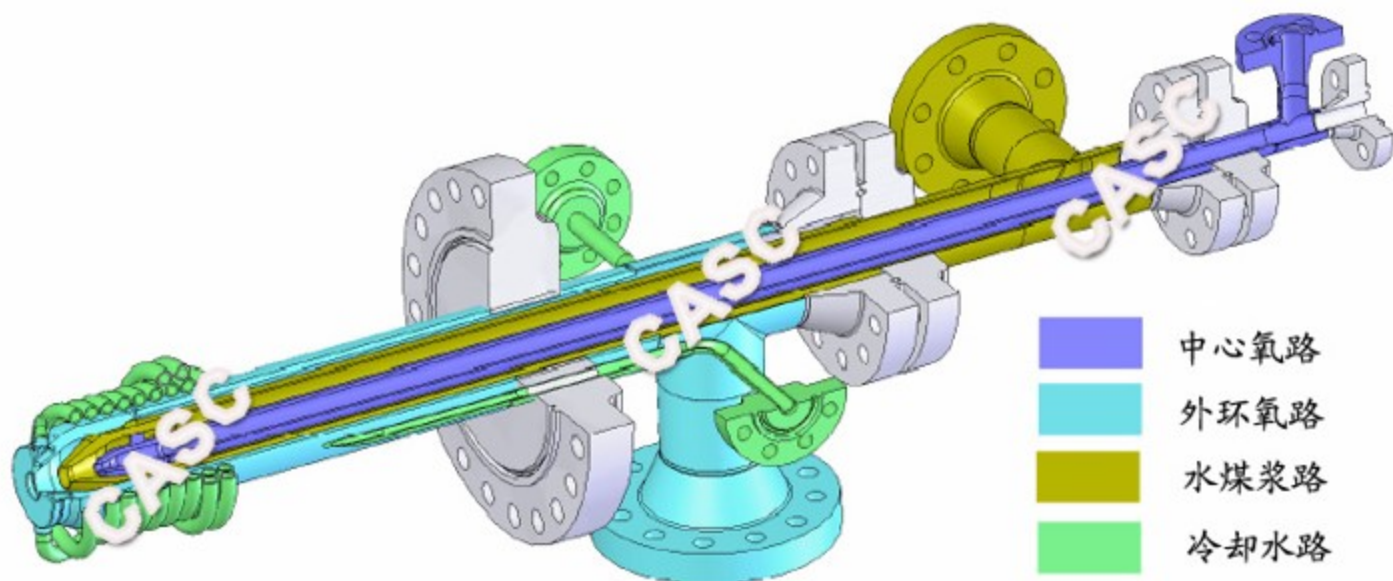
经典结构形式

烧嘴型式

纯氧式三通道水煤浆燃烧器

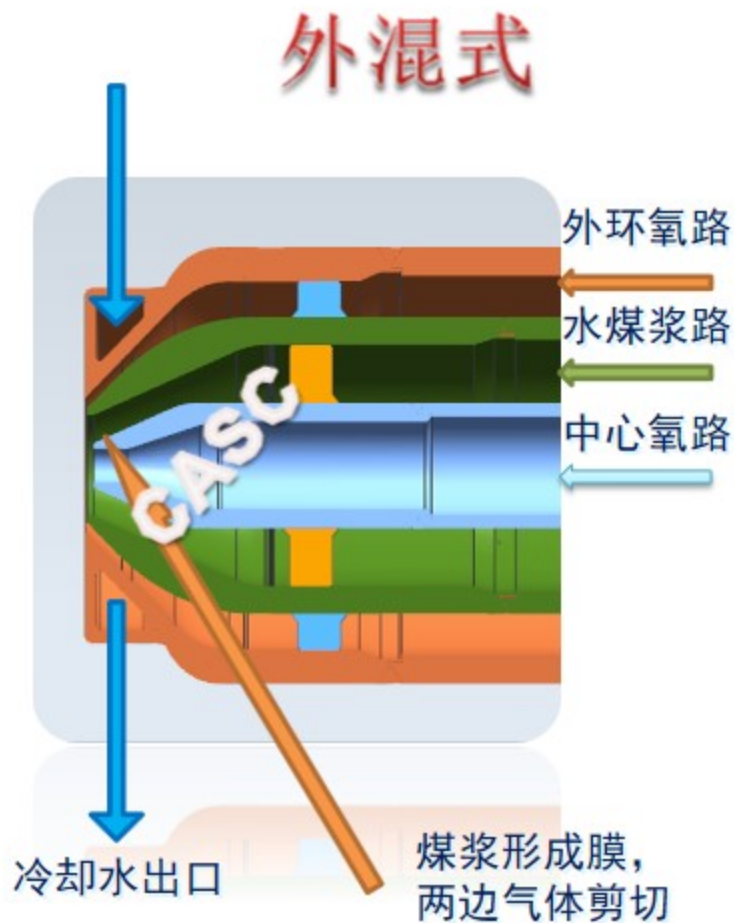
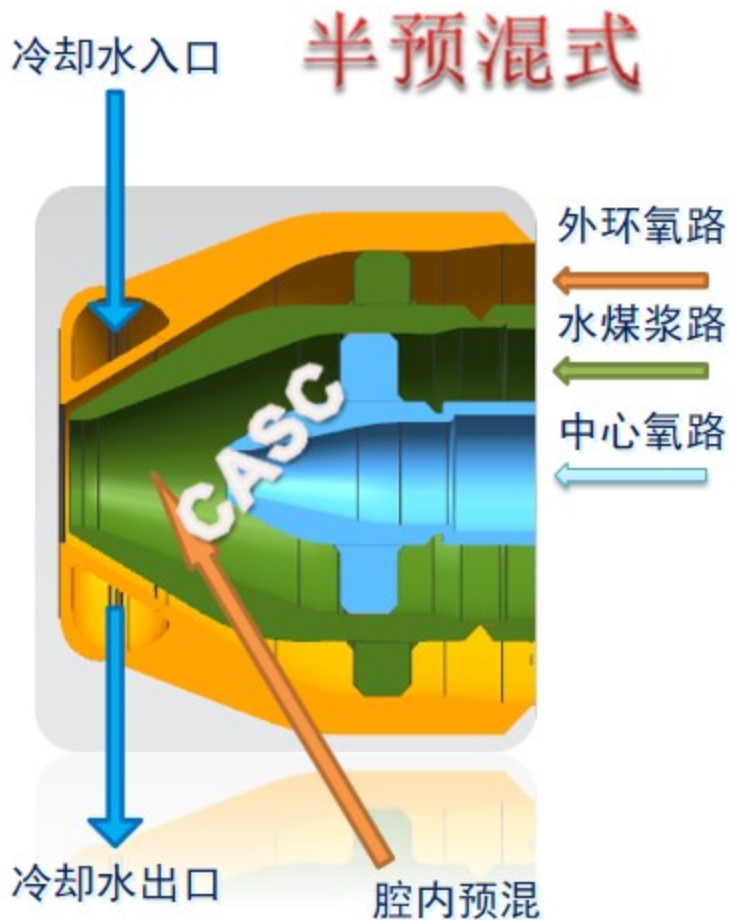
冷却方式

盘管式外侧通道头部局部冷却



三. 烧嘴简介

典型混合方式



三. 烧嘴简介

安装形式和运行特点

高温
高压
冲刷
卷吸



砖炉顶置安装

运行特点:

炉温: $\sim 1300^{\circ}\text{C}$

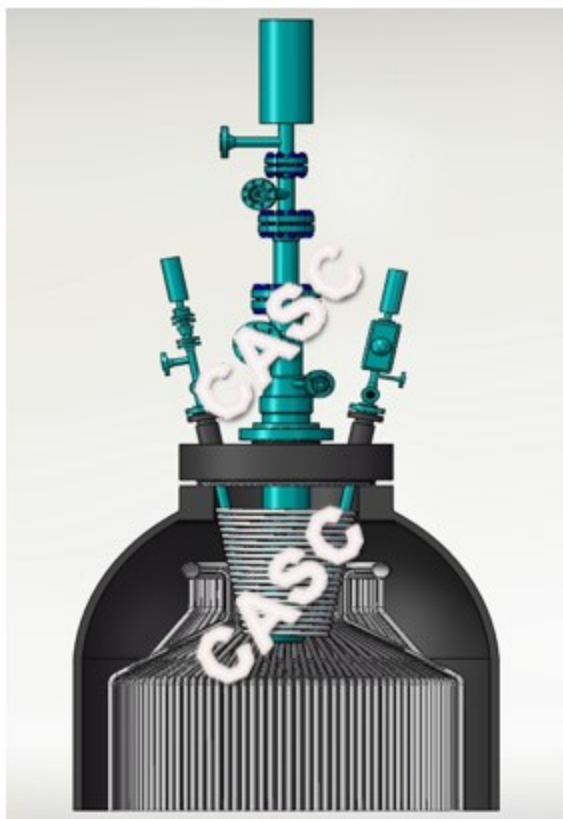
炉压: $2.0\text{MPa}\sim 8.7\text{MPa}$

投煤量: $750\sim 3000\text{t/d}$

平均运行周期: $\sim 60\sim 90$ 天

操作简单, 工艺成熟稳定

高温
高压
腐蚀
高灰



水冷壁炉顶置安装

运行特点:

炉温: $\sim 1400^{\circ}\text{C}$

炉压: $1.5\text{MPa}\sim 6.5\text{MPa}$

投煤量: $750\sim 2000\text{t/d}$

烧嘴运行周期: ~ 120 天

最长运行周期: ~ 180 天

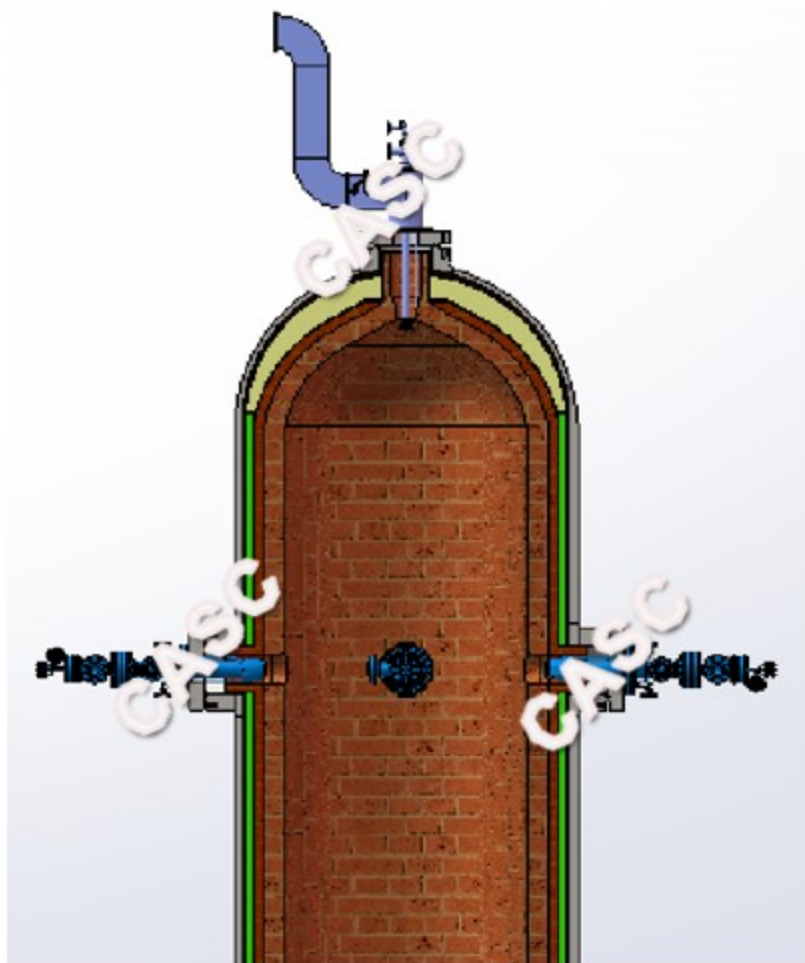
烧嘴运行周期长稳定方便

煤种适应强

三. 烧嘴简介

安装形式和运行特点

高温
高压
冲刷
对撞



砖炉侧壁安装

运行特点:

炉温: $\sim 1300^{\circ}\text{C}$

炉压: $4.0\text{MPa}\sim 6.5\text{MPa}$

投煤量: $750\sim 4000\text{t/d}$

平均运行周期: $70\sim 110$ 天

单炉投煤量大

物料对冲炉内混合时间长

碳转化率和有效气体成分高

四. 多喷嘴技术大型化应用

多喷嘴水煤浆烧嘴

- 华东理工大学及兖矿开发的具有自主知识产权的多喷嘴对置式气化技术；
- 北京航天11所为华鲁恒升研制配套国内首套烧嘴以来，在多喷嘴750吨-4000吨级气化炉上应用广泛，尤其覆盖3000吨级和4000吨级应用的大规格烧嘴；



四. 多喷嘴技术大型化应用

大连恒力

- 项目：2000万吨/年炼化一体化
- 气化炉：6台、直径3.88米气化炉
- 单炉规模：3000TPD
- 单烧嘴水煤浆： $\sim 40\text{m}^3/\text{h}$
- 单炉产气量： $\sim 20\text{万m}^3/\text{h}$ 有效气(CO+H₂)
- 压力：6.5MPa
- 投入工业运行时间：2019年2月15日
- 我公司为大连恒力配套改进型大烧嘴，签订长期维修合作协议，通过创新改造维修，烧嘴运行稳定，连续运行近90天，下炉后状况较好，完全满足客户计划倒炉需求。



在线运行88天后下炉照片

四. 多喷嘴技术大型化应用

内蒙古荣信二期

- 项目：乙二醇、聚甲氧基二甲醚项目
- 气化炉：2开1备，直径4.2米气化炉
- 单炉规模：4000TPD-科技部重点研发计划
- 单烧嘴水煤浆：40-42m³/h
- 单炉产气量：~21万m³/h有效气(CO+H₂)
- 压力：6.5MPa
- 投入工业运行时间：2019年10月29日
- 我公司为荣信二期配套大型化新烧嘴，目前独家提供长期烧嘴维修合作服务，烧嘴经过创新改造维修，运行状况较好。



四. 多喷嘴技术大型化应用

浙石化一期和二期

- 项目：4000万吨/年炼化一体化项目一期
- 气化炉：4开2备，直径3.88米气化炉
- 单炉规模：3000TPD
- 单烧嘴水煤浆： $\sim 32\text{m}^3/\text{h}$
- 单炉产气量：约16万 m^3/h 有效气($\text{CO}+\text{H}_2$)
- 压力：6.5MPa
- 投入工业运行时间：2019年11月14日
- 我公司为浙石化一期和二期配套新制大型化烧嘴，进行长期维修框架服务，气化炉烧嘴运行稳定，平均运行超过100天，已实现最长连续运行128天，下炉后烧嘴状况较好，完全满足客户计划倒炉需求。二期烧嘴制造中。



四. 多喷嘴技术大型化应用

内蒙古汇能

- 项目：年产12亿立方米煤制天然气
- 气化炉：2开1备，直径4.2米气化炉
- 单炉规模：4000TPD
- 预计单烧嘴水煤浆： $\sim 42\text{m}^3/\text{h}$
- 单炉产气量： $\sim 24\text{万m}^3/\text{h}$ 有效气(CO+H₂)
- 压力：6.5MPa
- 预计投运时间：2021年6月
- 我公司为内蒙古汇能提供大型化烧嘴，现已交付安装。



四. 多喷嘴技术大型化应用

九江心连心

- 项目：年产60万吨合成氨、52万吨尿素、40万吨二甲醚工程项目
- 气化炉：2开1备，直径3.88米
- 单炉规模：3000TPD
- 预计单烧嘴水煤浆： $\sim 32\text{m}^3/\text{h}$
- 单炉产气量： $\sim 16\text{万m}^3/\text{h}$ 有效气 (CO+H₂)
- 压力：6.5MPa
- 预计投运时间：2021年2月
- 我公司为九江心连心提供大型化烧嘴，已交货安装。



四. 多喷嘴技术大型化应用

湖北三宁

- 项目：合成氨原料结构调整及联产60万吨/吨乙二醇项目
- 气化炉：2开1备，直径3.88米
- 单炉规模：3000TPD
- 预计单烧嘴水煤浆： $\sim 40\text{m}^3/\text{h}$
- 单炉产气量： $\sim 20\text{万m}^3/\text{h}$ 有效气
- 压力：6.5MPa
- 预计投运时间：2021年2月
- 我公司为湖北三宁提供大型化烧嘴，目前已交货，目前装置已机械竣工，预计2021年2月投料，湖北省委
书记应勇11月前往三宁化工考察。



五. 优化及相关建议

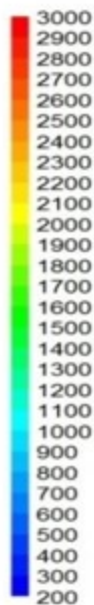


五. 优化及相关建议

1. 合理设计—流场优化

➤ 优化流场烧嘴与气化炉匹配

- 流场
- 温度场
- 雾化效果
- 合成气比例
- 长周期可靠运行



设计气化炉内温度分布
(单位: K)



设计气化炉内迹线图

五. 优化及相关建议

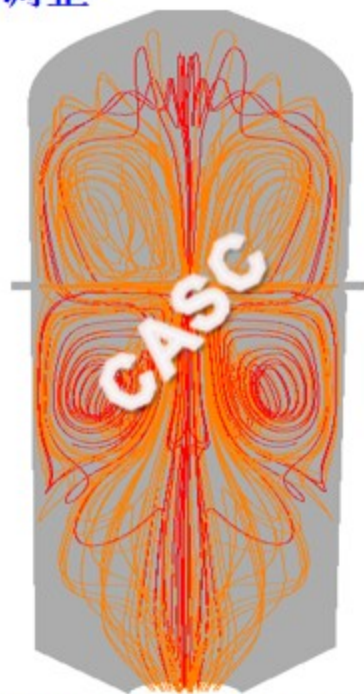
1. 合理设计—流场优化

➤ 优化烧嘴满足不同客户特殊要求

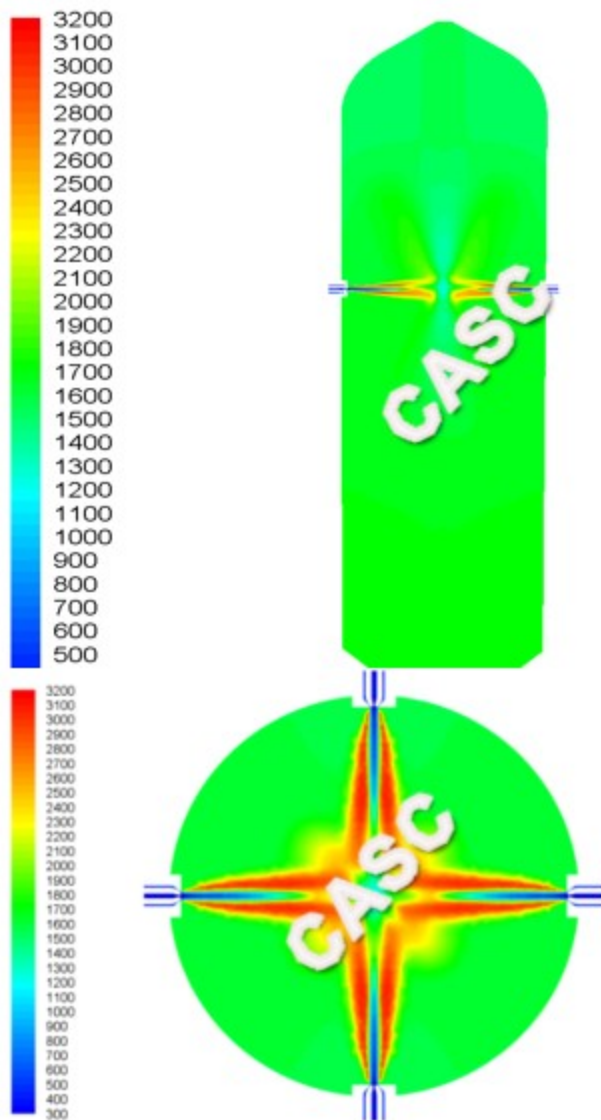
□ 煤种变化

□ 负荷调整

□ 工艺调整



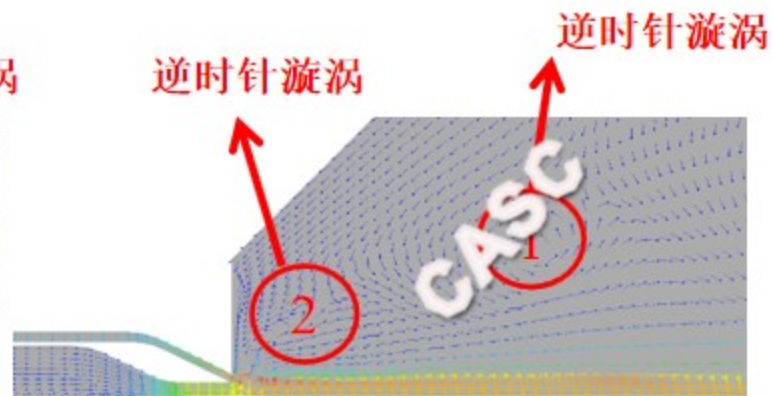
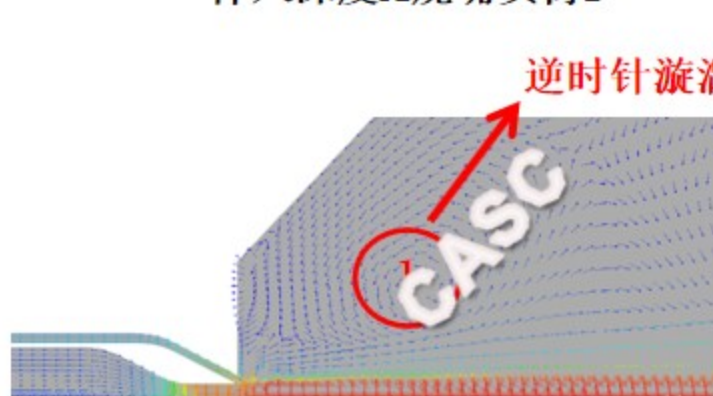
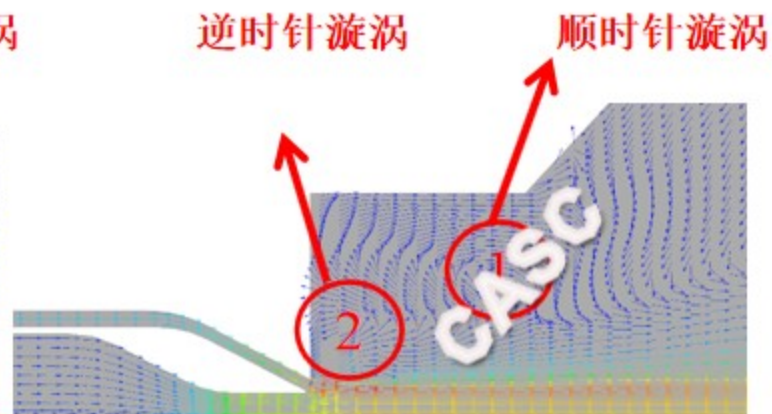
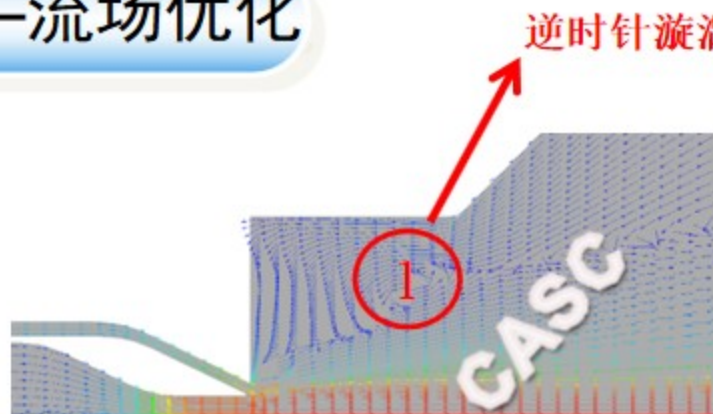
优化前后气化炉内迹线图



优化前后气化炉内温度分布（单位：K）

五. 优化及相关建议

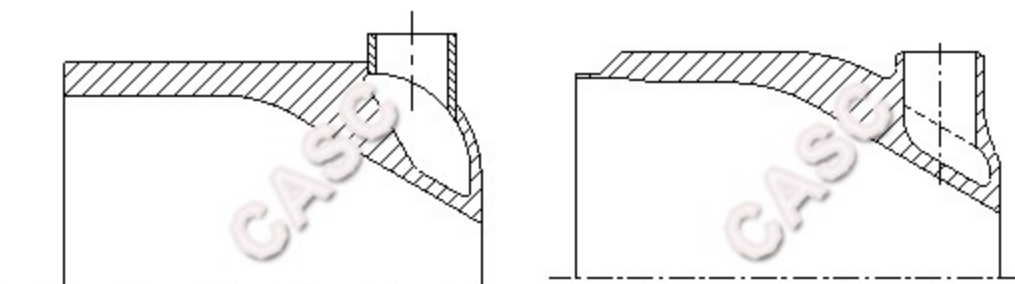
1. 合理设计—流场优化



五. 优化及相关建议

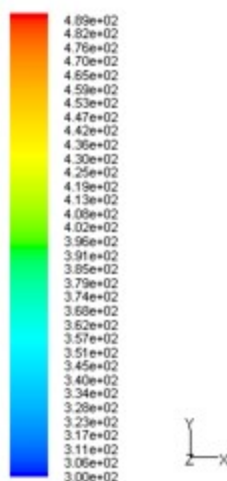
1. 合理设计—结构优化

- 提升换热效果
- 已在业内广泛推广

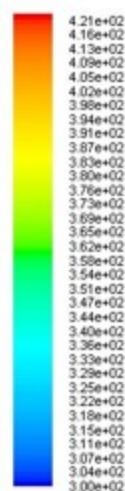


原头部型式

改进的头部型式



原头部型式头部温度场



改进后头部型式头部温度场

五. 优化及相关建议

1. 合理设计—结构优化

- 角焊缝改对接焊缝
- 增加焊缝强度
- 减少泄露事故



五. 优化及相关建议

1. 合理设计—结构优化

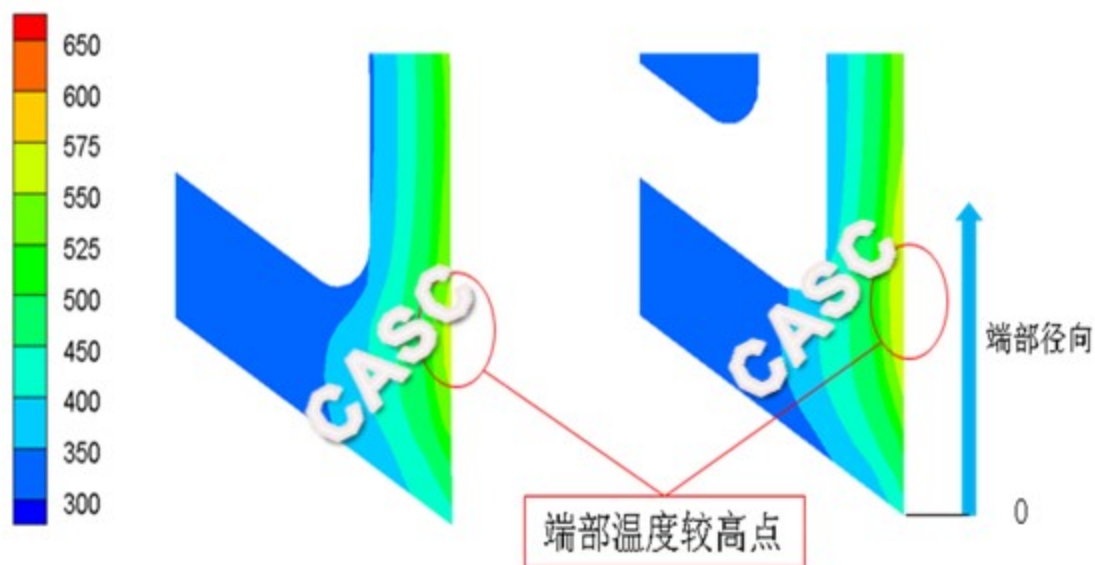
➤ 盘管挡板

- 保护易损部位
- 阻挡偶然火焰卷吸
- 减少高温辐射



五. 优化及相关建议

1. 合理设计—结构优化



五. 优化及相关建议

1. 合理设计—结构优化

➤ 夹套冷却方式

□ 提高运行周期

✓ 30天提高到120天

□ 降低停炉检修次数

□ 降低维修费用

□ 为客户降本增效

➤ 第一个水煤浆烧嘴厂家推广应用



盘管式



夹套式

运行一个周期后对比

五. 优化及相关建议

2. 材料应用

➤ 介于烧嘴面临恶劣工况和特殊运行介质，烧嘴本体通常需采用特种镍600和镍625合金材料，**镍基管材全部从国外顶级的特材供应商进口**；烧嘴喷头通常采用UmCo50材料及Haynes188材料，我公司已经于上世纪九十年代与钢研院和航天材料研究所合作首次实现国产化。

➤ 近几年国内很多项目运行过程中出现各种与烧嘴相关的大小事故，经过鉴定大部分事故和烧嘴选材以及材料使用有直接关系。

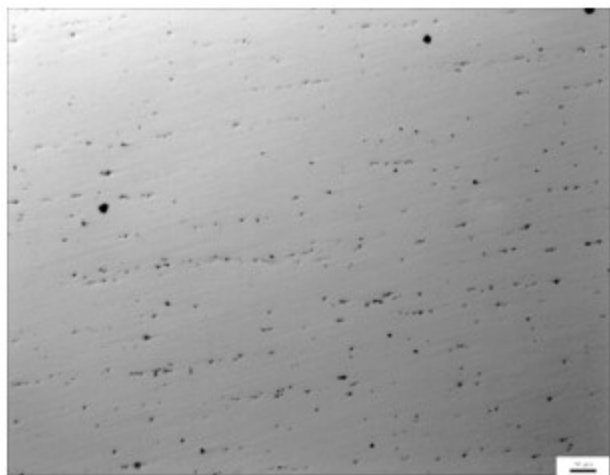


HAYNES
International



五. 优化及相关建议

2. 材料应用—管材选择



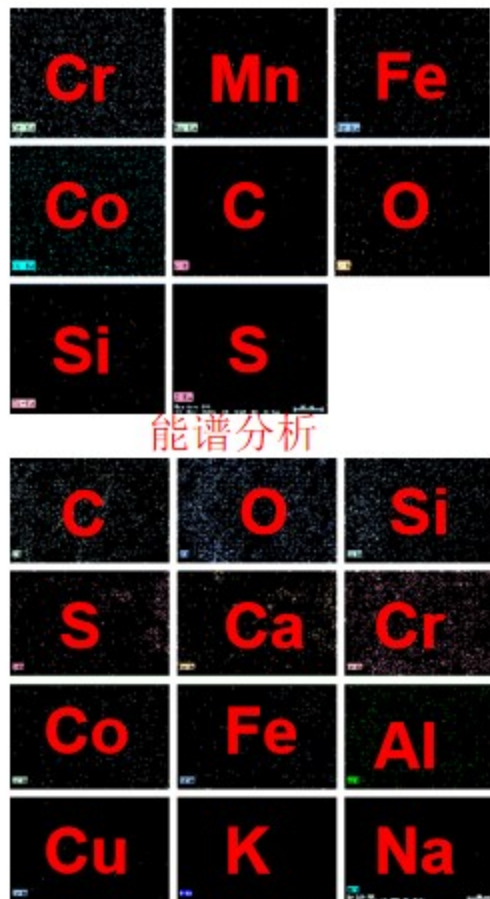
625管材样品(1) 晶粒组织

625管材样品 (SMC进口) 晶粒组织

五. 优化及相关建议

2. 材料应用—管材选择

625管材样品 (SMC进口)



能谱分析

杂质元素偏聚

625管材样品 (1)

五. 优化及相关建议

2. 材料应用—管材选择



SMC进口镍基管材



某品牌镍基管材

五. 优化及相关建议

2. 材料应用—头部锻件研发

运行一个周期后呈刀刃状



运行一个周期后，端面严重龟裂热腐蚀



高温合金优化前

运行一个周期后基本无磨损



运行一个周期后，端面较好，热应力腐蚀不太严重



高温合金优化后

五. 优化及相关建议

烧嘴检修管理

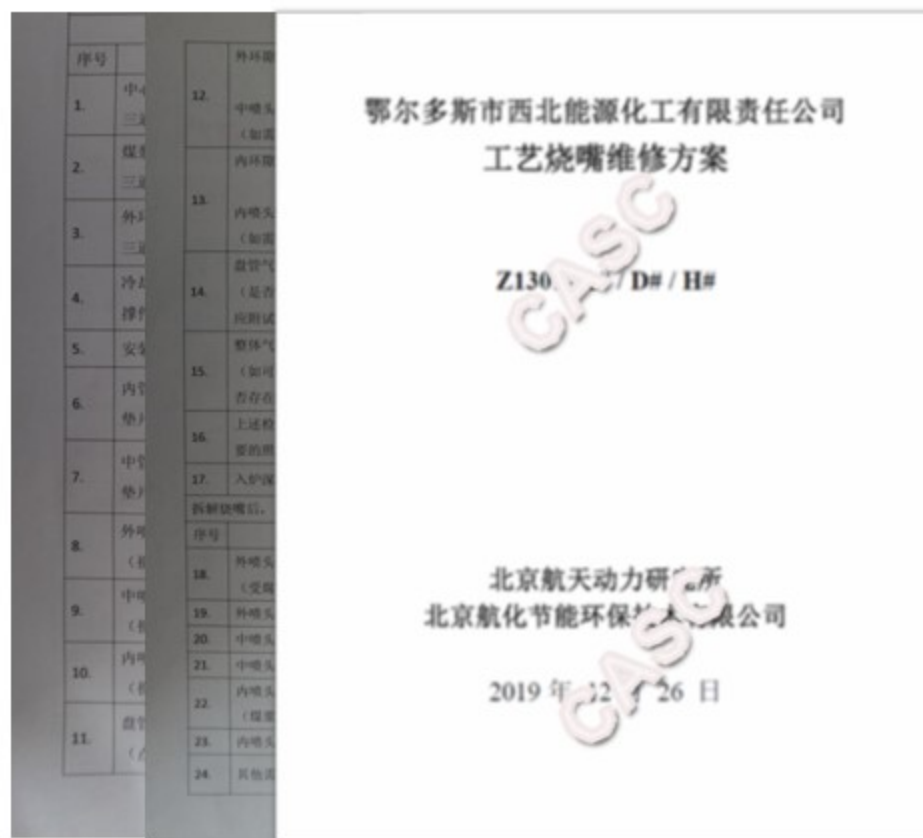
核心设备重点管理

- ▶ 对烧嘴建立一套完善的专用台账，记录关键时间节点，方便气化车间追踪管理，深度挖掘数据，为后续烧嘴的科学使用提供总结依据，为检修厂家常规维修和改进维修提供切实的参考依据，最终做到规避潜在风险。

五. 优化及相关建议

烧嘴检修管理—到厂检验

➤外观、尺寸、探伤、打压检查 ➡ 检查记录 ➡ 出具检测报告



五. 优化及相关建议

烧嘴检修管理—过程控制

- 质量管理体系追踪
- 过程关键点记录
- 过程误差控制记录
- 加工过程探伤记录

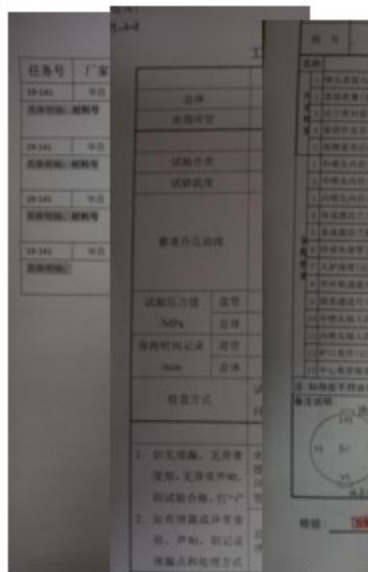
锻件质量追踪



五. 优化及相关建议

烧嘴检修管理—出厂检验

➤ 尺寸测量检验 → 水压、气压试验 → 发货前内、外部、包装检查 → 试验、维修报告



检测



产品名称: 中
委托单位: 北京航
检测类别: 中
报告编号: 中

北京航天特种设备检测

检测报告



工程名称: 中
委托单位: 北京航
检测类别: 中
报告编号: 中

北京航天特种设备检测研究发展

六. 售后服务

创新维修—修是为了将来不用修

- 运行工况决定烧嘴喷头属于易损部件，需要售后维修服务；
- 我公司经过近三十年的烧嘴研发设计工作，在烧嘴的维修改造和创新维修方面积累了大量的理论设计基础和丰富的实践经验，不断的研究更新更好的方法，不断优化客户的烧嘴设计和制造方案，提高气化设备运行效率，降低运行能耗，延长使用寿命，帮助客户进一步节约成本、提升利润。



烧嘴维修前后对比

提升服务质量

- 优质的改进设计服务：针对煤种变化、负荷调整设计烧嘴尺寸；
- 短周期快速维修保障：军民品车间双维修通道，一周内完成全部维修工作；
- 完善的质量控制体系：ISO9001质量控制体系以及军品检测资源；
- 快速服务响应机制：专人负责相应客户，24小时快速到现场技术服务；
- 专业物流专车运输：烧嘴专车专运专职司机，保证速度安全；
- 我公司每年完成烧嘴改造及维修任务八百余台次，与全国等六十多个厂家签订长期维修以及技改服务框架，改进延寿技术应用在维修技改市场上，提升产品性能。
- 继续优化设计，突破寿命瓶颈，推广延寿技术在全行业；
- 用最前沿的科学技术推动纯氧燃烧技术在煤化工行业的快速、健康、稳定发展；



中国航天

六. 售后服务

激冷设备等





我们的技术会变，我们的价值观始终如一

- 为客户完善技术。
- 为客户实现目标。
- 为客户降本增效。

期待与您合作！



中国航天

A composite image with a blue and white color scheme. On the left, a rocket is shown launching from a launch pad, with a large plume of white smoke and fire. In the center, the Great Wall of China is depicted winding across a landscape. On the right, a satellite is shown in orbit, emitting bright light rays. The overall scene is set against a backdrop of a bright blue sky and a white, cloud-like base.

感谢各位专家的聆听！