



特大功率烟气轮机

■ 2013 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

节能减排，助力低碳发展！



目 录

1 简 介	3
2 特色技术	6
3 典型案例	8
4 科研装备	9
5 资质与标准	11
6 专家团队	12



中国石油

中国石油天然气集团公司（简称“中国石油集团”，英文缩写：CNPC）是根据国务院机构改革方案，于1998年7月在原中国石油天然气总公司基础上组建的特大型石油石化企业集团，系国家授权投资的机构和国家控股公司，是实行上下游、内外贸、产销一体化、按照现代企业制度运作，跨地区、跨行业、跨国经营的综合性石油公司，主要业务包括油气业务、石油工程技术服务、石油工程建设、石油装备制造、金融服务、新能源开发等。中国石油天然气集团公司2012年国内生产原油1.1亿吨，生产天然气798.6亿立方米，加工原油1.91亿吨，全年实现营业收入2.69亿元，实现利润1391亿元。

2012年，中国石油在美国《石油情报周刊》

世界50家大石油公司综合排名中位居第4位，在《财富》杂志全球500家大公司排名中位居第6位。

中国石油天然气集团公司履行资源、市场和国际化战略，坚持“主营业务战略驱动，发展目标导向，顶层设计”科技发展理念和“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，以国家科技重大专项为龙头、公司重大科技专项为核心、重大现场试验为抓手、重大装备、软件、产品、标准为载体，持续推进科技进步，提升科技创新能力，取得一大批具有自主知识产权的先进实用技术。

特大功率烟机就是具有代表性的重大创新成果之一。

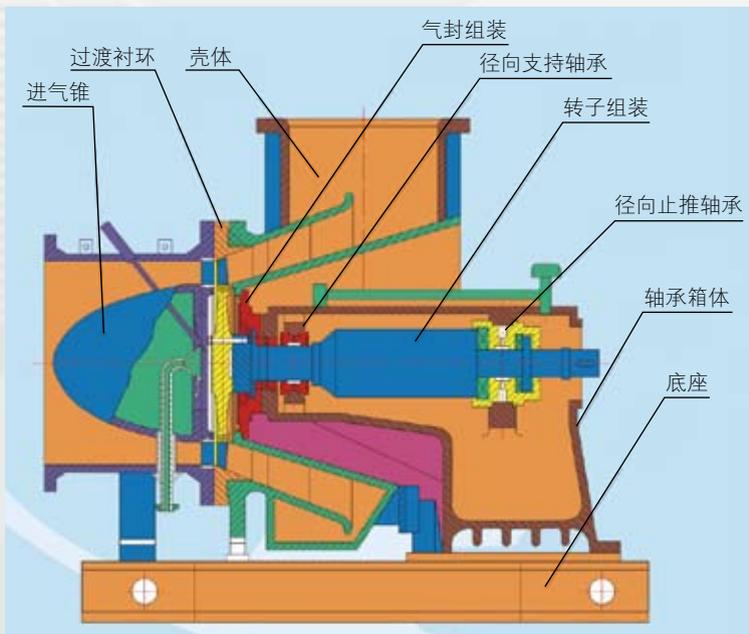
奉献能源 创造和谐

1

简介

- ◆ 自 2000 年来，千万吨级炼油厂建设成为我国石化工业发展的新标杆，与之配套的大型催化裂化装置用的 3 万千瓦级烟气轮机被列为国家“十五”重大技术装备研制项目。
- ◆ 2003 年 8 月，首台三千瓦级特大功率烟气轮机在兰州投运，功率为 32800kW，使我国继美国之后成为第二个成功制造和应用三万千瓦级特大功率烟气轮机的国家。
- ◆ 截至 2011 年底，YL 系列特大功率烟气轮机累计销售 14 台，装机功率达 $30 \times 10^4 \text{kW}$ ，每年利用高温废气发电 $24 \times 10^8 \text{kW} \cdot \text{h}$ ，节能效益可达 12 亿元，节约燃煤、减排二氧化碳等废物的效益更加巨大。

产品主要结构



总重量：45 ~ 60t

总体技术简介

- ◆ 催化裂化装置是炼油厂最重要的降低催化装置能耗和污染的关键设备之一，同时也是能源消耗和废气排放的主体装置。
- ◆ 烟气轮机利用高温工业废气中的能量推动涡轮透平旋转做功，带动其他设备或直接带动发电机发电。



催化裂化能量回收原理

- ◆ 能量回收原理：烟气从装置再生器出来后，在三级旋风分离器进一步分离其中的催化剂微粒。然后烟气经过调节蝶阀，进入烟气轮机膨胀做功，带动主风机或直接推动发电机。排出的尾气再进入余热锅炉产生蒸汽。

国内技术现状



- ◆ 我国的工业需要进行废热减排及回收的领域众多。



- ◆ 石化工业中催化裂化装置、硝酸装置、煤气化装置等均可采用烟气轮机进行能量回收。



- ◆ 一台功率为 30000kW 的烟气轮机，每年可发电 $2.4 \times 10^9 \text{kW} \cdot \text{h}$ ，可以获得 1.2 亿元左右的经济效益。每年可节约燃煤约 $5.3 \times 10^4 \text{t}$ ，减排二氧化碳约 $13.78 \times 10^4 \text{t}$ ，二氧化硫约 450t，氮氧化物约 392t。



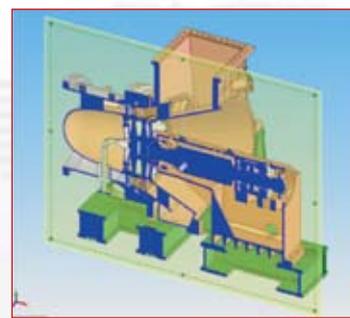
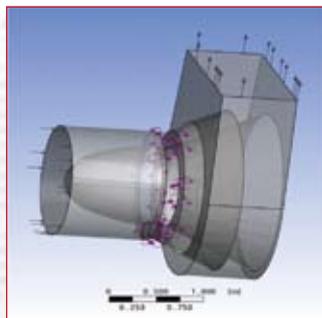
- ◆ 冶金、电力、化肥、水泥、垃圾处理等将成为烟气轮机应用的新领域。

2

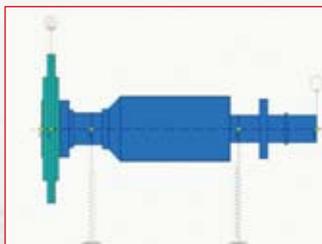
特色技术

2.1 “全刚性” 结构设计技术

- ◆ 烟机整体采用刚性设计，克服管道外力、热应力等引起变形。



- ◆ 转子为单级悬臂结构，采用刚性设计，避免高速旋转时发生挠性变形，保证机组长周期运行。

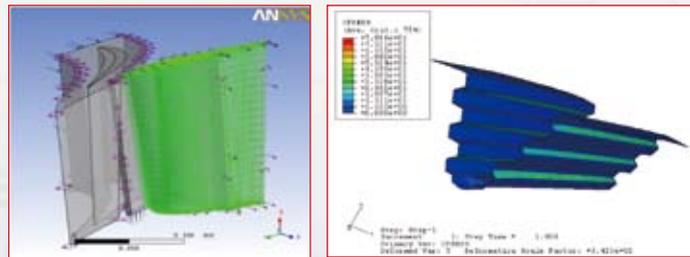
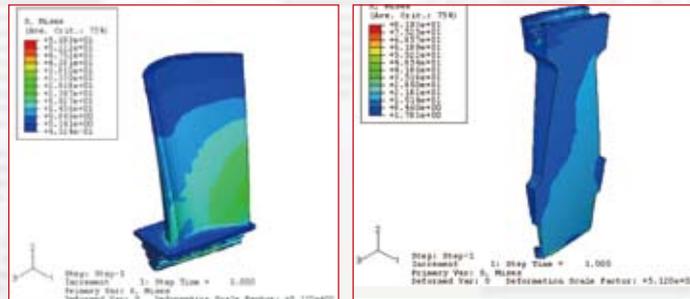


- ◆ 流场重要区域进行加密处理，使二次流和固体微粒的轨迹得以显现。通过优化和改进，控制一次流速率，减少二次流的产生，优化过流部件刚性。



2.2 数字化建模及优化设计技术

- ◆ 通过 ANSYS 有限元软件，利用网格技术进行建模。
- ◆ 利用数值方法求解关键热部件在离心力、热应力、固体颗粒冲刷条件下的应力分布模型。
- ◆ 通过优化设计，使各个截面强度分布相等。
- ◆ 通过 abquse 软件解决关键部位接触应力集中的问题。



2.3 动态特性模拟分析

- ◆ 无阻尼和阻尼状态下的临界转速分析。
- ◆ 转子—轴承—支撑无阻尼时自然频率、油膜轴承、密封特性。
- ◆ 转子—轴承—支撑阻尼自然频率和密封特性。
- ◆ 专用动平衡试验系统进行响应验证技术。
- ◆ 催化剂颗粒与烟机叶片相互作用，对转子的影响分析。



3

典型案例

2003年8月，首台特大功率烟气轮机 YL33000A 在兰州石化公司炼油厂 $300 \times 10^4\text{t}$ 催化裂化装置上投入使用，各项性能指标和主要设计水平达到世界先进水平，至今使用状况良好。



截至 2011 年 12 月 31 日，YL33000A 型烟气轮机累计运行超过 64000h，累计回收的能量价值超过 12 亿元。

YL 系列烟气轮机累计销售超过 200 台，总功率超过 $180 \times 10^4\text{kW}$ 。其中特大功率烟气轮机达到 14 台，总功率达到 $30 \times 10^4\text{kW}$ 。

产品覆盖全国各地炼化企业。“哪里有炼油厂，那里就有烟气轮机”。

4 科研装备

4.1 科研装备

主要科研设备包括进口数据处理投影仪、三坐标测量机、各类机械性能设备、各类金相试验设备、各类光谱分析设备、各类计量设备共计 79 台（套），建成烟气轮机、特殊阀门试验台站 2 处。



德国进口数据处理投影仪 ST1000



美国进口三坐标测量机 HERA-20-10-10



20t 转子动平衡试验机



3200kW 烟气轮机试验台

4.2 制造装备

主要制造设备包括大型数控车床、大型卧式镗床、大型龙门刨床、大型龙门铣床、各类钻床、各类数控设备、各类大型专用设备、普通设备等共计 800 余台（套）。



进口加工中心工作区



数控车床 CK61150



数控加工区场景



大件加工区场景

5

资质与标准

5.1 国际质量管理体系证书

YL 系列特大功率烟气轮机质量管理体系严格执行 GB/T 19001—2000 ; idtISO 9001—2000 和美国 API Q1 质量管理体系。



5.2 产品标准及环评证书

牵头起草并执行《HG/T 3650—1999 烟气轮机技术条件》行业标准，产品通过了健康安全环境管理体系认证。



5.3 申请专利

名称	知识产权类别	国(区)别	编号
烟气轮机轴承箱体防热辐射装置	实用新型专利	中国	ZL 2005 2 0127028.8
烟气轮机热态机械运转试验台	实用新型专利	中国	ZL 2005 2 0129836.8



6

专家团队



李克雄

教授级高级工程师。高级技术专家、国务院特殊津贴专家。主持完成了国家重大技术装备项目——“30000kW 级特大功率烟气轮机研制”等多项科研项目，并转化为产品。获国家专利 7 项、发表论文 15 篇。

电话：15302006696

Email: likexiong@cnpc.com.cn



张玉峰

高级工程师。高级技术专家，甘肃省科技领军人才，渤海装备兰州石油化工机械厂总工程师。在炼化装备领域取得了多项有影响力的重大科研成果，并取得国家专利 20 余项。在国内外核心期刊和重要学术会议上发表论文 30 余篇。

电话：0931-7935917

Email: zhangyufeng@petrochina.com.cn



冀江

教授级高级工程师，中国石化工程建设有限公司副总工程师，特大功率烟气轮机主要设计人之一。

电话：010-84877581

Email: jijiang@sei.com.cn



丁 勤

教授级高级工程师，中国石化工程建设有限公司转动设备室主任，特大功率烟气轮机主要设计人之一。

电话：010-84877663

Email: dingqin@sei.com.cn



董建新

北京科技大学教授，博士生导师。主要研究方向为高温合金、耐热耐蚀合金、特殊钢、材料仿真和优化设计。负责有关国家自然科学基金重点和面上项目、“863”、“973”、及国际合作课题和重大厂协课题等。

电话：13621376110

Email: jxdong@ustb.edu.cn



卢 纲

高级工程师。渤海装备兰州石油化工机械厂炼化装备研究所所长。在炼化装备领域取得了多项有影响力的重大科研成果，并取得国家专利 5 项。在国内外核心期刊和重要学术会议上发表论文 10 余篇。

电话：0931-7932701

Email: lugang2@petrochina.com.cn



联系人：刁顺 先生

电话：86-10-5998-6059

Email: sdiao@cnpc.com.cn

Contact: Mr. Diao Shun

Tel: 86-10-5998-6059

Email: sdiao@cnpc.com.cn



