

低成本节能减排技术

APTECH CST LLC

清洁烟囱技术



公司简介

APTECH工程服务公司是一家具有30年电力、石化行业服务经验的工程咨询服务公司，专门为炼油厂的管线、装置，石化设备、煤气收集容器，电厂锅炉、燃气轮机及相关的电站设备、结构、工业设备和材料提供性能优化、评估、延长设备剩余使用寿命的工程咨询服务。APTECH公司集中了工程相关学科，如材料、冶金、焊接、腐蚀、传热、应力分析、断裂力学、无损检测等方面的学者；拥有在电力、航空、国防、建筑、汽车、电子、矿山、海洋、核工程、石化、造纸等诸多领域具有丰富经验的工程师。APTECH公司服务的行业包括：

- 传统电站
- 核电站
- 石油和化工工业
- 诉讼和保险业
- 普通工业部门

APTECH公司的客户遍及北美、欧洲、非洲和亚洲。APTECH在过程安全管理，风险分析，风险管理，RBI，RUL（有效剩余使用寿命），机械设备完好性（MI）等领域拥有行业领先的技术。

APTECH公司在火电厂锅炉检测评估方面有着丰富的经验和先进的技术，已经为二百多家电厂的近四百台锅炉进行过检修、失效分析、寿命评估、寿命延长优化等服务。

APTECH CST（清洁烟囱技术）技术

APTECH公司在其多年电厂锅炉服务经验基础上，结合自身的人才和技术优势，研究出了能够改进锅炉燃烧、减少排放的新技术—清洁烟囱技术（Clean Stack Technology）。该技术由多项专利组成，通过了实际验证，现已在美国获得了正式安装合同。

CST是通过改进锅炉燃烧，降低炉膛出口烟气温度，减少结渣和结垢，并辅以相应的吸附剂喷射，实现减少排放的目的。CST为关心节能减排技术的业主和管理部门提供了新的解决方法。此技术在减少氮氧化物、硫化物、汞及氯化物排放，减少和防止结焦方面提供了具有极高性价比的新方法。APTECH CST技术适合于任何规模的机组，特别是因资金问题无法采用其它技术的较小规模的燃煤机组。我们现在已经有两项获得批准的专利，及一项正在等待批准的专利。

APTECH CST 技术为那些关心排放、更换燃煤等问题，但又不想在洗涤塔，SCR等设备上花费过多投入的电厂提供了一个新选择。我们相信，燃油机组也会有同样的需求。燃气机组可以用此技术减少氮氧化物排放。

与其它减排技术相比，APTECH CST在性价比方面具有极大的优势。

特点概要

下面是该专利技术的特点概要。



- 减少SO₂ >70%
- 减少NO_x >70% （不使用催化剂SNCR）
- 减少SO₃ 接近 100%
- 减少HCl 接近 100%
- 减少汞 >60%
- 不产生废水
- 低于0.4% 的寄生电力需求（相比洗涤塔和SCR > 2%）
- 因寄生电力需求减少而降低CO₂ 排放
- 因寄生电力需求减少而增加向电网输送的电能
- 防止和显著减少在炉膛上部和对流区的结焦，因此可降低损耗，提高设备的可利用性和可靠性
- 防止上部水冷壁、过热器和再热器管排结渣
- 防止磨煤机起火
- 很小的占地面积
- 很短的安装时间
- 提高使用不同燃煤的灵活性
- 运行和维护成本约为常规技术的1/8*
- 对于中等规模机组，投资成本相当于洗涤塔和SCR方法的1/10*

***：这些数据是相对于美国的运行和安装成本而言，在中国取决于国内现有技术的运行和安装成本。**

已完成实验的结果和将要进行的实验

对SO₂和NO_x的减排试验已经在一个经过能源部批准的独立研究机构-南方研究所(SRI)的一个大型燃煤试验电厂完成，试验结果超过了预期。

后面所附为SRI此次试验报告的前几页及带有样品数据的实施总结。SRI方面也提到还可进一步的降低排放(75% SO₂, 74% NO_x)。但由于时间和资金的限制，未进行参数优化试验。

APTECH CST 技术也可以用于减少SO₃ 排放，可减少大部分甚至全部的SO₃ 排放。帮助支付这些试验费用的客户对SO₃排放控制不感兴趣。最后一天对含硫量为1.4%的燃煤进行了减排试验，结果非常满意 (减少~62% SO₂ 和 53% NO_x)。

由于用户没有结焦问题，因此此次试验未对防止炉膛结焦进行评估。但是前期的CFD模型显示烟道气出口温度（FGET）可低于所有商用燃煤的灰分熔解温度。目前APTECH CST 技术已用于一个小型电厂减少结焦系统。

成本

减排项目的投资成本取决于机组规模，但相对于美国目前大量采用的湿式洗涤塔和SCR的投资成本而言，只是它们的1/10。

CST技术所需的运行和维护费用也很低，安装所需的停机时间也非常少。

运行洗涤塔和SCR所消耗的约2.5%的寄生电力可以被避免。对于一台500 MW的机组来说，这相当于每年减少10万吨CO₂ 排放。

由于APTECH CST技术所具有的低建设投资和运行成本， 会让更多的电厂能够实现减排目标。

考虑到减少汞排放的压力，此技术还可为汞的减排提供好处。APTECH CST技术只需增加很少的成本，即可实现减少汞的排放。

总结

APTECH CST 技术已经被验证是一个减少SO₂, SO₃, NO_x, 汞，氯化物排放和防止结焦，提高燃煤锅炉使用效率，减少锅炉使用成本的低建设成本技术。减少寄生电力消耗会改善热耗及减少CO₂排放。用相同的资金，这些技术可以减少9倍的排放。这对于300 MW以下难于安装洗涤塔和SCR系统的燃煤机组来说，是非常有意义的。

APTECH确信，对于新建和在役机组来说，CST是目前性价比最高并极为有用、有效的技术。它比洗涤塔和SCR系统廉价，安装时间短，还可减少汞排放。按照减排数量，成本极有吸引力。还由于不用运行昂贵的设备浪费电力，而获得额外的好处。

**Injecting Water Slurry/Solutions to Reduce SO_x and NO_x Emissions
Using APTECH's Patented Technology When Firing PRB Coal in a Coal
Pilot Plant Furnace**

使用 APTECH 专利技术
在烧 PRB 煤的试验电厂的锅炉上以注射水浆/溶液法
来降低 SO_x 和 NO_x 排放

Prepared By:



目录

实施总结.....	3
燃烧测试设备的介绍.....	4
液浆注入系统.....	9
实验.....	11
实验结果.....	13
总结.....	18
附录 A.....	19

实施总结

在由南方研究所运行的一台1MW的试验性燃烧试验机组上测试了APTECH公司的消除SO_x 和NO_x专利浆液注入技术。在使用钙基浆液的情况下，此技术可达到减少76% SO₂的效果。使用尿素注入可达到减少75% NO_x的效果。

试验中，注入系统遇到了一些问题。由于注入系统和注入部位并未达到最佳的条件，进一步努力可达到更大的减排效果。

正如预期所料，方法-17数据说明，在静电除尘器(ESP)的入口处，沉积物总量增加。但是由数据也可看出，总量的平衡数据没什么用。建议进行现场阻力试验以取得更有用的数据。

SO₂ 和 NO_x的试验为分别进行。由于单独使用钙基吸附剂可减少SO₂排放达76%，而单独使用尿素可减少排放达35%，因此结合使用钙基吸附剂和尿素联合减排SO₂可达到超过76%的结果。建议进行这一联合减排试验。

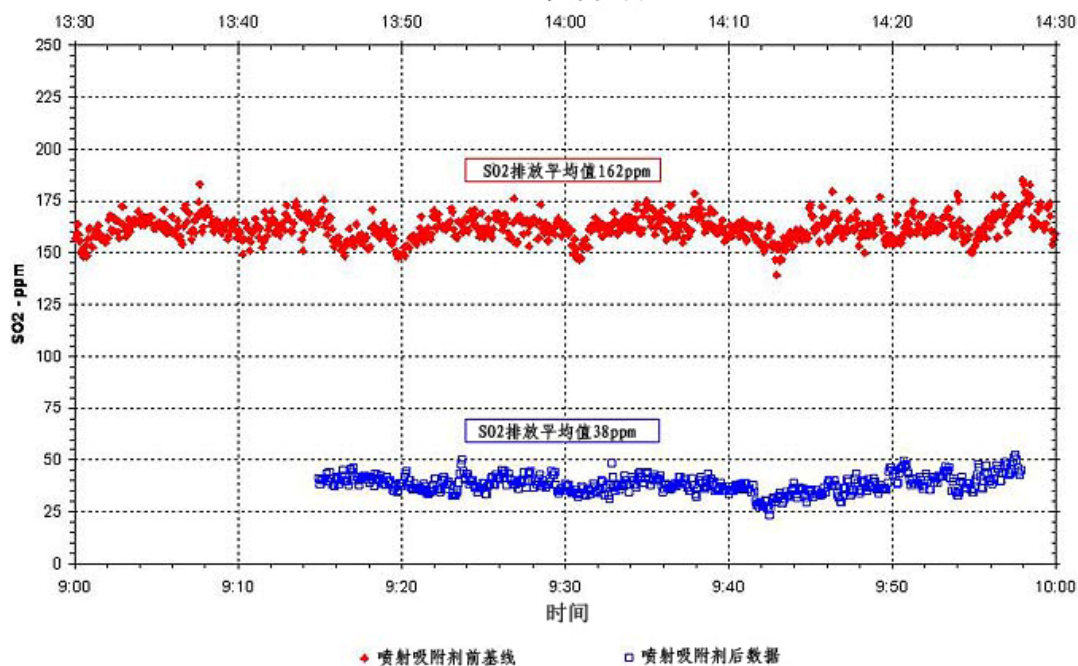
PRB 煤试验结果

- 超过1小时基线试验，PRB煤显示的SO₂平均值约为162 ppm。
- 超过45分钟吸附剂喷射试验，APTECH的技术结果显示SO₂平均值约为38 ppm，减少 ~76%。
- 超过1小时基线试验，PRB煤显示的NO_x平均值约为320 ppm。
- 超过30分钟吸尿素射试验，APTECH的技术结果显示NO_x平均值约为82 ppm,减少 ~75%。



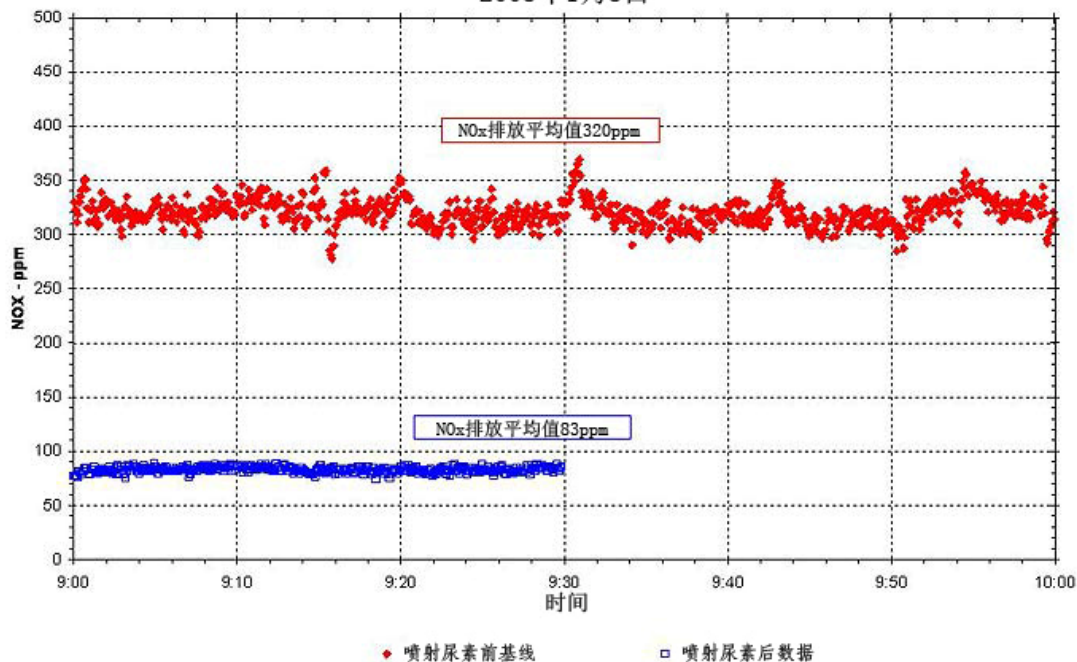
PRB煤吸附剂喷射前后SO₂排放数据比较

2008年1月8日



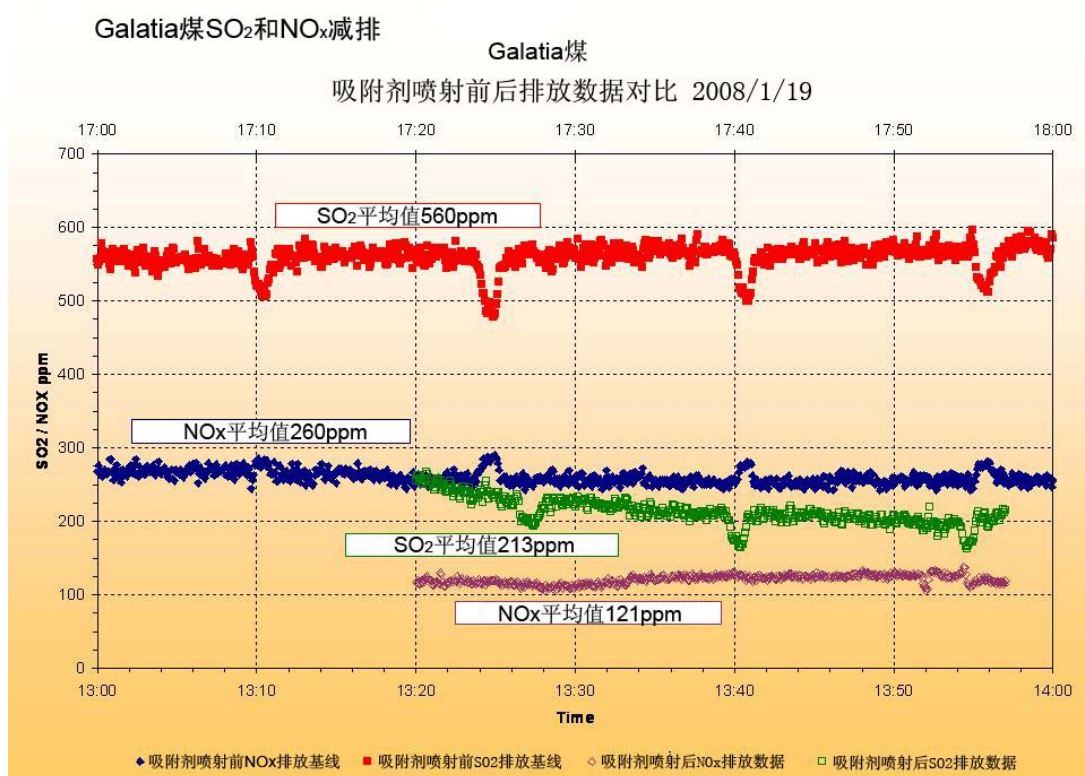
PRB煤尿素喷射前后NO_x排放比较数据

2008年1月8日



APTECH CST/SRI 试验结果

- 含硫量为~1.5%的Galatia燃煤
- 1小时基线试验显示的SO₂ 平均值为560 ppm，NO_x平均值为 260 ppm。
- 应用APTECH专利技术40分钟后显示的SO₂平均值为213 ppm，NO_x平均值为121 ppm。
- 减少 62% SO₂和53% NO_x。



技术简述

图一是改进的气流示意图。烟气是来自除尘器后部的排烟管道，因而烟气没有漂浮的灰尘，以可能的最低温度排出。这个低温气体随后进入管道经特殊的温度调节器和出口喷出，并和煤燃烧产生的炉气主流混合。其部位的选择应能提供足够的时间使漂浮灰尘颗粒的温度降至灰分烧结温度以下。这样，水冷壁、过热器和再热器的结渣和结垢就能大大降低甚至消除。

本技术通过使用喷射水蒸气，进一步降低温度。若在喷射时加入钙基或镁基浆液，相信能清除排放物中75-80%的 SO_2 及甚至100%的 SO_3 。之所以能做到这一点，是由于灰尘在炉中停留的时间长，以及主气流能和溶剂良好的混合。在钙硫比为1.5时就可达到这个效果。这一比例远低于正常的应用的比。在吸附浆液中同时添加进尿素，能够减少80%的 NO 。

CFD模型导致降低烟气出口温度（FEGT）

采用一台下部燃烧(Mae West) Riley锅炉的CFD模型来展示APTECH专利技术的效果。现有模型的过燃风口（OFA）已装成喷射口（7-英寸和5-英寸）。我们希望能采用不同的参数进行试验，喷射口的设计能有不同的形式，并为达到我们的目的将喷射口置于较高的位置，这样可使获得的结果更明显，虽然没有做到，但试验结果已清楚地显示了其效果。

图2显示了使用和不使用25%烟道气喷射的炉气路径和温度分布的水平切面。可以看出，温度平均下降超过了 300°F 。图3和4显示了靠近炉子中央和端部的垂直温度剖面图。最高峰值温度已下降了超过 400°F 。还可看出，整个炉子温度分布的平滑性和整个炉子的烟道气温度剖面达到了均衡。

结果是令人非常振奋的，确认了本专利的成功作用，并显示了温度轮廓是何等的均匀。如果能将喷射装置放在希望的高度，并按要求决定喷射量会获得更显著的利益，并大量减少烟道气。在每个喷射点测量烟道气排量，可使我们为整个设备建立一个更好的温度分布（整个设备没有高温峰）。

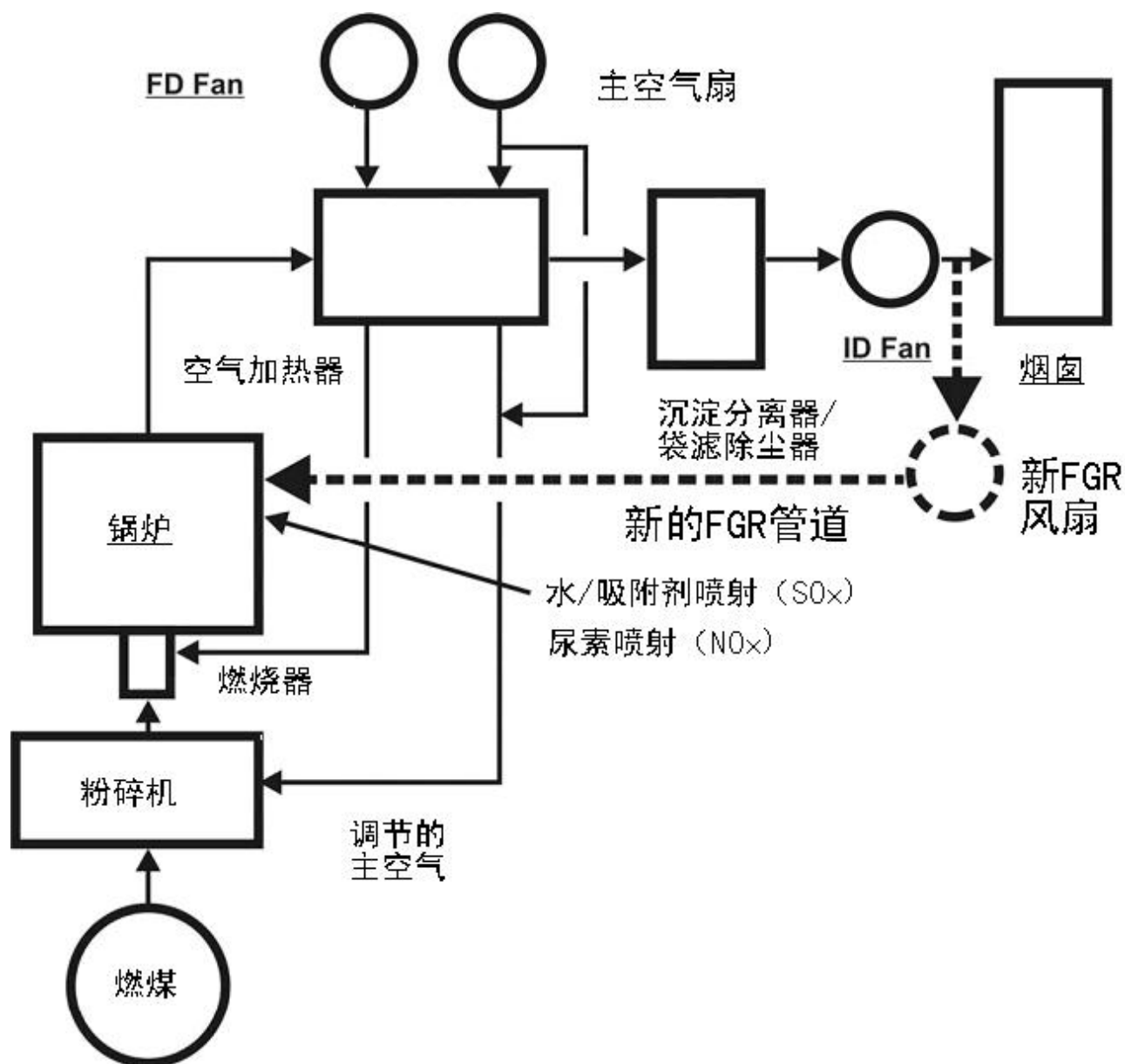
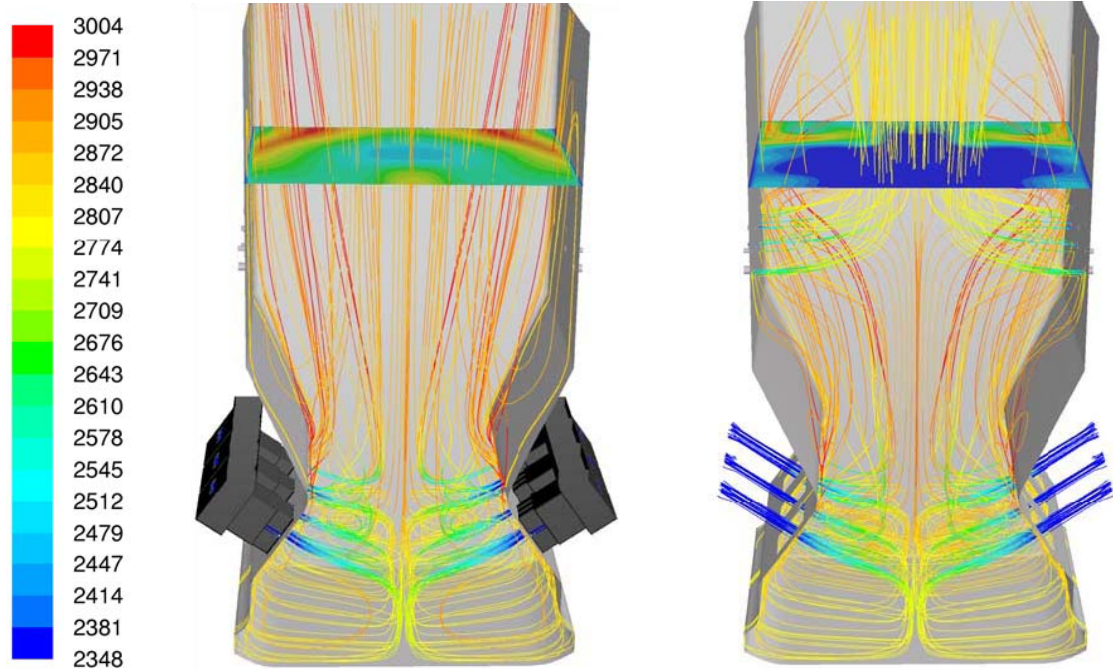


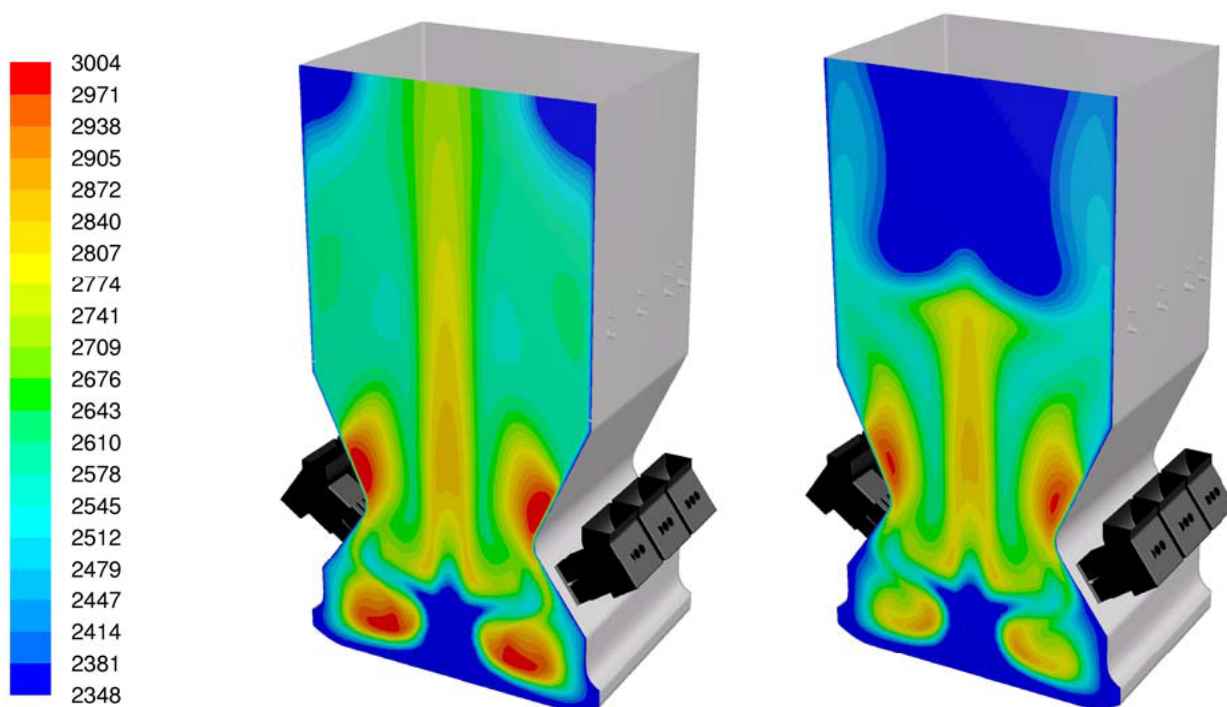
图1 — 使用FGR减少燃煤锅炉结渣和结垢演示



不加烟道气喷射

带有烟道气喷射

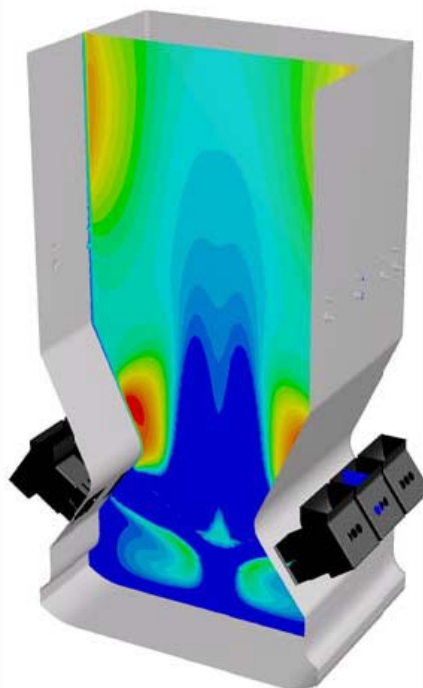
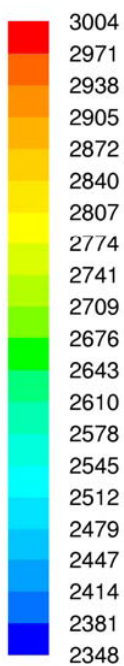
图2 — 炉气路径和温度分布的水平切面，颜色表示温度(°F)。



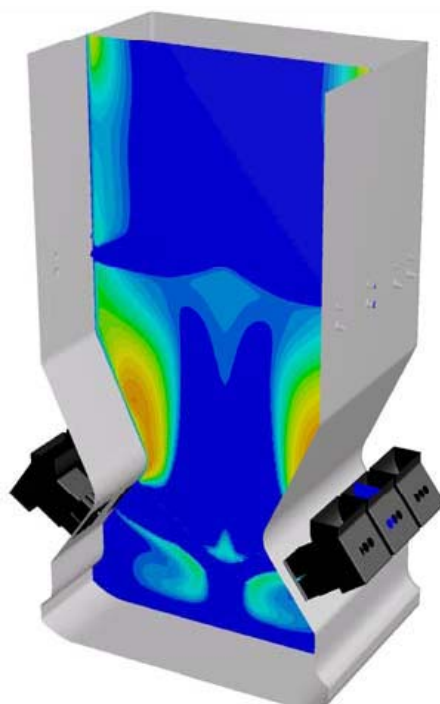
不加烟道气喷射

带有烟道气喷射

图3 — 炉气温度分布的中心垂直切面，颜色表示温度(°F)。

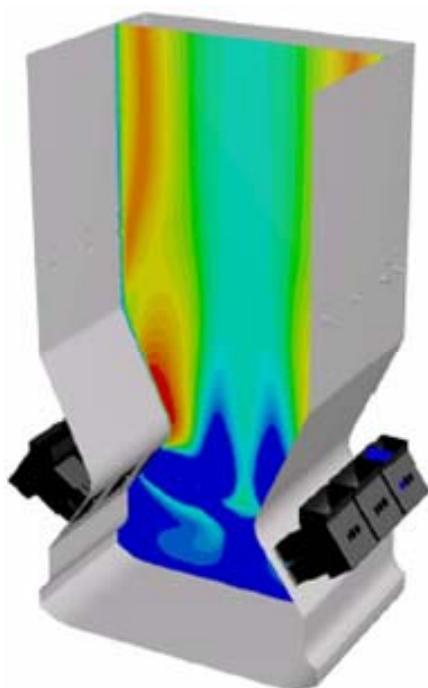
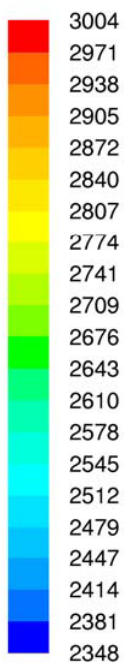


不加烟道气喷射

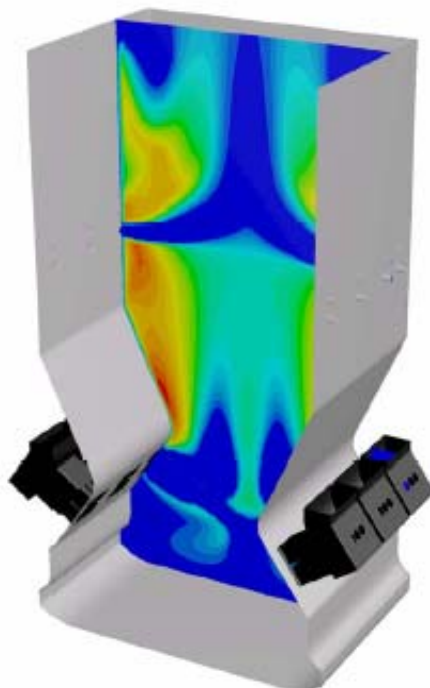


带有烟道气喷射

图4 —通过一个位于炉膛深度1/4处的OFA口的炉气温度分布垂直切面，颜色表示温度(°F)。



不加烟道气喷射



带有烟道气喷射

图5 —通过一个位于炉膛端部的OFA口的炉气温度分布垂直切面，颜色表示温度(°F)。