



荷兰施托克公司 — 独特的燃机进气冷却技术

Stork Thermeq - SwirlFlash®

- 增加燃机出力10~15%，降低NO_x排放45%
- 采用热水闪蒸喷雾技术，雾滴直径平均只有3μm
- 适用于15MW以上任何型式的燃机，较短的投资回收期

施托克：燃机进气冷却技术

独特的SwirlFlash® 技术：

提供更多的动力，更少的污染

在目前所有采用喷水方式来冷却燃机进气的技术中，荷兰施托克公司的SwirlFlash® 热水闪蒸喷雾技术，是非常先进的。

SwirlFlash® 技术通过使用加压热水，可以增加燃气轮机出力10~15%，降低氮氧化物NO_x排放直到45%。

SwirlFlash®—安全可靠的技术理念

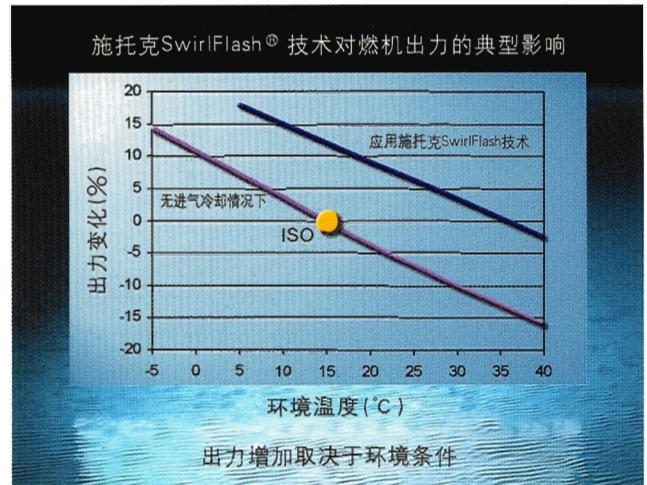
由于SwirlFlash® 技术使用独特的热水闪蒸喷雾方式，因此喷雾雾滴非常小，直径不到5微米(平均3微米)，类似于气溶胶，远小于雾滴直径平均为25微米的传统冷水喷雾方式。

SwirlFlash® 系统是将燃机进气入口进行改造并安装大量的SwirlFlash® 专利喷嘴。SwirlFlash® 系统运行时，湿的燃烧空气以较低的温度进入燃烧室，这样就降低了火焰温度，因此不仅提高了燃机的输出功率，而且也减少了氮氧化物NO_x的生成。

改善压气机性能 = 改善燃机性能

燃气轮机主要由三部分组成：燃气透平、燃烧室和压气机。压气机由燃气透平驱动，对空气进行压缩以供燃烧和发电。在现代的燃气轮机装置中，燃气透平所产生的动力约60%消耗在压气机中，因而仅有35%~40%的动力用于驱动发电机或其它外部负荷。因此，通过改善压气机的性能来提高燃气轮机性能的方式是符合逻辑而合理的，这对设计者和运行者来说很具挑战性。

面对这个挑战，荷兰施托克公司的SwirlFlash® 专利技术，提供了最简洁、最坚固耐用和最强有力的方案。

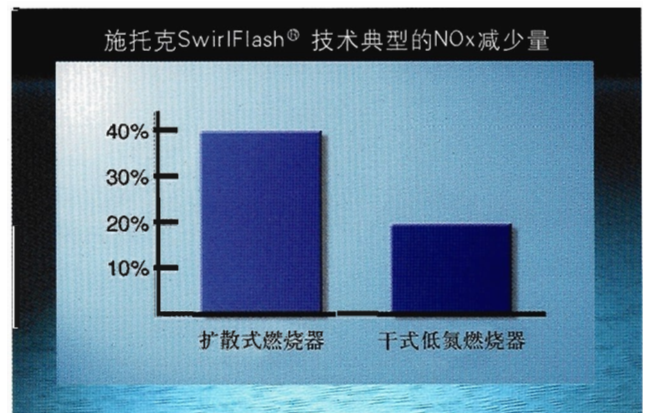


由热水进行冷却?

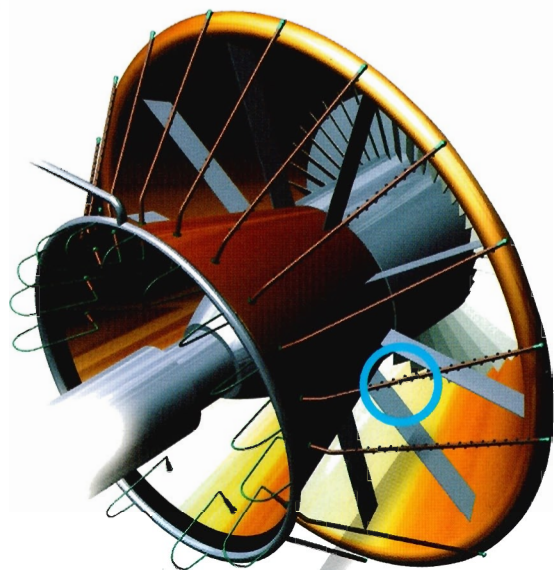
通过喷入热水来冷却燃机进气的方式，听起来好像非常奇怪。但它确实是可行的，因为通过蒸发所带走的压缩空气的热量，要远大于喷入的热水所带来的热量。结果是压缩空气的温度降低，压气机的排气温度也相应降低。

氮氧化物NO_x的排放

目前，大量的燃气轮机安装或改造成蒸汽或冷水喷入燃烧室的方式，来降低NO_x的排放。由于增加了质量流量，这种方式确实明显地降低了氮氧化物NO_x的排放和增加了燃机的输出功率。但是，蒸汽的喷入是很昂贵的，因为产生蒸汽的费用很高。冷水喷



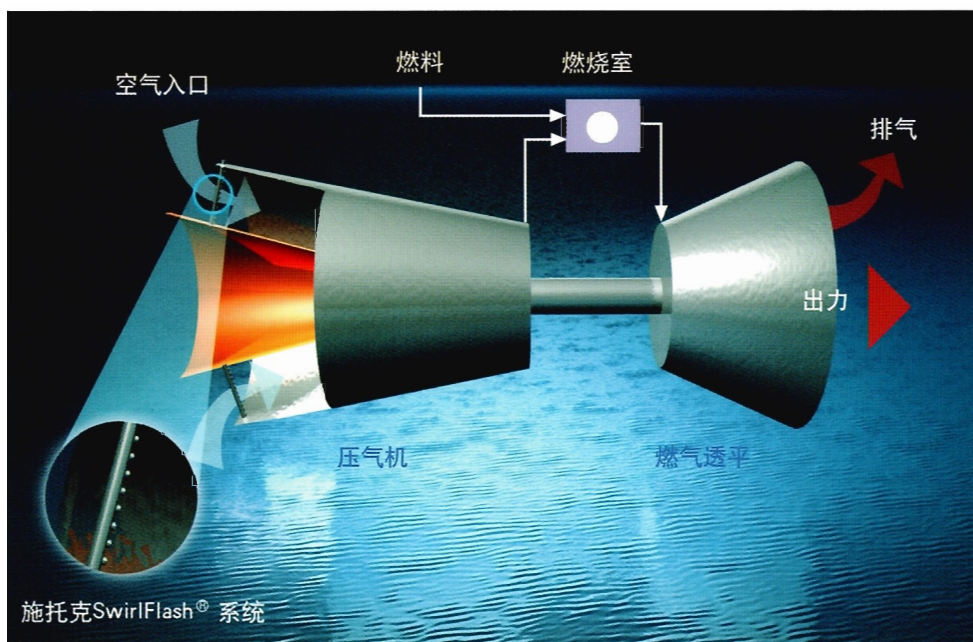
SwirlFlash® – 热水闪蒸喷雾技术



射比较便宜，但是这将导致较低的透平效率和由于燃机热部件可能的损坏而导致的昂贵修理费用。那么，通过改造现有系统的压气机进口，以及使用施托克的SwirlFlash® 热水闪蒸喷雾技术就可以在实质性地提高燃机出力的同时，以较低的费用来降低NO_x的排放。火焰的稳定性也不会因为湿空气进入了燃烧室而受到影响，即使是对于干式低氮燃烧室的情况下也是一样。使用SwirlFlash® 技术，对于传统的扩散式燃烧器，能够降低NO_x排放直到45%；对于干式低氮燃烧器，能够降低NO_x排放20~25%。

环境条件：温度和湿度

施托克的SwirlFlash® 热水闪蒸喷雾技术，特别适合于运行在变化的环境条件下。传统的对入口空气进行制冷的装置，需要较高的投资，在高环境温度和低湿度的情况下，效果非常好。冷水过喷雾进气冷却系统要求环境温度要大于10℃，以避免在空气流速较高的压气机进口区域内结冰。然而，SwirlFlash® 技术适用的环境条件范围更广：环境温度5℃以上，相对湿度直到100%。



灵活性

灵活性对于发电机组来说正在变得越来越重要。在自由的电力市场中，电力交换和价格的易变性增加了对发电厂灵活性的需要。

施托克的SwirlFlash® 技术，在电力设备的运行中，就创造了这种极佳的自由度。燃机出力增加10~15%可以在瞬间（30秒之内）即可得到，因此给运行人员提供了既满足电力市场需要，又满足个体用户需求的新能力。

为什么选择SwirlFlash® 技术？

SwirlFlash® 热水闪蒸喷雾技术优于其他任何的使用喷嘴喷雾的设计。其他的旋流或冲击型喷嘴所产生的雾滴直径平均为25 μm ，而SwirlFlash® 喷嘴所产生的雾滴直径平均只有3 μm ，这意味着SwirlFlash® 所产生的雾滴质量只有其他非闪蒸型喷嘴喷雾雾滴的千分之一。这导致了被释放在撞击上的能量的减少。也是由于直径的减小，雾滴变成了气溶胶，避免了对压气机各级叶片的冲蚀。

SwirlFlash® 的原理是在研究蒸汽喷射冷却系统时偶然发现的。研究中发现：当喷水温度被升高到一定值后，喷射形状会发生戏剧性的变化。下面的两个图片即是升温前后喷水形状的对比如，右图为升温之后（热水），左图为升温之前（冷水）。

这种现象可以解释成：当热水喷出SwirlFlash® 喷嘴后，压力降低，水滴内发生了闪蒸。由闪蒸所产生的蒸汽造成了水滴的“爆炸”。这导致了一部分水滴的径向速度，造成了喷射出口底部较宽的喷雾形状。但是对于喷雾的下游，喷雾束变窄。这是由于很小的雾滴喷到空气中后，迅速地失去相对速度所造成的。



施托克的SwirlFlash® 系统的正常工作条件是：水压130bar，水温180 $^{\circ}\text{C}$ 。

几种燃机进气冷却技术的比较

主要特点	施托克SwirlFlash 热水闪蒸喷雾技术	湿压缩技术 (冷水喷雾)	蒸发冷却技术	制冷冷却技术
出力增加	10~15%	10~15%	5~10%	15~20%
高湿度环境下的应用	极好	极好	差	好
低温环境下的应用	极好	差	中等	中等
压气机叶片腐蚀的风险	较小	较高	较小	无
NOx排放减少量	高	高	中等	极少
每年所增加的发电量kWh	高	中等	低	中等/高
系统复杂性	中等	中等	低	高
系统投资	中等	中等	略低	较高

业绩 & 荣誉 & 特点 & 优点

运行业绩:

目前, 在欧洲已经有近十个25~150MW的燃机电厂投运了施托克的SwirlFlash® 技术, 效果较好。

右图是位于比利时的Electrabel燃机电厂(2 × 150MW, Siemens燃机)。此电厂于2003年采用了施托克的SwirlFlash® 燃机进气冷却技术, 运行几年来, 系统稳定可靠, 为电厂带来了可观的经济效益。

荣誉:

- 2001年获“全球能源奖”提名;
- 2002年获“DOW化学能源奖”;
- 2004年获“世界技术奖”能源类提名。

Stork Thermeq B.V.

荷兰施托克公司

中国联络处:

北京朝阳区将台路2号

爱都大厦111室(100016)

Tel: 010-64357938/33

Fax:010-64323077

www.stork-thermeq.cn



特点 & 优点:

- 瞬间增加燃机出力10~15% (系统启动后30秒内);
- 对于扩散式燃烧器, 减少氮氧化物NO_x直到45%;
- 对于简单循环机组, 提高效率1~2%; 对于联合循环机组, 效率没有减少;
- 对于新增出力的每千瓦投资, 极具吸引力和竞争力。燃机功率越大, 投资回收越快;
- 不仅仅适用于高温、高湿环境, 对于中等气候和较冷季节以及干燥环境, 也同样适用, 系统最低工作环境温度_为5°C。这意味着: 相比于其它技术, SwirlFlash® 拥有更长的运行时间。
- 基于热动力学的简单而坚固的设计, 无复杂的零部件;
- 由于雾滴类似于气溶胶(平均3μm), 对压气机叶片没有冲蚀和损伤;
- 喷雾喷嘴内无移动部件;
- 结合燃机电厂既有的水-汽循环, 使SwirlFlash® 系统达到最优化;
- 适用于15MW以上的任何型式的燃气轮机;
- 对于压气机, 没有机械或功能性的改变;
- 安装周期短, 只需要较短的燃机停机时间。