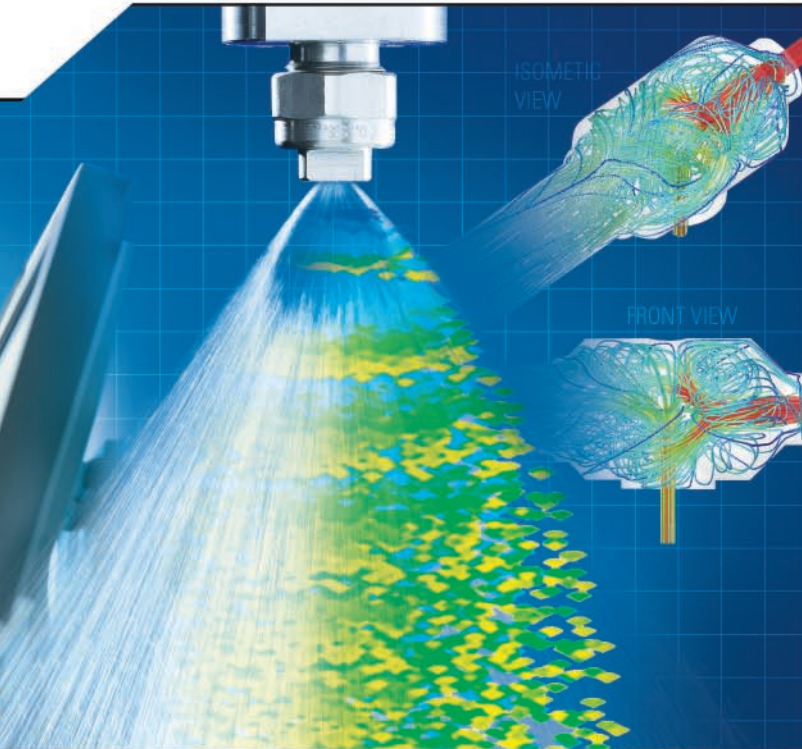




Spray Analysis  
and Research Services  
A Service of *Spraying Systems Co.*



通过计算流体动力学优化喷雾性能



**Spraying Systems Co.**<sup>®</sup>  
Experts in Spray Technology



Spray  
Nozzles



Spray  
Control



Spray  
Analysis



Spray  
Fabrication

# 使用计算流体力学 (CFD)

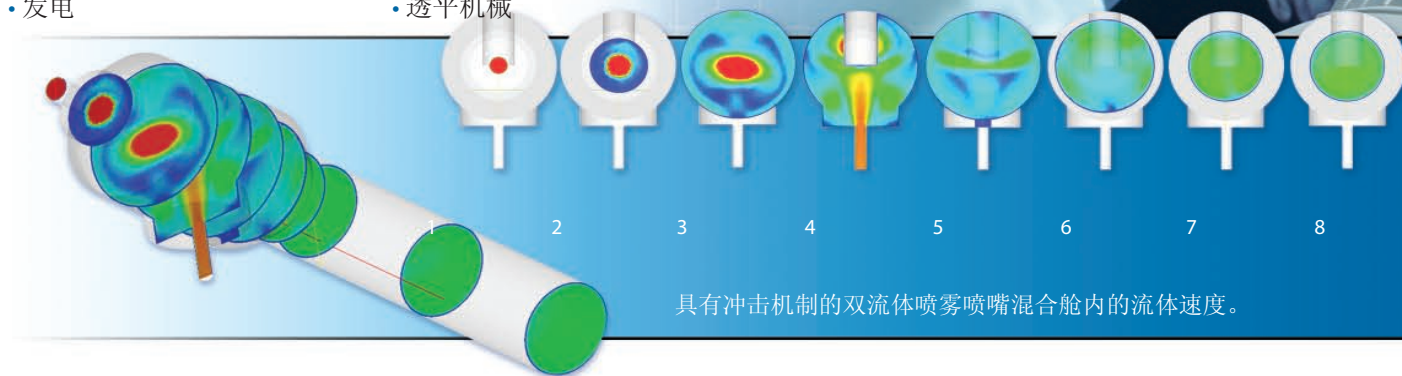
CFD 是一种进行以下预测的科学:

- 流体流量
- 热量传递
- 质量传递
- 化学反应

CFD 使用数字方法和算法来解决和分析涉及流体流量的问题。成熟的软件执行数百万次计算，用以模拟相关物理现象中流体和气体的相互作用。

CFD 广泛用于数十种行业，如:

- 航天/国防
- 汽车
- 生物医学/制药
- 化工/石化加工
- 环境质量/水质
- 食品/饮料
- 发电
- 透平机械



具有冲击机制的双流体喷雾喷嘴混合舱内的流体速度。

我们使用 CFD 来预测:

- 洗涤器、塔、风道和干燥器中的液体和气体流量
- 喷雾喷嘴中的内部流量特性
- 双流体喷嘴中的气体和液体混合
- 壁冲击和遮蔽

CFD 模型阐释了流动模式、速度、温度、气体/液体分布、液滴轨迹、整个系统内的压力以及液体流动引起的冲击力和压力。



# 先进的 喷雾分析

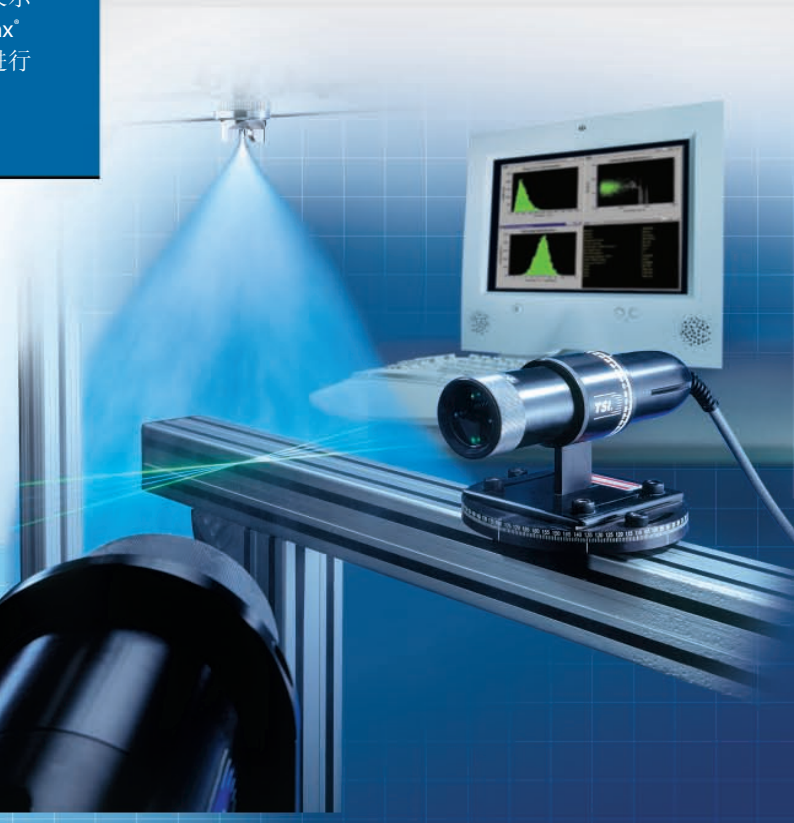
我们的任务是解决喷雾问题、优化喷雾系统性能，并找到喷雾的新方法。

大多数情况下，我们直奔喷雾实验室，那里装配有最先进的专业设备以记录喷雾特征并预测喷雾性能。我们模拟客户的运行环境，从而确定很多变量（气流、温度、压力变化、喷嘴定位、流体类型/密度、构造材料及其他）对于喷雾性能的影响。

某些喷雾操作无法在实验室重现。尽管我们可以喷洒水之外的溶液，但在测试中，使用某些气体和液体是不安全的。此外，重现某些混合条件和化学反应也并非始终都行之有效。虽然我们经常构建围栏或喷雾集管来模拟真实喷雾条件，但要构造某些结构和喷雾环境却不太实际。这时，我们就要依靠独有的喷雾特性数据和 CFD 的扩展库。



温度曲线图，表示塔内通过 FloMax® 空气雾化喷嘴进行的气体冷却。



# 我们运用 CFD 的方法不同... 并取得了更好的效果

## 标准和定制 CFD 间的差异

标准 CFD 模型使用理论数字代码，这需要用户投入大量的时间以及全面的计算资源。用户必须搜集并准备好各种具体信息，这往往需要几周时间。一旦数据输入到 CFD 建模程序中，计算工作便随之开始。计算时间将取决于模型的复杂度。可以使用标准的台式机，但可能还是需要几周时间才能完成计算。

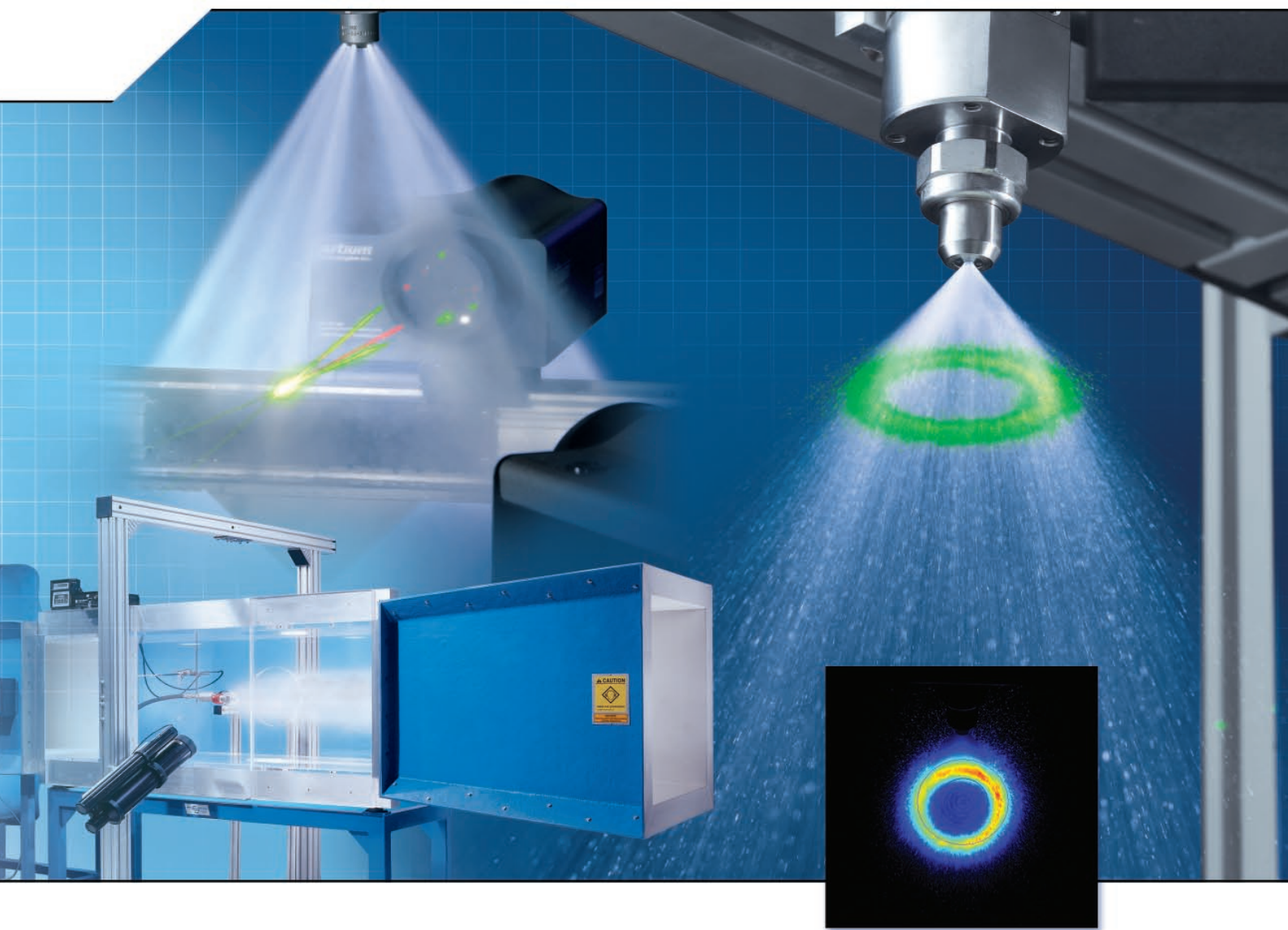
我们的定制 CFD 模型使用我们在喷雾实验室收集到的数据，从而大大缩短了数据准备和输入所需的时间。我们往往能在几天内完成准备阶段，而非几周时间。由于我们使用了特殊配备的硬件，计算时间也明显缩短。尽管每个模型各不相同，但最近的一个项目不到一小时就完成了，这与最近一次硬件升级前需要近两天时间来完成形成鲜明对比。这将总体项目时间压缩为几周，而非几个月。

## 真实喷雾性能数据的使用 提高了模型准确度

使用估计数据会增加 CFD 建模中的误差因素。例如，覆盖范围的理论计算高估了实际的喷雾覆盖范围，且无法说明可能影响喷雾的特定条件，如同流或逆流气流、热障及其他。此外，我们的研究已表明，理论计算中的误差因素随喷嘴到目标的距离增加而增加。

我们的喷雾 CFD 建模使用在实验室中收集的实际液滴大小和速度数据。对于液滴大小和速度在物理过程中起作用的每个模型，我们都使用此性能数据扩展数据库。我们拥有在喷雾技术方面经验丰富的工程师和专家，他们懂得何时依靠独有的数据，何时需要在实验室进行其他测试，从而确保达到所需的精准程度。





## 在使用 CFD 之前我们如何收集数据

### 喷雾覆盖范围

覆盖面积是喷雾在目标上覆盖的表面积。它在需要喷雾混合或喷雾淀积的应用中十分重要。分布器用于收集在离目标不同距离处喷洒的液体。如果是在气流中使用喷嘴，则数据在风洞中收集，以模拟真实的喷雾条件。

### 喷雾分布

喷雾分布是液体量在目标上的分布。通常在确定某过程的反应或混合特性时需要。使用机械或光学分布器来收集数据。

### 液滴大小分布

在蒸发或与其他颗粒的相互作用十分重要的许多应用中，液滴大小有着显著的影响。例如，气体调节、抑尘、喷雾干燥和农业喷雾。光学分析仪用于确定液滴大小和液滴大小速度。可用的分析仪有多种类型；喷雾类型决定哪种分析仪对测量最适合。收集液滴大小数据，并相应将其用作输入，以定义 CFD 中的注入。

# 通过 CFD 解决问题

案例研究：

## 冷却塔中的气体调节

### 挑战：

一家大型精炼厂需要升级气体调节塔，从而使其符合政府环境标准。整个塔中存在许多障碍物和锐弯头，可能会对喷雾喷嘴性能产生不利影响，结果导致塔壁打湿并妨碍了有效的冷却。

### 要求：

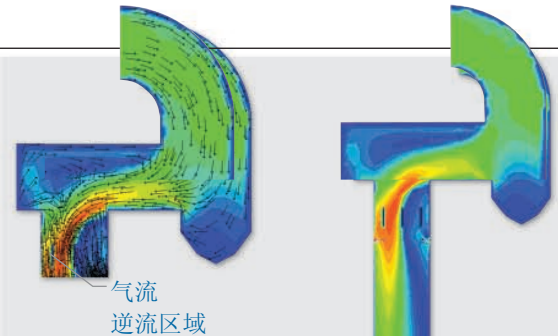
5:1 的调节比
在雾化蒸汽压力范围低于 100 psi (7 bar) 的情况下操作，且供水压力在雾化压力范围之内
排出气流中液滴大小分布紧密
较低的喷雾轨迹，这样可确保不打湿塔壁
喷雾液体必须在脱离风道之前蒸发，以免对下游设备造成任何损坏
较大的通道畅通的喷嘴可减少堵塞

### 解决方案：

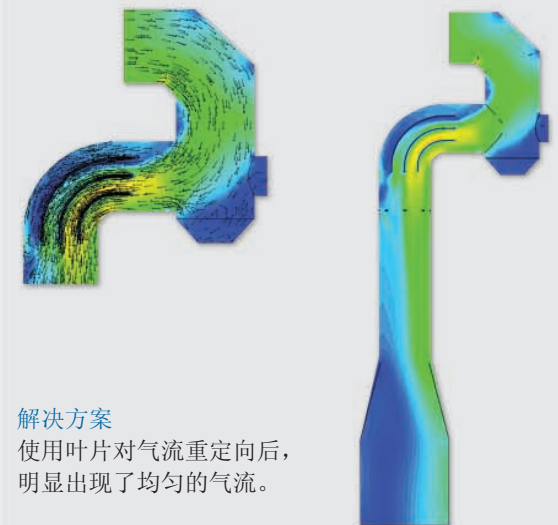
我们使用 FloMax® 气体雾化喷嘴，在满足客户需求的基础上为塔设计了冷却系统。接着，客户就要求我们来验证该设计。

通过使用 CFD 和实验室中收集的真实的 FloMax 喷嘴性能数据，我们确定所提议的设计会导致塔壁润湿、外壁有热斑，从而导致塔衬套损坏并最终使系统失效。

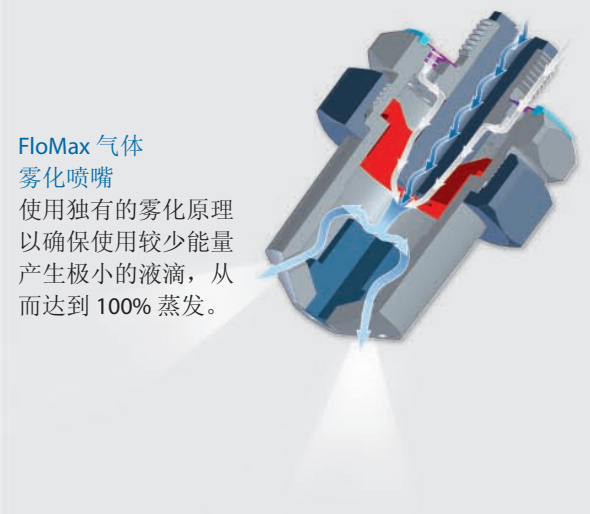
我们开发了替代设计，  
该设计消除了外壁热斑，  
并将蒸发率提高了 10%。



**问题**  
气流曲线图偏移会导致明显的塔壁润湿、逆流和气体冷却不足。



**解决方案**  
使用叶片对气流重定向后，明显出现了均匀的气流。



**FloMax 气体雾化喷嘴**  
使用独有的雾化原理以确保使用较少能量产生极小的液滴，从而达到 100% 蒸发。

## 案例研究：

### 反应塔中因急骤蒸发产生的润湿

#### 挑战：

一家化学处理厂需要改进反应塔中的浆液物料的注入方式。当前的设计无法克服由注入引起的气体急骤蒸发而产生的复杂流场，从而导致喷雾形状变差。

#### 需求：

确定最佳的喷嘴位置，以确保冲击到塔壁上的浆量最少，并防止损坏塔衬套

对喷雾轨迹建模以确认大部分过量的浆会流到塔底部

在整个塔中达到良好的喷雾覆盖

#### 解决方案：

初步设计要求有六个喷头，且喷头上带有高流速的 WhirlJet® 空心锥形喷嘴，喷雾角度为 60°。为确保达到所需的性能，我们首先对该设计进行验证。

首先要对由急骤蒸发的气体引起的流量模式进行建模。然后，我们需要评估管道排列的影响。管道布置限制着每个喷头插入到塔中的深度。这需要单独确定每个喷嘴的位置，以确保良好的覆盖范围，并最大程度上降低打湿塔壁的风险。

使用空心锥形喷嘴的实际测试数据和 CFD，我们能够模拟液滴的大小分布、起始速度及方向和通过流场时的轨迹。这样我们就能够将每个喷嘴放置在喷头上，从而尽量避免打湿塔壁。

我们的新型喷嘴配置可将打湿率降低 40%，从而满足了客户的需求。



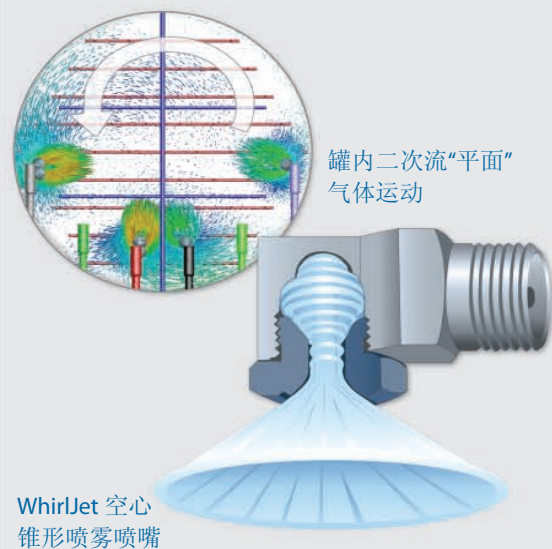
#### 问题

塔内最初的喷雾喷嘴定位导致严重的塔壁润湿。



#### 解决方案

优化的喷雾喷嘴位置可使塔壁润湿程度降至最低，并可增加喷雾覆盖范围。



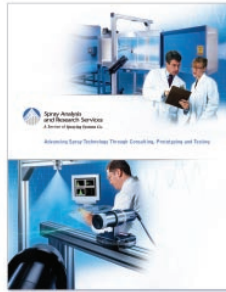
WhirlJet 空心  
锥形喷雾喷嘴



## 其他有用资源

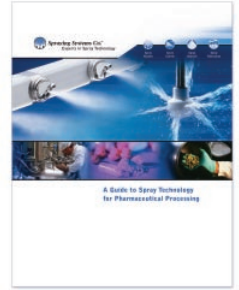
### 喷雾分析和研究服务 样本 520C

这本共 8 页的样本介绍了先进的喷雾测试如何在不同的操作条件下帮助确定性能，从而确保成功应用。



### 制药工艺的喷雾技术指南 样本 599

这本共 6 页的样本涵盖了用于片剂包衣、瓶罐清洗、以及喷雾干燥的各种喷雾喷嘴。



### 喷雾技术参考指南： 了解液滴大小 样本 459B

这本共 36 页的培训指南深度剖析了雾化、液滴大小测量技术、分析器、数据收集和分析等内容。



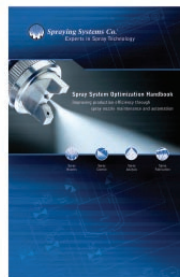
### 通过喷雾技术改进 化工生产中工艺和 产品质量 样本 568

这本共 12 页的样本概述了如何在多种行业应用中使用喷雾技术。



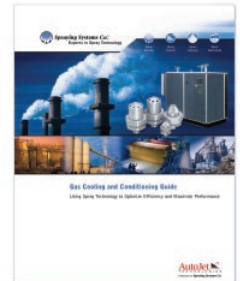
### 优化您的喷雾系统 技术手册 410

这本共 52 页的手册说明了如何评估喷雾系统，发现并解决可能造成重大损失的问题，提高质量，减少维护停工期等内容。



### 气体冷却和调节指南 样本 540B

这本共 12 页的样本介绍了如何优化气体冷却和调节应用的效率和性能。



### 进一步联系

如果您有兴趣了解相关资料和技术支持，请联系您当地的销售办事处。



**Spraying Systems Co.**  
Experts in Spray Technology



Spray  
Nozzles



Spray  
Control



Spray  
Analysis



Spray  
Fabrication

### 斯普瑞喷雾系统（上海）有限公司

400.88.77729 | marketing@spray.com.cn | www.spray.com.cn | www.spray.com | www.autojet.com

中国总部 邮编：201612  
地址：上海市松江工业区书林路 21 号  
电话：021-67600882 传真：021-67600548

北京办事处 邮编：100025  
地址：北京朝阳区建国路 71 号惠通时代广场 B2 西侧  
电话：010-68562800 传真：010-68561036

成都办事处 邮编：610041  
地址：四川省成都市科华街 6 号展业大厦 110 室  
电话：028-86128212 传真：028-86126681

上海办事处 邮编：200030  
地址：上海市天钥桥路 333 号腾飞大厦 1002 室  
电话：021-64828018 传真：021-64828019

广州办事处 邮编：510663  
地址：广州市科学城彩频路 11 号 D 座 302 室  
电话：020-83546866 传真：020-83546829

香港办事处  
地址：香港九龍長沙灣永明街 3 號泰昌工廠大廈 3 樓 B3 室  
電話：00852-23052818 傳真：00852-27547786



样本编号：LI-621-C，2010中国印刷，版权所有©斯普瑞喷雾系统（上海）有限公司