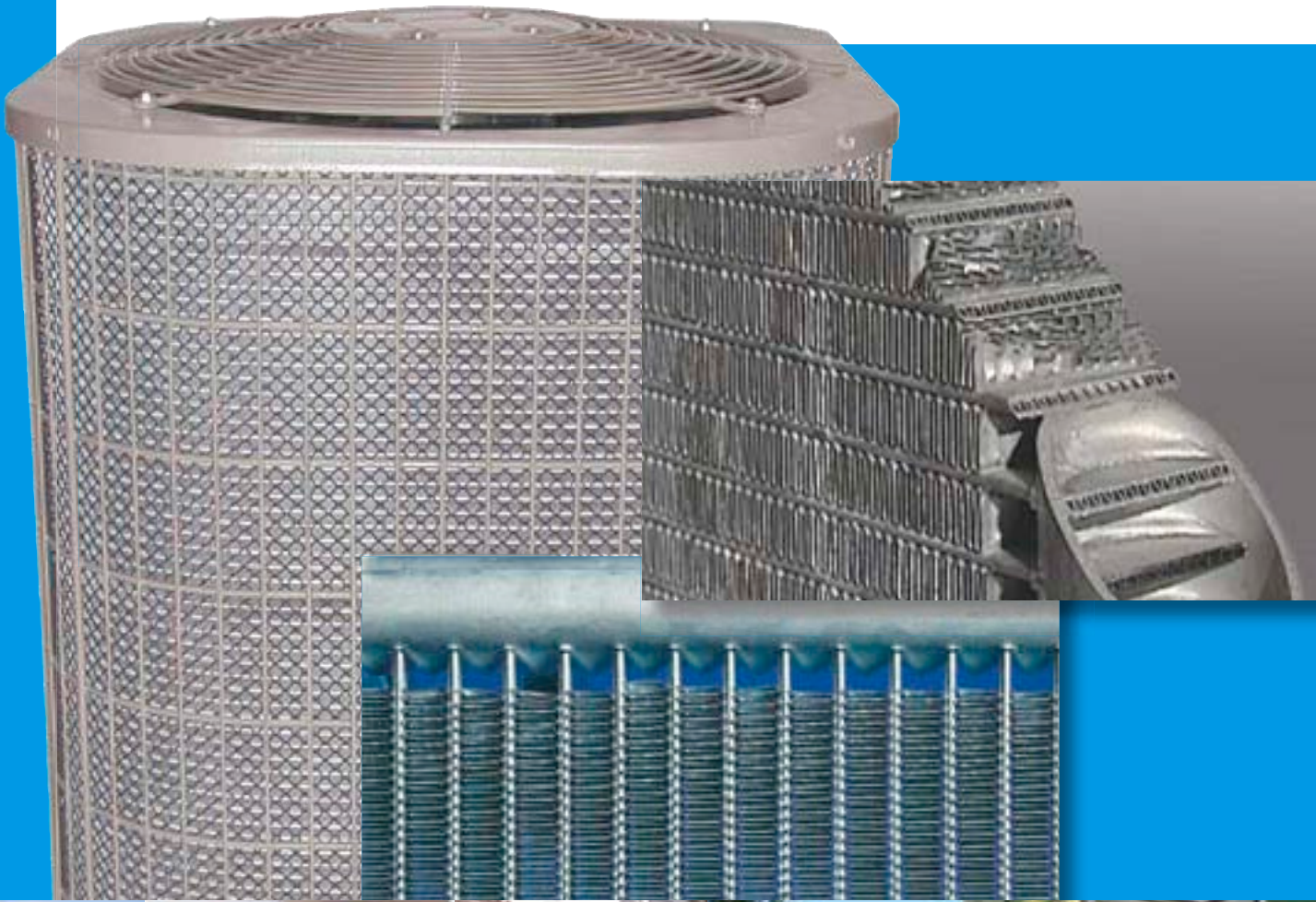




# NOCOLOK® 钎剂钎焊的 铝热交换器 在制冷和 空调行业的应用



Solvay  
Fluor



## 介绍

制冷和空调市场在过去几十年来有很明显的增长。下列因素可能会对系统设计和采用其他技术方案产生最重要的影响：

- 法规和用于逐步淘汰臭氧损耗型制冷剂的进度表
- 舒适性制冷需求的增长
- 能源成本的增加
- 有关能源效率的规定

臭氧损耗型制冷剂的逐步淘汰已经且将继续是空调制冷行业最根本的转变之一。从 CFC 转变到 HCFC，进而转变到 HFC 实属不易，但它却是一个全球性成功的例子。

发达国家生产的所有电能有 15% 用于运行制冷或空调系统。而在油价不断上涨和能源成本不断增加的情况下，加上环保问题，提高能源效率是制冷或空调行业当前所面临的巨大挑战。

制冷和空调行业对气候的影响 90% 是由于间接排放（电能消耗引起的 CO<sub>2</sub> 排放），而只有 10% 是由于制冷剂的直接散发。

因此，减少制冷剂散发和提高能源效率是行业可持续发展的关键要素。

根据 IIR<sup>[1]</sup>，用 2000 作为基线有可能将温室气体排放的影响减半，方法是通过：

- 在产品寿命的所有阶段（从流水线生产到系统废物管理）中减少制冷剂的使用
- 制冷剂的再循环、回收和销毁
- 有效的能源标签
- 增加热泵的使用
- 减少系统单一能源消耗达 30–50%。  
“利用高性能技术和改进部件效率”<sup>[1]</sup>

能源效率规定和标签发起正逐步引入或 — 已经就位 — 变得更加严密，以将特定社会的能源消耗减到最低。从 2006 年 1 月起，美国新生产的所有中央空调的最低效率水平已从 10SEER 提升到 13SEER<sup>[2]</sup>。

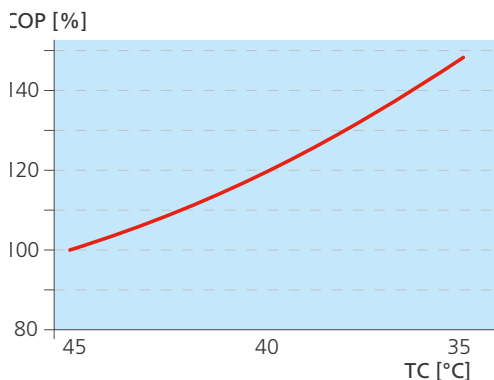
有多种方法用于改进特定空调或制冷系统的效率。通过分析实际制冷剂循环并与理想卡诺循环进行比较，结果表明系统的每一个部件实质上都有一些优化潜力。改进压缩机设计（带有调定的额定功率）、膨胀（制冷剂流程）控制、风机设计和能量管理使其更具效率，这些只是可以改进效率的一些方法。提高效率的其中一个最大潜力在于热传递：对于一个标准 R410A 空调循环来说，降低冷凝温度 3°K 将提高总体系统效率达大约 10%。气流和制冷剂相位变换温度之间温差的最小化可以通过增加热传递表面积或通过提高热交换器的热传递效率达到。钎焊微通道热交换器已经

<sup>[1]</sup> 能源效率和制冷剂散发降低是制冷工业可持续发展的关键要素。www.fluorocarbons.org

<sup>[2]</sup> SEER（季节性能源效率比）表征一个家用中央冷却系统（空调或热泵）对比于单一的室外温度，在整个冷却季节里的运行效率。如同 EER 一样，更高的 SEER 表明冷却系统更具效率。SEER 的计算基于系统在整个季节将提供的冷却总量（单位：Btu）除以将消耗的瓦时总量。

证明，它们能够为该优化潜力的利用提供一流的且更具成本效益的解决方案——同时也可提供一些其它好处。

钎焊多孔热交换器在过去 10 余年里已是汽车工业的技术选择。本手册将阐述为什么这一示范性的转变也将渗入空调和制冷工业。



## 为什么选择钎焊的热交换器？

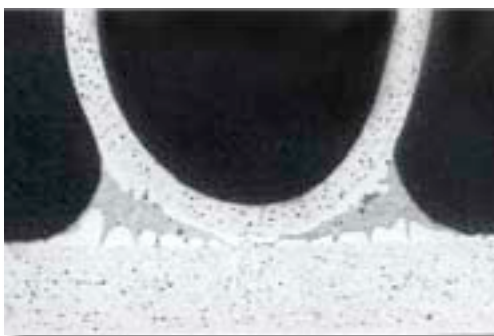
### 改进热传递性能



在标准热交换器中，大约 5-10% 的热阻是由于翅片和管之间缺少接触。

传统的通过圆管的机械胀管法制造的管片式热交换器总是使部件之间的连接产生不可避免的瑕疵。左侧的显微图形显示了翅片和管之间小间隙的示例。这些间隙会导致接触不良，从而会降低热传递性能。

钎焊连接在冶金学上将翅片和管结合在单一的导电材料中，可消除所有可能存在的接触不良。



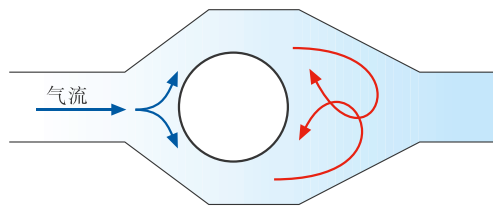
钎焊也使得有机会更改热交换器的设计，用扁管（也称为多孔扁管）代替圆管。

扁管在制冷剂侧和空气两侧都可改进热传递。首要原因是更有利的剖面/表面之比，该比值将影响空气侧和制冷剂侧的热交换效率。在空气一侧，扁管减少了气流的盲区（在盲区，气流变得紊乱）。管的盲区不仅造成热传递效率低下，也会引起许多噪音。

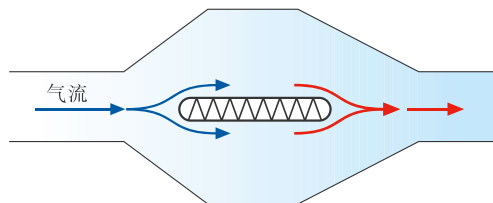
### 压力降减小

如果需要获得更高效的热交换，则必需有更低的气流，以交换期望的热量。另一方面，多孔技术的优势也已很明显，因为它可使气流的阻力更低。比较两种设计，很明显扁管设计更有益：在典型运行状态下，阻力的降低可达到 3 倍！

#### 扁管—空气侧影响

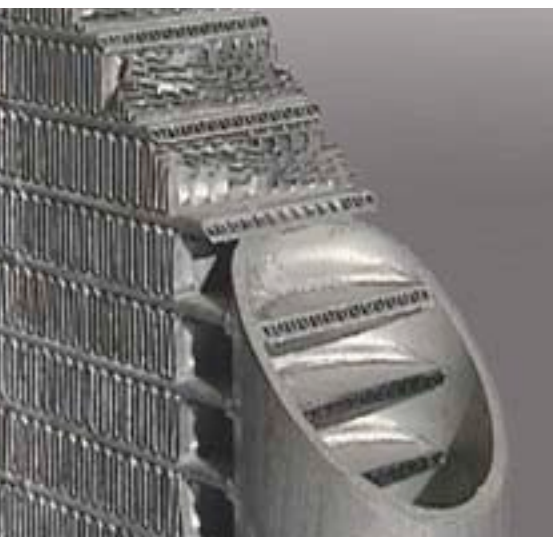


圆管的背面，热传递低，造成压差，且会引起噪音



扁管的背面，热传递大大改进，压差减小，且噪音也降低。





## 制冷费用减少

效率上的这种增加意味着用更少的冷凝器和蒸发器交换表面可以产生相同的制冷量，这将使系统本身的管路容积降低。

换言之，更高的热交换效率意味着更小的系统和更低的制冷费用。第三代 HFC 制冷混合物，例如 R410A，明显比它们现在所代替的 R22 贵。

## 性能可靠性

铝合金不但具有良好的热传导性，而且同样耐腐蚀。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 保护层可防止随着时间推移而造成的老化。将两种不同金属结合在一起，通常是电偶腐蚀的同义词。这对于铝和铜的结合尤其如此，而这种结合在当前的 HVAC 设计中非常普遍。然而应该注意到，电偶腐蚀仅出现在导电液体环境中，因此通过在接合处喷漆或使用热收缩膜，作出正确保护以防止与水接触，可以排除此类问题。

钎焊热交换器还可提供更高的机械强度，特别是在翅片连接处，因此即使处理不当或有事故碰撞，随着时间的推移，也很少会造成恶化。

## 回收优点

多孔热交换器是单一合金系统部件。因此可方便有效回收；铝材的回收已有良好的市场，可帮助降低空调系统寿命终止管理的复杂性。

## 噪声减少

正如以上所述，扁管可以使钎焊热交换器具有更少的气流盲区。这限制了涡流的产生，从而降低了噪音。并且翅片和管之间的钎焊连接为刚性结构，可降低气体涡流存在时产生的机械噪音。钎焊的多孔热交换器是降低噪音的解决之道！

## 较轻的重量

铜的比重为热交换器中所用铝合金的 3 倍以上。铜的导热性高于铝。然而，对于一个热交换器而言，金属和周围环境之间的边界条件对总体性能是决定性因素。以上提到的那些条件对于钎焊热交换器来说更为有利。结果是，铝钎焊热交换器将具有与相同尺寸全铜热交换器非常接近的性能。因此从这个意义上来说，我们可提供同样的性能，但重量却只有三分之一的热交换器。而且，对于热交换器来说，考虑原材料的成本也是非常重要。

## 如何对热交换器进行钎焊

### 什么是钎焊？

铝的钎焊涉及部件（带钎焊合金）的接合，该钎焊合金为铝—硅合金（Al-Si），其熔点略微低于部件的熔点。该钎焊合金通常被置于靠近或位于将要接合的部件之间，然后被加热至高于钎焊合金熔点但低于部件熔点的温度。冷却之后，合金在部件接合表面之间形成金相结合。

### 钎焊工艺

以下部分简要地描述了制造钎焊铝热交换器典型的生产过程。

#### 芯体组装

各单个部件被组装和固定在一个芯体装配器中。夹具设计用来在钎焊过程中保持尺寸的稳定性。

#### 清洁

这一步骤也被称为脱脂或去油，用于清除残余的润滑油和成型油。现在比较流行的清洁方法是一种被称作热脱脂的技术，此技术是将芯体简单地加热至一个特定的温度，在此期间专用润滑油被闪蒸掉。

#### 添加钎剂

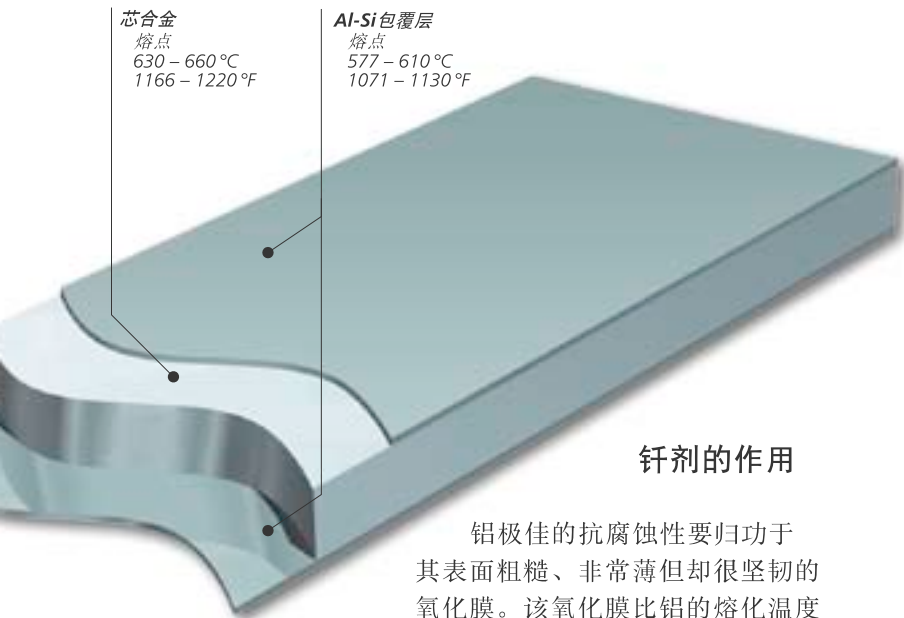
钎剂随后以悬浮液的形式通过流平、浸泡或喷淋的方式添加到芯体。悬浮液的浓度通常在 5% 至 25% 的范围内以调节钎剂的附着量。通过风刀吹落去除芯体上过量的悬浮液，并使钎剂在整个芯体上均匀附着。

到目前为止，最常见的钎剂添加方法仍然是低压喷淋。然而近年来，也出现了针对某一特定用途的新技术。

**干喷（静电喷涂）：**此技术是将粉末喷涂设备加以改进，使其可以适应钎剂的特性。因为钎剂是以粉末形式添加，所以无需配制悬浮液，无需监测悬浮液浓度，且没有废水。NOCOLOK® 干喷钎剂具有独特的粒度特性，是专为此应用而开发的。处理干喷钎剂后的部件时需多加小心，因为和湿喷相比，干喷钎剂的附着力更弱一些。

### 双面复合钎焊片

### 什么是钎焊薄片？



### 钎剂的作用

铝极佳的抗腐蚀性要归功于其表面粗糙、非常薄但却很坚韧的氧化膜。该氧化膜比铝的熔化温度高，因此在钎焊可以进行之前，必须将其去掉。因此钎剂可以去除，或者更准确地说，是溶解铝表面的氧化膜。在钎焊温度时，钎剂熔化并覆盖铝表面，溶解氧化膜，且在钎焊过程中防止进一步氧化。熔化后的钎剂随后湿润要形成焊接的表面，让钎料通过毛细作用顺畅地流入接合处。紧接着冷却，钎剂残余物残留于表面并形成一层薄且坚固的薄膜。NOCOLOK® 钎剂的成份是氟铝酸钾，分子通式为  $K_{1-3}AlF_{4-6}$ 。

钎剂预涂附，也被称为漆性钎剂涂附：这个概念是以类似于涂附流水线的方式在某些热交换器部件上预涂附钎剂，例如扁管、主片和集流管。将钎剂与适当的粘合剂/载体进行混合，之后对部件进行清洁，并用钎剂混合物进行喷涂，然后干燥/固化。部件随后可以直接送往装配机或封装起来供以后使用。该技术精确设定部件上的钎剂附着量，且处理部件时不会有钎剂掉落的风险。

**NOCOLOK® 含硅钎剂：**非常适合应用于冷凝器制造，该技术使用钎剂和硅粉的混合物，混合物用粘合剂/载体喷涂在多孔管上。与钎剂预涂附处理相同，对管的喷涂或涂覆在装配之前进行。在芯体装配后的钎焊过程中，硅粉与铝表面发生化学反应，以就地形成钎料，因此不需要复合翅片。

### 干燥

水是将钎剂运送到芯体的载体。此步骤的目的只是去除钎剂添加阶段的水，以使芯体在进入钎焊炉之前变得干燥。干燥通常在大约 200°C 左右进行，且不应超过 250°C。

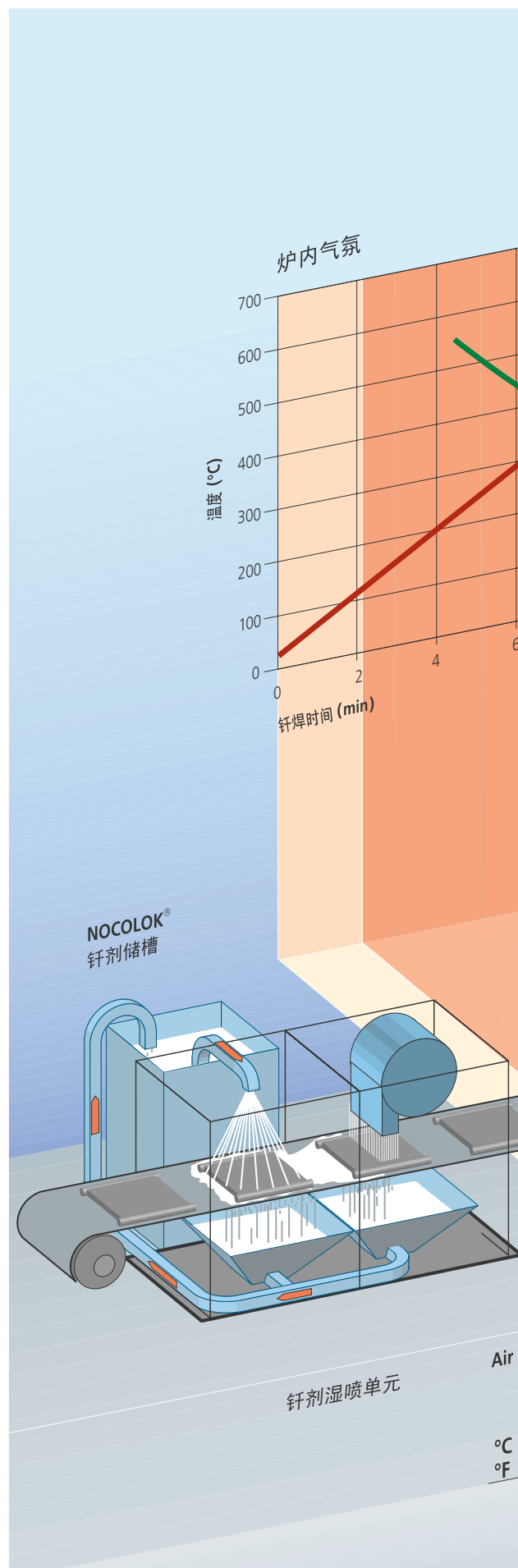
### 钎焊

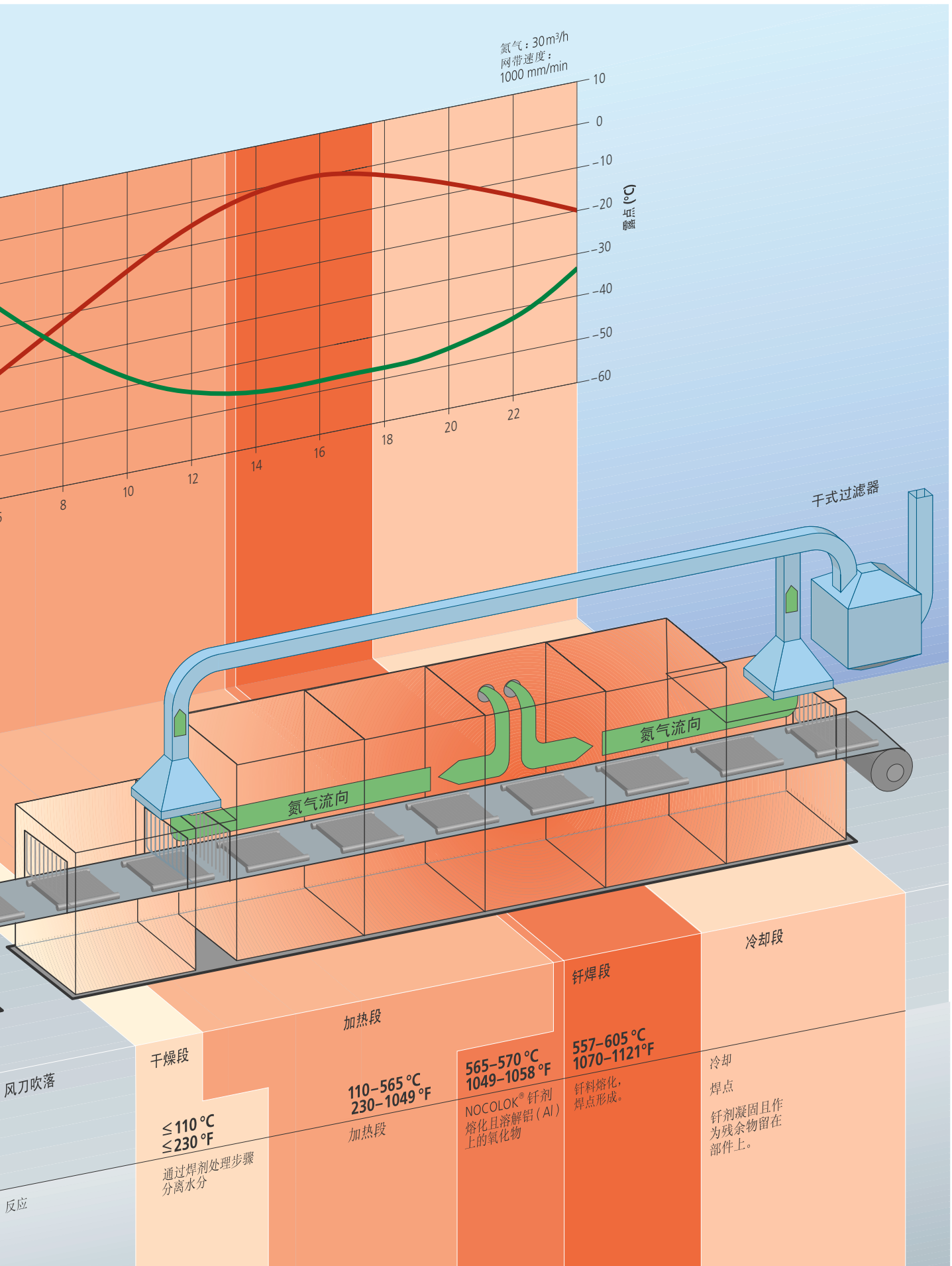
**NOCOLOK® 钎剂钎焊，**也被称作 Controlled Atmosphere Brazing (可控气体钎焊) 或简称为 CAB，是在惰性气体 (例如氮气) 环境下在连续隧道炉中进行，如图中所示。小批量钎焊也可在间歇式钎焊炉中完成。

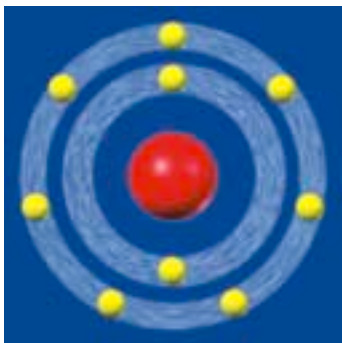
芯体的温度在其通过钎焊炉时逐步增加。在大约 565°C 时，钎剂开始熔化，随后钎料在 577°C 开始熔化。在临界钎焊区域 (水分和氧气处于最低浓度)，钎料在毛细作用下流入焊缝。钎料的凝固发生在冷却区域，这样就在所有部件之间形成金相结合。在钎焊炉的出口处，芯体已足够冷却，可以戴上手套对其进行处理。

### 钎剂残余物

在冷却后，钎剂残余物残留于表面，形成一层非常薄、附着坚硬的薄膜厚度为 1-2 μm，无需将其去除。此层钎剂残余物在所有标准应用中不吸湿、无腐蚀，且难溶于水。因为钎剂残余物可能接触到制冷剂或冷却介质，所以已为此进行了许多研究以验证兼容性。在所有已进行的研究中，无证据显示钎剂残余物会加速、促进或催化润滑油、制冷剂成分的分解或损坏系统的任何其它部件。







Solvay Fluor — 全球范围内  
氟化学行业中的佼佼者

### 专业的氟化学行业背景

苏威氟化学 (Solvay Fluor) 是苏威国际集团全球策略经营单位 (SBU) 的简称, 它拥有众多子公司和11个生产基地, 其中包括一座氟石矿。

今天, 我们在高速增长的全氟化学品市场上位居第二。

我们的企业架构以快速灵活应对全球市场需求为目标 — 这体现了我们全心全意为客户服务的经营理念。

苏威氟化学拥有一批杰出的化学家和一支精良的销售团队, 他们致力于为氟化学行业的客户提供最好的产品和服务。Solvay Fluor 拥有强大的应用技术、准备迎接任何挑战以及力求通过与客户密切磋商来解决手头难题的能力。不仅如此, Solvay Fluor 还提供范围异常广泛的氟化合物和专业产品, 它们由分布在全球的11个生产基地进行生产。此外, Solvay Fluor 乃唯一一家使用内源氟石制造并销售全系列氟产品的公司。

### 联系方式

#### Europe: Solvay Fluor GmbH

Postfach 220  
30002 Hannover, 德国  
Telephone: +49 511 857-0  
Telefax: +49 511 857-2146

Dr. Hans-Walter Swidersky, Tel. +49 511 857-3329 Commercial  
Dr. Leszek Orman, Tel. +49 511 857-3389 Technical

#### North America: Solvay Fluorides, LLC

3333 Richmond Avenue  
Houston TX 77098  
Telephone: +1 713 525-6000  
Telefax: +1 713 525-7805

Ken Neugebauer, Tel. +1 713 525-6566

#### Asia/Pacific: Solvay Fluor Korea CO., LTD

5<sup>th</sup> Fl. Donghwa Bldg. 58-7  
Seosomun-Dong, Jung-Gu  
Seoul, 100-736, Korea

Telephone: +82 2 75 60355  
Telefax: +82 2 75 60354

Daniel Lauzon, Tel. +82 2 75 73509

Internet: [www.solvay-fluor.com](http://www.solvay-fluor.com)

免责声明: 我们在此给出的所有声明、信息和数据均是准确、可靠的, 但对此我们并不提供任何明示或暗示的保证、担保或承担任何责任。有关我方产品可能用途的声明或建议并不表示或保证这类应用不会侵犯其它专利权, 同时也不建议侵犯任何专利权。用户不得认为所有的安全措施已在本文中予以说明, 或可以不需要采用其它措施。在任何情况下, 用户都有责任遵守有关该产品、个人卫生、人类健康保护及环境保护方面的所有法律的、行政的和规定的程序。



NOCOLOK® 是苏威氟化学有限公司的注册商标



a Passion for Progress®