

效率  
性能  
可靠性

喷气增焓数码涡旋技术

*Vapor injection*



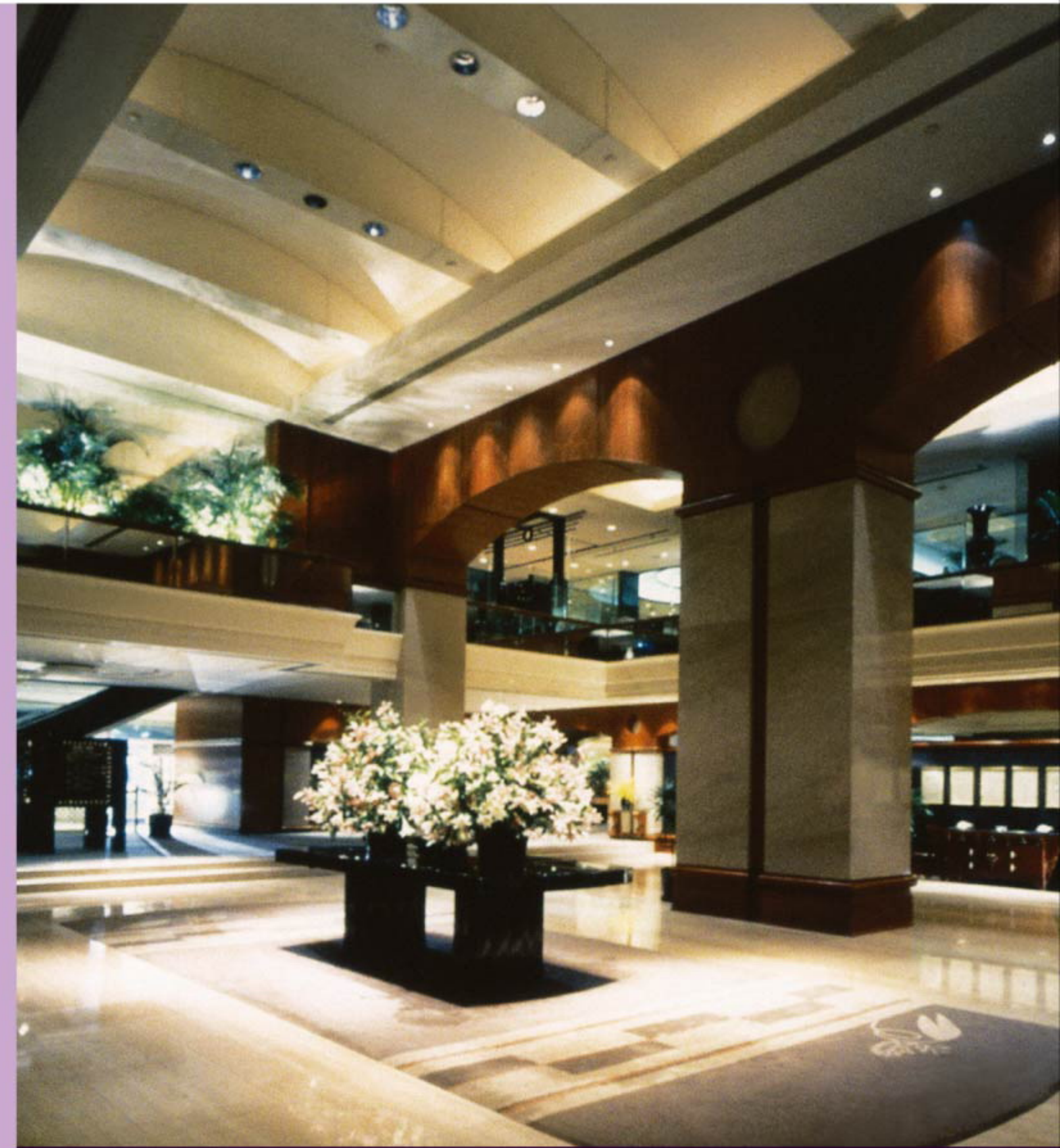
  
**EMERSON**<sup>™</sup>  
Climate Technologies

[www.digitalscroll.com](http://www.digitalscroll.com) [www.emersonclimate.com](http://www.emersonclimate.com)

  
**EMERSON**<sup>™</sup>  
Climate Technologies

在艾默生，我们衷心地承诺，无论外界环境如何恶劣，我们始终坚持不懈，利用环境优化技术，最大限度地保证商用楼宇和普通住宅舒适的内部环境。到目前为止，全球范围内，我们已经销售了超过7千万台涡旋压缩机。我们在涡旋压缩机技术的开发及应用方面处于世界领先地位。我们年复一年地不断创新，研制出高效率的压缩机和环保的制冷剂，如R407C和R410A。

# 现在我们将隆重介绍 谷轮数码涡旋™压缩机 技术——这项技术将 注定改写变容量空调 市场的发展之路。



数码涡旋技术为业主、办公楼宇和其他类型房产开发商带来的好处众多。它不需要使用变频器就能输出10-100%范围内的容量。它在极低的容量下运行时，也可以实现很好的除湿功能，出色的满负荷和部分负荷运行效率，易于回油，极佳的稳定性，精确的室内控温，每年节约大量能源。所有这些优点都基于简单而易维护的设计。

# 涡旋盘的故事

通过旋转围绕同一轴心的两个紧贴渐开线（或涡旋盘）来压缩气体的概念并不新鲜。然而艾默生环境优化技术在20世纪80年代末，借助计算机辅助设计和先进的制造方法将这个理论付诸于实践，以实现严格的公差需求。

从此，艾默生环境优化技术成长为世界压缩机应用技术的领军人物，在3个大洲建立了9家生产基地。



# 工作原理

谷轮涡旋压缩机使用2个相同的同轴涡旋盘，一个嵌入另一个之中。其中一个涡旋盘固定不动，另一个环绕它转动。这种运动将空气抽取至压缩室，并通过涡旋盘的旋转使其成功地通过更小的气窝，直到在压缩室中心达到最大压力。此时通过固定涡旋上的排气孔排出气体。每次旋转过程中，一些气体都被同时压缩，说明操作在持续。

**第一步**  
气体（黄色）从右面被吸入。



**第二步**  
随着涡旋盘旋转，  
气体被封闭在涡旋盘之间。



**第三步**  
随着涡旋盘的继续旋转，  
气体被进一步压缩。



**第四步**  
气体被进一步压缩。



**第五步**  
在中心区域，压力达到排气压力，气体排出。

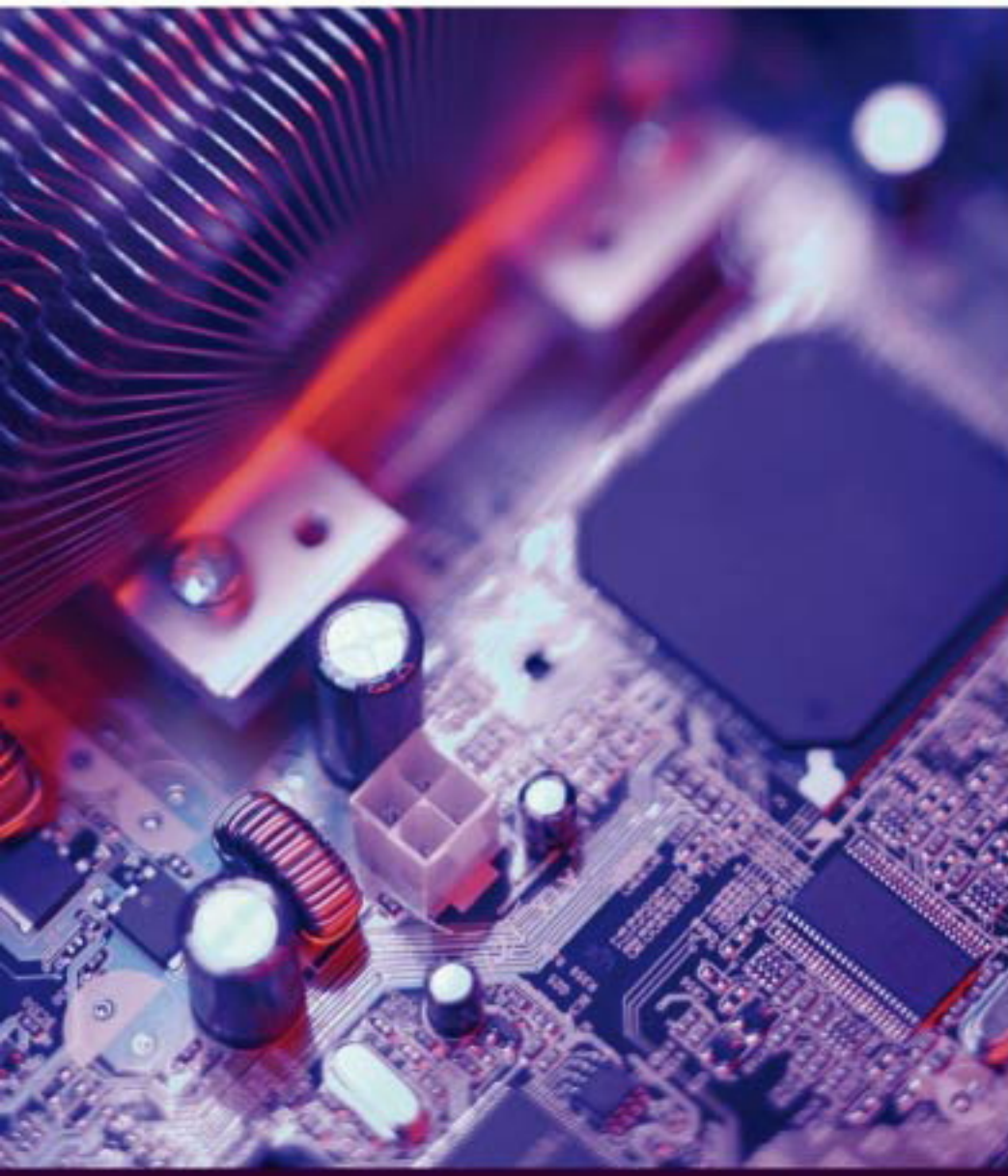


图1 谷轮数码涡旋™压缩机压缩气体  
深色和浅色螺旋分别代表固定和旋转的涡旋盘

这种简单明了的设计自然使谷轮数码涡旋™压缩机更有效率，也是世界领先的制造商们越来越倾向于为设计优异的高效节能系统指定压缩机的原因。它的高效率来自于：

- 不用活塞来压缩气体说明在再膨胀过程中没有容积效率流失，容积效率损失是在活塞式压缩机每一个冲程中都会出现的一个典型问题。
- 没有阀门就排除了气阀损失
- 操作中的离心力可以保持几乎持续的压缩和不漏接触。
- 分别抽吸和释放气体，减少传热流失。

# 高度可靠性



全球销售量超过7000万台的谷轮涡旋压缩机的现场安装经验表明，和其他压缩机相比，即使在最恶劣的环境里它也有着非常优越的可靠性。

这种无可比拟的稳定性有着以下原因：

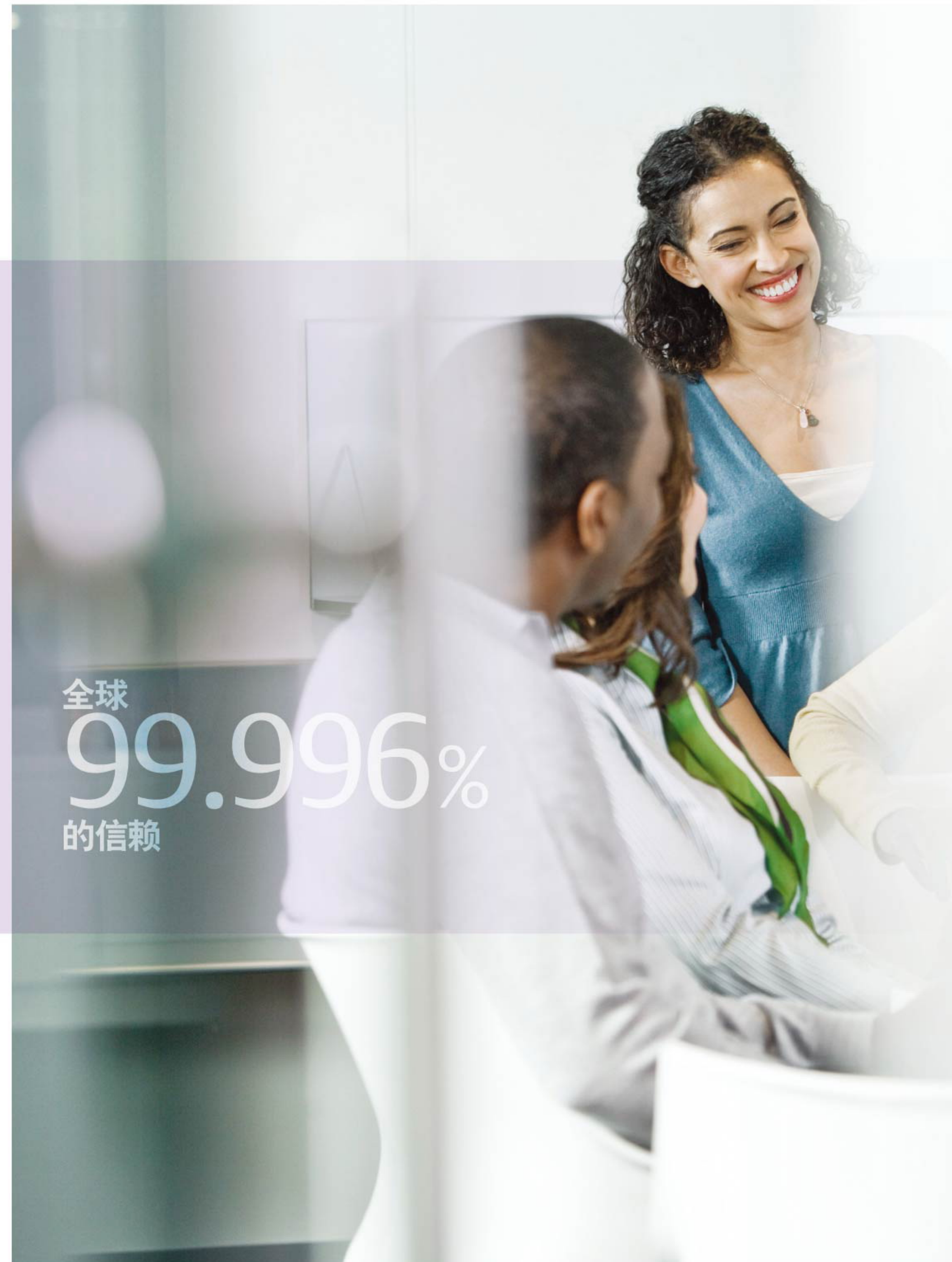
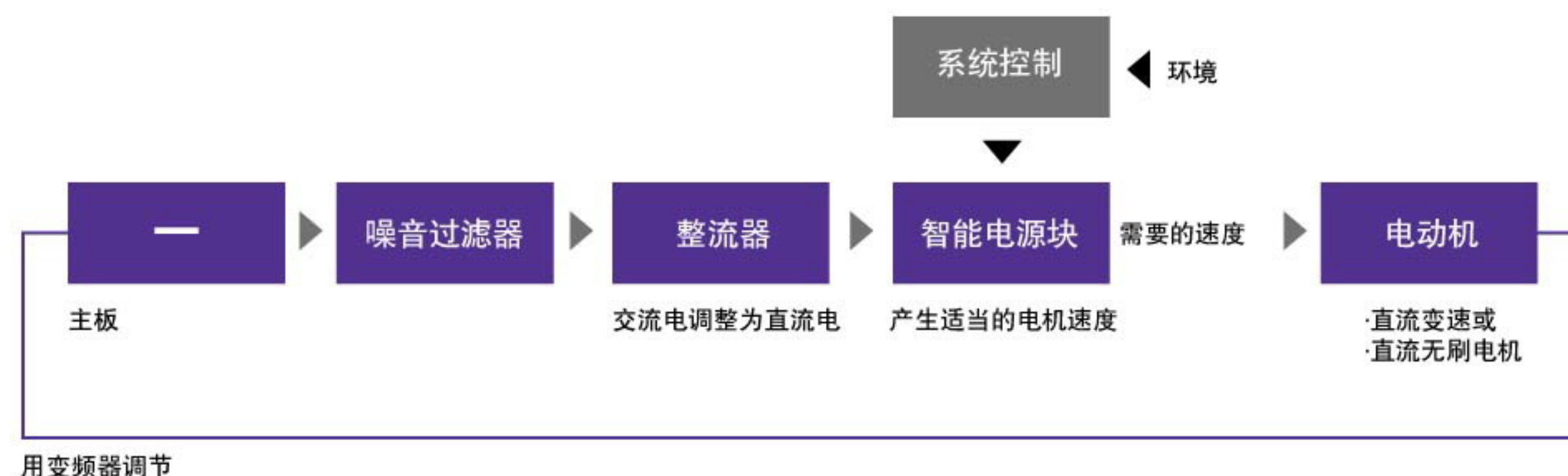
- 轴向柔性和径向柔性使涡旋组件在有小碎片或液体制冷剂时分离。这表明了谷轮涡旋压缩机对液态冷媒/杂质的处理能力。
- 与同类产品相比，运动组件减少了70%，保持了强健的稳定性，没有不必要的复杂设计。
- 可以在任何系统负荷下启动
- 比活塞式压缩机更轻巧
- 与市场同类压缩机相比，有超过10%的能效优势

## 其他选择

变频器驱动变速压缩机是另一钟选择。在这些系统中，一个变频器模块为压缩机的电机提供不同频率，而不同速度的压缩机调节了容量输出。

图2 变频器驱动的变速压缩机的运行

由于需要主板、电子噪音过滤器、整流器和智能电源块，这种系统相对谷轮数码涡旋™更复杂。



全球  
99.996%  
的信赖

# 谷轮数码涡旋™ 怎样工作

谷轮数码涡旋™的美妙之处  
在于它固有的简易性

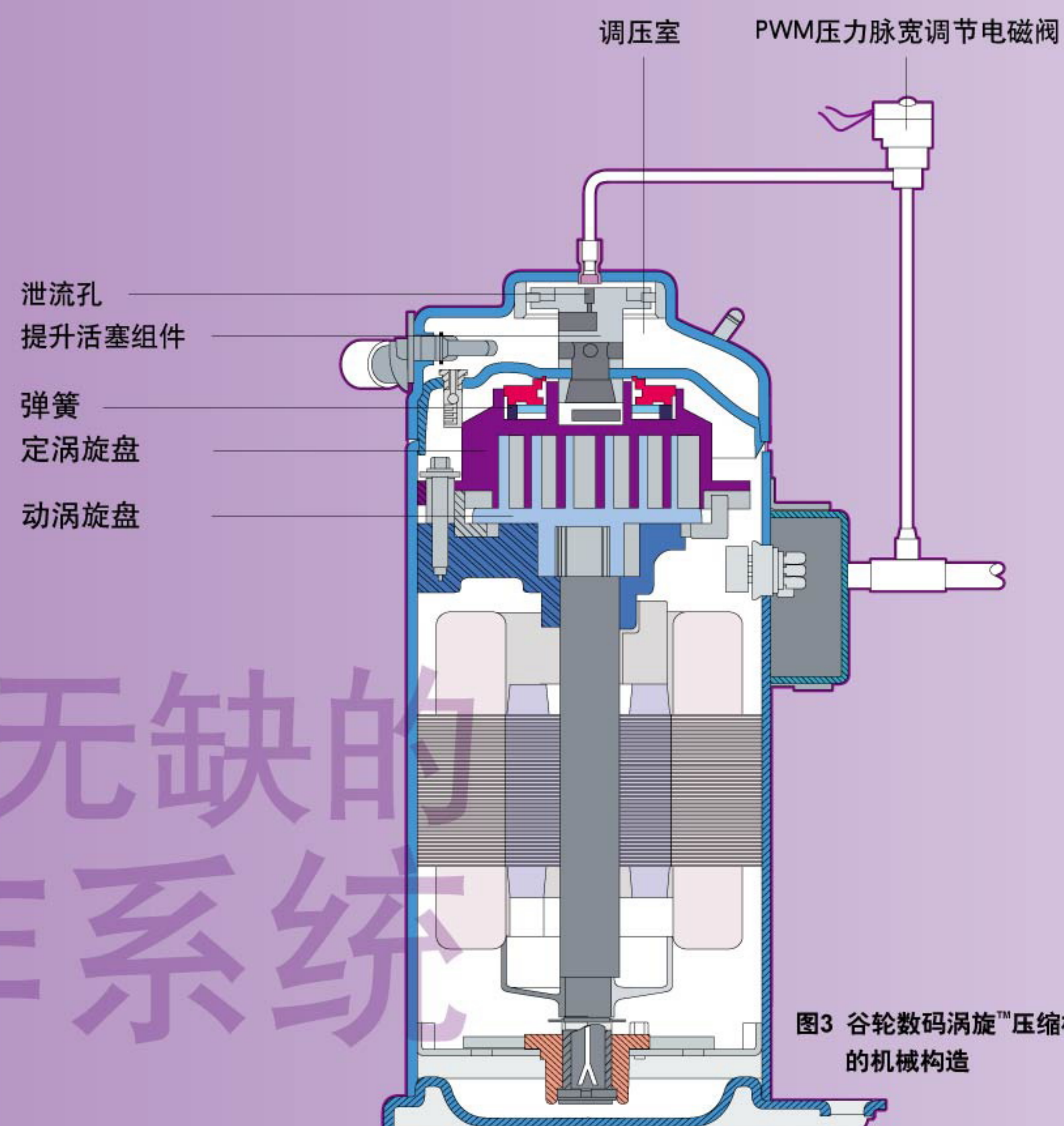


图3 谷轮数码涡旋™压缩机的机械构造

常规的谷轮涡旋技术有一独特的性能称为“轴向柔性”。这一性能使固定的涡旋盘沿轴向可以有很少量的移动，确保用最佳力使定涡旋盘和动涡旋盘在任何运行条件下始终共同加载，使效率最高。

左图可说明数码涡旋技术的机械构造。一活塞安装于顶部固定涡旋盘处，确保活塞上移时顶部涡旋盘也上移。在活塞的顶部有一调压室，通过 0.6mm 直径的排气孔和排气压力相连通。一外接电磁阀连接调压室和吸气压力。电磁阀处于常闭位置时，活塞上下侧的压力为排气压力，一弹簧力确保两个涡旋盘共同加载。

电磁阀通电时，调节室内的排气被释放至低压吸气管。这导致活塞上移，顶部涡旋盘也随之上移。该动作分隔开两涡旋盘，导致无制冷剂质流量通过涡旋盘。

外接电磁阀断电再次使压缩机满载，恢复压缩操作。如前所述，顶部涡旋盘的可移动的幅度很小——仅大概 1.0mm，因而无需担心固定涡旋盘上移下降导致的可靠性。此外，由于直径只有 0.6mm，因而从高端释放至低端的高压气体的量也较小。

数码涡旋操作分两个阶段——“负载状态”，此时电磁阀常闭；“卸载状态”，此时电磁阀打开。负载状态中，压缩机像常规涡旋压缩机一样工作，传递全部容量和制冷剂质流量。然而，卸载状态中，无容量和制冷剂质流量通过压缩机。数码涡旋的两个状态如下图所示。

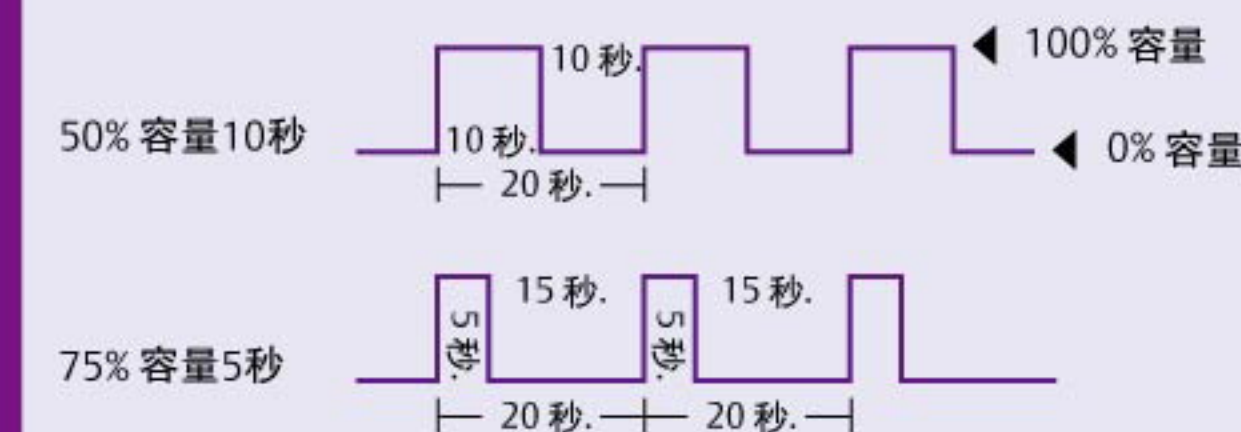
图4 谷轮数码涡旋™压缩机调节机制



在此阶段，让我们介绍一下“周期时间”的概念。一个周期时间包括“负载状态”时间和“卸载状态”时间。这两个时间阶段的组合决定压缩机的容量调节。

例如：在20秒周期时间内，若负载状态时间为10秒，卸载状态时间为10秒，压缩机调节量为  $(10 \text{秒} \times 100\% + 10 \text{秒} \times 0\%) / 20 = 50\%$ 。这就说明系统会提高50%的容量输出。

图5 周期时间的概念



如果周期时间仍为20秒，而“负载状态”时间和“卸载状态”时间则会不同。例如负载状态时间为15秒而卸载状态时间为5秒，则压缩机容量输出为75%。

通过改变负载状态时间和卸载状态时间，可用压缩机产生任何容量(10%~100%)输出。

# 谷轮数码涡旋™的优势

带有谷轮数码涡旋™压缩机的空调系统自2000年以来被安装在高层建筑、大居民区、办公楼宇、医院，甚至是大型购物中心。

精确  
高效

它的广泛应用是源于它在各领域内的众多优势，包括：

## 容量范围大

制冷和供热可以在10-100%之间调节，谷轮数码涡旋压缩机的优势是现在市场上其他压缩机无法比拟的。容量输出是连续的和无级的——这是相较变频技术方面的一个巨大的提高，变频技术只能按步骤做到输出的变化。无级容量输出也确保对室内温度的精确控制。最终，通过减少压缩机启停次数，减少了能量消耗，大范围的容量输出有利于系统季节能效比的提高。

## 季节能效比高

由于并未把季节性使用需求考虑进去，单点效能不是测量容量可调系统效能的正确方法。要计算全年运行系统中节省的能量，需要考察IPLV(综合能效系数)。IPLV是一个四点效能值，分别测量系统在容量为25%、50%、75%和100%时的EER值。将结果增加不同的权重再取平均数，就得到一个值。

在亚太地区，在ARI210/240标准和340/360标准以及中国标准下的测试，都得到了谷轮数码涡旋™压缩机具有优异的IPLV值的结论。对于并联配置尤其是这样，其中谷轮数码涡旋™压缩机和定速压缩机并联。在两台压缩机都运转或是只有一台运转时，这种配置都有着很高的能效比。



## 谷轮数码涡旋™的技术优势

### 回油

回油是多蒸发器变转速压缩机系统的一个主要问题。现代技术用油分离器和/或复杂的回油循环以确保某一阶段操作后的回油。数码涡旋压缩机是一种独特的压缩机，它无需油分离器或回油循环。有两个因素使回油变得容易。第一，油只在负载周期内离开压缩机。所以，在低容量情况下，离开压缩机的油极少。第二，压缩机在负载周期内满负荷运行，负载周期内的气体速度足以使油回至压缩机。

此项技术已经在变制冷剂流量系统中得到了应用。油也能在最差的运行条件下回至压缩机，即低负荷状态，1000米总管长和50米高度落差，也获得了成功，没有回油问题。

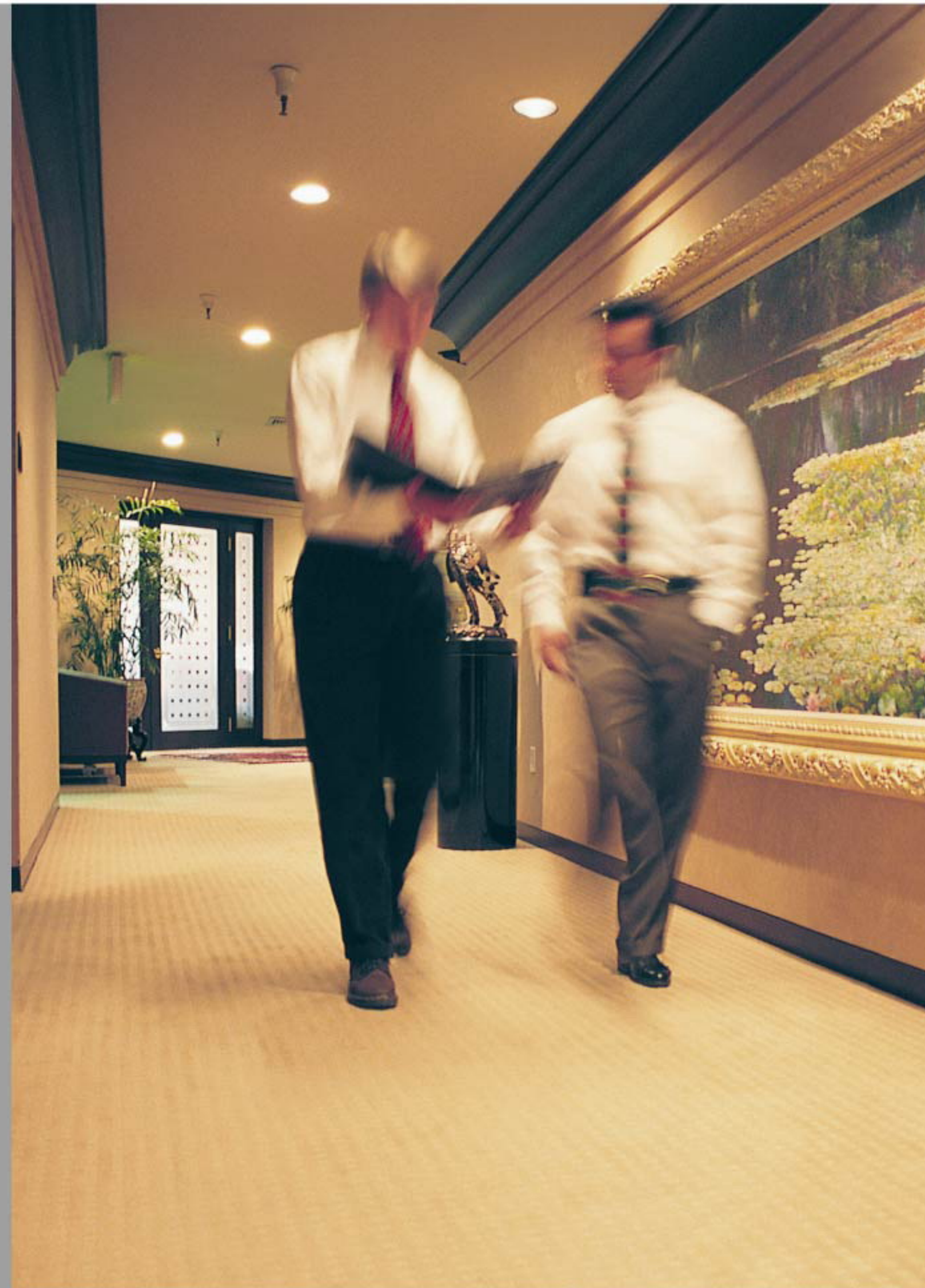
### 除湿

必须保证除湿功能以确保用户舒适性，在多联机系统部分负荷运行中尤为重要。在变频多联机系统内，压缩机在低容量要求下以较低频率运行。这减少制冷剂的质量流量并导致较高的吸气压力和较高的显热因子(SHF)。

数码涡旋压缩机运行时的吸气压力比变频系统低，因而除湿性能良好。在任何调节输出期间，压缩机在周期的负载部分满容量运行，该满容量运行导致较低的平均吸气压力并进而导致较低的SHF。

### 电磁干扰少

电磁干扰是变频驱动系统的一个主要问题。在许多国家，尤其在欧洲，对系统可能散发的电磁干扰量(比如总谐波失真)有严格的限制。



由于数码涡旋压缩机的加载和卸载是机械操作，数码涡旋系统产生的电磁干扰可忽略不计。这一独特的特性，不仅使数码系统无需昂贵的消磁装置，也增加了其可靠性和简易性。这个无法比拟的好处使得数码涡旋技术可以应用于对电磁排放敏感的地方，如医院、电信机房、服务器室。

## 谷轮数码涡旋™的优势

### 降温快

能否快速降低室温并快速调节至所需温度会直接影响用户舒适度体验。由于数码涡旋系统可通过改变负载和卸载周期时间迅速将容量从100%转换至10%(反之亦然)，它能比变频系统快得多地对系统需求的变化作出反应，无需像变频器系统那样通过中间频率的转换。

### 可靠性高

压缩机系统和电子装置的可靠性是亚洲和世界其他新兴市场中所关注的问题。在变频器系统内，电子装置一般很复杂。鉴于安装的不确定性和天气变化的极端性以及电压的波动，复杂的电子装置会引起系统的不可靠性。如果采用各种旁通装置，如热气旁通管和液体旁通管，可能使情况变得更为复杂。数码涡旋系统基本上是简易系统，这就比那些更复杂的系统提供了更高的可靠性。在过去的8年之中，谷轮数码涡旋™在亚洲、欧洲、北美洲、中东和世界其他国家都得到了应用，其可靠度达到了99.996%。以下是谷轮数码涡旋™系统和其他变频复杂系统的对比：

|       | 变频器系统 | 数码涡旋系统 |
|-------|-------|--------|
| 微处理器  | 多     | 单      |
| 电子阀   | 多     | 单      |
| 热气旁通阀 | 需要    | 不需要    |
| 液体旁通阀 | 需要    | 不需要    |
| 油滤芯   | 需要    | 不需要    |
| 电磁干扰  | 是     | 否      |

图6 谷轮数码涡旋™系统和变频技术复杂程度的对比

### 制冷剂旁通循环

大多数现行技术选用热气旁通循环和液体旁通装置。因压缩机不能达到极低容量，或是需要在变频器回油循环内触发，所以需要这些旁通管路保护装置。数码涡旋系统能使容量低至10%，所以无需这些旁通管路，因而节省了开支，并使系统简易化。

### 环保

全球变暖增强了对逐步淘汰耗减臭氧的制冷剂的需求。谷轮数码涡旋™使用环保的制冷剂，如R410A，与现在空调行业内正在使用的全部制冷剂兼容。R410A有诸多优点：系统能效高，更好的总热当量效应指数，因热传递系数高而使除湿性能好，热泵加热性能好，无分馏或温度滑移问题，通过使用较小的铜管和较少制冷剂而使系统成本最佳化。

极度节能

# 使用喷气增焓技术的谷轮数码涡旋™压缩机技术 —— 下一代空调技术

如今，住宅和商业楼宇都需要空调系统在所有运行条件下大量节能的同时具备充足的制冷和供暖能力。然而，众所周知，空调周围温度很高的时候就会失去大部分制冷和保持房间温度适宜的能力。变频技术可以解决这个问题，但是却效率很低，而且超速运转时还会产生大量噪音。在周围温度很低的时候要达到预期温度并使系统节能也是一个挑战。

使用喷气增焓技术，提高了制冷和供暖能力，又可以节能，不需要超速运转。喷气增焓的概念可以用压缩理论来解释。即入口量与出口量相关。这意味着压缩容量可以通过增加入口制冷剂量来提高。从下图可以看出以M指代流经蒸发器的质量流量，用M+I指代流经冷凝器的质量流量。经过冷凝器的增多的质量流量使得容量增加。

在压缩机内部，另外的质量流量(I) — 喷射在涡旋组件上的蒸汽，使涡旋盘冷却。这是靠增加一条用以连接压缩机外壳和定涡旋盘顶部的柔性管道来实现的。蒸汽通过这条柔性管道被喷射在涡旋中部的腔体中。图8显示了蒸汽喷射的途径。

## 增强的系统性能

喷气增焓增加了容量，提高了谷轮数码涡旋™压缩机的COP。由此增强了空调系统的性能。在一台6HP空调系统中进行这项新技术的测试，测量其在使用和不使用喷气增焓时的COP。使用喷气增焓会使系统制冷量提高8%，COP提高7%。

此技术还可以应用在供暖方面，甚至可以在很低的温度下，制热量也可以增加20%-30%。使用喷气增焓的空调系统可以在低至-20°C的温度中运行。

图7 经济器喷气增焓  
制冷剂由电磁阀导出并进入热交换器

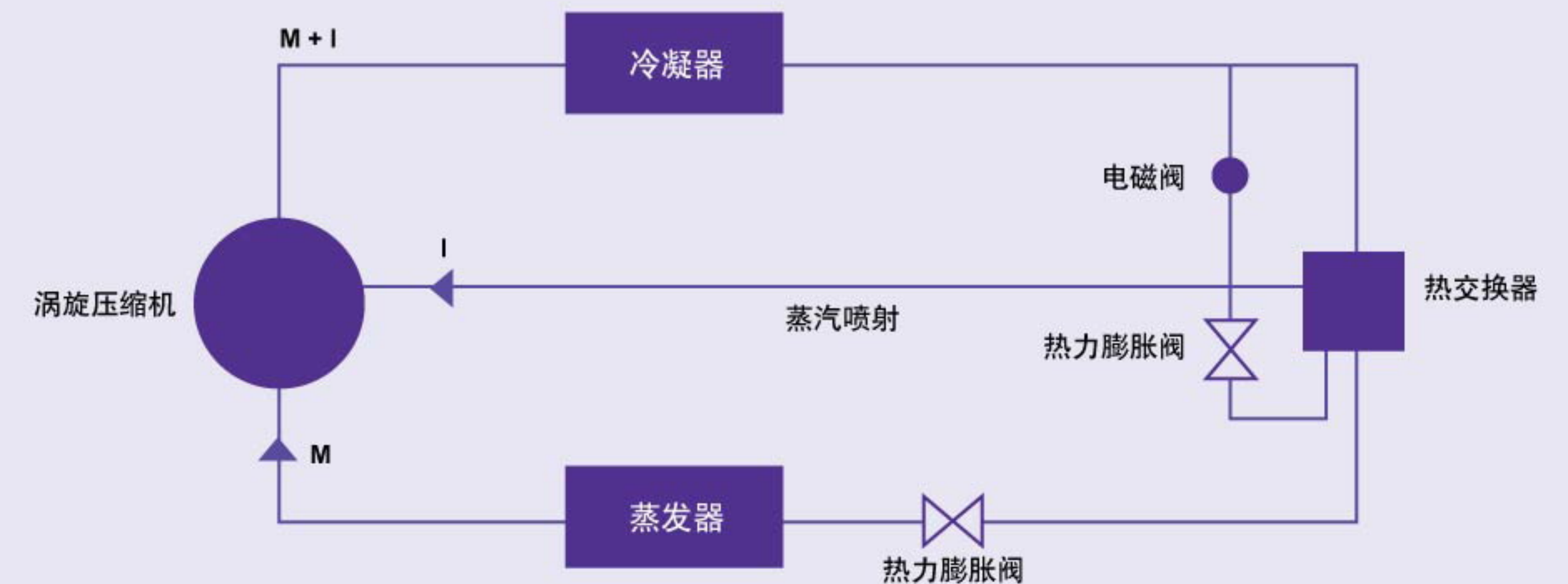
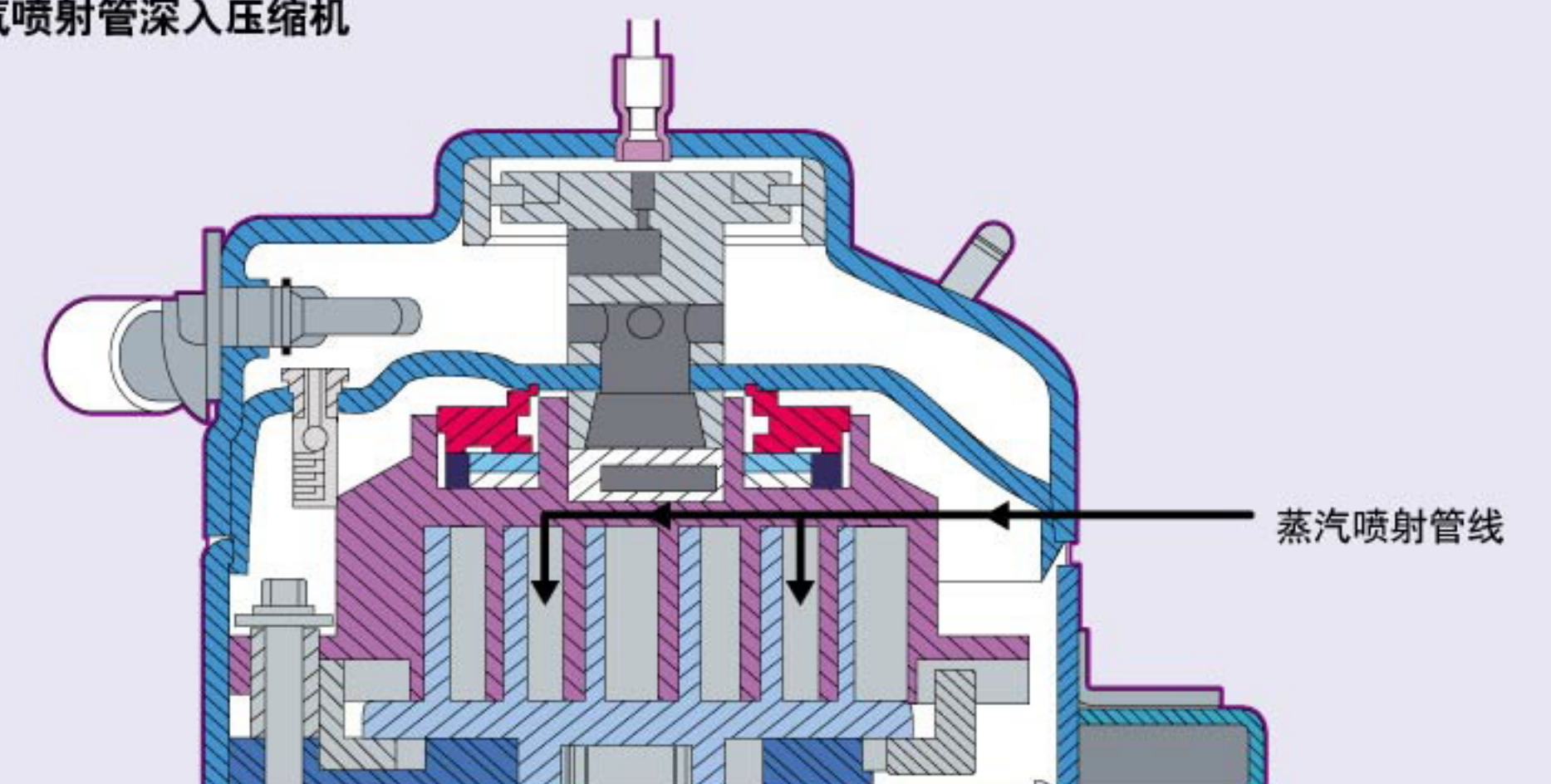


图8 蒸汽喷射路径  
蒸汽经由蒸汽喷射管深入压缩机



# 更有效率

## 使用喷气增焓技术的谷轮数码涡旋™ —— 下一代空调技术

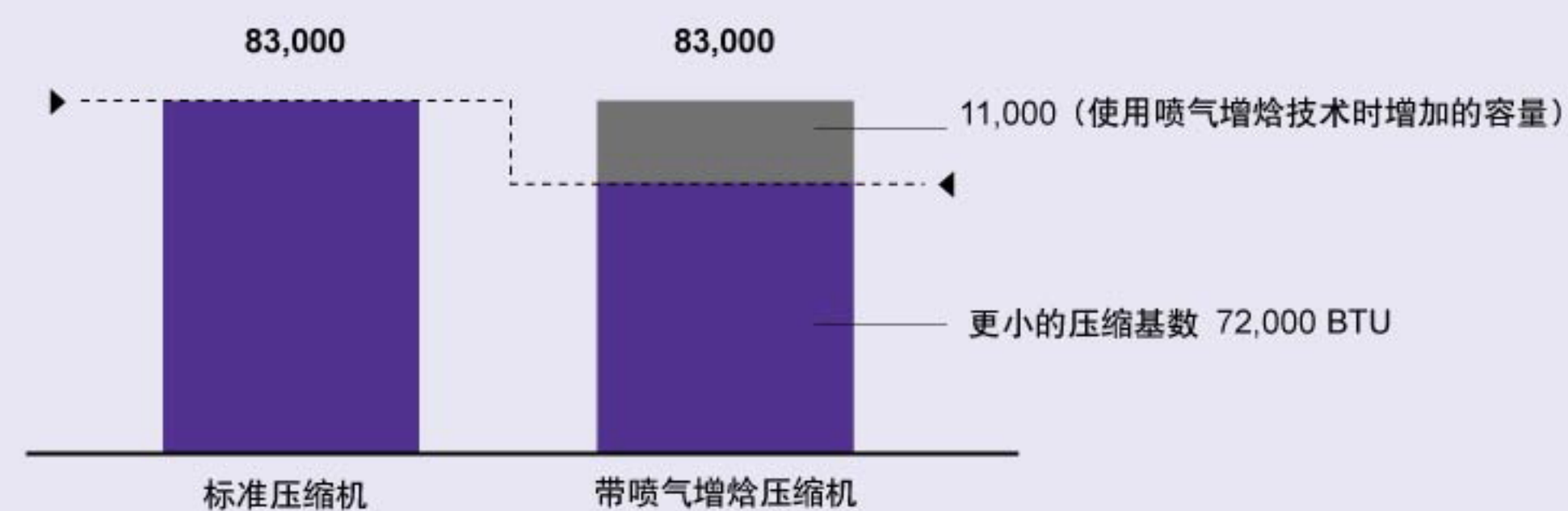
### 可靠性增强

谷轮数码涡旋™压缩机在投入市场8年中，稳定性达到了99.996%。喷气增焓技术将进一步提高这一数据，因为被喷射进涡旋中部孔洞的蒸汽制冷剂降低了涡旋的温度进而增强了稳定性。

最后，由于喷气增焓技术所产生的容量的增大，COP的提高和稳定性的提高，使得较小容量压缩机也可以达到通常大容量压缩机才可以完成的制冷能力。

在未来几年中，我们希望喷气增焓技术能给空调业带来革命。我们盼望着在全世界创造不受外界环境影响的更舒适的工作生活空间。

图9 使用和不使用EVI(强制喷汽技术)的系统比较



### 艾默生网上大学

欢迎来到艾默生环境优化技术网上大学。这里汇聚着我们最好的暖通空调以及制冷工程师们的智慧。无论您是暖通行业的新从业者，还是已经有了多年的经验，都能在本网站获得暖通行业的知识与实际操作技能。

我们提供难度从基本的制冷和空调原理到更高级的工程师的课程。您还可以在本站学习详细介绍我们的代表性产品的课程，例如关于数码涡旋压缩机技术。您可以浏览本站点，看看我们提到的那些内容。或者现在就免费注册，开始学习吧！

如需本项目的更多信息请访问：[www.emersonclimate.com/onlineu](http://www.emersonclimate.com/onlineu)