

application note



直观化的
科学方法

地点

实验室试验

- Carter Retail Equipment (UK)
卡特零售设备有限公司(英国)

现场试验

- Azzano X的Eurospar超市(意大利)

事件

比例式膨胀阀与脉宽调制PWM 电子膨胀阀的比较:

- 控制质量
- 节能

原因

- 进行这两种膨胀阀不同控制特性的定量定性比较, 包括实际现场试验和实验室试验。

E²V & PWM:

比例式膨胀阀与脉宽调制PWM膨胀阀的比较

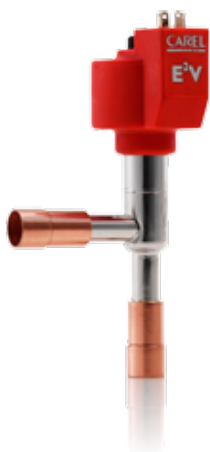
膨胀阀用于商业冷冻应用中, 向岛柜和冷藏室的蒸发器供给制冷剂。

膨胀阀的任务是保证蒸发器出口的过热度为正确值。

更好的控制精确度能给制冷回路的节能、控制质量和稳定性/安全性带来很大的帮助, 这一点人们很容易理解。

为了科学地严谨地证明这个假设, CAREL收集了一系列数据和观察结果, 以帮助人们更好地理解比例控制相对于脉宽调制PWM切实地积极效果。

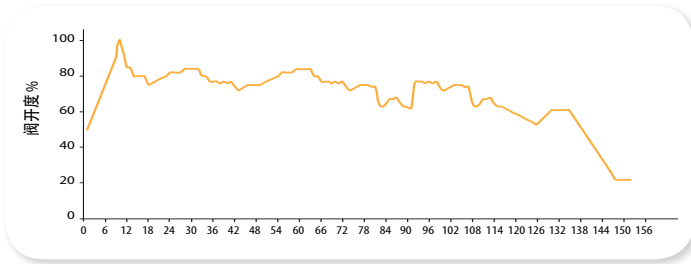
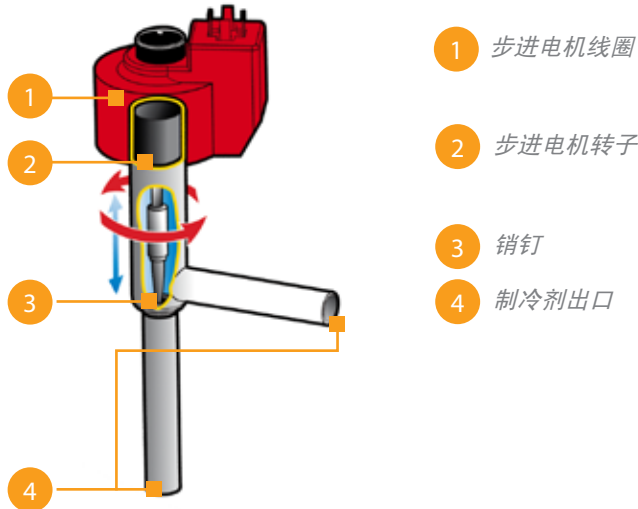
本文报告了在CAREL的实验室、实际工作设备上获得的测量结果, 并借助独立的第三方组织进行试验。



E²V步进阀

连续流量调节

- 首先，电子阀驱动器会向阀门发送一个低电压信号，以驱动转子顺时针或逆时针旋转。
- 然后，驱动机构将转子的旋转转变为销钉的轴向位移。
- 销钉的位置可以改变制冷剂开口的大小使其流过；
- 可对制冷剂流量进行精确连续地调节控制。



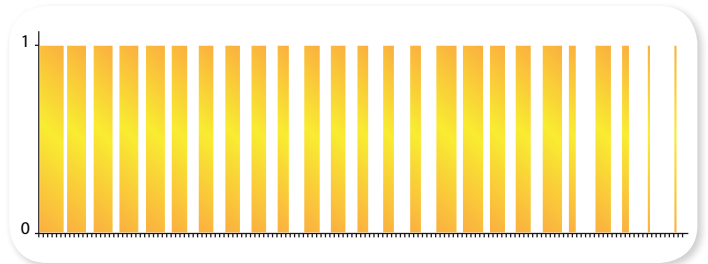
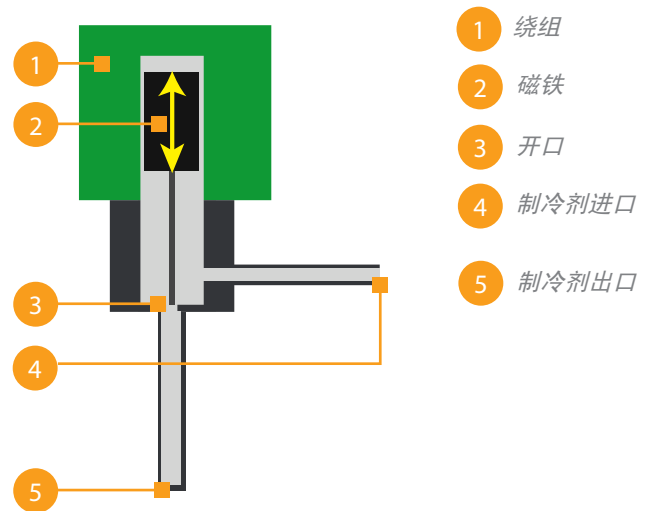
通用比例式膨胀阀的工作原理图。

CAREL E2V比例式膨胀阀的主要优点在于它能控制销钉进行轴向位移而非旋转运动。步进阀能够根据系统在某一给定时间所需制冷剂量进行精确地、连续地制冷剂流量调节。

PWM阀(脉宽调制)

脉冲流量调节

- 首先，驱动会向绕组发送一个电压信号，以调节脉冲(秒)的持续时间。
- 绕组通电后，磁铁开始运动。
- 与磁铁连接的关闭机构要么全开或全关开口。
- “平均流量”调节是通过开启和关闭次数的持续时间进行调节实现的。



通用脉宽调制PWM膨胀阀的工作原理图。

脉宽调制PWM膨胀阀只能实现经过数秒的“平均流量”的变化。瞬间流量只能是100%或0%。

比例式控制的优点



更稳定的过热控制：机组能够在较低的设定值下运行，因此实现了更高的蒸发效率。这意味着可能会产生更高的蒸发压力，最后则是实现压缩能的节约；



管道震动较小：脉宽调制PWM膨胀阀可能会导致管道和制冷剂流中产生震动，从而造成管道破裂或系统故障，或者是需要使用更厚更昂贵的并配有专门结合剂的管道；



控制范围更宽广：比例式EEV电子膨胀阀能够更好地响应冷凝和蒸发压力的变化，并适应负载的变化。同一种类型的阀门可用于不同容量和制冷剂的机组中，使选择与更换过程更为简单方便；



设备内无噪音：和脉宽调制PWM膨胀阀不同，比例式膨胀阀正常运行中不会产生噪音；



工作电压低：维修工作中或结冰时所需采取的预防措施较少。

实验室试验

卡特零售设备有限公司 (Carter Retail Equipment) 进行了一系列实验室试验，对CAREL E2V18比例式膨胀阀和脉宽调制(PWM)膨胀阀进行比较。

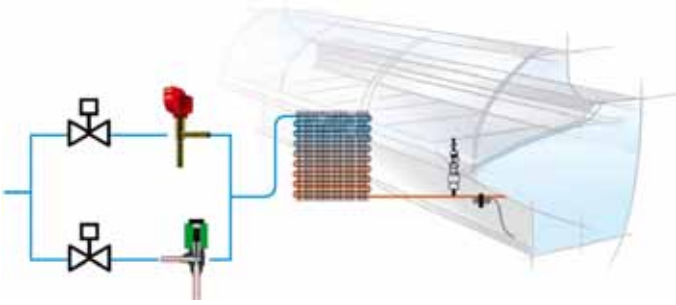
试验是在一台中温立式冷柜上进行的，对该冷柜进行了特别修改以便能允许通过两种阀门交替式的膨胀：当选择了一个阀，另一阀所安装的支路将由一个电磁阀分路。这点可以确保完全一致的试验条件。

试验目的为测量同一产品温度的萃取因数。

这相当于测量实现低温储藏产品类似效果所需要的冷却效率，或者也相当于要实现类似冷却效果所需的制冷剂量。

试验通过每24小时交替式使用比例式膨胀阀和脉宽调制PWM膨胀阀运行冷柜而进行。

制冷剂流量采用质量流量计进行测量。

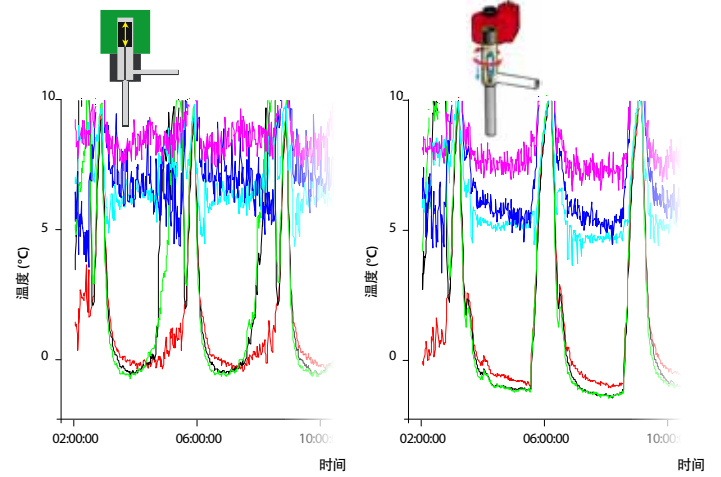


卡特冷冻实验室试验所用制冷机组

结冰

有关记录显示空气温度的不同走势是由于管路上可能结冰的不同情况。

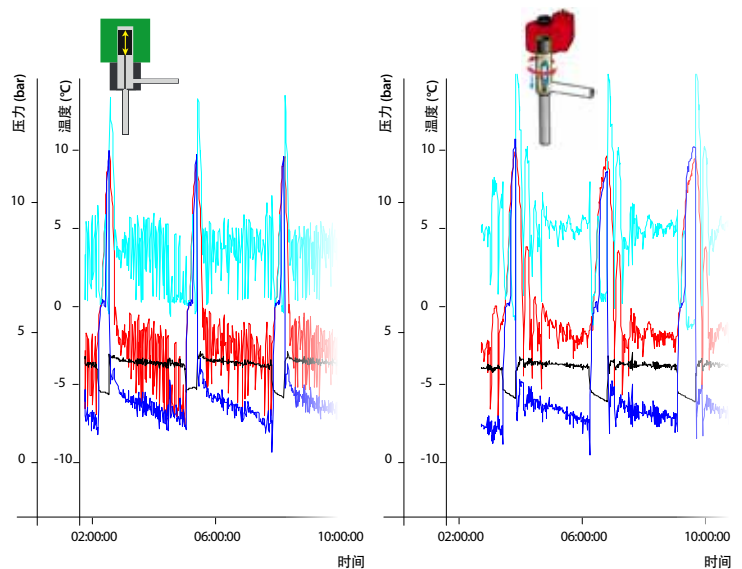
比例式膨胀阀运行过程中，没有出现控制温度或除霜次数的漂移或增加现象。



■ 冷气关-左	■ 冷气关-中间	■ 冷气关-右
■ 冷气开-左	■ 冷气开-中间	■ 冷气开-右

稳定的过热控制

比例式膨胀阀能够维持稳定的过热度而不发生大范围的浮动。这是由于有稳定的制冷剂流量，并确保能对冷柜温度和效能进行良好的控制。

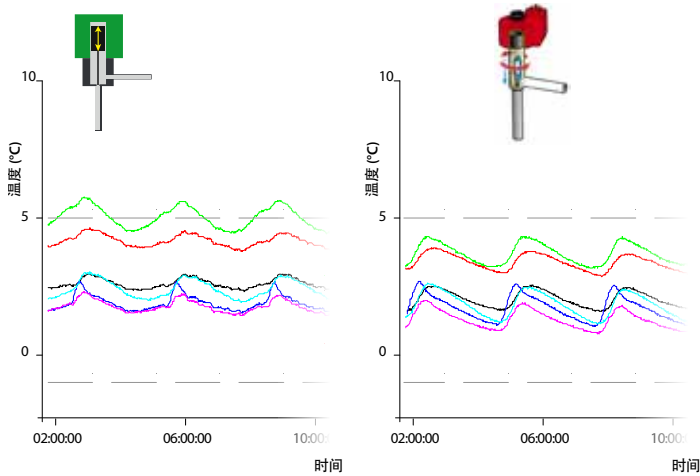


■ 吸气温度	■ 吸气压力
■ 过热度	■ 蒸发温度



产品储藏温度

该图表突出展现了比例式控制是怎样将冷柜内产品的平均温度维持在最优化控制范围内的。



■ 冷气关-左	■ 冷气关-中间	■ 冷气关-右
■ 冷气开-左	■ 冷气开-中间	■ 冷气开-右

结果分析

描述	PWM	CAREL E2V-18
产品最高温度	6.2 °C	6.4 °C
萃取因数	2.59 kW	2.34 kW
蒸发温度	-6.6 °C	-6.7 °C
能耗 (100%= PWM)	100%	90%
E ² V节能率	10%	

这些实验室的试验表明，相对脉宽调制PWM膨胀阀，比例式膨胀阀在具体试验条件下能达到更高的效率。

此外，他们为评估控制模式及食品储藏质量控制提供了一个有意义的基础。

现场试验

为评估CAREL E2V比例式膨胀阀和脉宽调制PWM膨胀阀的不同性能，在实际运营的超市中安装了“双技术”系统。

Azzano X (PN) 的ASPIAG商场占地面积1500 m²，安装有100kW中温和50kW低温制冷容量，以及21套中温和13套低温机组。

试验是通过在商场内外相同的条件下，每天交替使用膨胀阀而进行的。



E²V膨胀阀和脉宽调制PWM膨胀阀的并联安装



所有传感器都准备双倍以测量同一温度/压力值



安装电控板控制脉宽调制PWM与E2V之间的手动切换
或通过PlantVisorPRO切换

为了采集完全可比较的结果数据，对膨胀阀安装处的支路进行了复制。通过PlantVisorPRO控制的两只电磁阀交替地旁路两支管中的一支，以此改变所使用的膨胀技术。每台冷柜都装有传感器，用于两只阀驱动器，应相邻安装以避免测量中产生可能的不一致情况。每台冷柜装有以下成对传感器：

- 出风温度；
- 回风温度；
- 除霜温度；
- 吸气压力；
- 吸气温。

试验方法

进行这些试验的目的是采集可比较的数据。

将所有阀门驱动器参数设为统一数值(设定值、报警、除霜)，以确保试验在同等条件下运行。

采用各种技术条件运行期间，应保持并联压缩机组的控制参数完全一致。

采用的技术需每24小时切换一次，以确保最接近的气候条件。每5分钟进行一次数据采样。

Azzano X的Eurospar超市 (ASPIAG)

现场条件：

- 面积：1500 m²
- 中温冷柜：15
- 低温冷柜：11
- 中温冷库：6
- 低温冷库：2

中温机组：

- 共三台压缩机
- 一台由变频器驱动的压缩机 (35 – 100%)
- 总制冷量100 kW
- 有六台变频器驱动风机的冷凝盘管

低温机组：

- 共三台压缩机
- 一台由变频器驱动的压缩机 (35 – 100%)
- 总制冷量50 kW
- 过冷换热器
- 有四台变频器驱动风机的冷凝盘管

CAREL控制器

并联压缩机组：pRack pR100

冷柜/冷库：MPXPRO step3

膨胀阀：E2V

监控器：PlantVisorPRO Touch Hyper

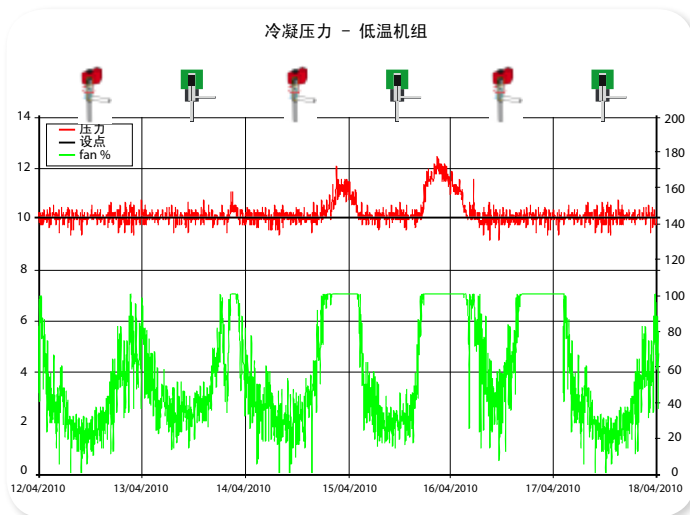
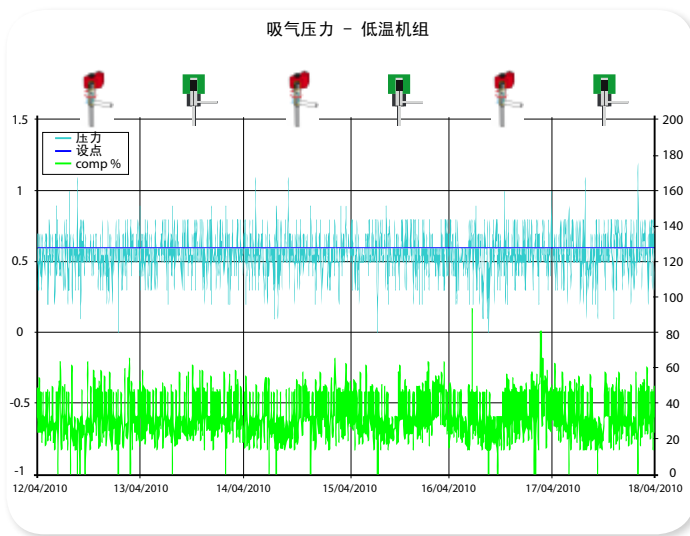


试验方法

在Azzano X超市进行的一系列试验总共持续了十个月，其中一部分时间专用于进行E2V膨胀阀与脉宽调制PWM膨胀阀之间的比较。尽管如此，图表展示了其中一项维持了若干天的试验，试验期间气候条件几乎保持恒定不变。

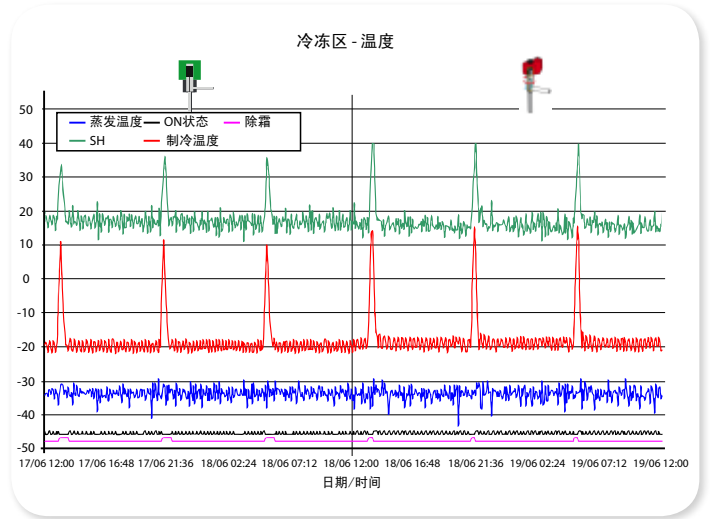
可比较的试验条件

图表显示了在脉宽调制PWM膨胀阀和E2V膨胀阀运行的这些天里压力条件是如何维持几乎一致的水平。压缩机和风机能耗趋势在这些天里也很稳定。



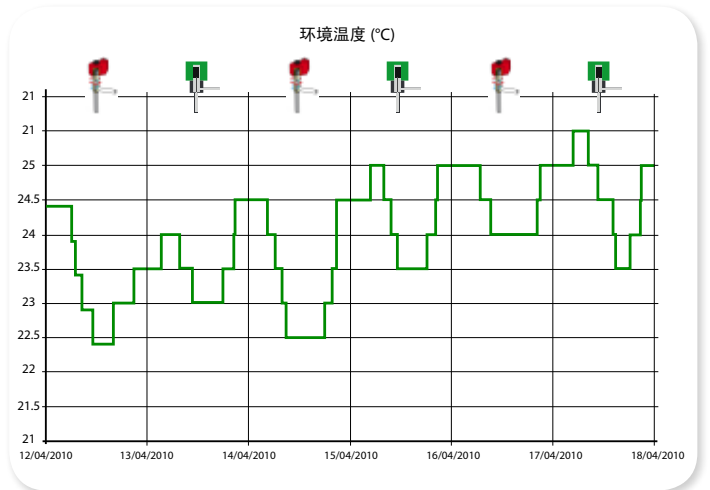
参数

图表清晰显示了在E2V膨胀阀和脉宽调制PWM膨胀阀驱动内将相应的冷柜出风和过热设定值保持一致的。同时还可以看出，采用两种技术下的除霜次数没有发生变化。



温度

在此间隔后，检测发现平均温度几乎维持恒定不变。



结论

试验结果

为了产生可比较的数据，只考虑室外温度达到比较稳定后的时间段。

进行其它类型试验阶段的对应数据也被忽略了。(参考Azzano X的成功案例)

卡特制冷设备公司(Carter Refrigeration)在实验室获得并确认的结果数据的分析。

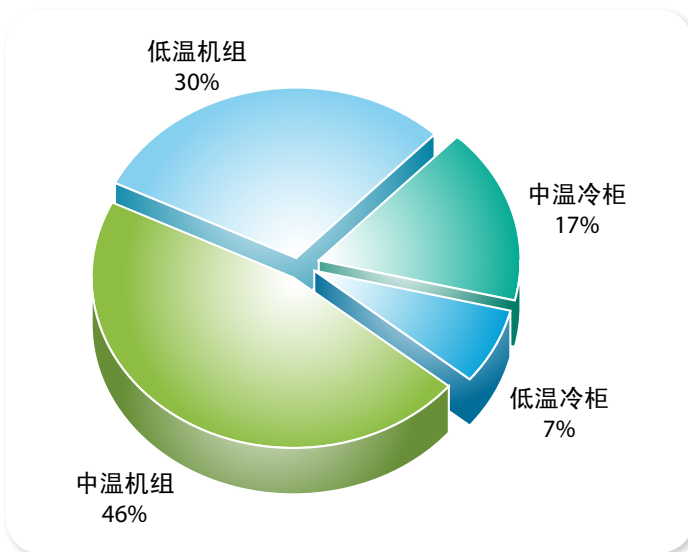
对蒸发器中流速更精确更连续的控制提高了效率，还意味着只需较少量的制冷剂就可以达到同样的冷冻效果。

流量控制的更加精确性和连续性意味着可以更高效地利用制冷剂，同时使系统实现大约5%的节能率。

这对并联压缩机组能耗产生了直接的影响，可从以下扇形图中清楚看出。

系统总能耗/运行小时数		节能
E ² V	PWM	
33,5 kW	35,1 kW	-4,5%

节能4.5%：具体分布



通过实验室的试验(卡特制冷)和现场试验(Azzano X的Interspar)，得出一个结论，即在商业冷冻应用中，通常比例式膨胀阀都优于脉宽调制PWM膨胀阀。

以及在控制范围方面的优势、较低的噪音和更好的过热控制。此外还有上述所呈现的经试验分析量化的节能效益。

而脉宽调制PWM膨胀阀不能确保机组所需的制冷剂流量，以维持正确的过热度，可能是因为其本质是脉冲控制的缘故。

这就意味着一个更高的萃取因数，即有更多的制冷剂被用来产生冷却效果。而另一方面，E2V膨胀阀可以连续地对制冷剂的流量流速进行即时控制。



CAREL retail sistema 零售业解决方案 之比例式过热控制

CAREL比例式膨胀技术与我们的新一代控制器和阀并用，这些是我们在微调领域包括可用性方面多年的研究成果。

MPXPRO STEP3具有超级电容技术

现在，连续调制也可用于商业制冷领域，而不需要安装电磁阀或连接外部电源。



EVD EVO驱动器

调节控制的独立解决方案



E²V SMART 阀

新一代E²V比例式膨胀阀功率达40kW，现也包括视液镜和内部机械过滤器，其安装和维修过程更为简单便捷。



EXV sistema 模拟器

可实际展示控制差异所在。在我们的主要展览会展位上或离您最近的CAREL子公司里都可以看到。

该模拟器为一个简单的制冷剂回路，安装有透明换热器和三只不同类型的膨胀阀：E²V、脉宽调制PWM以及机械恒温阀。各阀门动作完成的不同结果，包括过热情况和机组运行效果，可显示于监视器上，也可直接从透明换热器上看到。



Headquarters ITALY

CAREL INDUSTRIES HQs
Via dell'Industria, 11
35020 Brugine - Padova (Italy)
Tel. (+39) 0499 716611
Fax (+39) 0499 716600
carel@carel.com

Sales organization

CAREL Asia - www.carel.com
CAREL Australia - www.carel.com.au
CAREL China - www.carel-china.com
CAREL Deutschland - www.carel.de
CAREL France - www.carelfrence.fr
CAREL Iberica - www.carel.es
CAREL India - www.carel.in

Affiliates

CAREL HVAC/R Korea - www.carel.com
CAREL Russia - www.carelrussia.com
CAREL South Africa - www.carelcontrols.co.za
CAREL Sud America - www.carel.com.br
CAREL U.K. - www.careluk.co.uk
CAREL U.S.A. - www.carelusa.com

CAREL Czech & Slovakia - www.carel-cz.cz
CAREL Korea (for retail market) - www.carel.co.kr
CAREL Ireland - www.carel.com
CAREL Thailand - www.carel.co.th
CAREL Turkey - www.carel.com.tr