

## 可变先导比 ( LoadAdaptive™ ) 平衡阀

### 介绍

正在申请专利的Sun可变先导比 (LoadAdaptive™) 平衡阀, 利用创新的机械结构, 可以在保持负载稳定运动的同时, 具有先导比和先导压力可变的特性。在需要稳定时使用低的前导比, 在执行器不运动或不易发生稳定性问题时使用高的先导比。高先导比时耗能更少。

节能测试显示, 此可变先导比平衡阀可以保持油缸/马达在相同或更快的运动速度的同时, 相较于标准型平衡阀平均节省30%的能量, 同时可以维持优秀的稳定性。

### 总览

平衡阀在液压回路中用来保证油缸或马达不会因自重等外部原因出现下滑、超速等失控的情况出现。平衡阀通常安装在执行器和油箱之间的回油路 (用于负载保持) 上。

平衡阀可视为一个将其压力调至预计最高负载压力的溢流阀。多数平衡阀有一个先导控制功能使得阀开启所需的驱动压力得以降低。“先导比”就是用来描述所需驱动压力随着先导口压力的升高而降低的程度的。例如: 如果先导比是10, 在先导口的施加10bar的压力, 那么使执行器动作所需的驱动压力就减小100bar。

先导比的选择是在稳定性 (低先导比) 和效率 (高先导比) 之间妥协的结果。

对于一个有超驰负载 (通常因重力作用) 的液压回路, 选择合适的平衡阀最重要的一点



**CECA**  
可变先导比平衡阀



**CBCA**  
标准平衡阀

是确保系统的性能, 尤其是在节能和动态稳定性间寻求平衡点。很多时候, 由于可供选择安装的平衡阀种类有限, 效率不得已而为稳定性做出妥协。

能量使用效率在行走机械上显得尤为重要, 因为这些设备通常是以燃料为能源的, 而且油箱体积也有限制。

Sun的可变先导比 (LoadAdaptive™) 平衡阀在此提供了新的解决方案, 可以利用一个阀同时兼顾稳定性和效率。

## 应用指南

可变先导比 (LoadAdaptive) 平衡阀可应用在几乎任何标准型平衡阀可以应用的场合。但不是所有的应用场合都可以发挥可变先导比平衡阀的额外特性，在这些场合使用可变先导比平衡阀而非更便宜的标准型平衡阀并不经济。因此，下边是一些应用建议。

可在如下场合使用可变先导比 (LoadAdaptive) 平衡阀：

- 负载超驰或重力下坠
- 能量或燃料的使用效率非常重要
- 负载控制的稳定性很重要
- 设备克服重力所做的提升-下放-提升循环是重复并且有规律的
- 最小负载压力高于500psi (35bar)
- 最大负载压力不高于4000psi (280bar)
- 先导压力低于2000psi (140bar)

如果机器并不做规律性的提升-下放-提升动作，那么可以节省的能量就很有有限，此时可变先导比平衡阀的作用就不是很大。

参见最后一页的技术提示可获得更多的应用信息。

## 为什么可变先导比 (LoadAdaptive) 平衡阀很重要？

可变先导比 (LoadAdaptive) 平衡阀本质上和其它平衡阀一样也是平衡阀。图 1所示是这个平衡阀的基本符号。可以看到，这个符号和普通CB平衡阀是一样的。

那么是什么让可变先导比 (LoadAdaptive) 平衡阀与普通CB平衡阀区别开呢？为了回答这个问题，我们需要先来看看平衡阀是如何动作的。

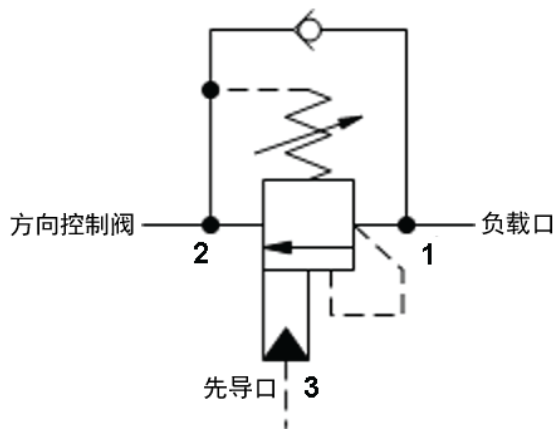


图 1 可变先导比平衡阀符号

图 2是一个重力作用的悬挂负载由平衡阀保持住的一个简单回路。

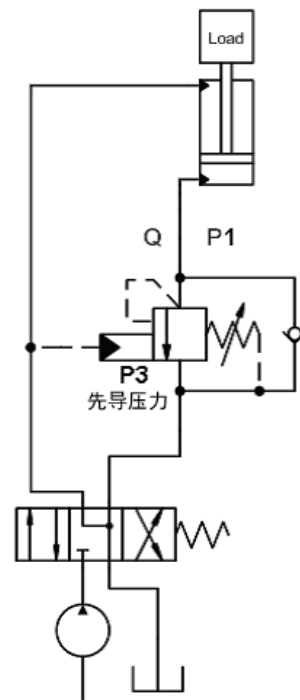


图 2 简单的负载保持回路

当方向阀向下放重物的方向移动时，压力同时施加于油缸的有杆腔以及平衡阀的先导口 (P3)。在先导作用的帮助下，CB平衡阀打开。负载压力P1与油箱接通，重物被下放。

为了更好的理解平衡阀是如何工作的，我们将它从上边的回路取出，放到一个专门的测试回路中来监测负载口和先导口的压力。图 3显示了此测试是如何进行的。

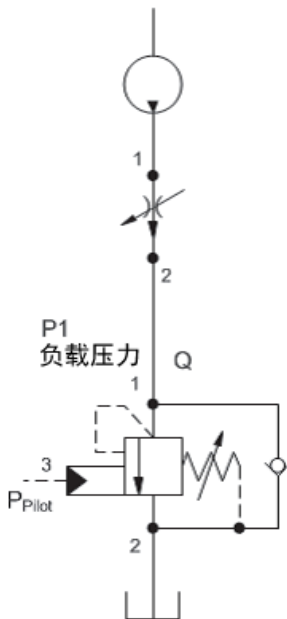


图 3 P1 v P3测试回路

图 3中：

- 油液由1口引入并且流量由一个带压力补偿的流量阀控制为20L/min (5gpm)。
- 3口先导压力逐渐增加（辅助打开1口到2口）。
- 使用不同先导比的CB平衡阀，测量P1和P3压力按照图 4所示坐标绘制曲线。

典型的P1负载压力 vs P3先导压力曲线  
流量：20L/min(5.3GPM)

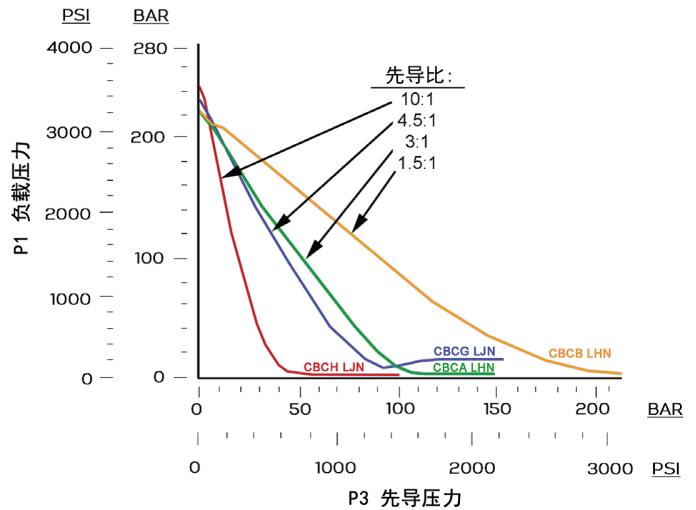


图 4 典型的P1 v P3（负载v先导）压力曲线

从图 4中可以得知：

- 流量被限制为20L/min (5gpm)。
- 先导压力 (P3) 为0时，负载压力即为其机械设定压力（仅弹簧预压缩）。
- 当先导压力 (P3) 上升时，负载压力 (P1) 下降。随着平衡阀的打开，负载将会以平稳可控的方式下放（理想方式）。
- 高先导比时使负载压力降低所需的先导压力更低。
- 曲线的斜率（绝对值）大致为先导比，即一个3:1斜率的曲线即为一个3:1先导比的平衡阀。
- 靠左的曲线（高先导比）其效率更高，但同时稳定性趋于下降。

图 5显示了当先导比从1.5:1提高到10:1时，潜在的能量节省量，大致即为阴影部分面积所示。这正是机器每个提升-下放-提升循环潜在的可以节省的能量。

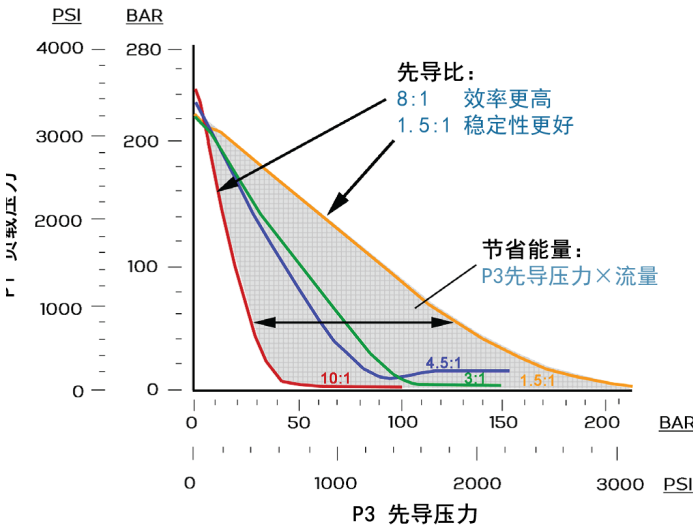


图 5 高先导比与低先导比功率比较

回忆一下...

液压功率计算：压力 × 流量

因此：对于固定的流量（此例为 20L/min/5.3 gpm），如果所需的先导压力（P3）降低了25%，则此循环过程所消耗的能量同样减小了25%。也就是说，节省了能量或者燃料。

图 4和图 5强调的是效率，我们再看看同样重要的稳定性。图 6所示的是一个标准的平衡阀在图 2所示回路中控制油缸动作的过程中的三个区域。

区域A显示了在负载压力P1和先导压力P3的共同作用下，油缸和负载尚未运动的一个阶段。先导压力尚未足以将平衡阀打开，油缸也并未移动（请记住，平衡阀必须设定为最大负载压力的130%）。油缸并未移动，因而也没有所谓的震动或失稳。所以在区域A，为了保持平衡阀稳定的低先导比是不必要的。

典型的P1负载压力 vs P3先导压力曲线  
流量：20L/min (5.3GPM)

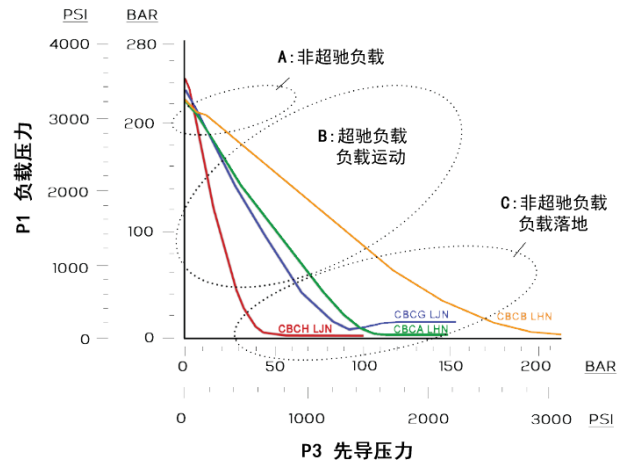


图 6 负载稳定区域 - 标准CB阀

区域C显示的是典型的负载压力P1和先导压力P3共同作用于非超驰负载。例如，如果一个绞车在下放一个空钩时，所需要的先导压力P3很高而负载压力P1却很低。此操作状态（低负载高速度）同样不需要低先导比来保持平衡阀的稳定性。

区域B显示的是典型的在先导压力和负载压力共同作用下控制超驰负载的过程。在此阶段，由于重力对负载的作用，执行器超驰运行，即即使在平衡阀的阻力作用下，执行器所需流量仍大于泵提供流量。这使得平衡阀处于重复且不受控制的开、关动作中，此动作常被称为不稳定或颤动。平衡阀处于这样的状态有可能会引起负载震荡和系统不稳定。

高的先导比会恶化这种现象，因为此时哪怕些许的先导压力变化也会导致平衡阀较大的开启动作，从而使得平衡阀阻力迅速下降，流量迅速增大。这又使得先导压力P3下降，阀又重新关闭，直至泵所供油液又跟上来，P3压力升高，阀再次打开并重复以上的开关过程。振荡即由此产生。因此，在区域B需要低的先导比来避免不稳定。

对于上述矛盾，一种理想的解决方式是在区域A和区域C使用高先导比来实现较好的节能效果，而在区域B使用低先导比来保持稳定。我们的可变先导比 (LoadAdaptive™) 平衡阀正是具有这样的功能。

### 可变先导比平衡阀如何不同？

上述讨论适用于任何平衡阀。现在我们理解了先导比、效率和稳定性之间的取舍问题，再看下到底是什么使得可变先导比平衡阀与众不同？

图 7所示的是可变先导比 (LoadAdaptive™) 平衡阀的P1 v P3曲线，同时显示了在0.5gpm (2L/min) 和15gpm (60L/min) 流量下平衡阀动作所需的先导压力。此平衡阀的溢流设定值约为5000psi (350bar)。

图 7所示的三个稳定区域与图 6所示的定义相同。

与图 4~6所示的曲线不同，图 7所示曲线有两个“拐点”，使得曲线分成三段，因此分别有三

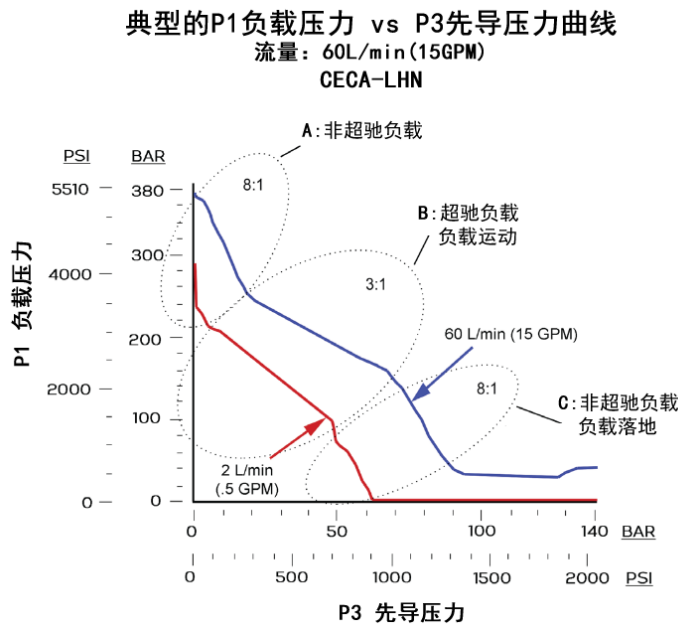


图 7 可变先导比平衡阀稳定区域和先导比

段不同的有效先导比。图 4~6所示只有一段曲线和一个先导比。曲线的上段和下段的前导比大致为8:1 (更高的效率)，中段的前导比大致为3:1 (更好的稳定度)。得益于此曲线，在如下的实验室测试中，可变先导比平衡阀相较于标准型平衡阀有约30%的节能效果。

图 8为绞车下放空钩示例。

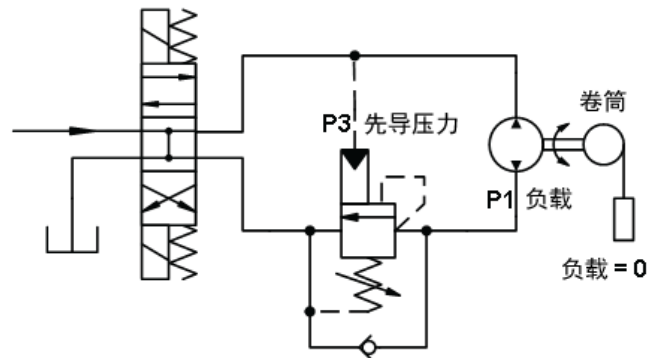


图 8 绞车效率测试示例

绞车驱动马达前后的压力是相同的 (P3=P1)。因此平衡阀的P1和P3也是相同的。驱动马达的压力可基于一项测试标准得到，而无需使用一个实际的马达 (忽略摩擦和其它损失，忽略齿轮箱)。

图 9所示为一个标准的3:1平衡阀在四种不同的溢流设定值 (280, 210, 140和70bar, 即4000, 3000, 2000和1000psi) 下的压力-流量曲线。

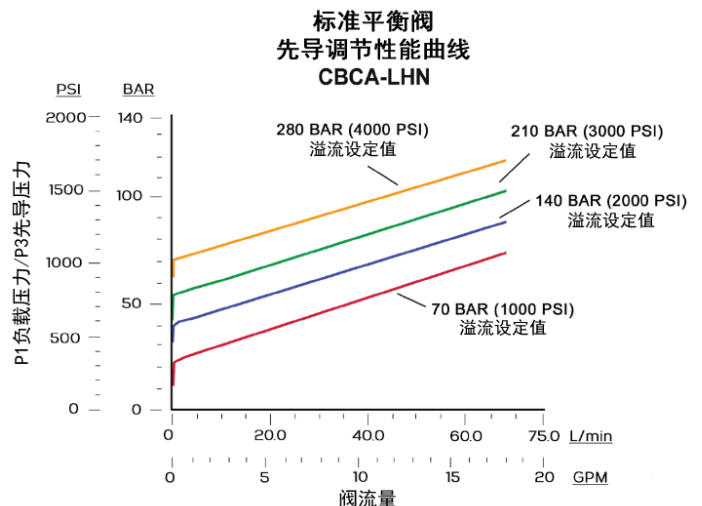


图 9 标准平衡阀先导比调整表现

图 10所示为一个可变先导比平衡阀在同样的四种不同的溢流设定值下的压力-流量曲线。

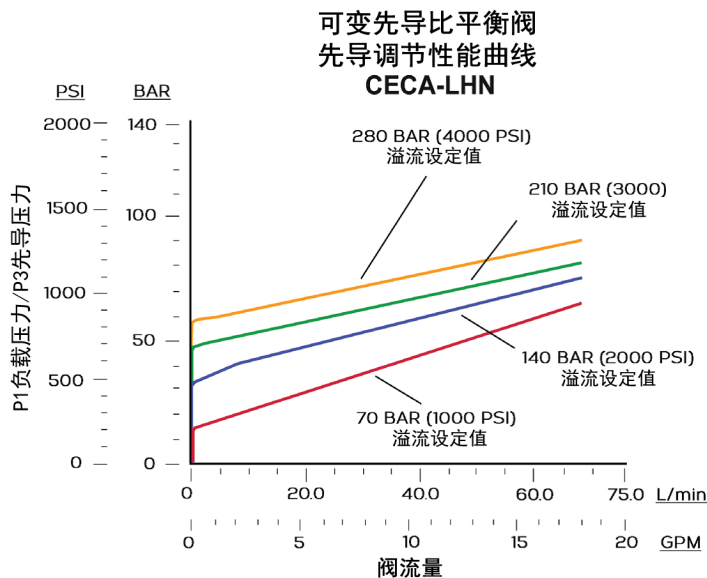


图 10 可变先导比平衡阀先导比调整表现

标准的3:1平衡阀在设定值为4000psi (280bar) 时需要1700psi (120bar) 的先导压力来完全打开平衡阀达到最大流量 (先导压力同时克服设定压力和液动力)。可变先导比平衡阀完全打开所需的先导压力为1300psi (90bar)。

上述结果表明，可变先导比平衡阀相较于普通标准型平衡阀，在同样的设定压力和同样的流量下，完全打开所需的先导压力大约低 20%到 30%，也就是说，大约节能 20%到30%。

注意，在先导压力很高、阀芯完全打开的情况下，可变先导比平衡阀不能发挥节能作用。过高的固定先导压力会跳过此阀的节能机制而直接将阀芯完全打开。当先导压力在2000psi (140bar) 或更低时，节能效果最佳。

## 可变先导比平衡阀的结构

图 11显示了两种阀的横截面。上图是一个可调无外泄的标准平衡阀，下图是此阀的可变先导比型。

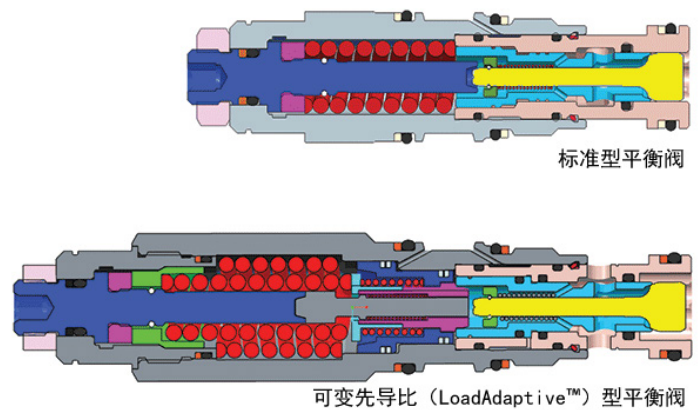


图 11 体积对比

从用户的角度看，这两种阀的实际使用方式是相同的。可变先导比平衡阀的阀芯部分也使用了标准平衡阀的结构。但是，两者的执行部分却很不一样，也正是这一部分使得可变先导比平衡阀有了有效先导比可变的功。

可变先导比平衡阀借鉴了许多现有标准型平衡阀的结构，也使用相同的调节机制。因此，先导比从0至10以及不同节流类型 (标准型、半限流、全限流、超限流) 的许多平衡阀都有对应的可变先导型。

即使在已经选用了最合适标准型平衡阀后 (高效率、高稳定性)，仍可以选用可变先导比型平衡阀来进一步提升效率。所以，节能效果是相较于效率最高的标准型平衡阀而言的。

## 补充应用提示

基于上述讨论，图 12 总结出了可变先导比平衡阀的有限使用范围包络线。

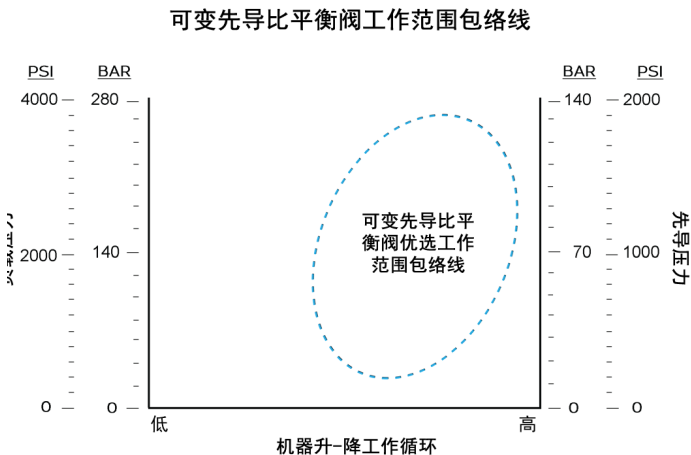


图 12 可变先导比平衡阀操作包络线

由于接口相同，可变先导比平衡阀可以代替标准无外泄口的平衡阀来使用。

但是，对于所有的无外泄口的平衡阀，背压将等效地额外增加平衡阀的设定值。出于节能考虑，推荐方向阀或比例阀的回油路为低压。可以通过将平衡阀回油路单独接回油箱来避免背压影响。

虽然长了些，可变先导比平衡阀的直径仍然与标准平衡阀相同。因而，不论是从功能还是从外形尺寸上来说，可变先导比平衡阀可以在许多应用场合替代标准型平衡阀。

尽管目前并没有发布所有的配置（图 13 所示为计划中的系列1可变先导比平衡阀，系列2也正在计划中），一旦有商业需求，Sun 也将会考虑推出其它配置或系列的可变先导比平衡阀。

如果您有具体应用上的问题或计划采购，请联系您当地的授权分销商。

Sun 也一如既往地希望了解这款产品在您具体应用中的效果或问题，以便在将来更好的帮助您。

## 参考文档

参见下边的技术提示“[平衡阀和先导液控单向阀](#)”。此技术提示中的许多建议同样也适用于本可变先导比平衡阀。

系列1可变先导比平衡阀			
可变先导比	限流类型		
	标准型	半限流型	全限流型
1.5:1 或 5:1	CECB	CEBB	暂无
2:1 或 6:1	CECY	暂无	CEBY
2.3:1 或 7:1	CECL	CEBL	暂无
3:1 或 8:1	<b>CECA</b>	<b>CEBC</b>	<b>CEBA</b>
4.5:1 或 10:1	CECG	CEBD	CEBG
10:1 或 20:1	CECH	暂无	暂无

图 13 型号列表



1500 West University Parkway  
Sarasota, FL, 34243 U.S.A.  
Ph.: 941.362.1200

NASDAQ: SNHY

**Sun Hydraulics Limited**

Wheler Road  
Coventry CV3 4LA  
England  
Ph: +44-2476-217-400

**Sun Hydraulics Korea Corp.**

74 Cheongneung-daero  
410-gil, Namdong-gu  
Incheon 405-818  
Korea  
Ph: +82-32-813-1350

**Sun Hydraulik GmbH.**

Brüsseler Allee 2  
D-41812 Erkelenz  
Germany  
Ph: +49-2431-8091-0

**Sun Hydraulics China Co. Ltd**

Hong Kong New World Tower  
47th Floor  
300, Huaihai Zhong Road  
Shanghai 200021  
P.R.China  
Ph: +86-21-5116-2862

**Sun Hydraulics Corporation**

Parc Innolin  
6 Rue du Golf  
33700 Merignac  
France  
Ph: +33-673063371

**Sun Hydraulics (India)**

No. 48 'Regent Prime'  
Unit No. 306, Level 3  
Whitefield Main Road, Whitefield  
Bangalore - 560 066  
India  
Ph: +0091-80-28456325