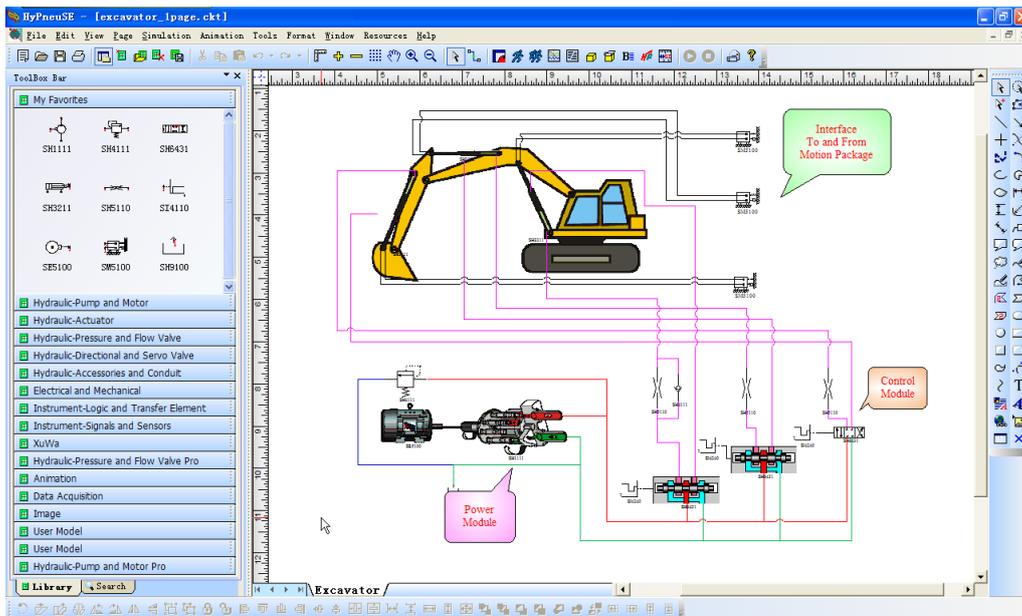


# 液压、气动一体化控制仿真软件 HyPneu 简介

## 一、软件概述

HyPneu 软件是一款集液压、气动分析为一体的流体动力与运动控制设计仿真与过程可视化的软件。软件包含了前、后处理、仿真计算与动画演示功能，可为工程设计人员提供了分析和解决液压、气动领域问题的 CAE 手段，并提供了对工程验证、改型设计、新产品研发的辅助支持，以及作为液压、气动、机械、电子、电磁一体化系统分析的虚拟仿真平台，实现多学科多领域的联合仿真。



## 二、软件背景

HyPneu 软件是美国 BarDyne 公司的产品。BarDyne 公司成立于 1989 年，致力于流体动力设计与分析软件的开发、各种相关设计分析技术咨询、各企业设计测试中心的设计规划和各种高科技检测设备的研制开发。BarDyne 公司前身为美国俄克拉荷马州州立大学 (OSU) 的流体动力研究中心 (FPRC)，此研究中心在国际上久负盛名，拥有很高的知名度和权威性。BarDyne 公司的资深液压和气动专家为世界各国军方、航空、航天、造船和制造业提供了众多的世界级权威解决方案；BarDyne 公司已有 376 项技术标准得到美国军方采用，20 项技术标准得到国际相关技术组织的采用，同时公司还拥有众多的设计与试验专利技术。

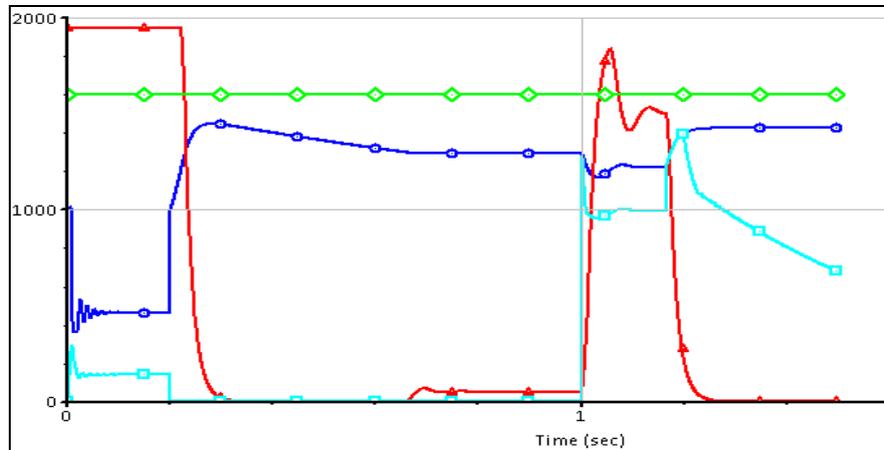
BarDyne 公司于 1993 年推出 HyPneu 软件，并于 1995 年推出 HyPneu for Windows 版本，并在美国及全球开始商业运作。目前，最新 HyPneu 版本为 V12 版。是基于全面设计管理理念开发，各模块高度集成，为工程师提供极致的设计仿真与过程可视化平台。

## 三、软件功能

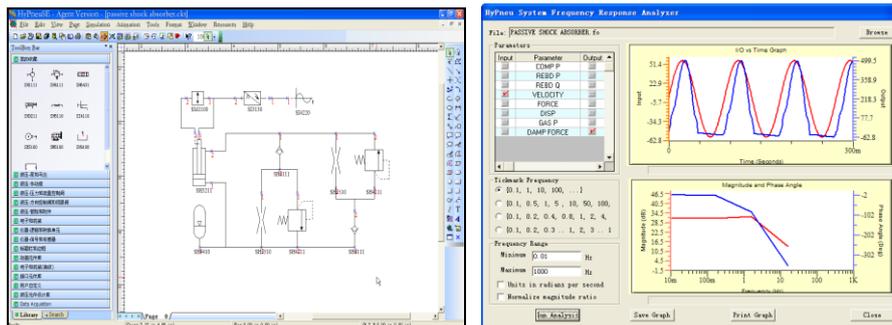
利用 HyPneu 软件可以在其图形化的界面内，使用软件元件库中的丰富的元件，搭建用于仿真分析的原理图，进行稳态、动态、频域、热传、污染等类型的仿真分析，得到元件或系统的压力、流量、频率响应、功率谱、温度、抗污染能力等多种类型的仿真结果，并可由此分析元件特性，系统性能等。

软件功能可归纳为:

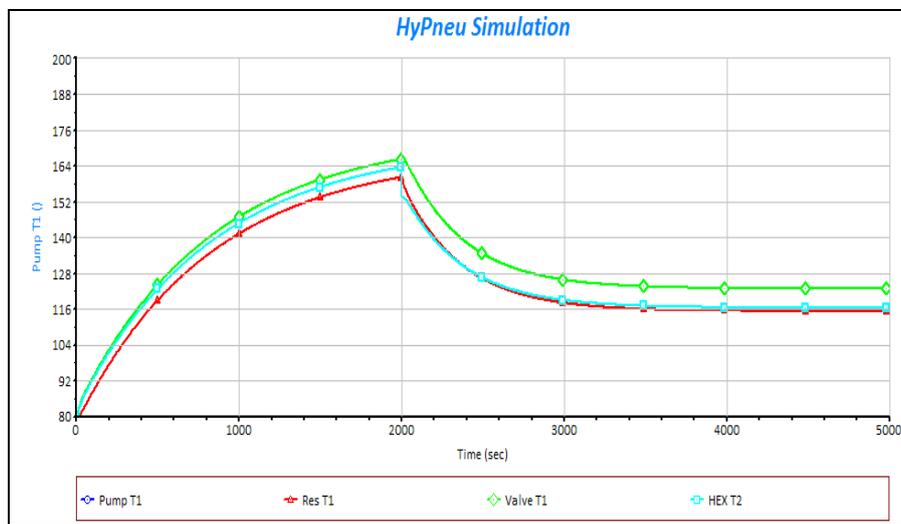
**时域静态/动态仿真。**可对液压、气动系统仿真模型进行时域静态/动态仿真，可以得到仿真时间内各节点的压力、流量、位移、速度等参数变化。并可与过程动画并联运行，实现设计仿真可视化。



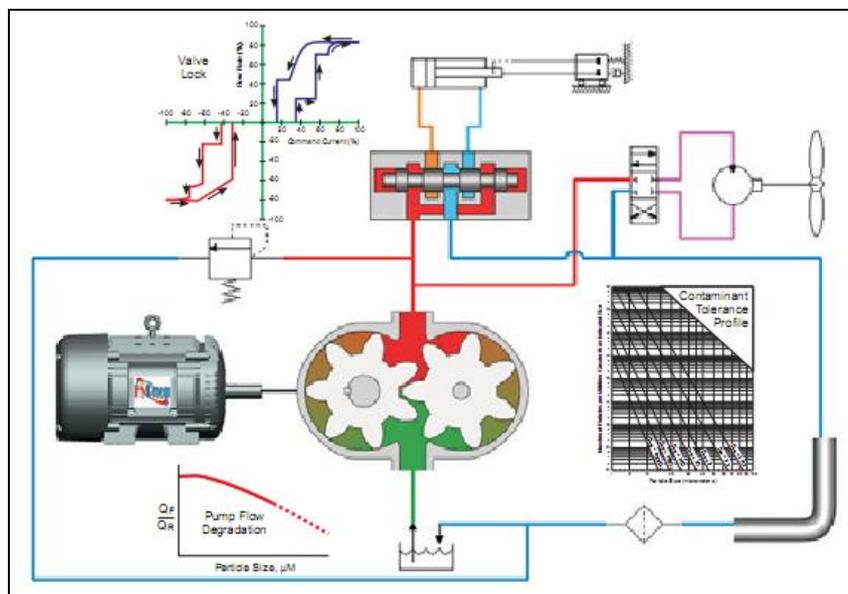
**频域仿真分析。**频域特征分析是得到系统的频域特性的必需手段，使用 HyPneu 对系统进行频率响、功率谱、稳定性、振动噪声特性分析等功能。



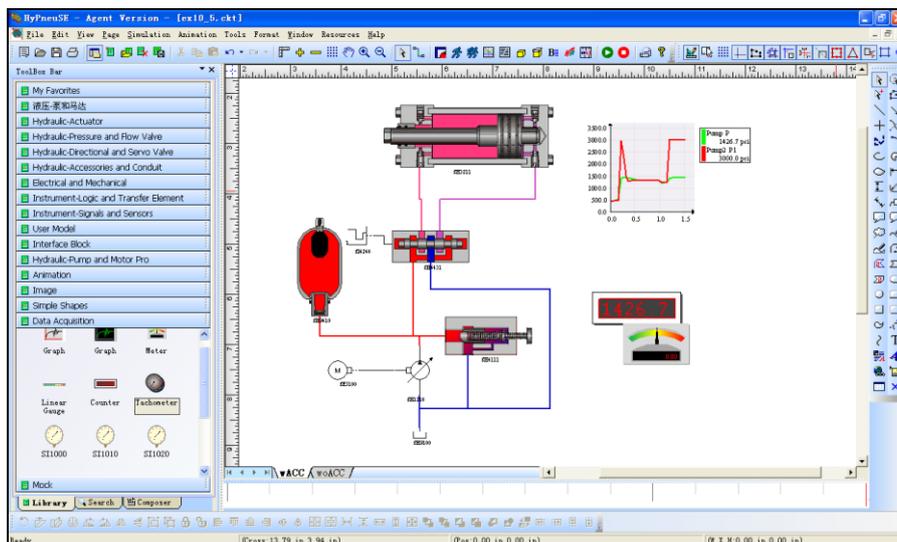
**热传分析。**热传仿真器用于分析液压和气动系统工作过程中，各部位、各部件的温度变化，以及同一时刻油液粘度、阻尼的相应变化对元件乃至整个系统工作性能的影响。



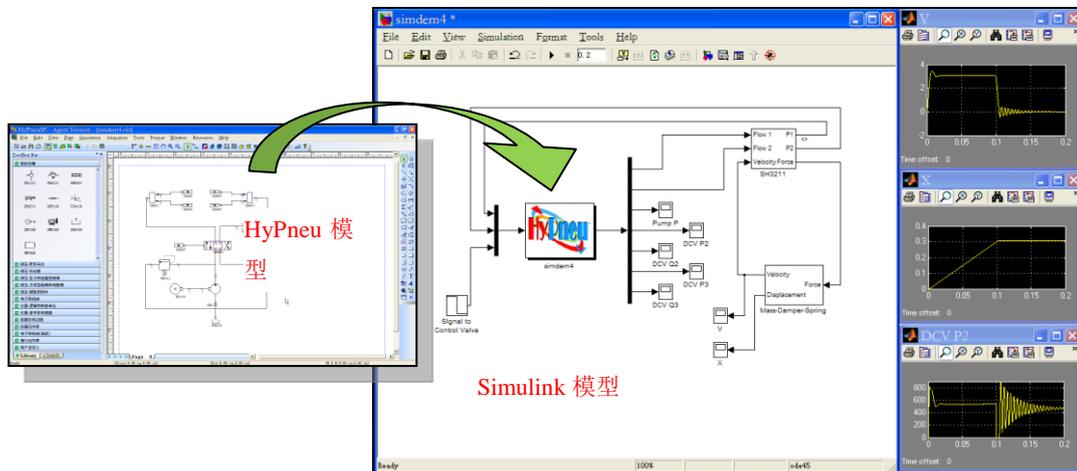
**污染分析。**油液污染是液压系统中经常会遇到的问题。HyPneu 可对油液颗粒污染引起的液压元件性能衰减进行分析，得到在污染状况下元件或系统的污染寿命，还可做颗粒分布动态分析，以及预测元件与系统在给定的污染度下（如 SAE-9 级）性能衰减状况等。另外还可对滤油器的过滤动态进行仿真，确定控制污染方案，使元件在安全的清洁度等级下工作，做到对污染问题防患于未然。



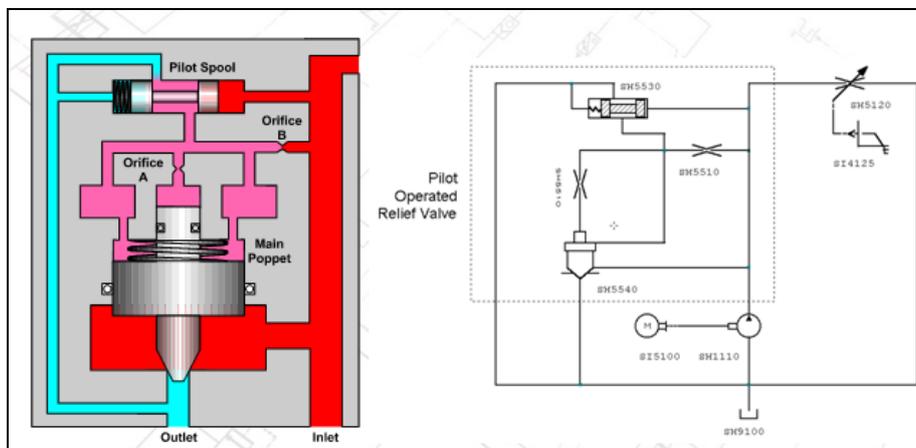
**过程动画仿真。**可使用 HyPneu 提供的专用动画元件替换标准元件，进行动画仿真，通过液压缸、油泵等元件的运动、管路颜色变化、性能超标失效示警等以动画形式来显示液压系统的工作过程。另外，动画过程无需再仿真，可立即回播、单步播放、截图或全程录像，便于直观地验证设计逻辑的正确性，或检验设计中的盲点，或作报告演示等。另外，其人机界面（HMI）功能，可让用户在动画过程中同步进行设计优化。



**联合仿真功能。** HyPneu Linux 可以非常方便地与控制仿真分析软件 MATLAB / SIMULINK 连接，保留相关子系统前期做的工作，从计算速度、分析功能方面发挥各自的长处，最终实现联合仿真，为涉及到电控、液压、机构运动等多领域的系统设计提供了完整、直观的解决方案。为设计分析及系统整合人员提供全面、直观的全系统和各分系统性能评估、预测和优化分析。



**元件设计。** HyPneu 提供了许多基础元素，如阀芯、阀套、球阀、锥阀、孔口等模型，可进行特殊元件的详细设计分析，进行复杂元件（如何服阀等）的设计分析。



**二次开发功能。** HyPneu 提供了开次开发功能，可实现用户自定义元件开发。二次开发功能包括：脚本语言编写元件的方式，以及 C 语言编程二次开发功能，所开发的元件数学模型以动态链接库形式保存，便于保密及形成专用元件。

**设计模板。** HyPneu 模板库提供大量现成液压、气动系统或元件设计模板，为相关行业用户提供了快速便捷的 HyPneu 模型，只需做一些修改便可完成自己的系统。众多模板还可作为 HyPneu 初学用户的入门示例，使用户能更快更全面地掌握软件的功能和操作。

## 四、HyPneu 特色

### 1、便捷的绘制原理图功能

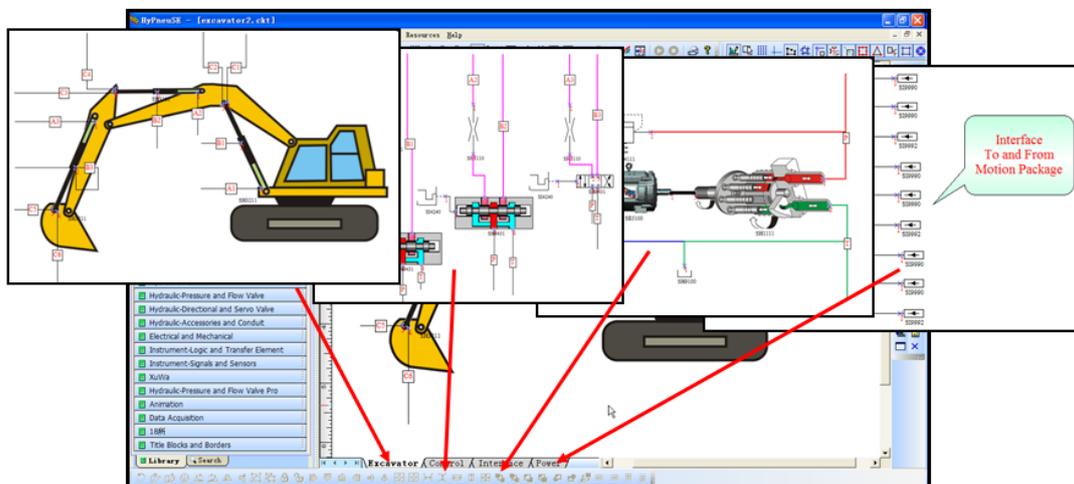
HyPneu 的原理图绘制器(SE)，可以利用丰富的元件库元件来快速建立模型，极大节省了建模的时间。另外还可进行诸多用户个性化设置，如更改标准库元件图标（使用彩图或截面图等）、更改元件或连线属性（颜色、形状等）、加入图片（如元件的性能曲线）、文字说明、链接程序、AVI 影视资料、网页链接等，使 HyPneu 模型不仅是一个仿真模型，而成为一个管理系统相关资源的资料库。



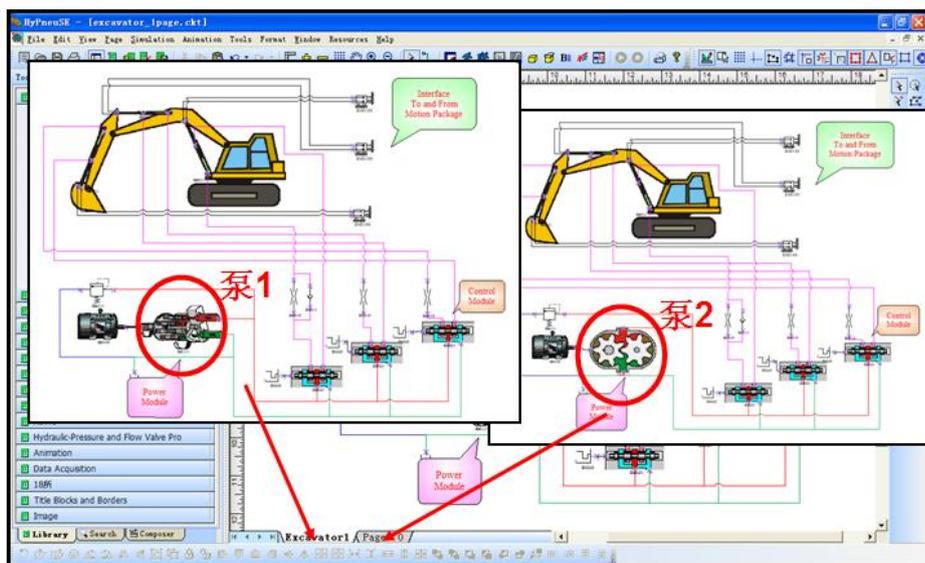
### 2、仿真管理功能

HyPneu 软件的多页仿真管理功能，允许用户将大型仿真模型按功能拆分为几部分，分别置于多个页面内，并使用链接功能相互链接起来，使系统的各部分功能表现的更加清晰，此功能对于数百个元件的超大系统非常必要。此功能还可允许将多个相似的系统放置于多个页面内，多页同时仿真，并在同一界面内察看多个系统的仿真结果，进行参数敏感性分析等工作。

下图为将大的系统换功能分置于多页，便于管理。



下图为将两个相似系统进行多页仿真，以作改型比较。

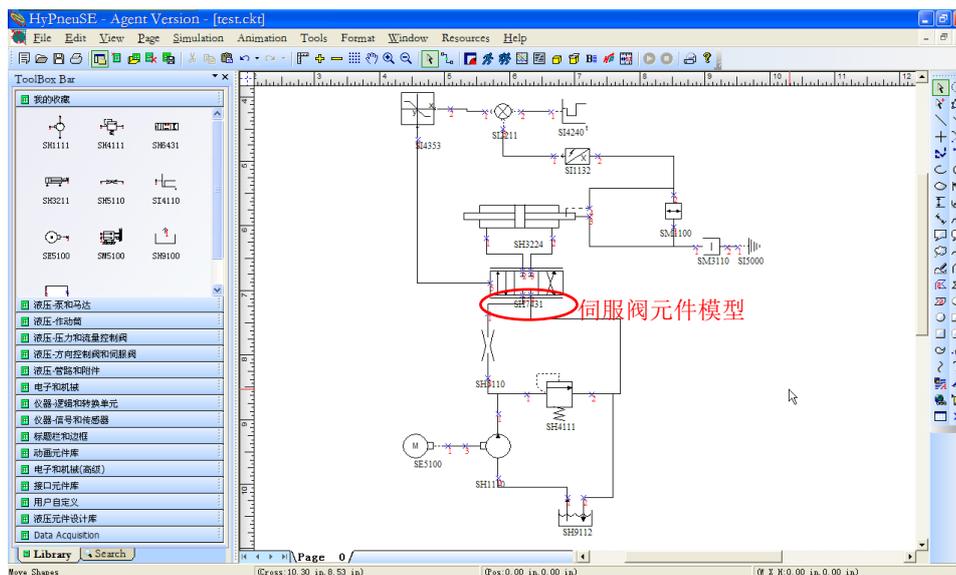


### 3、共享察看

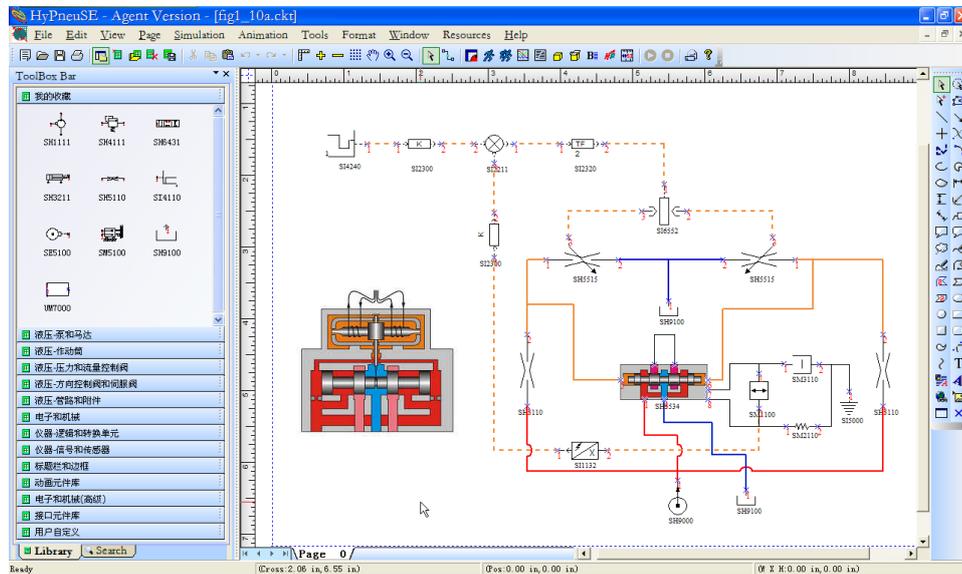
为使没有 HyPneu 软件的同事或领导也可察看所仿真的系统，HyPneu 提供了共享察看的功能，软件使用者可将仿真模型导出为只读模式，其它人员只需用免费的察看工具就可察看原理图，并做简单批注等，方便同事之间、员工与领导间进行交流。

### 4、多样的建模方式

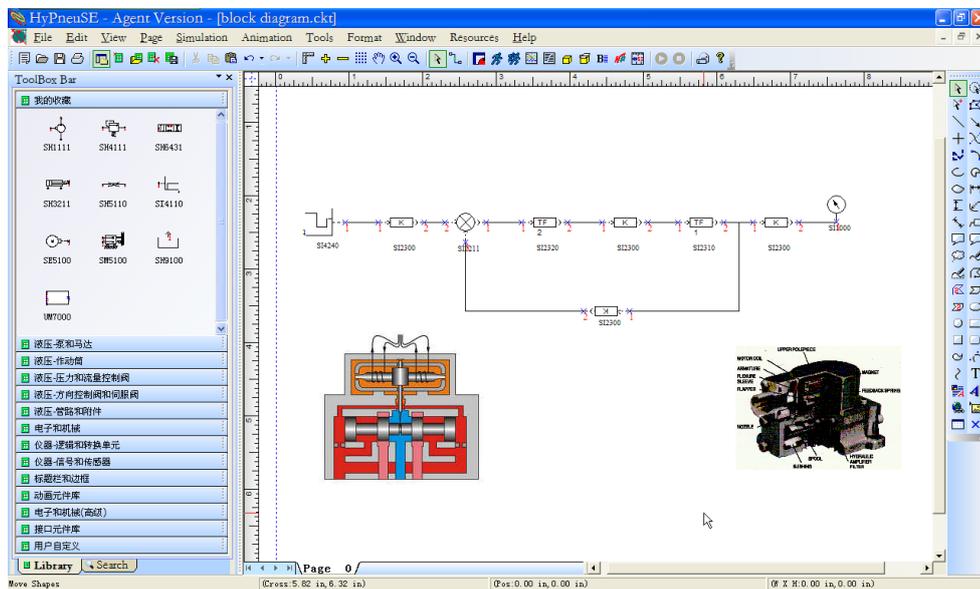
1) 元件建模：使用 HyPneu 提供的 500 多个经过实践验证的标准库元件，可以直接用来搭建系统模型。下图所示为使用标准库元件建立的一个伺服系统模型。



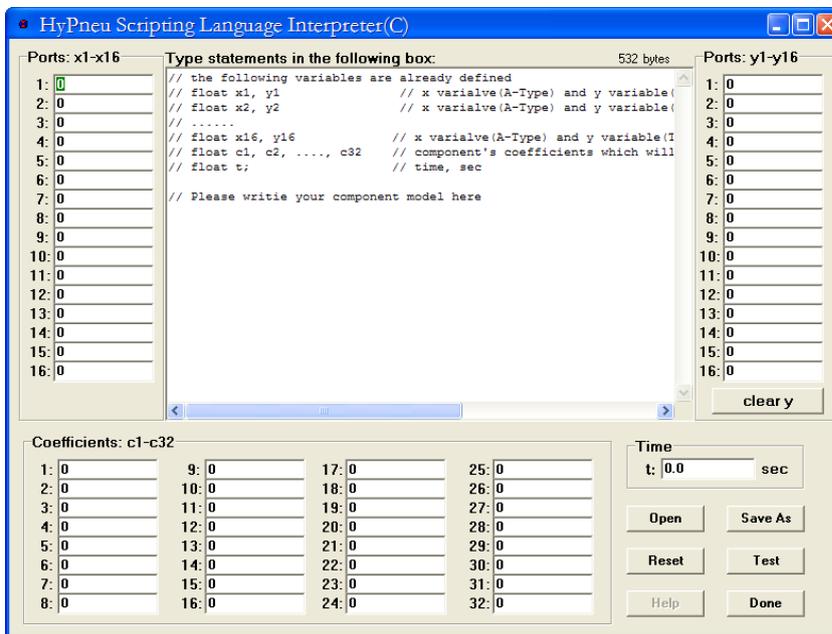
2) 基本元素建模: HyPneu 元件库中包含了各种基本元部件, 可以组建复杂的超级元件, 以供反复使用或进行单独的元件设计。下图所示为 HyPneu 中用基本元素搭建喷嘴挡板电液伺服阀的示例。



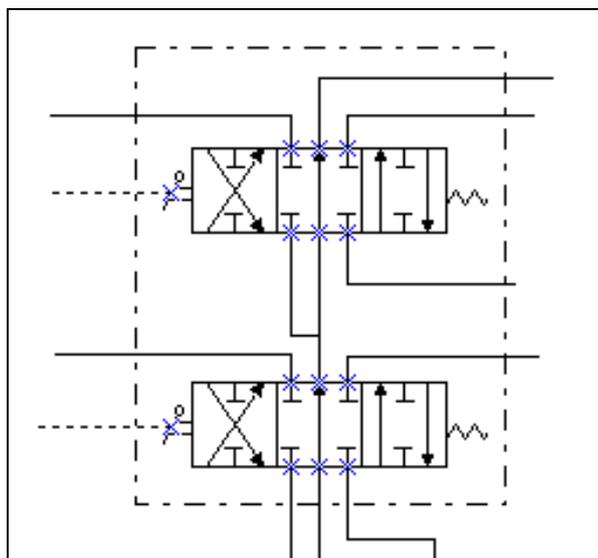
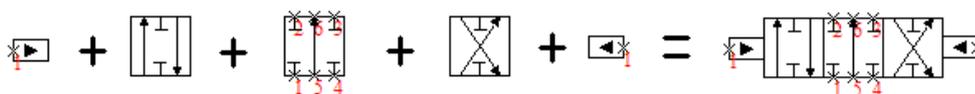
3) 方块图建模: HyPneu 具备了许多传递函数模块, 可以完成各种方块图级的系统模型建立。下图所示为 HyPneu 中使用传递函数的来建立喷嘴挡板电液伺服阀的例子。



4) 数学建模：提供二次开发平台，用户可根据需要使用编程语言编写数学模型，完成自定义元件的二次开发。如上文中，下图所示为二次开发的平台，利用 C 语言编程模板来完成数学建模。另外，HyPneu 还提供了更为快捷的脚本言 HPSLIC 的建模方式，大大减化了用户建立数学模型的工作，HPSLIC 的工具如下图所示。

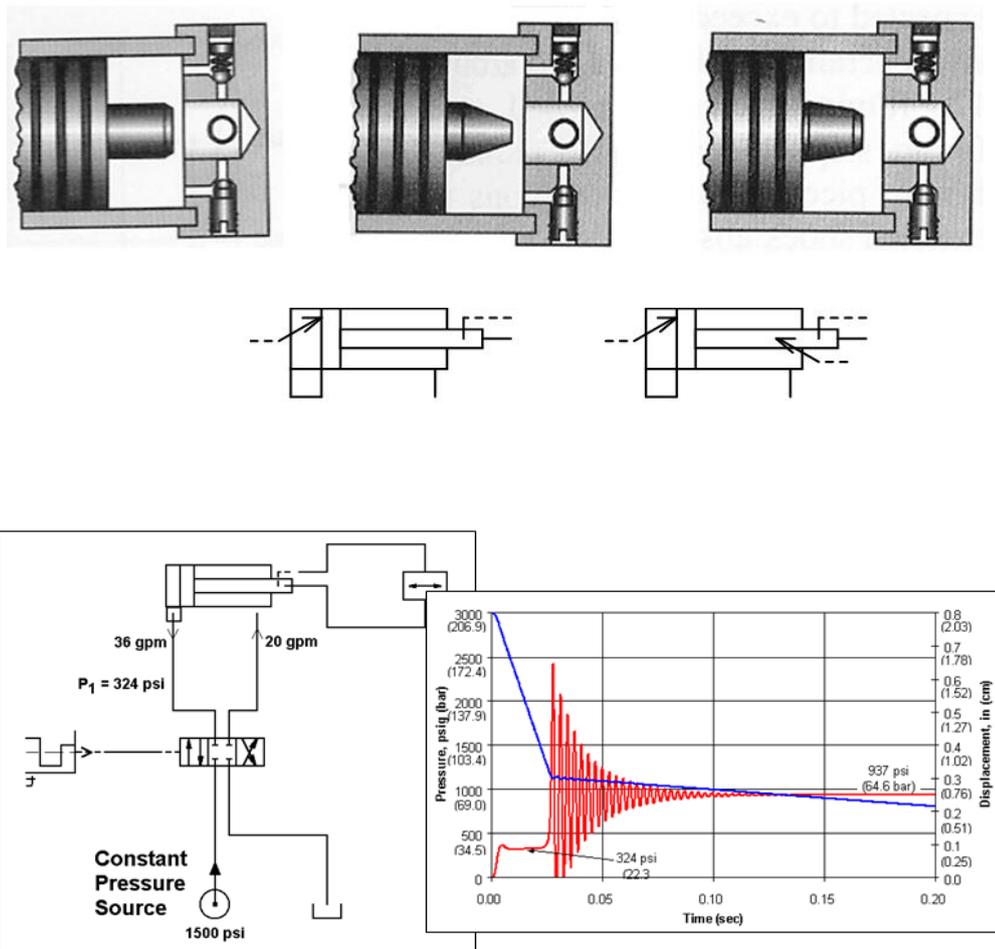


5) 万能阀建模：HyPneu 还提供了万能阀建模的功能，无需编程，就可以拼接的方式快速完成各类方向阀的建模。建阀过程如下图所示，将阀基本块与控制端口以图形化搭建，并点击相应的建阀功能键，则其数学模型及帮助文档就会自动生成，该阀就可以加入到元件库中去。这一功能，对经常用多路阀、叠加阀，且需频换控制逻辑的工程机械应用，尤其便捷、有效。万能阀建模功能如下图所示。



## 5、高效而专业的元件模型

HyPneu 元件库中包含了大量的液压、气动元件模型，涵盖了常用的各种元件模型以及一些复杂的元件模型，如多级液压缸、带缓冲液压缸、离心泵、转阀、具有动态性能的阀、插装阀等。配合万能阀建模模块，可以完成工程机械各种元件模型的需求，进而快速实现建模与仿真。下图为 HyPneu 带缓冲的液压缸模型及仿真分析。



## 6、过程动画仿真

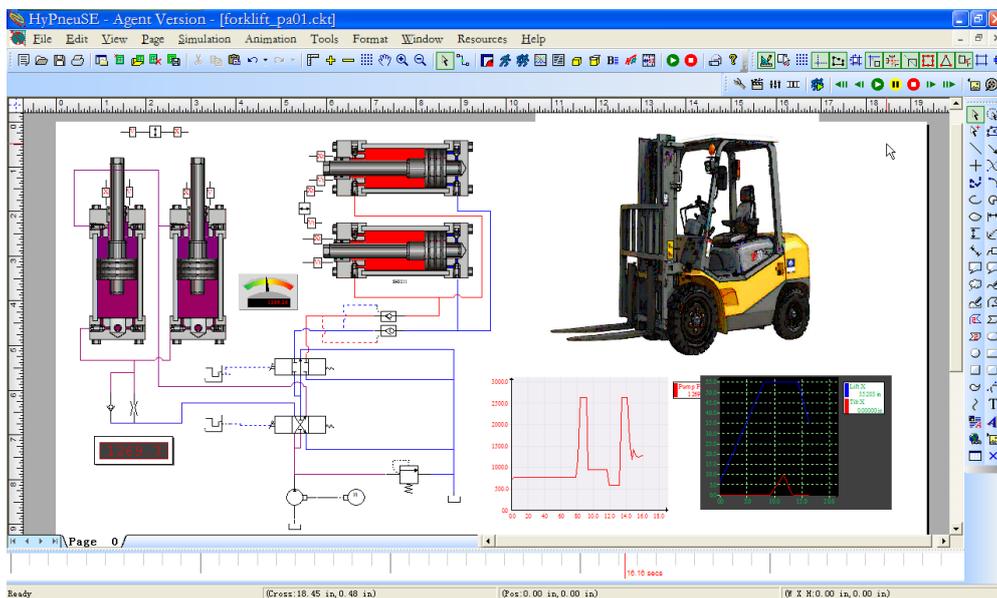
HyPneu V11 版增加了过程动画仿真功能，可在动态仿真同时能将全系统仿真过程以动画的形式显示出来，可视化地表现出液压系统各元件的运动过程。其特点为：

动画模块完全以时域分析模型为基础，根据仿真计算的实时数据，仿真中同步显示动画，或者在仿真结束后播放动画。

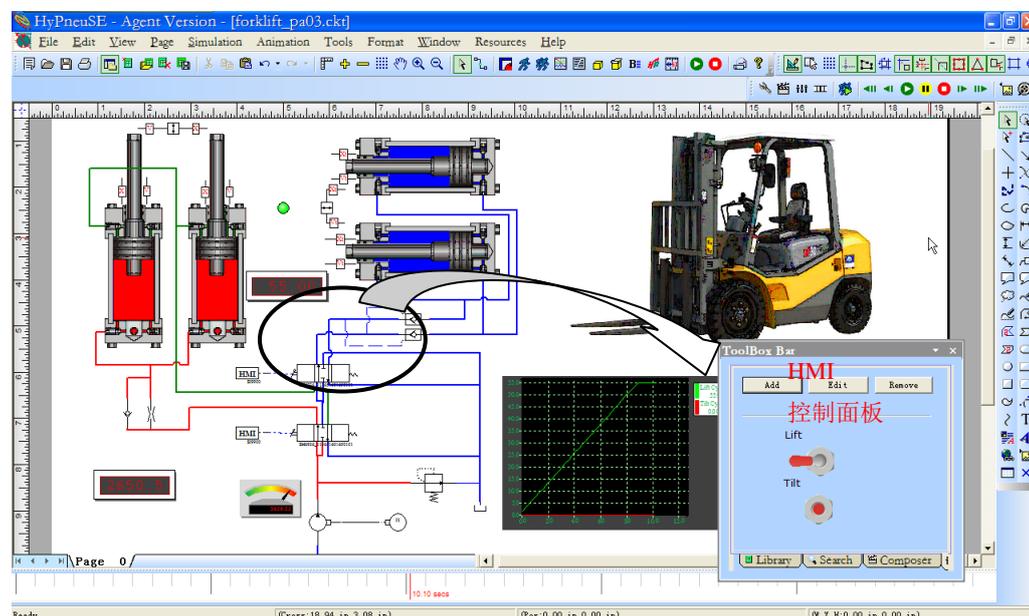
可实现回放、单步播放的功能，以直观的方式察看任意时刻系统中元件的作动及位置，检验元件运动逻辑、运动位置是否达到要求。

截图、和录制 AVI 影像的功能，以供设计验证及发现设计中的盲点。录像可独立播放，供给其他人观看。具备强大的人机界面 (HMI)，可在动画过程中如操纵真实机器般控制动画的进程，仿真及动画过程的进展完全依赖于用户的实时控制，给用户提供了一个检验系统任意操作下性能及设计逻辑优化的平台。

下图所示为一叉车液压系统的动画仿真实例。在动画仿真过程中，可看到上抬和倾斜两组作动缸的动作、以及液压管路中的压力变化、多路阀的换位动作、以及实时的曲线和参数值读数。



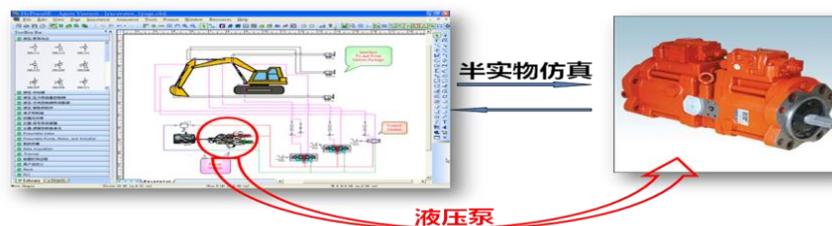
下图为加入 HMI 控制的动画仿真。从中可以看到，采用人机界面控制两个阀的换向，不必预先设定动作，而可以在仿真中，通过控制面板实时控制叉车动作，以检验其性能。



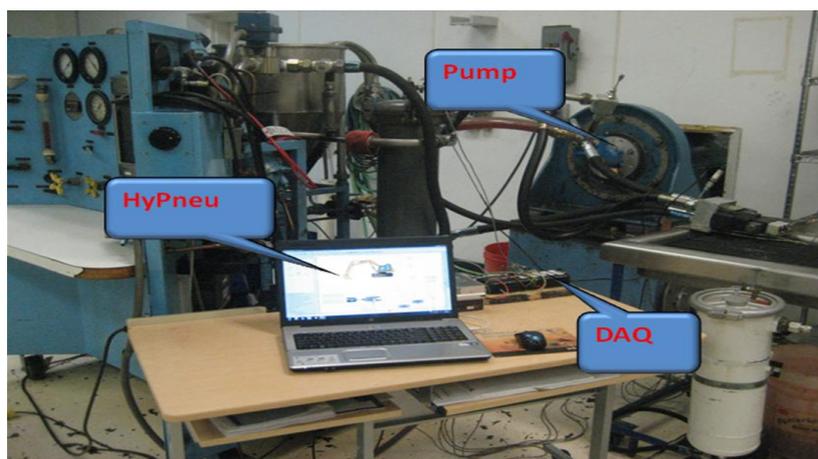
## 7、半实物仿真

HyPneu 软件具备了与其它硬件进行连接的可编程接口(HIL)，通过该接口应即可实现与任意具备开放接口的数据采集软件进行连接与通信。可以与硬件设备（液压元件、原型机或虚拟样机）协同工作，实现半虚拟半实物的联合运作，为现场诊断和控制补偿提供了有效手段，也可对关键硬件进行数据交互以得到快速的原型评估和优化。

要对一个用于挖掘机上的实物泵进行仿真分析，但无法获得该泵的性能，因而无法建立数学模型，可采用 HyPneu 半实物仿真功能来实现。



下图所示为在实验室中完成半实物仿真的照片。



通过 HyPneu 的半实物仿真功能，可以对购买的、或新研制的未知性能的元件进行测试，同时检验与已知系统的匹配情况，因而可大大减小成本消耗，加快产品改型及新产品研发的进度。

## 五、应用领域

HyPneu 软件作为一款集液压、气动为一体的流体动力与运动控制仿真软件，广泛应用于涉及液压、气动控制，燃油控制和环境控制的广大工业领域：

- 从液压、气动元器件设计到整个系统分析；
- 从水下机器到陆地机械；
- 从汽车工业到航空航天；
- 从产品的研究开发到运行维护；
- 从建筑机械到机器人领域；
- 从钢铁制造到农用机械；

在这些领域中，无论是液压、气动、燃油和环境控制系统中的元件设计，还是全机全部系统的匹配、优化、元件选型都可以由 HyPneu 软件来进行建模和仿真分析，在这一优秀的虚拟平台上，无论多大的模型，都可以快速得到准确可靠的分析结果，最后为物理结构设计提供参考和依据。

## 六、HyPneu 软件用户情况

现在, 公司已经拥有了许多全球知名的客户, 如 Ford Motor 公司, Boeing Aerospace 公司, General Motors 公司, Vickers, Martin Marietta, Oak Ridge 国家实验室, 韩国 Aerospace Agency, 台湾 Aerospace Development Center, 台湾 China Steel 公司以及日本的 Tokico Ltd 等等。

### 1、HyPneu 软件工程机械方面相关用户有:

- 美国 卡特彼勒(Caterpillar)
- 美国 约翰迪尔 (John Deere)
- 美国 沃尔沃(VOLVO)
- 美国 凯世纽荷兰 CNH
- 日本 小松(KOMATSU)
- 日本 三菱(MITSUBISHI)
- 日本 日立(HITACHI)
- 日本 神户制钢(KOBELCO)
- 韩国 大宇(DAEWOO)
- 韩国 现代(HYUNDAI)
- 韩国 韩华机械(Han Wha Machinery Co. Ltd.)

### 2、HyPneu 液压元件方面用户

- 美国 穆格 (MOOG)
- 美国 派克 (Parker)
- 美国 伊顿(Eaton, 原 Vickers, Inc.)
- 美国 萨澳-桑斯川特 Sunstrand
- 美国 伟世通(Visteon)
- 美国 德尔福(Delphi)
- 德国 力士乐 (Rexroth)
- 法国 Hydro-Rene Ledue
- 日本 东机工(Tokico)
- 日本 油研(Yukan)
- 日本 大津(Daikin)
- 日本 萱扬(Kayaba)

在国内用户方面, HyPneu 在进入中国不长的时间内, 已经得到了国内各液压控制领域企事业单位的高度认同, 许多单位已经将该系统列入技术发展规划并正在逐步组织实施, 目前, 已经成为正式用户的单位涵盖了航空、航天、兵器、船舶和各种民用机械制造领域。