

案例分析

利用创新液压系统，打造高质量深拉零件

一家中国汽车零部件供应商利用现代化机械多工位压机和精确控制的液压拉伸垫系统，为汽车行业生产高质量深拉零件。在该项目中，穆格与 Hagel Automation 通力合作，提供了包含控制软件的全套液压拉伸垫系统。这些拉伸设备以每分钟高达 30 次的拉伸速率生产零件，并同时保证了零件出色的成型精度。



所有图像和图纸都是穆格的财产。

一家中国汽车行业的一级供应商使用多工位压机生产车身零件。穆格提供了一套可精确控制的两点液压拉伸垫系统，确保精确、高效地生产零件。

深拉是板材在压机上成型的关键环节，例如生产车身零件。然而，深拉零件对压机的要求却在不断变化。随着板材的强度越来越高，对安全性和可用性的要求越来越高，以及车身零件的成型越来越复杂，这就要求过程控制和总体系统设计必须更加精确。

下文以一个中国汽车零部件供应商的应用为例，说明液压拉伸垫系统如何用于汽车零部件的精确成型。此示例还说明了在设计液压拉

伸垫系统时克服的挑战，挑选液压零部件时的注意事项，以及如何利用复杂的控制结构优化拉伸过程。

制造车身零件

此合作项目旨在将液压拉伸垫系统用于车身零部件的生产，例如A、B、C 立柱结构件、外部结构件和其它车身结构件的生产。该汽车零部件供应商既为自己旗下的汽车品牌生产零部件，同时也是欧洲和亚洲知名汽车制造商的供应商。整个液压拉伸垫系统及其所有元件都必须与压机设计完美融合，确保结构紧凑，并支持每分钟高达 30 次的拉伸速率。

一家中国压机制造商最初向最终用户交付了两台压机。Hagel Automation 负责物料输送系统和压机外围设备设计，为这家压机制造商及其最终用户（也就是汽车零部件供应商）设计和开发了两台多工位压机。作为全球领先的运动控制技术专家，穆格负责规划、设计和交付液压拉伸垫系统的液压、电控和软件模块。

这套液压拉伸垫系统的设计和开发工作包括四个步骤：

1. 分析与模拟客户需求
2. 确定功能与设计规范
3. 设计制造与软件开发
4. 安装与调试

分析与模拟客户需求

项目初期，穆格与用户共同分析了液压拉伸垫系统的主要功能和参数，主要包括：拉伸力、每分钟拉伸次数、运动质量、运动曲线以及为了将冲击力平稳传递给模具所需的预加速度。

此应用的技术要求。

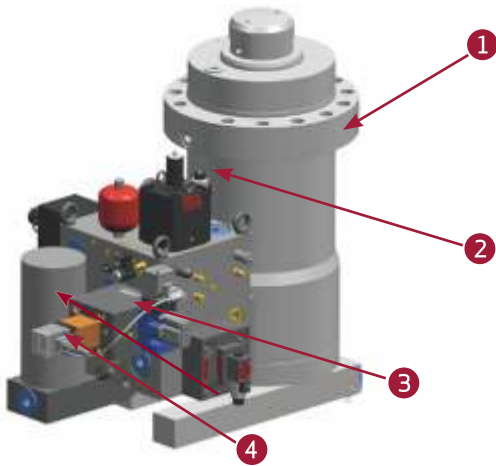
最短建压时间	100kN -> 900kN 时为80 ms
最短释压时间	900kN -> 100kN 时为150 ms
每分钟30次拉伸时的	
最大拉伸深度	200 mm
预加速到滑块速度的	80%

作者：Susanne Kircher（营销传播专家）

技术和项目信息由以下人员提供：Reiner Kohlhaas（高级液压系统工程师），Andreas Heydlauff（应用软件工程师），Andreas Beutenumeller（高级客户经理），Uwe Braun（业务发展经理），Volker Neumann（系统服务工程师），Michael Duvenbeck（系统服务工程师）和Patrice Aime Tsane Nintedem（系统应用工程师）。

为了确定最佳方式以及使用哪些元件满足指定的输出要求，我们在项目规划阶段开展了仿真测试。使用 Matlab Simulink 工具箱，通过输入刚度、阻尼和移动质量参数，对整个机械和液压设计进行了仿真。利用这种仿真方法，穆格设计了最终在控制器中实现的控制器结构。此设计和仿真方法有利于在一开始没有完成机器原型的情况下确定参数并对参数加以评估。它也有利于评估系统的可行性，以及挑选最佳零部件。

确定功能与设计规范

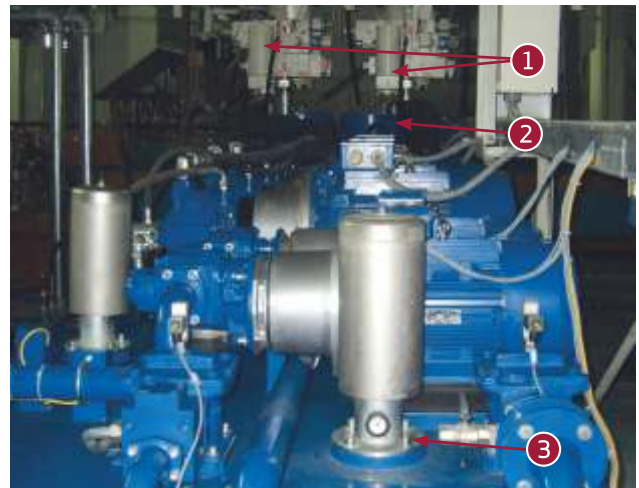


- ① 液压缸
- ② 安全阀
- ③ 三通伺服插装阀
- ④ 蓄能器

液压垫控制阀块与液压缸直接相连。控制阀块上装有 SE3 伺服插装阀、缓冲蓄能器及安全回路。

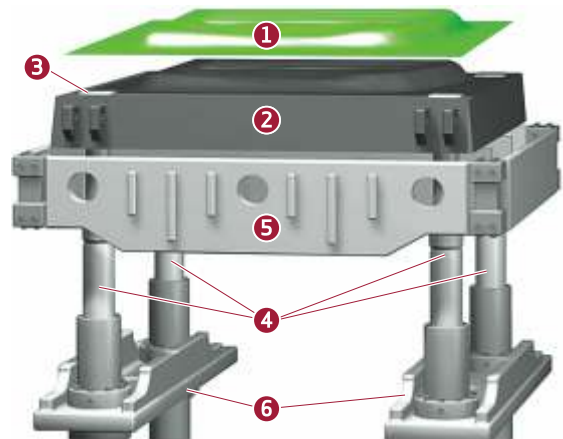
穆格交付了一套由液压泵站、液压控制阀块、径向柱塞泵、阀、过滤器和冷却回路组成的液压拉伸垫系统。该系统还配备了一个活塞式蓄能器站。2 个独立的拉伸垫液压缸用于产生压边力。采用法兰安装方式与液压垫控制阀块直接相连。控制阀块上装有 SE3 伺服插装阀、缓冲蓄能器及安全回路。

液压泵站的液压控制阀块可保护泵，并可实现加热操作。此系统中使用的是压力控制的径向柱塞泵。选择配置这些泵是为了能在不影响当前生产的情况下更换泵。某个泵出现故障时，其他泵仍能继续运行，只不过生产速度会出现下降，但生产不会中断。



- ① 集成控制阀块的液压缸
- ② 配管
- ③ 液压泵站

在压机的初始工位，板材被液压拉伸垫系统深拉，然后经由物料输送系统传送到压机内的其他工位。液压拉伸垫系统是成型过程中真正的“核心”，对生产出的零件质量具有重大影响。拉伸过程的作用是将板材成型为由上模和下模 (2) 确定的形状，同时板材厚度保持恒定。在精确控制的压边力的作用下，板材被压制成型，并且不会造成裂纹和/或褶皱。



液压拉伸垫系统设计

- ① 板材
- ② 下模
- ③ 顶杆
- ④ 拉伸垫液压缸
- ⑤ 拉伸垫顶板
- ⑥ 液压缸底座

生产过程顺序

预加速

液压拉伸垫系统预加速是为了减少模具和机器的冲击力。它在滑块冲压之前开始移动，因此滑块与料坯夹具之间的相对速度远低于液压拉伸垫系统未控制时的相对速度。由于滑块与模具实现了软接触，在保证零件质量稳定的情况下，冲压次数随之增加，同时噪音水平下降，模具使用寿命增加。

拉伸过程

在拉伸过程中，板材被料坯夹具紧紧夹住。滑块及相连的上模以最高每秒一米的速度移动，然后对液压拉伸垫系统施加高达 2500 吨的冲压力，并将板材压制到下模中。穆格SE3 伺服插装阀控制着液压拉伸垫系统的拉伸力，然后确保液压缸在所需时间返回到指定的起始位置。根据工件不同（例如车顶、车门或挡泥板），压力控制器中会为特定模具设定不同的拉伸力。这些通过单独的轴控制器控制，从而确保物料以最佳方式流动。为了防止设备中出现压力冲击，回油管中还安装了一个缓冲蓄能器。

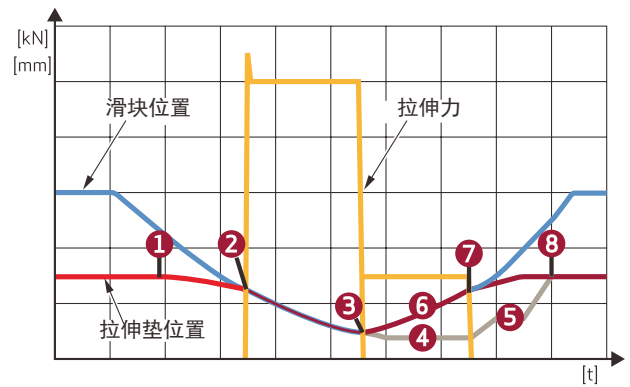
液压拉伸垫系统向上运动

两个液压缸中都集成了精密的位置测量系统，用于测量液压拉伸垫系统的位置。这样就可以在拉伸过程后将液压拉伸垫系统精确定位到指定位置，定位精度最高可达十分之一毫米。传感器集成在液压缸中，负责测量压力，并将测得的信息传递给控制器。在此应用中，压力精度必须控制在 ± 5 bar 以内。此压机的最大冲压速度为每秒1.4 m，支持每分钟冲压30次。所有液压控制产品和功能，如同伺服插装阀、位置测量系统和安全技术，都集成在液压控制阀块中。由于设备非常紧凑，因此可以高效地利用生产区域。配管也可以铺设得尽可能短，从而降低压力损失和成本。

设计制造与软件开发

在真实的压机中，应该使用在元件挑选和性能分析阶段被证明有效的控制结构作为液压拉伸垫系统的驱动软件。为了避免在将 Matlab Simulink 中的控制结构移植到软件中时出现错误，我们为 Matlab Simulink 开发了一个工具链来自动生成源代码。“我们面临的挑战是如何将生成的 C 代码集成到穆格控制器 MSCII 中”，穆格软件开发人员 Andreas Heydlauff 说道，“这需要开发特殊的工具链和固件接口。功能块必须与硬件 IO 关联起来，而 Profibus 接口必须与机器的上位控制器关联起来”。

推动您领域发展的动力



拉伸过程的功能描述

- 1 液压拉伸垫开始预加速
- 2 在较低拉伸力下接触，按设定的曲线建立拉伸力
- 3 到达滑块的下止点，液压拉伸垫泄压
- 4 液压拉伸垫下沉
- 5 可设置的液压拉伸垫回程
- 6 液压拉伸垫在可自由设定的拉伸力下跟随滑块回程
- 7 打开顶杆并移动到取料位置
- 8 到达新循环周期的起始位置

安装与调试

为了测试系统是否满足所有要求，我们在穆格卢森堡分公司设计了一套带有运动质量的试验装置。该试验装置表明，穆格系统足以满足指定的速度和定位精度要求。



- 1 带控制阀快的液压缸
- 2 配管
- 3 液压泵站

穆格卢森堡分公司设计了一套包括移动质量、液压缸和液压控制阀块的试验装置。得益于这套试验装置，调试时间从八周缩减到两周。

MOOG

我们还利用基本机械和液压仿真模块构建了一部分硬件，并在回路 (HIL) 测试环境中对该硬件进行了测试。穆格控制器与 HIL PC 相连，因此控制器可以控制在 PC 上模拟的液压拉伸垫系统。此模拟有利于测试控制器和软件，能够在对真实机器调试之前先纠正软件错误，从而将调试时间从八周缩减至两周，成本也显著降低。

项目成果

穆格在整个项目中与 Hagel 及其他服务提供商密切合作。来自德国、卢森堡和中国的专家参与了系统规划、设计和调试工作。正如穆格卢森堡分公司项目经理 Reiner Kohlhaas 所说的那样：“我们需要在不同专业领域之间，以及外部合作伙伴和供应商之间做好协调工作，解决其中面临的困难。但重要的是最终结果，整个项目大获成功。所有参数都是按照我们在项目开始时定义和模拟的情况实施的。这让我们以及客户感到非常愉快，尤其是在合作中建立了良好的信任”。Hagel 的总经理 Martin Hagel 也对该项目的进展十分满意，并补充道：“功夫不负有心人。最终客户的零件质量、冲压次数、产量和生产率都取得了显著提升。他们的订单数量也因此大幅增加”。

项目概况：第一台 2500 吨压机采用了 2 点液压拉伸垫系统，于 2014 年 7 月安装并完成调试。从那时起，它一直在生产零件，并保持了极高精度，而且冲压次数最高可达每分钟 30 次。由于这次合作非常成功，而且我们为客户量身定制的解决方案令客户非常满意，因此这家中国汽车零部件供应商决定购买更多的设备。2015 年，又有一台配备 6 点液压拉伸垫系统的 2400 吨压机和另一台配有 2 点液压拉伸垫系统的 3200 吨压机成功安装并完成调试。自此，这三台压机就一直在两班和三班作业中运行，表现出极高的耐用性。

穆格 (Moog) 是穆格公司及其子公司的注册商标。文中出现的所有商标均归穆格公司及其子公司所有。

© 2018 穆格公司。保留所有权利。保留所有修改权利。

Case study hydraulics for high-quality STAR PUBLISHING/CDL55642-en