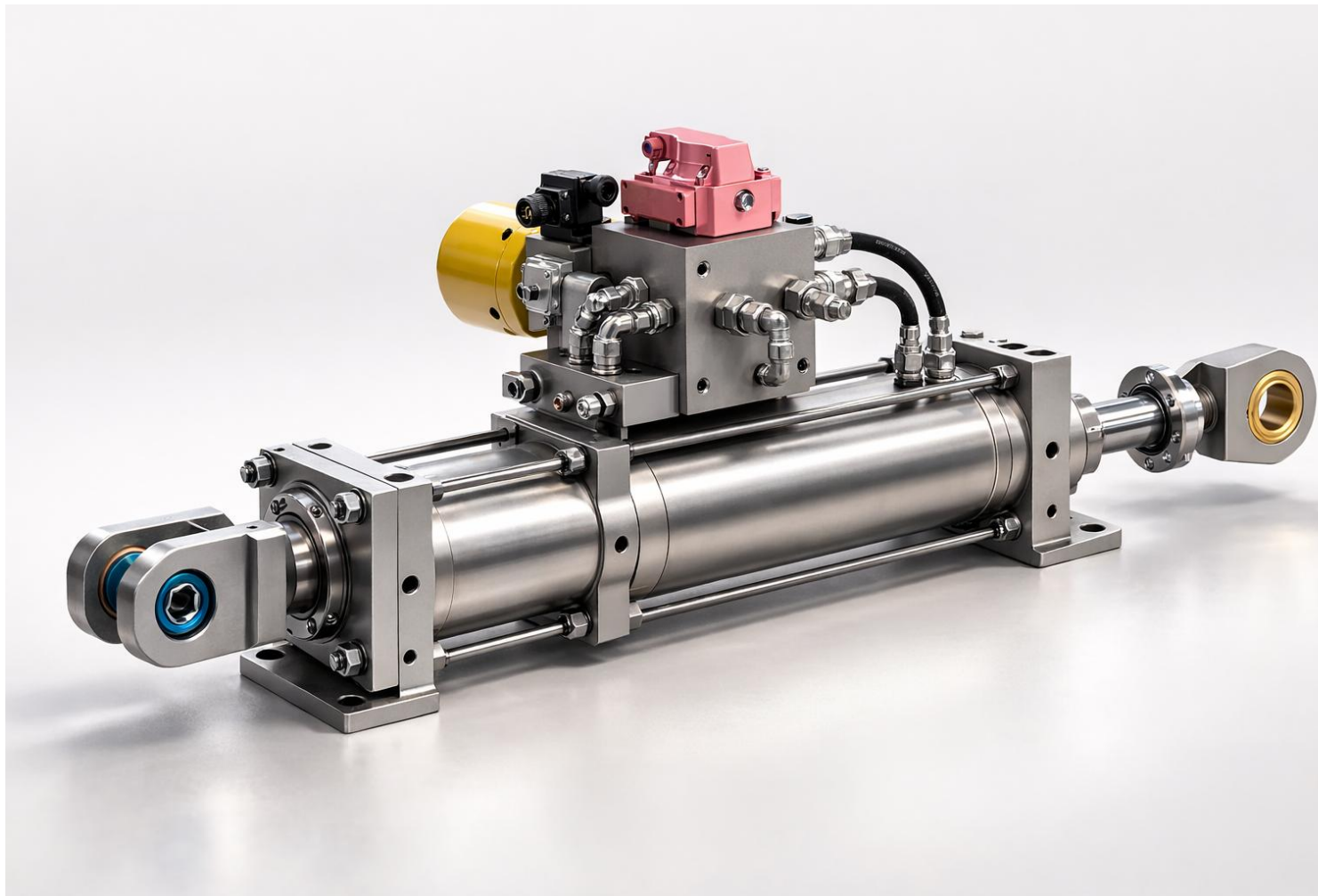


XSA SERIES

液压伺服作动器选型指南

低频 · 高频 · 定制化动态加载

HYDRAULIC SERVO ACTUATORS



面向结构加载、疲劳试验、振动模拟与高性能运动控制

成都新海流体控制设备有限公司

www.xinhaifluid.com

01 产品定位与系列划分

XSA 系列是面向闭环力、位移和速度控制的液压伺服作动器。产品按动态任务分为 LF 低频系列与 HF 高频系列，采用项目化配置方式组合额定力、行程、速度、反馈、阀组和安装接口。

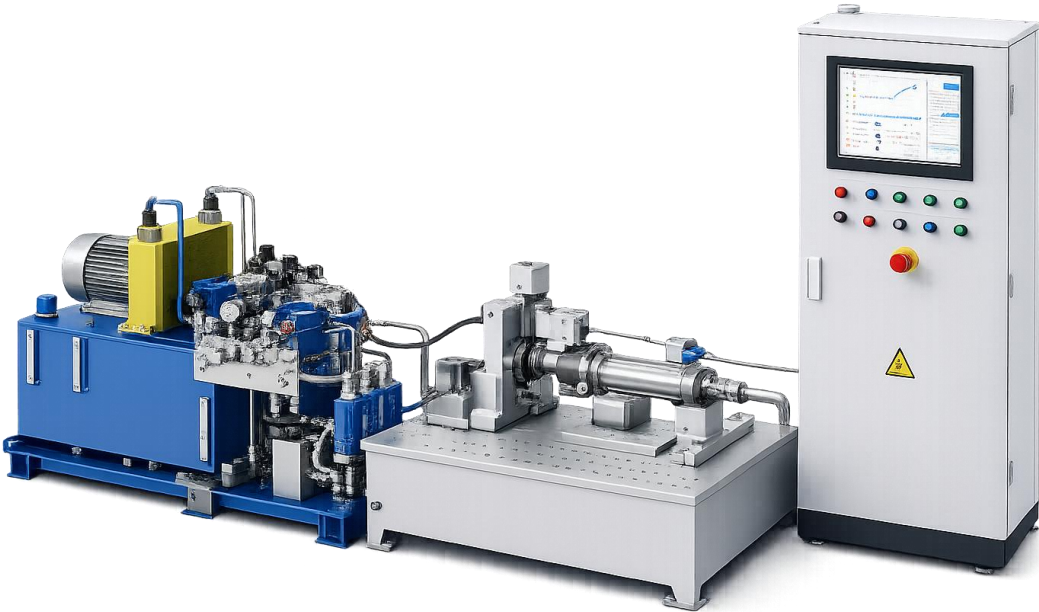
系列	主要任务	工作特点	方案分区
XSA-LF	静态、准静态、低频循环、长行程加载	大行程、较大推力、速度适中	低于 20 Hz
XSA-HF	疲劳、共振搜索、振动模拟、高速运动复现	小/中行程、高流量、低摩擦、高带宽	20-100 Hz 项目设计

应用领域

- 汽车零部件、悬架、车桥、衬套和道路谱复现。
- 航空航天结构、舵面、起落架及机载机构加载。
- 材料与构件疲劳、结构耐久、静强度和循环寿命试验。
- 轨道交通、工程机械、冶金装备及液压元件性能试验。
- 单轴或多轴协调加载、力/位移混合控制和仿真平台。

选型说明：频率不是独立参数。样本中的频率范围必须与振幅、负载、油源流量、阀带宽和安装刚度同时使用。

02 系统构成与控制链



模块	主要组成	选型作用
液压作动器	缸筒、活塞杆、低摩擦支承与密封	输出力、行程、速度和动态刚度
阀控组件	伺服阀、阀块、蓄能器、卸荷/安全阀	决定流量能力和动态响应
测量组件	LVDT/磁致伸缩位移、负载传感器、压力传感器	构成位置、力和压力闭环
动力组件	液压泵站、过滤、冷却、蓄能与管路	提供压力、峰值流量和油液品质
控制组件	实时控制器、驱动器、数据采集和保护联锁	生成波形、闭环控制、监测与报告

整机动态性能由作动器、伺服阀、油源、管路、控制器、试件和反力架共同决定。仅用油缸额定参数不能推定系统频率。

03 四个核心选型量

参数	定义	必须同时说明
额定力 F	规定压差与温度条件下的连续推/拉力	方向、静态/动态、峰值持续时间、安全系数
有效行程 S	允许使用的总位移范围	中心位置、偏置、缓冲区、安装长度
峰值速度 v	波形中最大瞬时速度	连续时长、方向、阀压降与流量
频率 f	周期运动的重复频率	波形、振幅、负载、控制误差和循环次数

正弦运动的快速核算

若位移 $x=A\cdot\sin(2\pi ft)$ ，则峰值速度 $v_p=2\pi fA$ ，峰值加速度 $a_p=(2\pi f)^2A$ 。峰值流量 $Q_p=A_e\cdot v_p$ ； A_e 用 m^2 、 v_p 用 m/s 时， $Q_p=60000A_e v_p$ （L/min）。单出杆结构分别按无杆腔和有杆腔有效面积计算。理论液压力按两腔压力与有效面积计算，实际可用力扣除摩擦、背压、阀压降和惯性力。

示例（正弦）	振幅 A	频率 f	峰值速度	峰值加速度
长行程低频	50 mm	2 Hz	0.63 m/s	7.9 m/s²
中行程动态	10 mm	20 Hz	1.26 m/s	158 m/s²
小振幅高频	1 mm	100 Hz	0.63 m/s	395 m/s²

上述算例仅说明运动学关系，不代表任何型号可以实现该工况。峰值加速度与振幅成正比、与频率平方成正比；实际能力必须结合移动质量、负载、阀、油源和控制误差确认。

项目	方案配置入口
频率分区	低于 20 Hz；具体指标按振幅、负载、移动质量与供油条件确认
力级入口	10 / 25 / 50 / 100 / 250 / 500 / 1000 kN；推/拉力及压力基准按项目计算
总行程入口	50 / 100 / 150 / 250 / 500 mm；特殊行程定制
供油条件	21 / 28 MPa 系统可选；作动器允许压力和可用力按确认图及技术协议
结构形式	单出杆 / 双出杆；法兰、耳环、球铰或底座安装
反馈配置	内置位移传感器；负载传感器外置或同轴集成
适用方向	静强度、准静态加载、低周疲劳、结构耐久、长行程运动模拟

- 大行程工况核算杆件稳定性、导向跨度、密封速度和端部缓冲。
- 偏载和侧向力由外部导向、球铰或专用支承承担，避免活塞杆承受弯矩。
- 持续循环任务同步核算油温、过滤能力、冷却能力和密封寿命。
- 大流量工况优先采用近端阀块并缩短高压软管，降低液柱压缩和管路损失。

05 XSA-LF 项目选型矩阵

方案代号	力级入口 kN	总行程入口 mm	组合状态	典型对象
XSA-LF10	10	50 / 100 / 150	工程配置	结构件、阀件、小型机构
XSA-LF25	25	50 / 100 / 150 / 250	工程配置	部件疲劳、轻型结构加载
XSA-LF50	50	100 / 150 / 250	工程配置	汽车部件、结构耐久
XSA-LF100	100	100 / 150 / 250 / 500	工程配置	车桥、悬架、工程构件
XSA-LF250	250	100 / 250 / 500	工程配置	重型构件、结构加载
XSA-LF500	500	100 / 250 / 500	强化配置	大型结构、静强度加载
XSA-LF1000	1000	100 / 250 / 500	强化配置	大型结构与高载荷试验

组合规则

- 表列速度为方案入口，不代表所有额定力/行程组合均可同时达到。
- 动态拉力按回油背压、摩擦、阀压降和惯性力进行校核；峰值力不得替代连续额定力。
- 采用单出杆结构时，推力、拉力和两腔流量不同；需要双向对称性能时选用双出杆结构。
- 长行程、高压缩载荷需要进行活塞杆稳定性及安装铰点校核。

06 XSA-HF 高频伺服作动器

HF 系列面向高周疲劳、振动、共振搜索和高速运动复现。方案以双出杆对称结构、低摩擦导向、内置位移反馈、近端伺服阀和短油路为核心；侧向载荷较高时可采用静压支承结构。

项目	方案配置入口
频率分区	20-100 Hz 项目设计；频率必须与振幅、负载、移动质量、阀和误差成组定义
力级入口	5 / 10 / 25 / 50 / 100 / 250 kN；可用动态力按项目计算
总行程入口	10 / 20 / 50 / 100 / 150 mm
供油条件	21 / 28 MPa 系统可选；作动器允许压力和可用力按确认图及技术协议
结构形式	双出杆对称结构；低摩擦或静压支承方案
阀控配置	单阀、双阀或三级伺服阀；近端阀块与蓄能器
反馈配置	高响应位移传感器、疲劳级负载传感器、双腔压力测量
适用方向	高周疲劳、模态激励、振动模拟、道路谱与载荷谱复现

高频边界

- 高频指标必须写成“频率 + 振幅 + 负载 + 波形 + 控制误差”。
- 高频大振幅首先受峰值速度、阀流量、液压功率和液柱共振限制。
- 试件、夹具和反力架的固有频率应避开试验带宽，安装间隙会直接降低控制质量。
- 连续高频运行需配置充分的冷却、过滤和回油背压管理。

07 XSA-HF 项目选型矩阵

方案代号	力级入口 kN	总行程入口 mm	组合状态	典型对象
XSA-HF05	5	10 / 20 / 50	工程配置	材料、小型零件、模态激励
XSA-HF10	10	10 / 20 / 50 / 100	工程配置	衬套、连接件、轻型部件
XSA-HF25	25	20 / 50 / 100	工程配置	悬架件、结构疲劳
XSA-HF50	50	20 / 50 / 100	工程配置	汽车部件、航空结构
XSA-HF100	100	20 / 50 / 100 / 150	强化配置	重型部件、结构耐久
XSA-HF250	250	20 / 50 / 100	强化配置	高载荷动态与疲劳试验

高频方案分级

配置级别	结构与阀控	适用任务
HF-S	低摩擦双出杆 + 单伺服阀	一般高周疲劳与动态加载
HF-D	低摩擦双出杆 + 双阀/大流量阀块	更高速度或较大流量
HF-HB	静压支承 + 近端阀块 + 蓄能器	连续高速、侧向载荷或高保真波形

HF 系列的目标工作频段为 20 ~ 100 Hz。合同性能按频率、振幅、负载、移动质量、阀配置、油源条件和控制误差成组定义；超过 100 Hz 采用专用高频方案。

08 结构、安装与接口

选项	代码	说明
单出杆	SR	推拉面积不同，适合通用加载与紧凑安装
双出杆	DR	两腔有效面积对称，适合双向动态控制
低摩擦导向	LR	适合一般动态和疲劳任务
静压支承	HB	适合高速、连续往复和较高侧向载荷
前/后法兰	F1/F2	刚性安装，需保证同轴度
球铰/耳环	SP/CV	释放小角度安装误差，减少侧向力
底座/耳轴	FB/TR	适合结构试验架与摆动安装

安装原则

- 作动器轴线、负载传感器和试件受力线保持同轴。
- 反力架、夹具和连接件的刚度、间隙与固有频率纳入系统设计。
- 软管留有运动余量并可靠支撑，禁止由油口承受管路重量和弯矩。
- 活塞杆不作为外部导轨；存在横向运动时设置独立导向机构。
- 行程两端保留控制余量，试验波形不得长期撞击机械端位。

接口资料

项目确认图提供安装尺寸、杆端螺纹/法兰、油口、阀块方向、传感器接口、零位与有效行程。定制产品的外形尺寸以项目确认图为准。

09 反馈、伺服阀与安全组件

组件	基础配置	选配方向
位移反馈	内置 LVDT 或磁致伸缩传感器	双通道、特殊量程、高温/防爆
力反馈	疲劳级负载传感器	更高精度、过载保护、同轴一体化
压力测量	A/B 腔测压口	动态压力传感器、压差计算
伺服阀	按流量与带宽选择	单阀、双阀、三级阀、数字接口
阀块	近端集成供回油和测压	蓄能、溢流、冲洗、旁通
安全保护	硬件急停、卸荷及独立超程保护	控制器软限位、机械缓冲

阀流量核算

先按波形计算峰值速度和作动器峰值流量，再按阀两端实际压差选择额定流量。高频任务还需校核阀的幅频/相频特性、阀芯行程、油温变化和回油背压。

- 伺服阀尽量靠近作动器，减少压缩油柱体积。
- 峰值流量由近端蓄能器补偿时，仍需核算油源平均流量和热平衡。
- 传感器量程既覆盖峰值，又应保证工作区间的有效分辨率。
- 安全保护独立于上位机软件，采用硬件急停、卸荷和行程保护。

10 液压动力与油液要求

项目	选型要求
供油压力	按额定力、阀压降和管路损失确定；常用 21/28 MPa
流量	同时核算平均流量、峰值流量和多通道同时系数
过滤	伺服阀上游设置高压过滤；清洁度按阀和系统中最高要求执行
温度	油温稳定直接影响粘度、泄漏、摩擦和控制增益；配置冷却/加热
蓄能	用于峰值流量、压力稳定和脉动抑制，不替代安全卸压
回油	控制背压、避免气穴并保证阀和作动器回油通畅
管路	短、直、刚度高；高频通道优先使用对称布置和近端阀块

调试顺序

- 1. 完成管路冲洗、过滤器检查和油液清洁度确认。
- 2. 低压排气并校验位移、力、压力和限位信号方向。
- 3. 低增益点动，确认运动方向、摩擦、泄漏和机械干涉。
- 4. 逐级提高压力、速度和控制增益，先空载后带载。
- 5. 使用项目波形验证跟踪误差、相位、温升、峰值压力和保护功能。

11 型号代码与订货表达

型号示例：XSA-HF50-DR-S050-HB-DV-LC50-F1

字段	示例	含义
系列	LF / HF	低频 / 高频
力级	50	50 kN 方案力级；实际推/拉力按压力与有效面积确定
杆型	SR / DR	单出杆 / 双出杆
总行程	S050	总有效行程 50 mm，即中心位置±25 mm
支承	LR / HB	低摩擦 / 静压支承
阀控	SV / DV	单伺服阀 / 双伺服阀
力传感器	LC50	50 kN 量程级负载传感器；量程不得低于协议峰值力
安装	F1 / F2 / SP / CV / FB / TR	前法兰、后法兰、球铰、耳环、底座或耳轴

随项目确认的参数

- 额定/峰值推力与拉力、允许持续时间、行程和零位。
- 目标波形、频率、振幅、速度、循环次数和允许控制误差。
- 供回油压力、峰值/平均流量、油温和清洁度。
- 杆端、缸体安装、阀块方向、传感器电气接口与电缆长度。
- 环境温度、防腐、防爆、防护等级及交付试验项目。

12 客户选型数据表

项目	客户填写
应用/试件	
控制模式	☐ 力 ☐ 位移 ☐ 速度 ☐ 压力 ☐ 混合控制
波形	☐ 正弦/三角：频率____ ☐ 方波：上升时间____、占空比____ ☐ 随机谱：频带____、PSD/RMS____ ☐ 时域：采样率____、峰值____、时长____
额定力/峰值力	推力____ kN；拉力____ kN；峰值持续____ s
位移	总行程____ mm；工作振幅±____ mm；偏置____ mm
动态指标	频率____ Hz；峰值速度____ m/s；峰值加速度____ m/s²；允许误差____
移动系统	试件质量____ kg；夹具质量____ kg；移动质量合计____ kg
结构边界	试件刚度____；反力架刚度/固有频率____；安装间隙____
循环与时间	总循环____；连续运行____ h；占空比____ %
液压条件	供油____ MPa；回油____ MPa；流量____ L/min；油温____ °C
安装接口	☐ 法兰 ☐ 球铰 ☐ 耳环 ☐ 底座 ☐ 耳轴；图纸/三维模型： ☐ 有
传感器/阀	位移____；力____；伺服阀品牌/接口____
环境与规范	温度____ °C；防护/防爆____；适用标准____

13 交付范围与验收

阶段	交付内容
方案确认	选型数据表、系统框图、接口条件、风险边界和技术协议
设计确认	外形安装图、液压原理、传感器/阀配置、电气接口
制造检验	关键尺寸、耐压、泄漏、摩擦、传感器校准与动作检查
动态验证	按技术协议执行力/位移跟踪、频响或指定波形试验
现场交付	安装指导、排气调试、参数整定、操作培训和验收记录
随机资料	合格证、使用维护说明、确认图、备件清单和试验记录

验收边界

- 额定力、行程、速度与频率的验收工况在技术协议中成组定义。
- 系统级动态指标需明确试件、夹具、油源、控制器和安装边界。
- 疲劳任务明确循环次数、载荷谱、停机条件和允许维护项目。
- 最终产品参数、外形、接口及验收值以双方技术协议和确认图为准。

联系新海流体

成都新海流体控制设备有限公司	
网站	www.xinhaifluid.com
电话	+86 28 6160 2577
邮箱	yangzs@xinhaifluid.com

14 技术资料来源

本样本的系列划分和选型方法参考以下公开技术资料，并结合液压伺服系统的工程计算重新组织。友商型号和商标不构成本公司产品型号。

来源	用于本样本的技术主题
MTS DuraGlide 244 Hydraulic Actuators	15-1000 kN、100-500 mm 等动态作动器规格与配置方法
MTS DuraGlide Hydraulic Actuators	Series 201 低频、Series 244 高频及 Series 248 静压支撑的应用划分
MTS Series 242 Hydraulic Actuator	低载荷作动器、位移传感器、低摩擦密封及伺服阀流量档位
Moog Electrohydraulic Servo Actuators	单出杆、双出杆、低载荷和静压支撑作动器的产品架构
SHENLEAD HF 系列直线液压作动器	超过 100 Hz 小活塞高频方案及负载传感器、伺服阀、阀块等配置
上海立新高响应伺服阀	高响应伺服阀的压力、流量及频响参数示例

网址索引

https://www.mts.com/-/media/platforms/pdfs/brochures/100-361-218b_244HydActuators.pdf?as=1
https://www.mts.com/-/media/platforms/pdfs/brochures/100-242-956c_HydActuators.pdf?as=1
<https://www.mts.com/-/media/platforms/pdfs/brochures/mts-series-242-hydraulic-actuator-brochure.pdf?as=1>
<https://www.moog.com/products/actuators-servoactuators/industrial/electrohydraulic.html>
https://shenlead-drive.com/view.php?cat_id=339&id=334
<https://www.shlixin.com/cn/Proportional-Servo-Valve/511.html>

版本说明：V1.5 为项目选型指南。表列力级、行程和频段用于建立工程配置；合同性能、尺寸、接口和验收工况由技术协议及项目确认图统一规定。