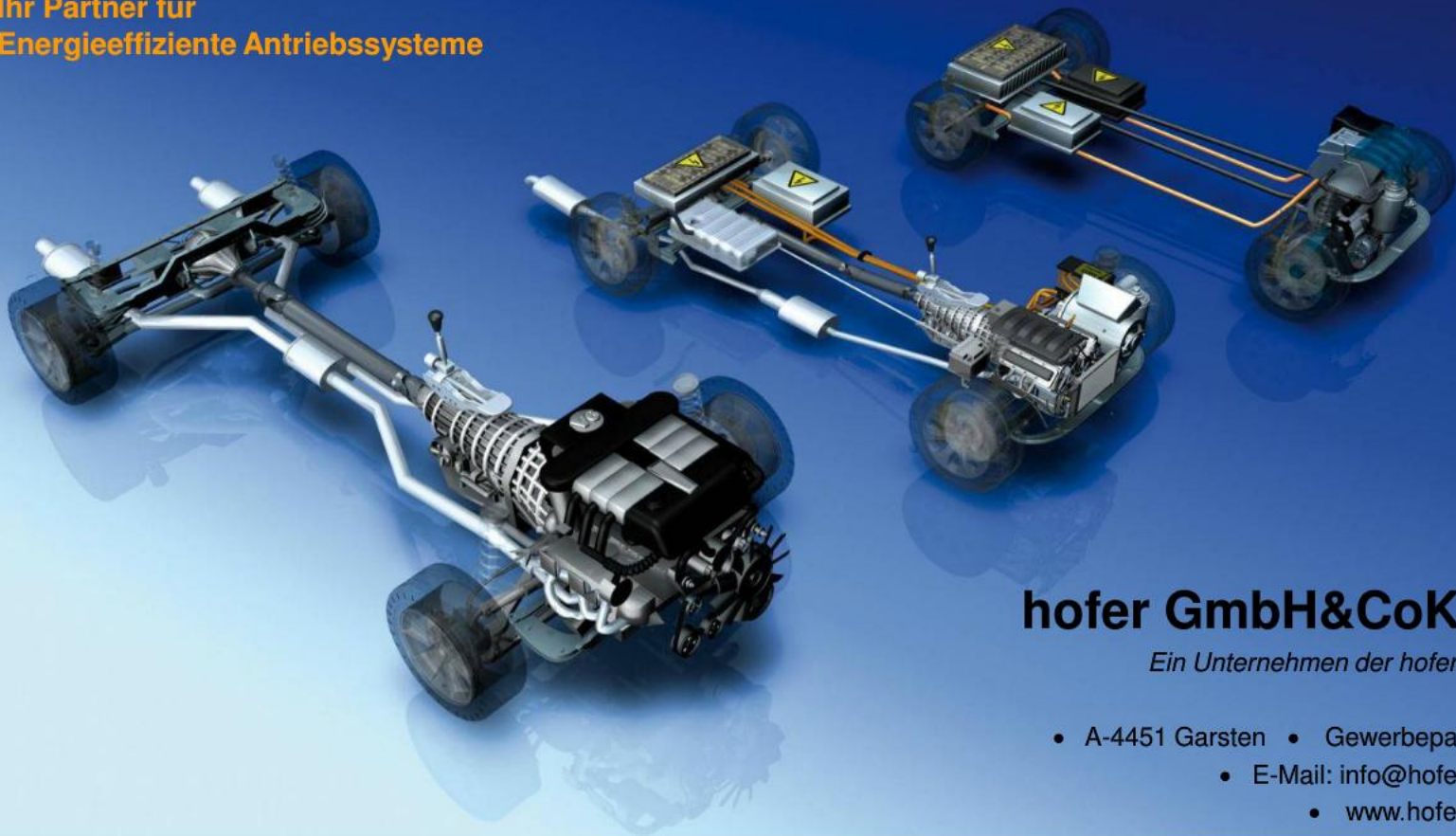


Ihr Partner für
Energieeffiziente Antriebssysteme



hofer GmbH&CoKG

Ein Unternehmen der hofer AG

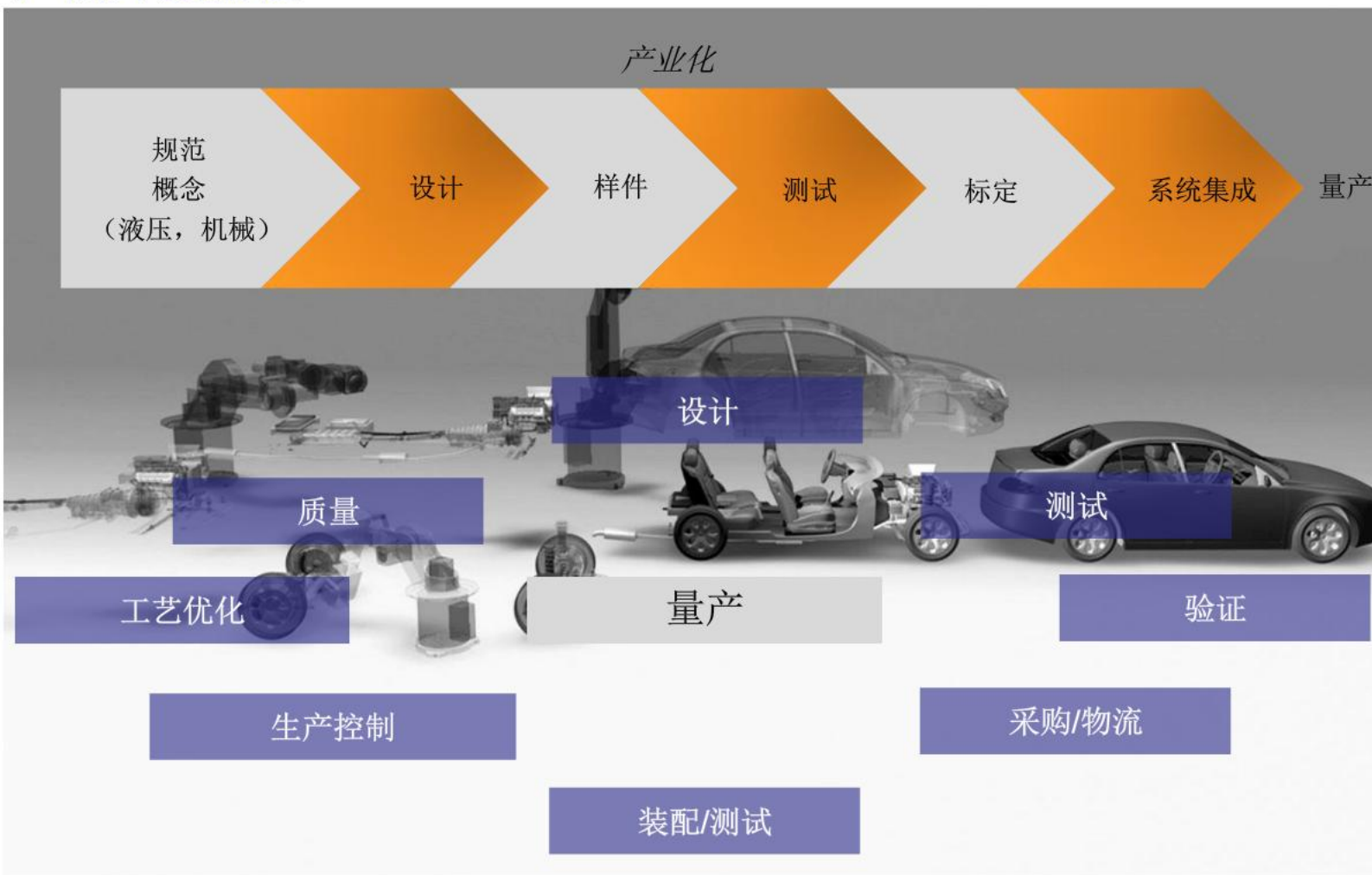
- A-4451 Garsten • Gewerbepark
- E-Mail: info@hofer.com
- www.hofer.com



- hofer为各种类型的变速箱开发和生产高效节能的液压系统



产品开发流程



为什么要花费如此多的时间和精力来测试液压元件？

功能性：

测试液压功能就是测试随电流和时间而变化的压力和流量特性。这些基本功会直接影响变速箱的驾驶性能，这是驾驶者能够感觉到的。

其他测试标准包括磁滞，稳定性和动态性能。

这一系列功能指标描述了液压控制系统的性能，在安装到变速箱/整车前应完全实现这些功能。

耐久性/验证：

非常重要是在整个变速箱寿命周期内液压控制系统应能够正常工作。液压模块的耐久测试应在变速箱系统进行测试前完成。此测试应能保证在变速箱和整车测试时出现尽可能少的测试故障。后期才发现耐久问题将造成时间和费用问题，例如，在使用一定数量的整车进行测试（例如：低温或高温测试）过程中出现耐久性的故障，故障成本非常高。

如果在量产后才发现耐久性的问题，将会损害产品品牌；并且开发费用很容易超支。

整车外的测试条件

液压控制模块的测试需在专门设计的台架上完成。

这些台架需能够给液压控制模块提供所有相关的工作条件：

0 ~ 最大油压（25bar, 55bar, 有时75或100bar）

0 ~ 100 L/min

-40°C (-70°C) ~ 150°C (180°C)

从低到高连续变化的电压/电流

功能和验证测试把整个变速箱寿命如：**25万公里或15年**的要求，设计成浓缩成一系列的测试。

测试条件选取最恶劣的工况，实现快速测试。

每个零件都需相应考虑，例如：

- 弹簧需要通到一定数量寿命循环的疲劳测试
- 塑料件和油品需要通过在最高温度和相应持续时间下的工作循环测试
- 材料与材料间的摩擦表面需要通过在不断出现污染物颗粒环境下的寿命循环测试

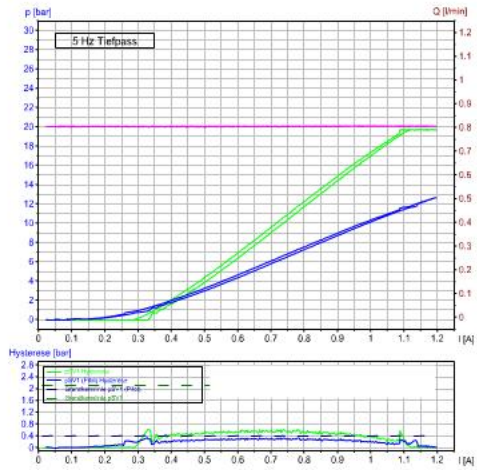
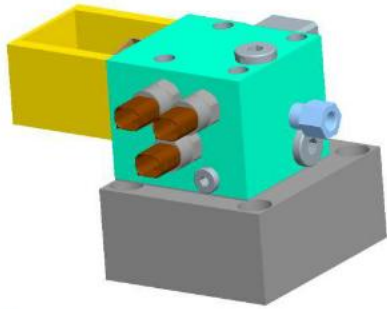
液压控制模块的测试体系

耐久测试过程中出现的典型故障模式		
故障类型	原因	可能来自的测试
磁滞太大	由于污染物所造成的阀芯和阀孔间摩擦力太大	抗污染测试, 耐久测试, 递增的脏物等级测试
泄漏太大	阀芯和阀孔磨损	耐久测试, 抗污染测试
	阀座被硬击后损坏或被污染物堵住	耐久测试
	由于螺钉拧紧扭矩不足, 阀体间密封不足	在低温和高温循环条件下的螺钉紧固测试 在不同坐标轴方向和加速度条件下的振动测试
	密封损坏	耐久测试 振动测试
无法达到最大压力	弹簧断裂	耐久测试
	泄漏太大	见上
	由于电气接触不良, 电流不足	振动测试
没有压力	线圈过热, 造成短路	高温测试
	无电气连接	振动测试
	由于油泵故障不供油	油泵耐久测试
阀芯中位时非正常的压力	由于污染物造成阀芯卡死	抗污染能力测试
	由于弹簧断裂造成阀芯卡死	耐久测试

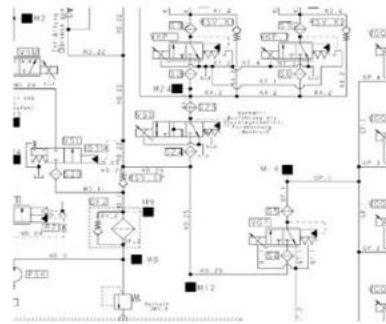
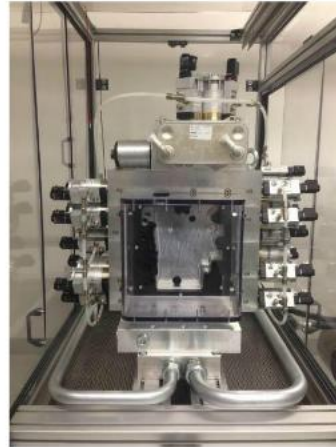
测试方法概况

1. 功能（测试基本功能） -> 开发测试，无耐久测试
2. 测试前调理（为其他测试做准备）
3. 低温测试（低温测试温度：-30° C（-40° C））
4. 高温测试（高温测试温度：120° C（130° C））
5. 温度变化测试（热循环）
6. 耐电压强度测试（绝缘强度）
7. 绝缘电阻测试（高电压跳变）
8. 疲劳性能测试（压力循环）
9. 耐久测试（多循环测试）
10. 环境温度冲击测试
11. 紧定螺钉防松脱测试（压力循环和热循环）
12. 抗污染耐久测试（采用污染后油品进行的耐久测试）
13. 样件极限公差时的耐久测试（样件关键功能的最小/最大公差）
14. 储存测试（在特定大气压下储存）
15. 油品兼容性测试（检查长期使用时油品与材料的兼容性）
16. 振动测试（振动条件下的循环测试）

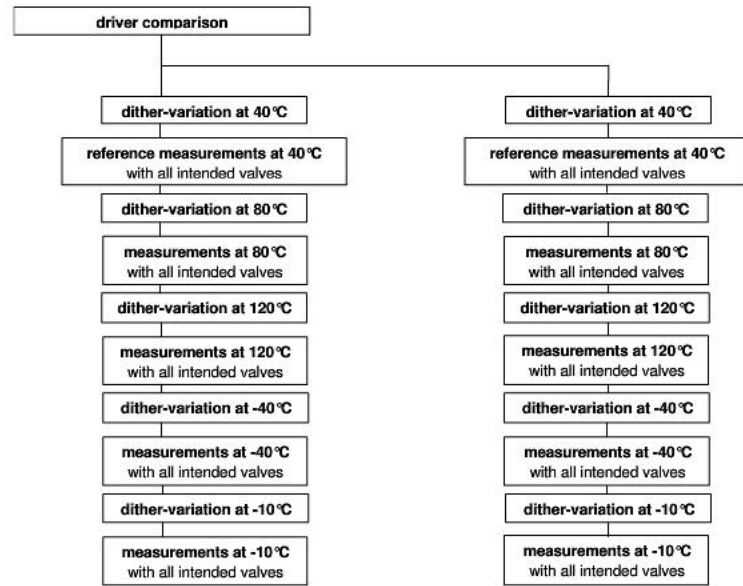
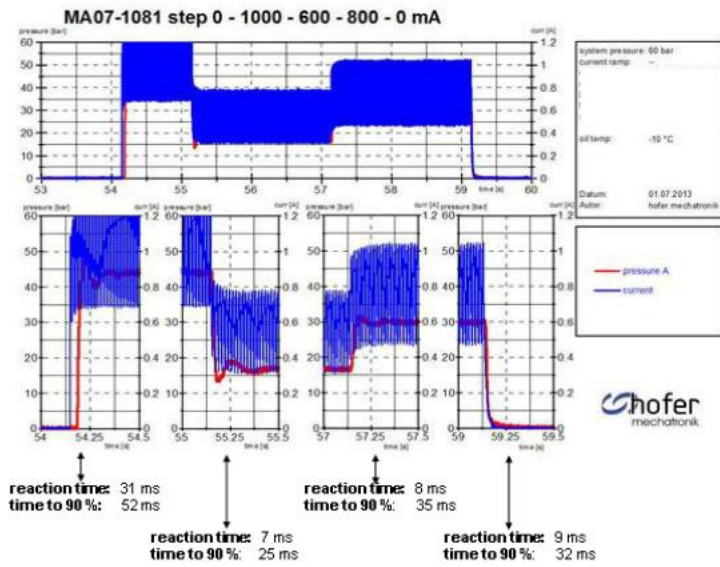
电磁阀



液压模块



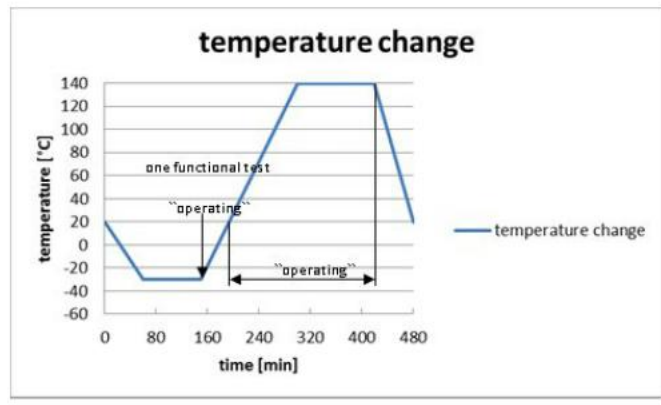
本测试模拟液压模块/电磁阀在高温&低温下的工作情况。



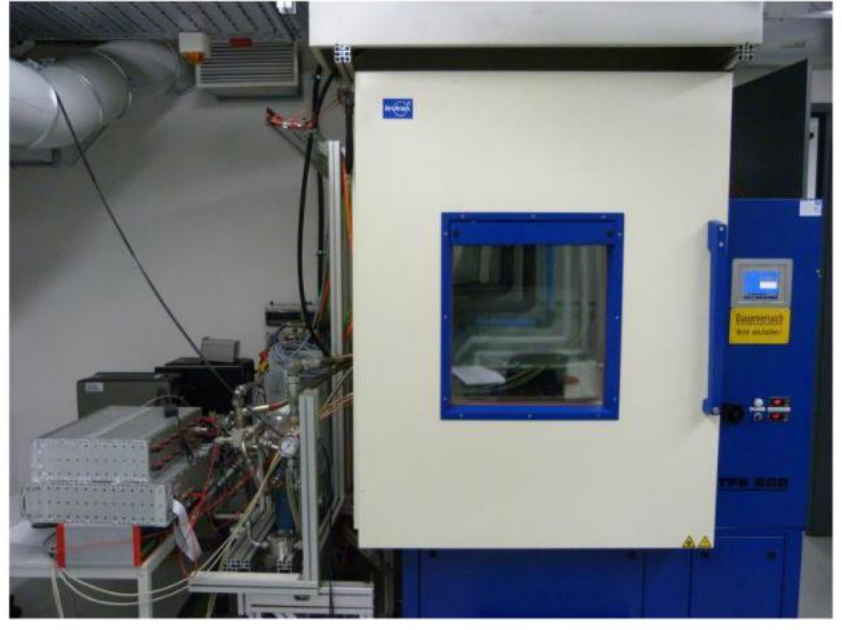
measurements at 120°C	5.6	temper: flush: vent	60	A	0-1000	0,25s ON/0,25s OFF	closed	—
		pressure jumps	60	P	300-700	2s ON/2s OFF	closed	5
5.8	pressure jumps	60	P	0-1000	2s ON/2s OFF	closed	5	
5.9	macro Q-I	10	A	0-1000	50 mA/s	open	1	
	micro Q-I	10	A	400-600	25 mA/s	open	1	
	leakage 0-position	60	P	0	15s	closed	1	
	leakage middle-position	60	P	∞, 500	15s	closed	1	
	5.9	macro Q-I	60	P	400-600	25 mA/s	cylinder	5

温度变化测试

本测试依据DIN EN 60068-2 Nb标准，模拟在极限温度变化下的工作情况。



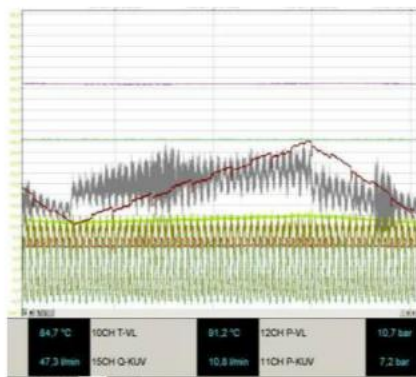
time [min]	temperature [°C]
0	20
60	-30
150	-30
300	140
420	140
480	20



- 在不同温度（循环）下的应力测试
- 液压件功能正常
- 油温： -40°C ~ 150°C
- 环境温度： -70°C ~ 180°C

耐久测试

- 应力测试 → 在最短可能的时间内
- 极限温度变化
- 元件快速动作 → 记录循环次数，例如液压模块电磁阀同步切换
- 测试参数的同步控制

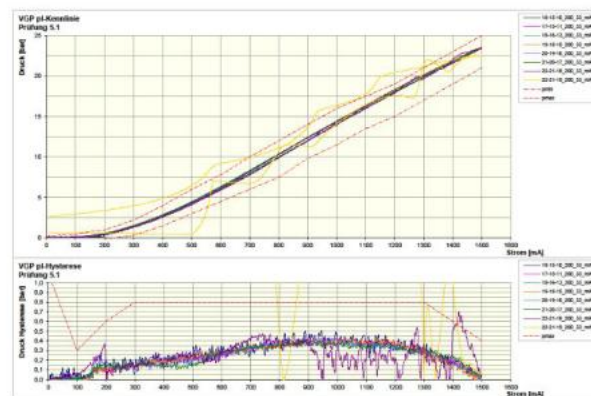
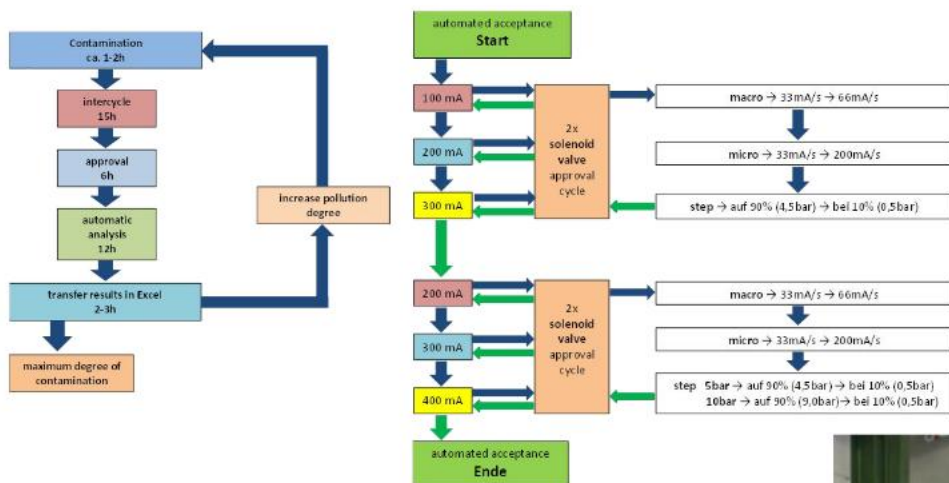


Schaltzyklensteuer KUV [s]	1			
Schaltzyklensteuer Parkpern [s]	6			
Programm	A	B	C	D
Laufzeit [h]	650	50	225	75
Drehzahl [1/min]	3000-6000-3000	1500-8000-1500	1200-2000-1200	2000 konst.
Anfahrzeit [s]	36	24	18	-
Bremszeit [s]	18	12	12	-
Ü-Muszeit [s]	54	36	30	-
Vorlaufdruck [bar]	8 bis 10	12 bis 23	12 bis 18	14
max. Q _{VL} (bei n=90%) [l/min]	86	127	101	29



抗污染能力测试

根据ISO 4406 / NAS / SAE标准，确定仍然能够实现技术规范中设定功能最大允许的污染度等级。

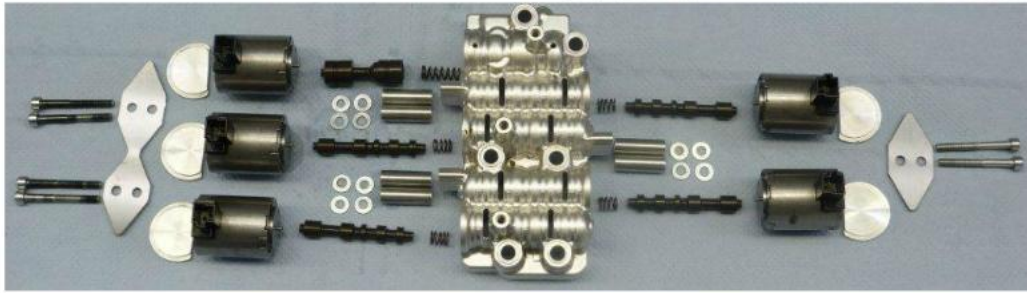


- 持续的污染试验直到功能无法保证，例如，磁滞，连续性...
- 调整控制参数 —— 为被污染后的零件选择合适的颤振...



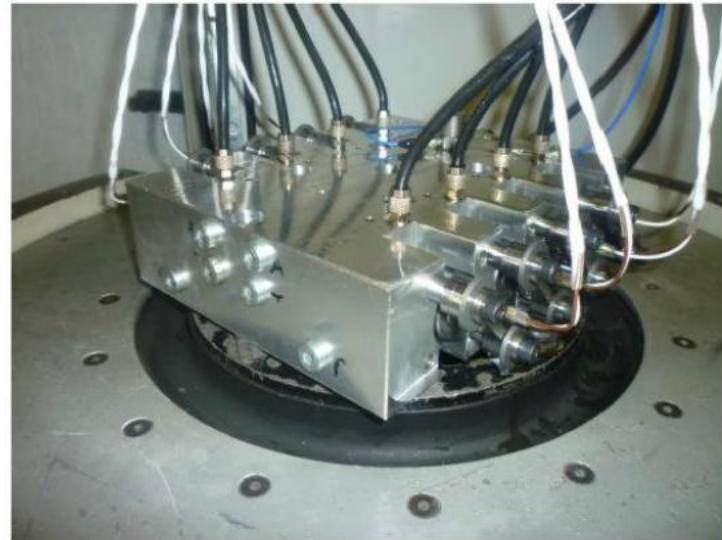
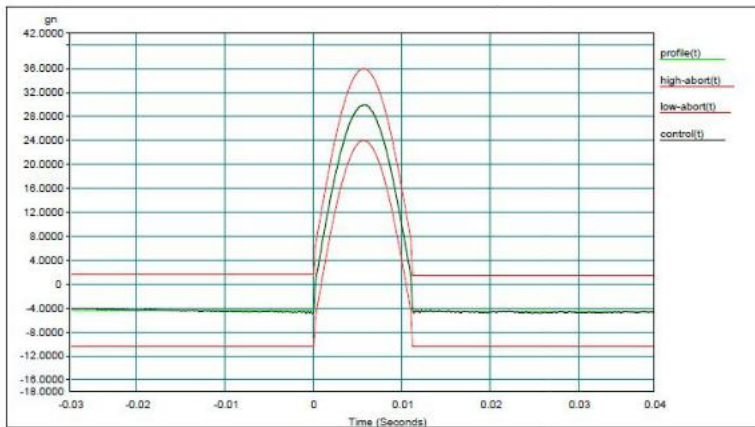
抗污染耐久测试

- 应力测试 → 使用污染后的油进行寿命循环测试
- 在依据ISO4406 / SAE / NAS标准的最大污染等级下进行测试
- 使用特殊的污染物来模拟离合器和齿轮的磨蚀物。
- 使用特殊的台架——只会对零件而不对台架施压应力
- 零件测试前和测试后的分析

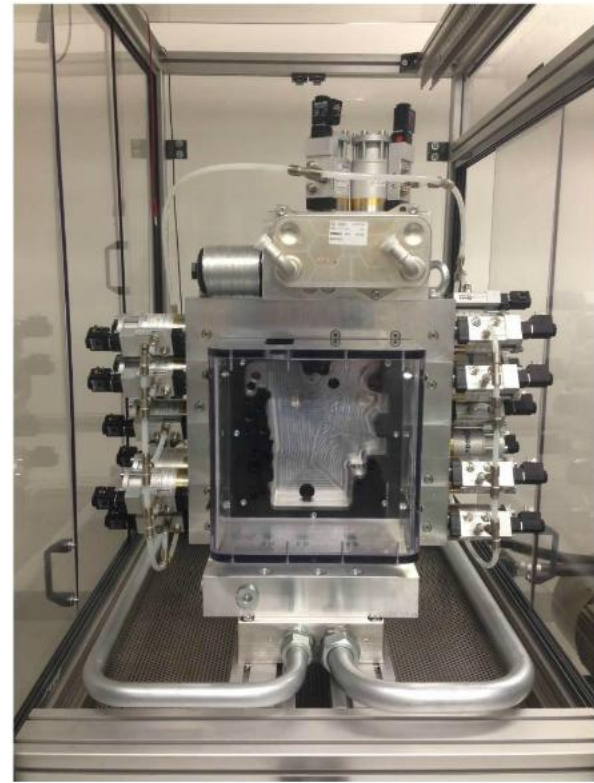


振动测试

- 紧固螺钉防松脱测试
 - 检查振动和温度 (-70°C ~180°C) 对 (HCU) 螺钉的影响
- 疲劳强度
 - 模拟在整车中测量到的振动应力
- 冲击测试
 - 模拟在最大加速度下的冲击 (碰撞) → 元件不脱落



Prüfung	Prüfnr. (8xxxxx) (xxxxxx)	Prüfung	Prüfstands- versorgung	HD	SV1	SV2	KV1	KV2	GSV_15	GSV_73	GSV_26	GSV_R4	KUV
				Q [l/min]	l [min]	l [min]	l [min]	l [min]	l [min]	l [min]	l [min]	l [min]	l [min]
HD	0001	makroysterese	50	0-1200 (86mA/s)									
	0002	Mikroysterese	50	500-600-500 (33mA/s)									
	0003	Phasenverschiebung	50	500-600-500 (200mA/s)									
	0004	Sprung 0-1200-0mA	50	0-1200 Haltezeit 5s									
	0005	Sprung 400-800-400mA	50	400-800 Haltezeit 5s									
	0006	Sprung 0-5-0 bar	50	pHD (Pilot) 0-5 bar Haltezeit 5s									
	0007	Versorgungsdrucksprünge TG1	50	10-20bar	pSV1 (Pilot) 4bar @ pHD [10bar]		1500		1200				1200
	0008	Versorgungsdrucksprünge TG2	50	10-20bar		pSV2 (Pilot) 4bar @ pHD [10bar]		1500			1200		1200
SV1	0009	p-I-Kennlinie 20bar	50	20bar	0-1200 (33mA/s)								
	0010	p-I-Kennlinie 15bar		15bar	0-1200 (33mA/s)								
	0011	p-I-Kennlinie 10bar		10bar	0-1200 (33mA/s)								
	0012	p-I-Kennlinie 5bar		5bar	0-1200 (33mA/s)								
	0013	Mikroysterese				500-600-500 (33mA/s)		1500					
	0014	Phasenverschiebung				500-600-500 (200mA/s)				1200			
	0015	Sprung 0-1200-0mA				0-1200 Haltezeit 5s							
	0016	Sprung 400-800-400mA				400-800 Haltezeit 5s							
	0017	Sprung 0-5-0 bar			20bar	pSV1 (Pilot) 0-5 bar Haltezeit 5s							
	0018	Sprung 0-1200-0mA				0-1200 Haltezeit 5s							
	0019	Sprung 400-800-400mA				400-800 Haltezeit 5s							
	0020	Sprung 0-5-0 bar				pSV1 (Pilot) 0-5 bar Haltezeit 5s		0					



- 液压模块单个阀测试
- 从样件到量产

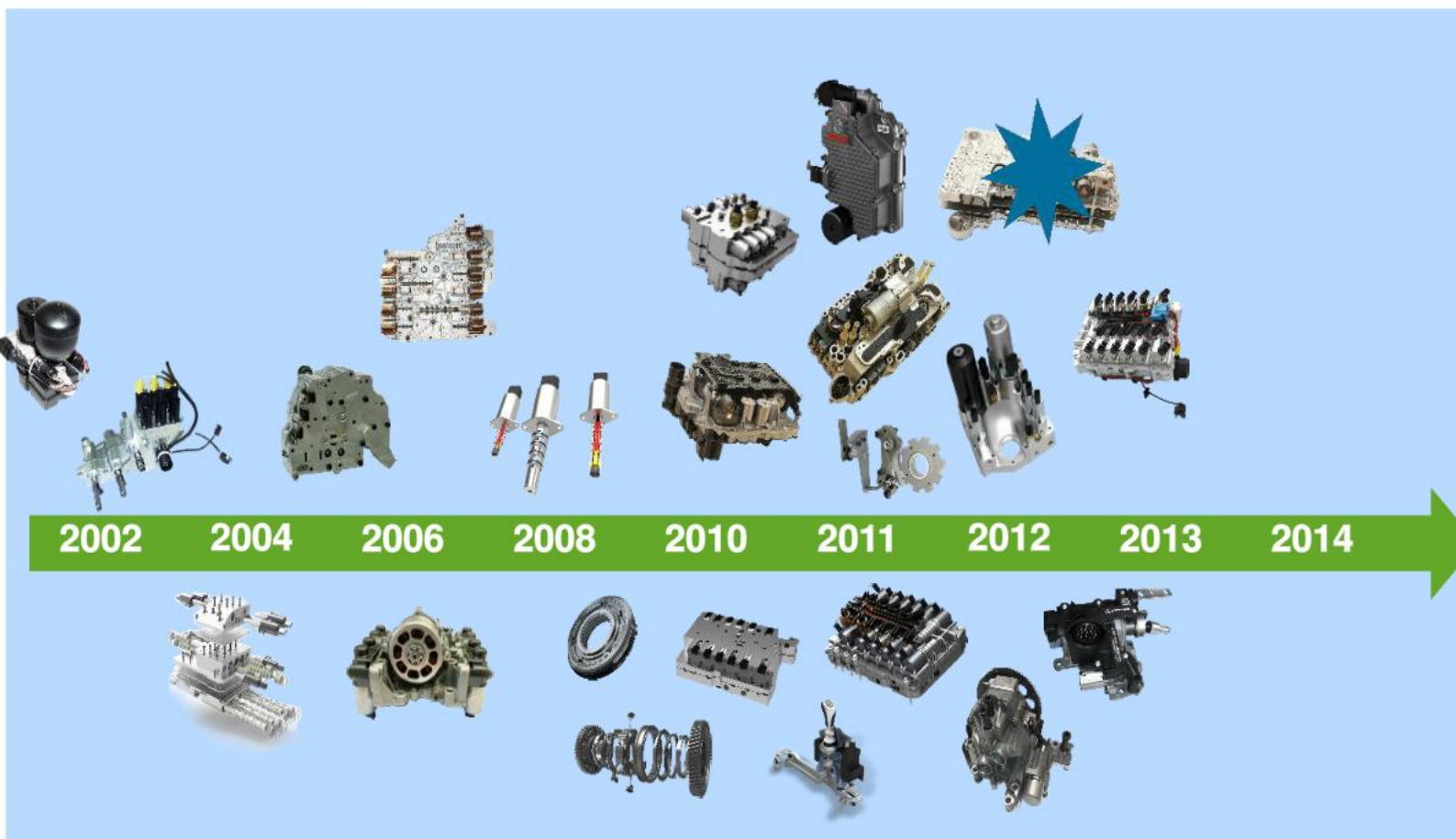
全套测试规划 (验证)

01.	Conditioning	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
02.	low temperature	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
03.	high temperature	x			x			x	x		x		
04.	change of temperature	x		x	x			x	x		x		
05.	dielectric strength						x				x		
06.	insulation resistance						x				x		
07.	fatigue behaviour						x	x			x		
08.	endurance test	x	x		x	x		x	x				
10.	thermal shock			x							x		
19.	retaining bolts release test			x							x		
20.	contamination endurance test											x	
21.	tolerance sample endurance test												
22.	storage test												
23.	oil compatibility												x

→流水跟踪组织测试→ 节省时间和零件

总结

- 对变速箱中重要的子系统进行测试，将缩短开发时间和降低成本。
- 测试必须包括功能性测试和耐久性测试。
- 一个完全开发并适应不同开发阶段的测试大纲，能实现功能改进并且达到所需的耐久寿命。
- 通过使用专业的测试台架和测试大纲，可非常早地发现故障并及时纠正。
- 液压系统不但复杂并且对工作环境敏感。好的测试规划将能在量产时出现少的问题。
- 完整的测试可让最终用户避免遇到耐久性问题，这也将是提高产品品牌形象的基础。



感谢您的关注！
欢迎提问！



Thank you for your attention

