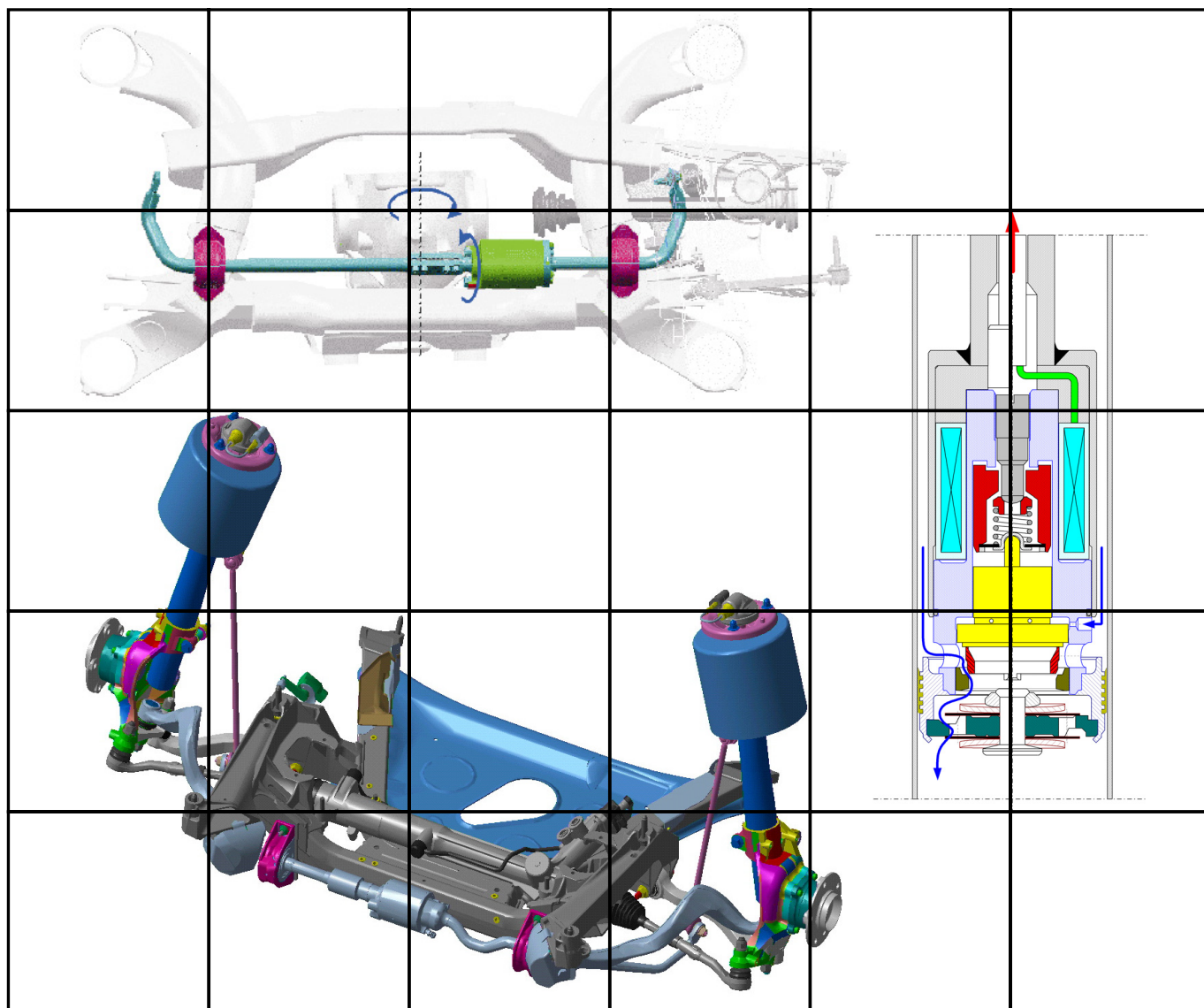


E65 行驶动态系统

专题培训教材



提示

本培训手册中包含的信息仅用于接受 BMW 售后服务培训课程的人员。
技术数据的更改 / 补充摘自 “技术售后服务” 的有关信息。

© 2001 BMW AG

慕尼黑，德国。未经宝马汽车公司（慕尼黑）书面授权，
不得翻印、复制及摘录

VS-42 MFP-HGK-BRK-E65_0500

目录

	页码
第 1 章 引言	1
第 2 章 ABS/ASC/DSC	2
引言	2
功能（概述）	2
-连接在总线内的 DSC	3
功能描述	4
-电子减速控制系统（ECD）	5
-制动衰退支持系统（FBS）	6
-动力性能控制系统（FLR）	7
-动态牵引力控制系统（DTC）	7
-驻车制动器（液压部分）	8
系统的结构（部件）	9
-液压装置组件	10
-传感器	11
第 3 章 EDC-K	12
引言	12
-历史	13
系统的任务	14
系统概述	16
组件功能描述	18
-控制单元	18
-供电	19
-垂直加速度传感器	21
-可调式电子减震器	22
-无级调节阀	24
操作	27
诊断	28
维修说明	28
第 4 章 动态驾驶	29
引言	29
动态驾驶一览	31
-连接在总线内的动态驾驶	40
部件描述	41
功能描述	58
-整个动态驾驶系统的起动状态	58
-运行状态	61
维修说明	66
-动态驾驶试运行	67
-对动态驾驶系统进行排气	68

引言

现代车辆底盘必须为驾驶员提供最佳行驶舒适性、较高的行驶安全性、较大的灵活性和操纵的简单性。此外，还必须具有适应各种条件的能力。（路况，冰，雪等等）

由于车辆会受到各方向的作用力，因此车辆的车身可能出现以下方式的运动：

- 绕着横向轴线：俯仰
- 绕着纵向轴线：侧倾
- 绕着垂直轴线：偏航

底盘的任务是尽可能抑制这些力的作用。为了主动及被动地对驾驶员提供支持，在 E65 中安装了多个主动式行驶动态系统。

行驶动态系统通过传感器获得行驶状态并将其继续传输到相应的控制单元，这些控制单元换算输入信号并将输出信号发送到各执行器。

行驶动态系统包括：

- 动态稳定控制系统 DSC 及其子系统
- 连续可调的减震系统 EDC-K
- 主动式侧翻稳定杆 Dynamic Drive

ABS/ASC/DSC

引言

为了实现改善后的系统工作方式，Bosch DSC 5.7 已在细节方面做了改善并增添了新功能。

该系统与 PT-CAN 系统相连。

功能（概述）

DSC 模块通过制动作用进行控制，或在特定情况下通过发动机负荷控制系统进行控制。它包括以下子系统：

- ABS 防抱死制动系统
- ASC 自动稳定控制系统
- MSR 发动机牵引力矩控制系统
- DSC 动态稳定控制系统
- DBC 动态制动控制系统
- CBC 弯道制动控制系统
- ECD 电子减速控制系统（只限 ACC）
- FBS 制动衰退支持系统
- FLR 动力性能控制系统
- DTC 动态牵引力控制系统
- 驻车制动器（液压部分）

在 DSC 控制单元内还集成了 2 级制动摩擦片磨损传感器的分析装置。

制动摩擦片磨损传感器的结构和工作原理见 HGK “制动器”。

- 连接在总线内的 DSC

图 1：总线结构

KT-8932

功能描述

- ABS 防抱死制动系统

记录: _____

- ASC 自动稳定控制系统

记录: _____

- MSR 发动机牵引力矩控制系统

记录: _____

- DSC 动态稳定控制系统

记录: _____

- DBC 动态制动控制系统

记录: _____

- CBC 弯道制动控制系统

记录: _____

- 电子减速控制系统 (ECD)

ECD (电子减速控制系统) 对 ACC (自适应巡航控制系统) 的请求信号作出反应。

如果 ACC 请求减速, 那么 DSC 将执行制动功能。

此时将根据车辆行驶速度、与前车的距离和前车的速度, 自动在四个盘式制动器上执行制动作用 (最大减速度 3 m/s^2)。

在下坡行驶且预先选择了行驶速度时, ECD 通过自动制动作用持续调节行驶速度至预设值。

在进行自动制动时，制动信号灯的控制方式符合法规要求。

自减速度 $>1\text{m/s}^2$ 起，灯光模块（LM）才开始实施制动信号灯的控制。这样就避免了制动信号灯频繁亮起及提前亮起。

- 制动衰退支持系统（FBS）

FBS（制动衰退支持系统）是 DBC 的一项新的子功能。

FBS 功能用于补偿因制动温度上升而造成的制动力损失。

制动器较热时制动作用衰退，因此要求驾驶员用更大的力操纵脚踏板。现在，提高制动压力通过控制液压泵实现。

温度测量值是一个虚拟值，可借助以下输入值：

- 车轮速度
- 单个车轮的制动压力及
- 环境温度

测算出（温度模型）。

- 动力性能控制系统（FLR）

FLR 是 DSC 的一项新功能，它可以避免滥用制动器而造成过载。

如果测算出温度超过 600 摄氏度，那么系统将降低发动机功率（最大发动机扭矩 330 Nm）。

发动机扭矩的降低将作为故障存储（动力性能控制系统已激活）。如果客户抱怨发动机功率不足，可由修理厂进行确认并向客户解释其原因是制动过载。

- 动态牵引力控制系统（DTC）

DTC（动态牵引力控制系统）功能可通过控制器激活。由此将用于改善牵引力的 ASC 滑转阈值提高至车速 70 km/h。理论上允许的滑转率加大一倍，但是它还要受滑转特性曲线的制约。在坏路上和刚下过大雪的路面上行驶时即可体现这项功能的优点。该功能不是针对安全性，而是针对牵引力的。出于安全考虑，如果横向动态运动趋势增大（通过偏航角速率传感器测量），则滑转阈值将重新返回到标准模式。

如果 DTC 牵引力模式被激活，那么固定式 DSC 安全灯上面的字符 DTC 将亮起。

- 驻车制动器（液压部分）

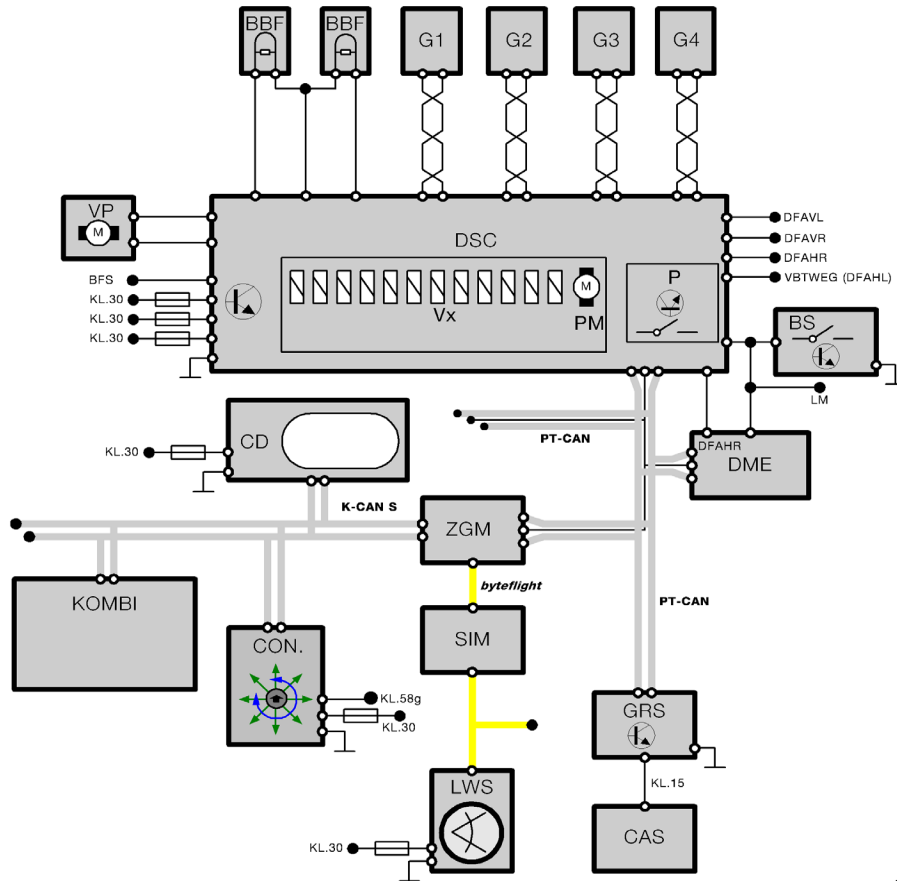
DSC 控制驻车制动器的液压功能。由驾驶员选择的便捷功能“自动驻车”将在前桥和后桥的制动器上施加液压驻车制动。“动态紧急制动”功能也使用相同的控制。

为此 DSC 控制单元提供了通过 PT-CAN 与驻车制动控制单元连接的 ECD 接口。

提示：

液压驻车制动功能见 HGK “制动器”。

系统的结构（部件）

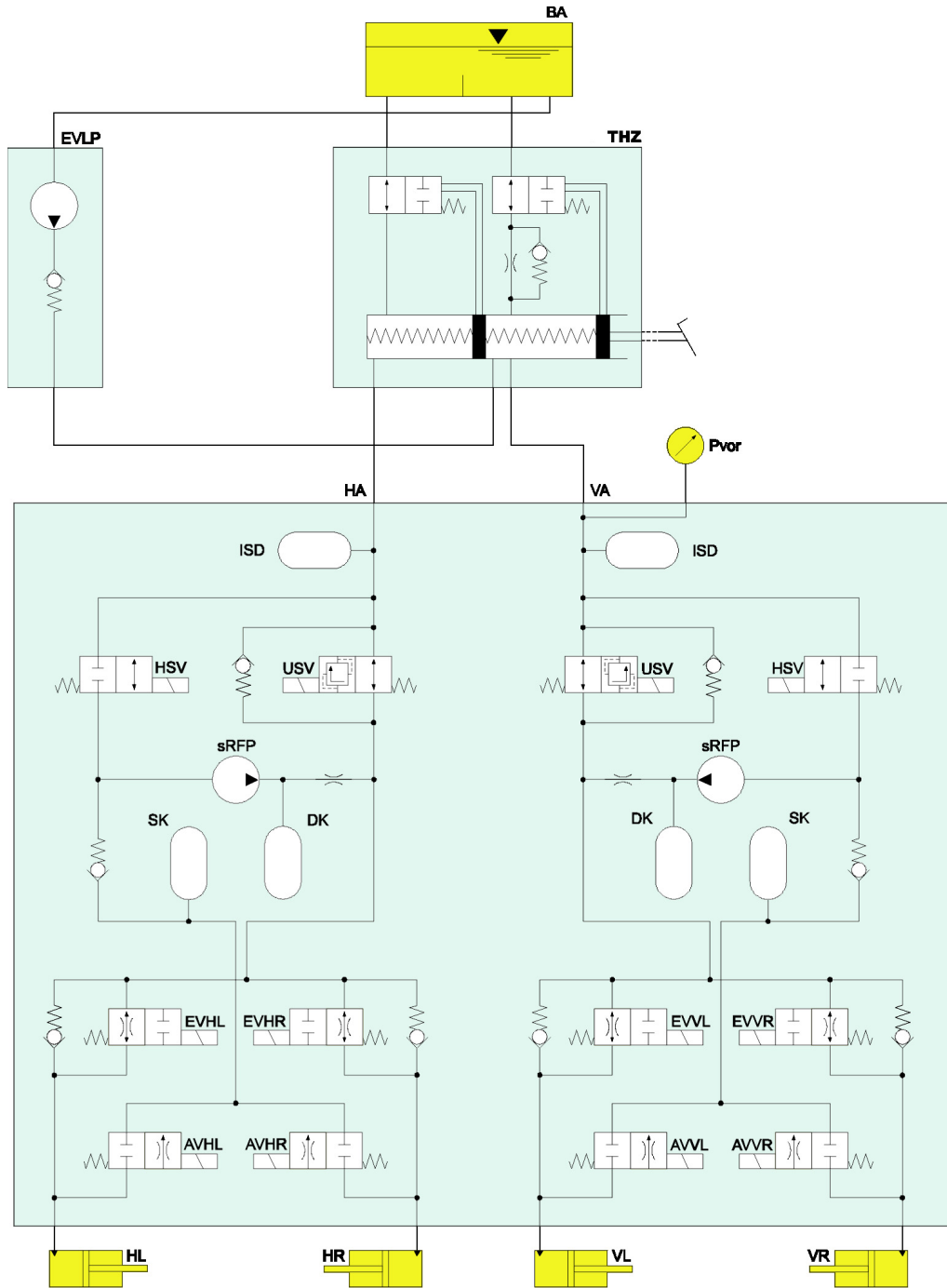


KT-8098

图 2: DSC 5.7 电路图

索引	说明	索引	说明
BBF	制动摩擦片磨损传感器	G1-G4	车轮转速传感器
VP	预增压泵	BFS	制动液传感器
DSC	DSC 控制单元	P	压力传感器
VX	液压调节阀	DFA	转速传感器输出端
VBTWEG	里程信号	BS	制动信号灯开关
CD	控制显示	DME	数字式发动机电子控制系统
ZGM	中央网关模块	SIM	安全信息模块
KOMBI	组合仪表	CON.	控制器
CAS	便捷进入及起动系统	LWS	转向角传感器
GRS	带集成式横向加速度传感器的偏航角速率传感器		

- 液压装置组件



KT-7996

图 3: 液压原理图 (DSC)

索引	说明	索引	说明
BA	制动液热膨胀平衡罐	sRFP	自吸式回流泵
THZ	串联式制动主缸	ISD	集成式流体阻尼器
HA	后桥	EVHL	左后进流阀
VA	前桥	EVHR	右后进流阀
Pvor	预压传感器	EVVL	左前进流阀
DK	减震腔	EVVR	右前进流阀
EVLP	单向预增压泵	AVHL	左后回流阀
KOMBI	组合仪表	AVHR	右后回流阀
GRS	偏航角速率传感器	AVVL	左前回流阀
CAS	便捷进入及起动系统	AVVR	右前回流阀
HSV	高压换向阀	HL / HR	左后 / 右后
USV	转换阀	VL / VR	左前 / 右前
SK	储液腔		

- 传感器

DSC 5.7 通过以下传感器获得输入信号：

- 车轮转速传感器（带旋转方向识别功能的主动式车轮转速传感器）
- 偏转率传感器（通过 CAN 接口作为 DSC 的卫星式传感器连接在 PT-CAN 上）
- 横向加速度传感器（集成在偏转率传感器内）
- 压力传感器（安装在前桥回路的入口上；在未按压制动信号灯开关时不断测算零点）
- 转向角传感器（转向柱开关中心（SLZ）的组件，通过中央网关模块连接到 PT-CAN 上）
- 制动液报警开关（监控制动液热膨胀平衡罐内的液位）
- 制动信号灯开关（BS）

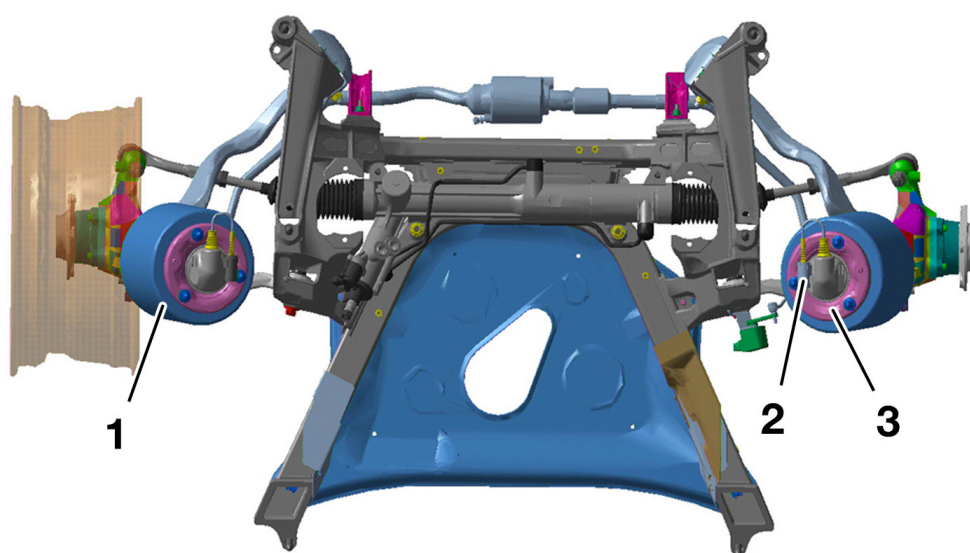
EDC-K

引言

现代车辆底盘必须为驾驶员提供最佳行驶舒适性、较高的行驶安全性、较大的灵活性和操纵的简单性。

不可调的常规减震器只能在上述目标之间提供一个折中方案。可手动调节的减震器则可将减震程度设置为运动型或舒适型。

为了能近乎完美地消除这个目标冲突，我们研制了可调式电子减震系统。



KT-8869

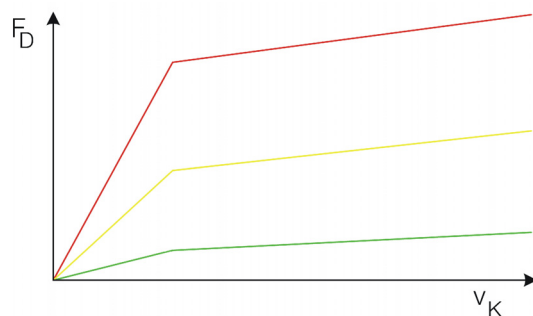
图 4: 前桥外观, 从上面看

索引	说明	索引	说明
1	螺旋弹簧保护套	3	上部止推轴承
2	EDC-K 插头接口		

- 历史

EDC III 是一个全自动工作的、与行驶状况匹配的调节系统。系统通过传感器获得输入参数，如路面状态、车辆负荷和行驶方式。然后按三个特性线（低阻尼、中等阻尼或高阻尼）中的一个进行自动控制。

驾驶员也可以选择舒适模式或运动模式。

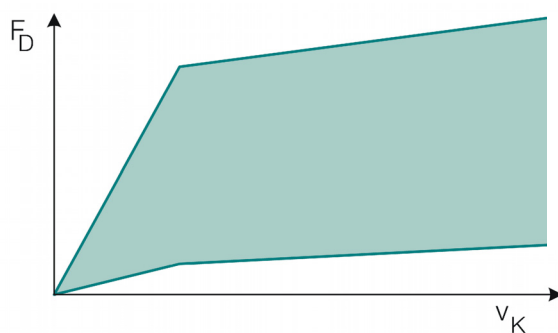


KT-6623

图 5: EDC III 的特性线（拉伸阶段）

借助 EDC-K 可在整个特性曲线上对减震器进行全自动调节。这个特性曲线由无限多个特性线组成。因为在任一活塞速度 v_K 下都可以调节阻尼力 F_D ，所以可以连续调节减震器。

驾驶员也可以通过控制器设置为舒适模式或运动模式。



KT-6624

图 6: EDC-K 的特性区域（拉伸阶段）

系统的任务

作为底盘的一部分，EDC-K 的任务是补偿行驶期间作用在车辆上的动态力。

以下作用力会作用在车辆上：

- 垂直力（例如因路面不平引起的）
- 横向力（离心力、侧风）
- 纵向力（加速、制动）

这些作用力会引起车辆的车身出现以下方式的运动：

- 绕着横向轴线：俯仰
- 绕着纵向轴线：侧倾
- 绕着垂直轴线：偏航

底盘的任务是接收传输到车辆上的作用力。这个任务的大部分可由连续调节式减震器完成。

EDC-K 的主要任务是在保持较高的行驶安全性的同时提高行驶舒适性。

EDC-K 的目标是使行驶时舒适、低阻尼状态的时间尽可能长。出于安全及减少舒适性损失考虑，为避免车身运动过大，必要时可调节到高阻尼状态进行控制。

E65 行驶动态系统

减震器刚度不是按设定的分级进行调节的，而是通过可调式减震器阀以多控制方式实现的。

通过传感器可获知行驶状态和路面状况。

此外，驾驶员还可以通过控制器设置为舒适模式或运动模式。

系统的输入信号来自：

传感器 / 开关	信号	计算值	安装位置
前桥及后桥上的加速度传感器	前后垂直加速度	弹簧压缩 / 拉伸行程的垂直速度	右前、左前、右后减震支柱盖
转向角传感器	转向角	转向角速度	转向柱开关中心
左前 / 右前车轮转速传感器	车轮转速	行驶速度，加速 / 制动	左前 / 右前轮毂
模式选择	舒适模式 / 运动模式		控制器

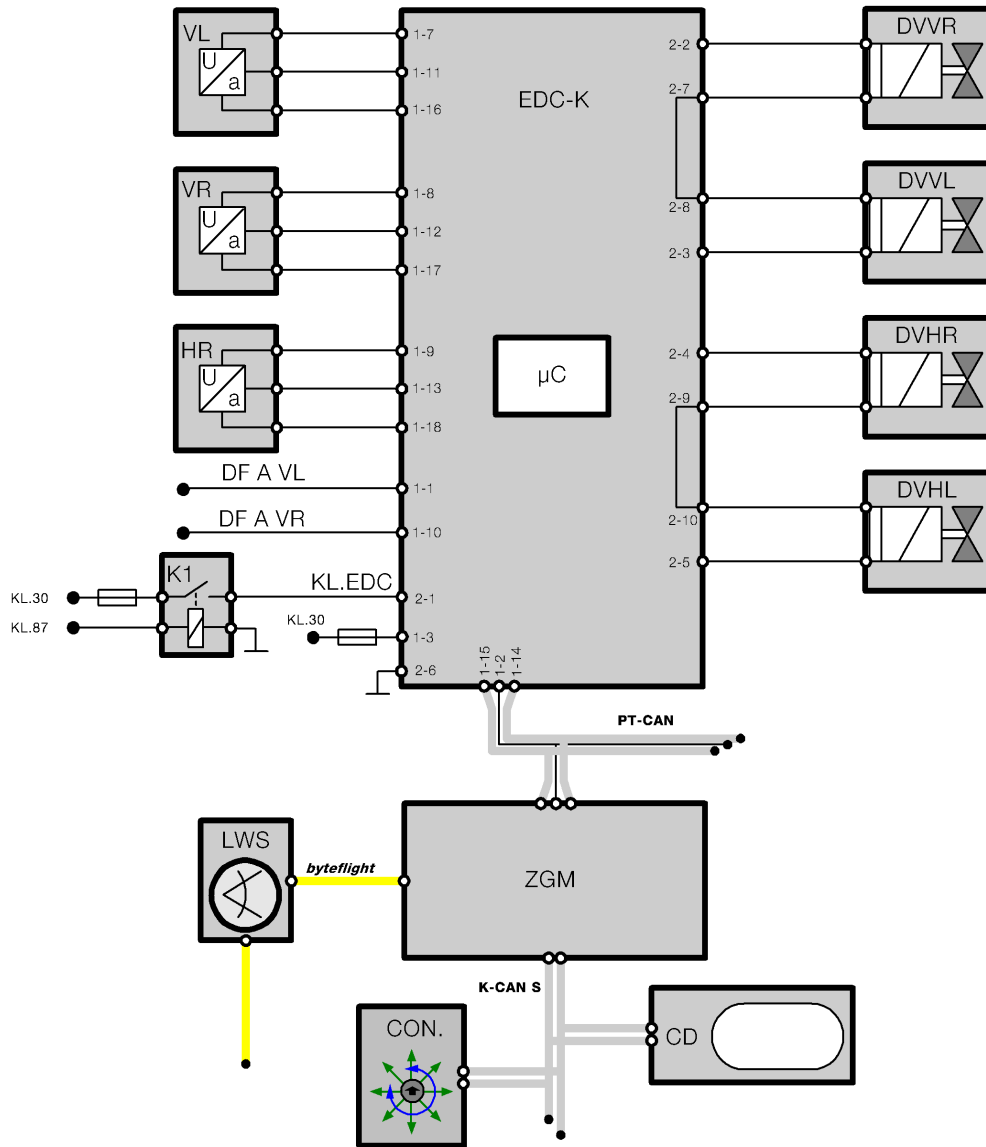
系统概述

博世/ Pöschel/ µf EDC-K

图 7：总线结构

KT-8934

œµÕŠ²³⁄₄ÚÕ°£½



KT-7769

图 8: EDC-K 电子系统一览

索引	说明	索引	说明
VL	左前	CD	控制显示
VR	右前	DVVR	右前减震器阀
HR	右后	DVVL	左前减震器阀
DF A	模拟转速传感器	DVHR	右后减震器阀
CON.	控制器	DVHL	左后减震器阀
LWS	转向角传感器	ZGM	中央网关模块

组件功能描述

- 控制单元

控制单元通过一个集成极性变换的过载保护继电器由车辆电源系统（总线端 Kl. 30）供电。

在 + 9 V 至 + 16 V 电压范围内控制单元可正常工作。在低电压时系统设置为关闭，这样可避免车辆蓄电池过多放电。

控制单元内有各种调节器功能。通过特定调节策略，这些功能确定加到减震器阀上的直流电大小。

与各计算作用力相对应的是垂直调节器、纵向调节器、横向调节器、修正调节器和公差调节器。

车辆静止时减震器断电。车速自 5 km/h 起减震器通电。

- 供电

阀门上电流低可使减震器具有高阻尼，电流高可使减震器具有低阻尼。

输出电压的标准值由微处理通过按脉冲宽度调制的信号（PWM）预先设定。通过硬件电流过载保护开关避免电流超过限值。

所有模拟输入端都已通过二极管实现正过压和负过压保护。

微处理器处理控制单元的以下模拟信号：

- 车辆供电电压
- 开关调节器的输出电压
- 阀门上的电压和电流

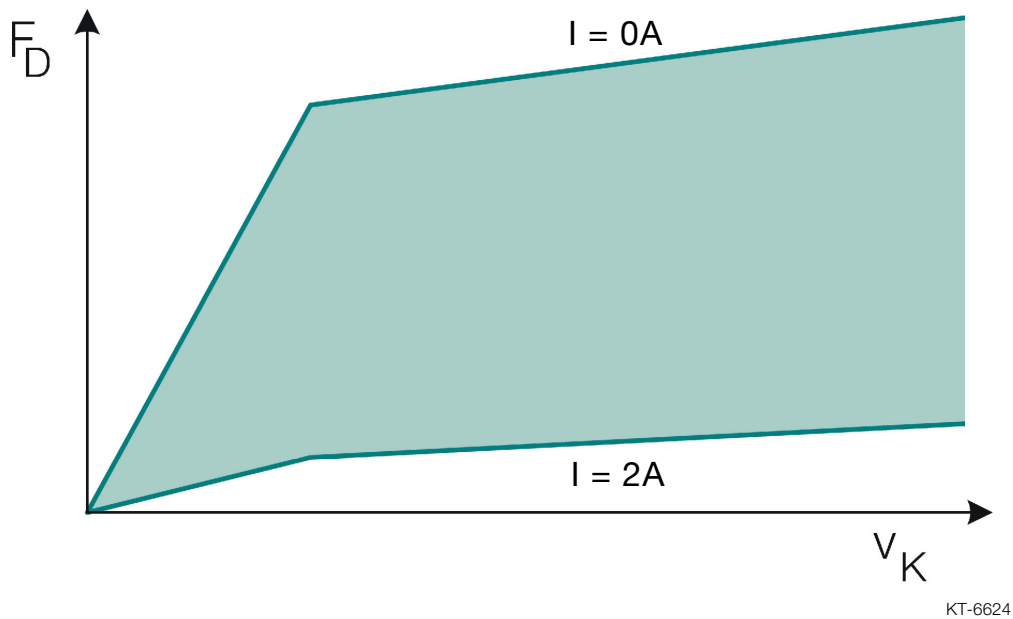


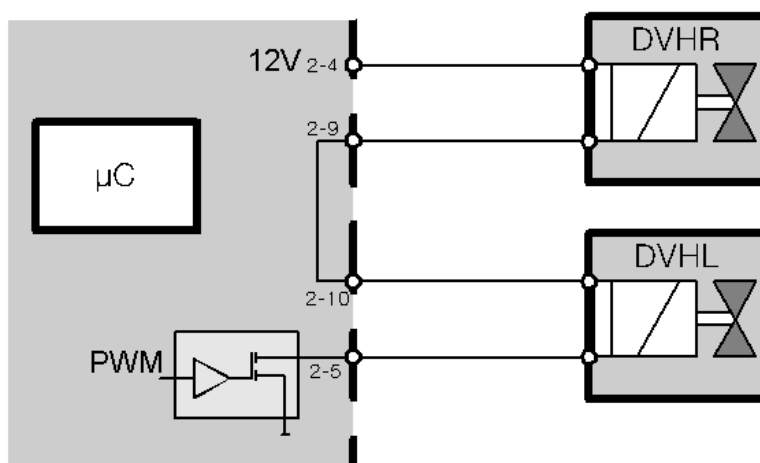
图 9：高阻尼和低阻尼特性线（拉伸阶段）及其供电控制

阀门控制 / 输出级电路

执行器的负极都连接到控制单元。

减震器内的电磁阀都带有一个相对较小的欧姆电阻（室温下每个阀的电阻约为 2.2Ω ）。根据所需要的阻尼力，要调节的电流范围为 0 至 2 A，即在低电压时需要电流按比例提高。标准值不允许超过 2 A，否则会造成阀门损坏。电磁阀以整桥方式按顺序接通。输出电流为直流电。

减震器以整桥方式按顺序被控制。



KT-8371

图 10：后桥上 EDC-K 阀门的串联电路

索引	说明	索引	说明
μX	微控制器	DVHR	右后减震器阀
PWM	脉冲宽度调制	DVHL	左后减震器阀

- 垂直加速度传感器

使用的三个垂直加速度传感器的测量范围为 $\pm 2.5 \text{ g}$ 。它们被安装在车轮拱罩内左右减震支柱盖上以及后桥减震支柱盖上。三个传感器相同，但将它们固定在车轮拱罩内的固定架不同。前部传感器（1）固定在车轮拱罩上部，后部传感器（2）固定在车轮拱罩侧面。至控制单元的插头接口必须一直朝下。

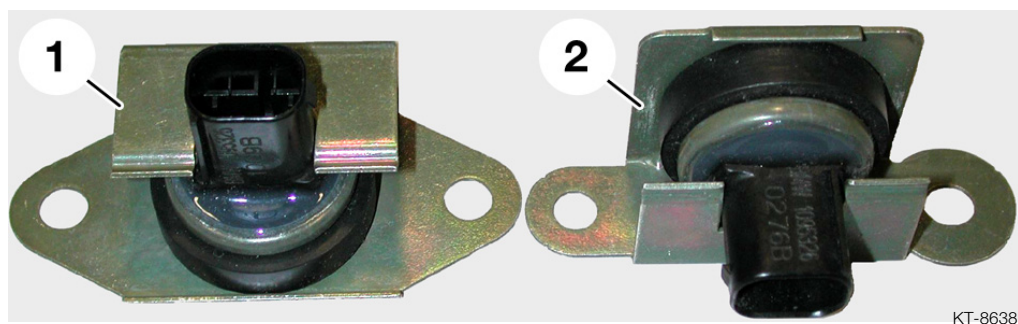


图 11：前部 / 后部垂直加速度传感器

索引	说明	索引	说明
1	前部加速度传感器	2	后部加速度传感器

- 可调式电子减震器

在前桥和后桥上装有双筒充气减振器。这种减震器是 Mannesmann Sachs Boge 公司研制的。

此类型的减震器是特性曲线减震器，就是说不再象 EDC III 那样有固定分级。

在每个减震器中都有一个可调节的比例阀集成在活塞上。在弹簧压缩和拉伸时，这个阀门改变减震器油的流动方向。

这个调节阀根据油流过的体积流量，在活塞上下侧之间产生一个压力差。

用于这个集成式调节阀的电气馈线通过空心的活塞杆安装。

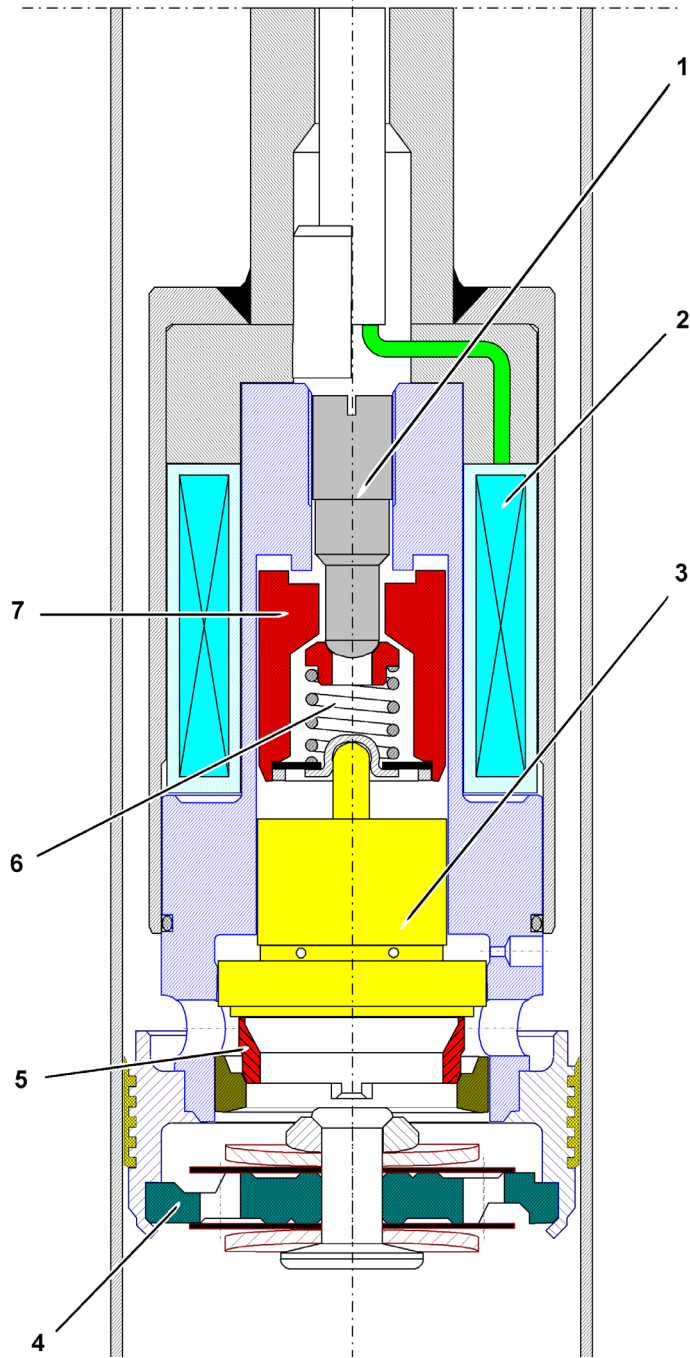
除这个可控制的调节阀外，还沿轴向并联安装了一个底阀。它的主要任务是确保压缩阶段特性线最小。

最小拉伸阶段特性线主要是通过与调节阀串联接通的常规活塞阀产生的。

对两个车桥实行单独控制，以便在所有行驶状态下都能保证车身处于最佳运动状态。

控制单元失灵或点火开关“关闭”时阀门不通电，减震器自动处于阻尼最大的位置。

如果车辆装备了动态驾驶装置，那么在前桥和后桥上的减震支柱将使用另一种阀门装备。



KT-7752

图 12: 减震器剖面图

索引	说明	索引	说明
1	螺栓	5	活动阀座
2	电磁线圈	6	阀门弹簧
3	主减震器阀	7	电枢
4	辅助阀门		

- 无级调节阀

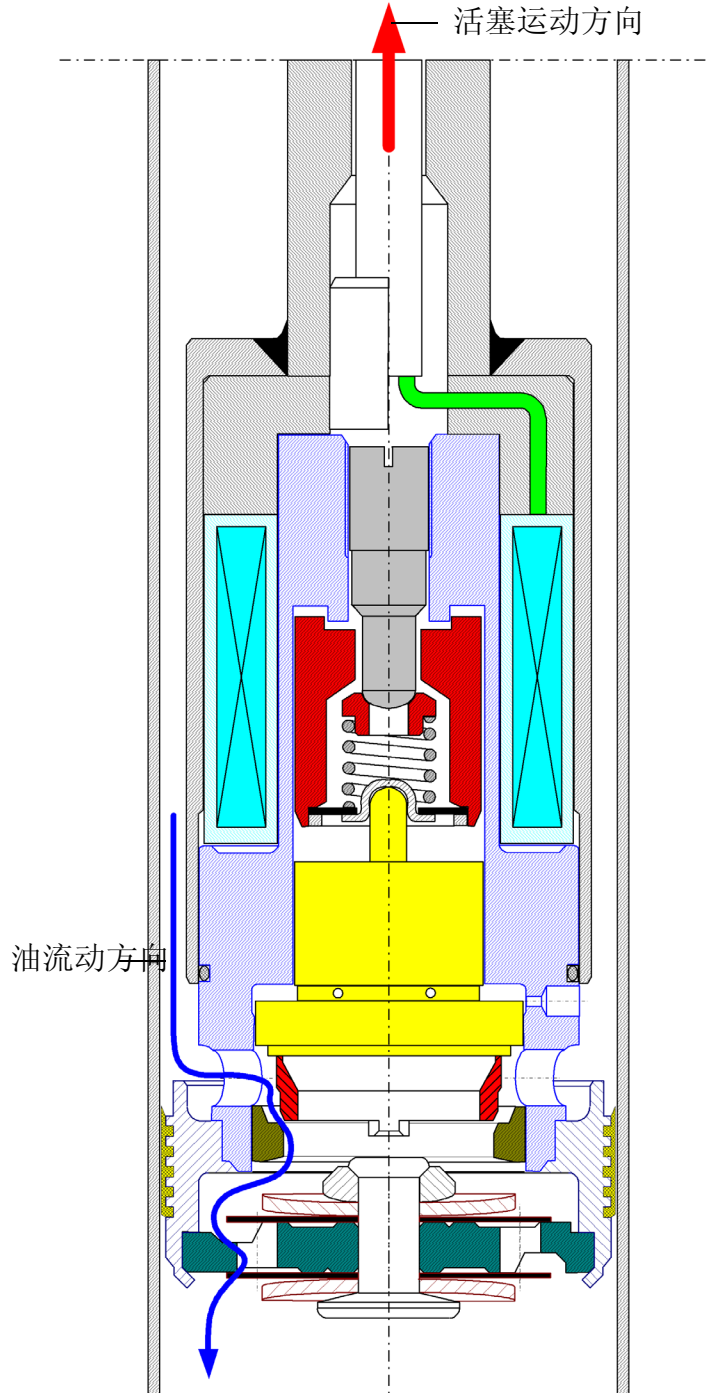
在断电运行状态下制造商将减震器设定为液压阻力最大。这个设定通过预紧阀门弹簧（6）的螺栓（1）实现。减震器被调节到阻尼最大位置。也称为安全位置。

阀门弹簧以最大力压在电枢（7）上，这个电枢又压在主减震器阀（3）上。这个阀压在活动阀座（5）上，而此阀座的下部靠在壳体上并给油的流动施加阻力。

电磁线圈（2）供电后电枢向阀门弹簧预紧方向移动。

辅助阀门（4）与常规底阀（图中未画出）一起产生最小阻尼力。

拉伸阶段的工作方式：

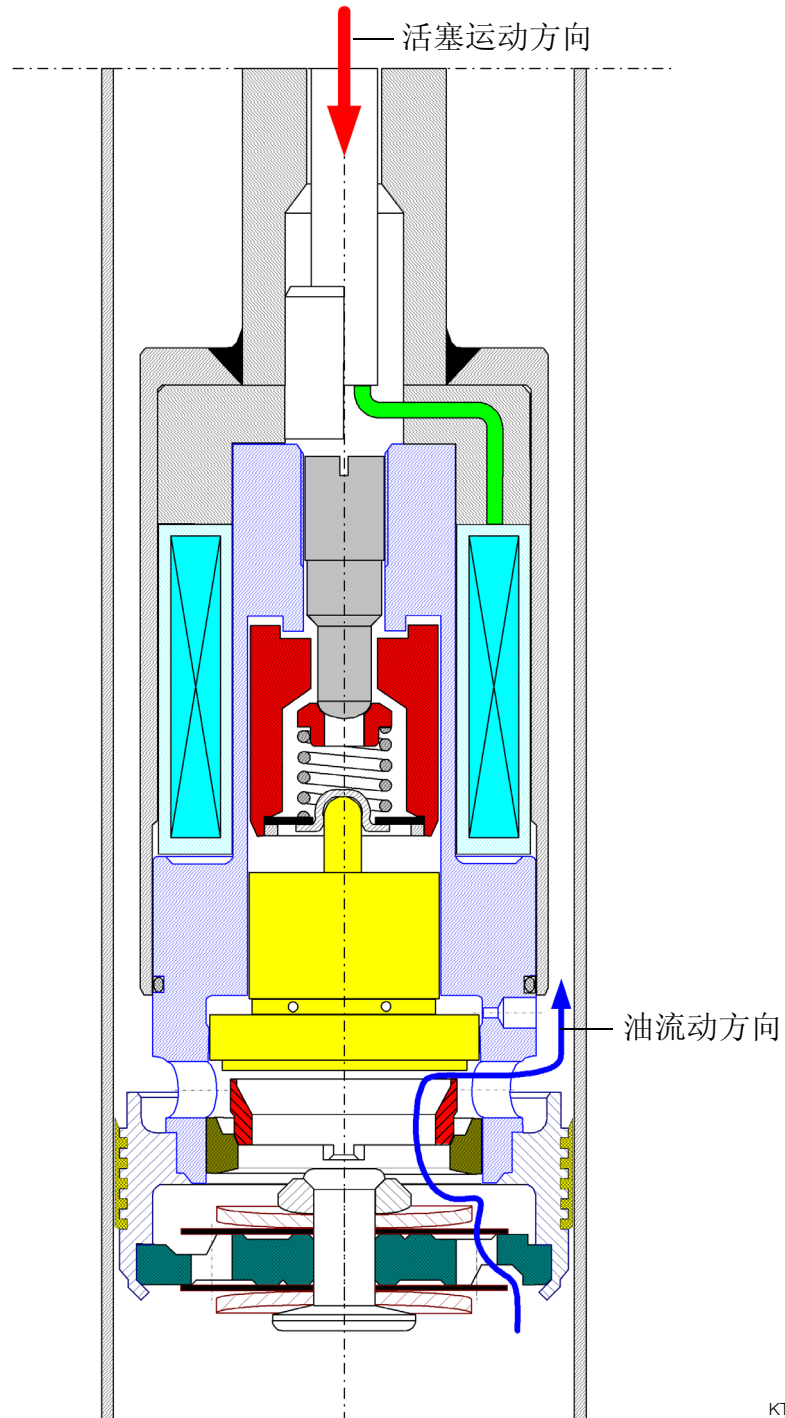


KT-7755

图 13：拉伸阶段的阀门

活塞被向上拉，油按图示箭头方向流动。活动阀座因液压压力而将主减震器阀向上压。

压缩阶段的工作方式：



KT-7753

图 14：压缩阶段的阀门

活塞杆被向下压，油按图示流动方向流动。主减震器阀因液压压力而被向上压。活动阀座紧靠在下部。

操作

控制器和控制显示

运动模式

运动模式通过控制器，或自 2002 年 3 月起通过 MFL 按钮由驾驶员进行控制。选择 EDC-K 开关位置“运动模式”，即可设置为高阻尼方式。

每次起动发动机后，EDC-K 都处于舒适模式。



图 15: 控制显示图示

KT-7772

诊断

系统监控和可信度

出于安全考虑，某一阀上有故障时所有阀门立即断电。故障识别只细化到整个车桥。为确定哪一个阀门损坏，可利用 DIS 或测量各阀门的电阻值。阀门功能良好时电阻值为 $2.2 \Omega \pm 10\%$ - 室温（20 摄氏度）。必须注意，电阻值会随温度变化而变化。

加速度传感器

在 EDC-K 控制单元内未预先设置如何区别故障状态和真实运行状态。在控制单元内三个传感器的电源在未经去耦的情况下并联接通。因此，其中一个用电器供电短路也会影响其它传感器供电。

维修说明

EDC 诊断系统只能以整桥方式识别电子减震器故障。单个减震器的机械检测可以在减震器检测台上进行。

减震器会因机械磨损而造成阻尼越来越小。通过一个运行时间存储器可以将减震器特性线向高阻尼设置方向推移。一般情况下只能以整桥方式更换损坏的减震器。更换后必须通过 DIS 将前桥或后桥的运行时间存储器复位（life time reset）。

动态驾驶

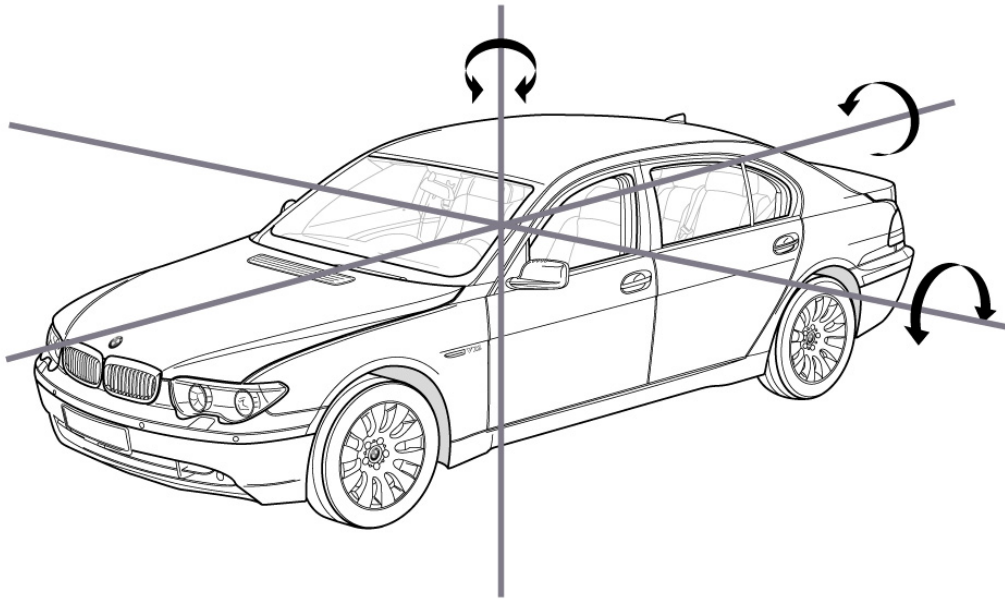
引言

前后桥上的稳定杆

车辆转向时，作用在重心上的离心力使车辆产生一个绕侧滚轴线的侧倾力矩。这个力使车身向外转向车轮方向倾斜，因此车辆快速接近行驶动态的极限。车身的倾斜度以及随之而来的车轮负荷差应通过稳定杆承受。

转向时外转向车轮的弹簧被压紧，内转向车轮的弹簧伸长。这样就会使稳定杆扭转。此时在稳定杆支撑点内出现的力产生一个力矩，这个力矩可阻止车身侧倾并改善同车桥两车轮上的负荷分配。

其缺点是直线行驶及弹簧单侧压缩时基本弹性变硬。这样将造成舒适性降低。



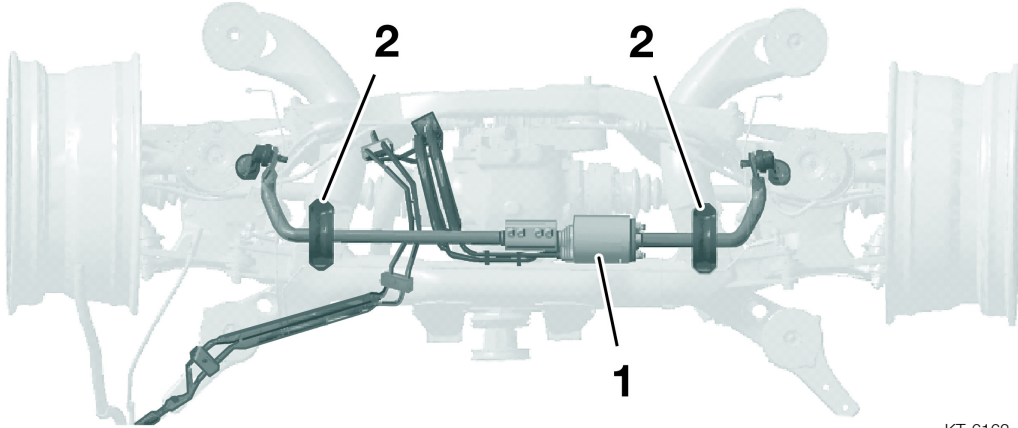
KT-8846

图 16: 侧滚轴线、偏航轴线和俯仰轴线

被称为动态驾驶或“主动式侧翻稳定杆”（ARS）的主动式底盘系统，是底盘技术的一个飞跃。首次消除了操纵灵活性与舒适性之间的目标冲突。这一点体现了新型 BMW 典型的“驾驶乐趣”。

主动式侧翻稳定杆有两根稳定杆，可有效防止车身侧倾并改善行驶性能。这样，弹簧和减震器可以设计得更舒适。

动态驾驶一览



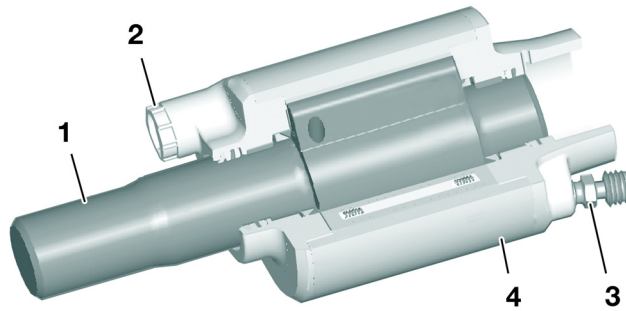
KT-6162

图 17: 后桥上的主动式稳定杆

索引	说明	索引	说明
1	双向马达	2	稳定杆支座 (滚动轴承)

动态驾驶主要根据横向加速度控制两个主动式稳定杆。

动态驾驶的基础是车桥上的可分式稳定杆，两个稳定半杆通过一个液压双向马达连接在一起。一个稳定半杆与双向马达轴相连，另一个与双向马达壳体相连。



KT-6160

图 18: 双向马达

索引	说明	索引	说明
1	双向马达轴	3	排气接口
2	压力接口	4	双向马达壳体

这些主动式稳定杆可调节稳定力矩，

- 将转向时车身的侧倾降至最小或完全排除，
- 减小车身的运动传递，
- 在整个车速范围内提高灵活性和目的的精确性，
- 产生最佳的自转向性能。

直线行驶时该系统改善了悬架的舒适性，因为此时稳定半杆未耦合在一起，所以单侧弹簧运动时基本弹性不会进一步变硬。

动态驾驶由下列组件组成：

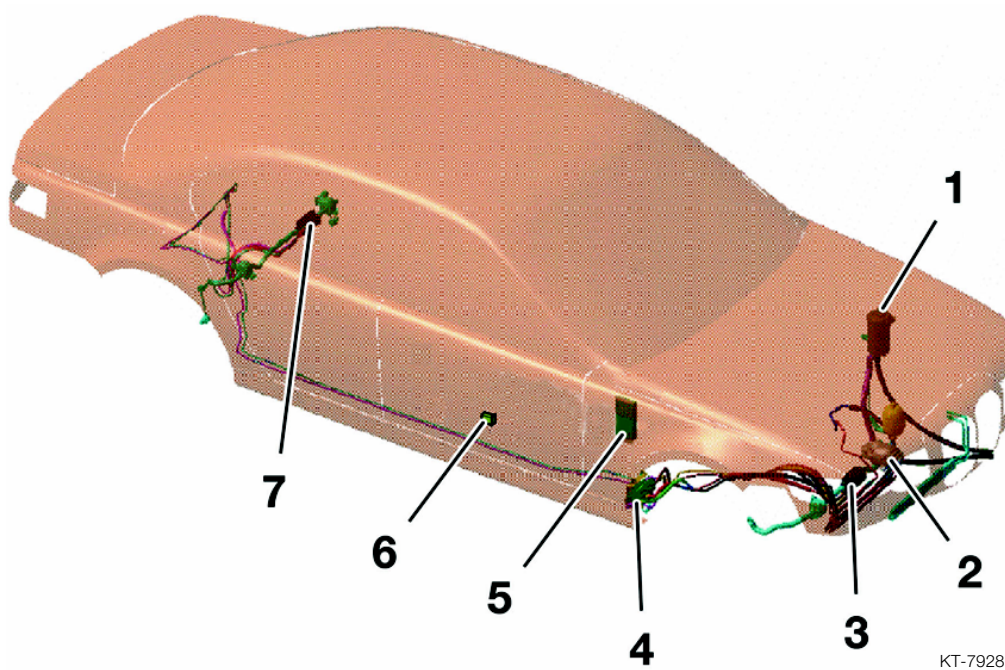


图 19: 组件安装位置

索引	说明	索引	说明
1	液压油箱	5	控制单元
2	串联泵	6	横向加速度传感器
3	前部双向马达	7	后部双向马达
4	阀体		

侧倾的影响

转向时车辆上会产生一个横向加速度 a_q ，它作用在车身的重心 SP 上。车身绕侧滚轴线侧倾，此轴线由前桥和后桥运动学预先确定。从而产生侧倾角 φ （最大 5 度）。轮罩处的高度变化最大为 ± 10 cm。

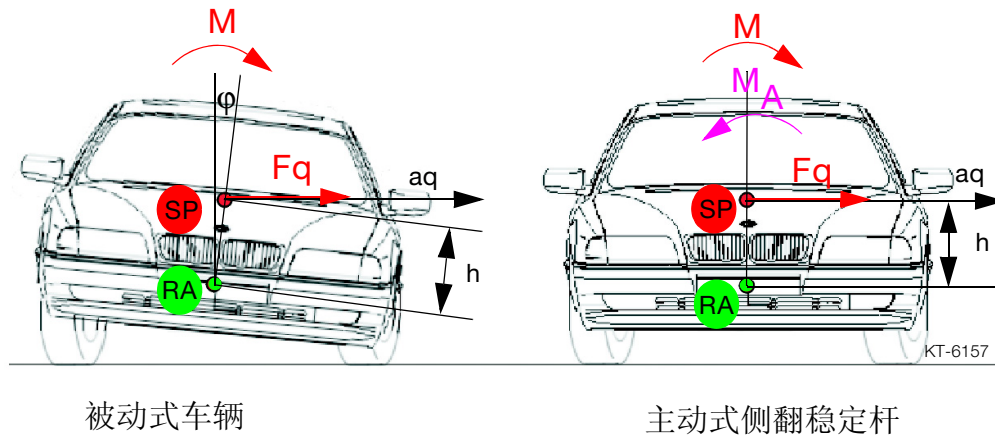


图 20：被动式车辆 /ARS 的侧倾状态

索引	说明	索引	说明
M	侧倾力矩	SP	重心
a_q	横向加速度	RA	侧翻轴线
φ	侧倾角	F_q	横向力
M_A	车身力矩	h	重心点杠杆臂的高度

在带有常规悬架的被动式车辆中，所产生的侧倾力矩 M 由稳定杆和弹簧承受。车辆转弯时外弹簧被压紧，而内侧弹簧被拉伸。此外稳定杆还会扭转。在垂直线与车身之间产生一个侧倾角 φ 。

车辆带有动态驾驶装置时，小于某个横向加速度 a_q 时的侧倾力矩 M 单独由主动式稳定杆抵消。只有侧倾力矩 M 大于 ARS 主动调节力矩 M_A 时，才能产生一个侧倾角。其余的侧倾力矩 M 由被动式弹簧承受。

前桥和后桥上的主动式车身力矩 M_A 抵抗侧倾力矩 M 的作用。并通过这种方式按控制单元内预设的特性线抵消侧倾角的影响。横向加速度小于约 3 m/s^2 (0.3 g) 时侧倾角被完全抵消。如果横向加速度高于这个值，则即使 ARS 工作，也会产生一个侧倾角。这时，驾驶员可通过侧倾角和不断增大的不足转向趋势得到一个反馈信息，以此提醒驾驶员车辆已接近极限范围。

提示：由侧倾力矩 M 引起的轮胎弹性压缩不被抵消。

侧倾角图表：

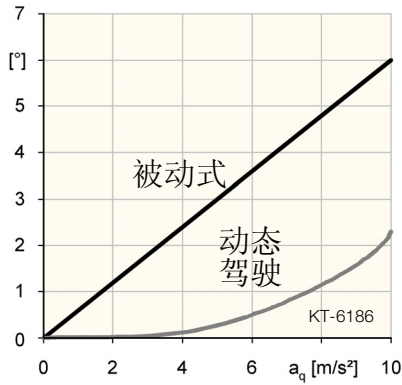


图 21：车辆空载

图示曲线表示空载车辆带有驾驶员时侧倾角的变化。

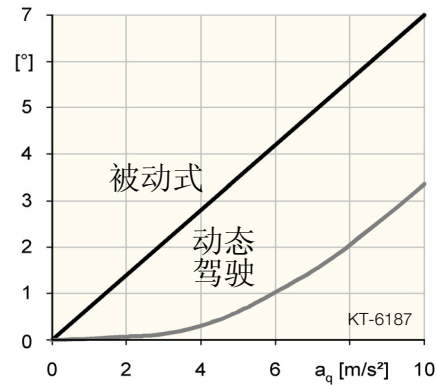


图 22：车辆加载

车辆满载时，因为车身质量较大，所以作用在车辆上的横向力也较大。杠杆臂 h 也会随车辆负荷的分布（在车辆内或在车顶上）而改变。在这种情况下车辆的侧倾角比控制特性线内预设的侧倾角大一些。

满载的被动式车辆也同样有较大的侧倾角。

侧倾力矩 M 的计算

作用在车身上的横向力 F_q 按如下公式计算：

$$F_q = m * a_q$$

m (kg) = 车身质量
 a_q (m/s^2) = 横向加速度

横向力 F_q 通过杠杆臂 h (= SP 与 RA 之间的距离) 产生侧倾力矩 M 。

$$M = F_q * h$$

F_q (N) = 横向力
 h (m) = 杠杆臂

前桥与后桥之间主动车身力矩的分配取决于行驶速度。在下一章中将解释力矩是如何分配的。

自转向性能的影响

车桥上的稳定力矩会对自转向性能产生决定性的影响。一个车桥上的稳定力矩越大，这个车桥可传递的横向力越小。

以下论述了车桥上稳定力矩分配不同时的两种情况：

1. 两个车桥上的稳定力矩相同

行驶性能为“中性”。

前车轮可以象没有驱动力矩的后车轮那样，以基本相同的横向力传递到路面上。车辆行驶性能表现为中性。

调节到中性状态时车辆的行驶性能很灵敏，转向系统的反应很直接。在这种行驶性能下驾驶员可准确实现目标要求。

行驶速度较低时，不熟练的驾驶员也能轻易操控调节到中性状态的车辆。

2. 前桥上的稳定力矩较大

行驶性能为“不足转向”。

前桥车轮传递到路面上的横向力比后桥车轮小。车辆行驶性能表现为不足转向。

即使行驶速度及转向速度较高，在通常情况下不熟练的驾驶员也可以轻易操控具有不足转向特性的车辆。

但是这种感觉很安全的行驶性能却降低了车辆的灵活性。

动态驾驶可调节前桥和后桥上的稳定力矩，即针对车速的高低使车辆具有不同的行驶性能。

行驶速度	行驶性能
低	中性
高	不足转向

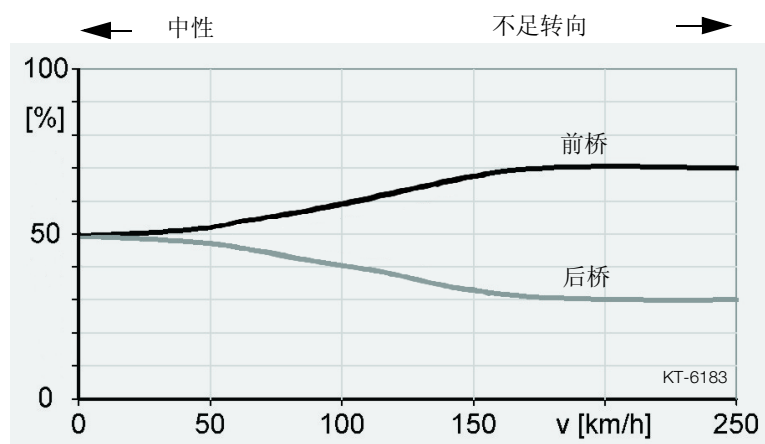


图 23: 在整个行驶速度上主动车身力矩分配的百分比

所采用的流体力学设计保证了，后桥上的主动稳定力矩永远比前桥小。所以它以纯机械 / 液压方式保证了，带有动态驾驶装置的车辆不会处于过度转向状态，对于普通客户也不会处于临界状态。

系统动态

在快速换车道、快速转向以及在弯路上快速转向时，动态驾驶必须相当快地作出反应。

动态驾驶的系统动态由以下几个步骤的持续时间决定：

步骤	时间
通过传感器获得信号，在控制单元内处理传感器信号，控制阀门	约 10 ms
改变方向，转换力矩方向，方向阀	约 30 ms
压力建立（每个车轮上的力）	
0 --> 30 bar（0 --> 350 N）	约 120 ms
0 --> 180 bar（0 --> 2100 N）	约 400 ms

常规稳定杆 / 主动式稳定杆的比较

与被动式稳定杆相比，主动式稳定杆传递到车身上降低舒适性的力较少。因此必须区分这些力以哪一频率传递。

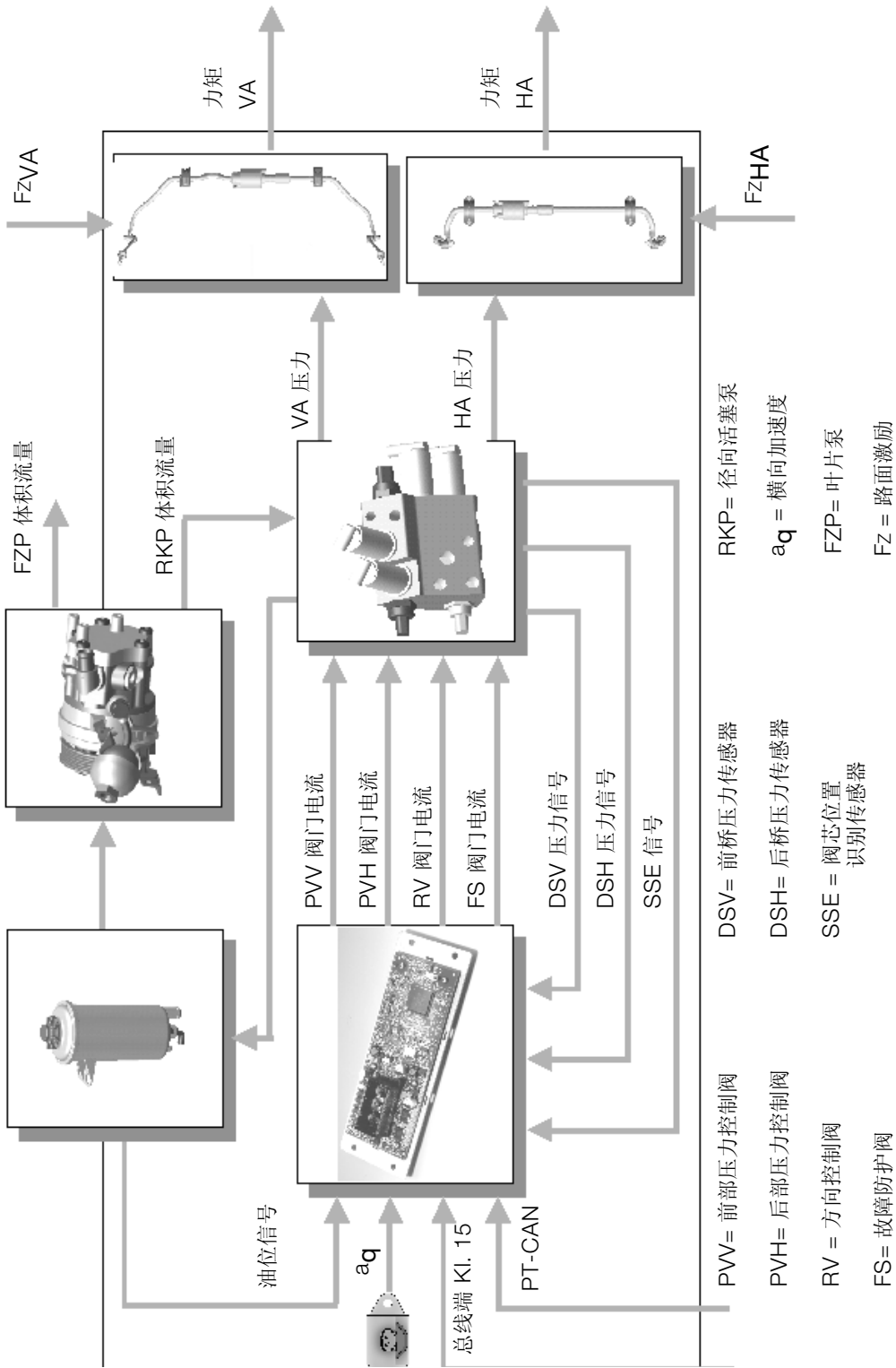
路面激励	稳定杆状态
约 1 Hz (车身固有频率)	频移较小时主动式稳定杆的扭转比常规稳定杆小。传递到车身内的力较小，车辆舒适性较好，改善了车身的平稳性
自 8 Hz 起 (车轮固有频率)	两个稳定杆的状态相似。因为对主动式稳定杆来说，液压油无法排除得这样快。

- 连接在总线内的动态驾驶

图 24: 总线结构

KT-8933

部件描述



KT-7630

图 25: 动态驾驶系统一览

控制单元

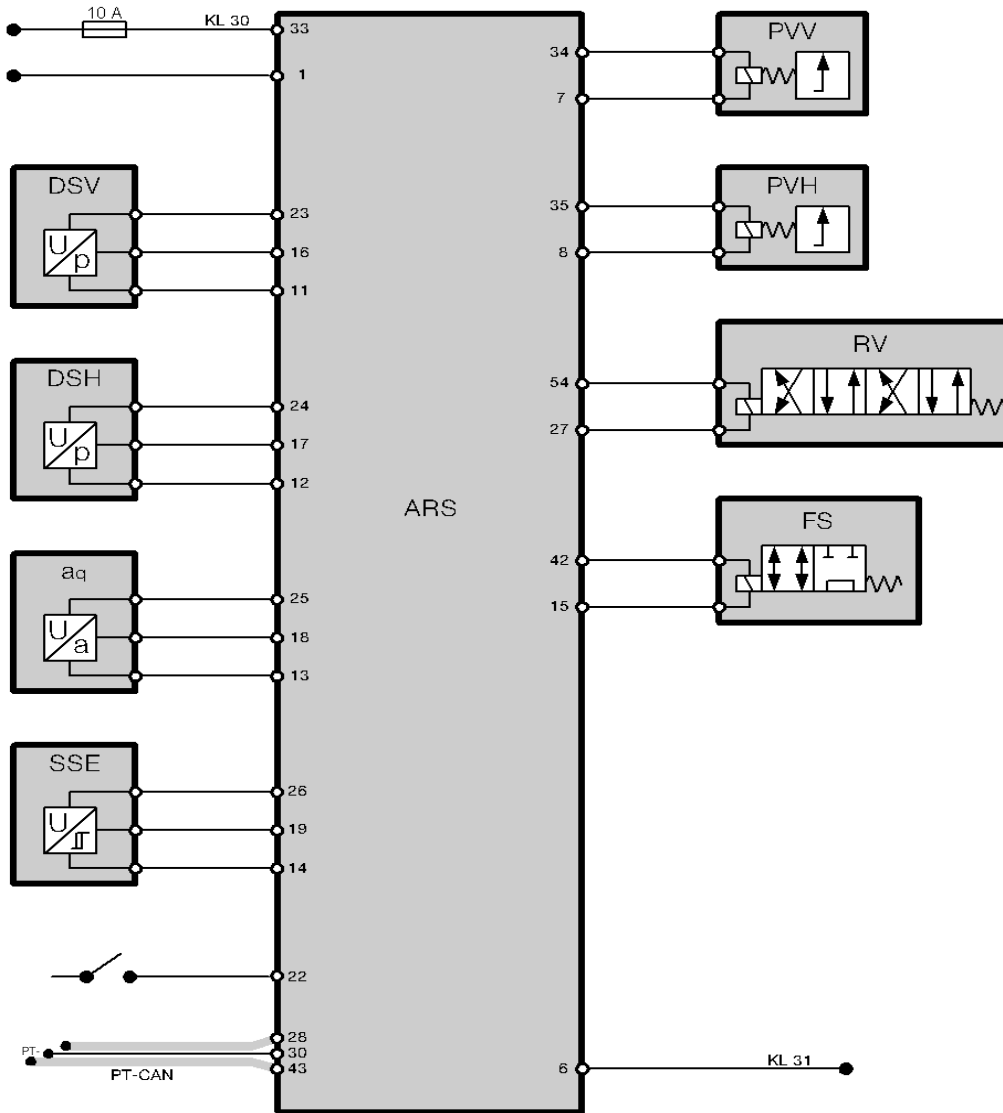
控制单元通过总线端 Kl. 30 供电并安装了一个 10 A 的保险丝。该控制单元只能自“点火开关打开”起，通过便捷进入及起动系统（CAS）的一条 CAN 唤醒导线激活。

系统启动时首先对车辆的可靠性进行检查。此时 CAS 将底盘号码与动态驾驶控制单元内所设的底盘号码进行比较。

然后检查控制单元的硬件和软件。

最后检测所有输出（阀门的磁铁）是否短路及断路。出现故障时该系统会将执行器转换到一个安全的行驶状态。

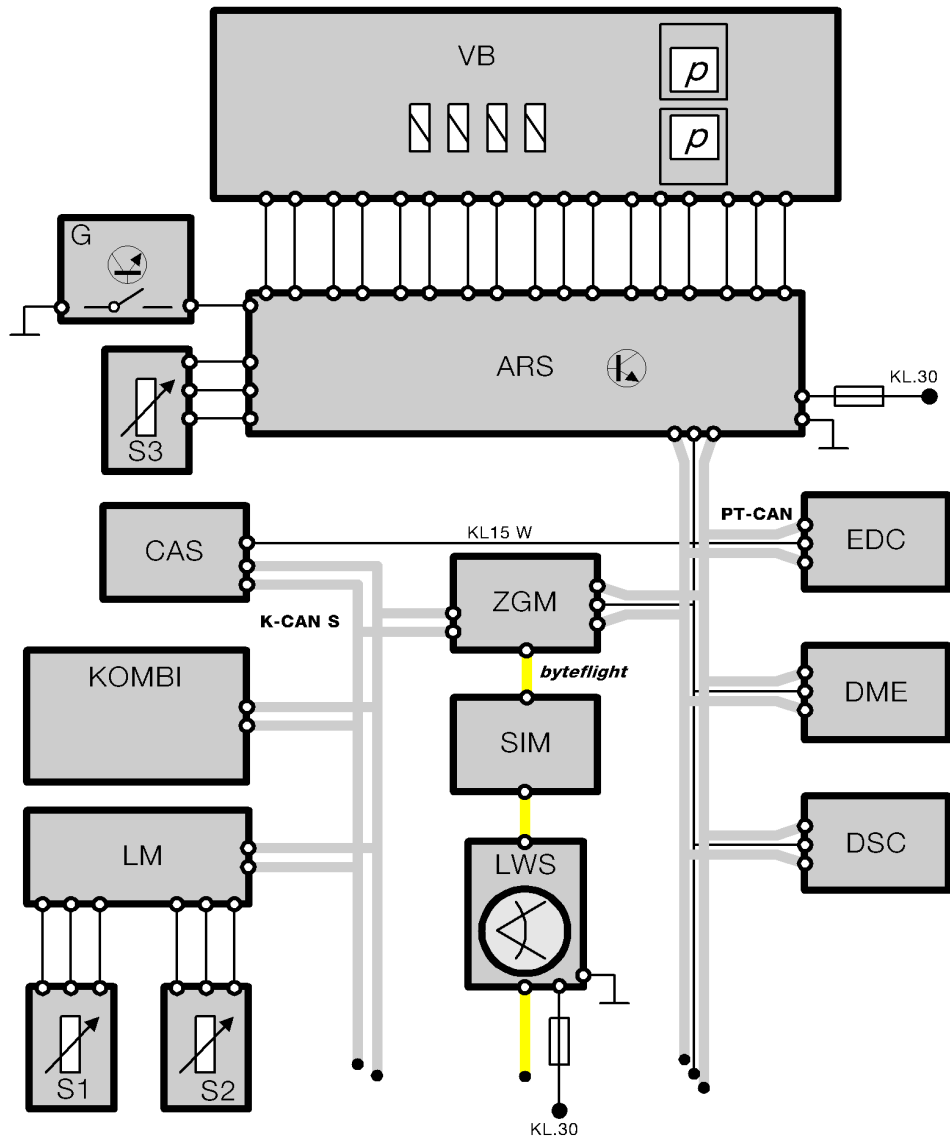
在低压 / 过压时控制单元自动关闭。



KT-6832

图 26: ARS 方框图

索引	说明
aq	横向加速度
ARS	主动式侧翻稳定杆控制单元
SSE	阀芯位置识别传感器
DSV	前桥压力传感器
DSH	后桥压力传感器
PVV	前桥压力控制阀
PVH	后桥压力控制阀
RV	方向阀
FS	故障防护阀



KT-8505

图 27: 动态驾驶系统一览

索引	说明	索引	说明
ARS	控制单元	SIM	安全信息模块
VB	阀体	ZGM	中央网关模块
p	压力传感器	EDC	电子减震控制系统
G	油位传感器	DME	数字式发动机电子伺控系统
CAS	便捷进入及起动车系统	DSC	动态稳定控制系统
KOMBI	组合仪表	S1, S2	高度传感器
LM	灯光开关控制中心	S3	横向加速度传感器
LWS	SZL 内的转向角传感器		

输入端

该控制单元获得下列输入信号：

- 横向加速度
- PT-CAN
- 前桥回路压力
- 后桥回路压力
- 阀芯位置识别的位置
- 油位传感器信号

对动态驾驶最重要的调节信号是测量的横向加速度。PT-CAN 的表现横向动态运动特性的附加信息是行驶速度信号、方向盘转角和来自偏航角速率传感器的偏航角速度。由此测算出按主动力矩设定的稳定需求。

通过行驶速度信息和转向角信息也可以改善系统的反应时间。

输出端

以下部分的控制属于输出信号：

- 前桥和后桥的压力控制阀
- 方向阀
- 故障防护阀
- 传感器供电（5 V）

横向加速度传感器
前桥和后桥上的压力传感器
阀芯位置识别传感器（SSE）

阀门控制通过按脉冲宽度调制的电流调节实现。采用双保险方式测量各线圈的电流。持续互相检测阀门电流的可信度。

通过电流测量可以保证压力设置得更精确，并能以电气方式监控换向阀。

通过 PT-CAN 将一个电码发送到 DME，以表明为主动式稳定杆供油的串联泵目前需要多大功率。可以通过这种方式调节对发动机的附加功率需求。

为了识别该系统是否还处于激活状态，会输出一个常规的数据信号（Alive 信号）并由其它控制单元读出。

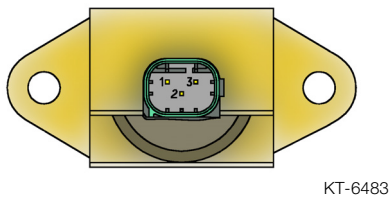
所有信号故障都将被截获并可靠存储。

传感器技术

有 5 个传感器可直接将它们的信号传输给该控制单元。

横向加速度传感器：

横向加速度传感器信号是主调节参数。该传感器用于测量车辆转向时的横向加速度，最大测量范围为 $\pm 1.1 \text{ g}$ 。安装在右侧前部座椅下的底板上。该控制单元可以在试运行和行驶时对偏差进行补偿。



KT-6483

图 28: 横向加速度传感器；插头颜色为本色，自身带插头编码

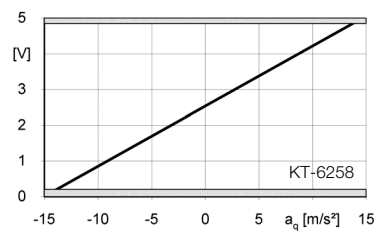


图 29: 横向加速度传感器特性线

前桥及后桥稳定杆压力传感器：

这些压力传感器的任务是确认前桥和后桥上稳定杆的液压压力。这些传感器安装在阀体上。压力传感器的偏差值在试运行时代一次性由控制单元匹配。

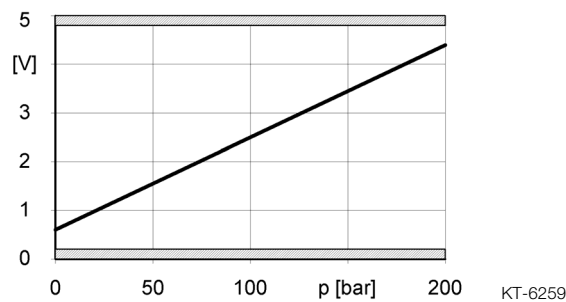


图 30: 压力传感器特性线

阀芯位置识别传感器 SSE:

该传感器的任务是识别方向阀的各个位置。

可以识别 2 个位置:

- 左侧控制
- 右侧控制

SSE 安装在阀体上。

油位传感器:

油位传感器用于识别液压油箱内的油量。油位传感器可确认油位是否低于临界最小油位并控制一条报警信息。油在液压油箱内正常流动时不会发出报警信息。

油位传感器安装在液压油箱上。无法识别油位传感器是否短路 / 断路。断路被系统解释为液压油损耗。

执行器技术

压力控制阀:

前桥和后桥各有一个压力控制阀。它们用于调整前桥和后桥稳定杆的控制压力。

直线行驶时压力控制阀处于断电状态，节流横断面开启。液压油无阻碍地流到液压油箱中。

转向时阀门通电。双向马达中的压力快速升高并达到标准值。根据横向加速度和车速，前桥上的压力被调节到 5 至 180 bar，后桥上的压力被调节到 5 至 170 bar。

压力控制阀位于阀体中。

方向阀：

方向阀被电动控制。该阀门规定了左转向及右转向时高压油的方向。
它位于阀体中。

故障防护阀：

故障防护阀（安全阀）以电气方式控制。它以断电方式关闭前桥双向马达。系统压力以循环调节方式被限制。

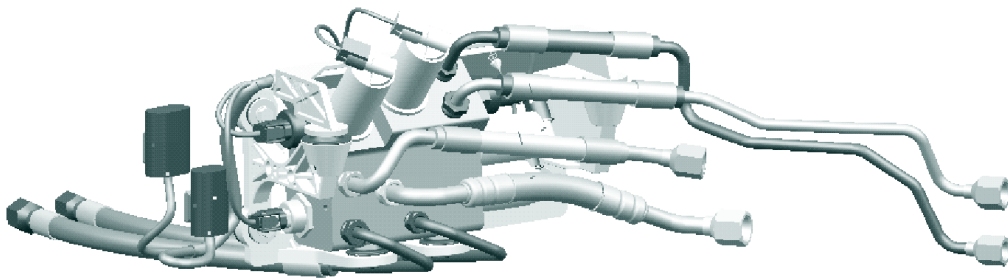
它位于阀体中。

单向阀：

单向阀允许再次吸油并防止双向马达中形成空腔。

它们位于阀体中。

阀体：



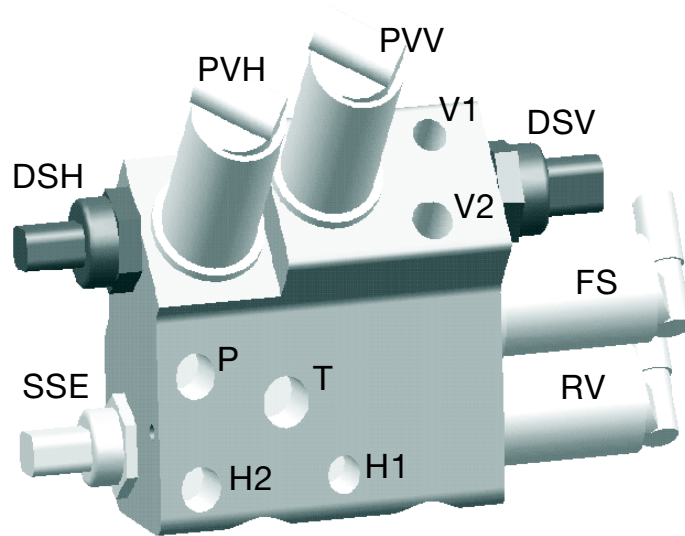
KT-6159

图 31：带管路的阀体

阀体位于 A 柱附近，右前车轮罩饰板后。

它执行下列任务：

- 分配液压油到双向马达：
前桥双向马达上的压力大于等于后桥双向马达上的压力。
- 测量高压油的实际压力：
在阀体输出端各有一个用于前桥双向马达和后桥双向马达的压力传感器。
- 快速精确地通过压力控制阀进行调节：
按需被动调节由于路面不平坦而产生的附加压力变化。这些调节几乎察觉不到。
- 通过方向阀设置体积流量的方向（左转向 / 右转向）：
方向阀的位置由阀芯位置识别传感器（SSE）识别。
- 供电失灵时或系统中识别到故障时过渡到故障防护状态：
前桥双向马达被封闭，可以通过单向阀从液压油箱管路再次吸油。
后桥双向马达短路，同时与液压油箱管路相连。
- 出现故障时限定系统压力：
故障防护阀的作用是使油循环流动。



KT-6158

图 32: 阀体

索引	说明
V1	前桥双向马达的管路 1
V2	前桥双向马达的管路 2
H1	后桥双向马达的管路 1
H2	后桥双向马达的管路 2
P	泵
T	液压油箱
RV	方向阀
FS	故障防护阀
RVV1	单向阀 (在阀体中)
RVV2	单向阀 (在阀体中)
PVV / PVH	前桥 / 后桥限压阀
SSE	阀芯位置识别传感器
DSV / DSH	前桥 / 后桥压力传感器

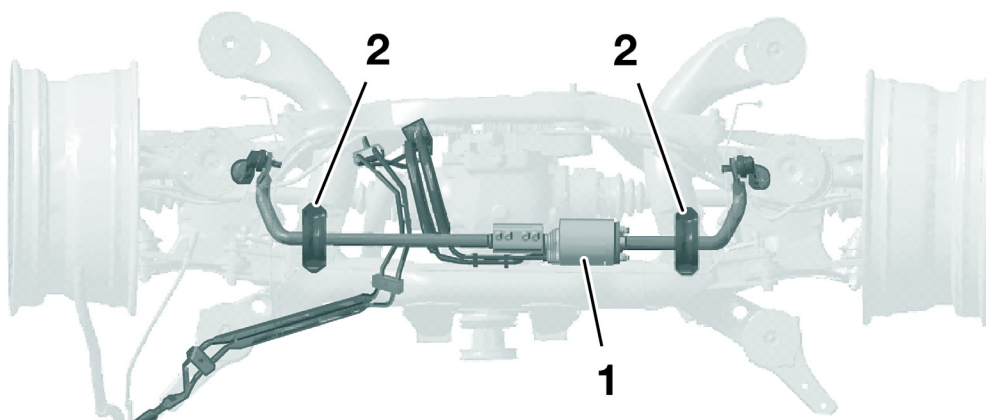
阀体部件：

部件	描述
压力控制阀 PVV, PVH	<p>压力控制阀被电动控制。它们用于调节前桥和后桥稳定杆的主动压力。</p> <p>直线行驶时压力控制阀处于断电状态，节流横断面开启。液压油无阻碍地流到液压油箱中。</p> <p>转向时阀门通电。双向马达中的压力快速升高并达到标准值。</p>
方向阀 RV	<p>方向阀被电动控制。该阀门规定了左转向及右转向时高压油（主动压力）和液压油箱压力油的方向。</p>
SSE	<p>用于监控方向阀位置的阀芯位置识别传感器（SSE）位于方向阀中。</p>
故障防护阀 FS（故障安全阀）	<p>故障防护阀以电气方式控制。它以断电方式关闭前桥双向马达。系统压力以循环调节方式被限制，其作用是使油循环流动。</p>
单向阀 RVV1, RVV2	<p>单向阀位于阀体中。它允许再次吸油并防止双向马达中的气蚀。</p>
压力传感器 DSV, DSH	<p>稳定杆的压力传感器信号用于监控流体压力。此外，压力信号还用于压力调节装置。</p>

主动式稳定杆

主动式稳定杆由双向马达（1）和安装在双向马达上带有滚动轴承（2）的稳定半杆组成。因为滚动轴承的响应较好且调节力较小，所以可保证舒适性最佳。

双向马达轴和双向马达壳分别与一个稳定半杆相连。



KT-6162

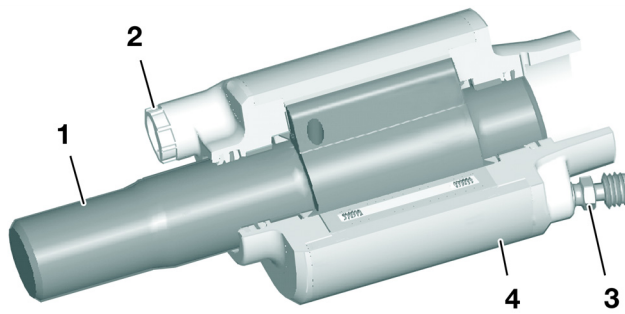
图 33：后桥上的主动式稳定杆

索引	说明	索引	说明
1	双向马达	2	稳定杆支座（滚动轴承）

主动式稳定杆要完成三个任务：

- 双向马达将扭矩传递到稳定半杆。
- 双向马达将稳定半杆去耦合。
- 系统失灵（故障防护状态）时，通过封闭双向马达的液压油（液压锁止）前桥稳定杆产生足够大的减振能力。现在它的作用象一个常规稳定杆一样。

特殊情况：如果双向马达的空腔内因泄漏而不再有液压油，那么前桥稳定杆将不再有减振能力。

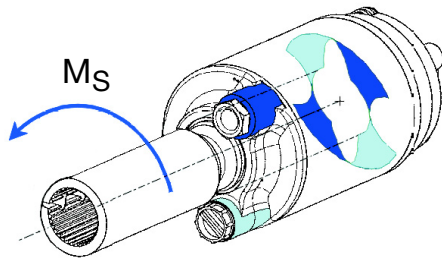


KT-6160

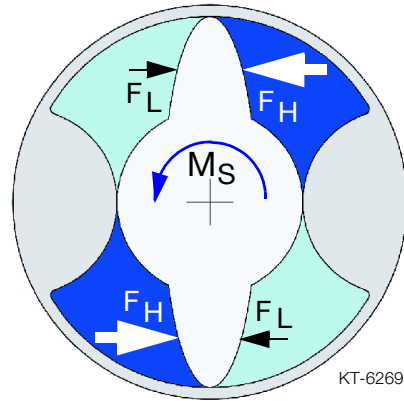
图 34：双向马达

索引	说明
1	双向马达轴
2	双向马达壳体
3	压力接口
4	压力接口（图中看不到）
5	排气（两次）

双向马达中对置的空腔相互连接，其中的压力相同。通过一个接口可为两个空腔供给高压油，另两个空腔通过回流管路连向液压油箱。不同高压压力可产生力 F_H （高）或 F_L （低）。因为 F_H 大于 F_L ，所以会产生扭矩 M_S 。其结果是轴相对壳体扭转。



KT-6445

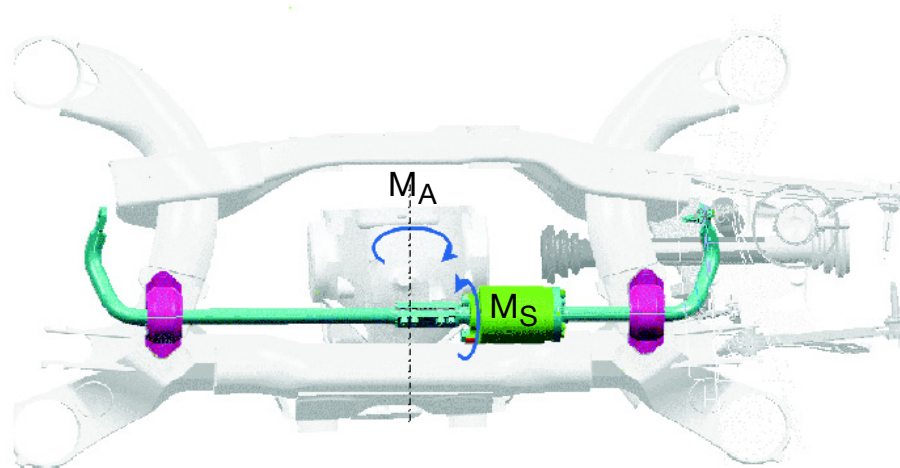
图 35: 双向马达, 产生扭矩 M_S 

KT-6269

图 36: 双向马达剖面图

因为一个稳定半杆与轴相连而另一个半杆与壳体相连，所以两个稳定半杆可相对扭转。

扭矩 M_S 通过稳定杆连接部件产生绕车辆纵向轴线的主动力矩 M_A ，该力矩用于抵消车辆转向时产生的侧倾力矩 M 。转向时可将车身外侧向高处压，将内侧向下拉。



KT-6192

图 37: 主动力矩 M_A

横向加速度较高时，在前桥和后桥上出现最大车身力矩。随后前桥上的系统压力可达 180 bar，后桥上可达 170 bar。

前部双向马达的尺寸小于后部双向马达。因此后部双向马达压力为 170 bar 时可产生 800 Nm 的扭矩，前部双向马达压力为 180 bar 时可产生 600 Nm 的扭矩。两个双向马达都带有排气螺栓。

双向马达因外力（路面激励，例如路面不平或有坑洼）而扭转时双向马达可当作扭转缓冲器使用。液压油会因扭转而从两个空腔中排出。排出的液压油流到管路和阀体，由此而产生的液压阻力起到减振作用。

在故障防护锁止（液压锁止）时，双向马达会因双向马达内液压锁止而只发生扭转。

串联泵

由发动机通过多楔带驱动的串联泵包括一个用于动态驾驶的径向活塞泵和一个用于助力转向的叶片泵。

空转时泵轮转速约为 750 rpm。

在压力约为 5 bar 时最小油流量为 4.5 l/min，而在约 200 bar 时约为 3.3 l/min。这样，在空转时也能完全保证系统动态要求。

泵轮转速超过约 1165 rpm 时最大油流量被限定在 7 l/min。

动态驾驶和助力转向共同使用一个液压油箱和油冷却器。

液压油箱

无论车辆是否带有动态驾驶，所有车辆的液压油箱都相同。在液压油箱内有一个油滤清器和一个用于测量最低油量的油位传感器。

冷却器

通过这个冷却器，可在任何条件下保证所有液压组件内的油温长时间 < 120°C，短时间 < 135°C。

功能描述

- 整个动态驾驶系统的起动状态

“点火开关打开”后首先进行控制单元的内部功能测试。

紧接着测试所有阀门的电气功能。并识别阀门的插头、导线和电磁线圈是否短路及断路。

对于传感器，可以检测传感器信号线、插头或传感器电子装置是否短路及断路。

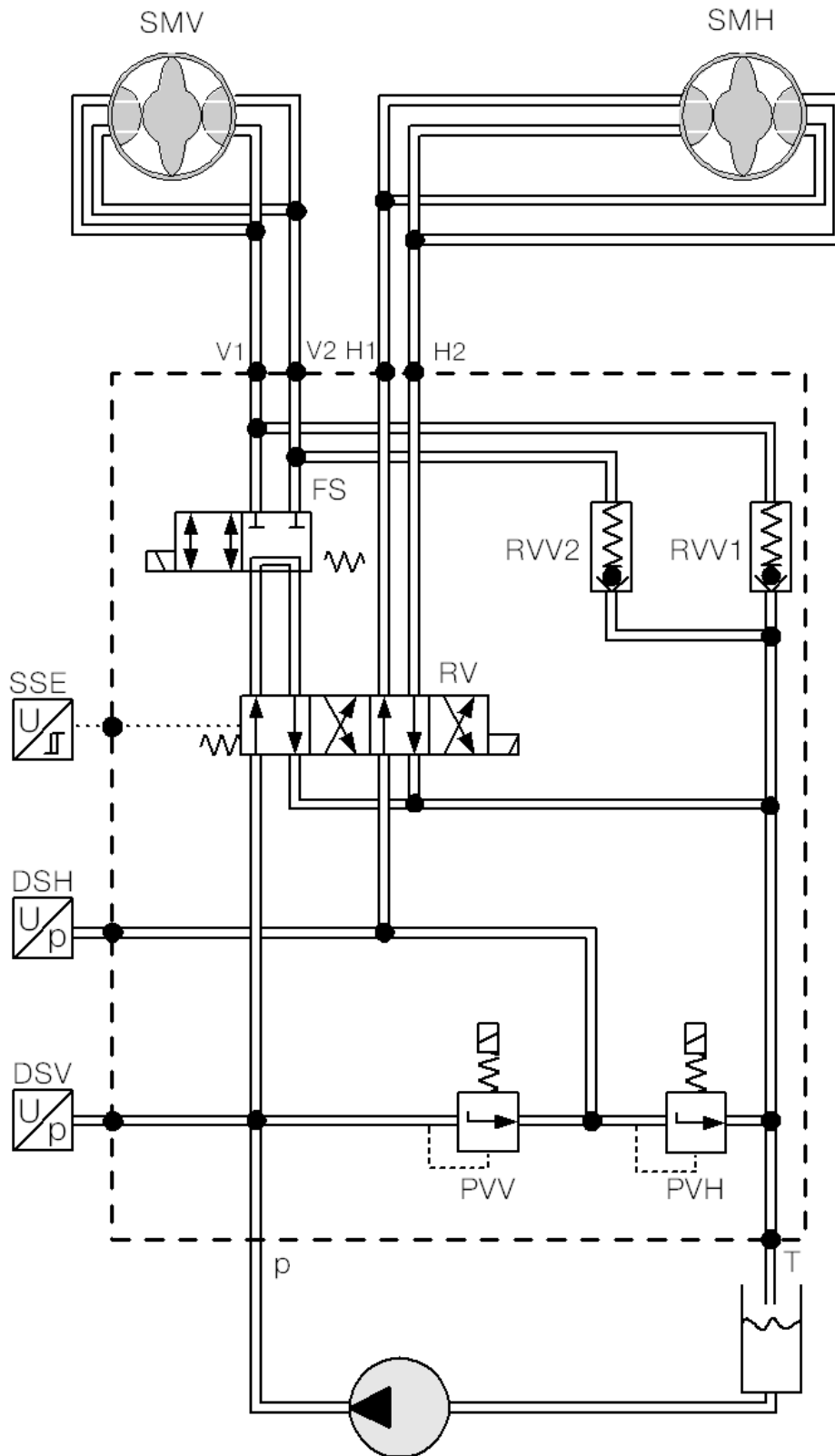
随后在“驾驶前检查”内测试行驶前液压安全功能的检查。

此时只在泵与故障防护阀之间建立 <60 bar 的检测压力。这样就可以检测在断电状态下故障防护阀是否真的处于所需要的故障防护位置。同时也测试前桥压力控制阀的功能。在前桥稳定杆上不建立压力，以便车辆内的驾驶前检查不被明显感觉到。

动态驾驶在车辆静止时被关闭，所有阀门都断电。车辆静止时也不产生主动力矩。

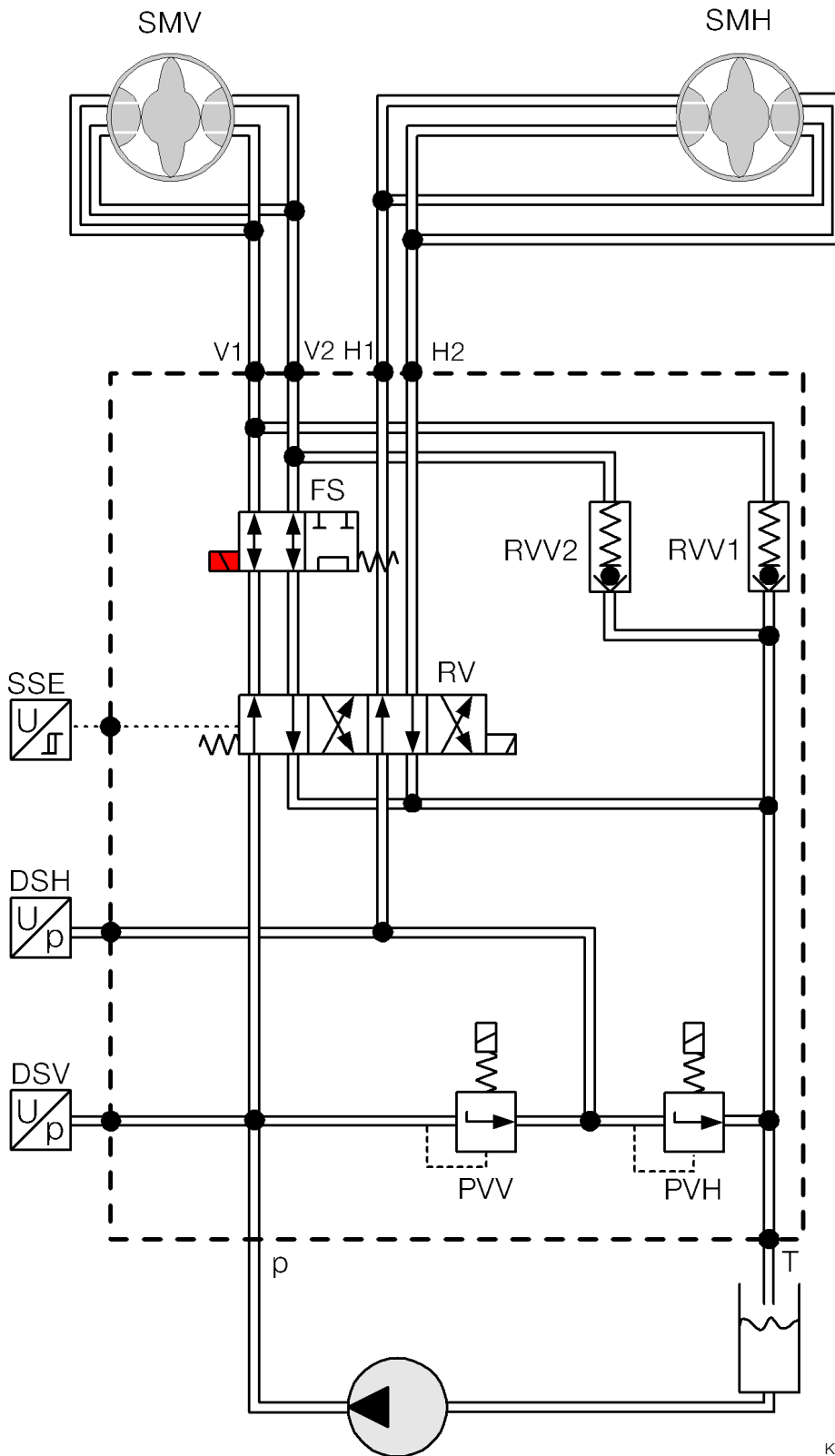
因此，虽然横向加速度传感器提供一个信号，但是处于倾斜站立状态的车辆（单侧加载，车辆停在路沿上）不会发生侧向摆动。

自 5 km/h 行驶速度起 ARS 功能被启动，直至 20 km/h 时可达到最大作用状态。



KT-9349

图 38: 静止位置时的液压系统图



KT-9347

图 39: 普通功能的液压系统图, 行驶速度高于 5 km/h, 故障防护阀通电且向左转向

- 运行状态

直线行驶:

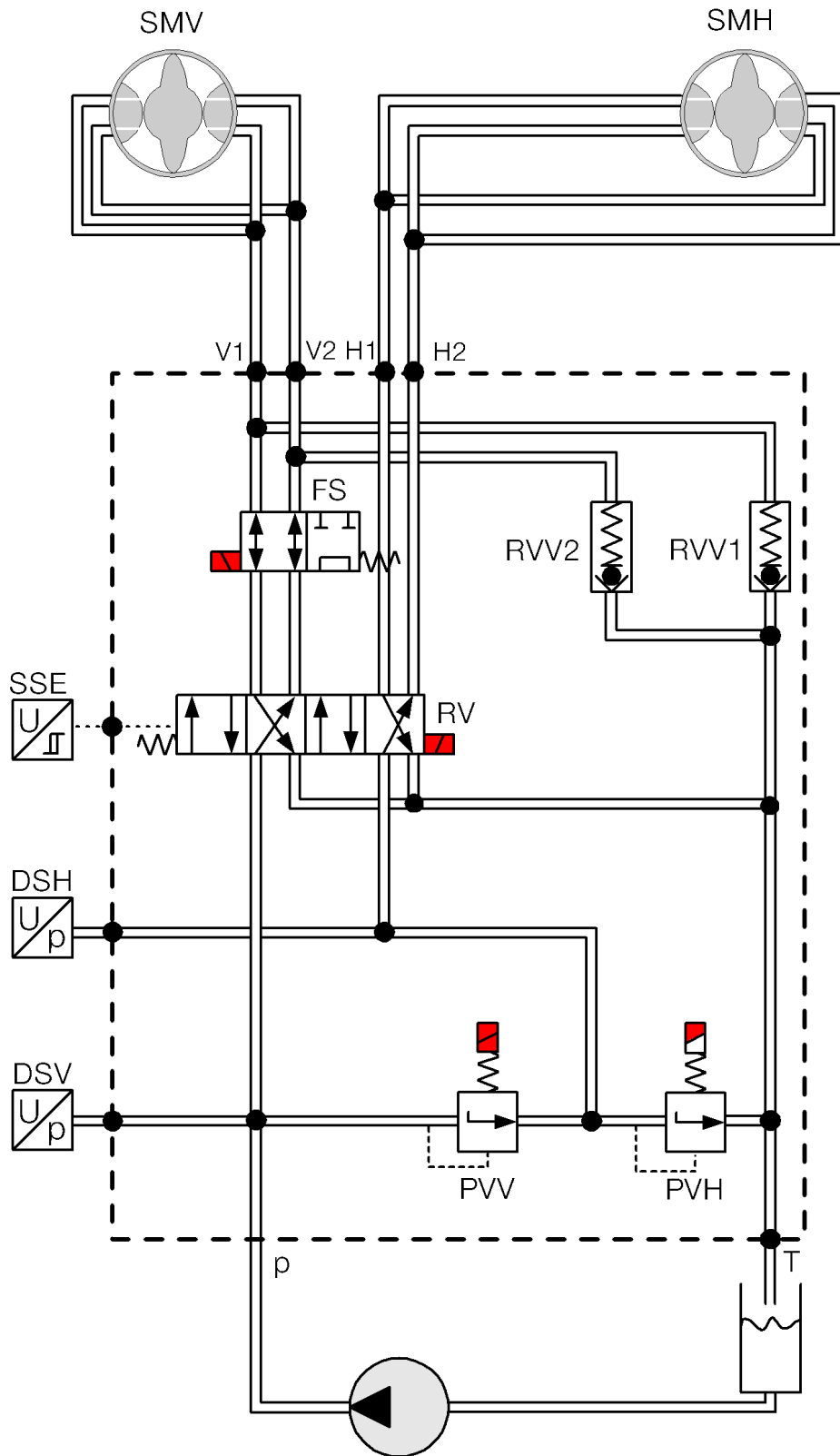
如果起动发动机，泵就会将液压油输送到系统内，系统内建立 3-5 bar 的压力。作用在伺服马达一侧的压力不会影响稳定杆，因为这个压力通过内部泄漏被消除。用于前桥稳定杆（PVV）和后桥稳定杆（PVH）的压力阀不通电，因此是打开的。液压油可直接流回到液压油箱中。只要车辆直线行驶，就会保持这个状态。

车速自 20 km/h 起，该系统就会发挥全部功能。

转向行驶:

如果车辆驶向弯道，横向加速度传感器信号就会被传输到动态驾驶控制单元。该控制单元又将一个按脉冲宽度调制的信号（PWMS）输出到前桥和后桥稳定杆的压力阀。横向加速度越大，信号值（电流）也越大。阀门的控制电流越大，它们关闭得越严密，同时在稳定杆上也相应建立一个较高的压力。通过压力传感器（DSV，DSH）可获得至稳定杆的压力并传输到这个控制单元。

为了按相应的转向运动（左转向或右转向）建立压力，控制单元将对方向阀（RV）进行控制。传感器（SSE）用于识别方向阀的阀芯位置。



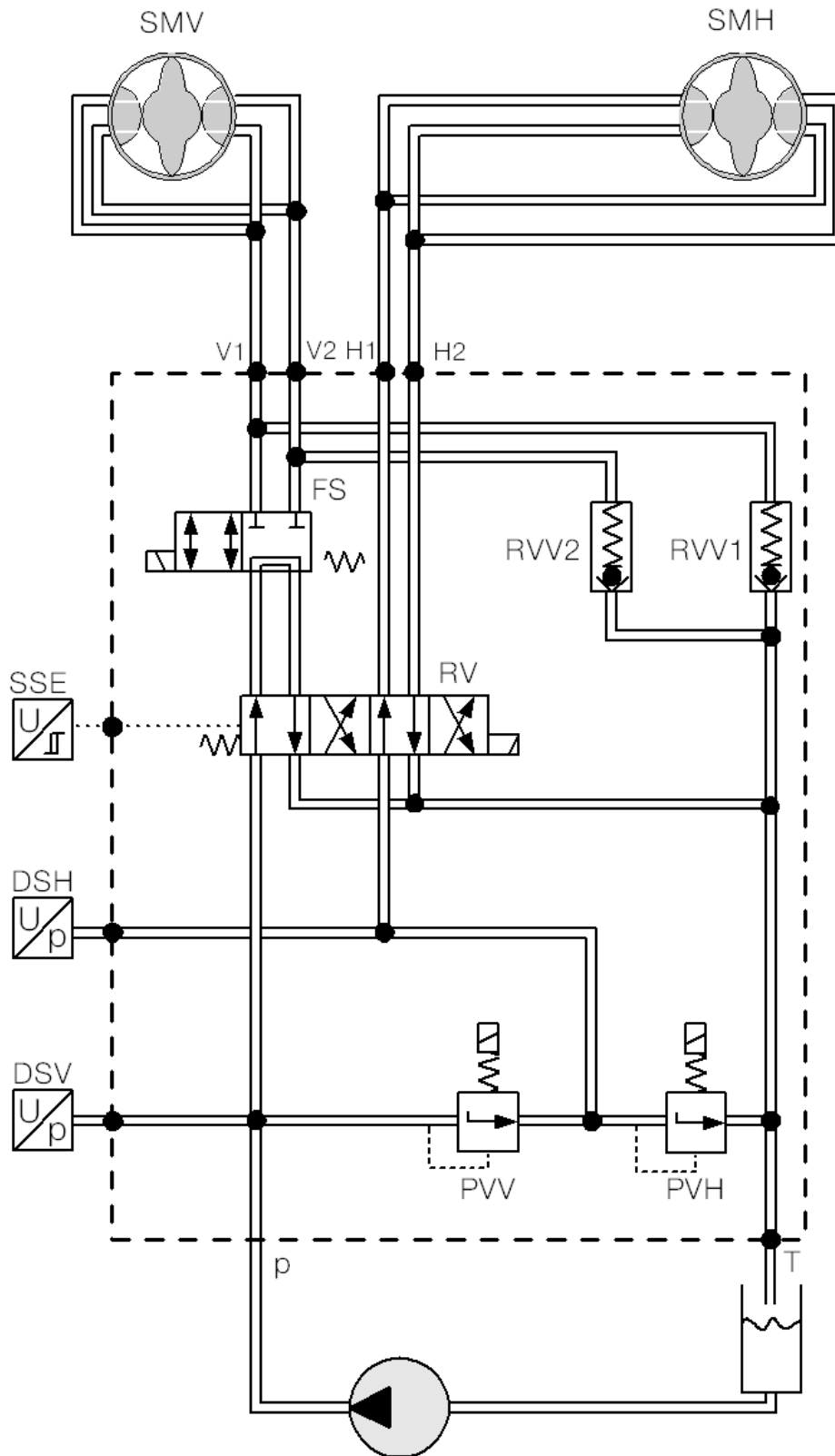
KT-9348

图 40: 右转向行驶时的液压系统图; 故障防护阀、方向阀和前桥压力阀通电, 后桥压力阀半通电

功能受限制:

假如识别到一个故障，那么该系统会进入故障防护状态。控制单元把故障存储在故障代码存储器内并在组合仪表内显示这种故障防护状态。只要试运行不是在无故障情况下结束，就会保持故障防护状态。

在以下液压系统图一览中描述了故障防护情况。



KT-9349

图 41: 故障防护功能的液压系统图

在发生系统故障时，故障防护阀（FS）通过弹簧关闭。前部稳定杆内的液压油被封闭，因此可以象常规底盘那样保证稳定杆有足够的稳定性且车辆具有不足转向性能。

为避免双向马达内出现气蚀，单向阀（RVV1，RVV2）可以再次吸油。

外部泄漏：

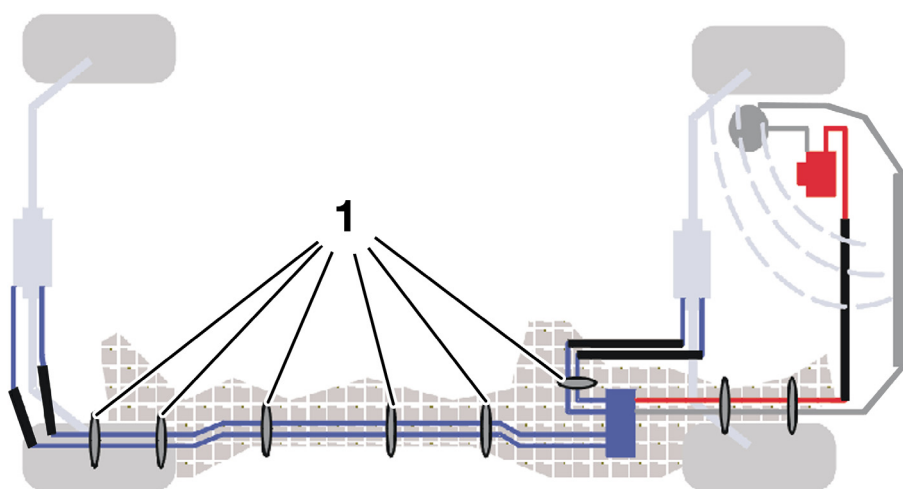
外部泄漏由前后压力传感器测得并可导致系统完全失灵。

维修说明

动态驾驶失灵时，DSC 不能再退出工作状态；如果它已经退出工作状态，则会自动重新接通。

为保证安全可靠地进行更换，所有液压组件接口的尺寸和长度都不同。

传到车内的噪音基本上都是因组件及管路连接问题造成的。管路不允许靠在其它部件上，它们必须不松脱且不过紧地卡在支架内。它们由底部饰板盖着。



KT-8356

图 42: 噪音源

索引	说明
1	管路固定件

- 动态驾驶试运行

每次打开系统后或更换零件后，都要执行试运转程序。更换横向加速度传感器后也应如此。

为了补偿横向加速度传感器和两个压力传感器的偏差值，必须保证以下条件：

- 车辆必须水平放置，四个车轮着地
- 车辆未加载
- 发动机怠速运行
- 静止状态（车门已关闭，车辆内不允许有人）

试运行（工厂内与修理厂内都一样）时不允许有人在底盘部件的运动区域内。此外还必须保证满足试运行的外部条件（温度范围、发动机转速恒定等等）。离地间隙不允许受到限制，车门必须处于关闭状态。升降台的托臂不允许再放在车下。

试运转程序分为 5 个依次自动进行的阶段：

I: 测试方向阀 (从 3 至 3.4 s)	首先, 通过分析 SSE 信号来测试方向阀。
II: 低压测试 (从 3.4 至 4.3 s)	在这个阶段故障防护阀和方向阀不通电。然后借助于通电和不通电的压力控制阀对前桥和后桥进行检测。此时车身会侧倾。车辆的侧面必须有足够的空间。
III: 前桥高压测试 (从 4.3 至 9.9 s)	在前桥的双向马达上施加一个 180 bar 的压力。借此识别系统中是否有空气、内部是否泄漏或双向马达是否卡死。
IV: 后桥高压测试 (从 9.9 至 15 s)	在后桥的双向马达上施加一个 170 bar 的压力。借此识别系统中是否有空气、内部是否泄漏或双向马达是否卡死。
V: 测试压力控制 阀 (从 15 至 25 s)	检查前桥和后桥控制阀的特性线。(标准 / 实际值比较)。借此识别压力控制阀是否有故障。

- 对动态驾驶系统进行排气

如果动态驾驶系统的液压部分被拆开过, 那么必须通过诊断测试仪执行一个排气程序。此时该系统通过双向马达的排气螺栓进行排气。