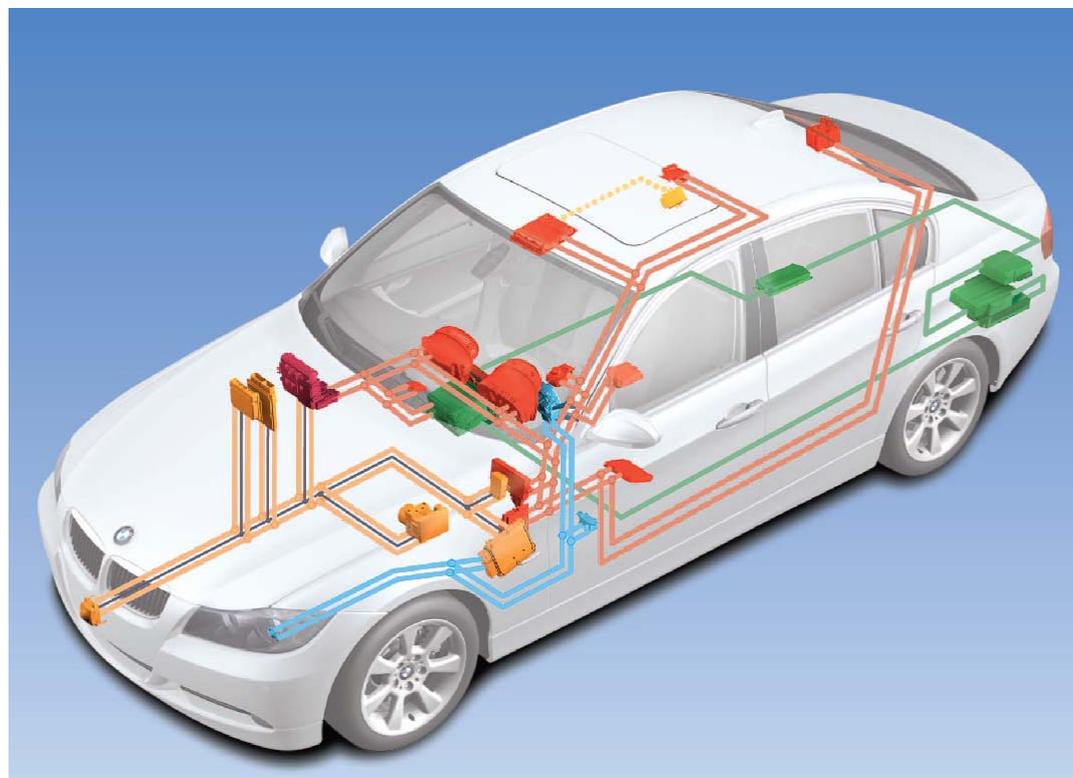


# 学员资料

## 总线系统



**提示：**

学员资料中所包含的信息仅供本售后服务培训讲座的学员使用。

技术数据的修改/补充可从相应的 **BMW** 售后服务信息中获取。

信息发布日期 2005 年 9 月

**WWW.BMW.COM.CN**

**© 2005 BMW China**

售后服务培训，北京，中国。翻印包括摘录翻印，必须征得 **BMW China**，北京的书面许可。

# 学员资料 总线系统

基本结构

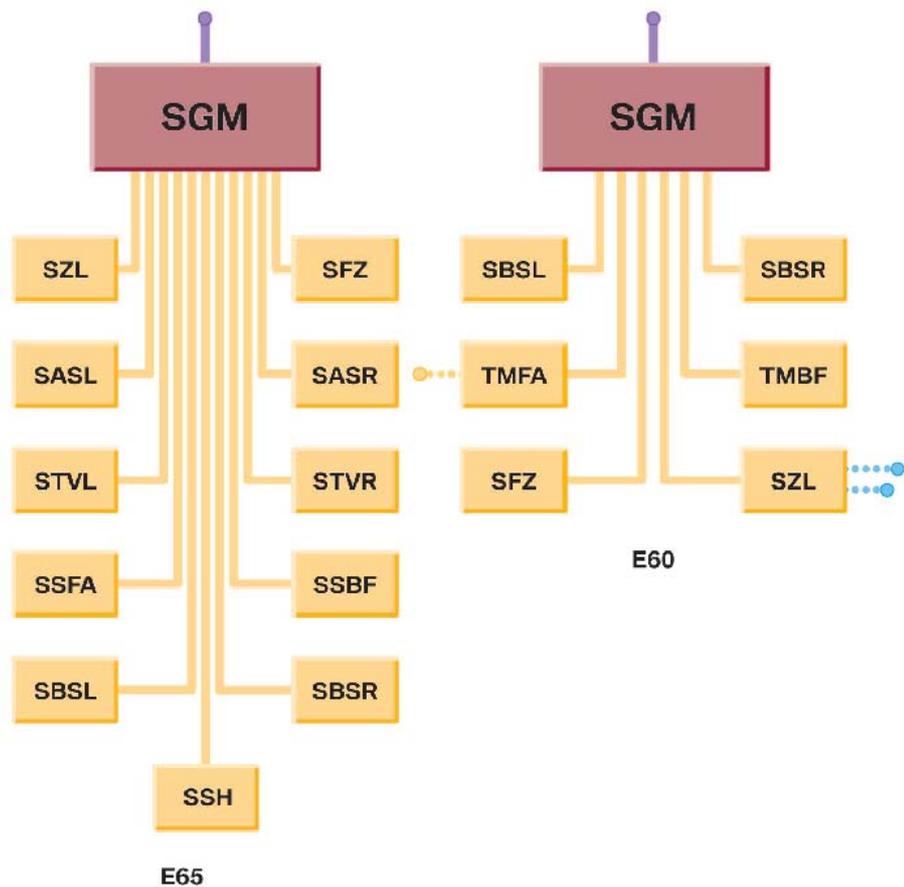
数据传输

## CAN

子总线系统

网关

光学总线系统



## 对本学员资料的提示

### 所使用的符号

为了方便理解和突出重要信息，在本学员资料中使用了下列图标：

 包含与描述的系统及其功能联系可促进理解的信息。

 标明提示结束。

### 学员资料的更新程度

由于设计和 **BMW** 车辆装备不断的发展，学员资料与培训中所提供的车辆之间可能出现偏差。

在出版时，文件中仅对左座驾驶型车辆的情况进行讨论。对于右座驾驶型车辆，部分操作元件的布置与学员资料的图像中的显示有所不同。

### 辅助信息源

有关各种车辆主题的其他信息可在 **BMW** 诊断及维修系统中查找，也可查阅网址 [www.bmw.com.cn](http://www.bmw.com.cn)。

# 目标

## 总线系统

### 贯穿整个培训过程，实际工作的参考文献

本学员资料向您介绍借助总线系统进行数据传输的基本功能和途径。

本资料设计成贯穿整个培训过程，描述 **BMW** 售后服务培训规定的讲座内容，并可用作实际工作的参考文献。

在培训中以技术培训为基础并与实际练习相结合，本资料应使学员能够进行 **BMW** 车辆的总线系统范围内的诊断工作。

学完总线系统基础知识的 **BMW** 培训自学程序 (SIP) 可更容易地理解本资料介绍的主题区。

# 引言

## 总线系统

### 现代化车辆具有计算机联网技术

自汽车发明以来，就一直在不断地改进，以期持续提高性能、舒适性、安全性和环境相容性。类似于生产用机床、飞机、轮船等，目前汽车具有非常复杂的电子控制系统以及大量执行器和传感器。传感器测量车辆中的规定状态，例如发动机温度、车内温度、车轮转速、油位和燃油箱剩油量等。执行器执行车辆中的规定动作。执行器例如有刮水器、座椅调整装置、车窗升降机、冷却器风扇的电动马达或制动缸、自动变速箱的切换装置、中控锁操控装置、安全气囊触发装置，而这仅仅是列举了大量执行器中的几个例子。

为了协调传感器和执行器的工作，长期以来不断跨行业合作开发各种专用电子控制系统。

半导体技术(晶体管和二极管)从根本上改变了电子技术，数字技术因此具有了重大意义。微电子技术和计算机技术经历了持续的进一步发展，今天几乎在生活的所有方面都能发现微电子技术和计算机技术的应用，它们是所有电子控制系统的核心。

一开始每台计算机都单独工作，在最近 30 年中多台计算机相互互联网的应用情况不断增加，最后发展成计算机系统通过因特网的全球联网。计算机联网与车辆中的总线技术有什么关系？

车辆中安装有许多由所谓的控制单元控制的传感器和执行器。每个控制单元都是车辆中的一个独立的计算机系统并负责规定的任务，例如一个负责发动机管理的控制单元。在每个控制单元上都连接有传感器和执行器，控制单元收集和分析由传感器测得的实际值，执行器由控制单元根据实际状态进行控制并执行相应的活动。一个简单的举例：根据发动机温度调节冷却液流量。

在车辆针对性能、舒适性、安全性和环境相容性而不断进一步发展的背景下，传感器和执行器的数量一直持续增加。今天在车辆中的许多地方需要传感器测得的实际数据，以便产生执行器的相应活动。例如 ABS 系统、车速表、轮胎充气压力显示和更多系统需要车轮传感器的数据。不断上升的复杂性导致，各个控制单元之间同样必须发生数据交换。

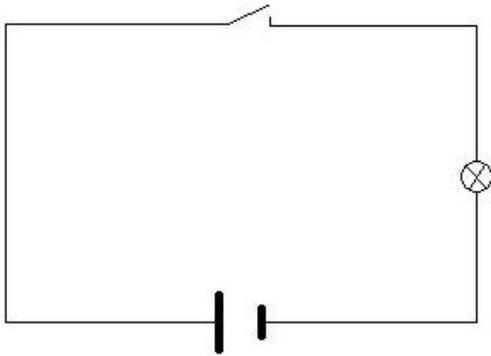
为了进行数据交换，开发人员应用计算机技术的联网技术，并在此基础上开发了所谓的总线系统，通过它能够在控制单元之间进行数据交换。

# 系统概览

## 总线系统

### 概述

车辆中传统的电子技术是，为车辆中的每个电气部件至少在电线束中敷设一根相应横断面的导线。例如控制尾灯时，就敷设一根从灯开关到灯泡的导线。



传统电子技术中通过单独的导线连接各个单个用电器

故障诊断可通过测量相应导线上的信号变化过程进行。

当电子装置进入车辆中时，一开始也保留了这种信号传输方式。为每个必须在控制单元之间交换的信息在电线束中敷设了一根附加导线。很多车辆包含大量电子控制系统。车辆中电子装置的增长一方面由客户对更高行驶安全性和更高行驶舒适性的要求决定，另一方面是为了满足立法部门对改进排气状态和减小耗油量的要求。能够胜任这些要求的控制单元已在发动机控制、变速箱控制和节气门控制以及防抱死系统 (ABS) 或加速防滑控制 (ASR) 中使用较长时间。

在车辆电子装置的进一步发展，承担复杂控制任务的控制单元应互相协作。这时所实现功能的复杂性使控制单元之间的大量数据交换不可避免。过去数据传输通过车辆电线束中的普通导线进行。然而由于控制单元功能的复杂性不断增加，只有用可观的费用才能实现。每个信息都需要一根新导线。

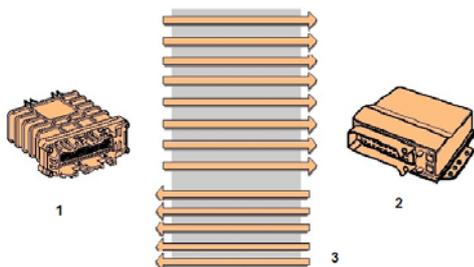
控制单元通过单根导线的常规接线

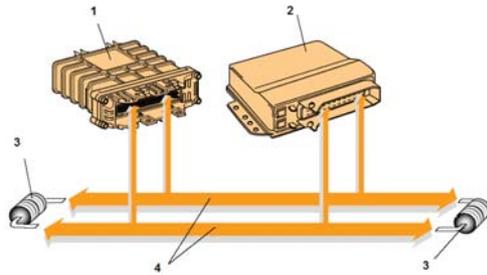
索引	说明
1	控制单元 1
2	控制单元 2
3	导线

这使得导线束无限膨胀。此外对每个信息来说，在发送控制单元上需要一个输出端，在接收控制单元上需要一个输入端。于是需要非常多的插头连接，随之而来的是易受干扰性增大。

为了排除这些缺点并同时为车辆打开一条优化和进一步发展之路，必须寻找和踏上新的途径。

在高度发展的车辆中，控制单元通过总线系统相互连接。总线是由一根或多根导线构成的电缆，在车辆中通常由两根导线构成。





通过双线总线导线连接控制单元

索引	说明
1	控制单元 1
2	控制单元 2
3	终端电阻
4	双线总线导线

在总线系统上可并行连接多个控制单元。为了避免通过导线传输数据时发生故障，在总线导线的末端连接终端电阻。在双线总线系统中使用双绞线，并以所谓的推挽方式传输信号(在 **CAN** 章中有解释)。这样就能够实现，显著降低外部干扰并通过双线导线非常抗干扰地传输数据。

在 **BMW** 车辆中安装了多种总线系统。下面将介绍最重要的总线系统。将以 **CAN** 为例解释控制单元和传输距离的共同作用以及数据传输的工作原理。这些工作原理在所有总线系统上都相似。



# 数制

在计算机和数据传输技术中有三种重要数制：

- 十进制
- 二进制
- 十六进制

## 十进制

十进制是常用的阿拉伯数制。这种数制的基数是 10。与此相应，每个单个数位有十个不同的符号。

由此表示一个一位数会有十种不同可能：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。

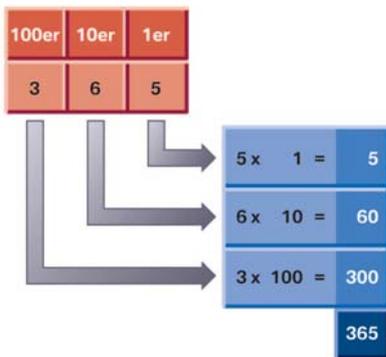
为了表示一个两位数，存在 100 种可能，即数字 0 至 99。这是表示第一位的 10 种可能乘以表示第二位的 10 种可能，即：

$$10^2 = 10 \times 10 = 100 \text{ 种可能。}$$

为了表示三位数 (0 至 999)，类似地有：

$$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ 种可能。}$$

位值逐位乘以 10。



TE04-5323

一个十进制数的结构

## 二进制

二进制是数据处理中最常用的数制之一。在二进制中只有两个数字值：0 和 1，或接通或关闭，或高电压或低电压，所谓的二进制符号或位。人们也把这两个值称为逻辑 0 和逻辑 1。

每个数据信号都由一个二进制符号 (位) 的排列构成，例如：10010110。

二进制有两种状态 0 和 1，因此基数为 2。

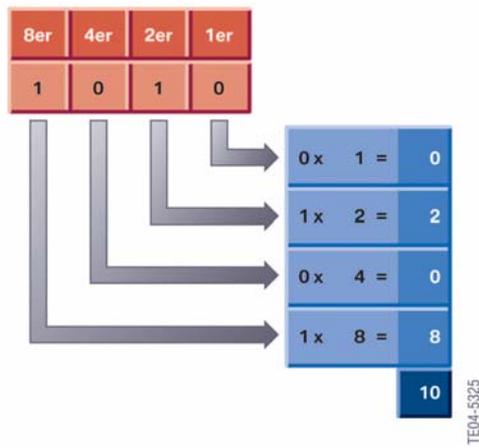
十进制记数法中的数字 5 在二进制中为 0101：

$$(0 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) =$$

$$(0 \times 8) + (1 \times 4) + (0 \times 2) + (1 \times 1) =$$

$$0 + 4 + 0 + 1 = 5$$

可以看出，在二进制中位值逐位加倍。



TE04-5325

一个二进制数的结构



## 十六进制数值

十六进制用作二进制数的简化表示。这种数制包括十六个符号：

0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。

它的基数是 16。字母 A 至 F 对应十进制中的数字值 10 至 15。

用一个一位的十六进制数字可以表示一个四位的二进制数 (四位组)。

位3	位2	位1	位0	十六进制值	十进制值
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	2	2
0	0	1	1	3	3
0	1	0	0	4	4
0	1	0	1	5	5
0	1	1	0	6	6
0	1	1	1	7	7
1	0	0	0	8	8
1	0	0	1	9	9
1	0	1	0	A	10
1	0	1	1	B	11
1	1	0	0	C	12
1	1	0	1	D	13
1	1	1	0	E	14
1	1	1	1	F	15

从二进制数值转换成十六进制数值时，把二进制数值的各个四位组转换成十六进制数值，然后连在一起书写。

举例：

二进制数值 1101 0111 转换成十六进制数值

第 1 个四位组：

1101 对应于十六进制数值 D。

第 2 个四位组：

0111 对应于十六进制数值 7。

把这两个结果合并在一起，得到十六进制数字 D7，即：

1101 0111 对应于 D7。

您会发现，大的二进制数值以十六进制写法表示时由于位数较少而更加简明。

## 数字信号

在车辆电子装置中存在大量信息和测量值，必须对它们进行比一个位所允许的精度更加准确的探测。例如 "热" 和 "冷" 表述不能对自动恒温空调的车内温度进行合适的调节。因此，多个位被组合成一个数字信号。可能的数字值的数字随组合的二进制位数的增多而增大。从前面的表格中可以看出，例如用一个四位二进制数能够表示 16 个不同的值。用一个八位二进制数已经可以表示 255 个可能的值。

# BMW 车辆中的总线系统

BMW 车辆中安装的总线系统原则上可划分成两组：

- 主总线系统
- 子总线系统

主总线系统负责跨系统的数据交换。子总线系统在系统内部交换数据。这些系统用于在限定的系统中交换相对较少的数据量。

## BMW 车辆中的主总线系统

主总线系统	数据传输率	总线结构
车身总线*	9.6 kBit/s	线形单线
诊断总线	10.5 - 115 kBit/s	线形单线
CAN	100 kBit/s	线形双线
K-CAN	100 kBit/s	线形双线
F-CAN	100 kBit/s	线形双线
PT-CAN	500 kBit/s	线形双线
byteflight	10 MBit/s	星形光缆
MOST	22.5 MBit/s	环形光缆
* 在较早的车型中也称作仪表总线		

## BMW 车辆中的子总线系统

子总线系统	数据传输率	总线结构
车身总线协议	9.6 kBit/s	线形单线
BSD	9.6 kBit/s	线形单线
DWA 总线	9.6 kBit/s	线形单线
LIN 总线	9.6 - 19.2 kBit/s	线形单线

数据传输率说明在相应的总线系统中以何种传输速度传输数据，总线结构说明控制单元相互间的联网方式 (线形、星形、环形) 和通过何种传输媒介传输数据。

车辆中同时安装了多个总线系统。在安装的总线系统之间为不同的任务发生数据交换。然而总线系统以不同的传输速度工作，电平各不相同，并且在光学总线系统中借助光脉冲传输数据。为了能够在总线系统之间交换数据，必须不同的总线系统之间实现连接。该连接借助专用控制单元，即所谓的网关实现。

## 单线总线系统

在单线总线系统中通过一根芯线传输数据。车辆接地连接也用作数据传输的接地连接。在车身范围内在许多应用中较低的传输速度已够用，尤其是当各个部分范围被当作子总线系统构造时。低传输速度使这些总线的实现在技术上更容易，因此价格更便宜。

## 双线总线系统

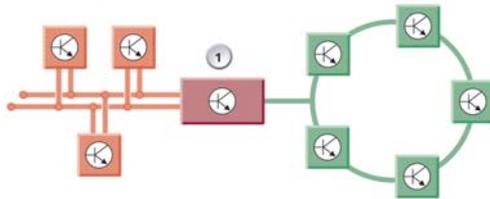
在双线总线系统中通过一条双绞线传输数据。信号在导线上以所谓的推挽方式输送 (相关解释参见 CAN 章)。导线的绞合和信号传输方式保证总线系统的抗干扰强度非常高，而传输速度也高于单线总线系统数倍。技术费用与单线总线系统相比更高且更复杂，因此双线总线系统当然也更贵。

## 光学总线系统

在光学总线系统中通过光缆进行数据传送。在导线连接的总线系统中通过导线传送电信号，在光学总线系统中借助光脉冲传送数据。光学总线系统与导线连接的总线系统相比对电磁和静电干扰源的抗干扰能力更强，并且在光学总线系统中能够以高得多的传输速度传输数据。因此它们一方面用于过程发生时间紧迫的车辆范围，例如与安全有关的范围(例如安全气囊触发装置)，另一方面用于传送大数据量的车辆范围，即特别是在多媒体应用领域。对于光学总线系统，进行与光缆有关的工作时要特别仔细，以便数据传输能够无故障地进行。

## 网关

网关用作总线系统之间的接口。尽管各个总线系统的传输速度和传输方法不同，网关仍使数据交换成为可能。

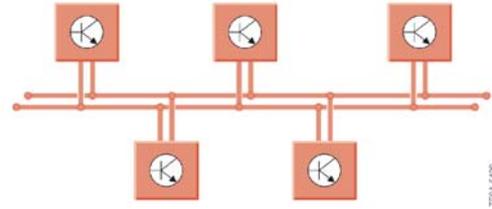


通过网关的总线连接

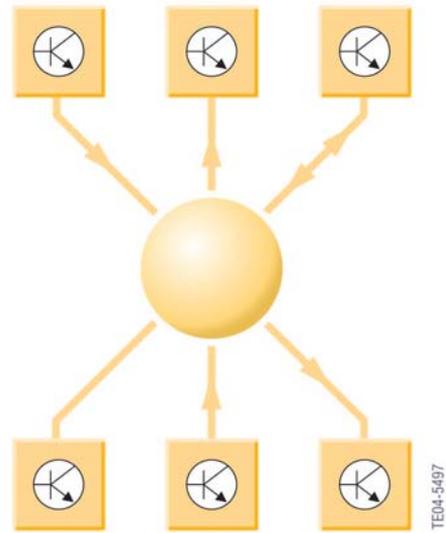
索引	说明
1	网关

## 总线系统的结构

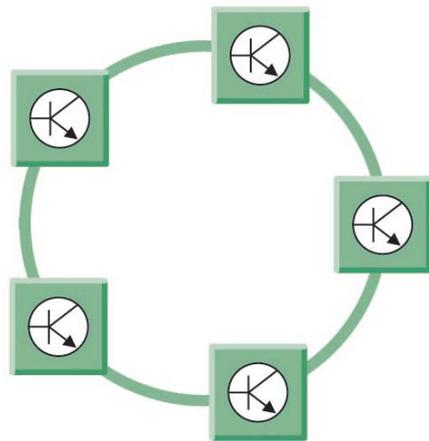
总线系统的网络结构可以是线性、星形或环形。每个连接在总线上的控制单元构成一个所谓的总线节点。



线形总线结构



星形总线结构



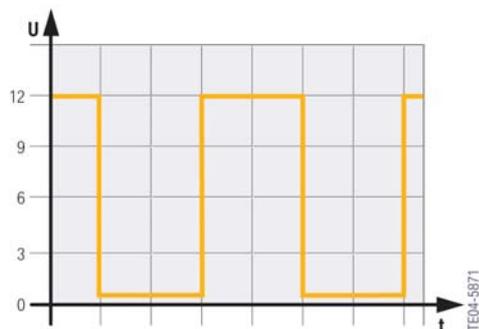
环形总线结构

## 车身总线

车身总线是 BMW 车辆中第一批总线系统之一。数据以 9.6 kBit/s 的速度通过一根单线导线传输。总线结构为线形。

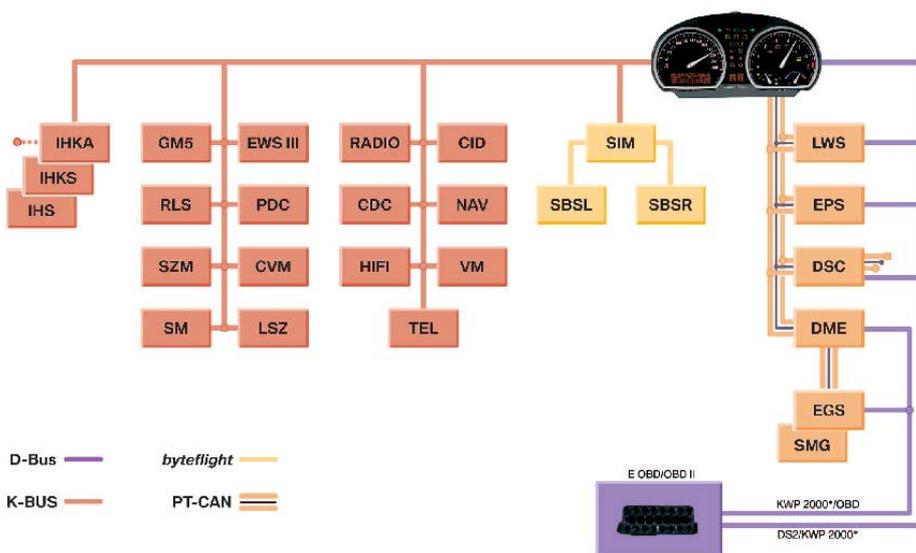
车身总线把一般车辆电气系统、信息和通信系统以及安全系统的组件联成网络。然而在最新的 BMW 车型中车身总线技术只是个别使用，并被 K-CAN 技术替代。

在车身总线上传输信息时，电平在 0V 到 12V 之间。如果电平从 0V 切换到 12V，就对应于一个逻辑 1。在从 12V 切换到 0V 时，就表示一个逻辑 0。



车身总线上的电平

在接下来的系统概览中展示了 E85 的车身总线及连接在上面的控制单元。示出的另外两个总线系统 *byteflight* 和 PT-CAN 将在以后的章节中说明和解释。



TF04-5596

E85 中的车身总线

索引	说明	索引	说明
CDC	CD 光盘转换匣	LSZ	灯光开关控制中心
CID	中央信息显示器	NAV	导航
CVM	敞篷车软顶模块	PDC	驻车距离报警
EWS III	电子禁启动防盗装置	RADIO	收音机
GM 5	基本模块 5	RLS	雨天 / 行车灯传感器
HIFI	高保真	SM	座椅模块
IHKA	自动恒温空调	SZM	中央控制台开关中心
IHKS	集成式暖风控制系统	TEL	电话
IHS	集成式暖风控制系统	VM	视频模块

# CAN

Bosch 和 Intel 为信息传输 (特别是车辆中的信息传输) 开发了 "控制器区域网络" (CAN)。90 年代初, 这种总线技术首次在高级量产汽车中用作发动机和变速箱控制系统与仪表板之间的高速网络。CAN 不断拓展着自己的成功过程, 在 2001 年已经在第一批低价中级车中安装。

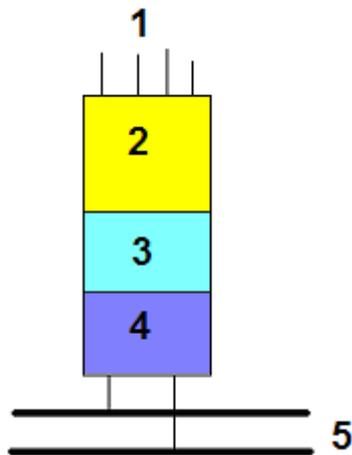
CAN 已针对车辆中的数据交换统一了标准。借助这些全世界有效的标准, 任意制造商的控制单元都可相互交换数据。

## CAN 上的控制单元

可在 CAN 上连接控制单元。这些控制单元具有高度复杂的微电子装置, 并且每个控制单元都象一部微型计算机。

号转换成信息, 并把这些信息通过收发器和 CAN 发送到其它控制单元。

车辆中的每个控制单元都是一部由电子部件 (所谓的硬件) 和程序 (软件) 构成的微型计算机。一部这样的微型计算机的优点是, 通过改变程序可以更改控制单元的性能, 而不必更改控制单元的硬件。这可与一台 PC 相比较, 通过装载相应的程序, PC 机可完成各种各样的任务 (文本处理、游戏、播放音乐和视频、备件目录), 而不必为此更改计算机的结构。新程序的输入可通过 SSS (Software Service Station) 测试仪进行, 它把程序通过 CAN 传递到控制单元 (快擦写)。



CAN 上的控制单元

索引	说明
1	传感器 / 执行器
2	控制器
3	滤波器
4	收发器
5	CAN

控制单元的基本结构由三部分组成。

控制单元通过收发器 (发射器、接收器) 连接在 CAN 上。收发器使控制单元能够通过 CAN 发射和接收信息。

滤波器检查接收的信息, 并检查接收的信息是否规定用于控制单元, 并只把规定用于控制单元的信息转发至控制器。

控制器是控制单元的核心件。控制器根据接收的信息推导出要执行的活动, 并转发至连接的执行器。控制器把从传感器接收到的信



## CAN 的基本功能方式和优点

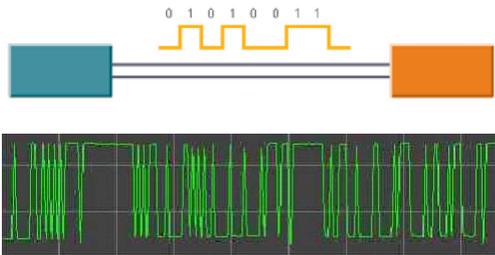
寄信和通过总线系统的数据传输具有可比性

CAN 由一根双线导线构成，所有信号通过此双线导线在连接的控制单元之间传递。在车辆中一般使用一根不带屏蔽的对称导线(双绞线)。当两根单根导线相互均匀绞合时，就产生一根这样的对称导线。



对称的双线数据线

传输以数字形式作为 "0" 和 "1" 信号(所谓的位)的序列进行。这时 "0" 和 "1" 分别对应于一个在标准或协议中定义的电平。不存在中间值。通过 CAN 传递的信号包含非常广泛且复杂的信息，由 "0" 和 "1" 信号排列组成。



数字信号是 "0" 和 "1" 信号的序列

⚠ 进行 CAN 诊断和系统故障查询时，决定性的不是传递的信息内容，而是要检查总线上的信号电平是否对应于额定值和总线上的信号关系是否正常。如果这里不存在故障，则可认为总线无故障工作，车辆中出现的故障有其它原因。◀

总线的功能原则上可与通过邮局寄信相比较。

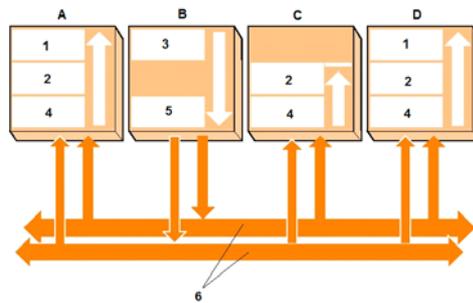


包含写给收信人的信息的信件被插入信封中。在信封上写上地址和发信人。信件被投入邮筒中，不同发信人发给不同收信人的具有不同内容的许多信件被汇集在邮筒中。邮局寄发这些信件，并送达信件上注明其地址的收信人。这是一种把信息从发信人传送到收信人的有效方法。

如果每个发信人都亲自把自己的信件带给收信人，则会导致交通混乱。如果发送例如作为广告宣传品的成批信件，一位发信人向多位收信人发送相同的信息，对此同样可利用邮寄途径的有效方法。

在 CAN 上，发送控制单元(发信人)的信息通过总线传送到接收控制单元(收信人)。借助地址和发信人信息，可把信息分配给正确的控制单元。车辆中的每个控制单元都可通过 CAN 与其它每个控制单元通信。

通过总线系统传送信息具有多重优点。除了减少电线束中的导线和控制单元上的插头连接外，例如一个控制单元的数据可同时发送到多个控制单元。



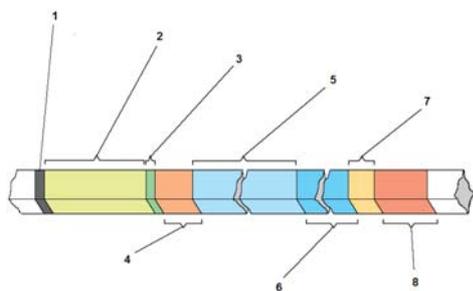
多个控制单元能够同时接收数据

索引	说明
A、B、C、D	控制单元
1	采用数据
2	过滤数据
3	准备数据
4	接收数据
5	发送数据
6	数据总线导线

在该例中控制单元 B 发送一个规定用于控制单元 A 和 D 的信息。信息通过控制单元 A 和 D 中的滤波器，信息的数据被采用。控制单元 C 中的滤波器识别到，此信息不是规定用于控制单元 C 的，因此不把信息的数据转发到控制器。

## 通过 CAN 的数据传输

通过 CAN 的信息传输通过一根双线数据线进行。信息发射器必须通过这两根导线向接收器传送接收器需要的所有信息。为此，发射器必须告知信息适用于谁(地址)和信息的内容。为了识别传送时的故障，还传递用于校验的附加信息。信息传输通过大量数值为"0"或"1"的位的排列，即通过两个定义的电平实现。此排列受一个规定的分类系统控制，此系统一方面通过数字技术描述，另一方面在一个所谓的数据电码(也称数据协议)中专门为 CAN 作了规定。这里将只简要介绍 CAN 数据电码的基本结构。如已经提及的那样，在对总线系统进行诊断时不是信息的内容具有决定意义，而是在总线导线上传送的信号的电平具有决定意义。



CAN 数据电码的结构

索引	说明
1	起始区 (1 位)
2	状态区 (11 位)
3	未用区 (1 位)
4	检查区 (6 位)
5	数据区 (最大 64 位)
6	安全区 (16 位)
7	确认区 (2 位)
8	结束区 (7 位)

CAN 数据电码已划分成各个区，而这些区又由规定数量的位组成。

- **起始区**标记一个待传送信息的开始。
- 在**状态区**中说明信息规定用于谁。此外，如果两个控制单元试图在相同的时刻传递一个信息，将在这里规定数据传输的优先权。
- **检查区**说明接着要传递的信息由多少位组成。
- **数据区**包括实际的信息，由最多一个 64 位的排列组成。
- **安全区**用于识别传输故障。
- 信息接收器借助**确认区**的位通知发射器，它们已接收到信息。

- 接收到有错误的信息时，**结束区**为接收器提供通知发射器的途径。因此发射器再次重复传送信息。

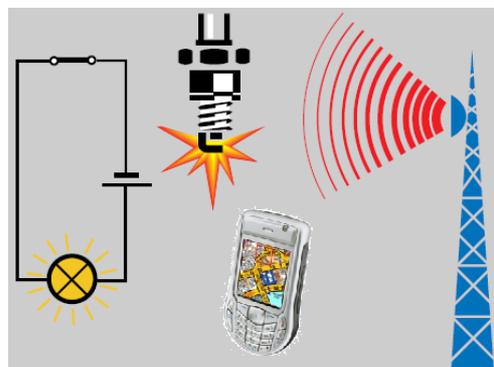
CAN 数据电码由许多位构成。控制单元根据各个区中的位识别，数据区的信息规定用于谁，信息有什么内容和信息的内容是否已被正确接收。并且所有信息只通过两根导线，各个位依次，即串行传递。

CAN 总线系统设计成，每个控制单元都能够发送和接收信息。为此没有固定的时间顺序，而是每个控制单元原则上能够随时向其它控制单元发送信息。假如同时有多个控制单元想发送信息，为了避免这种"自由"导致数据总线上发生混乱，CAN 总线系统装备了一个优先权控制系统。CAN 数据电码的检查区内的位序列说明，相应的控制单元具有何种优先权。如果同时有多个控制单元想发送信息，则具有最高优先权的控制单元优先发送。优先权检测通过一种被称为按位仲裁的特殊技术实现。

### 数据传输的抗干扰强度

通过导线进行的数据传输可能受车辆中的不同干扰源影响。

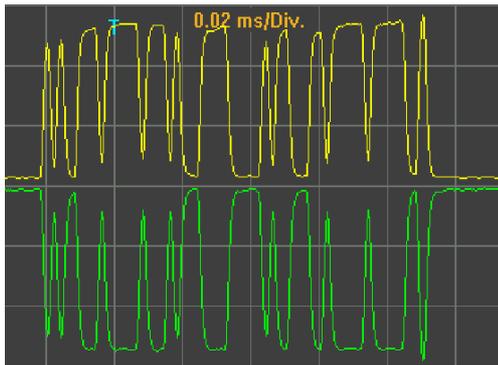
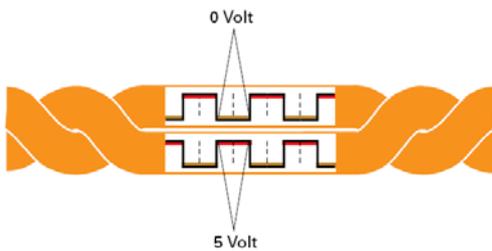
车辆中的典型干扰源是在运行过程中或在通过开关断开或接通电路时产生火花的部件。其它干扰源例如有移动电话和发射台，即所有产生电磁波的装置。



通过导线进行数据传输时的典型干扰源



为了防止干扰数据传输，数据总线导线被相互绞合。数据的传递方式为，在两根导线上相应的电平反向。如果例如在一根数据总线导线上的电压约为 0 伏，则在另一根导线上的电压约为 5 伏，反之亦然。于是对信号差而言，产生一个比单个信号更大的电压振幅。如果干扰信号影响 CAN 双线数据线，则两根芯线中的每一根都在相同的方向上受到相同程度的影响。因为信息被以推挽方式输入到导线上，每根导线的零位线将因干扰移动相同的量，然而两个电压的偏差保持不变。因此，干扰对要传递的信号没有影响。CAN 的两根导线被称为 **CAN 高** 和 **CAN 低**。

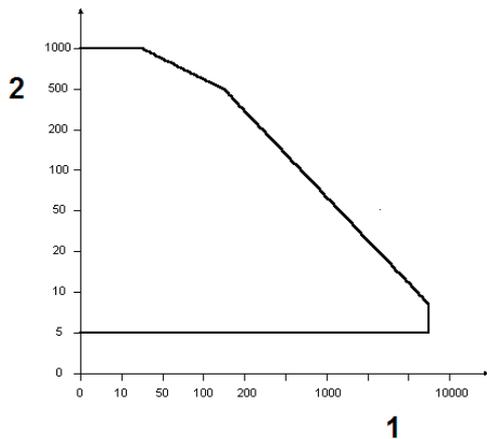


绞合的导线以及 CAN 高与 CAN 低上反向的电平保证数据传输时的抗干扰强度高

### 传输速度

信息通过导线的传输速度受物理性能和与之相关的易受干扰性限制。传输速度取决于 CAN 总线导线的导线长度和电压振幅 (信号电平)。数据传输速度以 Bit/s 为单位说明，即在一秒钟内传输的位数。

CAN 规定在最大导线长度为 40m 时最大速度为 1 MBit/s。传输速度越低，导线长度就可以越长。



导线长度和传输速度之间的关系

索引	说明
1	最大导线长度 (m)
2	传输速度 (kBit/s)

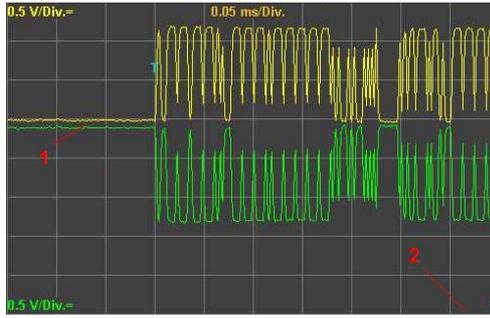
有代表性的传输率在 100 kBit/s 到 1 MBit/s 之间。人们要求车辆中的电子系统象事件要求的那样迅速对事件作出反应。这就决定了，为了主管控制单元能够及时作出反应，必须非常快地传递重要数据。

特别是在控制和调节驱动装置时会产生重要数据。PT-CAN (动力传动系 = 驱动装置) 由于这个原因被设计成高速 CAN。用于舒适性和娱乐的，时间要求不急迫的数据通过 K-CAN (车身) 传递。

在相应的数据电码中为 PT-CAN 和 K-CAN 规定了 "0" 和 "1" 信号的电平。如果 CAN 导线的信号处在静止位置，人们就称其为隐性电位。如果传递数据，则每根导线上的电平在隐性静止电位和显性工作电位之间波动。

K-CAN	显性	隐性
CAN 高	$\geq 3.6V$	$\leq 1.4V$
CAN 低	$\leq 1.4V$	$\geq 3.6V$

PT-CAN	显性	隐性
CAN 高	$\geq 3.5V$	$\approx 2.5V$
CAN 低	$\leq 1.5V$	$\approx 2.5V$



PT-CAN 上的信号电平

索引	说明
1	隐性电平
2	零位线 (0 V)

在车辆的 K-CAN 网络中，为了提高行驶安全性，如果导线之一有故障，使用的收发器会提供只在根导线上接收数据的能力。这时两根 CAN 导线中的哪根有故障不重要。这种当前的运行模式被称作单线运行。

PT-CAN 网络通常不提供这种能力。然而在特殊情况下可为紧急运行实现伪单线运行。

在 BMW 车辆中进一步扩展了 CAN 总线技术。它被用于车身和驱动装置范围内。这些总线系统被设计成线形双线总线系统。

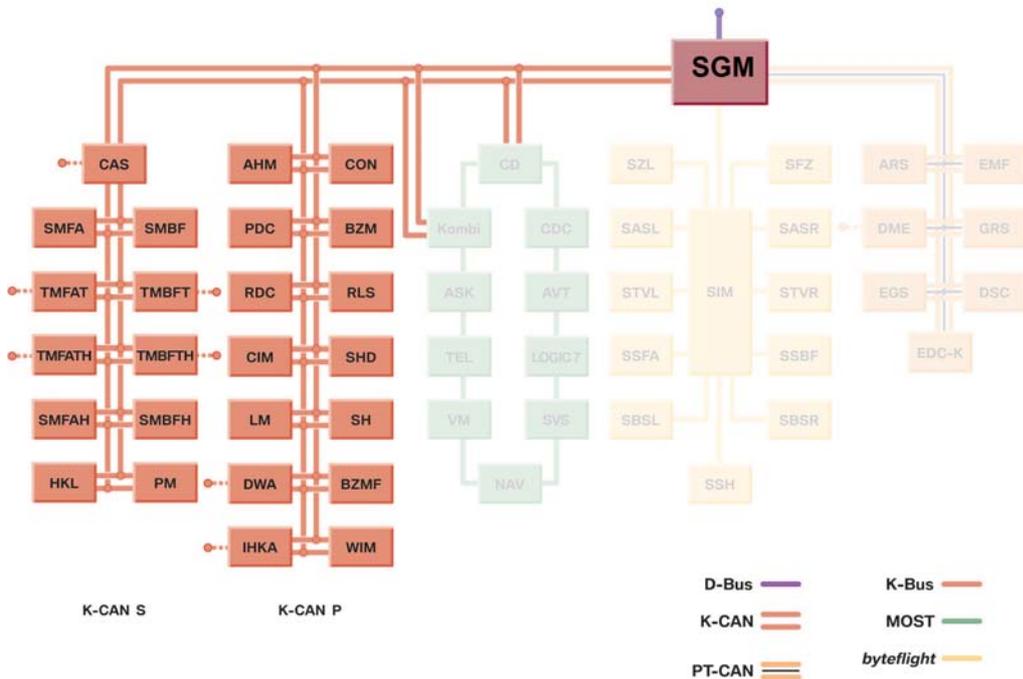
总线系统	数据传输率
K-CAN	100 kBit/s
F-CAN	100 kBit/s
PT-CAN	500 kBit/s

### K-CAN 和 F-CAN

K-CAN (车身控制器区域网络) 在车身范围内传递信息。在 E65/66 中，K-CAN 已再次划分为 K-CAN 系统 (K-CAN S) 和 K-CAN 外围设备 (K-CAN P)。K-CAN 作为绞合的双线铜导线以 100 kBit/s 的传输速度工作。

CAN 家族的另一个总线是 F-CAN。F-CAN 表示底盘控制器区域网络。这种总线的结构和功能与 K-CAN 完全相同。然而 F-CAN 只用于底盘组件的数据传输。动态稳定控制系统是对此的一个举例。总线系统的连接通过网关 (例如 SGM) 进行。

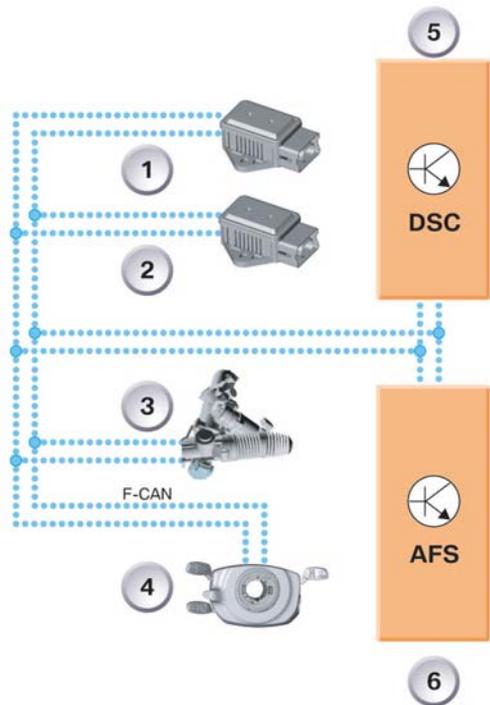
## BMW 车辆中的 CAN



E65 中的 K-CAN

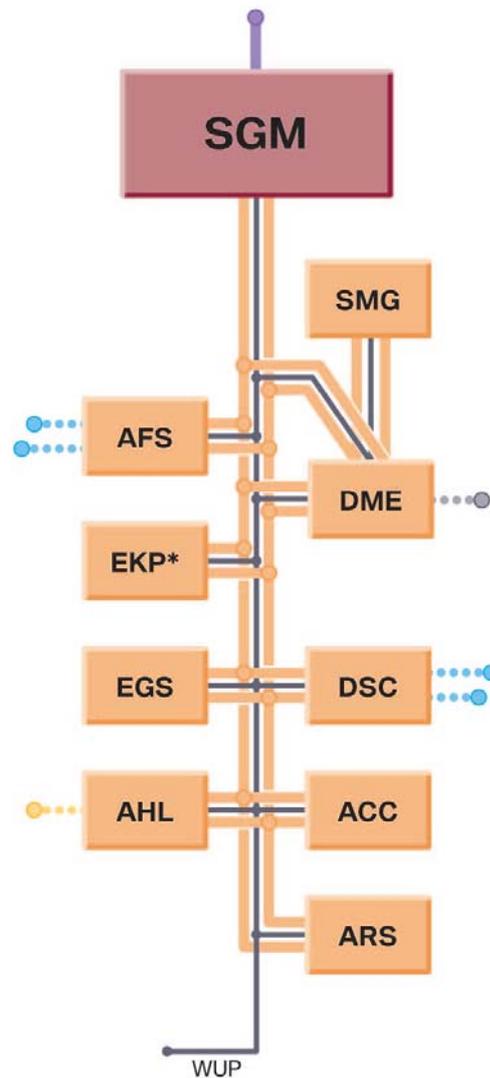
索引	说明	索引	说明
AHM	挂车模块	RLS	雨天 / 行车灯传感器
BZM	中央操控中心	SH	停车预热装置
BZMF	后中央操控中心	SHD	活动天窗
CAS	便捷进入及起动系统	SMBF	前乘客侧座椅调整模块
CIM	底盘集成模块	SMBFH	前乘客侧后部座椅调整模块

CON	控制器	SMFA	驾驶员座椅调整模块
DWA	防盗报警系统	SMFAH	驾驶员侧后部座椅调整模块
HKL	后行李箱盖提升装置	TMBFT	前乘客侧车门模块
IHKA	自动恒温空调	TMBFTH	前乘客侧后车门模块
LM	灯光模块	TMFAT	驾驶员侧车门模块
PDC	驻车距离报警系统	TMFATH	驾驶员侧后车门模块
PM	供电模块	WIM	刮水器模块
RDC	轮胎压力监控		



E60 中的 F-CAN

索引	说明
1	DSC 传感器 1
2	DSC 传感器 2
3	主动转向控制伺服马达
4	转向柱开关中心
5	动态稳定控制系统 - DSC
6	主动转向控制 - AFS



E60 中的 PT-CAN

索引	说明
ACC	自适应巡航控制系统
AFS	主动转向控制
AHL	自适应转向大灯
ARS	主动式侧翻稳定装置
DME	数字式发动机电子伺控系统
DSC	动态稳定控制系统
EGS	电子变速箱控制系统
EKP	电动燃油泵

### PT-CAN

动力传动系控制器区域网络 (简称 PT-CAN) 在 BMW 车辆中用于驱动装置控制单元的联网, 例如数字式发动机电子伺控系统和动态稳定控制系统。

PT-CAN 的总线结构与 K-CAN 的总线结构的区别仅在于第三根导线。这第三根导线用作唤醒导线。唤醒导线与 PT-CAN 本身的功能无关。唤醒导线能够将控制单元从休眠模式 (省电模式) 置于正常运行状态。

SGM	安全和网关模块 (至 2005 年 8 月), 自 2005 年 9 月起为车身网关模块 (KGM)
SMG	自动换档控制的手动变速箱

## CAN 的诊断

CAN 一般构造坚固且抗短路。对地短路、对车载网络电压短路和导线相互短路不会损坏控制单元。在最坏的情况下有故障的总线系统失灵。

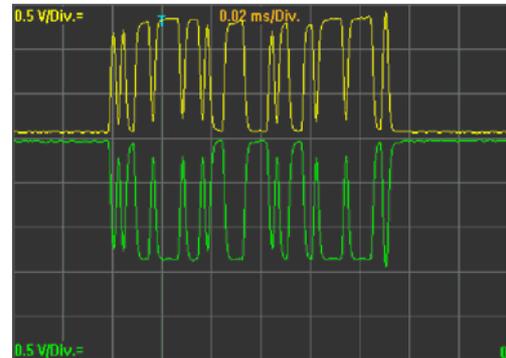
然而车辆中的总线系统不仅会遭受短路，而且当水汽侵入时可能例如在接地、正极和 CAN 导线之间出现接触电阻。

CAN 的所有故障通常被存储在故障代码存储器中。然而故障记录仪在个别情况下允许简单的诊断。绝大多数时候必须进行详细的检查。

短路和因水汽引起的接触电阻所产生的故障通常只能用示波器可靠诊断。对于用示波器进行的诊断，推荐使用存储器示波器。为了能够同时显示 CAN 高和 CAN 低导线上的信号，此示波器应具有两个通道。

在连接测量导线并调整示波器后，可以切合实际地对显示的示波图进行分析。在分析电平时要注意，在用示波器进行测量时必须考虑一个最大 10% 的测量误差。

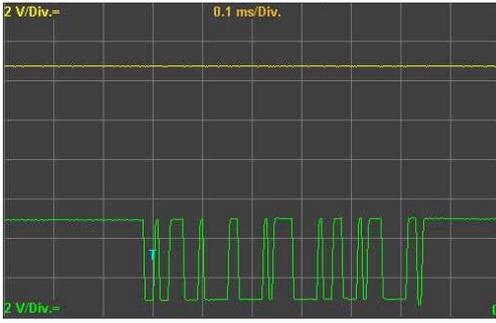
在无故障的情况下在示波图中可看到，CAN 高和 CAN 低的脉冲始终沿相反的方向移动。在查找 CAN 高和 CAN 低时将首先查找隐性电位。在隐性电位时，总线停留大多数的时间。CAN 高是脉冲由隐性电位沿正向成像的通道。对于 CAN 低，导线上的脉冲由隐性电位沿负向成像。



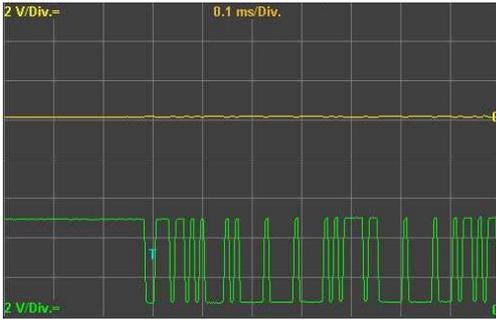
PT-CAN 的无故障示波图



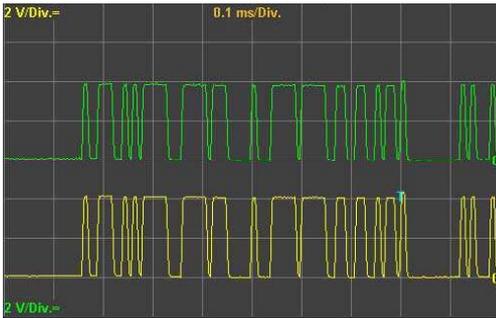
K-CAN 的无故障示波图



一根 CAN 导线上对工作电压短路



一根 CAN 导线对地短路



总线导线之间短路。总线进入单线运行模式

如果一根总线导线上的信号未被完全到达 0V 或工作电压上，而是仅在其方向上移动某个值，则不存在直接短路。导线已通过一个电阻与该电位连接。通过电阻的间接短路通常会在车辆中发生渗水时出现。此外，污垢、清洗剂和盐可能导致任意的接触电阻。另一种可能性例如是，一根总线电缆磨损并通过油漆、污垢和氧化铁与接地连接。

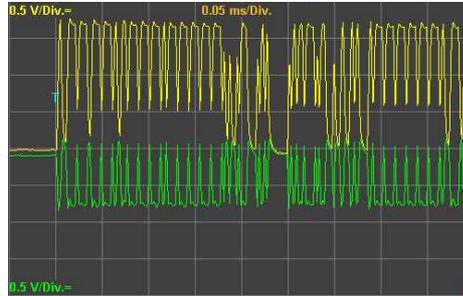
必须非常细致地判断由此产生的示波图，因为故障症状与接触电阻的大小有关并可能差别很大。

对于 CAN 导线由于电阻引起的所有负载，可作为经验法则提出，隐性电位能够略微移动。它们总是向负载电阻拉动的方向移动。如果负载电阻向接地拉动，则这些电位向 0V 方向移动。当电阻向 +12V 拉动时，电位向 +12V 方向移动。

显性信号也同样受影响。但为此需要小得多的电阻。

### 间接短路举例：

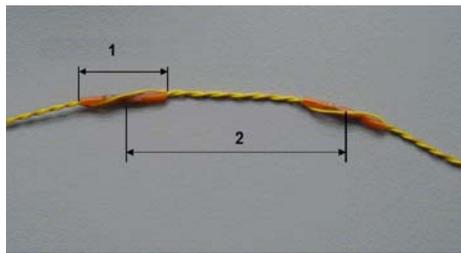
CAN 低导线已通过一个 560 Ω 的接触电阻与接地连接。隐性电平被明显向 0V 移动，显性电平仍保持额定值。CAN 高的电平通过终端电阻拉动。



CAN 低导线已通过一个 560 Ω 的接触电阻与接地连接

## CAN 总线导线的维修理念

控制单元通过插头连接在 CAN 上。在插头的压接点中始终只能连接一根导线。这就导致，第二根导线必须在一个规定点上连接到 CAN 线束上。在通常情况下这同样通过压接点进行。为了避免在维修 CAN 导线时把新的、可能影响安全的故障无意间引入车辆系统中，CAN 的压接点绝对不能打开和通过维修更新。如果要脱开 CAN 导线，则只允许在与下个压接节点相距 ≥100mm 处进行。CAN 导线的绞合对于 CAN 的干扰影响具有决定意义。只有绞合不受损坏，才能保证 CAN 抗干扰地工作。由于这个原因，在维修 CAN 导线时只允许尽量少地干涉该绞合。



CAN 导线的维修理念

索引	说明
1	绞合只可解开最长 50 mm
2	CAN 导线断开处要与下一个压接节点相距至少 100 mm

## 子总线系统

除了总线系统外，BMW 车辆中还安装有子总线系统。子总线系统是从属的串行总线系统。

最重要的子总线系统是单线总线系统：

- LIN 总线 (局部互联网总线)
- BSD (串行数据接口)
- 车身总线协议

### LIN 总线

LIN (局域互联网) 是一种用于简单执行器和传感器联网的串行总线。LIN 是一种单线主副控制总线。这意味着，在从主控制单元收到权限时，副控制单元才允许发送。LIN 是一种循环总线，数据总是在总线上反复重新传递，这与数据在要求后或发生变化时才发送的事件控制的总线相反。

LIN 总线系统由下列部件组成：

- 上级控制单元 (主控单元)
- 从属控制单元 (副控制单元)
- 单线数据线

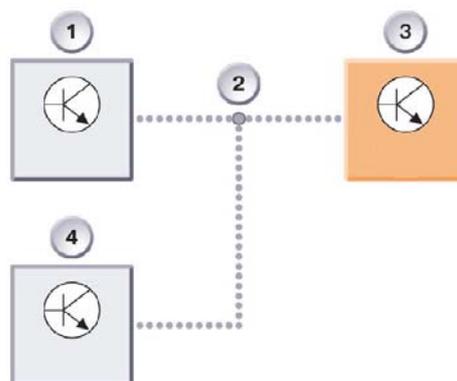
目前在下列系统中安装有 LIN 总线：

- 空调器 (9.6 kBit/s)
- 在驾驶员车门模块和驾驶员侧车门开关组之间 (19.2 kBit/s)
- 轮胎压力监控 (9.6 kBit/s)

例如在空调器上空调器操作面板是 LIN 总线主控单元。LIN 总线主控单元把控制单元的要求转发至副控制单元 (从属控制单元) 并检查总线导线上的信息通信。空气分配风门调整马达、风扇调节器和电控辅助加热器是典型的 LIN 总线副控制单元。LIN 总线副控制单元等待 LIN 总线主控单元的命令，并根据要求与主控单元通信。

### 串行数据接口

使用串行数据接口将发电机和智能型蓄电池传感器与数字式发动机电子控制系统连接在一起。

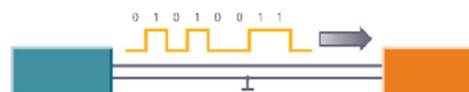


串行数据接口—览图

索引	说明
1	发电机
2	串行数据接口
3	数字式发动机电子控制系统
4	智能型蓄电池传感器

### 车身总线协议

车身总线协议基于车身总线技术，并由发射器、接收器和一根单线导线构成。



通过车身总线协议的单向数据传输

车身总线协议目前用于下列系统：

- 多重乘员保护系统
- 电子信息系统控制单元 (紧急呼叫)
- 座位占用识别装置
- 车门外把手电子装置
- 驾驶员侧车门
- 防盗报警系统



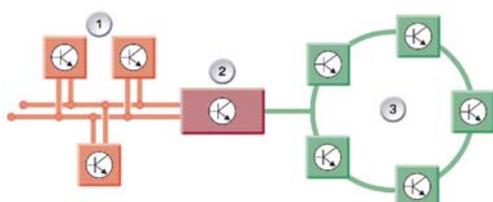
车身总线协议连接每个车门的车门外把手电子装置和便捷进入及起动系统。此外，通过该总线可防止唤醒整个总线系统(例如：玩车门把手的儿童)。

车身总线协议把驾驶员侧车门开关组的信号传递到车门模块(例如：车窗升降机、遮阳卷帘功能)。

防盗报警系统的功能已分配到两个控制单元上(防盗报警系统和应急电源报警器)。通过车身总线协议能够在这些控制单元之间相互通信。

## 网关

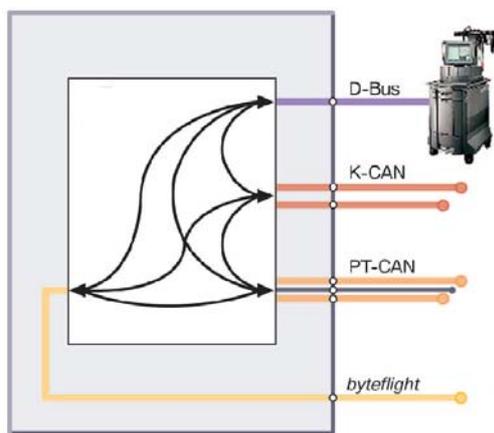
网关用于连接不同类型的总线系统。通过网关可连接具有不同逻辑和物理性能的总线系统。因此尽管各个总线系统的传输速度不同，仍能保证数据交换。



通过一个网关连接不同的总线系统

索引	说明
1	线形总线系统 (例如 K-CAN)
2	网关
3	环形总线系统 (例如 MOST)

不同总线系统的输出数据到达网关。在网关中过滤各个信息的速度、数据量和紧急程度，并在必要时进行缓冲存储。



网关中的通信方式

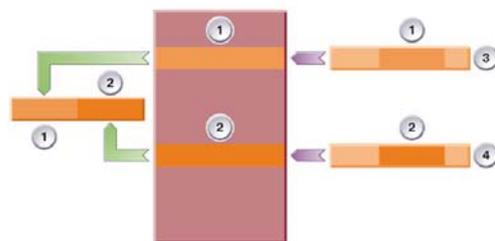
在 BMW 车辆上在下列控制单元中安装有网关功能：

- 中央网关模块 (ZGM)
- 安全和网关模块 (SGM)
- 多音频系统控制器 (M-ASK)
- 便捷进入及起动系统 (CAS)
- 控制显示 (CD)
- 组合仪表
- 车身网关模块 (KGM)

(此外也可能安装了其它网关)

根据一个举例解释中央网关模块上的功能关系：

动态稳定控制系统 (DSC) 控制单元和数字式发动机电子伺控系统 (DME) 控制单元分别向 PT-CAN 上发送一个信息。信息通过 PT-CAN 到达中央网关模块。在网关的一个中间存储器中缓冲存储 PT-CAN 的信息。这些信息将在网关中按照规定的网关规则和转换表转换成适用于 K-CAN 系统总线的信息。因为 K-CAN 系统总线比 PT-CAN 慢，两个信息被连接在一起并通过 K-CAN 系统总线到达它们的目的地。



把来自 DME 和 DSC 的信息转换到 K-CAN 上

索引	说明
1	来自动态稳定控制系统的信息
2	来自数字式发动机电子伺控系统的信息
3	动态稳定控制系统的信号 (速度)
4	数字式发动机电子伺控系统的信号 (发动机转速)



## 光学总线系统

在数据、语音或图像传输中，要传输的数据量越来越大。为了满足这些要求，在网络技术中越来越多地安装使用光缆的光学传送系统。

在 BMW 车辆中安装了两种光学总线系统：

- **byteflight** 是一种使用光缆的星形总线系统。它以 10 MBit/s 的速度传输数据。
- **MOST** 是一种使用光缆的环形总线系统。它以 22.5 MBit/s 的速度传输数据。

光缆技术已在电讯和工业设备中使用较长时间。这种技术能够传输大量数据，并同时具有其它优点 (例如抗电磁和静电干扰)。

如果使用铜导线，高数据传输率会引起强电磁辐射。这种辐射可能干扰车辆中的其它功能。与铜导线相比，光缆在提供相同的带宽时需要更少的结构空间。此外，光缆与铜导线相反具有较低的重量。与数据传输时传输数字或模拟电压信号的铜导线不同，光缆传输光束。

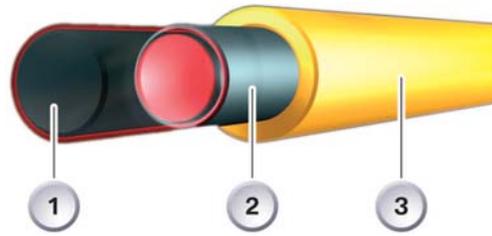
最常用的光缆有：

- 塑料光缆
- 玻璃光缆。

在 BMW 车辆中只安装塑料光缆。塑料光缆相对于玻璃纤维光缆有下列优点：

- 光纤横断面大 - 简化了技术生产
- 对灰尘相对不敏感
- 容易处理，因为塑料与玻璃相反不断裂
- 加工简单 - 可切割、衍磨或熔化
- 成本低

一根光缆就是一根由塑料制成的细圆柱形光纤，装在一层薄外壳内。实际的光缆嵌在包壳材料中，包壳材料只用于保护光纤。

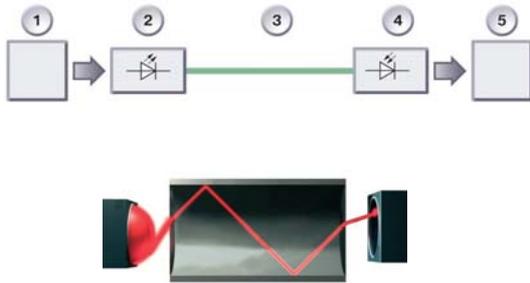


光缆的结构

索引	说明
1	光纤芯
2	外壳
3	包装层

进行光学信息传输时，数字信号借助一个发光二极管被转换成光信号。光信号被通过光缆传输到下一个控制单元。在该控制单元上，光电二极管把光信号重新转换成数字信号。





光学信息传输

索引	说明
1	发送控制单元
2	发光二极管 (发射二极管)
3	光缆
4	光电二极管 (接收二极管)
5	接收控制单元

在 MOST 和 *byteflight* 上光的波长为 650 nm (红光)。

为了能够区别不同总线系统的光缆，目前有三种用于相应光缆的不同识别颜色：

- 黄色：*byteflight*
- 绿色：MOST
- 桔黄色：售后服务维修导线

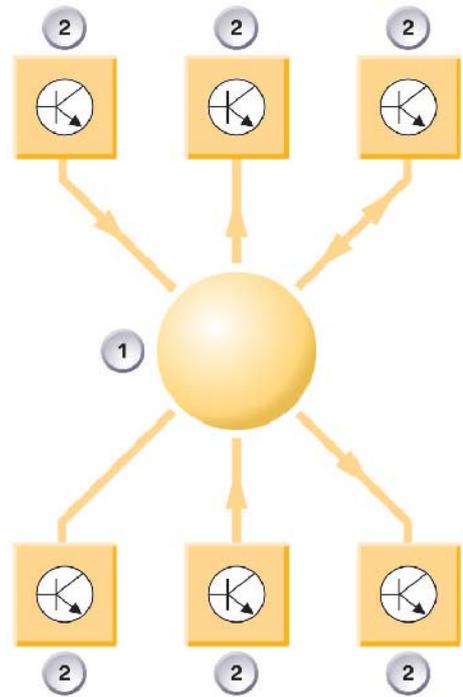
## byteflight

*byteflight* 系统是由 BMW 与 Motorola、Elmos 和 Infineon 合作为车辆中与安全有关的过程开发的。这个总线系统主要用于传送时间上要求特别紧迫的安全气囊系统数据。

*byteflight* 技术可在高数据传输率时满足非常高的实时要求。另外，该技术满足在非常恶劣的电磁环境中，例如在车辆的电磁环境中无故障传送的要求。

在安全系统 ISIS (智能安全集成系统) 和 ASE (高级安全电子设备) 中使用。这两个安全系统负责控制安全气囊、安全带拉紧装置和断开安全蓄电池接线柱。

*byteflight* 系统为星形结构。



*byteflight* 为星形结构

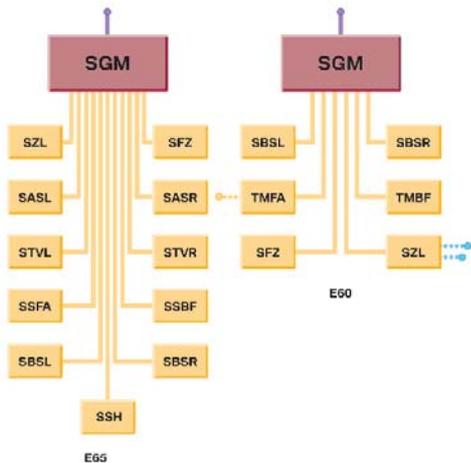
索引	说明
1	上级控制单元 (主控单元)
2	从属控制单元 (副控制单元)

从属控制单元 (副控制单元) 通过一根专用导线连接在上级控制单元 (主控单元) 上。主控单元接收来自一个副控制单元的数据。然后它立即把数据重新输出到所有副控制单元。因为主控单元不认识任何存取规则，而只执行纯粹的分配功能，所以各个控制单元必须通过一个电码 (类似于 CAN 上) 相互理解。在此规定，谁在何时允许发送和何时不允许发送。

根据星形拓扑结构，*byteflight* 即使在单个控制单元 (副控制单元) 失灵时仍功能良好。

在最新的 BMW 车型中，安全和网关模块 (SGM) 构成星形结构的中心。

装有 *byteflight* 时，在车辆中的战略点上安装了多个传感器。这些传感器位于通过总线系统与 SGM 连接的卫星式控制单元中。所有传感器不断被查询，并把数据分配到所有卫星式控制单元。数据传输与在 CAN 上借助数据电码进行一样。总线主控单元 (SGM) 必须根据所有当前的传感器信息决定，是否要把卫星式控制单元置于报警模式。通过总线主控单元设置报警模式，安全系统的所有引爆电路被置于可触发状态。



新型 E65 中和 E60 中的 *bytelight*

E65:

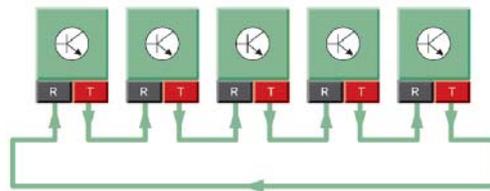
索引	说明
SASL	左侧 A 柱卫星式控制单元
SASR	右侧 A 柱卫星式控制单元
SBSL	左侧 B 柱卫星式控制单元
SBSR	右侧 B 柱卫星式控制单元
SFZ	车辆中心卫星式控制单元
SGM	安全和网关模块
SSH	后部座椅卫星式控制单元
SSBF	前乘客座椅卫星式控制单元
SSFA	驾驶员座椅卫星式控制单元
STVL	左前车门卫星式控制单元
STVR	右前车门卫星式控制单元
SZL	转向柱开关中心

E60:

索引	说明
SBSL	左侧 B 柱卫星式控制单元
SBSR	右侧 B 柱卫星式控制单元
SFZ	车辆中心卫星式控制单元
SGM	安全和网关模块
SZL	转向柱开关中心
TMFA	驾驶员侧车门模块
TMBF	前乘客车门模块

## MOST

MOST 是一种专门为在车辆中使用而开发的适用于多媒体应用的通信技术。在不断进一步发展的过程中，车辆中的多媒体组件数量大大增多，显著扩大了车辆的功能范围。通过组件的新型逻辑联网，系统复杂性显著增长。因为通过已经安装的总线系统不能再胜任系统复杂性的这种新高度，采用新型总线工艺开发了 MOST 总线系统。MOST 表示多媒体传输系统，是一个使用光缆的环形结构光学总线系统。MOST 不仅表示一个传统意义上的网络，而且表示一种用于多媒体和网络控制的集成技术。

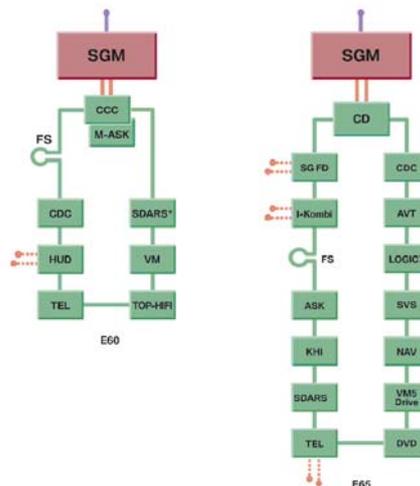


MOST 是环形总线系统

索引	说明
R	接收器
T	发射器

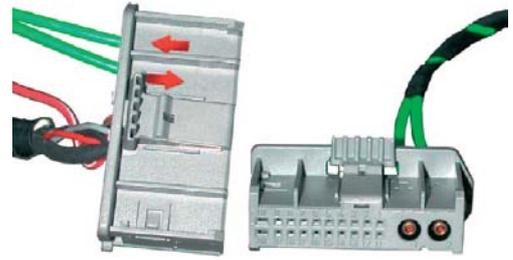
每个终端设备 (节点、控制单元) 在一个具有环形结构的网络中通过一个电缆环相互连接。一个说明允许发送的信息在环上循环。这个信息将由每个节点 (控制单元) 读取和转发。

当一个节点要发送数据时，该节点改变发射就绪信息，并把它改成 "占用" 信息。被作为接收器定址的节点复制数据，并在回路中继续发送。如果数据重新到达发射器，发射器就把数据从环上删除并重新生成发射就绪信息。



## E60 中的 MOST :

索引	说明
CCC	Car Communication Computer
CDC	CD 光盘转换匣
FS	快擦写插头
HUD	平视显示系统
M-ASK	多音频系统控制器
SDARS	卫星数字音频广播服务
SGM	安全和网关模块
TEL	电话
TOP-HIFI	顶级高保真放大器
VM	视频模块



MOST 上的光缆插头

## E65 中的 MOST :

索引	说明
ASK	音频系统控制器
AVT	天线放大器 / 调谐器
CD	控制显示
CDC	CD 光盘转换匣
DVD	数字化多功能光盘
Kombi	组合仪表
FS	快擦写插头
LOGIC7	功率放大器
NAV	导航
SDARS	卫星数字音频广播服务
SG FD	后座区显示器控制单元
SGM	安全和网关模块
SVS	语音输入处理系统
TEL	电话
VM5Drive	视频模块

各个控制单元之间的连接通过一个数据只沿一个方向传输的环形总线实现。这就意味着，一个控制单元始终具有用于两根光缆的接头，一个用于发射器，一个用于接收器。

在 MOST 控制单元中进行纯粹的光纤连接。发射和接收二极管可以通过也位于控制单元中的光纤定位在控制单元中的任意位置。于是电线束插头中的光纤面可向后移动。所以灵敏端面的附加保护成为多余。

2 芯光缆模块对于所有插头系列相同。零件族和触点已在 MOST 合作范围内形成标准。线脚 Pin 1 始终用于输入的光缆，而线脚 Pin 2 用于转发的光缆。



## 操作光缆时的特点

操作带光缆的车辆导线束时需要特别仔细。与铜导线相反，损坏不会立即导致故障，而是在以后某个时刻客户才能察觉。阻尼是通过光缆进行数据传输时信号质量和可靠性的一个尺度。阻尼过大可能有不同的原因：

- 弯曲半径小于 50 mm
- 光缆被弯折
- 光缆被挤压或受压
- 光缆的包装层损坏
- 光缆被拉伸
- 敞开端有污垢或油脂
- 敞开端有刮痕
- 光缆过热

### 弯曲半径

塑料光缆不允许弯曲窄于 50 mm。50 mm 大致与饮料罐的直径相当。更窄地弯曲光缆将妨碍其功能，甚至会损坏塑料光缆。在过窄弯曲处光线射出，因为光束不能再正确反射。



弯曲的光缆

### 弯折

绝对不能在装配时弯折光缆，因为这样会损坏光纤芯和包层。光线将在弯折处部分散射。后果是传输损失。

⚠ 即使一度短暂弯折也会损坏光缆。 ◀

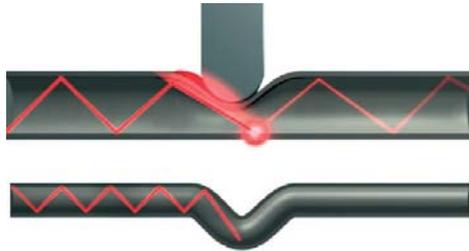


弯折的光缆

### 压痕

任何情况下都必须避免压痕，因为光导横断面会由于压力长期变形。在传送时光线丢失。

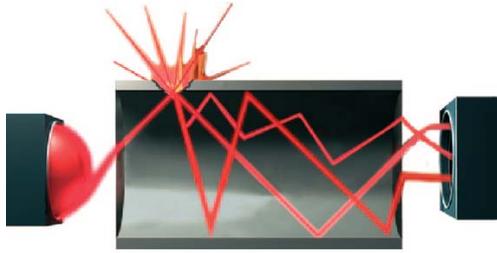
⚠ 拧得过紧的导线扎带可能引起压痕。 ◀



光缆的压痕

### 磨损处

与铜导线不一样，光缆的磨损不会导致短路。但磨损处会导致光线损失或导致外来光线入射。系统被干扰或完全失灵。



光缆上的磨损处

### 拉伸

由于拉伸，芯线被拉长且光纤芯的横断面减小。后果是光通量减小。同样，拉紧也会损坏光缆。



光缆的拉伸

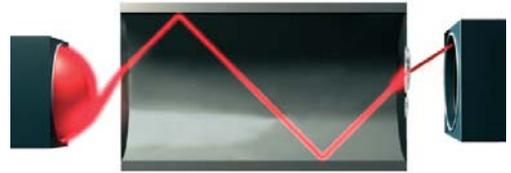
### 过热

光缆过热不会立即导致故障，而在以后才导致损坏。例如在烘干油漆或焊接时温度不允许超过 85 °C。

### 污染或刮坏的端面

污染或刮坏的端面是另一个可能的故障源。尽管已采取措施防止无意间接触端面，但由于不妥当的处理仍可能引起故障。

光纤端的污垢妨碍光束的射入和射出。污垢吸收光线，并且阻尼过高。



光缆被污染的端面

端面上的刮痕使入射的光束散射。到达接收器的光线更少。



光缆被刮坏的端面

### 光缆维修提示

⚠ MOST 系统中的光缆在两个控制单元之间只允许进行一次维修。◀

⚠ *byteflight* 系统中的光缆不允许维修。◀

为了把套筒正确套到光缆上，将使用一个专用压线钳。详细工作步骤在压线钳的操作说明中有描述。









BMW 售后服务  
售后服务培训

100027 北京

传真: +86 10 8453 9976