

第 3 章 光学总线

❗ **教学提示：**光学总线具有传输数据流量大、数据传输速率高且抗电磁干扰能力强的突出特点，在汽车影音娱乐和信息显示系统中得以广泛应用。

❗ **教学要求：**本章主要介绍光学总线在汽车网络系统中的应用情况。要求学生了解光学总线在汽车上的应用概况，熟悉光学总线基本组成和信息传输原理。

在汽车影音娱乐和信息显示系统中，为保证音质清晰、画面流畅，需要传输的数据量很大，对传输速率要求也很高。CAN 总线的信息传输能力在这方面显得捉襟见肘，无能为力。为满足上述要求，特别开发了光学总线系统。

目前，应用较多的汽车光学总线系统主要有 DDB、MOST 和 byteflight 三类。

其中，早期的 BENZ 车系的影音娱乐系统多采用 DDB 技术，而 BMW 和 Audi 车系的影音娱乐系统则采用 MOST。byteflight 技术是 BMW 车系独有的，应用于 BMW 车系集成化智能安全系统(intelligent safety integrated system, ISIS)的安全气囊控制系统。在三类光学总线中，以 MOST 的应用最为广泛。

3.1 光学总线的信息传输

3.1.1 光学传输简介

1. 信号的光学传输

与传统的电传输信号不同，光学传输是利用光来传输信号的，两者的区别如图 3-1 所示。

进行光学信息传输时，数字信号借助发光二极管被转换成光信号。光信号通过光导纤维(光缆)传输到下一个控制单元(见图 3-2)。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。

2. 光学传输的优点

在光学总线中，相关部件之间的数据交换是以数字方式进行的。通过光波进行数据传输有导线少且重量轻的优点，另外传输速度也快得多。

与无线电波相比，光波的波长更短，因此它不会产生电磁干扰，同时对电磁干扰也不敏感。这些特点就决定了其传输速率很高且抗干扰能力也很强。

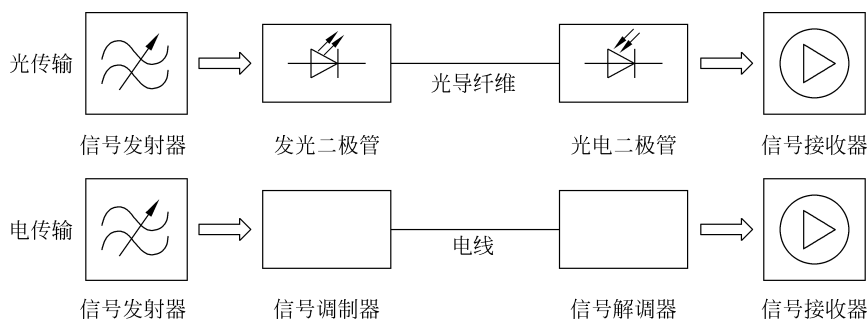


图 3-1 光传输与电传输的区别

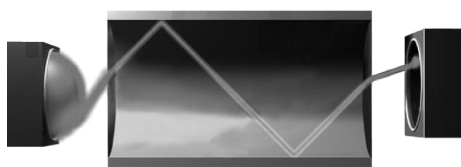


图 3-2 光信号通过光导纤维(光缆)传输

3.1.2 光学传输的系统结构

1. 光学传输的控制单元

在光学总线中,每一个总线用户(收音机、CD 唱机、视频导航仪等)都有一个光学传输控制单元,用于实现光学传输的信号调制、解调和控制。

光学传输控制单元(见图 3-3)由内部供电装置、收发单元——光导发射器(FOT)、光波收发器、标准微控制器(CPU)、专用部件等组成。

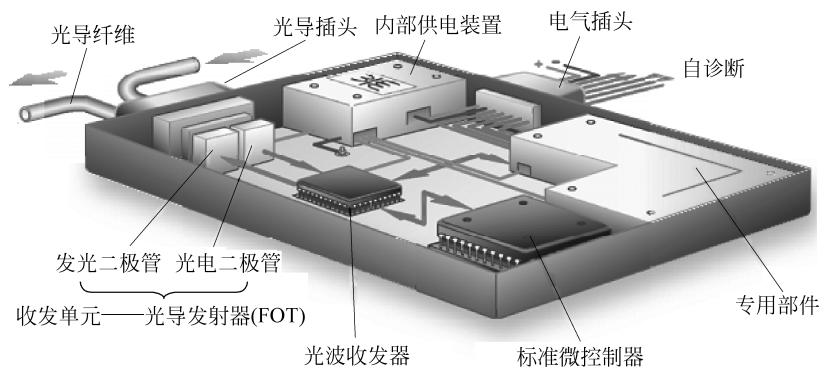


图 3-3 光学传输控制单元

(1) 光导插头。光导插头用于实现光导纤维与光学传输控制单元之间的连接。

光信号通过光导插头进入光学传输控制单元,或将本控制单元产生的光信号通过光导插头、光导纤维传往下一个光学传输控制单元(总线用户)。

(2) 电气插头。电气插头用于系统供电、系统故障自诊断以及输入/输出信号的传输。

(3) 内部供电装置。由电气插头送入的电能再由内部供电装置分送到各个部件,这样就可以有选择地单独关闭控制单元内某一部件,从而降低了静态电流。

(4) 收发单元——光导发射器。收发单元——光导发射器由一个光电二极管和一个发光二极管构成(见图 3-4),到达的光信号由光电二极管转换成电压信号(实现由光到电的转变)后传至光波收发器。发光二极管的作用是把来自光波收发器的电压信号再转换成光信号(实现由电到光的转变)。

如图 3-5 所示,光学传输中使用的光波波长为 650nm,是可见红光。数据经光波调制后传送,调制后的光经由光导纤维传到下一个控制单元。

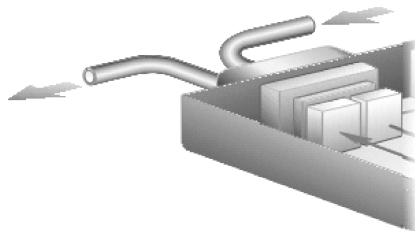


图 3-4 光导发射器



图 3-5 波长 650nm 的可见红光

(5) 光波收发器。光波收发器由发射器和接收器两个部件组成。发射器将要发送的信息作为电压信号传至光导发射器。接收器接收来自光导发射器的电压信号并将所需的数据传至控制单元内的“标准微控制器”(CPU)。其他控制单元不需要的信息由收发器来传送,而不是将数据传到 CPU 上,这些信息原封不动地发至下一个控制单元。

(6) 标准微控制器。标准微控制器是控制单元的核心元件,它的内部有一个微处理器,用于操纵控制单元的所有基本功能。

(7) 专用部件。专用部件用于控制某些专用功能,例如 CD 播放机的选曲和收音机调谐器的控制(选择广播电台频率)等。

2. 光电二极管

光电二极管是利用光电效应原理将光波转换成电压信号的。如图 3-6 所示,光电二极管内有一个 P-N 结,入射光可以照射到这个 P-N 结上。在 P 型层上有一个正极触点(滑环),N 型层与金属底板(负极)相连。

如果入射光或红外线照射到 P-N 结上,P-N 结内就会产生自由电子和空穴,从而形成穿越 P-N 结的电流。照射到光电二极管上的入射光越强,流过光电二极管的电流就越大,这个现象称为光电效应。

在实际应用中,光电二极管一般与一个电阻串联连接,如图 3-7 所示。如果入射光强度很高(入射光强烈),流过光电二极管和电阻 R 的电流就会增大,电阻 R 上的电压降也会增大, P 点呈现高电平状态。反之,如果入射光比较微弱,则

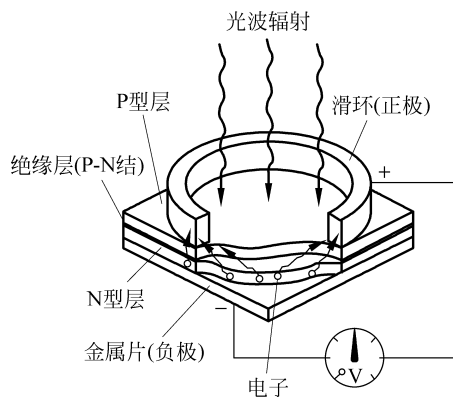


图 3-6 光电二极管的结构示意图

流过光电二极管和电阻 R 的电流就会减小,电阻 R 上的电压降也会减小, P 点呈现低电平状态。这样,利用光电效应原理,就可以将照射到光电二极管的光波信号转换成电压信号了。

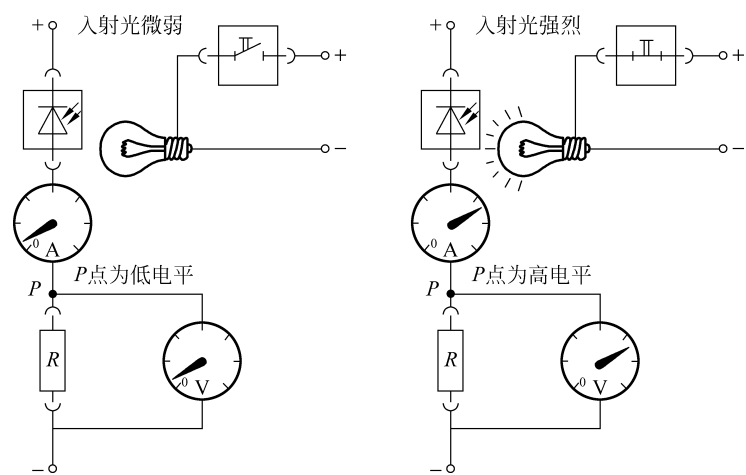


图 3-7 光电效应原理

3. 光导纤维

1) 光导纤维的作用和相关要求

作为光波的传输介质,光导纤维(亦称光缆)的作用是将某一控制单元发射器内产生的光波传送到另一控制单元的接收器(见图 3-8)。为确保光波的正常传输,对光导纤维有如下要求:

- (1) 在光导纤维中传输时,光波的衰减应尽可能小,以防止信号失真;
- (2) 光波应能通过弯曲的光导纤维来传输,以适应在车内安装的需要;
- (3) 光导纤维应是柔性的,以适应车辆的颠簸和振动;
- (4) 在 $-40\sim85^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内,光导纤维应能保证可靠传输光波,以适应汽车内部的剧烈的温度变化。

2) 光导纤维的结构

如图 3-9 和图 3-10 所示,光导纤维由几层构成。纤芯是光导纤维的核心部分,是光波的传输介质,也可以称之为光波导线。纤芯一般用有机玻璃或塑料制成,纤芯内的光波根据全反射原理几乎无损失地传输。透光的涂层是由氟聚合物制成的,它包在纤芯周围,对全反射起关键作用。黑色遮光包层是由尼龙制成的,用来防止外部光源照射,避免产生干扰。彩色包层起到识别、保护及隔热作用。



图 3-8 光导纤维的作用是传输光波

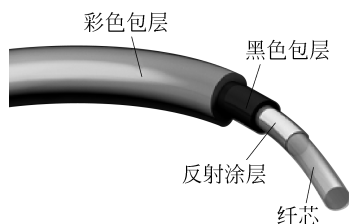


图 3-9 光导纤维的结构

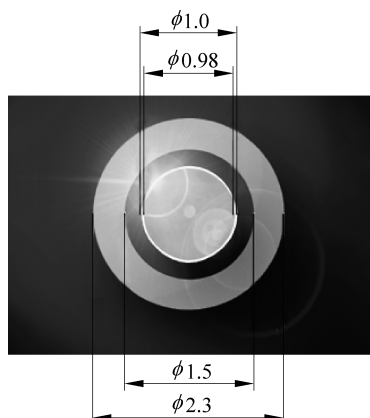


图 3-10 光导纤维各部分的尺寸

3) 光波在光导纤维中的传输

(1) 直的光导纤维。如图 3-11 所示,在直的光导纤维中,光波是按全反射原理在纤芯表面以 Z 字形曲线传输的。

(2) 弯曲的光导纤维。如图 3-12 所示,在弯曲的光导纤维中,通过全反射在纤芯的涂层界面上反射,可以实现光波的正常传输,但光导纤维的曲率不宜过大。

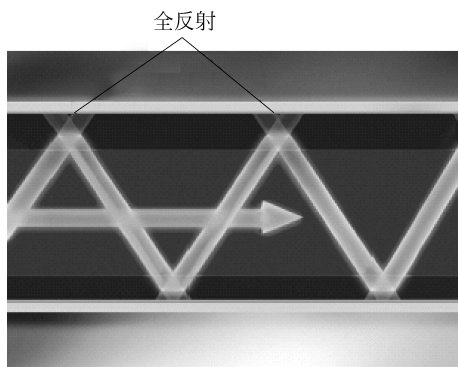


图 3-11 光波在直的光导纤维中的传输

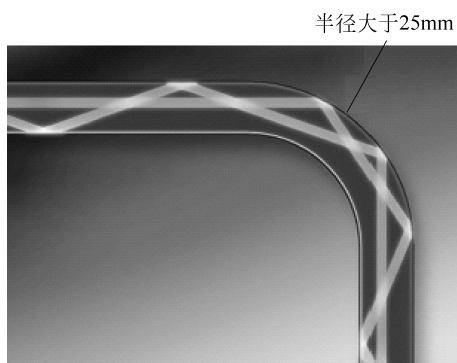


图 3-12 光波在弯曲的光导纤维中的传输

(3) 全反射。当一束光波以小角度照射到折射率高的材料与折射率低材料之间的界面时,光束就会被完全反射,这种现象称为光波的全反射。

光导纤维中的纤芯是折射率高的材料,涂层是折射率低材料,所以全反射发生在纤芯的内部。光波能否发生全反射,取决于从内部照射到界面的光波角度,如果该角度过陡,那么光波就会离开纤芯,从而造成较大损失。

当光导纤维弯曲或弯折过度时就会出现这种情况,造成光波传输的衰减,甚至失真。为此,要求光导纤维的弯曲半径不可小于 25mm,如图 3-13 所示。

4) 专用插头

为了能将光导纤维连接到控制单元上,在光学传输系统中使用了一种专用插头(见图 3-14)。插座本体上有一个信号方向箭头,表示光波传输方向(通向接收器)。插头壳体就是光导纤维与控制单元的连接处。

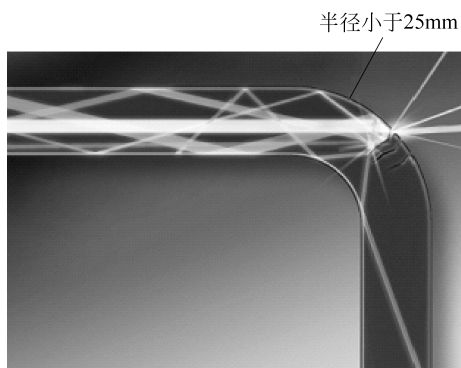


图 3-13 光导纤维弯曲或弯折过度时出现光波传输的大幅度衰减

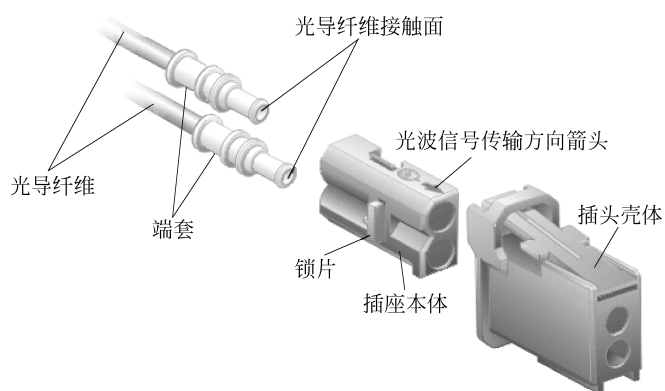


图 3-14 光学传输系统的专用插头

光波通过纤芯的端面传送至控制单元的发射器/接收器。在生产光导纤维时,为了将光导纤维固定在插头壳体内,使用了激光焊接的塑料端套或黄铜端套。

5) 光纤端面

为了能使光波传输过程中的损失尽可能小,光导纤维的端面应光滑、垂直、洁净(见图 3-15),因此,使用了一种专用的切削工具。切削面上的污垢和刮痕会加大光波的传输损失(衰减)。

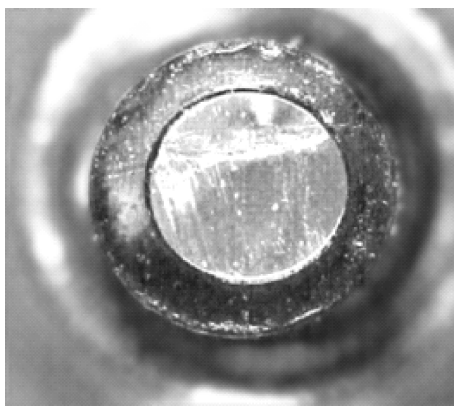


图 3-15 光导纤维的端面

3.2 MOST 总线

3.2.1 MOST 的定义与应用

1. MOST 的定义

MOST 是 media-oriented systems transport 的缩写。顾名思义, MOST 是一种用于多媒体数据传输的网络系统(见图 3-16)。也就是说,该系统将符合地址的信息传送到某一接收器上,在这一点上,与 CAN 数据总线是不同的。

2. MOST 的应用

MOST 系统可连接汽车音响系统、视频导航系统、车载电视、高保真音频放大器、车载电话、多碟 CD 播放器等模块。MOST 系统的最大节点数为 64 个,两个节点之间的光纤长度不能超过 20m。

MOST 系统具有 MOST25、MOST50、MOST150 等多个版本。MOST25 系统的理论数据传输速率为 25Mb/s, 实际速率为 22.5Mb/s, 而且没有电磁干扰。因此,目前高端汽车上大多采用 MOST 系统连接其车载影音娱乐系统(见图 3-17 和图 3-18)。



图 3-16 MOST 系统的标志



图 3-17 Audi A8 汽车的信息及娱乐多媒体系统

3. MOST 的传输速率

车载多媒体影音娱乐系统工作时,为保证音质清晰、画面流畅,需要传输的数据量很大

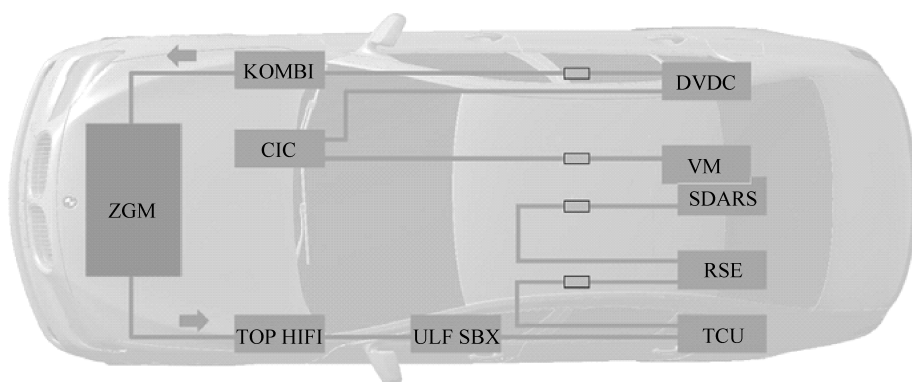


图 3-18 BMW 车系 F01/F02 车型的 MOST 多媒体影音娱乐系统

TOP HIFI—顶级高保真音响放大器；CIC—车辆信息计算机；DVDC—DVD 换碟机；KOMBI—组合仪表；RSE—后座娱乐系统；SDARS—卫星收音机调谐器；TCU—远程通信系统控制单元；ULF-SBX—接口盒；VM—视频模块；ZGM—中央网关模块

(海量数据),对数据传输速率要求也很高(见图 3-19)。例如,仅仅是带有立体声的数字式电视系统(见图 3-20),就需要约 6Mb/s 的传输速率。

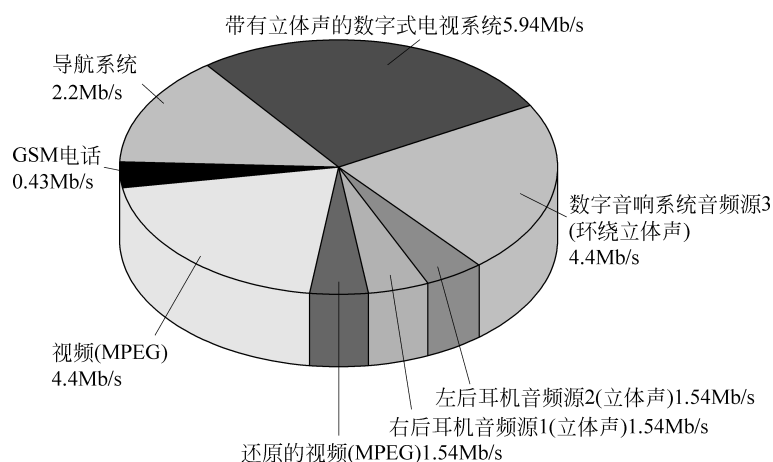


图 3-19 多媒体的数据传输速率

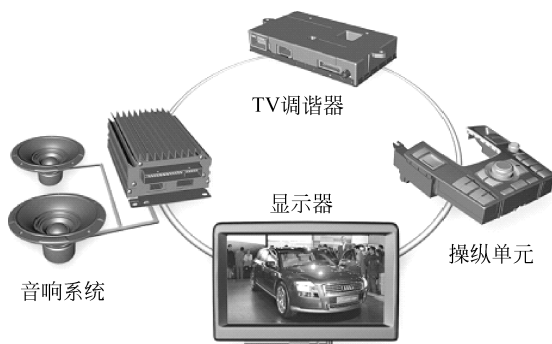


图 3-20 带有立体声的数字式电视系统

广泛应用于汽车动力系统的 CAN 总线系统,由于其数据传输速率较低(最高数据传输速率为 1Mb/s),已经无法满足这一要求。因此,在车载多媒体影音娱乐系统中,海量的视频和音频数据是由 MOST 总线来传输的,而 CAN 总线只能用来传输控制信号(见图 3-21)。

3.2.2 MOST 的组成与系统状态

1. MOST 的拓扑结构

如图 3-22 和图 1-42 所示, MOST 总线系统采用环形拓扑结构。控制单元通过光导纤维沿环形方向将数据发送到下一个控制单元。这个过程一直在持续进行,直至首先发出数据的控制单元又接收到这些数据为止。可以通过数据总线自诊断接口和诊断 CAN 总线来对 MOST 系统进行故障诊断。

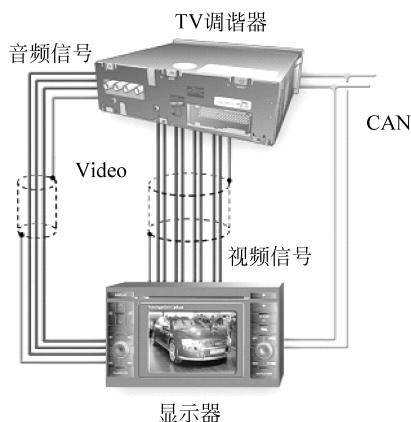


图 3-21 CAN 总线在车载数字电视系统中用来传输控制信号

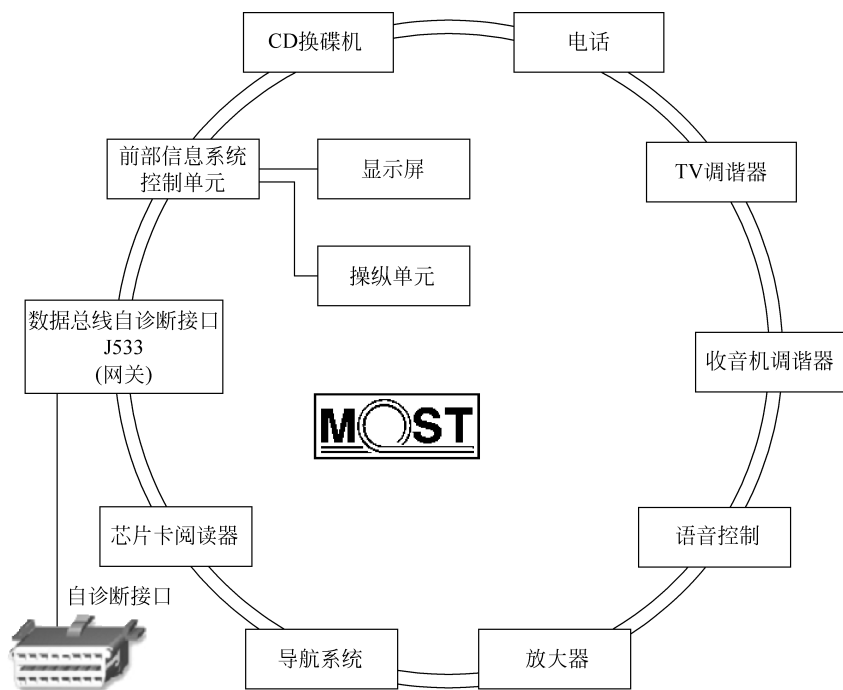


图 3-22 MOST 系统采用环形拓扑结构

在 MOST 总线中,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光导纤维环相互连接。如图 3-23 所示,音频、视频数据信息在环上循环,该信息将由每个节点(控制单元)读取和转发。

当一个节点要发送数据时,该节点生成发射就绪信息,并把它改成“占用”信息,被作为

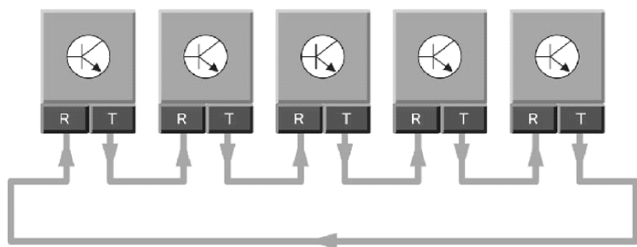


图 3-23 音频、视频数据信息在 MOST 环形总线上循环
R—接收器；T—发射器

接收器地址的节点复制数据,并在环形总线中继续发送。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。

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。也就是说,一个控制单元拥有两根光导纤维,一根光导纤维用于发射器,一根光导纤维用于接收器。

在 MOST 控制单元中进行纯粹的光导纤维连接。对于所有 MOST 插头而言,2 芯光导纤维插头(见图 3-24)的结构是一样的。光导纤维线脚 Pin 1 始终用于输入,光导纤维线脚 Pin 2 始终用于转发,其上有箭头符号。

2. MOST 系统管理器

MOST 系统管理器与诊断管理器共同负责 MOST 总线内的系统管理。在 2003 年型的 Audi A8 上,数据总线诊断接口 J533(网关)起诊断管理器的作用。前部信息系统控制单元 J523 执行系统管理器的功能。

系统管理器的作用如下:

- (1) 控制系统状态;
- (2) 发送 MOST 总线信息;
- (3) 管理传输容量。

3. MOST 总线系统状态

1) 休眠模式

处于休眠模式时,MOST 总线内没有数据交换,静态电流降至最小值,系统处于休眠状态(见图 3-25),只能由系统管理器发出的光波启动脉冲来激活。

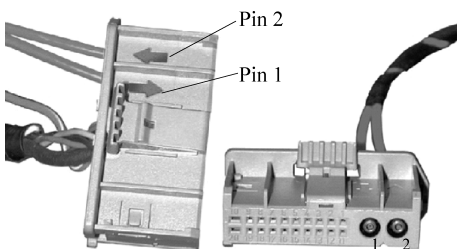


图 3-24 2 芯光导纤维插头

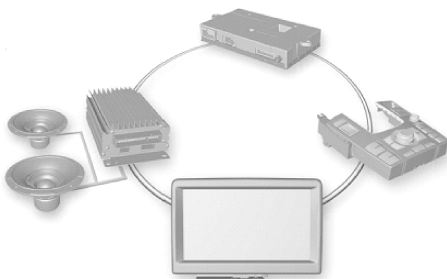


图 3-25 处于休眠模式下的 MOST 总线系统