

汽车维修入门书系

汽车



车载网络系统维修

快

速

入

门



天

一天一个专项

30天车载网络系统维修全掌握

一点一滴积累

1个月菜鸟轻松变高手



李昌凤◎主编

汽车维修入门书系

汽车



车载网络系统维修

快

速

入

门

30

天

李昌凤◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

《汽车车载网络系统维修快速入门 30 天》针对初学入门者的特点，以“每天一个专题”的形式，重点讲述了车载网络系统的原理及检修知识。全书分为九章，即车载网络系统基础知识、CAN-BUS 总线系统、LIN-BUS 总线系统、VAN 总线系统、LAN 总线系统、MOST 总线系统、Bluetooth 蓝牙系统、高端的子总线系统、典型的多路传输系统。

本书重点培养读者实际操作能力及故障诊断排除思路，让初学入门者在 30 天内学会汽车车载网络系统维修的基本知识，即学即用，是一本对汽车一线维修人员非常有用的培训与指导用书。

图书在版编目（CIP）数据

汽车车载网络系统维修快速入门 30 天/李昌凤主编.

—北京：机械工业出版社，2016.7

（汽车维修入门书系）

ISBN 978-7-111-54224-7

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车—计算机网络—
维修 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 154853 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：杜凡如 连景岩 责任编辑：杜凡如 连景岩

责任校对：张晓蓉 刘秀芝 封面设计：鞠 杨

责任印制：李 飞

北京铭成印刷有限公司印刷

2016 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·13.5 印张·331 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-54224-7

定价：39.90 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线：010-88361066

读者购书热线：010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网：www.cmpbook.com

机工官博：weibo.com/cmp1952

金书网：www.golden-book.com

教育服务网：www.cmpedu.com

前 言

随着汽车电子技术的飞速发展,车载网络系统在中高级轿车上广泛应用。为了使广大从事车载网络系统维修相关工作的初学入门者更好地掌握车载网络系统的知识,提高从业人员的技术和实践水平,特编写了本书。

本书以“每天一个专题”的形式,重点讲述了车载网络系统的原理及检修知识。全书分为九章,即车载网络系统基础知识、CAN-BUS 总线系统、LIN-BUS 总线系统、VAN 总线系统、LAN 总线系统、MOST 总线系统、Bluetooth 蓝牙系统、高端的子总线系统、典型的多路传输系统。

本书以“基础知识”和“实际操作”相结合的形式进行内容编排,简单实用,易学易懂。将车载网络系统的理论知识与维修实际相结合,让读者更快、更好地掌握车载网络系统维修技能,称得上车载网络系统维修的贴身老师。本书既可作为车载网络系统维修快速入门的重要参考资料,也可作为汽车机电维修人员及相关汽车院校师生培训的指导用书。

本书由李昌凤主编,参加编写的人员还有李富强、李素红、陈春燕、朱其福、李志刚。在本书编写过程中,得到了许多汽车维修企业的大力支持和协助,并参阅了大量的相关资料,在此表示诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正,以便再版时补充完善。

编 者

目 录

前言

第一章 车载网络系统基础知识	1
第 1 天 车载网络系统概述.....	1
第 2 天 车载网络系统检测工具.....	6
第 3 天 车载网络系统常用检测仪器	13
第 4 天 车载网络系统故障的诊断	18
第二章 CAN-BUS 总线系统	22
第 5 天 CAN-BUS 总线系统的结构与工作原理	22
第 6 天 CAN-BUS 总线系统数据的构成及其传输过程	26
第 7 天 CAN-BUS 总线系统的检修	32
第 8 天 CAN-BUS 总线系统常见故障的排除	49
第三章 LIN-BUS 总线系统	55
第 9 天 LIN-BUS 总线系统的结构与工作原理	55
第 10 天 LIN-BUS 总线系统的检测	64
第 11 天 LIN-BUS 总线系统常见故障的排除	67
第四章 VAN 总线系统	77
第 12 天 VAN 总线系统的结构与工作原理	77
第 13 天 VAN 总线系统的检测	85
第 14 天 VAN 总线系统常见故障的排除	88
第五章 LAN 总线系统	92
第 15 天 LAN 总线系统的结构与工作原理	92
第 16 天 LAN 总线系统故障的诊断	97
第六章 MOST 总线系统	102
第 17 天 MOST 总线系统的结构与工作原理	102
第 18 天 MOST 总线系统的诊断和编程	110
第 19 天 MOST 总线系统的维修	115
第七章 Bluetooth 蓝牙系统	119
第 20 天 Bluetooth 蓝牙系统的结构与原理	119
第 21 天 Bluetooth 蓝牙系统的诊断与维修	128

第八章 高端的子总线系统..... 136

第 22 天 K 总线系统 136

第 23 天 BSD 总线系统 140

第 24 天 FlexRay 总线系统 146

第 25 天 ByteFlight 总线系统 157

第九章 典型的多路传输系统..... 164

第 26 天 本田轿车多路传输系统 164

第 27 天 丰田轿车多路传输系统 175

第 28 天 奥迪轿车多路传输系统 186

第 29 天 大众轿车多路传输系统 193

第 30 天 宝马轿车多路传输系统 202

参考文献..... 210

第一章

车载网络系统基础知识

第1天 车载网络系统概述

学习目标

1. 了解车载网络系统的定义及功能。
2. 掌握车载网络系统的类型。
3. 熟悉车载网络系统的术语。

一、车载网络系统的定义及功能

车载网络系统就是把众多的电控单元连成网络，其信号通过数据总线的形式传输，可以达到信息资源共享的目的，如图 1-1 所示。车载网络系统不仅简化了线路，而且提高了各电控单元之间的通信速度。车载网络系统的主要功能如下：

(1) 多路传输功能 为减少汽车电气线束数量，用多路传输系统传输部分数字信号。多路传输系统电控单元将各开关的输入信号转换为数字信号，然后以串行数据信号的形式传送。这些传送的串行数据信号被多路传输电控单元转换成开关信号，控制开关工作。

(2) 唤醒/休眠功能 当系统处于稳态工作时，多路传输装置会停止信号传输和 CPU 控制等功能，使系统处于“休眠”状态，以节约蓄电池电量。而一旦有人为的任何操作（如一扇车门开锁），处于休眠状态的有关控制装置就被“唤醒”，立即开始工作。该系统还将唤醒信号通过传输线路发送给其他控

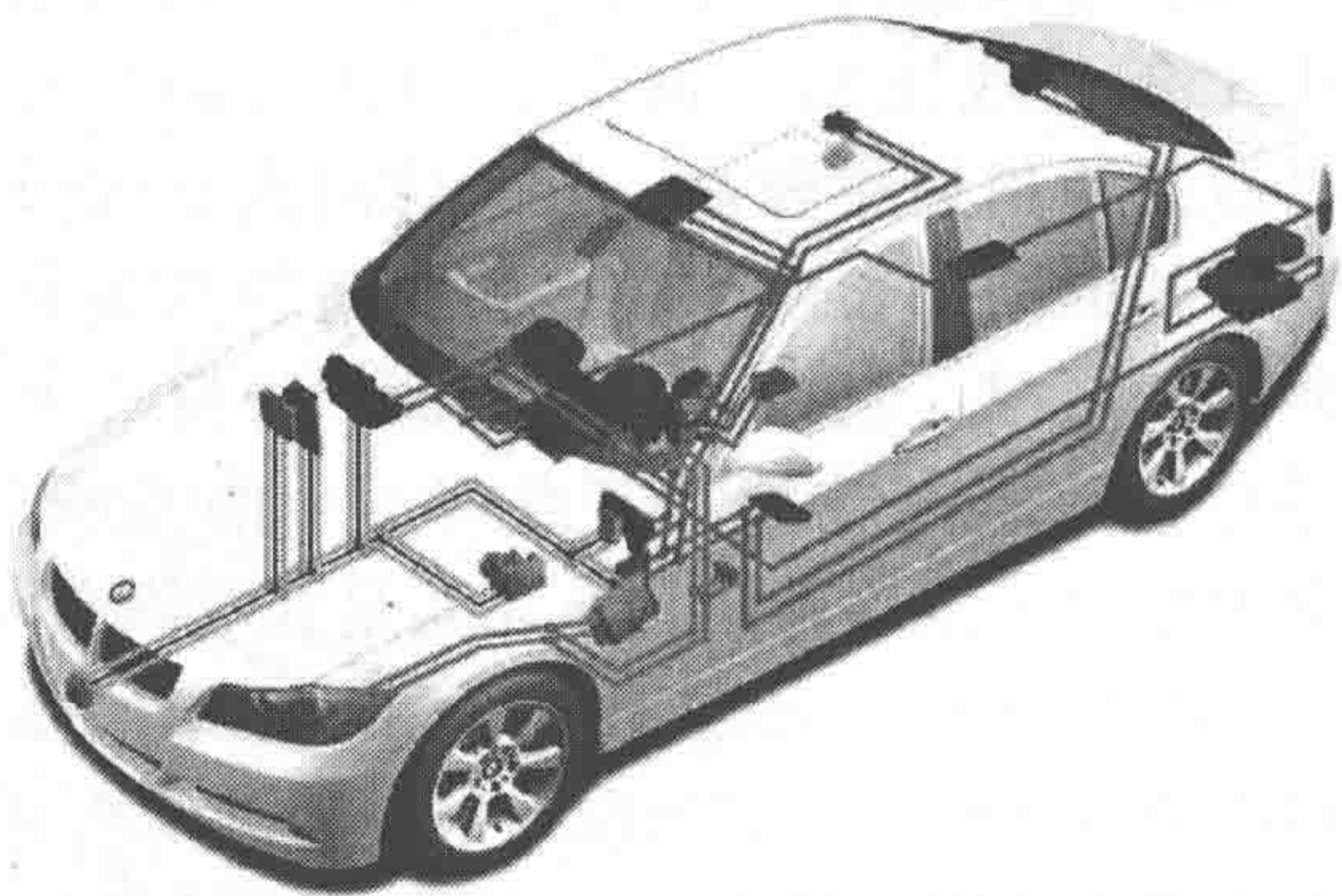


图 1-1 车载网络系统

制装置。当关闭点火开关，打开驾驶人座位侧或前排乘客座位侧车门时，控制装置从“唤醒”模式转入“休眠”模式之前有大约 10s 的延时。一旦有任何车门被打开，休眠模式将不起作用。

(3) 失效保护功能 失效保护功能包括硬件失效保护和软件失效保护功能。当系统处于失效保护模式时，任何部件有故障（如控制装置或传输线路有故障），硬件失效保护功能将以固定的信号输出，可确保汽车能够继续运行；而在系统中某控制装置出现故障时，软件失效保护功能将不受来自于故障控制装置的信号的影响，以保证系统正常工作。

(4) 故障自诊断功能 故障自诊断功能主要是通过故障码的形式帮助维修人员排除故障。它包括多路输入系统自诊断和各系统输入线路的故障诊断，既能对自身的故障进行自诊断，又能对其他系统进行故障诊断。

(5) 故障保护功能 为防止操作不当，每个多路传输电控单元都有硬件故障保护输出信号默认值，以备出现故障时使用。另外，还有软件故障保护默认值，此值会忽略有故障的多路传输系统电控单元信号，使系统继续发挥作用。

二、车载网络系统的类型

车载网络采用的大多是局域网（局域网是指在一个特定的局部单位内连接的网络），在汽车上会有多个局域网，这些网络可以通过网关（Gateway）连接在一起构成互联网络。网关是连接不同网络、能实现不同网络协议转换的设备。根据网络结构，车载网络分为星形网、总线型网和环形网 3 种。

(1) 星形网 星形网是以中央控制单元为中心，中央控制单元与每台入网设备有 1 个物理连接链。其特点是结构简单，通信数据量较少，可以根据需要由中央控制单元安排网络访问优先权或时间。缺点是中央控制单元负载重，功能扩充困难，线路利用率低，当系统出现故障时容易影响中央控制单元。此类车载网络系统不可能成为整车网络的结构，一般作为一个部件或总成使用，如图 1-2 所示。

(2) 总线型网 如图 1-3 所示，总线型网由 1 条总线连接入网电控单元（ECU），其特点是通信速率较高，分时访问优先权较前，较长的网络长度和较多的网络节点数会导致传输延时、电控单元驱动能力下降，所以适合传输距离较短、节点数不多的系统。车载网络多采用这种结构，尤其是低端网络。

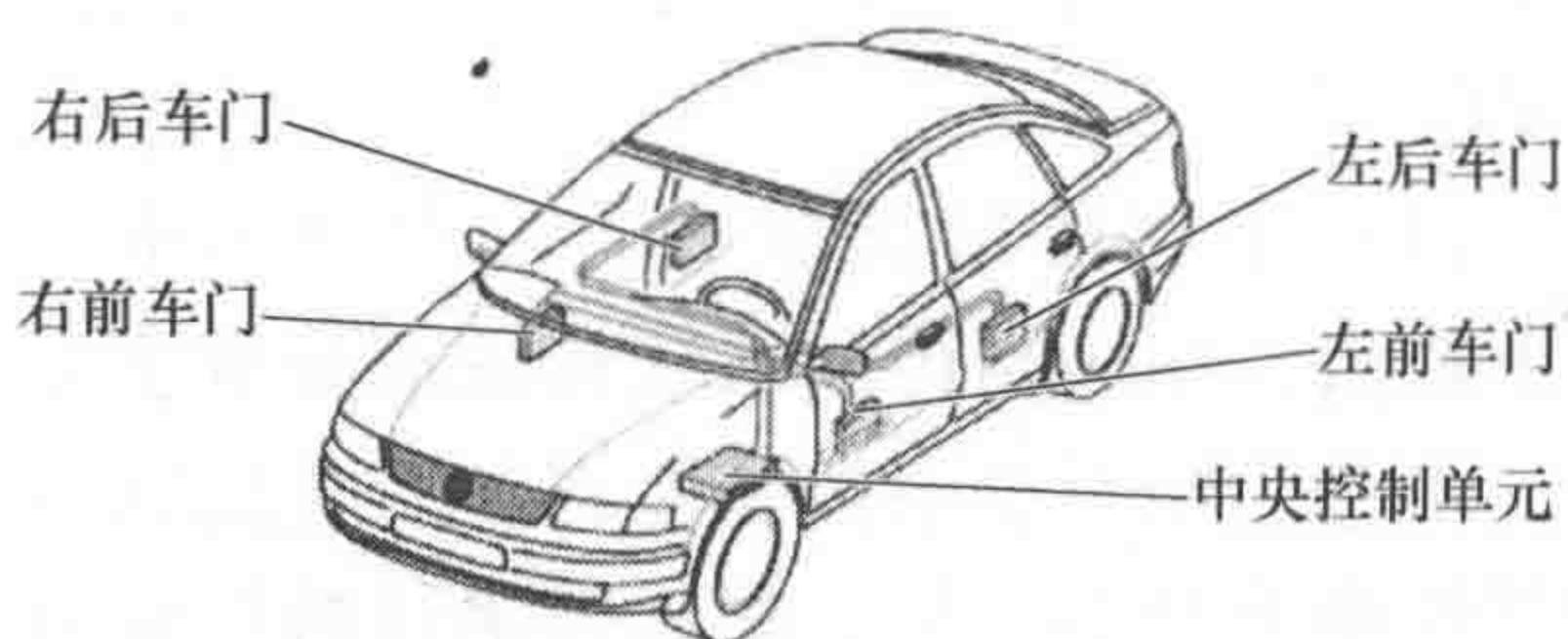


图 1-2 星形网结构

(3) 环形网 如图 1-4 所示，环形网是指电控单元（ECU）通过网络部件连到 1 个环形物理链路（传播媒介网）中，其优点是信息在网络中传输实时性好、传输数据量大及抗干扰能力强，每个节点只与其他 2 个节点有物理连接；缺点是 1 个节点故障可能影响整个网络，可靠性较差，网络扩充时要对整个网络进行重新排序，在增加功能时需添加电控单元，相对比较复杂。

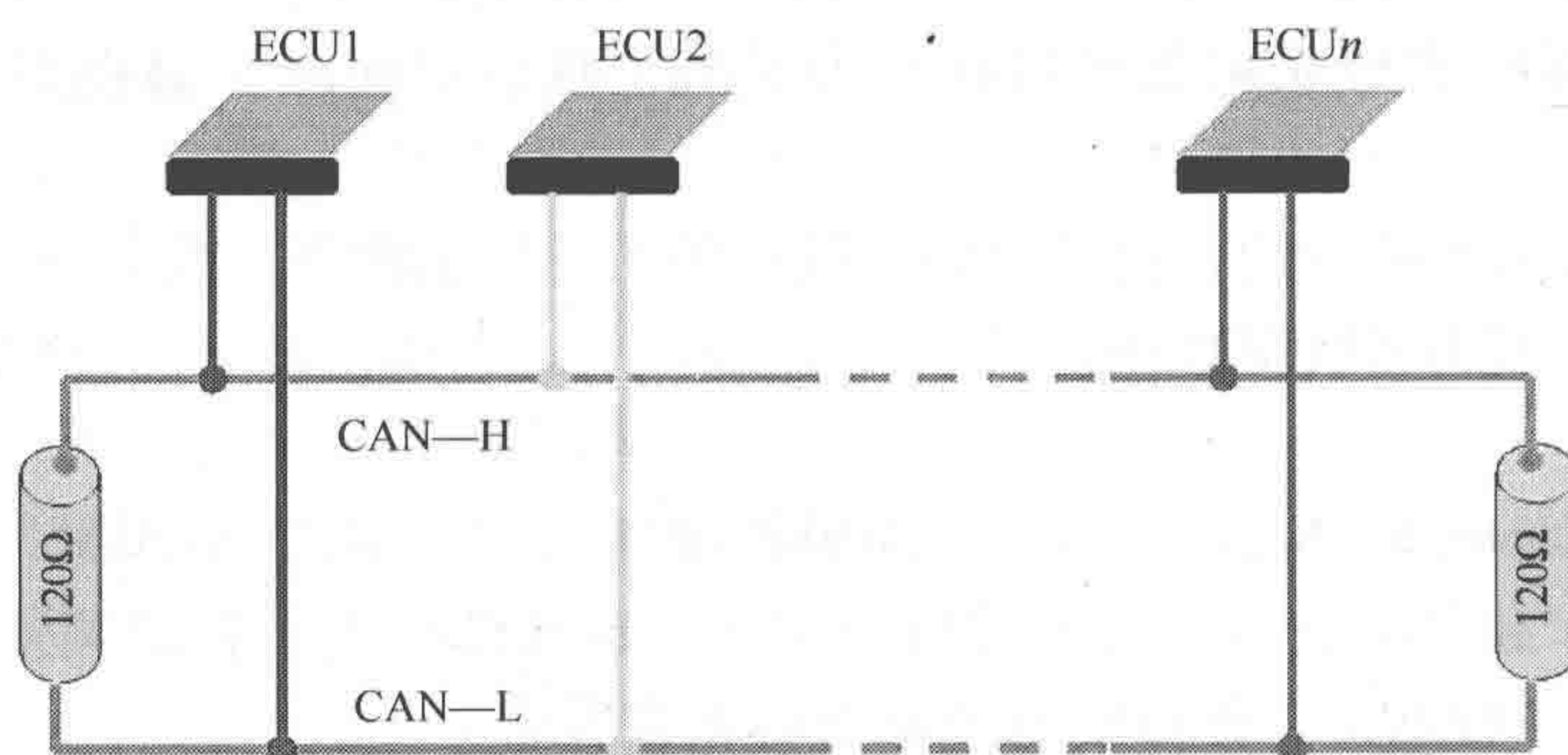


图 1-3 总线型网结构

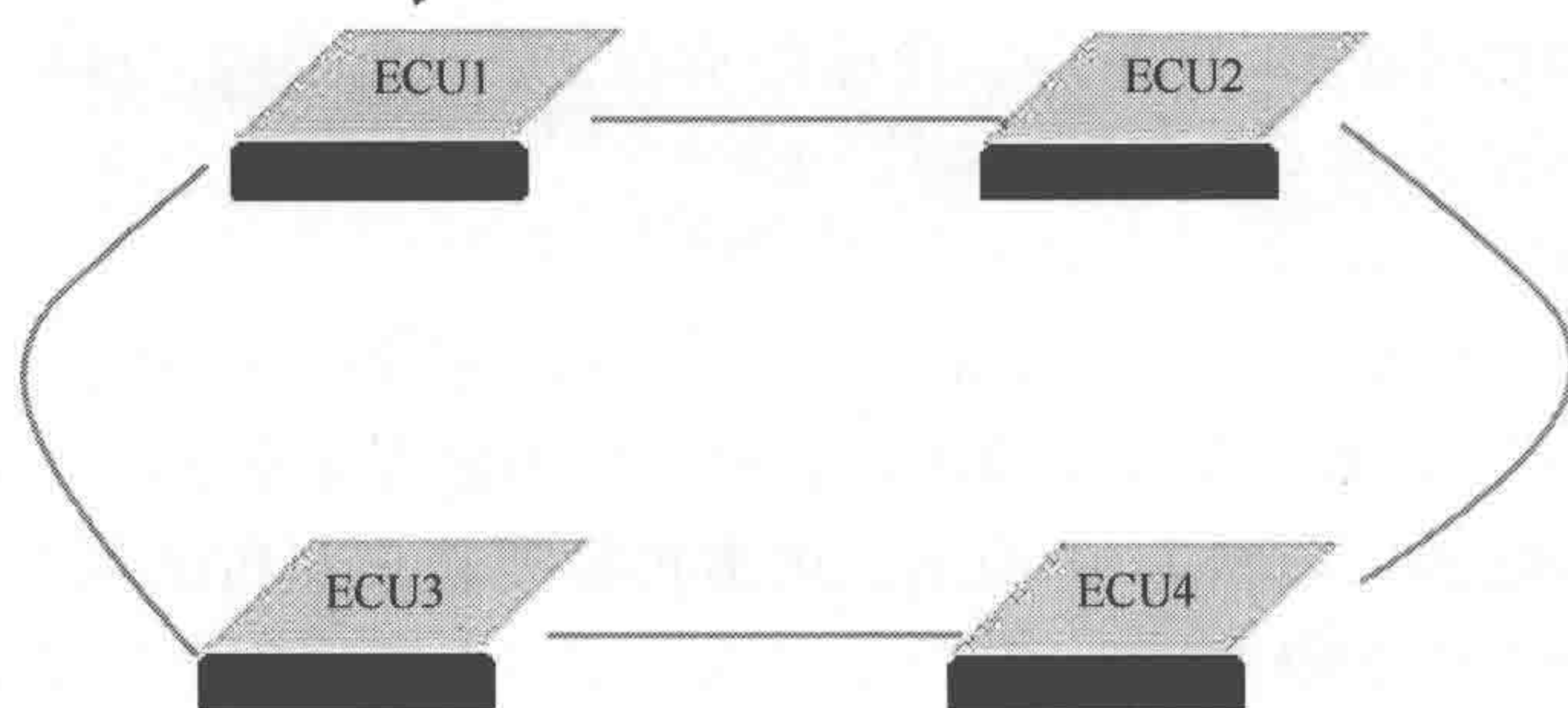


图 1-4 环形网结构

三、车载网络系统常用术语

1. 数据总线

数据总线是模块之间传递数据的通道，即所谓的信息高速公路，如图 1-5 所示。数据总线是控制单元间运行数据的通道，在一条数据线上传递的信号可以被多个系统（控制单元）

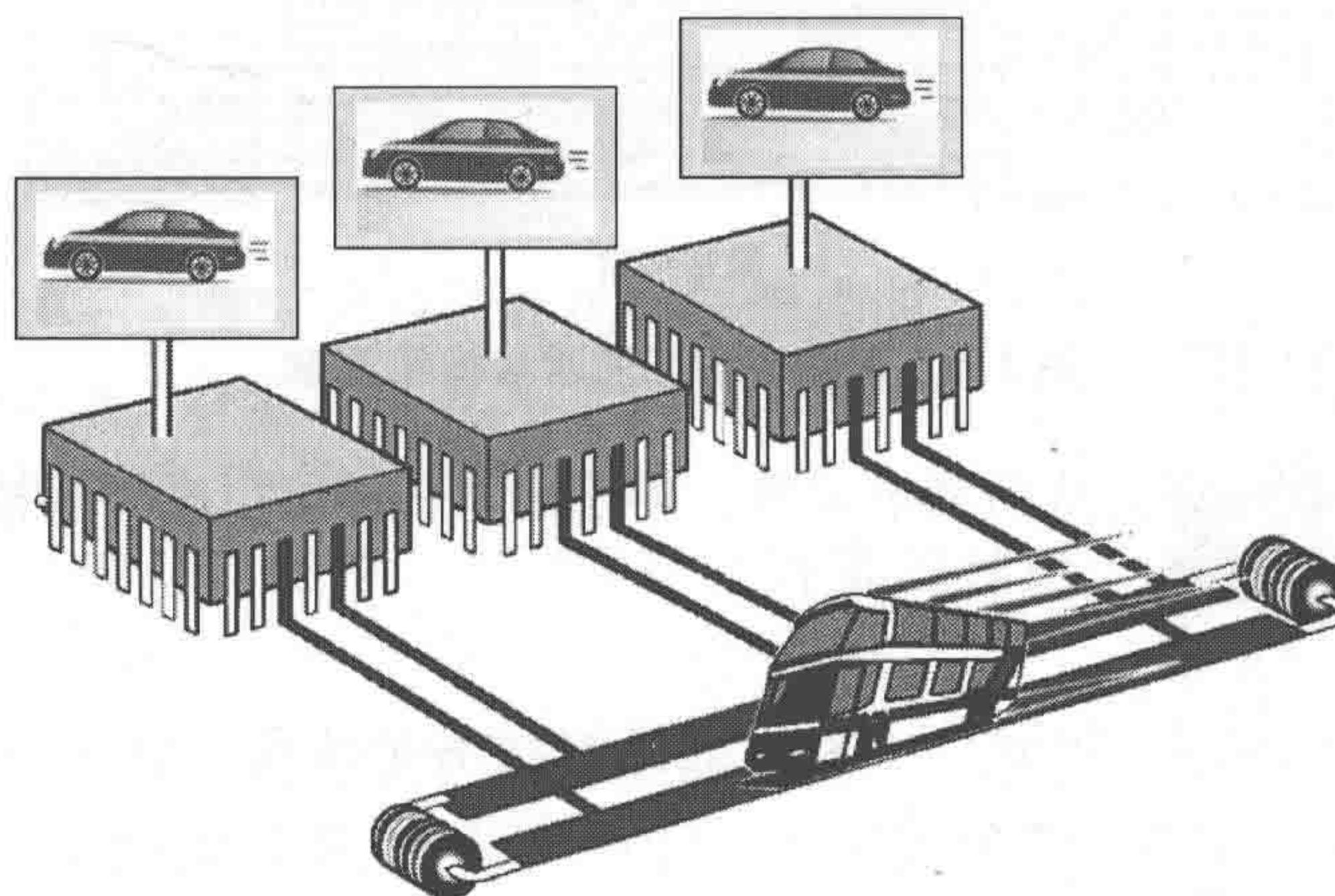


图 1-5 数据总线示意图

共享，从而最大限度地提高系统整体效率，充分利用有限的资源。如果数据总线系统可以发送和接收数据，则称之为双向数据总线，为了抗干扰，双向数据总线的两条线是绞在一起的。

数据总线在汽车上的应用，使传统的一线一用的专线制改为一线多用，大大地减少了汽车上的电线数目，缩小了线束直径。

2. CAN 总线

CAN 总线（Controller Area Network，控制局域网），是国际上应用最广泛的数据总线之一。CAN 可实现车载各电控单元之间的信息交换，形成汽车电子控制网络。CAN 可提供高达 1Mbit/s 的数据传输速率，使得实时控制变得非常容易。

3. 局域网

局域网（Local Area Network，LAN），指在一个有限区域内连接的计算机网络。一般这个区域具有特定的职能，通过这个网络实现这个系统内的资源共享和信息通信。局域网一般的数据传输速率为 105Mbit/s ~ 1Gbit/s，传输距离在 250m 范围内，误码率低。汽车上的总线传输系统（车载网络）是一种局域网。

4. 多路传输

多路传输（Smart Wiring System，SWS）是指在同一通道或线路上同时传输多条信息，如图 1-6a 所示。事实上，数据信息是依次传输的，但因速度非常快，似乎就像同时传输的，实际上是分时多路传输的。如图 1-6b 所示，通常传输要比多路传输简单得多，但多路传输比通常传输所用的导线要少得多。

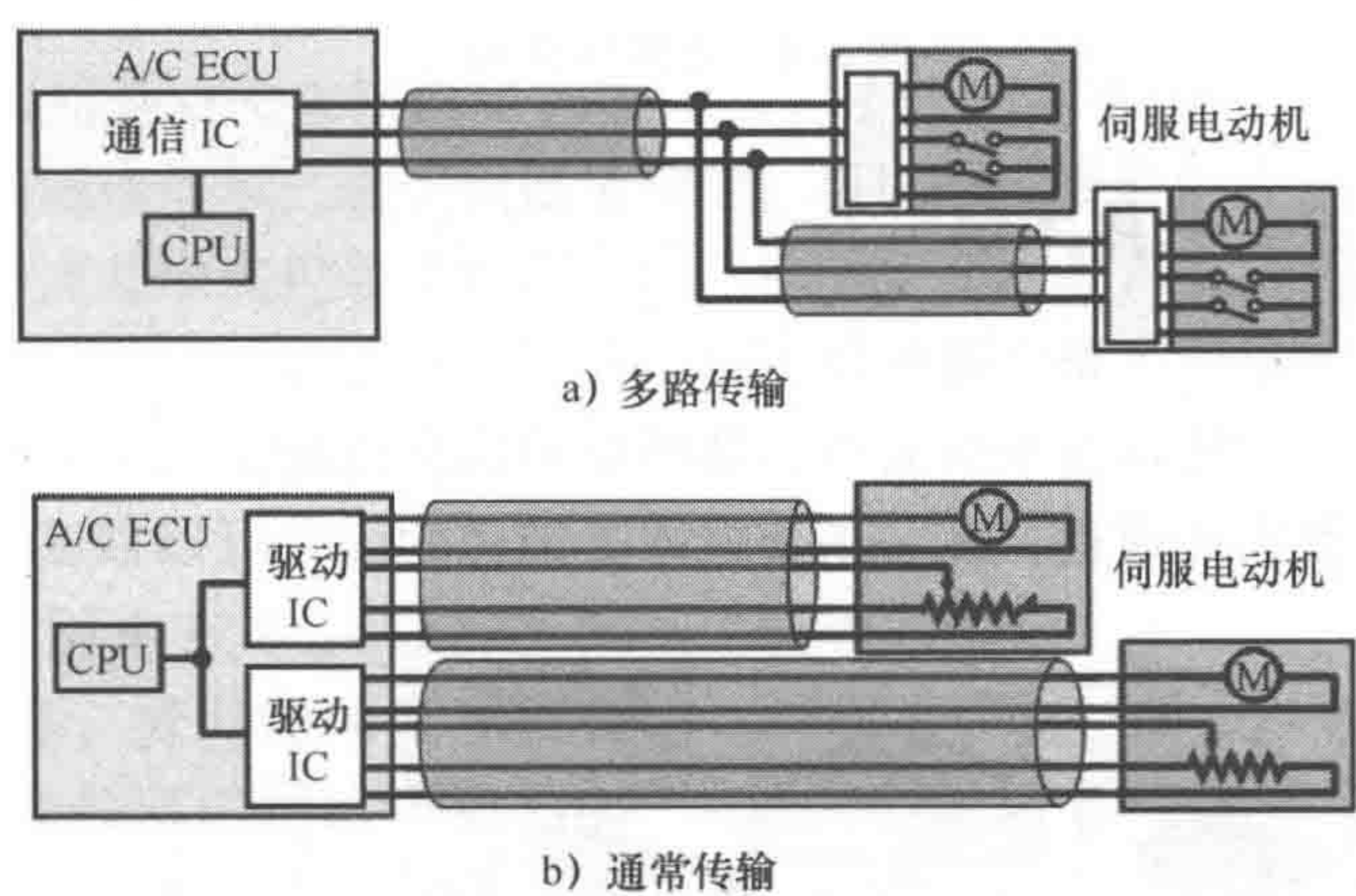


图 1-6 多路传输与通常传输示意图

多路传输可以简化线束，从而减轻质量，降低成本，还可以减少插接器的数量，并通过信息共享减少传感器的数量。

5. 模块/节点

模块就是一种电子装置。简单一点的如温度和压力传感器，复杂的如计算机（微处理器）。传感器是一个模块装置，根据温度和压力的不同产生不同的电压信号，这些电压信号在计算机的输入接口被转换成数字信号。在计算机多路传输系统中一些简单的模块被称为节点。

6. 网关

由于汽车上往往不只使用一种总线和网络，所以必须用一种方法达到信息共享，而不产生协议间的冲突必须用一种特殊功能的计算机，这种计算机叫做网关或网关 ECU。

7. 链路

链路是指网络信息传输的媒体，分为有线和无线两种类型，目前汽车上大多使用有线网络，通常包括双绞线、同轴电缆和光纤。

(1) 双绞线 如图 1-7 所示，双绞线是局域网中最普通的传输媒体，它能传输模拟信号和数字信号，通信距离可达十几千米。

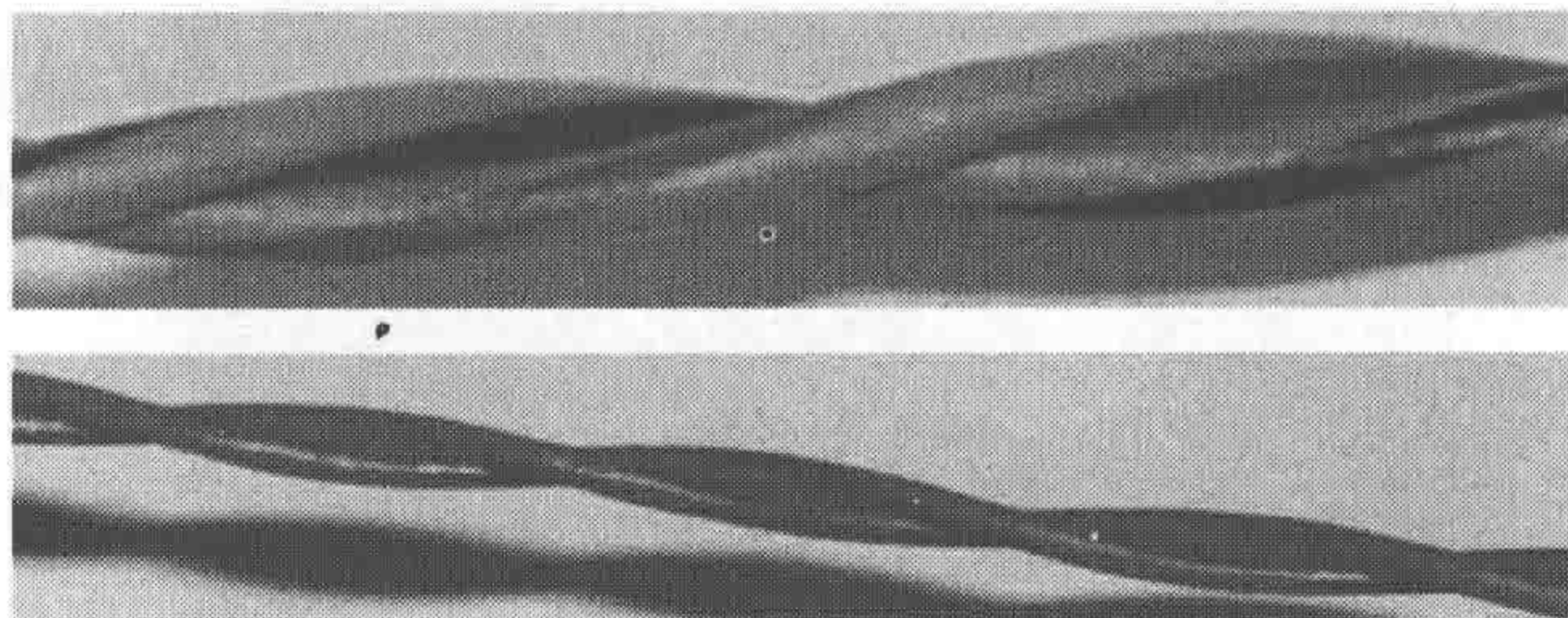


图 1-7 双绞线

(2) 同轴电缆 如图 1-8 所示，同轴电缆由内导体铜芯线、绝缘层、网状编织的外导体屏蔽层及塑料保护层构成，铜芯线与网状导体同轴，因此称为同轴电缆。

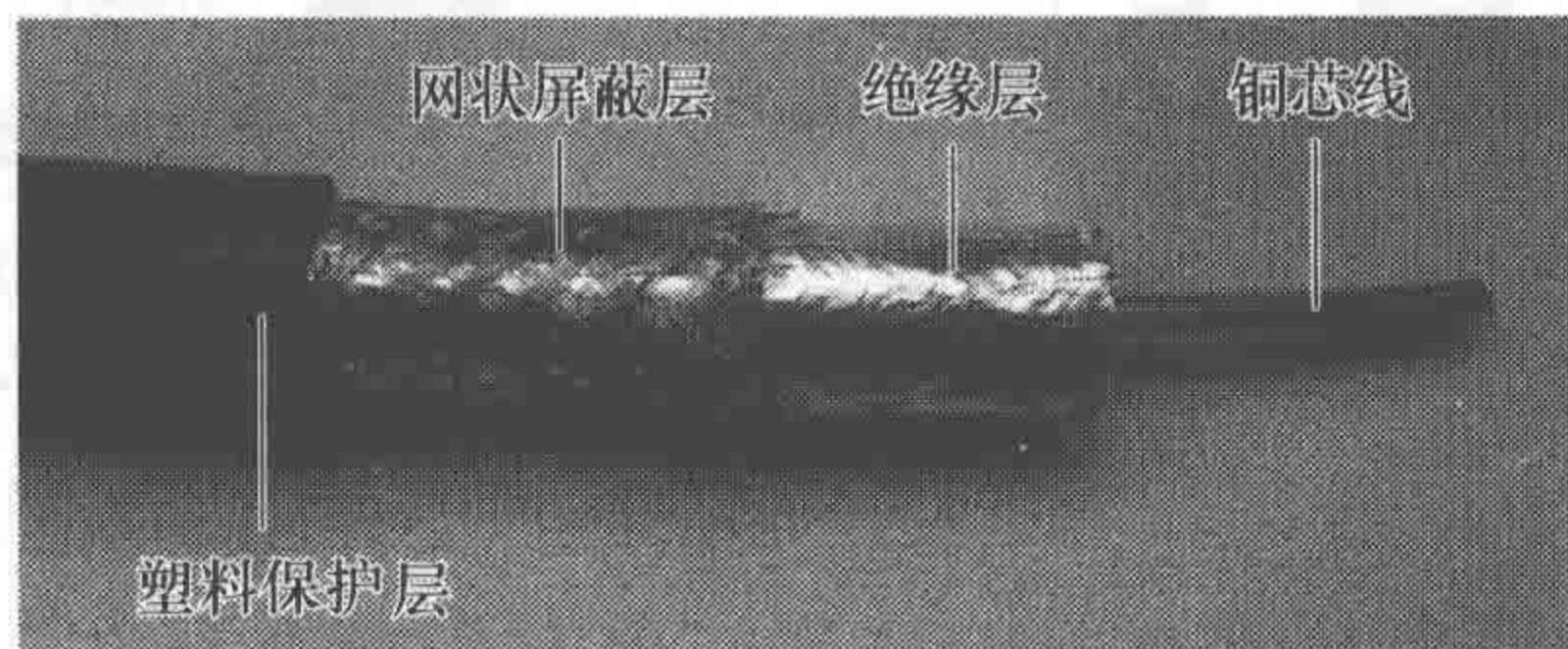


图 1-8 同轴电缆

(3) 光纤（也称光缆） 如图 1-9 所示，光纤没有网状屏蔽层，它包括纤芯、全反射涂层、黑色包层、彩色包层。

纤芯是光纤的核心部分，它是用有机玻璃制成的，是光导线。根据全反射原理，纤芯内的光几乎无损失地传导。透光的涂层由氟聚合物制成，它包在纤芯周围，对全反射起关键作用。黑色包层是由尼龙制成，它用来防止外部光照射。彩色包层起到识别、保护及隔温作用。

光纤具有传输速率高，传输距离远的特点，在一些要求传输速率高的车上采用，如信息与多媒体网络。光纤的成本较高，只在高级品牌轿车上采用。

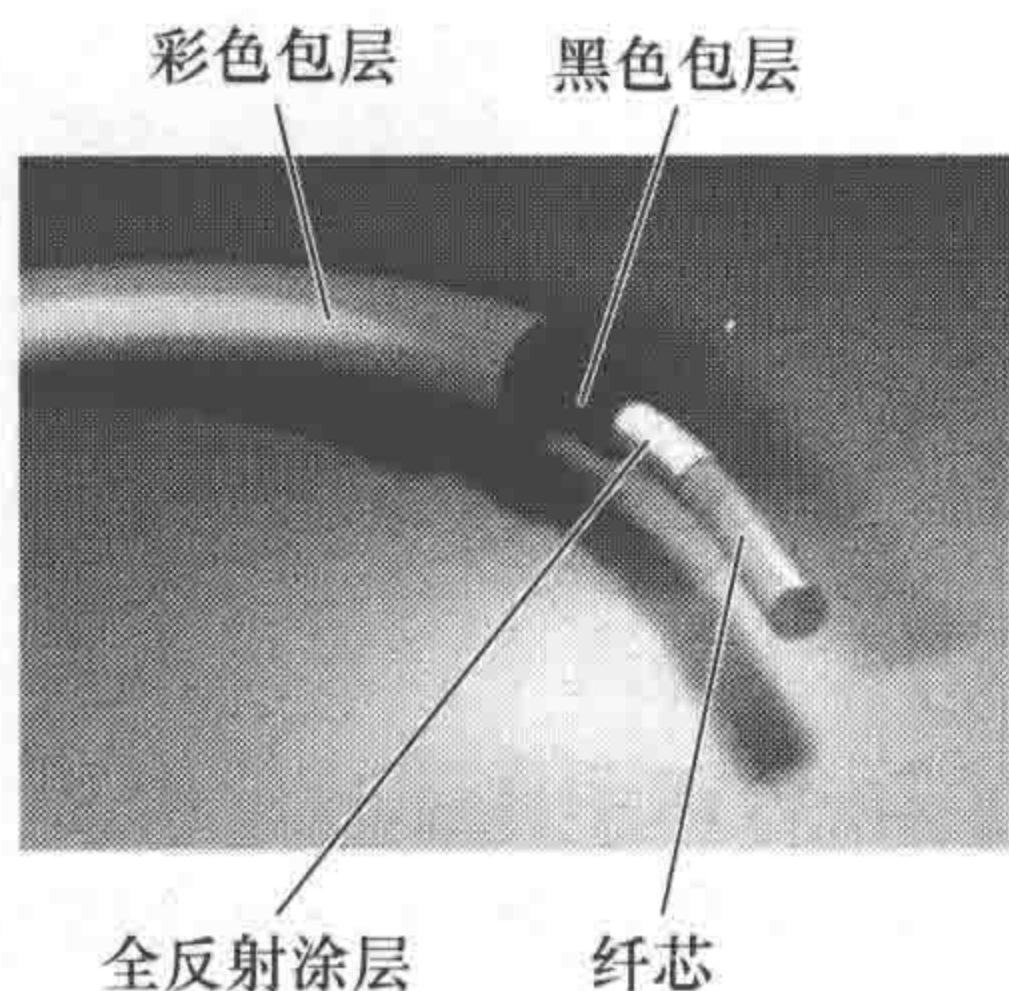


图 1-9 光纤结构

8. 比特率

比特率是指每秒传送的比特 (bit) 数, 单位是 bit/s, 比特率越高, 单位时间传送的数据量越大。

9. 通信协议

要实现汽车内各电控单元之间的通信, 必须制定规则保证通信双方能相互配合, 其通信方法、通信时间、通信内容是通信双方同样能遵守、可接受的一组规定和规则, 即通信协议。通信协议是通信实体双方控制信息交换规则的集合。数据总线的通信协议采用优先权的处理机制。

10. 传输仲裁

当出现数个使用者同时申请利用总线发送信息时, 会发生数据传输冲突, 好比同时有两个或多个人想过独木桥一样, 如图 1-10 所示。传输仲裁能够避免数据传输冲突, 保证信息按其重要程度发送。



图 1-10 过独木桥



你学会了吗?

1. 什么是车载网络系统?
2. 车载网络系统有什么功能?
3. 车载网络系统有哪几种类型? 它们分别有什么特点?
4. 车载网络系统的术语主要有哪些?

第2天 车载网络系统检测工具



学习目标

1. 学会汽车数字万用表的使用方法。
2. 认识示波器的基本功能及应用。
3. 掌握光纤电缆修复工具的使用。



基础知识

一、汽车数字万用表

1. 汽车数字万用表的特点

汽车数字万用表（图 1-11）除可以检测电压、电阻和电流等参数外，还具有检测二极管、晶体管、电容、电感等功能。



图 1-11 汽车数字万用表

2. 汽车数字万用表的使用方法

汽车数字万用表的结构不同，使用方法也有所差异，下面以 VC9808+ 为例，说明汽车数字万用表的使用方法。

(1) 交流电压的测量

- 1) 将量程选择开关旋至“电压测量”区域内恰当的量程档，如图 1-12 所示。
- 2) 将红表笔插入“VΩ/Hz”插孔，黑表笔插入“COM”插孔。
- 3) 将电源开关按钮“POWER”按下，然后按下“DC/AC”按钮，直到液晶显示屏出现“AC”及“V”的标志时，即可测量交流电压，如图 1-13 所示。



图 1-12 电压测量区域

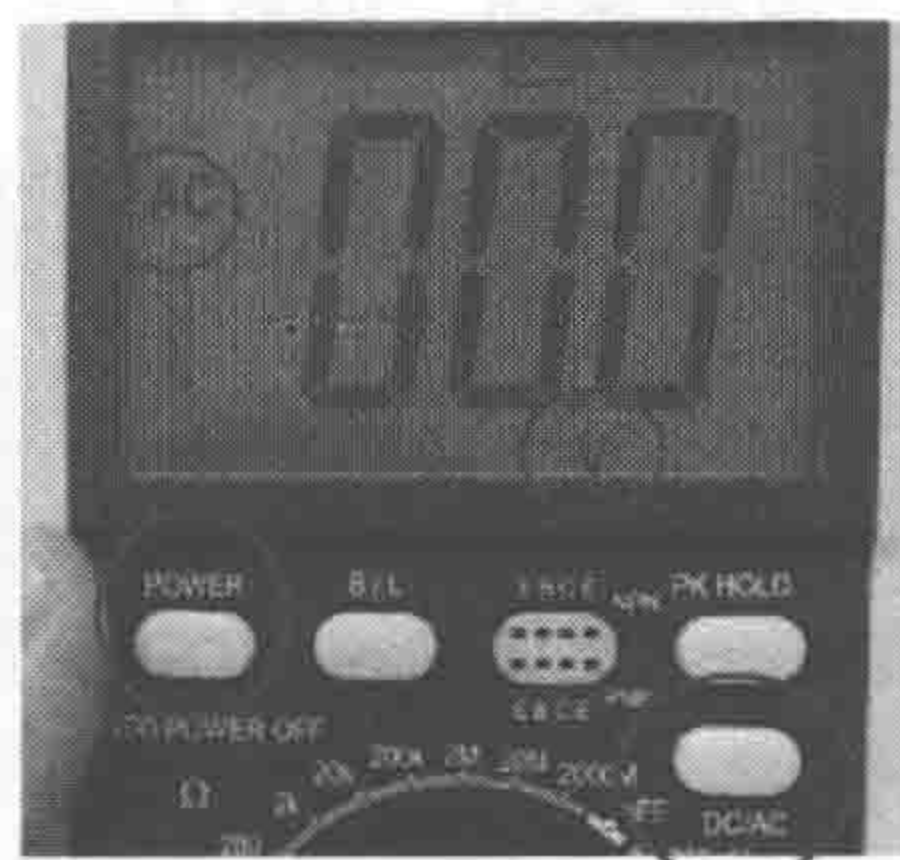


图 1-13 调整交流电压测量位置

4) 将两表笔与被测线路并联, 液晶显示屏将显示被测交流电压值和红表笔所接端的极性。

注意: 如图 1-14 所示, 在“VΩHz”和“COM”插孔之间标有“MAX 1000VDC 750VAC”, 它表示最大直流被测电压不能超过 1000V, 最大交流电压有效值不能超过 750V。所以被测交流电压不能超过 750V, 否则有损坏仪表的危险。

(2) 直流电压的测量

- 1) 将量程选择开关旋至“电压测量”区域内恰当的量程档。
- 2) 将红表笔插入“VΩ/Hz”插孔, 黑表笔插入“COM”插孔。
- 3) 将电源开关按钮“POWER”按下, 然后按下“DC/AC”按钮, 直到液晶显示屏出现“DC”及“V”的标志时, 即可测量直流电压。

(3) 直流电流的测量

- 1) 将量程选择开关旋至电流测量区域内恰当的量程档, 黑表笔插入“COM”插孔。
- 2) 如图 1-15 所示, 如果最大被测电流为 200mA, 红笔表应插在“mA”孔内; 如果最大被测电流为 20A, 红表笔则应插在“20A”孔内, 并且测量时, 两表笔应串联在电路中。



图 1-14 电压测量范围

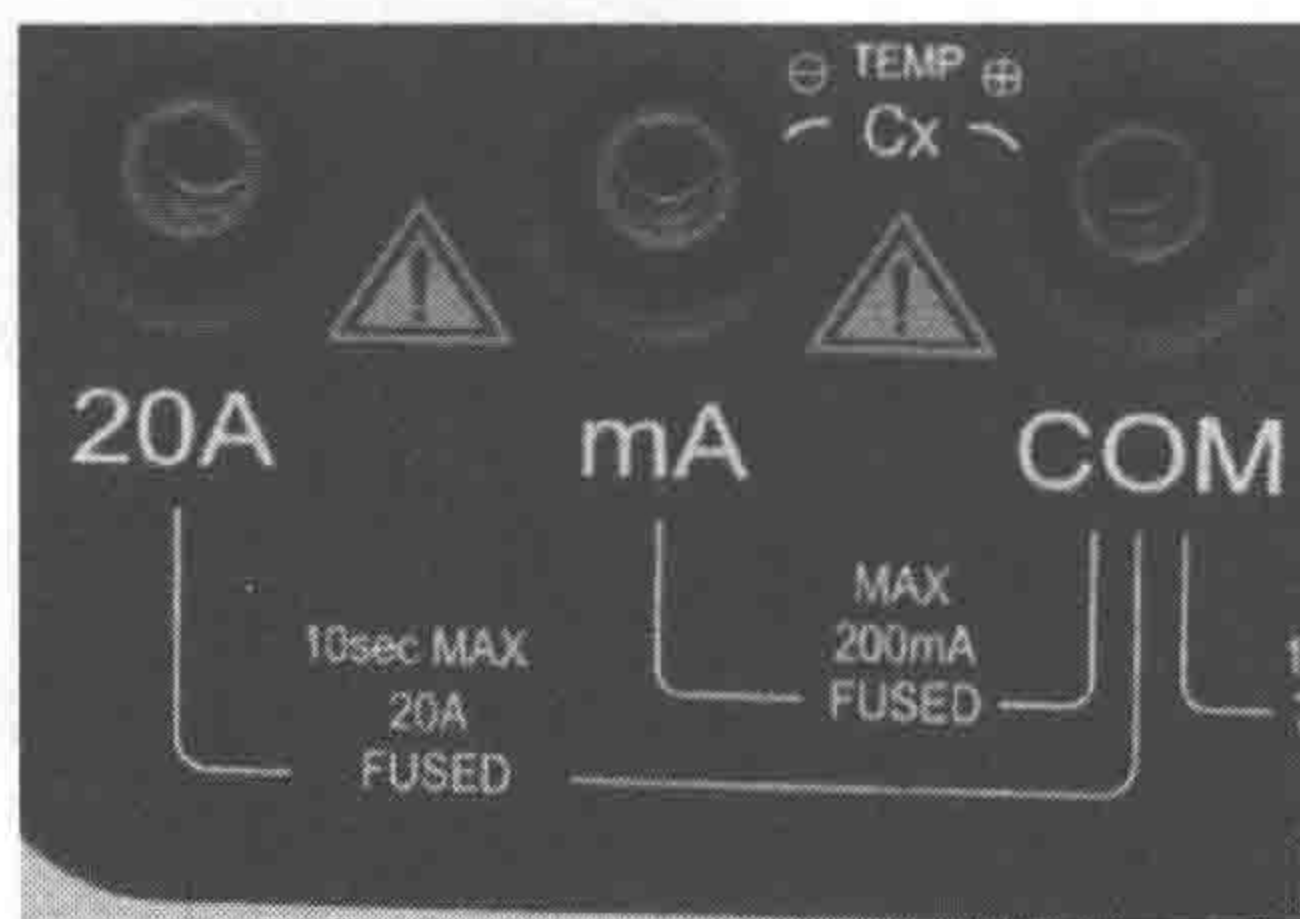


图 1-15 电流的测量范围

3) 将电源开关按钮“POWER”按下, 然后按下“DC/AC”按钮, 直到液晶显示屏出现“DC”及“A”的标志时, 即可测量直流电流。

(4) 交流电流的测量 将量程选择开关旋至电流测量区域内恰当的量程档, 其余的操作与测量直流电流相同, 但需要将“DC/AC”按钮按下, 直到液晶显示屏出现“AC”及“A”的标志时才可测量交流电流。

(5) 电阻的测量 将量程选择开关旋至“Ω”区域内恰当的量程档, 黑表笔插入“COM”插孔, 红表笔插入“VΩHz”插孔, 按下电源开关按钮即可进行电阻测量。

(6) 电容的测量 将量程选择开关旋至“F”区域内恰当的量程档, 按下电源开关, 并将被测电容的两引脚插入面板左端的“CX”插口, 即可测量电容值。

(7) 晶体管放大系数的测量 将量程选择开关旋至“hFE”档, 并按下电源开关按钮。根据被测晶体管的型号及引脚名称, 将其插入到面板右下端的“NPN”或“PNP”的相应插孔中, 显示屏就会显示出该晶体管放大系数的近似值。

二、示波器

1. 示波器的基本功能

示波器是一种用途十分广泛的电子测量仪器，它能把肉眼看不见的电信号变换成看得见的图像，便于人们研究各种电现象的变化过程。示波器利用狭窄的、由高速电子组成的电子束，打在涂有荧光物质的屏幕上，就可产生细小的光点。在被测信号的作用下，电子束就好像一支笔的笔尖，可以在屏幕上描绘出被测信号的瞬时值的变化曲线。

利用示波器能观察各种不同信号幅度随时间变化的波形曲线，还可以用它测试各种不同的电量，如电压、电流、频率、相位差、调幅度等。示波器不仅可以快速捕捉电信号，还可以记录信号波形，显示电信号的动态波形，便于一边观察一边分析。

2. 示波器的应用

在车载网络系统的故障诊断、检测中，既可以使用多通道通用示波器（图 1-16），也可以使用汽车专用的示波器（图 1-17）对车载网络系统波形进行分析。

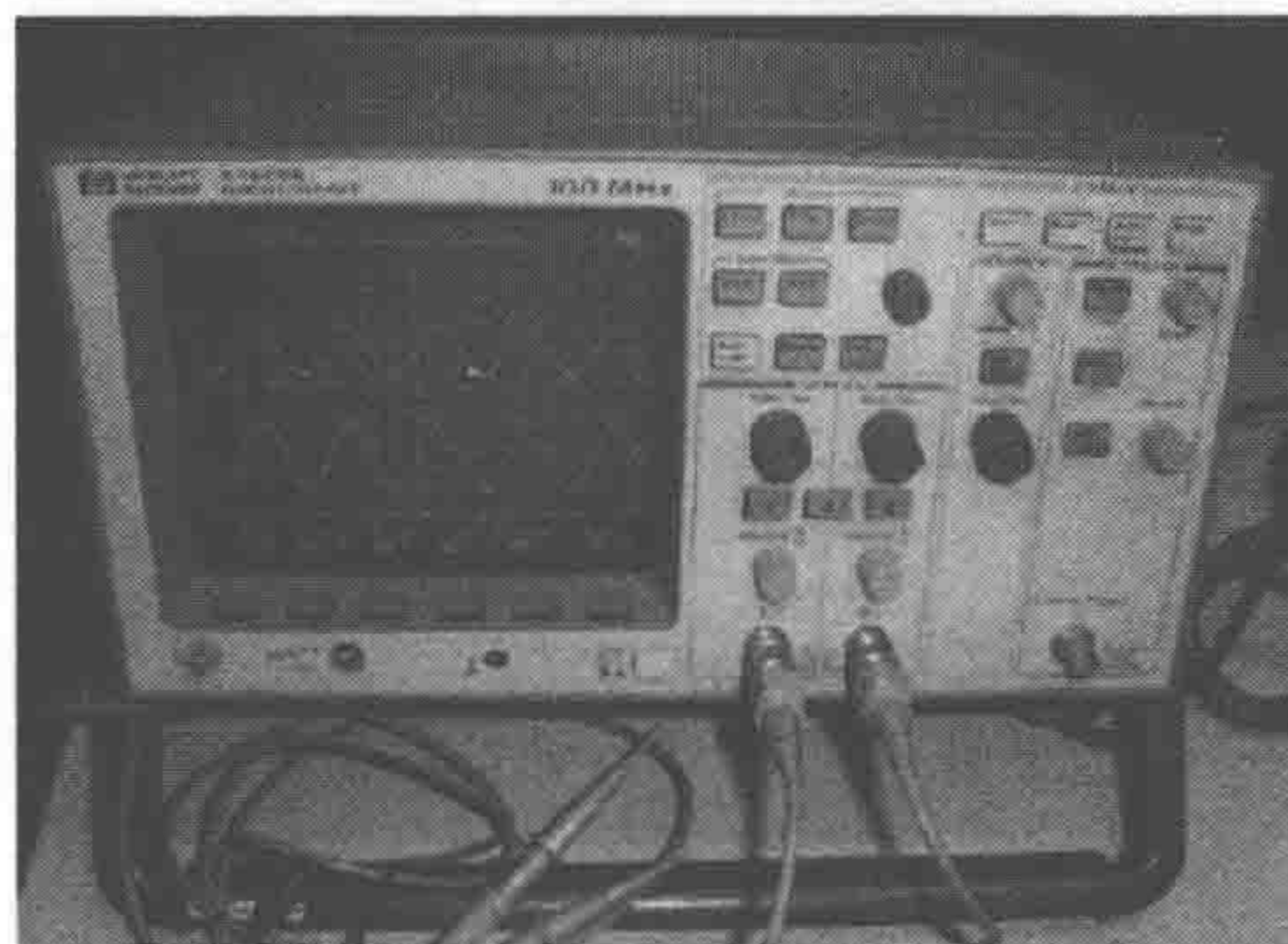


图 1-16 多通道通用示波器



图 1-17 汽车专用的示波器

三、光纤电缆修复工具

光纤电缆维修需要使用专用工具 VAS 6223 修理套件，如图 1-18 所示。VAS 6223 修理套件包括剪切钳（图 1-19）和压接钳（图 1-20），剪切钳用于光纤电缆的剪切，压接钳用于光纤电缆铜质接头的压接。

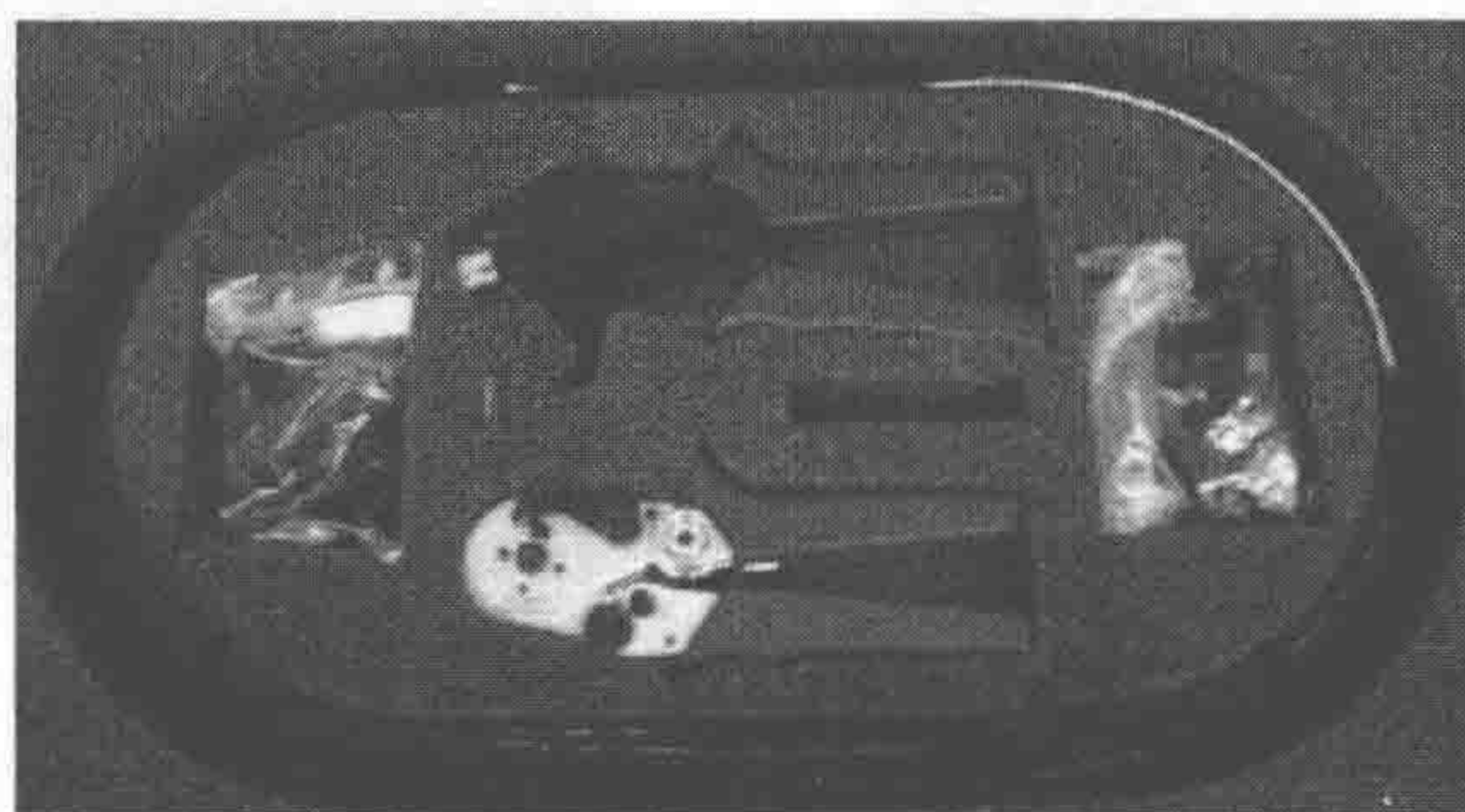


图 1-18 VAS 6223 修理套件

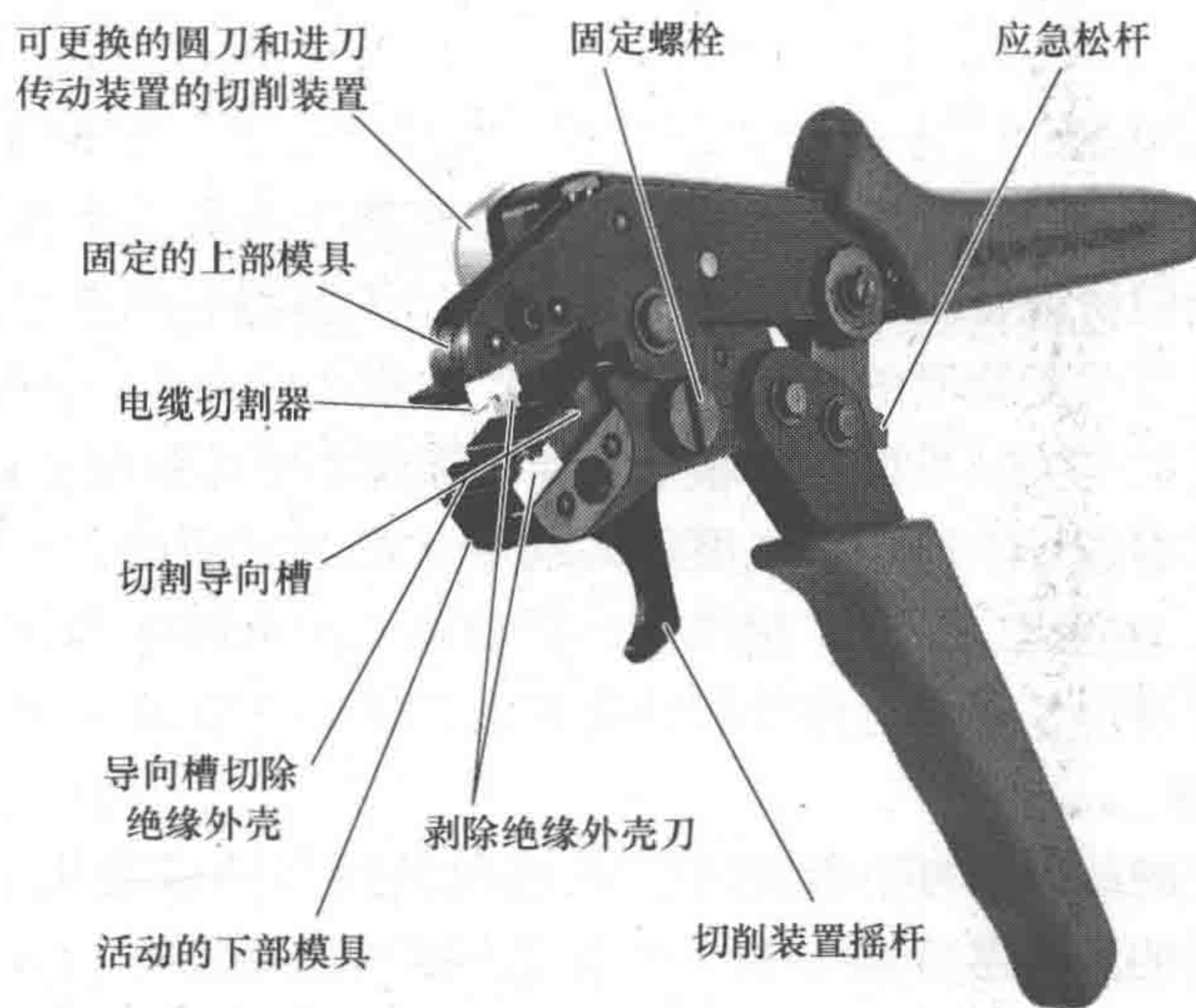


图 1-19 VAS 6223 剪切钳

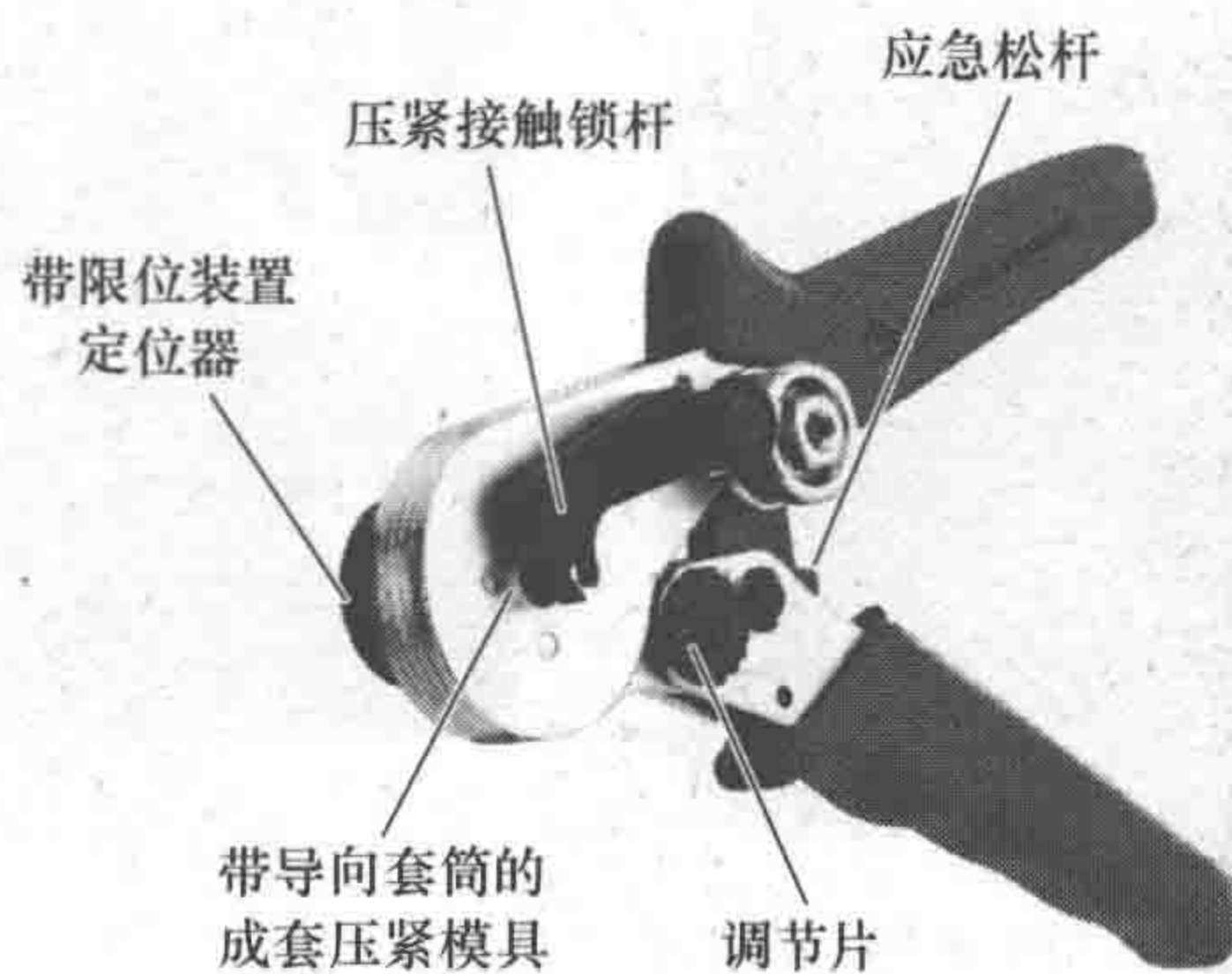


图 1-20 VAS 6223 压接钳



实际操作

修复光纤电缆的操作方法如下：

1) 如图 1-21 所示，根据需要使用 VAS 6223 剪切钳粗略预切割光纤电缆。

注意：使用侧边切割功能，且动作要慢、稳。

2) 如图 1-22 所示，将光纤电缆放在 VAS 6223 剪切钳的剥除绝缘外壳刀的缺口里并且剥除绝缘外壳（橙色外壳）。

注意：严禁弯折或夹住光纤电缆。

3) 如图 1-23 所示，将光纤电缆放入 VAS 6223 剪切钳中，并将钳口闭合。

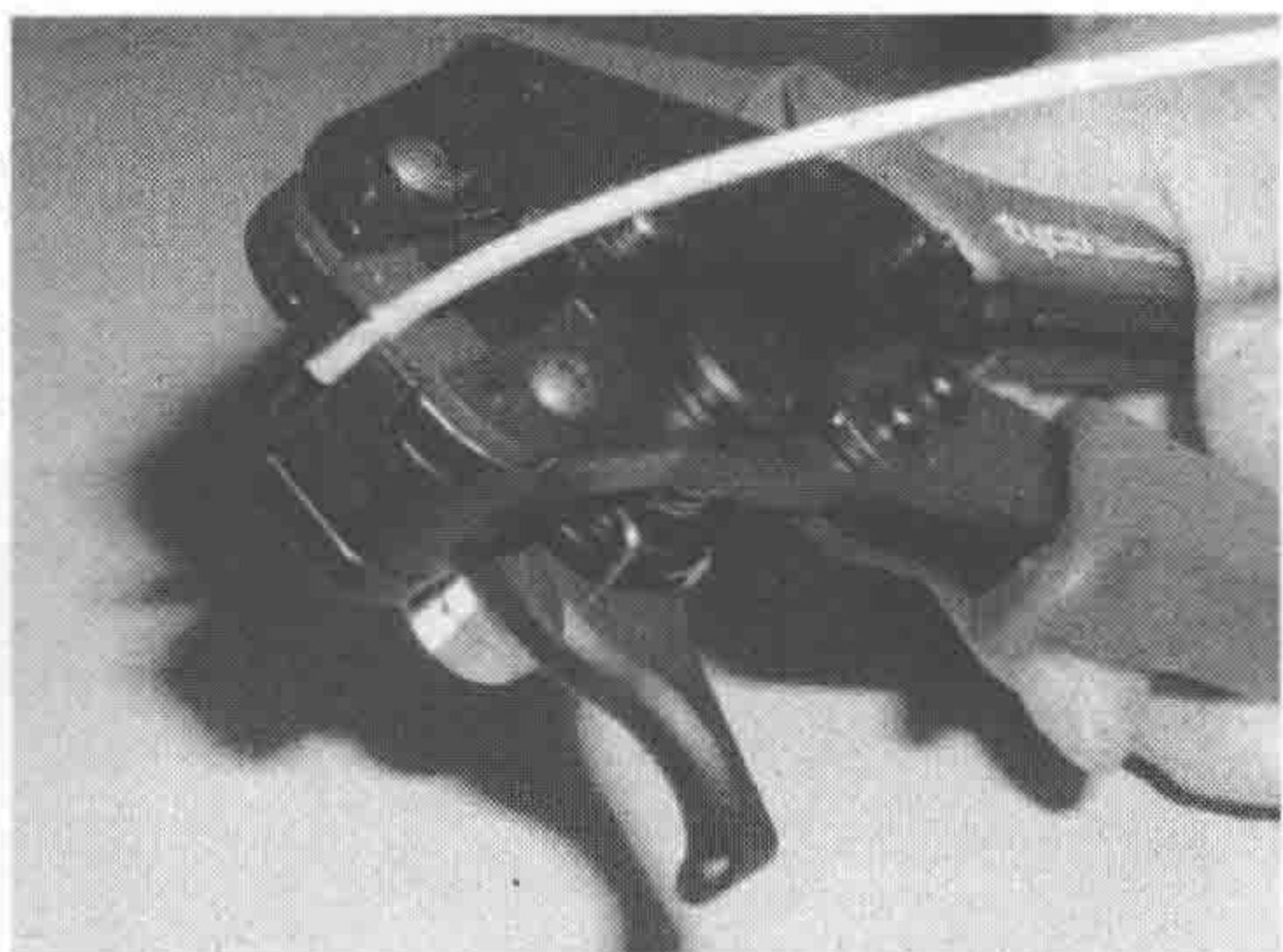


图 1-21 粗略预切割光纤电缆

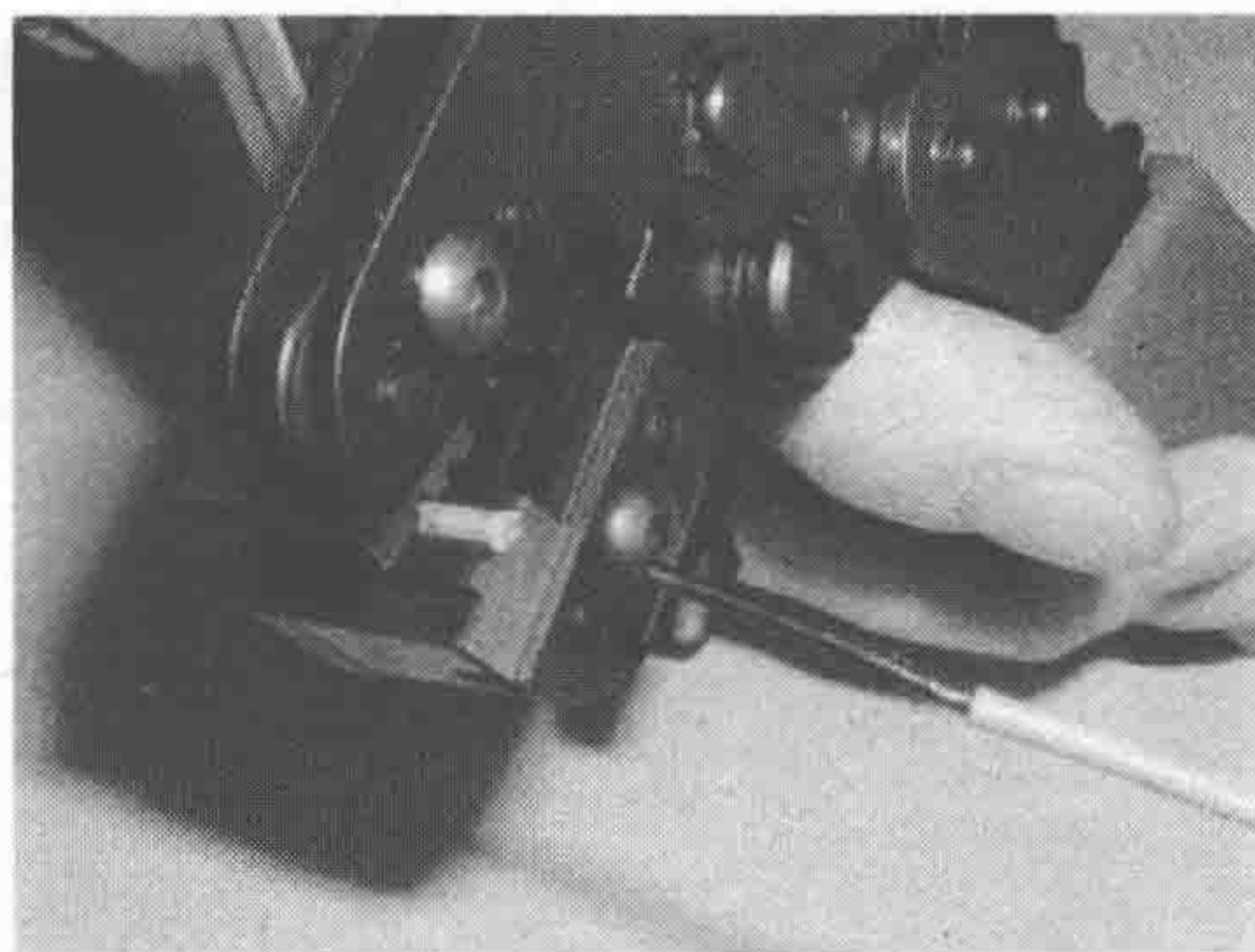


图 1-22 剥除绝缘外壳

4) 如图 1-24 所示, 用 VAS 6223 剪切钳的切割轮对光纤光缆进行精确切割, 以确保剪切后的光纤电缆截面平滑 (图 1-25)。

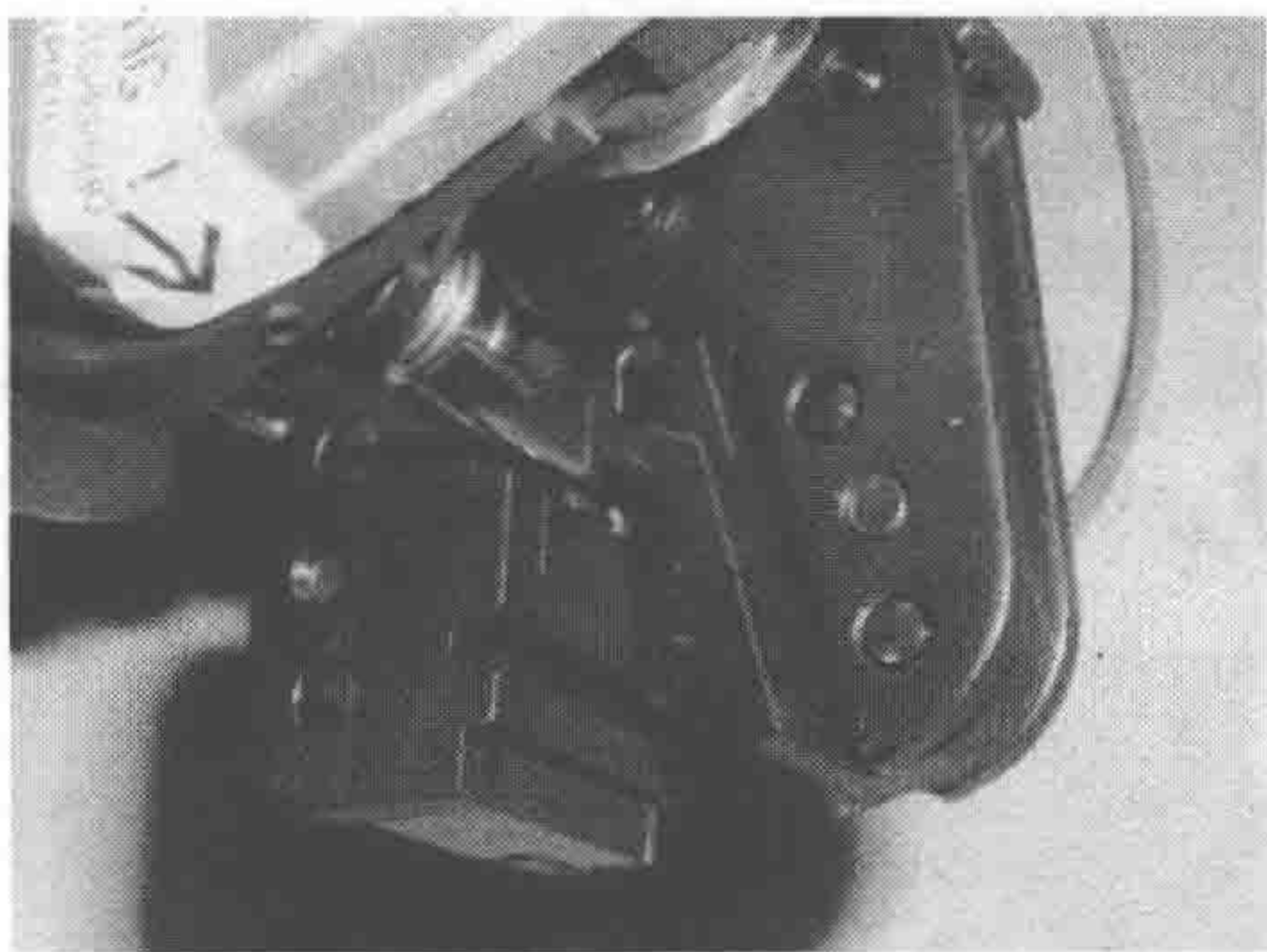


图 1-23 将钳口闭合



图 1-24 精确切割

5) 如图 1-26 所示, 将光纤电缆铜质接头嵌入 VAS 6223 压接钳中。
注意: 铜质接头不可以歪斜。

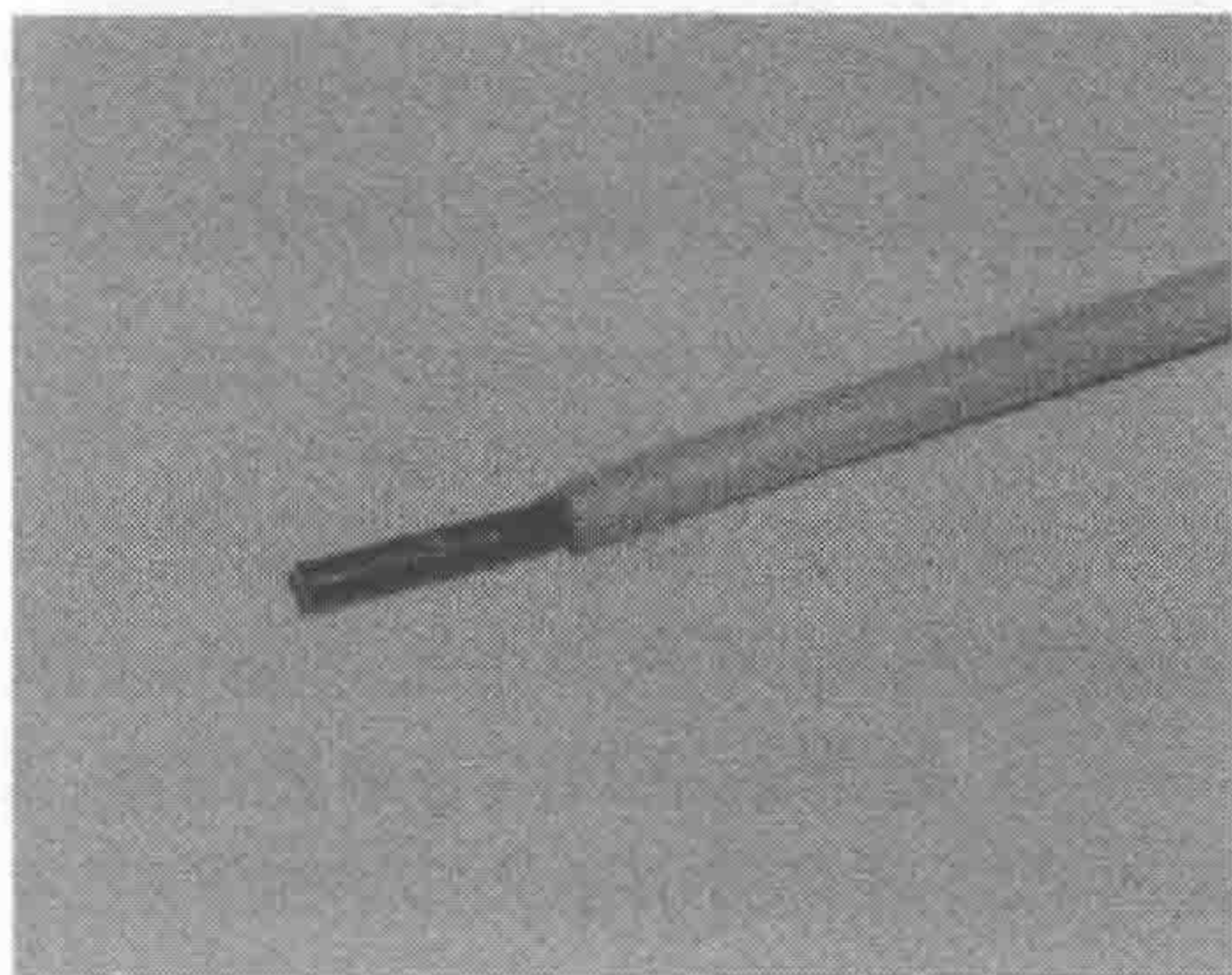


图 1-25 光纤电缆截面平滑

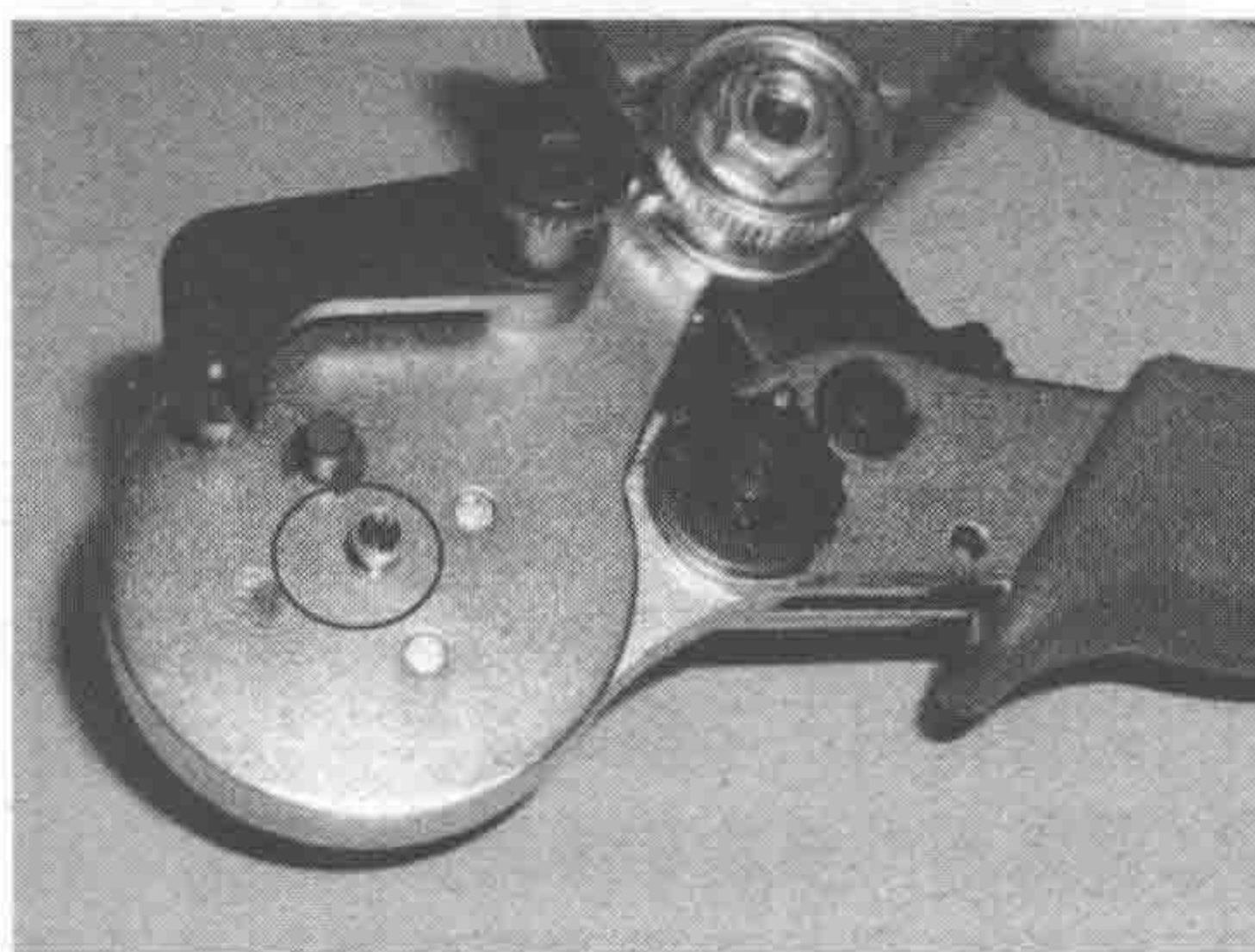


图 1-26 将铜质接头嵌入压接钳中