



智能网联汽车专业岗课赛证融通系列教材

丛书主编 | 徐念峰 詹海庭



适用教学、实训、1+X证书及大赛

智能网联汽车

底盘线控执行系统安装与调试

(初级)

INTELLIGENT AND
CONNECTED VEHICLES

中国汽车工程学会
国家智能网联汽车创新中心

组编

王希珂 詹海庭 | 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



扫描全能王 创建

丛书序

前 言

学习任务 1

工具设备的使用

001

1.1 任务导入	...001
1.2 任务分析	...001
1.3 任务资讯	...002
1.3.1 常用装配工具的使用	...002
1.3.2 相关仪器设备的使用	...004
1.4 任务准备	...017
1.5 任务实施	...018
1.5.1 数字示波器的使用	...018
1.5.2 CAN 总线分析仪的使用	...021
1.6 任务评价与小结	...024

学习任务 2

智能网联汽车底盘线控
系统的认知

026

2.1 任务导入	...026
2.2 任务分析	...026
2.3 任务资讯	...027
2.3.1 底盘线控系统的发展现状	...027
2.3.2 底盘线控系统的概念	...030
2.3.3 底盘线控系统的认知	...031
2.3.4 底盘线控技术的未来趋势	...034
2.4 任务准备	...034
2.5 任务实施	...035
2.6 任务评价	...036





学习任务 3

线控驱动系统安装与调试

037

3.1 任务导入	...037
3.2 任务分析	...037
3.3 任务资讯	...038
3.3.1 线控驱动系统的功能	...038
3.3.2 线控驱动系统的工作原理与组成	...040
3.3.3 线控驱动系统的控制模块	...049
3.3.4 线控驱动系统的通信原理	...054
3.4 任务准备	...059
3.5 任务实施	...061
3.5.1 线控驱动系统的拆装	...061
3.5.2 线控驱动系统 CAN 总线的检测	...064
3.5.3 线控驱动系统的调试	...068
3.6 任务评价与小结	...071

学习任务 4

线控转向系统安装与调试

074

4.1 任务导入	...074
4.2 任务分析	...074
4.3 任务资讯	...075
4.3.1 线控转向系统概述	...075
4.3.2 线控转向系统的工作原理	...077
4.3.3 线控转向系统的组成	...078
4.3.4 线控转向系统的检查	...083
4.3.5 线控转向系统的控制模块	...084
4.3.6 线控转向系统的通信原理	...085
4.4 任务准备	...088
4.5 任务实施	...089
4.5.1 线控转向系统的安装	...089
4.5.2 线控转向系统 CAN 总线的检测	...096
4.5.3 线控转向系统的标定	...101
4.6 任务评价与小结	...104



学习任务 5 线控制动系统 安装与调试

106

5.1 任务导入	...106
5.2 任务分析	...106
5.3 任务资讯	...107
5.3.1 基于 ESC 系统的线控制动	...107
5.3.2 电子液压制动系统	...109
5.3.3 电子机械制动系统	...110
5.3.4 电子助力器带制动泵总成工作原理	...112
5.3.5 电子助力器带制动泵总成系统功能与特点	...113
5.3.6 EHB 控制系统组成	...114
5.3.7 线控制动系统的通信原理	...117
5.4 任务准备	...120
5.5 任务实施	...122
5.5.1 电子助力器带制动泵总成拆装	...122
5.5.2 线控制动系统 CAN 总线信号分析	...125
5.5.3 线控制动系统控制测试	...129
5.6 任务评价与小结	...132

附录 评价标准

135

附录 A 数字示波器的使用评分标准	...135
附录 B CAN 总线分析仪的使用评分标准	...137
附录 C 智能网联汽车底盘线控系统的认知评分标准	...139
附录 D 智能网联汽车线控驱动系统的拆装评分标准	...141
附录 E 线控驱动系统 CAN 总线的检测评分标准	...143
附录 F 线控驱动系统的调试评分标准	...145
附录 G 线控转向系统的安装评分标准	...147
附录 H 线控转向系统 CAN 总线的检测评分标准	...149
附录 I 线控转向系统的标定评分标准	...151
附录 J 电子助力器带制动泵总成拆装评分标准	...153
附录 K 线控制动系统 CAN 总线信号分析评分标准	...155
附录 L 线控制动系统控制测试评分标准	...157

参考文献

159



学习任务 4

线控转向系统安装与调试



线控转向（SBW）系统完全靠电能操纵转向系统，是智能网联汽车实现自动驾驶功能的重要执行机构。SBW 系统是汽车转向系统的一种全新形式，它取消了转向盘到转向执行机构之间的机械部分，摆脱了传统转向系统机械连接的限制。本学习任务主要以 SBW 系统为主，介绍线控转向系统的安装与调试。

4.1 任务导入

某汽车设计公司立项某汽车线控底盘转向系统解决方案，为此购买了市面上一款线控底盘作为对标产品，委派员工协作开展逆向研究。按照公司的工作手册，需要完成对这一款对标产品的线控转向系统结构、作用及工作原理的认知，为后续工作打好基础。转向系统机械部分已经安装调整完毕，标定人员需要依据通信协议对转向系统线控部分进行安装与测试，完成线控转向系统零位标定与转向角度标定的工作。

4.2 任务分析

知识目标	1. 能查阅随车资料，识记线控转向系统各部分组成名称。 2. 能对应随车资料，找到线控转向系统各部件位置，初步认知各部件之间的位置关系。 3. 能掌握线控转向系统的工作原理以及各个部件的作用。 4. 能熟悉转向盘模块的组成与各部件工作原理。 5. 能熟悉转向执行模块的组成与各部件工作原理。
------	---



(续)

技能目标	1. 能对照技术文件完成线控转向系统机械部分的安装与调试工作。 2. 能够理解 VCU 与转向模块 ECU 之间的关系。 3. 能够正确熟练连接 VCU 与 ECU 的相关线束。 4. 能够理解说明 CAN 通信原理, 掌握线控转向相关报文。 5. 能够熟练使用 CAN 卡, 完成线控转向系统测试标定。
素养目标	1. 养成拆卸安装过程中良好的劳动习惯。 2. 养成应用技术资料完成结构认知自学的职业能力。 3. 能够通过实践项目养成团队协作意识。

4.3 任务资讯

4.3.1 线控转向系统概述

线控转向的目的是实现车辆的横向控制, 其核心是实现转向轮的转角控制。线控转向系统主要由转向盘模块、转向执行模块和控制器三大模块组成, 此外还有故障容错系统、电源系统、车载通信网络等辅助系统, 其结构如图 4-1 所示。

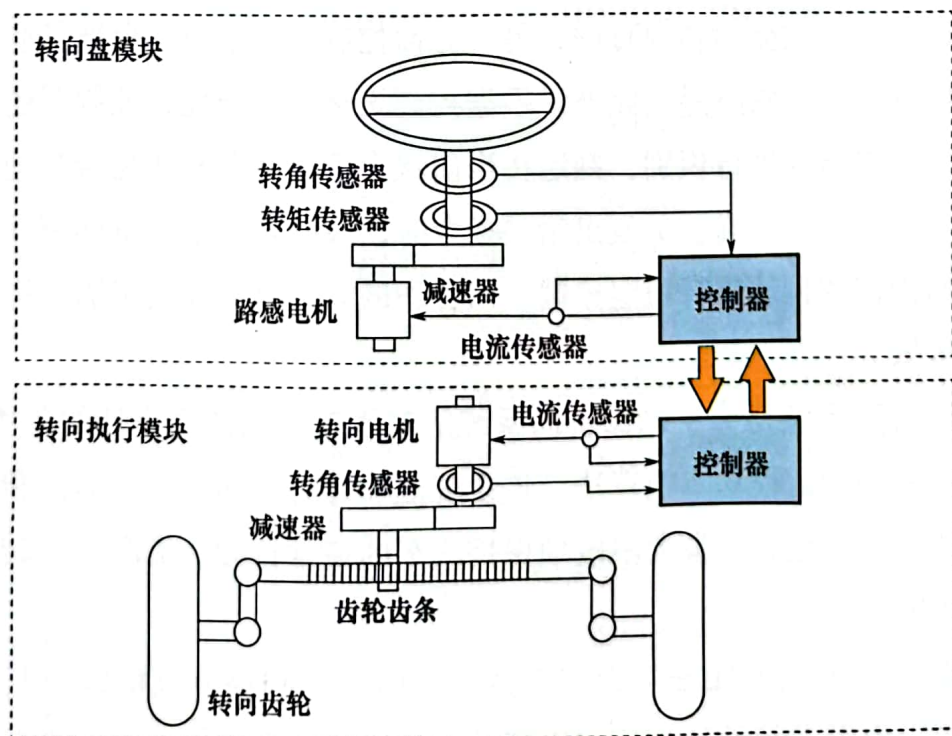


图 4-1 线控转向系统的结构



转向盘模块主要由转向盘、转矩传感器、转角传感器、减速器、路感电机、路感电机电流传感器等组成。转向盘模块有两个基本功能，一是将驾驶员转向意图（通过转向盘转角传感器测量转向盘转角）转化为数字信号传递给控制器，控制器根据转向控制策略和算法得到转向轮目标转角，控制转向电机驱动转向执行机构实现转向；二是主控制器根据相应的路感算法向路感电机发送控制信号产生路感，以提供给驾驶员相应的路感信息。

转向执行模块由转向电机、减速器、转角传感器、齿轮齿条和电机电流传感器等组成，其主要功能是接收控制器的指令，将测得的转向轮转角信号反馈给控制器，并依据驾驶员意图及车辆运行状态，由转向电机产生合适的转矩和转角，控制车轮转向，完成转向轮的角度伺服控制；转向执行模块同时将转向轮转角及转向电机电流信号反馈到控制器，作为路感模拟的输入信号。

控制器是线控转向系统的控制中心和决策中心，相当于系统的“大脑”。它通过对采集的信号进行分析处理，对驾驶员转向意图和当前汽车状态进行判断，根据控制策略做出合理控制决策。控制器向转向电机和路感电机发送指令，控制两个电机协调工作。一方面控制转向执行机构，保证汽车能够准确实现驾驶员的转向意图；另一方面控制路感电机，保证其能够给驾驶员提供舒适良好的路感。此外，根据控制策略的差异性，控制器还可以对驾驶员的操作指令进行识别，判定在当前状态下该转向操作是否合理，当汽车处于非稳定状态或驾驶员发出错误指令时，线控转向系统将屏蔽驾驶员错误的转向操作或自动进行稳定控制，以合理的方式自动驾驶车辆，将安全风险降到最低。

故障容错系统是为了确保转向系统的基本转向功能而设计的备用模块，它包括一系列的监控和实施算法。该系统能够针对不同的故障形式和故障等级做出相应的处理，以最大限度地保持汽车的正常行驶，提高汽车转向系统的安全性能。

电源系统的主要任务是为控制器、转向电机和路感电机以及其他车载电器供电。电源系统性能的优劣直接关系到线控转向系统能否正常运行。转向电机的功率可达 500~800W，加上其他车用电器，电源系统的负荷较大，



为保证汽车在较高的电负荷下稳定工作，必须配备高性能电源。

车载通信系统的作用是快速实现各个模块之间的通信交流，减少车内连线数量。目前，车载通信总线有 CAN、TTP/C、FlexRay、MOST、车载以太网和 LIN 等总线。

4.3.2 线控转向系统的工作原理

线控转向系统取消了传统设计中的机械连接，由控制器根据传感器采集反馈的信号，做出决策并发出控制指令，完成相应的功能，其工作原理如图 4-2 所示。

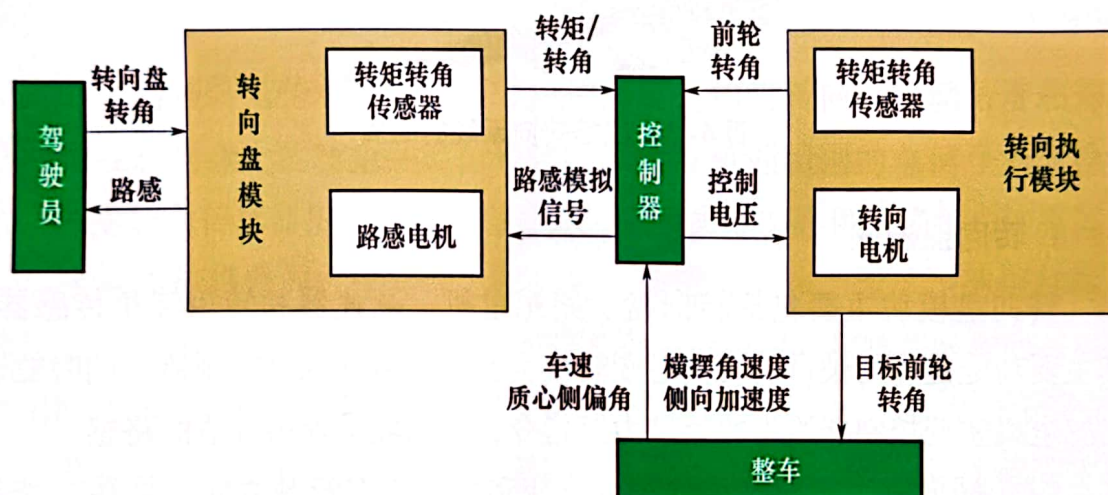


图 4-2 线控转向系统的工作原理

驾驶员根据当前行驶环境和驾驶经验，转动转向盘输入转向指令，转矩转角传感器将采集到的转矩/转角信号传递给控制器，控制器结合其他传感器传回的车速、横摆角速度、侧向加速度等车辆动态信号，判断汽车行驶状态和路面条件，并根据控制算法，输出信号到转向执行总成，控制转向电机输出合适的转矩和转角，完成汽车转向操作，使汽车按照驾驶员的意图和指令行驶。

当汽车受到外界干扰时，控制器根据车辆反馈的信息，主动对前轮转角进行调整，保证汽车稳定行驶。同时控制器根据转向执行总成反馈回来的信号，对路感电机进行控制，产生良好的路感，使驾驶员能够准确感知路面信息。



4.3.3 线控转向系统的组成

线控转向系统最显著的特征就是取消了传统转向系统中从转向盘到转向执行器之间的机械连接。线控转向系统的机械部分主要由转向盘模块和转向执行模块组成,如图4-3所示。

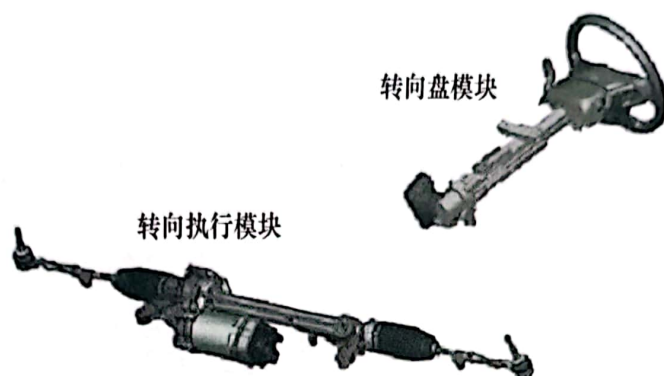


图4-3 线控转向系统的组成

1. 转向盘模块

转向盘模块主要包括转向盘、路感电机、减速器和转矩转角传感器,其主要功能是将驾驶员的转向意图转变为数字信号输入到控制器,同时驱动路感电机实现控制器给出的反馈力矩指令,为驾驶员提供合适的路感。

(1) 转向盘 转向盘是驾驶员改变和保持汽车行驶方向的部件,能够将驾驶员转动转向盘的转角通过转矩转角传感器转换成电信号并传给线控转向控制器,再通过车载网络传递给转向执行机构,从而使转向轮偏转相应的角度。

传统转向系统中,转向盘一般呈圆形。线控转向系统中,转向盘可采用圆形,也可采用非圆形,甚至可采用操纵杆或遥控器的形式。非圆形转向盘可以有效减小转向盘体积,使驾驶员腿部有更充裕的活动空间。

转向盘通过花键与转向轴相连,并用螺母或螺栓紧固。其内部由金属骨架构成,骨架的外面一般包有柔软的合成橡胶或树脂,起到缓冲作用。汽车的转向盘除装有喇叭控制开关和驾驶员安全气囊外,通常还装有自动巡航、音响娱乐等系统的控制开关。当转向盘转动时,这些电子元器件也随之转动。为保证它们与汽车主线束电信号的正常接通,需采用螺旋线束,如图4-4所示。



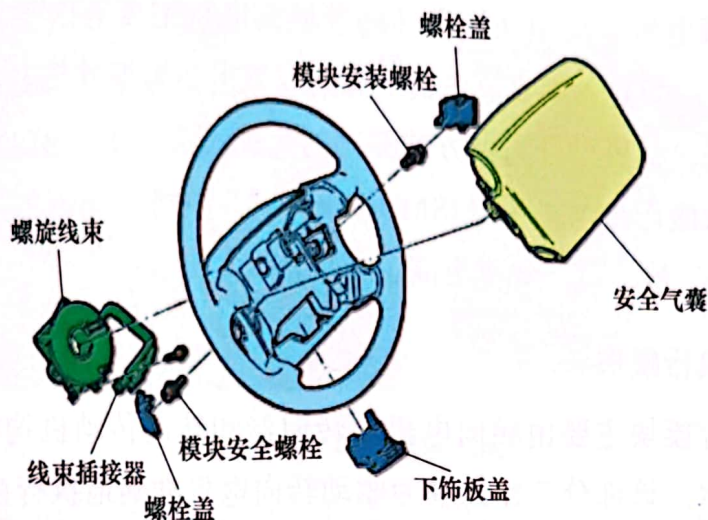


图 4-4 转向盘结构

(2) 转矩转角传感器 转矩转角传感器是检测转向盘转动角度和驾驶员施加在转向盘上的转矩并将信号转换为计算机能识别的电信号的变换装置。转矩转角传感器按照结构不同可分为接触式传感器和非接触式传感器。

接触式传感器的传感元件之间一直存在滑动摩擦，因此在使用过程中容易磨损老化，出现测量信号不准确甚至报错的情况，现已基本淘汰，目前常用的是非接触式转矩转角传感器。

非接触式转矩转角传感器如图 4-5 所示，其基本原理为定子线圈上提供一个正弦的励磁电流，在气隙中形成一个正弦分布的旋转磁场，转子线圈感应该磁场得到一个与励磁同频率但不同幅值和不同相位的正弦电压信号，通过解析该感应电动势可以得出转子线圈的位置，从而得到测量扭杆偏转角。

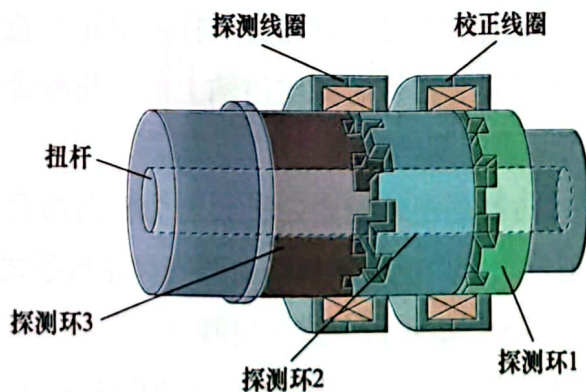


图 4-5 非接触式转矩转角传感器



(3) 路感电机 应用在汽车转向领域的电机主要有两类，一类是有刷直流电机，另一类是无刷直流电机。无刷直流电机根据其反电动势和供电电流的波形不同，又可以分为由方波驱动无刷直流电机（BLDCM）和由正弦波驱动的永磁同步电机（PMSM）。永磁同步电机与无刷直流电机相比体积小、重量轻、噪声低、效率更高、功率密度更高。

2. 转向执行模块

转向执行模块主要由转向电机、转向器和转向传动机构等部件组成，如图 4-6 所示。该部分工作原理为驱动转向电机准确地执行控制器给出的转向角指令，实现车辆的转向功能。

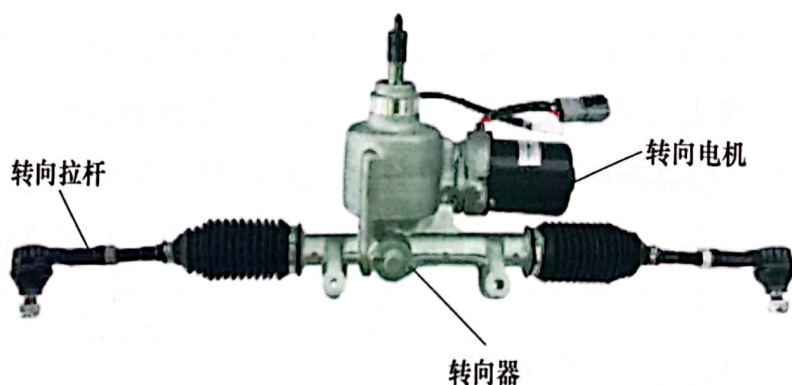


图 4-6 转向执行模块的结构

(1) 转向电机及减速机构 转向电机根据 ECU 的指令输出合适的转矩，控制转向器左右移动实现转向。转向电机分为直流有刷永磁式和直流无刷永磁式两种。前者可靠性差，控制程序简单；后者可靠性高，但控制程序较复杂。目前常采用直流无刷永磁电机。

安装在转向器上的电机与减速机构由蜗杆、蜗轮和直流电机组成，如图 4-7 所示。当蜗杆与安装在转向器输出轴上的蜗轮啮合时，会降低电机速度并把电机输出力矩传递到输出轴。

(2) 转向器 转向器是把转向盘的转动变为转向摇臂的摆动或转向齿条移动的部件，目前汽车上广泛使用的转向器有齿轮齿条式和循环球式，乘用车线控转向系统大多采用齿轮齿条式转向器。

齿轮齿条式转向器通常安装在副车架或发动机托架上，具有结构简单、重量轻、转向灵敏、成本低、便于布置等特点。



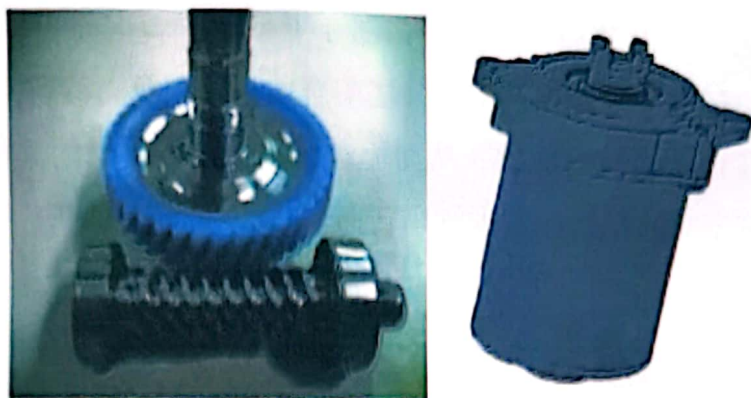


图 4-7 转向电机总成

齿轮齿条式转向器主要由输入轴及小齿轮、齿条、转向器壳体等组成，如图 4-8 所示。输入轴用轴承支承在转向器壳体中，并且采用油封密封。其上部通过花键与转向柱下万向节配合，下部加工有小齿轮，小齿轮与齿条啮合。齿条装在管型转向器壳体内，并通过弹簧及压块紧压在输入轴小齿轮上，以减轻或避免小齿条受到振动或冲击。齿条两端通过球节（通常称为“内球节”）连接转向横拉杆，球节可以满足转向轮相对于转向器空间运动的要求。转向器管型壳体两侧各装有一个防护罩，并用卡箍紧固，它们将齿条、转向横拉杆、内球节等密封起来，可防止水、灰尘或者其他污染物进入转向器。

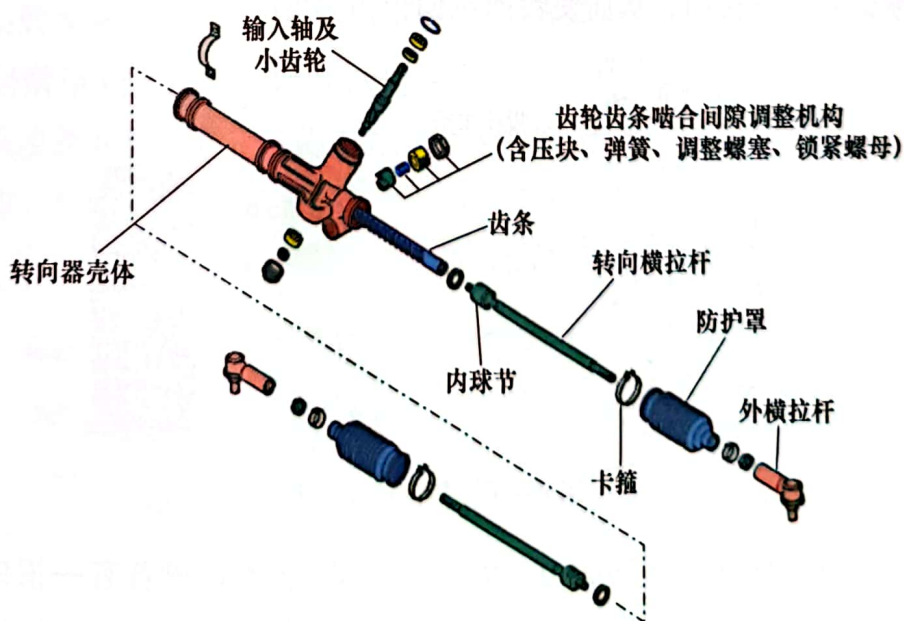


图 4-8 齿轮齿条式转向器结构

学习任务1

学习任务2

学习任务3

学习任务4

学习任务5



齿轮齿条式转向器的工作原理如图 4-9 所示。转向时，输入轴上的小齿轮从转向轴获得旋转力矩，驱动与之啮合的齿条做横向移动，与齿条直接连接的横拉杆也随之横向移动，从而驱动转向传动机构中的其他部件工作，使转向轮偏转相应的角度，实现汽车转向。

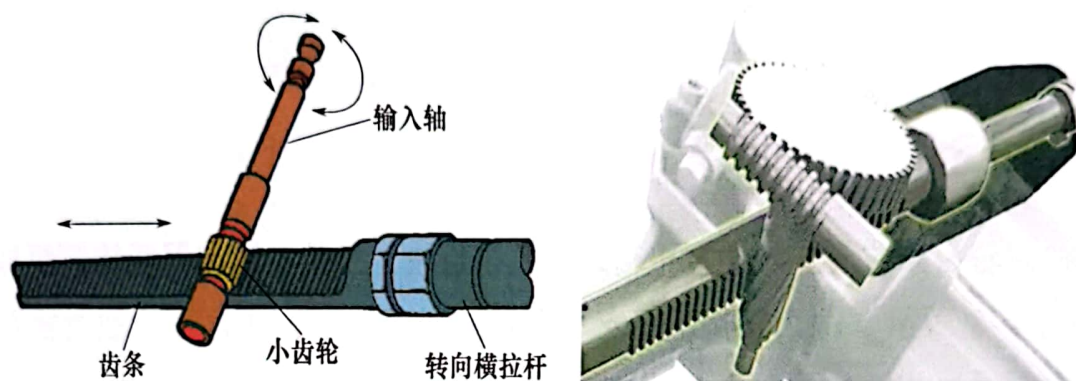


图 4-9 齿轮齿条式转向器的工作原理

(3) 转向传动机构 转向传动机构将转向器输出的力矩传递给转向桥两侧的转向节，使两侧转向轮偏转。同时，它使两侧转向轮偏转角度按一定关系变化，以保证汽车转向时车轮与地面相对滑动尽可能小。

线控转向系统的转向传动机构主要由转向横拉杆、球节等组成，如图 4-10 所示。当齿条左右移动时，横拉杆也随之等量移动，推动梯形臂及转向节绕着支点转动，从而使转向轮偏转相应角度。

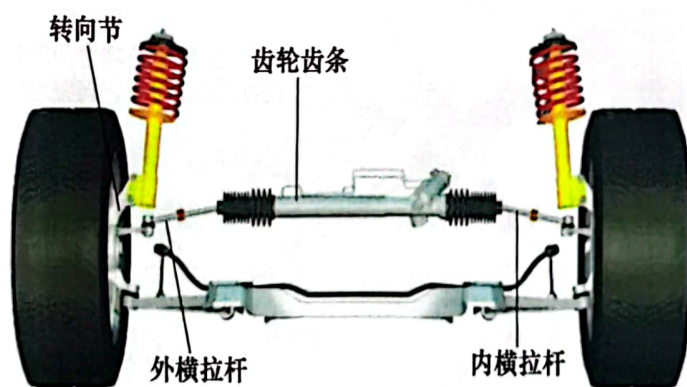


图 4-10 转向传动机构

横拉杆是转向梯形的底边，齿轮齿条式转向器两侧各有一根转向横拉杆，连接在齿条和梯形臂之间。横拉杆由内横拉杆和外横拉杆组成，外横拉杆套在内横拉杆一端，并用锁紧螺母锁紧，如图 4-11 所示。松开锁紧螺



母，转动内横拉杆，可以调整横拉杆的长度，从而调整转向轮前束。由于悬架在转向时会产生变形，所以转向轮相对于车架或转向器的运动、转向横拉杆的运动都是空间运动。为了防止其运动产生干涉，横拉杆通常使用球节连接其他部件。

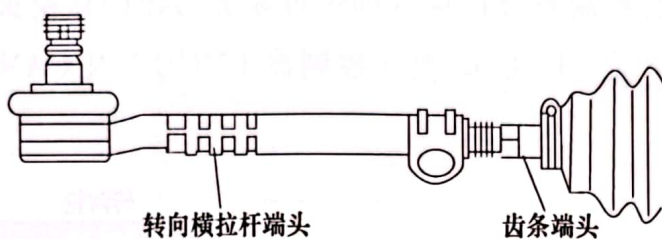


图 4-11 转向横拉杆

转向传动机构中所有运动部件大都使用球节连接，球节跟随转向传动机构左右移动，并且允许相关部件跟随悬架上下跳动。球节主要由球头及球头销、球头座、球节窝、压缩弹簧、防尘罩等组成，如图 4-12 所示。

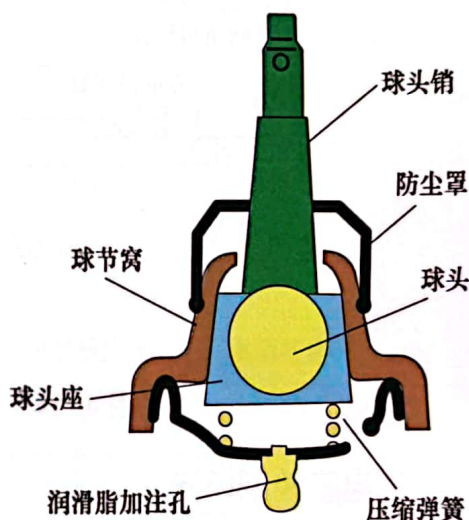


图 4-12 转向球节结构

4.3.4 线控转向系统的检查

转向传动机构的检查主要包括间隙检查和润滑检查。检查间隙时，朝各个方向上反复推拉转向传动机构中各杆件（如横拉杆），检查球节或铰链是否存在间隙，如图 4-13 所示。若存在间隙，则更换相应部件。

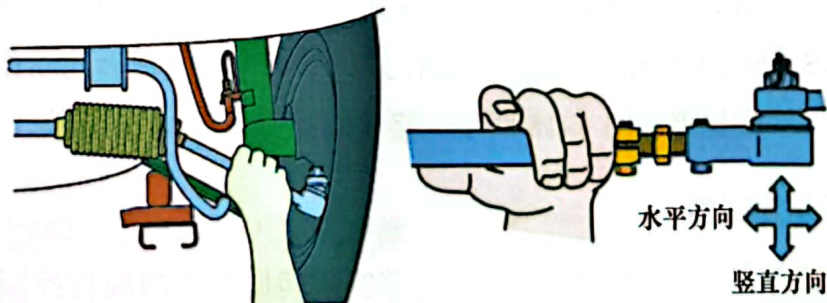


图 4-13 转向传动机构间隙调整



转向传动机构各球节或铰链必须保持良好的润滑状态。目前，转向拉杆出厂时涂有的润滑脂是终身免维护的。

4.3.5 线控转向系统的控制模块

线控转向的控制系统按集成部位可以分为转向盘模块、转向执行模块、电子控制单元（ECU）、整车控制器（VCU）及 CAN 通信网络，如图 4-14 所示。

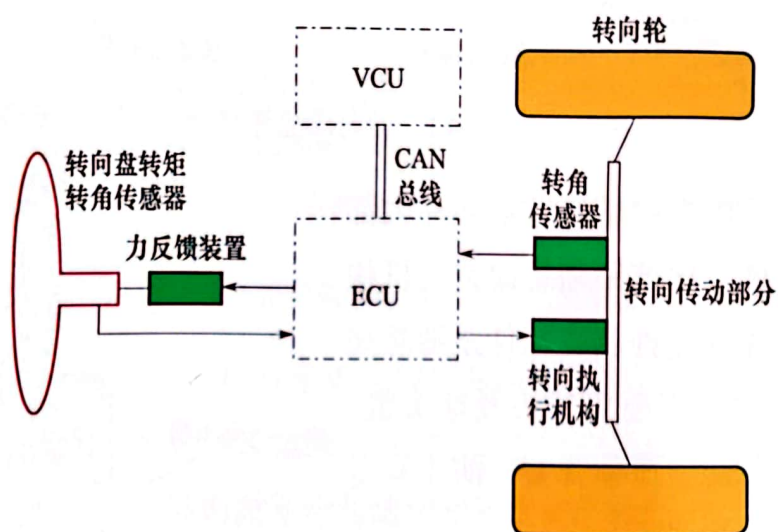


图 4-14 线控转向系统控制模块

1. 电子控制单元

电子控制单元的功能是依据转矩转角传感器和车速传感器的信号进行分析和计算，从而发出指令，控制电机的动作。ECU 还有安全保护和自我诊断的功能，ECU 通过采集电机的电流、发动机转速等信号判断系统工作是否正常，一旦系统工作异常，电动助力被切断；同时，ECU 将进行故障诊断分析，点亮故障指示灯，并以故障所对应的模式闪烁。此外，支持高级驾驶辅助系统（ADAS）的 ECU 还可以接收 VCU 发出的指令，完成转向动作。电子控制单元外部接线原理如图 4-15 所示，接线端针脚如图 4-16 所示。

2. 整车控制器

对于线控转向系统来说，要求能够实现转向功能的线控控制，并提供相应的线控 CAN 接口；要求能够在一定速度范围内实现转向控制，转角控



制精度误差在 5% 以内，响应时间在 0.2s 内。

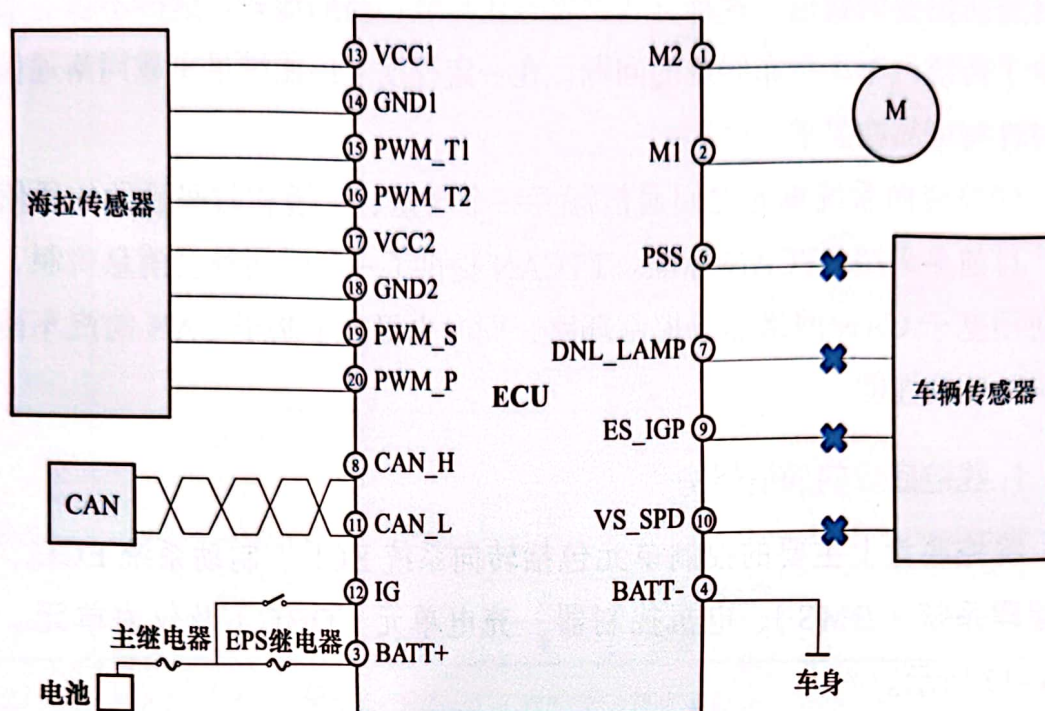


图 4-15 外部接线原理

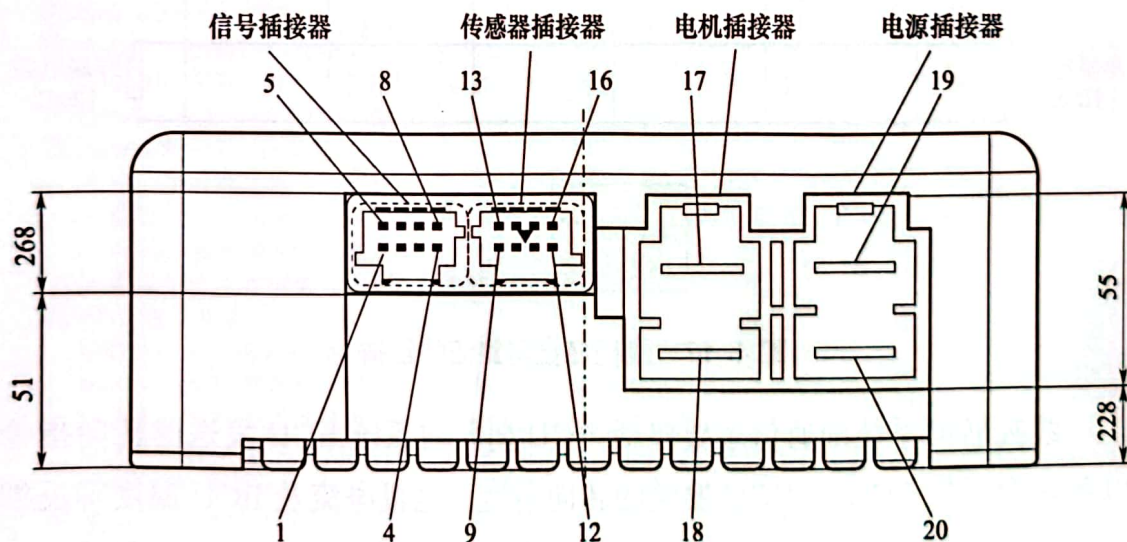


图 4-16 ECU 接线端针脚

4.3.6 线控转向系统的通信原理

CAN 总线因具有抗干扰能力强、性能可靠、网络安全实用特点，非常适合车载计算机控制及其他工业场所。CAN 总线采用铜线串行方式，所有

学习任务 1

学习任务 2

学习任务 3

学习任务 4

学习任务 5



控制器交互的信息都会发送至此，当某一控制器需要相关数据时，会自动筛选自身所需要的数据，这种方式常常被比喻成广播的形式。这样不仅有效地减少了传统汽车车身布线难的问题，在一定程度上还能满足车载网络通信的实时性与可靠性需求。

线控转向系统单元之间通信需要一个高速、容错和时间触发的通信协议，目前多采用 TTCAN 标准。TTCAN 提供了一套时间触发消息机制，允许使用基于 CAN 网络形成控制环路，同时也提高了基于 CAN 的汽车网络的实时通信性能。

1. 线控底盘的通信架构

线控底盘上主要的控制单元包括转向系统 ECU、制动系统 ECU、电池管理系统 (BMS)、电机控制器、充电单元 (OBC) 及仪表单元，如图 4-17 所示。

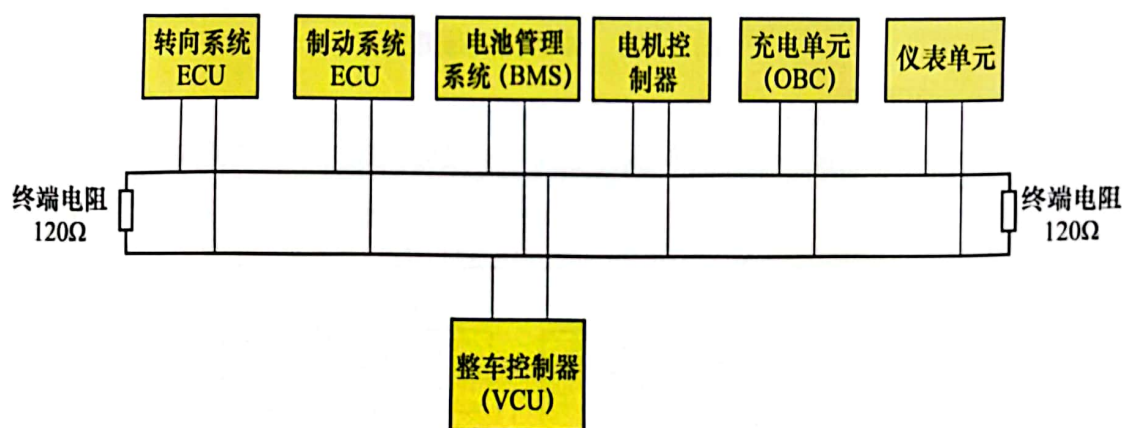


图 4-17 线控底盘网络拓扑结构

线控转向系统的通信主要包括 VCU 向转向系统 ECU 发送的转向指令以及转向系统 ECU 向 VCU 发送的转向角度、电机电流及 ECU 温度等反馈信息。

2. 转向模块 ECU 通信

以某转向系统 ECU 为例，其通信主要存在于 VCU 与转向系统 ECU 之间，通信速率为 500kbit/s。报文采用 Motorola 格式，帧格式为标准帧，协议详细说明见表 4-1。



表 4-1 转向系统电控单元通信协议格式

发送	接收	ID	周期	数据位	含义
VCU	ECU	0x314	50ms	1	1 工作, 0 停止 ^①
				1	预留 ^②
				1	1 设置当前位置为中位, 0 该命令失效 ^③
				1	预留 ^④
				4	预留 ^⑤
				16	角度旋转到当前数值对应角度 ($-720^{\circ} \sim +720^{\circ}$), 0° 为中点位置 ^⑥
				16	预留 ^⑦
				24	预留 ^⑧
ECU	VCU	0x18F	100ms	8	ECU 状态 ^⑨
				16	当前角度值 ^⑩
				16	当前电机电流 ^⑪
				8	预留 ^⑫
				8	ECU 温度 ^⑬
				8	预留 ^⑭

① bit0 = 1 → ECU 进入工作模式; bit0 = 0 → ECU 进入停止模式。

② bit1 = 0 (默认)。

③ bit2 = 1 → ECU 标定当前位置为角度中点, 即 0° (bit2 生效的时候 bit0 = 0, 即 Byte0 = 0x04)。

④ bit3 = 0 (默认)。

⑤ bit4~bit7 = 0 (默认)。

⑥ Byte1、Byte2 = 0x"××××": 例如, CCW = 80° (逆时针转角 80°) → Byte1、Byte2 = 0X0050; CW = 80° (顺时针转角 80°) → Byte1、Byte2 = 0xFFB0 ($65536-80$)。

⑦ Byte3、Byte4 = 0x0000 (默认)。

⑧ Byte5~Byte7 = 0x000000 (默认)。

备注: 手动模式操作如下:

临时进入手动模式: 只需要转向盘施加的力 $\geq 2N \cdot m$ (转矩可设置) 即可进入, 进入后过段时间会重新回到转角控制模式 (时间可设置)。

一直工作于手动模式: 发送 00 00 00 00 00 00 00 00 报文即可。

⑨ ECU 状态描述:

bit0=1: 工作模式; bit0=0: 停止模式。

bit1=1: ECU 驱动部分烧毁; bit1=0: ECU 驱动部分正常。

bit2=1: ECU 检测到故障; bit2=0: ECU 未检测到故障。

bit3=1: ECU 检测到 MOSFET 过温; bit3=0: 未检测到 MOSFET 过温。

bit4-bit7: 预留。

⑩ Byte1、Byte2 = 0x"××××": 例如, CCW = 80° (当前角度值为逆时针 80°) → Byte1、Byte2 = 0x0050; CW = -80° (当前角度值为顺时针 80°) → Byte1、Byte2 = 0xFFB0。

⑪ Byte3、Byte4 = 0x"××××": 例如, CCW 电机电流 = 50A → Byte3~Byte4 = 0xC350; CW 电机电流 = 50A → Byte3~Byte4 = 0X3CB0。

⑫ Byte5 = 0x00 (默认)。

⑬ Byte6 = 0x"××": 例如, 当前 ECU 温度 = $39^{\circ}C$ → Byte6 = 0x27。

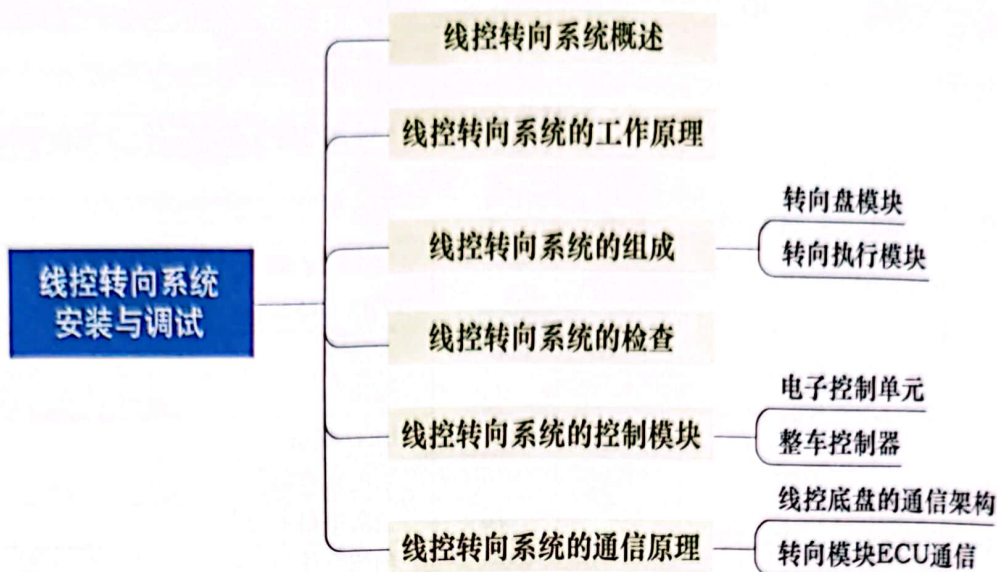
⑭ Byte7 = 0x00 (默认)。

备注: 当 300ms 内未检测到 CAN 信号, ECU 转到角度零点 (当前 ECU 标定的角度中点, 即 0°)。如果此时需要转向系统做出相应动作, 则只需要按照协议中规定的格式, 使用 CAN 总线分析仪向 CAN 总线上发送相应数据即可。比如发送数据 ID 设定为 0x314, 数据内容中相应位置按照十六进制调整为 0x0050, 发送周期设定为 50ms, ECU 接收到这一报文数据后, 会发出相应指令, 驱动转向轴转动 80° 。





资讯小结



4.4 任务准备

1. 任务计划

(1) 工具设备介绍

子任务模块	设备工具	功能备注
任务1 线控转向系统的安装	绝缘工具箱 高压防护用具 警示标识牌 翼子板防护垫	绝缘工具箱用于完成线控转向系统各部件的拆卸与安装 高压防护用具用于保护操作人员操作过程中的人身安全 警示标识牌用于安全警示，提示作业状态 翼子板防护垫用于操作过程中保护车辆
任务2 线控转向系统CAN总线的检测	绝缘工具箱 数字式万用表 数字示波器 CAN总线分析仪 计算机及上位机软件 探针及线束	绝缘工具箱用于完成线控转向系统各部件的拆卸与安装 数字式万用表用于测量CAN总线电压值 数字示波器用于测量CAN总线波形 CAN总线分析仪用于采集CAN总线上的数据并进行读取分析 探针及线束用于测量过程中的连接
任务3 线控转向系统的标定	绝缘工具箱 数字式万用表 CAN总线分析仪 计算机及上位机软件 探针及线束	绝缘工具箱用于完成线控驱动系统各部件的拆卸与安装 数字式万用表用于测量CAN总线电压值 CAN总线分析仪用于向通信总线上发送调试数据 探针及线束用于测量过程中的连接

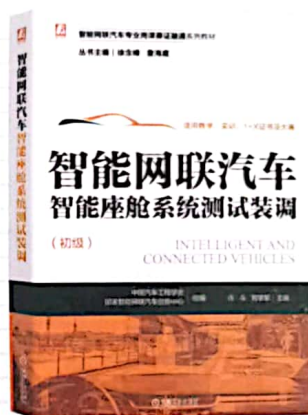


智能网联汽车专业岗课赛证融通系列教材

丛书主编 | 徐念峰 詹海庭



适用教学、实训、1+X证书及大赛



上架指导 智能网联汽车

ISBN 978-7-111-71248-0

策划编辑◎ 邢琛

编辑邮箱◎ 308030817@qq.com

封面设计◎ MX DESIGN STUDIO



机工教育
微信服务号



机工汽车编辑
(13603016884)

添加“机工汽车编辑”官方微信，
加入教师群，免费获得课件，免费申
请样书，免费收看名师直播课，更多
教学资源等着您。



定价：49.90元



扫描全能王 创建