


新能源汽车 知识读本

 吴基安 吴洋 编著

NEW ENERGY
VEHICLE



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

新能源汽车 知识读本

 吴基安 吴洋 编著

NEW ENERGY
VEHICLE

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车知识读本 / 吴基安, 吴洋编著. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 9
ISBN 978-7-115-20192-8

I. 新… II. ①吴…②吴… III. 汽车—燃料—基本知识
IV. U473

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第137089号

内 容 提 要

本书介绍了有关新能源汽车和智能汽车的科普知识, 全书共有7章, 内容包括汽车新能源、醇类汽车、燃气汽车、电动汽车、混合动力汽车、太阳能汽车和智能汽车。书中较详细地介绍了汽车新能源, 包括电能、氢能、太阳能、醇类和燃气类能源等的来源、优缺点及应用前景。其中, 醇类汽车包括甲醇汽车和乙醇汽车, 燃气汽车有天然气汽车、液化石油气汽车和氢气汽车。最后简要介绍了智能汽车的最新发展情况, 作为知识补充。

本书属于科普性读物, 既可供在汽车行业工作的读者阅读、参考, 也可供广大汽车爱好者学习。

新能源汽车知识读本

-
- ◆ 编 著 吴基安 吴 洋
责任编辑 毕 颖
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 14.5
字数: 254千字
印数: 1—4 000册
- 2009年9月第1版
2009年9月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20192-8

定价: 36.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

当前，环境与发展问题受到国际社会的普遍关注。人们越来越深刻地认识到：日益严重的全球性环境恶化，已经威胁到人类生存和社会发展。环境问题已被认为是当今社会所面临的最严峻的挑战，同时也是汽车工业需要面对的重大问题。

21 世纪的汽车工业能否继续保持其支柱产业和新技术带头产业的地位，关键就在于它的社会接受性。对于汽车工业来说，不仅要提高汽车的安全性和有效性，而且还要认真解决汽车与环境之间的诸多问题。

自从 1886 年第一辆汽车问世至今 100 多年以来，汽车能源基本上都是采用石油制品——汽油、柴油，所以，汽车造成了局部地区的环境问题，主要表现为大气污染、噪声及粉尘等。汽车对大气环境的污染，主要是汽车尾气 HC、CO、NO_x 的排放。此外，还有芳香碳氢化合物和乙醛碳氢化合物的排放，以及导致酸雨形成的 SO₂ 的排放和重金属（特别是铅和铬）的排放。

鉴于此，寻找具有环保特征的交通新能源，尤其是汽车新能源的任务显得日益紧迫。经过多年的努力，已知可能成为石油替代能源的有：电能、氢气、醇类、天然气、液化石油气、生物质能和二甲醚等，其中有些已经获得一定的应用。这些新能源各具特点，其中电能、燃气及醇类能源，从其属性、能量转换，到由此而决定的汽车结构有很大的不同；各燃料类新能源由于其理化性质与原有的石油制品——汽油、柴油存在不同程度的差异，也带来使用性能和汽车结构等方面不同程度的差异。在这些新能源中，有一定应用规模、相对成熟的品种，如醇类、天然气和液化石油气，需要有一个熟悉和优化应用的过程；对那些应用较少、某些重要性能不能满足汽车要求、许多技术或经济问题有待突破的品种，如电能、生物质能等，我们还应加大研究和攻关的力度，并在应用中逐步熟悉、提高和优化。

总之，汽车新能源面临一个需要熟悉、研究、优化应用的问题。为使广大读者尽快了解和熟悉汽车新能源，以便更好地掌握和使用新能源汽车，特编写此书。

本书在编写过程中，得到中国汽车技术研究中心、天津大学、河北工业大学、天津科技大学、天津开发区职业技术学院、军事交通学院等单位许多同志的关心、支持和帮助，他们是：商国华、杨军、于阳、许凡、冯银靖、龙文翔、陈世



华、李铁军、焦志勇、谈炳发、杨晓军、王昌军、张春润、杨生辉、李建文、齐志鹏、舒华、董素荣、董宏国、李良洪、杨华、许洪军、朱先民、张煜、徐有春、赵祥君、赵玉凡、常明、刘洪泉、袁一、李栓成、于坤炎、田玉惠等。在此，谨向他们表示衷心的感谢。

由于编者知识水平有限，书中可能有不足之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 汽车新能源	1
第一节 新能源汽车概述	1
一、传统汽车与新能源汽车	1
二、新能源汽车的智能化	4
第二节 电能	8
一、电能作为汽车能源（电动汽车）的主要优点	8
二、电能作为汽车能源（电动汽车）的主要问题	9
三、电能在汽车上（电动汽车）的应用前景	10
第三节 醇类	10
一、醇类作为汽车能源（醇类汽车）的主要优点	10
二、醇类作为汽车能源（醇类汽车）的主要问题	13
三、醇类在汽车上（醇类汽车）的应用前景	14
第四节 天然气与液化石油气	14
一、天然气与液化石油气作为汽车能源（天然气与液化石油气汽车）的主要优点	15
二、天然气与液化石油气作为汽车能源（天然气与液化石油气汽车）的主要问题	18
三、天然气与液化石油气在汽车上（天然气与液化石油气汽车）的应用前景	20
第五节 氢气	20
一、氢气作为汽车能源（氢气汽车）的主要优点	22
二、氢气作为汽车能源（氢气汽车）的主要问题	23
三、氢气在汽车上（氢气汽车）的应用前景	23
第六节 二甲醚	24
一、二甲醚作为汽车能源（二甲醚汽车）的主要优点	24
二、二甲醚作为汽车能源（二甲醚汽车）的主要问题	25
三、二甲醚在汽车上（二甲醚汽车）的应用前景	26
第七节 太阳能	26

一、太阳能作为汽车能源（太阳能汽车）的主要优点	26
二、太阳能作为汽车能源（太阳能汽车）的主要问题	27
三、太阳能在汽车上（太阳能汽车）的应用前景	27
第八节 生物质能	27
一、生物质能作为汽车能源（生物质能汽车）的主要优点	30
二、生物质能作为汽车能源（生物质能汽车）的主要问题	30
三、生物质能在汽车上（生物质能汽车）的应用前景	30
第二章 醇类汽车	31
第一节 醇类在汽车上的应用与发展概况	31
一、甲醇燃料	31
二、乙醇燃料	31
第二节 甲醇汽车	33
一、甲醇的用途、来源及性质	33
二、甲醇在汽车上的应用类型	37
三、甲醇的燃用方案	38
四、甲醇汽车典型结构与发展前景	51
第三节 乙醇汽车	57
一、乙醇的用途、来源及标准	58
二、乙醇在汽车上的应用	58
三、乙醇/汽油的应用实例	59
第三章 燃气汽车	63
第一节 天然气汽车（NGV）	63
一、天然气汽车（NGV）概况	63
二、压缩天然气汽车（CNGV）	68
三、液化天然气（LNG）在汽车上的应用	83
四、吸附天然气（ANG）在汽车上的应用	88
第二节 液化石油气汽车（LPGV）	91
一、液化石油气汽车概况	92
二、液化石油气汽车供气系统	95
三、LPG / 汽油双燃料发动机应用实例	102
第三节 氢燃料汽车	106
一、氢气与氢燃料汽车概述	106
二、液化氢汽车的供氢系统	113



三、氢气发动机结构技术	116
四、氢燃料汽车主要性能	119
第四章 电动汽车	121
第一节 电动汽车概述	121
一、电动汽车的应用和发展历程	121
二、电动汽车主要特点	123
三、电动汽车的类型	124
第二节 电动汽车的结构与原理	129
一、电动汽车总体结构	129
二、电动汽车的工作原理	131
第三节 电动汽车用电池	132
一、动力电池(常用蓄电池)	132
二、燃料电池	138
第四节 电动汽车的电动机驱动系统与管理系统	150
一、电动汽车电动机驱动系统的总体方案	150
二、典型的驱动电动机	153
三、电动汽车的管理系统	159
第五章 混合动力汽车	161
第一节 混合动力汽车概述	161
一、纯电动汽车的不足	161
二、混合动力汽车的优点	162
第二节 混合动力汽车的结构和原理	163
一、混合动力汽车结构类型及原理	163
二、内燃机/电动机混合动力汽车结构类型及原理	165
第三节 内燃机/电动机混合动力汽车实例	171
一、日本丰田 Prius 轿车	171
二、德国大众 Golf (高尔夫) 轿车	178
第四节 混合动力汽车的关键技术与展望	179
一、混合动力汽车的关键技术	179
二、混合动力汽车发展前景	182
第六章 太阳能汽车	183
第一节 太阳能	183
一、太阳简介	183



二、太阳能及其利用	184
三、我国太阳能资源	189
第二节 太阳能汽车概述	190
一、什么是太阳能汽车	190
二、太阳能汽车发展概况	191
第三节 太阳能汽车构造	192
一、车身和底盘	192
二、驾驶控制系统	193
三、电力、驱动及机械系统	194
第四节 太阳能汽车设计举例	199
一、太阳能汽车设计时的考虑因素	199
二、太阳能汽车实例	200
第七章 智能汽车	206
第一节 智能汽车概述	206
一、智能汽车的服务领域及主要功能	206
二、智能汽车基本结构	208
第二节 智能汽车关键技术	210
一、智能汽车技术现状	210
二、智能汽车发展趋势	218

第一章 汽车新能源

第一节 新能源汽车概述

一、传统汽车与新能源汽车

1. 传统汽车总体构造

传统燃油汽车通常由发动机、底盘、车身、电气与电子设备 4 部分组成。其总体构造如图 1-1 所示。

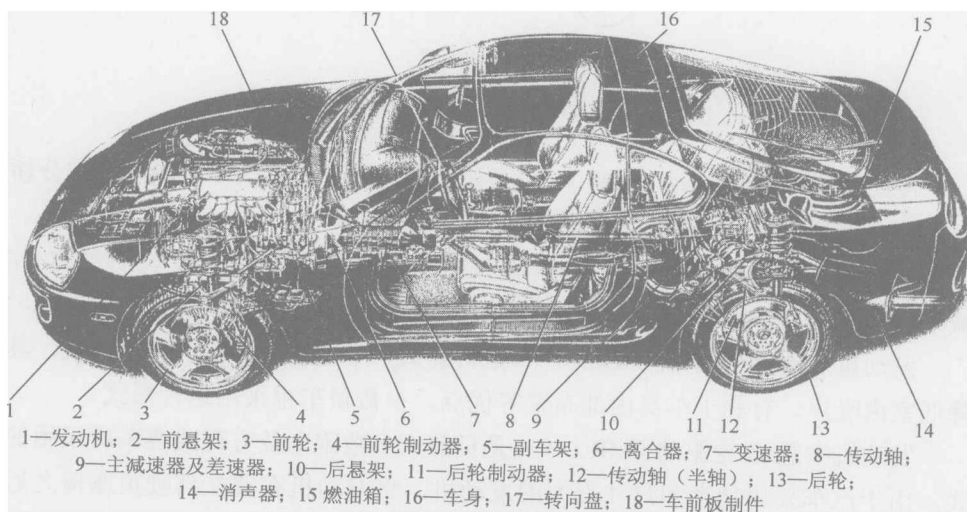


图 1-1 传统燃油汽车总体结构

(1) 发动机。

其功用是使输进汽缸内的燃料燃烧而发出动力。现代汽车广泛应用往复式内燃机，它一般由机体、曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统、启动系统等部分组成。

为了满足不同使用要求，汽车的总体构造和布置形式可以各不相同。按发动机和各个总成相对位置的不同，传统燃油汽车的布置形式通常有如下 5 种，



如图 1-2 所示。

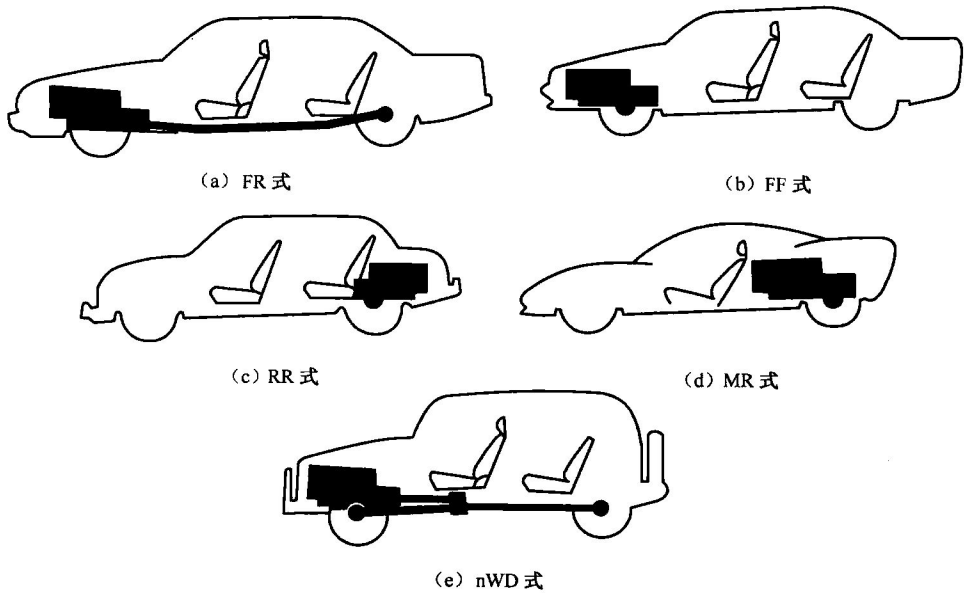


图 1-2 传统燃油汽车的布置形式

发动机前置/后轮驱动 (FR) ——是传统的布置形式。大多数货车、部分轿车和部分客车都采用这种形式。

发动机前置/前轮驱动 (FF) ——是在轿车上盛行的布置形式,具有结构紧凑、减小轿车质量、降低地板高度、改善高速行驶时的操纵稳定性等优点。

发动机后置/后轮驱动 (RR) ——是目前大、中型客车盛行的布置形式,具有降低室内噪声、有利于车身内部布置等优点。少数轿车也采用这种形式。

发动机中置/后轮驱动 (MR) ——是目前大多数跑车及方程式赛车所采用的形式。由于汽车采用功率和尺寸很大的发动机,将发动机布置在驾驶员座椅之后和后轴之前有利于获得最佳轴荷分配和提高汽车性能。此外,某些大、中型客车也采用这种布置形式,把配备的卧式发动机装在地板下面。

全轮驱动 (nWD) ——所有车轮都驱动是越野汽车特有的形式,通常发动机前置,在变速器后面装有分动器,以便将动力分别传送到各个车轮上。

(2) 底盘。

其功用是接受发动机的动力,使汽车产生运动,并保证汽车按照驾驶员的操作正常行驶。

底盘通常由下列部分组成。



传动系统——将发动机发出的动力传递给驱动车轮。

行驶系统——使汽车各总成及部件安装在适当位置，对全车起支承作用和对路面起附着作用，缓和道路冲击和震动。

转向系统——使汽车按驾驶员选定的方向行驶。

制动系统——使汽车减速或停车，并可保证驾驶员离去后汽车可靠地停驻。

(3) 车身。

车身是驾驶员的工作场所，也是装载乘客和货物的部件。它包括车前板制件（俗称车头）、车身本体，还包括货车的驾驶室和货厢以及某些汽车上的专用作业设备。

(4) 电气与电子设备。

电气与电子设备包括电源组（蓄电池和发电机）、发动机启动系统和点火系统、照明和信号装置、仪表、导航系统、电视、音响、电话等电子设备，以及微处理机、中央计算机和各种人工智能装置等。

2. 新能源汽车

一种能源很难在所有的方面都很好，而其可否作为汽车能源，主要取决于它的综合性能。在不同的时代，这些基本素质或条件具有不同的权重，如 20 世纪 60 年代之前，人们几乎没有实质性的环境意识，而时至今日，对环境的影响已成为决定能源取舍十分重要的砝码。

经过多年的研究，已知可能成为石油替代能源的有：电能、氢气、甲醇、乙醇、天然气、液化石油气、二甲醚、太阳能和生物质能等。它们的优、缺点和应用前景见表 1-1。

上述能源有的仍处于研究开发阶段，如电能、氢气、二甲醚、太阳能和生物质能等；有的已经得到应用，而且有了一定的应用规模，例如天然气汽车、液化石油气汽车和醇类（甲醇）汽车都有了几十年的应用历史，这类汽车的保有量均达数百万辆。但相对于目前汽车的基本能源——汽油和柴油，这类可替代石油的能源仍属于新能源；从应用的角度来看，数百万辆只能算是初具规模，如约 600 万辆的天然气（含液化石油气）汽车，还不到世界汽车保有量 7.2 亿辆的 1%。

总之，新能源汽车包括醇类汽车（甲醇汽车、乙醇汽车等）、燃气汽车（天然气汽车、液化石油气汽车、氢气汽车等）、混合动力汽车（内燃机+电动机）、电动汽车、太阳能汽车等，其中醇类汽车、燃气汽车、混合动力汽车都装有内燃机（发动机），而电动汽车、太阳能汽车则不装备内燃机（发动机）。

表 1-1

汽车新能源的比较与展望

新能源	主要优点	主要缺点或问题	现状与前景
电能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电能来源非常丰富, 且来源方式多; 2. 直接污染及噪声很小; 3. 结构简单, 维修方便 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 蓄电池能量密度小, 汽车续驶里程短, 动力性较差; 2. 电池质量大, 寿命短, 成本高; 3. 蓄电池充电时间长 	从总体看仍处于试验研究阶段, 要完全解决技术上的难题并降低成本, 还需要一定的时间; 公认的未来汽车的主体
氢气	<ol style="list-style-type: none"> 1. 氢气来源非常丰富; 2. 污染很小; 3. 氢的辛烷值高, 热值高 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 氢气生产成本高; 2. 气态氢能量密度小且储运不便, 液态氢技术难度大、成本高; 3. 需开发专用发动机 	仍处于基础研究阶段, 制氢及储带技术有待突破; 有希望成为未来汽车的重要组成部分, 但前景尚难估量
天然气	<ol style="list-style-type: none"> 1. 天然气资源丰富; 2. 污染小; 3. 天然气辛烷值高; 4. 天然气价格低廉 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建加气站网络要求投资强度大; 2. 气态天然气的能量密度小, 影响续驶里程等性能; 3. 与汽油车比动力性低; 4. 储带有所不便 	在许多国家获得广泛使用并被大力推广, 已有约 100 万辆; 是 21 世纪汽车的重要品种
液化石油气	<ol style="list-style-type: none"> 1. 液化石油气来源较为丰富; 2. 污染小; 3. 液化石油气辛烷值较高 	面临天然气汽车的类似问题, 但程度较轻	目前世界上液化石油气汽车的保有量达 400 多万辆; 是 21 世纪汽车的重要品种
甲醇、乙醇	<ol style="list-style-type: none"> 1. 甲醇、乙醇、来源较为丰富; 2. 辛烷值高; 3. 污染较小 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 甲醇的毒性较大; 2. 需解决分层问题; 3. 对金属及橡胶件有腐蚀性; 4. 冷启动性能较差 	已获得一定程度的作用; 可以作为能源的一种补充, 在某些国家或地区可能保持较大的比例
二甲醚	<ol style="list-style-type: none"> 1. 二甲醚来源较为丰富; 2. 污染小; 3. 十六烷值高 	面临与液化石油气类似的储运方面的问题	正在研究开发; 采用一步法生产二甲醚成本大幅度下降后, 可望有较好的发展前景
太阳能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 来源非常丰富, 可再生; 2. 污染很小 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 效率低; 2. 成本高; 3. 受时令影响 	正在研究; 达到实用需要相当长的时间
生物质能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 来源丰富, 可再生; 2. 污染小 	<ol style="list-style-type: none"> 2. 供油系部件易堵塞; 2. 冷启动性能较差 	可以作为能源的一种补充, 应用于某些国家或地区

二、新能源汽车的智能化

智能汽车是指具有人类思维功能的汽车。这种汽车目前尚处于研究阶段, 预



计在 21 世纪将逐步实用化。作为当今时代的新能源汽车，则更应智能化。

1. 智能汽车的基本状况

智能汽车与传统汽车的本质区别在于：智能汽车是一种信息化的汽车产品，需要实现车载通信、信息加工处理、环境探测、辅助控制（含自动驾驶）等多项功能，即智能汽车至少应当具有以下功能。

(1) 信息收集和交换。

除了用于汽车本身的控制和操作之外，还可以提供全方位的信息服务，包括与全球信息网络连通的汽车导航系统、多媒体办公自动化系统、电视电话、高清晰度彩色电视机、高保真音响等。

另外，汽车仪表将完全实现电子化、彩色化，并且采用风窗玻璃显示、屏幕显示和语音报警，而且语音控制将得到普遍应用，成为人与汽车交流、对话的重要方式。

(2) 自动控制。

汽车通过对本身信息的分析和判断，实现对汽车各种系统的自动控制，使汽车始终保持在最佳的工作状态。这些系统包括目前已经实用化的发动机电子控制系统、自动变速系统、制动防抱死系统、牵引力控制系统、主动油气悬架、四轮转向系统等。

目前人们正在研究与开发汽车自动驾驶系统，该系统能根据道路提供的情况，通过分析和判断，来代替驾驶员进行操作。这将使汽车的智能化达到一个更新、更高的水平。

智能汽车的主要控制系统和装置如图 1-3 所示。

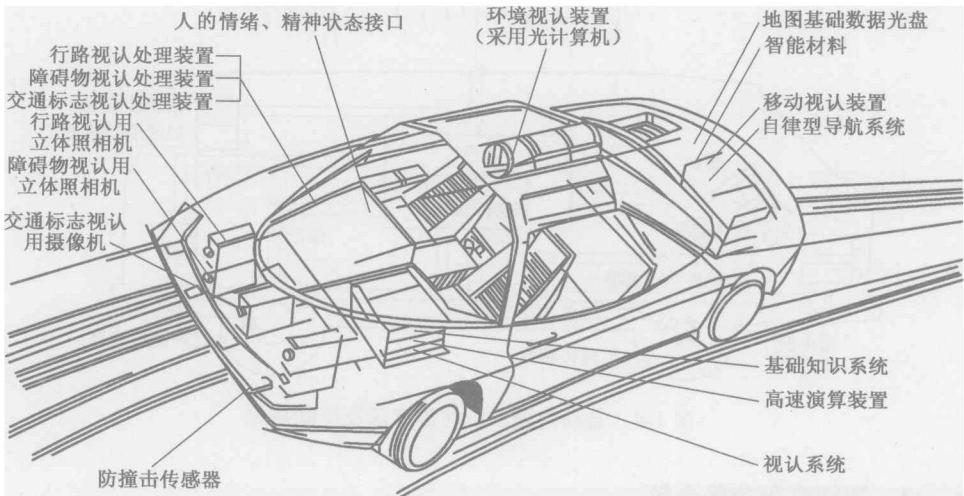


图 1-3 智能汽车主要控制系统和装置



2. 自动驾驶系统

汽车自动驾驶系统又叫自动巡航系统，是一种比汽车导航系统更加先进的智能系统。如果说汽车导航系统是在宏观上帮助驾驶员确定汽车的方向和路线的话，那么汽车自动驾驶系统则是在微观上具体代替驾驶员的实际操作，因为汽车自动驾驶系统可以部分或全部地代替驾驶员的操作。

要实现这种汽车自动驾驶系统，不是一件很容易的事情。因为在汽车行驶中，驾驶员是根据道路上的各种信息（主要是视觉图像），经过大脑的分析和判断，然后通过手和脚来改变行驶状态的各种驾驶操作（包括转向、加速、制动等）。因此，一个汽车的自动驾驶系统，至少应当具备以下部分。

(1) 各种信息的接收装置，用来代替驾驶员的眼睛和其他感官。

目前，正在研究中的接收装置包括可变焦距摄像机，可接收道路周围的图像，包括道路边界位置、地形、障碍物，其他车辆和行人等；小型雷达，可发现障碍物及测量其与车的距离；激光测距仪，可精确地测量目标距离；远红外传感器，可在夜间测量远红外强度以判断物体的存在。

(2) 对信息分析和判断的装置，用来代替驾驶员的大脑。

目前，计算机已能承担此项任务。计算机可根据所接受的信息进行分析和判断，并发出适当改变行驶状态的指令。

(3) 改变行驶状态的执行装置，用来代替驾驶员的手和脚。

图 1-4 所示即为汽车自动驾驶系统所用的一些传感器和控制装置。

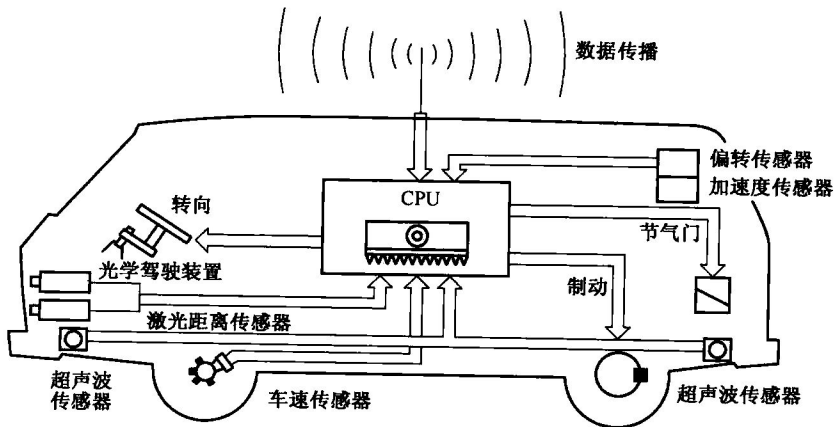


图 1-4 自动驾驶系统的传感器及控制装置

3. 智能汽车公路系统

智能汽车公路系统是智能汽车与高速公路相结合的系统，如图 1-5 所示。它的

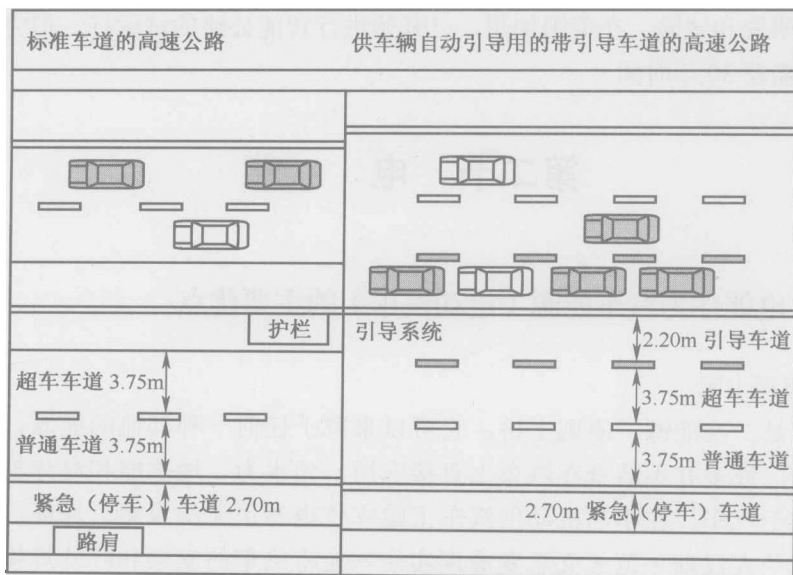


图 1-5 智能汽车公路系统示意图(列队自动行驶)

总目标是,使智能汽车在公路上能够以较高的车速安全地列队自动行驶,从而大大提高道路的通行能力和安全性。智能汽车的导航系统和自动驾驶系统需要道路提供各种信息。这些信息有以下几种。

宏观的道路网络信息,包括全球定位系统及区域定位系统、数字地图、实时的交通信息、导航信息等,以便汽车选择最通畅的路线。

即时的道路信息,包括道路的边界、车道的标线、各种固定的和可变的交通信号和标志等,以便汽车能够通过摄像机和计算机明确地加以识别,从而保持在车道上正常行驶。在遇到各种限速及其他危险标志时,汽车能主动采取减速和制动措施。

除了道路提供的信息外,汽车本身还应具有雷达、激光或超声波装置,可以测定前车的速度和距离,并通过计算机的运算,控制汽车的车速,以便与前车保持一定的安全距离。

在路面上,还要增加一个自动引导车道,供汽车列队行驶。遇到危险时,列队行驶的汽车将同时接到信号,从而同时制动。汽车也可随时退出引导车道。

此外,引导车道还有可能向汽车提供磁力方向信号和传送电力,使汽车用电力行驶。

目前，美国和欧洲都制订了庞大的智能汽车公路系统计划，动员各方面的力量来进行研究和试验。在美国加州，已开始进行智能公路的试运行，但完成这个计划大约需要 30 年时间。

第二节 电 能

一、电能作为汽车能源（电动汽车）的主要优点

1. 来源丰富

电能是二次能源，原则上讲，它可以来源于任何一种其他的能源。能源的种类很多，许多并不适合在汽车上直接应用，如水力、地热能和海洋能等不可能直接用于汽车，在小巧机动的汽车上建立核电站也无法设想。风能汽车的设想曾由荷兰人汉斯·范·文思变成现实——他将风车的支架和叶片焊接在一辆小汽车上，制成了速度为 10km/h 的风能汽车，但风能汽车成为汽车的一个商业品种并不现实。应当指出，这些即将成为 21 世纪重要能源，而且更长远考虑会成为人类能源基础的能源品种，并不宜在汽车上直接应用，但不意味着它们转化为二次能源后仍不适合在汽车上应用。因此，电动汽车的能源来源是极其丰富的。

2. 运行零污染且噪声小

电动汽车在行驶中无废气排出，因此不污染环境。从这个意义上讲，电动汽车可以称为“零污染汽车”。

另外，电动汽车的电动机只作回转运动，振动和机械噪声都很小，同时没有内燃机令人讨厌的燃烧噪声和进、排气噪声。

3. 结构简单，维修方便

电机（包括电动机和发电机）相对内燃机而言结构较为简单，工作条件较好（不承受内燃机工作时的高温、高压和交变载荷），零部件故障少，维修较为方便。

4. 能源效率高

图 1-6 为电动汽车与内燃机汽车（汽油车）能源利用总效率的比较。

电动汽车还具有停车不消耗能源和制动能量易于回收的优点，按目前的水平，电动汽车的能源利用总效率比汽油车约高 40%，比柴油机也高。此外，电动汽车可利用夜间剩余电力充电，使发电设备的利用率提高。