

新型轿车电子控制系统检修精华

AODIXILIEJIAOCHE

奥迪系列轿车

电子控制系统原理 与检修精华

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新型轿车电子控制系统检修精华

奥迪系列轿车

电子控制系统原理与检修精华

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书全面系统地对奥迪系列轿车电子控制系统原理与检修做了细腻精辟的讲解。内容包括：A6L 车载蓝牙系统，太阳能天窗系统，多媒体可视防撞图声报警系统，发动机电控燃油喷射系统，电子巡航控制系统，安全气囊控制系统，制动防抱死系统，总线系统，奥迪 A6、A6L、A4、A4L 系列轿车自动空调系统，以及电子控制仪表指示灯及闪光器电路和供电系统的原理与故障检修。

本书立意明确，结构合理，通俗易懂，既可作为奥迪系列轿车保养与维护人员及驾驶人员学习用书，也可作为汽车电子职业院校相关学科的教学参考书，还可供奥迪汽车电子电路维修培训班的初学者、销售人员或汽车产品开发及生产技术人员和广大电子爱好者阅读。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

奥迪系列轿车电子控制系统原理与检修精华 / 孙余凯等编著. —北京：电子工业出版社，2013.6
（新型轿车电子控制系统检修精华）
ISBN 978-7-121-20721-1

I. ①奥… II. ①孙… III. ①轿车—电气设备—理论②轿车—电气设备—车辆修理 IV. ①U469.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 131731 号

策划编辑：谭佩香

责任编辑：鄂卫华

印 刷：中国电影出版社印刷厂

装 订：中国电影出版社印刷厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：787×1092 1/16 印张：20 字数：487 千字

印 次：2013 年 6 月第 1 次印刷

定 价：45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前言

PREFACE

电子技术在汽车上有了广泛的应用，它使汽车在总体结构、工作原理，以及使用与维修等方面都发生了根本性的变化。现在的汽车技术含量高、电路结构复杂，新的电子控制技术在汽车各个系统上的应用越来越广泛。为了满足汽车用户及汽车保养和维修人员的需要，我们编著了《奥迪系列轿车电子控制系统原理与检修精华》一书，本书的主要目的是为广大奥迪系列轿车用户与保养和维修人员介绍电子技术在奥迪轿车上的最新应用，以及对这些最新型的电子技术应用电路故障的检修方法。

1. 选材宗旨，读者至上

本书在编写过程中，本着从广大奥迪轿车用户与保养和维修人员工作的实际需要出发，在内容上力求简明实用、通俗易懂。重点针对广大奥迪轿车用户与保养和维修人员在实践中遇到的最新电子技术在汽车上的实际应用为例，讲解其电路原理与故障检修方法，为设计、使用、保养与维修人员提供必备的理论基础及维修思路和方法。

2. 内容新颖，布局合理

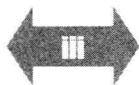
本书是根据广大奥迪轿车用户与保养和维修人员的实际需要选择内容，安排顺序，谋篇布局。内容包括：A6L 车载蓝牙系统，太阳能天窗系统，多媒体可视防撞图声报警系统，发动机电控燃油喷射系统，电子巡航控制系统，安全气囊控制系统，制动防抱死系统，总线系统，A6、A6L、A4、A4L 系列轿车自动空调系统，以及电子控制仪表指示灯及闪光器电路和供电系统的原理与故障检修。

3. 详略得当，适于自学

本书是为指导广大奥迪系列轿车用户与保养和维修人员学习最新的轿车电子技术而组织编写的。本书的特点是起点低，可供具有中等以上文化程度的广大奥迪系列轿车用户与保养和维修人员使用，但也兼顾了不同技术水平的读者的需要，故实用面广泛。

本书在编排上，从基础知识入手，逐步深入介绍故障检修方法、应用技术资料。内容上浅显通俗，图文并茂。

适合于自学，既可作为广大奥迪轿车用户使用本书时参考，又可作为广大奥迪系列轿车保养和维修人员阅读，也可供奥迪系列轿车维修培训班、汽车中等职业技术学校汽车电子技术学科的教学参考书，还可供汽车电子产品开发及生产技术人员和广大汽车电子爱好者阅读。



4. 简明实用，突出重点

本书最大特点是内容新颖，简明实用。反映现代奥迪系列汽车最新电子应用技术，对原理的阐述简略，以读者能看懂读通为原则，尽量以具体的新车型、以简略的方式介绍奥迪轿车电子设备，使读者一目了然，以便于读者理解和快速了解这些最新电子应用技术与检修技术，快速解决问题。

奥迪系列轿车新型电子控制系统原理与检修精华，以最新型奥迪系列轿车电子应用技术为切入点，以方便广大奥迪系列轿车用户与保养和维修人员学习及维修这些最新的汽车电子技术应用设备为重点，尽量将这些重点放在突出位置上讲深讲透，还配有大量图表说明，以助读者学习应用。

本书主要由孙余凯、吴鸣山、项绮明统稿编著，参加本书编写的人员还有项天任、王华君、金宜全、孙永章、刘跃、张朝纲、罗国风、王国珍、孙余正、项宏宇、丁秀梅、周志平、孙余平、吴永平等同志编写。

本书在编写过程中，参考了国内外有关奥迪系列轿车电子技术方面的期刊、书籍、报纸及资料，在这里谨向有关单位和作者一并致谢。同时对给予我们支持和帮助的有关专家和部门深表谢意！

由于汽车电子技术发展极为迅速，限于作者水平有限，书中存在的不足之处，诚请专家和读者批评指正。

图书联系方式：tan_peixiang@phei.com.cn

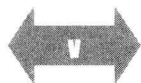
编著者
2013年4月



目录

CONTENTS

第 1 章	奥迪 A6L 车载蓝牙系统原理与故障检修	1
1.1	车载蓝牙技术的功能与特点	1
1.2	车载蓝牙技术应用场合与模式	3
1.3	车载免提系统的类型	4
1.4	车载蓝牙免提系统的功能与组成	5
1.5	车载蓝牙免提系统	8
1.6	车载蓝牙系统故障检修方法	14
第 2 章	奥迪系列轿车太阳能天窗系统原理与故障检修	17
2.1	太阳能天窗系统的作用与特点	17
2.2	太阳能天窗系统的结构与原理	18
2.3	太阳能天窗系统常见故障检修方法	21
第 3 章	奥迪系列轿车多媒体可视防撞图声报警系统原理与故障检修	23
3.1	多媒体可视防撞图声报警系统	23
3.2	多媒体可视防撞图声报警系统的基本构成	24
3.3	多媒体可视防撞图声报警系统倒车摄像机电路	27
3.4	多媒体可视防撞图声报警系统的车道保持辅助电路	34
3.5	多媒体可视防撞图声报警系统驻车辅助电路	39
3.6	多媒体可视防撞图声报警系统的驻车辅助电路	40
3.7	多媒体可视防撞图声报警系统的换道辅助电路	47
3.8	多媒体可视防撞图声报警系统换道辅助电路的工作原理	50



3.9	多媒体可视防撞图声报警系统换道辅助电路故障的分析与检修	59
3.10	多媒体可视防撞图声报警系统的车道保持辅助系统故障的分析与检修	64
3.11	多媒体可视防撞图声报警系统的驻车辅助系统故障的分析与检修	65
3.12	多媒体可视防撞图声报警系统倒车摄像机电路故障的分析与检修	70
第 4 章	奥迪系列轿车发动机电控燃油喷射系统电路原理与故障检修	73
4.1	发动机电控燃油喷射系统电路的基本组成	73
4.2	发动机电控燃油喷射系统电路的常用元器件	75
4.3	发动机电控燃油喷射系统基本电路	77
4.4	发动机电控燃油喷射系统常见故障的检修	91
第 5 章	奥迪系列轿车巡航控制系统结构原理与故障检修	99
5.1	巡航控制系统的作用与特点	99
5.2	巡航控制系统的基本结构与工作原理	100
5.3	巡航控制系统的组成与原理	102
5.4	巡航控制系统的使用与维护	105
5.5	巡航控制系统常见故障的检修与调整	107
第 6 章	奥迪系列轿车安全气囊控制系统原理与故障检修	109
6.1	电子控制安全气囊的作用和安装位置	109
6.2	电子控制安全气囊的结构与组成	109
6.3	电子控制安全气囊系统的工作原理	115
6.4	电子控制安全气囊系统的结构原理	117
6.5	电子控制安全气囊系统的保养与维护	120
6.6	电子控制安全气囊系统故障的诊断与修理	122
6.7	电子控制安全气囊系统常见故障的检修	123
第 7 章	奥迪系列轿车制动防抱死系统原理与故障检修	127
7.1	制动防抱死系统的作用与类型	127



7.2	制动防抱死系统的基本组成与工作过程	127
7.3	制动防抱死系统组成件的特点	128
7.4	制动防抱死系统的组成原理	131
7.5	制动防抱死系统的日常保养与维护	138
7.6	制动防抱死系统故障的特征与检修思路	142
7.7	制动防抱死系统常见故障检修	145
第 8 章	奥迪系列轿车总线系统原理与故障检修	149
8.1	车载网络系统的基本功能	149
8.2	数据交换总线系统的功能特点	150
8.3	车载网络 CAN 系统故障的自诊断方法	152
8.4	CAN 总线系统常见故障的分析与检修	157
8.5	车载网络系统故障检修与诊断时应注意的问题	159
第 9 章	奥迪 A6、A6L 系列轿车自动空调系统原理与故障检修	163
9.1	自动空调系统的基本功能与基本组成	163
9.2	自动空调系统的部件查找与维修思路	164
9.3	自动空调系统检测仪器的连接与使用	167
9.4	自动空调系统故障信息的读取方法	170
9.5	自动空调系统自诊断故障代码及其含义	171
9.6	自动空调系统执行元件故障的诊断	177
9.7	自动空调系统数据流测试与诊断数据的读取	182
9.8	自动空调系统控制和显示单元 E87 的设定条件与方法	193
9.9	自动空调系统故障存储器的信息清除	195
9.10	自动空调系统主要元器件的检测	196
9.11	自动空调系统制冷故障的检修	204
9.12	自动空调系统停车加热装置故障的检修	216
9.13	奥迪 A6L 3.0 轿车（2005 年款）自动空调系列电路原理图	218
9.14	奥迪 A6 系列轿车（2001—2002 年款）空调电路原理图	222

9.15	奥迪 A6、A6L 系列轿车自动空调系统常见故障分析与检修实例	227
第 10 章	奥迪 A4、A4L 系列轿车自动空调系统原理与故障检修	233
10.1	空调系统舒适/便利功能 CAN 总线故障的检修.....	233
10.2	自动空调自诊断系统故障的诊断说明	238
10.3	自动空调自诊断系统故障的诊断方法	239
10.4	自动空调自诊断系统故障代码及可能原因与故障排除	243
10.5	自动空调系统执行元件故障的诊断与修理	260
10.6	自动空调系统的数据流测试及诊断数据	264
10.7	奥迪系列轿车（2006 年款）空调电路原理图	288
第 11 章	奥迪系列轿车电子控制仪表指示灯及闪光器电路原理 与故障检修.....	297
11.1	电子控制仪表指示灯报警电路的原理与故障检修	297
11.2	转向电子闪光器电路的原理与故障检修	301
第 12 章	奥迪系列轿车供电系统原理与故障检修	305
12.1	供电系统电路的结构原理	305
12.2	供电系统常见故障的分析与检修	306
12.3	蓄电池故障的分析与检修实例	308
参考文献		312

第 1 章 奥迪 A6L 车载蓝牙系统原理与故障检修

车载蓝牙技术在车辆上能够将不同厂家生产的移动设备（电话/电子通信系统）之间通过一个标准化的无线连接网络紧密联系在一起。

1.1 车载蓝牙技术的功能与特点

蓝牙技术是一种无线通信新技术，用于实现最高数据传输速率为 1 Mb/s、最大传输距离为 10 m 的无线通信。在车辆上实现蓝牙技术时，通常与车辆的 CAN 总线相配合进行使用。

1.1.1 车载蓝牙技术的功能

蓝牙（Blue Tooth）是 1995 年 5 月由五家世界著名的大公司爱立信（Ericsson）、诺基亚（Nokia）、东芝（Toshiba）、国际商用机器公司（IBM）和英特尔（Intel）联合宣布的一项近距离无线电通信新技术，其实质就是建立通用的无线空中接口及其控制软件的公开标准，以使通信与计算机进一步的结合，使不同厂家生产的便携式设备不使用电线或电缆的情况下，通过无线电方式，在近距离范围内相互连接起来，以实现相互使用、相互操作等功能。

由此可见，汽车系统与蓝牙技术相结合，将会给汽车的使用带来更大的方便，如果进一步与移动电话甚至 Internet 连接起来，驾驶员就可以在任何时候、任何地点均能够了解汽车的情况并进行必要的控制。

1. 汽车上网

汽车上网系统是一种无线的网络结构，通过其驾驶员就可以在车辆内像在家里一样进行上网、发 E-mail 等操作。无线因特网技术将会使驾驶员和乘员能够在车上发送电子邮件及从事网络上的各种活动，例如电子商务，网上购物，股市行情和天气预报等。

另外，采用某些专用软件，例如使用 Microsoft 公司推出的“车上网”AuloPC 软件的 WindowsCE 操作系统，就可以实现交互式语言识别等各种多媒体功能。这种功能能够有效地保障汽车行车安全，也就是驾驶员可以在手不离开方向盘、眼不离开行驶方向的情况下，与 PC 机系统交换各种信息，例如行车前方的交通状况、有无堵车、最短时间导航等。通过该系统还可以在车辆上收发 E-mail、打网络电话或进行其他上网活动等。

除此之外，有的汽车公司还在上述“车上网”的基础上，进行了功能更加强大的扩展，例如美国通用公司不但开发了“车上网”系统，而且还开发了车载自动化办公系统，由于该系统采用超高速光纤串行数据通道（MML），故具有多路数字式影音能力，可以有效地调控多信道大容量的输入、输出信号，例如 CD、DVD、显示器、电视接收天线。音响和全球卫星定位导航系统都可以与该系统进行信息交换。

2. 提供了统一的连接接口

蓝牙技术是采用短距离、低成本的无线连接替代了电缆的连接，故而为现存数据网络和小型外围设备接口提供统一的连接。蓝牙设备的工作频段选在全世界范围内均可以自由使用的 2.4 GHz（工业、科学、医学）频段。

3. 蓝牙技术用做 CAN 网络的网关

随着人们越来越多地在车辆内接听电话和采用移动电话收听音乐，蓝牙无线车载技术在汽车中的普及率会日益广泛，在汽车上将蓝牙技术用做 CAN 网络的网关，将会使汽车具有更高的无线接口能力，从而具有更广阔的市场前景。

1.1.2 车载蓝牙技术的特点

新型的汽车大都是一通过两个或更多个网络连接起来的微处理器控制系统，其最大的特点是车辆的参数可以通过软件进行个别定制，而且微处理器车辆还具有自诊断功能。为了充分利用这些特点，汽车设计人员在进行车辆设计时，将汽车系统和生产工具及服务工具（用于下载新软件、新参数或上载汽车状态、诊断信息等）之间建立双向通信关系，这些生产工具在很大程度上是基于 PC 机技术，汽车系统和生产工具间的连接是通过电缆、直接 CAN 总线或网关来实现的。最简单的方法就是通过电缆直接使 CAN 总线与 PC 机相连接，但电缆必须很短，根据 CAN 的标准在 1 Mb/s 下应小于 30 cm，在实际应用中可以再长一点，但从使用方便来说还是不够长。在新的设计中，也使用 CAN/USB（通信串行总线）网关。

蓝牙技术的最大特点是无线连接，其不仅可以用于汽车与生产工具之间，还可以在汽车和车主爱好的服务工具之间，不足之处是反应时间慢，安全性也较差。

1.1.3 车载蓝牙技术的主要技术指标与系统参数

蓝牙设备的工作频段选择在全世界范围内均可以自由使用的 2.4 GHz 的 ISM（工业、科学、医学）频段，这样用户不用申请就可以在 2402~2483.5 MHz 范围内选用适当的蓝牙无线电收发器频段。1999 年 7 月蓝牙 SIG（Special Interest Group，蓝牙特别兴趣小组）推出的蓝牙规范 1.0 版本中所提出的蓝牙技术的主要技术指标与系统参数如表 1-1 所列。这是根据美国联邦通讯委员会 FEE 的要求为基准而制定的，表 1-1 所列各项技术特征是对蓝牙系统的最低要求，少数个别技术指标没有做特别规定，其他国家在使用该标准时，一般都进行了适当的修改，蓝牙产品的实际指标大多数已经超过了该标准。

表 1-1 蓝牙技术的主要技术指标与系统参数

序号	技术指标	参数说明
1	工作频段	ISM 频段：2.402~2.480 GHz
2	工作模式	全双工，时分双工（TDD）
3	非同步信道速率	非对称连接 721 Kb/s、57.6 Kb/s，对称连接 433.9 Kb/s
4	同步信道速率	64 Kb/s
5	最大数据传输功率	1 Mb/s
6	业务类型	支持电路交换和分组交换业务
7	发射功率	美国 FCC 要求<0 dBm（1 mW），其他国家可以扩展为 200 dBm（100 mW）



(续表)

序号	技术指标	参数说明
8	调频频道数	79 个, 每个频道带宽为 1 MHz
9	频道带宽	1 MHz±140 kHz (电平 1), 1 MHz±175 kHz (电平 0), 按照 -20 dB 定义
10	调频速率	1600 次/s
11	工作模式	等待 (Park)、保持 (Hold)、呼吸 (Sniff)
12	数据连接方式	面向连接的同步链路 SCO, 面向无连接的逆布链路 ACO
13	纠错方式	1/3 前向纠错 (FEC), 2/3 前向纠错 (FEC), 自动重传 (ARQ)
14	鉴权方式	质询—相应
15	信道加密	采用 0 位、40 位、60 位密钥
16	调制技术	二进制 GFSK (BT=0.5)
17	语音编码技术	脉冲编码调制 PCM, 连接可变斜率调制 CVSD
18	接收机灵敏度	-70 dB
19	最大传输距离	10 m

1.2 车载蓝牙技术应用场合与模式

蓝牙技术是为任意实体之间建立开放连接而开发的, 但对汽车系统来说在大部分情况下是专一连接的。

1.2.1 车载蓝牙技术应用场合

蓝牙技术在车辆上的应用场合主要有以下 3 个方面:

- ① 具有蓝牙技术的车辆, 当其进入服务站以后, 蓝牙站就可以和服务站主计算机建立连接, 就可以通过蜂窝电话系统交换信息;
- ② 服务站主计算机就会提醒服务人员分配任务, 同时服务站的 PC 机与车辆建立的连接网络, 就可以下载一些需要的信息;
- ③ 服务站人员可以在其 PC 机上得到一些必要的工作指示, 故在对车辆进行服务时, 就可以通过 PC 机对服务的车辆进行控制和调节一些功能, 如空气、发动机、灯、电动车窗参数等, 也可以为任何电子控制单元下载最新版本的软件。

1.2.2 车载蓝牙技术的模式

具有车载蓝牙技术的汽车, 还可以通过 PC 机实现远距离控制, 但会遇到高实时性和不受干扰方面的问题。故应区分两种模式: 一种是连接模式, 另一种为控制模式。

在连接模式, 平常的蓝牙 MAC 层可以很好地工作, 但在停车场蓝牙站密度较高的情况下会出现一些问题。然而在控制模式, 蓝牙的 MAC 层就不是很合适。当建立连接时, 仅需要点到点的连接, 别的服务例如漫游、临近连接等会产生问题。因控制模式 MAC 的特性是由汽车制造商确定的, 所以, 必须从蓝牙 MAC 层向用户订制的 MAC 层切换。

现在具有蓝牙无线车载技术的车辆, 通常都存储有专用的蓝牙 MAC 层, 并可以通过中央微处理器 CPU 的指令在其与用户订制的 MAC 之间切换。有些蓝牙芯片还与用户订制的 MAC 相结合, 就会使安装更为方便, 可以将蓝牙单元设置在需要灵活电缆的地方, 这样就不是仅仅与上面所说的蓝牙 CAN 网关进行通信, 应用范围将更加强大。

1.3 车载免提系统的类型

从目前市场上国内外车辆使用的车载免提系统来看，车载通信系统或免提装置主要有以下几种。

1.3.1 车载免提通信系统

车载免提通信系统是指直接装载在车辆上的移动通信系统，该系统通话质量好，通话时音响自动静音，例如摩托罗拉车载电话，主要用于进口或合资高档轿车上，例如奔驰、宝马、沃尔沃、奥迪、新蓝鸟等。

1. 车载免提通信系统的组成与安装

车载免提通信系统主要由主机、电话手柄和天线三大部分组成。其中：主机多安装在车后箱的隐蔽位置，电话手柄有的车型安装在车内固定的电话托架上，有的车型安装在驾驶员旁边的扶手箱上。

2. 通话方式

车载电话多与车辆上的音响系统配合使用，一般与汽车音响相连接，当有电话打来时，汽车音响会自动静音或自动切换汽车音响原有播放的节目而进入通话状态，电话的声音通过扬声器传出，通话结束以后，汽车音响又自动转换回原来的播放状态。

1.3.2 车载免提系统工作频率与特点及组成

1. 工作频率与特点

车载免提系统在通话时，需要占用收音机的固定频率，该频率有的车型采用调频 90 MHz，有的车型采用调频 108 MHz，通话质量差，容易受到环境噪声的干扰。

2. 基本组成

车载免提系统主要由控制盒与线缆、手机组成，控制盒的一端采用专用的线缆和手机相连接，另一端采用 RF（射频）无线方式或有线方式与汽车音响相连接，使用时手机必须安放在固定支架上。

1.3.3 车载蓝牙免提系统特点与组成

1. 基本特点

车载蓝牙免提系统采用无线连接方式，具有蓝牙功能，故适用于各种具有蓝牙功能的手机。但不同的手机在初次上车使用时，需要进行一次初始的识别配对，其免提使用效果和车载免提通信系统基本相同。

2. 基本组成

车载蓝牙免提系统主要由电子单元、控制电路、麦克风与扬声器等组成。其中：电子单元是整个系统的核心（或称为“大脑”），蓝牙信号收发器就集成在该单元内部，而应答、

挂机、音响音量的大小调整等按键，都设置在控制单元上。

1.3.4 市场上蓝牙手机的主要生产厂家

人们总认为在行车时，使用普通耳机或蓝牙耳机接听电话可以增加行车安全，但由于现有的耳机都不能和音响互动，尤其是行车时既听音响又用耳机接电话，对行车安全更为不利，而且，驾驶汽车时戴耳机在法规上是不允许的。而使用蓝牙手机则可以实现“通话免动手，开车更安全”功能。

目前，市场上具有蓝牙功能的手机类型较多，很多大品牌的手机制造厂都有蓝牙功能手机的产品供应市场，如摩托罗拉、诺基亚、三星、索尼—爱立信、松下、阿尔卡特、飞利浦、波导、联想、夏新、NEC、西门子、多普达等。

1.4 车载蓝牙免提系统的功能与组成

根据用户使用情况及主机厂的角度考虑，车载蓝牙免提系统与其他免提系统相比，具有无比的优越性和极佳的功能。

1.4.1 车载蓝牙免提系统的基本功能

车载蓝牙免提系统是专为行车安全和舒适性而开发出来的，其功能特点归纳起来主要有以下两个方面。

1. 通话方式简便

具有车载蓝牙免提系统的车辆，在使用蓝牙免提系统进行电话通话时，驾驶员或使用者不需要碰触手机，双手保持在方向盘上就可控制手机，采用语言指令就可控制接听或拨打电话。驾驶员或使用者可以通过车上的音响或蓝牙无线耳机进行通话。

如果选择车上的音响或蓝牙无线耳机进行通话方式，一旦有来电或拨打电话时，车上音响会自动静音，通过音响的扬声器/麦克风来进行话音传输；如果选择车上蓝牙无线耳机进行通话，则仅需要将蓝牙耳机置于开机状态。这样，一旦有电话打来时，按下接听按钮就可以进行通话。

2. 联机方便

具有车载蓝牙免提系统的车辆，能够自动辨识移动电话，而不需要电缆或电话托架就可以与手机联机。

1.4.2 车载蓝牙免提系统的基本组成

车载蓝牙免提系统通常由天线单元、链路控制（固定件）单元、链路管理组成（软件）单元和蓝牙软件（协议）单元等四个部分共同构成，可用图 1-1 所示的基本组成方框图来表示。

1. 实现蓝牙功能的基本硬件

要实现蓝牙功能，由任一个车载蓝牙免提系统的硬件组成，都需要有天线、收发器和

基带控制单元，但有多种方案可供选择。

现在，各个公司推出的蓝牙硬件解决方案都包含天线射频单元(RF)、基带(Baseband)、微处理器(Microcontroller)、存储器(Memory) 4 个部分，但根据集成度的不同有多种模块。

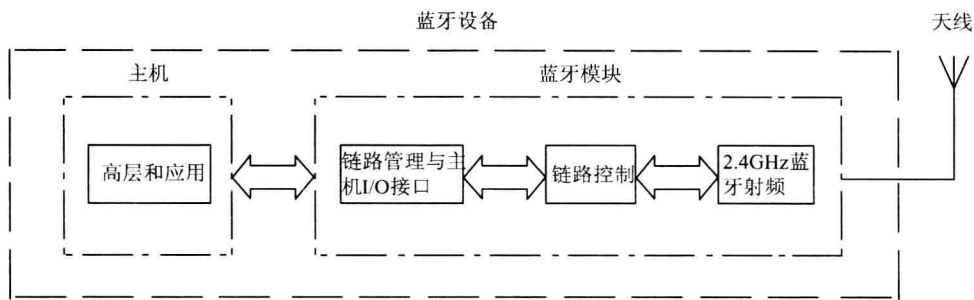


图 1-1 车载蓝牙免提系统基本组成方框图

(1) 单芯片模块

单芯片模块，就是将天线射频单元(RF)、基带(Baseband)、微处理器(Microcontroller)、存储器(Memory) 4 个部分功能电路集成在一个芯片内。

(2) 三芯片模块

三芯片模块，就是将天线射频单元(RF)和存储器(Memory) 分别集成在两块芯片中，而基带(Baseband)和微处理器(Microcontroller) 集成在另一个芯片内。

(3) 四芯片模块

四芯片模块，就是将天线射频单元(RF)、基带(Baseband)、微处理器(Microcontroller)、存储器(Memory) 4 个部分功能电路集成在各自的芯片内。

2. 天线射频单元(RF)

蓝牙天线属于微带天线，故其体积十分小巧、质量轻。其接口是基于常规无线发射功率 0 dBm 设计而成的，它的技术指标是遵守美国联邦通信委员会(FCC)有关电平为 0 dBm 的 ISM 频段的标注而设计的。

(1) 调频速率

蓝牙天线系统采用调频和扩展频谱技术，调频速率为 1600 次/s，在 2.4~2.480 GHz 之间，采用 19 个间隔为 1 MHz 的频点来实现的，发射功率可达到 100 mW，辐射范围 100 m 左右。

由于蓝牙技术在传输时每秒要进行最多 1600 次的频率变化，这样在减少了干扰的同时也保证了传输的安全性。

(2) 传输功率

天线射频单元(RF)的传输功率通常有 100 mW、2.5 mW 与 1 mW 三种。其中：100 mW 的辐射范围为 100 m，2.5 mW 的辐射范围为 10 m，1 mW 的辐射范围为 10 cm。

不过，从实验的情况来看，当蓝牙设备的功率为 1 mW (0 dBm) 时，其辐射范围一般可达 10 m 左右。不过，这些辐射范围都是变化的，而且很难计算，因为材料、墙及来自其

他 2.4 GHz 源的干扰均可能会改变所达到的范围。

3. 链路控制（固定件）单元

链路控制（固定件）单元用于执行基带协议和其他低层链路程序，包括建立网络连接、差错控制、鉴权和保密。

基带控制单元有三种纠错方案，即：1/3 前向纠错（FEC）、2/3 前向纠错（FEC）、自动重传（ARQ）。

4. 链路管理组成（软件）单元

链路管理（LM）单元用于链路的建立、鉴权、链路硬件配置与其他一些协议。LM 能够发现其他运输 LM，并能够通过链路管理器协议与之通信。LM 单元可以提供发送与接收数据、设备号请求、链路地址查询、建立连接、鉴权、链路模式协商与建立，决定帧的类型及功能模式设置等服务。

为了在较低的功率状态下，也能够使蓝牙设备进入连接状态，蓝牙链路管理（软件）系统设置有三种节能模式，也就是功能模式，这三种节能模式分别为等待（Park）状态、保持（Hold）状态及呼吸（Sniff）状态，这三种状态的节能效率及其功能说明如表 1-2 所列。

表 1-2 蓝牙三种节能模式状态的节能效率及其功能说明

工作模式	节能效率	功能说明
等待（Park）状态	最低	在该状态时，单元电路被赋予 Park 单元地址（PMA），并且按一定间隔监听主单元的信息
保持（Hold）状态	中间	在该状态时，单元电路停止传送数据，如果一旦被激活，数据传送就会立即重新开始
呼吸（Sniff）状态	最高	在该状态时，单元电路降低了从网络接收信息的速率，一会睡一会醒，如同呼吸一样

5. 蓝牙软件（协议）单元

蓝牙软件（协议）单元组成结构通常应具有如下功能：

- ① 应能够取代电缆连接线路，能够自动识别其他设备，并能够直接与外部设备进行通信；
- ② 能够进行功能设置与故障诊断工作，能够进行音频通信与呼叫控制，能够执行商用卡的交易和号簿网络协议。

1.4.3 车载蓝牙免提系统的连接方式

图 1-2 所示为车载蓝牙免提系统连接方式方框图，供读识与理解车载蓝牙免提系统的电路原理时参考。

由于车载蓝牙免提系统构造尺寸较小，故可以将其安装在小型的电气仪器中，数据传输率达到 1 Mb/s，发射器的发射作用半径为 10 m 左右，数据传输不需要很复杂的设置就可以实现。

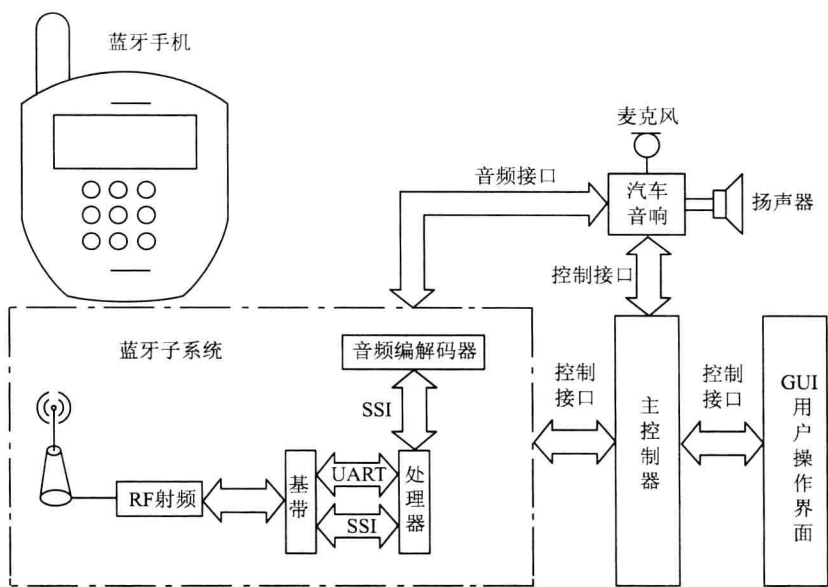


图 1-2 车载蓝牙免提系统连接方式示意图

1.5 车载蓝牙免提系统

奥迪 A6L 系列轿车车载蓝牙免提系统是在奥迪 A8 轿车车载蓝牙免提系统的基础上发展起来的，后者的功能更加强大，操作更加便捷、实用。

1.5.1 车载蓝牙免提系统的基本组成

奥迪 A6L 系列轿车车载蓝牙免提系统的基本组成如图 1-3 所示，主要是由电话发送与接收控制器 R36、手持话机 R37（也称为蓝牙听筒，内含 SIM 卡读卡器、充电器）、信号接收天线 R52 等组成的。

1.5.2 车载蓝牙系统的基本工作模式

在奥迪 A6L 系列轿车车载蓝牙系统中，手持话机与控制器 R36 之间的无线通信，是通过话机上的蓝牙天线与控制器上的蓝牙天线来实现的。该系列轿车上的蓝牙系统，还可以与用户手机进行匹配后进行使用，从而给实际使用带来了极大的方便。

1. 基本工作模式

奥迪 A6L 系列轿车车载蓝牙系统具有 3 种基本工作模式：

- ① SIM 卡访问模式，也就是 SIM 卡设置在用户的话机内；
- ② 免提功能，该模式也是将 SIM 卡设置在用户的话机内；
- ③ SIM 卡设置在车载手持的话机之中。