
1 绪论

1.1 研究背景

随着社会的发展，世界城市机动化水平明显提高，交通发展日新月异，但同时交通事故、交通堵塞、环境污染、能源消耗等问题也日趋严重，且已成为人类亟待解决的共性课题。

近年来，随着计算机技术、通信技术、控制技术等高新技术产业发展的日新月异，智能交通运输系统快速发展，并迅速应用到交通领域的各个行业，不仅有效的缓解了交通拥堵，而且对交通安全、交通事故的处理与救援、客货运输管理、高速公路收费系统等方面都会产生巨大的影响。然而，传统的智能交通系统主要侧重于整个交通系统的管理调控，以实现整个路网系统的最优化，但在提高交通安全，降低事故率等方面显著甚微。随着人们对交通安全性要求的逐步提高，传统的智能交通运输系统已无法满足居民交通出行的要求，基于安全、效率、环保的新一代智能交通系统——车路协同系统应运而生。

1.2 国内外研究现状

安全正逐步成为当今社会的焦点问题，交通安全问题已受到世界各国政府以及社会的普遍关注。目前，世界各国都在积极进行车路协同方面的研究，其中，美国、欧洲和日本的研究成果较为显著。

1.2.1 美国车路协同系统研究现状

1、IVI (Intelligent Vehicle Initiative)

1997年，美国加州的自动公路 AHS 演示结束后，美国运输部认为日益严重的交通事故是最迫切需要解决的问题，于是调整研发重点，于1998年开始组织实施IVI (Intelligent Vehicle Initiative)计划的基本宗旨和目标是预防交通事故（特别是碰撞事故）及其引起的人员伤亡，提高安全性；以人为因素为基础，防止驾驶员分神；促进碰撞防止系统的研发应用。其正在进行的研发项目有：轿车的追尾警告及偏离车道警告；重型卡车的驾驶员睡意提醒、电子控制制动系统、车辆侧翻警告及控制、追尾警告、偏离车道警告等；特殊车辆的偏离车道预防系统（扫雪车或扬雪车）；交叉路口的信号警告、左转路线建议及侧向间距建议等。

2、VSC (Vehicle Safety Communications)

2002年，7家汽车制造商：BMW、DaimlerChrysler Ford、GM、Nissan、Toyota以及VW，与美国运输部（U.S. Department of Transportation DOT）合作，共同评估通信机制，尤其是“专用短程通信”（Dedicated Short Range Communication, DSRC），亦称为“车用环境无线接取”（Wireless Access in Vehicular

Environments WA VE)，对于行车安全效能的帮助与提升。这些单位共组“车辆安全通信联盟”（Vehicle Safety Communications Consortium, VSCC）来执行为期2.5年（2002.5~2004.12）的VSC计划，针对行车安全的应用情境及系统功能定义进行研究与评估。

3、EEBL (Emergency Electronic Brake Light计划)

基于VSC计划的研究结果，VSCC中的6个成员：BMW、DaimlerChrysler、Ford、GM、Nissan以及Toyota，决定自行发展并评估一个以通信为基础的行车安全应用，即EEBL计划。该计划着重于发展行车安全应用所需的信息协议（message protocol）何时传送信息，与信息内容（message content）信息中必要的信息。

4、VII (Vehicle-Infrastructure Integration计划)

由美国联邦公路局、美国公路和运输员工协会、各州运输部、汽车工业联盟、ITS America等组成的特殊联合机构，试图通过信息与通信技术实现汽车与道路基础设施的集成应用，并以道路设施为基础，实施“汽车与道路基础设施的集成”（VII）计划。各州采用统一的实施模式，通过探测车获取实时交通数据信息，支持动态路径规划与诱导，提高道路安全与效率。VII是一个多系统集成、多学科交叉的综合性实验计划，主要包括由美国运输部（USDOT）赞助的“智能车辆先导”（IVI）计划、“车辆安全通信”（VSC）计划、“增强型数字地图”（EDMap）计划等，并且美国通信委员会（FCC）为车路通信还专门分配了5.9GHz的专用短程通信（DSRC）频段，其最终目标就是通过车载传感器与车路或车车间通信为主要信息获取手段，为驾驶者提供安全辅助控制或全自动控制支持。

目前，VII体系结构以及功能需求的雏形已于2005年7月20日形成，其高级架构基于DSRC通信协议，逻辑框架定义了数据流和数据属性等，系统的功能需求分为4个组成部分（车辆、道路基础设施、公众服务网络以及专用服务网络），将提供70多项用户服务。

5、CICAS-V (Cooperative Intersection Collision Avoidance System-Violations) 与 VSC-A (Vehicle Safety Communications-Applications)

美国的“汽车基础设施整合联盟”（Vehicle Infrastructure Integration-VII）已更名为IntelliDrive^{5, 6}，采用基于IEEE 802.11p/1609标准之WA VE/DSRC技术为其主要平台，透过V2V (Vehicle to Vehicle, V2V) 与V2I之信息交换，来达到安全、效率、节能的目标。为了发展与测试VII的行车安全应用，“车辆安全通信联盟2”（Vehicle Safety Communications 2 Consortium^{7, 8}）于2006年成立，在USDOT的赞助下着手两个相关计划：CICAS-V “7”与VSC-A “8”。CICAS计划是美国一个主要的政府与业界合作提案，目的在于发展与布建“协同式”（cooperative）V2I车（Vehicle to Infrastructure V2I）系统，用以提升路口

的行车安全。

1.2.2 欧洲车路协同系统研究现状

1、IPPreVENT

IPPreVENT 项目共包括五个方面：Safe speed; Safe following Lateral support; IntersectionsVulnerableusers Subprojects 主要的子系统包括：RESPONSE 3 (辅助驾驶系统测试技术); MAPS&ADAS (地图界面与数据标准化); ProFusion(传感信息融合)等 11 项。主要由 ERTICO 与戴姆勒-克莱斯勒汽车集团及 50 余个汽车、电子企业及研究机构合作。计划的时间从 2004 年 2 月至 2008 年 1 月。融合传感、通信与定位技术，对驾驶员进行安全信息提示，提示无效的情况下采取警告乃至辅助驾驶措施，目标是推广和加速先进的驾驶辅助系统在欧洲的应用。

2、Safespot系统

全欧洲架构之下的汽车通信系统开发计划已经启动，Safespot目前主导整个项目的开发；该项目主要研究乘用车和商用车辆在道路行驶的通信系统，以保证交通系统的安全。该开发项目由欧盟资助，于 2006 年启动，参与的国家已达 12 个，包含主要的汽车制造商，汽车零部件供应商以及大学和公路管理部门。

3、eSafety计划

eSafety由 ERTICO 最先提出，2003 年 9 月得到欧盟委员会的认可并列入欧盟计划，主要内容是充分利用先进的信息与通信技术(ICT)加快安全系统的研发与集成应用，为道路交通提供全面的安全解决方案。除自主式的车载安全装置外，还考虑车路协调合作方式，即通过车车以及车路通信技术获取道路环境信息，从而更有效地评估潜在危险并优化车载安全系统的功能。欧盟在其第 6 框架计划(FP6)中，准备启动 77 项与 eSafety相关的研究开发项目；与之相配套，欧盟委员会还推荐了 28 项行动计划，可归纳为 3 类，即社会公共基础设施建设(包括道路交通基础设施及体系架构、电信基础设施等)；车辆预防与保护系统(包括车载智能终端系统、事故前安全辅助驾驶系统、事故中车内人员保护系统、事故后紧急救援系统等)；以及事故原因分析、人为因素(Human Factor)研究、成本效益分析等。

1.2.3 日本车路协同系统研究现状

1、UTMS

UTMS 是建立于 1996 年 4 月的公司法人(CorporateJuridicalPerson)组织 UniversalTrafficManagement Societyof Japan的简称；同时也是系统 Universal Traffic Management System的简称。该单位的监督者(Supervision)是日本警察厅(National Police Agency of Japan)成员则包括企业、政府等多个单位。UTMS 包括 ITCS (Integrated Traffic Control System)等十一个子系统。与交通安全

相关的主要是 DSSS 子系统。

DSSS 自 1998 年开始研究至今，现阶段（截至 2007 年 10 月）试用地点在爱知县（Aichi）；研究内容包括 Head-on Collision Information Provision 项。警示的方式包括信息提供级、决策级与干涉级，以声音、图像和振动的方式提示驾驶员。从现有的文献来看，UTMS 研究主要集中在物理系统的搭建，将红外线信标（IR Beacon）作为常规检测器的补充，不但可起到检测作用，还可以与车载设备进行双向通信；车上有车载设备；路边有决策设备（Decision Making Unit）。

1998 年至 2000 年，分别开展事故分析与模型建立等基础研究工作；自 2001 年至 2006 年有 4 次校核测试，测试后对驾驶员的问卷表明，70% 到 80% 驾驶员认为系统是有效的。截至 2007 年 10 月，已在道路上安装了 47766 套红外线信标。

2、VICS

日本的车载信息通讯系统 VICS (Vehicle Information Communications System Center) 于 1991 年开始，已经成为日本 ITS 建设的基础和核心。VICS 早在 1996 年就试制了引导车辆到达各自目的地，并运用远红外信标、短波信标或调频广播副载波作为传输介质，发布实时交通信息的动态导航系统。

到 2003 年 6 月末，日本装有汽车导航系统的车辆已达 1200 多万辆，同时装有汽车导航系统和车载信息通讯系统 (VICS) 接收器的车辆也达 700 多万辆。VICS 系统的使用缓和了交通拥堵问题，缩短了汽车行驶时间，节省了汽油费等各项开支，并使物流高效化，通过普及车载终端可促进信息通讯产业的发展由于缓和拥堵可减少二氧化碳的排放量减少了对环境的污染。

3、Smartway

根据日本的“Intelligent Road Schema/Smartway 2001”计划，日本政府、企业以及研究机构正在积极推动日本 ITS 进新的发展阶段，即遵循 ITS 的系统集成理念，融合现有系统如“车辆信息和通信系统”（VICS）、“不停车自动电子收费系统 (ETC)”、“先进辅助巡航道路系统”（ACAHS）以及信息与通信技术 (ICT) 等，实现 ITS-Integrated Infrastructure 即“Smartway”。

基于统一与协调一致的行动方针，Smartway 2007 示范系统还将向用户提供以几方面的信息服务：

(1) 辅助安全驾驶信息服务：通过路侧设的一系列传感器检测前方道路转弯处或线死角区域是否发生交通阻塞或存在路面障碍物等，并通过车路通信系统向驾驶者提供实时道路信息。

(2) 静止图像信息服务：通过闭路电视摄像机采集的道路环境状况信息，以静止图像的形式提供给驾驶者，例如在隧道入口处可以清楚地了解到出口处的车流情况等。

(3) 浮动车信息采集服务：基于浮动车技术实现实时交通信息的获取，并通

过车路通信系统，并将天气、路面情况以及高危地段等信息迅速提供给临近的车辆。

(4)道路汇集援助服务：通过专用短程通信(DSRC) 天线检测行驶于主干道上的车辆，当车辆接近道路汇集处时，将通过车路通信系统向有关驾驶者发出警示信息。

(5)停车场电子付费服务：通过车路通信系统实现停车场电子付费服务。

(6)宽带互联网连接服务：通过车路通信系统实现宽带互联网连接服务。

车路协同综合交通运输管理系统的现代化、信息化和智能化建设是首要的研究课题。

从美国、欧洲和日本等交通发达国家在智能车路领域的研究、应用以及发展趋势可以看出：尽管各国对其称谓不一，如美国的“汽车与道路基础设施的集成”(VII)、欧盟的 eSafety、日本的 Smartway 等，内容也不尽相同，但都是以道路和车辆为基础、以信息处理与通信技术为核心、以出行安全和行车效率为目的，并将道路交通基础设施的智能化及其与车载终端一体化系统的协调合作作为研发方向和突破重点。然而，国内对此的研究还处于跟踪调研阶段，没有深入研究与实际应用。

1.2.4国内车路协同系统研究现状

近年来，车路协同系统的研究已引起国内众多人士的关注，但大多停留于理论层面。2009年，同济大学交通运输工程学院杨晓光教授课题组申请到为期三年的国家自然科学基金——《基于车路协调的下一代道路交叉口交通控制技术探索研究》，首次将车路协同系统与交通控制相结合，将国内车路协同系统研究推向实践。

1.3 研究目的及意义

研究车路协同系统的目的意义在于：运用先进的通信技术、计算机技术、信息采集技术等高新技术，使用多学科交叉融合的研究方法，改进完善交通信息的智能感知与实时采集手段，提高交通信息资源的实时性及有效性，实现人、车、路、环境各要素之间的相互协同，从而有效地改善交通安全、缓解交通拥堵、提高交通运行效率、实现节能减排，同时为相关学科的发展提供新的研究方向和发展机遇，从而推动交叉学科新理论、新方法、新技术、新应用的产生和发展。

1.4 研究内容

车路协同系统将先进的信息采集技术、定位导航技术、数据通信技术、计算机网络技术、人工智能技术以及系统综合技术等有效地集成并运用，通过车车、车路、车群通信实现交通参与者、交通工具及交通环境之间的有机结合，从而显

著提高交通系统的安全与效率，是智能交通运输系统的最高形式和最终归宿，代表着未来道路交通的发展方向，是中国实现道路交通可持续发展的必由之路。

其主要研究内容有：

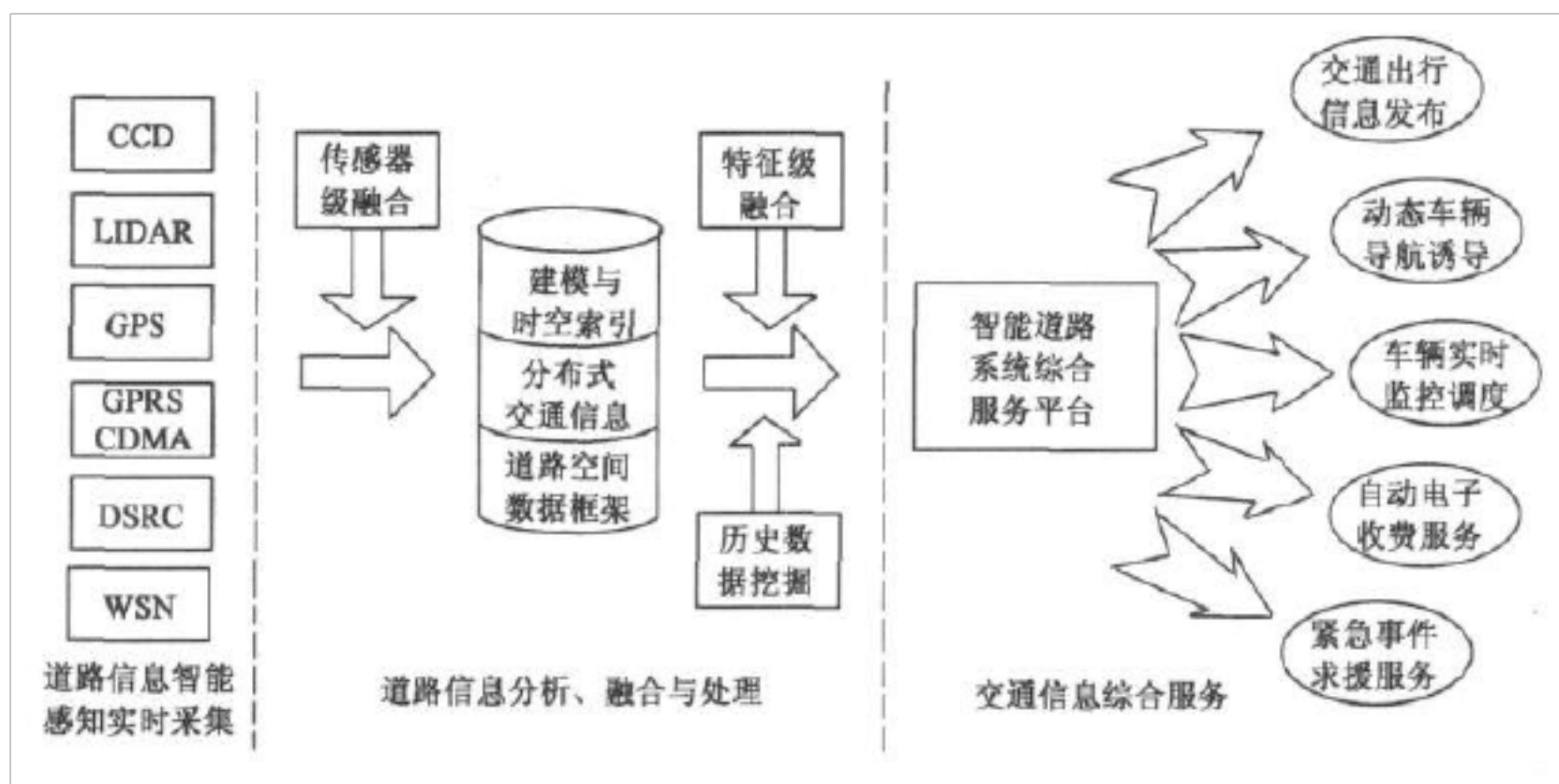
- 1、逻辑框架研究，即车路协同系统的逻辑框架；
- 2、信息采集技术研究，即基于车路协同环境下的智能车实时信息采集技术研究；
- 3、系统通信技术研究，即车路协同系统的车车、车路、车群信息传输技术、通信技术及网络技术研究；
- 4、交通主动安全理论研究，即基于车路协同环境下的交通安全理论研究；
- 5、交通行为理论研究，即基于车路协同环境下的交通参与者的交通行为理论研究；
- 6、交通控制理论研究，即基于车路协同环境下的交通协调控制，自适应控制理论研究；
- 7、交通流理论研究，即基于车路协同环境下的新一代交通流理论研究。

2 车路协同逻辑框架研究

车路协同系统是各种功能、技术和信息的集成，主要由系统终端设备、数据库服务器、交通信息中心三部分组成，分别承载于道路信息感知采集层、分析融合处理层和综合服务层。

2.1 交通信息感知采集层

该层由车载智能终端以及路侧单元两大部分组成，包括基于电荷耦合装置 (CCD) 视频数据的道路边界、车道标识、交通标志等几何数据；基于激光雷达 (LIDAR) 波频数据的多运动目标、道路基础设施以及障碍物等动态道路环境状况空间信息；基于卫星定位/航位推算/地图匹配 (GPS/DR/MM) 高精度组合定位系统的车辆行驶状态信息；基于 2.5G/3G 模块的车辆与智能道路系统信息中心之间的通信以及基于专用短程通信/无线传感器网络 (DSRC/WSN) 单元的车辆与道路基础设施、车辆与车辆之间的通信等。



2.2 交通信息分析处理层

该层包括储存有时空数据及其特征属性的大型对象关系型数据库以及道路几何数据框架模型与时空索引、分布式交通信息等，也包括基于车载传感器级的道路环境状况信息的有效性分析与数据层融合、基于特征级道路环境状况信息的融合处理、基于浮动车技术的数据挖掘理论与方法以及基于自组织理论的道路交通信息的知识发现与动态预测等。

2.3 交通信息综合服务层

该层由交通信息服务中心以及车路协同智能道路系统综合服务平台构成,包括基于车载信息终端、交通信息提示板、交通信息电台以及车路通信等多种媒体形式的实时交通出行信息的发布与更新、动态车辆导航与诱导、车辆实时监控与调度、不停车电子自动收费以及紧急事件的求援与处理等信息服务。

3 车路协同关键技术研究

3.1 交通信息采集技术研究

3.1.1 交通信息采集数据类型

交通信息采集主要有感应线圈信息采集、红外信息采集、雷达信息采集、视频图像信息采集等。在我们所研究的车路协同中主要用到电荷耦合装置 (CCD) 视频数据、激光雷达 (LIDAR) 波频数据, 卫星定位/航位推算/地图匹配 (GPS/DR/MM) 高精度车辆行驶状态信息, 专用短程通信/无线传感器网络 (DSRC/WSN) 信息数据。

3.1.2 信息采集技术种类

基于以上需要采集的信息, 针对车路协同涉及的方面, 我们需要研究的采集技术有 CCD 视频数据处理技术在项目中的应用, 雷达动态数据传输延迟和精度, 卫星定位/航位推算/地图匹配等技术在交通中应用的耦合度, 短程通信的数据传输延迟和传输范围限制, 传感器信息融合等技术。

3.1.3 信息采集的功能和作用

从根本上来说, 交通信息的采集是车路协调的前提和基础, 采集到的信息越多, 对驾驶安全就越有利。确定车辆和道路的状态是车路协同的基础和关键, 并能够同时获取前方道路的标志、标线等交通设施信息。

通过 GPS 定位线路, 航位推算并和地图匹配, 在车载终端上显示, 道路路线、地名等静态信息。同时, 在交通标志上装上无线电发射装置, 驾驶员可提前预警。

当然, 静态的交通信息采集比较容易实现, 但是当车辆在道路上运行时, 需要很多动态的交通信息, 比如, 在交叉口的红绿灯信息、需要等待排队时间和路段交通状态等信息。需要视频图像的实时采集, 并融合计算机技术、模式识别和图像处理等技术将视频信息转化为可读信息。

3.1.4 信息采集技术例举

在国家 ITS 中心, 提出了公路磁诱导技术, 在道路纵向按照一定距离铺设磁道钉, 通过车辆上安装的磁传感器, 实时获知车辆相对于磁道钉的相对位置, 进而得到车辆与道路的相对位置, 并通过显示设备提醒驾驶员车辆偏离状态。磁道钉有南北极 (类似于正负极), 也就是相对于计算机的 0 和 1, 我们在铺设磁道钉时, 将道路前方信息进行二进制编码, 按照不同的极性布设磁道钉。当车辆经过时, 不仅可以获得车辆对于道路的相对位置。同时, 就像计算机读取数据一样,

“读”出车辆前方的道路信息。

3.1.5对现有交通信息采集技术的影响评价

在我国，智能交通仍然是发展的起步阶段，很多智能交通领域的研究都是照搬国外先进经验和技術，在车路协同中的交通信息采集技术，我们用到电荷耦合装置(CCD) 视频数据采集技术、激光雷达(LIDAR) 波频数据采集技术，卫星定位/航位推算/地图匹配(GPS/DR/MM) 高精度车辆行驶状态信息采集技术，专用短程通信/无线传感器网络(DSRC/WSN) 信息数据技术，这些都需要借鉴国外先进经验，并结合我国国情和实际道路状况，开发满足一定功能的智能车路协同系统。

3.2 系统通信技术研究

3.2.1现有通信技术对比

3.2.1.1 UWB技术

以高速率而著称的UWB(Ultra-Wideband)是一种无载波通信技术，利用纳秒至微微秒级的非正弦波窄脉冲传输数据，并通过正交频分调制或直接排序将脉冲扩展到一个频率范围内，在较宽的频谱上传送极低功率的信号。

UWB 系统已经证实能够在很低的功率谱密度的情况下，在户内提供超过480Mb/s 的可靠数据传输。与当前流行的近距离无线通信技术相比,UWB 具有巨大的数据传输速率优势，最大可以提供高达 1000Mb/s 以上的传输速率。由于其具有在长达 10 米的距离内传输大容量数据的能力，因此适用于高速、近距离的无线个人通信。概括地说，和传统窄带技术相比，超宽带技术有如下几个优势：高速的数据速率、丰富的多径差异性、极低的功率消耗，而且多址的实现也较简单。这些特性使得超宽带技术成为一种近距离无线通信的可行技术。此外，UWB 内键使用 AES (Advanced Encryption Standard)进行加密，作为通信系统的物理层技术具有天然的安全性能。

3.2.1.2蓝牙技术

由爱立信、IBM、诺基亚、英特尔和东芝于 1998 年 5 月共同推出的“蓝牙(Bluetooth)”是一个开放性的、近距离无线通信技术标准。以低成本的近距离无线连接为基础。采用高速跳频(Frequency Hopping)和时分多址(Time Division Multi-accessTDMA) 等先进技术，为固定与移动设备通信环境建立一个特别连接。蓝牙技术的标准版本为 IEEE 802.15.1 但大多数标准的制订工作还是由蓝牙小组 SIG 负责。其业务采用的是不需要申请的 2.4GHz 的 ISM 波段，并采用额定速率为 1600 跳点/秒的高速跳频来减少干扰。除跳频外，它还采用了时分双工传输方案(时隙)。由于蓝牙面向小功率、便携式的应用，因此，一个典型的蓝

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/83800402500007006>