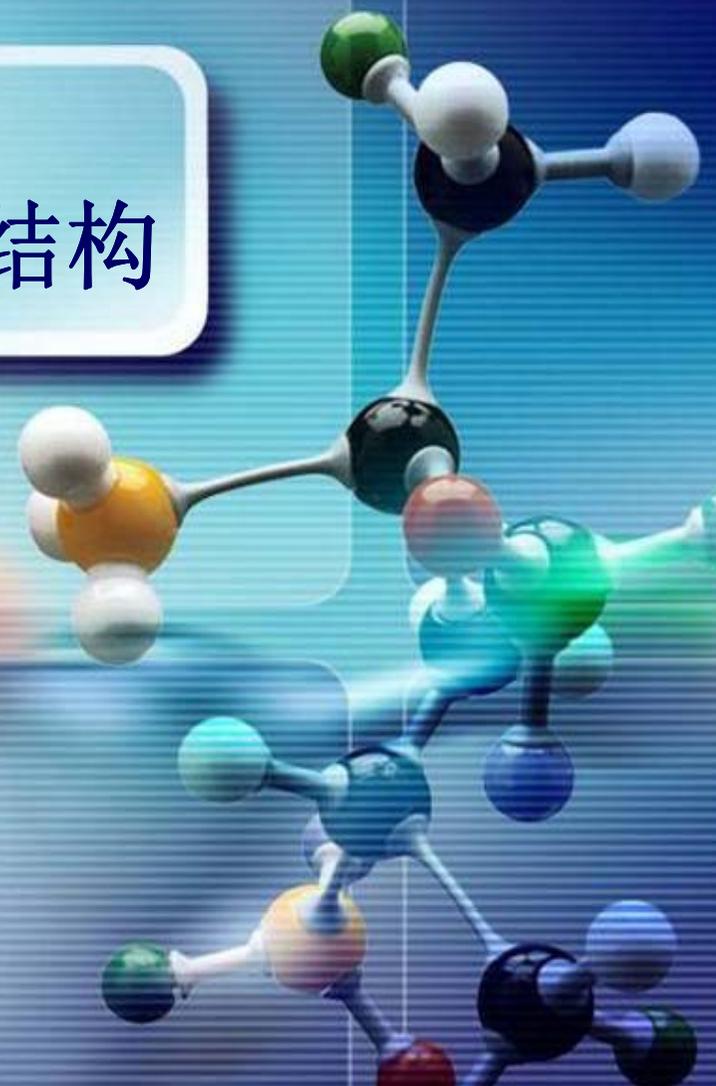


智能运输系统体系结构



本章主要内容

3.1 什么是系统体系结构

3.2 系统体系结构的作用

3.3 ITS体系结构开发的步骤、方法

3.4 国外**ITS**体系结构研究概况

3.5 我国**ITS**体系结构的介绍

3.1 什么是系统体系结构

系统体系结构: 指系统所包含的子系统及其用户所需的功能, 各个子系统所应具备的功能, 以及各个子系统之间的相互关系和集成方式的阐述。

智能运输系统的体系结构阐述了其结构体系, 给出了用户服务功能, 定义了实现用户服务功能的各个子系统, 并阐述了各个子系统之间的通信方式、如何协调工作、实现智能运输系统的系统功能。

体系结构主要由用户主体、服务主体、用户服务、系统功能、逻辑模型（框架）、物理模型（框架）、ITS标准、技术评价等组成。

(1) 逻辑模型

逻辑模型定义了智能运输系统中的服务系统及其子系统，将其抽象成服务功能和子功能（框架）。每一个框架（功能或子功能）由概念、服务对象、服务者、事件、和处理表述，通常采用数据流图、数据词典和处理说明来描述框架。

如美国的ITS的逻辑模型确定**29**项用户服务功能，并将其分为**7**个服务领域。

先进的交通管理系统（ATMS）、先进的旅行者信息系统（ATIS）、先进的公共运输系统（APTS）、商用车辆运营系统（CVO）、先进的车辆控制系统（AVCS）、自动公路系统(AHS)、先进的乡村运输系统（ARTS）

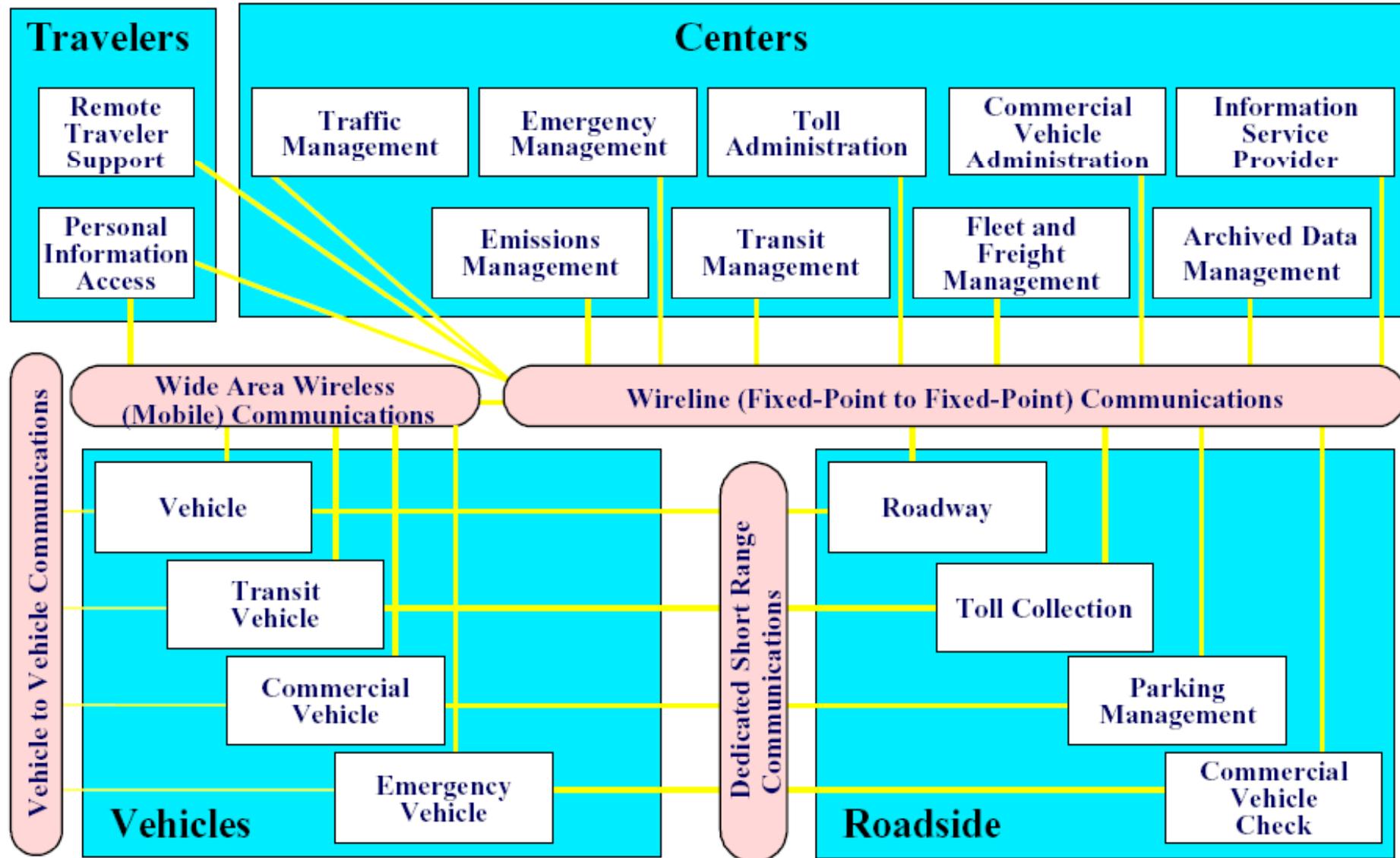
逻辑模型不决定由谁来实现系统中的功能，也不考虑实现这些功能的方式。

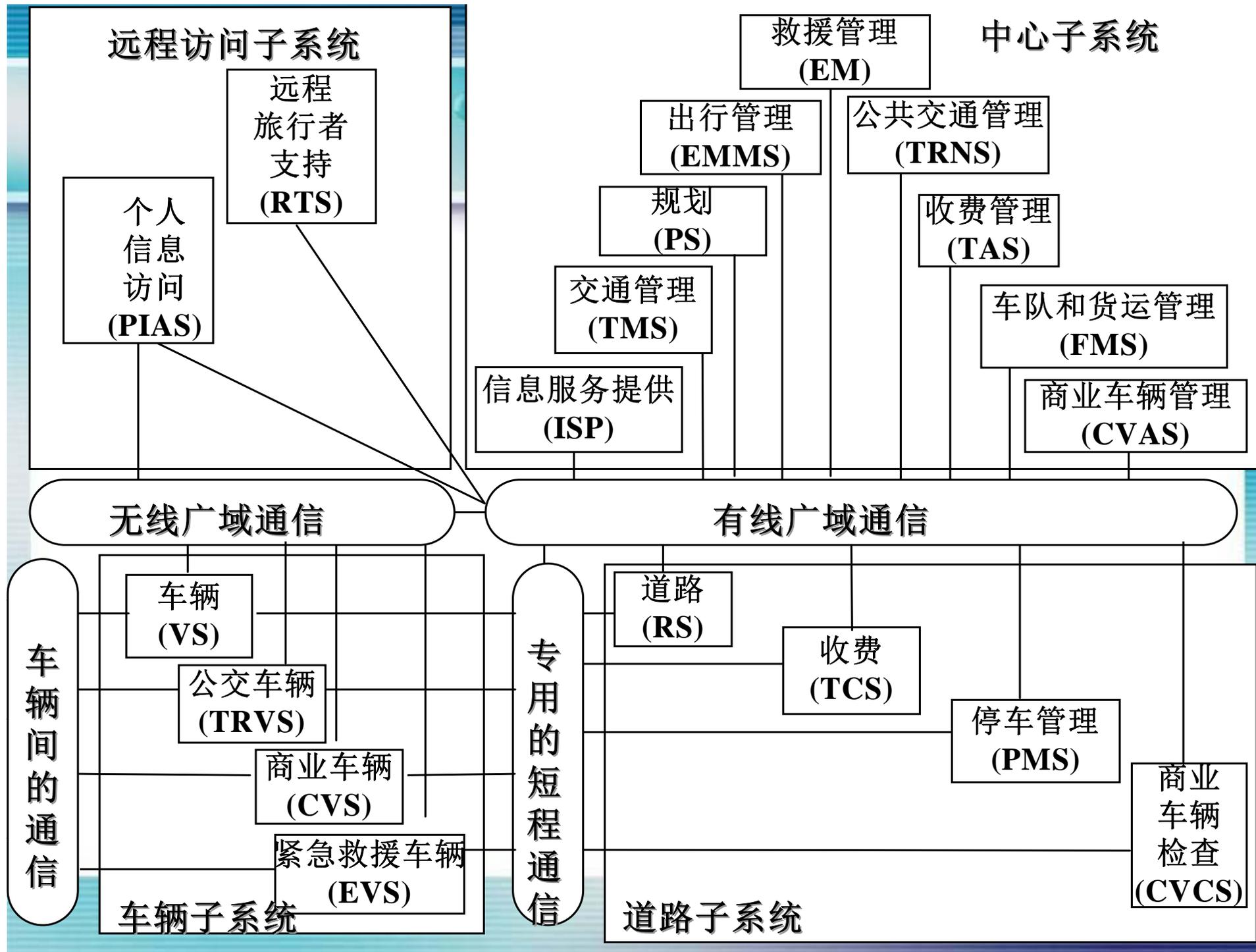
(2) 物理模型

物理模型一般指对现实对象和行为的描述。ITS体系结构的物理模型是系统应该如何提供用户所要求的功能的物理性表述，其把逻辑模型所认定的“处理”分配到物理实体（在ITS中称为“子系统”），根据各物理实体所含的“处理”之间的数据流以确定实体之间的“体系结构流”。

逻辑模型描述了ITS的功能，但没有反应中间过程和状态，无法对应到现实的系统，物理模型则和现实的系统相对应，描述了如何实现ITS的功能。

传统的控制论中，常采用微分方程、代数方程和传递函数等数学模型。对于ITS的物理模型，对各物理量（或物理系统）的描述是定性的，对系统各物理量之间的结构关系的描述是精确的。





2-Way Wide Area Wireless

- Yellow Pages
- Route Guidance / Traffic Information
- Mayday
- Cooperative Probe Data

Broadcast Wide Area Wireless

- Traffic Information
- Traveler Information

Dedicated Short Range Communications

- Toll Collection
- In-Vehicle Signing
- Probe Data
- Automated Highway System Control Data
- Intersection Collision Avoidance

Short Range Vehicle-to-Vehicle

- Automated Highway System
- Collision Avoidance

• Vehicle Communications in the Future

3.2 系统体系结构的作用

体系结构是一个有用的和可用的系统的稳定基础。

- “系统”是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的、具有特定功能的有机整体。
- “有用的”系统是指预定功能都具备的系统。
- “可用的”系统是指在实际中可以按预定目标运行的系统。
- 系统的“基础”就是系统的基本组成框架。
- 当一个系统有几十年的期望寿命时，选择的基础必须是“稳定的”，或者至少是不需要有重大改变的。

智能运输系统通常是复杂的巨系统，其开发是耗资大、开发周期长、涉及范围广的系统工程项目，若事先没有充分的系统体系结构研究和开发，很难想象它能是一个各部分协调统一、有效的有机整体。因此一个集成了多种功能的ITS一定要在开发之前首先进行总体规划研究，而总体规划的重要内容之一就是系统体系结构的研究。

ITS的体系结构决定了系统如何构成，确定了功能模块以及模块之间的通信协议和接口，确定了实现用户功能的全部子系统的定义。

ITS的体系结构对智能运输系统的整体有一个全面的描述，同时必须保证在进行系统集成时是可控的和无缝隙的，但是体系结构并不是一个简单的设计文档，也不是一个技术性的说明，是一个贯穿于**ITS**建设的指导性框架，科技人员可以根据体系结构来设计、研制和管理**ITS**。

3.3 ITS体系结构开发的步骤、方法

1. ITS体系结构开发的方法

最常用的是面向过程的分析方法和面向对象的分析方法。

面向过程的分析方法是从用户对系统功能的需求出发，结构化、模块化，自顶向下对信息系统进行分析。常用的工具有数据流程图、数据字典等。美国、欧洲、我国均采用这种方法。

面向对象的分析方法是从用户需求出发，将系统的基本要素看成是许多对象，每个对象包含它的数据和操作，共享的对象构成对象类，对对象、对象类及其关系进行分析。日本采用了此种方法。

2. ITS体系结构开发的步骤

➤ 定义用户主体和服务主体，确定服务领域

➤ 建立逻辑框架

从分析用户服务入手，确定系统应该具有的主要功能，并将功能划分为系统功能、过程、子过程等几个层次；分析ITS的逻辑结构和各个功能之间的交互关系；明确功能和过程之间的交互的主要信息，并以数据流的形式对交互信息进行定义

➤ 建立物理框架

从物理系统的角度分析实际的ITS系统应该具有的结构，并按照系统、子系统、模块等层次对系统进行结构分析；分析物理系统之间交互的信息，并以框架流形式对此信息进行定义；明确系统对系统功能的实现关系和框架流对数据流的包含关系；

➤ 明确标准化内容

确定与ITS相关的技术（如通讯技术等）标准、ITS相关的设备接口标准、ITS各子系统之间的接口标准及ITS体系框架内部连接的图表等。

3. ITS体系结构开发的模式

目前，ITS体系结构开发的模式分为自上而下模式、自下而上模式两种模式

(1) 自上而下模式 (top-down approach)

所谓自上而下模式大致包括以下几个特点：

- ① 开展研究的组织形式由政府有关部门（如运输部）研究决定，并确定管理方式及政策条件；
- ② 开展研究的项目一般由该政府部门申请并确立，并分解为若干子题交各组织去研究开发；
- ③ 整个研究计划由该部门统一制定，由各组织参与研究开发，组织间是竞争与协作的关系。

美国的国家ITS体系结构的研究主要采取自上而下的模式。

(2) 自下而上模式 (bottom-up approach)

所谓自下而上模式包括以下几个特点:

- ① 开展研究的组织形式基本上是独立的研究开发实体, 缺乏政府部门或更高层次的直接指导;
- ② 开展研究的项目一般由各组织或团体自己确立, 并筹集资金, 研究成果一般只适用于其内部;
- ③ 研究计划与方向由各组织或团体独立确定, 团体之间缺乏统一的目标, 其联系十分松散。

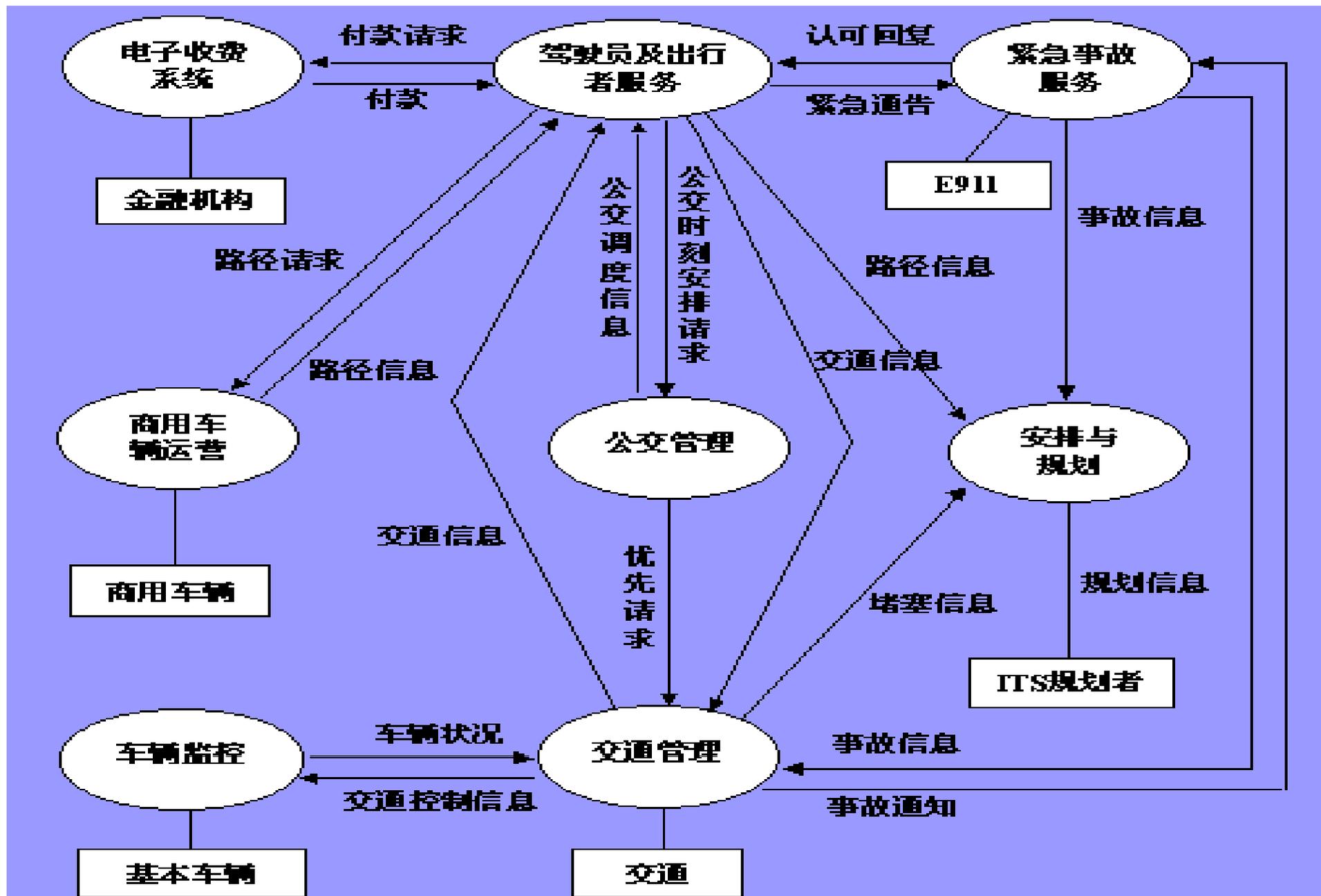
欧盟几年前对ITS的研究, 主要采取自下而上的模式。

“top-down”是由政府部门指导, 统一规划, 这样使得各研究子题具有较强的统一性和协调性。国家级的ITS系统体系结构开发应采取这种模式。

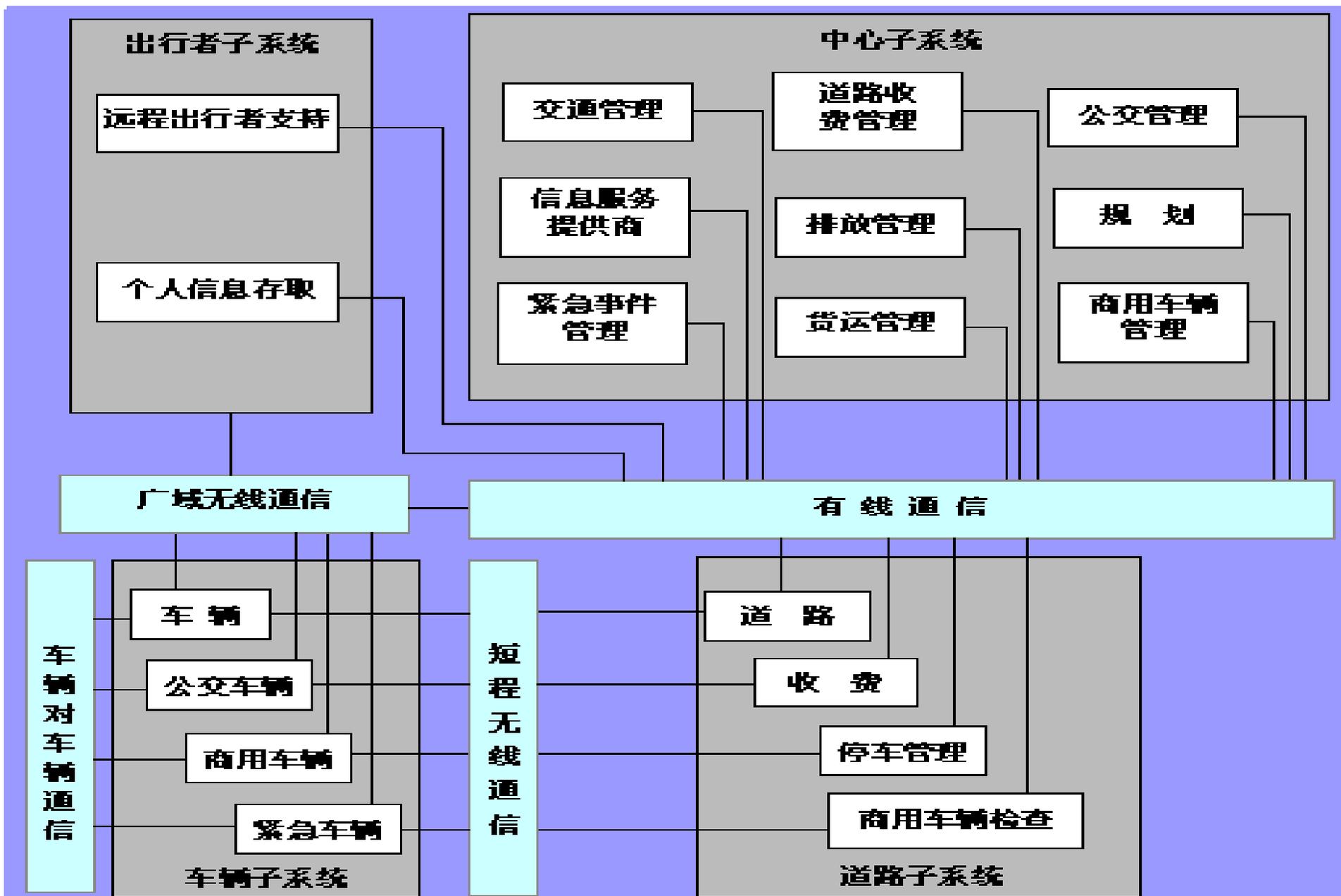
3.4 国外ITS体系结构研究概况

1. 美国ITS体系结构的研究概况

1990年8月，美国成立智能运输车路系统组织。该组织确定了全美的IVHS计划的总目标、阶段目标和目的，制定了实现总目标的智能运输系统开发与实施框架计划，该计划已经确定了7个服务领域的29项用户功能。1993年，美国开始进行国家体系框架项目的研究，并与1996年5月完成第一版，1997年发布第二版。美国采用了面向过程的研究方法，构建ITS体系结构，对系统的功能进行分解描述，并采用数据流图和系统结构图表示逻辑模型和物理模型。



美国国家ITS逻辑体系结构



美国国家ITS物理体系结构

美国ITS结构体系

中心系统(Central System) (9个子系统):

- 商用车辆管理系统 CVAS (Commercial Vehicle Administration System)

- 1)商用车辆电子通关系统;
- 2)自动化的路侧安全检测;
- 3)商用车辆管理程序;
- 4)车载安全监控系统;
- 5)货运的机动性;
- 6)危险品应急响应

- 快速货运管理系统FFMS (Fleet and Freight Management System)

- 收费管理系统TAS (Toll Administration System)

- 公交管理系统TMS (Transit Management System)

- 应急管理系统EMS (Emergency Management System)

- 1)纵向避碰;
- 2)侧向避碰;
- 3)道路交叉口避碰;
- 4)视觉强化避碰;
- 5)碰撞前的乘员安全束护;
- 6)危险预警

- 尾气管理系统EMS (Emission Management System)

- 规划系统PS (Planning System)

- 交通管理系统TMS (Traffic Management System)

- 服务信息提供系统ISP (Information Service Provider System)

- 1)行驶中驾驶员信息;
- 2)行驶路线导航;
- 3)出行人员服务信息;
- 4)出发前的出行信息;
- 5)搭乘及预约;
- 6)需求管理和运营

美国ITS结构体系

外场设备系统(Roadside System) (4个子系统) :

- 外场设备: 提供交通管理监视、信号和旅游信息的信号
- 收费: 通过小范围通信和车辆收费标识进行通信收集收费和查询违法者
- 停车管理: 收集停车费用和管理停车车位
- 商业车辆检查: 通过从车辆标识上采集凭证和安全数据, 从而确定车辆运营的正确性, 并将结果返送给驾驶员, 并把检查结果记录到**CVAS**系统的数据库中, 在国境上进行国际检查

车载系统(Vehicle System) (1个子系统) :

- 一般车辆: 确定车辆的位置, 提高车辆运行的可靠性以及避免车辆碰撞
- 公交车辆: 向公交管理系统传送车辆的信息; 驾驶员实时了解交通网络; 出行者可以通过公共管理系统了解出行信息
- 商用车辆: 存储安全信息、身份识别信息以及货物信息; 存储车辆的检查信息
- 应急车辆: 向应急管理子系统提供车辆信息和事故信息

远程访问系统(Remote Access System) (4个子系统) :

- 有线广域通信系统; 无线广域通信系统; 局域通信系统; 车车通信系统

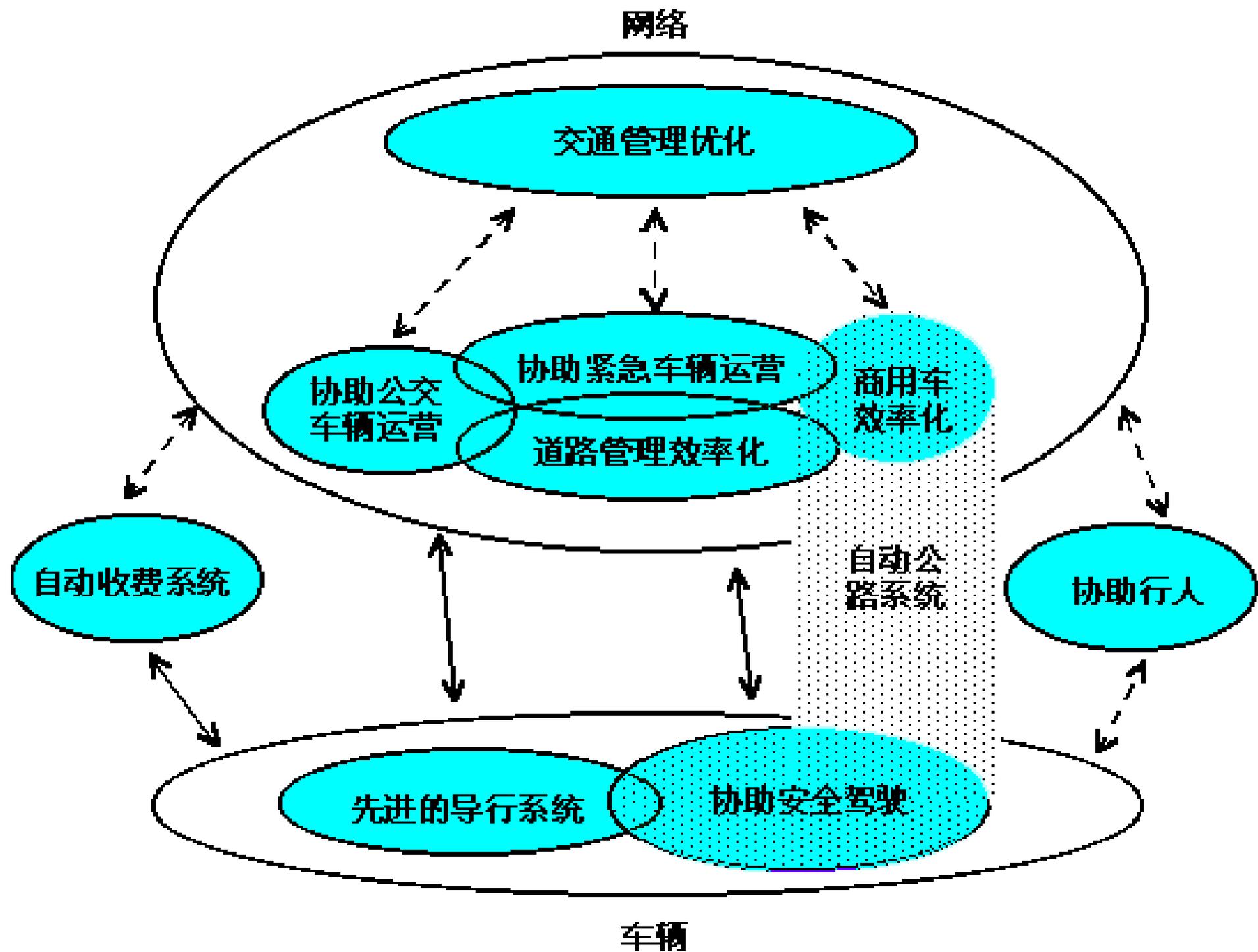
2. 日本ITS体系结构的研究概况

日本的ITS系统体系结构开发活动始于1998年，在五省厅的协力下于1999年完成，已公开发布。日本ITS系统体系结构开发采取了面向对象的方法，使用统一建模语言UML。

日本ITS体系结构确定了21个服务用户，21个用户服务被分为56个特定的用户服务，再细分为177个子服务，从而形成一个包括发展领域、用户服务、特定的用户服务和子服务等4个层次的服务结构。

日本ITS结构体系

- 先进的导航系统：**1)路线诱导交通信息的提供； 2)目的地信息提供**
- 自动收费系统：
- 安全驾驶支持：**1)环境信息提供； 2)危险警告； 3)驾驶辅助； 4)自动驾驶支持。**
- 交通管理最优化：**1)交通流的最优化； 2)发生交通事故时的交通管制信息**
- 道路管理效率化：**1)养护工作效率化； 2)特殊车辆通行管理； 3)交通管制信息**
- 公共交通支持：**1)公共交通信息的提供； 2)公共交通运营及管理支持**
- 商用车辆运营效率化：**1)商用车辆运营支持； 2)商用车辆连续自动行驶**
- 行人支持：**1)行人路线诱导； 2)事故预防**
- 紧急车辆的行驶支持：**1)自动紧急通告； 2)紧急车辆路线诱导、救援**



领域	用户服务
1. 先进的导行系统	(1) 供交通信息 (2) 提供目的地信息
2. 自动收费系统	(3) 自动收费
3. 辅助安全驾驶	(4) 提供运行环境信息 (5) 危险警告 (6) 协助驾驶
4. 优化交通管理	(8) 交通流优化 (9) 在发生交通事故时提供交通管制信息
5. 道路管理效率化	(10) 维护管理效率化 (11) 特殊车辆管理 (12) 提供通行管制信息
6. 协助公共交通	(13) 提供公共交通信息 (14) 协助公共交通的运营管理
7. 商用车效率化	(15) 协助商用车运营管理 (16) 商用车连续自动驾驶
8. 协助行人	(17) 路径诱导 (18) 防止危险
9. 协助紧急车辆运营	(19) 紧急时自动通报 (20) 紧急车辆路径诱导, 协助救援活动
	(21) 在先进的信息和通信社会中利用先进的信息

3.5 我国ITS体系结构的介绍

1. 我国ITS体系结构的研究概况

为促进中国的智能运输系统的发展，“九五”期间许多专家开始研究国外在体系框架方面的研究成果，各自也进行不同层次的研究，并且纷纷向国家建议开展中国智能运输系统体系框架的研究。1999年科技部在充分听取各方面意见后，经与有关部门协商，确定在“九五”国家科技攻关的项目中安排智能运输系统体系框架的研究项目，并于当年12月签订项目合同。。

2000年3月13日，协调领导小组办公室和项目组召开第一次项目专家全体会，项目承担单位介绍了基本的研究方法和技术路线，与会专家进行了充分的讨论，最后采用主动报名的方式和协商的方式确定了分工，项目正式启动。

项目分为交通管理与规划、电子收费、出行者信息和通信、车辆安全和辅助驾驶、紧急事件和安全、运营管理、综合运输、智能公路、交通地理信息、评估十个专业组和总体组开展工作。

(1) 项目负责人：王笑京（交通部公路科学研究所）

张智文（科技部）

(2) 总体组负责人：齐彤岩（国家智能交通系统工程技术研究中心）

申金升（北方交通大学）

(3) 专业组：

①交通地理信息平台：张燕平副主任（国家地理信息中心GPS部）游志胜教授（四川大学）贺国光教授（天津大学）

②出行者信息和通信：王笑京副所长（交通部公路科学研究所）曾大章总裁（成都曙光光纤有限责任公司）杨兆升（吉林大学）

③车辆安全和辅助驾驶：任晓常所长（重庆汽车研究所）应展望副总经理（长安汽车集团有限责任公司）

④运输管理：王富章副所长（铁道部科学院）范耀祖教授（北京航空航天大学）吴洪胜博士（军事交通学院）

⑤交通管理和规划:张殿平总工（公安部交通管理局）、马林总工（建设部城市交通工程技术中心）、黄卫教授（东南大学）

⑥电子收费:蔡华助理研究员（交通部公路科学研究所）、邹驰高工（建设部信息中心）

⑦紧急事件和安全:刘小明（北京工业大学）、王志敏副教授（军事交通学院）

⑧技术评价:史其信教授（清华大学）、杨晓光教授（同济大学）

⑨自动公路:宋飞研究员（交通部公路科学研究所）、宋靖雁教授（清华大学）李爱民副研究员（交通部公路科学研究所）

2. 我国ITS体系结构的整体概貌

整体概貌共分五部分：用户主体和服务主体、服务领域划分和客户服务、子服务、逻辑框架、物理框架、其它。

(1) 用户主体和服务主体

用户主体分为六大类，服务主体分为九大类。

服务领域分为8个领域，34项服务，138个子服务。

即从ITS所有可能用户的角度，分析其对ITS的需求；在此基础上，形成一个满足用户需求的系统模型，即ITS客户服务。ITS客户服务描述了“ITS能够为用户做什么”

(2) 逻辑框架

逻辑框架描述系统完成ITS用户服务所必须具有的逻辑功能和功能间的数据交互关系。

我国的ITS逻辑框架，采用数据流图（**DFD**）来建立系统的逻辑模型，用数据字典（**DD**）对数据进行说明。

逻辑功能元素分为功能域、功能（可细分为若干子功能）、过程（功能不再细分即称为过程）三个层次。功能域，基本上和服务领域等同；系统功能，基本上和服务等同，但进行了功能的重新组合；过程，是基本的逻辑单元，基本上与子服务等同。

(3) 物理框架

物理框架是对系统逻辑功能的实体化、模型化，实现了逻辑功能与物理实体间的映射关系，是逻辑框架的具体实现。是一些系统和子系统连接构成的。

国家ITS体系框架中的物理框架架构同样遵循结构分析的方法，分为系统、子系统和系统模块等三个层次。系统和子系统基本上是按交通系统的习惯和职能进行划分的。**物理框架中也采用了类似于逻辑框架数据流图的物理框架流图（AFD）来描述系统的物理结构。**

在此基础上，为了使体系框架更好地与中国ITS建设实际相结合，提出了应用系统的概念。应用系统在层次上对应于子系统，是为了满足市场和各类用户的实际需求，对系统模块进行重新组合，而形成的市场上和实际中能够见到的ITS物理系统。

3. 详细介绍

第一部分 用户主体和服务主体

(1)、用户主体

道路使用者：乘客

驾驶员（小型汽车、公交车、货车、摩托车、紧急车、军用运输车、特种运输车、出租车）

非机动车驾驶员

行人

老弱病残等特服人员

运营管理者：道路运营管理部门（城市公共交通、公路客运、货运部门）

铁路运营管理部门（客运、货运）

航空运营管理部门（客运、货运）

水运运营管理部门（客运、货运）

道路建设者： 基础建设
道路养护

交通管理者： 交通管理部门（城市、公路、空中）
军事交通管理部门

公共安全责任部门： 公安部门
消防部门
急救中心
抗震减灾部门

相关团体： 政府部门
学术机构
规划部门
环保机构

(2)、服务主体

交通管理：城市交通管理中心
公路交通监控中心
城间交通管理中心

旅客运输部门：城市公共交通运营商
长途客运运营商
换乘枢纽
铁路客运运营商
水运客运运营商
出租车运营商

交通信息服务提供商：静态交通信息提供商
动态交通信息提供商

紧急事件管理部门：城市紧急救援中心
公路紧急救援中心
消防中心
医疗急救中心
危险品车辆部门

基础设施管理部门：
基础设施维护者
基础设施管理者
收费设施提供商

货物运输服务提供者：
公路货运）

道路货物运输提供商（城市配送、
铁路货物运输提供商
航空运输提供商
水运运输提供商
货物联运提供商
仓储服务提供商

产品/设备提供商：汽车制造商
通信和信息产品制造商
系统集成商

产品服务：汽车维修商

保险商

地图制作/更新提供商

基础地理信息生产、更新机构

信息提供商

金融中心

政府执法部门： 公安部门

工商管理和税务部门