

Intelligent Transport Systems

智能运输系统

杨冰 等 编 著



中国铁道出版社

前 言

20世纪60年代以来,随着世界经济的迅速发展,工业生产率大幅度提高,人民生活水平极大地改善,汽车以其方便灵活的特点迅速普及,道路运输日益兴旺发达起来,以至逐渐取代铁路运输成为发达国家的主要运输方式。但是,随着汽车保有量的剧增,它给社会带来了交通堵塞、事故频繁、环境污染和能源浪费的负面效应。人们发现,修更多的路并不能解决问题,甚至往往是路修得越多,诱发的汽车交通量也越多、交通问题越发严重。为了克服这些问题、创造一个“安全、舒适、清洁”的可持续发展的交通运输环境,欧、日、美等发达国家率先将日新月异的信息和控制技术应用于道路运输领域,以改善它的效率、安全度和环境友好性,这就产生了智能运输系统(ITS)。新技术和道路运输的这一结合不仅仅引起道路运输质量指标的量的变化,而且引起了道路运输方式许多质的改变,导致了道路运输方式的一系列革命性的飞跃发展。而且,为了从根本上解决运输问题,人们也越来越多地注目于各种运输方式协调发展的综合运输体系的智能化。

中国是当今世界上道路建设速度最快的国家。在中国,道路运输正在逐渐成为最重要的运输方式,但是它同样面临着运输效率低、交通事故严重、受到能源和环境的制约、道路的增长赶不上机动车的增长等问题。根据中国的“九五”计划和2010年发展纲要,交通部计划用30年左右的时间完成公路主骨架、水运主通道、港站主枢纽和支持保障系统的规划建设,而这一期间正是ITS在美、日、欧进入全面实施阶段。因此,中国也需要根据本国道路运输的实际需求探讨在自己的公路运输网中应用ITS。根据国情,中国更应该追求综合运输智能化。

在政府的直接推动下,中国的ITS已经起步。为了迅速提高中国的ITS研究开发和应用的水平、少走弯路,我们必须认真学习、借鉴发达国家的技术和经验。首先,我们必须了解先进国家近30年来ITS的发展历程和所取得的成就,必须学习ITS研究开发和应用的相关基本知识。

作者在数年来广泛研读美、日、欧有关ITS的原著、网页和历届ITS世界大会论文集的基础上,参考国内同行的研究成果和结合自身的教学科研经验,综合提炼、撰写了这本《智能运输系统》,旨在全面系统地展示ITS的概念、内容、方法和成果,力图给读者提供一本好的ITS教科书或参考书。

全书分为五大部分,由杨冰教授统稿,杨兆升教授审稿,写作分工如下:1,3,4.1,4.4,4.7,5.1,5.3,附录1,附录2(杨冰);2.1,2.2,2.4,4.3,5.2(宋瑞);2.3,2.9,2.10(王颖);2.5,2.6,2.8(谷远利);2.7(谷远利,王颖);4.2(杨冰,谷远利);4.5,4.6(王颖,杨冰)。

在本书的编写过程中,邵春福教授提供了数部日文最新原著并给予了翻译协助,苏奎、赵明等同志提供了数部英文专著,同时还参考了一些其他资料,在此一并表示衷心感谢。

由于写作时间仓促及作者水平有限,本书中难免有诸多不足之处,敬请读者批评指正。

杨 冰

2000年5月于红果园

目 录

1 智能运输系统综述	1
1.1 智能运输系统的发展背景	1
1.2 智能运输系统的基本概念	2
1.3 智能运输系统的发展历史和推进体制	7
2 智能运输系统的主要技术	18
2.1 计算机网络	18
2.2 通信技术	24
2.3 传感器技术	29
2.4 显示技术	32
2.5 人工智能	34
2.6 自动车辆定位	39
2.7 自动车辆识别	44
2.8 地理信息系统	48
2.9 IC卡技术	51
2.10 EDI技术	55
3 智能运输系统体系结构和标准化	60
3.1 智能运输系统体系结构的开发	60
3.2 智能运输系统标准化	71
3.3 中国智能运输系统体系结构和标准化工作	77
3.4 智能运输系统标准化案例——ETC系统 DSRC 技术标准化	79
4 智能运输系统的主要内容	81
4.1 先进的交通管理系统(ATMS)	81
4.2 先进的旅行者信息系统(ATIS)	100
4.3 先进的公共运输系统(APTS)	117
4.4 商用车辆运营(CVO)系统	128
4.5 先进的车辆控制系统(AVCS)	135
4.6 自动公路系统(AHS)	143
4.7 先进的乡村运输系统(ARTS)	151
5 综合运输智能化	160
5.1 都市集成交通管理	160
5.2 铁路、航空、水运智能运输系统	163
5.3 多式联运(Intermodality)	173
附录1 ITS英文缩略词索引	186
附录2 ITS世界大事年表(1967~1998年)	190
参考文献	198

1 智能运输系统综述

智能运输系统(ITS, Intelligent Transport Systems 或 Intelligent Transportation Systems)在 20 世纪 90 年代的迅速崛起为世人所瞩目。ITS 作为 21 世纪的新型交通运输系统,它是怎样出现和发展起来的,它的概念和主要内容是什么? 这些是本书首先必须回答的问题。

1.1 智能运输系统的发展背景

ITS 作为一个概念性名词出现于 20 世纪 90 年代初,但其思想早在 20 世纪 30 年代已有萌芽,当时美国通用汽车公司和福特汽车公司倡导和推广过“现代化公路网”的构想,而 20 世纪 60 年代出现的静态路径诱导、计算机交通控制技术等都可谓是 ITS 的雏形,不过当时其重要性并不明显,没有受到人们足够的重视。进入 20 世纪 80 年代中期,特别是 1990 年以来,ITS 却突然以惊人的速度发展,许多发达国家争先恐后地投以巨资进行 ITS 的研究与开发。例如,美国联邦政府从 1990 年到 1997 年用于 ITS 研究开发的年度预算总计 12.935 亿美元;欧盟从 1984 年到 1998 年用于 ITS 共同研究开发项目的预算就达 280 亿欧元单位;日本政府仅 1996 年和 1997 年用于 ITS 研究开发的预算为 161 亿日元,用于 ITS 实用化和基础设施建设的预算为 1 285 亿日元。政府的投资加上地方政府、民间财团和市场最终用户的贡献,目前世界上每年对于 ITS 的总投入超过 200 亿美元。经过十余年的激烈竞争,国际 ITS 领域已形成美国、欧洲和日本三强鼎立的局面。“美国智能运输协会”(ITS America, 网址为 www.itsa.org),“欧洲道路运输通信技术实用化促进组织”(ERTICO, 网址为 www.ertico.com)和日本的“道路、交通、车辆智能化推进协会”(VERTIS, 网址为 www.vertis.or.jp)成为世界上最有影响力的 ITS 推进组织。

发达国家为何不惜投以巨资竞相发展 ITS? 主要有以下几个方面的背景:

(1) 交通问题的日益严峻和寻求新的解决途径

20 世纪 60~70 年代是西方各国经济发展的黄金时期,但伴随经济高速发展的负产物之一即是交通状况的不断恶化。尤其是近十几年来,无论是发达国家还是发展中国家,都毫无例外不同程度地受交通问题的困扰,交通拥挤、事故、环境污染已成为最难消除的现代社会公害之一。据统计和预测,在美国,1988 年 25 个主要城市由于交通阻塞造成的经济损失达 420 亿美元,90 年代初全国每年因交通阻塞而造成的延误达 20 亿车·时,到 2005 年预计将超过 110 亿车时,即增加 4 倍还多,到 2020 年,全国因交通问题而造成的损失每年将超过 1 500 亿美元;在日本,许多大城市和高速公路汽车速度不到 15 km/h,东京 1992 年因交通拥挤造成的损失约为 8.11 亿日元,全国每年因交通阻塞而造成的时间损失达 50 亿人·时。交通需求日益增加,供需矛盾日益突出,对人类生存环境的危害也日益严重,大量的生命被车祸摧残(如表 1.1.1),汽车有害尾气的排放因阻塞而加剧了对人类健康的威胁。

面临日益严重的交通问题,人们曾采取了各种手段试图解决之,概括起来主要有规划手段、工程技术手段、传统管理手段。这些手段或受到投资及其它资源的制约,或受见效面狭、见

效期短等局限,特别是在城市建成区难于靠大量拆迁来增建、拓建道路交通设施。发达国家的公路网早已建成,不可能再靠多修路来解决问题。同时,人们越来越多地从保护环境、节约能源、谋求社会可持续发展的角度来考虑问题。为此,在摸索缓解交通困境几十年中,随着近20年来计算机技术、通信技术、信息技术的飞速发展,将人、车、路综合起来,用系统的观点进行思考,并把先进的计算机、通信、控制技术运用于运输系统的 ITS 就很自然地诞生了。

表 1.1.1 西方五国 1995 年的汽车保有量和因交通事故的死亡人数

国 家	美 国	日 本	德 国	英 国	法 国
汽车保有量(万台)	20 045	6 720	4 356	2 817	2 793
交通事故死亡人数	41 798	12 670	9 454	3 621	9 169

(2)经济竞争的日益激烈和寻求新的经济增长点

ITS 不仅可提高运营率,减少事故率,并带来减少能源消耗、降低大气污染的社会效益,而且可促进智能化交通电子设备的开发,形成一个新型的交电产业,带来巨大的经济利益。美国运输部 1991 年在向国会的报告中指出,在未来 20 年里,美国 ITS 开发的总投资(包括新型车辆和地面设施在内)将超过 3 000 亿美元,其中 1 700 亿来自最终消费者,这无疑会极大地刺激美国工商业的发展。至于开发的成果将在国际国内市场上带来的经济利益,据一个称为 Mobility 2000 的组织估计,仅美国 ITS 相关产品的国际国内市场效益,到 2000 年就可达每年 280 亿美元。再考虑延误损失 420 亿美元和事故伤害损失 740 亿美元的 10% 减少率,可知尽管 ITS 耗资巨大,但由于降低交通拥挤损失和交电产品市场效益,其成本一年即可全部收回。日本仅国内车载导航器的市场,估计到 2005 年就能达到 2 500 亿日元的规模。ITS 技术竞争实质上就是为了争夺明天市场的经济竞争,美国正是在有了强烈的落后于欧、日的危机感之后而奋起直追的。由此可见,对于冷战结束后、面临日益激烈的经济竞争、急于寻求新的经济增长点的西方发达国家,竞相不惜投入巨资发展 ITS,尽在情理之中。

(3)冷战结束促进军用高新技术民用化

不言而喻,各国,特别是工业化国家的军事装备与国防领域,最为集中地应用了当代的高新技术,如卫星导航技术、信息采集与提供技术、计算机控制与管理系统、电子技术等。从 80 年代后半期开始,随着世界范围冷战的结束,前苏联解体,国际形势趋于缓和,美国等国国防经费减少,促使国防工业企业考虑向非军事领域投入其技术的合理性,高新技术民用化便成了发展趋势。而与此同时工业化国家的交通问题日趋恶化,也正需要新的解决手段和技术,国防高新技术的民用化正好为其创造了条件。全球定位系统 GPS、确保美军在海湾战争中夜间行动的红外传感技术、基于计算机的机器成像技术等,在 ITS 中的广泛应用,美国的国防工业巨头成为国家 ITS 体系结构的四支主要开发队伍等事实,足以说明冷战结束后,军用高新技术民用化为 ITS 的发展起了催化剂的作用。

1.2 智能运输系统的基本概念

1.2.1 什么是智能运输系统

至于什么是 ITS,至今没有一个明确的定义。在美、欧、日的 ITS 推进组织的网页或有关

资料中,我们看到分别有如下的叙述。

ITS America: ITS是由一些技术组成的,这些技术包括信息处理、通信、控制和电子技术。交通事故、拥挤使我们为生活、为损失的生产率和浪费的能源付出了昂贵的代价。ITS可以通过新技术和综合运输系统的结合实现人和货物更安全、更高效的位移。

ERTICO: 智能运输系统或信息技术在运输上的应用能够减少城市道路和城际间干道的交通拥挤,增加运输安全性,给旅行者提供信息和改善可达性、舒适性,提高货运效率,促进经济增长和提供新的服务。

VIRTIS: ITS是运用最先进的信息、通信和控制技术,即运用“信息化”、“智能化”解决道路交通中的事故、堵塞、环境破坏等各种问题的系统,是人与道路及车辆之间接收和发送信息的系统。通过实现交通的最优化,达到消除事故及堵塞现象、节约能源、保护环境的目的。而且,ITS不仅限于道路交通的智能化,同时谋求与铁路、航空、船舶等不同种类的交通部门的合作发展。ITS是会使社会发生巨变的国家级项目,具有创造出新产业和市场的巨大可能性。

由此可见,虽然关于 ITS 概念的理解各有差异,但共同点是主要的。我们可以归纳地说:智能运输系统是人们将先进的信息技术、数据通讯传输技术、电子控制技术、传感器技术以及计算机处理技术等有效地综合运用于整个运输体系,从而建立起的一种在大范围内、全方位发挥作用的实时、准确、高效的运输综合管理系统。其目的是使人、车、路密切地配合、和谐地统一,极大地提高交通运输效率、保障交通安全、改善环境质量和提高能源利用率。

ITS这一称谓是1990年由日本学者井口雅一为统一日本的有关领域而提出,1994年由日本交通工程研究会会长越正毅先生为统一世界范围有关领域用语而推荐且被广泛接受的。此后每年轮流在欧洲、亚太地区 and 北美召开 ITS 世界大会,至今已有六届。会址巴黎、横滨、奥兰多、柏林、汉城、多伦多以及第七届、第八届的会址都灵和悉尼,均是在 ITS 领域有突出成就的城市。每次会议数千名与会者来自世界五六十个国家,交流切磋,盛况空前,人们把它誉为交通运输领域的奥林匹克盛会。

ITS 早期曾被称为智能车辆—道路系统 (IVHS, Intelligent Vehicle-Highway System)。“车”指的是汽车,“路”指的是公路。这是由于 ITS 是欧、日、美等经济发达国家针对他们的交通环境和交通现状,率先运用高新技术、把车辆和道路综合起来、系统解决交通问题而产生的。随着 ITS 的发展,现在越来越明确:运用高新技术,综合人、车、路,系统地治理交通是 ITS 的根本思路。这个“人”,指一切与交通运输系统有关的人,包括管理者、操作者和出行者;这个“车”,包括各种运输方式的运载工具;这个“路”,包括各种运输方式的通路、航线。但是,到目前为止,ITS 的道路功能是占压倒优势的。另外,ITS 中的管理,含义是广泛的,它应包括系统的规划、管理、控制、建设和运行。

智能运输系统,从其名称中可以看出它是由“智能系统”和“运输系统”两个部分组成,两者密不可分。没有“智能系统”,只能是传统的“运输系统”;没有“运输系统”,单纯的“智能系统”不管多么的先进,对我们解决交通问题也没有任何意义。但“智能系统”是智能运输系统区别于传统的运输系统的最重要的特征。“智能的”是“有推理能力的”、“有理解力的”意思。具体地说,“智能”具有以下特征:

(1)从人工智能学的角度来说,其原理上应是基于知识的系统。

(2)智能运输系统其最终目的是要通过模拟出人的智能,使运输系统变得更加有效率,更有人性。即它要模拟出人的一些重要能力,如记忆与思维能力、感知能力、自适应能力和表达与决策能力等。所以,其功能上应具有感知能力、判断、推理和学习能力。

(3)结构上应具有如图 1.1.1 所示的智能核。其中输入为来自于过程的各种有用信息,输出即为提供给决策、评价等的知识。

智能运输系统就是使交通运输系统整体模拟人类智能,具有上述各种能力,能思维、能感知、会学习、会推理判断和自行解决问题。它能感觉到周围环境的变化和自身状态的变化,能针对这些变化主动采取相应对策。即在 ITS 中,车辆靠自身的智

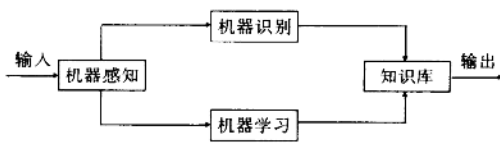


图 1.1.1 智能核

能在道路上安全、自由地行驶,道路靠自身的智能将交通流调整至最佳状态,驾驶员靠系统的智能对道路交通情况了如指掌,交通运输管理人员靠系统的智能对道路上的车辆行驶和交通状态一清二楚,使传统的被动式交通管理转变为主动式交通管理。

这里强调的是系统整体的智能,它是信息化、大系统集成和人机交互作用为基础的。ITS 需要运用人工智能技术,但不能简单地将它说成是人工智能在交通运输系统中的应用。

1.2.2 智能运输系统的主要内容

目前发达国家的 ITS 项目很多,ITS 又正处于开发试验阶段,其功能和规模不断发展扩大,对其构成的描述也不尽相同。将 ITS 明确分类的有日本和美国。

1. 日本 ITS 的九大领域

(1)先进的导航系统

为了使驾驶员在驾驶中可以采取最佳的行动、分散交通流、为驾驶员提供便利,通过可进行双向通信的导航器系统或信息提供装置,将经由路径的堵塞信息、所需时间、交通管制信息、停车场的满空信息等及时提供给驾驶员。此外,旅行者也可事先在家中、办公室等地获得同样的信息,以便制定合适的旅行计划。并且,旅行者还可通过车载机或在停车场、服务区、一般道路上的车站等地以双向通信的方式获得目的地的信息以及其他信息。

(2)自动收费系统

为了解决收费道路收费站的堵塞,以及通过实现无现金化、为驾驶员提供更多的便利和减少管理费用,在收费道路的收费站实施无须停车的自动收费。

(3)协助安全驾驶

为了将事故防患于未然,通过车辆及道路的各种传感器收集道路和周围车辆的状况等驾驶环境信息,通过车载机、道路信息提供装置等实时地将这些信息提供给驾驶员,并进行危险警告。此外,通过在车辆上设置自动控制功能,判断自身车辆及周围车辆的位置、动向、障碍物等信息,危险时自动地实施速度控制、驾驶控制等辅助驾驶动作,为驾驶员的驾驶提供帮助。随着辅助驾驶功能的完善,把握驾驶环境状况,最终实现自动驾驶。

(4)交通管理优化

为了提高交通的安全性、舒适性及改善环境,不仅限于堵塞和环境显著恶化的地区,而且要在道路网络全体范围内实现最优信号控制。为了实现主动的交通管理,通过车载机及信息提供装置实施对驾驶员的经由路径诱导。为了防止由交通事故引发的二次损失,在尽早发现交通事故、实施相应的交通管制的同时,通过车载机或其他信息装置向驾驶员提供交通管制信息。

(5)道路管理效率化

为了维持适应各地区的自然、社会条件的安全、通畅、舒适的道路环境,准确掌握道路状况,实施作业时间的判断、作业车辆配置的最优化。在发生灾害时,掌握道路设施及周围的受灾情况,实施道路修复车辆的高效配置、建立迅速且切实的修复体制。通过实现特殊车辆的通行许可申请及事务处理的电子化、通行许可路线的数据库化以及掌握通行车辆的实际通行路线、通行车辆的自动测重等手段进行特殊车辆的管理效率化。此外,为了谋求适应各地区自然条件的安全且顺畅的交通,通过车载机、信息提供装置等及时地将雨、雪、雾、风等天气状况及由此而实施的交通管制信息及时通知给驾驶员。

(6) 协助公交车车辆运营

将各公共交通部门的运营情况、拥挤情况、乘车费、停车场等信息发送至出发前的家庭、办公室的终端,或移动中的车载机、携带终端机,及设置在道路、终点站、公共汽车站、高速公路服务区等的信息提供装置上,以帮助公共交通利用者选择最佳的出行、换乘方式及出发时间,同时使各交通部门实现最佳调度。为了提高公共交通的安全、顺畅及便利性,实现运营的高效化,通过实时收集公共交通部门的运营状况、实施必要的优先通行措施、将收集到的信息作为基础数据提供给公共交通运营部门等手段,辅助公共交通部门进行运营管理。

(7) 商用车效率化

为了提高运输效率、降低业务交通量、提高运输安全性,实时收集卡车、观光车辆的运行状况,作为基础数据提供给运输者,为运行管理提供支援。此外,通过完善先进的自动化、系统化的物流中心,提供送货、归库等信息以提高物流运输效率。此外,通过使多台具有自动驾驶功能的商用车辆保持适当的车间距离,实施自动列队行驶。

(8) 协助行人

通过使用便携式终端、磁、声音等各种设施和道路引导设备,保证老弱病残的旅行安全。此外,在行人横穿道路时可通过便携式终端延长绿灯时间,为行人提供帮助。作为车辆方面的对策,可通过检测出车辆前方的行人,警告驾驶员或采取自动刹车,以防止行人交通事故。

(9) 协助紧急车辆运营

在灾害、事故等发生时,车辆自动地将紧急信息通知有关部门,以大幅缩短确定灾害、事故发生地点所需的时间,实施迅速且有效的救援活动。实时收集交通状况及道路受损状况,通知有关部门,以迅速引导修复车辆前往现场。

这九个领域的相互关系可通过图 1.2.1 给出。从图中可知,上部五个部分公用性高,必须共享信息。在日本,自动公路系统不是九大领域之一,是实现安全驾驶和商用车效率化的一个高级形式。

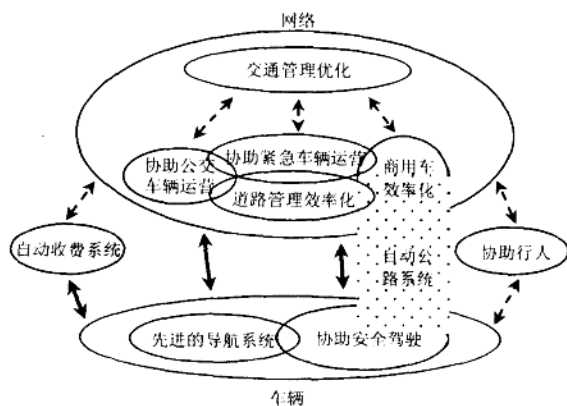


图 1.2.1 日本 ITS 概念图

2. 美国的七大系统

(1) 先进的交通管理系统 (ATMS, Advanced Traffic Management Systems)

主要指先进的监测、控制和信息处理系统。该类系统向交通管理部门和驾驶员提供对道

路交通流进行实时疏导、控制和对突发事件应急反应的功能。它包括城市集成交通控制系统、高速公路管理系统、应急管理系统、公共交通优先系统、不停车自动收费系统、交通公害减轻系统和需求管理系统等。

在道路、车辆和监控中心之间建立起通讯联系。监控中心接收到各种交通信息(如车辆检测、车辆识别、交通需求、告警和救助信号)并经过迅速处理后,通过调整交通信号,向驾驶员和管理人员提供交通实时信息和最优路径诱导,从而使交通流始终处于最佳状态。

(2)先进的旅行者信息系统(ATIS,Advanced Traveler Information Systems)

主要是对交通出行者提供及时的信息服务。在出行前通过办公室或家庭的计算机终端、咨询电话、咨询广播系统等,向出行者提供当前的交通和道路状况以及服务信息,以帮助出行者选择出行方式、出行时间和出行路线。在出行途中,通过车载信息单元或路边动态信息显示屏,向出行者提供道路条件、交通状况、车辆运行情况、交通服务的实时信息,通过路径诱导系统对车辆定位和导航,使汽车始终行驶在最佳路线上,使出行者以最佳的出行方式和路线到达目的地。

(3)先进的公共运输系统(APTS,Advanced Public Transportation Systems)

采用各种智能技术促进公共运输业的发展,它包括公共车辆定位系统、客运量自动检测系统、行驶信息服务系统、自动调度系统和电子车票系统等。

如利用全球卫星定位系统和移动通信网络对公共车辆进行监控和调度,采用IC卡进行客运量检测和公交出行收费,通过个人计算机、闭路电视等向公众就出行时间和方式、路径及车次选择等提供咨询,在公交车上和公交车站通过电子站牌向候车者提供车辆的实时运行信息,改进服务,提高公共交通的吸引力。

(4)商用车辆运营(CVO,Commercial Vehicle Operation)系统

是专为运输企业(主要是经营大型货运卡车和远程客运汽车的企业)提高盈利而开发的智能型运营管理技术,目的在于提高商业车辆的运营效率和安全性。通过卫星、路边信号标杆等装置,以及车辆自动定位、车辆自动识别、车辆自动分类和动态称重等设备,实现电子通关,辅助企业的车辆调度中心对运营车辆进行调度管理。

(5)先进的车辆控制(和安全)系统(AVCS或AVCSS,AVCS即Advanced Vehicle Control Systems,AVCSS即Advanced Vehicle Control and Safety Systems)

主要指智能汽车的研制。先进的车辆控制系统包括事故规避系统和监测调控系统等。

智能汽车具有道路障碍自动识别、自动报警、自动转向、自动制动、自动保持安全车距、车速和巡航控制功能。安装在车身各部位的传感器、盲点监测器、微波雷达、激光雷达、摄像机等设施由计算机控制,在易发生危险的情况下,随时以声、光形式向司机提供车体周围必要信息,并可自动采取措施,从而有效地防止事故的发生。车内计算机中存储大量有关驾驶员个人和车辆各部分的信息参数,当监测到这些参数发生变化、超过某种安全极限值时就会向司机发出警报,并采取相应措施,以预防事故发生。

(6)自动公路系统(AHS,Automated Highway Systems)

自动公路系统是更高级的智能车辆控制系统和智能道路系统的集成——汽车自动驾驶系统。由路面设施和车辆上的特殊装备组成。如路面设施是在车道中心按一定间隔距离埋设的磁铁,车载装置是磁传感器、障碍物检测雷达、车道白线识别装置、电子导向仪、电子自控油门、电子刹车装置等。以电耦将汽车组成一组一组的列车运行,每辆车可随时加入或退出列车车队,当汽车在车队中行驶时为自动驾驶,保证汽车的行驶绝对安全高效。

(7)先进的乡村运输系统(ARTS,Advanced Rural Transportation Systems)

是根据乡镇运输的特殊需要,其它各类 ITS 系统在乡村环境下有选择性的运用。针对这种特殊要求,也有一些特殊技术的开发和研究,如紧急呼救和事故防止、不利道路和交通环境的实时警告、高效益成本比的通信和监测等。

比较上述分类可知,美、日从不同的角度对 ITS 的分类有些差异,ITS 的内容也稍有不同。如日本针对其社会老龄化现象更为突出,特别强调了保障行人安全,在“协助行人”领域部署了一系列研究和开发项目。但是,从整体来看,两国的 ITS 内容基本上是相同的。从世界范围看,除有些国家和地区(如欧洲)还突出综合运输智能化外,ITS 所涵盖的内容也大体相同。

1.3 智能运输系统的发展历程和推进体制

图 1.3.1 给出了欧、美、日 ITS 发展历程中的主要项目。从图中可以看到 ITS 30 多年来的发展概貌:它始于 20 世纪六七十年代,于 20 世纪 80 年代后半期得到迅速发展,20 世纪 90 年代中期基本归于 ITS 概念;美国一直是全国统一规划,欧洲是全欧政府和民间两条线并进,日本是先由政府各部门同时分别地推进而后发展到全国统一协调地发展。

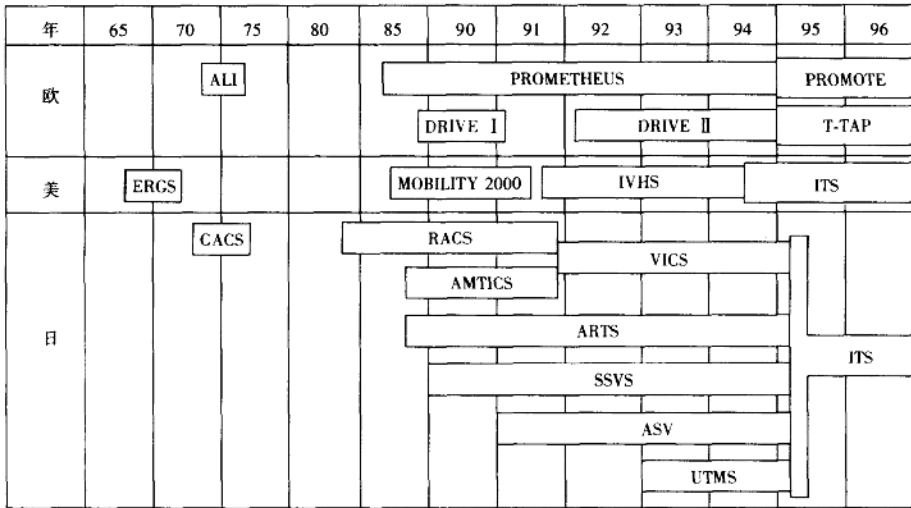
1.3.1 美国 ITS 的发展历程和推进体制

1. IVHS 的起源

很多人认为,与欧洲、日本相比,美国 ITS 研究起步较晚,但起点较高。然而事实上,应该说美国运输系统的智能化研究是最早的,只不过中间停顿十多年。美国 ITS 始于 1967 年的电子路径诱导系统(ERGS),该系统按照司机在车上设定的目的地,在车载机的显示屏上表示前进方向,取代了以往的路侧道路引导标识的方法,是一种车载静态路径诱导系统。由于从政府方面得不到继续开发的政策和资金支持,1971 年该项目中止。正是这一系统导致了稍后日本 CACS、德国 ALI 等项目关于路径诱导系统的研究,导致了日、欧 ITS 的迅速发展。直到 1987 年美国各州和各城市的一些对于智能车辆和道路的研究工作感兴趣的人自发地成立非正式团体——Mobility 2000 为止,美国没有明显的关于 ITS 的研究开发动向。

面对欧、日的领先和城市交通的恶化,Mobility 2000 围绕“应用哪些技术、如何应用这些技术来有效地消除交通阻塞”进行研究。他们努力向交通政策制订者和国会议员们游说,使他们认识到引入智能车辆—道路系统(IVHS)的必要性。1989 年,他们完成了指引国家支持 IVHS 计划发展的一系列文件,这些文件促成 IVHS 全国工作小组于 1990 年 3 月成立。同年 3 月,美国运输部(USDOT)部长在给国会的报告中写道:“如果我国的公路系统得不到改善,那么必将导致交通阻塞、机动性(mobility)低下、事故激增,蒙受巨大的经济损失。此外,如果美国不能进一步促进下一代道路交通系统技术的开发研究,那么必将丧失与资金充足且计划明确的日、欧的竞争力。”“联邦运输部提议建立鼓励官民合作进行 IVHS 技术开发、试验、展开的全国性合作体制。”这充分表明了美国人当时深感危机的心态和发展 ITS 的决心。就这样,在 Mobility 2000 的推动下,于 1990 年 8 月成立了专门的全国性组织 IVHS America,1991 年 3 月 IVHS America 成为 USDOT 的正式咨询委员会,为政府出谋划策,并直接组织协调活动。从此在全美开始了协调、统一的 IVHS 的研究、开发和部署。

2. 美国 ITS 的发展历程



- ALI: Autofahrer Leit und Information System(驾驶员引导和信息系统,德国)
- PROMETHEUS: Program for Europe Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety(欧洲高效率和安全交通计划)
- PROMOTE: Program for Mobility in Transportation in Europe(欧洲运输机动性计划)
- DRIVE: Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe(欧洲道路交通安全设施)
- T-TAP: Transport Telematics Applications Programme(运输通信技术应用计划)
- ERGS: Electronic Route Guidance System(电子路径诱导系统)
- IVHS: Intelligent Vehicle-Highway Systems(智能车辆—道路系统)
- CACS: Comprehensive Automobile traffic Control System(汽车交通综合控制系统)
- RACS: Road Automobile Communication System(路、车间通信系统)
- VICS: Vehicle Information and Communication System(新公路交通信息通信系统)
- AMTICS: Advanced Mobile Traffic Information and Communication System(先进交通信息系统)
- ARTS: Advanced road Transportation System(先进道路交通系统)
- SSVS: Super Smart Vehicle System(智能汽车系统)
- ASV: Advanced Safety Vehicle(先进的安全车辆)
- UTMS: Universal Traffic Management System(新交通管理系统)

图 1.3.1 欧、美、日 ITS 发展的主要历程

“由国家统一规划、投入充足、发展迅速”是美国 ITS 发展历程的特点。

(1)1989 年 IVHS 战略

1989 年 Mobility 2000 提出的美国 IVHS 30 年战略计划制定了 IVHS 的研究总目标、研究的分系统及研究内容等。该战略计划按用途或对象把 IVHS 分成 4 个分系统:ATMS, ATIS, CVO 和 AVCS。

(2)1991 年 ISTE A

1991 年美国提出新一轮(1992~1997)的道路交通建设法案(美国每 6 年修改一次全国道路建设法案),即《陆上综合运输效率化法》(ISTEA, Intermodal Surface Transportation Efficiency Act, 华裔学者称之为《冰茶法案》),被美国交通运输界誉为确立美国交通运输新政策的一部划时代的交通运输建设新法案。在这部法案中,把 IVHS 的研究开发置于交通建设政策的中心项目的位置,并制定了研究开发 IVHS 的巨大投资计划。

(3)1992年ISTEA

美国1992年再次提出的IVHS开发战略计划,把4大分系统的课题分为2大类:研究开发(R&D,即Research and Development)和运行测试(Operation Test)。“研究开发”是IVHS的基础研究,“运行测试”是把基础研究成果推向实际应用前的论证阶段。战略计划把两大类课题的研究内容按技术类别分为人为因素、通信、信息、传输、系统体系结构、法律制度、社会经济、效益分析、软件、模拟、故障分析、安全系统、系统监测、车辆性能、传感器、规划等16类课题。

从美国IVHS战略计划所研究的内容可见:IVHS不仅涉及开发IVHS所需高新技术的研究,还涉及实施运行IVHS后,IVHS对社会、经济、法律、土地利用及人们出行行为的影响以及所需要采取的运行规章及管理制度的建立等研究。可见,IVHS不仅使交通运输建设与运行管理走上高科技之路,使交通运输产业划时代的改变,而且对社会、经济、法律、土地利用等都将产生深远的影响。

ISTEA为IVHS/ITS立法并规定美国政府6年内用6.6亿美元资助IVHS研究活动,IVHS还从USDOT一般财务计划中得到资助。

1993年夏天,开始制定自动公路系统(AHS)的研究开发计划,同年12月USDOT和联邦政府批准了这一计划,1994年10月成立了相关团体“全美自动公路系统协会”(NAHSC, National Automated Highway System Consortium)。

(4)1994年从IVHS到ITS

1994年美国根据IVHS的实际研究项目,认为IVHS的名称已不能覆盖其全部内容,因而把IVHS易名为ITS,在原IVHS的4大分系统的基础上再加上2个分系统:APTS和ARTS,加上AHS,形成现在ITS研究开发的领域框架。与此同时,原IVHS America随之更名为ITS America。相应也在ITS America中增加了两个专题委员会:APTS和ARTS。

(5)1996年“时间节约战略”

1996年1月,USDOT又发布了“运行时间节约”(Operation Time Saver)战略。在这个战略中提出了“智能交通运输基础设施”(ITI, Intelligent Transportation Infrastructure)的新概念。此战略就是要通过全美75个城市“智能交通运输基础设施”的建设,在今后10年内,实现旅行时间缩短15%的一项计划。即在这75个城市中,把有关ITS的设施建设看作同道路、桥梁一样,成为道路交通基础设施的一个组成部分,凡新建道路基础设施,必须建有ITS的有关设施,籍以加强ITS研究成果的实施,推进ITS产业的发展。

ITI概念的提出及其在美国75个城市中的实施,日本在全国推广VICS及其ITS设施建设的响应,以及国际上ITS的激烈竞争表明:新世纪的交通基础设施已不再是传统的单纯的土建设施,而是土建加ITS设施的综合,这是对传统交通基础设施观念的一个彻底更新。无疑,没有强有力的产业利益的驱使,美国是不会提出这样的战略的。

3. 美国ITS的效益

ITS是投资巨大的工程项目,必须进行充分的事前潜在效益成本分析和事后的效益评估。美国1990年3月于Dallas召开了全美IVHS会议,对当时IVHS的效益作了定性的概述,认为IVHS可以促使全国交通运输业、汽车工业产生一个飞跃,现有路网将得到改善。Mobility 2000曾对美国应用IVHS的潜在效益做出细致地分析,得出如下结论:

(1)可使都市地区的交通阻塞降低25%~40%。以1990年美国因交通阻塞损失1000亿美元计,因IVHS至少可减少损失250亿美元/年。这项效益还将因交通量的逐年增长而增加。

(2)到 2010 年,估计每年可以减少交通事故死亡 11 500 人及交通事故 220 亿次;到 2020 年可以减少交通事故 650 亿次。

(3)可带来减少能源消耗,降低大气污染,提高城市运输生产力的效益。

(4)各相关产品的国内国际市场效益,估计到 2000 年可达每年 280 亿美元。

Mobility 2000 对 IVHS 计划进行了成本概算。以美国 250 个大都市、18 000 英里高速公路上全部使用 IVHS 计,包括研究、开发、测试、设计、安装,共约 350 亿美元。即研究开发成本约 14 亿,测试经费约 30 亿,实施安装成本约 300 亿,此外车主约需花费 800~1 000 美元购买车内相关设备。若只计降低交通拥挤损失及产品市场效益两项,以上成本一年即可全部回收。

关于美国已实施 ITS 的实效,各地都有评估。如在密西根州,ATMS 使高峰小时车速提高 35%;ATIS 使行驶时间缩短 19%;AVCS 使“灰狗”公共汽车交通事故降低 20%;自动车辆定位(AVL)节约 40 万美元/年;电子收费和交通管理(ETTM)使收费车道上事故降低为 0;运营费用降低 16 万美元/年。

4. 美国 ITS 的推进体制

美国的 ITS 推进组织——美国的智能运输协会(ITS America)是由美国国会于 1991 年批准、为协调美国 ITS 的开发和利用而建立的。它的成员包括联邦政府、州政府、地方政府和外国政府机构,与 ITS 开发有关的国家和国际公司,大学、独立研究机构,对 ITS 感兴趣的公共团体及其他从事 ITS 活动的团体。现有 60 000 多个成员单位,其中有近 50% 为私人公司或团体。

ITS America 的使命是鼓励公私合作者通过应用先进的技术努力提高运输的安全性和效率。为此,它的主要活动是:

- (1)帮助政府制定政策
 - (2)组织技术论坛
 - (3)帮助发展标准,处理横向问题
 - (4)促进国际合作
 - (5)管理和交换 ITS 信息
 - (6)展示 ITS 新技术
 - (7)支持地方和州范围的 ITS 计划
 - (8)提高公众对 ITS 的认识
- 美国的 ITS 推进体制如图 1.3.2。

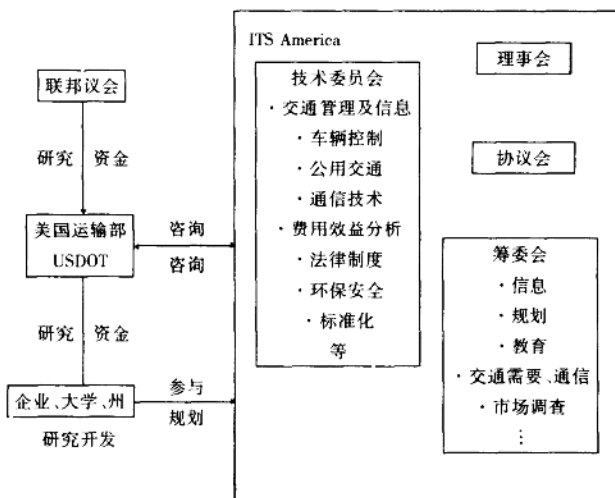


图 1.3.2 美国 ITS 的推进体制

1.3.2 欧洲 ITS 的发展历程和推进体制

1. 欧洲 ITS 发展的特点

在欧洲,除德国的 ALI 外,20 世纪 80 年代初期德、英、法等国先后还各自研究了自己的路径诱导系统,经济合作与发展组织 OECD 对这些系统进行了调查和评价,结论是:应用现代信息和通信技术等高科技的路径诱导系统,将会使道路交通发生显著的变化。但是各国的诱导系统彼此独立而不相容,对过境车辆和道路交通管理带来了不便。因此 OECD 决定努力促进这一领域的发展并协调全欧进行有效的国际合作。1986 年,在法国总统密特朗的提议下,欧洲 19 个国家的政府和企业界开始了一项名为“尤里卡”(EUREKA 即 European Research Coordination Agency)的联合研究计划。由于欧洲的国家大部分都很小,因此欧洲的 ITS 主要从洲际的角度进行,旨在建立跨欧的智能化道路网。具体计划中包括许多项目,其中主要的项目分成两条战线。一是由欧盟(EU 即 European Union,1993 年前为欧共体 EC 即 European Commission)组织的为完善道路设施、提高运输服务水平的 DRIVE 计划和 T-TAP 计划,一是由民间企业主导的为提高欧洲汽车竞争力的 PROMEHEUS 计划和改善欧洲运输机动性的 PROMOTE 计划。这些计划的一个共同特点是它们都是跨国合作的大项目,其中的子项目有全欧联合的、局部地区(同一地域的几个国家或城市)联合的和单个国家或城市的,大多数子项目由下而上地通过公开征集确定。1995 年后的 PROMOTE 和 T-TAP 都包括全运输方式。1996 年 2 月底,欧盟第 13 事务总局第一次公布了为 T-TAP 征集的具体子项目,共计 74 个子项目,其中有关航空、铁路与海运的子项目为 28 个,涉及两种运输方式的占 4 个,涉及多种运输方式的有 5 个,显然欧洲对有关综合运输的 ITS 项目比日、美更为重视。

由上可见,强调国际(主要是洲际)合作和标准化、强调综合运输系统智能化是欧洲 ITS 发展的主要特点。

2. 欧洲 ITS 的发展历程

(1) 从 DRIVE I 到 DRIVE II

DRIVE(Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe)计划是欧共体由政府主持的一个研究开发计划。在欧共体主持下,1987 年欧共体运输部长联席会议开始筹划,1988 年开始执行 DRIVE 计划。组织 12 个国家的高校、研究中心、企业等各方面,累计有 70 多个单位参加合作研究。研究目标是:降低道路交通事故,加强道路交通安全,提高原有道路交通运输设施的运行效率,降低交通对环境的污染,改善道路运输环境。

①DRIVE I

1988 年开始,是计划的初始阶段。作为欧盟“第二骨干计划”的一部分,研究内容集中于基础研究与标准研究,分成 4 个方面——总体问题和建模、人因行为分析和交通安全、交通控制以及服务、通信与数据库。

第一阶段 DRIVE I 计划于 1991 年告一段落,取得:移动无线通讯的动态路径诱导系统、交通事故自动检测系统、全欧出行规划系统等主要成果。

②DRIVE II

继 DRIVE I,1992 年开始实施第二阶段 DRIVE II 计划。该计划又名 ATT(Advanced Transport Telematics),是欧盟“第三骨干计划”的一部分,预期 3 年完成,参加研究单位达 500 多个。

DRIVE II 研究的基本目标是使 DRIVE I 研究成果付之使用和建立通用系统规范。

DRIVE II 研究 7 个方面,56 个项目,其中 26 个示范性项目(Pilot Project),30 个支持性项目(Supporting Project)。

(2) 从 DRIVE II 到 T-TAP

T-TAP 实际是 DRIVE 计划的第三阶段 DRIVE III, 或称交通运输信息通讯技术应用计划(Transport Telematics Application Programme), 是一个 5 年计划(1994~1998 年), 是欧盟“第四骨干计划”的一部分。它是一项包括道路交通运输、航空运输、铁路和水路运输及多式联合运输的综合性研究计划。其中道路交通运输信息通讯技术(RTT, Road Transport Telematics)专题委员会通过下列项目专题研究组推进 ITS 的研究: 交通管理与控制、交通与旅游信息、运输需求管理、公共运输、货物运输及其车队管理和车辆控制。

由于欧洲没有像美国的“国家 ITS 体系结构”那样的整体 ITS 体系结构研究项目, 将影响 ITS 的进一步发展, 于是经欧盟委员会批准, 1998 年 4 月, 欧洲运输网络体系结构(KAREN, Keystone Architecture Required for European Networks)项目正式启动, 预期两年完成。该项目是为欧盟“第五骨干计划”做准备。

(3) PROMETHEUS 计划

1986 年 14 家欧洲汽车制造商联合提出 PROMETHEUS(Program for Europe Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety)计划, 作为欧洲 EUREKA 联合开发项目的一个组成部分。PROMETHEUS 计划研究工作从 1986 年开始“定义阶段”, 目的是探究这项研究的必要性, 确定研究方向和研究内容, 并拟订研究计划; 1987 年为“准备阶段”, 目的是评价此项目的实用意义, 并做成本效益分析; 着手进行 7 个专题的研究, 预计 6 年完成。研究成果的效益目标: 到 2000 年, 欧洲交通死亡事故减少 50%。

PROMETHEUS 的研究与开发项目分为两大类:

- ①基础研究, 由高校、研究所担当, 共 70 个研究单位参加。分 4 个研究专题。
- ②应用研究, 由汽车制造商担当, 共 103 家厂商参加。分 3 个研究专题。

PROMETHEUS 规定的研究开发和现场测试目的的研究成果分成 9 类。这些成果在 1994 年 10 月巴黎举行的'94 智能车辆学术会暨展示会上展示。

表 1.3.1 给出了 DRIVE 和 PROMETHEUS 的计划概要。

表 1.3.1 DRIVE、PROMETHEUS 计划概要

	DRIVE I, II	PROMETHEUS
地 位	EC 政府主导, 提供经费	民间主导
目 标	安全、效率、环保、便利	
重 点	道路基础设施智能化	车辆功能智能化
计划期限	I: 1989~1991, II: 1992~1994	1987~1994
预算(相当于日元)	180 亿/360 亿	510 亿
主要研究课题	交通管制, 交通信息, 通信	驾驶支持, 移动通信, 人工智能, 硬件技术
计	72/56 题	258 题

(4) 从 PROMETHEUS 到 PROMOTE

上述展示标志 PROMETHEUS 结束, 由 PROMOTE(Program for Mobility in Transportation in Europe)继续。PROMOTE 从 1995 年开始, 计划 4 年完成。PROMOTE 研究各种不同的运输方式的智能化措施。

但 PROMOTE 绝非 PROMETHUES 的简单继续, 两者的区别是:

- ①研究内容从车辆技术转向交通管理系统与安全系统;

- ②参与者不仅有汽车制造商,还包括计算机公司和交通管理者;
- ③课题范围缩小;
- ④引进新财源。

3. 欧洲 ITS 的推进体制

欧洲的 ITS 推进组织是 ERTICO。ERTICO 是欧洲道路运输通信技术实用化促进组织 (European Road Transport Telematics Implementation Organization) 的简称,成立于 1991 年,是一个基于比利时条约的联合公司,其成员都是公司的股东。

ERTICO 的成员包括五个不同的类别:公共机构、公共/私有基础设施经营者、企业、用户和其它。在管理委员会中,成员作为股东施加影响。

ERTICO 是欧洲 ITS 的促进和咨询组织,它的目的是协调和支持全欧洲的 ITS 活动。ERTICO 最初强调道路运输,但后来活动的范围扩展到多模式,包括铁路、水运和航空的运输服务。可见,ITS 活动不局限于一个国家、一种运输模式,强调 ITS 的国际性和多模式综合性是 ERTICO 领先的一面。

ERTICO 的活动包括:

- (1)明确市场需求,确定应实现的需求;
- (2)设定共同目标,制定所需要的策略;
- (3)创建多部门参与的财团,以紧紧把握 ITS 机遇;
- (4)建立公共舆论和统一分歧;
- (5)支持标准化;
- (6)参加欧盟的政策和计划的制定;
- (7)激发和协调实施的主动性;
- (8)通过年度的世界 ITS 大会提高 ITS 的水平。

欧盟的 ITS 推进体制如图 1.3.3。其中,DG 是欧洲事务总局,DG V II 是欧盟第七事务总局(运输总局),DG XIII 是欧盟第十三事务总局(电子通信总局)。

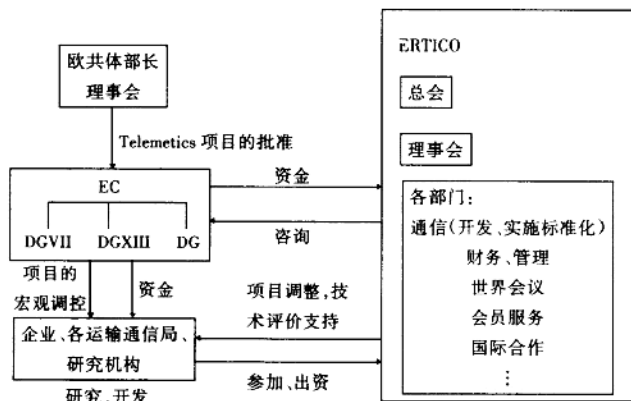


图 1.3.3 欧盟 ITS 的推进体制

1.3.3 日本 ITS 的发展历程和推进体制

1. 日本 ITS 发展的特点

日本 ITS 的发展几乎与欧洲同时起步。1973 年,日本进行其第一个 ITS 项目 CACS,这是世界上第一个动态路径诱导系统。20 世纪 80 年代中期开始,由运输省等政府部门组织上百家企业,会同大学和研究机构进行大规模联合开发,形成了官、民、学的协调体制,这对日本 ITS 的发展起到了很大的推动作用。至 20 世纪 90 年代中期,日本相继完成了路车间通信系统、交通信息通信系统、广域旅行信息系统、超智能车辆系统、安全车辆系统以及新交通管理系统等方面的研究。在此基础上,1994 年 1 月,由日本警视厅、通产省、运输省、邮政省和建设省等五个部门联合成立了日本道路、交通、车辆智能化促进协会(VERTIS)以推动 ITS 在日本的发展。作为新的阶段,1996 年 7 月,在五个政府部门共同发布的《面向高度信息通信社会推进的基本方针》和《公路、交通、车辆领域的信息化实施方针》基础上,提出“ITS 总体构想”,开始了面向 ITS 采取综合的、有体系发展的对策,并投入巨资进行 ITS 的研究、开发与运用。日本特别重视 ITS 技术产品化发展和 ITS 的场地实验。如跨世纪工程新交通管理系统(UTMS)中的重要子系统动态路径诱导系统(DRGS)已进行了一系列场地试验。1994 年,为期一年的试验在横滨进行,总共安装了 200 根红外线信号标杆,包括出租车、邮车及警车在内的 500 辆车参加试验,主要目的是验证 DRGS 的可行性以及收集检测器之间的行驶时间数据;1996 年 3 月,在东京/神奈川县建立 4 km² 的试验区,约有 200 条链路可供使用,主要目的在于验证路径诱导信息的实时提供功能,1997 年 2 月又进行了 DRGS 的第 2 次运行试验。可见,众多政府部门参与,重视技术、产品开发和场地试验是日本 ITS 发展的主要特点。

2. 日本 ITS 的发展历程

日本 ITS 的发展可以分成两个大阶段。

(1) 各省厅积极推进

此阶段的特点是各有关省厅由分别推进 ITS 的研究开发项目,到逐渐联合开发,但还没有制定整个国家的 ITS 发展战略。此阶段又可分为四个小阶段:

① 20 世纪 70 年代——ITS 的黎明。1973 年开始的通产省项目 CACS,除了仿效美国的 ERGS 由双向个别站点通信提供路径诱导外,还由单向站点通信提供行驶信息、单向声音通信提供紧急信息、由可变信息板提供路径信息的综合系统。1977~1978 年 6 个月在东京中心西南部含约 90 个交叉点、高速公路出入口的道路网,1 330 台车进行了实验。

② 20 世纪 80 年代前半期——切实的成果。日本交通管理技术协会的 AMTICS 以先进技术的研究为目标,对交通信号控制、交通信息的收集和提供、交通数据库、路径诱导和交通疏导等课题展开全面研究。建设省对 CACS 利用通过路车通信的 AVL 功能计测旅行时间的技术很重视,20 世纪 80 年代初在首都圈进行了旅行时间的监测实验。为了改善和普及 CACS 开发的技术,通产省成立了汽车电子技术协会,研制成新的路车通信装置,并开始研究车车通信。

③ 20 世纪 80 年代后半期——迅速的展开。比 CACS 进一步的建设省主导的路车通信系统 RACS 设置了传送位置的静态信息的位置信标、传送堵塞的动态信息的信息信标和双向传送消息的通信信标。警视厅主导的 AMTICS 能将全国交通控制中心收集的交通信息通过远程终端系统传送到车辆。两系统都使用了汽车车载导航装置。

④ 20 世纪 90 年代前半期——走向国际。1991 年警视厅、邮政省、建设省集成 RACS 和 AMTICS 开始了 VICS 项目,警视厅、邮政省、建设省、运输省主导的 UTMS 也在 1991 年启动,SSVS、ASV、ARTS 一齐推进。和美、欧相呼应,成立了官民一体的国际性 ITS 推进组织 VERTIS,1995 年 11 月在横滨召开了第二次 ITS 世界大会。