

文章编号: 1002-0268 (2008) 02-0127-07

# 省域公路出行者信息系统规划方法研究

马永锋<sup>1</sup>, 陆 键<sup>1</sup>, 项乔君<sup>1</sup>, 沙海云<sup>2</sup>

(1. 东南大学 交通学院, 江苏 南京 210096; 2 江苏省交通厅 公路局, 江苏 南京 210005)

**摘要:** 在分析国内省域公路网(高等公路网、普通公路网)管理机制共性的基础上,提出了省域公路 ATIS 系统规划方法。首先对省域公路 ATIS 规划目的、规划定位及规划服务对象进行了分析;制定了通用规划流程,从信息需求分析、体系框架设计(用户服务、逻辑框架、物理框架、标准需求)、系统设计(功能要求分析、系统架构设计)、建设项目规划、实施保障(商业运营模式、保障机制)、规划成果评估等 6 个方面对规划方法及规划内容进行了探讨。以江苏省公路 ATIS 规划作为实例,验证了该方法的可行性,并对规划方法特征进行了总结性分析。

**关键词:** 智能运输系统; 出行者信息系统; 规划方法; 规划流程; 规划内容

中图分类号: U491

文献标识码: A

## Planning Process of Advanced Traveler Information System of Provincial Highway Network

MA Yong-feng<sup>1</sup>, LU Jian<sup>1</sup>, XIANG Qiao-jun<sup>1</sup>, SHA Hai-yun<sup>2</sup>

(1 School of Transportation, Southeast University, Nanjing Jiangsu 210096, China;

2 Highway Bureau of Jiangsu Provincial Communications Department, Nanjing Jiangsu 210005, China)

**Abstract:** Based on analysis of management mechanism of current domestic provincial highway network (freeway network and normal highway network), a systematic planning process of provincial highway ATIS was presented. The planning goal, planning level and universal planning flow were analyzed firstly. Based on the above, the planning process and planning contents of provincial ATIS were discussed from six aspects including information requirements, architecture design (user needs, logical architecture, physical architecture and standard requirements), system design (functional requirements and framework design), projects planning, implementing guarantee (business model and insurance mechanism) and planning evaluation. The feasibility of the raised planning process was proved by the application on the planning project of Jiangsu Provincial ATIS. Furthermore, the characters of planning method was summarized.

**Key words:** Intelligent Transport Systems; Advanced Traveler Information System (ATIS); planning process; planning flowchart; planning contents

## 0 引言

智能运输系统 (ITS) 作为一种新型的交通理念和缓解交通相关诸多问题的重要手段,其有效性得到了普遍认同<sup>[1]</sup>。目前,我国国家 ITS 框架已经开发完成,部分省市亦完成了省级 ITS 框架编制,同时实施

了一系列 ITS 相关应用系统<sup>[2~5]</sup>,为 ITS 在公路领域的应用奠定了一定的基础。根据公路交通发展的特点及国外 ITS 应用的实践,ITS 在公路网上实施一般以信息服务作为起点,即公路高级出行者信息系统 (ATIS)<sup>[1,6]</sup>。公路 ATIS 可提高公路网运营、管理现代化水平,降低基础设施损耗,提高公路交通运行效

收稿日期: 2006-11-13

基金项目: 江苏省交通厅科技项目 (04X015)

作者简介: 马永锋 (1980-),男,河北定州人,博士,讲师,研究方向为交通运输规划与管理。(mayongfeng@sohu.com)

率、安全性能以及公路交通出行的便捷性,其建设对于保障和推动省域经济发展具有重要意义<sup>[6,7]</sup>。

国外公路 ATIS 发展规划编制起步较早,典型代表为美国,其在联邦层面,由运输部开展了高级乡村运输系统 (ARTS) 计划,同时由联邦公路局主持了乡村地区高级出行者信息系统的研究项目<sup>[6]</sup>。在此基础上,许多州开展了州域或地区性 ATIS 发展规划研究<sup>[8,9]</sup>。从其实施效果来看,省域性发展规划制定的越早,则后期各应用系统间协调运营、整合难度越小<sup>[6,8,9]</sup>。

目前,国内公路 ATIS 尚处于发展初期阶段,一些省市已自发建立了部分公路 ATIS 应用系统,涉及到信息采集、监控、发布等领域,但普遍存在应用系统间各自孤立、未能从省域范围内系统整体协调运营的角度考虑问题,为后期系统整合设置了不必要的障碍<sup>[4,7]</sup>。省域公路 ATIS 规划处于中间层面,其上层受国家、省域 ITS 规划作约束及指导,同时又指导省域内公路 ATIS 相关规划及设计。从公路 ATIS 的长远发展来看,尽快制定发展规划,对于公路 ATIS 健康、有序的发展是迫切而必要的。有鉴于此,部分省市开始着手制定省域公路 ATIS 发展规划,其中江苏省已率先完成<sup>[7]</sup>。

本文基于江苏省相关课题的开展,在分析省域公路网管理机制共性的基础上,对省域公路 ATIS 规划定位、流程、规划方法及内容进行了探讨。

## 1 省域公路 ATIS 规划定位

### 1.1 规划目的

省域公路 ATIS 规划目的是:(1) 确定其未来蓝图及总体架构;(2) 规范和指导相关项目的规划和建设,为公路 ATIS 设计、系统综合、实施、运营、验收等提供基本依据;(3) 使公路 ATIS 系统设计者、参与者及使用者达成基本共识,从而使各方对系统的理解偏差降至最低,降低系统实施难度;(4) 明确省域公路 ATIS 与其他 ITS 相关应用系统的关系,以保障相互之间的无缝融合。

### 1.2 规划定位

省域公路 ATIS 实施是一系统工程,依据软件工程和系统工程中信息系统生命周期的思想<sup>[10,11]</sup>,其系统开发、实施、运营流程可采用“V 模型”描述。由图 1 可见,其实施在总体上可分为 3 个阶段: I 阶段:规划设计阶段; II 阶段:系统建设实施阶段; III 阶段:系统测试、运营、维护阶段。

省域公路 ATIS 规划设计可从两个层面展开:框

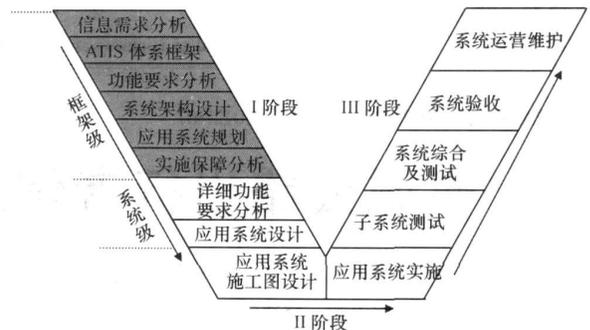


图 1 省域公路 ATIS 整体开发流程

Fig 1 Development flowchart of provincial highway ATIS

架级、系统级。框架级系统规划设计指宏观上从省域范围内各应用系统的协调运营角度考虑,制定公路 ATIS 发展规划;系统级规划设计指针对特定应用系统而言,依据建设主体功能需求的不同,进行详细系统设计。后者的实施应是以前者的实现为基础。本文关注于省域公路 ATIS 框架级规划,图 1 中阴影部分描述了本文内容在整个流程中所处的阶段。

### 1.3 规划服务对象

规划成果可作为众多相关机构的参考或依据文件,包括:(1) 省域范围内公路 ATIS 框架、通信及信息化相关的机构;(2) 省域范围内公路 ATIS 设计、实施相关机构;(3) 期望与公路 ATIS 进行通信或互联的其它 ITS 管理机构。

## 2 省域公路 ATIS 规划方法及内容分析

省域公路 ATIS 规划应在详细分析国内外既有 ATIS 规划相关资料后,以针对特定省市的调研分析结果为依据,以用户信息需求为出发点予以开展。其主要规划流程如图 2 所示。

### 2.1 信息需求分析

信息是公路 ATIS 营运的核心,其主要使用者为公路管理部门、公路出行者。信息需求分析是开展规划的基础,应从信息使用者角度出发,根据国内外既有相关文献及调研分析,确定国内公路相关信息服务种类。在此基础上,针对不同类型的信息使用者分别设计调查问卷,进行抽样调查分析,以此确定公路 ATIS 使用者的信息需求。信息需求分析的核心成果是确定不同信息使用者所需求信息的种类、需求程度及相关要求,以此期作为制定省域 ATIS 体系框架的直接依据。

信息需求调研内容包括:所需要的信息种类、需要的迫切程度、信息的时效性要求、可接受的发布方式。此外,针对公路管理部门,需拓展调查以下内

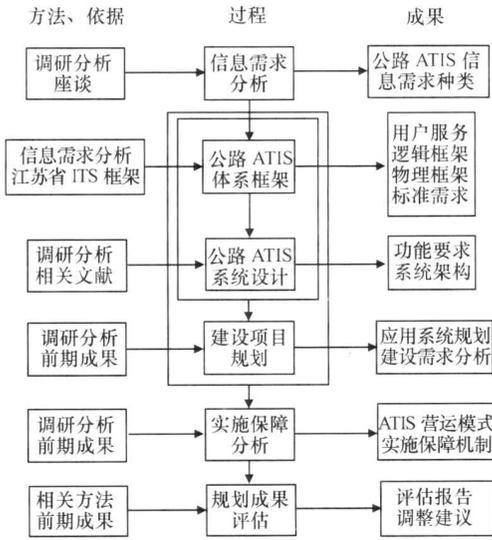


图 2 省域公路 ATIS 规划流程

Fig 2 Planning flowchart of provincial highway ATIS

容: 信息是否发布、信息已发布的程度或未发布原因、信息获取方式、信息处理流程、信息发布方式等。进行信息需求调研时, 保证调研样本的代表性甚为重要, 需着重考虑的因素包括: 公路管理者所处的层次 (职能管理部门、路公司等) 的不同而有所差异; 公路出行者随出行目的 (公务出行、探亲访友、旅游、货物运输等)、出行方式 (公车、私车、营运车辆等) 的不同而有所差异。

### 2.2 体系框架设计

省域公路 ATIS 体系框架描述了应构建哪些系统以及各系统间的逻辑、物理关系, 其可作为建设项目实施时的宏观依据。体系框架的开发应在相应省域 ITS 框架指导下完成, 并尽可能与其保持一致 (命名规则、代码定义等), 以利于远期公路 ATIS 的扩展及与省域范围内其他 ITS 应用子系统的无缝融合。省域公路 ATIS 框架应采用结构化设计方法<sup>[2,3]</sup>进行设计, 其基本流程如图 3 所示。

#### 2.2.1 用户服务

信息需求分析结果确定了省域公路 ATIS 所应满足的信息使用者的需求, 以此为依据, 从相应省域 ITS 框架中筛选能满足这些信息需求的用户服务。筛选过程可通过用户服务与信息需求间的映射矩阵实现。对于 ITS 框架中找不到对应用户服务的信息种类, 可定义新的用户服务予以满足。

省域公路 ATIS 用户服务内容主要包括用户服务定义, 且一般采用层次化的形式表述 (服务领域、服务、子服务)。此外, 本部分内容亦需明确用户主体、服务主体、系统终端的定义。

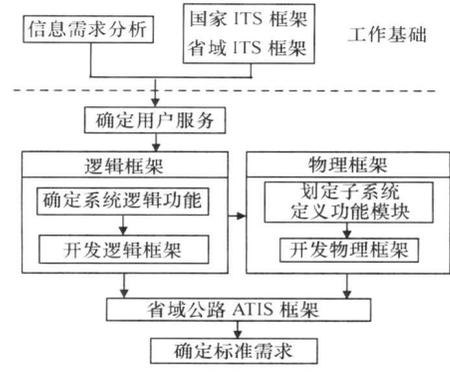


图 3 体系框架开发基本流程

Fig 3 Development flowchart of ATIS architecture

#### 2.2.2 逻辑框架

逻辑框架指完成公路 ATIS 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。在国家或省域 ITS 框架指导下, 逻辑框架建模采用分解与抽象的方法自上而下逐步求精, 将由用户服务和子服务转化过来的逻辑功能及过程逐层分解, 描述系统功能。

逻辑框架主要内容包括: 命名规则; 逻辑功能层次表 (功能域、功能、过程); 逻辑元素描述 (逻辑功能描述、逻辑过程描述); 逻辑数据流图; 逻辑数据流描述。

#### 2.2.3 物理框架

物理框架是对实现用户服务所需功能的物理性描述, 也是公路 ATIS 体系框架研究的核心。构建物理框架应考虑的因素包括: 省域基础设施现状及规划、既有公路 ATIS 建设项目和信息化相关系统的建设现状及规划、现行管理体制等。

物理框架确定了组成公路 ATIS 的物理实体及实体间的联系, 其主要内容包括: 命名规则、物理框架层次表 (系统、子系统、功能模块)、物理框架元素描述表 (子系统定义、系统模块定义)、物理框架流程图、物理框架流描述。

#### 2.2.4 标准需求

标准需求分析以物理框架为依托, 确定不同系统内部及系统间通信需何种标准、协议的支持。省域公路 ATIS 系统间的通信标准与国家 ITS 通信标准一致, 对于国内未制定的, 可借鉴国外相关标准。此部分内容可通过通信框架图或映射矩阵 (特定两系统间通信需要哪些标准支持; 特定通讯标准可支持哪些系统间通信) 予以展现。

除通信标准外, 在制定发展规划时, 亦应对运营相关标准的选择或建设问题有所考虑, 如各种信息采集设备、信息处理设备、信息传输设备、信息发布设

备的安装、运营、检测、维护等相关规范或指南。

### 2.3 公路 ATIS 系统设计

就省域公路 ATIS 的实施而言, 仅有体系框架尚难以给以直接的指导, 为此在进行规划时应进行系统设计, 从而为建设项目开发时提供系统功能定位的基准依据。省域公路 ATIS 系统设计是基于广泛调研开展的, 调研内容包括: 既有公路出行者信息建设项目现状及相应规划 (信息获取方式、处理流程、发布方式等)、基础设施现状及规划 (通信、道路等)、其他相关的 ITS 建设项目的建设现状及规划、现行信息管理 (处理) 机制等。系统设计至少应涵盖两部分内容: 功能要求分析、系统架构设计。系统设计的开展应从宏观角度出发, 立足现状、适度超前, 确保其合理性及可实施性。其基本流程如图 4 所示。

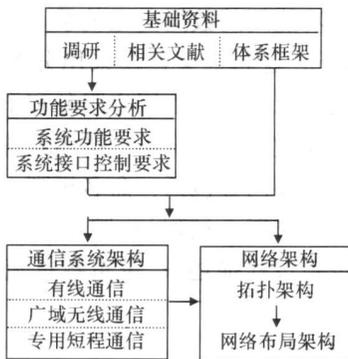


图 4 框架级系统设计基本流程

Fig 4 Flowchart of framework-level system design

#### 2.3.1 功能要求分析

公路 ATIS 功能要求是指用户要求系统必须满足的功能和限制, 其为后期开展的建设项目的设计提供了功能基准要求及依据。大量实践表明, 信息系统后期产生的许多错误都是由于系统功能需求定义不准确或错误造成的<sup>[11]</sup>。因此, 功能要求分析是系统能否成功实施的关键步骤之一。功能要求分析的开展应基于调研分析结果, 并在同公路相关管理机构经常性的沟通、反馈基础上进行。

就省域公路 ATIS 功能要求分析而言, 至少应从两方面内容入手: 系统功能要求、系统接口控制要求。系统功能要求应涵盖: 省域公路 ATIS 系统整体性、网络中心构建、信息定位参考、数据交换、通信、硬件、软件等方面要求。此外, 省域公路 ATIS 应能促进省域范围内不同 ATIS 子系统间的数据共享以及系统间的协同控制。为此, 需制定省域公路 ATIS 系统接口控制要求。其内容应涵盖: 系统整体架构、数据内容及连接接口、通信接口、系统间协同

控制、网络中心之间的接口控制等方面要求。

#### 2.3.2 系统架构设计

省域公路 ATIS 系统架构的构建是依据功能要求分析, 同时结合目前省市级公路网的管理体制及网络信息现状而进行的。网络架构制定时应针对辖区内特定的公路网管理体制, 进行有针对性的分析设计。一般而言, 理想的省域公路 ATIS 网络架构应遵循“全面管理、集中控制、分级处理”的模式<sup>[7]</sup>。网络架构允许分阶段实现, 此时应制定分期实施策略。系统架构设计包含两部分内容: 通信系统架构、网络架构。

通信系统架构中包括 3 类通信方式: 有线通信网、广域无线通信网、专用短程通信。通信系统架构设计应对各种通信方式的适应性、可行性进行分析, 明确通信系统架构布局, 制定省域 (或建设项目) 相关通信方式的通信协议或频率、带宽要求等。从而在纵向上保障“省-地区-市县-养护公司”连接, 横向上保障管理中心同其他相关机构 (公安、消防、医疗、紧急救援机构)、ISP (信息服务提供商) 等的连接。使省域公路 ATIS 体系框架中车辆、出行者、道路设施、管理中心 4 个子系统能在物理上有机结合。

对于网络架构设计而言, 应对网络拓扑架构 (集中式、分散式、混合式) 进行适应性分析; 对功能组成层次划分 (省域总中心层、区域分中心层、网络中心接口层、ATIS 子系统层、外场设备层、ISP 层、Internet 层) 及各功能层的权责进行界定; 考虑到现行公路网管理机制的差异, 明确其网络架构应如何构建 (管理中心的布设、权责的界定等)。

### 2.4 建设项目规划

建设项目规划应以用户需求为出发点, 提出省域公路 ATIS 建设项目列表, 并对各建设项目的功能进行描述; 确定各建设项目所对应的物理框架中系统模块及所能满足的用户服务, 使决策者能够方便清楚地了解公路 ATIS 的建设项目构成。此外, 应对各建设项目进行建设需求分析, 至少包含下述几个方面:

- (1) 实施主体: 政府部门 (公路管理部门、公安交通管理部门等); 私营机构 (私营公司、由政府部门参股的市场化运作的公司及各 ISP)。
- (2) 实施层面: 省级、地区级、通道级。
- (3) 建设现状: 在建、已规划、无相应的建设及规划。
- (4) 建设规划: 从功能重要性、迫切性、可行性、建设项目间的相对优先重要程度等方面综合考虑, 确定公路管理部门建设相关各建设项目时的建设排序。

建设项目规划应优先考虑基础性的信息系统的建设,如涉及到信息采集、处理的相关系统。制定地区级公路 ATIS 建设项目发展规划时,由于省域内各地区经济发展水平、信息化基础存在差异,应因地制宜、有针对性的予以开展。

## 2.5 实施保障分析

### 2.5.1 商业运营模式规划

运营主体在系统运作能力、数据质量、适应性、兼容性、投资运营成本等方面各自存在优劣势,因此,没有任何一种商业运营模式是普遍适用的。制定商业运营规划,需综合考虑各种影响因素予以制定。

基于对国内外既有相关系统的运营模式进行分析<sup>[7,12]</sup>,省域公路 ATIS 运营一般有 4 种模式:模式 1: 政府部门为中心;模式 2: 政府部门-私营机构合约运营;模式 3: 政府部门对私营机构授权运营;模式 4: 私营机构自由竞争。在进行营运模式规划时,可考虑在系统不同发展阶段采用不同的模式,并保证其平稳过渡。一般而言,在公路 ATIS 发展初期阶段,应采用模式 1 的运营方式。随着系统的逐步完善、信息服务市场的逐步成熟,逐步向其他运营模式过渡。商业运营模式同系统架构设计存在相关性,在进行架构设计时应与此协同考虑。

### 2.5.2 保障机制分析

在制定省域公路 ATIS 规划时,应保障在不过多涉及现行管理体制改革的前提下,建立公路 ATIS 的实施保障机制,以有效推进其实施。其有效方式之一,可考虑从组织形式保障进行,例如建立公路管理部门主导、多家相关机构参与的省域公路 ATIS 实施指导联合委员会,并明确该机构的权责。

省域公路 ATIS 的实施是一长期系统工程,为促进公路 ATIS 的稳健发展,政府部门宜坚持“近期主导;中期扶持;远期监管”的战略政策。具体而言,尽可能建立长效保障机制(以相关政策形式体现),包括:(1)产业化政策;(2)投融资保障政策;(3)社会效益优先政策;(4)利益平衡机制;(5)市场化政策。此外,应建立或完善省域公路 ATIS 发展相关法规保障、投融资保障。

## 2.6 规划的评估

规划完成后,应对规划的可行性、合理性进行前期评估。一般而言,评估范围应涵盖技术可行性、社会效益、经济收益等方面。评估方法一般可采用横向对比、专家打分、成本/收益比等方法。规划评估成果以评估报告、规划方案调整意见方式体现。

## 3 规划方法应用及特征分析

### 3.1 规划方法的实例应用分析

2006年,由东南大学、江苏省公路局联合开展了“江苏省公路网出行者信息系统规划”的研究工作<sup>[7,13]</sup>。该项目以本文成果作为方法论依据,顺利完成了江苏省公路 ATIS 规划,成果简介如下:

#### (1) 信息需求分析

从现状及需求调研入手,同公路管理部门进行了多次座谈;对出行者进行了抽样问卷调查,回收有效调查表 874 份。在此基础上,归纳了江苏省公路 ATIS 需求种类,共分为交通状况、公路状况、服务 3 个信息类,9 个信息子类,26 种信息。此外,对信息现状已发布程度、需求迫切程度进行了分析;并从提高安全性、提高运行效率等方面对各信息所满足的功能进行了分析。最终形成了信息需求分析报告。

#### (2) 体系框架设计

1) 依托于江苏省 ITS 框架,采用信息需求种类与公路 ATIS 用户服务映射的方法,确定了用户服务需求,包括交通管理、交通信息服务与 ATIS 数据管理 3 大用户服务领域,19 个用户服务,65 个子服务。

2) 基于用户服务分析结果及江苏省 ITS 体系框架,确定了公路 ATIS 逻辑框架,包括 3 个功能域:交通管理、信息服务、ATIS 数据管理,功能域由 18 个功能和 56 个过程组成。此外,确定了各逻辑元素之间的数据流,并绘制了分层次的数据流程图。

3) 江苏省公路 ATIS 物理框架共包括 3 个物理系统:交通管理系统、交通信息服务系统、公路 ATIS 综合信息平台,共涉及到 19 个子系统,55 个系统模块。确定了各物理元素之间的框架流,并绘制了分层次的物理框架流程图。

4) 列出了可供参考的 30 项国内标准、85 项国际标准。并采用映射矩阵的方法,结合物理框架对各标准所适用的范围进行了分析界定。

#### (3) 系统设计

基于现状调查及远期规划目标,从系统功能要求及系统接口控制要求两方面入手,对系统功能需求进行了详尽的分析。

结合江苏省高速公路通信专网相关规划,对系统通信架构进行了整体规划,提出了近、中、远期实现目标及建设方案。经多方案比选分析,提出江苏省公路 ATIS 应采用混合式网络拓扑架构<sup>[14]</sup>。在此基础上,设计了两套不同的网络布局架构方案(高速网与普通公路网分离;高速网与普通公路网统一管理),

并进行了适应性分析。

#### (4) 建设项目规划

依据江苏省公路 ATIS 物理框架及系统设计两部分内容, 结合公路信息化现状及需求分析, 对近、中、远期应优先发展的建设项目进行了规划, 共计 24 个应用系统 (交通管理领域 8 个; 交通信息服务领域 14 个; 公路 ATIS 综合信息平台领域 2 个), 并对各应用系统功能进行了初步定义。此外, 从建设主体、实施层面、建设现状、建设规划、资金筹措方案等几个方面进行了建设需求分析。

#### (5) 实施保障机制

对江苏省公路 ATIS 运营模式进行了可行性、适应性分析, 推荐在初期阶段, 采用政府部门为中心的运营方式, 远期随着系统及信息服务市场的成熟, 逐步向其他运营模式过渡。此外, 基于现状调研及系统功能要求分析, 制定了一系列实施保障机制, 为相关机构权责调整、条文制度的出台提供了依据。

#### (6) 规划的评估

从技术、经济、社会效益 3 方面对规划方案进行了可行性评估, 结果表明该规划方案合理可行。

### 3.2 规划方法特征分析

目前, 国内对于区域性 ITS 规划多集中于战略层面, 而对于区域性公路 ATIS 专项规划, 江苏省为首例。就国外现状而言, 因交通运输系统管理体制、发展现状、国家或区域 ITS 框架等诸多方面与国内存在差异, 其区域 ATIS 规划过程中关注的重点及规划思路与国内存在诸多不同, 故就本文所提出的省域公路 ATIS 规划方法而言, 难以与其他相关规划方法进行明确的横向对比。然而, 从本方法在江苏省的应用效果来看, 总体而言有如下特征:

(1) 规划内容更具针对性: 本文所提方法适用于区域性公路网 ATIS 子系统。从规划内容的深度来看, 比目前区域 ITS 战略规划方法更具有针对性。

(2) 规划成果的系统性: 规划内容具有很好的广度, 覆盖了保障公路 ATIS 实施所关注的主要方面。

(3) 规划成果的可拓展性: 规划核心成果之一公路 ATIS 框架对国家及省域 ITS 框架具有很强的继承性, 同时, 系统功能要求分析等规划内容对于框架有很好的适应性。

(4) 规划方法的可操作性: 该规划方法中各规划步骤环环相扣、逻辑严谨; 此外, 每一步骤所采用的实现方法均简便有效。

## 4 结束语

本文对省域公路 ATIS 规划定位、流程、规划方

法及规划内容进行了探讨, 宏观上理顺了其规划思路。本文研究成果具体指导了江苏省公路 ATIS 规划, 应用效果良好; 同时, 为其他省市制定相应的规划提供了可借鉴的思路。

对于省域公路 ATIS 规划的制定而言, 调研分析是基础, 规划过程中与主管部门或相关机构的实时、有效沟通是保障。省域公路 ATIS 规划方法论具有相通性, 但规划方案的制定具有很强的地域针对性, 不能以完善的功能为唯一目标, 更忌讳从其他省市进行规划移植。制定发展规划时, 应在合理的规划方法论指导下, 综合考虑目标省市的管理体制、公路交通信息化基础等诸多因素, 经系统论证后予以确定。

参考文献:

References:

- [1] 张国伍. 智能交通系统工程导论 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.  
ZHANG Guo-wu. *Conspectus of Intelligent Transport Systems* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003.
- [2] 国家智能交通系统工程技术研究中心. 中国智能运输系统体系框架 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.  
National Intelligent Transport Systems Center of Engineering and Technology (ITSC). *China National ITS Architecture* [M]. Beijing: China Communications Press, 2003.
- [3] 中国智能交通系统工程与技术中心. 江苏省 ITS 体系框架与规划 [R]. 南京: 江苏省交通厅, 2003.  
National Intelligent Transport Systems Center of Engineering and Technology (ITSC). *ITS Architecture and Planning of Jiangsu Province* [R]. Nanjing: Jiangsu Provincial Communications Department, 2003.
- [4] 张存保, 杨晓光. 高等级公路交通信息化与智能交通发展规划研究 [J]. 交通运输工程与信息学报, 2006, 4 (1): 36-40  
ZHANG Cun-bao, YANG Xiao-guang. *Development Planning of the Freeway Transportation Informatization and Intellectualization* [J]. *Journal of Transportation Engineering and Information*, 2006, 4 (1): 36-40.
- [5] 杨兆升, 保丽霞, 朱国华. 深圳市综合交通信息平台系统分析与设计 [J]. 公路交通科技, 2005, 22 (2): 100-103.  
YANG Zhao-sheng, BAO Li-xia, ZHU Guo-hua. *Analysis and Design of Integrated Traffic Information System in Shen Zhen City* [J]. *Journal of Highway and Transportation Research and Development*, 2005, 22 (2): 100-103.
- [6] MCQUEEN B, SCHUMAN R, CHEN K. *Advanced Traveler Information Systems* [M]. Boston, MA: Atech House,

- 2002.
- [7] 陆键, 项乔君, 马永锋, 等. 江苏省公路出行信息系统设计 [R]. 南京: 东南大学, 2006.  
LU Jian, XIANG Qiao-jun, MA Yong-feng, *et al.* HTIS Planning for the Highway Network of Jiangsu Province [R]. Nanjing: Southeast University, 2006.
- [8] Minnesota Department of Transportation. Minnesota Statewide Plan For Advanced Traveler Information Systems (ATIS) [R]. Minnesota Department of Transportation, 1998.
- [9] GCM Communicator Website [EB/OL]. <http://www.gcm-communicator.com>.
- [10] GONZALEZ P J. Building Quality Intelligent Transportation Systems Through Systems Engineering [R]. USDOT FHWA-OP-02-046, 2002.
- [11] 姜同强. 信息系统分析与设计教程 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.  
JIANG Tong-qiang. Analysis and Design of Information System [M]. Beijing: China Science Press, 2004.
- [12] Washington State Transportation Center. Choosing the Route to Traveler Information System Deployment- Decision Factors for Creating Public/Private Business Plans [R]. Washington State Transportation Center, 1998.
- [13] MA Yong-feng, LU Jian, XIANG Qiao-jun, *et al.* Planning of Highway Traveler Information System of Jiangsu Province in China [C] // IEEE Intelligent Transportation System Conference. 2007: 247- 252.
- [14] 马永锋, 陆键, 项乔君, 等. 省域公路出行信息服务系统架构设计研究 [J]. 公路交通科技, 2007, 24 (10): 123- 128.  
MA Yong-feng, LU Jian, XIANG Qiao-jun, *et al.* Framework Design of Provincial Highway Traveler Information System [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2007, 24 (10): 123- 128.

(上接第 117 页)

样本拟合, 也适用于其他一些特殊分布形态的样本, 尤其对于小容量 (样本量小于 30) 的样本较之基于经典矩的最大熵方法有更为明显的优势。新最大熵法通过样本的各阶概率加权矩来生成随机变量的逆累积分布函数, 在计算中一般不会遇到困难, 从而为交通流问题的统计分析开辟了一条有效途径, 对于推动可靠性设计在交通工程中的应用将起到重要作用。

参考文献:

- References:**
- [1] 俞礼军, 严海, 严宝杰. 最大熵原理在交通流统计分布模型中的应用 [J]. 交通运输工程学报, 2001, 1 (3): 91- 94.  
YU Li-jun, YAN Hai, YAN Bao-jie. Maximum Entropy Method and Its Application in Probability Density Function of Traffic Flow [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2001, 1 (3): 91- 94.
- [2] GREENWOOD J A, LANDWEHR J M, MATALAS N C. Probability Weighted Moments: Definition and Relation to Parameters of Several Distributions Expressible in Inverse form [J]. Water Resources Research, 1979, 15 (5): 1 049- 1 054.
- [3] SHORE H. Simple Approximations for the Inverse Cumulative Function, the Density Function and the Loss Integral of the Normal Distribution [J]. Applied Statistics, 1982, 31 (2): 108- 114.
- [4] HOSKING J R M, WALLIS J R. Regional Frequency Analysis: an Approach Based on L-moments [M]. UK: Cambridge University Press, 1997.
- [5] HOSKING J R M. Parameter and Quantile Estimation for the Generalized Pareto Distribution [J]. Technometrics, 1987, 29 (3): 339- 349.
- [6] JAYNES E T. Information Theory and Statistical Mechanics I [J]. Physical Review, 1957, 106 (4): 620- 630.
- [7] JAYNES E T. Information Theory and Statistical Mechanics II [J]. Physical Review, 1957, 108 (2): 171- 190.
- [8] KADANE J B. A Moment Problem for Order Statistics [J]. The Annals of Mathematical Statistics, 1971, 42 (2): 745 - 751.
- [9] MALLOWS C L. Bounds on Distribution Functions in Terms of Expectations of Order Statistics [J]. The Annals of Probability, 1973, 1 (2): 297- 303.
- [10] SHANNON C E. A Mathematical Theory of Communication [J]. Bell Syst Tech, 1948, 27 (4): 379- 423.
- [11] SHORE J E, JOHNSON R W. Axiomatic Derivation of the Principle of Maximum Entropy and the Principle of Minimum Cross-entropy [J]. IEEE Trans Information Theory, 1980, 26 (1): 26- 37.
- [12] WU N. The Maximum Entropy Method [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1997: 131- 145.
- [13] 张脩, 蔡晓禹, 孙立军. 高速公路作业区交通流的运动学波分析 [J]. 公路交通科技, 2007, 24 (3): 98- 101.  
ZHANG Xiao, CAI Xiao-yu, SUN Li-jun. Analysis of Expressway Work Zone Traffic Flow Based on Kinematic Wave Model [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2007, 24 (3): 98- 101.