

文章编号: 1002-0268 (2011) S1-0040-06

高速公路路网管理中心系统框架设计

薛文¹, 岳向武¹, 袁长亮², 龚民², 常霄²

(1. 天津市高速公路管理处, 天津 300402; 2. 交通运输部公路科学研究院, 北京 100088)

摘要: 以高速公路路网管理工作为研究对象, 阐述了高速公路路网管理中心系统框架的范畴, 结合交通工程和信息系统设计框架思路, 明确了路网管理中心平台设计的系统功能和内容。最后以天津市高速公路路网管理中心系统框架设计为实例, 得出系统在设计在建设过程中应加强组织管理协调、重视基础支撑平台建设和数据融合管理的结论。

关键词: 交通工程; 高速公路; 路网管理; 设计

中图分类号: U491.2; U495

文献标识码: A

Design of Freeway Network Management Center System Framework

XUE Wen¹, YUE Xiangwu¹, YUAN Changliang², GONG Min², CHANG Xiao²

(1. Tianjin Expressway Management Division, Tianjin 300402, China;

2. Research Institute of Highway, Ministry of Transport, Beijing 100088, China)

Abstract: To discuss the management of freeway network, the system framework of freeway network management centre is illustrated. Combining the framework of traffic engineering and information system design, the system function and content of platform design of the freeway network management centre are determined. Take the system framework design of Tianjin freeway network management centre as an example, it is concluded that the coordination of organization management should be strengthened and the building of foundation supporting platform and data-fusion management should be paid more attention to during the design and construction process of system.

Key words: traffic engineering; freeway; network management; design

0 引言

随着人民生活水平的提高和交通便利性的实现, 车辆保有数及运输需求更是不断增长, 随之带来的交通运输量也呈几何级增长。而由于道路线形条件、不良天气、驾驶员、车辆等人为、非人为的因素导致的交通事故对行车安全、交通畅通及路网运行效率带来的负面影响越来越大, 人民群众对交通安全、快捷、服务的需求也不断提高, 路网设施管理及交通运行管理的业务需求也越来越复杂, 路网之间的交通更是形成一个紧密的网络系统。交通运输部也将路网管理与应急处置平台的建设作为一项重要工

作, 并于2009年11月23日下发《关于印发全国公路网管理与应急处置平台建设指导意见的通知》(交公路发【2009】713号)^[1]。

本文以交通运输部交通行业路网管理系统的建设为基本背景, 在明确了路网管理系统框架设计的范畴和相互间关系的基础上, 给出了设计的整体思路和系统设计内容, 最后以天津市高速公路路网管理中心系统框架设计为实例, 得出系统在设计在建设过程中应重点关注的问题。

1 设计范畴

高速公路路网管理中心系统框架设计涉及到管

收稿日期: 2011-04-18

基金项目 “十一五” 国家科技支撑计划项目 (2009BAG13A03)

作者简介: 薛文 (1974-), 男, 天津人, 硕士研究生, 高级工程师. (xuewen0828@sina.com)

理科学、信息科学、系统科学、行为科学、计算机科学和通信技术等方面的知识和技术^[1]。从系统应用的角度来讲,系统框架的设计应满足管理部门各级用户的使用需求,在框架设计的过程中应充分结合(或再造)现有的管理流程,使得系统在未来使用过程中真正起到辅助决策支持的作用。所以框架的设计包括2方面的内容:中心管理机制的设计和系统平台的设计,分别侧重于管理流程的设计和技术平台的设计。

1.1 管理机制设计

管理机制基础理论主要来源于心理学、经济学和社会学的研究,主要围绕行为、效率、信息和集体行动选择等方面的机理研究,进而展开对组织的管理机制的研究。目前关于管理机制研究的基础主要是建立在西方经济学对于系统内微观主体研究基础之上的,代表性的理论有委托—代理理论、科斯定理和博弈论^[2]。对于高速公路路网管理这一宏观性和时效性很强的管理要求,管理机制设计不仅要在微观个体层面考虑价值取向、竞争行为和理性思维(微观交通状态),而且要考虑宏观群体层面的文化形成、合作态势和超理性的集体行动模式(宏观交通状态)。

管理机制设计的微观层面主要是经济学和心理学的研究范畴,从人性的基本假设出发,研究个体的价值层面的对自由和自身效益最大化的追求,研究对由此导致个体之间、个体与组织之间、组织与组织之间的竞争行为,以及研究由此引起的理性行为能够导致何种效率问题。

管理机制设计的宏观层面主要是社会学和政治学所涉足的范畴,从群体的文化形成出发,研究群体文化对个体行为的影响,研究由此引起的个体之间、个体与组织之间、组织与组织之间的合作意识和形态,以及研究由此引起的个体或群体的非理性的稳态行为和效率问题。

路网管理中心的职能包括了战略组织决策的职能、计划的职能、组织的职能和控制的职能,这些职能与管理单位的实际情况相结合是管理机制设计的范畴。

1.2 系统平台设计

系统平台的设计侧重于从技术层面对平台框架进行组织和搭建,设计范畴包括业务应用系统、数据库系统、基础支撑系统、管理与指挥调度系统等内容。

业务应用系统是管理工作中直接面对的人机交

互界面,同时也是系统数据的主要加工来源,包括了对基础数据、中间加工数据和对外展示数据的处理与加工。这里的业务应用是指广义的业务应用,涵盖了数据的融合加工与处理。

数据库系统包括了基础信息数据库、地理信息数据库、业务数据数据库和各类管理预案及文档数据库等。各种数据库应实现整合、关联、联动,通过不同数据库之间的数据挖掘与分析,发现这些数据中所蕴藏的潜在规律和决策支持线索。

基础支撑系统包括通信网络、数据接入系统和数据共享与交换平台等部分,该系统在整个信息流转的过程中起到了信息汇集、传输和分发的作用,是信息流转的主要载体和中介,为系统其他部件的工作提供基础支持。

管理与指挥调度系统是系统平台设计过程中与管理机制和管理业务结合最紧密的部分,它的设计除对应的软硬件系统外,还包括管理与指挥调度物理环境的范畴,这些也是组织管理人员具体实施的必要条件。

1.3 二者间的关系

管理行为的实施需通过信息的处理、传递和反馈来实现。管理的各项职能的发挥都离不开信息系统的支持。

从组织战略决策的角度看,决策者对外部环境要素及内部资源条件的认识总会存在着不肯定的程度、不知道的程度和混杂不清晰的程度。为了尽可能将认识中的这些不定度、未知度和混杂度降到最低点,必须不断地收集、加工各种信息。同时,作为一项复杂决策行为也需要信息系统提供方法论支持。

从计划职能的角度看,计划是对组织未来行动做出的安排和部署,合理的计划需要对内部资源和外部环境的现状和变化趋势很明确的把握,并运用科学的方法进行预测、优化,通过反复试算平衡,并最终确定行动方案。这些工作没有信息系统的支持是不可能完成的。

从组织职能的角度看,它包括人、财、物的组织,即首先是组织体系的设计,其次是物流、资金流、事务流、信息流等流程的设计,最后是运行过程中各种关系的协调,这项系统工程的实施同样离不开信息系统的支撑。

从控制职能的角度看,计划的实现需要在实际执行过程中不断调整和纠正,这就必须随时掌握反映管理运行状态的系统监测信息和反馈信息,这些

信息也得从信息系统获取。

总之管理职能的实现需要信息系统的支持,管理的效率在相当程度上取决于信息系统的效率^[3]。

本文在明确系统框架设计范畴和相互关系的基础上,侧重考虑系统平台技术方面的设计。下文给出具体的设计思路和设计内容,实例分析中以天津市高速公路现有管理机制为基础,搭建路网管理平台的框架。

2 设计思路

针对高速公路路网管理中心系统的设计范畴,本文主要侧重技术平台的设计与研究。高速公路路网管理涉及的技术体系主要包括两大部分,首先是以交通工程为主导的技术体系,设计过程中包括了对驾驶员、车辆、高速公路基础设施及各项交通管理措施的特性分析和特征提取。对驾驶员而言,从宏观的路径出行特征分析到微观的交织变道行为,直接影响了信息服务过程中的流转通道和覆盖范围;对车辆而言,采集到的海量交通状态数据是路网管理与决策的基础;对高速公路基础设施而言,各项通行参数和状态决定了路网管理实施的效果;对各项交通管理措施而言,它们是路网管理对象运行的基本环境,同时各项具体的交通管理措施也是宏观高速公路路网管理的基层手段。

另外一套重要的技术体系是软件工程设计思路和方法,包括需求分析、功能定义、技术方案和最终的软硬件产品选型。需求分析来源于2个部分,一是高速公路管理部门直接的业务需求,业务需求为路网管理提供了直接的数据项,二是管理需求^[4-5],管理需求主要决定了整个系统的框架和层次结构。功能定义在需求分析的基础上展开,合理的功能划分将统筹满足各项业务和管理的需求。技术方案的制定主要应结合系统投入和效益的相对比例制定,设计过程中应达到的目标是能够给出合理的技术方案,这一技术方案通常并不是技术细节最优的方案;产品的软硬件选型虽处于框架设计的最后阶段,但产品选型过程中应尽量考虑到它的升级换代和技术更新等细节。

整体的设计思路如图1所示。

3 路网管理中心平台设计内容

3.1 业务应用系统设计

3.1.1 养护决策管理系统

高速公路养护业务管理系统的建设是在对高速



图1 路网管理系统整体设计思路

Fig. 1 Design idea of network management system

公路基础设施养护作业的管理需求、信息服务需求进行分析的基础上,以现有的高速公路基础数据管理系统的属性数据和空间数据为依托,实施相关硬件集成,进行数据库及应用软件开发,实现养护任务的信息化管理,包括对养护计划、养护合同、养护文件和图档、养护质量进行有力监督和管理,实现对外场养护数据的采集、维护和储存,以及统计报表、综合查询等功能,并对上级管理单位、相关管理者等提供养护信息发布服务。

3.1.2 路网规划管理系统

路网规划管理系统应提供对高速公路建设的规划管理、专题图制作、道路动态分段,及相关的信息查询、信息统计、系统管理功能,为对路网进行规划管理提供业务和数据支撑。规划管理系统的设计内容应侧重于对规划数据的分析和再利用,同时应预留和成熟商业规划软件(如 Paramics, VISSUM 等)的数据接口。

3.1.3 路政管理系统

路政管理系统基于高速公路基础数据库系统,实现对公路路产、路权以及路政案件等的信息化管理,提高路网通行能力,及时处理各类交通事件。路政信息管理系统从地理信息系统中获取路网基础设施数据,从车辆 GPS 定位系统获取路政巡查车实时位置,并使用地理信息系统提供的地图服务进行路政信息管理,同时向地理信息系统和路网运行监测系统提供公路路产、路权、路政数据用于专题图展示。

3.1.4 路网运行管理系统

基于地理信息系统,通过地图查看视频监视设备位置,并可随时查看实时视频图像,尽可能实现对云台和镜头进行控制;通过地图查看路政巡逻车、工程车辆和应急指挥车所处位置,并可随时查看车载实时视频图像;能够随时调阅高速公路网视频监视设备、路政巡逻车、工程车辆和应急指挥车的历

史视频图像,可选择性存储单帧图像或视频片段;根据流量检测器数据、收费站流量数据、浮动车数据、对路网运行状态进行自动评估;根据边坡、桥梁、隧道传感器实时数据对边坡、桥梁、隧道基础设施运转状态进行自动评估;以地图方式展示高速公路网运行状态和基础设施运转状态,对触发预警条件的状态系统自动发出预警信息提示用户处理;以地图方式展示气象检测器、流量检测器等高速公路网检测设备的位置和最新读数;提供视频接口供省上级系统随时调阅系统内所有视频图像。系统应提供对路网内发生的路况信息的首报、二报、补报、审核等功能。通过该系统路网中心可随时掌握路网内发生的最新路况及路况恢复情况,为路网交通管理提供数据支撑。

3.2 系统支撑平台设计

系统支撑平台设计内容包括通信网络系统、地理信息系统、数据融合加工系统、数据库系统及其他起到支撑管理需求的系统。

3.2.1 通信网络系统

通信传输网络是路网管理与应急处置平台的基础网络支撑系统。通过该传输网络,各高速公路路段可实时将其视频、数据、语音、应急等信息传送到上级指挥调度中心;上级指挥调度中心可直接观察路网内各路段的现场图像,并可通过数据及语音传输直接询问、调查现场的实际状况,可根据实际情况对现场进行实时指挥控制。

3.2.2 地理信息系统

地理信息系统以公路信息基础资源库为基础的公路网络地理信息系统,作为系统的基础支撑地图平台,实现对高速公路路网管理中心系统中的路网及相关附属设施的空间地图浏览、空间定位、查询、检索、统计、移动应急抢险指挥车车辆实时行驶轨迹和视频信息接入及其专题图分析等功能。

3.2.3 数据融合加工系统

数据融合加工系统是中心数据处理的基础部分,接收来自信息传输管理系统的各种业务数据,并对“高速公路路网管理中心系统”的空间数据、交通基础数据、交通动态数据等业务数据进行加工处理,采用内业加工和动态运算的方式进行中心数据的分析处理,原始数据和加工融合后数据存储和信息资源中心。具体设计内容包括:路网实时交通运行状态运算;电子地图空间数据与路网道路桩号数据融合加工;外场数据电子地图匹配换算;统计分析数据加工处理;上级管理单位决策支持数据加工处

理等。

3.2.4 数据平台

数据平台是建立在路段管理设施基础上,对路网各种信息进行整合、集成、融合,而形成的综合管理数据平台,并以数据库的形式进行存储管理。数据平台主要包括基础信息数据库、地理信息数据库、路网管理业务数据库、突发事件信息数据库、预案库和文档库等。

3.2.5 其他支撑系统

其他支撑系统包括安全管理系统、供电系统、集中控制系统、综合布线系统、防雷接地系统、消防系统和会议系统等在路网管理中心监控大厅、机房和会商室布置的必要支撑系统。

3.3 对公众服务系统设计

对公众服务系统是针对出行前用户和在途用户的服务系统。

出行前服务系统的设计内容以网络终端查询的形式为主,设计对外服务网站是高速公路对外联系的统一窗口,一方面要与高速公路各运营管理系统采集信息,加工、集中存储到数据中心的交通系统共享信息库,另一方面还通过 Internet 互联网向社会发布有关交通信息,使高速公路使用者及时了解高速公路路面、路况、收费管理、交通流量等信息。在途用户服务系统设计包括公众出行服务热线、短信服务、VMS 信息发布、广播电台等。

3.4 应急处置系统设计

高速公路应急处置系统设计需达到以下效果:

通过这个系统,日常值班人员对路网、尤其是事故多发地等场所进行视频监控,同时对路网的路况信息进行监控,做到有问题早发现、早预防、防患于未然;决策者可以根据突发事件的信息来源和影响范围,对参与应急指挥系统的组织单位进行指派,迅速明确各单位的分工和信息处理功能,并接入相关业务信息,建立信息报送体系。在简短的信息定制后,可以得到一个专用于当前事件的应急指挥系统;该系统中的各业务单位有机地分工协作,对事件信息进行采集、处理和传递;该系统既能概要地向决策者反应事件的进展状态,也可以根据需要观察各组织单位的工作情况;社会公众和相关单位能及时接收到各类预警信息,能随时了解到各类应急事件的最新进展。

应急处置系统软件包括以下模块:综合预测预警模块、应急评估模块、指挥调度模块、应急资源保障模块、移动应急指挥调度模块和新闻宣传模块。

4 设计实例

本文以天津市高速公路路网管理中心系统的设计为实例,基于目前的高速公路管理体制,设计路网管理中心系统框架。该系统的建设目前正在进行中。

4.1 高速公路管理机制

天津市高速公路管理处隶属于天津市市政公路管理局,依照《公路法》和高速公路管理的相关法规、政策,代表市政府和市政公路管理局行使高速公路管理职能。高速公路管理处的组织机构如图2所示。



图2 高速公路管理处组织结构

Fig.2 Organization structure of Tianjin freeway administrative office

天津高速公路管理处负责管理的高速公路涉及4家运营管理公司:天津高速公路集团有限公司、华北高速公路股份有限公司、天津津滨高速公路有限

公司、天津滨海新区高速公路投资发展有限公司,如图3所示。

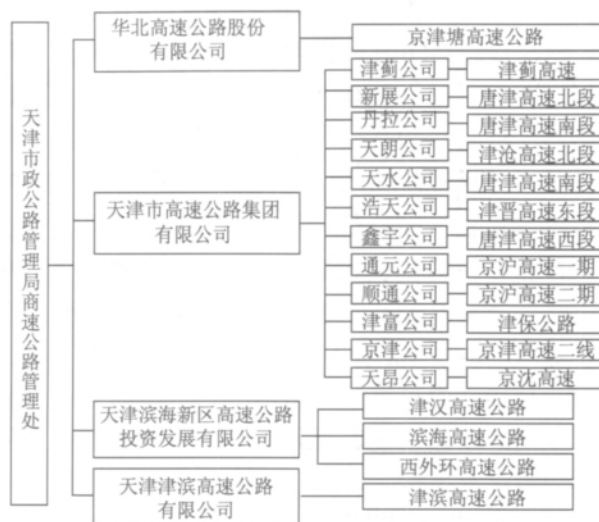


图3 高速公路管理处及所辖运营公司

Fig.3 Tianjin freeway administrative office and its operation companies within charge

4.2 系统平台建设内容

天津路网管理系统建设从逻辑上主要分为信息传输管理、信息资源管理、业务应用支撑、业务管理应用和信息服务5个环节。

天津路网管理系统总体框架如图4所示^[6],系统数据流图如图5所示^[7-8]。

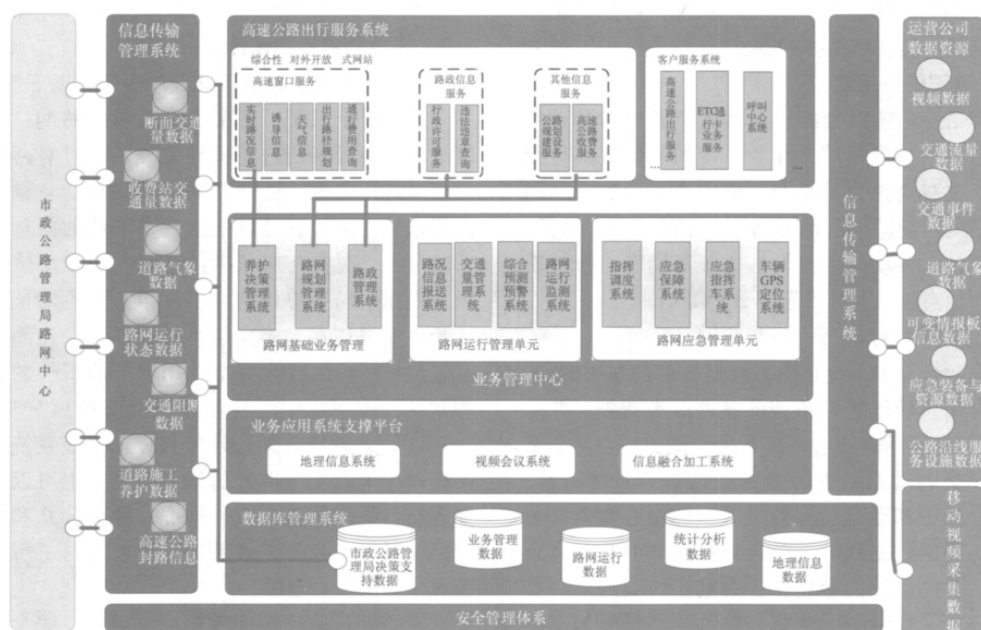


图4 天津高速公路路网管理系统总体框架

Fig.4 Structure of Tianjin freeway network management system

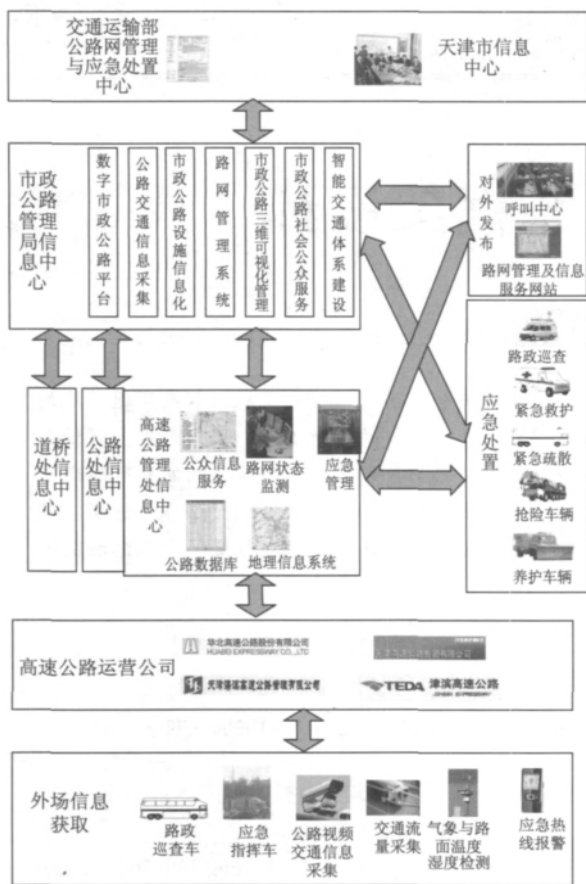


图5 系统数据流图

Fig. 5 System data flow diagram

4.2.3 系统网络结构设计

系统网络结构图如图6所示。局域网络采用3层架构,降低了核心设备的运行负载,发挥了各个交换单元的系统性能,同时增加了系统的安全性,结构清晰,便于管理和扩展。高速公路通信专网局域网通过租用通信公司的专线与市政公路管理局信息中心连接,用VPN加密机保证通信的安全性;为了保证专网的安全性,按照国家保密局的相关规定,对外服务网络与专网使用物理隔离网闸进行物理隔离。

5 结论

基于对路网管理系统框架设计过程和内容的分析与总结,得到以下结论:

- (1) 路网管理基础设施建设是平台良好运行的基础;
- (2) 通信网络系统建设是平台运行的重要保障;
- (3) 应加强数据平台的数据整合与融合,为路网管理与应急处置平台提供充分的决策数据依据;
- (4) 应尽快建立联动响应、协同管理的工作机制。

参考文献:

References:

- [1] 滕佳东. 管理信息系统 [M]. 大连: 东北财经大学出版社, 2008.

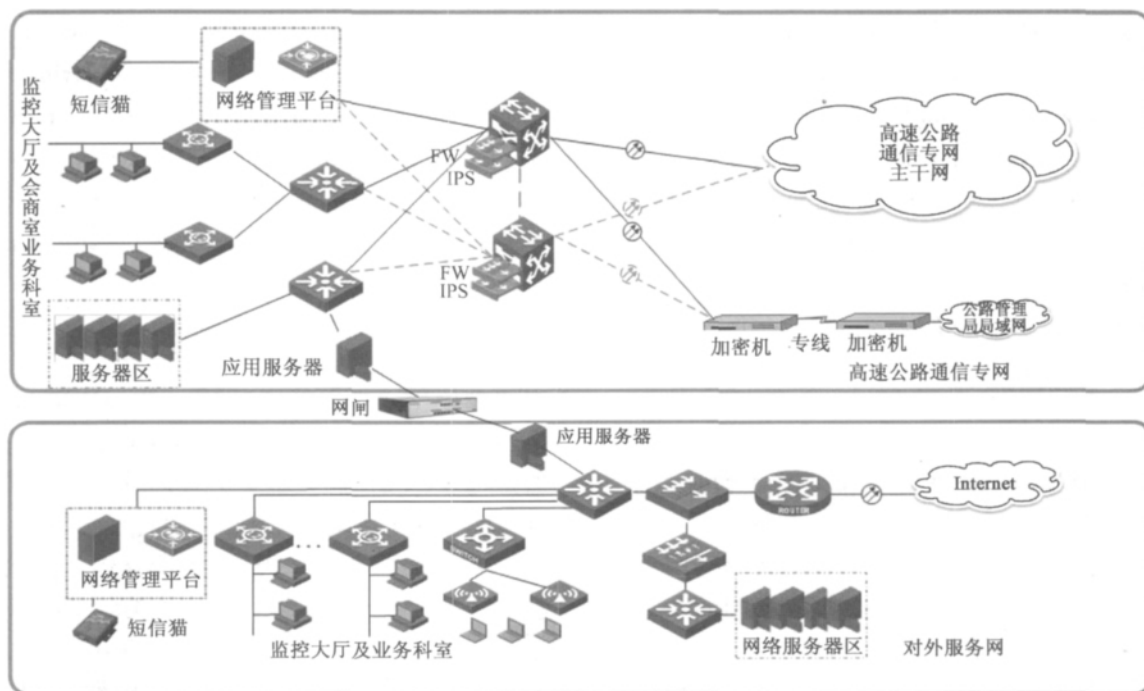


图6 系统网络结构图

Fig. 6 System network structure

(下转第60页)

- [2] BLUM J J, ESKANDARIAN A, HOFFMAN L J. Challenges of Intervehicle Ad Hoc Networks [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2004, 5 (4): 347-351.
- [3] Federal Communications Commission. News Release, October 1999 [EB/OL]. (2009-08-16) [2011-02-25]. http://www.fcc.gov/Bureaus/Engineering_Technology/News_Releases/1999/nret9006.html.
- [4] European Telecommunications Standards Institute. News Release, September 2008 [EB/OL]. (2009-08-16) [2011-02-25]. http://www.etsi.org/WebSite/NewsandEvents/2008_09_Harmonizedstandards_ITS.aspx.
- [5] NADEEM T, DASHTINEZHAD S, LIAO C, et al. Traffic View: Traffic Data Dissemination Using Car-to-car Communication [J]. ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, 2004, 8 (3): 6-19.
- [6] SHIRAKI Y, OHYAMA T, NAKABAYASHI S, et al. Development of an Inter-vehicle Communications System [J]. OKI Technical Review 187, 2001, 68: 11-13.
- [7] SEKI K. Applications of DSRC in Japan [R]. Ibaraki: ITS Center, Japan Automobile Research Institute, 2002.
- [8] ROBINSON T, CHAN E, COELINGH E. Operating Platoons on Public Motorways: An Introduction to the SARTRE Platooning Programme [C] // 17th World Congress on Intelligent Transport Systems. Busan, Korea: [s. n.], 2010.
- [9] BERGENHEM C, HUANG QIHUI, BENMIMOUN A, et al. Challenges of Platooning on Public Motorways [C] // 17th World Congress on Intelligent Transport Systems. Busan, Korea: [s. n.], 2010.
- [10] LARBURU M, SANCHEZ J, RODRIGUEZ D J. Safe Road Trains for Environment: Human Factors' Aspects in Dual Mode Transport Systems [C] // 17th World Congress on Intelligent Transport Systems. Busan, Korea: [s. n.], 2010.
- [11] ZABAT M, STABILE N, FRASCAROLI S, et al. The Aerodynamic Performance of Platoons: Final Report [R]. California: California Partners for Advanced Transit and Highways, 1995.
- [12] BROUGHTON J, WALTER L. Trends in Fatal Car Accidents: Analysis of CCIS Data, TRL Report No. PPR172 [R]. Crowthorne: TRL Limited, 2007.
- [13] XU Q, SENGUPTA R, JIANG D. Design and Analysis of Highway Safety Communication Protocol in 5.9 GHz Dedicated Short Range Communication Spectrum [C] // Proceedings of the 57th IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference (VTC). 2003: 2451-2455.
- [14] ZigBee-Alliance. ZigBee Specification (2008) [M]. San Ramon, CA: ZigBee-Alliance, 2008.

(上接第 45 页)

- TENG Jiadong. Management Information System [M]. Dalian: Dongbei University of Finance & Economics Press, 2008.
- [2] 张维迎. 博弈论与信息经济学 [M]. 上海: 上海人民出版社, 2004.
- ZHANG Weiying. Game Theory and Information Economics [M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2004.
- [3] 周申蓓, 马炼. 组织管理机制设计框架研究 [J]. 集团经济研究, 2007 (10): 82-83.
- ZHOU Shenbei, MA Lian. Organization Management Mechanism Design Framework Research [J]. Group Economic Research, 2007 (10): 82-83.
- [4] 交公路发 [2009] 713 号, 全国公路网管理与应急处置平台建设指导意见 [S].
- No. 713 [2009] by RIOH MOT, Guidance on the National Highway Network Management and Emergency Response Platform Construction [S].
- [5] 李华. 高速公路应急管理体系建设的基本思路 [N]. 学习时报, 2010-01-28 (11).
- LI Hua. The Basic Ideas of Emergency Management System of Highway [N]. Study Times, 2010-01-28 (11).
- [6] 天津市高速公路路网管理中心系统建设可行性研究报告 [R]. 天津: 天津市高速公路管理处, 2011.
- The Feasibility Study Reports of Highway Network Management Center System Construction in Tianjin [R]. Tianjin: Tianjin Highway Administration, 2011.
- [7] 王国清, 刘彦涛. 省级公路路网管理信息支持系统功能分析与框架设计 [J]. 交通运输系统工程与信息, 2004, 4 (1): 97-101.
- WANG Guoqing, LIU Yantao. Function Analysis and System Design of a Provincial Highway Network Management Information System [J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2004, 4 (1): 97-101.
- [8] 曾宪堂. 省级高速公路网管理与应急处置平台规划、设计的相关问题研究 [D]. 上海: 同济大学, 2011.
- ZENG Xiantang. Research on Management and Emergency Response Platform of Provincial Highway Network [D]. Shanghai: Tongji University, 2011.