

公安交通管理大数据系统框架设计与应用展望

朱建安 巩建国 戴帅

【摘要】机动车总量不断快速增加，使得传统意义上的交通管理模式难以为继，而大数据时代的到来，为交通管理的理念、技术与方法都带来了重大革新的可能。当前从全国来看，交通管理在数据上的潜在价值还没有得到充分挖掘，在信息感知与采集范围、数据孤立运用、分析研判和预测、满足大众出行需求等方面都存在局限性。本文分析总结了公安交管部门数据应用的现状、所面临的问题和实际业务与功能的需求，并以上海市有关项目应用为例，展望了大数据时代下公安交管部门对大数据在交通管理业务工作中的应用思路，以求为城市交通的缓堵保畅和安全维护发挥更大的作用。

【关键词】公安交通管理；大数据；需求；框架设计；应用

1 公安交管数据系统应用现状

随着大数据在交通领域中应用日渐广泛，更多研究学者和交通相关行政部门都将大数据与交通规律的研判挖掘紧紧相连，推动解决交通拥堵、交通安全和交通污染三大交通问题。从涉及交通的部门来说，公安交管部门所获得和掌握的数据体量最大，形成了具有逻辑关联的大量多源异构数据。主要包括：

- 1) 核心业务数据：机动车数据、驾驶人数据、违法数据、事故数据、勤务管理数据、交通运行态势数据、非现场执法相片数据等；
- 2) 缉查布控数据：市界、市内卡口过车及相片数据、报警数据等；
- 3) 视频数据：公安交管部门自建道路视频监控设备的实时视频和历史录像数据等；
- 4) 其他数据：信号灯配时数据、交通设施设备数据、道路施工数据等。

当前，我国机动车保有量已达 2.64 亿，其中汽车 1.54 亿，驾驶人达到 3.02 亿，汽车驾驶人 2.47 亿。目前，机动车仍以年均 1500 万辆，驾驶人 2000 万人的增长趋势在发展。同时，全国道路交通事故年均发生 19.8 万起，死亡 5.8 万人，受伤 21.3 万人；查处交通违法行为超过 5 亿起，每天违法数据更新上超过一百万条。在大城市，主干道高峰小时断面交通流量超过 1 万台标准车，交通流分布指向、路网行程车速等数更是不计其数。以上海为例，上海交警总队目前掌握的各类数据总量约为 241 万 GB。这些数据，既有宏观总量，也有空间和时间维度上的分布，如何利用好这些数据，充分挖掘大数据价值、开展大数据服务，不断提高道路交通管理智能化和信息化水平，是公安交管部门当前面临的现实问题。

表 1 公安交通管理部门所掌握的数据信息表

数据类型	数据名称	具体内容	数据总量	数据特征	所属系统
核心业务数据	机动车数据	机动车类型、属性、号牌、注册登记时间、所属人、违法事故状态	2.64 亿辆	结构化 (字符、图片)	公安交通管理综合应用平台和电子警察系统
	驾驶人数据	驾驶人身份信息、联系方式、违法状态	3.02 亿人		
	违法数据	违法行为种类、违法时间地点、处罚方式、违法相片（非现场）	5.01 亿条/年		
	事故数据	事故发生时间地点、道路属性、事故特征、伤亡情况	19.8 万条/年		
	剧毒危化品运输数据	剧毒危化品运输车辆、运载物品、运输路线信息	29 万条		
	勤务管理数据	上勤时间地点、民警、警车、手台、记录仪相关信息	27 万交通警察		
	交通运行态势数据	路网流量、车速、饱和度、交通指数、处理生成的二次交通信息、道路交通管制信息	2000 亿条/年 (北京)		道路交通信息采集和诱导系统
缉查布控数据	市界、市内卡口过车数据	车辆过卡口时间、地点、相片、车辆属性、轨迹	111 亿条/年 (上海)	结构化 (字符、图片)	缉查布控系统
	报警数据	报警时间、地点、引发报警的车辆特征和原因	8723 万条/年 (上海)		
视频数据	自建道路监控实时视频和历史录像数据	实时图像和录像	1100 套视频 全天候拍摄 (上海)	非结构化 (视频)	视频监控 系统
其他数据	信号灯配时数据	信号灯地点、周期、相位、绿信比	2000 多个交叉口 (上海)	结构化 (字符、图片)	城市道路交通信号控制系统
	交通设施设备数据	交通标志、标线、监控、卡口、护栏、泊位等设施编号、地理位置、具体内容等信息	/		交通组织信息管理系统
	道路施工数据	施工周期、占路区域	/		

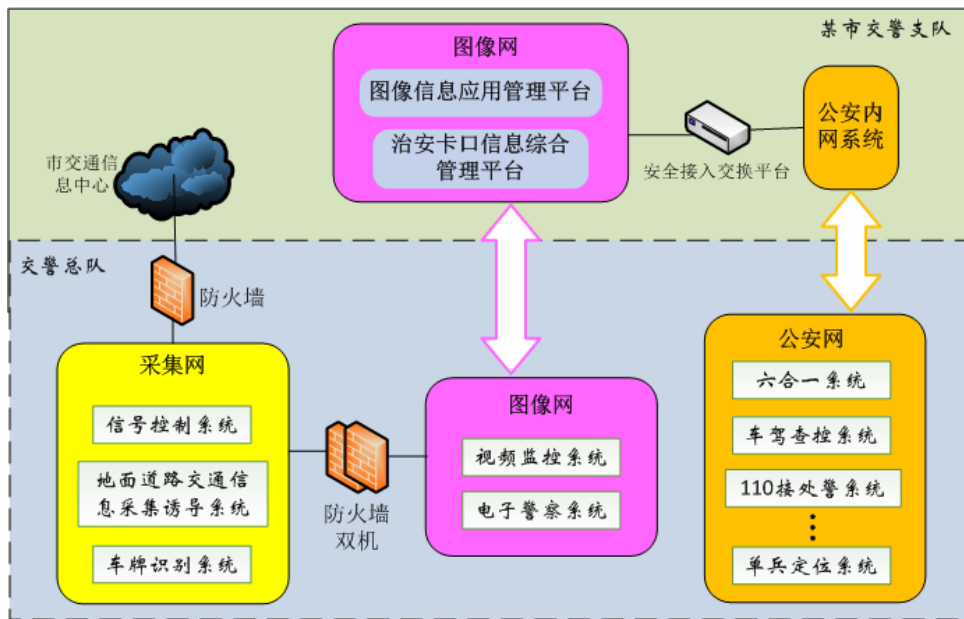


图 1 公安交通管理部门现有交通信息系统与数据关系示意图^[1]

2 公安交管数据系统瓶颈问题

尽管拥有大量交通数据资源，但公安交管部门在传统的结构化数据处理模式和架构体系中，在数据处理速度、处理种类、数据挖掘等方面仍存在较大的制约，不能满足持续发展的交通管理数据规模以及对数据深度快速挖掘和应用需求。

2.1 数据规模和种类

目前，交通需求的高速发展促使前端采集设备仍在不断增加，每天产生的视频、图片及相关海量数据层出不穷。同时，诸如人脸识别、物件识别等新兴多元数据也在不断陆续汇集至系统中，图像和视频也已由标清发展到超分辨率的高清。以上的发展趋势，将对海量数据的存储及快速高效应用提出更高的应用需求，传统系统架构模式已难以满足。

2.2 数据库管理

传统的数据库只能管理文本类的结构化数据，而对于图片、视频等非结构化数据以及图像特征向量等半结构化数据难以统一管理。对大数据技术中的非关系型数据库，可以实现结构化、半结构化、非结构化数据的管理，同时多维的数据库也可以对复杂的数据灵活管理。具体比较如表 2 所示：

表 2 传统数据库和大数据平台的特性比较

序号	比较项	传统数据平台	大数据平台
1	数据大小	GB	PB
2	访问	交互型和批处理	批处理
3	更新	多次读写	一次写入多次读写
4	结构	静态模式	动态模式
5	集成度	高	低
6	伸缩性	非线性	线性
7	存储	集中式	分布式

2.3 数据融合

目前各类涉及交通的数据都局限于垂直单一的业务系统和应用部门中,与邻近业务部门所管辖的系统缺乏共通联动。例如交通部门掌握的运输业浮动车数据,以及利用浮动车数据形成的“交通指数”数据,都在交通部门内部掌握;而公安交管部门掌握的实时流量和卡口数据,同样也难以供交通部门决策。这种分散的局面导致城市交通综合治理呈现碎片化的态势,产生交通信息分散、信息缺乏权威,交通规划、建设、运营和管理上下脱节等问题。大数据系统的建立,有助于建立综合性立体的交通信息体系,通过将不同范围、不同区域、不同领域的数据库加以综合,构建交通信息集成利用模式,发挥整体性效能。

3 公安交管大数据系统业务需求与功能分析

经过十余年信息化建设与实践,各城市公安交警总队、支队已建成一整套公安交管信息化体系,并不断产生大量多源异构的数据。如何更高效利用,实现快速检索、融合处理、实时挖掘,就需要通过大数据理念、思维、技术、方法和平台来解决以上问题,以支撑未来各项业务的开展。

3.1 业务需求分析

3.1.1 面向交通管理的大数据业务需求

通过执法和组织等手段维护道路交通秩序和缓解交通拥堵,是公安交管部门的重要行政管理职能。随着城市交通拥堵问题顽固化、复杂化和多样化,交通管理工作面临着从事后分析向事前研判预警拓展、从历史统计向在线分析挖掘拓展、从简单应用向综合服务评价拓展的内在需求发展方向。基于此,围绕现有交通管理业务,大数据系统要针对市域机动车保有量、分布、断面流量、出行特征进行实时和历史统计分析,并对现有信息开展任意范围内的

快速检索和实时统计分析，并在结果可视化水平上大幅提升。

3.1.2 面向公共安全的大数据业务需求

管理路面违法、查缉假套牌、肇事车辆、黑车等重点布控车辆、维护交通安全和事故处理是公安交管部门的另一项行政管理职能。通过大量历史数据对涉案车开展比对，针对事故黑点也仅限于基本信息的常规统计和事故定责与协调善后，效率和研判准确率难以保障。在现有针对违法查处行为和重点车辆查缉的框架下，基于大数据分析，要形成对任意单车轨迹行为的分析及涉案车辆的匹配分析，自动统计关联形成违法常发路段和种类、重点车辆热点活动区域等结果，有效提升现有违法查处的精准打击和查缉布控能力。

3.2 功能需求分析

3.2.1 基于大数据平台的信息检索和实时统计分析需求

面向当前和未来实际业务的需要，以总量统计、信息查询等业务数据检索的后台软件模块为支持，通过大数据系统备份或抽取历史数据资源，重构数据结构，并为每一种应用添加算法模块，实现对大批量信息检索及统计分析的实时处理。同时，升级原有业务系统展示软件功能，服务更丰富的信息检索及实时统计分析。

3.2.2 基于大数据平台的治理交通拥堵与停车管理需求

1) 实现政策措施对交通影响大数据分析。为深度挖掘城市交通道路拥堵的诱因，分析部分城市诸如交通限购、限行政策措施设置的合理性和效果，探索车辆出行行为与交通拥堵的相关性大数据研究，支撑城市交通拥堵治理政策的落实；以基于海量卡口数据获取车辆出行 OD，挖掘车辆通勤出行行为，分析车辆通勤行为特征与交通拥堵相关性分析，研究拥堵路段车流集散、车辆属地属性发展变化规律，并通过 P-GIS 平台可视化呈现。

2) 实现交通违法和事故大数据分析。基于大数据系统进行违法和事故数据的关联分析，从不同视角研究违法和事故成因，并将违法和事故与当事人所属驾校培训及考试等情况进行关联分析，以追踪驾校培训质量；定期将交通违法、事故的相关驾驶人特征与车辆特征进行分析，按类掌握违法、事故中高发、易发的驾驶人与车辆，为重点管理的群体提供数据支撑。

3) 实现停车管理的大数据分析。基于大数据系统，掌握对城市商业中心、学校、医院、交通枢纽等交通热点地区的停车需求和规律，为停车泊位供给提供量化需求参考；获取热点地区违法停车行为的分布、时间和车种规律，有效提升民警打击和查处违法停车行为的效率。

3.2.3 基于大数据平台的现场勤务快速缓堵反应需求

1) 为在岗执勤民警提供管辖区域内全视野的拥堵现状和决策。基于对视频和交通流特性掌握的大数据分析，关联交通部门提供的交通指数，直接将区域范围内的实时路况和解决

方案提供给现场执勤民警。

2) 基于 SCATS/SCOOTs 交叉口信号相位数据路口的拥堵指数计算, 在 P-GIS 地图上开展可视化展示, 并与 P-GIS 图层中交叉口点位与摄像机的逻辑关联, 将交叉口超过拥堵指数阈值而触发的高清摄像图片或图像发送到执勤民警的手机 APP 或 PDA 上, 为民警提供更加全面的交叉口拥堵情况及成因, 有助于民警上下游及时联动和快速反应。

3.2.4 基于大数据平台的查缉假套牌、交通肇事逃逸、黑车等涉案车辆需求

1) 通过对视频信息的二次识别、行驶行为特征分析和档案关联, 分析确定各类涉案嫌疑车辆, 并通过 P-GIS 地图对历史车辆轨迹进行刻画回放, 实现对监控节点车辆通行信息和各采集点实时车辆图像的查询, 捕捉嫌疑车辆线索。

2) 以全库精细搜索和模糊查询, 实现一定时间内经过各采集点特定车辆行车轨迹分析, 记录轨迹路线信息并在 P-GIS 地图中进行可视化展示和报警, 形成行驶轨迹数据的高速检索。

3) 对同一辆车在多个监控点出现的轨迹进行时空分析, 实现对任意时间和地区范围内重点车辆行驶规律的分析研判, 并预测一定时间内高概率出现的区域。

由于此类需求更多是服务于公共安全, 与缓解城市交通拥堵关联度不高, 因此在下节上海试点项目的功能描述中不展开描述。

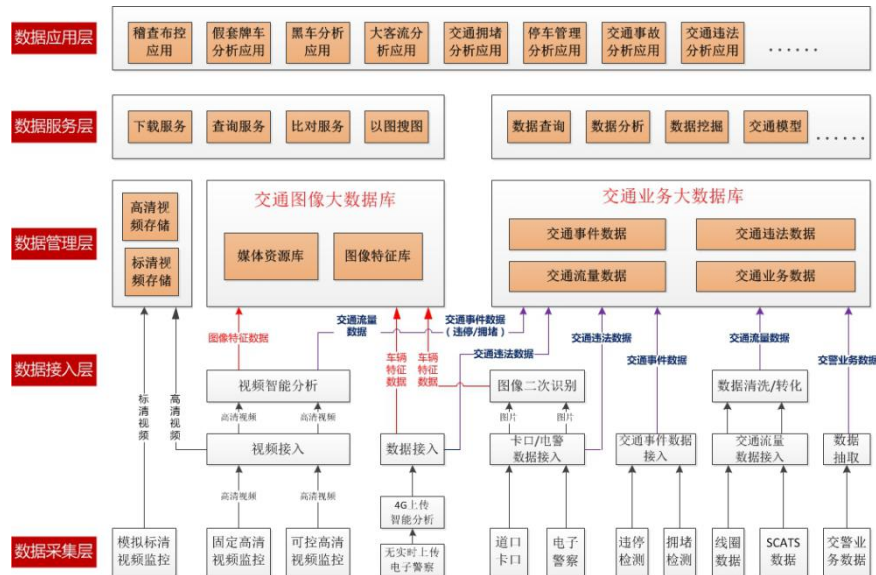


图 2 公安交通管理大数据平台业务需求架构台[1]

4 上海市公安交通管理大数据技术应用项目试点

2013 年 7 月, 上海市发布《上海推进大数据研究与发展三年行动计划(2013-2015 年)》, 明确提出“整合全市道路交通、公共交通、对外交通的大数据资源, 逐步建设交通大数据库,

提供道路交通状况判别及预测，辅助交通决策管理，支撑智慧出行服务，加快交通大数据服务模式创新。”2014年12月，上海市发布《上海市推进智慧城市建设行动计划(2014-2016)》，其中重点专项11为“加快形成覆盖包括交通在内的大数据平台，成为国内领先的大数据应用示范城市”。

根据国家及上海市开展实施大数据计划的部署，上海市交警总队提出构建公安交通管理大数据平台，通过循序渐进，边试验、边改善、边推进，逐步实现并丰富大数据技术在公安交通管理中的应用，形成上海市公安交通管理大数据技术应用项目。

4.1 基于大数据技术的信息检索和实时统计分析

当前，上海全市快速路日均车流量超过930万，在上海市交警总队现有的关系型数据库架构中，对某一车辆的单车轨迹计算的时长就达4小时以上。为改变这一现状，拟采用大数据技术大幅度提升后台运算、查询效率，达到亿级别以上大数据的秒级检索。

随着前端采集设备增多，每天产生的视频、图片、数据呈现爆发式增长，传统的技术架构已无法满足交通流相关数据的快速统计需求。需要一是采用大数据技术对交通流相关数据优化，实现由后台定时统计向在线实时统计的改进，进一步丰富统计内容和分析对比项目，提升统计效率。二是基于大数据平台分析应用结果可视化表达的需求，需要升级原有平台可视化软件，支持大量基于图表展示及交互访问的应用需求。三是主要涉及的应用模块有信息检索数据访问接口、检索与统计应用组织管理、历史数据抽取、信息全库检索、信息模糊匹配、开展总量、分组、分类统计分析、信息检索及统计可视化等。

4.2 基于大数据技术的交通拥堵、违法事故和停车管理分析

4.2.1 政策措施对交通影响大数据分析

上海市针对交通政策出台先后的交通影响研判和评估，分析研究2014年针对非沪牌车辆实施更加严格限行措施是否合理，对延长的限行时间进行精细化评估，为公安交管部门提供数据支撑，为制定政策提供参考。基本流程如图3所示：

- 1) 确定主题：根据政策措施的实际问题，确定需要开展应用的分析主题；
- 2) 描绘画像：根据问题确定电子档案的内容及范围；
- 3) 调取数据：抽取道路区域范围、卡口信息、车牌识别、交叉口流量等相关数据资源；
- 4) 挖掘规律：通过区域历史数据资源建立措施执行前的交通规律；
- 5) 实施匹配：基于措施执行后的实时数据匹配规律；
- 6) 研判特征：根据匹配获得的数据差异，判别当前交通特征情况，包括区域、路口、路段拥堵、事故事件等指标；

- 7) 预判趋势：预测当前特征的发展趋势并研判预警值；
- 8) 多图呈现：提供各类分析应用和数据指标研判的可视化展示；
- 9) 绘制报表：提供面向长时间、多指标的政策措施影响评估报表。

通过项目案例实施验证该流程的科学性、合理性和可复制性，形成标准化的专家决策支持系统。

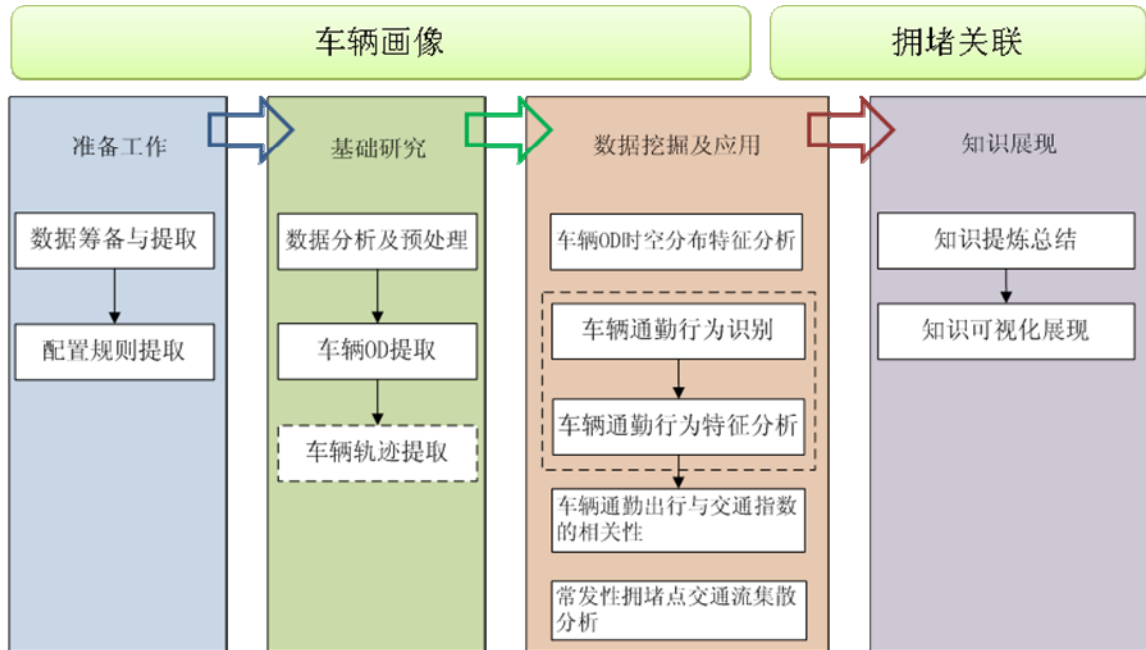


图3 上海市车辆通勤行为及交通拥堵关联分析[1]

4.2.2 现场勤务快速缓堵反应需求

在上海市目前警力紧张的客观条件下，一名执勤民警通常负责的是一个区域或一条路段的交通管理工作，但对于民警来说，很难在同一时间同时掌握管辖区域内所有路口路段的实时交通状况。因此现场快速发现堵点及辖区内关联路口的拥堵情况，并及时现场开展疏导处置、违法纠正等，对一线排堵保畅十分重要。

通过大数据平台对上海全市 SCATS 系统控制的信号灯相位数据、交通流量数据、视频数据等综合数据进行实时监控和综合计算，量化得出“路口拥堵指数”。计算结果、突变情况等通过警务平台推送至一线民警的警务通终端，使民警能及时了解管辖区域内重要节点道路情况，有利于及时到现场解决相关问题，主要流程如图4所示：

- 1) 数据提取：SCATS 数据采集系统升级改造和交叉口周边摄像机点位关联配置；
- 2) 数据预处理和融合计算，相关算法模块包括：
 - (1) 基于 SCATS 相位数据的路口交通指数计算；
 - (2) 基于 P-GIS 的交通指数平台图形化表达；

- (3) 基于路口交通指数触发的摄像机联动核心技术；
- (4) 基于路口交通指数值域范围的路口拥堵阈值划分；
- (5) 路口交通指数历史规律统计；
- (6) 路口交通指数实时预测预警；
- (7) 基于路口交通指数预警值的视频图像提取；
- (8) 拥堵路口视频图像警员分布式推送；
- (9) 基于 Android 系统的单兵勤务大数据应用 APP。



图 4 上海市现场勤务快速缓堵大数据应用示意图[1]

4.2.3 交通违法、事故大数据分析

通过大数据平台对交通违法、事故数据及属性开展关联分析，定期将违法、事故与驾驶人特征，包括培训考试过程、工作单位、家庭背景等因素，与车辆特征，包括品牌、车型、营运性质、号牌属地、车身颜色、车辆保养等因素，与道路特征，包括道路类型、线性、天气、时间、环境、设施等相关联的，集中分析掌握违法、事故中高发、易发的驾驶人、车辆和道路，为重点管控提供最为真实的资料和依据。主要示意如图 5 所示：

- 1) 外部数据通信接口升级；
- 2) 交通违法和事故分类分析；
 - (1) 与驾驶人、车辆、道路、环境等属性关联；
 - (2) 关联分析结果可视化；
 - (3) 预测发展变化趋势；
 - (4) 提供准确治理对策与防治手段。

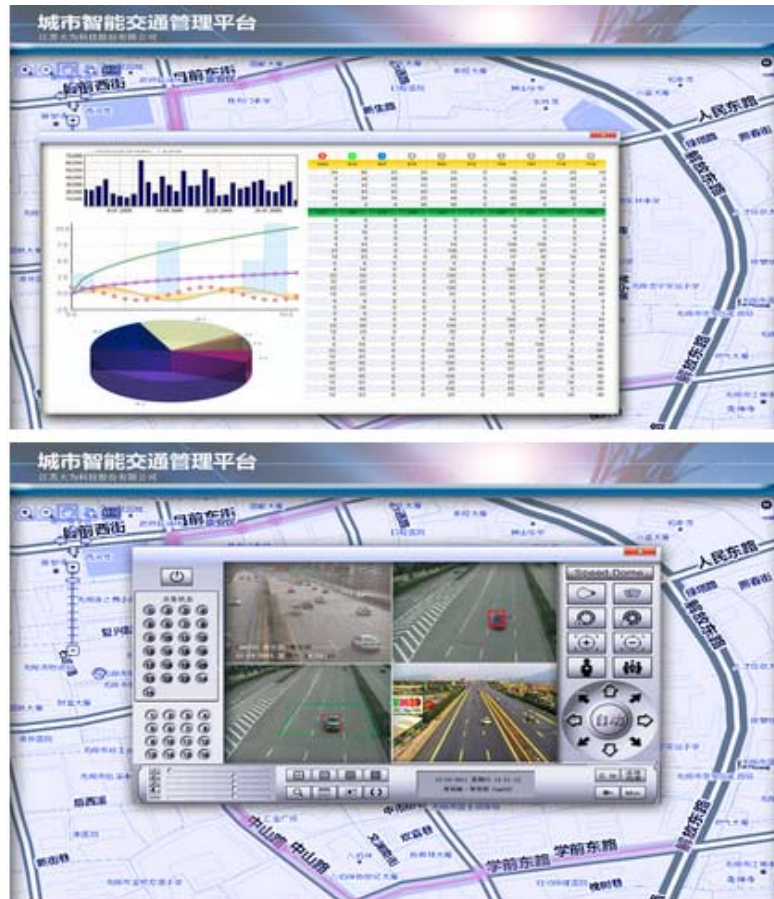


图 5 上海市交通违法、事故数据分析平台示意图[7]

4.2.4 停车需求管理与违停整治大数据分析

通过大数据平台，研究城市交通热点地区的停车设施资源总量、分布状况、收费标准、需求与使用情况以及区域违停现状和对道路交通的干扰影响分析等，并将汇总的实施情况通过停车诱导系统的方式向社会发布。主要示意如图 6 所示：

- 1) 外部数据通信接口升级；
- 2) 停车供给与需求分析；
 - (1) 停车泊位配置与数据配置；
 - (2) 停车场泊位使用历史规律统计分析；
 - (3) 停车场区域交通拥堵规律分析与停车资源配置关联分析；
 - (4) 路内停车泊位占用情况提取与历史统计；
 - (5) 路内停车时空需求分布特征分析；
 - (6) 违法停车集中时空分布特征分析；
 - (7) 停车诱导公共服务平台。

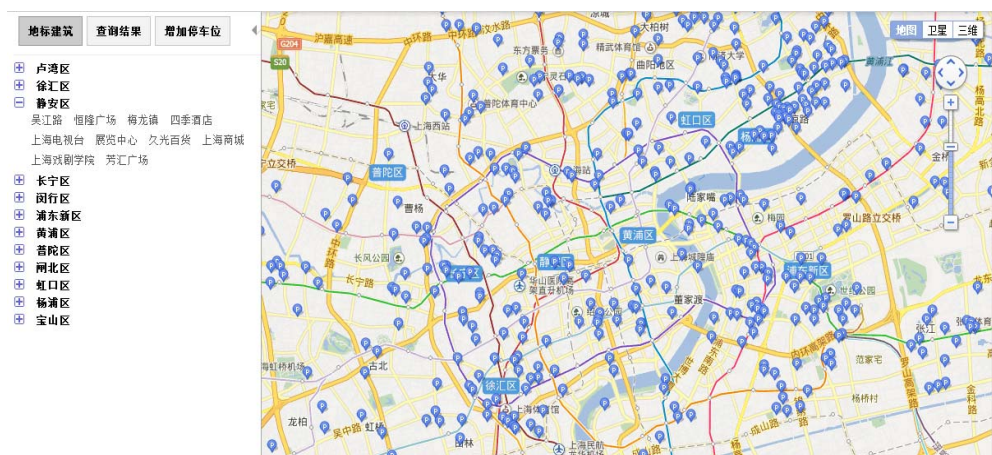


图6 上海市停车需求管理与违停整治分析平台示意图

5 结语

大数据系统将隐藏于海量数据中的信息和知识挖掘出来,为掌握全面情况和政策制定及行动部署提供依据,大大提升综合管理的集约化程度。目前,大数据技术及应用还处于探索起步阶段,与交通管理相关的大数据也涉及多个政府行政职能部门。即便是在公安系统内部,也涉及多部门多警种,且当前大数据获取、大数据管理、大数据分析、大数据安全等关键技术和相关设备尚无统一的技术规范把控。下一步,大数据系统还需要在顶层设计与制定标准规范、加强综合部门协调、综合改造和充分利用现有系统、开展先期试点应用等方面加强工作,以期通过大数据技术在交通信息综合集成、交通资源充分利用、交通预测精准率和交通管理科学实战化等方面取得新突破。

【参考文献】

- [1] 上海市交警总队.上海公安交通管理大数据技术应用项目[R],2014.
- [2] 何承,朱扬勇.大数据技术与应用—城市交通大数据[M].上海:上海科学技术出版社,2015.
- [3] 王璞,黄智仁等.大数据时代的交通工程[J].电子科技大学学报,2013(6),P27.
- [4] 王辉.浅谈大数据在智能交通中的应用[J].公安部交通管理局内部调研论文,2014.
- [5] 陈勇.对整合运用大数据服务交通管理的对策思考[J].公安部交通管理局内部调研论文,2014.
- [6] 周为钢,杨良怀等.大数据处理技术在智能交通中的应用[A].第八届中国智能交通年会优秀论文集[C].北京:电子工业出版社,2013,电子工业出版社,P226.
- [7] 中国系统集成在线 <http://www.chinasi.com/site/jsdwkjgf/solution/itemid-438.html>

【作者简介】

朱建安,男,公安部道路交通安全研究中心,助理研究员。电子信箱:zja12gab@gmail.com