

人群聚集风险预警系统建设与应用

文 / 图 李海鹏

随着城市化水平的不断推进，城市商业街、旅游景区、交通枢纽、周期性的庙会、宗教活动等导致城市人员密集的场合愈发增多，加之社会矛盾问题的不断积累，密集人群已成为城市公共安全重点关注的对象。

大量研究结果表明，控制人群聚集风险最有效的方法是预警和提前干预。传统的人员密集场所预警技术大都是视频监控系统，必须依赖管理人员 24 h 不间断的观看视频监控图像，事实证明这种方式是不可靠的。另外，当发现异常突发事件时，安保人员也不能及时到达现场进行处置，丧失了对密集人群实施管控的第一时机。

针对密集人群风险预警技术研究，北京市劳动保护科学研究所北京市科委的支持下，研发完成了人群聚集风险预警系统，并在北京西单商业区建设了示范工程。该系统自 2009 年 7 月开始研发，先后进行了包括监测点位建设、数据模型构建、系统初始化及系统功能扩充等 4 个阶段化的研发设计。系统在西单建成的 39 个监测点，至 2015 年已稳定运行 5 年，实现了区域人群安全规划管理技术、视频图像、行人交通流数据、人群运动规律、管理措施的“五位一体”有机集成，可同时利用多种预测模型，实现小时、日、周的客流预测。系统积累的数据不仅可提前 30 min 实现重点区域人群安全容量预警，更可预测未来 1 天甚至 1 周的人群总量和峰值时段，辅助管理者提前制定值班和执勤计划，实现精细化管理。

系统原理

该系统通过摄像头采集视频，利用智能分析技术处理实时视频，获取行人参数，进行实时监测与报警，同时运用短时预测技术与交通状态判断方法，进行人群聚集风险预警，并结合人群疏散技术给出控制方案与疏导策略（见图 1）。另外，系统构建了人群风险管理的“信息感知层”“网络接入层”“信息资源层”及“应用展示

层”一体化的物联网形态，将人群风险的实时动态监测预警与管理应用有机结合起来。

从系统功能来说，人群聚集风险预警系统除了传统的视频监控系统及客流统计系统外，支持人群规律识别、多重客流预测、聚集风险预警、人群容量监控及疏散预案集成等功能，实现监测、报警 / 预警、核实、处置一体化的全过程。

视频监控

系统集成了实时监控、越界报警、轨迹追踪、片段录制、画面捕捉等功能，通过视频监控，对区域内人员聚集异常情况进行图像识别，为预测预警提供客流数据。

预测功能

预警系统采用基于时间尺度的预测模型，利用人群交通长短时规律，预测全天的人群流量最高峰的时

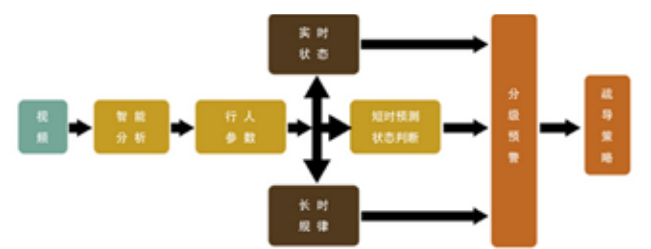


图1 人群聚集风险预警原理



图2 预测功能



图3 预警功能



图4 状态判断

间段及所在区域，同时还可以预测各个监测区域未来 5 min、10 min、15 min 或更长时间的人群聚集情况。此外，系统还可利用多种预测模型，针对特定节假日的人群聚集状态进行预测，辅助管理者提前进行人员部署及资源准备。（见图 2）

预警功能

依据预测功能，智能计算得到以当前时间为起点，指定未来 5 min、10 min、15 min 的预警信号，系统采用图像和声音等手段，对相关地点进行醒目化标识，提醒管理者提前做好人群聚集风险防范和应对，减少人群风险隐患。（见图 3）

状态判断

基于智能算法，对不同区域的人群聚集实时状态进行判断分级，方便管理者从宏观上把握不同区域的情况，从而科学地分配和调度管理资源，执行决策。（见图 4）

实时数据展示

系统运行过程中，管理者可根据需要随时选取任意监控点，展开其数据显示面板，获得点位视频、实测数据、预测数据、风险级别等实时更新的数据信息。还可

以根据需要查看任意点位、不同时间尺度的人群聚集流量统计，可按照不同时间尺度实时更新统计结果。

辅助决策

若某人群监测点位出现人群聚集预警时，操作人员可通过点选预案，系统将会自动展示该预案的各项信息，提供辅助决策。监控点位画面会自动展示与选中预案相关监控点的实时录像画面，并且以动态图示、视频、文档方式分别展示应急指挥模式下的疏散路线、救助演示视频以及应急流程信息等。

移动版终端

为满足远程便捷化访问的需要，技术人员在原有基础上，开发了基于安卓系统的移动版预警系统，满足了各级领导对于预警系统的远程便捷化访问需求，了解区域内人群管理状态。

应用效果

系统在西单投入运行后，给西单商业区密集人员的安全管控提供了技术保障（见图 5），应用效果主要包含以下几个方面：

运用智能技术，提高工作效率

系统实现了对西单商业区人群流动状态的视频与数据双监控，方便管理者同时从直观和定量两个角度了解区域内的人群状况，有针对性地监控重点区域，大幅减少街面巡逻人员，提升工作效率。

依靠实时信息交换，大力提升公共安全服务水平

2009 年至今，系统协助完成了西单商业区每年的十一黄金周、圣诞、元旦、春节等重大节假日的安全保障任务。在西单核心区全天 3 倍于日常状态的客流压力下，系统单日及时发出严重拥堵预警 10 余次，管理单位对各瓶颈点采取限流、疏导等措施，迅速降低了人群聚集风险，避免了拥挤踩踏事件的发生。

依据长期规律短时预测，加强重点地区精细化管理

系统实现了西单商业区人群流动规律的积累，不仅可以预测未来几分钟的人群参数，还可以预测未来 1 天的人群总流量和峰值时段。管理人员可以据此提前制定值班和执勤计划，对可能的危险区域进行提前干预，防止出现拥挤踩踏。将被动接受变为主动预防，事前干预代替事后应对，形成“关口前移”的管理理念。



图5 预警系统在西单商业区的应用

深入挖掘人群运动规律，为部门决策提供数据支持

系统积累的大量数据和人群运动规律，为商业街区管理规划提供了必要的技术支持；管理人员通过参与预警系统阈值设置工作，可以深化对各监控点人群聚集程度和分布状态的量理解，积累量化经验；管理人员可以运用人群聚集风险预警系统运行数据再现危险场景，进行应急演练和培训，大力提高各级人员人群聚集风险管理水平，强化对人群拥挤踩踏事故的预防和应急能力。

树立人群聚集风险管理标杆典范，形成示范效应

西单商业区不仅在北京市具有重要的代表性，更是全国著名的商业街。系统建设完成后，得到了相关部门的高度认可和媒体的广泛关注报道，先后接待了深圳市发改委、深圳市公安局、深圳市东门商业步行街区、深圳市华强北商业区、上海市公安局委托单位，北京市首都机场、成都市公安局锦江分局、成都市春熙路商业区管委会等单位前来参观交流。

人群聚集风险预警系统是国内首个、且目前唯一运行的客流风险预警系统，该系统还将在预警信息与社会

公众的联动性，预案辅助指导的灵活性及在监控区域的整体把控上进一步完善加强。目前，该系统除在西单商业区应用外，已在北京的天安门、大栅栏步行街、什刹海景区等重点区域推广使用，并在此基础上，已形成了一套技术与管理相结合的人员密集场所安全管理全面解决方案，后续将为全国旅游风景区、大型活动场馆、交通枢纽、汽（火）车站及其他人员密集场所提供预警和人员状态判定服务，在解决人员密集场所的安全管理问题上发挥重要作用。

2014年1月31日，在北京举行的“人员密集场所拥挤踩踏风险防控技术论坛”上，北京市劳动保护科学研究所所长张斌宣布：“人群聚集风险预警系统2015公益活动”启动。该活动将为全国30家符合条件的商业区、旅游风景区、交通枢纽、大型活动场馆及其他重点人员密集场所，提供为期1年的人群聚集风险预警系统软件免费使用权，从而进一步辅助各地区做好重要节假日及重要活动的安全保障工作。保

编辑 赵原