

2019 年第六届中国可视化与可视分析大会
数据可视分析挑战赛-挑战 2
(ChinaVis Data Challenge 2019 - Mini Challenge 2)
答 卷

参赛队名称：[重庆大学-万静意-挑战 2](#)

团队成员：[万静意, 重庆大学, 970623990@qq.com, 队长](#)

[黄晓丹, 重庆大学, 851125429@qq.com](#)

[杨睿铭, 重庆大学, 240929396 @qq.com](#)

[唐 豪, 重庆大学, 1963024305@qq.com](#)

[晏 雁, 重庆大学, yyan_js@outlook.com](#)

[夏晓峰, 重庆大学, xi Xiaofeng@cqu.edu.cn, 指导老师](#)

团队成员是否与报名表一致（是或否）：[是](#)

是否学生队（是或否）：[是](#)

使用的分析工具或开发工具（如果使用了自己研发的软件或工具请具体说明）：[E-charts, Leaflet, 高德地图 API, 百度地图 API, Excel, VS Code, PyCharm, jQuery, bootstrap](#)

共计耗费时间（人天）：[60 人 · 天](#)

本次比赛结束后，我们是否可以在网络上公布该答卷与视频（是或否）：[是](#)

挑战 2.1 2018 年 5 月 1 日中国现代五项赛事中心 10 平方公里范围内交通流量演变情况

2.1.1 问题分析

针对挑战 2.1，我们认为要分析赛事中心 10 平方公里范围内的交通流量演变情况，需要从时间和空间两个维度考虑。我们分别从订单和轨迹点数据入手，将要研究的一天时间内的路网信息，划分为 48 (0.5h) × 16 (区域) 个时空单位，统计出每个时空单位内运行的滴滴车辆和轨迹点数量，利用订单数量雷达图、车辆轨迹点流量图、区域交通流量堆叠图、车流量区域流动关系图静态反映交通流量，通过车辆轨迹散点图动态反映交通流量演变情况。

2.1.2 数据筛选和预处理

首先根据数据的 Unix 时间戳和位置坐标确定数据的时间和空间范围，之后进行相应的排序分类汇总，清除快车和专车订单轨迹数据中超出 2018 年 5 月 1 日当天、时间间隔不符、短时经纬度跳动等异常波动点。为保证数据在地图中正确显示，还对坐标数据进行了转换、偏移等处理。

2.1.3 可视化分析

我们将按照空间划分粒度的粗细，从全区域、16 个自行划分区域和实际道路三个层次综合分析交通流量的演变情况，分析其时空规律。

(1) 全区域交通流量演变情况

我们基于快车和专车订单数据，根据开始计费时间和结束计费时间按小时划分订单归属，绘制出订单数量随时间变化的雷达图（如图 1.1 所示）。可以看出在 13:00-21:00 内进入该区域的快车和专车数量较多。由于当天是劳动节假期的最后一天，并没有明显的早、午高峰，晚高峰出现于 17:00-18:00，初步判断是由于赛事中心文体活动和返程高峰叠加影响所导致。

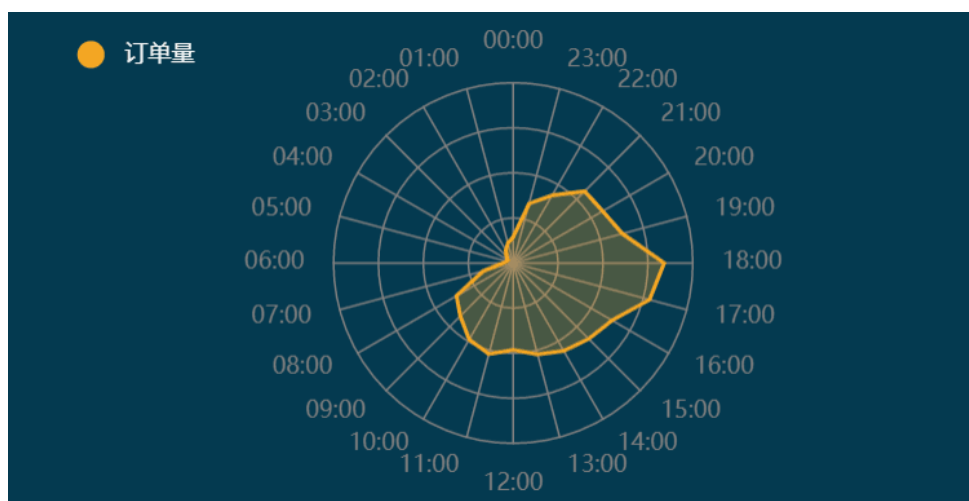


图 1.1 快车和专车订单 24 小时内数量雷达图

我们基于快车和专车订单轨迹数据，按照时间统计了 24 小时内的车辆轨迹点数量，绘制了车辆轨迹点日流量柱状图（图 1.2）。从图中可以发现，00:00-07:00 流量维持在较低水平，07:00-10:00 流量陡增并逐渐趋于稳定，10:00-12:00 有略微下降，从 13:00 开始运行车辆数开始快速增长，在 18:00 左右达到最高峰，之后流量急剧下跌，但一直维持在较高水平。

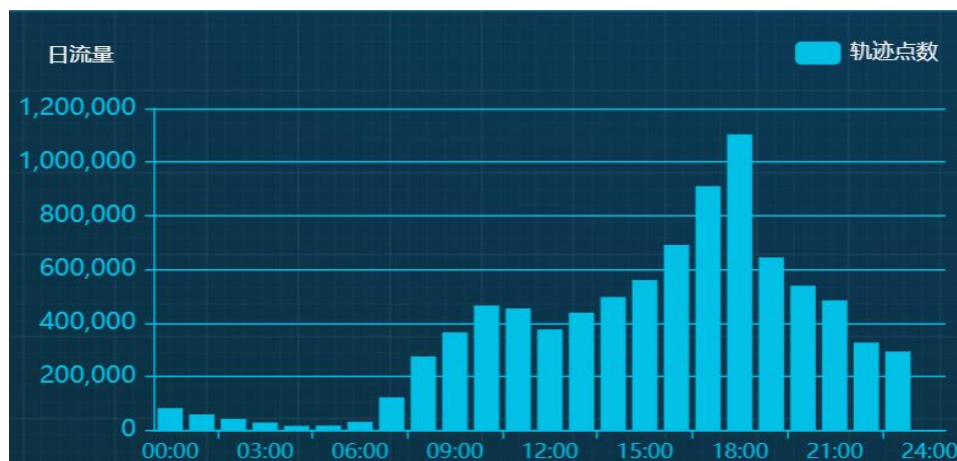


图 1.2 车辆轨迹点日流量柱状图

(2) 自行划分区域交通流量演变情况

为分析中国现代五项赛事中心 10 公里范围内交通流量的空间特征，我们将所给数据的空间范围划分成了 16 个区域（图 1.3），并对其进行编号，红色标记为区域中心-现代五项赛事中心。

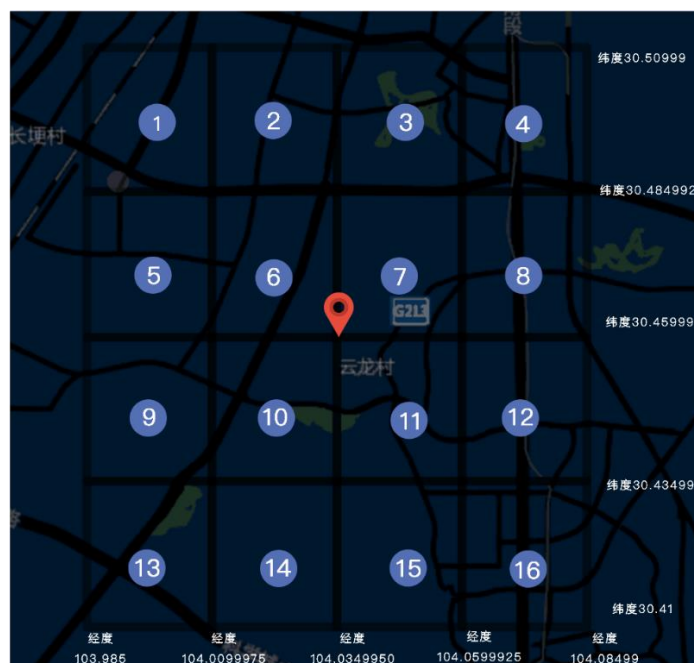


图 1.3 区域划分示意图

针对划分结果，绘制了 16 个区域的车流量堆叠图（图 1.4），可点击区域图例单独或合并查看交通流量随时间的变化情况。由图可知，该天内流量最大的两个区域为区域 4 和区域 3，其位于赛事中心的东北方向，均在 10:00 左右达到第一波高峰，12:30 左右短暂回落，在 18:00 附近达到最高峰之

后快速下行。其次是区域 10 以及区域 6，其位于赛事中心西南方位，车流量在早间保持稳定低位，晚间赛事开始期间有明显上扬，这一系列流量高峰区域和赛事中心紧密连接，位于东北方向区域的交通流量扰动会向西南方向传播。

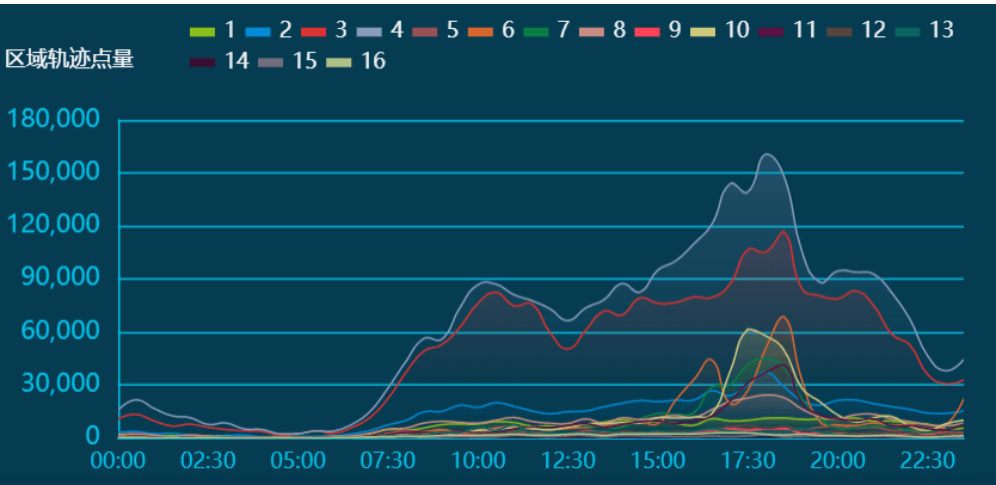
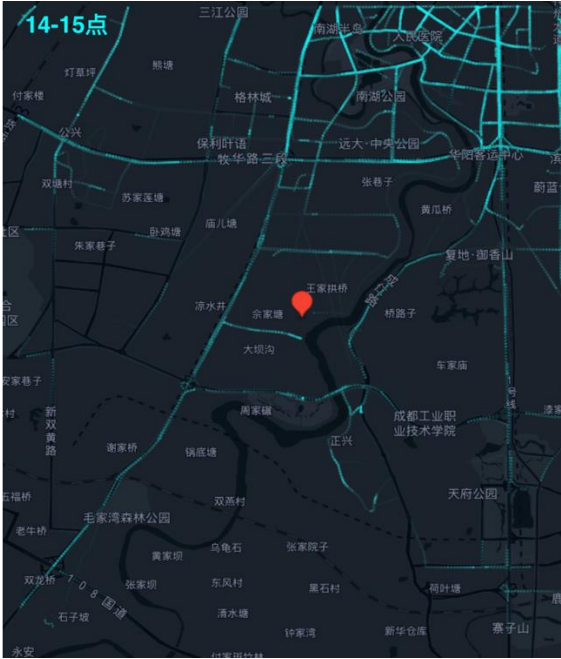
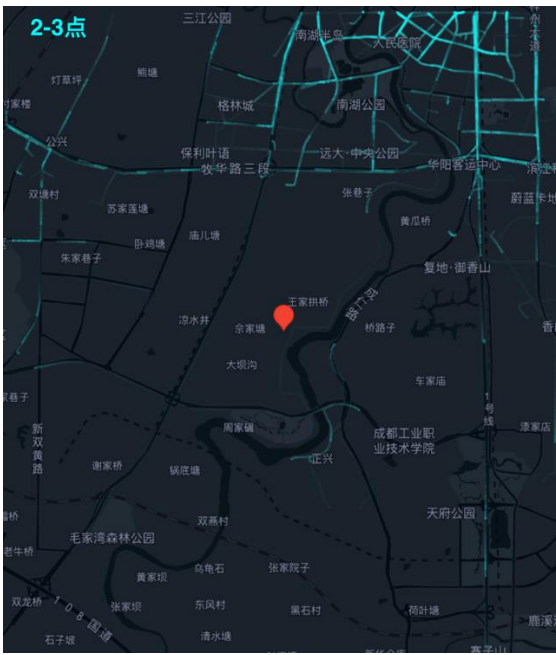


图 1.4 各区域交通流量堆叠图

(3)道路交通流量演变情况

为分析具体道路的交通流量演变情况，我们绘制了车辆的运行路线轨迹图，如图 1.5 所示，根据时间和区域流量分析结果，截取了一天具有代表性的四个时段的轨迹图。通过对时间序列内交通流量的分析，得出交通流量从赛事中心的东北侧开始聚集，逐渐向西南侧道路蔓延，南北向的道路承担了绝大部分的交通流量。从早间到晚间，道路颜色越来越深，表明道路流量逐渐增大，到达流量高峰期后全域整体流量开始逐渐下滑，交通流量由南向北回缩，赛事中心东北侧仍然保持高位。



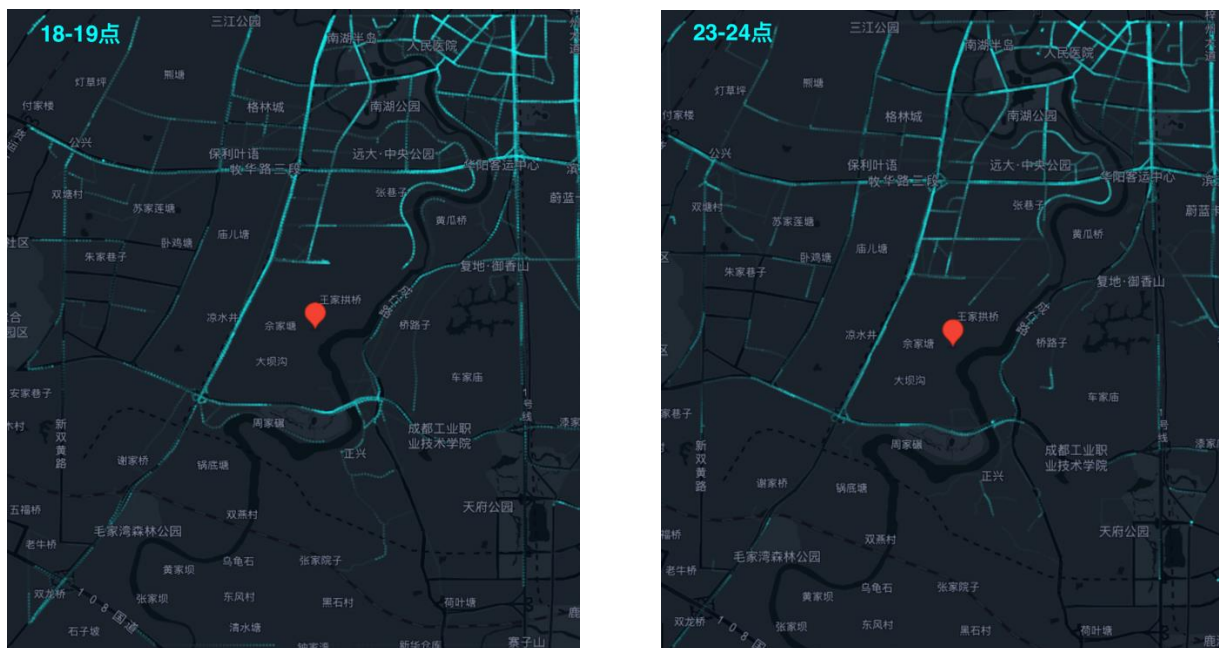


图 1.5 车辆运行路线轨迹图

为了更直观地展示交通流量密度的演变情况，我们又绘制了随时间同步变化的车辆运行位置散点图，以实时动画的方式展示了每一时刻正在运行中的快车和专车在道路上的具体位置。图 1.6 截取了一天之中的八个时刻的快车和专车的运行图。图中点越密集、颜色越深的地方车流量越大，流量大的道路主要集中在赛事中心的东北方，也进一步验证了前述的流量的时空变化规律。



图 1.6 一天内不同时刻运行车辆位置散点图

为精确反映流量变迁的方向，我们统计了一天中各时段的上车位置所在路段和下车位置所在路段，绘制了路段-时间车流量流动关系图，不同颜色代表不同的行政区域，图例如图 1.8 所示。图 1.7 截取了和图 1.6 所对应的八个时段的车流量流动关系图，反映了行政区内和行政区间车流量的变迁状态，连接线的粗细代表订单的数量，连接线的颜色由起始点的行政区决定。从图中可以看出协和街道，华阳镇街道以及共兴街道间车辆转移最为频繁；在流量高峰时段，从武侯区进入赛事中心区域的车流量最大。

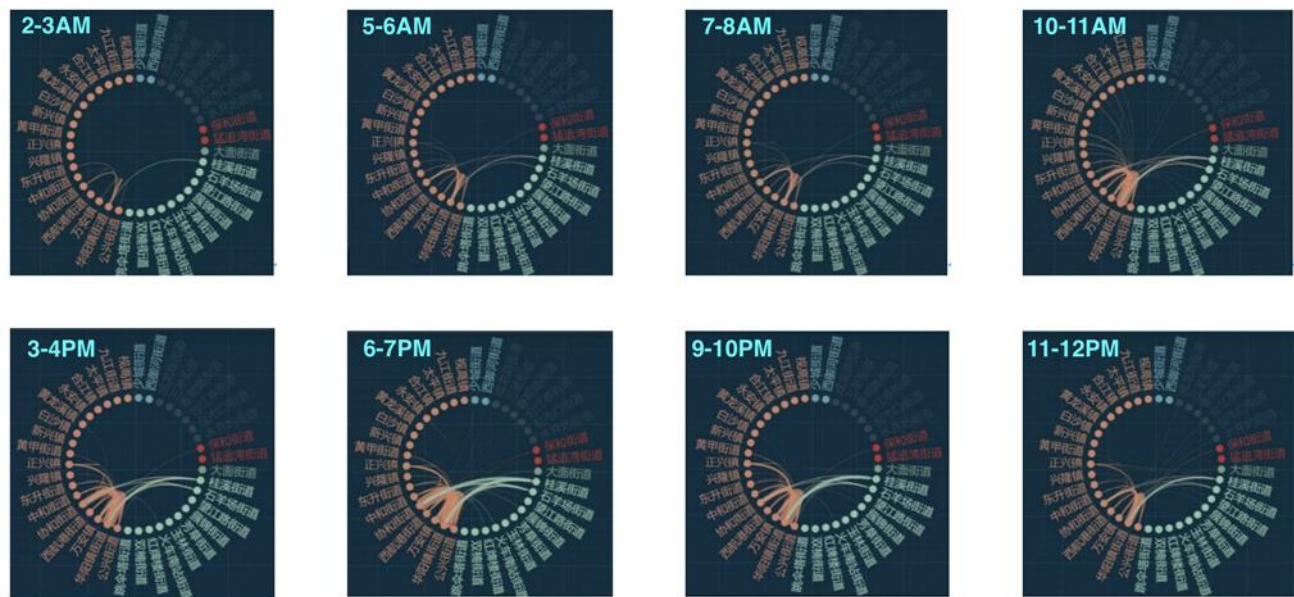


图 1.7 车流量流动关系图



图 1.8 关系图图例

2.1.4 结论与总结

经上述分析，按时间归纳交通流量演变情况：

00: 00-07: 00 区域总流量维持在较低水平，07: 00-10: 00 流量增加并逐渐趋于稳定，10: 00-12: 00 有略微下降，从 13: 00 开始运行车辆数开始快速增长，在 18: 00 左右达到最高峰，之后流量急剧下跌，但在 19: 00-24: 00 期间一直维持在较高水平。

按区域总结：

流量最大的几个区域为：区域 4 ， 区域 3， 区域 10， 区域 6

流量最小的几个区域为：区域 14， 区域 15， 区域 16

按道路分析：

从赛事中心的东北侧开始聚集，逐渐向西南侧道路蔓延，南北向的道路承担了绝大部分的交通流量。从早间到晚间，道路颜色越来越深，表明道路流量逐渐增大，到达流量高峰期后，道路交通流量由南向北回缩，赛事中心东北侧道路仍然保持高位。

流量转移方向：

协和街道，华阳镇街道以及共兴街道间车辆转移最为频繁；在流量高峰时段，从武侯区进入赛事中心区域的车流量最大。

挑战 2.2 2018 年 5 月 1 日中国现代五项赛事中心 10 平方公里范围内的交通拥堵情况，给出不少于 3 个拥堵点，并说明拥堵特征和解释拥堵原因

2.2.1 交通拥堵情况可视化分析

热力图可以直观的反映道路的拥堵状况，根据车辆轨迹点数据，我们按小时绘制路网的热力图。

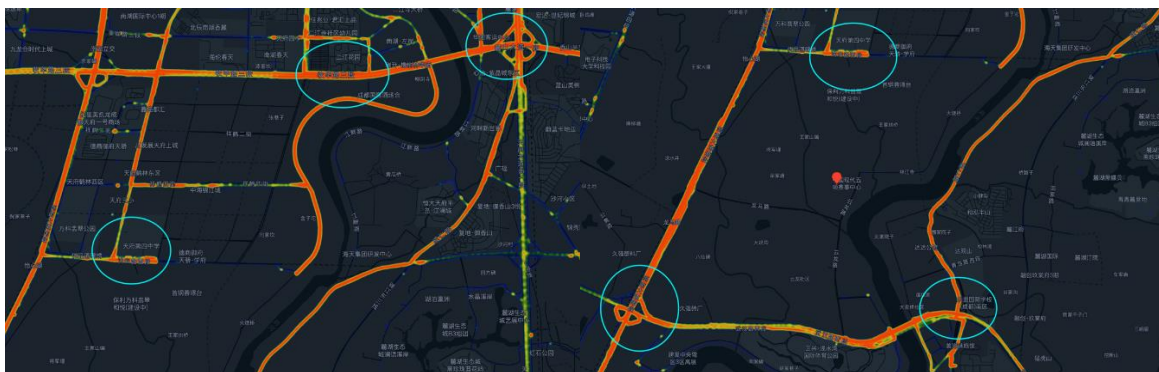


图 2.1 18-19 点可能拥挤路段

18 点-19 点期间，场馆周围交通流量大的路段和地点有乐盟国际学校（成都）南区、剑南大道南段天府第四中学（沈阳路西段）、牧华路三段、华阳客运中心（麓山大道一段）。

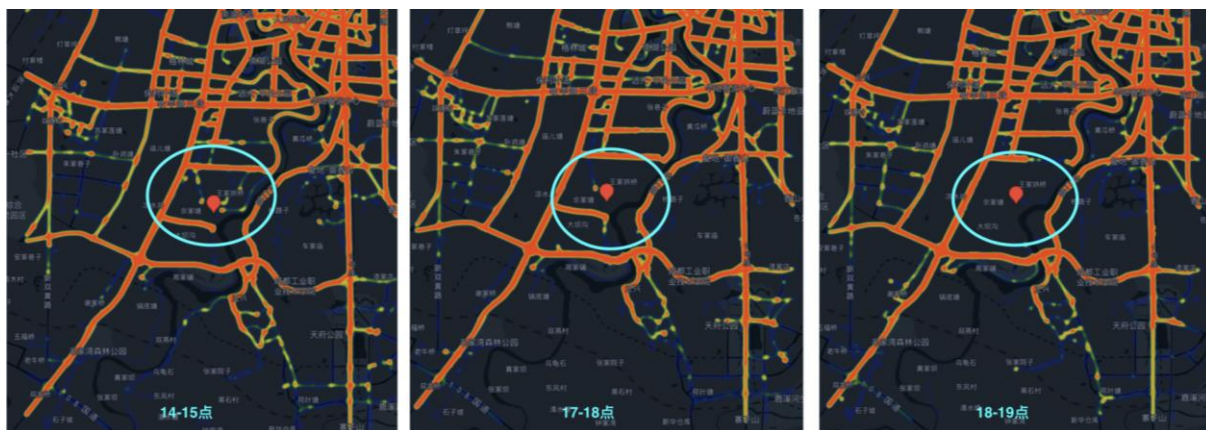


图 2.2 热力图流量对比

对比 14 点-15 点，17 点-18 点，18 点-19 点的热力图，可以发现在 14 点-15 点、17 点-18 点期间，场馆附近道路均有较多车辆通行，但到了 18 点-19 点，对应的道路没有车辆通行，只有主路段存在与 14 点-15 点以及 17 点-18 点通行模式类似的车辆。由此可推断出，在 18-19 点期间，场馆附近的道路可能执行了交通管制，禁止车辆进入场馆附近道路。

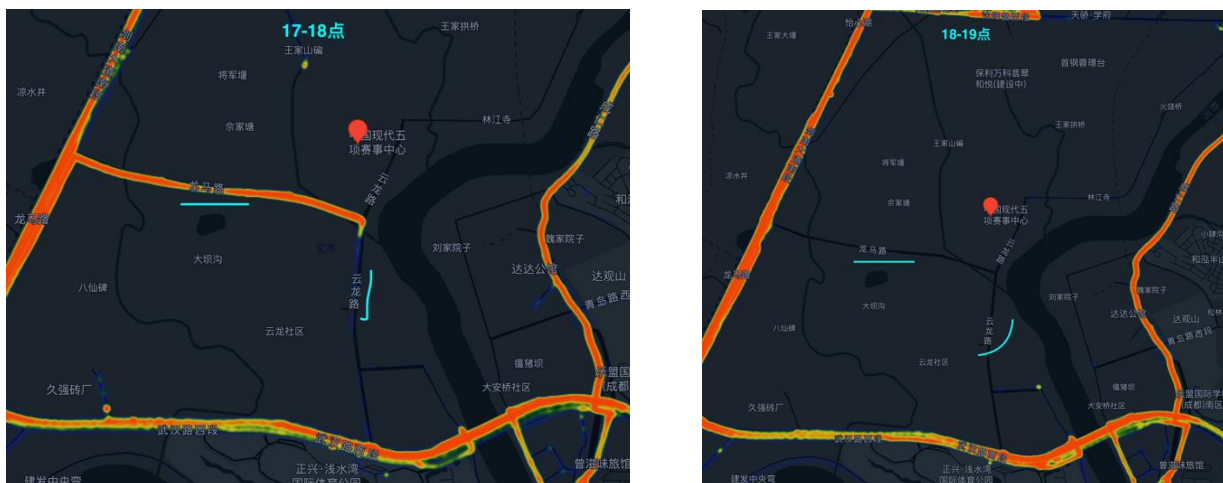


图 2.3 可能实行交通管制路段流量对比（龙马路和云龙路）

为了定量分析道路的拥堵情况，对于特定路段，在交通状态判别过程中，系统输入该路段的交通状态参数，即平均车速。平均车速通过随机抽取该道路上滴滴车辆行驶数据与临近路段的数据加权计算得到，由于提前对数据进行了筛选，因而可以抵御停车上下客、短时经纬度跳变、孤点数据异常等波动点的干扰，同时由于滴滴车辆在道路交叉口停车，无法反映路段交通拥挤状态，因此对该部分数据进行了剔除。根据采样间隔内滴滴车辆的平均车速输出交通状态，根据《城市道路交通管理评价指标体系》并结合城市实际情况，划分标准如下：

拥挤程度	平均行程车速（km/h）
十分畅通	40 以上
畅通	30~40
轻度拥堵	20~30
拥堵	10~20
严重拥堵	10 以下

表 2.1 拥挤程度和平均速度对应表

由拥堵路段平均速度图可观察到 18:00-18:30 各路段的拥堵情况。平行坐标系中曲线表示对应路段在 18:00 到 18:30 各时间点的平均速度（按 5min 划分），由此得到上述五种道路拥堵等级。图中蓝色高亮表示场馆附近拥堵路段：武汉路西段辅路、**武汉路西段**、剑南大道南一段辅路、剑南大道南一段、**剑南大道南段**、剑南大道南段辅路、**云龙路**、**麓山大道（二段）（华阳客运中心）**。

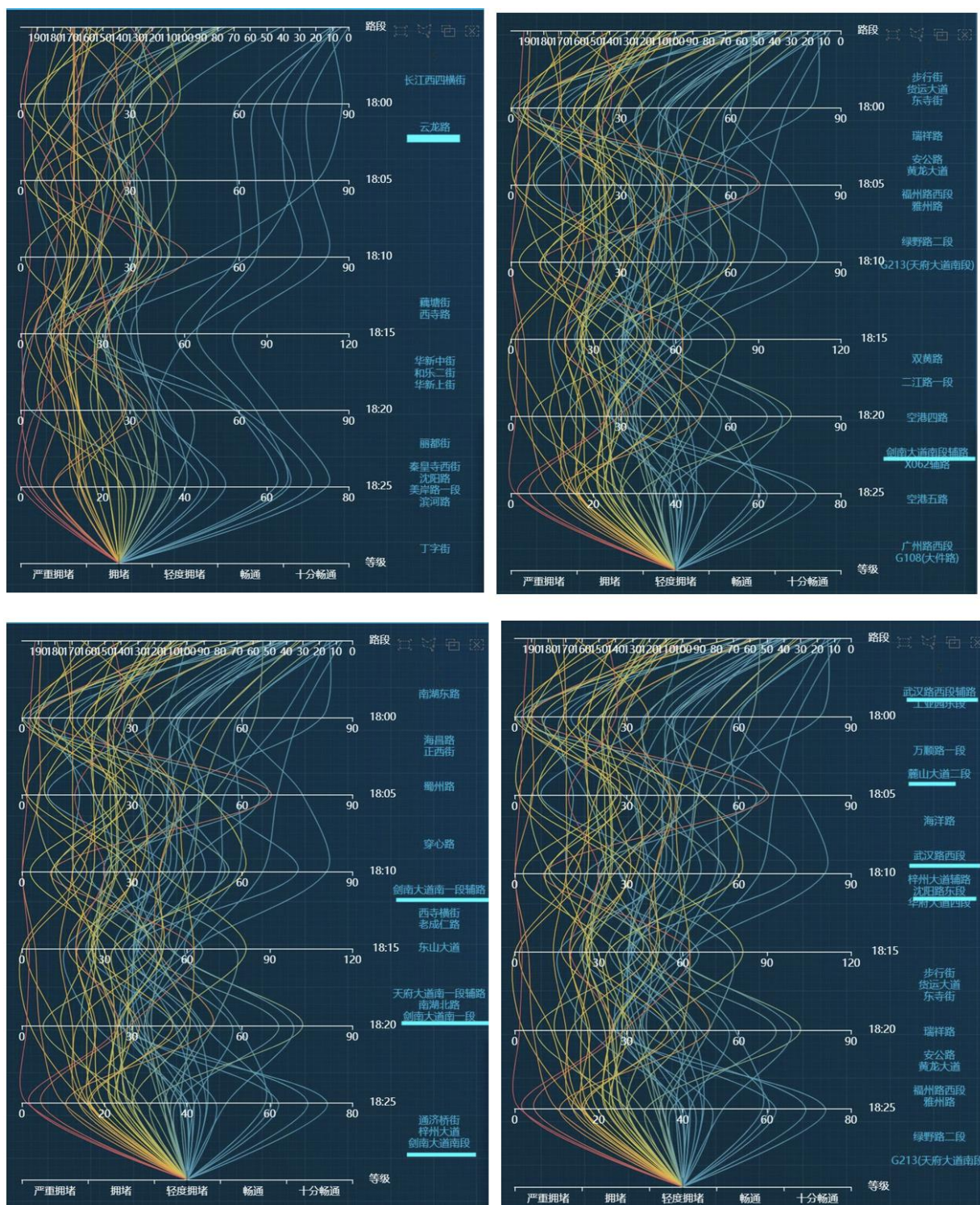


图 2.4 18:00-18:30 拥堵路段平均速度

综合得到的拥堵点有:

乐盟国际学校(成都)南区、剑南大道南段天府第四中学(沈阳路西段)、牧华路三段、华阳客运中心(麓山大道一段)、武汉路西段、剑南大道南段、云龙路、麓山大道(二段)(华阳客运中心)。

2.2.2 拥堵特征分析

- (1) 重要交通节点和路网交叉口拥堵，呈现由“拥堵点”到“拥堵路段”到“拥堵区域”的蔓延趋势。通过热力图和散点图发现，拥堵点普遍集中在十字路口（乐盟国际学校）、T字形路口（沈阳路西段）、立交桥（剑南大道南段），在人流高度密集的场所，如华阳客运中心（麓山大道一段）附近也会发生拥堵现象，根据车辆轨迹点计算得到的平均速度也判别为拥堵等级。
- (2) 晚高峰潮汐式拥堵。由于当日是劳动节返程高峰，并无明显的早午高峰，再加上赛事中心文体活动叠加影响作用，导致晚高峰提前出现于 17:00-18:00，之后有所回落。拥堵主要集中于上述路段的由北向南路段。
- (3) 高峰拥堵时段拉长。拥挤时长从 17:00 延长到 20:00，尤其是华阳客运中心附近的人流量激增明显。

2.2.3 拥堵原因

- (1) 18 点-19 点场馆附近路段实行交通管制，导致周围其他未管制道路车流量增多，产生拥堵。未提前了解限行措施的车辆涌入管制路段后需驶入正常路段，加剧了拥堵状况。
- (2) 由 14 点-15 点、17 点-18 点热力图中圈选区域可以发现，在大坝沟和余家塘之间的主路段（赛事中心南侧）几乎没有车辆通行，可能是由于路段通行困难等原因，只允许部分车辆通过，掉头返回主干道需要时间，也加剧了相邻同向道路的通行压力。
- (3) 由 18 点-19 点热力图分析得知，场馆周围交通流量较大的路段或地点有乐盟国际学校（成都）南区、剑南大道南段天府第四中学（沈阳路西段）、牧华路三段、华阳客运中心（麓山大道一段）。可以发现学校附近和客运站等人流密集场所易产生拥堵。同时由于当日是劳动节假期最后一天，返程高峰与当晚文体活动等多重因素叠加作用，客运站附近对滴滴的需求量增大，导致由北向南方向车辆聚集，出现严重拥堵。
- (4) 场馆附近仅设有一个停车场，通过对赛事中心附近车辆逐点分析得到，场馆附近占用机动车行驶道路停车现象比较严重，停车设施建设缺位，减小了道路可通行区域，浪费了城市交通资源。
- (5) 在计算平均速度时，我们发现在赛事场馆周围存在往复通行的车辆，这些寻找停车上下客地点或赛事中心出入口的滴滴专车，不断地对路网拥挤状态产生扰动，导致了恶性循环。
- (6) 一些路段的拥堵原因（如牧华路三段），一方面是该道路车流量较大，另一方面是这些路段存在并道车道，车辆通过时需要减速，因而容易造成大范围的拥堵。

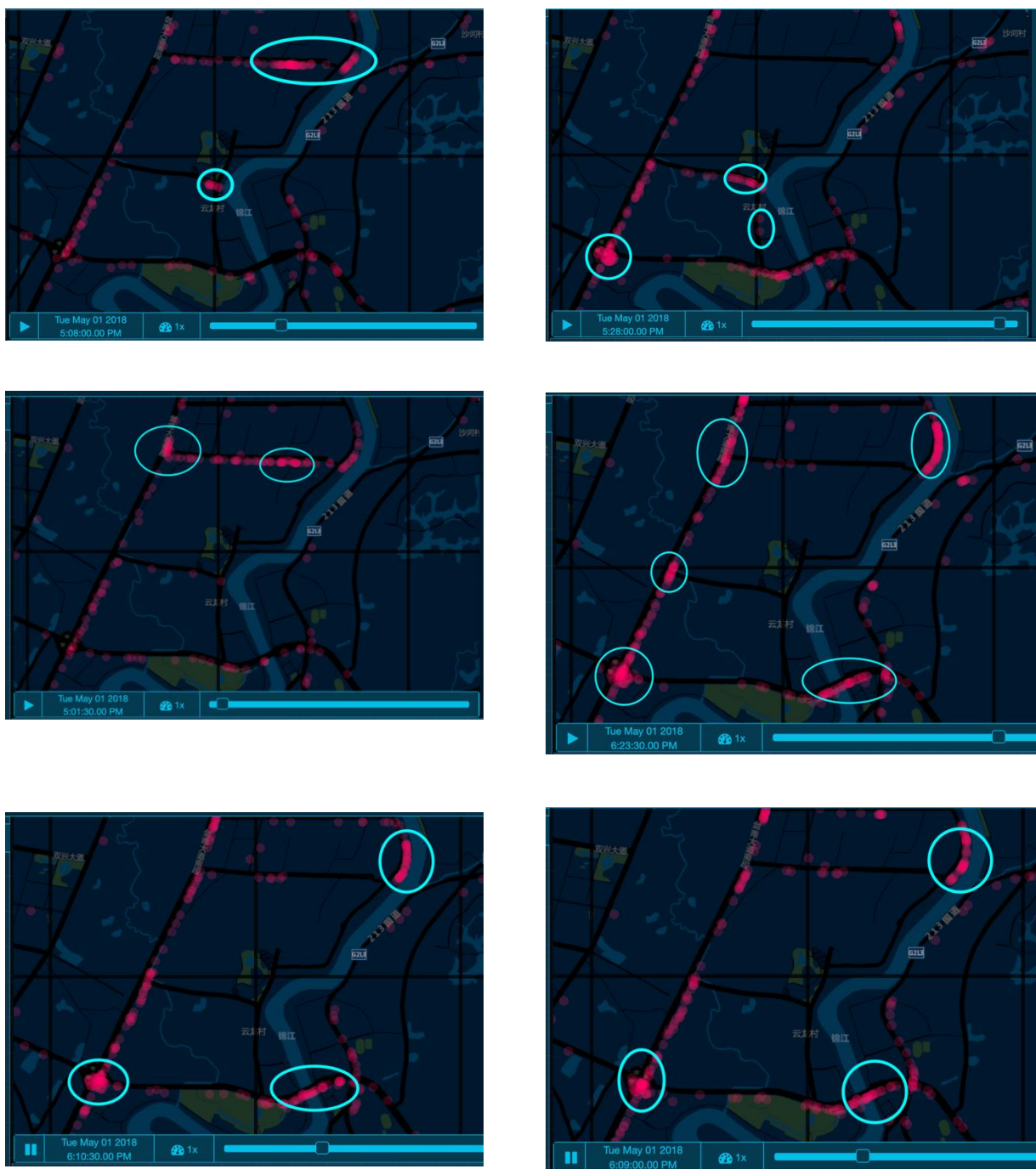


图 2.5 区域实时轨迹点图

在 5:28 区域实时轨迹图中，赛事中心（云龙村）北侧龙马路路段存在拥堵情况，并集中在一个地点，云龙村拐点处的云龙路段仍有少部分车辆向南通行，可见该道路可能存在车辆通行限制。

挑战 2.3 为赛事中心管理人员和活动主办方推荐交通疏导方案，以缓解各类文体活动期间中国现代五项赛事中心附近区域的交通拥堵状况，并简要说明如何通过可视分析获得该推荐方案。

基于挑战 2.1 和挑战 2.2 的相关可视化分析结果，综合迁徙图、热门出发地和到达地，我们从快车司机，参加活动的观众以及主办方和管理方三个角度切入，多管齐下，综合疏导，以缓解活动举办期间的交通拥堵情况。

2.3.1 交通疏导方案获取方式总述

为了获得可行的交通疏导方案，我们不仅需要关注出发地（目的地）为中国现代五项赛事中心的交通流量，更需要关注场馆 10 公里范围的全局交通状态，即应该着重分析各类文体活动期间的交通流量演变情况。

交通流量演变情况与车辆的聚集状态有关，热门出发地和到达地有助于我们对全局交通状态的了解，为了获得以上信息，我们使用 Python 实现 Enhanced K-means 聚类方法，该方法多次聚类后取平均结果，每次聚类随机初始化聚类中心，并根据欧式距离最大原则选择下一个聚类中心，可以获得更为准确的聚类结果。我们按小时各获得了最热出发点和最热到达点的 30 条记录，18 时的聚类中心结果如图所示，值得注意的是，18h 的最热到达地排名第 1 的正是中国现代五项赛事中心，有 1157 条订单，具体分析留作后叙。



图 3.1 18h 的热门出发地与到达地列表

为了获取对热门出发地、到达地的直观感受，我们使用散点图表示聚类中心，红色表示最热出发地，蓝色表示最热到达地，对数化的点的直径表示订单的相对数量。

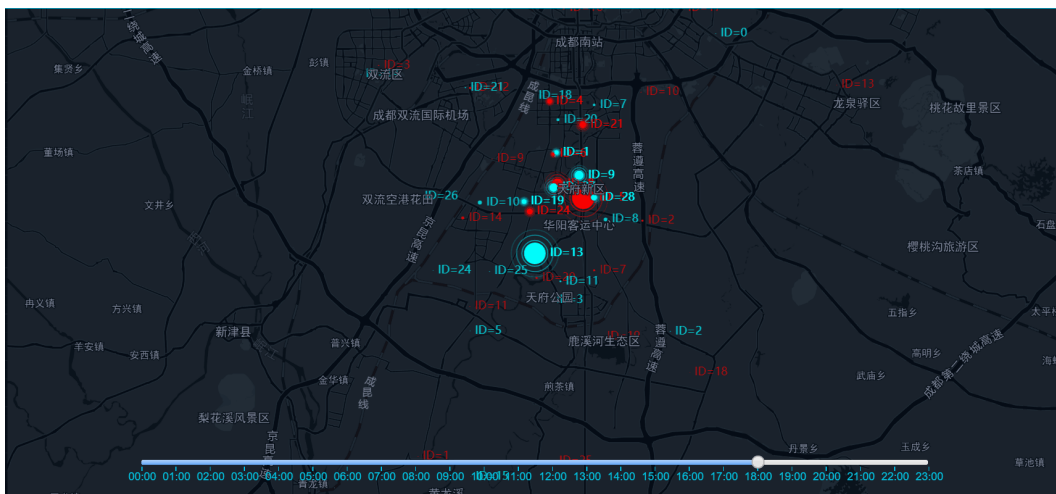


图 3.2 18h 的热门出发地与到达地散点图

玫瑰图表示该时段每个聚类簇所占全部订单的比例。

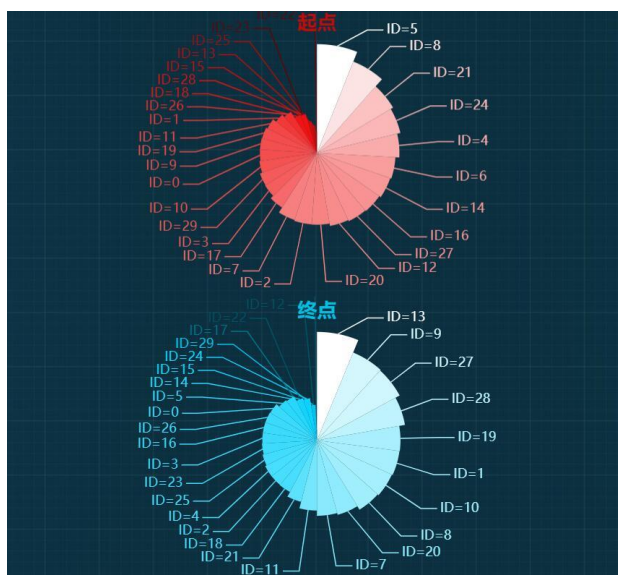


图 3.3 18h 的热门出发地与到达地玫瑰图

城市交通道路状态的演化特征与其聚集特征有着密集的关系，为了提取车流量转移特征，在对订单的出发点和到达点进行分别聚类之后，我们仍然采用前述方法，将起终点经纬度加入四维向量中，得到 20 条典型路径，并采用迁徙图展示，颜色表示每一个聚类簇中订单的数目。

迁徙图可以直观的展示车流的变迁状态，以及施加在途径路段的影响。通过分析终点（观众入场前）和起点（观众散场后）在中国现代五项赛事中心的轨迹，我们可以获知参加文体活动的观众的来向和去向，从而更好地提供交通疏导方案。

同时，我们通过前述对热力图、区域图的分析可以得知交通管制路段，在提供参考路线时应需予以回避。

综上所述，我们进行交通疏导总依据是：

- (1) 活动举办前，建议主办方在以中国现代五项赛事中心为终点的热门出发地（通过迁徙图说明）设置摆渡车和引导标语，提倡观众采用公共交通出行方式，班车滚动发车的时间由该出发地产生的滴滴订单数量决定。若采用滴滴专车出行，则参考交通管制路段，设置主

要引导路线和即停即走区域，引导司机不要前往热门到达地（通过散点图说明）附近路段，尤其需要尽量避免前往客流较大的交通客运站路段、学校区域等。

- (2) 活动举办后，建议主办方提前联系交通运输管理部门，在活动即将结束时增派出租车、滴滴专车等机动运输车辆，在热门出发地（通过散点图说明）处分散等待乘客，增派的数量由场馆附近出发的滴滴订单的数量得到。同时根据以中国现代五项赛事中心为起点的热门到达地（通过迁徙图说明）获取大部分乘客的出行需求，提前根据返程方向对乘客分流，倡议观众采取拼车的方式返程。

2.3.2 交通疏导具体措施

(1) 对快车和专车司机进行引导

1) 备选路线选择方案

主办方为滴滴司机提供场馆周围出发到达热门路线信息，并提醒司机不要选择热门路线，尽量选择可到达场馆附近的较冷门路线。如图 3.4 所示，热门路线在迁徙图中显示为红色，冷门路线为绿色、蓝色。

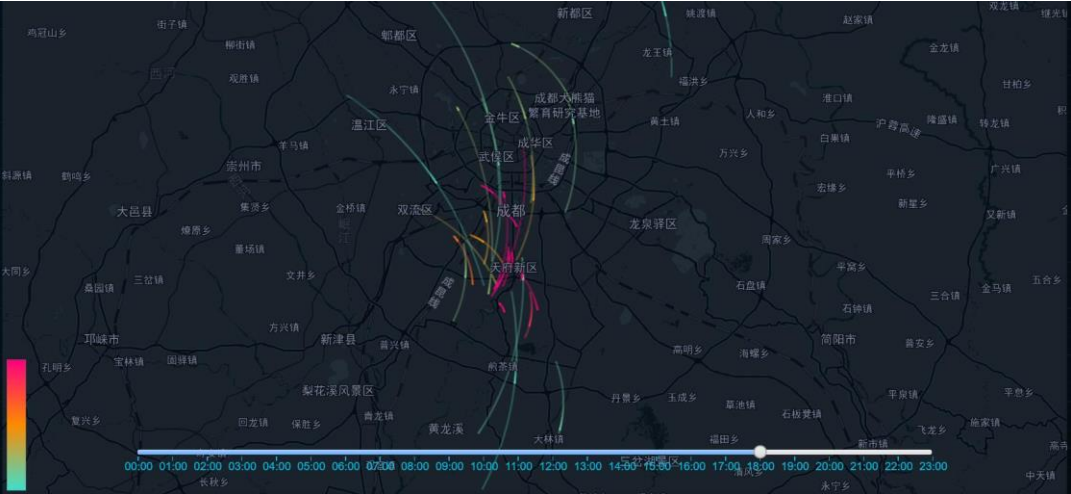


图 3.4 18h 的迁徙图

2) 行驶道路规划

主办方可以通过可视化系统为快车司机提供道路拥堵状况的信息，并指引其向相对畅通的道路上行驶。如图 3.6 所示：用户可以点击拖动下方滑块选择“畅通”或“十分畅通”，右侧将会同步显示按照道路上车辆行驶速度指标排序的推荐行驶道路，颜色加深的道路为较为拥挤的道路，主办方可根据此引导快车和专车司机向排名靠前且未被加粗的道路行驶。



图 3.5 推荐行驶的道路（蓝色表示）

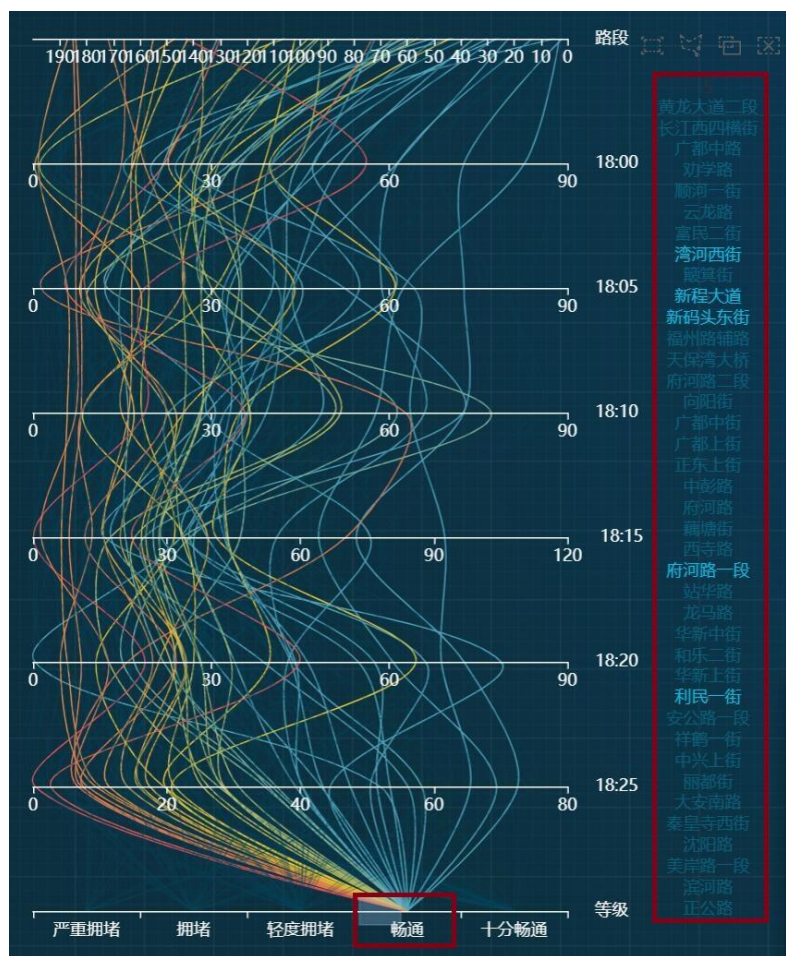


图 3.6 道路实时速度统计图

3) 提供绕行方案，避开高流量区域

通过挑战 2.1 的区域和道路流量分析可知，流量高密度区域主要集中在赛事中心的东北部，该区域是城市中心区域，建议司机向第六、八区域行驶，回避人流密集区域。

(2) 对参加活动观众进行引导

1) 提前分批次入场

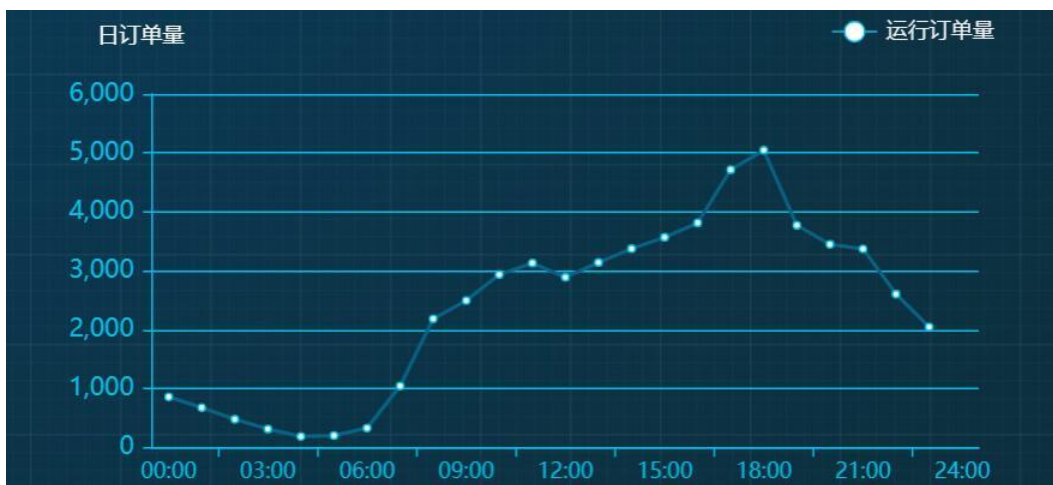


图 3.7 快车和专车订单数量折线图

根据之前分析的该区域一天内总体流量随时间变化的规律，如图 3.7 所示，建议活动主办方采取分时段入场的措施来引导参加活动的群众提前错峰搭乘交通工具到达目的场馆。假设此次活动正式开始时间为 19：30，具体方案为：

观众类别	入场时间
互动观众入场	16：30-17：30
普通观众入场	17：30-18：30
嘉宾观众	18：30-19：00
贵宾观众	19：00-19：30

表 3.1 观众分批次入场安排

2) 出入口安排

赛事中心可在活动期间安排 8 个出入口、3 个临时出口，主入口为 5 个观众入场口（南 1、2、3、4、5），贵宾出入口 1 个（北 1 出入口），演职员出入口 1 个（北 2 出入口），临时出口 3 个（西 1、2、3），物料出入口 1 个。避免因集中在某一出入口导致的道路严重拥堵。

(3) 赛事中心改善措施

1) 增设停车区域

为避免停车区域的拥堵，赛事中心和主办方应提供更多较为分散的停车区域。可将活动停车区分为观众停车区、演职员停车区及贵宾停车区，观众停车区可停放普通车辆 3000 辆，安排保安员 30 名负责车辆引导及停车场秩序；演职员停车区可停放普通车辆 300 辆，安排保安员 5 名负责车辆引导及停车场秩序；贵宾停车区可停放普通车辆 500 辆，安排保安员 10 名负责车辆引导及停车场秩序。观众停车区可以采取机动增设的方式，在场馆周边的闲置地设置临时停车场，不仅可充分满足停车需要，还能改善开场离场时段因进出停车场而造成的拥堵问题。

2) 提供大巴或临时公交专线

由于赛事中心所处位置里市中心较远，为减少快车、专车等小型私家车导致的交通流量激增，可在热门路线上设置大巴车或临时公交站点，由图 3.8 分析得知，终点为赛事中心的交通流量中，出发点是双流区华阳镇天府大道南段，双流区华阳镇街道蜀郡，双流区华阳镇南湖公园的观众较多，分别达到 564，524，436 人次，考虑到五一假期返程高峰带来的交通堵塞情况以及通过其它方式出行的观众数量，建议主办方在活动开始前 4h 内至少分别派发 20 辆、18 辆、15 辆直达场馆的大巴车（考虑到调度成本，建议采用 49 座客车），缓解交通流量压力。

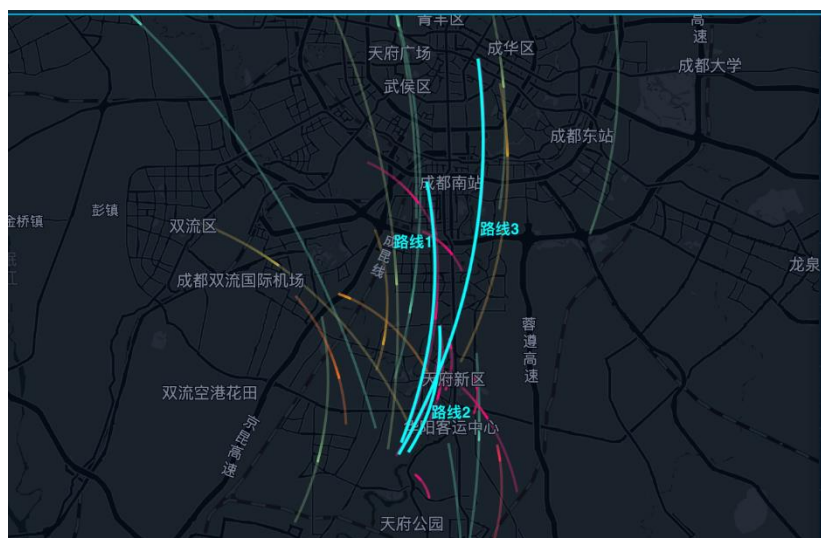


图 3.8 大巴或临时公交运行路线图

3) 路段管制和引导相结合

对紧邻赛事中心的道路，应采取对应的管制引导措施。例如图 3.9 所示，对于采取私家车、滴滴专车等方式出行的观众，设置图中黄色路线为主要引导路线。选择该路段作为引导路段的原因在于该路段周围车流量较少。由题 2.2 分析得知，场馆附近的龙马路和云龙路是交通管制路段，因此可以将云龙路（北向）设置为即停即走路段（图中绿色路段）。

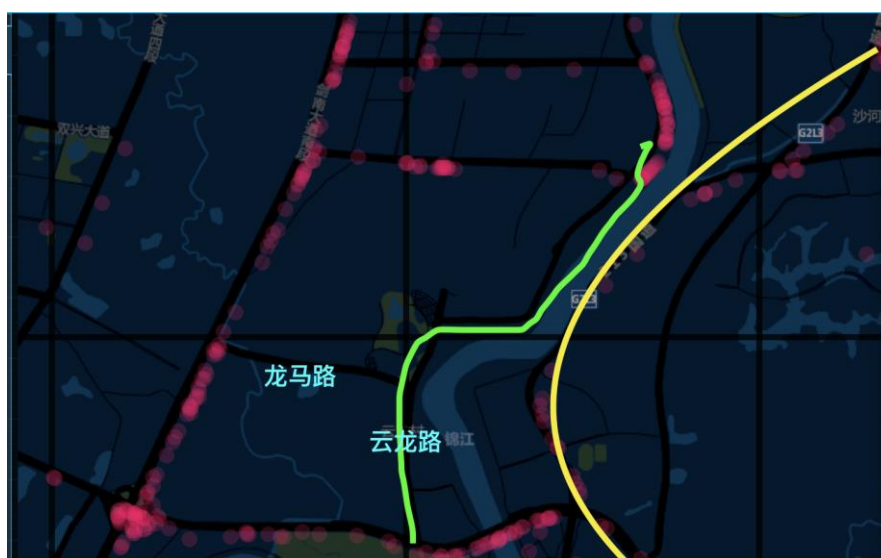


图 3.9 路段管制示意图

从迁徙图分析发现，散场后观众主要流向双流区华阳镇街道南湖国际社区附近、心怡·紫晶城附近，流向人数分别为 839，278，建议主办方联系交通运输管理部门，在活动即将结束时增派出租车、滴滴专车等机动运输车辆，对观众进行分流，倡导拼车出行。

