

# 交通流量与疏导可视化案例分析

## 目录

1 数据说明.....	1
1.1 数据集背景介绍.....	1
1.2 数据集介绍.....	1
1.3 起始点数据表.....	2
1.4 轨迹数据表.....	3
1.5 数据表字段说明.....	3
1.6 数据使用.....	5
2 可视分析任务.....	5
2.1 任务 1.....	5
2.2 任务 2.....	5
2.3 任务 3.....	6
3 数据处理.....	6
3.1 对于数据使用要求的响应.....	6
3.2 对于可视化任务要求的响应.....	7
4 可视化设计.....	9
4.1 总体设计.....	9
4.2 交通流量演变可视化.....	10
4.2.1 区域总流量的时间特征.....	11
4.2.2 区域总流量的空间特征.....	13
4.2.3 区域内子区域流量的时间特征.....	14
4.2.4 区域内子区域的空间特征.....	15
4.3 交通拥堵可视化.....	17
4.3.1 拥堵情况可视化.....	17
4.3.2 拥堵点.....	18
4.3.3 拥堵数据特征可视化.....	19
4.3.4 拥堵原因可视化.....	22
4.4 交通疏导方案可视化.....	23
5 案例分析.....	26
5.1 拥堵数据特征可视化的速度流量折线图.....	26
5.2 拥堵情况可视化的热力图.....	28
5.3 交通疏导方案可视化的玫瑰图与路线图.....	30
6 总结与分析.....	32

# 1 数据说明

## 1.1 数据集背景介绍

为满足城市化发展过程中市民不断增长的精神生活需求,城市中举办大型文化体育活动频率也随之升高。在这些大型活动举办期间,活动场地周围交通量往往剧增。载有 GPS 设备的移动车辆可以采集交通动态数据,管理者可以通过移动车辆轨迹数据观测交通状态,为公众提供动态、准确的交通控制和引导信息。成都中国现代五项赛事中心自创建以来,举办了多项大型体育竞技和文娱活动,但活动开始和结束时突增的交通流量,常导致人群入场与离场缓慢、附近区域交通拥堵等情况。假设你是成都中国现代五项赛事中心管理人员,请设计一套可视分析方案,根据“滴滴”公司提供的 2018 年 5 月 1 日某活动期间赛事中心附近的网约车订单和轨迹数据,分析赛事中心附近的交通流量演变过程和交通拥堵特征,为以后活动提供更好的交通疏导方案。

## 1.2 数据集介绍

本次比赛提供两份 2018 年 5 月 1 日的数据:

- 1) 成都滴滴平台快车和专车在中国现代五项赛事中心 10 公里范围内的**订单数据**,记录了当天平台订单的**起止地点**(Origin-Destination),约 5 万行记录;
- 2) 成都滴滴平台快车和专车在中国现代五项赛事中心 10 公里半径范围内的**轨迹数据**,记录了数据 1 中网约车行驶过程中的**时间与位置信息**,约 900 万轨迹点数。两份数据未压缩约 0.5GB。下面是两份数据的字段说明。

### 1.3 起始点数据表

■ 表 1. 快车和专车订单起始点数据表字段说明

字段	类型	实例	备注
订单 ID	String	mjiwdgkqmonDFvCk3nt Bpron5mwfrqvI	使用 MD5+SALT 加密 方式进行了脱敏处理
开始计费时间	String	1501581031	unix 时间戳，单位为秒
结束计费时间	String	1501582195	unix 时间戳，单位为秒
上车位置经度	String	104.11225	GCIJ-02 坐标系
上车位置纬度	String	30.66703	GCIJ-02 坐标系
下车位置经度	String	104.07403	GCIJ-02 坐标系
下车位置纬度	String	30.6863	GCIJ-02 坐标系

000c07678e82e87a6b0dc63905aebf76,1525165273,1525166508,104.070800,30.503900,104.034610,30.460540  
0014418e940377385f08753641e4852d,1525183923,1525184477,104.079980,30.486340,104.077870,30.503200  
0015b65a8f36916ce6e3a4196d42ad78,1525130635,1525131116,104.070820,30.502740,104.053540,30.506190  
001703c71607650acd7e55fbfc063dd9,1525178846,1525179712,104.031220,30.495570,104.044970,30.547210  
0018ddcb36ad8f96d67876e2f8686371,1525180825,1525181467,104.067490,30.488770,104.048190,30.526500  
001a97522f14b7ed359e317cd8ebb06a,1525145371,1525147487,104.090750,30.547230,104.034610,30.460540  
001c0b23fab50bb55c344889ec5c78fd,1525135417,1525136630,104.053660,30.510590,104.064422,30.568888  
001d17f42836f71b3f794cf5253b041d,1525146260,1525149331,104.103030,30.670530,104.048770,30.432310  
001ea5330299a9853929498d7c43f8a1,1525171777,1525172463,104.067490,30.488770,104.070690,30.516842  
001ec3f21a55b1fbdcc3809fd60a6e9a,1525152214,1525154106,104.075070,30.503430,104.081106,30.651586  
001ed9593ac75d55f7dd1c529597af74,1525142843,1525143759,104.036220,30.498930,104.070465,30.503062  
002004420bd47d6eaf9044e52150d4cc,1525187878,1525190461,104.035055,30.459653,104.085290,30.650100  
0021449badce8ba76a1a826ef6ad4f23,1525153777,1525154053,104.068450,30.506772,104.074370,30.494650  
002150127049e8b742b0fb14bd571766,1525173600,1525174620,104.075990,30.508950,104.085540,30.548310  
002261be08b79cb4c1000b3243af3a1d,1525137854,1525138879,104.046100,30.551130,103.999490,30.479280  
00227b171d683339960d0315fc1eaa54,1525130869,1525132056,104.060980,30.518980,104.089450,30.485120  
0023095c1c5e51f863b977be7345f7c1,1525147151,1525147741,104.057064,30.507497,104.042520,30.516460  
002573d79b3c6fbb258b7d7f5a9d559b,1525158987,1525163561,104.061270,30.640230,104.092760,30.616350  
0025c625914ec3237d1b2059bcb6cdff,1525179749,1525180567,104.043900,30.513430,104.069690,30.515200  
0025d78a16b1b8a9440875287a041038,1525133621,1525134527,104.078070,30.486810,104.073440,30.540790  
00281084010c2ed9bc10bae9e9a35dc7,1525169797,1525171031,104.097550,30.483330,104.048780,30.488250  
002997d4649fa9fd7927dd476443d527,1525178152,1525180036,103.961670,30.609660,104.083310,30.493160  
002d1c08dbed01c285de047078699872,1525164097,1525164986,104.068690,30.526980,104.022130,30.492800  
002f70397cee268f3e74aa96a4732935,1525141853,1525142906,104.046560,30.511790,103.992800,30.482110  
002f9256e48da2eb98f57653b6b28a,1525167222,1525170126,104.026880,30.663710,104.034610,30.460540  
00302ac855cfed7c67b58fc26d9e9f58,1525176460,1525177007,104.081011,30.501118,104.095500,30.480470  
00306908f1644f2ce37bebd1a4feb53e,1525161362,1525162844,104.045620,30.509740,104.084200,30.523310  
00318fbc0c4be094cca236844c627267,1525185509,1525186269,104.068190,30.526880,104.021640,30.495790  
00329e9bbd99f3d196d553d672680307,1525178333,1525179027,104.058847,30.510072,104.072140,30.490330

图 1-1 起始点数据表的数据样本

## 1.4 轨迹数据表

表 2. 快车和专车订单轨迹数据表字段说明

字段	类型	实例	备注
订单 ID	String	mjiwdgkqmonDFvCk3ntBp ron5mwfrqvI	使用 MD5+SALT 加密方式进行了脱敏处理
时间戳	String	1501584540	unix 时间戳，单位为秒
经度	String	104.04392	GCG-02 坐标系
纬度	String	30.6863	GCG-02 坐标系

```
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140513,104.05878,30.50994
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140516,104.05873,30.50987
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140519,104.05870,30.50983
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140522,104.05869,30.50981
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140525,104.05867,30.50979
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140528,104.05862,30.50972
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140531,104.05855,30.50963
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140534,104.05847,30.50953
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140537,104.05847,30.50953
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140540,104.05847,30.50953
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140543,104.05847,30.50953
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140546,104.05847,30.50953
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140549,104.05847,30.50953
7bec7c291270f973ebd30f93db5ccafa,1525140552,104.05847,30.50953
```

图 1-2 订单轨迹数据表的数据样本

## 1.5 数据表字段说明

对于 unix 时间戳的说明：UNIX 时间，或称 POSIX 时间是 UNIX 或类 UNIX 系统使用的时间表示方式：从 UTC1970 年 1 月 1 日 0 时 0 分 0 秒起至现在的总秒数，不考虑闰秒。闰秒是偶尔运用于协调世界时（UTC）的调整，经由增加或减少一秒，以消弥精确的时间（使用原子钟测量）和不精确的观测太阳时（称为 UT1），之间的差异。这会由于地球自转的不规则和长期项的地球自转减慢而有所不同。目前主流的高级语言都有转换 unix 时间与标准时间的工具，可参考网站：[https://blog.csdn.net/gdpl2315\\_gu/article/details/50789927](https://blog.csdn.net/gdpl2315_gu/article/details/50789927)。如表中的 1501581031，可转换为 2017-08-01 17:50:31。

对于 GCG-02 坐标系的说明：GCG-02 是由中国国家测绘局（G 表示 Guojia 国家，C 表示 Cehui 测绘，J 表示 Ju 局）制订的地理信息系统的坐标系统，是在 WGS84 经纬度的基础上执行加密算法而成。对于 GCG-02 坐标系与 WGS84 坐标系的关系可参考这篇介绍：<https://www.jianshu.com/p/559029832a67>。对于经纬度的直观展示，如表中的经度 104.11225，纬度 30.66703：



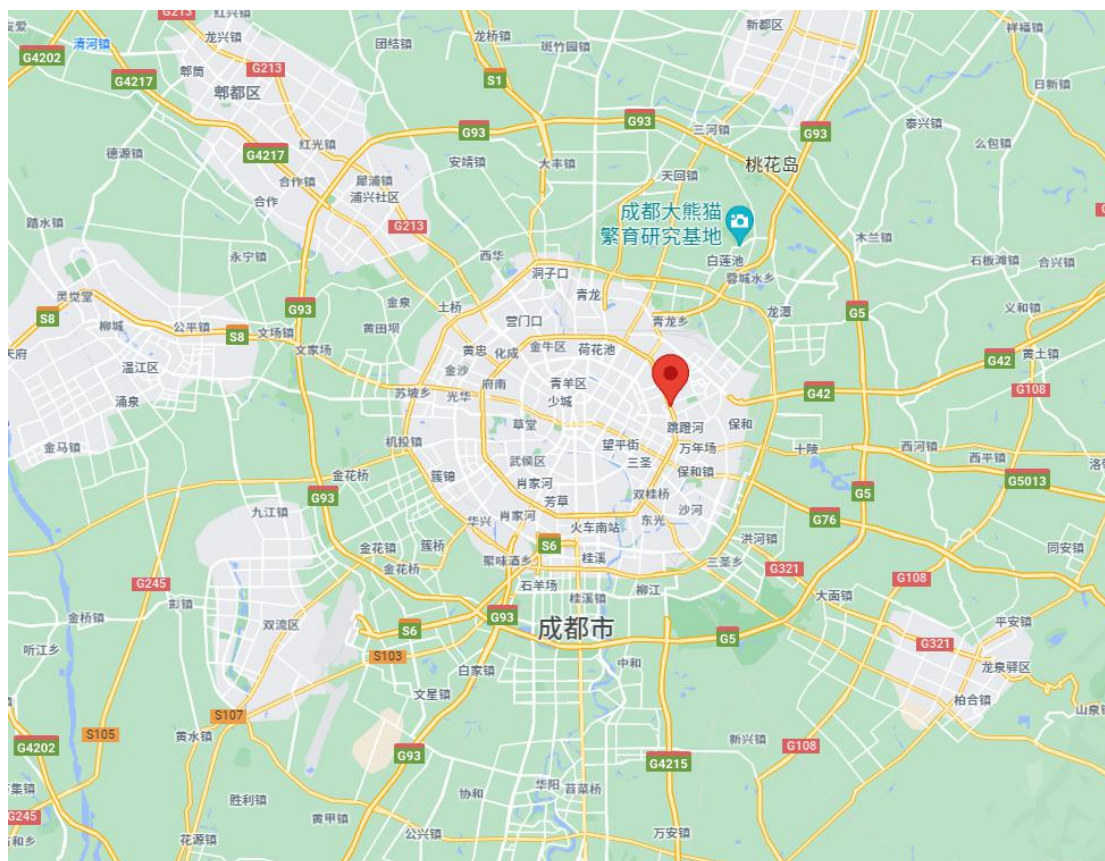


图 1-3 经纬度对应位置示意图

数据使用说明：

- 对轨迹数据进行了区域性的截断，可能会导致轨迹点之间不能完全连续；
- 轨迹点已经做了路绑定处理，确保轨迹点都能对应具体街道；
- 数据为文本文件，每行数据不同字段之间使用英文逗号分割；
- 数据通过了脱敏，无法通过数据直接复现任何个人用户信息；
- 根据《网约车管理暂行办法》等相应法律规定，网约车业务数据不得出境，该数据仅限本次比赛期间在我国境内使用。请参赛者在境内使用，比赛完毕后进行删除。

辅助数据推荐：

- 成都统计公众信息网：<http://cdstats.chengdu.gov.cn/>
- 天气数据：<http://www.cdtq.gov.cn/>
- 盖亚数据开放计划：<https://outreach.didichuxing.com/research/opendata/>

其中，成都统计公众信息网主要是成都的经济数据。天气数据的网站已经失效。盖亚数据开放计划网站无法成功登录。

## 1.6 数据使用

本次数据是直接提取的滴滴快专车平台（其中包含的业务：快车、专车、拼车、优享）上的订单的轨迹数据，提取经度范围 103.985 至 104.085，纬度范围 30.41 至 30.51 内经过该区域的订单点的轨迹点。本题目含两个数据集：轨迹数据和订单数据，在处理过程中需要进行整合与预处理，如有参赛者在答卷、论文或者视频中有提出以下内容（包括但不限于），属于亮点。

1、订单数据与轨迹数据的整合；

2、道路映射：给定坐标系为 GCJ-02，若使用开源路网图（如 OpenStreetMap），需要转化 GCJ-02 坐标系到 WGS84；

3、轨迹点清洗：a) 由于直接提取经度范围 103.985 至 104.085，纬度范围 30.41 至 30.51 范围内经过该区域的订单的轨迹点，会造成**轨迹截断**的现象（部分订单缺少完整轨迹点）。b) 数据集中可能有**异常速度**轨迹点；

4、本赛题的背景为 2018 年成都周杰伦演唱会，如果可以考虑当时的天气以及周边环境情况。

## 2 可视分析任务

### 2.1 任务 1

分析 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**交通流量演变情况**。交通流量演变情况分析方法总体分两种，交通量的**时间变化规律**与**空间变化规律**。主要分析：一天内**每小时交通的变化情况**，以中国现代五项赛事中心 10 平方公里范围及**内路段、车道及方向的分布分析**。

本题评分点：（1）**区域总流量随时间的变化**；（2）**区域内子区域流量变化**；（3）**通过动画展示每个车辆的位置以及运行速度**；（4）答题部分希望简洁明快地说明分析方法，并通过图片展示一些有趣案例；（5）鼓励通过附录提供一些详细答案列表。

### 2.2 任务 2

分析 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**；

此题的评审主要参考以下两个方面：

1、**判断拥堵点主要需要参考车辆的行驶速度**，可辅佐流量数据对拥堵点进行定义，并且需要标明**拥堵点形成以及持续的时间**。

2、**拥堵特征与拥堵原因的**解释除了**考虑流量激增为主要原因**以外，也需要从**道路拓扑关系、车辆特征**入手进行讨论。

## 2.3 任务 3

请您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。

## 3 数据处理

### 3.1 对于数据使用要求的响应

#### Q1 订单数据与轨迹数据的整合

Answer: 这点其实很好做到，因为起始点数据表与轨迹数据表都有相同的订单编号。也就是说，我们可以根据相同的订单编号即可将两个数据连成一个。同时，起始点数据表拥有此次出行的开始结束的时间与位置，而轨迹数据表拥有此次出行路上每隔 3s 的位置。那么，两个数据表连起来后，一个完整的用户出行路径就展现出来了。

Q2 道路映射：给定坐标系为 GCJ-02，若使用开源路网图（如 OpenStreetMap），需要转化 GCJ-02 坐标系到 WGS84；

Answer: OpenStreetMap 这个开源的数据库可以让我们访问到每个地方的路网和其他数据。其中，道路的数据是由一系列的经纬度点组成，这就允许我们将道路与用户移动的轨迹数据联系起来。当用户移动的轨迹数据在某个道路上时，表明用户的车在该道路上。关于 OpenStreetMap 数据下载、数据格式和相关处理方式可以参考这个网站：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/362721985>

例如，对于转化 GCJ-02 坐标系到 WGS84，重庆大学的万静意等人对轨迹经纬度数据进行了坐标转换、偏移等处理。

Q3 轨迹点清洗：a) 由于直接提取经度范围 103.985 至 104.085，纬度范围 30.41 至 30.51 范围内经过该区域的订单的轨迹点，会造成**轨迹截断**的现象（部分订单缺少完整轨迹点）。b) 数据集中可能有**异常速度**轨迹点；

Answer: 对于轨迹截断的情况，重庆大学的万静意等人剔除了订单轨迹数据中超出当日以及时间间隔不符合 3 秒的异常点。这很好解释，因为当订单轨迹超出数据表截断的经纬度区域时，势必导致订单数据中的时间不连续。因此，剔除时间间隔不符合 3 秒的异常点就是剔除了被截断的异常轨迹。

例如，对于异常速度的清洗，燕山大学的戎轶凡等人将车速 $\geq 90\text{km/h}$  的异常轨迹点进行了删除。

Q4 本赛题的背景为 2018 年成都周杰伦演唱会，如果可以考虑当时的天气以及周边环境情况。

Answer: 天气数据可能会影响人们的出行意愿。例如，人们的出行意愿在雨雪天气下相对于晴朗天气要减弱很多。

但是，对于天气数据的使用，仅重庆大学的万静意等人在论文中提到使用，但他们并未在答卷和图片中具体展示。其他两支队伍并未提到使用天气数据。因此，笔者认为天气数据对于这次数据可视化任务并不重要。

### 3.2 对于可视化任务要求的响应

任务 1：分析交通流量演变情况。交通流量演变情况分析方法总体分两种，交通量的时间变化规律与空间变化规律。主要分析：一天内每小时交通的变化情况，中国现代五项赛事中心 10 平方公里范围及内路段、车道及方向的分布分析。

对于交通流量随时间空间的变化，不同时间的交通流量热力图将是个较好的展示的方法。该图将利用用户的订单和轨迹信息中的时间位置信息，呈现出交通流量的变化。

例如，燕山大学的戎轶凡等人首先通过对订单起止点、轨迹热度图、区域内主要道路流量及双向流量、主要路口流量及分向流量进行分析可视化，展示了 10 平方公里范围内的交通流量演变情况。中国科学院信息工程研究所的马平川等人为了直观展示交通演变情况，分为交通数据概览、细粒度 交通演变、重要地点交通演变三个页面。分别展示了交通流量演变情况、更细粒度的交通流量演变情况、重要地点联动信息。重庆大学的万静意等人对数据进行了分时分区处理，以解决数据的时空跨度较大，不利于详细分析数据规律和可视化展示的问题。同时，他们结合了路线起终点所在的行政区，分析了行政区街道间的流量转移情况。

同时，重庆大学的万静意等人使用的数据分析流程如下。

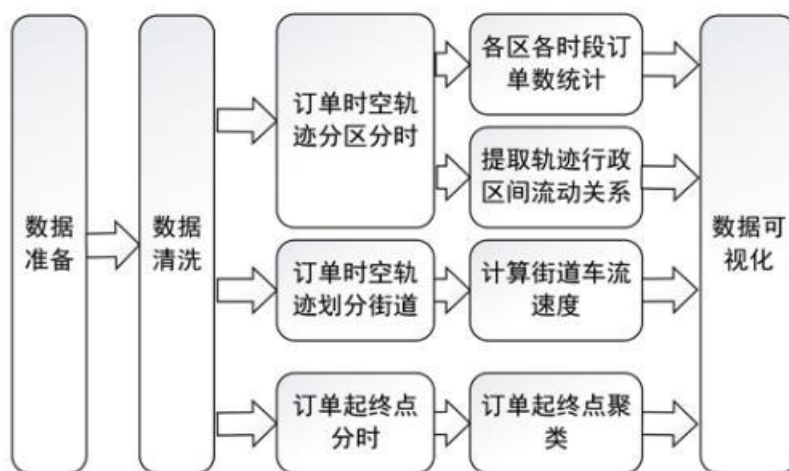


图 3-1 订单时空轨迹数据分析流程



任务 2: 分析**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**。

对于交通拥堵情况的分析, 首先需要定义什么是交通拥堵情况。使用车辆速度是主要的参考因素, 设置一个车辆速度阈值, 那么某地的车速低于这个阈值的判定为该地发生了拥堵。同时需要结合其他因素, 例如同一时间在该地的车辆数目。此时, 热力图仍可以很好的展示拥堵状况。

例如, 燕山大学的戎轶凡等人绘制了区域内车速 $\leq 15\text{km/h}$  轨迹点分布热度图和区域内路况图, 找到了三个区域内主要拥堵点并采用时空维度结合的方式对拥堵特征及拥堵原因进行分析。中国科学院信息工程研究所的马平川等人利用多视图协同分析的方式从不同维度为分析人员提供支持, 表现为利用地图、热力图、和弦图、玫瑰图等不同样式的图形, 通过轨迹分布、拥堵分布、车流量数目、车行速度、订单量等确定交通演变情况和发现拥堵情况。重庆大学的万静意等人为定性判定路段拥堵情况, 引入了系统输入的交通状态参数, 即平均车速。平均车速通过随机抽取该道路上订单轨迹行驶数据与临近路段的数据加权计算得到。对于订单起终点数据, 按照起点、终点分别聚类 and 联合聚类的方式进行聚类分析, 然后依据订单数量对聚类点进行排序, 由此可得到热门起点和到达点、热门路线的排序信息。

任务 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。

为了避免交通拥堵, 在交通拥堵的地方增加人们行动的方式将起到很好的效果。例如, 增加公交车班次和增加共享单车的投放等。为了扩展研究的意义, 我们可以设置一套可视化流程, 根据某地的历史交通情况确定需要增加交通工具投放的地点。

例如, 燕山大学的戎轶凡等人设计了一套交通疏导方案供未来举行活动作参考。中国科学院信息工程研究所的马平川等人利用多视图协同分析的方式从不同维度为分析人员提供支持, 表现为利用地图、热力图、和弦图、玫瑰图等不同样式的图形, 通过轨迹分布、拥堵分布、车流量数目、车行速度、订单量等确定交通演变情况和发现拥堵情况, 并及时对其采取相应建议措施, 缓解拥堵状况。

## 4 可视化设计

### 4.1 总体设计

我们需要以问题为导向，通过合适的可视化方案分别对每个问题做出响应，并从图形中总结问题的答案。那么我们需要根据交通轨迹数据对该地的交通流量和交通拥堵情况做出可视化展示，然后根据这两个分析对第三个问题，也就是疏导交通的建议方案做出回答。

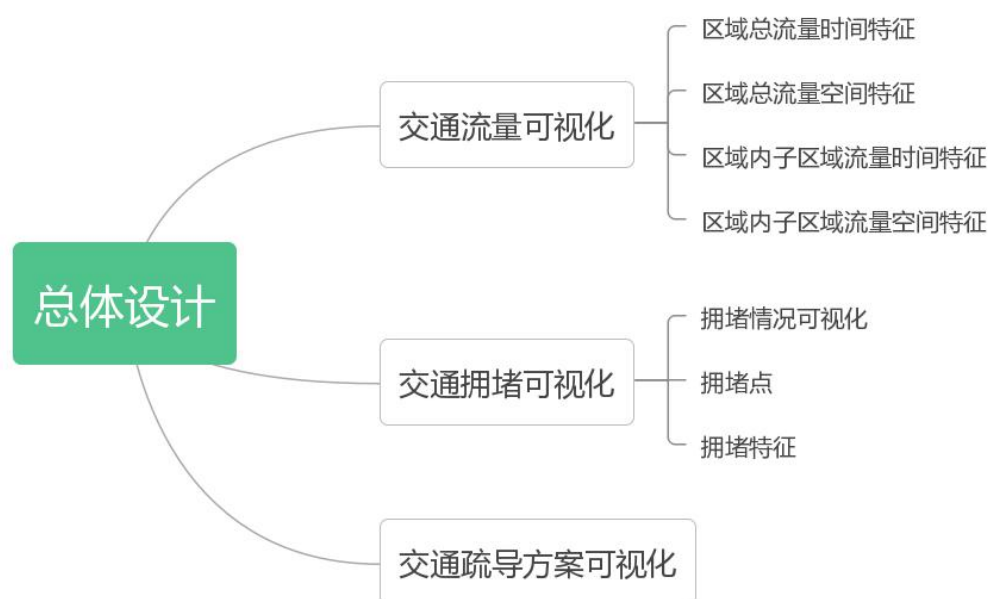


图 4-1 系统架构图

例如，燕山大学的戎轶凡等人首先通过对订单起止点、轨迹热度图、区域内主要道路流量及双向流量、主要路口流量及分向流量进行分析可视化，展示了 10 平方公里范围内的交通流量演变情况；然后绘制了区域内车速 $\leq 15\text{km/h}$  轨迹点分布热度图和区域内路况图，找到了三个区域内主要拥堵点并采用时空维度结合的方式对拥堵特征及 拥堵原因进行分析；最后设计了一套交通疏导方案供未来举行活动作参考。

同时，中国科学院信息工程研究所的马平川等人通过对给定数据进行处理，使用轨迹地图、地图热力图、玫瑰图、和弦图、散点图、折线图、柱状图等展现交通流量分布情况，同时使用拥堵地图、车速分布图、车行流量折线图等发现拥堵情况，拥堵特征，分析原因。利用本文提出的多视图协同可视分析方法，可以全方位多角度发现中国现代五项赛事中心的交通流量演变情况，发现交通拥堵情况，及时发现拥堵规律和特征，并采取相应建议缓解拥堵。

另外，重庆大学的万静意等人针对网约车交通数据的属性及特点，提出：“面

向流量”和“面向路线”两种车辆移动数据视图，面向流量主要分析其流量状态。面向路线，提出基于起点/终点单独聚类 and 联合聚类两种聚类方法。

以下根据可视化分析的三个任务分别进行可视化方案设计分析。

## 4.2 交通流量演变可视化

首先复述任务：分析 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流量演变情况。交通流量演变情况分析方法总体分两种，交通量的时间变化规律与空间变化规律。主要分析：一天内每小时交通的变化情况，以中国现代五项赛事中心 10 平方公里范围及内路段、车道及方向的分布分析。

本题评分点：(1) 区域总流量随时间的变化；(2) 区域内子区域流量变化；(3) 通过动画展示每个车辆的位置以及运行速度；(4) 答题部分希望简洁明快地说明分析方法，并通过图片展示一些有趣案例；(5) 鼓励通过附录提供一些详细答案列表。

从任务描述中我们可以知道，我们需要对交通流量的时间空间变化情况进行可视化分析。评分点中表明我们既需要描述区域总流量也需要描述区域内每个子区域的流量变化。

例如，燕山大学的戎轶凡等人从区域整体、路段路口、道路分向三个角度分析了赛事中心 10 平方公里范围内的交通流量演变情况。使用上下车点散点图、OD（起点和终点）连线图、轨迹热度图、轨迹还原图对区域整体流量演变情况进行了可视分析；通过区域内流量图、卫星图、道路流量折线图、河流图、热度图、路口分向流量图详细展示区域内主要道路及路口各方向的交通流量演变情况。

4.2.1 区域总流量的时间特征

为了分析区域总交通流量来源的时间特征,燕山大学的戎轶凡等人按流量来源将所有订单分为流入、流出、流经和区域内订单,绘制如下所示的折线图和饼图用来分析四种交通流量的演变情况。

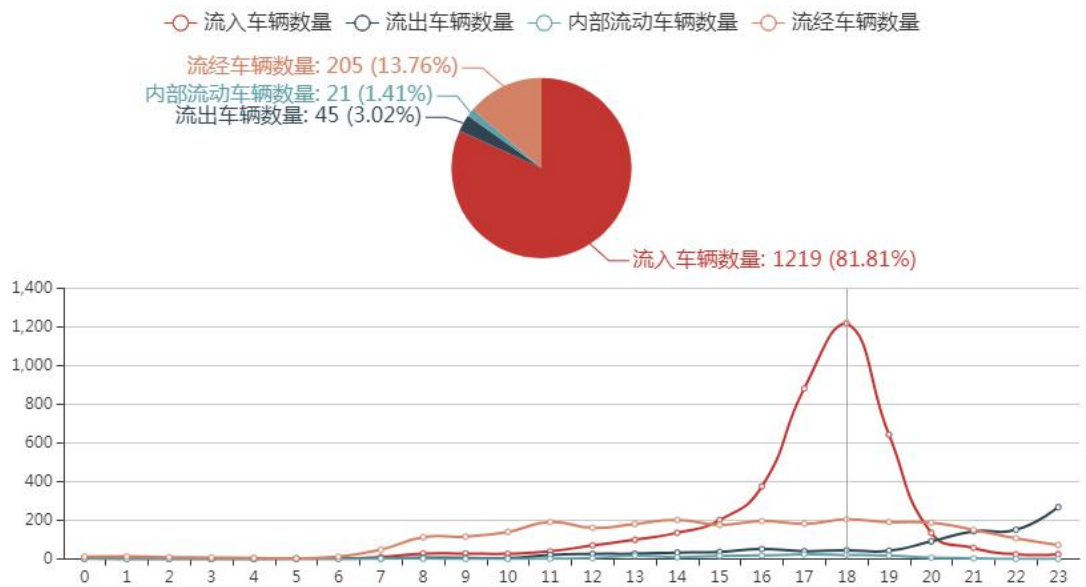


图 4-2 流量来源图

而中国科学院信息工程研究所的马平川等人结合如下所示的全局订单量图分析交通流量演变。

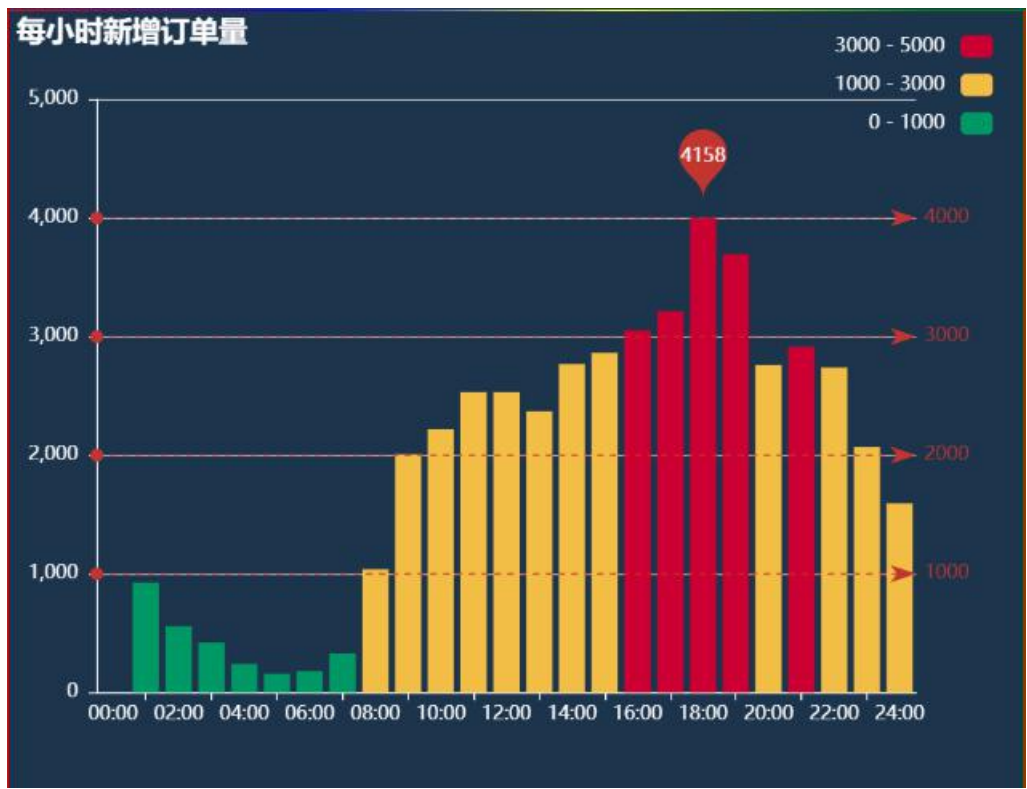


图 4-3 全局订单量图



而重庆大学的万静意等人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,绘制出如下所示订单数量随时间变化的雷达图。

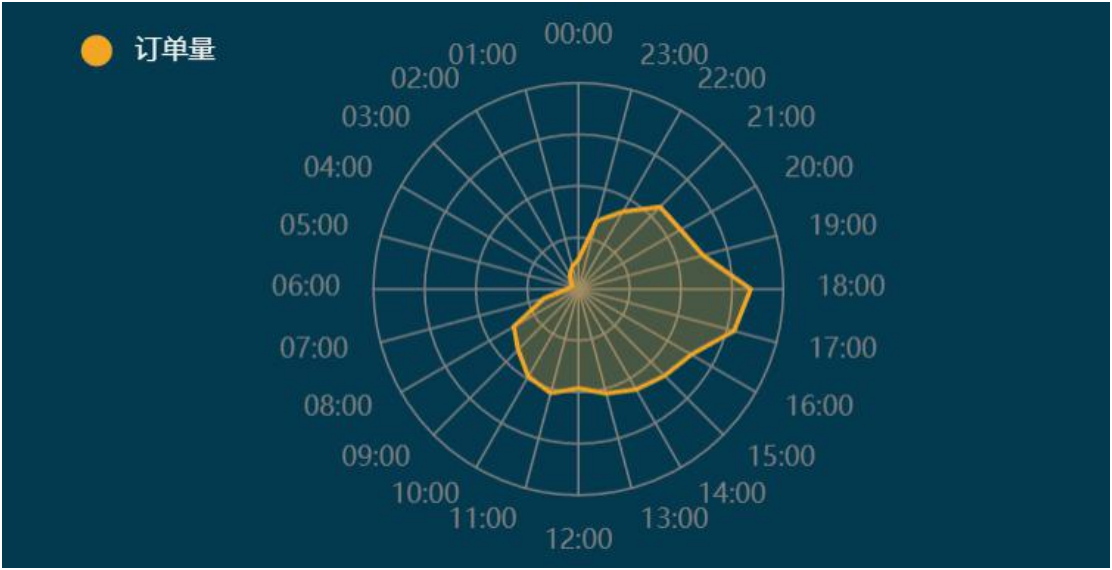


图 4-4 订单数量随时间变化的雷达图

另外,重庆大学的万静意等人还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,绘制了如下所示的车辆轨迹点日流量柱状图。

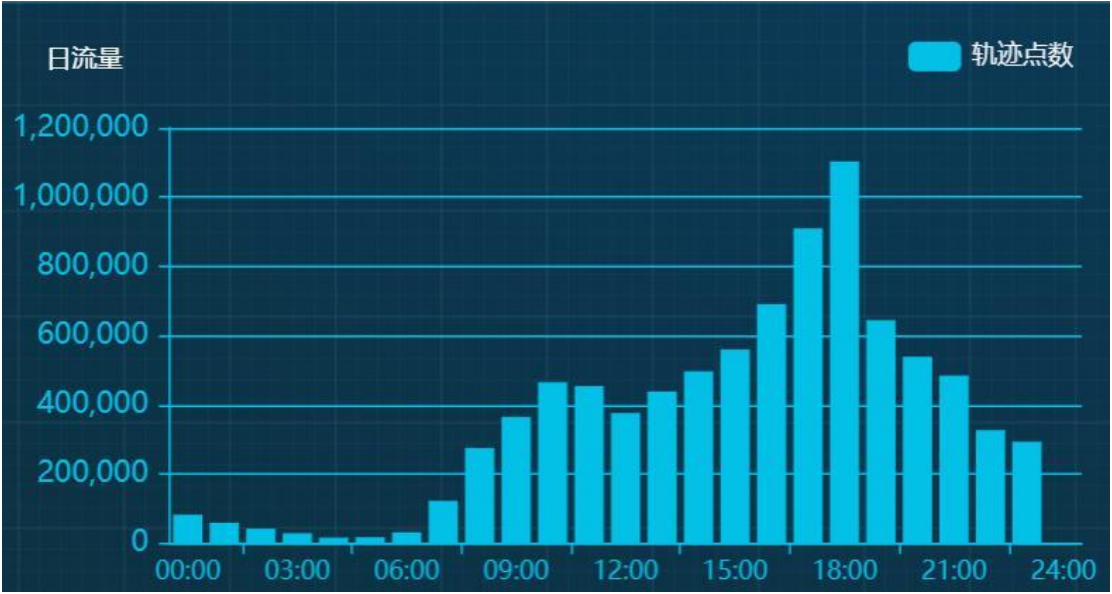


图 4-5 车辆轨迹点日流量柱状图

## 4.2.2 区域总流量的空间特征

为了分析区域总流量来源的空间特征,燕山大学的戎轶凡等人通过对所有订单起点进行分析做出了如下所示的流量来源图和 OD 图。

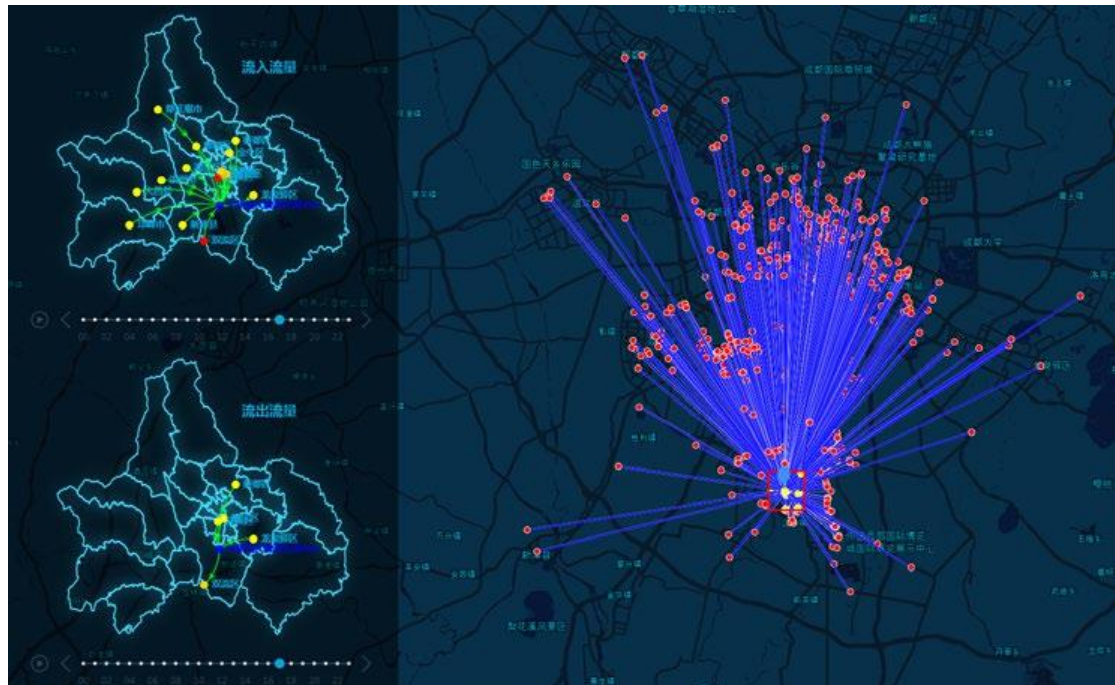


图 4-6 流量来源图与 OD 图

而中国科学院信息工程研究所的马平川等人结合如下所示的交通流量演变图观察订单最多 17:00-18:00 时间段的交通演变图。

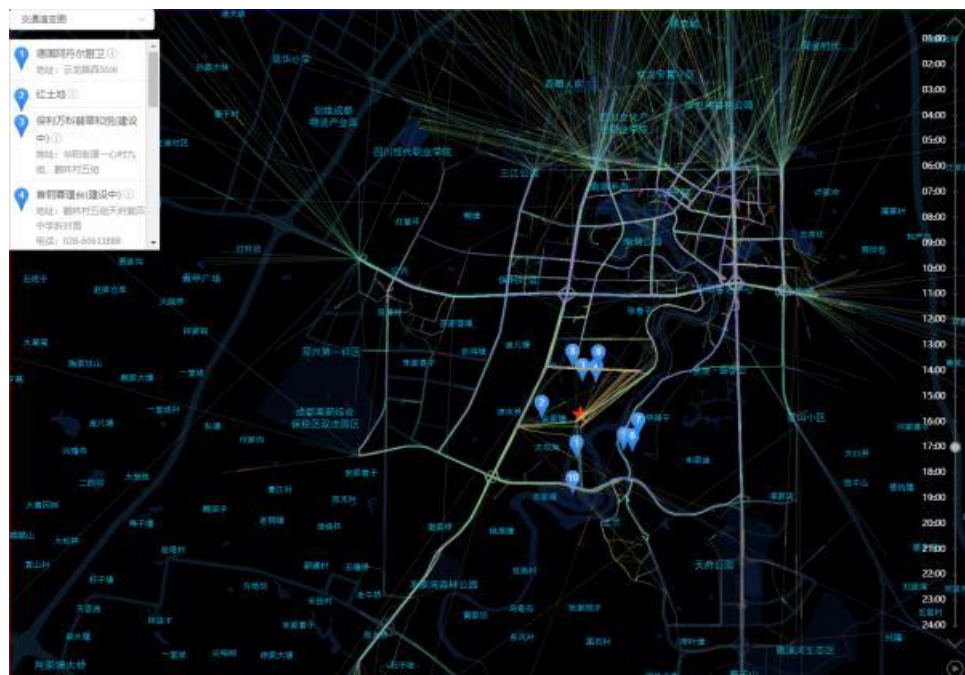


图 4-7 17:00-18:00 时间段的交通演变图

4.2.3 区域内子区域流量的时间特征

为了分析交通流量的时间特征，我们可以先量化交通流量，也就是设置交流流量的计算方式。然后再观察量化的交通流量随时间的变化情况。三位作者均使用了交通流量随时间变化的折线图或河流图。

例如，燕山大学的戎轶凡等人计算了交通流量后得出如下所示的河流图和热力图。河流图展示了每条路的交通流量随时间的变化，而热力图展示了每条路的交通流量每十分钟的热度情况。两图都清楚反映了区域内交通流量的时空特征。

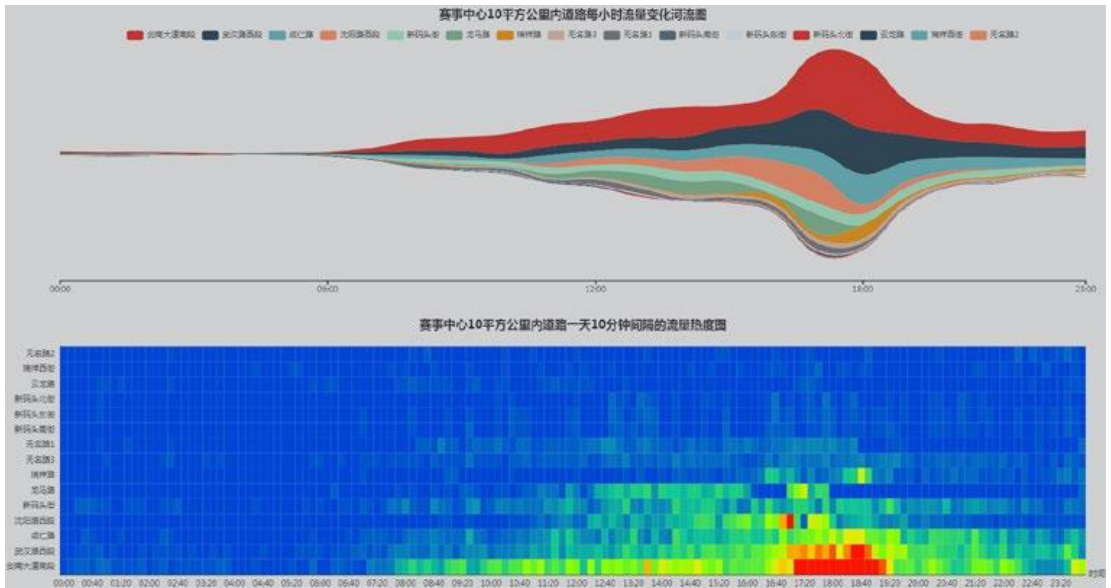


图 4-8 河流图和热力图

同时，中国科学院信息工程研究所的马平川等人对所有街道车流量进行排序，得到排名前十的街道，如下图所示。

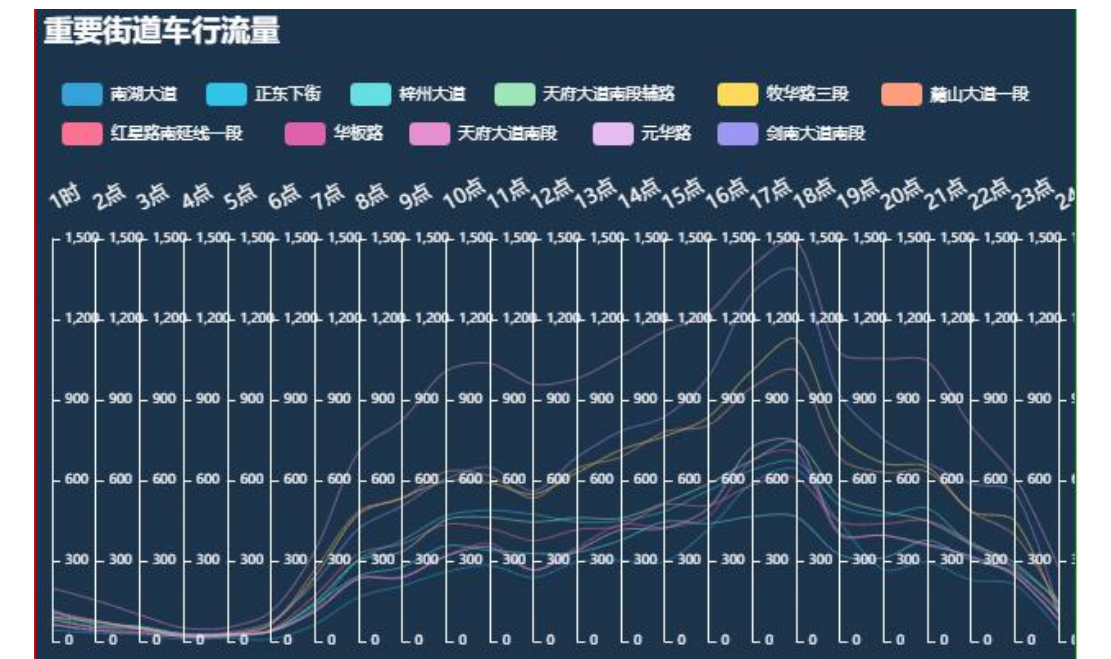


图 4-9 车流量折线图



而重庆大学的万静意等人将所给数据的空间范围划分成了 16 个区域, 并对其进行编号。然后他们针对划分结果, 绘制了 16 个区域的车流量堆叠图



图 4-10 车流量堆叠图

#### 4.2.4 区域内子区域的空间特征

为了分析区域内子区域的空间特征, 燕山大学的戎轶凡等人提取了区域内主要道路的双向路径, 根据流量大小为不同路段赋予不同的颜色, 得到如下所示的区域内道路流量图, 点击某个路段或路口右上角会显示对应的流量分向放大图, 右下角折线图可以查看各方向流量演变情况。

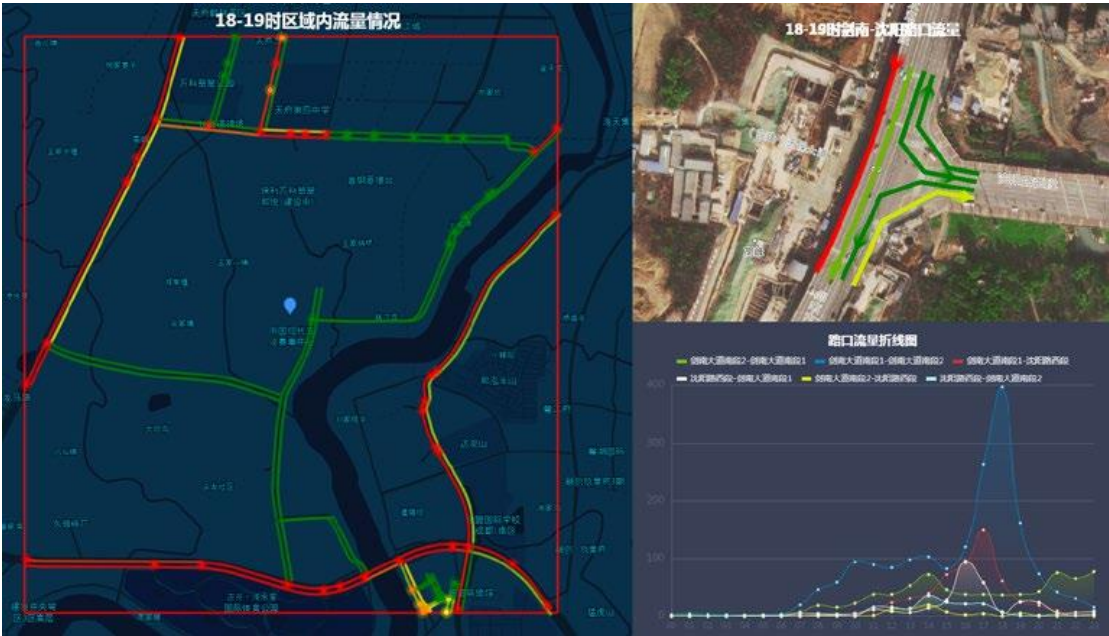


图 4-11 区域内道路流量图和流量演变折线图



为了更直观地展示交通流量密度的演变情况,重庆大学的万静意等人绘制了如下所示的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 4-12 车辆位置散点图

为精确反映流量变迁的方向,重庆大学的万静意等人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,如下所示。



图 4-13 路段-时间车流量流动关系图

## 4.3 交通拥堵可视化

首先复述任务:分析 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;

此题的评审主要参考以下两个方面:

1、判断拥堵点主要需要参考车辆的行驶速度,可辅佐流量数据对拥堵点进行定义,并且需要标明拥堵点形成以及持续的时间。

2、拥堵特征与拥堵原因的解释除了考虑流量激增为主要原因以外,也需要从道路拓扑关系、车辆特征入手进行讨论。

从题目中,我们知道我们需要可视化分析拥堵情况,并给出拥堵点。同时,根据提示给出用于判断拥堵的数据特征并推测拥堵产生的原因。

### 4.3.1 拥堵情况可视化

热力图将十分直观的反映出道路的拥堵情况。一般来说,高亮的橙红色区域代表了交通流量密集与拥堵的部分。三位作者均选择使用热力图来展示拥堵情况。

例如,燕山大学的戎轶凡等人将速度小于 15km/h 的轨迹点叠加,得到如下所示的拥堵热力图。

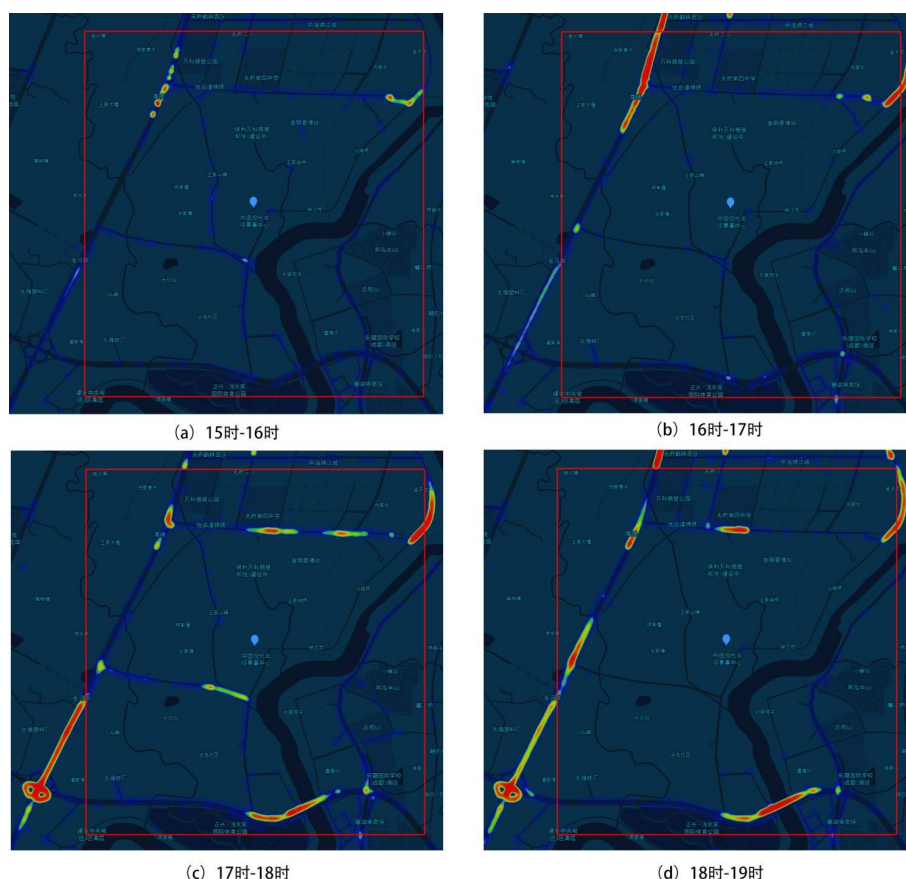


图 4-14 拥堵热力图

同时,中国科学院信息工程研究所的马平川等人展示了如下所示的全局速度热力图。

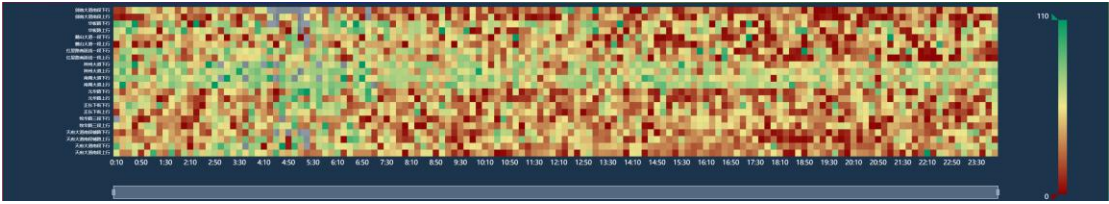


图 4-15 全局速度热力图

而重庆大学的万静意等人按小时绘制路网的如下所示的 18-19 点热力图。

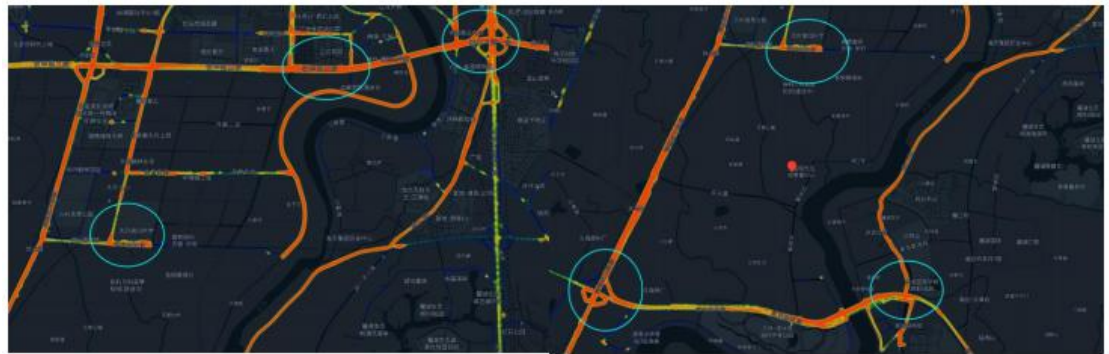


图 4-16 18-19 点热力图

另外,中国科学院信息工程研究所的马平川等人还给出了如下所示的 10:00-11:00 期间的全局订单分布图。

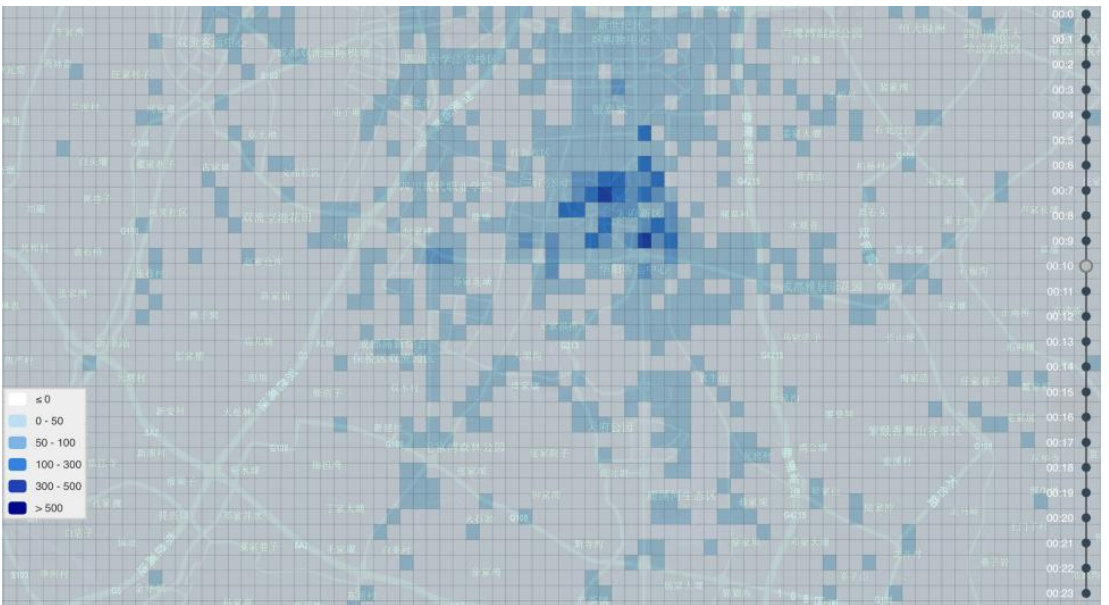


图 4-17 10:00-11:00 期间的全局订单分布图

### 4.3.2 拥堵点

燕山大学的戎轶凡等人认为拥堵点有:①剑南大道南段由南向北道路,②武汉路西段与云龙路交叉口附近,③沈阳路西段。



中国科学院信息工程研究所的马平川等人认为拥堵点分为市区拥堵点和赛事拥堵点。其中市区拥堵点：分析全局交通拥堵图，①人民医院，②南湖公园，③天府大道南段，④华阳客运中心，⑤海昌极地公园。而赛事中心拥堵点有：1、16:00—19:00 期间①剑南大道南段，②龙马路，③牧华路。2、17:00—19:00 期间④武汉路西段和⑤正兴路口。3、16:00—18:00 之间⑥沈阳路西段和⑦金子沱交叉口。

重庆大学的万静意等人认为拥堵点有：①乐盟国际学校（成都）南区，②剑南大道南段天府第四中学（沈阳路西段），③牧华路三段，④华阳客运中心（麓山大道一段），⑤武汉路西段，⑥剑南大道南段，⑦云龙路，⑧麓山大道（二段）（华阳客运中心）。

其中，同时受到两者及以上认同的拥堵点有：剑南大道，武汉路西段，沈阳路西段，牧华路，华阳客运中心。

### 4.3.3 拥堵数据特征可视化

对于拥堵数据的特征，最主要的有：车辆速度，道路流量。使用折线图表现这两者随时间的变换将直观的展示拥堵与非拥堵时段特征对比。

三位作者均使用了这一技巧。例如，燕山大学的戎轶凡等人使用了如下所示的速度和流量折线图来表现拥堵的数据特征。

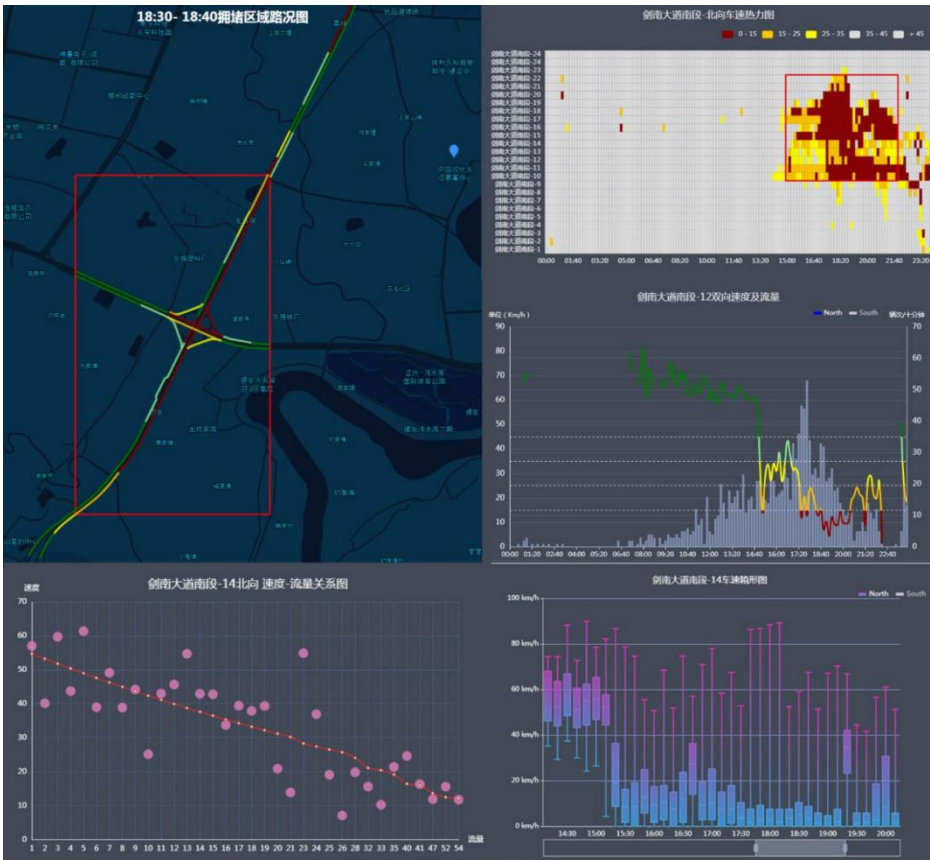


图 4-18 速度和流量折线图



而中国科学院信息工程研究所的马平川等人使用如下所示的重点区域订单折线图表现拥堵的数据特征。

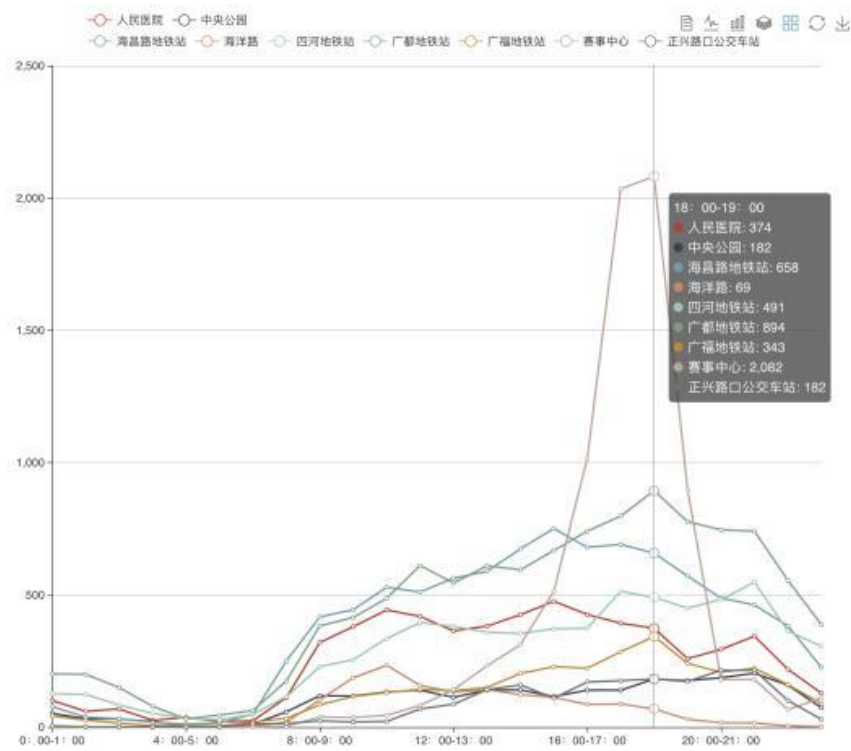


图 4-19 重点区域订单折线图

同时，中国科学院信息工程研究所的马平川等人还使用如下所示的行车流量图表示拥堵的数据特征。

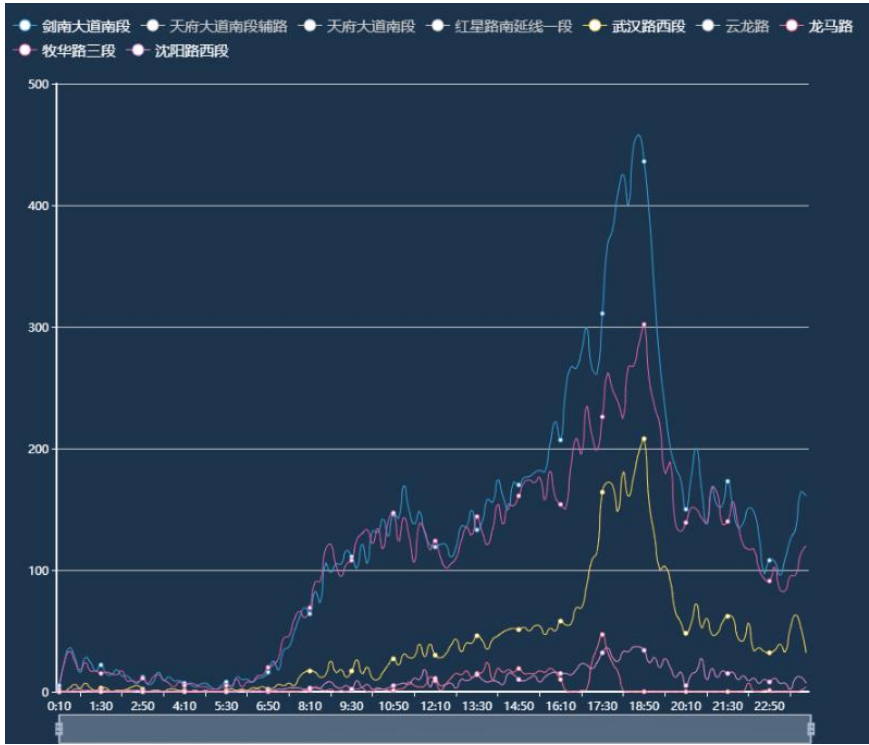


图 4-20 行车流量图

另外,重庆大学的万静意等人使用了如下所示的拥堵路段平均速度图来表现拥堵的数据特征。

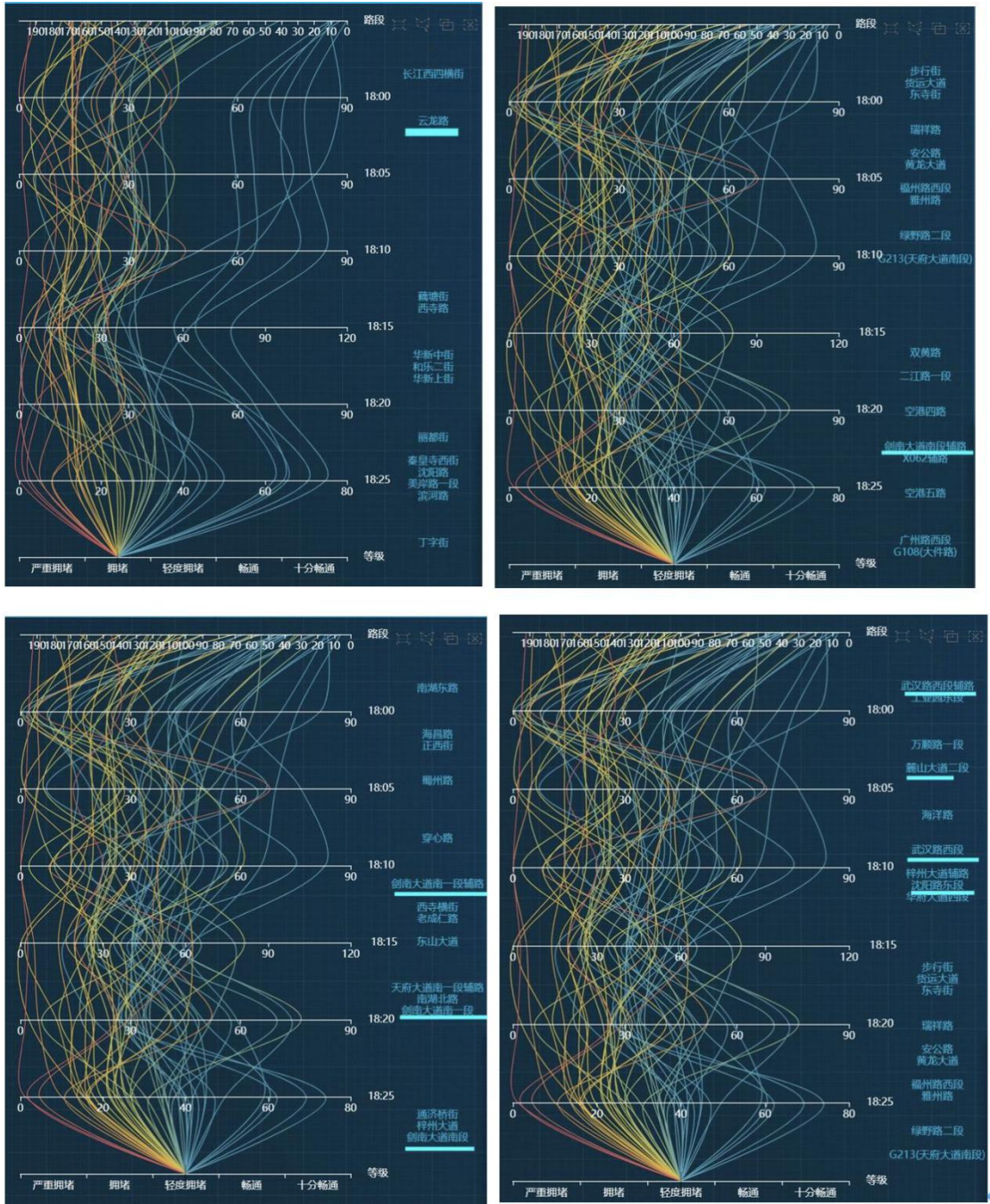


图 4-21 拥堵路段平均速度图



### 4.3.4 拥堵原因可视化

燕山大学的戎轶凡等人使用了如下所示的热度图、词云图、卫星实景图、车辆异常行驶路径图的图形组合展示了一个拥堵原因：沈阳路西段临近学校和居民区，信号灯较多，沈阳路东侧路口道路狭窄，天保湾大桥 18 年为在建路段无法通行，许多车辆开到此处掉头改道行驶，造成拥堵。

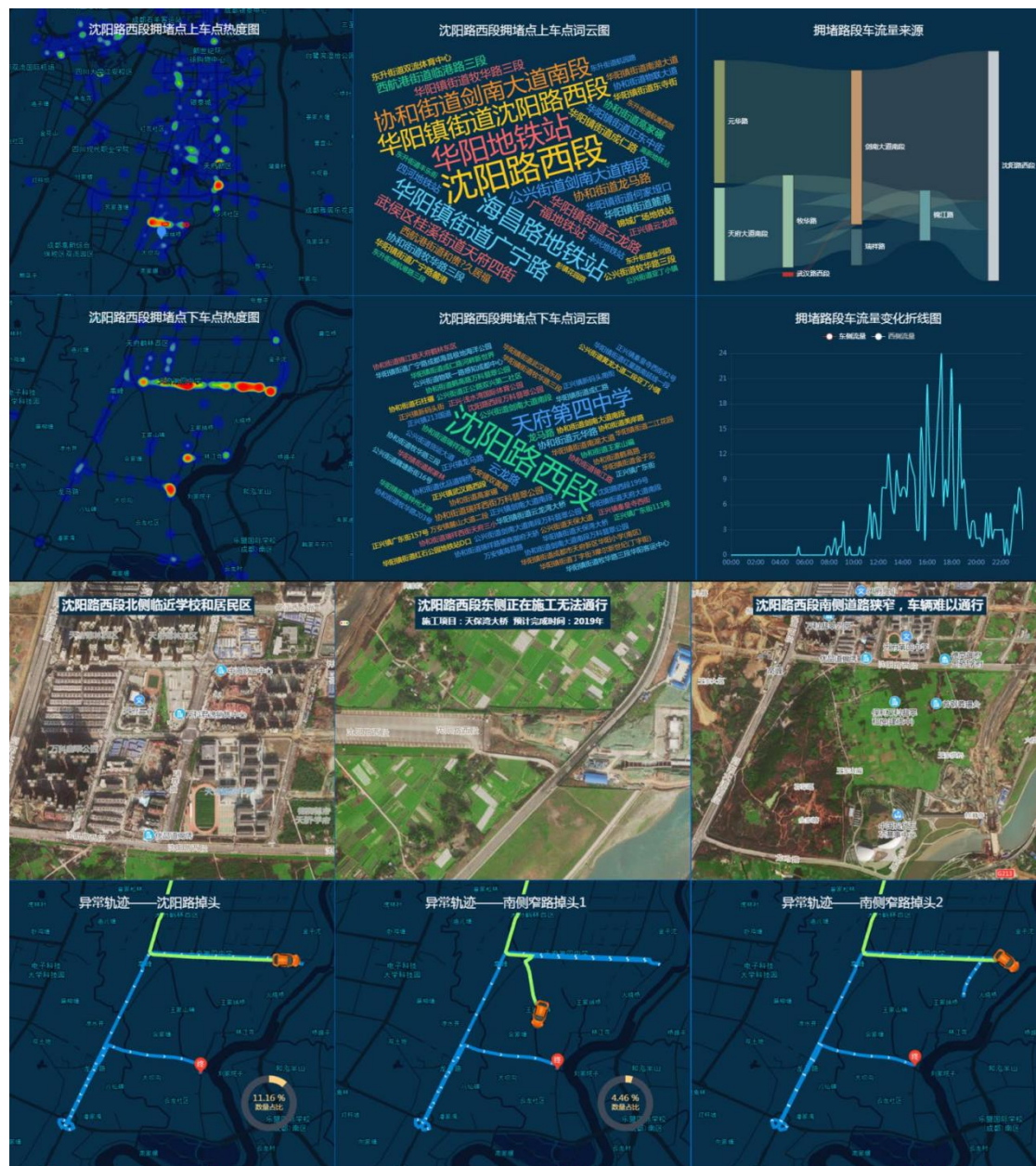
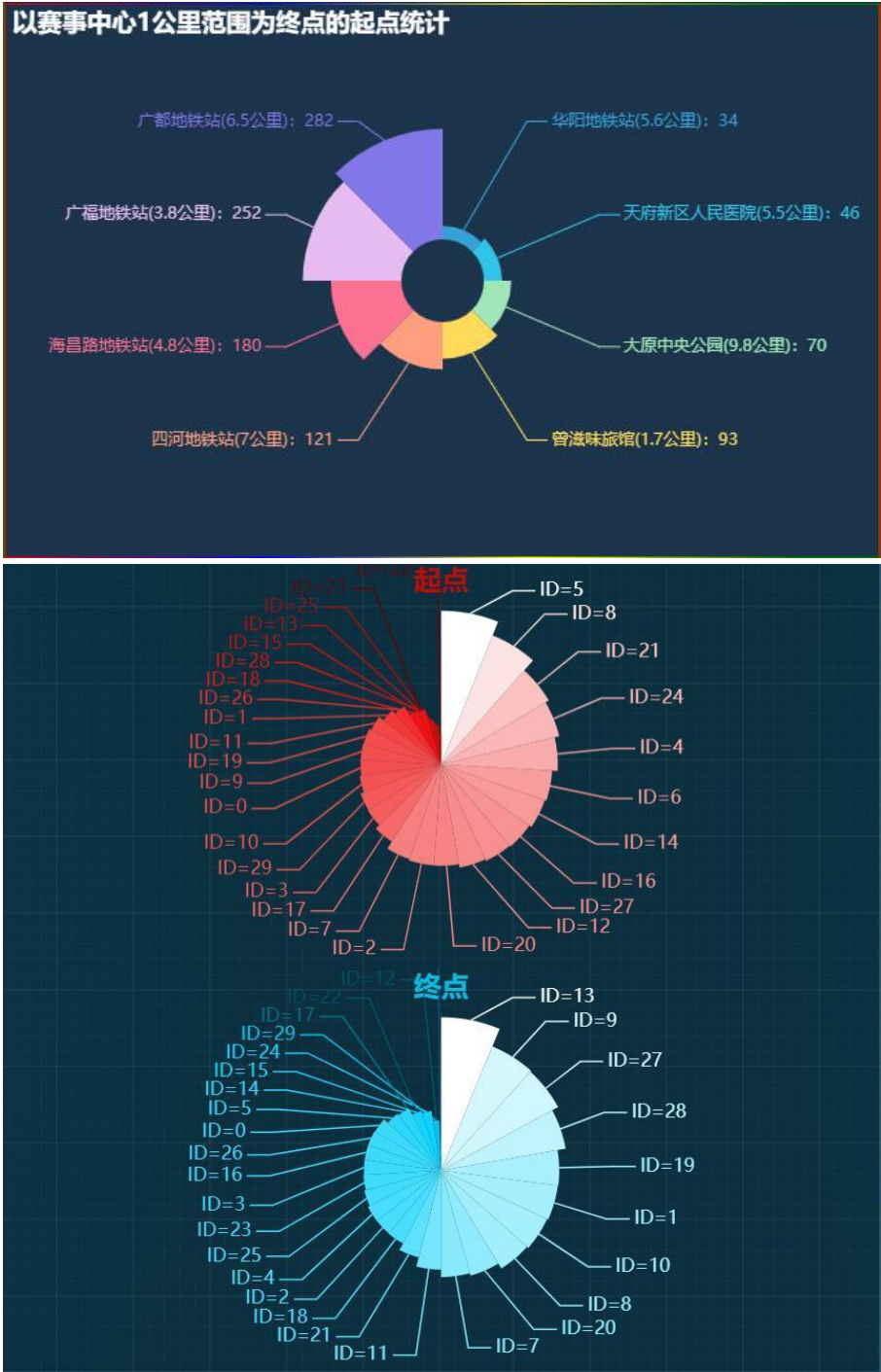


图 4-22 热度图、词云图、卫星实景图、车辆异常行驶路径图

## 4.4 交通疏导方案可视化

首先复述任务：请您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。

中国科学院信息工程研究所的马平川等人与重庆大学的万静意等人均选择使用玫瑰图给出人们出行的位置选择，如下方的两张图。





而燕山大学的戎轶凡等人与重庆大学的万静意等人均认为人们多选择的热门路线导致了交通拥堵。同时，两者均使用了路线图来展示这一点，如下方的两张图。

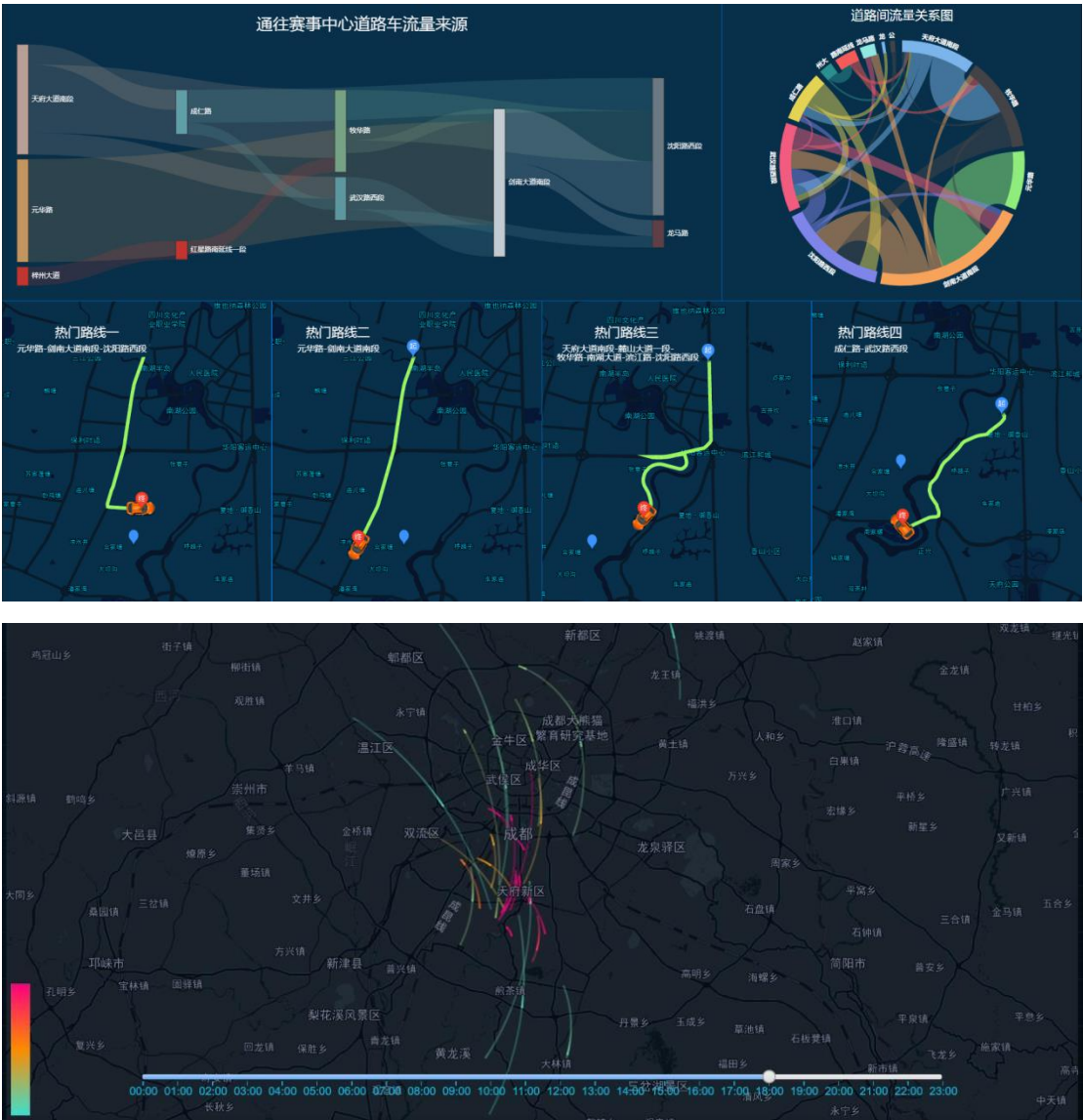


图 4-24 热门路线图

为了解决热门路线导致的交通拥堵的问题,燕山大学的戎轶凡等人<sup>[1]</sup>与重庆大学的万静意等人<sup>[2]</sup>均认为为司机提供备选路线可极大地缓解交通拥堵。同时,两者均使用了路线图来展示这一点,如下方的两张图所示。

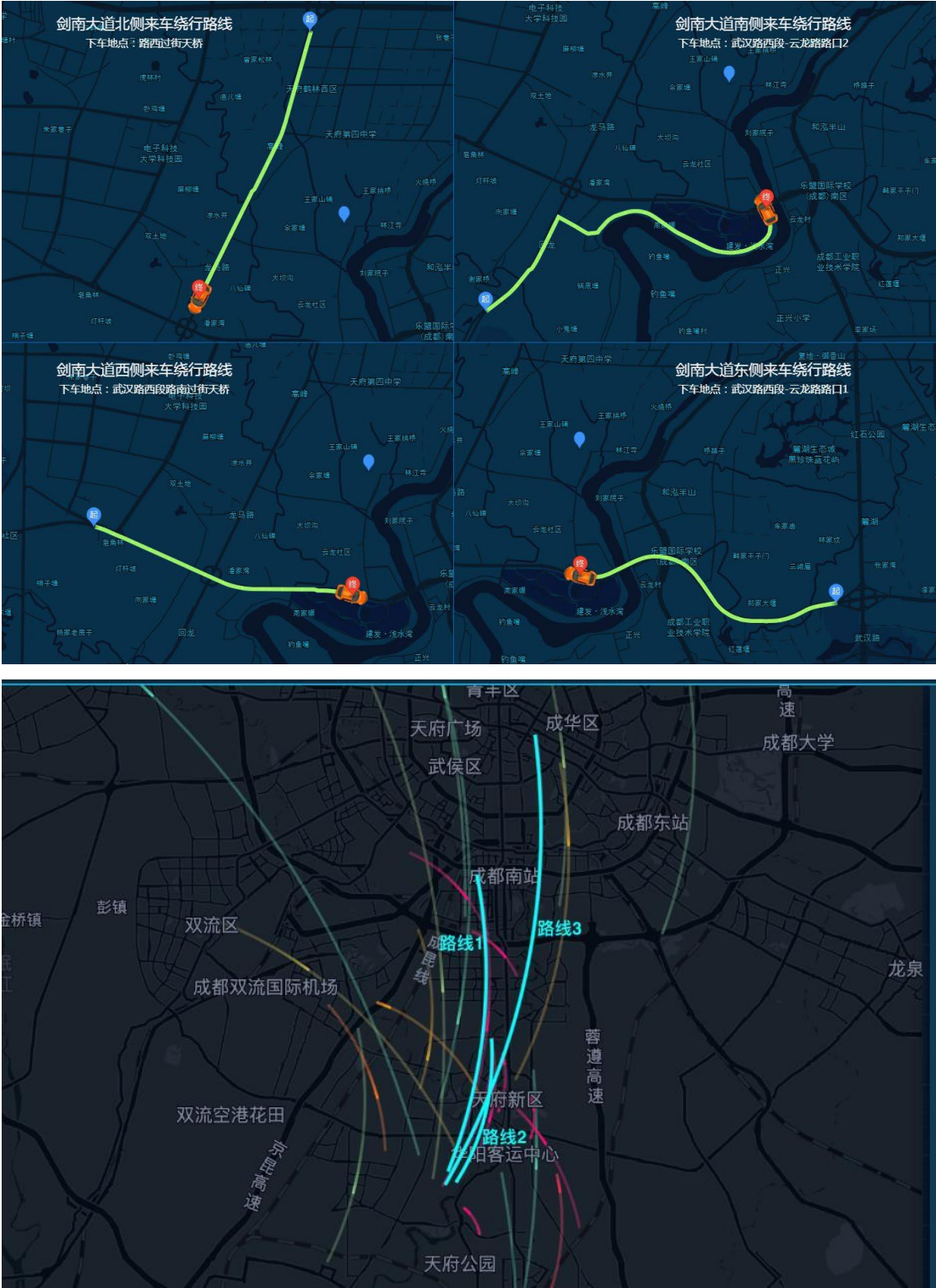


图 4-25 备选路线图

## 5 案例分析

本案例分析主要选用上一节中最为典型的并且同时为三位作者使用的可视化方法进行分析，包括：拥堵数据特征可视化的速度流量折线图、拥堵情况可视化的热力图、交通疏导方案可视化的玫瑰图与路线图。

### 5.1 拥堵数据特征可视化的速度流量折线图

为了分析交通流量的时间特征，我们可以先量化交通流量，也就是设置交流流量的计算方式。然后再观察量化的交通流量随时间的变化情况。三位作者均使用了交通流量随时间变化的折线图或河流图。

例如，燕山大学的戎轶凡等人计算了交通流量后得出如下所示的河流图和热力图。河流图展示了每条路的交通流量随时间的变化，而热力图展示了每条路的交通流量随时间变化的热度情况。两图都清楚反映了区域内交通流量的时空特征。该图中河流图以小时为单位，热力图从更细的时间维度——10 分钟为单位展示了区域内道路流量演变情况。流量较大的几条道路，如剑南大道、武汉路西段和成仁路流量主要集中在 17 时到 19 时，沈阳路西段 16 时到 18 时流量较多，新码头街从 8 时开始一天流量变化较平稳，龙马路流量集中在 13 到 16 时和 17 到 18 时之间。

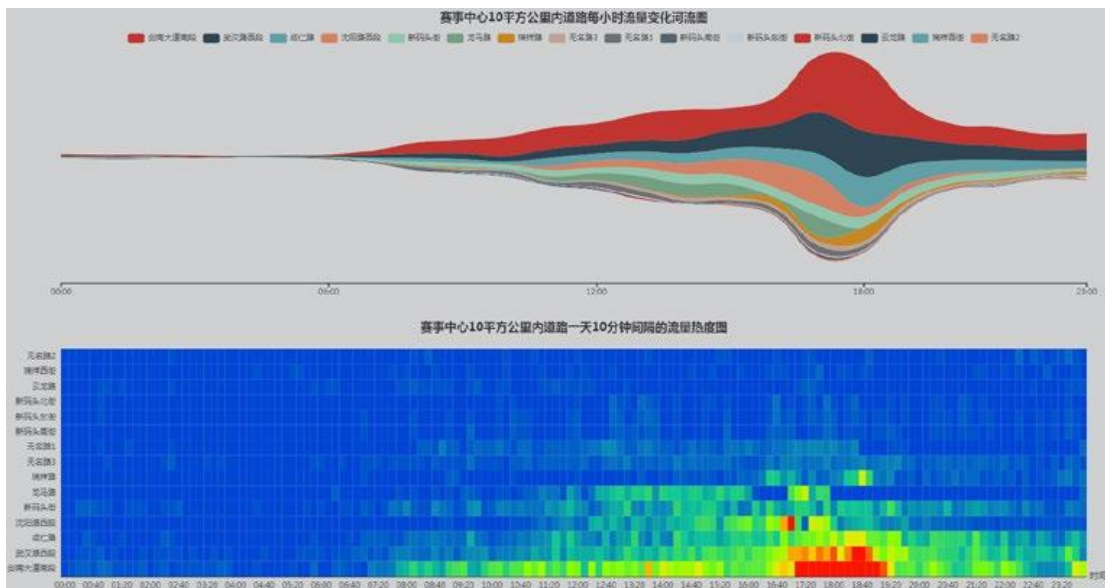


图 5-1 河流图与热力图

同时，中国科学院信息工程研究所的马平川等人对所有街道车流量进行排序，得到排名前十的街道，如下图所示。可以发现通行车辆的街道数目最多的是天府大道南段，其次是剑南大道南段。所有的街道在 16:00–19:00 间均有出现极大值的趋势，说明这 10 条街道均不同程度的可能受到赛事中心活动的影响。



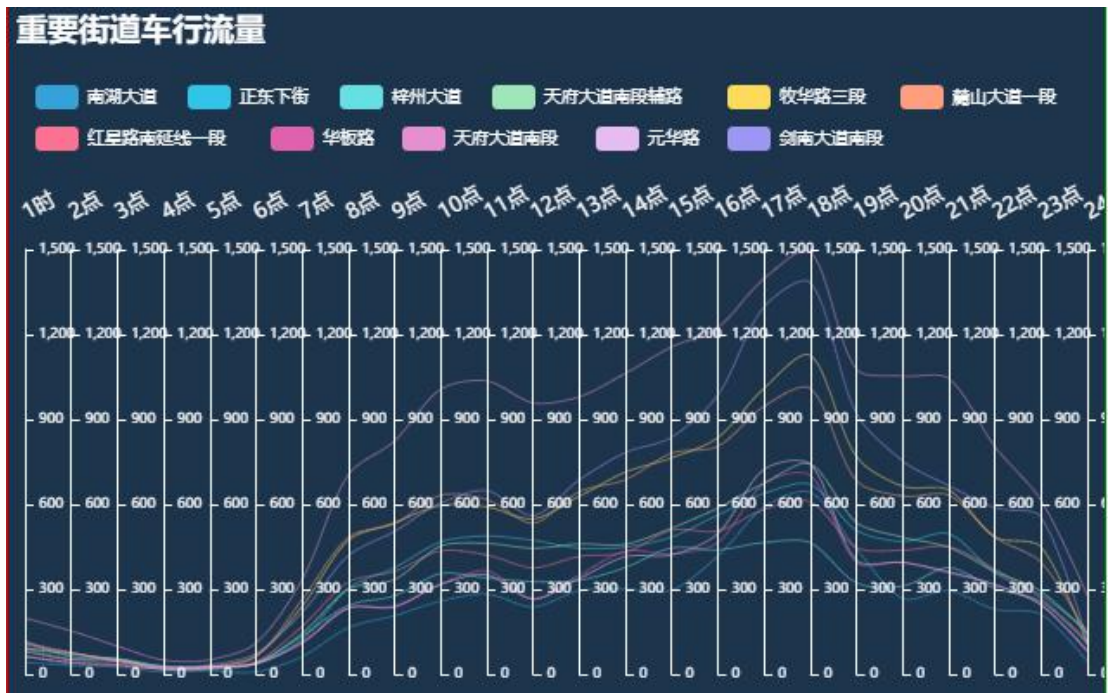


图 5-2 重要街道车行流量图

而重庆大学的万静意等人将所给数据的空间范围划分成了 16 个区域, 并对其进行编号。然后他们针对划分结果, 绘制了 16 个区域的车流量堆叠图。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 34 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。

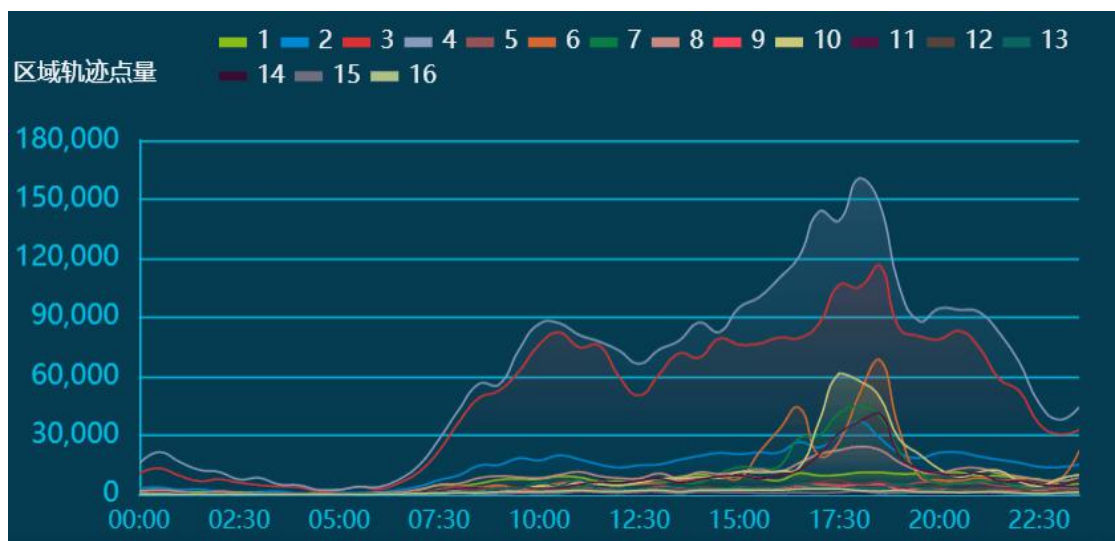


图 5-3 车流量堆叠图



5.2 拥堵情况可视化的热力图

热力图将十分直观的反映出道路的拥堵情况。一般来说，高亮的橙红色区域代表了交通流量密集与拥堵的部分。三位作者均选择使用热力图来展示拥堵情况。

例如，燕山大学的戎轶凡等人将速度小于 15km/h 的轨迹点叠加，得到如下所示的拥堵热力图。可明显看出车速较低的路段。参考我国公安部对道路拥堵的定义，结合实际情况，拥堵距离超过 0.25km 被判定为可靠的拥堵。

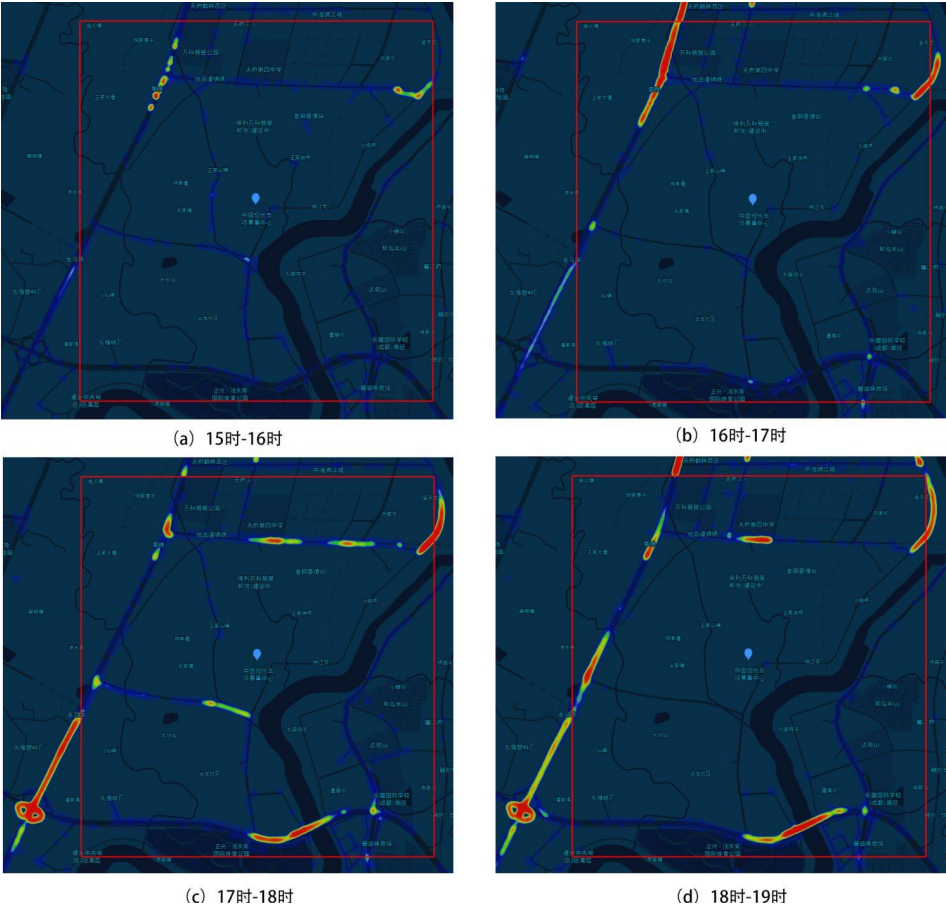


图 5-4 拥堵热力图

同时，中国科学院信息工程研究所的马平川等人展示了如下所示的全局速度热力图。由图可知，天府大道南段上下行在 9:00—21:00 期间车行速度整体较为缓慢，部分时段速度不足 20km/h。

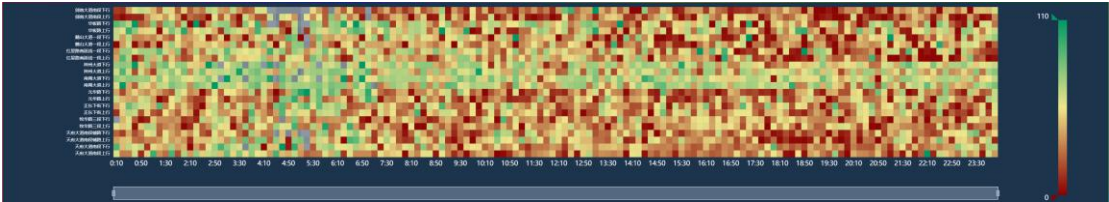


图 5-5 全局速度热热力图

根据中国科学院信息工程研究所的马平川等人的猜测，拥堵原因：5.1 期间，游客出行较多，大多集中在景区，容易造成拥堵。由于天府大道南段包含海昌路

地铁站，广都地铁站，广福地铁站且是城区主干道，导致其一天车行流量都较大。  
而重庆大学的万静意等人按小时绘制路网的如下所示的 18-19 点热力图。

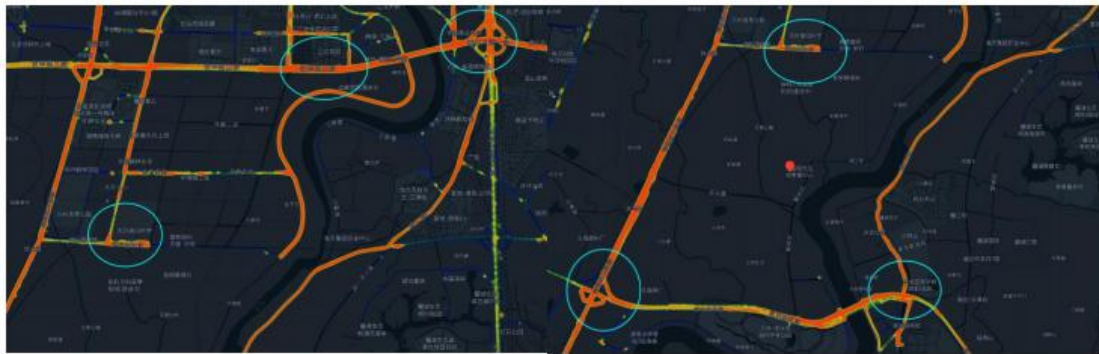


图 5-6 18-19 点热力图

根据重庆大学的万静意等人的分析，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）。同时对比 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。

### 5.3 交通疏导方案可视化的玫瑰图与路线图

中国科学院信息工程研究所的马平川等人与重庆大学的万静意等人均选择使用玫瑰图给出人们出行的位置选择，如下方的两张图。

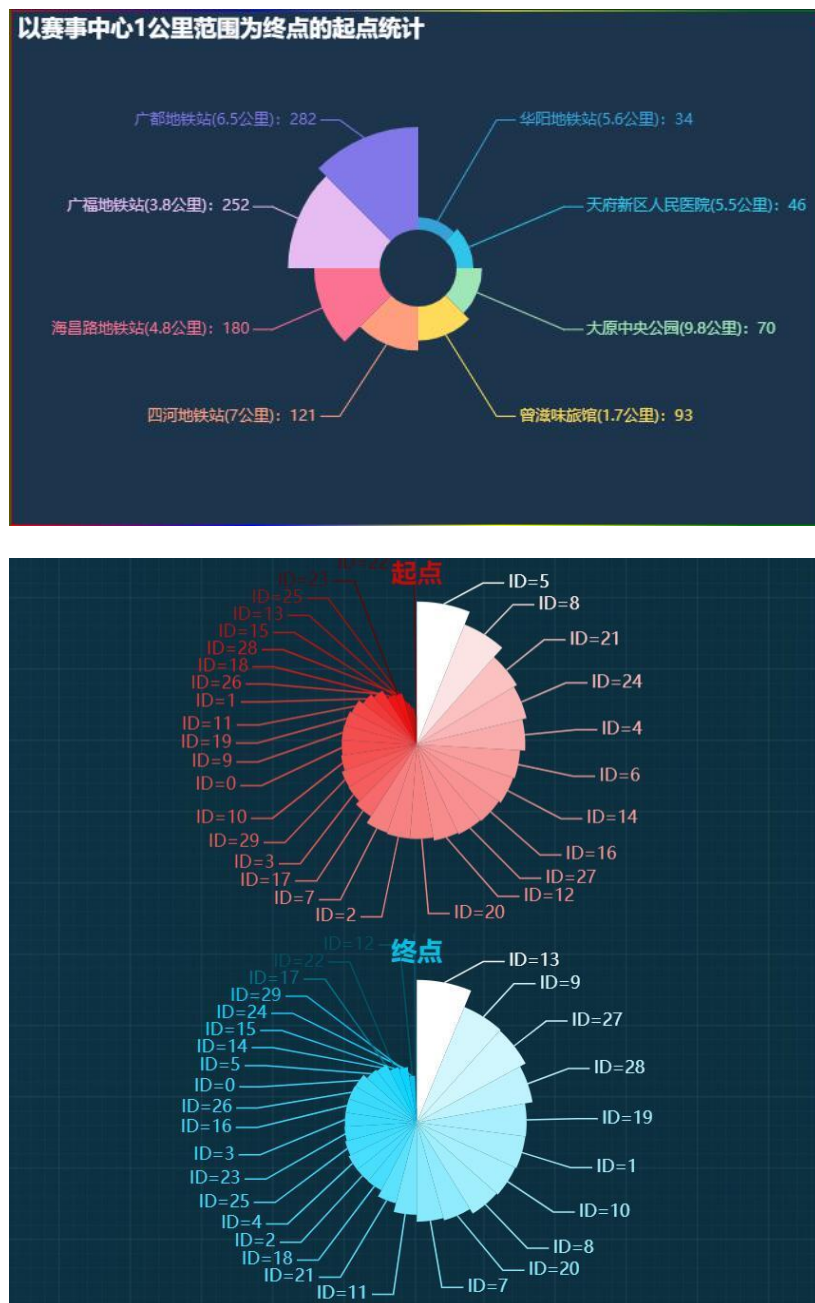


图 5-7 玫瑰图

中国科学院信息工程研究所的马平川等人发现这些订单的起点多集中于天府大道、剑南大道，同时，这两条道路也为通向赛事中心的主干道，由此可沿着天府大道、剑南大道增设接驳车，并在和弦图中展示的地点设立接驳车停靠点。另外，在 16:00-19:00 时，向赛事中心辐射的轨迹明显增多，可在该时间段内每 10 分钟进行发车。



为了解决热门路线导致的交通拥堵的问题,燕山大学的戎轶凡等人与重庆大学的万静意等人均认为为司机提供备选路线可极大地缓解交通拥堵。同时,两者均使用了路线图来展示这一点,如下方的两张图所示。

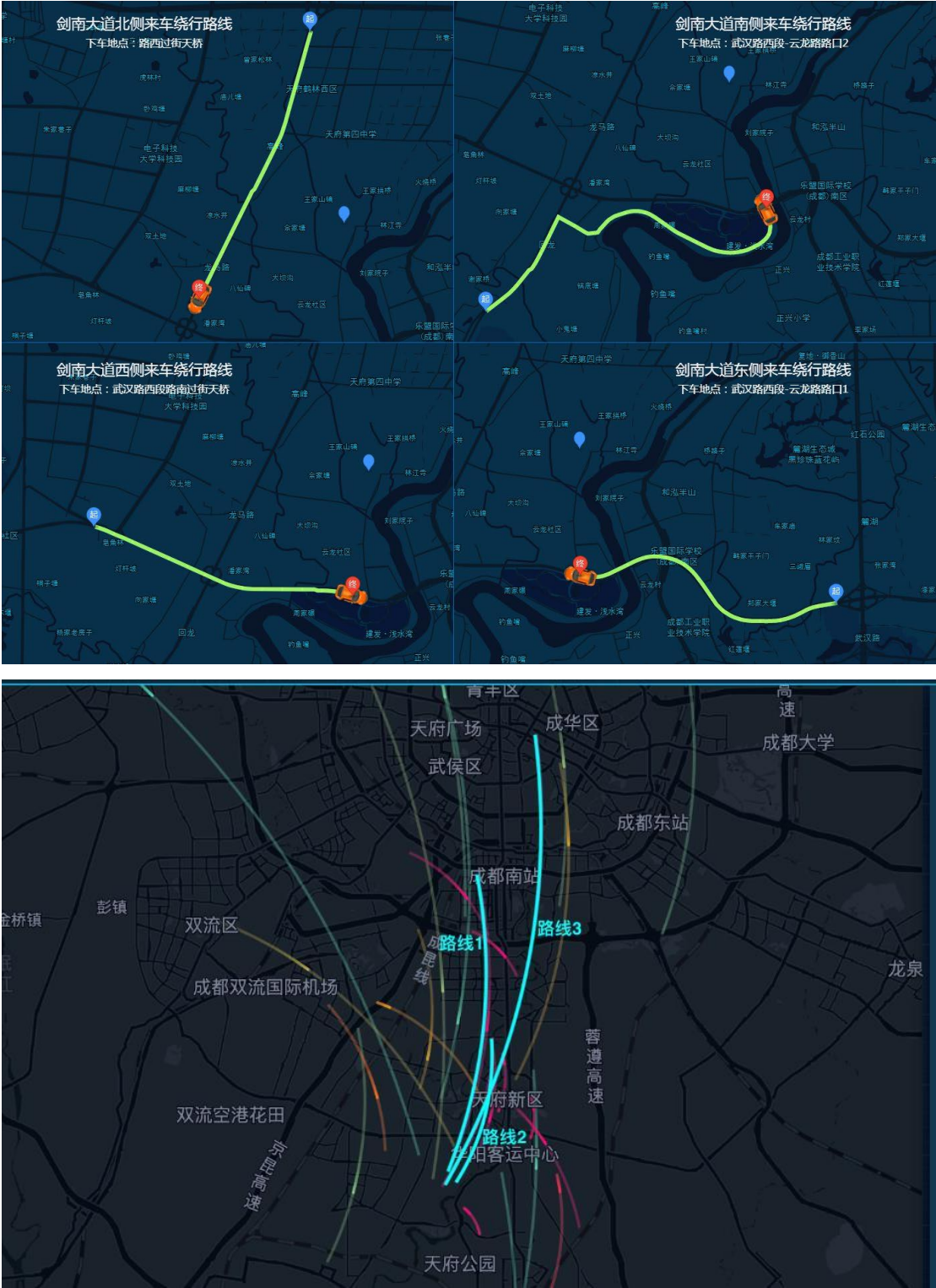


图 5-9 备选路线图

燕山大学的戎轶凡等人提供了四个绕行方案:①剑南大道北侧来车建议提前进入辅路,在立交桥北侧人行天桥附近下车步行到马路对面;②南侧来车可从府



河和浅水湾公园之间道路绕行到武汉路和龙马路东侧路口；③西侧来车通过剑南立交后可在武汉路浅水湾公园过街天桥附近停车；④东侧来车建议避开武汉-云龙路口附近拥堵点提前下车。以上四条绕行路线到达终点后可选择步行或骑共享单车前往赛事中心。

重庆大学的万静意等人认为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，由上图分析得知，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。

## 6 总结与分析

交通态势千变万化，为了辅助分析人员从大量复杂的数据中得到有效的交通流量演变信息，本文通过对给定数据进行处理，使用轨迹地图、地图热力图、玫瑰图、和弦图、散点图、折线图、柱状图等展现交通流量分布情况，同时使用拥堵地图、车速分布图、车行流量折线图等发现拥堵情况，拥堵特征，分析原因。利用本文提出的多视图协同可视分析方法，可以全方位多角度发现中国现代五项赛事中心的交通流量演变情况，发现交通拥堵情况，及时发现拥堵规律和特征，并采取相应建议缓解拥堵。

经过一学期的学习，我了解到了可视化对于我们即将读研的学生的重要性，可视化技术对于我们的影响不仅仅体现于这次课程以及我们对于比赛案例的分析中，更对于我们今后的职业规划，梦想实现，人生理想有着重要的引领作用。我原以为可视化技术离我们很远，直到上了这门课之后，我才明白，原来可视化技术离我们这么近，科研中处处充满着可视化技术的影子。当然这么课不仅教给我可视化技术是多么重要，更教给我可视化会给我们带来不一样的挑战，也会带来不一样的回报，这种经历足以影响我们一生。

这次老师让我们写一篇关于 ChinaVis 挑战赛的案例调研，我认为这是一次非常好的锻炼。在多方查阅资料，回味上课内容，仔细思考之后，我写下了我对于可视化技术的理解，对于可视化能力的理解。

如果这篇调研我能够完成，那么需要感谢我的老师，周芳芳老师，他对我们的教诲如同春风化雨，润物细无声。我们不知不觉就学会了很多关于可视化技术的知识，更了解了许多可视化的生动例子。相信经过一学期的学习，我肯定能学会如何在科研中利用可视化技术，更是能在以后的人生中披荆斩棘，所向披靡。