

交通工程学

Introduction to Traffic Engineering

第 1 节 交通工程学简介

葛乾

西南交通大学 系统科学与系统工程研究所
西南交通大学 交通工程系

本节关键词

- □ □ □
- □ □ □
- □ □ □

本节目录

- ① 课程介绍
- ② 交通与交通系统
- ③ 交通问题与思考
- ④ 交通工程学科
- ⑤ 我国的交通工程

你是否听说过以下名词或术语？

- 交通拥堵
- 通行能力
- 信号控制
- 交通流
- 交通仿真
- 交通事故
- ...

你是否学过以下课程（或相似课程）？

- 系统建模与仿真 (system modeling and simulation)
- 数值计算 (numerical computing)
- 运筹学 (operations research)
- 统计学 (statistics)
- 排队论 (queueing theory)
- ...

什么是交通？

- 广义交通：人、车、路和信息在两地间输送的总称。
 - 人和物的运转与运输
 - 语言、文字、符号、图像等的传递播送
- 狹义交通：人和物在管理空间上的移动。
 - 现代运输包括铁路、道路、水运、航空和管道运输，在本领域指道路交通
- 道路交通的要素：人、车、路、环境

什么是交通工程?

- Traffic engineering is the subdiscipline of transportation engineering that addresses the planning, design, and operation of streets and highways, their networks, adjacent lands, and interaction with other modes of transportation (air, water, and rail) and their terminals. (ITE, Handbook of Traffic Engineering, 2016)
- 交通工程学是研究道路交通中的人、车、路和环境之间的关系，探讨道路交通规律，建立交通规划、设计、控制和管理的理论与方法，以及有关的设施、装备、法律和法规等，使道路交通更加安全、高效、快捷和舒适的一门技术学科（《交通工程手册》，1998）
- 6E 学科：工程 (Engineering)、法规 (Enforcement)、教育 (Education)、能源 (Energy)、环境 (Environment)、经济 (Economics)

小调查

- 为什么选择交通类课程?
- 你觉得学习这个项目为你的个人发展能带来什么?

工业界的需求

The screenshot shows the homepage of the KDD CUP 2020 competition. At the top, it displays the title "KDD CUP 2020: Learning to Dispatch and Reposition on a Mobility-on-Demand Platform". Below the title, there's a banner with the DiDi logo and the text "KDD2020". The banner also includes the date range "2020-04-02 - Launch" to "2020-07-17 - Close". The background features a dark blue gradient with glowing blue network nodes and lines. On the left side, there's a vertical navigation menu with options: Home, Competitions, Information (which is selected), Introduction, Rules, Data, Evaluation, Prize & Timeline, Dispatch Leaderboard, Reposition Leaderboard, Discussion Board, and Models. The main content area contains sections for "Introduction" and "Background", followed by a detailed paragraph about the rise of Mobility-on-Demand platforms and their operational challenges.

Figure: KDD2020 大数据竞赛

学术界的需求

交通工程是一个交叉学科，它的学术进步依赖于：

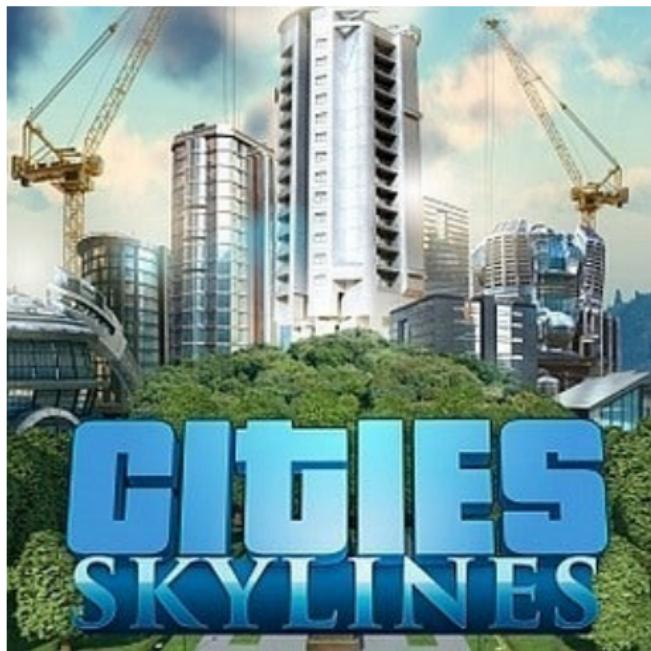
- 凸优化
- 控制理论
- 机器学习与大数据技术
- ...

交通是大数据技术最活跃的应用场景之一

- Deep Learning for Image and Point Cloud Fusion in Autonomous Driving: A Review
Yaodong Cui; Ren Chen; Wenbo Chu; Long Chen; Daxin Tian; Ying Li; Dongpu Cao
Publication Year: 2022, Page(s): 722 - 739
Cited by: Papers (3)
► Abstract HTML
- Survey of Deep Reinforcement Learning for Motion Planning of Autonomous Vehicles
Szilárd Aradi
Publication Year: 2022, Page(s): 740 - 759
Cited by: Papers (23)
► Abstract HTML
- Optimization of Charging Strategies for Battery Electric Vehicles Under Uncertainty
Gerhard Huber; Klaus Bogenberger; Hans van Lint
Publication Year: 2022, Page(s): 760 - 776
Cited by: Papers (1)
► Abstract HTML

Figure: IEEE ITS 某期论文标题

个人兴趣



学习内容

- 交通工程做什么？
- 用什么指标描述道路交通的运行，如何采集计算这些指标的数据？
- 现代的复杂交通网络如何规划和设计？
- 如何对道路交通进行管理与控制，以满足通行需求？
- 交通系统与社会如何互相影响？
- 科技进步如何改进交通管理手段？

课程安排

- ① 课程简介 (1 节)
- ② 道路交通特性 (1 节)
- ③ 道路交通数据采集 (1 节)
- ④ 道路交通要素分析
 - 人 → 行为模型：离散选择模型 (1 节)
 - 车 → 交通流模型与仿真：微观模型/宏观模型 (2 节)
 - 路 → 通行能力与服务水平 (1 节)
- ⑤ 优化问题 (2 节)
- ⑥ 网络流问题 (1 节)
- ⑦ TSP/VRP (2 节)
- ⑧ 智能交通技术 (余下时间)

教材与学习资源

- 教材

- 王炜, 陈峻, 过秀成等. 交通工程学 (第 3 版) . 东南大学出版社. 2019
- Carlos F. Daganzo. Fundamentals of Transportation and Traffic Operations. Pergamon. 1997
- Institute of Transportation Engineers. Handbook of Traffic Engineering. 7th Edition. Wiley. 2016
- Kenneth Train. Discrete Choice Methods with Simulation. 2nd Edition. Cambridge University Press. 2009

- 其他资源

- 课件: 霍娅敏 (西南交通大学) . 交通工程学.
- 课件: 濑尾亨 (東京工業大学) . 交通流のモデルとデータ. 行動モデル夏の学校. 2021
- 期刊: Transportation Science, Transportation Research Part A-F, IEEE Transaction on Intelligent Transportation Systems, etc.

教学与考核

- 课堂作业：行为模型 1 次，交通流理论 1 次
- 期末考察：期末考试 or 课程设计（未定）
- 总体评价：作业（20%）+ 平时（20%）+ 期末（60%）
- 联系方式：geqian@swjtu.edu.cn

本节目录

① 课程介绍

② 交通与交通系统

③ 交通问题与思考

④ 交通工程学科

⑤ 我国的交通工程

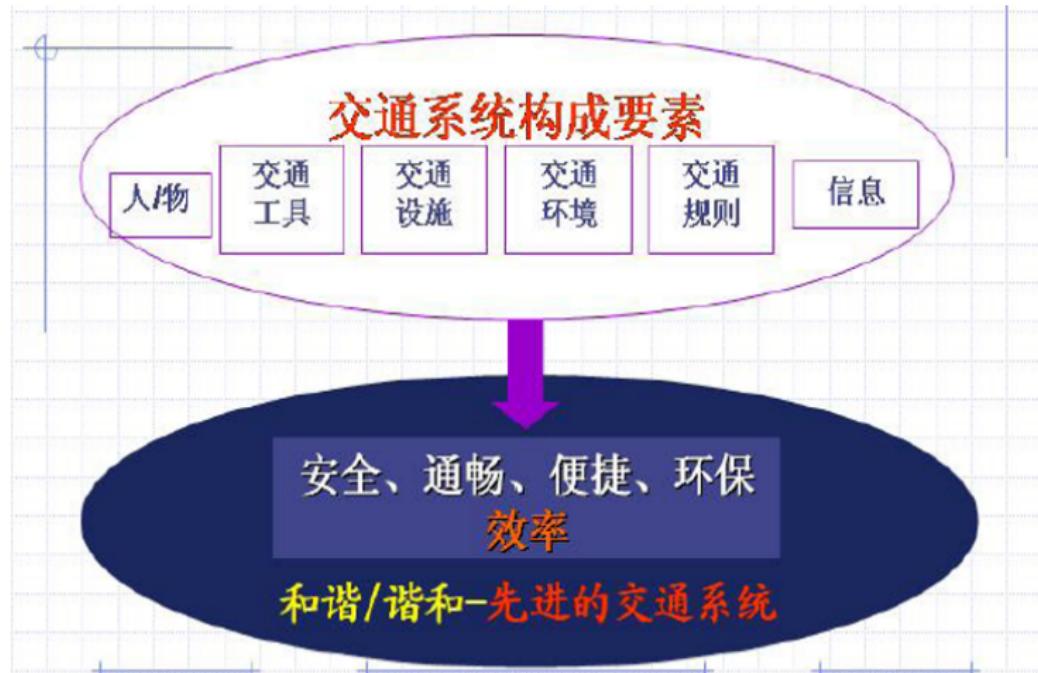
交通相关的概念

- ① 交通与信息通信本来同源（交通及其信息化关联）
- ② 交通的构成：
 - 需求-人、物的运转（以人为本、公交优先的依据）
 - 供给-传输
- ③ 交通的效率：人、物的高效率运转与传输 (运行与运营的效率)
- ④ 城市交通的基本功能（交通是城市的命脉，没有交通便没有城市）
 - 必要客流、物流的移动
 - 不只是交通工具的移动

交通与社会

- 衣食住行：行已成世界性难题
- 城市是由建筑与交通及生态环境（决不只是绿化）组成：建筑是凝固的艺术、交通是连接静态建筑的动态风景线；
- 交通设施建设用地占城市用地 10% ~ 40%；
- 交通设施投资成为城市建设投资的主体；
- 交通需求非刚体，具有可压缩性

交通系统



Figure

本节目录

- ① 课程介绍
- ② 交通与交通系统
- ③ 交通问题与思考
- ④ 交通工程学科
- ⑤ 我国的交通工程

交通问题



(a)



(b)

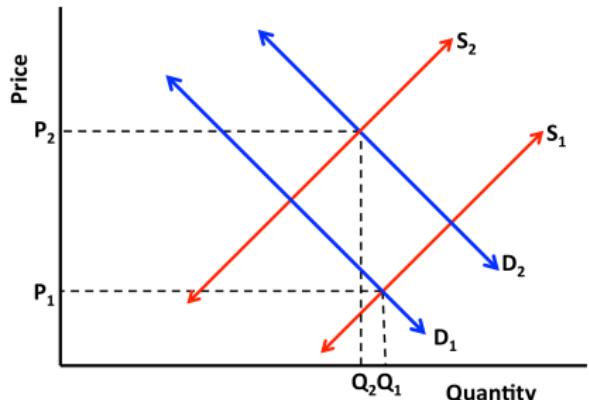


(c)

- 交通阻塞
- 交通事故
- 特殊交通
- 交通污染
- 交通不便

交通问题原因分析

- 成因：交通需求与供给间的矛盾
- 饱和度 = $\frac{\text{交通需求 (Demand)}}{\text{交通供给 (Capacity)}}$
 - 交通需求：取决于社会发展、社会活动与管理；
 - 交通供给：取决于交通方式、设施与管理；
- 解决方案：增加服务能力或降低交通需求



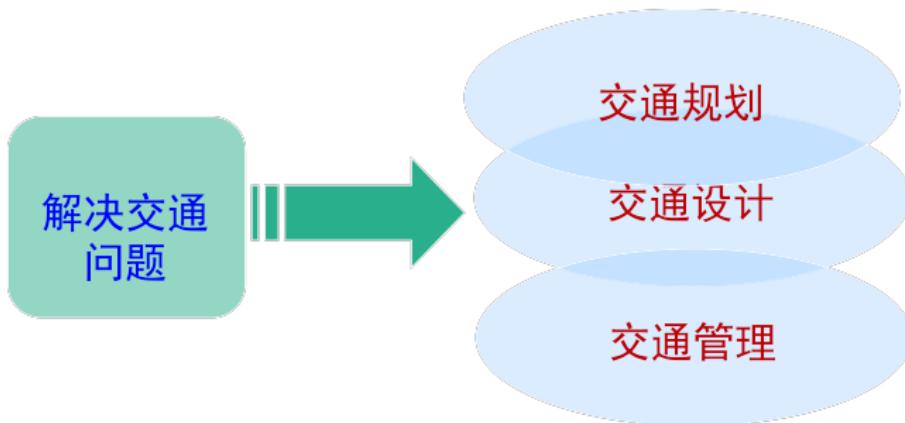
具体分析

交通问题	状态表现	成因	中国特征
交通阻塞	设施间交通排队、交通方式间阻塞	物理瓶颈、虚拟(秩序)瓶颈、供需矛盾、事故	秩序混乱型交通阻塞、交通规划设计不当型阻塞
交通事故	碰撞、抛锚、落物	当事者控制力失常、车辆故障、运输管理不当	人为事故、质量事故居多
特殊交通	超长、超重、超高车辆及特种物品运输	特殊需要、违章运输	超长、超重、超高现象严重
交通环境	废气、噪音、振动、土地资源占用等	阻塞、设施规划、设计与建设	阻塞型环境污染、振动
交通不便	目的地、交通线路、停靠站、换乘点寻找与利用不便	无信息服务、或信息不能共享	信息化程度低、不重视系统功能的实现、系统缺乏整合

原因总结

- 城市总体规划不当：土地使用性质、人口分布不当；
- 交通规划不当：交通设施规模、设施分布（空间分布）、设施结构（不同规格的设施）、交通系统结构（公共交通和个体交通、大容量交通和小容量交通系统结构）不当；
- 交通设施设计不合理：不重视交通功能的交通设施设计，多考虑土木工程为主的设施设计；
- 交通管理跟不上：城市管理和交通管理的技术滞后；
- 交通政策不当：不当的决策过程和建设与投资政策，影响上述工作的合理化，影响投资与运营效益的发挥。

解决思路



解决方法

- 关于交通基础设施的建设规模与基本功能
(交通规划)
- 交通设施的功能及其建设位置与形式
(设计交通—交通设施的“建筑师”)
- 设施建设与有效利用的关系
(交通管理)

本节目录

① 课程介绍

② 交通与交通系统

③ 交通问题与思考

④ 交通工程学科

⑤ 我国的交通工程

交通工程做什么

- 交通工程学：研究交通发生、发展、时空分布的规律，道路交通调查、路网规划、设计、营运、管理控制、安全的理论与方法以及与道路交通相关的法规、工程、教育、环境和能源等的一门综合性科学。
- 具体讲：将道路、车辆、人、环境与能源等五方面统一在一个交通系统中，研究其各自目的与相互内在规律及其最佳配合，以达到道路交通的安全、畅通、迅速、舒适、经济、方便、节能、高效、低公害与环境协调、景观优美的目的。

交通工具的变迁

- 步行交通时代
- 马车交通时代
- 汽车交通时代（19世纪末）
- 智能交通时代

交通工程学的产生与发展

- 基础理论形成阶段（20世纪30年代初-40年代末）
- 交通规划理论形成阶段（20世纪50年代初-70年代初）
- 交通管理技术形成阶段（20世纪70年代初-90年代初）
- 智能化交通系统研究阶段（20世纪年代中期开始）

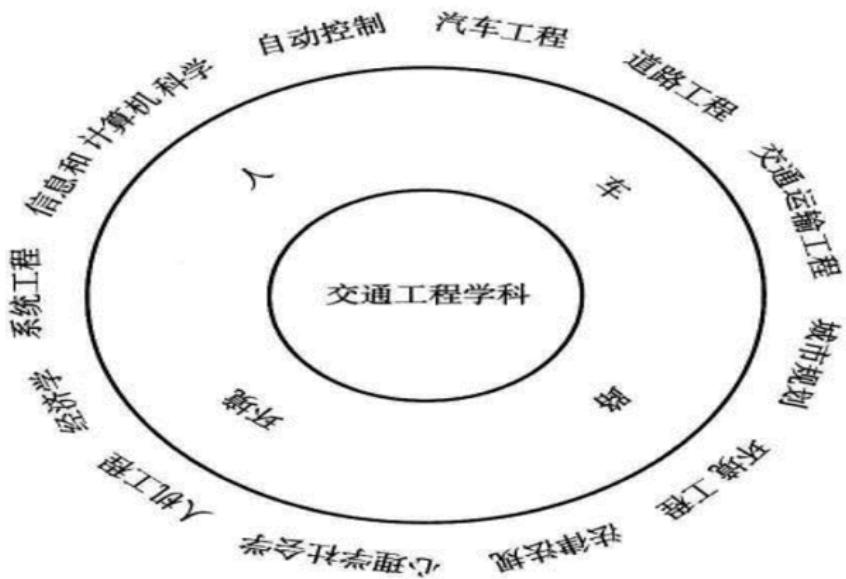
交通工程学的特点



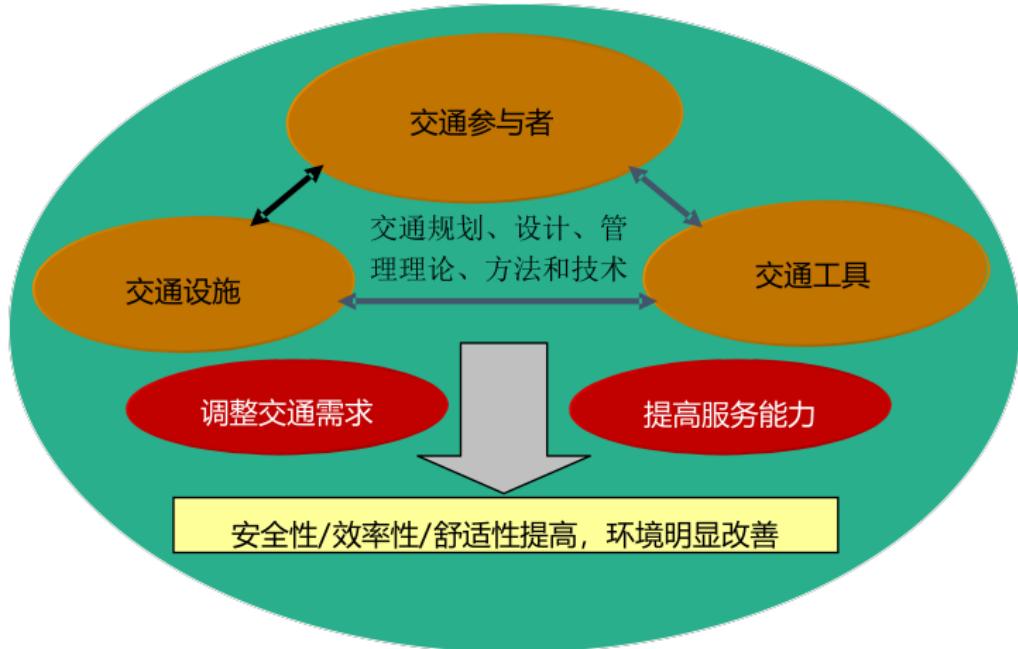
交通是现实世界的通讯，通讯是虚拟世界的交通

28

交通工程与其他学科



交通工程学的基本概念

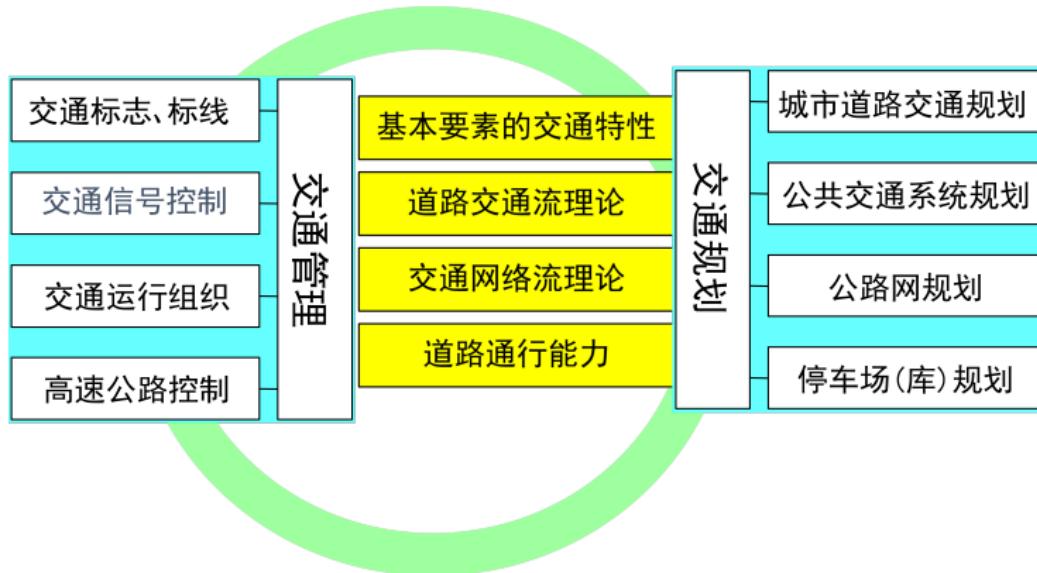


交通工程学的基本概念

运输工程

航空、轨道、水运、
道路运输

体系结构



研究内容

- 交通特点分析技术
 - 研究交通参与者、交通工具、道路、交通流的交通特性
- 交通调查方法
 - 包括交通流量、交通速度、交通密度的调查，居民出行、车辆出行的调查，交叉口车辆延误、交通量时空分布的调查，交通事故、交通大气污染与声污染的调查等
- 交通流理论
 - 研究交通流三参数（速度、流量、密度），交通流动力学特征，车辆跟驰理论，概率论、排队论、流体力学方法在交通流分析中的应用

研究内容 (cont.)

- 道路通行能力分析技术
 - 包括道路通行能力与服务水平、路段与平面交叉口的通行能力与服务水平、多方式交通设施的通行能力与服务水平
- 道路交通系统规划理论
 - 包括城市交通需求、区域综合运输需求、公路交通需求的预测方法，网络交通流的交通分配模型，城市道路网络、地面公交网络、轨道交通网络、公路交通网络的规划方法，道路交通规划的评价技术
- 道路交通系统设计方法
 - 交通设计的技术流程和知识体系，交通设施的功能和参数设计方法
- 道路交通管理技术
 - 包括制定交通法规、交通系统管理（TSM）策略、交通需求管理（TDM）策略、交通运行组织管理、交叉口交通控制、干线交通控制、区域交通控制、交通管理策略的仿真和定量评价

研究内容 (cont.)

- 交通安全技术
 - 研究交通事故发生机理、事故预防、交通安全设施的技术开发
- 交通系统的可持续发展规划
 - 交通合理结构规划，交通环境污染预测、评价和预防，交通能耗预测和评价，资源消耗预测和评价，可持续发展保障体系等
- 交通工程的新理论、新方法、新技术
 - 主要在智能交通系统（ITS）方面，包括现代通信技术、计算机技术、信息技术、管理技术、控制技术等

本节目录

① 课程介绍

② 交通与交通系统

③ 交通问题与思考

④ 交通工程学科

⑤ 我国的交通工程

我国的交通现状

- 综合运输
- 公路交通
- 城市交通

我国交通工程学科的产生及面临的任务

- 我国交通工程学科的产生
- 我国交通工程学科面临的任务

重点研究方向 (2014)

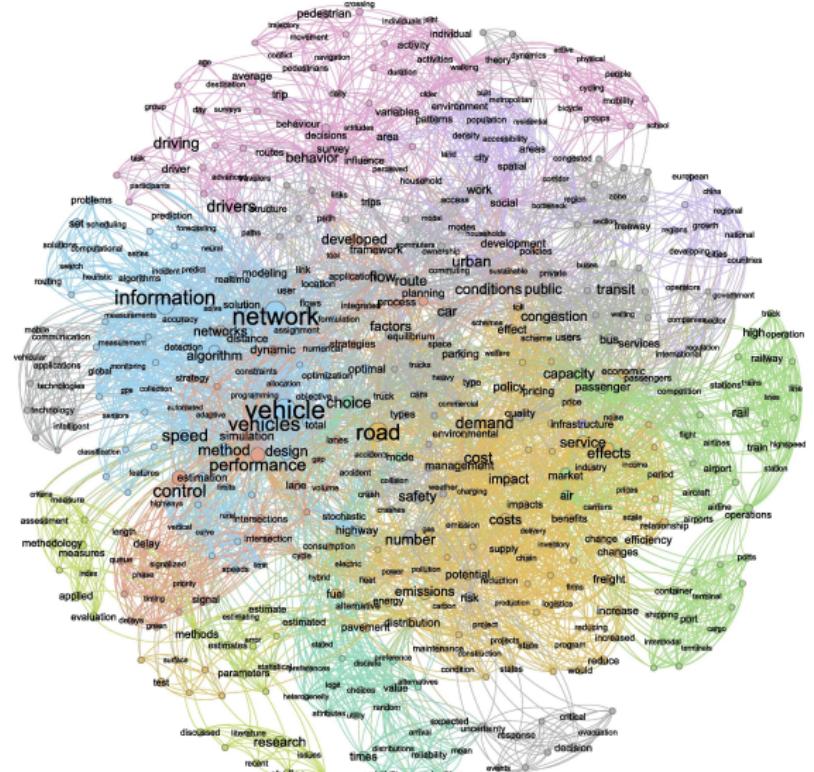
- ① 城市规划与城市综合交通规划的互动机理与耦合理论
- ② 综合交通系统中多模式网络流协同机理与耦合理论
- ③ 多模式公共交通系统效能评估与优化设计方法
- ④ 城市综合客运枢纽的多方式协同资源配置与规划设计理论
- ⑤ 混合交通条件下道路交通安全分析与调控的基础理论
- ⑥ 多模式网络交通流多尺度仿真与实验优化
- ⑦ 城市尺度的交通环境污染分布动态模拟方法

近年热门话题

The most popular topics are:

- routing algorithm "routing, algorithm, problems, solution, heuristic, scheduling, vehicle, computational, solutions, ..."
- optimization "optimization, optimal, design, solution, algorithm, network, programming, cost, method, ..."
- network modeling "equilibrium, dynamic, network, assignment, solution, user, link, algorithm, flows, ..."
- policy and planning for sustainability "policy, planning, policies, sustainable, environmental, urban, development, public, strategies, ..." (Sun&Yin, 2017)

热门词汇之间的联系



课下训练

谢谢大家！