



2016年中国城市交通规划年会  
新型城镇化与交通（高校论坛）

城市交通需求与土地利用一体化  
研究

汇报人：冯微 博士研究生

导师：陈红 教授

长安大学 公路学院

2016.4.16



# 汇报内容

## 1 引言

## 2 城市交通需求与土地利用一体化研究

### 2.1 复杂网络分析适用于本研究

### 2.2 研究方法

### 2.3 研究内容

## 3 结语



# 1、引言

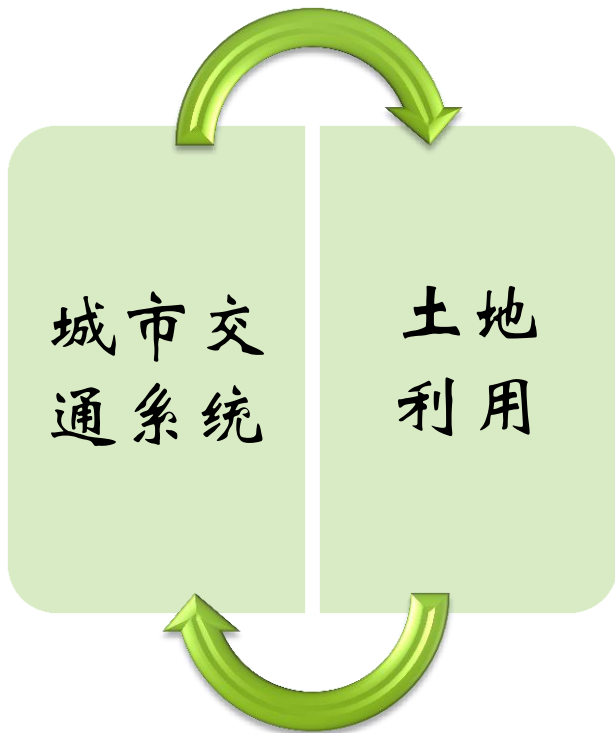
1.1 交通需求的根源

1.2 城市交通系统与土地利用不协调  
引发的问题

1.3 城市交通系统与土地利用一体化  
研究现状

# 1、引言

## 1.1 交通需求的根源



1、城市交通系统与土地利用互为因果关系。

2、土地利用作为城市社会经济活动的载体，是城市交通需求产生的“源头”：

不同的土地利用类型，决定交通需求的起讫点、出行时间及路径选择等，构成多种城市交通出行方式选择；

不同的土地利用开发密度，也从根本上决定了交通方式选择的类型。



# 1、引言

## 1.2 城市交通系统与土地利用不协调引发的问题

作为高速城市化和新型城镇化发展的地区，中国城市的交通系统超负荷运转，交通问题日益突出。

从交通问题产生的根源看，主要由两类不协调造成。

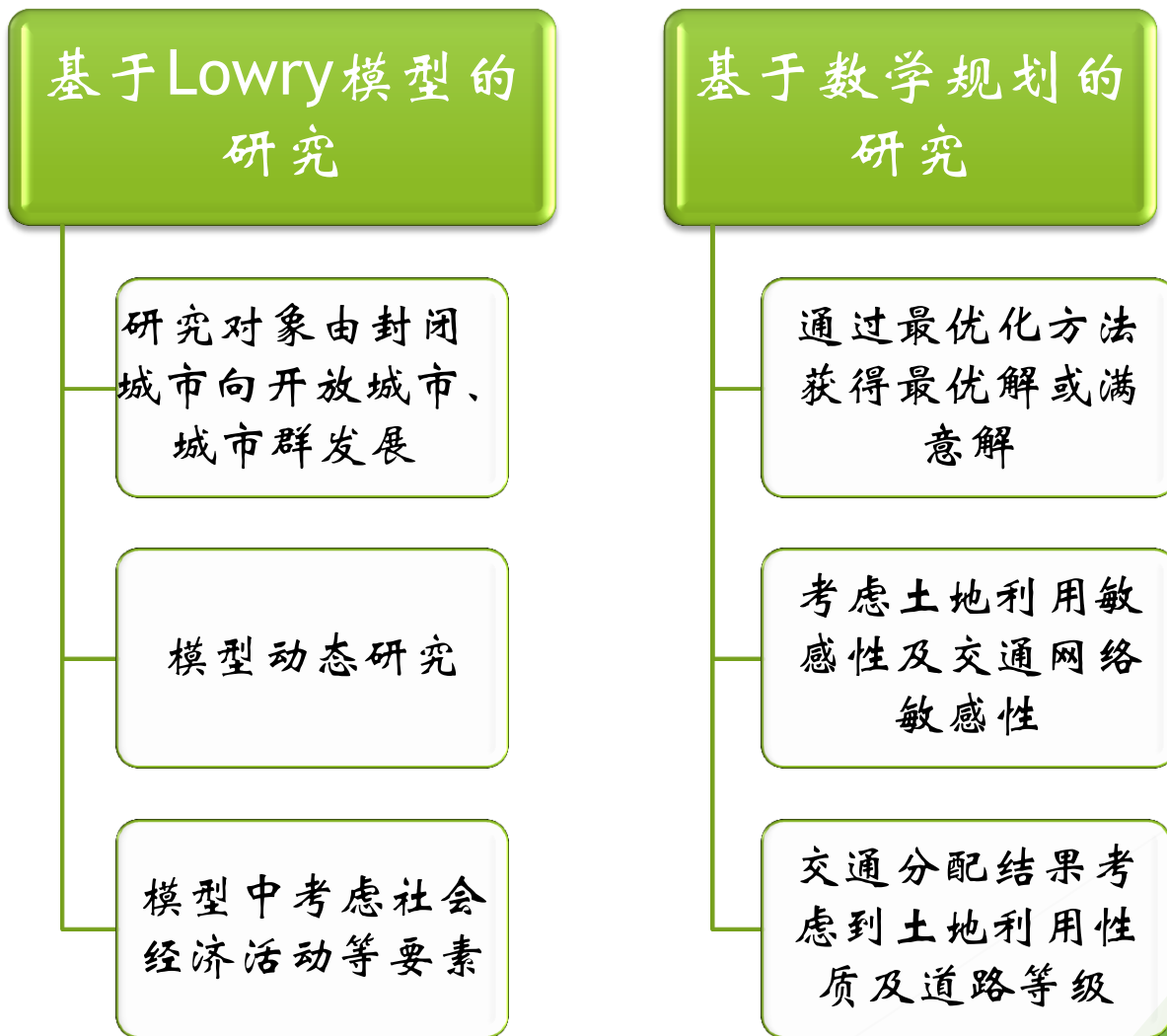
以城市道路基础设施为主的交通供给与产生交通需求的  
城市土地利用模式之间的不协调

以出行产生为主要特征的交通需求与城市土地利用模  
式之间的不协调



# 1、引言

## 1.3 城市交通系统与土地利用一体化研究现状





# 1、引言

## 1.3 城市交通系统与土地利用一体化研究现状

### 基于城市经济学的一体化模型研究

从经济学的角度用竞租函数描述居民选择住址的过程

引入博弈论，将居民选择住址行为看作服从纳什均衡的非合作活动

### 基于微观模拟的研究

英国开发的MASTER模型，研究了交通、就业及居住之间的关系

利用UrbanSim软件，研究了交通与土地利用组合模型系统的敏感性

可持续发展理念下的城市系统动力学模型



## 2、城市交通需求与土地利用 一体化研究

2.1 复杂网络系统适用于本研究

2.2 研究方法

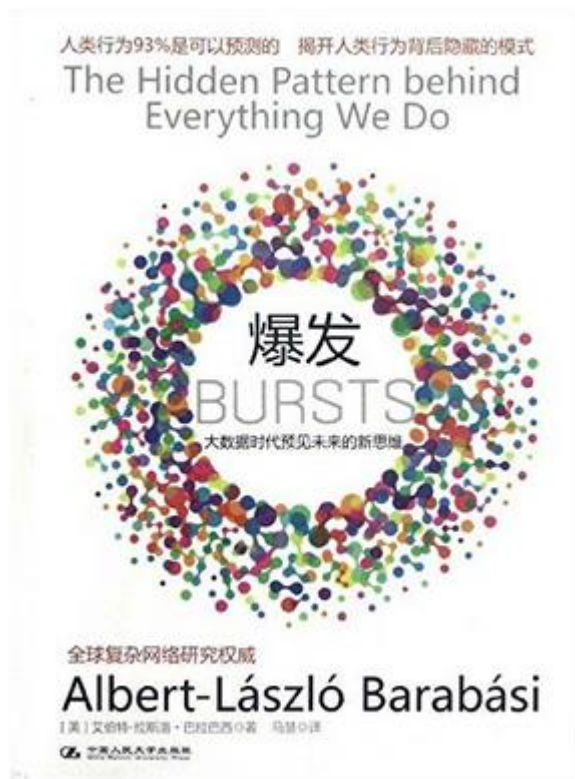
2.3 研究内容





## 2、城市交通需求与土地利用一体化研究

### 2.1 复杂网络系统适用于本研究



- ✓ 无论在自然界还是人造世界，许多事情的发展遵循幂律分布；
- ✓ 网络由少数高链接性的节点串联起来，极少数节点拥有大的连接度；而绝大多数节点连接极少量的边。
- ✓ 幂律决定了网络的结构和网络的走向。
- ✓ 巴拉巴西（1999年），Science杂志，《随机网络中标度的涌现》  
(Emergence of Scaling in Random Networks)

图2.1 《爆发》

城市交通系统是一个复杂巨系统  
城市交通系统与土地利用二者组成的复合系统，  
也可以认为是一个复杂系统。



## 2、城市交通需求与土地利用一体化研究

### 2.1 复杂网络系统适用于本研究

#### 实证研究

##### 城市交通领域：

多个城市交通、公交网络呈现小世界特性，或为无标度网络，服从幂律分布

##### 航空、铁路等领域：

幂律分布与大部分现实网络拟合程度高

#### 理论建模

##### 公交线网领域：

完善线网结构、提高城市公交网络运输效率、网络鲁棒性研究、公交线路竞争与合作关系、公交网络演化



## 2、城市交通需求与土地利用一体化研究

### 2.1 复杂网络系统适用于本研究

可以认为城市交通与土地利用的复合系统为复杂系统

- 可以利用复杂网络对二者互动机理进行研究

土地利用调整变化、交通运行不确定性增强

- 二者之间如何相互影响和制约？

# 2、城市交通需求与土地利用一体化研究



## 2.2 研究方法

### 2.2.1 复杂网络拓扑结构建模

复杂网络是对复杂系统的抽象，复杂性表现为：

**节点复杂性：**数量庞大，类型丰富；

**结构复杂性：**节点间关系错综复杂，变化多，无向或有向，存在权重；

**各种复杂因素的相互影响性：**网络之间存在密切关系，且相互影响



图2.2 显微镜下大脑皮层结构图

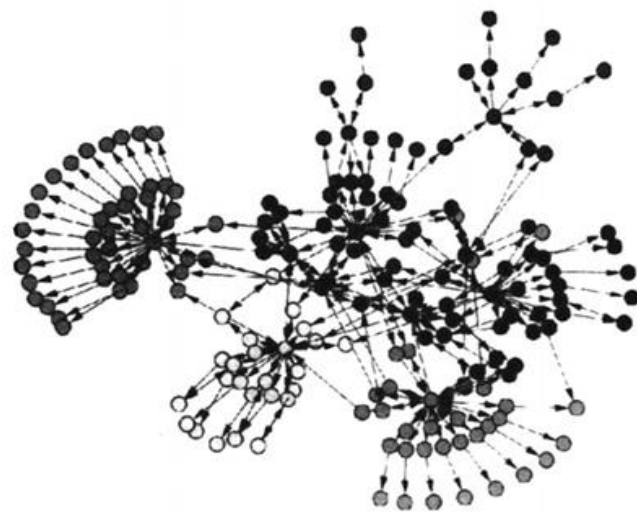


图2.3 万维网的一小部分网络结构图

# 2、城市交通需求与土地利用一体化研究



## 2.2 研究方法

### 2.2.2 复杂网络的常用统计指标

#### (1) 节点的度、度分布

节点的度：

表示节点拥有边的数量，即与节点相联系的边数。

$$k_i = \sum_{j \in N} e_{ij}$$

节点度分布：

用分布函数来表示，表示在网络中随机选出一个节点，它的度值正好为  $k$  的概率，计算方法为度数为  $k$  的节点的个数与网络中节点总数的比值。

$$P_k(K > k) = \sum_{k' > k} p(k')$$

#### (2) 最短距离、平均最短距离

两节点之间的最短距离：

连接两节点的最短路径的边数；

重要的“小世界效应”特性就是指尽管实际网络的规模大，节点数多，但网络的平均路径长度却比想象中的小很多

平均最短距离：

网络中任意两个节点之间距离的平均值

$$l = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i,j \in N(i \neq j)} d_{ij}$$

# 2、城市交通需求与土地利用一体化研究



## 2.2 研究方法

### 2.2.2 复杂网络的常用统计指标

#### (3) 聚类系数

节点聚类系数：

描述网络中节点的聚集情况，  
表示网络的紧密程度

$$C_i = \frac{2TE_i}{k_i(k_i - 1)}$$

网络聚类系数：

$$C = \frac{1}{N} \sum_i C_i$$

#### (4) 介数

边的介数：

定义为通过该边的顶点对的最  
短路数量

节点的介数：

定义为网络中所有的最短路径  
中经过该节点的数量比例

$$B_i = \sum_{l, j \in N(j \neq i)} \frac{n_{jk}(i)}{n_{jk}}$$

#### (5) 有效性

衡量网络通行能力

$$E = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{l, j \in N, l \neq j} \frac{1}{d_{lj}}$$

# 2、城市交通需求与土地利用一体化研究

## 2.2 研究方法

### 2.2.3 公共交通复杂网络建模

站点和线路属于两个不同的集合，分别为**站点集合**和**线路集合**。  
 一条公交线路要经过许多不同的站点，不同的公交线路通过交汇的换乘站发生联系；而一个公交站点上停靠的公交线路不止一条。

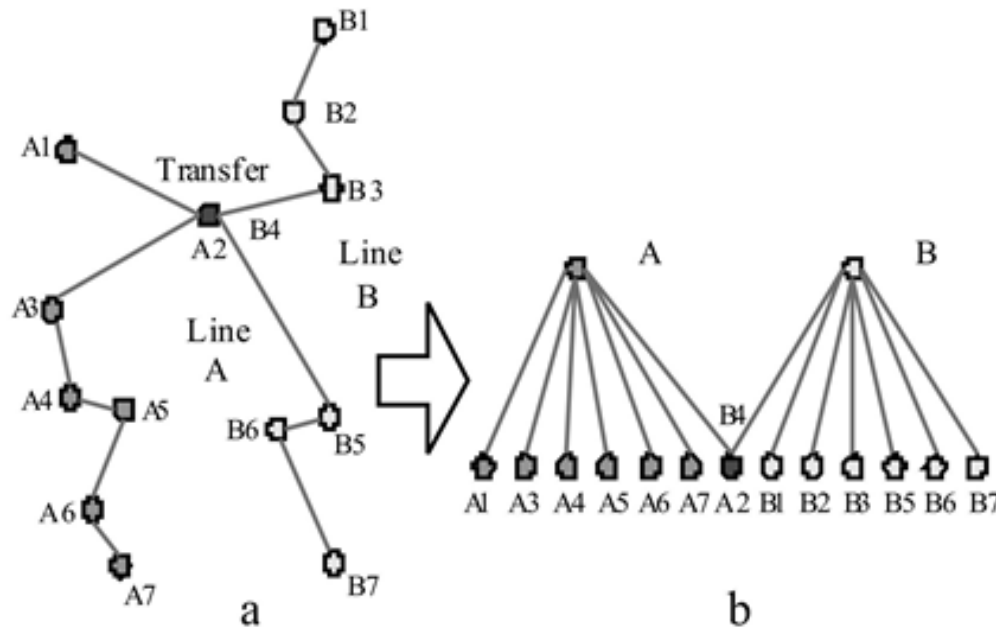


图2.4 公交线网的二分图模型表示

# 2、城市交通需求与土地利用一体化研究

## 2.2 研究方法

### 2.2.3 公共交通复杂网络建模

#### 公交线路网络

公交线路作为节点，连接边为两条线路之间存在的共同站点

表征线路之间拓扑结构上的连通关系和连通程度，体现线路之间的换乘次数

#### 公交站点网络

公交站点作为节点，若任意两个公交站点同属于一条公交线路，则这两个站点之间存在连接边

表征站点之间拓扑结构上的连通关系和连通程度，体现站点之间的换乘次数

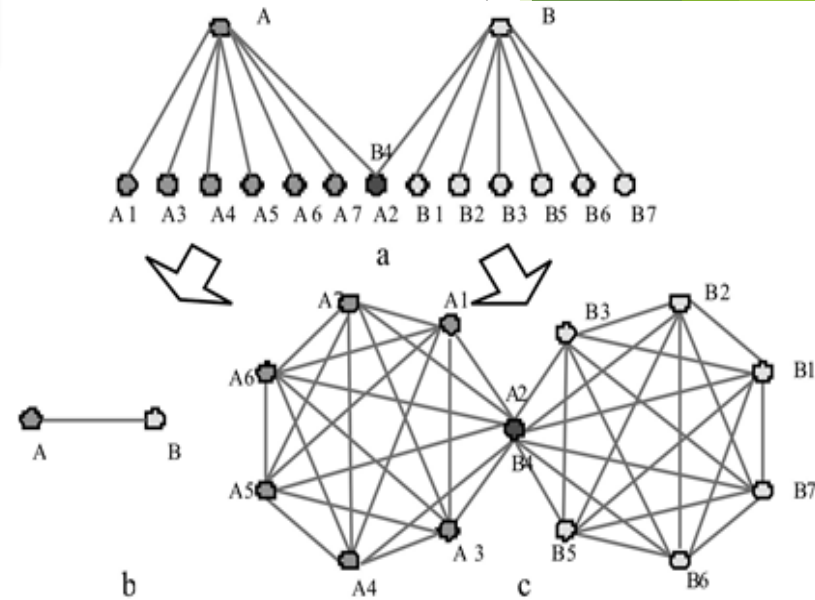


图2.5 公交线路网络和公交站点网络实例



# 2、城市交通需求与土地利用一体化研究



## 2.2 研究方法

### 2.2.3 公共交通复杂网络建模

建模空间	节点	节点强度	连接边	边权	节点度	路径距离
线路空间 (R空间)	公交线路	线路等级、 客运量	两条线路之 间的共同站 点	共同站点数 量	与该线路连 接的公交线 路数量	起讫点间的 站点数量
站点地理 位置空间 (L空间)	公交站点	站点类型	同一条公交 线路的两个 相邻站点之 间连线	相邻两站点 之间的公交 线路数量及 客运量的组 合	与该站点连 接的公交站 点数量	起讫站点之 间的公交站 点数量
站点换乘 空间 (P空间)	公交站点	站点类型	同一条公交 线路的两个 任意站点之 间连线	共同经过两 站点之间的 公交线路数 量机客运量 的组合	从该站点不 需要换乘就 能够到达的 公交站点数 量	起讫站点之 间所需公交 线路的数量

# 2、城市交通需求与土地利用一体化研究

## 2.2 研究方法

### 2.2.3 公共交通复杂网络建模

公交线网运行信息汇总

表2.1 公交线网运行表

线路	站点			
1	a	b	c	
2	b	d	e	
3	c	d	f	
4	f	e		
5	f	d	c	g

获取二分图描述矩阵

表2.2 公交线网的二分图描述矩阵

线路 \ 站点	站点						
	a	b	c	d	e	f	g
1	1	1	1	0	0	0	0
2	0	1	0	1	1	0	0
3	0	0	1	1	0	1	0
4	0	0	0	0	1	1	0
5	0	0	1	1	0	1	1

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

获取二分图网络

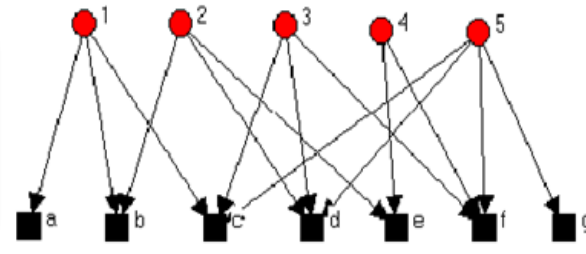
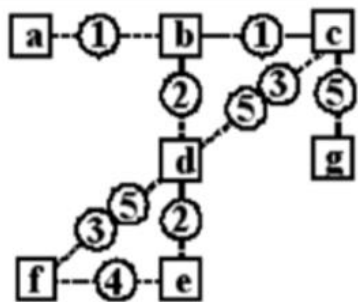


图2.7 二分图矩阵对应的二分图

图2.6 公交线网运行示意图

# 2、城市交通需求与土地利用一体化研究

## 2.2 研究方法

### 2.2.3 公共交通复杂网络建模

获取公交线路和公交站点的加权矩阵

$$R^w = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 3 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$P^w = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 2 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 2 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

获取R空间和P空间的网络图、邻接矩阵

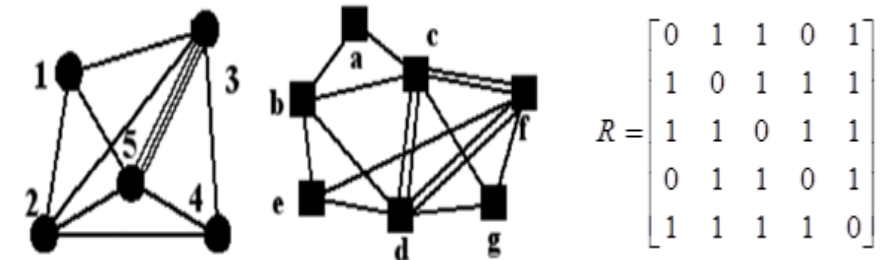


图2.8 R空间和P空间网络图

获取L空间加权矩阵、邻接矩阵及网络图

$$L^w = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 2 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$L = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

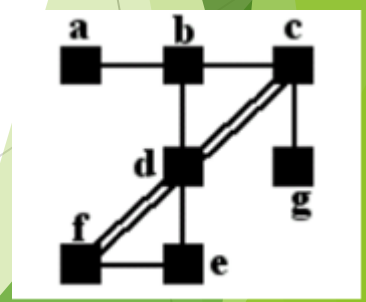


图2.9 L空间网络图

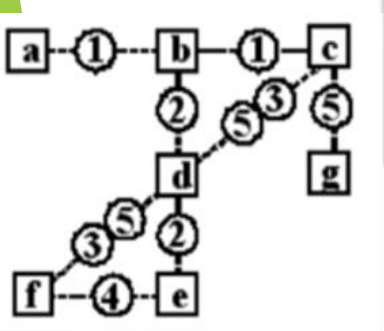


图2.6 公交线网运行示意图



# 2、城市交通需求与土地利用一体化研究

## 2.2 研究方法

### 2.2.4 交通与土地利用一体化

#### 系统性、综合性研究方法

- 二者各自均为综合系统，且内涵丰富

#### 互动反馈研究方法

- 由二者相互联系与制约的循环作用所决定

#### 定量与定性结合研究方法

- 定性把握规律、定量标定模型参数

#### 微观与宏观层面结合研究方法

- 城市、区域网络、出行行为

#### 理论与案例实证研究方法

- 实证对比验证理论



## 2、城市交通需求与土地利用一体化研究

### 2.3 研究内容

**研究团队**提出以下**研究思路**：

**借鉴理论**：复杂网络理论中网络拓扑结构、动力学等；

**运用方法**：图论、系统动力学、最优化等；

**数据基础**：交通需求数据、交通运行数据及土地利用等  
海量异构数据；

**研究过程**：建立数据仓库并进行数据挖掘与统计，对国内外典型城市的交通需求与土地利用相关数据对比分析，基于我国特有国情和经济社会发展阶段特征，深入分析二者互动的作用机理；

**研究目的**：揭示二者互动关系的实质和演化规律，整合二者之间关系，进而建立城市交通需求与土地利用一体化综合模型。



## 2、城市交通需求与土地利用一体化研究

### 2.3 研究内容

涉及以下6个子内容：

1、更加完善的数理统计理论基础

2、社会经济、交通及土地利用海量异构数据的获取、分析及处理

3、城市交通需求与土地利用复杂网络拓扑结构的建立



## 2、城市交通需求与土地利用一体化研究

### 2.3 研究内容

涉及以下6个子内容：

4、城市交通需求与土地利用复杂网络拓扑结构对交通拥堵的影响分析

5、城市交通需求与土地利用复杂网络级联失效分析

6、城市交通需求与土地利用复杂网络评价及优化



### 3、 结语

交通变革：多元与融合

城市交通感知、认知和洞察

探求城市交通运行本质、缓解交通问题





报告完毕，  
谢谢！