



# 第七讲 交通信号控制概论

## 信号交叉口车流特征

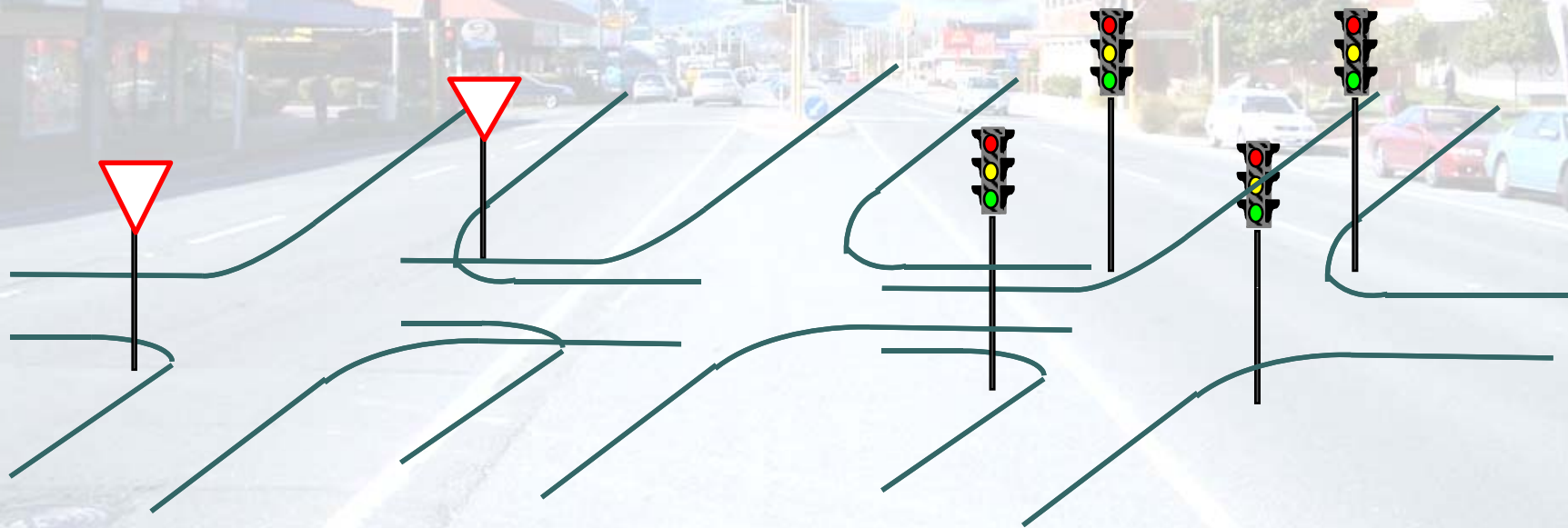
吴兵 李晔

同济大学交通运输工程学院

# 交叉口管理与控制的三种模式



- ◆ 模式一：全无控制
- ◆ 模式二：优先控制
- ◆ 模式三：信号灯控制



# 交通信号控制概念与目标



## ◆ 概念

依靠交通警察或采用交通信号控制设施，随交通变化特性来指挥车辆和行人的通行。

## ◆ 主要目标

使各类、各向交通有序、高效地通行。





# 交通信号

## ◆ 交通信号定义

道路上具有法定意义的指挥交通流通行或停止的光、声和手势等。

## ◆ 交通信号的作用

使相冲突的交通流实现在时间上的分离。

## ◆ 交通信号灯分类

- 基本
- 箭头
- 闪烁



## ◆ 交通信号灯含义

绿、黄、红



# 交通信号灯含义

- ◆ 《中华人民共和国道路交通安全法》

第三章第二十六条“交通信号灯由红灯、绿灯、黄灯组成。红灯表示禁止通行，绿灯表示准许通行，黄灯表示警示。”

- ◆ 《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》

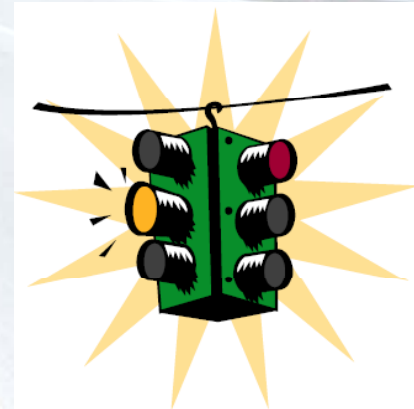
第四章第三十八条“机动车信号灯和非机动车信号灯表示：（一）绿灯亮时，准许车辆通行，但转弯的车辆不得妨碍放行的直行车辆、行人通行；（二）黄灯亮时，已越过停止线的车辆可以继续通行；（三）红灯亮时，禁止车辆通行。……”

# 交通信号控制的发展与展望

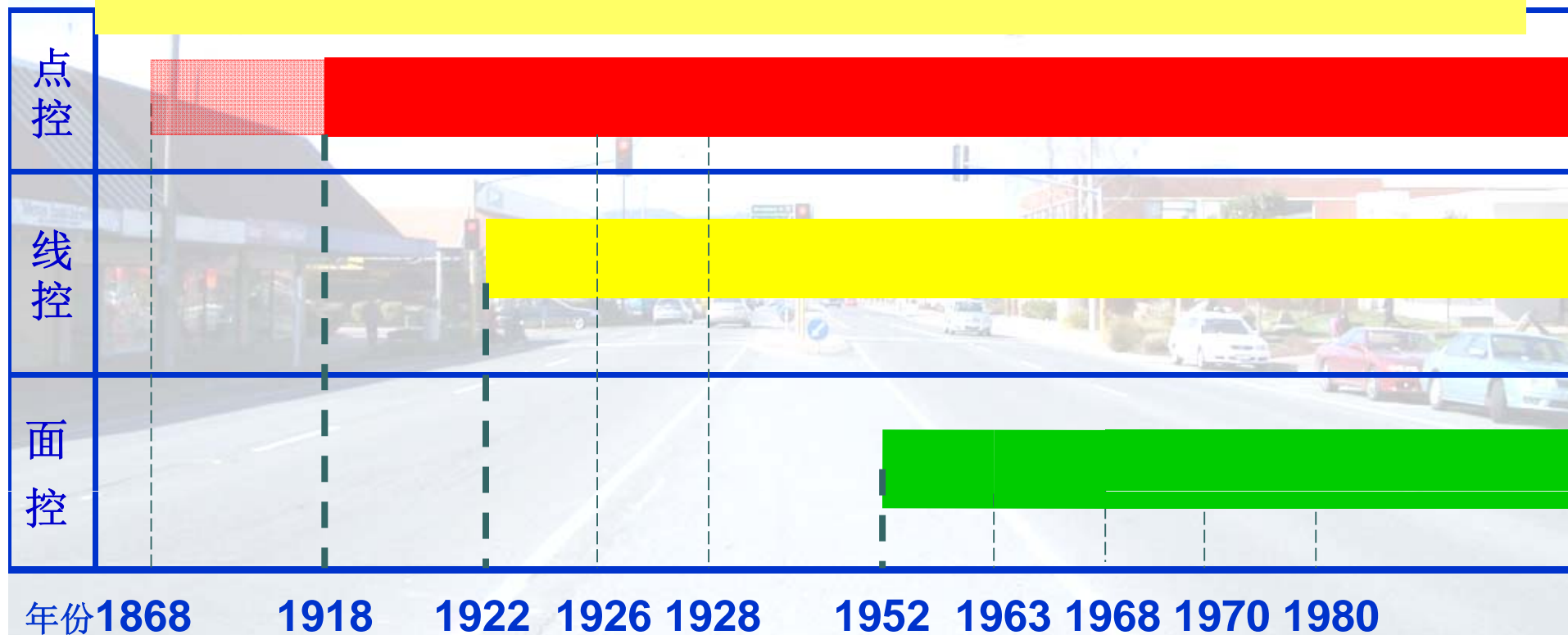


## ◆ 简要的历史回顾

- 孤立交叉口控制或点控制
- 干线交叉口协调控制或线控制
- 区域交叉口联动或面控制



# 1980年：英国，SCOOT，路网控制





# 我国交通控制技术的发展

- 20世纪70年代：研究定时和感应信号控制机
- 20世纪70年代末：实施自动控制和干线控制
- 20世纪80年代：微机处理控制、引进国外控制系统
- 20世纪90年代：研究开发自己的控制系统在南京实施



# 展望



点控制

线控制

面控制

智能车辆  
道路系统  
(IVHS)

智能交通控制  
(ITS)





# 设置信号灯之利

- 提供有序的交通运行
- 减少某些类型的交通事故频率（如右转车与行人冲突）
- 增加交叉口运行通行能力
- 可暂时中断重交通流以给其他类型交通通行
- 能为各个交叉口的联动协调运行提供保证
- 在需要交替分配行路权的交叉口，经济成本低于人工控制
- 行路权的分配使驾车人具有自信心



# 设置信号灯之弊

- 对于大多数交叉口，安装信号灯后会增加交叉口的车辆总延误、油耗，尤其是在非高峰期间
- 可能会增加某些类型的交通事故（如尾撞事故）
- 会增加过多的延误，并会降低这类信号的可信度
- 会引起额外的延误，并会引起驾车人的强烈不满

# 交通信号灯的设置依据

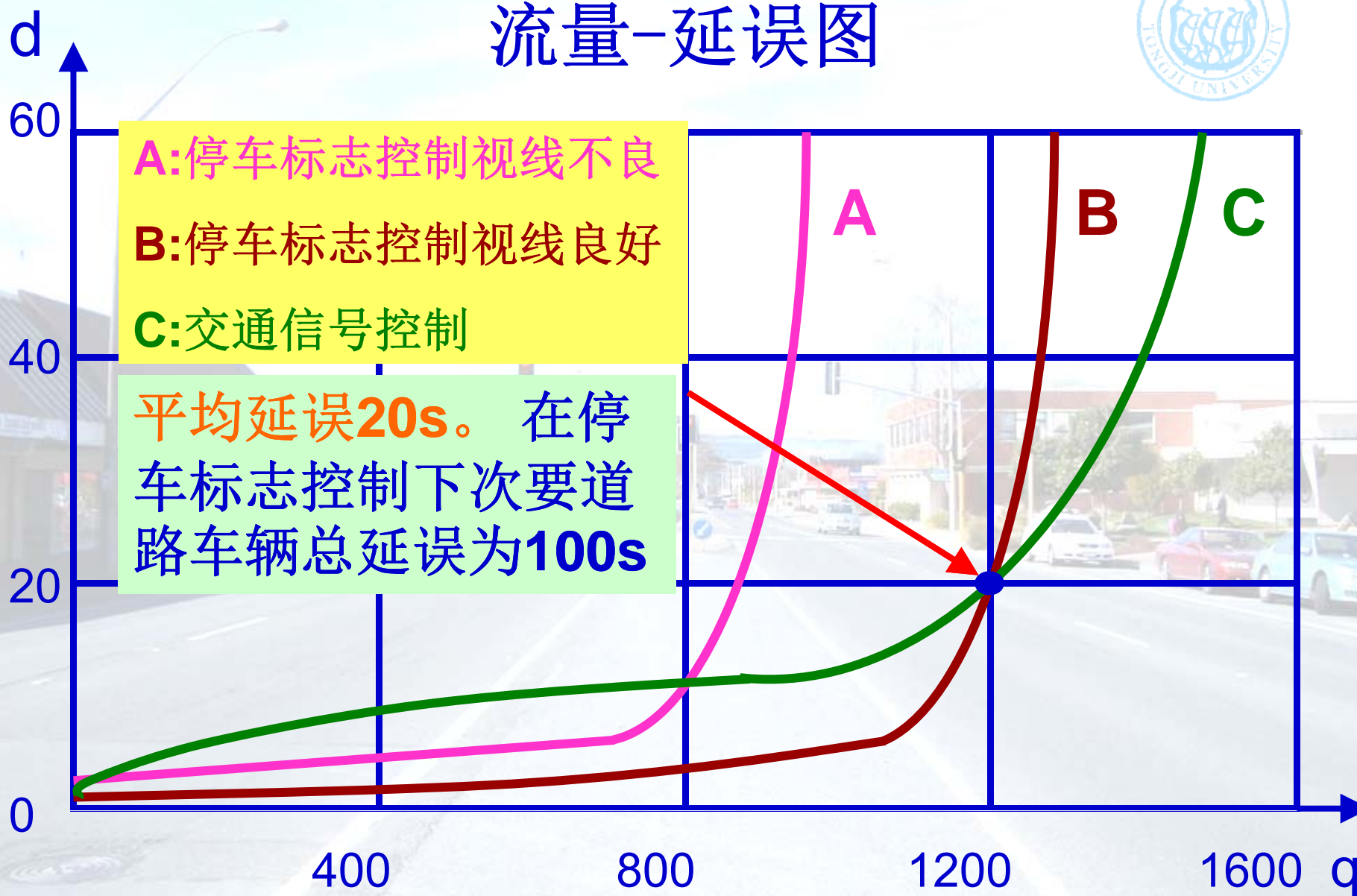


- ◆ 信号灯设置依据的理论分析
  - 停车控制交叉口的通行能力
  - 停车控制交叉口的延误

$$Q'_{\max} = \frac{Qe^{-q\tau}}{1 - e^{-qh}}$$



# 流量-延误图





# 信号灯设置依据——美国方法

- 8小时流量
- 4小时流量
- 高峰小时
- 学童过街
- 联动信号
- 事故记录
- 道路网络



# 信号灯设置依据——中国方法



- 高峰小时流量
- **12小时流量**
- 道路宽度
- 行人流量
- 车道信号灯的设置条件
- 在路段上设置信号灯的条件

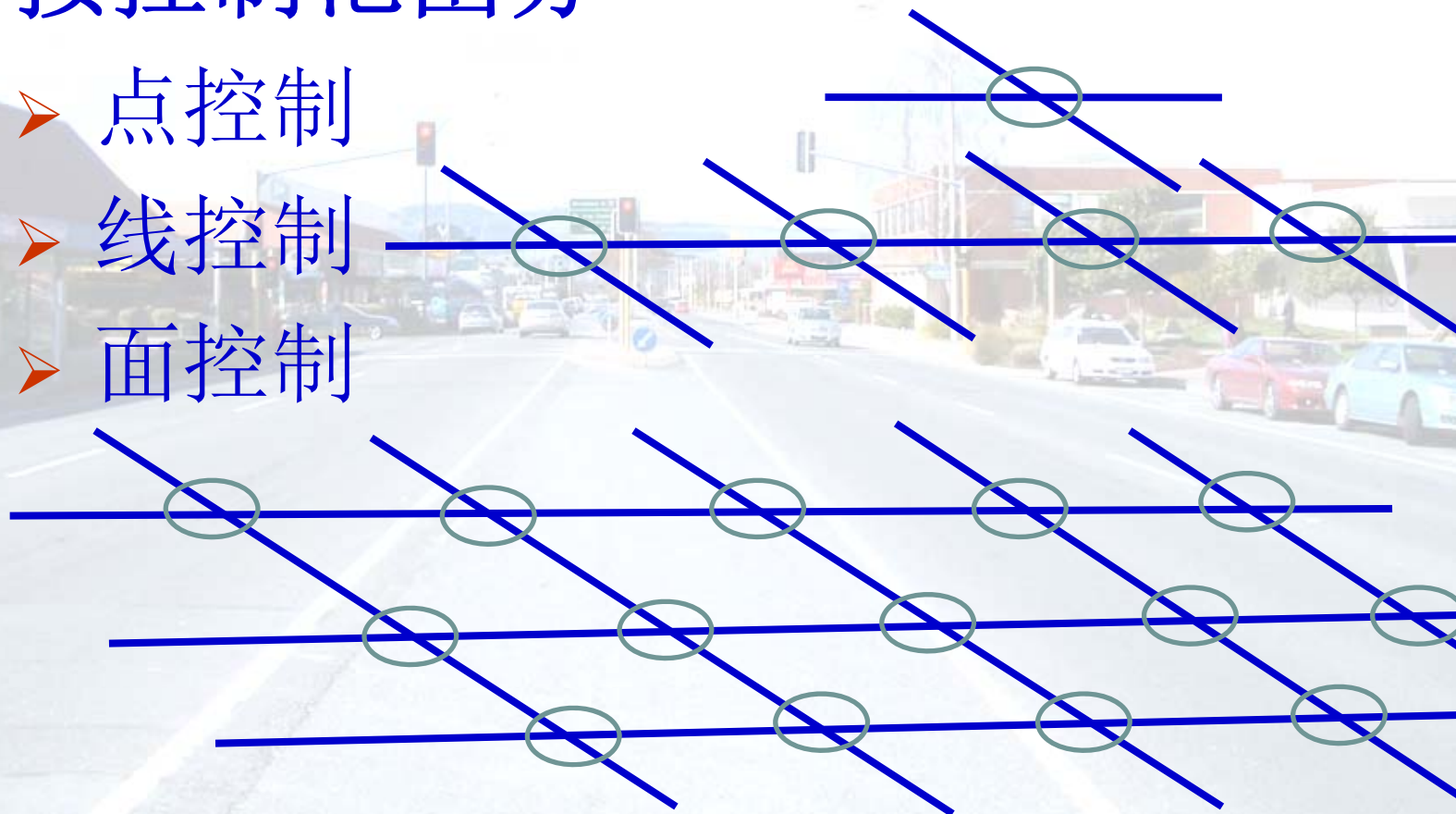




# 信号灯控制分类

## ◆ 按控制范围分

- 点控制
- 线控制
- 面控制







# 信号灯控制分类

## ◆按控制方法分

➤ 定时控制

➤ 感应控制

➤ 自适应控制





# 信号灯控制分类

## ◆按控制对象分

- 机动车
- 非机动车
- 行人





# 信号灯控制分类

## ◆ 按控制位置分

- 交叉口
- 车道
- 隧道
- 大桥
- 快速道路









# 国家规定

- ◆ 《中华人民共和国道路交通安全法》：

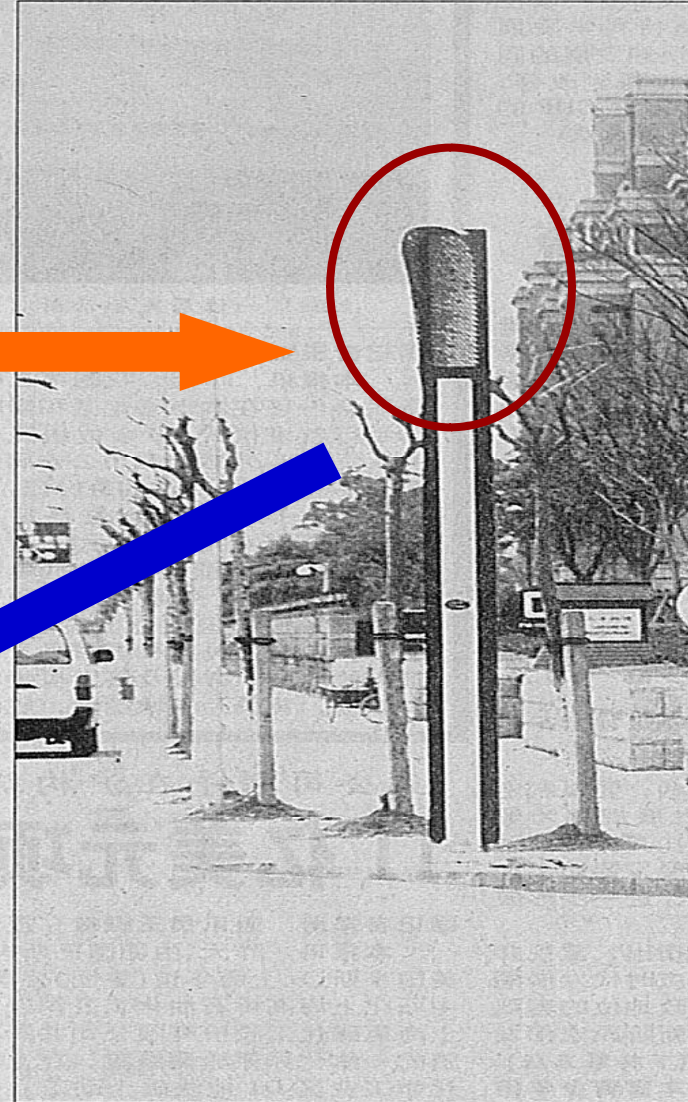
“全国实行统一的道路交通信号。……。交通信号灯、交通标志、交通标线的设置应当符合道路交通安全、畅通的要求和国家标准，并保持清晰、醒目、准确、完好。”
- ◆ 《**GB14887-2003**道路交通信号灯技术条件及测试方法》

“交通信号灯每组应由红、黄、绿三个几何位置分立之单元组成……。”

竖式整屏分段可视距离达 300 米

# 新型交通信号灯 现身金桥开发区

■ 通讯员丁宏奇 记者倪国和报道

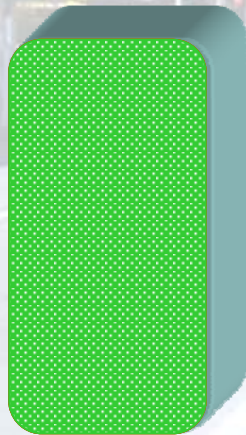


本报讯 在浦东金桥开发区黄杨路口，“冒”出了一种新型交通信号灯，它是一根竖式灯柱，绿灯转换成红灯时，整个显示屏绿色信号由下而上逐渐消失，红色则逐渐“填”满屏幕，而红灯转换成绿灯时，由下而上，黄色开始“侵入”红色，绿色随之显现，这就是本月 15 日投入使用的国产“竖式整屏分段信号灯”（左图）。

较之传统的红、绿、黄三色圆形信号灯，“醒目”是新型交通信号灯最大的特点，传统信号灯交替跳闪，单一信号发光界面只有 706.5 平方厘米，而新型竖式整屏分段信号灯由于采用整屏设计、分段使用，单一信号发光界面达到 1900.5 平方厘米，为传统信号灯的 2.69 倍，有效可视距离达到 300 米。

文汇报 2004.3.30

不符合国家标准的交通信号灯







# 天津市区交通信号灯



# 天津市区交通信号灯



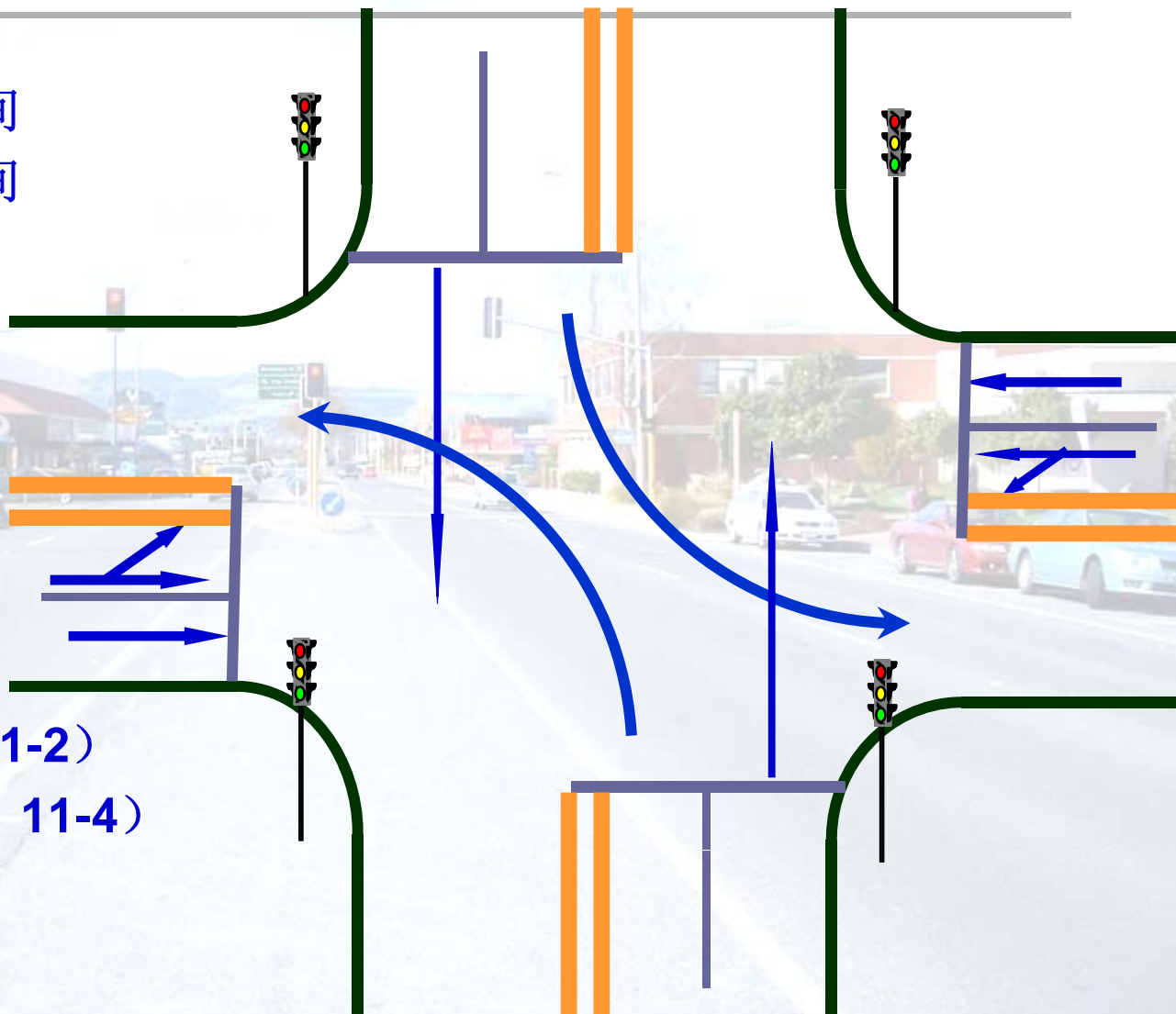


成都市区交通信号灯

# 信号控制交叉口信号运行基本特点



- ◆ (显示) 绿灯时间
- ◆ (显示) 红灯时间
- ◆ 黄灯时间
- ◆ 周期时间
- ◆ 信号相位
- ◆ 相位顺序
- ◆ 相位方案
- ◆ 相位分类
- ◆ 基本相位方案
- ◆ 信号配时图 (图11-2)
- ◆ 相位图 (图11-3、11-4)
- ◆ 左转车流

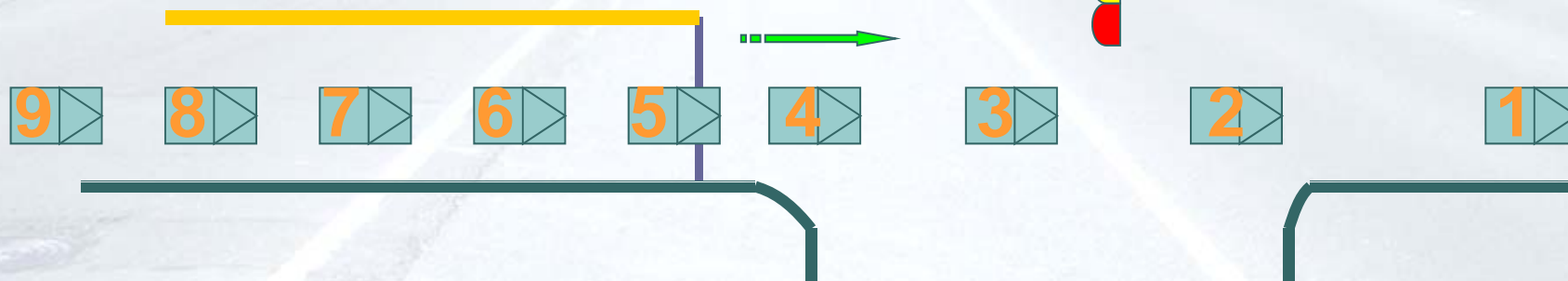




# 信号控制交叉口车流通行特点

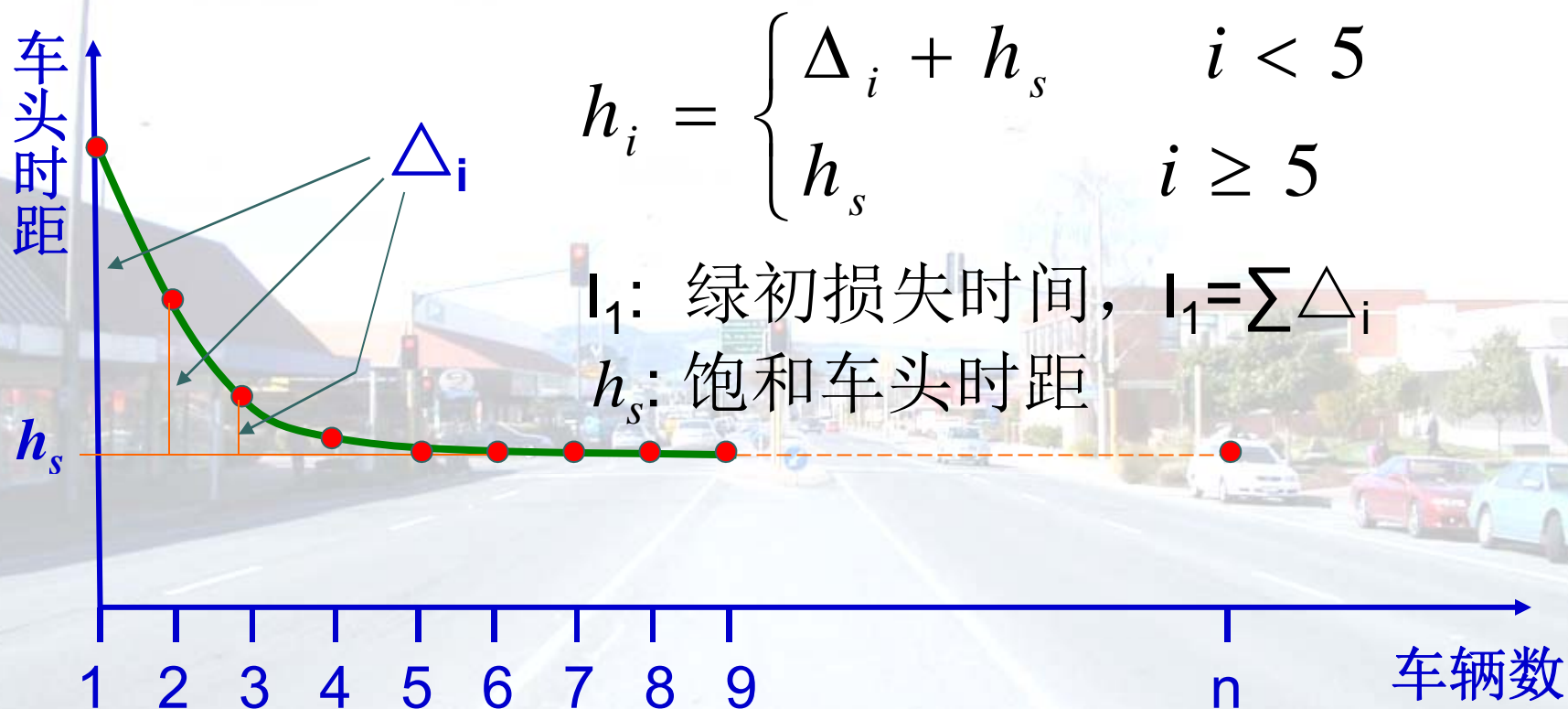
- ◆ 绿灯期间车流特征
- ◆ 流量图式
- ◆ 相关概念

绿灯初期  
车流特征





# 信号控制交叉口车流通行特点



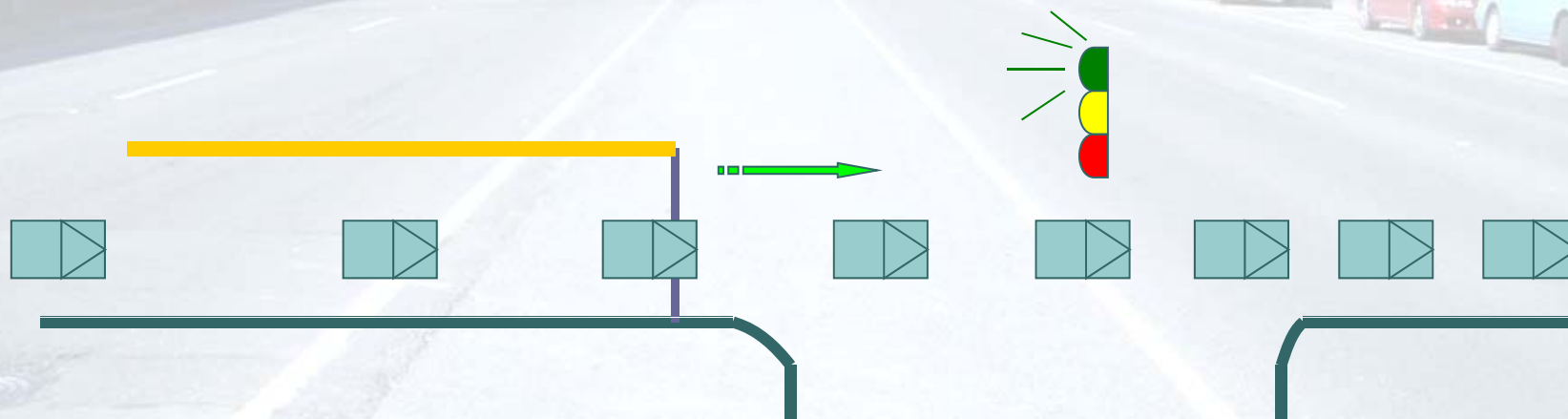


# 信号控制交叉口车流通行特点

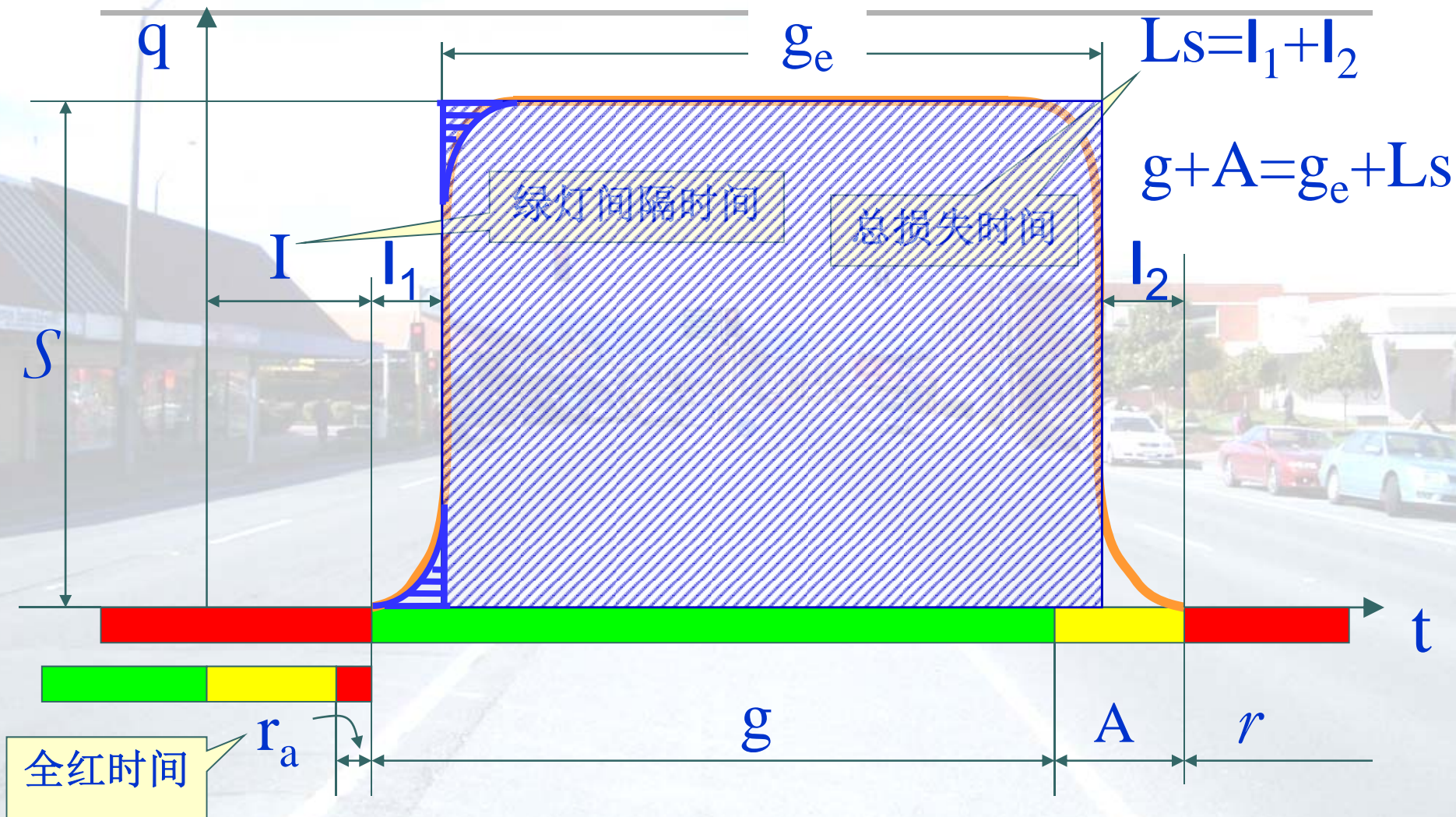
- ◆ 绿灯期间车流特征
- ◆ 流量图式
- ◆ 相关概念

$l_2$ : 绿末损失时间

绿灯末期  
车流特征



# 流量图式







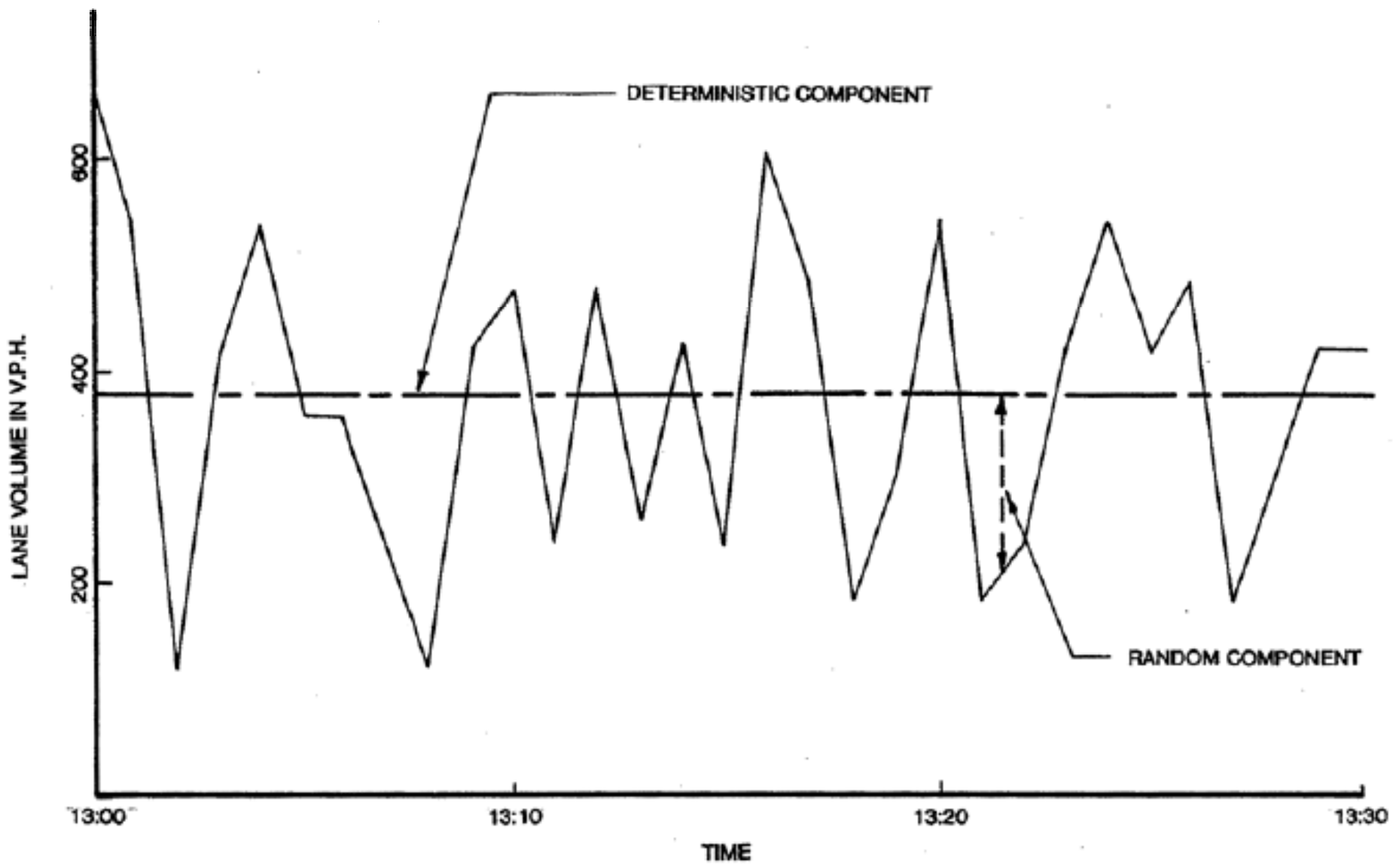
# 相关概念

- ◆ 流量（流率）
  - 到达流量（流率）
  - 设计流量（流率）
- ◆ 饱和流量
- ◆ 流量比（流率比）
- ◆ 有效绿灯时间
- ◆ 有效红灯时间
- ◆ 绿信比
- ◆ 通行能力
- ◆ 饱和度

**流量（q）**：每小时内车辆数，**veh/h**；

**流率（q）**：一定时间内车辆数，**veh/s**；

**到达流量（率）**：一定时间内实际到达交叉口的车辆数。





流量



时间

6 : 00    8 : 00    10 : 00    12 : 00    14 : 00    16 : 00    18 : 00    20 : 00



流量

$q_d$

时间

6 : 30

7 : 00

7 : 30

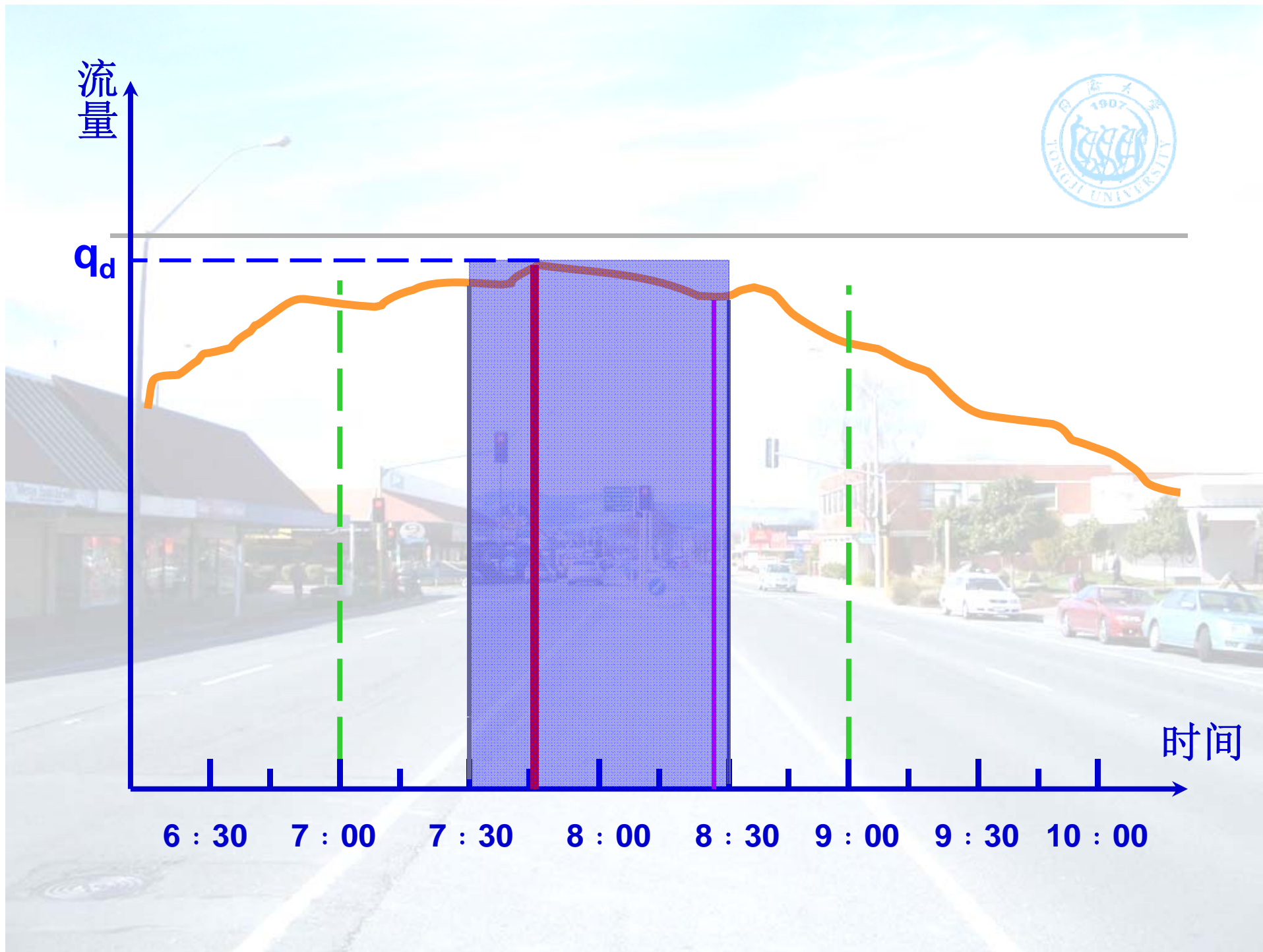
8 : 00

8 : 30

9 : 00

9 : 30

10 : 00





# 相关概念

- ◆ 流量（流率）
  - 到达流量（流率）
  - 设计流量（流率）
- ◆ 饱和流量
- ◆ 流量比（流率比）
- ◆ 有效绿灯时间
- ◆ 有效红灯时间
- ◆ 绿信比
- ◆ 通行能力
- ◆ 饱和度

**设计流量（ $q_d$ ）：**  
高峰小时中最大的  
**15分钟流率**扩算得  
到的小时流量。

**设计流率（ $q_d$ ）：**  
按设计流量换算的  
一定时间内的车辆  
数。



# 相关概念

- ◆ 流量（流率）
  - 到达流量（流率）
  - 设计流量（流率）
- ◆ 饱和流量
- ◆ 流量比（流率比）
- ◆ 有效绿灯时间
- ◆ 有效红灯时间
- ◆ 绿信比
- ◆ 通行能力
- ◆ 饱和度

**饱和流量（S）：**  
在一次连续的绿灯时间内，进口道上一系列连续车队能够通过进口道停止线的最大车辆数，  
**pcu/绿灯小时。**



# 相关概念

- ◆ 流量（流率）
  - 到达流量（流率）
  - 设计流量（流率）
- ◆ 饱和流量
- ◆ 流量比（流率比）
- ◆ 有效绿灯时间
- ◆ 有效红灯时间
- ◆ 绿信比
- ◆ 通行能力
- ◆ 饱和度

流量比（流率比）：

$$y = \frac{q}{S}$$



# 相关概念

- ◆ 流量（流率）
  - 到达流量（流率）
  - 设计流量（流率）
- ◆ 饱和流量
- ◆ 流量比（流率比）
- ◆ 有效绿灯时间
- ◆ 有效红灯时间
- ◆ 绿信比
- ◆ 通行能力
- ◆ 饱和度

有效绿灯时间:

$$g_e = g + A - Ls$$

有效红灯时间:

$$r_e = C - g_e$$





# 相关概念

- ◆ 流量（流率）
  - 到达流量（流率）
  - 设计流量（流率）
- ◆ 饱和流量
- ◆ 流量比（流率比）
- ◆ 有效绿灯时间
- ◆ 有效红灯时间
- ◆ 绿信比
- ◆ 通行能力
- ◆ 饱和度

绿信比：

$$\lambda = \frac{g_e}{C}$$



# 相关概念

- ◆ 流量（流率）
  - 到达流量（流率）
  - 设计流量（流率）
- ◆ 饱和流量
- ◆ 流量比（流率比）
- ◆ 有效绿灯时间
- ◆ 有效红灯时间
- ◆ 绿信比
- ◆ 通行能力
- ◆ 饱和度

通行能力：

$$CAP = \lambda S$$



# 相关概念

- ◆ 流量（流率）
  - 到达流量（流率）
  - 设计流量（流率）
- ◆ 饱和流量
- ◆ 流量比（流率比）
- ◆ 有效绿灯时间
- ◆ 有效红灯时间
- ◆ 绿信比
- ◆ 通行能力
- ◆ 饱和度

饱和度：

$$x = \frac{q}{CAP}$$