

低碳城市的智能交通系统
第四届国际可持续发展城市交通系统论坛 (上海)
暨轨道交通与城市发展研讨会



公共交通智能化的研究与应用

Advanced Public Transportation,
Research and Applications

李萌 副教授

清华大学 土木工程系

Meng Li, Associate Professor, Tsinghua
University

2011年11月5日



目录

1. 公交智能化系统概述 (Overview)
2. 公交智能化系统典型架构 (System Architecture)
3. 子系统介绍 (Introduction to sub-systems)
4. 总结和展望 (Summary)



城市交通所处的发展状态 (Status-quo)

- 纵身一跳的感觉
- 不同的阶段
 - 刚刚品尝“机动化”
 - 逐步习惯“机动化”
 - 恐怖的“机动化”
- 寻找可持续交通发展之路



“公交优先” 受到重视 (Transit Priority)



公共交通的问题 (Problems)

- 政策、法规
- 意识、理念
- 规划、建设
- **管理、服务**
 - 我国城市公交普遍存在公交运力不足;运营效率和准点率低, 候车时间过长;
 - 高峰时段过于拥挤, 乘坐舒适性差, 换乘不便;
 - 公交车辆安全事故频发



城市智能公交系统的发展 (Direction)

- 对一个城市的公共交通系统而言，今后不能再像以前那样单靠“增加车辆、增加人力”这样粗放经营的方法来提高运输能力和质量
- 城市公共交通系统必须从粗放型经营转为技术集约型管理，智能公交系统为这种转轨提供了机会



智能公交的内涵 (Concept)

- 利用智能化技术提高公共交通资源和能源利用效率，缓解交通拥堵，提升公交服务水平 and 吸引力，促进低碳交通出行



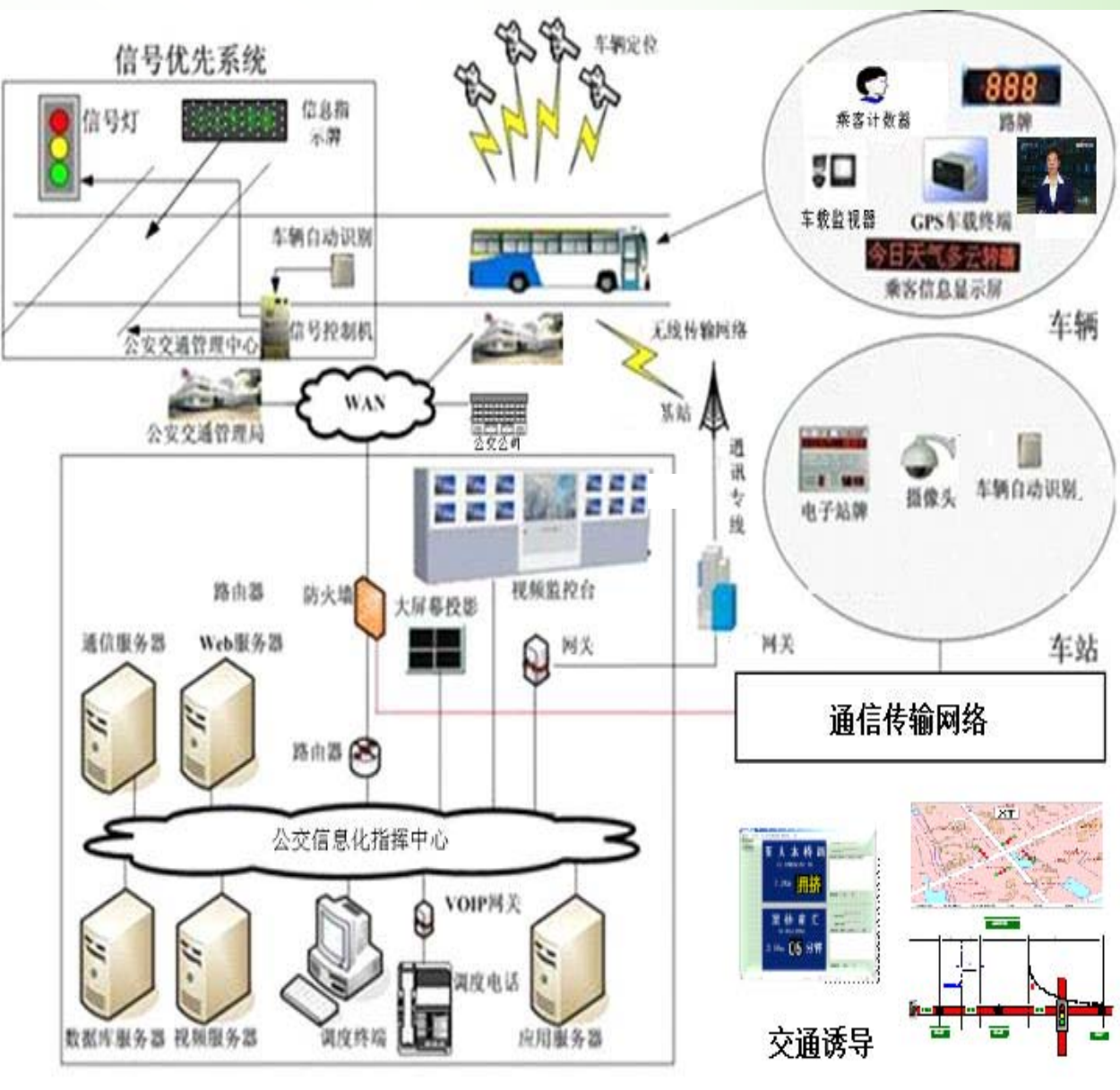
世界智能公交的发展 (Worldwide Development)

- 美国的“冰茶” (ISTEA) 法案 (1991)
- 欧洲基于通讯的智能化 (Telematics)
- 日本的VICS (1986)



公交智能化系统架构 (System Architecture)

公交智能化系统架构



- 公交信息化
 - 数据采集与融合
- 公交运营
 - 公交信号优先
 - 自动驾驶辅助公交
 - 公交车辆安全系统
- 公交管理
 - 公共交通智能调度
 - 公共交通智能场站管理
 - 公共交通智能信息服务
 - 电子客票系统¹
- 末端网络智能化
 - 共享自行车

公交数据采集与融合 (Data Collection)

公交数据采集与融合子系统采集的数据包括居民出行O-D数据、公交车辆定位数据、实时客流量、动态交通数据、站点间行程时间数据、公交车发车间隔、公交车到站时间数据等。



自动驾驶辅助公交 (Vehicle Automation)

- 磁轨技术

- 磁道钉的方式“铺设”地磁轨道
- 公交专用道上实现无人驾驶
- 自动车道保持与自动换道
- 精准停车



自动驾驶辅助公交 (Vehicle Automation)

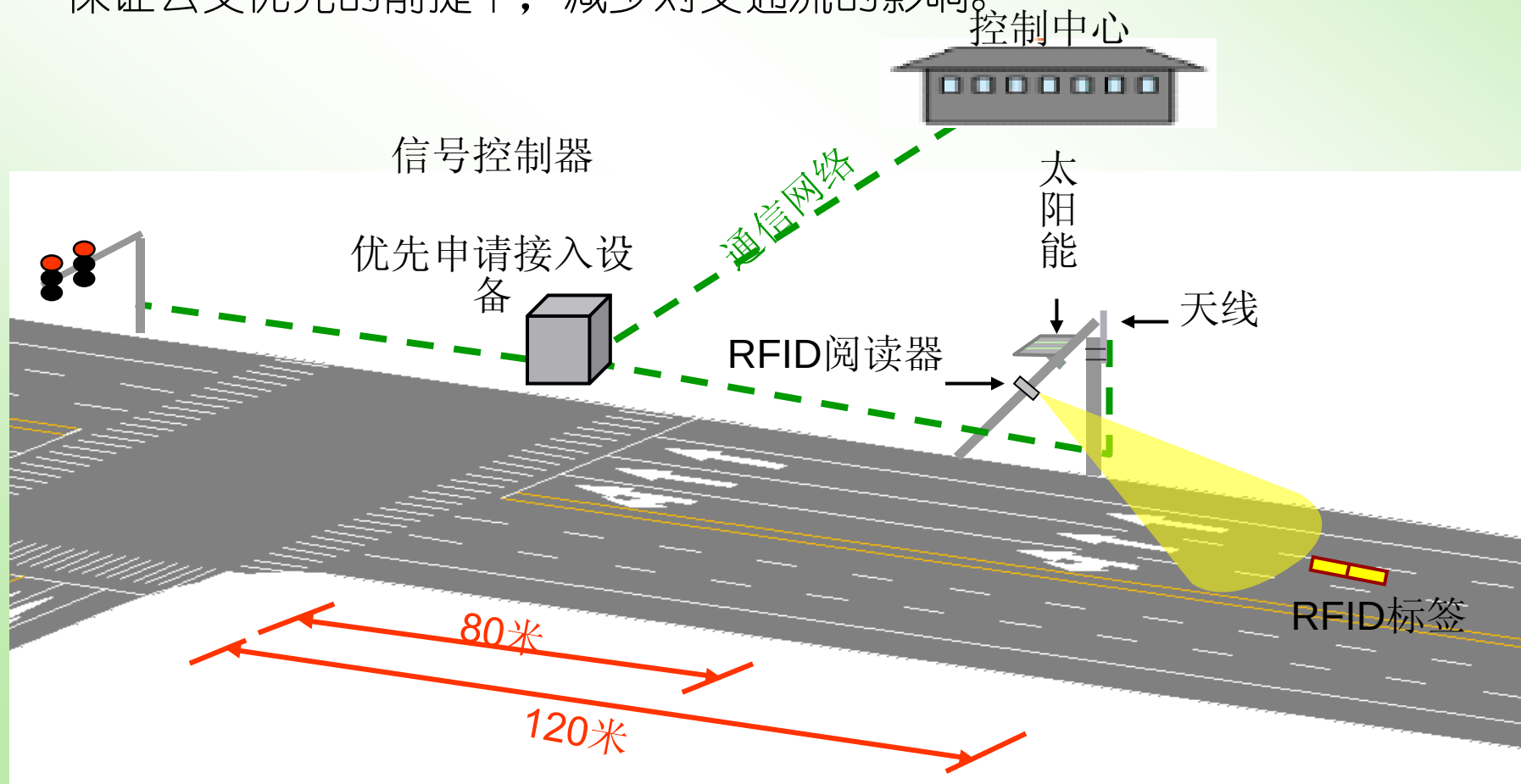


公交车辆安全辅助系统 (Safety Assistance)



公交信号优先 (Transit Signal Priority)

在公交车辆行驶到路口时，系统会根据车辆的延误以及载客量等信息决定是否对该车辆进行信号优先。信号优先将取决于相应的控制算法，在保证公交优先的前提下，减少对交通流的影响。



公交信号优先的路口设备实例



射频读卡器

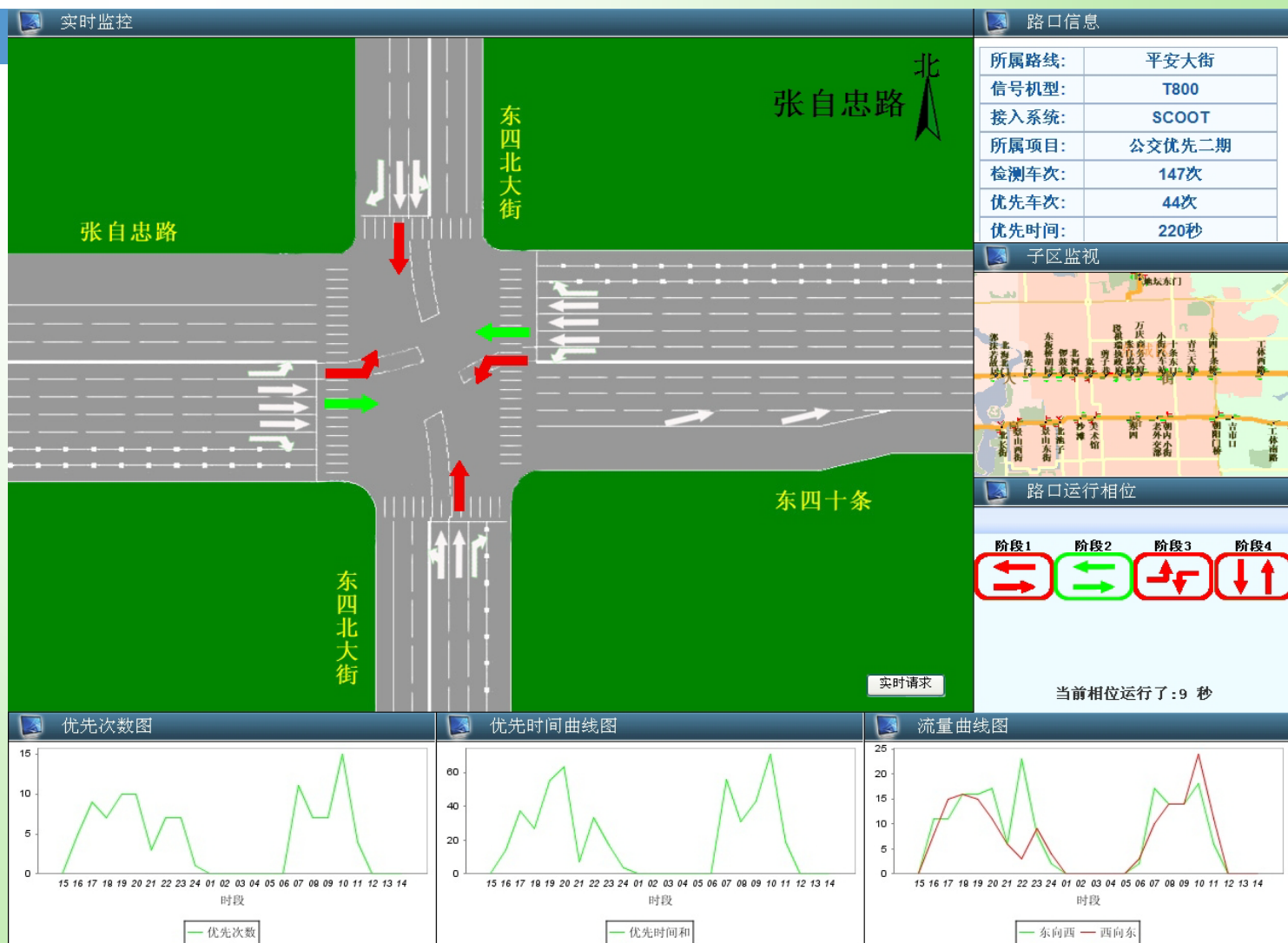
当绿灯快要结束时，检测到有公交车辆到达，信号机延长当前绿灯时间。

公交信号优先的车辆设备实例





单路口监视平台 (Monitoring System)



公交流量统计 (Volume Statistics)

公交流量报表

公交流量分析



旅行时间统计(Travel Time Statistics)

旅行时间报表图

旅行时间分析图



设备故障统计(System Failure Statistics)

北京公交优先监控平台

2011年5月19日 14:03:35

公交监控 设备管理 数据管理 决策分析

公交流量信息

公交流量报表

公交流量分析

公交旅行时间

旅行时间报表

旅行时间分析

公交请求信息

公交请求信息报表

公交优先时间报表

公交优先时间分类报表

公交请求信息查询

公交运行信息

公交信息查询

公交旅行时间查询

路口设备信息

路口设备信息统计

路口故障信息

通讯故障报表

检测器故障报表

控制器故障报表

设备供电故障报表

通讯故障信息报表

检 索

关 键 词 路线

关 键 字 南中轴路

开始日期 2011-05-19

结束日期 2011-05-19

统计时段 8点

至 12点

统 计

查 询 结 果

导出 Excel

序号	路口	时间	故障信息
1	天坛公园西门	2011-05-19 07:32.0	通讯故障
2	天坛公园西门	2011-05-19 09:07:01.0	通讯故障
3	天坛公园西门	2011-05-19 09:33:56.0	通讯故障
4	天坛公园西门	2011-05-19 10:08:37.0	通讯故障

共有4条数据

共1页 第1页 到第 页 Go

公共交通智能调度系统 (Dispatching System)



公共交通智能调度系统(Intelligent Dispatching System)

实时监控车辆的运行
轨迹和位置



模拟线路的运行轨迹、及
及时了解车辆的到站信息

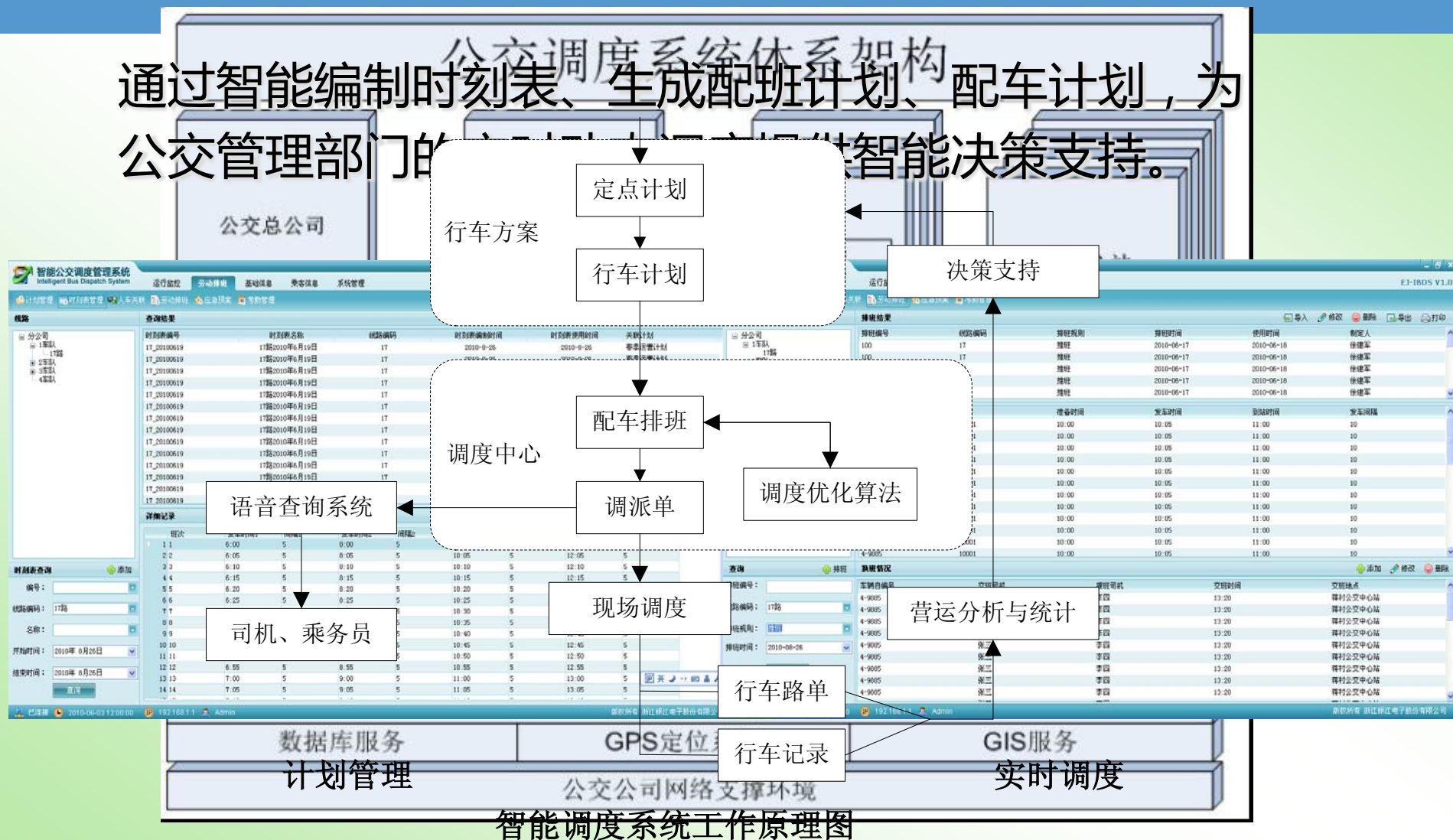


通过3G网络实时监控
车厢内状况



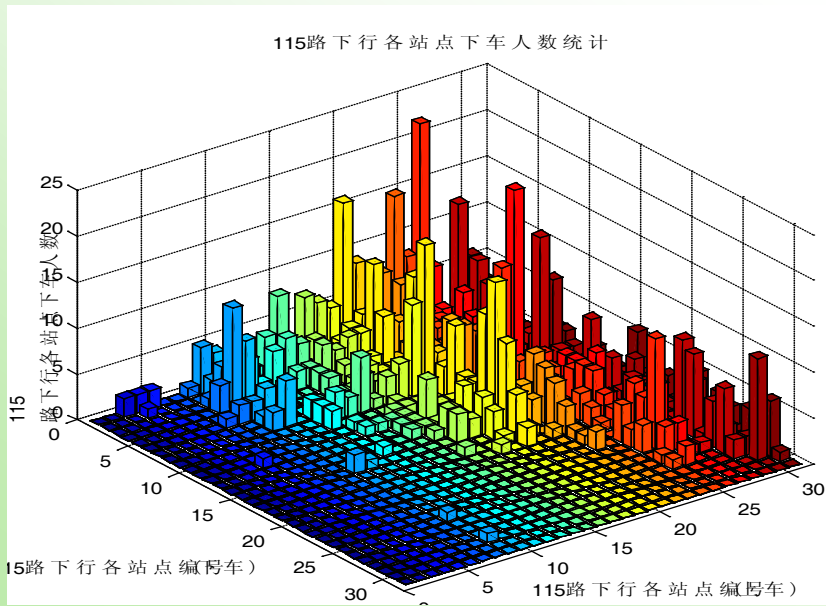
公共交通智能调度系统 (Dispatching System)

通过智能编制时刻表、生成配班计划、配车计划，为
公交管理部门的



公共交通智能调度系统(Dispatching System)

公交智能调度系统结合公交GPS智能调度软件、车载终端、电子站牌于一体，通过车载终端发送到调度中心的车辆GPS和状态信息，实现对公交营运车辆的动态监控，实现智能化调度，以使公交公司更好的分配车辆资源、节省人力资源，提高经济效益和社会效益。



司机每周劳动时间与配车配班

线路编号 1 行车表编号 82 配班表编号 1

计算每个司机一周内工作的具体时间，需要手动选择各个编号对应的司机

编号	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六	星期日	司机工号
1	上班	上班	上班	上班				1001 谭芳茗
2	上班	上班	上班	上班				1002 康超
3	上班	上班	上班	上班	上班			1003 杨婷
4	上班	上班	上班	上班	上班			1004 张衍儒
5	上班	上班	上班	上班	上班			1011 徐从娟
6	上班	上班	上班	上班	上班			1006 王晓鹏
7	上班	上班	上班	上班	上班			1007 杜瑶
8	上班	上班	上班	上班	上班			1013 杨茜
9	上班	上班	上班	上班	上班			1009 宋常霞
10		上班	上班	上班	上班			1010 刘军
11		上班	上班	上班	上班			1005 张丹丹
12		上班	上班	上班	上班	上班		1012 崔忠瑞
13		上班	上班	上班	上班	上班		1008 陈斌
14		上班	上班	上班	上班	上班		1014 陈晓军
15		上班	上班	上班	上班	上班		1015 王璐
16		上班	上班	上班	上班	上班		1016 李文

提交司机工号 配置完成

手动配置 自动配置 返回劳动强度配置



公共交通智能调度系统(Dispatching System)

导入调度计划

报表打印

按计划流水发车

停止自动发车

清空流水发车表

退出实时调度

计划流水发车

按首站显示

按末站显示

记录条数	线路编号	行车表编号	发车时间	发车站点	发车路牌	发车班次	司机编号	司机姓名
1	1	1	530	首	8	1	1043	
2	1	1	539	首	+3	1	1011	
3	1	1	548	首	13	1	1005	
4	1	1	557	首	14	1	1007	
5	1	1	605	首	1	3	1029	
6	1	1	610	首	2	3	1030	
7	1	1	615	首	3	3	1031	
8	1	1	620	首	4	3	1032	
9	1	1	625	首	+1	3	1012	
10	1	1	630	首	6	3	1034	
11	1	1	635	首	+2	3	1010	
12	1	1	640	首	7	3	1035	
13	1	1	645	首	8	3	1043	
14	1	1	650	首	9	3	1045	
15	1	1	655	首	10	3	1047	
16	1	1	700	首	+3	3	1011	
17	1	1	705	首	12	3	1003	

实际流水发车

按首站显示流水

按末站显示流水

记录条数	线路名	行车表编号	发车时间	发车地点	发车路牌	发车班次
1	1	1	529	末	1	
2	1	1	537	末	3	
3	1	1	543	末	4	
4	1	1	552	末	6	
5	1	1	596	末	+2	
6	1	1	607	末	8	
7	1	1	612	末	9	

车辆信息

车辆通讯调度

线路名

1

行车表编号

1

始发时间

607

始发车站

末

车辆号

1018

司机号

1043

司机姓名

王光燕

发车路牌

8

发车班次

2

即开班次

线路名

1

司机号

1011

行车表编号

司机姓名

刘德华

始发时间

发车路牌

始发车站

发车班次

车辆号

1005

增加发车

取消发车

在场车辆信息

按首站显示

按末站显示

序号	线路编号	行车表编号	发车时间	发车站点	发车路牌
187	1	1	530	末	1
188	1	1	538	末	3
189	1	1	545	末	4
190	1	1	553	末	6
191	1	1	600	末	+2
192	1	1	608	末	8
193	1	1	615	末	9
194	1	1	623	末	+3

实时信息区

行车表:1线路:1车辆号:1004司机编号:1029的3班次在605时刻

行车表:1线路:1车辆号:1005司机编号:1030的3班次在610时刻

行车表:1线路:1车辆号:1006司机编号:1031的3班次在615时刻

行车表:1线路:1车辆号:1009司机编号:1034的2班次在553时刻

行车表:1线路:1车辆号:1010司机编号:1010的2班次在600时刻

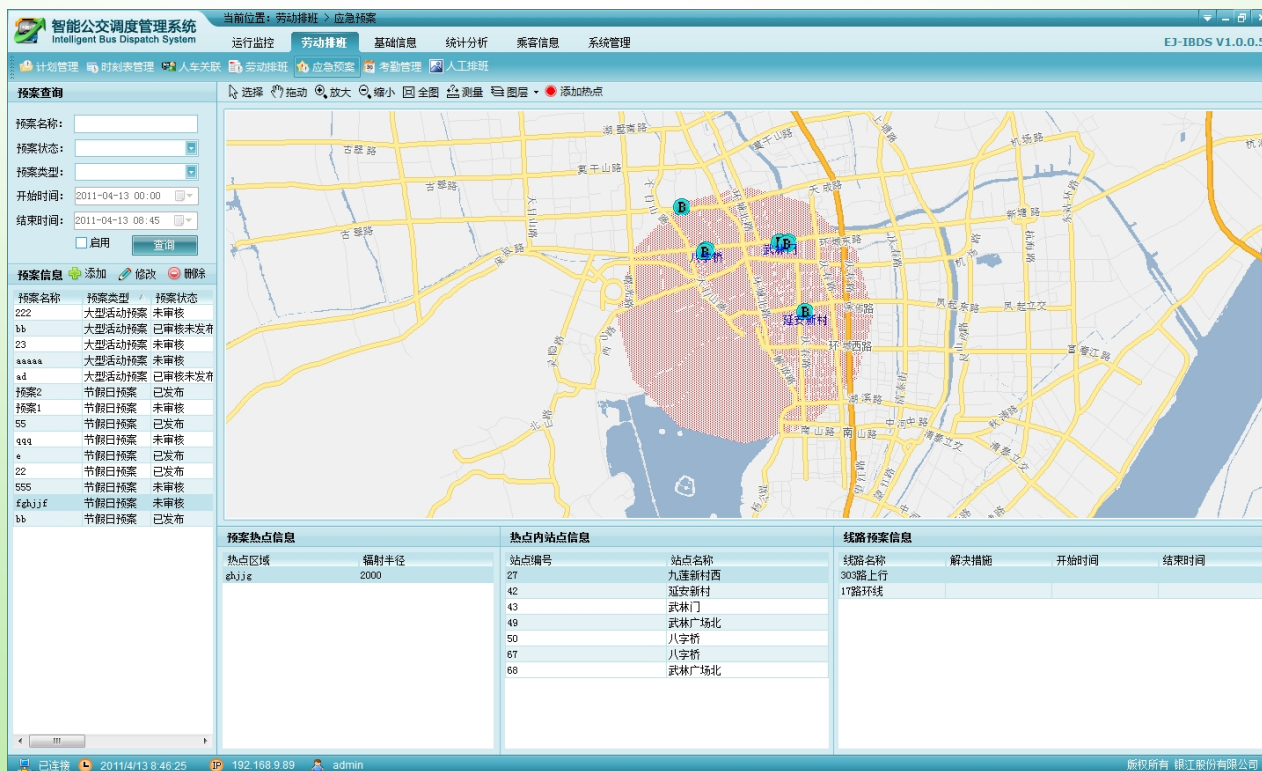
行车表:1线路:1车辆号:1018司机编号:1043的2班次在608时刻

行车表:1线路:1车辆号:1020司机编号:1045的2班次在615时刻

2009-10-23 16:29:55

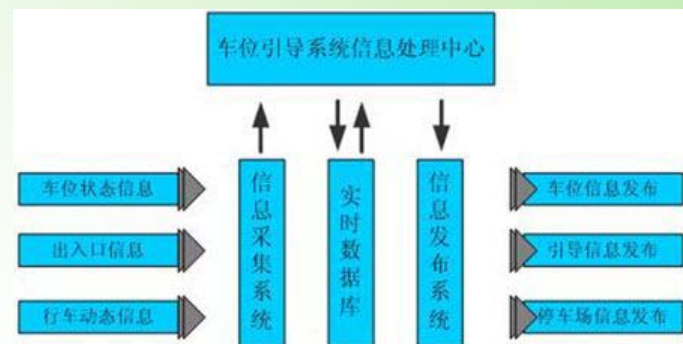
公共交通智能调度系统(Dispatching System)

对突发事件或者有预见性的活动进行管理和生成有效的解决方案（包括线路临时绕道行驶、修改车次时间以及临时增加线路等常见应急措施）

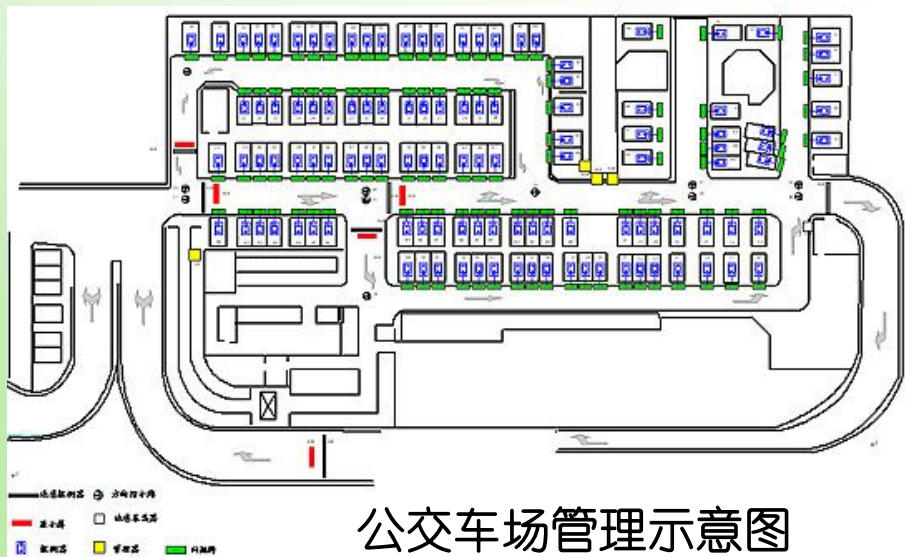


公共交通智能场站管理 (Maintenance Center)

- 自动记录车辆进出场站时间
- 可自动生成电子路单，减少调度人员手动工作的劳动强度
- 自动识别车辆的运营状态，方便调度人员掌握可运营车辆和运营车辆
- 自动识别进站的车辆，为车辆判断准确、合理的停车位置
- 自动统计可随时加入运营的在场车辆，方便调度人员快速做出调度决策



公交场站管理模块结构



RFID进站检测示意

公交绩效评价系统(Performance Measure)

该系统通过建立一套科学的评价公交系统的指标体系，通过采集的公交运营信息，对公交运营的经济效益、社会效益和服务水平等方面进行客观、公正的评价。

营运记录

姓名查询方志远线路3日期查询2009-10-19刷新打印页面设置表头设置退出

联合查询-姓名-日期

线路2开始日期2009-01-01至2009-11-27联合查询选择工作日期导入收入

油耗状况

日计定额用油0日计超欠用油0

累计定额用油0累计超欠用油0

线路	日期	姓名	车号	日收入	累计收入	汽油	柴油	燃气	累计油耗	日公里	累计公里	日百公里油耗	百公里总油耗	描述
3	2009-10-10	方志远	11055	¥0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	
	2009-10-12	方志远	11055	¥0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	
	2009-11-22	方志远	11055	¥0.00	500.00	0.00	0	0	700.00	0.00	800.00	0.000	87.500	
	2009-11-21	方志远	11055	¥0.00	500.00	0.00	0	0	700.00	0.00	800.00	0.000	87.500	
	2009-11-23	方志远	11055	¥0.00	500.00	0.00	0	0	700.00	0.00	800.00	0.000	87.500	
	2009-10-21	方志远	11055	¥200.00	500.00	200.00	0	200	700.00	200.00	800.00	200.000	87.500	
	2009-10-06	方志远	11055	¥0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	
	2009-10-20	方志远	11055	¥300.00	300.00	0.00	0	300	300.00	600.00	600.00	50.000	50.000	
	2009-10-18	方志远	11055	¥0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	
	2009-10-23	方志远	11055	¥0.00	500.00	0.00	0	0	700.00	0.00	800.00	0.000	87.500	
	2009-10-26	方志远	11055	¥0.00	500.00	0.00	0	0	700.00	0.00	800.00	0.000	87.500	
	2009-10-28	方志远	11055	¥0.00	500.00	0.00	0	0	700.00	0.00	800.00	0.000	87.500	
	2009-10-27	方志远	11055	¥0.00	500.00	0.00	0	0	700.00	0.00	800.00	0.000	87.500	
	2009-10-12	陶静	11052	¥0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	
	2009-10-10	陶静	11052	¥0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	
	2009-11-22	陶静	11052	¥0.00	700.00	0.00	0	0	1,100.00	0.00	1,000.00	0.000	110.000	
	2009-11-21	陶静	11052	¥0.00	700.00	0.00	0	0	1,100.00	0.00	1,000.00	0.000	110.000	
	2009-11-22	陶静	11052	¥0.00	700.00	0.00	0	0	1,100.00	0.00	1,000.00	0.000	110.000	

工资统计

线路总收入总燃气总柴油总汽油总油耗总公里

公共交通智能信息服务 (Information Service)

公交智能调度系统结合公交GPS智能调度软件、车载终端、电子站牌于一体,通过车载终端发送到调度中心的车辆GPS和状态信息,实现对公交营运车辆的动态监控,实现智能化调度,以使公交公司更好的分配车辆资源、节省人力资源,提高经济效益和社会效益。

666路 9:17 9:25

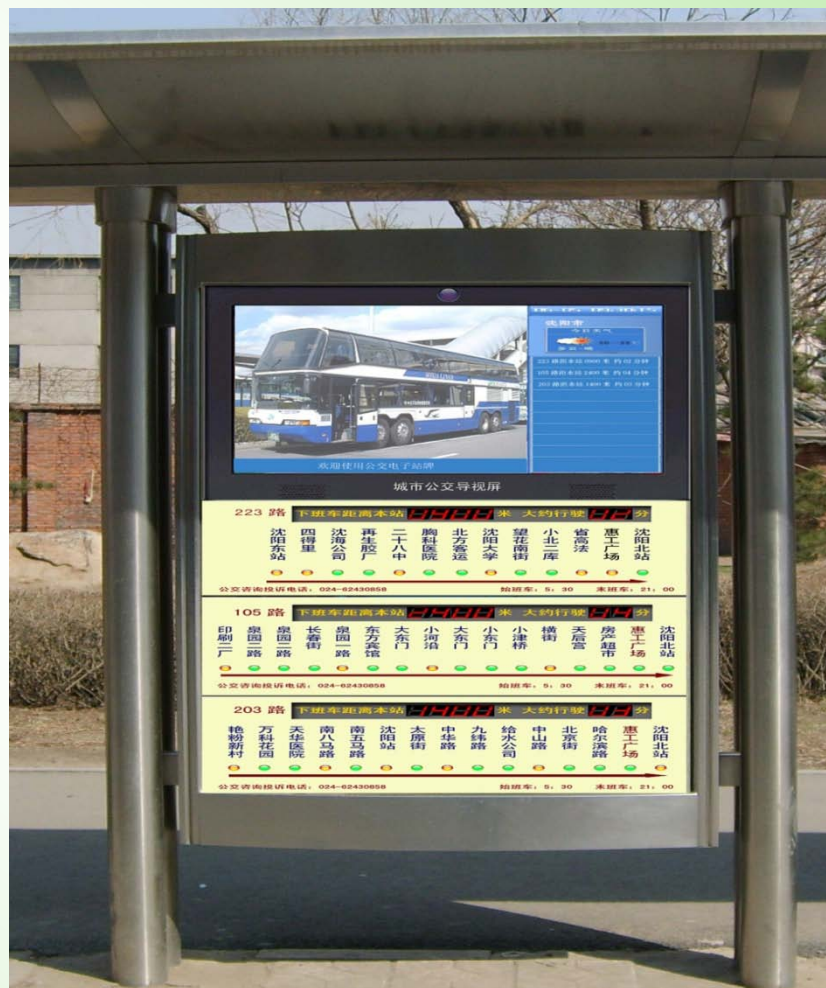
777路 9:19 9:28

K51路 9:35 9:55

和谐路北口路段受事故影响

668路延误12分钟 778路延误13分钟

889路延误12分钟 990路延误9分钟



公共交通智能信息服务 (Information Service)



和站点信息的查询



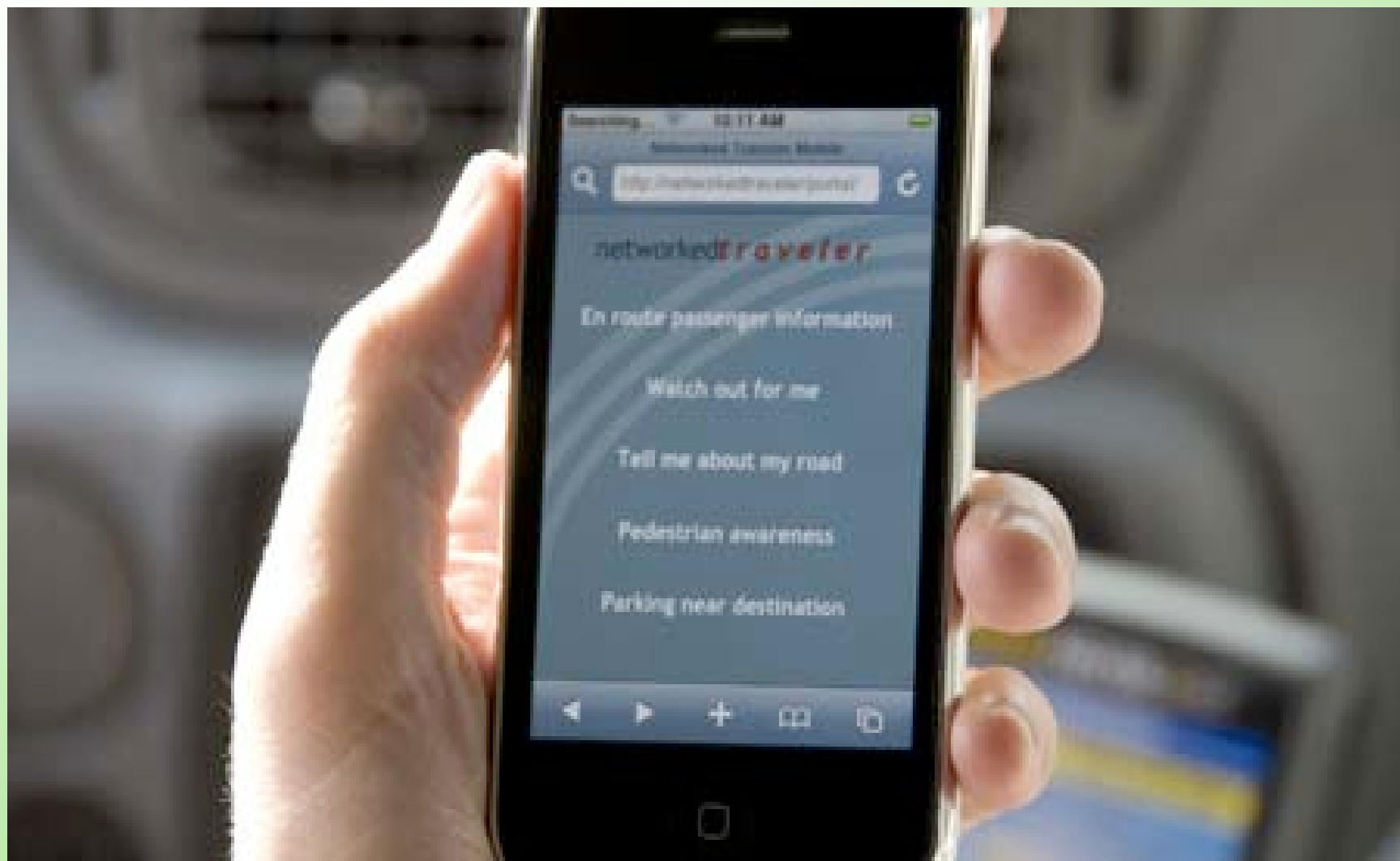
多媒体电子站牌



站台L



公共交通智能信息服务 (Information Service)



电子客票系统(Ticketing System)

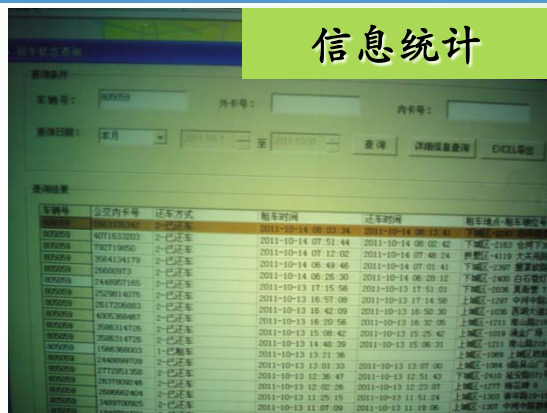
票价、政府补贴以及企业内部管理都是企业财务可持续运营中所必需考虑的重要因素。基于辅助决策支持系统，建立合理的票制票价政策，包括换乘优惠等，并通过公交公司的财务现状分析，提出改善建议。



共享自行车的智能化化管理 (Bike-Sharing)

- 借还信息处理
- 站点监控
- 车辆故障判别
- 站点系统故障判别
- 数据的统计分析
- 保持系统稳定

信息统计

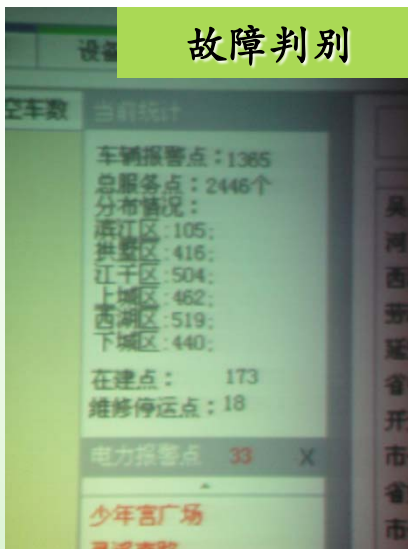


车辆号	公共自行车	还车方式	租车时间	还车时间	租车站点-还车站点
000001	4071633003	2-已还车	2011-10-14 07:51:44	2011-10-14 08:02:42	7-城站-2162 杭州火车东站
000002	782719050	2-已还车	2011-10-14 07:12:02	2011-10-14 07:40:24	8-城站-4119 文三路口
000003	564134179	2-已还车	2011-10-14 06:49:46	2011-10-14 07:01:41	7-城站-2267 德胜东路
000004	26600073	2-已还车	2011-10-14 06:26:30	2011-10-14 06:28:12	7-城站-2400 白石巷路口
000005	2449957185	2-已还车	2011-10-13 17:15:56	2011-10-13 17:51:01	7-城站-2026 莫干山路
000006	2529614075	2-已还车	2011-10-13 16:57:06	2011-10-13 17:14:50	上城站-1297 中河中路
000007	2817200003	2-已还车	2011-10-13 16:42:09	2011-10-13 16:50:30	上城站-1006 西湖大道
000008	4005360487	2-已还车	2011-10-13 16:20:56	2011-10-13 16:30:05	上城站-1211 莫干山路
000009	5596314726	2-已还车	2011-10-13 15:08:42	2011-10-13 15:25:42	上城站-1019 莫干山路
000010	2568214726	2-已还车	2011-10-13 14:40:39	2011-10-13 15:06:31	上城站-1211 莫干山路
000011	1564360003	2-已还车	2011-10-13 13:21:36	2011-10-13 13:07:00	上城站-1088 莫干山路
000012	1440090709	2-已还车	2011-10-13 12:31:33	2011-10-13 12:07:00	上城站-1084 莫干山路
000013	277291386	2-已还车	2011-10-13 12:26:47	2011-10-13 12:51:43	上城站-2410 莫干山路
000014	2637000446	2-已还车	2011-10-13 12:22:07	2011-10-13 12:22:07	上城站-1277 莫干山路
000015	2696624024	2-已还车	2011-10-13 11:25:15	2011-10-13 11:51:24	上城站-1303 莫干山路
000016	3400000005	2-已还车	2011-10-13 11:07:09	2011-10-13 11:18:06	上城站-1303 莫干山路

站点监控



故障判别



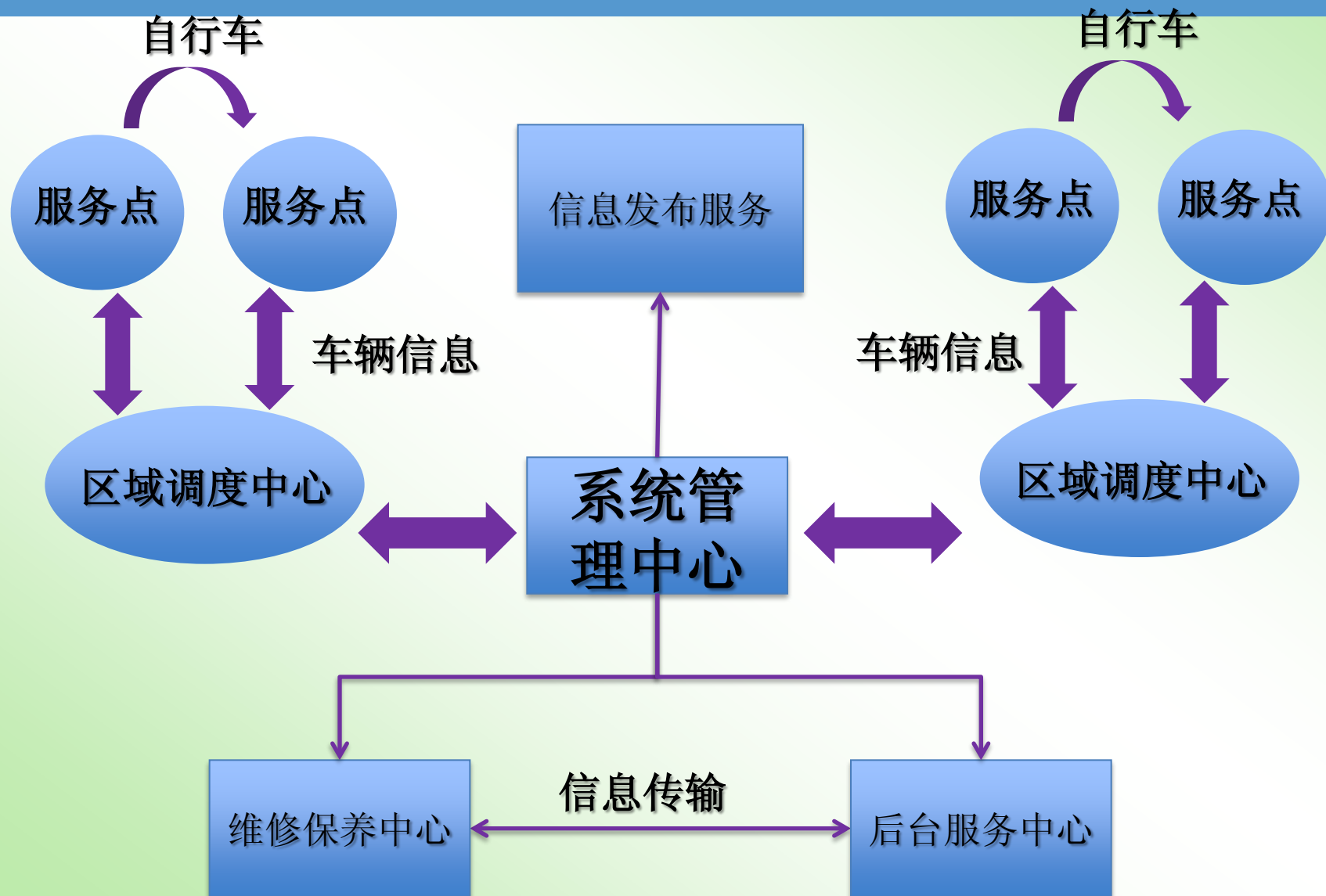
设备	当前统计
车辆报警点	1365
总服务点	2446个
分布情况	
滨江区	105
拱墅区	416
江干区	504
上城区	462
西湖区	519
下城区	440
在建点	173
维修停运点	18
电力报警点	33

信息处理系统



所属区域	拱墅区
网点状态	退出
网点地址	登达路38号东侧
车位数量	21
联系电话	
IP地址	10.1.61.195
报警上限	80%
报警下限	20%
当前可租车	0辆 (0%)
最新数据采集时间	2010-10-5 16:01:28

系统框架设计(System Architecture)



自行车车辆技术(Bike Technology)

车辆是在使用过程中直接与用户接触的设备，其性能直接影响使用者对整个系统的评价及信心，影响市民对公共自行车选择。通过对出行行为的影响进而影响到系统是否有利于交通结构的改变。



租赁终端技术(Renting Machines)



桩式



横杠式



闸机

式停靠设备

总结和展望 (Summary)

- 发展公共交通是城市交通可持续发展的必然途径
- 智能技术是提高公交运营效率、服务水平和吸引力的关键
- 先进的无线通讯技术、计算机技术、检测技术和车路协同技术将推动智能公交技术不断向前发展





谢谢!

Thank You

李萌 副教授
清华大学 土木工程系
Meng Li, Associate Professor
Tsinghua University
联系方式 Contact:
mengli@tsinghua.edu.cn
15601295508

