



《交通管理与控制》课程设计报告书

题目：八宝街-东城根下街平面交叉口
交通仿真与信号配时优化

团队成员：王倩妮 (2015112956)

施展华 (2015113039)

王文杰 (2015112936)

马梓航 (2015112987)

专 业：交通工程

任课教师：孙湛博

2018年6月27日

目录

一、 八宝街-东城根下街平面交叉口概况	1
二、 技术路线.....	2
三、 实地调查内容.....	2
3.1 交叉口几何特征.....	3
3.1.1 调查方法.....	3
3.1.2 调查结果.....	3
3.2 交叉口基本参数.....	8
3.2.1 调查方法.....	8
3.2.2 调查结果.....	8
3.3 交叉口机动车交通量及排队长度.....	11
3.3.1 调查与计算方法.....	11
3.3.2 调查与计算结果.....	12
3.4 交叉口信号配时方案.....	15
3.4.1 调查方法.....	15
3.4.2 调查结果.....	16
3.5 行人与非机动车过街方式.....	17
3.5.1 调查方法.....	17
3.5.2 调查结果.....	17
四、 交叉口交通现状的 Synchro 仿真	18
4.1 Synchro 仿真建立过程	18
4.2 仿真模型标定.....	19
4.2.1 初始参数.....	19
4.2.2 参数调整.....	20
4.3 交叉口延迟与服务水平分析.....	20
五、 交叉口参数计算.....	21
5.1 交叉口延误计算.....	21
5.1.1 进口道直行左转方向延误计算.....	21
5.1.2 进口道右转方向延误计算.....	23
5.1.3 交叉口总延误计算.....	23
5.2 手算结果与 Synchro 仿真结果比较	24
六、 交叉口交通现状的 Vissim 仿真	25
6.1 Vissim 仿真系统介绍	25

6.2 Vissim 仿真建立过程	26
6.2.1 Vissim 交叉口仿真步骤	26
6.2.2 路网建模.....	26
6.2.3 仿真参数设置.....	27
6.2.4 数据检测器设置.....	28
6.2.5 仿真评估设置.....	28
6.3 现状仿真结果与分析.....	29
七、 利用 Synchro 进行信号配时优化	30
7.1 信号配时优化过程.....	31
7.2 信号配时优化结果.....	31
7.3 优化前后交通状态比较分析.....	31
7.3.1 优化后的交叉口延误和服务水平.....	31
7.3.2 比较分析.....	32
八、 利用 Vissim 仿真优化后交叉口方案	32
8.1 参数调整.....	32
8.2 优化仿真结果与分析.....	33
九、 综合分析.....	34
9.1 渠化设计.....	34
9.2 信号控制方案.....	37
附录.....	39
分工表格.....	39
个人简要报告.....	39

一、八宝街-东城根下街平面交叉口概况

八宝街-东城根下街平面交叉口位于四川省成都市青羊区，为成都市一环区域，交叉口位于成都市中心区与老城区，高峰时段承载着较大的交通压力。该交叉口为四路交叉口，其交叉形式为“X”形交叉。交叉口区域内采用安全岛的渠化方式，并采用信号控制的方式进行交通管制。交叉口东西路段为八宝街，北连万和路，南连东城根下街，提高该交叉口的通行效率，对于解决中心城区，特别是西大街通往人民中路一段在高峰时段的缓行问题有着重要作用。

该交叉口范围内有国信广场、八宝广场、成都建工、九龙宾馆等建筑区域，成都第三人民医院、家乐福、远东百货、百盛购物等人员密集区也与该交叉口距离较近。万和路方向有一下穿隧道。出行者可乘坐 4 路、7 路、37 路、56a 路、56 路、09 路、夜间 10 路、夜间 5 路到达位于交叉口西的八宝街站，乘坐 7 路、54 路、57 路、70 路到达位于交叉口北的万和路站，乘坐 5 路、54 路、57 路到达位于交叉口南的八宝街站，乘坐 5 路、37 路、56a 路、56 路、夜间 10 路到达位于交叉口东的青龙街三医院站。乘坐 1 号线或 4 号线到达骡马市站后步行约 1km 也可到达该交叉口。



图 1.1 八宝街-东城根下街交叉口(来源: Google Earth)



图 1.2 八宝街-东城根下街交叉口实景

二、技术路线

小组将按照如下图所示的思路，将工作分为前期、中期、后期三个阶段开展，分工合作完成，以尽可能达到交叉口优化后安全、通畅、效率、有序、便捷、环保的目标。并在这一过程中最大限度发挥小组每位成员的优势，充分锻炼各类能力。

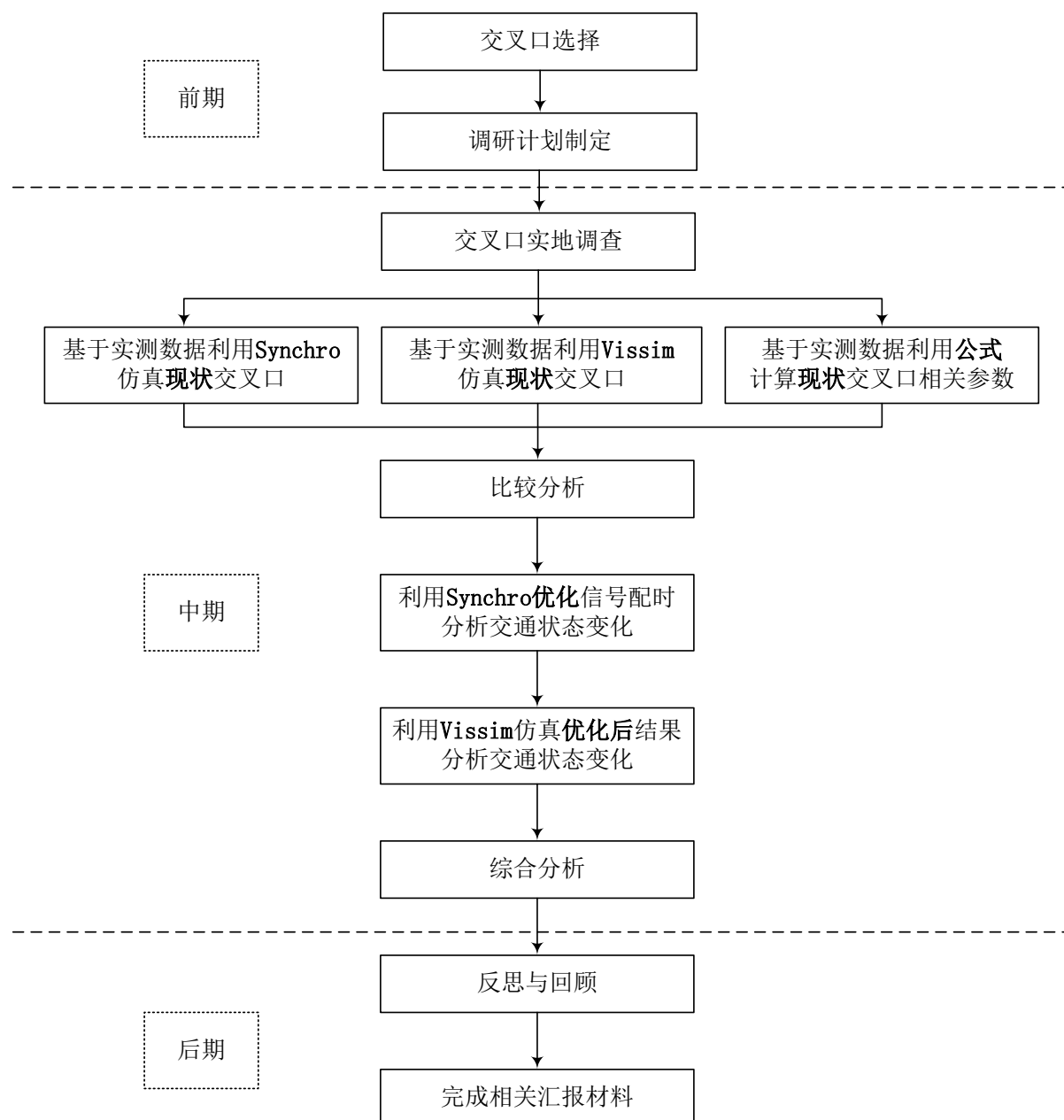


图 2.1 课程设计实施技术路线图

三、实地调查内容

小组成员利用百度街景了解成都市各交叉口设计，并结合百度地图的拥堵路段可视化数据，经过多次筛选，选择八宝街-东城根下街交叉口作为研究对象。实地调查前，小组成员拟定详细的调查计划，确定需要调查的各项参数并查阅相关资料获取参数测定

方法，并进行分工。在实地调查过程中，主要获取交叉口

- 几何特征参数（交叉形式、道路尺寸、车道宽度、车道划分、渠化形式）
- 交叉口标志标线参数（道路限速、标志、标线、分隔）
- 机动车交通量及排队参数（各方向 15min 交通量、车型分类、排队车辆数、排队长度）
- 信号配时参数（机动车信号配时方案、信号灯杆摆放、可变信息板）

各参数的调查方法及调查结果如下所述。

3.1 交叉口几何特征

3.1.1 调查方法

针对交叉口的几何特征，小组成员主要采用卫星地图比例尺推算、现场测距 APP 测量、脚步丈量等方式确定道路长度、宽度等参数；采用实地观测记录的方式确定交叉形式、功能划分、渠化形式等参数；采用结合相关标准、规范合理预估的方式确定转弯半径、红线宽度等参数。

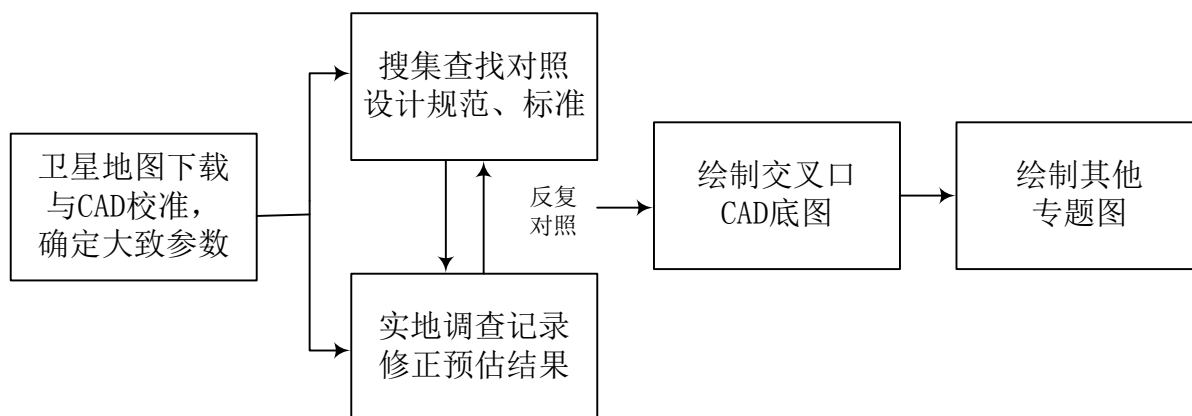


图 3.1 几何特征确定过程

在几何特征确定的过程中主要参照《城市道路交叉口规划规范(GB50647-2011)》、《城市道路交叉口设计规程(CJJ152-2010)》、《城市道路交通规划设计规范(GB 50220-95)》。

3.1.2 调查结果

● 交叉形式

八宝街-东城根下街交叉口为四路交叉口，按几何形状可归类为 X 形交叉口，锐角夹角约为 60° ，呈中心对称分布。交叉口按交通组织方式分类为平 A₁ 类信号控制交叉口，即使用交通信号灯与可变信息板组织指挥相冲突的交通流的运行次序，并在进口道进行展宽。



图 3.2 交叉口形式示意图

展宽方式在 A 路段（八宝街西）采用中心线偏移的方式进行展宽；B 路段（万和路）采用中心线偏移的方式进行展宽；C 路段（八宝街东）未进行展宽；D 路段（东城根下街）采用去除中央分隔带的方式进行展宽。



图 3.3 八宝街(西)中心线偏移展宽



图 3.4 万和路中心线偏移展宽



图 3.5 八宝街(东)未进行展宽



图 3.6 东城根下街去除中央分隔带展宽

● 道路尺寸

经大致测量与预估，与交叉口相连的各条道路的尺寸如下表所示，道路宽度包含了车行道、分隔设施、非机动车道、人行道，由于无法获取规划建设的一手资料，因此该尺寸与实际状况间可能存在一定差异。

表 3.1 道路尺寸表

编号	路段名称	道路宽度(m)	与上游交叉口距离(m)
A	八宝街(西)	51.7	265

B	万和路	42.6	220(下穿)
C	八宝街(东)	48.5	190
D	东城根下街	45.8	252

● 车道宽度

通过现场使用测距 APP 进行测量，与交叉口相连的各路段普通车道宽度取 3.0m，部分特别困难、用地受限的车道宽度取 2.80m，公交专用道宽度取 4.0m，非机动车道宽度取 3.0m，人行道宽度取 8.0m。各路段具体取值见表 3.2 所示：

此外，经估测，中央分隔栏宽度取 0.3m，绿化类机非分隔带宽度取 0.5m，机非分隔栏类机非分隔带宽度取 0.3m。

● 车道划分

与交叉口相连接的各路段上的各车道承担着不同的功能。车道的功能划分主要与通过该交叉口的不同方向的车流量有关。在确定车道功能前应进行交通调查，并参照流量规模，确定车道划分状况(划分条数、每条车道宽度)，在左转、右转流量达到一定水平时，应设置左转、右转专用道。

表 3.2 车道参数表

路段名称	车道名称	车道宽度(m)	车道功能
A 路段八宝街(西)	人行道进口道方向	8.0	行人通行
	非机动车道进口道方向	3.0	非机动车通行
	进口道 1	4.0	公交车直右；普通车右转
	进口道 2	3.0	直行
	进口道 3	3.0	直行
	进口道 4	3.0	直行
	进口道 5	3.0	左转与左转掉头
	人行道出口道方向	8.0	行人通行
	非机动车道出口道方向	3.0	非机动车通行
	出口道 1	4.0	公交专用
	出口道 2	2.8	--
	出口道 3	2.8	--
	出口道 4	2.8	--
B 路段万和路	人行道进口道方向	8.0	行人通行
	非机动车道进口道方向	3.0	非机动车通行
	进口道 1	4.0	右转
	进口道 2	3.0	直行
	进口道 3	3.0	直行
	进口道 4	3.0	左转
	人行道出口道方向	8.0	行人通行
	出口道 1	3.0	--

C 路段八宝街(东)	出口道 2	3.0	--
	出口道 3	4.0	--
	人行道进口道方向	8.0	行人通行
	非机动车道进口道方向	2.8	非机动车通行
	进口道 1	3.0	公交车直右；普通车右转
	进口道 2	2.8	直行
	进口道 3	2.8	直行
	进口道 4	2.8	直行
	进口道 5	2.8	左转或组左转掉头
	人行道出口道方向	8.0	行人通行
	非机动车道出口道方向	2.8	非机动车通行
	出口道 1	2.8	--
	出口道 2	2.8	--
	出口道 3	2.8	--
D 路段东城根下街	出口道 4	3.0	公交专用
	人行道进口道方向	8.0	行人通行
	非机动车道进口道方向		非机动车通行
	进口道 1	4.0	公交车直右；普通车右转
	进口道 2	3.0	直行
	进口道 3	3.0	左转
	进口道 4	3.0	左转
	人行道出口道方向	8.0	行人通行
	非机动车道进口道方向	3.0	非机动车通行
	出口道 1	3.0	--
	出口道 2	3.0	--
出口道 3	4.0	--	

以上表内信息可通过如下各路段横断面示意图展示：

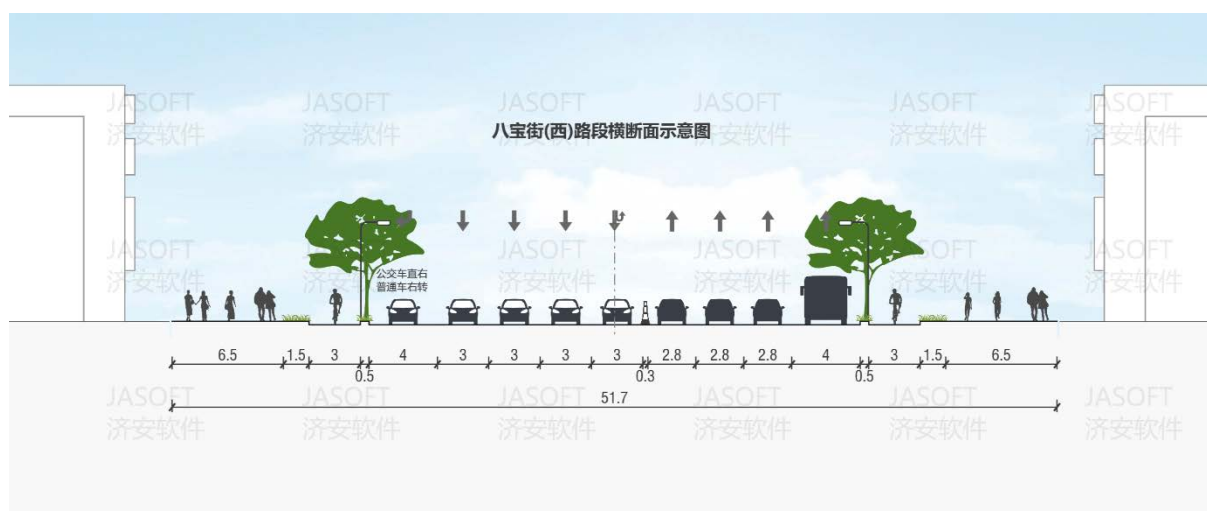


图 3.7 A 路段八宝街(西)路段横断面示意图

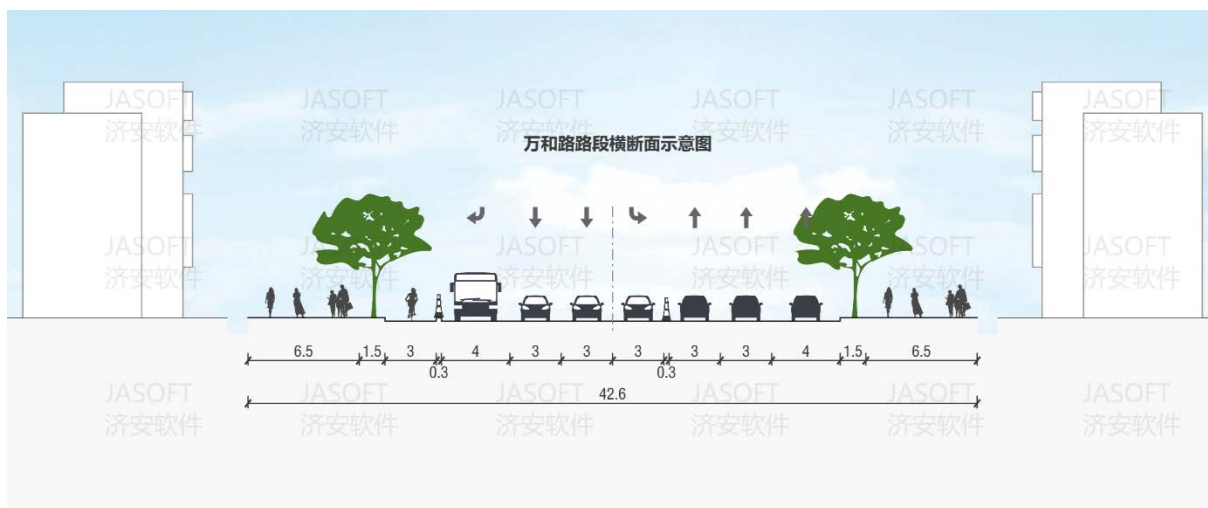


图 3.8 B 路段万和路路段横断面示意图

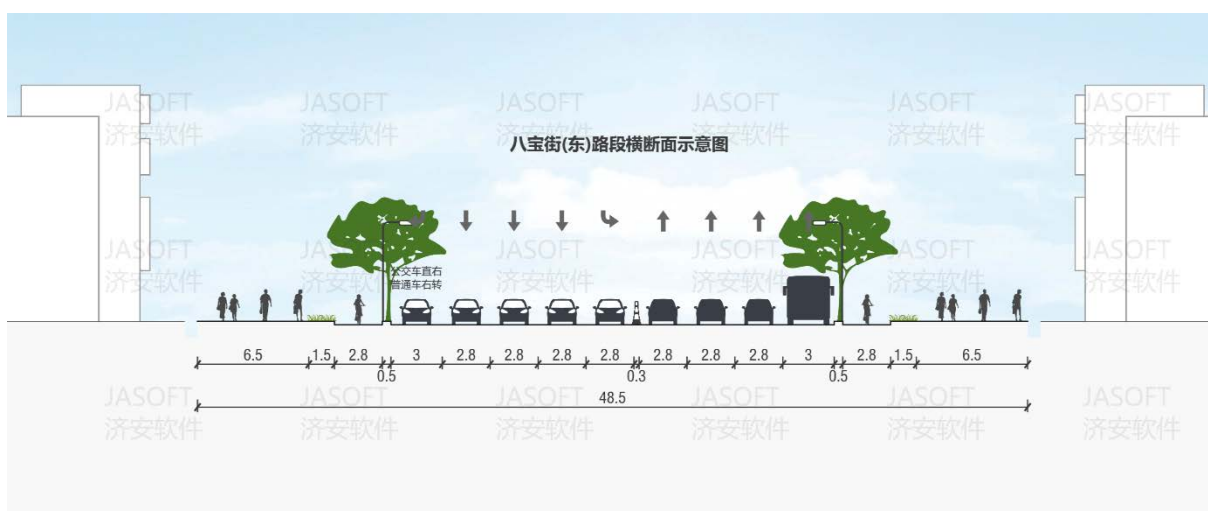


图 3.9 C 路段八宝街(东)路段横断面示意图



图 3.10 D 路段东城根下街路段横断面示意图

● 渠化形式

渠化设计指运用标线、标志和实体设施以及局部展宽进口段等措施对交通流作分流和导向设计，以消除交叉口各向交通流间的相互干扰。内容主要有车道功能划分、导向

标线和导向岛等。此处着重介绍交通岛，车道功能划分已在前文叙述，标线将在下一部分进行介绍。

交通岛是为渠化分隔交通流和提供行人过街驻足而设置在路面上的各种岛状设置，可用构筑物或路面画线设置。按功能可以分为中心岛、导流岛和安全岛等。

八宝街-东城根下街交叉口内采用四处交通岛设施，每处交通岛均有引导车流与提供行人、非机动车驻足区域的作用。交通岛与路面同一高度布设，未突出于路面，而是采用与路面不同的颜色加以区分，交通岛上安放绿化花池，增加了交叉口的美观性。花池内布设有行人信号灯。四处交通岛在作导流岛的同时兼作安全岛。在外形上，导流岛端部醒目，在外形上能够诱导车辆前进方向。

由于交叉口呈 X 形，因此，为便利南北方向车辆右转，右转车辆提前与主路分开，于交通岛与人行道间通过，受停车标志标识的停车控制。



图 3.11 交叉口渠化交通岛设施图

3.2 交叉口基本参数

3.2.1 调查方法

对于交叉口限速、标志标线等参数，采用现场调查、拍照、记录的方式获取，同时参照《道路交通标志和标线(GB5768-2009)》规范，补全 CAD 底图中的标志标线部分。

3.2.2 调查结果

● 道路限速

经调查，A、B、C、D 四个路段限速均为 60km/h，且均在出口道的醒目位置进行标识，全路段禁止停车。结合车道数量与限速情况，查阅《城市道路工程设计规范》，得知八宝街、东城根下街-万和路均为主干路。

表 3.3 各级道路设计速度

道路等级	快速路			主干路			次干路			支路		
设计速度 (km/h)	100	80	60	60	50	40	50	40	30	40	30	20

● 交通标志

道路交通标志是以颜色、形状、字符、图形等向道路使用者传递信息，用于管理交通的设施。交通标志应结合道路及交通情况设置通过交通标志提供准确及时的信息和引导，使道路使用者顺路快捷抵达目的地，促进交通畅通和行车安全。

本交叉口标志有固定标志——限制速度标志、禁止停车标志(禁令标志)、自行车道标识(指示标识)；可变标志——可变信息板文字指示。标志采用“悬臂式”方式进行布设，效果如下图所示：



图 3.12 交叉口交通标志图

● 交通标线

道路交通标线是由施划或安装于道路上的各种线条、箭头、文字、图案及立面标记、实体标记、凸起路标和轮廓标等所构成的交通设施，其作用是向道路使用者传递有关道路交通相关规则、警告、指引等信息，可以与标志配合使用，也可以单独使用。道路交通标线按照功能可以分为：指示标线、禁止标线、警告标线三类；按照设置方式可以分为：纵向标线、横向标线、其他标线三类；按照形态可以分为：线条、字符、突起路标、轮廓标四类。

在此交叉口主要使用如下几种道路标线：

①**可跨越同向车行道分界线**：为白色虚线，用来分隔同向行驶的交通流，设在同向行驶的车道分界上。在保证安全的情况下，允许车辆短时越线行驶。

②**车行道边缘线**：用以指示机动车道的边缘或用以划分机动车道与非机动车道的分界。

③**左转弯待行区线**：为白色虚线，用来指示左转弯车辆在直行时进入待转区等待左

转的位置，不得妨碍对象直行车辆的正常通行。

④**直行待行区标线**：为白色虚线，用来指示直行车辆进入待转区等待直行的位置，与可变信息板配合使用。

⑤**道路出入口标线**：用于引导驶入或驶出车辆的运行轨迹，提供安全交汇，减少与突出缘石碰撞的可能，一般由出入口的纵向标线和三角地带标线组成。

⑥**导向箭头**：用以指示车辆的行驶方向。

⑦**非机动车路面标记**：施划于车道起点或车道中，表示该车道为非机动车道。

⑧**人行横道线**：为白色平行粗实线，既标示一定条件下准许行人横穿道路的路径，又警示机动车驾驶人注意行人和非机动车过街。

⑨**禁止跨越对向车行道分界线**：用于分隔对向行驶的交通流，并禁止双方或一个方向车辆越线或压线形式，一般设置在道路中线上，在本交叉口中与中央分隔栏配合使用。

⑩**停止线**：表示车辆让行、等候放行等情况下的停车位置，在交叉路口、待行区前端、人行横道线及其他需要车辆停止的位置。

⑪**让行线**：此交叉口设置停车让行线，表示车辆在此路口应当停车让干路车辆先行，在设有“停车让行”标志的路口应当设置停车让行标线。其形式为两条平行白色实线和一个白色的“停”字。

⑫**导流线**：表示车辆需按规定的路线行驶，不得压线或越线行驶。

⑬**车种专用车道线**：如在此交叉口设置了公交专用车道线。

⑭**禁止停车网格线**：黄色网格线，用于标示禁止以任何原因停车的区域，视需要划设于易发生临时停车造成交通堵塞的交叉道路、出入口及其他需要设置的位置。



图 3.13 交叉口交通标线实景图



图 3.14 交叉口交通标线实景图

综合 3.1 与 3.2 两部分全部内容绘制得到的交叉口平面图如下图所示：

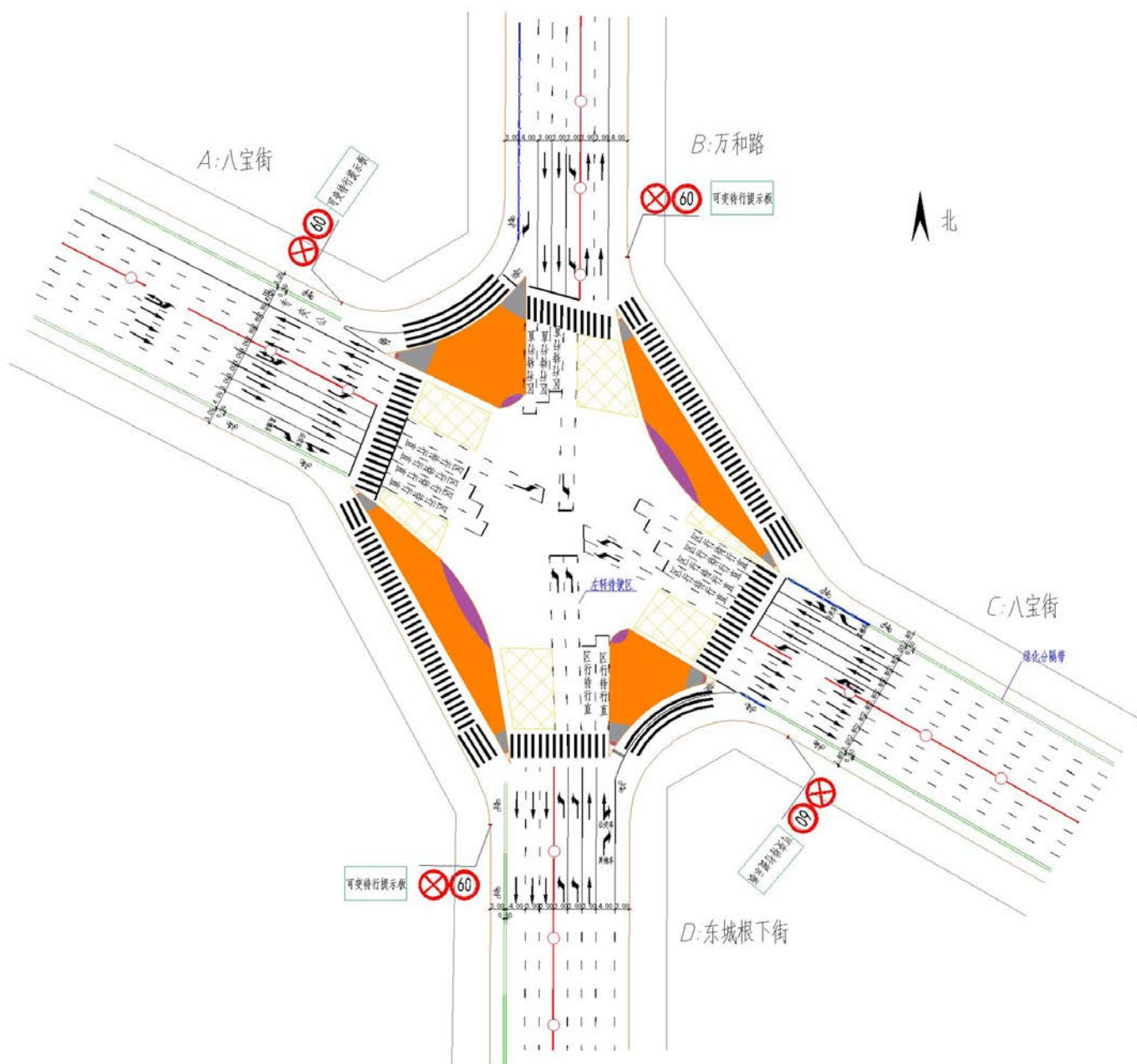


图 3.15 八宝街-东城根下街交叉口平面图(制图：王倩妮)

3.3 交叉口机动车交通量及排队长度

3.3.1 调查与计算方法

交通量是三大基本交通参数之一，是描述交通流特性的最重要的参数之一。通过调查交通流数据能够为交通管理工作与交通控制的实施提供必要的依据，交通设施的修建与改建也离不开交通量的历史发展趋势与现状。进行平面交叉口的交通量调查能够获得有关交通量的实况、通行能力、流向分布、交通组成等方面的资料，从而对交叉口的运行效能作出准确的评价。交通量的调查可以按照交通性质、计时单位、交通量特性分为

不同的类型，此处我们关注于机动车交通量、小时或 15min 交通量，并针对周中的晚高峰时段进行调查，以便于发现交叉口现存的问题，并提出解决措施。

- 调查地点：八宝街-东城根下街交叉口九龙商务楼楼顶
- 调查时间：2018.6.12 周二晚 18:00-18:30
- 测定方法：摄像法配合后期人工计数法

由于开始调查的时间原因，为保证测得的数据能够代表该交叉口晚高峰的真实状况，本次调查仅记录了半小时内的交通量数据。两名调查员分别记录 A、B 口视频与 C、D 口视频，由于建筑物遮挡原因，另一名调查员拍摄 A 口掉头车辆视频，剩余一名调查员负责协调配合拍摄记录时间。视频以 15min 为区间，记录两个区间内的交通流状况。通过视频记录后期计数的方式，能够多次观看并计数，保证了结果的准确性，同时减小了对于调查者数量的需求。

由于交叉口存在信号控制，信号周期 $T=185s$ ，因此，在拍摄记录后，选取两个 15min 区间内共 8 个完整周期进行交通量统计，而后将 8 个周期时长内各个方向上的流量、车种组成数据换算为小时交通量，进而按照数据需求与标准当量换算系数将各类型车辆换算为标准车。

以下计算适用于某一进口路段，剩余同理可以得到相关数据。

$$n_{jk} = \sum_{i \in \{1,2,\dots,8\}} n_{ijk} \quad (j \in \{L, S, R, T\}; k \in \{A, B, C\})$$

其中 n ——调查交通量； i ——周期数； j ——L 左转，S 直行，R 右转，T 掉头方向； k ——A 小汽车、B 公交车、C 货车车种。

$$N_{jk} = \frac{3600n_{jk}}{8T}$$

其中 N ——小时交通量(veh/h)， T ——周期时长，在本问题中， $T=185s$ 。

$$N_j = \sum_{k \in \{A, B, C\}} \alpha_k N_{jk}$$

$$N'_j = \sum_{k \in \{A, B, C\}} N_{jk}$$

其中， N_j ——某一行驶方向的小时交通量(pcu/h)， N'_j ——某一行驶方向的小时交通量(veh/h)； α_k ——不同车辆类型的折算系数。

$$N = \sum_{j \in \{L, S, R, T\}} N_j$$

其中， N ——某一路段进入交叉口的小时交通量(pcu/h)。

3.3.2 调查与计算结果

使用以上调查、计算方法，得到实测数据与计算结果如下所示：

表 3.4 交通量调查记录表

调查时间：2018-6-12 18:00-18:30； 调查方法：15min 视频拍摄与计数

调查员：王倩妮、施展华、王文杰、马梓航； 天气：阴；

A 口		8 个周期时长 1480 s								
周期		1	2	3	4	1	2	3	4	总计
小汽车	左转	8	4	5	4	4	4	5	4	38
	掉头	2	3	2	1	2	3	1	1	15
	直行	52	35	40	35	45	34	37	25	303
	右转	36	38	36	35	32	44	40	55	316
公交车	左转	2	0	1	1	1	0	3	0	8
	直行	2	1	1	0	1	3	0	1	9
	右转	1	1	1	0	3	2	2	1	11
货车 (小型)	左转	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	直行	0	2	0	0	0	0	2	0	4
	右转	0	1	0	0	0	0	0	0	1
B 口										
周期		1	2	3	4	1	2	3	4	总计
小汽车	左转	12	8	7	11	3	7	6	3	57
	直行	36	42	40	25	42	46	48	24	303
	右转	10	5	5	13	9	8	19	2	71
公交车	左转	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	直行	0	1	1	4	1	1	1	2	11
	右转	0	1	0	2	0	1	1	1	6
货车 (大型)	左转	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	直行	0	1	1	0	1	0	0	1	4
	右转	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C 口										
周期		1	2	3	4	1	2	3	4	总计
小汽车	左转	10	6	11	6	4	4	8	5	54
	掉头	8	4	4	4	9	3	5	2	39
	直行	42	41	40	29	29	38	44	42	305
	右转	6	6	4	9	6	5	6	4	46
公交车	左转	0	1	0	1	0	0	1	0	3
	直行	0	2	1	1	2	2	2	2	12
	右转	0	0	0	0	0	0	0	1	1
货车 (大型)	左转	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	直行	2	0	0	0	1	0	0	0	3
	右转	0	0	0	0	0	0	0	0	0

D 口										
周期		1	2	3	4	1	2	3	4	总计
小汽车	左转	43	45	38	39	31	46	25	28	295
	直行	21	12	24	21	14	17	15	8	132
	右转	2	1	1	0	5	0	2	3	14
公交车	左转	0	1	0	2	2	0	1	1	7
	直行	1	1	3	1	0	0	3	1	10
	右转	0	1	0	1	0	0	0	0	2
货车 (大型)	左转	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	直行	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	右转	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3.5 城市道路交通量调查以小汽车为标准的换算系数表

车辆类型	换算系数	车辆类型	换算系数
小汽车	1.0	中、小型公共汽车	2.5
小型载货汽车	1.5	大型公共汽车	3.0
3~5t 载货汽车	2.0	摩托车、轻便摩托车	0.8
5t 以上载货汽车	2.5		

表 3.6 各口交通量调查汇总

其中：折算单位为 pcu/h；未折算单位为 veh/h，未折算量主要用于 Vissim 仿真。

进口道名称	A 八宝街(西)		B 万和路		C 八宝街(东)		D 东城根下街	
	折算	未折算	折算	未折算	折算	未折算	折算	未折算
左转掉头	36	36	--	--	95	95	--	--
左转	161	117	139	139	153	139	769	735
直行	822	769	842	774	848	778	400	348
右转	854	798	216	187	119	114	49	39
合计	1873	1720	1197	1099	1215	1126	1217	1121

表 3.7 各口分车型计数表(时长：8 个周期即 1480 秒)

以下属于主要用于 Vissim 仿真中设置车辆构成

单位(veh/8T)	A 八宝街(西)	B 万和路	C 八宝街(东)	D 东城根下街
小汽车	672	431	444	441
公交车	28	17	16	19
货车	7	4	3	1

以上调查结果换算为标准车后，可以通过以下交叉口流量流向图展示：

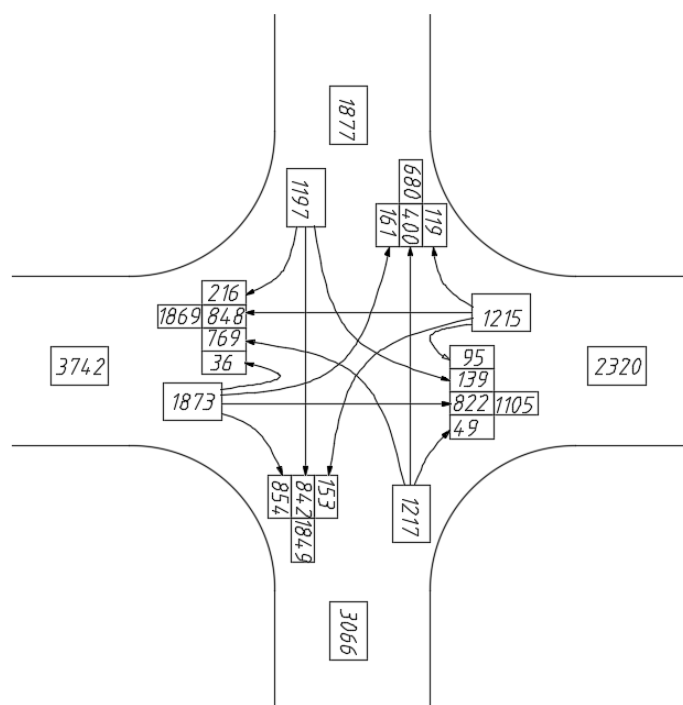


图 3.16 高峰时段交叉口车辆流量流向图

以上，可以计算得到各个方向的高峰小时的方向不均匀系数：

$$\alpha_A = \frac{\max(N_{Ain}, N_{Aout})}{N_{Ain} + N_{Aout}} = \frac{1873}{3742} = 0.50$$

$$\alpha_B = \frac{\max(N_{Bin}, N_{Bout})}{N_{Bin} + N_{Bout}} = \frac{1197}{1877} = 0.64$$

$$\alpha_C = \frac{\max(N_{Cin}, N_{Cout})}{N_{Cin} + N_{Cout}} = \frac{1215}{2320} = 0.52$$

$$\alpha_D = \frac{\max(N_{Din}, N_{Dout})}{N_{Din} + N_{Dout}} = \frac{1849}{3066} = 0.60$$

3.4 交叉口信号配时方案

3.4.1 调查方法

本文采用两种方式对交叉口信号配时进行调查。

方式一，首先记录各进口道相位数目和变化顺序，并标注是否有黄灯和全红时间；之后运用秒表记录每一相位的时长和周期总时长；将每一相位的时长相加验证是否与周期时长相等。

方式二，用视频拍摄记录。为了保证调查的准确性，在用秒表计时之后，再次摄像记录四个进口道的信号配时。在后期视频资料整理的过程中，再次记录视频中的信号配时方案，与在现场记录的方案相比较，保证其准确性。

3.4.2 调查结果

小组记录了东城根下街—八宝街交叉口 18:00-18:30 高峰小时内的信号配时方案，得周期时长 $C=185s$ ，配时方案如下图所示：

八宝街-东城根下街交叉口晚高峰信号配时方案

对与交叉口相连的路段进行编号，其中A路段为八宝街（西段）；B路段为万和路；C路段为八宝街（东段）；D路段为东城根下街

B路段参照D路段出口道可变信息板

A路段参照C路段出口道可变信息板

D路段参照B路段出口道可变信息板

C路段参照A路段出口道可变信息板

1. C路段至A路段（直行）

2. C路段至D路段（左转）

3. C路段至C路段（掉头）

4. D路段至B路段（直行）

5. D路段至A路段（左转）

6. A路段至C路段（直行）同1

7. A路段至B路段（左转）同2

8. A路段至A路段（掉头）

9. B路段至D路段（直行）

10. B路段至C路段（左转）

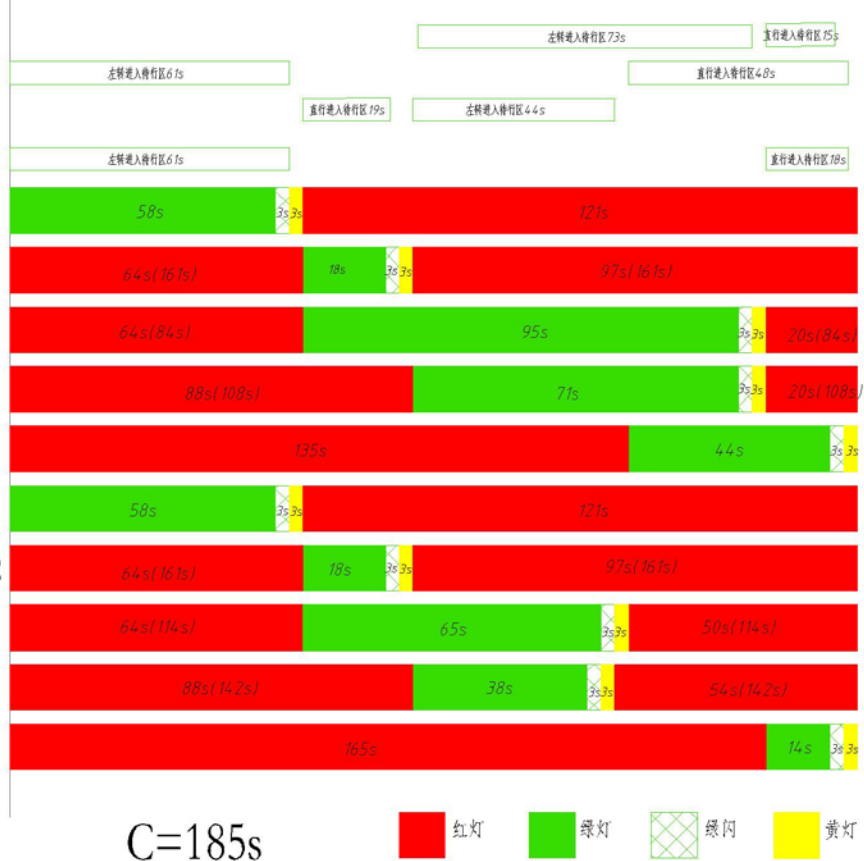


图 3.17 八宝街-东城根下街交叉口晚高峰信号配时方案

该交叉口信号配时为四相位，信号相位示意图如下所示：

八宝街-东城根下街交叉口晚高峰信号配时方案

$C=185s$

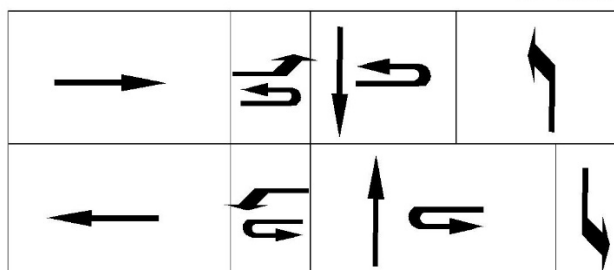


图 3.18 交叉口信号相位示意图

特征：该交叉口左转和直行车道均设置有待行区，信号灯右侧设有可变信息板提示

驾驶员驶入待行区，因此信息板上信息变化与信号配时方案相适应。例如，直行绿灯亮起时，信息板提示左转车辆进入代行人。

此外，掉头车辆于交叉口上游位置掉头，但设有专门的掉头相位，与左转和直行相位可同时亮起，不产生冲突。

3.5 行人与非机动车过街方式

3.5.1 调查方法

1. 视频记录和拍照记录；
2. 采访执勤交警，询问现场情况和目前存在的问题。

3.5.2 调查结果

该交叉口行人与非机动车过街方式相同，均为平面过街，信号配时方案中有专门行人相位控制，减少了行人和非机动车与机动车的冲突。主要具有以下几点特征：

1、由于交叉口四个角均设有右转渠化设施，行人和非机动车在渠化岛等待绿灯时过街，缩短了行人过街距离，增加安全性。

2、人行道至渠化岛，渠化岛至对面渠化岛间均画有斑马线，指示机动车减速或停车让行。

此外，在调查过程中也发现了以下几点问题：

1、八宝街西进口右转机动车交通量较大，与东城根下街南进口的行人存在冲突，往往行人相位亮起时车辆还未完全通过，造成在交叉口排队的现象。

2、通过询问执勤交警得到反映，行人与非机动车过街时闯红灯的现象比较严重，尽管有交警和志愿者管理仍然无法杜绝这种现象的发生。

3、行人相位需要等待的时间较长，若行人需要进行两次过街到达对角线方向需要等待大约 3min。

4、由于渠化岛尺寸较大，行人等待的位置较分散，部分非机动车压过禁行区过街。



图 3.19 东城根下街南进口行人过街处

四、交叉口交通现状的 Synchro 仿真

Synchro 是美国由 Trafficware 公司根据美国交通部标准 HCM 规范研发的交通信号协调及配时设计软件，具备通行能力分析仿真，协调控制控制，自适应信号控制仿真等功能。

本次调查中主要运用其模型实现、信号优化，并根据其输出的参数（如延误时间、服务水平等）作为方案比较的依据，从而对交叉口交通现状提出优化方案。

4.1 Synchro 仿真建立过程

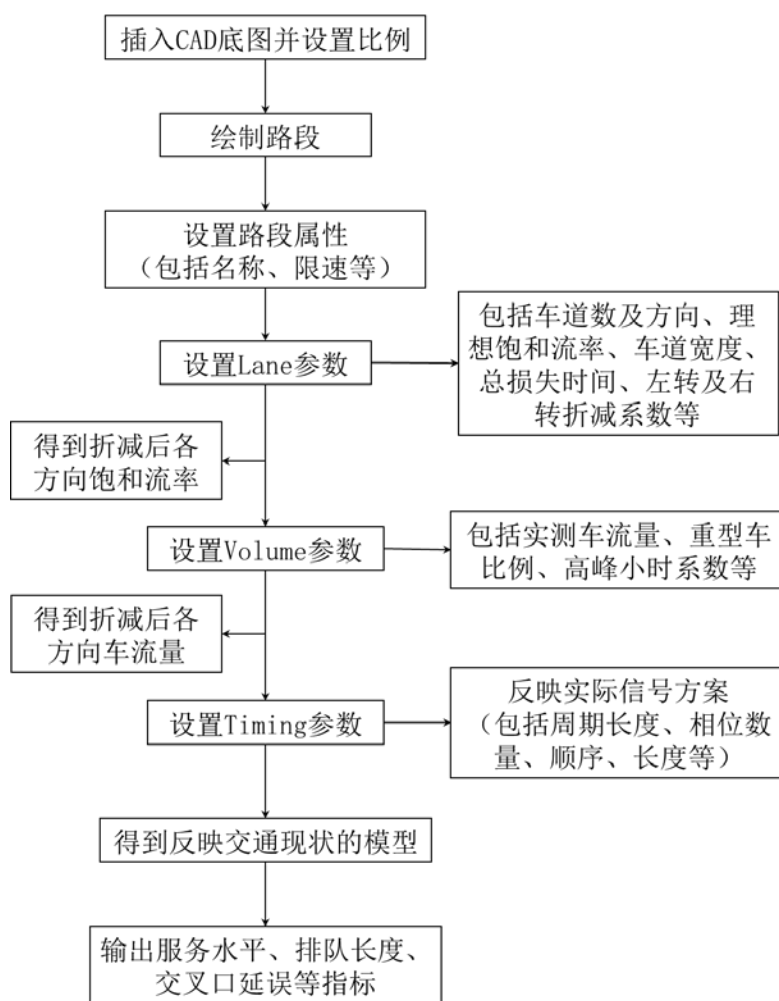


图 4.1 Synchro 建立交叉口仿真的步骤

本次调查中，八宝街东西进口存在左转掉头车道，但由于掉头车辆并非于交叉口而是在上游路段中央进行掉头；且由于 Synchro 软件的限制，无法同时赋予单条左转掉头车道左转和掉头两种车流量，因此在模型建立的过程中暂不考虑掉头车辆的影响。

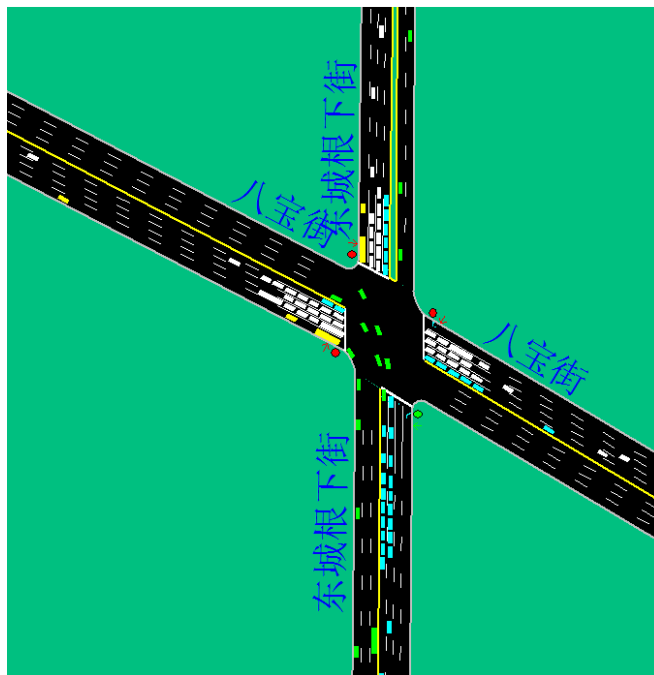


图 4.2 Synchro 仿真示意图

4.2 仿真模型标定

初步建立模型之后，根据输出的排队长度，调整理想饱和和流率等参数使模型尽量与实际情况接近。

4.2.1 初始参数

初始理想饱和和流率根据实地调查中测得的车道宽度，查表给出：

LANE WINDOW	←			→			←			→		
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↖	↖↖↖	↖	↖	↖↖↖	↖	↖↖	↖	↖	↖	↖↖	↖
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1850	1850	1980	1850	1850	1980	1850	1850	1980	1850	1850	1980
Lane Width (m)	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0

图 4.3 饱和和流率参数（初始模型）

得到服务水平和排队长度如下图所示：

Level of Service	F D D			F D A			F D B			F F C		
Approach Delay (s)	—	54.9	—	—	55.3	—	—	68.9	—	—	123.4	—
Approach LOS	—	D	—	—	E	—	—	E	—	—	F	—
Queue Length 50th (m)	~70.6	97.2	179.2	60.0	101.2	0.0	154.4	124.1	1.4	55.1	~207.0	26.0
Queue Length 95th (m)	#124.5	#112.9	#217.3	#108.3	#117.1	#15.8	#197.9	#164.3	#11.4	#107.4	#251.9	#55.4
Queuing Penalty	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stops (vph)	198	666	709	160	694	19	774	316	10	158	1092	70
Fuel Used (l/hr)	31	84	80	24	88	6	101	38	2	24	157	13
Dilemma Vehicles (#/hr)	0	22	0	0	23	0	0	11	0	0	19	0

图 4.4 排队长度（初始模型）

其中，北进口左转和南进口直行与实际有较大差距，重新标定饱和和流率对模型进行调整。

4.2.2 参数调整

根据测得排队长度，将北进口左转饱和流率调整为 2000veh/h，南进口直行饱和流率调整为 2000veh/h。由于实际情况中，这两个方向的车流中重型车比例较小，因此进行适当提升。

LANE WINDOW	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↑	↑↑↑	↑	↑	↑↑↑	↑	↑↑	↑	↑	↑	↑↑	↑
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1850	1850	1980	1850	1850	1980	2000	1850	1980	1850	2000	1980
Lane Width (m)	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0

图 4.5 饱和和流率参数（调整后模型）

得到服务水平和排队长度如下图所示：

Level of Service	F	D	D	F	D	A	E	D	B	F	F	C
Approach Delay (s)	—	54.9	—	—	55.3	—	—	60.9	—	—	103.5	—
Approach LOS	—	D	—	—	E	—	—	E	—	—	F	—
Queue Length 50th (m)	~70.6	97.2	179.2	60.0	101.2	0.0	150.9	124.1	1.4	55.1	~194.9	26.0
Queue Length 95th (m)	#124.5	112.9	#217.3	#108.3	117.1	15.8	#184.7	164.3	11.4	#107.4	#239.8	55.4
Queuing Penalty	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stops (vph)	198	666	709	160	694	19	735	316	10	158	982	70
Fuel Used (l/hr)	31	84	80	24	88	6	92	38	2	24	135	13
Dilemma Vehicles (#/hr)	0	22	0	0	23	0	0	11	0	0	20	0

图 4.6 排队长度（调整后模型）

4.3 交叉口延迟与服务水平分析

由于本文仅对东城根下街—八宝街这一个交叉口进行信号配时优化，因此不考虑线控，即 Offset=0，且将该交叉口设为 Master Intersection。

通过 Synchro 软件得到交叉口总延误和服务水平如下：

表 4.1 交叉口总延误和服务水平

信号控制机类型	周期长度(s)	最大 v/c 比	总延误(s)	服务水平
定时信号控制	185	1.10	67.2	E

其中各个进口道的延误和服务水平如下表所示：

表 各进口延误和服务水平

进口道方向	EL	ET	ER	WL	WT	WR
延误(s)	149.4	51.8	40.2	110.1	52.3	6.4
服务水平	F	D	D	F	D	A
进口道方向	NL	NT	NR	SL	ST	SR
延误(s)	72.2	45.4	10.5	135.1	119.1	22.2
服务水平	E	D	B	F	F	C

由此可见，该交叉口服务水平总体不高，东、西进口左转和南进口左转、直行均存

在较大延误。

五、交叉口参数计算

5.1 交叉口延误计算

由于掉头车流在进口道上游路段进行掉头未正式进入交叉口内，掉头相位与左转相位、直行相位互不干扰，且在 synchro 软件模型建立中未考虑掉头车流影响，为了之后软件仿真和公式计算所得结果对比分析的合理性，在手算延误过程中我们也不考虑掉头车流。

下表为计算过程中出现符号的说明：

表 5.1 交叉口延误计算符号说明

序号	符号	说明	序号	符号	说明
1	q	到达车流率(pcu/s)	8	N	通行能力(pcu/s)
2	g	有效绿灯时间(s)	9	S	修正饱和流率(pcu/s)
3	G	绿灯时间(s)	10	R	红灯时间(s)
4	Y	黄灯时间(s)	11	d	周期车辆延误(s)
5	L	损失时间(假设 2s)	12	\bar{d}	平均车辆延误(s)
6	λ	绿信比	13	v	交通量(pcu/h)
7	C	信号周期长度(s)			

5.1.1 进口道直行左转方向延误计算

1) 进口道方向交通状态分析

交叉口交通状态分为三种：欠饱和，临界饱和，过饱和。这里通过将各进口道各方向的通行能力 N 与到达车流率 q 进行对比，从而确定其交通状态。到达车流率通过折算后交通量单位换算后得到。实地调查中发现，公交车直右混普通车右转车道中的直行公交车基本可忽略不计，因此假设公交车直右混普通车右转车道为专右车道，不计入直行方向通行能力计算中。左转方向通行能力计算时需要乘左转修正系数 0.95。

通行能力通过以下公式进行计算：

$$g = G + Y - L$$

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

$$N = \lambda \times S$$

式中原始参数从八宝街-东城根下街交叉口晚高峰信号配时方案图中获取。饱和流率 S 取值参照表饱和流率参数（初始模型），需经过单位换算和方向修正，同时，计算过程中以同一方向车辆参数作为计算主体，因此需要乘以相应车道数。

- 以 A 八宝街（西）进口道左转方向为算例：

由信号配时图中得： G=21(s) 、 Y=3(s) 、 C=185(s)；

符号说明表中已假设 $L=2(s)$;

饱和流率参数表中查得 $S=1850(\text{pcu/h})$, 单位换算后得 $S=0.514(\text{pcu/s})$;

可算得:

$$g = 21 + 3 - 2 = 22(s)$$

$$\lambda = \frac{22}{185} = 0.119$$

$$N = 0.119 \times (1 \times 0.514 \times 0.95) = 0.058(\text{pcu/s})$$

$$q = \frac{161}{3600} = 0.045(\text{pcu/s})$$

同理可得如下表所示通行能力和到达车流率:

表 5.2 各进口左转直行对应交通状态

进口道方向	AL	AT	BL	BT	CL	CT	DL	DT
通行能力 N	0.058	0.517	0.127	0.417	0.058	0.517	0.095	0.114
到达车流率 q	0.045	0.228	0.039	0.234	0.043	0.236	0.214	0.111
交通状态	欠饱和 ($N > q$)	欠饱和 ($N > q$)	欠饱和 ($N > q$)	欠饱和 ($N > q$)	欠饱和 ($N > q$)	欠饱和 ($N > q$)	过饱和 ($N < q$)	临界饱和 和 ($N = q$)

虽然在计算中判定 D 东城根下街进口道左转方向为过饱和交通状态,但在实地观测过程中发现大部分周期的有效绿灯时间刚好能够消散该方向的来车,因此将 D 进口道左转方向交通状态更新为临界饱和。

2) 进口道方向平均车辆延误计算

不同交通状态下平均车辆延误分析计算方法不同,

欠饱和状态下:
$$d = \frac{SqR^2}{2(S-q)}; \bar{d} = \frac{d}{qC}$$

临界饱和状态下:
$$d = \frac{RqC}{2}; \bar{d} = \frac{d}{qC} = \frac{R}{2}$$

- 欠饱和状态下,以 A 八宝街(西)进口道左转方向为算例:

同上可得 $R=121(s)$ 、 $C=185(s)$ 、 $S=0.514(\text{pcu/s})$ 、 $q=0.045(\text{pcu/s})$;

可算得

$$d = \frac{(1 \times 0.514 \times 0.95) \times 0.045 \times 121^2}{2 \times (1 \times 0.514 \times 0.95 - 0.045)} = 638.07(s)$$

$$\bar{d} = \frac{638.07}{0.045 \times 185} = 77.1(s)$$

- 临界饱和状态下,以 D 东城根下街进口道直行方向为算例:

同上可得 $R=142(s)$ 、 $C=185(s)$ 、 $q=400/3600=0.111(\text{pcu/s})$

可算得

$$d = \frac{142 \times 0.111 \times 185}{2} = 1549.44(s)$$

$$\bar{d} = \frac{142}{2} = 71.0(s)$$

用同样的方法计算其余进口的延误得到下表：

表 5.3 各进口左转直行延误和服务水平

进口道方向	AL	AT	BL	BT	CL	CT	DL	DT
平均车辆延误	77.1	46.4	53.5	40.8	76.7	46.7	82.5	71.0
服务水平	E	D	D	D	E	D	F	E

5.1.2 进口道右转方向延误计算

在分析信控交叉口交通设计和交通控制方案时，人们往往更加关注直行和左转流向的交通流，而忽视右转交通流。表面上，右转车辆不受信号灯控制，好像没有延误发生；事实上，通过查阅资料以及实地交通调查，我们发现右转车流存在着以下几个干扰因素：

(1) 与其他流向机动车产生交织 (2) 与过街行人和非机动车产生相互干扰 (3) 与公交站专用车道上的公交车辆产生交织，因此可知右转车流也会产生车辆延误。

目前广泛沿用的 HCM 中并没有对右转交通流进行专门的延误研究，右转的影响仅仅体现在右转修正系数 0.85。由于交叉口并未设置右转专用相位，右转车辆不受强制性交通信号控制，假设其通行能力与饱和流率数值相等（即假设绿信比 =1）。

表 5.4 各进口右转交通状态

进口道方向	AR	BR	CR	DR
通行能力 N	0.449	0.449	0.449	0.449
到达车流率 q	0.237	0.060	0.033	0.014
交通状态	欠饱和 (N>q)	欠饱和 (N>q)	欠饱和 (N>q)	欠饱和 (N>q)

四进口道右转方向均处于欠饱和状态，实际观测中发现，右转车辆的到达疏散规律与直行车辆大体同步，因此计算过程中记右转车辆的绿灯时间与红灯时间与直行车辆一致，使用直行左转方向欠饱和状态下的延误公式计算：

表 5.5 各进口右转延误及服务水平

进口道方向	AR	BR	CR	DR
平均车辆延误	84.0	34.4	42.7	54.2
服务水平	F	C	D	D

5.1.3 交叉口总延误计算

首先，利用如下公式计算各进口道所对应的平均延误：

$$d_j = \frac{\sum_i d_i v_i}{\sum_i v_i}$$

d_i 是进口道方向*i*对应的平均延误； v_i 是进口道方向*i*对应的流量； d_j 是进口道*j*所对应的平均延误。得到下表：

表 5.6 交叉口各进口道延误及服务水平（手算）

进口道	A			B			C			D		
方向	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R
d_i	77.1	46.4	84.0	53.5	40.8	36.4	76.7	46.7	42.7	82.5	71.0	56.2
v_i	161	822	854	139	842	216	153	848	119	769	400	49
d_j	66.6			41.5			50.4			77.7		
服务水平	E			D			D			E		

然后，计算整个交叉口的总平均延误：

$$d_I = \frac{\sum_j d_j v_j}{\sum_j v_j}$$

v_j 是进口道*j*对应的流量； d_I 是交叉口*I*所对应的平均延误。得到下表：

表 5.7 交叉口总延误及服务水平（手算）

进口道	A	B	C	D
d_j	66.6	41.5	50.4	77.7
v_j	1837	1197	1120	1218
d_I	60.1			
服务水平	E			

由以上计算可知，手算所得的交叉口服务水平不高，且各进口道方向的平均车辆延误之间存在一定差异，其中 A 进口道左转、右转方向及 D 进口道左转方向的延误均较大。

5.2 手算结果与 Synchro 仿真结果比较

将 Synchro 仿真得到的各进口不同车道的延误，运用与 5.1 中同样的方式计算得到各进口道的平均延误，评定服务水平得到下表：

表 5.7 交叉口总延误及服务水平（Synchro 仿真）

进口道	A	B	C	D	交叉口
平均车辆延误	54.9	42.4	55.3	125.3	67.2
服务水平	D	D	D	F	E

对比可知，B、C 进口道和交叉口总延误到较为相近，D 口延误计算结果相差较大。

分析原因可能有以下几点：

1) Synchro 软件采用韦伯斯特延误模型求不同饱和度下的正常相位延误和随机延误, 但该模型只适用于欠饱和状态下车辆延误的估计, 当饱和度大于或等于 1 时, 该模型的计算结果显然是不符合实际的。在本次计算中, D 口的交通状态为过饱和, 因此由 Synchro 软件计算得到的平均车辆延误显然存在较大误差。

相比之下, 手算的部分根据不同交通状态采用不同的计算公式, 计算结果将更加贴近实际情况。

2) Synchro 软件的模型标定存在误差。为较真实地反映实际交通状况, 在 Synchro 软件仿真中, 通过改变每个车道的理想饱和流率, 将输出的排队长度与实际排队长度相比较, 以期得到较为精确的模型。但在实际操作过程中, 由于软件内置算法的固定性和韦伯斯特延误模型本身的不足之处, 无法将每个车道的排队长度都调整至于实际较为接近。其中, C 口左转与 D 口直行的排队长度仍然与实际情况存在较大差距, 因此导致 Synchro 软件输出的延误与手算结果也存在较大差距。

六、交叉口交通现状的 Vissim 仿真

6.1 Vissim 仿真系统介绍

Vissim 微观交通仿真软件是德国 PTV 公司的产品, 仿真过程具有离散性和随机性特点、道路网络具有易于编辑成形的特点, 为模拟各种交通工具在不同的道路状况下的运行提供了良好的条件, 现在已经成为世界上应用最为广泛的微观交通仿真系统。它是一种微观的仿真建模工具, 可以在模型中反映车道的设置、交通构成、交通信号变换方案以及公交站点、行人过街等等各种现实的交通条件, 进行模拟仿真, 并对现行的城市交通状况进行仿真评价, 是评价交通工程设计的有效工具, 同时也可以提出有效的城市规划方案, 最大限度利用城市资源。

仿真系统内部由交通仿真器和信号状态产生器两个核心部分组成, 这两个程序利用接口来交换检测器的信号和呼叫状态。交通仿真器的组成包括了两种模型: 车道变换模型以及跟车模型, 它是一个适合微观的交通流仿真的模型, 而信号发生器则是一个信号控制的软件, 它的信息的获得是通过仿真步长来从交通仿真器里不断地检测的, 并将下一个仿真的时刻的信号状态传递给交通仿真器。

6.2 Vissim 仿真建立过程

6.2.1 Vissim 交叉口仿真步骤



图 6.1 Vissim 建立交叉口仿真的步骤

6.2.2 路网建模

Vissim 微观交通仿真是基于第三部分得到的路网底图搭建平面交叉口的仿真系统。每一方向由“某一方向路段-连接器-分方向路段-连接器-待行区路段-连接器-另一方向出口道路段”的模式组成。路网建模中各项参数均基于第三部分的实际调查数据。如下图所示，是完成路网建模阶段的 Vissim 仿真效果。

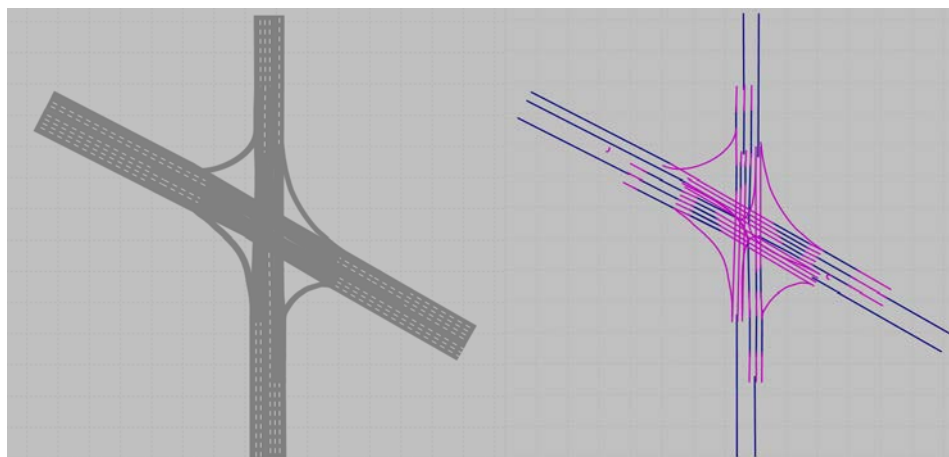


图 6.2 Vissim 路网建立

6.2.3 仿真参数设置

在仿真系统中，主要的仿真参数包括路网参数、交通流参数、驾驶行为参数和信号控制参数。具体为个方向的流量输入、进口道转向车流比例、车辆期望速度、减速区减速速度与期望速度、仿真精度等，具体如下表所示：

表 6.1 相关参数设置

参数类型	参数取值
小型车辆期望速度	50km/h
公交车期望速度	25km/j
右转减速区减速度	2.0m/s ²
右转减速区期望速度	20km/h
跟车模型	Wiedemann74
车辆构成	参照表 3.7
方向流量比	参照表 3.7
车流量	参照表 3.6
仿真精度	10

对于信号控制参数，现状仿真采用四相位控制方案，周期为 185s，设置 10 个信号灯组，对应路网中放置的 20 个信号灯头（灯头务必放置于路段上），每个信号灯组为“红-红/黄-绿-绿闪-黄”的显示模式，其中绿闪时间为 3s，黄灯时间为 3s。由于不涉及线控，因此偏移量为 0。

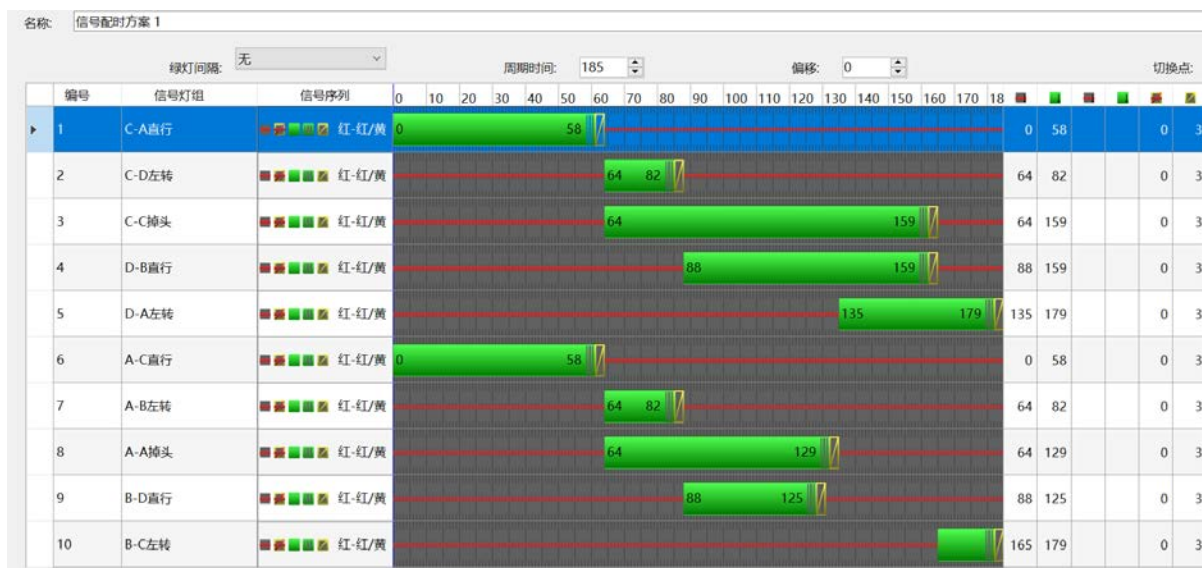


图 6.3 Vissim 现状信号配时方案

6.2.4 数据检测器设置

排队计数器: 在每条车道停止线前设置排队计数器，由于路网中存在待行区，因此存在待行区的车道均在待行区停止线前设置排队计数器。由于掉头处几乎不存在排队现象，因此在掉头处不再设置此检测器。路网中共设置 17 个排队计数器。仿真过程中，列表会对排队长度、排队车辆数及多次运行仿真的平均值、标准方差、最小值、最大值进行显示。

车辆出行时间: 在希望计算行程时间的起点与终点设置车辆出行时间计数器，Vissim 会计算得到每次仿真的车辆行程时间、延误等参数，并根据多次仿真结果计算平均值、方差、最小值、最大值等数据。

完成以上检测器布设后，需要在“列表”-“测量”中设置与延误测量相匹配的车辆出行时间检测器。

6.2.5 仿真评估设置

交叉口仿真结果评估主要包括排队长度、延误、停车次数等。在 Vissim 的评估中勾选需要评估的各项参数，并设置数据输出形式等参数。运行仿真，在用户面板中即可实时显示仿真结果，该结果可复制保存至其他文件。

数	仿真运行	时间间隔	排队计数器	排队长度	排队长度 (最大)	排队-停车
5	21	0-3600	1	4.48	25.00	13
5	21	0-3600	2	10.06	56.38	20
5	21	0-3600	3	50.91	125.03	112
5	21	0-3600	4	13.46	65.71	18
5	21	0-3600	5	24.95	89.98	59
5	21	0-3600	6	24.00	93.53	57
5	21	0-3600	7	23.65	98.03	51

图 6.4 仿真评估设置

6.3 现状仿真结果与分析



图 6.5 现状交通 Vissim 仿真 3D

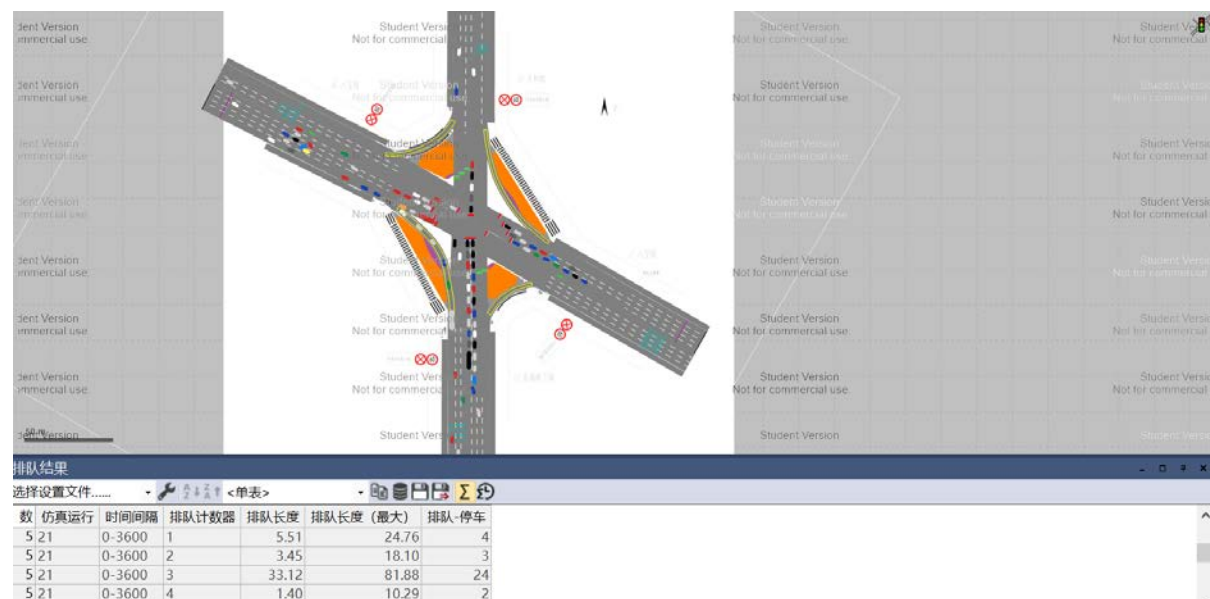


图 6.6 现状交通 Vissim 仿真 2D

以随机种子 $x \in [40, 49]$ 运行共 10 次仿真，仿真时长为 600s，输出仿真结果，综合 10 次仿真的均值结果可以发现：

A 西进口直行、B 北进口直行、D 南进口左转方向排队较为严重，“排队长度”指标均超过 34m，“最大排队长度”指标均超过 110m，排队停车超过 75。

观察延误仿真结果除以上三个方向外，A 西进口左转、B 北进口左转、C 东进口左转车辆延误平均值较大，均超过 60s。

表 6.2 现状仿真运行 10 次平均排队长度结果

排队计数器	排队长度	排队长度最大	排队停车	检测器所在路段
-------	------	--------	------	---------

1	10.37	56.31	20	37: 南进直待行区 1
2	9.6	50.68	18	36: 南进直待行区 2
3	40.64	123.1	103	35: 南进左待行区
4	13.88	52.4	16	49: 东进口左转待行
5	26	97.99	68	45: 东进直行待行区 4
6	27.23	101.52	66	46: 东进直行待行区 3
7	25.31	105.82	59	47: 东进直行待行区 2
8	1.79	9.74	3	48: 东进直行待行区 1
9	14.4	48.26	19	44: 北进左转待行区
10	42.64	111.89	103	43: 北进直行待行区 3
11	44.45	114.46	106	42: 北进直行待行区 2
12	38.03	114.34	78	41: 北进直行待行区 1
13	14.74	50.84	23	30: 西进左待行区
14	39.7	122.78	119	31: 西进直待行区 4
15	46.28	126.23	142	32: 西进直待行区 3
16	34.53	123.61	93	33: 西进直待行区 2
17	59.13	138.12	183	34: 西进直待行区 1

表 现状仿真运行 10 次平均延误结果

延误测量	静态停车延误 (平均值)(所有)	停车次 数(所有)	车辆延误平 均值(所有)	车辆(所有)	人均延误(平 均)(所有)	人数(所有)
1: 东进直	38.93	0.86	48.18	120	48.18	120
2: 东进左	70.74	1.29	82.66	15	82.66	15
3: 东进右	0.73	0.29	5.14	17	5.14	17
4: 西进直	49.91	1.41	65.1	110	65.1	110
5: 西进左	72.94	1.44	86.5	13	86.5	13
6: 西进右	11.46	0.87	24.38	114	24.38	114
7: 南进直	31.38	0.78	39.58	49	39.58	49
8: 南进左	51.57	0.89	60.7	105	60.7	105
9: 南进右	6.19	0.44	11.85	6	11.85	6
10: 北进直	55.25	1.05	66.95	99	66.95	99
11: 北进左	70.77	1.32	82.86	19	82.86	19
12: 北进右	13.3	0.62	20.59	28	20.59	28

七、利用 Synchro 进行信号配时优化

Synchro 的信号配时优化主要有以下几个功能:

- 1) 点控: 信号周期优化, 相位长度优化, 相位顺序优化;
- 2) 线控: 相位差优化;
- 3) 面控: 分区网络设置, 网络信号周期时长优化, 网络信号相位差优化。

本文主要运用其中与点控相关的信号配时优化功能。

7.1 信号配时优化过程

信号配时优化的一般流程如下图所示：

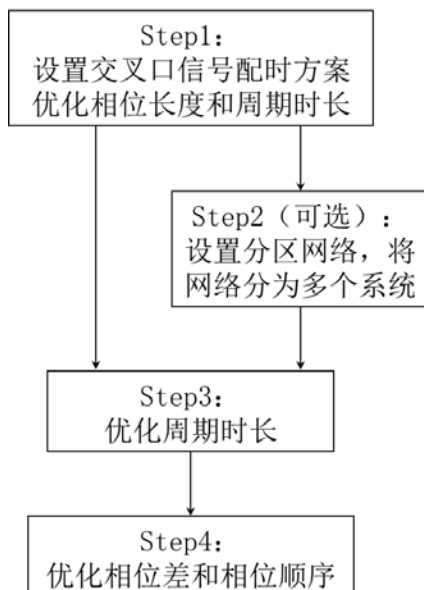


图 7.1 Synchro 信号配时优化流程图

由于本方案中不需要进行线控和面控，因此 Step 2 可省略。

7.2 信号配时优化结果

运用 Synchro 软件进行周期长度和相位优化之后，周期长度缩短为 110s，具体信号配时方案如下图所示：

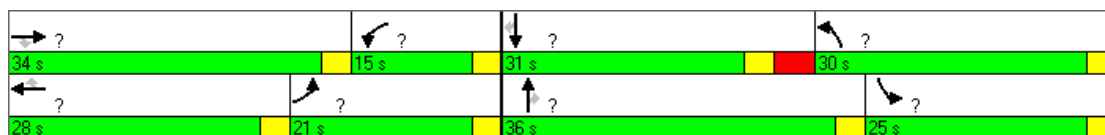


图 7.2 Synchro 优化信号配时方案

7.3 优化前后交通状态比较分析

7.3.1 优化后的交叉口延误和服务水平

通过 Synchro 软件优化后得到交叉口总延误和服务水平如下：

表 7.1 交叉口总延误和服务水平（优化后）

信号控制机类型	周期长度(s)	最大 v/c 比	总延误(s)	服务水平
定时信号控制	110	1.06	51.6	D

其中各个进口道的延误和服务水平如下表所示：

表 7.2 各进口延误和服务水平（优化后）

进口道方向	EL	ET	ER	WL	WT	WR
延误(s)	54.9	35.8	61.6	102.3	44.9	6.7
服务水平	D	D	E	F	D	A
进口道方向	NL	NT	NR	SL	ST	SR
延误(s)	54.8	42.7	8.3	40.1	77.9	4.7
服务水平	D	D	A	D	E	A

7.3.2 比较分析

信号配时方案优化后，交叉口总延误时间缩短了 27.8%，服务水平从 E 上升到了 D。其中南进口改善最为显著，服务水平从 F、F、C 上升至 D、E、A，延误时间和排队长度都得到了大幅度降低。

八、利用 Vissim 仿真优化后交叉口方案

8.1 参数调整

由 Synchro 优化结果可知，优化后的信号方案如下图所示：

八宝街-东城根下街交叉口晚高峰 信号配时改进方案

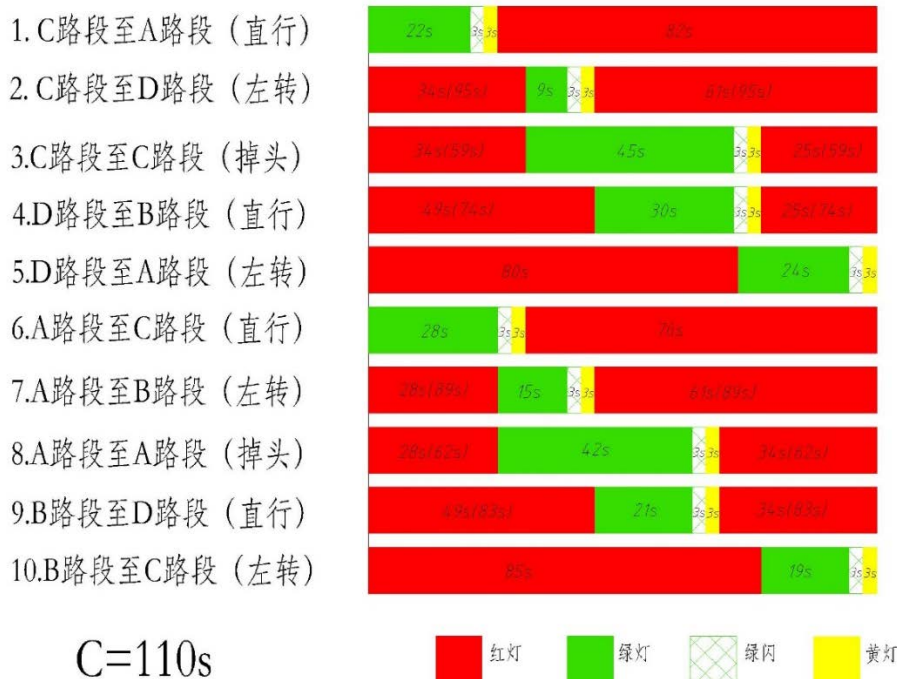


图 8.1 优化后的信号方案

八宝街-东城根下街交叉口晚高峰

信号配时改进方案

C=110s

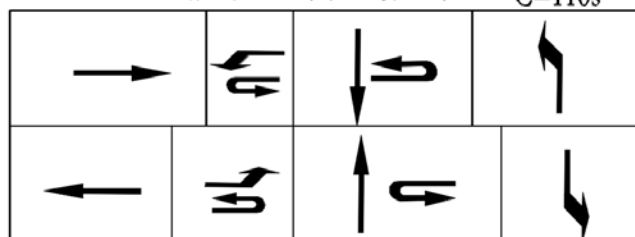


图 8.2 优化后的信号方案

按照上述信号配时方案，在 Vissim 中重新设置信号控制机及信号灯组，进行在现状仿真的基础上进行修改后进行仿真。

8.2 优化仿真结果与分析

对优化后的结果进行仿真，我们可以发现，新方案与旧方案相比，在排队长度与延误两个指标的衡量下均有所改善。各个方向每条车道在优化前后，排队长度最大值减少 22.42m，约为 3-4 辆小汽车的长度。改进后各个方向的延误减少时间平均值为 17.29s，更改信号配时后，减少排队长度与延误，提升了交叉口的通行能力。

表 8.1 优化后仿真排队长度表

检测器所在路段	排队计数器	排队长度	排队长度最大值	排队停车	排队长度最大 大值变化
37: 南进直待行区 1	1	7.42	41.81	21.00	-14.50
36: 南进直待行区 2	2	6.19	36.35	17.00	-14.33
35: 南进左待行区	3	21.70	78.66	90.00	-44.44
49: 东进口左转待行	4	7.91	30.01	14.00	-22.39
45: 东进直行待行区 4	5	20.24	76.67	60.00	-21.32
46: 东进直行待行区 3	6	22.30	80.22	59.00	-21.30
47: 东进直行待行区 2	7	20.85	84.71	56.00	-21.11
48: 东进直行待行区 1	8	1.27	11.70	4.00	1.96
44: 北进左转待行区	9	6.44	28.83	16.00	-19.43
43: 北进直行待行区 3	10	21.29	85.34	60.00	-26.55
42: 北进直行待行区 2	11	22.73	87.86	62.00	-26.60
41: 北进直行待行区 1	12	21.50	96.21	53.00	-18.13
30: 西进左待行区	13	5.80	34.82	13.00	-16.02
31: 西进直待行区 4	14	17.93	93.13	57.00	-29.65
32: 西进直待行区 3	15	12.68	82.14	36.00	-44.09
33: 西进直待行区 2	16	19.91	91.53	60.00	-32.08
34: 西进直待行区 1	17	33.33	126.94	105.00	-11.18

表 8.2 优化后延误表

延误测量	静态停车延 误(平均 值)(所有)	停车次数(所 有)	车辆延误平 均值(所有)	车辆(所有)	静态停车延误(平 均值)(所有)
1: 东进直	31.71	0.91	41.39	120.00	-7.22
2: 东进左	45.92	1.42	59.74	18.00	-24.82
3: 东进右	0.50	0.21	4.44	17.00	-0.23
4: 西进直	29.60	1.15	42.77	116.00	-20.31
5: 西进左	37.36	1.10	48.71	18.00	-35.58
6: 西进右	4.71	0.60	15.58	123.00	-6.75
7: 南进直	20.05	0.71	27.87	49.00	-11.33
8: 南进左	28.95	0.82	37.74	104.00	-22.62
9: 南进右	1.76	0.18	5.67	6.00	-4.43
10: 北进直	31.25	0.96	42.65	107.00	-24.00
11: 北进左	30.21	1.01	39.56	19.00	-40.56
12: 北进右	3.73	0.35	9.44	30.00	-9.57

九、综合分析

9.1 渠化设计

平面交叉口渠化是指在交叉口功能区内运用交通标志、标线、实体设施以及局部展宽进口道等多种措施，对交通流进行分流和导向的设计。八宝街-东城根下街交叉口作为道路资源条件受限的交叉口，在渠化方面，交通工程师已采用了众多方法进行优化设计，因此由众多值得借鉴的优点，但同时仍有少部分问题需要进一步改进。

● 交叉口功能区扩宽

东城根下街段采用改中央分隔绿化带为中央分隔栏的方式，在交叉口区域内进行左侧拓宽，增加了一条左转专用道，并在绿化带与隔离栏间进行间隔使掉头车辆提前转弯，为东城根下街较大流量的左转车辆通行提供条件。

万和路与 A 段八宝街(西)采用中央分隔带左侧偏移的手段，增加一条进口车道用于车辆通行。

通过左侧拓宽或者右侧拓宽的方式对交叉口功能区进行拓宽以提高交叉口通行能力的渠化方法值得借鉴。



图 9.1 东城根下街渠化设置

图 9.2 万和路渠化设置



图 9.3 八宝街渠化设置

- 直行待行区设置

八宝街-东城根下街交叉口位于成都市一环区域，交通量大，交叉口是城市交通的瓶颈地区，为了最大限度挖掘交叉口通行能力，缓解交通压力，该交叉口采用“机非时空分离法”的交通组织模式，在道路交叉口范围内绘制标线，设置“直行待行区”。

设置直行待行区后，每个车道可以多停 3-4 辆车，一个信号周期双向四个车道就可多通过 20-40 辆车。直行待行区标线长度设为阶梯状，靠近左转待行区标线的直行待行区标线最短，通过该种方式，充分利用了路口空间，在不影响路口左转车和其他方向车辆的基础上从排队空间增加等候区域，同时缩短了机动车通过交叉口的时间，提高了通行效率。

城区内交通高峰流量大、道路条件较好的路口，可借鉴此交叉口经验，将各方向的通行时间和通行空间进行科学、有效、合理的整合、规划和调配，充分利用时间空间资源，使用先进的交通信息系统措施如 VMS 可变信息板进行提示，改善路口周边路网的整体通行效率。

- 通过交通岛设置减小右转合流角度、缩减行人过街距离

由于此交叉口是“X 型”交叉口，为保证右转车辆的转弯流线，交叉口范围内设置

了四个面积较大的交通岛，东西方向的右转车辆能够提前转弯，以减小合流角度；同时，交通岛为行人与非机动车提供了驻足区域，缩短了行人的过街距离，在一定程度上提供了安全性保证；交通岛也为信号灯杆提供了设立空间。该交叉口交通岛边缘与路面几乎处于同一高度，采用不同的颜色与铺装材料进行区分，能够较好的避免机动车辆碰撞、刮擦交通岛而造成的事故。

类似此交叉口的 X 型畸形交叉口也可以借鉴此经验，利用如交通岛的渠化设施进行交通组织，提高交叉口的有序程度。

● 左转待行区与对向直行的冲突

交叉口范围内设置左转待行区，且待行区长度较长，能够提高左转方向的车辆通行能力，但对交叉口车辆流线进行检查，不难发现左转待行区与对向直行车辆存在一定程度的冲突问题，以至于在直行最边缘车道行驶的车辆需在交叉口区域内变道。解决这一问题，可以适度调整车道宽度，在保证车辆能够转弯的转弯半径条件下尽量减少对向车流的冲突问题。

左转待行区长度过长，虽然对应进口道一个周期内的左转车辆增加，但容易与毗邻进口道的直行车辆产生冲突，如果左转车辆不能及时疏散，则会使毗邻进口道直行方向车辆延误时间增加，有效绿灯时间减少。因此可以适度减少左转待行区长度，从而提高交叉口整体通行效率

此外本交叉口的左转待行区设置长度过长，以至于有一部分区域不能充分利用，特别是对需要转弯的大型车辆而言造成转弯困难，需提前驶出待行区以保证顺利转弯。



图 9.4 对向车流冲突问题



图 9.5 交叉口车辆流线检查

● 交通标志标线完备

通过使用百度地图全景模式时光轴功能，可以发现，八宝街-东城根下街交叉口的交通标志标线每隔一段时期就会进行更新完善，对损坏或陈旧的标志标线及时修复更换，这极大程度确保了标志标线的合理性、规范性和清晰度，减少交叉口不同进口道方向、车辆与行人之间的冲突。

禁行、限速等标志设于信号灯左右两侧，周围无遮挡物，信息量合理，布局协调，确保了驾驶员及时处理信息并作出反应。自行车道指示等标志牌埋设地点合理，既确保了不因外物遮挡、自然条件变化等原因影响提示效果的发挥，又不至因距离路肩过近造成部分超宽车辆将标牌拉坏、拉裂。

- 部分标志标线布置不合理

交叉口 AB、CD 两进口道连接段处设置了停车让行标志，原是考虑到连接段夹角偏小，容易产生视觉盲区，且车辆通过时速度较快，用停车标志警示“车让行人”，确保行人过街安全。但实际情况中，大部分通行车辆在通过连接段时仅仅略微减速，而非停车让行，停车让行标志被忽视，给行人过街造成了安全隐患。

交叉口边缘人行横道线设置过长，在视觉上来说降低了交叉口的美观程度，对行人通行造成困扰，误导车辆过早减速，增加了交叉口右转方向的平均车辆延误，造成了右转车辆与过街行人之间的严重冲突。

9.2 信号控制方案

通过调查得到，八宝街-东城根下街交叉口的现行高峰小时信号控制方案为 $C=185s$ ，具体相位设置可见 3.4 交叉口信号配时方案的有关内容。在调查过程中，我们发现交叉口的信号方案设置总体较为合理，能够在固定周期时间内基本清空各进口道排队车辆。现将该信号设计方案的优点总结如下：

- 单独设置掉头相位

该交叉口东西方向进口均有需要掉头的车辆，其中西进口为 $72pcu/h$ ，东进口为 $190pcu/h$ 。在车道规划中，掉头车辆与左转车辆共用一条车道。该交叉口将车辆掉头处设置在左转车道上游处，为左转车辆留出了 3~4 辆车的排队空间；并为掉头车辆设置了专门的信号相位。该设计方案有以下几点优势：

1) 由于掉头车辆需要的掉头时间往往不小于 $3s$ ，容易增大交叉口的延误时间。该交叉口将掉头位置上移至上游路段，有利于减少在交叉口产生的车辆延误，同时保证左转车辆能够有效率地驶入交叉口。

2) 掉头车辆容易与对向车流产生冲突，设置专有掉头相位有效减少了这种冲突。在信号设计方案中，东西向掉头相位与东西向左转、南北向直行的相位重合，即避开了在东西向直行和南北向左转这两个可能产生冲突的相位进行掉头，保证车辆掉头时没有可能与其产生冲突的车辆驶入车道，有效提高了掉头车辆的安全性。

- 可变信息板

可变信息板 (VMS) 是在途信息服务系统之一，用于提高路网局部通行能力，如拥挤严重的干道和干道交叉口，或交通事件引起的部分路段与路口。VSM 能够向驾驶员提供关于道路信息、交通信息和各种警告信息等，帮助驾驶员修改出行线路，为不熟悉地形的驾驶员提供向导服务。



图 9.6 信号灯及可变信息板示意图

在该交叉口的设计方案中，可变信息板位于信号灯右侧，配合信号方案，提示驾驶员及时驶入待行区。观察 3.2.2 中的交叉口平面图可知，该交叉口进口道的左转、直行车道均设有待行区，因此可变信息板共提供两种信息：即左转车辆驶入待行区和直行车辆驶入待行区。该设计方案有以下几点优势：

1) 有效保证待行区的利用。待行区的设置往往是为了减少车辆通过交叉口的时间，以及增加车道的排队长度。只有车辆能够在正确的时间及时驶入交叉口才能发挥以上两项功能。

2) 保证车辆在正确的时间驶入待行区。由于待行区的停止线在交叉口中央距离十分相近，如果车辆提早进入待行区，极有可能与正在行驶的车辆产生冲突，增大交叉口延误和车辆行驶的危险性。

● 设置全红时间

调查过程中发现，北进口的直行和左转相位之间设有 33s 的全红时间，这段时间内仅有南进口的直行和左转相位，以及东进口的掉头相位为绿灯。通过对比这些进口道的流量可以发现：

表 9.1 各进口流量

进口道	西	北	东	南
直行流量	1644	1684	1696	800
左转流量	322	278	306	1538

南进口的左转车流量明显较大，与之相对北进口较小，若设置一样长度的信号周期容易造成北进口的相位时长浪费或者南进口的相位时长不够，形成排队的现象。

该设计方案中将南进口的左转相位提前亮起，在为左转提供更多时间之余，也减少了对向车流的冲突，提高运行效率。

● 信号周期过长

该信号方案周期时长为 185s，但在实际设计中周期长度通常不建议大于 120s，有以

下几点原因：导致各进口道的排队长度较长，容易对其上下游的交叉口产生影响；驾驶员需要在交叉口等待较长的时间，可能超过驾驶员的忍耐限度，诱发不安全的驾驶行为；行人过街同样需要等待较长时间。

因此本文对信号周期进行修改，根据韦伯斯特模型计算得最佳周期长度为 110s，并根据各进口方向流量分配相位时长。

表 9.2 各进口相位长度

进口道	西	北	东	南
直行绿灯相位长度(s)	31	24	25	33
左转绿灯相位长度(s)	18	22	12	27
掉头绿灯相位长度(s)	45		51	

但实际设计中，还应对上下游交叉口进行调查，进行线控。由于在线控中通常保持交叉口的周期长度一致，往往选择道路上的瓶颈路段交叉口或者地位最重要的交叉口的周期时长作为整条道路的周期时长。此时，其余交叉口的周期需要据此进行相应的增加或减少，同时对相位长度进行调整。

附录

分工表格

成员姓名	成员负责工作
王倩妮	负责基础数据统计、处理，负责结合调查数据绘制道路交叉口平面图及其他图，负责现状及改进后方案的 Vissim 仿真，负责报告的撰写。
施展华	负责基础数据统计、处理，负责利用 Synchro 仿真当前方案信号配时及进行信号方案优化，负责流程图绘制，负责报告的撰写。
王文杰	负责基础数据统计、处理，负责信号参数的手工计算及对比分析，负责报告的撰写。
马梓航	负责现场调研。

个人简要报告

繁琐的课程设计至此告一段落了，回顾整个过程，我收获了很多。首先是通过交叉口平面图的绘制锻炼了使用 CAD 的能力，熟悉了如何使用基本操作方法绘制美观的图像，在这一过程中，通过查阅相关技术规范也了解了我国交叉口设计的要求；第二，在通过 Vissim 仿真，我进一步学习了这款微观仿真软件的使用、调整方法，通过查阅文档、向老师同学请教来解决问题。第三，完成课设的过程也促使我进一步思考如何实现更为有效的合作，充分调动每一位小组成员的力量让效率变得更高。总之，感谢孙老师耐心

解答我们在过程中遇到的问题，感谢同组各位仙女们的给力付出。——王倩妮

通过参与此次调查，我在与小组同学的通力协作下，再次熟悉了交通调查的相关步骤和内容，且了解到了因调查工作是后期所有工作的基础，所以其精确性和完整性都十分重要。在接下来的数据处理阶段，小组成员分工合作，锻炼了数据处理和整合的能力。之后，我运用课程中学到的 Synchrono 软件对交叉口进行建模，并根据排队长度标定模型，提高其准确度；其次，运用 Synchrono 软件的信号配时优化功能给出了优化后的信号方案；此外，结合 Synchrono 的计算结果与手算交叉口延误的队友提供的数据进行分析。最后，综合分析了该交叉口的信号配时方案的优势及不足之处，并提出改善方案。总之，此次课程报告使我熟悉和掌握了交叉口现状调查、评价及改进的全过程，获益匪浅，感谢孙老师的指导与组员的相互扶持。——施展华

这次课程设计中我主要负责手算交叉口相关评价参数并与 synchrono 仿真所得结果进行对比，通过计算通行能力、饱和度等中间参数得到延误和服务水平，计算得到的各进口道各方向延误通过两次加权平均法得到交叉口总延误。在计算过程中，我意识到了自己的交通工程知识基础明显不足，大量基本参量与计算公式都无法做到完全理解与熟练运用。同时，我认识到了理论与实际之间存在的差距，在计算右转方向延误过程中，由于课堂上并未涉及这一块内容，我只能在基于交叉口实际情况下大量查阅相关研究论文，从中确定计算方法，但由于专业知识的不扎实，导致结果与理想结果还有一定差距。最遗憾的是，由于时间限制，我基本未能参与到 synchrono 与 vissim 软件仿真中，这使得我在回顾课程设计报告时，用了大量时间来凭空揣测理解仿真中的参数获得过程。在此我要感谢我的队友，在我艰难理解仿真的过程中，一直为我细心解惑，使我无限获益。——王文杰

在本次课程设计中，我的主要任务是进行现场调查并作记录，协助组员完成了手算交叉口延误，并与 Synchrono 的结果作比较。我和其他小组成员通过现场调查、采集获得了所需要的资料。我们小组选择了周二的晚高峰时期，当天下午我们提前到达了调查路口，并做好了相应的准备工作。在前一天我们通过地图获取了所调查区域内的平面交叉口、路段的几何布局，并打印了出来。在晚高峰来临前，我们通过打印的路口与实际的路口进行了细致地比对，并对一些小错误做了一些纠正，完善了一些信号标志。在这个时间里，我们了解了所调查交叉口的一些基本情况，如渠化形式、车道划分情况、车道划分情况、道路尺寸、交叉形式及标志标线情况等。这对我们之后的调查和分析起到了重要作用。我们还趁这个时间分工合作对各交叉口目前的信号配时情况做了记录。在晚高峰时间，我们选取了一个制高点，方便对各个交叉口进行调查和拍摄视频作为记录。最后，我们完成了对各方向进道口交通量的记录和拍摄，事后通过视频回放统计了车型分类和排队长度的情况。——马梓航