

The Introduction of Urban Intersection Based on Road Grade

Xinya Niu, Ruhua Zhang*

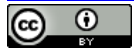
Transportation Planning & Design Research Center, Shandong University, Jinan Shandong
Email: 15269115958@163.com

Received: Jun. 29th, 2015; accepted: Jul. 24th, 2015; published: Jul. 27th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

As a bottleneck point of city road, the intersection is the key of city traffic. But nowadays the design of city intersection often has similarity regionalism, without considering the road intersected and the flows, which are designed by a unified intersection model. In this paper, based on summarizing the classification and the issues of the intersection, we put forward the new intersection mode according to the different grades of the road, and hope to improve the security and smoothness in a certain extent. But the proposed new intersection model is only theoretical and lack of practical data. The next work is analyzing the data from practical application to build the design.

Keywords

Intersection, Classification of Intersection, New Intersection Model, Channelization, Design Code

基于道路等级的新型城市平面交叉口简介

牛馨雅, 张汝华*

山东大学交通规划设计研究中心, 山东 济南
Email: 15269115958@163.com

收稿日期: 2015年6月29日; 录用日期: 2015年7月24日; 发布日期: 2015年7月27日

*通讯作者。

摘要

作为城市道路的瓶颈点，交叉口是城市交通的关键。但现今城市交叉口的设计具有地域相同性，一个城区内不考虑道路条件和流量就采用统一的交叉口模式。本文在总结现状城市道路交叉口类型和存在问题的基础上，根据相较道路的不同等级提出了新型交叉口的设计方案及适用性，以提高交叉口的行车顺畅性和安全性。本文仅在理论层面对新型交叉口进行了简单介绍，在后续工作中，会通过实例数据加强对新型交叉口的跟踪分析。

关键词

平面交叉口，交叉口分类，新型交叉口，交通渠化，设计规范

1. 背景

近年来我国的机动车保有量以前所未有的趋势迅猛增长，以山东省为例，2009年底民用汽车保有量为553万辆[1]，到2013年底已增长至1040万辆[2]，5年间增长了将近一倍。城市车辆的急速增加造成了城市道路的拥挤，但作为城市道路的瓶颈点，交叉口的设计并未跟上机动化的发展，依然保持固有的设计形式，既不能满足交通流量激增的需求，又忽视了安全性、人性化的保障。有研究指出，由于交叉口设计不合理、不科学而造成的整个城市交通堵塞占据了全程堵塞时间的80%以上[3]。因此，“因地制宜”，并以保障安全为前提，合理根据道路等级和流量设计适应目前发展形势的交叉口十分必要。

2. 交叉口现状

本节从交叉口类型的划分和现状存在的问题两方面进行论述。交叉口类型划分阐释了设计交叉口时选择以相交道路等级为划分依据的理由，交叉口存在的问题表明了现阶段我国交叉口还存在很多弊端，为了适应现代化的发展，我们需采取必要的技术措施消除这些问题。

2.1. 交叉口划分类型

城市道路是以网络形态分布于城市区域内的地面交通设施，由于道路的功用不同以及地域的差异，各道路间的交叉和连接方式各不相同[4] [5]。《城市道路设计规范》(CJJ37-2012)将道路与道路的交叉分为平面交叉和立体交叉[6]，本文主要讨论平面交叉口。

根据不同的分类方式，城市平面交叉口主要有以下几种：

1) 按相交道路等级种类划分。《城市道路交通规划设计规范》(GB50220-95)和《城市道路交叉口规划规范》(GB50647-2011)中将我国的城市道路分为快速路、主干路、次干路和支路四类[7] [8]，按照两两相交的方式计算，有10种组合方式，如快速路-快速路交叉口、主干路-次干路交叉口等；

2) 按照道路相交的几何形状划分。《城市道路设计规范》(CJJ37-1990)将我国城市道路平面交叉口的型式分为十字形、X形、T形、Y形及环形交叉等[9]；

3) 按照交汇道路的条数划分。可分为四岔交叉口、三岔交叉口、复合交叉口和环形交叉口[10]；

4) 按照交通组织分类。《城市道路设计规范》(CJJ37-2012)将我国城市道路平面交叉口分为信号控制交叉口、无信号控制交叉口和环形交叉口[6]；

5) 按照交通流的调节程度划分。可分为普通交叉口、渠化交叉口和环形交叉口[11]。

可见，不同的分类方式反映了交叉口不同的特性。分类2) 3)反应相交道路的角度或者条数，只要道

路确定交叉口的形式就能确定，并不能反映交叉口的差异性；分类 4) 5)反映了交叉口自身的特性，与采取的交通管理控制措施相关，主观因素影响较大。分类 1)根据相交道路的性质划分，首先客观反映了交叉口承担的流量大小，其次在主观上，此类交叉口可以采取各种交通需求管理措施，进一步满足“城市道路交叉口，应根据相交道路的等级、分向流量、交叉口周围用地的性质，确定交叉口的形式及其用地范围[7]”的要求。因此，采用相交道路等级对交叉口进行应用划分更科学合理。

《上海城市道路平面交叉口规划与设计规程》(DGJ08-96-2001)在分类 1)的基础上，将平面交叉口的应用类型分为以下六种形式：A 型—交叉口展宽及信号控制交叉口；B 型—设有让路标志或停车标志的优先控制交叉口；C 型—不设控制交叉口；D 型—环行交叉口；E 型—干路中心隔离带封闭、支路只准右转通行的交叉口；F 型—交叉口不展宽及信号灯交叉口[12]。规划平面交叉口的应用类型，主要根据城市道路网规划的相交道路类别确定，如表 1 所示。

基于道路道路等级对交叉口进行划分虽已应用于实际，但却并未涉及具体的参数要求，这也是现今我国各类规范普遍存在的现象。因此，本文在现有规范的基础上，结合实际设计经验，提出了基于道路等级布设平面交叉口的具体参数要求。

2.2. 交叉口存在问题

跟发达国家已经有上百年的交叉口设计经验不同，我国的交通工程起步较晚，在城市平面交叉口设计方面还存在很多不同，主要表现在以下几个方面：

1) 渠化设计不明确

与美国注重交叉口渠化设计不同，我国的城市道路设计规范对交叉口的渠化设计说明并不明确，《公路路线设计规范》(JTG_D20-2006)仅指出了应该进行平面交叉渠化设计的具体情况，而对于如何渠化并无具体的说明[13]，导致设计人员在设计过程中依据以往的设计经验，将两个具有不同交通状况的交叉口的渠化设计成一样的形式，且我国城市道路平面交叉口设计规范对交叉口的渠化设计只给出了一些相关的指导原则，导致交叉口的渠化设计存在很多不足和错误的地方[14]。

2) 追求通行能力忽略安全问题

法国在进行平面交叉口设计时提倡以人为本，安全第一。即在保证良好安全水平的原则下，尽量提高交叉口的通行能力；当安全与通行能力相冲突时，要求安全第一，严格减速。而国内进行交叉口设计的普遍理念是提倡快速的交通转换，拓宽车道，避免拥堵，而忽视了安全问题[15]。

3) 路权分配不合理

在我国很多城市中，非机动车在空间上并不存在所谓的“路权”，非机动车和机动车同时通过交叉口，非机动车的灵活性以及错误的“抢路”意识很容易导致事故的发生；而对于行人，虽然过街设置了

Table 1. Application of intersections in Shanghai
表 1. 上海市规划平面交叉口应用类型

相交道路	主干路	次干路	支路	
			I 级	II (III)级
主干路	A	A	A、E	E
次干路		A	A	A、B、E
支路	I 级		A、B、D	B、C、D、F
	II (III)级			B、C、D、F

注：本表来源于《上海城市道路平面交叉口规划与设计规程》(DGJ08-96-2001)。

人行横道，但在信号周期上却往往为了保障机动车的通行能力而设置较短的过街时间，时间上的“路权”并不公平。整体而言，现今我国缺少对慢行交通流“路权分配[16]”等的标志、标线措施，不公平的路权分配使得交叉口处的交通混乱，事故频发。

3. 新型交叉口模式

综合上述问题，本文针对交叉口的渠化及交通组织提出了具体的设计方案，明确路权并注重安全岛的规范参数，将不同类型的交叉口适用于不同等级的相交道路，以提高城市交叉口的安全性、秩序性。

本着“安全第一、以人为本、资源共享及循序渐进”的原则，为适应不同的道路等级、交叉口流量和占地面积条件，结合现有的交叉口模式，本文以城市平面交叉口为基础提出了三种适用性不同的交叉口模式，为方便叙述，参照《上海城市道路平面交叉口规划与设计规程》以 A、B、C 模式命名。A 为基于安全流线的慢行一体交叉口，B 为基于安全岛的机非混行交叉口，C 为普通的机非混行交叉口。

3.1. A 模式——基于安全流线的慢行一体交叉口

城市中常见的交叉口为普通的机非混行模式，即在交叉口机动车和非机动车拥有同样的路权；同济大学的杨晓光教授等提出慢行一体化的概念，即在交叉口范围内行人与非机动车在同一平面，非机动车过街方式与行人相同[17]。以上两种理念为交叉口设计的两种基本思路。A 模式交叉口以慢行一体交叉口为设计基础，同时完善了细节设计：为保证交叉口内行车安全性，设置了右转弯转角岛；为保证行人过街安全性，道路宽度超过 4 条机动车道时，人行横道在车行道的中央分隔带设置行人安全岛；为引导非机动车安全有序通过交叉口，在进口道处设置非机动车导流带；为规范行人过街，同时防止机动车占用人行道，在人行横道线顶端设置小宽度坡角。

A 模式交叉口的具体设计示意图见图 1。

上图参数以交叉口为四进口道三出口道的十字形交叉口为例。经过研究实践，结合实际经验，得出上述参数的合理变化范围。其中，在规划红线半径大于 25 米的条件下：

1) 当交叉口的路缘石半径 ≥ 22 米时，可保证非机动车导流线在路口增宽至 5 米而不影响非机动车正常通行；

2) 非机动车导流带长度在 9 米~12 米之间，可满足非机动车行车习惯及线形设计的要求；

3) 经计算，转角岛长宽为 8 米时，交叉口可同时容纳 18 辆非机动车同时等待过街，当转角岛长宽为 10 米时，人行横道退后交叉口面积增大，但可容纳非机动车数量增加至 32 辆。结合占地面积和非机动车容纳量两方面考虑，建议转角岛长宽 ≥ 8 米；

4) 为规范转角处非机动车行车轨迹并保障残疾人通行，在人行横道末端设置宽约为 2 米的坡角。坡角宽度过大，会导致部分机动车或非机动车在交叉口处通过坡角进入人行道行驶而占用行人路权。

A 模式交叉口的创新之处在于明确了关键控制点的参数，并加强了渠化设计，设置非机动车导流带，循序渐进引导非机动车合理过街；合理分配路权，以慢行一体交叉口为基础，同时减小了坡角的宽度，在体现人文关怀的基础上保障了慢行路权。

非机动车导流带为将机非分隔带在靠近交叉口处逐渐加宽至一定数值，配合半径一定的转角岛，直行的非机动车就能按照规划要求沿非机动车道通过交叉口，避免非机动车直接在交叉口内部过街的现象，大大减小了对交叉口内机动车的影响，既提高了非机动车行车安全型，又增加了机动车的通行效率。

图 2 为非机动车导流带实例。

一改中国传统交叉口坡角宽度较大的情况，A 模式交叉口在人行横道线端点设置宽度较小的坡口。若坡角宽度过大，机动车可在转弯处进入人行道行驶或停车，占用了行人路权；同时也会造成非机动车无意间进入人行道行驶，给行人和非机动车均造成不便。

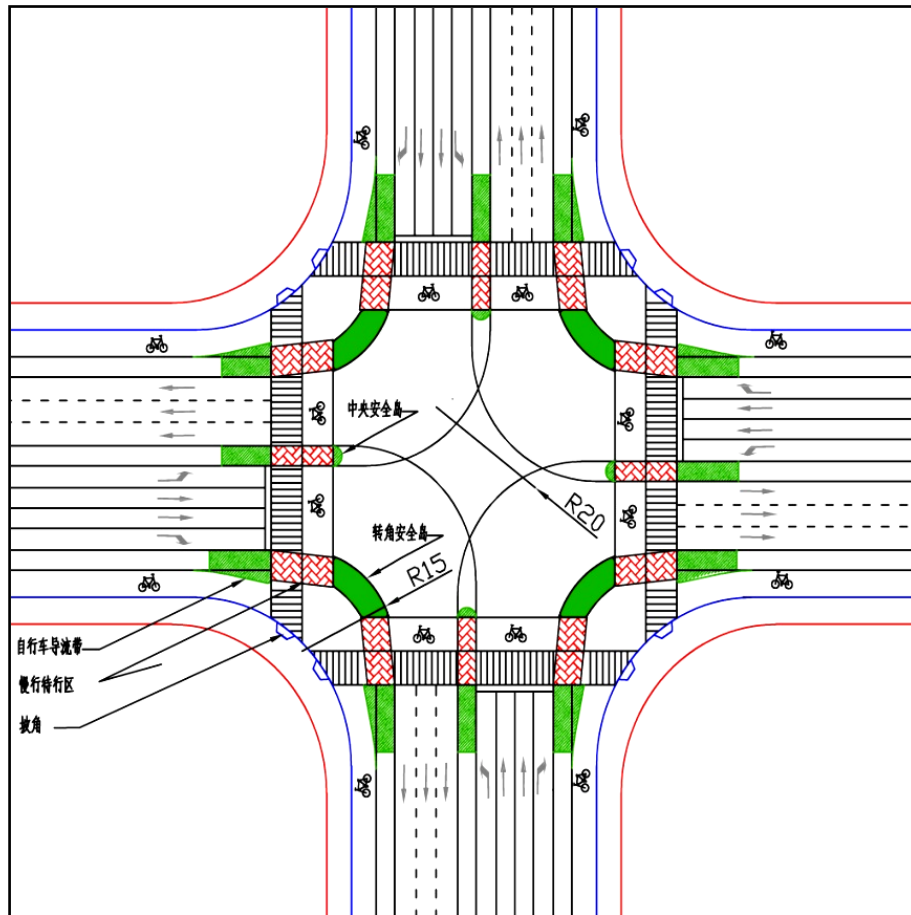


Figure 1. Explanation of model A
图 1. A 模式交叉口示意图



Figure 2. Non-motor vehicles channelization
图 2. 非机动车导流带

3.2. B 模式——基于安全岛的机非混行交叉口

B 模式交叉口以机非混行交叉口为基础，在交叉口处取消了非机动车过街专用道，同时缩小了路缘石转弯半径，增大了行人通行空间；为保证行人过街安全性，道路宽度超过 4 条机动车道时，人行横道在车行道的中央分隔带设置行人安全岛。具体设计模式示意图 3。

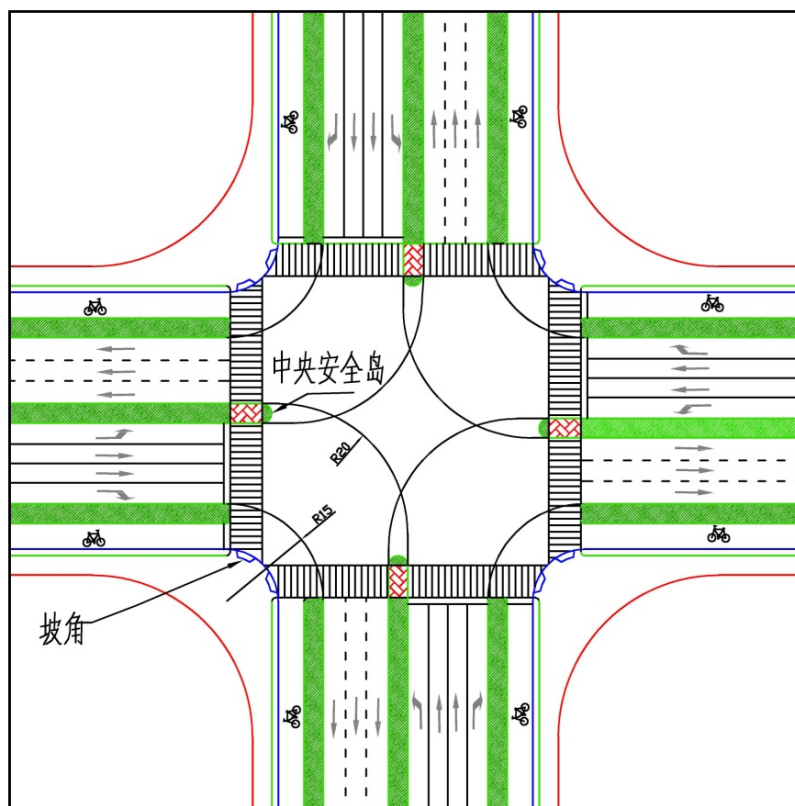


Figure 3. Explanation of model B
图 3. B 模式交叉口示意图

与 A 模式交叉口相比，B 模式的设计比较简单，不仅去掉了转角岛和非机动导流带，适用性和设计参数也发生了相应变化，在道路等级相同的情况下：

1) 在红线转弯半径大于 25 米的情况下，经过测算，A、B 两种设计模式均可满足行车要求，但当红线转弯半径小于 25 米时，A 模式的街角空间受到制约，适用性降低；

2) A、B 两种模式的机动车停车线位置相差不大，A 模式停车线比 B 模式仅后移 3~5 米，交叉口大小没有明显变化；

3) A、B 两种模式的非机动车停车线位置差别显著。A 模式比 B 模式非机动车停车线向交叉口内部前移 12~13 米，行人等候区前移一个非机动车道的空间，约 5 米，B 模式对于慢行过街时间的缩短和交叉口的清空非常有利。

3.3. C 模式——普通机非混行交叉口

C 模式交叉口即传统的机非混行交叉口，不须增设转角岛和中央安全岛，信号控制条件下机动车和慢行交通按照交通规则过街，具体设计模式示意图见图 4。

3.4. 新型交叉口适用性

A、B、C 三种交叉口的设计复杂程度有很大不同，因此适用性也有很大差别。提出这三种交叉口的目的是希望城市交叉口的设计能够改变以往千篇一律的状况，根据道路条件做到因地制宜。需要特别指出的是，虽然城市道路分为快速路、主干路、次干路和支路四类，但由于与快速路相交的路口多采用立交形式或结合其他交通管制措施，故本文涉及的城市道路只包括主干路、次干路和支路三个等级。

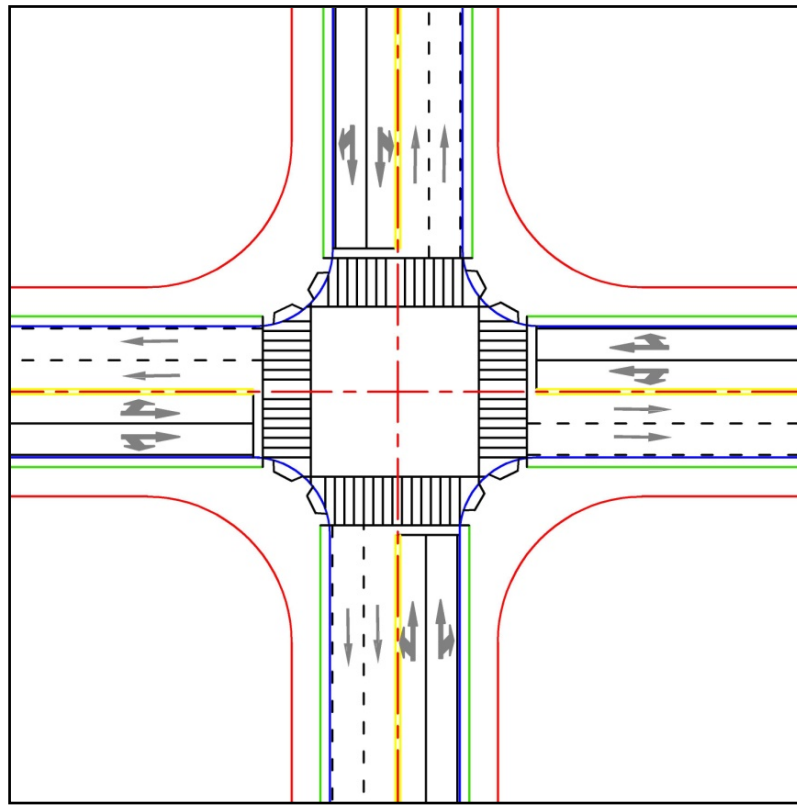


Figure 4. Explanation of model C
图 4. C 模式交叉口示意图

A 模式适用于交通流量较大的主干道与主干道交叉口，此模式下设置了机动车、非机动车和行人三者不同的过街通道，可满足大量交通同时通过的需求，同时设置中央安全岛和转角安全岛，可有效保护过街交通；B 模式适用于交通流量适中的主次干道交叉口，此模式下非机动车和机动车一同过街，设置中央安全岛有效保护了过街行人，交叉口占地面积减小，同时也缩短了直行交通的过街时间；C 模式适用于次支干道交叉口，机动车和慢行交通过街方式相同，此模式下交叉口占地最小，各种交通方式通过时间也最短，但是由于无安全保护措施，冲突较多，适用于交通流量很小的交叉口。交叉口适用性见表 2。

4. 应用实例

山东省济南市西客站片区位于中心城区要塞，是国内三大综合交通运输通道的交汇处，西客站枢纽将成为奠定枢纽城市地位的核心支撑。西客站交通枢纽区位于大金路以西、京福高速以东的区域，包含京沪高铁、铁路编组站、京福高速、轨道站场等重要的交通设施，是西客站片区作为交通枢纽的主要承载区。考虑到交通流量和道路现状条件，济南西客站片区的交叉口设计应用了 A、B、C 三种交叉口模式。截止 2014 年底，设计交叉口全部建成。数量及分布如表 3 及图 5 所示。

5. 结论

城市交叉口设计是城市道路交通系统规划设计的一项重要内容，要考虑到道路等级、交通流特征，通过渠化设计，运用渠化岛、导流线等交通设施，理顺各种交通流向，配合信号控制，保证人与车辆安全、顺畅地通过交叉口[18]。选择合适的设计模式，配合交通需求管理措施，能够有效缓解交通拥堵、规范行车秩序、提高通行能力。因此，本文根据不同的道路等级提出了不同的交叉口类型，以达到

Table 2. Application of new intersections model
表 2. 城市平面交叉口应用类型

	主干路	次干路	支路
主干路	A	A、B	B
次干路		A、B	C
支路			C

Table 3. Number of new intersections in Jinan
表 3. 新型交叉口在济南西区应用数量说明

类型	数量
A 模式	5 个
B 模式	17 个
C 模式	34 个
合计	56 个

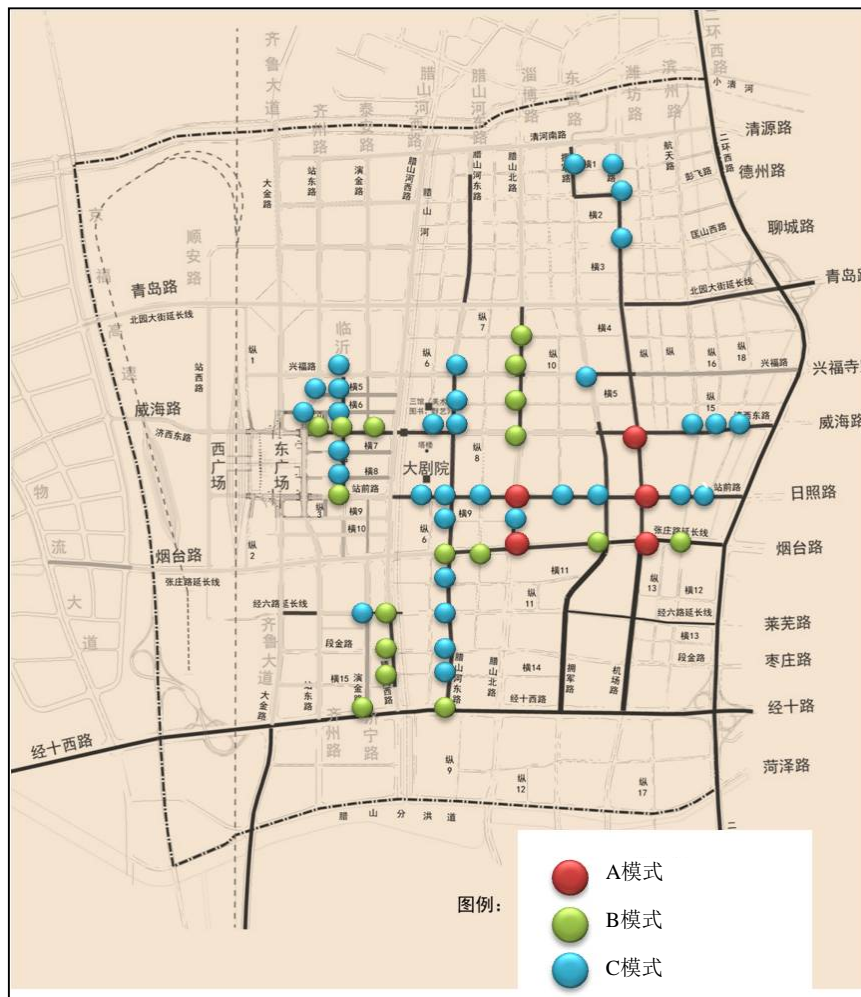


Figure 5. Distribution of new model intersections
图 5. 新型交叉口分布示意图

上述目的。但是，本文仅在理论层面上简单介绍了新型平面交叉口，在后续工作中，会通过济南市西客站片区道路通行能力及事故率等数据加强对新型交叉口的跟踪分析。

基金项目

本文由国家自然科学基金资助(No. 51278284)。

参考文献 (References)

- [1] 山东统计年鉴 (2009) 刘兴慧主编. 中国统计出版社, 北京.
- [2] 山东统计年鉴 (2014) 刘兴慧主编. 中国统计出版社, 北京.
- [3] 贾炜 (2013) 道路工程中平面交叉口设计的型式及其适用性. *科技与企业*, **9**, 218.
- [4] 李小克 (2002) 普通逻辑学教程. 首都经济贸易大学出版社, 北京.
- [5] 宋培抗 (1995) 城市道路交叉口规划与设计. 天津大学出版社, 天津.
- [6] CJJ37-2012 (2012) 城市道路设计规范. 中国建筑工业出版社, 北京.
- [7] GB 50220-1995 (2000) 城市道路交通规划设计规范. 中国计划出版社, 北京.
- [8] GB50647-2011 (201) 城市道路交叉口规划规范. 北京市市政设计研究院, 北京.
- [9] CJJ37-1990 (1991) 城市道路设计规范. 人民交通出版社, 北京.
- [10] 张杰 (2015) 刍议市政道路工程交叉口设计. *山西建筑*, **14**, 150-151.
- [11] 廖晓强 (2013) 城市道路平面交叉口交通组织与渠化设计研究. 硕士论文, 南京林业大学, 南京.
- [12] DGJ08-96-2001 (2001) 上海城市道路平面交叉口规划与设计规程. 上海.
- [13] JTG D20-2006 (2006) 公路路线设计规范. 人民交通出版社, 北京.
- [14] 杜虎伟 (2009) 中美城市道路平面交叉口设计规范对比研究. 硕士论文, 华中科技大学, 武汉.
- [15] 张晓波 (2012) 法国公路平面交叉口设计规范简介及与国内规范的比较. *公路交通技术*, **1**, 40-43.
- [16] 国务院 (2004) 中华人民共和国道路交通安全法实施条例. 人民交通出版社, 北京.
- [17] 杨晓光 (2010) 交通设计. 人民交通出版社, 北京.
- [18] 余启航, 杨涛 (2009) 国外城市道路交叉口设计. *国际城市规划*, **5**, 56-60.