



东南大学

毕业设计（论文）报告

题 目 南京机场高速胜太路出口路段交通优化设计

交通 院(系) 交通工程 专业

学 号 21112133

学生姓名 黄志超

指导教师 马永锋 副教授

起止日期 2016.2.29 —— 2016.5.26

设计地点 东南大学交通学院



东南大学学士学位论文

南京机场高速胜太路出口路段交通优化 设计

专业名称： 交通工程

导师姓名： 马永锋 副教授

学生姓名： 黄志超

东南大学交通学院

2016年5月



A THESIS Presented to
The Academic Committee of Southeast University
For the Bachelor Degree of Engineering

**Traffic optimization design of Nanjing airport
high speed ShengTai road exit section**

By
Huang Zhichao
Under the Supervision of
Ma Yongfeng

**Transportation College
Southeast University**

May, 2016

摘要

高速公路出口匝道与地面道路衔接区域是影响出口匝道通行能力的关键区域，出口匝道与下游交叉口的不合理设计可能会对高速公路出口范围内的综合效率造成较大影响。目前我国在高速公路出口匝道衔接部的研究和工程应用尚未成熟，经常出现出口匝道下游严重冲突的情况，出现交通流“溢流”造成出口匝道拥堵。

本文以南京市机场高速胜太路出口路段为研究对象，通过现场调查和工作日晚高峰时期路段交通流数据收集，对现状数据分析发现出口匝道与地面衔接路段采用下游交叉口 U 型回转方式实现左转。左转车流在下游交叉口与其他流向车辆产生严重冲突，高峰时期造成路段拥堵，甚至出现“溢流”。在查阅了大量国内外较新的研究成果、设计规范，总结了国内的实际工程应用经验的基础上，结合渠化、交通控制、交通管理等措施，提出两个交通组织及控制优化比选方案。方案主要将路段上两全无控制交叉口改为信号控制交叉口，并配以辅助交通设施设计。然后再以延误为评价指标，采用 VISSIM 仿真软件对拟定的优化方案进行仿真分析，根据仿真结果与数据进行方案效率评价，选取出较合适的交通组织优化方案。

关键词：出口匝道；衔接部；优化；效率评价

Abstract

The connecting regional of highway exit ramp and ground roads is a key regional influence exit ramp capacity, the exit ramp and downstream intersection of unreasonable design may expressway exit within the scope of the comprehensive efficiency will cause a greater impact. At present, the research and engineering application of the expressway exit ramp convergence section is not yet mature, and often occurs in the downstream of the exit ramp, the traffic flow "overflow" causes the exit ramp congestion.

The Nanjing airport high speed ShengTai road exit section as the research object, through site survey and work on the evening peak period of road traffic flow data collection, the status of data analysis found that the exit ramp with the ground convergence section of the downstream intersection U type rotary achieve turn left. Left turn traffic at the intersection of the downstream intersection with other traffic flow to produce a serious conflict, the peak period caused by traffic congestion, or even overflow". After consulting a large number of domestic and foreign new research results, design specification, and summarizes the based on the actual engineering application experience, combining canalization, traffic control and traffic management measures, optimization of two traffic organization and control schemes are put forward. Mainly on the road between unsignalised intersection to intersection, traffic facilities and auxiliary design. Then to delay as the evaluation index, using the VISSIM simulation software to simulation and analysis of the proposed optimization scheme, scheme efficiency evaluation according to the simulation results with the data, the selection of the appropriate traffic organization optimization scheme.

Keywords: Exit ramp; interface; optimization; efficiency evaluati

目录

摘要	1
Abstract	II
第一章 绪论.....	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 国内外研究成果综述	1
1.2.1 国内外研究成果.....	1
1.2.2 现有成果总结.....	3
1.3 本文的研究目的和主要内容	3
1.3.1 研究目的.....	3
1.3.2 研究内容.....	3
1.3.3 技术路线.....	4
1.4 本章小结.....	4
第二章 南京机场高速胜太路出口路段现状介绍与数据收集	5
2.1 南京机场高速胜太路出口路段现状介绍	5
2.2 南京机场高速胜太路出口路段道路交通条件	5
2.3 现场调查与数据收集	6
2.4 实地调查	6
2.5 路段基础数据统计	7
2.6 南京机场高速胜太路出口路段存在问题分析	7
2.5.1 左转调头车辆转弯半径过大	7
2.5.2 学府路—胜太西路交叉口冲突分析	8
2.5.3 出租车、机动车违停与行人闯红灯现象普遍	8
2.6 本章小结	8
第三章 现存问题成因分析与优化方案	9
3.1 南京机场高速胜太路出口路段现存问题原因分析	9
3.1.1 道路 U 型回转缺点	9
3.1.2 道路 U 型回转设置条件	9
3.1.3 问题产生原因总结	10
3.2 南京机场高速胜太路出口路段交通组织优化方案	10
3.2.1 优化方案一	10
3.2.2 优化方案二	10
3.2.3 优化方案三	11
3.2.4 优化方案四	11
3.2.5 优化方案五	11
3.3 本章小结	12
第四章 交通组织优化方案设计	13
4.1 方案初步选取	13
4.2 方案一具体设计	13
4.2.1 交叉口渠化设计与相位方案设计	13
4.2.2 各车道组直行当量计算	14
4.2.3 流率比分析与关键车流确定	14
4.2.4 确定黄灯时间和全红时间	14
4.2.5 确定信号损失时长	15
4.2.6 确定信号周期时长	15
4.2.7 绿时分配	16
4.2.8 行人过街时间检验	16
4.2.9 延长信号周期长度与各相位绿时重新分配	16

4.3 方案二具体论证.....	17
4.3.1 交叉口渠化设计与相位方案设计.....	17
4.3.2 各车道组直行当量计算.....	18
4.3.3 流率比分析与关键车流确定.....	18
4.3.4 确定黄灯时间和全红时间.....	19
4.3.5 确定信号损失时长.....	20
4.3.6 确定信号周期时长.....	20
4.3.7 绿时分配.....	20
4.3.8 行人过街时间检验.....	21
4.4 本章小结.....	21
第五章 优化方案效率评价.....	22
5.1 VISSIM 仿真软件简介	22
5.2 仿真流程设计.....	22
5.3 仿真模型建立.....	22
5.3.1 研究对象确定.....	22
5.3.2 具体参数设计.....	22
5.3.3 仿真参数.....	23
5.4 评价指标的确定.....	23
5.5 仿真结果分析.....	23
5.6 结论	24
第六章 总结及展望.....	26
6.1 论文研究成果.....	26
6.2 研究展望.....	26
致 谢	27
参考文献（References）	28

第一章 绪论

1.1 研究背景与意义

高速公路出口匝道与地面道路衔接区域是影响出口匝道通行能力的关键区域，出口匝道与下游交叉口的不合理设计可能会对高速公路出口范围内的综合效率造成较大影响。目前我国在高速公路出口匝道衔接部的研究和工程应用尚未成熟，经常出现出口匝道下游严重冲突的情况，出现交通流“溢流”造成出口匝道拥堵。

本文以南京市机场高速胜太路出口路段为研究对象，通过现场调查和工作日晚高峰时期路段交通流数据收集，对现状数据分析发现出口匝道与地面衔接路段采用下游交叉口U型回转方式实现左转。左转车流在下游交叉口与其他流向车辆产生严重冲突，高峰期造成路段拥堵，甚至出现“溢流”。在查阅了大量国内外较新的研究成果、设计规范，总结了国内的实际工程应用经验的基础上，结合渠化、交通控制、交通管理等措施，提出交通组织及控制优化比选方案。方案主要将路段上两全无控制交叉口改为信号控制交叉口，并配以辅助交通设施设计。然后再以延误为评价指标，采用 VISSIM 仿真软件对拟定的优化方案进行仿真分析，根据仿真结果与数据进行方案效率评价，选取出较合适的交通组织优化方案。

1.2 国内外研究成果综述

1.2.1 国内外研究成果

1. 高速公路出口匝道衔接部几何设计研究

赵海娟等^{[1][2]}指出了我国现行规范中衔接部几何安全设计的局限性，研究适合我国国情的衔接部几何安全设计方法；并给出衔接部的调查设计方案，并对调查数据加以处理，然后分析衔接部的交通流特性和驾驶行为，对衔接部与普通平面交叉口进行了区分；王鹏英等^[3]研究了高速公路出口匝道的安全现状，发现存在如交通流导入方式不尽合理、匝道间距定义不够明确、匝道长度不足、连续的出口造成信息繁杂及衔接部的渠化控制不尽合理等问题，何莉^[4]对高架快速路与地面道路衔接段合理距离进行了研究。

2. 高速公路出口匝道衔接部常见问题与优化分析

董猛^[5]结合上海市中心城高架快速路，对高架快速路出口匝道衔接段交通组织方案进行了分析，孙明正^[6]对由于进出口匝道布设于近交叉口范围带来的一系列问题进行了分析，提出基于时间和空间的避免交叉口范围内交通流交织与冲突的对策；杨晓光等^[7]分析了不同的交通组织方式对交通运行的影响，提出了各种衔接路段交通组织方式的适用情况；杨晓芳^[8]研究发现在出口匝道接地点离交叉口距离过近时，为避免衔接交叉口的拥堵易回溢至快速路主线，提出一种基于CTM的出口匝道与衔接交叉口的整合控制模型，在出口匝道存在超长排队时，实行相位绿灯延长或绿灯提前激活策略；在出口匝道不存在超长排队时，以出口匝道及衔接信号控制交叉口车均延误最小化为目标，实时动态优化衔接交叉口的周期和绿信比。

陈德望^[9]分析了高速公路出口匝道排队导致主线交通阻塞现象产生的原因，并提出了与出口匝道相连的交叉口信号感应控制的解决办法；王立明^[10]以快速路匝道与衔接交叉口路网为研究对象，针对快速路匝道与衔接交叉口范围内单点控制最优而整体控制效果不佳的问题，在分析控制单点控制方法基础上，提出了协调控制的观点，研究了快速路匝道与衔接交叉口触发式协调控制方法；曲昭伟^[11]针对快速路出口匝道区域拥挤问题，建立了仿真模型，并通过 VISSIM 验证，对比分析出口匝道衔接道路（辅路）在不控制、让行控制、定时控制和自适应信号控制下交通流的运行特性以及控制效果。

3. U 型回转设置效率研究与信号交叉口配时优化研究

美国公路和运输官员协会（AASHTO）的设计文献《A Policy on Geometric Design of Highway and Street》中对 U 型回转提出了包括规范、推荐方案、指导性规格在内的一系列设计指南，对美国的 U 型回转的工程实践起到了指导作用^[12]。

2001 年，佛罗里达大学的 Xiao Kuan Yang 对支路进入主路车辆的 U 型回转进行了研究，在佛罗里达州坦帕市实地调查，并建立 10 个典型地点采集点，收集数据，并用仿真软件（CORSIM）对这种组织方式进行仿真实验，分别建立了直接左转和间接左转即 U 型回转车辆的平均延误和主路流量之间关系的回归模型，经比较分析得出：当主路直行车流量较小时，直接左转车辆比 U 型回转车辆耗费的行程时间和延误小，而当主路直行车流量增加到一定程度时，后者耗费的行程时间和延误比前者更小，主路直行流量的具体临界值要视具体地点的交通特性而定^[13]。

2004 年，美国南佛罗里达大学的 Jian John Lu、Pan Liu、Jingjing Fan、Juan Pernia 等人对车辆采用 U 型回转从支路进入主路进行了研究，在佛罗里达坦帕市进行实地调查，设置了 8 个实验地点，采集了 300 个小时的交通数据，利用采集的交通数据建立了回归模型，用以评价运行效果：直接左转方式的行程时间与延误关系模型，U 型回转方式的行程时间和延误关系模型以及调头车辆的比率与关键影响车流流量关系模型，得出与 Xiao Kuan Yang 所做研究相似的结论，此外，他们还把右转车并在在中央分隔带路段开口处调头和在下游信号交叉口处调头这两种方式下车辆的行程时间和延误进行了比较，最后得出，在通常情况下，因为不需等待绿灯信号，减少了延误，所以后一种方式下车辆的通行效率较高^[14]。

2005 年 1 月，东南大学和四川省公路规划勘察设计研究院的张宁、陈恺、何铁军、黄卫，对 U 型回转方式下中央分隔带开口间距的设置进行了研究^[15]；06 年，张宁、陈恺、高朝晖、黄卫等又提出了基于微观仿真的 U 型回转选址规划方法^[16]，使国内对 U 型回转设置的研究不断完善。

2007 年 2 月中国公安大学的刘书鹏，马骏等对路段掉头组织方式的思路、优缺点进行了简要阐述，重点分析了该方法在城市干路中应用的可行性，并从路网规划、道路设计和交通管理方面提出了实施建议^[17]。

在信号配时优化研究方面，国外的 Aleksandar Stevanovic^[18]等，考虑流动性，安全性和环境因素，利用进化算法对信号配时进行三维最优前沿优化，并结合犹他州西峪城路段，测

试信号配时中流动性、安全和环境间的平衡。而 Inchul Yang^[19]等侧重于基于期望路径流的实时网络流量信号优化研究, Pitu Mirchandani^[20]利用网络空间与时间关系求解路径诱导和交通信号优化问题。Carolina Osorio^[21]考虑环境相关的复杂问题, 利用微观仿真模型解决交通优化问题, Jack Haddad^[22]对孤立交叉口进行多阶段优化, 他基于离散事件模型将信号交叉口的控制问题归结为一个线性规划问题以及一个二次规划问题, 并提出了一种新的求解离散优化问题的算法, 该算法通过求解相应的连续时间问题的最优解。

Aoxiang Wu^[23]基于队列 spillback 类型和交通流冲击波分布理论研究交叉口, 采用交通波理论建立了过饱和状态下的协调控制模型, 该模型经仿真模拟可有效减少交叉口平均延误。Jing Zhao^[24]基于车道宽度、表现和信号配时等研究左转交叉口的优化问题, 通过广泛的数据来选择确定左转交叉口的模型和几何布局。

1.2.2 现有成果总结

国内外在高速公路出口匝道与地面道路的衔接问题上进行了较多研究。在衔接部的几何设计方面注意到与普通平面交叉口的差别所在, 并对出口匝道安全、设计等问题进行研究; 分析高速公路出口匝道排队导致主线交通阻塞现象产生的原因, 并提出与出口匝道相连的交叉口信号感应控制以及协调控制等方法; 国外研究人员对相关交叉口的配时优化提出多种算法模型, 结合实例数据给出优化方案。

1.3 本文的研究目的和主要内容

1.3.1 研究目的

本文研究对象为南京机场高速胜太路出口路段, 即机场高速出口匝道至胜太西路—将军大道交叉口, 该路段出入口较多, 且为南京航空航天大学将军路校区北门出口路段, 交通组成复杂, 高峰时期拥堵常态化, 甚至出现出口匝道溢流现象。此次研究以对该路段进行交通组织优化为主要目的, 并针对该路段出现的具体问题提出适当的解决方案, 以改善其交通状况。

1.3.2 研究内容

本文主要研究内容包括两个部分。第一部分是根据实地调查, 总结南京机场高速胜太路出口路段现存问题, 并分析问题成因; 通过文献学习, 针对问题提出可能的优化方案。第二部分, 根据调查方案现场拍摄视频数据, 分析处理并得到具体的配时方案, 以平均延误为指标通过 VISSIM 对方案进行仿真, 对仿真数据分析对比, 选出合适的交通组织优化方案。

根据以上研究思路, 本文内容如下:

第一章 绪论

介绍研究背景, 总结国内外研究成果, 阐述本文研究内容及技术路线, 对文章总体进行简要介绍。

第二章 南京机场高速胜太路出口路段交通现状介绍

对南京机场高速胜太路出口路段的道路交通几何条件进行介绍，现场调查，收集数据，对现存的各种问题进行梳理总结。

第三章 现存问题成因分析与优化方案初步拟定

在查阅国内外文献资料、总结国内外对高速公路出口匝道衔接部优化设计的基础上，分析产生问题的原因，针对现存的拥堵等问题提出可能的解决方案，并给出具体的调查方案；

第四章 数据分析与方案论证

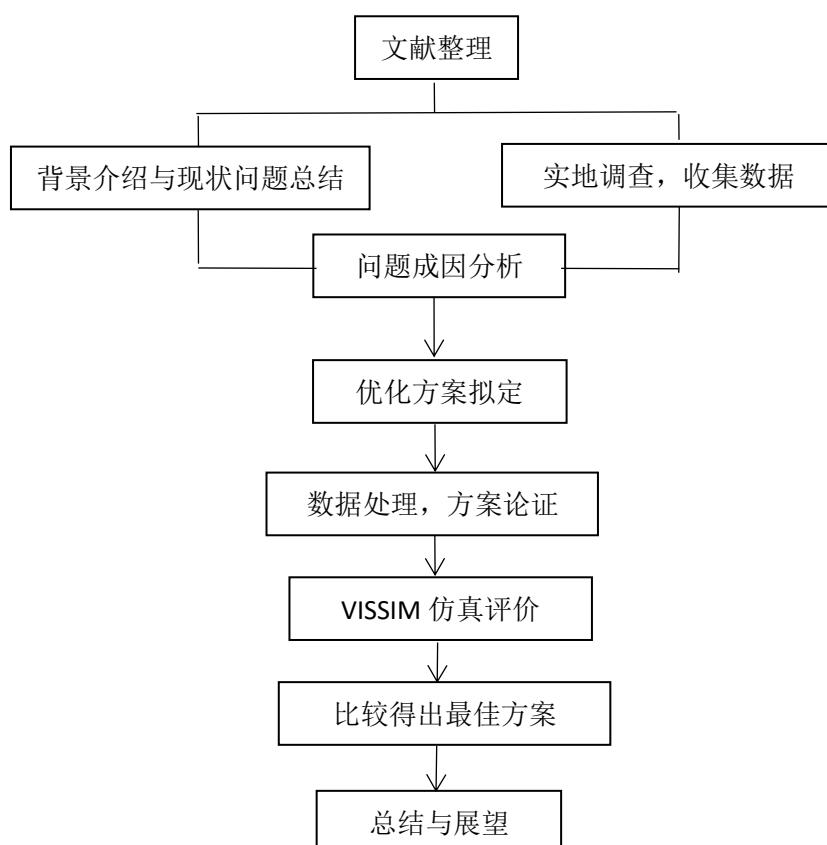
对数据加以处理分析，根据数据计算出具体的配时方案；

第五章 效率仿真评价与方案比选

以延误为评价指标，采用 VISSIM 仿真软件对方案进行仿真分析，分别对两方案进行效率评价，根据评价结果对方案进行比选；

第六章 总结与展望

1.3.3 技术路线



1.4 本章小结

本章阐述了研究的背景及意义，对国内外相关研究成果进行了整理，在分析已有的研究方向和成果的基础上，明确了本文的研究的重点和思路，对下面章节内容的展开具有指导意义。

第二章 南京机场高速胜太路出口路段现状介绍与数据收集

2.1 南京机场高速胜太路出口路段现状介绍

南京机场高速公路是连接南京主城区至南京禄口国际机场的高速公路，江苏省高速公路编号为 S88，全长 28.9 公里，双向八车道，全程限速 120km。胜太路出口路段沿匝道向南与顺翔西街汇合，匝道长约四百米，与东西向胜太西路相交，交叉点往西约 600 米为将军大道，胜太西路—将军大道交叉口处有机场线 S1 翠屏山地铁站。胜太西路南侧为南京航空航天大学将军路校区（以下简称“南航”），北侧为居民生活区，其中学府路两侧有大量餐饮及休闲娱乐场所。路段卫星俯瞰图与 CAD 图示如下。



图 2-1 南京机场高速胜太路出口路段现状卫星俯瞰图

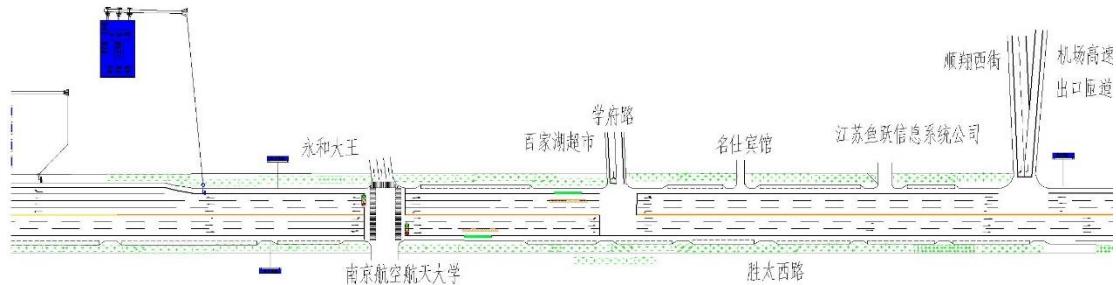


图 2-2 南京机场高速胜太路出口路段现状 CAD 图示

2.2 南京机场高速胜太路出口路段道路交通条件

南京机场高速胜太路出口匝道为单车道，顺翔西街为单向双车道。胜太西路为双向六车道。其中顺翔西街—胜太西路交叉口为全无控制 T 型交叉口，顺翔西街—胜太西路交叉口至学府路—胜太西路交叉口路段中央设有隔离护栏，北进口机动车禁止左转，东进口车辆禁止右转。南航北门出口设有信号控制以供南航学生出入。

2.3 现场调查与数据收集

对南京机场高速胜太路出口路段现状问题具体分析需要根据实地调查进行，且后续优化方案设计也需要路段上具体数据，因此需对研究路段进行交通调查。全面考虑研究路段交通运行特征，分析其造成影响的因素，调查将影响因素划分为：道路条件、交通运行条件等因素，调查内容包括：

（1）几何条件：交叉口类型、各进口道路的横断面形式、车道功能、车道数、车道宽度、冲突点相关路段长度；

（3）交通运行条件：交通组成、分流向的机动车交通量、车辆通过交叉口的速度、排队长度、平均延误、交通堵塞原因、各交叉口车辆冲突情况；

其中几何条件与信号控制条件属于静态数据，主要通过人工调查法获得；交通条件属于动态数据，主要通过无人机录像法获得。

2.4 实地调查

调查时间：2016.4.28（周四） 17:30—19:00（晚高峰时段）

调查设备：滚轴测距仪，大疆“悟”Inspire 1 Pro 无人机

在高峰时间段，操控无人机在路段上方摄像，后期对录像进行反复观看以统计所需交通数据。



图 2-3 无人机图示



图 2-4 无人机航拍视频路段截图

2.5 路段基础数据统计

通过后期对视频录像的观看统计，得到路段具体数据如下表：

表 2-1 南京机场高速胜太路出口路段现状道路交通数据统计表

几何条件			顺翔西街—胜 太西路交叉口	学府路—胜太西 路交叉口	
	车道数	北进口	2	1	
		东进口	3	4	
		西进口	3	3	
	车道宽度(m)	3.75			
	车道功能划分	北进口	右转（禁左）	左右转合用	
		东进口	直行（禁右）	左转、直行、直右	
		西进口	直行	左转、直行	
交通条件	交通量(pcu/h)	北进口	2117	左转 43 右转 35	
		东进口	626	左转 574* 直行 1551 右转 111	
				左转 77 直行 883	
		西进口		左转 77 直行 883	
		速度(km/h) 40			

注：经统计，*处学府路—胜太西路交叉口东进口的左转车辆中，来自于出口匝道的车流量约为 572 pcu/h，而来自于顺翔西街—胜太西路交叉口东进口仅为 2 pcu/h。

2.6 南京机场高速胜太路出口路段存在问题分析

通过现场调查与后续对工作日高峰时期路段视频分析，总结出路段存在的主要问题如下。

2.5.1 左转调头车辆转弯半径过大



图 2-5 学府路—胜太西路交叉口西进口车辆左转

从出口匝道下来的部分车辆有左转需求，但顺翔西街—胜太西路交叉口北进口禁止左转，左转车辆必须行驶至学府路—胜太西路交叉口才能实现左转。而该交叉口东进口车道未明确划分车道转向标线，左转车辆多在路内侧车道进行转向，由于没有中央分隔带，导致转弯半径过大，常常占据对向两至三个车道，对西进口机动车的通行由极大影响。

2.5.2 学府路—胜太西路交叉口冲突分析



图 2-6 东进口左转车与西进口直行车辆冲突



图 2-7 西进口直行与北进口车辆冲突

学府路—胜太西路交叉口为 T 型全无控制交叉口，学府路两侧为居民生活区，行人、机动车、非机动车交通量都较大，西进口左转车辆与东进口直行车辆冲突较大，常造成该路段拥挤，高峰时期加上东进口左转车辆影响常常造成严重拥堵，严重时甚至会导致车辆溢流至出口匝道上。

2.5.3 出租车、机动车违停与行人闯红灯现象普遍

胜太西路路外侧设有路边停车位，且路侧出入口附近都划有禁停区域，但依然有一定数量的出租车与机动车随意停放车辆，在学府路—胜太西路交叉口西进口处有一处公交站台，而公交车停车位经常被出租车及私家车占据，导致公交车停车困难，更加重学府路—胜太西路交叉口负担。南航北门出口设有信号控制以供南航师生安全出入，行人交通量大，为图方便经常出现闯红灯现象，对路段通行能力影响较大。

2.6 本章小结

本章对南京机场高速胜太路出口路段现状进行背景介绍，通过现场调查与录取视频对存在的问题进行梳理总结，并获取路段交通数据，为后续问题原因分析与优化方案拟定提供依据。

第三章 现存问题成因分析与优化方案

3.1 南京机场高速胜太路出口路段现存问题原因分析

路段拥堵主要发生在学府路—胜太西路交叉口，最大的冲突来源于东进口调头车辆与西进口直行车辆的冲突。因为顺翔西街—胜太西路交叉口北进口禁止左转，采用下游交叉口 U 型回转来实现北进口车辆左转。

3.1.1 道路 U 型回转缺点

- (1) 设置 U 型回转让左转车流先右转直行再调头，左转车流的行驶距离增加；
- (2) 下游路段设置车辆 U 型回转时，增加了左转车与直行车流的合流冲突，影响直行车流的通行，增加了延误；
- (3) 下游信号交叉口 U 型回转设计时，会加重下游交叉口的负担，减小下游交叉口的通行能力；
- (4) U 型回转车辆调头时会占据一部分对向车道，且在对向车道行驶时速度较慢，影响对向车流的通行。

3.1.2 道路 U 型回转设置条件

对于设置 U 型回转的条件，美国公路和运输官员协会（AASHTO）对路段掉头与中央隔离带及道路宽度之间关系做出如下规定：

- (1) 要在最少双向 6 车道的路段上才可以考虑路段 U 型回转组织方式；
- (2) 在不同的路段条件下，中央隔离带宽度要在 3m~6m 之间；
- (3) 在路段上要实施 U 型回转组织方式，最少需要 12.7m 的宽度（中央隔离带 1.2m，机动车道宽 10m，非机动车道宽 1.5m）；
- (4) 在中央隔离带宽 4.3m，单向机动车道宽 7.9m 的路段上可以实施路段 U 型回转组织方式；
- (5) 在中央隔离带宽 6m~7m，机动车道宽 9m~11m 的双向四车道上可以实施路段 U 型回转组织方式^[12]。

因为国内目前还没有 U 型回转的设计规范，因此借鉴了美国公路和运输官员协会（AASHTO）对 U 型回转设计的相关规定，同时查阅大量国内外较新的研究成果、设计规范，参考国内相关实际工程应用，总结出我国的 U 型回转设计方法：

- (1) 主路横断面至少为双向车道，建议为双向六车道以上；
- (2) 中央分隔带宽度一般满足 4.2m 以上即可实施 U 型回转；
- (3) 下游路段设置车辆 U 型回转时，车辆右转后直行距离不得小于 400m~800m；
- (4) 下游信号交叉口 U 型回转设计时，调头口位置主要在下游路口处或提前于下游路口 5m~40m 的地方^[17]；

(5) 对于设置于路段中的专用调头口，其调头口的开口长度至少为 5.5m；对于设置于路段中的混用调头口、开口于路口机动车停止线之后的混用、专用调头口以及把调头等待区域设置于左转等待区域之后的调头口，其调头口的开口长度为 7.0m^[17]。

3.1.3 问题产生原因总结

根据现场调查及后续分析，南京机场高速胜太路出口路段最主要的冲突来源于东进口调头车辆学府路—胜太西路交叉口其他进口各流向车辆的冲突。对现场录像反复观察统计发现，学府路—胜太西路交叉口东进口的左转车辆中，来自于出口匝道的车流量约为 572 pcu/h，而来自于顺翔西街—胜太西路交叉口东进口仅为 2 pcu/h，调头车辆几乎全部来源于出口匝道，顺翔西街—胜太西路交叉口东进口中左转车比例可以忽略不计。调头车辆在学府路—胜太西路交叉口产生冲突是由于该路段采用下游交叉口 U 型回转设置，参考上述 U 型回转设置条件，与南京机场高速胜太路出口路段道路几何条件、交通流条件对比分析，可以发现出口路段并不满足设置 U 型回转的条件。

3.2 南京机场高速胜太路出口路段交通组织优化方案

由上述对问题产生原因的分析可知，需要优化的路段的最大问题在于学府路—胜太西路交叉口西进口的车辆调头产生的延误，因此优化方案的提出应从交叉口的管理与控制入手。由于顺翔西街—胜太西路交叉口不符合设置 U 型回转的条件，且从现状来看，U 型回转并不适合出口匝道左转车的通行，故优化方案的思路为取消出口匝道与下游交叉口的 U 型回转，让匝道下来的机动车通过信号控制交叉口直接实现左转。

3.2.1 优化方案一

- (1) 取消顺翔西街—胜太西路交叉口胜太西路路中隔离护栏，将交叉口设置为信号控制交叉口，将北进口禁止左转改为允许左转，具体信号配时方案将在后文说明；
- (2) 将整个路段设为半封闭路段，取消南航北门信号控制灯，并将其改为仅限行人通行的触摸式信号灯；
- (3) 由于学府路—胜太西路交叉口改为全封闭，故原本此交叉口东进口左转车需行驶至顺翔西街—胜太西路交叉口下游进行调头。

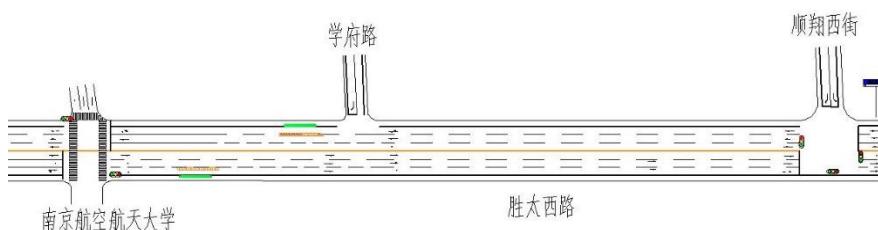


图 3-1 优化方案一示意图

3.2.2 优化方案二

- (1) 保持原有顺翔西街—胜太西路交叉口不变，将学府路—胜太西路交叉口的全无控制改为信号控制，具体信号配时方案将在后文说明；

(2) 取消南航北门信号控制灯, 全路段设置中央隔离护栏, 控制行人与非机动车在学府路—胜太西路交叉口过街;

(3) 对学府路—胜太西路交叉口东进口进行拓宽, 形成 4 各进口道, 由于路段未设置中央分隔带, 考虑东进口左转调头车辆转弯需求, 将靠近路外侧的车道设为左转专用道, 其他三个车道分别为一条直右合用车道与两条直行车道。

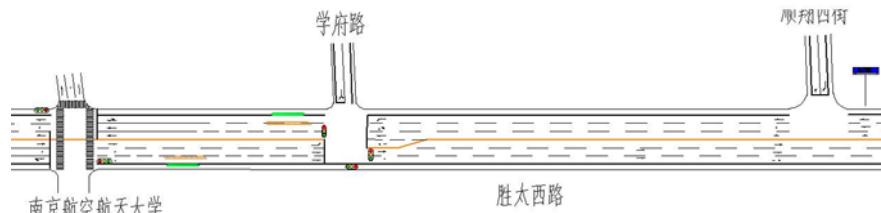


图 3-2 优化方案二示意图

3.2.3 优化方案三

- (1) 将路段设为全封闭, 让左转车辆行驶至将军大道—胜太西路交叉口调头;
- (2) 取消南航北门信号控制等, 将其改为仅限行人与非机动车通行的触摸式信号灯;
- (3) 重新为将军大道—胜太西路交叉口配置信号控制方案。

3.2.4 优化方案四

- (1) 将顺翔西街—胜太西路交叉口处中央分隔护栏取消, 将北进口禁止左转改为允许左转, 交叉口设置为全无信号控制交叉口;
- (2) 将整个路段设为半封闭路段, 取消南航北门信号控制灯, 并将其改为仅限行人通行的触摸式信号灯;
- (3) 由于学府路—胜太西路交叉口改为全封闭, 故原本此交叉口东进口左转车需行驶至顺翔西街—胜太西路交叉口下游进行调头。

3.2.5 优化方案五

将 U 型回转的调头位置提前, 让车辆在顺翔西街—学府路路段中部调头, 减少左转车的行驶距离, 让西向左转车与东向直行车的合流点远离学府路—胜太西路交叉口。

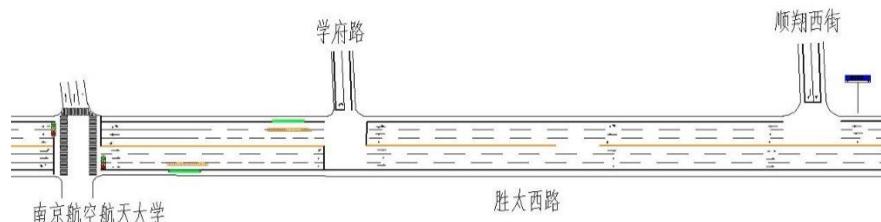


图 3-3 优化方案五示意图

3.3 本章小结

本章结合现场调查和录像资料对南京机场高速胜太路出口路段问题成因进行分析,发现目前主要问题在与采用下游交叉口 U 型回转带来的冲突。针对问题提出路段和交叉口交通组织优化方案。

第四章 交通组织优化方案设计

4.1 方案初步选取

上文提出五种优化方案，侧重点各有不同。优化方案一与方案二侧重于将原有的全无信号交叉口改为信号控制；方案三将路段设为全封闭，可能会对上下游交叉口造成一定的压力；方案四与方案五仍然保持原有两主要交叉口为全无信号控制不变，通过渠化来解决问题。相比于剩下三个方案，方案一与方案二都采用信号控制，考虑到西向左转车流量较大，对其设置左转保护相位的优化效果可能会更好，加之研究时间与精力有限，下文将针对所存在的问题重点展开对优化方案一和优化方案二的具体研究与设计。

4.2 方案一具体设计

4.2.1 交叉口渠化设计与相位方案设计

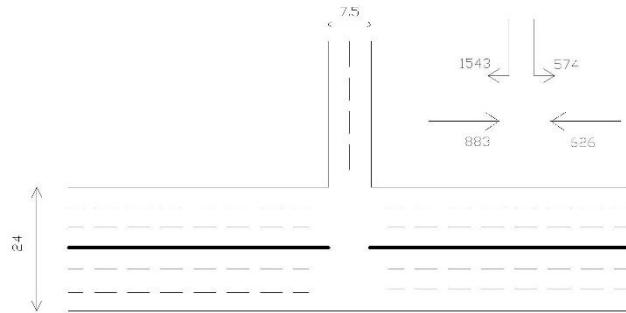


图 4-1 顺翔西街—胜太路交叉口流量流向示意图

首先分析各进口的车道功能划分情况。从交叉口的几何示意图可以看出，北进口包含两个进口道，东西进口都包含三个进口道。由于北进口为单向交通，因此北进口两车道分别设置为左转专用车道与右转专用车道，考虑到北进口右转车流量较大，且与其它方向的冲突只有与东进口直行车流的河流冲突，故将北进口右转车道设为不受信号控制车道。东、西进口车道都为直行车道。

接下来分析北进口道是否需要设置左转保护相位。按照左转保护相位判别条件对其进行判断：

北进口： $q_{LT} = 574 > 200$, 需要设置左转保护相位

东进口与西进口的直行车流设置于同一相位内，北进口的左转与右转车流设置于同一相位内。具体相位方案如图所示，相位一对应北进口方向的通行权，相位二对应东、西进口方向的通行权。

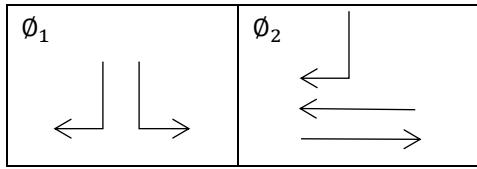


图 4-2 顺翔西街—胜太路交叉口相位示意图

4.2.2 各车道组直行当量计算

查询左转车流直行当量系数表与右转车流直行当量系数表，获得各进口道各转向车流的直行当量系数，填写于直行当量计算表中，计算得出各车道组的直行当量。

表 4-2 顺翔西街—胜太路交叉口车道组直行当量计算表

进口方向	转向	流量	直行当量系数	直行当量	车道组直行当量	平均单车道直行当量
西进口	直	883	1.00	883	883	294
东进口	直	626	1.00	626	626	209
北进口	左	574	1.05*	603	603	603

注：表中带*的左转车流当量系数按左转保护相位的系数取值，下同。

4.2.3 流率比分析与关键车流确定

绘制相位设计方案的相序图和控制图，参照计算直行当量表，给各相位的车道组标上直行当量，并比较分析，确定各相位的关键车流及其流量值，具体过程如下图所示。

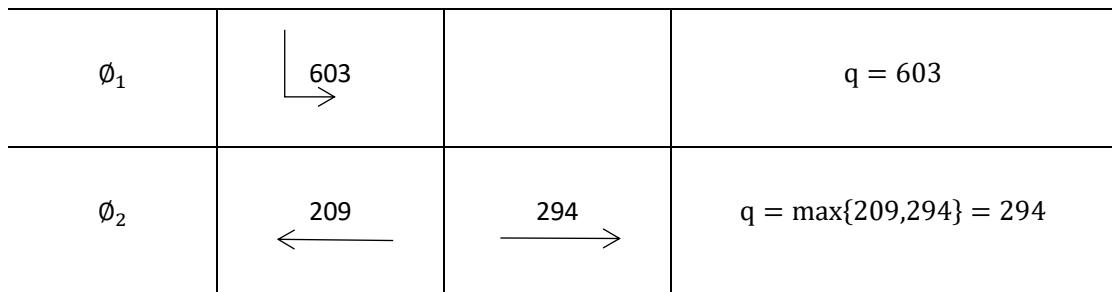


图 4-3 顺翔西街—胜太路交叉口关键车流分析示意图

交叉口各进口车道宽度都大于 3.0m，无纵坡，符合理想条件，因此直行道饱和流率值为 1650veh/h。于是，各相位的关键流率比如下：

$$y_1 = \frac{q_1}{S_T} = \frac{603}{1650} = 0.365$$

$$y_2 = \frac{q_2}{S_T} = \frac{294}{1650} = 0.178$$

各相位的关键流率比之和为 $Y = y_1 + y_2 = 0.365 + 0.178 = 0.543 < 0.9$ ，满足要求，可以进行下一步设计。

4.2.4 确定黄灯时间和全红时间

黄灯时长的表达式如下：

$$A = t + \frac{v_{85}}{2a + 19.6g}$$

式中：A—黄灯信号时长，s；

t —驾驶员反应时间, s, 一般取值为 1s;
 v_{85} —85%车速, 或合理的速度限制值, m/s;
 a —汽车减速速度, m/s^2 ;
 g —坡度, 用小数表示;
 19.6 —2 倍重力加速度值, m/s^2 。

进口车道的车速采用设计车速限制值 40km/h 计算。各进口的设计车速相同, 故各相位具有相同的黄灯时长, 计算结果如下:

$$A_{1,2} = 1.0 + \frac{40}{3.6 \times (2 \times 3.0 + 0)} = 2.9s$$

为计时方便, 对黄灯时长取整, $A_{1,2} = 3s$ 。

全红时长的表达式如下:

$$r = \frac{w + L}{v_{15}}$$

式中: r —全红信号时长, s;

w —从停车线到远端对向冲突车道的距离, m;

L —汽车标准长度, 通常取 5~6m;

v_{15} —15%车速, m/s。

由于交叉口行人过街流量较低, 因此没有设置对行人过街的保户相位。穿越北进口的过街行人在相位一内通行。全红时长确定时不用考虑行人过街横道的宽度。计算结果如下:

$$r_1 = \frac{24 + 5}{40/3.6} = 2.4s$$

$$r_2 = \frac{7.5 + 5}{40/3.6} = 1.1s$$

式中 5m 为平均车辆长度。为计时方便, 相位一的全红时长取整数 1s, 相位一的全红时长取整数 3s。

因此, 各相位的绿灯间隔时间为:

$$I_1 = A_1 + r_1 = 3.0 + 3.0 = 6.0s$$

$$I_2 = A_2 + r_2 = 3.0 + 1.0 = 4.0s$$

4.2.5 确定信号损失时长

一个周期所有相位的启动损失及全红时间累加即为信号损失时间。启动损失取 3s, 各相位的信号损失如下:

$$L_1 = 3 + 3 = 6s$$

$$L_2 = 3 + 1 = 4s$$

信号控制中两个控制链各自包含的相位数不同, 控制链 Ring1 包含 2 个相位(2 个信号损失), 控制链 Ring2 包含 1 个相位 (1 个信号损失)。以包含信号损失较多的控制链为计算依据, 则一个周期的总信号损失时间为:

$$L = L_1 + L_2 = 6 + 4 = 10s$$

4.2.6 确定信号周期时长

根据信号周期计算公式, 信号交叉口的周期为:

$$C_p = \frac{L}{1 - \frac{Y}{PHF \cdot (\frac{v}{c})}} = \frac{10}{1 - \frac{0.543}{0.95 \cdot 0.95}} = 25.1s$$

为了便于控制, 对计算周期取整, 则得到信号周期时长为 $C = 30s$ 。

4.2.7 绿时分配

相位的有效绿灯时间与相位的关键车道组流率比成正比，第 j 相位的有效绿灯时间为：

$$g_{E,j} = (C - L) \frac{y_j}{Y}$$

各相位的有效绿灯时长为：

$$g_{E,1} = (C - L) \frac{y_1}{Y} = (30 - 10) \times \frac{0.365}{0.543} = 13.4s$$

$$g_{E,2} = (C - L) \frac{y_2}{Y} = (30 - 10) \times \frac{0.178}{0.543} = 6.6s$$

第 j 相位的绿灯显示时间为：

$$g_j = g_{E,j} + l_j - A_j$$

相位绿灯显示时间按上式计算，取整，可得：

$$g_1 = g_{E,1} + l_1 - A_1 = 13.4 + 3 - 3 = 13.4 \approx 13s$$

$$g_2 = g_{E,2} + l_2 - A_2 = 6.6 + 3 - 3 = 6.6 \approx 7s$$

检验绿灯显示时间取整过程中是否产生误差，累加绿灯显示时间、黄灯和全红时间，计算结果与周期长相等，符合要求。

4.2.8 行人过街时间检验

由于存在行人过街需求，因此需要对相位的绿灯显示时间进行检验。满足行人过街要求的最短绿灯时间按下式计算：

$$g_{min} = 7 + \frac{L_p}{v_p} - I$$

式中： g_{min} — 最短绿灯时间，s；

L_p — 行人过街道长度，m；

v_p — 行人过街步行速度，m/s；

I — 绿灯间隔时间，s。

计算满足行人过街要求的最短绿灯时间，结果如下：

$$g_{min}^1 = 7 + \frac{24}{1.2} - 6 = 21 > g_1$$

$$g_{min}^2 = 7 + \frac{7.5}{1.2} - 4 = 9.3 > g_2$$

结果显示相位的绿灯显示时间不满足行人过街的最短绿灯时间，应延长信号周期的长度，重新进行各相位绿时分配，以满足最短绿灯的要求。

4.2.9 延长信号周期长度与各相位绿时重新分配

将信号周期长度延长为 60s，各相位的有效绿灯时长为：

$$g_{E,1} = (C - L) \frac{y_1}{Y} = (60 - 10) \times \frac{0.365}{0.543} = 33.6s$$

$$g_{E,2} = (C - L) \frac{y_2}{Y} = (60 - 10) \times \frac{0.178}{0.543} = 16.4s$$

第 j 相位的绿灯显示时间为：

$$g_j = g_{E,j} + l_j - A_j$$

相位绿灯显示时间按上式计算，取整，可得：

$$g_1 = g_{E,1} + l_1 - A_1 = 33.6 + 3 - 3 = 33.6 \approx 34s$$

$$g_2 = g_{E,2} + l_2 - A_2 = 16.4 + 3 - 3 = 16.4 \approx 16s$$

检验绿灯显示时间取整过程中是否产生误差，累加绿灯显示时间、黄灯和全红时间，计算结果与周期长相等，符合要求。

对行人过街时间检验同上，相位的绿灯显示时间满足行人过街的最短绿灯时间，信号控制方案可行。

4.3 方案二具体论证

4.3.1 交叉口渠化设计与相位方案设计

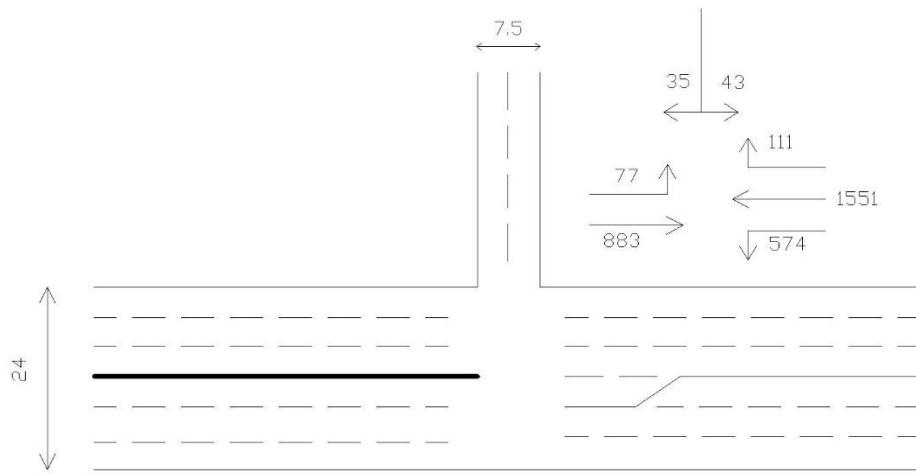


图 4-4 学府路—胜太西路交叉口流量流向图

首先分析各进口的车道功能划分情况。从交叉口的几何示意图可以看出，北进口包含一个进口道，东西进口都包含三个进口道，考虑到东进口直行与左转车流量都较大，因此对东进口进行拓宽为四个进口道。东进口右转车量较低，交叉口行人过街流量中等，因此不设置右转专用车道，考虑采用直行车道、直行右转合用车道和左转调头车道的形式组成车道组。由于北进口只有一个进口车道，且左转车与右转车流量都较小，因此北进口进口道为左转和右转合用车道。西进口设置左转专用车道，另外两条车道为直行车道。

接下来分析各进口道是否需要设置左转保护相位。按照左转保护相位判别条件对其进行判断：

东进口： $q_{LT} = 574 > 200$ ，需要设置左转保护相位

北进口： $q_{LT} = 43 < 200$ ，无对象直行车流，无需设置左转保护相位

西进口： $q_{LT} = 77 < 200$ 且 $77 \times (1551/2) = 59713 > 50000$ ，需要设置左转保护相位

由于东进口与西进口都需要设置左转保护相位，因此将其设置于同一相位内。交叉口的相位设计方案初步确定如下，相位一为东西向直行和东进口右转相位，相位二为东西向左转相位，相位三为北进口左转和右转相位，如图所示。

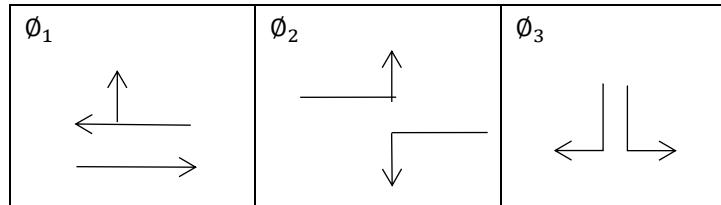


图 4-5 学府路—胜太西路交叉口相位示意图

4.3.2 各车道组直行当量计算

查询左转车流直行当量系数表与右转车流直行当量系数表¹¹，获得各进口道各转向车流的直行当量系数，填写于直行当量计算表中，计算得出各车道组的直行车流当量。

表 4-3 学府路—胜太西路交叉口车道组直行当量计算表

进口方向	转向	流量	直行当量系数	直行当量	车道组直行当量	平均单车道直行当量
西进口	直	883	1.00	883	883	442
	左	77	1.05	81	81	81
东进口	直	1551	1.00	1551	1701	567
	右	111	1.32	147		
	左	574	1.05	603	603	603
北进口	左	43	1.05	45	91	91
	右	35	1.32	46		

4.3.3 流率比分析与关键车流确定

绘制相位设计方案的相序图和控制图，参照计算直行当量表，给各相位的车道组标上直行当量，并比较分析，确定各相位的关键车流及其流量值，具体过程如下图所示。

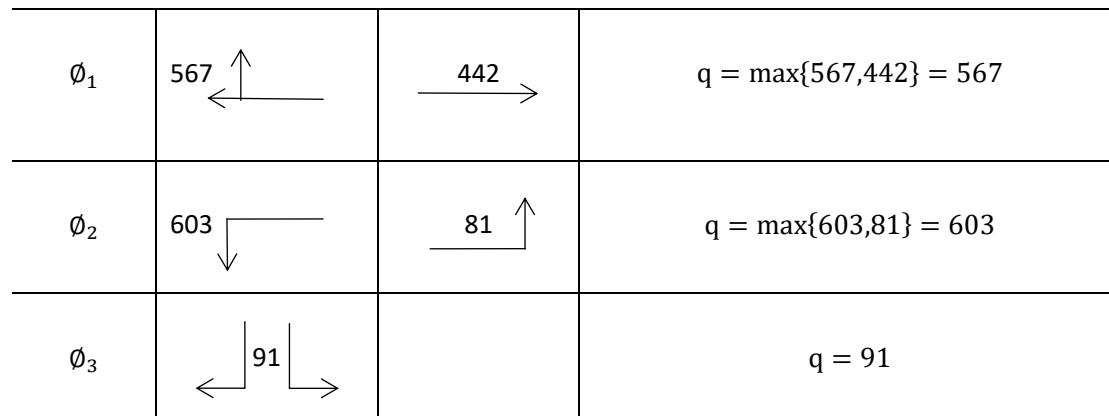


图 4-5 学府路—胜太西路关键车流分析示意图

交叉口各进口车道宽度都大于 3.0m，无纵坡，符合理想条件，因此直行道饱和流率值为 1650veh/h。于是，各相位的关键流率比如下：

$$y_1 = \frac{q_1}{S_T} = \frac{567}{1650} = 0.344$$

$$y_2 = \frac{q_2}{S_T} = \frac{603}{1650} = 0.365$$

$$y_3 = \frac{q_3}{S_T} = \frac{91}{1650} = 0.055$$

各相位的关键流率比之和为 $Y = y_1 + y_2 + y_3 = 0.344 + 0.306 + 0.055 = 0.764 < 0.9$, 满足要求, 可以进行下一步设计。

4.3.4 确定黄灯时间和全红时间

黄灯时长的表达式如下:

$$A = t + \frac{v_{85}}{2a + 19.6g}$$

式中: A—黄灯信号时长, s;

t—驾驶员反应时间, s, 一般取值为 1s;

v_{85} —85%车速, 或合理的速度限制值, m/s;

a—汽车减速速度, m/s^2 ;

g—坡度, 用小数表示;

19.6—2 倍重力加速度值, m/s^2 。

以设计车速限制值 40km/h 作为进口车道的车速用于后续计算。各进口的设计车速相同, 故各相位具有相同的黄灯时长, 计算结果如下:

$$A_{1,2,3} = 1.0 + \frac{40}{3.6 \times (2 \times 3.0 + 0)} = 2.9s$$

为计时方便, 对黄灯时长取整, $A_{1,2,3} = 3s$ 。

全红时长的表达式如下:

$$r = \frac{w + L}{v_{15}}$$

式中: r—全红信号时长, s;

w—从停车线到远端对向冲突车道的距离, m;

L—汽车标准长度, 通常取 5~6m;

v_{15} —15%车速, m/s。

考虑到交叉口有中等行人过街交通需求, 因此全红时长确定时应考虑行人过街横道的宽度。

计算结果如下:

$$r_1 = \frac{7 + 3 + 5}{40/3.6} = 1.4s$$

$$r_{2,3} = \frac{24 + 3 + 5}{40/3.6} = 2.9s$$

式中 5m 为平均车辆长度。为控制方便, 相位一的全红时长取整为 2s, 相位一的全红时长取整为 3s。

因此, 各相位的绿灯间隔时间为:

$$I_1 = A_1 + r_1 = 3.0 + 2.0 = 5.0s$$

$$I_2 = A_2 + r_2 = 3.0 + 2.0 = 5.0s$$

$$I_3 = A_3 + r_3 = 3.0 + 3.0 = 6.0s$$

4.3.5 确定信号损失时长

一个周期所有相位的启动损失及全红时间累加即为信号损失时间。启动损失取 3s，各相位的信号损失如下：

$$L_1 = 3 + 2 = 5s$$

$$L_{2,3} = 3 + 3 = 6s$$

一个周期的总信号损失时间为：

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = 5 + 6 + 6 = 17s$$

4.3.6 确定信号周期时长

根据信号周期计算公式，信号交叉口的周期为：

$$C_p = \frac{L}{Y} = \frac{17}{1 - \frac{PHF \cdot (\frac{v}{c})}{0.764}} = \frac{17}{1 - \frac{0.764}{0.95 \cdot 0.95}} = 110.7s$$

为了方便控制，对计算周期取整，可得信号周期长为 $C = 110s$ 。

4.3.7 绿时分配

相位的有效绿灯时间与相位的关键车道组流率比成正比，第 j 相位的有效绿灯时间为：

$$g_{E,j} = (C - L) \frac{y_j}{Y}$$

各相位的有效绿灯时长为：

$$g_{E,1} = (C - L) \frac{y_1}{Y} = (110 - 17) \times \frac{0.344}{0.764} = 41.9s$$

$$g_{E,2} = (C - L) \frac{y_2}{Y} = (110 - 17) \times \frac{0.365}{0.764} = 44.4s$$

$$g_{E,3} = (C - L) \frac{y_3}{Y} = (110 - 17) \times \frac{0.055}{0.764} = 6.7s$$

第 j 相位的绿灯显示时间为：

$$g_j = g_{E,j} + l_j - A_j$$

相位绿灯显示时间按上式计算，取整，可得：

$$g_1 = g_{E,1} + l_1 - A_1 = 41.9 + 3 - 3 = 41.9 \approx 42s$$

$$g_2 = g_{E,2} + l_2 - A_2 = 44.4 + 3 - 3 = 44.4 \approx 44s$$

$$g_3 = g_{E,3} + l_3 - A_3 = 6.7 + 3 - 3 = 6.7 \approx 7s$$

检验绿灯显示时间取整过程中是否产生误差，累加绿灯显示时间、黄灯和全红时间，计算结果与周期长相等，符合要求。

4.3.8 行人过街时间检验

相位一和相位二存在行人过街需求，因此需要对相位的绿灯显示时间进行检验。按下式计算满足行人过街要求的最短绿灯时间：

$$g_{min} = 7 + \frac{L_p}{v_p} - I$$

式中： g_{min} —最短绿灯时间， s；

L_p —行人过街道长度， m；

v_p —行人过街步行速度， m/s；

I —绿灯间隔时间， s。

计算满足行人过街要求的最短绿灯时间，结果如下：

$$g_{min}^1 = 7 + \frac{7}{1.2} - 5 = 7.8s < g_1$$

$$g_{min}^2 = 7 + \frac{24}{1.2} - 5 = 22s < g_2$$

各相位绿灯时间满足行人过街要求，因此，该信号控制方案可行。

4.4 本章小结

本章依据调查取得的视频数据，对优化方案进行具体信号配时设计，得到完整的信号配时优化方案，用于后续仿真分析评价和比选。

第五章 优化方案效率评价

优化方案目的是改善目前南京机场高速胜太路出口路段的交通组织问题，而交通仿真技术提供了一个模拟的手段，通过仿真能够获得比较准确的模拟数据，对方案选择具有较强的指导意义。本章将结合 VISSIM 仿真软件，对拟定的优化方案进行效率评价。

5.1 VISSIM 仿真软件简介

VISSIM 软件是德国 PTV 公司的产品，它是一个离散的、随机的、以 $10^{-1}s$ 为时间步长的模拟软件。它能够模拟城市道路和郊区公路的交通状况，特别适合于模拟各种城市交通控制系统，并有通行能力分析、路径诱导分析、运营分析多种功能。VISSIM 还提供了 COM 接口，使得研究人员可以更加自由的使用该模型，并且可以丰富其功能，极大的扩展了模型的使用范围。目前，VISSIM 软件在国内外诸多研究的建模中得到了广泛的应用。

5.2 仿真流程设计

本文仿真方案设计的整体流程大概分为以下几个步骤：

第一步，根据优化方案，对交通量、道路平面图、交通组织方式、交通参数、初始配时进行设置，初步构建仿真网络；

第二步，确定仿真指标，构建完整仿真模型；

第三步，运行仿真方案，输出仿真结果，收集仿真数据；

第四步，分析仿真结果数据，选出最佳优化方案。

5.3 仿真模型建立

5.3.1 研究对象确定

优化方案一以顺翔西街—胜太西路交叉口为研究对象，优化方案二以学府路—胜太西路交叉口为研究对象。

5.3.2 具体参数设计

交叉口让行规则根据 VISSIM 工具中的冲突区域模块进行设定；

交叉口交通条件参数：车辆组成、流向组成、速度将根据表中数据进行标定。

表 5-1 VISSIM 仿真设计参数

几何条件			优化方案一	优化方案二
	车道数	北进口	2	1
		东进口	3	4
		西进口	3	3
	车道宽度(m)	3.75		
	车道功能划分	北进口	左转、右转	左右转合用
		东进口	直行	左转、直行、直右
		西进口	直行	左转、直行

交通条件	交通量(pcu/h)	北进口	左转	574	左转	43
			右转	1543	右转	35
		东进口	626		左转	574
					直行	1551
					右转	111
		西进口	883		左转	77
					直行	883
		速度(km/h)	40			

5.3.3 仿真参数

(1) 仿真时间

经过仿真实验验证，每次试验经过 300 s 左右的时间，路网已经能够达到平衡，因此，综合考虑各种因素，将仿真的持续时间设置为 600s。

(2) 仿真次数

由于存在一定的随机性，需要在相同的条件下，进行多次仿真实验。按照一般的仿真实例，平行进行 10 次仿真实验。

5.4 评价指标的确定

两优化方案都是将全无信号交叉口改为信号控制交叉口，延误资料不仅是确定交叉口信号配时的重要依据，而且对交通设施改善前后进行对比评价，因此考虑以延误作为主要评价指标。

5.5 仿真结果分析

收集两优化方案的仿真结果得到如下表的延误数据：

表 5-2 优化方案一的延误数据 (单位: s)

延误 (平均) 全部	停车延误 (平均) 全部	延误 (总) 全部	停车次数 (总) 全部	停车延误 (总)	速度 (平均值)
11.3	4.5	6446.63	178	2546.0	29.5
15.9	5.0	9344.4	243	2920.2	24.9
12.1	5.3	6667.1	200	2907.9	28.6
11.5	4.4	6394.9	177	2428.6	29.3
11.5	4.8	6495.4	197	2717.1	29.2
10.5	4.6	6105.1	187	2707.2	30.3
14.6	4.7	8393.8	188	2697.3	26.3
14.7	4.6	9073.7	255	2808.4	26.1
11.4	4.4	7016.8	209	2744.5	29.4
11.9	5.2	6839.2	197	2984.9	28.8

表 5-3 优化方案二的延误数据 (单位: s)

延误 (平均) 全部	停车延误 (平均) 全部	延误 (总) 全部	停车次数 (总) 全部	停车延误 (总)	速度 (平均值)
93.9	44.7	42842.1	1114	20389.8	11.0
70.2	35.8	34420.2	774	17542.5	13.8
73.2	39.4	35117.5	818	18935.3	13.3

84.9	40.9	38542.4	1016	18569.7	11.9
79.6	43.7	35511.9	885	19479.9	12.5
76.8	39.9	35634.3	927	18540.2	12.9
76.8	34.3	36933.5	931	16520.4	12.8
78.6	37.3	36933.7	1061	17511.7	12.9
80.6	37.1	37660.7	1040	17332.6	12.5
83.0	42.9	38197.2	1037	19768.5	11.9

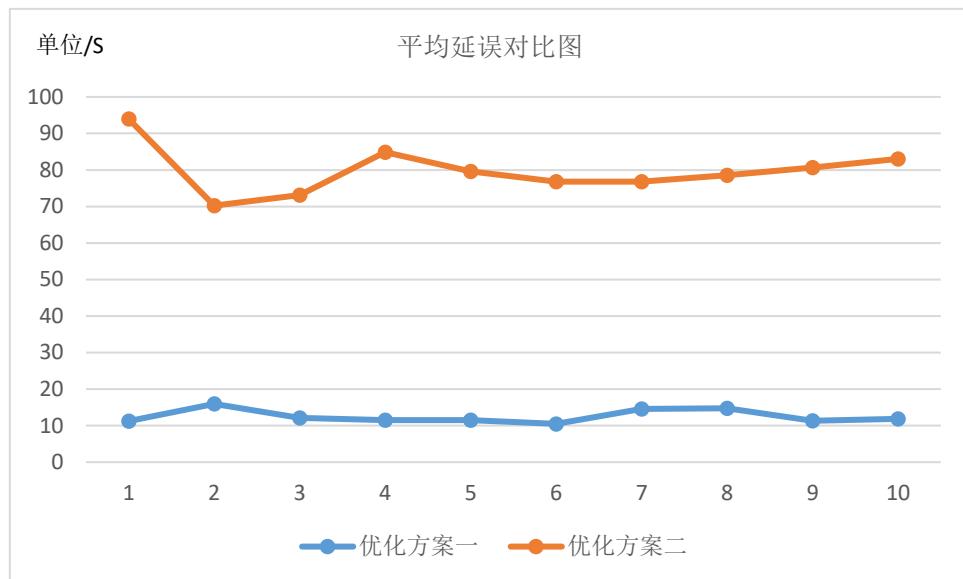


图 5-1 优化方案一与优化方案二平均延误对比图

由表中数据可以看出，方案一的平均延误和总延误都远远小于方案二，且车辆在进入和通过交叉口时的行驶速度也都快于方案二。从系统总体评价来看，现状 U 型回转设置的初衷是通过匝道下来的左转车辆的绕行来减少延误和冲突，但由于交通和几何条件都不足以满足左转车的需求，U 型回转的设置不仅增加了左转车绕行距离和行驶时间，并且加剧了与直行车流的冲突。两个拟定的优化方案都将全无信号交叉口改为信号控制交叉口，从仿真结果来看，都能明显改善目前的拥堵问题。

5.6 结论

本章以交叉口延误为评价指标采用 VISSIM 仿真的方法分析了两拟定的交通组织优化方案效率，得出以下结论：

- (1) 在目前的交通条件下，相比于现在的 U 型回转和全无信号交叉口设置，采用信号控制对现存的高峰期拥堵问题都能起到明显改善作用。
- (2) 对于提出的两个拟定交通组织优化方案，方案二的优化效果远不如方案一好，可能的原因在于方案二仍然保持现存的 U 型回转设置不变，未能从根本上解决路段拥堵问题。而方案一给左转车配以专用保护相位，减少冲突，故更有效。从仿真过程与结果来看，无论

是评价指标还是整个路网的运行效率，方案一均明显优于方案二，因此在如上文所述目前的交通道路条件下，推荐采用方案一。

第六章 总结及展望

6.1 论文研究成果

本文以南京机场高速胜太路出口路段为研究对象，通过现场调查对现状问题分析总结，在参考学习国内外文献资料的基础上，针对问题提出可能的解决方案，并通过 VISSIM 仿真对拟定方案进行分析比选。主要研究成果如下：

1. 对南京机场高速胜太路出口路段这一特定实例进行观察研究，在大量查阅大量国内外较新的研究成果、设计规范，总结国内的实际工程应用经验的基础上，确定了详细优化设计研究流程，整个研究过程包括问题的发现与提出、现状调查与问题总结、优化方案拟定、仿真评价。通过现场调查与数据收集分析，了解了 U 型回转设置的优缺点，根据需求提出了包括 U 型回转改进、配套交通设施设计和信号控制方案设计等完整的道路交通组织优化方案。

2. 通过对个例分析优化，对高速公路出口匝道与地面道路衔接部分的道路交通设计相关情况有更深的了解，对出口匝道衔接部所存在的问题有更清晰的认知。以延误为主要评价指标对现存交通条件下的拟定优化方案进行了仿真评价，为道路管理者制定合理高速公路出口匝道衔接部交通流组织方案提供理论依据。

6.2 研究展望

南京机场高速胜太路出口路段问题十分复杂，影响因素也繁多，在考虑优化改善方案时需要多方面考虑，受研究时间、研究条件以及本人知识水平的限制，本文提出的优化方案仍然存在很多不足之处，在今后的研究中可以继续改善和深入，论文在以下几个方面还有待进一步探讨：

(1) 本文只对顺翔西街—胜太西路至将军大道—胜太西路交叉口上游这一路段进行了研究，尚未考虑将军大道—胜太西路信号控制交叉口对路段的影响。在后续深入研究中，可以进一步将将军大道—胜太西路交叉口与顺翔西街—胜太西路交叉口进行信号联动控制，为高速公路出口匝道衔接部与地面路段的协调控制提供研究依据。

(2) 本文的优化方案主要通过交叉口单点信号控制实现，实际上对于现存的其他问题如路段违章违停问题、非机动车与行人的有效管理以及交叉口渠化管理等问题尚未提出有效的解决方案，这些方面可以做进一步探讨。

(3) 采用 VISSIM 仿真方法进行优化方案有效性评价时只选取了分析延误和平均车速的方法。因此对优化方案的微观评价研究时可能存在片面性，后续进一步的研究和验证可以考虑针对关键路径和关键车流对排队长度及行驶时间等进行研究和探讨。

致 谢

论文完稿在即，我也将向四年的大学生涯挥手告别。四年的时光让当初青涩的自己成长了太多，一路走来，汗水与泪水交织，经历过困难，更多的是感动与成长。在此谨向所有在我求学及论文完成期间给予莫大关心、支持和帮助的师长、朋友和亲人致以深深的谢意。

毕业论文的顺利完成，首先要感谢是马永锋老师。虽然之前马老师给我们上过课，但与他接触不多。从论文的选题到最后审阅的这段时间里，与马老师的交流让我发现他不仅学识渊博，对我的所有疑问都悉心指导，而且也非常平易近人。在大学的最后一学期里，马老师的言传身教让我受益良多，在此谨向他致以诚挚的谢意。

感谢东南大学交通学院的所有老师，也感谢其他曾经教育、指导我的老师们，我每一步的成长离不开各位老师的教导。

感谢四年里一直陪在我身边的朋友们，特别是我的室友们，正是因为与你们一起才让我的大学生涯如此美好和值得回忆。毕业在即，就要各奔东西，祝愿你们前程似锦。

最后要感谢的是我的父母和妹妹，感谢你们一直以来对我的鼓励和无私的爱。只言片语不能表达尽全部的谢意，你们的帮助成为我继续前进的动力，引领我奋然前行。

黄志超

2016 年 5 月

于东南大学

参考文献 (References)

- [1] 赵海娟, 陆建, 马永锋. 高速公路出口匝道与地面道路衔接部的几何安全设计研究综述 [J]. 交通运输工程与信息学报, 2010, 8(2): 48—55
- [2] 赵海娟, 陆建, 马永锋. 高速公路与地面道路衔接部交通流特性及驾驶行为分析 [J]. 中外公路, 2011, 31 (1): 239—244
- [3] 何莉. 高架快速路出口匝道与地面道路衔接段合理距离研究综述 [J]. 交通企业管理, 2015, 2(26): 63—65
- [4] 王鹏英, 陆键, 马永锋, 赵海娟. 高速公路出口匝道几何特征及控制方式研究现状及展望 [J]. 交通运输工程与信息学报, 2009, 1(7):104—110
- [5] 董猛, 赵建新, 王士林. 高架快速路出口匝道衔接段交通组织方案研究 [J]. 城市道桥与防洪, 2007, 2(2): 81—84
- [6] 孙明正, 杨晓光, 张扬. 城市高架道路匝道与平面交叉口衔接交通问题及改善方法研究[J]. 公路交通科技, 2013, 20(5): 95—99
- [7] 杨晓光, 狄姗. 城市高架道路出口匝道衔接路段交通组织方法研究 [J]. 交通运输工程与信息学报, 2013, 1(2): 49—54
- [8] 杨晓芳, 韩印, 付强. 城市快速路出口匝道与衔接交叉口整合控制模型[J]. 交通运输工程学报, 2009, 9(2): 110—115
- [9] 陈德望. 高速公路出口匝道排队现象分析及其对策[D]. 北京交通大学, 2010
- [10] 王立明. 快速路匝道与衔接交叉口触发式协调控制[D]. 吉林大学, 2009
- [11] 曲昭伟, 王立明, 金盛. 快速路出口匝道衔接道路控制仿真研究[J]. 交通信息与安全, 2009, 2(27): 43—47
- [12] A Policy on Geometric Design of Highway and Street[M]. American Association of State Highway and Transportation Officials. 2004
- [13] Xiao Kuan Yang and Hua Guo Zhou. CORSIM-Based Simulation Approach to Evaluation of Direct Left Turn versus Right Turn Plus U-Turn from Driveways. Journal of Transportation Engineering. 2004. 69-75
- [14] Liu Pan, John Lu, Fan Jingjing. Effects of U-turns On Capacities of Signalized Intersections[R]. Transportation Research Record, 1920, 2005:74-80
- [15] 张宁, 陈恺, 黄卫. 公路出入口管理策略研究综述[J]. 公路, 2006, 6(6):28-32
- [16] 张宁, 陈恺, 高朝晖, 黄卫. 基于微观仿真的远引掉头选址规划方法[J]. 交通运输工程学报. 2008, (8):78-82
- [17] 刘书鹏. 基于交通仿真的交叉口远引路段调头左转方式研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国公安大学, 2007
- [18] Aleksandar Stevanovic, Jelka Stevanovic, Jaehyun So, Marija Ostojevic. Multi-criteria optimization of traffic signals: Mobility, safety, and environment [J]. Transportation Research Part C 2015(55): 46—68
- [19] Inchul Yang, R. Jayakrishnan. Real-time network-wide traffic signal optimization considering long-term green ratios based on expected route flows [J]. Transportation Research, 2015(60): 241—257
- [20] Pengfei Li, Pitu Mirchandani, Xuesong Zhou. Solving simultaneous route guidance and traffic signal optimization problem using space-phase-time hypernetwork [J]. Transportation Research Part B 2015 (81): 103—130

- [21] Carolina Osorio, Kanchana Nanduri. Urban transportation emissions mitigation: Coupling high—resolution vehicular emissions and traffic models for traffic signal optimization [J]. *Transportation Research Part B* 2015(81): 520–538
- [22] Jack Haddad, Per—Olof Gutman, Ilya Ioslovich, David Mahalel. Discrete dynamic optimization of N—stages control for isolated signalized intersections [J]. *Control Engineering Practice*, 2013 (21): 1553–1563
- [23] Aoxiang Wu, Liqun Qi, Xiaoguang Yang. Mechanism Analysis and Optimization of Signalized Intersection Coordinated Control under Oversaturated Status [J]. *Procedia—Social and Behavioral Sciences* 2013(96): 1433 – 1442
- [24] Jing Zhao, Wanjing Mab, K. Larry Head, Xiaoguang Yang. Optimal operation of displaced left—turn intersections: A lane—based approach [J]. *Transportation Research Part C*, 2015 (61): 29–48