

硕士学位论文

中南大学

CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

硕士 学位 论 文

论 文 题 目 学生火车票预订管理信息
系统的规划与设计

学科、专业 物流工程
研究生姓名 孙春峰
导师姓名及
专业技术职务 陈治亚 教授

2007 年 11 月

CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

**Planning and Design of Management Information System for
Students Train Ticket Booking**

A Thesis Submitted for the Degree of Master of Science

By

Sun Chunfeng

Advisor Prof.Chen Zhiya

November,2007

摘要

随着全国大学生数量的不断增加，每年寒暑假大量的学生要乘火车回家，给车站正常的售票工作带来了极大的不便。而现在专门针对这个特殊群体的订票方法实施效果并不理想。寻找高效、方便、低成本运作的方法，无论对车站、学校还是学生都具有非常大的现实意义。

本文首先根据高校学生购票群体具有个人资料固定、组织整体性强、购票计划提前期长及结帐方便等特点，结合现实情况，构造了车站车票分配优化模型，并鉴于车票分配优化问题属于 NPC 问题，结合该问题的实际情况，提出了求解不同优化目标的几种有效的启发式算法，能在较短的时间内解决此问题。文章还对学生预订信息进行了有效数据挖掘，为车站开行专列或增加新的列车开行方案提供了科学、合理的数据支撑。

本文后面章节对高校火车票预订管理信息系统的设计问题进行了详细的分析，提出了系统设计应遵循的原则、目标以及总体解决方案，并结合运用 C#、ASP.NET、SQL 数据库等计算机信息技术，最终根据文章整体思路完成了系统的开发工作。系统可以实现学生网上认证、查询、订票以及车站工作人员管理学生订票信息、配票优化、结果查询等功能，并通过对预订数据的挖掘，为车站开行学生专列提供某种程度的决策支持。

关键词 火车票，学生预订，配票优化，启发式算法，信息系统

ABSTRACT

With the ever-increasing number of students in each winter and summer vacations to go home, it has brought great inconvenience to the ticketing stations normal work. However, the results of these methods for this special booking group are not satisfactory. In this case, it has brought great practical significance to the stations, schools and students to find an efficient, convenient and low-cost operational method.

According to the characteristics of fixed personal data, a whole strong organization and early booking scheme for a long period in the group of university students purchasing tickets, this paper firstly has constructed an model of station ticket allocation optimization in light of the reality of the situation. in view of that the ticket distribution optimization the problem belongs to NPC problem, then it has put forward to several effective heuristic algorithm of different optimization objectives with the actual situation to solve the problem in a short period of time. The article also conducted effective data mining for the tickets booking information of students and provided a scientific and reasonable data support for the CDB's special train stations or adding a new train.

Finally, this paper has issued a detailed analysis on the designation of information management system in the train ticket booking on college. On the basis of the principles and objectives for designing system, it had suggested an overall solution for the tickets booking in the use of C#, ASP.NET, SQL database, and other computer information technology, and ultimately completed the system development work in accordance with the whole idea of article. In this system, students can achieve certification online, inquiries information, and booking tickets, while the station staff can manage students' booking information, optimize the allocation of votes, and inquire for the booking results and so on. Through the booking data mining, it provides some degree of decision support for opening the special train stations to students.

KEY WORDS train tickets, students ordering, distribution votes optimization ,heuristic algorithm, information systems

目录

| | |
|----------------------------------|----|
| 第一章 绪论..... | 1 |
| 1.1 选题的背景和研究意义..... | 1 |
| 1.2 国内外研究现状..... | 3 |
| 1.3 本文的主要研究内容和结构..... | 5 |
| 第二章 高校学生预订火车票问题的分析..... | 6 |
| 2.1 高校学生流订票的特点..... | 6 |
| 2.2 学生票预订方式概述 | 8 |
| 2.3 高校学生车票预订管理系统..... | 10 |
| 2.3.1 系统的总体解决方案..... | 10 |
| 2.3.2 高校学生车票预订管理系统开发的意义..... | 11 |
| 2.3.3 系统开发的技术基础..... | 12 |
| 第三章 学生票分配优化模型..... | 14 |
| 3.1 学生票分配优化问题分析..... | 14 |
| 3.1.1 学生票分配优化问题解决的前提条件..... | 14 |
| 3.1.2 解决学生票分配优化问题的一般原则和方法..... | 15 |
| 3.2 车票分配优化模型的建立..... | 17 |
| 3.2.1 符号定义..... | 17 |
| 3.2.2 车票分配优化模型..... | 18 |
| 3.2.3 模型的分析及结论..... | 19 |
| 第四章 高校学生预订和车票分配问题的优化算法设计..... | 22 |
| 4.1 固定区间的乘车方案算法..... | 22 |
| 4.1.1 固定区间的乘车方案问题..... | 22 |
| 4.1.2 “中转站表过度”求解固定区间乘车方案算法 | 23 |
| 4.2 配票优化算法..... | 25 |
| 4.2.1 以订票成功率最高为目标的配票优化算法..... | 25 |
| 4.2.2 以距离、效益最大为目标的配票优化算法..... | 28 |
| 第五章 系统的分析与设计..... | 29 |
| 5.1 系统分析..... | 29 |

| | |
|------------------------------|----|
| 5.1.1 系统开发的目的..... | 29 |
| 5.1.2 系统需求..... | 30 |
| 5.1.3 系统功能..... | 31 |
| 5.2 系统流程及结构设计..... | 32 |
| 5.2.1 系统的流程设计..... | 32 |
| 5.2.2 ASP.NET 的三层结构设计方法..... | 34 |
| 5.3 系统的数据组织..... | 35 |
| 5.3.1 基本数据文件组织..... | 35 |
| 5.3.2 动态数据组织..... | 37 |
| 第六章 系统的实现与实例分析..... | 40 |
| 6.1 系统实现..... | 40 |
| 6.1.1 系统的开发环境..... | 40 |
| 6.1.2 系统的实现..... | 41 |
| 6.1.3 系统的打包、发布、配置和运行..... | 47 |
| 6.2 实例分析..... | 48 |
| 6.2.1 数据准备..... | 48 |
| 6.2.2 计算结果分析..... | 49 |
| 第七章 总结与展望..... | 51 |
| 7.1 总结..... | 51 |
| 7.2 展望..... | 52 |
| 参考文献..... | 53 |
| 附录 1 学生预订乘车方案集合..... | 56 |
| 附录 2 各种优化方案处理结果表..... | 58 |
| 致 谢..... | 64 |
| 攻读学位期间主要研究成果..... | 65 |

第一章 绪论

1.1 选题的背景和研究意义

本学位论文选题来自中南大学 2006 年创新创业起航行动重点资助项目“高校火车票预订管理信息系统的研究与开发”（项目编号 ZB020）。

目前，铁路旅客运输部门想要在与民航、高速公路等各种运输方式争夺市场的激烈竞争中立于不败之地，在加大硬件基础建设的同时，也需要重视和加强信息化在改造铁路传统生产方式、提高效率、增强市场竞争力等方面的作用。而铁路客票发售和预订系统是其中最重要的部分。我国铁路客票发售和预订系统于 1996 年开始推广实施，1998 年底前逐步实现了铁路局范围内联网售票，到 2003 年，已建成所有的地区中心系统，并实现地区中心范围内的集中售票和地区中心的灾难备份系统。目前，中国的铁路客票发售和预订系统在全国建立起 23 个地区客票中心和铁道部客票中心，有几万个窗口联网售票，每年客运量超过 10 亿人次，平均每天发售量 300 万张，高峰期达 420~460 万张，已成为世界上规模最大的铁路客票发售和预订系统。

铁路客票发售和预订系统的成功运行实施，实现了客票管理和发售工作现代化，方便了旅客购票和旅行，提高了铁路客运经营水平和服务质量。但是该系统是一个面向所有顾客的发售和预订系统，所以在处理一些特殊群体的售票问题时，就会效率低下，功能欠缺，例如面对学生群体只能实现半价优惠功能，而不能进行方案优化、批量处理、电子结账、数据挖掘利用等功能。

随着全国大中院校的学生数量的不断增加（如表 1-1 所示），每年寒暑假大量学生流通过铁路运输往返家乡和学校（如表 1-2 所示）。突然激增如此巨大的客流量，显然会给运输能力本来就非常紧张的铁路旅客运输单位的正常运营带来了极大的困难。

表 1-1 2004-2006 及 2010 年度全国大中院校学生数量表

| 年度 | 学生总数（万人） |
|----------|----------|
| 2004 | 2000 |
| 2005 | 2300 |
| 2006 | 2500 |
| 2010（计划） | 3000 |

数据来源：中国教育部官方网站 <http://www.moe.edu.cn>

表 1-2 2004-2006 年度春节前全国铁路学生票销售情况表

| 年度 | 销售学生票张数（万张） |
|------|-------------|
| 2004 | 613 |
| 2005 | 820 |
| 2006 | 957 |

数据来源：中国铁道部官方网站 <http://www.china-mor.gov.cn>

学生流给车站工作带来的最大困难当属运输能力的吃紧，但运输能力的改变需要长期的投资建设，并且由于学生流的特殊性和运输资源的不可储存性都决定了该问题的解决不能单纯依靠硬件运输能力的增强，而是要寻求在运输能力基本不变的情况下（增开临时旅客列车可稍微增加铁路的运能），通过各种优化方法，使铁路的运输能力所能发挥的效能最大化。要达到这一目标，最重要的工作环节就是售票工作，售票过程中如果能满足下面两个条件：（1）最大数量的车票被预订售出，最大化利用各次列车的运能，避免运输能力的虚糜浪费；（2）运输距离远或票价高的车票优先被售出；这样就可以保证铁路运输能力的效能最大化。但目前铁路旅客运输单位对此优化问题的研究应用还在初级阶段，所以对其的研究具有十分重要的理论和实用价值。

学生流对车站各工作影响最明显、最直接的就是售票工作。如果铁路只利用窗口售票的方式应对数量如此巨大的学生流，那必然会导致售票服务资源（售票工作人员、售票需要的硬件设备等）的严重短缺，特别是春运期间，车站还要应对民工流以及探亲流的大量增加，这就必然要求车站寻求其它的、单独面向高校学生群体的售票方式。

经过调查分析，单独针对学生的售票方式主要有以下三种：表格登记预订；学校现场售票；电话、短信或网上预订，车站取票。以上几种方式的交叉并用，在很大程度上缓解了车站售票窗口的服务压力，提高了工作效率。但是从长沙站近几年的历史数据来看，如表 1-3，非窗口方式占总售票数的百分比一直在 63% 左右，也就意味着仍然有 37% 的学生没有成功通过非窗口方式预订到车票。非窗口方式预订失败，到车站窗口却预订成功，这显然不是运能不足的原因，也不是有的学校没有实行非窗口预订方式（即使有一、两所规模小的学校没有实行，对结果影响也很小），其中的根本原因在于这几种非窗口方式本身的弱点。除了预订成功率不高之外，目前运用的这几种非窗口方式还存在手续繁杂、工作效率不高、运用的技术手段落后、无法对数据进行优化的缺点。因此寻找研究一种高效、方便、低成本运作的方法，无论对车站、学校还是学生都具有非常大的现实意义。

铁路客运部门为了应对突然激增的学生流，往往采用开行学生专列的方式进行缓和疏解，但是在制定开行方案的时候，由于没有可供决策参考的充足、真实

的数据，只能根据以往的经验进行草率的决定，而这样往往导致开行的专列不科学、不合理（例如专列上座率不高等），这对运能本就十分紧张的铁路运输来说是非常大的浪费。而保证专列方案决策正确合理的关键就是获得准确、及时、有用的预订数据信息。由于学生乘车方案的相对固定性（乘车区间和购票时间），使得旅客运输部门在较长的提前期内获得这些数据成为可能，可令人遗憾的是现在的铁路旅客运输部门还没有专门收集、整理、分析、利用这些信息的计算机信息管理系统，也就是说没有掌握这些潜在的需求信息。所以对学生预订车票信息的处理和挖掘等问题的研究对于提高铁路旅客运输计划决策的科学性具有十分重要的意义。

表 1-3 2005-2007 年春节前长沙火车站学生票销售情况调查表

| 年度 | 车站窗口售出的学生票总数（张） | 非窗口预订方式售出的学生票总数（张） | 售出学生票总数（张） | 非窗口方式占总售票数的百分比（%） |
|------|-----------------|--------------------|------------|-------------------|
| 2005 | 67422 | 115477 | 182899 | 63.14 |
| 2006 | 61259 | 110256 | 171515 | 64.28 |
| 2007 | 70233 | 120164 | 190397 | 63.11 |

数据来源：长沙火车站客运中心

综上所述，开展对高校学生预订车票问题的研究，无论对推进铁路客运信息化水平、节约成本、提高效率、增强铁路旅客运输市场竞争力，还是对促进铁路旅客运输部门的决策科学性，以及方便学生，提高服务质量等都具有非常大的理论和现实意义。

1.2 国内外研究现状

本论文研究的问题涉及到的领域包括铁路客票发售和预订、网上订票、客票审批优化、学生群体订票等方面，所以主要从以上几个方面分别阐述涉及本论文研究内容的国内外研究现状。

（1）“铁路客票发售和预订系统”相关问题研究

高校学生群体的火车票预订和销售问题从理论上讲应该是全路客票发售和预订系统的一个子系统，所以详细了解铁路客票发售和预订系统相关的研究对解决研究本论文具有十分重要的意义。

早在20世纪70年代以前，欧美及日本等发达国家就开始了计算机售票，英国的Tribute系统具有列车运行时刻表管理、运营运价算法管理、席位预订、发售欧洲其他国家车票等功能。日本的MARS系统不但可发售火车票，而且具有预订旅馆等延伸服务功能。德国的TRAINS系统在德国、葡萄牙、挪威、瑞典、荷兰等国家广泛使用。在充分考虑中国国情并借鉴国外成功经验的基础上，我国1996年立项研究开发铁路客票发售和预订系统，该系统虽然1999年基本完成，但对于

其不断更新、完善等方面的研究一直进行。文献^[1-10]主要论述了铁路预订与发售系统的整体结构和关键技术方面的问题；文献^[11-16]主要是铁路预订与发售系统系统安全方面的研究；而文献^[17-19]主要研究铁路预订与发售系统更新、完善等方面的问题。

（2）铁路网上订票相关问题研究

梅笑东于2004年对上海局开行的5趟京沪直达特快列车建立的网上订票系统的构架及流程进行了描述^[20]；2004年，杨琳洁对网上订票系统进行了可行性研究和实践探讨^[21]；在自动售票方面，杨林于1999年从银行卡的角度，论证了利用银行卡建立自动售票系统的可行性^[22]；2001年，与其类似的想法，宋晓阳在研究了利用银行ATM机构建铁路自助售票系统的设计与实现问题^[23]。以上文献的描述中，关于网上订票还没有探讨身份认证、网络信用等问题^[20,21]，而自动售票方面也只停留在简单的模拟替代售票员角色阶段^[22,23]，并且两方面都只对网上订票和自动售票进行了孤立的探讨，没有将两者结合起来考虑。

在实践方面，我国铁路网上订售票业务的现状也不容乐观。虽然现在已经开通全国铁路网上订票系统，但是具体实施的车站很少，并且没有很好地解决送票或取票成本较高问题，因为当消费者在网上订票以后，只是完成了车票所有权的交割，而此时顾客并没有拿到乘车证明，仍然要亲自到车站排队取票或者花钱让物流公司送来，但是鉴于火车票和飞机票的价值差异，顾客可能很难接受在价值不高的火车票上增加较多的送票费用。致使很多想网上订票的乘客丧失了兴趣和动力。该系统虽然预留出了学生网上订票功能模块，但是并没有针对学生网上订票的特点给出好的解决方案。

（3）高校学生预订和购买火车票问题相关研究

针对学生这个特殊群体的订票问题研究，文献^[24]对此问题的研究主要针对某一学校将学生的订票问题的信息由计算机来管理，没有涉猎跨高校的、基于解决预订成功率不高、打印及付款效率低下等问题的分析研究。文献^[25]提出了为应对学生流可采取的一些措施，但它没有深入分析学生流的特点，更没有涉及到学生乘车方案的优化、开行学生专列的条件等计算机信息技术优化的研究。文献^[26]所研究的问题虽然是货车审批方面的内容，但是里面的优化思想对本文的研究思路提供了很大的启发。

综上，可以看出大部分的研究都集中在铁路客票发售和预订系统方面，而对高校学生网上预订问题研究的却很少，而对学生预订方案的优化和专列的开行条件等方面的研究几乎空白。本文所要研究的问题恰好是上面这些研究很少或空白的问题。

1.3 本文的主要研究内容和结构

本文的研究内容及结构如下：

第一章论述了选题背景、研究意义及国内外研究现状及存在的问题。

第二章分析了学生流的特点，阐述了高校学生与一般旅客在预订和购买火车票方面的异同，并以此为基础重点研究了目前针对学生预订车票问题车站几种常用方法的优劣，进而提出了解决该问题的更好的方法。

第三章建立了基于学生预订信息基础上的车票分配优化模型，并根据不同的优化目标提出了不同的数学模型，同时对模型进行了分析，从理论上证明了本文所提出的预定方法的优越性。

第四章给出了系统实现过程中几个关键的算法。结合第三章的数学模型，并根据系统实际的需要，给出了解决不同优化目标的车票分配问题的启发式算法。

第五章是高校学生火车票预订和分析系统的分析与设计。主要包括对系统的分析，系统的数据组织，系统的设计等。

第六章是系统的实现与实例分析。包括系统实现所需要的平台和工具的选择，重点通过对实例的计算与分析，验证了模型和算法的有效性。

第七章是结束语。总结了全文的研究成果并指出了进一步的研究方向和内容。

第二章 高校学生预订火车票问题的分析

2.1 高校学生流订票的特点

高校学生群体的运输有着与其它一般旅客运输所不同的特点，总结一下主要有以下几个方面的不同点：

(1) 社会关注度高。每位学生都牵动着一个家庭，学生是否能够顺利购票回家是广大人民群众关注的焦点，也是媒体关注的热点，所以每年的寒暑假对学生乘车问题的解决不但是一个企业问题，还是一个社会问题。作为国家的大型国有企业，铁路有义不容辞的责任将这一问题圆满解决。

(2) 出行计划性强。与民工流等其他客流相比，学生流出行计划性较强。由于工期不确定、拿到工资的日期不确定，所以民工流的返程日期也不确定。而学生能够提前知道学校放假日期，因此能提前确定乘车日期。这无疑给铁路旅客运输部门提前了解运输需求提供了非常有利的条件。

(3) 客流高度集中。以北京地区 2004,2006 年为例^[25]。这两年春节都在 1 月份，春运客流呈高度迭加态势，高峰日学生流高度集中。2004 年铁路学生流高峰期为 1 月 10 日~12 日，最高峰日为 1 月 10 日，学生客流达 5.8 万人，创历史新高。2006 年学生流高峰期为 1 月 13 日~21 日，最高峰日为 1 月 14 日，学生客流达 5.3 万人^[25]。

学生流的这一特点为铁路旅客运输部门的正常工作带来了非常大的困难。通过示意图 2-1 可以将这一问题阐述得更清楚。假设车站服务的客流量 (Q) 和车站所需投入的资源 (R) 的关系为资源 $R=f(Q)$ ，显然此处函数 $f(x)$ 为单调递增函数。车站平时只需投入资源 R_0 ($R_0=f(Q_0)$)，就可以完成服务工作；而面对突然激增的学生流，车站要圆满完成各项工作需要额外增加 ΔR ($\Delta R=f(Q_1)-f(Q_0)$) 单位的服务资源，这些资源如果平时储存就会造成极大的浪费，可平时不准备，就会造成学生流高峰期服务资源的严重不足。要彻底解决这对矛盾显然是不可能的，但是通过合理的方法降低该矛盾的危害性却是可行的，这也是本文所要重点解决的问题。

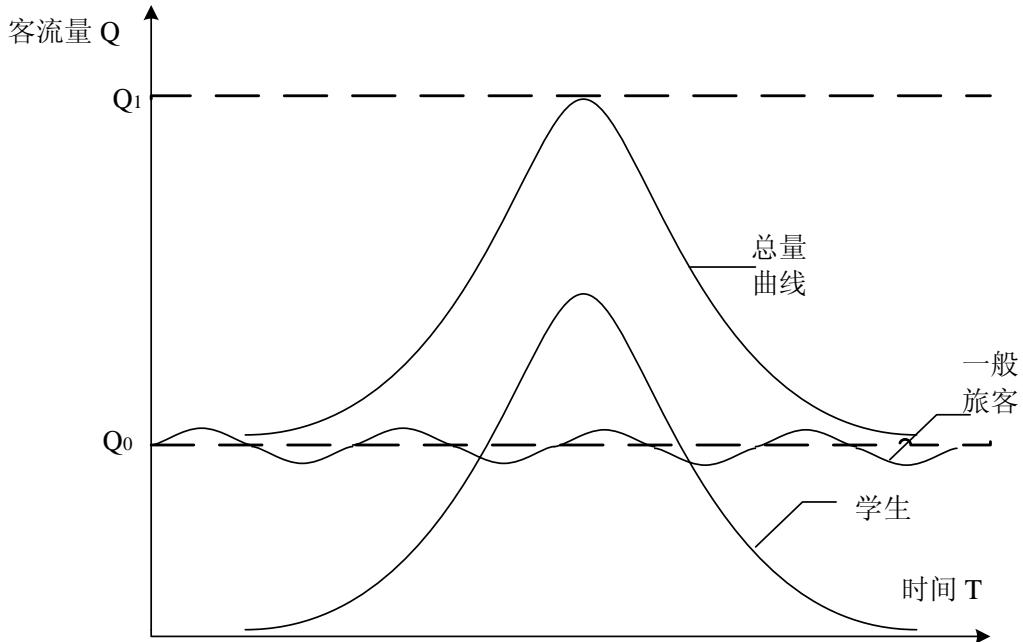


图 2-1 客流量变化示意图

(4)享受半价优惠

铁路作为大的国有企业，为了更多地尽到社会责任，对符合条件的大中专院校的学生实行半价优惠的措施。根据铁道部的规定，只有符合下列条件的学生才可以享受半价优惠：①学生就读的学校必须有实施学历教育资格，包括具有实施学历教育的民办学校；②学生和家庭不在同一地，且可乘坐火车回家或返校；③学生必须没有工资收入。且规定每个学生每学年只能享受四次优惠。新生凭录取通知书、毕业生凭学校书面证明可买一次学生票。发售学生票时应以近径路或换乘次数少的列车发售，下列情况不能发售学生票：①学校所在地学生有父或母其中一方时；②学生因休学、复学、转学、退学时；③学生往返于学校与实习地点时。

显然优惠政策是要符合上面的条件才可以的，这就不可避免要遇到有人假冒学生骗取优惠或真学生但乘车区间不符合规定或超过利用次数等问题。为了打击以上的非法行为，2003年初，铁道部办公厅、教育部办公厅就决定实行高校学生凭附有火车票优惠卡的学生证购票的办法。由教育部和铁道部监制的“火车票学生优惠卡”是一个集成电路芯片，并运用先进技术对其内部进行了信息存储加密，具有较好的防伪功能和机读功能。目前这一办法已在全国各火车站实行，实施效果良好。

但是利用“火车票学生优惠卡”识别学生身份和乘车区间的方法还必须依赖人工来完成，效率很低。如何利用网络计算机技术自动识别学生身份和乘车区间也是文章需要研究解决的问题。

(5) 学生流的组织性强。每个学生都隶属于一个固定的学校、固定的院系、班级。这个特点就为学生票工作的成批操作提供了可能。成批预订，成批处理、成批打印、成批送票等，如果利用人工来做这些工作，那会非常枯燥、且效率不高，但利用计算机做这种成批重复的工作正是其特长，如果利用好这一特点，那么学生流的问题将极大的简化。

2.2 学生票预订方式概述

鉴于学生流预订车票的特点，总结多年多个车站的经验，铁路部门根据不同的情况一般综合运用下面四种方法进行解决：车站开设学生窗口、表格登记预订、学校现场售票、网上或电话或短信预订。下面对这四种方法进行一个简单的论述。

(1) 车站开设学生窗口现场售票

此种方法是在车站专门开设学生售票窗口，将学生等同与一般的顾客（票价除外）进行服务。这种方法可以单独使用，也可以结合表格登记预订和学校现场售票两种方法一起使用（此时主要面对预订不成功的学生）。

可以看出此方法可以利用车站已有资源，通过增加服务窗口解决学生订票问题，此方法在车站客流少时，操作方法简单、易用。但是该方法忽视了一个问题：寒暑假学生订票高峰期同时也是铁路客运量的高峰期，特别是春运期间，而这原本售票服务能力就紧张的时候，开辟大量的学生窗口对车站的吃紧的服务无疑是雪上加霜，必将极大地增加车站售票的工作压力。所以由于此方法没有对学生这个特殊的购票群体进行区别对待，也就使其成为工作效率最低下的一种方法。

(2) 表格登记预订方法

此方法是使用时间最长的、专门针对学生群体的订票方法。该方法是车站给每个学校的学生按班级发放预定火车票的表格，学生自主填报乘车方案，然后车站把这些信息收集起来，由车站的售票员依次输入订票系统，有满足学生的要求的就打印车票来，直到把所有学生的订票信息全部输入核实为止。最后将打印出的车票再返回学校下发，并收取票款。

通过仔细分析，可以知道此方法在实施过程中存在很多的弊端和不足，主要有以下几个方面：

①预订成功率低。因为表格信息容量有限，每个人几乎只有一个选择方案，这样就很容易造成某天某车次订票人数过多，无法满足每个人的订票要求，同时可能出现某车次某天预订人数较少，车辆不满员的情况。同时预订失败的学生大量涌向售票点，对车站的售票压力骤增。

②工作效率低下。几乎所有的操作都由人工完成，极大地增加了车站工作人员的工作量，这对寒暑运期间本来就超负荷运转的客运站简直是雪上加霜。

③不能优化。此种方式，不能对学生预订票信息进行综合优化，不能发挥铁

路运输最大的效能，获得到最大的效益。

④无法挖掘利用学生预订信息的价值。由于是利用纸张表格收集的信息，那些可以为车站临时增开列车方案提供理论和数据支持的预订失败的学生信息，不能汇总分析，把本来很有价值的信息浪费掉了。同时也导致了车站对剩余学生未来的乘车方案完全不了解，无法制订最佳的列车开行方案。

⑤不公平。人工将订票信息输入车站售票系统，是按照一定的顺序进行的，无法实现随机选取，排在后面的学生预定成功的几率将大大降低，这样对很多人是不公平的。

(3) 学校现场售票方法

此方法是最近几年车站实行的针对学生群体的订票方法。该方法的实质是车站将售票窗口从车站牵到了学校，实行现场售票。

该种方式虽然能缓解车站售票大厅的服务压力，但是由于其实质和窗口预订方式没有区别，所以同样具有窗口预订方式存在的弊端，并且增加了新的弊端。主要有以下几个方面：

- ①增加车站成本。由于要将售票窗口牵到学校，这样就需要额外投资一些计算机、网络线路等设备，还要增加售票人员的数量。
- ②订票成功率较低，由于车站在没有充分了解各个学校学生乘车需求的情况下，事先将每次列车在各个学校的售票数量进行了限制，所以会导致订票成功率降低。
- ③影响学校的正常教学秩序，并且影响学生期末正常的考试复习安排。使学生怨声载道。

(4) 网上或电话或短信预订

现在有些铁路旅客运输单位（例如南昌局南昌站）已经开通面向一般旅客和学生的网上、电话或短信预订车票的渠道。它的工作流程如下：选择出发站、抵达站----选择车次----填写订票单（乘车时间、车次、席别、张数、手机或小灵通号码）----确认订票单----提交订票单，系统提示“您的订单提交成功”，你可以 24 小时在线查询订单状态----收到我站发出短信后，按说明回复确认为有效订单----出票前短信通知是否有票----车票送达或定点取票，并收取票款及 5 元代办费。

从上面的流程可以看出，这种方式也是单张订单操作，无法提升效率，也不能对订单实行优化处理。还有就是学生身份认证，特别是乘车区间的认证工作还是要人工完成。相对比以上几种方式，优越性得不到体现。

通过对上面几种订票方式的分析，可以看出这些方法都不能很好的解决高校学生的订票问题，因此寻找研究一种高效、方便、低成本运作的方法，无论对车站、学校还是学生都具有非常大的现实意义。

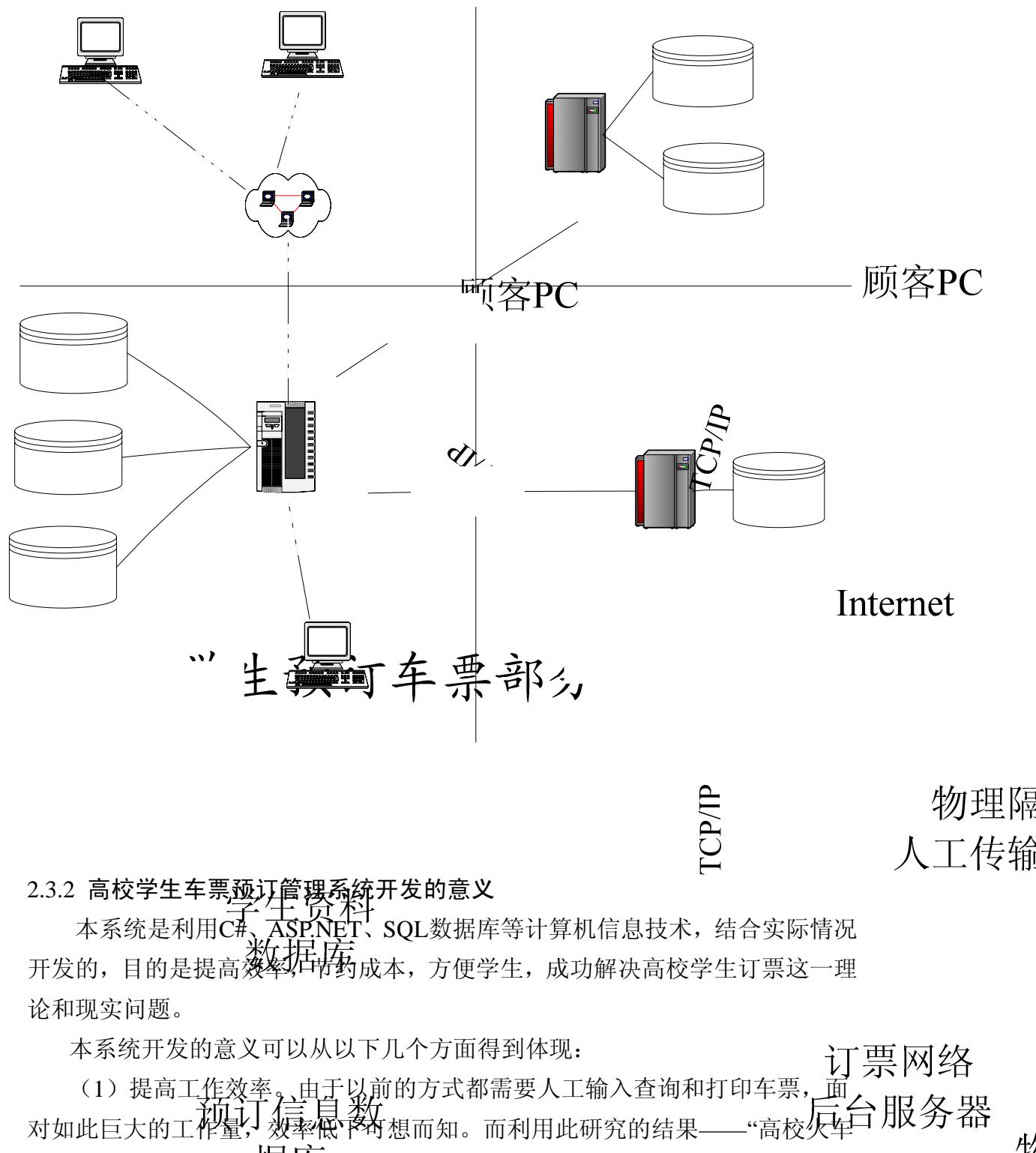
2.3 高校学生车票预订管理系统

2.3.1 系统的总体解决方案

通过本章前两节的分析，吸取以上各种方法的优点、弥补缺点，本节提出新的基于WEB和SQL数据库的专门处理高校学生车票预订和管理的信息系统。首先给出系统的的总体解决方案，如图2-1所示。系统可分为四大部分，即网上预订、配票优化、校园卡支付和自动打印车票四部分。

网上预订、配票优化部分都利用Internet与后台服务器直接相连，而学生卡结帐部分以及打印车票部分的数据和预订、配票优化部分处理后的数据之间是物理隔离的，数据通过导出文件人工传递，这样就保证了数据安全。

系统构建的基本思想为：通过身份认证的学生，首先利用网络选择自己的预订方案。以往售票方法预订成功率不高的原因主要是学生开始的方案选择太少，导致各车次、各天之间预订人数不均，不能有效地分散。现在网络预订，信息的容量已经不是问题，可以给每个人提供很多的方案（方案的时间和车次限制在规定的范围之内），这些方案通过Intenet或学校的局域网传输到后台的车票预订信息数据库内。然后等到预订截止日期时，关闭后台服务器与网络的连接，车站工作人员通过系统的优化功能对数据进行统计汇总，再结合车站的实际票务情况，对各次列车进行配票工作（配额可以比实际预订人数少，也可以多），然后利用系统的优化功能，选取优化策略（效益最大或预订效率最高），进行车票分配。最后对结果进行分析，特别是分析没有分配到车票的学生信息，为车站应对这部分学生的乘车问题提供决策参考。分配到车票的学生，要根据配票结果打印车票，收取票款，由于这些信息都是以数据文件的形式存在，所以理论上，在现有技术条件下可以实现学生卡绑定结帐以及实现车票的批量打印（最好以班级为基本单位），但这两部分功能由于牵扯到的实际问题太多，并且风险较大，所以后面开发系统的时候只留了数据接口和功能接口，对其只进行理论上的探讨。



2.3.2 高校学生车票预订管理系统的意义

本系统是利用C#、ASP.NET、SQL数据库等计算机信息技术，结合实际情况开发的，目的是提高效率，节约成本，方便学生，成功解决高校学生订票这一理论和现实问题。

本系统开发的意义可以从以下几个方面得到体现：

(1) 提高工作效率。由于以前的方式都需要人工输入查询和打印车票，面对如此巨大的工作量，效率低下可想而知。而利用此研究的结果——“高校火车票预订管理信息系统”使大批输入、打印成为可能，无疑会极大的提高工作效率。

(2) 减轻车站工作人员的工作负担。以前大量的人工工作现在由计算机来完成，这肯定会减轻车站工作人员的工作负担，特别是在繁忙的春节期间更是如此。

处理结果信息
数据库

(3) 提高铁路的信息化水平，增强铁路运输企业的市场竞争力。近年来铁路客运市场份额的不断减少，很大程度上就是铁路的服务质量不高所致，而信息化水平的低下正是很多服务质量无法提高的症结所在。“高校火车票预订管理信息系统”，除了可以极大地提高针对学生的服务质量，同时其节省下来的时间和服务能力就可以用在提高其他顾客的服务上，从而铁路运输企业就可以提高服务质量、增强其市场竞争力。文章还有一部分是讨论面向所有顾客的基于第二代身份证件的网上订票和车站自动售票系统设计与开发思路，这也可以从理论方面促进铁路的信息化水平。

(4) 提高客运列车增开方案的科学性。对系统收集的预订信息，特别是预订没有成功的信息进行有效的数据挖掘，就可以为铁路决策者增开客运列车方案提供科学的依据，避免了决策的盲目性，从而也避免了铁路宝贵运能的浪费。

(5) 提高学生预订成功率，方便学生。本研究就是围绕解决利用表格登记预订等方法所遇到的预订成功率不高的问题展开的，而研究的结果无疑对这个问题的解决也是最彻底的。预订成功率的提高，可以避免大量的学生再次到车站购票，从而减轻车站压力，也方便学生，使其有更多的时间准备学习和考试。

(6) 减轻学校的工作压力。每年为解决学生的订票问题，学校需要浪费很多的人力、物力和财力，而利用本研究的结果，学校只需要提供学生的基本资料以及很少部分的人力即可完成此任务。

(7) 产生良好的社会和经济效益。本研究的结果可以以很低廉的成本，高质量地完成这一牵扯到千万学子的艰巨任务，这无论从社会方面还是经济方面，都将产生良好的效益。

2.3.3 系统开发的技术基础

系统的开发是建立在一定的信息技术基础上的，下面简单介绍一下本系统开发所需要的技术基础。

(1) 数据处理

数据处理指把来自科学研究、生产实践和社会经济活动等领域中的原始数据，用一定的设备和手段，按一定的要求，加工成另一种形式的数据。

数据处理的目的是：把数据转换成便于观察分析、传送或进一步处理的形式；从大量的原始数据抽取、推导出人们有价值的信息以作为行动和决策的依据；科学地保存和管理已经处理（如校验、整理等）的大量数据，以便人们能方便而充分地利用这些宝贵的信息资源。

数据处理的基本内容是：

① 收集和输入：按系统的观点和用户的需要收集必要的数据。因管理信息系统的任务是对大量的数据进行处理，以提供所需要的决策信息。因此为保证信

息系统输入数据的正确性，必须从数据的收集开始就保证数据的正确性。数据的输入方式可以采用从键盘输入的传统的方式，也可采用光符号识别、碳性墨水符号识别方法等源数据自动输入方式，通信网络等电子数据交换

② 数据转换：为了使收集的信息适用于计算机处理的形式，必需代码化。信息的代码化。称之为数据转换。

③ 数据的筛选、分组和排序。

④ 数据的组织。指整理数据或用某些方法安排数据。按照给定的数据结构在存储器上配置，目的是使计算机处理时能够符合速度快、占用存储器的容量少、成本低等多方面的要求

⑤ 数据的运算。指算术运算和逻辑运算。

⑥ 数据存储。

⑦ 数据的输出。

(2) 数据库技术

数据库是以一定的组织方式存储在一起的相关数据的集合，它能以最佳的方式，最少的数据冗余为多种应用服务，程序与数据具有较高的独立性。

数据库系统是由计算机系统、数据库、数据库管理系统（DBMS）和有关人员组成的具有高度组织的总体。本系统开发所用的数据库为 SQL 数据库。

(3) 计算机网络

计算机网络是管理信息系统运行的基础。由于一个企业组织中的信息处理都是分布式的，把分布式信息按其本来面目分布在不同位置的计算机进行处理，并通过通信网络把分布式信息集中起来，是管理信息系统的主要运行方式，因而，计算机网络是管理信息系统的基本技术。

在本系统中学生身份的认证、乘车方案的提交，工作人员对系统数据的处理等都是通过网络进行的。

第三章 学生票分配优化模型

3.1 学生票分配优化问题分析

3.1.1 学生票分配优化问题解决的前提条件

学生票分配优化是指在充分掌握学生车票预订信息的基础上，利用计算机信息优化技术，按照一定方法，将车站可以售给学生的车票有选择地分配给符合优化条件的学生，以期使某个特定的目标最优化。

对学生票分配的优化可以提高铁路旅客运输部门的效益，可使得紧张的运力最大化发挥其效能。在提高经济效益的同时，也提高了铁路运输的社会效益，实现了节约运力，挖掘潜能的目标。既然有这么好的效果，为什么铁路运输部门没有做这方面的工作呢？这是因为要实现学生票的分配优化，除了技术方面的问题之外，还需要以下四个基本的前提条件：

（1）预订信息的电子化

要对大量信息（例如长沙就有 20 多万条学生预订票信息）进行优化处理，没有电脑技术是不太可能在较短的时间内完成的。而现在所应用的针对学生的订票方式，只有表格预订方式在逐渐转向信息的电子化，但是大部分车站还没有做这方面的工作。

（2）学生身份认定的自动化

由于学生车票的半价优惠，要实现学生网上预订车票，必须要解决的一个前提就是学生身份认定的自动化。这个问题在人工售票时，可以通过对比查证学生证得到解决，但是在网实现这一目标就复杂得多。

（3）每个学生预订方案的多样化

虽然每个学生只允许买一张学生票，但是并不等于每个学生的预订方案只能有一个，增加学生预订方案的个数对于提高优化效果是非常有益的，可以说替代方案越多，最终的优化目标越好。但是在现在的预订方式下，替代方案的增加无疑大大增加了车站工作人员的工作量，所以现在允许的预订方案一般的最多只能有两三个，大部分只有一个。所以即使进行优化，效果也肯定不理想。

（4）同一个城市各高校学生预订信息的同一化

所谓同一个城市各高校学生预订信息的同一化，是指将同一个城市各高校的学生预订信息按照相同的标准、相同的方式，集中收集，集中处理，将它们看作一个整体，车站追求整体最优。

学生票的分配所要面临的一个难题就是各高校车票分配的公平性问题。由于现有订票方式不能做到对同一个城市中所有高校学生预订信息的汇总分析，不能

准确掌握学生流的特征（时间、方向、车次等），因而就只能按照预订信息收集到车站的顺序，依次打印，这样各高校学生之间的公平性不能得到保证。车站为了做到一定的公平，通常采用预先设定每个学校可售票总数，但这种设定并不是根据实际的预订情况，而是依据每个学校的总数以及往年的经验主观确定的，缺乏科学性。这样做的结果往往导致各高校各次列车票数的分配不当，从而使得预订成功率降低，将大量本可以预订到车票的学生逼往车站，加大车站的售票压力。出现上面问题的原因就是没有将各高校的学生预订信息看作一个整体，当然也就不可能达到整体最优的结果。

本文所提出的预订方式，由于运用了网络、数据库等计算机技术，使上面四个问题都得到了很好的解决：

(1) 网络预订解决预订信息的电子化问题。本文所提出开发的系统实现了网络传输、收集预订信息的功能，并结合数据库技术将所有学生的预订信息实现了有效的组织、存储，困扰分配优化的第一个问题得到了解决；

(2) 学生身份认定主要包含两个方面的内容：学生身份；乘车区间。学生身份的认定很简单，只要通过学号和密码就可以实现。乘车区间的认定，即需要保证学生在网上选择的乘车方案符合铁路部门的规定，这一问题需要经过努力也可以得到解决；

(3) 系统允许多个预订方案同时填写，一并提交的功能解决了每个学生预订方案的多样化问题。本系统允许每个学生可以填写最多 16 个（当然可以设置更多）不同的乘车方案（符合优惠条件的），这么多的替代方案为系统后面的优化提供了充足的基础条件；

(4) 学生信息的数据库统一化管理解决了同一个城市各高校学生预订信息的整体化问题。在数据库中各个学校的信息虽通过代号进行区分，但是在处理的时候，可以作为一个整体处理。

通过上面的分析可以看出，学生车票分配问题的优化具备了解决的前提条件。

3.1.2 解决学生票分配优化问题的一般原则和方法

为了能够提出高校学生预订和车票分配问题的有效解决方案，首先有必要归纳出解决该问题所需遵循的一般原则和方法。

高校学生预订和车票分配问题的总原则是使最多的学生能够成功利用网络购买到需要的火车票。其遵循的一般原则还有：

(1) 同城市所有学生获得车票机会平等的原则。平等性在原来的所有方式中是不可能做到平等的，排在前面的学校，该校学生的预订成功率要明显高于其他学校，排在该学校预订名单前列的同学，预订成功的机会就比后面大些。我们

研制的“高校学生预订和车票分配系统”首先要保证每个人机会的均等性。

(2) 最大程度满足学生需求的原则。我们研究的根本目的就是消除现有方式的弊端，使预订成功率大幅度提高，即为最大程度上保障学生能买到车票回家，所以最大程度满足学生需求是必须要坚持的原则。

(3) 一人一票的原则。因为学生票是半价出售的，每个学生只享有一张优惠票的资格，这是我们研制的系统要坚持的一个基本原则。

(4) 在机会平等的基础上，可以部分考虑首先满足较远距离人优先的原则。铁路的经济运距是比较长的，考虑到和公路运输的合理分工，最大程度上缓解春运这种特殊时刻造成的客流压力，可以首先考虑满足较远距离订票者优先获得车票的原则。

(5) 优先满足第一选择的原则。每个学生上报的选择中，第一选择对其来说应该是最方便或最实惠抑或是效用最大的选择，要提高学生对车站服务的满意度，最好的方式就是给他们最想要的（第一选择的车票）。

(6) 充分利用学校组织性好的原则。学校的组织性是非常强的，这也是我们要把学生预订车票的方法同一般的顾客分开的原因。如果好好利用学生群体的这个特点，那么就可以极大的提高送票以及票款结算的效率。

(7) 信息安全的原则。网上预订车票肯定要遇到网络安全的原则，特别是铁路这种国家经济活动基本命脉的行业，售票工作的安全是考虑的重中之重。

完成基本原则的要求，比较完善的解决该问题，可以采用的具体方法有：

(1) 系统采用 B/S 模式，利用 Internet 的普及，提高工作效率。利用网络预订车票肯定是大势所趋，采用浏览器、服务器形式是最好的选择。

(2) 学生网上预订车票时，让其给出尽可能多的选择。学生可以根据自己的实际情况，变换不同的路线、车次以及日期，组合多了，成功的机会就自然会增加，这样可以在票源紧张的情况下，合理分配每列车的运能，避免过多超载和虚糜浪费。

(3) 可以将预定车票次数最少给定两次。学生在第一次填写选择的时候，其对车票的信息情况掌握是很少的，也不清楚别人的选择是什么，可以说是很盲目的，而车站在没有收集到第一次订票信息之前，对于学生流的特点（高峰时间、高峰方向等）也是基本不清楚的，而当第一次的信息汇总分析之后，车站工作人员可以根据预订信息的情况和实际运能的情况分配车票后，将还有剩余的车次、时间，以及为缓解高峰客流而加开的临时列车或学生专列的信息一起在预订车票的网页公布，没有预订成功的同学，可以根据车站给出的反馈信息进行第二次预订。当然往返次数越多则最终的结果越好，但考虑实际情况，这是不现实的。但要保证最少给定两次机会。

(4) 将“高校学生预订和车票分配系统”单独运行，与铁路客票系统物理隔离。网络安全是一个困扰铁路企业走向网上订票工作的拦路虎，由于该系统为预订车票信息，学生的选择等待期可以较长，所以不需要与铁路客票系统的数据库直接相连，这样就解决了铁路企业应用该系统的后顾之忧，车站工作人员只需要将分配给学生的票额总数人工输入系统即可。

(5) 对预订信息及结果进行深度数据挖掘。这些信息对于铁路深刻了解学生客流特点，并采取最有效的措施具有至关重要的作用，所以要好好利用。

3.2 车票分配优化模型的建立

3.2.1 符号定义

为了将问题抽象成数学模型，首先做一些将问题简化的假设：

- (1) 每个学生只能购买一张车票；
- (2) 在预订期内，每天可预订的列车车次保持不变；
- (3) 不允许预订卧铺票，且站票与座票不做区分；
- (4) 各高校预订信息统一处理。

在上面假设条件的基础上，为了更清楚表达问题，做以下符号定义：

(1) 常量符号定义

K：某个城市高校的数量；

P：预订车票的学生总人数；

Q：每个学生最多可以选择的方案个数（可以根据实际需要自由设定）；

I：每天开行的列车数量；

J：学生票有效时间段；

M：表示系统的优化目标；

(2) 变量符号定义

S：高校代号集合， $S=\{S_1, S_2, \dots, S_k\}$ ；

N：高校预订车票学生总数， $N=\{N_{S_1}, N_{S_2}, \dots, N_{S_k}\}$ ， $P=N_{S_1}+N_{S_2}+\dots+N_{S_k}$ ；

C_{ij} ：表示车次编号为 i、日期编号为 j 的列车 ($i=1, 2, \dots, I$; $j=1, 2, \dots, J$)；

A_{ij} ：车站所能给予学生的列车 C_{ij} 的学生票数量 ($i=1, 2, \dots, I$; $j=1, 2, \dots, J$)；

$$A = \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} A_{ij};$$

x_{pq} ：车站对学生 p 的第 q 个方案的售与于否的决定， $x_{pq}=0$ ，表示不售与，

$x_{pq}=1$ 表示售与该学生选择的这个方案所对应的车票；

f_1^{pq} ：学生 p 的第 q 个方案对应的车次编号；

f_2^{pq} ：学生 p 的第 q 个方案对应的日期编号；

R_{pq} ：表示学生 p 的第 q 个方案对应的车票的价格， $R_{pq} \in [R_m, R_M]$ ；

D_{pq} ：学生 p 的第 q 个方案对应的车票的距离， $D_{pq} \in [D_m, D_M]$ ；

L_{ij}^{pq} ：学生 p 的第 q 个方案所消耗的车票资源，当方案 (p, q) 所对应的列车为 (i, j) 时， $L_{ij}^{pq}=1$ (每个学生只允许买一张车票)，否则， $L_{ij}^{pq}=0$ ；

3.2.2 车票分配优化模型

(1) 系统的优化目标

车票分配优化的一个目的就是提高学生预订车票的成功率，而在预订人数一定的条件下，成功率的大小直接与最终审批的车票数量相关，所以系统的第一个优化目标可以表示如下：

$$M = \max\left(\sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q x_{pq}\right) \quad (3-1)$$

当考虑优先将车票售与距离较远的学生的时候，就得到系统的第二个优化目标：

$$M = \max\left(\sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q D_{pq} x_{pq}\right) \quad (3-2)$$

当考虑车站的收益的时候，即优先将车票售与票价高的学生；这样就得到系统的第三个优化目标：

$$M = \max\left(\sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q R_{pq} x_{pq}\right) \quad (3-3)$$

当然也可以将三者合而为一，利用权重系数 (α, β, γ) 的不同来代表不同的优化目标：

$$M = \max\left[\sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q \left(\alpha + \beta \frac{R_{pq} - R_m}{R_M - R_m} R_{pq} + \gamma \frac{D_{pq} - D_m}{D_M - D_m} x_{pq}\right)\right] \quad (3-4)$$

(2) 系统的约束条件

每分配给一个学生一张车票均会对系统产生一定负荷，引起对车票资源的消耗，即总数 A 的减少。每个 C_{ij} 所剩余的票数为： $A_{ij} - \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q x_{pq} L_{ij}^{pq}$ ，其中

$$i=1, 2, \dots, I, \quad j=1, 2, \dots, J.$$

显然配票问题的任何可行解都应该满足:

$$A_{ij} - \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q x_{pq} L_{ij}^{pq} \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (3-5)$$

(3) 配票优化模型

将 (3-4) 和 (3-5) 结合起来, 可以得到如下的配票优化模型:

$$M = \max \left[\sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q (\alpha + \beta \frac{R_{pq} - R_{\min}}{R_{\max} - R_{\min}} R_{pq} + \gamma \frac{D_{pq} - D_{\min}}{D_{\max} - D_{\min}}) x_{pq} \right] \quad (3-6)$$

$$\begin{aligned} & s.t. \left\{ \begin{array}{l} (A_{ij} - \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q x_{pq} L_{ij}^{pq}) \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J \\ x_{pq} = 0, 1 \quad p = 1, 2, \dots, P \quad q = 1, 2, \dots, Q \\ \sum_{q=1}^Q x_{pq} \leq 1 \quad p = 1, 2, \dots, P \\ D_{pq}, R_{pq} \geq 0 \quad p = 1, 2, \dots, P \quad q = 1, 2, \dots, Q \\ D_M > D_m > 0, \quad R_M > R_m > 0 \\ L_{ij}^{pq} = 1(f_1^{pq} = i, \text{且} f_2^{pq} = j), \text{ 否则 } L_{ij}^{pq} = 0, \\ \quad (\text{其中} p = 1, 2, \dots, P \quad q = 1, 2, \dots, Q \quad i = 1, 2, \dots, I \quad j = 1, 2, \dots, J) \\ \alpha + \beta + \gamma = 1, \quad \alpha, \beta, \gamma \geq 0 \end{array} \right. \end{aligned}$$

3.2.3 模型的分析及结论

根据我们建立的优化模型 (3-6) 可以比较出各种订票方式的优劣, 下面具体分析阐述这一问题。

(1) 车站根据主观分析, 为每个学校事先分配车票总数, 并规定每个学生只有一次选择机会的情况下 (表格登记预订法), 则每个学校可以单独套用模型, 学校 S_k 的优化模型变化为:

$$M_k = \max \left(\sum_{p=1}^{N_{sk}} x_p \right) \quad (3-7)$$

$$\begin{aligned} & s.t. \left\{ \begin{array}{l} (A_{ij}^k - \sum_{p=1}^{N_{sk}} x_p L_{ij}^p) \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J \\ x_p = 0, 1 \quad p = 1, 2, \dots, N_{sk} \\ L_{ij}^p = 1(f_1^p = i, \text{且} f_2^p = j,) \quad \text{否则 } L_{ij}^p = 0, \\ \quad (\text{其中} p = 1, 2, \dots, N_{sk} \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J) \end{array} \right. \end{aligned}$$

因为每一个人只有一种选择, 所以模型中的 q 变量可以去掉, 而且此种情况下不能考虑距离或效益的问题, 从而使模型得到响应的简化。而用 A_{ij}^k 表示计划

$A_{ij} = \sum_{k=1}^K A_{ij}^k$
分配给学校 S_k 的各次列车的票数。显然

$$M' = \sum_{k=1}^K M_k$$

此种方式最终的结果为：

(2) 车站根据主观分析，为每个学校事先分配车票总数，然后到各学校现场售票，由于现场售票，每个人都可以咨询几种乘车方案，所以模型中的 q 变量可定义为存在的某个值，而距离或效益的问题同样不能考虑。模型变化为：

$$M_k = \max\left(\sum_{p=1}^{N_{sk}} \sum_{q=1}^Q x_{pq}\right) \quad (3-8)$$

$$\text{s.t. } \begin{cases} (A_{ij}^k - \sum_{p=1}^{N_{sk}} \sum_{q=1}^Q x_{pq} L_{ij}^{pq}) \geq 0 & i=1, 2, \dots, I, \quad j=1, 2, \dots, J \\ x_{pq} = 0, 1 & p=1, 2, \dots, N_{sk}, \quad q=1, 2, \dots, Q \\ \sum_{p=1}^{N_{sk}} \sum_{q=1}^Q x_{pq} \leq 1 \\ L_{ij}^{pq} = 1(f_1^{pq} = i, \text{ 且 } f_2^{pq} = j), \quad \text{否则 } L_{ij}^{pq} = 0, \\ \quad (\text{其中 } p=1, 2, \dots, P \quad q=1, 2, \dots, Q \quad i=1, 2, \dots, I \quad j=1, 2, \dots, J) \end{cases}$$

此种方式最终的结果为：

$$M'' = \sum_{k=1}^K M_k \quad (3-9)$$

从模型的约束条件中可以知道 (3-7) 中的取值范围明显小于 (3-8)，也就很容易得到下面的结论：

$$M' \leq M'' \quad (3-10)$$

(3) 所有学校统一分配，且提供多个选择，即本文给出的解决方案，此时模型目标可以是 (3-6)，但考虑到与上面问题的可比性，其目标函数可以简化为：

$$M''' = \max\left(\sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q x_{pq}\right) \quad (3-11)$$

$$\text{s.t. } \begin{cases} (A_{ij} - \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q x_{pq} L_{ij}^{pq}) \geq 0 & i=1, 2, \dots, I, \quad j=1, 2, \dots, J \\ x_{pq} = 0, 1 & p=1, 2, \dots, P, \quad q=1, 2, \dots, Q \\ \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q x_{pq} \leq 1 \\ L_{ij}^{pq} = 1(f_1^{pq} = i, \text{ 且 } f_2^{pq} = j), \quad \text{否则 } L_{ij}^{pq} = 0, \\ \quad (\text{其中 } p=1, 2, \dots, P \quad q=1, 2, \dots, Q \quad i=1, 2, \dots, I \quad j=1, 2, \dots, J) \end{cases}$$

由于 $A_{ij} = \sum_{k=1}^K A_{ij}^k$, 即 (3-9) 所得到的解是各个部分约束条件下最优解的和, 显然其结果不可能大于总体最优解 (3-11), 即得到:

$$M' \leq M'' \quad (3-12)$$

由 (3-10) 和 (3-12) 可以得到如下结论:

$$M' \leq M'' \leq M''' \quad (3-13)$$

即可以从理论上证明本文所研究的方法是所有解决这个问题的方法中最优的。况且本方法还可以将距离或效益作为优化目标, 这更是其它方法不能比拟的。如果考虑到本方法可以提供附带反馈信息的、基本无需成本的第二次预订, 则能显示出本方法的优势。

第四章 高校学生预订和车票分配问题的优化算法设计

4.1 固定区间的乘车方案算法

4.1.1 固定区间的乘车方案问题

由于学生票属于半价优惠，所以就必须要使得每个学生填写的乘车方案符合铁路部门的优惠要求，这里主要有两个方面：学生身份识别；学生和家庭不在同一地，且可乘坐火车回家，即乘车区间固定。第一个问题通过学号和密码的简单认证核对就可以解决。第二个问题就是区间固定的乘车方案问题。

每个高校学生证上都有限定学生乘车区间的内容：学校所在城市车站——父母所在地车站。现在的方式都是通过人工核对确认学生身份和所购车票是否符合规定要求，但显然这种方式效率十分低下。现在将预订车票的信息通过网络收集，要保证学生所填方案符合规定就必须采取新的办法。

本文所采用的办法是：首先将学生的乘车区间信息存入基础数据库中，当学生身份认证通过的时候（学号、姓名、密码都正确），从数据库中将该学生的乘车区间等信息提出，当学生确定信息正确之后，通过“确定”按钮将信息回执服务器，后台程序就按照乘车区间自动给出符合要求的可选择乘车方案（包括直达和中转），该学生就只能在这些给定的符合要求的方案中选择自己的乘车预订方案，这样就可以保证学生的乘车方案符合铁路部门的规定。如何根据固定区间（即给定始发站和终到站）给出合理的乘车方案就是下面要重点解决的问题

任意两个客运车站之间的乘车方案分有直达车和无直达车两种情况，当两个车站有直达车时，可以通过查询时刻表的方法，方便快速地得到乘车方案。而当两个车站无直达车时，需要依托第三个站或第 n ($n > 3$)个站中转，将无直达车的解变为起点站到中转站、中转站到中转站(可能多个)、中转站到终点站的多个有直达车乘车方案的集合。因此如何在短时间内找到无直达车情况下合理的中转站是查询算法的重点，因为中转站确定了，问题的解也就得到了。

在遇到无直达车乘车方案的查询问题时，一般地，可以从起点站开始，将经过该站的所有客运列车所停靠的客运车站定为中转站，称第一层中转站，查该中转站是否有到达终点站的直达车，如果有，得到中转一次的乘车方案，如果没有，以某个第一层中转站为起点站，进行递归运算，直到查到第 n 层中转站到终点站有直达车，得到中转 n 次的乘车方案，将无直达车乘车方案的解分离为多段有直达车乘车方案的解。这个最直观的查询算法是可以实现的，但它所搜索的中转站是遍历的，运算量大，没有实用价值。为了加快搜索速度，需要需求别的方法求解。

下面定义一些术语以备下面算法描述时使用：

枢纽站：从一条铁路线转到另一条铁路线客运列车必须经过的车站叫枢纽站；枢纽站往往在两条或多条铁路线的交叉点上。枢纽站常常会成为中转站。

相关站：在同一城市的客运列车停靠车站之间叫相关站；相关站在查询时非常有用，当用户给定一个车站时，程序能自动检查其相关站，在更大的范围内选择更合理的结果。

快车、慢车：多运列车有准高速列车、快速列车、旅游列车、特别快车、普通快车、普通旅客快车、管内旅客列车和广深旅客快车6种，定义普通旅客快车和管内旅客列车为慢车.其它的车种为快车；列车有快慢之分，这样在选择中转时可以尽量使用快车，从而有更优的结果。

大站、小站：按客运车站所经由的快车数目来确定车站的大小属性，称所由的快车趟数大于5的站为大站，其它的即为小站。

4.1.2 “中转站表过渡”求解固定区间乘车方案算法

为了加快搜索速度，这里提出一个使用中转站表过渡的方法来解决^[27]，即事先依据时刻表的信息，产生一个中转站表，形成每个客运车站可能的中转站列表，把大量查询时必须计算的工作放在系统准备时进行，这样在实际查询时的运算可以仅通过比对中转站列表来得到合理的中转站，减少查询时的计算量；另外，为了使得查询更有方向和选择性，这里采用局相关表的方法来解决，即在选择中转站时必须是有条件的，局相关表定义了从一个铁路局到另一个铁路局所必须经过的铁路局，这个信息可以从铁路线布局中得到，有了这个信息，所选择的中转站必须落在相关局内，而其他的中转站可以筛选去掉，这样不仅确保了其方向性，而且缩小选择范围，减少计算量。

中转站表是由：车站编号，中转站数，中转车站编号1，中转车站编号2,...中转车站编号100等多个字段组成。

中转站表用于存放从某个客运车站出发，可能成为其中转车站的客运车站信息，每个记录描述一个客运车站的中转站列表。中转站表是为建立查询算法而根据基本数据产生的中间结果数据。

查询算法包括中转站产生算法和查询乘车方案算法。

(1) 中转站产生算法：

第0步 逐个提取车站表中的车站编号，查时刻表经过该车站编号的所有快车车次编号，得到各个车次编号；

第1步 逐个提取得到的各个车次编号，查时刻表该车次编号所经过的所有车站编号，得到各个车站编号；

第2步 在得到的各个车站编号中选择枢纽属性等于1的客运车站为该站的中转站，增加中转站数和中转车站编号n；

第3步 对于某些小站，经过上述运算后仍没有一个中转站，逐个提取中转站表的中转站数为零的车站编号，查时刻表经过该车站编号的所有慢车车次编号，得到各个车次编号；

第4步 逐个提取得到的各个车次编号，查时刻表该车次编号所经过的所有车站编号，得到各个车站编号；

第5步 在得到的各个车站编号中选择与指定小站相邻的两端大站为该站的中转站，修改中转站表的中转站数为2；

(2) 查询乘车方案算法：

查询乘车方案算法分主处理程序、直达方案查询和中转方案查询3部分。主处理程序：

用户可以输入任意两个客运车站做为起点站和终点站，程序根据用户输入的两个站进行检索，给用户提供可以选择的乘车方案，乘车方案数目和最大中转次数根据具体情况设定，例如一般规定乘车方案数目最多4个，最大中转数为3次。

第0步 用户输入两个客运车站的站名，进行输入确认处理，判断其合理性，查车站表将其转换为两个车站编号；

第1步 使用两个车站编号，进行直达乘车方案处理，判断是否有直达乘车方案；

第2步 如果有直达乘车方案，进行第6步骤；如果无直达乘车方案继续；

第3步 进行中转乘车方案处理，判断是否有中转乘车方案；

第4步 如果有中转乘车方案，存储中转乘车方案结果，增加乘车方案数目。如果没有中转乘车方案继续；

第5步 判断乘车方案数目够了吗？如果方案数目够了。进行第七步骤；否则中转次数加1；判断中转次数是否大于最大中转数？如果是小于等于，将符合条件的中转站集设为起点站.继续第3步骤；如果大于继续；

第6步 显示存储的乘车方案结果。如果乘车方案数目为零.显示无解；

直达方案查询：

直达方案查询针对某两个客运车站的车站编号，并不一定是用户给定的起点站和终点站，还可能是某个中转站和终点站，因此使用站1和站2表示：

第0步 查时刻表中车站编号为站1的车次编号，记为车次编号组1，表示站1的所有经过车次；

第1步 查时刻表中车站编号为站2的车次编号，记为车次编号组2，表示站2的所有经过车次；

第2步 在车次编号组1和车次编号组2中查相同的车次编号，而且，要求相应的站1在该车次的车站序号小于站2在该车次的车站序号，记为车次编号组3；

第3步 判断车次编号组3是否有信息，如果有信息，表示有直达乘车方案，记录方案数目，生成输出结果，设置是否有结果标志。

中转方案查询：

中转方案查询与直达方案查询类似，针对的某两个客运车站的车站编号是任意的，在第一次调用时是用户输入的起点站车站编号和终点站车站编号。

第0步 在局有关表中查站1和站2的相关铁路局记录，记为局值；

第1步 在中转站表中查站1的中转站记录，记为中转站值1；

第2步 在中转站表中查站2的中转站记录，记为中转站值2；

第3步 比对中转站值1和中转站值2，提取车站编号相应的局编号在局值内，而且车站编号一致的值，记为中转站集；

第4步 判断是否有一致的中转车站编号，即中转站集的内容，如果有。该车站编号为站1和站2之间的中转站。获取结果和设置结果标识。

4.2 配票优化算法

4.2.1 以订票成功率最高为目标的配票优化算法

以订票成功率最高为目标，使最多的学生可以买到车票，即问题的数学模型为（3-11），这时可以利用下面两种的启发式算法解决：

(1) 第一选择较优先的启发式算法

输入 预订时间段 $[T_0, T_1]$ ， $J = (T_1 - T_0 + 1)$ ；车次 C_i ($i=1, 2 \dots I$) 基本信息；所有学生的预订信息；每个人的最多选择次数 Q ；预订车票学生总数 P 。

输出 每个学生预订的车票的承认状态 x_{pq} $p=1, 2, \dots P$, $q=1, 2, \dots Q$ 。

第0步 在给定的时间段 $[T_0, T_1]$ 内，依次统计每个车次每天的学生订票总数（第一选择），得出预订总数集 B ， B_{ij} 表示第一选择是第*i*车次的列车，在第*j*天学生总数， $B_{ij} = \sum_{p=1}^P L_{ij}^{pi}$ $i=1, 2, \dots, I$, $j=1, 2, \dots, J$ 。

$$B = \begin{bmatrix} B_{11}, B_{12}, \dots, B_{1J} \\ B_{21}, B_{22}, \dots, B_{2J} \\ \dots & \dots & \dots \\ B_{ij}, B_{i(j+1)}, \dots, B_{iJ} \\ \dots & \dots & \dots \\ B_{I1}, B_{I2}, \dots, B_{IJ} \end{bmatrix}$$

第1步 车站工作人员根据车站拥有火车票数量, 结合数集B进行配票, 得到配票数量集A。

$$A = \begin{bmatrix} A_{11}, A_{12}, \dots, A_{1J} \\ A_{21}, A_{22}, \dots, A_{2J} \\ \dots & \dots & \dots \\ A_{ij}, A_{i(j+1)}, \dots, A_{iJ} \\ \dots & \dots & \dots \\ A_{I1}, A_{I2}, \dots, A_{IJ} \end{bmatrix}$$

第2步 用数集 A 减去数集 B 得到余票集 Y, $Y \leftarrow A - B$ ($Y_{ij} < 0$ 表示预订的人多而票不足)；

$$Y = \begin{bmatrix} Y_{11}, Y_{12}, \dots, Y_{1J} \\ Y_{21}, Y_{22}, \dots, Y_{2J} \\ \dots & \dots & \dots \\ Y_{ij}, Y_{i(j+1)}, \dots, Y_{iJ} \\ \dots & \dots & \dots \\ Y_{I1}, Y_{I2}, \dots, Y_{IJ} \end{bmatrix}$$

第3步 寻找余票集 Y 的子集合 Y' ($Y' > 0$)，记选择 X_{pq} 与车次日期之间的影射关系为 $C_{ij} = f(p, q)$, 反函数为 $X_{pq} = f^{-1}(i, j)$, 设还有剩余车票的车次(含时间)集为 C' ($C' \subset Y'$), 假设通过 $f^{-1}(i, j)$ 求得的学生集合为 S' , 则
 $x_{p1}^{ij} \leftarrow 1$ ($p \in S', [i, j] \in C'$), 且 $x_{pq} \leftarrow 0$, ($p \in S', q = 2, 3, \dots, Q$); 即将票多人少的车次车票分给第一选择是该天、该车次的学生, 并核减预订出的车票数量;

第4步 在 C' ($C' \subset Y'$) 中采用贪婪或其他算法逐个使符合条件

$f(g, h) \subset C'$ 的选择被承认，即 $x_{gh}^{ij} \leftarrow 1$ ($g \subset \bar{S}', h = 2, 3, \dots, Q, [i, j] \subset C'$)，且 $x_{gq} \leftarrow 0$, ($q = 2, 3, \dots, Q, q \neq h$)，并使 $Y_{ij}^* \leftarrow 1$ ，令 $Y'' = \bar{Y}'$ ， $x_{g1}^{ij} \leftarrow 1$ ， $Y_{ij}'' + x_{g1}^{ij}, Y_{ij}'' + 1$ ，当 $Y_{ij}'' = 0$ ，转第 3 步后半部分的分票操作，即将因为利用前面的方法使得原来票少人多的车次（按第一选择）变为人、票相等的情况时，将该车次的车票分给第一选择是该车次，同时其它选择又没有得到承认的学生。循环该步骤前面的操作，直到 $Y'' = 0$ 或记录搜索完毕。这一步的目的简单的讲就是将 C' 集合中的票，分给还没有预订到车票，且其它选择（非第一选择）中有 C' 的学生，并将由于分散而使得人、票相等的车次的车票分配下去；

第5步 重新定义一个集合 Y 的子集合 Y''' ($Y''' < 0$)，设经过各步骤后的、依然是票少人多的车次（含时间）集为 C''' ($C''' \subset Y'''$)，其所对应的学生集合（第一选择车次属于 C''' ，且其它选择还没有被承认），则转第3步后半部分的分票操作： $x_{p1}^{ij} \leftarrow 1$ ($p \subset S''', [i, j] \subset C'''$)，且 $x_{pq} \leftarrow 0$, ($p \subset S''', q = 2, 3, \dots, Q$)；则将票少人多的车票随机分给前面没有预订到车次的学生（第一选择）；

结束。

(2) 不考虑优先的启发式算法

输入、输出同上。

第0步 同上得到配票集 A ，并将其按票数的升序排列；

第1步 从第一条记录（记为 k ）开始搜索预订该车次、该天的，但是还没有预订到车票的学生集合 S ；

第2步 搜索集合 S 中包含的所有预订方案，得到集合 P ；

第3步 搜索集合 P 中包含的每趟列车的剩余票数，得到“剩余票数”最多的第一条列车信息，并根据该信息从集合 S 中搜索到预订该趟列车的学生集合 S' ，然后从 S 中删除 S' 的学生记录（因为 S' 中的学生的其他选择方案中有“剩余票数”最多的列车，所以他们后面预订到车票的概率一般情况下比 S 中的其他学生要大，所以不将票源比较紧张的该趟列车的车票分配给这些学生）；

第4步 循环第2、3步，直到 S 中所剩的学生数等于记录 k 中的列车所安排的车票数（该列车的配票数）；

第5步 将记录 k 中的列车车票分配给最后剩余的集合 S 中的学生，并将这些学生的分配票记录修改成已预订成功标记；

第6步 循环第1步到第4步，直到穷尽 A 中的所有记录；

结束。

4.2.2 以距离、效益最大为目标的配票优化算法

前面已经讨论过以距离或效益或者距离和效益兼顾的优化模型，即公式（3-2）、（3-3）和（3-4），这时的算法与上面讨论的以预订成功率最大化目标的算法有相似，也有很大的不同之处，下面详细阐述以距离、效益或两者兼顾的解决此问题的启发式算法：

输入 除算上面算法输入的基本数据外，这里还需要输入列车时刻表中的票价以及各站之间的距离等数据。

输出 除每个学生预订的车票的承认状态外，还需要输出总的票款收入以及总的距离等数据。

算法的基本步骤如下（为了方便其间，算法以票额收入为目标，距离问题的算法与其基本一样，在此省略）：

第0步 类似于“以成功率最高为目标”算法的前两步，得到配票数量集A

第1步 统计经过始发站的各次列车到各个不同的站的票价，并将其进行总排序（按降序，序列从1到最大值R），假设 P_r 代表r等级的票价，处于r等级的车次集合用 I_r 表示（由于到站的不同，同一个车次可以位于不同的 I_r 中）， X_r 表示等级r中包含学生选择集合；

第2步 统计、计算所有学生预订方案的信息，并将其按照票价的不同放在不同的 X_r 中；

第3步 $r=1$ 时，若 $A_{ij} > 0$ ($i \in I_1$, $j = 1, 2, \dots, J$), $x_{ij}^{pq} = 1$ ($C_{pq} \subset X_1$), $B_{ij} = A_{ij} - 1$ (B_{ij} 此处代表剩余车票总数)，否则 $x_{ij}^{pq} = 0$ ，并将已经预订成功的学生的代号p放入集合W中，此步的目的是将车站所拥有的车票售与预订方案中含有票价最高的车票的学生；

第4步 $r=2$, 若 $B_{ij} > 0$, ($i \in I_2$, $j = 1, 2, \dots, J$), 且 $x_{ij}^{pq} = 1$ ($p \notin W$, $C_{pq} \subset X_2$), $B_{ij} = B_{ij} - 1$ (B_{ij} 此处代表剩余车票总数)，否则 $x_{ij}^{pq} = 0$;

第5步 $r=r+1$, 如果 $r \leq R$, 转第3步, 否则继续；

结束

第五章 系统的分析与设计

5.1 系统分析

5.1.1 系统开发的目的

随着全国大学生的数量不断增加，每年寒暑假大量的学生要乘火车回家，这给车站正常的售票工作带来了极大的不便。而目前为解决这一问题而实行的方法措施效果又非常不好。特别是效率、效果（例如成功率）和效益都不理想。本文根据前面对这一问题的分析，开发的“高校学生预订系统”可以非常好的解决此问题。

“高校学生预订系统”的设计目标应包括：

（1）替代大部分人工工作

系统要提高效率，必须要设计部分功能代替大部分耗时、耗力的人工工作（比如学生身份、乘车区间的鉴定工作、键盘输入打印车票工作）。实现自动鉴定以及成批打印等。

（2）人机交互界面友好

系统的一个目的就是提高效率，降低工作人员的劳动强度，因此必须要特别强调界面的友好性和操作的方便性。

（3）可靠性

系统要具有故障对策功能，如数据备份恢复、数据日志、故障处理等；具有系统监控等功能，如网络管理、严格的系统运行控制等，以使系统具有较强的可靠性。

（4）安全性

本系统是 B/S 模式的，利用 Internet 传输信息，将所有重要的数据仅存于服务器端，客户端只做操作，不做数据库管理；采用操作授权控制、设备钥匙、密码控制、系统日志监督、数据更新严格凭证的等多种手段防止系统数据的窃取及篡改。

（5）可扩充性强

目前铁路列车开行方案在不断变换增加，学生的数量也在逐年提高，因此要保证系统的通用性，其基础数据必须灵活而不固定，考虑到数据的变更，考虑到系统使用的辅助信息的来源在以后也可以通过其它信息系统而得到，因此要注意预留与学校学生基本信息管理系统、校园卡信息管理系统、车站客票管理信息系统以及即将开通的铁路网上售票系统等的接口。具体包括：以参数化的方式设置系统管理硬件设备的配置、删减、扩充、端口设置等，建立系统的管理软件平台、

系统的管理并配置应用软件；应用软件采用的结构和程序模块化构造，充分考虑使之获得较好的可维护性和可移植性，即可以根据需要修改某个模块、增加新的功能以及重组系统的结构达到程序重用的目的；数据存储结构的设计在充分考虑其合理、规范的基础上，同时具有可维护性，对数据表的修改维护可以在很短的时间内完成；系统部分功能考虑采用参数定义及生成方式以保证其具备普遍的适应性；部分功能采用多种选择模块以适应商业管理模型的变更；系统提供通用报表及模块管理组装工具，以支持新的应用。

（6）优化能力强

本系统最大的目的就是将原来没有优化的配票工作，进行综合统筹优化，以达到预订成功率的提高、经济效益的增长等。

（7）强大的数据分析挖掘功能

准确收集并合理利用学生的预订信息，对于车站应对客流高峰的到来，正确合理的制定列车新的开行方案都具有十分重要的意义，所以系统要提供不同条件下的数据查询、以及适当的处理功能，提供清晰、有用的决策支持信息。

5.1.2 系统需求

根据前面的分析，特别是结合系统要实现的目标该系统的具体需求归纳如下：

（1）学生身份的鉴定。为了防止有些人冒用其它同学的信息进行订票，所以需要对每个人的身份进行验证后方可允许其预订车票，所以每个学生的身份鉴定是系统的第一需求。

（2）乘车方案的限制。为了保证学生的预订车票区间是车站允许的优惠区间，就会牵出对每个人的乘车方案进行限制的需求。

（3）学生基本信息以及预订方案信息的查询：学生基本信息包括学校、姓名、学号、乘车区间等，预订方案信息包括日期、车次等。

（4）预订方案信息的统计分析。这是从不同的角度了解全体预订信息、合理确定配票张数等的必然需求。

（5）配票优化。可以选择不同的优化目标，进行配票优化的工作，这是系统的核心需求。

（6）配票结果的分析。包括按不同的目标进行优化的比较分析，以及对整体成功率，潜在需求等分析。

（7）根据学校提供的学生基本信息建立、更新每年的学生档案。

（8）开行的客运列车的基本情况，包括车次、经过车站、票价等，建立相应的数据库。

5.1.3 系统功能

首先根据使用该系统（网站）的用户的角色的不同分为下面三种用户。

- ◆ 系统管理员：负责管理、维护系统（网站）的各种信息，包括学生的基本信息、车站工作人员的基本信息，以及数据库中的基本信息。
- ◆ 学生用户：学生利用这个系统进行车票的预订和查询，可以在线查看个人的基本情况，修改密码；查询自己所需要的车票信息，预订车票，以及预订之后的查询、修改、删除等（在预订截止期之前）。
- ◆ 车站配票工作人员：车站工作人员可以查询、处理学生预订车票信息，根据车站票务情况进行预订期内各车次的配票、选择优化目标进行优化分票工作，还有对信息的挖掘利用等。

系统具体可以分为六大功能模块，即基本数据维护更新、网上预订、配票优化、校园卡支付和自动打印车票、信息查询分析六部分。

（1）基本数据维护更新

系统要进行优化运算，没有基本的数据支持是不可能的，基本的数据维护更新是最基本的功能。

（2）网上预订功能

高校火车票预订系统的网上预订部分主要完成学生身份的识别认证，以及给出适合每个人乘车区间的方案，学生在此可以完成预订方案的选择、填写、上传等工作。

（3）配票优化功能

车站工作人员登录配票界面，先对预订信息进行统计，根据统计结果和车站实际的票务情况进行配票的工作。配票后选择优化目标（预订成功率或效益或距离）进行优化，将车票分配给学生，最后可以查看配票结果。

（4）学生卡支付票款功能

将预订成功的学生所需支付的票额信息，和学生校园卡的帐户信息连接在一起，从相应的帐户中划拨与票额相等的票款。

为了解决学生送票和支付票款问题，一个既节省送票费用又方便学生取票的方案就是采取自动售票。可在高校聚集区或每个高校内，设立自动售票机，方便同学在做其他事情的同时就可以顺便取走已经订好的车票。

该自动售票机不是传统的自我服务式的售票机，而是专为配合网上订票系统而设计的，原理很简单，就是配备一个能识别学生卡的扫描仪，和一个简单的密码输入器，一个打印车票的打印机，后台由连接已订车票数据库的服务器控制（其还连接学校学生卡服务器的前置机）。当然这种售票机也可以改装自现有的自助服务售票机，使它在既有功能的基础上，增加新的服务功能。

刷取车票的具体操作流程如下：

- ① 学生将校园卡放到扫描仪前，将自己的信息扫描进服务器；
- ② 服务器判断该学生是否已订票，如果已订，且订票成功，请求输入密码，否则返回无订票记录信息；
- ③ 输入订票时的登陆密码，服务器控制通知打印机打印车票，并将信息发给学生卡服务器，学生卡服务器将冻结票额资金或中间账号资金转入车站帐户。

(5) 成批打印车票功能

以往打印车票都需要人工输入，不仅效率很慢，并易出现错误，现在做一接口，将预订成功的学生预订信息，输入售票主机，按班级或院系集中打印，效率大大提高，并不易出现错误。

(6) 信息查询分析功能

系统满足根据不同的需要，对各种信息进行查询分析的功能，特别是对配票优化处理的结果可以进行详细的分析，并为解决潜在的需求提出解决方案。

5.2 系统流程及结构设计

5.2.1 系统的流程设计

(1) 预订流程

高校火车票预订系统的网上预订部分工作流程如图5-1所示。

- ① 登陆订票主页；
- ② 学生输入自己的学号和初始密码，登录。
- ③ 系统核对登录信息是否正确，如果正确点击进入预订票界面，否则重新输入学号和密码。

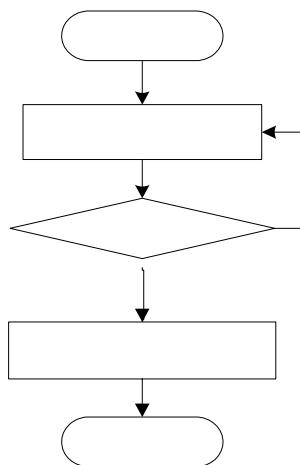


图5-1 网上预订车票流程

- ④ 根据自己的需求，选择自己可乘车方案。可以在界面上看到已预订方案，

如果要更改，选择删除，重新选择。

(2) 配票工作流程

综合上面的分析，可以得出车站工作人员配票的工作流程图5-2如下。

- ① 工作人员登录主页；
- ② 统计预订信息，这里以每个学生的第一预订方案为准统计；
- ③ 根据车站票务情况为每一列车配票；
- ④ 选择优化目标，可以选择预订成功率最高或效益最大或距离最长；
- ⑤ 优化后，查看结果，了解配票的实际情况；
- ⑥ 结束，退出系统

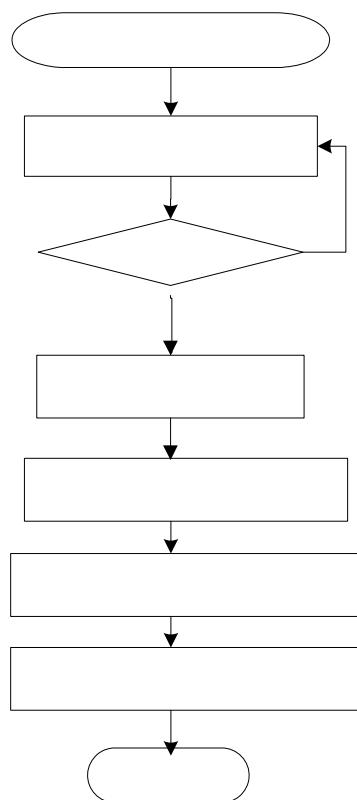


图5-2 配票工作流程

工作人员登录界面

(3) 开行学生专列的决策支持流程

学生专列的开行需要有很多条件的支撑才可以，但最重要的支持条件之一就是拥有足够多的学生量，在以前的决策过程中只能凭往年经验，缺乏科学的实
际数据支撑，在这里可以将该问题解决，它的逻辑工作流程图为图 5-3 所示。

- ① 按方向统计没有预订到票的学生的分布情况。根据路网情况以及城市所在的位置，确定统计学生流向的方向；
- ② 结合学生流分布情况以及列车运行图等的信息给出可能的学
生专列是否正确

输入工作票及密码

是否正确

要考虑的信息很多，例如车站的人员、车底配备，列车运行图的允许时间及区段等；

- ③ 设置开行学生专列的最低客流阀值以及按给出的可能专列重新统计未预订到车票的学生情况；
- ④ 检测可开行专列是否满足阀值要求，如果不满足，那就放弃这些专列的开行，如果满足，将这些满足的专列确定为要开行的专列；
- ⑤ 发布专列信息，让未订到车票的学生重新预订；
- ⑥ 结束退出系统。

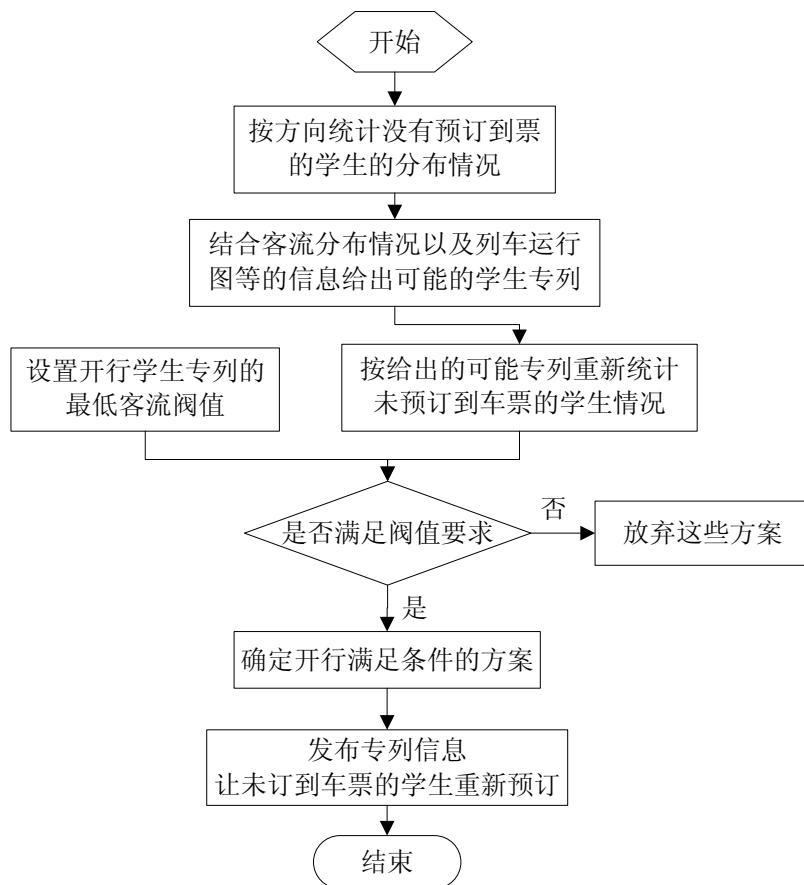


图 5-3 开行学生专列的决策支持流程图

5.2.2 ASP.NET 的三层结构设计方法

本系统利用 ASP.NET 开发，其结构类似于 Java 中的三层构架（前端为 HTML, JSP, Servlet，中间层为 JavaBean, EJB，后面为数据库服务器），在 ASP.NET 中，前端为 HTML, ASP, ASPX 等，中间层为 .vb, .cs 文件等文件编译而成的.dll 控件，后面为数据库。

在 ASP.NET 的三层构架中，数据库层通过中间层来连接和操作，前端给中

间层传递参数，并接受中间层的参数。我们一般称中间层为组件，组件可以用.vb 文件编译而成，也可以用.cs 文件编译而成。可以用图 5-4 来更直观地表现这个三层结构框架。

本系统就是严格按照这种文辞化设计方法来实现的。前端为学生将预订方案信息传给中间层的程序控件，并接受中间层的传递回的信息（身份判定，可选车次、学生专列开行信息以及学生预订成功与否的信息等），后层为 SQL 数据库，负责系统基本数据信息（学生信息、车次信息、工作人员信息等）的储存。

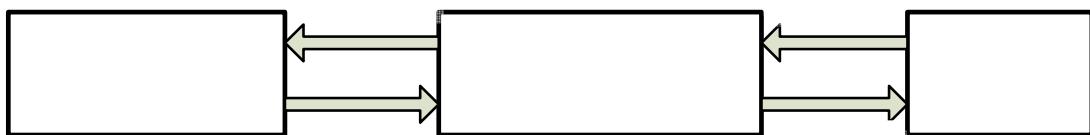


图5-4 系统的三层结构框架

5.3 系统的数据组织

合理的数据结构是提高系统处理能力和处理数据的基础。在高校学生车票预订管理信息系统的开发中，关键的就是对数据的处理，相对来说，采用什么样的处理方式反而显得不那么重要，我们必须以数据为中心来开发系统。现在很多的管理信息系统开发出来以后达不到预期的效果，原因之一就是没有正确对待数据结构的设计问题，数据结构的设计服从计算过程的需要，这样的数据库文件设置对编程来说的确是十分方便，但是前端整个系统埋下了隐患，尤其是数据输入十分的杂乱，同一数据不能保持唯一的来源，数据的操作维护返给用户不便，数据的共享十分困难，使管理信息系统的优势难以得到有效的发挥。

综上，必须以数据为界来开发高校学生车票预订管理信息系统，首先要对处理结构加以明确，再以数据结构为基础，进行系统的处理过程的设计开发。

高校学生车票预订管理信息系统所用到的数据主要分为基本数据和动态数据两种，其中基础数据是指在程序运行的过程中相对不会改变的学生、车次等信息，动态的数据是指在程序运行的过程中其值根据实际情况经常发生变化的数据，下面在参考有关信息系统的数据结构的基础上，就这两种数据的设计分别加以详细说明。

5.3.1 基本数据文件组织

经过仔细的分析，本系统中使用的如下的数据：学校、学生、车站工作人员、

中间层为
件编译

客运车站、客运列车车次等。在系统中将它们分别设计为学生信息表、车站工作人员信息表，车站表、车次表和时刻表。它们的表结构如下。

(1) 学校信息表

学校信息表用于存放某个城市中符合铁路部门学生优惠规定的高校信息，每个记录描述一个高校。学校信息表是由学校编号，学校名称两个字段组成。表的结构如表 5-1 所示。

表 5-1 学校信息表

| 编号 | 字段名称 | 数据结构 | 说明 |
|----|--------------|-------------|------|
| 1 | UniversityID | int | 学校编号 |
| 2 | Name | Varchar(50) | 学校名称 |

(2) 学生信息表

学生信息表用于存放预订车票学生的基本信息，每个记录描述一个学生。学生信息表是由学生学号、学校编号、姓名、密码、家庭所在地、发站、到站 8 个字段组成。表的结构如表 5-2 所示。

表 5-2 学生信息表结构

| 编号 | 字段名称 | 数据结构 | 说明 |
|----|--------------|-------------|-------|
| 1 | StudentID | int | 学生学号 |
| 2 | UniversityID | int | 学校编号 |
| 3 | Name | Varchar(50) | 学生姓名 |
| 4 | Password | Varchar(50) | 密码 |
| 5 | Hometown | Varchar(50) | 家庭所在地 |
| 6 | StartStation | Varchar(50) | 发站 |
| 7 | EndStation | Varchar(50) | 到站 |

(3) 车站工作人员信息表

车站工作人员用于存放车站工作人员（系统使用人员）信息，每个记录描述一个车站工作人员。学校信息表是由车站工作编号，姓名和密码三个字段组成。表的结构如表 5-3 所示。

表 5-3 学校信息表

| 编号 | 字段名称 | 数据结构 | 说明 |
|----|----------|-------------|--------|
| 1 | UserID | int | 工作人员编号 |
| 2 | Name | Varchar(50) | 工作人员姓名 |
| 5 | Password | Varchar(50) | 密码 |

(4) 车站表

车站表用于存放客运车站信息，每个记录描述一个客运车站。车站表是由：车站编号，车站名称，局编号，中转属性，相关属性，起点属性等 6 个字段组成。表的结构如表 5-4 所示。

表 5-4 车站表结构

| 编号 | 字段名称 | 数据结构 | 说明 |
|----|--------------------|-------------|------------------------|
| 1 | StationID | int | 车站编号 |
| 2 | Name | Varchar(50) | 车站名称 |
| 3 | BureauID | int | 车站所属铁路局编号 |
| 4 | InterimAttribution | Int | 1 表示该站可做中转站，否则为 0 |
| 5 | RelatedAttribution | Int | 指定客站在同城市内等价车站在该表中的记录位置 |
| 6 | StartAttribution | Int | 该客运车站始发列车数目 |

(5) 列车车次信息表

列车车次信息用于存放各次列车的信息，每个记录描述一个车次列车。列车车次信息表是由车次编号、沿途所经车站编号、从起点站到各站的距离累加和票价累加 4 个字段组成。列车沿途所经车站编号由于是很多站的集合，为了表示和计算的方便，这里用一个字段来表示。例如 2154 次列车，经过的站可表示为：长沙@汨罗@岳阳@路口铺@临湘@赤壁@咸宁@武昌@汉口@孝感@信阳@确山@驻马店@西平@漯河@许昌@长葛@新郑@郑州（这里直接用站名没有用车站编号表示，不过是为把问题描述清楚）当然后面的“距离累加”和“票价累加”也是一样的表示方法。其表的结构如图 5-5 所示。

表 5-5 列车车次信息表结构

| 编号 | 字段名称 | 数据结构 | 说明 |
|----|-----------|---------------|-----------------|
| 1 | TripID | Varchar(50) | 车次编号 |
| 2 | StationID | Varchar(1000) | 列车沿途所经车站编号 |
| 3 | Distance | Varchar(1000) | 学校所在站到以远各站的距离累加 |
| 4 | Price | Varchar(1000) | 学校所在站到以远各站的票价累加 |

5.3.2 动态数据组织

动态数据主要是系统运行时产生和使用的有关中间数据，在程序运行期间，它随着前后台之间的不停交换而变动，主要包括预订方案信息、优化调整信息等。

(1) 预订方案信息表

预订方案信息表主要保存从前台网页上传回的信息，主要预订编号、学生学

号、预订车次、日期、方案优先顺序代号。方案优先顺序代号指的是每个学生的多个选择方案的排序，1 表示第一选择，往下依此类推。表的结构如图 5-9 所示。

表 5-9 预订方案信息表结构

| 编号 | 字段名称 | 数据结构 | 说明 |
|----|-----------|-------------|----------|
| 1 | ReserveID | Int | 预订编号 |
| 2 | StudentID | Int | 学号 |
| 3 | TripID | Varchar(50) | 车次 |
| 4 | Booktime | Datetime | 日期 |
| 5 | Priority | Int | 方案优先顺序代号 |

(2) 配票信息表

配票信息表主要保存车站工作人员根据车站实际票务情况和学生预订信息对每趟列车分配的车票的信息，每条记录表示一趟列车可以给出的票额信息。配票信息表由车次、日期、预订总数、配票总数 4 个字段组成。表的结构如图 5-10 所示。

表 5-10 配票信息表的结构

| 编号 | 字段名称 | 数据结构 | 说明 |
|----|------------|-------------|------------|
| 1 | TripID | Varchar(50) | 车次 |
| 2 | Booktime | Datetime | 日期 |
| 3 | Booksum | Int | 预订该趟列车方案总数 |
| 4 | Arrangesum | Int | 配票总数 |

(3) 预订结果表

预订结果表主要存放优化以后每个学生预订方案的配票结果信息，每条记录表示预订成功的学生的一个被答应的乘车方案信息。该表主要由预订结果编号、学号、表格方案结果、窗口方案结果、收入最大方案结果、距离最大方案结果、售票最多方案结果组成。表的结构如表 5-11 所示。

(4) 中转站表

中转站表用于存放从某个客运车站出发，可能成为其中转车站的客运车站信息，每个记录描述一个客运车站的中转站列表。中转站表是为建立固定区间的乘车方案算法而根据基本数据产生的中间结果数据。中转站表是由：车站编号，中转站数，中转车站编号 1，中转车站编号 2,... 等多个字段组成。表的结构如表 5-12 所示。

表 5-11 预订结果表的结构

| 编号 | 字段名称 | 数据结构 | 说明 |
|----|-----------------|------|----------|
| 1 | ArrageID | Int | 预订结果编号 |
| 2 | StudentID | Int | 学号 |
| 3 | First_Result | Int | 表格方案结果 |
| 4 | More_Result | Int | 窗口方案结果 |
| 5 | Price_Result | Int | 收入最大方案结果 |
| 6 | Distance_Result | Int | 距离最大方案结果 |
| 7 | Most_Result | Int | 售票最多方案结果 |

表 5-12 中转站表的结构

| 编号 | 字段名称 | 数据结构 | 说明 |
|----|---------------|------|-------------|
| 1 | StationID | Int | |
| 2 | InterimNumber | Int | |
| 3 | InterimID1 | Int | 中转车站编号 1 |
| | | Int | 中转车站编号..... |
| n | InterimIDn | Int | 中转车站编号 n |

第六章 系统的实现与实例分析

6.1 系统实现

6.1.1 系统的开发环境

系统的开发环境应当满足系统设计的运行环境要求，合理选择开发环境，以保证该系统的顺利推广。本系统要建立在 ASP.NET 平台下的 Web 服务，就从硬件、软件、Web 服务等方面介绍系统开发环境的基本要求

(1) 硬件环境

①计算机/处理器：装有 450MHz Pentium II 级别处理器的 PC。

②RAM 的最小要求： Windows XP Professional : 160MB RAM;

Windows 2000 Professional : 96 MB RAM;

Windows 2000 Sever : 192 MB RAM;

Windows NT4.0 Sever : 192 MB RAM。

③硬盘：3GB 以上。

④显示器：1024*768 以上的分辨率。

(2) 软件环境

①操作系统：Microsoft Windows NT4.0 或更高版本的操作系统，包括 Microsoft Windows 2000 系列，Microsoft Windows 2003 系列。

②Framework：Framework 是.NET 的支撑基础。它包含.NET 的运行库与公共语言运行时，所有的.NET 平台的程序都需要基于它的类库来建立程序。

③MDAC：MDAC (Microsoft Data Access Components)，即微软数据访问组件，它是运用数据库必不可少的。

④其他需求：如果在.NET 平台下开发的 Web 站点，还要有 FrontPage 服务扩展和 Internet Explorer5.5 以上的版本。

(3) Internet 信息服务组件

要在 Windows 平台上提供 Web 服务。IIS 是必需的，因此在安装系统时要把 IIS 这个组件选择上。

(4) 数据库的选择

本系统采用 SQL Server 2000 作为数据库服务器，使用 SQL Server 2000 的原因如下：

① SQL Server 2000 管理方便，通过 SQL Server 2000 的“企业管理器”、“SQL 查询分析器”可以很方便地管理数据库。

② SQL Server 2000 性能稳定、功能强大、提供强有力的数据服务。另外可

以很方便的建立发布和订阅，实现数据库的同步。

- ③ 备份、还原方便。
- ④ 通过数据库的访问用户权限的控制能体现出很好的安全性。

(5) 编程语言的选择

ASP.NET 没有自己独立的语言，它提供对四种语言的支持：C#、J#、Visual Basic 和 Jscript，可以选择一种或多种，这里选择 C#，因为针对.NET 的应用，微软特意推出的语言就是 C#，所以在 ASP.NET 开发中选择 C#是比较恰当的。下面简单介绍一下该语言。

C#（发音为 C sharp）是一种简单、现代化、面向对象、类型安全的开发语言，使程序员快速容易的为 Windows Server System 集成软件产品构建解决方案。其优点主要体现在如下几方面：

- ① 代码复用。用 C# 设计的组件可以很容易的转换成 Web 服务，可以以任意操作系统的任意语言从 Internet 上调用。
- ② 增强的性能。垃圾收集 (GC) 技术。不需要手工的内存管理。
- ③ 增强的可靠性。变量都已自动初始化为类型安全的。
- ④ 更快的市场反应。在业务流程与部署应用程序之间实现更好的映射。开发人员可以定义特定域的属性，并将它们应用于任何语言元素如类，接口等。定义之后，每个元素的属性都可以被编程访问。
- ⑤ 广泛的交互操作性。对 COM 和 Windows-API 的天生支持。

6.1.2 系统的实现

系统主要分两大部分：学生预订车票部分和车站分配车票部分

(1) 学生预订车票部分的实现

① 登录界面的实现

学生通过图 6-1 所示的登录界面进行身份认证。如果密码和学号与数据库中的记录不相符，则会出现图 6-2 的出错界面。

The screenshot shows a Windows-style application window titled "请输入用户名和密码登录:". It contains two text input fields: one for "学 号:" containing "053920036" and another for "密 码:" containing "*****". Below the fields are two buttons: "登录" (Login) and "清除" (Clear).

图 6-1 登录界面



图 6-2 出错界面

②预订车票界面

系统根据学生的信息，给出可供学生选择的优惠车次以及发到站等信息，“合法选项”内选择乘车方案，这就满足了对学生乘车区间进行限制的要求。学生在如图 6-5 所示的界面上选择自己的乘车方案上传。

| 请认真填写您要预订的车票信息： | | | | | | |
|-----------------------------------|------|----|----|----------------|-------|--|
| | 车次 | 发站 | 到站 | 时间 | 返回信息 | |
| 第一选择 | 5361 | 长沙 | 广州 | 2006 年 1 月 1 日 | 预订成功！ | |
| 第二选择 | 同上 | 同上 | 同上 | 2006 年 1 月 2 日 | 预订成功！ | |
| 第三选择 | 同上 | 同上 | 同上 | 2006 年 1 月 6 日 | 预订成功！ | |
| <input type="button" value="提交"/> | | | | | | |

05392001 您好，您已经预订了以下乘车方案

| 选择 | 车次 | 到站 | 时间 | 删除 |
|---|------|----|----------|-----------------------------------|
| 1 | 5361 | 广州 | 2006-1-1 | <input type="button" value="删除"/> |
| 2 | 5361 | 广州 | 2006-1-2 | <input type="button" value="删除"/> |
| 3 | 5361 | 广州 | 2006-1-6 | <input type="button" value="删除"/> |
| 上一页 下一页 | | | | |

图 6-3 预订票界面

③订票结果查询

当车站配票完毕后，每个学生登录后可以查询到自己的预订结果，如图 6-4 所示。



图 6-4 订票结果查询界面

④ 查看票务信息

在预订前和配票后，登录后的学生可以看到车站给出的票务信息如表 6-5 所示。预订前的信息，可以引导学生的预订需求，而配票后的车票信息可以引导第一次没有预订到车票的学生二次或更多次的预订，以便使更多的学生预订到回家的车票。

| 车次 | 时间 | 所剩票数 |
|------|-------------------|------|
| D106 | 2007-7-23 0:00:00 | 2 |
| K135 | 2007-7-24 0:00:00 | 2 |
| K135 | 2007-7-25 0:00:00 | 2 |
| K226 | 2007-7-25 0:00:00 | 2 |

图 6-5 票务信息界面

(2) 车站分配车票部分

① 查询、修改、添加学生记录界面

管理人员还可以对一些数据库信息进行查询、修改、增加及删除等功能，这里仅给出对学生信息的操作界面如图 6-6 所示。

| 编辑 | 学号 | 姓名 | 订票密码 | 籍贯 | 发站 | 到站 | 删除 |
|-----------------------------------|----------|----|------|--------|----|----|--------------------|
| <input type="button" value="编辑"/> | 05392001 | 张三 | 01 | 山东省济南市 | 长沙 | 济南 | 删除 |

添加学生记录

| | |
|-------|----------|
| 学 号: | 05392001 |
| 姓 名: | 张三 |
| 订票密码: | 01 |
| 籍 贯: | 山东省济南市 |
| 发 站: | 长沙 |

图 6-6 查询修改添加记录界面

② 车票信息管理界面

车站工作人员登录系统以后，点击统计配票按钮，就会进入图 6-7 所示的车票信息管理界面。按每个车次依次进行统计，统计结果显示在下面，工作人员根据统计结果以及车站的实际票务情况配票。配票数额可以比预订总数小，也可以大（优化的需要）。

| | | |
|-----------------------------------|---|---|
| 选择时间段 | <input type="button" value="2006 年 1 月 1 日 --止--"/> | <input type="button" value="2006 年 1 月 8 日"/> |
| 选择车次 | <input type="button" value="5361"/> | |
| <input type="button" value="统计"/> | | |

根据预订总数和实际情况,把车站可售与学生的车票总数添入下表,然后按提交按钮

| 日 期 | 预订总数 | 可售学生票数 | 提 交 |
|----------|------|--------|-----|
| 2006-1-1 | 1 | 2 | |
| 2006-1-2 | 0 | 1 | |
| 2006-1-3 | 0 | 5 | |
| 2006-1-4 | 0 | 0 | |
| 2006-1-5 | 0 | 1 | |
| 2006-1-6 | 0 | 0 | |
| 2006-1-7 | 0 | 1 | |
| 2006-1-8 | 0 | 1 | |

图 6-7 车票信息管理

③优化及结果分析界面

以预订成功率最高为目标的优化配票及结果分析如图 6-8 所示。

| 优化方案 | 预订总人数 (人) | 实际分配票数 (张) | 运输总里程 (公里) | 售票总收入 (元) |
|--------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| 表格预订方案 | 133 | 67 | 75634 | 3914 |
| 窗口预订方案 | 133 | 122 | 131725 | 6825 |
| 收入最多方案 | 133 | 121 | 138383 | 7335 |
| 里程最大方案 | 133 | 123 | 141469 | 7192 |
| 人数最大方案 | 133 | 130 | 139736 | 7017 |

图 6-8 优化及结果分析界面

④ 查看配票结果界面

配票优化完成后，工作人员可以按不同的优化方案查看详细的配票结果，如图 6-9 所示。

| 学号 | 车次 | 时间 | 到站 | 学生票价 | 里程 |
|----------|-------|-------------------|-----|------|------|
| 11010101 | T254 | 2007-7-25 0:00:00 | 汉口 | 20 | 382 |
| 11010102 | T236 | 2007-7-21 0:00:00 | 哈尔滨 | 128 | 2931 |
| 11010103 | Q5361 | 2007-7-24 0:00:00 | 郴州 | 12 | 333 |
| 11010104 | T180 | 2007-7-23 0:00:00 | 济南 | 63 | 1294 |
| 11010105 | K82 | 2007-7-23 0:00:00 | 西安 | 69 | 1409 |
| 11010106 | N733 | 2007-7-22 0:00:00 | 娄底 | 14 | 182 |
| 11010107 | K226 | 2007-7-23 0:00:00 | 兰州 | 97 | 2085 |
| 11010108 | Z18 | 2007-7-21 0:00:00 | 北京西 | 95 | 1587 |

图 6-9 查看配票结果

⑤ 学生专列开行的决策支持界面

以往学生专列方案的开行，更多的是依靠经验和主观臆断，该系统可以在配票前和配票后，统计出支持学生专列方案的开行的基本信息，如图 6-10 所示。

请选择开行学生专列的决策时机:

请选择学生专列的开行方向:

请根据给出的决策支持信息, 结合其它条件, 进行学生专列方案决策

| 选择学生专列日期 | <input type="radio"/> | 选择沿途停靠站 | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|--------------------------|
| 沿途车站 | 2007-7-21 | 2007-7-22 | 2007-7-23 | 2007-7-24 | 2007-7-25 | 总计 | |
| 岳阳 | 3 | 3 | 4 | 0 | 0 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 武昌 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 20 | <input type="checkbox"/> |
| 驻马店 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 | <input type="checkbox"/> |
| 郑州 | 3 | 14 | 12 | 6 | 0 | 35 | <input type="checkbox"/> |
| 石家庄 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 5 | <input type="checkbox"/> |
| 保定 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | <input type="checkbox"/> |
| 北京 | 11 | 8 | 9 | 2 | 0 | 30 | <input type="checkbox"/> |
| 总计 | 26 | 33 | 33 | 13 | 5 | 110 | <input type="checkbox"/> |
| 上一页 下一页 | | | | | | | |

图 6-10 学生专列开行的决策支持信息

列车工作人员, 根据给出的决策支持信息, 结合运行图等其他条件, 选择某个方向上的学生专列的开行日期和沿途停靠站, 按提交按钮后, 得到图 6-11 所示的界面。列车工作人员确认前面的专列开行方案信息, 并填写专列车次编号和欲可售票数, 按“确认提交”按钮后

请选择学生专列的开行方向:

填写专列车次, 确认专列信息后提交方案决策

| 专列车次 | 开行日期 | 沿途停靠站 | 预可售票数 |
|------|-----------|-------------------------|-------|
| L12 | 2007-7-23 | 长沙--岳阳--武昌--郑州--石家庄--北京 | 100 |

图 6-11 学生专列开行方案信息确定界面

⑥ 车票打印和电子结帐界面

该部分的功能是车票打印和电子结帐界面, 由于安全等方面的原因, 此部分的功能没有很好的实现, 其简单界面如图 6-12 所示。

学生专列开行决策 **车票批量打印**

按班级学校成批打印车票

按车票价钱利用学生卡结账

图 6-12 车票批量打印和电子结帐界面

6.1.3 系统的打包、发布、配置和运行

(1) 系统打包

为了方便下载和传输等，这里把项目文件、数据库、配置文件等采用自解压方式进行打包压缩。对应的目录说明如下：

- ◆ MyObject, 站点文件目录。
- ◆ MyConfig, 站点配置文件目录。
- ◆ MyDataBase, 数据库文件。

把上面这些文件打包为自解压文件 MyBook.exe，并设定好默认解压目录。

(2) 系统文件发布

得到 MyBook.exe，可以直接运行，程序运行后在对应的目录下生成对应的 MyObject、MyConfig、MyDataBase 等文件夹。

(3) 配置

该系统项目的配置主要包括三个方面。

- ① IIS 的配置。配置 IIS 前，需要将项目的文件复制到文件夹中，例如 D:\mybook。然后在 IIS 下建立站点或虚拟目录，打开站点的属性，设定好端口（默认为 80），主机头（如果没有的话，直接输入本机的 IP 即可）。之后在“文档”项中将默认的文件名改为 index.aspx。如果需要，还可以设定目录的安全、权限等。
- ② 数据库的配置。本项目采用的是 MS SQL 数据库，因此，首先要安装 MS SQL，并在数据库中建立 reserveticket 数据库，然后将项目文件包 MyDataBase 中的 reserveticket 数据库备份文件还原到 MS SQL 数据库中。在数据库建立后，需要建立具有访问数据库权限的帐号。
- ③ 应用程序的配置。将 MyConfig 中的文件复制到站点的目录下，具体的操作为：复制项目文件包 MyConfig 中的 bin 目录到站点下，并检验 bin 目录中是否包含必要的 cs 文件和 dll 文件；复制文件包 MyConfig 中的 Web.config、Global.asax 目录到站点跟目录下。
- ④ 配置验证组件客户端程序。如果是在 IIS 下建立站点，然后再安装 Framework 的话，就不需要这一步骤。否则，复制项目文件包 MyConfig 中的 aspnet_client 文件夹到站点根目录下，里面应包含必要的 IIS 文件，如果没有，需从安装 Framework 站点下复制。

(4) 运行

配置完成后，就可以运行程序。

6.2 实例分析

6.2.1 数据准备

(1) 车次数据

以长沙站为起点站，考虑到经过长沙的几条铁路干线上很多车次所经过的沿途车站是重合的，取 18 个具有代表性的车次（K135, K226, K315, K337, K356, K82, N733, T121, T180, T236, T254, T61, T92, Z18, D106, 1561, 5361, 1681），这些车次基本涵盖了经过长沙车站的，不同档次类型的列车。这些列车沿途经过的车站，以及长沙到这些车站的距离和票价数据，是根据最新的列车时刻表得到的。

例如 K226，沿途经过的车站（长沙以后）依次为：长沙@岳阳@赤壁@武昌@汉口@信阳@驻马店@漯河@郑州@洛阳@三门峡@三门峡西@西安@咸阳@宝鸡@天水@甘谷@陇西@定西@兰州@。长沙到各站的距离为：
 @147@244@362@596@692@758@898@968@1022@1144@1310@1409@1432
 @1582@1737@1804@1883@1967@2085@。长沙到各站的学生价（即票价的一半）依次为：
 @14@26@41@41@66@71@80@95@104@116@116@139@139
 @154@167@172@177@182@194@。其它车次的数据在附录中。

(2) 学生基本数据

为了最大限度的拟合实际状况，这里所取的学生基本数据是以中南大学交通运输学院的 5 个班级的学生数据为基准，稍作修改而成的，学生总数为 133 个。如表 6-1 所示

表 6-1 学生基本数据

| 学号 | 姓名 | 家庭地址 | 发站 | 到站 |
|------------|-------|-------------|-------|-------|
| 11010109 | 李志权 | 福建省上杭县 | 长沙 | 福州 |
| 1101050102 | 贺晓慧 | 北京市丰台区北大街南里 | 长沙 | 北京西 |
| 11010319 | 程清波 | 江西省万年县 | 长沙 | 上饶 |
| | | | | |

(3) 各次列车票务状况

各次列车的预订学生票的时间假定集中在 2007-7-21 到 2007-7-25 这五天。第一组测验数据为：每天每列车可以售给学生的张数为 1 张，这样给定学生票的总数为 90 张；第二组每天每列车可以售给学生的张数为 2 张，这样给定学生票的总数为 180 张。

(4) 学生的预订方案数据

每个学生根据自己的到站，自由选择可以到达目的站的车次和日期（在上面

给定的数据之内)。并根据自己的实际需要将所选方案排序, 例如最想预订的方案为第一方案, 其他依次类推。表 6-2 为某个学生的预订方案。这里所收集到的所有学生的方案总数为 665 个。

表 6-2 某学生的预订方案

| 学号 | 车次 | 到站 | 日期 | 优先顺序 |
|------------|-------|-------|-----------|-------|
| 1101050125 | T254 | 天津 | 2007-7-22 | 1 |
| 1101050125 | T121 | 天津 | 2007-7-23 | 2 |
| 1101050125 | T121 | 天津 | 2007-7-24 | 3 |
| 1101050125 | T121 | 天津 | 2007-7-25 | 4 |
| 1101050125 | T236 | 天津 | 2007-7-23 | 5 |
| | | | | |

6.2.2 计算结果分析

(1) 各方案下的配票结果

根据附录中的实例数据, 得到不同预订方案下的各学生的分票结果集, 如表 6-3 所示。

表 6-3 不同方案下各学生预订结果表

| 学号 | 表格预订 方案 | 窗口预订 方案 | 收入最大 方案 | 里程最远 方案 | 人数最多 方案 |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 11010101 | 0 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 11010102 | 0 | 2 | 1 | 1 | 5 |
| | | | | | |

根据表中的学号和结果代号(0 表示预订失败, 1 表示该学生被售与的车票为该学生预订时的第一选择, 2、3、4、5 依次类推)可以得到每个学生的预订结果, 如表 6-4 所示。

表 6-4 某种方案下学生预订结果表

| 学号 | 车次 | 时间 | 到站 | 学生票价 | 里程 |
|----------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| 11010104 | T180 | 2007-7-22 | 济南 | 63 | 1294 |
| 11010109 | 1681 | 2007-7-22 | 福州 | 50 | 985 |
| 11010110 | 1561 | 2007-7-22 | 湛江 | 56 | 1187 |
| | | | | | |

(2) 各优化方案结果分析

根据附录中的实例数据, 如果配票总数为 90 张(每天每次列车售票数为 1)计算出各优化方案的结果汇总分析如表 6-5 所示; 如果配票总数为 180 张(每天

每次列车售票数为 2) 计算出各优化方案的结果汇总分析如表 6-6 所示。

表 6-5 各优化方案结果分析表 (可售票总数 90)

| 优化方案 | 预订总人 数 (人) | 实际分配票 (张) | 运输总里程 (公里) | 售票总收入 (元) |
|--------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 表格预订方案 | 133 | 38 | 41941 | 2174 |
| 窗口预订方案 | 133 | 81 | 84517 | 4380 |
| 收入最多方案 | 133 | 82 | 103999 | 5448 |
| 里程最大方案 | 133 | 82 | 105854 | 5364 |
| 人数最大方案 | 133 | 83 | 84092 | 4423 |

表 6-6 各优化方案结果分析表 (可售票总数 180)

| 优化方案 | 预订总人 数 (人) | 实际分配票 (张) | 运输总里程 (公里) | 售票总收入 (元) |
|--------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 表格预订方案 | 133 | 67 | 75634 | 3914 |
| 窗口预订方案 | 133 | 122 | 131725 | 6825 |
| 收入最多方案 | 133 | 121 | 138383 | 7335 |
| 里程最大方案 | 133 | 123 | 141469 | 7192 |
| 人数最大方案 | 133 | 130 | 139736 | 7017 |

从上两个表中可以看出表格预订方案, 也就是只有一种选择方案时的结果最差。窗口预订方式, 即多方案随机 (或按预订时间顺序) 方式的结果很平均, 没有哪一项指标很突出, 这与实际情况很符合, 因为它没有特定的优化目标。其它三种具有特定优化目标的配票结果与预想的完全吻合, 这些都有力的说明了文中所研究的数学模型的推理以及算法设计具有很强的正确性。

第七章 总结与展望

7.1 总结

寒暑假学生票的大量需求，给运输能力本来就很紧张的铁路运输部门带来了很大的压力，如何挖掘潜能，提高效率，使有限的铁路运输资源发挥其最大的效用成为了当前必须要解决的问题。而现在专门针对这个特殊群体的订票方法（例如表格登记预订法和学校现场售票法）实施效果并不理想。本文的主要工作就是从理论（数学模型和算法）和实际（学生预订信息管理系统）两个方面对该问题进行较深入的研究。

本文所做主要工作有：

（1）对学生票问题进行了相关的研究和调查

论文总结了学生购票群体的特点，对专门服务学生群体的几种售票方式的优缺点进行了比较分析，并提出了利用 C#、ASP.NET、SQL 数据库等计算机信息技术，设计和开发一个“学生预订火车票管理信息系统”，该方法具有高效、便捷、低成本等优势。

（2）建立了学生票分配数学模型

本文根据高校学生订票的特点以及现实存在的问题，构造了车站车票分配优化模型，较好的解决了部分车票严重不足与部分车票富余的基本矛盾，很大程度上提高了学生预订车票的成功率。

（3）提出了几种解决问题的有效的启发式算法

鉴于车票分配优化问题属于 NPC 问题，结合该问题的实际情况，提出了一种有效的启发式算法，能在较短的时间内解决此问题。文章还对学生预订信息进行了有效数据挖掘，为车站开行专列或增加新的列车开行方案提供了科学、合理的数据支撑。

（4）设计建立了“学生火车票预订信息管理系统”

本文根据对学生票问题的深入分析，提出了系统设计应遵循的原则、目标以及总体解决方案。同时根据实际需要，给出了详细合理的数据结构，提供了车站工作人员以及学生预订车票的工作流程图、程序流程图和数据流程图等，并最终根据文章整体思路完成了系统的开发工作，编程实现了学生网上认证、查询、订票以及车站工作人员管理学生订票信息、配票优化、结果查询等功能，并通过对预订数据的挖掘，为车站开行学生专列提供某种程度的决策支持。

7.2 展望

本文涉及到的问题中，还有一些需要进一步研究：

(1) 模型的约束条件和目标函数有待改进

模型的目标函数以追求售票数量最多、收入最大、距离最远等单目标为主，如何将多目标结合起来，并且确定一个较好的权重，这些都是有待研究的问题。

(2) 算法的改进

由于本文中所设计的算法都是启发式算法，不可能得到全局最优解，因此如何改进算法，尽量提高优化方案的科学性和合理性，以及如何设计一种解决这种多目标优化问题的有效算法是另一个值得深入研究的问题。

(3) 数据维护与数据安全等方面还需要做进一步的研究

由于系统是在 WEB 的形式在网络上运行的，所以如果本文开发的系统想要在现实中推广应用，就需要在数据维护与数据安全等方面做到万无一失，不然少量数据的遗失或偏差，都足以导致非常严重的后果。因此必须保证数据收集、传输、调用和维护等的绝对安全和保密，而且在数据库服务器发生故障时，需要保证系统能继续安全有效的运行，如何从软件和硬件方面保证系统的正常、稳定的长期运行，需要根据实际情况和技术的进步做进一步的研究。

(4) 乘车区间的限定问题

虽然文中提到了解决乘车区间的限定问题的算法，但是需采集大量数据的问题，在系统中没有很好的实现。

(5) 车票种类问题

文章中和系统开发的过程中，将车票种类问题进行了简化（没做站票、座票、卧铺等的区分），但实际应用过程中，需要对此问题做进一步的区分。

(6) 批量打印车票问题

如何根据系统得到的数据，将车票进行安全、快捷的批量打印，是另一个非常重要和需要解决的问题

(7) 电子结账问题

如何将该系统与校园卡系统链接起来，做到票款的电子结账，将是未来进一步努力的方向。

(8) 其它问题

由于作者的知识和能力有限，还没有意识到的问题肯定更多。真诚希望对该问题感兴趣的老师、同学能够对其进行更加深入的研究。

参考文献

- [1] 王国宾. 铁路订票售票系统实施方案探讨[J]. 中国铁道科学, 1995, 17(02): 25-28
- [2] 刘春煌. 铁道部客票中心系统的设计与关键技术的实现[J]. 中国铁道科学, 2001, 22(2): 15-22
- [3] 刘春煌, 梁明珠. 铁路客票数据仓库建设方案研究[J]. 中国铁道科学, 2001, 22(3): 6-10
- [4] 刘春煌. 客票发售和预订系统[J]. 铁道知识, 2001, (02)
- [5] Wakida Y. General introduction of seat reservation system in JR companies MARS (Multi-Access Reservation System)[J]. Japanese Railway Engineering, 1998, 140: 1-3
- [6] 史峰, 马钧培等. 铁路客票计算机计价系统研究[J]. 铁道学报, 2000, 22(3): 12-16
- [7] 史峰, 谷强. 全国铁路客票发售和预订系统. 系统工程, 2002, (01) : 1-4
- [8] 孙致肖. 铁路客票发售和预订技术支持专家系统的研究[J]. 中国铁道科学, 2002, 23(05) : 14-18
- [9] 王军, 刘春煌. 铁路客票发售和预订系统[J]. 中国铁道科学, 2001, 22(3) : 13-18
- [10] 郁松, 刘强, 孙丽君. 铁路客票系统的席位管理研究[J]. 铁路计算机应用, 1998, 7(3): 29-31
- [11] 陈光伟, 齐玉杰, 王慧强. 铁路客票发售和预订系统数据库访问安全性研究[J]. 中国铁道科学, 2000, 21(1): 101-104
- [12] 李鹤田, 刘云, 何德全. 信息系统安全风险评估模型及其在铁路客票系统中的应用[J]. 中国铁道科学, 2007, 28(1): 127-130
- [13] WU Zhenhua, YE Mingzhi, LIU Xiangkun. Research and Development of Safety Technologies of Railway Ticketing System [J]. China Railway Science, 2001, 22 (6): 63-66
- [14] 曹大勇. 铁路客票系统安全保障体系的等级化保护[J]. 信息网络安全, 2005, 10 (2): 60-63
- [15] 刘培顺, 王建波, 何大可. 铁路客票网络安全系统PKI子系统的设计与实现. 中国铁道科学, 2004, 25(06) : 25-30
- [16] 刘培顺, 何大可. RBAC在铁路客票网络安全系统中的应用[J]. 铁道学报 , 2004, 20(03) : 80-85

- [17] 铁道部客票总体组. 中国铁路客票发售和预订系统5.0版技术手册[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2006
- [18] 朱建生, 李锋, 单杏花. 铁路客票发售和预订系统及其最新发展[A]. 世界轨道交通论坛2005论文集[C]. 北京: 中国铁道学会, 2005: 235-239
- [19] 朱建生, 单杏花, 周亮瑾, 刘春煌, 刘强. 中国铁路客票发售和预订系统5. 0 版的研究与实现[J]. 中国铁道科学, 2006, 27(6): 95-104
- [20] 梅笑东. 网上订票系统的可行性研究和实践探讨[J]. 铁路技术创新, 2004, 1: 35-37
- [21] 杨琳洁. 网上订票系统的研究与应用[J]. 铁路计算机应用, 2001, 4: 53-56.
- [22] 杨林. 银行卡在建立自动售票系统中的应用[J]. 电脑与信用卡, 1999, 2: 37-39
- [23] 宋晓阳. ATM机自助售票系统的设计与实现[J]. 应用科技, 2001, 28 (10): 34-36
- [24] 顾虹. 高校铁路客票预订及分配管理系统模型的建立[J]. 铁道运输与经济, 2003, 25 (5): 15-19
- [25] 王凌燕. 北京地区客流高峰期学生流组织办法[J]. 铁道运输经济. 2006, 28 (6): 35-37
- [26] 江南, 史峰, 任少卿. 铁路承认车最优分配模型与算法研究[J]. 铁道科学学报, 2005, 27(5)
- [27] 李英女, 郑国雄. 铁路客运信息查询算法[J]. 铁路计算机应用, 2000, 2: 33-36
- [28] 黄雷. ASP + SQL Server 项目开发实践[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2006
- [29] 王恩波. 网络数据库实用教程: SQL Server 2000[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004
- [30] 网冠科技. ASP 3. 0 时尚编程百例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001
- [31] 李学军等. ASP Web 开发教程[M]. 北京: 海洋出版社, 2005
- [32] 刘炀. ASP 网络程序设计[M]. 合肥: 合肥工业大学出版社, 2007
- [33] 项宇峰. ASP+SQL Server 典型网站建设案例[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006
- [34] 杨世锡, 赵辉. ASP+SQL Server 动态网站开发从基础到实践[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005
- [35] 杨志妹, 冯小飞等. ASP+SQL Server 基础练习+典型案例[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006
- [36] 李晓黎, 张巍. ASP+SQL Server 网络应用系统开发与实例[M]. 北京: 人民

- 邮电出版社，2004
- [37] 龙马工作室编. ASP+SQL Server 组建动态网站实例精讲. 企业网站篇[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005
- [38] 龙马工作室 . ASP+SQL Server 组建动态网站实例精讲. 政府和教育网站篇 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005
- [39] 龙马工作室 . ASP+SQL Server 组建动态网站实例精讲: 网站通用模块篇 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005
- [40](英) Richard Conway, (美) Brady Gaster 等; 徐燕华, 崔伟译. ASP 到 ASP.NET 迁移手册[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003
- [41](美) A.Keyton Weissinger; 冯延晖, 王永庆, 刘海明译. ASP 技术手册 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2001
- [42] Julia Case Bradley, Anita C. Millspaugh; 天宏工作室译. C# .NET 程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005
- [43] 郑宇军 . C# 2. 0 程序设计教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005
- [44](美) Chris H.Pappas, (美) William H. Murray; 袁鹏飞译. C# Web 编程 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002
- [45](美) Erik Brown; 朱毓斌, 吴飞译. C# Windows Forms 程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003
- [46](美) Chris H.Pappas, William H.Murray; 李海龙, 英宇译. C# Windows 编程 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002
- [47] 刘浩, 陈曙东. C# 编程实例与技巧[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [48](美) Jesse Liberty; 刘基诚译. C# 程序设计[M]. 北京: 中国电力出版社, 2002
- [49](美) [J. 佛格森]Jeff Ferguson, (美) [B. 帕特森]Brian Patterson 等; 盖江南, 朱海绫, 王勇等译. C#宝典[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002
- [50](美) Charles Wright ; 胡俊哲, 英宇等译 . C#编程技术与技巧[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- [51](美) Anders Hejlsberg, Scott Wiltamuth, Peter Golde; 张晓坤, 谭立平, 车树良 译. C#编程语言详解[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004
- [52] Grant Palmer; 康博译. C#程序员参考手册[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [53](美) Joseph Mayo; 王启丁, 高锦文, 刘明等译. C#技术内幕[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003
- [54](美) Herbert Schildt; 朱德爽, 胡凤燕, 胡复明等译. C#完全手册[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002

附录 1 学生预订乘车方案集合

该表中的数据是各学生根据自己的实际需要通过“学生火车票预订管理信息系统”而预订的乘车方案的集合，距离和票价为自动计算所得，优先顺序代表学生对各个方案的偏爱程度，1 表示最需要，最大数为最后选择。中间大部分数据省略。

附表 1 学生预订乘车方案表

| ID | 学号 | 车次 | 到站 | 日期 | 优先顺序 | 距离 (KM) | 票价 (元) |
|----|------------|------|-----|-----------|------|------------|-----------|
| 1 | 1101050101 | T236 | 天津 | 2007-7-21 | 1 | 1697 | 83 |
| 2 | 1101050101 | T121 | 天津 | 2007-7-22 | 2 | 1697 | 79 |
| 3 | 1101050101 | T121 | 天津 | 2007-7-23 | 3 | 1697 | 79 |
| 4 | 1101050101 | T254 | 天津 | 2007-7-24 | 4 | 1729 | 83 |
| 5 | 1101050101 | T254 | 天津 | 2007-7-25 | 5 | 1729 | 83 |
| 6 | 1101050102 | T92 | 北京西 | 2007-7-21 | 1 | 1441 | 71 |
| 7 | 1101050102 | Z18 | 北京西 | 2007-7-21 | 2 | 1587 | 95 |
| 8 | 1101050102 | Z18 | 北京西 | 2007-7-22 | 3 | 1587 | 95 |
| 9 | 1101050102 | Z18 | 北京西 | 2007-7-23 | 4 | 1587 | 95 |
| 10 | 1101050102 | Z18 | 北京西 | 2007-7-24 | 5 | 1587 | 95 |
| 11 | 1101050103 | 1681 | 福州 | 2007-7-21 | 1 | 985 | 50 |
| 12 | 1101050103 | 1681 | 福州 | 2007-7-22 | 2 | 985 | 50 |
| 13 | 1101050103 | 1681 | 福州 | 2007-7-23 | 3 | 985 | 50 |
| 14 | 1101050103 | 1681 | 福州 | 2007-7-24 | 4 | 985 | 50 |
| 15 | 1101050103 | 1681 | 福州 | 2007-7-25 | 5 | 985 | 50 |
| 16 | 1101050104 | K226 | 兰州 | 2007-7-21 | 1 | 2085 | 97 |
| 17 | 1101050104 | K226 | 兰州 | 2007-7-22 | 2 | 2085 | 97 |
| 18 | 1101050104 | K226 | 兰州 | 2007-7-23 | 3 | 2085 | 97 |
| 19 | 1101050104 | K226 | 兰州 | 2007-7-24 | 4 | 2085 | 97 |
| 20 | 1101050104 | K226 | 兰州 | 2007-7-25 | 5 | 2085 | 97 |
| 21 | 1101050105 | K226 | 兰州 | 2007-7-21 | 1 | 2085 | 97 |
| 22 | 1101050105 | K226 | 兰州 | 2007-7-22 | 2 | 2085 | 97 |
| 23 | 1101050105 | K226 | 兰州 | 2007-7-23 | 3 | 2085 | 97 |
| 24 | 1101050105 | K226 | 兰州 | 2007-7-24 | 4 | 2085 | 97 |
| 25 | 1101050105 | K226 | 兰州 | 2007-7-25 | 5 | 2085 | 97 |
| 26 | 1101050106 | T61 | 贵阳 | 2007-7-23 | 1 | 957 | 40 |
| 27 | 1101050106 | K337 | 贵阳 | 2007-7-22 | 2 | 1344 | 56 |
| 28 | 1101050106 | K337 | 贵阳 | 2007-7-23 | 3 | 1344 | 56 |
| 29 | 1101050106 | K337 | 贵阳 | 2007-7-24 | 4 | 1344 | 56 |
| 30 | 1101050106 | K337 | 贵阳 | 2007-7-25 | 5 | 1344 | 56 |

| | | | | | | | |
|-------|------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| 31 | 1101050107 | T61 | 贵阳 | 2007-7-23 | 1 | 957 | 40 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 634 | 11010320 | T92 | 北京 | 2007-7-22 | 4 | 1441 | 71 |
| 635 | 11010320 | T92 | 北京 | 2007-7-23 | 5 | 1441 | 71 |
| 636 | 11010321 | T180 | 泰安 | 2007-7-23 | 1 | 1223 | 60 |
| 637 | 11010321 | T180 | 泰安 | 2007-7-21 | 2 | 1223 | 60 |
| 638 | 11010321 | T180 | 泰安 | 2007-7-22 | 3 | 1223 | 60 |
| 639 | 11010321 | T180 | 泰安 | 2007-7-24 | 4 | 1223 | 60 |
| 640 | 11010321 | T180 | 泰安 | 2007-7-25 | 5 | 1223 | 60 |
| 641 | 11010322 | T121 | 唐山 | 2007-7-22 | 1 | 1820 | 86 |
| 642 | 11010322 | T121 | 唐山 | 2007-7-23 | 2 | 1820 | 86 |
| 643 | 11010322 | T236 | 唐山 | 2007-7-21 | 3 | 1820 | 86 |
| 644 | 11010322 | T236 | 唐山 | 2007-7-22 | 4 | 1820 | 86 |
| 645 | 11010322 | T236 | 唐山 | 2007-7-23 | 5 | 1820 | 86 |
| 646 | 11010323 | K337 | 曲靖 | 2007-7-22 | 1 | 1826 | 74 |
| 647 | 11010323 | K337 | 曲靖 | 2007-7-23 | 2 | 1826 | 74 |
| 648 | 11010323 | T61 | 曲靖 | 2007-7-21 | 3 | 1439 | 57 |
| 649 | 11010323 | T61 | 曲靖 | 2007-7-22 | 4 | 1439 | 57 |
| 650 | 11010323 | T61 | 曲靖 | 2007-7-23 | 5 | 1439 | 57 |
| 651 | 11010324 | K356 | 重庆 | 2007-7-21 | 1 | 1595 | 67 |
| 652 | 11010324 | K356 | 重庆 | 2007-7-22 | 2 | 1595 | 67 |
| 653 | 11010324 | K356 | 重庆 | 2007-7-23 | 3 | 1595 | 67 |
| 654 | 11010324 | K356 | 重庆 | 2007-7-24 | 4 | 1595 | 67 |
| 655 | 11010324 | K356 | 重庆 | 2007-7-25 | 5 | 1595 | 67 |
| 656 | 11010325 | T121 | 山海关 | 2007-7-21 | 1 | 1998 | 94 |
| 657 | 11010325 | T236 | 山海关 | 2007-7-22 | 2 | 1998 | 94 |
| 658 | 11010325 | T236 | 山海关 | 2007-7-23 | 3 | 1998 | 94 |
| 659 | 11010325 | T92 | 山海关 | 2007-7-21 | 4 | 1593 | 77 |
| 660 | 11010325 | T92 | 山海关 | 2007-7-22 | 5 | 1593 | 77 |
| 661 | 11010326 | T121 | 武昌 | 2007-7-21 | 1 | 362 | 20 |
| 662 | 11010326 | T121 | 武昌 | 2007-7-22 | 2 | 362 | 20 |
| 663 | 11010326 | K82 | 武昌 | 2007-7-23 | 3 | 362 | 20 |
| 664 | 11010326 | T180 | 武昌 | 2007-7-24 | 4 | 362 | 20 |
| 665 | 11010326 | T180 | 武昌 | 2007-7-25 | 5 | 362 | 20 |

附录 2 各种优化方案处理结果表

说明：附表 2 是在可售票总数为 180 张时，根据不同的算法计算而得出的不同的配票结果。表中的数字 0 代表预订失败、1 表示预订成功，且得到满足的是该学生预订车票时的第一预订方案，2、3、4、5 等代表的意思都是预订成功时所满足的方案。

附表 2 各种优化方案处理结果表(可售票总数 180 张)

| 学号 | 表格预订 方案 | 窗口预订 方案 | 收入最大 方案 | 里程最远 方案 | 售票数最 多方案 |
|----------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 11010101 | 0 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 11010102 | 0 | 2 | 1 | 1 | 5 |
| 11010103 | 0 | 2 | 4 | 2 | 3 |
| 11010104 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| 11010105 | 0 | 5 | 2 | 2 | 3 |
| 11010106 | 0 | 3 | 2 | 2 | 4 |
| 11010107 | 0 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 11010108 | 0 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 11010109 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 11010110 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 |
| 11010111 | 1 | 2 | 4 | 4 | 2 |
| 11010112 | 0 | 2 | 1 | 1 | 3 |
| 11010113 | 0 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| 11010114 | 1 | 2 | 1 | 5 | 4 |
| 11010115 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 11010116 | 1 | 1 | 1 | 5 | 2 |
| 11010117 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 11010118 | 1 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 11010119 | 0 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| 11010120 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 11010121 | 0 | 4 | 3 | 1 | 2 |
| 11010122 | 0 | 2 | 5 | 5 | 1 |
| 11010123 | 0 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| 11010124 | 1 | 1 | 4 | 4 | 3 |
| 11010201 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 11010202 | 0 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| 11010203 | 0 | 5 | 3 | 1 | 1 |
| 11010204 | 1 | 3 | 5 | 5 | 2 |
| 11010205 | 1 | 5 | 1 | 2 | 2 |

| | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|
| 11010206 | 0 | 5 | 4 | 1 | 3 |
| 11010207 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 11010208 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11010209 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 |
| 11010210 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 11010211 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 11010212 | 0 | 3 | 4 | 1 | 5 |
| 11010213 | 1 | 5 | 1 | 1 | 5 |
| 11010214 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 |
| 11010215 | 0 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 11010216 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 11010217 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| 11010218 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 |
| 11010219 | 0 | 4 | 5 | 4 | 2 |
| 11010220 | 0 | 3 | 1 | 1 | 4 |
| 11010221 | 0 | 5 | 3 | 3 | 2 |
| 11010222 | 1 | 4 | 5 | 5 | 1 |
| 11010223 | 0 | 2 | 1 | 5 | 0 |
| 11010224 | 0 | 4 | 1 | 1 | 2 |
| 11010225 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 |
| 11010226 | 0 | 3 | 1 | 1 | 5 |
| 11010227 | 0 | 3 | 4 | 4 | 2 |
| 11010228 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 11010301 | 0 | 5 | 1 | 1 | 2 |
| 11010302 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 11010303 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 |
| 11010304 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 11010305 | 1 | 5 | 1 | 1 | 3 |
| 11010306 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 11010307 | 1 | 3 | 4 | 4 | 2 |
| 11010308 | 1 | 3 | 1 | 5 | 4 |
| 11010309 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 |
| 11010310 | 0 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| 11010311 | 0 | 1 | 1 | 5 | 4 |
| 11010312 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 11010313 | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 11010314 | 0 | 3 | 5 | 2 | 4 |
| 11010315 | 0 | 3 | 4 | 2 | 4 |
| 11010316 | 0 | 3 | 5 | 3 | 3 |
| 11010317 | 0 | 5 | 0 | 4 | 1 |
| 11010318 | 0 | 5 | 2 | 2 | 2 |
| 11010319 | 0 | 4 | 4 | 4 | 1 |

| | | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|
| 11010320 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11010321 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| 11010322 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 |
| 11010323 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 |
| 11010324 | 0 | 4 | 5 | 5 | 2 |
| 11010325 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| 11010326 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1101050101 | 1 | 2 | 8 | 4 | 2 |
| 1101050102 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 |
| 1101050103 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 1101050104 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 |
| 1101050105 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 |
| 1101050106 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 1101050107 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 1101050108 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 |
| 1101050109 | 1 | 1 | 2 | 5 | 2 |
| 1101050110 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 1101050111 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 |
| 1101050112 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 |
| 1101050113 | 1 | 1 | 4 | 0 | 4 |
| 1101050114 | 1 | 2 | 4 | 0 | 4 |
| 1101050115 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 1101050116 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1101050117 | 0 | 2 | 2 | 5 | 4 |
| 1101050204 | 1 | 1 | 0 | 4 | 5 |
| 1101050205 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 |
| 1101050206 | 1 | 1 | 0 | 5 | 3 |
| 1101050207 | 0 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| 1101050208 | 1 | 3 | 0 | 0 | 5 |
| 1101050209 | 0 | 2 | 4 | 4 | 1 |
| 1101050210 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 1101050211 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 1101050212 | 0 | 3 | 4 | 4 | 2 |
| 1101050213 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 |
| 1101050214 | 1 | 2 | 1 | 2 | 5 |
| 1101050215 | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 |
| 1101050216 | 1 | 3 | 5 | 5 | 1 |
| 1101050217 | 0 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| 1101050218 | 0 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| 1101050219 | 0 | 3 | 1 | 1 | 4 |
| 1101050220 | 0 | 4 | 2 | 5 | 5 |
| 1101050221 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |

下表为售票总数为 180 张时，“售票数量最大”方案的结果表，其它方案与此类似，在此省略。

附表 3 “售票数量最大”方案的结果表

| 学号 | 车次 | 时间 | 到站 | 学生票价 | 里程 |
|----------|------|-----------|-----|------|------|
| 11010101 | T254 | 2007-7-23 | 汉口 | 20 | 382 |
| 11010102 | T236 | 2007-7-25 | 哈尔滨 | 128 | 2931 |
| 11010103 | 5361 | 2007-7-23 | 郴州 | 12 | 333 |
| 11010104 | T180 | 2007-7-22 | 济南 | 63 | 1294 |
| 11010105 | K226 | 2007-7-22 | 西安 | 69 | 1409 |
| 11010106 | T61 | 2007-7-24 | 娄底 | 6 | 182 |
| 11010107 | K226 | 2007-7-21 | 兰州 | 97 | 2085 |
| 11010108 | Z18 | 2007-7-21 | 北京 | 95 | 1587 |
| 11010109 | 1681 | 2007-7-25 | 福州 | 50 | 985 |
| 11010110 | 1561 | 2007-7-25 | 湛江 | 56 | 1187 |
| 11010111 | T61 | 2007-7-21 | 凯里 | 33 | 773 |
| 11010112 | 5361 | 2007-7-23 | 郴州 | 12 | 333 |
| 11010113 | 1561 | 2007-7-25 | 湛江 | 56 | 1187 |
| 11010114 | K135 | 2007-7-24 | 金华西 | 53 | 817 |
| 11010115 | T92 | 2007-7-25 | 保定 | 66 | 1310 |
| 11010116 | K315 | 2007-7-22 | 南宁 | 64 | 989 |
| 11010117 | T92 | 2007-7-21 | 石家庄 | 58 | 1145 |
| 11010118 | K337 | 2007-7-21 | 永州 | 17 | 332 |
| 11010119 | N733 | 2007-7-22 | 张家界 | 49 | 733 |
| 11010120 | 5361 | 2007-7-21 | 株洲 | 2 | 52 |
| 11010121 | T236 | 2007-7-21 | 长春 | 119 | 2689 |
| 11010122 | D106 | 2007-7-21 | 上饶 | 87 | 620 |
| 11010123 | K226 | 2007-7-21 | 兰州 | 97 | 2085 |
| 11010124 | T180 | 2007-7-23 | 泰安 | 60 | 1223 |
| 11010201 | K356 | 2007-7-25 | 重庆北 | 67 | 1586 |
| 11010202 | K337 | 2007-7-23 | 柳州 | 34 | 734 |
| 11010203 | K226 | 2007-7-22 | 兰州 | 97 | 2085 |
| 11010204 | 1681 | 2007-7-21 | 醴陵 | 5 | 94 |
| 11010205 | Z18 | 2007-7-23 | 北京 | 95 | 1587 |
| 11010206 | T236 | 2007-7-22 | 长春 | 119 | 2689 |
| 11010207 | K356 | 2007-7-21 | 重庆 | 67 | 1595 |
| 11010209 | Z18 | 2007-7-23 | 北京 | 95 | 1587 |
| 11010210 | T121 | 2007-7-21 | 沈阳 | 108 | 2424 |
| 11010212 | 1561 | 2007-7-22 | 桂林 | 29 | 558 |
| 11010213 | K82 | 2007-7-23 | 许昌 | 41 | 812 |
| 11010214 | 5361 | 2007-7-21 | 株洲 | 2 | 52 |
| 11010215 | K356 | 2007-7-22 | 岳阳 | 6 | 147 |

| | | | | | |
|------------|------|-----------|-----|-----|------|
| 11010216 | K356 | 2007-7-23 | 岳阳 | 6 | 147 |
| 11010217 | T254 | 2007-7-22 | 郑州 | 47 | 898 |
| 11010218 | K135 | 2007-7-21 | 上海 | 77 | 1177 |
| 11010219 | 1681 | 2007-7-23 | 向塘 | 21 | 391 |
| 11010220 | K135 | 2007-7-24 | 杭州东 | 65 | 1010 |
| 11010221 | 1681 | 2007-7-23 | 向塘 | 21 | 391 |
| 11010222 | T180 | 2007-7-23 | 泰安 | 60 | 1223 |
| 11010224 | K356 | 2007-7-21 | 广安 | 62 | 1451 |
| 11010225 | K82 | 2007-7-21 | 武昌 | 20 | 362 |
| 11010308 | 5361 | 2007-7-24 | 广州 | 24 | 707 |
| 11010309 | K337 | 2007-7-21 | 贵定 | 54 | 1265 |
| 11010310 | 1561 | 2007-7-21 | 湛江 | 56 | 1187 |
| 11010311 | K82 | 2007-7-23 | 许昌 | 41 | 812 |
| 11010312 | K82 | 2007-7-21 | 许昌 | 41 | 812 |
| 11010313 | K315 | 2007-7-24 | 永州 | 22 | 371 |
| 11010314 | 5361 | 2007-7-24 | 郴州 | 12 | 333 |
| 11010315 | T61 | 2007-7-24 | 娄底 | 6 | 182 |
| 11010316 | T61 | 2007-7-21 | 湘潭 | 4 | 82 |
| 11010317 | K82 | 2007-7-22 | 武昌 | 20 | 362 |
| 11010318 | T236 | 2007-7-22 | 双城堡 | 126 | 2880 |
| 11010319 | D106 | 2007-7-21 | 上饶 | 87 | 620 |
| 11010320 | Z18 | 2007-7-22 | 北京 | 95 | 1587 |
| 11010321 | T180 | 2007-7-24 | 泰安 | 60 | 1223 |
| 11010322 | T121 | 2007-7-22 | 唐山 | 86 | 1820 |
| 11010323 | K337 | 2007-7-22 | 曲靖 | 74 | 1826 |
| 11010324 | K356 | 2007-7-22 | 重庆 | 67 | 1595 |
| 11010325 | T92 | 2007-7-22 | 山海关 | 77 | 1593 |
| 11010326 | T121 | 2007-7-21 | 武昌 | 20 | 362 |
| 1101050101 | T121 | 2007-7-22 | 天津 | 79 | 1697 |
| 1101050102 | Z18 | 2007-7-21 | 北京 | 95 | 1587 |
| 1101050103 | 1681 | 2007-7-24 | 福州 | 50 | 985 |
| 1101050104 | K226 | 2007-7-25 | 兰州 | 97 | 2085 |
| 1101050105 | K226 | 2007-7-25 | 兰州 | 97 | 2085 |
| 1101050106 | K337 | 2007-7-25 | 贵阳 | 56 | 1344 |
| 1101050107 | K337 | 2007-7-25 | 贵阳 | 56 | 1344 |
| 1101050108 | K226 | 2007-7-23 | 洛阳 | 52 | 1022 |
| 1101050109 | T121 | 2007-7-23 | 郑州 | 47 | 898 |
| 1101050110 | T236 | 2007-7-24 | 哈尔滨 | 128 | 2931 |
| 1101050111 | T254 | 2007-7-23 | 汉口 | 20 | 382 |
| 1101050112 | K356 | 2007-7-24 | 随州 | 26 | 557 |
| 1101050113 | T254 | 2007-7-24 | 汉口 | 20 | 382 |
| 1101050114 | T180 | 2007-7-24 | 武昌 | 20 | 362 |
| 1101050115 | T61 | 2007-7-22 | 娄底 | 6 | 182 |

| | | | | | |
|------------|------|-----------|-----|-----|------|
| 1101050116 | N733 | 2007-7-21 | 张家界 | 49 | 733 |
| 1101050117 | T61 | 2007-7-22 | 娄底 | 6 | 182 |
| 1101050118 | N733 | 2007-7-21 | 吉首 | 41 | 602 |
| 1101050119 | K135 | 2007-7-25 | 鹰潭 | 36 | 504 |
| 1101050120 | D106 | 2007-7-25 | 上饶 | 87 | 620 |
| 1101050121 | T121 | 2007-7-23 | 郑州 | 47 | 898 |
| 1101050122 | T180 | 2007-7-25 | 济南 | 63 | 1294 |
| 1101050123 | T180 | 2007-7-25 | 济南 | 63 | 1294 |
| 1101050124 | K226 | 2007-7-23 | 西安 | 69 | 1409 |
| 1101050125 | T236 | 2007-7-23 | 天津 | 83 | 1697 |
| 1101050126 | T254 | 2007-7-24 | 汉口 | 20 | 382 |
| 1101050127 | T61 | 2007-7-23 | 曲靖 | 57 | 1439 |
| 1101050128 | T61 | 2007-7-23 | 曲靖 | 57 | 1439 |
| 1101050129 | T236 | 2007-7-23 | 郑州 | 47 | 898 |
| 1101050130 | T180 | 2007-7-21 | 阜阳 | 38 | 726 |
| 1101050201 | 1681 | 2007-7-24 | 福州 | 50 | 985 |
| 1101050202 | 1681 | 2007-7-25 | 福州 | 50 | 985 |
| 1101050203 | 5361 | 2007-7-25 | 广州 | 24 | 707 |
| 1101050204 | 1561 | 2007-7-22 | 桂林 | 29 | 558 |
| 1101050205 | 5361 | 2007-7-25 | 广州北 | 23 | 680 |
| 1101050206 | T236 | 2007-7-21 | 唐山 | 86 | 1820 |
| 1101050207 | K82 | 2007-7-22 | 郑州 | 47 | 898 |
| 1101050208 | T254 | 2007-7-25 | 汉口 | 20 | 382 |
| 1101050209 | T180 | 2007-7-21 | 麻城 | 25 | 490 |
| 1101050210 | 5361 | 2007-7-22 | 衡阳 | 7 | 186 |
| 1101050211 | 5361 | 2007-7-22 | 衡阳 | 7 | 186 |
| 1101050212 | N733 | 2007-7-22 | 张家界 | 49 | 733 |
| 1101050213 | T236 | 2007-7-24 | 长春 | 119 | 2689 |
| 1101050214 | T236 | 2007-7-25 | 长春 | 119 | 2689 |
| 1101050215 | D106 | 2007-7-25 | 上饶 | 87 | 620 |
| 1101050216 | T92 | 2007-7-21 | 沈阳 | 97 | 2074 |
| 1101050217 | Z18 | 2007-7-22 | 北京 | 95 | 1587 |
| 1101050218 | T180 | 2007-7-22 | 济南 | 63 | 1294 |
| 1101050219 | K226 | 2007-7-24 | 西安 | 69 | 1409 |
| 1101050220 | K226 | 2007-7-24 | 西安 | 69 | 1409 |
| 1101050221 | K356 | 2007-7-24 | 重庆 | 67 | 1595 |
| 1101050222 | T254 | 2007-7-25 | 汉口 | 20 | 382 |
| 1101050223 | 1681 | 2007-7-22 | 鹰潭 | 27 | 506 |
| 1101050224 | K356 | 2007-7-25 | 重庆 | 67 | 1595 |
| 1101050225 | T254 | 2007-7-21 | 天津 | 83 | 1729 |

致 谢

在本论文完成之际，衷心感谢导师陈治亚教授，在我的论文选题、开题和撰写的整个过程中，给予了悉心的指导和帮助。

在研究生学习期间，学生在学业上所取得的点滴进步都饱含着导师诚挚无私的付出。导师严谨的治学态度、缜密的思维、精益求精的科学作风，宽广的胸怀、堪为人师的品行，是学生在求学期间所得到的最大收获。

感谢各位老师！衷心感谢陆凤山教授、雷定猷教授、郑国华副教授、肖龙文副教授在我论文撰写和修改过程中提出的宝贵意见和建议，以及在学习中对我的指导和帮助；衷心感谢本硕期间的各位尊敬的老师：史峰院长、符卓教授、李夏苗教授、方小平副教授、姚加林副教授、黄由衡副教授、江南教授、夏伟怀副教授、冯芬玲副教授、叶峻青副教授、朱晓立副教授、罗荣武老师、张得志老师、付延冰老师等的教育与培养；同时也感谢交通运输工程学院学办的凌春雨老师、邓楚利老师对论文来源项目的支持。

感谢蒋琦伟书记对我的培养以及在找工作过程中的帮助！

感谢石英师姐、陈维亚师兄、吴琼师姐、刘立存师兄、程清波、吴本贵、丁贵玲、周艾飞、周伟丽、苏星燕、畅博、谢建平、周尚等同门师兄弟的帮助与启发！

感谢朝夕相处的室友以及携手共进的同学！

更要感谢我的父母，他们无私的爱和巨大的支持是激励着我永远不断前进的动力。感谢女友杨琳对我的支持和鼓励，是她丰富了我的研究生生活，为这段美好的时光增添了更多的斑斓色彩。

两年半的研究生生活即将结束，回首往昔的时光，再次向所有关心、支持、鼓励我的师长、同窗好友和亲友们表示最衷心的感谢！在今后的生活中，我将不断努力。

孙春峰

2007 年 11 月

于长沙中南大学铁道学院世纪楼

攻读学位期间主要研究成果

已发表论文：

- [1] 陈治亚，孙春峰. 第二代居民身份证在铁路自动售票系统中的应用研究. 铁路计算机 2007, 2.

科研项目：

1. 《学生网上订票系统》项目负责人（中南大学创新创业启航行动重点资助项目，项目编号 ZB020）
2. 《铁路现代物流中心规划》（铁道部）铁路现代物流中心规模与数量的部分研究