

# 北京奥运交通规划的历史经验

## The history experience of Beijing Olympic transportation planning

全永燊 马海红 姚广铮 孙福亮

**Keywords:** Beijing Olympics, Transportation planning, Key issues, Historical experience

### 1 北京奥运会交通概况

#### 1.1 北京奥运会

2008年8月8日开幕的北京奥运会,共设302个比赛项目,204个国家和地区的10965名运动员参加了北京奥运会。比赛在36座竞赛场馆内举行,其中北京市的竞赛场馆31座。北京奥运会成为奥运史上参赛国家(地区)和运动员最多的一届奥运会。85位国家元首、政府首脑、王室成员出席了北京奥运会开幕式。北京奥运会观众达到588.7万人,日均36.8万人,创观众最多记录。

#### 1.2 北京奥运交通

奥运会申办初期,北京的交通问题一直是国际社会关注的热点之一。从2001年申奥成功至2008年奥运会残奥会举办,这7年间,为实现申办奥运交通承诺,北京交通全面践行“绿色奥运、科技奥运、人文奥运”理念,分析奥运交通需求、编制奥运交通规划、加快奥运交通建设、制订奥运交通政策、实施交通科技创新、评估奥运交通风险、落实奥运交通方案等,实现了北京奥运会残奥会期间“交通安全顺畅,公共交通和城市货运保障有力,赛事交通与社会交通和谐运转”,受到了国际社会、各国运动员和广大北京市民的高度称赞。

#### 1.3 北京奥运会总体评价

2008年北京奥运会和残奥会达到了“让国际社会满

**【摘要】**北京奥运交通规划及实施过程中,涉及诸多关键问题的研究分析,本文总结提出了奥运交通规划四个方面的关键问题,包括需求预测过程中奥运需求与城市背景需求的兼容性与差异性的把握,交通规划的系统集成以及与外部规划的协调互动,对人流集散方案的仿真测试,对需求管理方案的有效性评估。同时对奥运交通规划全过程的研究技术创新进行了归纳总结。

**【关键词】**北京奥运 交通规划 关键问题 历史经验

**Abstract:** In Beijing Olympic transportation planning and implementation process, there are many key issues to study and analysis. This paper summarizes and put forwards key issues about four aspects of Olympic transportation planning, including the grasp of the compatibility and difference between Olympic traffic demand and city background traffic demand in demand forecast process, transportation planning system integration and coordinated development with external planning, the simulation and test of flow distribution scheme, assessing the validity of demand management plan. Meanwhile summarizing the technology innovations about the study of Olympic transportation planning.

**作者:** 全永燊, 北京交通发展研究中心, 教授级高工  
 马海红, 北京交通发展研究中心, 工程师  
 姚广铮, 北京交通发展研究中心, 工程师  
 孙福亮, 北京交通发展研究中心, 工程师

意、让各国运动员满意、让人民群众满意”的要求，国际奥委会主席罗格给予了“一届真正的无与伦比的奥运会”的高度赞誉。奥运会期间，北京实现了社会交通与奥运交通的和谐运转，给奥运会的成功举办留下了浓墨重彩的一笔。

## 2 奥运交通规划编制与实施过程中的几大关键问题

在北京奥运会交通规划编制过程中，规划师们遵循奥运交通的一般规律，并结合北京城市交通与奥运交通的实际需求，针对历届奥运交通规划及实施过程中未能突破的几大难题作了开创性的探索，颇有收获。

### 2.1 正确把握奥运交通需求与城市日常需求的差异性和兼容性

#### 2.1.1 奥运交通需求与城市日常需求的差异性和兼容性

奥运会是一项国际性重大社会活动，其特定的交通需求必须得到全面满足。但是对于举办城市而言，它毕竟是城市发展进程中一个十分短暂的特殊事件。城市交通的战略目标和发展规划始终是以城市中长期发展目标为着眼点，以满足城市经济社会可持续发展和日常功能正常运转为主要任务。因此，制订奥运交通的对策与实施规划首先要研究奥运特定的交通需求与城市日常需求的差异性和可兼容性，在保证城市交通中长期可持续发展前提下，寻求最大限度地兼顾两种需求的解决方案，其关键在于对需求规律的把握。

奥运交通需求的特殊性易于理解和把握，而它与城市日常需求的可兼容性却往往被忽视，这也正是奥运后出现一些交通设施利用不充分的根源所在。因此，对于城市正

常发展需求和奥运临时需求既对立又兼顾的双重关系的把握，是决定奥运交通战略决策的基础。

#### 2.1.2 奥运交通需求与城市日常需求特征的异同

在全面分析了北京奥运会期间城市日常交通需求及奥运交通的短期特殊需求之后，需要解决的一个问题是准确把握和处理两种需求的差异性与兼容性，以便能够在满足奥运交通保障要求的同时，最大限度地保持奥运会前后城市交通的持续和稳定发展。

北京奥运交通“以满足城市经济社会可持续发展中长期需求为目标，稳步推进城市综合交通基础设施建设的同时，兼顾奥运短期需求”的总体战略原则，正是基于奥运交通需求与城市交通需求存在兼容性这一基本认识。

尽管奥运需求存在许多有别于城市日常需求的显著特性，但与城市日常需求相比，其总量不大，而且其影响波及的区域也有限。

从图1中可看出，无论是全日出行量还是高峰小时出行量，奥运带来的短期需求只相当于城市日常需求量的4%~5%。不仅如此，在这一短期需求中，有近80%来自本地观众和志愿者、工作人员。与奥运会前相比，他们也只是改变了出行目的、方式和空间分布而已。

从图2可以看出，两种需求的时间分布看，奥运会的赛事交通需求与城市日常出行的高峰叠加效应并不明显，22:00~01:00以及13:00~15:00出现的两个小高峰恰恰正是日常交通需求的低谷时段。因此，无论在需求总量上，还是在需求时空分布特征上，城市交通背景需求与奥运交通需求都有很强的兼容性。

在看到奥运交通需求与城市交通背景需求兼容性的同时，必须认真分析二者的差异性，以便采取特殊的应对措施。在描述奥运需求的特性时，已经对二者的差异性作出明确阐述，概括起来，主要有三点：

第一，奥运交通需求的多层次差异和离散性特征比较

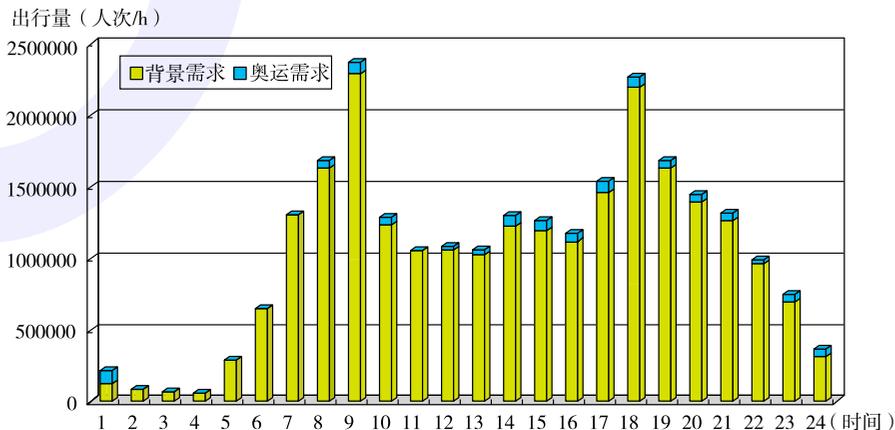


图1 北京2008年交通出行需求（工作日全天出行量）时间分布图

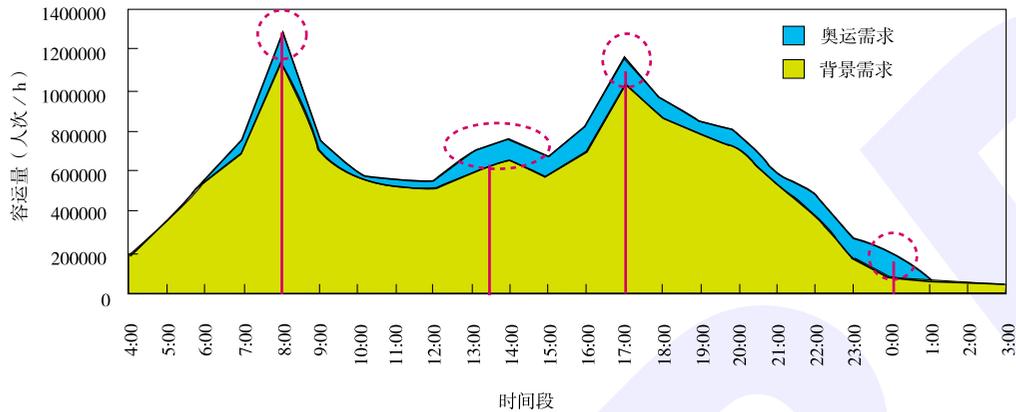


图2 奥运期间工作日公共交通需求和奥运需求叠加时间分布图

明显，奥运 T1~T5 群体<sup>①</sup>的出行不仅在目的、时空分布以及方式选择上有很大差异，而且在交通服务标准上也有严格的等级差别，夜间需求也大大高于城市日常需求。

第二，奥运需求的高度聚集特征是城市日常需求无法相比的。特别是奥运大型活动及赛事举办时，这种高度聚集客流尽管持续时间短并事先预知可控，但服务要求严格、涉及范围大，城市日常交通的常规服务方式难以应对。因此必须针对奥运需求的这一特殊性，采取不同于日常客流服务体制与运行模式的特殊运行组织方式以及专用的临时性服务系统。

第三，奥运交通出行的时间分布规律与日常城市出行规律也有差异，在日常出行峰谷奥运出行需求也有两个高峰，对于城市公共客运系统而言，需要在运输组织上作出

特别安排。

正确把握城市交通需求和奥运交通需求的关系是奥运交通规划、建设与运行管理正确决策的重要前提。只有正确认识并把握二者的关系，才能对奥运临时交通设施规划以及城市永久交通设施的关系有一清晰认识，在此基础上，为城市交通规划、建设、运行管理与服务作出正确的决策，使奥运会残奥会给北京留下更多的城市交通规划、建设、管理的宝贵财富。

## 2.2 处理好多层次、多目标规划的系统集成问题

### 2.2.1 奥运交通规划具有系统性

一个举办城市，从申办成功到奥运会的顺利举行，要

<sup>①</sup> 根据国际奥委会要求，在奥运会期间需要为不同群体提供不同等级的交通服务，共5个等级，分别为T1、T2、T3、T4、T5，详见下表。

交通类别	服务方式	服务对象
T1	固定车辆与驾驶员的专车服务，1人1车	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IOC主席、委员、荣誉委员、名誉委员</li> <li>• 国家（地区）奥委会主席、秘书长</li> <li>• 国际单项体育联合会主席、秘书长</li> <li>• 代表团团长</li> <li>• 国际贵宾</li> <li>• TOP赞助商的全球总裁和CEO</li> </ul>
T2	固定车辆与驾驶员的合乘服务，2人或多人合用1辆车	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 国际单项体育联合会的技术代表</li> <li>• 国际奥委会医疗委员会</li> <li>• 世界反兴奋剂组织</li> </ul>
T3	通用合乘车服务，分为即时和预定两种服务方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 国际奥委会、国际单项体育联合会和国家（地区）奥委会等客人</li> <li>• 国际奥委会指定的人员</li> </ul>
T4	专用班车	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 运动员和随队官员、技术官员、注册媒体</li> </ul>
T5	公共交通	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 奥运会注册人群</li> <li>• 持票观众</li> <li>• 工作人员以及志愿者</li> </ul>

经历长达七、八年的筹备过程，在这个过程中，交通规划是关系这一盛会成败的一项重要工作。从战略层面的交通行动纲领及战略规划、各交通系统运行规划到每一个场馆的交通运行计划，每个举办城市要研究和编制的交通规划有几十项之多。交通规划的编制和充实、完善工作贯穿于奥运筹备及整个赛事期间的全过程，不同阶段要做不同层次、针对不同具体目标和内容的规划。

根据往届奥运会交通规划工作的实际体验，最为棘手的问题并不在于各个单项规划本身，而在于如何处理它们之间的相互依存与制约关系以及它们与交通系统外部相关规划（例如场馆布局规划、安保系统规划、环境改善规划等）的制约反馈关系。

因此，奥运交通规划必须围绕赛事要求、安保系统等

做好整合规划，使得各规划间相互协调、相互支撑，从而保证交通安全有序地运行、规范标准地服务。

### 2.2.2 奥运交通规划体系构成

奥运交通规划可分为战略目标层、总体规划层、城市基础交通规划层和奥运专项规划层四个层级，每个层级有各自的目标和定位（图3）。

（1）战略目标层是交通规划体系的最高层，它为其他三个层次的规划规定各自的目标、基本原则和应当包含的具体内容。

（2）总体规划层是以城市总体发展目标及城市综合交通规划为依据，制订奥运发展战略目标，提出实现战略目标的基本策略和各项战略任务实施进程与保障政策。

（3）城市基础交通规划层是根据上述两个层面提出的

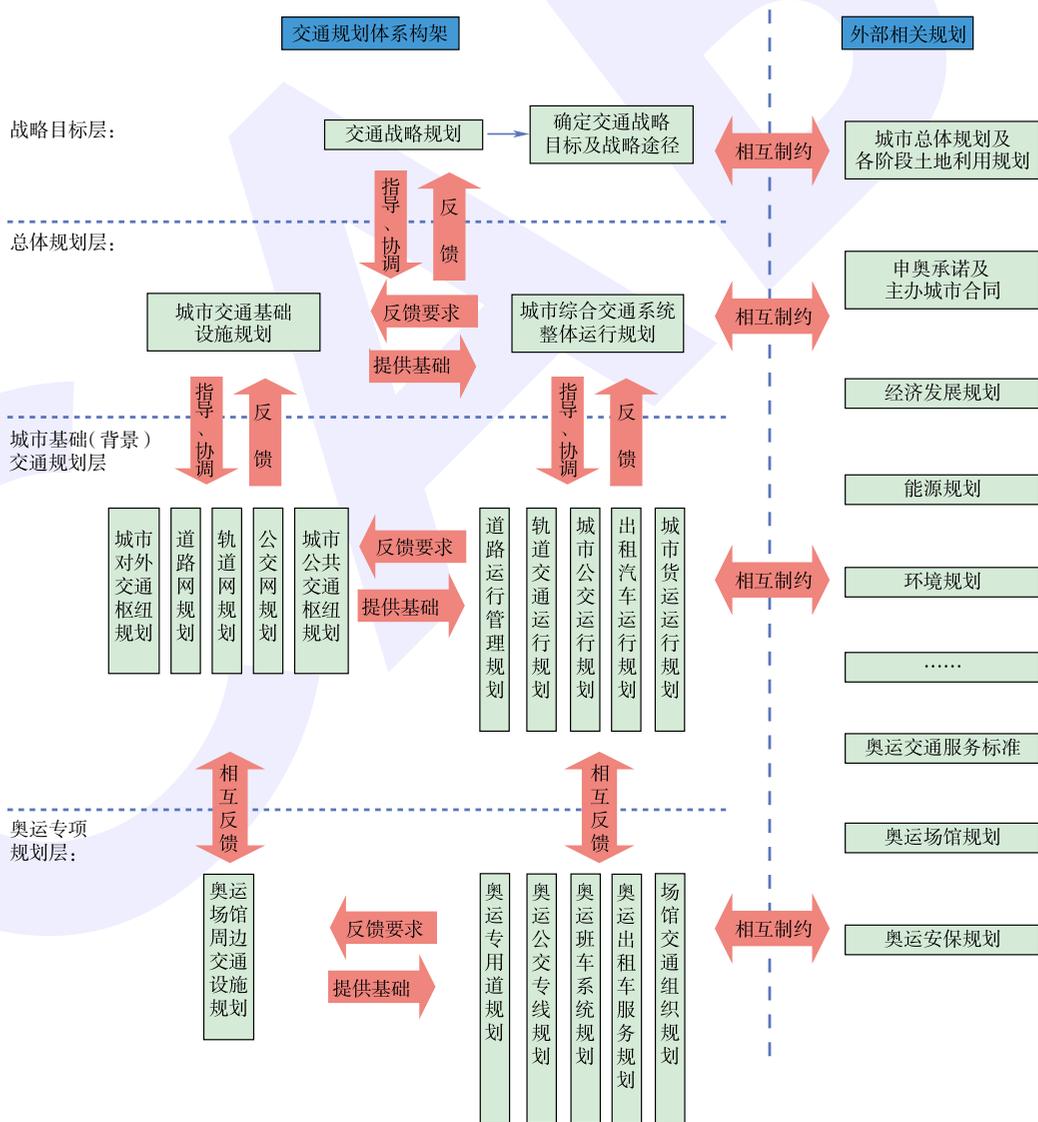


图3 北京奥运交通规划体系层次结构

总体目标和战略任务，着重研究城市日常运转的交通服务体系外延扩充和内涵改造的任务与实施途径，具体包括：城市交通基础设施规划和城市综合交通体系整体运行规划。这一功能层面是整个规划体系承上启下的重要环节，也是整个交通规划体系的核心部分。其中，城市交通基础设施规划是以满足城市可持续发展需求为前提，兼顾奥运需求而制订的城市骨干基础设施网络建设规划；城市综合交通体系整体运行规划以奥运期间可提供的基础设施为前提，合理配置和有效利用各项交通资源，建立一个满足赛时需求的高效运行系统。

(4) 奥运专项规划层的规划同样分两部分内容：基础设施规划和交通运行规划。基础设施规划在奥运专项规划层主要包括奥运场馆周边交通设施规划，而交通运行规划在此层次包括奥运专用道规划、奥运公交专线规划、奥运班车系统规划、奥运出租车服务规划、场馆交通组织规划等。

四个规划层次由上至下，是逐级辖属的关系，下一层承应上一层次提出的要求，同时也要向上一层次提出反馈意见，作为上一层次规划调整、落实的依据。在同一层次上的多项规划也同样存在相互制约、相互反馈的关系。例如：在城市基础交通规划层次内，城市交通基础设施规划和城市综合交通体系整体运行规划共同构成了城市交通供给系统，并以满足交通需求为目的而相互依存。前者是后者的基础，在基础设施条件下建立的交通运行系统具备一定的能力，此能力如果仍不能满足交通需求就要重新研究交通基础设施规划的合理性，可能要从建设项目的选择、建设时序安排等方面重新调整规划，或者对交通需求管理方案作出调整。同理，虽然交通需求管理的规划方案也是基础设施建设规划的依据条件之一，但在研究编制需求管理方案之后，也可能要对基础设施的规模提出修正，系统也要相应调整。此外，交通需求管理政策导致需求的结构、时空，甚至交通运行组织规划也要做相应调整，而这种调整又再次引起基础设施建设规划的相应更改。同一层次各项规划编制过程中，多重交互关系决定了整个规划编制过程是一个反复地相互反馈和迭代修正的流程。

战略目标层与总体规划层所包含的各项规划的这种制约与反馈的关系可能更为复杂，它更多地涉及交通规划与城市总体规划，以及已经纳入经济社会发展规划中的“十五”及“十一五”交通投资规划等外部规划之间的交互关系，影响范围大，协调难度也更大。比如，面对奥运交通需求与城市发展的背景需求双重叠加的特殊需求形势，交通发展与城市空间结构、功能布局之间的互动关系，就成了比以往任何时期都更为突出的一个关键，它既决定交通基础设施建设方向，也决定需要采取的交通政策利益

取向。只有十分谨慎、深入、细致地把握这种互动制约关系，在得到相关规划编制主管部门全力合作的前提下，才有可能完成这一层面规划编制的“反馈—修正—再反馈”的迭代流程。

奥运专项规划层各规划之间的关系与上述两层基本一致，奥运场馆周边设施规划为交通运行规划在场馆的衔接处提供设施基础，各项交通运行规划也对场馆周边的交通设施布局提出要求。

城市基础交通规划层的各项规划在编制过程中需要考虑奥运专项规划层，注重城市设施与奥运设施，城市运行与奥运运行的相互协调，奥运专项规划层在把握奥运需求方面更为细致，根据奥运相关的具体情况对城市基础交通规划层提出修正。

### 2.2.3 交通规划体系与外部相关规划的关系

在进行交通规划的同时，除了要重视交通规划体系内各子项规划的相互制约与依存关系之外，还要认真处理与外部系统的衔接、互馈、协调关系。交通规划体系与外部系统的联系是普遍的，覆盖各个层次的。

首先，交通发展是城市发展的重要组成部分，交通规划要服从城市发展的总体目标要求。城市总体规划及经济社会发展规划是交通规划的上位规划，不仅决定交通需求总量和特征，而且也决定交通供给能力及供给模式。因此，交通规划是以上位规划为依据的。鉴于城市交通对城市发展的能动反作用，应重视交通规划对城市总体规划的反馈作用。

交通规划不仅与城市总体规划之间存在密切的相互制约、相互支持的关系，其他相关的规划之间同样也存在相互制约、相互支持的关系。如产业布局规划、能源规划、环境规划等。交通规划要符合其他规划中相关强制性内容要求，如在环境敏感地区限制交通基础设施建设等；同时，交通规划也要给其他规划提供支持，如改善交通结构，提倡公共交通出行有利于降低能源消耗、改善空气质量等。

奥运会的相关要求和规划与交通规划也有紧密联系，《申奥交通承诺》和《主办城市合同》中有很多关于交通的条款，《交通服务标准》中也对交通系统的指标提出了要求，这些都需要通过交通系统的规划实现。此外，很多其他奥运的规划也都与交通规划相互配合、相互衔接，如《奥运场馆建设总体规划》、《奥运安保规划》、《奥运场馆运行规划》、《奥运服务规划》等，这些规划既是交通规划的基础依据，又都需要交通规划的支持。

综上所述，奥运交通规划体系不是一个孤立的封闭体系，在编制过程中要充分顾及它与外部规划的互动关系。

### 2.2.4 奥运交通规划系统集成

#### (1) 系统集成的内涵

系统集成就是要明确各项规划的功能地位, 界定各项规划的基本目标、编制的前提条件、实施保障条件, 梳理各规划的衔接关系, 明确各专项规划在规划体系中的层级, 以及它们与交通系统外部相关规划的关系。在此基础上, 建立高效有序的规划编制工作程序, 并对各项规划的“输入”(依据条件)与“输出”(成果反馈)制订规范要求。北京奥运会在系统集成方面作了很多努力, 为整个奥运会交通规划工作打下了坚实的基础。

### (2) 交通规划集成的必要性

奥运交通规划包含宏观、中观、微观三个层面数十个专项, 每项规划的目标、功能地位、时空范围、规划依据条件、内容及成果要求都有很大差异, 但这些专项规划之间却存在密切的制约关系, 是一个不可分割的相互依存的整体。如何正确把握各专项规划之间以及它们与交通系统外部相关规划之间错综复杂的交互制约关系是困扰历届奥运会交通规划人员的一大难题。在认真总结以往经验的基础上, 北京奥运会交通规划从交通规划系统集成入手, 力图在破解这一难题上取得突破。

交通规划集成, 一方面是基于对各项规划之间交互关系的认识; 另一方面是出于规划编制程序的科学性 & 规划成果可实施性的考虑。历届奥运会交通规划的实践经验表明, 忽视规划体系的客观存在, 忽视构成这一体系的各专项规划在体系中的客观位置及相互之间的关联性, 就无法准确地把握各项规划的功能目标及编制条件。如果规划定位不明确, 各规划之间的衔接关系不清楚, 各规划也不进行有效整合, 势必导致各专项规划目标、策略原则乃至一些重大规划对策不一致, 甚至相悖。如果下位规划不遵守上位规划提出的要求, 存在的问题不及时向上位规划反馈, 上位规划对下位规划存在的问题视而不见, 平行规划之间的衔接错位等。这些难以避免的弊病不仅导致规划工作程序混乱、效果低下, 而且影响规划的有效性和可实施性。

## 2.3 大规模、高强度人流集散对策

历届奥运会交通系统面临的首要难题是如何有效实施高强度人流集散管理。受时空条件的严格限制, 相对于人群的聚集管理而言, 疏散管理难度更大, 风险也更高。因此, 历届奥运会都把场馆瞬发高强度人群疏散作为交通运行组织规划的一个重点。奥运会开幕式不仅是人流集散量最大, 而且集散群体构成复杂, 不同群体集散时间、路线、方式均有特定的要求, 因此, 集散组织最为复杂。制订人群集散规划和实施方案, 不仅需要反复滚动核实优化进场各类群体的人数、在场内的位置分布、退场次序、退场路径、离场后的流向分布以及交通方式, 而且要分析掌握不同时空环境条件下人群集散的行為特征以及各类风险因素

对集散程序和效率的影响规律。

北京奥运会对开闭幕式人群疏散时间在满足国际奥委会一般要求的基础上作出不超过 120min 的承诺, 而开幕式实际疏散 10 万人仅用时 75min, 创下了历届奥运会开幕式人群疏散时间最短、最为有序的新纪录。

北京奥运会在大规模高强度人群集散管理上的成功经验, 不仅在于科学、周密的规划以及各类疏导技术手段的应用, 更重要的是采取了人群集散实时动态仿真技术对实施方案的有效性、可靠性及可能存在的风险进行事先评估, 并通过一系列的现场演练测试进行方案校验和修正。在人群集散组织规划中, 运用动态仿真技术的一大难点在于集散活动规律分析和行为特征参数的标定。

### 2.3.1 大规模人流集散动态仿真技术应用

奥运观众的集散具有高强度、突发性特征, 为保障奥运场馆运行的安全、有序、顺畅, 必须进行缜密的场馆人流组织规划。为确保规划方案实施的有效性和可靠性, 降低运行风险, 每一个场馆的交通运行规划方案都要运用动态仿真模型进行事前评估。而且还须针对赛程调整对运行组织方案不断进行相应修订, 同时对安检规划及场馆交通设施规划必要的修正反馈意见。

北京通过行人交通仿真技术, 对有关的营运计划或交通组织方案进行评估, 降低奥运交通风险, 减少大规模演练的费用, 为制定合理可行的奥运会交通组织方案、预案提供支持。此外, 国际上先进的行人交通仿真模型并不能直接使用, 最关键的技术难题是对我国行人交通特性的捕捉和分析, 只有解决这一难题才能准确地进行人流仿真和组织方案优化工作。北京在奥运人流集散仿真技术上的主要技术创新点包括:

(1) 根据大型活动特点, 分别针对集中进场和陆续进场的活动, 构建了行人集散模型, 并通过 Gini-Simpson 系数和 Gini 集中度指标进行集散过程评价, 为分析行人时间集中程度提供量化指标。

(2) 中国行人交通流特性: 基于各种类型场地条件下的实测数据, 建立了场地条件、性别、结伴、行走目的等多种因素对速度的影响关系; 研究了行人交通流的速度、流量、密度三要素之间的关系, 构建了行人交通流模型; 通过交通流模型分析、行人时空消耗原理, 计算了常规行人设施及安检等排队通道的通行能力; 根据中国行人交通流特性, 以中国行人拥挤感受阈值为划分标准, 制定了兼顾交通流特性和使用者主体需求的服务水平等级划分方法, 并提出了相关的应用指标, 为大型活动的组织方案设计提供理论依据。

(3) 在分析大型活动行人路径选择和拥挤状态下的行人交通行为的基础上, 基于 Logit 模型构建拥挤状态行人

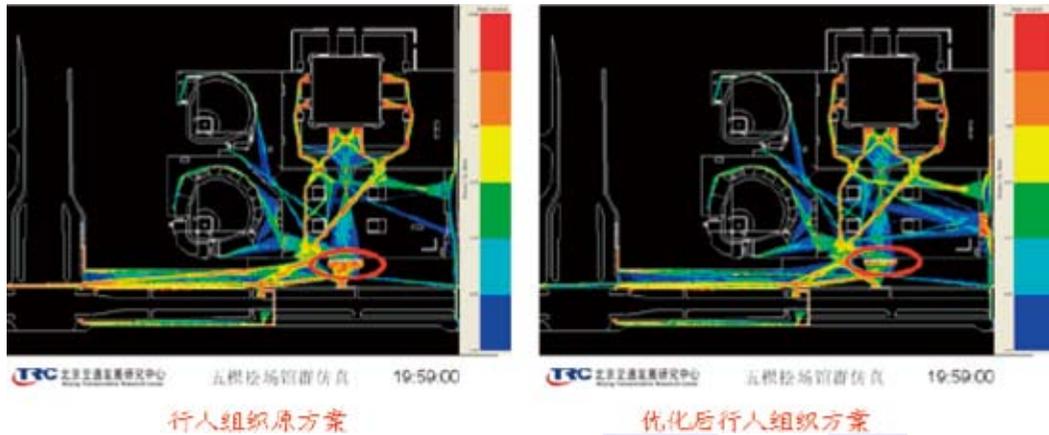


图4 北京奥运会五棵松篮球馆行人仿真研究

行为（拥挤阈值、拥挤感受、反应和动作）模型及路径、目的地选择模型。

（4）针对拥挤人群的特点，用有序度和熵做为评价指标，提出了大型活动的行人规划组织方法。

### 2.3.2 人流集散动态仿真示例

#### （1）五棵松场馆人群集散组织规划评估

针对五棵松场馆区的内、外部交通条件，进行散场行人交通行为分析及主场位置方案、座位设计及组织方案决策。分析假设条件为三个场馆同时散场时的最不利情形。依据资料为北京奥组委工程部提供的场馆平面图及外围交通设施初步规划图。重点考虑内部交通组织和管理，兼顾外部、内外之间不同方式交通的衔接、匹配。

构建了三组仿真模型，主要针对场馆出入口及座位安排、行人疏散流线组织、场馆布局三方面的可选方案进行了对比分析，以期通过仿真结果对比各方案的差异。为最终的场馆建设及赛时行人疏散组织提供决策依据。

通过行人仿真研究，便不难发现方案中的隐患（图4）。例如，发现初始方案南侧安检口压力过大，安检口又无足够的缓冲区，高峰时段不仅人群密度较大，同时又有流线交织冲突，存在严重的安全隐患，而东侧安检口密度较低。为此调整了奥运公交专线和地铁的运营组织方案，将大部分奥运公交专线上下车点调整至东侧安检口两侧，同时引导乘坐地铁的观众提前一站下车步行至东侧安检口，平衡两个安检口的观众数量。

2008年8月15日，实际调查五棵松篮球馆观众退场疏散时间为29分钟，仿真疏散时间为26分钟，比实际结束时间18:30提前10分钟（图5、图6）。

#### （2）开幕式疏散方案评估

国家体育场开幕式散场阶段，除了注册贵宾、媒体外，共有约6万名观众观看开幕式，其中1000名为运动员，

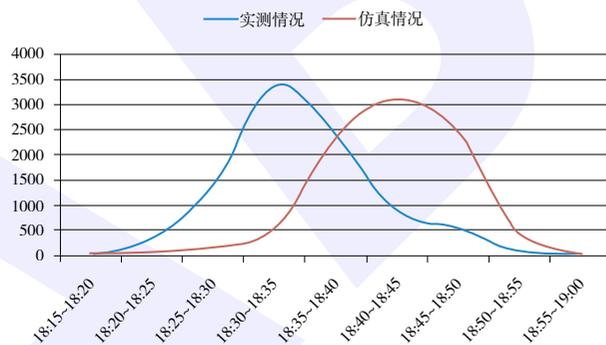


图5 实际散场时间与仿真时间对比

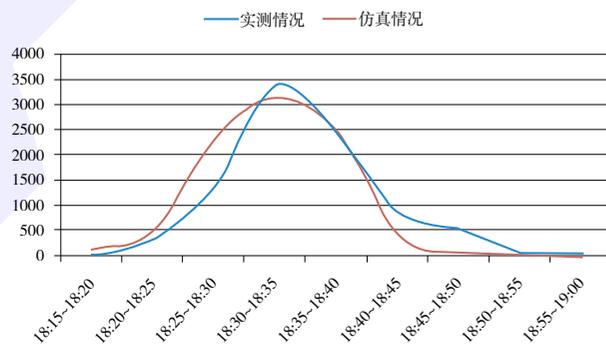


图6 实际散场时间与仿真时间平移后对比

另有5.9万名持票观众。主要从场馆的北侧、东侧和南侧进行疏散。由于建筑结构设计和贵宾区域控制的原因，观众散场时容易发生局部拥堵，特别是在5、6层大厅和上层看台。

以五层平台为例，散场期间，部分6层观众加入5层观众的散场人流，加大了5层大厅压力，受西侧散场平台通道瓶颈限制，观众在西侧向南北散场的通道内人流密度高，持续时间长，安全隐患较大（图7）。

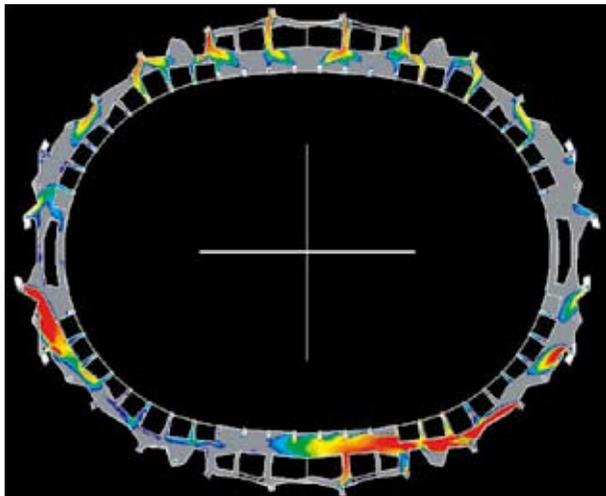


图7 五层观众自然散场累计最大密度图

因此建议,在看台出口和楼梯入口进行流量控制,加强大厅内对观众向南北方向的引导,加强对6层大厅4个立面大楼梯入口流量控制。

根据以上分析可以看出,五层平台散场期间,局部区域密度较大,存在安全隐患,因而有必要对不同的组织方案再次进行测试,对其结果进行比较,为制定最佳的组织方案提供依据。测试方案主要有以下三种:

- ①方案一:自然散场。
- ②方案二:引导+看台出口控制措施。
- ③方案三:8千人团体购票观众(坐在西侧上层看台),5层、6层观众分批次散场。

三种方案仿真效果如图所示,仿真结果对比如下:

- ①方案一:自然散场。

出现区域性高密度较长持续时间状态,存在较大安全隐患(图8)。

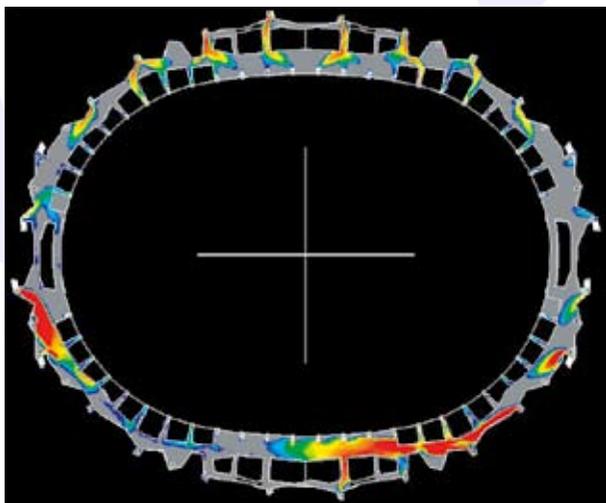


图8 五层观众三种组织方案仿真效果组图

- ②方案二:引导+看台出口控制措施。

观众高密度集聚时间缩短了5~10分钟,总散场时间持续约40分钟,略有加长,但提高了散场的秩序,有效降低了观众散场速度,缓解了主体建筑内部和外部的观众散场压力(图9)。

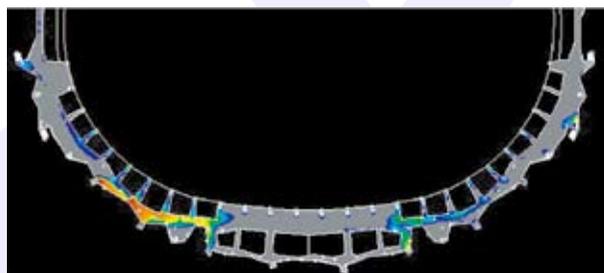


图9 五层观众三种组织方案仿真效果组图

- ③方案三:8千人团体购票观众(坐在西侧上层看台),5层、6层观众分批次散场。

基本消除了观众长时间集聚的情况,降低了散场拥挤风险、提高了团体购票观众散场的舒适程度(图10)。

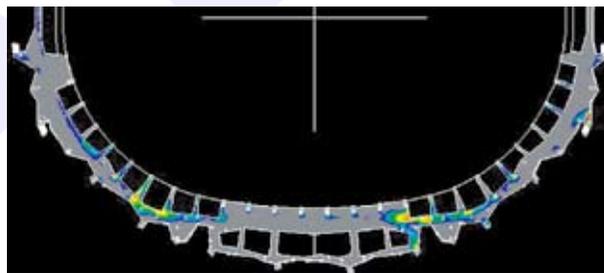


图10 五层观众三种组织方案仿真效果组图

根据仿真和实际组织条件,找到不同组织方案条件下的疏散情况,提出有关工作建议。

因此,为解决以上问题,应遵循下列原则形成有序的散场方案:

- ①分区设置管理人员,引导观众就近散场,避免流线交叉。

- ②逐级控制、定点组织,便于管理、消除隐患。

- ③分批次散场,缓解散场压力。

按照上述原则,采取相应管理措施:

- ①预先发放观众退场须知(执行)。

②通过广播、大屏幕和现场志愿者加强看台引导和安抚观众情绪,告知老弱病残孕幼观众稍后退场。

- ③在5层大厅加强向南北引导观众。

- ④在看台出口和楼梯入口控制观众散场速度。

- ⑤上层西侧8000人团体购票观众与座席区分时散场,

推迟约 15 分钟后开始散场，并且根据疏散效果，提出服务人员岗位分布。

在国家体育场开幕式期间，以上措施基本得到了应用与借鉴。

## 2.4 交通需求管理方案的有效性与可实施性的科学评估

### 2.4.1 需求管理力度的把握

制定不同形式的交通需求管理方案，以期最大限度压缩赛时道路网络交通负荷是历届奥运会无一例外采取的通常做法。毋庸置疑，为应对奥运期间附加的各类复杂、高强度的特殊交通需求，制订交通需求管理政策和实施方案是必要的，但问题在于无论是需求管理政策，还是具体的实施方案，如何在事前对其有效性与可实施性（包括实施后的负面影响）做出科学的评估。只有在科学评估的基础上才能准确把握各类不同管理对策的优先等级以及组合关系。不论是单项管理方案，还是组合的“一揽子”方案，都涉及需求管理力度与可操作性的把握和利弊权衡。

纵观历届奥运会交通需求管理对策方案的制订背景与实施效果，不难看出共同的困惑在于需求管理对策的着眼点究竟放在哪里？是否一定要以大幅度压缩城市日常交通需求（例如鼓励或强制市民休假）为代价，为奥运短时需求让路？实际上，任何一种需求管理政策的实施，不仅关系到不同社会群体的利益，而且对城市正常运行及可持续发展不无深刻影响。显然，我们的战略着眼点不应只局限于奥运期间的交通供需平衡关系，而是应该着眼于需求管理的长效性及可持续性。问题的突破点恰恰是前面所述的有关两种需求差异性和可兼容性的正确把握。北京奥运会在制定单双号限行方案的过程中，对社会公众的承受能力做出认真评估，细致、缜密地调查市民的各类出行需求，同时又以公共客运系统支撑能力评估为基础，确定出行结构调整的可能幅度，并有针对性地采取了多项人性化措施，包括：允许有特殊需求的车主申请更换牌照；设置限行缓冲时段；免征车船税和养路费；发放货运特许通行证等等。同时在需求管理方案实施之前，对各项必要的支持条件和保障措施逐一落实。

### 2.4.2 仿真模型的建立

基于奥运交通系统的特殊性和复杂性，同时考虑到国内对于如此大规模国际赛事的交通组织相对缺乏经验，需要应用科技手段，建立仿真模型，对奥运期间的各种交通管控措施有效性和可实施性进行全面评估测试，据此不断优化方案并提出方案实施的措施。

在总结国际奥运交通经验、我国大型活动交通需求预测经验，以及北京奥运交通分析的基础上，利用宏观交通

仿真工具——VISUM 搭建基于活动链的北京市六环内主要道路网络的仿真平台；根据需求分析结果，进行奥运期间交通仿真模拟，预测分析奥运交通需求管理方案的实施效果；最后，在考虑现实条件的前提下，尤其是北京市既有公共客运服务系统的支持能力，路网条件和交通组织管理能力，针对仿真分析的结果，提出奥运交通需求管理的优化方案。模型搭建的技术路线如图 11 所示。

依据仿真模型，选取出行总量、出行结构、公共交通客运量、道路网络负荷度、各等级道路负荷度作为评价指标，具体量化分析奥运交通需求管理的实施效果。

### 2.4.3 交通需求管理方案预评估结果

基于北京市奥运交通仿真模型，针对北京市奥运交通需求管理“一揽子”措施实施效果进行仿真模拟，得到以下主要结果：

#### （1）出行总量

通过采取交通需求管理措施，六环路以内工作日出行总量为 3125 万人次，除去步行总出行量为 2506 万人次。和采取措施之前相比，总出行量减少 300 万人次（图 12）。

#### （2）出行结构特征

采取措施后公共交通（轨道交通、公共电汽车）出行比例将从实施前的 35% 提高到 45.7%，公共交通日客运量将达到 1863 万人次。其中，公共（电）汽车承担 1478 万人次的客运量，轨道交通将承担 385 万人次客运量。出租汽车出行比重也有所增加，日出行量增加 50 万人次，达到每天客运量 242 万人次。小汽车出行量相应减少 394 万人次/日，乘载率由方案实施前的 1.26 提高到实施后的 1.59（图 13）。

实施 TDM 措施前后各种交通方式的出行总量对比 表 1

交通方式	日出行量（万人次/日）	
	措施前	措施后
小汽车	852	458
公共交通	890	1143
出租车	188	242
班车	51	74
自行车	562	589

#### （3）公共交通客运量

采取机动车单双号限行措施后，机动车方式的出行会向其他方式转移，奥运期间公共交通客运量在 2007 年常规出行需求的基础上将增加 465 万人次/日，由公共汽

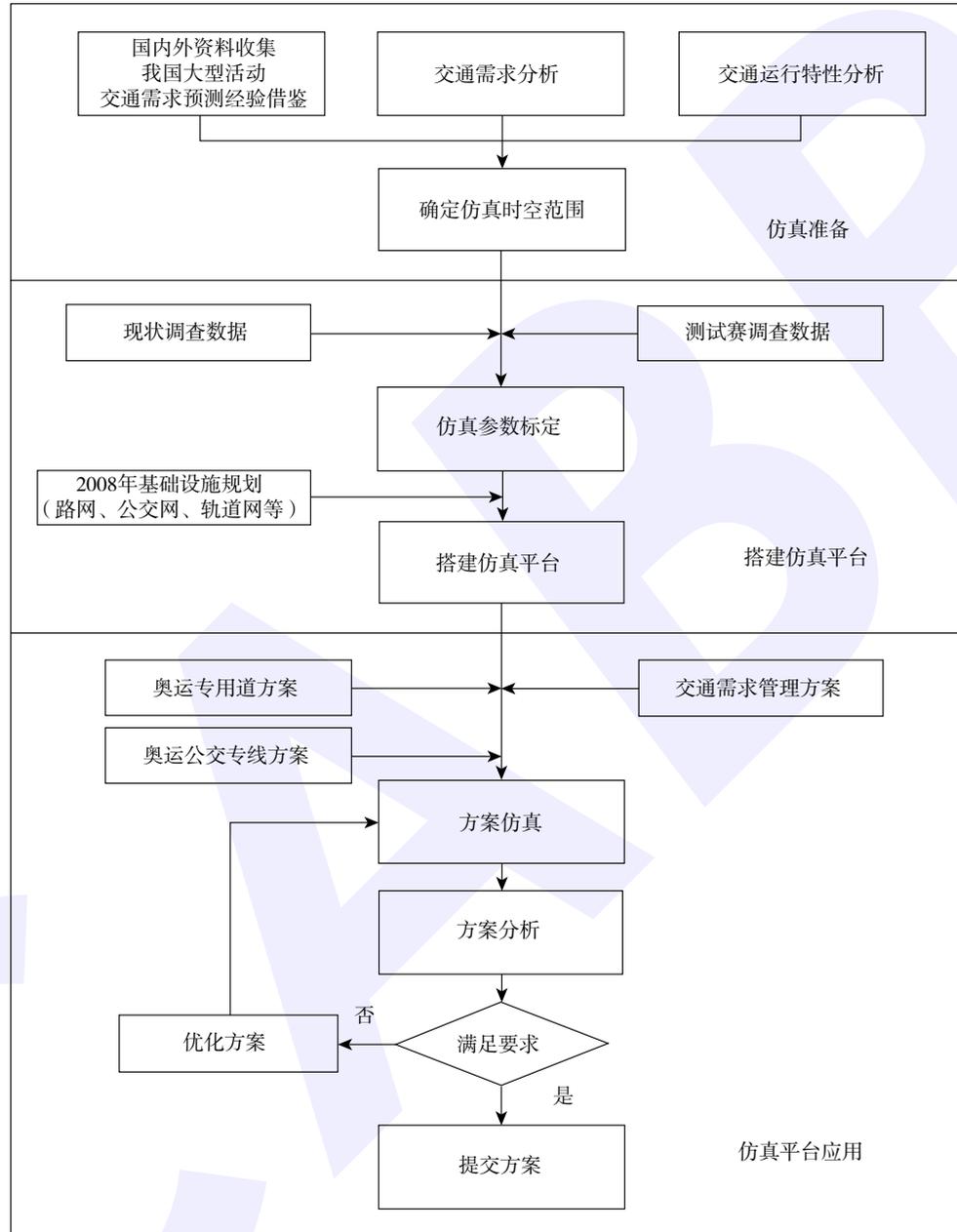


图 11 北京奥运仿真模型技术路线图

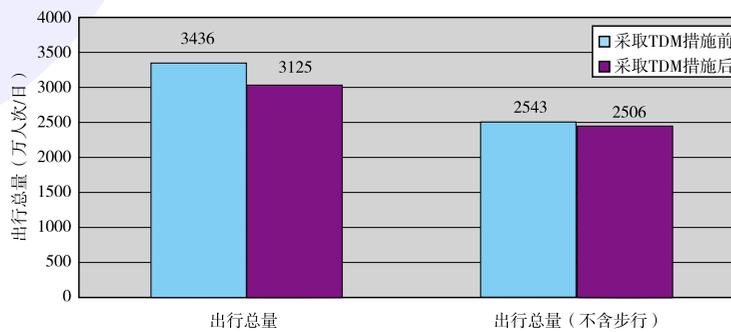


图 12 TDM 措施前后出行总量对比

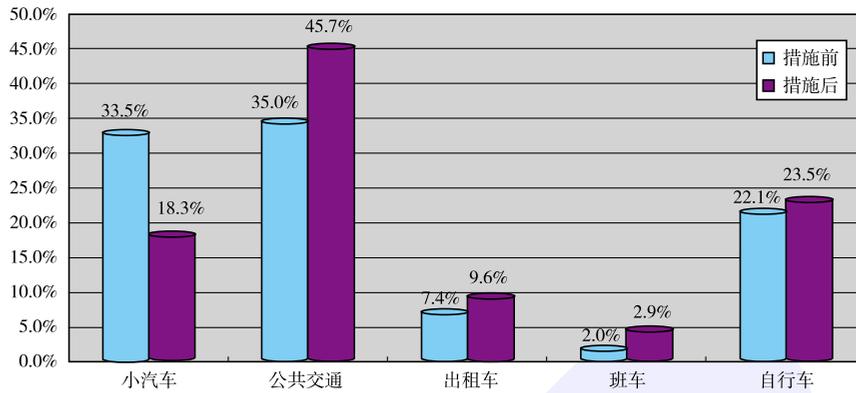


图 13 TDM 措施前后出行结构对比

(电)车、轨道交通和出租汽车共同承担,各方式分担情况如下:

- ①公共汽(电)车新增客运量 280 万人次,含观众、工作人员、志愿者客运需求 105 万人次。
- ②轨道交通新增客运量 110 万,含观众、工作人员、志愿者客运需求 45 万人次。
- ③出租汽车新增客运量 75 万人次。

(4) 交通运行状况分析

实施奥运需求管理措施后,北京市早高峰(8~9 点)快速路和主干路的平均负荷在 0.6 左右,但仍有部分路段存在拥堵现象,如八达岭高速五环路以外部分区段、京开高速进三环部分区段、新街口南大街部分区段。

不同路段道路负荷表 表 2

快速路、主干路负荷	路段长度所占比例 (%)
$vc \geq 1$	4
$0.8 \leq vc < 1$	22
$0.5 \leq vc < 0.8$	53
$vc < 0.5$	21



图 14 早高峰 8~9 点道路负荷图

①快速路平均车速 40km/h 左右,主干路平均车速 25km/h 左右。

②轨道交通得到有效利用,承担了公共交通 35% 的客运量,地铁 1 号线和 5 号线的最大断面流量达到 32000 人/小时左右,其运能基本能够满足奥运需求。

可见,在需求管理措施有效实施的情况下,交通运行状况良好,能够满足奥运交通要求(图 14~ 图 17)。

(5) 实际运行效果

通过交通需求管理,奥运会期间道路运行状况良好。

奥运期间交通运行状况与方案测试结果对比 表 3

	预计效果	实际效果
主干道流量	下降 26%	下降 23%
主干道以上速度	提高 40%	提高 32%

如上表所示,奥运期间道路的实际运行速度与方案测试的结果基本相吻合。

2.4.4 交通需求管理预评估建议

通过测试评估,不仅在几个备选方案中筛选出理想方

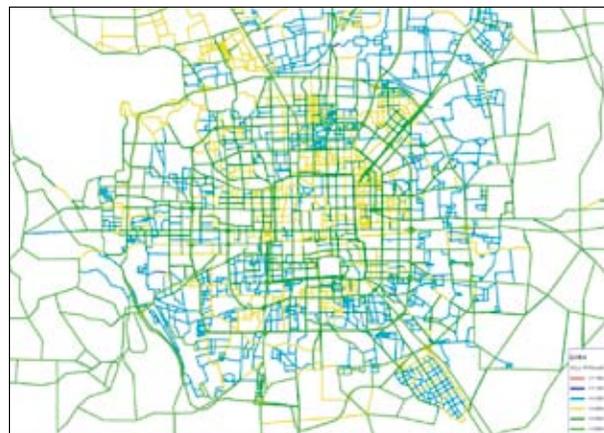


图 15 早高峰 8~9 点道路速度图



图 16 早高峰 8~9 点道路流量图



图 17 早高峰 8~9 点公共交通客运量图

案，而且对方案实施提出重要建议。

(1) 北京奥运交通需求管理措施涉及面广，且单双号等措施又是首次大规模实施，对市民的正常生活会造成一定的影响，建议相关部门提早宣传引导，积极争取市民的理解和支持。

(2) 根据模型分析，实施了机动车单双号等交通需求管理措施后，公共交通的出行比例将达到 45%，较实施前每日增加 412 万人次的客运量。因此建议相关部门应该制订切实可行的地面公交、地铁和出租汽车的运力保障方案，保证公共交通运力满足新增需求。

(3) 模型结果显示，实施交通需求管理措施后，早高峰仍有部分路段道路负荷度较高，如八达岭高速五环路以外部分区段、京开高速路进三环路部分区段、新街口南大街等部分点段。建议相关部门制订相应的交通管理和疏导措施，保障全市路网运行畅通。

### 3 奥运交通规划的主要创新成果

#### 3.1 规划系统集成技术创新

##### 3.1.1 关键技术难题

奥运交通规划从总体规划到各专项规划，贯穿于奥运筹备的各阶段。为实现奥运交通规划与城市交通总体发展战略相一致的目标，避免由于相互衔接关系不清、互相冲突而造成的内部资源消耗和对外部环境影响，需要梳理各类规划间的关联和制约关系，主要技术难点是如下两类问题：

(1) 分析和处理奥运交通系统内部规划的制约与相互反馈关系。

(2) 分析和处理奥运交通系统规划与外部规划的制约与相互反馈关系。

#### 3.1.2 主要技术创新点

##### (1) 交通规划体系内部结构及系统集成技术

通过设定包括目标层、总体规划层、具体分项层和奥运专项层的科学规划体系，实现从总体到局部、从宏观到微观，各层次间和层次内部相互依存，相互制约，相互反馈，形成了一个完整的多层次规划体系，避免了各项交通规划互不衔接、相互矛盾的局面。北京奥运会总结历届奥运会交通规划的经验教训，站在系统规划的高度进行综合交通体系规划，这是带有开创性的探索，是本届奥运会对交通规划体系的贡献。

##### (2) 交通规划体系与外部规划体系的衔接与整合技术

奥运交通规划体系不是一个孤立的封闭体系，编制过程中要充分顾及它与外部规划的互动关系。北京奥运交通规划提出了交通规划体系与其他规划的外部集成技术的内涵和体系方法，在进行交通规划的同时，考虑与外部系统规划（如城市规划、经济发展规划、能源规划、环境规划等）的关联关系，发挥“1+1>2”的共赢效益。

#### 3.2 规划与管理方案优化评估技术创新

由于大部分的规划与管理方案无法在实际交通系统中测试演练，在信息化、智能化的评估技术出现之前，对于规划与管理方案评估主要依靠经验和传统的实施效果评价方法，一般是宏观评价，无法满足奥运会项目评价的要求。为解决规划与管理方案无法预评估或者测试演练费用太大的难题，北京市针对奥运会开展了奥运会和大型活动的交通模型和仿真技术研发，在国内尚属首例。

主要技术创新点：

##### (1) 提出了大型活动交通需求的叠加分析法

我国首次取得奥运会的举办权，对如此大型活动的交通需求分析尚缺少经验数据。通过总结分析近几届奥运会

交通需求预测的经验，提出了一套背景需求加赛事需求的叠加分析法。并且考虑不同群体的出行特征，在需求叠加运用中，并不是简单的加合，而是充分分析了两部分需求的相互影响和修正。

### （2）基于活动链的城市背景交通模型

在城市背景交通模型建模中，运用了目前国际上比较先进的活动链理论。结合北京出行特征分析，建立了包括64类行为链的需求分析模型。活动链描述了一个人在一天24小时中所有的行为，以及各行为在时间上和空间上的相互关联性，以及使用交通方式的连贯性，从而更真实地模拟人们的出行需求。

### （3）基于活动地点链的奥运运行模型

充分分析奥运需求的特殊性，提出了基于活动地点链的奥运需求分析方法。奥运行为的活动地点包括家、宾馆、工作地、车站机场和赛场。以赛程的时间安排为主线，以

活动链的理念对这些活动地点的相互关联性进行分析，进而分析奥运需求。

### （4）研发建立了适用不同功能层次规划与管理对策方案评估的模型体系与测试平台

以奥运为契机，针对城市交通规划体系中各功能层次规划编制以及各项政策与管理对策方案评估的实际需要，建立了宏观—中观—微观分析与静态分析—动态仿真多层次、多功能相互嵌套的模型体系，成功地用于从中长期交通发展战略规划到场馆交通运行规划各个层次规划的评估和优化工作。并根据需要建立了动态仿真测试平台，用于奥运会开闭幕式运行方案、奥运公交专线规划方案以及需求管理“一揽子”实施方案等专项方案的测试，实现了规划与管理方案的低成本、智能化预评估，既节约了时间和资金成本，又提高了科学性和可信度。