

# 第一篇

# 道路工程



# 北京的公路建设

陈贺 曲峰

**摘要** 本文回顾了北京公路建设 50 年所取得的成就，客观地分析了北京现状公路网存在的问题与不足，展望了北京公路建设发展的未来。

**关键词** 北京、公路、建设

北京——中华人民共和国首都，是中国的政治、文化和对外交往的中心，是国家级的历史文化名城，历史悠久，人文荟萃，文物古迹众多，风光美丽壮观。

北京市总面积 16 807.8km<sup>2</sup>，其中山地面积约占 62%，市区面积 1 369.9km<sup>2</sup>。全市划分成 13 个区、5 个县，其中城区 4 个，为东城区、西城区、宣武区和崇文区；近郊区 4 个，为朝阳区、石景山区、丰台区和海淀区；远郊区 5 个，为门头沟区、房山区、通州区、顺义区和昌平区；远郊县 5 个，为怀柔县、密云县、平谷县、大兴县和延庆县。

北京市位于中国北部偏东，地处华北大平原的北端，北纬 39°28′ ~ 41°05′ 东经 115°25′ ~ 117°35′。市郊东、西、北三面环山，东北部山地属燕山山脉，西部山地属太行山余脉，南面是开阔的平原。四周除东南一隅与天津市郊接壤外，都同河北省相邻。东南 150km，便是渤海。全市有大小河流 200 多条，其中主要河流有永定河、潮白河、北运河及拒马河等。自古以来，北京地区的山前地带，就是中国南北交通的要冲。

## 1 北京公路建设的回顾

北京地区的公路是在驿站道路、官马大道的基础上发展起来的。1917 年开始修筑公路，1921 年开始修建钢筋混凝土桥梁。但到 1949 年的 32 年间，所修建的公路为数不多，建造的钢筋混凝土桥梁也只有 3 座，并且质量不高。这些勉强能通行汽车的大车道也只能称作简易公路。北京通往天津、山海关、石家庄、张家口、廊坊等地的公路只有 7 条，在北京地区的里程约 398km。

新中国成立 50 年来，北京的公路建设得到了快速发展，公路里程不断增加。截止 1998 年底，北京拥有的公路总里程已达 12 498km 其中，高速公路 190km，一级公路 247km，二级公路 1 083km，等级公路占公路总里程的 96.3%，并形成了以干线公路为骨架，县乡公路为支脉，纵横交错、四通八达的公路网络。自 1986 年起，北京不但实现了村村通公路，1991 年还实现了乡乡通油路，而且公路的质量在全国居于前列，公路好路率达到 83.23%。高速公路由无到有，高等级公路由少到多，公路网密度居全国首位。1990 年京津塘高速公路全线通车后，北京相继建成了京石高速公路、首都机场高速公路、八达岭高速公路、京沈高速公路等高速公路，至此，北京实现了东、西、南、北四个方向都有快速通道。几条高速公路的开通，大大改善了北京

的路网结构，进一步完善了首都城市交通功能。

## 2 北京市现状公路网评价

北京市现状公路网建立在一个由 1500km 重要干线公路组成的公路骨架系统之上。它连接着市中心以外所有卫星城、重要的中心镇和建制镇，以及著名的旅游景区与工、矿企业。

### 2.1 北京公路网构成

#### 2.1.1 按行政等级划分

表 1 中所列为北京市自 1990 年以来公路发展的历史数据。可以看出，总里程的平均发展速度只有 3.2%，明显低于国民经济的发展速度。国、市道里程占总里程的 18.45%，比例偏低。

北京市历年公路里程表

表 1

年份	条数(条)	总里程 (km)	按行政等级划分						按技术等级划分					
			国道主干线	国道	市道	县道	乡道	专用路	高速	一级	二级	三级	四级	等外
1990	1 877	9 648		859	1 424	2 242	4 879	244	35	214	596	3 005	5 190	608
1991	2 037	10 259		867	1 391	2 320	5 427	254	63	222	657	3 301	5 457	559
1992	2 240	10 827		876	1 391	2 423	5 806	331	71	223	736	3 807	5 454	536
1993	2 342	11 260		862	1 369	2 511	6 114	404	99	227	769	4 200	5 476	489
1994	2 424	11 532		812	1 435	2 568	6 342	375	112	216	816	4 499	5 403	486
1995	2 486	11 811		813	1 406	2 698	6 519	375	113	265	880	3 917	6 152	484
1996	2 529	12 084		812	1 421	3 053	6 436	362	114	227	995	4 128	6 122	468
1997	2 616	12 306		812	1 442	3 069	6 644	339	144	261	1023	4 624	5 790	464
1998	2 647	12 498	113	821	1 372	3 098	6 756	338	190	261	1083	4 616	5 902	460

注：以上资料来源于北京市公路局。

#### 2.1.2 按技术等级划分

从技术等级的发展过程分析，高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路和等外公路基本呈现出由大至小的增长率顺序，但所占结构比例却呈现完全相反的顺序。1995 年底，一级公路以上标准的公路里程仅占总里程的 3.2%，比 1985 年提高了 2.1%，10 年间里程仅增加了 276km 平均每年增加 27.6km。虽然高等级公路有所发展，但北京市高等级公路里程的增长速度偏慢，造成高等级公路在公路总里程所占比例偏低，详见表 1。

#### 2.1.3 按路面等级划分

公路路面系统从另一个角度反映了公路的技术状况。近 15 年来，高级路面增长速度较快，达 18%，远高于次高级路面和中级路面，低级路面已呈现负增长，无路面公路在迅速地消失。1995 年，次高级路面以上公路里程达 8 359km 比 1985 年的 3 590km 增长了 1.33 倍。次高级路面以上公路里程占公路总里程的比重也从 1985 年的 44.6% 提高到 71%。这说明北京市

公路发展的重点主要集中在提高路面等级上。

## 2.2 公路网密度

公路网密度是指单位面积上的公路长度，通常用来表征一个地区公路发展水平，它的高低与地区经济发达及交通运输事业的发展关系密切。国外一些发达国家的公路网密度已远远超过了 100km/100km<sup>2</sup>。北京的公路网密度虽然在全国处在领先的地位，但距离发达国家的水平还有很大的差距，路网里程仍亟待扩大和发展。造成这种局面的原因是旧路改建较多，新建道路较少。北京历年公路密度增长情况详见表 2。

北京市历年公路密度表

表 2

年 份	公路里程(km)	郊区总面积(km <sup>2</sup> )	公路密度(km/100km <sup>2</sup> )
1990	9 648	15 437.9	62.50
1991	10 259	15 437.9	66.45
1992	10 827	15 437.9	70.13
1993	11 260	15 437.9	72.94
1994	11 532	15 437.9	74.70
1995	11 811	15 437.9	76.51
1996	12 084	15 437.9	78.27
1997	12 306	15 437.9	79.71
1998	12 498	15 437.9	80.96

注：郊区总面积 = 北京市总面积 - 市区面积 - 近郊区面积。

## 2.3 交通事故及损失

由表 3 可以看出 仅 1992 年到 1998 年 7 年间，机动车交通事故增加了 6 倍多 远远高于机动车保有量的增长（1998 年比 1992 年机动车保有量增长 1.45 倍）。死亡人数和直接经济损失都成倍增加。因此，加强公路管理，减少交通事故的发生，应引起各级交通管理部门的重视。

交通事故及损失表

表 3

项 目 \ 年 份	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
总计(起)	6 122	6 966	9 683	11 035	14 687	25 144	35 778
伤人(人)	3 015	2 878	3 645	3 834	4 237	5 674	8 464
死亡(人)	497	462	459	457	851	927	1 487
其中:机动车事故(起)	4 676	5 357	8 315	9 701	13 399	23 615	33 599
伤人(人)	1 765	1 584	2 380	2 626	3 171	4 403	6 770
死亡(人)	294	261	314	312	621	705	1 031
直接经济损失(万元)	2 693.2	4 150.2	6 013.2	6 812	9 079.3	13 589	16 455
每万辆机动车死亡(人)	6.2	4.6	4.7	3.8	8.04	7.5	11.5

注：以上资料来源于《北京统计年鉴》。

综上所述可以看出，北京市公路现状客观上存在着一些问题和不足。第一，公路网系统功能层

次不够合理。路网功能结构不够健全，既缺少快速大容量的过境交通走廊，也缺少联络各主要放射线、担负疏导和均衡路网系统负荷分布的快速大容量环路。第二，公路网现状行车速度偏低和交通事故较多。调查和分析表明，其原因在于混合交通、公路配套设施不足及公路两侧的城市化、街道化严重。第三，公路技术等级结构不合理。高等级公路比重偏低，未能形成网络，影响了整个路网的整体效益的发挥。第四，公路建设资金来源单一。现有的公路建设资金主要靠养路费、交通部补助、商业贷款。由于缺少建设资金的有力支持，使得公路建设的发展速度不能适应经济发展对公路运输需求的要求。

### 3 北京公路建设的展望

北京的公路建设随新中国一起走过了辉煌的 50 年，当前，我国正处在实现第二步战略目标、迈向第三步战略目标的关键时期，加快发展公路建设事业，为国民经济和社会发展提供可靠的物质保证，公路建设事业仍任重道远。随着国家宏观经济政策的调整，加大了公路等基础设施的投资比重，公路事业遇到了难得的发展机遇。

根据《北京市公路网建设发展规划总体报告》，预计到 2020 年北京市公路总里程将达到 17 000km，其中建成以汽车专用公路为主要技术指标的连接所有县城、10 万人以上居住点和重要厂矿企业的干线公路骨架系统，规划期末将达到 1 403km。还将新建县级公路 608km 改扩建县级公路 1 118km 新建乡级公路 4 850km。干线公路骨架系统的联络度将大大提高，路网结构更趋合理，预计 2020 年路网密度将达到  $1.10\text{km}/\text{km}^2$ ，其中平原区路网密度可达  $1.40\text{km}/\text{km}^2$  山区路网密度可达  $0.41\text{km}/\text{km}^2$ 。

展望北京的公路建设未来，我们相信，再过 50 年，北京的公路交通事业一定可以实现现代化目标，达到中等发达国家的水平。

# 浅谈大城市国道环城规划

曲 峰

**摘 要** 过境交通对城市的影响越来越大，不仅使城市交通变得混乱，而且增加了污染。将其剥离，使其绕城而行是解决这一问题的办法之一。

**关键词** 大城市、环城公路、规划

国道是国家干线公路网的重要组成部分，大城市是这一网络的重要结点。国道经过大城市的方式、对外有两种。

**穿城**——公路穿越城市中心地带，公路与城市联系紧密，方便地方交通，但这种交通方式公路交通流与城市交通流混为一体，对城市交通干扰较大，增加了市区交通的拥挤，机动车噪声、尾气污染、交通事故等对城市生活及工作环境影响较大。

**环城**——公路适当离开城市。公路与城市间的距离拉大，对城市的环境影响减少，城市可借助于公路分担过境交通和城区外围交通流，城市对外交通分流条件好，绕城公路的具体形式是大城市的环城公路。

因此，研究国道的环城规划，对促进城市周边地区的社会经济发展及其对外联系，保证城市交通顺畅，缓解城市交通压力，提高公路运输经济效益，减少交通事故，促进经济建设发展，具有重要意义

## 1 环城公路是大城市过境线的首选形式

在道路网规划中，应将具有不同服务功能的道路分开建设。在大城市的附近，国道主干线所承担的绝大部分交通量均是以这些城市为始发和目的地的，然而，以其他城市为目的地的交通量，需绕道而行，因此，就必须为共建设环城公路，使其分流。

在公路建设和城市发展的初期，人们并没有认识到环城公路建设的重要，由于城市的发展，特别是由于人口和汽车数量的剧增，干线公路穿越城市带来了诸多问题，使环城公路逐渐外移，花费了大量人力、物力和财力。为了经济而又彻底地解决这个问题，大城市修建环城公路的措施已被国内外接受并付诸实施。欧美城市环路建设的水平与状况如表 1 所列。

欧美各国环状道路建设水平

表 1

人口规模	10 万人以上城市 (%)	30 万人以上城市 (%)	人口规模	10 万人以上城市 (%)	30 万人以上城市 (%)
美国	64	91	原西德	65	89
英国	56	89	意大利	23	45
法国	44	80	平均	50.4	78.8

注：环状道路指半圆以上的高速公路或准高速公路。

环城公路起着连接国道和市道放射线的作用，担负着过境交通、出境交通、入境交通、境内交通的任务，它具有截流、疏导过境交通及调节各放射线交通负荷的功能，对增强路网的整体协同效应和应付非常情况的应变能力有重要意义。

## 2 大城市环城公路规划应纳入国道网规划中

我国国道公路网基本上是按“珍珠串”形式规划的，各大中型城市都被“串于”公路网上。国道系统作为国家干线公路网的组成部分，它可以满足跨省市的长距离快速直达交通运输需求，具有很强的机动性，是我国公路交通运输的主动脉。作为全国干线公路网的重要枢纽的大城市，同时是全国性客货的主要集散地，也是军事上的战略要地。因此，将两者有机地联系起来，全局考虑是十分重要的。英国伦敦环线高速公路，位于距离市中心 20~30km 范围内，全长 190km，里程占英国高速公路总里程的 6%，承担了高速公路总交通量的 14%，它不仅是伦敦周围，而且是英国高速公路网中最重要的组成部分。美国首都华盛顿也大体相同。

## 3 大城市环城公路规划应与区域发展规划联系考虑

环城公路除担负过境交通外，也是地区公路网骨架的一部分，成为城市与郊区之间的纽带。它服务于市区与郊区之间的交通，对振兴郊区，调整人口与生产力布局，改善市区城市环境大有益处。美国首都华盛顿环线公路，隶属州际公路系统，全长 106km。它不仅将华盛顿特区完全包围起来，另外还包围了弗吉尼亚州和马里兰州三个郡的部分地区。1968 年弗吉尼亚大学进行经济调查后发现，环线对企业选址有很大影响，有 80% 左右的企业将环线的存在作主要影响因素。近年来，在马里兰州环线附近的就业机会增长率是全美平均增长率的 3 倍，弗吉尼亚北部是全美平均增长率的 7 倍。与首都环线直接相邻的地区，1970 年~1980 年家庭数增加了 8 万个，就业数增加 17.4 万个，分别占整个华盛顿地区的 40% 和 60%。可见，环城公路对促进地区开发起着极其重要的作用。

## 4 大城市环城公路规划应与城市发展规划联系考虑

环城公路的规模与城市的发展规划有着密切联系。环线的长度太长，建设年限增加，投资增大，投资回收期延长，效益较差，并且环路与市区的联系不够紧密。相反，环线较短，过于靠近市区，势必严重限制城市的发展。因此，合理的规模不仅能解决城市的交通拥挤问题，还能促进城市的发展。同时，由于交通规划有一定的规划期限及规划要求，近期的过境绕城线随时间推移及城市规模的扩大，将成为城市道路，重点为市内交通服务，这时应及时考虑规划和建设新的环城公路。同时也应将充分利用公路的开发功能与城市的改造相结合，为城市的发展建设多做贡献。

## 5 环城公路的技术等级

由于环城公路担负着繁重的交通任务，因此，环城公路的技术等级应有较高的标准，以适应较大交通量的需要。同时亦要因地制宜地选择各路段的建设技术标准，可根据地形、地质、

交通量的变化分成几个技术标准等级建设，以期获得较好的经济效益。高速公路具有高速、大量、连续、安全、舒适、经济等特点，所以，为世界各国广泛采用。表 2 为国外部分环城公路的情况。

国外部分环城公路的情况

表 2

	设计车速	车道数		设计车速	车道数
华盛顿高速环路	88.5km/h	6~8	法国巴黎林荫环路	60~80km/h	6
伦敦环线高速公路	120km/h	4~8	荷兰首都环路	100km/h	6

## 6 北京市过境线规划状况

北京市现有放射状国道 11 条，放射状市道 7 条，它们是北京市通往全国各地的主要通道。随着商品经济的发展，作为首都的北京，为了对外政治、经济、文化辐射功能的需要，以及其所处的地理位置，过境交通对公路网的规划必有重大影响。因此，北京市为截流、疏导过境交通规划了 3 个公路环线。

公路一环处于北京市区边缘，环长 94km，其走向大体上沿市区和郊区之间的环形地带，连结 10 个边缘集团，即北苑、酒仙桥、东坝、定福庄、垡头、南苑、丰台、石景山、清河。公路一环的主要功能是截流、疏导过境交通，维护市中心区的交通秩序。此外，它还有联系边缘集团、均衡各主要放射线交通负荷的作用。道路等级为高速公路。

公路二环处于北京远郊区平原地带的中心腹地，环长 188km，距市中心区 29km，其沿线主要联系通州、黄村(大兴)、良乡(房山)、门头沟、昌平、顺义 6 个远郊区县，这一环带是北京远郊区经济最发达区域，也是公路交通最繁忙的地段之一。公路二环一方面作为上述主要城镇间的重要联系纽带，另一方面也有疏解和均衡各主要放射线交通负荷的功能，有助于强化公路网的整体机动能力和应变能力，疏导过境交通是其重要功能之一。目前公路二环是公路晋煤外运的重要走廊，道路等级为高速公路。

公路三环是北京地区公路网中最外的一个环，靠近北京市界，距北京市中心区为 65km。公路三环沿线大部分穿过山区，不但为开发山区经济提供重要的基础条件，同时对加强公路网的整体机动性和应变能力也有一定作用，道路等级为二级公路。

这些主放射线及环路初步形成了北京市公路网系统主骨架，但尚不完善。首先，缺少快速、大容量的过境交通走廊，其次，也缺少联系各重要放射线，担负疏导和均衡路网系统负荷分布的环路。迄今只有一个通而不畅的公路二环，不能很好地发挥环路系统在整个路网中应有的功能作用。

## 7 过境线绕城而行的规划、设计，不仅适用于大城市，中小城镇也应本着这一方针进行城镇及公路规划

国道 106 线在经过北京市大兴县县城时，就存在穿越而过所带来的许多问题。首先，平交道口多，严重影响了国道主干线上的行车速度，大大降低了公路的通行能力。其次，公路两侧的城市化、商业化倾向加剧，行人往来，横穿公路，大大干扰和阻碍了行车。近年来，随着经济发展，交通量迅猛增加，年增长率大于 12%，现状路交通拥挤严重，急需改扩建。由于公路两侧住宅和商业网点多，致使征地拆迁费占了整个建设费的 19.2%，同时，为了方便地方交通，

方便行人，需新建交叉工程 32 处（包括互通式立交 4 处、分离式立交 13 处、通道 15 处）此项费用占全部建设费用的 15.57%，这两项费用就占整个建设费用的 34.77%。但由于县城规划未能考虑绕城问题，致使目前想绕城时已无路可走。

综上所述，搞好国道线环城规划，对改善城市的交通状况、促进城市的建设发展，都有着重要意义。

## 参 考 文 献

1. 《国外公路网的发展现状与动向》. 交通部科学技术情报研究所. 北京 :1991.8.
2. 《北京城市总体规划（1991—2010）》. 北京市城市规划设计研究院. 北京 :1993.
3. 《北京市公路网建设发展报告（1991—2010）》. 北京市公路局公路设计研究院. 北京 :1992.9.
4. 《国内外几个大城市过境线简介》. 交通部公路规划设计院. 北京 :1993.9.

# 四阶段法交通量预测技术 在北京市公路项目前期工作中的应用

王 进国

**摘 要** 本文就四阶段法交通量预测技术在北京市公路项目前期工作中的应用做了介绍，文中提出了几个有特点的计算方法。

**关键词** 四阶段法、预测技术、北京市、应用

四阶段法交通量预测技术是在国外发展成熟的，近十几年来随着我国公路项目可行性研究工作的不断深入、社会经济统计指标的不断完善、交通统计资料的不断丰富，这种交通量预测技术逐渐被广泛地运用于公路项目的可行性研究工作，并在高等级公路工程可行性研究中被列为必须使用的方法。

四阶段预测法工作步骤包括四个主要阶段，即：

[社会经济]→[交通量发生]→[交通量分布]→[交通量分配]

北京市的一般做法是这样的：首先进行项目所在地区的现状交通出行及社会经济的调查；然后对项目影响区进行经济分析，得到未来经济发展，并根据未来经济发展预测未来交通量增长率；再后进行未来交通出行的分布；最后在未来路网上进行交通量分配，基本涵盖了四阶段法的主要过程。下面分工作过程、主要模型、应用简介三个方面进行阐述。

## 1 工作过程

整个预测过程也是有两大块工作组成，即外业和内业。

### 1.1 外业工作

外业主要是各种调查工作，包括交通调查和社会经济调查。

#### 1.1.1 交通调查

包括有关交通方针政策及法规、交通概况、交通运输量、公路交通量、公路行车成本、道路养护大修管理、道路收费、交通事故以及为预测远景交通量提供依据的 OD 调查。

交通运输调查包括了铁路、公路、水运、航空、管道五种运输方式，可根据项目实际情况加以取舍。

交通调查最复杂的工作是机动车 OD 调查，通过该项调查，一般得到下列机动车信息，即车型、货类、额定载质量(座位)实际载质量(载客)起点、终点等六种信息。OD 调查布点要防

止漏查，又要避免重复调查，同时，交通小区的划分要跟以后的内业结合起来，要根据预测结果的具体要求，如特殊路段、大型立交的转向流量的预测来确定小区的划分精度。一般来讲，交通小区划分精度，OD 调查阶段要大于内业分析阶段。

OD 调查每点一般连续做三天，特殊情况可以增减天数，一般每天调查 12h 同时在主要道路上要做 24h 的交通量观测。

### 1.1.2 社会经济调查

包括项目影响区内的社会经济统计指标的调查、经济发展规划的调查、沿线产业布局现状及规划、沿线土地开发情况以及其他对交通影响较大的社会经济因素。

## 1.2 内业工作

以外业调查的各种数据为基础，运用各种模型和计算方法预测路段交通量主要由内业工作来完成。下面就详细讨论。

### 1.2.1 OD 调查数据的统计整理

原始数据经过计算机录入，然后用计算机软件进行初步地统计分析，得到项目影响区的原始出行矩阵以及客车平均座位、货车平均吨位、客车实载率、货车实载率等交通参数以及货物类别统计表。这些交通参数将在以后的预测模型中加以利用。

### 1.2.2 划分交通小区

交通小区的划分是根据社会经济发展程度、速度的不同和公路网结构特点而划分的，它一般是一个独立的行政区或几个经济特征相同的行政区的合并。交通小区的意义在于它代表着汽车出行的起讫点，其出行发生、集中量的多少反映了它的规模和吸引力，它与小区内的人口、面积、经济特征、产业结构等密切相关。

### 1.2.3 交通小区的合并

上面提到，交通小区的划分精度，OD 调查阶段要大于内业分析阶段，这样经过原始数据的初步统计分析，原始出行矩阵中一般都有一些小区的出行量为 0 或很小，这就需要把这些小区合并到其邻近的小区中去，以减少 OD 表的数据量，提高运算速度。

具体做法为：修改原始数据的小区号（在 Excel 中进行），得到调整后的原始数据，然后在计算机软件中再进行一次原始数据的统计分析，这样得到的出行矩阵就是交通小区布局较为合理的出行矩阵，即初始出行矩阵或初始 OD 表。

### 1.2.4 现在 OD 表的制作

利用以下公式，把初始 OD 表中的交通量换算成年平均日交通量，这样就得到了现在 OD 表，即基年 OD 表。

$$Q_{ij} = V_{ij} \cdot \alpha \cdot \gamma \cdot \beta_1 \cdot \beta_2$$

式中： $Q_{ij}$ —— $i$  区到  $j$  区的年平均日交通量；

$V_{ij}$ ——12hOD 调查， $i$  区到  $j$  区的样本交通量；

$\alpha$ ——12hOD 调查的样本扩大系数；

$$\alpha = 12\text{h 观测交通量} / V_{ij} \text{ 或 } \alpha = 1/\text{抽样率}$$

$\gamma$ ——日昼比 即全日 24h 观测交通量与白天 12h 观测交通量之比；

$\beta_1$ ——月交通量不均系数；

$$\beta_1 = \text{年平均日交通量} / \text{月平均日交通量}$$

$\beta_2$ ——周平均日交通量不均系数。

$$\beta_2 = \text{周平均日交通量} / \text{观测日交通量}$$

其中  $\beta_1, \beta_2$  可从项目直接影响区或邻近地区的连续式观测站取得， $\gamma$  的取值也可参照。

制作现在 OD 表过程中，应注意以下两个问题：

(1) 样本扩大系数和日昼比系数应分观测点、分车型，数据量大时可以编成数据文件让计算机读取。

(2) 考虑重复计算的可能性，必须加以避免。

### 1.2.5 将来 OD 表的制作

#### (1) 小区社会经济发展分析

小区社会经济发展分析一般要搜集当地和项目有关地区的社会经济发展计划和发展规划，并进行社会经济预测。就我们的实践来看，社会经济发展计划最长 5 年，发展规划一般也是 10 年，在年份的长度上不能满足需要，而且，搜集各小区的社会经济发展计划和规划资料是一件很费时费力的工作，得到的资料不翔实可靠。因此我们一般的做法是利用各小区的历史统计资料进行回归分析，来预测未来年份的经济发展。

对于上述交通小区，从理论上讲，应分别预测各交通小区的社会经济发展，测算交通增长率。但是由于各小区的历史统计资料不完善，因此，在分析各小区未来社会经济发展时，一般采用聚类分析的方法，即把历史和未来经济发展类似的交通小区合并为一个经济小区。一般来讲，经济小区在北京市的划分精度是县区一级的行政区划，这样可以保证为经济发展预测提供足够的历史数据。

预测方法一般是将经济指标同时间序列（如年份）进行回归分析，回归分析模型一般分直线型和曲线型两种，在 Excel 中即可很好地解决。

#### (2) 交通增长率的确定

首先要进行相关区域交通运输指标同经济发展之间的相关性分析，找出相关性较高的指标加以采用，交通运输指标一般有公路客、货运量以及机动车保有量等。然后利用经济发展预测的结果，就可以预测出未来交通运输指标，进而计算出未来各发展时期交通增长率。

在确定交通增长率时，应该客运、货运分开，在条件允许的情况下，应分车型预测，以提高预测结果的准确性。

对于一些特殊的小区，如八达岭旅游区，可以具体问题具体分析，采用一些特殊指标进行预测，如旅游人数等。

#### (3) 发生、集中交通量预测

根据基年 OD 表可以统计出基年各小区发生、集中交通量，然后利用下式计算各交通小区未来年份的发生、集中交通量。

$$P_i = R_i \times P_{i0}$$

$$A_i = R_i \times A_{i_0}$$

式中： $P_i$ ——第  $i$  小区发生交通量；

$P_{i_0}$ ——第  $i$  小区基年发生交通量；

$R_i$ ——第  $i$  小区交通增长率；

$A_i$ ——第  $i$  小区吸引交通量；

$A_{i_0}$ ——第  $i$  小区基年吸引交通量。

#### (4) 小区出行量的调整

上述方法没有考虑某一交通小区经济特征或用地状况发生突变时，该小区出行量的变化，比如某小区现在是农田，几年后成为经济技术开发区，或成为大型住宅小区，使未来年份的出行量发生突变，这时就要根据实际情况和以往工作经验对该小区的出行量进行定性或定量的微调，以便准确地反映未来的出行状况。

#### (5) 未来趋势型 OD 表预测

未来 OD 表的预测就是各交通小区交通量发生、集中量的分布预测，我们习惯把不含诱增交通量的 OD 表叫趋势型 OD 表，把含有诱增交通量的 OD 表叫诱增型 OD 表。

分布交通量的计算我们一般采用弗雷特 (FRATOR) 法，预测模型详见后述。

#### (6) 未来诱增型 OD 表预测

如何恰如其分又不重复地计算诱增交通量，对每个具体项目是不尽相同的，缺少公认的解决方法，我们提出基于交通吸引的重力模型，以有无高速公路为条件，定量计算诱增交通量的模型，详见后述。

上述计算均由计算机软件完成。

至此，我们完成了将来 OD 表的制作。

### 1.2.6 交通方式的分担

交通方式的分担指估计不同交通方式（铁路、公路、水运、航空、管道）在总的运输量中所承担的比例。目前，我国在这方面的工作相当落后，实际上对交通方式的选择没有深入研究。

对北京市来说，和公路运输竞争明显的只有铁路，其他运输方式要么远距太长，公路无法与之竞争，要么运量很小，对公路影响不大。针对这种情况，我们和北方交通大学交通运输学院合作，于 1997 年 8 月完成了《北京 ~ 石家庄运输通道综合交通量分析与预测》报告。该报告通过在大量基础数据上的分析研究，提出了公路、铁路对总体运输量的分担模型和未来年份公路、铁路的分担率，可以做为北京市其他类似地区的参考。

### 1.2.7 路网准备

在路网中进行交通量分配时，为区别不同路线的行驶条件，需要对路网中各要素进行详细、准确地描述。针对公路交通的特点，一般包括以下要素：起点、终点、道路长度、道路等级、是否收费。

路网包括基年路网和未来年路网两个方面，基年路网对应基年 OD，未来年路网对应各未来年 OD 未来年路网要根据该地区路网发展规划详细编制，同时又要考虑分配结果的要求，对路网进行一定的抽象处理。

最后，形成路网的计算机数据文件。

### 1.2.8 交通量分配

交通量分配是用一系列的规则或原理把 OD 矩阵分配到路网上去，从而产生一组路段流量。

交通量分配所采用的费用模型详见后述。

交通量分配的方法比较多，限于篇幅，不一一叙述。我们一般采用容量限制的分配方法，这种方法在实践中被证明是一种简单而有效的方法。由于其计算过程已经十分成熟，本文不再赘述。

## 2 主要模型

### 2.1 未来出行分布预测模型

采用费雷特 (FRATOR) 法计算未来 OD 表。其计算方法可用下面的公式表达：

$$Q_{ij}' = Q_{ij} \times F_i \times G_j \times (L_i + L_j) / 2$$

$$L_i = Q_{pi} / \sum_{j=1}^n (Q_{ij} \times G_j)$$

$$L_j = Q_{aj} / \sum_{i=1}^n (Q_{ij} \times F_i)$$

式中： $Q_{ij}'$ ——未来年份  $i$  区与  $j$  区之间的交通量；

$Q_{ij}$ ——基年  $i$  区与  $j$  区之间的交通量；

$F_i, G_j$ —— $i$  区、 $j$  区的交通增长率；

$L_i$ ——相当所有小区  $j$  对小区  $i$  具有平均吸引力的倒数；

$L_j$ ——相当所有小区  $i$  对小区  $j$  具有平均发生力的倒数；

$n$ ——交通小区数；

$Q_{pi}$ —— $i$  小区基年发生量；

$Q_{aj}$ —— $j$  小区基年吸引量。

必须反复计算，才能满足：

$$F_i = 1, G_j = 1$$

### 2.2 诱增型 OD 预测模型

诱增交通量的产生常基于以下三个原因：

(1) 由于行驶时间和距离的缩短，引起市场范围的变化，从而改变了车辆行驶的起讫点，使一部分交通（对比无本项目时）产生于新路。

(2) 由于新路特别是高速公路的建设，使项目所在区域的经济结构、产业布局发生变化，引起新的产业布局 and 开发项目。具体表现为新路建设后沿线会建立起一个沿路的经济产业带，也伴随产生了诱增交通量。

(3) 新路的建设改善了交通条件，诱发了那些原来需要出行却因交通条件制约而未能出行

的潜在交通量。当然，从另一个角度出发，也能理解为有一部分交通因交通条件的改善，出行频率变高，出行距离变长，这也是诱增交通的表现。

上述诱增交通量三个方面的表现，对于某个项目来说，也许全都产生了，也许只产生了一部分。因此，如何恰如其分又不重复地计算诱增交通量，对每个具体项目是不尽相同的，缺少公认的解决方法，我们提出基于交通吸引的重力模型，以有无高速公路为条件，定量计算诱增交通量的模型，具体计算通过下述公式解决：

$$Q_{ij}' = Q_{ij} \times (D_{ij} / D_{ij}')^{\delta}$$

式中： $Q_{ij}'$ —— $i$ 区和 $j$ 区之间的诱增型交通量；

$Q_{ij}$ —— $i$ 区和 $j$ 区之间的趋势型交通量；

$D_{ij}'$ ——有高速道路时 $i$ 区和 $j$ 区之间的行驶时间；

$D_{ij}$ ——无高速道路时 $i$ 区和 $j$ 区之间的行驶时间；

$\delta$ ——重力模型参数（可参照类似地区）。

## 2.3 费用模型

该模型用于交通量分配，它是由很多计算公式组成，限于篇幅，不再赘述。这里只做以下简述：我们把车辆行驶在公路上的各种费用当作交通流选择道路的主要因素该费用包括以下三个部分的内容：

- (1) 由行驶距离决定的营运成本；
- (2) 由行驶时间决定的时间费用；
- (3) 车辆通行费。

但是，由于存在着众所周知的原因，上述模型与实际情况存在着较大误差，按上述模型分配造成收费公路交通量偏小，尤其是收费高速公路交通量偏小，与实际情况不符，由于交通部未见有关研究成果和文件下达，调整模型的计算公式显然不太合适。通过研究我们发现，上述模型的时间费用只考虑了运输企业物质消耗成本，而对用路者由于使用新路节约时间的价值考虑不全实际上，在我国，决定驾驶员走不走收费道路的因素很多情况下不是驾驶员本人，而是乘客以及机关、机构、公司的领导、老板等，如果不考虑这些因素对交通流向的影响，显然是不能得到合乎实际的交通量预测结论。为此，我们又提出一个时间成本模型。

假设用路者从甲地到乙地出行的理想状况是不需要花费时间，那么由于实际道路的存在，用路者花费了一定量的时间，则用路者在这一定量时间内从事其他社会创造活动而创造的金钱价值即是用路者从甲地到乙地的时间成本。我们也称它为时间成本参数。

实际上，该参数反映了用路者对时间价值的看法，这种“看法”跟以下方面都有关系：

- (1) 该地区经济发展的水平；
- (2) 该路网区域的服务对象；
- (3) 该路网区域的车型构成；
- (4) 用路者的个人时间价值观念。

.....

实际上，该参数是不同区域、不同服务对象的一种地区社会经济参数，比如说在沿海发达地区和西部不发达地区，由于不同的经济发展水平，用路者对道路收费的忍耐程度肯定不同，

又如同在北京地区，首都机场高速公路和京石高速公路由于服务对象的不同，用路者对时间价值的看法也一定相差很大。

在实际计算中，可采用社会劳动生产率来反映这一参数，具体计算公式如下：

$$C_t = \frac{OLP}{260 \times 8 \times 60}$$

式中： $C_t$ ——时间成本参数（元 / min）；

OLP——地区劳动生产率（元 / 年 × 人）；

分母为平均一个人一年的劳动时间（min）。

社会劳动生产率可以从统计年鉴查得。

该参数的确定是一个错综复杂、不断发展的长期过程，同时又是理论性和实践性都很强的工作，需要我们不断地努力，才能确定出一个合乎实际的取值范围。

### 3 应用简介

上文介绍的四阶段法，曾经在京开高速公路工程可行性研究、北京市四条高速公路上市交通分析、北京市公路二环东北段工程可行性研究、京密高速公路工程可行性研究等工程项目中加以应用。实践证明，它很好地解决了北京市公路项目交通量预测的问题。