

7.1.3 供与需

即使在那些视“市场经济”为洪水猛兽的年代,国人对“供不应求”、“供过于求”和“供求平衡”等说法依然是那样的熟悉,毕竟市场是生活中少不了的伙伴。于是,当“交通需求”、“交通供应”、“平衡曲线”等正规的学名从西方涌入吾辈耳膜的时候,没有半点的迟疑和惶惑,全都听进去了。待到脑海中转了几圈之后,不由得露出理解的微笑,同时默念一声,真想不出比这更好的词了。几位反应更快的放声评论,一切都看作商品,有意思!

近 20 年过去了,我们对交通的“供”与“需”,到底理解了多少呢?

交通供应与交通需求,是交通工程学科中的一对基本矛盾,也是交通规划人员需要去理解终生的一对基本矛盾。这对矛盾彼此较量所发出的“力场”波及交通规划的全过程:从信息采集、现状评估、分析预测、方案生成、方案评价、方案决策到实施反馈。可以用一句话概括交通规划的任务:安排未来的交通供应,为未来的交通需求提供尽量优质的服务。但是,这些都只是直观的、表层的理解。实践中存在的不少问题要求我们对供与需这对矛盾内藏的、深层的实质继续作出不懈的探索。

问题之一:交通供应的内涵仅仅是道路网络,再加上个公交网络吗?

就局部而言,每当一条新建或拓宽的道路开放使用、或一个交叉口由平交改建成简易立交之后,该处交通得到改善是必然的,但该处出现新的拥挤或阻塞也是必然的,因为交通流总是往阻抗小的通路集中。就整体而言,道路的建设速度永远赶不上车辆增长的速度,就是说,供不应求的失衡是绝对的,供求平衡则是相对的。这确是一条不以人的意志为转移的客观规律。那人的主观能动性该如何调动呢?千方百计、想方设法,尽量延长从平衡到不平衡的时日,尽量缩短从不平衡到平衡的周期。建造交通设施是必需的,但不是解决交通问题的唯一途径。交通供应的内涵除了交通设施或交通网络之外,还应该包括交通过地、交通工具、交通管理、交通法规、交通安全、交通政策、交通费用、交通运营、交通环境等等凡是会影响为交通需求服务的所有方面。交通供应的广义理解,为交通规划企求供需平衡开拓了更多的思路。

问题之二:“供”与“需”这对矛盾的内涵仅仅是相互对抗吗?

供需一旦失衡(当然是指供不应求的失衡,而不是指供大于求的失衡),服务能力下降,交通频频告急,城市形象受损。举办奥运百年盛会的亚特兰大,已经以“此处不通”的劣绩载入奥运史册,为日后的奥运承办城市提供了“反面教材”。面对交通的压力,从市长到各路主管到各方专家为“减压”苦苦思索。归结下来,不外有两条出路,或者是减少交通需求,或者是增加交通供应;即或减少负荷压力,或增加承压能力。“供”老弟一味挨打,要是救兵不到,只好求“需”老兄放一码,切勿赶尽杀绝。好一幅激烈对抗的画面!然而明眼人冷静旁观,会发现这捉对厮杀的伴儿竟有着剪不断、理还乱的百般情结。它们是互相依存的。没有“供”,“需”无立足之地;没有“需”,“供”成了单相思。它们是一脉相承的。“需”源自土地使用,“供”出自交通需求。它们是彼此制约的。“供”作为需求预测的参数,“需”又是供应分析的条件。它们是双向反馈的。就像鸡生蛋、蛋生鸡那样。摸透“供”、“需”内在联系的全部脉路,才有可能准确、有效地作出何时何地减“需”或加“供”以及减多少加多少怎样减怎样加的决策。

问题之三:交通供应分析和预测与交通需求分析和预测孰重孰轻?

国内城市交通规划的众多实例都有类似的状况,都是重“需”轻“供”。有关需求的分析与预测既有居民出行又有车辆出行,做了生成又做分布再做选择还做分配,各种各样的模型、算法和软件,更有做不完的研究、写不完的论文,热闹非凡。而有关供应的分析与预测除了网络方案很少再有其他,甚为冷清,这和对交通供应的理解过于狭窄很有关系。这也是我们与发达国家交通规划水平差距的一个方面。很难简单地说明两者中谁更重要,要简单地说明也可以:“至少平分秋色”。如果交通规划中交通供应的分析与预测全部到位,其篇幅肯定会超过交通需求的分析与预测。它的框架由性能特性、影响和使用费用三部分组成,影响、费用取决于性能。性能模型有时距图解、排队论、近似流体假说、仿真方法、数学规划方法等。影响模型有用于大气质量分析的排放模型与扩散模型,用于噪声影响分析的诺模图模型、回归模型与发动机性能仿真模型。费用模型有公共交通费用模型与自备汽车费用模型。供应分析这片富饶的处女地期待着开垦者的到来。

问题之四:交通中的供需关系和商品买卖中的供需关系有哪些异同之处?

交通供需一词出于商品供需,所谓“供需平衡”的说法自然也是从商品市场里搬过来的。

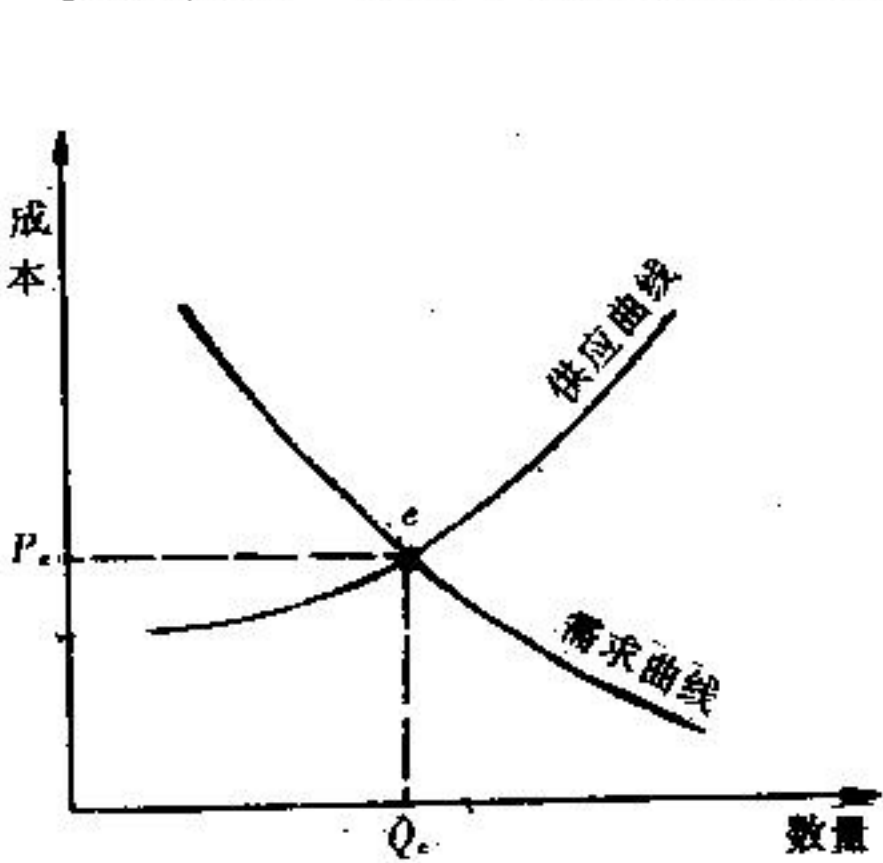


图 7-1 供求平衡点

从图 7-1 所示,需求曲线和供应曲线的交点为“平衡点”。相应于平衡点,需求的数量 Q_D 与供应的数量 Q_S 彼此相等,即 $Q_D = Q_S = Q_e$ 。两者的价格(成本)也相等,即 $P_D = P_S = P_e$ 。当供不应求时($Q_D > Q_S$),即出现不平衡,此时商品价格上涨,生产厂商因有利可图纷纷投资, Q_S 开始增多。与此同时有一部分消费者因嫌价贵放弃购买的念头,即 Q_D 会有减少。于是不平衡通过价格的调节趋向平衡。反过来说,当出现供大于求的不平衡也会通过价格下跌、厂家减产、廉价对顾客的吸引从而达到新的平衡。

可见价格因素在商品的供需平衡过程中起着关键作用。价格在很大程度上支配着供、需双方对商品生产或购买的决策。但是,交通供需从失衡到均衡的过程显然远不是一个“钱”字所能左右得了的。交通供需关系的描述也绝不是商品供需关系的描述所能完全类比的。细察交通的组成,其中还有最好要淡化其商品属性的部分,比如公共交通。推敲交通和商品的异同,有助于把握交通供需关系的实质。

7.1.4 时与空

时空观是哲学中的一个处于支配地位的基本观点,也是人们生活中时时、处处都在受其制约的基本概念。在交通工程和交通规划中更能时时、处处感觉到它的无时不有、无处不在:出行的时间分布(年分布、月分布、周分布、日分布、时分布、秒分布)和空间分布(路段分布、路口分布、车道分布、转向分布、OD 分布即起讫点分布)特征;近期、中期和远期的交通规划;市中心、区中心、市区、郊区交通设施的不同规模与不同的服务水平;不同时段与不同地点的交通管理措施;静态、定时和动态、实时的交通信号控制;不同地域范围内的土地价值……。

粗粗看来,时间和空间并不是一一对应的关系。交通规划中大量的问题表现为同一时

间内对不同空间的处理或是同一空间里对不同时间的考虑。但是时间和空间的紧密匹配绝难分割。没有空间的时间和没有时间的空间都是不存在的。时间的利用在空间上得到体现,空间的价值在时间中得到显示。例如,由于作了出行率不随时间延伸而改变的假设,模拟现状的交通生成模型才能预测未来空间的出行发生量和出行吸引力;也正是由于这个假设的不合“时”宜,预测模型才会有不改也得改的处境。

交通中涉及的时间与空间又是可以转化的。在高速公路投入运营之后,交通阻抗由空间度量单位转化成时间度量单位。继而,城市内部由于有了快速道路行程时间大大缩短,于是地理空间越来越“小”的感受成了交通越来越发达的标志。这是指长距离转化成短时间的效果。一旦出现短距离转化成长时间的情况,即意味着交通的延误和拥塞。同样长短的时间延误在不同国家或不同城市受到的待遇可能截然不同:此地是习以为常、司空见惯、“随它去罢!”彼地却激起众怒,群起攻之,“非改不可!”——这是时空观的另一种表现形式。

7.1.5 行与停

活动与睡眠是人生存中的两种最基本的形态,相互交替,彼此衔接。行与停,则是车以及所有交通工具使用中的两种最基本的形态,非此即彼,再无其他。和睡眠不好必精神不济、活动不谐会引发失眠一样,行车与停车也是环环紧扣,以至其结果只能是两者之中择其一:不是良性循环,就是恶性循环。

除了停放场地的“停”,还有必要提一提运行状态中的“停”,诸如公交车辆的站台停靠和出租汽车的上下客停车。和前一类“停”相比,此类“停”另有自己的特点:停车时间短、停放面积小、停靠地点有固定的也有不固定的,对行车的影响更受乘客因素的制约并且更为直接频繁。常见的客运规划中,公交过境站台的选址份量虽不及枢纽(终点)站那样重,但毕竟还是必有的内容;而考虑出租汽车的营业站点已属不多,至于安排出租汽车路抛站点则更少。随着近年来出租汽车交通的迅猛发展,不论是从车辆行驶的角度,还是从车辆停放的角度,都应对出租汽车给予更多的重视。

社会停车场、库以及路上停车场地的规划不当会对交通流的流动导致显著影响,轻则流而不畅,重则不流不动。造成效果与动机适得其反,为求交通的畅通反而加重了交通的恶化。因此静态交通的治理还得有动态交通的思路——休息是为了更好地工作。

7.1.6 简与繁

交通规划看来有向“简”发展的趋势。要讲清这个道理却不那么简单。常言道,有话则长,无话则短,也就是该简则简、该繁则繁的意思。

大家都知道,城市交通规划涉及的面说多广有多广,扯出的线说多杂有多杂。提交的成果要是从该城市的整部发展史谈起(不是不可以),上至天文,下至地理;前有近况,后有远景;左顾国内,右及国际。经济方面要提产业、产值,人口方面要说出生、死亡,文化方面要论名人、名胜,功能方面要述“硬件”、“软件”。数据、图表一大堆,才能显示研究之全面、分析之深透。这还只是背景资料,进入正文更是使出浑身解数,为突出定量的特色就罗列数十个公式,为显示规划的水平非推出厚厚几大本不可,这种交通规划中的“八股”模式和应付鉴定申报评奖有关。一味在包装上争高低的风气严重干扰了在质量上比优劣的初衷。

更重要的是,有些交通规划是非“简”不可的,此时的“繁”不仅显得臃肿累赘,而且败事

有余。在国外财团的投资取决于能不能及早看到点明要旨的交通分析成果的时候,你却非要按步就班、面面俱到,虽加班加点还是贻误时机,眼看到手的鸭子又飞掉。明明是物力、财力有限,情况并不复杂的中等城市,你却要搬用大城市的一套做法,兴师动众,年旷日久,弄得人家精疲力尽,等着结果到手才发觉能用得上的只是个“零头”。至于用做项目详细规划的方法去做战略性的轮廓性的规划,才真是“好心得不到好报”。即使是详细规划,也不是无“简”可做,例如交通量预测何必要算到几万几千几百几十几? 求出这么个精确度,既无需要也无可能(当然,在路口信号控制设计中又当别论)。总之,简与繁绝不是检验水平高低的尺度。

7.1.7 性与量

交通规划编制的依据和方法必须是定性与定量相结合,这一点似已再无异议。而在实际工作中,怎样“相结合”,却又因人而异了。熟悉定性的自然是对八九不离十的分析情有独钟,擅长定量的就在数据的海洋里飘哉优哉。表面上看这是业务专长的反映,实质上仍是怕挑重担的流露。仅此而已无碍大局。取彼之长,补己之短;或者各尽其能、各司其职,总之,一加一应该等于二。可虑的是某些互斥现象,如彼此宣称对方只会“拍脑袋”、只会玩“数字游戏”等,就是合作共事的大忌了。看来澄清一些误导,提倡一些做法很有必要,否则一加一只能等于零。

有一种实为不妥的说法,认为我们交通规划中的量化模式是从 70 年代末引进美国的预测模型时才开始的。那么,60 年代、50 年代以至建国之前的交通规划都成了单靠定性的产物了? 显然这不符合历史。“量”的概念、“量”的描述,从我国第一代交通规划揭开第一页开始就与之结下不解之缘,这是不以技术人员的好恶而取舍的客观规律。老一辈还有一条如今不少小字辈不易做到的规矩:从调查、运算到著文、制图,亲身参与,亲自动手,一档不缺,集定性和定量于一身。而 80 年代以后的“定量”所不同的是运算的工具、呈现的形态、地位的提高和作用的增强。

较为准确的说法可否是,自 80 年代以来我国交通运输规划的定量分析已告别低级阶段而跨入了高级阶段,它的突出标志是电子计算机的普及使用。“电算”以其数据储存量、运算速度、仿真模拟能力、图像显示水平等把“手算”甩到了天边。熟悉计算机技术的一代新人在交通战线上迅速成长,他们包下了老一辈工程师原先要做的定量工作的全部,从而让后者把全部时间和精力用在计算结果的定性评估和把关上。渐渐地形成了不成文的分工规定:计算找青年,分析找老头。这样的“就位”导致了不应有的“错位”——计算者的手艺越来越精,脑子越来越钝。青年技术人员能否冒尖,分界线就在这里:主动学习分析本领的成了新一代的骨干,懒于思考的成了只会重复劳动的“计算工具”。

我们提倡的定性分析与定量分析相结合,一是指分析工作的本身具有定性和定量两种形态;二是指交通规划的全部成果是定性分析与定量分析综合而成的产物;三是指就每一位技术人员而言应练就定性分析和定量分析两套功夫。

应该说明的是,定性分析不全是拍脑袋,当然含有拍脑袋的成分,有时还非“拍”不可,关键看谁来“拍”,怎样“拍”。定量分析更不能和数字游戏划等号,但久谙此道的人心里明白,有时确也非“游”不可,重要的是必须遵循一定的“游戏规则”。

7.1.8 管与理

别以为规划和管理是两码事,关系可密切着哩。管理是规划实施的必经之路,管理本身也有规划的任务。本书第12章将就此专题论述,这里先剖析“管”与“理”的属性。

“管”是手段,“理”是前提。按运作顺序是先理后管,“管”是通过“理”来实现的。不知道在语言史上发生过什么事情,把本应称为“理管”叫成了“管理”,时久日长,这身再也翻不过来了。试想想,如果对交通领域内方方面面的关系网不先“理”清、“理”顺,怎么可能去“管”好?以己昏昏,使人昭昭。未管理好就要管,那怕是管得再猛、管得再狠,恐怕也只能是隔靴搔痒——这还算好的,有时会事与愿违,越管越糟。曾听到有位同行作过生动形象的比喻。大意是现在的交通管理,总体上就是个“水多了加面,面多了加水”的水平——这还算好的,有时甚至还会闹出“水多了加水,面多了加面”的笑话。

7.1.9 分与合

交通流的分与合是其基本特性之一。“合不久必分,分不久必合”,如此便有交通的规划和管理。在考虑交通分流(机非分流、客货分流、快慢分流、人车分流)的时候,没有人会忘记居民出行与车辆出行的总量。在交通分析中开口必谈路口和路段的饱和度及其服务水平的时候,人们已深切感受到有探究路网整体饱和度及其服务水平的必要。在制定总体性、战略性的目标与措施的时候,不能不研究局部性、策略性的目标与措施。在面对着含有(数百个 $\times$ 数百个)构成元素的起讫点出行矩阵的时候,就会想到必须绘制由众多小区合并而成的中区或大区的期望线图。在交通调查前划分交通区的时候,难免要对划区数目多与少、大与小、分与合、利与弊费尽心思、反复比较。课题有分课题,模型有子模型,都是为了更有效地实现框架设计的意图。阶段与环节,目标与任务都可以层层分解,化整为零为的是化零为整。

近年来国内的城市公交企业为求生存纷纷在“三制”(体制、机制、票制)改革中找措施、寻出路。将“大”分“小”几乎是一致采用的改革举措。目的是解除原计划经济模式下生成的束缚,创造各方竞争、社会办公交的条件。无疑,这是件好事。公交企业外部的“社会办公交”也好,企业内部的“八仙过海”也好,都是打破国有专营、独家垄断的传统模式,进而转向国有与民有并存、多家竞争模式的积极尝试。这个“弯”转好了,能取得分而治之的正效应;转不好就会产生分而乱之的负效应。例如,“分”出来的专线车为了完成承包指标“专”跑黄金地段和黄金时段;原有的线路班车被挤到非高峰路段与非高峰时段,也是为了完成承包就用拉大发车间距的办法。结果一方面乘客在车站上急不可耐,一方面闲置路旁的空车成串成堆。又例如,社会办公交在一定程度上增加了乘客受服务的机会,但社会公交车辆的引入如果是以减少公交车次为代价显然不会受到公众的欢迎。所以,只合不分、完全管死理应彻底割弃;只分不合、放任自流却无异于一种慢性“自杀”,公交改革将以走进死胡同而告终。这里的“合”指的是对操作规范性和竞争公平性的宏观调控。

分析与综合,分散与集合,分权与合权,分兵与合击。掌握好“分”与“合”的“度”,与其说是一门技术,不如说是一门艺术。

7.1.10 交与通

综观世界各国文字中“交通”这个词,再也找不出第二种语言能像汉语“交通”那样形神

兼备地点明交通的焦点。交通交通,交、通则通;交而不通,就无交通。瞧,“交通”这个词构筑得多么奇妙!就这么简单的两个字,形象、准确地道出城市交通的症结在于交叉点,只要确保主要交叉点的通畅,城市交通基本上就不会有大问题。推而论之,客、货枢纽的布局与规模也是至关重要,因为它们同样是一种交叉点,但其功能与设计远较道路交叉点更为丰富和复杂。广而论之,每个城市也可看作是一个“交叉点”,各种运输方式、各个往返方向的交通流在城市里集散,在城市里进出,在城市这个“点”交叉。纵贯南北、横连东西的客流与货流如在某个城市受到滞阻,这个城市的发展必败无疑。

我们可以把思路再放大些,姑且称做“宏”而论之吧。在交通这个领域内有着规划部门与其他有关部门的交往,有着技术、经济、文化、环境的交汇,有着自然科学和社会科学的交融,交而不往、交而不汇、交而不融,就不会有交通的通畅。

7.2 龙头、蛇尾及其他

知彼知己,百战不殆。衡量指挥官水平的高低也许主要不在日夜关注的“知彼”,而是在于自以为已经不成问题的“知己”上。不少著名运动员在马失前蹄、功亏一篑时发出的感叹可谓异口同声:比战胜对方更难的是战胜自己。在我们回顾以往温故知新之际,务必要对自身有一番清醒的认识。

7.2.1 挑战,来自各方

规划,历来被冠以“龙头”的美誉。城市规划应是城市建设的龙头,交通规划应是交通建设的龙头。但实际上又是怎样呢?挑战来自四面八方,咄咄逼人,频频告急。

7.2.1.1 不受主观支配的急剧发展

城市交通孕育于城市经济的母胎。自我国实行改革开放以来,特别是确立向社会主义市场经济机制过渡的决策以后,生产力从生产关系的束缚、禁锢中挣脱,冲击的进程越来越快、越来越猛,这种似脱缰马、如决堤水的势头震撼全球,席卷中华。城市面貌的日新月异便是城市经济蓬勃向上的见证。雨后春笋般的高层、多层,星罗密布的建筑工地,竞相攀比的商场、超市,一浪高一浪的打工怒潮,……“源”在急增,“流”在猛涨,虽出意料之外,却属情理之中。于是这个世界连认识都来不及,谈何改造。诚然有“时势造英雄”一说,要造就为“乱云飞渡仍从容”的英雄,标准是能不能登上有无无限风光的险峰。做到“从容”已不易,要能拿出办法,更难。

7.2.1.2 落后于实践的规划理论与方法

理论应超前于实践,方能指导实践。但现阶段国内交通规划的理论大体上只是国外有关理论的翻版,不可能超前于国内的实践,称其落后于国内的实践似乎并不为过。土地使用和交通运输的双向反馈;高楼林立、商场竞建的正负效应;什么是中国式的现代化城市、现代化交通的标志;中国城市交通众多矛盾的焦点和突破口在那里;势如潮涌的自行车交通何去何从;方兴未艾的轨道交通本身该走怎样的“轨道”;人口上的超级大国怎样安排人行交通;交通预测怎样提高可信程度;……实践中一连串的问号和一大堆的困惑,在迫切地期待、竭力地呼唤中国式的交通规划理论。至于规划的方法,通俗地说:“日子还过得下去”,然而和“龙头”的身价相比就有失“大家风范”。缺乏完整性,“预测+方案=交通规划”的模式比比

皆是;缺乏统一性,信息难以共享、成果难以推广;缺乏国际性,与国际通用的“规划、设计、管理一体化”的惯例无法匹配。

7.2.1.3 “信不信由你”的交通预测

前已述及,预测值与实际值接近的机率过低,差额则过大,不仅砸了交通预测的牌子,还殃及交通模型和交通规划。经查皆有实据,事出自然有因。我们的预测、建模和规划面对剧变苦无对策,面对质询疲于应付,天不逢时,地不尽利,人不求和,三者尽失。所幸交通规划沾了城市规划的光,已经占据“不要也得要”的位置;交通预测又沾了交通规划的光,也是“不要也得要”。评的人问疲了,爱信不信;做的人答疲了,信不信由你。可信度既然掉了价,“灵活性”就此涨了价:有时为了迎合委托方的意图,预测数据竟然成了伸缩自如的弹簧。

7.2.1.4 带有问号的“决策科学化与民主化”

规划中最重要的成果在于提出科学的可行的决策。但这个成果并不是从规划人员手中得到的,而是从决策人员那里得到的。即通常所说,生成方案与评价方案的权利、义务和责任由规划人员享用、履行和承担,而方案的取舍选择和决策拍板,这个权利是领导们独享的,这个义务其他人想尽也尽不到,这个责任嘛,就要看头头的素质了。如此状况,国内和海外倒无甚差别。差别在于对决策科学化、民主化的理解和贯彻。关于领导和专家如何为规划尽职下一节就要讨论,这里笔者只是挑明问题的后果,要不然因决策失误而使交通规划身价陡跌、声誉扫地,规划部门成了吃黄连的哑子,何其苦也。

7.2.1.5 急需调控的“宏观调控”

交通规划具有极高的灵敏度。从经济基础到上层建筑的几乎每一桩改革开放的重大举措,无一不在交通规划的编制和实施上得到反映。其中的弊和失,由于暂时无暇顾及,已经造成明显的负面影响。权力下放,分级管理,基层的积极性和潜力得到调动与释放;与此同时,令出多门,占山为王,大将在外君命有所不受,于是规划的整体性受到极大冲击。土地批租,筑巢引鸟,拖累数十载、老大难的旧城改造柳暗花明又一村;与此同时,唯钱是从,委屈求全,决策权或多或少、或明或暗地转入外商手中,于是规划的权威性受到极大撼动。面对交通规划乃至城市规划趋向失控的种种危象,中央部委和地方政府均已开始重视,近年来陆续颁布了一些有针对性的方针与措施。

7.2.1.6 照镜子的猪八戒

除了这些“雪上加霜”以外,还有来自兄弟单位有意无意的“落井下石”(言重了,就算是“语重心长”吧)。交通规划为城市发展安装了前进的轨道和车轮,轨道难免要占据良田,车轮也许会碾坏道面。局部利益和总体利益的冲突与协调都是不容回避的。美国在80年代推出的“磋商决策模式”,就是应此“运”而生的办法(见[实例18])。其特点是:①既重视全体参与机构共同的目标,也重视每个参与机构各自的目标;②协调各个机构的成员如何去实现求同存异中的首要目标。其实这样的做法在我们这里早该“应运而生”了。市政部门的先斩后奏,管理部门的实权在握,商业部门的财星高照……,规划部门就只有当出气筒和替罪羊的份儿,这样的局面难道还能让它继续下去吗?交通建设是一个整体,各个分支缺一不可,而规划的龙头作用是非有不可的。规划到位了,未来的交通就是孕育在强壮母体中的胎儿。规划如果不幸成了“蛇尾”,别看眼前热闹非凡,终究只是过眼云烟。另外,咱们还有个通病,门户之见可谓深矣,导致共同的事业无端受损有目共睹。悲乎?蠢乎?

7.2.2 领导与专家

提到“龙”，实在是太多了。龙的传人，龙的故乡。在我国，最权威的龙头是中国共产党。中国正朝着下一世纪的宏伟目标迈进，龙头是上海（什么含义不言自明，万勿误解！）。城市的发展和建设，龙头是城市规划。城市交通的统筹安排，龙头是交通规划。……对一个城市而言，龙头无疑是这个城市的领导班子，或者叫司令部；那么各行各业的专家当然就是参谋部的成员了。很清楚，城市交通规划的路怎样走下去，换句话说，这场持久战该怎样打下去，司令部和参谋部都要有成竹在胸才行。

司令部是管决策的，什么时候（战机）、什么地点（战场）该打运动战、何时何地该打歼灭战，都要由司令部决定。运动战，只求击溃敌人，挫敌锐气，以扬我威，这种胜利是局部性的，就是我们通常所说的“治标”。歼灭战则是务求铁壁包围，彻底全歼，大幅度地改变敌我力量对比，显然这种胜利才能对全局起决定作用，这就是“治本”。治标也要，治本也要，不论治标还是治本，都应眼观全局、胸怀全局、立足全局。参谋部的职责就是自己先做到把握全局，然后把这个全局对决策者讲明讲透，方方面面、粗于细节，都要交代得一清二楚。理解首长的意图当然也很重要，但知无不言、言无不透更重要。如果因谎报军情付出惨重代价是要上军事法庭的。

我们的市长们、区长们看来要给予交通规划更多的理解和支持。上头一句话远比下面几十张图纸更有效，这是普遍现象。领导自有领导的考虑，大家都懂。由不同的视角才会得到立体的映象，领导和专家各自履行自己的权和责任，事情就能办得更好。现在的问题是，领导越权多了些，对专家的职责干预多了些，对专家的建议“引导”多了些。

7.2.3 树权威靠自己

有时和朋友聊起这个题目，听到关于制定《交通规划法》的设想，显然是得自《城市规划法》的启示，以为这是树交通规划之权威的依靠。笔者当时就表示此计无用，理由为君不见贯彻、实施《城市规划法》短短数年历程中如此众多的有法不依和违法不究吗？后再抚额深思，方觉自己一孔之见失之偏颇。有法总比无法好。不少死结和难点看来也非得动用法制、法规、法令等方能解开与攻克。例如车辆停放，有了泊位的配置标准，还是各有对策；要是连标准也没有更要不得了。例如土地批租和土地开发，应早日制定有关交通评估的法规，以避免出现不可收拾的局面。例如交通规划和交通管理如能从法令上明确必须同步，一些木已成舟的无用追悔和生米已成熟饭的无奈遗憾定会消声匿迹。但是仅仅靠立法，权威仍是树不起来的。通俗地说，这有压服之嫌。树权威，最重要、最有效的是靠自己。

靠自身的业绩，发达国家和地区的城市交通规划已经牢牢地占据着其不可取代的地位，靠的就是它以往和现在所发挥的举足轻重的作用。1976年香港第一次综合交通规划的成功理所当然地为1986年的第二次综合交通规划提供了强大的推动力。以成败论英雄固不足取，然而成功毕竟是我们的追求。成功的业绩来自坚定的信念和不懈的实干。

靠自身的变革。规划是对未来的安排，不变的未来是绝对没有的；模型是对现状的模拟，不变的现状也是极少遇到的。既然要跨越的河流变化不定，架桥与渡舟怎能一成不变？墨守成规、停滞不前的结果只能是衰竭和倒退，因势利导、变革图新的收获必然是壮大和奋进。毋庸多说，变革也有盲目、清醒之分，贪名、求实之分和失控、有控之分。

靠自身的充实。单凭口号和愿望是攀登不了险峰的。中国女排走出八年的低谷,重返世界强队之列,持续不断的充实自己终于得到回报。全方位的汲取营养、更新知识,多层次的经验交流、成果推广;自己学、集体学、互相学,务求建成一支技术全面的专业队伍。

靠自身的宣传。自吹自擂不一定是坏事,只要有实绩作后盾。向领导宣传,向“友军”宣传,向公众宣传。用嘴、用笔、用国内外成功的实例、最有力的是用自己的业绩,讲明交通规划的份量、艰辛和苦衷,以求得自内向外的共识,觅得自外向内的支持,获得自下而上的推动,争得自上而下的落实。

7.2.4 路,是人走出来的

我们的前人留下了众多形状各异、深浅有别的足迹,它们遍及五大洲,绵延了大半个世纪。这些连绵相继的足迹构筑成的崎岖路、显现出的曲折路,虽无声但有形地昭示后人:路,是人走出来的。

我们的任务是,继续走下去。沿着前人留下的标记,遵循事物固有的规律,摸准时代的脉搏,顺应历史的潮流,继续走下去。

我们的脚下将要走出来的是一条怎样的路呢?

本章要点

(1) 司机要知路在何方,不是查地图就是找指路标志。闪现在变与革、源与流、供与需、时与空、行与停、简与繁、性与量、管与理、分与合、交与通等诸多双面刀刃上的两点论就是交通规划的“地图”和“指路标志”。

(2) 有了这一丛丛的双面刀刃(其实还不止这些,比如近与远、内与外、枝与干、大与小、主与客、形与神、核与壳、人与物……),问题不一定能全都迎刃而解,就像有了地图和指路标志并不意味着已经到达目的地。

(3) 路在脚下,举步维艰。先要自问,位置有没有搞错(这句话广东人能看懂)。成蛇尾,易如反掌,劲一松就是。当龙头,理直气壮,无需谦让。树权威,靠领导扶,靠众人帮,归根结底靠自己。不要做扶不起的刘阿斗,不要自己砸自己的牌子。

(4) 路在脚下,只待举步。书在手前,只请续阅。

知 新 篇

第 8 章 寻根探源

只有经过长时间完成其发展的艰苦工作,并长期埋头于其中的任务方可望有所成就。

——黑格尔

千淘万漉虽辛苦,吹尽狂沙始得金。

——刘禹锡

8.1 土地使用规划

第 7 章第 7.1 节中已就土地使用和交通需求的“源”、“流”关系作了论述。本章要进一步寻根探源,在土地使用规划和土地使用与交通的相互影响两个方面予以展开。

我国的土地使用规划究竟处于怎样的水平,笔者了解甚少,不可妄加评论。就其层次而言,国土范围、区域范围、城市范围和城区范围的土地使用规划显然分别具有不同的目的、任务与方法。按本书题中之义,后两者是深入讨论的对象;对此,笔者可以有把握地说:与发达国家差距甚大。至今为止,几乎还没有形成行之有据且有效的、特别是体现“源”、“流”关系的土地使用预测模型。

8.1.1 国货和洋货

8.1.1.1 国内实例

先看一些国内城市土地使用规划的例子。

[实例 29] 上海市土地使用规划简述^[128]

(1) 土地使用功能

在原有土地使用规划的基础上,着重从三方面调整和完善土地使用的功能:浦东新区土地的综合开发、城市中心区的土地重划和地下空间的综合利用。

浦江东岸的浦东新区将成为集现代化中央商务区、自由贸易区、经济技术开发区、出口工业加工区、高技术园区以及现代海港、空港、铁路交通枢纽于一体的现代化城区。土地使用规划的重点是增强城市综合功能,提高城市整体素质。

上海市中心城人口在 1990 年已达 706 万人,超过了原规划到 2000 年为 650 万人的规模。中心城用地原规划 300km² 也将突破。为此必须调整城市的人口规模与分布以及土地使用的功能,特别是在城市的中心区,要外迁高污染、高能耗、高水耗、高运量的生产性工业;

重点发展商业、服务、贸易、办公、文化娱乐等功能;增强城市绿地及改善基础设施,扩大中心区内黄浦江的生活岸线。

针对上海寸土是金的特点,大力开发多层次(地下线层、中层和深层)、多功能(地下铁道、人防工程、地下车库、地下管廊、地下商业网点等)的地下空间。

(2) 土地使用结构

上海的城市布局结构应在原有规划的基础上,进一步向多层次、多轴、多核的方向发展。

其重点发展轴分别为:由市中心地区沿黄浦江向长江口南岸和杭州湾北岸的“两翼”展开,向北也延伸至崇明岛。

上海的城镇体系分为主城、辅城、县城及集镇四个层次。加强辅城和县城等地的城市建设,使其具有相对独立的、作为城市组团的综合功能,形成“多心开敞式”的城市结构。

(3) 土地使用布局

调整后的市区布局由内环圈(内环线以内地区)、外环圈(内、外环线之间地区)与近郊圈(外环线以外地区)组成,总体上构成一个旧区、四个新区(浦东新区、宝山区、闵行区、嘉定区)即主城与辅城的组合城市模式。

(4) 土地使用开发强度

全市的土地使用开发强度分成十级,各级强度的用地范围内,确定居住用地、公建用地、工业用地、道路用地、绿化用地及其他用地等六类用地的分配比例;同时再确定居住建筑、商业建筑、办公建筑、工业建筑、商住综合楼等建筑物的开发强度指标。进而制定各个层次的土地使用平衡表。

(5) 交通规划所需的土地使用规划资料

人口——人口总量、人口结构(就业构成)、人口分布、流动人口状况;

工作岗位——就业人口总量、职业划分、就业人口的土地使用类型、工作岗位的地区分布、就业者的居住分布,各大区的居住就业人数和工作岗位平衡表;

经济发展与产业结构预测;

人口总量与人口分布预测;

就业人口总量与按土地使用分类的工作岗位预测,以及工作岗位的地区分布预测(见彩页图 8-1)。

(这部分工作大多已不是土地使用规划的编制人员所做的了。)

[实例 30] 常州市土地使用规划简述

(本节引自常州市城市综合交通规划办公室的研究报告。)

(1) 城市规划区范围及城市总体功能分区

规划区由市域行政区、常武地区和常州市区三个层次组成。市域城镇体系由中心城市、中小城市、中心城镇及乡镇四个层次组成。

中心城市的结构形态由原先规划的“一城四翼”调整为“一城四区”,即以主城区为核心,由城东别墅堰区、城南武进县城区、城北新技术开发区和江边滨江新区形成组团式布局结构。主城区分为以商贸、金融、信息、邮电通讯、行政管理等第三产业为主体的核心区和以生活居住为主体的核心外围区。城东区是以机电重工业为主,生产、生活、商贸、文教等配套的综合区。城北新区是体现常州市由北发展战略的起步区。滨江新区是实施“以港兴市”战略的重点发展区。

(2) 土地使用布局

包括居住用地、工业用地、仓储用地、农田用地、三产用地、科技与文化用地、医疗卫生用地、教育用地、体育用地以及交通用地。

(3) 主城区人口、岗位总数预测

全市人口总数根据城市总体规划确定,至 2000 年、2010 年主城区人口分别为 91 万、102 万。

岗位总数因就业率提高而增加,预测至 2000 年、2010 年岗位占总人口的 59% 和 64%;商业总数因第三产业比重提高而增加,预测至 2000 年、2010 年商业岗位占总人口比例由 4% 提高至 7% 和 12.6%;师生岗位总数因升学率提高、九年义务教育制普及而增加,预测至 2000 年、2010 年师生比例由现状 16% 提高至 18% 和 20%。

(4) 组团人口、岗位数预测

常州市规划组团位置示意图 8-2。组团人口根据总体规划确定;工作岗位、商业岗位根据组团用地规划建设项目建设比较确定;师生岗位根据就近入学原则在每个组团平衡。

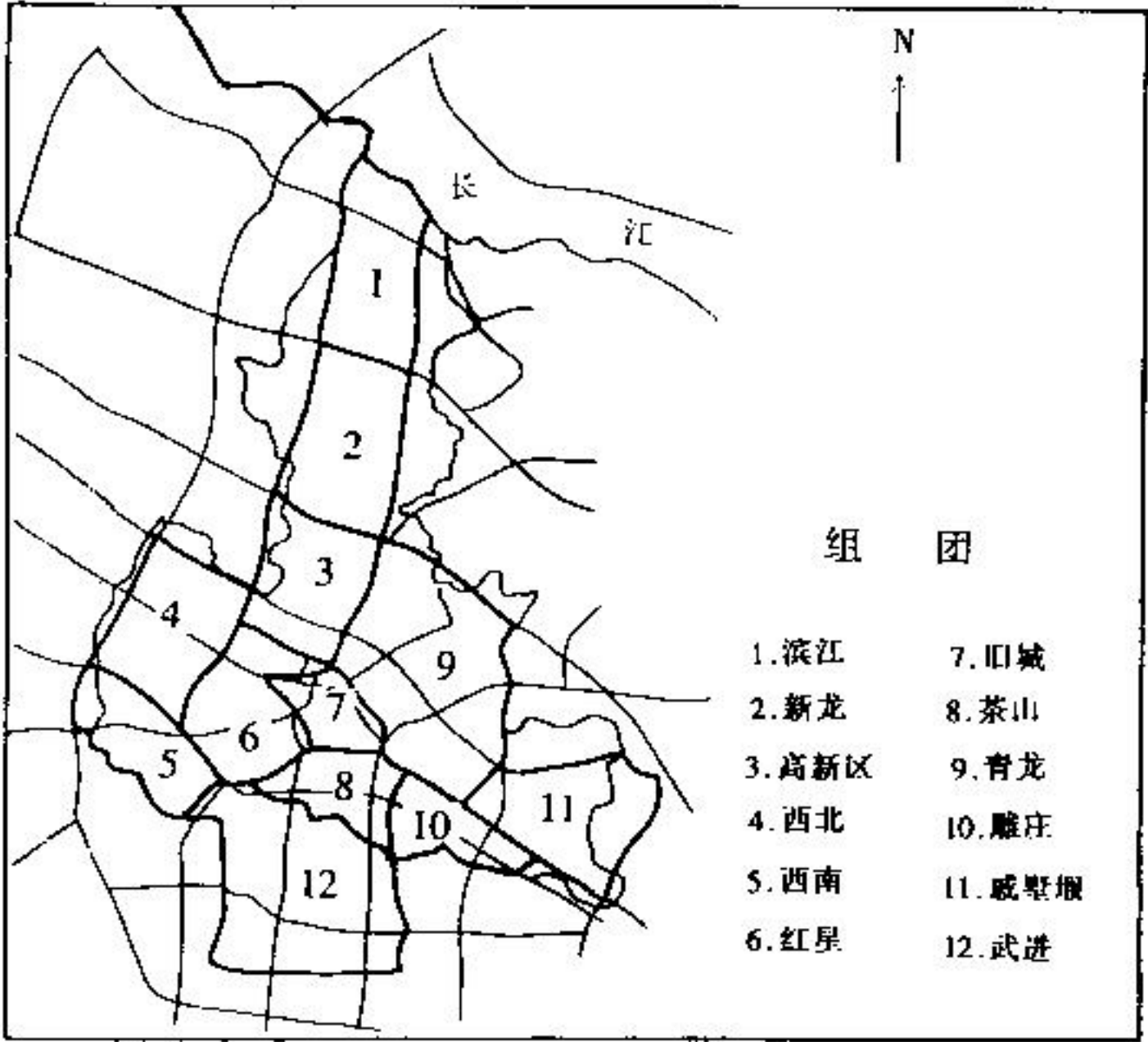


图 8-2 常州市规划组团位置示意图

(5) 交通小区人口、岗位分布预测

交通小区人口、岗位总数预测以组团数值为依据进行总体平衡。2010 年人口、岗位数根据相关用地和相应指标确定并通过定性分析进行调整。2000 年人口、岗位位数主要根据建设项目、城市开发程度确定。

〔实例 31〕 汕头市土地使用规划简述

(本节引自中国城市规划设计研究院城市交通研究所的研究报告。)

(1) 至 2000 年汕头市土地开发的片区主要有:

①围绕新火车客站、龙湖区的东部,火车客站附近的土地开发是近期建设的重点,现在东部的“五路五桥”工程已经动工,至2000年这个区域的路网和用地开发将基本完成。

②规划未来的新市中心区11和12街区,目前已进入建设期,近期将初具规模。

③岐山中部沿潮汕路的北轴工业区和居住区,下蓬片的龙厦新村和高新技术开发区建设目前已形成一定的规模,近期内完成土地开发。

④围绕觉石大桥的建设,老城区的改造也将是近期城市建设的一个重点。

⑤4000亩片区的安居工程有外资介入,近期用地开发也会形成相当规模。

⑥特区广澳片和保税区,由于深-汕汽车专用路和妈屿海湾大桥通车,土地开发会有一大的飞跃。

⑦南区在新的规划下,依托觉石大桥、妈屿海湾大桥与北岸的联系,利用其布局和环境优势,近期也会形成一定的规模。

从市区土地开发和出让的情况来看,北岸除部分重点地区外,属于全方位、低密度的开发。近期土地开发的重点仍在市区北岸,南岸由于城市基础设施和南北交通条件的限制,开发程度会受到限制。

根据历年汕头市城市开发竣工面积,估计至2000年城市土地开发能力为2500万平方米。

(2) 2010年土地利用发展

2000年以后市区和城市对外的交通环境都有了较大的改观,城市经济步入高速发展轨道。根据经济发展的水平和城市交通条件的改善,汽车家庭化进程开始,城市居民对居住和就业的选择范围将更大,居住的“郊区化”倾向更加明显。这对城市外围的土地开发将形成强有力的刺激。促进土地开发的力度和广度加大,居住区的开发逐步由近期的高密度向注重居住环境的中、低密度发展,土地开发形成中部密度较高,外围密度较低的格局。

①南区作为汕头市跨世纪发展的基点,远期的土地开发,会因为近期基础设施的高投入,以及南北岸跨海交通矛盾的逐步解决,进入高速发展时期。

②北岸随着汕-揭-梅高速公路和外环路的形成,牛田洋和环路内是开发的重点。

③老城区的全面改造也是远期城市开发的主要内容之一。

④由于近期城市的高密度开发,远期城市的开发用地与总体规划相比还有一定的差距,但开发的密度高于总体规划的标准。

⑤2000—2010年城市土地开发能力估计约为7000万平方米。

由上述三个实例,可以归纳出“国货”的特征:

①着眼城市的发展目标,注意城市的自身特点,主要从定性的角度编制包括功能、结构、布局、强度(规模)等内容的土地使用规划;

②无一例外的皆由城市规划部门负责编制土地使用规划的工作,基本上很少吸收交通工程专家在土地使用规划阶段即开始强化土地使用与交通规划的内在联系,致使交通规划缺少“对口”的详细信息;

③交通规划与土地使用规划不仅没有同步,而且两者的编制部门和人员大都是两套班子,成果较难协调,甚至时有意见相左、争执不下的情况发生。

8.1.1.2 国外的预测模型

那么“洋货”又是怎样的呢？它们最大的特点就是：紧扣土地使用和交通需求的“源”、“流”关系。这在有关的土地使用预测模型中得到充分的体现。

1) Lowry 类模型^{[4][73]}

从 60 年代初期到 70 年代末期的近 20 年中,Lowry 提出的土地使用预测模型得到了显著改进,形成“Lowry 类模型”。

(1) 基本思路

在介绍 Lowry 模型的基本思路之前,先请读者要看懂一个应用 Lowry 模型的算例:表 8-1 和表 8-2 提供了有关参数,怎样求得各个小区未来的居住人口与工作岗位的配置数?

表 8-1 各区参数值

参 数 名	符号	区 号			
		1	2	3	4
基本岗位数	E_d^b	100	150	0	0
居住机会数	H_0	400	0	600	1000
被抚养人口数(居民/每职工)	μ	2.5	2.5	2.5	2.5
服务职工数(服务职工/职工)	v	0.2	0.2	0.2	0.2
(千平方米)	F_d	0	2	0	1

表 8-2 区间行程时间 t_{do}

到 达 d 始发 o	1	2	3	4
1	2	8	6	7
2	8	3	4	7
3	6	4	3	4
4	7	7	4	3

由基本工作岗位到居住区的职工期望分布值 T_{do} 由下式算出,得表 8-3:

$$T_{do} = E_d \frac{H_0/t_{do}}{\sum_0 H_0/t_{do}} \tag{8-1}$$

表 8-3 中的元素含义为各区居民中的职工数。纵列之和即为各区居民中的职工总数 E_r , 乘以 μ 得到各区的居民总数 R_0 。

由居住区到工作区的服务职工期望分布 T_{od} 由下式算出,得表 8-4:

$$T_{od} = R_0 \cdot v \frac{F_d/t_{od}^2}{\sum_d F_d/t_{od}^2} \tag{8-2}$$

表 8-3 职工期望分布 T_{do}

$d \backslash o$	1	2	3	4	$E_d^b = E_d$
1	45	0	23	32	100
2	22	0	66	62	150
E_r	67	0	89	94	
R_0	167.5	0	222.5	235	

表 8-4 服务职工期望分布 T_{od}

$d \backslash o$	1	2	3	4	E_o^s
1	0	21	0	13	34
2	0	0	0	0	0
3	0	30	0	15	45
4	0	13	0	34	47
E_d^s	0	64	0	62	

表 8-4 中元素含义为各区中的服务职工数。纵列之和为到达某区的服务职工总数 E_{do}^s 。横行之和为各区居民中的服务职工总数 E_o^s , 其值应相应等于表 8-3 中 R_0 与 v 的乘积。

至此完成第一次迭代运算,得到各区的职工总数为各区中基本岗位数与到达该区的服

务职工数之和:

$$E_d = E_d^b + E_d^s \tag{8-3}$$

即 $E_1 = 100, E_2 = 214, E_3 = 0, E_4 = 62$

再进行第二次迭代运算,先由式(8-1)得表 8-5:

按上述程序继续运算直至新的 E_d 与上一次 E_d 的差值小于可以接受的幅度为止(最理想是接近相等)。

此例中经过四次迭代运算,得预测结果如表 8-6 所示:

表 8-5		T'_{do}			
$\begin{matrix} o \\ d \end{matrix}$	1	2	3	4	E_d
1	45	0	23	32	100
2	31	0	94	89	214
3	0	0	0	0	0
4	7	0	17	38	62
E_r	83	0	135	159	
R_0	207.5	0	337.5	397.5	

	区 号				合 计
	1	2	3	4	
居住人口数(R_0)	238	0	415	525	1178
服务职工数(E_d^s)	0	112	0	124	236
基本岗位数(E_d^b)	100	150	0	0	250
工作岗位数(E_d)	100	262	0	124	486

这个预测结果不论其可信程度还是可操作程度,都有较高的质量,因为它具有“平衡”的内涵(见图 8-3)。

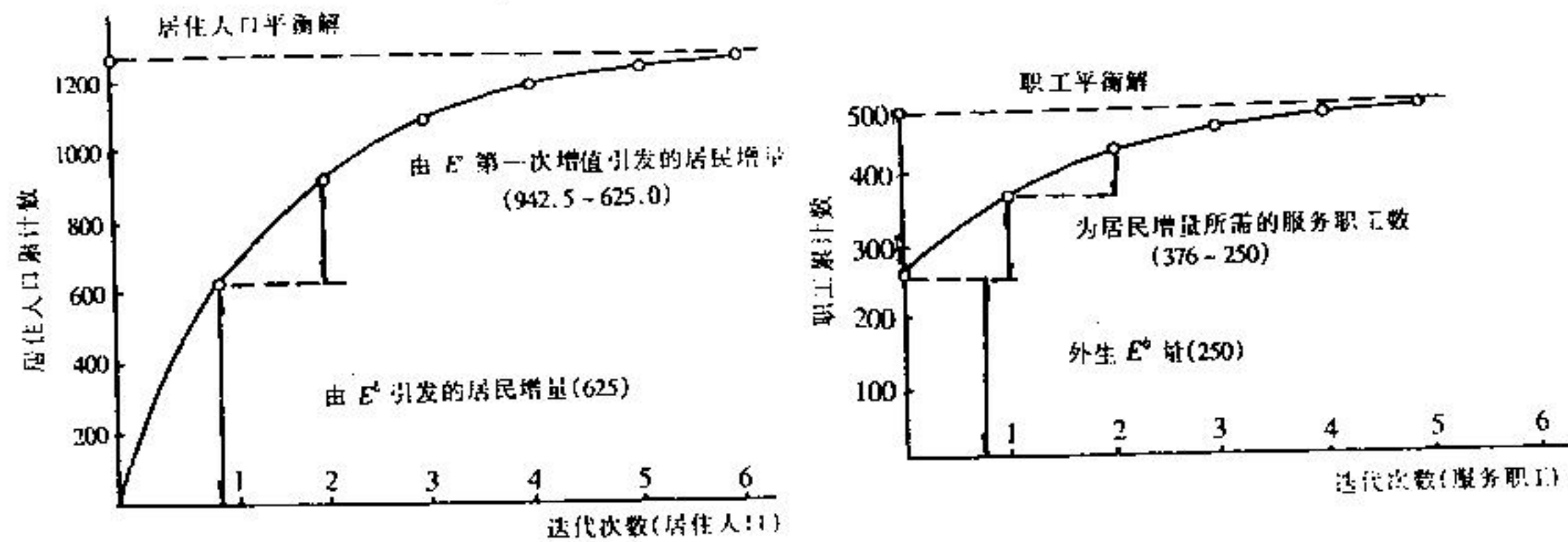


图 8-3 Lowry 模型示例平衡解

再举一个数例,可集中理解这里所提的“平衡”是什么概念,见图 8-4。

设在开始迭代运算时的 $E_d^b = E_d = 1000$ (此时 E_d^s 尚未得出), $\mu = 2.0, v = 0.1$ 。按 $R_0^{(1)} = E_d^{(1)} \times \mu, E_0^s = R_0 \times v, E_d^{(2)} = E_d^{(1)} + E_0^s = E_d^b + E_d^s$ (此处不考虑 E_0^s 和 E_d^s 的转换)、 $R_0^{(2)} = E_d^{(2)} \times \mu, \dots$ 的迭代流程,得下述各次运算的数值。

第 1 次: $E_d^{(1)} = E_d^b = 1000, R_0^{(1)} = 1000(2.0) = 2000, E_0^s = 2000(0.1) = 200, E_d^{(2)} = 1000 + 200 = 1200 \neq E_d^{(1)}$

第 2 次: $R_0^{(2)} = 1200(2.0) = 2400, E_0^s = 2400(0.1) = 240, E_d^{(3)} = 1000 + 240 = 1240 \neq E_d^{(2)}$

第 3 次: $R_0^{(3)} = 1240(2.0) = 2480, E_0^s = 2480(0.1) = 248, E_d^{(4)} = 1000 + 248 = 1248 \neq E_d^{(3)}$

...

第 7 次: $R_o^{(7)} = 1250(2.0) = 2500$, $E_o^s = 2500(0.1) = 250$, $E_d^{(7)} = 1000 + 250 = 1250 = E_d^{(6)}$,
OK! $E_d = E_d^b + E_d^s = 1250$

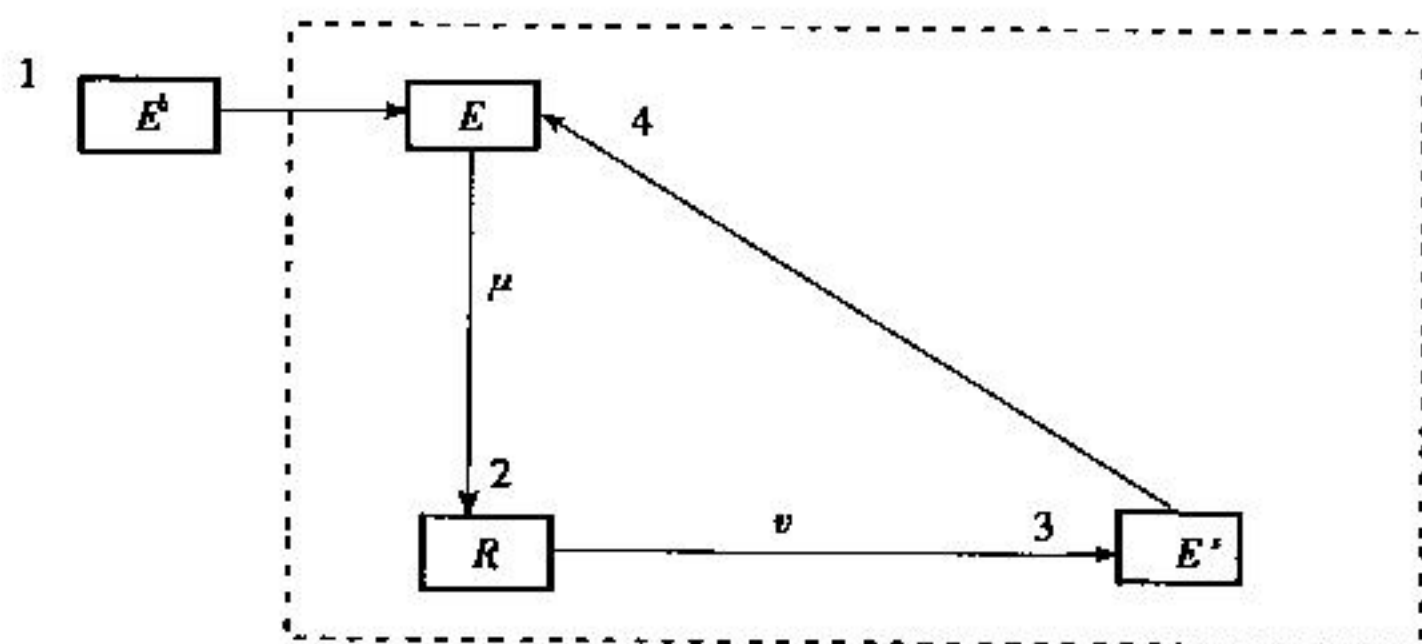


图 8-4 Lowry 模型框算示意图

至此,Lowry 模型的基本思路已经显现在你的面前(见图 8-5)。

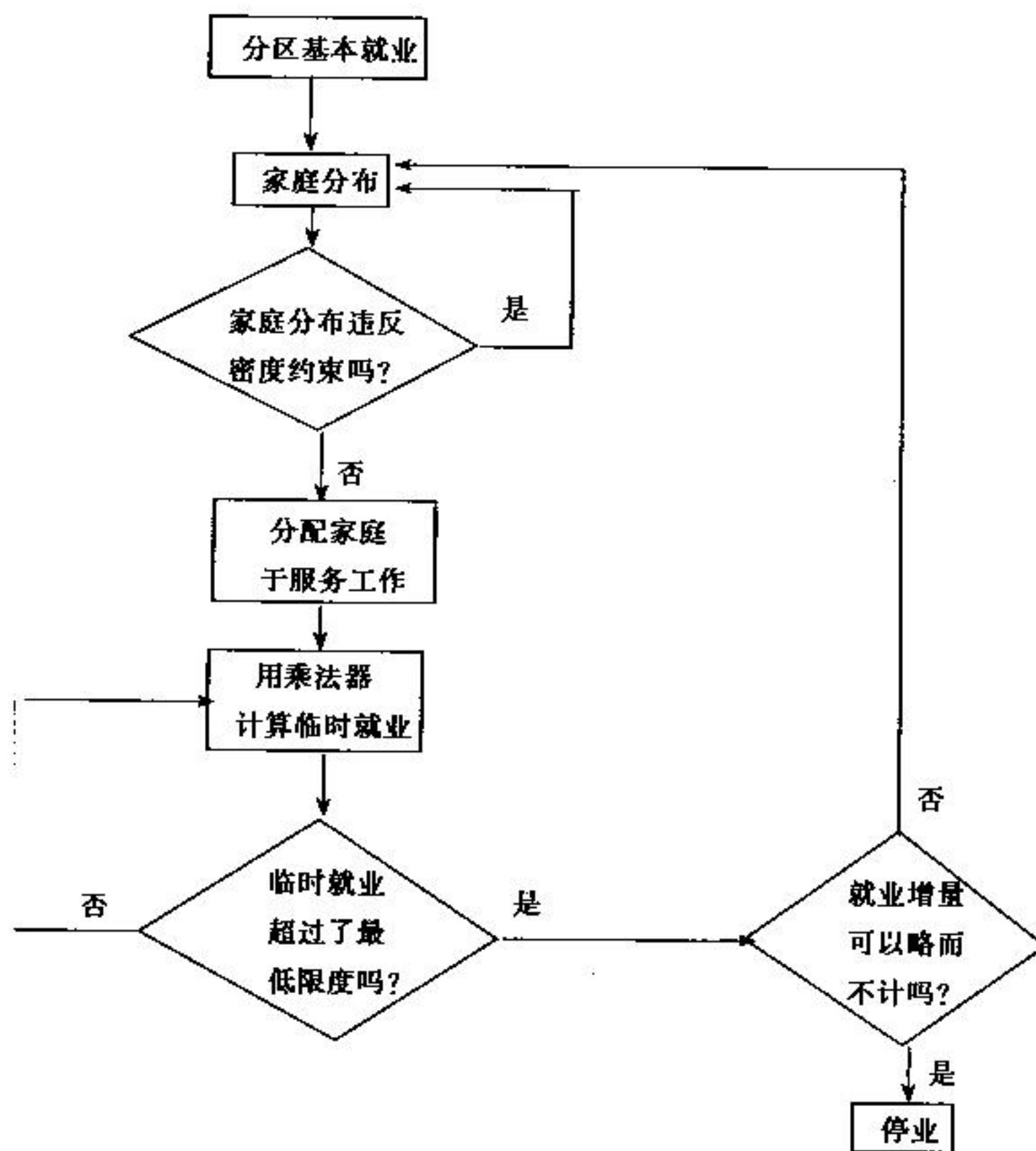


图 8-5 Lowry 模型流程图

(2) 基本理论

Lowry 模型的详称应是“Lowry 土地使用与交通迭代模型”。其算法结构基于交通可达性和经济活动共同作用的理论,后者与土地使用直接相关。

为能定量描述经济活动,将它分成“基本类”和“服务类”,相应地,即有“基本类职工”(基本工作岗位)和“服务类职工”。

基本就业的内容“包罗万象”,也就是由所有那些“面向场所”的活动所组成,这些活动的地点取决于“面向居住”的当地市场范围的大小和地点等以外的因素。这种模型假定市区的每一分区的基本就业 E_d^b 是由外来因素决定的。已知 E_d^b ,模型采用工作-居住的分布函数分配这些职工到市区内的居住区。已知这一居住分布,服务类职工 E_d^s 的分布同样采用居住-商店的分布函数来分配。随后,这些职工必须被分配到住所,因而又增加了就业等等。这样,模型体现一种成倍增长的作用,从而使每一个新雇员(基本的或服务的)又引起进一步的服务就业问题,直至全部过程收敛到一个平衡状态。特别是,当每个职工需要 v 个附加的服务工作者($v < 1$)时,那么,对每一个最初的基本工作者存在一个 $(1 + v + v^2 + v^3 + \cdots) = 1/(1 - v)$ 工作者总数的平衡状态。

Lowry 是一种静态的模型,它所进行的预测,全部是由假定的基本就业分布、分配函数和几个主要系统参数决定的。换言之,如图 8-5 所示的迭代方法视作动态的“发展”是一种错觉。还不如说,它仅仅是一种静态“平衡”算法的、机械的迭代方法。

Lowry 模型能够通过采用在现有的分布上,随时加上基本就业增量的办法,使之成为“半动态”。

(3) 模型改进方向

Lowry 模型的主要缺点是:

①把就业划分为基本的和服务的,从概念上是令人注目而且是重要的。因为,这样划分允许至少有一些就业分布的预测在模型中是“内在的”。不过,实际上,这造成了两个主要困难,即:建模工作者必须明确规定何种类型的就业是属于这两组中的一组,以及建模工作者必须能够预测(按分区)在预测年份的基本就业分布状况(假如采用增量法,则为基本就业的分区增量)。

②Lowry 模型很清楚地在实际上同用于分布工作人员到住处以及分布住处到商业区的分配子模型一样。原来的 Lowry 模型采用一种非常粗略的分配公式,后来在美国应用了熵(热力学函数)模型,其目的在于取得一个理论上令人信服、统计上可以估算的分配程序。尽管有这些进展,由于这种类型的模型在性质上本来就是描述性的,它们的预测能力并不一定是最佳的。

③Lowry 模型忽视土地与建筑市场的全部问题。即,土地与建筑物的需求、供应和价格,这些对于居民和商号在空间的分配是至关重要的。除去一些简单的(而且典型地无联系的)约束以外,居民与商号被允许通过模型“任意”安排在一处平坦、毫无特色的平地上。因而,这种模型隐含地假定,建筑物的供应完全调整到符合要求,而且价格同方法是无关的。

2) EMPIRIC 模型(计量经济模型)^{[4][73]}

原始的计量经济模型原来是在 60 年代初期用于波士顿区域性规划方案(Boston Regional Planning Project)中而建立起来的。以后的十年中,应用于其他几个北美城市,包括:亚特兰大(Atlanta)、丹佛(Denver)、明尼阿波利斯(Minneapolis)、圣保罗(St. Paul)、西雅图(Seattle)、多伦多(Toronto)、华盛顿特区(Washington, D. C.)和温尼伯(Winnipeg)。EMPIRIC 包括一组联立线性方程,它预示区域人口分区部分的变化(按收入阶层的分布)和预期及时发生在两点之间的就业人数(按工业类型的分布)的变化,它是一定范围内的外生和内生变量的函数。这种模型的明显特征如下:

①模型的外生变量,包括对原水和污染的可用性的测定以及对每个分区内土地的“开发能力”的量度(根据该分区过去的发展情况)。因此,这种模型对非交通服务和对历史的发展趋势也常是敏感的。

②交通系统是由一组按照不同模式、活动和人口群体的可达性措施所表示的。

③这种模型是动态的,它不仅预示两个时期之间人口和就业状况的变化,而且这些变化取决于目前阶段的条件以及存在于前一时期的条件,也就是用“滞后”变量来掌握先前条件对现行活动的影响。

④人口与就业群体之间存在着相互依赖关系,例如,在一个时期内,一个分区内低收入户的增加会导致以后一个时期内高收入户的减少。

抽象地说来,EMPIRIC 在概念上具有相当大的吸引力。作为一个明显的动态的模型,它避免静态模型试图根据系统的一个“片断”模拟明显动态的过程所易于发生的困难。尤其是,EMPIRIC 不图全面地改造现有的城市区域,相反地,却企图对预测这个现有系统随着时间逐渐增长的变化,做些比较简单的工作。相似地,模型的同步结构直接涉及城区的“社会动态”,例如,人们和不同类型的活动为有用的土地而进行竞争、相互吸引和排斥等等。最终,模型对交通和非交通服务的敏感性扩大了模型内可以直接涉及的公共政策的范围。

开发 EMPIRIC 一类模型有关的中心工作,包括对组成模型的结构方程组的评述。这一方程组,应该理想地体现系统内的内生与外生变量之中因果关系的相互作用,实际上,这一工作常常由于对这些因果关系的相互作用缺乏理论上的深刻理解。由于缺乏适当的数据(这将导致忽视某些相互作用或是采用“代替的”或“作为有帮助的”变量,以便估计采用的但非有用的“因果关系”变量),以及需要与模型参数的计量经济估计有关的技术要求,使建立内生变量和外生变量关系这一工作变得复杂,特别是必须注意方程组是辨认出来的,也就是模型参数实际上是可以统计加以估计的。

EMPIRIC 在许多方面具有这些困难的特征,即由于缺乏可靠的价格数据(不管是住房或者土地)而妨碍在模型中包含价格变量;至于涉及城市位置和变化动态的运算(即:在一个实际的规划模型中可以执行的)理论的基本运行状态,正如模型的名称所明确表明的,主要是根据经验来确定模型的函数形式。

3) NBER 模型(仿真模型)^{[4],[73]}

仿真模型是以其明确的动态性质和试图重现(虽然是用一种简化和抽象的方法)随时间而发生的重要事件为特征的。换言之,仿真模型试图重现一个城市经过几个周期的演变,这种演变是该市区的居民与商号的一系列相互作用的结果。根据它们真正的定义,这样的模型是非常复杂的、规模很大的,并且需要大量的数据。它们通常包括相当大量的子模型,每一个子模型涉及到本系统的某一方面或某一行为者,通过他们共享的城市系统的信息相互结合在一起。

仿真模型的典型结构可以用在某一个时期内储存在中央数据库的一组信息(现有人口、就业和建筑储备的特点等)来表征其特性。表征行为者及其相互间关系特性的子模型引用这些信息作为他们行为(住址迁移、按分区的就业变化、建筑储备调整等)的基础。如果已知这些行为,数据库就应该不断更新,这样,在一个周期之末,就会有一个新的系统状态,这一状态可作为下一个仿真周期作为决策的基础。最后,由外因引起的变化可以随时加到这个系统上去(进、出地区迁移率的变化,总的区域就业水平的变化,或者利率的变化)。

最著名的城市系统仿真模型可能是美国国家经济研究局(NBER)模型。对 NBER 模型的主要批评是缺乏经济内容。要注意许多城市仿真模型在理论上和行为上的基础是十分薄

弱的, NBER 提出开发一种明确地建立在以最大效益的家庭以及最大利润的商号的微观经济概念为基础的仿真模型。这种模型最初以底特律(Detroit)城市为试点进行开发, 但根据匹兹堡(Pittsburgh)、旧金山(San Francisco)、明尼阿波利斯(Minneapolis)和华盛顿特区(Washington, D.C.)的数据已进行过进一步的开发工作。NBER 模型明确三个主要行为者: 雇主, 把他们的工业安排在城区内的一定分区中, 而且雇用一定数量的雇员; 家庭, 给雇主输送劳动力, 并购置(或者租赁)、维修、出售(腾出)房屋; 房屋供应者, 建造(翻新、维修等)并出售(或者出租)房屋。家庭只能住在这样的房屋, 那里有合适型式的空房可以利用。房屋的价格取决于可用房屋的竞争。反之, 除其他因素外, 房屋需求与供应则随时取决于价格。

NBER 模型可从多方面的考虑加以评议。它要求有大量的数据, 而且运行费用昂贵。它和 Lowry 模型一样, 作出许多从外因来估量详述就业特征能力的有力假设, 加之, 一些单个的模型的基础是值得怀疑的, 最显著的是模型的整个组成, 在这模型中假定家属首先选择他们所希望的房屋型式, 然后物色他们定居处的邻居。不少经验证据提醒我们, 甚至有可能, 其程序是相反的: 人们先确定他们想去居住地点的一个邻里(或者一小群邻里中的一个小组), 然后, 对这一邻里内的可用房屋储备进行评价。或者是, 同时物色房屋的型式和坐落地点。此外, 关于家庭选择他们的居住地点以降低整个城市区域的平均折偿费用的假设, 看来是不可信的。

4) 方案分析模型^{[4][73]}

(1) 方法简述

首先的工作是确定很可能影响未来的土地利用的主要范围, 这就要求规划者设想一个土地开发的过程及其与实际的、经济的、社会学的和政治力量相互作用的概念模型, 例如, 可以假设未来的土地利用会极大地受经济状态(例如: 资金的可用性)、有可能存在的交通技术类型、城市居民的社会经济特性、能源的可用性和价格等的影响。主要变量一经确定, 第二项工作就是要决定如何预测它们未来数值范围。最常用的方法之一, 是召开一个具有一些已往趋势和未来展望知识的“专家”或“未来学家”的讨论会。讨论会的目的, 是评述前已确定的指标的可能的取值区间。如指标的各个数值为已知, 这些取值区间就可用于确定土地利用模式, 它所获得的土地利用方案可以作为土地利用的另一种信息源, 这种信息源可以输入到以后的分析与评价中去。因为人们不知道将产生哪一个方案, 如果其他条件相等, 那么, 上面所分析的交通系统变化中, 那些在全部或者大部分方案中工作良好的成分, 就成为可采用的最佳选择。

(2) 主要优点

- ①相对于模型预测来说, 它既省又快。
- ②由于它的费用较省, 比模型预测可以在更大范围内检验未来状态。
- ③当缺少数据和(或者)理论使模型预测成为不可能时, 它就常常代表唯一可采用的技术。
- ④它可以鼓励分析者用这样一种方式去深刻地并富于想象地思考未来的系统状态和相互作用, 在某种程度上, 模型预测方法更加机械地运用的过程是不存在的。

(3) 主要缺点

以远景方案为基础的分析常常被认为在性质上较之以模型为基础预测更具有假想性或推测性(因而更令人怀疑)。再者, 它们不可能达到模型预测必然能够达到的内部协调一致。

下面介绍是应用方案分析模型的一个实例。

[实例 32]威斯康辛州东南部地区土地使用规划^{[4][73]}
应用方案分析法,见图 8-6 和表 8-7。

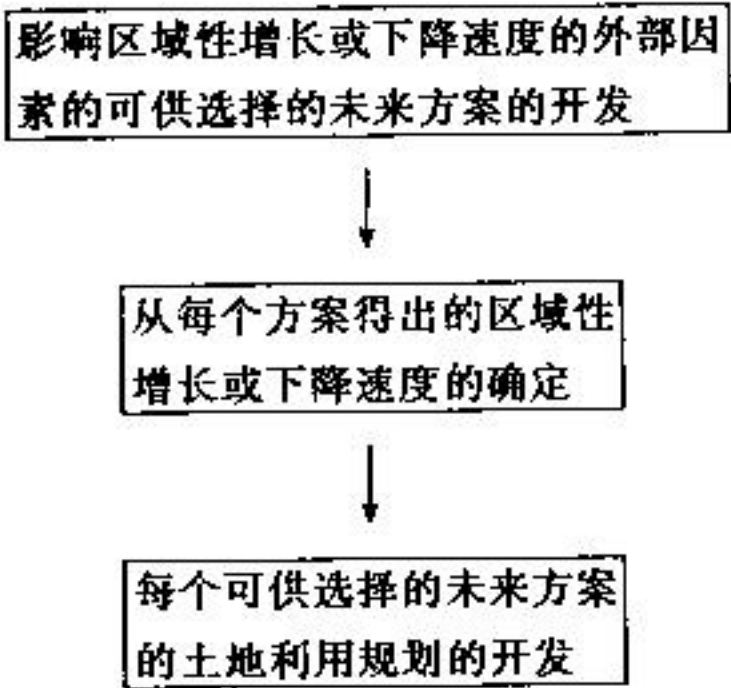


图 8-6 密尔沃基公交系统规划方案分析模型

5) LUTO 模型

LUTO(Land Use-Transport Optimization)模型是用于城市土地使用和交通规划整体优化的一项具有国际先进水平的土地使用规划技术。80 年代初期由香港运输署蔡宇略博士领衔开发成功。该模型的目标函数和约束条件都是非线性的,分解为两个过程——土地优化过程和运输网络优化过程——的联合优化,前者简化约束条件为线性,目标函数为非线性的规划模型,寻找最优解要用一系列可线性化的线性规划最优解来逼近。后者也采用较简便的迭代方法逼近最优解。下面介绍的是北京市应用 LUTO 模型的实例。

[实例 33] 北京市边缘集团土地使用优化和发展策略
(本节引自 1991 年 10 月京港 LUTO 技术研讨会报告集。)

北京市边缘集团包括北苑、酒仙桥、东坝、定福庄、垡头、南苑、丰台、石景山、西苑和清河等 10 个集团。1987 年人口调查中该地区共有人口 76.6 万。为检验 LUTO 模型的土地使用优化功能,重点研究 2000 年该边缘集团的发展策略。(道路网络优化过程略。)

LUTO 的土地使用优化过程分两种不同的背景条件:

背景条件①:东坝、定福庄、垡头在 2000 年前不具备集中开发条件。其他边缘集团最大开发潜力可容纳 77 万人口。考虑各种不确定因素,留有适当余地,到 2000 年需新增开发土地以安排 72 万人口为宜。

背景条件②:东部三个集团具备集中开发条件,10 个边缘集团最大开发潜力可容纳 133 万人口,到 2000 年需要新增开发土地以安排 97.5 万人。

在两种条件下,除居住用地外,其他用地的供应能力都足以满足 2000 年和 2010 年的需求。

(1) LUTO 优化结果(I)

在背景条件①下,按照四种不同的目的函数,分别应用 LUTO 计算机程序进行土地使用与交通规划的联合优化。它们是:

- OF1:使政府部门投资最少。
- OF3:使社会总费用最少。
- OF5:使交通运营成本最少。
- OF6:使总旅行时间最短。

对每种目标函数得到一个优化规划方案。包括土地使用规划和交通规划。土地使用规

划方案包括:在每个规划小区(7 个边缘集团共 12 个小区)中各类用地开发的安排数量;人口/就业岗位的安排数量;各小区集中开发的优化顺序以及边际成本。

表 8-8—表 8-11 列出不同目标函数下各规划小区中新增的居住用地及人口、开发顺序及边际成本比较。其他用地类型也有相应的结果。

表 8-7 未来的比较方案:主要的外部因素,伴随的区域性变化和土地利用规划

主要的外部因素	中等速度的发展方案	稳定或下降速度的发展方案
能源 能源的未来成本和可用性,特别是石油	石油产品价格趋向于同世界产品价格相等,它将年递增 5%,到 2000 年增为每桶 72 美元(1979 年美元币值) 以石油为基础的汽车燃料在 2000 年将增至每加仑 2.30 美元(1979 年美元币值) 假定在石油产品供应方面的重大的和连续中断的某些可能性	石油产品价格趋向于同世界的石油产品价格相等,它将年递增 2%,到 2000 年增为每桶 39 美元(1979 年美元币值) 以石油为基础的汽车燃料在 2000 年将增至每加仑 1.50 美元(1979 年美元币值) 假定在石油产品供应方面不存在重大的或连续中断
能源保护措施的执行程度,特别是关于汽车	各个部门低程度的保护,导致能源利用增加 3% 汽车燃料效率为每加仑 27.5 英里	各个部门高度的保护,导致能源利用增加 2%或者稍少一些 汽车燃料效率每加仑 32 英里
居民生活方式 妇女地位变化影响劳动力组成的程度 未来的出生率变化	女劳动力增加到 50%~55%,参与的总劳动力为 60%~65% 在下一个十年延续低于补充水平的出生率,接着在 2000 年增加到补充水平	女劳动力增加到 65%~70%参与的总劳动力为 70%~75% 低于补充水平延续到 2000 年
未来的家庭规模变化	平均的家庭规模趋于稳定	平均的家庭规模继续缩小
经济条件 本区域能够同国内其他地区在其经济基础的保持与扩展方面的竞争程度。	区域被认为具有比较强大的吸引力和竞争能力	区域被认为具有比较低弱的吸引力和竞争能力
未来的实际收入变化	由于地区具有吸引力和竞争能力,可以预见到人均和家庭的收入都会增加,条件是人口中的适龄劳动力增加,参与劳动力的人口增加	由于地区缺乏吸引力和竞争能力,可以预见人均收入可能增加,而家庭收入不会增加,但是人口增加部分是适龄的劳动力,参与劳动力的人口是增加的
伴随的区域变化	中等速度的发展方案	稳定或下降速度的发展方案
2000 年的区域人口规模 年龄结构	2219300 人 29.5%——0~19 岁 58.5%——20~64 岁 12.3%——65 岁或 65 岁以上	1688400 人 26.8%——0~19 岁 60.6%——20~64 岁 12.6%——65 岁或 65 岁以上
户数	681100 至 739400	673600 至 750600
家庭规模	平均 2.9~3.1 人	平均 2.2~2.5 人
2000 年的区域经济活动 就业 结构	1016000 就业岗位 制造业 32% 服务业 40% 其 他 28%	887000 就业岗位 制造业 30% 服务业 41% 其 他 29%
个人收入	按 1979 年美元币值,每个家庭为 29600 美元至 32000 美元(较 1970 年增长 38%~50%,或年递增率为 1.1%~1.4%) 按 1979 年美元币值,每个人为 10000 美元(较 1970 年增长 54%,或年递增率为 1.4%)	按 1979 年美元币值,每个家庭为 21400 美元至 23700 美元(较 1970 年增长 0%~11%,或年递增率为 0.0%~0.3%) 按 1979 年美元币值,每个人为 9500 美元(较 1970 年增长 46%,或年增长率为 1.3%)

续表

用地规划特征	中等速度的发展方案		稳定或下降速度的发展方案	
城市发展与密度	集中的规划	分散的规划	集中的规划	分散的规则
新的城市居住用地	主要以中等居住密度出现在沿着现有市中心的周围和市中心向外地区	主要以郊区居住密度、分散的布局出现在接近或远离现有市中心的地区	主要以中等居住密度出现在沿着现有市中心的周围和由市中心向外的地区	主要以郊区居住密度、分散的布局出现在接近或远离现有市中心的地区
城市密度	密尔沃基县的现已开发部分一般地维持 1970 年的居住密度	密尔沃基县的现已开发部分在 1970 年与 2000 年间也许会降低居住密度	密尔沃基县的现已开发部分一般地维持 1970 年的居住密度	密尔沃基县的现已开发部分在 1970 年与 2000 年间也许会降低居住密度
人口分布				
密尔沃基县	1049600 人	898500 人	830000 人	700000 人
自 1970 年以来人口变化百分率	-0.4	-14.8	-21.3	-33.6
自 1978 年以来人口变化百分率	10.0	-5.8	-13.0	-26.6
边远县份(奥绍基、华盛顿、沃基沙)	677600 人	786700 人	480000 人	605000 人
自 1970 年以来人口变化百分率	93.8	125.0	37.2	73.1
自 1978 年以来人口变化百分率	52.8	77.4	8.2	36.4
就业分布				
密尔沃基县	593600 就业岗位	523400 就业岗位	552300 就业岗位	525300 就业岗位
自 1970 年以来变化百分率	16.2	2.4	8.1	2.8
自 1978 年以来变化百分率	5.6	-6.9	-1.8	-6.6
边远县份(奥绍基、华盛顿、沃基沙)	231400 就业岗位	274800 就业岗位	181900 就业岗位	206900 就业岗位
自 1970 年以来变化百分率	119.5	160.7	72.6	96.3
自 1978 年以来变化百分率	63.6	94.3	28.6	46.3

表 8-8

第一目标函数:政府投资最小					
开发顺序	分区编码	分区名称	居住用地(公顷)	居住人口(千人)	边际成本
1	1	望京(一)	242.6	121.3	0.2582E+06
2	3	望京(三)	46.5	23.3	0.2572E+06
3	4	酒仙桥(三)	41.9	20.9	0.2561E+06
4	2	望京(二)	70.6	35.4	0.2498E+06
5	6	望京(四)	145.2	72.7	0.2480E+06
6	58	北苑	241.1	109.6	0.2279E+06
7	52	丰台镇	255.8	116.2	0.2057E+06
8	53	芦沟桥	84.9	38.6	0.2023E+06
9	51	南苑	141.8	59.0	0.1867E+06
10	57	清河	234.1	106.5	0.1071E+06
11	54	石景山(一)	20.3	10.1	0.5526E+05
12	55	石景山(二)	3.4	1.6	0.0000E+00
合 计			1528.3	715.1	

表 8-9

第三目标函数:社会总费用最小					
开发顺序	分区编码	分区名称	居住用地(公顷)	居住人口(千人)	边际成本
1	57	清河	234.1	106.5	0.5119E+06
2	1	望京(一)	242.6	121.3	0.4415E+06
3	3	望京(三)	46.5	23.3	0.4299E+06
4	4	酒仙桥(一)	41.9	20.9	0.3991E+06
5	2	望京(二)	70.6	35.4	0.3757E+06
6	6	望京(四)	145.2	72.7	0.3730E+06
7	58	北苑	241.1	109.6	0.3325E+06
8	52	丰台镇	255.8	116.2	0.3132E+06
9	51	南苑	141.8	59.0	0.1918E+06
10	53	芦沟桥	84.9	38.6	0.1857E+06
11	54	石景山(一)	20.3	10.1	0.1139E+06
12	55	石景山(二)	3.4	1.6	0.0000E+00
合 计			1528.3	715.1	

表 8-10

第五目标函数:交通运营成本最小					
开发顺序	分区编码	分区名称	居住用地(公顷)	居住人口(千人)	边际成本
1	57	清河	234.1	106.5	0.4949E+06
2	54	石景山(一)	20.3	10.1	0.1869E+06
3	3	望京(三)	46.5	23.3	0.1485E+06
4	52	丰台区	255.8	116.2	0.1458E+06
5	1	望京(一)	242.6	121.3	0.1455E+06
6	55	石景山(二)	129.6	58.9	0.1337E+06
7	4	酒仙桥(一)	41.9	20.9	0.1260E+06
8	58	北苑	241.1	109.6	0.1004E+06
9	6	望京(四)	145.2	72.7	0.9765E+05
10	2	望京(二)	70.6	35.4	0.8795E+05
11	53	芦沟桥	84.9	38.6	0.1674E+05
12	51	南苑	4.0	1.7	0.0000E+00
合 计			1516.7	715.1	

表 8-11

第六目标函数:旅行时间最短					
开发顺序	分区编码	分区名称	居住用地(公顷)	居住人口(千人)	边际成本
1	57	清河	234.1	106.5	0.1220E+05
2	52	丰台区	255.8	116.2	0.3645E+04
3	3	望京(三)	46.5	23.3	0.3247E+04
4	1	望京(一)	242.6	121.3	0.3083E+04
5	4	酒仙桥(一)	41.9	20.9	0.2834E+04
6	54	石景山(一)	20.3	10.1	0.2411E+04
7	58	北苑	241.1	109.6	0.2201E+04
8	6	望京(四)	145.2	72.7	0.2087E+04
9	2	望京(二)	70.6	35.4	0.1701E+04
10	55	石景山(二)	129.6	58.9	0.1630E+04
11	51	南苑	96.6	40.3	0.0000E+00
12	53	芦沟桥	0.0	0.0	-9290E+03
合 计			1524.4	715.1	

从上面的结果可以看出,因为土地需求与供应能力大致相等,绝大部分小区都开发至最大潜力。LUTO 模型给出的各小区优先开发顺序,对于安排近期规划和计划很有帮助。

(2) LUTO 优化结果(Ⅱ)

在背景条件下,应用 LUTO 计算程序得出与前述相应的结果。

表 8-12—表 8-15 列出了对应不同目标函数的居住用地/人口的优化分布。

表 8-12

第一目标函数:政府投资最少					
开发顺序	分区编码	分区名称	居住用地(公顷)	居住人口(千人)	边际成本
1	48	东坝	402.2	182.8	0.8675E+05
2	50	垡头	346.4	157.4	0.8122E+05
3	49	定福庄	433.5	197.1	0.5482E+05
4	1	望京(一)	242.6	121.3	0.5440E+05
5	3	望京(三)	46.5	23.3	0.5350E+05
6	4	酒仙桥(一)	41.9	20.9	0.5270E+05
7	2	望京(二)	70.6	35.4	0.4446E+05
8	6	望京(四)	145.2	72.7	0.4262E+05
9	58	北苑	241.1	109.6	0.2278E+05
10	52	丰台区	120.4	54.7	0.0000E+00
11	53	芦沟桥	0.0	0.0	-5796E+04
12	51	南苑	0.0	0.0	-1854E+05
13	57	清河	0.0	0.0	-9994E+05
14	54	石景山(一)	0.0	0.0	-1482E+06
15	55	石景山(二)	0.0	0.0	-2071E+06
合 计			2090.5	975.1	

表 8-13

第三目标函数:社会总费用最小					
开发顺序	分区编码	分区名称	居住用地(公顷)	居住人口(千人)	边际成本
1	48	东坝	402.2	182.8	0.5563E+06
2	49	定福庄	433.5	197.1	0.5107E+06
3	50	垡头	346.4	157.4	0.5076E+06
4	57	清河	234.1	106.5	0.2456E+06
5	4	望京(一)	242.6	121.3	0.1769E+06
6	3	望京(三)	46.5	23.3	0.1639E+06
7	4	酒仙桥(一)	41.9	20.9	0.1333E+06
8	2	望京(二)	70.6	35.4	0.9324E+05
9	6	望京(四)	145.2	72.7	0.8970E+05
10	52	丰台区	127.4	57.8	0.0000E+00
11	58	北苑	0.0	0.0	-1724E+05
12	53	芦沟桥	0.0	0.0	-1205E+06
13	51	南苑	0.0	0.0	-1676E+06
14	54	石景山(一)	0.0	0.0	-1742E+06
15	55	石景山(二)	0.0	0.0	-2693E+06
合 计			2090.5	975.1	

表 8-14

第五目标函数:交通运营成本最小

开发顺序	分区编码	分区名称	居住用地(公顷)	居住人口(千人)	边际成本
1	48	东坝	402.2	182.8	0.4532E+06
2	49	定福庄	433.5	197.1	0.4532E+06
3	50	垡头	346.4	157.4	0.4532E+06
4	57	清河	234.1	106.5	0.3902E+06
5	54	石景山(一)	20.3	10.1	0.5844E+05
6	52	丰台镇	255.8	116.2	0.4735E+05
7	55	石景山(二)	129.6	58.9	0.3889E+05
8	1	望京(一)	242.6	121.3	0.4896E+04
9	3	望京(三)	46.5	23.3	0.3988E+04
10	4	酒仙桥(一)	2.7	1.4	0.0000E+00
11	58	北苑	0.0	0.0	-7817E+05
12	2	望京(二)	0.0	0.0	-8221E+05
13	6	望京(四)	0.0	0.0	-9154E+05
14	51	南苑	0.0	0.0	-1023E+06
15	53	芦沟桥	0.0	0.0	-1159E+06
合 计			2113.3	975.0	

表 8-15

第六目标函数:旅行时间最短

开发顺序	分区编码	分区名称	居住用地(公顷)	居住人口(千人)	边际成本
1	48	东坝	402.2	182.8	0.1285E+05
2	49	定福庄	433.5	197.1	0.1285E+05
3	50	垡头	346.4	157.4	0.1285E+05
4	57	清河	234.1	106.5	0.1026E+05
5	52	丰台镇	255.8	116.2	0.2188E+04
6	3	望京(三)	46.5	23.3	0.1696E+04
7	1	望京(一)	242.6	121.3	0.1563E+04
8	4	酒仙桥(一)	41.9	20.9	0.1355E+04
9	54	石景山(一)	20.3	10.1	0.5830E+03
10	6	望京(四)	78.8	39.4	0.0000E+00
11	2	望京(二)	0.0	0.0	-2140E+03
12	55	石景山(二)	0.0	0.0	-6300E+03
13	58	北苑	0.0	0.0	-6760E+03
14	51	南苑	0.0	0.0	-1754E+04
15	53	芦沟桥	0.0	0.0	-2181E+04
合 计			2102.2	975.0	

(3) 结果分析

将上面 4 个表得出的居住用地开发顺序统一列于表 8-16 中, (⑩后数字表示不开发)。

表 8-16

目 标 函 数 集 团	OF1 政府投资	OF3 总 费 用	OF5 交通运营	OF6 旅行时间
东坝	1	1	1	1
定福庄	3	2	2	2
垡头	1	3	3	3
清河	⑬	4	4	4
望京(一)	4	5	8	7
望京(三)	5	6	9	6
酒仙桥(一)	6	7	10	8
望京(二)	7	8	⑫	⑩
望京(四)	8	9	⑬	10
丰台镇	10	10	6	5
北苑	9	⑪	⑪	⑬
芦沟桥	⑪	⑫	⑮	⑮
南苑	⑫	⑬	⑭	⑬
石景山(一)	⑭	⑭	5	9
石景山(二)	⑮	⑮	7	⑫

(4)建议

分析 LUTO 模型的优化结果,我们可以提出如下建议:

- ①因为平整土地工程费用没有考虑,东坝集团开发的效益最高。其原因大致是:安排每千人口的平均市政费用、交通运营成本及旅行时间都最少。但以往一般都认为东坝开发条件不如其他集团。希望能搜集到平地工程费用数据,重新计算一次。
- ②如果外部条件(东四环路建成,市区的市政管网完成或水源十厂建成),定福庄与垡头两个集团开发效益也排在前面。
- ③近期则宜优先开发望京-酒仙桥集团和清河集团。望京集团的开发中,又以优先开发望京(一)、(二)和酒仙桥(一)3 个小区为宜。清河的开发虽然大市政投资成本较高,但从整体效益来看,仍属于优先开发之列。
- ④对应 4 个目标函数来说,芦沟桥与南苑都属于不宜集中开发之列。石景山交通较为方便,但市政投资较高。北苑则相反,交通条件较差。这 4 个集团可暂缓开发。
- ⑤总的说来,北京市今后的拓展方向,以东北部及东部为主。
- ⑥各集团在规划年的主要用地类型及居住人口分布归纳为表 8-17。

表 8-17

小 区	1987 年 人口	2000 年人口分布		2010 年人口分布		2000 年用地				预期 2010 年 之前可安排用地			
	现状	规划	计算	规划	计算	居住	科研	工业	仓储	居住	科研	工业	仓储
酒仙桥	7.7	43.2	37.6	43.2	37.6	547	173	0	0	547	173	35	0
东坝	1.0	6.2	19.3	21.8	19.3	402	49	150	43	402	49	150	181
定福庄	6.4	8.5	26.2	33.2	26.2	434	172	217	0	434	172	393	29
垡头	2.2	9.7	17.9	20.2	17.9	347	0	0	0	347	0	666	95
南苑	6.6	8.4	6.6	13.6	12.5	0	0	0	0	142	27	60	43
丰台镇	13.2	22.0	19.1	24.6	28.7	127	0	0	0	341	0	57	53
石景山	23.4	32.0	23.4	34.6	30.3	0	0	0	0	150	0	190	25
清河	5.2	11.4	15.9	21.8	16.9	234	38	0	0	234	38	90	66
北苑	1.4	7.4	1.4	13.9	12.3	0	30	0	0	242	31	92	35

下面是一个美国早期城市土地使用模型的例子。

[实例 34] 美国 10 万人小城市格林斯伯勒(Greensboro)的土地使用模型^[70](1948)
近五十年前编制格林斯伯勒城土地使用规划中应用了三种模型。

- ①多元回归模型(略)
- ②可达性模型

$$G_0 = G_t \frac{A_0^x V_0}{\sum_0 A_0^x V_0}$$

(8-4)

式中 G_0 —— o 区增长系数的估计值;
 G_t ——城市或居民区的增长系数;
 A_0 —— o 区的可达性指标(详见下述);
 V_0 —— o 区内土地开发面积;
 x ——待标定的指数(格林斯伯勒为 2.25,华盛顿特区为 2.7)。

可达性 A 是用来描述交通设施为出行活动提供服务方便程度的定量指标,因此,它是表征土地使用、交通需求、交通供应三者内在关系的一种指标。在发达国家很早就土地使用规划与交通运输规划中得到广泛采用。

1959 年,汉森(Hansen)为可达性首次提出量化的概念:

“职工从 a 点到 b 点的可达性与 b 点的开发规模(工作岗位数)成正比,与 a, b 两点间距离的某种函数成反比。”

今天,当我们读到这段文字,会很快联想到描述出行分布的重力模型。下面的介绍进一步表明,所谓“某种函数”就是重力分布模型中的阻抗函数。汉森先生似乎是毫不费力地从重力模型中得到启发,跨出了定量描述可达性的第一步。为什么这位先生能有别于众多人的用而不知、率先“破了这张纸”?是天赋的智商还是偶发的灵感?有一点是肯定的:勤于思索和善于类比是发明家们共有的素质。

继汉森之后,有了关于可达性的多种算式。模型中所用的也是至今为止用得最普遍的

是式(8-5):

$$A_o = \sum_d \frac{E_d}{t_{od}^\alpha} \quad (8-5)$$

式中 A_o —— o 区出发的居住区的可达性;

E_d —— d 区(到达的工作区)的工作岗位数;

t_{od}^α ——由 o 区至 d 区的阻抗函数,其中 t 为行程时间, α 为待标定的指数(格林斯伯勒城的 $\alpha = 1$)。

③机会模型

此种模型的内涵与可达性模型雷同,但它更强调居民点或工作点配置的“机会”。机会模型的原理是:认定居民点或工作点最佳位置的选择概率不仅与指定区内被配置的机会有关,而且与其他吸引区内被配置的机会有关。

由此可见,“国货”中的欠缺之处正是“洋货”中的可赞之处。种种定量的土地使用预测模型,在建模中突出“源”与“流”的关系,在应用中提倡城市规划专家与交通规划专家的合作,这就为土地使用-交通规划系统模式的开发,以及交通运输对于土地使用“反作用”的体现,创造了极为有利的条件。

8.1.2 远期与近期

现在我们换一个视角,再对有关“国货”和“洋货”作一个比较。即,作为土地使用的重要指标——人口数和工作岗位数的预测,或者延伸到后续的、由未来的人口数及工作岗位数预测未来的出行生成量,其结果的准确性究竟如何?

一般而言,近期的预测结果,无论是“国货”还是“洋货”,与日后的现实基本上还是差距不大的。也就是说,五年以内的预测值的可靠程度,“洋货”的质量并没有显著高于“国货”;但再长远些就不一样了,这就是“路遥知马力”的意思吧。当然,“洋货”也绝不是无懈可击。

预测期越长,其结果的准确程度越难把握。随着岁月的推移,影响土地使用的因素种类会增多、影响会加强、它们之间的相对权重也会改变。要想在建模时对这一切明知会有的以及不可预知的变化都给予贴切的模拟,是不可能的。和我们相比较,发达国家能对土地使用远期预测有较大的把握,靠的是什么呢?

一是有利的客观条件。发达国家城市的经济发展与基础设施规模已经度过了急剧动荡的阶段,而进入稳步前进的阶段。市场经济的运转已是有轨可循,何时会有萧条与衰退,何时会有复苏与重振,大致上也能得出一个较为可信的推断。土地使用的变化同样存在,但变化的幅度比发展中国家,尤其比我们中国要小得多。二是有利的主观条件。预测准确度的高低,与其说反映了预测模型的质量,不如说体现了建模人员的水平。通过每个年度的“跟踪监测”,由各方面专家共同组成的“会诊”,对每个年度的预测值与实测值进行分析、落实调整对策:或是修正模型中的有关参数,或是改变土地使用方案。如此这般,年复一年,到最后规划年预测值与实测值的误差自然被纳入可以接受的范围。

但是,他们并未解决在模型的标准化和预测的互比性等方面存在的问题。土地使用的基架是城市的结构。前述一些土地使用预测模型所依托的城市构造理论,不仅是不一致的,有些甚至是相互对立的。如有的以计量经济和回归分析等方法,直接从因果关系上预测土

地的各种用途;有的将投入产出分析等宏观调控城市经济结构的方法与重力模型、人口统计模型结合起来;有的强调成本和利润功能的优化;有的着眼于房地产市场的分析。

和有些重大交通工程构造物要考虑分期建造、远近过渡相类似,土地使用规划以及与之不可分割的交通规划同样要考虑分期实施、远近连接的安排。近十余年来在发达国家已经开始的更多注意近期的趋势还在逐年强化,远期目标被分解成多个阶段目标,提高了确保达标的把握。无疑,这个动向与近期较易驾驭和塑造,以及反馈调整的技术需要息息相关。应该说,中国将比其他国家更欢迎这个动向。

8.2 一对连体儿

从报纸和电视上有时能得到一些关于连体儿出生与成长的报导。同呼吸、共命运,是连体儿们的基本特征。故此,称土地使用和交通运输为一对连体儿,是再恰当不过的了。

8.2.1 同呼吸

几乎所有的关于交通规划的著作都有涉及“源”、“流”关系的论述,而对它们怎样生存、如何壮大剖析较少。

深入谈交通,必然要解剖为交通需求和交通供应两个部分。而深入谈交通与土地使用的关系,就更应该分别探求交通需求与土地使用的关系以及交通供应与土地使用的关系。至于交通需求与交通供应的关系,也应该站在土地使用的立足点上给予另一层新的含义。

经过仔细地察看就可以知道,所谓“源”与“流”,分别指的是土地使用与交通需求,而不是土地使用与交通供应,当然,如果加一个“间接的”说明,称土地使用为“源”,交通供应是“流”,也可以成立。严格地讲,无源之流和无本之木都是不存在的;而没有土地使用的交通供应却是存在的。当年的川藏公路、青藏公路通越多处渺无人烟的崇山峻岭;美国加利福尼亚州第一座城市的诞生肯定是在第一条道路的建成之后;彭加木与余纯顺的魂归之地——罗布泊,以后一定会在编制当地的土地使用规划之前就辟出安全穿行的通途。这就是不能把土地使用与交通供应视作有直接的源流关系的道理。如果换一个角度,我们甚至可以说,交通供应是“源”,土地使用是“流”。不是吗?刚才举的例子都表明,没有交通设施,土地开发和新建城市都只能是挂在墙上的表格与图纸。经常提到的“交通先行”,不正是笔者此一“源”、“流”倒置之说的又一旁证吗?如此,可不可以认为,交通供应是土地使用赖以生存的生命线呢?

无独有偶。交通供应同时也是交通需求赖以生存的生命线,这一论断应已是十分确定的了。于是就能够说交通供应是土地使用与交通需求这对连体儿共同的“呼吸系统”了。

8.2.2 共命运

说土地使用和交通运输共生共灭、共荣共衰,一点都不过份。

有土地使用才有居民出行、车辆出行,才有客流和货流;没有土地使用规划,就没有交通需求的预测;土地使用实际状况的改变,意味着交通流量、交通流向以至交通流速的改变;高质量的交通设施能确保土地使用功能的到位,从无到有、从少到多、从差到优的交通服务会带来土地价格的增值、加大土地开发的力度、提高土地使用的效益、加快旧城改造的步伐;勉

为其难或人人摇头的交通条件又会导致土地使用哪些不良后果,不言而喻。……凡此种种。有目共睹,有耳共闻。下面要着重阐述的是由此引发的两点推论,它们会一而再、再而三地体现“共命运”的真谛。

8.2.2.1 关于交通运输对土地使用的反馈效应

细心的读者也许已经明白,言称交通,或交通运输,未点明是交通需求还是交通供应,即为两种含义均在其中。何谓“反馈”?反馈意为处理好“流”对“源”的逆向作用,重新调整原先的土地使用规划。

(1) 交通供应的反馈效应

由土地使用的需要产生交通需求,由交通需求的需要产生交通供应。对交通供应的质量有两次判断的机会。一次是对网络方案模拟分配后的评价指标计算值,一次是网络方案实施运行后的评价指标实测值。相应地就有两次反馈的机会。当有关指标值不理想,可调整交通需求(或改进标定方法、调整参数,或重新确定阻抗函数,或另行选择模型的新的形态),此谓直接效应;也可调整土地使用(或局部改变交通小区的划分,或调整功能,或调整布局,或调整规模),此谓间接效应。

(2) 交通需求的反馈效应

也有直接和间接两种情况。后者要在完成路网交通量分配之后,通过交通供应的评价指标,再对土地使用作出调整。前者则是在进行路网交通量分配之前,无需检验交通供应的评价指标,而是从出行生成量的地理分布、或从出行流向的起讫点分布、或从居民出行方式的选取分布,检验其各自的合理性,再判断有无调整土地使用的必要。举一个为人熟知的例子。某些小区来自远距离外区的吸引出行特别集中,而本区产生的出行却大都以远距离的外区为到达点,这就暴露了居住点配置和工作岗位配置的缺陷。

涉及土地使用的调整,实际上是一个协调的过程。或技术人员相互之间的协调,或主管部门相互之间的协调,或由上级决策者出面进行带有仲裁式的协调。在我国,进行此类协调特别吃力。据悉上海市城市总体规划这两年的修编工作,由于规划师与交通工程师有较密切的合作,取得较好的“反馈效应”,这真是一个可喜的开端。

8.2.2.2 关于土地使用规划与交通运输规划一体化的努力

由本书“温故篇”的回顾,可以看到这种努力是从50年代的北美就已开始了的,其标志是从交通运输规划的定名到内涵都增列了土地使用的概念(见图1-17)。然而时至四十余年后的今天,人们感到离真正一体化的目标还有很长的路要走。真正一体化的标志,按笔者的理解,至少应包含两点:模型的一体化和部门的一体化。

(1) 模型的一体化

必须指出,早期开拓者们所揭示的实质——交通运输是土地使用的功能之一,而且是最重要的功能,业已被数十年的实践不断证实,且越来越牢固地成为交通规划理论的一个基点、成为土地使用与交通运输规划一体化的一个基点;它也是有关模型的一体化持续努力的一个基点。

从这个基点出发,随即有了从定性到定量的转化:对“交通是土地使用的函数”取得共识。具体体现在居民出行生成模型与分布模型的开发。模型一体化的努力在这一阶段滞留了较长的年月,各种表征两者函数关系的有关模型竞相问世,应用至今最多的有回归分析生成模型、类别分析生成模型和重力分布模型。接着,又在出行分布-方式选择组合模型的开

发上取得成果。至此,土地使用-交通规划模式实现第一次升华,其标志是两者的函数关系成为贯穿交通需求预测系列模型的主线。

随后,在各国技术人员持续努力的推动下,该模式实现了第二次升华,其标志是突出了交通对土地使用的反馈效应以及土地使用的影 响从交通预测扩展到包括交通评价、交通决策在内的交通规划全过程。应予充分肯定的是,虽然国内在土地使用预测方法上建树不多,但为实现土地使用-交通规划一体化,不论在理论上还是实践上,都凸现了颇具特色的构思。见后述[实例 35]和[实例 36]。

笔者认为,现今的跨世纪之交将是土地使用-交通规划模式实现第三次升华的时期。其标志就是模型的一体化和部门的一体化,估计会在发达国家率先实现。“模型一体化”的特征:流程设计上不仅能体现交通对土地使用的反馈(单向反馈),而且要体现土地使用对交通“再”反馈(双向反馈),从而循环协调,直至土地使用与交通网络的整体优化,此为一;软件开发上与之匹配,有关的子模块不仅能独立运作,而且能根据用户的需要实现自由选择的组合,要强化人机对话的界面,此为二。

(2) 部门的一体化

本书第 12 章将对此命题作内涵更广泛的论述。这里,仅限于土地使用规划部门和交通运输规划部门的一体化。涉及国情、涉及体制,这种有关部门的“合”、“分”难题非短时所能解决。君不见国内不少城市前年还挂“规划土地局”的牌子,去年得分赴两条街、出了规划局再去土地局,今年又在“规土局”的牌子下合伙办公了,不知道明年会怎么样?看来得避难就易。合局不行,先合处;合处再不行,就合科;合科也不行,合组行不? 其实,神合重于形合。观念上的共识、运作上的同步、业务上的交流、知识上的互补、人员上的换岗……等等,都可以在体制改革的渠道打通之前先收“一体化”之效。

这里的“一体化”,正是“一对连体儿”的别称。

[实例 35] 交通规划与土地利用规划的共生机制研究^[39](1995 年)

1) 交通规划和土地利用规划的共生性

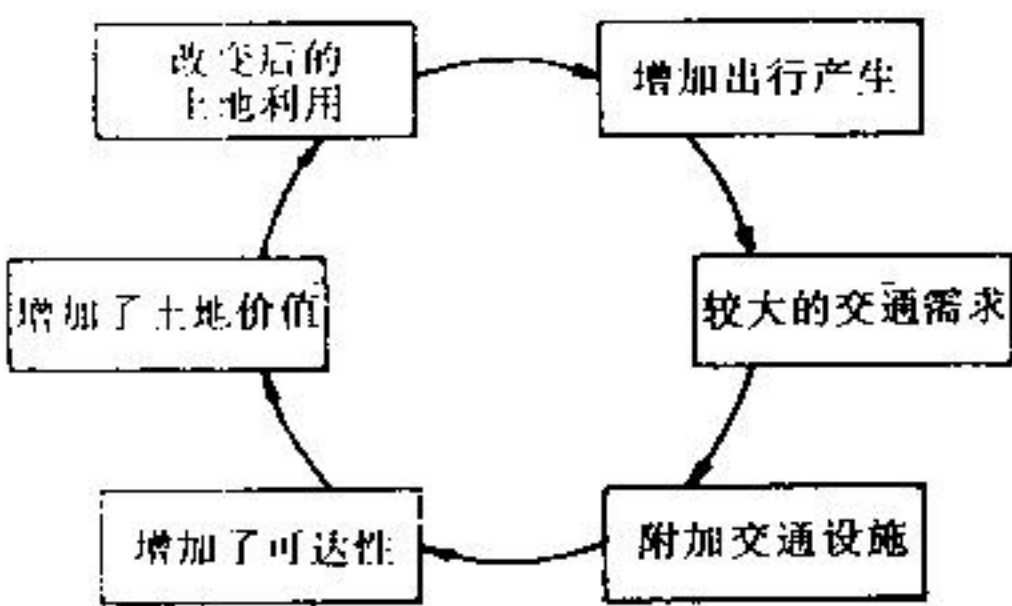


图 8-7 交通设施-土地利用的闭环影响系统

交通活动是土地利用水平和交通设施供应状况共同作用的结果。在土地利用和交通运输设施形成的闭环系统中(见图 8-7)土地利用通常是出行生成活动的主要决定因素,而城市发展历程中的每一次重大结构性变革又往往源于交通运输设施的深刻影响。对于任何土地利用和交通运输系统的规划,其基本目标之一,就是保证在土地利用活动和交通运输能力之间的有效平衡。国外曾有人将交通规划归纳为三个方面的内容,即:城市土地利用规划、交通运输规划和交通政策。可见,交通规划的制定不能脱离土地利用规划;同时,离开了交通规划中道路网络和运输体系的合理配置,土地利用规划中的各项内容也将难以全面协调。土地利用规划和交通规划任何一方离开另一方,都不能独立存在;相反,只有将两者结合在一起,相互依托,才对彼此双方有利。这种现象类似于生物学中的共生现象,姑且把这种性质称为交通规划和土地利用规划的共生性。

交通规划与土地利用规划的共生性,首先表现在两者在内容和层次上具有广泛的关联性。交通规划划分为道路交通发展战略规划和专项网络规划两个阶段,分别与城市总体规划纲要、总体规划、分区、控制性详细规划阶段的用地规划内容相对应,见图 8-8。

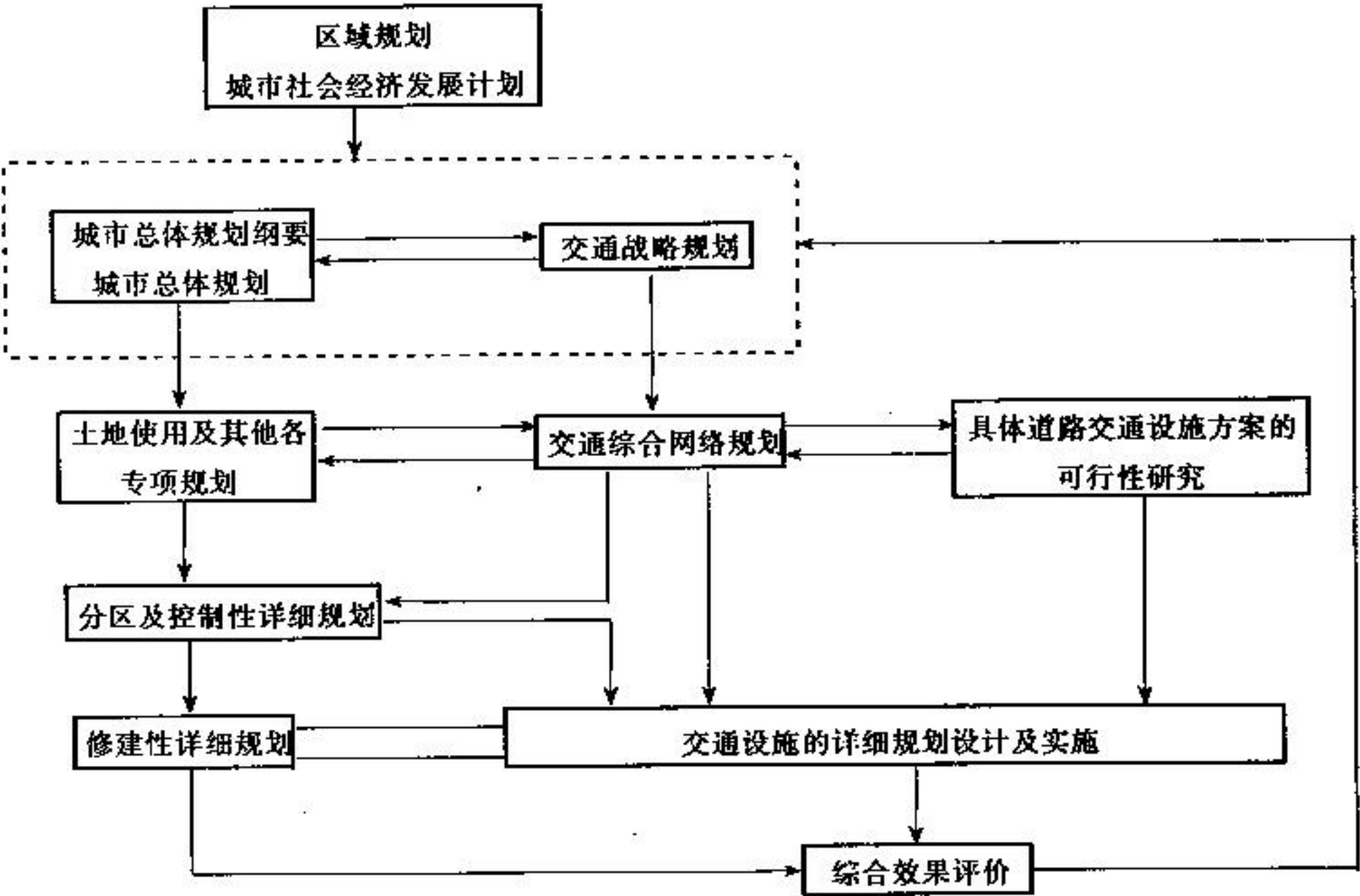


图 8-8 交通规划与土地利用规划的关联性示意

在上述的每一阶段中,都存在着交通规划与土地利用规划的互动作用。两者通过内容的互补、层次的交叠,把多次反馈后的结果用以指导下一层次的规划。按照理想模式,这种交互作用过程应该贯穿于交通规划和土地利用规划的始终。

交通规划和土地利用规划的共生性,还表现在两者之间较强的互相渗透性和不可替代性。

2) 现实中两种常见的规划模式

由于现实中的技术、政策、体制等各种人为因素的影响,交通规划和土地利用规划大多分开编制,其共生反馈机制长时间内一直难以建立,使城市规划的综合协调作用受到一定程度的制约,从而也影响了城市的综合建设和治理。

通常的规划模式是“先用地规划,后交通规划”,即在已有的交通网络和交通设施的基础上制定城市用地发展规划,然后制定与之相适应的交通规划。这样交通规划往往因从属和被动的地位,只能分析现状交通问题和提出近期或局部的交通设施调整改善规划,难以对土地利用规划进行及时的比较论证和信息反馈。随着土地制度的改革和土地市场的开放,城市新开发的土地占有相当的比重,城市土地功能置换的速度也明显加快,城市发展中的不确定因素增多,城市用地发展面临多种选择,而交通分析在方案的优选中起到越来越重要的作用,原有的规划模式显然已无法适应新的形势。

取而代之的是第二种模式,即在土地利用规划编制之前预先进行交通规划的编制。目的除摸清现状交通问题的症结之所在,提出近期改进措施外,更侧重于对城市远期和远景发展框架的论证,并规划与之相辅的道路交通设施。这要求交通规划必须有高度的综合性和

超前性,充分考虑土地利用规划的内容,并在土地利用规划之前对不同用地结构作出预评价,为城市土地利用规划的编制提供参考和依据,否则只能是“辛辛苦苦地玩数学游戏”。最近几个城市在总体规划的修编中采用了这种模式,以原有土地利用规划方案为基准,综合新的规划设想,组合成若干用地发展方案,采用各项交通指标予以综合评价。尽管较第一种模式有很大的改进,但因新的土地利用规划尚未编制,规划设想尚未成熟,给交通规划的编制带来很大的难度。

因此,必须创造适宜的外部条件和建立协调的内部运行机制,这是实现交通-用地系统整体优化,发挥两者共生优势的基本点,见图 8-9。

3) 交通规划与土地利用规划共生机制的构筑

交通规划和城市土地利用规划本身都是庞大的系统工程,将两者结合在一起自然有相当大的难度。以总体规划阶段为例,为使交通规划和土地利用规划能够协同进行,以下五个方面是很重要的。

- 协同组织规划人员;
- 建立“共享资料(数据)库”;
- 提高模型的快速反应能力;
- 加强信息反馈,优选规划战略;
- 深化规划内容,提高可操作性。

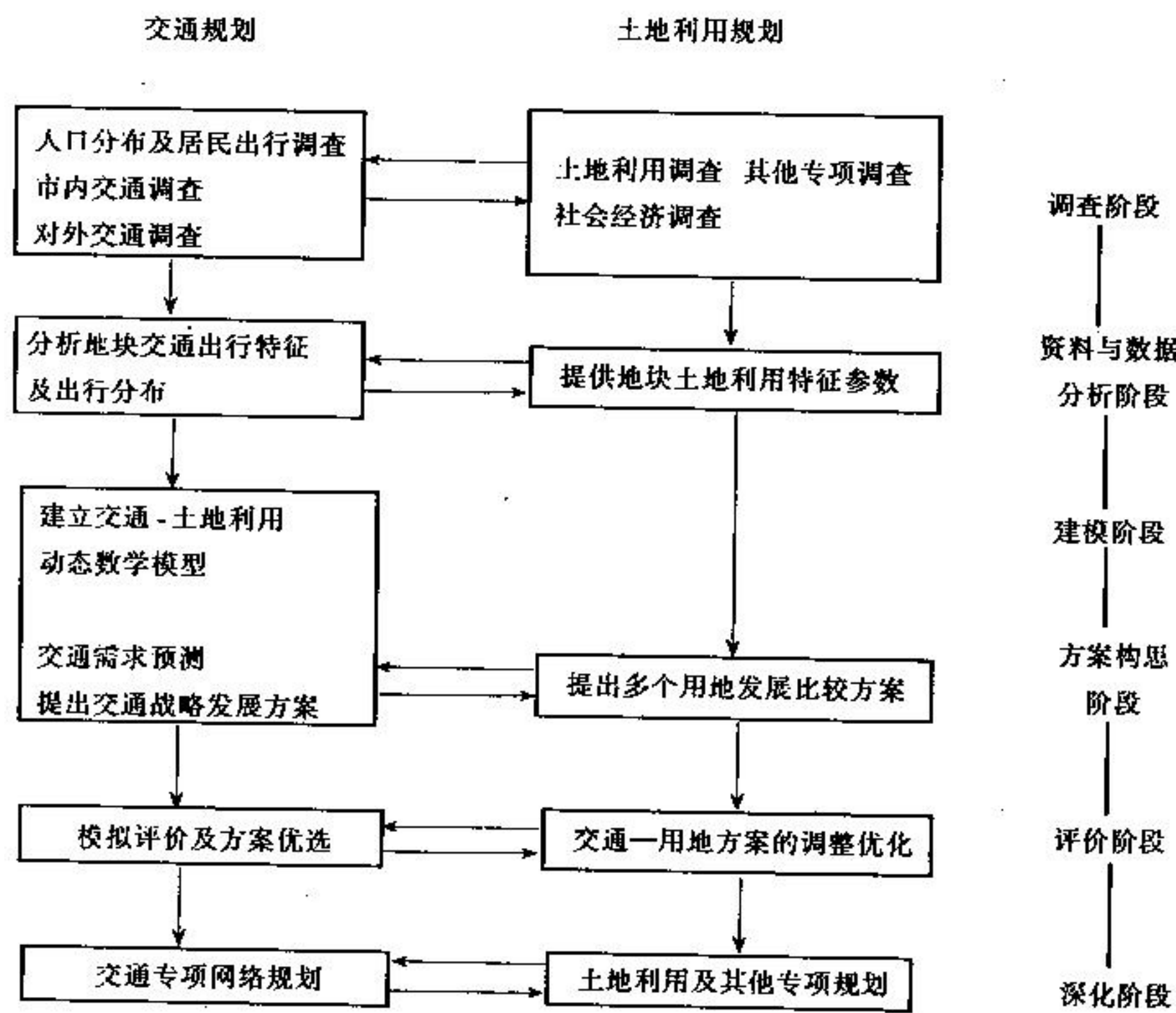


图 8-9 交通规划与土地利用规划的协作关系图示

[实例 36] 土地使用与交通相互作用(IOLT)系统分析(1991 年)
(引自京港 LUTO 技术研讨会报告集 1991。)

北方交通大家张国伍教授等开发的 IOLT(Interaction of Land use and Transportation)系统应用系统动力学原理不仅考虑城市结构对交通的作用,而且考虑城市交通对城市结构的反作用。

1) IOLT 的系统结构

图 8-10 为该系统结构。

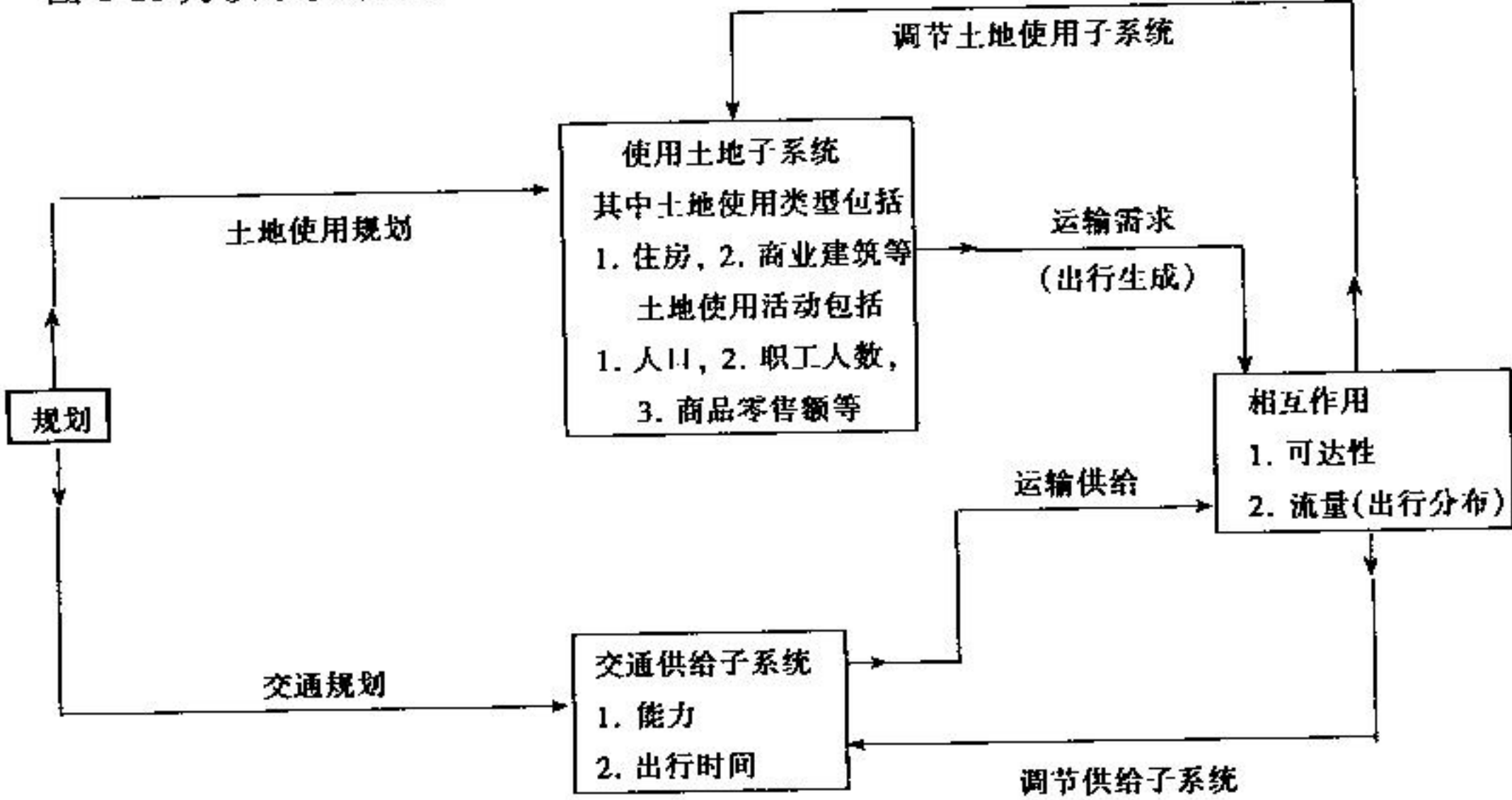


图 8-10 IOLT 系统结构图

土地使用子系统所产生的土地上的社会、经济活动决定了运输需求,影响了不同地理位置的可达性。同时由于人们喜欢到交通方便、市场繁荣的地方去购买商品,喜欢选择交通条件好的地方居住,因此,可达性的好坏对土地使用系统的人口和零售额有直接的影响。另外,可达性与土地使用规划又共同决定了某地方住房和商业建筑的增长。其中,土地使用规划中的空闲场地,为住宅和商业建筑的选址提供了机会,可达性则可表示或选择这一机会的概率。

交通供给子系统的通道能力扩张由交通规划所决定,其出行时间一方面运输需求(出行生成)决定了流量的分布。另一方面,它又受流量大小的影响,流量增大,引起交通的拥挤,导致出行时间的延长。

居民出行 OD 包括出行生成和出行分布。出行生成是土地使用的函数,用来表征所使用的土地上产生或吸引的交通量。出行分布是交通的空间模型,是土地使用与交通供给共同作用的结果。按照重力模型的理论,两地之间测量的交通量,与两地之间的土地使用强度(或交通生成、吸引量)成正比,与两地之间的出行时间成反比。

城市的土地使用与交通供给的相互作用过程如下:土地使用子系统发生变化→运输需求量发生变化→流量分布变化→出行时间变化→交通供给特征变化。反之,若交通供给子系统变化→相对可达性发生变化→土地使用子系统变化。

2) IOLT 的系统动力学模型

以系统动力学模型为中心的 IOLT 模型研究方法如图 8-11 所示。

在我们所研究的土地使用与交通相互作用的系统中,目的是了解系统的行为变化趋势,

预测未来 OD,并对不同的规划方案和交通方案进行模拟评价。该系统具有动态、多变量、反馈回路、非线性等特点,因此,我们试图用系统动力学方法研究该系统,并建立模型,进行相应的模拟分析。

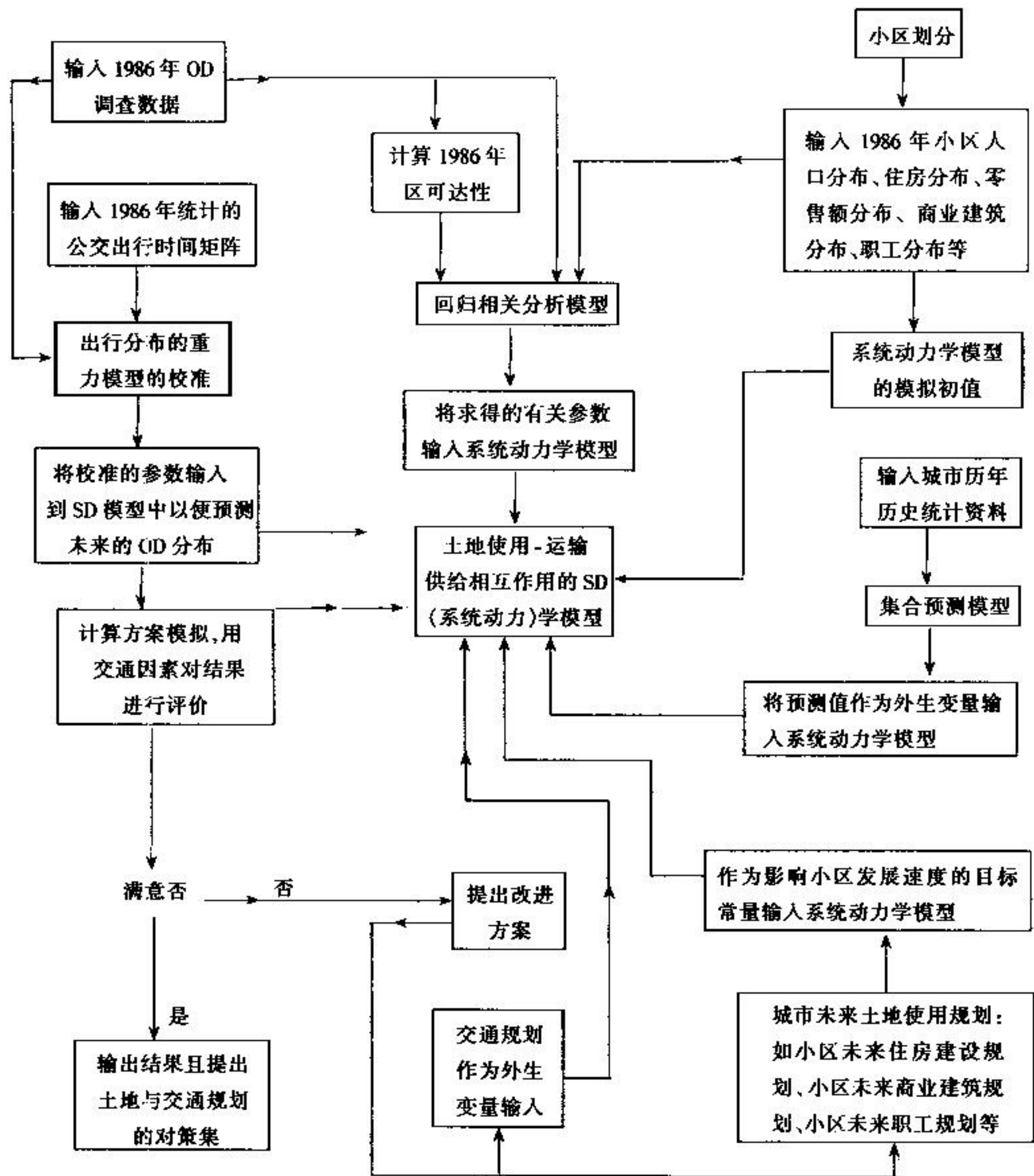


图 8-11 IOLT 模型研究方法图

因果关系是构成系统动力学模型的基础。当我们研究一个复杂的社会系统时,可以通过因果关系分析明确系统的边界、要素以及相互反馈关系,把人们对系统的认识定性地描述出来,为人们研究大系统提供科学的思路和沟通信息的渠道。

(1) 系统宏观因果关系

在我们所研究的 IOLT 系统中,依据图 8-10 所示的总体结构,得到系统的宏观因果关系图如图 8-12 所示。

这是一个表征总体思想的基本反馈环。其意义主要有两个。

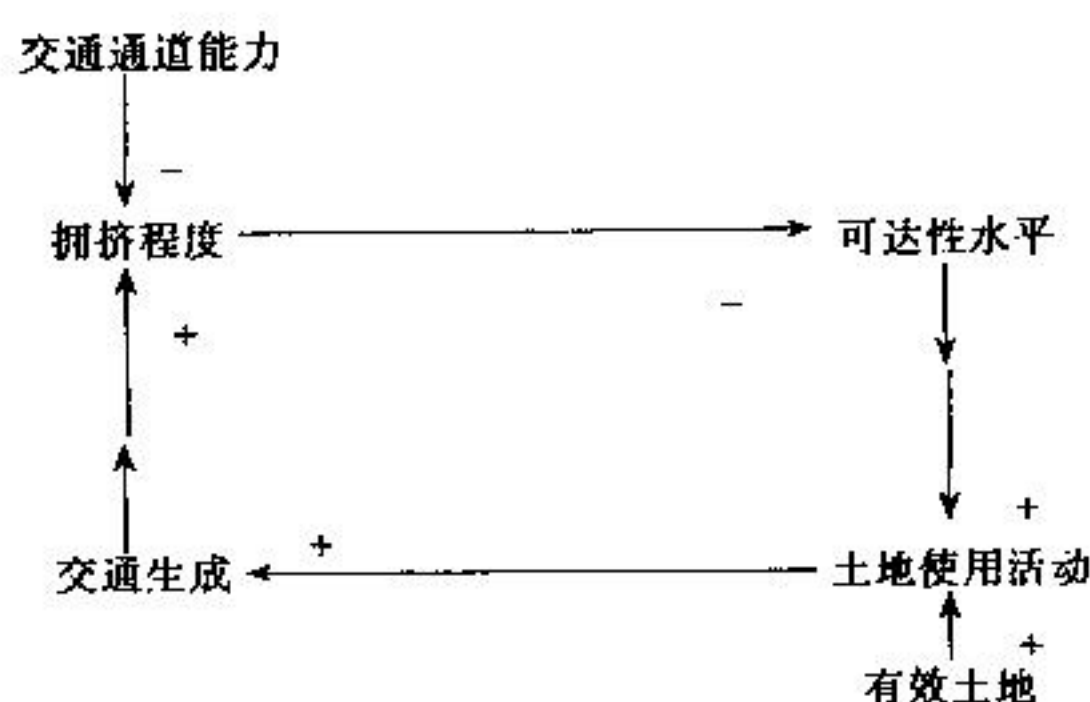


图 8-12 系统宏观因果关系图

①有效土地增加,使该土地上的人口、职工、零售额等增多,土地使用活动加强;而土地使用活动的频繁导致了交通需求的增加,从而增大了交通生成量;交通生成量的增加,使得该地区与其他地区间的交通流增大,拥挤程度提高;拥挤程度的提高,使出行时间延长,导致该地区可达性水平下降;可达性水平下降又制约了土地使用活动的发展。这个过程说明,一个城市中心或地区不可能无限制的发展,它一方面受有效土地使用的影 响,另一方面受交通的制约。

②交通通道能力的扩大,使拥挤程度得到改善,从而提高地区的交通可达性。可达性的提高,又进一步促进了地方的社会经济发展,使土地使用活动强度加大,从而进出该地区的交通流增大,拥挤程度提高。这个过程说明,通道的改进,从发展观点看并不一定能减缓交通拥挤。因为改进后的畅通的通道,有可能吸引更多的客流,使交通更加拥挤。因此我们要用全面的、发展的、系统的观点来研究我们的交通规划。另外通道能力的改进,又通过可达性水平的提高而使土地使用活动的强度加大。这就是我们所说的交通对城市结构反作用的具体体现,也是与一般交通规划模型的不同之处。

在这个模型中,土地使用变量包括人口、住房、零售额、商业建筑、职工人数等。交通生成包括交通产生量和吸引量。此外可用出行时间的长短或交通流与通道能力之比来衡量拥挤程度。

通过分析可画出任意两个小区要素间的因果关系图。它共有十个反馈回路。选择其中四个说明如后。

(2) 终迄小区可达性因果关系

终迄小区的可达性表明人们从其他地方出发到达该小区的交通方便程度。可达性水平的提高,必然吸引更多的人到 j 小区购物,从而使 j 小区的商品零售总额增加。同时由于更多的人从其他小区为了购物目的出行到 j 小区,导致小区 j 的出行吸引量增加。出行吸引总量的增加,进一步表明其他小区到该小区的出行量增加,流量的增大又导致道路拥挤,从而使出行时间延长。小区 j, i 间的可达性表明起点小区 i 的人出行到小区 j 的交通难易程度,它与小区 i, j 间的出行时间成反比。因此出行时间延长,导致小区 j, i 间的可达性水平下降。又因为终迄小区的可达性是小区 j, i 间可达性之和,必然导致出行吸引小区可达性水平下降。这是一个负反馈环(见图 8-13)。



图 8-13 终点小区可达性因果关系图

(3) 起点小区可达性因果关系

起点小区的可达性表明人们从该小区出发到其他小区的交通难易程度。由于人们通常喜欢选择交通条件好的地方居住,因此起点小区 i 的可达性水平提高,必然导致小区 i 的住房更拥挤、人口更多。同时,为了满足日常的生产和生活需要,人们通常要实现从居住区到其他小区的位移,而小区 i 人口的增多,必然使从小区 i 到其他小区的位移总人次增加,从而使小区 i 的出行产生量增加。小区 i 出行产生量的增加又进一步表明,从该小区到其他小区的出行量增加、交通流量大,必然导致通道拥挤,出行时间延长。小区 i, j 间可达性表明终点小区对 i 小区人的吸引及经过路网到 j 小区的难易程度,它与小区 i, j 间的出行时间成反比。出行时间的延长,导致小区 i, j 的可达性水平下降,进而使起点小区 i 的可达性水平下降。这是一个负反馈环(见图 8-14)。



图 8-14 起点小区可达性因果关系图

(4) 区间出行因果关系

小区 i, j 间的出行量,指公共交通出行量,为地铁和地面公共交通出行量之和。小区 i, j 间出行量的增加,通过一定比例,使小区 i, j 间地面公共交通出行量增加,从而导致 i, j 间的地面通道的拥挤, i, j 间出行时间的延长。根据重力模型,小区 i, j 间出行量,分别与 i 小区和 j 小区的出行产生量和吸引量成正比,与小区 i, j 间的出行时间成反比。所以,小区 i, j 间出行时间的延长导致小区 i, j 间出行量的下降。这仍是一个负反馈环(见图 8-15)。

(5) 小区未来职工数因果关系

小区的未来职工人数依据规划而定。小区规划的职工人数与小区当前的职工人数差异越大,则小区的职工增长速度越快,小区职工人数越多,最终导致差异的减小。这是一个负反馈环(见图 8-16)。

仅有因果反馈图还不便编写系统动力学数模方程,也不能明确地表示系统诸要素之间数量关系的概念(类型和性质)。因此,正确的建模步骤是在因果反馈的基础上再绘制系统动力学流图,以便正确且完整地表示系统的物流、信息流和反馈作用的全貌。

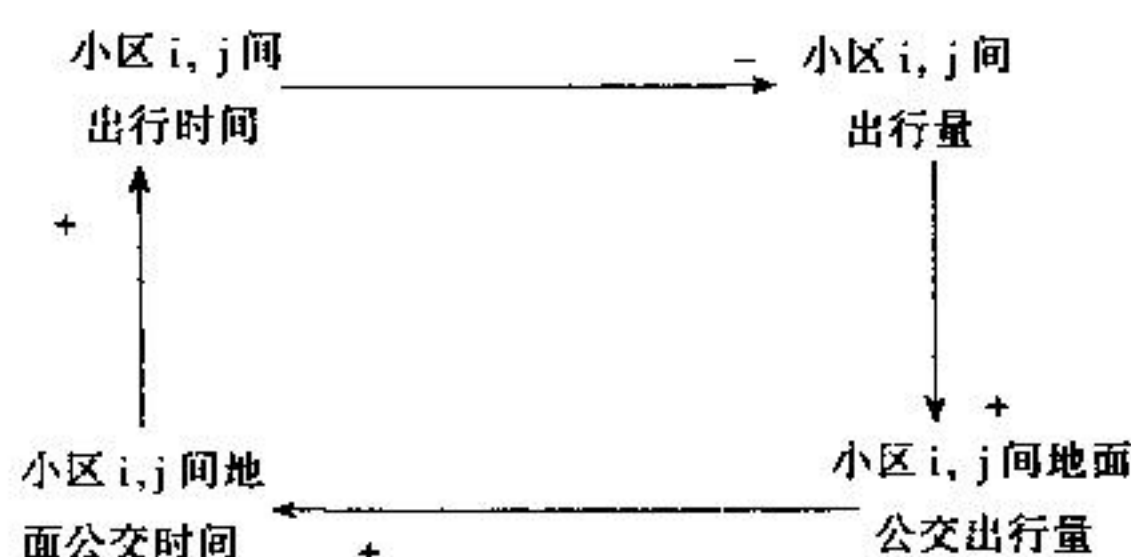


图 8-15 小区 i, j 间出行量因果关系图



图 8-16 小区未来职工人数因果关系图

为此我们画出了 IOLT 系统的 SD 总体流图,模型中小区的人口住房、职工人数、商业建筑面积、商品零售额以及小区间的出行时间建立了积累变量,共计 374 个,用它们来描述系统的状态和状态转移过程。

整个模型分为四个子块,即:土地使用子块、出行 OD 子块、交通供给子块和可达性子块,分别进行了分析。画出了各子块的流图,做出了描述各子块的方程。

3) IOLT 模型的运行

(1) IOLTSD 模型的有效性论证

系统动力学(SD)模型的有效性检验包括模型的目地性检验;模型结构与实际系统一致性检验和模型行为与实际系统一致性检验。

①模型的目的性检验。主要检查所建立的模型是否适用于原来的目的和所要研究的问题。我们建立的土地使用-交通相互作用的系统动力学模型(IOLTSD)具有如下功能:通过建立反馈环,可研究交通供给对土地使用的反作用;可以进行出行产生和分布的 OD 预测;可以进行不同土地使用规划方案和交通方案的模拟,并通过评价,推荐一组较优方案。因此 IOLTSD 模型能很好地满足我们的目的和要求。

②模型结构与实际系统一致性检验。主要指模型的结构和参数的合理度。即检验因果关系与反馈环是否合理,对于每个因素、变量或方程式是否有明确的定义,参数的选择是否合适等等。在 IOLTSD 模型中,模型的结构与参数的确定都是反复进行的。先定性建立 SD 模型的因果关系结构,再根据所收集的数据,对一些因果关系进行相关检验和确定统计参数。如果两个变量间相关性不显著,则认为它们之间不存在因果关系,于是修改模型结构,重新估计参数,直到结构与参数符合实际数据的统计要求为止。因此模型的结构能较好地反映实际系统的要求。

③模型的行为与实际系统一致性检验。主要是检查模拟结果是否与来自实际系统的数据相似。由于我们缺乏当前的规划数据以及其他一些数据,目前这项工作无法进行。但是,由于模型中的参数基本都是经过统计检验的。且通过假想的规划数据进行模拟可以看到行

为的变化趋势与人们经验思维基本相符,且没有发生振荡现象,因此模型至少是可行的。

此外模型有效性的另一个度量即看模型能否产生新的洞察力和新的思想。由于所建立的模型与一般的交通规划模型不同,增加了交通对土地使用的反作用。它从一个全新的角度看问题,必然能产生新的洞察力。从而进一步揭示所要研究的问题的性质,以及产生这些问题的系统的内在奥秘的潜力。

(2) 模型的运行

输入土地使用规划方案和交通方案后,可以对各小区的土地使用变量像人口、住房、职工人数、零售额等,以及小区的出行产生量、吸引量、可达性、小区间的 OD 流量、出行时间变化等进行模拟,预测不同的方案有不同的模拟结果。并可用社会总出行时间进行动态评价。

目前,我们还没有得到有关规划数据,通过假设土地使用规划数据,并假设交通能力保持不变,可得到系统变量随时间变化的曲线图(或数据表格),它们是:

- ①任一小区人口与小区住房、可达性随时间变化图;
- ②任一小区商品零售额与小区商业建筑、可达性随时间变化图;
- ③任一小区出行产生量(或吸引量)与小区人口、职工人数、商品零售额随时间变化图;
- ④任意一对小区间出行时间与流量、通道能力随时间变化图;
- ⑤各小区出行产生量(或吸引量)随时间变化比较图;
- ⑥任一时间的 OD 数据表。

本章要点

1) 土地使用是“源”,交通需求是“流”,交通供应是载流的“河道”。

2) 国内的土地使用规划,特别是土地使用预测,属定性有余、定量不足。国外的土地使用预测模型类多质优,核心都是“源”与“流”的内在联系,但缺少互比性。

3) 包括土地使用预测的一切预测,能把握的程度都是越近越易、越远越难。和发达国家相比,我们则更难。能力和水平上的差距源自客观与主观条件上的差距。下药须对症。

4) 同样是比喻,“一对连体儿”的意蕴要较“源”、“流”深刻得多。于是,土地使用、交通需求、交通供应三者的内在联系又有了新的理解。

5) 交通供应可视作土地使用与交通需求共享的“呼吸系统”;交通供应也可视作土地使用的“间接流”;交通供应还可视作土地使用的“源”,土地使用则是交通供应的“流”。

6) 既是寻根探源,就得寻透探深。土地使用和交通运输共生共灭、共荣共衰的说法恐已属老生常谈,而关于“反馈效应”和“一体化”的层层剖析,应该讲还有些新意。

7) 通常所提的“反馈效应”仅指“交通对土地使用的反馈”,其实还有“土地使用对交通的再反馈”;前者的运作过程可细分为交通需求对土地使用、以及交通供应对土地使用两条流线。

8) 土地使用与交通规划一体化的进程已经历了 30 余年,其间先后实现过两次升华。以模型一体化与部门一体化为标志的第三次升华,可望在新世纪的前夜,由某个发达国家率先实现。

9) 国人在此领域内已有不少成果,足以令洋人称羨。每念及此,笔者不禁有感而发:吐气暂缓,扬眉尽可;联手奋追是正途,同室岂能再操戈!

第 9 章 以变应变

世界潮流,浩浩荡荡,顺之者昌,逆之者亡。

——孙中山

我们首先应该把头脑武装起来,其次才是武装双手。

——高尔基

9.1 弹性规划模式^[26]

国内近 20 年来的实践表明,基于引进的理论和方法,我国大城市的交通规划在取得成绩的同时也暴露出不少问题。

①资料收集困难。调查消耗巨大人力、物力、财力和时间。

②调查之后,有关模型的建立,一般要花两年时间,城市越大,时间越长。由于情况变化迅速,基于 UTPS 的需求预测对于众多影响因素在规划期内的情况变化,缺乏一定的应变能力,作出的规划往往无多大实效。

③方案的评价与决策混为一体,评价即是决策,忽略了决策人员的作用。或者是决策者根据自己在城市交通规划方面的经验与对于城市现状交通的认识来拍板决定。带有主观性和盲目性。

这些问题,在发达国家也有不同程度的反映。改进和完善传统的交通规划模式,国外、国内都在探索(详阅本章第 9.2 节)。这一节笔者撇开传统的模式,另行提出主要适用于中小城市的弹性交通规划的新模式。和大城市相比,中小城市居住和就业的变化更大、更迅速,未来的交通需求具有更为突出的不确定性;另外受经济实力的限制,难以承受人力、物力、财力的巨大耗费。因此传统的模式对中小城市是不适用的。

本模式由弹性预测、弹性评估和弹性决策等三部分组成。具有如下功能与特征:

①基本上反映了交通规划的全过程,能对交通规划作出全局性的宏观描述;

②以弹性,即应变能力,作为贯穿前后的主线;

③如图 9-1 所示,三阶段处于无固定顺序的循环之中,一般而言,以 A→B→C→A...

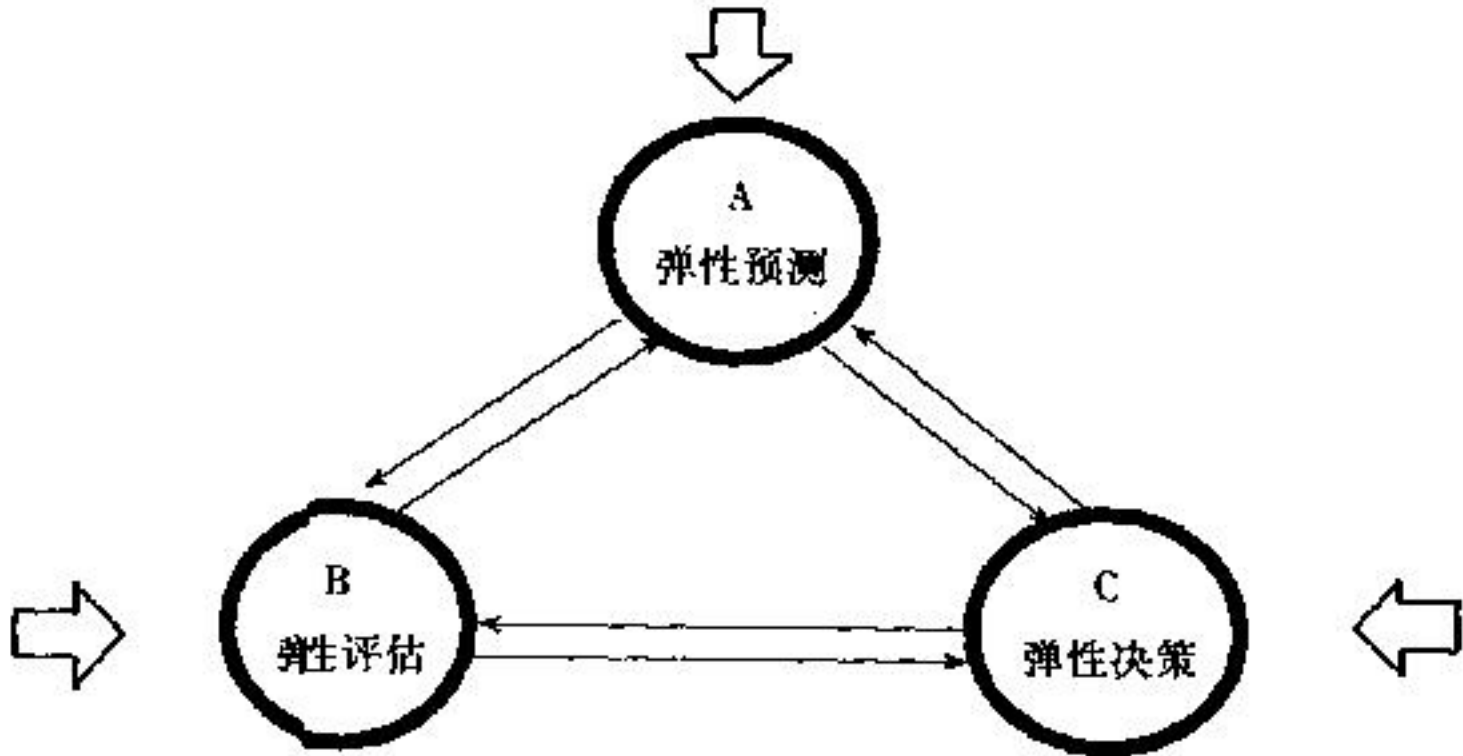


图 9-1 弹性规划模式示意

居多；

- ④三阶段除互为“输入(出)”之外,另还具有各自的“输入”要求；
- ⑤建模成本不高,使用简明方便。

9.1.1 弹性预测

以未来需求值的弹性区间体现需求预测的应变能力。分客流需求预测和货流需求预测,前者又分产生预测和吸引预测,流程见图 9-2。货流预测因为不分产生和吸引,无需做预估量的校正,其余步骤与客流预测相同。

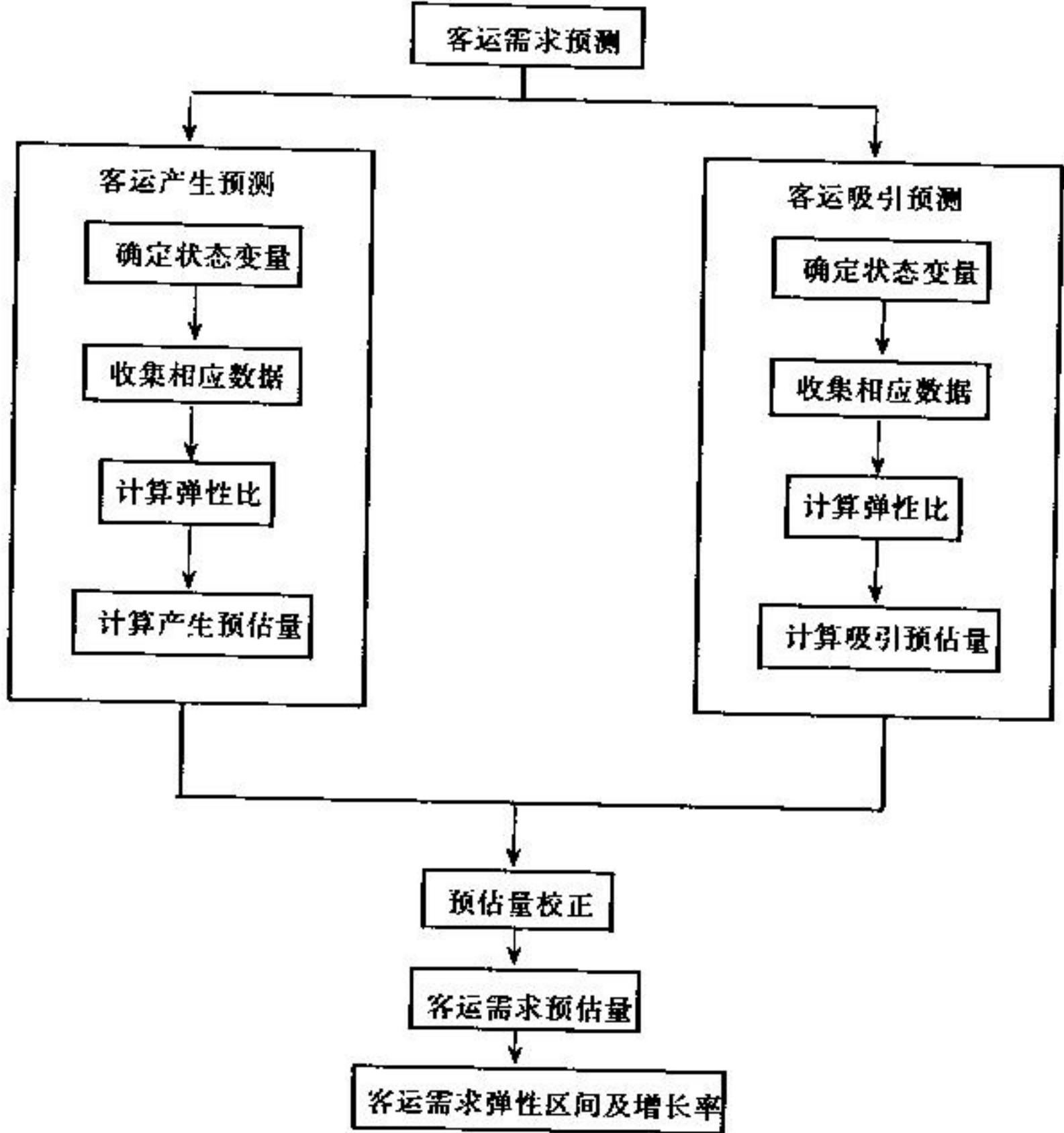


图 9-2 客运需求弹性预测流程图

9.1.1.1 选定状态变量 x

- 客流产生:小区人口数、小区人均收入。
- 客流吸引:小区职工岗位数、小区商业服务职工数。
- 货流生成:小区人口数、小区职工岗位数、小区仓库占地面积。
- 以 x_0, x_1, x_2 分别表示历史年、现状年、规划年的状态变量值。

9.1.1.2 计算弹性比 μ

- ①定义
定义交通生成需求量变化的百分比与状态变量变化的百分比两者的比值为弹性比 μ 。
 $\mu > 1$,表明对应状态变量,需求为弹性需求;
 $\mu = 1$,表明对应状态变量,需求为单位弹性需求;

$\mu < 1$, 表明对应状态变量, 需求为弱弹性需求。

②本地区资料齐全时

$$\mu = \left(\frac{D_1 - D_0}{x_1 - x_0} \right) / \left(\frac{D_0}{x_0} \right) \quad (9-1)$$

式中, D_1, D_0 分别为现状年、历史年的交通需求量。

③需借用其他地区资料时

$$\mu = (\log D_1 - \log D_0) / (\log x_1 - \log x_0) \quad (9-2)$$

9.1.1.3 确定未来的弹性需求量

相应于式(9-1)和式(9-2), 未来需求量 D_2 的算式为:

$$D_2 = \begin{cases} D_0 [1 + \mu(x_2 - x_0)] / x_0 \\ D_0 \left(\frac{x_2}{x_0} \right)^\mu \end{cases} \quad (9-3)$$

由于状态变量有 n 个, 相应的 μ 也有 n 个; 以各个 μ_x 为权, 得加权均值 $\bar{D}_2$:

$$\bar{D}_2 = \sum_{j=1}^n D_{2j} \mu_j / \sum_{j=1}^n \mu_j \quad (9-4)$$

将全部小区的需求量总加即得该城市(区域)的未来需求量, 客流中的 D_2 尚要先按产生量与吸引量相等的条件进行校正, 货流预测可无需做预估量的校正。

规划年的 x_2 有预估误差, 即导致 D_2 有相应的增减量 Δ 。定义 $(D_2 - \Delta, D_2 + \Delta)$ 为 D_2 的弹性区间。 Δ 的算式为:

$$\Delta_i = D_i K \left(\sum_j \mu_j^2 / \sum_j \mu_j \right) \quad (9-5)$$

式中, $i = 1, 2, \dots, m$, m 为小区数; D_i 为相应小区的未来需求量; K 为相对于现状、未来状态变量 X_2 增长率的误差。

K 的理论算值由它的定义表述为:

$$K(\%) = \frac{x'_2 - x_2}{x_2} \quad (9-6)$$

式中, x'_2 是未来状态变量的实际值, x_2 是未来状态变量的预估值。

在作需求预测时不可能知道 x'_2 , 因此 K 的实际取值为各个状态变量预估误差的允许范围。客流需求预测中取 $(D_2 - \Delta_{\text{产生}}, D_2 + \Delta_{\text{产生}})$ 和 $(D_2 - \Delta_{\text{吸引}}, D_2 + \Delta_{\text{吸引}})$ 的并集, 即 $[D_2 - \min(\Delta), D_2 + \min(\Delta)]$ 为客流需求预测的弹性区间。

9.1.1.4 假设条件

- ①城市(或区域)内交通量的产生量和吸引量彼此相等;
- ②借用其他地区资料, 土地使用的功能必须基本相同;
- ③ K 的取值对于各城市(或区域)的各个 x_2 均是相同值;
- ④以现状为基点, 前后各 3~5 年内交通需求量的变化规律是线性的。

9.1.2 弹性评价

以规划方案实施后实效预估的增减幅度, 及其与需求预测的弹性区间分别组合体现方

案评价的应变能力。方案选优的排序方法可应用费用-效益分析技术或灰色系统关联度分析技术。

9.1.2.1 方案-指标矩阵

对各规划方案预计的评价指标阈值列表汇总成矩阵形式,一般皆以方案为列、指标为行,见表 9-1。

规划人员提出供评估的方案后,即需会同各方面的专家一起评定目标体系中的指标及其相应阈值的充分性和合理性,尤其要反复估核按年份为序的各阈值。同时,十分重要的是确定在某一特定评估矩阵中的各评价指标的权重值 $W_i(i=1,2,\cdots,V)$:

$$\sum_{i=1}^V W_i = 1$$

(9-7)

表 9-1

方案-指标矩阵

方案 u		方案 1				方案 2					方案 h				
國值 L	年序 t														
		1	2	...	n	1	2	...	n		1	2	...	n	
指标 i 及权重 W															
指标 1															
指标 2															
⋮															
指标 V															
实效指数 P															

表 9-2 为专家调查用表示例(引自同济大学唐琤琤硕士学位论文)。

表 9-2

× × 市交通规划评价指标阈值及权重值专家调查表

规划期	目 标	任 务	指 标	阈 值		
				现状值	方案一 目标值	方案二 目标值
		1	2		3	4
近 期	实现市内 交通畅通	1. 缩短出行时间 $W_1()$	1. 公交上下班出行时间 $W_{11}()$		%	%
			2. 公交非上下班出行时间 $W_{12}()$		%	%
			3. 自行车上下班出行时间 $W_{13}()$		%	%
			4. 自行车非上下班出行时间 $W_{14}()$		%	%
			5. 干道网平均车速 $W_{15}()$		%	%
			6. 停车延误 $W_{16}()$		%	%
		2. 增大通行能力 $W_2()$	7. 干道网道路面积率 $W_{21}()$			
			8. 干道网密度 $W_{22}()$			
			9. 干道网道路长度 $W_{23}()$			
			10. 干道网道路面积 $W_{24}()$			
		3. 减少交通事故 $W_3()$	11. 交通事故率		%	%

方案一实施后,由于交通量的增长,预计经过()年后,路网交通状况将和现状情况相似。

方案二实施后,由于交通量的增长,预计经过()年后,路网交通状况将和现状情况相似。

××专家:

请您确定各方案实施后第一年各指标的预估阈值,以相对于决策年的变化幅度(%)来表示,填于3,4栏内,同时确定各指标的权重,填于1,2栏的括号内,要求: $W_1 + W_2 + W_3 = 1, W_{11} + W_{12} + W_{13} + W_{14} + W_{15} + W_{16} = 1, W_{21} + W_{22} + W_{23} + W_{24} = 1$ 。同时,请您估计各方案实施多少年后,道路交通状况和现状相似。

感谢您对本市交通规划的支持!

9.1.2.2 实效指数 P

表9-1中最后一行为实效指数。它是规划方案实施后每一年度取得实效的综合度量,由式(9-8)确定。

$$P_u^t = \sum_i^V (W_i)(L_u^i) \tag{9-8}$$

式中 P_u^t ——方案 u 实施后第 t 年的实效指数;
 W_i ——指标 i 的权重, $i = 1, 2, \dots, V$;
 L_u^i ——方案 u 实施后第 t 年相应于指标 i 的预计阈值,以相对于决策年(第0年)的变化幅度(%)表示。

例如已定某方案实施后第三年相应于指标出行时间、平均车速、通行能力的预计阈值分别为 $\downarrow 10\%$, $\uparrow 10\%$, $\uparrow 30\%$, 它们的权重分别为 0.2, 0.2, 0.6, 则其实效指数 P 应等于 $0.1 \times 0.2 + 0.1 \times 0.2 + 0.3 \times 0.6 = 0.22$ 。由于专家调查表汇总后对指标阈值的达到程度有一个最高值和一个最低值,对各指标权重的估计也有一个幅度,最后可归纳得到实效指数 P 的上限和下限。

将需求预测中得到的,相应于弹性预估量的交通量增长率的上限与下限同实效指数的上限与下限作不同的组合,就得到未来不同条件下的方案排序,此套弹性评价的结果作为下一步弹性决策的依据。

9.1.2.3 费用-效益分析技术

1) 现值计算

费用-效益分析的计算方法较多,考虑到中小城市的背景和近期规划的要求,本模式采用“现值法”。

$$NPV = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t)(1+i)^{-1} \tag{9-9}$$

式中 NPV ——净现值,意为按贴现率 i 计算后和现金流量 $(B_t - C_t)$ 等值的目前($t = 0$)金额;
 t ——年度, $t = 0$ 为目前, $t = 1$ 指一年后, $t = n$ 指 n 年后;
 B_t ——第 t 年总效益的净值;
 C_t ——第 t 年总费用的净值;

i ——贴现率。

其中, B_t 由式(9-10)计算:

$$B_t = L_0(1 + q_t)^t P_t \tag{9-10}$$

式中 L_0 ——决策年($t = 0$)的交通延滞损失费;

q_t ——第 t 年的交通需求增长率;

P_t ——第 t 年的实效指数。

式(9-9)中的 C_t 由多项费用组成,其中很重要一项为 L_t ,即第 t 年的交通延滞损失费用,由式(9-11)可计算:

$$L_t = -(B_t - L_0) \tag{9-11}$$

如 L_t 为负值,表示第 t 年已无交通延滞损失。

2) 费用-效益矩阵

为此需列出费用-效益矩阵,如图 9-3 所示。该矩阵以年度 t 为列,以各项费用、效益以及效益与费用之差等项为行。为便于检查, $q(\%)$ 和 $P(\%)$ 也列在矩阵中。在此矩阵中的元素,几乎都是预测值,所以完整的名称应是“成本(费用)-效益预估矩阵”。

年	t	q	P	qP	B	C
	0					
	1					
	2					
	3					
	...					

图 9-3 费用-效益预估矩阵

其中, q 得自弹性预测, P 由专家预测, B 为计算得出——间接预测; C 中除 L_0 是决策年调查得到外,余者如维护费、使用费、工程费等是计划安排费用,实质上也含预测性质;最后得到的 $(B-C)$ 项当然也是预测值无疑了。

3) 成本回收期 n'

将逐年的 $(B_t - C_t)$ 项累计,至出现正值时的某一处: $t = n'$, n' 即为成本回收期。如果各方案的 n' 不同,又可增加新的比较内容。

规定凡 $n' > 10$ 年者不参加评估。这是因为成本回收期很长意味着两者必居其一:或是项目总投资数额大、完成工期长、收益生成晚;或是投入安排不妥、经营管理欠善、选成收效甚微、成本迟迟回收不了。前者不在近期规划之列,另设专项审核;后者显然失去评估的资格。

4) 假设条件

交通需求按年度平均增长;由交通需求增长度导致交通损失的增长,两者呈非线性关系;随着交通供应的改善而带来的效益不仅与供应直接相关,还与需求间接相关,前者呈线性关系,后者呈非线性关系;参与评估的规划方案暂定为 2 个;成本回收期以 10 年为限;评

估所用现值允许出现负值。

9.1.2.4 灰色系统关联度分析技术

(引自同济大学孔令斌硕士学位论文)

灰色系统理论中的关联分析方法,也是一种因素分析方法。关联分析就是根据因素之间的发展态势的相似或相异程度,比较数据列的几何形状,认为各数据列所构成的几何曲线的形状越接近,则其变化态势也就越接近,关联度也就越大。关联度的计算就是各因素之间关联程度大小的一种度量。

由于在城市交通这个复杂的系统当中,包含了许多未知的因素在内,具备了灰色系统的特征。在规划工作中,对于各个备选方案,要评价其相对优劣,就要涉及到技术、经济、社会和交通功效等多方面的因素,利用这一系列的因素在方案上的反映来确定方案的优劣。但是,这些因素之间有时是不可比的,而且,由于交通系统的复杂性;还会出现许多不可量化的灰数。这样,就给方案优劣的评价带来了许多困难。利用灰色系统理论的关联分析方法就可以克服上述困难。

灰色系统关联分析的步骤如下:

1) 首先要构成技术经济指标的数据列。

$$\begin{aligned} X_1 &= \{x_{1.}(1), x_{1.}(2), \dots, x_{1.}(k)\} \\ X_2 &= \{x_{2.}(1), x_{2.}(2), \dots, x_{2.}(k)\} \\ &\dots \\ X_n &= \{x_{n.}(1), x_{n.}(2), \dots, x_{n.}(k)\} \end{aligned} \quad (9-12)$$

$X_1, X_2, \dots, X_n$ 表示方案对于诸指标的取值的数据列。

$X_i(j)$ 表示 i 方案对于 j 指标的取值。

其次,就是对诸指标当中的非量化的灰数指标进行白化函数的量化处理,这里白化函数的选取可视具体的指标而定。

2) 选取参考数据列

参考数据列中的各元素由各指标对应的取值中的最佳值组成。

$$\begin{aligned} x_0 &= \{x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)\} \\ &= \{x_i(1), x_j(2), \dots, x_k(n)\} \end{aligned} \quad (9-13)$$

这里, $\{x_0\}$ 中的 $x_i(1), x_j(2), \dots, x_k(n)$ 是比较序列中的最佳值。对于城市交通规划,人们希望效益尽可能高,而对于项目的投资,则希望尽可能的小。若 $x_i(r)$ 表示第 i 个方案中的效益指标,而 $x_j(s)$ 表示第 j 个方案中的投资指标。那么:

$$\begin{aligned} x_i(r) &= \max[x_1(r), x_m(r)] \\ x_j(s) &= \min[x_1(s), x_m(s)] \end{aligned} \quad (9-14)$$

这样,由上述元素构成的数据列 $\{x_0\}$ 的各元素是最佳技术经济指标。 $\{x_0\}$ 为最优参考数据列,将各项指标的数据列与最优数据列进行比较,根据其于最优参考数据列的关联度的大小,进行方案的排序(见图 9-4)。

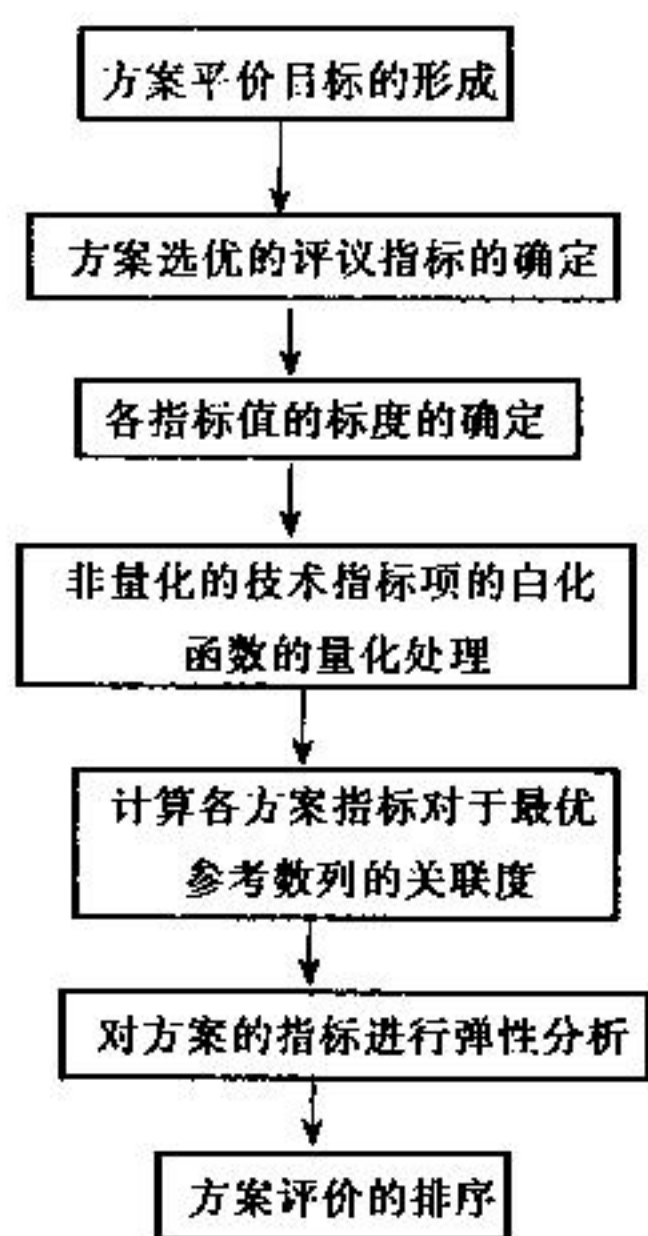


图 9-4 基于关联度分析的弹性评价流程图

9.1.3 弹性决策

以方案实施后各种可能前景(有利或不利)出现的概率体现规划方案弹性决策的应变能力。它的输入信息大多情况下是弹性评价的结果,如有必要,也可直接输入弹性预测的结果。

9.1.3.1 基于现值分析的弹性决策

1) 流程框图

流程如图 9-5 所示。

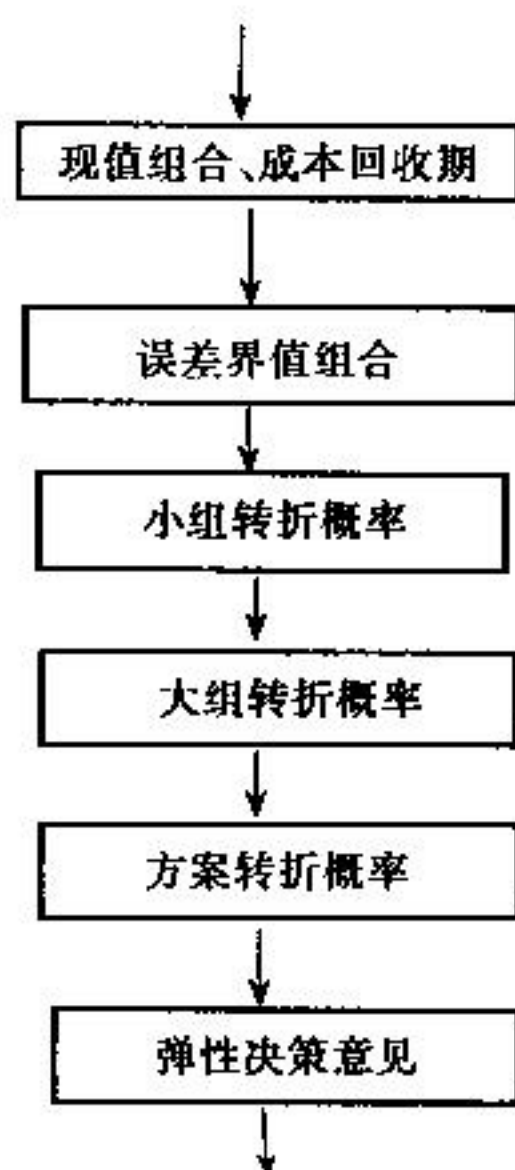


图 9-5 基于现值分析的弹性决策流程图

2) 现值的灵敏度分析

显然,要对各个方案每一个年度的总费用与总效益都作出精确计算或预测是不可能的。 B_t, C_t 和贴现率 i 的不确定导致现值 NPV 的不确定。前已述及, B_t 在 NPV 中所占的比重随 t 的增长而显著增长;为此,灵敏度分析便是考察在成本回收期的末期(C 年)内的现值预估误差率 q_t 导致总现值的变化情形。

$$(NPV)_{n'} = (NPV)_{n-c} + (1 \pm q_w) \sum_{e=0}^{c-1} \left(\frac{B_{n'-e} - C_{n'-e}}{(1+i)^{n'-e}} \right) \quad (9-15)$$

式中 $(NPV)_{n'}$ ——到第 n' 年变化后的总现值;
 $(NPV)_{n'-c}$ ——到第 $(n' - c)$ 年的原现值, C (年) 为假定的误差发生期, 由表 9-3 选定;
 q_w —— C 年期间现值总和预估值与实际值的误差;
 n' ——成本回收期(年);
 B, C, i ——同前。

表 9-3 成本回收期与误差发生期

成本回收期 n' C (年)	≤ 4 年 末 1 年	≤ 7 年 末 2 年	≤ 10 年 末 3 年
-----------------------	---------------------	---------------------	----------------------

3) 误差界值 q_{wL} 的确定

如原现值的大小是方案 A 大于方案 B, 则定义 q_{wL} 为在指定条件下能导致原结论相反的误差率 q_w 的界值。即,

当 $q_w \geq q_{wL}, (NPV)A < (NPV)B$

当 $q_w < q_{wL}, (NPV)A > (NPV)B$

现假定方案 A, B 的 q_w 相同, 但 q_w 的增减对于 A, B 有不同的组合, 则确定 q_{wL} 的公式如下:

$$\begin{aligned} \text{令} \quad & \sum_{e=0}^{c-1} \left(\frac{B_{n'-e} - C_{n'-e}}{(1+i)^{n'-e}} \right) = S \\ & (NPV)A - (NPV)B = \Delta \end{aligned}$$

① S_A, S_B 同时增加, 或同时减少

$$q_{wL} = \left| \frac{\Delta}{S_A - S_B} \right| \quad (9-16)$$

② S_A 没有增减, S_B 增加

$$q_{wL} = \frac{\Delta}{S_B} \quad (9-17)$$

③ S_B 没有增减, S_A 减少

$$q_{wL} = \frac{\Delta}{S_A} \quad (9-18)$$

④ S_A 减少、 S_B 增加

$$q_{wL} = \frac{\Delta}{S_A + S_B} \quad (9-19)$$

4) 转折(否定)概率 PF 的确定

定义转折概率 PF 为否定方案比较原结论的概率。

确定 PF 要经过三个层次的处理和计算。

①确定“小组”否定概率 $PF_{(1)}$

在一个“大组”内或有一个“小组”(当两方案的成本回收期相同时),或有四个“小组”(当两方案的成本回收期不同时)

由全概率公式

$$P(X) = \sum_{i=1}^f P(y_i)P(x|y_i) \tag{9-20}$$

可求得 $PF_{(1)}$ 。

式中 $P(x)$ ——即 $PF_{(1)}$ 小组转折(否定)概率;

$P(y_i)$ ——第 i 个 $q_w \geq q_{wl}$ 事件的发生概率;

$P(x|y_i)$ ——在 y_i 条件下的否定概率,取值为 0.5。(f 为 $P(y_i) \neq 0$ 的项数,见表 9-5)。

表 9-3 曾交代过发生误差期 C 和成本回收期 n' 的相应关系,表 9-4 则规定了相应于 C 的 $P_i(q_w = q_{wl})$ 分布。

表 9-4 $P_i(q_w = q_{wl})$ 分布

回收期 n'	(a) ≤4 年		(b) ≤7 年		(c) ≤10 年	
C	末一年		末二年		末三年	
	q_{wl}	P_i	q_{wl}	P_i	q_{wl}	P_i
	≥0.8	0	≥1.0	0	≥1.6	0
$i=1$	<0.8 ~ ≥0.6	0.05	<1.0 ~ ≥0.75	0.1	<1.6 ~ ≥1.2	0.15
$i=2$	<0.6 ~ ≥0.4	0.2	<0.75 ~ ≥0.5	0.3	<1.2 ~ ≥0.8	0.4
$i=3$	<0.4 ~ ≥0.2	0.5	<0.5 ~ ≥0.25	0.6	<0.8 ~ ≥0.4	0.7
$i=4$	<0.2 ~ ≥0	1	<0.25 ~ ≥0	1	<0.4 ~ ≥0	1

表 9-5 n', f, i, r 用表

	a				b				c			
n'	≤4				≤7				≤10			
f	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
max q_{wl} 在 $i=4$ 处	4.75	3.75	2.75	1.75	5.0	4.0	3.0	2.0	5.25	4.25	3.25	2.25
max q_{wl} 在 $i=3$ 处	4.25	3.25	2.25	1.25	4.6	3.6	2.6	1.6	4.95	3.95	2.95	1.95
max q_{wl} 在 $i=2$ 处	3.95	2.95	1.95	0.95	4.3	3.3	2.3	1.3	4.65	3.65	2.65	1.65
max q_{wl} 在 $i=1$ 处	3.80	2.80	1.80	0.80	4.1	3.1	2.1	1.1	4.40	3.40	2.40	1.40

由表 9-4 确定 $P(y_i)$ 需注意: 取 $P_i(q_w \geq q_{wL})$ 和对 $P_i(q_w \geq q_{wL})$ 作“标准化”处理, 见式 (9-21)。

$$P(y_i) = P_i(q_w \geq q_{wL}) / r$$

$$0 \leq p(y_i) \leq 1 \tag{9-21}$$

式中 r 值由表 9-5 查得。

表中 f 为 $P_i(q_w \geq q_{wL}) \neq 0$ 的项数, 见后面演示。注意, 计算时 q_{wL} 一定要由大到小排序。如两方案的 C 不相同, 查表 9-4、表 9-5 时, 以大者为准。

[演示]

已知两方案的回收期同为 6 年, q_w 依次算得如下, 由表 9-4b 查得 $P_i(q_w \geq q_{wL})$:

q_{wL}	1.40	0.94	0.61	0.32
$P_i(q_w \geq q_{wL})$	0	0.1	(0.3 + 0.1)	(0.6 + 0.3 + 0.1)

故 $f = 3$ 。由表 9-4 还知 $\max q_{wL} = 0.94$, 在 $i = 1$ 处, 查表 9-5b 得 $r = 3.1$, 由式 (9-21) 得 $P(y_i)$; 再由式 (9-20) 算得 $P(x)$, 即 $PF_{(1)}$:

r	3.1
$P(y_i)$	0.03 0.13 0.32
$P(x y_i)$	0.5
$P(x)$	0.24

如原评估结论为 $(NPV)A > (NPV)B$, 则 $PF_{(1)} = P(x)$ 即为否定方案 A 的概率。
实际运算中可用式 (9-22) 计算 $PF_{(1)}$:

$$PF_{(1)} = \frac{1}{2r} \sum P_i(q_w \geq q_{wL}) \tag{9-22}$$

②确定 $PF_{(2)}$ ——“大组”的转折概率

如果大组只有一个小组, 则

$$PF_{(2)} = PF_{(1)} \tag{9-23}$$

如果大组内有四个小组, 则

$$PF_{(2)} = \frac{1}{4} \sum PF_{(1)} \tag{9-24}$$

注意, 式 (9-24) 中 $PF_{(1)}$ 必须以同一标准: 一律用“否 A”, 或一律用“否 B”。

[演示]

小组	原结论	$PF_{(1)}$
1	取 A	0.23(否 A)
2	取 B	0.58(否 B)
3	取 B	0.71(否 B)
4	取 B	0.40(否 B)

$$PF_{(2)}(\text{否 } B) = \frac{1}{4} [(1 - 0.23) + 0.58 + 0.71 + 0.40] = 0.62$$

③确定 $PF_{(3)}$ ——方案的转折概率

$$PF_{(3)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N PF_{(2)} \begin{cases} < 0.5 & \text{不接受} \\ \geq 0.5 & \text{接受} \end{cases} \quad (9-25)$$

式中 $PF_{(3)}$ ——综合考虑 q, p 搭配后的转折概率,即对原较优方案的否定概率;
 $PF_{(2)}$ ——采用同一标准后的大组转折概率;
 N ——参与计算 $PF_{(3)}$ 的大组数。

9.1.3.2 基于关联度分析的弹性决策

(本节引自同济大学孔令斌硕士学位论文《城市交通规划的评价模型研究》,1991年2月。)

令 q 为流量增长系数, p 为与交通量无关的方案评价指标, q_1, q_2, p_1, p_2 分别代表 q 与 p 的上、下限。

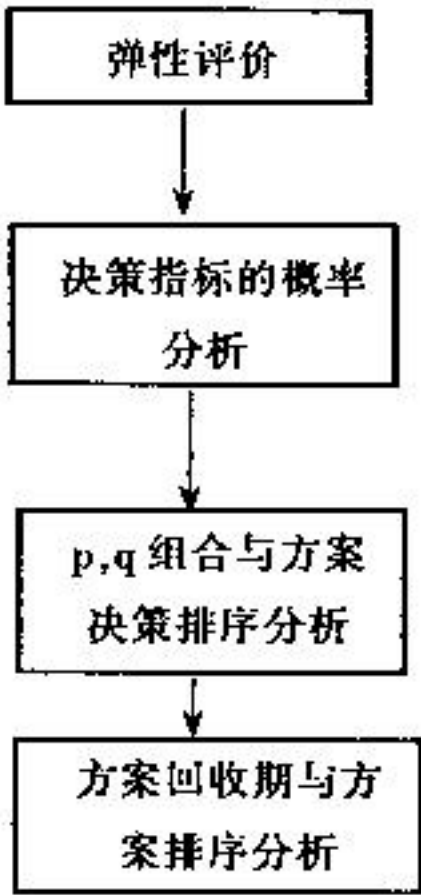


图 9-6 基于关联度分析弹性决策流程图

对于每一个 p 值,随 q 在 (q_1, q_2) 之间的变化情况,可以得到一个随 q 的变化而变化的方案排序序列。同样,对于任意一个 q 随 p 在 (p_1, p_2) 之间的变化,也可以得到一个随 p 的变化而变化的方案排序序列。即方案的排序变化决定于自变量 p 与 q 的变化。

为了使问题的解决简化,在这里我们只取 p_1, p_0, p_2 , 与 q_1, q_0, q_2 的九种搭配情况进行分析,因为,这几点代表了 q 与 p 的最佳、最不利和折衷情况,计算的结果具有代表性,对于任意一种 q 与 p 的组合情况,都可以得到一种方案得排序结果,相对于这九种具有代表性的组合,就可以得到九种方案的排序结果。把专家的排序意见考虑在内一共得到十种方案的排序结果,这十种方案的排序结果分别代表一种典型的实效情况,而且,它们出现的概率都比较大,都应该列入决策者的考虑之列。

弹性决策要求从这十种方案的排序中选出一个最佳方案来作为城市交通规划的实施方案,取每一种 p 与 q 的组合出现的概率为该组合下方案排序的权值,专家排序的权值取所有组合概率的平均值。

将以上十种方案的排序情况综合起来,考虑每种方案排序情况的权值,可以统计得到一个相对每一方案的排序频度矩阵,见式(9-26),再由式(9-27)计算每方案的得分值,根据得分值的大小来选择最优的实施方案。

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} & \cdots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} & \cdots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f_{n1} & f_{n2} & f_{n3} & \cdots & f_{nn} \end{bmatrix} \quad (9-26)$$

其中 f_{ij} ——表示第 i 方案取得第 j 名次的频数。

第 i 方案的得分值为：

$$a_i = \sum_{j=1}^n f_{ij} (n-j)(n-j+1)/20 \quad (9-27)$$

$$(i = 1, 2, \cdots, n)$$

式中, n 为方案数。

这样选择的最佳方案,既考虑了方案的各影响因素对于方案选优的影响,又体现了决策人员的主观作用。对各影响因素的概率分析,增加了决策的科学性,而对决策人员意图的体现,又使决策的结果对于政策的应变能力增加。

综上所述,弹性规划模式提出了一种不同于传统规划模式的新思路,相应的模型、算法和软件先后在南京、常州、无锡等地得到应用,其成果与传统模式作了对比,初步结论是可行的。当然,其中还有不少需要进一步思考和完善的地方。它的最突出的特点是以弹性(应变能力)作为贯串始终的主线,不仅符合中小城市交通规划的需要,经过改进后也有可能适用于大城市的交通规划。

9.2 为传统模式动手术

传统的城市交通规划模式以“四步骤”的交通需求预测为核心。为“四步骤”操作所需,决定了交通调查的目标、内容和方法;为验证“四步骤”模型的实用效果,完成方案测试、方案评比、方案决策、方案实施,进而反馈、调整、修正、完善“四步骤”模型。现实的城市交通已经越来越难于被传统的模式很好地模拟,因为要模拟的对象受到社会、经济、环境等等多方面复杂因素的影响,笔者在本书第4章中为其起名为“多维空间”。与之匹配就要开发“多维模拟”技术,这种说法尚未听说,但笔者认为国内外同行正在作出的种种努力都可以归结为对这个“腹中胎儿”的输氧和催生。例如发达国家近年来提出的 SWOT 法,其要旨是把更多的精力投入到背景分析中去,即全面、深入地摸全、摸准、摸透影响交通发展的有利因素(Strength)、不利因素(Weakness)、机遇(Opportunity)和障碍(Threat)。例如我国颁布的《道路交通规划设计规范》以及出自各方的诸多报告、论文和成果。可否把这一节所要论述的从宏观规划、中观规划、微观规划三个层次上对传统模式动过的、正在动的和将要动的手术,理解成是为“多维模拟”这个新生儿的顺利接生积累临床经验呢?

9.2.1 宏观规划

一般地说,宏观规划往往是和战略规划、轮廓性规划连在一起的,由此常被限于只适用于远期规划;但不能认为宏观规划不能用于近期规划,正像微观规划也可用于远期规划一样。当然这种情况比较少,因为3~5年的近期容易看得见,就希望摸得着,就要求讲得细,就要微观;而20年或更长的年代以后将要发生的事情不易看清楚,难以摸明白,就只能粗线

条,就要宏观。然而即使少,也不能忽略,更不可否定。近期规划中运用一些宏观的思路,可避免不见森林,只见树木;远期规划中借助一些微观的手法,会增加实施的把握。

由此就引出下面两个问题:一是什么情况下适宜做宏观交通规划?二是宏观交通规划应该怎样做?(有关微观和中观规划的同样问题接下去将陆续讨论。)

宏观规划手法首要的应用场合是城市交通战略规划(以下简称战略规划);其次是道路交通综合网络规划(以下简称网络规划)和城市分区交通详细规划(以下简称详细规划)中的远景部分。最后才是对网络规划和详细规划中近期部分的兼顾。

宏观规划手法的基本特色是举重若轻,简而不漏;反应灵敏,快而不乱;提纲挈领,框而不死。“简”是宏观手法的核心。

9.2.1.1 目标的简化

战略规划是与城市总体规划纲要阶段相配合的;网络规划则与城市总体规划阶段相配合;详细规划与城市控制详细规划阶段相配合。各有其位,各有其责。以此为据,宏观规划的目标显然不能也无需包打天下,不能西瓜芝麻都想要。

(1) 需求分析强调总量

掌握未来规划年度城市客运需求和货运需求的总体规模和主体流向;城市交通的方式组成和总体结构;机动车与非机动车的停放泊位总数;未来需求与未来供应的总体平衡要求。对照习惯上常用的“四步骤”,交通量的路段与路口分配一般在宏观规划中不常使用,除非近期要对之实施的、在总体中举足轻重的关键工程。

(2) 供应分析强调框架

着眼于在未来规划年度时,城市道路交通综合网络的总体布局,主要是干道网(特别是主干道和快速通道)的布局与功能;市内交通与对外交通的衔接;客货运输枢纽和公共停车场(库)的选址等。

9.2.1.2 网络的简化

[实例 37] 上海的三套交通分区和交通网络^[6]

由表 9-6 可以看出,战略规划系统要比详细综合规划系统具有速度快、修改方便、反映

表 9-6 三种规划系统比较

	详细规划系统	战略规划系统	宏观大区规划系统
区数	550(503)	98(92)	32(30)
OD 表总数	302500 (253009)	9604 (8464)	1024 (900)
节点(不包括中心点)	3652 ~ 3731	103	34
连线总数	12734 ~ 13212	582	288
公交线路数	242	74	no
公交站点数	> 16000	436	no
道路网分配时间	24h	15min	< 15min
公交线网分配时间	90min	3min	无
主、次干道情况	好	好	无
支路、小路情况	好	无	无

灵活等特点,同时该系统也能清晰地反映出主流的情况以及主、次于道流量情况,中区的交通量情况;同样,尽管战略规划系统要比宏观大区规划系统工作量略微大些,但是这种差异是极其有限的,但战略规划系统本身具有的反映及评价性能是宏观大区规划系统所远不能及的。因此通过表 9-6 的比较,我们可以发现战略规划系统已成为交通规划、交通工程、交通决策等部门解决问题的得力武器。

9.2.1.3 模型的简化

1) 由土地使用直接预测交通

国内现行的出行生成预测均和小区人口或职工岗位数有关,且有越做越细的趋势。有些试图能从土地使用规划直接做出交通网络方案(网络骨架)的研究正在进行,如能成功,将是对“四步骤”模式的重大突破。关键在于要有同种类型城市信息可共享、指标可互比、模型可借用、软件可通用的条件。(参阅第 8 章“寻根探源”)

2) 需求预测组合模型

早在 60 年代后期,国外已有将“四步骤”简化成“三步骤”的尝试,采取的就是组合模型的思路:将出行生成与方式选择或出行分布与方式选择组合在一起。也许是没有明确各有各的应用场合,硬要与“四步骤”一起往详细规划里钻,结果弄得几乎无声无息。在明确用于宏观规划的定位后,组合模型又被看好,减少模型标定的工作量是它的显著长处。

[实例 38] 出行分布-方式选择组合模型

(引自徐慰慈,周迎.交通规划组合模型。海峡两岸第一届都市交通学术研讨会论文集,1993 年 4 月)

组合模型中出行分布的模拟由竞争机会模型(Competing Opportunity Model)实现,方式选择的模拟由 Logit 模型实现。

(1) 具体形态

$$\hat{T}_{ij}^{s,m} = K^{s,m} * P_i^s \frac{A_j^s / V_j^s}{\sum_j A_j^s / V_j^s} * \frac{e^{Z^m}}{\sum_m e^{Z^m}}$$

$$K^{s,m} = \sum_i \sum_j T_{ij}^{s,m} / \sum_i \sum_j \hat{T}_{ij}^{s,m} \quad (9-28)$$

式中 $\hat{T}_{ij}^{s,m}$ ——起点区 i 和终点区 j 之间出行目的 s 、出行方式 m 的出行数计算值;

$T_{ij}^{s,m}$ —— i, j, s, m 含义同上的出行数调查值;

$K^{s,m}$ ——相应于不同出行目的和方式的待标定常数;

P_i^s ——起点区 i 产生的出行目的 s 的出行数;

A_j^s ——终点区 j 吸引的出行目的 s 的出行数;

V_j^s ——以起点区 i 为第一区,将所有的吸引区按其与 i 区的相关性由大至小排列,在终点区 j 之前各吸引区的出行数之和;

Z^m ——待标定的出行方式 m 的效益函数;

e ——自然对数。

(2) 模型标定(Calibration)

①效益函数 Z^m 的标定,即 Logit 模型的标定

从选定效益因子开始,就要体现力求简化的原则。

设出行方式 $m = (1)$ 表示公交, $m = (2)$ 表示自行车, $m = (3)$ 表示其他:

$$\begin{cases} Z^{(1)} = \alpha_0 + \alpha_1 \bar{t}^{(1)} \\ Z^{(2)} = \beta_0 + \beta_1 \bar{t}^{(2)} \\ Z^{(3)} = \gamma_0 + \gamma_1 \bar{t}^{(3)} \end{cases} \quad (9-29)$$

式中 $\bar{t}^m$ 为出行方式 m 的平均出行时间, α, β, γ 为待标定的常数项和系数项。

根据 1986 年各种出行方式出行时间和出行量的调查值,以及 2000 年、2020 年它们的预计值, Z^m 标定结果如下:

$$\begin{aligned} Z^{(1)} &= 9.71 + 0.2091 \bar{t}^{(1)} \\ Z^{(2)} &= -0.004 + 0.3007 \bar{t}^{(2)} \\ Z^{(3)} &= 12.14 + 0.0667 \bar{t}^{(3)} \end{aligned} \quad (9-30)$$

②常项 $K^{s,m}$ 的标定,即组合模型的标定

将出行目的 s 归并为 HBW, HBO 和 NHB 三种,分别表示以家为基点的工作出行、以家为基点的非工作出行和非家为基点的全部出行。

根据 1986 年分目的、分方式的大区 O 矩阵和分目的产生量、吸引量,确定 $T_{ij}^{s,m}, P_i^s, A_j^s$ 和 V_j^s 的“现状”值(1986 年)。常数项 K 保证模型 OD 矩阵的出行总数与调查 OD 矩阵的出行总数相等,标定结果为:

$$\begin{aligned} K_{(1)}^{\text{HBW}} &= K_{(1)}^{\text{HBO}} = K_{(1)}^{\text{NHB}} = 1.147 \\ K_{(2)}^{\text{HBW}} &= K_{(2)}^{\text{HBO}} = K_{(2)}^{\text{NHB}} = 1.135 \end{aligned} \quad (9-31)$$

(3) 计算流程

①由于 1986 年浦东建成区的调查分区不可能与规划年的要求相匹配,土地利用特征值有了很大的变化,所以先要得出新的分区在 1986 年的“虚拟”指标值,代入经标定的组合模型即得到 1986 年新分区分方式的“虚拟”OD 矩阵。

②采用福来特法,根据生成模型预测的分区产生量和吸引量可推算出 2000 年的分区分目的 OD 矩阵,由标定的 Z^m 得 2000 年选择公交、自行车和其他方式的概率分别为 46.91%, 20.76% 和 32.33%,进则可得到 2000 年分目的、分方式的分区 OD 矩阵(一种规划方案或多种规划方案)。

(4) 模型验证(Validation)

①应用组合模型可同步计算得出 2000 年浦东新区三种规划方案条件下的各大区、中区三类出行目的、两类出行方式的 OD 矩阵。上海综合交通规划研究所在本成果得出之前已应用四步骤模式(其中方式选择采用“转移点法”)得到 2000 年的相应内容。现比较出行方式划分比例如表 9-7 所示。

上表所示表明两套模型殊途同归,相互验证,符合由于交通供应改善后的变化规律,也说明组合模型取得简单、实用和灵活的效果。

3) OD 分布的反推

为了节省居民家访 OD 调查所耗费的大量人力,国外从 70 年代起、国内大约从 80 年代中期开始纷纷开展由路段交通量推算 OD 出行量(简称 OD 反推)的研究。但至今仍未见成熟。

表 9-7		组合模型与转移点法比较		
方式	来源 百分比	1986 年 调查值(%)	2000 年 转移点法(%)	2000 年 组合模型(%)
公 交 自行车		21	44	46.9
		31	21	20.7

OD 反推的基本原理在于“反推”。即将从 OD 分布分配到路网上得到路段交通量的过程——由源到流的过程反其道而行之,期望能从路段交通量求得 OD 分布——逆流得源。就像化学中的可逆反应那样。研究中首先碰到的问题是 OD 出行量的总项数大于被分配交通量的路段数,即多于方程组数,就无法保证求解的唯一性。借助现代应用数学中的一些方法,如引进目标函数,可以解决这个问题。但是根本性的问题还是没有解决:理论上无法保证所得解就是真正的实际解,也无法估计求得解和实际解两者之间的误差,于是有关的流量检验就失去了普遍意义。

反推 OD 算法中两个已知参数——观测流量和其对 OD 出行量使用某个路段的比例系数都必定有不可避免的误差,它们是导致偏离实际解的祸根。对于反推 OD 这样一个数学上的“不适定问题”,任何初始数据上的微小变化将引起问题解的极大变化甚至不存在问题解。有关资料(引自苏红娟.反推 OD 分布方法的困难所在及解决思路.第四届海峡两岸都市交通学术研讨会论文集.1996 年 8 月)提出,应用正则化方法求得一个泛函的极小解作为 OD 分布的近似解可能是解决上述难点的有效途径。如果集中国内外的研究力量攻下难关,将使宏观规划向“简”与“快”跨出切实有效的一大步。

4) 方式选择的宏观预估

在确定未来规划年的交通结构中,居民出行方式的预估是带有决定作用的环节。已有的种种偏重定量的方式选择模型除了不尽完善以外,其标定过程的繁和慢使其不能用于宏观的规划。宏观规划中常见的政策引导选择模型貌似定量实为定性,主观随意的味道太浓。笔者与林航飞副教授合作在有关研究中提出一种宏观预估方式选择的方法,既适用于远期,也适用于近期,详见[实例 39]。

[实例 39] 满意度——公交比例选择模型

(1) 模型建立

建模目标——建立乘客综合满意度和选择公交比例两者之间的函数关系。

满意度——取值范围为[0,1]。零值与公交出行的低限对应,即与完全由客观因素(不得不坐公交上班)决定的乘坐公交比例对应。如果从公交因素考虑,不会去乘坐的,因为满意度为零。根据乘客问询调查结果且结合出行距离的分布得下式:

$$\begin{aligned}
 B_{\text{低}} &= \{34\% \times F(10) + 61\% [1 - F(10)]\} \times B_{\text{现}} \\
 &= [0.34 \times 0.4 + 0.61 \times (1 - 0.4)] \times B_{\text{现}} = 0.502 \times B_{\text{现}} \\
 &= 0.502 \times 0.47 = 0.238
 \end{aligned}
 \tag{9-31}$$

式中, $B_{\text{低}}$, $B_{\text{现}}$ 分别为选择公交比例的低限值 and 现状值(取 1995 年底全市大调查市中心区上

班出行中公交占自行车与公交总和比例 0.47), 34% 与 61% 由乘客调查所得, 分别为小于和大于 10km 样本中“路途远”和“无其他选择”的比例数之和; $F(10)$ 为小于、等于 10km 的出行距离所占比例。

满意度为 1 表示尽善尽美, 与公交出行的高限对应, 即与除了路途近等客观因素不坐公交外, 其余上班职工全部选择公交方式的比例对应。据乘客调查结果, 该值为 0.86。

以公交比例 B 为纵轴, 满意度 S 为横轴, 先设定两者为线性关系, 得函数式:

$$B = (0.86 - 0.238) \times S + 0.238 = 0.622 \times S + 0.238 \tag{9-32}$$

绘得图 9-7 所示。

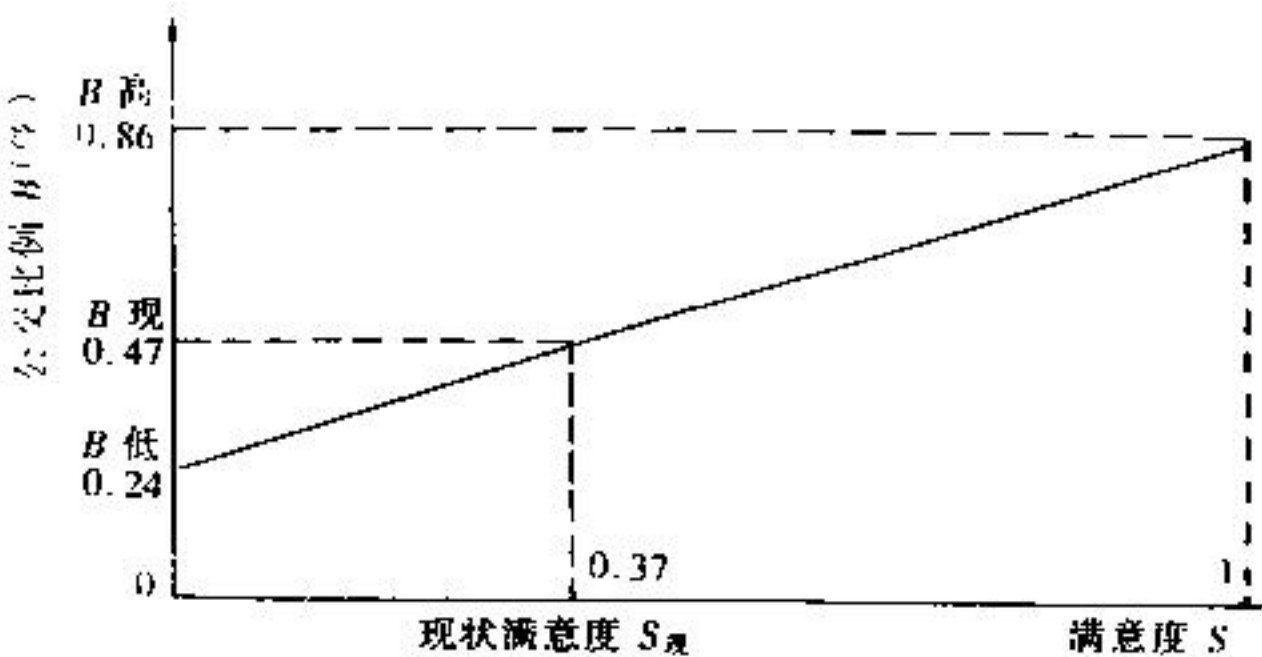


图 9-7 满意度与公交出行比例的线性关系

测算满意度先要确定“方便舒适”(S_1)、“准时可靠”(S_2)和“费用”(S_3)三个满意度的权重。由乘客调查得三者的样本比例各为 37%, 43%, 10% (取收入为 1000 ~ 1999 元的收入层次样本)。即得各自权重为:

$$\begin{aligned} S_1(\%) &= 37 / (37 + 43 + 10) = 41 \\ S_2(\%) &= 43 / (37 + 43 + 10) = 48 \\ S_3(\%) &= 10 / (37 + 43 + 10) = 11 \end{aligned}$$

定义 S_1, S_2, S_3 各为三者相应的满意度, 则综合后的满意度为:

$$S = 0.41 \times S_1 + 0.48 \times S_2 + 0.11 \times S_3 \tag{9-33}$$

S_1, S_2, S_3 的范围皆为 $[0, 1]$ 。

(2) 模型初检

据调查可认定 S_2 为 0, S_3 为 1。由式(9-32), 可得现状 S (或图解):

$$\begin{aligned} 0.47 &= 0.622 \times S + 0.238 \\ S &= (0.47 - 0.238) / 0.622 = 0.37 \end{aligned}$$

由式(9-33)推算 S_1 :

$$\begin{aligned} 0.37 &= 0.41 \times S_1 + 0.48 \times 0 + 0.11 \times 1 \\ S_1 &= (0.37 - 0.11) / 0.41 = 0.63 \end{aligned}$$

这是一个相对的概念, 该值表明乘客对“方便舒适”的满意度位于对“准时可靠”和对“费用”的两个满意度之间的中值附近。对照市中心区公交的线网密度、站点设置、线路换乘等条件, 其方便性基本是能吻合的。但考虑到与反映拥挤程度的舒适性指标有相悖之处, 由此引出非线性(曲线)描述。

从研究对象的复杂性而论,上述线性关系的假定也是较难立足的。现再从定性的角度探讨可描述为反向 S 形曲线,如图 9-8 所示。

曲线拐点为 $S = 0.50, B = 0.55$ 处。在 $S < 0.5$ 时,满意度从 0 增大,因乘客感觉转好,公交比例上升反应显著;随着 S 的继续增大(在 0.50 前后),新鲜感逐渐成自然,即有一个逐步平稳期;当 S 又有显著改善后,公交比例又会出现相对较快的上升。

凸向曲线顶点的确定:

考虑到舒适性指标的介入,现状 S_1 , 设为 0.50, 则由式(9-33)得:

$$S_{\text{现}} = 0.41 \times 0.50 + 0.48 \times 0 + 0.11 \times 1 = 0.31$$

而 $B_{\text{现}}$ 仍为 0.47, 即得凸向曲线顶点。

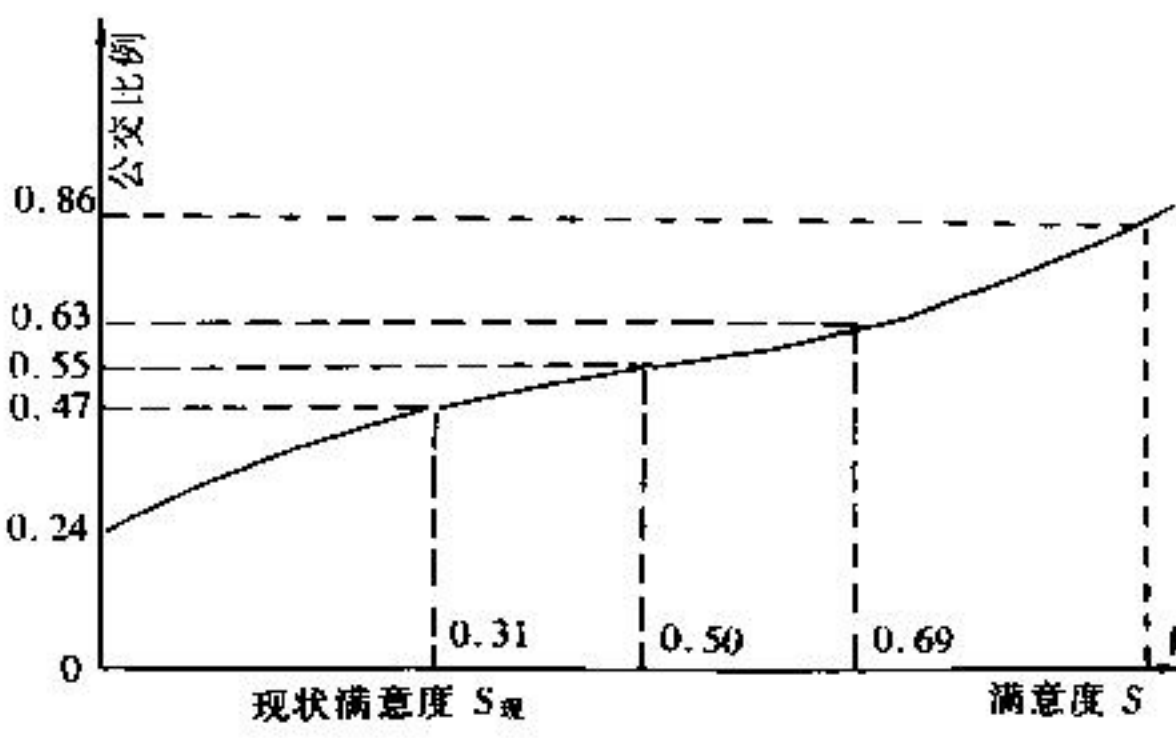


图 9-8 满意度与公交出行比例的关系(反向 S 形曲线)

凹向曲线顶点的确定:

按反对称原理,凹向曲线顶点的横坐标为 $0.5 + (0.5 - 0.31) = 0.69$, 纵坐标为 $(B' - \Delta B)$ 。由式(9-32)得:

$$\begin{aligned} B' &= 0.622 \times 0.69 + 0.238 = 0.67 \\ \Delta B &= 0.47 - \Delta B' = 0.47 - (0.622 \times 0.31 + 0.238) \\ &= 0.47 - 0.43 = 0.04 \end{aligned}$$

得凹向曲线顶点在 $S = 0.69, B = 0.67 - 0.04 = 0.63$ 处。

(3) 模型再检

预计 2000 年因轨道交通的发展和公交改革的显著成效, S_1, S_2, S_3 分别由现状的 0.5, 0, 0.1 改为 0.7, 0.5, 1.0, 则 $S = 0.637, B = 0.60 \sim 0.63$ (图解可得)。

上海市交通规划研究所预测 2000 年公交占(公交 + 自行车)的出行比例为 0.64。两者基本吻合。

当然,0.7,0.5 的取值有主观随意之嫌,这在下面弹性分析中还要讨论。

(4) 弹性分析

由于各种具体条件的不确定性(可变性),特别是公交改革(包括有关政策)所获实效的变化幅度,无疑会影响公交选择的预测比例。这就必须要进行弹性分析,即模型中应体现应变的能力。本模型提供了这种应变能力,它反映在两个方面。

一是模拟曲线和模拟直线的包络范围。即对应于同一个满意度,有公交比例的上限与下限(两个端点和中央拐点除外)。如前述 2000 年预测结果。

二是相应于 S_1, S_2, S_3 预估值可能的上限与下限,就有 S 的上、下限,随之就有相应两组 B 的上、下限,再取其最大值与最小值,即得公交选择比例 B 的预测范围,可信度要比定性模式显著提高,参见图 9-9。

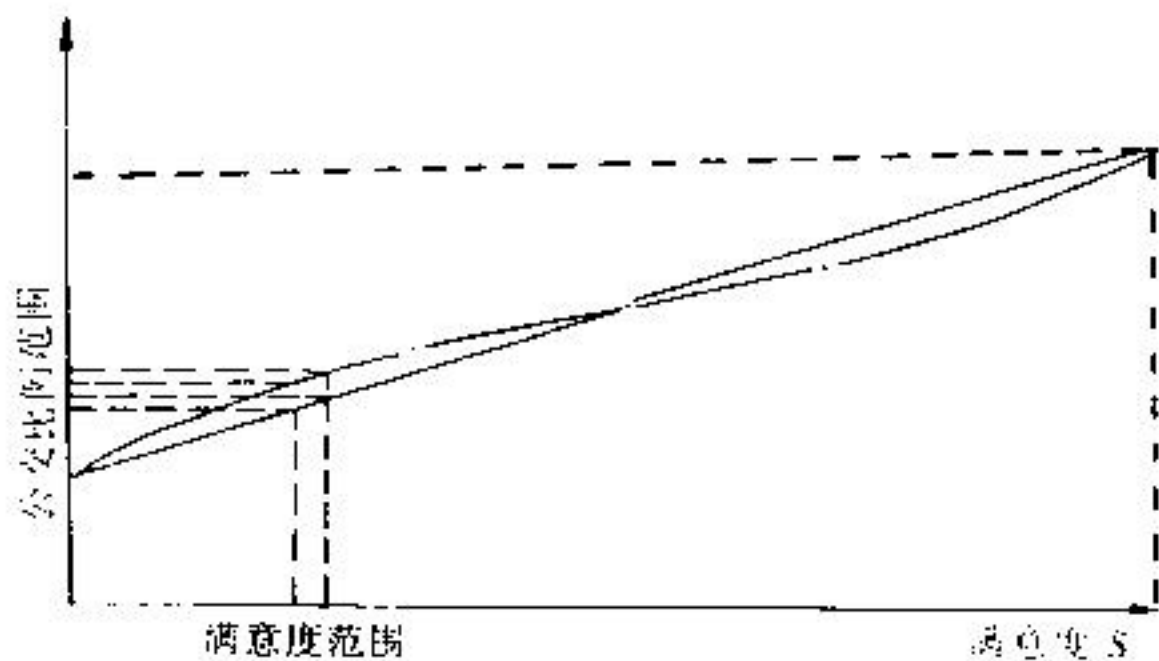


图 9-9 弹性分析

如果权重值也有上、下限,还能对弹性再加以细化。

5) 战略规划模型和“四步骤”传统模型比较^[66]

表 9-8 建模特点上的比较		
步 骤 \ 方 法	传统四步骤模型	战略规划模型
出行生成	类别分析法 特点:基于土地使用分类(分为 14 类),能根据土地使用的变化,快速作出预测反应,尤其对新开发区及土地使用调整较大的地区较适用	类别分析法 特点:基于简要分区系统,出行产生主要考虑到收入和人口的年龄分布产生的影响,出行吸引则主要考虑不同地域范围和不同职业类别(人口+7 种用地)产生的影响
出行方式划分	转移点法的方式划分模型 特点:将交通政策、交通措施转化为出行阻抗的度量,以该度量权衡各交通方式的优劣,从而形成一种新的交通方式比例	logit 概率选择模型 特点:采用了巢式的模型结构,并在模型的标定过程中引进了政策性引导的方法
出行分布	重力模型 特点:以出行时间为主作为分布的阻抗,并考虑到土地使用对交通的影响,以及交通运输系统的变化对交通分布的影响,适合用于预测一个城市开发城区的分布情况	重力模型 特点:模型可反映运输系统的变化对出行分布的影响,对交通决策的变化比较敏感
交通分配	平衡分配模型 特点:同时满足“出行者最优原理”和“系统最优原理”,比较符合人们实际的出行要求:其算法是一个线性化问题的迭代过程,收敛速度较快,具有实用价值	平衡分配模型 特点:基于简化路网和简化公交网

表 9-9 应用参数上的比较

方 法	传统四步骤模型 (详细规划模型)	战略规划模型
项目		
Zone 小区数	503	98
Link 连线数	13769	7386
Node 结点数	4508	2851
Assignment Time 测试上机时间(min)	45	5

表 9-8 是上海市战略规划模型与传统四步骤模型在建模特点上的比较。表 9-9 是两种模型在上海市有关应用参数上的比较。

9.2.1.4 方案测试的简化

与宏观规划的目标相匹配,方案测试的工作量必须也要简化。下述实例介绍的是美国专家与上海综合交通规划研所合作开发浦东新区交通战略规划模型中有关方案测试的考虑。

[实例 40] 浦东新区交通战略规划模型中的方案测试项目(1994 年)^[1]

(1) 用于候选土地利用规划方案的战略规划模型

① 将测试:

a. 两种候选的土地利用规划方案中的房屋建造、工作岗位和服务是如何影响出行模式和交通运输效率的:(a) 出行生成,出行分布和方式划分;(b) 出行时间(和出行成本);(c) 道路和公交总量;(d)交通系统的承受能力(V/C);(e) 可达性。

b. 在这一交通系统内的各种土地利用方案的兼容性。

c. 主要交通设施的影响。

②不测试:

a. 个别土地开发点的冲击性影响。

b. 个别主干道,交叉口,互通式立交,公交线和地铁站的冲击性影响。

(2) 用于主要道路定点方案的战略规划模型

①将测试:

a. 道路定点方案量如何影响出行特征的:(a) 特殊的出行分布;(b) 出行方式划分;(c) 方案结果的车公里数。

b. 对道路系统能力和功能的影响:(a) 主要路段的饱和度;(b) 主要道路交叉口的总流量。

②不测试:

a. 在个别交叉口、互通式立交和交织路段的交通运作。

b. 交通设施的详细设计。

(3) 用于地铁系统延伸的战略规划模型

①将测试:

a. 对增强到主要土地开发区的出行可达性的影响:(a) 出行所需时间(和成本);(b) 可达性。

b. 对整个交通系统的影响:(a) 出行模型的分配;(b) 方案结果的交通量;(c) 交通系统的承受能力。

c. 地铁系统的影响:(a) 地铁乘坐率;(b) 最大载容量;(c) 主要换乘点的总流量。

②不测试:

a. 站点设置位置。

b. 公交线路设计。

(4) 针对战略规划模型应用于浦东地区的一些其他问题

a. 交通政策方案的影响:(a) 增加或减少与公共交通有关的道路建设投资;(b) 增强或降低公交服务水平(发车频率,车速);(c) 降低地面公交与地铁及其相关的接送服务的竞争性;(d) 自行车或机动车可达性的增强或限制;(e) 增加或减少除卡车和公交车以外的机动车对大桥和隧道等越江设施使用的限制。

b. 主要交通设施建设方案。

c. 交通系统配置方案(道路网格,地铁连接等)。

9.2.1.5 国外动向

对“四步骤”模型的讨论已持续了 30 多年,美国人还未失去新鲜感。1993 年,在“四步骤”模型的诞生地大芝加哥区编制轮廓性规划的过程中对它的“反馈”特性作了又一次并不生疏的思考,得出了一些观点鲜明的结论。

[实例 41] 大芝加哥区有关“四步骤”模型的研究(1993 年)^[78]

(1) 研究结论

①受习惯势力和根深蒂固的旧观念的束缚,交通规划人员抱着“四步骤”不放,自己懒于创新又不鼓励软件人员开发新的产品,这种状况不能再继续了。要提醒大家,现在是 20 世纪 90 年代,离 21 世纪只不过六七年的时间。

②联邦交通部应组织力量研究能符合时代要求的新模式,并且及早地反映到短训班和大学的课程和教材中去,以培育新一代的交通规划和交通工程技术人员。

③要将注意力从关心“反馈”、“迭代”这些表象上转移到理解交通供需平衡概念的实质上来,这才是改革模型的正途。

④依靠持续地研究、反复地实践和计算机技术的不断更新,通过规划人员、软件编制人员、科研人员、行政管理人员的共同努力,交通需求预测的新方法必将问世。

(2) 研究概况

在编制有 6 个县、317 个小区、3000 条路段的大芝加哥区轮廓性交通规划的过程中,将“四步骤”模式中的不同反馈方法得到的结果与分配流量、相应出行时间、出行费用的平衡解作了比较。有关变量是路段流量、小汽车和公共汽车 OD 表、由预计交通量得到的小汽车交通广义费用以及常数项:公交广义费用。

图 9-10 中 a—d 分别描述了五种反馈(迭代)的方法。

a. 方法 1 与方法 2:不同的是一次迭代和多次迭代。后者每一次得到的出行费用作为下一次构造 OD 和方式选择的输入数据。

b. 方法 3:与前述方法不同的是以固定的算式求得每一次迭代中所需的权重,即第 n

次迭代输入分布模型的费用应乘以 $1/n_c$ 。

c. 方法 4: 与方法 3 不同的是以“用户最优”分配法取代“全有全无”分配法。

d. 方法 5: 即 Evans 算法: 仍用“全有全无法”分配, 但每次迭代的权重求得没有固定的算式, 它取决于由尽量同平衡解(“实际解”)接近的原则而拟定的收敛要求。

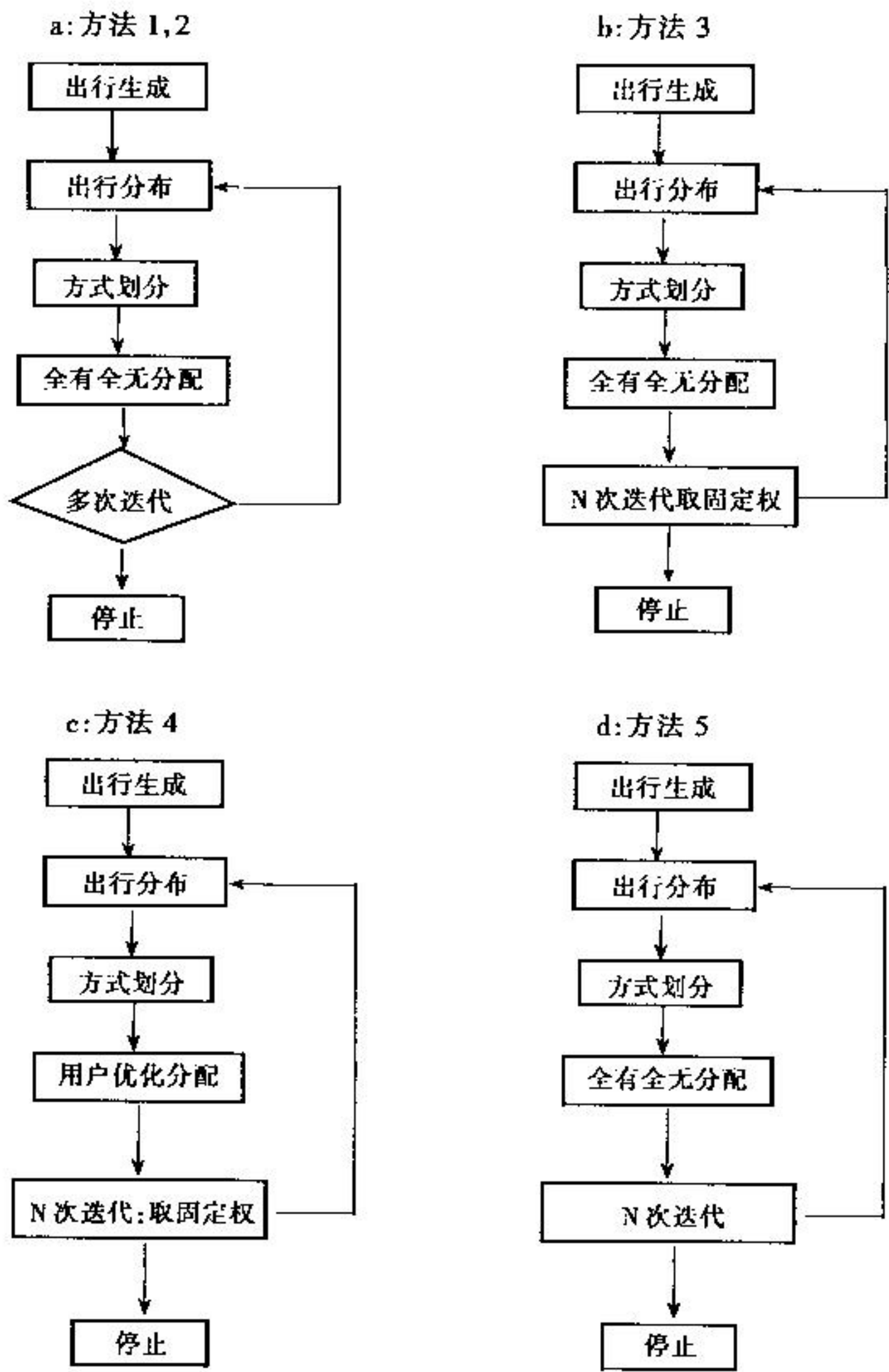


图 9-10 五种迭代方法图示

表 9-10 列出了各种方法迭代 5 次、10 次、15 次、20 次得到的结果与“实际”解的比较。“实际”解是由方法 5 迭代 50 次而得到的, 收敛要求为 2‰。由表中可见, 由于方法 2 不是按收敛要求迭代的, 它的结果与“实际”解相差极大。

表 9-10		方法 2-5 的对比			
		方 法			
迭代次数	2	3	4	5	“实际”解
	车行里程 (km×10 ⁶)				
5	17.19	13.56	13.17	13.43	13.23
10	14.06	13.39	13.44	13.30	
15	17.31	13.33	13.44	13.28	
20	14.07	13.30	13.41	13.27	
迭代次数	2	3	4	5	“实际”解
	小汽车平均行程时间 (min)				
5	2037.9	27.6	26.7	26.9	26.3
10	4420.1	26.7	27.0	26.8	
15	1794.1	26.6	26.9	26.4	
20	4597.3	26.5	26.8	26.4	
	小汽车空间平均车速 (km/h)				
5	0.64	45.2	46.2	46.2	46.9
10	0.16	46.5	46.0	45.9	
15	0.64	46.5	46.2	46.7	
20	0.16	46.7	46.4	46.7	
	公交出行比例 (%)				
5	11.93	15.94	16.85	16.05	15.99
10	15.32	16.00	16.07	16.00	
15	12.02	16.20	16.01	15.97	
20	15.27	16.03	16.03	15.97	
	电算时间 (CPU 秒,用 Cray Y-MP)				
5	39.4	39.1	30.2	39.0	
10	51.8	70.3	51.5	69.5	
15	71.6	100.8	72.7	102.9	
20	136.2	131.4	94.1	132.4	

9.2.2 中观规划

中观规划的应用场合显然是指无需微观规划那样详尽、而宏观规划又嫌过于简略的情况。一般而言,交通规划中的专项规划大多是中观规划的用武之地(当然专项规划中也有需用宏观或微观规划的时候),因为专项规划必定要涉及近期与远期的过渡,以及战略安排与详细实施的衔接。中观规划手法的基本特点为:该深该浅,视需而定;有急有缓,见机而为;似详似略,酌情而就。从这个意义上说,非集结模型的再度复出和模糊数学的应用探索可作为更适用于中观规划中的两把“手术刀”。

9.2.2.1 推算未来交通量的非集结模型

“四步骤”模型属于集结模型,它将实际上将个别状态的居民出行归结为“成群”状态,通过交通分区的“集合”予以描述和推算。于是就含有从“娘胎”里带来的缺陷:从抽样调查收集到的数据乘以扩张系数以代表调查对象的全体,再应用统计分析技术导出交通分区的相关特性,在数据归组的过程中可能存在着多次作平均处理而引发偏离实象(称“生态学相关”)以及人为造成的推论失误。然而,由于交通分析的目的在于研究不同地区运输供应对于需求的满足程度,对资料集合成空间单元或分区又有它的合理性。利弊兼备,无一能免。当外部条件不具备时,潜伏着的“病原体”不见动静;但随着土地使用和交通运输变化幅度越来越大的外部环境,“病状”逐渐显著出来。由于“四步骤”模型模拟的交通行为与实际情况有上述差距,分别根据各步骤的假设建立的模型各自推算的结果往往彼此间不能达到理想的拟合。另外,由于集结模型本身结构上的问题以及工作量与费用上的限制,使其面对多种有关政策因素的不同方案,既不能体现又难予处理。能解决此类问题的是另一类模型——非集结模型。

国外有学者认定此类模型出现于 70 年代^[4]。经笔者查考,早在 1962 年就有文章论及交通方式选择的概率,其原理就是基于个体出行者的行为特征。因此,非集结模型的雏形和集结模型的代表作“四步骤”模型几乎是同时问世;可见它并非应“四步骤”渐露欠缺的“运”而生,而是应方式选择的“运”而生。它没有“四步骤”那样引起连锁效应的好运气,退到一旁,让“四步骤”从 60 年代初起一直独领风骚。鉴于大背景的转换,非集结模型重新登台亮相,并且正在推向舞台的前沿。这是“因情而变”的典型印证。

(1) 非集结模型的特点

①模型标定不用数据平均值而是直接应用每个观测(调查)值样本,既能避免“生态学相关”现象,又可减少样本数的总量。另一方面,对采集数据本身的质量要求很高,表现为详细程度或称信息量,包括未选用方案的服务特性以及广泛的社会、经济变量。

②模型的核心是形成某种出行行为的概率,因此特别适宜于处理具有随机性的问题。由随机误差相互独立和有相关关系的不同假设可相应建立逻辑模型(Logit Model)和概率单位模型(Probit Model)。前者有著名的分对数概率模型(参阅第 11 章第 11.2.1.3 节和第 9 章 9.2.2.3 节),其效用函数中的随机项服从干贝尔分布(Gambel Distribution);后者效用函数中的随机项服从多变量正态分布(Multivariate Normal Distribution)。逻辑模型的概率计算与参数估计比概率单位模型简单,适用性也更广泛^[21]。

③需有“再集结”的处理过程。个体的行为概率对规划者和决策者并无用处,他们需要知道的是某种交通行为的总量,因此此由非集结模型所得结果必须经过“再集结”的处理。“再集结”的方法有抽样统计法、自然集结法、自然集结分类法、力矩法、积分法、变量变换法等,以前三种应用居多,表 9-11 通过数例介绍了这三种方法^{[4][73]}。

表中 P ——选用方式的概率;

$IVTT_a$ ——小汽车的车内出行时间;

$IVTT_i$ ——公共汽车的车内出行时间;

$OVTT_a$ ——小汽车的车外出行时间;

$OVTT_i$ ——公共汽车的车外出行时间;

$OPTC_a$ ——小汽车的实际出行费用；
 $OPTC_i$ ——公共汽车的实际出行费用；
 INC ——家庭收入；
 AO ——家庭汽车拥有量。

小汽车出行和公共汽车出行的效用函数 V_a 和 V_i 如式(9-34)所示。

表 9-11 “再集结”的三种处理方法

a 效用函数系数									
$b_1 = 0.25$			$b_3 = -0.11$			$b_5 = -0.0007$			
$b_2 = -0.10$			$b_4 = -0.20$			$b_6 = 0.25$			
b 效用函数变量和个体观测值的选择概率									
观测值号	IVT_a	IVT_i	$OVTT_a$	$OVTT_i$	$OPTC_a$	$OPTC_i$	INC	AO	P 汽车交通方式
①	20	25	5	10	250	50	1	1	0.89187
②	25	35	5	15	300	50	3	2	0.98274
③	15	18	3	8	225	50	2	2	0.89741
④	30	40	5	15	400	50	3	1	0.97851
⑤	20	30	5	10	300	50	2	1	0.93776
⑥	10	12	3	5	150	50	1	1	0.75951
⑦	15	25	8	5	100	50	2	2	0.79939
⑧	35	40	5	10	600	75	3	2	0.92605
⑨	30	40	5	10	450	50	2	1	0.94048
⑩	10	15	5	5	125	50	1	1	0.94979
平均	P 汽车交通方式								0.88635
c 自然集聚									
$\Sigma\left(\frac{1}{10}\right)$	IVT_a	IVT_i	$OVTT_a$	$OVTT_i$	$OPTC_a$	$OPTC_i$	INC	AO	P 汽车交通方式
平均值	21.0	28.0	4.9	9.3	290.0	32.5	2.0	1.4	0.91505
d 自然集聚分类									
	IVT_a	IVT_i	$OVTT_a$	$OVTT_i$	$OPTC_a$	$OPTC_i$	INC	AO	P 汽车交通方式
①,⑥,⑩	13.3	17.3	4.3	6.7	175.0	50	1	1	0.81038
⑤,⑨	25.0	35.0	5.0	10.0	375.0	50	2	1	0.93913
④	30.0	40.0	5.0	15.0	400.0	50	3	1	0.97851
							1	2	
③,⑦	15.0	21.5	5.5	6.5	162.5	50	2	2	0.85516
②,⑧	30.0	37.5	5.0	12.5	450.0	62.5	3	2	0.96390
P 汽车交通方式	$[3(0.81038 + 2(0.93913) + 0.97851 + 2(0.85516) + 2(0.96390)]/10 =$								0.89260

注:所有的时间以 min 计。所有的费用以美分计。收入以标码(1,2,3)表示。

$$V_a = b_1 + b_2(IVTT_a) + b_4(OVTT_a) + b_5\left(\frac{OPTC_a}{INC}\right) + b_6(AO) \quad (9-34a)$$

$$V_i = b_3(NTT_i) + b_4(OVTT_i) + b_5\left(\frac{OPTC_i}{INC}\right) \quad (9-34b)$$

有人认为这种“再集结”的处理是非集结模型的短处,其实这恰恰是它的长处。因为它意味着该种模型能应用在任何规模的空间集结上,而传统的集结模型(如“四步骤”)只能用在作标定模型的空间(区域)中^[4]。

④模型具有可转移性。由于非集结模型不受在一个特定城市内的特定区域结构的约束,只要影响出行决策的因素雷同,它就能从一个地理位置转移到另一个地理位置。这种可转移性是很有实用价值的,它可以显著减少标定模型的时间和费用,弥补信息采集量的不足,无需要求规划人员具备很高的交通分析水平。

(2) 非集结模型的应用

此类模型的代表作是个人选择模型(Individual Choice Model),又称交通特性模型(Traffic Behavioural Model)。它的应用除了所见甚多的交通方式选择以外,还扩展到下述诸多方面:

- ①分析交通政策(例如 TSM 政策)的预计效果;
- ②预测对新的交通方式的需求;
- ③居住地点、工作地点、商售地点的选择;
- ④居民汽车拥有量的选择;
- ⑤交通方式和出行路线的组合选择。

有迹象表明,国外有的研究正在酝酿实现借“四步骤”之名行非集结选择模型之实的重大突破,即从是否要出行的选择(出行生成)到目的地的选择(出行分布),再到交通方式的选择(出行方式划分),最后到出行路线的选择(交通量分配)。其动态分析的特征是区别于传统模式的显著标志。

9.2.2.2 模糊数学的应用

1) 模糊(Fuzzy)数学简介

1965 年,加利福尼亚大学的 L·A·查德教授发表了题为“模糊集”(Fuzzy Sets)的论文,从此“模糊”与“模糊集”的概念便问世了。生活中存在大量带有“模糊”属性的现象。气象预报中的“晴”和“雨”界限分明,“多云”和“少云”的界限究竟是什么,非气象专业人员就不甚了。农业收成中的“丰收”、“歉收”;心理反应中的“紧张”、“松弛”;容貌议论中的“美丽”、“丑陋”;性格特征中的“内向”、“外向”;身体状况中的“健康”、“一般”;……笔者在有关讨论中总爱举电影观众的例子。请你统计出某一场电影观众中“男性”和“女性”的人数不会有任何困难(那怕是两性人,凭其外貌也可暂定),但如果要求统计出“老年”、“中年”、“青年”、“少年”、“未成年”的人数,即使每人填写了年龄登记表,你仍然难以交卷。你会问:分档次的年龄分界在哪里?凡是此类界限不分明或属性难定的现象,统称为具有不确定性的现象,也即模糊现象。它不同于随机现象,因此不能用概率论来处理。它更不同于确定性问题,经典数学对它们无能为力。

模糊数学的量度法则基于“从 0 到 1 中的任意值”的连续值逻辑,取代了经典数学中布尔代数的二值逻辑“不是 0 便是 1”。模糊事件的一般表达式如式(9-34)所示^[80]。

$$A = \int_{x \in U} u_i(x)/x_i \quad (9-34)$$

该式表明:模糊事件 A 可表示为值域 U 中隶属函数 $u_i(x)$ 和数值 x_i 全部对应关系的总和。式中符号“/”和“ $\sum$ ”分别意为“相应于”和“对应关系的总和”。

30 年来,模糊数学在怀疑和批评中得到迅速地成长,它的理论研究连篇累牍,实际应用前景广阔。

2) 模糊数学在交通领域中的应用

与社会科学领域以及医疗、气象、农业、模式识别、人工智能等领域相比,模糊数学在交通领域中的应用寥若晨星。最早的成果是交通控制中的模糊控制器。80 年代中期,笔者在有关上海交通网络的研究中曾提出行人过街影响机动车通行能力的 Fuzzy 模式;后又在美国华盛顿州立大学与陈雨浦博士合作撰写题为“运用模糊权预估 OD 矩阵,第一部分:理论方法,第二部分:研究实例”的学术论文,经过反复修改发表于美国的权威杂志^[81]。90 年代以来陆续看到应用模糊数学作交通评价和交通预测的成果。下面介绍的是西安公路学院邵春福博士所著“模糊集理论在路网交通流解析中的应用”一文的详摘(详阅参考文献[6] p.266-277)。

本文中采用如图 9-11 所示的路网模型对提出的模糊模型进行了数据模拟计算。在此把图中从始点①往其他各点交通需要量分别设定为 1000, 1000, 6000, 3000, 3000。

此外,在现实的路网交通系统中,因交通信息的多少,使用者对线路旅行时间认识的变化可以用模糊量来表现,并可以通过改变其分布形状来观察路网上交通流状态的变化。因此,将图 9-11 的路网模型中的 3 路段(路段 4、路段 5 和路段 8)设定为模糊路段。各路段的条件如表 9-12 所示。

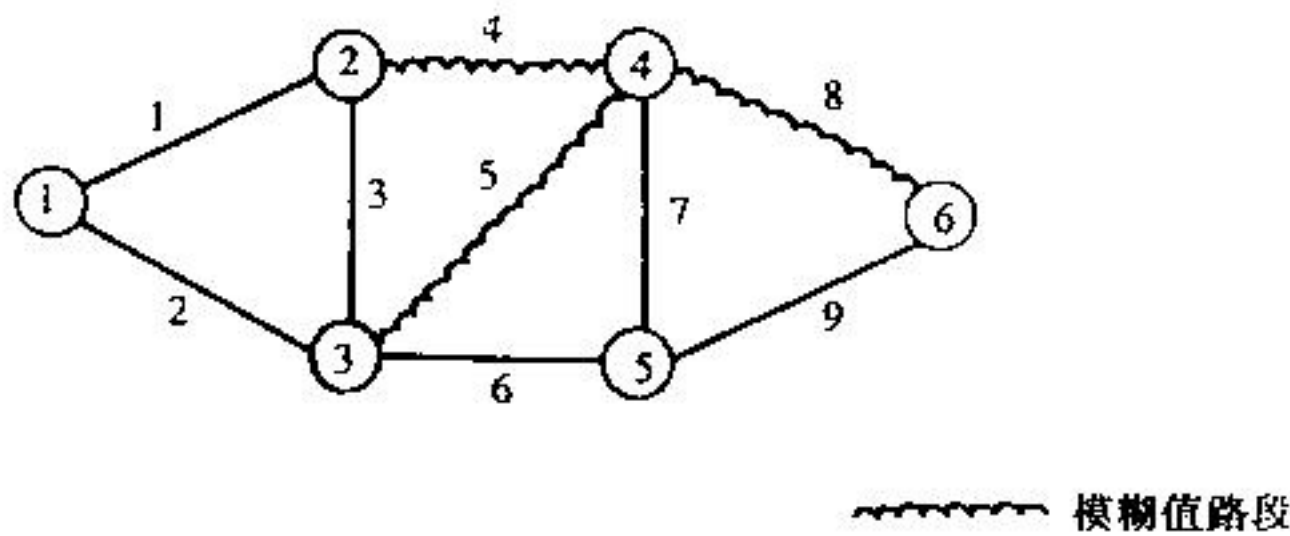


图 9-11 计算路网模型

表 9-12 对象路网的构成条件

路段号	旅行时间 (min)	容 量 (辆)	情况 1		情况 2		情况 3	
			γ	β	γ	β	γ	β
1	10.0	6000	$\gamma = \beta = 0.0$					
2	8.0	11000						
3	3.0	5000						
4	10.0	5000	0.6	0.1	0.1	0.6	0.5	0.5
5	8.0	5000	0.1	0.6	0.6	0.1	0.5	0.5
6	15.0	5000	$\gamma = \beta = 0.0$					
7	5.0	5000						
8	20.0	2000	0.6	0.1	0.1	0.6	0.5	0.5
9	18.0	2000	$\gamma = \beta = 0.0$					

①表中 $\gamma = \beta = 0$ 提供准确无误的交通信息的理想情况。

③如图 9-12(b)所示。该形状反映了由交通事故等引起的交通堵塞多发路段,路网交通使用者的认识用 $\gamma < \beta$ 来表示(例如,情况 1 中路段 5 的 $\gamma = 0.1, \beta = 0.6$)。

④如图 9-12(c)所示。该形状反映路网交通流的变化比较安定的情况。这时的交通使用者的认识可以用 $\gamma = \beta (\neq 0)$ 来表示(例如,情况 3 中路段 8 的 $\gamma = \beta = 0.5$)。

同时,把上述设定的 3 种基本模糊认识形状组合成表 9-12 所示的 3 种情况。在情况 1 中,路段 4 和路段 8 的认识旅行时间比其确定性旅行时间稍小,路段 5 的认识旅行时间比其确定性旅行时间稍大。相反,在情况 2 中,3 模糊路段的认识旅行时间的形状与情况 1 相反。此外,在情况 2 中,3 模糊路段的认识旅行时间都以其确定性旅行时间为中心呈对称分布。这样设定的目的是为了探讨当线路认识旅行时间变化时,路网上的线路选择行为和交通流发生如何变化。

表 9-13 中列出了上述 3 种情况的计算结果。为了对模糊模型的计算结果进行比较,表中也同时列出了确定性计算结果。模糊均衡交通量表示了以模糊旅行时间为根据时,交通使用者按最短线路选择时路网上的交通流均衡状态。分析一下模糊状态下的路网交通流均衡状态,当然情况 1 和情况 2 的结果与确定性均衡时的交通状态不同。其中,交通流的变化程度较大的路段有情况 1 的路段 3(3.3 倍增)和路段 7(11%减),情况 2 的路段 3(30%减)和路段 7(9%增)。这些变化可以认为是由其附近的旅行时间为模糊值路段的影响引起的。相反,情况 3 的旅行时间归属度函数以确定性值为中心,呈对称分布($\gamma = \beta$),见图 9-12(c),在采用重心法的情况下,当然,其结果与确定性均衡交通流值相等。

表 9-13 计算结果

区间号	确定性均衡 交通量	模糊均衡交通量		
		情况 1	情况 2	情况 3
1	4795	4734	4646	4795
2	9205	9266	9354	9205
3	114	494	80	114
4	3909	4228	3726	3909
5	4456	4127	4655	4456
6	3635	3646	3619	3635
7	857	759	934	857
8	1507	1595	1447	1507
9	1493	1405	1553	1493

此外,表 9-14 表示了始点①到终点⑥之间的线路利用情况。比较算出的线路模糊旅行时间和其确定性旅行时间,可知模糊模型的场合能获得近似的等时间线路。模糊线路的旅行时间用左幅度、中央值、右幅度 3 点表示。括弧内的值为其线路旅行时间函数分布的重心

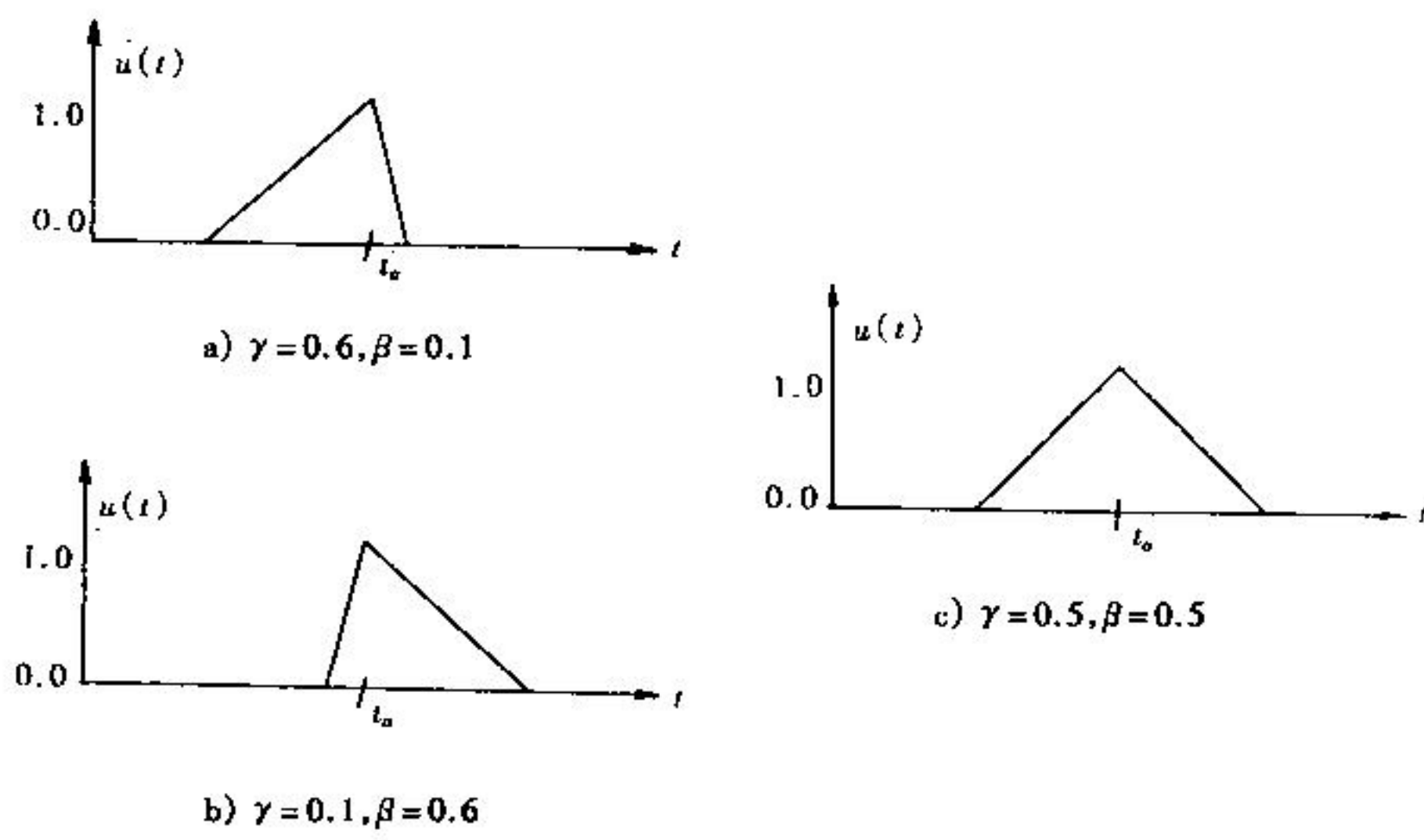


图 9-12 归属变子数分布

值。本例中算出的确定性均衡状态的旅行时间为 69.1min。与此对应,用模糊性表现来说明各种情况的均衡时旅行时间时,分别为:“大约 66min”(情况 1);“大约 71min”(情况 2);“大约 69min”(情况 3)。体现了实际路网中认识旅行时间的特征和交通流均衡状态在意义解释上的现实性。

表 9-14 交通流均衡时的旅行时间

线路及 通过顺序	确定性 均衡状态	模糊均衡状态		
		情况 1	情况 2	情况 3
线路 1 ①→③ →⑤→⑥	69.1	66.0	71.4	68.4
线路 2 ①→② →④→⑥		41.2 ~ 76.2 ~ 82.0 (66.5)	59.0 ~ 63.6 ~ 91.5 (71.4)	43.7 ~ 68.9 ~ 94.1 (68.9)
线路 3 ①→③ →④→⑥		46.0 ~ 68.8 ~ 83.1 (66.3)	53.7 ~ 70.3 ~ 90.8 (71.6)	42.8 ~ 69.1 ~ 95.3 (69.0)
线路 4 ①→③→② →④→⑥	...	43.1 ~ 78.1 ~ 83.9 (68.4)	...	...

该文从路网交通利用者对旅行时间认识的角度出发,利用模糊理论描述了该认识和以此为基础的线路选择行为。接着把这种描述方法应用到路网交通量预测模型中去,建立了路网交通量分配模糊模型并给出了求解方法。最后,又以简单的路网模型例对模糊模型进行了模拟计算。其结论为:

①提出的方法对路网上交通流变动给出具有伸缩性的现象描述。在表现和解释上具有一定的现实性。尤其是通过参数 γ, β 值的适当设定,可以比较好地说明模糊信息时的交通

使用者的线路选择行为。

②该方法算出的结果与确定性均衡交通流比较,交通状态有较大的差别。这表现了在模糊信息的场合,即使不改变线路选择基准(最短线路),线路选择结果也有较大的出入。

③路网上的模糊均衡交通流值依赖于各线路旅行时间归属度函数的分布形状。因此,实际使用时,必须对旅行时间认识形状进行充分的探讨。但是,这种方法可以包含确定性计算的场合,具有延伸性。

9.2.2.3 国外动向

非集结模型在交通规划中得到日益广泛的应用,在应用实践中又得到不断地改进与完善。下面介绍的实例是美国俄亥俄州交通规划中方式选择 Logit 模型的效用函数。

[实例 42] 美国俄亥俄州 Logit 模型中的效用函数^[79]

基于家的工作出行(HBW)采用“三层次”的方式选择,见图 9-13。第一层次是小汽车方式和公交方式的选择;第二层次小汽车出行中有合乘和独用的选择,公交出行中有步行转乘公交和驾车转乘公交的选择;第三层次相应为两人合乘、三人合乘、四人合乘的选择以及普通公交、快速公交的选择。标定参数的过程是先第三层次、再第二层次、最后为第一层次。

基于家的非工作出行(HBNW)和非基于家的出行(NHB)均采用“两层次”的方式选择,即没有上述的第三层次。

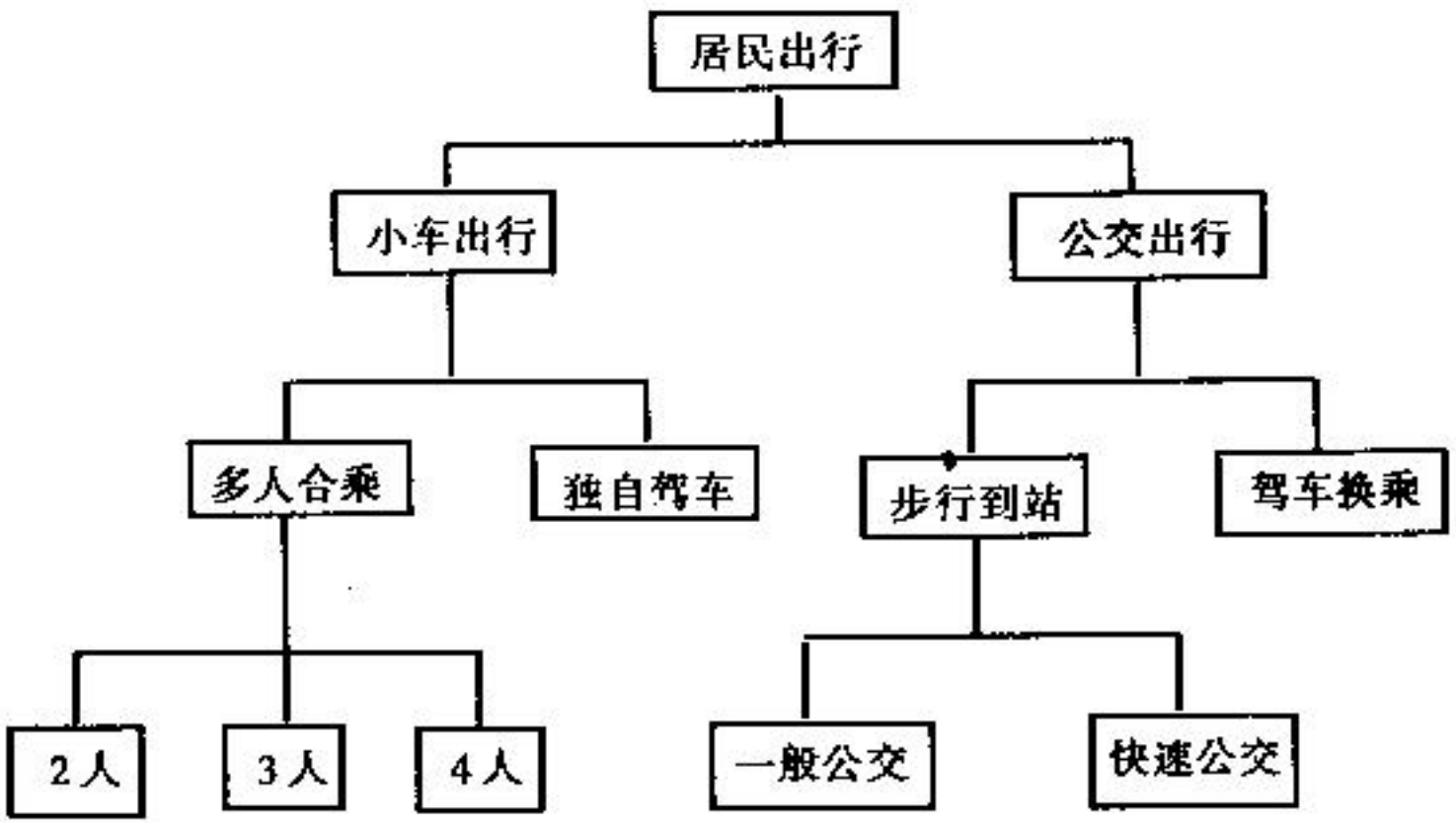


图 9-13 HBW“三层次”方式选择图示

模型标定的工作是调整 and 确定各组效用函数中的系数项。该系数通过比较模型计算值和目标值并以目标值为准调整而定。最后得出的 HBW 出行三个层次共 11 个效用函数如后:

- 1) 第三层次
 - (1) 两人合乘
$$[-0.17094(t_1) - 0.08537(t_2) - 0.041026(c_1) - 0.013675(c_2) - 0.061538(t_3)]$$
 - (2) 三人合乘
$$[-0.17094(t_1) - 0.08537(t_2) - 0.041026(c_1) - 0.013675(c_2) - 0.061538(t_3)]$$
$$+ a + b + c$$
 - (3) 四人合乘:
$$[-0.17094(t_1) - 0.08537(t_2) - 0.041026(c_1) - 0.013675(c_2) - 0.061538(t_3)]$$

$$+ a + b + c] + a' + b' + c'$$

式中 t_1 ——通过枢纽时间;

t_2 ——途中车内时间;

c_1 ——停放费用;

c_2 ——运行费用;

t_3 ——合乘节省时间;

a, a' ——分别为三人合乘与四人合乘同家庭拥有车辆数有关的常数,见表 9-15;

b, b' ——分别为三人与四人合乘同 CBD 地域有关的常数,见表 9-15;

c, c' ——分别为三人与四人合乘同俄亥俄州立大学校区(OSU)有关的常数,见表 9-15。

(4) 普通公交

$$[-0.25025(t_1) - 0.500501(t_2) - 0.500501(t_3) - 0.25025(t_4) \\ - 0.500501(t_5) - 1.001001(n) - 0.05005(c)]$$

(5) 快速公交

$$[-0.25025(t_1) - 0.500501(t_2) - 0.500501(t_3) - 0.25025(t_4) \\ - 0.500501(t_5) - 1.001001(n) - 0.05005(c)] + 3.951515$$

式中 t_1 ——途中车内时间;

t_2 ——车外步行时间;

t_3 ——少于 7min 的候车时间;

t_4 ——多于 7min 的候车时间;

t_5 ——换乘时间;

n ——换乘次数;

c ——票价。

2) 第二层次

(1) 步行转公交

0.333lg(第三层次公交类函数计算值之和)

(2) 驾车转公交

$$-0.083333(t_1) - 0.166667(t_2) - 0.166667(t_3) - 0.083333(t_4) - 0.166667(t_5) - \\ 0.333333(n) - 0.166667(t_6) - 0.016667(c) + a + b + c$$

式中 t_6 ——自己驾车时间;

a ——与家庭拥有车辆数有关的常数,见表 9-15;

b ——与 CBD 有关的常数,见表 9-15;

c ——与 OSU 有关的常数,见表 9-15。

其余同第三层次公交类。

(3) 独自驾车

$$-0.076923(t_1) - 0.038462(t_2) - 0.018462(c_1) - 0.006154(c_2)$$

(4) 多人合乘:

$$0.45lg(e^{U_2} + e^{U_3} + e^{U_4}) + a + b + c$$

式中 t_1, t_2, c_1, c_2 ——同第三层次合乘小汽车类;
 U_2, U_3, U_4 ——分别为第三层次中两人、三人、四人合乘效用函数的计算值;
 a, b, c ——分别为与家庭拥有车辆数、CBD, OSU 有关的常数, 见表 9-15。

3) 第一层次

(1) 小汽车

0.65lg(第二层次小汽车类效用函数计算值之和)

(2) 公交

0.30lg(第二层次公交类效用函数计算值之和) + a + b + c

式中 a, b, c ——分别为与家庭拥有车辆数, CBD, OSU 有关的常数, 见表 9-15。

家庭拥有车辆数 或地区	常 数 项					
	HBW 多人合乘	HBW Drive 驾车转公交	HBW 公交	NHB 多人合乘	NHB Drive 驾车转公交	NHB 公交
0	1.34431	- 10.15033	0.69480	N/A	N/A	N/A
1	0.74123	- 4.62667	- 1.83170	N/A	N/A	N/A
2	0.35862	- 3.36233	- 2.78460	N/A	N/A	N/A
3	- 0.21985	- 3.50467	- 3.57060	N/A	N/A	N/A
All Trips	N/A	N/A	N/A	- 0.36477	- 3.07800	- 2.2223
CBD	- 0.14831	2.56567	0.33140	0.11846	0.42067	0.3039
OSU	- 1.04246	2.72133	- 0.67760	0.06615	0.48533	- 0.3678

由此算出的小汽车出行量和公交出行量分配到相应网络上,最后由实测数据检验,结果很理想。例如到 CBD 的公交工作出行比例为 18.51%,调查值为 19.6%;计算得公交乘量为 90464 人/日,实测得 90214 人/日;其中普通公交计算值和实测值各为 75986 人/日与 78962 人/日,快速公交各为 6645 人/日与 6401 人/日。

9.2.3 微观规划

微观规划的应用场合是某交通走廊、某重要交叉口、某项轨道交通等重大交通工程的交通详尽分析或城市内某一区域的实施性交通规划,按说应与城市规划中的控制性详细规划交叉进行,但实际上都在城规已成定局之后再仓促上阵,往往又要求“立等可取”,其不妥之处不说也罢。微观规划手法的基本特点是:举轻若重,以详为本;精琢细磨,以干为先;各方牵扯,以谐为要。

9.2.3.1 为工程可行性研究作准备

在重大交通工程的可行性研究报告中必不可少的都有交通分析和交通预测的内容,它的详细程度在宏观规划中无需见到(如有见到,就不是合格的宏观规划),在中观规划中也很少见到。一般要有对现状、该工程竣工初期与运营后若干年三个时期的交通分析,涉及面视工程的具体情况而异。其中包括:

- ①详细预测车辆、乘客的流量和周转量;

- ②对道路网与公交线网点、线、面的评价和优化;
- ③为道路设施的设计研究提供咨询服务;
- ④为公交(包括轨道公交)设施的设计研究提供咨询服务;
- ⑤分析土地开发造成的交通影响。

需要指出的是,微观规划有近期,也有远期,一般是重点放在近期。“详”倒并不一定都要“繁”,还是有话则长、无话则短;应该面面俱到,有的也只需点到为止。从上述内容的涉及面可知。在微观规划中“四步骤”模型及其软件的全套本领都将悉数用上,评价和决策过程也较宏观和中观规划更为周全、细致。那么该动手术的“刀口”在那里呢?实践表明,路段与路口的交通量分配可予以优先考虑。

[实例 43] 方式选择组合的客流交通分配方法

本节引自同济大学何宁博士学位论文《城市快速轨道交通规划系统分析》,1996 年 9 月。

提出这种方法主要有四个理由:

①常规的方式划分中,需要计算两小区间的出行时间,这时交通方式及网络还没有最终规划好,这种计算很粗糙,不能完全反映出行的实际选择路线和方式的特征。方案的测试和评价要等交通分配完成以后。待遴选规划方案很多、变化很快,多次重复这一过程,每次要计算每个 OD 间的各方式出行费用,如果要考察十几种、甚至几十种方案,常规的方法就不太有效。

②在多方式分布预测模型中,这方面西方国家一般只有两种方式:小汽车和公交,中国有多种方式,自行车、公交车、轨道交通,而且性质接近,出行换乘很普遍,如自行车换地铁。发达国家 park + ride,在分布模型中换乘无法分开,因此方式与路径的选择也应同步进行。

③我国交通调查数据较简单、粗糙,复杂的方式选择模型无法使用。使用效用模型,对还没存在的方式无法标定系数,费用高和消耗时间多。

④在常用的交通分配算法中,对机动车流量分配研究发展较快,用于综合城市客流模式的出行分配较少。

该交通分配方法在有全方式 OD 矩阵的基础上,用于预测和规划轨道交通网络。考虑了实质上选择方式和路径是不可分的、同步进行,而不是简单的顺序性问题,避免了多一次计算网络路径路权,节约机上运算时间,如果将交通方式划分孤立出来,放在交通分布与分配之间,在整个过程中要两次计算各 OD 点间的广义时间费用。将地铁等轨道线网植于城市交通网络中,形成单独的一个扩展路权矩阵,每变动或叠加一次规划方案,只需要改动相应的路权矩阵,其余方式计算过的路权矩阵或扩展路权矩阵,不需要再动。此模型解决在城市道路网络规划中植入地铁等轨道线路和网络的需求预测问题。数据条件宽松,仅需要居民全方式 OD 矩阵和预测年度规划道路几何数据。

9.2.3.2 土地开发的交通影响分析

土地使用和交通规划的协调优化是城市交通规划中的持续命题,它的改进从 60 年代伦敦模式问世后便开始了,至今从未间断(见第 8 章)。这里要谈及的是微观角度的论述。

发达国家和地区多半已用法令的形式予以规定,土地开发的实施申请必须附有交通影响的分析报告,否则不予审批。不论是多达数片街区,还是少至一幢高层建筑物,无一例外。我国从中央到地方还没有制定类似的法令,于是常有木已成舟、覆水难收的遗憾。同样一句“同国际接轨”,在大片高楼热中如鱼得水,在交通立法呼吁中却久呼不出,其中原委令人茫

然。眼看一批又一批的“亡羊”前仆后继,“补牢”的心愿不知何日方能实现。

微观的土地使用-交通规划基于宏观的土地使用-交通规划。如同计算机软件的“开窗”、“聚焦”技术,在全市轮廓性规划中对指定区域予以放大,仔细琢磨土地开发的交通影响;因为经过放大,就会察觉原本不易察觉的微疵;由于有“详”、“干”、“谐”的要求,各种细节要考虑,各条原则要体现,各方关系要协调。可见从宏观到微观不仅是局部的放大;更是一个走向实施的过程,一个继续深化、细化、补充、修正、完善的过程。下面介绍的实例反映了笔者和同行一起在这方面的探索情况。

[实例 44] 上海浦东新区御桥地区土地开发的交通影响分析(1996 年)^[74]

如图 9-14 所示,以南北向的沪南路为界,东侧为居住区,西侧为工业区。

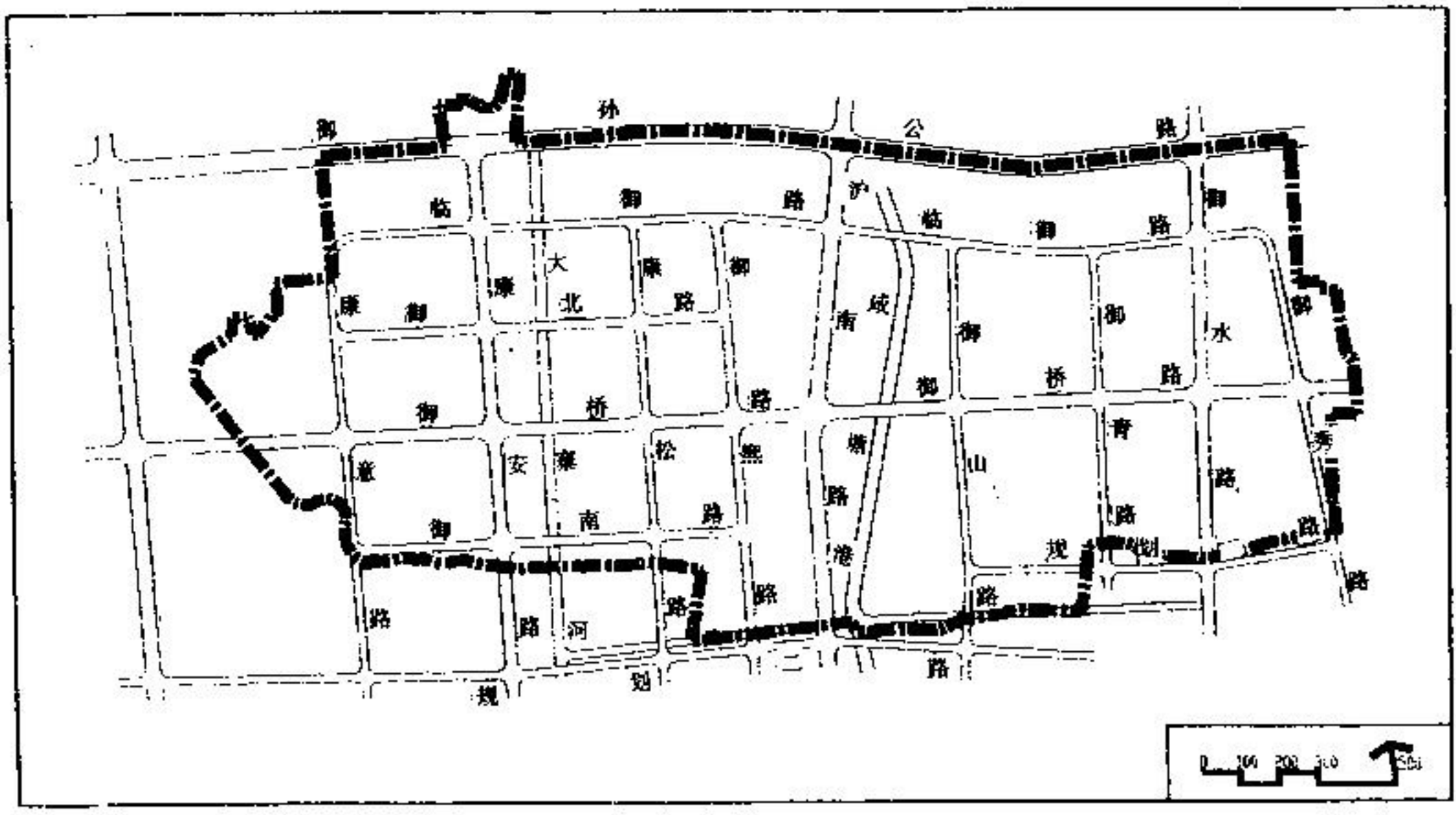


图 9-14 各街坊内车辆停放泊位配置图(机动车/自行车)

表 9-16 为该地区的“宏观”土地使用规划。

表 9-16

御桥工业区				御桥居住区		
用地性质	用地面积 (公顷)	建筑面积 ($\times 10^4 m^2$)	工作岗位	用地性质	建筑面积 ($\times 10^4 m^2$)	工作岗位 或人口
一类工业	64.99	162.48	18764	地区中心办公	18.26	4565
二类工业	17.10	42.75	2964	一般办公	2.05	512
仓库	4.34	8.68	1086	商业	9.98	2496
公共建筑	1.07	2.14	535	旅馆	2.50	417
公用事业	0.50	—	156	文娱	0.83	166
停车场	1.69	—	—	医院	0.26	200
合计	89.69	216.05	23505	中小学幼托	5.68	800
				公用及绿地	0.30	120
				合计	39.86	9276
				住宅	110.33	43978

(1) 地区交通发生总量

根据以上的土地利用,可以计算出御桥地区的客车出行、货车出行、居民出行总量和自行车出行的发生量。此处的发生量指一天内的出行出发量或到达量(不是出发量和到达量之和)。这个预测是按远景年上海汽车拥有总量为 200 万辆,居民平均每天出行次数为 2.57 次,本地区居民出行用自行车的百分比为 20%计算的。

计算结果表明,远景年(2020 年)御桥地区每天将产生 7793 次客车出行和 4316 次货车出行。居民出行总量为 11.77 万人次,其中自行车出行 2.35 万次。详见表 9-17。

表 9-17

地区	土地利用	客车出行 发生量	货车出行 发生量	居 民 出 行			自行车出行 发生量
				P	A	发生量	
御桥工业区	一类工业	960	2063	—	36541	18271	3654
	二类工业及公用	167	349	—	6073	3036	607
	仓 库	107	171	—	4070	2035	407
	公共建筑	169	74	—	3220	1610	322
	合 计	1403	2657	—	49904	24952	4990
御桥居住区	地区中心办公	1176	290	—	15394	7697	1539
	一般办公	166	33	—	1194	597	119
	商 业	495	545	—	20897	10448	2090
	旅 馆	500	53	—	2048	1024	205
	文 娱	203	28	—	7268	3634	727
	医 院	40	44	—	1674	837	167
	中小学、幼托	50	21	—	7755	3878	776
	公用及绿化	24	26	—	3141	1571	314
	居 住	3136	608	116100	10027	63064	12613
	合 计	6390	1659	116100	69398	92750	18550
总 计		7793	4316	116100	119302	117702	23540

(2) 各地块的交通发生量

根据各地块的用地性质、建筑量及由此推算出的居住人口和各种用地性质的工作岗位数,可以计算出各地块的每天客车出行、货车出行、居民出行及其中自行车出行的发生量。表 9-18 和表 9-19 分别为居住区与工业区部分地块发生交通量预测结果。图 9-15 为地块土地使用和交通组织的匹配示例。这就是“微观”的土地使用-交通规划。

表 9-18

御桥居住区交通发生量预测(分地块)											
地块编号	用地性质	居住建筑 面积(m ²)	公建及市 政建筑面 积(m ²)	人口数	工作 岗位数	客车出 行发 生量	货车出 行发 生量	居民出 行产生 量 P	居民出 行吸引 量 A	居民出行 发生量 (P + A)/2	自行车出 行发生量
6-10	C7		2900		72	23	5		168	84	17
6-11, 6-12, 6-13	F5, R2	37120	3300	1693	60	124	25	4469	968	2718	544
7-1, 7-2	R2, C3, U2	14040	2710	640	75	61	25	1689	708	1199	240
7-3	E4		5940		100	6	3		969	484	97
7-4	R2, C3	39555	7325	1804	183	165	65	4762	1943	3353	671
7-5, 7-6	G1, R2	50880		2321		165	32	6127	529	3328	666
8-1	R2, C3	15360	1920	700	48	59	20	1848	562	1205	241
8-2, 8-3, 8-4	R2, E5	17760	4080	810	60	62	13	2138	767	1452	290
8-5, 8-7	G1, R2	39520		1803		129	25	4759	411	2585	517
8-6, 8-9	R2, C3,	30915	5725	1410	143	129	51	3722	1518	2620	524
8-8, 8-10	G2	33760		1539		110	21	4073	352	2212	442
9-1, 9-2	R2, G2	41600	1600	1898	20	139	43	5010	468	2739	548
合 计		1103347	398658	43978	9276	6390	1659	116100	69398	92750	18550

表 9-19

御桥工业区交通发生量预测(分地块)							
地块编号	用地性质	用地面积 (公顷)	工业岗位数	客车出行 发量生	货车出行 发生量	居民出行 发生量	自行车出行 发生量
10-6, 10-7, 13-1	工业 1, 绿化	3.61	600	31	66	585	117
10-8, 10-10, 13-2	工业, 仓库, 公用	2.60	730	54	97	896	179
11-1, 11-2, 11-5	工业 1	2.51	725	37	80	705	141
11-3, 11-4, 11-9	工业 1	2.66	768	39	84	748	150
11-6, 11-7	工业 1	2.03	586	30	64	570	114
11-8, 11-10	工业 1	1.96	566	29	62	551	110
12-1, 12-2	工业 1	1.60	462	24	51	450	90
12-3, 12-4	工业 1	2.07	598	31	66	582	116
合 计		91.25	23505	1403	2657	24952	4990

9.2.3.3 国外动向

改进交通量分配模型将继续是发达国家的一个主攻方向。

[实例 45] 动态分配法在华盛顿特区大都市区的应用^[82]

1994 年,经过两年改进的动态分配模型 3DAS 在华盛顿特区大都市区得到成功的应用。该模型的主要功能是能得到实时的最短路径和分配结果。模拟路网由 857 个结点和 2086

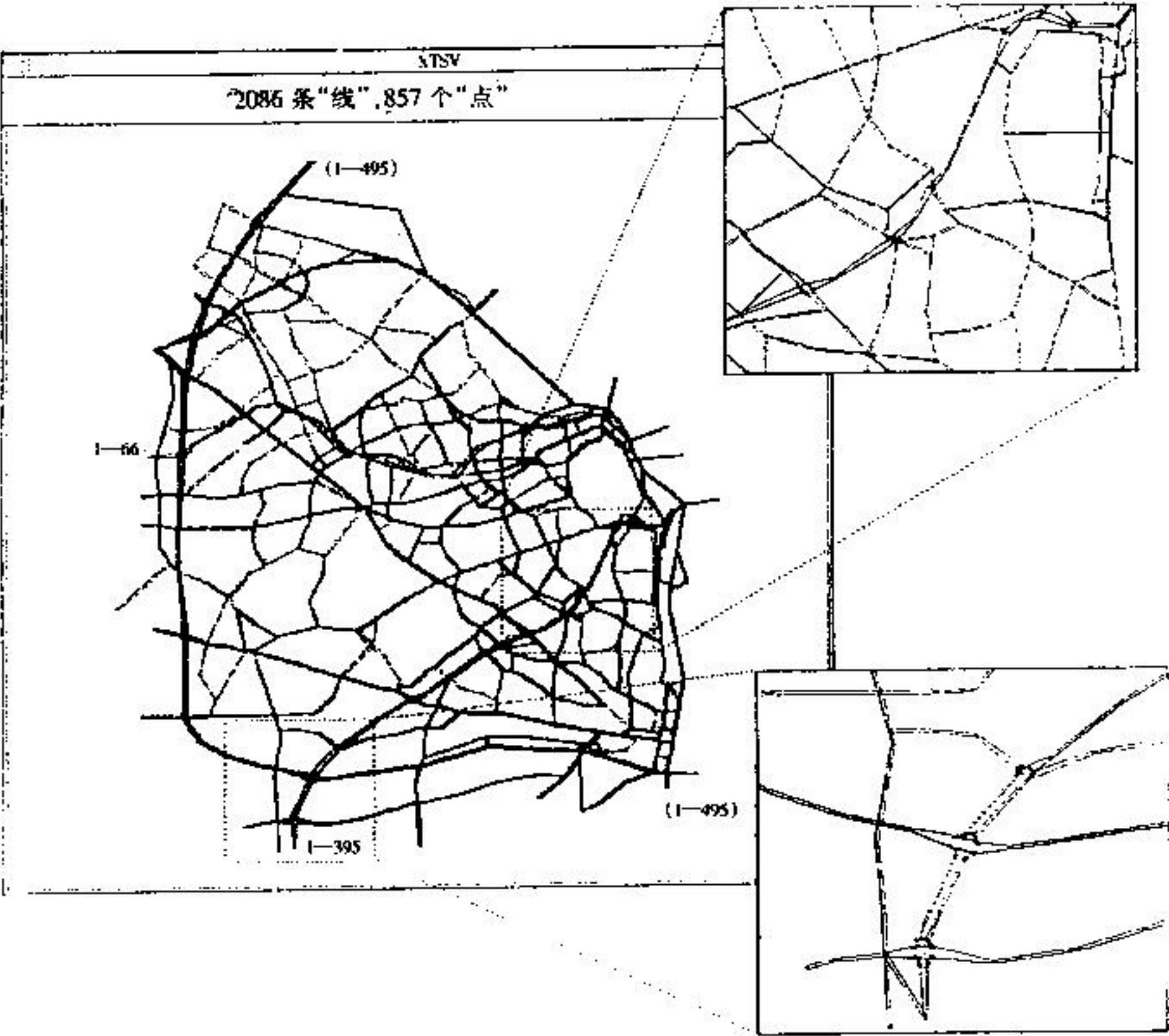


图 9-16 动态分配路网

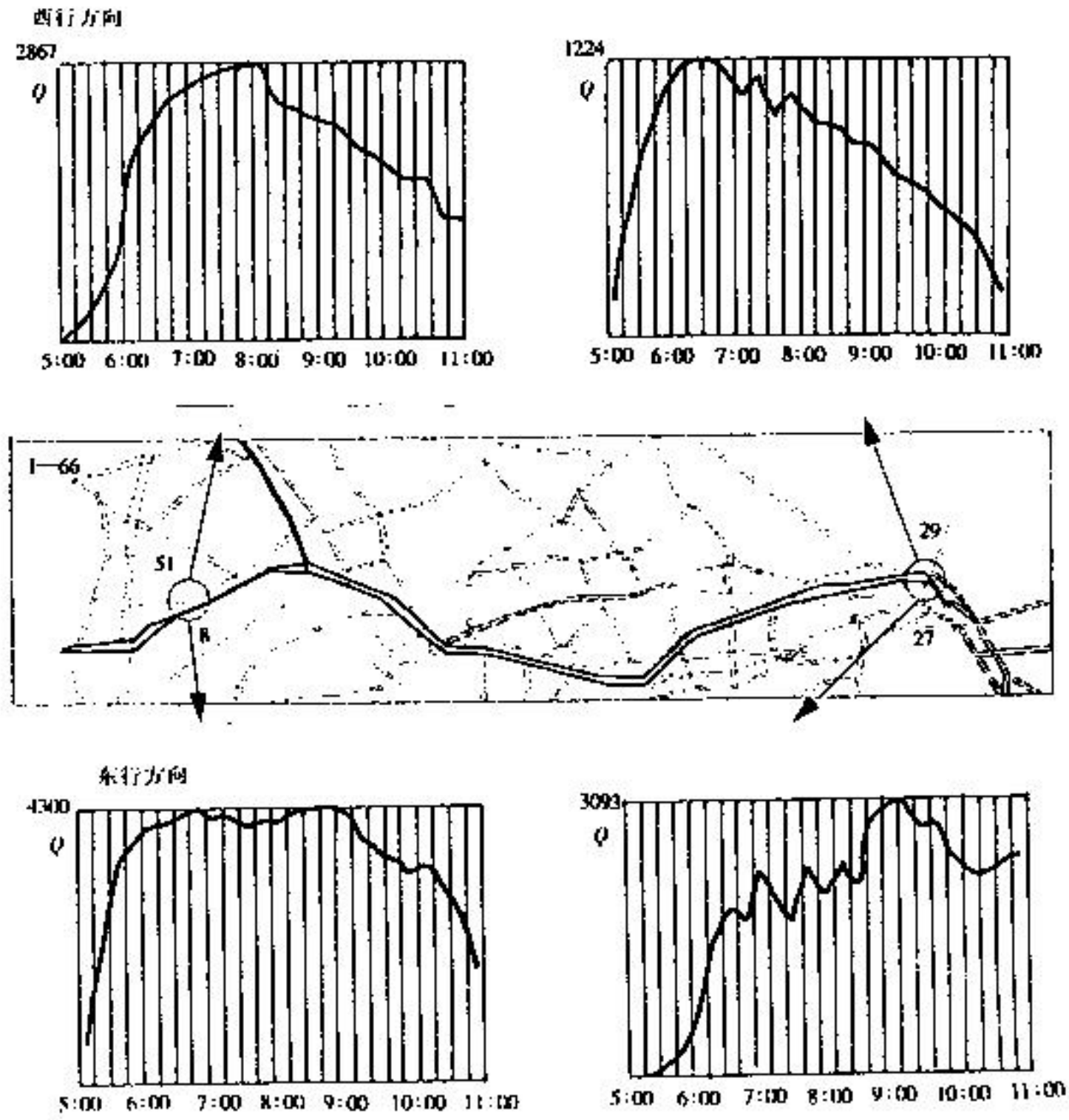


图 9-17 动态分配结果

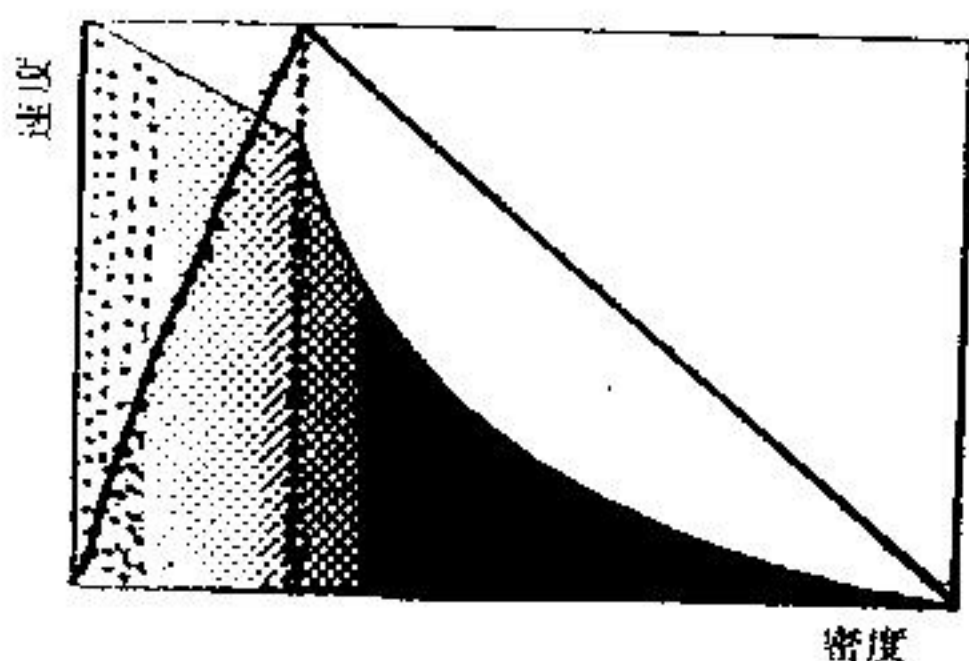


图 9-18 密度函数

及评价高级交通管理系统实施的效果。使用的计算机为 Silicon Graphics 320VGX, 有很强的图像显示功能, 每一次迭代运算耗时 5min, 当然要长于静态分配的运算。

3DAS 要求输入数据的详尽程度和它的目标要达到的详尽程度相匹配。为此需有一个高效优质的数据管理系统。采集和输入的数据越详尽, 路网和地区的信息越丰富, 动态分配模型为规划人员提供的成果就越可靠。

本章要点

(1) 有道是“以不变应万变”, 在交通规划中是万万用不得的, 这样“应”的结局只有束手待毙, “温故篇”里已回顾了半个世纪的“因情而变”, “知新篇”里再展示“以变应变”的新成果, 还望青年朋友们中能多出一些应变自如的高手。

(2) 由弹性预测、弹性评价和弹性决策三步骤组成的弹性规划模式, 跳出了传统的框框, 突出了应变的主线, 分别映现在需求量的上、下限; 实效指数的上、下限, 两者组合后多种结果(方案)基于现值分析以及基于关联度分析的弹性评价; 相应地又有基于两种分析方法的弹性决策。因有新意而稚气甚足, 可能还是个“早产儿”, 只求各方照应。

(3) 完善传统模式的努力从未间断, 动小手术还是动大手术自会因情而变。分作宏观、中观、微观三个层次, 无非想说明动手术前务须理清思路的道理。宏观规划的“简”、“快”、“框”, 微观规划的“详”、“干”、“谐”, 中观规划的两者兼而化之, 都是看准对象有“的”而放“矢”。其中提及的组合预测模型、非集结模型、OD 反推、模糊原理、地块的“源”与地块的“流”, 都是当今国际上的热点。既要动手术, 当然应该借助高新技术, 不过还是要强调“看准对象”, 激光刀也不是到处都能用得上的。顺便要注意别做诸如拔去好牙留下坏牙, 或者缝完线后发觉纱布忘在肚膛里这类令人啼笑皆非的事情。

第 10 章 固本强基

科学尊重事实,不能胡乱编造来附会一个学说。

——华罗庚

不入虎穴,焉得虎子。

——《后汉书·班超传》

10.1 巧妇难为无米之炊

10.1.1 信息的采集

信息采集是交通规划赖以生存的生命线,而交通调查是信息采集的最基本的形式。有了 1986 年的上海市第一次综合交通大调查,才会有洋洋洒洒百万字的《上海综合交通规划》。1995 年 11 月至 1996 年 6 月期间陆续完成的上海市第二次综合交通大调查,为制定更科学的交通规划提供了更新更全面的第一手信息。

[实例 46] 上海市第二次综合交通大调查的主要内容和初步结论(1995—1996 年)
在[实例 1]中已有述及,这里再作一集中介绍。

1) 调查项目

(1) 居民出行调查

抽样全市总人口的 1%作为本次调查对象,全市人口为 1296 万人,共 450 万户,实际共调查了 43499 户计 126622 人。

调查工作按 7 天均匀分布,采取晚上上户登记调查的办法,有的调查员平均一天上门 2~3 次。调查登记结束后为保证调查质量,各区、县在城乡、镇、街道自查、互查的基础上进行每 20 户抽 1 户的验收,共抽验了 2175 户,验收结果:个人情况差错率为 1.92‰,户记录差错率为 1.4‰,出行记录差错率为 4.1‰,均在允许误差范围以内(允许误差为 5‰)。

(2) 吸引点调查

第一阶段 300 个样本点遍布全市 14 个区、6 个县。调查共分 14 种用地类型。市中心区、中心区、外围区、郊区四个地带,样本数分别为 45 个,106 个,108 个,51 个。调查得到各单位从业人员数及调查日实到数,各吸引点人流及车流数,并按客流大小进行问询调查。第二个阶段 700 个样本的调查在总结了第一阶段的调查后,又有了新的改进。

(3) 车辆出行调查

共计抽样数为:客车 20150 辆,货车 23211 辆、摩托车 2154 辆,总计 45515 辆。其中客、货车的平均抽样率为 20%,摩托车抽样率为 1%,平均抽样率为 10.5%(不包括出租车)。交通调查办公室最后以 5%的抽样率分批对所有回收的表格进行抽验。

(4) 市境出入车辆调查

对市境出入车辆的 15 个道口、2 个车轮渡口进行问询调查及流量调查。除此之外,对

外省市驻沪车辆及部队营运车也进行了出行调查。24 小时市境出入全部车流量总计 71432 辆,其中摩托车 7777 辆,拖拉机 1928 辆,客、货车辆为 61727 辆,作问询调查的车辆共计 49300 辆。调查统计的外省市车辆、部队车辆 2975 辆,回收调查表 2896 辆,回收率为 97%。

(5) 道路流量调查

这项调查主要对上海市黄浦江(吴淞口—米市渡)苏州河(外白渡桥—真北路桥)沿线及市区、市郊的主要交叉口,其中机动车调查点 63 个,非机动车调查点 52 个。

(6) 公交运量调查

①公交:调查日的客流量为 777 万人次,比 1988 年公交日客流量 1400 万人次减少了一半,公交公司目前拥有车辆 6684 辆,线路长 2.73 万公里,线路 424 条,其中汽车 404 条(郊县 155 条,长途 99 条),电车 20 条。全年营运里程为 2.9 亿公里。

②地铁:调查当日共开出列车 8 列 48 辆,开行列次 198 次,客运公里 3148.12 列公里,运能 5855503.2 客位公里,客运收入 376613 元,票根清点客量 229486 人。

③出租车:客管处下属 43 个车队出租车总量为 37038 辆,这次调查共抽样 15494 辆,抽样率为 41.4%,整个调查表回收率 100%,合格率为 84.3%。

④专线车:对 468 条线路进行了客流调查,还补充调查了至野生动物园的专线流量。现有专线车共 4184 辆,线路 468 条,全年营运长度为 1.73 亿公里。

(7) 停放车调查

①路内路外社会停放车调查,全市(市区范围内)共有 328 个社会停车场,总有泊位 13699 辆,其中浦东 46 个停车场,泊位 1554 个,黄浦区 45 个停车场,2211 个泊位,普陀区 35 个停车场 2853 泊位,为上海停车场之最。

②对全市 150 个调查点(其中路内 70 个,路外 80 个)进行时段为 10 小时的停放特征调查。

(8) 货运调查

完成抽样 753 家单位中的 674 家的调查工作,后又重点调查铁路、货站、港口、码头所有单位。

(9) 道路网络调查

其中 1986 年以来新改建、大修道路 1707 条,总长度为 2512.628km,1995 年新建道路 139 条,全长 302.567km。

(10) 交通小区划分与区码字典编制

道路由 1986 年的 2300 多条道路增加到目前的 3302 条,交通小区由原来的 503 个调整到 662 个。

2) 初步结论

①上海道路网络的主要指标,见表 10-1。上海人均占有道路面积是北京的三分之一、天津的二分之一、巴黎和东京的四分之一、伦敦的八分之一、纽约的十六分之一。

②1995 年底机动车 42 万辆,另有轻便摩托车近 15.6 万辆(估计 1996 年末总量可能超过 70 万辆),自行车 574 万辆,助动车 46 万辆。

③十年来道路长度增加 64%,机动车增加 200%。近三年内环线以内交通量的增长幅度为 25%,市区的增长幅度也超过 20%。由于环线高架和南北高架路的建成,市区内环线以内的道路负荷度较 1993 年有所减轻,但仍超过 1986 年,其中位于中心区的黄浦区还在继

续加重。有关指标——以负荷度(流量与容量之比)表示的服务水平,见表 10-2。

表 10-1		上海道路网络主要指标		
指 标	范 围	1990 年	1995 年	
道路长(km)	全市	4700	5400	
	市区	1650	3000	
道路面积(×10 ⁴ m ²)	全市		7400	
	市区		4700	
人均面积(m ² /人)	全市	4.5	5.7	
	市区	4.1	5.0	
道路面积率(%)	全市	0.9	1.2	
	市区	1.8	2.3	
道路网密度(km/km ²)	全市	0.7	0.9	
	市区	1.2	1.4	

表 10-2		上海道路网高峰小时服务水平		
路 段	1986 年	1993 年	1996 年	
黄 浦 区	0.66	1.02	1.06	
内环线以内	0.6	0.8	0.76	
中山环路	0.96	1.17	0.66	

④与 1986 年比较,居民出行方式与交通工具选择的变化分别见表 10-3 和表 10-4。

表 10-3		上海市民出行方式(%)			
年 份	步 行	自行车、助动车	公共交通	其 他	
1986	41	31	24	4	
1995	33	43	15	9	

表 10-3 说明,10 年来,上海市民的出行方式发生了很大变化,骑自行车、助动车和乘出租车这类个人交通方式增长了,而使用公共交通的客流却呈明显下降之势,相对于 1986 年,公交所占比例下降幅度约 40%。

表 10-4		上海市民交通工具选择(%)		
年 份	自行车、助动车	公 交	出租车等	
1986	55.5	40.2	4.3	
1995	67.4	22.6	10	

由表 10-4 可见,在公共交通比重大幅度下降的同时,出租车等个人交通方式上升势头迅猛,尽管目前所占比例仍不高,但增长幅度为 130%。以上两表说明,上海市民的出行方式出现了结构性的变化——从公共交通转变为小汽车、助动车、摩托车、出租车、自行车等个

人交通方式。调查表明,1995 年底全市公共运量为每天 880 多万人次,比 1988 年下降了约 36.7%。今年以来,公交客流约在 500 万~600 万人次之间,比去年下跌了约三分之一。

⑤居民平均日出行次数由 1986 年的 1.79 次增至 1.95 次。这就是说,1986 年上海市每天有 2100 万次的出行活动,而 1995 年是 2500 万次。

表 10-5		上海市民日人均出行次数和时间变化	
年 份	出行次数(次)	全市增长	每次所需时间(min)
1986	1.79	—	25
1995	1.95	400(万次)	31

表 10-5 说明,十年来,尽管上海的总人口增长甚慢,且出现了部分员工下岗等减少市民出行的因素,但由于上海经济和社会的发展,上海市民总的出行量却增加了,全市平均每天增加 400 万人次;还由于上海城市空间的扩大、公共交通的车速整体上没有明显提高等因素,上海市民平均每次出行所花的时间比过去更多了。

除了大规模的集中调查外,日常的、分散的车流量调查、车速调查、公交客流量调查等等,为近期的交通管理和远期的交通规划积累资料、提供依据。国际上交通调查和信息采集的手段已经完成“三步曲”:依靠人工;依靠机、电、磁、声、光、波;依靠航空遥感、卫星遥感(详阅本章第 10.2 节)。今天我们已经依稀听到信息采集走向“信息高速公路”的脚步声(详阅第 14 章第 14.1 节)。

在发达国家,高速公路上极为普及的可变信息标志,可以说是最日常最分散的交通信息输出形式。自动、迅速、实时的信息采集手段是高级交通诱导系统得以运转的必备条件(详阅第 12 章第 12.3 节)。与之匹配的有道路交通信息系统(VICS),它通过各种渠道采集交通信息,并有处理信息和输出信息的功能,如图 10-1 所示^[52]。

在信息高速公路尚未全面实现之前,依靠资料网的连络与交流也是采集交通信息的重要途径。美国交通运输研究信息服务资料库(TRIS)的信息来源遍布世界各地^[7]。在美国的信息主要来自联邦公路总署、联邦公共交通总署、国家交通安全总署和国家交通部。国会听证会报告、美国财会办公室、贸易与专业联合会、各大专院校、研究机构以及地区和州的有关组织也向 TRIS 提供信息。TRIS 通过与国际组织接收其他国家和地区的信息资料。这些国际组织包括国际公共交通联合会、国际经济合作与发展组织公路研究档案管理机构、欧洲交通部长会议、荷兰交通部等。另外,1000 多种杂志刊物也是 TRIS 的主要信息来源。

TRIS 还有一个非常有价值的附加文件 TLIB。加州大学伯克利分校交通运输研究图书信息学院和位于伊万斯顿的西北大学交通运输图书馆负责向 TRIS 提供最新文献引文。这个资料带附加到 DIALOG 系统中的 TRIS 联机文件上,成为 TRIS 资料库中一重要子库。TLIB 扩大了 TRIS 的信息范围。TLIB 包括所有交通运输模式的信息,并且每年补充 9500 条以上的信息量。必须补充说明的是,交通规划所需的信息除了现状交通以外,还应包括土地使用、交通管理、交通政策、交通环境、投资能力、专业水平直至城市经济和社会的全貌;以及国外的成果和动向。

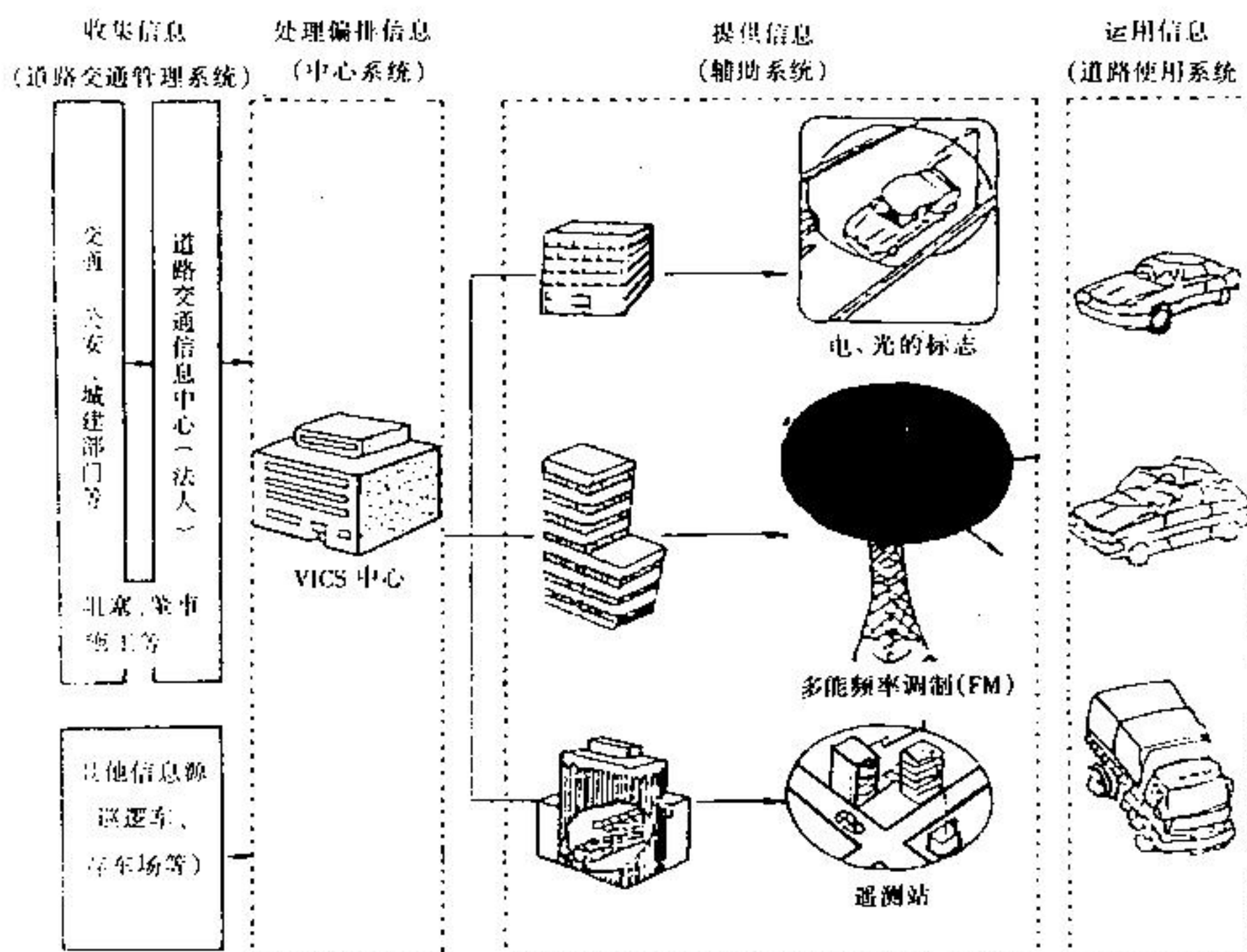


图 10-1 道路交通信息系统

10.1.2 信息的贮存

如前所述的美国 TRIS 是信息贮存的一种形式。它可为用户提供联网的检索服务。TRIS 由交通运输委员会和国家研究员会管理,由联邦公路总署、联邦公共交通总署、国家公路交通安全总署以及美国联邦交通部赞助支持。另外,50 个州的交通运输部、哥伦比亚与波多黎各地区、各国机动车制造联合会、国家沥青路面联合会、美国工兵集团以及美国铁路联合会均参与 TRIS 资料库的支持工作。

TRIS 信息库提供各种已完成研究报告的摘要、索引词、文献引文;项目概况、项目负责人和赞助单位名称、电话号码;项目主要调研者和项目执行机构名称和电话号码。TRIS 文件中的 TLIB 文件包括文献引文,并以最新国会图书馆主题标题作为索引词,但是不包括摘要。

人们熟知的数据库和数据管理系统几乎是信息贮存的同义词。上海市综合交通规划研究所和上海市建设管理委员会正在分别积极开发的《上海交通规划数据管理系统》和《上海城市建设信息系统》不一定代表我国最先进的水平,至少规模相当庞大,也很有特色。见[实例 47]和[实例 48]。

[实例 47]上海市交通规划数据库研究^[53](1993 年)

1) 战略思想

主题数据库为主,应用数据库为辅,逐步过渡到综合数据库。该原则具体体现在:

①建立出行需求分析和预测主题数据库,涉及城市经济和土地利用、居民出行、车辆出

行、交通流量等基础数据。

②建立运输供应的分析和规划主题数据库,涉及基本道路网络、道路交通设施、车辆管理和拥有量、车速、行程时间和延误等基础数据。

③建立远期总体规划主题数据库,涉及社会经济、人口、土地使用等基础数据。

④建立近期实施交通规划主题数据库,涉及道路网络、道路交通流量、交通事故和管理等基础数据。

⑤建立局部地区交通规划主题数据库,涉及行人交通流量、非机动车交通流量、停车调查等基础数据。

⑥建立客运交通规划主题数据库,涉及客运路网、公交客运流观测、公交运量道路分布、出租汽车、社会客运、轮渡、地铁交通等基础数据。

⑦建立货运交通规划主题数据库,涉及专业货运货流调查、社会货运货流调查等基础数据。

⑧建立对外交通规划应用数据库,涉及港口设施及客货运量、铁路设施及客货运量、内河设施及客货运量等基础数据。

⑨建立交通规划综合评价应用数据库。

⑩主题数据库经不断综合和集成,逐步发展成为综合交通规划数据库。

2) 数据库设计原则

建立一个数据库应用系统一定要考虑两方面的问题:“数据”以及对数据进行的“加工”,这两个问题贯穿了整个开发过程。随着计算机软件开发技术的发展,以及现实世界中对象的复杂化,历史的经验和教训证明:在“数据”和“加工”两方面中,“数据”已占有越来越重要的地位,软件开发的中心开始从“加工”设计转移到“数据”结构的设计上,在数据库应用系统的设计中,由于信息结构复杂,要求多样化,其数据结构的设计,即数据库设计,不能仅取决于设计者的经验和直觉,必须基于科学的方法学——数据库工程方法学,其基本原则过程是:

①找出关于数据库的外部要求。这些要求包括信息的内容、信息的性质、响应时间;经济性、安全性、保密性。并用目标函数将这些要求直观化、形式化,这种函数应对目标变量指明所应满足的值的组合。

②验证这种目标函数无矛盾,并能够期望它将会导致一个切实可行的数据库设计。

③研制数据库的一个一般的模型,这种模型应当帮助设计者找到设计变量、环境变量与目标变量之间的关系。

④给设计变量置初值,找出或估计环境变量的值,这样做之后设计者可以根据③中所研制的数据库模型导出目标变量的结果值。

⑤若从设计中导出的目标变量的值不满足目标函数,就重复④,否则就实现该模型并运行数据库。

⑥在数据库运行当中必须继续对数据库设计进行评价、调整和修改,有时可能需要大的调整,进行再设计。

以上原则过程具体体现为图 10-2 所示的数据库设计步骤:

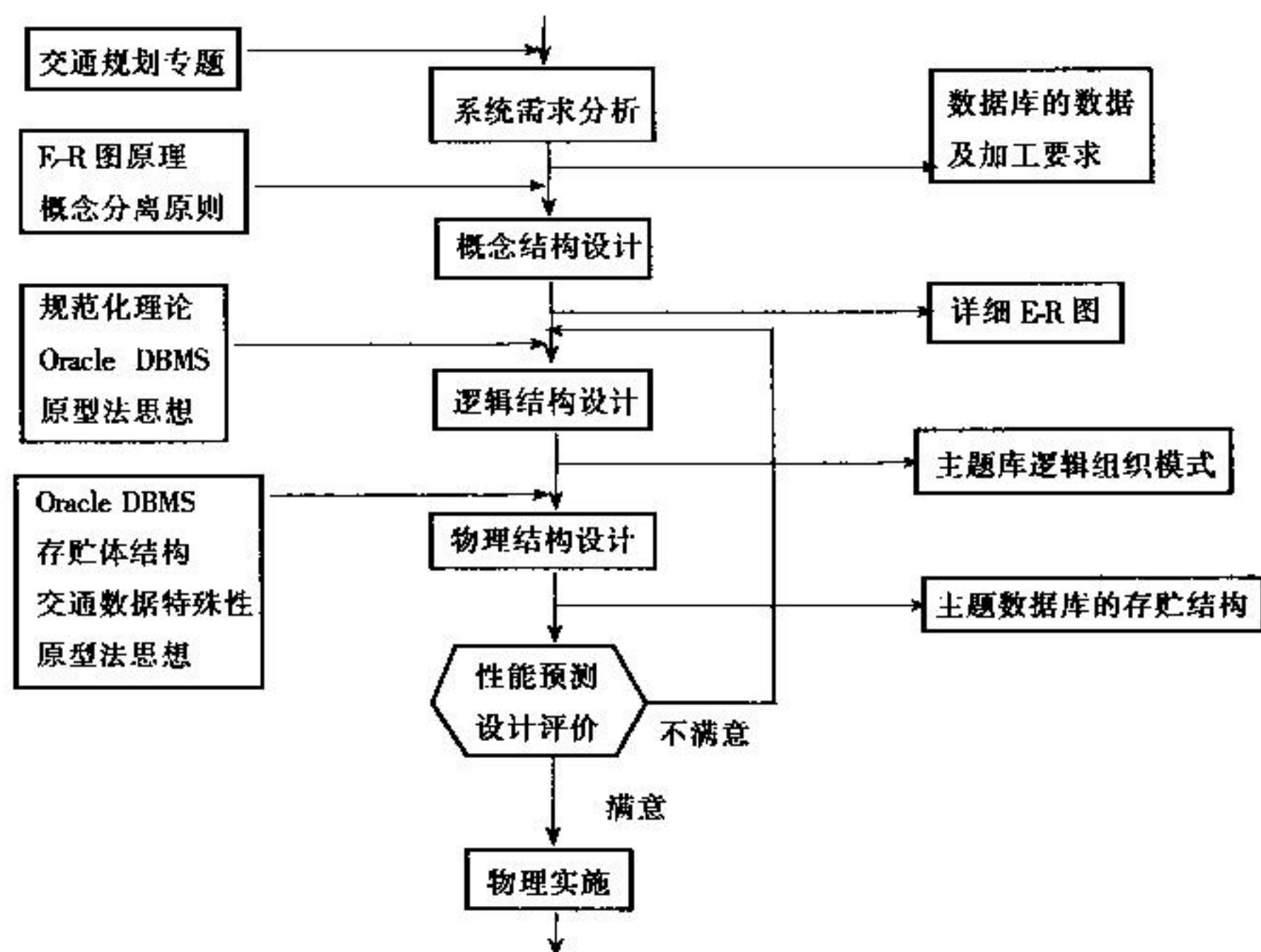


图 10-2 交通规划主题数据设计过程

3) 交通规划综合数据库总体设想

(1) 交通规划综合数据库的目标和功能

交通规划综合数据库总的目标是:①数据库成为上海市城市交通信息中心,定期全面地采集、存储、处理、发布各项城市交通数据,但这个数据库不完全包括反映交通运输部门日常运营状况的数据。交通规划综合数据库应成为上海城市信息系统的组成部分,与城市信息系统的其他组成部分能实现信息共享。②交通规划综合数据库为政府决策、综合交通规划、道路交通可行性研究、交通设计、道路设计、交通管理和交通科学研究提供信息服务。可见目标可分为三层:决策层、控制层和使用层。

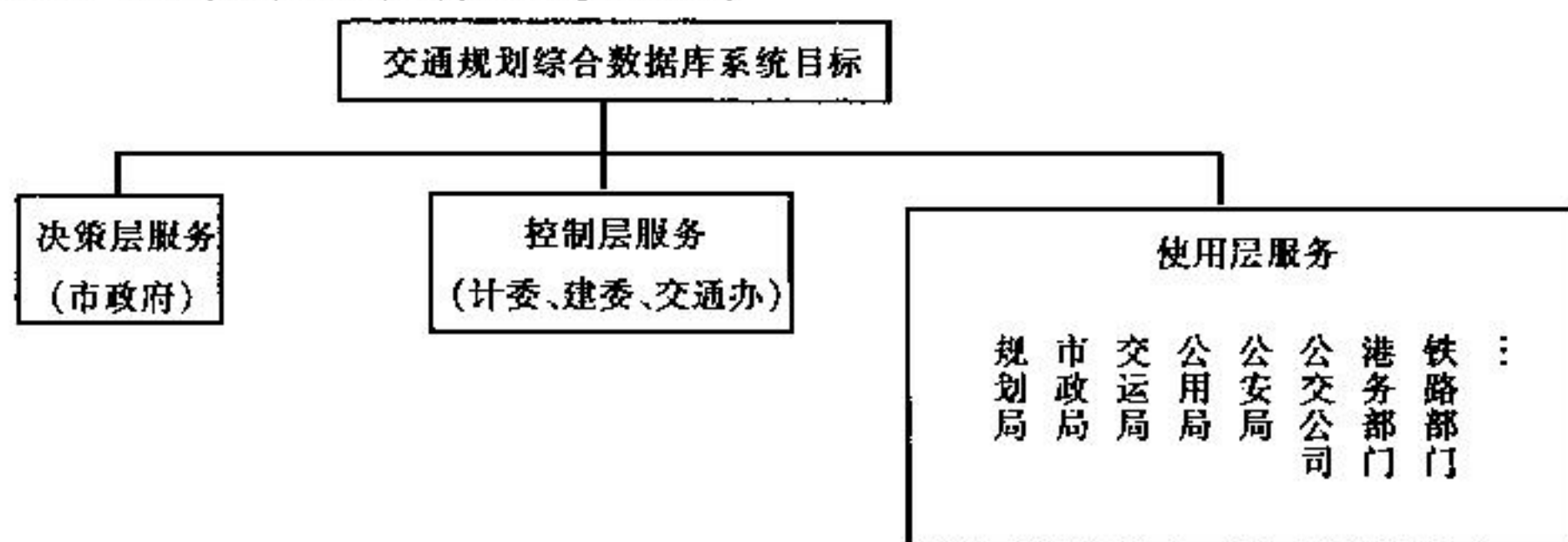


图 10-3 交通规划综合数据库目标

(2) 交通规划综合数据库的信息要求和数据范围

综合数据库在功能上体现为综合分析、决策能力,数据库数据范围取决于数据库的信息要求,而要得出详尽的信息要求,首先必须全面分析数据库的目标要求,因此,分阶段针对交通规划综合数据库的目标进行分析,得出阶段性的信息要求。对于这些信息要求,有其相应的数据库组成型态,这就是主题数据库到综合数据库的过渡型态。最终地,交通规划综合数

据库的数据组成必须囊括交通规划过程中所涉及的方方面面、现状及预测的数据：

- ①城市用地和城市经济；
- ②道路交通设施；
- ③本市车辆及进入本市的外地车辆；
- ④交通路网(道路网、公交网)；
- ⑤道路交通流量、车速、行程时间和延误；
- ⑥客运交通(公共交通、出租汽车、社会客运、轮渡、地铁等)；
- ⑦专业和社会货运交通；
- ⑧交通事故、交通管理；
- ⑨居民、车辆出行需求；
- ⑩对外交通(港口、航口、铁路、公路、内河等方面)。

除以上十类基本数据外,还要包括地形图信息及地下综合管道网信息,甚至还包括交通对环境、社会的影响因素方面的数据等。

(3) 交通规划综合数据库与外界的信息流向

城市规划建筑管理信息系统是城市信息系统的一个组成部分,城市交通规划综合数据库作为城市规划建筑管理信息系统的一个重要子系统,与城市规划建筑管理信息系统其他子系统,及城市信息系统的其他组成部分之间,有着不同密切程度的关系,这种关系可以图 10-4 所示。

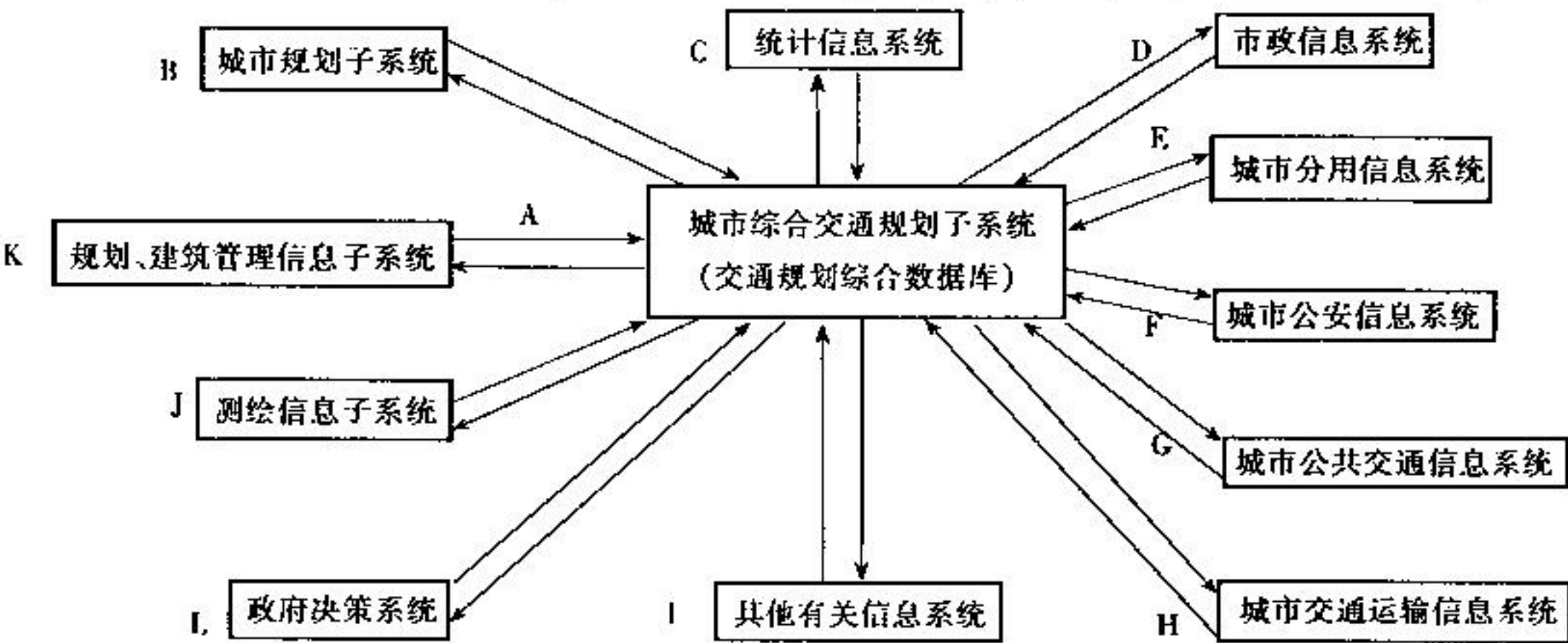


图 10-4 交通规划综合数据库与外界的信息交流

图 10-4 中：

B-A:由规划院向交通规划研究所提供人口用地基础数据和城市经济类基础数据。

A-B:交通规划研究所向规划院提供人员与车辆出行水平、道路水平、公交服务水平等现状及预测信息。

C-A:统计局向交通规划研究所提供人口、城市经济基础数据。

A-C:交通规划研究所向统计局提供交通信息分析及处理结果。

D-A:市政局向交通规划研究所提供交通设施、交通网络、道路交通需求等数据。

A-D:交通规划研究所向市政局提供交通信息分析及处理结果。

E-A:公用事业局客管处向交通规划研究所提供交通设施、交通网络、车辆类、客运交通类数据。

A-E: 交通规划研究所向公用事业局提供交通信息分析及处理结果。

F-A: 公安局交通处向交通规划研究所提供道路交通设施、交通网络、道路交通、交通管理及事故类数据。

A-F: 交通规划研究所向公安局交通处提供交通信息分析及处理结果。

G-A: 公交总公司向交通规划研究所提供公交设施、网络、车辆、客运类数据。

A-G: 交通规划研究所向公交总公司提供交通信息分析及处理结果。

H-A: 交运局向交通规划研究所提供车辆、货运、对外交通类数据。

A-H: 交通规划研究所向交运局提供交通信息分析及处理结果。

I-A: 铁路、港务、水运部门、市交通办向交通规划研究所提供对外交通类数据。

A-I: 交通规划研究所向铁路、港务、水运部门、市交通办提供交通信息分析及处理结果。

J-A: 测绘院向交通规划研究所提供地形图及地下综合管道网信息。

A-J: 交通规划研究所向测绘院提供绘制交通图所需的综合信息。

K-A: 规划局建筑管理部门向交通规划研究所提供城市建筑用地基础数据。

A-K: 交通规划研究所向建管部门提供现状及预测年道路状况、交通出行供求信息。

L-A: 政府下达指令。

A-L: 交通规划研究所向市政府提供交通决策信息。

4) 交通规划综合数据库开发策略探讨

在交通规划综合数据库的目标中,为综合交通规划提供信息服务是中心目标,因此必须以综合交通规划研究对数据库的需求为主导,带动交通规划综合数据库的开发进程,这一策略具体描述如图 10-5 所示。

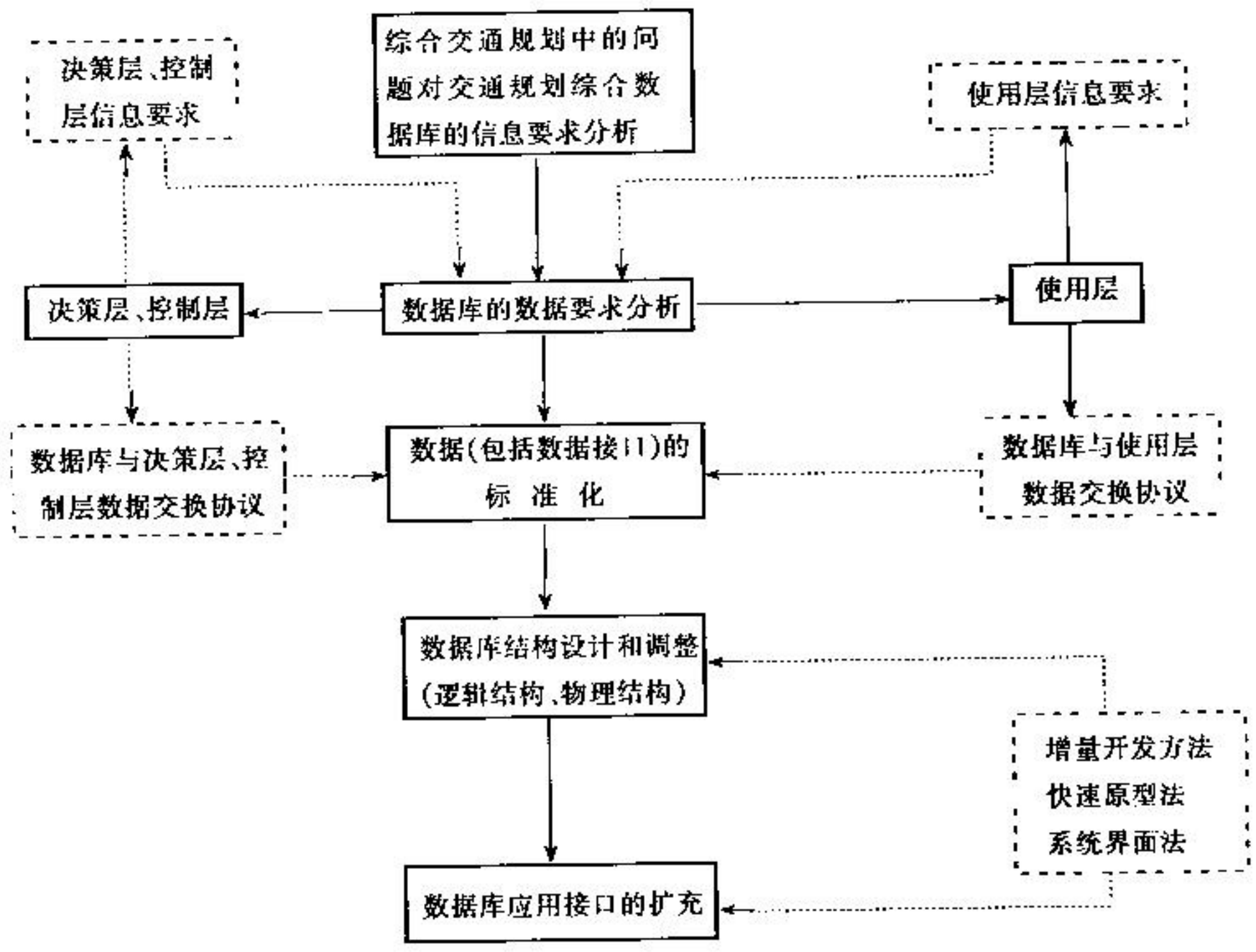


图 10-5 交通规划综合数据库开发策略

[实例 48]上海城市建设信息系统全貌及综合交通规划信息库^[54](2000 年前建成)

(1) 系统结构

该系统由以规划信息系统为核心,以测绘子系统为基础的七个子系统组合而成,整个系统呈分布式结构,各子系统之间具有通讯和信息共享能力,见图 10-6。

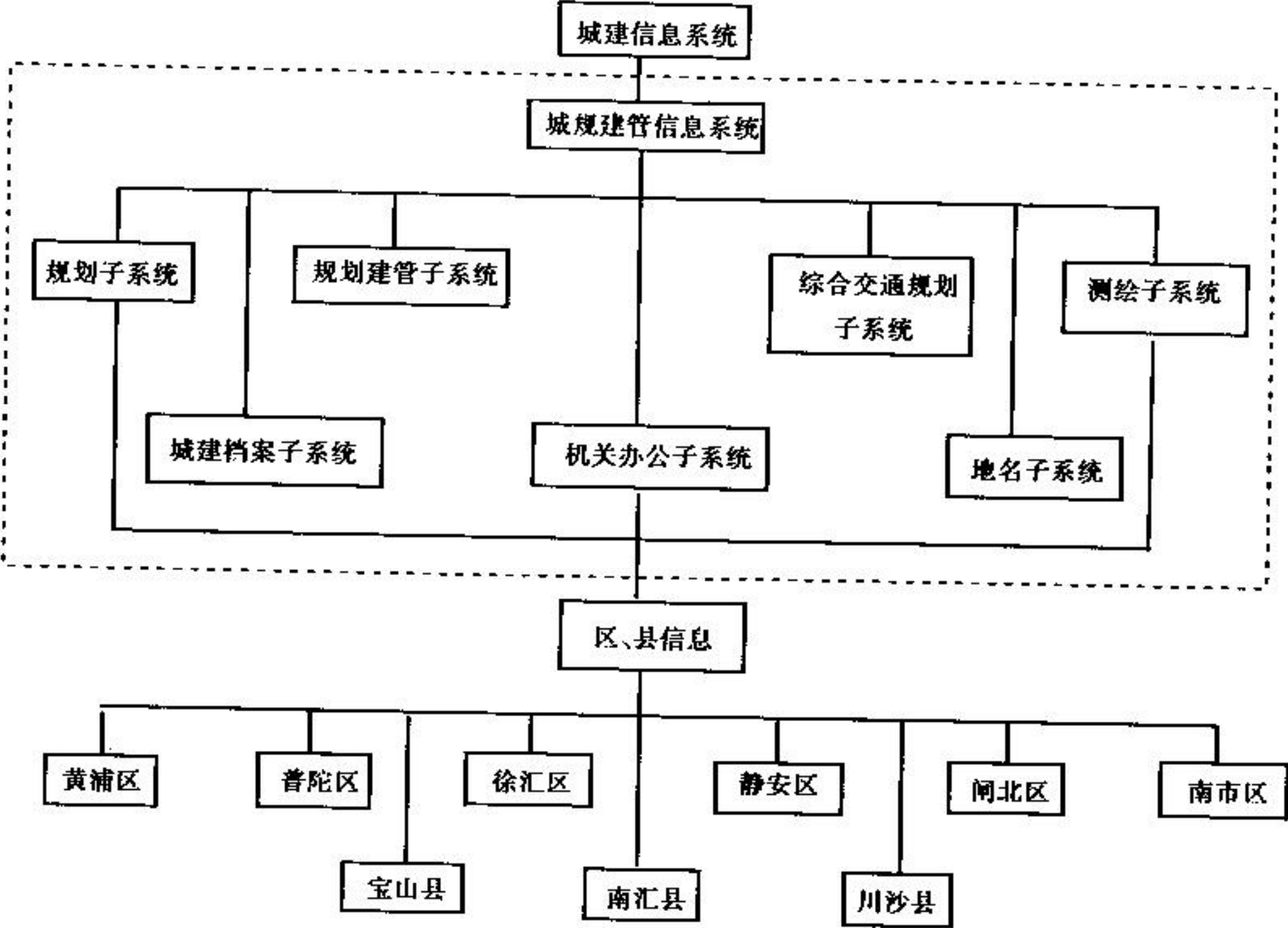


图 10-6 城建信息系统结构示意图

其中测绘子系统、规划子系统、综合交通规划子系统、规划建管子系统及地名子系统为空间信息系统。它的结构包括系统硬件、软件和模型库、信息库三个大部分,见图 10-7。

城建信息数据库管理系统如图 10-9 所示。

(2) 子系统相互关系

各子系统均为开放系统,存在着与其他系统或多或少的联系,需数据交流与共享。其中测绘子系统地图数据库信息为各空间型系统所共享;规划信息库与综合交通信息库数据交流频繁,并向规划、建筑管理子系统提供主要的数据及软件资源;城建档案管理子系统、地名子系统及机关办公子系统独立性则较强。

(3) 系统功能

- ①建库功能:为城市规划管理领域数据库提供地图数字化输入、存贮、加工和更新手段,凡空间信息均定位于测绘子系统提供的统一地理坐标体系。
- ②检索、查询及统计功能:在建立了各类信息库基础上,能够采用各种检索方式提供信息的全要素检索、查询、统计功能,及时方便地提供用户所需要的各种图形及非图形信息。
- ③综合分析功能:对各专题数据库信息进行局部、总体、静态、动态的空间复合叠加与综合分析。输出各种类型的分析图表和数据、文字、资料,为各级部门的综合管理提供信息。
- ④城市综合环境与各专项环境的规划与预测功能:应用系统提供的硬件、软件与信息库

资源对城市综合环境、城市各专项指标、城市各项活动进行规划与预测,并根据限定条件按城市各地块的实际条件进行规划配制。

⑤投资环境综合分析评价功能:即利用城市规划与管理信息系统现有的各种信息资源,例如城市各地块的人口、环境条件、交通接线条件、地块工程实施条件、城市基础设施条件等,对投资进行不同方位、不同地块的多方案评价、预测,提供每个方案的具体投资效益分析数据,为决策者提供决策依据。

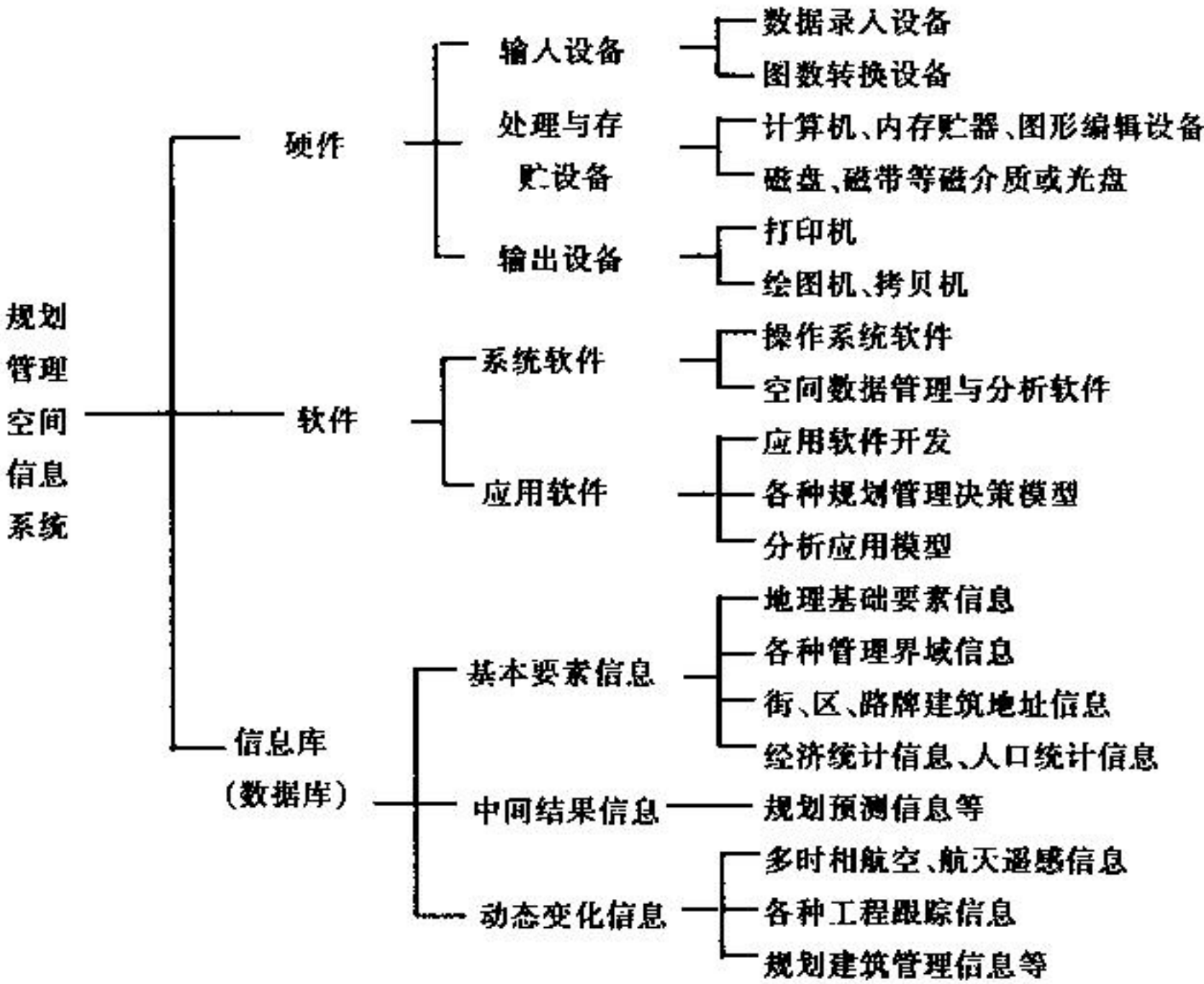


图 10-7 规划管理空间信息系统组成

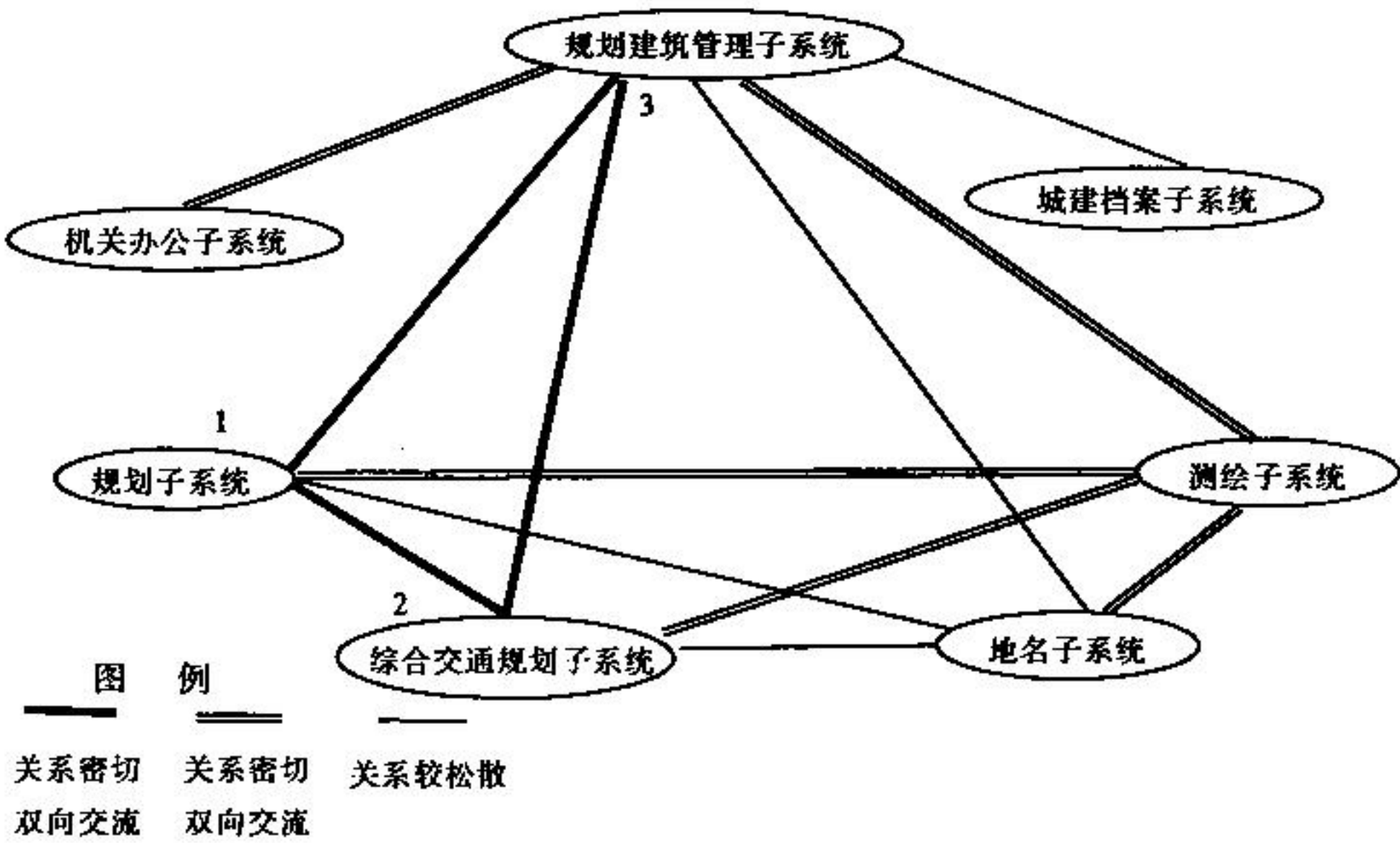


图 10-8 子系统相互关系

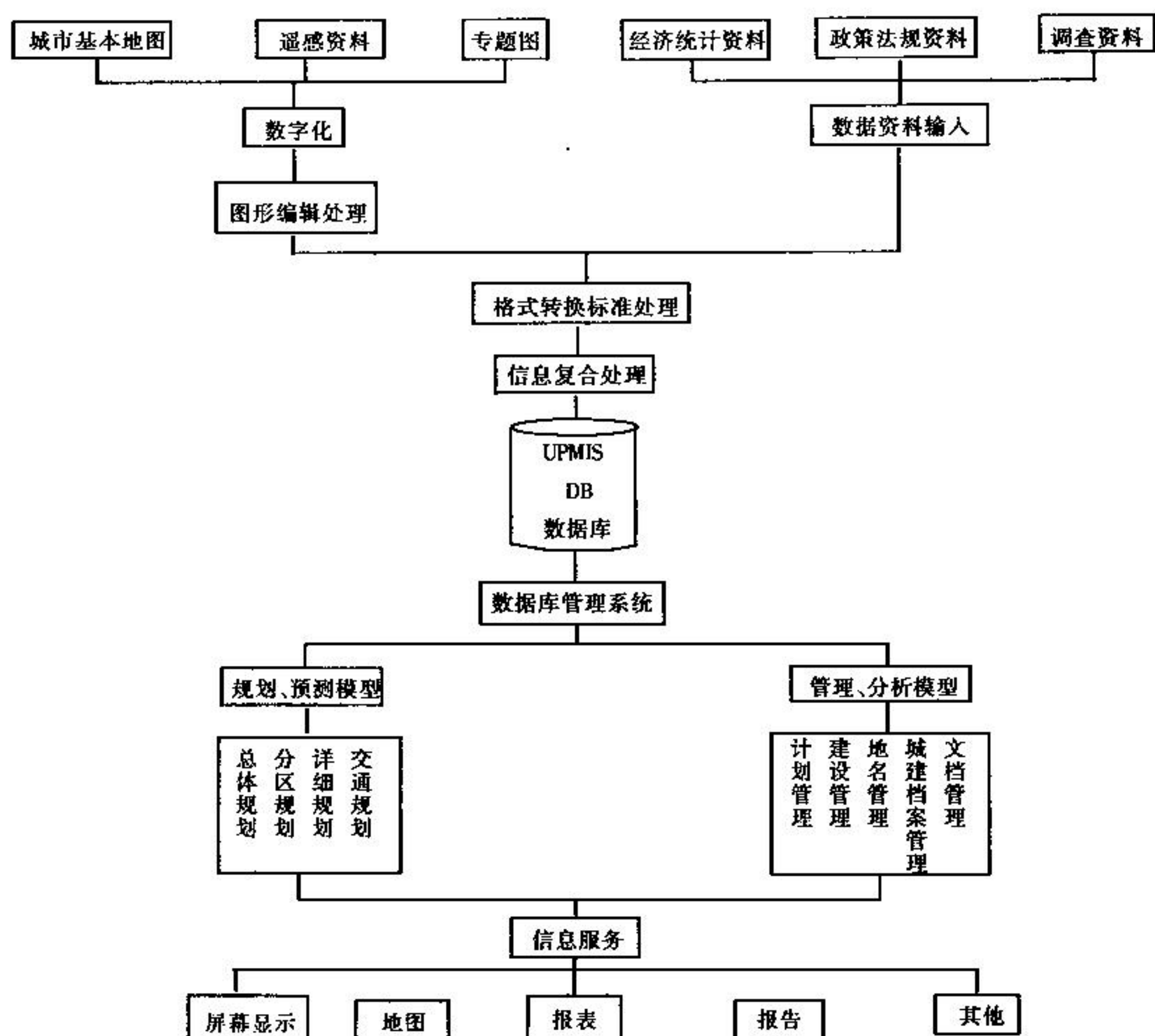


图 10-9 城建信息数据库管理系统

⑥政策效益模拟分析功能：即为城市管理决策部门在形成法规、政策、条例或规定之前，对所提出的法规、政策等所可能带来的效益和问题进行模拟分析。

⑦工程效益模拟分析功能：采用信息系统的信息资源、软件资源对城市建设工程进行多方案的论证分析功能。

⑧规划管理功能：包括规划方案的优化分析、规划实施过程的监督管理等。

⑨建筑管理功能：包括建筑报件审批的跟踪管理，建筑用地的数字化注记、建筑工程环境景观效益的动态模拟分析，以及建筑工程实施过程的监督管理等。

(4) 综合交通规划信息库

①基本信息

a. 社会经济信息包括：历年和预计年的全区域的国民生产总值、人均产值、工业、农业、第三产业产值。

b. 人、车出行信息包括：基准年和预计年的分交通小区的出行参数、时间、距离、方式、分布。

- c. 人口用地信息,如分交通小区的用地类型、人口、职工(分职业)分布信息。
- d. 道路交通环境信息:道路长度、宽度、车道数、管理措施等参数。
- e. 公交线网信息如车种、车队、线路、站点等。

②主要功能

- a. 现状信息统计包括图、表等形式提供分交通区的人口用地分布;人员出行水平;车辆出行水平;道路系统水平;公交服务水平等。
- b. 处理采集的交通信息,产生交通需求、供应的统计报表、文件等。
- c. 预测需求、供应,计算未来的交通信息预估值,产生相应文件等。
- d. 诊断供应水平,提出供应水平的分析结果。
- e. 支持决策系统,进行决策方案模拟,提出决策分析结果。

(5) 子系统数据交流共享关系

如图 10-8 所示,系统内部各空间型子系统数据通讯交流关系密切。

①测绘子系统为其他各子系统提供地形图信息及地下综合管网信息,是整个子系统基础;

②规划与综合交通子系统关系

a. 1—2:规划子系统向综合交通规划子系统提供人口用地信息,包括分交通小区的用地类型、人口、职工、职业岗位分布等。

b. 2—1:交通子系统向规划子系统提供人员、车辆的出行水平、道路水平、公交服务水平等现状及预测信息。两者关系密切,数据交流频繁,要求硬、软件系统相互兼容,符合国际工业标准,以利于进一步连成网络。

③综合交通规划子系统与规划建管子系统关系:

a. 2—3:综合交通规划子系统为规划管理子系统提供现状及预测年道路状况,交通出行供求信息等,供工程效益分析及景观效应分析评价之用。

b. 3—2:规划建管子系统为交通子系统提供城建发展,规划实施的实时动态信息,供其掌握交通环境、人、车出行状况的变化发展等。

10.1.3 信息的应用

着重介绍地理信息系统(GIS)在交通领域的应用。

10.1.3.1 概述

GIS 是 Geographic Information System 的缩写,意为地理信息系统。GIS 是一种计算机桌面地图处理软件,所谓“桌面地图处理”就是在微机上显示、分析和管理各种地理数据。这一软件是决策支持系统的一种,是让决策者以计算机图形方式来获取必要信息,而不是用直接阅读理解复杂的数据文件的方式。

由于 GIS 是把古老的地图和现代化的计算机技术相结合,因此它既具有地图的直观易懂的特点,又有对现代社会的大数据量、信息量进行处理并作出快速反应的特性。GIS 与一般的计算机数据库管理软件相比,由于它把数据信息通过动态地图显示功能与该数据信息发生点位置联系起来,会给使用者更为生动和形象的记忆(既有数据又有数据发生的地理位置)。微机 GIS 与大型计算机 GIS 相比,无论在硬件、软件、培训和人员成本上还是在时间耗费上,微机 GIS 都大大节省了,使其更易被用户接受,易于推广。

GIS 在交通工程领域的应用已经相当广泛,并有迅速发展的趋势。作为与交通相关的专业工作者,我们都或多或少地面临一些问题,如专业人员缺乏,现有数据记录质量不高或失落以及交通工程本身的复杂性(工程问题、经济问题、社会问题等等)。我们都希望能尽可能地解决这些问题,以便更有效地利用有限的人力和物力资源。GIS 在这些方面能给我们以强有力的帮助。

GIS 在交通工程领域的应用主要涉及以下六个方面(引自陈燕申 1994 年世行贷款三城市培训讲义《城市交通规划与 GIS 技术应用》):

- ①道路管理;
- ②道路设计;
- ③交通项目管理;
- ④交通商务管理;
- ⑤人力资源管理;
- ⑥车辆管理。

GIS 在交通工程方面的应用也是基于将数据库管理与图像管理密切结合的前提之下,这种结合令使用者能轻易地进行各种交通工程设计规划工作,例如:

- ①建立带有路段和交通属性数据的网络图;
- ②分层显示土地利有的现状和规划情况(最多可分 250 层);
- ③分析、规划重要的交通集散点;
- ④货运分析规划;
- ⑤高流量路段交通分析;
- ⑥交通走廊分析规划;
- ⑦交通安全分析;
- ⑧路面设计和管理;
- ⑨公共交通研究。包括:
 - a. 公交线路配套服务研究;
 - b. 公交服务设施研究;
 - c. 固定资产情况分析;
 - d. 公交安全分析;
 - e. 公交营运分析;
 - f. 公共交通工程研究。

另外,GIS 除了被大规模用于交通领域以外,在美国,它已开始被广泛应用于许多方面,如销售区域制定和管理、投资点选址、服务性市场选址等。

10.1.3.2 在交通工程中的应用

[实例 49] 美国马萨诸塞州牛顿市的地理资讯系统(1990 年)^[7]

牛顿市是在波士顿郊区的一个小镇。人口约有 8.4 万人。交通拥挤在这个地区是一个非常严重的问题。市政府希望能够发展一套整合性的电脑系统来模拟交通状况。该市的交通工程师们建立了一套地理资讯系统以适应特别的需求。

地理资讯系统的基本功能是标示每一块土地在地图上的方位。同时也能记录每一块土地的属性资料。传统的地理资讯系统将道路当作线段来处理。一般常用的属性资料包括道

路编号、车道数、平行路段、路面状况等。其他如行政分区、是否有护栏、甚至塌方地区都用来当作路段的属性资料。

在交通系统的应用方面,地理资讯系统最困难的部分是道路系统的编修问题。通常,使用者必须使用数位板输入该路段的起点与终点再逐项输入该路段的属性资料。如果要改变属性资料库的结构就麻烦了。每一个路段要逐次调出来修改。至少也是数百或数千笔资料。

某些地区的地理资讯系统只能用文字档(ASCII File)传送资料(Cold Link)而不是直接用资料库传送资料(Hot Link)。这对于不同的资料库如果要交换资料是非常不利的。一般而言,交通工程师不止要会使用一套交通规划电脑程式,而且要熟悉一套地理资讯系统。最重要的是要能够在这两套系统之间交换资料。

牛顿市的交通工程师结合 Redland 公司的 Arc/info GIS 系统和 GIS/Trans 有限公司的 ES-RI 和 GIS-T 交通预测系统,而创造一套成本低廉的整合性系统。这个系统能够利用现有的资料进行交通模式分析,而且要控制在合理的成本之下。

牛顿市的整合系统解决了上述的许多问题。在这个系统之下,道路系统是由路径、路段及节点所组成的,同时也保持同样的资料结构。一个叫做“动态线段编修系统”的程式让操作人员建立并管理路网及其属性资料库。交通工程师能够真正针对路网系统建立属性资料库,而不再迁就传统地理资讯系统针对土地使用所建立的属性资料库。目前一些专属道路特性的属性如速度限制也加入了这个新的整合系统之内。

这个系统表明地方政府的交通工程部门有能力使用一个完整的电脑系统进行交通规划。举例而言,透过简单的数行程式语言就可执行复杂的交通分配及其影响评估,这样的功能在桥梁关闭维修、对邻近地区交通影响评估时,就特别有用。牛顿市这套以 PC 为主的 Arc/Info 系统已发展完成数个应用程式如:最短路径选择、学校公车路径选择、旅次分配、交通分区调整及消防队位址最佳化等。这套系统的实质效益是难以估计的。保守估计每年节省经费约 30 万美元,其他对时间的节省及紧急应变能力的提高更有莫大的助益。自 1990 年开始使用这套系统以来,各项已完成的研究计划表明这是个非常成功的整合性地理资讯系统。

[实例 50] 纽约肯尼迪国际机场的交通管理系统^[7]

纽约肯尼迪国际机场的交通管理系统是 GIS 在交通工程中应用的范例。从 1992 年起,Trans CAD 为机场管理的动态控制和专用道路改建规划提供了有效手段。根据空中照片,用数字化仪输入整个机场的设施道路系统以及全部标志、标牌,屏幕上可显示在随机交通流和变化的飞机升降情况下机场及其周围地面上车流的三维图像(不是目前一般所见的三维动画),测定在限速、堵车和交通信号等条件下的实际影响,交通工程师可以据此得出标志、标牌与机场道路的最佳配置方案,通过 Trans CAD 该机场的局部交通系统已和美国全国的公路网络相联接。

10.1.3.3 在交通规划中的应用

(引自陈燕申 1994 年世行贷款三城市培训讲义《城市交通规划与 GIS 技术应用》)

城市交通规划的绝大部分数据与土地使用状况和交通的空间分布有直接的关系,而 GIS 是处理这类数据的有效手段,它可以辅助城市交通规划数据库管理和辅助图形库管理。

(1) 辅助城市交通规划数据管理

用于存贮交通调查数据和相关数据,从这些基础数据中可进行统计学分析和处理。

(2) 辅助规划图形管理

在城市交通规划中产生大量的交通特征分布图,在目前的技术水平和需求下,交通规划使用一些常用的分布图。例如:

- ①城市用地分布图;
- ②城市人口分布图;
- ③城市道路、交通设施分布图;
- ④交通量产生/吸引分布图;
- ⑤交通流量分布图。

这些分布图可描述城市交通的现状,也可用来分析交通特征,由于数据的多样性和庞大的规模仅有数据是难以说明的。

(3) 交通规划数据和图形的联合管理

交通规划中存在这样一种需求,即把数据(统计特征、调查数据)转变为空间分布(规划数据本身就具有空间特性),进行辅助表达和分析。对单个路口的流量统计可以看出该路口的通行状态,规划人员可以进行改造规划,但是看不出这种状态的影响范围和起因,即使用一张统计表也仍然如此。如果把它们转换成一种空间分布,我们将找到问题的根源。GIS技术可使交通规划的数据和图形表达更加多样化,根据规划人员的意愿表达他们的思想。

10.2 GRT 一体化

本节“内涵”与“成果”中论述的都是[实例 51]“交通规划 GRT 系统研究”的内容,引自笔者参予的上海城市综合交通规划研究所 1995 年研究成果,获上海市科技进步三等奖。

10.2.1 内涵

G 指地理信息,R 指遥感信息,T 指交通信息。GRT 一体化是指集 G、R、T 的信息与技术于一体组成空间信息管理系统,为交通规划和交通工程服务。上海市城市综合交通规划研究所于 1995 年 10 月完成了《交通规划 GRT 系统研究》。它以其图形(专题图)、图像(遥感图)和交通规划数据融为一体的显示、查询、统计和分析功能,填补了国内交通规划信息系统领域的一个空白。更以其对各专题数据的综合处理和分析功能,而受到越来越多的专家和用户的关注。该项研究的总目标是:初步建立上海市综合交通规划空间信息管理分析系统——“GRTS”。为上海市综合交通的规划和决策部门提供宏观决策的信息支持;为城市综合交通规划的信息管理和分析等开拓一个新型的“工具”,以提高规划工作的水平。

具体目标为:

- ①建立多层次、多类型和多应用目标体系结构的 GRTS 集成数据库,从而为 GRTS 功能的实现打下基础。
- ②研究卫星遥感信息的图像处理方法,应用卫星遥感动态监测和获取上海城市发展的基本形态和上海市城市卫星影像现势图。
- ③开发空间数据库系统与交通规划软件 EMME/2 的数据联系和共享,使 GIS 软件和交通规划软件的功能互补,以增强 GRTS 功能的综合优势。
- ④开发 GRTS 应用一体化的查询、统计、转换、分析和输入输出功能等。在此基础上不

GRT 系统是由六个子系统、五大信息库和一个系统界面共同组成。如图 10-10 所示。

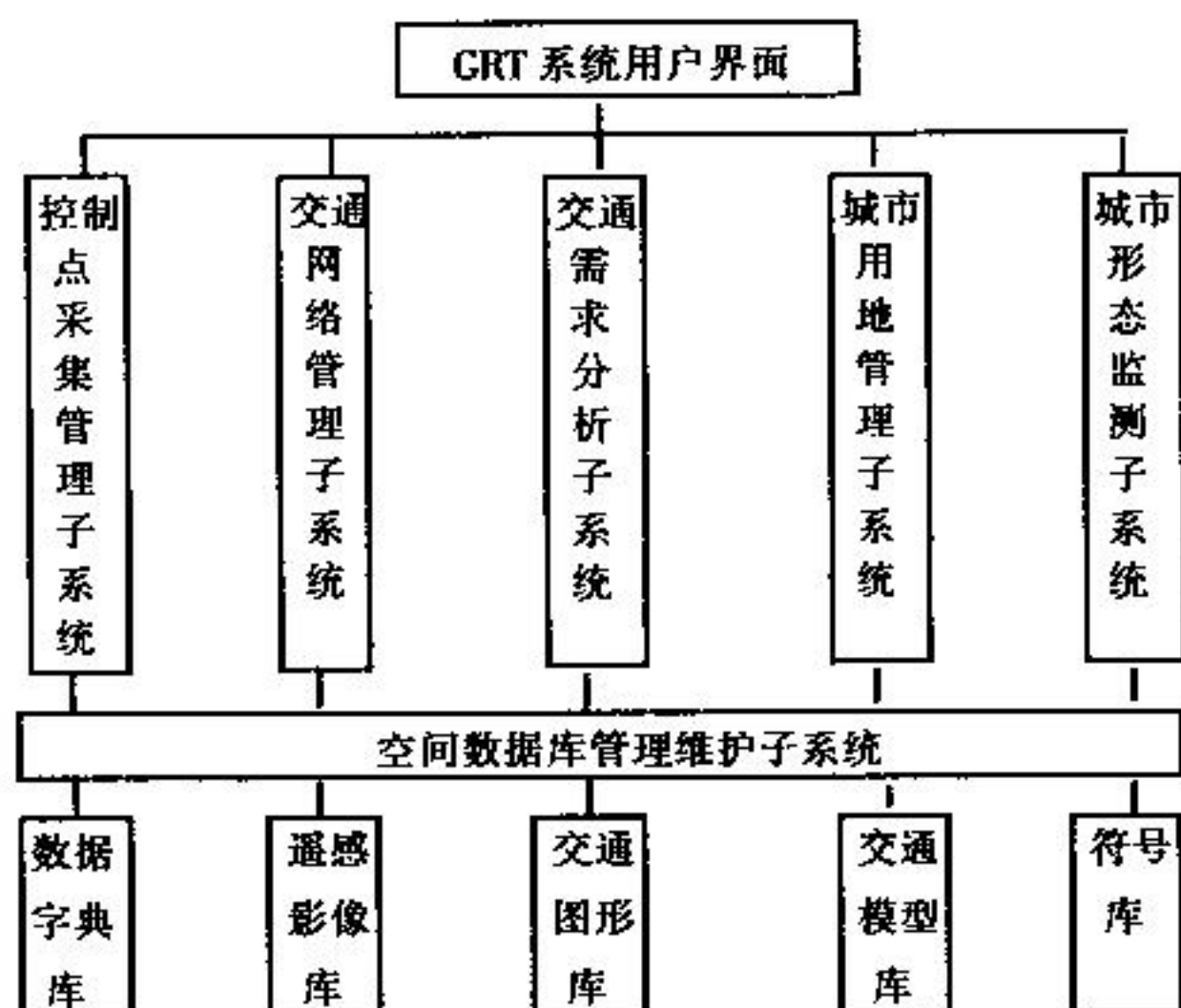


图 10-10 GRT 系统组成

10.2.2 成果

10.2.2.1 GRTS 集成数据库系统的开发

研究和设计的 GRTS 集成数据库系统,不仅实现了空间概念上的交通规划信息综合,同时也实现了时间意义上的交通规划信息综合,使交通规划信息能够按空间和时间的组合与分类进行显示、查询、统计和分析等工作。

①概念结构图(图 10-11)。

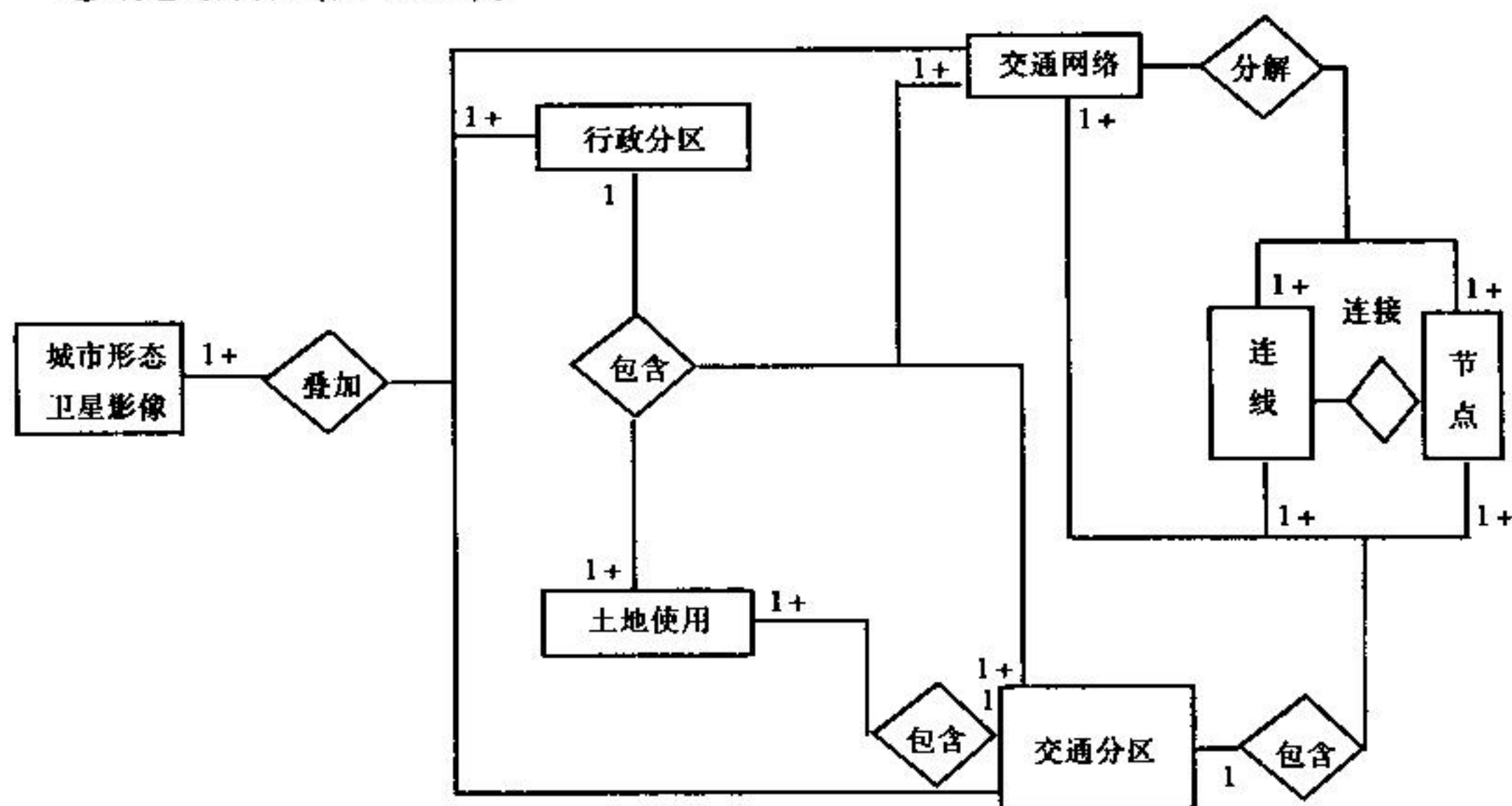


图 10-11 GRTS 空间实体联系示意图

②逻辑结构图(图 10-12)。

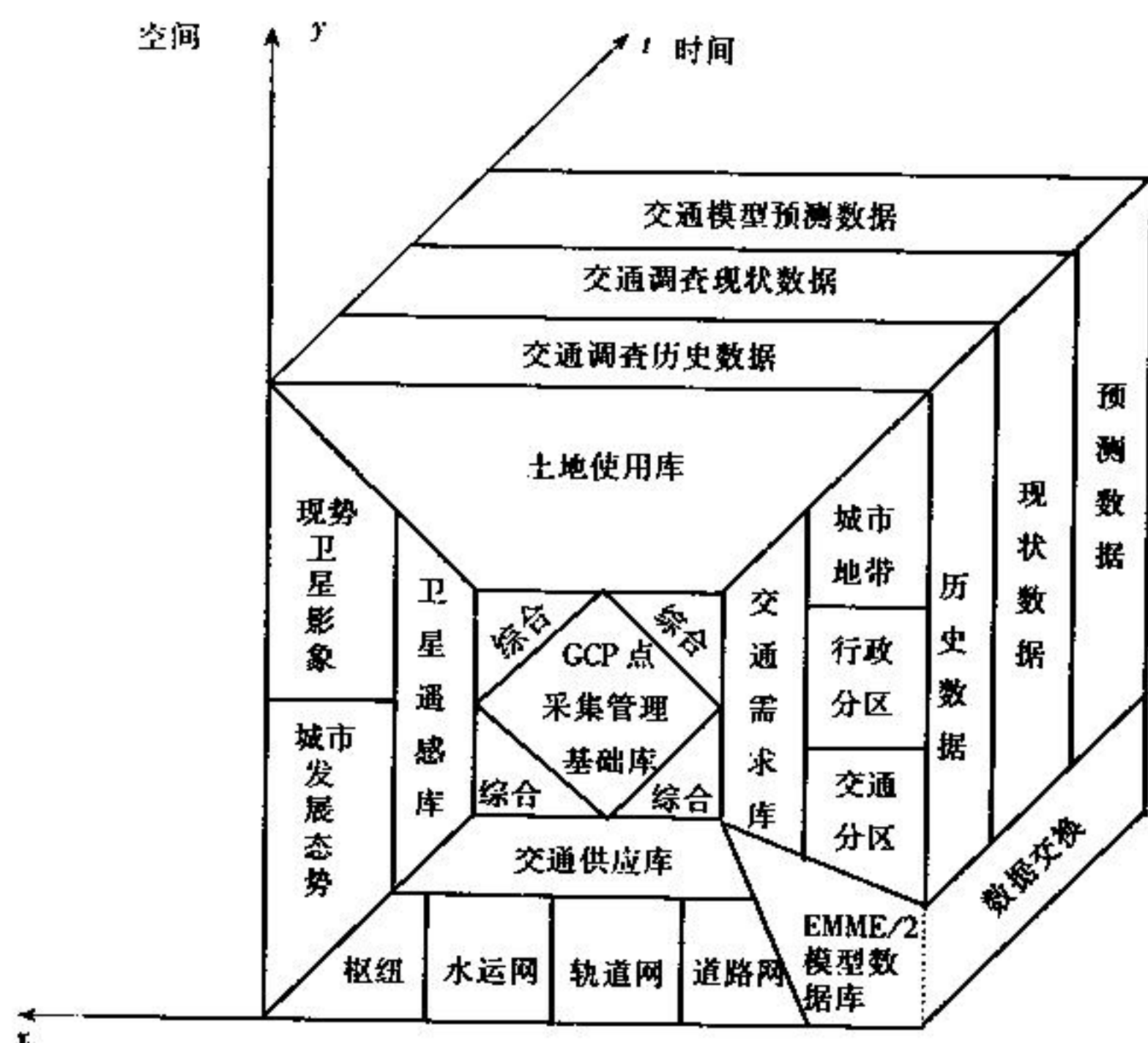


图 10-12 GRT 系统逻辑结构

10.2.2.2 交通规划信息管理分析系统的开发

研制的有多渠道信息的计算机数字化、空间化的交通规划信息管理分析系统,具有如下分析功能:

(1) 专项叠加分析

①交通分区与土地使用的叠加,通过叠加而得到各交通小区的土地使用情况,如各交通小区的各类用地面积、比重等。从而改变了过去通过眼睛判断和求积仪来人工计算等落后工艺手段,大大提高了精度和工作效率。被用于今年上海市头号工程——总体规划修编工作。

②运输网络与交通分区的叠加,通过运输网络和交通分区的叠加,使原来感到非常麻烦的各种运输网络指标的区域统计变得非常灵活、方便、快速。

③城市发展态势与运输网络的叠加,城市形态的发展与城市干道系统的建设,有着非常密切的关系。城市形态的发展变化,反映了特定区域对干道系统建设的需求,而干道系统的建设,同时促进了城市形态的变化。

(2) 空间和时间的比较分析

比较分析是城市综合交通规划分析的一个有效方法。GRTS 的比较分析功能主要有以下两大类:

①按时间顺序发展的同时比较分析,如对内环线以内,或内外环之间等用户所感兴趣的区域,对各种交通信息进行按时间排列的纵向对比分析,将极大地有助于区域交通状况宏观分析与研究。

②按空间区域分类的横向类比分析,这是一种可对不同的地理位置,但具有类似的土地使用性质的地区进行横向类比分析的功能。如黄浦区与陆家嘴地区的各种交通信息进行综

合的横向对比分析,它将极大地有利于我们规划方案的评价和分析。这种横向区域比较对象的选择,可由用户自由选择。比较分析产生的结果有:

- a. 土地使用性质的分类面积、比重;
- b. 人口/岗位的总量和密度对比;
- c. 交通发生/吸引力的总量和密度对比;
- d. 人均道路长度和网络密度的比较。

(3) 道路网络的等时线(可达性)分析

①等时线分析的输出结果

- a. 等时区域所覆盖的面积;
- b. 等时区域所覆盖的网络总长度;
- c. 等时区域所覆盖的人口/岗位数;
- d. 等时区域所覆盖的各类用地面积;
- e. 等时区域所覆盖的人均路网长度;
- f. 等时区域所覆盖的平均网络密度;
- g. 等时区域所覆盖的交通出行量。

②分析结果的应用和评价

根据上述等时线分析功能的输出结果,可以很容易对指定网络的通达程度作出评价,或对网络的某个方向上的通达程度作出评价;还可对不同方案的网络所对应土地使用情况进行优化评价。即评价不同路网方案在不同的等时区域内所覆盖的人口或岗位数。方案的优劣主要通过以下两个指标进行对比分析:

- a. 时间为定值,其等时区域面积为较大;
- b. 等时区域面积相等,其覆盖的人口或岗位数较多。

等时线的中心点选择一般以 CBD 或某区的辅中心为宜。

10.2.2.3 应用卫星遥感技术研究城市发展态势

与航片比较,卫片有不少优点,如周期短,费用少;全幅几何校正一致性良好;色彩调整简便,色调均一;编制上海中心城区数年来(1990—1994 年)变迁的态势图,费时少、见效快、便于对比分析、可以为城市规划决策提供可靠依据。

研究项目选择了 LANDSAT TM 1990 年、1991 年、1993 年三个时相 30m 分辨率多光谱数据,SPOT94 年度 10m 分辨率全色数据以及上海市区 1:2.5 万地图为资料,制作 1:5 万上海市中心城区发展态势图、城市现势影像图和浦东新区 1:3 万现势影像图。以上成果能达到 1:5 万成图精度,可以分别满足宏观研究城市规划、交通规划的需要,修测 1:5 万地形图的需要以及构成“CRT”宏观系统基础的需要。

10.2.3 动向

继续深化,地理信息技术和遥感技术在交通领域中的应用,是国内外共有的动向。除前述外,国内还有不少成功应用的例子。比如,1988 年,襄樊市在修订城市总体规划的过程中,利用多时相航空影像,进行城市现状、建设用地变化和旧城改造的分析研究,并借助计算机开展了经济社会、土地利用、交通运输、环境质量和各项工程专业的现状分析评价和发展预测,较全面地应用遥感和计算机技术,为提高规划设计质量作出了有益的探索。

上海市在 1991 年首次完成了航空遥感交通调查。通过在市区早晨、上午、下午三个高峰时段的可见光摄影和晚高峰的热红外扫描,建立了上海市航空遥感交通信息数据库。同时将航空遥感与地面同步调查相结合,计算机数据分析与专业调查相结合,运用交通流理论对市区道路交通从整体上进行了比较详细的定量描述,分析了造成上海交通拥挤的主要原因。近年来又对浦东新区的土地利用现状及其变化趋势、水体污染源及其对周围环境的影响、绿化现状以及工程建设施工现状进行的航空遥感调查。国外自 90 年代以来在交通领域中应用 GIS 显著增多,看到的资料有公交乘量预测、交通走廊规划、公交服务覆盖范围、确定交通分析区域、路面管理系统决策、网络行程时间研究、道路网络规划、货物流调查、交通安全管理等方面。但是有关 GRT 一体化的研究成果似乎尚未见到,所以上海交通规划研究所的有关研究报告受到国内外同行的瞩目,估计是反映了交通领域中应用信息技术的发展动向。

本章要点

(1) 本章从头至尾都在讲“信息”。这是一个具有鲜明时代特征的词汇,不论是内涵还是包装都要比“数据”远为广泛和丰富。从信息的采集,到信息的贮存,到信息的应用,再到 G,R,T 信息的一体化。巧妇难为无米之炊,能人难做无信息之规划。交通规划水平的高低很大程度上决定于交通信息“量”的多少和“质”的优劣。

(2) 由于交通规划是个“多维空间”,它所需的信息自然也是“多维”的了。由此可知其种类之繁多几乎到了无所不包的地步——这样说显然并不是就每一次编制规划而言。信息采集的途径显然也就不仅仅限于第一手的现场调查。和信息采集的方式在更新一样,信息贮存的技术也在不断提高。

(3) 采集和贮存都是为了应用。作为个人,尽可以有买书、藏书、无需阅读仅以绕着满满的书架兜圈子为乐的自由。幸好我们这儿还不至于会有为采集而采集、为贮存而贮存的信息库。同样有了米,做出来的饭大有不同,就看是巧妇还是傻大姐了。

(4) 限于笔者的信息渠道不是很畅,也可能是出于偏爱,权且作出了出自上海的 GRT 一体化研究成果创国内之先,领国际之銜的断论。不过,这种纯属个人看法的评价无关紧要,只求读者从中能得到尝新的快感。