

交通发展战略及宏观
管理研究文集之六

交通网络规划方法 及其评估论文选集

交通部科学技术情报研究所

交通网络规划方法 及其评估论文选集

内部资料 注意保存

交通部科学技术情报研究所

一九九一年八月

编辑委员会(按姓氏笔划为序):

于永成 成圣复 时信涵 尚留占
陈顺钰 郑继永 蔡庆麟

责任编辑:

陈一昌

编辑:

陶小慈 张立平

目 录

1. 综述 编辑委员会(1)

网络规划方法

2. 综合运输网络规划研究的基本模式
..... 张 健 王晓惠(11)
3. 综合交通运输网络规划宏观分析模型研究 ... 丁以中(21)
4. 交通与经济相互作用及其运动机制
..... 马川生 田 奇(28)
5. 吉林省综合运输网发展规划宏观模型研究
..... 金俊武 隽志才 孙晓年 刘铁军 孙家庆(48)
6. 辽宁省综合交通运输网发展战略的研究
..... 辽宁省综合交通运输网发展战略研究课题组(68)
7. 江苏省综合运输网规划的实践
..... 符冠华 何显慈 何 惠(79)
8. 长江水系航运开发系统总体优化研究
..... 冯广夫 丁 迅(91)
9. 沿海煤炭运输综合规划的模型与优化
..... 田聿新 刘 刚(104)
10. 公路网规划方法研究——大区域公路干线网规划的
定量分析方法 肖春阳(115)
11. 省级区域公路网规划的理论与方法 马川生(126)
12. 市域公路网规划的理论与方法 ... 张树升 周 伟(138)
13. 县域公路网规划的理论与方法及其合理布局
..... 张树升 周 伟(148)
14. 江苏省镇江市公路网规划的实践与体会
..... 江苏省镇江市交通局 东南大学(166)

- 15.交通调查方法研究 杨如春(175)
- 16.江苏省基年 O-D 流矩阵的数据采集、处理和计算
..... 王敬民 杨如春(184)
- 17.吉林省综合运输网网络规划四步骤预测模型研究
..... 隗志才 金俊武 孙晓年 刘铁军(198)
- 18.区域交通运输规划数据采集、处理及检验方法
..... 郭辉明(211)
- 19.O-D 矩阵研究技术探讨 胡列格(223)
- 20.获得客运O-D矩阵的一种方法 马川生(233)
- 21.O-D分布方法及其应用探讨 顾荣忠(241)
- 22.区域综合运输规划中的网络描述方法——兼论常
州市运输网的描述 张 健(249)
- 23.航运规划船舶交通流分配模型的研究
..... 杜振平 陈 瑶 卞艺杰(259)
- 24.运量预测方法分析 管楚度 赵静杰(277)
- 25.交通网络均衡状态求解的模拟方法
..... 郝中军 吴立东 张力慧(283)
- 26.交通量分配方法综述 谭先林(294)
- 27.水运系统非线性网络优化 方 然(308)

评估方法

- 28.对各种运输方式进行评价的思路与方法
..... 王鹤祥 邹礼瑞(320)
- 29.各种运输方式比选的评价指标体系
..... 王鹤祥 邹礼瑞(328)
- 30.不同运输方式综合评比方法的研究 石应同(340)
- 31.航运规划多目标综合评价决策模型 卞艺杰(355)
- 32.公路网优化方案的综合评价 张树升 周 伟(370)
- 33.区域交通网络规划的评价方法 ... 刘清君 叶遇春(383)

- 34.区域公路网效应的评价与方法 石宝林(396)
 35.公路网规划的综合评价
 周宪华 秦福生 于 苓(408)

其 它

- 36.神府、东胜煤田外运通路研究 杨 炘(430)
 37.沿海客运预测模型 张玉强(440)
 38.江苏省航运量数据库建立的实践
 卞艺杰 吴风平 顾荣忠(450)
 39.港航运输数据采集、整理、运用及数据库的建立
 孙占山(463)
 40.区域交通网规划的计算机软件系统与机辅规划方法
 刘清君(473)
 41.湖北公路网络布局的若干思考与建议 周秀汉(480)
 42.运输量与交通量的关系 赵永顺(488)
 43.对公路运输量和交通量换算问题的初步探讨
 王明仪(502)
 44.各等级公路可能承担的公路运输量研究 ... 赵儒玉(510)
 45.公路网规划中有限投资决策方法
 秦福生 周宪华(525)
 46.公路线路交通吸引研究 陈 军 潘卫育(540)
 47.超标公路通过能力测定的初步研究及建议
 王文绍(549)
 48.交通项目诱发运量效益计算的探讨 徐念榕(564)
 49.国外交通运输网络规划方法概述
 杨兆升 柳学玲(575)

综 述

编辑委员会

随着社会经济的发展，交通运输网络规划的重要性已逐步为人们所认识。交通部制订了公路网规划的编制办法，并颁布了正式文件，已将公路网规划纳入基本建设的前期工作。其目的是：确保建设合理布局，有秩序地协调发展，防止建设决策和建设布局随意性、盲目性。根据文件精神其主要任务是：通过深入的调查、必要的勘测和科学的定量分析，在剖析、评价现有路况，揭示其内在矛盾的基础上，根据客货流分布特点、发展态势及交通量、运输量的生成变化特征，提出规划期公路发展的总目标和大布局，划分不同路线的性质、功能及技术等级，拟定主要路线的走向和主要控制点，列出分期实施的建设序列，提出确保实现规划目标的政策与措施。

交通运输网络规划工作可以回溯到 50 年代，当时通过调查研究和技术经济论证，编制了四纵六横航道网发展规划。然后又规划出我国公路国道网，明确了我国公路的骨架和发展重点。具体做法是在研究线路发展基础上联成网，规划方法则采用苏联技术经济论证和领导、专家决策法。我国自改革开放以来，交通系统的教学、研究、设计单位开始引进西方国家的一些科学的规划方法，当初运用在某一运输系统，诸如水上煤运系统、集装箱运输系统、矿石运输系统和粮食运输系统等。1985 年后交通部组织开展网络规划方法的研究，计有：全国性的交通系统动态仿真及网络规划、运输通道理论和方法，省级的辽宁和江苏区域网络规划理论和方法，以及市域、县域的网络规划方法。与此同时规划部门也在开展网络规划工作，主要有全国国道主干线网络，吉林省综合运网规划，福建省、北京市、武汉市、深圳市、镇江市市域的公路网规划，南通和扬州市交通运输规划等。他们在编制规划

时也在研究规划方法。此外，还专门组织不同运输方式的比选和指标体系的研究。

在上述交通运输网络规划研究工作中，涌现出一大批科研成果。我们为了检阅这方面的成果，决定征集论文出版交流。此次共收集到近百篇论文，限于篇幅只能刊出 49 篇。按其内容分为三部分。第一部分是网络规划方法，主要内容有基年 O-D 流矩阵数据采集、整理和处理，货运量预测、网络流分配、网络优化等；第二部分为评价方法，主要内容有评价准则、指标以及评价模型等；第三部分为其他类。

我们期望通过这次交流，能够取长补短，进一步深入开展研究，把网络规划研究工作推向新高潮，以便更好地为国民经济发展服务。

一、网络规划方法

网络规划方法是研究运输线路布局的方法，它包括目标和布局，线路位置和走向及其功能、性质和技术等级等，同时还要研究布局的评价、建设序列和措施、网络规划研究的对象可以是综合运网或公路网，或航道网，将根据需要进行研究。

现在，人们对网络规划研究的指导思想已经开始明确，其一，从经济研究交通，交通又反馈促进经济发展；其二，认为经济所产生的物流是一种可分配的综合交通流。在研究方法上也有很大改进，即由过去的经验为主的决策法发展到现在的以经验为导向、以数模为依据的定性和定量相结合的科学决策法。曾经一度有些同志对数模依赖较大，实践证明数模有它的先进性，但也有局限性，需要有专家的经验判断，才能使决策更符合实际。

综合现有资料，网络规划的程序大致可分为十个步骤：1.现状诊断（社会经济状况和交通运输现状）；2.社会经济发展态势预测；3.基础数据采集（或为基年 O-D 矩阵采集信息）；4.运量

(交通量)预测(综合运量,各种运输方式运量承担量、运量与交通量换算);5.运量在网络上进行分配;6.密度(等效里程)控制;7.网络布局优化;8.建设序列安排;9.综合评价网络;10.对策与措施。

以上十个步骤是一般情况,根据不同要求还可增减内容或并行作业。

总结近5年多网络规划方法研究的经验,在学术上大致可分为两大流派,一派以O-D流为基础研究网络,另一派是以布局优化研究网络。现分述如下。

长沙交通学院承担的全国网络规划课题是以O-D流为研究基础。他们的出发点是从经济研究交通和从全国研究区域,以投入产出计算产量和耗量,由此产生物流O-D矩阵;再分别研究不同运输方式和综合运网O-D矩阵。分列基年和预测年。物流O-D流只反映了经济对交通的需求,不能分辨调运走向,而运量O-D流是为了模拟现实的运输调度方案。由于直接信息法不易获得运量O-D流,他们采用间接信息法即收集各种统计和调查数据,向专家调查等作为信息源,通过建立各种平衡方程和约束方程,采用逐步逼近法,以求得“满意解”,使间接信息还原。此法成功之处在于利用零星的不系统的间接信息解决了网络规划的基本问题。有了运量O-D流虽然明确了中转路线,但还是空间流,到具体的线路上称为网络流还有一道配流程序。他们采用寻找合理路径的启发式算法进行逐次配流。对于预测年的网络流,为了简化起见采用增量配流法,即将预测年运量O-D流与基年相比的增量部分,以最短路径配流法予以增配。这样就完成了网络规划的基础工作。江苏和辽宁两省的网络规划的研究模式大体类同。江苏省综合运输网规划将省内划分为79个节点,省外35个,节点划分更细,考虑更周密,在配流方法上采用下限逼近法。辽宁省的网络规划研究将全省划分86个节点,突出加强了经济与交通互相反馈作用的理论研究,从区位理论和交通发展战略

高层次出发研究网络规划。在配流方法上采用“主元配流法”，即将运量 O-D 流主要部分按“最短路”法则配流，然后再用参数向量予以修正。他们的重点是研究省级主干线，因此又运用最优树法和密度上界法等明确省级主干线的里程及分布和建设序列。

吉林工业大学和吉林省交通厅合作研究的吉林省综合运网规划，也是以 O-D 流为研究基础。第一步他们进行了交通运输量与社会经济相关分析，并建立了计算模型和预测了未来的交通运输量；为了分配各种运输方式的运量，建立了运输量结构比例模型等。与此同时编制初始货流 O-D 表，分别为省际 O-D 流表（节点 5 个）和省内 O-D 流表（节点 8 个）。在此基础上建立货流量预测模型，它们分别为二个模型，其一是平衡量预测（即产量、耗量、调入量和调出量达到平衡）；其二是，选用工业总产值、农业总产值、非农业人口作为国民经济发展水平的变量，建立相关分析预测模型。第二步是预测货流量的 O-D 分布。它是从已知现状 O-D 流表和已确定的发生量和吸引量的增长率，运用“弗雷特法”求出将来的 O-D 流量的近似值；又将货流发生和吸引与经济特征变量，通过线性回归和幂变换估计参数；第三步以宏观运输结构调整模型的分析结果为依据，完成 O-D 对的流量由各种运输方式承担比率的预测；第四步运用多路径经验分配法建立模型将各种运输方式的 O-D 分配到网络中去。此时网络规划基础工作大体告成。

上海海运学院在研究市域、县域网络规划方法时，将常州市 144 个乡镇作为调查对象进行数据采集、处理和检验流程，将市域划分为 46 个节点，市外 21 个节点，经过计算机数据处理获得各类货种的 O-D 流。河海大学在承担江苏省航运规划时将该省航道网组成以 138 条航道为实边，147 个节点为实点的航运网络。根据全省 253 个港监签证等资料获得 9 种航运 O-D 流及航道上分货种、流向的流量和密度，再通过船闸实际流量、煤炭调运量资料 and 全省观察点历史资料进一步完善了 O-D 流。

网络规划方法研究工作另一流派是不从 O-D 流着手，而以布局优化为重点，为此可以大大减少信息量和计算量。交通部公路规划设计院在研究国道主干线网络时所采取的“重要度法”就是典型案例。他们以非农业人口、工业总产值、社会商品零售总额三项指标为计算参数，根据计算值排出区域内各点相对重要程度，选平均重要度以上的点作为路线的节点。然后用动态聚类法将一批样本按照它们在性质上的疏密程度进行分类，并计算每一类重心作为新的凝聚点，通过以上分析选出若干节点，以非农业人口、工业总产值和平均交通量为目标函数，利用道路矩阵法求出单位里程路线值为最大的路线，由此构成布局方案，它也是综合效率最高且总规模为最小的布局方案。

西安公路学院在研究市域、县域的网络规划理论和方法也是以研究网络布局为核心，也没有从 O-D 流着手。以县域网络规划为例，他们的方法步骤是：对社会经济和交通运输进行现状调查；以路网饱和度，里程饱和率、路网技术等级、路网连通度和路网密度等五个指标评价路网现状；通过对运输集散点分析并选择少数主要集散点为网络中心点，进行公路交通、运输总量和节点运量的预测；对运量分布根据历史资料和专家咨询进行预测，并用增长系数法配流；以各节点到干线道路和各节点到主要运输集散点达到最方便为原则，采用最小树法进行优化路网布局。其方法是根据节点分布位置，现有路网和已有“路迹”（或地理条件），确定备选联络线，拟定基本路网。然后确定主要运输集散点吸引率，并依干线道路走向分布情况将区域划分为几个部分，按块求解路网最小树，以投资效益最大为原则求各块路网的最优树和增补附加联络线的优化布局方案，将各块合并后就成为一个完整的区域网络布局。在此基础上，确定等效里程控制量，进行多方案技术等级配置，最后运用系统聚类分析对所选定的布局方案进行全面评价。

以上介绍的两大流派的出发点和研究重点很明显是不一致

的。O-D 流派的工作重点在于：基年信息采集，O-D 流矩阵的编制及配流，对评价分析不是重点。相反，另一流派是以网络布局 and 评价优化为重点，对信息量要求小，配流是以现有路网为基础或者不进行配流工作。但两种不同方法都要求对现状作详细的调查和分析。另外还有一些方法，例如公路规划设计院将 O-D 交通量按一定比例分配给交通阻抗最小的路径，经多次分配直至分组 O-D 交通量分配完毕，他们也用多路径概率分配法。东南大学的做法是以年工农业总产值为变值直接预测交通量，以现有路网为基础，列出矩阵分配交通量。由于篇幅所限不再一一介绍。

二、评价方法

交通运输网络评价是网络规划方法的重要组成部分。其主要内容是制定一系列准则，标准及指标用以评价运输网的性能和各规划方案。国内外在可行性研究上普遍采用项目成本效益等经济技术指标及社会、环境、资源利用等系列评价指标。目前国内在运网研究上广为采用的评价方法有基本打分法（或加权总分法）、专家调查法、层次分析法、模糊综合评价等。

按其规模来分，有全国、省级、地区评价方法；按其应用范围分，有公路网、水运网、综合交通网，单项工程或线路的评价；按其方法分有定性、定量评价。

近几年交通运输评价研究成果斐然，在 2000 年交通运输发展战略论文选编中（交通发展战略及宏观管理研究文集之三、四*）已经刊登了一批成果，如关于运输宏观经济效益及评价指标的认识、公路网效应指标体系与分析、层次分析法在国家级运

* 交通部科学技术情报研究所编辑出版的“2000年交通运输发展战略论文选编”

输通道综合评价中的应用、系统思想方法在交通运输评价中的应用、海运建设效应指标体系的研究等 8 篇论文，本次论文选又选择了 8 篇供交流。

采用模糊评价法有交通部公路研究所对区域公路网效应进行评价，用路网密度、路网能力适应度 (V/C) 和铺面率来作为定量经济指标。采用层次分析法的有河海大学和东南大学等。前者对江苏省航运规划方案的评价，通过层次分析法的两两比较得出权重矩阵求权重、使用熵度量指标值，利用可调二重等差级数法把定性指标量化，从而避开了模糊概念，又具有模糊综合评价模型的性能，比简单的加权平均模糊综合评价有所改进，克服了平均化的影响。评价时采用非线性算法，使评价更合理，通用性更强，易理解，易计算，适用于子项目的评价。还有东南大学对公路网提出多层次模糊综合评价也是以权值来衡量，但对不同的路网规划评价时要适当调整数值，并用 fortran 语言编制了公路网多层次模糊综合评价计算机通用程序。

采用系统聚类分析法有西安公路学院的公路网综合评价方法，他们用欧氏距离来反映方案接近程度，将距离接近的方案并为一类，反复聚类，用公路网饱和度、技术等级、行程时间、单位里程造价等参数建立判别函数，从而对现状路网等级结构的合理性作出科学的评价。

网络优化与评价是互相依存的。目前在网络规划优化中一般均以低费为目标函数，如大连海运学院采用线性规划与混合整数规划建立了沿海煤炭运输综合规划模型，以系统总平均年费用最低为目标，再依据泊位利用率和最优解之间的关系反复计算而得出最佳方案。针对线性规划方法的局限性，交通部水运科学研究所对华南煤炭运输网络分析中以系统网络总费用最低为目标建立非线性网络优化模型，取得满意的方案。清华大学在承担山西神府、东胜煤田外运通路研究中，以煤炭运输成本和铁、水建设投资最小为目标函数，提出了多货类运输网络优化模型，用价格

导向法将其分解成一个总体规划和几个最小费用的网络规划，经过反复迭代求得最优解。东南大学则提出“分枝定界法”这种新的效益宏观决策模型，以迫切度作为权值，以投资费用最小为约束条件求得最佳方案。

在不同运输方式综合比选方法研究上，交通部立项进行研究。这次上海交通大学提交了这方面的初步研究成果，其评价指标体系由 4 个层次，6 大类指标，24 条分指标和 35 条基本指标所组成，用多维价值组合法则将多类指标折合到不同运输方式总的评价价值上，作出了新的尝试。

三、研究方向

交通运输网络规划及评价方法在交通系统已经组织大批研究力量，进行了五年多的研究工作，获得了可喜成绩。但是还存在不少问题，有的仅仅作了探索，还不够成熟。因此，今后还必须继续吸取国内外网络规划的科学理论和有益经验，向更高的层次发展。今后研究的方向应是：规范化、科学化、深层化方向发展。具体建议如下：

1. 经济与交通以及交通内部的协调发展

当前网络规划研究工作中存在的最大问题是经济与交通以及交通内部的相互协调问题。多数仅研究交通从属经济，而对交通的反馈缺乏足够的估量，至于各种运输方式的合理分工只是就事论事。为了深入研究，需要运用协同学理论与方法。协同学是研究一个与外部环境有物质、能量和信息交换的开放系统，如何通过子系统的协调作用和相互效应，使系统内的无规则的混乱状态转变为宏观有序状态，是其研究的目的。因此利用这种理论和方法，可以研究交通运输与外部的协同关系，诸如产业结构与运输结构动态分析，能源、价格、投资相关政策与运输结构动态分析；在交通运输内部可以研究各种运输方式相关关系，各自的优

势和适应范围及合理分工，最优运输结构的评价等。以上这些都是网络规划的基础问题，除协同学外还涉及多种学科，是一种开拓性的研究。

2.数据采集的简化

数据采集和信息处理是网络规划成败的关键。如果输入数据失真，那末结论也难以正确。由于受我国历史条件和现行管理体制的限制，很难收集到完整的信息，而这些信息又是微观层次，变化速度快，因此获得的信息易于失去时效；庞大的信息量往往是互相矛盾，难辨真伪。因此今后研究网络规划时对数据量要求尽可能减少，要实用，为此需要找出解决的方法。在采集方法上宜用统计抽样法来解决。

3.节点的合理选择

网络规划是以节点为基础，而节点是代表某一区域内的经济和交通运输情况，因此划分得细能够表达确切，比较符合实际，但数据采集量 and 处理量则大大增加。因此对不同的研究对象需要选择合理的节点。我们要研究节点选择的原则、合理布局和选择方法。

4.预测新技术

目前常用的预测方法具有三个特点。其一，基本上都是应用趋势外推法，因而对突变事件无法处理；其二，发展过程表述为向上发展曲线，而世界或我国经济（运输）的发展均呈现“马鞍型”，二者过程曲线并不一致；其三，当采用“因果关系”预测模型时，仅能预测总量。因此，我们必须采用新的预测法，对于长远规划尤为重要。此外我们还应研究直接预测交通量技术。

5.转移和诱发增长

由于新建线路或提高等级往往引发交通量转移和工业布局的调整，从而诱发新的交通量增长。本论文集集中，有论文探讨了以车速差异产生转移增长和以柯布-道格拉斯生产函数计算效益所产生的诱发增长，我们感到有必要深入研究。

6.配流问题

当前配流所采用的方法有最大容量、最短途径、概率分配、下限逼近等法，都是在一定的约束条件下进行的，而分配的大多是断面货运量，没有距离概念，但是运输的实质是货物的位移，因此需要研究解决运输周转量的配流问题。此外，如何将断面交通量直接分配到线路上也是一个值得研究的问题。

7.综合运网评价

我们从本论文集可以看出公路网（航道网）的评价方法大体相似，指标也类同，目前已达到比较成熟的程度，可以将指标体系统一，实现规范化。而对综合运输网却缺乏评价，目前只有不同运输方式在线路上比选和指标的研究，对综合运输网的方案比选和评价尚未研究，有待今后组织。

8.航道通过能力

航道通过能力的研究本不属网络规划方法研究范围，但是由于我们在研究网络规划时往往涉及到各等级线路的通过能力问题。公路方面已有全国技术标准。航道虽有等级划分，但相应的通过能力缺乏研究，无技术标准，因而有待研究和确定。

（执笔人：陈顺钰、陈一昌）

综合运输网络规划研究 的基本模式

上海海运学院 张 健 王晓惠

[摘要]本文在大量理论研究和对国内外研究方法比较、分析的基础上,就综合运输网络规划研究的基本模式、主要步骤以及网络规划中的若干重要问题作一些探讨。

目前,我国已形成了初具规模的综合运输网,但仍远远落后于社会经济发展的需要,已成为制约国民经济发展的主要因素之一。表现在:

①由于体制等诸多因素,制定规划的过程中缺乏足够的协调,致使规划带有很强的各种运输方式“汇总叠加”的色彩。

②尚未形成适合我国国情的、规范化的科学的研究方法。

制定综合运输规划的目标是建设并完善分工合理、协调发展的综合运输体系,提高综合运输能力及效益。而科学的规划必须依赖于正确的指导思想并通过合理的研究模式及步骤而最终获得。

一、综合运输规划的基本目标及研究模式

由于不同国家、地区的社会经济结构、地理特征、环境及政治体制等各不相同,不存在国际通用的制定综合运输规划的方法。