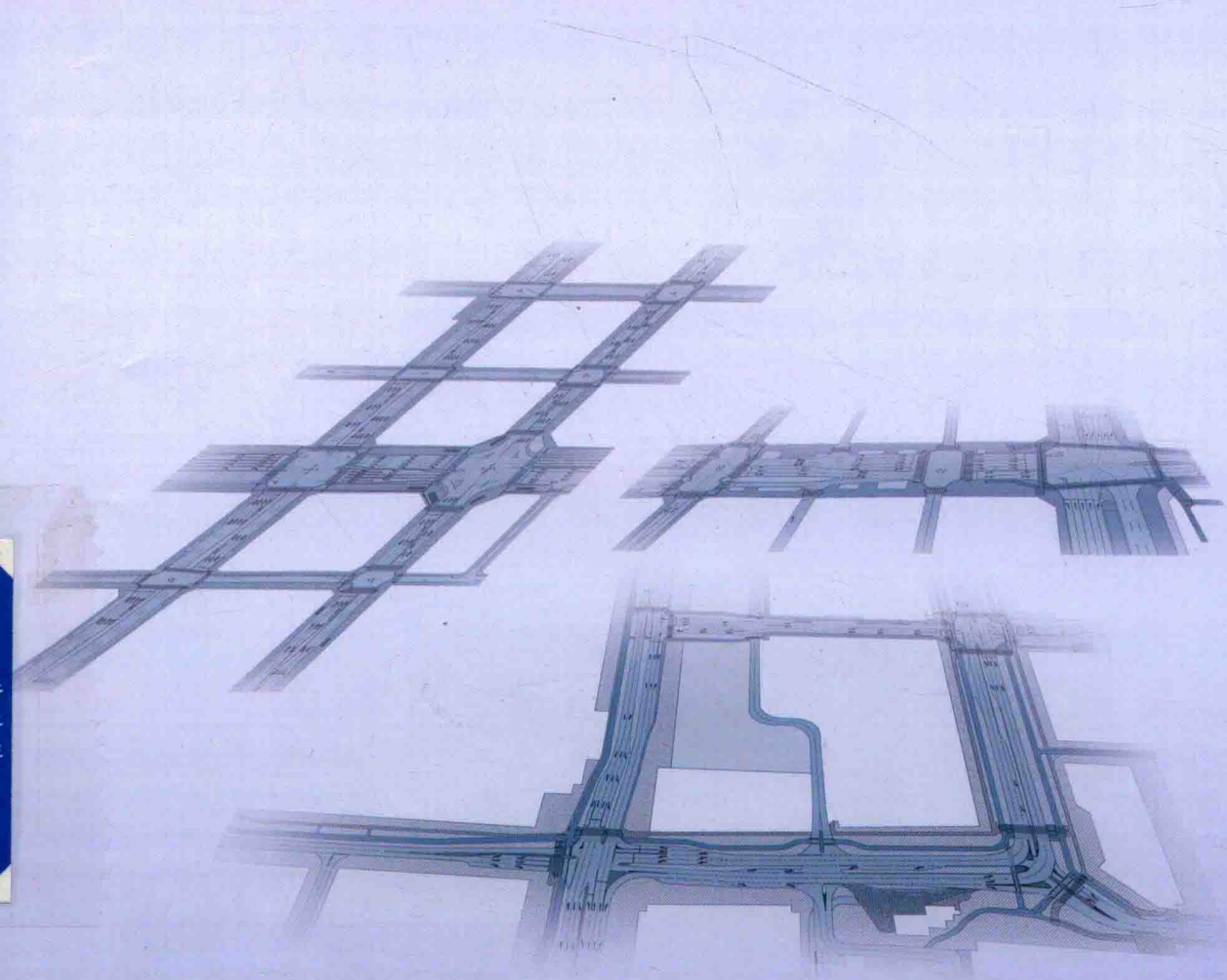


Theory and Methods of
Urban Local Road Network Planning

城市支路网规划理论与方法

蔡 军 刘涟涟 著

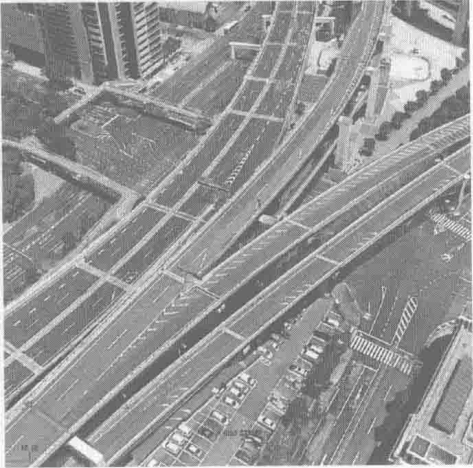


中国建筑工业出版社

辽宁省首批“十二五”普通高等教育本科省级规划教材

城市支路网规划理论与方法

蔡 军 刘涟涟 著



中国建筑工业出版社

图书在版编目（CIP）数据

城市支路网规划理论与方法 / 蔡军, 刘涟涟著. — 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.11

ISBN 978-7-112-22598-9

I. ①城… II. ①蔡… ②刘… III. ①城市交通网—交通规划—研究
IV. ①U491.1

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第199914号

责任编辑：易 娜

责任校对：李美娜

城市支路网规划理论与方法

蔡 军 刘涟涟 著

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）

各地新华书店、建筑书店经销

北京佳捷真科技发展有限公司制版

北京京华铭诚工贸有限公司印刷

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：22³/₄ 字数：502千字

2018年11月第一版 2018年11月第一次印刷

定价：72.00元

ISBN 978-7-112-22598-9

（ 32649 ）

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（ 邮政编码 100037 ）

前言

—Preface—

根据我国规范,城市道路分为快速路、主干路、次干路、支路4类,支路是级别最低的城市道路,该方法根据道路在城市路网中承担的交通功能(主要是机动车交通功能)分类,其主要分类依据是:道路所承担机动车交通的速度、流量;分类时,两属性在不同情况下的重要性与从属关系不同。

相对于高等级道路,低等级道路更适于人的活动,更适于承担城市的公共空间职能。支路体系缺失,其实质含义是:服务于慢行交通、近距离交通的道路资源体系的不足;以及道路体系在公共空间职能有效提供方面的不足。其突出表现是:在可用于城市交通服务的路网体系中,低等级路网体系的总量偏低、比例偏低或系统性较差。

与发达国家相比,在我国道路车道配置中,相对于服务于直行的主体车道,道路的辅助车道(服务于转向、并道、分流等的车道)所占比例亦偏低。支路相对于干路,辅助车道相对主体车道,均具有次属、非主体特征。居于次属地位的交通资源配置不足,且该问题与交通问题并存,原因如下:(1)不知道居于次属地位的交通资源的重要性;(2)知道该类资源的重要性,但体制、规划与设计方法、管理过程与要求等方面无法有效提供该类资源。此外,支路体系的不健全与辅助车道配置的偏低,二者之间还存在某些关联。

近年以来,我国出台了针对或涉及路网规划的意见与标准:

2012年:《关于加强城市步行和自行车交通系统建设的指导意见》(建设部);

2013年:《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》建议:加强步行和自行车系统的建设、转变过度依赖小汽车出行的交通发展模式;

2014年：《绿色住区标准》主张住区对城市开放，注重步行，减少汽车依赖；

2016年：《中共中央 国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》（简称《意见 2016》）第十六条：优化街区路网结构。

《城市步行和自行车交通系统规划设计导则》（2013年，建设部）强调打破道路红线约束，将人的活动空间统一纳入规划设计，包括道路红线内的人行道、绿化带或设施带，也包括红线之外的公共活动空间（如建筑前区、绿化公园）。《意见 2016》第十六条的目标宗旨：①发展开放便捷、尺度适宜、配套完善、邻里和谐的生活街区；②提高道路通达性、安全性，倡导绿色出行。实施措施：①优化路网布局，加强自行车、步行系统建设，构建级配合理的完整路网系统；②加强街区规划和建设；新建住宅推广街区制，原则上不再建设封闭住宅小区；已建成的住宅小区和单位大院要逐步打开，实现内部道路公共化。国家及建设部的相关规定或建议，与城市路网体系中的支路体系存在的问题和规划要求具有较大关联。

在规划实践层面，城市干路网规划主要在城市总体规划阶段完成，是城市总体规划的主要工作内容之一；支路网规划主要在城市详细规划阶段完成，是详细规划阶段的主要工作内容之一。支路网规划往往建立在干路网规划的基础上，并与城市用地细分、用地布置等密切关联。在规划原理与方法层面，在城乡规划领域，城市路网规划原理以介绍路网规划原则、道路等级划分、路网密度与间距建议指标、道路交叉口的衔接控制、道路横断面的设计与选取、道路选线等方面的内容为主；在交通工程领域，路网规划原理往往也包括上述内容，但其内容多以基于宏观交通模型的交通量预测与路网评价为主。

路网规划似乎是一个预测需求，然后再为之提供合理交通体系的过程；或者进一步增加交通体系对需求的影响分析。整个过程似乎很复杂，复杂到需要一系列的调查、预测、计算等才能完成。似乎很简单，简单到没有这类计算也可以完成。似乎很规范，规范到参考相关标准便可以完成。似乎很有依据，在有时或较多情况下，只要按照上位规划提出的要求就可以完成……但如果不能缓解或解决交通问题，不能为城市提供良好运行的交通服务，这些似乎都没有实质意义。

支路网、街区内路网，其规划往往自下而上（总体规划中一般不包括支路，控规中的支路网，尤其是概念方案中的支路网规划多流于形式；支路、街区内路网一般在修建性规划和建设项目设计时完成），往往以小片区或用地内部最优为主要目标；该类道路具有量大、面广、相对独立、与城市干路网衔接/穿越时不受重视、所途经区域较敏感等特点。城市路网（主要指干路、快速路路网），其规划自上而下，以城市交通最优（往往是机动车）为主要目标。干路网、支路网之间的路网规划目标的背离或偏离，导致支路、街区路网的散在特征和慢行体系、支路体系的受损，以及广义短距出行（单次出行中的短距离出行和长距离出行中的短距离环节，如换乘、离到站等）的低效和出行结构的恶化。

路网规划应从城市交通可利用道路资源的角度出发，构建与城市用地和交通需求等相适应的支路网体系，实现支路体系与干路体系的协调运行，发挥支路自身应承担的交通作用和需要协助干路体系所需完成的交通任务，发挥支路在串联街区路网方面的纽带作用。

城市之间，城市不同区域的土地利用、交通需求、干路体系、地形地貌等，都可能存在较大差异，在路网布局和道路功能等方面，

其适宜的支路体系具有多样性。本书选取支路网规划的共性内容予以分析，提供支路网规划的相关原理；并结合大量案例，提供支路网规划的模式与方法。

书中的错误与不足，敬请指出。

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of the characters '蔡军' (Cai Jun) in a cursive script.

2016/12/19

目 录

—Contents—

第一章 绪论

- 001 1.1 问题提出
- 002 1.2 相关研究
- 007 1.3 研究意义
- 010 1.4 内容安排
- 010 参考文献

第二章 城市道路分级的相关讨论

- 015 2.1 国内规范的相关规定
- 018 2.2 国内外道路分级规范与案例比较
- 030 2.3 道路分级的主要影响因素分析
- 053 2.4 饱和度对道路分级的影响
- 063 2.5 道路等级划分的相关建议
- 065 2.6 路网规划理念反思
- 076 2.7 主要结论
- 077 参考文献

第三章 城市支路的交通作用分析

- 079 3.1 进出性支路的交通作用分析
- 088 3.2 通过性支路的交通作用分析
- 103 3.3 道路资源配置视角下的支路网作用分析
- 129 3.4 本章小结
- 130 参考文献

第四章 支路网的用地布局影响分析

- 131 4.1 交通与区位选择
- 132 4.2 中心位与城市中心的交通优化作用分析

137	4.3	可达性对次级中心形成的影响
143	4.4	支路的纵深发展促进作用分析
149	4.5	本章结论
150		参考文献

第五章 支路网的交通结构优化原理

152	5.1	常识性逻辑分析
157	5.2	公共交通的聚集、候车和循环运行特征的影响
160	5.3	支路体系的便捷效用分析
168	5.4	支路网的路径与安全体系作用分析
186	5.5	道路时空资源配置方面的综合分析
190	5.6	本章小结
191		参考文献

第六章 支路网及其作用的统计分析

193	6.1	国内外类格网路网模式分析
204	6.2	支路网的公交发展促进作用分析
215	6.3	路网在 CBD 容积率、建筑面积、交通结构方面的作用分析
235	6.4	本章小结
236		参考文献

第七章 支路网的规划与优化方法

237	7.1	理想干支路网体系的尝试性构建
251	7.2	住区大院的形成原因分析
275	7.3	健全支路体系、慢行体系与近距体系构建所需的条件
291	7.4	支路体系规划案例

340 7.5 本章结论

344 参考文献

第八章 结论与展望

345 8.1 研究结论

350 8.2 研究展望



第一章 绪论

1.1 问题提出

根据我国相关规范,城市道路包括快速路、主干路、次干路、支路4类;支路是城市道路中级别最低的一类道路。快、主、次、支的分类方法以机动车交通为主要分类依据。支路体系缺失是国内城市的通病,致使居民出行不便,降低了步行、自行车、公交的竞争力,使人们更加依赖私家车,导致交通结构失调^[1-6],进一步加剧了城市的交通与环境压力。交通结构源于1950年代后期芝加哥(CATS)中的“交通方式分担比例”,指步行、自行车、公共交通、私家车、出租等交通方式在城市出行总量中所承担出行量所占的百分比^[7]。在道路资源总量、环境容量等的约束下,以及减少道路交通的其他公害、倡导健康、绿色出行的思想意识影响下,健全支路体系是促进交通结构优化、破解我国交通难题的重要措施之一。

1.2 相关研究

1.2.1 路网分级与支路体系再认识

1930年代后期,传统致密路网道路遭到质疑,美英提出了“路网分级”和“邻里单位”理念^[8],推崇“逐级衔接”原则和“枝状”路网结构^[9],导致美国城市路网由“致密格网”演变为“大间距干路+尽端支路”的路网模式(图1-1,图中路网的统计指标见表3.4-1)。后现代主义指出:“逐级衔接”原则使人的运动与管道中的污水没有什么区别,导致路网的非连接性和相关问题。新城市主义认为尽端支路加剧了交通问题^[10-13]。“新城市主义”和“精明增长”主张采用高密度路网(指高密度支路网,见图1-2)满足机动车、公交、自行车和步行的交通需求。“新城市主义”、“TOD”、“精明增长”和“职住平衡”注重支路在慢行系统中的作用发挥^[11-14],借助支路路权分配优化交通结构^[15, 16]。



a) 格栅网
(1990年)

b) 断裂平行型
(1950年)

c) 曲线平行型
(1960年)

d) 面包圈和棒棒糖型
(1970年)

e) 杆棒上的棒棒糖型
(1980年)

图 1-1 美国城市路网演变

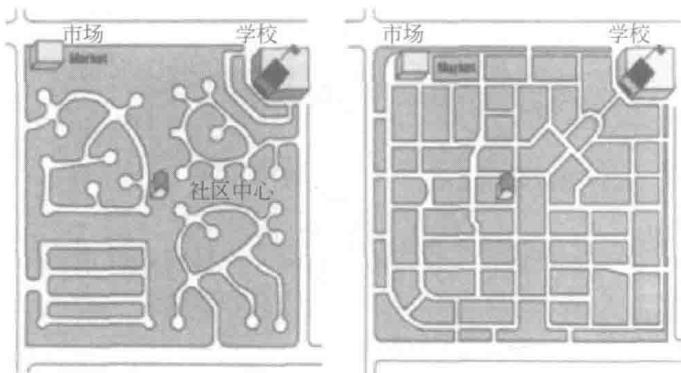


图 1-2 尽端路大街坊与网格小街坊

此外,支路与次干路的成本一效益分析^[17]、支路及路口的设计和通行能力^[18]探讨、最短出行路径研究^[19, 20]为高密度路网提供了技术支持。2003年 Reilly and Landis 通过对美国旧金山海湾地区的 14400 名居民的出行调查,发现交叉口密度增加 25%,步行选择概率增加 45%,公交选择概率增加 62%;2005 年 LUTAQH 项目发现,交叉口密度最高的地区比密度最低的地区车的公里数减少 26%^[4]。人文主义者认为:高密度网格格式路网减少了道路等级划分,居民具有更大的出行方式和路线选择的自由,为步行、自行车等方式提供了充足的空间,更能与城市公共交通发展相适应^[21, 22]。吕剑^[23]通过 Trans CAD 模型计算,认为较低的路网密度和较严格的道路交通管制均会降低城市路网的可

达性，导致机动车出行分担率的提高和自行车、步行出行分担率的降低。杨涛^[1]、叶鹏姚^[4]、马强^[5]、刘冰^[6]等对支路缺失所造成问题的解释与上述分析类似。

1.2.2 支路概念及其技术要求

1942年由A.K.Tripp提出、1963年经Colin Buchanan改进的现代城市道路分级概念影响到世界各国。Buchanan将道路划分为两类：集散道路（Distributors Designed For Movement）和进出道路（Access Roads To Serve The Buildings）。美国、日本、中国的城市道路分级比较见表1-1。其他国家将进出道路作为最低级别的城市道路，但我国规范将支路作为最低级别的城市道路。

美国、日本、中国的城市道路分级比较 表 1-1

等级 国家	一级	二级	三级	四级	五级	其他
美国	集散道路（Distributors Designed For Movement）				进出道路	
	Free Way and Express Way	Primary Distributor	district Distributor	local Distributor	access	
日本	高速路	基干道路		辅助道路	支路	特殊道路
		主干路	干线道路	次干路		
中国	快速路	主干路	次干路	支路		

主干路上的慢行交通（步行、自行车）与次干路、支路上的慢行交通相比，具有一定的效用差异；但该差异远小于主干路上的机动车与次干路、支路上的机动车之间的差异。设机动车、慢行交通各自在支路网的交通效用为 $U_{支机}$ 、 $U_{支慢}$ ，设机动车、慢行交通各自在干路网的交通效用为 $U_{干机}$ 、 $U_{干慢}$ ，那么 $(U_{干机}/U_{支机})$ 大于 $(U_{干慢}/U_{支慢})$ ，即高等级道路给机动车带来的出行效用提升作用更大。可将自行车专用路、步行专用路增列为特殊支路。低等级道路更适于人的活动，更适于承担公共空间职能；服务步行和自行车是支路的主要功能（图1-3）。根据我国规范规定，支路应满足公交运行要求；根据国内外实践，支路是公交服务的重要载体，支路还可以承担干路的溢出交通；发达的支路是城市不出现节点性拥堵而导致局部瘫痪的主要条件^[24]；除交通功能外，支路还具有城市街道公共空间职能，如临街商业、办公建筑布置等。支路体系缺失的实质含义是服务于慢行交通、近距离交通的道路资源体系的不足，以及道路体系在公共

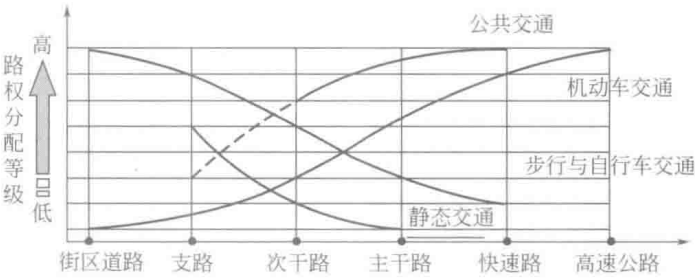


图 1-3 城市道路的路权分配示意

空间职能有效提供方面的不足，其突出表现是：在可用于城市交通服务的路网体系中，低等级路网体系的总量偏低、比例偏低或系统性较差。

承担城市交通功能是支路与街区道路的本质差别。虽然我国规范规定了支路的设计车速、宽度等行车技术要求，但并未对支路的长度、便捷性提出要求。“交通出行”指大于 500m，且使用城市道路资源（非街区内道路）的交通行为。据此可知，图 1-4（干路间距 500m）中的 H 路仅具进出功能，A、K、E、C、G 可借助干路完成大于 500m 的交通出行。根据道路的便捷性，居民出行选择以上道路的可能性，即这些道路可以作为城市道路的可能性，由小到大依次为（E、F）、（A、K）、C、G，其中 H 路基本不具有城市交通职能。如果 A、K 路归属某一单位或封闭小区，便失去支路职能；虽然 J 路满足条件，但这样的支路在间距上适合升级为干路（主、次干路的合称）。综上，足够的长度和便捷性是支路能够切实起到城市交通作用的关键影响因素，这就要求多数支路至少有 1 个以上的交叉口采用十字路口的形式与干路相交。但 C、G 类支路会面临干支交叉口距干路口较近或对干支十字路口对干路车速、秩序、通行能力等影响的质疑。

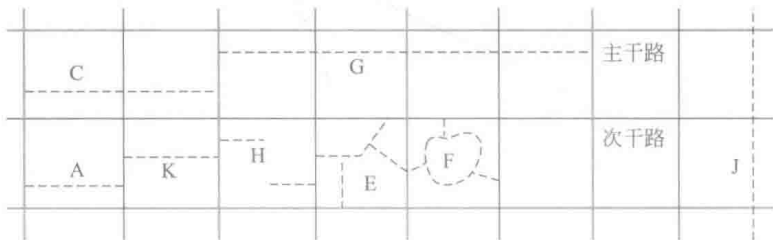


图 1-4 支路定义与功能分析

注：虚线为支路或街区内道路

1.2.3 适宜的支路网密度及其布局模式

根据规范，我国居住区、市中心的建议路网密度^[25]分别为 $8 \sim 10\text{km}/\text{km}^2$ 、 $12 \sim 16\text{km}/\text{km}^2$ 。谢英挺^[26]认为居住区的路网密度宜为 $8 \sim 12\text{km}/\text{km}^2$ 。住区用地需求的相关研究为支路资源供应提供了支持^[27、28]。我国目前多采用 400 ~ 600m 的干路间距，将 500m × 500m 间距的路网称为理论路网间距。虽然该模式满足规范的干路密度要求，却不满足规范规定的支路要求，仍属大间距路网（图 1-6）^[29]。我国的机非干扰主要基于这一尺度的路网模式，多数城市也是基于这一模式而呈现为支路体系的缺乏。基于全程出行时间，在不考虑其他交通方式的情况下，行人、自行车、机动车的最佳路网间距为 70 ~ 100m、150 ~ 200m、400 ~ 600m（见图 1-5）^[30]。未经精心设计，



图 1-5 城市路网组织模式分类

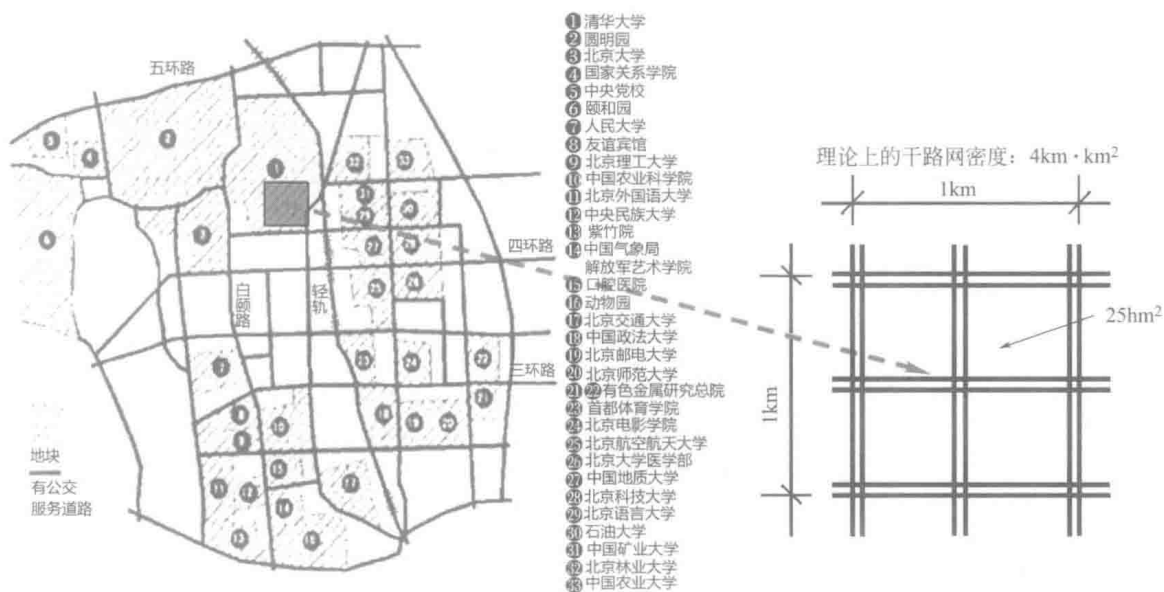


图 1-6 中关村科技园中心区大院布局示意图 [29]

500m × 500m 间距路网很难满足这 3 种交通方式的适宜运行要求。从“机动车道优先”转变为“机动车道为主，兼顾非机动车道、步行道”或“规划服务于慢行交通的特殊支路”是支路网规划面临的主要任务。

1.2.4 干支路口接入模式及其对国内支路网规划的制约

国内对路口合理角间距 [31]、干支路口信号设置 [32]、接入与控制方式等 [33, 34] 展开研究。建议严格限制支路穿越主干路；建议保持主干路交叉口间距均匀，在高负荷、高密度区域，主干路交叉口适宜间距约 400m，其他区域约 600m [35]。认为支路的单向交通组织可以有效地降低干路饱和度，大幅度降低支路改造费用 [36]；建议通过支路的单向、右进右出交通组织，减少支路车流对主线车流的干扰。

国外城市干路多采用两幅路断面（或奇数车道断面）、单向路交通，注重干路的可穿越性改善，便于支路衔接与干路的路段转向交通组织 [37]。名古屋为“两幅路干路 + 单向高密支路”（图 1-7），纽约为“单向高密支路”，迈阿密的部分区域为“单双向组合干路 + 高密支路”模式；图 1-8 ~ 图 1-14 为单向、双向干路的小间距干支路口衔接模式，其中包括诸多干支十字平交路口模式。库里蒂巴将单向干路、双向支路、BRT 组合为交通轴 [38]（图 1-9）；在公交优先、干路速度保障的情况下，依然容许多条支路与之十字相交。图 1-11、图 1-12、



图 1-7 国内外路网模式比较



图 1-8 迈阿密干支路网



图 1-9 库里蒂巴三分发展轴



图 1-10 纽约双向干路与支路



图 1-11 名古屋的干支路口

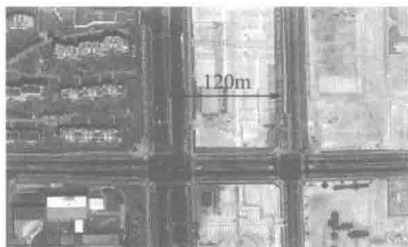
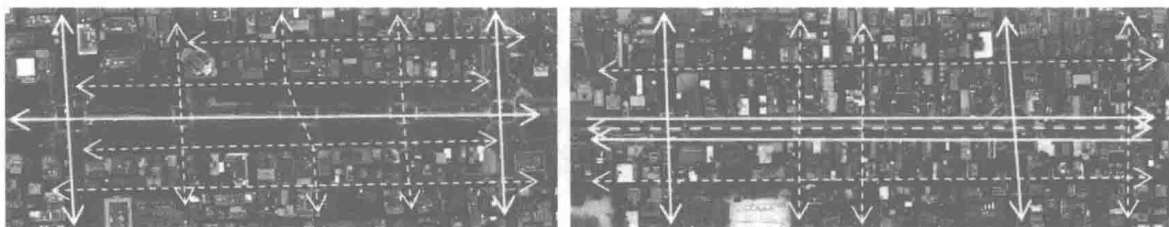


图 1-12 北京水立方以西的干支路口



图 1-13 洛杉矶的支路联系



图例：——>——> 干路 <-----> 支路 <-----> 有轨电车

图 1-14 日本广岛的干支路衔接模式（平行干路的支路，干路间距 400 ~ 600m）

图 1-14 利用双向干路可穿越空档分布原理^[39]，实现了干支路口的便利衔接。国外通过改善干路的可穿越特性，借助路网分流，提高路网的整体运输效率。

现代交通应从“只有增加机动车道宽度才能适应交通发展”转变为“合理布设道路网络，辟通主干路两侧次干路、支路，分流交通流，使城市交通既畅达又可达”的观念^[24]。但国内主要通过减少支路的干扰、增加干路车道数来提高干路的运行效率和交通容量，在干支十字交叉的交通组织、交通设计、信号处理等方面还存在技术问题和心理禁忌。

1.2.5 支路网的规划方法研究

国内的支路网规划方法研究可分为两类：1) 交通领域的数学模型类 (Mathematical model)；2) 城市规划领域的图形模式类 (pattern)。

数学模型类以微循环的相关研究为代表。“交通微循环”强调利用次干路

(少量)、支路与街巷分担主路交通,以提高路网承载力。史峰等^[40]分析了交通微循环的功能特征。2009年《城市“交通微循环”系统设计理论与方法研究》(50908235/E080701)获青年基金支持,其研究方法以数学模型为主。黄恩厚^[41]建立了支路改造、单向交通组织的双层优化模型,探讨了微循环拥堵的预防办法,运用多级模糊识别理论对交通微循环改扩建效果作出评价。目前,微循环的改进措施主要包括支路单行、右进右出、信息诱导、支路管理等措施,评价指标包括旅行时间(出行时耗)、交通延误、饱和度^[42]等。“交通微循环”的支路网规划方法研究以量化为主,对新区规划和交通压力不大的旧区,以及对规划师的规划实践的指导作用较小。

城市规划领域的图形模式类也有所开展。蔡军以干路网为主要约束条件,将路网划分为11类^[43],构建了城市中心区、发展轴、居住区的建议路网模式,并进行了仿真分析。谢英挺^[25]、付磊^[44]、王轩轩等^[45]对住区、新城核心区的高密度路网进行了探索。上述研究以一定的理论假设为前提,其理想路网模式的实践运用尚需进一步研究。

可借鉴图1-11~图1-14的干支路口模式,将图1-15(干路间距500m)中原本孤立的支路联系在一起,在东西方向构建了两条长支路(以下称通过性支路)。图1-16中的通过性支路的交通运输效率、交通作用还有待于进一步研究。

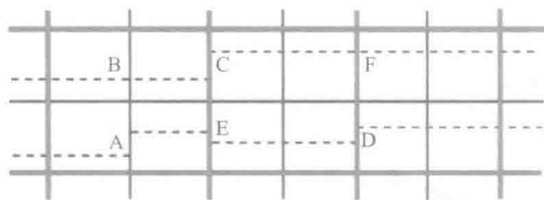


图 1-15 现状路网

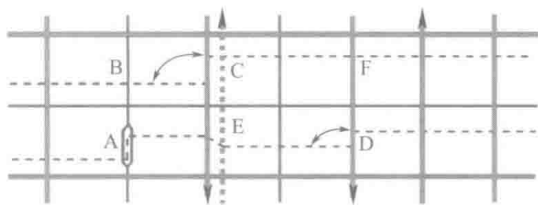


图 1-16 改进路网

1.2.6 与支路网规划相关的其他研究

支路是最贴近居民生活的城市道路,公交、电动车、自行车都可能会对行人安全造成损害。国内认为支路规划应充分考虑交通实体空间变化对社会空间的影响^[46],应考虑生活与交通效率的动态平衡^[47、48]。国外在交通噪声、街区稳静化方面的研究较多,国内也有所涉及^[49、50]。支路的分级与功能划分应考虑安全、噪声、街区活动等因素。

1.3 研究意义

国内从轨道交通^[51]、客运政策^[52]、城市土地利用模式^[53]、交通方式选择机制^[54]、能源消耗^[55]、生态承载力及可持续发展^[56、57]、出行效用^[58]、交通拥挤收费^[59]、交通整体运行效率^[60]、交通效率函数^[61]、路网容量约束^[62](基金51078085/E080701)、燃油税影响(基金50978115/E080701)等角度展开研究^[63]。脱离交通结构优化思想的指导,将会导致道路资源配置的方向性错误。在干路