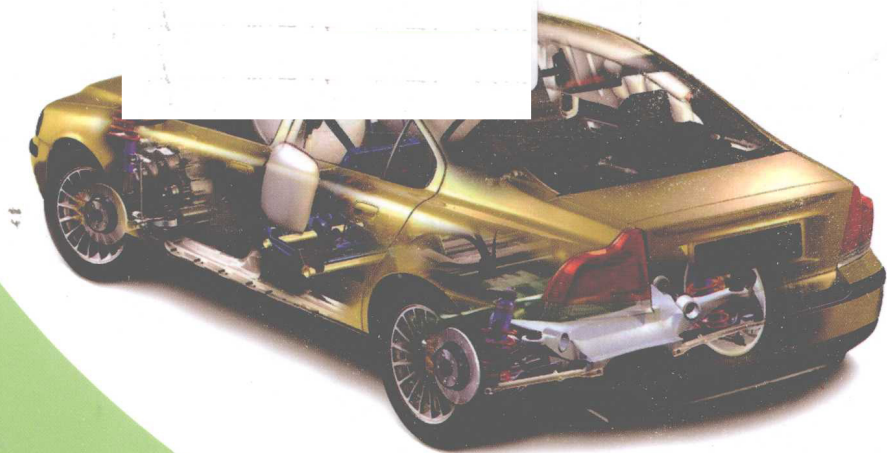


汽车运用工程学

普通高等教育交通类专业规划教材



陈焕江 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育交通类专业规划教材

汽车运用工程学

陈焕江 编著



机械工业出版社

本书共分四篇十九章,全面介绍了汽车使用过程中有关汽车运用基础设施、汽车使用性能、汽车运用技术、汽车运用技术保障等内容。书中系统阐述了汽车运用工程学科的内在规律,努力反映汽车运用工程领域的新技术、新理论、新成果。

本书既可作为高等院校交通运输(汽车运用工程)专业和其他相关专业“汽车运用工程”课程的教材,也可供汽车运输和管理部门的技术人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车运用工程学/陈焕江编著. —北京:机械工业出版社, 2010. 2

普通高等教育交通类专业规划教材
ISBN 978-7-111-29677-5

I. 汽… II. 陈… III. 汽车工程—高等学校—教材
IV. U46

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 018626 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:杨民强 责任编辑:杜凡如 封面设计:姚毅
责任校对:刘志文 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 29 印张 · 554 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-29677-5

定价: 49.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着国民经济的发展和汽车工业的技术进步，汽车运用涉及到社会生产和人民生活的各个方面，对于推动社会进步，促进社会主义精神文明和物质文明建设具有重要作用。

汽车运用工程是用科学的方法和手段，对汽车的技术状况进行有效管理的工程技术学科，其目的是在技术可行和使用可靠的前提下，保证汽车运输能够正常和安全地进行，使运行材料消耗量和劳动消耗量最少，并减轻汽车运用对人类生存环境的污染和危害。

为实现汽车运用的最佳效果，就必须科学合理地运用车辆。然而，汽车运用依赖于必要的基础设施，并受汽车技术性能的制约和外界条件的影响。因此，汽车运用的前提是必须了解影响汽车运用基础设施和外界条件的特点，掌握汽车使用性能及其影响因素；同时，必须对汽车的运用过程提供技术保障，以提高汽车在整个使用过程中的技术状况。

基于这样的认识，结合作者长期从事“汽车运用工程”课程的教学实践和学术积累，根据所涉及内容的相对独立性及内在联系，将其纳入汽车运用基础设施、汽车使用性能、汽车运用技术、汽车运用技术保障四个篇章。本书系统阐述了汽车运用工程学科的内在规律；努力反映汽车运用工程领域的新技术、新理论、新成果；注重科学性、先进性、实用性。本书可作为交通运输（汽车运用工程）专业和其他相关专业“汽车运用工程”课程的教材或教学参考书，也可供汽车运输部门有关技术人员和管理人员参考。

在本书的编著过程中，肖梅、邱兆文、陈昊、沈小燕、何天仓、董元虎、徐双应等参与了数据分析、资料整理及文稿的校对等工作，同时，本书的编著参考了国内许多学者发表的学术论文和出版的学术著作、教材，作者在此表示衷心感谢。

恳请读者对本书的内容和章节安排等提出宝贵意见，并对书中存在的错误及不当之处提出批评和修改建议，以便本书再版修订时参考。

作 者

目 录

前言

第一篇 汽车运用基础设施

第一章 汽车运输道路设施	3
第一节 道路交通网络	3
第二节 道路设施	13
第三节 道路交通控制设施	25
第二章 公路运输站场设施	35
第一节 公路运输枢纽	35
第二节 汽车货运站	37
第三节 汽车客运站	45

第二篇 汽车使用性能

第三章 汽车动力性	59
第一节 汽车的动力性指标	59
第二节 汽车行驶方程式	60
第三节 汽车动力性分析	74
第四节 附着条件决定的汽车动力性	81
第五节 汽车驱动系统参数对汽车动力性的影响	85
第六节 汽车动力性试验	90
第四章 汽车的燃油经济性	96
第一节 汽车燃油经济性的评价指标	96
第二节 汽车燃油经济性的计算方法	96
第三节 汽车燃油经济性的试验方法	105
第四节 汽车燃油消耗量标准	111
第五节 影响汽车燃油经济性的结构因素	112
第五章 汽车的制动性	118
第一节 制动时车轮的受力	118
第二节 汽车的制动效能	124
第三节 制动效能的恒定性	127

第四节	制动时汽车的方向稳定性	129
第五节	前后轴制动力的分配	134
第六节	汽车制动性试验	141
第六章	汽车的操纵稳定性	146
第一节	轮胎的侧偏特性	146
第二节	汽车转向时的运动	154
第三节	汽车稳态转向特性分析	156
第四节	转向轮绕主销的振动与稳定效应	161
第五节	汽车操纵稳定性试验	165
第七章	汽车的行驶平顺性和通过性	168
第一节	汽车行驶平顺性	168
第二节	汽车的通过性	176
第八章	汽车的环保性	186
第一节	汽车排放污染物及其危害	186
第二节	汽车噪声	194
第三节	汽车电磁干扰	204
第九章	汽车的质量利用和使用方便性	206
第一节	汽车的质量利用	206
第二节	汽车的使用方便性	208

第三篇 汽车运用技术

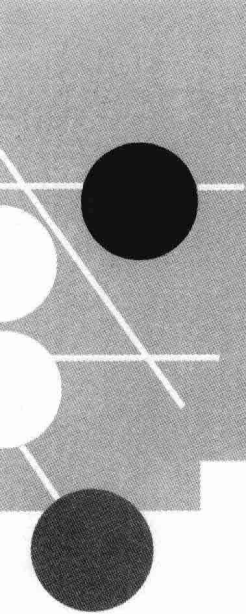
第十章	汽车运输组织与效益	217
第一节	运输需求	217
第二节	汽车运输条件	218
第三节	汽车运输生产过程	228
第四节	汽车货运组织	234
第五节	汽车客运组织	239
第六节	汽车利用程度单项评价指标	249
第七节	汽车的运输生产率	253
第八节	汽车的运输成本	258
第十一章	汽车运行材料合理使用	262
第一节	燃料及其使用	262
第二节	润滑材料及其使用	270
第三节	冷却液、制动液及其使用	284
第四节	轮胎及其使用	288

第十二章 汽车运用安全技术	294
第一节 道路交通事故及其分类	294
第二节 道路交通事故的影响因素	297
第三节 道路交通事故的预防措施	300
第四节 道路交通安全系统分析	306
第十三章 汽车公害防治技术	316
第一节 汽车排放公害的防治	316
第二节 汽车噪声公害的防治	328
第三节 汽车电磁干扰公害的防治	331
第十四章 汽车在特殊条件下的使用	333
第一节 汽车走合期的使用	333
第二节 汽车在低温条件下的使用	337
第三节 汽车在高温条件下的使用	345
第四节 汽车在高原和山区条件下的使用	349
第五节 汽车在坏路和无路条件下的使用	355
第六节 汽车在拖挂运输条件下的使用	357
第七节 汽车在危险货物运输条件下的使用	360

第四篇 汽车运用技术保障

第十五章 汽车技术状况及其变化	369
第一节 汽车技术状况和运用性能	369
第二节 汽车技术状况变化的影响因素	371
第三节 汽车技术状况变化的规律	376
第四节 汽车技术状况的分级	378
第十六章 车辆选配与管理	381
第一节 车辆的择优选配	381
第二节 车辆的基础管理	387
第三节 车辆技术管理概述	392
第十七章 汽车的检测诊断	396
第一节 运输车辆检测诊断概述	396
第二节 汽车的检测与审验	398
第三节 汽车检测站	402
第四节 汽车检测及审验的内容及标准	408
第十八章 车辆的维护与修理	418
第一节 汽车维修概述	418

第二节	汽车维修制度	421
第三节	汽车维修组织形式	426
第四节	汽车维修质量管理	431
第五节	汽车维修质量评定方法和质量保证	436
第十九章	车辆的改装、改造与更新	441
第一节	概述	441
第二节	汽车寿命	444
第三节	汽车更新时刻的确定	446
参考文献	453



第一篇 汽车运用基础设施

道路运输网络主要由道路网络和运输站场网络构成，其完善程度决定着汽车的运用效果和运输效益，影响着汽车运输服务水平的提高，也制约着汽车运用和运输服务的空间范围。因此，在汽车运用过程中，汽车运输道路设施和汽车运输站场设施是最重要的基础设施，本篇将给予重点阐述。

此外，在汽车运用过程中，以汽车检测站和维修企业为主体构成的汽车技术状况监控系统和汽车维修系统，是重要的汽车技术保障基础设施，本书安排在第四篇第十七章、第十八章讲述。

汽车运用的其他外界条件，可参见第三篇第十章第二节。

影响汽车运用效果和运输效率的运用条件众多而且复杂，在分析汽车运用工程学问题时，应将其置于所处运用条件之中，才能得到符合客观实际的分析结果。

第一章 汽车运输道路设施

汽车运输服务于城市和乡村广大区域的旅客和货物位移，完善的汽车运输道路设施和道路网络是充分发挥汽车运输功能，提高运输服务水平的基础设施，也是决定汽车运输服务范围的基础条件。在各种交通运输方式中，道路运输系统适应性强，机动性好，速度快；与其他运输形式相比，道路网络分布面广，而且能实现“门到门”运输，在交通运输系统中具有不可替代的作用。

第一节 道路交通网络

根据服务区域、交通性质和使用特点，道路交通网络有公路交通网络和城市道路交通网络两大类。前者构成城市间或城市与周边地区的对外道路交通运输系统；而后者服务于城市中的交通运输，承担着城市内部各种机动车、非机动车、行人等不同形式的交通任务，是城市内部的交通载体。由于功能不同，公路交通网络和城市道路交通网络在构成、设施、管理措施、基本要求等方面也有很大区别。

一、公路交通网络

1. 公路交通网络及其发展

公路运输系统是由公路交通网络、载运工具(汽车)、运输站场等设施设备按照一定规则构成的有机整体。公路交通网络是由各种不同等级、不同规格的道路构成的网状结构。按照服务区域和范围，公路交通网分多个层次，如：国道网、省道网、县道网。各层次公路交通网有机连接构成完整、方便、通达的公路交通网络，并与铁路、水路、航空、管道运输网络有机结合，构成国家综合交通运输网。完善的公路交通网络及公路运输系统，对于汽车运输效益和服务水平的提高具有重要意义，是从事汽车运输生产的载体和基本条件。

我国公路建设和公路运输的发展取得了巨大的成就。至2008年底，我国公路通车里程已达到了373.02万公里(km)，其中高速公路通车里程达6.03万公里；公路客运量近269亿人次，占综合运输客运量的92%；公路货运量近192亿吨公里(t·km)，占综合运输货运量的73%。公路运输在综合运输中的地位逐年上升，已占主导地位。

根据国务院“国家高速公路网规划”，从“八五”开始，国家将用几个五年计划的时间，建成总体布局为“五纵七横”的12条国道主干线，国道主干线将贯通北京和各重要城市，连接所有人口超过100万的特大城市和93%人口超过50万的大城市。至2010年，高速公路总里程将达到6.5万公里，一个完善的高速公路交通网络正在形成。

2. 公路交通网络的结构

公路网络布局结构是以运输需求场所和运输站场为节点，以连接运输节点间的公路为边线，由节点和表示边线基本走向的线条所组成的图形来表示。公路网络的结构和完善程度对于汽车运输的效率和效益有关键性影响。

一般来说，在平原和微丘地区，路网布局结构以三角形（星形）、棋盘形（方格形）和放射形（射线形）较为普遍；由于受到山脉和河川的限制，在重丘地带和山区，路网布局结构往往为并列形、树杈形或条形。当主要运输节点偏于区域边缘时，路网布局结构常为扇形或树杈形；在狭长地带，区域公路网常为条形。而各种布局结构往往又相互组合形成混合型。

3. 公路交通网络的要求

公路网络的布局结构应满足以下要求：

（1）满足国民经济发展的要求 公路网络的布局结构和建设必须服从于所服务区域社会经济发展的总战略、总目标。在不同发展阶段，区域公路网络应有相应的发展规模，应满足该阶段所服务区域内的社会经济发展对公路运输的需求，其布局结构应适应社会生产力分布的大格局和相应公路运输量和运输流向的空间分布。

（2）因地制宜，与区域自然条件相适应 公路网络布局结构应适应区域交通源的分布、交通流量和流向，并结合地形、地质、河流、综合运输布局、周边公路网以及原有公路网状况。

公路网络布局结构、主要公路线路走向、公路等级和通行能力应与公路交通的流量和流向相一致，以发挥最佳运输效益。地形、地质、河流影响公路造价，也影响公路的运输效益，因此应选择地形、地质状况较好的走向，并减少与河流的交叉。

（3）与综合运输网络协调发展 区域综合运输网络是由公路网、铁路网、水运网、航空网、管道网五种运输方式组成的，公路运输是综合运输系统中的一种运输方式。其布局结构相互协调、相互配合，才能发挥各种运输方式的长处，共同完成所服务区域的运输任务。同时，其线路布置上应减少相互干扰，避免过多交叉。

（4）不同层次公路网络协调发展 某层次公路网的布局结构必须服从于上一层公路网总体布局的要求，各层次公路交通网络有机连接，才能构成完整、

方便、通达的公路交通网络。如：省际(域)公路网布局结构，必须以国家干线公路网络布局为前提；城市区域公路网规划，必须以国家干线网络布局和省际(域)干线网络布局为前提。同时，区域间公路网络要协调发展，相互衔接，使之发挥最大效益；另外，新建公路网络应与现有公路网结合，使之得到充分利用，发挥最大作用。

4. 公路交通网络的主要技术指标

公路交通网络的技术评价指标分两类：一类是反映公路网结构性能的指标，包括：公路网密度、公路网连通度、公路网铺面率、公路网可达性等；另一类是反映公路交通网络使用功能的指标，包括：公路网平均车速、公路网拥挤度、公路网平均交通事故率、公路网服务水平等。

(1) 公路网密度 公路网密度反映国家或地区的公路发展水平和路网结构的合理性，是评价公路交通网络的重要指标之一。常用评价参数如下。

① 面积密度 δ_1 (km/km²)，指单位面积拥有的公路里程长度，即：

$$\delta_1 = \frac{L}{A}$$

② 人口密度 δ_2 (km/万人)，指单位人口拥有的公路里程长度，即：

$$\delta_2 = \frac{L}{P}$$

③ 车辆密度 δ_3 (km/百辆)，指单位车辆占有的公路里程长度，即：

$$\delta_3 = \frac{L}{N}$$

④ 运输密度 δ_4 (km/万车公里)，指单位运输周转量占有的公路里程数，即：

$$\delta_4 = \frac{L}{T}$$

⑤ 经济密度 δ_5 (km/亿元)，指单位经济产值占有的公路里程数，即：

$$\delta_5 = \frac{L}{GDP}$$

式中 L ——区域内公路总长度(km)；

A ——区域国土面积(km²)；

P ——区域总人口(万人)；

N ——区域车辆保存量(百辆)；

T ——区域客、货车周转量(万车公里)；

GDP ——区域国内生产总值(亿元)。

上述参数中，面积密度使用最为普遍。但由于各区域的自然地理特征、经济发展水平和人口密度不同，因此有时使用其他评价参数。

(2) 公路网连通度 公路网连通度为区域内各节点间由公路交通相互连通

的强度。公路网密度从公路网建设规模方面反映公路网结构性能；公路网连通度则通过网络交通节点(公路交叉口或交通枢纽)的连通状况，从路网布局合理性的角度反映公路网的结构特点。公路网连通度计算公式为：

$$C = \frac{\frac{L}{\xi}}{HN} = \frac{\frac{L}{\xi}}{\sqrt{AN}}$$

式中 C ——规划区域内公路网连通度；
 L ——区域内的公路网总里程(km)；
 H ——相邻两节点间的平均空间直线距离(km)；
 A ——区域面积(km²)；
 N ——区域内应连通的节点数；
 ξ ——非直线系数。

当 C 值接近 1.0 时，公路网布局为树状，各节点之间多为两路连通； C 值为 2.0 时，公路网布局为方格网状，节点多为四路连通；当 C 值略大于 3.0 时，公路网布局为三角网状，节点多为六路连通。一般来说，公路网连通度 C 最好为 2.0~3.0。

(3) 公路网铺面率 公路网铺面率指铺有路面的公路里程占整个公路网总里程的比例。公路网铺面率与整个路网的通行能力和服务水平密切相关，既直接影响行车质量(如：行车的全天候性和舒适性等)，又直接影响公路运输的经济效益。其计算公式为：

$$P = \frac{\sum L_p}{\sum L}$$

式中 P ——公路网平均铺面率(%)；
 $\sum L_p$ ——铺有路面公路总里程(km)；
 $\sum L$ ——公路网总里程(km)。

(4) 公路网可达性 公路网可达性指从某一节点出发，通过公路交通抵达任一目的地的行程距离、行程时间或交通费用的大小。

公路网中某一节点的可达性，指由该点开始至其他各点的平均出行时间 $T_i(h)$ 和距离 $D_i(km)$ 为：

$$T_i = \frac{\sum_j^n t_{ij}}{n}$$

$$D_i = \frac{\sum_j^n d_{ij}}{n}$$

式中 t_{ij} —— i 、 j 两节点间的最短平均行程时间(h)；

d_{ij} —— i 、 j 两节点间的最短平均距离(km)；

n ——路网中节点数目。

整个公路网络的可达性，则用其总平均出行时间 \bar{T} 或距离 \bar{D} 来表示，即：

$$\bar{T} = \frac{\sum_i^n T_i}{n}$$

$$\bar{D} = \frac{\sum_i^n D_i}{n}$$

(5) 公路网平均车速 汽车在公路网络中运行时，是公路网络系统、车辆技术性能和公路交通管理系统综合作用的结果，是反映公路网络服务质量的重要指标。计算公式为：

$$\bar{V} = \frac{\sum_i^n (V_i l_i q_i)}{\sum_i^n (l_i q_i)}$$

式中 \bar{V} ——平均车速(km/h)；

V_i ——第 i 路段平均行驶车速(km/h)；

l_i ——第 i 路段里程(km)；

q_i ——第 i 路段交通量(辆/天)。

(6) 公路网拥挤度 公路网拥挤度为公路网交通量与公路网容量之比，是用来表示公路拥挤或利用程度的指标，反映整个公路网与交通需求的适应情况。其计算公式为：

$$S = \frac{Q}{C} = \frac{\sum_i (q_i l_i)}{\sum_i (l_i c_i)}$$

式中 S ——公路网拥挤度；

Q ——整个路网交通量(辆/天)；

C ——整个路网的标准容量(辆/天)；

q_i ——第 i 个路段实际交通量(辆/天)；

c_i ——第 i 个路段设计标准交通量(辆/天)；

l_i ——第 i 个路段里程(km)。

利用以上技术指标评价实际公路交通网络的结构性能、功能和完善程度时，应根据具体情况作适当取舍或修正。

二、城市道路交通网络

城市道路网由各类各级城市道路所组成，是构成城市各种功能区域的骨架，也是连接城市各个区域和组织生产、生活的动脉。其布局是否合理，直接关系到城市是否可以合理、经济地运转和发展，影响着城市交通的快捷、顺畅和方便。建立结构合理、主次分明、功能良好、完整、连续、通畅的城市道路网络，对促进和加快城市建设与发展具有极其重要的意义。

1. 城市道路网的基本要求

城市道路网应能适应城市将来的发展、交通结构的变化和要求，具有一定超前性。具体而言，需满足以下要求：

(1) 满足城市道路交通运输需求 城市道路交通网络是城市综合交通体系中的子系统，其功能是：使城市各分区之间有方便、迅速、安全和经济的交通联系，能形成城市道路交通主干道系统，满足城市中以速度为主要要求的长距离出行；在城市各分区内部则要形成工作、生活性道路，满足以交通容量为主要要求的短距离出行，以方便城市中客、货流的集散。

在城市道路网系统中，快速路和主干路主要起“通”的作用，应满足机动车以较高速度通过的要求；次干路则兼有“通”和“达”的功能。次干路两侧一般设置有大量的沿街商贸、文化、卫生建筑设施及城市公共服务设施，并且与支路直接相连，所以次干路对于城市客货流的集散以及在快速干道上的运输起着承接转换的作用。因此，要求次干路具有较大的交通容量，道路通行速度则居于第二位。支路则遍及到城市各分区内部，主要起“达”的作用，其主要功能是交通过程中最初的“集”和最终的“散”。

(2) 满足城市合理布局的要求 城市道路网应构成城市结构的基本框架。各级道路常常是划分城市各分区、组团、各类城市用地的分界线，形成城市分区布局的“骨架”。比如：城市支路和次干路可能成为划分小街坊或小区的分界线；城市次干路和主干路可能成为划分大街坊或居住区分界线；城市交通性主干道和快速路及两旁绿化带可能成为划分城市分区或组团的分界线。道路网分割的城市用地及分区形态，应有利于城市总体规划对用地的分配。

城市各级道路应成为联系城市各分区、组团、各类城市用地的通道。比如城市支路应成为联系小街坊或小区之间的通道；城市次干路可能成为联系各分区、组团内各大街坊或居住区的通道；城市主干道可能成为联系城市各分区、组团的通道；公路或快速路又可把郊区城镇与中心城区联系起来。

(3) 满足城市环境的要求 城市道路网络的布局应尽可能使建筑用地取得良好的朝向，以有利于城市建筑的通风、日照。

城市道路网络应有利于组织城市的景观,形成自然、协调、活泼、多变的城市风貌,给人以浓烈的生活气息、丰富的动感和美好的感受。

(4) 满足各种市政工程管线布置的要求 城市公共事业和市政工程管线包括:给水管、雨水管、污水管、电力电缆、照明电缆、通信电缆、供热管道、煤气管道及地上架空线杆等,其走向和埋设与道路网布局密切相关。因此,城市道路网络应能满足工程管线的布置要求,并为其留下必需的布置空间。

2. 城市道路网络的结构形式

城市道路网络的结构形式指城市道路网络的平面投影几何图形,是根据城市发展需要,为满足城市规模、形态、用地布局、城市交通及其他要求而形成的。由于社会经济条件、自然条件和建设条件的差别,不同城市道路系统的发展形态不同,具有不同的结构形式。常见城市道路网的结构形式为:

(1) 方格网式道路网络 方格网式道路网又称棋盘式道路网,其优点是:街道形状整齐,有利于沿街建筑布置,且由于平行方向有多条道路,交通分散,灵活性大;其缺点在于:道路功能不易明确,交叉口多,对角线方向的交通不便。北京市中心区的城市道路网络是典型的方格网式道路网(图1-1)。

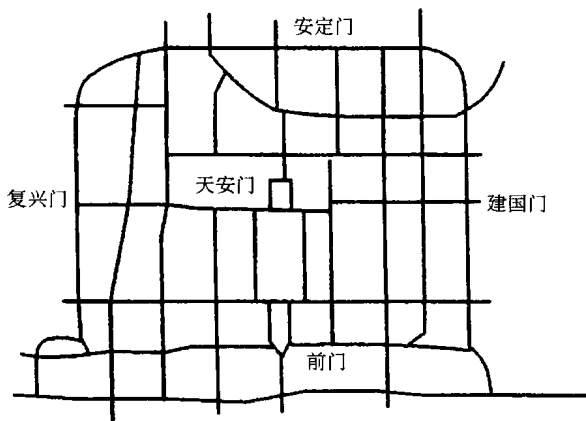


图 1-1 方格网式道路网

(2) 环形加放射式道路网络 环形加放射式道路网指由市中心向四周引出若干条放射干道,并在各条放射干道间连以若干条环形干道的城市路网。优点是:有利于市中心区与各分区、郊区、市区外围相邻各区之间的交通联系,道路功能明确。缺点是:放射形干道容易将各方向外围交通引至市中心,造成市中心交通过于集中,交通灵活性不如方格网式道路网;同时,道路形成的街区不规则,交叉口不易处理,不利于建筑布置。我国长春市和英国伦敦市的城