

【文章编号】1672-5328(2005)01-0037-06

城市道路网络合理等级级配探讨

王建军 王吉平 彭志群

(长安大学特殊地区公路工程教育部重点实验室, 西安 710064)

【摘要】提出道路功能不分、路网级配不合理是当前城市交通问题存在的直接原因之一。以中、美两国为典型,比较了国内外道路分级方法的异同,分析了国内部分城市路网级配失衡的现状。对影响道路网络级配的因素进行深入分析,按作用方式和作用方位将其分为4类,分别对各种因素进行了详细阐述。在此基础上,结合道路的功能特点,提出了调整规范推荐级配的定性方法和基于车流合理分担率计算级配的定量方法。

【关键词】城市道路;网络;等级级配;车流;分担率

【中图分类号】U491.1³

【文献标识码】A

Discussion on Appropriate Grade Proportion of Urban Road Network

WANG Jianjun, WANG Jiping, PENG Zhiquan

(Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry
of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: According to the urban traffic problems at hand, it points out that the obscure road functions and unreasonable network grade proportion is one of the direct causes. In the paper, similarities and differences of methods for the road-grade division are compared at domestic and abroad, taking China and USA as typical illustrations, and the present situation of unbalanced network grade proportion in some cities is analyzed. Factors impacting network grade proportion are deeply analyzed, which are divided into four categories by methods and positions they act on it, with every factor being expatiated respectively. On the base of the analysis, concerning the functional characteristics of the urban road, it puts forward a qualitative method to adjust the grade proportion recommended by the national criterion and a quantitative method to calculate grade proportion basing on appropriate traffic volume distribution.

Keywords: urban road; network; grade proportion; traffic volume; distribution

城市交通是城市的“血液”,在城市的各个功能区之间不断传递着客流、货物流和信息流。城市道路网络构成了城市的骨架,是城市社会经济活动和客、货运输的载体,是城市交通赖以正常运行的物质基础。近年来,道路交通拥挤已成为城市尤其是大城市的普遍问题。虽然各城市都投入了大量资金进行城市道路网络的建设和改造,但城市“交通日益紧张,路网效能低下”的问题不但没有改善的迹象,而且有日益恶化的趋势。道路功能不分、路网级配不合理是造成这种现象的直接原因。城市道路网必须具有合理的等级

级配,以保障城市道路交通流由低一级道路向高一级道路有序汇集,并由高一级道路向低一级道路有序疏散,从而通过不同等级道路交叉口间距的控制及不同出行距离交通的分流来提高道路网的运转效率^[1]。

1 城市道路等级划分及功能特点

从20世纪30年代起,发达国家就开始注重道路功能设计,并将道路功能定位作为城市道路规划建设

收稿日期:2004-10-21

作者简介:王建军(1970—),男,博士,长安大学副教授。E-mail: wjjun16@163.com

一个重要前提。目前, 各国都形成了一套自己的城市道路分类方法和技术标准。我国1995年9月起施行的《城市道路交通规划设计规范》(GB 50220—95) 提出了城市道路第三代分类法, 但至今仍未对该项工作做深入系统的研究。虽然各国道路等级多称作“快速路”、“主干路”、“次干路”, 但其内涵不尽相同。

1.1 国外城市道路等级的分类方法

美国汽车交通十分发达, 城市道路分类方法极具代表性。美国城市道路依据道路交通流特性、道路两侧用地、道路间距、路网等级结构、交叉口间距、交通流分担比例、车速限制及停车限制等特征和条件分为高速路和快速路(Freeway and Expressway)、主干路(Primary Arterial)、次干路(Secondary Arterial)、集散道路(Collector)与地方道路(Local)5个等级^[2]。

前苏联城市道路分为高速道路、干道及地方性道路3大类。其中干道又细分为市干道、区干道及大交通量干道3类, 地方性道路又细分为居住区道路、工业仓库区道路、步行街、村镇道路、村镇街道、支路6类。此外, 还对道路设计时速、道路主要功能、车辆管制、道路车道条数标准等提出了具体要求。

日本注重城市道路交通、防灾、空间、构造四大功能的统一, 并依据道路的交通功能将城市道路分为高速路、基干道路(包括主干路和干线道路)、辅助道路(次干路)、支路、特殊道路5大类。另外, 为实现道路的预期功能, 还对各类道路的相关要素(如道路计算行车速度、规划宽度、机动车道条数、机动车道宽度等)、道路间距、道路围成地区性质(包括围成区名称、地区内主要设施、地区面积)等提出了具体的技术标准^[3]。

1.2 我国城市道路等级分类方法的演变

20世纪40年代, 金经昌先生从德国带来了城市道路的分级思想。1960年10月建筑工程部城市建设局编制的《城市道路设计准则》(试行草案)将城市道路分为3级7类, 形成我国城市道路第一代分类法。

其后, 在20世纪80年代, 我国城市道路按主干道(全市性干道)、次干道(区干道)、支路3级进行划分, 该方法可称为我国城市道路第二代分类法。

1991年8月施行的部标《城市道路设计规范》(CJJ—90)将城市道路分为快速路、主干道、次干道、支路4大类^[4], 紧接着1995年9月施行的国标《城市道

路交通规划设计规范》(GB 50220—95)(以下简称《规范》)对该法进一步深化(改称快速路、主干路、次干路、支路), 并明确指出各类道路的机动车设计时速、道路网密度、机动车道条数、道路宽度等技术指标^[5], 即形成我国现行的城市道路第三代分类法。

1.3 各国道路等级分类方法的比较分析

从1933年《雅典宪章》起, 发达国家就开始注重城市道路功能分类。1977年12月通过的《马丘比丘宪章》认为:《雅典宪章》把交通看成为城市基本功能之一, 道路应按功能性质进行分类, 改进交叉口设计等是正确的, 而且将继续起作用, 这进一步表明了研究城市道路功能的重要性。通过对城市道路分类方法发展的纵向比较和各国道路分类方法的横向比较可以看出, 各国道路等级具有分类依据的共通性和分类标准的互异性特点。

1) 分类依据的共通性

城市道路分类起源于城市规划, 服务于城市规划, 其分类方法深受城市规划思想(特别是城市功能分区思想)的影响。最早的分类方法甚至缺乏鲜明的交通功能概念, 而只强调路网平面的艺术构图。受此影响, 各国城市道路分类一般首先从构建城市骨架地位方面着手, 根据道路在城市总体布局中的位置和作用划分为快速路、主干路、次干路等等。随着认识的加深, 城市交通的特性和道路与两侧用地的关系成为道路分类的重要依据, 城市道路被分为通过性交通(Through Traffic)道路和进出性交通(Access Traffic)道路两大类。另外, 还有学者以交通目的为依据, 将城市道路从系统上分为疏通性道路和服务性道路两大类。

2) 分类标准的互异性

虽然各国城市道路的分类标准具有很大的共通性, 但是各国的社会经济及自然地理条件、交通发展水平、交通模式、交通机动化程度、交通习惯、交通工具参数不同, 各国在城市道路规划时侧重点各异, 导致对城市道路的等级分类和功能定位标准各不相同。

美国是“浮在轮子上”的国家, 城市道路分类主要考虑机动车出行的顺畅, 依据道路交通流特性、道路两侧用地车速限制条件等进行分类。我国城市化刚刚开始, 城市机动化水平低, 国标借鉴了发达国家的经验, 指出城市道路分类依据应包括道路在道路网中的地位、交通功能以及对沿线建筑物的服务功能等

诸多因素。中、美两国城市交通模式对比明显，城市道路分类方法具有典型代表意义，如表1所示。

2 国内部分城市道路等级级配状况

城市道路网络等级级配在数量上表现为路网中各等级道路在长度和面积上的比例关系，其本质是道路等级结构和道路功能结构搭配的综合效果。

长期以来，在道路规划建设中，各大中城市往往只重视干路、立交，忽视支路，导致我国城市道路路网等级级配不尽合理。交通生成点与干路系统缺乏过渡性的连接设施，快速路交通集中在几条贯通性干路上。这样不仅不利于机非分流系统的形成，也不利于不同出行距离交通的相互分离，更不利于发挥不同类别道路系统的交通功能，很大程度上导致道路建设数量不断上升但市区内交通拥挤依然严重。普遍表现

为城市交通该快不快、该畅不畅、该通不通、该不达；长距离交通与短距离交通重叠，机动车交通与非机动车交通、步行交通重叠，快速交通与普通交通重叠；大量过境交通穿越城市道路、机动车交通穿越市中心区；大片居住区成为公交盲区；商业中心的公交、自行车、行人出行没有方便感、安全感等等^[6]。表2为国内部分城市道路网络级配。

从各城市道路级配来看，目前国内许多城市道路级配呈现出倒三角形(如合肥)、菱形(如南京)、葫芦形(如深圳)等分布形态，少部分城市道路级配趋于合理的三角形或“金字塔”形分布。这是我国早期城市交通缺少科学的系统规划，道路建设自发被动地适应自然地理条件、城市布局和路网形态，“头痛医头、脚痛医脚”的必然结果。这种低水平的路网级配状况，导致路网效率差，难以适应现代城市高负荷下的机动化交通。因此，有必要对影响城市道路网络级配的各因素进行分析，探讨适合我国未来城市交通发展

表1 中美两国城市道路分类对比

Tab.1 Comparison of urban road classify between China and USA

等级		功能		两侧用地直接进出控制		车速要求	
美国	中国	美国	中国	美国	中国	美国限制车速 /mph	中国设计车速 /km/h
高速路和快速路	快速路	通过性	交通性	绝对禁止	禁止(只允许重要交通产生点)	45~55	60~80
主干路	主干路	城市内社区之间，以通过为主、进出为辅	交通性为主，生活性为辅	禁止(只允许重要交通产生点)	限制(某些路段或车道限制进出)	35~45	40~60
次干路	次干路	城市内社区之间，以通过为辅、进出为主	交通性和生活性并重	限制(某些路段或车道限制进出)	安全、有规律地控制进出口	30~35	40
集散道路	支路	聚集、分散交通，用地进出，社区联系	生活性	安全、有规律地控制进出口	安全出入	25~30	30
地方道路							

注：1 mph = 1.61 km/h

表2 国内部分城市道路网络级配

Tab.2 Present urban road network grade proportion in some cities at domestic

城市	调查年份	快速路	主干路	次干路	支路	路网密度	城市概况
南京	1997	0.36	0.48	0.34	0.20	1.38	微丘区多组团特大城市，自由式加环形路网
西安	2000	0.17	0.58	0.74	3.72	5.21	平原多组团特大城市，方格网状加环形路网
合肥	1993		0.92	0.59	0.24	1.76	平原单中心大城市，环形放射路网
郑州	1999	0.51	1.14	1.30	2.95	5.90	平原多组团全国性交通枢纽城市，环形放射路网
深圳	1999	0.59	1.56	0.81	5.78	8.74	特区带状组团式布局，初步形成环形路网

注：表中数据来源于各城市综合交通规划报告及官方网站；统计口径可能不尽相同(其中深圳的支路网只有50%为社会公用路网，其他为企业内部使用)。

方向和各城市具体条件的合理级配,在城市道路网络规划、建设、改造中变自发被动为自觉主动。

3 确定城市道路合理等级级配的方法

3.1 城市道路级配影响因素分析

从国内主要城市道路网络级配的对比分析来看,特定的路网级配是自然历史条件、城市区位条件、经济发展模式、城市空间布局、城市交通模式等诸多因素共同作用的结果^[7]。这些影响因素,按其作用于道路网络级配的方式可分为直接影响因素(如道路网络形态)和间接影响因素(如经济发展模式);按其作用于城市道路网络的位置可分为外部影响因素(如城市区位条件)和内部影响因素(如城市用地分布)。各种因素在影响道路级配的同时,也受到道路级配改变所带来的反作用。交通系统是一个开放式的复杂巨系统,各子系统共生共容,在相互作用中不断进化。

1) 外部-间接影响因素主要包括:城市交通区位、经济发展模式、社会历史条件等。城市交通区位决定了城市对外交通的模式、衔接条件以及所应面对的过境交通压力。城市经济发展模式,一方面影响城市对外交通的客、货运结构和货品组成,另一方面决定了城市经济发展水平。与此同时,社会历史所形成的城市空间布局、重要人文古迹分布也对城市道路网络级配具有直接或间接的影响。

2) 外部-直接影响因素主要包括:城市对外交通模式、衔接方式以及城市空间布局。城市对外交通是城市形成与发展的重要条件,城市内部交通只有与对外交通编制成一张有机结合的交通网络,才能充分发挥城市的基本功能。因此,城市对外交通衔接枢纽和交通模式在很大程度上影响城市对外出口快速路、主干路的选位和数量^[8]。城市干路网结构布局主要取决于城市的空间布局与结构层次,城市空间布局对道路网络形态及其效益有着不可忽视的影响,同时决定了城市交通的平均出行距离。

3) 内部-间接影响因素主要包括:自然地理条件、经济发展水平和重要建筑物分布。自然地理条件是城市用地分布(资源型城市尤为明显)、路网形态和交通模式选择的基础和约束条件。交通是经济的载体,经济是交通发展的动力之源,经济通过提供给人们不同的交通方式选择自由度,很大程度上决定了城市交通模式。近年来,我国各城市竞先将道路建设作

为改变城市面貌与改善城市投资环境的突破口,造成城市历史文脉的不同程度破坏^[6],这是没有认识到重要建筑物包括名胜古迹及其他优秀历史文化对道路网络建设的影响的表现。

4) 内部-直接影响因素主要包括:城市用地分布、城市交通模式和道路网络形态。

①城市中的用地布局直影响交通出行分布,道路网络必须通过合理级配保证网络容量布局与交通出行期望线相吻合,并满足不同出行距离对行驶速度的要求。

②城市交通模式是在用地布局、人口密度、经济水平等特定条件下形成的交通方式结构,即各种交通方式承担出行量的比例分配,它直接反映了交通的机动化水平。各种交通方式所选择的出行距离不同,要求的速度不同。在权衡经济、便捷、舒适、安全的情况下,出行者所要求选择的道路等级也各不相同,一般来说,机动化水平的提高,出行距离的增加,势必要求提高道路网络中干路网的比例。

③城市的发展状况形成不同的城市路网格局。一是方格网状道路网,在城区或郊区由纵、横路段组成的道路;二是环形放射状道路网,即从(中心)城区向外辐射的道路,辅以呈环状的绕城道路;三是自由式道路网,道路网受地形、河流制约,道路沿河或顺坡走向;四是混合式道路网,其路网一般是几种结构布局的组合。

方格网状路网道路布局整齐,平行道路多,便于交通的集散和交通组织,但是,对角线方向的交通联系不便,存在较多的交叉口。因此,城市的主要交通流向应增加干路网密度和等级,而在次要流向上适当降低干路网密度,同时,应使支路网宽度和密度能够满足组织单向交通的要求。环形放射道路网加强了市中心与外围、外围与外围的联系,同时有可能引起过境交通进入市区和城市沿环路发展,所以环路等级和道路条件由里到外应逐渐提高。自由式道路网由于地形限制,要满足高机动化的要求,应适当提高快速路及干路网的比例。混合式道路网扬长避短,充分发挥各种形式路网的优点。

3.2 合理级配的确定方法

3.2.1 《规范》推荐的级配标准

根据《规范》,200万人口以上的大城市道路网络密度(长度)级配大致为1:2:3:8(快速路:主干路:次干

路:支路)。快速路和主干路的长度小,车流量大,主要承担“连通”功能;次干路和支路的覆盖面广,承担相对少量的机动车流,主要起“集散”和“到达”功能。

3.2.2 基于各影响因素的网络级配定性调整

《规范》推荐的道路等级级配,是在理想的交通条件下,考虑机动车交通得出的结果。在实际的城市道路网络规划过程中,其等级级配还受到如上所述的自然地理条件、对外交通、城市布局、交通模式等诸多因素的影响,必须根据实际情况作适当的调整。

1) 考虑网络整体性的调整:一个等级级配良好、运营高效的道路网,首先必须满足几何连接顺畅、功能衔接良好的要求,才能使得车流在各级道路上顺利地“汇集”和“疏散”,完成各种出行目的。这就要求不同等级道路之间具有合理的衔接,发挥道路的最佳效益,调整路网级配,使得各级道路间形成合理的衔接密度和衔接层次。

2) 考虑道路服务功能的调整:国外实践经验表明,理清道路功能至关重要,它可以提高道路网的运转效率。不同类别道路的主要服务对象不同,并且各类交通在这些道路上的优先级亦不同,可根据城市交通模式及图1所示的道路服务优先级进行调整。机动化越高,则主干路以上等级的道路比例越高。公交优先是解决城市交通问题的措施之一,对于以地面公交为主的都市,应适当提高主、次干路的比例。

3) 考虑其他因素的调整:当城市为交通枢纽城市时,为了减少过境交通对城市内部交通的影响,应提高快速路和主干路比例;当城市布局为“分布式组团”结构时,为了方便组团间的联系,应提高快速路比例。城市规模越大,干路以上等级道路的比例越高。

3.2.3 基于机动车流量合理分担率确定的网络级配方法

1) 各等级道路单位长度单车道容量

城市道路单位长度单车道容量是指单位时间内,对应于一定的饱和度,某一级城市道路单车道单位长度上所能通过的最大车公里数。公式为: $v_i = c_i \cdot \alpha_i \cdot \beta_i \cdot \gamma_i$, 式中, v_i 为道路单位长度单车道容量,单位是pcu/h; c_i 为*i*类别道路一条车道的理论通行能力,单位是pcu/h; α_i 为*i*类别道路的交叉口折减系数; β_i 为*i*类别道路的平均饱和度; γ_i 为*i*类别道路的车道综合折减系数; *i*为道路类别,分别为快速路、主干路、

次干路和支路^[9]。取平均饱和度为0.6,根据计算,各等级道路单位长度单车道容量如表3所示。

2) 网络级配计算

根据路网容量供需平衡原则,各级道路容量和各级道路的承载量成正比。则道路网络等级结构比例(各级道路长度比例)应为:

$$l_1:l_2:l_3:l_4 = \frac{Q_1}{v_1 \cdot n_1 \cdot \eta_1} : \frac{Q_2}{v_2 \cdot n_2 \cdot \eta_2} : \frac{Q_3}{v_3 \cdot n_3 \cdot \eta_3} : \frac{Q_4}{v_4 \cdot n_4 \cdot \eta_4}$$

式中, l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 分别为快速路、主干路、次干路、支路的长度,单位是km; v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 分别为快速路、主干路、次干路、支路单位长度的单车道容量,单位是pcu/h; Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 分别为快速路、主干路、次干路、支路分担的承载量,单位是pcu·km/h; n_i 为各级道路平均车道数; η_i 为各级道路机动化系数(即道路上承载的机动化出行的比例),取 $\eta_1=1$, $\eta_2=0.95$, $\eta_3=0.8$, $\eta_4=0.75$ 。

《规范》推荐级配是在考虑城市中大部分出行都包括出行、过渡、分配、集聚、进入、终止六个典型阶段的基础上,按理想的设施功能和需求来确定的,具有普遍意义。基于各影响因素的网络级配是根据城

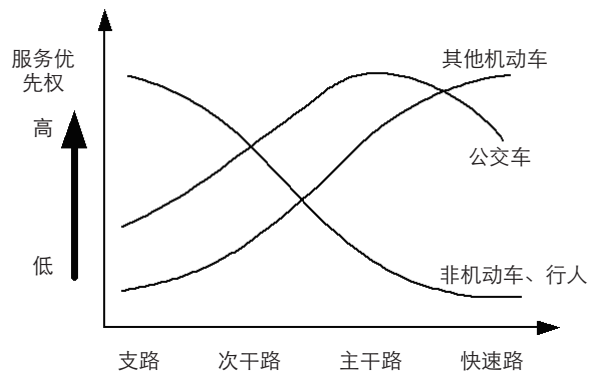


图1 各类道路不同服务对象优先级

Fig.1 Priority of different objects every grade road serves

表3 各等级道路单位长度单车道容量

Tab.3 Capacity per-km per-lane of the road at different grade

道路类型	c_i /(pcu/h)	α_i	γ_i	β_i	v_i /(pcu/h)
快速路	1800	0.9	0.9	0.6	875
主干路	1730	0.6	0.9	0.6	561
次干路	1640	0.6	0.9	0.6	531
支路	900	0.5	1.0	0.6	270

市实际状况,对《规范》推荐级配的具体完善和必要补充;基于机动车流量合理分担率的网络级配方法是以供需平衡为原则,用各级道路承载的车流量来确定网络级配,是一种经济可行的方法。

4 结语

长期以来,我国城市道路网容量严重不足,国内城市道路网密度与国际先进城市相比差距很大,交通设施供应与需求的矛盾仍然是交通问题中最突出的矛盾。虽然路网级配失衡不能简单地用增加道路网密度的方式弥补,但没有达到基本要求的道路网密度或数量也很难拥有功能结构合理的路网,增加道路供给是解决城市交通问题的重要措施。然而,要正常发挥道路的交通功能,提高城市交通设施建设效益,首先必须对路网进行科学规划,确定其合理的级配结构、功能结构和布局结构,以指导城市道路的改建和新建。为迎接即将到来的机动化挑战,为根治我国大中城市交通的拥堵状况,研究城市道路功能分类方法,

提出理清道路功能的措施,已成为当前迫切需要解决的重大理论与实践课题。

参考文献

- 1 李朝阳,等.南京市道路网规划指标研究[J].城市研究,2000,(2):44-48
- 2 李朝阳,等.关于我国城市道路功能分类的思考[J].城市规划汇刊,1999,(4):39-42
- 3 闫军.城市道路分类与城市用地关系[J].城市规划,1997,(4):24-26
- 4 CJJ 37-90 城市道路设计规范[S]
- 5 GB 50220-95 城市道路交通规划设计规范[S]
- 6 杨涛.我国城市道路网体系基本问题与若干建议[J].城市交通,2004,2(3):3-6
- 7 万国玮.城市交通与道路系统规划[M].北京:清华大学出版社,2001.102-103
- 8 陆锡明,等.综合交通规划[M].上海:同济大学出版社,2002.78-81
- 9 李旭宏,等.城市道路网供求分析技术[J].交通运输工程学报,2002,2(2):88-90

征 订 启 事

《城市交通》杂志是由中华人民共和国建设部主管、建设部城市交通工程技术中心和中国城市规划设计研究院共同主办、国内外公开发行的科技期刊,是城市交通领域的综合性学术期刊。

本刊现为季刊,主要涵盖范围有交通战略与政策、交通规划、交通经济、交通工程、交通新技术、交通安全与环境、交通管理与控制、公共交通、轨道交通、静态交通等方向的学术论文、科研报告或者设计技术成果,国内外交通领域先进理论技术和各地成功经验的推广介绍,城市交通从宏观到微观各个层面问题的思考与建议等。

《城市交通》2003年创刊,现为中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊、中国期刊全文数据库和中文科技期刊数据库全文收录期刊,在“万方数据—数字化期刊群”全文上网,被《中国核心期刊(遴选)数据库》收录。

针对城市交通学科的综合性和边缘性、交叉性等特点,本刊力求成为城市交通领域新理论、新技术、新方法的交流平台和探讨管理体制、政策改革的园地,为促进城市交通的科技进步和社会经济的可持续发展做出贡献。我们有信心让您相信,《城市交通》必将成为您工作和学习的良师益友。

征订方式、方法:

1) 订户可通过邮局汇款到北京市三里河路9号中国城市规划设计研究院《城市交通》杂志社,邮编:100037,电话及传真:010-68343580,联系人:乔伟。E-mail: qiaow@caupd.com; zyutc@263.net

2) 订户可通过银行转账方式订阅。开户银行:北京工商银行百万庄支行;户名:中国城市规划设计研究院;账号:0200001409014409230

3) 订户也可到当地邮局订阅。邮发代号:80-175

《城市交通》编辑部