

中国土木工程学会第三届年会

论文集



1986.11.12—16 上海

同济大学出版社

中国土木工程学会第三届年会

论 文 集

1986.11.12—16 上海

主办单位	中国土木工程学会
协办单位	同 济 大 学
	上海土木工程学会
	桥梁与结构工程学会

特约责任编辑：陈忠延

封面装帧设计：徐 繁 杨 健

中国土木工程学会第三届年会论文集

同济大学出版社出版

(上海四平路,1239 号)

新华书店上海发行所发行

常熟市赵市印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 31 字数 768 千字

1986 年 11 月第 1 版 1986 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—3600 册 科技新书目: 127—227

统一书号: 15335·025 定价(精装) 10.00 元

中国土木工程学会第三届年会 1986.11.12—16 上海

组织委员会

李国豪(主任委员)	肖 桐	张辛泰	许溶烈	叶维钧
程庆国	李承刚	孙更生	张纪衡	黄鼎业

学术委员会

何广乾(主任委员)	戴 竞	高渠清	卢肇钧	佟泽林
刘作霖	孙 钧	杨祖东	项海帆	徐 诚

秘 书 长 李承刚

副秘书长 杜希斌 范立础

分组会议主席

道路交通组:	佟泽林	杨祖东	徐 诚
桥梁工程组:	戴 竞	程庆国	项海帆
地下结构组:	高渠清	卢肇钧	王振信

论文集编辑组 范立础 黄绳武 杨 健

21174/2820

前 言

中国土木工程学会自 1953 年成立以来,曾先后召开过两次大型综合性学术年会。1984 年选任的第四届理事会为开展学术交流,促进四化建设,确定我会从 1986 年起建立年会制度,每两年举行一次。1986 年年会作为第三届年会于 11 月 12 日至 16 日在上海召开,以“大城市交通工程建设”为讨论主题,围绕道路交通、城市桥梁和地下结构三个方面进行广泛的学术交流。

本届年会有国内设计、施工、科研、教学等方面有关代表 250 余人出席,并邀请了加拿大、日本、英国、美国、法国、荷兰、巴基斯坦等国和香港地区 25 名专家参加。会议征集到 124 篇论文,经年会学术委员会评选后,汇集了有代表性的论文 53 篇,编成中国土木工程学会第三届年会论文集,以供从事城市建设的土木工程科技工作者借鉴与参考。为发展国际交流,还将一部分论文译成英文,汇同外国代表提交的论文,另外编辑出版一册英文版论文选集。

本论文集除前言、开幕致词外,将论文按专业分为城市道路与交通工程,城市桥梁规划、设计与施工,地铁、地下隧道与地下建筑物三部分进行编辑,每一部分中除第一篇安排综述性论文外,其余论文均按作者姓氏笔划顺序排列。

本论文集在征文、编辑、出版过程中,得到同济大学出版社和同济大学结构工程系桥梁教研室等单位同志们们的热情支持与协助,谨致谢意。

中国土木工程学会
1986.11.

开 幕 致 词

代表们，同志们，

来宾们，朋友们：

我代表中国土木工程学会和本届年会的组织委员会对出席本届年会的各地代表和特邀的国内外专家、学者、来宾表示热烈地欢迎。

1984年选任的中国土木工程学会第四届理事会确定从1986年起建立年会制度，每两年举行一次全国性的学术性年会，围绕我国四个现代化建设与社会发展中有关土木工程的重大课题，开展学术交流和讨论。年会除了国内土木工程界外，也邀请一些国外专家、学者参加，以促进国际学术交流与合作。

考虑到中国土木工程学会成立以来曾先后召开过两次大型综合性年会，1986年年会定名为中国土木工程学会第三届年会。本届年会以“大城市交通工程建设”为讨论主题。

随着四化建设的发展，我国大城市交通问题日益突出，已严重影响城市的经济与文化的建设和发展。城市交通分为城市对外交通与城市内部交通两个方面，两者既有区别而又密切相关。一个城市的形成与发展首先有赖于它的对外交通，包括水运、陆运和空运，对外交通的能力主要反映于客货运的吞吐量、转运量以及集散时间。从全局观之，城市是全国交通网中的枢纽和集散点。就城市本身而言，内部交通包括市内交通网和车站、码头、机场等交通枢纽和集散点。它们的布局、设计和管理良好与否直接影响到城市外部与内部的交通能力和城市经济与文化的建设和发展。

对城市交通工程建设说来，每个具体工程建设项目，如道路、桥梁、地下铁道、越江隧道、车站、码头、机场等，它的规划、布局、工程设计与施工的合理性和经济性至关重要。它不仅牵涉每个工程的功能和经济效益的问题，而且影响到城市内部和外部交通的能力。

中国土木工程学会本届年会在学会有关学科领域内对大城市交通工程建设的规划、设计与施工展开学术交流和讨论，具体说，在城市道路与交通工程建设，城市桥梁规划、设计与施工和地铁、地下隧道与地下建筑物等三个方面，主要总结交流国内有关的工程建设和科学研究经验，同时也吸收国外的成果。

本届年会共征集到124篇论文，经学术委员会评选，将有近70篇论文在大会或分组会上宣读或交流，有十余篇外国家专家的论文也将在会上宣读。我们期望，通过本届年会，将汇集国内外的宝贵与有益的经验，促进我国大城市交通工程建设的发展。

最后，对支持本届年会，提交论文的作者们，对出席本届年会的国内外专家、学者、来宾们和对年会的工作同志们致以衷心的感谢。

预祝年会取得圆满成功。

中国土木工程学会理事长 李国豪

1986.11.12

目 录

第一部分 城市道路与交通工程

1. 论我国城市交通发展问题.....于 麟 左德钊 1
2. 我国高速道路修建中若干问题的探讨.....方福森 5
3. 城市高速干线建设与路面功能设计.....王哲人 12
4. 锚杆技术在城市交通工程中的应用.....卢肇钧 吴肖茗 21
5. 试论我国城市有轨交通的发展途径.....刘启琛 28
6. 使用频谱分析法对交通量时间变动的分析研究.....陈洪仁等 35
7. 灯管平交路口混合交通自行车通行能力的研究.....刘国新 蒋 璜 41
8. 道路立体交叉规划与设计.....佟克正 49
9. 用“冲突点法”确定交通信号配时.....杨佩昆 57
10. 再生沥青用作热拌混合料.....周凤璜等 65
11. 车辆运行监视系统.....周以明 73
12. 水泥混凝土路面结构设计方法.....姚祖康 85
13. 关于大中城市出入口干道的技术标准的建议.....徐吉谦 95
14. 上海市区沪杭、真西铁路高架方案的可行性研究翁梦熊 潘洪萱 102
15. 水泥混凝土路面荷载应力有限元分析中地基反力处理方法的改进钱国超 邓学钧 109
16. 天津中环线(西半环)建设与经济效益黄大健等 118
17. 建立自行车分流系统, 解决混合交通问题谢瑞振等 131

第二部分 城市桥梁规划、设计与施工

1. 城市桥梁建设成就及展望刘作霖 沈 波 145
2. 铁路公路斜立交桥的设计问题张 弥等 151
3. 马家堡铁路桥全顶拉法设计与施工张 恂 160
4. 广东洛溪大桥主桥设计杨高中等 173
5. 大庆市庆虹立交桥设计陈智仁 187
6. 从天津塘沽海门桥的建成谈开启桥对我国当前城市交通的作用问题吴皋声 叶启洪 197
7. 常德沅水大桥沈 汉 吴厚碧 200
8. 深圳市铁路高架桥所用部分预应力混凝土梁设计和试验邵厚坤 210
9. 施工中的若干城市桥梁林元培 222
10. 软土地基上钢筋混凝土拱桥组合桥台实例分析与研究金成棟等 228

11. 岩溶地区桥梁钢管桩基础的施工	孟庆浩	237
12. 带悬臂单室矩形箱梁的悬臂板在刚性扭转中的作用	周 履等	251
13. 上海市区黄浦江大桥可行性研究	徐兴玉等	267
14. 贵冶铁路立交转体桥的设计、施工小结	程懋方	279
15. 壳板组合刚架拱桥	曾 威等	285
16. 桥梁抗风设计的新概念——多振型耦合颤振	谢霖明 项海帆	293
17. 横向变刚度梁式弯桥的空间计算	谢万春	306
18. 预应力混凝土桁架式悬臂组合拱桥	潘成杰等	316
第三部分 地铁、地下隧道与地下建筑物		
1. 城市交通与地下铁道	高渠清 范文田	327
2. 上海地铁一号线工程	王振信	335
3. 地下工程非预应力砂浆锚杆支护变形破坏的实验研究与 理论分析	朱敬民等	342
4. 上海地区软土流变对隧道和地下结构的力学效应	孙 钧	355
5. 对发展我国大城市地下铁道的展望和建议	邵根大	367
6. 地铁运营与钢轨磨损	李腾万	373
7. 弹塑性问题反演计算的边界单元法	郑颖人等	377
8. 高大加筋土构筑物设计的特点与试验	欧阳仲春	387
9. 软土地下结构设计理论与实践	侯学渊 周知行	399
10. 论地下连续墙施工中槽壁稳定与泥浆	徐殿祥	411
11. 浅埋地下工程中下沉问题的研究	徐禎祥	417
12. 哈尔滨市的地下建筑工程	高伯扬	424
13. 地下铁道在地震时的横向振动及其对地面结构振动的影响	黄杰民	431
14. 发展地下停车是改善大城市交通的重要途径	童林旭	440
15. 人民广场地下车库建筑方案介绍	谢敬通	447
16. 降低地铁工程造价的初步探讨	谢仁德	456
17. 延安东路隧道设计与施工	潘 钧	462
18. 上海地铁试验隧道的设计与试验	潘国庆	470

关于我国城市交通发展问题

于 麟 左德钊*

近年来我国城市交通问题越来越突出,在大部分城市中都出现了道路拥挤、交通堵塞、人车混行、行车速度普遍下降的现象。总结国内外历年来的经验可以看出:出现交通问题的原因是多方面的,而国民经济的迅速发展和城市作为经济活动中心作用的突出,则是首要的因素。人民生活水平的提高、时间观念的增强又给城市交通带来巨大压力;交通问题如不及早解决,必将抑制经济的发展以致阻碍整个社会前进的步伐。反之,发达的交通又会给我国蓬勃发展的城乡经济和人民生活带来无限的活力和生机。本文主要就城市客运交通谈几点看法。

一、城市交通在城市经济发展中的作用和地位

城市的形成和发展,有赖于良好的交通和地理条件。一个城市的兴衰往往与其交通条件以及交通发达的程度密切相关。从我国历史上看,由于有了“八水绕长安”的优越自然条件、发达的水运交通,及其在关中陆上交通中的咽喉作用,古都长安曾得以空前的繁荣;北京能成为北方重镇并在公元前 727 年就被燕国定都,它在华北平原和北方山地之间的交通枢纽作用是一个重要的因素;洛阳、开封临近黄河,水运发达,也曾定为都城。相反,历史上经济发达的荆州由于长江南移而不得不让位于沙市。我国郑州、沈阳、太原、哈尔滨等经济发达城市的发展无不由于有通畅的铁路和临河近水的优越条件。所以城市的形成和发展有赖于对外交通发达的程度。

城市的内部交通又是整个交通的重要组成部分。城市是交通的枢纽和集散点,据统计,城市的客运人次为铁路、公路、水运、民航客运人次的五倍,集中在城市的民用车辆约占全国拥有量的四分之三;据估算,每 1 亿元的工业产值在城市中要具备 40 万吨的运输能力,如北京市工业总产值为 263 亿元,运输量至少要有 1 亿吨左右。城市交通是城市生产的一个重要环节,是构成全社会生产能力的一个有机的组成部分,无论是客运还是货运,它们都是生产过程在流通领域的继续,我们形象地把它称做生产的“第一道工序”。今后,随着以城市为中心的城市经济体制改革的不断深入,城市经济越来越成为全国经济发展的主导和核心,城市交通的作用将越来越重要,城市交通状况的好坏直接影响着地区和城市经济的发展。国务院副总理李鹏同志在表彰全国公共交通先进企业、先进集体、先进个人大会上强调指出:城市公共交通工作很重要,是一项很重要的工作,它是城市的动脉,是精神文明的窗口,是社会生产的第一道工序。如果城市公共交通运输发生了问题,那么整个城市生产和生活就会陷于严重障碍,甚至瘫痪的状态。

二、我国城市交通发展的概况

* 于麟、左德钊——城乡建设环境保护部城市建设管理局

建国三十多年来,我国城市公共交通有了很大的发展。据1985年统计,全国已有285个城市有公共交通设施,比1949年增长了近11倍;有公共汽车、电车4.1万多辆,比1949年增长了19.5倍;客运总量为263.5亿人次,比1949年增长了71倍。特别是十一届三中全会以来,以1985年与1978年相比,公共交通汽车、电车实有车辆增长了74.4%;职工人数由27万发展到49.5多万,增长了83.3%;营运线路长度增长了2.25倍。在车种方面,除了公共汽、电车外,还发展了其它适应不同需要的交通工具。尤其是近年来还大力发展了出租汽车,现在在167个城市中已有2.7万多辆出租汽车。在北京、天津修建了47公里地下铁道,还有轮渡船只500多艘,在山城重庆建成了我国第一条城市客运索道,基本上形成了以公共汽车、电车为主体、以出租汽车、地下铁道、轮渡等为辅的公共交通体系。

建国以来,城市道路、桥梁的建设改变了旧中国遗留下来的窄、乱、破、少的局面。道路完好率也由1976年的60%提高到1983年的80%以上。许多城市还打通了原有道路的一些卡口、堵头,解决了一些干道交通不畅、人车拥挤的问题。1985年全国城市拥有道路38,300多公里,为1949年的3.5倍;实有道路面积3.6亿多平方米,为1949年的4.3倍,建设永久性桥梁6900多座,对于城市发展生产、繁荣经济起了很大的作用。

三、目前我国城市交通存在的问题

虽然城市交通事业有了很大的发展,但和经济发展及客运量的增长是很不适应的,主要表现在:

(一)、没有形成一个比较完善的道路交通网。平交路口多、人一车、快慢车没有分流,道路功能不清,尤其是上下班时间在一些重要的交通线路上机动车多、人多、自行车多,造成路口严重堵塞。北京市二环路以内造成交通堵塞的路口已由1980年的25处增加加46处,路段由16处增加到36处;市区主要街道高峰小时行人达1万人次以上。沈阳市66条主要干道中,经常堵塞的有36条;据天津市1985年调查,机动车流量达到饱和路口有18处,受堵时间达半小时左右;上海市区由于车流和人流高度集中,交通经常堵塞的路口达42处,受堵时间也在半小时以上。

造成交通拥挤的另一个原因是道路面积率低。全国平均只有4%,最高的北京市也只有6%,而天津仅3.7%。世界上许多大城市都在20%左右,有的高达40%,交通比较拥挤的东京也超过了10%。

城市道路交通的堵塞导致了车速下降。据一些大城市统计,六十年代城市机动车平均速度为30公里/时,七十年代下降为20公里/时,八十年代已下降为15公里/时;城市公共交通车辆的运营车速由五十年代20公里/时下降到八十年代为12公里/时左右。据京、津、沪、穗等六个城市测算,公共交通车辆运营速度每下降1公里,即相当于损失1,500辆车的运输能力,占这六个城市公共交通车辆总数的12%。

(二)、客运车辆的增长跟不上客流量的增加。据统计,1985年与1949年相比,客量运增长了71倍,而车辆只增长了19.5倍。流动人口的增加是客流量增加的重要因素,北京每天有流动人口80~100万,上海100~120万。以北京、上海、武汉等几个大城市为例,1985年与1978年相比,北京客运人次增长了1倍多,车辆只增长了55%;上海客运人次增长了65%,车辆增长49%;武汉客运人次增长了63%,车辆也只增长了37%。我国大城市所保有的公共交通车辆数量也少于世界上一些国家相似规模的城市。如雅典与武汉相比,雅典人口250万,公共电、汽车为2,066辆,小汽车16.5万辆;武汉人口为296万,公共电、汽车为

1371 辆,出租汽车仅有 226 辆(1985 年统计)。

(三)、城市客运交通工具单一。长期以来,我国城市客运交通工具以公共汽车为主,载客量少、速度慢、耗能高、污染严重。它的通过能力只能在 7,000 人次/时左右,而目前大城市公共交通线路的客运量已有二分之一以上超过了这一限度。如上海统计,在市区 67 条公共交通线路中,有 46 条路线单向小时客流量已超过 1 万人次,北京市也有 10 条线路超过了 1 万人次。以上情况说明,改造现有的交通工具,提高其运载能力,增加大容量高速度的交通工具已成为当务之急。

四、发展城市交通的几点设想

(一)、建设一个人车分行、快慢车分流、功能明确、多层次的比较完善的道路交通网。城市的主次干道要形成系统,干道上的交通要实行人车分流、快慢车分流。设立明显的、不可逾越的隔离地带或标志。对各级道路、街巷以及各种专用道路、人行道等要合理布局,以减少对干道交通的干扰,分散干道交通的部分客流量。

总结历史的经验,在干道交通系统的建设过程中,一般大城市应有 2~3 个比较完整的、采用立体交叉以实现基本上不受红绿灯限制的快速环路和几条快速干道,以利各种交通流量的迅速集中和迅速分散。中等城市一般应有 1~2 条快速环路和干道形成城市交通的骨架,这样可以大大提高城市交通的速度,大大提高运输效率。北京市修建的二环、三环两条快速环路发挥了很好的作用。车辆平均行驶速度达每小时 40 公里,高出一般干道 1.5 倍,充分显示了环路的优越性。另外,要对现有不合理的道路进行改造,对交通量已达到饱和程度的干道和平交路口要进行渠化处理;对每小时超过 2,500 辆机动车的路口一般要建设立体交叉;对行人高密度集中的街口要修建人行过街天桥或地下人行道。穿越城市的过境公路和铁路,要逐步迁移到城市外面绕行,以减轻城市道路的压力和堵塞严重的问题。同时,要把城市交通网与各种对外交通运输干线结合起来,形成一个整体,以充分发挥城市交通的综合枢纽作用。

(二)、要采用先进的、快速大容量的交通工具。我们预测到 2000 年,我国城市的年客运量将达到 400 多亿人次,城市公共交通车辆将超过 10 万辆。这么大的客运量仅仅靠公共汽车、电车是不可能承担的,必须采用速度快容量大的先进交通工具。首先要对现有的公共汽车、电车进行改造,提高动力性能、增加载客量,并提高车辆的技术性能。在百万人口以上的特大城市要优先发展造价低、速度快、容量大、又节约能源的轻轨交通。例如北京市就准备以地铁为中心把市郊铁路、轻轨交通融为一体,形成一个快速轨道交通系统,据测算轻轨交通的造价相当于地铁造价的 10%~30%。轻轨交通耗能也只相当于等量公共汽车的 40%,在客运量方面也比较适合我国的情况,它的适用范围是每小时单向客流 1 万至 2.5 万人次之间。建造方式也比较灵活,又因为是专线行驶,比较安全,噪声也比较低。目前我国北京、上海、天津、大连、广州、长春等城市都在建设或准备建设中。我们的目标是 2000 年以前实现市内乘车最长的时间不超过 40 分钟,即在 40 分钟内可以到达市内想要去的任何交通点。

城市交通要与对外交通如铁路、水运、航空等衔接好,建立综合性的、多用途的换乘站,形成一个现代化的、四通八达的客运交通网。

(三)、坚持改革,调整政策,要使公共交通企业具有自我发展的能力。城市公共交通企业虽然是生产企业,但它不同于一般工业企业,要把社会效益放在第一位而不以盈利为主要目的,它的经营应以微利为原则。公共交通企业的特点是:服务面越大,服务水平和质量越

高,成本就越高,企业的利润就越少,甚至亏损。但它也不是慈善事业,应当有合理的收入,有维持简单再生产和具备自我发展的能力。国家在经济政策上给予扶持,减轻其税费负担,有利于公共交通事业的发展。公共交通企业扩大再生产所需的投资,如修建地铁、快速有轨电车、站场设施和购置车辆和大型设备等,国家给予补助。对自行车的补助问题,要在政策上适当进行调整,使之和公共交通相协调并有利于加快公共交通的发展。公共交通企业的改革要打破吃“大锅饭”,坚持承包责任制,实行独立核算。

城市道路交通设施的建设应改变全部由国家包下来的办法,实行有偿使用,以路养路,以桥养桥。用经济手段来加快道路及其它设施的建设,实践证明是行之有效的。

(四)、城市交通问题要综合治理。城市交通涉及面广,它不仅仅局限于道路状况的改善、交通工具的增加和经济政策的改革与调整,而必须进行综合治理。首先要适当控制城市的发展和人口规模,强调城市交通的布局必须纳入城市发展总体规划,当前要采取措施缓和交通上的压力,采取错时上下班、调整工作单位以减少居民出行时间,都是行之有效的办法;要大力开展换房工作,例如天津市在最近五年中已为 18 万户职工换房,有效地减少了城市交通客运量。另一方面,要调动社会力量,开展多家经营,发动全社会办交通。在公共交通企业内部,要进一步建立和健全经济责任制,调动职工的积极性,把企业搞活。

党的十一届三中全会以来,我国城市交通事业发展很快,六年的发展相当于解放后的三十年。现在的交通问题是我国搞活经济、提高人民生活水平过程中出现的新问题,是前进中的问题。我们要很好地总结,吸收国内外的成熟的经验,引进先进的交通技术和设备,不断提高我国城市道路交通设施水平和现代化管理技术,把我国的城市交通问题解决好。只要我们认真贯彻党中央、国务院的有关方针政策,采取切实可行的措施,我国城市交通事业的发展就一定会出现一个崭新的局面。

我国高速道路修建中若干问题的探讨

方福森*

一、概 说

随着我国社会主义现代化建设的蓬勃发展,道路运输量日益增大,目前我国不少道路年平均日机动车交通量,特别是在大中城市进出口路段,已达 5500~6500 辆。如果按交通量年平均增长率 10% 计算,则到远景 20 年计算期年平均日机动车交通量将达到 37000~44000 辆。为了减少运输时间、行车费用、货物损伤和交通事故,提高运输经济效益,促进地区经济开发和繁荣,我国目前应有不少道路需着手修筑高速道路。

目前我国正在施工中的高速道路有上海至嘉定和莘庄至松江两线,前者长 15.9 km,后者长 20.59 km。北京天津至塘沽高速道路全长 154.46 km 也已做好可行性研究;广州—深圳—珠海高速道路全长约 240 km 已做好技术设计,均在准备施工。[其他各地正在酝酿修筑的高速道路,有南京至上海、上海经杭州至宁波以及福州至厦门等线。

一般来说,高速道路是至少具备四个车道,设有中央分隔带,全部设置立体交叉和全部控制出入,并设置完善交通设施的汽车专用道路。但目前世界各国对高速道路各自有其建设标准,并没有统一的模式,如瑞典、法国、日本和南朝鲜的高速道路有一部分是双车道,中央分隔带可设可不设;东欧各国和苏联很多高速道路只是部分设置立体交叉和部分控制出入。

国外高速道路不但有大量小客车运行,在晚间和夜间还有大量大型客货车、拖挂车和集装箱车辆运行,所以它的客货运量占道路总客货运量的比重一般都很大。我国道路上小客车较少,大型客货车和拖挂车所占比重很大,似应根据我国国情和具体情况来制订中国式的高速道路标准。

至于全国高速道路网规划,目前也应开始着手进行。对此必须以系统的观点,从整个交通运输网的经济、军事、文教和旅游等宏观条件出发来进行规划。首先要搞好交通调查和预测,做好沿线经济调查,提出几种初步规划和分期实施方案,然后通过技术经济比较的分析与论证,进行可行性研究,最后定出最优的方案。

应当指出,二级公路的日通行能量为 5000~7000 辆,一级公路的日通行能量大致是二级公路的 2 倍,即 10000~14000 辆,而它的占地面积也大致为二级公路的 2 倍。四车道高速道路占地面积大致为二级公路的 3 倍,但它的日通行能量为 25000~40000 辆,即二级公路的 5~5.7 倍。所以从占地面积来说,高速道路是有较高的经济效益的。

* 方福森——南京工学院

二、高速道路的定线

高速道路的线形设计,不但要满足汽车行驶的力学要求,还要把驾驶员的心理和生理状态、旅客的舒适和货物的损伤程度,以及地形、地物、环境保护、生态平衡、美观、运输经济和国家政策等作为主要因素进行综合考虑。对某些特殊路段应绘制透视图,以检验其是否与周围环境相协调。还可通过电子计算机绘制动态透视图(电视、录像)为驾驶员提供路线的真实情况,以便判断如何操纵车辆。

考虑到我国道路上行车以大中型客货车占很大比重,而这些车辆的经济速度只约40 km/h,同时行车速度过高,容易产生事故,通行能力也要下降,因此,高速道路不宜采用过高的计算行车速度。建议对平原微丘区取用100~120 km/h,山岭重丘区和城市区用60~80 km/h。一条高速道路可分段采用不同的计算车速,但每段长度不宜小于20 km,相邻两个路段计算车速之差不得大于20 km/h,过渡段最好设在村镇、车站、交叉路口或地形、地物变化处,并设置相应的标志。

有些国家强调高速道路应采用以圆曲线加缓和曲线为主配以短直线的平面线形设计。日本和联邦德国还限制直线长度(m)不得大于计算车速(km/h)的20倍。西班牙则限制直线长度不得超过汽车以80%计算车速行驶1.5 min的距离。但大多数国家则认为这种限制不宜机械地执行,应视具体情况具体分析。京津塘高速道路平曲线长度占道路总长的76.6%,最长直线达3487 m;沪嘉高速道路平曲线长占道路总长的44.6%。

实际上,直线路段最短捷,易于测设和施工,桥梁、隧道建筑较简易,视野开阔,视距不受阻,驾驶员易于操纵车辆,劳动强度小,易于超车,行车阻力小,能耗也少。曲线路段的优点是较柔和、平顺、美观、舒适,能配合不同的地形、地物和自然景观,避免高填深挖,而长直线则易使驾驶员眩目,而且感到单调枯燥、疲劳怠倦,以致反应迟钝,麻痹大意,加快速度,导致车祸。

因此,作者认为高速道路平面线形设计是否应以曲线为主的问题,应当根据客观情况具体分析。在平原微丘地区或是在长途货运有大量拖挂车行驶线路上,应优先考虑以直线为主的平面线形;在山岭重丘地区,或是在风景名胜游览地区,特别是登山道路,或是为了战时隐蔽,避开敌机目标,则可采用以曲线为主的平面线形;对小客车较多的线路,可因地制宜,灵活选用。

美、法和日本等国早年修筑高速道路,都要求靠近或穿过大中城市,这样比较方便些,但却与城市内部交通相互干扰,造成市内噪声和废气污染,交通事故增多,而且也影响城市的规划和建设。高速道路如必须穿过大中城市,则势必要建造成高架式和隧道式,并须加筑许多匝道、加速车道、减速车道和标志等附属设施,以便与其他道路相连接。这就要增加很多建设投资和营运费用。因此近年来,大多数国家都认为高速道路不宜靠近或穿过大中城市,宜从大中城市外围绕过,并建筑支线接通城市。

高度道路在定线时,不宜利用老路,因为老路几何线形和宽度一般较高速道路差得多。美国高速道路有85%是重新定线,不利用老路,意大利修筑高速道路保留了旧的国道和铁路。在我国可以利用老路作为非机动车行驶路,在高速道路施工中,老路还可用于运输材料和机具,正常的行车交通也可不致中断。当然,如果老路几何线形很好又很宽,也可利用老

路改建成高速道路,此时必须考虑将非机动车引到其他道路上或另修非机动车专用路。

高速道路的平面与纵断面线形设计,主要应注意如下几点:

1. 平坦和下坡长直线的尽头切忌设置小半径平曲线;
2. 平曲线的长度不宜过短,转角不宜太小;
3. 小半径平曲线和竖曲线不宜相互重叠,当平曲线半径小于 1000 m 时,其所重叠的竖曲线半径至少应为平曲线半径的 10~20 倍;
4. 当平曲线与凸形竖曲线相重叠时,前者应将后者包括在内,前后两者中点错动范围不宜超过前者长度的 1/4;
5. 凸形竖曲线顶部和凹形竖曲线底部均不宜设置小半径平曲线的起点和反向曲线的转点;
6. 一个直线或平曲线不要包括起伏过多的小半径竖曲线;
7. 小半径平曲线不宜设在较陡的或多变化的纵坡路段。

三、高速道路的横断面设计

为了便利超车和小汽车与大型客货车分道行驶,高速道路至少要配备四个车道,当年平均日交通量为 10000~30000 时宜于采用。六车道和八车道高速道路分别适用于年平均日交通量 20000~45000 辆和 40000~70000 辆,每一车道宽度一般采用 3.5~3.75 m;在山岭重丘或城市区可缩窄为 3~3.25 m。京津塘、沪嘉、莘松高速道路均采用 3.75 m。当纵坡大于 4% 时,要加设爬坡车道。爬坡车道、加速车道和减速车道宽度均可用 3 m。

中间带包括中央分隔带和两侧内路缘带。京津塘、沪嘉等高速道路中央分隔带宽度用 3 m,在城市用地受限制时,可缩窄为 1~1.5 m。中央分隔带的功能是:防止上下行车辆相撞;晚间行车可不灭前灯;阻止车辆回头转弯和设置标志、灯柱等。中央分隔带每隔 2~3 km 要设一个断口,宽度约 17~25 m,头部可用半圆形或弹头形。窄的中央分隔带要设置高出内路缘带 10~15 cm 的缘石,缘石边可镶装猫眼。内路缘带主要是引导行车,并作为行车带的补充宽度,其宽度为 0.5~1 m,京津塘、沪嘉、莘松等高速道路均用 0.75 m。

路肩包括外路缘带、硬路肩(紧急停车带)和土路肩三部份。外路缘带功能和宽度与内路缘带相同。硬路肩保护车行带和外路缘带边缘,防止雨水渗入路基,并供紧急停车用。硬路肩宽度,平原微丘区不小于 1.75~2.5 m,山岭重丘区和城市区不小于 1.25~1.75 m。对分离式路基,其内侧硬路肩宽度可减窄,平原微丘区不小于 0.75~1.25 m,山岭重丘区和城市区不小于 0.5~1 m。当硬路肩宽度小于 1.75 m 时,最好加设紧急停车带,其总宽度为 3 m,长度应不小于 3 辆小汽车或 1 辆半挂车的长度(约 20~30 m)加上汽车从车行带减速开入停车带和从停车带加速开入车行带的过渡段长度各为 20~30 m,总计约 60~90 m,汽车紧急刹车的滑行距离约 20~30 m,当轮胎爆破一般也能再行 200~300 m。如用人推车,在平路上小汽车 1 人、大客车 3~4 人,可推行 200~500 m。故紧急停车带的间距,平原微丘区取 300 m,山岭重丘或城市区取 500 m。土路肩一般宽 0.5~2 m,其上可设置标志柱、灯柱或护栏。

高速道路的路基宽度,对四车道一般用 26~29 m,在地形困难和城市地区可缩窄为 20~25 m;对六车道一般相应增加 7.5 m;八车道一般相应增加 15 m。为保证行车安全,边坡

稳定,并有利于机械化施工,高速道路趋向于采用平缓的路基边坡,对1.5~3 m高路堤,边坡用1:4~1:3;4 m以上路堤用1:2,必要时边坡可加石砌。

国外高速道路倾向于采用低路堤,联邦德国高速道路路堤高大多为1 m,因为路堤太高,有如万里长城,用土太多,占地太大。对1:1.5的边坡,路堤每增高1 m,每延米长路堤要多占地3 m²,增加土方量26.5 m³。高路堤行车不安全,而且还会增大对地基的压力,需要很长时间才能沉实稳定,在软土地基上不宜采用。重要的是要保证地面地下排水,田路分家,加大边沟横断面并加石砌。

我国修筑高速道路,往往是通过人口稠密地区,高速道路是全封闭的,这就要求解决居民横穿高速道路问题。为此需要修筑许多通道,但通道又不能修得太低以免排水困难。同时路基高度要受到立交,桥梁通航高度的控制,所以它的高度不能太低。京津塘高速道路路堤平均高度:北京段2.2 m,河北段2 m,天津段2.9 m;沪嘉、莘松两高速道路路堤高度最高4 m,最低0.8 m,平均2.7 m。为减低路堤高度,似可将地方道路适当合并,汇成一条横向通道,穿过高速道路。

国外城市高速道路较多采用路堑式结构,因为它较易处理横向交通,匝道与相交道路连接处视野开阔,并可减少汽车噪声污染,但废气不易扩散,地下水和地下管线也难于处理。在城市房屋密集地区,高速道路宜建成高架式,因它占空间较小,不妨碍横向交通,不受地下水,地下管线干扰。为减轻噪声和废气污染,高架结构要高出地面16~19 m,两侧还要设m高的钢筋混凝土护墙,其上再设2 m高的防声壁,路面要保持平整,桥梁应尽量减少伸缩缝,以减少噪声。高架式高速道路会干扰沿线电视波,故需调查沿线电视接收情况和影响范围,以便改为有线传送。

四、高速道路的立体交叉

高速道路立体交叉有分离式和互通式两种,前者适用于高速道路与铁路或次要道路或拖拉机、人、畜通道相交时,后者适用于高速道路与另一高速道路或干线道路相交时。为便利高速道路两侧的横向交通,分离式立交可设得密一些。京津塘高速道路分离式立交在主线有141处,连接线有6处,共计147处,平均间距1.05 km。沪嘉高速道路分离式立交平均间距0.3~0.5 km。莘松高速道路分离式立交共51处,平均间距0.4 km。修筑分离式立交通道,可采用定型化板式或梁式桥;人畜通道可采用大型涵洞;拖拉机道还可结合跨河桥梁进行布置。

互通式立体交叉的间距,取决于交通量(包括直行的和左右转弯的)、交叉建筑费、用地以及高速道路两侧道路网的密集程度,其最小间距应能保证设置标志和车流畅通等所必须的距离。联邦德国在离交叉点的1 km处即开始设置指路标志。京津塘高速道路互通式立交在主线有8处,连接线有2处,共10处,平均间距15 km,沪嘉高速道路互通式立交平均间距为5.5 km。莘松高速道路互通式立交共4处,平均间距5 km。城市高速道路互通式立交数量较野外高速道路为多,例如美国野外高速道路互通式立交间距平均为6.9 km,而城市高速道路则仅1.8 km。

高速道路立交是采用上跨式或下穿式,要结合地形、地质、排水情况、景观和经济等条件来确定。如为上跨式立交,宜采用下承式桥梁,上下行可分别建造两座,凸形竖曲线半径要

采用较规定为大的数值,以免桥梁结构和凸形道路遮挡驾驶员的视野。沪嘉高速道路参考日本标准,采用 45000 m 的半径,保证视距达到 420 m,为规定值的 2 倍。桥下道路有时要设排水泵站。如为下穿式立交,宜采用上承式轻型桥梁结构,凹形竖曲线半径也要采用较规定为大的数值,以免桥梁结构挡住驾驶员的视野。沪嘉高速道路采用 16000 m 以上的半径。

下穿式立交采用较广泛,如京津塘高速道路上跨式立交只有 7 处,其余均为下穿式,因为相交道路宽度一般较高速道路为小,跨路桥可窄些,横坡可陡些,可大大减少填方数量。如中央分隔带很窄,且无变速车道时,则跨路桥较短,可采用单孔桥,不设桥墩,以免阻挡驾驶员的视野。如中央分隔带很宽,跨路桥较长,可采用双孔桥,把桥墩设在中央分隔带上。为增进驾驶员的视野,可把两侧桥台改为斜腿刚架桥,使其两侧各形成一个三角形孔洞。至于桥梁墩台,最好采用上粗下细的倒锥形薄壁结构或 Y 型支撑连续梁,以增进视野。

菱形交叉已被公认为最好的,最常用的一种互通式立交形成,因为它在四个象限内各只设一条单向匝道,较简单,驾驶员容易识别路线,占地少,造价低。但它在相交道路上有 4 个车流冲突点,如果左转弯车辆较多时,则需要较长、较宽的匝道以便停候车辆。苜蓿叶形和部分苜蓿叶形立交过去曾常用,但其匝道长,用地多,造价高,左转弯行驶距离长。定向型立交可为每个方向转弯车辆提供直接运行的路线,通行能力大,行车时间损失少,但所需结构物较多,造价最高。

五、高速道路的路面

京津塘、沪嘉、莘松等高速道路都采用沥青混凝土路面,因为它与水泥混凝土路面相比,具有造价低、无接缝、较平整、施工进度快、铺筑后立即通车和损坏后易于修复等优点。但是由于国产沥青筑路性能差,每年调拨给道路建筑部门使用的数量很有限,近年来每吨价格已由 100 元提高至 500~600 元,如果购买进口沥青,则要使用外汇,再加上运输费用,每吨价格将超过 1000 元,因此有些高速道路又开始考虑采用水泥混凝土路面。

水泥混凝土路面具有使用寿命长和养护维修费用少等优点。同时通过多年来的科学研究和技术革新,其设计方法和材料施工工艺已有很大改进。例如:

1. 采用复合式混凝土路面以尽量利用当地质量差的材料而减低造价;
2. 采用外侧厚内侧薄的梯形断面,以节约材料减低造价;
3. 采用长间距胀缝和斜向不等间距的窄缩缝,以增进路面平整度减少养护维修费用;
4. 采用真空吸水和震动碾压工艺以减少水泥用量并加快施工进度;
5. 掺入减水剂、粉煤灰或钢纤维,以节约水泥用量等等。

作者认为应当根据具体条件,通过技术经济比较论证,来确定选用沥青混凝土或是水泥混凝土路面。

应当指出,当设计高速道路路面时,除考虑汽车轴载外,还要考虑集装箱运输车辆的轴载。根据国家标准 GB1413-78 的规定,集装箱有 5D、10D、1CC 和 1AA 四种型号,其所相应的载重量为 5、10、20 和 30 t。

至于路缘带,一般可采用与行车带相同的结构铺筑,但其表面最好涂漆与行车带不同的颜色。当然也可采用与行车带不同颜色的材料和结构来铺筑。硬路肩和紧急停车带的路面