

普通高等学校土木工程专业新编系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会 审订

道路工程

(第3版)

D

L

G

C

秦建平 主编



WUTP

武汉理工大学出版社

013032408

U41-43
08-3

普通高等学校土木工程专业新编系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会 审定

道路工程

(第3版)

主 编 秦建平
副主编 陈华鑫
主 审 雒 应 高忠俊



U41-43
08-3

武汉理工大学出版社
· 武 汉 ·



北航

C1641008

【内 容 提 要】

《道路工程》是根据全国土木工程专业教学指导委员会制定的培养目标、规格及课程设置方案,按照教材编委会制定的教学大纲编写的,适用于土木工程本科专业教学,也可以供从事道路工程管理、规划、设计、施工、监理、检测、造价、养护等技术人员工作时参考。

全书共分14章,第1章“总论”,主要介绍道路工程基础知识;第2章“交通工程原理”,系统介绍交通工程理论、方法与实践;第3章“道路车辆行驶原理”,主要介绍与道路工程设计相关的驾驶员特性、车辆行驶理论;第4章“道路几何原理”,系统介绍道路几何设计原理、方法;第5章“道路总体与选线设计”,主要介绍总体设计与选线要求、原则、方法;第6章“道路定线与线形设计”,主要介绍道路纸上定线与线形组合设计原理、方法;第7章“道路景观设计”,主要介绍道路景观的设计要求与设计方法;第8章“道路路线测量”,主要介绍道路中线测量原理、方法;第9章“路基工程”,主要介绍路基工程设计与施工、养护方法、质量控制;第10章“路面工程”,主要介绍路面设计理论、设计要点、施工方法、质量控制;第11章“道路排水工程”,主要介绍道路排水设计、小桥涵设计及施工;第12章“路基路面检测技术”,主要介绍公路路基路面现场测试原理、方法;第13章“平面交叉工程”,主要介绍平面交叉设计原理、方法;第14章“立体交叉工程”,主要介绍互通式立体交叉设计方法。

图书在版编目(CIP)数据

道路工程/秦建平主编. —3版. —武汉:武汉理工大学出版社,2013.1
ISBN 978-7-5629-3835-4

I. ①道… II. ①秦… III. ①道路工程-高等学校-教材 IV. ①U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 221546 号

项目负责人:蔡德民 刘永坚 田道全

责任编辑:王利永

责任校对:张明华

装帧设计:语新文化设计工作室

出版发行:武汉理工大学出版社

社 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编:430070

网 址:<http://www.techbook.com.cn>

经 销:各地新华书店

印 刷:通山金地印务有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:23.25

字 数:753 千字

版 次:2000 年 8 月第 1 版 2013 年 1 月第 3 版

印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷 总第 10 次印刷

印 数:40500—45500 册

定 价:42.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87515778 87515848 87785758 87165708(传真)

· 版权所有 盗版必究 ·

普通高等学校土木工程专业新编系列教材编审委员会

(第4届)

学术顾问:

吕西林 李杰 罗福午 李少甫 甘绍熺 包世华 毛鹤琴
辛克贵 刘立新 李必瑜 彭少民 何铭新 吴培明 胡敏良

主任委员:

李国强 朱宏亮 田高

副主任委员:

刘伟庆 邹超英 白国良 徐礼华 雷宏刚 贾连光 朱彦鹏
张永兴 张俊平 刘殿忠 缪昇 王岚 周学军 赵明华

委员:(以姓氏笔画为序)

王林 王燕 王月明 王天稳 王社良 王泽云 袁海庆
邓铁军 王新武 王毅红 吴炎海 卢文胜 白晓红 蒋沧如
叶献国 孙俊 孙强 刘长滨 李书进 李启令 曾志兴
李怀建 刘剑飞 孙家齐 过静珺 李碧雄 张立人 窦立军
陈水生 邵旭东 陈伯望 宋固全 张国强 张科强 戴国欣
吴雪茹 吴辉琴 何培玲 周云 俞晓 饶云刚 魏瑞演
姜玉松 段兵廷 柳炳康 赵瑞斌 徐伟 秦建平 袁广林

总责任编辑:刘永坚 田道全

秘书长:蔡德民

前 言

(第3版)

本教材是在长安大学秦建平教授主编、武汉理工大学出版社出版的普通高等学校土木工程专业新编系列教材《道路工程》第2版的基础上编写的。

近年来,因公路与城市道路建设的迅速发展,道路工程规划、设计、施工的理念和方法不断更新,中华人民共和国交通运输部、中华人民共和国住房和城乡建设部最新行业标准、规范、规程等均已修订,原教材部分内容已不适应发展需求。因此,在这次修订编写中,在原教材框架和体系的基础上,重新进行了编写。

道路工程是以道路为对象而进行的规划、勘测、设计、施工等技术活动的全过程及其所从事的工程实体。《道路工程》教材力求将道路工程基本概念、交通工程基本原理、道路路线、交叉工程、路基与路面工程的设计与施工等内容有机地融为一体,使学生在学完这门课程后对道路工程的各个方面的知识有一个全面、系统、深入的了解,具备从事道路工程的设计、施工、管理的基本知识和能力,具备初步的研究开发能力。

本教材注重基本原理、分析思路和技术方法等方面的论述,力求内容的理论性与实践性、系统性与先进性及可读性与可操作性并重,以满足不同学校、不同层次、不同专业的教学需求。本教材内容丰富,各教学单位可根据自身专业特点及要求,对教学内容进行适当调整和删减。

本教材由长安大学秦建平教授任主编,陈华鑫教授任副主编,长安大学雒应教授和西安市政设计研究院有限公司高忠俊教授级高级工程师任主审。第1、4章由秦建平(长安大学)编写;第2、3章由秦臻(西安市政设计研究院有限公司)编写;第5章由秦臻、秦建平编写;第6章由秦建平、隋晓飞、关宇驰(长安大学)编写;第7章由秦建平、张兵强、刘猛(长安大学)编写;第8章由王都兴(西安市政设计研究院有限公司)、雒应(长安大学)编写;第9章由陈华鑫、秦建平编写;第10章由陈华鑫(长安大学)编写;第11章由王都兴、陈华鑫、秦建平编写;第12章由陈华鑫、秦奋(长安大学)、秦建平编写;第13章由秦臻、秦建平、田茂杰(长安大学)编写;第14章由秦建平、刘阔、陈建新(长安大学)编写。全书由秦建平教授修改定稿。土木工程专业新编系列教材编审委员会提出了宝贵的修改意见。

本书插图由秦臻、秦建平等编绘。

福建农林大学郑建荣,湘潭大学谭红霞,黑龙江工程学院宋高嵩,中交第一公路勘察设计院有限公司吴明先、雷耀军、张永刚教授级高级工程师等对本书第3版的编写工作提出了宝贵意见,在此表示诚挚的感谢!

本教材在编写过程中,参考了有关标准、规范、教材和论著,在此谨向有关编著者表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。如有意见和建议可与武汉理工大学出版社或长安大学公路学院联系(西安,710064)。

编 者

2012年8月

目 录

1 总论	(1)
1.1 绪论	(1)
1.1.1 道路运输的特点及道路的功能	(1)
1.1.2 公路发展现状与发展规划	(2)
1.1.3 城市道路发展概况与发展规划	(3)
1.2 道路分类与分级	(6)
1.2.1 道路的分类	(6)
1.2.2 公路的分类、分级与技术标准	(6)
1.2.3 城市道路分级与技术标准	(7)
1.3 道路设计与施工	(9)
1.3.1 道路基本组成	(9)
1.3.2 道路勘测设计控制	(12)
1.3.3 公路勘测设计阶段	(16)
1.3.4 公路工程施工	(17)
本章小结	(19)
习题与思考题	(20)
2 交通工程原理	(21)
2.1 绪论	(21)
2.1.1 交通工程学概念	(21)
2.1.2 交通系统基本要素	(22)
2.2 交通流理论	(23)
2.2.1 交通流基本参数	(23)
2.2.2 交通流的统计分布特性	(26)
2.3 道路通行能力理论	(32)
2.3.1 道路通行能力和服务水平	(32)
2.3.2 道路路段通行能力	(35)
2.3.3 交错点(段)交通特性	(40)
2.3.4 交织区通行能力	(41)
2.3.5 匝道端部通行能力	(42)
2.3.6 平面交叉口通行能力	(43)
2.3.7 公共交通通行能力	(47)
2.4 道路交通特性与特征分析	(48)
2.4.1 交通要素特性	(48)
2.4.2 交通量基本特性	(49)
2.4.3 行车速度特性	(51)
2.4.4 交通安全特征	(55)
2.5 交通控制理论和方法	(58)
2.5.1 交通控制概念	(58)

2.5.2	道路交通标志	(59)
2.5.3	道路交通标线	(62)
2.5.4	交叉路口的信号控制	(63)
2.5.5	高速道路的交通控制	(64)
	本章小结	(65)
	习题与思考题	(66)
3	道路车辆行驶原理	(67)
3.1	车辆类型	(67)
3.1.1	机动车与非机动车	(67)
3.1.2	汽车主要参数	(68)
3.2	机动车驾驶员特性	(73)
3.2.1	驾驶员视觉信息	(73)
3.2.2	驾驶员动态判断	(74)
3.2.3	驾驶员视力适应	(75)
3.2.4	驾驶员反应与操作	(76)
3.3	汽车行驶性能	(78)
3.3.1	汽车行驶性能主要研究内容与要求	(78)
3.3.2	汽车行驶轨迹	(80)
3.3.3	汽车制动性能	(82)
3.3.4	汽车行驶的横向稳定性	(85)
3.3.5	汽车行驶动力性能	(86)
	本章小结	(90)
	习题与思考题	(90)
4	道路几何原理	(91)
4.1	平面几何原理	(91)
4.1.1	平面线形要素及几何特点	(91)
4.1.2	直线	(92)
4.1.3	圆曲线	(96)
4.1.4	缓和曲线	(97)
4.1.5	视距	(101)
4.2	纵断面几何原理	(104)
4.2.1	纵断面图	(104)
4.2.2	纵坡(直线)及坡长	(104)
4.2.3	合成坡度	(106)
4.2.4	爬坡车道与避险车道	(107)
4.2.5	竖曲线	(109)
4.3	横断面几何原理	(112)
4.3.1	公路横断面的组成	(112)
4.3.2	城市道路横断面的组成	(114)
4.3.3	机动车行车道宽度	(115)
4.3.4	非机动车行车道宽度	(117)
4.3.5	人行道宽度	(117)
4.3.6	分隔带	(118)
4.3.7	路肩	(121)

4.3.8 平曲线的加宽及其过渡	(123)
4.3.9 超高	(124)
本章小结	(129)
习题与思考题	(130)
5 道路总体与选线设计	(131)
5.1 道路总体设计	(131)
5.1.1 总体设计的要求与工作步骤	(131)
5.1.2 总体设计应考虑的主要因素	(132)
5.1.3 道路基本走向选择	(133)
5.1.4 道路总体设计要点	(133)
5.2 道路选线	(134)
5.2.1 公路选线	(134)
5.2.2 平原、微丘区选线	(134)
5.2.3 丘陵区选线	(136)
5.2.4 山岭区选线	(137)
5.2.5 3S 技术在公路选线中的应用	(141)
本章小结	(142)
习题与思考题	(142)
6 道路定线与线形设计	(143)
6.1 道路定线设计	(143)
6.1.1 概述	(143)
6.1.2 纸上定线方法	(144)
6.1.3 平曲线设置方法	(146)
6.1.4 高速公路定线	(149)
6.2 线形设计	(150)
6.2.1 概述	(150)
6.2.2 平面线形设计	(150)
6.2.3 纵断面线形设计	(159)
6.2.4 横断面设计	(170)
6.2.5 平、纵、横面线形组合设计	(175)
本章小结	(177)
习题与思考题	(177)
7 道路景观设计	(178)
7.1 绪论	(178)
7.1.1 道路景观要素与类型	(178)
7.1.2 道路景观设计基础	(179)
7.1.3 道路景观设计程序	(180)
7.2 道路结构物景观设计	(181)
7.2.1 一般造型原则	(181)
7.2.2 平面、立面、横断面造型	(182)
7.2.3 交叉路口的景观设计	(182)
7.2.4 构造物的景观造型	(182)
7.3 道路绿化设计	(183)

7.3.1 道路绿化的意义和作用	(183)
7.3.2 道路绿化的设计原则	(183)
7.3.3 道路绿化的总体布局和设计	(184)
本章小结	(187)
习题与思考题	(187)
8 道路路线测量	(188)
8.1 绪论	(188)
8.1.1 道路测量基础知识	(188)
8.1.2 道路平面控制测量要点	(188)
8.1.3 道路高程控制测量要点	(189)
8.1.4 道路地形测量要点	(190)
8.2 道路中线测量	(190)
8.2.1 概述	(190)
8.2.2 交点和转点的测设	(190)
8.2.3 经纬仪测设道路中线	(191)
8.2.4 全站仪测设道路中线	(193)
8.2.5 GPS 实时动态差分定位(RTK)法测设道路中线	(193)
8.3 道路高程测量	(194)
8.3.1 概述	(194)
8.3.2 基平测量	(194)
8.3.3 中平测量	(194)
8.4 道路横断面测量	(195)
8.4.1 概述	(195)
8.4.2 横断面方向的测定	(196)
8.4.3 横断面的测量	(198)
8.5 道路施工放样测量	(198)
8.5.1 概述	(198)
8.5.2 施工放样测量	(198)
本章小结	(200)
习题与思考题	(200)
9 路基工程	(201)
9.1 绪论	(201)
9.1.1 路基工程的概念	(201)
9.1.2 影响路基稳定的因素	(203)
9.2 路基构造物	(206)
9.2.1 路基横断面	(206)
9.2.2 坡面防护	(206)
9.2.3 挡土墙	(208)
9.3 路基施工	(210)
9.3.1 概述	(210)
9.3.2 路基工程施工准备工作	(212)
9.3.3 基底及零填挖路床处理	(212)
9.3.4 路堤填筑施工	(213)
9.3.5 路堑开挖施工	(215)

9.4 路基养护	(218)
9.4.1 路基的主要病害及其防治	(218)
9.4.2 路基稳定性	(219)
本章小结	(222)
习题与思考题	(222)
10 路面工程	(223)
10.1 基(垫)层	(223)
10.1.1 稳定类基层及底基层	(223)
10.1.2 粒料类基层、底基层及垫层	(226)
10.2 沥青路面设计与施工	(228)
10.2.1 柔性路面设计	(228)
10.2.2 沥青路面	(234)
10.2.3 沥青粘层、透层与封层	(238)
10.2.4 沥青路面施工及质量控制	(239)
10.2.5 沥青路面养护	(243)
10.3 水泥混凝土路面	(244)
10.3.1 刚性路面设计	(244)
10.3.2 水泥混凝土面层施工及质量控制	(253)
10.3.3 水泥混凝土路面养护	(256)
本章小结	(258)
习题与思考题	(258)
11 道路排水工程	(259)
11.1 概述	(259)
11.1.1 道路水的来源与危害	(259)
11.1.2 道路排水分类	(259)
11.2 公路路面排水	(260)
11.2.1 公路路面排水设计	(260)
11.2.2 公路路肩排水设计	(260)
11.2.3 公路中央分隔带排水设计	(261)
11.3 公路路基排水	(262)
11.3.1 公路路基地面排水设计	(262)
11.3.2 公路路基地下排水设计	(266)
11.3.3 排水系统综合规划	(268)
11.4 城市道路排水	(270)
11.4.1 概述	(270)
11.4.2 雨水管道设计	(270)
11.4.3 污水管道设计	(271)
11.5 小桥涵工程	(271)
11.5.1 概述	(271)
11.5.2 小桥涵类型与构造	(272)
11.5.3 涵洞施工要点	(275)
本章小结	(276)
习题与思考题	(276)

12 路基路面检测技术	(277)
12.1 路基路面几何尺寸与路面结构层厚度检测	(277)
12.1.1 概述	(277)
12.1.2 几何尺寸测试方法与步骤	(277)
12.1.3 几何尺寸计算与评价	(278)
12.2 路基路面压实度检测	(278)
12.2.1 概述	(278)
12.2.2 挖坑灌砂法测定压实度试验	(279)
12.2.3 环刀法测定压实度试验	(282)
12.2.4 钻芯法测定沥青面层压实度试验	(283)
12.3 路基路面弯沉检测	(283)
12.3.1 概述	(283)
12.3.2 贝克曼梁测定路基路面回弹弯沉试验	(284)
12.3.3 自动弯沉仪测定路面弯沉试验	(286)
12.3.4 落锤式弯沉仪测定弯沉试验	(287)
12.4 路基路面回弹模量和 CBR 检测	(288)
12.4.1 概述	(288)
12.4.2 承载板测定土基回弹模量试验	(289)
12.4.3 贝克曼梁测定路基路面回弹模量试验	(290)
12.4.4 土基现场 CBR 值测试	(291)
12.5 路面外观性能检测	(292)
12.5.1 概述	(292)
12.5.2 路面平整度检测	(292)
12.6 路面抗滑性能检测	(294)
12.6.1 概述	(294)
12.6.2 手工铺砂法测定路面构造深度试验	(295)
12.6.3 电动铺砂仪测定路面构造深度试验	(295)
12.6.4 摆式仪测定路面摩擦系数试验	(296)
12.6.5 单轮式横向力系数测试系统测定路面摩擦系数试验	(297)
12.6.6 双轮式横向力系数与动态旋转式摩擦系数仪	(297)
本章小结	(298)
习题与思考题	(298)
13 平面交叉工程	(299)
13.1 绪论	(299)
13.1.1 平面交叉概念与构成	(299)
13.1.2 平面交叉口类型	(299)
13.2 平面交叉口平面几何设计	(302)
13.2.1 平面交叉口平面标准	(302)
13.2.2 平面交叉口间距设计	(302)
13.2.3 平面交叉口机动车单车道宽度设计	(303)
13.2.4 平面交叉口右转弯曲线设计	(304)
13.2.5 平面交叉口展宽设计	(306)
13.2.6 普通环形交叉设计	(308)
13.2.7 平面交叉口转角部位平面设计	(310)

13.3	平面交叉口立面几何设计	(312)
13.3.1	平面交叉口纵断面标准	(312)
13.3.2	平面交叉的立面设计原则与类型	(313)
13.3.3	特征断面立面设计方法	(314)
13.3.4	高程图立面设计方法	(317)
13.4	平面交叉口交通设计	(318)
13.4.1	设计阶段	(318)
13.4.2	交叉口进、出口道交通设计	(319)
13.4.3	交叉口内部渠化设计	(319)
13.4.4	特殊交叉口交通设计	(321)
13.4.5	人行横道设计	(322)
13.4.6	非机动车交通设计	(323)
13.4.7	道路沿线进出交通设计	(325)
	本章小结	(326)
	习题与思考题	(327)
14	立体交叉工程	(328)
14.1	绪论	(328)
14.1.1	立体交叉概念	(328)
14.1.2	立体交叉的基本组成	(328)
14.1.3	立体交叉分类	(330)
14.1.4	设计车辆、设计速度、设计年限	(331)
14.1.5	互通式立体交叉设置与选型	(332)
14.2	互通式立体交叉交通设计	(334)
14.2.1	互通式立交交通特性	(334)
14.2.2	互通式立交常用型式与特点	(334)
14.3	互通式立体交叉几何设计	(339)
14.3.1	主线线形设计	(339)
14.3.2	匝道设计	(339)
14.3.3	辅助车道与集散车道设计	(342)
14.3.4	出、入口设计	(344)
14.3.5	变速车道设计	(346)
14.4	城市高架道路	(349)
14.4.1	概述	(349)
14.4.2	高架道路主线(干道)设计	(350)
14.4.3	高架道路匝道设计	(350)
14.5	人行立交设计	(354)
14.5.1	概述	(354)
14.5.2	人行天桥设计	(354)
14.5.3	人行地道设计	(355)
	本章小结	(355)
	习题与思考题	(355)
	参考文献	(356)

1 总 论

本章提要

本章主要介绍道路运输的特点及道路的功能;公路与城市道路发展现状与规划;道路的分类、公路及城市道路的分类、分级与技术标准;道路基本组成;公路勘测设计控制依据与条件、设计阶段;公路工程施工过程、基本原则、施工程序等。

1.1 绪 论

1.1.1 道路运输的特点及道路的功能

1.1.1.1 道路运输的特点

交通运输是国民经济的动脉,是经济发展中的基础产业。一个完整的交通体系由铁路、道路、水运、航空和管道等运输方式构成,这些运输方式都有各自的特点,承担各自的运输任务,它们之间在整个国民经济运输体系中可以合理分工、互相衔接、互相补充,形成完整的综合运输体系。铁路运输的特点是运力大、速度快、成本低,承担中长距离客货运输和大宗物资运输,但只能实现线上的运输;航空运输的特点是可快速运输旅客和货物,但成本高、能耗大;水运的特点是运价低廉,但速度慢;管道运送油、气、水等产品十分方便;而道路以其快速灵活的运输方式,特别适合中、短途运输,它可以与其他运输方式互相配合,承担客货集散、运输衔接的任务,可以深入到城乡、平原、山区和机场、火车站、港口等各个角落,独立实现“门到门”的直达运输。

1.1.1.2 道路的功能

道路具有交通运输、城乡骨架、公共空间、抵御灾害和发展经济的功能。

(1) 道路的功能首先表现在交通运输方面。道路是人们工作、学习、生活、旅游出行的通道,它具有实现城乡旅客、货物交通中转、集散的功能。社会活动要求必须有一个安全、通畅、方便、快捷和舒适的道路交通体系。

(2) 道路是城乡结构的骨架。城市道路是城市建设的基础,城市建筑是按照道路网的布局走向进行布置的,因此,城市道路成为城市结构的骨架。同样,地方道路是乡镇布局的骨架,乡镇依靠主干公路网与各个城市连接起来,使主干公路网成为整个国土结构的骨架。

(3) 道路本身又是公共空间。它不仅是公共交通体系的空间,而且也是保证日照、通风,提供绿化、排水管线布置的空间。

(4) 道路是抵御灾害的通道。在发生火灾、水灾、地震等自然灾害和战争时,能迅速疏散群众和集结军队。

(5) 道路是社会发展的基础,是经济发展的先行设施,“要想富,先修路”已成为全社会的共识。工农业生产、商品流通、国土开发、国防建设、旅游事业等均依赖道路来实现,道路建设在经济发展中起着举足轻重的作用。

概括来说,道路的功能就是为用路者提供交通服务,它包括通过功能和通达功能:通过功能是指道路能为用路者提供安全、快捷、大量交通的特性;通达功能是指道路能为用路者提供连接出行地点的特性。

1.1.2 公路发展现状与发展规划

1.1.2.1 交通运输发展过程

(1) 交通运输发展阶段

交通运输业发展一共经过了四个阶段:水运阶段;铁路运输阶段;公路、航空和管道运输阶段;综合运输阶段。综合运输开始于 20 世纪 50 年代,其特点是人们认识到五种运输方式(公路、铁路、水运、航空、管道)各具技术经济特征,在满足社会对交通的需求方面,各有其优势和不足。因此,从全社会角度出发,为了以最少的人力、物力和财力完成交通任务,应使它们合理分工,相互协作,协调发展,形成综合运输体系,实现最佳的运输社会经济效益。

(2) 公路运输发展阶段

公路运输的发展阶段分为:初期阶段(19 世纪 80 年代至 20 世纪 20 年代);中期阶段(20 世纪 20 年代至第二次世界大战期间);近期阶段(第二次世界大战后至今)。

经济发达国家自 20 世纪 50 年代开始,公路交通向现代化方向迅猛发展。由于人民生活水平的提高以及旅游事业的发展,私人小客车和公共客车也迅速大量地发展起来。在国防方面,现代化的国防装备要求现代化公路与汽车运输保证其畅通和后勤补给。在公路建设方面,各国大力发展高速公路,提高各级公路的各种技术经济指标,形成高质量的公路网。在汽车运输管理方面,采用电子计算机及现代化通信手段进行调度管理,还有现代化的站场设施、服务设施、汽车监控、保修和检测系统等形成了先进的公路客货运输调度管理系统。在交通管理方面,除对一般公路建设完善的信号标志、防护设施以及保证夜间安全行车等线路设施外,对高速公路也采用现代化的交通控制系统。经济发达国家在车、路、运、管方面的先进设施和技术组成了现代化的公路客货运输系统。

1.1.2.2 我国公路网规划发展状况及趋势

(1) 公路发展历史

我国公路建设有悠久的历史,早在公元 2000 年前,就有了可以行驶牛车和马车的道路。到清代,全国已形成了层次分明、功能较完善的“官马大路”、“大路”、“小路”等道路系统,分别为京城到各省城、省城到重要城市及重要城市到一般市镇的三级道路。其中“官马大道”就达 4000 余里。但由于封建统治对生产力的束缚,我国公路建设事业发展缓慢,交通运输工具也很少改进,长期停留在人力、畜力拉车的水平。

1901 年我国开始进口汽车,通行汽车的道路在原有大车道的基础上开始发展起来。从 1906 年在广西友谊关修建第一条公路开始到 1949 年新中国成立的 40 多年间,历经清末、北洋军阀、民国、抗日战争、解放战争各个历史时期,由于旧中国社会的不稳定以及经济的落后,到 1949 年,全国公路能通车的里程仅有 8.07 万公里,且缺桥(梁)少渡(口),标准很低,路况极差。从新中国成立以后,到 1978 年的 30 年间,我国公路总里程增加到 89 万公里。1988 年,被称为中国高速公路的元年,中国大陆第一条高速公路沪嘉高速在上海建成通车。截至 2011 年年底,我国高速公路总里程达 8.5 万公里;公路总里程达 398.4 万公里;农村公路达 272 万公里。“十二五”末,我国国家高速公路网将基本建成,高速公路总里程将达到 10.8 万公里,届时将覆盖 90% 以上的城镇人口超过 20 万的城市。

尽管我国公路建设取得了巨大成就,但由于公路交通基础薄弱,各地发展还不平衡,与发达国家相比,尚有较大差距,还不能适应国民经济和社会发展的需要。存在的主要问题:一是数量少;二是质量差、标准低,可以通车的公路,大部分为等级较低的三、四级公路。

今后,在公路交通方面,要全面完善公路网规划,推进国家公路网规划建设,形成层次清晰、功能完善、权责分明的干线公路网络系统,重点建设国家高速公路,实施国、省道改造,继续推进农村公路建设。公路网规模能进一步扩大,技术质量得到明显提升,公路总里程达到 450 万公里,二级及以上公路总里程达到 65 万公里,国、省道总体技术状况达到优良水平,农村公路总里程达到 390 万公里。

(2) 公路网规划

① 公路网规划理论

自新中国成立到 20 世纪 70 年代末,我国进行了全国性公路的国道(路)网规划,其方法基本上是沿用前苏联的技术经济论证方法,从布局优化的角度,采用专家经验决策法去编制。1985 年,原交通部组织开

展交通运输网络的规划方法研究后,公路网规划理论在我国得到了长足的发展。除了引入西方运输规划理论、方法与模型以外,我国学者还结合国情在公路网规划技术的各个环节和各个层次上进行了积极的探索研究。先后进行了全国性的交通系统仿真网络规划、运输通道理论与方法研究,开展了省域和市、县域的公路网规划理论方法探索。在网络规划技术方面,发展了公路网规划的动态规划法,提出了交通区位原理;在交通预测技术方面,提出利用已知部分经验信息和现状路段交通量推算公路交通量 OD(OD—Original and Destination)分布,以及 OD 分布的一区多中心模型等;在公路网发展规模方面,运用多目标规划方法进行公路网技术等级结构优化,提出公路网合理密度的概念。此外,在公路网规划的评价方法、投资决策模型等方面都进行了较深入的研究。从 20 世纪 80 年代以来,我国公路网规划的理论、方法研究成果集中反映在交通部颁发的《公路网规划编制办法》中,许多省市以此为技术纲领进行了公路网规划的实践。

目前,我国具有代表性的公路网规划理论与方法主要有三类,即四阶段法、结点法及总量控制法。

未来我国公路网规划的发展趋势是紧随公路网规划理念、理论发展的国际潮流,同时结合我国国情、公路建设和公路交通的实际情况,研究适合我国公路建设和公路交通特点的规划理念、理论与方法,包括可持续发展的公路网规划理念、综合运输系统影响下的公路网规划理论、公路建设和管理模式下的公路建设投资优化和实施方案设计等。

② 公路网规划蓝图

1964 年,我国第一次编制了《国家干线公路网规划草案》。1979 年,原交通部根据我国公路的实际情况,参照国外公路建设经验,对 1964 年编制的《国家干线公路网规划草案》进行了修改,1980 年在全国交通工作会议上提出了《国家干线公路网规划(试行方案)》。1990 年,原交通部委托原交通部公路规划设计院总结国内公路网规划研究方面已经取得的成果和经验,并借鉴国外的先进理论与方法,拟定了《公路网规划编制办法》。原交通部在研究制订“八五”计划期间,提出了连接全国 30 个省、市、自治区五纵七横国道主干线 30 年规划。1991 年,原交通部颁布了《关于编制 1991—2020 年全国公路网规划的通知》。国道(路)网采取放射与网络相结合的布局形式,以北京为中心,由具有重要政治、经济、国防意义的原有各省主要干线公路连接而成。国道(路)网在布局上分为三类:a. 首都放射线;b. 南北纵向线;c. 东西横向线。最新的《国家高速公路网规划》主要由 7 条首都放射线、9 条南北纵向线和 18 条东西横向线共同组成,这些高速公路简称为“7918 网”,总规模约 8.5 万公里。

国家高速公路网的核心功能包括:提高运输能力和质量,促进工业化,推进城市化,加快信息化,服务现代化;优化运输布局和服务,强化国土均衡开发,促进区域协调发展,改善生活质量;增强运输可靠性和安全性,确保国家稳定,提高国防能力,维护经济安全,保障抢险救灾;改善运输效率和效益,提高综合运输能力,节约利用土地,降低能源消耗,加强环境保护。

《国家高速公路网规划》的具体目标是:覆盖 10 多亿人口;直接服务范围东部地区超过 90%、中部地区达 83%、西部地区近 70%;实现东部地区平均 30 min、中部地区平均 60 min、西部地区平均 120 min 上高速;连接全国所有省会城市,以及目前城镇人口超过 50 万的大城市、超过 20 万的中等城市;连接全国重要的交通枢纽城市;连接重要的对外公路口岸;在环渤海、长三角、珠三角三大都市圈内部,形成较为完善的城际高速公路网。并且逐步形成“首都连接省会、省会彼此相通、连接主要地市、覆盖重要县市”的高速公路网络。

1.1.3 城市道路发展概况与发展规划

1.1.3.1 城市道路发展历史

道路是伴随交通而产生的。《尔雅》中论述:“道者蹈也,路者露也。”即道路是人们踩光(平)了路上的野草,露出了土面而形成的,路是人走出来的,道路是由人们的生产和生活活动而产生的。

社会生活活动是指以生活为目的的人的流动(购物、社交、游憩、文体等)以及生活必需物质的流动(食品、日用品、废弃物等)。这些人和物的流动都有一定的目的,在城市中是以一定的城市用地为出发点,以一定的城市用地为终点,经过一定的用地和线路(城市道路)而进行的。城市道路是城市建设的主要项目之一,社会生产力越发展,社会物质生活和精神生活越丰富,城市道路就越通畅。

我国城市道路的发展有着悠久的历史。远在 4000 多年以前,我国劳动人民就已发明舟车,周朝在城

市建设中,重视道路的规划与设计,如《诗经·小雅》中载:“国道如砥,其直如矢”。这说明当时的道路平整,线形笔直,筑路技术已达到相当先进的水平。又《周礼·考工记》中载:“匠人营国,方九里,旁三门。国中九经九纬,经涂九轨,环涂七轨,野涂五轨……”,是说城市道路规划为棋盘形格局,分经纬、环、野三个等级;“经纬涂”九轨约合 15 m 宽,“环涂”七轨约合 11.5 m 宽,“野涂”为市郊道路,五轨约宽 8.5 m。棋盘式道路网规划方案一直沿用至今,成为目前国内外道路网规划的典型图式之一。

汉代都城长安,城市建设规模宏大,有“八街、九陌和一百六十闾里”之称。经纬相通,衢路平整,有些干道的宽度并列 12 辙。隋唐长安,在道路建设方面,明显突出了道路的系统功能。东西大街有 11 条,南北大街有 14 条,道路网成棋盘形,通向城门的街道为主干道。隋唐长安的街道宽度是空前绝后的。据文献记载,前宫横街宽 300 步,实测为 200 m,实际上是个广场;丹凤门通大明宫的丹凤大街,是百官上朝的通道,宽 120 步,相当于 176 m;朱雀大街宽 100 步,相当于 147 m;其他南北向大街宽度,实测为 20~134 m,东西向大街宽 39~88 m。

明清时代的北京,城市人口已达百万,街道规划整齐,犹如棋盘。从永定门到钟鼓楼的南北向中轴线,宽 28 m,长 800 m,笔直如矢。通向各城门的干道,纵横相交。

当时修建的街道,供畜力车、行人和骑马通行。直到 1886 年发明了汽车,1901 年中国开始进口汽车之后,我国城市道路建设才逐渐考虑汽车行驶的需求。

1884—1949 年,我国沦为半殖民地半封建社会,加之军阀混战,城市建设和城市道路建设十分缓慢,且道路建设缺少规划。新中国成立后,尤其是改革开放以后,我国城市建设发展很快,城市道路长度增长很快。

1.1.3.2 城市道路规划设计

除了新建城市以外,城市道路规划设计总的发展方向还是在原有城市道路网的基础上,重新调整规划道路网,使之更能适应城市交通和城市发展的需要;按规划逐步建设城市直达快速道路、环城快速道路以及放射状快速出入道路;积极修建城市与卫星城高速公路、机场高速公路、港口高速公路、经济开发区高速公路、旅游风景区高速公路;一些大城市已修建或正在拟建城市快速高架道路;同时对原有道路的拓宽改造和重要交叉口的渠化或修建立体交叉也在快速发展。

城市道路发展工作的序列是规划、建设、养护并注意技术进步。

(1) 规划应具有科学性、超前性、合理性。大城市应按交通需求完善路网结构。大中城市应进行非机动车交通规划,完善城市主干道系统。

(2) 对于特大型城市,要实现市区内的出行时间不超过 60 min 的战略目标,必须构建一个高效的快速道路网络系统,形成城市各组团间的快速出行通道,引导长距离的过境交通,调整路网内交通流量的平衡关系,使交通的流动更加有序、有效。

(3) 大城市应建设公交枢纽来解决地面公交和多种轨道交通方式(地铁、城市轻轨、磁悬浮铁路)的衔接换乘问题,提高城市公共交通系统的运输效率和服务水平。

(4) 构建科学合理的静态交通系统,通过积极的引导和制约汽车的出行量和出行空间,达到平衡需求与供给矛盾的目的。

(5) 重视交通安全。经济社会的快速发展,带来了人流、物流、车流和驾驶人员数量的高速增长,我国已进入道路交通事故高发期,交通安全形势十分严峻。要高度重视道路交通安全,预防和减少道路交通事故。要把道路交通安全作为经济社会协调发展的重要内容,重视人、车、路的协调发展,使道路交通安全状况步入良性循环轨道;要进行综合治理,实现管理理念、对象、范围、方法、措施从传统向现代转变。

1.1.3.3 城市道路和道路网

(1) 道路路段红线规划

城市道路系统的结构形式,是指道路系统的平面几何图形,通常与城市总体规划一起考虑,且应结合城市的功能分区、交通运输、建筑艺术和自然地形等进行规划。首先定出干道系统,逐次定出次要和一般道路,形成一个有机的结构图形。目前现有的道路系统形式可归纳为四种主要类型,即方格网式、环形放射式、自由式和混合式。

① 定义

道路红线是指划分城市道路用地和城市建筑用地、生产用地及其他备用地的分界控制线。红线之间的宽度即道路用地范围,亦可称道路的总宽度或规划路幅。

② 作用

在做道路系统专项规划时,首先要确定道路网形式、各类道路的功能性质、走向和位置,然后要具体解决城市道路以及和城市道路相关的各项工程(建筑工程、管线工程)的近、远期建设问题。红线的作用是控制街道两侧建筑不能侵入道路规划用地(包括围墙不能侵入)。红线不但是具体道路单项工程的设计依据,也是城市公用设施各项管线工程的用地依据。

③ 内容

a. 确定道路红线宽度 根据道路的功能与性质,考虑适当的横断面型式,并绘出机动车道、非机动车道、人行道、绿化带等各组成部分的合理宽度,从而确定道路的总宽度,即红线宽度。红线宽度是道路规划中各种矛盾与争论的焦点,也是整个城市建设中用地矛盾和近、远期设计矛盾的焦点之一。

b. 确定道路红线位置 在城市总平面图基本确定的基础上,选择规划路中心的位置,并按所拟定的道路横断面宽度划出道路红线宽度。

c. 确定交叉口类型 把全市的道路交叉口划分为主要和一般、平面交叉和立体交叉等类型,根据当地具体条件和近、远期结合的要求,定出交叉口用地范围、具体位置、尺寸、路缘石半径以及安全视距等,并以红线方式绘在平面图上。

d. 确定控制点的坐标和标高 规划道路中线的转折点和各条道路的相交点,也就是控制点。

(2) 城市道路交叉口规划

① 用地红线范围和规划方案考虑因素

a. 城市规划和城市交通规划所确定的相交道路的类型。

b. 依照交叉口所在地区的道路网络及其在道路网中的定位、周边用地、环境特点等因素确定的交通功能,以及平面交叉口或立体交叉的规划选型。

c. 公共交通线网规划中快速公交线、公交专用道、专用车道和港湾式公交站的布局方案。

d. 步行、自行车交通系统布局及规划指标。

e. 平面交叉口各类相交道路红线宽度指标和典型横断面型式;立体交叉规划选型、主线及匝道规划方案等。

② 交叉口规划内容

a. 交叉口规划应分别满足城市总体规划、城市分区规划、控制性详细规划、交通工程规划阶段的内容规定,并应符合以下规定:应编制城市综合交通规划,并应将其中交叉口规划成果纳入城市总体规划;应编制交通工程规划,并应明确工程设计阶段交叉口的控制性条件与关键要素。

b. 城市总体规划阶段交叉口规划内容应符合下列规定:应与规划道路网系统及道路系统整体宏观交通组织方案相协调;应明确不同区域交叉口交通组织策略以及选择不同类型交叉口形式的基本原则,并应确定道路系统主要交叉口的布局;应按相交道路的类型及功能,选择立体交叉的类型,框定立体交叉用地范围;应合理地控制互通式立体交叉的规划间距,并应协调与周围环境及用地布局的关系。

c. 城市分区规划阶段交叉口规划内容应符合下列规定:应与分区规划道路网系统及分区道路系统整体宏观交通组织方案相协调,并应明确立体交叉及主、次干路相交交叉口的整体布局;应优化立体交叉类型,并应确定主、次干路相交交叉口的类型;应确定立体交叉及主、次干路相交交叉口控制点坐标、标高;应确定立体交叉及主、次干路相交交叉口红线范围。

d. 控制性详细规划阶段交叉口规划内容应符合下列规定:应结合道路系统宏观交通组织方案,并应明确交叉口微观交通组织方式;应确定各类交叉口控制点坐标及标高;立体交叉规划应根据交通功能、用地条件等因素,结合交通需求分析,进行方案比选;应经技术、经济综合比较后明确推荐方案,并应确定立体交叉红线范围;平面交叉口规划应提出平面布局初步方案,并应确定红线范围;应根据交叉口初步方案,提出交叉口附近道路外侧规划用地和建筑物出入口控制要求。

e. 交通工程规划阶段交叉口规划内容应符合下列规定:应编制交叉口微观交通组织方案,交叉口微