

绪论

【学习目的与要求】

通过本章学习,使学生了解和掌握道路勘测设计课程的特点、任务和要求。重点掌握公路及城市道路的分级分类及其依据,确定公路等级应考虑的主要因素,道路设计控制的概念和作用;掌握道路设计阶段的划分及其各阶段的主要任务;了解交通运输方式及道路运输的特点、地位与作用;了解我国道路发展的历史、现状及近远期规划。

第一节 本课程的主要内容和特点及应遵守的技术要求

一、本课程的主要内容和特点

道路按照交通性质和所在位置分为公路、城市道路、厂矿道路和林区道路等,不同的道路类型服务的对象不同,技术要求也不尽相同。本课程所指的道路仅指公路和城市道路。

道路是一种线性带状的空间三维结构物,一般包括路面、路基、桥涵、隧道等工程实体。从专业角度看,道路设计可以分为几何设计和结构设计两大部分。

道路的结构设计,主要包括结构物的位置与尺寸确定、可靠性设计、强度设计、材料选择、施工技术与方法等内容,这些内容将在开设的专门课程中学习研究。

道路几何设计(或称路线设计,铁路专业称选线设计),则属于本课程研究的范围。它的主要任务是在研究汽车行驶与道路各个几何要素关系的基础上,在保证设计速度、规划交通量的情况下,确定出适应地形和其他自然条件的主要技术标准、道路的空间位置和几何形状(尺寸)、其他结构物的位置,并处理好道路与周围环境的关系等。因此,实际上本课程涉及人、车、路、环境的相互关系。驾驶员的心理和视觉特性、景观、交通与环境的相互关系、交通安全、汽车行驶特性、动力性能以及交通流量和交通特性都和道路的几何设计有直接关系,要做好道路设计就必须研究这些问题。但因篇幅限制,书中涉及这些问题时,只能略加论述或直接引用研究结论。

对于空间三维实体的道路而言,设计时应作为整体考虑,但是从研究的方便性出发,把它剖解为道路的平面、纵断面和许多横断面分别研究处理,在明确平、纵、横这三个基本几何组成各自要求的基础上,再在各章节结合安全、经济、环保、美观及地形和其他自然条件等作综合考虑。

综上所述,本课程涉及面广,不仅包括道路工程技术的内容,还包括车辆行驶理论、交通安全、驾驶员行为、交通与环境相互作用等问题。因此,道路勘测设计是一门综合性很强的课程,类似建筑学科里的建筑学。学生除了掌握道路勘测设计的基本原理外,还应在课外涉猎有关内容,了解有关知识,以加深对本课程内容的全面、深入理解。另外,书中提到的不少规定,乃至公路工程技术标准和规范中的一些规定,都来源于生产实践的经验总结,有些规定随着人们认识水平的提高、技术的进步而不断变化。学生在学习本课程时应重点理解规定的目的和作用,而不应放在这些规定的具体数字或条款上。为了使学生初步掌握综合设计和勘测的方法,加深对理论的理解,纸上定线课程作业和野外勘测实习是必不可少的教学环节。

二、道路设计应遵守的技术要求

道路勘测设计应遵守以下现行技术规定和要求:

1. 《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)(以下简称《标准》)

《标准》是法定的技术要求,反映了我国公路建设的技术方针,指导我国公路工程建设,公路设计时必须遵守。《标准》是我国公路建设长期生产实践经验的总结,随着公路工程建造技术的进步和科学技术的发展,其内容也在不断更新和完善。

2. 《公路路线设计规范》(JTG D20—2006)(以下简称《规范》)

《规范》是为了指导设计者正确运用《标准》,合理确定公路等级、建设规模、主要技术指标而制定的。它以《标准》所规定的路线几何方面的基本规定和主要技术指标为依据,随《标准》的更新而不断修订和完善。设计者应掌握制定标准的理论基础,结合项目的特点,创造性地运用《规范》。

3. 《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012)(以下简称《城规》)

《城规》是根据我国城市道路建设和发展的需要,规范城市道路工程设计,统一城市道路工程设计主要技术指标,指导城市道路专用标准的编制而制定的规范。城市范围内的新建和改建各级城市道路设计均应执行该规范。

另外,还有交通运输部颁布的路基、路面、桥涵、隧道方面的技术规范和要求,也是我们在勘测设计中应该了解、掌握并遵守的。

第二节 交通运输系统及道路运输

一、各种交通运输方式的技术特点与运输方式选择

现代化的交通运输系统包括铁路、道路、水运、航空及管道五种运输方式。交通运输系统是国民经济的一个子系统,国民经济对交通运输的要求可简单地概括为多(载运量大)、快(速度快)、好(安全,可靠)、省(运输成本低)。从五种运输方式满足这一要求来评价,它们各有特点和优势。铁路运输远程客货运量大、速度较快、一般不受气候和季节影响,连续性强、成本较低,但需要道路运输辅助其集散客货。水运载运量大、耗能少、成本低、投资省、劳动生产率高,但受水道与航线的制约,另外受气象因素的限制大,速度慢,需要其他运输方式辅助。航空运输速度快、安全性高,但运量小、成本高,需要其他运输方式辅助。管道是一种随着现代大型工业的发展,特别是随石油工业而发展起来的一种运输方式,具有连续性强、损耗少、成本低、安全性好、不占土地、节约资源的优点,但不能用于客运,仅用于油、气、水等货物运输。道路运输机动灵活、直达门户,是唯一不需要其他运输方式辅助,自成体系,且能够实现“门到门”服务的运输方式,道路运输也是为铁路、机场、码头提供客货集散的重要手段。

美国曾经对铁路、公路、水运和航空四种运输方式的优缺点进行过一项民意测验,结果与上述分析一致,如表 1-1 所示。“1”表示最好,“5”表示最差。

几种运输方式比较表

表 1-1

方式 比较项目	铁路	公路	水运	航空
成本	3	4	2	5
时间	3	2	4	1
可靠性	2	1	4	3
服务能力	1	2	4	3
可达性	2	1	4	3
安全性	3	2	4	1

公路运输除运输成本高以外,其他技术特点优势明显,是其他运输方式所不能比的,也是一种最活跃的运输方式。

从各种运输方式的特点看,航空适用于远距离、速度要求高的客货运输;铁路适用于远距离的货物运输和中长距离的客运;公路运输由于其机动灵活的特点,更适用于中短途的客货运输。由于世界上各个国家的国情不同,每种运输方式有其不同的地位和作用。一个国家选择什么样的交通运输方式取决于它的国情。一个总的原则是,在满足国民经济要求的前提下,根据国情灵活选择运输方式,各运输方式相互配合,协调发展。例如,俄罗斯国土面积大,城市间距离远,铁路在其整个运输系统中处于骨干地位;美国国土面积也很大,但各州主要城市之间距离表现为中、短途,因此公路交通发达,处于绝对优势地位;日本,国土面积小,城市间距离短,是一个以公路交通为主的国家。我国的国情是地域辽阔,但东、西部之间经济发展不平衡,城市、人口、资源分布密度差别很大,交通运输需要综合考虑,协调发展。

二、我国道路建设现状

由于公路和城市道路的建设发展并不同步,下面从公路和城市道路两个方面,分别叙述其发展现状。

1. 我国公路建设的现状

我国公路建设始于 20 世纪初,与其他发达国家比,起步并不算晚。但新中国成立之前的公路建设发展缓慢。到 1949 年全国的通车公路里程约 8 万 km,且大部分分布在沿海地区。新中国成立以后,公路事业才逐步得到发展,并迈入现代化建设时期。

1949 年后,我国的公路建设大致经历了“通达工程”建设期(1950~1978 年)、“提高等级”建设期(1979~1997 年)和“完善路网”建设期(1998 年至今)。应该指出,这里的年代划分是人为的,各种文献中的划分方法和结果也不尽相同,都是为了说明道路建设的时代经历。

“通达工程”建设期(1950~1978 年)。这一阶段,我国的国民经济建设全面展开,百废待兴。国民经济基础十分薄弱,且长期处于计划经济的体制环境制约下,国家对公路交通的基础性和先导性作用认识不足,导致投资严重不足,公路建设资金十分匮乏。这一时期的公路建设任务是以通为主,公路建造技术和工艺水平相对落后,公路建设标准多为三、四级公路。但是通车里程增长迅速,截至 1976 年,全国公路通车里程达到 82.3 万 km。

“提高等级”建设期(1979~1997 年)。这个时期,我国经济开始步入持续、快速、健康发展的轨道,综合实力日趋强盛,公路基础设施建设发生历史性转变,主要表现在:

(1) 公路建设得到中央和地方各级政府的重视,公路建设的重要性逐步为全社会所认识。

(2) 在统一规划的基础上,开始有计划地进行全国公路基础设施建设,明确了全国干线公路网布局。

(3) 公路建设在扩大总规模的同时,重点提高了质量,高等级公路迅速发展,公路基础设施的总体技术水平得到提高。

(4) 公路建设资金来源趋于多元化,提高了养路费征收标准、开征车辆购置附加费、允许高等级公路收费还贷等政策的出台,保证了公路建设资金的来源。

这一时期,公路建设由以前的“以通为主”向“提高公路的快速性”转变,主要任务是提高公路等级、质量和通行能力,高速公路开始建设,以满足国民经济对公路交通的需求。截至 1996 年底,我国的公路里程超过 118 万 km,高速公路和一级公路超过 15 万 km,路网等级全面提高。

“完善路网”建设期(1998 年至今)。这个时期,国家采取了扩大内需的积极的财政政策,以推动国民经济快速、稳步的增长。扩大内需行之有效的措施是大规模启动基础建设项目,这给公路建设带来前所未有的发展机遇,加之交通增长对公路建设的强烈需求,修建高速公路成了公路建设的主旋律。截至 2015 年底,我国的公路通车里程超过 457 万 km,其中高速公路达到 11.35 万 km,二级及以上公路里程 57.49 万 km,国、省道总体技术状况达到良好水平,农村公路总里程约 398 万 km,路网日趋完善。

总的来看,经过 60 多年的发展,我国的公路建设取得了巨大的成就。一是路网密度大大提高;二是农村公路建设成就显著;三是公路、桥梁、隧道建造技术赶上甚至超越国际先进水平,建造了一批标志性工程,如港珠澳大桥、杭州湾大桥、秦岭特长隧道、最长的沙漠公路等;四是高速公路里程建设成就突出,总里程已超过美国。

但是,我国公路的发展也面临着一些突出问题。主要包括:东西部路网发展不平衡,西部

路网稀疏,东部较密,西部公路的通达深度远远低于东部,甚至有些地区不通公路;我国的路网技术等级偏低,二级及以上等级公路仍然偏少,尚未形成通行能力大、运行速度快、运营效益好的国家级大通道;现有干线公路上混合交通的问题依然严重,车速低、交通事故多;土地资源紧张,制约了公路建设的发展。

2. 城市道路发展现状

早在汽车没有出现之前,我国古代城市就有了大车道,成为城市道路的最初形式。随着城市数量和规模的扩展,城市道路开始进行有目的的规划,形成城市道路网。最具特色和深远影响的是采用九经九纬组成的棋盘式道路网,并设有环城道路和市郊道路,这种形式一直沿用到现代,成为目前常见的方格网加环形的城市干道网规划典型图式之一。自从新中国成立以后,我国对原有城镇进行了大规模建设和改造,制订、调整和完善了道路网规划,进行了大规模的城市道路改建、拓宽和绿化,修建了大量立体交叉、人行天桥和地道,在大小江河上建造了大批桥梁和过江隧道,各大城市纷纷修建中长距离的快速路和环城快速干道,普遍采用了点、线控制的交通管理系统,部分地区还引进了先进的面控系统。

我国城市道路建设发展迅速,取得了显著的成就,但与发达国家相比,距现代化城市交通的要求还有很大差距。各城市仍然存在城市道路建设速度落后于城市车辆增加的速度,城市交通基础设施相对薄弱,交通拥挤、堵塞和乘车难,混合交通的机、非、人干扰大和行车速度低、事故较多、车流量大、人流集中,交通管理水平不高等问题。从城市建设的角度来看,增加城市道路建设的投资、加快建设速度是各城市的主要任务。

三、道路发展规划

交通运输部于2013年6月20日正式公布了中国公路发展规划《国家公路网规划(2013年—2030年)》。国家公路网规划的目标是:形成“布局合理、功能完善、覆盖广泛、安全可靠”的国家干线公路网络,实现首都辐射省会、省际多路连通、地市高速通达、县县国道覆盖。1 000km以内的省会间可当日到达,东中部地区省会到地市可当日往返、西部地区省会到地市可当日到达;区域中心城市、重要经济区、城市群内外交通联系密切,形成多中心放射的路网格局;沿边、沿海公路连续贯通,形成环绕边境线的沿边沿海普通国道路线;有效连接陆路门户城市和重要边境口岸,形成重要国际运输通道,与东北亚、中亚、南亚、东南亚的联系更加便捷。

国家公路网规划方案由普通国道和国家高速公路两个路网层次构成,总规模约40万km。其中:普通国道网由12条首都放射线、47条北南纵线、60条东西横线和81条联络线组成,总规模约26.5万km。普通国道将全面连接县级及以上行政区、交通枢纽、边境口岸和国防设施。

国家高速公路网由7条首都放射线、11条北南纵线、18条东西横线,以及地区环线、并行线、联络线等组成,约11.8万km;另规划远期展望线1.8万km,远期展望线路线主要位于西部地广人稀的地区。国家高速公路全面连接地级行政中心,城镇人口超过20万人的中等及以上城市,重要交通枢纽和重要边境口岸。

国家高速公路规划布局方案示意图如图1-1所示。

2005年,国务院审议通过《农村公路建设规划》,目标是到2020年,具备条件的乡(镇)和建制村通沥青(水泥)路,全国农村公路里程达370万km,全面提高农村公路的密度和服务水平,形成以县道为局域骨干、乡村公路为基础的干支相连、布局合理、具有较高服务水平的农村公路网,适应全面建设小康社会的要求。



图 1-1 国家高速公路规划布局方案示意图

第三节 道路设计阶段和任务

道路工程基本建设一般分为三个阶段:前期工作阶段、设计施工阶段和竣工验收试运营阶段。在实施过程中必须严格遵守从设想、选择、评估、决策、设计、施工到竣工验收、投入生产的基本建设程序,因为它科学地总结了建设工作的实践经验,反映了工程建设的客观自然规律和经济规律。

前期工作阶段的主要内容有:

- (1) 根据国民经济和社会发展的长远规划,结合行业和地区发展规划要求,进行工程规划。
- (2) 根据长远规划或项目建议书,进行可行性研究。
- (3) 根据可行性研究,编制计划任务书。

设计施工阶段的主要内容包括:

- (1) 根据批准的计划任务书,进行现场勘测,编制初步设计文件和概算。
 - (2) 根据批准的初步设计文件,编制施工图和施工图预算。
 - (3) 列入年度基本建设计划。
 - (4) 进行施工前的各项准备工作。
 - (5) 编制实施性施工组织设计及开工报告,报上级主管部门审批。
 - (6) 严格执行有关施工的规程和规定,坚持正常施工秩序,做好施工记录,建立技术档案。
- 竣工验收试运营阶段主要是编制竣工图表和工程决算,进行竣工验收并交付建设单位试运营。下面简要介绍可行性研究、设计阶段及其主要任务及要求。

一、道路工程可行性研究

可行性研究是在项目建设前必须进行的各项研究工作中最重要的阶段,其主要任务是通过全面的调查研究和工程勘察、测量等工作,进行技术、经济论证,分析、判断建设项目的技术可行性和经济合理性,为工程项目的决策提供依据。待项目建议书批准后,方可进行可行性研究工作。可行性研究视工程的规模一般分两阶段,即初步可行性(预可行性)研究和工程可行性研究,对小型不复杂的工程也可直接进行工程可行性研究。

预可行性研究是项目建议书与工程可行性研究之间的中间阶段,主要是复查、落实项目建议书中提供的投资机会,对不同的建设方案做出粗略的分析、比选,明确项目中哪些问题是关键,是否有必要进行专题研究。预可行性研究在内容结构上与工程可行性研究基本一致,但论证依据不需过分详细,数据资料的准确程度要求也不很高,有关费用可以从现有的可比项目中参考得出。工程可行性研究的内容一般包括:

- (1) 工程项目的背景。论述建设项目的任务依据、历史背景和研究范围,提出可行性研究的主要结论。
- (2) 现状及问题。调查及论述建设地区综合运输网的交通现状和建设项目在交通运输网中的地位与作用,论述原有道路的工程技术状况以及不适应的程度。
- (3) 发展预测。进行全面的交通调查和经济调查,论述建设项目所在地区的经济特征,研究建设项目与经济联系的内在联系,预测交通运输量的发展情况。

(4) 道路建设标准和规模。论述项目采用的等级及其主要技术指标和建设规模。

(5) 建设条件和方案选择。调查建设项目所处地理位置的地形、地质、地震、气候、水文等自然特征,建筑材料来源及运输条件;进行路线方案的比选,提出推荐方案的走向和主要控制点;评价建设项目对环境的影响,并提出合理保护环境的措施。

(6) 投资估算与资金筹措。包括主要工程数量、道路建设用地和拆迁、单价拟定、投资估算及资金筹措等。

(7) 工程建设实施计划。包括勘测设计和工程施工的计划与要求、工程管理和技术人员的培训等。

(8) 经济评价。包括运输成本等经济参数的确定,建设项目的直接经济效益和费用的估算,进行经济评价敏感性分析,建设项目的间接经济效益分析。收费公路还需做财务分析。

(9) 问题与建议。客观地说明可行性研究中存在的问题,相应地提出对下一步工作的建议。

需强调指出,工程可行性研究必须实事求是,尊重客观经济规律,使可行性研究工作确实起到“把关作用”,使项目投产后能达到预期的效果,减少投资风险。“不可行”的研究结果,也是一个成功的可行性研究报告,从避免造成投资浪费的意义上讲,其价值更高。切忌那种一开展可行性研究工作就在主观上形成必定“可行”的不实事求是的做法,更应避免站在本单位立场上,不顾国家大局,而想方设法使研究结论成为“可行”的情况。

二、设计阶段及其主要内容

工程可行性研究报告经主管部门审查批准后,即可进入工程建设的第二阶段,即设计施工阶段。

根据工程的性质、复杂程度等具体情况,可以采用一阶段设计、两阶段设计和三阶段设计。

一阶段设计即一阶段施工图设计,适用于技术简单、方案明确的小型建设项目。

两阶段设计即初步设计和施工图设计,适用于一般建设项目。

三阶段设计即初步设计、技术设计和施工图设计,适用于技术复杂、基础资料缺乏和不足的建设项目或建设项目中的个别路段、特大桥、互通式立体交叉、隧道等。

两阶段和三阶段设计中的初步设计应根据批准的可行性研究报告、设计任务书(或测设合同)和初测资料编制。主要内容包括拟定修建原则、选定设计方案、计算工程数量和主要材料数量、提出施工方案、编制设计概算、提供文字说明及图表资料。初步设计在选定方案时,应对路线的走向、控制点和方案进行现场核查,征求沿线地方政府和建设单位意见,基本落实路线布置方案。一般应进行纸上定线,赴实地核对,落实并放出必要的控制线位桩。对复杂困难地段的路线、互通式立体交叉、隧道、特大桥、大桥的位置等,应选择两个或两个以上的方案进行同深度、同精度的测设工作和方案比选,提出推荐方案。

三阶段设计中的技术设计应根据批准的初步设计和定测资料编制。技术设计阶段的目的是对重大、复杂的技术问题进一步落实设计方案。主要内容包括,通过科学试验、专题研究,加深勘探调查及分析比较,解决初步设计中未解决的问题,落实技术方案,计算工程数量,提出修正的施工方案,修正设计概算。

施工图设计阶段的目的是对批准的推荐方案进行详细设计以满足施工的要求。其主要内容包括对审定的修建原则、设计方案、技术决定加以具体和深化,最终确定各项工程数量,提出

文字说明和适应施工需要的图表资料以及施工组织计划,并编制施工图预算。

两阶段设计中的施工图设计应根据批准的初步设计和定测资料编制;三阶段设计中的施工图设计应根据批准的技术设计和补充定测资料编制。

一阶段施工图设计应根据批准的可行性研究报告、设计任务书(或测设合同)和定测资料编制。其目的和内容是拟定修建原则,确定设计方案和工程数量,提出文字说明和图表资料以及施工组织计划,编制施工图预算,满足审批的要求,适应施工的需要。

为了把事故隐患消灭在设计阶段,提高公路运营后的安全性,2004年发布了《公路项目安全性评价指南》(JTG/T B05—2004),这是一个推荐性指南,规定高速公路、一级公路的初步设计完成后宜进行安全性评价。对于安全性评价的具体内容和要求,限于篇幅,在此不赘,可以参考相关文献。

三、设计文件组成

设计文件是道路勘测设计的最后成果,经审查批准后是道路施工的依据,其组成、内容和要求随设计阶段不同而异。

以公路设计为例,根据《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》规定,设计文件组成和内容如下:

1. 初步设计文件

初步设计文件由总说明、路线、路基路面、桥梁涵洞、隧道、路线交叉、沿线设施及其他工程、环境保护、筑路材料、施工方案、设计概算共 11 篇组成。

2. 施工图设计文件

施工图设计文件由总说明、路线、路基路面、桥梁涵洞、隧道、路线交叉、沿线设施及其他工程、环境保护、筑路材料、施工方案、设计预算共 11 篇组成。

设计单位编制设计文件时,均应按上述要求执行。

第四节 道路功能与分级

一、公路功能的划分

公路功能的划分应该基于公路的预期作用,功能设计应提供满足出行运动的要求。根据出行类型、驾驶员情况、公路在整个公路系统内的作用,国外多将公路的功能划分为连接功能、集散功能、出入功能。我国现行《公路工程技术标准》(简称《标准》)中将公路按功能划分为干线公路、集散公路和支线公路三类。干线公路又分为主要干线公路和次要干线公路,集散公路分为主要集散公路和次要集散公路。

干线公路具有畅通直达功能,主要满足可通达的要求,交通流不间断,交通质量高,可以节省运行时间,降低运行成本,保证足够的交通安全。同时,在评价此功能的质量水平时,必须将节省时间、降低成本、保证交通安全目标和保护环境目标进行慎重比较。

集散公路具有汇集疏散的功能,主要是收集和分流交通,为公路周围的区域提供交通便

利。这类交通要求的车速相对较低。集散功能可能与连接功能有部分重合。

支线公路具有出入通达功能,主要为满足居民的活动、行走、购物要求等,因此对速度没有特别高的要求,主要强调可达性。

不同功能的公路特点不同,设计时应灵活考虑这些因素,灵活处理一些设计问题。功能等级高的公路如干线公路,承担大量的快速过境交通,并且多为载货汽车和商用车辆,这种功能的公路上的驾驶员大多对路况不熟悉。

功能较低的公路,如次要集散公路和支线公路,有不同的服务功能,包括供车辆出入、为干线公路汇流和分流交通,承担的交通量较少,服务距离短,车速较低。支线公路主要为进入那些几乎没有运输要求的地带提供一种途径。这种功能的公路上多为重复性交通,驾驶员一般对当地环境较熟悉。

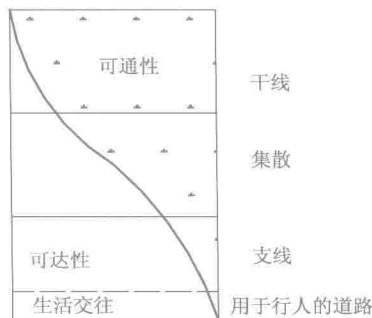


图 1-2 公路功能划分示意图

图 1-2 从概念上对各种功能的公路在可通性(快速性)和可达性关系方面作了示意说明。

由图 1-2 可以看出,干线公路强调交通直达运行的可通性(快速性),地方道路则强调了地方出入口功能,满足人们生活、交往需要,而集散公路均衡地提供了可达性和出入口两方面的服务。

设计中必须考虑公路的服务对象及服务对象对公路的要求,全面理解公路的功能有助于设计者在《公路工程技术标准》和《公路路线设计规范》(简称《规范》)规定范围内选择合理的设计速度和几何标准。

二、道路分级

(一)公路分级与技术标准

1. 公路分级

对不同性质(长度、目的等)的运输,应提供不同等级的公路系统来服务,当然亦必须有不同的设计标准及管制方式。分级的目的在于体现国家对各级公路的不同要求,使其具有不同的运输能力,经济合理地确定公路设计的技术标准,合理利用建设资金。

《标准》依据公路的功能和适应的远景交通量,将公路分为以下五个等级。

(1)高速公路:为专供汽车分向、分车道行驶并全部控制出入的多车道公路。高速公路的年平均日设计交通量宜在 15 000 辆小客车以上。

(2)一级公路:为供汽车分向、分车道行驶,可根据需要控制出入的多车道公路。一级公路的年平均日设计交通量宜在 15 000 辆小客车以上。

(3)二级公路:为供汽车行驶的双车道公路。二级公路的年平均日设计交通量宜为 5 000 ~ 15 000 辆小客车。

(4)三级公路:为供汽车、非汽车交通混合行驶的双车道公路。三级公路的年平均日设计交通量宜为 2 000 ~ 6 000 辆小客车。

(5)四级公路:为供汽车、非汽车交通混合行驶的双车道或单车道公路。双车道四级公路的年平均日设计交通量宜在 2 000 辆小客车以下;单车道四级公路的年平均日设计交通量宜

在 400 辆小客车以下。

全部控制出入的高速公路必须具有四条或四条以上的车道,必须设置中间带,必须设置禁入栅栏,必须设置立体交叉。

2. 公路技术标准

公路技术标准是指在一定自然环境条件下能保持车辆正常行驶性能所采用的技术指标体系。公路技术标准反映了我国公路建设的技术方针,是法定的技术要求,公路设计时都应当遵守。各级公路的具体标准是由各项技术指标体现的,如表 1-2 所示。

各级公路的主要技术指标汇总表

表 1-2

公路等级		高速公路			一级公路			二级公路		三级公路		四级公路	
设计速度(km/h)		120	100	80	100	80	60	80	60	40	30	20	
车道数(条)		≥4			≥4			2		2		2(1)	
车道宽度(m)		3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.5	3.75	3.5	3.5	3.25	3.00	
停车视距(m)		210	160	110	160	110	75	110	75	40	30	20	
圆曲线半径(m)	最大超高	10%	570	360	220	360	220	115	220	115	—	—	—
		8%	650	400	250	400	250	125	250	125	60	30	15
		6%	710	440	270	440	270	135	270	135	60	35	15
		4%	810	500	300	500	300	150	300	150	65	40	20
最大纵坡(%)		3	4	5	4	5	6	5	6	7	8	9	

各级公路的技术指标是根据路线在公路网中的功能、规划交通量和交通组成、设计速度等因素确定的。其中设计速度是技术标准中最重要的指标,它对公路的几何形状、工程费用和运输效率影响最大,在考虑路线的使用功能和规划交通量的基础上,根据国家的技术政策选定设计速度。路线在公路网中具有重要经济、国防意义及交通量较大者,技术政策规定应采用较高的设计速度,反之规定采用较低的设计速度。对于某些公路,尽管交通量不是很大,但其具有重要的政治、经济、国防意义,比如通向机场、经济开发区、重点游览区或军事用途的公路,可以采用较高的设计速度。

3. 公路等级的选用

公路等级应根据路网规划、公路功能,并结合交通量论证确定。主要干线公路应选用高速公路;次要干线公路应选用二级及以上公路;主要集散公路宜选用一、二级公路;次要集散公路宜选用二、三级公路;支线公路宜选用三、四级公路。

对纵、横向干扰少的干线公路,宜对选用一级公路或高速公路进行论证,若选用一级公路,则必须采取确保较高运行速度和安全的措施。对大、中城市城乡接合部及混合交通量大的集散公路可选用一级公路,其里程不宜过长、设计速度不宜太高,且应设置相应设施以保证通行能力和安全。当二级公路作为干线公路时,应采取相应安全措施。当二级公路作为城乡接合部及混合交通量较大的集散公路时,应视混合交通量大小设置慢车道,且设置相应设施以确保通行能力和安全。

一条公路可根据其功能和规划交通量等情况分段采用不同的公路等级、设计速度及车道数,但应结合地形条件选择合适的变更地点。在相互衔接处前后一定长度范围内主要技术指标应逐渐过渡,避免产生突变,设计速度高的一端应采用较低的平、纵技术指标,反之则应采用

较高的平、纵技术指标,以使平、纵线形技术指标较为均衡。变更地点原则上选在交通量发生较大变化或驾驶员能够明显判断前方需要改变行车速度处;高速公路、一级公路宜设在互通式立体交叉或平面交叉处;二、三、四级公路宜设在交叉路口、桥梁、隧道、村镇附近或地形明显变化处。

设计速度相同的路段应为同一设计路段,高速公路设计路段不宜小于 15km,一、二级公路设计路段不宜小于 10km。

(二)城市道路分类与技术分级

1. 城市道路分类

按照道路在城市道路网中的地位、交通功能以及对沿线的服务功能,将城市道路分为以下四类。

(1)快速路:应中央分隔、全部控制出入、控制出入口间距及形式,应实现交通连续通行,单向设置不应少于两条车道,并应设有配套的交通安全与管理设施。

快速路两侧不应设置吸引大量车流、人流的公共建筑物的出入口。

(2)主干路:为连接城市各主要分区的干线道路,以交通功能为主。非机动车交通量大时应设置分隔带与机动车分离行驶,两交叉口之间分隔机动车与非机动车的分隔带宜连续。主干路两侧不宜设置吸引大量车流、人流的公共建筑物的出入口。

(3)次干路:应与主干路结合组成干路网,以集散交通的功能为主,兼有服务功能。次干路两侧可设置公共建筑物的进出口,并可设置机动车和非机动车的停车场、公共交通站点和出租车服务站。

(4)支路:宜与次干路和居住区、工业区、交通设施等内部道路相连接,解决局部地区交通,以服务功能为主。支路可与平行于快速路的道路相接,但不得与快速路直接相接。支路需要与快速路交叉时应采用分离式立体交叉跨过或穿过快速路。

2. 城市道路分级

根据城市规模、规划交通量和地形等因素,除快速路外,各类道路划分为 I、II、III 级。大城市应采用各类道路中的 I 级标准,中等城市应采用 II 级标准,小城市应采用 III 级标准,见表 1-3。

各类各级城市道路主要技术指标表

表 1-3

项目 类别	设计速度 (km/h)	机动车道宽度(m)	分隔带设置	采用横断面形式
快速路	100,80	3.75(大型车或混行)	必须设	四幅(设辅路)
	60	3.5(小客车专用)		两幅(不设辅路)
主干路	60,50,40	3.5(大型车或混行)	—	四幅或三幅
		3.25(小客车专用)		
次干路	50,40,30	3.5(大型车或混行)	—	单幅或两幅
		3.25(小客车专用)		
支路	40,30,20	3.5(大型车或混行)	—	单幅
		3.25(小客车专用)		

在选用城市道路分级时,受地形限制的山城可降低一级,特殊发展的中、小城市可提高一级。有特殊情况需要变更级别时,应做技术经济论证,报规划审批部门批准。

城市道路规划交通量达到饱和状态时的设计年限,《城市道路工程设计规范》(简称《城规》)规定:快速路、主干路为20年,次干路为15年,支路为10~15年。

城市可按照其市区和近郊区(不包括所属县)的非农业人口总数划分为:大城市(指人口50万以上的城市)、中等城市(20万~50万)和小城市(20万以下)。

第五节 道路设计控制

道路设计从建立设计的基本控制开始,这些控制包括环境(如地形、道路所处的特定位置、气候)、驾驶员与行人特性、交通元素等。上述控制因素是由设计者选择或决定的,它们决定了道路的等级,同时又为线形设计(纵坡、曲率、宽度、视距等)提供依据。下面讨论的设计控制是道路几何设计的重要依据,在工程实际中,还需要考虑经济、安全、美观等各个方面的控制因素。

一、设计车辆

设计车辆指道路几何设计所采用的代表车型,以其外廓尺寸、重量、运转特性等特征作为道路几何设计的依据,对道路几何设计具有决定性控制作用。车辆尺寸直接影响加宽设计、车道宽度、最小转弯半径、视距和道路建筑限界,动力特性影响纵断面设计、爬坡车道等。道路上行驶的车辆种类繁多,形状各异,动力大小差别很大,因此,应结合道路上运行的各种车辆的特性,按使用目的、结构或发动机的不同而分成各种类型,在每种类型中选择重量、尺寸和运行特性有代表性的车辆作为设计车辆。公路设计选用的设计车辆有五类:小客车、大型客车、铰接客车、载重汽车和鞍式列车,其外廓尺寸见表1-4和图1-3。其中前悬指车体前端到前轮车轴中心的距离,轴距指前轮车轴中心到后轮车轴中心的距离,后悬指后轮车轴中心到车体后端的距离。

设计车辆外廓尺寸

表1-4

项目 尺寸(m) 车辆类型	总长	总宽	总高	前悬	轴距	后悬
	小客车	6	1.8	2	0.8	3.8
大型客车	13.7	2.55	4	2.6	6.5+1.5	3.1
铰接客车	18	2.5	4	1.7	5.8+6.7	3.8
载重汽车	12	2.5	4	1.5	6.5	4
铰接列车	18.1	2.55	4	1.5	3.3+11	2.3

选择设计车辆要考虑符合汽车制造业车辆尺寸的发展趋势,并代表当前一个时期内道路上运行车辆的一种组合。公路设计中设计者应考虑交通流中比例较高、尺寸最大的设计车辆,因为只要满足了这部分车辆的要求,小客车的要求就容易满足。作为一般性规则,选择设计车辆时,可按下列要求进行:

- (1) 高速公路、一级公路和有大型集装箱运输的公路,应选择鞍式列车作为设计车辆;

- (2) 其他公路必须保证小客车及载重汽车的安全和顺适通行;
- (3) 城市道路可选择铰接车作为设计车辆;
- (4) 确定路缘石或交通岛的转弯车道半径时,一般应以鞍式列车的转弯半径作为控制因素。

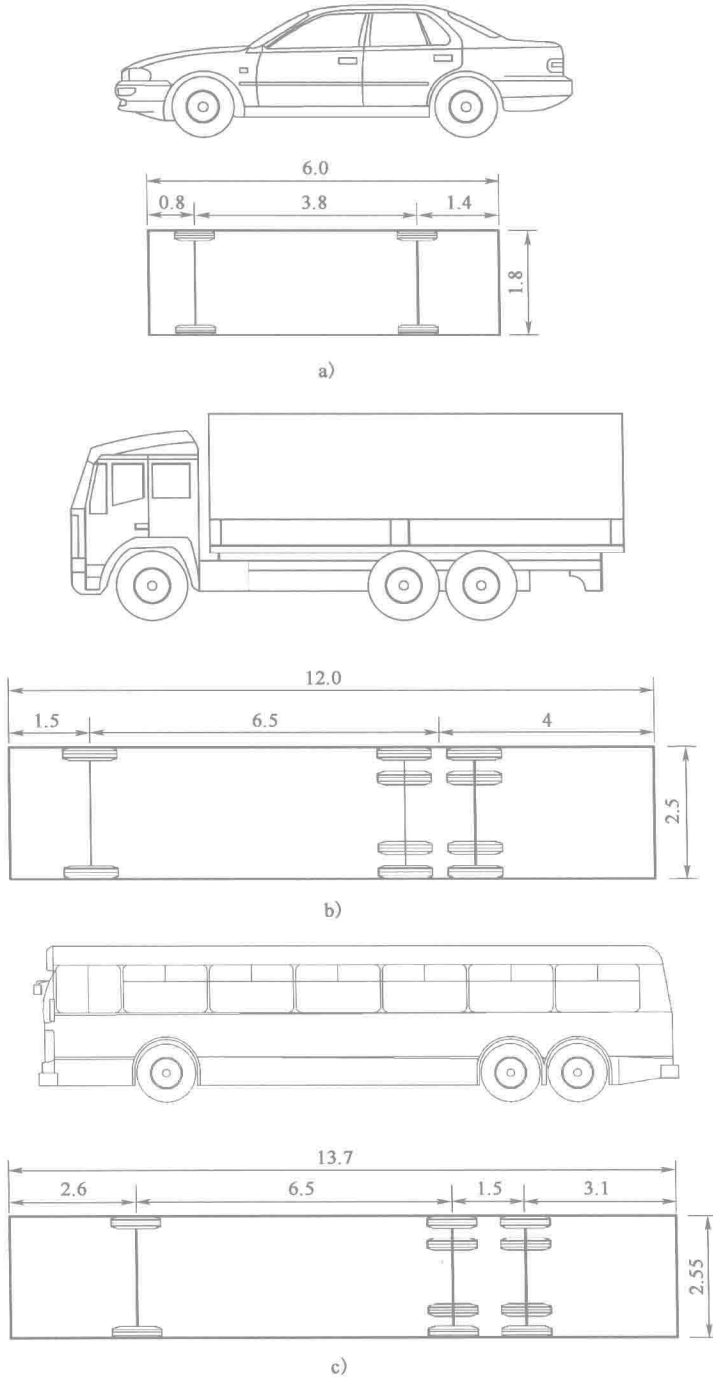


图 1-3

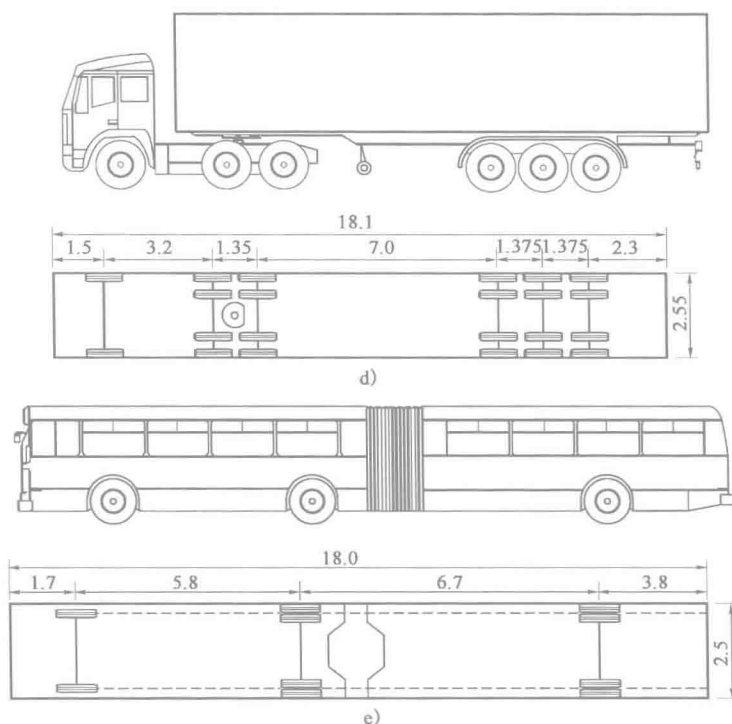


图 1-3 设计车辆外廓尺寸图(尺寸单位:m)

a)小客车;b)载重汽车;c)大型客车;d)铰接列车;e)铰接客车

自行车在城市或近郊数量较多,设计时应予以充分考虑。自行车的外廓尺寸为宽 0.75m,长 2.00m,载人后的高为 2.25m。

二、设计速度

1. 设计速度的概念及其作用

《标准》中将设计速度定义为确定公路设计指标并使其相互协调的设计基准速度。美国 AASHTO 出版的《A Policy on Geometric Design of Highways and Streets》(简称“绿皮书”)中这样描述设计速度:设计速度是公路设计时确定几何要素而采用的速度,选定的设计速度在考虑了地形、邻近土地利用和公路功能的前提下应该是合理的。设计速度直接影响曲线半径、缓和曲线最小长度、超高、视距、纵坡和竖曲线半径等技术指标。车道宽度、中间带宽度、路肩宽度等指标也与设计速度有密切关系。这些技术指标均应与设计速度配合以获得均衡设计。

2. 设计速度的选用

同一等级的道路应尽量采用相同的设计速度。也可根据实际的地形和交通条件选用不同的设计速度,但应在交通量发生较大变化处或驾驶员能明显判断情况发生变化而需要改变行车速度处,设置过渡段。《标准》对各级公路规定了不同的设计速度分档,如表 1-2 所示。公路设计中设计速度的选用应根据公路的功能与技术等级,结合地形、工程经济、预期的运行速度和沿线土地利用性质等因素综合论证确定。

高速公路作为国家级及省级重要干线公路,或作为交通量大的国家级及省级干线公路,或

位于地形、地质良好的平原、丘陵地段时,经技术经济论证其设计速度宜采用 120km/h 或 100km/h;当受地形、地质等自然条件限制时,经论证可选用 80km/h。

作为干线的一级公路,设计速度宜采用 100km/h;当受地形、地质等自然条件限制时,可选用 80km/h。作为集散的一级公路,设计速度宜采用 80km/h;受地形、地质等自然条件限制时,可选用 60km/h。

高速公路和作为干线的一级公路的特殊困难局部路段,因修建公路可能诱发病害时,经论证并报主管部门批准,其局部路段可采用 60km/h 的设计速度,但其长度不宜大于 15km,或仅限于相邻互通式立体交叉之间的路段。

作为干线的二级公路,设计速度宜采用 80km/h;作为城乡接合部混合交通量大的集散公路或位于地形等条件受限制的路段时,其设计速度宜选用 60km/h;受地形、地质等自然条件限制时,可选用 60km/h。作为集散的二级公路,设计速度宜采用 60km/h;受地形、地质等自然条件限制时,可采用 40km/h。

三级公路宜采用 40km/h;当受地形、地质等自然条件限制时,可选用 30km/h。

四级公路设计速度宜采用 30km/h;当受地形、地质等自然条件限制时,可选用 20km/h。

城市道路与公路相比,具有功能多样、组成复杂、行人交通量大、车辆多、车速差异大、交叉口多的特点,平均行驶速度比公路低。《城规》规定的各类各级道路的设计速度见表 1-3,条件允许时宜采用较大值。

3. 设计速度与运行速度的关系

需要指出,驾驶员往往不是以设计速度,而是根据沿途的地形、交通等实际条件选择适应道路几何状况的行驶速度。在路面平整、潮湿、自由流状态下,行驶速度累计分布曲线上对应于 85% 分位值的速度,称为运行速度(简称 V_{85})。就是说,运行速度与设计速度并非一致。在设计速度低的路段,当路线本身几何要素超过安全行驶的需要,外部条件(交通密度、地形、气候等)又较好时,运行速度常接近或超过设计速度,设计速度越低,出现这种可能性的概率就越高。反过来,在设计速度高的路段,当外部条件不好时,运行速度一般低于设计速度,设计速度越高,外部条件越差,出现这种可能性的概率就越高。上述分析说明,以设计速度为控制进行路线设计而得到的线形指标,很可能与运行速度要求的相不一致,这一缺陷已经引起国内外广大公路科技工作者和设计人员的重视,并展开了相关的研究工作。目前常用的改进办法是用设计速度与运行速度差对设计指标的合理性进行检查和评估。《标准》要求:相邻路段运行速度之差应小于 20km/h,同一路段运行速度与设计速度之差宜小于 20km/h。

三、交通量与通行能力

1. 规划交通量

交通量是指单位时间内通过道路某一断面的车辆数,其普遍计量单位是年平均日交通量,用全年总交通量除以 365 而得。规划交通量(也称设计交通量)是指拟建道路到预测年限时所能达到的年平均日交通量(辆/日),其值根据历年交通观测资料预测求得,目前多按年平均增长率计算确定。

$$AADT = ADT \times (1 + r)^{n-1} \quad (1-1)$$

式中:AADT——规划交通量(辆/日);

ADT ——起始年平均日交通量(辆/日);

r ——年平均增长率(%);

n ——预测年限(年)。

预测年限规定:国家级及省级重要干线公路的规划交通量应按 20 年预测;国家级及省级干线公路的规划交通量应按 15 年预测,但对于国家级及省级干线的高速公路和一级公路应按 20 年预测;县级公路的规划交通量宜按 10 年预测。另外,规划交通量的预测起算年应为该项目可行性研究报告中的计划通车年;当提交可行性研究报告年到公路通车年超过 5 年时,在编制初步设计前应对规划交通量予以核对。

规划交通量在确定道路等级、论证道路的计划费用及进行各项结构设计等时有重要作用,但不宜直接用于道路几何设计。因为在一年中的每月、每日、每小时交通量都在变化,在某些季节、某些时段可能高出年平均日交通量数倍,所以不宜作为具体设计的依据。

2. 设计小时交通量

小时交通量(辆/小时)是以小时为计算时段的交通量,是确定车道数和车道宽度或评价服务水平的依据。大量交通统计表明,在一天以及全年期间,每小时交通量的变化是相当大的。如果用一年中最大的高峰小时交通量作为设计依据,会造成浪费,但如果采用日平均小时交通量则不能满足交通需求,造成交通拥挤或阻塞。为使设计交通量的取值既保证交通安全畅通,又能使工程造价经济、合理,需借助一年中每小时交通量的变化曲线来指导确定合乎设计使用的小时交通量。方法如下:

将一年中所有 8 760 个小时交通量(双向)按其与年平均日交通量比值的百分数大小顺序排列起来,并画成曲线(图 1-4)。由图 1-4 可知,在 20~40 位小时交通量附近,曲线急剧变化,其右侧曲线明显变缓,而左侧曲线坡度则较大。显然设计小时交通量的合理取值范围应在第 20~40 位之内。如果以第 30 位小时交通量作为设计依据,意味着在一年中只有 29 个小时的交通量超过设计值,会发生拥挤,占全年小时数的 0.33%,相反,全年 99.67% 的时间能够保证交通畅通。目前,包括我国在内的世界许多国家都采用第 30 位小时交通量作为设计的依据,也可根据当地调查结果采用第 20~40 位小时之间最为经济合理的时位。

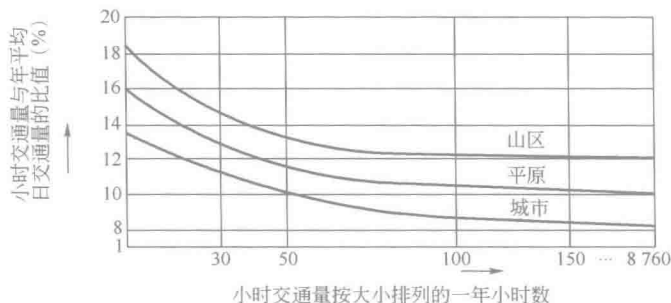


图 1-4 年平均日交通量与小时交通量的关系曲线

在确定设计小时交通量时,应根据平时观测资料绘制各条路线交通量变化曲线,没有观测资料的路段可参考性质相似、交通情况相仿的其他道路观测资料确定。

设计小时交通量按下式计算:

$$N_h = N_d \times D \times k \quad (1-2)$$