



普通高等教育土建类规划教材

道路工程

● 主编 王修山

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配套教师课件

本书根据普通高等学校对培养学生具备道路设计、施工等专业技能的
教学要求,以我国现行的有关公路和城市道路的工程技术标准和规范为依
据,吸收国内外最新研究成果和工程实践经验,结合编者多年的教学经
验和工程实践经验编写。本书共五章,主要涉及道路工程发展现状、道
路规划与勘测设计、路基工程、路面工程及道路施工与养护五个方面。

本书可作为高等院校土建类相关专业道路工程课程的教学用书,也可
作为从事道路工程勘察、设计、施工和管理人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

道路工程/王修山主编. —北京:机械工业出版社, 2019. 1

普通高等教育土建类规划教材

ISBN 978-7-111-61806-5

I. ①道… II. ①王… 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 (2019) 第 008403 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: 马军平 责任编辑: 马军平

责任校对: 王 延 封面设计: 张 静

责任印制: 张 博

北京铭成印刷有限公司印刷

2019 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19 印张·463 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-61806-5

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

服务咨询热线: 010-88379833

读者购书热线: 010-88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

金书网: www.golden-book.com

前 言

随着我国道路建设的飞速发展，道路技术得到了不断发展，有关标准、规范也相应做了较大的修改和调整。道路工程是一门理论与实践并重、工程性较强的课程。该课程涉及内容广泛，与工程实践联系紧密，并具有一定的区域特点。

为使读者掌握道路工程的特点和技术要领，了解其发展趋势，本书根据普通高等学校对培养学生具备设计、施工等专业技能的教学要求，以我国现行的有关公路和城市道路的工程技术标准 and 规范为依据，吸收国内外最新研究成果和工程实践经验，结合编者多年的教学经验和工程实践经验编写，重点阐述了道路工程的基本概念、基本理论和基本方法，并尽可能融入这一领域的新进展、新技术和新方法。

本书由浙江理工大学王修山任主编，由河南大学袁玉卿、长安大学周志军、山东省滕州市公路局葛永晔任副主编。全书共五章，具体编写分工是：绪论及第一、五章由王修山主笔；第二章由葛永晔主笔；第三章由袁玉卿主笔；第四章由周志军主笔。云南交通职业技术学院南爱强，中国人民解放军陆军工程大学任鹏，长安大学凡涛涛，浙江理工大学常晟、郭林和汪俊杰提供了相关资料并参与了相关章节的编写。山东建筑大学任瑞波教授审阅了书稿，并提出了相关意见和建议，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考了有关专家、学者的论著和教材，吸取了一些最新的研究成果，在此向相关文献的作者表示衷心的感谢！

限于编者水平，书中难免存在不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

绪论	1
思考题	4
第一章 道路工程发展现状	5
第一节 道路工程简介	5
第二节 国外道路工程发展现状	28
第三节 国内道路工程发展现状	43
思考题	61
第二章 道路规划与勘测设计	62
第一节 概述	62
第二节 道路规划设计	67
第三节 道路勘测设计	92
思考题	132
第三章 路基工程	134
第一节 概述	134
第二节 路基设计	153
第三节 路基边坡稳定性计算	164
第四节 路基防护	173
思考题	182
第四章 路面工程	183
第一节 概述	183
第二节 路面设计	190
第三节 路面性能评价与加铺层设计	224
思考题	239
第五章 道路施工与养护	240
第一节 路基施工与养护	240



第二节 路面施工与养护	262
第三节 道路养护新技术	282
思考题	288
附录	289
附录 A 一级区划的自然条件和对公路设计的要求	289
附录 B 各二级区自然条件对公路工程的影响	290
参考文献	295

绪 论

一、道路的特点及功能

1. 道路的特点

近百年来，汽车运输的迅速发展和道路及其运输所具有的一系列特点是分不开的。与其他交通设施相比，道路具有以下基本属性及经济特征：

(1) 道路的基本属性 道路建设与道路运输是物质生产，因而，它必然具有物质生产的基本属性，即有生产资料、劳动手段和劳动力及作为物质产品而存在的道路，同时，它又具有其本身特有的基本属性。

1) 公益性。道路分布广、涉及面宽，能使全社会收益，同时，也受到社会各方面的关注和支持。特别是近年来，道路运输在促进社会商品经济发展方面发挥了巨大的作用，使道路受到社会的重视。

2) 商品性。道路建设是物质生产，道路是产品，必然具备商品的基本属性，它既具有商品价值，又具有使用价值。这一属性是目前发展商品化道路（也称收费道路）的基本依据。

3) 超前性。道路的超前性主要是指道路的先行作用。道路是为国民经济和社会发展服务的，它作为国家连接工农业生产的链条和经济腾飞的跑道，其发展速度应当高于其他部门的发展速度。这就是通常所说的“先行官”作用。

4) 完备性。道路运输是资金密集型和技术密集型的产业，属于国家基本建设项目。道路的建设不仅要满足其现行通行能力的要求，还要考虑今后一段时间内通行能力增长的要求，即要有一定的储备能力。这就要求建设道路之前，必须进行统一的规划、可行性论证、周密的经济和交通调查、加强交通预测以及精心设计等工作，以满足远景发展的需要。

(2) 道路的经济特征

1) 道路产品是固定在广阔地域上的线形建筑物，不能移动。道路是线形工程，与一般的工业生产和建筑业相比，道路建设的流动空间更大，工作地点更不固定，受社会和自然环境影响较大，具有更强的专业性。

2) 道路的生产周期和使用周期长。通常，建成一条上百千米的道路需要花费两三年的时间，高等级道路还需要更长的时间；投入使用后一般使用年限为 10~20 年。在使用过程中，还需要对道路进行经常性的养护、维修和管理工作的。

3) 道路虽然是物质产品，但不具有商品的形式。在商品经济中，一般的产品，都采取商品交换形式，出售后进入消费。而道路建成后，不能作为商品出售，也不存在等价交换的买卖形式，只提供给社会使用。其投资费用以收费（使用道路的收费和养护管理费）和运

输运营收费形式来补偿。

4) 道路具有特殊的消费过程和消费方式。一般的商品生产与消费在时间和空间上都是分离的,即商品必须成型后,才能运送到市场进行交换和消费;道路则可以边建设,边使用,并在使用过程中进行养护、维修与改造。道路的生产与消费不可分割,在时间和空间上都是重复的。道路的消费形式不是一次性,而是多次消费。这就对道路的质量提出了特别高的要求,以确保其在多次重复性使用(消费)中保证车辆行驶的安全、快速、经济和舒适。

5) 道路作为一个完整的系统发挥其作用,为社会和经济服务。一条道路是由路线、路基、路面、桥涵等部分组成的完整系统。一个区域的道路网是由许多条道路组成的一个有机的网络系统,这个系统又成为交通运输系统中的一个子系统,这就要求各条道路的修建要统筹规划,相互协调,密切配合,从整体的角度为社会和经济服务。

另外,与其他运输方式相比,道路运输也存在一些弱点,如运量小、运输成本高、油耗和环境污染较大等。

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机构的骨架。

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,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。

二、道路工程的研究范围

1. 道路规划

道路规划是指在一个地区范围内(如全国、省市、地、县等),根据该地区的政治、国防、经济、文化、交通现状和发展要求,综合当地自然条件及其他因素,对道路进行的全面布局和规划的工作。路网规划是指道路建设科学管理大系统中决策系统的重要环节,是国土规划、综合运输网规划的重要组成部分;路网规划属于长远发展布局规划,是制订道路建设中长期规划、编制五年建设计划、选择建设项目的依据,是确保道路建设合理布局,有秩序的协调发展,防止建设决策、建设布局随意性及盲目性的重要手段。

2. 道路可行性研究

可行性研究是指一种在投资决策前对投资项目进行技术、经济论证的科学方法，是一种在投资前通过调查、分析、研究、推算和比较，选择最小的耗费，取得最佳经济效果的手段。我国规定，要以可行性研究为基础来确定基本建设的基本轮廓。这个轮廓可概括为工程建设的可否、时期、规模三个基本问题。

道路可行性研究的任务是在对地区社会、经济发展及路网状况进行充分调查研究、评价预测和必要的勘察工作的基础上，对项目建设的必要性、经济合理性、技术可行性、实施可能性提出综合的研究论证报告。按其工作深度可分为预测可行性研究和工程可行性研究。

道路建设项目可行性研究报告的主要内容包括：建设项目的依据、背景，在交通运输网中的地位，原路的状况，预测交通量及发展水平；论述建设项目的地理位置和自然特征，筑路材料来源及运输条件；论证不同方案的特点，提出推荐意见；测算主要工程量和估算投资，进行经济评价；对推荐方案进行评价，提出存在的问题和有关建议。

3. 道路设计与工程招投标

(1) 道路设计 道路设计是根据道路规划，按国家规定的标准和设计任务书的要求，对一条道路的路线方案、形状、位置及各组成部分的详细结构尺寸、工程数量、费用等进行的设计工作。道路设计，必须对道路沿线的条件（自然条件、社会条件等）进行勘测、调查，收集资料，再通过内业设计，完成修建道路所需的全部图、表、工程数量、费用等项目。道路设计根据任务、审核和完成资料的不同可分为初步设计、技术设计和施工图设计。

(2) 工程招标与投标

1) 道路工程招标，是指道路工程建设单位就拟建道路工程的规模、道路等级、设计图、质量标准等有关条件，公开或非公开地邀请投标人报出工程价格，在规定的日期开标，从而择优选定工程承包者的过程。

2) 道路工程投标，是指承包单位在同意建设单位按拟定的招标文件所提出的各项条件的前提下，对招标项目进行报价。投标单位获得投标资料以后，在认真研究招标文件的基础上，掌握好价格、工期、质量、物资等关键因素，根据建设单位的要求和条件，在符合招标项目质量要求的前提下，对招标项目进行价格估算，并在规定的期限内向招标单位递交投标资料，争取“中标”的过程。

道路工程建设实行招标投标承包制，是我国道路建设事业改革的需要。招标投标承包制，不仅在理论上符合商品经济和价值规律的基本原理，在实践上也证明了可以确保工程质量、缩短建设工期、降低工程造价、提高投资效益、保护公平竞争。

道路工程招标、投标工作，一般可分为三个阶段，即准备阶段、招投标阶段、评标及签订合同阶段。

4. 工程概预算

(1) 设计概算 设计概算是控制和确定工程造价的文件，是初步设计文件的重要组成部分。设计概算经批准后，就成为编制固定资产投资计划、签订建设项目总承包合同和贷款总合同、实行建设项目投资包干或确定招标投标标价的依据，也成为控制基本建设拨款和施工图预算、考核设计经济合理性的依据。设计概算文件包括概算编制说明，总概算书，单项工程综合概算书，单位工程概算书，其他工程与费用概算，钢材、木材、水泥等主要材料及设备表。

(2) 施工图预算 预算是施工图设计文件的重要组成部分,是确定工程造价、签订建筑安装工程合同、实行建设单位和施工单位投资包干和办理工程结算、实行经济核算和考核工程成本的依据。预算应根据施工图设计文件的工程量和施工方法,按照规定的定额、取费标准、工资单价、材料设备预算价格等,在开工前编制并报请批准。以施工图设计文件进行施工招标的工程,经审定后的施工图预算是编制工程标底的依据。

5. 道路施工及工程监理

(1) 道路施工 道路施工是将设计的道路在实地具体实施的过程。由于道路是线形工程,工地布设沿线路展开,施工的点多、线长,施工现场又大多数是露天作业,因而受自然条件的影响较大。与其他土木工程施工相比,道路施工更复杂、更艰苦、更困难。

道路施工的主要内容有:

1) 施工前的准备,包括征地、场地准备及拆迁、施工测量、材料准备、施工方案和施工组织计划的编制等。

2) 路基施工,包括路基土、石方施工,路基整修,路基排水及防护施工等。

3) 路面施工,包括备料、路槽施工、路面基层施工、路面面层施工、路容整修等。

4) 桥涵施工,包括备料、基坑开挖、基础施工、下部构造施工、上部构造安装、桥面施工、桥头引道施工等。

5) 隧道及特殊构造施工。

6) 沿线设施施工。

7) 工程竣工及验收。

(2) 工程监理 工程监理是指独立的监理单位受建设单位的委托,按照国家法律、法令、法规及有关的技术规范、标准和依法成立的施工合同文件,对工程建设的质量、投资、工期等进行全面的监督与管理的行为。

推行道路工程监理制度是道路建设管理体制改革的重要内容,是强化质量管理、控制工期和造价、提高投资效益和施工管理水平的有效措施。

思考题

1. 道路有哪些基本属性?
2. 道路有哪些经济特征?
3. 简述道路的功能。
4. 查阅相关资料,了解我国道路工程的招标投标承包制。
5. 查阅相关资料,了解我国道路工程监理制度。

第一节 道路工程简介

一、道路设计与施工

(一) 道路的基本组成

1. 公路的基本组成

道路是一种带状三维空间结构物,包括路基、路面、桥梁、涵洞、隧道和沿线设施等工程实体。一般所说的路线,是指道路中线的空间位置。道路中线在水平面上的投影叫路线平面图;用一个曲面沿道路中线竖直剖切,再展开成平面的图式叫纵断面图;沿道路中线任一点(即中柱)作的法向剖切面叫横断面图。

(1) 线形组成 线形指道路中线在空间的形状。道路中线是一条平面有曲线、纵面有起伏的立体空间曲线,其平面线形由直线和平曲线组成,平曲线包括圆曲线和缓和曲线;纵断面线由纵坡线和竖曲线组成。这条立体空间曲线,可用平面图、纵断面图和横断面图(三视图)来表示。

(2) 公路工程的组成部分 公路是承受荷载及自然因素影响的交通工程构造物,包括路基路面工程、排水工程(桥涵、渗水路堤、过水路面等)、防护工程(挡土墙、护坡等)、特殊构造物及交通安全服务设施等。

1) 路基。路基是公路的重要组成部分,它是按照路线位置和一定技术要求修筑的带状构筑物,承受由路面传来的荷载,是行车部分的基础。其断面形状一般包括路堤、路堑、半填半挖等断面形式。

2) 路面。路面是用不同的坚硬材料铺筑在路基上供汽车直接行驶的地带,通常由面层、基层、垫层等组成。路面是公路上最重要的建筑物,行车的安全、舒适与经济与否均取决于路面的质量。因此,通常以路面的质量来评价整条公路的质量。

3) 桥涵。桥涵是指为跨越水流或相交道路,供汽车行驶而设置的跨越构造物,山区公路桥梁和城市立交桥如图 1-1 所示。

4) 防护工程。防护工程是指为保证路基的强度和稳定或行车安全修筑的工程设施,如挡土墙、护坡等,如图 1-2 所示。

5) 隧道。隧道是指穿越山岭,为改善线形、缩短路线里程修筑的山洞,如图 1-3 所示。

6) 交通安全服务设施

① 照明设施,如灯柱、弯道反光镜等。



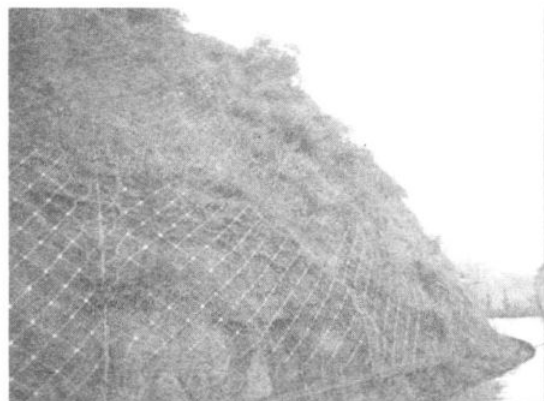
a)



b)

图 1-1 桥梁

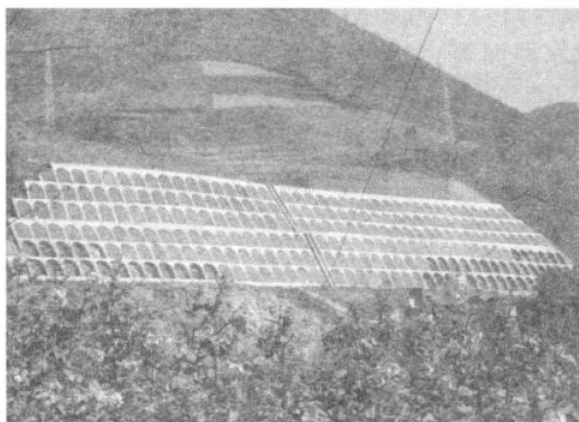
a) 山区公路桥梁 b) 城市立交桥梁



a)



b)



c)



d)

图 1-2 防护与加固

a) 柔性防护 b) 半工程半绿化防护 c) 窗孔式防护 d) 预应力索加固

② 安全设施，如护栏、隔离栅、路面标线、交通标志等，如图 1-4 所示。

③ 服务设施，如加油站、服务区、汽车站等。

④ 植树绿化与美化工程，是美化公路、保护环境不可缺少部分，为道路使用者提供一



图 1-3 秦岭终南山特长隧道

个安全、舒适的行车环境。植树绿化有利于美化路容、保持水土、稳固路基、防风固沙、净化空气等，而且可提高行车的安全性。

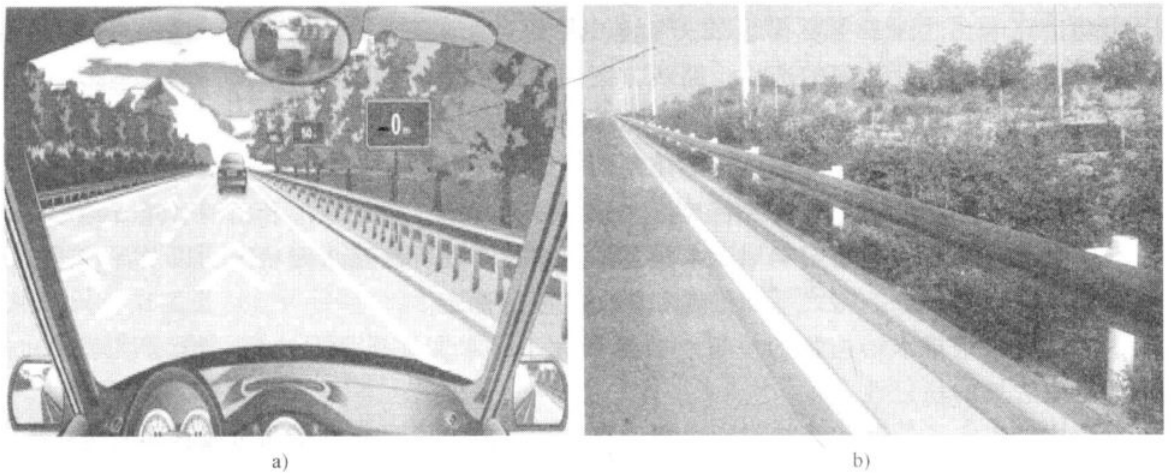


图 1-4 交通安全设施

a) 防眩、护栏、标线、视距线等 b) 护栏、标线等

2. 城市道路组成

在城市里，沿街两侧建筑红线之间的空间范围为城市道路用地。包括：

- 1) 供各种车辆行驶的车行道。其中供汽车、无轨电车、摩托车行驶的为机动车道；供有轨电车行驶的为有轨车道；供自行车、三轮车、电动自行车行驶的非机动车道。
- 2) 专供行人步行交通的人行道。
- 3) 起卫生、防护与美化作用的绿化带。
- 4) 用于排除地面水的排水系统，如街（道）沟或边沟、雨水口、窨井、雨水管等。
- 5) 为组织交通、保证交通安全的辅助性交通设备，如交通信号灯、交通标志、交通岛、护栏等。
- 6) 交叉口和交通广场。

- 7) 停车场和公共汽车停靠站台。
- 8) 沿街的地面设备,如照明灯柱、架空电线杆、给水栓、邮筒、清洁箱、接线柜等。
- 9) 地下的各种管线,如电缆、煤气管、给水管、污水管等。
- 10) 在交通高度发达的现代城市,还建有高架快速道路、人行过街天桥、地下道路、地下人行道、地下铁道等。

(二) 道路勘测设计控制

道路几何设计必须符合技术标准的规定,必须与地形、地质等自然条件相适应,必须满足交通流特性要求,也必须符合道路网规划,这些都是控制道路设计的因素。勘测设计详细介绍见第二章。

1. 技术依据

道路勘测设计主要的技术依据有《公路工程技术标准》《公路路线设计规范》《城市道路工程设计规范》等。道路勘测设计相关的依据有《公路勘测规范》《公路摄影测量规范》《公路全球定位系统(GPS)测量规范》等。道路勘测设计其他的技术依据有《公路工程基本建设项目设计文件编制方法》《城市道路交通规划设计规范》《厂矿道路设计规范》《公路环境保护设计规范》等。

2. 自然条件

影响道路的自然因素主要有地形、气候、水文、地质、土壤及植被等,这些自然因素主要影响道路等级和设计速度的选用、路线方案的确定、路线平面和纵横断面的几何形状、桥隧等构造物的位置和规模、工程数量和造价等。

地形决定了选线条件,并直接影响道路的技术标准和指标。按道路布线范围内的地表形态、相对高差、倾斜度及平整度,将地形大致划分为平原、微丘地形和山岭、重丘地形。

气候状况直接或间接地影响地面水量、地下水位高度、路基水温状况,以及泥泞期、冬季积雪和冰冻期等,影响路线平面位置和竖向高度的确定。

水文情况决定排水结构物的位置、数量和大小,水文地质情况决定了含水层厚度和位置、地基或边坡的稳定性。

地质构造决定了地基和路基附近岩层的稳定性,决定了路线方案和布设,同时也决定了土石方施工的难易程度和筑路材料的质量。

土是路基和路面基层的材料,它影响路基形状和尺寸,也影响路面类型和结构的确定。

地面的植物覆盖影响暴雨径流、水土流失程度,经济作物的种植还影响路线的布设。

(三) 公路勘测设计流程

道路建设项目一般需经过准备、实施和总结三个阶段(或前期工作和施工两个阶段),具体可分为项目建议书(立项)、可行性研究、设计、开工准备、施工、(交)竣工验收、通车运行、后评价。前期工作包括可行性研究和勘测设计两个阶段,其中可行性研究阶段按其工作深度又可分为预可行性研究阶段和工程可行性研究阶段,勘测设计阶段又可分为初步设计、技术设计和施工图设计阶段。

1. 设计阶段

《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》规定,公路工程基本建设项目可以采用一阶段设计、两阶段设计或三阶段设计。一阶段设计即施工图设计,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或施工图设计,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。

2. 各设计阶段主要内容

(1) 初步设计 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。初步设计阶段的目的是确定设计方案，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，一般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。

初步设计文件由总说明、总体设计、路线、路基路面及排水、桥梁涵洞、隧道、路线交叉、交通工程及沿线设施、环境保护、渡口码头及其他工程、筑路材料、施工方案、设计概算等共 13 篇及附件组成。

(2) 技术设计 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。

(3) 施工图设计 一阶段施工图设计应根据批准的可行性报告、设计任务书（或测设合同）和定测资料编制；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。施工图设计阶段的目的是对采用的方案进行详细设计以满足施工的要求，主要内容包括根据审定的修建原则对设计方案进行具体设计，确定各项工程数量，提出文字说明、图表资料及施工组织计划，并编制施工图预算，满足施工需求。

(四) 公路工程施工

1. 公路工程施工过程

施工单位接受施工任务后，依次经历开工前的规划组织准备阶段、现场施工条件准备阶段、正式施工阶段、竣工验收阶段等。对于不同规模、不同性质的具体工程项目，各阶段的工作内容不尽相同。

(1) 接受施工任务 承包人获得施工任务通常有两种方式：一是由上级主管单位统一安排任务，按行政隶属关系下达计划（突发性的抢险救援任务）；二是自行对外投标，中标后获得任务。获得施工任务，从法律角度讲，是以签订工程承包合同加以确认的。与项目业主签订工程施工承包合同，明确双方的经济、技术责任，互相制约，互相促进，共同保证按质、按量、按期完成工程项目的建设任务。合同一经签订，就具有法律效力，双方均应认真履行。

(2) 开工前的规划组织准备 准备工作的基本任务是：了解施工的客观条件，根据工程的特点、进度要求，合理安排施工力量，从人力、物力、技术和施工组织等方面为工程施工提供一切必要的条件。开工前的施工准备工作分为战略性的规划组织和战术性的现场条件准备两大部分内容。前者是总体的部署，后者是具体的落实。其主要内容包括以下几个方

面：熟悉和核对设计文件，补充调查资料，组织先遣人员进场，编制实施性施工组织来进行设计和施工预算。

(3) 开工前的现场条件准备 承包人经过现场核对后，应依据设计文件和实施性施工组织设计，认真做好施工现场的准备工作，包括征地拆迁，技术准备工作，建立临时生产、生活设施，以及人员、机具、材料的陆续进场。

上述各项具体准备工作完成后，即可向项目业主或监理工程师提出开工申请，并在上级要求或工程合同规定的最后日期之前提出。施工准备工作未做好，不得提出开工申请。施工准备工作不仅在施工前需进行，还贯穿于整个施工过程之中，因为构成道路工程的路基、路面、桥涵等各项工程，有各自不同的施工方法和工艺要求，且在时间和空间上都存在相互制约和相互影响的因素。

(4) 工程施工 在施工准备工作完成、提交开工申请并被批准之后，才能开始正式施工。施工应严格按照设计图进行，如需变更，必须事先按规定程序报经批准。要按照施工组织设计确定的施工方法、施工顺序及进度要求进行施工。各分项工程，特别是地下工程和隐蔽工程，要逐道工序检查合格，做好施工原始记录，才能进行下一道工序的施工。施工要严格按照设计要求和施工技术规范、验收规程进行，保证质量，安全操作，不留隐患，发现问题及时解决。

(5) 竣工验收 建设项目按设计要求建成后，承包人应自行初验，项目建设单位组织交工验收。施工单位承担的工程全部完成后，经初验符合设计要求，并具备相应的施工文件资料，经国土、审计、质检、环保、档案局等职能部门确认和鉴定，且质量缺陷责任期满后，应及时报请上级单位组织竣工验收。

根据建设项目的规模大小，分别由交通运输部或省、自治区、直辖市交通行政主管部门组织验收。参加竣工验收的人员应包括主管部门、公路管理机构、项目法人、竣工验收组代表、质量监督、造价管理、设计、施工、监理、接管养护、当地有关部门代表及特邀专家等。

竣工验收工作以设计文件为依据，按照国家有关规定，分析检查结果，评定工程质量等级，形成竣工验收鉴定书，并经竣工验收委员会签字确认。

2. 公路工程施工组织的基本原则

(1) 施工组织的基本原则

1) 连续性。连续性是指施工生产过程中的各阶段、各工序之间在时间上是紧密衔接的，不发生任何不合理的中断现象，这是提高劳动效率的重要条件。

2) 平行性。平行性是指施工生产过程中的各项施工生产活动，在时间上和空间上应尽可能地平行进行，这是充分利用工作面的有效途径。

3) 协调性。协调性是指施工生产过程中的各阶段、各工序之间在人员和设备上要保持适当的比例关系，不致发生不配套、不平衡、相互脱节的现象，从而充分调动职工的生产积极性，不断提高设备的利用率。

4) 均衡性。均衡性是指在整個建设工期及各个施工生产环节中，任务完成平衡，工作负荷相对稳定，不出现时松时紧、忙闲不均、赶工突击等现象。

(2) 经济效果评价

1) 可以合理地、最低限度地配置施工现场各类人员的人数，既保证施工生产需要，又避免频繁调动、窝工浪费。

2) 可使施工用的机械设备、工具、周转性消耗材料等减少到最低限度,并能尽量重复使用,节约费用。

3) 可以减少因施工过程中阶段性的停工、待料,以及其他原因造成的工人、机械设备的时间损失,避免浪费。

4) 可以合理地减少临时设施和现场管理费用。

5) 可以实现优质高产、安全生产和文明施工。

3. 标准化施工

施工标准化活动的主要内容包括工地标准化、施工标准化和管理标准化,专业涵盖路基、路面、桥涵、隧道、绿化及防护工程,有条件的也可在交通安全与机电工程中实施。

1) 工地标准化。工地标准化主要包括驻地和施工现场的标准化。

2) 施工标准化。按照规范要求,结合实际情况,细化路基、路面、桥涵、隧道、绿化及防护、交通安全与机电等各项工程的施工标准化要求,优化施工工艺,严格工艺管理,提高施工效率和实体工程质量。

3) 管理标准化。严格执行公路建设法律法规和强制性标准,在工程管理中查找薄弱环节,健全管理制度,优化管理流程,把技术标准、管理标准、作业标准落实到施工全过程,实现工程进度合理均衡,节能环保措施到位,档案资料收集齐全、整理规范。加强从业人员的管理和培训,统一从业人员的持证和着装。

4. 施工程序

施工程序是指建筑安装工程施工阶段或施工过程中,必须遵守时间上的先后和空间方向的顺序,以及工序之间的衔接等要求。遵循科学的施工程序是编制施工组织设计、拟订工程进度计划应首先考虑的问题,它是加快施工进度和保证工程质量的重要手段。

(1) 施工过程中建设工程的施工程序 如公路工程中路面工程应在路基土石方和桥涵等工程完成之后,并经验收合格后方能进行铺筑;交通工程等其他沿线设施,一般都在路基、路面、桥涵等工程完成之后才进行。只有这样,才能使各项工程的实施在时间上做到紧密衔接,在空间上实现统筹安排,避免季节、气候的不利影响,从而连续地、均衡地、有节奏地进行施工,保证人力、设备充分发挥作用,达到工期短、质量好、消耗少、成本低的效果。

(2) 工程项目(单位工程)的施工程序 施工程序是指路基、路面、桥梁、隧道、涵洞等各项工程中的分部分项工程施工的时间与空间的先后顺序,既要考虑空间上的施工流向顺序,又要考虑各工种工序在时间上的紧密衔接问题,其目的在于在保证工程质量、工期和安全施工的前提下,各工序之间相互创造条件,以充分利用工作面,争取时间,缩短工期,节约费用。因此它的合理程序是:先主体工程,后附属工程;先地下工程,后地上工程;先下部工程,后上部工程。

二、道路交通特性与特征分析

(一) 道路交通特性

1. 设计车辆

设计车辆是指道路设计所采用的具有代表性的车辆。

2. 设计速度与运行速度

(1) 设计速度 设计速度(又称计算行车速度或参照速度),是指当气候条件良好、交

通密度小、汽车运行只受道路本身条件（几何要素、路面、附属设施等）的影响时，中等驾驶技术水平的驾驶员能保持安全顺适行驶的最大行驶速度。设计速度是决定道路几何形状的基本依据。道路的曲线半径、超高、视距等直接与设计速度有关，同时车道宽度、中间带宽度、路肩宽度等指标的确定也受设计速度影响。公路设计应根据公路的功能、等级及交通量，结合沿线地形、地质状况等，经论证后确定合适的设计速度。

(2) 运行速度 运行速度是指中等驾驶技术水平的驾驶员在良好的气候条件、实际道路状况和交通条件下所能保持的安全速度。通常采用测定的第85个百分位行驶速度作为运行速度。应用运行速度的设计方法：根据设计速度初定道路线形，通过测算模型计算路段运行速度，用速度差控制标准检查和修正线形，以修正后的运行速度为依据确定路线的其他设计指标。

3. 交通量

交通量（设计小时交通量）是以小时为计算时段的交通量，是确定车道数、车道宽度和评价服务水平的依据。道路上行驶的车辆种类较多，其速度、行驶规律以及占用道路的净空差异较大，但作为道路设计的交通量应折算成某一标准车型。《公路工程技术标准》（JTG B01—2014）规定标准车型为小客车。

1) 日平均交通量（ADT）

$$ADT = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i \quad (1-1)$$

式中 Q_i ——各规定时间段内的日交通量（辆/d）；

n ——各规定时间段内的天数。

2) 年平均日交通量（AADT）

$$AADT = \frac{1}{365} \sum_{i=1}^n Q_i \quad (1-2)$$

3) 月平均日交通量（MADT）

$$MADT = \frac{\text{一个月的日交通量总和}}{\text{本月天数}} \quad (1-3)$$

4) 周平均日交通量（WADT）

$$WADT = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 Q_i \quad (1-4)$$

其中，年平均日交通量是确定道路等级的控制性指标，其他平均交通量可以用于交通量统计分析。

4. 通行能力与服务水平

对通行能力和交通量的分析，可正确确定道路的等级、规模、主要技术指标和几何线形等要素。

5. 道路网

(1) 公路网 公路网是在全国或一个区域内，由各等级公路组成的一个四通八达的网络系统。区域内的城市、集镇及某些运输集散点（如大型工矿、农牧业基地、车站、港口等）称为节点（或运输点）。公路设计以公路网为基础，按其规划要求分段分级逐步实施。公路在公路网中的使用性质、任务和功能，决定了公路的等级；两节点的方向决定了公路的