



中等职业教育国家规划教材

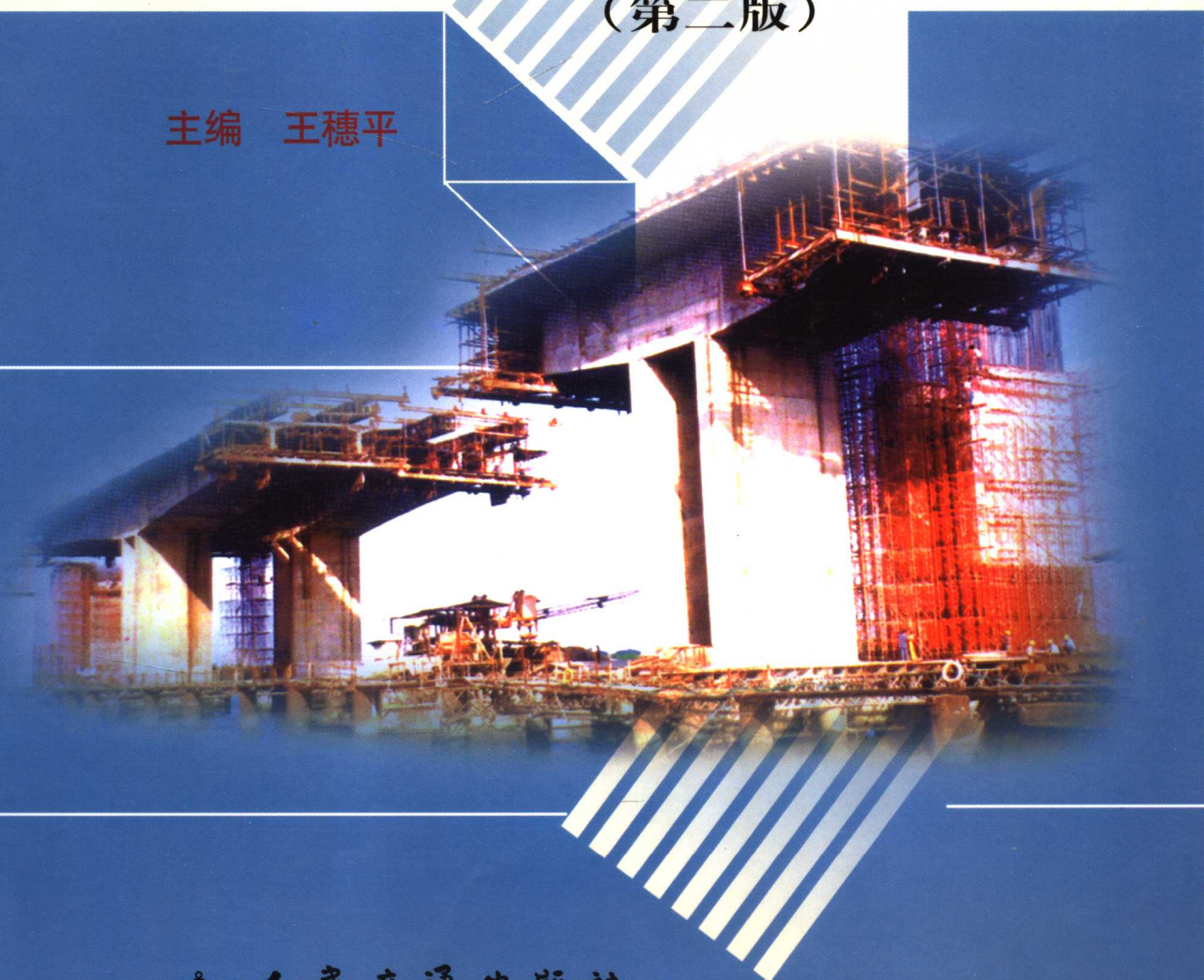
全国中等职业教育教材审定委员会审定

桥梁构造与施工

公路与桥梁专业

(第二版)

主编 王穗平



人民交通出版社

China Communications Press

中等职业教育国家规划教材

Qiaoliang Gouzao Yu Shigong

桥梁构造与施工

(第二版)

(公路与桥梁专业)

主 编 王穗平

主 审 姜云霞

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是中等职业教育国家规划教材,由交通职业教育教学指导委员会路桥工程专业指导委员会组织编写。全书分两篇介绍桥梁的构造和桥梁施工技术,内容包括:公路桥梁上的作用,桥梁构造,桥梁墩台构造,桥梁施工准备和桥位施工测量,桥梁墩台和锥坡施工,钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥和拱桥施工。书后附有本课程教学要求,供各校在进行教学安排时参考。

本书作为中等职业学校公路与桥梁专业教学用书,亦可供继续教育或职业培训使用,或作为公路工程技术人员的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁构造与施工/王穗平主编.—2版.—北京:人民交通出版社,2007.1

ISBN 978-7-114-06244-5

I. 桥… II. 王… III. ①桥梁结构②桥梁工程—工程施工 IV. U44

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第131891号

中等职业教育国家规划教材

书 名:桥梁构造与施工(第二版)(公路与桥梁专业)

著 作 者:王穗平

责任编辑:郝瑞苹

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)85285838, 85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京交通印务实业公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:10.5

字 数:256千

版 次:2002年7月第1版

2007年1月第2版

印 次:2007年1月第2版第1次印刷 总第4次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-06244-5

印 数:16001—21000册

定 价:14.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

交通职业教育教学指导委员会

路桥工程专业指导委员会

主 任：柴金义

副主任：金仲秋 夏连学

委 员：（按姓氏笔画排序）

王 彤 王进思 刘创明 刘孟林

孙元桃 孙新军 吴堂林 张洪滨

张美珍 李全文 陈宏志 周传林

周志坚 俞高明 徐国平 梁金江

彭富强 谢远光 戴新忠

秘 书：伍必庆

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1 号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从 2001 年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为学校选用教材提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的学校的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇六年六月

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的“职业教育课程改革和教材建设规划”,教育部全面启动了中等职业教育国家规划教材建设工作。交通职业教育教学指导委员会路桥工程学科委员会组织全国交通职业学校(院)的教师,根据教育部最新颁布的公路与桥梁专业的主干课程教学基本要求,编写了中等职业教育公路与桥梁专业国家规划教材共 8 种,并通过了全国中等职业教育教材审定委员会的审定。

本套教材的编写融入了全国各交通职业学校(院)公路与桥梁专业的教学改革成果,并结合了最新的技术标准、规范以及公路科技进步等情况,具有较强的针对性。新教材较好地贯彻了素质教育的思想,力求体现以人为本的现代理念,从交通行业岗位群的知识 and 技能要求出发,并结合对培养学生创新能力、职业道德方面的要求,提出教学目标并组织教学内容,在教材的理论体系、组织结构、内容描述上与传统教材有了明显的区别。

《桥梁构造与施工》是中等职业教育公路与桥梁专业国家规划教材之一,内容包括:绪论,公路桥梁上的作用,桥梁构造,桥梁墩台构造,桥梁施工准备和桥位施工测量,桥梁墩台和锥坡施工,钢筋混凝土桥施工,预应力混凝土桥施工,拱桥施工,全书共 9 章。

参加本书编写工作的有:河南省交通学校王穗平(编写第一篇第一、二、四章,第二篇第一、二章)、汪新梅(编写第一篇第三章第一节、第二篇第三章),内蒙古大学职业技术学院赵志蒙(编写第一篇第三章第二节、第二篇第四、五章),全书由王穗平担任主编,烟台师范学院交通学院于敦荣担任责任编委。人民交通出版社聘请湖南交通职业技术学院文德云高级讲师担任本套教材的总统稿人。

本书由长安大学胡大琳教授担任责任主审,长安大学刘来君副教授审稿。他们对书稿提出了宝贵意见,在此,表示衷心感谢。

限于编者经历及水平,教材内容很难覆盖全国各地的实际情况,希望各教学单位在积极选用和推广国家规划教材的同时,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

交通职业教育教学指导委员会
路桥工程学科委员会

二〇〇二年五月

随着公路特别是高速公路建设事业的快速发展,我国在公路与桥梁工程设计理论、公路建设新材料、公路施工新技术和新工艺等方面的研究取得了许多新的成果;近年来中华人民共和国交通部颁布了一些新的行业标准、规程和规范。为紧跟行业新技术的发展步伐,适应新的标准和规范的要求,改正第一版教材中与新标准、规程和规范表述不相吻合的内容;也为了弥补第一版教材在使用过程中发现的不足,交通职业教育教学指导委员会路桥工程专业指导委员会研究决定,对2002年出版的中等职业教育国家规划教材进行重新编写。其原则如下:

1. 遵循“去旧补新”的原则。根据国家和行业颁布的最新标准、规程和规范以及行业科技进步需要,对原教材中的部分内容进行了适当的调整和更新,同时对原教材中的不足和疏忽予以弥补。

2. 突出实践技能的原则。按照教育部对中等职业教育培养目标的定位,吸收近几年职业教育教学改革的经验和成果,力求使新修订的教材更符合中职学生的认知规律、实际应用和职业技能的训练需要,体现“所学即所用,所用即所教”。

参加本书编写工作的有:河南交通职业技术学院王穗平(编写第一篇第一、四章,第二篇第一、二章)、汪新梅(编写第一篇第三章第一节,第二篇第三章)、柴金玲(编写第一篇第二章),内蒙古大学职业技术学院赵志蒙(编写第一篇第三章第二节,第二篇第四、五章),全书由王穗平担任主编,内蒙古大学职业技术学院姜云霞担任主审。

第二版教材增附教育部颁布的《中等职业学校公路与桥梁专业教学指导方案》中对《桥梁构造与施工》课程的“教学基本要求”,以便于各校组织教学时参考。

交通职业教育教学指导委员会

路桥工程专业指导委员会

二〇〇六年八月

第一篇 桥梁构造

第一章 绪论	3
第一节 桥梁组成及分类	3
第二节 桥梁总体设计	6
第二章 公路桥梁上的作用	13
第一节 规范中的相关规定	13
第二节 作用效应及其组合	22
第三章 桥梁构造	25
第一节 梁式桥的主要类型及其适用情况	25
第二节 拱桥构造	46
第四章 桥梁墩台构造	65
第一节 桥墩构造	65
第二节 桥台构造	70

第二篇 桥梁施工

第一章 桥梁施工准备和桥位施工测量	81
第一节 施工准备工作	81
第二节 施工测量	82
第二章 桥梁墩台施工和锥坡施工	88
第一节 石砌墩台施工	88
第二节 锥坡施工	91
第三章 钢筋混凝土桥施工	93
第一节 模板	93
第二节 钢筋	101
第三节 混凝土	106
第四章 预应力混凝土桥施工	124
第一节 预应力混凝土结构材料	124
第二节 预加应力的方法及基本工艺流程	126
第五章 拱桥施工	137
第一节 石拱桥砌体材料的一般要求	137
第二节 拱圈的砌筑方法和工艺	139
附录一 《桥梁构造与施工》教学基本要求	150
附录二 桥梁施工实习教学基本要求	153
参考文献	155

A stylized graphic of a bridge is positioned behind the text. It features a thick horizontal line representing the bridge deck. On the left side, a vertical line represents a pier. A curved line represents the bridge's arch, which is partially obscured by the text. Two diagonal lines extend from the text '第一篇' towards the bridge structure.

第一篇

桥梁构造



第一章 绪 论

【知识点】

1. 桥梁的组成和分类;
2. 桥梁设计的基本要求及设计程序;
3. 桥梁纵、横断面设计的内容。

在公路建设中,为跨越各种障碍(如江河、沟谷或其他线路),必须修建各种类型的桥梁与涵洞,因此桥涵是路线的重要组成部分。就桥涵的数量来说,即使地形不复杂的地段,每公里路线上一般也有 2~3 座桥涵;就桥涵的造价来说,一般平均占公路总造价的 10%~20%。同时,桥涵施工也比较复杂。因此,正确、合理地进行桥涵设计和施工,对于节约材料,加快施工进度,降低工程费用,保证工程质量和公路的正常营运,都有着极其重要的意义。

第一节 桥梁组成及分类

一、桥梁组成

1. 梁桥的基本组成

公路梁桥的基本组成见图 1-1-1,主要由上部结构、支座系统、桥墩、桥台和墩台基础等组成。

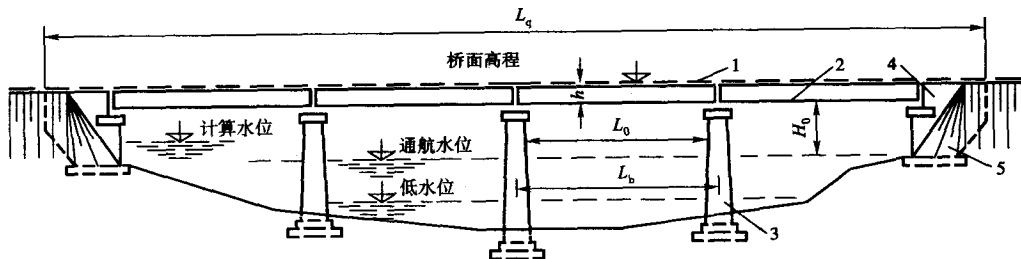


图 1-1-1 梁桥的基本组成部分

1-桥面;2-主梁;3-桥墩;4-桥台;5-锥形护坡

1) 上部结构

上部结构也称桥跨结构,包括承重结构和桥面系,是路线遇到障碍(如河流、山谷等)而中断时,跨越障碍的建筑物。它的作用是承受车辆荷载,并通过支座将荷载传给墩台。

2) 支座系统

支承上部结构并传递荷载于桥梁墩台上,它应保证上部结构在荷载、温度变化或其他因素作用下所预计的位移功能。

3) 桥墩

建在河中或岸上连接相邻桥跨的建筑物,其作用是支承上部结构并将结构重力和车辆荷载传给基础。

4) 桥台

修建在桥梁两端连接路堤与桥跨并支承上部结构的建筑物,将结构重力和车辆荷载传给基础,抵御路堤的土压力。

5) 墩台基础

承受由上部结构及墩、台所传递的全部荷载,并将荷载传递至地基的结构部分。

6) 附属结构

包括桥头路堤锥形护坡、护岸等。它的作用是防止路堤填土向河中坍塌,并抵御水流的冲刷。

2. 拱桥的基本组成

公路拱桥的基本组成见图 1-1-2,主要由上部结构(拱圈)、桥墩、桥台和墩台基础等组成。拱桥与梁桥的不同之处是:拱桥不需设置支座。

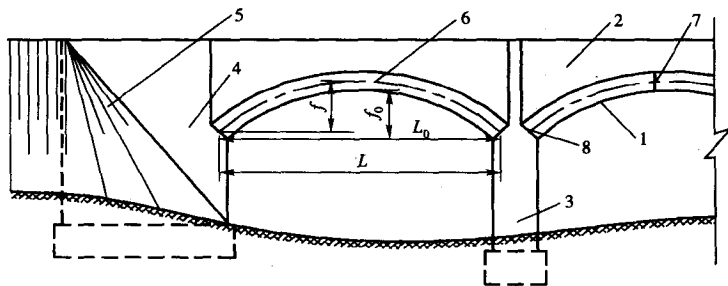


图 1-1-2 拱桥的基本组成部分

1-拱圈;2-拱上结构;3-桥墩;4-桥台;5-锥形护坡;6-拱轴线;7-拱顶;8-拱脚

3. 桥梁主要尺寸

计算跨径 L_j ——梁式桥、板式桥为桥跨结构两支承点间的距离;拱桥为两拱脚截面重心点间的水平距离。

净跨径 L_0 ——为计算水位上相邻两个桥墩(台)间的净距离。通常把梁桥支承处内边缘间的距离、拱桥两拱脚截面最低点间的水平距离也称为净跨径。

标准跨径 L_b ——梁式桥、板式桥桥墩中线间或桥墩中线与台背前缘间距为准;拱式桥和涵洞以净跨径为准。根据 2003 年交通部《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)的规定,桥涵标准跨径为 0.75m、1.0m、1.25m、1.5m、2.0m、2.5m、3.0m、4.0m、5.0m、6.0m、8.0m、10m、13m、16m、20m、25m、30m、35m、40m、50m。

桥梁全长 L ——有桥台的桥梁为两岸桥台侧墙或八字墙尾端间的距离;无桥台的桥梁为桥面系行车道长度。

多孔跨径总长 L_d ——梁式桥、板式桥为多孔标准跨径的总长;拱桥为两岸桥台内起拱线间的距离;其他形式桥梁为桥面系行车道长度。

桥梁高度 H ——行车道顶面至低水位间的距离,或行车道顶面至桥下路线的路面间距离。

桥梁建筑高度 h ——行车道顶面至上部结构最低边缘间的距离。

桥梁容许建筑高度 $h_{容}$ ——桥面高程与桥下通航或排洪必需的净空高度之差。

桥下净空 H_0 ——上部结构最低边缘至计算水位(计算水位 = 设计水位 + 壅水 + 浪高)或通航水位间的距离。对于跨越其他路线的桥梁,是指上部结构最低边缘至所跨越路线的路面间的距离。

拱桥矢高和矢跨比——从拱顶截面下缘至过起拱线的水平线间的垂直距离,称为净矢高

(f_0);从拱顶截面重心至过拱脚截面重心的水平线间的垂直距离,称为计算矢高(f)。计算矢高与计算跨径之比(f/L),称为拱圈的矢跨比(或称拱矢度)。

二、桥梁的分类

1.按桥梁主要承重构件的受力情况分

1)梁桥

主要承重构件是梁(板)。在竖向荷载作用下,梁承受弯矩,墩台承受竖向压力(图 1-1-3)。

2)拱桥

主要承重构件是拱圈。在竖向荷载作用下,拱圈主要承受压力,但也承受弯矩。墩台除承受竖向压力和弯矩外,还承受水平推力(图 1-1-4)。

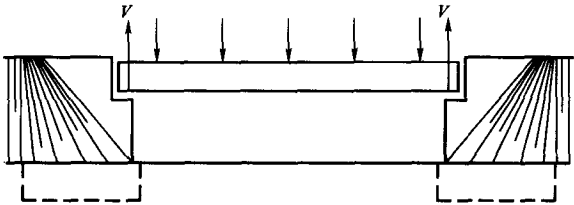


图 1-1-3 梁桥简图

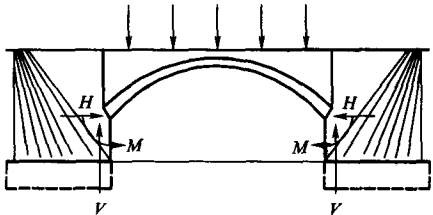


图 1-1-4 拱桥简图

3)刚架桥

上部结构和墩台(支柱)彼此连成一个整体。在竖向荷载作用下,柱脚产生竖向反力、水平反力和弯矩。这种桥的受力情况介于梁和拱之间(图 1-1-5)。

4)吊桥

以缆索作为承重构件。在竖向荷载作用下,缆索只承受拉力。墩台除承受竖向反力外,还承受水平推力(图 1-1-6)。

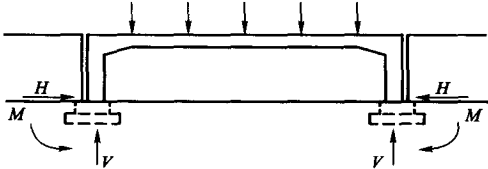


图 1-1-5 刚架桥简图

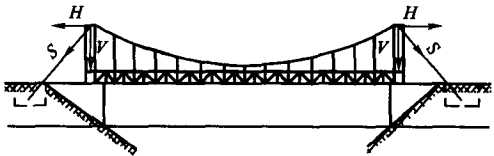


图 1-1-6 吊桥简图

5)组合体系桥

它是由几个不同受力体系的结构所组成,互相联系,共同受力。图 1-1-7 为梁拱组合的系杆拱桥;图 1-1-8 为拉索和梁组合的斜拉桥。

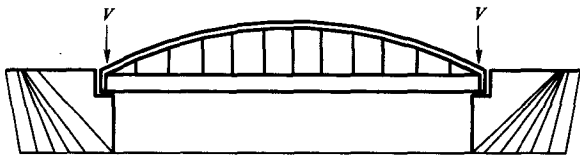


图 1-1-7 系杆拱桥简图

2.按桥梁的长度和跨径大小分

按桥梁的长度和跨径大小可分为特大桥、大桥、中桥、小桥和涵洞,划分标准见表 1-1-1。



图 1-1-8 斜拉桥简图

特大、大、中、小桥和涵洞划分标准

表 1-1-1

桥梁分类	多孔跨径总长 $L(\text{m})$	单孔跨径 $L_k(\text{m})$
特大桥	$L > 1\,000$	$L_k > 150$
大桥	$100 \leq L \leq 1\,000$	$40 \leq L_k \leq 150$
中桥	$30 < L < 100$	$20 \leq L_k < 40$
小桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq L_k < 20$
涵洞	—	$L_k < 5$

注：①圆管涵及箱涵不论管径或跨径大小、孔数多少，均称为涵洞；

②单孔跨径系指标准跨径。

3. 按上部结构所用材料分

按上部结构所用材料桥梁可分为木桥、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、圬工桥（包括砖、石、混凝土桥）和钢桥。

4. 按行车道的位置分

上承式桥：行车道位于承重结构之上（图 1-1-4）。

中承式桥：行车道位于承重结构中部（图 1-1-9）。

下承式桥：行车道位于承重结构下部（图 1-1-7）。

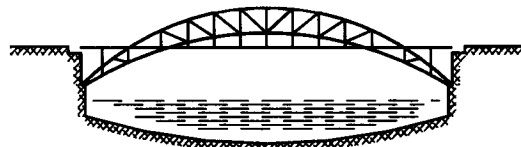


图 1-1-9 中承式桥简图

其他，按使用年限分为永久性桥和临时性桥；按使用条件分为高水位桥、低水位桥、开启桥、漫水桥等。

第二节 桥梁总体设计

一、设计的基本要求和设计资料

1. 桥梁设计的基本要求

公路桥涵应根据所在公路的作用、性质和将来发展的需要，按照安全、适用、经济、美观和有利环保的原则进行设计，并考虑因地制宜、就地取材、便于施工和养护等因素。

1) 使用上的要求

桥梁设计必须满足车辆畅通无阻、安全和舒适的要求；同时要根据桥梁所在地区的国民经济发展情况，既要满足当前交通量的需求，又要照顾到将来交通量增长的要求；既要满足运输的要求，又要满足农田排灌的要求；在通航的河道上，应满足航运的要求；还要考虑养护和维修方面的要求。

2) 设计上的要求

桥梁设计应积极采用新结构、新技术、新材料、新工艺，认真学习国外的先进技术，充分利

用国际最新科学技术成就,结合我国具体情况不断创新,提高建桥水平。

3)施工上的要求

桥梁的结构应便于制造,在运输和安装过程中应具有足够的强度、刚度和稳定性。

4)经济上的要求

桥梁的设计方案必须进行技术经济比较,一般地说,应使桥梁的造价最低,材料消耗最少。然而,绝不能只按建筑造价作为全面衡量桥梁经济性的指标,还要考虑到桥梁的使用年限、养护和维修费用等因素综合进行评价。

5)美观上的要求

在满足上述要求的前提下,应尽可能使桥梁具有优美的建筑外形,并与周围的景物相协调。合理的轮廓是美观的重要因素,决不应把美观片面地理解为豪华的细部装饰。

2.设计资料的调查

1)调查桥梁的使用要求

包括调查桥上的交通种类、车辆荷载等级、交通量及其增长率和行人情况,据此确定荷载设计标准、车道数目、行车道宽度及人行道宽度。

2)选择桥位

公路桥涵及其引道的线形应与路线的总体布设相协调。原则上大、中桥桥位应服从路线的总方向,路、桥综合考虑。一是从整个路线或路网要求看,在降低桥梁的建养费用的同时,也要避免或减少因车辆绕行而增加的费用;二是从桥梁本身的经济性和稳定性出发,要求桥位要选在河道顺直、水流稳定、河面较窄、地质良好、冲刷较小的河段上,以降低建养费用,同时避免因冲刷过大造成桥梁倒塌。另外尽量避免桥梁与河流或路线斜交,以免增加桥梁长度而提高造价。

对小桥来说,其位置要服从路线走向,当遇到不利的地形、地质和水文条件时,应采取适当的技术措施,尽可能不改变路线走向。

大、中桥一般应选择2~5个桥位,进行综合比较,选出最合理的桥位。

3)测量桥位附近的地形图

包括测量桥位处的地形、地物,并绘成平面地形图,供设计和施工使用。

4)调查地质资料

按《公路桥位勘测规程》(JTJ 062—91)的规定和要求,根据桥梁分孔情况确定钻孔数量和位置,并将钻孔资料绘成地质剖面图,作为基础设计的依据。

5)调查和收集水文资料

水文资料为确定桥孔净长、跨径、桥面高程和基础埋深提供依据。调查、收集水文资料内容如下。

(1)调查河道性质,如河床及两岸的冲刷和淤积、河道的自然变迁及人工规划是否为季节性河流。

(2)测量桥位处河床断面、河床比降;调查河槽各部分的形态高程和糙率;计算流速、流量等;通过计算确定设计水位处的平均流速和流量;结合河道性质可以确定桥梁所需要的最小桥孔净长;选择通航孔的位置和墩台基础形式;通过计算确定基础埋置深度。

(3)调查了解洪水位的多年历史资料,通过分析推算设计洪水位。

(4)向航运管理部门了解和协商确定设计通航水位和净空等,根据通航要求与设计洪水位,确定桥梁的分孔跨径与桥跨底缘设计高程。

(5)调查桥位附近的气象和地震情况,如风向、风速及有记载的地震资料。

(6)调查建材供应情况,电力供应情况,当地运输条件,施工场地等其他资料。

根据调查、勘测所得的资料,可以拟出几个不同的桥梁比较方案,方案包括不同的桥位、不同的结构形式、不同的材料、不同的分孔和跨径等,通过综合比较,从中选出最合理的方案。

二、桥梁设计程序

根据国家基本建设程序的要求,我国大、中桥梁的设计已形成了科学的、包括技术、经济及组织工作在内的设计程序。它分为前期工作及设计阶段。前期工作包括编制预可行性研究报告和工可行性研究报告。大、中桥一般采用两阶段设计,即初步设计、施工图设计;小桥采用一阶段设计。

1. 前期工作

前期工作主要是预可行性研究报告与工可行性研究报告的编制。两者应包括的内容及目的基本是一致的,只是研究的深度不一样。预可行性研究报告是在工程可行的基础上,着重研究建设上的必要性和经济上的合理性;工可行性研究报告则是在预可行性研究报告审批后,在必要性和合理性得到确认的基础上,着重研究工程上和投资上的可行性。前期工作的重点在于论证建桥的必要性、可行性,并确定建桥的地点、规模、投资控制等宏观问题和重大问题。

前期工作的主要内容:

1) 工程必要性论证

调查准备建桥地区的车流量(包括车数、车型、流向),在此基础上,从发展的观点及桥修通后可能引入的车流,进行科学的分析,得出日车流量,作为立论的依据。超过一定的日车流量修建桥梁才是必要的。

2) 工程可行性论证

(1)制定桥梁标准问题 根据调查的流量先确定路线等级并确定车道数、桥面宽及荷载标准,其次确定车速、桥梁坡度和曲线半径。如果通航,还需确定航运标准、航运水位、航道净空及航道数量及位置等。

(2)自然条件及周围环境问题 收集水文资料,包括设计流量,历史最高、最低水位,百年一遇洪水位及常水位情况及流速;收集地质资料,要探明覆盖层的性质、岩面高低、岩性及构造,从地质角度对各桥位作出初步评价;收集万分之一地形图,进行纸上定线,在实地桥位两岸设点,用测距仪测量并加以校正,并进行现场考核;对各桥位周围环境进行调查,包括道路、输电设备、建筑物、文物古迹等。

(3)桥型方案问题 进行桥型方案比较的目的就是评估方案的可行性,要求提供各个方案的工程数量。

(4)桥位问题 至少应选择两个以上的桥位进行比选,如遇特殊情况还需在大范围内提出多个桥位方案进行比选。比选的内容有:

①桥位对路网布置是否有利,随着建桥技术的发展,修桥的位置不再受限制,必须将桥位置于路网内一起考虑,尽量满足选线的需要;

②造价比较,要将各桥位桥梁本身的造价与连接线的造价加在一起进行比较;

③地质条件的比较,考虑地质条件对基础工程的影响;

④对航运条件进行比较;

⑤环境保护的评估。