



高等职业教育“十一·五”规划教材

桥梁工程概论

李清 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育“十一五”规划教材

桥梁工程概论

主 编 李 清
参 编 杨润萍 邓 超 叶文海
主 审 吴继锋



机械工业出版社

本书为高等职业教育“十一五”规划教材，按交通部最新颁布的技术标准和技术规范编写。全书共分六章，内容包括绪论、混凝土梁桥、拱桥、其他体系桥梁简介、桥梁墩台、涵洞。

本书可作为高职高专院校道路与桥梁工程及相关专业的教材，也可供从事道路与桥梁工程建设的工程技术人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

桥梁工程概论/李清主编. —北京: 机械工业出版社, 2009. 5

高等职业教育“十一五”规划教材
ISBN 978 - 7 - 111 - 26739 - 3

I. 桥… II. 李… III. 桥梁工程 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. U44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 049834 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: 覃密道 责任编辑: 李 莉

版式设计: 霍永明 责任校对: 陈延翔

封面设计: 姚 毅 责任印制: 乔 宇

北京京丰印刷厂印刷

2009 年 6 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13.25 印张 · 324 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 26739 - 3

定价: 23.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379540

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书主要介绍了桥涵工程的发展、分类组成以及规划设计程序,对混凝土梁桥、拱桥、其他体系桥梁、桥梁墩台和涵洞,阐述了它们的主要结构与设计和施工方法。本书在编写过程中,按照“理论够用为度,注重实践技能培养”的原则选取内容,重点介绍桥梁结构构造和施工方法。

本书可作为高职高专院校,道路与桥梁工程及相关专业的教材,以及供从事道路与桥梁工程建设的工程技术人员参考。

本书计划 60 学时,各章学时分配可参考下表。

学时分配表

授 课 内 容	建议学时数		
	讲课	课程设计	小 计
第一章 绪论			6
第一节 桥梁发展概况	1		
第二节 桥梁的组成与分类	1		
第三节 桥梁规划原则与设计资料收集	1		
第四节 桥梁纵断面、横断面设计和平面布置	1		
第五节 公路桥梁上的作用	2		
第二章 混凝土梁桥			22
第一节 桥面布置与构造	2		
第二节 桥梁支座	2		
第三节 梁桥的一般特点和主要类型	2		
第四节 板桥	2		
第五节 装配式简支梁桥	4		
第六节 简支梁桥计算方法简介	4		
第七节 混凝土简支梁桥的制造和架设	6		
第三章 拱桥			12
第一节 拱桥的组成和主要类型			
第二节 拱桥的构造	4		
第三节 拱桥设计要点	4		
第四节 拱桥的施工方法	4		
第四章 其他体系桥梁简介			6
第一节 预应力混凝土连续梁桥	1		

IV 桥梁工程概论

(续)

授 课 内 容	建议学时数		
	讲 课	课 程 设 计	小 计
第二节 刚架桥	1		
第三节 斜拉桥	1		
第四节 悬索桥	1		
第五节 其他体系桥梁施工方法	2		
第五章 桥梁墩台			8
第一节 桥墩的类型和构造	2		
第二节 桥台的类型和构造	2		
第三节 桥梁墩台的计算方法	2		
第四节 桥梁墩台的施工方法	2		
第六章 涵洞			6
第一节 涵洞的类型和构造	2		
第二节 涵洞的设计与计算	2		
第三节 涵洞的施工方法	2		
合计			60

本书由湖北交通职业技术学院李清任主编，江西交通职业技术学院吴继锋任主审。具体编写分工为：李清编写第一章，第二章第六、七节及第四章；湖北交通职业技术学院杨润萍编写第二章第一~五节；江西交通职业技术学院邓超编写第三章；湖北交通职业技术学院叶文海编写第五章、第六章。

由于编者水平有限，书中不妥和错误之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言		
第一章 绪论	1	
第一节 桥梁发展概况	1	
第二节 桥梁的组成与分类	3	
第三节 桥梁规划原则与设计资料收集	8	
第四节 桥梁纵断面、横断面设计和平面布置	9	
第五节 公路桥梁上的作用	13	
小结	23	
思考题	25	
第二章 混凝土梁桥	26	
第一节 桥面布置与构造	26	
第二节 桥梁支座	34	
第三节 梁桥的一般特点和主要类型	37	
第四节 板桥	40	
第五节 装配式简支梁桥	46	
第六节 简支梁桥计算方法简介	58	
第七节 混凝土简支梁桥的制造和架设	65	
小结	75	
思考题	77	
第三章 拱桥	78	
第一节 拱桥的组成和主要类型	78	
第二节 拱桥的构造	83	
第三节 拱桥的设计要点	98	
第四节 拱桥的施工方法	104	
小结	119	
思考题	120	
第四章 其他体系桥梁简介	121	
第一节 预应力混凝土连续梁桥	121	
第二节 刚架桥	125	
第三节 斜拉桥	128	
第四节 悬索桥	134	
第五节 其他体系桥梁施工方法	137	
小结	142	
思考题	143	
第五章 桥梁墩台	144	
第一节 桥墩的类型和构造	144	
第二节 桥台的类型和构造	155	
第三节 桥梁墩台的计算方法	163	
第四节 桥梁墩台的施工方法	173	
小结	182	
思考题	184	
第六章 涵洞	186	
第一节 涵洞的类型和构造	186	
第二节 涵洞的设计与计算	192	
第三节 涵洞的施工方法	198	
小结	202	
思考题	204	
参考文献	205	

第一章 绪 论

● 学习目标

1. 了解桥梁的重要性和国内外桥梁的发展情况。
2. 掌握桥梁的组成、分类及常用专业术语。
3. 了解桥梁总体规划和设计基本原则、野外勘测设计资料收集的内容。
4. 掌握桥梁纵断面、横断面设计和平面布置的内容和要求。
5. 了解公路桥梁上的各种作用类型及作用效应的组合。

● 本章重点

1. 桥梁的组成、分类及常用专业术语。

● 本章难点

1. 桥梁平面、纵断面、横断面设计的内容。
2. 可变作用的计算。

第一节 桥梁发展概况

建立四通八达的现代化交通网络,大力发展交通运输业,对于支撑经济发展、推动社会进步、保障国家安全、服务可持续发展等方面,都具有非常重要的作用。

在公路、铁路、城市和农村道路以及水利建设中,为跨越江河、沟谷或其他路线等障碍而修建的构造物称为桥梁。桥梁是交通工程中的关键枢纽,在工程规模上,桥梁造价一般占公路总造价的10%~20%。在国防上,桥梁是交通运输的咽喉。桥梁是一个国家或地区经济实力、科学技术、生产力发展等综合能力的体现,也是一个国家或地区经济、历史、人文等社会发展的标志性建筑。

随着《国家高速公路网规划》的实施,我国桥梁工程建设无论在建设规模上,还是在科技水平上,均已跻身于世界先进行列。到2007年底,全国公路桥梁的数量已达57万座,总长度达2319万延米。各种功能齐全、造型美观的立交桥、高架桥,横跨长江、黄河等大江大河的特大桥梁,还有几十公里长的跨海大桥,频频建成。

一、我国桥梁建设概况

我国的桥梁在世界桥梁史上有着辉煌的篇章。古代桥梁不但数量惊人,而且类型也丰富多彩,几乎包括了所有近代桥梁中的主要形式。建桥所用材料大都是土、石、木、砖等天然耐久性好的材料。

据史料记载,在3000多年前的周文王时期,我国就在渭河上架设过大型浮桥。隋唐时期是我国古代桥梁的兴盛时代。驰名中外的河北省赵县的赵州桥,就是我国古代石拱桥的杰出代表。该桥在隋大业初年(公元605年左右)由李春主持建造,是一座空腹式圆弧形石拱桥,净跨度37.02m,宽9m,拱矢高7.23m。在拱圈两肩各设两个跨度不等的腹拱,既减轻

桥梁的自重、节省材料,又便于排洪、增加美观。赵州桥至今仍保存完好。

福建泉州的万安桥,又称洛阳桥,建于1053~1059年,该桥全长1106m,共47孔,跨径11~17m,桥宽3.7m。万安桥位于洛阳江的入海口处,桥下江底以磐石铺遍形成筏形基础,并且用养殖牡蛎的方法胶固桥基形成整体。万安桥共有石梁300余根,每根重20~30t,采用潮汐的涨落控制船只高低的方法来架设石梁。

新中国成立后,我国的交通事业快速发展,尤其是20世纪90年代以来国家对高等级公路的巨大投入,使得我国的桥梁事业得到了空前发展,在大跨径桥梁建设方面已居世界领先水平。

我国长江流域上建成的桥梁堪称我国的桥梁博物馆。1957年,第一座长江大桥——武汉长江大桥的胜利建成,结束了我国万里长江无桥的历史状况,标志着我国建造大跨度钢桥的现代化桥梁技术水平提高到新的起点。大桥主桥为三联 $3 \times 128\text{m}$ 连续钢桁梁,下层双线铁路,上层公路桥面宽18m,两侧各设2.25m人行道,包括引桥全长1670.4m。1969年建成的南京长江大桥是我国自行设计、施工,并使用国产高强钢材的现代化大型桥梁。上层为公路桥,下层为双线铁路,包括引桥在内,桥梁全长6772m。南京长江大桥的建成,标志着我国的桥梁建造技术已达到世界先进水平。

从拱桥的发展来看,我国因地制宜修建了大量经济美观的石拱桥。目前世界跨度最大的石拱桥是于1999年底建成的跨度为146m的山西新丹河大桥。世界最大跨度的混凝土拱桥是于1997年建成的重庆万县长江大桥,跨度为420m,其主拱圈是采用钢管混凝土劲性骨架法施工的。世界跨度最大的钢箱拱桥是主跨为550m的上海卢浦大桥。世界跨度最大的钢管混凝土拱桥是巫山长江大桥,主跨为460m。

钢筋混凝土与预应力混凝土的梁式桥在我国也得到了快速发展。中小跨径的梁桥已广泛采用标准设计。我国预应力混凝土简支梁桥的标准化设计跨径达40m。1976年建成洛阳黄河公路大桥,跨径为50m,全长达3.4km。1997年建成的主跨为270m的虎门大桥辅航道桥是我国跨度最大的预应力混凝土梁桥,同类桥型跨度排名世界第三位。

预应力混凝土斜拉桥由于其结构合理,跨越能力大,用材指标低和外形美观等优点发展迅速。目前我国主跨超过600m的斜拉桥有4座。已建成的南京长江二桥为主跨628m的钢箱梁;武汉白沙洲大桥为主跨618m的混合梁;福建青州闽江大桥,其主跨为605m;1993年建成的上海杨浦大桥,主跨为602m。闽江大桥和上海杨浦大桥均为钢-混凝土组合梁。这4座桥梁的跨度目前均居世界领先地位。2008年建成通车的苏通长江大桥主桥采用主跨1088m的双塔双索面钢箱梁,目前为世界跨度最大的斜拉桥。

悬索桥的跨越能力在各类桥型中是最大的。我国于1999年9月建成通车的江阴长江大桥,主跨为1385m。2005年建成通车的润扬大桥,是我国第一座由悬索桥和斜拉桥构成的特大型组合桥梁,其中南汊主桥为单孔双铰钢箱梁悬索桥,主跨径1490m,目前位居世界第三。

我国杭州湾跨海大桥全长36km,是目前世界上最长公路跨海大桥。此外,还有东海大桥、崇明岛过江通道、深港西部通道、珠港澳大桥等一批世界级桥梁正在建设或进行前期工作。

我国的桥梁在建筑材料、结构设计理论与软件工程、研究分析与桥梁科学试验、预应力混凝土技术、钢桥制造技术、深水基础工程、施工技术与方法、施工机具与管理等领域已经

接近或达到国际先进水平。

二、世界桥梁建设概况

世界桥梁的发展与社会生产力的发展、工业水平的提高、施工技术的进步、力学理论的进展、计算能力的提高等方面有着密切的关系，其中建筑材料的革新能力尤为重要。

17 世纪以前，建筑材料基本只限于土、石、砖、木等，采用的结构也较简单。

17 世纪 70 年代开始使用生铁，19 世纪开始使用熟铁建造桥梁，由于这些材料自身的缺陷，使桥梁的发展仍然受到限制。

19 世纪中期，钢材的出现开始了土木工程的第一次飞跃。随后又产生了高强度钢材、钢丝，于是钢结构得到蓬勃发展。结构的跨度也不断扩大，能够修建几百米直至千米以上特大跨度的跨海大桥。

20 世纪初，钢筋混凝土的广泛应用以及 30 年代开始兴起的预应力混凝土技术，大大提高了混凝土结构的抗裂性能和刚度，实现了土木工程的第二次飞跃。

1883 年建成的纽约布鲁克林悬索桥，跨径达到 483m，开创了现代悬索桥的先河。1937 年建成的旧金山大桥，主跨达 1280m，保持了 27 年的世界纪录，至今美国的金门大桥仍是举世闻名的桥梁经典之作。1998 年 4 月竣工的日本明石海峡大桥主跨为 1991m，跨径居当前世界同类桥梁之首。

世界上第一座现代化斜拉桥是 1955 年瑞典建成的斯特罗姆海峡大桥，其主跨 182.6m，此后该桥型发展迅速，2004 年建成的法国米洛大桥，全长 2.4km，索塔高 343m，是世界上最高的斜拉桥。

1946 年在瑞典建成的绥依纳松特桥，是一座混凝土圬工拱桥，跨度达 155m。由于石料开采和加工砌筑费工巨大，国外已很少修建大跨度石拱桥。

钢筋混凝土拱桥从 20 世纪初开始得到了发展，1979 年前南斯拉夫用无支架悬臂施工法建成了跨度达 390m 的克尔克大桥，该桥保持了 18 年的世界纪录。

1977 年建成的奥地利的阿尔姆桥，主跨为 76m，是世界上最大的预应力混凝土简支梁桥。加拿大的魁北克桥是世界跨度最大的悬臂桁架梁桥，主跨为 548.6m，桥梁全长 853.6m。

第二节 桥梁的组成与分类

一、桥梁的组成部分

桥梁由上部结构、下部结构、墩台基础三个基本部分组成。

梁桥的基本组成如图 1-1 所示，拱桥的基本组成如图 1-2 所示。



图 1-1 梁桥的基本组成

1—主梁 2—桥面 3—桥墩 4—桥台 5—锥形护坡

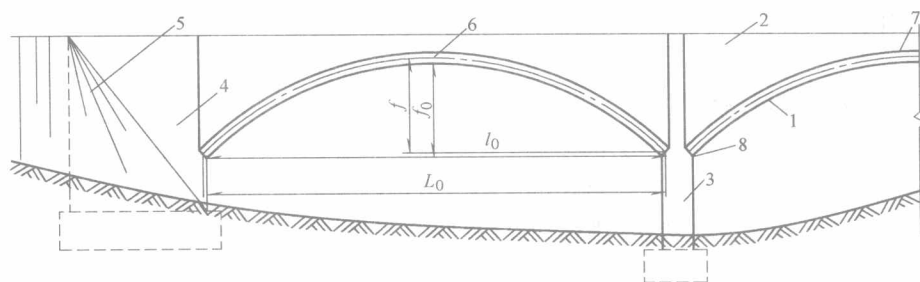


图 1-2 拱桥的基本组成

1—拱圈 2—拱上建筑 3—桥墩 4—桥台 5—锥形护坡 6—拱轴线 7—拱顶 8—拱脚

上部结构又称为桥跨结构，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，并通过支座传递给墩台。

下部结构为桥墩和桥台，是支承桥跨结构并将结构重力和车辆等荷载作用传至地基的建筑物。设置在桥两端的支撑结构物称为桥台，它除了上述作用外，还与路堤相衔接，以抵御路堤土侧压力，防止路堤填土的滑坡和坍落。设置在桥台中间的支撑结构物称为桥墩。

使全部作用效应传至地基的部分称为墩台基础，通常称之为为基础。它是确保桥梁安全使用的关键。由于基础往往深埋于土层之中，并且需在水下施工，故也是桥梁建筑中施工比较困难的部分。

梁桥中在桥跨结构与桥墩或桥台的支承处所设置的传力装置称为支座，它不仅把上部结构的各种作用效应传递到墩台上，并且要保证桥跨结构能产生一定的变位，使桥梁的实际受力情况符合结构计算图式。

在路堤与桥台衔接处，一般还在桥台两侧设置砌筑的锥形护坡，以保证路堤迎水部分路堤边坡的稳定。

在桥梁建筑工程中，除了上述基本结构外，根据需要还常常修筑护岸、导流结构物等附属工程。

二、桥梁的术语名称

设计洪水位：桥梁设计中规定的设计洪水频率计算所得的高水位；高水位是指洪峰季节河流中的最高水位，低水位是指枯水季节河流中的最低水位。

净跨径：对于梁桥净跨径是设计洪水位上相邻两个桥墩或桥台之间的净距，对于拱桥净跨径是每孔拱跨两个拱脚截面最低点之间的水平距离，用 l_0 表示。

计算跨径：对于有支座的梁桥，是桥跨结构相邻两个支座中心之间的距离，对于拱桥，是两相邻的拱脚截面形心点之间的水平距离，也是拱轴线两端点之间的水平距离，用 L_0 表示。桥跨结构的力学计算是以 L_0 为基准的。

标准跨径： L_k 为梁桥、板桥以两桥墩中心线长度或桥墩中心线与桥台台背缘间的距离；对于拱桥和涵洞为净跨径。

根据《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)规定，当标准设计或新建桥涵的跨径在 50m 及以下时，宜采用标准跨径。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、45m、50m。

总跨径：是多孔桥梁中各孔净跨径的总和，也称桥梁孔径（ Σl_0 ），它反映了桥下宣泄洪水的能力。

桥梁全长：简称桥长，为桥梁两岸桥台侧墙或八字墙尾端间的距离，用 L 表示。对于无桥台的桥梁为桥面系行车道的全长。

桥梁高度：简称桥高，是指桥面与低水位之间的高差，或为桥面与桥下线路路面之间的距离，用 H 表示。

桥下净空高度：是设计洪水位或通航水位至桥跨结构最下缘之间的垂直距离，以 H_0 表示，它应保证能安全排泄洪水，并不得小于该河流通航所规定的最小净空高度。

建筑高度：是桥上行车路面或轨顶标高至桥跨结构最下缘之间的距离，用 h 表示。

容许建筑高度：指公路或铁路定线中所确定的桥面或轨顶标高与通航净空顶部标高之差。

拱桥矢高和矢跨比：从拱顶截面下缘至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_0 称为拱圈的矢跨比或称拱矢度。

三、桥梁的分类

（一）桥梁的基本体系

1. 梁式体系

梁式体系是一种在竖向荷载作用下无水平反力的结构，以梁作为承重结构抗弯来承受荷载。梁分简支梁、连续梁、悬臂梁等，如图 1-3 所示。

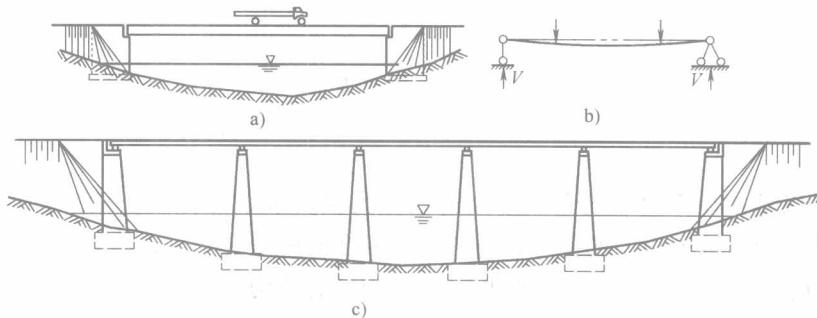


图 1-3 梁式桥

a) 简支梁 b) 简支梁受力简图 c) 连续梁

2. 拱式体系

拱式体系的主要承重结构是拱圈（拱肋），在竖向荷载作用下，拱圈以受压为主，但也承受弯矩，可采用抗压能力强的圬工材料（如砖、石、混凝土）和钢筋混凝土等来建造。墩台除承受竖向压力和弯矩外，还承受水平推力，如图 1-4 所示。

3. 刚架桥

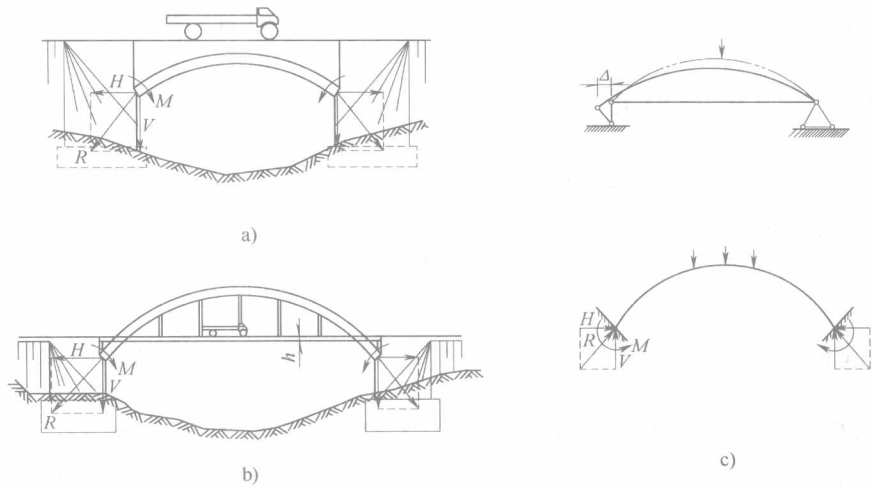


图 1-4 拱式桥

a) 上承式 b) 中承式 c) 受力简图

刚架桥是介于梁桥与拱桥之间的一种体系，它是由受弯的上部梁(板)结构与承压的下部桩柱(墩)整体结合在一起的结构。由于梁与柱刚性连接，梁因柱的抗弯刚度而得到卸载作用，整个体系是压弯结构，也是推力结构。刚架分直腿刚架与斜腿刚架。

刚架桥的桥下净空比拱桥大，在同样净空要求下可修建较小的跨径，如图 1-5 所示。

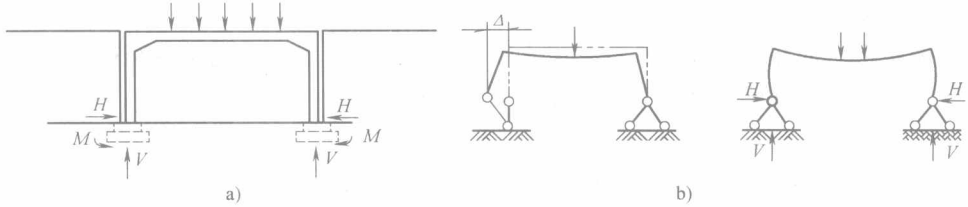


图 1-5 刚架桥

a) 刚架桥 b) 受力简图

4. 悬索桥

悬索桥是以悬挂在两边塔架上的强大缆索作为主要承重结构的桥梁。在竖向荷载作用下，通过吊杆使缆索承受很大的拉力，通常都需要在两岸桥台的后方修筑非常巨大的锚碇结构，如图 1-6 所示。悬索桥也是具有水平反力(拉力)的结构。悬索桥的跨越能力在各类桥型中是最大的，但结构的刚度差。

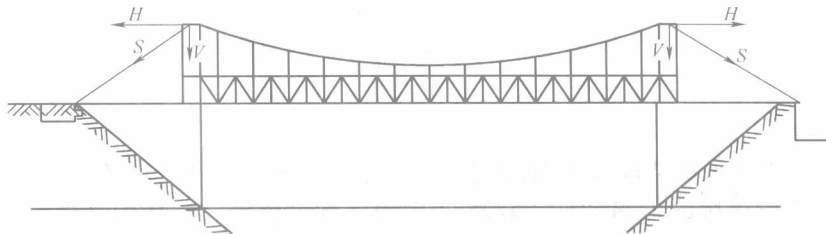


图 1-6 悬索桥

5. 组合体系

(1) 梁、拱组合体系 这类体系有系杆拱、桁架拱、多跨拱梁结构等，它们是利用梁的受弯与拱的承压特点组成联合结构。其中梁和拱都是主要承重物，两者相互配合共同受力，如图 1-7 所示。

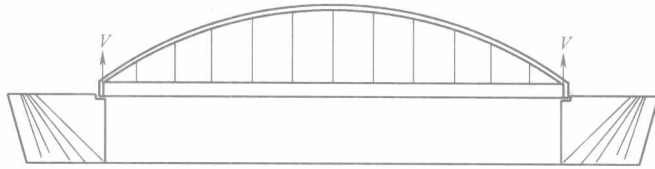


图 1-7 系杆拱

(2) 斜拉桥 斜拉桥也是一种主梁与斜拉索相结合的组合体系，如图 1-8 所示。悬挂在塔柱上的被张紧的斜拉索将主梁吊住，使主梁像多点弹性支承的连续梁一样工作，这样既发挥了高强材料的作用，又显著减小了主梁截面，使结构自重减轻而能跨越很大的跨径。

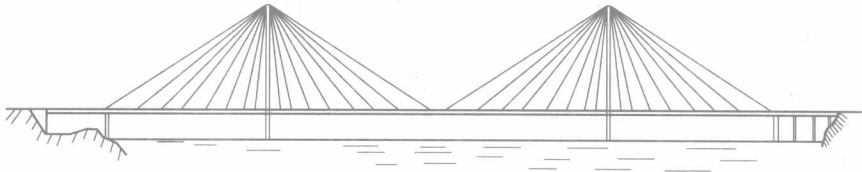


图 1-8 斜拉桥

(二) 桥梁的其他分类方法简介

1) 按用途分为公路桥、铁路桥、公路铁路两用桥、农桥、人行桥、运水桥(渡槽)，及其他专用桥梁(如通过各种管线等)。

2) 按桥梁全长和跨径不同分为特大桥、大桥、中桥、小桥和涵洞。《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)规定的划分标准见表 1-1。

表 1-1 桥涵分类表

桥涵分类	多孔跨径总长 L/m	单孔跨径 L_k/m	桥涵分类	多孔跨径总长 L/m	单孔跨径 L_k/m
特大桥	$L > 1000$	$L_k > 150$	小桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq L_k < 20$
大桥	$100 \leq L \leq 1000$	$40 \leq L_k \leq 150$	涵洞	—	$L_k < 5$
中桥	$30 < L < 100$	$20 \leq L_k < 40$			

3) 按上部结构所用的材料可分为木桥、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) 按跨越障碍的性质可分为跨河桥、跨线桥(立体交叉)、高架桥和栈桥。

5) 按上部结构的行车道位置分为上承式桥、下承式桥和中承式桥。桥面布置在主要承重结构之上者称为上承式桥，桥面布置在主要承重结构之下称为下承式桥，桥面布置在主要承重结构中间的为中承式桥。

6) 按特殊使用条件分为开启桥、浮桥、漫水桥等。

第三节 桥梁规划原则与设计资料收集

桥梁工程设计应符合技术先进、安全可靠、适用耐久、经济合理的要求，还应按照美观和有利于环境保护的原则进行设计，并考虑因地制宜、就地取材、便于施工和养护等因素。

一、桥梁设计的基本原则

1. 使用要求

桥梁设计要求能保证行车的畅通、舒适和安全；既满足当前的需要，又照顾今后的发展；满足交通运输本身的需要；通航河流上的桥梁，应满足航运的要求；桥梁还应考虑战备，适应国防的要求。

2. 经济要求

桥梁设计方案必须进行技术经济比较，应选择桥梁的造价和养护费用综合最低的桥型。设计中应充分考虑桥梁的使用年限、养护和维修费用等因素。

3. 设计要求

整个结构及各部分构件在制造、运输安装和使用过程中应具有足够强度、刚度、稳定性和耐久性，应积极采用新结构、新技术、新材料、新工艺。

4. 施工要求

桥梁结构应便于制造和架设。应尽量采用先进的工艺技术和施工机械，以利于加快施工进度，保证工程质量和施工安全。

5. 美观要求

一座桥梁应具有优美的外形，应与周围的景观相协调。城市桥梁和游览地区的桥梁，可较多地考虑建筑艺术上的要求。合理的结构布局和轮廓是美观的主要因素，绝不应把美观片面地理解为豪华的细部装饰。

6. 环境保护和可持续发展要求

桥梁设计必须考虑环境保护和可持续发展的要求，包括生态、水、空气、噪声等诸方面，应从桥位选择、桥跨布置、基础方案、墩身外形、上部结构施工方法、施工组织设计等多方面考虑环保要求，采取必要的工程控制措施，建立环境监测系统，将不利影响减至最小。施工完成后，遭受施工破坏的植被应进行恢复或对桥梁周边景观进一步美化。

二、设计资料的调查收集

1) 桥梁设计资料调查的具体任务是调查桥上的交通种类和行车、行人的来往密度及实际交通量和增长率，从而确定桥梁的荷载等级和行车道及人行道的宽度等。

2) 大、中桥桥位的选择原则上应服从路线的总方向，路桥综合考虑。一方面从整个路线网的观点上来看，既要力求降低桥梁的建造和养护费用，也要避免或减少因车辆绕道而增加的运输费用。另一方面从桥梁本身的经济性和稳定性出发，应尽量选择在河道顺直、水流稳定、河面较窄、地质良好、冲刷较少的河段上，以降低造价和养护费用，并防止因冲刷过大而发生桥梁倒塌的危险。

3) 测量桥位附近的地形，并绘制地形图，供设计和施工应用。

4) 钻探调查桥位的地质情况,并将钻探资料绘制成地质剖面图,作为基础设计的重要依据。为使地质资料更接近实际,可以根据初步拟定的桥梁分孔方案将钻孔布置在墩台附近。

5) 调查和测量河流的水文情况,为确定桥梁的桥面标高、跨径和基础埋置深度提供依据。其内容包括:了解河道性质(如河道的自然变迁和人工规划的情况),河床及两岸的冲刷和淤积,测量桥位处河床断面,调查了解洪水位的多年历史资料,推算设计洪水位,测量河床比降,调查河槽各部分的形态标志和粗糙率等,计算流速、流量等有关的资料,向航运部门了解和协商确定设计通航水位和通航净空。

6) 调查当地建筑材料(砂、石料等)的来源,水泥、钢材的供应情况以及水陆交通的运输情况。

7) 调查了解施工单位的技术水平、施工机械等装备情况,以及调查了解施工现场的动力设备和电力供应情况。

8) 调查和收集有关气象资料,包括气温、雨量及风速(或台风影响)等情况。

9) 调查新建桥位上、下游有无老桥,其桥型布置和使用情况等。

第四节 桥梁纵断面、横断面设计和平面布置

一、桥梁纵断面设计

桥梁纵断面设计包括总跨径确定、桥梁的分孔、桥面标高、桥上和桥头引道的纵坡以及基础的埋置深度的确定。

(一) 桥梁总跨径的确定

桥涵孔径的设计必须保证设计洪水以内的各级洪水及泥石流、漂流物等安全通过,并应考虑壅水、冲刷对上下游的影响,确保桥涵附近路堤的稳定。桥梁的总跨径一般根据水文计算确定。由于桥梁墩台和桥头路堤压缩了河床,使桥下过水断面减少,流速加大,引起河床冲刷,因此桥梁总跨径必须保证桥下有足够的排洪面积,使河床不致产生过大的冲刷。但为了不致因总跨径过大而增加桥梁的总长度,同时又要允许有一定的冲刷,因此桥梁的总跨径不能机械地根据计算和规定的冲刷系数来确定,而必须按具体情况分别对待。如当桥梁墩台基础埋置较浅时,桥梁的总跨径应大一些,可接近于洪水泛滥宽度,以避免河床过多的冲刷而引起桥梁破坏;对于深基础,允许较大冲刷,可适当压缩河床。

(二) 桥梁的分孔

桥梁的分孔关系到桥梁的造价。跨径和孔数不同时,上部结构和墩台的总造价是不同的。跨径愈大,孔数愈少,上部结构的造价就愈大,而墩台的造价就愈小。最经济的跨径就是要使上部结构和墩台的总造价最低,因此当桥墩较高或地质不良,基础工程较复杂而造价较高时,桥梁跨径就选得大一些;反之,当桥墩较矮或地基较好时,跨径就可选得小一些。

在通航的河流上,首先应以桥下通航的要求来确定孔径,当通航跨径大于经济跨径时,通航孔按照通航要求确定孔径,其余的桥孔应根据上下部结构总造价最低的经济原则来决定跨径。当通航的跨径小于经济跨径时,按经济跨径布置桥孔。

在布置桥孔时,遇到不良的地质地段,如岩石破碎带、裂隙、溶洞等,应将桥基位置移开,或适当加大跨径。在山区河谷或水深流急的江河上,宜减少中间桥墩,应加大跨径或采

用特大跨径单孔跨越。

在有些体系中,为了结构受力合理和用材经济,分跨布置时要考虑合理的跨径比例。例如,三跨连续梁中跨与边跨的比例为 1.00:0.70~1:0.80。

跨径选择还与施工能力有关,有时选用较大的跨径虽然在技术上和经济上是合理的,但由于缺乏足够的施工技术能力和机械设备,也不得不放弃而改用较小跨径。

(三) 桥面标高的确定

桥面的标高根据路线的纵断面设计和计算水位(设计洪水位计入壅水、浪高等)或最高流冰水位、桥下通航需要的净空来确定。

对于非通航河流,桥下净空最小值见表 1-2。

表 1-2 非通航河流桥下最小净空

桥梁部位		高出计算水位/m	高出最高流冰面/m
梁底	洪水期无大漂流物	0.50	0.75
	洪水期有大漂流物	1.50	—
	有泥石流	1.00	—
支承垫石顶面		0.25	0.50
拱脚		0.25	0.25

对于无铰拱桥,拱脚允许被设计洪水位淹没,但一般不超过拱圈矢高的 2/3,且拱顶底面至计算水位的净高不得小于 1.0m。

在不通航和无流筏的水库区域内,梁底面或拱顶底面离开水面的高度不应小于计算浪高的 0.75 倍加上 0.25m。

无压力式涵洞内顶点至洞内设计洪水频率标准水位的净高见表 1-3。

表 1-3 无压力式涵洞内顶点至最高流水面的净高

涵洞类型 涵洞进口净空(或内径)h/m	管涵	拱涵	矩形涵
	$h \leq 3$	$\geq h/4$	$\geq h/4$
$h > 3$	$\geq 0.75\text{m}$	$\geq 0.75\text{m}$	$\geq 0.5\text{m}$

在通航和流放木筏的河流上,桥下净空应符合通航标准及流放木筏的要求。必须设置一孔或几孔能保证桥下有足够通航净空的通航孔。通航孔的最小净空应根据不同航道等级所规定的桥下净空尺寸确定,且应满足《通航海轮桥梁通航标准》(JTJ 311—1997)和《内河通航标准》(GB 50139—2004)。在设计跨越路线(铁路或公路)的立体交叉桥时,应保证桥下通行车辆的净空高度,并应满足视距和前方信息识别的要求。梁桥桥下净空如图 1-9 所示。

(四) 纵坡

大、中桥梁,为了利于桥面排水,常把桥面做成从桥中央向桥头两端纵坡为 1%~2% 的双面纵坡。当桥面由于通航要求而建得比较高时,为了缩短引桥和降低桥头引道路堤的高度,通常也设置人字形纵向坡度。大、中桥桥上的纵坡不宜大于 4%,桥头引道的纵坡不宜

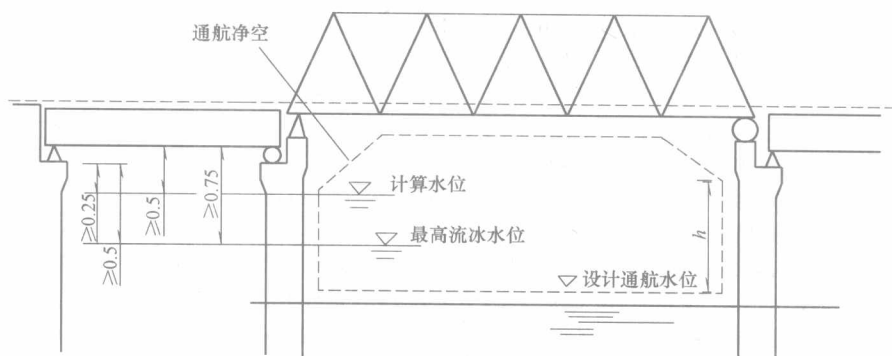


图 1-9 梁桥桥下净空图 (尺寸单位: m)

大于 5%，位于市镇混合交通繁忙处，桥上纵坡和桥头引道纵坡均不得大于 3%。

(五) 基础埋置深度

桥梁基础埋置深度关系到桥梁的质量与安全，选择基础埋置深度应从实际出发，主要由桥位地质条件、荷载作用情况、上部结构的形式、水流的冲刷、地层的冻结深度、最小埋置深度和施工条件等因素综合确定。

二、桥梁横断面设计

桥梁的横断面设计主要是确定桥面净空和与此相适应的桥跨结构横断面的布置。

桥面净空包括净宽度和净高度，即公路的建筑界限。高速公路、一级公路、二级公路的桥面净高应为 5.00m，三级、四级公路的桥面净高为 4.50m。检修道、人行道与行车道分开设置时，其净高应为 2.50m。桥面行车道宽度取决于桥梁所在公路的设计速度，各级公路桥面行车道净宽标准如图 1-10 所示。

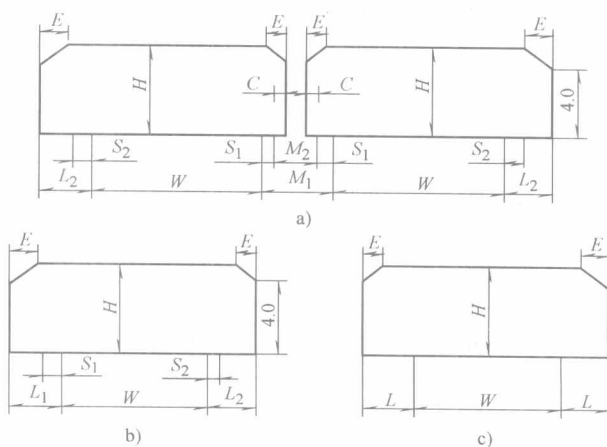


图 1-10 桥涵净空(尺寸单位:m)

- a) 高速公路、一级公路(整体式) b) 高速公路、一级公路(分离式) c) 二、三、四级公路

注：当桥梁设置人行道时，桥涵净空应包括该部分的宽度。