



国家骨干院校重点建设专业校企合作教材

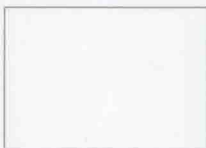
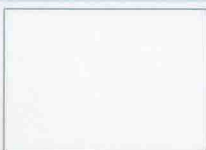
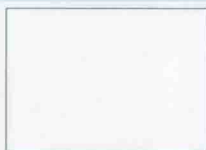
桥涵工程技术

李捷 主编

王荣 郭健 副主编

王海春 主审

丁明波 [兰州交通大学]



人民交通出版社
China Communications Press

国家骨干院校重点建设专业校企合作教材

Qiaohan Gongcheng Jishu

桥涵工程技术

李 捷 主 编

王 荣 郭 健 副主编

王海春 主 审

丁明波[兰州交通大学]



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书为国家骨干院校重点建设专业校企合作教材。全书以公路桥涵工程中最常见的“装配式简支梁、柱式桥墩、扩大基础、桩基础”为研究对象,针对基础的、关键的内容,以“项目、任务、练习”为基本单位,构建课程框架。全书分桥型结构的认知、桥梁施工常见材料设备及放样、桥梁图纸识图审图、钻(挖)孔灌注桩设计施工、扩大基础设计施工、桥梁墩台设计施工、装配式梁桥设计施工、涵洞设计施工8个项目。本书总课时数86,其中实训课时20,各个项目任务中均附有练习。

本书可作为公路工程检测技术专业、交通土建专业、道路桥梁工程技术专业教材,也可作为相关工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

桥涵工程技术 / 李捷主编. —北京:人民交通出版社, 2014.9

国家骨干院校重点建设专业校企合作教材

ISBN 978-7-114-11197-6

I. ①桥… II. ①李… III. ①桥涵工程—高等职业教育—教材 IV. ①U44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 033291 号

国家骨干院校重点建设专业校企合作教材

书 名: 桥涵工程技术

著 作 者: 李 捷

责任编辑: 闫吉维

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)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 26.5

字 数: 665 千

版 次: 2014年9月 第1版

印 次: 2014年9月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11197-6

定 价: 78.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

青海交通职业技术学院

公路工程检测技术专业校企合作教材编审委员会

主任委员 李文时

副主任委员 王海春 陈湘青 许 云 贾富贵

委 员 井 浩 衡秀云 侯铁军 虞卫国

企业委员 杨学山 陈世英

序

作为工程建设质量控制和评定的基础,试验检测在工程质量保证体系中起着重要作用。根据高等职业教育的人才培养目标定位和公路工程试验检测行业的特点,在对人才市场进行充分调研和论证的基础上,校企共同构建基于行业标准、公路桥梁检测任务驱动、项目导向、学生主体的青藏高原特色“校企同频、分段递进、项目引领”的人才培养模式和课程体系。

本套教材基于公路工程检测技术专业“校企同频、分段递进、项目引领”的工学结合人才培养模式,在企业调研的基础上,吸收高职高专专业建设与课程体系开发的先进理念,结合现代教育技术,按照“专业与产业和就业岗位对接、专业课程内容与职业标准对接、教学过程与生产过程对接、学历证书与职业资格证书对接、职业教育与终身学习对接”的五对接原则,组织企业技术人员和学院教师共同编写,体现了学校教学和企业实践的有机统一,并贯彻最新的技术标准和行业规范,突出高原特色。编写过程中注重教学对象的认识能力和认知规律,采用图文结合的形式,力求直观明了,提高学生职业素养和职业能力,做到理论够用、重在实践。

本教材的主要特点有:

1. 从企业需求出发,重塑教学目标

本教材是从企业的需要及学生职业发展出发,让学生通过对专业学习,能够切实找到自己的职业发展方向或能更好地适应未来企业的用人需要。

2. 从人才培养的目标出发,重整教学内容

根据公路工程检测技术专业人才培养目标,与企业合作进行职业岗位分析,确定公路工程检测技术专业岗位和岗位群,根据行动体系重新构建学习领域,以工作过程为导向培养学生的知识和能力。

本教材在编写过程中参考了近5年来不同版本的相关教材和规范规程,在此谨向各位参考文献编写的专家们致以诚挚的谢意!

青海交通职业技术学院
公路工程检测技术专业校企合作教材编审委员会
2013年6月

前 言

2011年,教育部高职高专100所骨干院校建设任务启动,青海交通职业技术学院“工程造价”专业作为该院申报的重点专业,其建设任务之一是进行《桥涵工程技术》课程开发,并出版教材。

青海交通职业技术学院与青海正平路桥建设股份有限公司、青海省公路勘测设计院等知名企业合作,经过近三年的课程建设,以最新规范、技术资料为指导,以“技术实用”为原则,最终完成本书。全书分“桥型结构的认知、桥梁施工常见材料设备及放样、桥梁图纸识图审图、钻(挖)孔灌注桩设计施工、扩大基础设计施工、桥梁墩台设计施工、装配式梁桥设计施工、涵洞设计施工”8个项目。书中工程案例丰富,可供高职院校教师及工程人员参考。具体特点如下:

(1)教学内容精炼、实用。主要讲述“术语、设计施工原理、工程应用情况”,对教师的专业要求较高。

(2)对复杂桥型仅在项目一中简要介绍,主要介绍最常见的公路桥型,内容实用、细致。

(3)一些项目中分析了由于设计、施工不当引起的工程病害,强调了“质量意识”。

(4)教材体现了地域特色,如青海省冻土、盐渍土地地区的桥梁施工特点均有所体现。

(5)与一般教材中仅提供残缺的图纸资料不同,本教材中提供了最常见桥型的完整图纸,技术价值高,也有利于学生“自我考核”。

本书由青海交通职业技术学院李捷担任主编,青海交通职业技术学院王荣、兰州交通大学郭健担任副主编,青海交通职业技术学院王海春、兰州交通大学丁明波主审。具体编写分工为:项目一、项目二、项目三、项目五、项目六由李捷编写,项目四由王荣编写,项目七、项目八由郭健编写。

由于时间仓促、水平有限,书中难免存在错误,敬请读者批评指正。

编 者
2013年6月

目 录

项目一 桥型结构的认知	1
任务一 公路桥梁的基本建设程序	1
任务二 桥梁的基本组成及主要术语	2
任务三 桥梁类型的划分	4
任务四 各类桥型的适用条件及桥型方案的选择	11
任务五 公路桥涵的作用分类	24
任务六 汽车荷载计算图式及加载方法	27
项目二 桥梁施工常见材料设备及放样	35
任务一 常见的桥梁施工方法	35
任务二 混凝土原材料的相关要求	37
任务三 混凝土的拌制及配合比	47
任务四 混凝土的运输及浇筑	50
任务五 混凝土养护方法的认知	55
任务六 预应力施工设备的认知	61
任务七 桥梁施工测量及放样	66
项目三 桥梁图纸识图审图	75
任务一 熟悉桥梁混凝土的指标等级	75
任务二 桥涵钢筋的种类及性能指标认知	77
任务三 施工中钢筋的一般规定	82
任务四 桥梁不同部位的配筋特点	95
任务五 钢筋代换	99
项目四 钻(挖)孔灌注桩设计施工	143
任务一 桩基类别及构造特点	143
任务二 桩长的确定	148
任务三 钻孔成孔方式及施工工序	153
任务四 护筒埋深计算	160
任务五 泥浆作用及配合比特点	164
任务六 成孔质量要求及清孔方法	172
任务七 水下混凝土灌注	177
任务八 挖孔灌注桩的施工	185
任务九 桩基础施工中常见问题的处理与冻土地区桩基础施工	186

任务十 布袋混凝土灌注桩的施工	190
任务十一 桩基础检测	198
项目五 扩大基础设计施工	201
任务一 扩大基础的设计	201
任务二 扩大基础的施工	215
任务三 围堰设计施工	232
任务四 基坑明排水法	238
任务五 井点排水法	243
任务六 基底检验	252
任务七 地基处理	256
项目六 桥梁墩台设计施工	261
任务一 常见桥梁墩台的分类	261
任务二 U形桥台的设计施工	266
任务三 砌筑墩台的设计施工	272
任务四 墩台模板设计	278
任务五 现浇墩台施工	290
任务六 大体积混凝土的施工	293
任务七 锥坡及台后填土的施工	302
项目七 装配式梁桥设计施工	307
任务一 装配式简支梁桥的标准设计	307
任务二 预应力作用及相关计算	313
任务三 先张法梁板的设计及施工	323
任务四 后张法梁板的设计及施工	338
任务五 先简支后连续桥梁的设计施工	364
项目八 涵洞设计施工	374
任务一 常见涵洞类别	374
任务二 涵洞标准设计	380
任务三 管涵、盖板涵(拱涵)施工	385
任务四 波形钢涵洞的施工	396
任务五 箱涵的施工	401
设计说明	405
参考文献	411

项目一 桥型结构的认知

任务一 公路桥梁的基本建设程序

我国公路桥梁建设的基本程序一般为:建设单位立项→预可行性研究(上报项目建议书)→相关主管部门批复项目建议书→工程可行性研究→可研报告评估→上报、批复、下达计划任务书→施工图设计一、二、三阶段→列入年度计划→施工→竣工验收→交付使用。设计阶段与建设程度的关系如图 1-1-1 所示。

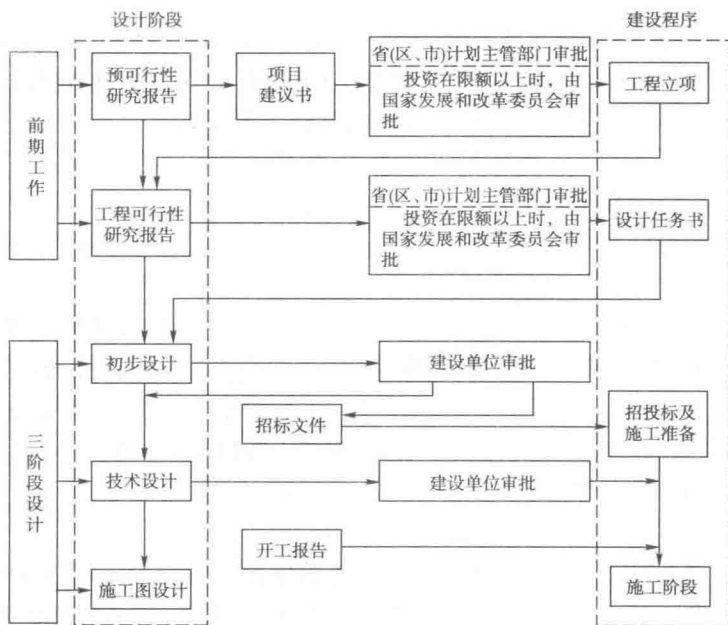


图 1-1-1 设计阶段与建设程序关系图

1. 桥梁建设的前期工作

“预可”及“工可”报告是桥梁建设前期的主要成果,也是项目申请立项最重要的依据,一般由业主委托具有咨询资质的设计单位编制完成。

“预可”阶段着重研究建桥必要性、经济可行性问题,争取立项成功。该阶段的成果为“××工程预可行性研究报告”(简称“预可报告”),报告从经济、政治、国防等方面,详细阐明建桥理由和工程建设的必要性,同时初步探讨技术上的可行性。因而在“预可报告”中,应编制几个可能的桥型方案,并对工程造价、资金来源、投资回报等问题有初步估算和设想。

“工可”阶段着重研究和制定桥梁的技术标准,包括设计荷载标准、桥面宽度、通航标准、

设计车速、桥面纵坡、桥面平纵曲线半径等;同时,还应与河道、航运、规划等部门共同研究和协商确定相关的技术标准。在“工可”阶段,应提出多个桥型方案,并按《公路基本建设项目投资估算编制办法》(JTG M20—2011)估算造价,对资金来源和投资回报等问题应基本落实。

2. 阶段设计

公路桥梁一般采用两阶段设计,即初步设计和施工图设计;对于技术复杂的特大桥、互通式立交或新型桥梁结构,可采用三阶段设计,即初步设计、技术设计和施工图设计;对结构简单、技术成熟的桥梁,如农村公路上的独立桥梁,采用一阶段设计,即施工图设计。

初步设计应根据批复的可行性研究报告、测设合同和初测、初勘或定测、详勘资料编制。初步设计的目的是通过对多个桥型方案比选后,确定最优设计方案并报上级审批。在编制各个桥型方案时,应提供平、纵、横断面布置图,标明主要尺寸,并估算工程数量和主要材料数量,提出施工方案的意见,编制设计概算,提供文字说明和图表资料。初步设计经批复后,则成为施工准备、编制施工图设计文件和控制建设项目投资等的依据。

技术设计应根据初步设计批复意见、测设合同的要求,对重大、复杂的技术问题通过科学试验、专题研究、加深勘探调查及分析比较,进一步完善批复桥型方案的总体和细部各种技术问题以及施工方案,并修正工程概算。

施工图设计应根据初步设计(或技术设计)批复意见、测设合同,进一步对所审定的修建原则、设计方案具体加以深化。各构件进行详细结构计算,确保强度、稳定性、刚度、裂缝、构造等满足规范要求,绘制可满足施工的设计详图,编制施工图预算。

[填空]

- 1. 桥梁项目决策阶段的依据是_____和_____。
- 2. 工程项目的三阶段设计是指_____,_____和_____,公路项目中较常采用的是_____、_____。
- 3. “预可”阶段着重研究_____,_____问题,争取立项成功。
- 4. “工可”阶段着重研究和制订桥梁的_____,包括:_____,_____,_____(至少填三项),应提出多个桥型方案,并按《公路基本建设项目投资估算编制办法》(JTG M20—2011)估算造价,对_____和_____问题应基本落实。

[简答]

- 1. 青海省果洛州农村公路上有一独立桥梁,桥面宽度为净 7.0m + 2 × 0.5m,上部结构拟采用 4-16m 钢筋混凝土 T 形梁,下部采用重力式桥墩、U 形桥台,基础采用扩大基础,桥梁位于直线上。该桥设计采用几阶段设计?
- 2. 苏通大桥是我国跨度最大的斜拉桥,其设计时,应采用几阶段设计?
- 3. 按常规的公路建设而言,是否可以不立项而直接进行建设?若立项,立项的依据应是什么?

任务二 桥梁的基本组成及主要术语

桥梁由上部结构(桥跨结构)、下部结构(桥墩、桥台、基础)、支座和附属设施(包括桥面系、伸缩缝、桥头搭板、锥形护坡、调治构造物等)四个基本部分组成,如图 1-2-1 所示。图 1-2-2 为拱式桥的基本组成。桥梁工程中主要术语及工程定义见表 1-2-1。

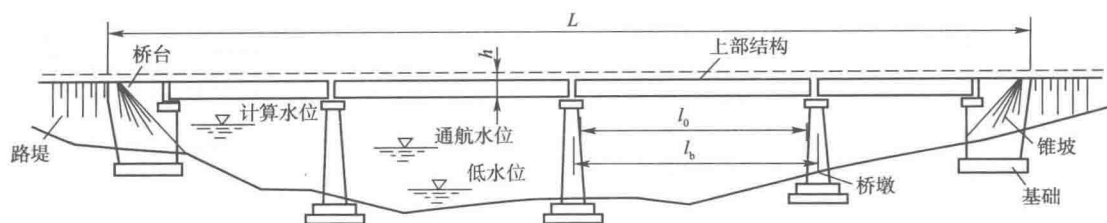


图 1-2-1 梁式桥基本组成

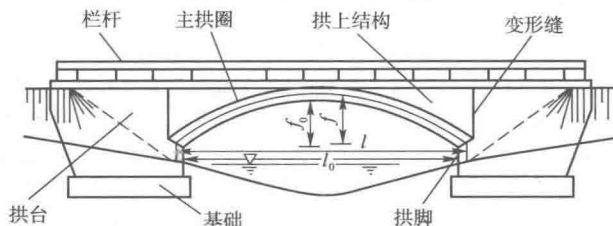


图 1-2-2 拱式桥基本组成

桥梁工程中主要术语及工程意义

表 1-2-1

序号	术语名称及符号	基本概念	工程意义
1	桥梁全长(桥长)	(1)有桥台的桥梁:为两岸桥台侧墙或八字墙尾端之间的距离; (2)无桥台的桥梁:为桥面系行车的长度	桥长、桥宽说明桥梁概况,是基本指标,反映桥梁规模
2	净跨径(l_0)	(1)梁式桥:设计洪水位上相邻两桥墩(或桥台)间的水平净距; (2)拱式桥:每孔拱跨两拱脚截面最低点之间的水平距离	反映一孔桥梁泄洪能力的大小
3	总跨径(Σl_0)	多孔桥梁中各孔净跨径的总和	用于桥梁布孔时的水文计算,反映其真实泄洪能力
4	计算跨径(l)	(1)设支座的桥梁:为相邻两支座中心之间的水平距离; (2)不设支座的桥梁:为上下部结构的相交面之中心间的水平距离	结构分析计算时,建立计算模型的依据
5	标准跨径(L_K)	(1)梁式桥:指两相邻桥墩中线间水平距离或桥墩中线与台背前缘之间的水平距离,也称为单孔跨径; (2)拱式桥和涵洞:指净跨径	反映桥梁的技术复杂程度,现行设计规范中划分大、中、小桥及涵洞的依据
6	多孔跨径总长(L)	不考虑两岸桥台侧墙长度在内的桥梁标准跨径的总长度	现行设计规范中划分大、中、小桥的依据
7	桥下净空高度	设计洪水位或计算通航水位与桥跨结构最下缘之间的高差,应满足排洪、通航或通车要求	桥面高程据此而定,是桥梁是否安全的主要指标
8	桥梁建筑高度	上部结构底缘至桥面顶面的垂直距离,如图 1-2-1 所示的 h ;路线定线中所确定的桥面高程,与通航(或桥下通车、人)净空界限顶部高程之差,称为容许建筑高度;桥梁建筑高度大于容许建筑高度	桥梁高度减去桥梁建筑高度后,可以真实反映桥梁下部净高度
9	桥梁高度	指桥面路拱中心顶点到低水位或桥下路线路面之间的垂直距离	

续上表

序号	术语名称及符号	基本概念	工程意义
10	净矢高(f_0)	指拱桥从拱顶截面下缘至相邻两拱脚截面下缘最低点连线的垂直距离	反映拱桥的泄洪能力
11	计算矢高(f)	指从拱顶截面形心至相邻两拱脚截面形心之连线的垂直距离	拱桥做结构分析计算时,建立计算模型的依据
12	矢跨比(f/l)	指拱桥中拱圈(或拱肋)的计算矢高与计算跨径之比,也称拱矢度	反映拱桥受力特性的重要指标,桥梁计算中作用显著

注:①根据《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)3.2.5条,当标准设计或新建桥涵跨径在50m及50m以下时,宜采用标准化跨径,其规格有: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,共21种。

②公路桥涵设计中,使用部颁标准图设计较为普遍。

[填空]

桥梁由_____、_____、_____、_____四个基本部分组成。

[名词解释]

1. 标准跨径; 2. 矢跨比; 3. 计算跨径; 4. 净跨径。

[简答]

1. 是否所有的桥梁均由四个基本部分组成? 有无例外?
2. 某桥址处为单式河床断面(无河滩),宽约56m,设计单位布置桥孔时考虑不压缩河床断面,现有两种方案,试比较其泄洪能力的大小。

(1)上部结构采用3-20m预应力混凝土空心板,下部采用双柱式桥墩(墩宽1.2m,阻水系数1.0)、U形桥台(纵桥向,其侵占河床1.0m)。

(2)上部结构采用4-16m预应力混凝土空心板,下部采用双柱式桥墩(墩宽1.2m,阻水系数1.0)、U形桥台(纵桥向,其侵占河床1.0m)。

任务三 桥梁类型的划分

一、按受力体系进行分类

1. 梁式桥

梁式桥是在竖向荷载作用下无水平反力的结构。最重要的结构受力构件是“梁”(设计、施工中均以该构件作为重点),梁以受弯为主。

梁式桥主要有简支梁桥、悬臂梁桥、连续梁桥三种桥型,如图1-3-1所示。

[练习1-3-1]图1-3-1中,从外形上如何区分变截面连续梁桥与连续刚构桥?如何区分多跨简支梁桥与等截面连续梁桥?

2. 拱式桥

拱桥是在竖向荷载作用下会产生水平反力的结构,因此对地基要求较高,最好在岩石地基

上修建。最重要的结构受力构件是“拱”(设计、施工中均以该构件作为重点),拱以受压为主,可使用抗压能力较高的圬工材料(如石料、混凝土)和钢筋混凝土等建造,如图 1-3-2 所示。

拱桥设计中应进行“拱轴线的优化”(即保证任意一个拱轴断面上的弯矩最小),施工中应注重“稳定”问题,设置稳定索并进行验算。

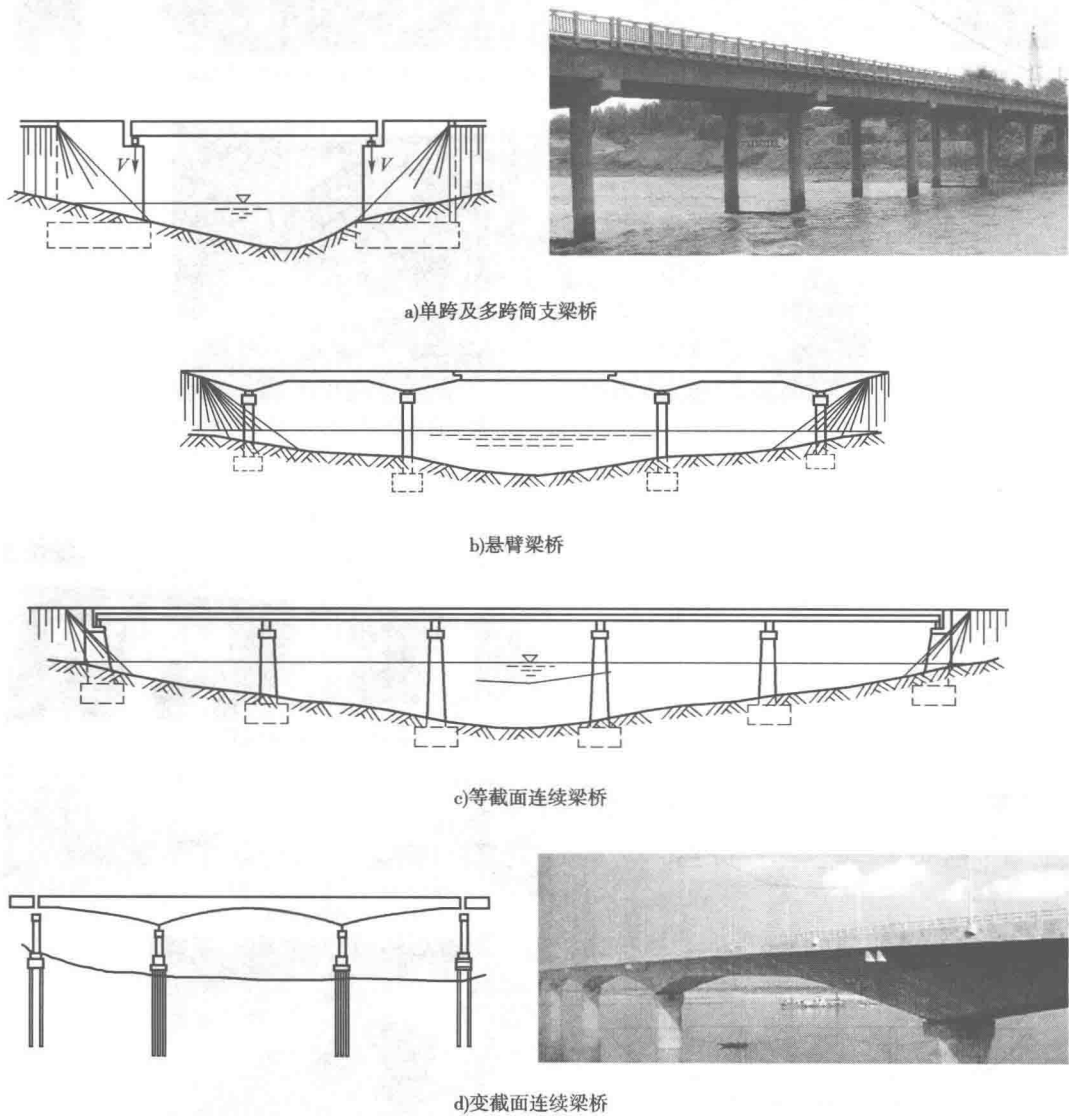


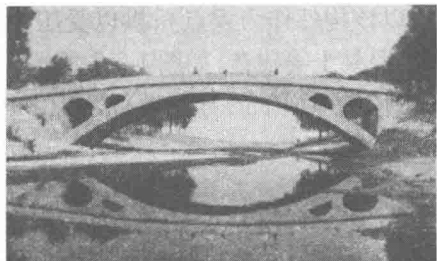
图 1-3-1 梁式桥

3. 刚架桥(刚构桥)

刚架桥(刚构桥)是指梁与立柱(墩柱)或竖墙整体刚性连接的桥梁(图 1-3-3),其特点是:立柱具有相当大的抗弯刚度,故可分担梁跨中正弯矩,达到降低梁高、增大桥下净空的目的。

4. 悬索桥(吊桥)

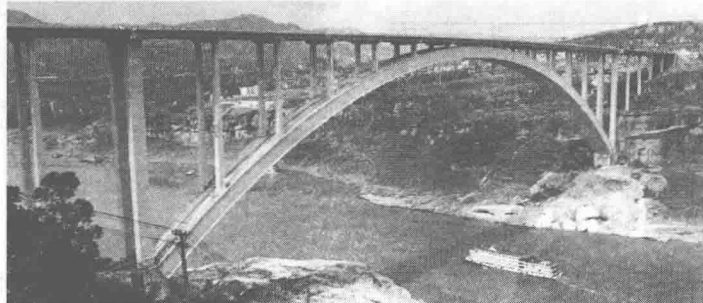
悬索桥(吊桥)由索(缆索)、塔、锚碇、加劲梁等组成,缆索通常用高强钢丝,加劲梁多采用钢桁架或扁平箱梁,桥塔可采用钢筋混凝土或钢结构。



a) 古代石拱桥的杰出代表——赵州桥

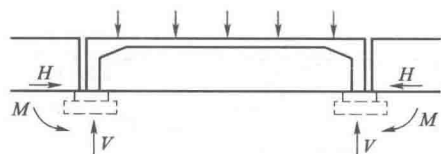


b) 晋城至焦作高速路上的特大跨径(主跨146m)石拱桥——丹河大桥

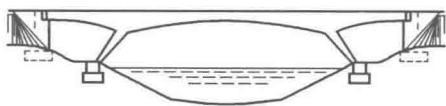


c) 万县长江大桥——1997年6月完成，主跨420m钢筋混凝土劲性骨架拱桥，首届“中国十佳桥梁”之一

图 1-3-2 拱式桥



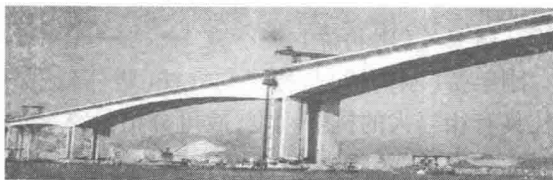
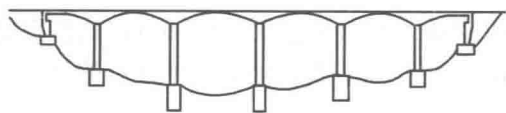
a) 直腿（门形）刚架桥



b) 斜腿刚架桥



c) T形刚构桥



d) 连续刚构桥

图 1-3-3 刚架桥

悬索桥是目前跨越能力最大的桥型,最重要的受力构件是“缆索”,故为柔性结构,如图 1-3-4 所示。由于其结构刚度不足,悬索桥较难满足当代铁路桥梁的要求。

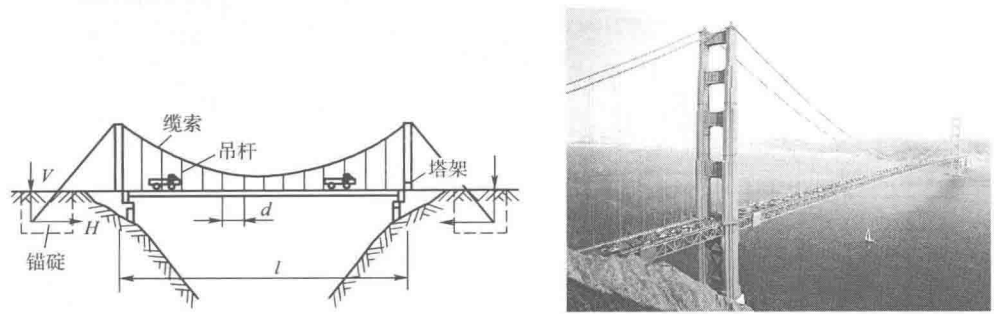


图 1-3-4 悬索桥

5. 组合体系桥

组合体系桥是指由拉、压、弯等几个基本受力体系的结构组合而成的桥梁,如图 1-3-5 所示。

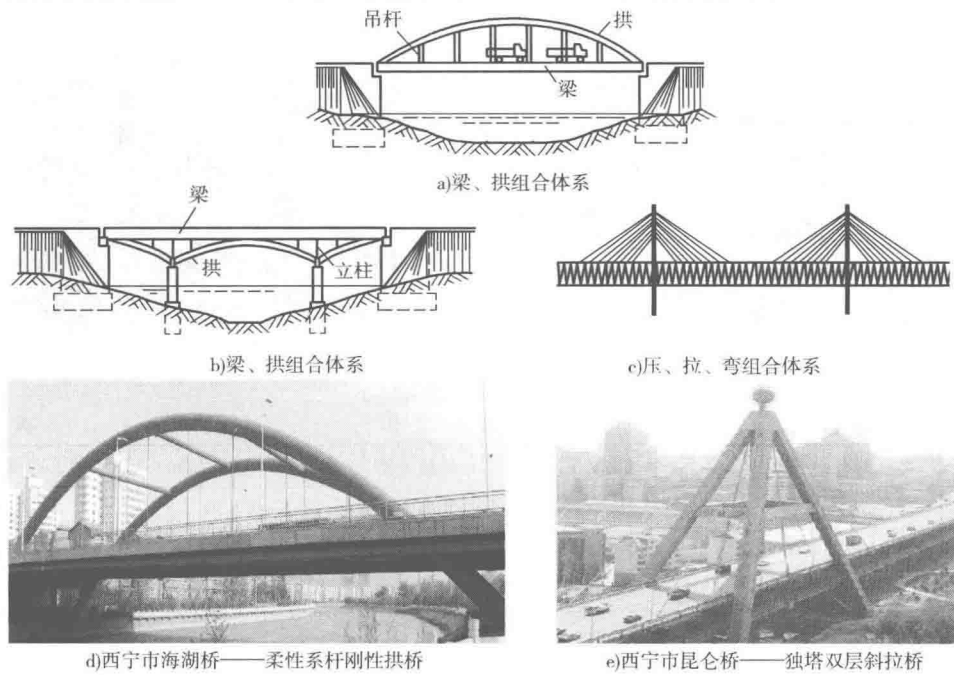


图 1-3-5 组合体系桥

二、按用途划分

桥梁按用途划分为公路桥、铁路桥、公铁两用桥[图 1-3-6a)、农桥、人行桥、水运桥(渡槽)[图 1-3-6b)、管线桥等。

三、按上部结构行车道位置划分

桥梁按上部结构行车道位置划分为上承式、中承式、下承式三种,如图 1-3-7、图 1-3-8 所示。

四、特大桥、大桥、中桥、小桥、涵洞的划分

桥梁按多孔跨径总长和单孔跨径来进行划分,见表 1-3-1。



a) 公铁两用桥——芜湖长江大桥



b) 渡槽桥(过水桥)

图 1-3-6 桥梁按用途分类

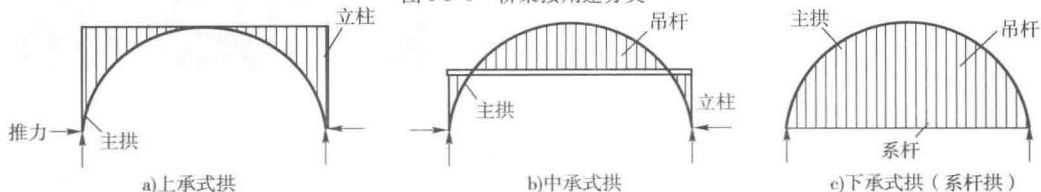
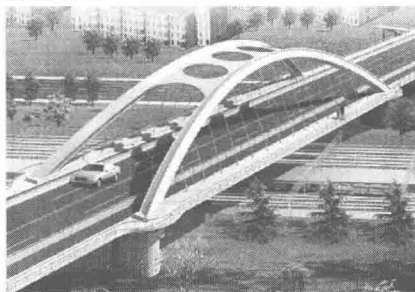


图 1-3-7 拱桥按行车道位置划分



a) 遵义市仁怀盐津河大桥——桁架拱桥



b) 下承式提篮拱

图 1-3-8 上承式拱、下承式拱示意

桥梁涵洞分类

表 1-3-1

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	$30 < L < 100$	$20 \leq L_K < 40$			

注:摘自《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)表 1.0.11。

[填空]

1. 桥梁按照受力体系分为 _____、_____、_____、_____、_____ 五种类型。

2. 按上部结构行车道位置划分,桥梁分为 _____、_____、_____ 三种。

[简答]

1. 某单孔钢筋混凝土箱形拱桥,净跨径为 65m,该桥为中桥还是大桥?

2. 某 7-20m 预应力混凝土空心板桥,该桥多孔跨径总长、单孔跨径分别是多少? 该桥为中桥还是大桥?

3. 图 1-3-9 为座桥的桥梁桥型布置图,试回答以下问题:

(1) 该桥桥梁全长、净跨径、总跨径、标准跨径、多孔跨径总长、桥下净空高度分别是多少?

(2) 该桥是大桥、中桥还是小桥?

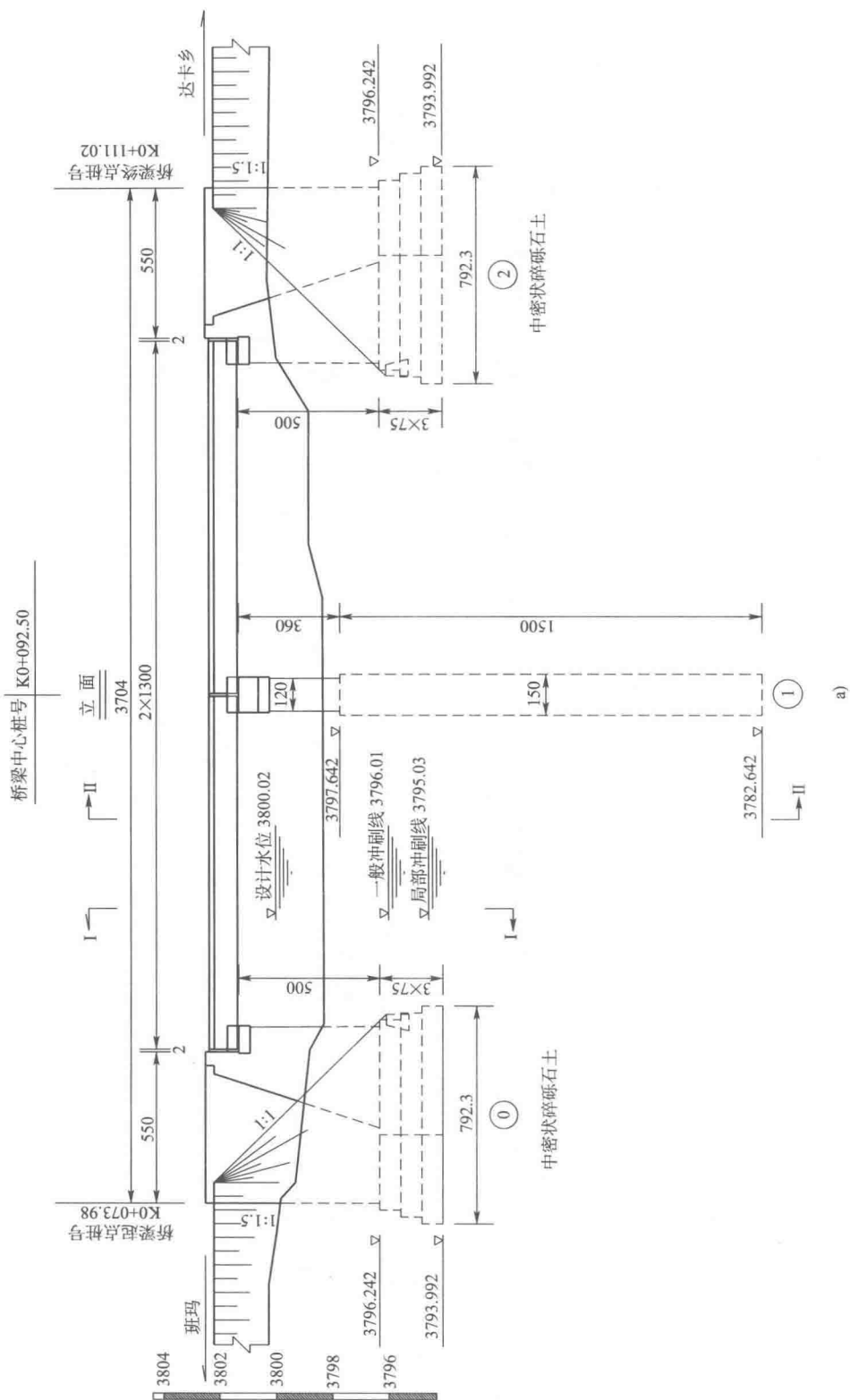


图 1-3-9