桥梁工程

交通系统中等专业学校教材

（公路与桥梁工程专业用）

李永珠 编

章余恩 审

人民交通出版社

桥梁工程（公路与桥梁工程专业用）

人民交通出版社

交通系统中等专业学校教材

桥 梁 工 程

Qiaoliang Gongcheng

（公路与桥梁工程专业用）

李永珠 编
章余恩 审

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书主要介绍常用的中、小桥（涵）的构造、设计原理、施工和养护方法。内容包括总论、梁桥、拱桥、桥梁墩台、涵洞、桥梁施工、桥梁养护和抗震等七部分。

本书可作为交通系统中等专业学校公路与桥梁专业用教材，亦可供公路工程技术人员参考学习。

交通系统中等专业学校教材

桥 梁 工 程

（公路与桥梁工程专业用）

李永珠 编

章余恩 审

责任编辑：卢仲贤

封面设计：王 炬

技术设计：张凤莲

插图设计：王惠茹

责任校对：梁秀清

人民交通出版社出版发行

（北京和平里东街10号）

各 地 新 华 书 店 经 销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：24.5 字数：592千

1988年12月 第1版

1988年12月 第1版 第1次印刷

印数：0001—28,500册 定价：4.30元

前　言

本书是在1979年由浙江交通学校等七校合编的《桥梁工程》试用教材的基础上进行改编的。

此次改编在章节的顺序上保持原书的系统性，在具体的内容上作了改动和补充。为了便于教师的讲授和学生的自学，全书加强了基本概念的阐述和公式推导的过程，同时，不少章节附有计算示例。

全书共分七篇。第一篇介绍公路桥梁的基本概念、桥梁设计的基本原则和桥梁设计荷载；第二篇介绍钢筋混凝土梁桥的构造和计算方法；第三篇介绍拱桥的构造和计算方法；第四篇介绍墩台的构造和计算方法；第五篇介绍涵洞的构造；第六篇介绍有关桥梁的施工方法；第七篇介绍桥梁养护和抗震的基本知识。

本书由浙江交通学校李永珠编写，由呼和浩特交通学校章余恩审校。许多兄弟学校和有关单位的同志曾对本书的内容提出很多的宝贵意见，这对本书的编写工作起了很大的推动作用，在此表示衷心的谢意。由于本人水平有限，这次编写一定还有很多缺点和错误，热忱地希望使用单位和读者提出宝贵意见。

编　者

1987年6月

目　　录

第一篇　总　　论

第一章　绪论 …… 1
第一节　桥梁的组成和分类 …… 1
第二节　桥梁的总体设计 …… 4
第三节　桥梁建筑概况 …… 9
第二章　公路桥梁荷载 …… 12
第一节　永久荷载 …… 12
第二节　可变荷载 …… 13
第三节　偶然荷载 …… 20
第四节　荷载组合 …… 20

第二篇　梁　　桥

第一章　梁桥构造 …… 22
第一节　梁桥的分类 …… 22
第二节　简支板桥构造 …… 24
第三节　简支梁桥构造 …… 31
第四节　大跨径桥构造特点 …… 42
第五节　梁桥的细部构造 …… 45
第二章　钢筋混凝土简支板桥设计与计算 …… 52
第一节　主要尺寸拟定 …… 52
第二节　整体式简支板桥计算 …… 53
第三节　装配式简支板桥计算 …… 60
第三章　钢筋混凝土简支梁桥设计与计算 …… 74
第一节　主要尺寸拟定 …… 74
第二节　行车道板计算 …… 74
第三节　主梁梁肋计算 …… 79
第四节　横隔梁计算 …… 119

第三篇　拱　　桥

第一章　拱桥构造 …… 129
第一节　概述 …… 129

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第二节　砖石拱桥构造……131
第三节　双曲拱桥构造……135
第四节　其它拱桥构造特点……139
第五节　拱桥的细部构造……146
第二章　拱桥设计与计算……149
第一节　拱桥主要尺寸拟定和拱轴线型选择……149
第二节　等截面悬链线无铰拱计算……152
第三节　变截面悬链线无铰拱的计算特点……180
第四节　等截面圆弧无铰拱的计算要点……181
第五节　拱桥上部构造体积计算……183

第四篇　桥 梁 墩 台

第一章　桥梁墩台构造……199
第一节　梁桥墩台构造……199
第二节　拱桥墩台构造……206
第二章　桥墩设计与计算……210
第一节　重力式桥墩主要尺寸拟定……210
第二节　重力式桥墩计算……212
第三节　桩式桥墩计算要点……228
第三章　桥台设计与计算……233
第一节　重力式U形桥台主要尺寸拟定……233
第二节　U形桥台计算……234
第三节　轻型桥台计算要点……246

第五篇　涵　　洞

第一章　涵洞构造和涵洞设计……253
第一节　涵洞的分类……253
第二节　洞身和洞口构造……254
第三节　涵洞设计……261
第二章　涵洞长度和洞口建筑工程数量计算……262
第一节　涵洞长度计算……262
第二节　洞口建筑工程数量计算……265

第六篇　桥 梁 施 工

第一章　施工准备工作和桥位施工测量……269
第一节　施工准备工作……269
第二节　桥位施工测量……270

第二章　墩台施工和锥坡施工……274
第一节　石砌墩台施工……274
第二节　锥坡施工……277
第三章　钢筋混凝土桥施工……279
第一节　模板……279
第二节　钢筋……287
第三节　混凝土……294
第四节　装配式构件的起吊、运输和安装……302
第四章　预应力混凝土桥施工……316
第一节　预加应力的方法……316
第二节　夹具和锚具……317
第三节　先张法施工……319
第四节　后张法施工……323
第五节　大跨径预应力混凝土桥施工方法简介……327
第五章　拱桥施工……332
第一节　石拱桥施工……332
第二节　双曲拱桥施工……357
第三节　其它类型的拱桥施工特点……367

第七篇　桥梁养护和抗震

第一章　桥梁养护……371
第一节　桥梁裂缝和维修……371
第二节　桥梁防护……374
第二章　桥梁抗震……376
第一节　抗震设防标准……376
第二节　地震波对桥梁的作用和震害……378
第三节　桥梁抗震加固……379
主要参考文献……384

第一篇 总　　论

第一章 绪　　论

在公路建筑中，桥涵是路线的重要组成部分。就其数量来说，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；就其造价来说，桥涵建筑造价一般要占公路路线总造价的10～20%；同时，桥涵施工也比较复杂。因此，正确地、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，都有着极其重要的意义。

第一节 桥梁的组成和分类

一、桥梁的组成

图1-1和图1-2分别表示公路上所用的梁桥和拱桥的结构图式，从图中可见，一般桥梁通常是由下述各部分组成的。

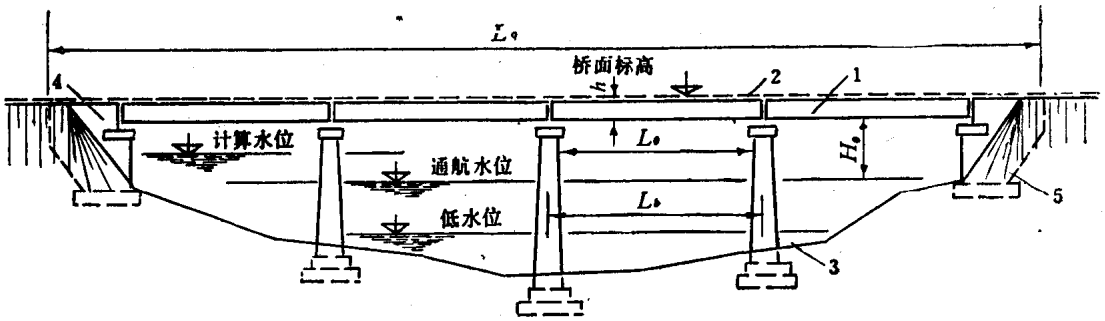


图1-1　梁桥的基本组成部分
1-主梁；2-桥面；3-桥墩；4-桥台；5-锥形护坡

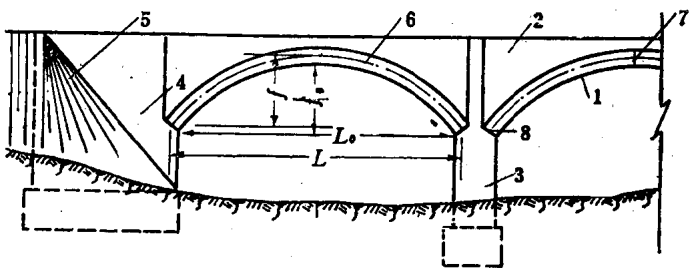


图1-2　拱桥的基本组成部分
1-拱圈；2-拱上结构；3-桥墩；4-桥台；5-锥形护坡；6-拱轴线；7-拱顶；8-拱脚

（一）上部结构（或称桥跨结构）

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，并通过支座传给墩台。

（二）下部结构

包括桥墩、桥台，是支承上部结构的建筑物。墩台的作用是支承上部结构，并将结构重力和车辆荷载传给地基；桥台还与路堤衔接，以抵御路堤的土压力。

（三）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不致向河中坍塌，并抵御水流的冲刷。

下面介绍一些与桥梁布置和结构有关的主要名称和尺寸：

计算跨径 L——梁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——一般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净距离、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——梁桥为桥墩中线间或桥墩中线与台背前缘间的距离；拱桥为净跨径。根据1981年交通部《公路工程技术标准》（JTJ001-81）的规定，桥涵标准跨径为0.75、1.0、1.25、1.5、2.0、2.5、3.0、4.0、5.0、6.0、8.0、10、13、16、20、25、30、35、40、45、50、60m。

桥梁全长 L_q——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——梁桥（板桥）为多孔标准跨径的总长；拱桥为两岸桥台内拱脚截面最低点（起拱线）间的距离；其他型式桥梁为桥面系车道长度。

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的距离。

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。对于跨越其它路线的桥梁，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

（一）按桥梁主要承重构件的受力情况可分为

1.梁桥　主要承重构件是梁（板）。在竖向荷载作用下承受弯矩，此时墩台只承受竖向压力（图1-3）。

2.拱桥　主要承重构件是拱圈或拱肋。在竖向荷载作用下，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1-4）。

3.刚架桥　上部构造和墩台（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1-5）。

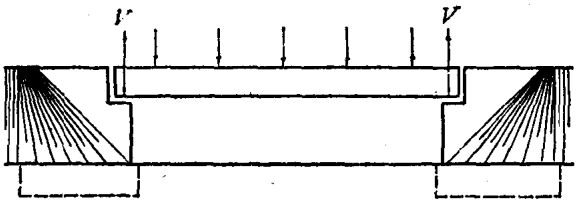


图1-3 梁桥简图

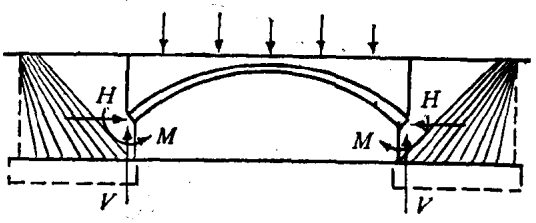


图1-4 拱桥简图

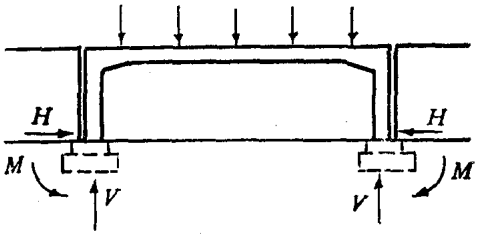


图1-5 刚架桥简图

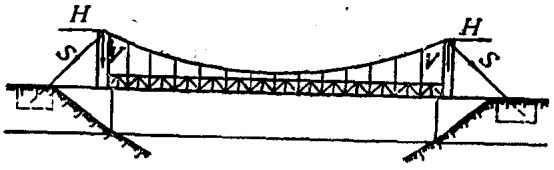


图1-6 吊桥简图

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1-6）。

5.组合体系桥 它是由几个不同体系的结构所组成，互相联系，共同受力。图 1-7 为梁拱组合的系杆拱桥；图1-8为拉索和梁组合的斜拉桥（或称斜张桥）。

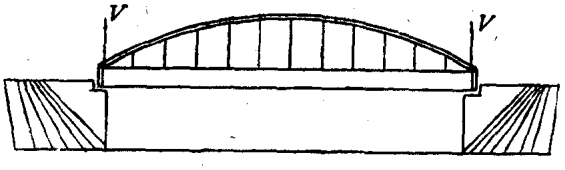


图1-7 系杆拱桥简图

（二）按上部构造所用的材料可分为

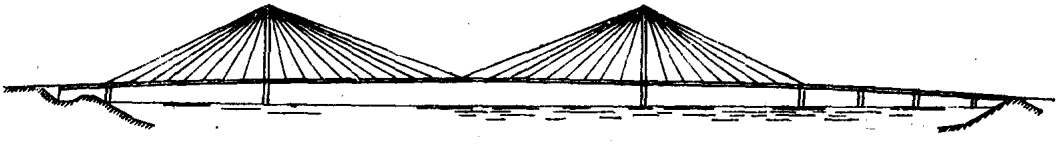


图1-8 斜拉桥简图

木桥、钢筋混凝土桥、圬工桥（砖、石、混凝土）和钢桥等。

（三）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。特大、大、中、小桥和涵洞的划分标准见表1-1。

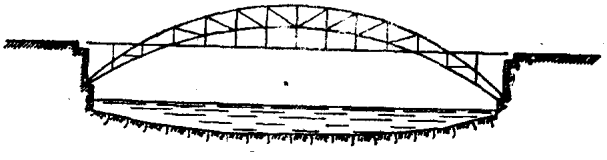


图1-9 中承式桥

特大、大、中、小桥和涵洞划分标准　　表1-1

桥涵分类	多跨跨径总长L_d(m)	单孔跨径L_b(m)
特殊大桥	$L_d \geqslant 500$	$L_b \geqslant 100$
大桥	$L_d \geqslant 100$	$L_b \geqslant 40$
中桥	$30 < L_d < 100$	$20 \leqslant L_b < 40$
小桥	$8 \leqslant L_d \leqslant 30$	$5 \leqslant L_b < 20$
涵洞	$L_d < 8$	$L_b < 5$

注：圆管涵及箱涵不论管径或跨径大小、孔数多少，均称为涵洞。

(四)按行车道的位置可分为

上承式桥（图1-4）、中承式桥（图1-9）和下承式桥（图1-7）。

此外，还可以按使用年限分为永久性桥、半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、浮桥等。

第二节　桥梁的总体设计

一、设计的基本要求

(一)使用上的要求

桥梁设计必须满足车辆畅通无阻、安全和顺适的要求；既满足当前的要求，又照顾到将来的发展要求；既满足运输本身的需要，又考虑到支援农业，满足农田排灌的要求；在通航的河道上，应满足航运的要求；还要考虑养护方便的要求。

(二)设计上的要求

整个桥梁结构及其各部分构件在制造、运输、安装和使用过程中应具有足够的强度、刚度、稳定性和耐久性。

(三)施工上的要求

桥梁的结构应便于制造和安装，因地制宜地采用新技术，加快施工进度，保证工程质量和施工安全。

(四)经济上的要求

桥梁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，也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。

(五)美观上的要求

在满足上述要求的前提下，尽可能使桥梁具有优美的建筑外型，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。

二、桥梁设计程序

我国桥梁的设计程序，大、中桥尽量采用两阶段设计；小桥采用一阶段设计。

桥梁设计的第一阶段是编制设计文件。在这一阶段设计中，主要是选择桥位，拟定桥梁

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

结构型式和初步尺寸，进行方案比较，编制最佳方案的材料用量和造价，然后报上级单位审批。

在初步设计的技术文件中，应提供必要的文字说明，图表资料，设计方案，工程数量，主要建筑材料指标，以及设计概算。这些资料作为控制建设项目投资和以后编制施工预算的依据。

桥梁设计的第二阶段是编制施工图。它主要是根据批准的初步设计中所规定的修建原则，技术方案，总投资额等进一步进行具体的技术设计。在施工图中应提出必要的说明和适应施工需要的图表，并编制施工组织设计文件和施工预算。在施工图的设计中，必须对桥梁各部分构件进行强度、刚度和稳定性等方面的必要计算，并绘出详细的结构构造图纸。

三、桥型选择

桥梁结构型式的选择，必须满足实用经济，并适当照顾美观的原则。结合到每一具体的结构型式，它又与地质、水文、地形等因素有关。所以在选择桥型时，必须妥善地处理各方面的矛盾，得出合理的方案。

例如，石拱桥和双曲拱桥，它们的耗钢量都比钢筋混凝土梁式桥少得多，对于石料供应方便的地区建造石拱桥可以节约大量钢材，节约材料费用。但是，如果当地基土质较差时，这时如果修建拱桥，为了加强地基的承载能力，就需要对基础部分作某些处理，这样就可能增加基础部分的造价。

影响桥型选择的因素很多。但是，分析它们的特点，所起的作用，所处的地位，可以将这些因素分成独立因素、主要因素和限制因素等类别。

桥梁的长度、宽度和通航孔大小等都是桥型选择的独立因素，在提出设计任务时，对这些因素有的已经提出一定的要求。这些因素不是设计人员在进行桥梁设计时能随意更改的，因此，把这些因素称为独立因素。

经济是进行桥型选择时必须考虑的主要因素，无论在什么条件下修建桥梁都必须满足要求。

地质、地形、水文及气候条件是桥型选择的限制因素。地质条件在很大程度上影响到桥位、桥型（包括基础类型）和工程造价。地形条件及水文条件将影响到桥型、基础埋置深度、水中桥墩数量等。例如，在水下基础施工困难的地方，适当地将跨径放大一些，避开困难多的水下工程，常可取得较好的经济效果；在高山峡谷、水深流急的河道，建造单孔桥往往比较合理。

四、桥梁的纵断面和横断面设计

（一）桥梁纵断面设计

桥梁纵断面设计，主要是确定桥梁的总跨径、桥梁的分孔、桥梁的高度、基础埋置深度、桥面及桥头引道的纵坡等。

桥梁的总跨径和桥梁的高度应能保证桥下洪水的安全宣泄。桥梁总跨径如果定得过小，将使洪水不能全部从桥下通过，从而提高了桥前的壅水高度，加大了桥下的水流速度，使河床和河岸发生冲刷，甚至引起路堤决口等重大事故。

桥梁的分孔与许多因素有关。分孔过多，虽然桥跨结构因跨径小而便宜一些，但桥墩的数目增多，结果造价增大。反之，分孔过少，墩台的造价可能低些，但桥跨结构因跨径增

大，造价也要提高。最经济的跨径就是使上部结构和下部结构的总造价最低。因此，当桥墩较高或地质不良，基础工程较复杂时，桥梁跨径就得选大些；反之，当桥墩较矮或地质较好时，跨径就可选小些。在实际设计中，应对不同的跨径布置进行比较，来选择最经济的跨径和孔数。

在通航的河流上，首先应以考虑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。

从施工方面考虑，一座桥不宜选用跨径大小不同的多种类型，宜采用等跨的或分组等跨的分孔布置。

桥梁高度的确定，应结合桥型、跨径大小等综合考虑。在确定桥高时还应考虑以下几个问题。

1.桥梁的最小高度应保证桥下有足够的流水净空高度。通常永久性梁桥的桥跨结构底面应高于计算水位（不小于）0.5m；对于有流冰的河流，应高出最高流冰面（不小于）0.75m（图1-10）。为了防止桥梁的支座结构遭受水淹，设计时还应使支座底面高于计算水位（不小于）0.25m，高于最高流冰面（不小于）0.5m。

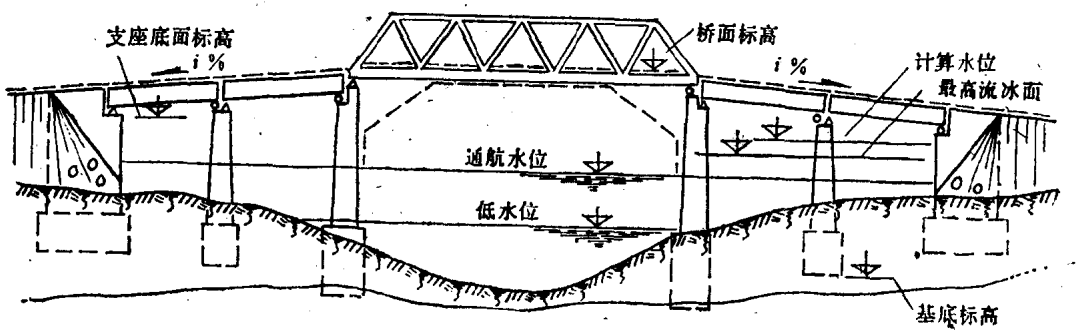


图1-10 梁桥纵断面规划图

对于拱桥（无铰拱），拱脚容许淹没在计算水位之下，但通常淹没深度不超过拱圈矢高的2/3。为了保证飘浮物的通过，在任何情况下拱顶底面应高出计算水位（不小于）1.0m，即$\Delta f_0 \geqslant 1.0$m（图1-11）。为了防止冰害，拱脚的起拱线尚应高出最高流冰面（不小于）0.25m。

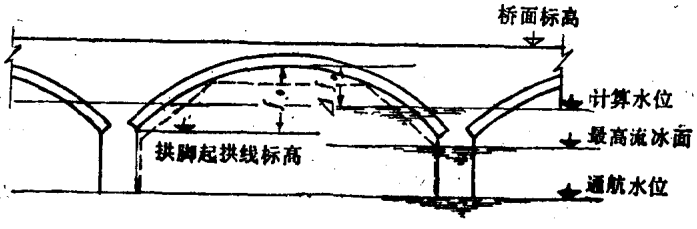


图1-11 拱桥纵断面规划图

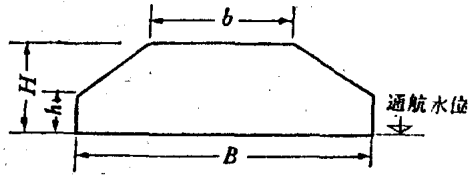


图1-12 桥下通航净空图
H、h为净空高度；B、b为净空宽度

2.在通航和流放木筏的河流上，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。通航孔的最小高度应根据不同航道等级所规定的桥下净空尺寸确定（图1-12）。

3.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。

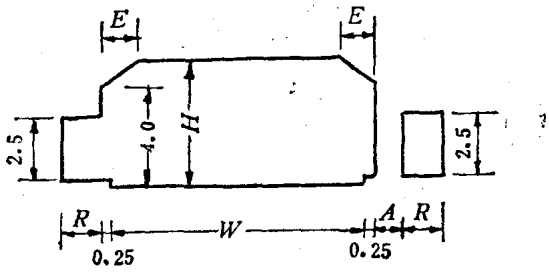
对于大、中桥梁，为了利用桥面排水，常常把桥面做成从桥的中央向桥头两端纵坡为1～2％的双坡面。特别是当桥面标高由于通航要求而修得比较高时，为了缩短引桥和降低桥头引道路堤的高度，更需要采用双向倾斜的纵向坡度。对大、中桥桥上的纵坡不宜大于4％。桥头引道不宜大于5％。位于市镇混合交通繁忙处，桥上纵坡和桥头引道纵坡均不得大于3％。

桥墩和桥台基础的埋置深度也是桥梁纵断面设计中的重要课题，这方面的内容将在有关课程中介绍。

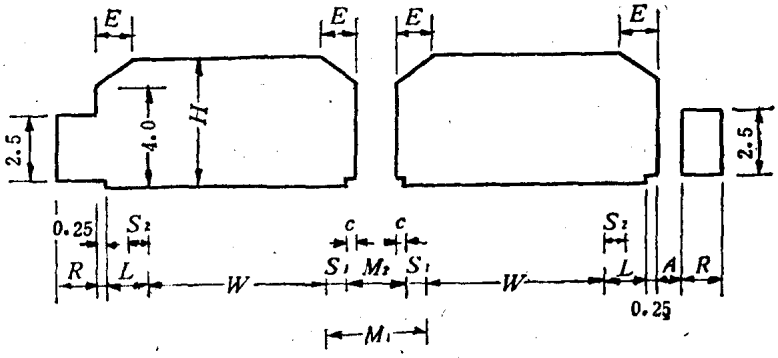
（二）桥梁横断面设计

桥梁横断面设计，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。

为了保证车辆和行人的安全通过，应在桥面以上垂直于行车方向保留一定限界的空间，这个空间称为桥面净空。



无中间带的建筑限界



有中间带的建筑限界

图1-13 公路建筑限界

尺寸单位：m

W-行车道宽度，见表1-2；c-当计算行车速度等于或大于100km/h时，为0.50m，小于100km/h时，为0.25m；L-相应于公路硬路肩或紧急停车带的宽度，见《公路工程技术标准》(JTJ001-81)3.0.5和3.0.6条规定；S_1-行车道左侧路缘带宽度，高速公路桥梁为0.75m（低限值为0.50m），一级公路桥梁为0.50m（低限值为0.25m）；S_2-行车道右侧路缘带宽度，一般为0.50m，设置在路肩宽度内；M_1-中间带宽度，高速公路桥梁为等于或大于4.50m（低限值为2.50m），一级公路桥梁为2.50m（低限值为1.50m）．M_2-中间分隔带宽度，高速公路桥梁为等于或大于3.0m（低限值为1.50m），一级公路桥梁为1.50m（低限值为1.0m）；E-净空顶角宽度，当W=9m或W=15m时为1.50m，W=4.50m时为0.50m，其余情况为0.75m；H-净高，高速公路和一、二级公路为5.0m，三、四级公路为4.50m；R-人行道及自行车道宽度；A-当人行道、自行车道与行车道分开设置时，设置桥上设施所需宽度，视实际需要而定

桥面净空主要是指净宽和净高，其图式和尺寸见公路建筑限界（图1-13）的规定，其中无中间带的建筑限界适用于二、三、四级公路的桥梁；有中间带的建筑限界适用于高速公路和一级公路的桥梁。

净宽包括行车道和人行道及自行车道的宽度。行车道宽度决定于桥梁所在的公路等级。各级公路桥面行车道净宽标准见表1-2。选用净宽时应与所在公路的行车道路面宽度相适应，并考虑到将来路线等级提高的需要。四级公路除在路基宽度为4.5m 路段上采用净—4.5的桥面外，一般均采用净—7。各级公路上的涵洞和二、三、四级公路上的跨径小于8m 的单孔小桥，桥面宽度应与路基同宽。弯道上的桥梁应按路线要求予以加宽。

各级公路桥面行车道净宽标准　　表1-2

公路等级	桥面行车道净宽（m）	车道数
高速公路	2×净—7.5或2×净—7.0	4
一	2×净—7.5或2×净—7.0	4
二	净—9或净—7	2
三	净—7	2
四	净—7或净—4.5	2或1

桥上人行道和自行车道的设置，应根据需要而定，并与路线前后布置配合。必要时自行车和行车道宜设置适当的分隔设施。一个自行车道的宽度为 1.0m，自行车道数应根据自行车的交通量而定，当单独设置自行车道时，一般不应少于双车道的宽度。人行道的宽度为0.75 m 或 1.0m，大于 1.0m 时按 0.5m 的倍数增加。不设置自行车道和人行道时，可根据具体情况，设置栏杆和安全带，安全带的宽度通常每侧设 0.25m。人行道和安全带应高出行车道面至少 0.25～0.35m，以保证行人和行车本身的安全。与路基同宽的小桥和涵洞可仅设缘石和栏杆。漫水桥不设人行道，但应设护柱。

为了桥面上排水的需要，桥面应根据不同类型的桥面铺装，设置从桥面中央倾向两侧的 1.5%～3.0%的横坡，人行道宜设置向行车道倾斜 1 %的横坡。

五、桥梁设计的资料

一座桥梁的总体设计涉及的因素很多，必须充分地进行调查研究，从实际出发，分析该桥的具体情况，才能得出合理的设计方案。因此，桥梁总体设计必须进行一系列的野外勘测和资料的收集工作。对于跨越河流的桥梁在勘测时应收集如下资料。

（一）桥梁的使用要求

调查桥上的交通种类，车辆的载重等级，往来车辆密度和行人情况。以此确定荷载设计标准、车道数目、行车道宽度、以及人行道宽度等。

（二）桥位附近的地形

包括测量桥位处的地形、地物，并绘成平面地形图。供设计时布置桥位中线位置、桥墩位置，布置桥头接线。供施工时布置场地。

（三）地质资料

通过钻探调查桥位处的地质情况，并将钻探资料绘成地质剖面图。作为基础设计的一个

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位置布置在墩台附近。

（四）河流的水文情况

测量桥位附近河道纵断面，桥位处河床断面。调查历年最高洪水位、低水位、流冰水位和通航水位，流量和流速，以及河床的冲刷、淤积和变迁的情况等。为确定桥梁跨径、基础埋置深度和桥面标高提供可靠的依据。为桥梁施工提供一定的资料。

（五）其他资料

调查当地可采用的建筑材料种类、数量、规格和质量；水泥、木料和钢材的供应；当地的气温变化、降雨量、风力、冰冻季节和冰冻深度；施工单位的机械设备；建桥附近的交通状况；电力、劳动力的来源；以及有无地震等情况。为设计和施工提供必要的资料。

第三节　桥梁建筑概况

一、我国桥梁建筑概况

我国的桥梁建筑，有着悠久的历史。在汉朝时已有梁桥，如西安的灞桥，长约447m。现存的福建平安桥，长达5km，被誉为“天下无桥长此桥”。1240年建造的福建漳州虎渡桥，其石梁长达23.7m，宽1.7m，高1.9m，重力2000kN以上，该桥一直保存至今。东汉中期开始建造石拱桥。驰名中外的赵州桥，就是我国古代石拱桥的杰出代表，该桥位于河北省赵县城南汶河上，隋大业初年（公元605年左右）为李春所建，全桥长50.82m，宽9m，净跨37.02m，上设有四个小拱。在唐朝时就有了铁链吊桥。至今保留下来的古代吊桥有四川泸定县的大渡河铁索桥，该桥于1706年建成。桥长约100m，宽约2.8m，由十三条锚固于两岸的铁链组成。

我国古代桥梁建筑的历史是辉煌的。可是自1840年鸦片战争以后，我国逐步沦为半殖民地半封建的社会。由于腐朽的社会制度，桥梁的发展也停滞不前。解放前，我国的交通落后，可供通车的公路里程很少，质量低劣。公路桥梁绝大多数为木桥，年久失修，到解放时，已经破烂不堪。

1949年全国解放后，我国的交通事业突飞猛进，桥梁建设取得了很大的成就。

1968年建成了南京长江大桥。这是一座我国自行设计、制造、施工，并使用国产高强钢材的现代化桥梁。正桥10孔，共长1577m，包括两端引桥，总长：铁路6772m、公路4589m。南京长江大桥的建成，标志着我国桥梁建筑在规模上和技术上都达到一个新的水平。

同时拱桥建筑也有很大的发展，广大建桥职工继承和发扬了我国石拱桥建筑的优良传统，在盛产石料地区修建了大量的石拱桥。1961年建成的云南长虹大桥，跨径为112.5m。1972年建成的四川九溪沟大桥，跨径达116m。

1964年江苏无锡建桥职工，在继承石拱桥传统的基础上，吸取现代钢筋混凝土桥的特点，修建了双曲拱桥。它具有用料省，造价低，施工工艺易被群众掌握等优点，而且能使桥梁轻型化、装配化，因此得到迅速推广。河南的前河大桥，跨径达150m。

为了提高拱桥在无支架吊装中的稳定性，四川省建桥职工于1970年建成了箱形拱桥。四川宜宾马鸣溪大桥，跨径为150m，在四川渡口修建的箱形拱桥，跨径达170m。

在上海、浙江、江苏等省、市，修建了结构轻巧，适合于在软土地基上建造的桁架拱

桥。1976年建成的浙江宁海越溪桥，跨径达75m。

为了节约钢材，全国各地还因地制宜地修建了多种类型的拱桥，例如山东的两铰平板拱桥，山西和甘肃的扁壳拱桥，甘肃的微弯板坦肋拱桥。

在发展拱式结构的同时，修建大量的钢筋混凝土梁式桥。中、小跨径普遍采用装配式结构（如空心板桥、T形梁桥）。近年来，进一步发展预应力混凝土梁桥，1970年在河南建成的预应力混凝土简支梁桥，跨径达50m。正在施工的浙江飞云江大桥，跨径达62m。

与此同时，也修建了T形刚架桥。1971年在福建乌龙江建成了主孔跨径为3×144m的预应力混凝土T形刚架桥。1980年在四川重庆修建了主跨为174m的三向预应力混凝土T形刚架桥。

近些年来，还修建了几座公路钢桥。如山东北镇黄河大桥，主桥为4孔112m的连续栓焊钢桁架桥。川西2号桥，跨径为180m的钢箱拱桥；川西3号桥，跨径为180m的钢桁拱桥，这两座桥均用高强螺栓连接。

建成的公路吊桥有十多座，1969年建成的重庆朝阳大桥，跨径为186m的双链式组合箱梁，1984年建成的西藏达孜桥，跨径达400m。

近年来斜拉桥的修建得到迅速的发展。我国已建成的斜拉桥有十几座。1982年建成的济南黄河大桥，最大跨径达220m。正在施工的天津永定河桥，最大跨径达260m。

在上部结构取得重大成就的同时，桥梁下部结构也取得进展。我国劳动人民在实践中采用的钻孔灌注桩的施工方法，与国外的这类型的基础比较，具有施工机械较少，动力设备简易，操作方便，易为群众掌握，且能钻入很深土层等优点，得到迅速的采用和推广。北镇黄河大桥的钻孔灌注桩基础，其钻孔深度达107m。郑州黄河大桥，最大桩径达2.2m。

二、国外桥梁发展概况

目前各国桥梁一般多采用钢筋混凝土和预应力混凝土桥。就发展趋势来说，后者为快。公路钢桥一般用于修建大跨度桥。在天然石质良好、开采方便的地方也采用石拱桥。

近二十多年，由于优质钢材和高强轻质混凝土的出现，桥跨结构和施工工艺的改进，使钢筋混凝土桥和预应力混凝土桥获得很大发展。根据1972年的统计，欧美各国按投资计算，混凝土桥和钢桥的比值为7：3。同时，预应力混凝土桥的跨越能力迅速增大，跨径在400m以下的桥梁均可与钢桥竞争。

(一)在建桥材料方面

各国对高强混凝土的研究工作很重视，目前在桥梁建造中，试用的混凝土强度已达到100MPa。提高强度的措施是三轴向加压。同时，在桥梁建造中普遍使用轻质混凝土。

随着各国冶金工业的发展，向桥梁工程提供了许多优质高强钢丝。高强钢丝的强度大多数已达到1500～1900MPa。高强粗钢筋的强度达到1000MPa。

(二)在结构体系方面

各国在桥梁建筑中采用的结构体系有简支、悬臂、连续、刚架、拱、悬索和斜拉桥等几种形式，其中除了斜拉桥有较大的发展外，其他体系均无殊特变化。

大跨径预应力混凝土桥的结构体系，有一个发展演变的过程。50年代曾采用预应力连续梁桥，但跨度不大。50年代中期，由于悬臂浇筑和悬臂拼装施工工艺的发展，出现了铰接T形刚构，于是风行一时。在60年代，修建的跨径已达208m。但是后来发现悬臂端的伸缩缝大，挠度大，受基础不均匀沉陷的影响更大，剪力铰在徐变和日照温差影响下产生了较大的

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com