

市政工程施工速学丛书

桥梁工程 施工速学手册

张彬 主编

(第2版)



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

市政工程施工速学丛书

桥梁工程 施工速学手册

张彬 主编

(第2版)



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书依据现行公路桥涵设计通用规范、公路钢筋混凝土和预应力混凝土桥涵设计规范等，打破传统教材长篇大论的编写形式，采用科学的编排体系，结合工程实践和施工特点编写而成，内容简洁，重点突出。主要内容包括砌体工程施工、模板工程施工、钢筋工程施工、混凝土工程施工、明挖基础施工、桩基础施工、沉井基础施工、桥梁墩台施工、钢筋混凝土简支梁桥施工、悬臂体系和连续体系梁桥施工、石拱桥施工、混凝土拱桥施工、斜拉桥施工、悬索桥施工、桥面系及附属工程施工、桥梁施工常用设备及桥梁工程施工组织设计等。

本书适用于从事桥梁工程施工的新入职人员使用，也可作为相关企业岗位的培训教材使用，同时还可供相关专业大中专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

桥梁工程施工速学手册/张彬主编. —2 版. —北京: 中国电力出版社, 2010. 9

(市政工程施工速学丛书)

ISBN 978 - 7 - 5123 - 0697 - 4

I. ①桥… II. ①张… III. ①桥梁工程 - 工程施工 - 技术手册 IV. ①U445 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 142577 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑: 关 童 电话: 010 - 63412603 E-mail: tong-guan@ydm.sgcc.com.cn

责任印制: 郭华清 责任校对: 常燕昆

北京博图彩色印刷有限公司印刷 · 各地新华书店经售

2009 年 1 月第 1 版

2010 年 9 月第 2 版 · 第 2 次印刷

700mm × 1000mm 1/16 · 22.5 印张 · 432 千字

定价: 45.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话 (010 - 58383237)

第2版前言

本书《桥梁工程施工速学手册》第1版是市政工程施工速学丛书之一。随着桥梁工程的迅速发展，我国颁布了一系列国家及行业有关桥梁工程的技术标准、规范和规程，如新的《城市桥梁工程施工与质量验收规范》的颁布，针对新颁布的规范标准，我们适时的对本书进行了修订。除此之外，还对全书文字内容、图和表进行了相应的增删、订正和调整。

本书保留了第1版的编排及速学特点，便于读者查阅、参考及应用。本书较第1版内容方面作了合理的增减，书中删去了一些过时的或者是不适用的技术，增加了新规范要求的内容，以适应施工实践的需要。

在本书的编写过程中，参考了相关的规范标准、政策文件和文献资料，借修订再版之际，再次向这些参考资料的作者们表示感谢。由于时间仓促以及编者水平有限，虽经反复推敲核实，可能仍存在许多不足之处，编者深感集思广益的必要，恳请广大读者提出宝贵意见，我们将认真听取，并及时改正和完善。

编 者

第1版前言

经济在发展，社会在进步，城市基础建设投资逐年增加。市政工程作为城市的基础设施，发挥着重要的作用。市政工程的规划建设不仅关系到城市居民的衣、食、住、行，还直接影响到城市政治、经济、文化环境建设和可持续发展的大局。为此，各城市不遗余力地加大市政工程建设力度，使市政工程的施工规模越来越大，技术难度越来越高，施工环境越来越复杂，专业分工越来越细。同时，新技术、新工艺、新设备、新材料的不断涌现，对市政工程人员的要求越来越高。市政工程基层施工组织中的技术人员的业务水平和管理能力的高低，已经成为市政工程建设项目能否有序、高效、高质量完成的关键。针对这种情况，我们编写了这套市政工程施工速学丛书，以方便市政工程人员使用。本书《桥梁工程施工速学手册》是本套丛书分册之一。

一、本书强调教材的全面性、系统性，突出各章节的独立性。全书共分为20章，主要内容包括桥梁施工测量、砌体工程施工、模板工程施工、钢筋工程施工、混凝土工程施工、明挖基础施工、桩基础施工、沉井基础施工、桥梁墩台施工、钢筋混凝土简支梁桥施工、悬臂体系和连续体系梁桥施工、石拱桥施工、混凝土拱桥施工、斜拉桥施工、悬索桥施工、桥面系及附属工程施工、桥梁施工常用设备及桥梁工程施工组织设计等。

各章节单独分页，其内容既前后呼应、相互联系，又自成体系、相对独立；既可供读者全面、系统地学习，又便于读者有针对性地查阅与选学。

二、采用“模块式”的方式进行编写。各节内容均包括【要点】、【解释】和【相关知识】三个板块。先提出结论性的要点，然后对要点进行了详细的阐述，最后对相关知识和关键词进行扼要说明。力求能够使读者快速把握章节重点，理清知识脉络，提高学习效率。

各节内容设置如下：

【要点】置于每一节的最前面，对该节内容进行概要叙述与总结。

【解释】通过设置一系列醒目的小标题，对【要点】内容进行详细的说明与分析。

【相关知识】是阐述和说明由【解释】部分引出的相关知识。此部分的加入有利于读者知识系统的形成和知识的拓展。

三、本书强调实践性和可操作性。桥梁工程施工实践性要求很高，针对书中实践要求较高、计算较复杂的一些内容，在相关章节的后面增设了例题，便

于读者进一步理解与掌握相关知识。

本书适用于从事桥梁工程施工的新入职人员使用，也可作为相关企业岗位的培训教材使用，同时还可供相关专业大中专院校师生参考。

在本书的编写过程中，参考了相关的规范、标准、政策文件和文献资料，在此对所参考资料的作者们一并致谢。由于时间仓促以及编者水平有限，虽经反复推敲核实，可能仍存在许多不足之处，编者深感集思广益的必要，恳请广大读者提出宝贵意见，我们将认真听取，并及时改正和完善。

编 者

编写人员名单

丛书主编 张 彬 张向东

本书主编 张 彬

本书参编 张向东 卜玉坤 王笑冰 白雅君

巩玉发 朱忆鲁 郑大为 郝凤山

戴成元 马文颖 李 东 陈素云

于 涛 张 楠 李 林 李晓玲

苏 莹 李艳红 王 玉 齐丽娜

邵 晶 王悦舒 高 彤

目 录

第2版前言

第1版前言

第一章 桥梁工程施工基础知识	(1)
一、桥梁的组成	(1)
二、桥梁的分类	(3)
三、钢筋混凝土梁桥的分类	(8)
四、拱桥的构造	(11)
五、桥墩的构造	(16)
六、桥台的构造	(18)
七、桥面的构造	(21)
第二章 桥梁施工准备	(26)
一、施工技术准备	(26)
二、施工物资准备	(31)
三、劳动组织准备	(32)
四、施工现场准备	(33)
第三章 砌体工程施工	(36)
一、砌体材料	(36)
二、桥梁常用砌体施工	(41)
三、砌体冬期施工	(44)
四、桥梁砌体工程的质量检验	(46)
第四章 模板工程施工	(48)
一、模板的分类	(48)
二、常用模板的构造	(52)
三、模板的制作及安装	(58)
四、模板的拆除	(61)
第五章 钢筋工程施工	(66)
一、钢筋加工前的准备工作	(66)
二、钢筋加工	(72)
三、钢筋的焊接与绑扎	(77)
四、钢筋的安装	(84)

第六章 混凝土工程施工	(87)
一、混凝土浇筑前的准备工作	(87)
二、混凝土的拌制和运输	(90)
三、混凝土的浇筑	(95)
四、混凝土的振捣	(97)
五、混凝土的养护及拆模	(99)
六、混凝土的季节性施工	(102)
第七章 明挖基础施工	(106)
一、基坑围堰	(106)
二、基坑开挖	(111)
三、基坑排水	(120)
四、基底处理	(124)
五、基底检验	(128)
六、基础施工	(129)
第八章 桩基础施工	(134)
一、桩基础的特点及适用条件	(134)
二、桩与桩基础的构造特点和要求	(140)
三、桩的制作	(142)
四、沉桩机械及设备	(145)
五、沉桩施工	(148)
六、钻孔灌注桩施工	(154)
七、灌注水下混凝土	(162)
第九章 沉井基础施工	(167)
一、沉井的构造	(167)
二、沉井的类型	(169)
三、沉井制作	(170)
四、沉井下沉	(176)
五、沉井封底	(181)
第十章 桥梁墩台施工	(184)
一、桥梁墩台的类型	(184)
二、现浇混凝土墩台的施工	(186)
三、石砌墩台的施工	(191)
四、墩、台帽的施工	(194)
五、桥台附属工程的施工	(197)

第十一章 钢筋混凝土简支梁桥施工	(200)
一、混凝土简支梁桥的施工方法	(200)
二、预应力混凝土施工工艺——先张法	(202)
三、预应力混凝土施工工艺——后张法	(208)
四、简支梁的架设	(213)
第十二章 悬臂体系和连续体系梁桥施工	(216)
一、概述	(216)
二、逐孔施工法	(216)
三、悬臂浇筑施工法	(219)
四、悬臂拼装施工法	(225)
五、顶推施工法	(228)
第十三章 石拱桥施工	(234)
一、拱圈放样	(234)
二、拱架设置	(236)
三、拱圈和拱上建筑砌筑	(239)
四、拱架的卸落与拆除	(242)
第十四章 混凝土拱桥施工	(245)
一、现浇混凝土拱桥的施工	(245)
二、装配式混凝土拱桥的施工	(250)
三、钢管混凝土拱桥的施工	(253)
第十五章 斜拉桥施工	(256)
一、斜拉桥的概述	(256)
二、主梁的施工	(258)
三、索塔的施工	(260)
四、拉索的制作	(262)
五、拉索的安装	(264)
六、索力的测定	(266)
七、拉索的防锈	(267)
第十六章 悬索桥施工	(269)
一、悬索桥的概述	(269)
二、锚固系统的施工	(270)
三、悬索的施工	(271)
四、加劲梁架设	(275)
第十七章 桥面系及附属工程施工	(278)
一、桥梁支座的概述	(278)

二、板式橡胶支座	(279)
三、盆式橡胶支座	(281)
四、球形支座	(283)
五、桥梁伸缩缝的概述	(285)
六、梳形钢板伸缩装置	(286)
七、橡胶伸缩装置	(287)
八、模数式伸缩装置	(290)
九、桥梁伸缩装置施工的常规方法	(292)
十、桥面防水层	(293)
十一、桥面铺装	(295)
十二、桥面系施工	(296)
第十八章 桥梁施工常用设备	(300)
一、贝雷架	(300)
二、碗扣式脚手架	(304)
三、门式脚手架	(306)
四、混凝土搅拌机	(308)
五、混凝土搅拌运输车	(310)
六、混凝土泵送设备	(312)
七、预应力千斤顶	(315)
八、预应力锚固体系	(317)
九、常用小型起重工具及设备	(319)
第十九章 桥梁工程施工组织设计	(324)
一、桥梁工程施工组织设计的编制	(324)
二、桥梁工程施工质量管理	(332)
三、桥梁工程施工安全管理	(336)
四、桥梁工程文明施工和环境保护	(340)
五、桥梁工程资料管理	(344)
参考文献	(349)

第一章 桥梁工程施工基础知识

一、桥梁的组成

【要点】

桥梁是跨越障碍物（如河流、沟谷、其他道路、铁路等）的建筑物。随着城市建设的发展，桥梁已经成为城市道路的重要组成部分。桥梁的组成复杂、桥型多样，结构体系、施工工艺、施工方法各异，各种桥型之间的构造差别也较大。桥梁结构一般由上部结构、下部结构和附属结构组成。

【解释】

◆ 上部结构

上部结构又称跨桥结构，是桥梁跨越障碍的主要承载结构。它包括承重结构和桥面系。承重结构是在线路遇到障碍（如河流、山谷或城市道路等）而中断时，跨越这类障碍的构件，用来承受车辆作用和自身荷载；桥面系通常由供车辆行驶的桥面铺装、防水和排水设施及桥上的伸缩缝、人行道、栏杆、灯柱、排水设施等构成。

◆ 下部结构

下部结构由桥墩、桥台及墩台下部的基础组成。下部结构的作用是支撑上部结构，并将结构重力和车辆荷载等传给地基。在桥梁上部结构与下部结构之间一般设有支座。桥跨结构的荷载通过支座传递给桥墩、桥台，支座，还要保证桥跨结构能产生一定的变位。

1. 桥墩

设置在中间桥跨的支撑体系称为桥墩，作用是支撑桥跨结构。

2. 桥台

设置在桥梁两端的支撑体系称为桥台。桥台的一端与路堤相接并防止路堤滑塌，另一端则支撑桥跨上部结构的端部。为保护桥台和路堤填土，桥台两侧常做一些防护工程。

3. 基础

基础是将桥梁全部荷载传至地基的结构，是桥梁的最下部。

◆ 附属结构

桥梁的附属结构一般包括桥头锥形护坡、护岸以及挡土墙等。桥头锥形护坡位于桥台侧墙，是保证桥头填土稳定性的构筑物。护岸是抵御水流冲刷河岸的构筑物。挡土墙是抵抗桥头引道填土土压力的构筑物。

桥梁的基本组成如图 1-1 所示。

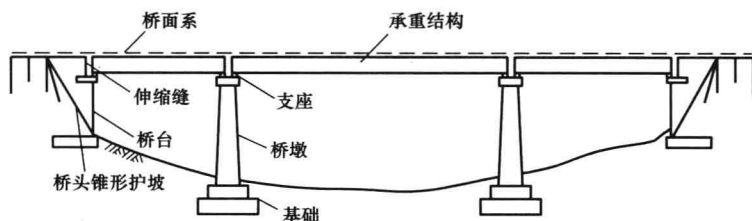


图 1-1 桥梁组成示意

【相关知识】

◆ 桥梁主要尺寸和术语名称

1. 净跨径

对于设支座的桥梁为相邻两墩、台身之间的水平净距；对于不设支座的桥梁（如拱桥、刚构桥等）为上、下部结构相交处内缘间的水平净距。

2. 计算跨径

梁桥的计算跨径为桥跨结构两支承点之间的距离；拱桥的计算跨径为两拱脚截面形心点间的水平距离，即拱轴线两端点之间的水平距离。

3. 总跨径

总跨径是多孔桥梁中各孔净跨径的总和，也称桥梁孔径，它反映了桥下泄洪的能力。

4. 桥梁全长

桥梁全长简称桥长，是桥梁两端两个桥台的侧墙或八字墙后端点之间的距离，对于无桥台的桥梁为桥面系行车道的全长。在一条线路中，桥梁和涵洞总长的比重反映它们在整段线路建设中的重要程度。

5. 桥梁高度

桥梁高度简称桥高，是指行车道顶面至低水位间的垂直距离或行车道顶面至桥下路线的路面顶面的垂直距离。桥高在某种程度上反映了桥梁施工的难易。

6. 桥下净空高度

桥下净空是为满足桥下通行的需要，对桥梁上部结构底缘以下规定的空间界限。在不通航河流上的桥下净空高度应满足设计洪水或流冰面以上的最小高

度的要求；在通航（跨河桥）或通车（跨线桥）的桥梁中，尚应满足通航或通车的净空要求。

7. 桥梁建筑高度

桥梁建筑高度是上部结构底缘至桥面顶面的垂直距离。它不仅与桥梁结构的体系和跨径的大小有关，而且还随行车部分在桥上布置的高度位置而异。

8. 净矢高

净矢高是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。

9. 计算矢高

计算矢高是从拱顶截面形心至相邻两拱脚截面形心连线的垂直距离。

10. 矢跨比

矢跨比是拱桥中拱圈的计算矢高与计算跨径之比，也称拱矢度，是反映拱桥受力特性的一个重要指标。

11. 涵洞

涵洞是用来宣泄路堤下水流的结构，通常在建造涵洞处路堤不中断。凡是多孔跨径、全长不到 8m 和单孔跨径不到 5m 的泄水结构，均称为涵洞。

【例题分析】

某桥横跨河流，全长 3942m，共 108 孔，其中 68 孔是跨径为 50m 的预应力混凝土简支 T 形梁，其余 40 孔跨径为 20m。桥宽 17.5m，机动车道宽 12.1m，非机动车道人行道两侧各宽 2.7m。下部结构为单排双柱式墩，采用 $\phi 2.2\text{m}$ 大直径钻孔灌注桩基础。从上述的桥梁概况中，可以得出哪些结论？

【解】结论见图 1-2。

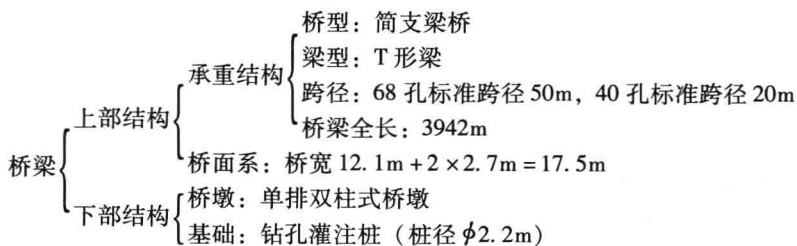


图 1-2

二、桥梁的分类

【要点】

桥梁的种类繁多，它们都是人们在长期的生产活动中，通过反复实践和不断总结逐渐发展创造起来的。桥梁的分类方法有很多种，可以按桥梁的主要承

重结构体系分类、按上部构造使用的材料分类、按用途分类、按桥梁的长度和跨径大小分类、按跨越障碍的性质分类、按上部结构的行车道位置分类等。

【解释】

◆ 按桥梁的主要承重结构体系分类

1. 梁桥

梁桥构造简单、施工方便、施工工期短、造价低、维修容易，除特大跨度桥梁外，它是设计中优先考虑的结构体系。梁桥应用广泛，我国各地都有这类的梁桥。梁桥的主要受力构件是梁（板），在竖向荷载作用下梁体以承受弯矩为主而无水平推力，墩台以承受竖向压力为主。

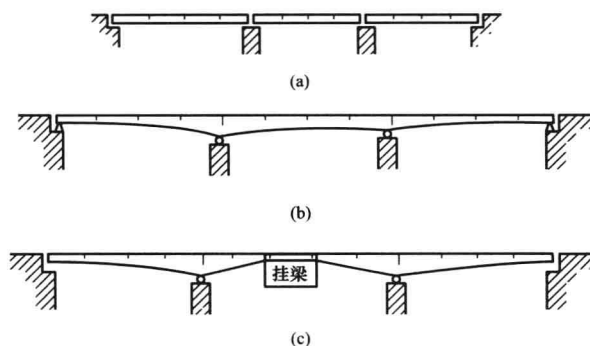


图 1-3 梁桥基本体系

(a) 简支梁桥；(b) 连续梁桥；(c) 悬臂梁桥

常见的梁桥形式包括简支梁桥、连续梁桥和悬臂梁桥（图 1-3）。

常见的梁桥形式包括简支梁桥、连续梁桥和悬臂梁桥（图 1-3）。

2. 拱桥

拱桥是我国较常见的一种桥梁形式，其式样非常多，数量也非常大。拱式桥的主要承重结构是拱圈或拱肋。这种结构在竖向荷载作用下，桥墩或桥台除要承受压力和弯矩外还要承受水平推力。同时，水平推力也将显著抵消荷载所引起的在拱圈（或拱肋）内的弯矩作用。因此，与同跨径的梁相比，拱的弯矩和变形要小得多，但其下部结构和地基必须经受住很大的水平推力。

该桥型适宜采用砌体材料施工，现代钢筋混凝土材料也广泛应用于该桥型，我国建造的钢筋混凝土拱桥的形式更是多种多样。拱桥具有取材广泛、造价低廉、跨径较大、造型美观等特点（图 1-4）。

3. 吊桥

吊桥的主要承重构件是悬挂在两边塔架上的强大缆索，缆索锚固在桥台后面的锚碇上。在竖向荷载下，通过吊杆使缆索承受拉力，而塔架则要承受竖向力的作用，同时承受很大的水平拉力和弯矩。现代吊桥的主缆、吊索、梁体广泛采用抗拉性能优异的钢缆，因此结构自重较轻，能以较小的建筑高度跨越其他任何桥型都无法比拟的特大跨度。但相对于上述其他体系而言，吊桥的自重轻，结构的刚度差，在车辆动荷载和风荷载作用下，桥有较大的变形和振动（图 1-5）。

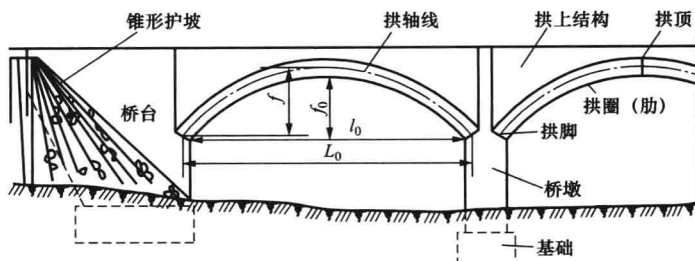


图 1-4 拱桥概貌

l_0 —净跨径； L_0 —计算跨径； f_0 —净矢高； f —计算矢高

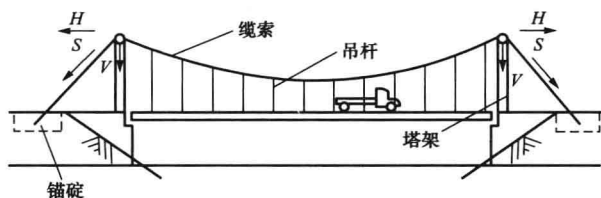


图 1-5 吊桥简图

H —水平拉力； V —竖向压力； S —索力

4. 刚架桥

刚架桥的主要承重结构是梁（板）和立柱（竖墙）结合在一起的刚架结构，桥梁的建筑高度较小、跨度较大。当在城市交通中遇到线路立体交叉时，可以有效降低线路标高来改善纵坡和减少路堤土方量，当需要跨越通航河流而桥面标高已确定时能增加桥下净空（图1-6）。

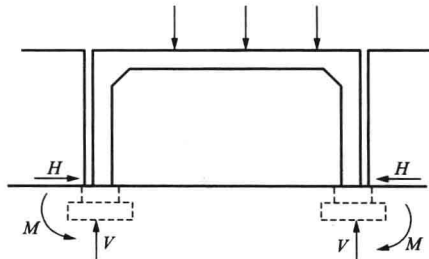


图 1-6 刚架桥简图

H —水平推力； M —弯矩； V —基底竖向反力

刚架桥的结构特点是上部结构和下部结构刚结成整体，在竖向荷载作用下，梁部主要受弯，柱脚则要承受弯矩、轴力和水平推力。这种桥的受力状态介于梁桥和拱桥之间。刚架桥主要有 T 形刚构桥、斜腿刚构桥、门式刚架桥三种形式。

5. 组合体系桥

组合体系桥是由梁、拱、吊索三种体系相组合而成的桥梁，其中应用最多的是系杆拱桥 [图 1-7 (a)] 和斜拉桥 [图 1-7 (b)]。系杆拱桥由拱圈、主梁和吊杆组成，其中拱圈和主梁是主要的承重结构，两者相互配合共同受力可减小水平推力，吊杆可减少梁中弯矩。斜拉桥由主梁、索塔和斜拉索组成，既发挥了高强度材料的作用，又减小了主梁高度，使重量减轻而获得很大的跨越能力，是跨径仅次于吊桥的桥型。这两种组合体系桥型造型优美，结构合理，跨径较

大, 目前使用非常广泛。

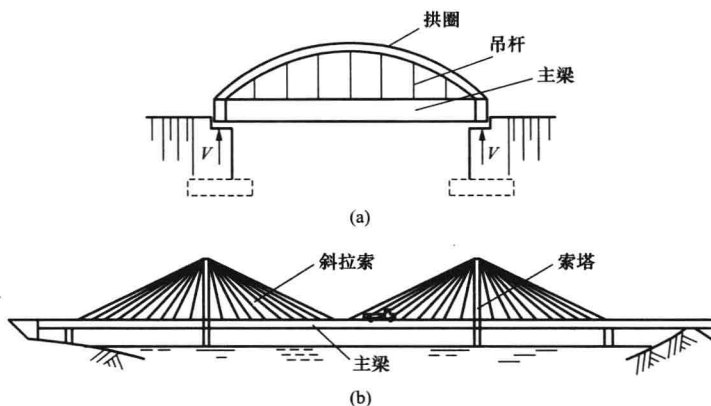


图 1-7 组合体系桥
(a) 系杆拱桥简图; (b) 斜拉桥简图
V—支座反力

◆ 按上部构造使用的材料分类

按上部构造使用的材料可分为圬工桥 (包括砖、石、混凝土桥)、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥和木桥等。

◆ 按用途分类

按用途可分为公路桥、铁路桥、公路铁路两用桥、农用桥、人行桥、运水桥 (渡槽) 及其他专用桥梁 (如通过管线、电缆等)。

◆ 按桥梁的长度和跨径大小分类

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。

表 1-1 桥梁按长度和跨径分类

桥梁分类	多孔跨径总长 L/m	单孔跨径总长 L_k/m
特大桥	$L > 1000$	$L_k > 150$
大桥	$100 \leq L \leq 1000$	$40 \leq L_k \leq 150$
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. 单孔跨径是指标准跨径。

2. 梁桥的多孔跨径总长为多孔标准跨径的总长; 拱式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。
3. 管涵及箱涵不论跨径或跨径大小、孔数多少, 均称为涵洞。
4. 标准跨径梁桥以两桥墩中线间距离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。