

Q I A O L I A N G G O N G C H E N G

桥梁工程

主 编 鲍学员 马延安 沈建成

副主编 张立新 李培林



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社

桥梁工程

Q I A O L I A N G G O N G C H E N G

主 编 鲍学员 马延安 沈建成

副主编 张立新 李培林



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

桥梁工程 / 鲍学员等主编. — 银川: 宁夏人民出版社, 2014.12

ISBN 978-7-227-05949-3

I. ①桥… II. ①鲍… III. ①桥梁工程—高等学校—教材 IV. ①U44

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第309496号

桥梁工程

鲍学员 马延安 沈建成 主 编
张立新 李培林 副主编

责任编辑 康景堂 王 瑞

封面设计 石 磊

责任印制 肖 艳

黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社

出版发行

地 址 银川市北京东路139号出版大厦 (750001)

网 址 www.yrpubm.com

网上书店 www.hh-book.com

电子信箱 renminshe@yrpubm.com

邮购电话 0951-5052104

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏书宏印刷有限公司

印刷委托书号 (宁) 0016976

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 26

字 数 600千字

印 数 1000册

版 次 2014年12月第1版

印 次 2014年12月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-227-05949-3/U · 5

定 价 68.00元

版权所有 翻印必究

《桥梁工程》编委会成员名单

主 任 鲍学员

副主任 马延安 沈建成

编委会成员

白 璐 包 超 蔡许川 柴继昶 仇友乾 韩静云 侯 立 侯 蕊 胡云香
何妍亭 金 成 刘中元 李志宇 李 忠 栗宁平 刘雪峰 陆 宁 陆 欣
路永兵 李 伟 李永锋 陆 华 门光誉 马生彬 马武远 马晓东 马占武
马肖彤 马 玲 任 斌 孙为国 申爱军 拓明阳 汪小波 王 伟 王向华
王永平 徐新芳 于海波 俞 海 姚爱军 张 辉 张志涛 张绍春 周兴武
张 滨 张爱民 张小龙 张 欣 赵 强 赵 帅 张立新

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 概述	1
1.2 桥梁的组成和分类	2
1.3 桥梁的总体规划和设计原则	11
1.4 桥梁设计荷载及其荷载组合	21
1.5 桥梁建筑的成就及发展	30
第 2 章 梁桥构造	40
2.1 桥面系	40
2.2 梁(板)桥的总体布置	51
2.3 板桥构造	59
2.4 装配式钢筋混凝土简支 T 梁桥构造	66
2.5 装配式预应力混凝土简支 T 形梁桥构造	72
2.6 预应力混凝土连续梁桥的构造特点	81
2.7 组合式梁桥	95
2.8 斜、弯桥构造	100
第 3 章 简支梁桥的设计计算	107
3.1 行车道板的计算	107
3.2 梁桥荷载横向分布问题	117
3.3 主梁内力计算	150
3.4 横隔梁内力计算	156
3.5 挠度、预拱度的计算	159
第 4 章 梁式桥支座	162
4.1 常用支座的类型和构造	162

4.2 支座的布置	166
4.3 支座的计算	166
第5章 拱 桥	178
5.1 概述	178
5.2 拱桥构造	186
5.3 拱桥设计	200
5.4 拱桥的计算	212
第6章 斜拉桥及悬索桥	244
6.1 斜拉桥	244
6.2 悬索桥	264
6.3 悬索桥设计简介	273
第7章 桥梁墩台	276
7.1 概述	276
7.2 桥墩	277
7.3 桥台	286
7.4 桥墩设计与计算	293
7.5 重力式桥墩计算	299
7.6 桩柱式桥墩的计算	306
7.7 桥台计算	310
7.8 梁桥轻型桥台的计算特点	313
第8章 涵 洞	317
8.1 涵洞的组成	317
8.2 洞身和洞口建筑	318
8.3 涵洞的设计与计算	325
第9章 桥梁施工	332
9.1 施工准备	332

9.2	桥位施工测量	333
9.3	吊装设备	337
9.4	桥梁常用施工方法	343
9.5	墩台和锥坡施工	344
9.6	钢筋混凝土桥施工	348
9.7	预应力混凝土桥施工	366
9.8	拱桥施工	379
第 10 章	桥梁养护和抗震	397
10.1	桥梁裂缝和维修	397
10.2	桥梁防护	401
10.3	桥梁抗震	403
10.4	地震波对桥梁的作用和危害	405
10.5	桥梁抗震加固	406

第 1 章摇绪摇论

1.1 摇概述

桥梁是因为道路路线需要穿过江河湖泊、山谷深沟以及其他线路(公路或铁路)等障碍时,人们为了保证道路的连续性,充分发挥其正常的运输能力而修建的结构物,因此可以说桥梁是跨越障碍物的最重要结构,桥梁是路线的“延续”,主要起着跨越、承载、传力的作用。桥梁工程在学科分类上是土木工程中的一个分支,它在交通工程中扮演着关键性的枢纽作用。

从古至今,交通的发展与桥梁及桥梁工程的发展都是相互促进密不可分的。交通的发展要求建造承载力更大、跨度更大、更多的桥梁,以便对一个国家或地区的交通网进行不断的完善,使其对内、外的各种交流更加便捷,这样就促进了桥梁工程技术的不断发展。桥梁工程技术的不断进步则使设计和建造工程难度较大的桥梁(特别是大跨度桥梁)变为现实,进而推动交通向安全、快捷和网络化的高水平方向发展,这种相辅相成的关系也表明桥梁及桥梁工程在交通和交通发展中极为重要的地位。

交通的发展与不同历史时期社会发展对交通的需求之间有着十分密切的关系,与当时社会生产力的发展水平、工业制造水平以及道路与桥梁的设计和施工水平存在密不可分的关系。一座设计完美的现代化桥梁能够反映一个国家或一个民族的传统文化特点、社会文明进步程度和科学技术发展水准以及其工程设计和工业制造水平等。桥梁及桥梁工程的发展反映了社会发展对交通的需求,是交通发展的重要方面之一,它从另一种程度上折射出人类社会进步和科学技术发展的程度。

原始社会时期人们利用天然倒下的树木、自然地壳变化侵蚀而形成的石梁或石拱、溪涧冲流而下的石块或森林里攀缘的藤萝等来搭架当时的人工桥梁,紧接着也出现了原始的建桥技术。可以说,人类最早开始构思搭架的桥梁,其所采用的建筑材料都是天然的石块(石板)和树木。

随着社会的进步和科学技术的向前发展,人类又发现了比石块抗压强度更高的铸铁材料,人们由此又建造了铸铁拱桥。从力学特性上讲,石头和铸铁都是脆性材料,其抗压能力强而抗拉能力较差,如果做成拱桥并采用合理的拱轴线方程,使得荷载作用下的压力线与拱轴线能够重合,则拱桥的任一横截面上受到的力将都是轴向压力,不产生弯矩,横截面上每一点就会只产生压应力而不产生拉应力。但如果用这些脆性材料做成梁桥

或板桥,桥梁的横截面上则会产生拉应力,当工作时的拉应力达到其极限强度时就会产生脆性断裂破坏,因此用石头或铸铁等材料建成的梁桥或板桥,其跨径不能过大,也不可能承受太大的荷载。随着科学技术的进一步发展,人们又发明了比铸铁抗拉强度高得多的钢材。而当新的建筑材料钢出现后,它就完全取代了铸铁成为桥梁建筑的主导材料。钢桥的产生以及随后钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥的相继出现,从而使桥梁建设有了一个新的飞跃式发展。

经过近几十年的不断努力,我国桥梁工程建筑取得了举世瞩目的成就,这主要取决于我们发扬建桥优良传统,吸取国外建桥先进经验并不断创新的结果。我国已建成的重要桥梁,如江阴长江大桥,是主跨 1 385 m 的悬索桥;南京长江二桥,是主跨 628 m 的斜拉桥;万县长江大桥,是主跨 420 m 的劲性骨架混凝土拱桥;广州丫髻桥,是主跨 360 m 的钢管混凝土系杆拱桥;山西丹河桥,是主跨 146 m 的石拱桥;广州虎门辅航道桥,是主跨 270 m 的预应力混凝土连续刚构桥;东海大桥,是主跨 420 m 钢—混凝土箱形结合梁斜拉桥。这些桥梁都是我国桥梁建筑的里程碑式标志,同时也是世界闻名的主要桥梁。

根据我国政府制定的交通发展三阶段目标,截至 2010 年,我国公路“五纵七横”通道主干线全面建成,届时将形成横连东西、纵贯南北的全国性运输大通道。这就需要修建多座跨越大江河和海湾的长大桥梁;高速公路所建桥梁,为数更多。如江苏润扬大桥、江苏苏通长江大桥、杭州湾通道工程、南京长江三桥等,有的已经建成通车,有的正在紧张施工建设中。这些都是规模宏伟、任务艰巨、技术难度大,需加倍努力才能顺利完成的工程。

回顾过往,展望未来,我们可以预见,在今后相当长的一段历史时期,我国迫切需要修建大量的公路、铁路和城市桥梁;同时还有相当多的桥梁或因年代久远,或荷载需要增加,需要维修与加固。这就为从事桥梁科学研究、设计、施工的技术人员创造了诸多机遇和挑战,我们应当肩负起国家交给我们的这些光荣而艰巨的任务,设计、建造出更多新颖和复杂的桥梁结构形式;同时采用先进的加固方法和材料对旧桥进行维修、加固等。

1.2 桥梁的组成和分类

道路路线在遇到江河湖泊、山谷深沟以及其他线路(铁路或公路)等障碍时,为了保证道路连续性,发挥其正常的运输能力,人们就需要建造专门的构造物桥梁跨越这些障碍。桥梁一方面要保证桥上的交通运行通畅,同时也要保证桥下水流的宣泄、船只的通航或车辆的通行。作为学习桥梁结构构造的入门,下面先熟悉桥梁的基本组成部分以及桥梁的分类情况。

1.2.1 摇基本组成

桥梁由五个“大部件”和五个“小部件”组成。

1.2.1.1 摇五大部件是指桥梁承受汽车或其他作用的桥路上部结构与下部结构,它们是桥梁结构安全性的重要保证。这五大部件是:

(1) 桥跨结构 (或称桥孔结构、上部结构),如图 1-1 所示。它是路线遇到障碍 (如江河、山谷或其他路线等)中断时,跨越这类障碍的结构物。

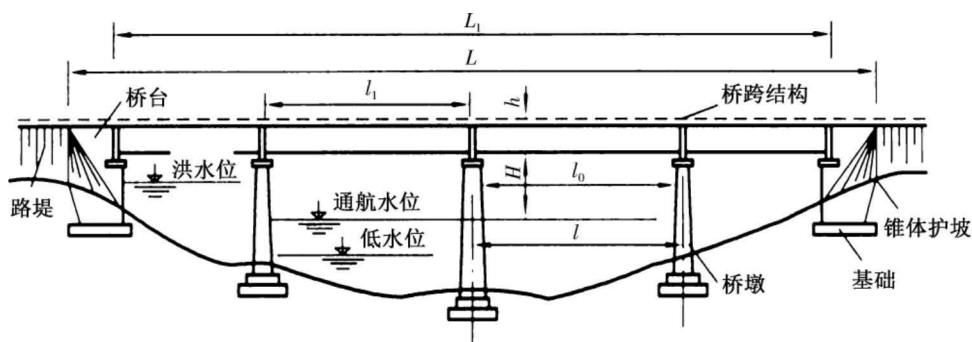


图 1-1 摇桥梁的基本组成

(2) 支座系统的作用是支撑上部结构并传递荷载于桥梁墩台上,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) 桥墩是建在河中或岸上支承两侧桥跨上部结构的建筑物。

(4) 桥台位于桥梁的两端,一端与路堤相接,并防止路堤滑塌,为保护桥台和路堤填土,桥台两侧常需要做一些防护工程;另一端则支承桥跨上部结构的端部。

(5) 墩台基础是保证梁墩台安全并将荷载传至地基的那部分结构。基础工程在整个桥梁工程施工中是相对比较困难的部分,而且常常需要在水中进行施工,因而遇到的问题也很复杂多样。

桥跨结构和支座系统是桥跨上部结构,桥墩、桥台和墩台基础为桥跨的下部结构。

1.2.1.2 摇五小部件均为直接与桥梁服务功能有关的部件。过去我们总称其为桥面构造,在桥梁设计中往往不重视,因而桥梁服务质量往往上不去,外观粗糙。在现代化工业发展水平的基础上,人类的文明水平也大大提高,人们对桥梁行车的舒适性和结构物的观赏水平要求越来越高,因而国际上的桥梁设计中很重视五小部件的质量。目前,国内桥梁设计者也越来越感受到五小部件的重要性。这五小部件具体是:

(1) 桥面铺装 (或称行车道铺装) 摇桥面铺装的平整性、耐磨性、不翘曲、不渗水是保证行车平稳的关键所在,特别是在钢箱梁上铺设沥青路面的技术要求更加严格。

(2) 排水防水系统 摇桥面的防水排水系统应能迅速地排除桥面上的积水,并使渗水的可能性降至最小限度。此外,城市桥梁防水系统应能保证桥下无滴水、结构上无漏水现象发生。

(3) 栏杆 (或称防撞栏杆) 摇桥梁栏杆既是保证安全的构造措施, 又是有利于观赏的最佳装饰件。

(4) 伸缩缝摇伸缩缝位于桥跨上部结构之间, 或在桥跨上部结构与桥台端墙之间, 以保证结构在各种因素作用下发生的变位。为断面上行车顺适, 无颠簸, 桥上要设置伸缩缝构造, 特别是大桥或城市桥的伸缩缝, 不但要保证结构牢固, 外观光洁, 而且需要经常扫除掉入伸缩缝中的垃圾泥土等, 从而保证它的功能作用。

(5) 灯光照明摇现代城市中标志式的大跨桥梁均装置了很多变幻的灯光照明, 这增添了城市中光彩夺目的晚景。

1.2.2 摇名词术语

水位摇河流中的水位是不断变动的, 枯水季节的最低水位被称为低水位; 洪峰季节河流中的最高水位被称为高水位。桥梁设计中按规定的设计洪水频率计算所得的高水位 (大多数情况下是推算水位), 称为设计水位。在各级航道中, 能够保持船舶正常航行时的水位, 被称为通航水位。

净跨径口对于设支座的桥梁, 净跨径为相邻两墩、台身顶内缘之间的水平净距; 对于不设支座的桥梁, 净跨径为上、下部结构相交处内缘间的水平净距, 用 l_0 表示 (如图 1-1、图 1-2 所示)。

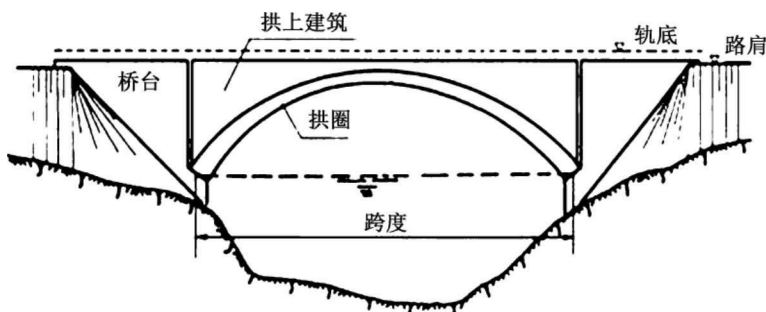


图 1-2 摇拱桥概貌

总跨径是多孔桥梁中各孔净跨径的总和 ($\sum l_0$), 它反映了桥下渲泄洪水的能力。

对于设支座的桥梁, 计算跨径为相邻支座中心之间的水平距离; 对于不设支座的桥梁 (如拱桥、刚构桥等), 计算跨径为上、下部结构的相交面之中心间的水平距离, 用 l 表示, 桥梁结构的力学计算是以 l 为准的。

桥梁全长简称为桥长, 对于有桥台的桥梁, 桥长为两岸桥台翼墙尾端间的距离, 对于无桥台的桥梁, 桥长为桥面行车道的长度, 用 L 表示 (如图 1-1 所示)。

桥下净空是为满足通航 (或行车、行人) 需要和保证桥梁安全而对上部结构底缘以下规定的空间界限。

桥梁建筑高度是上部结构底线至桥面的垂直距离(见图1-1中的 h),线路中所确定的桥面标高,与通航(或桥下通车、人)净空界限顶部标高之差,称为容许建筑高度。显然桥梁建筑高度是不能大于容许建筑高度的,为控制桥梁建筑高度,可以通过在桥面以上布置结构(如斜拉桥、悬索桥,中、下承式拱桥等)的方式而加以解决。

桥面净空是桥梁行车道、人行道上应该保持的空间界限,公路、铁路和城市对桥面净空都有相应的规定。

此外,我国《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)(以后简称《公桥规》)中规定,对标准设计或新建桥涵跨径在50 m及以下时,宜采用标准跨径(l_b)。对于梁式桥,它指的是两相邻桥墩中线之间的距离,或墩中线至桥台台背前缘之间的距离;对于拱桥,则是指净跨径。我国规定的公路桥涵标准跨径如下:

0.75 m、1.0 m、1.25 m、1.5 m、2.0 m、2.5 m、3.0 m、4.0 m、5.0 m、6.0 m、8.0 m、10 m、13 m、16 m、20 m、25 m、30 m、35 m、40 m、45 m、50 m。

1.2.2.1 摇桥梁按受力体系分类

按照受力体系不同分类,桥梁可分为梁式桥、拱式桥和悬索桥三大基本体系。梁式桥以受弯为主,拱式桥以受压为主,悬索桥以受拉为主。由三大基本体系的相互组合,派生出在受力上也具组合特征的多种桥型,如刚架桥和斜拉桥等,下面将分别阐述各种桥梁体系的主要特点。

1.2.2.1.1 摇梁式桥

梁式桥是一种在竖向荷载作用下不产生水平反力的结构(如图1-3a所示)。由于外力的作用方向与梁式桥承重结构轴线接近垂直,与同样跨径的其他结构体系相比,梁桥内产生的弯矩最大,通常需用抗弯、抗拉能力强的各种材料(钢、配筋混凝土。钢—混凝土组合结构等)来建造。对于中、小跨径桥梁,公路上目前应用最广的是标准跨径的钢筋混凝土简支梁桥。施工方法有预制装配和现浇两种,这种梁桥的结构简单,施工方便,简支梁对地基承载力的要求较低,常用跨径在25 m以下。当跨径较大时,需采用预应力混凝土简支梁桥,但跨度一般不应当超过50 m。为了改善受力条件和使用性能,地质条件较好时,中、小跨径梁桥均可以修建连续梁桥(如图1-3c所示);对于很大跨径的大桥和特大桥来说,可采用预应力混凝土梁桥、钢桥和钢—混凝土组合梁桥(如图1-3d、1-3e所示)。

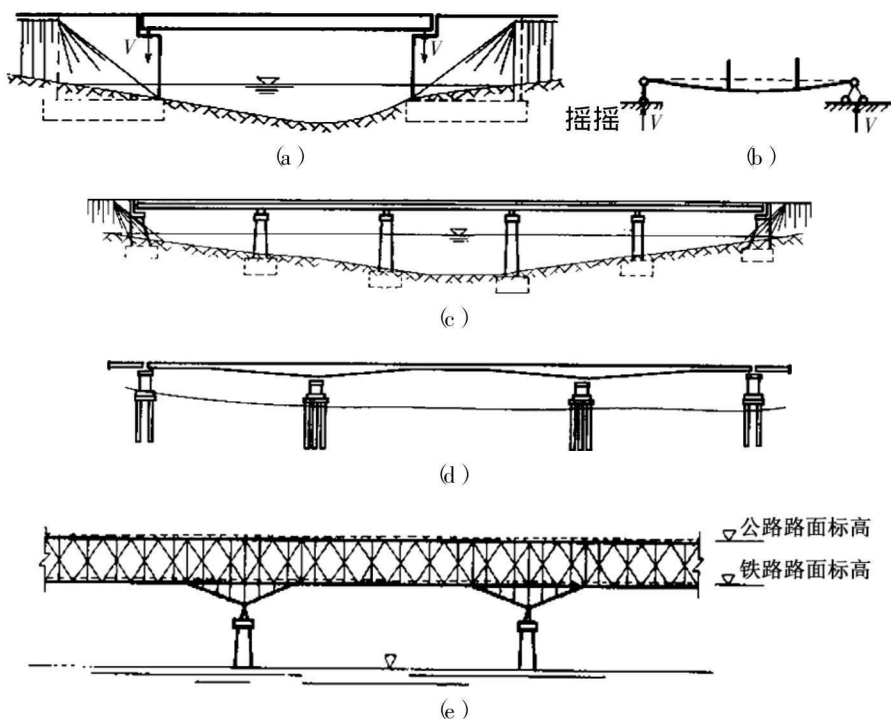


图 1-3 摇梁式桥

1.2.2.1.2 摇拱式桥

(如下页图 1-4 所示)拱式桥的主要承重结构是拱圈或拱肋(拱圈横截面设计成分离形式时称为拱肋)。拱结构在竖向力作用下,桥墩和桥台将承受水平推力(如图 1-4c 所示);同时,根据作用力和反作用力原理,墩台向拱圈(或拱肋)提供一对水平反力,这种水平反力将大大抵消在拱圈(或拱肋)内由作用所引起的弯矩。因此,与同跨径的梁式桥相比,拱桥的弯矩、剪力和变形都要小很多。鉴于拱桥的承重结构主要以受压为主,通常可用抗压能力较强的圬工材料(如砖、石、混凝土)和钢筋混凝土等来建造。

拱桥不仅跨越能力很大,而且外形酷似彩虹卧波,观赏十分美观;如果条件许可,修建拱桥往往是经济合理的,通常在跨径 500 m 以内均可作为比选方案。

应当注意的是,为了确保桥梁安全,拱桥的下部结构和地基(特别是桥台)必须能够经受住很大的水平推力作用。此外,由于拱圈(或拱肋)在合龙前自身不能维持其平衡,因而拱桥在施工过程中的难度和危险性要远大于梁式桥。对于特大跨度的拱桥,也可建造钢桥或钢—混凝土组合截面的拱桥,施工时首先合龙自重较轻但强度很高的钢拱,用以承担施工荷载,这样,可以大大降低施工的难度和风险性。

在地基条件不适合于修建具有较大推力的拱桥的情况下,也可建造由受拉系杆承受水平推力的系杆拱桥,系杆可由钢、预应力混凝土或高强钢筋做成(如图 1-4e 所示),近年来还发展了一种所谓“飞雁式”三跨自锚式微小推力拱桥(如图 1-4e 所示),即在边跨

的两端施加强大的水平预加力 H , 通过边跨梁传至拱脚, 用来抵消主跨拱脚处的巨大水平推力。

按照行车道处于主拱圈的位置不同, 拱桥分为上承式拱、中承式拱和下承式拱三种。(如图 1-4 所示)。

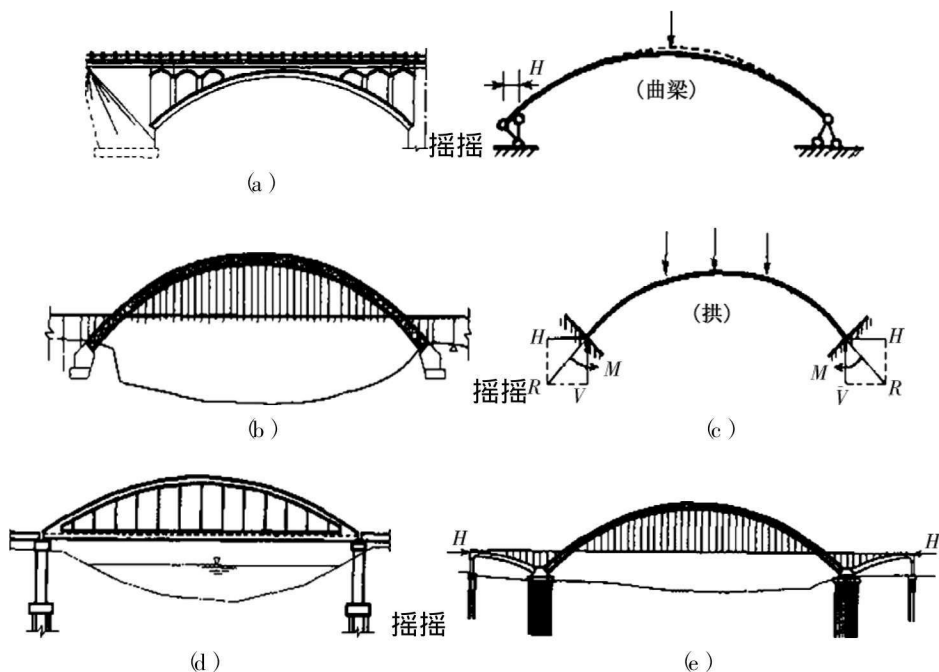


图 1-4 摇拱式桥

1.2.2.1.3 摇刚构桥

刚构桥的主要承重结构是梁 (或板) 与立柱 (或竖墙) 整体结合而形成的钢架结构, 梁和柱的联结处具有很大的刚性, 用以承担负弯矩的作用。门式刚架桥 (如图 1-5a 所示), 在竖向荷载的作用下, 柱脚处产生水平反力, 梁主要受弯, 但弯矩值较同跨径的简支梁小, 梁内还有轴压力 H , 因此, 受力状态介于梁桥与拱桥之间 (如图 1-5b 所示); 刚架桥跨中的建筑高度就可做得比较小。但普通钢筋混凝土修建的刚架桥在梁柱刚结处容易产生裂缝, 需要在该处多配钢筋。另外, 门式刚架桥在温度发生变化时, 内部容易产生较大的附加内力, 应当引起足够重视。

T 型刚构桥 (带挂孔或不带挂孔) (如 1-5c 所示) 是修建较大路径混凝土桥梁时曾采用的桥型, 属静定或低次超静定结构, 这种桥型由于 T 构长悬臂处于一种不受约束的自由变形状态, 在车辆荷载作用下, 悬臂内的弯、拉应力均比较大, 各个方向均易产生裂缝; 另外, 由于混凝土的自身徐变, 会导致悬臂端产生一定的下挠, 从而在悬臂端部和挂梁的结合处形成一个小折角, 不仅损坏了伸缩缝, 而且车辆驶过时容易在此跳车, 给悬臂一个

附加冲击力,对桥梁受力也不利,目前这种桥型已较少采用。

为连续刚构桥(如图 1-5d 所示),属于多次超静定结构。在该类桥的设计中,一般应减小墩柱顶端的水平抗推刚度,使得温度变化下在结构内不致产生过大的附加内力;对于较长的桥梁,为了降低这种附加内力,往往需要在两侧的一个或数个边跨上设置滑动支座,从而形成如图 1-5e 所示的刚构连续组合体系桥型。

当跨越陡峭河岸和深谷时,修建斜腿式刚构桥(如图 1-5f 所示)往往既经济合理又造型轻巧美观。由于斜腿墩柱置于岸坡上,有较大斜角,中跨梁内的轴压力也会很大,因而斜腿刚构桥的跨越能力比门式刚构桥要大得多,但斜腿的施工难度较直腿要大一些。

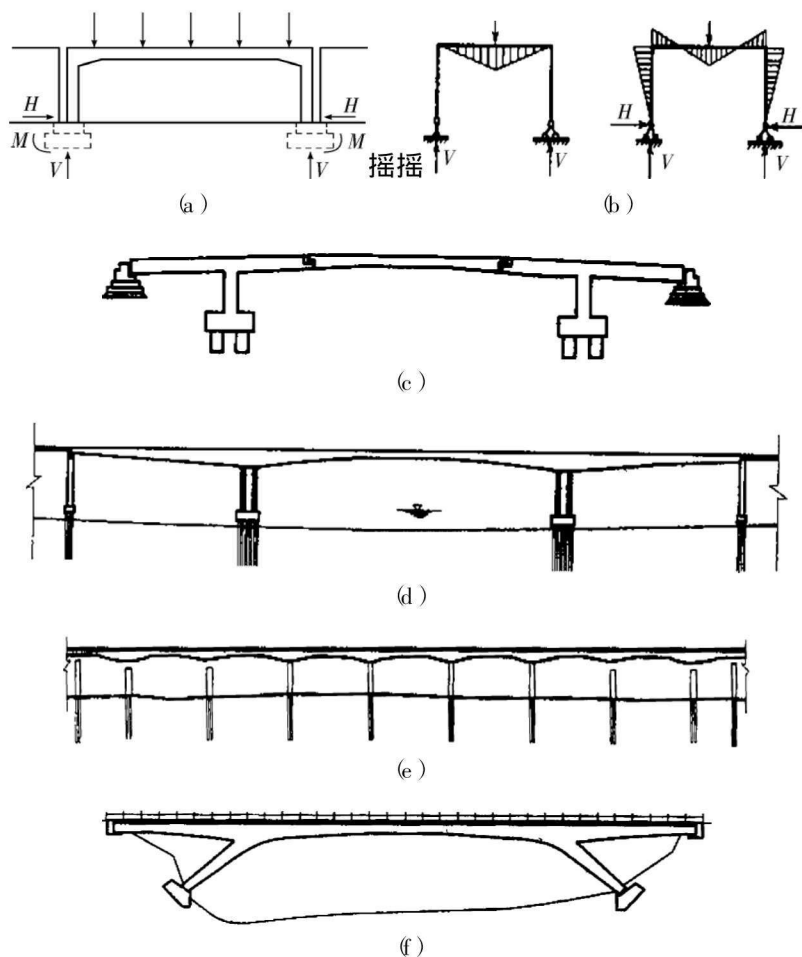


图 1-5 摇钢构桥

刚构桥—极均需要承受正负弯矩的交替作用,横截面宜采用箱形截面;连续刚构桥主梁的受力与连续梁相近,横截面形式与尺寸也与连续梁基本相同。

1.2.2.1.4 悬索桥

悬索桥 (也称吊桥) 以悬挂在两边塔架上的强大缆索作为主要承重结构 (如图 1-6 所示)。在桥面系竖向的荷载作用下, 通过吊杆使缆索承受比较大的拉力。缆索锚于悬索桥两端的锚碇结构中, 为了承受巨大的缆索拉力, 则需要较大的锚碇结构 (重力式锚碇), 或者依靠天然完整的岩体来承受水平拉力 (隧道式锚碇)。缆索传至锚碇的拉力可以分解为垂直和水平两个分力, 因此悬索桥也是具有水平反力 (拉力) 的结构。现代悬索桥广泛采用高强度的多股钢丝编织形成钢缆, 以充分发挥其优良的抗拉性能。悬索桥的承载系统包括缆索、塔柱和锚碇三部分, 结构自重相对较轻, 能够跨越较大的跨度。悬索桥的另一特点是受力较简单, 钢缆运输容易, 在将缆索架设完成后, 便形成了一个强大稳定的结构支承系统, 施工过程中的风险相对较小。单跨式悬索桥 (如 1-6a 所示), 三跨式悬索桥 (如 1-6b 所示)。

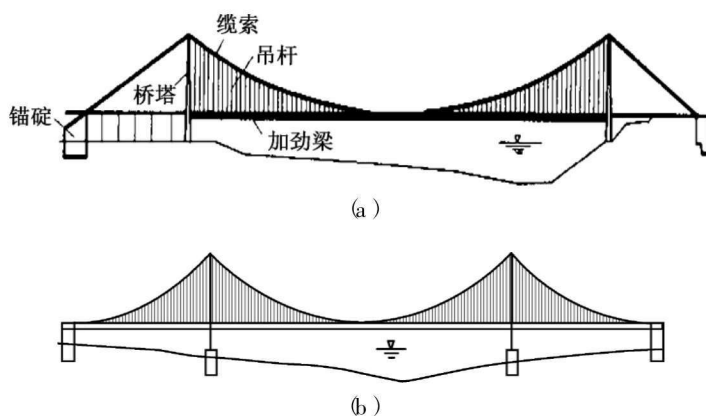


图 1-6 悬索桥

相较于其他体系梁, 悬索桥的刚度最小, 属于柔性结构。在车辆荷载作用下, 悬索桥将产生较大的变形, 例如跨度 1 000 m 的悬索桥, 在车辆荷载作用下, $L/4$ 区域的最大挠度可以达到 3 m 左右; 另外, 悬索桥风致振动及稳定性在设计 and 施工过程中也要予以特别重视。

1.2.2.1.5 摇组合体系桥

根据结构的受力特点, 我们把由几个不同体系的结构组合而成的桥梁称为组合体系桥。如图 1-7a 所示, 其中梁和拱都是主要的承重结构, 两者相互配合共同受力。由于吊杆将梁向上 (与荷载作用的挠度方向相反) 吊住, 从而显著地减小了梁中部的弯矩; 同时由于拱与梁连接为一个整体, 拱的水平推力就传给梁来承受, 梁除了受弯以外还受拉。这种组合体系桥能跨越的跨度比一般简支梁桥更大并对墩台没有推力作用, 因此对地基的要求与一般简支梁桥要求是一样的。如图 1-7b 所示, 拱置于梁的下方, 通过立柱对梁起辅助支承作用的组合体系桥。

斜拉桥是主梁与斜缆相结合的一种组合体系(如图1-7c所示)。悬挂于塔柱上的张紧斜缆将主梁吊住,使得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,又显著地减小了主梁截面,从而使结构自重减小,可以跨越很大的跨径。

组合体系桥的种类相当繁多,但究其实质不外乎利用梁、拱、吊三者的不同组合,上吊下撑以形成新的结构。组合体系桥梁一般都可以用钢筋混凝土建造,对于大跨径桥来说,以采用预应力混凝土或钢材修建比较合适。一般说来,这种桥梁的施工工艺比较复杂。

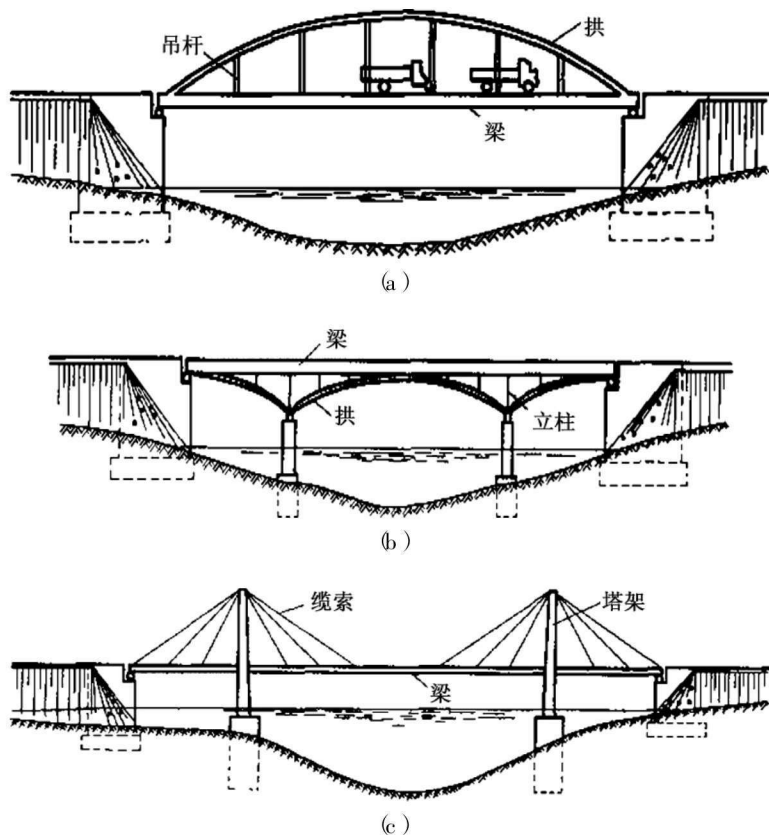


图 1-7 组合体系桥

1.2.2.2 摇桥梁的其他分类简述

除了上述按受力特点分成不同的结构体系以外,人们还习惯按桥梁的用途、大小规模和建桥材料等其他方面的不同将桥梁进行分类。

1.2.2.2.1 摇按用途划分,有公路桥、铁路桥、公铁两用桥、农桥(或机耕道桥)、人行桥、水运桥(或波槽)、管线桥等多种桥梁。

1.2.2.2.2 摇按桥梁全长和跨径不同,分为特大桥、大桥、中桥、小桥和涵洞, (如表1-1所示)。

1.2.2.2.3 摇按照主要承重结构所用材料的不同,有圬工桥(包括砖、石、混凝土桥)、钢