

高职高专规划教材

桥梁施工技术

(市政工程专业适用)

王云江 邢鸿燕 编

中国建筑工业出版社

高职高专规划教材

桥梁施工技术

(市政工程专业适用)

王云江 邢鸿燕 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

桥梁施工技术/王云江, 邢鸿燕编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

高职高专规划教材. 市政工程专业适用

ISBN 7-112-05936-4

I. 桥… II. ①王…②邢… III. 桥梁工程-施工-技术-高等学校: 技术学校-教材 IV. U445.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 060116 号

本书为高职高专规划教材。主要内容包括绪论, 桥梁构造, 桥梁施工准备工作和桥位放样, 桥梁基础施工, 墩台和锥坡施工, 钢筋混凝土桥施工, 预应力混凝土桥施工, 其他体系桥梁施工, 桥面及附属工程施工, 施工安全与质量评定等。

本书可作为高职高专市政工程专业及工程监理专业教材, 也可作为市政岗位培训通用教材, 还可供从事市政桥梁施工、工程监理工作的工程技术人员参考。

* * *

责任编辑: 朱首明 刘平平

责任设计: 孙梅

责任校对: 王金珠

高职高专规划教材

桥梁施工技术

(市政工程专业适用)

王云江 邢鸿燕 编

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市彩桥印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 11¼ 字数: 280 千字

2003 年 9 月第一版 2003 年 9 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 17.00 元

ISBN 7-112-05936-4

TU·5214 (11575)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

“桥梁施工技术”是市政工程施工的专业课。本教材是根据建设岗位市政专业《桥梁施工技术》教学大纲，结合编者多年来的教学实践而编写的。

本书在编写中根据高等职业技术教学的特点，以培养技术应用型专门人才目标出发，以“应用、实用”为主旨和特征构建课程和教学内容体系。结合最新的技术标准和规范，具有较强的针对性，力求做到简明扼要、通俗易懂、重点突出、注重实用。

本教材共十章。第一章、第二章内容包括绪论、桥梁的构造；第三章至第九章主要介绍中、小跨径桥梁的施工方法；第十章内容为施工安全技术与质量检验评定。

本教材由王云江、邢鸿燕编写，由吴国荣主审。其中第三章、第四章、第五章、第六章、第七章、第九章、第十章由王云江编写，第一章、第二章、第八章由邢鸿燕编写，全书由王云江统稿。

限于编者水平及能力，书中错误和不足在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 桥梁的作用、组成与分类	1
第二节 国内外桥梁建筑概况	4
第二章 桥梁构造	8
第一节 简支板桥和简支梁桥的构造	8
第二节 连续梁桥构造	14
第三节 拱桥构造	21
第四节 斜拉桥构造	26
第五节 悬索桥构造	29
第六节 桥面系构造	30
第七节 桥梁墩台构造	35
第八节 桥梁支座构造	41
第三章 桥梁施工准备工作和桥位放样	44
第一节 桥梁施工准备工作	44
第二节 桥位放样	45
第四章 桥梁基础施工	50
第一节 浅基础施工	50
第二节 打入桩施工	57
第三节 钻孔灌注桩施工	63
第四节 沉井施工	77
第五章 墩台和锥坡施工	86
第一节 石砌圬工工程	86
第二节 基础及墩台施工	88
第三节 锥坡放样与施工	90
第六章 钢筋混凝土桥施工	93
第一节 模板与支架	93
第二节 钢筋工程	99
第三节 混凝土工程	108
第四节 装配式构件的起吊、运输与安装	117
第七章 预应力混凝土桥施工	129
第一节 预应力的基本概念	129
第二节 夹具和锚具	130
第三节 先张法施工工艺	132
第四节 后张法施工工艺	137
第五节 悬臂和顶推法施工	141

第八章 其他体系桥梁施工	149
第一节 拱桥施工	149
第二节 斜拉桥施工	159
第三节 悬索桥施工	162
第四节 钢桥施工	164
第九章 桥面及附属工程施工	167
第一节 支座安装	167
第二节 桥面附属工程施工	168
第十章 施工安全与质量评定	172
第一节 施工安全技术	172
第二节 质量检验评定	176

第一章 绪 论

第一节 桥梁的作用、组成与分类

一、桥梁的作用

建立四通八达的现代化交通网，大力发展交通运输事业，对于促进各地经济发展，促进文化交流都有非常重要的意义。在公路、城市道路、乡村道路以及水利建设中，为了跨越各种障碍（如河流、山谷或其他线路等），必须修建各种类型的桥梁，所以桥梁是交通线中的重要组成部分。随着城市建设的高速发展，迫切需要新建、改造许多公路和城市桥梁，人们对桥梁建筑提出了更高的要求。现代高速公路上迂回交叉的立交桥、新兴城市中不断涌现的雄伟壮观的城市桥梁常常成为大中城市的标志与骄傲。

新型桥梁不断涌现，促进了新的施工机械、施工工艺、施工方法的形成与发展，为此，我们广大桥梁工程技术人员将不断面临桥梁设计、施工和养护、维护等光荣而艰巨的任务。

二、桥梁的组成

桥梁一般由桥跨结构、墩台和基础组成（图 1-1、图 1-2）。

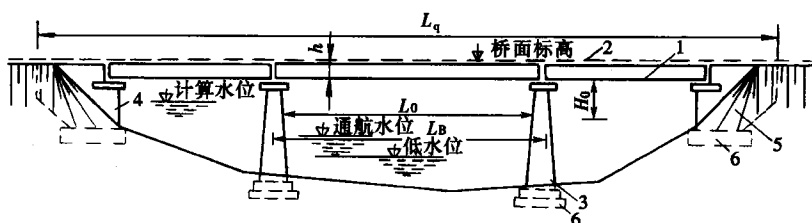


图 1-1 梁桥的基本组成部分

1—主梁；2—桥面；3—桥墩；4—桥台；5—锥形护坡；6—基础

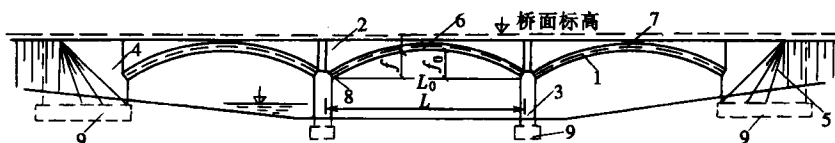


图 1-2 拱桥的基本组成部分

1—拱圈；2—拱上结构；3—桥墩；4—桥台；

5—锥形护坡；6—拱轴钱；7—拱顶；8—拱脚；9—基础

(1) 桥跨结构（也称为上部结构），包括承重结构和桥面系，是在线路遇到障碍（如河流、山谷或城市道路等）而中断时，跨越这类障碍的主要承重结构，也是承受自重、行

人和车辆等荷载的主要构件。该承重部分因桥型不同而各有名称，梁式桥的承重部分为主梁，拱桥的承重部分是拱圈，桁架桥的承重部分是桁架。桥面系通常由桥面铺装、防水和排水设施、人行道、栏杆、侧缘石、灯柱及伸缩缝等构成。

(2) 桥墩、桥台（统称下部结构），是支承桥跨结构并将恒载和车辆活荷载传至地基的构筑物。桥台设在桥梁两端，桥墩则在两桥台之间。桥墩的作用是支承桥跨结构；而桥台除了起支承桥跨结构的作用外，还要与路堤衔接，并防止路堤滑塌。为保护桥台和路堤填土，桥台两侧常做一些防护和导流工程。

(3) 墩台基础，是使桥上全部荷载传至地基的底部奠基的结构部分。基础工程是在整个桥梁工程施工中比较困难的部位，而且是常常需要在水中施工，因而遇到的问题也很复杂。

桥跨上部结构与桥墩、桥台之间一般设有支座，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。

与桥梁设计有关的主要名称和尺寸有：

计算跨径 L ——梁桥为桥跨结构两支承点之间的距离。拱桥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。

净跨径 L_0 ——一般为设计洪水位时相邻两个桥墩（台）的净距离。通常为梁桥支承处内边缘之间的净距离，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 ——梁桥为相邻桥墩中线之间的距离，或桥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。

桥梁全长 L_q ——简称全长，是桥梁两端两个桥台两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。

多孔跨径总长 L_d ——梁桥为多孔标准跨径的总和；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。

桥梁建筑高度 h ——行车道顶面至上部结构最低边缘的垂直距离。

桥下净空 H_0 ——上部结构最低边缘至设计洪水位或计算通航水位之间的垂直距离。对于跨线桥，则为上部结构最低点至桥下线路路面顶面之间的垂直距离。

拱桥矢高和矢跨比——拱桥拱顶截面最下缘至相邻两拱脚截面下缘最低点连线的垂直距离称为净矢高 f_0 。拱桥拱顶截面形心至相邻两拱脚截面形心边线的垂直距离称为计算矢高 f ，计算矢高 f 与计算跨径 L 之比 (f/L) 称为矢跨比，也称矢拱度。而净矢高 f_0 与净跨径 L_0 之比 (f/L_0) 则称为净矢跨比或净矢拱度。

三、桥梁的分类

桥梁的分类方法很多，可分别按其用途、建筑材料、使用性质、行车道部分位置、桥梁跨越障碍物的不同等条件分类。但最基本的方法是按其受力体系分类，一般分为梁式桥、刚架桥、拱桥、吊桥、斜拉桥等。

1. 梁式桥

梁式桥系是古老的结构体系，梁式桥是一种在竖向荷载作用下无水平反力的结构。其主要承重构件的梁内产生的弯矩很大，所以在受拉区须配置钢筋以承受拉应力。梁桥常见的类型有简支板桥、简支梁桥、悬臂梁桥、T形悬臂梁桥和连续梁桥，目前常用的有简支

梁、简支板和连续梁桥。简支板桥在小跨径的桥涵中经常使用，简支梁桥在公路桥梁中仍被广泛采用，而在新兴的城市桥梁中，空间的限制和桥梁美学的重视，使得连续梁桥被广泛采用。

2. 刚架桥

刚架桥的主要承重结构是梁或板和立柱或竖墙整体结合在一起的刚架结构，刚架桥跨中的建筑高度就可以做得较小（图 1-3）。在城市中当遇到线路立体交叉或需要跨越通航江河中，采用这种桥型能尽量降低线路标高以改善纵坡并能减少路堤土方量。当桥面标高已确定时，能增加桥下净空。刚架桥的缺点是施工比较困难。

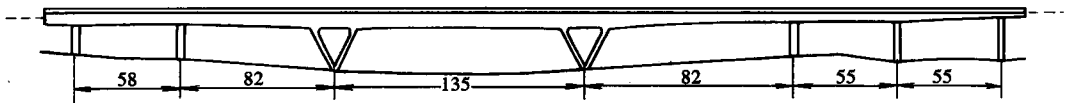


图 1-3 V形桥墩刚架桥
(尺寸单位: m)

3. 拱桥

拱桥是在竖向力作用下具有水平推力的结构物，主要承重结构是拱圈或拱肋，且以承受压力为主。传统的拱桥以砖、石、混凝土为主修建，也称圬工桥梁。现代的拱桥如钢管混凝土拱桥则以其优美的造型已为许多市政桥梁的首选桥型，这是传统拱桥和现代梁桥的完美结合。

4. 吊桥

传统的吊桥均用悬挂在两边塔架上的强大缆索作为主要承重结构（图 1-4）。在竖向荷载作用下，通过吊杆使缆索承受很大的拉力，通常就需要在两岸桥台的后方修筑非常巨大的锚碇结构。吊桥也是具有水平反力（拉力）的结构。现代的吊桥，广泛采用高强度钢丝编制的钢缆，以充分发挥其优异的抗拉性能，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无与伦比的特大跨度。其经济跨径在 500m 以上。吊桥的另一特点是：成卷的钢缆易于运输，结构的组成构件较轻，便于无支架悬吊拼装。

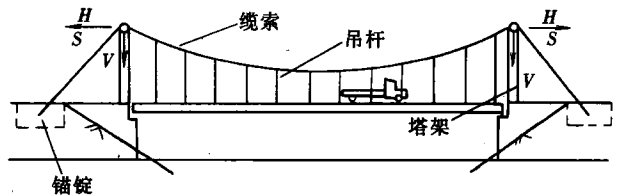


图 1-4 吊桥

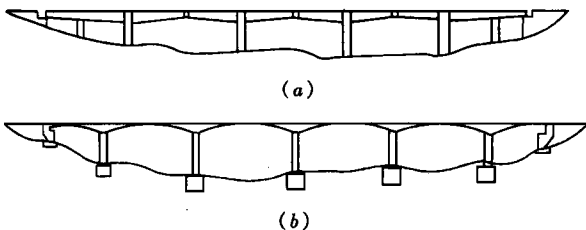


图 1-5 T形刚构 连接一刚构

5. 组合体系桥

根据结构的受力特点，由几个不同受力体系的结构组合而成的桥梁称为组合体系桥。

(1) T形刚架、连续刚构是梁和刚架相结合的体系。是预应力混凝土结构采用悬臂施工法而发展起来的一种体系（图 1-5），该种体系采用悬臂施工法施工时的受力状态与使用状态下的受力状态基本一致。所以省料、省工、省时，使这种结构的应用范围得到迅猛发展。

所以省料、省工、省时，使这种结构的应用范围得到迅猛发展。

(2) 梁拱组合体系

梁、拱组合体系(图1-6)中有系杆拱、桁架拱、多跨拱梁结构等。它们利用梁的受弯与拱的承压特点组成联合结构。在预应力混凝土结构中,因梁体内可储备巨大的压力来承受拱的水平推力,使这类结构既具有拱的特点,而又非推力结构,对地基要求不高。这种桥梁结构造型优美,跨度很大,已成为目前许多城市修建跨河桥梁的首选桥型。该类组合体系也是现代拱桥的一种桥型。

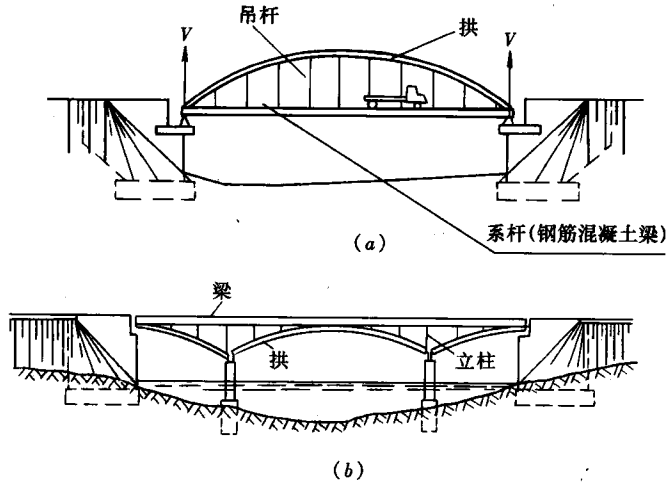


图 1-6 梁拱组合体系

(3) 斜拉桥

斜拉桥(图1-7)是由承压的塔、受拉的索与承弯的梁体组合起来的一种结构体系。主要承重的主梁,由于斜拉索将主梁吊住,使主梁变成多点弹性支承的连续梁。在外荷载和自重作用下,梁除本身受弯外,还有斜拉索施加给主梁的轴向力,主梁为压弯构件,能充分发挥其结构的力学性能,可减少主梁截面或增加桥跨跨径。从经济上看,可以做吊桥也可做斜拉桥时,斜拉桥总是经济的。因斜拉桥与吊桥比:它是一种自锚体系,不需昂贵的地锚基础;防腐技术要求比吊桥低,从而降低钢索防腐费用;刚度比吊桥好,抗风能力也比吊桥好;可用悬臂施工工艺,施工不妨碍通航;钢束用量比吊桥少。

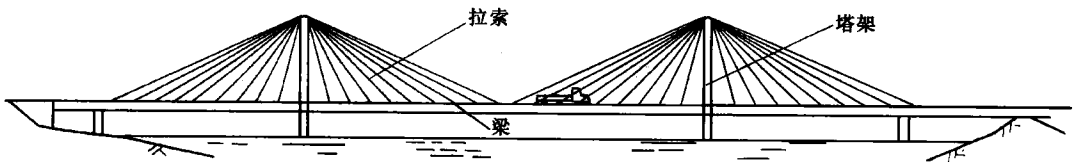


图 1-7 斜拉桥

第二节 国内外桥梁建筑概况

一、我国的桥梁建筑的成就

我国幅源辽阔,地形东南低而西北高,河道纵横交错,中国古代桥梁的辉煌成就举世

瞩目，曾在东西方桥梁发展中，为世人所公认。

我国古代的梁桥多造石柱、石梁桥，如始建于宋·皇佑五年（公元 1053 年）的泉州万安桥，俗称洛阳桥，共有 47 孔，桥总长约 890m，桥宽 3.7m。不论是木梁还是石梁，为了加长桥跨，采用了多层并列梁，由下向上逐层外挑的方法，以支承中部的简支梁。

我国古代石拱桥的杰出代表是举世闻名的河北省赵县的赵州桥（又名安济桥），该桥始建于隋·开皇十五年（公元 595 年），共建了 10 年。桥为敞肩圆弧石拱，拱圈并列 28 道，净跨 37.02m，高 7.23m，上狭下宽总宽 9m。在主拱圈上两侧，各开两个净跨分别为 3.8m 和 2.5m 的小拱，以宣泄洪水、减轻自重、增加美观。

索桥的索有藤、竹、皮绳和铁链等几种。铁索桥传说初起汉初，四川的泸定桥，跨越大渡河，是铁索桥中现存制作最精良的一座。始建于清·康熙四十四年（1705 年），净跨 100m，桥宽 2.8m，上铺木板，底索 9 根，索长约 128m。

1937 年由国人设计监造的梁桥，以总长 1453m，最大跨度 67m 的杭州钱塘江公铁两用桥为一里程碑。

新中国成立后，桥梁建设出现了突飞猛进的局面。

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状况，从此，“一桥飞架南北，天堑变通途。”大桥的正桥为 3 联，每联为 $3 \times 128\text{m}$ 的连续钢桁梁，下层双线铁路，上层公路桥面宽 18m，两侧各设 2.25m 人行道，包括引桥在内全桥总长 1670.4m。大型钢梁的制造和架设、深水管柱基础的施工等，为发展我国现代桥梁技术开创了新路。

1969 年我国又胜利建成了举世瞩目的南京长江大桥，这是我国自行设计、制造、施工，并使用国产高强钢材的现代化大型桥梁。正桥除北岸第一孔为 128m 简支钢桁梁外，其余为 9 孔 3 联，每联为 $3 \times 160\text{m}$ 的连续钢桁架。上层为公路桥面，下层为双线铁路。包括引桥在内，铁路桥部分全长 6772m，公路桥部分为 4589m。桥址处水深流急，河床地质极为复杂，大桥桥墩基础的施工非常困难。南京长江大桥的建成，显示出我国的建桥事业已达到了世界先进水平，也是我国桥梁史上又一个重要标志。

我国还创建和推广了不少新颖的拱桥结构，如 1964 年创建的双曲拱桥，它具有用料省、造价低、施工简便和外形美观等优点。此外，全国各地还因地制宜创建了一些各具特色的拱式桥型，其中推广较快的有江浙一带建的钢筋混凝土桁架拱桥和刚架拱桥，其特点是上部结构自重小，适合于软土地基上建造拱桥。山东的两铰平板拱，河南的双曲扁拱，山西与甘肃的扁壳拱，广东的悬砌拱，广西的薄壳石拱，湖南的圉工箱形拱和石砌肋板拱等，这些新桥型在结构或施工上各具特色。

在拱桥的施工技术方面，除了有支架施工外，对于大跨拱桥，目前已广泛采用无支架施工、转体施工、刚性骨架施工等方法。上海芦浦大桥跨径 550m，是目前世界上最大跨径、首次采用箱形结构的拱形桥，主截面高 9m、宽 5m。

钢筋混凝土与预应力钢筋混凝土梁式桥，在我国也获得了很大的发展。1976 年建成的洛阳黄河大桥，跨径为 50m 的预应力混凝土简支梁桥，全长达 3.4km。除简支梁桥以外，近年来我国还修建了多座现代化的大跨径预应力混凝土 T 形刚架桥、连续梁桥和悬臂梁桥。已建成的黄石长江公路大桥，全桥总长约 2580.08m，其中主桥长 1060m，为 $(162.5 + 3 \times 245 + 162.5)\text{m}$ 的 5 跨预应力混凝土连续刚构桥。采用钢围堰加大直径钻孔灌

注桩基础。桥面净宽 19.5m，其中分向行驶四个机动车道宽 15m，两侧各设 2.25m 宽的非机动车道。

近年来在世界桥梁建筑中蓬勃兴起的现代斜拉桥，是结构合理，跨越能力大，用材指标低且外型美观的先进桥型。1975 年我国开始建造斜拉桥。从四川省云阳汤溪河桥到上海市的南浦大桥、杨浦大桥、徐浦大桥，历时 18 年建造了 30 余座，跨径从 76m 到 602m（而且建成了我国跨度最大的叠合梁斜拉桥——杨浦大桥，主桥跨径： $40\text{m} + 99\text{m} + 144\text{m} + 602\text{m} + 144\text{m} + 90\text{m} + 44\text{m} = 1172\text{m}$ ）。杨浦大桥的成功兴建，使我国的斜拉桥技术已迅速赶上了世界先进水平。

广东虎门大桥由东引桥、主航道桥、中引桥、辅航道桥及西引桥五部分组成。大桥全长 4588m，桥宽 32m。辅航道桥为主跨 270m 的连续刚构桥，为目前同类桥梁的世界最大跨径，主航道为单跨简支钢加劲梁悬索桥，跨径 988m（图 1-8）。主缆跨径： $302.0\text{m} + 888\text{m} + 348.5\text{m} = 1538.5\text{m}$ 。

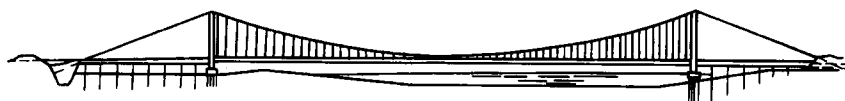


图 1-8 虎门大桥（1997 年）

江阴长江大桥是我国首座千米以上的特大跨径公路桥梁。采用 $336.5\text{m} + 1385\text{m} + 309.4\text{m}$ 的单孔简支钢悬索桥结构。南引桥为 $43\text{m} + 3 \times 40\text{m}$ ，北引桥为 $(50 + 75 + 50)\text{m} + 19 \times 50\text{m} + 8 \times 30\text{m}$ 组成，桥梁总长 3km。全桥总宽度 36.9m，桥面六车道净宽度 29.5m（包括中间分隔带）。该桥于 1994 年底开工，建设期 5 年，建成后，是我国最大跨径的桥梁。

在桥梁基础方面，除了广泛采用的明挖基础、桩基、沉井等之外，目前对于深水基础施工，在大型管桩的施工技术方面已积累了丰富的经验。在深沉井施工方面，由于成功地采用了先进的触变泥浆套下沉技术，大幅度地减小了基础圬工数量，并使下沉速度加快 3 ~ 11 倍。此外，我国还广泛采用和推广了钻孔灌注桩基础。与国外的同类型基础相比，所要求的施工机械少，动力设备简易，操作方便迅速，易为群众掌握，且能钻入很深的土层。

二、国外桥建筑的成就

继意大利文艺复兴后，18 世纪在英国、法国和其他西欧国家兴起的工业革命，推动了工业的发达，从而也促进了桥梁建筑技术方面空前的发展。

1855 年起，法国建造了第一批应用水泥砂浆砌筑的石拱桥。法国谢儒奈教授改进了拱架结构，拱圈砌筑方法以及减少圬工裂缝方法等。大约在 1870 年时，德国建造了第一批采用硅酸盐水泥作为胶结材料的混凝土拱桥。之后在 20 世纪初，法国建成的戴拉卡混凝土箱形拱桥跨度 139.80m。目前最大跨度的石拱桥是 1946 年瑞典建成的绥依纳松特桥，跨度为 155m。

1873 年法国的约瑟夫莫尼尔首创建成的一座钢筋混凝土拱式人行桥。从 19 世纪末到 20 世纪 50 年代间，钢筋混凝土拱桥无论在跨越能力、结构体系、主拱圈的截面形式上均有很大的发展。法国弗莱西奈教授设计，于 1930 年建成的 3 孔 186m 拱桥和 1940 年瑞典

建造的跨径 264m 的桑独桥，均达到了很高的水平。直至 1980 年，在前南斯拉夫用无支架悬臂施工方法建成了跨度达 390m 的克尔克 (KRK-II) 桥，突破了 305m 的前世界纪录。该桥主桥建造过程中，集斜拉桥、拱桥、悬臂三种不同桥梁施工工艺于一身，是目前世界上单座桥梁建设中所采用的施工工艺最多也最复杂的一座桥。

国外在发展钢筋混凝土拱桥的同时，也修建了一些钢筋混凝土梁式桥，但限于材料本身所固有的力学特性，梁式桥的跨径远逊色于拱桥。直至 1928 年法国著名工程师弗莱西奈经过 20 年研究使预应力混凝土技术付诸实现后，新颖的预应力混凝土桥梁首先在法国和德国以异乎寻常的速度发展起来。德国最早用全悬臂法建造预应力混凝土桥梁，特别是在 1952 年成功地建成了莱茵河上的沃伦姆斯桥（跨度为 101.65m + 114.20m + 104.20m，具有跨中剪力铰的连续刚架桥）后，这个方法就传播到全世界。10 年后莱茵河上另一座本道尔夫桥的问世，将预应力混凝土桥的跨度推进到 208m，悬臂施工技术已日臻完善。日本于 1976 年建成了当时世界上跨度最大的连续刚架桥——浜名大桥，主跨径为 55m + 140m + 240m + 55m。

世界上第一座具有钢筋混凝土主梁的斜拉桥，是 1925 年在西班牙修建跨越坦波尔河的水道桥（主跨 60.35m），总长达 9km。目前世界上跨径最大的斜拉桥——法国的诺曼底大桥，全长 2141.25m，跨越塞纳河，大桥从南至北布孔：27.75m + 32.5m + 9m × 43.5m + 96m + 856m + 96m + 14 × 43.5m + 32.5m。

美国在 19 世纪 50 年代从法国引进了近代吊桥技术后，于 19 世纪 70 年代就发明了“空中架线法”编纺桥缆。1937 年建成的旧金山金门大桥，主跨径 1280.2m，曾保持了 27 年桥梁最大跨径的世界纪录。桥跨布置为 342.9m + 1280.2m + 342.9m = 1966m，桥面宽 27.43m。

英国 1981 年建成的恒伯尔桥，主跨径 1410m。日本明石海峡大桥，全长 3910m，主跨径 1990m，桥跨布置 960m + 1990m + 960m，桥宽 35.5m，于 1988 年开始施工，于 1998 年完成，工期长达 10 年。此桥是目前世界上最大跨径的桥梁。

可以看出，近年来的桥梁结构逐步向高强、轻型方面发展，但桥梁的载重、跨长却不断增长。应充分发挥结构潜在的承载力，充分利用建筑材料的强度，力求工程结构的安全度更为科学和可靠；在工程施工上，力求高度机械化、工厂化、自动化；在工程管理上，则力争高度科学化、自动化。

第二章 桥梁构造

第一节 简支板桥和简支梁桥的构造

一、简支板桥

板桥是小跨径钢筋混凝土桥中最常用的形式，分为整体式结构和装配式结构。前者跨径一般为 4~8m，后者若采用预应力混凝土空心板时，其跨径可达 20m。当要求建造异形板时，往往采用整体式结构。

(一) 整体式板桥

整体式板桥的横截面一般都设计成等厚度的矩形截面，有时为了减轻自重也可将受拉区稍加挖空做成矮肋式板桥（图 2-1）。对于修建在城市内的宽桥，为了防止因温度变化和混凝土收缩而引起的纵向裂纹，以及由于活荷载在板的上缘产生过大的横向负弯矩，也可以使板沿桥中线断开，将一桥化为并列的二桥。为了缩短墩台的长度，也有将人行道做成悬臂型式从板的两侧挑出，但这样会带来施工的不便。整体式板桥除了配置纵向受力钢筋以外，还要在板内设置垂直于主钢筋的横向分布钢筋。

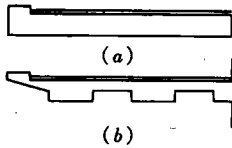


图 2-1 板桥横断面

整体式板的主拉应力较小，一般可以不设弯起钢筋，但是习惯上仍然将一部分主筋按 30°或 45°的角度，在跨径 1/4~1/6 处弯起。

一标准跨径 6m（图 2-2），桥面净宽 7.0m，整体式简支板桥，设 0.25m 的安全带，计算跨径为 5.69m，板厚 36cm，约为跨径的 1/18。纵向主筋采用 I 级钢筋，直径为 18mm，板宽内间距 12.4cm。主筋在跨径两端的 1/4~1/6 范围内呈 30°弯起。主钢筋与板边缘间的净距应不小于 2cm。N1、N2、N3 为配置的纵向受力钢筋，N1 为通长钢筋，N2、N3 为跨径 1/4~1/6 处弯起的抗剪钢筋；垂直于纵向受力钢筋的方向设置横向分布钢筋，取直径 10mm，间距 20cm。纵向钢筋应在分布钢筋的外侧。

(二) 装配式板桥

装配式板桥，按其截面型式分为实心板和空心板两种形式。

1. 矩形实心板

这是目前广泛采用的型式，经常跨径不超过 8m。矩形实心板形状简单，建筑高度小，施工方便。

一标准跨径 6m 的矩形实心板，荷载等级为汽车 - 15 级，挂车 - 80，净 - 7.0（无人行道），该桥的中部块件和边部块件的构造如图 2-3 所示。N1 为受力主钢筋，通常为直弯或不弯；N2 为架立钢筋；N3 为开口式的箍筋，伸出预制板面外以加强横向连接；N4 是短筋，用以与 N3 组成封闭的箍筋。

2. 空心板

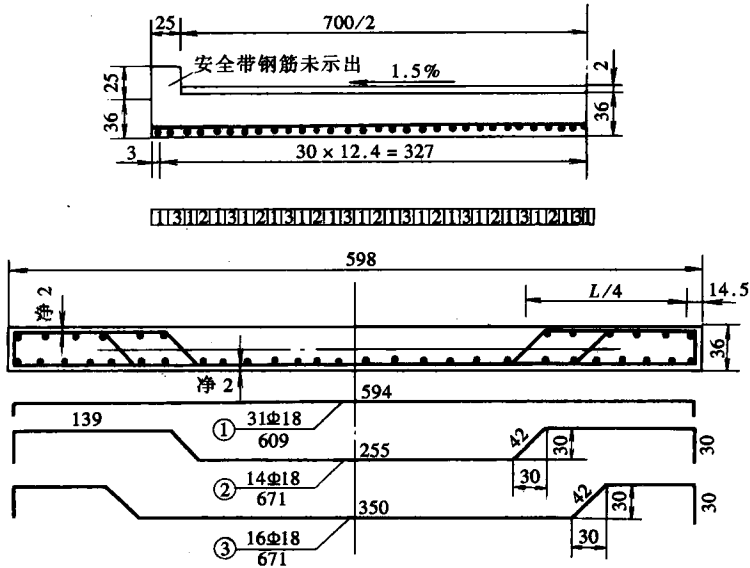


图 2-2 整体式板桥构造
(尺寸单位: cm)

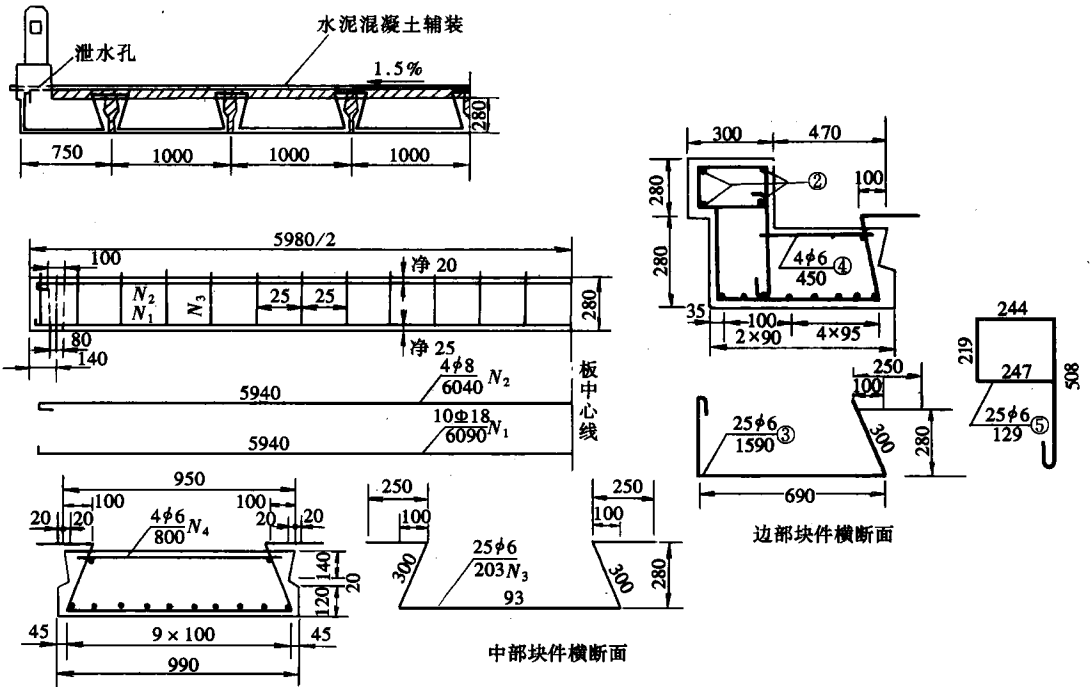


图 2-3 跨径 6.0m 装配式矩形板桥中部块件构造
(尺寸单位: mm)

钢筋混凝土空心板桥适用跨径为 8~13m, 板厚为 0.4~0.8m; 预应力混凝土空心板适用跨径为 8~16m, 板厚为 0.4~0.7m。空心板较同跨径的实心板重量轻, 运输安装方便, 空心板的开口型式, 常用的如图 2-4 所示。空心板横截面的最薄处不得小于 7cm, 以保证

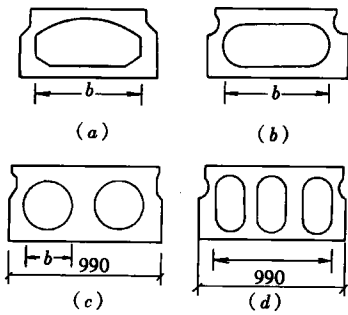


图 2-4 空心板截面形式

施工质量。应按抗剪要求弯起钢筋，设置箍筋。当采用预应力空心板时，保护层厚度不能小于 2.5cm。

图 2-5 为标准跨径 13m 的装配式预应力混凝土空心板构造。板全长 12.96m，计算跨径 12.60m，板厚 60cm，采用 C40 混凝土，每块板底层配置 IV 级冷拉钢筋作预应力筋，共 7 根 $\phi 20$ ，为 N1 钢筋。板顶面除配置 3 根 N2 ($\phi 12$) 的架立钢筋外，在支座附近配置 6 根 N3 ($\phi 8$) 钢筋，作为加强筋，在锚具附近，用以承担预应力产生的拉应力。N5、N6 是两种不同直径的开口式箍筋，与横向钢筋 N4 相绑扎，组成封闭的箍筋。N7、N8 是两孔之间隔离层内的防裂钢筋，N9 是螺栓筋，用以扩散锚固力，N10 为空心板的起吊钢筋。

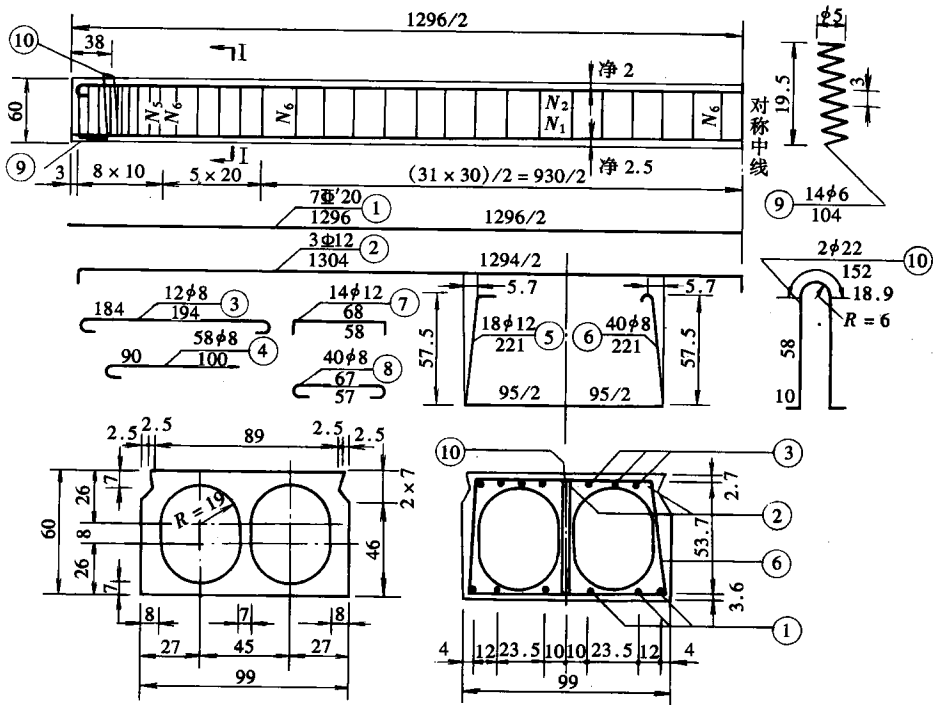


图 2-5 先张法预应力混凝土空心板配筋 (尺寸单位: cm; 钢筋直径: mm)

(三) 装配式板的横间连接

为了使装配式板块组成整体，共同承受车辆荷载，在块件之间必须具有横向连接的构造。常用的连接方法有企口混凝土铰联结和钢板焊接连接。

企口式混凝土铰的型式有圆形、菱形、漏斗形等三种。铰缝内应用较预制板高一级标号的细石混凝土填充。如果要使桥面铺装层也参与受力，也可以将预制板中的钢筋伸出与相邻的同样钢筋互相绑扎，再浇筑在铺装层内 (图 2-6)。

由于企口混凝土铰需要现场浇筑混凝土，并需待混凝土达到设计强度后才能通车，为加快工程进度，亦可采用钢板连接 (图 2-7)。它的构造是：用一块钢盖板 N1 焊在相邻两

构件的预埋钢板 N_2 上。连接构造的纵向间距通常为 $80 \sim 150\text{cm}$ ，根据受力特点，在跨中部分布置较密，向两端支点处逐渐减疏。

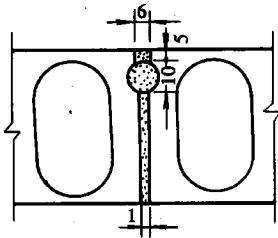


图 2-6 现浇混凝土企口铰连接
(尺寸单位: cm)

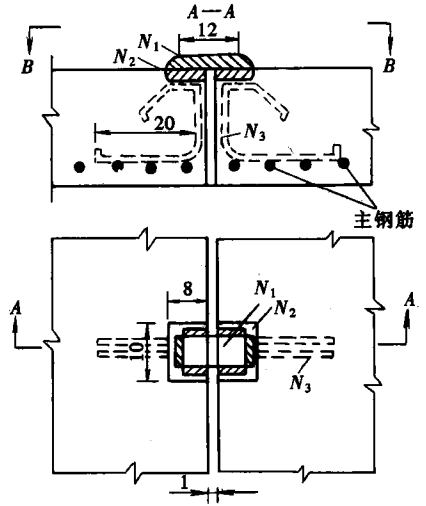
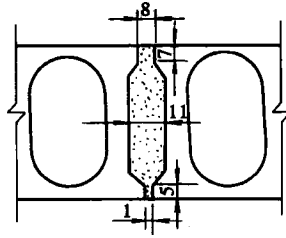


图 2-7 焊接钢板连接
(尺寸单位: cm)

二、简支梁桥

钢筋混凝土或预应力混凝土简支梁桥受力明确，构造简单，施工方便，是中小跨径桥梁中应用最广的桥型。采用装配式的施工方法，可以大量节约模板支架材料，降低劳动强度，缩短工期，适用于中小跨径桥梁。预制装配式 T 形梁桥是最为普遍使用的形式。

典型的装配式 T 形梁桥上部构造如图 2-8 所示。它由几片 T 形截面的主梁并列在一起装配连接而成。T 形梁的顶部翼板构成行车道板，与主梁梁肋垂直相连的横隔梁的上、下

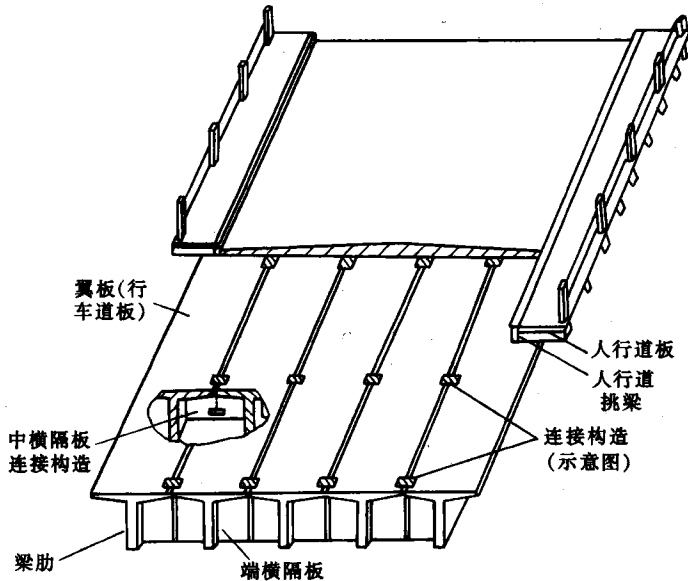


图 2-8 装配式 T 形桥梁构造