

王春发

主编

熊家财

王博义

主审

林区桥梁工程

东北林业大学出版社

林区桥梁工程

王春发 主 编
熊家财
王博义 主 审

东北林业大学出版社

林区桥梁工程

王春发 熊家财 主编

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路8号)

东北林业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 27.5 插页 1 字数 626 千字

1990年11月第1版 1990年11月第1次印刷

印数 1—1500册

ISBN 7-81008-137-3 / U · 5

定价: 5.40 元

内 容 提 要

本书主要介绍了中、小型桥梁的构造原理、设计和施工方法，也简要介绍了大跨度桥梁的构造、设计和施工特点。全书共分四篇：总论、钢筋混凝土及预应力混凝土梁式桥、圬工及钢筋混凝土拱桥和桥梁墩台。

本书的编写主要是依据林业部颁发的《林区公路桥涵设计规范》(LYJ 106—91) 和《公路桥涵设计规范》而编写的。本书是林区道路与桥梁工程专业学生的必修课教材，亦可供作有关桥梁工程技术人员参考用书。

前 言

《林区桥梁工程》是“林区道路与桥梁工程”专业的一门必修专业课。本教材是根据高等林业院校道路与桥梁工程专业教学大纲编写的。通过本课程的学习必须掌握我国林区中、小型桥梁的构造原理和设计计算方法,熟悉有关桥梁施工方面的知识;此外,还应了解现代各种大跨径桥梁的构造、设计和施工特点。

本书在第一篇总论中主要介绍了桥梁的组成和类型,国内外桥梁发展概况及林区桥梁建设的成就,桥梁及林区桥梁的总体规划、设计要点和方案比较,设计荷载等内容。

第二篇为钢筋混凝土及预应力混凝土梁式桥。第一、二章从梁式桥的静力体系、桥跨结构的截面形式和施工方法等方面介绍了梁式桥的类型、特点、构造和设计。第三章为简支梁桥的计算,是该篇的重点内容,着重介绍了桥梁荷载横向分布的原理及桥面板、主梁、横梁的内力计算方法。在梁式桥支座一章里重点讲授了橡胶支座。在第五章中,对我国目前较多采用的预应力混凝土T型刚构桥、连续梁桥和斜拉桥分别从结构类型、构造特点等方面作了概要说明,较详细阐明了悬臂与连续体系的构造细节和计算要点。最后一章为梁桥施工,讲授了钢筋混凝土及预应力混凝土简支梁的制造工艺,梁的运输安装;同时介绍了大跨度桥的施工特点。

第三篇讲授的圬工及钢筋混凝土拱桥,是我国广泛采用的一种桥梁结构形式,在详细介绍拱桥类型、构造及设计的基础上,重点说明了拱桥的总体规划 and 拱轴线的选择;在拱桥计算中,详细介绍了等截面悬链线无铰拱的计算理论,使学生能熟练查用各种拱桥计算用表。在拱桥施工一章里,除介绍一般施工方法外,还就新技术、新工艺作了简要说明。

第四篇为桥梁墩台,除重点介绍重力式墩台外,鉴于各类轻型墩台和柔性墩的广泛应用,也较详细介绍了它们的构造、设计和计算要点。

本教材第一篇,第三篇的第一、二、三章由王春发编写、第二篇的第一、二章,第三章的第一、二节及第六章由余诗泉编写;第二篇第三章的第三、四、五、六节及第四、五章由熊家财编写;第三篇的第四章及第四篇由张印阁编写。书中各图均由齐玉成描绘;本书由王春发、熊家财主编,王博义主审。

在编写本书过程中得到了黑龙江省林业设计研究院,吉林省林业设计院,黑龙江省公路桥梁公司等有关单位和同志的大力支持和热情帮助,对此深表谢意。

由于我们的理论水平和实践经验有限,加之时间紧迫,不当或错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1990年9月

目 录

第一篇 总 论

第一章 概 述.....	1
第一节 桥梁的组成和分类.....	1
第二节 桥梁发展概况	15
第二章 桥梁的规划与设计基本要求	17
第一节 桥梁设计基本要求和有关资料	17
第二节 桥梁的纵、横断面设计和平面布置	18
第三节 桥梁设计程序及方案比较	22
第三章 桥梁的设计荷载	27
第一节 林区公路桥梁的设计荷载	27
第二节 林区窄轨铁路桥梁的设计荷载	33
第三节 公路桥梁的设计荷载	34

第二篇 钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥

第一章 概 述	39
第一节 钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥的特点	39
第二节 钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥的类型	40
第二章 钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥的设计与构造	43
第一节 桥面构造	43
第二节 板桥的设计与构造	52
第三节 装配式简支梁桥的设计与构造	60
第三章 简支梁桥的计算	77
第一节 概 述	77
第二节 行车道板的计算	77
第三节 荷载横向分布计算	89
第四节 主梁内力计算	140
第五节 横隔梁内力计算	151
第六节 拱度、预拱度的计算	164
第四章 梁式桥的支座	167
第一节 概 述	167
第二节 支座的类型和构造	168
第三节 支座的设计与计算	172
第五章 其它体系桥梁	182
第一节 悬臂和连续体系梁桥的类型和一般特点	182

第二节	钢筋混凝土悬臂和连续体系梁桥的构造	183
第三节	其它体系梁桥的荷载横向分布计算	187
第四节	钢筋混凝土悬臂和连续梁桥设计要点	195
第五节	预应力混凝土 T 型刚构桥	203
第六节	预应力混凝土连续梁桥	207
第七节	预应力混凝土斜拉桥	209
第六章	梁桥施工	214
第一节	施工准备	214
第二节	钢筋混凝土简支梁桥的制造工艺	214
第三节	预应力混凝土简支梁桥的制造工艺	230
第四节	装配式简支梁桥的运输和安装	238
第五节	悬臂体系和连续体系梁桥的施工特点	241

第三篇 圬工和钢筋混凝土拱桥

第一章	概 述	252
第一节	拱桥的基本特点	252
第二节	拱桥的组成和分类	253
第二章	拱桥的设计和构造	257
第一节	拱桥的总体布置	257
第二节	拱轴线的选择和拱圈截面变化规律	259
第三节	主拱圈的构造和设计	262
第四节	拱上建筑的构造	274
第五节	下承式及中承式钢筋混凝土桥的构造	283
第六节	其它类型拱桥	285
第三章	拱桥的计算	294
第一节	悬链线无铰拱的几何性质	294
第二节	拱桥的内力计算	300
第三节	组合截面的计算特点	319
第四节	拱圈强度及稳定性验算	320
第五节	等截面圆弧无铰拱的计算要点	324
第六节	桁架拱桥和刚架拱桥的计算特点	326
第七节	主拱圈内力调整	332
第八节	连拱计算	337
第四章	拱桥施工	349
第一节	有支架施工	349
第二节	缆索吊装施工	358
第三节	其它施工方法简介	367

第四篇 桥梁墩台

第一章 桥梁墩台的形式和构造	373
第一节 概 述	373
第二节 梁桥墩台的形式和构造	374
第三节 拱桥墩台的形式和构造	384
第二章 桥梁墩台计算	389
第一节 荷载的种类及其组合	389
第二节 梁桥墩台的验算	391
第三节 拱桥墩台计算	400
附录 I 铰接板荷载横向分布影响线竖标表	404
附录 II 弹性支承连续梁支点反力影响线表	416
附录 III G—M 法 K_0 、 K_1 、 μ_0 、 μ_1 值的计算用表	422
主要参考文献	430

第一篇 总 论

第一章 概 述

桥梁和涵洞是公路或铁路等各种道路在跨越河流、沟谷或其它线路等障碍时修建的人工构造物。桥涵是交通线中的重要组成部分。在经济上，桥梁和涵洞的造价一般平均约占道路总造价的 10%—20%。在建设中，桥梁的规模不但巨大，而且工作条件十分困难，往往是保证全线早日通车的关键。在国防上，桥梁又是交通运输中的咽喉，具有十分重要的战略地位。所以，正确地、合理地进行桥梁的设计与施工，对于保证工程质量，降低工程费用，加快施工进度，都有着极其重要的意义。此外，为了保证已有道路的畅通运营，桥梁的养护与维修工作也十分重要。

第一节 桥梁的组成和分类

一、桥梁的基本组成

桥梁由桥跨结构、墩台及基础三部分组成（图 1-1-1）。

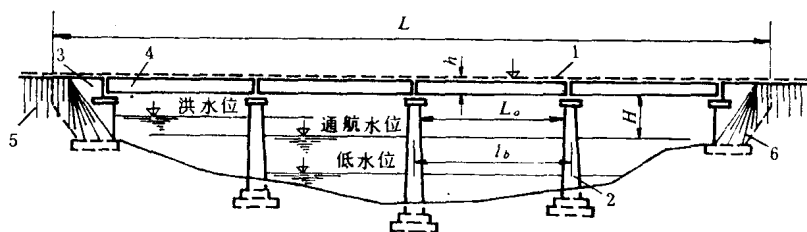


图 1-1-1 桥梁的基本组成

1. 桥跨结构（或称上部结构）它是在线路遇到障碍中断时，跨越这类障碍的主要承重结构物。

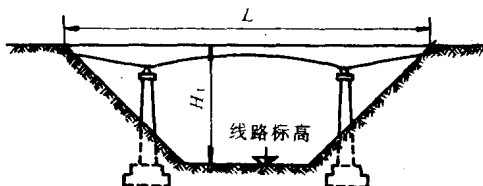


图 1-1-2 带悬臂的桥梁

一般在桥台两侧设置石砌的锥形护坡和导流等工程。对于两端悬出的桥跨结构，则往往不

2. 桥墩和墩台 桥墩和墩台是支承桥跨结构并将恒载和车辆等活载传至地基的建筑物。通常设置在桥两端的称为桥台，桥墩则在两桥台之间。桥墩的作用是支承桥跨结构，而桥台除了支撑桥跨结构外，还要与路堤衔接，防止路堤滑塌。为保护桥台和路堤填土，一

设桥台而设置靠近路堤边坡的岸墩 (图 1-1-2)。

3. 基础 它是将桥墩和桥台全部荷载传至地基的奠基部分。是确保桥梁安全使用的关键。由于基础埋于土层之中, 往往又在水下施工, 故也是桥梁建筑中比较困难的一个部分。

有时也将桥梁的墩、台和基础统称为桥梁的下部结构。

桥梁中在桥跨结构与桥墩或桥台的支承处所设置的传力装置, 称为支座, 它不仅要传递很大的荷载, 并且还要保证桥跨结构能产生一定的变位。

河流中的水位是变化的, 在枯水季节的最低水位称为低水位; 洪峰季节河流中的最高水位称为高水位; 桥梁设计中按规定的设计洪水频率计算所得的高水位, 称为设计洪水水位。

下面介绍与桥梁布置及结构有关的主要尺寸和术语名称。

净跨径 l_0 对于梁式桥是设计洪水水位上相邻两个桥墩 (或桥台) 之间的净距 (图 1-1-1); 对于拱桥是每孔桥跨两拱脚截面最低点之间的水平距离 (图 1-1-3)。

总跨径 $\sum l_0$ 是多孔桥梁中各孔净跨径的总和, 也称桥梁孔径, 它反映了桥下宣泄洪水的能力。

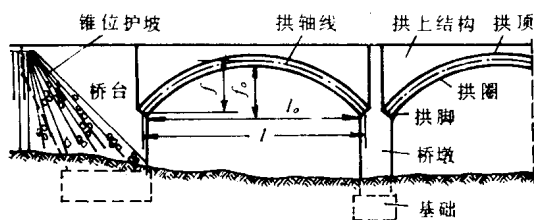


图 1-1-3 拱桥概貌

与桥下线路路面之间的距离 (图 1-1-2)。桥高在某种程度上反映了桥梁施工的难易性。

桥下净空高度 H 是设计洪水水位或计算通航水位至桥跨结构最下缘之间的距离, 它应保证安全排洪, 并不得小于通航所规定的净空高度。

建筑高度 h 是桥上行车路面 (或轨顶) 标高至桥跨结构最下缘之间的距离 (图 1-1-1), 它不仅与桥梁结构的体系和跨径大小有关, 而且还随行车部分在桥上布置的高度而异。公路或铁路定线中所确定的桥面 (或轨顶) 标高, 与通航净空顶部标高之差, 又称允许建筑高度。显然桥梁的建筑高度不得大于容许建筑高度, 否则不能保证桥下通航的要求。

净矢高 f_0 是从拱顶截面下缘至相邻两拱脚截面下缘最低点间连线的垂直距离 (图 1-1-3)。

计算矢高 f 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 (图 1-1-3)。

矢跨比 f/l 是拱桥中拱圈 (或拱肋) 的计算矢高与计算跨径之比, 也称拱矢度,

计算跨径 l 对于具有支座的桥梁, 是指桥跨结构相邻两个支座中心之间的距离; 对于拱式桥是相邻拱脚截面形心点之间的水平距离。

桥梁全长 L 简称桥长, 是桥梁两端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 (图 1-1-2)。

桥梁高度 H_1 简称桥高, 是指桥面与低水位之间的高差, 或为桥面

它是反映拱桥受力特性的一个重要指标。

标准跨径 l_0 对于梁式桥，是两相邻桥墩中线间的水平距离，或墩中线至桥台台背前缘之间的距离；对于拱桥，则指净跨径。我国林业部颁布的《林区公路桥涵设计规范》(LYJ 106—91) (以下简称《林区公路桥规》) 规定的标准跨径为 0.50、0.75、1.00、1.25、1.50、2.00、2.50、3.00、4.00、5.00、6.00、8.00、10.00、13.00、16.00、20.00、25.00、30.00、35.00、40.00、45.00、50.00、60.00m 共 23 种。交通部颁标准《公路桥涵设计规范》(合订本) 以下简称《公路桥规》规定的标准跨径从 0.75m 至 60m 共分 22 种。

二、桥梁的主要类型

桥梁种类繁多，分类方法各异，现就主要分类方法予以介绍。

(一) 按主要承重结构的受力体系划分

1. 梁式桥 梁式桥在竖向荷载作用下，只产生竖向反力而无水平反力，梁主要承受弯矩，所以多用抗弯能力好的钢筋混凝土、预应力混凝土及钢材修建。梁式桥分为简支梁 (图 1-1-4)、悬臂梁和连续梁。目前应用较多的是钢筋混凝土简支梁，当跨度

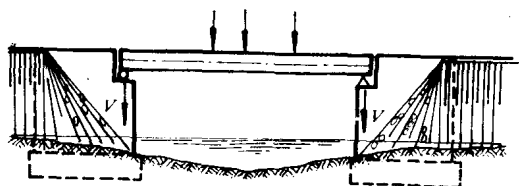


图 1-1-4 梁式桥

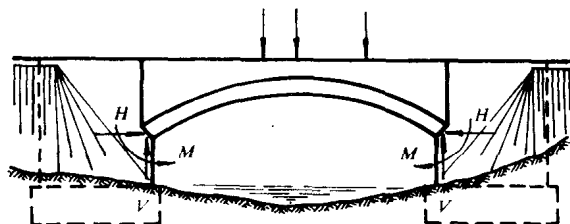


图 1-1-5 拱式桥

较大时可考虑悬臂梁或连续梁。对于更大的跨径可以建造钢桥及预应力混凝土梁式桥。

2. 拱式桥 拱式桥的主要承重结构是拱圈或拱肋 (图 1-1-5)。这种结构在竖向荷载作用下，桥墩或桥台除承受竖向反力外，还将承受水平推力。由于水平推力的存在，与相同跨径的简支梁相比拱圈内的弯矩要小得多。拱式桥主要承受压力，它不但跨越能力大，而且还可利用廉价的圬工材料来建造。但拱桥对下部结构和地基要求较高。

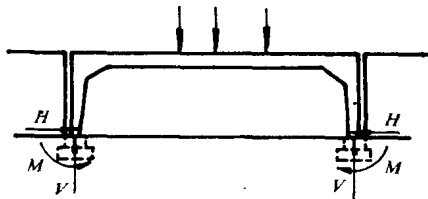


图 1-1-6 刚架桥简图

3. 刚架桥 刚架桥的上部结构和墩台 (立柱或竖墙) 整体地结合在一起，并且具有很大的刚性 (图 1-1-6)。在竖向荷载作用下，梁部主要受弯，柱脚处除产生竖向反力外，一般还有水平力及弯矩，其受力状态介于梁桥和拱桥之间。由于刚架桥跨中正弯矩要比一般梁桥小，因此建筑高度可以做小一些。在城市中的立交桥或跨越通航河道时往往采用这种桥型。

4. 吊桥 吊桥是以悬挂在两边塔架上的缆索作为主要承重结构 (图 1-1-7)。在竖

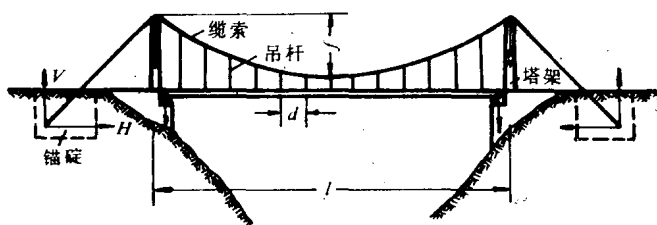
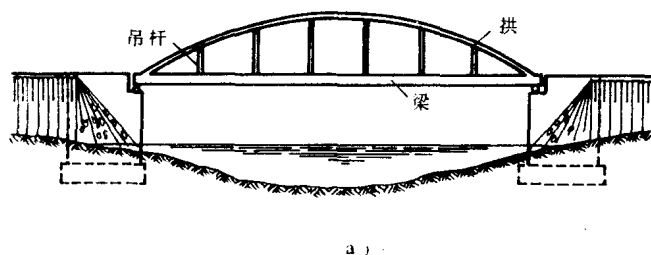
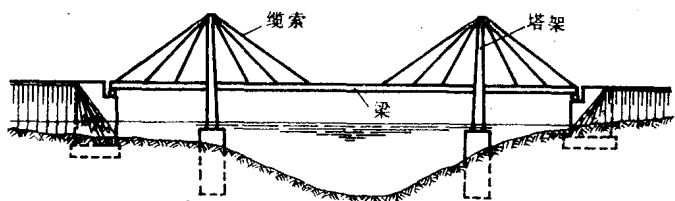


图 1-1-7 吊桥

然而，吊桥结构刚度差，在车辆动荷载和风荷载作用下，有较大的变形和振动，目前一般只在大跨径的公路桥上修建。



a)



b)

图 1-1-8 组合体系桥

图 1-1-8b 为缆索和梁组合而成的斜拉桥（或称斜张桥）。主梁用悬挂在塔柱上的斜缆吊住，使其像弹性支承连续梁一样受力，这样既发挥了高强材料的作用，又显著减小了主梁截面，从而能跨越很大的跨径。

组合体系桥，多采用钢筋混凝土建造，对大跨径可采用预应力混凝土或钢材修建，一般这种结构体系的施工工艺都比较复杂。

(二) 其它分类方法简述

1. 按上部结构所用材料分 桥梁有圬工桥（砖、石、混凝土等）、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥和木桥等。目前我国应用最多的是钢筋混凝土桥，预应力混凝土桥和圬工桥。木材易腐，而且资源有限，国家有关部门规定，除抢险急修的临时性便道外，禁止修建木桥。

2. 按桥梁全长和跨径的不同分 有特殊大桥、大桥、中桥、小桥和涵洞，其划分标准如表 1-1-1 所示。

向荷载作用下，通过吊杆使缆索承受很大的拉力，一般就需要在两岸桥台的后方修建非常巨大的锚碇结构。现代的吊桥上，广泛采用高强钢丝编制的钢缆作为缆索，利用其优异的抗拉性能和自重轻的优点，就能够跨越其它类型桥所无与伦比的特大跨度。

5. 组合体系桥

由以上几个不同体系组合而成的桥梁称为组合体系桥。图 1-1-8a 为梁和拱构成的组合体系。由于吊杆将梁吊住，减小了梁中的弯矩；同时由于梁拱连在一起，拱的水平推力由梁来承受，这样梁除了受弯以外尚且受拉，所以能够跨越较大的跨度，而对墩台也没有推力作用。

表 1-1-1

大、中、小桥涵洞划分标准

桥涵分类名称	多孔跨径总长 L	单孔跨径长 L_0 (m)
特 大 桥	$L \geq 500$	$L_0 \geq 100$
大 桥	$500 > L \geq 100$	$100 > L_0 \geq 40$
中 桥	$100 > L \geq 30$	$40 > L_0 \geq 20$
小 桥	$30 > L \geq 8$	$20 > L_0 \geq 5$
涵 洞	$L < 8$	$L_0 < 5$

注: ①单孔跨径系指标准跨径。

②多孔跨径仅作为桥长分类的一个指标; 梁式和板式桥涵为多孔标准跨径的总长; 拱式桥涵为两岸桥台内, 起拱线间的距离; 其它形式桥梁为桥面系车道长度。

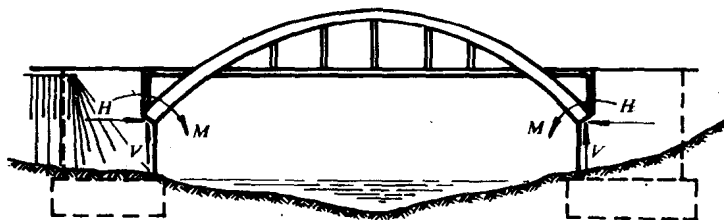


图 1-1-9 中承式拱桥

桥和栈桥等。高架桥一般指跨越深沟峡谷等修建的高而长的桥梁。

5. 按上部结构的行车道位置分 有上承式、中承式、下承式桥。桥面布置在主要承重结构之上者称为上承式桥 (图 1-1-4、1-1-5)。桥面布置在承重结构之下的称为下承式桥 (图 1-1-8a)。桥面布置在桥跨结构高度中间者称为中承式桥 (图 1-1-9)。

上承式构造简单, 施工方便, 承重结构的宽度可做得小些, 因而节省墩台圬工数量。此外, 视野开阔, 感觉舒适。所以公路桥梁尽可能采用上承式桥, 它的不足之处是桥梁的建筑高度较大。

在建筑高度严格受限制的情况下, 以及修建上承式桥必须提高路面 (或轨顶) 标高而显著增大桥头路堤土方量时, 可采用下承式或中承式桥。林区公路桥梁, 运送原条时不宜采用下承式结构。

除上所述分类外, 还可按照特殊使用条件分为开合桥、浮桥、漫水桥等。

第二节 桥梁发展概况

一、我国桥梁建筑的成就

(一) 古代桥梁建筑成就

我国历史文化悠久, 是世界最早的文明发达国家之一, 有着许多发明创造, 对人类作出了巨大的贡献。就桥梁建筑而言, 也谱写了不少光辉灿烂的篇章。

3. 按使用用途分
有公路桥、铁路桥、公路铁路两用桥、农桥、人行桥、运水桥 (渡槽) 及其它专用桥梁 (如通过管路、电缆等)。

4. 按跨越障碍的性质分 有跨河桥、跨线桥 (立交桥)、高架

在我国 3000 年前就有了木梁桥和浮桥, 据史料记载, 在周文王时为战事需要, 在渭河上建造过大型浮桥。公元 35 年东汉时, 在长江上架设了第一座浮桥, 而后在黄河及长江上曾架浮桥不下数十余次。



图 1-1-10 河北赵县赵州桥(公元 605 年)

吊桥, 我国建造最早, 至今已有三千多年的历史, 从藤索、竹索发展到唐朝中朝用铁链建吊桥, 而西方用铁链建吊桥直到 16 世纪才出现, 比我国晚了近千年。这也说明了我们祖先在冶炼技术上的成就。目前从古代保留下来的四川大渡河铁索吊桥 (1703 年), 跨长为 100m, 宽为 2.8m, 由 13 根锚固于两岸的铁链组成, 每链由 841—903 个扁环扣联而成, 重达 1.5—2.0t。四川灌县安澜桥是世界最著名的竹索桥 (1803 年), 全桥长为 340m, 分 8 孔, 最大跨径为 61m, 全桥桥面共用竹索 10 根, 上铺木板并有压板索两根, 左右各有作为栏杆的竹索 5 根, 竹索粗五寸, 皆由细竹蔑编制而成。

我国古代的桥工巨匠, 发挥了他们的聪明才智以其辛勤的劳动, 利用天然石料, 修建了大量的石梁、石拱桥。

石拱桥, 远在东汉时期已经出现, 这种富有民族风格的桥梁形式, 无论是结构的精心构思, 还是艺术造型的丰富多姿, 长期以来一直驰名中外。举世闻名的河北赵州桥 (又称安济桥) 是隋大业 (公元 605—616 年) 初年为李春所创建。赵州桥 (图 1-1-10) 是空腹式圆弧石拱桥, 净跨为 37.02m, 宽为 9m, 拱矢高为 7.23m。在拱圈两肩各设有两个跨度不等的腹拱, 这样既便于排洪, 又轻巧美观。该桥的设计构思和工艺精巧, 在我国首屈一指。赵州桥的雕刻艺术, 包括栏杆、望柱和锁口石以及其上狮象龙兽形态逼真, 琢工的精致秀丽, 都不愧为文物宝库中的艺术珍品。像这样的空腹拱, 欧洲直到 19 世纪中叶才出现, 比我国晚了一千二百余年。

除赵州桥外, 北京永定河上的芦沟桥, 颐和园内的玉带桥和十七孔桥、苏州的枫桥等也颇具盛名。

石梁桥在秦汉时期已广泛修建。福建泉州万安桥 (洛阳桥), 建于 1053 年—1059

年,该桥长 800 多 m,共 47 孔,位于“波涛汹涌、水深不可测”的海口江面上。它以磐石铺遍桥位江底,并用养殖海生牡蛎的方法胶固桥基使成整体。据《宋史》记载:“种蛎于基以为固,至今赖焉”,表明基础牢固未受损坏,是我国古代桥梁建筑史上的一种创举。

1240 年建造的福建漳州虎渡桥,也是令人赞叹的一座石梁桥。此桥总长为 335m,某些石梁长为 23.7m,宽为 1.7m,高为 1.9m,重达 200 多 t,它是利用潮水涨落浮运架设的。可见我国当时在材料加工,成品运输和安装方面的技术非常高明。

与赵州桥、万安桥合称为我国古代三大名桥的广东潮安县横跨韩江的湘子桥(又名广济桥)。此桥建于 1169 年,全长为 517.95m,共设 20 个墩 19 孔,上部结构有石拱、石梁、木梁等多种形式,中间设有 18 条浮船组成长达 97.3m 的浮桥,浮桥可开可合,能适应水陆交通运输的要求,在桥梁史上独创一格,是世界开合桥的先导。该桥自清代修复后,至今一二百年始终安如磐石。解放后又进行了改建和扩建。

综上所述,我国古代劳动人民在桥梁建筑中做出了光辉业绩,为人类作出了贡献。

(二) 鸦片战争到解放前桥梁建设情况

我国在古代桥梁建筑方面有很多建树。然而从鸦片战争到解放前的一百多年里,由于封建制度的长期统治,加之帝国主义的欺侮,造成了交通运输事业非常落后,桥梁建设质量低劣。只是自 1881 年随着我国修建第一条铁路起,在外国的控制下修建了几座特大桥梁。1903 年—1905 年修建的京广线荣泽口黄河大桥,是我国黄河上的第一座铁路桥梁,该桥全长为 3010m,共 102 孔,由法比公司承建。建成后由于跨度小,基础埋深浅(16m),险情屡出,现已另建新桥。1909 年—1912 年建设的津浦线济南黄河大桥,全长为 1225.2m,共 12 孔,由德国孟阿恩公司承建,主跨用三孔悬臂钢桁梁,两锚跨跨度为 128.1m,中跨为 164.7m,这是当时我国跨度最大的桥梁。1934 年—1937 年修建的钱塘江大桥,正桥 16 孔,全长为 1400m。虽然该桥是由我国自己承担设计和掌握施工的,但由于工业和施工技术的落后,钢梁和机具都要由国外进口,正桥主体工程也要由外商承包。

另外,在抗日战争和解放战争期间,桥梁也遭到了极大的破坏。总之解放前我国桥梁建设是十分落后的。

(三) 建国后桥梁建设的成就

新中国成立之后,随着社会主义建设的需要,交通运输事业的发展,桥梁建设也取得了巨大的成就。

1957 年我国建成了第一座长江大桥——武汉长江大桥,结束了我国万里长江无桥的状态。大桥主桥为三联 $3 \times 128\text{m}$ 的连续钢桁梁,下层为双线铁路,上层公路桥面宽为 18m,两侧各设 2.25m 人行道,大桥全长为 1670.4m。大型钢梁的制造和架设、深水管柱基础的施工等,对发展我国现代桥梁技术开创了新路。

1969 年又胜利建成了举世瞩目的南京长江大桥(图 1-1-11)。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 的简支钢桁梁外,其余为 3 联 9 孔,每联为 $3 \times 160\text{m}$ 的连续钢桁梁,上层为公路桥,下层为双线铁路。包括引桥在内,铁路桥梁全长为 6772m,公路桥梁为 4589m。桥址处水深流急,河床地质极为复杂,大桥桥墩基础施工非常困难。南京长江大桥的建成,

显示出我国钢桥建设已接近世界先进水平。

九江长江大桥是继武汉、南京长江大桥之后，在长江上修建的又一座铁路、公路两用特大钢桥。正桥全长为 1 806.6m，计 11 孔，主孔为三跨一联 180+216+180m 的刚性桁梁柔性拱结构。北侧边孔为两联三等跨 162m 连续钢桁梁；南侧边孔为一联二等跨 126m 连续钢桁梁，铁路部分桥长为 7 675.4m，公路桥长 4 460.05m。这是一座具有先进水平的现代化桥梁。九江大桥与武汉、南京长江大桥相比，无论从跨径，还从钢梁的材料强度上都有新的突破。

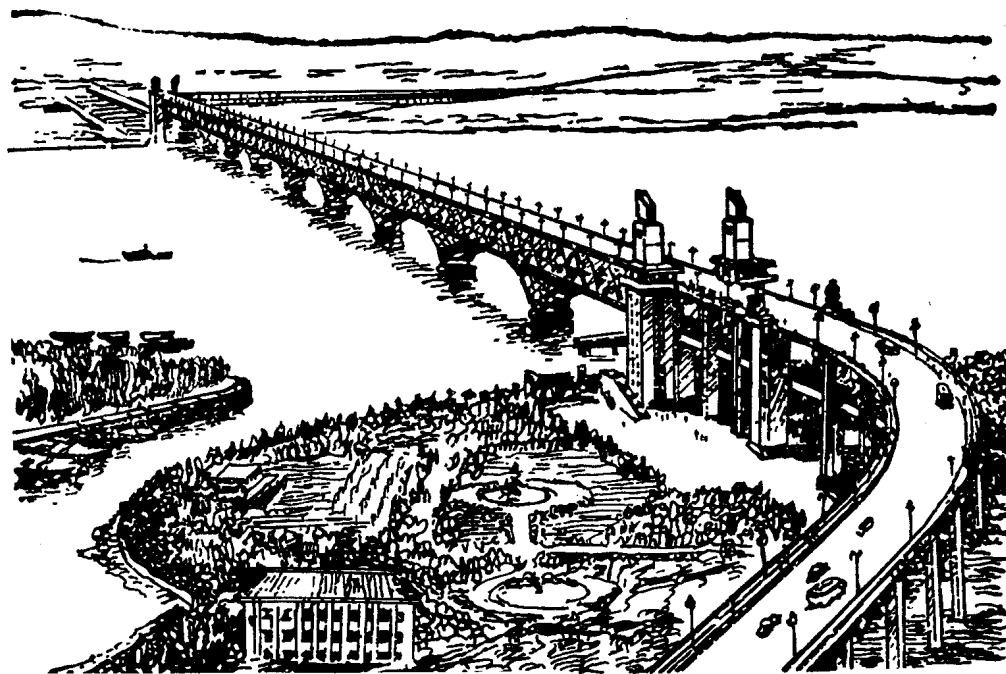


图 1-1-11 南京长江大桥(1969 年)

迄今为止，在长江上已经修建了不同类型的桥梁十余座，这对沟通我国大江南北的交通运输和文化交流都起了积极作用。

建造石拱桥，在我国有着悠久的历史和丰富的经验。解放以后劳动人民继承和发扬了我国建造石拱桥的优良传统，因地制宜，就地取材，修建了大量的石拱桥。1959 年在湖南建成了跨径 60m 的黄虎港大桥之后，大跨径石拱桥不断出现，1961 年建成了云南南盘江长虹桥，跨径为 112.5m。1972 年在四川省丰都县建成的九溪沟大桥（图 1-1-12），是当前我国、也是世界上跨径最大的石拱桥，跨径达 116m。至今我国已建有百米以上的石拱桥近十座。

双曲拱桥在我国首创于 1964 年，它具有用料省、造型美观等优点，很快得到应用和推广。在问世后的十年内就建成了 4 000 余座，总长达 30 万延米。其中跨径在百米以上的就达 16 座，1969 年建成的河南前河大桥跨径（150m）为最大。

对于大跨径拱桥，目前广泛采用无支架施工。随着悬臂施工和转体施工在拱桥上的应用，以及缆索吊装技术的不断发展和完善，箱形拱由于具有良好的受力性能，得到了

广泛应用，并且跨径不断增大。近年来已建成跨径在百米以上的箱形拱桥已超过十座。

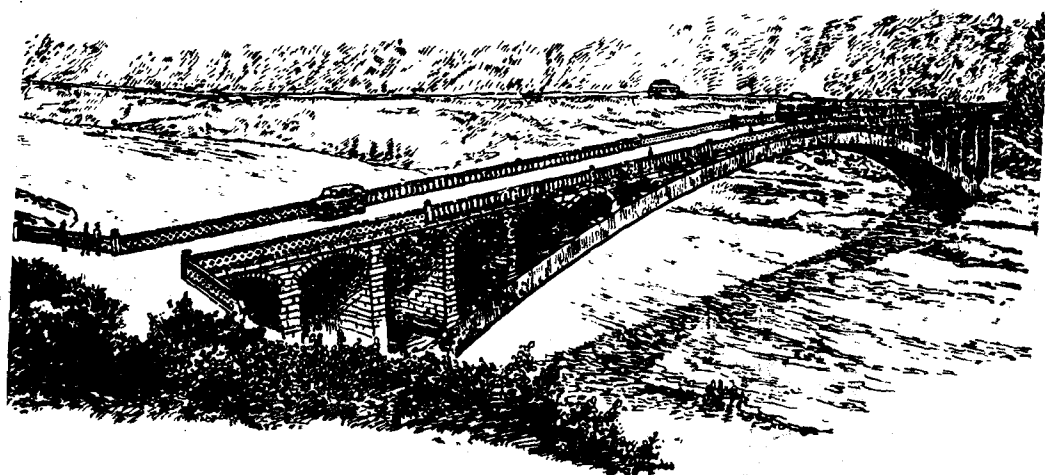


图 1-1-12 四川涪陵丰都县九溪沟大桥(1972 年)

1979 年建成的四川渡口市 7 号桥的跨径为 170m；该省 1989 年建成的涪陵乌龙江大桥，为我国目前最大跨径的钢筋混凝土箱形拱桥跨径为 200m。由于预应力在拱桥中的应用，我国在钢筋混凝土桁架拱的基础上，建成的贵州剑河大桥，为跨径 150m 的预应力混凝土桁架拱桥。正在筹建的贵州江界河大桥（图 1-1-13），跨径达 330m。该桥的建造将会给我国大跨径拱桥的建筑，开创一个新的篇章。

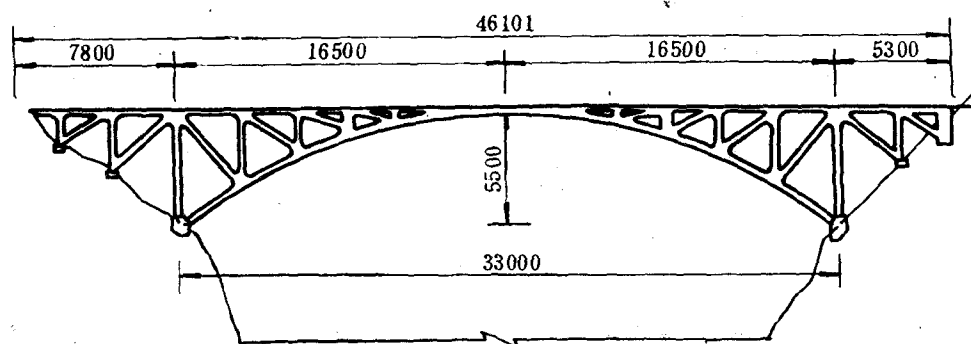


图 1-1-13 江界河大桥桥型布置图

此外，全国各地因地制宜还创建了刚架拱、二铰平板拱、扁壳拱等不同结构形式的拱桥，使拱桥的建筑更加丰富多彩。丹东采用劲性骨架现浇混凝土的施工方法，建成了跨径 165m 的中承式肋拱桥，甚为壮观。

钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁在我国应用最为广泛，对中、小跨径的梁桥大多采用定型设计。1970 年河南省首创了跨径达 52m 的鱼腹式预应力混凝土简支梁桥。目前我国最长的预应力混凝土简支梁桥是郑州黄河大桥，单孔最大跨径为 50m，桥梁全长为 5 549.86m。