

桥梁漫笔

李国豪题



万明坤 程庆国 主编
项海帆 陈 新

中国铁道出版社

1997 北京

文、地质、气象、地震、材料、物理、力学、美学等方面的知识，结合国内外桥梁建设的实践，全方位地介绍桥梁科技知识的科普读物，尚不多见。由于涉及的知识面很宽，撰写这样一本读物，通常也不是一两个人力所能及的事。本书是我国桥梁界科技工作者在这方面所作的努力，编者在组织编写时力图符合前面提到的有关科普读物的要求。内容上力求深入浅出，使非专业读者阅读时不感到深，专业读者阅读时不觉得浅。形式上力求图文并茂，雅俗共赏，以适合各个文化层次读者的阅读需要。中国科学技术馆前馆长张泰昌教授还亲手为本书绘制了七十余幅以全国各省市著名的古桥和富有浓郁民族色彩的桥梁为内容的精美插画，为本书增色不少。编者希望本书能在吸引青少年投身我国未来的桥梁事业，提高我国庞大的桥梁科技人员和桥梁建设工人队伍的专业文化素质，拓宽大、中专土建类专业学生的专业知识和向公众介绍桥梁科技知识方面发挥积极作用。虽然撰稿人都是多年从事桥梁科技工作的经验丰富的学者、专家，但是撰写科普读物对于许多人来说可能还是第一次。尽管大家非常努力，数易其稿，但是能否达到一本科普读物应有的要求，还希望广大读者提出意见。特别是在完稿时感到，要适应前面提到的各类读者的阅读兴趣与接受能力，殊非易事。有的篇目的部分内容可能偏专、偏深了一点。但考虑到它也许能从某一侧面给一些感兴趣的读者以更高层次的启发，故仍保留了这部分内容。

本书邀集了我国桥梁界的二十多位著名学者、专家分工执笔。由万明坤、程庆国、项海帆、陈新负责全书内容的组织与编审工作。由万明坤根据编审意见担任全书最后的统稿工作和一部分插图的增补工作。

在编写此书的过程中，北方交通大学、同济大学、铁道部科学研究院、铁道部大桥工程局、西南交通大学、交通部公路规划设计院、北京市市政设计研究总院、重庆交通学院、铁道部第二勘测设计院、上海铁路局，以及四川省交通厅，上海黄浦江大桥工程建设指挥部，在不同方面给予了许多支持，在此谨致谢忱！

万明坤 程庆国
项海帆 陈 新

1997年7月1日

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是我国二十多位很有影响的桥梁专家联合撰写的一部综合介绍桥梁知识的科普读物。内容包括桥梁的历史、文化、类型、结构、勘测、设计、制造、安装、施工、检验,以及与之有关的水文、地质、气象、地震、材料、物理、力学、美学等方面的知识。

本书可供桥梁专业科技工作者和大中专学生参考,亦可供热爱桥梁事业的人士以及具有初中以上文化程度的青少年阅读。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁漫笔/万明坤等主编. —北京:中国铁道出版社, 1997.9
ISBN 7-113-02780-6

I. 桥… II. 万… III. 桥-普及读物 IV. U448-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 17769 号

桥 梁 漫 笔

万明坤 程庆国 主编
项海帆 陈 新

*

中国铁道出版社出版发行

(100054, 北京市右安门西街 8 号)

责任编辑 王俊法 傅希刚 安鸿逵 封面设计 马 利

各地新华书店经售
北京兴顺印刷厂印

开本: 787×1092 1/16 印张: 24.25 插页: 4 字数: 430 千

1997 年 9 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 1—4000 册

ISBN 7-113-02780-6/TU·562 定价: 48.00 元

编者前言

本书是我国桥梁科技工作者贡献给读者的一本桥梁知识科普读物，介绍桥梁的基本知识和我国桥梁建设的成就，并适当介绍国外桥梁。

以河北赵州安济桥，福建泉州洛阳桥，北京卢沟桥以及绍兴、苏州等南方著名水网城市形态各异的千百座桥梁为代表的我国古代桥梁，是我国珍贵的文化遗产，无论是其造型艺术、工程技巧、历史积淀、文化蕴涵还是人文景观，都在世界上占有很高的地位。但是就近代桥梁而言，我国却比西方大大落后了。我国铁路工程先驱詹天佑（1861~1919）在中国铁路史上，桥梁工程先驱茅以升（1896~1989）在中国桥梁史上所以占有重要地位，是因为他们二人都是在旧中国经济衰微，科技落后，外患不已的极端困难条件下，团结了一批有志气、有骨气的中国工程师，分别迈出了中国人自己设计、修筑铁路（1909年建成的北京至张家口铁路）及自己设计、修建现代大型桥梁工程（1937年建成的杭州钱塘江大桥）的第一步，从而缩小了我国铁路及桥梁科学技术与西方的差距。

自1937年以后的将近20年内，由于内外战乱频仍，加上战后要集中精力于医治战争创伤和恢复工作，中国的桥梁科学技术又一度陷于停滞状态。特别是旧中国的公路，遇江必阻，逢河必渡，几乎没有什么像样的公路桥梁。直到1957年，长江上的第一座桥梁——武汉长江大桥建成通车，才实现了“天堑变通途”这一多少代中国人的梦想，并从此揭开了新中国光辉灿烂的桥梁建设史的开篇。

自1978年实行改革开放政策以来的近20年，中国的桥梁建设者呕心沥血，锐意进取，不断刷新国内记录与世界记录，把中国的桥梁科学技术水平提到了一个新的高度。如陕西安康铁路薄壁钢箱型截面斜腿刚构桥（1982年建成，主跨176 m，为世界跨度最大的铁路斜腿刚构桥）；湖南凤凰鸟巢河公路石拱桥（1990年建成，跨度120 m，为世界跨度最大的石拱桥）；京九铁路九江长江公路铁路两用桥（1992年建成，主跨216 m，铁路部分全长7 675.4 m，为我国跨度最大的公路铁路两用钢桥）；上海黄浦江杨浦大桥（1993年建成，主跨602 m，为当时世界跨度最大的斜拉桥）；南昆铁路贵州兴义清水河预应力混凝土连续刚构桥（1996年建成，主跨128 m，桥高182 m，墩高100 m，为世界第二高铁路桥墩）；广东虎门珠江公路预应力混凝土

连续刚构桥（1996 年建成，主跨 270 m，列同类桥梁世界第一）；四川万县长江公路劲性钢骨架混凝土拱桥（1997 年建成，跨度 420 m，为世界跨度最大的混凝土拱桥）；江苏江阴长江公路悬索桥（正在建设中，预计 1999 年建成，跨度 1 385 m，超过美国第一大跨度悬索桥——纽约跨度 1 298 m 的韦拉扎诺海峡桥，居世界第 4 位，基础使用了尺寸创记录的世界最大的沉井基础），以及以北京为代表的规模宏伟，各展风姿的城市立交桥等一系列桥梁，在长度、跨度、墩身高度、基础复杂程度和工程规模方面所创造的记录，为世界各国桥梁界所瞩目。

20 世纪的后 50 年，也是世界桥梁科学技术飞跃发展的时期。在原来科技基础条件总体上十分薄弱的情况下，我国的桥梁科学技术只用了 40 年，就迅速走向世界前列。

我国有 12 亿人口，国土面积 960 万 km^2 。自 1876 年以来，铁路经过 120 年的建设，目前仅有 6.3 万 km ，2000 年计划达到 6.8 万 km ；高速公路的建设在 80 年代后期才开始起步，目前尚不足 5 000 km ，2000 年计划达到 10 000 km 。德国有 7 900 万人口，国土面积 35.7 万 km^2 ，现有铁路 4.1 万 km ，高速公路 1.1 万 km 。我国铁路和高速公路按人均占有长度计算，分别只及德国的 1/10 和 1/33；按每平方公里国土面积所分布的长度计算，分别只及德国的 1/18 和 1/60，它反映了我国交通事业和国民经济发展水平与发达国家的差距。铁路和高速公路是现代交通的主动脉。桥梁在其总长中所占比重，视地形复杂程度和线路标准，有时可高达 10% 以上。因此在未来 50 年内，随着普通道路、现代铁路与高速公路为适应我国到 21 世纪中叶建成中等发达国家国民经济高速增长所需要的路网新建里程的迅速延长，我国桥梁科技与建设事业的发展，在规模上和科技水平上肯定将大大超过前 50 年，因此需要更多的青少年和建设者投身于这一事业。

为了认真贯彻国家大力加强科普工作，以提高全民族的科技文化素质，加强社会主义精神文明建设的方针，中国铁道出版社决定组织编写本书，在传播桥梁知识的同时，介绍我国桥梁科学技术的巨大成就。它的发起、组织与编写，得到我国桥梁界前辈，著名桥梁工程力学专家，同济大学名誉校长李国豪院士的积极支持，并热情为本书题写书名。

我们高兴地看到，科普工作在我国正越来越受到人们的重视。近年来，许多科学家对科普工作发表了很多精辟的见解。这些见解对促进科普教育的健康发展具有非常重要的指导意义。

在促进科普工作的发展方面，中国科学院前院长卢嘉锡院士认为：“科技工作者，尤其是知名科学家参加科普工作，能起到高屋建瓴的作用。他们

在科普创作中所融入的科学探索体验，对科学事业的情感和科学的思想方法，对青少年都会有很强的感召力。”他希望有更多的图文并茂的科普读物出版。

关于科普教育的重要意义，王绶琯院士指出：“近代历史一再说明，一个科学知识水准低下的社会，总是极其脆弱、没有力量的。现代社会的整体力量极大地依托于全社会的知识水准。”关于科普工作的位置，他还认为：“科学研究工作者、科学教育工作者和科学普及工作者，分别从科学知识的开拓、传授与传播三个层面，致力于社会奉献。”这一见解是对科普工作的科学定位。

关于科普工作的内容和形式，钱学森院士着重指出：“要害是让人们喜欢看，听得懂。”

科普教育应该对公众实现三个层次的目的：第一个层次是传播科学知识，培养科学兴趣；第二个层次是掌握科学规律，训练科学思维；第三个层次是培育科学精神，提高科学素养，它也是科普教育的最终目的。高质量的科普教育应该从第一个层次入手，实现第二个层次的深化，达到第三个层次的最终目的。

科普教育涉及的范围应该包括基础科学、应用科学和人文科学三个方面。因为三者所包括的不同学科，即属于基础科学的数学、物理、化学、天文、地理、气象、海洋、地质、生物学科；属于应用科学材料、能源、空间、农业、医学、心理、工程技术和管理学科；以及属于人文科学的哲学、政治、经济、历史、法律、教育、文学、艺术、音乐、伦理、语言学科，分别从不同的视角，用不同的方式向人们打开科学而深刻地认识世界——包括自然、社会和人自身——的窗口。普及基础科学知识，能使人们懂得要按科学规律办事，减少盲目性，培育理性精神；普及应用科学知识，了解一点生产知识，能使人们在生活与工作中养成求实精神；普及人文科学知识，有助于帮助人们懂得怎样做人，提高人的品位，多一点人文精神。因此，基础科学、应用科学和人文科学知识的充实是个人建立正确的世界观、人生观与价值观的根本途径。正确的世界观、人生观与价值观则是培养高尚、聪明、健康的高素质社会成员的关键所在。

提高全民族的思想道德素质和科学文化素质，团结和动员各族人民把我国建设成为富强、民主、文明的社会主义现代化国家是我国今后的奋斗目标。科学普及工作将会在实现这一目标的过程中发挥重要作用。

中外桥梁科普读物已不鲜见，但像本书这样从桥梁的历史、文化、类型、结构、勘测、设计、制造、安装、施工、检验，以及它们所涉及的水

目 录

编者前言

- 1 漫话桥梁 万明坤 (1)
- 2 桥梁的类别与组成部分 万明坤 (23)
- 3 钢 桥 潘际炎 (39)
- 4 钢筋混凝土与预应力混凝土桥 张 琳 (59)
- 5 桥梁支座与伸缩缝 庄军生 (71)
- 6 桥梁下部结构的类型与施工方法 周 璞 (83)
- 7 桥梁上部结构的安装与施工方法 邵克华 (107)
- 8 高桥墩与柔性桥墩 陈俊真 (133)
- 9 桥梁结构试验 潘震涛 (145)
- 10 桥梁抗震 范立础 (161)
- 11 桥梁抗风 林志兴 (169)
- 12 中国古代桥梁 唐寰澄 (181)
- 13 梁式桥 —— 一种使用最广泛的桥梁型式 程庆国 (199)
- 14 拱式桥 —— 一种既古老又年轻的桥梁型式 顾安邦 (215)
- 15 悬索桥 —— 一种最适合于大跨度的桥梁型式 钱冬生 强士中 (233)
- 16 刚构桥 —— 一种独特的桥梁型式 戴 竞 (253)
- 17 斜拉桥 —— 20 世纪 50 年代蓬勃兴起的一种桥梁型式 姚玲森 (269)
- 18 多姿多彩的城市立交桥 罗保恒 罗 玲 (291)
- 19 大型桥梁的设计程序 陈 新 (311)
- 20 桥渡设计 戴荣尧 申天戌 (321)
- 21 桥梁设计中的物理、力学问题 陈英俊 (333)
- 22 桥梁美学 唐寰澄 (345)
- 23 桥梁工程的宏伟发展前景 项海帆 (365)

插 画 说 明

著有《中国科学技术史》的著名英国科学家李约瑟说：“没有一座中国桥是欠美的，并且有很多是特出的美。”从中国科学技术馆前馆长张泰昌教授为本书绘制的七十余幅以全国各省市著名古桥和富于地方乡土特色的桥梁为内容的精美插画中，读者可以充分领略中国桥梁之美。现将这些插画分别置于护封及正文各篇之内扉上。插画桥名分别说明如下：

护封部分（由左至右）

宁夏红星桥

广西阳朔迁龙桥

北京卢沟桥

新疆乌瓦门桥

云南丽江黑龙潭桥

内蒙古水磨桥

西藏拉萨积木桥

吉林北江桥

台湾太鲁阁峡谷慈母桥

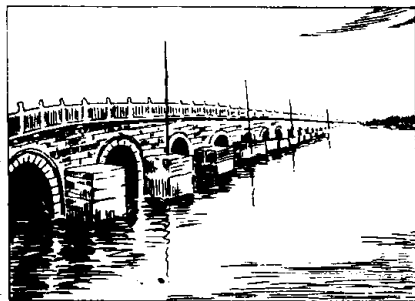
内扉部分（按篇由左至右）

- | | | |
|--------------|-------------|------------|
| 1 北京卢沟桥 | 北京颐和园玉带桥 | 天津天成寺石桥 |
| 2 河北赵州安济桥 | 河北赵县永通桥 | 内蒙古水磨桥 |
| 3 山西景德桥 | 辽宁沈阳西郊永安桥 | 辽宁王宝和桥 |
| 4 浙江杭州钱塘江桥 | 黑龙江宁安大石桥 | 浙江杭州断桥 |
| 5 浙江杭州跨虹桥 | 浙江杭州三潭印月九曲桥 | 浙江绍兴太平桥 |
| 6 浙江云和梅崇桥 | 浙江临海中津浮桥 | 江苏南京七桥瓮桥 |
| 7 江苏苏州宝带桥 | 江苏苏州枫桥 | 江苏苏州吴门桥 |
| 8 江苏扬州五亭桥 | 江苏扬州二十四桥 | 上海青浦朱家镇放生桥 |
| 9 安徽登封桥 | 江西南城万年桥 | 河南小商桥 |
| 10 福建泉州洛阳桥 | 福建漳州江东桥 | 福建泉州安平桥 |
| 11 福建汴派桥 | 湖北咸宁汀泗桥 | 湖北蹬步桥 |
| 12 湖北驿道桥 | 湖南三眼桥 | 广东潮州湘子桥 |
| 13 海南孟果波桥 | 广西三江程阳桥 | 广西桂林花桥 |
| 14 广西阳朔迁龙桥 | 甘肃渭源灞陵桥 | 甘肃文县阴平桥 |
| 15 陕西西安灞桥 | 陕西三原龙桥 | 陕西赤水河桥上桥 |
| 16 西藏拉萨积木桥 | 西藏拉萨公园桥 | 云南双龙桥 |
| 17 云南云县大花桥 | 云南丽江黑龙潭桥 | 云南大理观音堂桥 |
| 18 贵州祝圣桥 | 四川万县陆安桥 | 四川泸定桥 |
| 19 四川鱼戏河寿相桥 | 四川泸州龙螭桥 | 四川丰都九溪沟大桥 |
| 20 浙江绍兴八字桥 | 山西太原晋祠鱼沼飞梁桥 | 北京颐和园长堤石桥 |
| 21 上海迎祥桥 | 山东益都万年桥 | 江西庐山栖贤桥 |
| 22 云南永平霁虹桥 | 四川灌县安澜竹索桥 | 四川夹江竹浮桥 |
| 23 北京颐和园十七孔桥 | 河北井陘桥楼殿 | 青海昆仑桥 |

1 漫话桥梁

撰文：万明坤 北方交通大学教授 校学术委员会委员 前校长

- 远古时期的桥梁
- 古代桥梁
- 近代与当代桥梁
- 桥梁在经济与政治上所起的重要作用
- 桥梁与战争
- 在一些桥梁上留下的历史烙印
- 桥梁折射出的丰富文化蕴涵与社会内容
- 桥梁一词的含义在社会生活中的延伸



漫话桥梁

桥梁与人类生活密切相关。没有桥梁，我们的生活空间将大受限制，更不会有今天四通八达的公路与铁路把世界如此紧密地联系在一起。世界上许多著名的水网城市，是靠众多的桥梁发展起来的。意大利的威尼斯有 450 多座桥；德国的汉堡有 2 000 多座桥；而我国的绍兴竟有 5 000 多座桥。世界文化名城北京，河流不多，桥梁不少，城市道路立交桥就有近 200 座，还有众多的人行过街天桥、跨河桥与园林桥。许多桥梁已成为重要的历史文物和著名的人文景点。桥梁是人类所建造的最古老、最壮观与最美丽的建筑工程，是一个时代文明与进步的标志。

远古时期的桥梁

桥梁是人类为扩大自己的活动范围，克服自然障碍而最早建造的工程建筑。早在靠狩猎为生的穴居时代，人类就需要借助最简单的桥梁去扩大自己的活动范围。因此有的学者认为，桥梁的历史与人类一样古老。据说猴子会

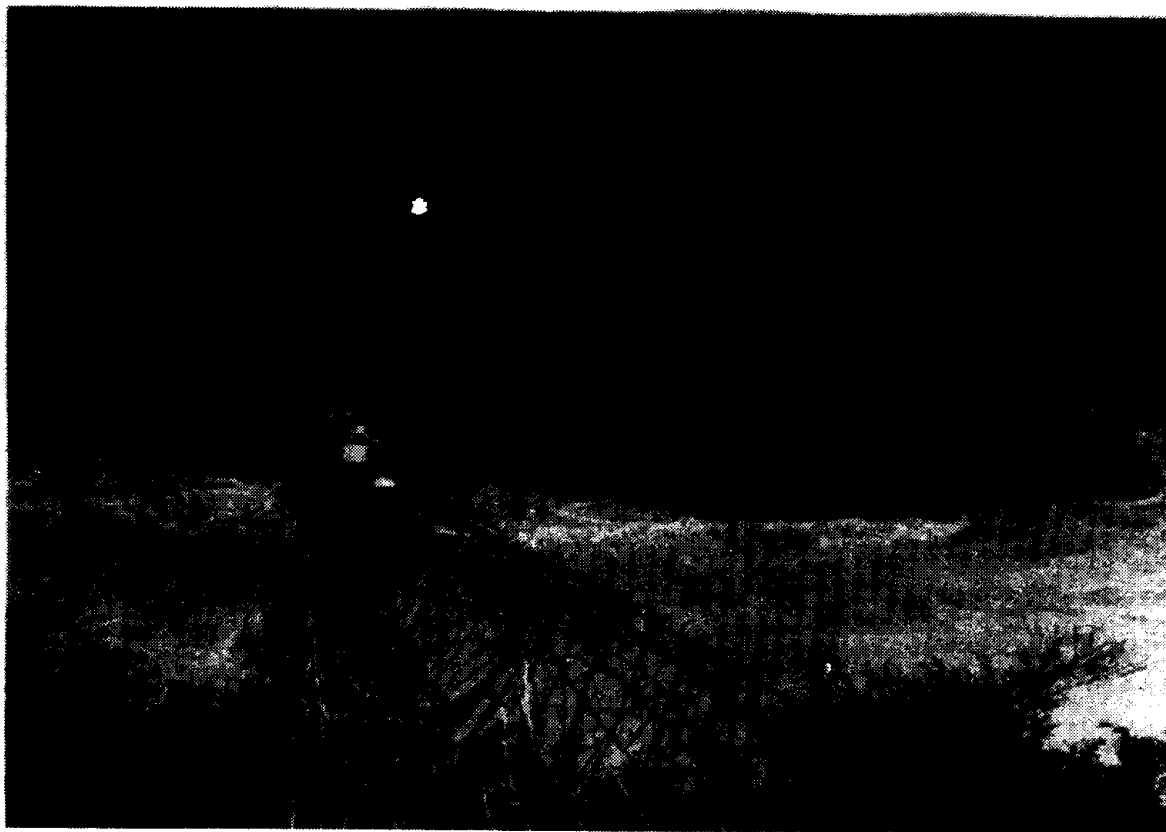


图 1.1 西藏雅鲁藏布江大峡谷中的藤网桥

手尾相接地搭成一座“猴桥”来跨越两棵大树之间的障碍（图 1.16-1）。如果属实，那么桥梁的出现甚至比人类还早。

一般认为，人类学会建造各式桥梁，最初得益于自然界的启发。例如：从倒下的树干，学会建造梁桥；从天然的石穹，学会建造拱桥；从攀爬的藤蔓，学会建造索桥（图 1.16-2, 3, 7）。在一些地方，至今仍然可以看到这类原始桥梁的踪影（图 1.1）。考古发掘出的世界上最早的桥梁遗迹，在公元前 6000~前 4000 年今小亚细亚一带。我国 1954 年发掘出的西安半坡村公元前 4000 年左右的新石器时代氏族村落遗址，是我国已发现的最早出现桥梁的地方。图 1.16-0 与图 13.1 所示是根据发掘出的遗迹推测出的当时的房屋与桥梁。

古代桥梁

古代桥梁所用材料，多为木、石、藤、竹乃至皮革之类的天然材料。锻铁出现以后，开始有简单的铁链桥。它们的强度都很低，加上当时人们掌握的力学知识不多，所以古代桥梁一般跨度很小，断面特大，外形敦实。木、藤、竹、革类材料还易腐烂，能够保留至今的古代桥梁，多为石桥。世界上现存最古老的石桥在今希腊的伯罗奔尼撒半岛（Peloponnesos），建于公元前 1500 年左右，为一跨越山谷，用未经修凿过的石块干砌成的单孔石拱桥。

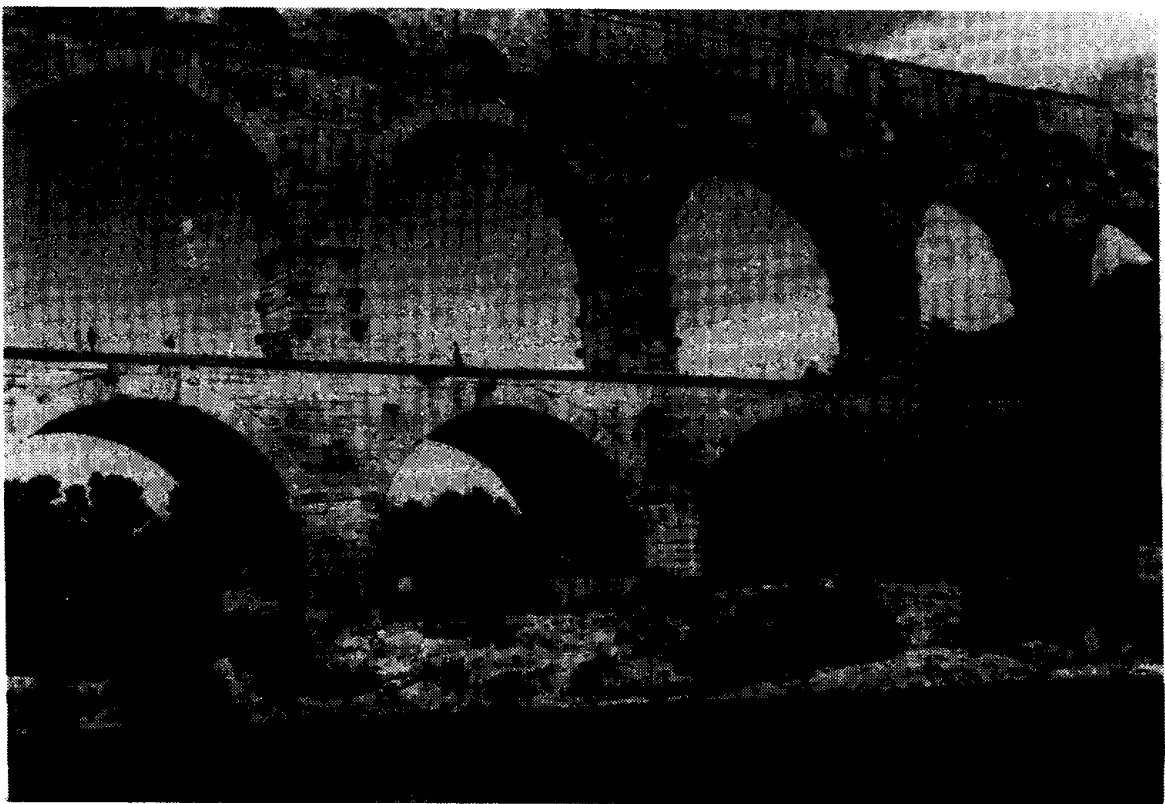


图 1.2 建于公元前 18 年罗马帝国时代的今法国南部尼姆城的石拱桥

瑞士卢塞恩城 (Luzern) 尚保存有建于公元 1333 年的世界上最古老的木桥。

世界公认罗马人与中国人是古代最伟大的桥梁工程师。公元前 30 年至公元 476 年的罗马帝国, 在其全盛时期版图所及的今西班牙、意大利、法国、不列颠、德国、北非、土耳其和小亚细亚一带, 修建过许多巨大的石拱桥, 跨度在 6~24 m, 高度有达 50~60 m 者, 单块石料最重达 8 t, 有的桥不用灰浆干砌, 至今还保留有 60 座之多。最著名的是今法国南部尼姆城 (Nîmes) 的加尔德 (Gard) 石拱桥 (图 1.2)。该桥建于公元前 18 年, 长 270 m, 最大跨度 24.4 m。全桥共分三层: 上层为输水槽, 连接一长 50 km, 落差仅 17 m 的水渠; 中层供行人通行; 下层在一侧加宽以便车马能够通行, 是 1743 年才扩建的。图 1.15 邮票上西班牙境内的两座著名的石拱桥——塞哥维亚桥 (Segovia) 与爱坎塔拉桥 (Alcantara), 也是罗马帝国时期修建的。

罗马帝国崩溃以后, 欧洲经历了漫长的中世纪黑暗时期, 由于思想的禁锢, 桥梁技术几无建树可言。直到 14~16 世纪的文艺复兴时期, 桥梁建筑才异彩大放, 保留至今的仍有不少。意大利威尼斯的利亚托桥 (Rialto) 可以称得上是这一时期桥梁的代表作 (图 1.3)。该桥建于 1588 年, 长 48.2 m, 宽 22.5 m, 跨度 27 m。由于地基松软, 基础建立在多达 1 万根木桩上。全桥用大理石装饰, 雕凿精美, 线条舒畅。桥上还建有 24 个门面的店铺。这座桥充分反映了欧洲文艺复兴时期桥梁建筑技术与建筑艺术所达到的水平



图 1.3 建于公元 1588 年意大利文艺复兴时期威尼斯的利亚托石拱桥

和这一时期商业的繁荣。

我国有记载最早的桥梁始见于《史记·周本纪》。所记载的桥梁在公元前1122年的商末周初时期。世界公认悬索桥最早出现在中国。公元前3世纪四川已有竹索桥；公元前2世纪陕西已有铁链桥。而欧洲则迟至17世纪才开始有悬索桥的记载。

我国有各类石桥约四百万座。在我国古代石桥中，北方河北赵州的安济桥与南方福建泉州的洛阳桥蜚声中外，充分反映了我国古代的造桥水平。赵州安济桥系公元591~599年隋代李春所建，跨度达37 m（图1.4）。它是世界上第一座敞肩式石拱桥。其跨度之大，构思之巧，设计之精，均领先于欧

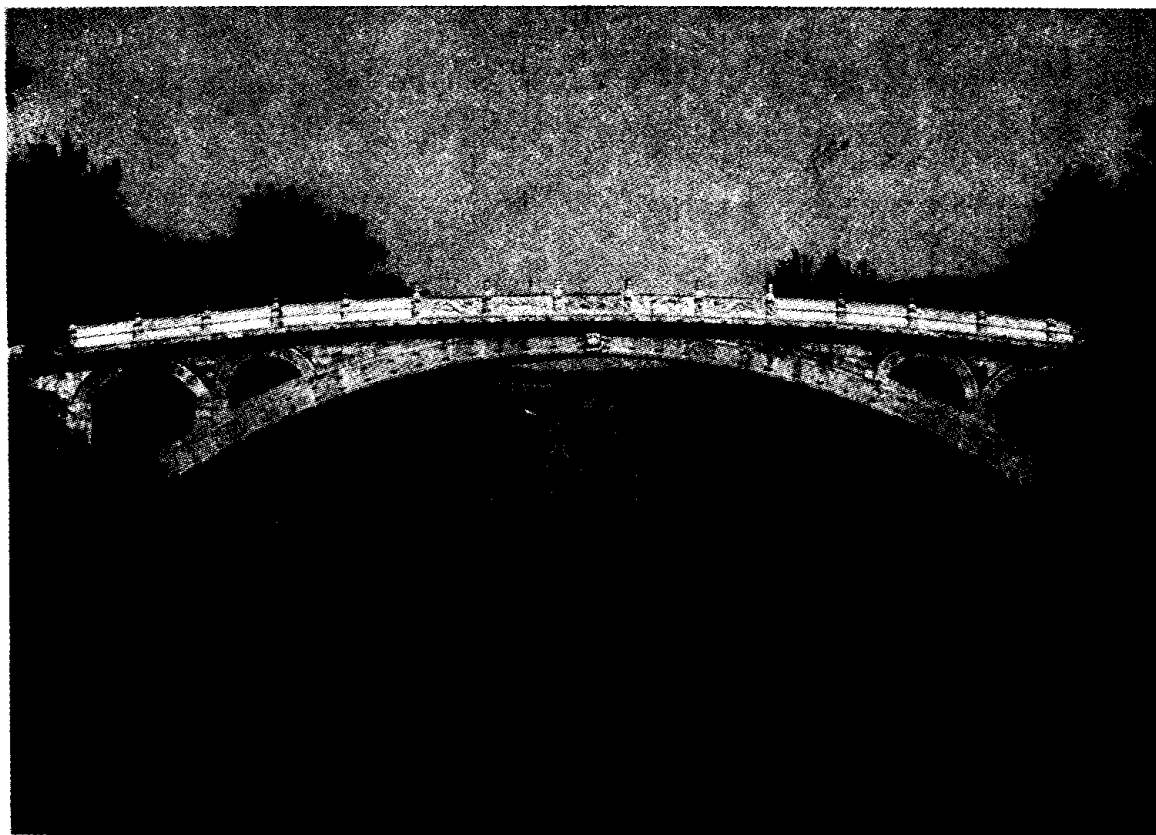


图 1.4 建于公元 599 年我国隋代的河北赵州安济石拱桥

洲同时期的石拱桥，是我国古代桥梁的杰出代表，1991年被美国土木工程学会评为与巴黎铁塔、伦敦塔桥（见图22.4）等建筑齐名的国际土木工程里程碑建筑。泉州洛阳桥系公元1053~1059年宋代蔡襄所建（图1.5）。1996年10月全面修缮后的洛阳桥，全长731.29 m，共47孔，每孔用7根跨度11.8 m的石梁组成。它是我国第一座海港桥，在基础工程上首创筏形基础和种蛎固基技术，在石梁的跨度上也达到了十分可观的记录。安济桥与洛阳桥具有极高的历史、科技与艺术价值，是国家重点文物保护单位。关于我国古代桥梁的成就，在本书第12篇有专文介绍。

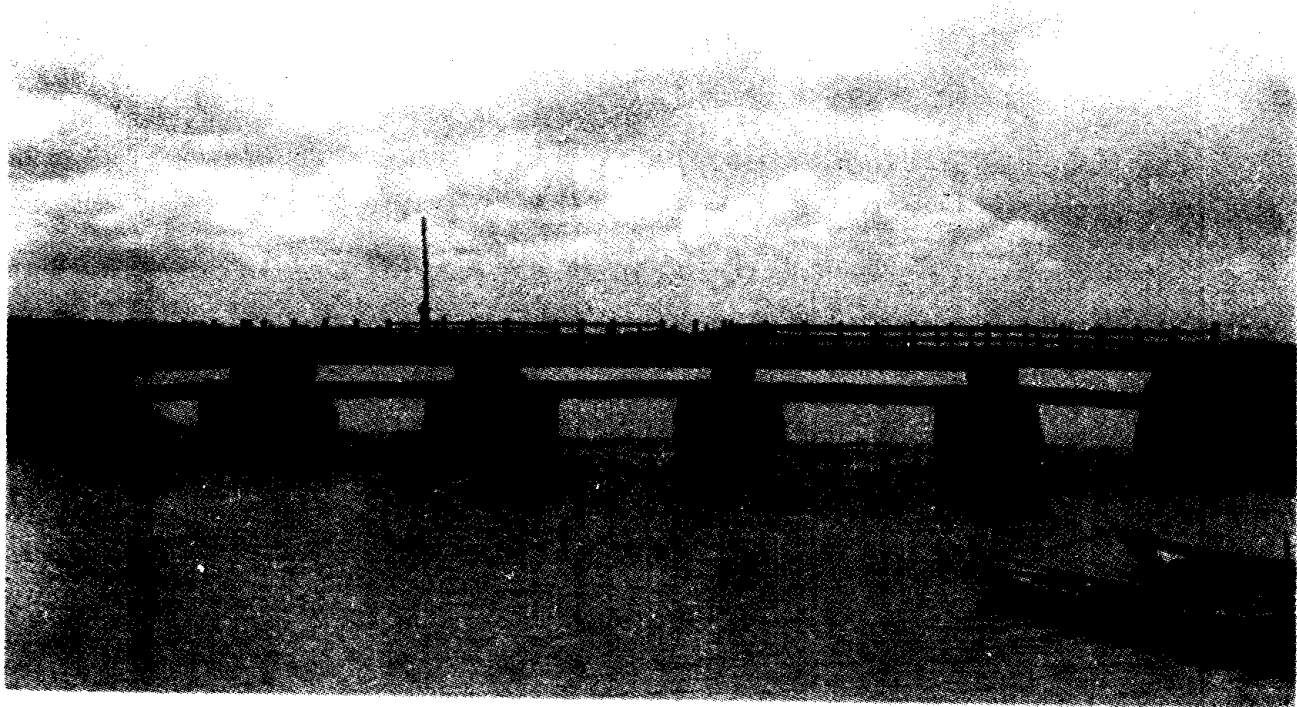


图 1.5 建于公元 1059 年我国宋代的福建泉州洛阳石梁桥（局部）

古代桥梁所取得的成就，可以用德国当代著名桥梁学者莱翁哈特（Fritz Leonhardt, 1909~）的一段评论来加以概括。他说：“当我们想到古人常常是在极为艰难的水下或沼泽地修建桥梁基础，想到数量巨大而又十分沉重的石块的运输，想到高达数十米的脚手架的搭设和艰难万分的起重工作，再联系到当时十分有限的技术条件，就可以想像出古代的工匠们为此付出了多少心血与牺牲，从而不得不为他们的巨大成就而惊讶不已。他们不愧是古代伟大的桥梁工程师。这一切都是靠人类的勇敢、智慧与努力所取得的成果。”

近代与当代桥梁

钢、水泥、钢筋混凝土及预应力混凝土等人工材料在桥梁上的应用是近代桥梁的标志。

18 世纪中叶的工业革命以及上述人工材料的出现和发展，推动了近代桥梁科学技术的革命。1825 年铁路的出现和 20 世纪 30 年代高速公路的兴起，不断促进近代桥梁的进步。20 世纪中叶，第二次世界大战以后，全球持续了半个多世纪的相对稳定和这一时期科学技术与经济的高速发展，使得当代的桥梁科学技术获得了比历史上任何时期都要快的发展，并面貌一新。其主要特征是：高强轻质材料的发展与应用；跨度的不断增大；型式的多样

化与结构的整体化；设计与计算的电脑化；制造的工业化、自动化与程控化；以及把安装工作从笨拙的脚手架中彻底解放了出来。由于材料科学及制造工艺（参见本书第3~5篇），基础技术与安装方法（参见本书第6~8篇），设计方法与计算理论（参见本书第9~11，第19~21篇）的不断进步，今日桥梁工程规模之巨大，技术之复杂，已远非古代桥梁所能比。在载重与车速不断增加，由供行人及马车通过，发展到通行车速达300~500 km/h的高速列车的情况下，人类已在建造跨度接近2000 m的大桥，水下深度接近100 m的基础，高出地面接近200 m的桥墩，并且还在向更高的记录攀登。有关近、当代桥梁的介绍见本书第13~18篇。

到本世纪末，任何巨川与深谷，都已不能阻挡人类用桥梁去跨越。人类已开始向跨海工程挑战。世界上宽度在100 km以内的海峡有20多处。孤立于大陆之外，具有开发价值的近海岛屿无数。它们将是21世纪人类用桥梁去征服的目标，有的已经列入议事日程。桥梁与水底隧道将把世界各大洲及其近海岛屿连成一片（参见本书第23篇）。

综上所述可知，当代大型桥梁工程是多种学科知识和高科技综合运用的产物。设计和建造一座现代大型桥梁工程，需要规划、结构、计算、制图、测量、材料、水文、地质、钻探、工艺、机械、检验、施工、建筑等诸多专业工程师的集体参预和通力协作，以及小至各种精密仪器设备，大至巨型钻机与起重机械和特种车辆与船舶的使用。所以不再可能存在哪一座大桥是哪一位工程师设计、建造的说法。桥梁总设计师和总工程师的职责是综合运用以上知识，在桥梁的设计与建造过程中，制订设计、施工工作中的基本思路，主持决策与担负组织工作，并进行全面指导。

桥梁在经济与政治上所起的重要作用

人类造桥，上至远古的狩猎活动，下至现代的货物运输、旅客来往，主要是出于经济活动的需要。诸如前面提及的古罗马人投入了那么巨大的人力与物力修建的加尔德输水桥和塞哥维亚输水桥，都是为了灌溉和向城市供水的需要。把宋代世界大港泉州与中国的内地联系起来的泉州港的洛阳桥，更是古代阿拉伯和欧洲一些国家通过海路与中国内地进行贸易的重要通道。1958年京广铁路旧黄河大桥被洪水冲毁，南北交通中断，一天的经济损失就达上十亿元，以致日理万机的周恩来总理都亲临视察抢修工作，以期尽早修复。与上海仅一江之隔的过去的浦东，因与上海无桥相通，作为农村沉睡了一百多年。如今浦东已成为重振大上海的主战场和中国改革开放的龙头。开发浦东的先决条件，也即最主要的基础设施建设，就是用一座座大桥把黄浦江两岸连接起

来。凡此种种,都足以窥见桥梁对促进经济发展所起的重要作用。

政治作为上层建筑,是为经济服务的。我国巴蜀、秦岭之险,世所罕见,然而早在战国秦惠王时期(公元前399~前387年)即开始营造通往巴蜀的千里栈道(参见第12篇图12.8),以后历经汉、唐,不断经营。其工程之浩大与艰险,即在今日,也难以想像。栈道在历史上对四川盆地的开发,对加强整个大西南地区与中原的联系,对巩固中国的统一,都起过不可磨灭的作用。罗马帝国在其境内修建了许多巨大的石拱桥,也是出于巩固幅员辽阔的大帝国的统治这一政治需要。当代桥梁作为陆上交通系统的重要组成部分,更是加强每一个现代国家政治上的统一和加强地缘政治的集团力量所不可少的。

桥梁与战争

军事是政治的延续和行为手段之一。自古以来,桥梁都是兵家必争的战略要地,关系到一场战役的胜败,甚至可以影响历史进程。古代波斯国王大流士(Darius,公元前521~前486年在位)和泽克西斯(Xerxes,公元前486~前465年在位),都是借助于浮桥才能率领几十万大军西渡波斯普鲁斯海峡,远征欧洲的。第二次世界大战后期,盟军于1944年6月5日在诺曼底登陆后,向东迅速推进到莱茵河西岸。当时莱茵河上只剩下唯一的一座桥梁,即位于波恩与

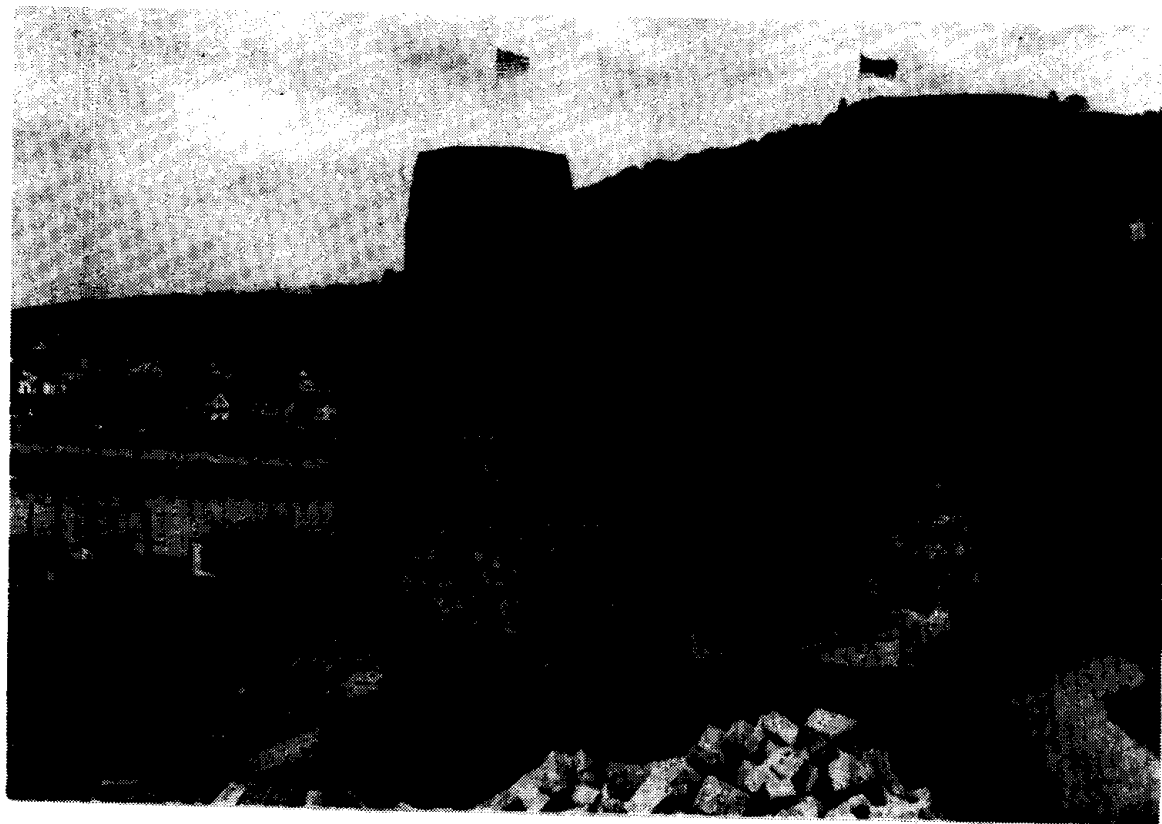


图 1.6 第二次世界大战时被毁的莱茵河上雷马根桥的遗迹

科布伦茨之间的雷马根桥(Remagen)。美军于1945年3月7日到达桥西岸时，东岸守桥德军引爆反纳粹地下组织故意生产的劣质炸药炸桥未果。美军得以迅速占领并通过该桥，加快了东进的速度。不过该桥终因在战火中屡遭创伤，加上重武器的频繁通过，在美军抢占后的第10天突然坠毁，致使正在桥上的美军死27人，伤63人，付出了惨痛的代价。战后雷马根桥未再重建。原废墟被作为第二次世界大战期间的重要历史遗迹保留至今，供后人凭吊(图1.6)。

我国历史上的桥梁战例也不少。在西晋时期、宋末元初时期以及太平天国时期的南北争战中，都曾在黄河或长江上架设过浮桥。现代则有1935年红军长征至大渡河边时著名的18勇士冒死飞夺天险泸定桥之战(图1.7)，为红军打开了继续前进的通路。不然长征中的这段历史又当是另一种写法。

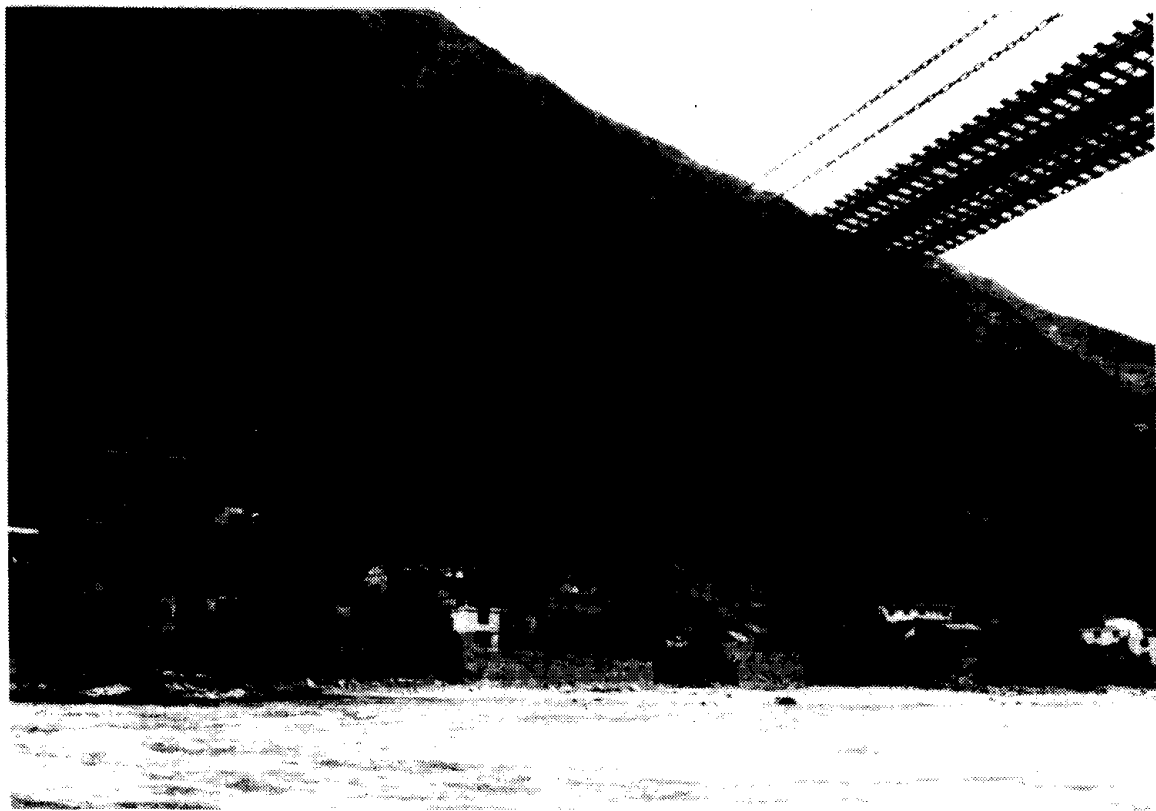


图 1.7 因红军长征时飞夺泸定桥之战而闻名的泸定铁链桥

我国自己设计修建的第一座现代大型桥梁，著名的杭州第一座钱塘江桥(图1.8)，在抗日战争中也有一段悲壮的历史。该桥于1935年4月开工。施工期间，1937年8月13日淞沪战火燃起。8月14日起，日寇飞机即频频炸桥。在战火中，该桥铁路部分于9月26日通车，公路部分于11月17日通车，旋即成为上海、南京相继陷敌后大批军民及抗战物资后撤的唯一通道。该桥在通车后不到三个月内为中国的抗日战争立下了重要战功。12月23日杭州陷敌。同日下午我军于日骑进抵桥北时引爆炸药将之炸毁，直至抗日战