

桥梁工程

铁道部大桥工程局 王序森 唐寰澄 编著



中国铁道出版社

桥 梁 工 程

铁道部大桥工程局 王序森 唐寰澄 编著
刘曾达 陈守容 李家咸 校核

中 国 铁 道 出 版 社

1 9 9 5 年 • 北 京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是我国近代和现代桥梁工程专业一本较系统的著作。编著校核者均为对我国桥梁工程建设做出重要贡献的专业工作者,由国家计委原副主任彭敏同志和铁道部大桥工程局分别作序。作者以总工程师所特有的思路将读者引进桥梁工程美妙的境界,主要涉及:1. 桥梁工程的基本技术理论与结构机理;2. 桥梁科学技术工作中的一般实施方法和实例;3. 大型复杂桥梁建设中遇到的特殊问题及其剖析。

本书内容理论与实践并举;国内资料与国外资料并举,历史与现状并举,从而显示了桥梁工程的发展及其前景将使广大读者从中受益。

读者对象:从事桥梁工程的土木工程界各部门施工、设计、科研、监理等专业技术人员和管理人员,以及大专院校师生。

桥 梁 工 程

王序森 唐寰澄 编著

刘曾达 陈守容 李家威 校核

*

中国铁道出版社出版发行

(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 刘启山 封面设计 翟 达

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:67.25 插页:3 字数:1703 千

1995 年 12 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 1—3000 册

ISBN7-113-01754-1/TU·382 定价:100.00 元

作者简介

王序森 国家科技进步奖特等奖南京长江大桥项目主要完成者。成昆铁路项目主要参加者。全国工程设计大师。教授级高级工程师。中国土木工程学会荣誉会员。

唐寰澄 武汉长江大桥建筑方案首奖获得者。美国优秀图书特别奖获得者。美国国家研究学会《世界桥梁美学》特约作者。教授级高级工程师。教授。

刘曾达 国家科技进步奖特等奖南京长江大桥项目主要完成者。首届茅以升桥梁大奖获得者。教授级高级工程师。

陈守容 国家科技进步奖特等奖南京长江大桥项目主要参加者。教授级高级工程师。中国土木工程学会理事。中国钢结构协会常务理事。

李家咸 国家科技进步奖特等奖南京长江大桥项目主要参加者。枝城长江大桥总工程师。援缅仰光——丁茵大桥中国技术组总工程师。教授级高级工程师。

序

离开铁道部大桥工程局已三十二年了。三十二年来,作为一个老的桥梁工作者,在风风雨雨中一直惦念着我国桥梁事业的发展。特别是党的十一届三中全会以后,在改革开放中百业兴隆,经济建设蓬勃发展,桥梁建设需要跟上经济发展的步伐。离休以后,东奔西走,总想多看看一些桥梁工程。这几年,我参观了新建的东明黄河大桥、济南黄河铁路大桥和公路大桥、为开发胜利油田建设的东营公路黄河大桥、钱塘江第二大桥、黄埔江的南浦大桥,以及九江的铁路公路两用长江大桥等建成的和在建的众多桥梁,非常欣慰。实际上建成和在建的大桥比我看到的还要多。武汉正在建造第二座长江大桥;为上海浦东的开发,黄浦江上的第二座大桥杨浦大桥正在建设;在北京,天津等地,为改善城市交通状况,修建了众多的结构各异的立交桥,真是百花齐放,规模宏伟,技术先进,星罗棋布,蔚为壮观。城建、交通、铁路共同竞进,正如我们这十多年来的经济建设一样,一片蓬勃发展的景象,这和我们修建武汉、南京长江大桥时,不可同日而语了。欣庆之余,使我感到有所不足。我们有着众多的桥梁工程建设实践,尚没有一本像美国的华德尔博士或霍尔及金纳教授等编写的那样的书。使我们丰富的实践上升到理论,进一步在理论上提高,为后继者留下宝贵的财富,使桥梁工程学科跻身于世界先进行列。

我们的祖先有过灿烂的文化遗产。从桥梁工程方面来说,有名的赵州安济桥,它那种敞肩圆弧拱的结构,是我国在一千二百年前所首创的。可是,它也和我国其他有名的古建筑一样,仅供后人游赏赞叹,而没有留下一张图纸,也没有留下一本有科学记录和论述的书。幸而在史料上留下这样几句话:“隋匠李春之迹也,制造奇特,人不知其所为……”。“匠人”,说明社会地位的低下;“人不知其所为”,说明没有任何资料记录他是怎样构思、计算、设计、施工的。就像我们知道历史上有个鲁班大师一样,只留下一些神话。那是封建社会,那种束缚生产力发展的对科学的愚昧态度,在现代,我们不能再重复了。

我们不仅要重视实践的记录,更要重视理论的探讨。我们的经济还在发展中,交通运输是基础设施。我们还要造更多的桥,我们还要在技术上不断提高,这是我们应当做得到的。科学技术是第一生产力,我们有责任发展丰富这门科学。

这些年来,我们一直敦促老工程师们将他们在实践中的经验写成书留给后人,在现代桥梁工程的发展上留下我们的足迹。最近,大桥局的老工程师王序森同志给我写了一封信,说他们用了九年的时间编写了一部《桥梁工程》,这正是我企盼已久的,要我为这本书写个序言,自是无法推辞了。

这本书的编校者，都是当年修建武汉长江大桥时，铁道部调集的桥梁界的精华。他们将毕生的精力贡献给新中国的桥梁工程建设事业，晚年又奉献了如许心血，我只有感动，欣喜。

这部一百七十万字的浩瀚巨著，包括了四十几年来几十座祖国各大水系及若干城市重要桥梁建设的经验；也包括了编著者在开放以后赴欧、美、日、苏等技术发达国家考察和国内专家学者交流的心得，是近代桥梁工程学科全面而又系统的论著，是我国自己的一本书。我仍然只有感动，欣喜。

编著者的写作态度是科学的，严谨的。收集、研究了大量的资料；论述由浅入深，以现代桥梁发展作为纲目；更重视在实际工作中的应用。对广大桥梁工作者在设计、施工、维修中都会有所助益，是一本很实用的书。

现在一本技术书籍著述不易，出版却又遇到不少困难。这部巨著在大桥局领导的资助下，得到铁道出版社的支持，终于可以付印了。我谨为此表示衷心的祝贺。

彭 敏

一九九二年三月二十八日

(彭敏同志 1954 年任武汉大桥工程局局长。后任国家科委副主任，铁道部副部长，国家建委副主任，国家计委副主任。现已离休。)

序 言

大桥工程局自 1953 年建局、修建武汉长江大桥以来,已经有了很大发展,先后修建了铁路、公路、城市大桥二百余座,遍及长江、黄河、珠江等全国各大河流。九江长江大桥钢梁跨度已达 216 米,铁路预应力混凝土梁跨度已达 80 米,在钱塘江二桥上连续长度达 1340 米,建造了国内最大的混凝土斜拉桥,直升式活动桥,正在修建主跨达 400 米的武汉长江公路混凝土斜拉桥和主跨 452 米的汕头海湾公路悬索桥等,在技术上都有了很大的发展和创新。新中国成立以来,交通建设发展很快,尤其是十一届三中全会以来改革开放新时期下,国家经济建设持续飞跃发展需要更多的铁路和公路桥梁。大桥局以自己的优良质量和娴熟技术为中国新时期桥梁建设作出了自己的贡献。这支装备精良,能打硬仗的专业桥梁建设队伍的形成、壮大和百战不殆的很重要的原因之一就是保持了建局以来所具有的对技术求精求新和对工作一丝不苟的优良传统,而这和老一代领导和科技骨干的以身作则,言传身教是分不开的。本书编写者校者就是修建武汉长江大桥之初国家由全国调集我局的最优秀的桥梁工程师。自那时开始,王序森同志等一直在本局工作达 40 年之久。他们以锲而不舍和严谨求实的精神,在年老体差极为困难的条件下,历时九载,写出了这部长达 170 万字的“桥梁工程”,无疑对我局技术队伍保持已有的优良传统、进一步发展桥梁事业和新技术是有益的。本书还融合了从作者的角度所体验到的大桥局以往的建桥经验,深浅兼备,是能够对不同层次的技术人员起到参考借鉴作用的。出于这样的考虑,我局在财力、人力各方面对本书的编写和出版给予了积极的支持,并得到了部、总公司领导关心和铁道出版社的协助。

大桥局所创立的许多建桥技术和工艺,多数已经为国内不少兄弟单位所采用,尤其是珠江、长江、黄河三大水系上的建桥工地到处可以见到这种成功的引用,这也是我局对祖国桥梁建设事业的一个贡献。本书的付印自然会流传到局外乃至路外的兄弟单位和同行。如果读者们能从中获得一点有益的启发,或者提出任何指正,那不仅是作者的心愿,也是我局的希望。

铁道部大桥工程局

1992 年 11 月 26 日

前 言

桥梁工程是一门专业应用学科,它是技术科学土木工程的一个分枝,应用于设计、建造、运用和养护桥梁。它主要包括三方面的具体内容:1. 桥梁的基本技术理论与结构机理,属于理性认识范畴;2. 桥梁技术工作中的一般实施方法和实例,有经验总结性质;3. 大型复杂桥梁遭遇到的特殊问题与对它们的剖析,通常经科学试验补充认识与实践之间的差距,指导解答当前的疑难。第一部分内容主要是专业院校系统教学所包涵的桥梁工程知识。第二部分主要由国家主管桥梁部门所颁布的政策法令,技术单位推荐的规范、细则,以及建成桥梁保存的档案、图纸等组成。第三部分则为针对历年产生与需要解决的问题,经研究后提出的报告、撰写的专著、会议的论文以及散见于报章杂志的情报文献。原始资料的来源是极其广泛的,在时间上跨越了近一个世纪,空间上包括各种桥梁,散布于世界各地,深度上涉及艰苦科学研究的成果;当需要熟悉桥梁工程基本要领时,对以上内容应有条理性的全面理解;运用桥梁工程原理解决具体疑难时,又要求对研讨的问题能清晰彻底掌握,因此整理编纂一部简明扼要的桥梁工程应用资料,对广大桥梁技术工作者是有一定参考意义的。例如本世纪初,美国华德尔博士(Dr. J. A. L. Waddell)编写的《桥梁工程》一书,40年代中,美国霍尔及金纳教授(Prof. G. A. Hool & Prof. W. S. Kinne)主编的,以桥梁为主要对象的土木工程系列丛书6卷,就属于这种性质的书籍。

二次世界大战以后,恢复旧桥与建造新桥成为迫切的双重任务,同时现代科学技术在各个领域都有飞跃的进展,成果也不断反映到桥梁建设中来,使桥梁理论与实践,显著提高,到80年代形成桥梁科学技术新的转折时期,新的桥梁型式和实施方式都蓬勃兴起。我国虽起步略晚,但情况也基本如此,技术与经验日趋成熟,但因发展很快,全面条理性的总结不多。本书的目的,就是企望将半世纪来的国内、外桥梁技术成就,结合切身工作中的体会,整理消化后,作一系统的陈述,供桥梁设计、施工、科研工作者查考。

本书的素材取自我国早年桥梁事业成长过程中的资料,建国后学习原苏联技术的资料,四十年来实施经济计划建设桥梁的资料,及近年访问西欧、原苏联、北美、日本大学、桥梁设计施工单位、研究院所中,积累的学习工作心得和记录,包括在长江、黄河、珠江、松花江等水系上建造大桥的资料,和在国际交流、与著名专家学者研讨时的笔记。编写中,以现代桥梁发展中的重点问题为纲目,按经典工程学科的排列顺序,加以联系,形成较连贯的完整表达。叙事由浅入深,不放弃基本概

念,使读者易于回忆论据;在触及课题核心时,亦不忽略推导思路,使读者可以独自权衡,判断、评价所得结论是否正确。至于熟知共识的技术内容,则文字从简,目的在于保持整体衔接,解释特殊与一般的关系。提出的课题着重说明近年的发展,更重视在实际工作中的地位与应用;因此,平行的内容篇幅有长有短,与一般课本及书籍有所差异。为了明白显示事物,采用较多的示意图例,以减少芜蔓的文字。书中的专业名词择要附注英译,以便于查找检索国外图书文献。

本书九年编写中,不断得到铁道部及大桥工程局的大力组织领导与物质资助,始能付印出版。搜集技术资料时,周璞、钱学新、殷万寿、方秦汉、周民侠、林荫岳、赵燧章等工程师帮助提供素材;大桥工程局科技工作人员协助文整;此外,某些专题前后得到茅以升、钱令希学部委员,日本依藤学、前田幸雄教授,大桥昭光、阿部英彦、西田繁一专家,美国林同炎院士,邓文中,张馥葵顾问工程师,J. W. Fisher 教授,英国 A. R. Flint 博士,J. A. Derrington,W. C. Brown 专家,原苏联西林院士,吉赫诺夫专家等的指导或教益,在此一并表示铭谢。

作 者

一九九二年十一月 于武汉

目 录

第一章 基本资料与总体布置

第一节 名词浅释.....	1
一、桥梁和桥梁分类	1
二、基本结构	2
三、桥梁工程	2
第二节 建造桥梁的基本原则与科学依据.....	3
一、建造桥梁的基本考虑	3
二、建造桥梁的科学依据	4
第三节 决定桥梁建设规模的自然与技术条件	44
一、自然条件.....	44
二、技术条件.....	45
第四节 桥梁工程建设的实施程序和技术准则	49
一、建桥程序.....	49
二、桥梁技术规范、工作细则和常用手册	50
第五节 桥位选择与总体规划	50
一、理想的桥位.....	50
二、选择桥位与总体规划中的问题.....	50
第六节 桥梁初步设计	52
一、初步设计的性质和内容.....	52
二、提出桥梁方案的具体工作步骤.....	53

第二章 上部结构

第一节 上部结构分类	55
一、按材料划分.....	55
二、按工艺特点划分.....	57
三、按设计性质划分.....	57
四、按结构体系划分.....	58
第二节 基本结构体系	58
一、上部结构的承重体系	58
二、结构布置.....	58
第三节 上部结构设计、施工中的技术工作.....	68
第四节 结构解析	69
一、解析工作内容.....	69
二、上部结构的工作状态与设计荷载.....	70

三、解析的要求	72
四、设计方法与解析要求的关系	73
五、工作状态、设计方法与安全度的关系	75
六、内力和变位计算	76
第五节 结构设计	124
一、一般情况	124
二、钢桥结构设计	126
三、混凝土桥结构设计	154
四、结合梁结构设计	209
第六节 钢梁制造	209
一、制造需用的图表	209
二、配制方法	214
三、制造中的主要工序	217
四、支座配制	225
五、制造中的特殊问题	225
第七节 钢梁安装	227
一、一般情况	227
二、安装前的准备工作	227
三、常用的安装方法	230
四、安装工艺	256
五、安装主要机具	258
六、安装中的几个问题	260
第八节 混凝土上部结构施工	266
一、一般情况	266
二、施工准备	267
三、工序及工艺	269
四、有代表性的梁跨施工方法	283
五、混凝土上部结构施工中的一些问题	293
第九节 上部结构的施工组织	311
第三章 各种桥式结构	
第一节 简支梁	313
第二节 连续梁	314
第三节 伸臂梁桥	316
第四节 拱 桥	323
一、一般情况	323
二、拱 轴 线	323
三、钢 主 拱	324
四、混凝土主拱	332
五、拱上或拱下构架	339
六、拱脚支承	340

七、拱脚移位	341
八、纵向水平力	342
九、混凝土收缩、徐变	342
十、系杆拱	342
十一、拱桥施工	343
十二、挠度调整	344
十三、拱桥发展的回顾及趋向	344
第五节 梁式组合结构	344
第六节 悬索桥	347
一、一般情况	347
二、悬索桥的适应性	348
三、设计计算	348
四、构造细节及安装方法	415
第七节 斜拉桥	432
一、一般情况	432
二、结构体系及内力调整	438
三、内力计算	445
四、动力特性	464
五、结构与构造细节	474
六、施 工	487
七、发展长跨度斜拉桥的研究与设想	489
八、斜拉桥的非线性结构问题	490
第八节 刚 桥	493
第九节 活 桥	495
一、单叶或双叶开启桥	496
二、直升式活动桥	509
三、平转式活动桥	520
第十节 高 架 桥	523
一、一般情况	523
二、结构型式	524
第十一节 便桥、浮桥、轮渡	525
一、便 桥	525
二、浮 桥	525
三、轮 渡	526
第十二节 斜交桥、曲梁	527
一、斜 交 桥	527
二、曲 梁	528
第十三节 世界各式代表性名桥布置略图	537
一、钢 桁 梁	537
二、混凝土桁梁	544

三、钢箱梁	547
四、混凝土箱梁	549
五、钢拱桥	552
六、混凝土拱桥	558
七、钢斜拉桥	559
八、混凝土斜拉桥	564
九、悬索桥	568
十、活动桥	575

第四章 下部结构

第一节 概 述	578
一、总体布置	578
二、技术论据	581
第二节 桥墩、桥台	584
一、一般情况	584
二、桥 墩	585
三、桥 台	631
第三节 墩台基础	651
一、概 述	651
二、岩土力学基本概念	652
三、基础设计	695
第四节 墩台基础施工	893
一、概 述	893
二、开挖基础	901
三、桩基础	909
四、管柱基础	935
五、沉井基础	958
六、气压沉箱基础	989
第五节 下部结构的施工组织	992
一、水中墩台	993
二、岸上引桥墩台	995

第五章 桥梁养护、改造及修复

第一节 综 述	998
一、概 况	998
二、验收交接文件	999
第二节 桥梁养护	999
一、检查及检查设备	999
二、桥梁检定	1000
三、桥梁维修	1001
第三节 桥梁技术改造	1002
一、加大桥梁净空	1002

二、提高部件承载力.....	1002
三、桥梁更新.....	1004
四、换 梁.....	1004
五、准备后期扩建条件.....	1005
第四节 修复受损桥梁	1008
一、自然灾害及事故处理.....	1008
二、战时抢修及复旧.....	1011
第六章 结 束 语	
第一节 近代桥梁工程的发展	1012
一、在交通网络综合运输方面.....	1012
二、在新技术方面.....	1013
三、在新结构方面.....	1014
四、新材料方面.....	1024
五、新工艺方面.....	1025
第二节 现代桥梁工程达到的水平和取得的成就	1026
第三节 应当注意掌握的技术观点	1027
附录	
附录一 非线性结构解析	1030
附录二 力矩分配法及柱比法	1039
附录三 现代桥梁技术发展大事记	1052

第一章 基本资料与总体布置

第一节 名词浅释

一、桥梁和桥梁分类

1. 桥梁

跨越障碍, 负荷车辆、行人、管道等在它上面通过的建筑, 称为桥梁, 简称为桥。

2. 桥梁分类

(1) 按桥梁使用目的划分

通行铁路的称铁路桥, 通行公路的称公路桥, 通行城市道路的称城市桥, 既通行铁路又通行公路或城市道路的称两用桥。各类桥梁一般都设置有人行道, 但仅仅为了行人过桥, 而不过车辆的称人行桥。此外, 仅支承水槽、管道通过的, 分别称渡槽或管道桥。

通过规定的负荷是桥梁存在的先决条件, 因此, 在任何桥梁工程中, 必须首先考虑这个问题。

(2) 按跨越的障碍区分

桥梁(Bridge)通常指跨越河流的建筑。为了进一步区分, 跨越主要障碍为峡谷或山头间的田野时称谷架桥(Viaduct), 为铁路公路时称跨线桥(Over-head Crossing)或立交桥, 为城区建筑物时称高架桥(Span Structure of Elevated Highway 或 Railway), 由岸边通向水中建筑物, 如码头、泵站时称栈桥(Jetty), 多条交通线交叉, 允许公路车辆从任何一条道路不受交叉干扰, 通顺地到达其它道路时, 将建造很多层立体跨越的桥梁, 这组桥梁连同联络线路, 统称为运输交换枢纽(Interchange)。

(3) 按桥梁主要部件(通常指桥跨结构)的材料分类

有木桥、砖桥、石桥、混凝土桥、钢筋混凝土及预应力混凝土桥、钢桥、其它金属桥如铝桥等。采用不同材料制成共同作用的主要部件的, 称结合梁桥。

混凝土及钢是近代修建桥梁使用的主要材料。

(4) 按桥梁对河流或周围环境的相对位置区分

有固定桥、能启闭的活动桥、部分结构如铁路桥面能够升降启闭的半活动桥, 和支承在船上的浮桥。

(5) 按桥梁的使用年限划分

有长期使用的永久性桥梁, 短期使用的临时性桥梁或称便桥, 战时使用的军用桥。军用桥多采用便于拆装的部件, 亦称拆装式桥梁。

(6) 按结构型式划分

梁式桥 简支梁桥

连续梁桥, 包括卫丘氏(Wichert)桁

	悬臂梁桥,包括悬孔联结和剪力铰联结
拱 桥	有推力拱,包括有铰拱及无铰拱
	无推力拱,包括系杆拱及拱梁组合结构
索 桥	悬索桥,包括有加劲梁及无加劲梁悬索桥
	斜拉桥
刚构桥	T 形刚构
	Π 形刚构
	斜腿刚构
	V 形墩上刚构
	板墙式及箱式刚构

二、基本结构

1. 单孔桥梁

最基本的单孔桥梁由两个端支承和支承间的架空结构所组成。两端支承结构称为桥台 (*Abutment*), 桥台与连接线上的路堤相衔接, 是桥和线路的过渡建筑。

架空的承重结构称为桥跨。桥跨的两端支点间距离, 称为跨径或跨长或跨度 (*Span*)。

2. 双孔及多孔桥梁

在两端桥台之间, 还设有一个(双孔)或多个(多孔)中间支承, 承托相应桥孔中的桥跨时, 中间支承称为桥墩 (*Pier*), 在浮桥中则为浮墩。两邻墩或墩台之间的距离称为孔径, 邻墩或墩台和桥跨包含的空间称为桥孔。习惯上, 墩台从一岸的正桥桥台(通常面向下游左岸边的正桥桥台)起, 计数识别, 这个桥台称零号台, 向右计数为 1 号墩、2 号墩……到右岸的正桥某号台; 向左计数, 为 01 号墩、02 号墩……到某号引桥桥台。桥孔则称为正桥第 1 孔、第 2 孔……, 左岸引桥第 1 孔、第 2 孔……, 右岸引桥第 1 孔、第 2 孔……等。右岸引桥桥墩继右岸正桥桥台连续计数, 直至某号引桥桥台。

3. 桥梁的上、下部结构

古代桥梁的原始承重结构体系有: 主要承受弯矩的梁 (*Beam* 如独木桥、石板桥), 主要承受压力的拱 (*Arch* 如赵州桥), 和承受拉力的索 (*Cable* 如泸定桥)。经过长期发展, 近代桥梁的桥跨, 构造上已经不是单一的元件, 受力体系也常常是复合的型式。一般, 桥跨连同墩台顶帽以上的塔、柱、拉、压、支撑杆、支座和行车桥面, 总称为上部结构 (*Superstructure*)。墩台身及墩台的承台 (*Footing*)、基础 (*Foundation*), 总称为下部结构 (*Substructure*)。

当上部结构和墩台采用刚性连接时, 桥跨和墩台联合受力, 按连接处的约束程度分配弯矩和反力, 墩台和其它支承也可以看成是梁体的延续部分, 例如 T 形、Π 形刚构、斜腿刚构、V 形桥墩这类布置, 特别在基础尺寸较小时, 很难按上、下部结构作出严格的区分。

三、桥梁工程

通常讲“桥梁工程”包括两种含义:

1. 指桥梁建筑的实体 (*Bridge Project*) 桥梁是铁路、公路、城市道路或管道系统中的一个组成环节, 两端引桥桥台是线路和桥梁的分界点。车辆、行人、管道由一端地面沿连接线按一定坡

度,经过桥台上桥,跨越障碍,到达另一端的桥台,再沿坡道回到地面线路;其中,桥孔跨越主要障碍物,如河道部分,称为正桥(*Bridge Proper*)。从引桥桥台连接到正桥的桥孔部分,如两岸陆上桥梁,称为引桥(*Approach*)。从引桥桥台到桥台,包括正桥与两岸引桥的上、下部结构,以及附属设施,如检查设备、台阶扶梯、护坡、导流堤、导航装置等的全部建筑物,总称为桥梁工程,例如南京长江大桥工程。

2. 指建造、运用桥梁的应用科学知识与技术(*Bridge Engineering*)包括有关桥梁的基础理论与研究,和桥梁勘测、设计、制造、施工、建筑处理以及养护桥梁的方法与工艺等,总称为桥梁工程学,简称桥梁工程。

本书内容基本属于后一含义范畴,但在说明问题时,常援引到前一含义实桥,作为例证。

第二节 建造桥梁的基本原则与科学依据

一、建造桥梁的基本考虑

由于桥梁是一种复杂结构,是国家工业和技术水平的综合体现,有关因素很多,重大桥梁工程,必须进行多方案的比较,研究技术上的可能性、先进性,与经济上的合理性,统筹考虑后作出抉择。

所谓桥梁的安全既包括桥上车辆、行人的安全,也蕴含桥梁本身的安全。桥建成前后,将负荷结构材料的自重,受温度、收缩、徐变或预加应力的影响;作用于桥梁的外荷载,有车辆、行人、机具、风力、水力、冰压、土压、地震力、船舶冲撞力等;支承的可靠性又取决于桥址水文、地质及基础支承与埋藏状态。所以,保证桥梁在施工期间,使用年限以内,多种自然情况及荷载组合下适当的安全度是对每一座桥梁的基本要求。

桥梁的适用要求包括:能通过相同于线路上的运量。能承载运行车辆的重量。能符合规定的技术条件,保证桥上正常行车,即有适合行车的视野,行驶平稳,不需要减速。不妨碍桥下交通及航行,也不影响桥头和引桥地区的环境与发展。建桥的目的,是为交通和发展城乡服务,以上有关使用的要求,应当作为主要问题考虑。

在安全、适用的前提下,经济是衡量技术水平,作出方案选择的主要因素。经济考虑应当包括造价、工料供应来源、使用年限、运营费用、估计将来发展的合理储备,和发生特殊情况时,桥梁具有的适应能力,经过通盘比较,并折合到每一车道的基本经济指标,才能做出最后的经济结论。

这里,对安全、适用两个前提,结合经济考虑,再作一些申叙,以澄清认识。其一,从辩证观点来看,难有绝对的安全与适用。过去规范(*Specification*)常采用安全系数(*Factor of Safety*)这个名词,联系构件的破坏强度,表达安全度,似乎桥梁结构,一般都存在着相当大的储备能力;实际的分析和经验,已促使现代规范,转而采用保证率这个名词,联系构件的塑性屈服状态,表达使用极限。使用中,不可能出现破坏极限,因为,那时桥梁早已不堪行车。也不可能采用100%的保证率,对于远期的发展,特殊的情况,如最大流量、航行水位、疲劳强度、船撞力、风力、地震力等,从经济观点,都不可能按最坏的情况设计,只能在设计中期望避免灾难性的破坏,对使用问题,如通航水位意外地高于设计采用的数值时,宁可停航几天,对过于长、大、重的货物,宁可停驶其它车辆,单独装上特殊车辆过桥或分件过桥,不能按难得一遇的情况设计,以求得较大