

“十一五”国家重点图书出版规划项目

公路桥涵设计手册

OVERALL DESIGN OF BRIDGE  
桥梁总体设计

---

姜友生 主 编  
彭宝华 苏善根 主 审



人民交通出版社  
China Communications Press

“十一五”国家重点图书出版规划项目

公路桥涵设计手册

# 桥梁总体设计

Overall Design of Bridge

姜友生 主 编  
彭宝华 苏善根 主 审

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书为“十一五”国家重点图书出版规划项目,为《公路桥涵设计手册》的一个分册。本书主要内容包括:总述,桥梁规划研究,桥梁技术标准及总体布置,梁式桥、拱桥、斜拉桥、悬索桥、组合结构桥梁总体设计,桥梁环境保护及景观设计,桥梁养护、监测与维修设计,桥梁全寿命设计与工程风险性分析等内容,涵盖了桥梁规划、设计、建设、养护等各方面,吸收了最新的研究成果,介绍了当今桥梁发展方向研究的关键技术,内容丰富,资料翔实,有很强的指导性、实用性。

本书可供从事桥梁规划、设计、科研等桥梁建设人员使用,也可供大专院校相关专业师生学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

桥梁总体设计 / 姜友生主编. —北京:人民交通出版社, 2012. 8

(公路桥涵设计手册)

“十一五”国家重点图书出版规划项目

ISBN 978-7-114-09950-2

I. ①桥… II. ①姜… III. ①桥梁设计—总体设计  
IV. ①U442.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 166590 号

“十一五”国家重点图书出版规划项目

公路桥涵设计手册

书 名:桥梁总体设计

著 者:姜友生

责任编辑:沈鸿雁 曲 乐 王文华

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757969,59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京盛通印刷股份有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:30.25

字 数:711千

版 次:2012年8月 第1版

印 次:2012年8月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-09950-2

定 价:120.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# 《公路桥涵设计手册》编审委员会

## 编写委员会

主任委员：凤懋润

副主任委员：刘士林 刘效尧 杨高中 张喜刚

郑皆连 顾安邦 谢邦珠 廖朝华

委 员：马 翥 王仁贵 王吉双 庄卫林

向中富 刘红明 朱新实 沈鸿雁

孟凡超 姜友生 高冬光 徐 岳

徐国平 焦永顺 韩 敏 鲍卫刚

詹建辉

## 审定委员会

万珊珊 刘新生 李守善 张继尧 苏善根

杨耀铨 周世忠 郑明珠 郑皆连 顾安邦

彭宝华

(以上名单按姓氏笔画排序)

## 《公路桥涵设计手册》主要编写单位

中交公路规划设计院有限公司

中交第二公路勘察设计研究院有限公司

湖北省交通规划设计院

四川省交通厅公路规划勘察设计研究院

河北省交通规划设计院

安徽省交通规划设计研究院

浙江省交通规划设计研究院

中交路桥技术有限公司

安徽省公路管理局

长安大学

同济大学

重庆交通大学

西南交通大学

厦门高格桥梁景观设计研究中心

华杰工程咨询有限公司

# 出版说明

改革开放以来,随着我国经济建设的快速发展,公路交通作为经济发展的“先行官”得到政府的高度重视,公路桥梁建设事业更是发展迅猛,成绩斐然。20世纪90年代初,为了及时总结公路桥梁设计经验,指导桥梁设计工作,在原交通部公路局的领导与支持下,人民交通出版社组织我国桥梁界专家学者,编写出版了我国第一套《公路桥涵设计手册》,包括《基本资料》、《墩台与基础》、《拱桥》、《梁桥》、《涵洞》、《桥位设计》、《桥梁附属构造与支座》七个分册。该系列手册全面系统地总结了我国几十年来积累的公路桥梁设计经验,对于推进桥梁设计理论与技术的发展起到了重要的作用。

1998年亚洲金融危机之后,国家加大对公路交通建设的投入,高速公路“五纵七横”规划全面实施,公路桥梁建设进入了前所未有的黄金时期。在此期间,我国桥梁工作者不断探索,勇于创新,自主设计,建成了一大批跨越大江大河甚至跨越海湾的、具有世界先进水平的大型桥梁,特别是东海大桥、杭州湾跨海大桥、苏通大桥、西堠门大桥等特大桥梁的修建,更是具有里程碑的意义。青岛海湾大桥、港珠澳大桥等一批世界级桥梁正在建设,我国的桥梁发展进入了一个新时代。截至2009年底,我国公路桥梁总数已达到62.19万座,计2700余万延米,其中,跨径600m以上的斜拉桥11座,跨径1000m以上的悬索桥12座(在建5座),拥有多项桥梁跨径的世界纪录。

大量的工程实践与关键技术攻关,使得我国桥梁建造技术与管理水平有了质的飞跃,我国桥梁建设水平已步入世界先进行列,正在由桥梁大国走向桥梁强国。在众多特大型桥梁的建设过程中,设计理念不断更新,新工艺、新技术、新材料、新设备得到推广应用,建造关键技术取得重大突破。无论是设计、施工与工程管理都积累了一大批宝贵的经验,代表了我国桥梁领域日益提高的科技水平与自主创新能力,凝聚着建桥人的智慧。认真而系统地总结,使其形成技术积累,形成我们国家桥梁建造具有自主知识产权的核心技术,更好地指导日后蓬勃开展的桥梁建设实践,其意义重大。为此,自2005年起,在凤懋润总工、郑皆连院士的倡议下,人民交通出版社决定在原有的《公路桥涵设计手册》基础上修订编写新版《公路桥涵设计手册》。编写该系列手册的目的就是要全面系统地总结我国公路桥涵设计经验,充分反映当前我国桥梁设计的技术水平,吸收国外桥梁设计的最新理念与技术,力求具有一定的前瞻性,使之成为桥梁设计工作者案头不可或缺的实用工

具书。

新版《公路桥涵设计手册》共 10 册,分别是《桥梁总体设计》、《桥位设计》、《墩台与基础》、《梁桥》、《拱桥》、《斜拉桥》、《悬索桥》、《桥梁附属构造物》、《预应力技术及材料设备》、《涵洞》,字数总计在 1 000 万左右。该手册自 2005 年开始编写,历时 5 年,中交公路规划设计院有限公司、中交第二公路勘察设计研究院有限公司、湖北省交通规划设计院、四川省交通厅公路规划勘察设计研究院、安徽省交通规划设计研究院、河北省交通规划设计院等多家交通行业一流设计单位和长安大学等高等院校担任各分册的主编单位,总体上代表了我国桥梁设计的最高水平。谢邦珠、刘效尧、孟凡超、廖朝华、顾安邦、高冬光等一批桥梁大师、专家为本书的出版尽心尽力、精益求精,确保了本手册的编审质量,也为《公路桥涵设计手册》编写成我国桥梁领域最高水平的权威之作提供了重要保证。

对于桥梁设计者来说,通过学习和利用手册中的新方法、新技术和结构方面的创新,通过对典型设计案例的学习,能提高设计质量与效率,优化设计,降低成本,从而为业主和国家带来巨大的社会效益。对于那些刚刚走上设计岗位的年轻工程师,此手册更是指导其开展设计工作的良师益友。

在未来相当长的一段时期内,随着国家高速公路网规划、农村公路网规划的实施及西部大开发战略的进一步实施,公路建设仍将快速发展,而《公路桥涵设计手册》的及时修订再版,无疑将对今后我国的桥梁建设提供有力的技术支持。

本手册在编写过程中,得到了交通运输部领导及各参编、参审单位领导的大力支持,在此一并表示诚挚的谢意!

《公路桥涵设计手册》编审委员会

2011 年 3 月

# 《公路桥涵设计手册 桥梁总体设计》

## 编审委员会

编审组顾问：凤懋润

主 编：姜友生

副 主 编：丁望星

主 审：彭宝华 苏善根

参加审核人员：方 志 庄卫林 向中富 刘效尧 朱冀军

沈鸿雁 杨耀铨 周 颖 顾安邦 徐 岳

鲍卫刚

主要编写人员：陈 卉 陈 军 张 伟 余厚振 张 铭

邹黎琼 张 巍 周炎新 袁任重 郭峰祥

常 英

参加编写人员：王成启 邓 海 王 敏 兰志雄 李 敢

陈刚毅 陈 璋 孟建丹 周拥军 钱 兵

高进华 詹建辉 熊友山 廖向东

(以上名单按姓氏笔画排序)



# 前 言

改革开放三十多年来,我国交通建设得到跨越式发展,桥梁建设也取得令世人瞩目的成就,各类体系桥梁的技术创新屡见不鲜,建成了一大批世界知名且各具特色的桥梁,成为了名副其实的桥梁大国,并正向桥梁强国迈进。作为一名桥梁建设者,我为我国桥梁建设取得辉煌成就感到无比自豪。21世纪初,一批又一批宏大的跨峡谷、越江海的桥梁工程动工兴建,我及同龄的同行们生逢盛世,赶上了这千载难逢的交通发展机遇,同时在前辈们的指导和教诲下,获得了许多学习锻炼的机会。

2006年,在凤懋润总工、郑皆连院士的积极倡导下,人民交通出版社组织相关专家对原有《公路桥涵设计手册》进行修订完善,并委托我们承担新增加的《桥梁总体设计》的编纂工作。随后我们积极准备,但确因近年交通建设任务特别繁忙,初稿一直拖到2009年上半年才勉强完成。由于事先策划不细,初稿质量深浅不一,总体设计思路不严,随后进行了长达三年共计九稿的修改,期间人民交通出版社组织专家进行了审查。

本书内容上,涉及桥梁规划、建设标准、设计、施工、监控、养护、维修、环保、景观、全寿命、科研等各方面。但由于桥梁结构形式丰富多彩,桥梁建设各项工作纷繁复杂,很难以一文详概之,故章节行文上有所侧重。桥梁规划中仅着重介绍桥梁规划的方法及影响桥梁规划的关键因素,重点介绍桥位选择的方法;为方便从业者查阅技术参数,用一章篇幅介绍公路桥梁技术标准、总体布置及常用建筑材料技术指标;桥梁结构形式千种百样,文中仅能以梁式桥、拱桥、斜拉桥、悬索桥、组合结构桥梁来分类述之,且偏重对目前使用较多、发展较快的桥型予以介绍,这是本书之重点;桥梁结构耐久性、监控、养护、维修与桥梁设计密切相关,更能体现当今可持续发展、以人为本之理念,故辟篇章介绍;随着经济发展、社会进步,城市桥、特大桥及一些特殊桥梁(如公园内桥等)特别重视桥梁景观设计,故也单列一章介绍。

本书所涉及内容其实也是近几十年来,我国乃至世界桥梁建设成就的概括,在编写中我们参阅了大量文献专著,同时文中也直接引用了一些同行的技术资料,在此,谨向广大桥梁建设者、专著及论文作者表示崇高的敬意和深深的感谢!

本书在编写过程中,得到了湖北省交通规划设计院、华杰工程咨询有限公司、中交公路规划设计院有限公司、中交第二公路勘察设计研究院有限公司、四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院、河北省交通规划设计院、重庆交通大学、湖南大学、同济大学、安徽省交通运输厅、人民交通出版社等单位的专家和领导的大力支持,谨在此一并表示诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和错误之处,敬请读者批评指正,使之不断完善。意见请发至《桥梁总体设计》编写小组电子邮箱 [dingwangxing@126.com](mailto:dingwangxing@126.com)。

编 者

2012年3月

# 目 录

第一章 总述	1
第一节 桥梁总体设计基本思想	1
第二节 桥梁总体设计基本要求与程序	7
第三节 桥梁总体设计主要内容	9
第二章 桥梁规划研究	21
第一节 影响桥梁规划研究的因素	21
第二节 桥位总体规划研究程序	23
第三节 桥位选择	24
第三章 桥梁技术标准及总体布置	30
第一节 一般技术标准规定	30
第二节 桥梁净空限界	32
第三节 桥梁作用(荷载)及组合	39
第四节 桥梁总体布置	58
第五节 桥梁建筑材料	68
第四章 梁式桥总体设计	76
第一节 案式桥概述	76
第二节 梁式桥分类及特点	76
第三节 梁式桥发展水平	81
第四节 梁式桥设计	87
第五节 梁桥施工方案	111
第六节 梁桥分析计算与试验研究	121
第七节 工程实例	129
第五章 拱桥总体设计	145
第一节 拱桥概述	145
第二节 拱桥的特点及适用性	148
第三节 拱桥分类及典型实例	152
第四节 拱桥发展水平及方向	155
第五节 拱桥设计	157
第六节 拱桥施工方案	165
第七节 拱桥试验与研究	173
第八节 拱桥总体分析计算	176
第九节 工程实例	180

<b>第六章 斜拉桥总体设计</b> .....	196
第一节 斜拉桥概述.....	196
第二节 斜拉桥的特点及适应性.....	198
第三节 斜拉桥分类及典型实例.....	199
第四节 斜拉桥发展水平及方向.....	206
第五节 斜拉桥设计.....	208
第六节 斜拉桥施工方案.....	236
第七节 斜拉桥总体分析计算.....	242
第八节 斜拉桥试验与研究.....	247
第九节 工程实例.....	249
<b>第七章 悬索桥总体设计</b> .....	266
第一节 悬索桥概述.....	266
第二节 悬索桥的特点及适应性.....	269
第三节 悬索桥分类及典型实例.....	273
第四节 悬索桥发展水平及方向.....	278
第五节 悬索桥设计.....	280
第六节 悬索桥施工方案.....	292
第七节 悬索桥总体分析计算.....	301
第八节 悬索桥试验与研究.....	306
第九节 工程实例.....	311
<b>第八章 组合结构桥梁总体设计</b> .....	327
第一节 组合结构桥梁概述.....	327
第二节 组合结构桥梁的特点.....	328
第三节 组合结构桥梁分类.....	329
第四节 组合结构桥梁发展情况.....	335
第五节 组合结构桥梁设计.....	337
第六节 工程实例.....	351
<b>第九章 桥梁环境保护及景观设计</b> .....	353
第一节 桥梁环境保护.....	353
第二节 桥梁景观设计.....	366
<b>第十章 桥梁养护、监测与维修设计</b> .....	388
第一节 桥梁养护.....	388
第二节 桥梁健康监测.....	398
第三节 桥梁维修设计.....	417
<b>第十一章 桥梁全寿命设计与工程风险性分析</b> .....	435
第一节 桥梁全寿命设计.....	435
第二节 大型桥梁工程常见风险因素的风险分析.....	457
<b>参考文献</b> .....	469

# 第一章 总 述

## 第一节 桥梁总体设计基本思想

### 一、桥梁发展与设计理念

#### 1. 桥梁建设发展

桥梁是人类在漫长的历史进程中,为生产发展、克服天然障碍而建设的人工建筑物,也是人类文明史上古老、壮观和美丽的建筑工程。它凝聚着人类的聪明才智,体现了不同时代的文明与进步。远古的桥梁概念是从自然中得到启发。据研究,世界最老的桥梁出现在公元前6000年~公元前4000年现今小亚细亚一带。在公元前4000年左右,我国新石器时代的半坡村遗址中,就发现了我国最早的桥梁。以赵州桥为代表的我国古代石拱桥,在世界桥梁史上具有十分重要的地位,是中华民族历史文化的骄傲。从18世纪工业革命到20世纪中期,我国桥梁发展缓慢,与西方发达国家拉开差距。在改革开放短短的30多年中,我国桥梁建设取得了举世瞩目的巨大成就,桥梁技术达到了世界先进水平,跻身于世界桥梁技术强国之列。如今,在我国众多的跨越江、河、湖、海的高速公路、铁路上,不同类型、不同跨径的桥梁,千姿百态,长虹卧波,异彩纷呈,彰显着我国现代桥梁建设的辉煌成就。

我国桥梁建设的成就可概括为:实现了各类桥型跨径的突破,桥梁理论不断创新,桥梁建设成套技术不断成熟,桥梁美学广泛重视,可持续发展理念得以深入体现。

#### 1) 桥梁跨径不断突破

我国大跨径桥梁建设,自20世纪80年代开始到90年代进入辉煌发展时期。截至2010年年底,我国主跨400m以上的桥梁已建成50多座,在建18座;主跨800m以上的桥梁建成11座,在建5座;主跨1000m以上的桥梁建成9座,在建4座。已建的梁桥、拱桥、斜拉桥和悬索桥的最大跨径分别达到了330m、552m、1088m和1650m。

在这些超大跨径桥梁的总体规划与方案实施中,一系列关键技术研究、结构细节设计、耐久性设计、环境与景观设计、施工工艺方面有许多技术有了创新和突破,且技术日益成熟,对现代桥梁的发展影响深远。

斜拉桥:我国斜拉桥建设起步于20世纪70年代,快速发展于90年代,已建成的斜拉桥数量居世界之最,其中主跨500m以上的斜拉桥18座(截至2010年年底)。目前,仍有一批大跨径斜拉桥(例如主跨818m的九江长江公路大桥)正在建设之中。2008年建成通车的世界上主

塔最高、群桩基础规模最大、斜拉索最长、跨径最大的苏通长江公路大桥,获得了美国国际桥梁协会授予的“乔治·理查德森奖”,主跨达 1 088m,成为世界第一大跨径斜拉桥。香港昂船洲大桥主跨达 1 018m,桥塔造型极具特色,为当前世界第二大跨径斜拉桥。世界跨径前 10 名的斜拉桥(至 2010 年年底)见表 1-1-1。

世界跨径前 10 名的斜拉桥(至 2010 年年底)

表 1-1-1

序 号	桥 名	国 家	竣工年份	主跨跨径(m)
1	苏通长江公路大桥	中国	2008	1 088
2	昂船洲大桥	中国香港	2009	1 018
3	鄂东长江公路大桥	中国	2010	926
4	多多罗大桥	日本	1999	890
5	诺曼底桥	法国	1995	856
6	九江长江公路大桥	中国	在建	818
7	荆岳长江公路大桥	中国	2010	816
8	仁川大桥	韩国	2009	800
9	上海长江大桥	中国	2009	730
10	上海闵浦大桥	中国	2010	708

悬索桥:我国现代化悬索桥起步虽晚,但发展十分迅速,且不断取得了跨径上的突破。针对日益复杂的地质、气象等自然环境条件,在大跨度桥型结构方案、关键技术及实施工艺上有了巨大突破和创新的代表作品,例如武汉阳逻长江公路大桥针对软弱地质条件采用圆形地连墙锚碇基础,舟山西堠门大桥针对海洋气象条件主梁采用分离式双钢箱断面等,其中 2009 年底建成通车的舟山西堠门大桥主跨 1 650m,为世界第二大跨径的悬索桥。世界跨径前 10 名的悬索桥(已建成)见表 1-1-2。

世界跨径前 10 名的悬索桥(已建成)

表 1-1-2

序 号	桥 名	国 家	竣工年份	主跨跨径(m)
1	明石海峡大桥	日本	1998	1 991
2	舟山西堠门大桥	中国	2009	1 650
3	大贝尔特桥	丹麦	1998	1 624
4	润扬长江公路大桥	中国	2005	1 490
5	亨伯尔桥	英国	1981	1 410
6	江阴长江公路大桥	中国	1999	1 385
7	香港青马大桥	中国香港	1997	1 377
8	维拉扎诺桥	美国	1964	1 298
9	金门大桥	美国	1937	1 280
	阳逻长江公路大桥	中国	2007	
10	高岸桥	瑞典	1997	1 210

拱桥:我国的拱桥技术已实现国际领先,形式丰富多彩。截至 2009 年底,建成主跨 300m 以上的拱桥有 15 座。我国拥有多项跨径的世界级纪录:石拱桥(山西丹河大桥石拱桥,主跨 146m),双曲拱桥(河南前河大桥双曲拱桥,主跨 150m),预应力混凝土桁式组合拱桥(贵州江界河大桥,主跨 330m),劲性骨架箱形混凝土拱桥(万县长江大桥,主跨 420m),钢管混凝土拱桥(巫山长江大桥,主跨 460m),钢箱拱桥(上海卢浦大桥,主跨 550m),钢桁架拱桥(重庆朝天门长江大桥,主跨 552m),均分别位居同类型桥梁世界第一大跨。世界跨径前 10 名的拱桥(已建成)见表 1-1-3。

世界跨径前 10 名的拱桥(已建成)

表 1-1-3

序 号	桥 名	地理位置	竣工年份	主跨跨径(m)
1	重庆朝天门长江大桥	中国	2009	552
2	卢浦大桥	中国	2003	550
3	New River Gorge	美国	1977	518.1
4	Bayonne	美国纽约	1931	504
5	Sydney Harbour	澳大利亚	1932	502.9
6	巫山长江大桥	中国	2005	460
7	巴东支井河大桥	中国	2009	430
8	广州新光大桥	中国	428	428
9	重庆万州长江大桥	中国	1997	420
10	KRK	克罗地亚	1979	390

预应力混凝土梁桥:梁桥在我国应用最为广泛,数量巨大,截至 2009 年底,已建成主跨 200m 以上的预应力混凝土梁桥有 20 多座,虎门大桥副航道桥为主跨 270m 的预应力混凝土连续刚构桥,位居同类型桥梁世界第四。重庆石板坡长江大桥复线桥采用主跨 330m 的连续刚构桥,主梁采用预应力钢—混凝土混合梁,主跨达到了 330m,中间 108m 采用钢箱梁结构,两端均为预应力混凝土箱梁。世界主跨 250m 以上的梁桥(已建成)见表 1-1-4。

在广泛采用传统桥梁结构的同时,悬—拉组合体系、梁拱组合体系桥梁,矮塔斜拉桥、自锚式悬索桥、钢—混凝土结合梁及混合梁桥等,近几年也有较快发展,并积累了一批成功经验。

## 2) 桥梁科研设计理论不断创新

桥梁的分析计算、施工控制理论、计算机辅助设计技术等新成果不断取得并推广应用,新材料、新工艺、养护技术等不断突破。结合工程项目的科研试验工作,推动了桥梁的创新和技术进步,例如苏通大桥、鄂东大桥、荆岳大桥等几座特大跨径斜拉桥施工控制均采用无应力索长控制技术,在线形控制方面效果显著;混凝土梁桥体外预应力、塑料波纹管及真空辅助吸浆工艺、大型预应力混凝土箱梁整体预制和节段安装、钢结构与混凝土结构的防腐技术,以及高性能混凝土、高强度钢材等新材料的应用,增大了桥梁跨越能力,提高了结构的耐久性等。

世界主跨 250m 以上的桥梁(已建成)

表 1-1-4

序号	桥名	地理位置	竣工年份	主跨跨径(m)
1	重庆石板坡长江大桥复线桥	中国	2006	330
2	Stolma Bridge	挪威	1998	302
3	Raftsunder Bridge	挪威	1998	298
4	Asuncion Bridge	巴拉圭	1979	270
	虎门大桥辅航道桥	中国	1997	270
5	苏通长江大桥辅航道桥	中国	2008	268
6	云南元江(红河)大桥	中国	2003	265
7	Varodd-2 Bridge	挪威	1994	260
	Gateway Bridge	澳大利亚	1985	260
	福建宁德下白石大桥	中国	2003	260
	重庆鱼洞长江大桥	中国	2008	260
8	泸州长江二桥	中国	2000	252
	江安长江大桥	中国	2007	252
9	Confederation Bridge	加拿大	1997	250
	Schottwien 桥	奥地利	1989	250
	Doutor 桥	葡萄牙	1991	250
	Skye 桥	英国	1995	250

### 3) 桥梁建设成套技术不断成熟

我国已实现自行设计、施工及使用国产材料,完成深水大跨桥梁的建设。以苏通长江公路大桥、杭州湾跨海大桥、武汉阳逻长江公路大桥、舟山连岛工程、鄂东长江公路大桥及荆岳长江公路大桥为标志的大型桥梁工程的相继建成,树立起了中国桥梁建设的里程碑。依靠科技创新,成功攻克了各种复杂地质和水文条件下的超大深水群桩基础、特大型重力式锚碇、超高索塔、超宽混凝土主梁、超宽钢加劲梁、超长斜拉索和超长悬臂等施工以及各种类型桥梁上部结构的制作、安装等,取得了设计和施工的成熟经验。

### 4) 桥梁景观不断丰富

近年来,桥梁景观设计作为桥梁设计的一部分,理念不断提升,以跨江越海的特大桥梁和城市交通桥梁为代表的一批造型优美、结构新颖、自然和谐精品工程不断出现,取得了良好的桥梁景观效应。

### 5) 可持续发展理念不断深入

随着综合国力的增强和桥梁技术的发展,人们不断重视桥梁结构耐久性研究,在众多特大桥设计中进行工程风险性分析和桥梁全寿命周期设计,适当加大建设投入,优选桥梁建筑材料,优化桥梁施工工艺,强化施工现场管理,建立桥梁长期健康监测系统,加强运营期间的养护管理,延长结构使用寿命,以提高资源利用效率,保护环境资源。

## 2. 桥梁设计理念

在桥梁的设计过程中,理念的更新对设计人员来说尤为重要。在尊重传统基本设计原则和标准的基础上,通过技术进步、灵活设计,创作设计出跨越能力大、承载能力强、耐久性好、景观效果佳的作品是设计工作者的不断追求。



理念是桥梁设计的灵魂,随着桥梁技术的快速发展,桥梁设计理念也不断进步。目前,国内桥梁工程中的前沿设计理念主要包括:新型桥型结构设计,桥梁美学与环保设计,桥梁结构耐久性设计,桥梁结构全寿命设计等。

### 1) 新型桥型结构设计理念

按照受力体系分类,桥梁可分为梁式桥、拱式桥和悬拉桥三大基本体系。三大基本体系相互组合,得到了几种组合结构体系,如悬索斜拉组合、斜拉连续组合等。

**多跨斜拉组合:**由于斜拉桥是一个自锚体系,在跨海长桥中,人们容易想到多跨斜拉桥,一种是类似于马拉开波桥的形式,用刚度很大的塔支承每一个悬臂部分,在两塔的悬臂端间设一简支挂孔;另一种是多塔密索体系斜拉桥,主梁是连续的,中间塔的刚度放大或者在中间塔顶有拉索锚固于边跨桥台上或边跨塔的塔梁结合处,例如,香港的汀九桥,它中间跨也达到448m和475m,就是属于后者。由于前者体系刚度小、行车不舒适,现极少采用。

**悬索斜拉组合:**由于悬索结构需要强大的锚碇结构,不仅对锚固地基有一定要求,而且工程量大、施工不便。而斜拉桥是一种完全的自锚体系,克服了悬索桥的缺点,将两者完美结合是一种非常合理经济的方案。土耳其伊兹密特港口大桥和我国的伶仃洋东航道桥设计时曾考虑了这种桥型方案,即在塔的附近采用斜拉桥方法,而跨中附近采用悬索桥的悬吊方法,并把悬索主缆中的拉力锚固于边跨末端的锚碇中,这样锚碇受力就大大减少。这种桥型既克服了斜拉桥由于悬臂长度加大而引起主梁压力过大的问题,又减少了大跨悬索桥中主缆的拉力和锚碇的工程量(初步估算拉力减小20%~30%),还增加了风稳定性,但斜拉与悬吊交界段的刚度不协调、应力变幅大、吊杆疲劳等关键技术难题仍没有得到很好的解决。

**斜拉连续组合:**矮塔斜拉桥是斜拉桥和连续梁桥结合的新型桥型,这种桥型采用斜拉索和主梁共同承担外力,相对于外力全部由斜拉索承担的斜拉桥,降低了桥梁造价。同时可减小斜拉索的应力变幅,提高斜拉索的容许拉应力,减少斜拉索的用量。桥塔高度仅为斜拉桥主跨跨度的1/10左右,减少了高空作业,在一些建筑高度受到限制的地方也可以修建,对于斜拉桥和连续梁桥的实用范围都有所扩展。

**斜拉拱组合:**由于桥塔越修越高,混凝土浇筑、挂索等高空作业的难度越来越大;斜拉索越来越长,其垂度影响就越显著,张拉、控制等施工难度逐渐加大;斜拉索的对数很多,其大量的抗拉能力都消耗在水平分力上,造成钢索浪费。如把拱桥和斜拉桥有机结合,就能较好地解决这些问题。

### 2) 桥梁美学与环保设计理念

成功的桥梁建筑总是把桥梁的品质和桥梁的美学价值相统一。因而,桥梁设计师在考虑桥梁结构的可靠性和经济性的同时,还应注重提升桥梁的美学价值。桥梁建筑美学的基本要素包括建筑风格、比例协调、均衡稳定、统一和谐、韵律优美、观赏效果良好等。

现代桥梁建筑美学特征还体现在“简洁明快、轻巧纤细、连续流畅”等方面。

桥梁建筑既受环境影响制约,同时也影响周围的环境。因此桥梁建筑不仅应具有本身的技术美学,还要与周围的景观和整个环境相协调。

同时还应树立“资源节约、环境友好”的设计理念,通过科技进步和创新,使所设计的产品满足绿色工程要求。绿色设计原则如下: