

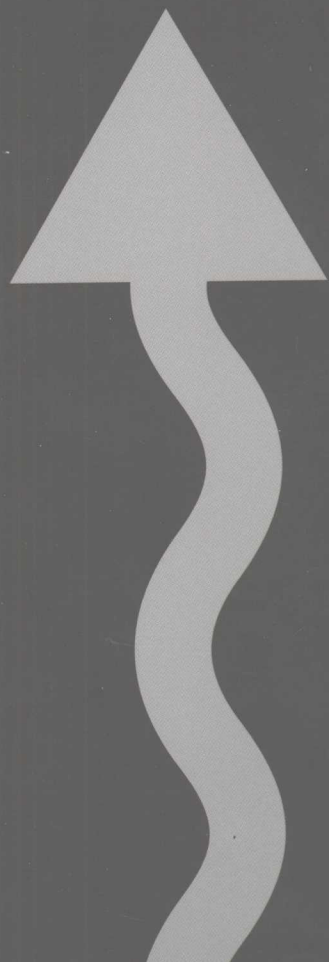
新 建 筑 艺 术 赏 析 丛 书

The Art of  
Bridge

新世纪桥梁建筑艺术赏析

刘古岷 陈小兵◎编著

Construction  
in the New Century



东 南 大 学 出 版 社

新建筑艺术赏析丛书

# 新世纪桥梁建筑艺术赏析

刘古岷 陈小兵 编著

东南大学出版社

· 南 京 ·

## 图书在版编目（C I P）数据

新世纪桥梁建筑艺术赏析 / 刘古岷, 陈小兵编著  
— 南京 : 东南大学出版社, 2011. 5  
(新建筑艺术赏析丛书)  
ISBN 978-7-5641-2681-0

I. ①新… II. ①刘… ②陈… III. ①桥梁工程 - 建筑艺术 - 鉴赏 - 世界 - 现代 IV. ①U44

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第042773号

出版发行: 东南大学出版社  
社 址: 南京市四牌楼 2 号 邮编: 210096  
出 版 人: 江建中  
网 址: <http://www.seupress.com>  
电子邮箱: [press@seupress.com](mailto:press@seupress.com)  
责任编辑: 魏晓平  
经 销: 全国各地新华书店  
印 刷: 南京玉河印刷厂  
开 本: 889mm × 1194mm 1/24  
印 张: 6.25  
字 数: 166千  
版 次: 2011年5月第 1 版  
印 次: 2011年5月第 1 次印刷  
书 号: ISBN 978-7-5641-2681-0  
定 价: 25.00元



本社图书若有印装质量问题, 请直接与读者服务部联系。电话(传真): 025-83792328

# 目 录

---

- 1 前言
- 9 阿拉米罗大桥 西班牙塞维利亚 圣地亚哥·卡拉特拉瓦 1992
- 12 泰晤士河千禧年桥 英国伦敦 诺曼·福斯特+阿勒普联合设计事务所 1992—2002
- 16 西蒙娜·德·波伏瓦步行桥 英国伦敦 迪埃特马尔·费契汀格尔 1999—2006
- 19 塞缪尔·贝克特桥 爱尔兰都柏林 圣地亚哥·卡拉特拉瓦 2001
- 23 萨拉戈萨廊桥 西班牙萨拉戈萨 扎哈·哈迪德建筑事务所 2005—2008
- 26 阿布扎比主入口门桥 阿拉伯联合酋长国阿布扎比 扎哈·哈迪德建筑事务所 1997—2010
- 29 盖茨黑德千禧年桥 英国盖茨黑德 威尔金森·艾尔+吉福德与合伙人事务所 2000
- 33 美秀博物馆步行桥 日本京都 贝聿铭+柯布·弗里德 1996—1997
- 37 斯特拉斯堡与凯尔之间的步行桥 德法边界 马克·曼朗 2007
- 40 威尼斯宪法桥 意大利威尼斯 圣地亚哥·卡拉特拉瓦 2002—2004
- 43 米约大桥 法国米约 诺曼·福斯特+米希尔·维洛热 2004
- 46 里翁-安蒂里翁大桥 希腊科林西亚海湾 雅克·孔布 1998—2004
- 49 伊拉斯穆斯大桥 荷兰鹿特丹 本·冯·贝克尔等 1996
- 53 安进公司基因螺旋步行桥 荷兰鹿特丹 约翰逊建筑事务所与KPFf工程师事务所 2005
- 55 空中玻璃廊桥 美国大峡谷 马克·约翰逊 2007
- 59 天津奉化桥 中国天津 马克·曼朗+天津城建设计院 2007
- 62 耶路撒冷轻轨桥 耶路撒冷 圣地亚哥·卡拉特拉瓦 2004—2008
- 64 兰卡威天空之桥 马来西亚兰卡威 设计者不详 2004
- 66 森尼伯格大桥 瑞士Lanquart山谷 克里斯汀·梅恩 1998
- 70 魏尔莱茵与于南格之间的步行拱桥 德法边境 迪埃特马尔·费契汀格尔 2002—2007
- 73 韦伯网桥 澳大利亚墨尔本 DCM公司+马歇尔·欧文 2004
- 76 多瑙河干流步行桥 德国埃森 理查德·迪德里赫+海因茨·布里宁霍夫 1986
- 79 曼彻斯特千禧年开启桥 英国曼彻斯特 卡洛斯·费尔南德斯·卡萨多 2000

- |                    |                                |
|--------------------|--------------------------------|
| 81 克诺克步行桥          | 比利时法兰德斯 伊与合作伙伴 2004—2007       |
| 83 奥利韦拉大桥          | 巴西圣保罗 设计者不详 2005—2008          |
| 85 奥伦塞千禧年桥         | 西班牙圣地亚哥 圣地亚哥·卡拉特拉瓦 2001        |
| 88 穆尔河之岛           | 奥地利格拉兹 维多·艾肯西 2003             |
| 90 古斯塔夫·费尔波特开启桥    | 法国鲁昂 卡洛斯·费尔南德斯·卡萨多 2000        |
| 92 基尔-霍恩折叠桥        | 德国北海岸 冯·盖坎·玛格及合伙人 1997         |
| 95 沙瓦农高架桥          | 法国沙瓦农 让·穆勒 2000                |
| 97 斯波伦堡-博尼奥大桥      | 荷兰阿姆斯特丹 West8阿德里安·古兹 1998—2004 |
| 99 米德尔博格和斯托克顿的梯斯河桥 | 英国东海岸 远征工程+斯彭斯协会 2009          |
| 101 利默里克大学生活桥      | 威尔金森·艾尔建筑师事务所 爱尔兰都柏林 2007      |
| 104 其他现代艺术桥梁集锦     |                                |

# 当代桥梁建筑艺术

---

建筑中的奇葩（前言）

桥梁属于建筑的一个分支，多年以来，好像建筑是属于美学范畴的，而桥梁是属于结构工程的，两者之间似乎差距很大。其实结构工程师也不是不研究建筑美学，例如1955年建造的武汉长江大桥的桥头堡，就是桥梁美学大师唐寰澄先生的杰作，他用西方的建筑设计手法把美妙的中国元素表现得如此合情合理，完全看不出丝毫人工雕琢的痕迹。直至今日它还是一个经典的样板。此后20年，中国在桥梁建筑美学上面没有明显的成就，但桥梁界的工程师们还是在求变化的。南京大桥桥头堡的三面红旗，是当时时代的产物，其实在建筑美学上面还说过得去；九江大桥用中间三个大拱来加强跨中的刚度；就是1999年通车的芜湖大桥，也是想用斜塔来加劲钢梁，改变一下长江上面桥梁的形式，但由于附近有一个机场，所以塔的高度受到了限制，结果现在建成的芜湖大桥很不好看。

作为建筑的一个分支，桥梁建筑也受到国际建筑界潮流变化的影响。20世纪60年代，国际主义建筑风格几乎走到了

尽头，这时美国建筑理论家罗伯特·文丘里（Robert Charles Venturi）首先提出质疑。他不赞成密斯的“少就是多”的指导思想，他主张用历史风格和通俗文化风格来丰富建筑的审美性和娱乐性，他的小册子《建筑的复杂性和矛盾性》（1966年）提出了一套与现代主义建筑针锋相对的建筑理论和主张，在建筑界特别是年轻的建筑师和建筑系学生中，引起了震动和响应。耶鲁大学的建筑史教授斯卡里说：“这本书是自1923年勒·柯布西耶的《走向新建筑》以来影响建筑发展的最重要的著作，它的论点像是拉开了幕布，大开了人的眼界。”1972年，文丘里与夫人斯科特·布朗及赫尔伯特·甘合写了《向拉斯维加斯学习》的小册子。书中说，过去搞建筑的人都向罗马学习，而现在应向赌城拉斯维加斯学习。他说，过去人们都崇尚“英雄性和原创性的建筑作品”，其实建筑师也可以“创作丑的和平庸的建筑”，他在该书中的一句名言是“大街上的东西几乎都不错”，提出了建筑应当更加接近通俗文化。文丘里概括说：“对艺术家

来说，创新可能就意味着从旧的现存的东西中挑挑拣拣。”实际上，这就是后现代主义建筑师的基本创作方法。文丘里的这两本书可以说是后现代主义建筑的纲领性文件，从此建筑摆脱了国际主义风格的束缚，走向了多元化的广阔天地。

20世纪70—90年代，是建筑理论与建筑实践欣欣向荣的时代，出现了诸如菲利普·约翰逊、贝聿铭、理查德·迈耶、弗兰克·盖里、诺曼·福斯特、伦佐·皮亚诺等上百位顶级建筑师，他们的作品现在无处不在。建筑实践的变化也直接影响到桥梁设计。20世纪80—90年代，西班牙建筑师圣地亚哥·卡拉特拉瓦在西班牙设计的几座桥引起了巨大的轰动，成为21世纪前后20年里桥梁美学设计发生翻天覆地变化的创始者。

卡拉特拉瓦1985年设计的巴塞罗那博览会罗德巴赫拱桥(Bach de Roda-Felipe II Bridge)，用一个斜拱来支撑主拱，从而取代了拱桥设计中常年沿用的风撑。这一个设计引起了不小的影响。确立卡拉特拉瓦在当代桥梁界美学大师地位的里程碑设计还要数1992年设计的西班牙塞维利亚阿拉米罗大桥。这是一座斜塔单索面的步行桥（图1.1），该桥桥身主跨200m，总长250m，宽32m，由一个142m高、倾斜约 $58^\circ$ 的斜塔所承载，用13对拉索，托起一条凌空于瓜达基维河上的六边形钢质箱型梁。整座大桥犹如一只昂首的天鹅或一架巨大的白色竖琴，典雅美观，散发着高雅的神

韵。通常的斜拉桥是通过塔后面的拉索取得与塔前拉索的平衡，而阿拉米罗大桥的后倾塔用其自重代替了后拉索。用技术语言说，就是每一对拉索对塔基的力矩正好与拉索附近的桥塔重量对塔基产生的力矩相平衡。这是一个经过严格而精确计算的结果。这个桥梁的设计不仅对传统的桥梁结构力学设计是一次创新，在桥梁美学上面更是留下了深刻的影响。我国2000和2002年在哈尔滨太阳岛和苏州石湖也分别仿造了这个桥型，似乎没有领会阿拉米罗大桥的实质。苏州石湖桥是一个双向四车道，主跨80m的双斜塔单向双索面桥，斜塔显得十分笨重，失去了“轻盈”的主旨，除新鲜外，没有什么让人难以忘怀的“美感”。

卡拉特拉瓦在近20年中先后设计了大约30座桥，形式各不相同，美感历历在目，这些在本书中都有较详细的介绍，这里就不赘述了。

卡拉特拉瓦的设计对建筑界和桥梁界提出了一个相同的问题，就是如何在桥梁建筑中体现“美”。这就要求我们对桥梁美学有一个比较正确客观的理解。

唐寰澄先生在他的著作《桥梁美的哲学》（中国铁道出版社，2000）一书中谈到“美”的种种表述时引用了下面的几位古代著名哲学家的名言：

（1）希腊雕刻家毕达哥拉斯给美的定义为“美就是和谐”。

(2) 希腊哲学家苏格拉底说：“美必定是有用的。衡量的标准就是效用。有用就美，有害就丑。”

(3) 亚里斯多德的观点：“美与不美，艺术品和现实事物的分别，就在于美的东西和艺术作品里，原来零星的因素结合为一体。”“美就在于体积的大小和秩序。”

(4) 维特鲁威在《建筑十书》中说，建筑的理论是“证明和说明建筑物的比例与规则的能力”，即建筑之美在于比例。

近代哲学家对美学也有下面一些表述：(1) 美学的创立者鲍姆加登说：“美就是感性认识的完善。”

(2) 黑格尔说：“美就是理性的感性显现。”“以最完善的方式，表达最高尚的思想，那就是美。”

(3) 叔本华说：“建筑之美在乎重量和支承。”“最动人的美好像是最完善地表达材料强度与荷重之间的斗争所形成的。”

(4) 路易斯·沙利文说：“功能合理就是美。”

唐寰澄先生将美学的普遍性法则和中国哲学思想串联起来提出了“多样和统一，协调与和谐，比例、对称和韵律”的美学思想。<sup>①</sup>

最近笔者读到一本书，是诺贝尔奖得主印度人S.钱德拉塞卡著的一本小

册子《莎士比亚、牛顿和贝多芬》（湖南科学技术出版社）。其中第79页有这样一段话：我（指钱德拉塞卡）采纳了以下两条。第一条是弗朗西斯·培根（Francis Bacon）的标准：“一切绝妙的美都显示出奇异的均衡关系。”第二条是培根标准的补充，它是由海森堡（Werner Karl Heisenberg，量子物理学家——编者注）表述的：“美是各部分之间以及各部分与整体之间的固有的和谐。”笔者认为，海森堡表述的这段话也可以作为衡量桥梁美的基本原则。

根据上面介绍的“美”的种种表述，卡拉特拉瓦在桥梁界所掀起的一股“艺术桥梁”之风，在建筑师中影响极大，使得许多建筑师都投入到桥梁设计中来，并与结构工程师一起在桥梁设计上求新求变求美，以适应21世纪来临时建筑界所掀起的各种思潮和千变万化的建筑形式。

下面举几个例子来说明这个变化带来的影响。

21世纪来临前后，英国全国都掀起了修建纪念性的世纪建筑，桥梁自然首当其冲。1999年，著名的建筑师诺曼·福斯特勋爵和阿勒普公司一起在伦敦泰晤士河上正对圣保罗大教堂的河段设计了一座“没有结构”（no structure）的桥，它被冠以“光刃”（blade of light）的称号。其实这是一座水平张力悬索桥

<sup>①</sup>万明坤，程庆国，项海帆，等.桥梁漫笔.北京：中国铁道出版社，1997



（该名称是笔者起的），就是用强有力的水平悬索支承起一段看起来几乎完全平整得像“光刃”一样的桥面。按照上面海森堡关于“美”的表述，这座桥应当是受之无愧的。这个桥型与泰晤士河沿岸的风光十分协调，人们从圣保罗大教堂可以直接过桥来到泰特博物馆。然而令人没有想到的是2000年6月，千禧年桥正式启用那天，成千的伦敦市民，涌上桥去感受新建筑所带来的神奇。大约十几分钟后，结构工程师就感到了桥的摇晃，特别是西南角，工程师立刻意识到是人们使桥产生了“共振”。于是决定立即停止使用，以便研究问题的症结和解决的方法。这是一种耦合振动，就像当年塔科马桥被风吹倒一样。工程师经过一年的研究，采用同时加强刚度和增加阻尼器来解决共振。他们在千禧年桥上安装了91个弹性减振器或能吸收振动力的巨型装置；同时，将原先元件之间的柔性连接改成了刚性连接，这样既加大了桥的自振频率，同时可以使用阻尼器来吸收外来的能量。该桥直到2002年才正式使用。该桥的建设过程印证了叔本华的“建筑之美在乎重量和支承”这个道理。

有的桥无论从美学或结构上说都称得上是佳作，法国塞纳河上的西蒙娜·德·波伏瓦步行桥就是一例。早在20世纪80年代，密特朗总统为了新世纪的到来，在巴黎建造十大工程，贝西区的法国国家图书馆也是其中之一。图书

馆在塞纳河的左岸，贝西综合体育馆及其公园(Park Bercy)在塞纳河的右岸，需要建一座桥将它们连成一片。于是这座步行桥便应运而生。

塞纳河在这里特别宽，约有150m。为了不影响视线，建筑师用最古老的建筑手段建造了一座直接可以走到图书馆大平台的悬索桥，但这个悬索桥没有吊索，却在悬索的上部加了一个拱，拱与索交叉着，它们联合的结构组成了一个有两个上坡和下坡的特殊的悬桥，从远处看，它像是在宽阔的塞纳河上飘浮着的两条扭曲交错的藤蔓，中间的孔增加了桥的魅力，让人产生美好的联想；该桥岸边桥墩处仅有较少的轴向力。英国1859年建造的Saltash铁路桥就是一座拱和悬索联合受力的铁路桥。建筑师将古老的建筑元素用在这里，在150m的跨度上设计了这样一座饶有趣味的步行桥，给塞纳河与图书馆都增添了风采。

一座设计新颖的桥可以改变城市的生态环境，大概人们开始是很难预料的，鹿特丹的伊拉斯穆斯大桥和英国盖茨黑德千禧年桥就大大地改善了这里的经济和生态环境，以至于原本十分衰败的盖茨黑德市要与一河之隔的历史文化和体育名城纽卡斯尔共同申请“2008年欧洲文化城市”称号，这是让人始料不及的。

由于最近10年是桥梁变化最快的时期，难免最杰出的建筑师也会设计出一些不“美”的桥。笔者认为卡拉特拉瓦2001年设计的西班牙奥伦塞千禧年桥

就是一个典型的例子。奥伦塞千禧年桥长275m，宽23m，双向四车道，两边设置了人行道，最外侧架立起环形步梯。大桥主体结构为单索面斜塔斜拉桥。一座小跨度的斜拉桥再普通不过了，然而建筑师在这里做了大胆而绝妙的设计，在桥的四周增加了一圈八字形环状步行梯，它好似美女肩上的长绸围巾，有“锦上添花”之意。

然而也正是这个披巾似的环形步行梯违背了桥梁美学的基本原则：“美是各部分之间以及各部分与整体之间的固有的和谐。”桥的作用是通行，而环形步行梯的目的是观景，把两个不同目的的建筑部分生硬地组合在一起，而且环形步行梯的尺度几乎和桥的尺度相当，以至于人们怀疑，哪样功能是主要的？这样就破坏了彼此之间的协调，更谈不上整体之间的和谐了。笔者估计，这大概是建筑师迎合了建设方的意图。

还有一些桥，除去确有通行的功能外，主要的目的还是“景观”桥的作用。例如马来西亚普特拉贾亚（Putrajaya）斯里宏愿桥（图34.45.1）和马来西亚普特拉贾亚斯里绍嘉纳桥（图34.46）。斯里宏愿桥有两个特点：其一是后拉索分散在桥的两侧，其二是主塔背后有两个弧形钢管支撑，支撑主塔上面像鸟羽一样的拉索，所以外观看上去十分怪异有趣，像一个巨型的天鹅翅膀。细想一下，似乎多了些人为修饰的成分。斯里绍嘉纳桥由一个双塔斜拉

桥和一个拱桥叠加成一个桥，从力学上看，拱与拉索的叠加，可以加强中跨的刚度，但从美学的角度看用两个斜拉桥和中间的拱桥共同悬吊主梁，形式上显得过于烦琐，反而显得不和谐了。

下面简要谈谈建筑师在桥梁设计中的作用。本书所介绍的20世纪末到21世纪初前后20年的一些桥梁，大部分由建筑师设计，呈现出千奇百怪的形式，大多数设计都能够体现海森堡表述的“美是各部分之间以及各部分与整体之间的固有的和谐”的美学原则，于是开创了桥梁设计“百花齐放”的时代。现代大学里有“建筑系”“土木工程系”及“交通工程系”之分，其中建筑系主要教习建筑美学，土木工程系主要教习结构工程学，交通工程系中关于桥梁的部分也是以结构工程学为主。这两类专业的人看问题的出发点是不一样的。从事建筑设计的建筑师，他们是先画几张透视图，表现建筑物的三维透视形象；结构工程师是先画平面图，把桥的平面形式确定下来。于是建筑师的设计是以“美”为前提的，而结构工程师的设计是以安全为前提的，二者的差距相当大。例如伍重设计的悉尼歌剧院草图就了了数笔，结果那个贝壳似的屋顶却让阿勒普公司反复试验了好几年，最后才用预应力加劲肋解决了壳的问题。建筑师考虑的是宏观的、整体的问题，而结构工程师考虑的是安全技术问题，是能否实现的问题。卡拉特拉瓦的独特经历

使他具有建筑师和工程师的双重技能，于是在20世纪80年代，出现了一股卡拉特拉瓦旋风，人们夸奖他的作品是运动的一个瞬间，因而将他的桥说成是“运动的诗篇”。卡拉特拉瓦的独到之处就在于他知道这种设计用什么办法去做到，例如著名的密尔瓦基艺术博物馆的那对像鸟翅膀一样的遮阳板，就用液压油顶来展开或收缩，这是其他建筑师很难想到的解决办法。近来，建筑师们开始认真地学习工程学了，例如前面提到的英国盖茨黑德千禧年桥，它的旋转部分就是由两个油顶伸缩带动齿条，然后让齿轮带动变速箱让桥转动起来的。当前一些重要的桥梁设计，都让建筑师先当家来进行形象设计。

可以毫不夸张地讲，建筑师设计的桥梁许多是结构工程师想都想不到的。例如普利策建筑奖的获得者被称为建筑界“女魔头”的扎哈·哈迪德设计的阿布扎比主入口门桥（1997—2010）像一个结构的条带，在海峡之上被提升和“推进”，如同一个波浪形的正弦曲线构成了跨越海峡的结构轮廓。但她的拱不是真正的曲线拱，而是带有弧线的方拱。造型的美丽和施工的艰难将使该桥成为桥梁史上的一个里程碑。这个桥梁造型也是工程师很难想到的。

然而有的桥，例如希腊的里翁-安蒂里翁大桥却是建筑师难以实现的，这是一个海面上跨度2 252m的可以在顺桥向浮动的多塔斜拉桥，基础施工难度

极大。但是这个桥在美学上确有独到之处：弧形的桥面与平直的海面形成了对照；四把大伞又给科林西亚海湾创造了一道亮丽的风景线，在夕阳照耀下，里翁-安蒂里翁大桥宛如海湾上面飘浮的彩虹。此外，短粗的倒金字塔式的桥墩与高大的金字塔形的桥塔也显示了大小、虚实、对称的美学设计手法。这个桥的设计说明结构工程师也是可以设计出很美的桥梁的。

本书中列举的当代桥梁，形式各不相同，各有各的特点；主要以步行桥为主，这是因为步行桥对于城市的景观与生态环境显得越来越重要。好的步行桥设计，可以给城市增添新的活力。天津奉化桥就是一个很好的例子，它是由设计法国斯特拉斯堡步行桥的著名建筑师马克·曼朗设计的，建筑师建议在主桥南侧附加步行桥与花园连接，希望回馈给这座城市一个与桥梁融为一体的、优美的滨水空间——富于活力的道路、桥梁形成的交通轴和充满自然野趣的沿海河带状花园，将海河的自然美景传递到城市的商业、居住和文化空间当中。这个提议得到了市政府的认可，并成为一个新的总体规划的焦点——一个沿码头的公园。在完成该本小册子的编撰后，笔者有几点体会，写在这里与读者共同学习。

（1）在建筑史上，最初技术和艺术是合在一起的，即所谓“技艺不分”的时期，例如公元前19年始建的法国尼

姆水道桥；到了文艺复兴时期，佛罗伦萨的百花大教堂更是在技艺结合方面达到了登峰造极的地步。而19世纪，由于科学的迅速发展，技、艺从学校就开始分家：培养工程师的专业技术学校和培养建筑师的艺术学校各自为阵，于是建筑师与工程师各自产生了自己的领域和一套设计方法。这种现象在桥梁设计方面一直延续到20世纪80年代，才开始再一次地“否定之否定”，“技艺结合”开创了“艺术桥梁”的新时代。

（2）建筑设计中维特鲁威的三条基本原则“坚固、实用、美观”仍然应该是当代建筑，包括桥梁设计的基本指导思想。过去桥梁设计主要考虑了坚固实用，在美观方面下工夫不大，从目前高等院校的教学中也可见一斑。但是对于桥梁设计，坚固实用仍然是第一位的，如果这点都做不到，那美观的“毛”附在哪张“皮”上？因此，没有技术的支撑，美观是难以实现的。

（3）最近20年，桥梁设计上的变化主要表现在建筑形式的变化，追根寻源除去建筑设计多元化这个大背景之外，先进的科技手段也是极为重要的因素之一。这里包括三维计算机设计、新建筑材料、建筑技术的应用，例如拱桥采用了倾斜拱肋，斜拉桥采用后仰桥塔、单面索结构，折型桥塔的应用，单桅杆（或双桅杆）多向斜拉桥，多种形式的旋转开启桥，还有许多仿生桥梁——天鹅桥、恐龙桥、贝壳桥、蝴蝶

桥等等，加上玻璃与特氟龙的广泛应用。的确，当代桥梁的面貌已今非昔比了。有学者（王应良，高宗余，2008）把这些桥梁称为“艺术桥梁”，本书介绍的大部分都属于这类“艺术桥梁”。现在还未见对“艺术桥梁”的确切定义，但有一点是确定无疑的：这类桥梁通过自身造型的变化，改变了与周围环境的关系，不仅产生沁人心脾的愉悦之美，而且改善了人居环境，这就是为什么在极短的时间里就被建筑师接受的主要原因吧！一个可喜的现象是“艺术桥梁”正从中小桥向大桥发展，例如阿布扎比主入口门桥和阿联酋的拉希德本赛义德谢赫大桥（图34.70）都是尺度和规模十分巨大的桥梁，而其“艺术性”倾向更让一些建筑师、工程师瞠目结舌。

（4）最近，一些文章在评论建筑师对桥梁设计的重要性，这当然是一个很值得讨论的问题，笔者认为建筑师牵头（或参与）桥梁设计固然十分重要，但建筑（包括桥梁）技术与施工同样相当重要，没有好的结构工程师来把关，再美的东西都难以变成现实。因此今后的桥梁设计应当成为建筑师和工程师共同的任务。

（5）2010年普利策建筑奖颁发给了日本两位建筑师组合SANNA。对获普利策建筑奖的妹岛和世与西泽立卫的评语是：“对于建筑本身来讲，SANNA的作品同时体现出微妙和力量、明确和流畅，它非常巧妙但又不过度卖弄聪明；

而从建筑设计的创造性上来看，这些作品成功地与它周围的语境结合在一起，同时它所包含的运动则又建立起一种丰满的感觉和经验上的丰富性；他们建立了一种非凡的建筑语言，这种语言从激动人心的协作的过程中涌现出来……”我想，这段评语对于桥梁设计，也是有所裨益的。桥梁的形式也在不断向前发展，第33节 爱尔兰都柏林利默里克大学生活桥和图34.63由卡拉特拉瓦设计的加拿大卡尔加里和平桥就展现了一种新的桥梁建筑语言，它们通过简单而精细的形式，完美地将人、桥自然地融入到周边环境之中，正好印证了上面这段评语。

（6） 2010年4月30日，上海世博

会开幕，本次世博会的主题是“城市，让生活更美好”，桥梁与城市是密切相关的，它不仅关系到交通，还关系到人居环境，所以让中国的桥梁变得更美好也是当代中国建筑师、工程师的使命。笔者编写这本小册子就是希望给我国的城市管理者和桥梁设计师们提供一个参考，将未来我国的桥梁建设得更美好！

本书第7、11、15、16、18、21、22、26、27、28章和34章的一部分由东南大学陈小兵同志撰写，其余由刘古岷编写。鉴于资料收集的艰难，加上笔者自身水平有限，书中的错误在所难免，敬请读者批评指正。

# 阿拉米罗大桥<sup>①</sup>

西班牙塞维利亚

圣地亚哥·卡拉特拉瓦 1992

□Alamillo Bridge □Santiago Calatrava

西班牙1992年在南部安达卢西亚自治区首府塞维利亚举办了一届综合性世界博览会，110余个国家和地区、23个国际组织和西班牙17个自治区参展。历时176天的展期，观众达4 100多万人次。这届博览会被西班牙政府认为是历届综合性世博会中最成功的一届。

通往博览会的阿拉米罗桥反倒成为这次博览会的一大热点，有人说是大桥成就了博览会。人们至今仍在津津乐道地谈论着这座无背索斜拉桥，当时就把它称为与巴黎埃菲尔铁塔、布鲁塞尔原子球、大阪太阳塔等并列，被誉为世博会100年历史上七大经典建筑之一。

其实阿拉米罗桥早在西班牙塞维利亚举办的世界展览会前31个月就已竣工，并因缘巧合地被公认为联系着这座灿烂城市中一系列回忆的历史性构筑物。这座桥梁是对安达鲁西亚(Andalusian)官方需求的回应，他们寻

求改进塞维利亚和邻近城镇间联系的途径。为了跨越两条河道的交汇口，卡拉特拉瓦最初设计了两条在视觉上相互联系的桥梁。两组结构的结合可能会成为一种空前的设计模式：一座可变的巨型雕塑根植于环境，它包含了一组高142m的对称倾斜桥塔，二者相距约1.5km，中间连接的是卡图亚高架桥(Puerta de la Cartuja Viaduct)。形体厚重的桥塔隐含了一种动态。

这组桥塔表达为一种“未完成”的

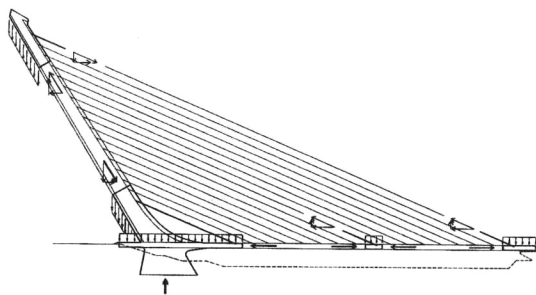


图1.1 阿拉米罗大桥力学分析

<sup>①</sup>王应良，高宗余. 欧美桥梁设计思想. 北京：中国铁道出版社，2008；（荷）亚历山大·佐尼斯. 圣地亚哥·卡拉特拉瓦：运动的诗篇. 北京：中国建筑工业出版社，2005；（美）亚历山大·佐尼斯（Tzonis Alexander）. 圣地亚哥·卡拉特拉瓦（Santiago Calatrava）. 赵欣，译. 大连：大连理工大学出版社，2005



图1.2 阿拉米罗大桥竖琴般的侧景

状态，或者更应该说是一种处于完成过程的状态：两个冲天而起的形体在空中延长，形成了一个指向天空的巨大三角形——这是一对充满力量和动态视觉效果的组合体。由于政治原因，这一对互成镜像桥的方案被否决了。只有其中一座桥梁被采纳。这样方案中就只剩下一座倾斜的桥塔。卡拉特拉瓦看到了方案变化产生了新的可能性。他建造了一座独立的、非对称的构筑物以取代原来的对称方案。

该桥桥身主跨200m，总长250m，宽32m，由一个142m高、向后倾斜约 $58^\circ$ 的斜塔，用13对拉索，托起一条凌空于瓜达基维河上的六边形钢质箱型梁。它

中部高起的部分作为人行道，同时将其下方1.6m处的机动车道一分为二，置于人行道两侧。整座大桥犹如一只昂首飞翔的天鹅或一架巨大的白色竖琴，典雅美观，散发着高雅的神韵。通常的斜拉桥是通过塔后面的拉索取得与塔前拉索的平衡，而阿拉米罗大桥的后倾的塔用其自重代替了后拉索。用技术语言说，就是每一对拉索对塔基的力矩正好与拉索附近的桥塔重量对塔基产生的力矩相平衡。这是一个经过严格而精确计算的结果。计算表明，塔的自重必须控制在10%之内，否则就可能向前或向后变形，从而使桥失稳。因此，该桥的动态美是建立在对静态平衡的严格控制上。

直到现在，人们还在探索卡拉特拉瓦设计的阿拉米罗大桥结构上的创新和形式上的发明的意义。它的形象像一架竖琴，一根航船的桅杆，一只天鹅；或者象征着西班牙斗牛的牛角，就像“朗香教堂”给人们的无穷暗示一样。问题是当人们在桥边观看它时，除了美的联想感受外，更为重要的感受是它推翻了常规，创造了一种新的思路，桥梁不仅是交通工具，更为重要的是它是一个建筑，一个以美学作为主要判断依据的“建筑”。可以毫不夸张地说，阿拉米罗大桥开创了一个“21世纪千禧年”的桥梁革命，桥梁设计开始了建筑师参与设计的新时代。

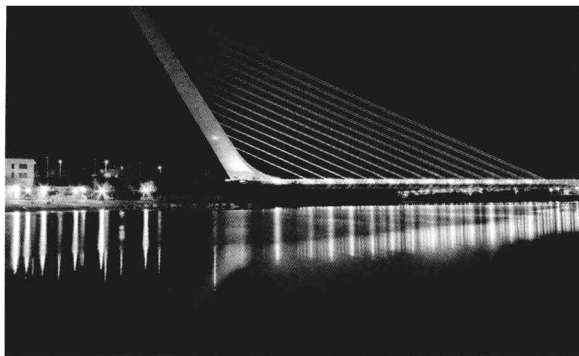


图1.3 阿拉米罗大桥夜景

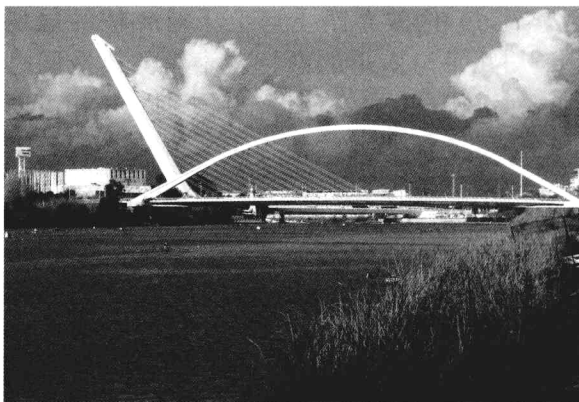


图1.4 阿拉米罗大桥与1995修新建的拱桥相映成趣。从远处看，它们就像一只在水中嬉戏的天鹅



图1.5 阿拉米罗拱桥桥面



# 泰晤士河千禧年桥<sup>①</sup>

英国伦敦

诺曼·福斯特+阿勒普联合设计事务所 1992—2002

□Millennium Bridge □Norman Foster+Arup Associates

伦敦泰晤士河上千禧年桥的规划几乎与南岸的泰特艺术馆的改造同时进行，这样在新世纪到来时，人们可以从圣保罗大教堂径直从桥上来到美术馆。最初工程师罗伯特·贝内姆(Robert Benaim)和建筑师彼得·克拉什(Peter Clash)构思了一个方案说明了如何用一座低姿态的悬索桥，确保泰晤士河北岸伦敦城的景观不受到影响。他们采用了使缆索和桥面整体化的“受力带”结构。福斯特及合伙人事务所用一块质朴的绿色酒吧餐巾概述了他们对南岸伦敦千禧步行桥的设计构想。他们的获胜方案利用被称为锁定绞线钢索(Locking-strand cable)的极大强度，创造出一座空前通透、超薄的悬索桥。

设计草图表现了各式各样的结构方案，最后以标注“平面”和“剖面”的三条钢笔线而告终。建筑师下达的“没有结构”(no structure)的设计指令非常有

效，它被冠以“光刃”(blade of light)的称号戏剧性地强化了这一指导思想。一切与之相符合的手段都被充分利用，使桥看上去仅仅是空间中一根线。这个设计思想表现出英国皇家高傲的传统风格，这种“没有结构”的桥面必须是平整的，它应该与圣保罗大教堂的路面一样平齐。

该桥分成3跨，河中央有两个Y形桥墩，其跨度为81m+144m+108m，全长333m，桥面宽4m，Y形桥墩的两臂上面支撑着8根拉索，其内部张力达2 000t。试图用巨大的拉力托举起像“光刃”一样的刀片似的桥面，步行桥可以同时容纳5 000人。

2000年6月，千禧年桥正式启用，那天成千的伦敦市民，涌上桥去感受新建筑所带来的神奇。大约十几分钟后，结构工程师就感到了桥的摇晃，特别是西南角，工程师马上意识到是人群使桥产生

---

①马修·韦尔斯.世界著名桥梁设计.北京:中国建筑工业出版社,2003; Millennium Bridge[EB/OL].<http://en.wikipedia.org>; 通过“千人踏”测试伦敦千禧年大桥有望重新开放[EB/OL].(2002-02-01) <http://www.sina.com.cn>