

30 Bridges

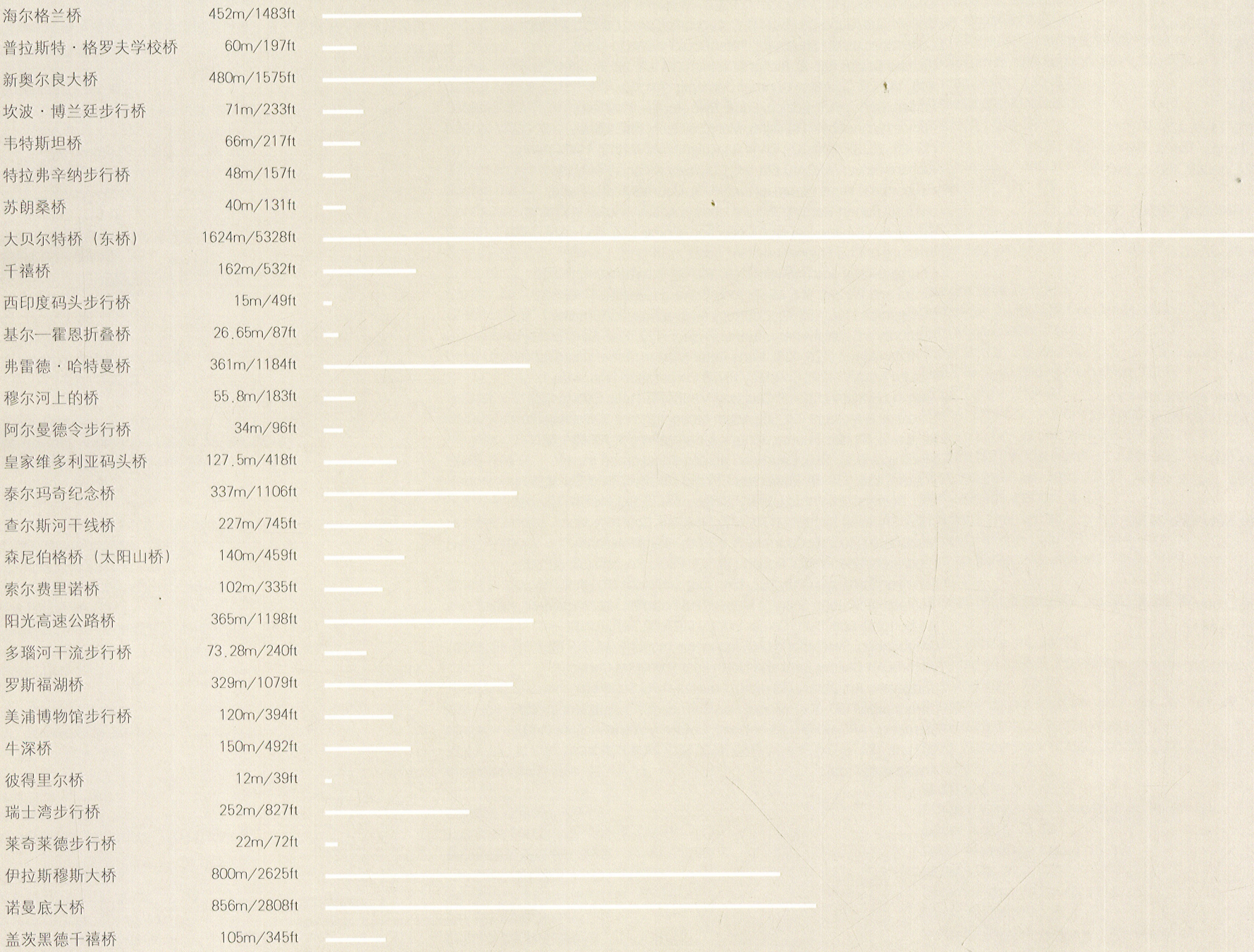
世界著名桥梁设计

[英] 马修·韦尔斯 著
张慧 黎楠 译



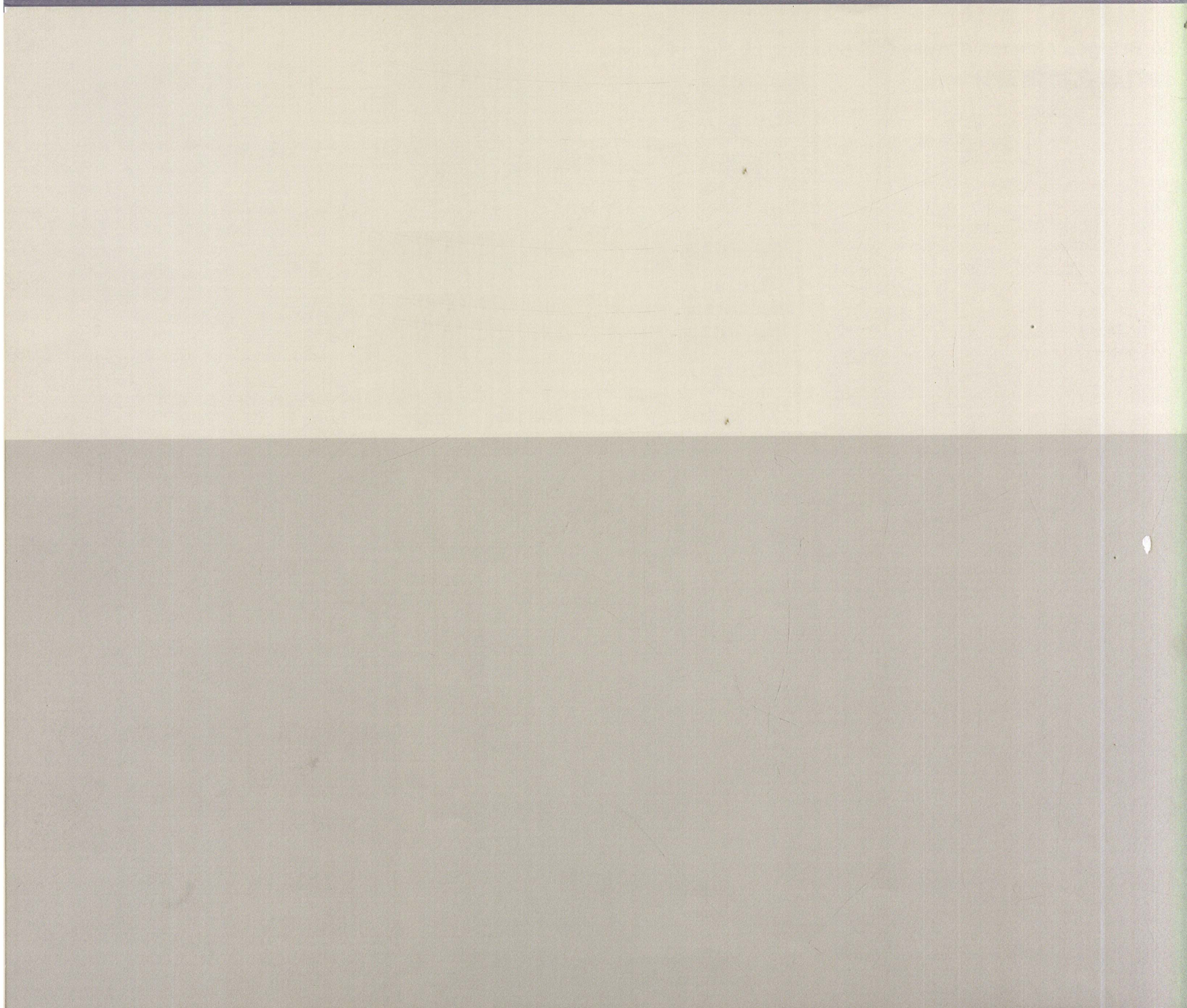
中国建筑工业出版社

桥跨度比较（跨度一览表）



30 Bridges / Matthew Wells / Introduction by Hugh Pearman

世界著名桥梁设计



30 Bridges

世界著名桥梁设计

[英] 马修·韦尔斯 著

张慧 黎楠 译

U442.5
C2

中国建筑工程出版社

此为试读

著作权合同登记图字：01-2002-1027 号

图书在版编目 (CIP) 数据

世界著名桥梁设计 / (英) 韦尔斯著; 张慧, 黎楠译. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003
ISBN 7-112-05546-6

I. 世... II. ①韦...②张...③黎... III. 桥梁工程—设计—世界 IV. U442.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 094311 号

Text copyright © 2002 Matthew Wells and Hugh Pearman

Translation copyright © 2002 China Architecture & Building Press

This book was designed and produced by Laurence King Publishing Ltd., London

本图书由英国 Laurence King 出版社授权翻译出版

责任编辑: 程素荣 张惠珍

世界著名桥梁设计

[英] 马修·韦尔斯 著

张慧 黎楠 译

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

东莞新扬印刷有限责任公司印刷

开本: 889 × 1194 毫米 1/16 印张: 12 字数: 500 千字

2003 年 3 月第一版 2003 年 3 月第一次印刷

定价: 118.00 元

ISBN 7-112-05546-6

TU · 4874(11164)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

07

绪论 休·皮尔曼

17

桥梁设计——简明的历史回顾

马修·韦尔斯

43

30座桥：实例分析

187

项目说明

190

索引

191

图片说明

致谢

192

桥跨度比较

44/01 海尔格兰大桥

阿尔斯滕岛, 挪威, 里昂哈特·安德烈及
合伙人事务所, 1991年

48/02 普拉斯特·格罗夫学校桥

伦敦, 英国, 伯兹·波特莫斯·拉萨姆/工
程设计公司, 2000年

54/03 新奥尔良大桥

新奥尔良, 路易斯安那州, 美国, 莫杰斯
基和专家公司, 1984年

58/04 坎波·博兰廷步行桥

毕尔巴鄂, 西班牙, 圣地亚哥·卡拉特拉
瓦, 1990年—1997年

64/05 韦特斯坦桥

巴塞尔, 瑞士, 圣地亚哥·卡拉特拉瓦,
1988年

68/06 特拉弗辛纳步行桥

维尔玛拉, 瑞士, 康策特·布隆奇诺·加
特曼 AG, 1999年

74/07 苏朗桑桥

维尔玛拉, 瑞士, 康策特·布隆奇诺·加
特曼 AG, 1997年

80/08 大贝尔特桥(东桥)

大贝尔特海峡, 丹麦, 迪辛和魏特林/科
威工程和规划咨询公司, 1998年

86/09 千禧桥

伦敦, 英国, 福斯特及合伙人事务所——
安东尼·卡罗/奥韦·阿勒普及合伙人事
务所, 2000年

90/10 西印度码头步行桥

伦敦, 英国, 未来系统/安东尼·亨特合
伙人事务所, 1996年

96/11 基尔—霍恩折叠桥

基尔, 德国, 冯·盖坎·玛格及合伙人/施
莱赫·伯格曼及合伙人, 1997年

100/12 弗雷德·哈特曼桥

贝敦, 得克萨斯, 美国, URS南方公司/里
昂哈特·安德烈及合伙人事务所, 1995年

104/13 穆尔河上的桥

格拉茨, 奥地利, G·多米尼克/哈罗德·
艾格, 1992年

108/14 阿尔曼德令步行桥

斯图加特, 德国, 凯格和施瓦茨/古斯特·
拉亨曼, 1994年

112/15 皇家维多利亚码头桥

伦敦, 英国, 利夫舒茨·戴维森设计事
务所/工程技术公司, 1998年

118/16 泰尔玛奇纪念碑

萨凡纳, 佐治亚州, 美国, 林同炎桥梁工
程国际公司, 1990年

122/17 查尔斯河干线桥

波士顿, 马萨诸塞州, 美国, 克里斯汀·梅
恩/比彻托·帕森斯·布林彻霍夫, 2001年

126/18 森尼伯格桥(太阳山桥)

克劳斯特斯, 瑞士, 克里斯汀·梅恩/班
德利·库伯·布兰德里和合伙人事务所,
1998年

130/19 索尔费里诺桥

巴黎, 法国, 马可·米姆拉姆, 1999年

136/20 阳光高速公路桥

坦帕, 佛罗里达, 美国, 费格和穆勒, 1986
年

140/21 多瑙河干流步行桥

埃森, 德国, 理查德·迪特里赫/海因茨·
布里宁霍夫, 1986年

144/22 罗斯福湖桥

菲尼克斯, 亚利桑那州, 美国, HNTB, 1990
年

148/23 美浦博物馆步行桥

滋贺县, 日本, 贝聿铭建筑师/莱斯力·E·
罗宾逊合作事务所, 1996年

152/24 牛深桥

熊本, 日本, 伦佐·皮亚诺建筑工作室/
奥韦·阿勒普及合伙人事务所, 1995年

156/25 彼得里尔桥

彼得里尔, 西班牙, 卡莫·皮诺斯/米克
尔·利奥伦斯, 1998年

160/26 瑞士湾步行桥

弗拉诺夫湖, 捷克共和国, 吉瑞·斯特拉
斯基, 1993年

166/27 莱奇莱德步行桥

莱奇莱德, 格洛斯特郡, 英国, E建筑师工
作室/艾莉斯特·兰茨纳——奥韦·阿
勒普及合伙人事务所, 1993年

170/28 伊拉斯穆斯大桥

鹿特丹, 荷兰, 本·冯·贝克尔/鹿特丹
公共建筑部, 1996年

174/29 诺曼底桥

翁弗勒尔, 法国, 查尔斯·拉维那/米歇
尔·维吉厄科斯—SERTRA, 1994年

180/30 盖茨黑德千禧桥

盖茨黑德, 英国, 威尔金森·艾尔建筑师
事务所/吉福德和合伙人事务所, 2000年

至20世纪末,深受战后价值工程学的影响,桥梁重新成为隐喻的载体。人们意识到,桥已不仅仅意味着理性的计算、应用最经济的手段在一定的预知条件下承载特定的可变荷载以及跨越特定的距离。事实证明,桥梁可以具有更多的内涵。当然,桥梁的象征意义和政治功能从未被忽略过:例如20世纪60和70年代,宏伟吊桥的大胆和壮丽就堪称奇迹。然而到了21世纪之交,人们开始以崭新的观念来看待桥梁。因此,传统的市政工程领域也成为供建筑师和一群拥有新思想的工程师展示的场所。

大多数桥梁形式所表现的是人类向变幻莫测的自然界挑战的结果。桥梁究竟应该作为房屋、道路或小径、观景平台、入口、屋顶,还是纪念物?其功能主义究竟在何种程度上高于表现主义?功能性是在何种程度上通过承重结构来表达,又是在何种程度上由采用的形式来体现的?当需要建造一座桥的时候,可能没有人会坐下来商讨这一系列问题。人们有各种各样的要求,这些要求传达给他们的设计师以产生创造性的解决方案。

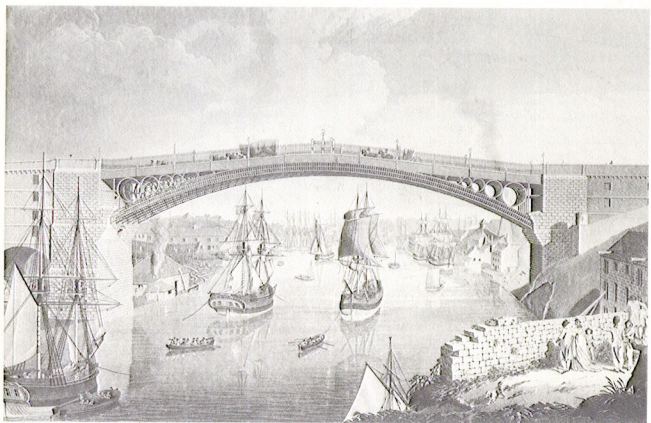
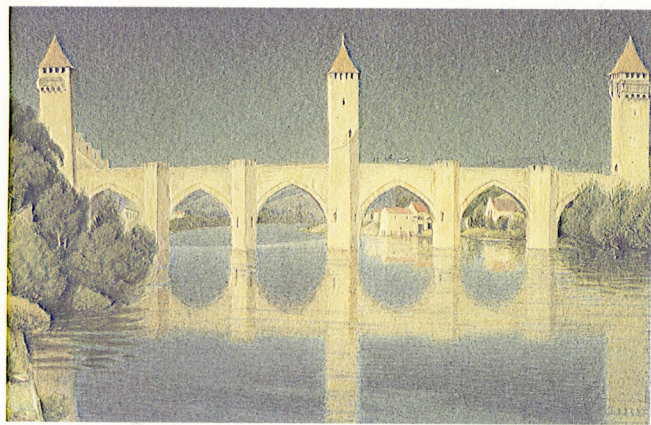
人们对于桥梁最基本的需求是高速公路管理部门所需的高速公路跨线桥,更恰当地说应当是一些陆地上的桥。从本质上说,这些陆桥似乎仅仅

是混凝土路面延伸的一部分,但优秀的桥梁设计却被赋予了与道路截然不同的特征,不过这些都是“驮马桥”,类似于18世纪由砖块或石料砌筑的弓形输水道引桥(canal access bridges)。这些桥养护费用低,同时形象也很好,另外它们最大的优点还在于它们恰好是人们想象中的那种样子。相较而言,人们对桥梁的最高要求则是超越其功能性之上的象征性。例如1996年建成的鹿特丹伊拉斯穆斯桥(Erasmus Bridge,本·范·贝克尔等设计),设计师试图使之成为衰败的城市码头区更新的催化剂,同时也是水平向城市景观中的一个令人难以忘怀的垂直造型的标志物。与位于佛罗里达的著名的“1987阳光航线”桥(由工程师费格和穆勒设计)一样,伊拉斯穆斯桥所扮演的角色是从一开始就已经明确下来的了。

2001年建成的波士顿市查尔斯河跨河桥则又有不同。这座由瑞士工程师克里斯汀·梅恩(Christian Menn)设计的大桥坐落于一个历史地区,这里是保罗·里维尔(Paul Revere, 1735—1818,美国银匠、雕刻师及美国革命英雄。在1775年4月18日,他做了一次著名的骑马旅行以警告英军在马萨诸塞州来克星顿及康科德的推进,该行动被朗非罗称颂于一首诗中——译者

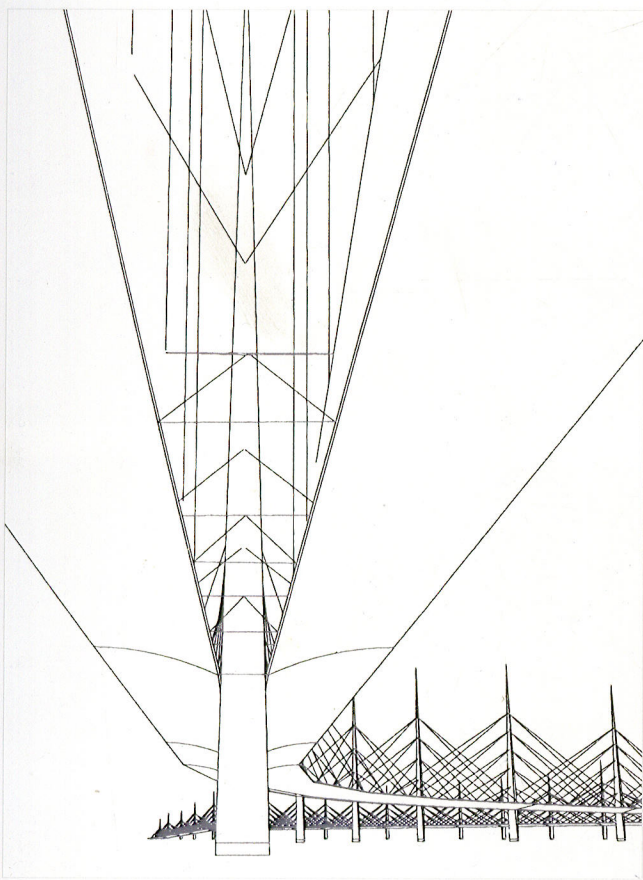
注)开始他著名的骑马旅行的出发地,也是邦克希尔(Bunker Hill)战役发生的地方。在这里,架设桥梁在某种程度上是有矛盾的。一方面,必须承认在这一敏感地区所作的设计应当是经过深思熟虑的,甚至应该相当含蓄。而另一方面,这座桥将成为波士顿通往北方的主要通道。该桥“城市戏剧之门”的美称传遍四方。当时共有16种桥梁型式在考虑之列,最终消减至在两种悬索桥中做出选择:一种是带有单座阿姆斯特丹式的标志性高塔,另一种则带有相对小一些的双塔。梅恩选择了后者,它被视为创造戏剧性和尊敬地方文化之间最好的折衷办法。这一方案在美学方面的成功很大程度上来自于水准相当高的细部处理,而这正是公路桥梁建造中较为被忽视的方面。桥的开启部分设在宽阔的主跨桥面板上,以免在桥下的水面上产生厚重的阴影。桥腹覆有嵌板,相当平滑。向外张开和居中的缆索沿桥跨间隔设置。

如此大尺度的路标很明显传承于中世纪的城市防卫塔。位于法国中部的卡奥尔(Cahors)、要塞化的桥梁(图1)设有高大的三角形防卫塔,在现代人的眼里,它们似乎就是在呼唤用从塔上垂下缆索来悬挂桥面板的形式,就像铁链可以悬挂吊桥一样。现代的悬索桥和斜拉桥上具有雕塑感的支撑



塔令人满意地实现了卡奥尔桥的热望：绝对必要的垂直构件精确地平衡了水平构件。要说明桥梁如何从一种类型向另一种类型间转换过渡的，没有比1980年由霍勒斯·琼斯爵士（Sir Horace Jones）和约翰·沃尔夫·巴里（J. Wolfe Barry）设计的伦敦塔桥（Tower Bridge，图2）更好的例子了。这是一座现代钢结构的悬索开启桥，配有蒸汽驱动的提升装置并大胆地采用了双向高架人行通道，不过，琼斯用仿中世纪的花岗岩覆盖了巴里设计的机械装置，以此唤起人们对古代堡垒的回忆。如果没有这层石头外衣，塔桥又会是什么样呢？就其内部结构而言，该桥是极为实用主义的。不过，没有哪儿的开放式网格结构比得上奥斯玛·阿曼（Othmar Ammann）在后期设计的、横跨哈得孙河的乔治·华盛顿大桥（George Washington Bridge）。该桥的桥塔最初拟用花岗岩来装饰混凝土。而内战期间爆发的经济大萧条迫使那些能产生强烈视觉效果的花岗岩外表被取消。

就像馅饼的皮和馅的关系一样，工程师负责结构，建筑师负责形式，这种分工形式可以追溯到很久以前。1796年建成的威尔茅斯桥（Wearmouth Bridge，图3）是铁制公路桥较早的一个实例，在当时曾被视为一个奇迹。



它是由政治家兼企业家罗兰·伯登（Rowland Burdon）发起，他的朋友建筑师约翰·索恩爵士（Sir John Soane）以及工程师托马斯·威尔逊（Thomas Wilson）共同设计完成的。作为他那个年代里技艺最高的古典主义者，索恩既是该项目的经理，也是建筑师。他把威尔逊拉了进来，完善了汤姆·佩因（Tom Paine）等人提出的铁桥概念，并最终将其建成。大部分的桥梁基本上仍旧是由工程师们设计的，只是基本设计完成之后，再由建筑师对形式加以某种程度的美化。在桥梁史上，像这样的大型工程还包括距卡奥尔不远、由福斯特设计的米约高架桥（Grand Viaduc du Millau，图4），该桥就属于那种技术参数在建筑师介入设计竞赛之前就已经确定了类型。不过，这次竞赛确实是真正的建筑设计竞赛，建筑的参与得到了重视。不过，更常见的是类似于威廉·奈彻拉索桥（William Natcher cable-stayed bridge，图5，建于2002年）这样的实例，该桥横跨俄亥俄河，位于连接肯塔基州和印第安纳州的231公路上。作为美国最大的拉索桥之一，它是由钱德拉（Chandra）等人 and 帕森斯·布林彻霍夫（Parsons Brinkerhoff）工程公司设计的。钱德拉在1999年的一次会议中谈到过该项目设计的出发点，颇有启

发意义。他指出，桥塔的选型以经济、适用、建造的可行性、工程的可检测性、维修的方便性、桥体的抗扭稳定性以及缆索的连通性等等为基础。一旦这些要求都得以满足，下一步设计就转交给公司内部的建筑师们。在设计过程中，他们将桥塔的侧边稍稍倾斜，同时挖空了桥塔上部的外露面，使其有更明确的限定。事实证明这样的设计确实起到了效果，桥塔上纯粹装饰性的东西很少。

在概念设计阶段，建筑师的设计介入程度可以占到从零到百分之百的比例，较常见的是从零起步。然而，在整个过程中的稍后阶段，建筑设计的作用就显得至关重要了。当法国建筑师阿朗·施皮尔曼（Alan Spielmann）受委托为克莱蒙费朗（Clermont Ferrand，法国南部多姆山省首府——译者注）——一个可以看见一个世纪前埃菲尔设计的铁制加拉比特铁路大桥（Garabit rail bridge）的地方——设计一座高架桥的时候，工程技术的解决方案又一次成为优先的选择。斯皮尔曼花了一年的时间来改进技术手段，特别是在减少桥体墩矮的视觉效果方面。其他的桥梁建筑师，例如主要在中东从业的罗纳德·耶（Ronald Yee），也加入了该桥的设计。耶坚决拥护

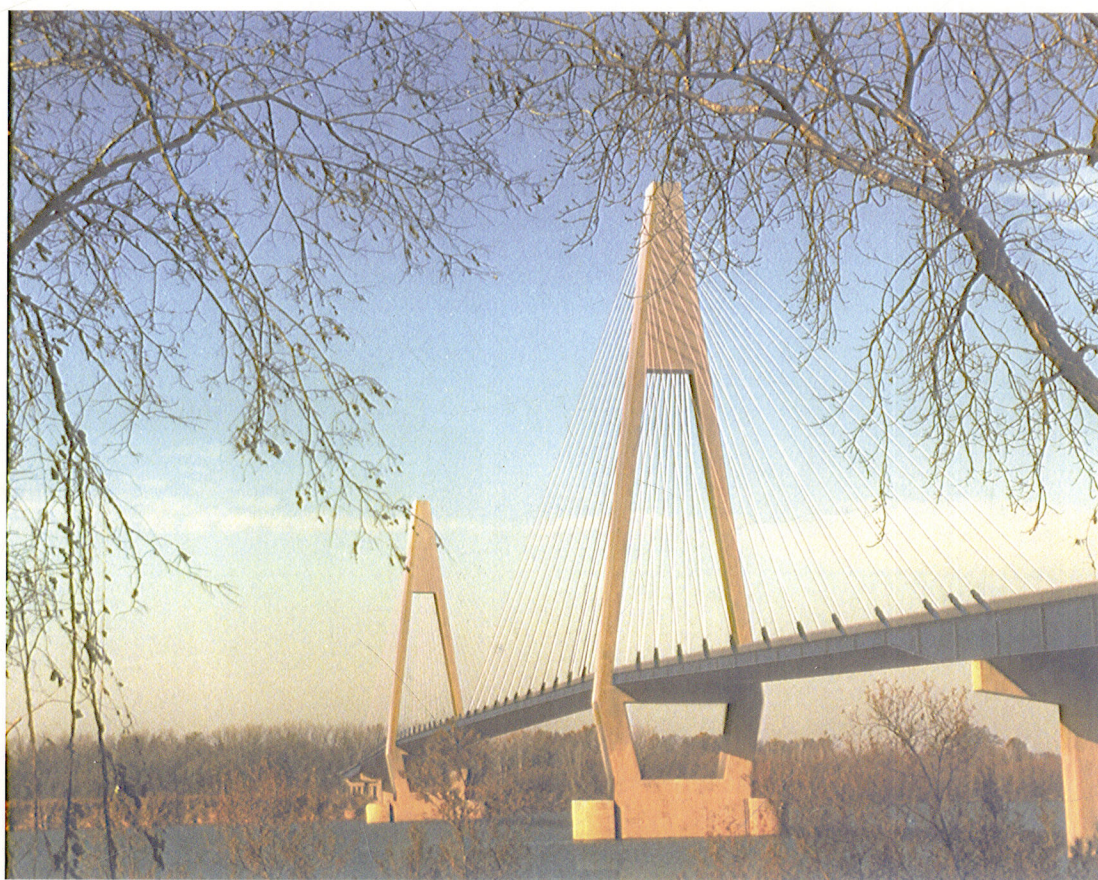


图1 洛特河上的瓦朗澈桥（Pont Valentre），卡奥尔，14世纪早期。

图2 塔桥，伦敦，1890年，建筑设计：霍勒斯·琼斯，结构设计：约翰·沃尔夫·巴里。

图3 威尔茅斯桥，森德兰市（Sunderland），建筑设计约翰·索恩，结构设计：托马斯·威尔逊。

图4 米约高架桥的初步设计图，福斯特及合伙人事务所设计。

图5 威廉·纳彻拉索桥（William Natcher Bridge），2002年，欧文斯伯勒市（Owensboro），肯塔基州，维贾·钱德拉（Vijay Chandra）设计。

将古典的黄金分割作为桥梁设计的比例体系的观点，他设计的香港 Ting Kau 拉索桥和青马 (Tsing Ma) 悬索桥 (图6) 在水平和垂直两个方向上都采用了黄金分割比例。甚至青马大桥的翼板部分都是如此。他还采用了圆柱收分的古典设计手法来塑造拉索桥塔，以此来抵消缆索斜向展开造成的视觉上的膨胀错觉。

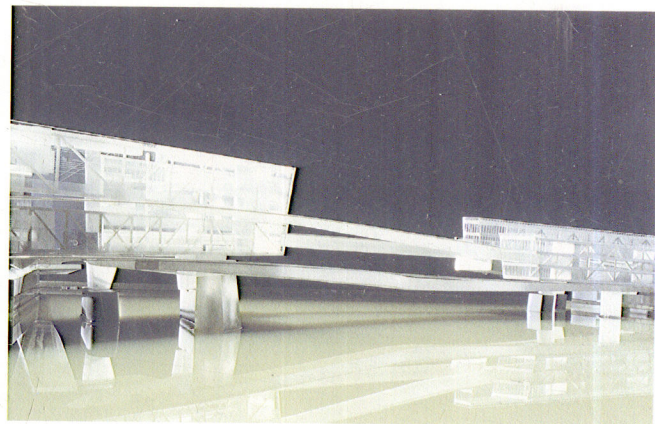
眼下桥梁的流行式样是对较宽桥面进行划分，这反映出建筑界对分解大型建筑综合体的专注。那些可能该是较大型的建设项目，也可以变成小规模建筑物组成的组团，这样就在设计中引入了景观的问题。虽然扎哈·哈迪德 (Zaha Hadid) 设计的跳跃式的建筑形式 (图7) 特别适用于桥梁工程，她本人也为此承担了一些桥梁的设计，但就桥梁而言，对其平衡要求使它在设计方面供发挥空间很小，而不可能将其过于复杂化。可能更典型的例子应属尼古拉斯·格雷姆肖 (Nicholas Grimshaw) 在阿姆斯特丹市外的伊吉伯格 (Ijburg) 设计的大桥 (图8)。该桥必须同时承载并行的公路、铁路和步行通道通向新的居住岛。建筑师们把桥的双重围合 (double enclosing arch) 的拱当作房间来设计，而把多面体的节点设计成类似于某些

海洋动物的贝壳的模样，并且将桥面板划分成若干细长的窄条，从而与桥下的水面建立视觉上的联系。他们还决定在中心连接处，用下弓弦拱把上面两个拱连接起来，以此形成正弦波的效果。这些都是在竞赛的早期，建筑设计方面的决策。这个竞赛本身就是不同寻常的，因为荷兰先前曾一直执行围海拓地的政策，新辟的土地毗邻大陆，因而较少用到桥梁。伊吉伯格则采用了不同政策：新的居住区将建在许多彼此相连的岛屿上，形成阿姆斯特丹的一座卫星城。水体自然成为物质形态的分界线，桥梁则提供了入口处必要的标志物。

这样的标志物应该采用什么样的形式呢？曾经有两位均在人行天桥设计竞赛中获奖的英国建筑师在一次聚会中偶遇，我也恰巧在场。建筑师A在向较年轻些的建筑师B最近一次的胜利表示祝贺时说：“真有意思，大桥设计不过就那么几种方法！你的设计就是其中一种。”

这真是诬蔑！然而这也恰恰反映了一个不争的事实，那就是虽然近年来科学技术取得了极其巨大的进步，但结构工程师和建筑师们在桥梁设计中的自由度却可能比最初看上去的要小。你无法打破物理规律，尽管你可

以把荷载最终将通过基础传递到地面这一问题暂时放在一边，这正象圣地亚哥·卡拉特拉瓦 (Santiago Calatrava) 所擅长展示的那样。但很少有人拥有卡拉特拉瓦那样的热忱和干劲。更普遍的情况是，用这种方法设计的桥梁多以过分复杂而告终。如果说桥梁设计有什么规则的话，那就是简化设计——这也是为什么有如此众多的桥看上去相像的原因。很难找到真正独到的解决方法，但也时有发生，近年来英国境内就出现了一大批优秀的作品。例如位于伦敦多克兰 (docklands)、由威尔金森·艾尔 (Wilkinson Eyre) 设计的S形弯曲的斜杆拉索人行天桥 (图9)，该桥的一半可以转开通船，整座桥也因此更显设计之巧妙。又如位于曼彻斯特，由霍德及合伙人事务所 (Hodder Associates) 设计的双曲抛物线形人行天桥，它就像是水平放置的发电站冷却塔，采用这种形式使得玻璃管中的人行道在两侧建筑的不同楼层间依靠坡道彼此连接。真正的独特设计是皇家维多利亚码头桥 (Royal Victoria Dock Bridge)，由建筑师利夫舒茨·戴维森 (Lifschutz Davidson) 和本书作者马修·韦尔斯领导的 Techniker 的工程师们共同设计完成。运输桥的概念再度复苏，并结合了结构上大胆的创新：首先“芬克



式桁架”体系被倒置，然后又在设计发展过程中被打破，从而形成了一个十分清晰的外形轮廓，这对东伦敦的平原地区来说是非常必要的。

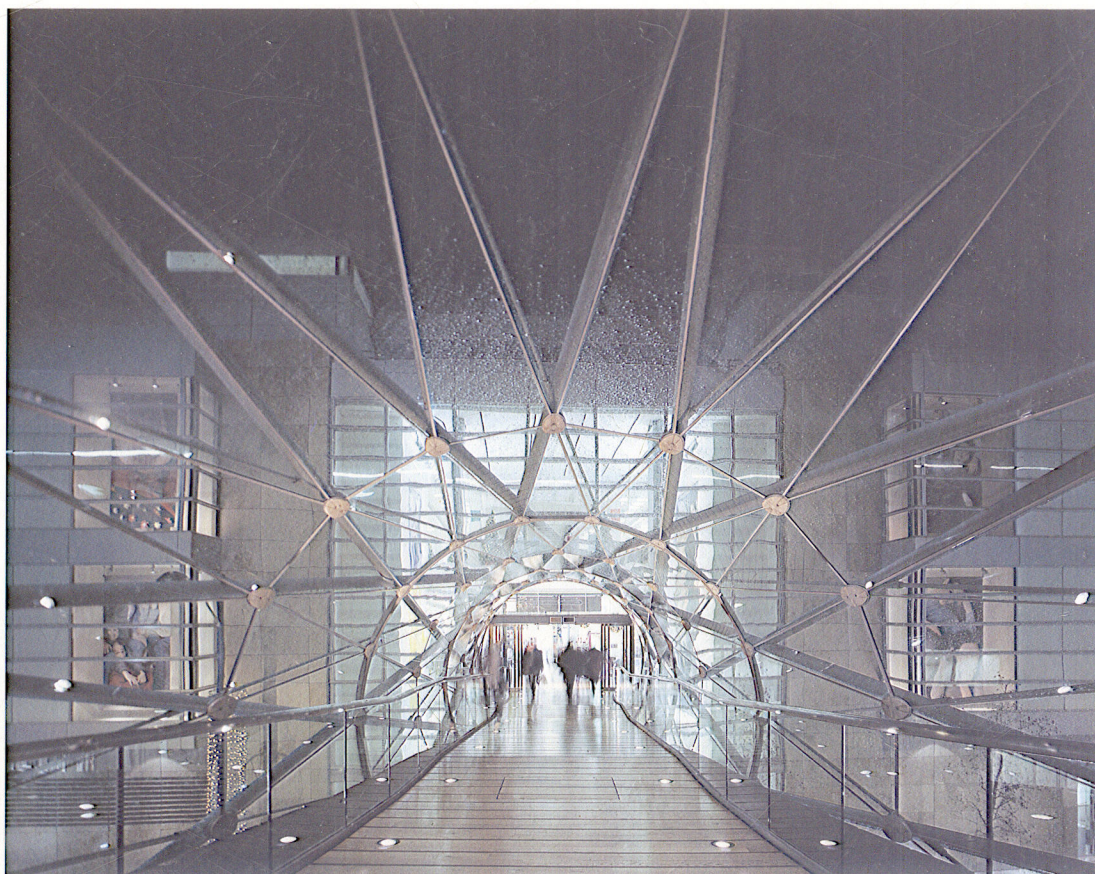
是应该先确定一个假定的、纯粹的工程结构，还是应该由建筑师来承担设计的主导地位？两者孰优孰劣？这个问题从来没有结论。特别是对于像卡拉特拉瓦这样的人来说，他们既是建筑师、又是结构工程师，因此出现了在同一个大脑中的两半部分思维之间的对话。非常幸运的是，我在年轻的时候就已经接触到英国最精致的两座“工程师的桥梁”。由于在达勒姆(Durham, 英格兰东北部达勒姆郡的首府——译者注)上学，大部分日子我都得经过韦尔河(River Wear)上横跨峡谷的金斯盖特步行桥(Kingsdale Footbridge, 图11)。我当时并不知道，这座桥是1962年到1963年间由伟大的结构工程师奥韦·阿勒普(Ove Arup)个人设计和监督的最后一个项目。这座混凝土步行桥的宽沟让人觉得它好像曾经是一个法国传统的罗马式格兰德桥(Roman Pont du Grad)那样的高架水道，或是由托马斯·特尔福德(Thomas Telford)设计的位于北威尔士Pontcysyllte的佐治亚输水渡槽，桥体铁制的上部结构高高的悬在迪伊河(River Dee)河谷的上方。阿勒普设

计的桥向你展示了它是如何建造的：精确平衡的两部分平行于河岸架设，旋转到位后，以简洁、露明的铜辊伸缩缝(bronze roller)连接。这座桥显然是具有生命力的，每当一群学生从它上面走过，它都会轻轻地颤动起来。金斯盖特人行桥的周围环境同样很有意思。古达勒姆城的城堡和教堂坐落在树木葱茏的半岛上，而现代的达勒姆城则由新的大学建筑群组成，金斯盖特人行桥把新旧达勒姆连接在一起。它不仅仅要横跨一条河流，同时也要跨越一个千年。金斯盖特人行桥轻松地完成了这项重任。

此后不久，我发现了英格兰东北部正在修建的亨伯大桥(Humber Bridge, 图12)。该桥是弗里曼·福克斯及合伙人事务所(Freeman Fox and Partners)的威廉·布朗(William Brown)等人设计的，是当时世界上最长的单跨悬索桥，而在此之前这一头衔属于1964年建成的横跨纽约港的韦拉察诺海峡大桥(Verrazano Narrows bridge)，亨伯桥跨度远超后者。确实由于桥的跨度太大，因此要考虑到大地曲率，所以桥塔不得不略作倾斜。由于不时去参观约克郡东区，我看到了亨伯桥修建过程中的景象。首先是桥塔，接着是易折断的定位索，然后是像编织一样架线的缆索，再就是令人

惊叹的部分：分段的桥面板漂入河流的感潮段，再提升到稀薄的空气中。狭长的带状桥面从两岸伸出，在风中就像飘带一样，这使亨伯桥看上去有不同寻常的高度和跨度。这种距离感其实是人们的错觉。视觉上缆索融进了港湾的薄雾。它给人的印象是极为纤细的悬臂高悬于水波之上，就像是身处失重的环境之中。当两端的悬臂最终连接在一起时，亨伯桥成为了真正意义上的一座桥，精致且轻盈。它是对大地、碧水和蓝天异常美丽的呼应，这在很大程度上有别于韦拉察诺海峡周围的都市环境。近期可能只有法国北部的诺曼底桥(Pont de Normandie)可以达到亨伯桥所营造的氛围，诺曼底桥建于1994年，是一座非凡的斜拉桥(另一座大型海湾桥渡)。

然而，亨伯桥的建造只是作为一种纯粹的政治姿态：政府想要通过联合海湾两岸林肯郡和约克郡的工业和公路交通网来提供就业机会并拉取选票。桥的附近曾建起一座名为亨伯塞特(Humerside)的新镇。由于该镇是人为建设的，因而没能持续下来，在政治上，亨伯塞特镇已经被放弃了。1981年开通的亨伯桥很可能毫无建造的必要，因为那一地区的大部分交通多为东西方向而非穿越亨伯的南北方向。该桥现在仍陷于巨大的债务危机之中。不



67 9 10
8 11

图6 青马桥(Tsing Ma Bridge), 香港, 1995年, 设计: 莫特·麦克唐纳顾问公司(Mott MacDonald Consulting)的工程师们和建筑师罗纳德·伊。

图7 可居住的桥(Habitable Bridge)模型, 1998年, 设计: 扎哈·哈迪德。

图8 伊吉伯格桥(Ijberg Bridge), 阿姆斯特丹, 2002年, 设计: 尼古拉斯·格雷姆肖。

图9 威尔金森·艾尔设计的南奎伊桥, 伦敦多克兰, 1996。

图10 合作街人行天桥(Corporation Street Footbridge), 曼彻斯特, 1998年, 设计: 建筑师史蒂文·霍德(Steven Hodder)和工程师安迪·福斯特(Andy Foster)。

图11 金斯盖特步行桥, 达勒姆, 1962年, 设计: 奥韦·阿勒普。

过无论如何,亨伯桥曾经是、现在也依然是工程技术创造奇迹的一个最有力的象征,同时也是一道美丽的风景。它被视为政治的产物并不是一件偶然的事件,其背后所隐含的也正是造成协和式超音速飞机出现的原因。

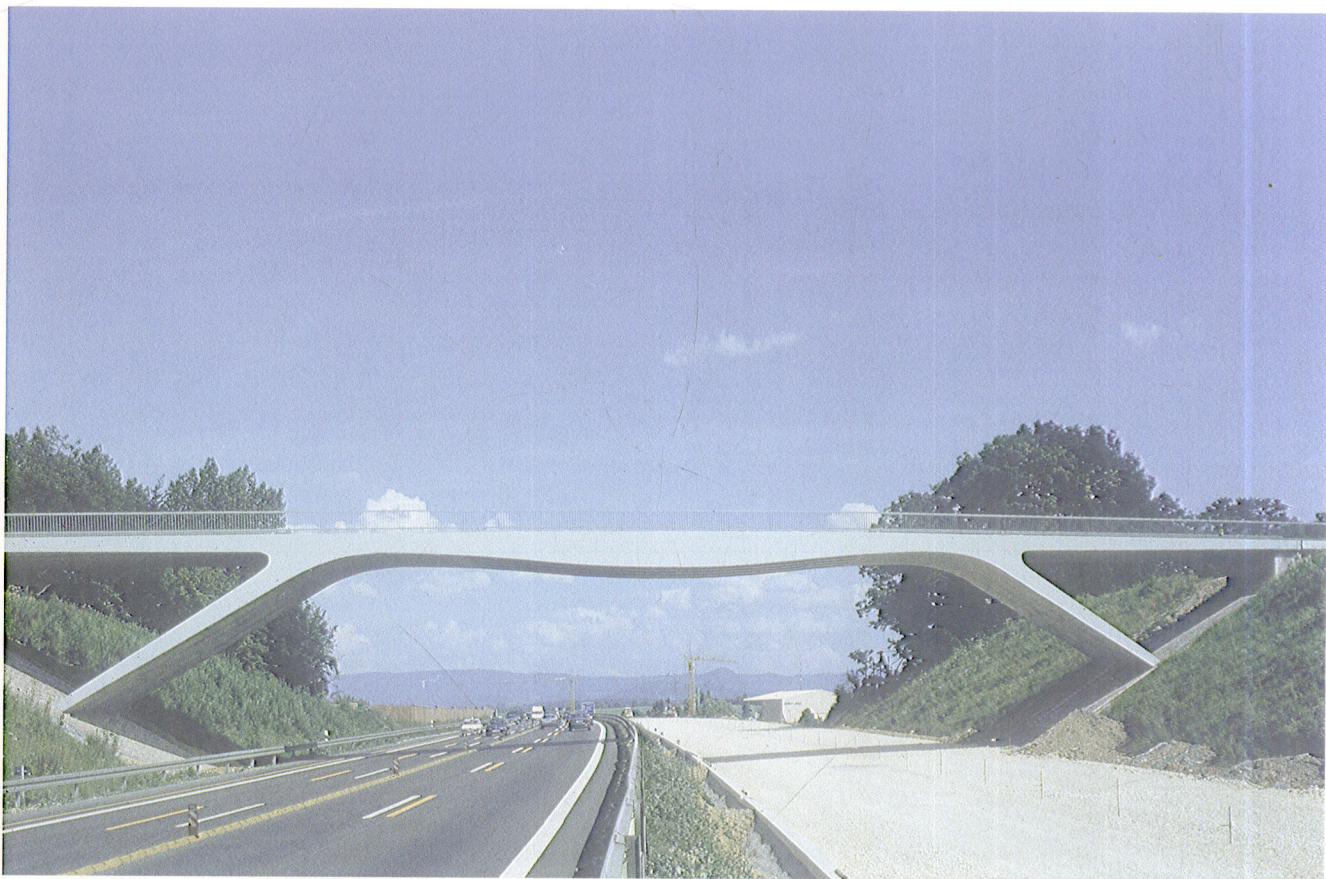
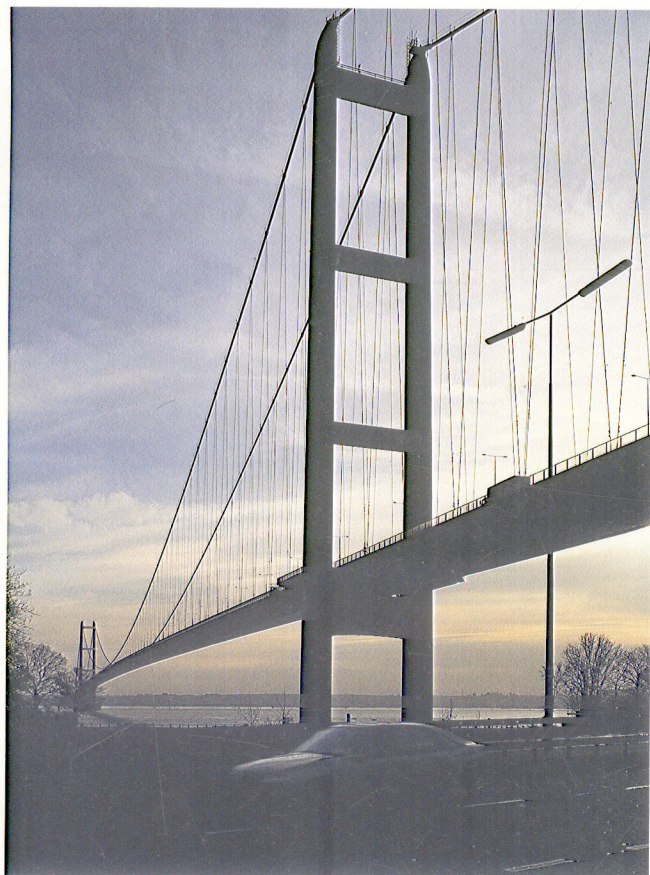
同样的,其他出于政治目的而建造的桥梁相继出现,特别是那些连接丹麦和瑞典两国的一系列桥梁,它们使得亨伯桥所创造的记录黯然失色。1998年开通,由迪辛和魏特林(Dissing and Weitling)设计的大贝尔特(the Great Belt)悬索桥就比亨伯桥长。随后,人们的注意力又转向混合式的厄勒海峡桥(Oresund Link),它是结合了桥和隧道、长10英里的公路和铁路桥。主桥部分(由包括奥韦·阿勒普在内的合作群体设计)长490m(1608ft),是世界上拉索桥跨度最大的一个。该桥同时也是最坚固的一座拉索桥,它不仅承载一条快车道,还在快车道下层设有双轨高速铁路。其实双层桥并不是一个新概念,早在1855年,美国籍普鲁士工程师约翰·罗依布林(John Roebling)就曾设计过一座横跨尼亚加拉大瀑布峡谷的公路和铁路双层悬索桥。此后虽然也出现过许多双层形式的桥梁,但厄勒海峡桥的规模和气势却是与众不同的。2000年7月,丹麦女王乘火车从哥本哈根中心出发,瑞

典国王也在同一时间离开了马尔摩:两位君主偕同他们的首相相会在Pebeholm人工岛上,共同庆祝厄勒海峡桥的开通。与亨伯桥的情形一样——但有更正当的理由——人们就厄勒海峡桥创建自己的经济区而议论纷纷,这个经济区既不属于瑞典,也不属于丹麦,而是“厄勒海峡”的。它的落成所产生的影响可与柏林墙的倒塌相提并论。

人们总是有像这样实现大范围连接的梦想。目前就不可避免地提出了将丹麦和德国更直接地连接起来的规划,而这个规划与建造一座横跨直布罗陀海峡的大桥来联系马格里布(Magreb)主要国家的计划相比,它又渐显微不足道了。毫无疑问,安达卢西亚与北非的相同之处一直以来都多于其与北欧的共通点。冷静地来看,桥梁的跨度范围不是无法超越的,建造技术问题也相对简单。但是政治问题就不那么简单了:经济增长的愿望与可以理解的从贫困非洲向富裕欧洲的经济移民所带来的问题相平衡。一旦大海可以被跨越,它在某种程度上就是可以控制的了。然而政客们未必想要所有由桥梁带来的自由的双边流动。这些都暂且不谈,世界上能比连接欧洲与非洲更具象征意义上的,很可能就只有横跨白令海峡、连接美国和

俄罗斯的设想了。这些边远地区的经济问题可能很难解决,不过不管怎样,计划在进行中。那么,在最终完成了这些地区的桥梁设计后,他们的设计师们是怎样开始认清这些连接体的必要意义的呢?

在这些重大的国家级项目和国际工程项目的议程中,设计质量通常比较高。而在其他项目中则出现了战后的美学低潮。全球公路网的大幅度扩张造成那些平淡无奇的结构也随之扩散,这也许可以理解为桥梁设计的艺术性仅仅是被掩盖和淡化了。与以前的铁路和运河时代一样,在筑路修道的年代里,最新颖的、至少是美学上最具说服力的设计通常产生于特殊的地形而不是任何直接地对象征意义的要求,欧洲中部和南部山区的高架桥就是如此。新型的高速公路以另一种方式对桥梁设计产生着影响。首先,高速公路部门采用的桥梁设计常为单一式样,至多不过是在非常有限的范围内进行变化。这就造成一定程度上的单调,并且陷入颇为尴尬的境地,那就是要将标准设计做变形处理以求适应所有情况。其次,设计在传递美学信息的同时不得不考虑速度的因素。因为车开的越快,司机的视角会越窄,整个观景的时间也就越短。



只有为数不多的几个勇敢的桥梁设计师与这种现象进行斗争。例如，瑞士人约格·施拉赫（Jörg Schlaich）以极富雕塑感的公路桥设计而闻名，他在为基尔海姆（Kirchheim）设计一座普通级别的车行天桥（图13）时提议采用由拉索和压杆组成的结构，这一颇富表现力的结构却遭到了反对，原因是这样的设计被认为易于遭受蓄意的破坏。因此施拉赫不得不在保留最初设想的造型的同时，用混凝土把他1993年设计的结构包了起来。

建筑师们确实设计出能使处于高速运动中的人留意的桥梁，但他们处理细部的能力则更多地用在为步行者设计的桥梁上，特别是在那些都市更新项目中。大尺度的细部设计和小尺度的细部设计之间的差别是巨大的，大尺度细部设计，例如丹麦的大贝尔特桥，完全是围绕速度的历程；而在近期大量涌现的步行桥中，一些小尺度细部设计与旅行速度的关系并没有与散步活动的关系来得大。表面的肌理和质感、各部分的比例、行走时的感觉、受到庇护的安全感，甚至是声音和光线的反射，都十分重要。木质桥面让人感觉较温暖、更人性化些，然而湿的时候会较滑，那么怎样才能使人造材料保留人性化的感觉呢？上升至最大净高点后下落的曲线形连

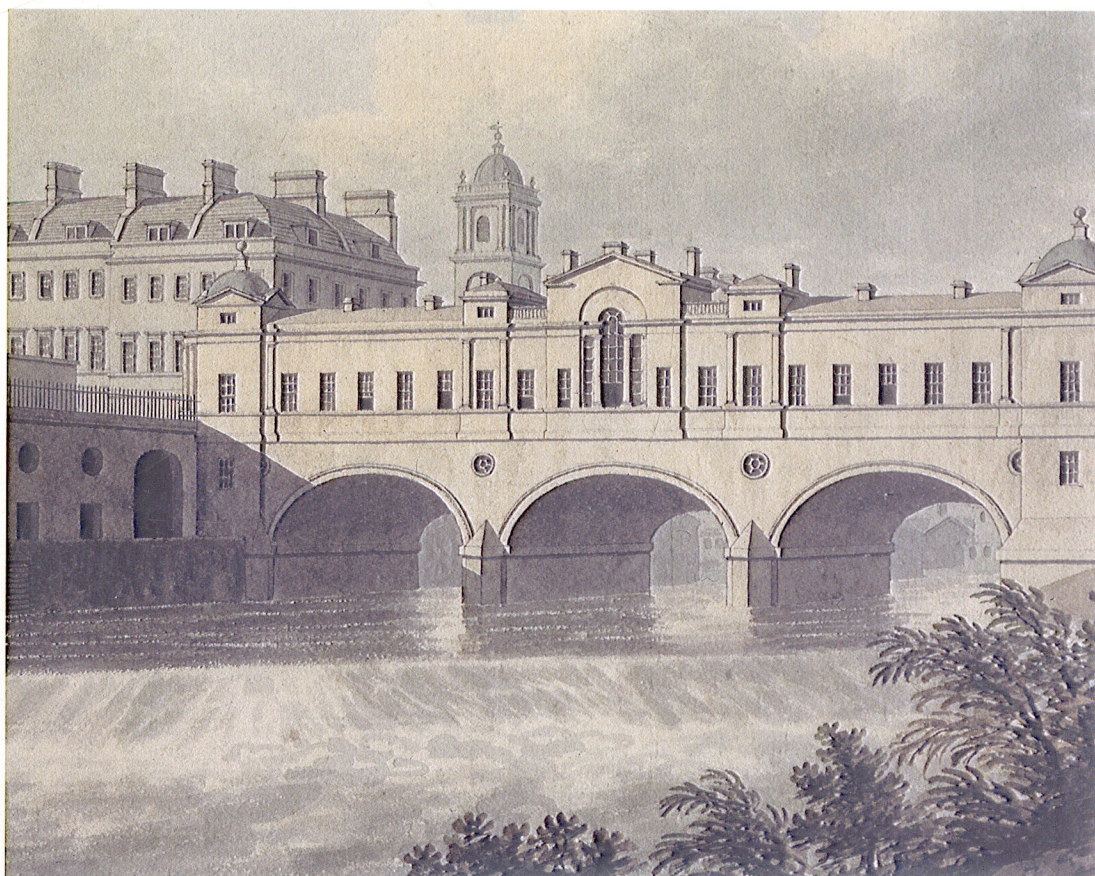
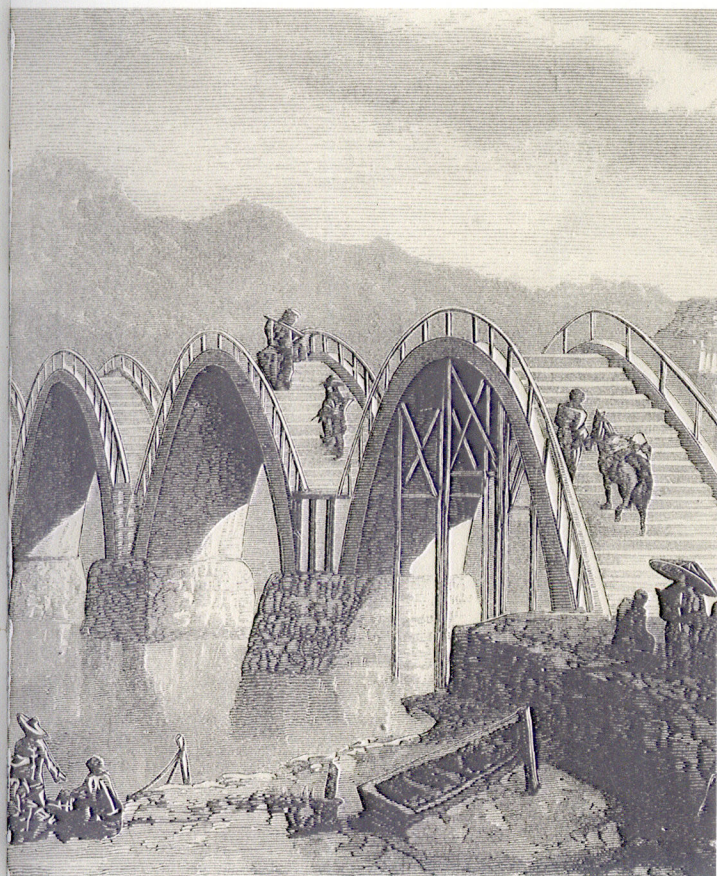
续桥面视觉效果最佳，那又如何调整桥面才能满足为坐轮椅的人提供安全区域的要求呢？栏杆扶手是否可以设计成独一无二的或是有任何程度的特殊性，就像是一次英国桥梁设计竞赛中获奖作品提出的，在扶手上覆一种由工业金刚石派生出的涂层？

这样的细部设计很大程度上是建筑师的工作范围，而不属于道桥工程师。因此他们在工作中所不断争执的是如何确定人性化的界限。相较于诺曼·福斯特设计的米约高架桥，他在伦敦千禧桥（Millennium footbridge）中置入了更加有效的设计手法。这座步行桥横跨泰晤士河，将泰特现代美术馆和北岸的圣保罗大教堂连接起来。在伦敦，福斯特要求奥韦·阿勒普的工程师们设计一个宛如“光刃”的细长结构。这就产生了一个没有桥塔、高度紧绷的悬索结构，人行道直接落在而不是悬挂在缆索上。该设计的灵感来自中亚地区细长的绳索桥。和那些绳索桥一样，千禧桥开始也有来回地摇摆的倾向，甚至摆动得比预计的还要严重。于是需要进行补救性的减振工作，但是非常重要的外观形象被小心地保留了下来。千禧桥吸引了大众的注意力，甚至在关闭期间也如此。在这个例子中，建筑师创造了一个

看似简化、极少主义的结构形式，这种结构第一眼看上去会被误认为是纯粹工程化的设计，然而事实并非如此。在实现美学理想的道路上，建筑师和工程师们是携手合作的。美学上的参照物固然古老，而实现它的手段则是完全现代的，以致于需要全新的思维方式。

尽管存在反对意见，对于历史的借鉴还是在建筑学领域里频繁涌现，在桥梁设计中相对少些。位于日本岩国市（Iwakuni），1673年建造的谨太恭桥（Kintai-kyo bridge，图14）就是一个典型，该桥的形式精简到了极致，看上去具有惊人的现代感。毛石桥墩之间的木拱形成了一条起伏的人行梯道和圆滑的拱顶：拱就是人行道，上面没有再铺设水平的桥面板。这座桥的整个木结构曾经每隔25年翻新一次，每5年重建5个拱之中的一个。这项工作从1953年的整体重建后就结束了，因为现代的木防腐剂意味着每五年一次的更新过程可以停止，至少是可以相对减慢。也许走完这座桥是件很麻烦的事，但这种仪式的力量是巨大的。那么，究竟是什么原因使桥应该是不起伏的呢？也许是为那些缺乏体力的人设想的吧。

浮桥的产生同样也参考了过去桥梁造型。例如京都大学的Eiichi



12 13 | 14 15

图12 亨伯桥，1981年，弗里曼·福克斯及合伙人事务所设计。

图13 工程师约格·施拉赫设计的旱桥，基尔海姆，1993年。

图14 谨太恭桥，岩国市，日本，1673年。

图15 普尔特尼桥，巴恩，1773年，亚当兄弟（Adam brothers）设计。

Watanabe教授提出了一种沿海公路桥的设想,即将箱形截面梁结构的蜿蜒桥面架设在漂浮着的圆柱体形混凝土浮筒上。罗马人肯定会喜欢这个想法。最新的带状桥也与之相似。现在可以用一条狭长较薄的受拉钢筋混凝土带来代替过去的轻质厚木板步行道。这种桥梁设计中常用的“跨越”方式在技术上也应用于屋顶设计中,就像是在葡萄牙的里斯本举办的1998年世界博览会上,由阿尔瓦罗·西扎(Alvaro Siza)设计的悬链线形薄壳屋顶。就结构而言,大跨的建筑屋顶和桥梁十分相似,它们之间的不同之处在于建筑物屋顶很少需要设计成能承载交通和风引起的可变荷载。从美学角度来说,桥梁可以向类似的建筑借鉴。通常极少有人去关注桥腹的视觉效果,而建筑中屋顶顶棚却自然是设计者非常注意的部分。

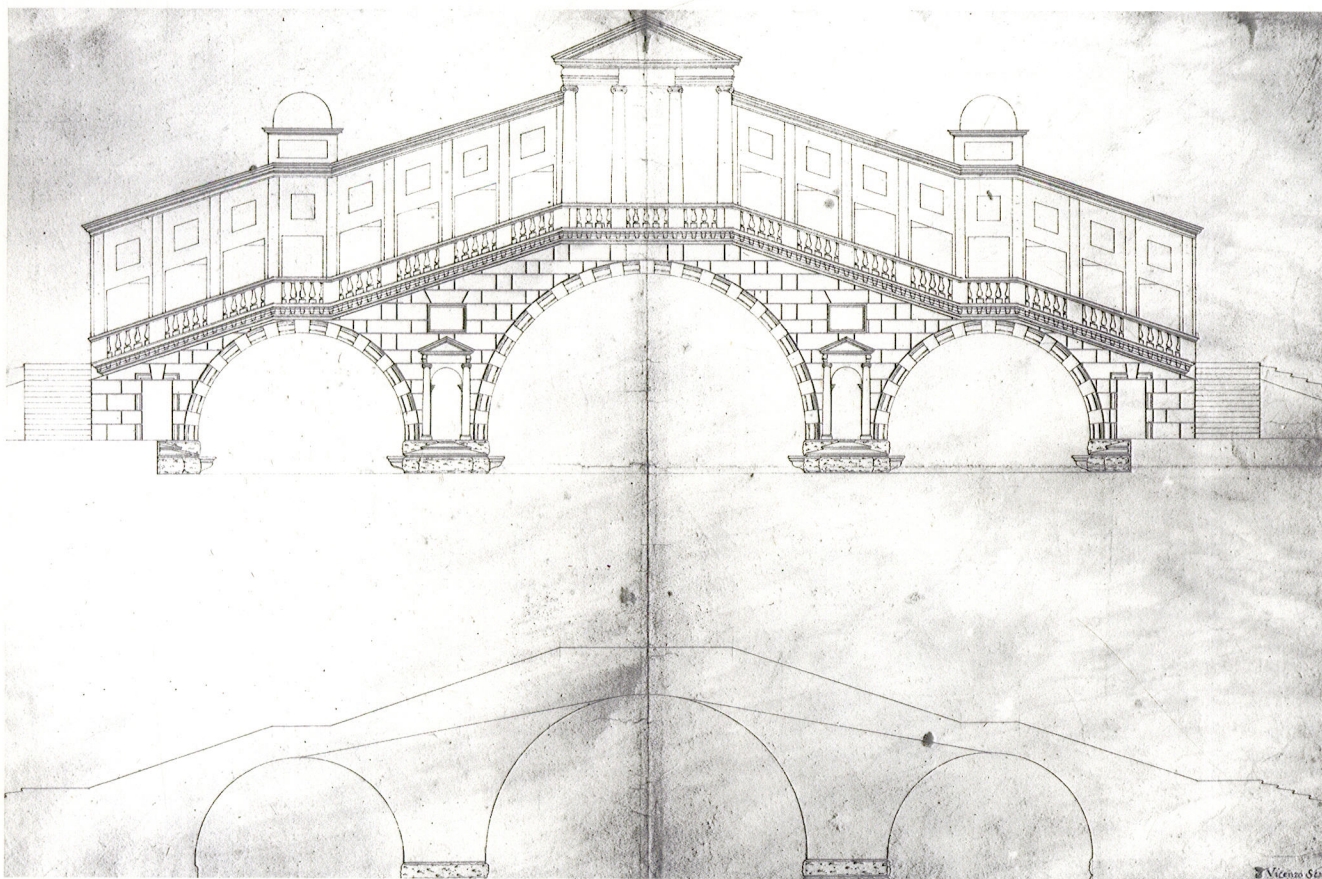
正如马修·韦尔斯在书中所述,桥梁的建造方法在20世纪得到极大改进,尤其是在战争年代,造船等其他工业的科学技术转移到桥梁的建造上,使桥梁的建造方法实现了巨大的飞跃。传统材料的创新使用、新型材料的产生、空气动力学日益加强的重要性,以及最重要的,能够“测试”尚未建造的结构在一系列条件下的表现状况的计算机应用程序的数量迅速

增长,所有这一切都提高了桥梁建造的灵活性,以工程师的眼光来看,桥梁完全可以做到表演结构体操的地步。随后,工程设计和建筑学专家们开始重新评定桥梁的美学标准,如今这个过程正在加速进行。

这种美学标准的重新评定在某种意义上是对桥梁本义的再鉴定。回到本绪论的开头:一座独特的桥打算实现的是什么?在一些例子中,某些桥梁丧失了它们作为桥梁本身应具有的含义,例如,位于乔治亚风格的巴思城(Bath)、由亚当兄弟设计的普尔特尼桥(Pulteney Bridge,图15),如今桥的两旁布满了小商店。普尔特尼桥就像它之前的中世纪伦敦桥一样仅仅是街道的延伸,人们经过它时,很可能根本注意不到桥下潺潺流淌着的埃文河(River Avon)。也许你会随想为什么两岸庄严高大的建筑会让位给精致的,在那个年代被认为是微不足道的小尺度建筑?那是由于标准规格的乔治亚风格的橱窗牢牢吸引了你的注意力,人的视线被控制在街道高度,因而保持了这种错觉。无窗的管式桥之所以像是空中隧道,也同样可追究于这种方位感的否定——不过,这种方法并没有用在威尼斯的里亚尔托桥上(Rialto)。里亚尔托桥有外露的陡拱和通往两旁总是熙熙攘攘的中心街

道,开敞的人行道支路。视线的否定同样没有发生在18世纪和19世纪早期英国其他的帕拉第奥型式的桥上,虽然桥被视为建筑的一部分,但它是一个看的见风景的内部空间——无论是从内还是从外,均以帕拉第奥的方式起到框景和提高视景质量的作用。

在20世纪80和90年代,随着“住居桥”概念的再度流行,上述这些桥梁重新引起人们的注意,也引发了新一轮的公开讨论。其中一些桥的构思概念不过是两岸城市景观的延伸,它们靠建造涵洞来掩饰并否认河流的存在。由此衍生而来的一种方法是建造公路涵洞,在其上进行景观绿化,这种方法被证实是在修补由交通干道造成的城市创伤方面较为成功。例如位于伦敦东部地区,由建筑师皮尔斯·高夫(Piers Gough)设计的“绿桥”(Green Bridge,图18),该桥结合了一个公园。其他的桥梁则将那些被城市道路分开的校园连接起来。那么,地下通道是该被认可还是应该被否定呢?如今的一些设计把驻足休息点,甚至是观景台结合进了以其他方式封闭的桥梁,以此为用户提供必要的景观。在建筑方面与之直接对应的是,建造有顶盖的桥来连接飞机场望不到头的候机厅。同样,这种连接的早期倾向是



完全封闭、采用人工照明,而现在它已经被强调通透的新的审美观念所取代。那些认为住居桥极为罕见的人应该以新的眼光来看看飞机场。

21世纪伊始,桥梁已经被公认为是城市更新和重塑市民自豪感的象征,小规模桥梁连接起城市架构的各个组成部分,与之相对的是那些连接国家乃至各大洲的大规模的桥梁。这也许看似有些自相矛盾,一些桥梁的规模是越来越大,而与此同时其他的桥梁则要小得多,其实两者是同一现象的不同方面。也许桥梁建设的重点更多地是放在都市化上,强调建筑和地区之间的空间。人们也同样注意到由于桥梁设施为交通往来提供了便利,它有助于纠正城镇贫富区域间的经济梯度。当一座桥飞越过一条分界线——或水道、或公路、或铁路,它产生的效应几乎是符合流体学的:资金开始从富裕的一侧流向贫困的另一侧,这就是为什么全世界有如此之多的城市更新项目都把桥梁建设作为更新进程中的一个根本部分的原因。

同样,这种效应在所有规模上都可以起到作用。一种极端的情况是,你拥有一座朴素的新桥来复兴任何一座城镇的发展偏离正轨的地区。它可能会被视为后工业化的一种补救措施,其任务通常是协助解决资金短缺问题,

该问题的出现是由于这一时期蓝领职业趋于缩减而造成的。如果真是这样的话,那么没有人可以否认桥梁作为一种城市形态,在物质和情感方面都特别适合担此重任。另一种极端的情况是像孟加拉国建于1998年的贾木纳桥(Jumuna Bridge)那样的桥梁,该桥长5km(3ft),另设有30km(18.5ft)长的引桥,它跨越了河道纵横交错、变幻莫测,同时又是地震和洪水多发的贾木纳河或者说是雅鲁藏布江。如果撇开其长度不谈,那么这座低矮的多跨桥就丝毫谈不上壮观,但它连接了孟加拉国西部的农业地区和东部的工业地区。两个地区因此合而为一。

当然,现实并不全是美好的。一座桥可以弥合分裂的群体,然而它也会成为宗教仇恨的聚焦点。桥梁历来是轰炸的目标,也是难民们寻找的生路。一座桥所能贡献的比它能表达的更多:一座不知打哪儿来又不知通向何处的桥——有时仅是出现在预测的发展中——或许会创造出一种场所感,但也有可能仍旧是孤立而荒诞的。公路桥也可能成功地掩盖混乱的交通和无规则扩张的建筑:像所有道路一样,公路桥仅仅依靠现有的条件就能组织起自己的交通。一座桥和任何一座建筑一样,可以在丧失功用后

继续存在,成为一个人造的工业遗迹——一个比许多传统建筑更有影响力的、更具典型传统风格的人造物,在英国长期被解除工业生产的什罗普郡的煤河谷(Coalbrookdale)、由托马斯·普里查德(Thomas Pritchard)设计的18世纪铁桥(Iron Bridge)即是见证,遍布世界的那些上千座废弃的铁路陆桥亦是如此。

桥梁为我们提供了一种途径去理解和欣赏一个乡镇、一座城市、一个国家或一个经济区的日常活动。即使在废弃、破败后,它们仍旧体现着运动、活动、繁荣和权利。桥梁也许最能唤起人们对所有遗迹的回忆。阿维尼翁市(Avignon)的圣贝内泽大街(St. Benezet)有一座12世纪建造的天桥,这座已经破败的桥早在1680年就已不再是用于通行,从那时起,它就成为一个旅游胜地。如今,在针对这一领域的设计中,惟一最令人心动的是关于认为桥梁具有消遣功能的观念不再是作为一段历程而延续,而是被看作是一个终点,一个其自身的终结。(The single most fascinating aspect of today's intensive design focus on this area is therefore the beguiling notion of the bridge's function not as journey but as destination, an end in itself.)



16 17 18

图16 维琴佐·斯卡莫齐(Vicenzo Scamozzi)为里亚尔托桥所做的设计,威尼斯,1588年。

图17 铁桥,煤河谷,1779年,托马斯·普里查德设计。

图18 绿桥, Mile End, 伦敦, 1998年, 建筑师皮尔斯·高夫设计。