



邓文中与桥梁——中国篇

尹德兰
主编

清华大学出版社

编辑委员会

主编

尹德兰*

编委

杨联章 蒋中贵 任国雷 刘雪山
马振栋 黄 刚 邓 宇

* 尹德兰，女，1962年出生于云南昆明。1978年春考入西南交通大学土木工程系，在该校完成了本科和研究生教育。1982年获工学学士；1984年获工学硕士，1988年获工学博士。自1984年开始在西南交通大学任教，历任助教、讲师、副教授。1990至1991年在瑞典查尔摩斯理工大学从事客座研究。1995年赴美国，从事桥梁设计工作。2005年春至今在林同棣国际（重庆）工程咨询公司任副总工程师。

邓文中与桥梁——中国篇

尹德兰 主编

清华大学出版社
北京

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

邓文中与桥梁. 中国篇 / 尹德兰主编. —北京: 清华大学出版社, 2006.9
ISBN 7-302-13814-1

I. 邓… II. 尹… III. 桥梁工程—设计—中国—文集 IV. U442.5-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第109363号

出版者: 清华大学出版社

地址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn>

邮编: 100084

社总机: 010-62770175

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 徐晓飞(xuxiaofei@tsinghua.edu.cn)

文稿编辑: 李嫚

封面设计: 傅瑞学

印装者: 北京雅昌彩色印刷有限公司

发行者: 新华书店总店北京发行所

开本: 185×230 印张: 9 字数: 150千字

版次: 2006年9月第1版 2006年9月第1次印刷

书号: ISBN 7-302-13814-1 / TU·321

印数: 1—3000

定价: 68.00元

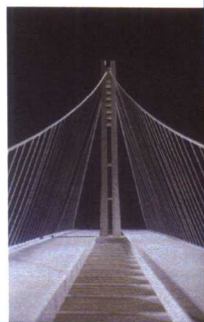
引 言

编这本书，旨在向所有热爱桥梁的人，介绍几座近年来在中国大地上修建的桥梁，传递一种工程理念，进而介绍大家认识一位造桥艺术家——美籍华人邓文中（Man-Chung Tang）博士。

第一章 一个造桥人	7
第二章 创新、稳妥、艺术化 —— 邓文中在中国的桥梁	21
天津海河上的太阳、月亮、星星——大沽桥.....	22
重庆长江上的彩虹——菜园坝大桥.....	26
神奇第一跨——石板坡长江大桥复线改建.....	32
乌江上的风帆——涪陵乌江二桥.....	37
嘉陵江上的纤纤玉手——悦来大桥.....	40
东平河上的“贝壳”——东平景观步行桥.....	44
第三章 邓文中说 —— 论文选	49
新千年的工程学术.....	50
21世纪的桥梁工程.....	54
桥梁的健康寿命.....	62
造桥的艺术.....	70
为什么，为什么不，如果……又如何？	79
桥梁的形式与美学.....	91
重庆几座新桥的设计理念.....	118
漫谈混凝土斜拉桥.....	133

第一章 一个造桥人

介绍一个造桥的人，以他造的桥作为开始，
也许是最合适的选择。





2006年5月接受中国交通部《桥梁》杂志主编的采访

2006年5月，中国交通部《桥梁》杂志主编在采访邓文中博士时，第一个问题就是：“您所参与设计和监督修建的桥梁，几乎遍布世界每一个角落。所以工程界有‘日不落邓文中的桥’之说。那么从您涉足桥梁领域至今，曾参与过多少座桥梁的建设？其中哪一座桥的建造最有趣，故事最多？”

邓文中的回答：“我参与修建的桥梁至今已超过100座。每一座桥的修建过程都很有趣，都有故事。”

我们先来说一说美国旧金山奥克兰新海湾桥（东桥）的故事。

旧金山奥克兰海湾大桥与鼎鼎有名的金门大桥相邻，其东岸跨在1989年的Loma Prieta地震中损坏。震后对该桥的评估认为：“东岸跨桥不能抵抗当地可能发生的地震，尤其是



美国旧金山奥克兰新海湾桥(东桥)



该桥的基础。” 要把原来的基础和结构足够地加强，费用很巨大。大桥的业主——加州交通厅决定修建新桥。在这个工程里，湾区居民投入了极大的关注，因为这是他们的桥，是他们的景观。在加利福尼亚州 (California)，州政府有一笔基金是专门为了基础建设的防地震加强工程用的，但这些钱只能用在加强的工作上，不能用在对美观的改进上。所以州政府只能重建一座最便宜的能抵受当地可能的地震的新桥，但当地的居民对州政府设计方案的美观度不满意。

湾区居民希望新桥要美观，应该与当地环境相符，特别要与金门大桥和奥克兰海湾大桥西岸跨协调，并为此成立了代表居民的工程设计咨询小组(Engineering and Design Advisory Panel，简称EDAP)。小组由34名成员组成，主要是工程师和建筑师，也有其它社区代表。他们向普通民众和工程师、建筑师们征询，并举行听证会。最后确定桥型必须是斜拉桥或自锚式悬索桥，另外附加多达17条建议，例如：

- 合标准的十车道，分成两个平行结构，每边五车道；
- 必须是单塔，单层桥面；
- 塔高不能超过西岸跨桥塔高度；
- 双向行车道之间的分隔带不小于15m；
- 不使用钻石型塔；
- 只需在一侧设置人行道和自行车道。



Tolls increase Jan 1, 2007 on the seven state-owned Bay Area toll bridges. Tolls will rise to \$4; bonds sold against future tolls: \$2.15 billion.

* 林同棧——美籍華人，國際結構工程大師——他的名字在中國大陸，有時候也寫作“林同炎”。

——作者注

在方案設計階段，兩個由工程師和建築師組成的獨立團隊，分別對斜拉橋型和懸索橋型進行方案設計。這兩個獨立團隊之間的關係最主要不是相互競爭，而是為了找出最優的結果。

在上面的兩個方案中，由 EDAP 代表的灣區居民們選擇了自錨式懸索橋。這是一個比較昂貴的选择！他們要建漂亮的橋，為此願意以付兩倍過橋費的辦法來補足州政府不願意負擔的投資，也就是總投資 36 億美元中的 21.5 億將由過橋人支付。換句話說，灣區居民將花兩美元過橋，另外花兩美元享受橋梁美景。

舊金山居民願意多花 21.5 億美元購買其景觀效果好的奧克蘭新海灣大橋的設計技術總監，就是美籍華人、美國國家工程院院士、中國工程院外籍院士，現任美國林同棧*國際公司（T. Y. Lin International）董事長鄧文中博士。他的英文名字是 Man-Chung Tang。

鄧文中博士 1938 年 2 月 22 日出生於廣東肇慶，1959 年獲香港珠海學院學士，1965 年獲德國達姆斯塔德工業大學（Technische Hochschule Darmstadt）工學博士和國家工程師。鄧文中先生是美國土木工程師學會（American Society of Civil Engineers, ASCE）榮譽會員。

如果我們走進這個奧克蘭新海灣大橋（東橋）設計故事的深處，我們可以更多了解鄧文中造橋的工程理念和藝術觀點，以及如何引領他的團隊，通過創新，達到功能和美觀的完美結合，等等。

奧克蘭新海灣大橋（東橋）在設計完成之時，是世界上最大跨度的自錨式懸索橋。除此之外，鄧文中還參與建造了幾座跨徑破世界紀錄的大橋，例如：1969 年完工的格

尼桥 (Knie, 德国), 主跨320m; 1970年完工的纽恩坎桥 (Neuenkamp, 德国), 主跨350m, 和 1991年完工的西西雅图的开合桥 (West Seattle Swing Bridge, 美国), 主跨 152.4m等。对邓文中而言, 与诸多“世界纪录”的桥梁碰撞, 不过是机缘。关于世界纪录, 邓文中很早以前就说:

“我有幸参与许多跨度创世界纪录的桥梁建造, 那不过是碰巧而已。我认为世界纪录不会保持很久。我相信, 斜拉桥的最大跨度很快会超过1000m。”

“我认为不应该花额外的钱来创世界纪录, 而应该尽最大努力设计美丽的、技术先进的桥。破一下世界纪录没有意义, 而一座美丽的、高质量的桥梁则永远是出色成就的丰碑。”

I was fortunate to have the opportunity to work on many world record spans. But it just happened that way.

My experience is that a world record does not last very long.....

I do not believe we should spend addition money just to get a world record. Instead we should do our best to design beautiful and technologically more advanced structures. A broken world record has no value but a beautiful and quality bridge will always be a distinguished monument of success.

然而正是这位不刻意追求世界纪录的造桥人, 名字却与许多“第一”联系在一起。在纽恩坎桥(Neuenkamp, 德国)第一次将机械阻尼器安装在最长的拉索上抑制风振; 第一次将当时的新高强钢种(NAXTRA70)用于该桥桥塔; 由于当时的规范找不到这种钢材的使用数据, 邓文中自己编制了设计需要的全部图表。邓文中参与建造第一座大跨度的轻质混凝土梁桥——鸚鵡渡口桥(Parrotts Ferry Bridge, 主跨195m, 美国, 1979年竣工), 也参与建造世界第一座悬空单向施工预制节段混凝土桥——林谷桥(Linn Cove Bridge, 美国, 1983年竣工)。这些“第一”, 看似偶然, 其实必然! 如果不是走在工程技术发展的前端, 如何懂得新材料、新技术的应用? 如果不具备创新改良的精神, 如何能够不被已有规范束缚, 敢为人先?

尽管林同棧国际公司 (T.Y. Lin International)以擅长设计大型桥梁闻名, 但作为董事长和技术总监的邓文中在他的桥梁设计中从不刻意追求“大跨度、宽桥面”。相反, 对于桥跨的选择, 邓文中总是在满足通航要求、选择合理地基的前提下, 尽可能地减小桥跨, 达到节省造价的目的。

正如在某些高层建筑中, 建筑高度的实现是对结构师的



前支点吊索挂篮

挑战一样，在特定条件下实现长距离的跨越常常也成为造桥人的首要难题。在2006年5月，重庆市石板坡长江大桥复线改建工程迎来了最关键的一道施工过程，即103m钢梁节段的整体吊装。中央电视台为此专门拍摄了专题片《神奇第一跨》。这里的“第一跨”不是说第一次跨越，而是第一大跨度之意。这个“第一大跨度”的出现是因为石板坡长江大桥复线改建工程的新桥与20世纪70年代建造的旧桥并排而建，为了景观上的协调一致，新桥采用与旧桥型相同的梁桥。但由于桥墩加宽了，如果用与旧桥相同的主通航孔净空，则新、旧两桥并排的桥墩会给来来往往的船只形成“巷道效应”，相当于减小了通航净空。虽然新桥的桥墩布置与原桥相同，但在主通航孔处，新桥不能像旧桥那样设立桥墩。这就意味着新桥要采用与旧桥相同的结构形式来跨越两倍的距离，于是就有了“神奇第一跨”。而这个“第一跨”的实现，必须减轻结构本身的重量，因而桥跨中间一段103m梁采用了钢梁。钢梁在工厂制造，工地吊装，从而也引出了一连串桥梁建设的技术创新（详见第二章）。

懂得造桥技术，利用已有经验造桥，那是桥梁工程师；懂得综合优化，创造性地应用设计理论、新型材料和施工技术，造最合适的桥，才堪称造桥艺术家。而邓文中正是这样一位将桥梁工程作为艺术来实施的造桥艺术家。

作为造桥艺术家，邓文中一贯认为，工程不是科学，而是一门艺术。因为科学的目的是发现真理，而工程的目的是实现和完成。“实现和完成”的途径不是唯一的，一座桥梁的设计方案也不会是唯一的。工程的这种弹性使得工程师有了发挥其创造才能的空间。从这个意义上，工程师是创作者，一项工程就是一件作品。一部文艺作品可以是乏味的，也可以是有趣的；一座桥梁可以是平庸的，可以是传统的，也可以是创新的。人们常常把电影称作“遗憾的艺术”，因为完成了的电影作品中，总能找到不尽人意之处，但却又不能再修改。桥梁建



（用重庆方言）叻（这）个石板坡新桥是抄的别个老桥的设计。抄还抄错啰（了），少抄啰（了）一个桥墩。你看嘛，叻哈（这下）没得法啰（了），停起啰（了）噻。

（在等待中间节段制造时，由于旧桥的通行能力远不能满足要求，石板坡桥头是重庆市有名的交通“瓶颈”之一，堵在这里的出租车司机烦不胜烦，故作上述抱怨。）

设又何尝不是这样。一个追求完美的桥梁工程师也常常会在一座桥梁建成之后发现它的缺点。不过邓文中不认为这是遗憾的事，而是将它作为改善的机会和进步的动力。

邓文中将“创新”上升为工程师的义务。他说：“一位桥梁工程师如果不试图在每项设计中尽可能地进行改进，那么他就没有尽到工程师应尽的义务。”邓文中提倡创新，对专利制度不以为然，他认为：“专利阻碍了发展，扭曲了竞争。”尽管邓文中在桥梁设计和施工中提出过许多独到的见解，也设计过特殊的施工机械（如用于斜拉桥施工的前置点挂篮），但并未就这些设计申请专利。

邓文中一再告诫工程师们，不必拘泥于规范条文，“只要有理由，所有书本上的规则都可以更改！”“不必在完成一项任务之时先追求到科学式的真实。工程师所依据的，最重要的是贯彻和运用科学真理的智慧以及在工程实践中积累的经验。”

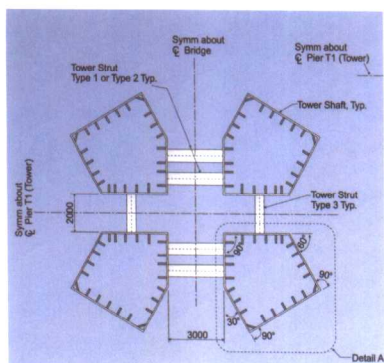
我们再回到旧金山新海湾桥的设计过程，看一看这座桥梁的设计如何通过“创新”达到功能与美观的和谐统一，从而满足了湾区居民近乎苛刻的美观要求。

旧金山海湾是地震高发区。湾区的地质条件很不好，地基表面有厚厚一层粘软的泥土覆盖层。因此桥梁的抗震稳定性是必须仔细研究的问题。邓文中在EDAP的听证会上建议，认为只有单塔的斜拉桥和自锚式悬索桥最适合当地的环境，同时把主跨向西岸靠拢。这样，基本上承受了全桥重量的单桥塔就可以放在岸边浅水下的岩层上，在强烈的地震时就会比较稳定。EDAP采纳了这个意见，最后选定了单塔自锚式悬索桥。偏偏湾区居民又不希望再建造另一座门式的桥塔。如果采用单柱式桥塔，主要的承重结构采用静定结构体系，在湾区这样的地震高发区是不合适的。

四腿单柱塔透视效果

最终的设计是一个极富创意的四腿单柱塔。这个构造通过四腿之间的剪力链在强震的早期屈服，发散地震的能量，从而达到“以柔克刚”的抗震效果，以保证塔腿在经受地震力时仍然处于弹性受力状态。塔的造型在视觉上形似独塔，满足了湾区居民的美观要求。

桥梁的基本功能是实现水平距离的跨越，结构设计的基本原则是：安全、适用、经济和美观。实际上，美观也是一种功能。安全、适用、美观是一个公共建筑所应该具备的功能，而经济是保证其功能得以实现的条件。邓文中强调，这四项要求是每一个桥梁工程师都应该在自己的设计中努力实现的目标。邓文中引用韦氏词典中对“文明”的定义“利用科技实现现代的舒适和便利”来说明美观在建筑物设计中的重要性。对桥梁结构而言，“安全跨越”提供了“便利”，而美丽的环境才使人们感觉“舒适”。因此，邓文中从生活品质的角度来强调桥梁美学的重要性。他认为桥梁是公共建筑，是装点人类生活环境的一个重要构筑物。人类有史以来都在为改善生活的品质



新海湾桥的四腿单柱塔截面

而奋斗。美是生活品质中很重要的一部分！因此，桥梁的美观不容忽视。

作为一位造桥艺术家，邓文中对桥梁的景观美有着独到的见解。他认为美不是添加在结构上的装饰，而应该是贯穿在设计过程中的理念。一座美观的桥梁应该是功能的自然体现，具有简洁的结构形式、新颖的造型，与环境和谐协调。和邓文中一起工作过的工程师都知道，在一座桥的方案构思伊始，邓文中一定会到桥位踏勘，拍摄大量的照片。如果是城市桥梁，邓文中还要了解当地的历史文化、独特风情等等。在设计过程中，邓文中对美观的考虑大到桥型的选择、主要尺寸的比例，小到构件细部尺寸的调整、色彩的选择、灯光夜景的布置等等，事无巨细。甚至，如果你有幸聆听过邓文中的演讲，你就会发现，他的幻灯片版面安排，也是那样令人赏心悦目。

对桥梁建造领域的技术和艺术的敏感性，对完善的不懈追求，激发邓文中在每一项工程实践中不断推陈出新。在从事桥梁设计的四十年里，邓文中在世界五大洲参与建造的桥已超过100座。全世界许多的斜拉桥是他主持设计的。邓文中还参与了节段混凝土桥等各类桥梁的建造。这些桥梁遍布世界各地，在实现空间跨越的同时，向业界显示了桥梁工程的前沿水平，也向大众展现了独具特色的美学成果，许多已成为当地的标志性建筑。他的设计作品曾先后获得过美国工程师协会杰出工程成就奖、美国土木工程协会杰出土木工程成就奖等多项大奖。1999年的*Engineering News Record*杂志选出近125年（1874–1999）中对建筑工程界最有贡献的125位人物中，4位华裔入选，邓文中博士是其中最年轻的一位（其它三位均已过80，是贝聿铭、林同棧和林作砥），也两度被该杂志选为“Man who made marks in the construction industry”。

这样一位工程界的世界名人，在同事的眼里是什么样呢？和邓文中一起在多个大型桥梁工程中共过事的美国