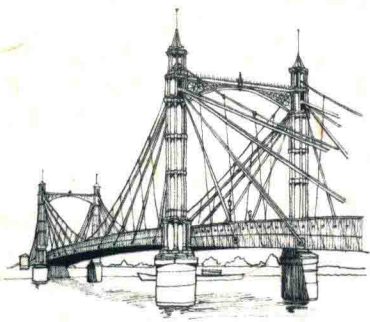




大家小书

大家写给大家看的书



世界桥梁趣谈

唐寰澄 著

北京出版集团公司
北 京 出 版 社



世界桥梁趣谈



北京出版集团公司
北京出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

世界桥梁趣谈 / 唐寰澄著. — 北京 : 北京出版社,
2016. 2

(大家小书)

ISBN 978-7-200-11593-2

I. ①世… II. ①唐… III. ①桥—技术史—世界—普
及读物 IV. ①U448-091

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 218111 号

总策划: 安 东 高立志

责任编辑: 王忠波

责任印制: 宋 超

装帧设计: 北京纸墨春秋艺术设计工作室

· 大家小书 ·

世界桥梁趣谈

SHIJIE QIAOLIANG QUTAN

唐寰澄 著

*

北京出版集团公司 出版
北 京 出 版 社

(北京北三环中路 6 号)

邮政编码: 100120

网 址 : www.bph.com.cn

北京出版集团公司总发行

新 华 书 店 经 销

北京华联印刷有限公司印刷

*

880 毫米 × 1230 毫米 32 开本 5.75 印张 103 千字

2016 年 2 月第 1 版 2016 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-200-11593-2

定价: 26.00 元

质量监督电话: 010-58572393

序 言

袁行霈

“大家小书”，是一个很俏皮的名称。此所谓“大家”，包括两方面的含义：一、书的作者是大家；二、书是写给大家看的，是大家的读物。所谓“小书”者，只是就其篇幅而言，篇幅显得小一些罢了。若论学术性则不但不轻，有些倒是相当重。其实，篇幅大小也是相对的，一部书十万字，在今天的印刷条件下，似乎算小书，若在老子、孔子的时代，又何尝就小呢？

编辑这套丛书，有一个用意就是节省读者的时间，让读者在较短的时间内获得较多的知识。在信息爆炸的时代，人们要学的东西太多了。补习，遂成为经常的需要。如果不善于补习，东抓一把，西抓一把，今天补这，明天补那，效果未必很好。如果把读书当成吃补药，还会失去读书时应有的那份从容和快乐。这套丛书每本的篇幅都小，读者即使细细地阅读慢慢地体味，也花不了多少时间，可以充分享受读书的乐趣。如果把它们当成

补药来吃也行，剂量小，吃起来方便，消化起来也容易。

我们还有一个用意，就是想做一点文化积累的工作。把那些经过时间考验的、读者认同的著作，搜集到一起印刷出版，使之不至于泯没。有些书曾经畅销一时，但现在已经不容易得到；有些书当时或许没有引起很多人注意，但时间证明它们价值不菲。这两类书都需要挖掘出来，让它们重现光芒。科技类的图书偏重实用，一过时就不会有太多读者了，除了研究科技史的人还要用到之外。人文科学则不然，有许多书是常读常新的。然而，这套丛书也不都是旧书的重版，我们也想请一些著名的学者新写一些学术性和普及性兼备的小书，以满足读者日益增长的需求。

“大家小书”的开本不大，读者可以揣进衣兜里，随时随地掏出来读上几页。在路边等人的时候，在排队买戏票的时候，在车上、在公园里，都可以读。这样的读者多了，会为社会增添一些文化的色彩和学习的气氛，岂不是一件好事吗？

“大家小书”出版在即，出版社同志命我撰序说明原委。既然这套丛书标示书之小，序言当然也应以短小为宜。该说的都说了，就此搁笔吧。

桥 话

茅以升

最早的桥

人的一生，不知要走过多少桥，在桥上跨过多少山和水，欣赏过多少桥的山光水色，领略过多少桥的画意诗情。无论在政治、经济、科学、文艺等各方面，都可看到各式各样的桥梁作用。为了要发挥这个作用，古今中外在这“桥”上所费的工夫，可就够多了。大至修成一座桥，小至仅仅为它说说话。大有大用，小有小用，这就是这个《桥话》的缘起。诗话讲诗，史话讲史，一般都无系统，也不预订章节。有用就写，有话就长。桥话也是这样。

首先要说清楚：什么是桥。如果说，能使人过河，从此岸到彼岸的东西就是桥，那么，船也是桥了；能使人越岭，从这山到对山的東西就是桥，那么，直升机也

是桥了。船和飞机当然都不是桥，因为桥是固定的，而人在桥上是要走动的。可是，拦河筑坝，坝是固定的，而人又能在坝上走，从此岸走到彼岸，难道坝也是桥吗？不是的，因为桥下还要能过水，要有桥孔。那么，在浅水河里，每隔一步，放下一堆大石块，排成一线，直达对岸，上面走人，下面过水，而石块位置又是固定的，这该是一座桥了（这在古时叫作“鼃鼃以为桥梁”，见《拾遗记》，近代叫做“汀步桥”），然而严格说来，这还不是桥，因为桥面是要连续的，不连续，不成路。但是，过河越谷的水管渠道，虽然具备了上述的桥的条件，而仍然不是桥，这又是何故呢？因为它上面不能行车。这样说来，矿山里运煤的架空栈道，从山顶到平地，上面行车，岂非也是桥吗，然而又不是，因为这种栈道太陡，上面不能走人。说来说去，桥总要是条路，它才能行车走人，不过它不是造在地上而是架在空中的，因而下面就能过水行船。

其次，怎样叫早。是自然界历史上的早呢，还是人类历史上的早。是世界各国的早呢，还是仅仅本国的早。所谓早是要有历史记载为根据呢，还是可凭推理来臆断。早是指较大的桥呢，还是包括很小的在内的，比如深山旷野中的一条小溪河上，横跨着一根不太长的石块，算

不算呢？也就是说，是指有名的桥呢，还是无名的桥。这样一推敲，也就难落笔了。姑且定个范围，那就是：世界上最初出现的人造的桥，但只指桥的类型而非某一座桥。

在人类历史以前，就有三种桥。一是河边大树，为风吹倒，恰巧横跨河上，形成现代所谓“梁桥”，梁就是跨越的横杆。二是两山间有瀑布，中为石脊所阻，水穿石隙成孔，渐渐扩大，孔上石层，磨成圆形，形成现代所谓“拱桥”，拱就是弯曲的梁。三是一群猴子过河，一个先上树，第二个上去抱着它，第三个又去抱第二个，如此一个个上去连成一长串，将地上猴子甩过河，让尾巴上的猴子，抱住对岸一棵树，这就成为一串“猿桥”，形式上就是现代所谓“悬桥”。梁桥、拱桥和悬桥是桥的三种基本类型，所有千变万化的各种形式，都由此脱胎而来。

因此，世界上最初出现的人造的桥就离不开这三种基本形式。在最小的溪河上，就是单孔的木梁。在浅水而较大的河上，就是以堆石为墩的多孔木梁。在水深而面不太宽的河上，就是单孔的石拱，在水深流急而面又宽的大河上，就是只过人而不行车的悬桥。应当附带提一下，我国最早的桥在文字上叫作“梁”，而非“桥”。

《诗经》“亲迎于渭，造舟为梁”，这里的梁，就是浮桥，是用船编成的，上面可以行车。这样说来，在历史记载上，我国最早的桥，就是浮桥，在这以前的“杠”“榷”“筏”“圯”等等，都不能算是桥。

古桥今用

古代建筑，只要能保存到今天，总有用。也许是能像古时一样地用它，如同四川都江堰；也许不能完全像古时那样地来用它，如同北京故宫；也许它本身还有用，但现在却完全不需要了，如同万里长城。更多的是，它虽还有小用，但已不起作用，如果还有历史价值，那就只有展览之用了。古桥也是这样，各种用法都有，不过专为展览用的却很少。要么就是完全被荒废了，要么就是经过加固，而被充分大用起来。值得提出的是，有一些古桥，并未经过改变，“原封不动”，但却能满足今天的需要，担负起繁忙的运输任务。这是中国桥梁技术的一个特点。不用说，这种古桥当然是用石头造起来的。

在抗日战争时期，大量物资撤退到后方，所经公路，“技术标准”都不是很高的，路线上常有未经加固的古桥。但是，撤退的重车，却能安然通过，其初还限制行

车速度，后来就连速度也放宽了。古桥是凭经验造起来的，当然没有什么技术设计。奇怪的是，如果用今天的设计准则，去验算这些古桥的强度，就会发现，它们好像是不能胜任这种重车的负担的。然而事实上，它们是竟然胜任了，这是什么缘故呢？

原来我国古桥的构造，最重视“整体作用”，就是把全桥当作整体，不使任何部分形成孤立体。这样，桥内就有自行调整的作用，以强济弱，减少“集中负荷”的影响。比如拱桥，在“拱圈”与路面之间有填土，而桥墩是从拱圈脚砌高到路面的。拱圈脚、填土和路面都紧压在墩墙上，因而路面上的重车就不仅为下面的拱圈所承载，同时还为两旁墩墙的“被动压力”所平衡。但在现时一般拱桥设计中，这种被动压力是不计的，因而在验算时，这类古桥的强度就显得不足了。提高墩墙就是为了整体作用。其他类似的例子还很多。这都说明，古代的修桥大师，由于实践经验，是很能掌握桥梁作用的运动规律的，尽管不能用科学语言来表达它。正因为这样，我国古桥比起外国古桥来，如古罗马、古希腊、埃及、波斯的古桥，都显得额外均匀和谐，恰如其分，不像它们的那样笨重。北京颐和园的十七孔桥和玉带桥都能说明这一点。

古桥保存到今天，当然不是未经损坏的。除去风雨侵蚀，车马践踏外，还会遇到意外灾害，如洪水、暴风、地震等等。也许原来施工上的弱点，日后暴露出来。这都需要修理。而修理对于建桥大师，正是调查研究的好机会。他们从桥的损坏情况，结合历来外加影响，就能发现问题所在，因而利用修理机会，予以解决。每经一次修理，技术提高一步。数千年来的修桥经验，是我国特有的宝贵民族遗产。

赵州桥，建成于1300多年前，从那时起，一直用到今天，可算是古桥今用的最突出的例子。更可贵的是，它今天还是原来老样子，并未经大改变。欧洲西班牙的塔霍河上，有一座石拱桥，建成于罗马特拉兼大帝时，距今已达1800多年，现仍存在，但其中有600年是毁坏得完全不能使用的，其服务年限之长，仍然不及赵州桥。在古桥今用这件事上，我国是足以自豪的。

桥的运动

桥是个固定建筑物，一经造成，便屹立大地，可以千载不移，把它当作地面标志，应当是再准确不过的。《史记·苏秦列传》里有段故事：“信如尾生，与女子期

于梁下，女子不来，水至不去，抱柱而死。”就因为桥下相会，地点是决没有错的，桥是不会动的。但是这里所谓不动，是指大动而言，至于小动、微动，它却是和万物一般，是继续不断，分秒不停的。

车在桥上走，它的重量就使桥身“变形”，从平直的桥身，变为弯曲的桥身，桥身的两头是桥墩，桥上不断行车，桥墩也要被压短而变形。就同人坐在长板凳上，把板凳坐弯一样。板凳的腿，因受板的压迫，也要变形，如果这腿是有弹簧的，就可看出，这腿是被压短了。桥墩也同样使下面的基础变形。桥身的变形表示桥上的重量传递给桥墩了，桥墩的变形表示桥身上的重量传递给基础了，基础的变形表示桥墩上的重量传递给桥下的地土了。通过桥身、桥墩和基础的变形，一切桥上的重量就都逐层传递，最后到达桥下的地土中，形成桥上的重量终为地下的抵抗所平衡。物体所以能变形，由于内部分子的位置有变动，也就是由于分子的运动。因而一座桥所以能接受车的重量，就是因为它内部的分子有运动的缘故。

车在桥上是要走动的，而且走动的速度可以很高，使桥梁全部发生震动。桥上不但有车有人，而且还受气候变化的侵袭；在狂风暴雨中，桥是要摆动或扭动的；

就是在暖冷不均、温度有升降时，桥也要伸缩，遇到地震，全桥还会受到水平方向和由下而上的推动。所有以上的种种的动，都是桥的种种变形，在不同的外因作用下而产生的。这些变形，加上桥上重量和桥本身重量所引起的变形，构成全桥各部的总变形。任何处的总变形，就是那里的分子运动的综合表现。因此，一座桥不论是在有重车疾驰、狂风猛扑、巨浪急冲或气温骤变的时候，或是在风平浪静、无车无人而只是受本身重量和流水过桥的影响的时候，它的所有的一切作用都可很简单地归结为一个作用，就是分子运动的作用。

桥是固定建筑物，所谓固定就是不在空间有动作，不像车船能行走，但是，天地间没有绝对固定的东西。就是桥的一切负担都是为桥下的地土所平衡的。这是总平衡。拆开来看，桥身是处于桥上车重和两头桥墩之间的平衡状态的，桥墩是处于桥身和基础之间的平衡状态的，基础是处于桥墩和地土之间的平衡状态的。再进一步来分析，桥身、桥墩和基础的内部的任何一点，也无不在它四周的作用和反作用的影响下而处于平衡状态的。平衡就是矛盾的统一。矛盾是时刻变化的，因而平衡也不可能是稳定的，更不可能是静止的。就是在桥上的一切动的作用都停止的时候，在桥上只有本身重量起作用

的时候，桥的平衡也不是稳定的，因为桥和地土的变形，由于气候及其他关系，总是在不断的变化中的。桥的平衡只能是瞬息现象，它仍然是桥的运动的一种特殊状态。

恩格斯说：“运动是物质的存在形式。”一切桥梁作用都是物质的运动作用。

桥梁的作用

桥梁是这样一种建筑物，它或者跨过惊涛骇浪的汹涌河流，或者在悬崖陡壁间横越深渊险谷，但在克服困难、改造了大自然开辟出新道路以后，它却不阻挡山间水上的原有交通而产生新的障碍。

桥是为了与人方便而把困难留给自己的。人们正在路上走得痛快时，忽然看到前面大河挡路，而河上正好有一座桥，这时该暗自庆幸，果然路是走对了。

造桥是不简单的。它像条纽带，把两头的路，连成一体，不因山水阻隔而影响路上交通。不但行车走人，不受重量和速度的限制，而且凡是能在路上通过的东西，都要能一样地在桥上通过。如果能把桥造得像路一样，也就是说，造得有桥恍同无桥，这造桥的本领，就够高了。桥虽然也是路，但它不是躺在地上而是悬在空中的，

这一悬，就悬出问题来了。所有桥上的一切重量、风压、震动等等的“荷载”，都要通过桥下的空间，而传到水下的土石地基，从桥上路面到水下地基，高低悬殊，当中有什么“阶梯”好让上面荷载，层层下降，安然入土呢？这就是桥梁结构：横的桥身，名为“上部结构”；竖的桥墩，名为“下部结构”。造桥本领就表现在这上下部的结构上。

桥的上下结构是有矛盾的。要把桥造得同路一样牢固，上部结构就要很坚强，然而它下面是空的，它只能靠下部结构的桥墩作支柱，桥墩结实了，还要数目多，它才能短小精悍，空中坐得稳。但是，桥墩多了，两墩之间的距离就小了，这不但阻遏水流，而且妨碍航运。从船上人看来，最好水上无桥，如果必须造桥，也要造得有桥恍同无桥，好让他的船顺利通过。桥上陆路要墩多，桥下水路要墩少，这矛盾如何统一呢？很幸运，在桥梁设计中，有一条经济法则，如果满足这个法则，就可统一那个矛盾。这个法则就是上下部结构的正确比例关系。

桥的上下部结构是用多种材料造成的。材料的选择及如何剪裁配合，都是设计的任务。在这里有两个重要条件，一是要使上层建筑适应下面的地基基础，有什么

样的基础，就决定什么样的上层建筑，上层建筑又反过来要为巩固基础而服务；一是要把各种不同性质、不同尺寸的材料，很好结合起来，使全座桥梁形成一个整体，没有任何一个孤立“单干”的部分。纵然上部结构和下部结构各有不同的自由活动，也要步调一致，发挥集体力量。桥的“敌人”是既多且狠的：重车的疾驶、狂风的侵袭、水流的冲击、地基的沉陷等等而外，还有意外的地震、爆破、洪水等灾害。桥就是靠着它的整体作用来和这些“敌人”不断斗争的。

桥的上下部结构要为陆路水路交通同等服务，而困难往往在水路。水是有涨落的，水涨船高，桥就要跟着高，这一高就当然远离陆路的地面了。地面上的交通如何能走上这高桥呢？这里需要一个“过渡”，一头落地，一头上桥，好让高低差别逐渐克服，以免急转直上。这种过渡，名为“引桥”，用来使地面上的路，引上“正桥”。引桥虽非正桥，但却往往比它更长更难修。

可见，一座桥梁要在水陆交通之间起桥梁作用，就要先在它自己内部很好地发挥各种应有的桥梁作用。整体的桥梁作用是个别桥梁作用的综合表现。

（本文原载于《人民日报》1963年）

目 录

引 言	(1)
一、什么叫桥	(3)
二、古代桥梁科技	(6)
木杆件系统	(15)
木拱桥	(17)
木桁架桥	(21)
悬索桥——软桥	(24)
三、近代的桥梁	(28)
桁架拱桥	(33)
桁架开启桥	(34)
钢悬索桥	(36)
钢筋混凝土桥	(44)
四、现代的桥梁	(50)
预应力桥	(51)
计算手段	(56)
钢桁架桥	(58)
新型的拱桥	(61)
双曲拱桥	(61)