



世界的長橋

LONG SPAN BRIDGES

鄧萬秋編著・真知出版社出版

世界的長橋

LONG SPAN BRIDGES



鄧萬秋編著・真知出版社出版

世 界 的 長 橋

編 著 者：鄧 萬 秋

出 版 者：真 知 出 版 社

香港北角馬寶道66號二樓

印 刷 者：新華印刷股份公司

香港鰂魚涌華廈工業大廈四樓B座

定 價：港 幣 二 元

版 權 所 有 * 不 准 翻 印

(一九七三年八月印)

前 言

橋樑是「空中的道路」。在古代就有不少這樣的「道路」著稱於世。但是現代長橋的工程更偉大更艱巨，這不但需要高度的科技水平，而且需要大量的人力物力，正因為這樣，世界上能夠建築長橋的國家並不多。一個國家能夠在極短時間內建成一座新型長橋，自然是飲譽世界了。

人們聽到一座長橋出現的時候，都會問：世界上有哪幾座著名的長橋呢？它們是怎樣建築的？回答這些問題，可以寫成一部厚厚的書，但我們還是力求精簡、淺顯，使更多的人能夠一看就懂，因此出版這樣一本小冊子。希望能夠基本上滿足讀者的求知慾。

本書先從古代橋樑談起，說明橋樑的演進與社會發展有關。從而知道建築一座新型長橋的確不是簡單的事。至於一些比較專門的知識，如地質工程、機械工程等，本書只好從簡了。

目 次

前 言

一、從第一座橋談起·····	1
二、現代橋樑的特點·····	11
三、長橋的建築·····	16
四、世界長橋四大類·····	22
五、連續橋的優點·····	34
六、長橋的橋樑結構·····	37
七、巧妙的桁架·····	42
八、什麼是預應力樑？·····	47
九、如何建築橋墩·····	51
十、鋼樑的鉗合和安裝·····	59
十一、結語·····	62

一、從第一座橋談起

「長橋臥波」，「人間彩虹」。自古以來，人們就用種種富有氣魄的華麗詞句，表達對橋的讚美。

事實上，橋樑在人類生活中起着不可缺少的作用。今天無論你走到哪裏，不管你坐汽車、乘火車，或者只用兩條腿步行，總之過河流，渡峽谷，只要有橋樑飛架，就如履平地。

在世界上已經建橋無數的時候，如果有人問：「究竟是誰建造第一座橋？」這問題看來天真，其實饒有趣味，也是值得考究的。

橋樑愛好者回答這個問題，也許都未必有確實的根據，可是大家都會聯想到狩獵時代的人類的祖先。那時候連路都沒有，人們想走到較遠的地方，前面有一條急流小溪攔阻，就要繞山過嶺才到達目的地。橋樑愛好者推測人類第一條橋，是一株倒下的大樹，這株大樹跌下來，恰好橫架在小河溪澗，人們在上面走過，就有所感觸，懂得利用樹幹造成最原始的獨木橋。

人類的智力在勞動中有飛躍的發展。有了第一條獨

木橋，人們就漸漸懂得用兩三塊劈開的樹幹排列在一起，使木橋變得寬闊些，安全些。後來不僅會在山溪鋪木板，在水較淺的河面，人們也懂得疊起石頭、木塊，成為橋墩，再在上面鋪石板，造成較長的「連續橋」。這種橋直到今天還存在，在一些鄉村，仍然有不少橋是這種簡單的結構。至於非洲人，自有他們聰明的地方，他們早就知道利用堅韌的植物籐來造橋，譬如把幾條葡萄籐緊緊擰在一起，然後利用籐條的擺動，拋過對岸，在對岸縛牢，構成了最原始的「懸橋」。「連續橋」、「懸橋」，是現代橋樑建築中的兩大類型，原始時代建「連續橋」、「懸橋」所運用的原理，竟與現代建橋的一些原理不謀而合。

從考古學者的資料，歷史上第一座正式的橋，大約在六千年前建成。

在古國巴比倫的遺址，考古家挖掘出一座用磚建造的拱形橋，這條橋橫跨一條河流，估計建於公元前四千年。可知當時巴比倫已經有高度的建橋技術。在巴比倫又發現了另一條橋，建於公元前二百年，這條橋長達600呎，採用石柱、磚和木板做材料。

中國建造橋樑也有悠久歷史，一千三百多年前建成的趙州橋（圖1），是一座在世界橋樑上產生深遠影響的拱形橋。這座橋外形美觀，力學運用出色，近世紀不少外國人用這座橋作為建橋設計的借鏡。

古代的拱形橋，以中國趙州橋的線條最美觀。至於拱橋建造的原理，當時都已為文化比較發達的幾個民族

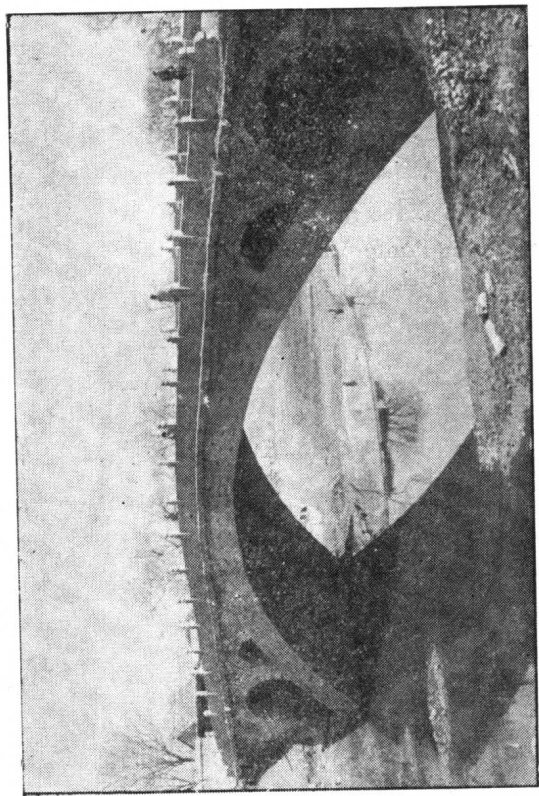


圖 1 世界最早的空腹式拱橋——趙州大石橋

所掌握，在二千多年前，羅馬人就會運用石頭，正確地砌成半圓形的拱橋，使橋樑得到頗穩固的支撐。

在中東，也有一些古老的橋，在伊朗的卡倫河(Karun River)上，有一座凡爾利安橋(Valerian Bridge)(圖3)，是一座拱形的磚橋，建於一千七百年前，遺蹟猶存。據說這座橋是古代羅馬的囚犯所建築的，當時的帝皇東征西略，把戰敗國人民當成囚犯和奴隸，強迫他們做苦工，這座橋正是羅馬人民用血汗造成的。

除拱橋外，還有各種著名古橋。例如意大利佛羅倫斯的古橋(The Ponte Vecchio)(圖2)，建於一千三百餘年前。這座橋的特色是有一些小屋依附在橋樑兩旁，遠望去好像大輪船掛上救生艇一樣。可知當時意大利人已經感到寸金尺土，善於利用空間了。第二次世界大戰時，德國納粹軍隊從意大利撤退，竟把這座古橋的兩端毀壞，只剩下中段而已。

在「水都」威尼斯，到處也有許多橋樑。其中竟有一座「歎息橋」(Bridge of Sighs)，這座橋本來很短，但是由於它的命名而著稱。據說古代囚犯經過此橋時不禁歎息一下，因而得名。威尼斯最大的古橋，是橫跨在大河道上的麗都橋，這座橋用大理石築成，形式美麗，不過它已是十六世紀的建築物了。

法國的古橋以尼姆(Nimes)附近的雙層橋最著名(圖4)，這座橋約有二千年的歷史，長295碼，高160呎，當時這條橋是用來架設水管的，也是羅馬人所建造的磚石橋。

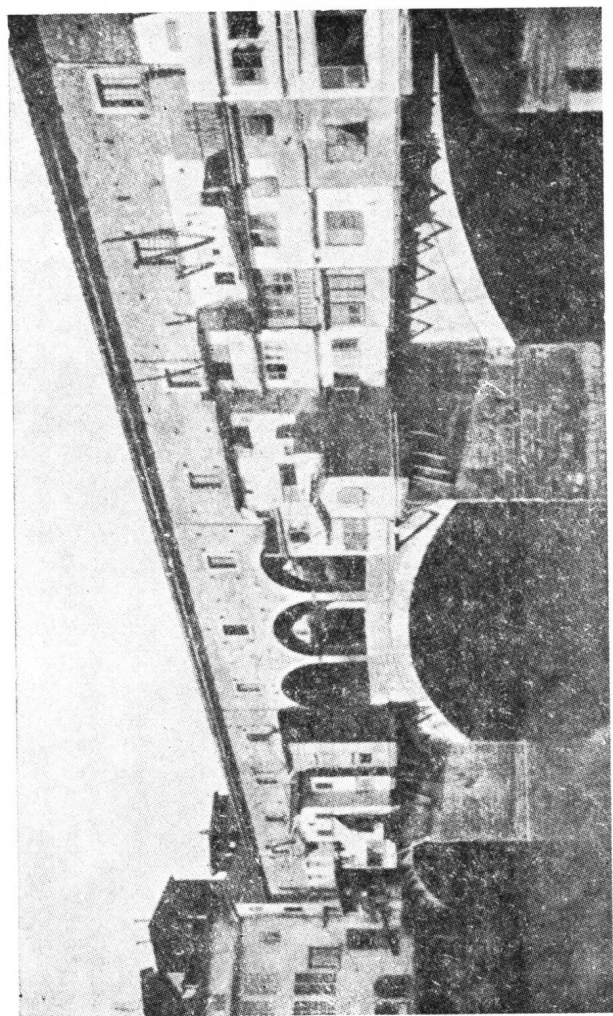


圖 2 意大利佛羅倫斯古橋

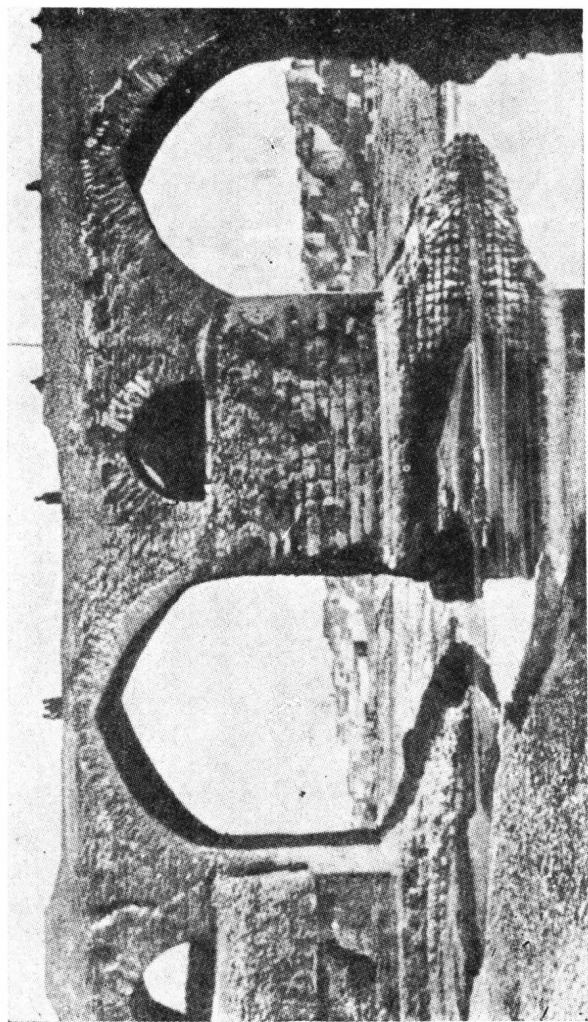


圖 3 伊朗的凡爾利安古橋

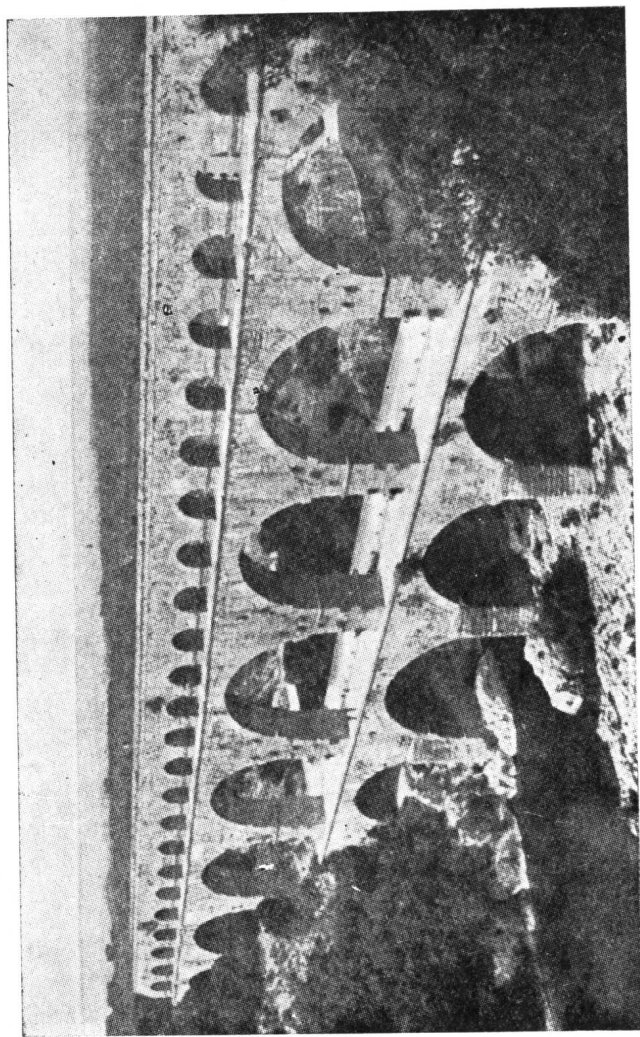


圖 4 法國的雙層橋

英國要在羅馬人之後許久，才建築頗為堅固的橋樑。差不多到了十二世紀末葉，倫敦大橋才建造成功。以前這橋上有許多木屋、店舖，但是木屋常常發生火災，以致損壞橋木，故在橋沒有傾圮之前，木屋就早已拆毀了。後來才有一座磚石建築的倫敦大橋，並且成為古蹟，現在這個古蹟已經賣給美國人，整座古橋搬到美國去了。

十八世紀以前，世界上架設的橋樑，都限於木橋、石橋、磚橋，直到大約二百年前，歐洲工業革命，鐵和鋼開始成為人類生活中的主要材料，才有鐵橋出現。

可是初時只是用生鐵造橋。不久，人們知道生鐵雖然能夠受得起重壓，但是抗拉力不強，用來建築橋樑，還是經不起太重的負載而會被拉斷的。後來人們又改用熟鐵造橋，因為熟鐵的抗拉力比較強。到了十九世紀，才開始建造鋼橋。

最早用熟鐵造成的大橋，是不列顛尼亞橋(Britannia Bridge)，這橋橫過北威爾斯的門勒峽(Menai Straits)。奇趣的是這條橋是載火車過河的大鐵管（由兩條方形大鐵管連接而成，每條長約550碼），火車通過鐵管而過河。這種鐵管也可以說是原始的鐵路橋。鐵管用三根大石柱作橋墩，其中一根石柱豎立在河中的小島上，兩岸上各豎立一根。每根石柱上端都造成槽形，以便安放鐵管。安裝時，先用船載着鐵管，運到石柱那裏，趁着潮漲時候把鐵管安放在柱上，成了一座大鐵管橋。

橋樑的設計是多種多樣的。在古代，人們看到在一

條河的兩岸上，各有一株大樹，樹幹斜向河中，於是想出一個方法，把一條木板架在兩株樹幹上面，成爲一座天然伸臂橋。後來人們又想出方法，如果在兩岸和江心，各建一座「V」字形的橋墩，然後架上橋樑，可以減輕橋樑的負載力。這種橋就是現代的伸臂橋了。像英國的福司橋（Forth Bridge），美國的尼亞加拉瀑布橋（Niagara Fall Bridge），都是這一類型的鐵橋。

在造橋過程中，談起來也頗趣味。在英國的亞逢河（River Avon）上有一座克里夫頓（Clifton）懸橋，橋長 702 呎，高出河面 200 餘呎。建築此橋時要把粗鋼纜輸送過河，據說用來帶鋼纜過河的第一根繩，是用風箏送過去的。

更奇怪的是南非三比西河上鐵橋的開工法。這橋建築於河谷之上，算是世界上最高的鐵橋，高出水面 400 多呎，而且橫過深峽，建橋時輸送鋼纜過河比較麻煩。造橋工人只得放射一根長箭，在箭端縛一條繩，這條繩被射過對岸之後就可以牽引鋼纜過河。

古代建築橋墩，要事先堵塞河道，甚至要臨時開鑿一條「運河」，讓河水流向別處，然後在乾涸的河床上建橋墩。這當然是很不經濟的事。後來人們才曉得在水裏打樁，把木樁打進河床裏面，但是當時人們對於河裏的土石性質還是一無所知，結果橋基還是打得很不穩固。到了十八世紀，才開始用圍堰法（見第九章）建築橋基。

以上可說是橋樑發展史的一些斷片。至於中國古代

建橋事例，那就多得不勝枚舉了。

中國建橋雖然有悠久的歷史，但是現代橋却一直要等到武漢長江大橋和南京長江大橋的出現，才在世界橋樑史上寫下了新的一頁。

據悉，土耳其計劃在博斯普魯斯海峽建造一座長橋，連貫歐亞兩洲。不過自己未能建造，擬請外國人承辦，至於經費則在籌劃中，如能成功，則亞洲又多一座長橋了。

二、現代橋樑的特點

現代橋樑的型式真是多了，有的小巧玲瓏，多姿多彩，這是小型的橋。有的雄奇壯麗，氣勢如虹，這是大型的橋。但是現代橋的特點，主要是在材料的改良和力學的充分應用。

舉例來說，從前用笨重的石頭造橋，其橋墩必須有足夠的承載力，因而整座橋的造型是屬於穩重的那一類。但是自從預應力鋼筋混凝土樑和合金鋼材的使用，橋樑本身的重量就輕得多，在力學方面也就有很大的改進，有些型式設計得很新奇，從前認為不安全，不敢採用的，現在却成為既美觀又穩妥的橋樑了。就以數十年前來說，建築一條長鐵橋真不容易，單層鐵橋在建造中經常要修改結構，甚至會倒塌下去，現在却能夠建造雙層大橋了。

橋樑的三角形和拱形的原理，在現代橋中仍然採用着，但是已經不是墨守成規，而是把兩者結合起來，發展了另一種新形式。由於建橋的材料有高度的抗壓力和抗拉力，因此橋樑的結構也十分簡單，不需要許多桁架

了。下列幾種橋樑，可說是現代橋之比較新奇者：

(一) 瑞士拱橋

這條橋是用預應力鋼筋混凝土建築，用幾片很薄的混凝土板建成，屬於空腹式拱橋。其荷載力比舊式拱橋還要大（圖5）。

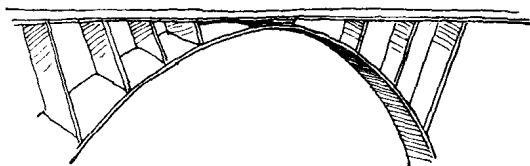


圖5 瑞士的拱橋

(二) 法國的沙溫尼橋 (Savines Bridge)

這條橋是屬於伸臂橋。每個橋墩成「T」形，好像伸出雙臂。這橋是用預應力鋼筋混凝土建築的，在幾個橋墩上再築成一條薄薄的橋樑便可以行走車輛（圖6）。

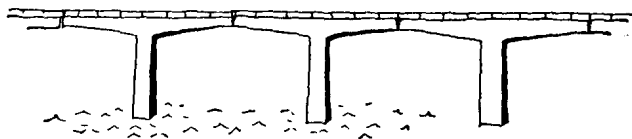


圖6 法國的沙溫尼橋

(三) 委內瑞拉的伸臂式鋼橋

這條橋的橋墩築成立體三角形架子，橋樑安放在橋