

現代科學小叢書
房屋與路
湯心豫

文化生話出版社



書叢小學科代現

路 與 屋 房

著 豫 心 湯

行發社版出活生化文

一九四〇年五月初版
一九五〇年八月再版

版權所有
不准翻印

現代科學
小叢書
房屋與路

定價四元

著者 湯 心 像

發行者

文化生活出版社

上海鉅鹿路一弄八號
重慶民國路一四五號

目 錄

一 建築的作者.....	一
建築的開端——古代的工程師——打先鋒的科學家	
二 材料給予建築的影響.....	九
埃及的石工——巴比倫——中國——羅馬——巨大的石塊	
三 鋼.....	一九
新的鍊鋼法產出廉價的鋼——鉚接和鉗接	
四 混凝土.....	二五
粘接料——水泥——混凝土——鋼筋混凝土	
五 基礎.....	三三
較重的面積——樁——湖居人——混凝土樁——鑽探	

六 在水下的建築……………四五

圖堰·沉箱——沉箱病——水下隧道

七 橋……………五五

古代的橋——橋的革命——架橋·拱橋·懸橋——其他

八 城市裏的高樓……………六四

防火建築——平等的幕式牆——高樓的建造

九 公路……………七一

開門三件事——碎石子路——瀝青路·混凝土路

十 鐵路……………七九

軌的來歷——現代的鐵路——路線的選定——鐵路曲線——隧道

十一 構材的載重……………九〇

壓力——梁·柱——拱——材料試驗和安全率——尾巴

一 建築的作者

這裏是一個講人類怎樣建造他們的房屋和道路的故事。橋梁和隧道本來是道路的一段，所以也順便談到一點。不過這本書真太小了，它不能把各種建築都談起；而且在這不完全的範圍裏，所談的也很簡略。我想在這談話裏不用一個專門名詞，但是並沒有作到。我只得在最後一章裏給幾個常識之外的名詞一點解說，作為補救。但是我希望你能從頭看下去，用不到它。

建築的開場

我想就這樣的開始吧：我們的祖先怎樣建造第一個建築物呢？——建築物的意思勉強可以說是一件爲人所產生，利用，而並不移動的東西。——第一步是他有

這種需要，使他思想。譬如他要過一條河，河太寬了，不能跳過，而且他又不願意游泳。或者因此他想到在兩岸間架一株樹，這便是橋的設計的第一步。於是他就選一株合適的樹架在河上，並且要想法子使它不致滾動。原始的橋大概不會這樣痛快的產生的，許多必要的步驟都是人們慢慢的，一個一個的發現。他也許先選到一株太細的樹，也許是乾枯的，也許滾動得太厲害了。總之，他得先掉入水中好多次。他決不會「先知」大的樹不容易彎。或者他已知道直立的小樹容易彎，却不知道躺着的小樹還是容易彎的。

不過我們也不必笑我們的祖先。現在我們達到新的東西仍舊是採用這法子，最多也只是自知我們是採用了這種「實驗」的辦法罷了。我們希望由實踐發現一些自然的定律，便可因之先知一些事：如同多麼大的樹可以禁得起一個人，不必要人立在上面去試了。

所有關於一株樹的知識與觀念都可以叫作「設計」，而把它放在河上的工

作便叫作「建造。」設計需要豐富的想像力與創造力；建造也不能少掉它們。所以工程師設計好的建築頂好也由工程師來建造，否則作成的東西不但不能比設計改善，有時候且發生錯誤，使一座新橋坍下來。

古代的工程師

一座建築不只要實用，而且要好看。有時候，美觀的重要甚至遠超過實用。偏於實用的建築，如同鐵路的橋梁，是由土木工程師作的；那些寺院宮殿等需要裝飾的呢，就不能不還請建築師來幫忙。工程師只作出一座不致倒坍的樓，樓的式樣和外觀的悅目却是建築師的事。古時候工程師和建築師沒有什麼分別。建築學正是新興，範圍非常狹小。不過，一個人能同時擔當工程師和建築師的事，而且作得很好，是非常難能的。他必須具有謹嚴的分析能力，精確的判斷，又喜歡那種沒有美的工程結構；而同時須有深湛的藝術修養和審美力。

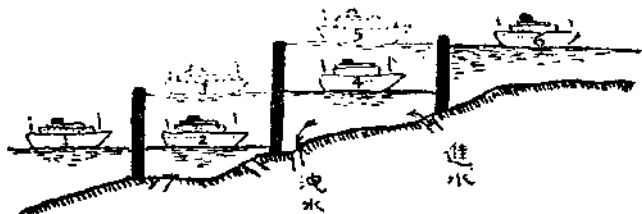
你如果想這種人，藝術和科學的匯流，是不會有的，那就錯了。

從前有一位羅馬的工程師叫維得魯維烏斯^①的便是一個現成的例。他是一個偉大的工程師和建築師的合身，但我們常喜歡提起他為前者的成就。他生於一個多出膽大敢為的工程師的時代，在工程方面可以算是一員先鋒；在建築學一方面，他完全師法希臘。他在公元前二五年寫了幾本關於建築的書，使我們知道他工作的範圍是很廣的，他談些城市設計的問題，譬如城市地位的擇定，街道和房屋的配置。他還討論到水泥、地基和地基下面的樁，簡單的測量術，搬運重石的方法等等。他的觀察大半不錯，但他用來作解說的理論有些現在看來却全不對。不過你如試想在二千年前的那時，沒有化學，沒有代數，沒有種種在設計分析中必要的科學，我們對於他的成就和才識應該有多少讚歎啊！

① Vitruvius，羅馬建築家，約生於公元前一世紀。

凡知道一點工程進化史的人都看得出來工程不像物理，化學，醫學等科學會因為一個偉大的學者出世而突顯進步。理由是工程太廣大繁複了，它是由多數「無名氏」從實踐來改進。維得魯維烏斯雖然在他的書裏談到那麼多的題目，但那大部是紀載千百個無名工程師的成法，他自己的只是一點點。我們現在還記得他的名字，不是因為他這一點點的改進，而是因為他寫過一些流傳下來的書。在中國，有許多偉大的工程上的發明，如風箱，也找不出主兒來。自然，有許多發明早已被「歷史創造家」們硬分派給聲名赫赫，然尙不知真假的帝王身上了。

一身而兼工程師與藝術家的人中，最使人驚奇的恐怕要算達芬奇了。他是十六世紀的人，頂出名的自然是繪畫。但是說也奇怪，他還是一個極偉大的工程師。他有幾本書傳到後世，其中畫着無數他曾看到或是幻想過的東西，證明他還是一



達芬奇船閘

巴拿馬運河用這方法升降海船八十七呎

位大發明家。他發明的東西從降落傘到用來升降巨船的水閘。到現在，巴拿馬運河用的船閘還叫作達芬奇開呢。

他又是一個軍事工程師。他的書裏有許多種軍用建築和器具的圖樣，有的居然就是現在的坦克車。那或者不大像樣，因為他那時候還沒有蒸汽機或石油。但是在效能上講，他發明的坦克車與現在的並無分別，只是用馬在遮掩下推動，代替了內燃機。屋頂和橋梁的「構架」也是他（同着另一個人）發明的。在現在的屋頂和橋梁中，構架用的



一個十六世紀的木作的屋頂構架

極其普遍，但在那時，他們的發明却沒有人懂得而被忘却。二百年後，方有人重新發明使用。

他的藝術的才能的發展大部被繪畫佔去。假若他把精神費在建築上，他要成為一個多麼偉大的建築師啊！

打先鋒的科學家

許多實用科學中的理論都是外行人所貢獻的，工程也非例外。物理學家和算學家尤其有偉大的幫助。許多工程中常用的定律便是他們發現的。現在的工程師之所以比他們的前輩更能幹，大半是因為靠着這些定律，他們能夠預知或算出未成的建築物在使用時將發生的情狀。譬如物理學者虎克，在一六八〇年發現如

果一斤重的魚使一根彈簧伸長一寸，那麼兩斤魚必使它伸長二寸，三斤魚，三寸，只要不超過「彈性限度」——就是在我們平常所說的「已經沒有彈性了」——以前。這是我們日常用的彈簧秤的原理，也是一切結構和機械的設計的根本。這條爲工程師們一天到晚所用的公式，就是法則，却最先由物理學家寫出。

羅馬的工程師們遵守而且利用希臘的科學，但是他們不能有什麼新貢獻。現在呢，我們的工程和科學攜手並進。沒有似乎學院氣太深的科學研究，工程不會發展得這樣廣汎，迅速。同樣，沒有工程師的努力，白頭髮的老教授也決沒有汽車乘而須拄着一根手杖在不平的道路上蹣跚而行了。

二 材料給予建築的影響

遠在人類能造房屋以前，他們已經學會製作很完美的日用工具了。舊石器時代住在歐洲的人是生活在山洞裏面的，但是他們遺留下許多很好的石刀和石斧。要建造房屋，必須先學會造合用的工具。

建築的發展方向，當然，第一要看最容易得到的建築材料是什麼。住在天然山洞裏的人，大概想不到用獸皮作屋頂；住在森林裏面的呢，也決不會跑出來作鑿石匠的。

埃及的石工

最早的埃及居民的房屋是用小樹作成木架，外面鋪些草和蘆葦之類造成的。

他們沒有木板，因為那時還不會有鋸。以後他們漸漸需要更大更堅固耐久的居室，只得另想辦法——用泥來建築。埃及人很巧妙，他們的泥牆是用泥混合一點草，擠入模型作成的，像我們現在澆製混凝土的牆一樣。不過泥禁不起壓，甚至連自己立得住都不容易。於是，要把泥牆作得高，上面再壓上一個屋頂，泥牆非作得很厚不可。而且，牆要作成兩面斜的，越向上越薄。這樣，牆的本身的重量可以減少，以便減輕下部的泥的載重。

這時候，埃及人也學會了用土甎，就是日光曬乾的甎。他們漸漸的也懂得種種建築的式樣，就是除了實用以外，美飾也漸漸為他們所注意了。

因為宗教的需要，埃及人從用泥進化到用石——石灰石、砂石、和花崗石他們都用的。他們的工具已經很進步，造成的石建築，巨大而莊嚴，在歷史上是獨一無二的。石牆本來是可以砌得垂直的，但是埃及人還是保留着泥牆的斜坡。並且，石上還裝飾着古泥牆的草葉的花紋。請先不要笑埃及人的守舊，你看見西服袖子下面的

鈕扣嗎？它們也和那草葉一樣，從前是有用的，現在只能算是裝飾品了。

「永恆」的理想支使埃及人造了許多巨大的石建築，我們最熟悉的當然要推金字塔了。最大的金字塔高四百尺，底脚周二里。有人計算過這一座金字塔就用了六、八四〇、〇〇〇噸的石料，每一塊石頭重四〇至六〇噸。有些石塊是從一千五百里外的尼羅河上游採來的！這金字塔不但偉大，而且作得很準確，方底的每邊的長度相差不到一寸。希臘的歷史家希羅多德斯說，有十萬人費二十年的工夫建造它，照現在的人看來，他這估計是不錯的。

金字塔下面埋葬着國王的屍骸，但也許更埋着萬千勞動者的慘運。在埃及的碑碣上常有手中拿着鞭棍的威脅者，而且現在所發掘出來的屍骨中常有很多折斷的骨頭，這些使我們連想到和金字塔同負盛名的萬里長城來。長城造成無數悲

劇當時有這麼一首民歌：「生男慎勿舉，生女哺用餵，不見長城下，尸骸相支柱。」

巴比倫·羅馬·中國

和埃及的石一樣的獨步人類歷史的，恐怕只有巴比倫的軛吧。巴比倫人用軛造過偉大的巴比倫城：除了房屋，城牆和水管也是用軛砌的。軛同時也造成了護城河，因為掘河的土地造成許多軛。巴比倫的軛，質料是很講究的，有許多幾乎到現在還可以用，大概造成經過二千五百年了。

他們為什麼作出這樣好的軛建築呢？你翻開地圖看看就可以明白：他們住的地方是一片平原，找不到石頭。

羅馬人第一個用混凝土。他們用一種「水」土敏土，意思是一種能在水中變硬的土敏土（水泥），正如我們用的一樣。他們將這種混凝土倒入木型裏面作成碼頭，基腳，也作成拱門和圓屋頂。圓屋頂證明羅馬人在建築工程中偉大的進步。他