

科學常識叢書

城市科學

吳廉銘譯

中華書局印行

城市科學

目 錄

第一章 城市與建築.....1

初民與社會 埃及羅馬的建築 建築規程 新的建築法 水泥 水泥的外觀 水泥的應用 膠粘 混凝土 混凝土建築 鋼骨水泥 火災與地震 都市的計劃 歐戰後的建築

第二章 城市給水.....15

水是什麼 天然的水 蒸餾 雨水 雨水向何處去 古代人民的用水 自來水公司 自來水廠的建造 蓄水池 水壩 放水堰 河水 井水 水的淨製 水中的不潔 澄清池 沈澱槽 濾過 沙濾池 快濾法 氯化法 水從澄清池運進城市 水管 住宅內的水 自來水的付費 水表 軟水與硬水 硬水 暫時硬水與永久硬水 軟水 鍋爐與結膜 沸石水中其他雜質 工業用水 游泳池 水和冰

第三章 城市下水道.....34

古羅馬的地道 抽水便所 洩污水場 細菌作用 篩隔 澄定槽 直立澄定槽 淤泥 濾過和氧化 濾池 淤泥氣化法 地面的水 澄清的水 陰溝下

水道 氣體 都市的建築計畫 海邊的都市

第四章 城市的垃圾……………47

最古的處理方法 從各住戶清除垃圾 垃圾桶 垃圾桶的清除 垃圾的收集 垃圾車 有蓋的車 特製的箱桶 傾倒 動力 傾入海中 垃圾場 填築地 鼠類等害蟲 用科學方法處理垃圾 垃圾爐中的副產物

第五章 城市的煤氣……………60

取火的能力 古代燃料 煤氣製造 煤 蒸餾器 冷卻 煤氣洗滌器 排氣器 淨製器 蓄氣器 煤氣的副產物 煤膠類 阿母尼亞液 青酸液 煤氣的總管 輸送管 煤氣表 售出煤氣 怎樣看煤氣表 燈用煤氣 本生燈 煤氣爐灶 煤氣與光 倒裝的紗罩 熱量 街燈 紗罩 燈頭 高壓煤氣 街燈的置設 開關 煤氣與工業 煤氣機 煤氣火爐 長距離的煤氣管 家用煤氣

第六章 城市的電氣……………76

電氣的發見 電池的製造 發電機 整流器 銜鐵 動力 電氣廠 電氣上用的名詞 大的電站 輸送電氣 地下電纜 變壓器 電氣的售賣 電費的差異 城市的燈光 弧光燈 電燈泡 暗光 工廠

的燈光 燈罩 電氣爐灶 電動機 避雷針 電報

電報機 電話 電話交換處 無線電

第七章 科學的道路97

古代的道路 徵收通行稅的道路 現代的道路 道

路與鐵路 馬達與道路 煤膠與道路 煤膠馬加丹

土瀝青路 瀝青岩 土瀝青馬加丹 膠泥土瀝青

鋪道法 水泥路 凝固 木塊路 圓石子路 路

面的弧形 幹路支路 單程交通 指揮的職務 步

行 未來的城市

第八章 城市與運輸111

煤鑛與蒸汽 火車頭 現代的機器 車輛 電氣火

車 地下鐵道 電車 制動機 汽車 開合器 碳

化器 冷却器 汽車運輸

第九章 科學與船塢123

船塢的式樣 船塢的深度 船塢的建築 水閘 濬

港 潛水夫 潛水罩 碼頭 關棧 乾式船塢 清

除船塢 滑動船塢 浮水船塢

第十章 城市食物的供給132

農業 運輸 主要食物 糖和澱粉 肉食的供給

屠宰所 公共屠場 人道的屠殺 病畜 冷藏法

冰箱或冰室 肉的等級 副產物 罐頭食物 魚類

介殼魚類 牛乳 牛乳的等級 保證牛乳 甲等

牛乳 牧場牛乳

第十一章 科學與工廠……………147

工業革命 工廠的位置 運輸的便利 節省勞力

工業心理學 清潔 換氣 灰塵 熱氣 福利問題

醫藥與消防 疾病 化學家

第十二章 科學與消防……………154

火 友乎仇乎 馬哥波羅 城市的火災 戲院的火

災 防火 建築章程 鋼鐵與火災 鐵筋混凝土

防火地板 防火器物 製造防火木料 布匹與織物

特種油漆 灼傷 警慌 救火 救火器具 救火

機 噴水器 救火皮帶管 蒸汽救火機 給水 洒

水器 滅火器 化學救火機 救火梯 火災警報

第十三章 城市的衛生……………172

衛生署的醫師 細菌學 巴士德 李斯德 殺菌消

毒 病院 麻醉劑 私人捐助的醫院 醫院的地位

特殊病院 隔離醫院 療養院 學校衛生 嬰兒

幸福會 救護車

第十四章 城市的美觀……………183

公園 紙屑 廣告牌 汽車加油站 建築物與街道

煤烟 煤爐 電與煤氣 城市的將來

(天)

城市科學

第一章 城市與建築

上古時候的人，與家屬同居生活。他的妻和子受他的保護。他替家屬獵取食物，抵禦外敵。青年男子有了妻，就攜之遠去，往別的洞穴裏或大樹下去建立他的家庭。同類的相殘、野獸的襲擊等危險，使得他們必須互相結合而共同防衛。於是要舉出首領或酋長來，對於種族、部落，擔任領導的職務。

人類文明進步，對於生活的技術知道得更多，聚集一處的房屋漸漸興起來了，市鎮的社會生活就從此開始。

城市即由房屋集合而成，其應用的目的不一：或作商店，或作貨棧，或作工廠，或作辦事室；還有少數是宗教的廟宇，娛樂的游藝場；然而大多數的建築還是人民的住宅。

最初的市鎮，差不多是沒有什麼計劃的。人人各自建造自己的房屋而不顧其他。這由在巴比倫和埃及的發見可以知道。最初的建築材料大約是日光晒乾的泥磚，這種磚自然是土性極粘而陽光充足的國度裏所發明的。有些古代的寺廟用石頭砌在磚牆的外面。在希臘，有些奇怪的石廟，建築極其精巧，且完全不用泥灰來膠粘。泥水匠在那時已經是很

重要的工人了。

羅馬人發明了一種祕訣，做成了一種水泥。他們的石屋以及大水管都是用這種水泥砌成的。從中世紀以後歐洲人盡心竭力去建造精美的教堂。祇看年深日久暴露在風雨中而巍然獨存的偉大宮殿，就可證明這種建築的堅牢耐久了。建築的美麗，凡是鑑賞過的人都能知道。由木工與石工交互錯雜而構成這種的莊嚴壯美。

但是，普通人民的房屋，並不是照建造教堂的計劃造成的。英國倫敦在十七世紀中葉以後，人民的房屋，大部分用木板，樹枝，灰泥等建造，屋頂通常是編茅而成的。至於貴族的邸第，大城市中的房屋，却是完備的正式建築。

科學對於房屋的建築設計，向來貢獻甚少；直至英人倫恩（Sir Christopher Wren）出，建築上的應用科學才漸漸廣大了。他是一個數學家建築家。他除了受到意大利建築所遺留的一點點建築經驗外，沒有什麼預備的知識，他就開始研究材料的強弱了。建築的材料，無論一磚一石，或一塊木板，都只能負擔一定的力，否則必至於破裂。牆頂上的一塊石頭，必不能有牆腳下的一塊石頭那樣重。屋頂下面的棟樑，必要能乘得起屋頂的重量。劍橋王家學院的小禮拜堂，是世界最有名的美麗建築；試細加考察，即可知道那些支柱的構造，是怎樣結構起來用以均衡這屋頂對於牆壁的橫壓力的。

倫恩精心研究，要用何種的木材，什麼尺寸，什麼組織，才可以負擔得起某種壓力；牆壁要多少厚；要幾何闊的屋頂能安放在某種的柱子上；以及這一類的問題他都要試行解答。在今日，科學家已發明了機器來試驗材料的強弱，是已有明確的建築規程編製出來，因此今日的建築，不至有浪費的材料。但在以前，只顧從安全方面着想，所用的材料，比真正需要的數量要超過許多。

建築規程 這在每一都會或城市，都有的。由規程的設計使一切建築物必適宜於人類的安全以及適當的衛生設備。一切建築計劃，必須經過市政當局准許，方可進行。

新的建築法 指鋼骨水泥的建築而言，這是十九世紀末方才發明的。一八六五年由畢孫麥 (Bessemer) 的發明而製出鋼，以及由亞司丁 (Joseph Aspdin) 的發明而知道製水泥的方法。

水泥 譯音有塞門德，士敏土，水門汀等名。其實 Cement 一字，原來是泛指建築上泥水匠用的膠粘物質而言的。到今日已專用為白堊和粘土特別製成的混合物的名稱了。古代羅馬人採取羅馬附近的火成岩用石灰混合而製成一種水泥；十八世紀末，柏克 (Joseph Parker) 也發見了一種相同的水泥製法。但是，在一八二四年有一個泥水匠亞司丁，得了製造坡特蘭水泥的專利權，他所製的就是現在通用

的水泥了。這名稱的由來，因為它在乾燥了之後，外面看去有點像坡特蘭石(Portland Stone)的緣故。



圖一 水泥汽車站

水泥是由石灰與粘土用一些配合的方法調和而成的。適當的成分加入水中，水要足夠使此混合物恰成液狀。這混合物於是置入特製的爐中煅煉，使兩種物質相結合。這樣合成的東西，從火爐中取出後研成極細的粉末，即是製成的水

泥。這種製造的每一階段，都要經過科學家的嚴密試驗，因為每一階段的過程必須都合於標準方能合用，所以科學的試驗，極為重要。凡屬建築用的水泥，都要合於預定的標準方能合用的。

水泥的外觀 為灰色粉末，質量極重。從工廠中製出後，盛入桶或袋中販運遠方。科學家發明一種紙袋可以防水，價錢便宜，用過之後，即可棄去。

在建築時，水泥加水調成糊狀應用。做成後，立即開始乾燥。堅硬的過程要經過數月之久，耐久性實可驚奇。科學家不能確實證明水泥加水時的變化是什麼原因，但是化學的變化，或許生成細微的晶粒，使其互相緊密地結合。水泥不僅在空氣中容易堅硬，即在水中也是一樣的。

水泥的應用 水泥可用模型做成磚塊或板狀。凡是用磚石的處所都可應用。屋頂蓋的瓦片，同樣可以做出來。將有顏色的土攪入水泥中可以着色；或是將水泥磚的外面染上一層顏料。人造石也可用水泥做成。凡是要用石板作建築材料的地方，都可用大塊的水泥板代替。

膠粘 遠年的建築，牆壁上常要發生裂縫，以致房屋容易朽壞。水泥用水調和填入裂縫中使其膠粘，舊的建築物也可以堅固了。

混凝土(Concrete) 用碎磚、石塊、砂礫、或細砂子混合，

再用水泥膠結而成。科學家研究過各種用水泥攪和的混合物，而定下了調合混凝土的規律出來。凡講到砂、磚石、水泥的分量，都是要分開來說的。例如在倫敦的建築，除非用天然的石礫做基礎外，必定要用九吋厚的混凝土做成基礎層（地脚）混凝土的成分，是八分碎石與砂，一分水泥。砂一定要洗滌過，而海邊的砂是不能用的，因為含有鹽分，極有損害。

混凝土建築 方法有三種：第一種是將混凝土用模型製成磚塊，堅硬後用來造屋，和用磚石一樣。第二法用得較少，即是做成大塊，乾燥後豎起來即可做牆。第三是版築法，將木板豎在兩旁，當中的距離，有一定的尺寸，即為牆的厚薄，混凝土調和後即填入兩板之中，俟其乾燥後再將兩旁木板取去。用混凝土建築，常要用雙層的夾牆，即是在內牆之外離開兩吋再築一道外牆。有一種特別形狀的鐵條，裝在兩牆之間，貫穿聯絡，使其堅固。這樣的構造極其優良，因有空氣隔離着，溼氣不會侵入內牆，房屋中可以保持乾燥。

鋼骨水泥 在多年以前，英國有一個老工人常常將鐵箍安放在他所砌的牆裏面。這位工人他自己或許還不大明瞭，實則他即是應用鐵筋混凝土或鋼骨水泥的先鋒。將鋼鐵等放在混凝土中心來加強力量時，這種聯合的東西即是鋼骨水泥(reinforced concrete)英文名即加強的意義。在現代

都市中，許多偉大的新式建築都要用鋼骨水泥做成間架。由公家製定一種規程，這是由建築師工程師科學家合同議定的，限制得極其嚴密。所用的水泥，必合於標準；所用的砂，必須清潔沒有泥土與油質及動物質等。粗料必用堅硬的碎石或瓦礫，也必須沒有泥土和有機物質等雜物。砂子要用 $3/16$ 吋的篩篩過，碎石必用 $3/4$ 吋的篩篩過。炭屑炭灰用起來是不大合宜的，至於爐內的炭渣或石灰則絕對禁用。安放在混凝土中心的鋼條，要用上等貨色，每方吋要能受二八至三三噸的曳力。



圖二 近郊馬路的模範

鋼骨水泥的強固力量顯明易見。混凝土容易因曳扯而散開，但不易壓碎。鋼鐵呢，是很難曳開或被側面的推力使彎曲的。因此鋼鐵夾在混凝土當中恰好補助混凝土力量的不足。

許多城市因地面有限，不能自由發展，地皮因而昂貴。於是相率向上擴充造成極高的房屋。例如紐約的摩天樓有六十多層，是最顯著的好例。

火災與地震 這兩種是都市的主要恐怖。鋼骨水泥的建築可以抵抗地震的震動，而其構造都是實際上可以防火的。用鋼骨水泥的建築，比用磚石的，可以節省許多材料。在地皮昂貴的都市中這種建築是值得採用的。

都市的計劃 在今日的時代，都市要有計劃，是最重要的。產業革命的影響，將人民吸引到工業都市中去。在十九世紀從開始到完結，世界上一切的工業國家都不能逃避這個事實。英國當十九世紀中葉，有半數的人民居住城市，而居住鄉村的不過一半。到了十九世紀末葉，都市居民增加了二千萬，而鄉村的居民，却減少了一百萬。

都市在無計劃中任意發展，房屋擁擠在一處，鐵道等交通路線都在極不方便的地段。通過城市或穿入城市。這就是沒有管理的計劃和程序的緣故。十九世紀末葉時，有公德的人民，都能明白在科學上需要更優良的事物，對於社會的設

計必要致力企圖。

一八九八年，霍華氏 (Ebenez Howard) 出了一本書，名曰“到真正改良的和平之路”(Tomornow: a Peaceful Path to Real Reform)。他的理想是“都市可以建造在鄉村當中”。都市的設計，要能使工廠，住宅，廣場等等，都能安排得便利而適當。他的理想是這種人爲的都市，不可任其過於龐大。等到都市發達到相當龐大過了某種限度時，就要另外在別處再建造一座，不過都市與都市之間，要留有充足的餘地，庶可使每一都市的周圍，都有着空曠的鄉村。

在赫伏夏 (Hertfordshire) 地方，有一城市名 Letchworth Garden City，就是英國第一個計劃成功的花園都市。科學和藝術相聯合，居然建設了一個理想的社會出來。看了這個花園都市，就可以知道它是霍華氏理想達到成功的一個明證。

英國在一九〇九年，替地方政府定下了一種市政設計的法規。要他們依照科學的與藝術的方法去發展他們的都市，這還是歷史上第一次的創例。

歐戰以後，參戰各國的建築事業都受了很大的影響。到了一九一八年之後，多數國家的建築計劃都開始以國家爲基本了。

當時建築材料都極昂貴，房屋的造價極其鉅大；然而在

各國政府鼓勵之下，有許多偉大的建築物實現出來。英國許多城市的近郊都建築起來了，房屋都有更大的草地；街市和公園也更其富有吸引力。還有寬敞的場地留出來，並設備得美觀。這樣的發展，自然還沒有達到花園都市的目的。住在近郊的人民每天去就業還要走很遠的路；從各方面走到鄉村去還不能極其便當。要將城市中心擁擠不堪的小房屋完全破壞，而在近郊地段建造起人民的住宅來，這實是科學的和人道主義的任務。

世界各國都注意到都市設計的問題。美國若干城市，都是依照效用和進步的理想而建造的。坎拿大與澳洲，都採用有計劃的建築，紐西蘭也通過了都市設計的法規。

歐戰以後，法國不得不趕忙建築被燬的城市；可惜她仍舊在原來的地址上建築原來尺寸大小的房屋而沒有趁這個機會依照科學方法的設計去施行。

今日所建築的城市，比以前的優美得多。在指導新的構造方法，引進新的建築材料，以及設計美麗而藝術的建築物上，科學的貢獻不在少數。

練習

1. 在你住的都市上大多數的房屋用什麼材料建築？試說明選用這種材料的原因。

2. 試觀察房屋的建造，將工程實施的各階段順序寫出來。

3. 下列各種職業者所做的工作如何：測繪員，建築工程師，工程管理員，工頭，泥水匠，磚灰匠，木匠，焊工等。

4. 在你居住的區域，所有建築計劃應由何處審查核准？

5. 試觀察一座用鋼骨水泥建築的工廠，說明所應用的方法。

6. 試畫一張你所觀察的單層房屋的圖樣，要記得住房要在有陽光的一方，廚房却要在陰涼的一方，理由何在？

7. 在你住的市鎮上，何處有草棚小屋被拆除掉，住戶搬到何處去了？

8. 你所知道的近郊房屋試畫一張圖樣。

9. 你從何處可以覺得建築法規？

實 驗

1. 取各種不同的木料，切成方塊，將每一立方寸的重量一一秤記。若是一立方尺的水重一千盎司(oz)，試將各種木料的比較密度計算出來，可照以下的算式求得結果。

A.....木料的體積 = 立方寸(cub in.)

B.....木料的重量 = 盎司(oz)

C.....一立方寸木料的重量 = $\frac{B}{A}$

D.....一立方寸水的重量 = $\frac{1000}{1728}$ 盎司(oz)

木料的比較密度 = $\frac{C}{D}$

2. 取玻璃藥瓶盛水令滿，使其僅有一小氣泡留在瓶中。將瓶照水平面平放，看氣泡在何處？誠將瓶偏倒，氣泡怎樣移動？另取一瓶，照樣盛滿酒精，氣泡是否移動得更迅速些？你能否解釋你所觀察的現象？工程師用的水準尺即是

城市科學

如此做的，水準尺的用法如何？

3. 取三種不同的磚各置一桶中，各注入水半升，水是否為磚所吸收？看各磚吸收水量的多少如何？你以為那一種磚是最好的建築材料？

4. 粘土調化做成磚一小塊置空氣中乾燥，其形狀如何？容易破碎否？另做一磚混入草屑在內，是否比先做的堅固些？

5. 用粘土做一塊磚，放在火內燒過，這磚或許要裂開。試取裂開的碎片觀察，說明被火煨過以後的變化如何？

6. 生石灰一小塊置小碟內，將水澆上，說明其現象如何？你在何處看見過大規模的這種做法？

7. 說明水泥的外觀和在指頭上的觸覺如何？你以為水泥的密度怎樣？

8. 取水泥百公分加水廿二公分調和，做成一些小塊放在玻璃板上。過廿四小時後取一片以指頭試其觸覺如何？另取一片浸在水瓶內隔五天後試一檢視其外形和觸覺，隔十天，隔十五天再照樣檢查。建築師在進行建築時是這樣試驗的。若是水泥繼續堅硬則為上等品質。

9. 收集炭屑，灰渣，砂礫，鐵渣，小碎石，碎磚，細砂等各種樣子，一一說明其形狀。

10. 取炭渣一握，試驗有沒有未燒盡的炭，炭在混凝土中是無用的。

11. 取碎磚，炭灰屑，灰渣等粗料約600c.c. 盛刻度罐中，用木棍搗碎後記出其容量為(a)，另取一刻度筒盛入水300c.c. 記為(b)，將粗料傾入水中記其總量為(c)。水必須將粗料通同浸沒。再從這些數字求得粗料中含空氣的容量，量法如下：