

土木工程概論

—— 含營建技術 ——

◎ 鄭志敏 著

 高立圖書有限公司

土木工程概論

—含營建技術—



鄭志敏 著



高立圖書有限公司

國家圖書館出版品預行編目資料

土木工程概論：含營建技術 / 鄭志敏著，-- 二版
修訂，-- 新北市：高立，民 96.08
面； 公分

ISBN 978-986-412-493-0 (平裝)

1. 土木工程

441

96015891

土木工程概論—含營建技術 (書號：3005)

中華民國 101 年 8 月二版二刷

著 者：鄭 志 敏
出版者：高 立 圖 書 有 限 公 司
電 話：(02)22900318 郵撥：01056147
網 址：w w w . g a u - l i h . c o m . t w
住 址：新北市新北產業園區五工三路116巷3號
登 記 證：行政院新聞局局版臺業字第1423號

有著作權・翻印必究

定價：450 元整

ISBN 978-986-412-493-0

序 言

- 一、「土木工程概論」於 86 年 9 月出版，歷經十年，現今正逢本人服務之土木工程系轉型為營建技術系，故將其改寫並命名為「土木工程概論——含營建技術」。
- 二、「土木工程概論——含營建技術」是一門綜合性的課程，它應包含土木工程與營建技術的大致內容，使土木工程與營建技術的新鮮人能對自己終身從事的工作有個概略的了解。
- 三、本書有關土木工程概論部分遵照教育部最新頒布之大專院校「土木工程概論」的課程標準編寫而成。
- 四、本書全一冊，內容包括有土木工程與營建技術簡介、基本學科、測量學、土木材料、大地工程、結構工程、水利工程、交通工程、環境工程、建築工程、都市計畫、營建工程、營運與管理、工程之維護、不動產市場等共十五章。
- 五、本書編撰及校對雖力求完善，但編者學疏才淺，難免有遺漏與缺失，懇請方家先進包涵並惠予指正。

鄭志敏 于青雲崗

目 錄

第一章 土木工程與營建技術之簡介

1

1-1 歷史回顧 ⁽¹⁾⁽²⁾	1
1-2 土木工程的重要性 ⁽³⁾	5
1-3 土木工程的特性 ⁽²⁾	6
1-4 土木工程的規劃、設計、施工及維護 ⁽¹⁾	7
1-5 土木工程的未來發展 ⁽²⁾⁽³⁾	9
1-6 結 論	10
習 題	10

第二章 基本學科

11

2-1 工程力學 ⁽³⁾	11
2-2 工程數學 ⁽⁶⁾	23
2-3 圖學與製圖 ⁽⁷⁾	27
2-4 電算機之運用 ⁽⁸⁾	29
2-5 工程經濟 ⁽³⁾	34

習 題.....	37
----------	----

第三章 測量學

39

3-1 測量的定義 ⁽⁹⁾	39
3-2 測量的分類.....	40
3-3 測量的基本原理 ⁽⁹⁾	46
3-4 測量的作業程序.....	50
3-5 測量的誤差及精度	54
3-6 測量的應用.....	57
習 題.....	58

第四章 土木材料

59

4-1 土木材料的分類 ⁽³⁾	59
4-2 木 材 ⁽²⁾	61
4-3 石材和磚	64
4-4 膠凝材料和砂漿	67
4-5 混凝土和混凝土砌塊	67
4-6 鋼筋、鋼筋混凝土和預力混凝土	69
4-7 鋼	72
4-8 瀝青材料 ⁽¹⁴⁾	74
4-9 塑膠和橡膠.....	74
4-10 土木材料未來展望 ⁽¹⁾	75
習 題.....	77

第五章 大地工程

79

5-1 土壤與土壤力學 ⁽²⁾	79
----------------------------------	----

5-2	基礎工程	87
5-3	工程地質 ⁽¹⁶⁾	104
5-4	岩石與岩石力學 ⁽¹⁷⁾	108
5-5	大地工程的展望 ⁽³⁾	113
	習 題	114

第六章 結構工程

115

6-1	結構工程的作業程序 ⁽¹⁹⁾	115
6-2	結構的分類	117
6-3	結構支承的種類與穩定性分析	123
6-4	土木結構的基本形式	127
6-5	載重型態及彈性變形分析 ⁽²¹⁾	133
6-6	結構工程發展的趨勢	135
	習 題	135

第七章 水利工程

137

7-1	水利工程的定義 ⁽²⁾⁽²²⁾	137
7-2	水資源 ⁽²⁾	138
7-3	治河工程 ⁽²²⁾	143
7-4	灌溉工程	148
7-5	防洪工程	155
7-6	水力發電 ⁽²⁾	157
7-7	堰壩工程	160
7-8	航運與港灣 ⁽²⁾	167
	習 題	173

第八章 交通工程

175

8-1	交通工程的定義 ⁽²³⁾	176
8-2	交通工程的研究範圍 ⁽²³⁾	176
8-3	用路者及車輛的特性研究 ⁽²⁴⁾	178
8-4	交通量特性調查與研究 ⁽²³⁾	183
8-5	停車問題的研究.....	186
8-6	道路容量與服務水準.....	190
8-7	道路標誌、標線與交通號誌.....	194
8-8	交叉路口交通特性與槽化設計原則.....	197
8-9	道路幾何設計與交通設計.....	205
	習 題.....	208

第九章 環境工程

209

9-1	水污染 ⁽²⁾⁽²⁵⁾	210
9-2	給水工程 ⁽²⁵⁾	214
9-3	污水工程.....	218
9-4	固體廢棄物.....	221
9-5	空氣污染及控制.....	227
9-6	噪音污染及控制.....	232
9-7	環境影響評估.....	237
	習 題.....	241

第十章 建築工程

243

10-1	建築工程的領域 ⁽²⁶⁾	243
10-2	建築工程的背景 ⁽²⁶⁾	245
10-3	建築工程的語言.....	252

10-4	建築工程的基本觀念	255
10-5	建築工程的設計及理論基礎	268
10-6	建築類型與式樣	271
習 題		274

第十一章 都市計畫 275

11-1	都市計畫的定義	275
11-2	都市計畫的內容	276
11-3	都市計畫規劃分析	277
11-4	都市計畫設計系統	280
11-5	土地使用分區管制	284
11-6	交通運輸規劃	286
11-7	公共設施計畫	293
11-8	大眾捷運系統	297
習 題		302

第十二章 營建工程 303

12-1	營建工程的內涵	303
12-2	營建工程涉及的對象	304
12-3	營建計畫 ⁽²⁹⁾	305
12-4	營建工程施工機械 ⁽²⁸⁾	307
12-5	營建工程未來的發展趨勢 ⁽³⁾	325
習 題		326

第十三章 營運與管理 327

13-1	營運的意義	327
13-2	管理的意義 ⁽²⁹⁾	329

13-3	工程管理	330
13-4	工程管理組織	336
13-5	工程進度管理	337
13-6	品質管制	340
13-7	成本控制	342
13-8	施工安全管理 ⁽²⁹⁾	344
	習 題	351

第十四章 工程之維護	353
----------------------	------------

14-1	土木工程之維護所考慮的因素 ⁽³⁾	353
14-2	土木工程設施之經濟壽命的延長與維護	355
14-3	土木工程結構體的檢查與維護	355
14-4	道路及其附屬設施的維護 ⁽²⁸⁾	357
14-5	土木工程工程維護時的檢視方法及儀器	362
14-6	結 論	362
	習 題	363

第十五章 不動產市場	365
----------------------	------------

15-1	不動產市場之特性	365
15-2	不動產的開發	368
15-3	不動產市場的財務結構	369
15-4	不動產市場的未來發展	370
	習 題	372

參考書目	373
-------------	------------

英中文索引	376
--------------	------------

第一章

土木工程與營建技術之簡介

人類爲了追求安全、方便、迅速、舒適的生活，因此不斷地對其生活環境進行改造與整理，這種改造與整理的工作，即是「土木工程」。土木工程可謂是：「建造各類工程設施的科學技術的統稱」。土木工程是以提高人類生活品質，並能促進人類福祉爲目的。一般人對於土木工程所具有的概念，似乎僅止於開闢道路、建造屋舍、架設橋樑、構築水壩等等。前述的各項設施的確在土木工程的領域中，佔有一定的比例，但決不是土木工程的全部。而營建技術則是將土木工程的理念具體的實踐出來。

1-1 歷史回顧⁽¹⁾⁽²⁾

傳說中有巢氏爲了避免野獸的侵襲，教導人民在樹上築巢，此可說是最早的土木工程的構築行爲。而新石器時代後期已有用木骨及泥

牆構成的居室了。到了夏代業已有夯土的城牆。至商代已逐漸使用粘土做版築牆。西周時期則已有燒製的瓦了。

在歐洲大陸，公元前 6000 年已採用晒乾的土胚做磚；公元前 3000 ~4000 年已採用鑿琢後的自然石做磚，到了公元前 1000 年左右，建築中已採用燒製的磚了。

自上古時代以來我國對水利就極為重視，在歷史上大規模興修水利應為水利工程之父——夏禹。禹奉舜命治理黃河洪水，他採用疏通的方式來整治黃河，由於精神專注，據說他曾經三度經過家門而不入，終於治水成功。並由舜傳帝位給他，而成為夏朝的始祖。因而有「治水者即治國者」的傳說。

由於中華民族文化的發源地是在黃河流域，而黃河經常會氾濫成災，使人民流離失所。故中國的土木工程歷史，可說是與水（黃河）戰鬥的歷史。

長城原是春秋戰國時各國為了互相防禦，而各在其國形勢險要處修築的城牆。公元 221 年，秦始皇統一中國後，為了防禦蒙古高原上的遊牧民族（匈奴）南侵，於公元前 214 年將秦、越、燕三個在北邊的長城，予以修築連貫為一，成為歷史著名的「萬里長城」。當時的長城係用黏土填築而成的，其位置要比今天的長城更偏向北方。目前的萬里長城，據說是在明朝時期修築完成的，其東起山海關，西迄嘉峪關，全長約 2400 公里，如圖 1-1。

公元六世紀末葉，隋煬帝（西元 604~618 年）開鑿了連接中國南北的「大運河」，如圖 1-2。

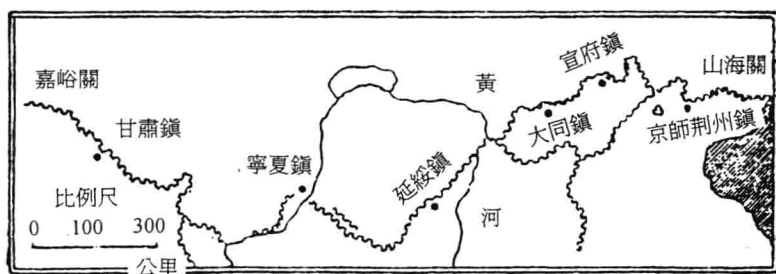


圖 1-1

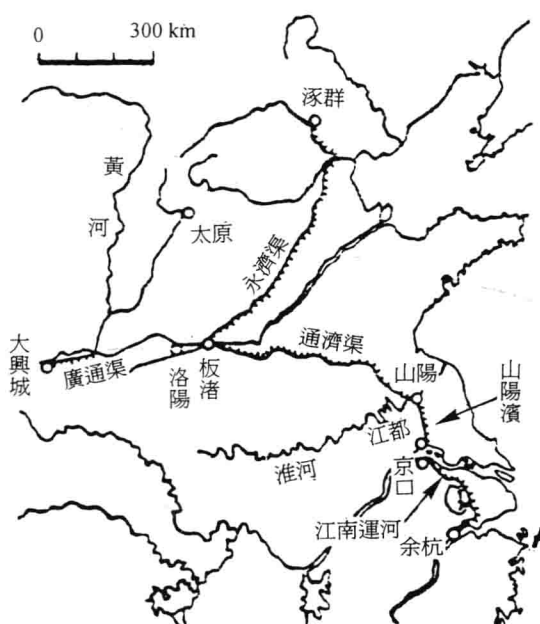


圖 1-2

運河為一種人工開挖的水道，是用來溝通不同的河流、水系和海洋。大運河全長 1800 公里。它使長江下游的產米地區與當時為政治中心的洛陽、長安等都市直接結合，大運河對於中國南北的航運、交通及文化的交流有著極大的貢獻。大運河與萬里長城均為中國古代偉大

的土木工程，但大運河提供後代的實際利益卻遠超過萬里長城很多。

前面提及的木骨泥牆中的木骨，在當時只是使用未經加工的樹桿來製成的，但到了商代（公元前 1401~1122 年）已經有完善的宮殿、陵墓及作坊等設施。前述的設施我們可以從河南安陽殷墟的遺址中考證得到。在該遺址中可發現我中華民族的建築體系是以「木構架」為主發展出來的，什麼是「木構架」呢？就是在某一基礎上先用木材立柱、上樑形成構架，樑上架設桁木，桁木之上架置椽木，再於椽木之間佈設瓦片來構成屋面。由於歷經多次戰火，古代的「木構建築」留傳於世已不多見了。公元 857 年（唐宣宗時期）建於山西五臺縣佛光寺的大殿以及公元 1056 年（遼道宗時期）建於山西應縣佛宮寺的木塔可謂是目前「木構建築」中保持尚稱完整的了。

「獨木橋」和「石版橋」可謂是最古老的橋樑形式。石版橋後來發展成石拱橋。河北越縣的安濟橋應是最早也是保存最完整的石拱橋，該橋約是在隋朝大業年間（公元 590~608 年）由李春建造的，其「中距」約 7 公尺，「淨跨距」約 37 公尺，「橋面寬」約 10 公尺；安濟橋不論在結構、藝術、材料和經濟上都有著極高的成就，是世界上最早的敞肩式石拱橋，它比歐洲同類橋約早 1000 年。

最早的石牆是用壘石構築而成的，後來進步到採用黏土加水形成泥漿後再砌築成牆，並在泥漿中加入切短的稻草來提高「拉強度」。

發現石灰能夠砌築磚牆那已是用泥漿砌牆以後很久的事了。由於石灰是氣硬性的材料，它必須要吸收空氣中的二氧化碳才能硬化，所以不適宜使用在大體積或是地下的工程。採用水硬性的材料就比氣硬性的材料來得有效多了，因為水硬性的材料不僅能在空氣中硬化，也能在水中硬化。在古羅馬時代的人們業已知道使用天然水硬性的火山灰來建築道路、城牆和下水道了。

人們爲了建造海上的燈塔，因而發明了「波特蘭水泥」，爲什麼取名叫波特蘭水泥？因爲用它做成的混凝土呈青灰色，這種顏色和英國波特蘭島上的岩石顏色相似。

前面所提到的磚、瓦可謂是土木工程的第一次飛躍，鋼材及鋼筋混凝土這兩種新材料的發展使土木工程界能夠建造高層建築物、大跨度橋樑及其他大型的結構物。因此，這二種材料可說是土木工程的第二次飛躍。預力混凝土於 1928 年製造成功，此是土木工程的第三個飛躍。以後，高度超過 100 公尺以上的大樓和跨距超過 1000 公尺的橋樑便能相繼建成了。

1-2 土木工程的重要性⁽³⁾

土木工程對人民的生活和國家的經濟建設之影響是非常明顯而重要的。爲什麼呢？因爲人們的生活是離不開食、衣、住、行的，而土木工程則是密切地聯繫到這四件事。舉例來說，我們早上起床後洗臉、刷牙、吃飯所用的水，是由自來水公司從水庫或攔水壩等地方，將水引至淨化場處理完畢後，再利用水管輸送給我們使用的。前述的各項設施都須靠土木工程應用其技術來完成。我們飯後上學或上班外出所搭乘的汽車、火車等行駛的公路、鐵路；另外，道路兩旁高壓電線的輸送塔，田間灌溉用的渠道，海邊的堤防或防波堤，其他如：橋樑、住宅、商店、工廠、醫院、學校、航空站及任何建築物都與土木工程有著極爲密切的關係。

既然土木工程的建設成果對我們的生活如此重要，因此我們將住宅、商店、工廠、醫院、學校、公路、鐵路、橋樑、礦井、農田水利等等工程的建設稱爲「基本建設」。

1-3 土木工程特性⁽²⁾

土木工程是應用其技術及有關設備對改造國土、整治環境及防止災害發生的一種營建工程。因此，它的範圍極廣，工程種類亦多，與其他工程比較，土木工程具有以下幾個特性：

一、具有服務公眾之目的

許多大型土木工程多由中央或地方政府或公營事業投資興建的，直接有助於社會繁榮並能提高人民生活的品質。

二、建造在基礎之上

土木工程的結構物都必須建築在基礎之上。何謂「基礎」？基礎可謂是將土木結構物的重量及荷重 (load) 安全地傳遞到地盤上的一種結構型態。因此基礎具有承載荷重、防止上方結構物沈陷、傾斜、滑動，以保持結構物的安全與穩定。

三、均是在現場施工，而非在工廠生產

土木工程因施工地點及施工條件的不同，使其施工的方法及規模各有不同，但均是在施工地點來實施，近年雖然有採用「預鑄」的方式將建築元件在工廠中生產，但仍須將生產完成的元件運到現場組合施工，方能完成結構體。

四、是一種綜合性的複雜工程

土木工程是綜合土方工程、基礎工程、擋土工程、混凝土工程及其他工程始能完成的複雜工程。

五、多為大規模的工程

土木工程的規模一般都相當大，常需要巨額的工程經費，大量的人力及龐大的機具設備方能完成。

六、是一切產業的基礎

土木工程交通建設及公共設施對電子、電機、化工、機械及紡織等產業提供了良好的發展基礎。

七、品質控制比較困難

由於土木工程施工條件及施工技術的差異，常使土木結構物的機能發生很大的變化，這些影響結構物品質的因素常不易掌握，致品質控制及施工管理非常困難。一般土木工程在施工期間，常須要有專人監督並品控施工進度。

八、土木工程的結構物可能成為歷史古蹟或觀光名勝

有些土木工程結構物，由於其規模龐大，使用期間長，富有歷史價值與觀光的意義。譬如中國的萬里長城、埃及的金字塔、法國巴黎的艾飛爾鐵塔及美國舊金山的金門大橋等。

1-4 土木工程的規劃、設計、施工及維護⁽¹⁾

重大的土木工程計畫的實施，通常都依循規劃、設計、施工等步驟來進行。

一般在規劃的過程中須對建築之地點做技術性調查與評估，並綜合考慮其功能要求，環境、地質及水文條件、材料供應、投資經費等等。