

趙曾珏著

工程師

中華書局印行

民國三十三年四月渝重排初版

工程與工程師

(全一冊)

渝版漂白紙

定價國幣一元四角

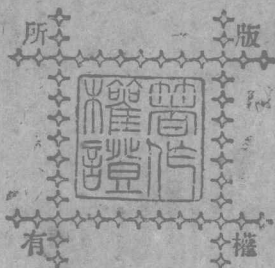
(郵運匯費另加)

著者 趙 曾 珏

發行者 中華書局有限公司

印刷者 重慶 李子壩 中華書局印刷

發行處 各埠中華



本書敬獻給

吾國唯一領袖蔣委員長

民國二十五年十二月十二日 領袖蔣委員長蒙難西安至同月二

十五日始安全脫險本書初稿適在是日完成吾人深信今日中國之

能統一實賴吾 委員長艱苦卓越領導之力用獻是書

作者謹識

獻詞 張序

張序

趙君會珏，早年負笈歐美，攻習工程，造詣至深。返國後講學武林浙江大學，歷長浙省電話局，成績不著。近復覓資浙建廳行政，努力推進建設。是書趙君本其學養及經驗，蔚為要論，對於工程之涵義及其領域，闡述詳明，而尤於研習工程之基礎階段與方法，為正確精審之指示。所寄厚遠，非淺與侈言者所能到，洵後學者之津梁，工程師之途徑，余故樂為之序。

張人傑

於建設委員會

吾國第一師範建築委員會

本書出版

作者前言

二十四年十月間，商務出版周刊會刊作者一短文，題爲「工程——怎樣研究和選擇」，計分述工程之歷史與定義，及研究工程應有之準備與怎樣選擇要學的工程等諸項，約四千字。願當時以限於篇幅，所言自未必甚詳，而年餘來竟得讀書界及肄習工程之同志，紛紛惠函相與研討，深覺其意義之重大，始決定在公餘編定本書，蓋初未料因此文而引起讀書者之關注也。並爲適應需要起見，乃於理論之探討外，復側重事實之徵引，以力求研讀者之獲得效益與若干便利。

按本書雖專爲一般高中以上學生之揣摩參考而作，然對於我國今日從事工程事業之工程師，及準備參加工程事業之同志，實具有兩種希望，茲特提出，願共互勗，卽：

- 一、須以解決民生問題爲標的，集中力量，於最短期內完成各項生產及交通建設；
 - 二、須以充實國防爲前提，與政府當局齊一陣線，努力工作，俾達到復興民族之目的。
- 關於本書大要之說明，俱見凡例，茲從略。本書之刊行，得沈秉魯朱晨兩先生之協助校勘，附此誌謝。

趙曾珏

西子湖

作者前言

凡例

三

凡例

一 本書之作，在使一般高中以上學生得以認識「工程」之真諦，如何準備，如何選擇，如何入手研究「工程」，養成真正工程師，故自修養，研究實習，以至實際工作，處處指示應行注意各點。

一 本書開始總論工程之定義，工程師之使命，工程師之範圍、史跡、及現勢，在使研讀者對於實際工程，先得一明確的概念。

一 工程學與其他學問不盡相同，工程師與其他學者亦有分別。故本書對於工程學之領域、地位、及工程師之先決條件，多所論列。

一 本書對於研究「工程」之方法，闡述不厭其詳，其最要者，可分為基本科學之研究，基本工程之研究，與工程師之實驗，讀者如能細研，對於工程師之途徑，當可獲一明確之指導。

一 本書對於工程各學系之主要內容，均加以簡要說明。

一 本書之內容，理論與實際打成一片，務使工程學生易於領會。末附世界著名工程暨我國各項重要工程之進展現狀，及目前最需要之各種工程師，藉增學者之見識。並供研求工程學者之參考。

一 本書最適宜充作高中以上或大學一年級學生準備研究工程者之課外讀物。

工程與工程師 目錄

獻詞

張序

作者前言

凡例

第一章 工程之定義與工程師之使命

第一節

工程之定義

第二節

工程師之使命

第二章 工程演進之簡史及最近之趨勢

第一節

工程之演進

一 原始及遠古時代

二 非動力工程時代

三 動力工程助長時代

四 動力工程漸趨完成時代

第二節 最近進之趨勢

目錄

- 一 工程設計之愈趨精微 二 提高工作之效率 三 從事多方研究

第三章 工程學者應有之條件及與其他學者在學養上之區別

第一節 工程學者之應有條件.....一三

- 一 先決條件 二 基本條件

第二節 工程師與其他學者在學養上之區別.....二三

- 一 工程師與純粹科學家之區別 二 工程師與數學家之區別

- 三 工程師與純粹理想家之區別 四 工程師與商人之區別

第四章 工程學術之領域與工程師之類別

第一節 工程學術之領域.....一八

第二節 工程師之類別.....一八

第五章 研究工程學術之基本方法

第一節 基本原理之應透徹了解.....二〇

第二節 以基本原理為思考之出發點.....二一

第三節 養成分析理解之能力.....二二

第四節 構成物理之概念.....二二

第五節 研究公式之來源.....二三

第六節 富有實驗之精神.....二四

第六章

研究工程學術之階段與步驟

第一節 第一階段——基本科學之研究.....二七

第二節 第二階段——基本工程之研究.....三三

第三節 第三階段——實際工程之施展.....三六

第七章

世界著名工程

第一節 土木工程之成功.....四三

橋樑 房屋 基礎 隧道 運河 水力與水壩 給水與防洪

第二節 機械工程之成功.....四八

第八章

蒸氣機 汽輪機 鍋爐之自動加煤法 汞汽鍋輪發電機 輕氣散熱發電機

鐵道電機車 汽車 飛機 運河升降機 冷藏 自動機件

第三節 電機工程之成功.....五二

發電機 輸電 光電 電曳 電氣化 電氣鍊礦 電報 電話 無線電 電圖電視

第四節 化學工程之成功.....五六

人造肥田粉 硫酸 油漆 汽油 動植物油 電木 炭酸鈉 火酒及酸類 水泥 五六

人造橡皮 人造染料 人造樟腦 人造絲 五六

第五節 礦冶工程之成功 五六

煤 鐵 石油

第八章 我國各項重要工程之現狀

第一節 土木工程 六〇

鐵道 隧道 橋樑 公路 水利 海港 給水

第二節 機械工程 七二

機械製及機器事業 飛機製造 汽車製造 防空兵器製造 船舶事業 紡織事業

第三節 電機工程 七五

發電 水力發電 電信 電機材料製造

第四節 化學工程 八〇

植物油 磁器 造紙 硫酸銨 本國藥物 燃料

第五節 礦冶工程 八四——九〇

煤 鐵 銅 鎳 鎢 鉬 錫 石油 氟石

工程與工程師

第一章 工程之定義與工程師之使命

第一節 工程之定義

「工程」二字，昔人每稱之爲「技巧」，其實不盡然。因「技巧」側重於「行」。例如駕駛汽車，可稱爲「技巧」，但精於駕駛術之司機，未必能了然於汽車工程之原理與夫內燃機之構造。故這種人才，僅可稱爲具有「技巧」之工匠，但絕非工程師。工程師不僅能躬自實踐，並兼能指揮他人「行」之。不但此也，工程師且具有一更重要之條件——即「知」，即能深知其所以然也。故無論「行」與「知」，工程師均優爲之。孫中山先生倡「知難行易」說。工程師之學養，首在求「知」，繼證以「行」。「行」乃「技巧」，「知」即科學。因科學爲一種有系統的求「知」，或使人「知」的學問。自十八世紀以來，有多數學者，擬定「工程」二字之定義，但含義均不甚妥。最近美國哈佛大學教授史璜氏(Prof. E. S. Sargent)規定「工程」之定義爲「工程者，乃以經濟之方法利用自然界之定律、能力、與材料，供人類享用之科學與技巧之配合物也。」聞論殊爲透徹。

吾國秦代建築萬里長城，徭役人民四千餘萬。埃及在西曆紀元前二千九百年建築金字塔。據我

第一章 工程之定義與工程師之使命

人估計。每座金字塔之建造，用工人百萬，尙需時二十年。人工之浩大，可想而知。此項古代建築，與其謂爲「工程」，不如稱之爲「奇蹟」。因其中不知浪費若干資財，犧牲若干生命，虛耗若干年月。而對於人類是否需要係一大疑問。現代工程須講求經濟。所謂經濟兩字，乃以最少之資財，最短之時間，完成一可靠而有益人事事物之謂也。

吾國翁文灝先生對於工程師曾有一懇切透澈之論評。茲錄其原詞如下：「中國從前只有兩種人，第一種人在紙上做文章，第二種人在實地工作。彼此幾乎各不相通，說話都彼此不懂，不用說互相幫助。現在却要有第三種人，有知識更能實行，能做工還能研究，這就是工程師。工程師要有很高深的學問，但又能夠把學問直接應用到實際問題上去。工程師是第一種人，因爲他可以穿長衫，到專門學會內與博士教授們討論學理，他又是第二種人，因爲他們也能拿起斧頭，到礦井底下與工人一起做工」。翁先生立論，異常的當。可知業工程師者，必須「知」「行」兼擅，方能勝任。

第二節 工程師之使命

任何國家生存力之強弱，與其在國際間之地位，視乎其民族文明之程度。近代列強威力之建樹，全恃其物質文明之進步與其物質上之建設基礎。其工作即開採大自然之富藏，發揮控制大自然之能力，以供人類之享用。此項工作，乃工程師獨有之使命。

吾國文化落後，物質文明，較諸列強奚啻天壤。國際地位，亦因之相形見絀。是以欲達到民族

復興之目的，非理頭努力從事於解決民生及民族問題之物質建設不可。最近蘇俄五年計劃，攷其內容，無非爲國防與生產之整個的計劃。國防解決了民族問題，生產解決了民生問題。自五年計劃完成後，蘇俄國際地位頓形提高。此種計劃之得以實現，隨處都需要工程師。

總理的建國方略，爲解決「民生」及「民族」問題之根本計劃。蔣委員長所提倡之勞動服役、國民經濟建設運動，亦均爲復興民族救濟民生之基本工作。均有待於工程師之努力推進。

所謂民生問題，包括「食」「衣」「住」「行」四項。然此四項均需由工程師協助解決之。「食」要靠農作物，農作物所需之肥料，卽化學工程問題。農田灌溉，卽係水利工程問題。倉庫之建築，則又爲土木工程問題。「衣」須先有紡織，紡織則係一種機械工程問題。「住」必須規劃如何建築適用之房屋，又係土木工程問題。至「交通」卽「行」。如需興辦鐵道、公路、水運、及電訊等建設，其爲工程問題，尤無疑義。簡言之，「民生」問題卽「工程問題」，負有解決責任者，非工程師其誰與歸！

所謂民族問題，包含「保衛」一項。現代一切防禦工程，如槍炮軍艦潛艇飛機等之製造，無一非工程問題。輒近各項防空設備，如測音機、照空燈、高射炮等，莫不利用電氣及機械原理以控制之。吾人敢斷言，將來第二次世界大戰發生之時，在海陸軍未及接觸，而交戰國之勝負，先決於空軍及毒氣戰。但空軍之進展，須賴機械工程及電訊工程以輔助之。空中安全設備之改進，毒氣之製造，與防毒防空設備等工作之實施，均係工程問題。工程師對於國防所負之使命，乃愈益表徵其重大。

大。

總之，工程師實擔負「興滅國、繼絕世、為天地立心、為生民立命、為往哲繼絕學、為萬世開太平」之重大責任。

（此處為模糊之印刷文字，內容難以辨識，疑似為正文之延續或旁註。）

（此處為模糊之印刷文字，內容難以辨識，疑似為正文之延續或旁註。）

第二章 工程演進之簡史及最近之趨勢

第一節 工程之演進

一、原始及遠古時代 工程之發明由來已久，吾人可謂有人類即有工程。工程之起源，並非創於科學昌明以後，即在上古時代，凡人類之所營建構造，均可謂之「工程」。世界各國之古代「工程」，多有與近代科學原理暗合者，惟在當時不知其所以然。僅積千百年之經驗，實施其所當然而已。故「工程」實非一新智識或新發明。

我國上古時代，因提紀之十一主有巢氏，「見夫人民之無得安居也，而教民構巢，編重而籬，緝葦而廬，民始免木處而顛」。可謂建築工程之鼻祖。黃帝時代，各種工程大備，如「命共鼓、化狐，剡不爲舟，剡木爲楫。以濟不通。邑夷作車，以行四方」。蔚然爲交通工程之開始。至於嫫祖之養蠶製絲，開紡織工程之先河。其他如「揮作弓，夷牟作矢」，實爲防禦工程之嚆矢。大禹治水，在外十三年，疏九河、淪濟漯、決汝漢、排淮泗、洪水因以悉平，實爲最偉大之水利工程專家。漢時置銅官，使掌採鑄銅山之職，唐時更於湖北大冶縣北六十里之鐵山，置爐以鍊金鐵，可知鑛冶工程，古已有之。其他如我國秦代建築長城，隋朝開掘運河，均係亘古未有之偉大工程，總之，古代工程簡括言之，無非軍事工程 (Military Engineering) 及民事工程 (Civil Engineering) 兩者而已。

二、非動力工程時代 十八世紀以前之工程，大都偏重於土木方面，祇限於築路造橋、河海工程。工業方面，亦祇限於手工藝一項。所有機件質料，無非鑄鐵供用。此時期可稱之爲「非動力工程時代」。簡言之，十八世紀以前之民事工程實爲廣義的土木工程而已。

三、動力工程助長時代 十八世紀末葉，工程界發現一極大的變化，卽瓦特發明蒸汽機與高德（Corliss）發明掬法鍊鋼是也。十九世紀開始，司梯芬生發明蒸汽火車頭，工程界由靜而趨於動，實開工程界之新紀元。動力工程，奠基於是。自此而後，「動力」（Power）一字，引起工程界一般注意，而工程範圍，亦因之擴大。海航遠拓，引起船舶工程（Naval Architecture & Marine Engineering）。陸運日繁，而有鐵路工程。同時機械工程（Mechanical Engineering）亦自土木工程中另成一支。所謂機械工程，包含動力之發生。動力傳至皮帶，及動力之應用於機械等等，範圍至廣。因無論何種現代工業，均需用動力與機械，故自此時起可稱爲「動力工程助長時代」。在此時期內，各都市工業日漸發達，一般人民均麇集於城市謀生，因而土木工程又增數支，卽一爲建築工程（Architectural Engineering），專研究房屋之建築等。一爲市政工程（Municipal Engineering），專規劃建設街道及市區其他一切建設。一爲衛生工程（Sanitary Engineering），專探討如何解決市民衛生及供應問題，如給水溝渠排洩污物、及公衆衛生設備等。同時因化學及冶金科學之改進，又有化學工程（Chemical Engineering）及鑛冶工程（Mining Engineering & Metallurgy）等之成立。

四、動力工程漸趨完成時代 以上所述之動力，祇限於蒸汽機或水輪所發動力，用於就地或限

於局部者而言。動力既不能傳佈較遠，應用自難期普遍。但自十九世紀中葉以來，因法拉台之實驗麥克斯威爾電磁理論之闡明，加以歐美多數學者之悉心研究，發明發電機（即俗稱代那模）。十九世紀之末，世人始知利用熱力或水力以發生廉價而大量之電力，再將電力傳輸至遠近各處。甲地所發動力，可以用於乙地，其傳輸遠者，可在七八百公里以外應用，打破空間之限制。工程界又闢一新紀元。故自二十世紀起，我人可稱之爲「動力工程漸趨完成時期」。

電機工程本附屬於機械工程內。惟因電氣對於人羣之應用日廣，電機工程乃於機械工程中脫穎而出，自成一支。電機工程之發展，可分爲三個時期：（甲）自西曆一七九六年伏打氏發現電池，爲「電池」時期，電學原理自斯始逐漸昌明。（乙）自一八三一年法拉台發現電磁感應，此爲「電力」時期之開始，實爲電機工程表現其偉績之肇端。（丙）自一八八三年愛迪生發現電子管（Edison effect）作用，爲「電子」時期，而電工之神奇乃大著，因以造成輓近蔚然大觀之電氣世界。

今之電機工程，又可分爲若干專門；最要者，約可分爲「強電工程」與「弱電工程」兩門。強電工程，又可分爲發電，輸電，及用電等類。弱電工程，又可分爲電話、電報、電傳照相、及無線電等類。

因社會之需要，及動力工程之發達，化學之製造，愈形光大，化學工程亦另行成一系。陶瓷工程（Ceramic Engineering）又自化學工程中獨立一支。現代工程師對於結構學之研究，使橋樑等建築