

輯特述論業工學科

讀略科工

下卷

編生夢楊

行印校學工技廠工一十二第署工兵

輯特選論業工學科

讀略科工

下卷

編生夢楊

版權 翻印
必究

編 者 楊夢生

四 川 江 北 五 里 店

印刷者

十一技工學校總務組印刷所

四 川 江 北 五 里 店

發行者

十一技工學校總務組代辦部

目次

工程(1—12).....	趙曾鈺
工程學術之領域與工程師之類別(1—4).....	趙曾鈺
研究工程學之基本方法(1—10).....	趙曾鈺
研究工程學術之階段與步驟(1—26).....	趙曾鈺
機械工程學(1—12).....	劉仙洲
鑛業工程學(2—6).....	馮景蘭
土木工程學(1—20).....	李書田
電機工程學(1—32).....	楊士智
化學工程學(1—26).....	張餘善

目次

怎樣研究邏輯（「——」）……………

賀麟

工程

趙曾珏

從前美國教授有一句話：『吾希望每個國民均能先受工程師的訓練。然後再學別的科學！』這句話真有至理：因為我們的食衣住行，都需要工程知識去解決。食要靠農作物，農作物所需要的肥料，就是化學工程問題。農田的灌溉，就是水利工程問題。「衣」先要有紡織，紡織就是機械工程問題。「住」要規劃市鎮建築房屋，這就逃不了土木工程問題。至「交通」即「行」，如需要鐵道、公路、航運、及電信等等建設，更無疑的是工程問題。簡括一句：「民生問題」大部分是一個「工程問題」；不但民生問題如此，「民族問題」也須賴工程去解決，將來國際戰爭發生，一切防禦工作，鎗礮製造，無一不是工程問題，現代新式的戰爭，是立體的戰爭，未來的第二次世界大戰，恐怕在海陸軍沒有接觸以前，雙方勝負，先在空中及毒氣中求解決。空中設備的改進，與毒氣（War Gas）之製

造，都是工程問題。現在且分四層討論：一、工程的歷史，二、工程的定義，三、研究工程應有的準備，四、怎樣選擇要學的工程。

一 工程的歷史

「工程」實在不是一樣新發明，我們可以說自有人類以來，即有工程。我國自上古時代，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』，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，剡木爲舟，剡木爲楫，以濟不通。邑夷作車，以行四方』，蔚然為交通工程之開始。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」，實為防禦工程嚆矢！所以古代工程，可簡分為「軍事工程」及「民事工程」兩種。大禹治水能順水之性，在外十三年，完成偉大的治河工作，實為世界最早的水利工程專家。其他例如我國秦代建築長城，隋朝開掘運河，都是亙古少見的偉大工程。又

如泰西埃及的金字塔，也是古代有數的工程。但在十八世紀以前的工程，大重於土木方面，祇限於築路，造橋，治河工程等。工業方面，也祇限於手工藝。所有機件質料，無非鑄鐵供用。這時代可稱為非動力工程時代。十八世紀末葉，工程界發現一個極大的變化，就是瓦特（James Watt）發明蒸汽機和高德（Cort）發明掬法鍊鋼。十九世紀開始，司梯芬發明蒸汽火車頭，拿瓦特的蒸汽機應用到交通上去，實開工程界之新紀元。自此而後，動力（Power）一字，引起工程界的注意，而工程界的範圍，也因之擴大。又因建築鐵路，而有鐵路工程師。同時機械工程也從土木工程中分出一支。所謂機械工程，包含動力的發生，動力的傳至皮帶，和動力的應用於其他機械等等。因為無論何種現代工業都需用動力和機械的緣故，所以我們可以說從這個時期起為「動力工程助長時代」。在這個時期裏面，各都市工業發達，一般人民都湊集在都市中謀生活，因而土木工程又添兩支：即一為市政工程，專規劃建設街道及市區其他一切建設；一為衛生工程，解

決市民的衛生和供應問題，如給水排洩污物及公眾衛生設備等等。同時因化學冶金科學的改進，又有鑛冶工程的成立。

上面所講的動力，祇限於蒸汽機或水輪所發動力，用於就地或限於局部而言。「動力」既不能傳佈較遠，應用自不能普遍。但自十九世紀中葉以來，因馬克斯威爾（J. C. Maxwell）電磁論之發明，法拉第（Michael Faraday）之實驗，加以歐美多數學者之殫心研究，發明發電機（即俗稱馬達）。十九世紀之末，世人纔明白利用熱力或水力以發生大量便宜的電力，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，可在三五英里以外，打破空間之限制，工程界又開一新紀元。故自二十世紀起，我人可稱之謂「動力工程漸趨完成時期」。電氣之應用愈廣，電機工程亦於斯時由機械工程中分出。今日之電機工程，又可分為若干專門：最要者大約可分為「強電工程」（即電力）與「弱電工程」（即電訊）兩門。總之科學愈演進，工程之範圍亦愈廣大，而其分類

愈衆多，研究亦愈專精。最近化學之製造，愈形發達，而化學工程，又自成一系。現代工程師對於結構學之研究，使橋梁等建築，有完全之把握，因而結構工程（Structural Engineering）又自成一系。內燃機之發明，使機械工程開一新紀元，現代之汽車及飛機得以完成，而「汽車工程」及「飛機工程」又爲工程界之最新產兒。

二 工程的定義

「工程」二字，昔人每稱之爲「技術」，其實不盡然。因技術注意在「做」或「行」。例如駕駛汽車，可稱爲技術，但駕駛術精之汽車夫，未必能知汽車工程之原理與夫內燃機之構造，故絕非工程師。工程師不但自己會「做」，和指揮他人去「做」，并須具有更緊要的條件就是「知」，要知其所以然。故工程師須知之而行之。孫中山先生曾說：「知難行易」。而工程師的準備工作，大部分却在

求知上。「行」是技術，「知」便是科學。因為科學是一種有系統的求知或使人知的學問。自從十八世紀以來，便有不少學者，概定「工程」二字之定義，但都不甚妥當。最近美國哈佛大學教授史瓊（G. F. Swain）氏規定「工程」之定義為「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術也。」換言之，工程師應具「格物致知的精神」與「利用厚生」的技術。聞論甚為透澈。吾國秦代建築萬里長城，徭役人民四十餘萬。埃及在西曆紀元前二千九百年建築金字塔。據我個人估計，每座金字塔之建造，用工人三十六萬，尚需時二十年。人工之浩大，可想而知。此項古代建築，與其稱之謂「工程」，不如稱之為「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，係一大問題。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，完成一可靠而有益於人羣之事物。

三 研究工程應有的準備

工程之定義，既如上述。吾人實不難想像研究工程者應有之條件，即其所需要之修養與準備。修養方面最要者須有強健之體魄與毅力，本篇暫不討論。茲專述研究工程者應有之學術準備。

工程師既須應用自然定律，能力與物質，以經濟方法爲人羣謀福利，則凡欲研究工程學者，須具下述基本科學的準備：（一）對於自然科學，必須有相當之深刻研究，俾對於自然界之定律與能力得充分的了解與運用。此層包括物理學、數學、力學、化學，及邏輯之研究。凡此皆爲工程師應有最基本之科學。換言之，世上一切工程，均建築於此數種科學之上。工程師非數學家，當然不必如數學家殫精研究數理。但如算術，幾何，代數，解析幾何，微積分，及運算微積等，均應有相當之造就，以便分析其所研究之工程問題。至於理論力學實爲電磁學及應用力學之基礎，工程師隨處講「力」，對於「力學」不可不有深入淺出之研究。（二）不論何項工程，逃不了材料或原料之選擇與運用。故關於工程有用之材料，

必須詳悉其性質。以最適宜之材料，用於最適合之地點，然後可以獲到最高之效率。例如飛機上之木材，須用引伸力與密度之比最高之材料，如美國之檜木，吾人現已搜求而獲得之。其他如高速度之鋼則有錳鋼，鎢鐵及高速機件上均運用之。吾人須知工程上有不少失敗均由應用材料之不當。(三)學工程者應有經濟常識與商業常識。工程與純粹科學不同。後者為探求真理，不必注重經濟。工程須求經濟與實惠。優良的工程，必合於經濟的原則；換言之，工程師必能以一塊錢完成本人所需二塊錢的事。此話似不甚合理，但事實是如此。因為工程師建造任何工程，必須研究成本所費若干，維持費所需若干，兩項推算起來，久而久之，相差若干？多費成本抑多費維持費更合理化？凡此種種，工程師均應用其經濟常識，精細考核，務以實惠經濟為歸。例如造橋，工程師於運用其技巧及結構學識之前，先決問題，即須研究此橋有否經濟上或商業上之需要，在何時建築最適合環境之需要，在何地建造最為便利最有發展。吾人要知如橋址之選擇不妥，不但不能

能供人羣之應用。且虛擲金錢，反有妨一地之繁榮。抑又有進者，工程師不但須知應用天然材料，並應儲藏自然界之各種材料，以防將來匱乏。故優良之工程師，決不浪費任何材料，此種經濟常識，凡學工程者，均應準備而具有之。

四 怎樣選擇要學的工程

工程的種類已於第一節大概說明，如要仔細的分析，不下數十百種，此地不便一一枚舉。我們所要知道的是國內最需要的工程和國內各大學及高工所有的幾種工料，與國內現有的工程人才，做一個有系統的研究，作為吾國青年選擇工程學科的參考。

現在國內各大學所設的工科約可分為五大類，即（甲）土木工程、（乙）機械工程、（丙）電機工程、（丁）化學工程、及（戊）鑛冶工程。這五種也可說對於吾國是最需要的。土木工程範圍最廣，包括水利，建築、道路，市政，衛生，結構工程

等。機械工程範圍亦甚廣，包括機車，造船，航空，汽車，紡織工程等。電機工程包括電力，電訊等工程。化學工程包括製糖，陶瓷，油漆，造鹼，製紙，釀酒，水泥，硫酸，製革，染色等工程。鑛冶工程大別爲採鑛與冶金，但各種鑛產與冶鍊各個不同，又可分爲若干門。以上各種工程，以科學的立場去研究，均各有其興趣。而研究者如性之所近，當更有特殊的趣味！

據清華大學莊前鼎教授之統計，吾國現有大學畢業之各項專門工程人才約五千名，其中土木工程約二千名，機械工程約一千三百名，電機工程約一千名，化學工程約五百名，鑛冶工程三百名。復據莊君將中國工程師學會會員之專長與所執之職業作系統之分析。土木工程人才約有百分之四十八係負直接土木工程之職務（其中四分之一在水利工程負責工作），其他百分之五十左右係在中央或各省市負工程行政及工程教育之職務，即間接員工工程職務。失業與改變職業者爲數甚少。可見國內需要之切，機械工程人才有百分之四十四。負直接機械工程職務，

其需要與土木工程人才相等。電機工程人才有百分之三十六係負直接電機工程職務，其他一部分人才從事於教育。化工範圍甚廣，人才甚夥，而大部分現尚從事教育，直接負責化工職務者祇占百分之三十左右。表示國內化學工業尚屬幼稚，係新興事業，將來當有希望。鑛冶工程吾國目前最不發達，祇容人才百分之十八。

以上統計當然不能十分精確，但工程人才需要之趨勢，吾人不難想像。土木及機械人材因其範圍之廣，且實為各種工程之基本工程，需要實最殷切。現在土木及機械人才大半均由各鐵路所吸收。以吾國幅員之遼寬，鐵路當繼續興築，此兩項人才，當繼續需要，且較前更殷，所以土木與機械工程人才希望能大量的增加！吾國需興辦之水利工程及利用水力發電之處甚夥，水利工程人員實尚嫌不足。其他如航空工程及化學工程因國防上之關係亦需專門之技術人才。機電之設計及製造工程人才國內亦不多覯，亦有頗切之需要。鑛冶工程實甚重要，因一切製

造原料，大都係由鑛冶而來。煤鐵爲國家之生命，吾國煤鑛鐵鑛甚夥，惟因無運輸上之聯絡，鋼鐵事業尚未發軔。但中央現已決計舉辦，鍊鋼專家吾國確爲需要。其他如吾國占全世界第一位之錫鑛，而尚未能自行提鍊，吾人亦不得不希望鍊錫鑛冶專家。

吾國除大學供給工程學課之外，尚有高工亦有工程之訓練。大概大學的訓練趨於高深的學理，以備學生於脫離學校之後，還能作高深之研究。高工所授課程趨重於實際，可以接受到實地所需要的知識。至於工程的職業學校，吾國目前尚很少。其實這種中級幹部的工程人才，我們很需要。

凡欲研究工程之吾國同志，如能衡以個人之興趣及參照以上討論各項工程之需要情形，當不難選擇其所需學之工程！