

工程師

趙曾珏 著

工
程
與
工
程
師

中華書局印行

張序

趙君曾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丕著近復襄贊浙建廳行政努力推進建設是書趙君本其學養及經驗蔚爲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爲正確精密之指示所寄厚遠非淺學侈言者所能到洵後學者之津梁工程師之途徑余故樂爲之序

張人傑

於建設委員會

工程與工程師

二

作者前言

二十四年十月間，商務出版周刊曾刊作者一短文，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夫若干便利。

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，茲特揭出，願共互勵，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，與政府當局齊一陣綫，努力工作，俾達到復興民族之目的。

謝。

趙曾珏

西子湖

凡例

(天)

- 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，俾讀者對於工程師之途徑，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，並插入國內外著名各大學工程學系之課程表，以資佐證。
- 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，藉供研求工程學者之參考。

工程與工程師

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。

二

工程與工程師目錄

(天)

獻詞

張序

作者前言

凡例

插圖

- 一 錢江大橋
- 二 金門大橋
- 三 世界高建築
- 四 猿萊隧道
- 五 柯立芝水壩
- 六 西門子五萬
- 七 瓦爾蘭警能水力發電廠
- 八 人造雷電設備
- 九 汽輪機之低壓輪
- 十 美國鮑爾陀壩
- 十一 美國鮑爾陀壩
- 十二 高壓輸送鋼塔

第一章 工程之定義與工程師之使命……………一

第一節 工程之定義……………一

第二節 工程師之使命……………二

第二章 工程演進之簡史及最近之趨勢……………五

目錄

1

第一節 工程之演進……………五

- 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 最近之趨勢……………一〇

- 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……………一二

第一節 工程學者之應有條件……………一二

- 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……………一三

- 一 工程師與純粹科學家之區別
- 二 工程師與數學學家之區別
- 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……………一八

第一節 工程學術之領域……………一八

第二節	工程師之類別	一九
第五章	研究工程學術之基本方法	二一
第一節	基本原理之應透澈了解	二二
第二節	以基本原理爲思考之出發點	二三
第三節	養成分析理解之能力	三三
第四節	構成物理之概念	四四
第五節	研究公式之來源	四五
第六節	富有實驗之精神	二六
第六章	研究工程學術之階段與步驟	二八
第一節	第一階段——基本科學之研究	二九
第二節	第二階段——基本工程之研究	三六
第三節	第三階段——實際工程之施展	四三
	附國內外各大學主要工程學系之課程舉例	三九——四〇

第七章 世界著名工程.....一五〇

第一節 土木工程之成功.....一五〇

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.....一五六

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 運河昇降機 冷藏 自動機件

第三節 電機工程之成功.....一六一

發電機 輸電 光燈 電曳 電氣化 電氣鍊鐵 電報 電話 無線電 電圖 電視

第四節 化學工程之成功.....一六五

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 人造橡皮 人造染料 人造樟腦 人造絲

第五節 礦冶工程之成功.....一六八

煤 鐵 石油

第八章 我國各項重要工程之現狀……………一七〇

第一節 土木工程……………一七〇

鐵道 隧道 橋樑 公路 水利 海港 給水

第二節 機械工程……………一八四

機製及機器事業 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……………一九〇

發電 水力發電 電信 電機材料製造

第四節 化學工程……………一九五

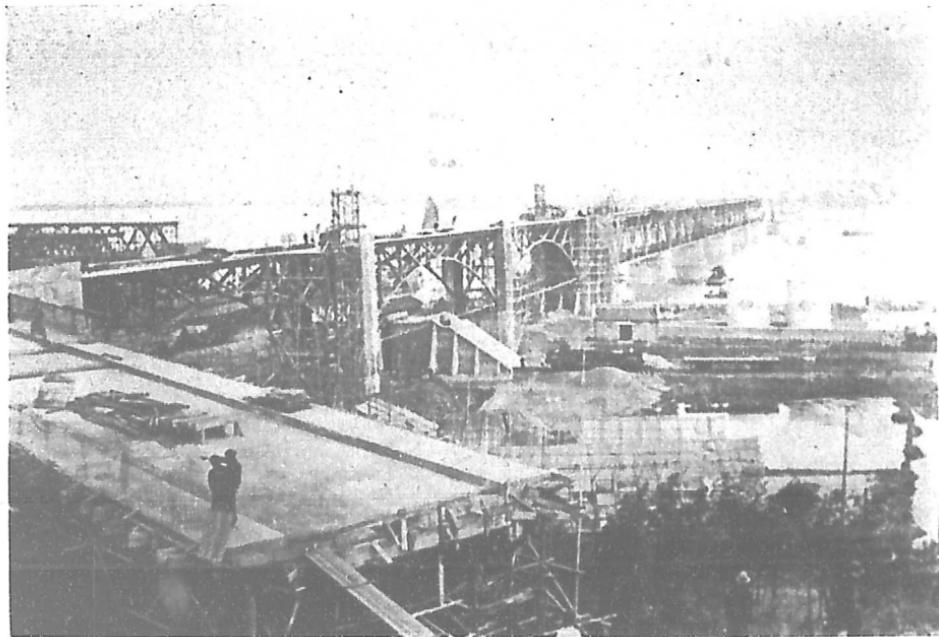
植物油 磁器 造紙 硫酸銨 本國藥物 燃料

第五節 礦冶工程……………二〇〇

煤 鐵 銅 錫 鎢 錳 鉬 錫 石油 氫石

插
圖

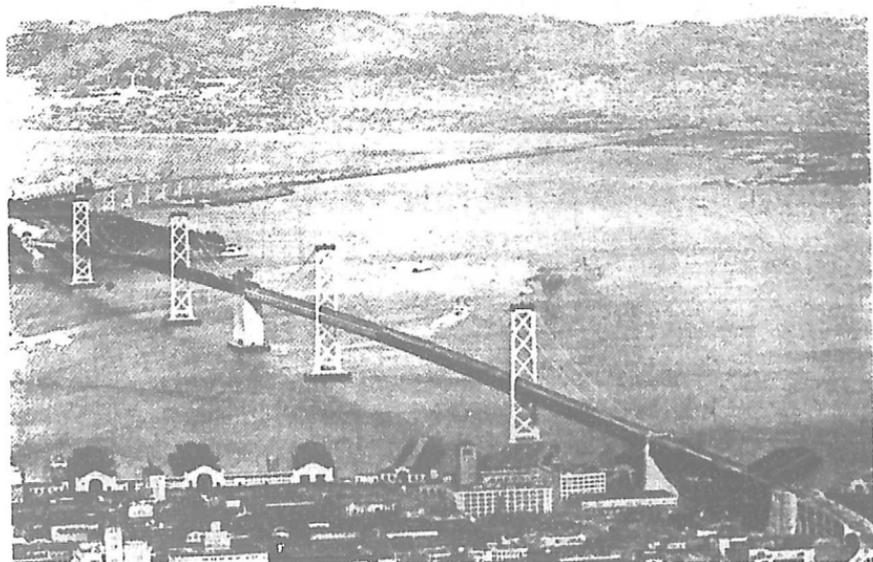
第一圖



建築中之錢塘江大橋(土木工程之一支)

參閱本書第一七三頁

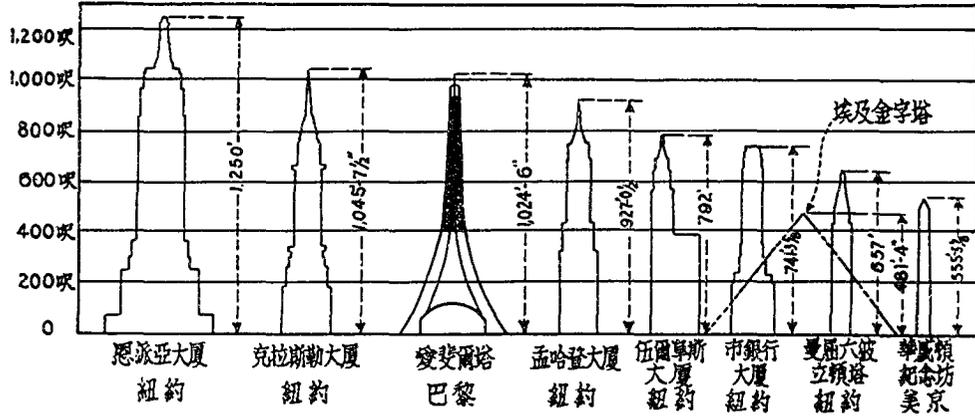
第 二 圖



最近完成之美國舊金山金門大橋(土木工程之一支)

參閱本書第一五〇頁

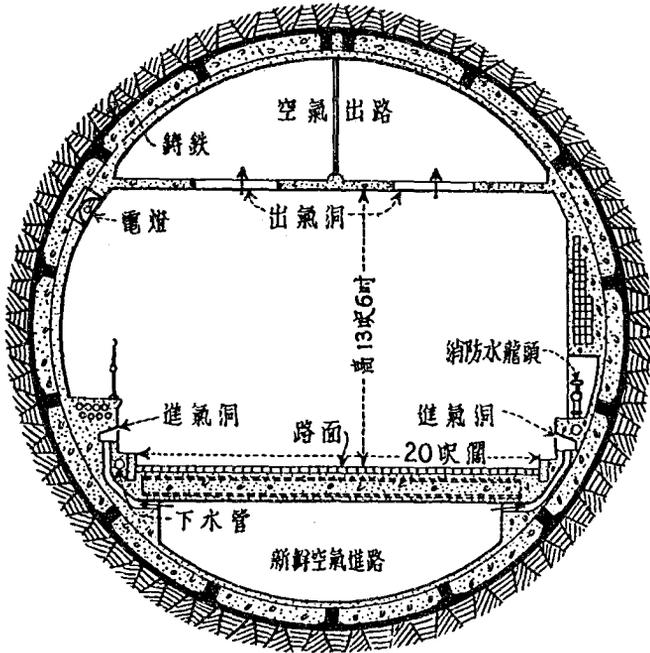
第 三 圖



世界著名之高大建築 (土木工程之一支)

參閱本書第一五一頁

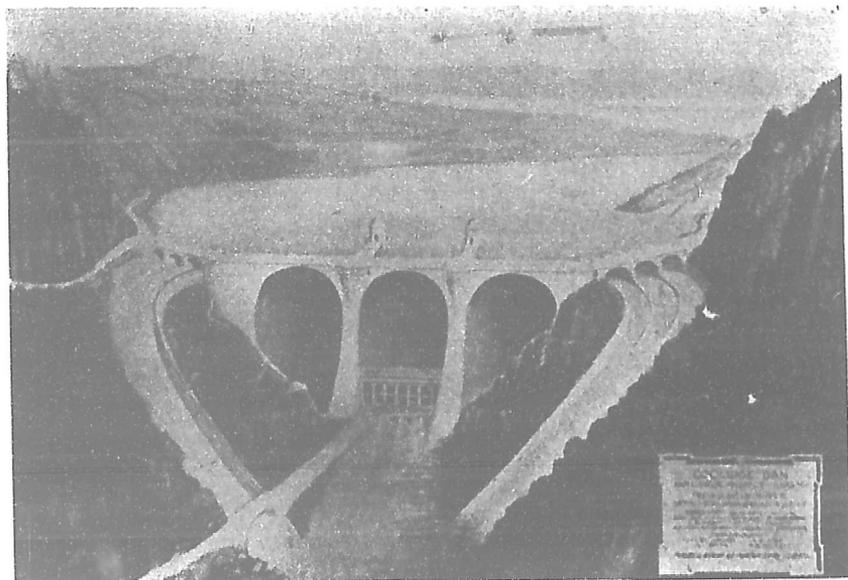
第 四 圖



美國霍萊隧道之切面(土木工程之一支)

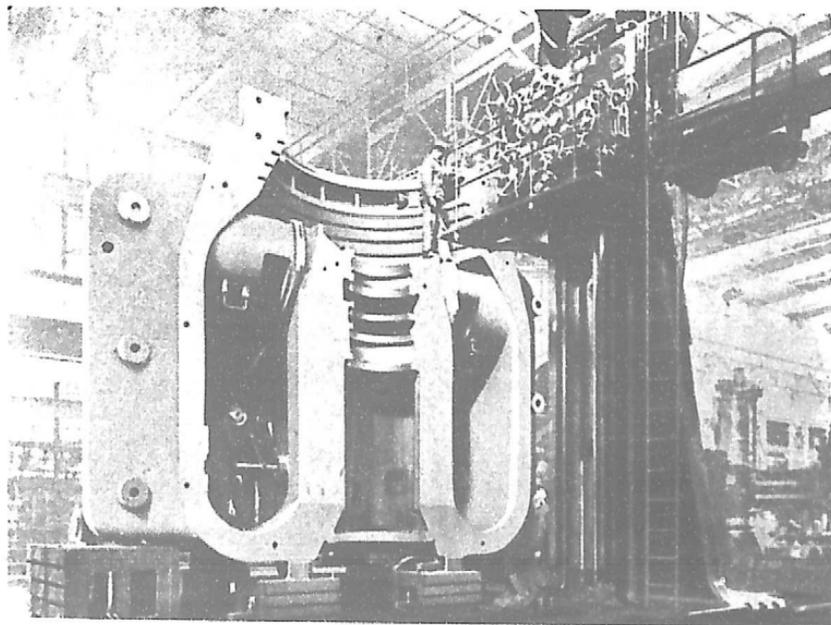
參閱本書第一五二頁

第五圖



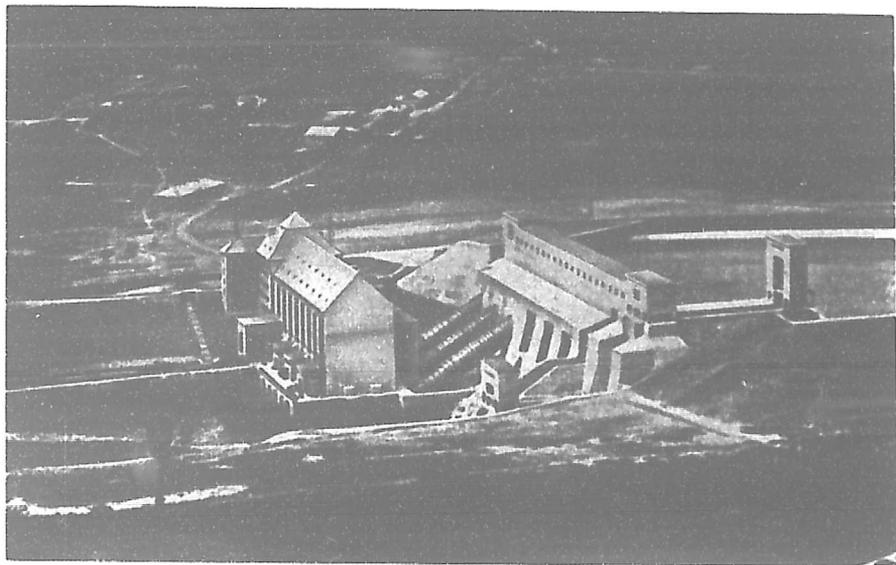
美國柯立芝水壩(土木及水利工程之一支)

第 六 圖



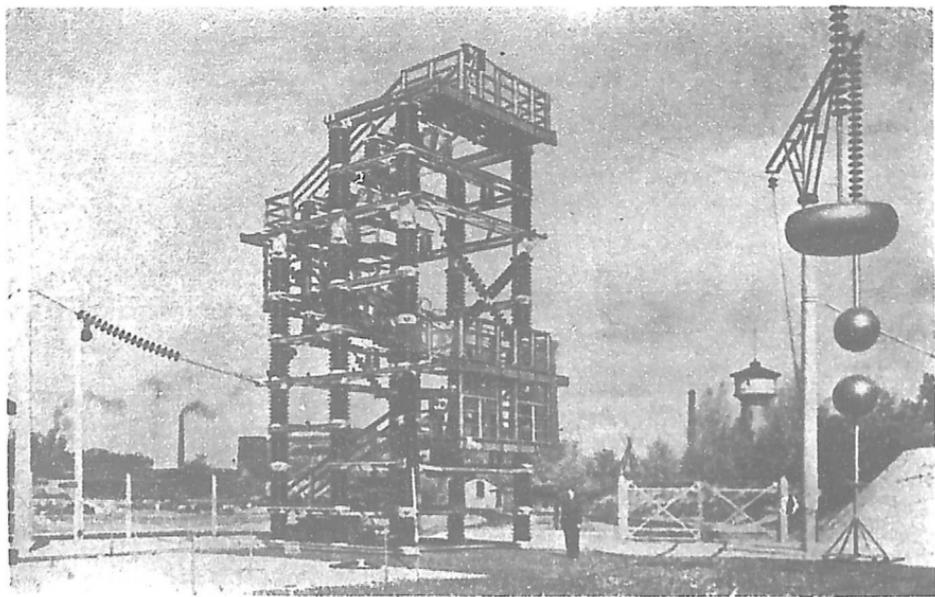
德國西門子妙海茂廠50,000瓩汽輪機在製造中(電機及機械工程之一支)

第七圖



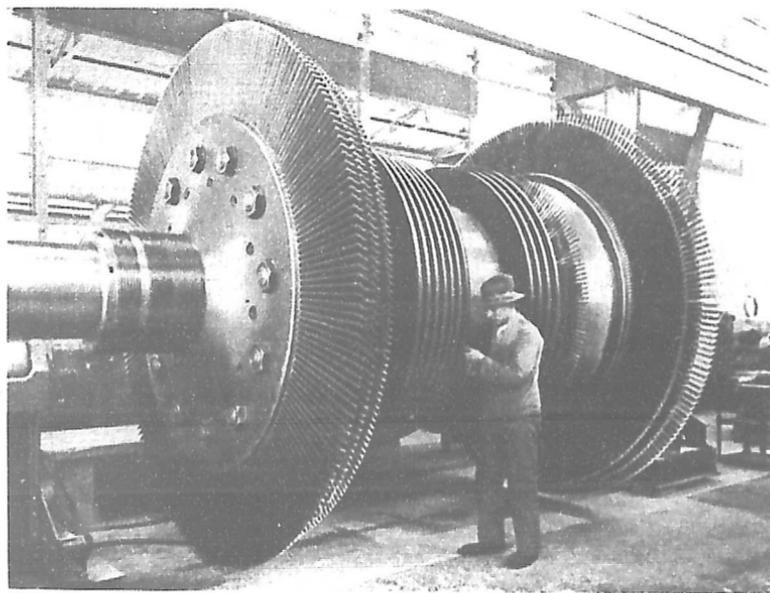
愛爾蘭 蓉能 水力發電廠 (水利及電機工程之一支)

第 八 圖



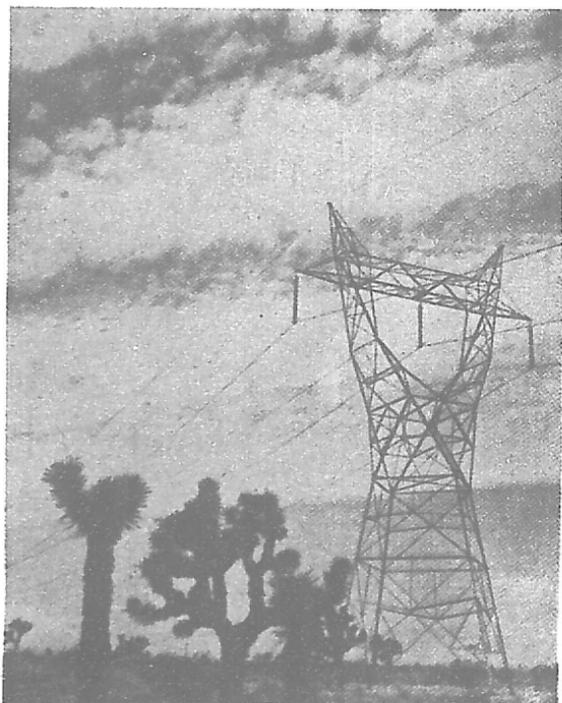
德國 3,000,000 伏之人造雷電設備(電機工程之一支)

第 九 圖



44,000 瓩 汽 輪 機 之 低 壓 輪 (機 械 工 程 之 一 支)

第 十 圖

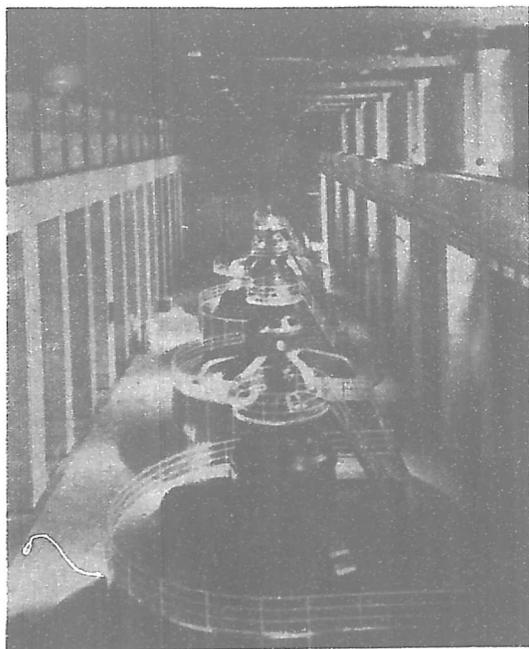


美國鮑爾陀壩 287,000 伏高壓輸送鋼塔

(電力工程之一支)

參閱本書第一六二頁

第 十 一 圖



美國鮑爾陀壩每具 115,000 匹馬力之水力發電機

(水力發電工程)

參閱本書第一六二頁

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。故此種人才，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」，即能深知其所以然是也。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瓊氏 (Prof. G. F. Swain) 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。」論殊為透澈。

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。據我人估計，每座金字塔之建造，用工人百萬，尚需時二十年。人工之浩大，可想而知。此項古代建築，與其謂為「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羣事物之謂也。

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，第二種人在實地做工作。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，但又要能够把學問直接應用到實際問題上去。工程師是第一種人，因為他可以穿長衫，到專門學會內與博士教授們討論學理，他又是第二種人，因為他們也能拿起斧頭，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為基礎。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，非埋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，無非為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，為解決「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，亦均為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，即化學工程問題。農田灌溉，即係水利工程問題。倉庫之建築，則又為土木工程問題。「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」即「行」。如需興辦鐵道、公路、水運、及電訊等建設，其為工程問題，尤無疑義。簡言之，「民生」問題即「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。

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。

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，編葦而籬，緝葦而廬，民始免木處而類。」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，剝木爲舟，剝木爲楫，以濟不通。邑夷作車，以行四方。」蔚然爲交通工程之開始。至於饒祖之養蠶製絲，開紡織工程之先河。其他如「揮作弓，夷作矢，」實爲防禦工程之嚆矢。大禹治水，在外十三年，疏九河，濬濟漯，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、河海工程等。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。此時期可稱之為「非動力工程時代」。簡言之，十八世紀以前之民事工程實為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，即瓦特發明蒸汽機與高德 (Coh) 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，奠基於此。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，故自此時期起可稱為「動力工程助長時代」。在此時期內，各都市工業日漸發達，一般人民均磨集於城市謀生，因而土木工程又增數支，即一為建築工程 (Architectural Engineering)，專研究房屋之建築等。一為市政工程 (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)學之成立。

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，我人可稱之謂「動力工程漸趨完成時期。」

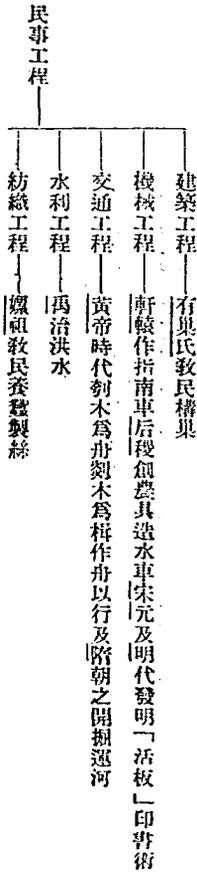
電機工程本附屬於機械工程內。惟因電氣對於人羣之應用日廣，電機工程乃於機械工程中脫穎而出，自成一支。電機工程之發展，可分爲三個時期：——（甲）自西曆一七九六年伏打氏發現電池，爲「電池」時期，電學原理自斯始逐漸昌明。（乙）自一八三一年法拉台發現電磁感應，此爲「電力」時期之開始，實爲電機工程表現其偉績之肇端。（丙）自一八八三年愛迪生發現電子管（ Edison effect）作用，爲「電子」時期，而電工之神奇乃大著，因以造成輓近蔚然大觀之電氣世界。

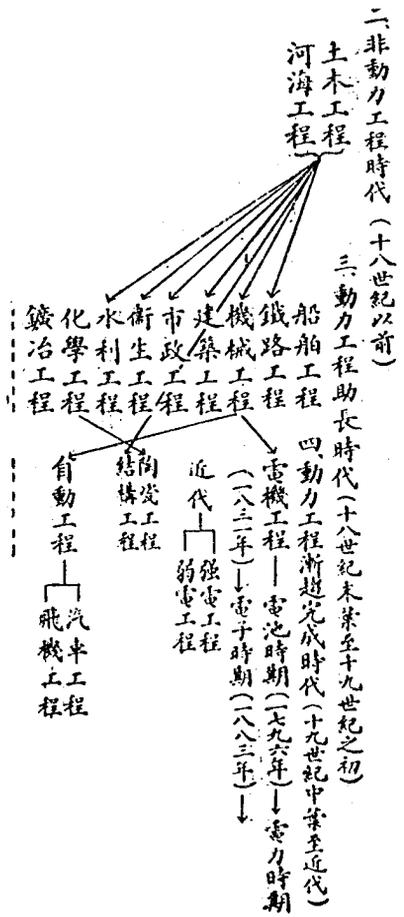
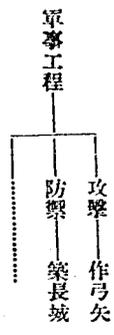
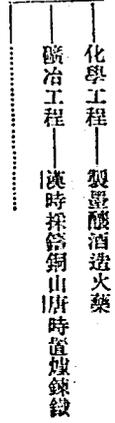
今之電機工程，又可分為若干專門，最要者約可分為「強電工程」與「弱電工程」兩門。強電工程，又可分為發電、輸電及用電等類。弱電工程，又可分為電話、電報、電氣傳真及無線電等類。

因社會之需要，及動力工程之發達，化學之製造，愈形光大，化學工程亦另行形成一系。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，有完全之把握。故結構工程 (Structural Engineering) 復自成一系。內燃機之發明，使自動工程 (Automotive engineering) 在機械工程中佔重要地位。自動工程包括汽車工程及飛機工程 (Aeronautical Engineering) 兩者，為工程界之新產兒。

總之，科學愈演進，工程之範圍，亦因之益廣大，而其分類亦愈衆多，研究乃愈益專精。茲將各時代工程之演進列表如左，並附列吾國古時對於工程之創造：

一、原始及遠古時代





二、非動力工程時代（十八世以前）

三、動力工程助長時代（十八世紀末葉至十九世紀之初）

四、動力工程漸趨完成時代（十九世紀中葉至近代）

第二節 最近之趨勢

社會愈進步，工程之運用日廣，工程分類愈益精密，工程知識愈益周詳。工程之處理亦愈益科學化，合理化。關於最近之趨勢有如下述：

一、工程設計愈趨精微 今日科學昌明，凡百工程，不僅知其當然，更且於其已知之所以然中，探求精微，以期運用益宏，所謂「物究其極」、「材盡其用」是也。以前古代之工程，大都採用割試之法（Cut and try method）。最近工程學術進步，凡百工程，均先行設計，使全部工程，有確切之計劃與步驟，所有材料絕少浪費。譬如橋樑之建築，工程師於尚未開工之前，早已測知橋樑中之各項材料所受之壓力或引力之數量，並根據其精密之計算，決定用料之大小粗細，使整個工程，策於安全，以獲得最高之經濟效率。

二、提高工作之效率 以前一切製造工業，注意於（甲）機械之改進，如車床、鑽床、鉋床、銑床、及精

確之磨床，大量生產機以代手工，而出品愈益精確，愈益迅捷。(乙)工具之改進。(丙)材料之改進。(丁)製造方法 (Process) 之改進。(戊)出品之試驗及檢查等項。在最近二十年來美國工程師如泰勒氏 (Taylor)、甘脫氏 (Gantt) 及吉爾勃來斯氏 (Gilbreth) 等無不從事研究。(己)工業管理 (Industrial Management)，以增加工人工作之效率，及改進整個工廠管理之效能，對於工人之一舉一動均加以分析，務使減少手續，節省時間，達到最高之效率。

三、從事多方研究 現代工程學術，雖日臻完善，但仍有若干問題為吾人所不知，或無法解決者，故歐美各國及東鄰日本，均年擲鉅萬金錢，從事於研究工作。如土木工程中之土壤力學，水利工程中含砂量之研究，機械工程中之汞汽渦輪，電機工程中之瞬流現象，化學工程中之毒氣製造與防毒藥品，及鑛冶工程中之特種混合鋼之研究，均為目前工程學術界急切研究中之重要問題。

過去工業之發展，可因個人偶然之發現與發明，有所裨益。輒近工業範圍廣泛，工作複雜，決難恃一二人偶然之發明，可竟全功，故歐美大製造廠均設有大規模及有組織之研究機關，從事於有計劃的研究，以增進出品之精良，減低出品之成本。如美國之佩耳系實驗室，國際電話公司之研究實驗室等是。

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、先決條件 凡研求工程學者，須具有完善之「人格」。此乃最根本的因素或先決條件。如何始能具有完善之「人格」，其法應先陶冶吾人之心靈，須富有愛美求真之志趣。鍛鍊吾人之體魄，須能擔當艱難困苦之工作。充實吾人之常識，須能應付任何事物，作合理之分析。訓練吾人之情操，須有樂羣合作之精神。修養吾人之品性，須能公正廉潔，具有領袖羣倫之才能。孟子所謂「士不可以不宏毅」，習工程者，應隨時隨地恢宏其志氣。而其要尤在於求學時代，養成卓絕堅苦之精神。欲為完善之工程師，必須先備具上述各項完善之「人格」。人格之修養，實為工程師所不可或缺之先決條件。

二、基本條件 西哲有言：「工程者乃教育化之常識。」常識豐富者，對於工程學術之研求必易於着手。良以工程學術基於自然界之定律與事實，自然界之事實，即為吾人之常識。故工程學者須有豐富之常識，為其學習之基本。據我人經驗所得，優良之工程師，應具有下述各項條件。

(一) 對於數理化三種自然科學有特殊之興趣與天才。

- (二)能根據事實，作精密之觀察，并善於分晰及理解。
- (三)富於想像力及判斷力。
- (四)富於創造力，能有獨運匠心之理想與動作。
- (五)有喜動之天性，但具有忍耐力。
- (六)樂羣而有爲領袖之才能，但並非基於領袖慾。
- (七)有愛好秩序之習慣，嚴守紀律之訓練。
- (八)健全之體魄。
- (九)豐富之常識。

以上所舉，爲一般工程師應具之主要條件。如詳細臚列，則非本篇範圍所能盡述。

第二節 工程師與其他學者在學養上之區別

一 工程師與純粹科學家之區別

「學爲濟世、學爲救人」的精神，科學家與工程師實共有之。「格物致知，利用厚生」的志趣，科學家與工程師亦共有之。惟科學家以「利用厚生」的精神，盡力於「格物致知」的工作，工程師則

以「格物致知」的精神，盡力於「利用厚生」的工作。

工程師既努力於「利用厚生」的工作，故不得不講求經濟，講求實惠。工程師利用厚生的工作，其目的係為社會，為人類，為全世界，故不能脫離社會而單獨工作。自然科學家格物致知的工作不必如工程師之密切與社會接觸。如英國科學家海佛仙氏（Oliver Heaviside），為電學泰斗之一。但海氏性情孤僻，舉止怪異，純粹為一科學家之性格，而非一工程師。故海佛仙氏之成就為高深的科學研究，而非偉大的工程造就。

抑有進者，科學家祇研究自然，而不涉及人事。工程師須於利用自然物之外，更能諳悉工人之心，善於管理人事，處置物料，支配工作，以獲得最高之效率，最合理之組織，及最經濟之消耗。

工程師與純粹科學家不同。後者為探求真理不必注重經濟。工程師須求經濟與實惠。優良之工程，必須經濟。換言之，工程師必能以一塊錢完成常人所需二塊者。此語似不甚合理，但確係事實。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，二者相差若干，多費成本抑多費維持費。究以何者為更合理化。凡此種種問題之解決，工程師均應運用其經濟常識，精細考核，務以實惠經濟為依歸。例如造橋，工程師於運用其技術及工程學識之前，先決問題，即須研究此橋有否經濟上或商業上之需要，在何時建築為最適合環境之需要，在何地建造最為便利最有發展。吾人須知如橋址之

選擇不安，不特不能供人羣之應用，且虛擲金錢，反有妨一地之繁榮。不但此也，工程師須知應用天然材料，並應節用自然界之各種材料，以防將來之匱乏。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。

科學家與工程師兩者實不能偏廢。世無科學家，工程學決不能有今日之進步。世無工程師，亦決不能發揮科學之原理，造成今日燦爛異彩之物質文明。

由工程師進而為純粹之科學家，每覺科學之研幾極微，異常精細。由科學家而改業工程師，每感工程之因陋就簡，不無粗鄙。此譬諸先為閨中淑女，繼為處理家務之主婦，乃深覺家務工作之繁瑣。但工程師之精神即在此，明知其粗鄙繁瑣，不憚身體力行，以求成效。

二 工程師與數學家之區別

工程師以數學為研究工程學之工具，所謂手段而非目的。工程師之研究數學，大約為下列數項作用：——（一）數學訓練使人養成邏輯的及有系統的思索，因此而獲得解決工程問題之普通或特殊的方法。（二）工程學者得應用數學研究高深之工程學術，並能利用高深之數學，以表演若干工程之定律與公式，供他人之研討。

數學之最大效用在於表示自然界之現象與數量之關係。數學家對於數之關係有特殊之興趣，

因而不注意其現象，故每以抽象的方式表示之。工程師則不然，注意數之關係而尤注重其事實與現象。復因現象而產生物理上之概念。復由物理之概念，以數學方式表示此項關係。其應用數學，猶工匠之應用工具。

例如數學家發明拋物綫公式 (Parabola equation)，引射彈定律為一切當之例證式解釋。以說明某數量之變動情形。工程師則反之，欲解釋以力加於物質之結果，而以拋物綫公式為表示射拋物體於空間之行動定律。

數學家有如工具之製造者，對於工具之歷史、演進及其優美之處，加以精微之考究。工程師係應用工具者。對於工具應用之方法、運用之常識必甚豐富，以期工具得以實地使用，工程問題得以迎刃而解。故工程如需應用高深數學者，每不推演繁複困難之方程式，亦不願強記之。僅查取參考書或數學表，而檢出其所需要之方程式。數學家係創造工具者，其在創造之時，初不計其工具之用途如何。工程師係應用工具者，擇其需要而適當者運用之。總之，數學家係以數學為主而研究數學，工程師則以工程為主而研究數學。其不同之點在此。

三 工程師與純粹理想家之區別

工程師須腳踏實地，從事工作。理論家則不然，祇憑懸想，不事實踐。理論家譬如學游泳而憩息於

池邊，僅靜觀魚蛙之動作，而研求其學理，及身而試，則不能成功。工程師不但須能觀察，尤貴乎能實行。工程師須思想，但並非空想。西哲有言：「工程師須腳在地上，腦在高空。」換言之，工程師須能身體力行，並須具有新穎活潑的頭腦，並非如理想家之完全側重理論。

工程師在工作之時，須隨時改進其方法，但其改進之途徑係參考以前之教訓，現有之經驗，作爲將來改進之張本，並非全憑理想。工程師須「有知識更能實行，能做工還能研究。」專重做工近於膚淺，專講理論近於空疏，均非工程師之本色。

四 工程師與商人之區別

工程師以利用厚生，造福人類爲其天職。雖講求經濟，但與商人之僅抱營利觀念者，則大相逕庭。工程師所受委託辦理之事業，所耗動輒達千百萬元資金，影響關係千百萬人禍福者，工程師則均以人類之福利爲主腦，並非如少數商人之希冀投機獲利可比。工程師所舉辦之事業，類能垂千百年而不朽，即因其能放大目光，做「爲生民立命」的工作，始能臻此。

商人可以投機而牟得厚利。在工程師則斷斷不能。不特不肯投機，且須於工程設計中，加數倍之安全因數 (Factor of Safety)，以求安全鞏固。工程師所孜孜矻矻從事者，爲人類百世之幸福，而非一時一己之利益也。

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

工程之分類，已於第二章中概括說明。如加以詳細分析，則不下數千百種。茲暫不一一枚舉。現所欲說明者，係就國內最需要之工程，及國內現有之工程人才等等問題，作一系統的敘述，藉供吾國青年選擇工程學科研究時作為參考。

現在國內外各大學所設工科，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；（戊）鑛冶工程。此五者，為我國所最需要之工程。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，包括鐵路、機車、造船、航空、汽車、冷藏、調氣、紡織工程等。電機工程，包括電力或強電工程、電訊或弱電工程及電機製造等工程。化學工程，包括製糖、陶瓷、油漆、造鹼、製紙、釀酒、水泥、製酸、製革、染色、藥物等工程。鑛冶工程，大別之為採鑛與冶金等門。以上各種工程，以科學的立場去研究，均各有其旨趣。而研究者，如各就性之所近者從事揣摩，當更感有特殊濃厚的興味。

第二節 工程師之類別

以上所述，爲主要之工程分類。但研究工程者，除攻習工程學術以外，須具有管理工人之能力，並富有經濟常識。須知爲工程師者不能脫離社會，不能脫離人羣。是以工程師必須善於適應社會，善於肆應人羣。然而欲求「全才」實爲難事。大凡（一）長於工程學術者，往往拙於人事之管理或經濟之調度。（二）長於人事管理者，往往對於工程學術之研究難以深入。蓋各人秉賦不同，不能求全責備。但工程學者應知己之所短，務使其能兼籌並顧，發揮所長，彌補所短，俾能逐漸合乎理想。並應充分利用其所長，選擇其個人最適宜最有價值之工作。

大凡性情與興趣相近於第（一）項者，則適合於擔任（甲）研究工程師（Research Engineer），此種人才須富有好奇心及分析力。（乙）設計工程師（Design Engineer），此種人才須富有高超之想像力及特出之心裁。（丙）製造工程師，此種人才須熟諳工程材料、工程工具及製造之步驟。

大凡情趣側近於第（二）項者，則適合於擔任：（甲）管理工程師（Administrative Engineer），此種人才富有組織能力、心理研究、經濟常識及科學管理學識。（乙）建設或裝置工程師（Constructive or Installation Engineer），此種人才須能指揮工人，且具有艱苦耐勞之精神。（丙）運用工程師（Operative

ing Engineer) 此種人才須善於監督工人工作, 及熟諳機械之結構與運用方法。(丁) 銷售工程師 (Sales Engineer) 此種人才須明瞭社會經濟狀況, 需要情形, 並優於應付, 及能為顧客解決工程上困難問題者。

第五章 研究工程學術之基本方法

世界上各項工程之偉績，莫非人類控制大自然之表現，實有賴乎多數科學家及工程先進之苦心孤詣，殫精竭慮有以致之。所謂物質文明，乃人類控制自然界，明瞭大自然之定律，利用大自然之物力，解決實際問題之結果。瓦特發明汽機，利用數千年蘊藏於煤內之能力。斯梯芬生 (Stephenson) 及福爾頓 (Fulton) 發明蒸汽火車頭及汽輪船，開交通工程之先河，使人類所受空間與時間之限制，得以打破。尤羅 (Lavo) 發明彈性原理，而結構工程對於桁樑材料之運用，得有操縱支配之把握。法拉台之埋首於實驗工作，電機工程得以漸臻世用。麥克斯威爾之推演磁電理論，電波因而得受世人之注意。經赫芝 (Hertz) 與馬可尼之實驗與改進，乃有今日無綫電報、無綫電話及無綫電視之神奇作用。人類控制自然之巧妙，可謂神乎其技，盡「利用厚生」之能事。

工程學者應服膺以上諸家之「治學」精神，而其中尤以法拉台與麥克斯威爾氏，足為工程學者及研究科學者之終身楷模。法氏以實驗 (Experimenta) 著，麥氏以分析 (Analytical) 著。設無麥氏之理解，則法氏之實驗莫由證明，如無法氏之實驗，麥氏之理論亦無從充實。經二氏之努力，始有今日

光華燦爛之電氣世界。著者忝爲末學，愧無貢獻。惟對於研究工程學術之基本方法，略就管見所及，并參考以前諸工程先進之治學方法，作簡略淺近之陳述如次：

第一節 基本原理之應透澈了解

爲學之道，由淺入深，首在肄習基本原理，然後再研求專門學識，決不宜好高騖遠，妄自躐等。譬諸建造房屋，必須根深蒂固，建立切實之基礎，然後始可架築數十層之大廈。基本原理，實爲治工程學術之基礎。基本原理之澈底瞭解，卽所以鞏固大廈之始基。基礎佳者，對於專門學識，一經研究，卽可望獲有成就。基礎弱者，雖自命有高深學術之探討，實等於建屋於沙堆之上，安克有成。要知大廈之愈高者，其基礎固愈須鞏固也。

所謂基本原理，卽須瞭解自然界之事實、現象，與其相互關係與因果，及各種物力與定律等。工程學者須能觀察之、研究之、實驗而應用之。譬如物體自高下墜，必逐漸增加其速率，水熱至攝氏百度必沸，此種基本原理之澈底認識與應用，實爲治工程學者初步成功之途徑。工程學術所研究者，均係能實地做到之事物，並非玄妙之學說，故其內容必根據事實，建築於一切基本原理之上。吾國先哲治學，務求能「腳踏實地」，此語不啻爲研究工程學者之金科玉律，不可或忽。須知今日光華燦爛之物質

建設固無一非架設於堅固切實的基本原理基礎之上者。

第二節 以基本原理爲思考之出發點

工程學術雖屬錯綜複雜，千頭萬緒，但其始基均建築於基本原理之上。基本原理是事實而非意見，故歷千百年而不變。如阿基米得原理（Archimedes principle）發明在數千年前，但至今造船工程猶應用之，奉爲定律。原理與理論（Theory）不同。前者爲宇宙間之事實，後者爲解釋事實之說法。解釋可變，而事實不能變。工程學者欲求準確之知識與結論，須以基本原理爲其思考研究之出發點。

抑又有進者，工程問題每於細小之處發生困難，因有不少工程，每牽涉多方面而非絕對單純者，故研究工程，在思考上不厭其周密。治工程學者，又切忌立論含糊籠統，必須不憚其繁瑣，不厭其微細，對於無論任何智識，均根據基本原理有精密準確之研究，決不可「不求甚解」。

第二節 養成分析理解之能力

凡瞭解基本原理者，必須能自行思考。能自行思考者，則必先養成分析之能力（Analytical ability）。分析能力，並非全賴數學能力，但數學實爲分析時最有力工具之一。分析須有合理的思想，所謂

邏輯。軌近工程之能蔚爲大觀，均有賴於分析法之運用精密。工程學術中雖有若干定律，均須以數學表示之。然非用分析方法，必不能達到精微之境地。

例如電機工程中有若干問題，錯綜複雜，其間絕非單純之關係。如三相感應電動機，相與相間之電流，及各相與電場之電流，均互有關係。研究者須先將此項事實繹成數學關係或方程式，解析此方程式而得結論或公式。再由此公式而證明其他事實現象及其他關係。此即分析之方法。分析能力強者，其所採方法必最簡捷，最省時間，且最爲合理。

第四節 構成物理之概念

研究工程者，須有高強之想像力 (Imaginative power)，以輔助其分析能力。想像力有訓練者，對於一切基本原理必能獲得物理上之概念 (Physical Conception)。此種能力如能逐漸養成，則對於工程學術之研究，得益當屬匪淺。如法拉台氏研究「電磁感應」即發生「力綫」之概念，實促成磁電基本原理之完成。

在電工原理中，需要想像以求明瞭物理情形者甚多。如導綫兩端加以電壓，即可發生電流。但我不難想像，電流中之電子，猶爲路上往來之行人，電壓則爲路上之指揮警察。電流之產生恰如此指

揮警察，立於路之兩端指揮行人，循一定之方向行動，直流電於是乎產生。如指揮者一時欲行人向西走，轉瞬又欲其向東走，則行人之往來自成交流電變化之現象。

此種物理概念，在研究學理之時，能輔助吾人之理解。在研究高深或專門問題之時，能輔助吾人之分析能力。治工程學者不能不於平時培養此種能力。

第五節 研究公式之來源

任何數學公式乃係數學對於某種事物關係之縮寫。吾人一見公式即了然此問題之物理關係，實爲節省人力之最妙工具。工程學術中有不少定律，均以數學公式表示之。工程學者，非明瞭公式之來源，決不能隨意應用公式，否則將鑄大錯，因無論任何公式，其導出之先，必有其原始情形（Initial Conditions）或假定條件（Assumptions）。如不問緣由，任意應用，每有鑄錯或誤用之機會。故工程學者對於任何公式須諳熟其來歷。換言之，即須能自行將公式導出，并須知其應用之範圍。

工程學中有不少公式其最後之形式每甚簡單，但在導出之時，確甚繁複，其中每經過不少轉折與變化，治工程學者不可不注意及之。例如在歐姆氏公式 $I = \frac{E}{R}$ 中，電壓 E 有大小、相角、及周率之關係，電阻抗 Z 有電阻及電抗大小之關係，致電流 I 與電壓間有相角之差，而其大小可使電壓之周

率發生變異。極簡單之公式，倘具有如許之複雜性，其他較繁之公式，蓋可想見。

第六節 富有實驗之精神

科學發明，貴乎實驗，繼以毅力，方有所成。非如常人所能偶然倖致者。如發明電話之佩耳氏，初僅懷一種創造「諧振電報」之理想，試驗之初，祇藉所造之諧振電報機六付，及助手瓦特孫（Watson）一人而已。此發明家在波士頓威廉士工場之頂樓中，於相距約六十呎之二室間，以電綫接連於兩端，日夜作實驗之工作。渠深信由此方法，雙方有對話之可能。其言曰：「若余能發生一種電氣，其強度變化之不同，恰如發聲時空氣強度之變化情形，則余自能傳送言語，若發電報然。」結果卒如所期。諧振電報機經過多種改動之後，隨即產生第一架之電話機。而佩耳氏之奇妙理想，亦得因以實現。再如發明電燈之安迪生氏，其實驗之精神，尤足驚佩。安氏嘗自述其研究電燈，費盡心力，并作極繁重之實驗，積數載之久，倘未有所發明。但從未失望。氏之助手傑氏（Jarvis），曾謂氏工作之後，常睡於實驗室之桌上，以書為枕，且平時恆繼續工作至二十小時或三十六小時，甚至有五日未睡者。氏之發明電燈，曾以泥土礦物等先後共作實驗凡一萬一千六百次之多。又因欲覓一較佳之燈絲，曾以桂樹木、黃楊木、厚紙板、柏樹屑、假象牙、椰樹根、碎木片、製囊皮革、硫製纖維、各種圖畫紙、飽浸煤膠之紙，及其友

麥氏 (MacKenzie) 之紅鬚等，均一一加以實驗，卒得成功，實非偶然。以上二人之所以卒底於成，實藉實驗之助。故工程學校，無不於講授之外，設有實驗課程。實驗之效用，不但使吾人對於工程學理易於發生物理概念，使所學理論，愈形鞏固，抑且訓練吾人用手工作，爲日後從事服務之基礎。

第六章 研究工程學術之階段與步驟

美國麻省理工大學傑克遜教授 (Prof. D. C. Jackson) 有言：「無論任何工程學術實爲一終身研究之學問，須由吾人終身治之，始克有成。」旨哉言乎。

上章所述爲治工程學術之基本方法。本章擬討論研究工程學術之程序。工程學術爲吾人終身研究之學問，永無止境，本難強分治學之階段。惟爲便利初學計，可將學習工程分爲三個階段，即

第一階段

第二階段

第三階段

基本科學之研習 ↓ 基本工程學之研究 ↓ 實際工程之施展

準備時期（預備生） ↓ 修習時期（工程學生） ↓ 實施時期（工程師）

準備時間應在高中及大學一二年級，爲基本的訓練、思想的訓練、及科學方法的訓練。如不經此種基本訓練，即不能入第二階段作基本工程學之研究。基本工程視所選之工程科目而定，大約可分爲下述之五種主要科目，即土木、機械、電機、化工及鑛冶是也。在此時期爲基本工程學之修習。學者於選修某種基本工程之前，對於其將來之工作目標，應先決定。至於第三階段爲工程學者實地工作時

期。在此時期，工程師須解決種種實際工程問題，一方解決，一方仍須繼續不斷的研究，然後可以成爲有經驗的優良的工程師。在此時期工程學者須應用其第一第二兩時期所修習及研究的學問。故工程師之良否在第一及第二兩時期——尤其第一時期的訓練更屬重要——決定之，而工程師的完成與成就就在第三時期表現之。

第一節 第一階段——基本科學之研究

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，則凡欲研究工程者須具下述基本科學的準備。

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之瞭解與運用。此層包含數學、物理學、化學、力學及邏輯之研究。凡此皆爲工程師應有之最基本科學，換言之，世界上一切工程學術，均建築於此種基本科學之上。茲再分別述之：

(甲) 數學

工程師非數學家，當不必如數學家之殫精研究數理。但數學對於工程學者至少有兩種最大之效用，已於上節詳述：第一種爲數學能訓練吾人之頭腦，使熟習於邏輯之推演與合理的思想；第二種

效用爲數學係研究工程學者之最有用的工具。「工欲善其事，必先利其器。」優良之工程師不可不以優良之數學智識爲工具。技能高強之工程師，必能運用適當之數學以解決實際問題。運用數學之技巧需要訓練。此種訓練卽工程學者在第一階段所刻苦修習者。其始也必感艱難，但經相當時期，卽可感覺興趣。

據經驗所知，治工程學者對於代數解析幾何及微分方程等如能得心應手，運用自如，較諸高深數學獲助爲尤多。因工程上須用後者之機會較諸前者爲少故也。

雖然，吾人無須用高深之數學，以分析簡單之問題，但亦不能用不敷應用之工具以解析高深之工程問題。工程師於研究特殊之專門問題時，對於其所需用之高深數學，則不能不諳習。如研究土木工程中之結構問題需用勢函數 (Potential function)，研究電磁波問題，需用矢量分析 (Vector analysis)，研究瞬流問題或機械工作之過渡現象，需用運算微積 (Operational calculus)，研究電路須用張量分析 (Tensor analysis)。總之，欲研究精微之工程問題，須有精巧之工具。以上所舉，僅係例證。數學對於工程學術之重要，於此可見。

(乙) 物理與化學

近代一切工程學理，均建築於數學、物理、化學三種基本科學之上。數學與物理對於工程學者尤

爲重要，關係亦最密切。數學之重要已如上述，而物理學之重要實不亞於數學。工程學者非物理家，當然不能如物理家之貫通普通物理（General physics）及近代物理（Modern physics），但一般工程學者對牛頓氏之物理（即普通物理）不可不有深入淺出之研究。

一切工程不外「空間」、「時間」、「質點」與「力」的關係。「科學之聖」的牛頓將此種事物間之關係歸納於其運動三定律（Laws of motion）中，并將其運動力，利用其因此而發明的全微分方程式，使成爲數學的言語，以介紹於世。因此確立物理學之基礎——此在人類文化史上，亦即對於工程學術基礎上著有最大之貢獻。

物理學中之「光學」、「聲學」、「電學」、「磁學」及尤較重要之「熱力學」治工程學者於此不可不有相當之造詣。凡研究電工學者更不可不研究近代物理中之「量子學」與湯姆生所倡之「電子學」，而尤關重要者爲電學之聖麥克斯威爾之「電磁理論」。研究物理最好方法爲多做練習題目多赴試驗室做實驗。倘能如此，對於物理之研究，無不趣味盎然。

無機化學對於一切工程學者，均有相當之需要，不可不加以研究。水與煤的分析，油及可供燃燒之氣，對於動力工程師（包括機械工程師與電機工程師）尤有關係，亦當能自行化驗。實則化學高深處與物理奧妙處正可互相溝通。治工程學者至適當時期不難自知。所謂「左右逢源」、「融會貫

通」二語，正復近似。宇宙間一切現象實同一出發點。工程學者明乎此，工程學術思過半矣。

(丙) 力學與材料學

工程建設中一動一靜均為「力」的問題。靜止時須講求靜力，動盪時須講求動力。故力學實為工程學中主幹。治工程學者須對於理論力學 (Theoretical mechanics) 及應用力學 (Applied Mechanics) 有澈底之研究。無論土木工程、機械工程、電機工程，甚至鑛冶工程與化學工程均以力學為解決一切問題之主體。

不論何項工程，均需應用適當之材料或原料，然後可以成功。故工程學者必須詳審各項工程材料之抵抗力，性質與其特長，務以最適宜之材料用之於最適宜之地點，然後可以獲到最高之效率。例如電燈之燈絲，經過數千百種材料之試驗，最後得到鎢絲，以其發光之效率最高壽命最長。飛機機身各部所用之木料，須用引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。又如建築鋼橋，須用引力最強之鋼料，英國之抗力邁大 (Chromade) 鋼（為矽、鉻、銅之混合鋼）現即應用之於建築錢塘江大橋，大約可較普通軟性鋼省去重量百分之三十。此種材料之改進，無形中節省材料，儲留大自然之蘊藏。工程學者均應研求之。

(丁) 工程圖畫與文字

科學家以數學爲表示公式及定律之言語，工程師則以工程畫（Engineering Drawing）爲圖解之言語。此種圖解不僅表明式樣，抑且昭示設計之意義。工程畫與普通藝術畫不同，前者乃爲實際設計之縮影，而合於科學的方法，以表示某種機件或建築物之平面，正面，反面，切面，從圖上所示之比例，可量出實際之尺寸，如依圖而製造或建築，可以完成實際之事物。故工程畫實爲代表工程師思想構結之最切實，最明晰，最科學化的方法。凡不能以文字，以數學，以普通言語表示之處，得以此種圖樣表示之。工程學者須修習此種「圖解言語」之原理與方法，不但善「讀」圖，並須能諳熟作法與其規則，而能善於「作」圖。此種工程畫或「圖解言語」實爲工程師必要工具之一。

近代工程上任何部份，莫不經過計算，設計，及製圖手續，然後方可製造或着手估價建築。世界各國製造工廠莫不視圖樣爲珍祕之物，良以圖樣爲工程師運用匠心之結晶品，代表無上之價值，工程圖畫之重要可以概見。工程畫中一筆或一綫之差誤，每致影響整個工程計劃。引起重大工程上之錯誤，不可不特加注意。故治工程學者對於投影幾何機械畫及工程畫，須有深切之研究，務求能讀能作，及能運用，以表示其心計。

工程學者除注意作圖讀畫之能力外，對於文學之撰述能力，亦應有相當之培養。除研習本國文字外，應旁及他國文字，因文字爲發表意見之良好工具，否則工程師雖有計劃無從宣示，或即宣示而

辭不達意，或讀他人之計劃，不能明瞭，更無從審查研究，此工程學者對於文字或語文不可不研究者一。

工程師於進行任何工程之先，須先訂立合同，確定規範書 (Specification) 或施工細則等，此種契約之訂立，處處須用詳審明切之文字。其他如履行工程合同之時，遇有任何爭執，工程師又須透澈瞭解文字上之意義與法理，否則或致引起糾紛，無法解決。此工程學者不可不注意本國文字或語文者二。

抑有進者，工程師須參考各國工程設施之趨勢與動向。除本國文字為日用必需者外，對於英法德意日等外國文字，亦須有相當之造詣，即不能操各該國語言，亦必能諳其中二三國文字，以便閱覽雜誌，作比較的研究。否則必致淪為時代之落伍者，遑論作高深之研討。此工程師不可不對於文字有相當之基本準備者三。

總之，工程學者非文學家，不必有華麗喬皇之文藻，但必有相當之語文造就，俾能發揮其個人思想，兼能明瞭他人陳述之意見。此實為工程師必要之工具。常人每以工程師可忽視語文，實屬大謬。

(戊) 經濟學與其他社會科學

工程師須講求經濟，已如上述。經濟學為社會科學中最重要之科學，其地位之重要，實等於數學

之對於自然科學，爲各種科學之母。按經濟學乃基本的社會科學，其目的在創造物質文明，增加人羣之幸福，初非僅圖牟利之學識，與工程學異趨同歸，故研究工程學者，不可不習知之。

任何工程計劃，除國防或特殊者外，其建議與發動，必先根據經濟之需要。而此種工程設計之適合與否，乃從經濟之目光以判斷之決定之。凡爲工程師者，須有經濟之常識，經濟之目光，明瞭當時當地經濟之背景，經濟之組織，經濟之狀態，與經濟之重心。治工程學者對於經濟原理，不可不有相當之認識。工程師每有聘爲作價委員，以估計工廠之現值，或被聘爲仲裁委員，以判斷公用事業收費價格之是否適當。凡此等等，須知各種機件之折舊率與公用事業之成本計算。治工程學者對於工程經濟學自應有相當之研究。

工程師不能脫離社會與人事，已如上述，故治工程學者須明瞭心理科學與工人心理，俾知如何管理人事與物料，如何獎懲勤惰以獲得最優美之工作效率。工程師之職務，往往處於勞資之間，工程師須一方爲資方求經濟，一方爲勞工謀幸福，務須兩者得以調和合作，然後工程之進行可求圓滿。工程師所受委託之工程事業，關係千百萬資金者，習見不鮮，其所管轄之技術員與非技術員以及工人，常以千百計，似此重大之責任，非於專門技術之外，兼通心理研究與科學管理之方法，必致僨事。其他如政府法規及法律常識，治工程學者於平時亦應有相當之研究。

總之，工程學術乃係自然科學與社會科學之配合物。治工程學者對於基本之自然科學固應有相當之研究，但對於基本之社會科學，尤以經濟學與管理科學兩者關係重要，亦須有相當之準備。

第二節 第二階段——基本工程之研究

上節所述，乃基本科學之研究，為高中及大學一、二年級所肄習之課程，是為研究工程學術之第一階段。自大學第三年起，基本工程學即行開始，至大學卒業止，為治工程學術之第二階段。吾國各大學均採學分制，分配為四年，故工程學者，修習大學課程四年，當可卒業。

美國亦有合工程及工業管理於一科者，工程學者於研究工程學術之外，並參以各種管理科學，如此全部修習完畢，約需五年。尚有工程合作課程（Cooperative Course），於第一階段完成之後，工程學者經校中與工廠之合作，得於受課一部份時間，入工廠實習。但在實習之時，亦仍須計算學分，並佐以相當之課程，由廠中指派工程師負責。實習告一段落之時，復入校受課。如此往復，修習相間，工程學生不但於學理充分研究，而實地工作亦得身歷其境，確屬一良好辦法。美國麻省理工大學等舉辦之，頗有成效。吾國祇有浙江大學工學院之電機工程系前曾一度與杭州電廠舉辦合作科，但不久取消，他處尙未有同樣之試驗。以吾國工業未臻發達，舉辦合作，尙有困難。

凡習土木、機械、及電機工程者，其第二階段開始（即大學第三年級）時之基本工程學大致相同，迨至第四年級則各趨於其本科之專門課程。研究化學工程及鑛冶工程者，第二階段開始之時，即與上列三種工程不同。讀者一翻各該系之課程，即能明瞭。

我國之有工程教育，始創甚早。前清光緒乙未年，北洋大學始設於天津，當時內部設有法科及工科，而工科包含有土木工程、鑛冶工程、及機械工程等三門學程。論者至謂「中國起始有現代大學之日，即已有工程學系」，洵屬信而有徵。是可知我國之有工程教育，由來實久，惜歷年尙少準確之數字，可供統計參考。據查全國現在肄業之大學生，約有四萬五千，而工科大學生祇有四千五百，恰當大學生總數十分之一，每十萬人口中平均得一工科大學生，而每年畢業生人數，不過千人而已。再從另一方面觀察，數年前政府且曾有各大學限招法科學生之命令，按此種現象之產生，不外兩種原因：一、我國學生讀工科者遠不及讀文科者人數之衆多。二、國民政府成立後，銳意建設，使老大之我國，有百廢俱舉之新氣象，致自然造成工科畢業學生之求過於供。而事實上，文法科學生之出路，以較工科學生，又相差遠甚。緣此數因，今後我國之工程教育界，自當益知奮勉，而負起發揚光大我國工程界之責任，使無論在國防、在民生方面，均能適量產生切合實用之工程人才，進而躋我國於富強之域。

茲將我國目下工程教育界之現況，摘述如次，俾求明瞭：

一、工程院校之數目 現在全國各大學工學院及理學院之設有工程學系者，與獨立工學院及其他獨立學院之設有工程學系者，暨工科專科學校及其他專科學校之設有工程學系者，總計共有三十六院校。其中國立省立之大學工學院，共有十七院。私立大學之未設有工學院，但於其理學院設有工程學系者，則有七校。獨立工學院凡四，國立者二，省立者一，私立者一。私立獨立學院之設有工科者凡三。省立工科專科學校凡三。國立其他專科學校之設有工程科系者凡二。

二、工程院校之分佈 全國三十六處有工科之院校，分佈於國內十九個都市中，但其中之京、滬、杭、平、津、粵、并七都市中，竟佔二十四院校，已佔全國三分之二之工程教育機關。

三、工程學系之分類 全國三十六院校之有工科者，共設有九十一個工程學系，二十個不同系別。其中土木系二十四，水利系二，市政水利系一，大地測量系一，工程系一，鐵道系一，橋路系一，機械系十八，機電系一，輪機系一，電機系十六，化學系五，應用化學系三，工業化學系一，化學工業系一，化學製造系一，鑛冶系六，採鑛系三，紡織系二，建築系二。如將水利、市政水利、大地測量、工程鐵道、橋路等併入土木系，機電及輪機等併入機械系，應用化學、工業化學、化學製造等併入化工系，採鑛併入鑛冶系計算，則得土木系三十一，機械系二十，電機系十六，化工系十一，鑛冶系九，紡織及建築系各二。

國立交通大學唐山工程學院
土木工程學系一年級課程表

茲將國內外各大學主要工程學系之課程表擇要舉例如左：

學 程	學 分		每週授課或實習時數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講授	實習	講授	實習
國 文	2	2	2		2	
英 文	4	5	4		5	
黨 義	1	1	1		1	
微 積 分	5	4	5		4	
物 理	4	4	4		4	
物 理 試 驗	1	1		2		2
定 量 化 學 分 驗	3.5	2.5	5		4	
機 械 圖 畫 及 圖 地 形 圖 製 圖	1	1	3		3	
圖 形 幾 何	2		4			
測 量 實 習		1.5				3
木 工 實 習	0.5	0.5		2		2
金 工 實 習	0.5	0.5		2		2
測 量		2			2	

每週另加軍訓三小時

國立交通大學唐山工程學院土木工程學系二年級課程表

學 程	學 分		每週授課或實習時數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
力 學	5		6			
材 料 力 學		5			5	
水 力 學		4			4	
工 程 圖 案	1		3			
大地測量及製圖		3			6	
測 量	2		2			
大 地 測 量		2			2	
測 量 實 習	2			4		
最 小 二 乘 法		3			3	
微 分 方 程	3		3			
球 面 三 角 術		1			1	
經 濟 學	3		3			
建 築 材 料	2	2	2		2	
工 程 地 質 學	2	2	2		2	

每週另加體育二小時

五程與工程師

國立交通大學唐山工程學院土木工程學系三年級課程表

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		每週授課或實習時數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
機 械 工 程	2	2	2		2	
機械工程試驗		0.5				1
電 機 工 程	3	1	3		1	
電機工程試驗		1				2
鋼筋混凝土理論		3			3	
水 力 學 試 驗	1			2		
材 料 試 驗	1	0.5		2		1
鐵道弧線土線 方及選	3	3	3		3	
鐵道測量	1.5	1.5	3		3	
天 文 學	2		2			
道 路 工 程		3			3	
橋 造 理 論 及 構 造 工 程	4	2	4		2	
橋 造 計 劃	1.5	1.5	3		3	
特 造 工 程	2	2	2		2	
鐵道及水技 測 量 實 習		3				三星期

四一

國立交通大學唐山工程學院土木工程學系四年級課程表

學 程		學 分		每週授課或實習時數			
				上 學 期		下 學 期	
		上學期	下學期	講 授	實 習	講 授	實 習
普 通 必 修 科	石工及基礎	3		3			
	鐵道計劃建築及裝設	3	2	3		2	
	鐵道計算與繪圖	1.5		3			
	溝渠及污水處理		4			4	
	橋樑計劃	1.5	1.5	3		3	
	鋼骨混凝土房屋計劃	1.5		3			
	河道及海港工程		3			3	
	自來水工程學及淨水學	4		4			
	工程法規		2			2	
	鐵 道 工 程	城市設計	1		1		
鐵道工程算題	1.5	1.5	3		3		
山洞工程及鐵道統誌	3		3				
鐵道終點		3			3		
鐵道行車與管理		2			2		
建築計劃	1.5		3				

工程與工程師

門建築工程
修工程

門建築工程
修工程

國立交通大學唐山工程學院土木工程學系四年級課程表

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程		學 分		每週授課或實習時數			
		上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
				講 授	實 習	講 授	實 習
門	鐵道工程論文		3			6	
	普通必修科	14.5	12.5				
橋	城市設計	1		1			
	建築計劃	1.5		3			
造	高等力學	2		2			
	高等構造理論	2	2	2		2	
工	鋼鐵房屋設計		1.5			3	
	鋼骨混凝土設計		1.5			3	
程	橋造工程論文		3			6	
	普通必修科	14.5	12.5				
門	城市設計	3		3			
	市政府		3			3	
市	高等道路工程及材料試驗		2			3	
	生命統計	1		1			
政	衛生						
	微菌學及試驗	2.5		4			
生							
工							

國立交通大學唐山工程學院土木工程學系四年級課程表

學 程		學 分		每週授課或實習時數			
		上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
				講 授	實 習	講 授	實 習
程 門	衛生工程設計		1.5			3	
	市政衛生工程 研究論文		3			6	
	普通必修科	14.5	12.5				
水 利 工 程 門	城 市 設 計	1		1			
	水 文 學 及 河 道 測 量	3.5		5			
	水 力 機 械 學	3		3			
	灌 溉 排 水 工 程	3		3			
	水 力 工 程		2			2	
	防 滲 工 程		2			2	
	水 利 工 程 計 劃		1.5			3	
	水 利 工 程 學 研究論文		3			6	
水 利	普通必修科	14.5	12.5				
	微菌學及試驗	1	1	1			3
	衛生工程設計	1.5		3			

工程與工程師

四四

國立交通大學唐山工程學院土木工程學系四年級課程表

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程		學 分		每 週 授 課 或 實 習 時 數			
		上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
				講 授	實 習	講 授	實 習
衛 生 工 程 門	灌溉及排水工程	3		3			
	水 力 工 程		2			2	
	水利工程計劃		1.5			3	
	水利衛生論文 工程研究論		3			6	
	普通必修科	14.5	12.5				
建 築 工 程 門	都 市 設 計	3		3			
	鋼鐵房屋設計		1.5			3	
	高等橋樑建築		4			4	
	建 築 史	3		3			
工 程 門	電 光 及 數 據 學		2			2	
	暖氣及通風設備		2			2	
	建 築 圖 案	5	5	9		9	
	建 築 工 程 文 研 究 論 文		3			6	
	公 共 必 修 科	14.5	5.5				

國立中央大學工學院建築工程學系一年級課程表

學 程	學 分		每週授課或實習時數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
黨 義	1	1	1		1	
國 文	3	3	3		3	
英 文	3	3	3		3	
法 文	3	3	3		3	
微 積 分	3	3	4		4	
普 通 物 理	4	4	4	3	4	3
投 影 幾 何	3			6		
徒 手 畫	2			6		
透 視 學		2				4
模 型 素 描		2				6
初 級 圖 案		3				9
建 築 初 階 及 初 階 圖 案	2		2	4		
普 通 體 育	1	1				
軍 事 訓 練	1.5	1.5				

工程與工程師

國立中央大學工學院建築工程學系二年級課程表

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		每週授課或實習時數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
建 築 圖 案	4	6		12		15
建 築 史	2	2	2		2	
營 造 法	4	4	3	3	3	3
應 用 力 學	4		4			
材 料 力 學		4			4	
水 彩 畫	1	1		3		3
模 型 素 描	2	2		6		6
陰 影 法	2			4		
法 文	3	3	3		3	
普 通 體 育	1	1				
軍 事 訓 練	1.5	1.5				

四七

國立中央大學工學院建築工程學系三年級課程表

學 程	學 分		每 週 授 課 或 實 習 時 數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
建 築 圖 案	6	6		18		18
建 築 史	2		2			
中 國 建 築 史		2			2	
內 部 裝 設	2	2	2	2	2	2
水 彩 畫	2	2		6		6
鋼 筋 混 凝 土	4		3	3		
鋼 筋 混 凝 土 土 庫 計 劃		3				4
圖 解 力 學	2			4		
結 構 學	1		1			
中 國 營 造 法		2			2	2
美 術 史		1			1	
油 畫		2			2	
普 通 體 育	1	1				

工程與工程師

四八

選 修

國立中央大學工學院建築工程學系四年級課程表

學 程	學 分		每週授課或實習時數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
建築圖案	6	6		18		18
庭園學	2			4		
都市計劃		4			4	4
水彩畫	2	2		6		6
建築組織	1		1			
建築師法聯合		1			1	
中國建築史	2		2			
測 量		3			2	6
施 工	1		1			
電 照 學		1			1	
房屋給水及排水	1		1			
暖房及通風		2			2	
鐵骨構造	2			4		
估 價		1			1	
泥 漿 術		2				6
普 通 體 育	1	1				

國立清華大學工學院機械工程學系一年級課程表

學 程	學 分		每週授課或實習時數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
國 文	3	3	3		3	
英 文	4	4	4		4	
物 理	4	4	7		7	
微 積 分	4	4	4		4	
幾 法 幾 何	2		6			
工 程 畫		2			6	
鍛 鍊 實 習	1			3		
製 模 實 習		1				3
經 濟 概 論	3	3	3		3	

工程與工程師

國立清華大學工學院機械工程學系二年級課程表

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		每 週 授 課 或 實 習 時 數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
靜 動 力 學	4		4			
機 件 學	3		3			
材 料 力 學		4			4	
經 濟 計 劃	2		6			
機 動 計 劃		2			6	
金 工 初 步	1		3			
金 工 實 習		1				3
微 分 方 程	3		3			
測 量	1		3			
化 學	4	4	7		7	
熱 力 工 程		3			3	
工 程 材 料 學		3			3	
水 力 學		3			3	

國立清華大學工學院機械工程學系三年級課程表

學 程	學 分		每週授課或實習時數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	習 實	講 授	實 習
熱 力 工 程	3	3	3		3	
機械設計原理	3	3	3		3	
機械設計圖畫	2	2	6		6	
機 動 力 學	2		2			
內 燃 機		3			3	
水 力 試 驗	1.5			3		
熱 工 試 驗		1.5				3
材 料 試 驗		1.5				3
直 流 電 機	3		3			
交 流 電 機		3			3	
電 機 試 驗		1.5				3
金 工 實 習	2			6		
水 力 機 械	3		3			
飛 行 機	2		2			
機 構 學		2			2	

工程與工程師

五二

國立清華大學工學院機械工程學系
四年級原動力工程組課程表

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		每週授課或實習時數				
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期		
			講 授	實 習	講 授	實 習	
原 動 力 廠	3	3	3		3		
原動力廠試驗		2				4	
熱 工 試 驗	2			4			
工 廠 設 計	2		4				
原動力廠設計		2			6		
電 視 試 驗	1.5			3			
汽 輪 機	3		3				
工 業 管 理	3		3				
專 門 報 告		1			1		
選修或專題研究	3	9	3		9		
鐵道機械工程		3			3		選 修
煤氣製冷工程		3			3		選 修
水 力 機 械		3			3		選 修
專 題 研 究		3			3		選 修

國立清華大學工學院機械工程學系
四年級機械製造工程組課程表

學 程	學 分		每 週 授 課 或 實 習 時 數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
原 動 力 廠	3	3	3		3	
工 業 管 理	3	3	3		3	
工 廠 設 計	2		4			
內 燃 機 設 計	2		4			
* 高 等 機 械 設 計		2			4	
煉 鋼 實 習	2			4		
熱 工 試 驗	2			4		
自 動 機 械		3			3	
* 製 造 方 法		2			2	
* 機 械 製 造		2			6	
專 門 報 告		1			1	
選 修 或 專 題 研 究	3	3	3		3	

工程與工程師

五四

國立清華大學工學院機械工程學系
四年級航空工程組課程表

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		每週授課或實習時數				學 程 上 左 有 * 者 為 本 組 選 修 科 目
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期		
			講 授	實 習	講 授	實 習	
*理論空氣力學	3	3	3		3		
航空氣象學	2		2				
飛機工程	4	4	4		4		
飛機機架設計	1	1	3		3		
飛機原動機設計	2		4				
飛機機架實驗	1			2			
熱工試驗	1.5			3			
輕氣航空機	3		3				
煉鋼實習	2			4			
*工廠管理	3		3				
*汽車工程	3		3				
航空無線電		1			3		
航空工程實驗		1				2	
飛機原動機實驗		1				2	
航空採與航空站		2			2		
專 門 報 告		1			1		
選修或專題研究		3			3		

國立交通大學電機工程學院一年級課程表

工程與工程師

學 程	學 分		每 週 授 課 或 實 習 時 數				每 週 另 加 軍 事 調 練 三 小 時
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期		
			講 授	實 習	講 授	實 習	
國 文	2	2	3		3		
英 文	2	2	3		3		
黨 義	1	1	1		1		
物 理	3	3	3		3		
物 理 試 驗	2	2		3		3	
化 學	3	3	3		3		
化 學 試 驗	2	2		3		3	
機 械 圖 畫		2			6		
圖 形 幾 何	3		6				
工 廠 實 習 (鍛鐵及翻砂)	1	1		3		3	
微 積 分	4	4	4		4		

國立交通大學電機工程學院二年級課程表

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		每週授課或實習時數				每週另加體育二小時
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期		
			講 授	實 習	講 授	實 習	
微 分	2	2	2		2		
應 用 力 學	4	3	4		3		
物 理	3	3	3		3		
物 理 試 驗	2	2		3		3	
工 程 化 學	1	1	1		1		
化 學 分 析	2	2	3		3		
機 械 設 計	3		6				
機 械 原 理 畫		3				6	
機 械 原 理	3		3				
機 械 工 程 設 備	4		4				
木 工 實 習		1				3	
平 面 測 量 實 習	2			4			
材 料 力 學		3			3		
電 機 工 程 大 意		4			4		
金 工 實 習	1	1		3		3	
德 文	2	2	3		3		選修

國立交通大學電機工程學院三年級課程表

學 程	學 分		每週授課或實習時數				
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期		
			講 授	實 習	講 授	實 習	
熱 力 工 程	3	3	3		3		
機械工程試驗	2	2		3		3	
直 流 電 機	4	4	4		4		
量 電 學	2	2	2		2		
直流電機試驗	2	2		3		3	
工 程 材 料	3		3				
機 械 計 劃	2	2	4		4		
交 流 電 路		4			4		
水 力 學	3		3				
工 程 經 濟 學	3		4				
工 業 管 理		2			3		
電 話 學		3			3		
蓄 電 池	1		1				
成 本 會 計	3		3				選 修
電 氣 材 料	3		3				選 修
工 程 數 學	3		3				選 修

工程與工程師

五八

國立交通大學電機工程學院四年級電信工程門課程表

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		每週授課或實習時數				
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期		
			講 授	實 習	講 授	實 習	
交 流 電 機	5	4	5		4		
電 機 計 劃	2		3				
電 話 輸 電 學	3		3				
電 話 及 電 報 學		3			3		
自 動 電 話	3		3				
電 報 學 及 電 驗		2				3	
無 線 電 工 程	3	3	3		3		
無 線 電 試 驗	2	2		3		3	
無 線 電 計 劃		1			2		
無 線 電 收 發	1	1		3		3	
交 流 電 機 試 驗	2	2		3		3	
內 燃 學	2		2				
電 機 工 程 研 究		1			3		
專 家 演 講	2	1	4		2		
傳 影 學		1			1		選 修
鐵 道 號 誌		2			2		選 修

五九

國立交通大學電機工程學院四年級電力工程門課程表

學 程	學 分		每週授課或實習時數				
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期		
			講 授	實 習	講 授	實 習	
交流電機	5	4	5		4		
電機計劃	2	2	3		3		
電力輸電學	4		4				
電 光 學	3		3				
交流電機試驗	2	2		3		3	
電 力 廠	3		3				
電力廠計劃		2			3		
蒸汽發力廠	3	3	3		3		
無線電工程	3		3				
電信試驗		2				3	
電機工程研究		1			3		
內 燃 機		2			2		
鐵 電 學		2			2		
專家演講	2	1	4		2		
電力鐵道		3			3		
鐵道雜誌		2			2		選修
電廠原動機		3			3		選修

工程與工程師

六〇

國立浙江大學工學院化學工程學系一年級課程表

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		每 週 授 課 或 實 習 時 數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
國 文	2	2	3		3	
英 文	2	2	3		3	
普 通 物 理 學	4	4	5		5	
普通物理學實習	1	1		3		3
無 機 化 學	3	3	4		4	
無機化學實習	1	1		3		3
初 等 微 積 分	3	3	5		5	
投 影 幾 何	1			3		
機 械 畫		1				3
工 場 實 習 (木工綠工銀工)	1	1		3		3
體 育	1	1		2		2
軍 訓	1.5	1.5	1	2	1	2
黨 義	2	2	2		2	

國立浙江大學工學院化學工程學系二年級課程表

學 程	學 分		每週授課或實習時數				
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期		
			講 授	實 習	講 授	實 習	
英 文	2	2	3		3		與電機工程學系同班
普通物理學	2		3				
普通物理實習	1			3			
應 用 力 學	3		4				
有 機 化 學	3	3	4		4		
有機化學實習	2	2		6		6	
定性分析及實習	4		2	6			
機 工 火 意		2			3		
礦物學及實習		2			2	2	
材 料 強 弱		2			3		
定量分析及實習		3			1	6	
體 育	1	1		2		2	

工程與工程師

六二

國立浙江大學工學院化學工程學系三年級課程表

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		每 週 授 課 或 實 習 時 數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
德 文	2	2	3		3	
治 金	2		3			
機 工 實 習	1			3		
有 機 定 性 分 析 及 實 習	2		1	3		
物 理 化 學	3	3	3		3	
物 理 化 學 實 習	1	1		3		3
工 業 化 學	3	3	3		3	
工 業 化 學 實 習	1	1		3		3
定 量 分 析 化 學 及 實 習	3		1	6		
電 工 火 意		2			3	
電 工 實 習		1				3
材 料 試 驗		1				3
工 業 分 析 及 實 習		3			2	3
體 育	1	1		2		2

國立浙江大學工學院化學工程學系四年級課程表

學 程	學 分		每週授課或實習時數				
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期		
			講 授	習 實	講 授	實 習	
科 學 概 文	1	1	2		2		
工 程 經 濟	2		3				
化學工程原理	3	3	4		4		
化 學 工 程 原 理 實 習	1	1		3		3	
工 業 化 學	3	3	4		4		
工業化學實習	1	1		6		6	
雜 誌 報 告	1	1	1		1		
燃 料 學	2		3				
工 業 管 理		2			3		
試 溫 金 度 及 測 定		2			1	4	
論 文	2	2					選 修
高等物理化學	3	3	3		3		選 修
高 等 物 理 實 習	1	1		3		3	選 修
高等有機化學	2	2	3		3		選 修
高 等 有 機 實 習	1	1		3		3	選 修
軍用化學及實習	2		1	3			選 修
治 金	2		3				選 修
高 等 定 性 分 析 及 實 習		3			1	6	選 修
化學工程設計		2			1	3	選 修

工程與工程師

六四

國立北洋工學院礦冶工程學系一年級課程表

學 程	學 分		每週授課或實習時數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
國 文	1.5	1.5	2		2	
黨 義	1	1	1		1	
英文選讀	3	3	3		3	
英文修辭	1	1	1		1	
英文作文	0.5	0.5	1		1	
微 積 分	5	5	5		5	
物 理	4	4	4		4	
物 理 實 驗	1.5	1.5		3		3
化 學	3	3	3		3	
化 學 實 驗	1.5	1.5		3		3
平面測量學	2	2	2		2	
平面測量實習	1.5	1.5		3		3
工程圖畫	1.5	1.5		3		3
軍 事 學	1	1	1		1	
軍 訓	1	1	2		2	

國立北洋工學院礦冶工程學系二年級課程表

學 程	學 分		每週授課或實習時數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
英文應用文讀	1.5	1.5	2		2	
應 用 力 學	5		5			
材 料 力 學		5			5	
水 力 學		3			3	
自然地質學	3		3			
地 史 學		3			3	
礦 物 學	3	3	3		3	
礦物學實驗	1.5	0.5		3		1
定性分析	2		2			
定性分析實驗	3			6		
定量分析		1			1	
定量分析實驗		3				6
鑛山測量	2		2			
機 械 製 圖 及 經 濟 計 劃	1.5	1.5	3		3	
工業經濟學		2			2	
工 廠 實 習	1.5			3		

工程與工程師

國立北洋工學院礦冶工程學系三年級課程表

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		每週授課或實習時數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
岩 石 學	2	2	2		2	
岩石學實驗	1	1		2		2
探 礦 工 程	4	4	4		4	
選 礦 學		5			5	
普通冶金學	4	4	4		4	
定量化學分析	1		1			
定 量 化 學 分 析 實 驗	3			6		
工業化學分析		1			1	
工 業 化 學 分 析 實 驗		3				6
熱 機 關 學	3	3	3		3	
電 機 工 程	4		4			
電 波 工 程 實 驗	1.5			3		

地質調查實習 暑假開始起二至三星期

國立北洋工學院礦冶工程學系四年級課程表

學 程	學 分		每週授課或實習時數			
	上學期	下學期	上 學 期		下 學 期	
			講 授	實 習	講 授	實 習
鑽 床 學	3		3			
經濟地質學		3			3	
金屬探礦法	3		3			
非金屬探礦法		3			3	
鑛山及運輸機械	3		3			
鑛山計劃	1.5		3			
洗 煤 學	2		2			
選 洗 實 驗		2				4
試 金 學	2		2			
試 金 實 驗	3			6		
鋼鐵冶金學	3	3	3		3	
金屬學及實驗		2				2
冶煉廠計劃		1.5			3	
熱 機 實 驗	1.5			3		
作業組織與管理		2			2	
鑛山法規		1			1	
自 著 論 文		3			3	

鑛山實習 第三年暑假實習三星期
冶煉廠實習 第四年暑假實習三星期

工程與工程師

六八

以上係例舉國內各著名大學及獨立學院之一二系工程門類以求示範。以下乃舉美國麻省理工大學及德國明興工業大學之各重要工程學系之課程以供讀者之參考。在麻省理工大學之課程表中，每課程下之數字表示該課程之『單位』(Units)數。一『單位』代表十五小時之工作。講堂工作置於前，預備工作置於後。講堂工作一『單位』，等於一『學期鐘點』(Semester hour)，圖畫及實習二『單位』則合一『學期鐘點』。

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
各工程學系一年級 (建築工程學系除外)

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
普 通 化 學	7-4	7-4
物 理	6-5	6-5
工 程 圖 畫	6-0	
圖 形 幾 何		6-0
英 作 文	3-5	3-5
微 積 分	3-6	3-6
軍 事 科 學	3-0	3-0
體 育	1-0	1-0
	29-20	29-20

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
 建築工程學系一年級

工程與工程師

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
描 摹 畫	6-0	
陰 影 法	2-0	
透 視 學	2-0	
建 築 設 計	10-1	12-0
抽 象 設 計		5-4
結 構 力 學 綱 要		3-6
英 作 文	3-5	3-5
法 文	3-5	3-5
微 積 分	3-6	
軍 事 科 學	3-0	3-0
體 育	1-0	1-0
	33-17	30-20

七〇

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
土木工程學系二年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		學 期
	上 學 期	下 學 期	
測 量	2-2		
測 量 及 地 誌 圖		4-0	
天 文 學 及 球 面 三 角		3-4	
圖 解 力 學	3-1		
應 用 力 學	3-5	3-5	
物 理	5-5	6-4	
文 學 及 歷 史	3-5	3-5	
微 積 分	3-6		
微 分 方 程		3-6	
軍 事 科 學	3-0	3-0	
專 題	2-2		
測 量			12-1
鐵 路 公 路 測 量			5-0
水 枝 測 量			5-0
	24-26	25-24	22-1

七

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
土木工程學系三年級

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
大 地 測 量	2-2	
鐵 路 公 路 區 域	2-2	
道 路 學	2-1	
應 用 力 學	3-5	
結 構 學		7-4
水 力 學		4-6
材 料 試 驗 實 習		2-1
地 質 學		6-4
電 工 綱 要	4-6	
電 工 實 習	2-2	
政 治 經 濟	3-3	3-3
分 量 測 量		2-2
會 計		4-2
專 題	3-3	
	21-24	28-22

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
土木工程學系四年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程		學 分	
		上 學 期	下 學 期
普 通	結 構 學	3-6	2-4
	結 構 設 計		6-0
	鋼骨混凝土結構設計		6-0
	基 礎 學	3-4	
	橋 樑 設 計	8-0	
	水力學及衛生工程	4-6	
	水力學及衛生工程設計	3-0	
	水 力 實 習		2-2
	衛 生 工 程		2-3
	衛 生 工 程 設 計		2-0
門	熱 力 工 程	2-4	2-4
	論 文	2	7
	專 題		3-3
		45	48

美國麻省理工大學 (M.I.T)

土木工程學系四年級

學 程		學 分	
		上 學 期	下 學 期
逐 橋 門	逐 輸 工 程	6-5	5-4
	結 構 學	3-6	2-4
	結 構 設 計		6-0
	鋼筋混凝土結構設計		6-0
	橋 樑 設 計	8-0	
	基 礎 學	3-4	
	水 力 實 習		2-2
	熱 力 工 程	2-4	2-4
	論 文	2	7
	專 題		3-3
	43	50	
水 電 門	結 構 學	3-6	2-4
	結 構 設 計		6-0
	鋼筋混凝土結構設計		6-0
	橋 樑 設 計	8-0	
	基 礎 學	3-4	
	水 力 工 程	7-4	6-3
	水 力 實 習		2-2
	熱 力 工 程	2-4	2-4
	論 文	2	7
	專 題		3-3
	43	50	

工程與工程師

七四

美國麻省理工大學 (M.I.T.)
房屋工程及建築學系二年級

第六章
研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		學 期
	上 學 期	下 學 期	
應 用 力 學	3-5	3-5	
工 程 化 學	5-1		
物 理	5-5	6-4	
房 屋 建 築	5-1	4-1	
房 屋 式 樣 及 細 目		2-2	
材 料		2-1	
文 學 及 歷 史	3-5	3-5	
微 積 分	3-6		
微 分 方 程		3-6	
軍 事 科 學	3-0	3-0	
測 量			22-1
	27-23	26-24	22-1

七五

美國麻省理工大學 (M.I.T.)
房屋工程及建築學系三年級

工程與工程師

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
應 用 力 學	3-5	
房 屋 建 築	6-2	6-2
粘 滯 分 析	5-1	5-1
粘 滯 學		7-4
材 料	4-2	
材 料 地 質 學		2-2
政 治 經 濟	3-3	3-3
專 題	2-2	
選 科	10	13
	48	48

七六

美國麻省理工大學 (M.I.T.)
房屋工程及建築學系四年級

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
結 構 學	3-6	2-4
結 構 分 析	5-1	5-1
房 屋 建 築	6-2	6-2
材 料 試 驗	2-1	
工 作 管 理		2-0
論 文	4	10
專 題	3-3	3-3
選 科	12	10
	48	48

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
 建築工程學系二年級

工程與工程師

學 程	學 分		著 期
	上 學 期	下 學 期	
應 用 力 學	3-5	3-5	
透 視 學	2-2		
建 築 歷 史	4-4	4-4	
物 理	5-5	6-4	
材 料 地 質 學		2-2	
文 學 及 歷 史	3-5	3-5	
微 積 分	3-6		
微 分 方 程		3-6	
軍 事 科 學	3-0	3-0	
應 用 力 學			3-5
建 築 實 習			6-0
	23-27	24-26	9-5

七八

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
 建築工程學系三年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
測 量	3-1	
應 用 力 學	3-5	
結 構 分 析	17-2	
結 構 學		3-5
結 構 設 計		11-0
工 程 材 料	2-2	
材 料 地 質 學		2-2
聲 音 光 照 及 顏 色	1-2	
水 力 學		2-3
部 市 計 劃		4-8
報 告	2-4	
政 治 經 濟	3-3	3-3
英 術		2-2
	31-19	27-23

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
 建築工程學系四年級

工程與工程師

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
結 構 學	3-6	2-4
結 構 設 計	10-0	6-0
基 礎 學	3-4	
鋼 筋 混 凝 土 設 計	10-0	8-0
材 料 試 驗	2-1	
混 凝 土 試 驗	3-2	
暖房通風及房屋機械設備		4-3
建築估價及管理		1-3
工 作 管 理		2-0
論 文		11
專 題	2-2	2-2
	33-15	48

美國麻省理工大學 (M. I. T.)

衛生工程學系二年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		學 期
	上 學 期	下 學 期	
定 性 分 析	7-2		
定 量 分 析		7-2	
生 物 學	5-2		
物 理	5-5	6-4	
應 用 力 學		3-5	
地 圖 及 地 誌 畫		2-0	
文 學 及 歷 史	3-5	3-5	
微 積 分	3-6		
微 分 方 程		3-6	
軍 事 科 學	3-0	3-0	
專 題	2-2		
測 量			12-1
水 路 測 量			5-0
水源生物及化學性質實習			5-0
	28-22	27-22	22-1

美國麻省理工大學 (M.I.T.)
衛生工程學系三年級

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
鐵道及公路弧線	2-2	
應 用 力 學	3-5	
有 機 化 學	4-3	
電 工 綱 要	4-6	
電 工 實 習	2-2	
分 量 測 量		2-2
結 構 學		7-4
材 料 試 驗 實 習		2-1
水 力 學		4-6
衛 生 化 學		8-1
微 菌 學		5-2
政 治 經 濟	3-3	3-3
專 題	3-3	
	21-24	31-19

工
程
與
工
程
師

八
二

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
衛生工程學系四年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
結 構 學	3-6	2-4
結 構 設 計		3-0
鋼筋混凝土結構設計		6-0
基 礎 學	3-4	
水 力 及 衛 生 工 程	4-6	
水 力 及 衛 生 設 計	3-6	
水 力 實 習	3-6	2-2
衛 生 工 程	3-6	3-4
衛 生 設 計		6-0
熱 力 工 程	2-4	2-4
電 工 實 習	2-2	
論 文	2	7
考 題	2-2	3-3
	45	50

美國麻省理工大學 (M.I.T.)
機械工程學級二年級

工程與工程師

學 程	學 分		學 期
	上 學 期	下 學 期	
應 用 力 學	3-5	3-5	
翻 沙	3-1		
機 械 畫		4-0	
機 械 工 具 實 習	4-0	4-0	
物 理 化 學 綱 要	2-2		
應 用 化 學		2-2	
物 理	5-5	6-4	
微 積 分	3-6		
微 分 方 程		3-6	
文 學 及 歷 史	3-5	3-5	
軍 事 科 學	3-0	3-0	
應 用 力 學			8-0
	26-24	26-22	8-0

八四

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
機械工程學系三年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
應 用 力 學	3-5	3-5
流 體 力 學	5-3	5-3
熱 力 工 程	4-5	4-5
機 械 手 續	5-1	
工 程 材 料	3-3	
機 械 設 計		4-1
電 工 大 綱		4-6
政 治 經 濟	3-3	3-3
專 題	3-3	
	26-23	23-23

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
機械工程學系四年級

學 程		學 分		備 註
		上 學 期	下 學 期	
普 通 門	應 用 力 學	3-5	3-5	選課 } 至少 22 選課 } 選課 } 選課 }
	材 料 試 驗 實 習	4-2		
	熱 力 工 程	3-5		
	發 電 廠 工 程	3-3	3-3	
	工 程 實 習	3-3	3-3	
	機 械 設 計	4-2		
	電 工 應 用	4-4		
	專 題		3-3	
	工 業 廠 工 程		3-3	
	提 實 爾 機 設 計		6-0	
	汽 輪 機 工 程		4-2	
	論 文			
		24-24	48	

工程與工程師

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
機械工程學系四年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程		學 分	
		上 學 期	下 學 期
自	應 用 力 學	3-5	3-5
	材 料 試 驗 實 習	4-2	
	工 程 實 習		3-3
動	自 動 機	4-4	4-4
	自 動 機 設 計	6-0	3-0
	自 動 車 輛	3-3	3-3
機	自 動 車 輛 設 計	6-0	3-0
	電 工 應 用	4-4	
門	專 題		3-3
	論 文		10
		30-18	50

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
機械工程學系四年級

學 程		學 分	
		上 學 期	下 學 期
冷 藏 及 調 氣 門	熱 力 工 程	3-5	
	熱 力 測 定	3-3	
	發 電 廠 工 程	3-3	3-3
	冷 藏 工 程	3-3	3-5
	調 熱 通 風 及 調 氣	3-5	6-6
	工 程 實 習	3-3	
	電 工 應 用	4-4	
	專 題		3-3
	選 課 及 論 文 (參見普通門)		16
		22-26	48

工程與工程師

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
機械工程學系四年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程		學 分	
		上 學 期	下 學 期
生 門	應 用 力 學	3-5	3-5
	材 料 試 驗 實 習	4-2	
	發 電 廠 工 程	3-3	3-3
	工 程 實 習	3-3	
	機 械 設 計	4-2	
	製 造 工 程	3-6	
	電 工 應 用	4-4	
	生 產 機 械 設 計		4-2
	製 造 準 備		3-3
	熱 焔 學		4-2
	專 題		3-3
	論 文		10
	24-25	48	

級美國麻省理工大學(M.I.T.)
機械工程學系四年級

工程與工程師

學 程		學 分	
		上 學 期	下 學 期
紡	應 用 力 學	3-5	3-5
	材 料 試 驗 實 習	4-2	
	調 熱 通 風 及 調 氣	3-5	
	工 程 實 習	3-3	
	機 械 設 計	4-2	
	織 物 組 織	3-5	3-6
織	織 物 製 造 綱 要	3-5	
	織 物 製 造		3-6
	顏 色 測 定		3-2
	專 題		3-3
門	論 文		10
		23-27	47

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
電機工程學系二年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		著 期
	上 學 期	下 學 期	
應 用 力 學	3-5	3-5	
物 理	5-5	6-4	
微 積 分	3-6		
微 分 方 程		3-6	
文 學 及 歷 史	3-5	3-5	
政 治 經 濟	3-3		
機 械 工 具 實 習	4-0		
電 工 原 理		4-4	
電 工 實 習		2-2	
軍 事 科 學	3-0	3-0	
測 量			3-1
	24-24	24-26	3-1

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
電機工程學系三年級

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
應 用 力 學	3-5	3-5
熱 力 工 程	4-5	4-5
電 工 原 理	5-7	5-6
電 工 實 習	4-4	6-6
微 分 方 程	2-4	
政 治 經 濟		3-3
專 題	3-3	2-2
	21-28	23-27

工程與工程師

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
電機工程學系四年級

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
水 力 學	3-5	
電 工 原 理	6-8	6-9
電 工 實 習	4-5	3-4
工 程 實 習	3-3	
科 學 演 進		3-3
論 文	2	11
選 課	3-6	3-6
	49	48

九二

選 課 學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
電 工 應 用	3-6	3-6
中 央 電 力 廠	3-6	3-6
電 氣 鐵 道	3-6	3-6
電 機 設 計	3-6	3-6
電 料 絕 緣 學	5-4	
有 線 電 信 綱 要	3-6	
蓄 電 池	1-1	
電 工 實 習	隨時決定	隨時決定
矢 量 分 析	3-6	
電 輸		3-6
電 照 工 程		5-4
無 線 電 綱 要		3-6
電 機 房 屋		1-2
電 磁 學		3-6

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
電機工程學系電照門二年級

工程與工程師

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
應 用 力 學	3-5	
圖 畫	4-0	4-0
顏色之理論與應用	1-3	1-3
透 視 圖	2-2	
物 理	5-5	6-4
文 學 及 歷 史	3-5	3-5
微 積 分	3-6	
微 分 方 程		3-6
電 工 原 理		4-4
電 工 實 習		2-2
軍 事 科 學	3-0	3-0
	24-26	26-24

九四

美國麻省理工大學 (M.I.T.)
電機工程學系電照門三年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
建 築 史	4-5	4-5
電 工 原 理	5-7	5-6
電 照 工 程		5-4
電 工 實 習	4-4	5-6
光 視 學	3-6	
政 治 經 濟	3-3	3-3
專 題	3-3	2-2
	22-28	24-26

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
電機工程學系電照門四年級

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
應 用 力 學	3-5	3-5
電 工 原 理	6-8	
電 照 工 程	5-4	5-4
熱 工 學	3-4	
房 屋 佈 置		4-8
科 學 史		3-3
論 文 及 選 課	10	13
	48	48
選 課 學 程		
光 視 測 定	3-2	
高 等 光 視 學	2-3	
理 論 物 理	4-8	4-8
電 機 房 屋		1-2
照 相		2-1
原 子 結 構		3-5
原 子 結 構 實 習		3-2

美國麻省理工大學 (M.I.T.)
 電機工程學系電信門一二年級與電機工程學系同
 電機工程學系電信門三年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
應 用 力 學	3-5	
電 工 原 理	5-7	5-6
電 工 實 習	4-4	6-6
電 子 學		3-5
熱 工 學	3-4	
微 分 方 程	2-4	
電 信 原 理		3-6
政 治 經 濟		3-3
專 題	3-3	2-2
	20-27	22-23

九七

美國麻省理工大學 (M.I.T.)
電機工程學系電信門四年級

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
電 工 原 理	6-3	
電 信 原 理	3-5	3-5
電 工 實 習		2-2
電 信 實 習	4-4	4-6
振 動 及 聲 學	3-6	
科 學 演 進		3-3
論 文	2	11
選 課	3-5	3-6
	60	49

工程與工程師

選 課 學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
電 工 應 用	3-6	3-6
中 央 電 力 廠	3-6	3-6
電 氣 鐵 道	3-6	3-6
電 機 設 計	3-6	3-6
電 料 絕 緣 學	5-4	
有 信 電 信 綱 要	3-6	
蓄 電 池	1-1	
電 工 實 習	臨時決定	臨時決定
矢 量 分 析	3-6	
電 輸		3-6
電 照 工 程		5-4
無 綫 電		3-6
電 機 房 屋		1-2
電 磁 學		3-6

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
 化學工程學系一年級
 課程表見上, 惟暑期中增修定性分析(14-4)
 化學工程學系二年級

工程與工程師

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
定 量 分 析	7-2	5-2
物 理	5-5	6-4
化 工 問 題	1-0	
應 用 力 學		3-5
微 積 分	3-6	
文 學 及 歷 史	3-5	3-5
官 語	3-5	3-5
軍 事 科 學	3-0	3-0
專 題		2-2
	25-23	25-23

100

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
化學工程學系三年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
應 用 力 學	3-5	
材 料 試 驗		2-1
有 機 化 學 I	4-3	4-2
有 機 化 學 實 習	7-0	5-0
物 理 化 學 I	4-4	
物 理 化 學 實 習 I	2-0	
物 理 化 學 II		4-4
物 理 化 學 實 習 II		2-0
工 業 化 學	3-2	4-6
化 學 工 程		4-6
政 治 經 濟	3-3	3-3
專 題	2-2	
	25-19	28-22

美國麻省理工大學 (M.I.T.)
化學工程學系四年級

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
電 工 綱 要	4-6	
電 工 實 習		2-3
工 程 實 習		3-3
工 業 化 學	2-2	
工 業 化 學 實 習	5-1	
化 學 工 程	3-6	
高 等 化 學 工 程	5-4	5-4
微 分 方 程	3-6	
論 文	3	
論 文 及 報 告		2-2
論 文 及 選 課		2-2
專 題		2-2
	50	50

工程與工程師

1011

美國麻省理工大學 (M.I.T.)
 礦冶工程學系採礦門二年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		暑 期
	上 學 期	下 學 期	
採 礦 及 金 屬	1-0		
定 性 分 析	7-2		
定 量 分 析		7-2	
物 理	5-5	6-4	
應 用 力 學		3-5	
礦 物 學	8-2		
地 質 學		4-1	
文 學 及 歷 史	3-5	3-5	
微 積 分	3-6		
軍 事 科 學	3-0	3-0	
專 題		2-2	
測 量			23-1
採 礦 實 習			5-0
	30-20	28-19	26-1

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
 礦冶工程學系採礦門三年級

工程與工程師

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
應 用 力 學	3-5	3-5
採 礦 術	7-7	7-7
試 金 學	6-2	
地 質 學	5-3	
經 濟 地 質 學		3-5
礦 物 選 洗		3-2
礦 物 選 洗 實 習		7-2
政 治 經 濟	3-3	3-3
專 題	5-2	
	26-22	55-24

104

美國麻省理工大學 (M.I.T.)
礦冶工程學系採礦門四年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
探 礦 經 濟	2-4	
科學應用及採礦術	4-2	
冶 金 學	3-3	5-2
冶金及電化實習	4-0	
鋼 鐵 冶 金	2-1	
電 工 綱 要	4-6	
電 工 實 習	2-3	
礦 山 地 質 學	3-2	
探 礦 原 理		2-4
靜 物 結 構		2-2
房 屋 建 築		3-3
論 文		13
專 題	2-2	2-2
選 課		8
	26-23	48

美國麻省理工大學 (M.I.T.)

礦冶工程學系冶金門二年級

學 程	學 分		學 期
	上 學 期	下 學 期	
探 礦 及 金 屬	1-0		
定 性 分 析	7-2		
定 量 分 析		7-2	
物 理	5-5	6-4	
礦 物 學	8-2		
應 用 力 學		3-5	
翻 沙 實 習		3-0	
微 積 分	3-6		
微 分 方 程		3-6	
文 學 及 歷 史	3-5	3-5	
軍 事 科 學	3-0	3-0	
測 量			3-1
校 核 圖			6-0
	20-20	28-22	9-1

工程與工程師

106

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
 礦冶工程學系冶金門三年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	學 分		著 期
	上 學 期	下 學 期	
應 用 力 學	3-5	3-5	
熱 力 工 程	4-5		
熱 工 測 定	3-1		
採 礦 學	2-2		
試 金 學	6-2		
定 量 分 析	7-2		
選 洗 學		3-2	
選 洗 實 習		7-2	
金 國 學		4-1	
政 治 經 濟	3-3	3-3	
專 題		3-3	
選 課		8	
冶 金 廠 參 觀			3-1
	25-20	47	3-1

美國麻省理工大學 (M. I. T.)
 礦冶工程學系冶金門四年級

學 程	學 分	
	上 學 期	下 學 期
銅 鉛 冶 金 學	8-3	
銅 鉛 冶 金 學 實 習	4-3	
金 屬 及 電 化 實 習	4-0	
銅 鐵 冶 金 學	7-3	
銅 鐵 冶 金 及 實 習	3-3	
電 化 綱 要	2-2	
物 理 化 學 ¹	4-4	
材 料 試 驗 實 習	2-1	
電 工 綱 要	4-6	
電 工 實 習		2-3
水 力 學		2-3
金 銀 冶 金 學		5-2
金 銀 冶 金 學 及 實 習		4-3
假 鋼		2-1
論 文		15
專 題	22	3-3
	29-21	48

工程與工程師

一〇八

德國明興工業大學課程表
建築工程學系一年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

程 學	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
I. 普通教育				
高等數學 I	4	2		
高等數學 II			4	2
解析幾何 I	3	2		
解析幾何 II			2	3
實驗物理 I	4			
實驗物理 II			4	
工業化學概論			3	
工業力學 I	3	2		
工業力學 II			4	2
簡單建築設計				4
建築材料	2		1	
製 圖		6		
國 民 經 濟			2	
勞 工 學	2			

德國明興工業大學課程表
 建築工程學系二年級

工程與工程師

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
高等數學 III	4	2		
工業力學 IV	3	2		
木石建築概論	3			2
測 量 I	3	2		
測 量 II			5	8
測 量 實 習			兩 星 期	
公路建築			4	
礦物學及地質學	2		2	
機械自由畫		2		
房屋建築	2	2		
管 理 法			4	
德 國 法 律	2			

德國明興工業大學課程表
 建築工程學系三年級

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
公 路 建 築	3			
市 區 通 路 建 築 I	2			
市 區 通 路 建 築 II			2	
水 源 供 給	3			
鐵 路 建 築 I 及 II	4			
建 築 力 學 及 鋼 鐵 建 築 I	6	4		
建 築 力 學 及 鋼 鐵 建 築 II			5	4
石 橋 建 築			4	
鋼 筋 混 凝 土 I	3	1		
鋼 筋 混 凝 土 II			2	4
水 利 工 程	3		2	2
河 渠 學			3	
模 板 概 論	3			
建 築 學			3	
電 工 概 論		2		

德國明興工業大學課程表
建築工程學系四年級

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
鐵 路 工 程 III	2			3
公路及鐵路工程 I 及 II		3		2
建築力學及鋼鐵力學 III	2	5		
石 橋 建 築		4		
水 利 工 程 II	2		3	6
城市建築工程實習 I		6		
爆炸學及隧道建築	2			
建築管理學 II	2			
建築管理學 III			2	
建築管理學實習				2
鐵道保安及電信	2			

工程與工程師

一一一

德國明興工業大學課程表
建築工程學系四年級(專門課程)

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
1.測 量				
大地測量	5			
均衡計算			3	
天文測點	1			
照相實習		3		
2.鐵 道				
車站學 II			2	
鐵路工程				2
鐵路管理及鐵路交通	2			
鐵道保安及通信				2
3.建築力學及鋼鐵建築				
建築力學及鋼鐵建築	1			2
建築材料試驗			2	
4.石橋及鋼筋混凝土工程				
石橋及鋼筋混凝土工程				3
建築材料試驗			2	
5.水 利 工 程				
水利工 程 III			1	2
6.城 市 建 築 工 程				
城市建築工程特殊問題	2		2	
城市建築工程實習				4
7.建 築 管 理			1	2

德國明興工業大學課程表
機械工程學系一年級(各種必修課)

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
高等數學 I	4	2		
高等數學 II			4	2
解析幾何	3	2		
實驗物理 I	4			
實驗物理 II			4	
工程力學 I	3	2		
工程力學 II (為機械工程者)			4	2
普通圖象學 I	1			
機 械 圖		3*		3
普通圖象學 II			1	
機 械 學 I (為機械工程者)			3	
機 械 學 I	3			
機 械 學 II			2	
機 械 學 III			1	
機械製造概論	2			

工程與工程師

德國明興工業大學課程表
機械工程學系二年級(各種必修課)

學 程	上 學 期		下 期 學	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
高 等 數 學 III	4	2		
工 程 力 學 III	3	2		
工 程 力 學 IV				2
工 程 化 學 概 論			3	
機 械 學 (為機械工程者)	4			
機 械 學 設 計		6		6
工 廠 實 習 I		2		
工 廠 實 習 II				2
冶 金 學 大 意			1	
國 民 經 濟 學			2	
物 理 實 驗		4		
熱 力 學			4	2

德國明興工業大學課程表
機械工程學系三年級(各種必修課)

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
起重機構造	3			
起重機設計			2	6
水力學(爲機械工程者)				2
流體力學	2			2
水力機械 I	2			
水力透平設計		2		4
汽 機				
汽機設計			3	
輕內燃機 I 及 II				1
輕內燃機設計	2		2	
理論機械學				6
動力學	2	1		3
曲柄之運用及管理	2	1		1
熱力機				
1. 汽 機	2	1		
2. 內 燃 機			3	
電機工程 I	1	1		
電機工程 II			3	2
電工實習 I				2
水力機械 II	1			

工程與工程師

德國明興工業大學課程表
機械工程學系四年級(各種必修課)

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
熱 力 學				
3. 汽 輪 機	2	1		
熱力機械試驗 I		4		
熱力機械試驗 II				4
電 機 實 習 II		4		
汽 輪 機	3			
汽 輪 機 設 計				6
汽 機 設 計		5		
工廠組織及管理			2	

德國明興工業大學課程表
機械工程學系(選課)

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
第一組 結構	大內燃機	1		5
	工具機械	3		3
	鍋 爐	6		
	農 業 機 械			6
	電 機	3		3
	活 塞 機 械			4
	重 量 車	3		3
	飛機設計			2
第二組 機械 製造	大內燃機	3		
	工具機械	3		
	鍋爐及燃燒		3	
	農 業 機 械		3	
	活 塞 機 械	2		
	火 車 頭	2		
	電 車		2	2
	重 量 車 I	2		
	重 量 車 II		2	
	飛機製造材料	2		2
飛機製造及管理	2		2	
交通管理及維持	2			
起重機設計研究		2	1	

德國明興工業大學課程表
機械工程學系(選課)

學 程	上 學 期		下 學 期	
	演 講	實習或練習	講 演	練習或實習
第 三 組 理 論 機 械 學	冷 機 理 論		2	
	高 等 熱 力 學		2	
	煤 氣 機		2	
	紡 織 機		2	
	熱 流 定 律	3		
	氣體流通及低溫度 混合氣體之分離	2		
	電 動 機 測 驗	2		另 有 決 定
電 動 機 之 旋 轉 振 動 (三相)減消法				
第 四 組 電 機 工 程	電 氣 測 量	2	2	
	工 業 電 學 II	4	3	4 3
	工 業 電 學 III	4	2	4 2
	電 波	3	2	
	電 機	5		5
	電力廠及電力支配	3		2
	電 動 機 管 理	3		
	電 車			2 2
	電 氣 照 明			2 2

德國明興工業大學課程表
機械工程學系(選課)

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
第 五 組 實 習	礦學地理實習	4		4
	重量車試驗	2		2
	農業機械試驗	2	3	
	工具機械試驗		3	
	水力試驗	2		2
	小內燃機試驗	2		2
	鍛工實習			
飛機及汽車馬達實習			另行決定	
第 六 組 工 業	工廠建築		2	
	熱力廠	2		
	溫熱及空氣流通	3		
	水力廠		1	
	紡織工程	2	2	
	造紙及試驗	3		
	公共衛生	2		
	鍋爐定律	2		
	煤氣廠建築及管理	2		
	工作保障	2		
工廠防空			1	

工程與工程師

110

德國明興工業大學課程表
機械工程學系(選課)

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
第 七 組	高等數學 V 及 VI	1	4	1
	高等解析幾何	2	2	2
	高等工業力學 I		3	2
	高等工業力學 II		3	2
	高等工業力學 III		3	2
	實 用 數 學	1		
	實驗物理特殊問題	1		1
數 理	工程精確測量及精確儀器		2	
	勞 工 問 題	2		
第 八 組	工 業 活 動		2	
	國民經濟政策	3		
	商業簿記及成本會計	2		
	貨 幣 及 債 務		3	
經 濟 及 法 律	德 國 法 律	2		
	管 理 法		4	
	活 動 經 濟		2	
	交 通 概 論	3		
	資 本 家	1		
	專 利 概 論	3		2
法 律	經 濟 與 工 業	1	1	
	民 族 與 國 家	2		
	歷 史 與 經 濟		2	

德國明興工業大學課程表
機械工程學系(選課)

學 程		上 學 期		下 學 期	
		講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
第 九 組 其 他 門 類	測 量 I	3	2		
	化學工業 I	3			
	化學工業 II	2			
	化學工業 III 及 IV			4	
	鐵 道 建 築	4			
	鋼鐵建築概論	2			2
	應 用 心 理 學	2			
	機械工程史			2	

工程與工程師

德國明興工業大學課程表
電機工程學系一年級(必修科)

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
高等數學 I	4	2		
高等數學 II			4	2
解析幾何	3	2		
實驗物理 I	4			
實驗物理 II			4	
工程力學 I	3	2		
工程力學 II (爲電機工程者)			2	1
機械圖		3		3
機械學 I			2	
機械工學 I	3			
機械工學 II 及 III			3	
強電學大意	1			
電信學大意	1			
工程電學 I			3	2

德國明興工業大學課程表
電機工程學系二年級(必修科)

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
高等數學 III	4	2		
高等數學 IVa			2	1
工程力學 III (為電機工程者)	2	1		
工程力學 IV				2
機械學 II (為電機工程者)	2			
機械學設計 (為電機工程者)		3		4
材料學實驗 I		2		
材料學實驗 II				2
物理實驗		4		
工業化學大意			3	
工程電學 II	4	3		
工程電學 III			4	2
國民經濟學			2	

德國明興工業大學課程表
電機工程學系三年級(A門)
(必修科)

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
電 氣 測 量	2		2	
電氣測量實驗I及II		3		3
電 機 I	5	3		
電 機 II			5	3
電 機 實 驗				3
電 流 定 向 器			2	
放 電 器	3	1		
高週波工程概論			2	1
電 信 概 論 I	3	2		
熱力機械及設備I及II	3		2	
流 體 力 學	2			
水 力 廠			1	
工廠組織及管理			2	
社 會 政 策	2			

德國明興工業大學課程表
電機工程學系三年級(B門)
(必修科)

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
電 氣 測 量	2		2	
電氣測量實驗 I 及 II		3		3
電 機 I	5	3		
電 機 II			5	3
電機實驗 I				3
電流定向器			2	
放 電 器	3	1		
高週波工程概論	2		2	1
電 信 概 論 I	3	2		
電 信 概 論 II	3		3	2
特殊電信工程				
熱力機及熱力機廠 I 及 II	3		2	
工廠組織及管理			2	
社 會 政 策	2			

德國明興工業大學課程表
電機工程學系三年級(C門)
(必修科)

課 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
電 氣 測 量	2		2	
電氣測量實驗 I 及 II		3		3
電 機 I	5	3		
電 機 實 驗 I				3
放 電 器	3	1		
高週波工程概論			2	1
電 信 概 論 I	3	2		
電 信 概 論 II			3	2
電 信 特 殊 問 題				
工廠組織及管理			2	
社 會 政 策	2			
高等數學 V(高級)	3	1		

德國明興工業大學課程表
電機工程學系四年級(A門)
(必修科)

工程與工程師

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
電機實驗 II		3		
整流器 II	2			
電機廠 I	6	3		
電機廠 II			4	3
高電壓工程	2		2	
高電壓工程實驗				3
熱力機實驗				3

二二八

德國明興工業大學課程表
電機工程學系四年級(B門)

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
電 機 實 驗 II		3		
整 流 器 II	2			
電 機 廠 I	6	3		
電 機 廠 II			4	3
高 電 壓 工 程	2		2	
高 電 壓 工 程 實 驗				3
電 信 概 論 III	3	2		
電 信 概 論 IV			2	2
電 信 工 程 實 驗		3		
電 信 工 程 特 殊 問 題		見主要選科		

德國明興工業大學課程表
電機工程學系四年級(C門)
(必修科)

工程與工程師

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
電 氣 廠	6	3		
電 信 概 論 III	3	2		
電 信 概 論 IV			2	2
電 信 實 驗		3		
高 等 電 信 實 驗				3
電 信 特 殊 問 題		見主要選科		

130

德國明興工業大學課程表
電機工程學系(主要選科)

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
第一組 製造設計	起重機設計			6
	水輪機設計		2	4
	汽機設計		5	1
	汽輪機設計			6
	火燃燒機設計		1	5
	輕內燃機設計			6
	工具機械		3	3
	汽鍋(鍋爐)		6	
	農業機械			6
	活塞機械			4
	重載車		3	3

131

德國明興工業大學課程表
電機工程學系(主要選科)

學 程		上 學 期		下 學 期	
		講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
第 二 組 機 械 製 造	起重機構造	3			
	水力機 II	2			
	汽 機			3	
	汽 鍋 機	3			
	火 燃 機	3			
	工具機械及燃燒	3			
	鍋 爐			3	
	農 業 機 械			3	
	球狀工作機械	2			
	火車頭製造	2			
	交通維持經濟學	2			
	重 載 車 I	2			
	重 載 車 II			2	
	飛機製造機械學	2		2	2
飛機製造及運用	2		2		

工程與工程師

131

德國明興工業大學課程表
電機工程學系(主要選科)

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	上 學 期		下 學 期		
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習	
第 三 組 理 論 機 械 學	水 力 機 I	2			
	力 之 熱 學		4	2	
	高級力之熱學		2		
	熱 力 機 論		1		
	活 塞 汽 機	2	1		
	燃 燒 動 力 機	2	1	3	
	汽 輪 機	2	1		
	理論機械學 I				
	動 力 學	2	1		3
	曲 柄 運 動	2	1		1
	冷 機 理 論			2	
	轉 輪 機			2	
第 四 組 普 通 電 工 學	傳 輸 工 程	2	1		
	無線電報及電話	3	1		
	電 氣 照 明			2	2

德國明興工業大學課程表
電機工程學系(主要選科)

學 程		上 學 期		下 學 期	
		講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
第 五 組 電 信 工 程 特 殊 學 課	電 波			3	2
	高週率工程	2	1	2	1
	高週率工程實驗				3
	航空無線電	2			
	航空無線電 工程實驗				3
	自動開關工程	4	2		
	電報工程			2	
	電話分佈綫網	2			
	工程物理III (電 音 學)			3	
	遠 波 器	2	1		
第 六 組 實 驗	載波電話			2	
	電學物理實驗				
	水力工程實驗				2
	工具機械實驗		3		
	冶金學實驗		4		4
	電 焊 實 習				2

工程與工程師

一三四

德國明興工業大學課程表
電機工程學系(主要選科)

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	上 學 期		下 學 期		
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習	
第 七 組 工 業	工廠佈置		2		
	熱力廠	2			
	溫熱及通風 (空氣調節)	3			
	工業力及熱之經濟		2		
	金屬學	2	2		
	機械製造材料試驗	2			
	電 焊 學	1			
	紡 織 學	2	2		
	造紙及造紙試驗	3			
	工 廠 衛 生	2			
	汽 鍋 定 律	2			
	煤氣廠建築及運用	2			
第 八 組 數 理	工人保障與工作安全	2			
	工 廠 防 空		1		
	高 等 數 學 (數學V及VI)	3	1	4	1
	解析幾何(高級)	2	2	2	2
	工程力學(高級 I)			3	2
	工程力學(高級 II)			3	2
	工程力學(高級 III)			3	2
實 用 數 學	1				
實驗物理學特殊問題	1		1		
精確測量及精確測量儀器			2		

德國明興工業大學課程表
電機工程學系(主要選科)

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
第 九 組 經 濟 法 律	工 人	2		
	企 業 團 體			2
	民 衆 團 體			
	國民經濟政策	3		
	商 業 簿 記			3
	工 業 收 支 報 告 法	2		
	貨 幣 及 負 債			3
	德 國 法 律	2		
	管 理 學			4
	工 業 經 濟 學			2
第 十 組 其 他 門 類	普 通 交 通 學	3		
	專 利 法			2
	企 業 家	1		
	經 濟 與 工 業	1		1
	經 濟 史			2
	民 族 與 國 家	2		
	電 氣 化 學	1		1
	化 學 工 業 I	3		
	化 學 工 業 II	2		
	化 學 工 業 III 及 IV			4
門 類	鐵 路 工 程	4		
	應 用 心 理 學	2		
	機 械 工 業 史			2

工程與工程師

德國明興工業大學課程表
化學工程學系一年級

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
無機化學及普通 實驗化學	5			
無機化學 (可於二年級選修)			4	
分析化學 I			3	
分析化學 II	3			
無機化學實驗		半 日		半 日
實驗物理學 I	4			
實驗物理學 II			4	
實驗物理選 (實驗物理精華)	1		1	
礦 物 學			4	
幾何結晶學 I			1	練習在內
植物學概論	3			
系統植物學			3	
自然科學之發 展與研究法大意	1			
公共衛生學 I 及 II	2		2	

德國明興工業大學課程表
化學工程學系二年級

學 程	上 學 期		下 學 期	
	講 演	實習或練習	講 演	練習或實習
有機化學概論			5	
無機化學 (一年級未選者選之)			4	
分析化學 II (同上)	3			
無機化學實驗		全 日		全 日
物 理 實 驗		4		4
礦 物 實 驗		2		
物理及化學結晶學	3			
幾何結晶學 II	2	練習在內		
顯微鏡在礦物學 及金屬學之應用				2
初級顯微鏡實驗		3		
機械學 I 及 II	2		2	
機 械 圖 畫		1		
電 工 大 意				

工程與工程師

德國明興工業大學課程表
化學工程學系三四年級(化學工業)

第六章 研究工程學術之階段與步驟

學 程	上 學 期		下 學 期		備 註
	講 演	練 習 或 實 習	講 演	練 習 或 實 習	
第一部份	探 礦 冶 金	2			
	織 維 質	1			
	儀 器 學 I	1			
第二部份	無機化學大工業		2		
	三和土及建築材料		1		
	儀 器 學 II		1		
第三部份	化學能力素 (木炭煤渣石油柏油)	3			
	儀 器 學 III	1			
第四部份	有機色素及其應用		3		
	儀器學 IV (製造)		1		
	化學工業實驗		全日		全日
	水及炭水化合物化學工業	3			
	食 物 化 學		2		
	氣體分析實驗			3	
	有機化學(輪質轉變)	3			
	有機化學實驗 (三四年級均有)		全日		全日
	物 理 化 學 I		3		
	物 理 化 學 II	3			
物理化學實驗		9		8	

一三九

德國明興工業大學課程表
化學工程學系三四年級(化學工業)

學 程	上 學 期		下 學 期		備 註
	講 演	實 習 或 練 習	講 演	練 習 或 實 習	
第 一 部	物理化學研究 (補充實驗)		1	1	
	植物營養料顯微分析		4	4	
	複化合物化學	1			
第 二 部	電 氣 化 學	1		2	
	有機及無機精品化學	1			
	晶 體 結 構 研 究			1	
	國 民 經 濟 學			3	
	國 民 經 濟 政 治	3			
	勞工及管理組織開設	2		2	
	力 學 I	3	2		
第 三 部	非週期化合物	1		2	
	芬香族化合物	1			
	德 國 法 律	2			擬作高級實 業管理者選
	商業及建築意外保護			2	同 上
	公 共 衛 生 II	2			同 上
	工作保護及實業安全	2			同 上
	工 廠 防 空			1	同 上
	汽 鍋 定 律	2			同 上

工程與工程師

一四〇

國外之實習機會

工程學生之實習，不僅可以增加工作上經驗，且對於各種學理之透澈了解，亦有極大幫助。有無優良實習機會，往往為工程學生將來有無偉大成就之重要關鍵。故實習可為工程學者第二階段之一部份。

我國各工程大學之慣例，每於三年級課程修畢後之暑假中，派遣學生至各機關或各廠家實習，藉增經驗。教育部並曾通令各機關，儘量容納各生實習，以補學校教育所不及。當大學生畢業之初，少數學校因特種關係，得有派赴某項工程機關實習之機會外，餘則大都係於獲得職業後於工作中求得經驗。我國各大學學生多有鑒於國內缺乏大規模工廠，出洋實習，以求經驗。茲將以往曾經容納我國學生實習之國外各工程機關或廠家名稱，擇要彙錄於後：

土木

加拿大 太平洋鐵路公司，國家鐵道公司。

美國 橋樑公司，（即 A. B. C.）聖太飛鐵路公司（Santa Fe），中太平洋鐵路公司（C. P. R.），紐約鐵路公司，國家鐵路公司（State Rys Co.），本雪文義鐵路公司。

機械

美 施多脫文脫公司 (Sturtevant) 愛立施——却謀施公司 (Alis—Chalmers) 包爾溫機車廠
(Baldwin Locomotive Co.) 美國機車公司 (American Locomotive Co.) 奧克倫汽車廠 福特汽車公司 道奇汽車廠 施德特拔哥汽車公司 (Shubelaker Auto Corp.) 白氏汽車公司 (White motor truck Co.)
握浮郎汽車公司 (Overland Motor Co.) 國家地道車公司 (National tube Co.) 司東韋勃斯透公司
(Stone & Webster)

英 白勃克鍋爐公司 (Babcock & Wilcox, Ltd.) 擎耐氏抽水機公司 (Gwynnes, Pumps Ltd.)
電機

美 西屋電機製造公司 (Westinghouse Electric Co.) 奇異電機公司 (G. E. Co.) 西方電氣公司
(Western Electric Co.) 愛迪生電氣公司 (Edison Electric Co.) 地曲樂姆脫愛迪生公司 (Detroit Edison Co.) 希巴特起重機公司 (Stepard Electric Crane & Hoist Co.) 愛爾西歐 (R. C. A.) 美國電話電報公司 (A. T. & T.) 自動電氣公司 (Automatic Electric Co.) 通用鐵路信號公司 (General Railway Signal Co.)
德 西門子強電製造公司 (Siemens Schuckert) 西門子弱電製造公司 (Siemens Halske) 蘆益吉
電機廠 (A. E. G.) 得力風根無綫電公司

英 通用電器公司 (G. E. C.) 皮體歐去 (B. T. H.) 馬可尼無綫電公司 標準電纜公司 (Standard-

cable Co.) 自動電話製造公司 (A. T. M.) 偉茂電機公司 (Metropolitan-Vickers Electrical Co.)

愛克斯潑來斯升降機製造廠 (The Express Lift Co.) 開能達電纜公司 (Calender Cable Co.)

比 佩耳電話製造公司 (B. F. M.)

化工冶礦

美 約翰拉靈鋼公司 (John's & Laughlin's Steel Co.) 黑爾孔鋼公司 (Helcomb Steel Co.) 銻及化工公司 (Zinc & Chemical Co.) 本雪文義煤礦公司 (Penn. Coal Co.) 本生礦業公司 (Benson Mines Co.)

第三節 第二階段——實際工程之施展

工程學者經過準備時期基本科學之研究暨修習時期基本工程學之研究兩階段，即須進入第三階段——實施時期，從事於工程之實施，即充任工程師，擔負各項工程工作。是也。在此時期既不如準備時期之祇須專心攻讀，復不如修習時期之研究書本知識與實驗室之試驗而已，所謂「學以濟世」，即須本其所知，出而擔任實際上可以造福人羣之事，是工程師之職責，關係實至重大。本節茲分（一）工程師在精神上應具備之條件，（二）工程師在職業上應保守之信條，（三）我國第一模範工程師等三項述之。

(一)工程師在精神上應具備之條件

誠如翁文灝氏所言，真正之工程師，必爲「有知識，更能實行，能做工，還能研究」者，故充任工程師者，至少須具備下列各項條件。

一、不避險阻埋頭苦幹 工程界之範圍，至廣且大，「烈川澤，敷水土」，身爲工程師者，蓋無不實地工作，躬親臨之，故必須有不避險阻之精神，埋頭苦幹，方能有所成就。

一、打開環境 常人治事，當其未獲成就之先，往往因遭遇各種艱難，半途而輟者。爲工程師者，必須果敢決斷，打開困難之環境，以底事業於成功。工程師與辦事業之初，社會未必即表同情，故必經過相當之困難。但事業有一部份成就，社會始漸表同情，予以援助。

一、知人善任 事業之有所成就，有賴於人力及財力兩者。兩者之中，尤以前者爲尤重要。工程事務亦然。工程師對於處理工程事務，既居重要地位，自應羅致人才，藉資臂助。故待人接物，應和藹謙抑，且須知人善任，信人不疑。俾用人所長，始有成效可觀。凡不可信之人，應不予錄用。既用之，則當信任不疑，俾被用者能盡展所長。

一、忠於治事 工程師與商人異，故工程事業與商業不同。營商之目的，不出一「利」字，而經營工程則爲服務人羣，造福世界，是故工程師必抱「捨己耘人」之目的，不驚名，不趨利，忠於治

事，方足以言治工程。

一、發揚學術 「學無止境」，工程學術亦如此。所謂「能做工，還能研究」，工程師一方面固須做工，而他方面還須能根據經驗學理在學術上作不斷之研究，有所發明，以供獻人羣。

(二)工程師在職業上應保守之信條

工程師所執行工程上之各種業務，在今日已成專業之一種。良以工程師責任重大，且其成就，關係於大眾之幸福。故業工程師者，除應具備前述之精神上各項條件外，尚應具有其職業上應守之信條，美國電機工程師學會，即定有該項職業信條，其內容綜括工程師對工程團體之關係等諸項，都三十三條，茲錄其主要各條如左，以見一斑。

一、工程師對各方面之關係，應以其個人最高尚之人格為依歸。

一、工程師對於其所擔任之正當事業，應竭力從事以盡責任。倘彼對於參加事業性質之是否正當，發生疑問時，應立即辭退，以維人格。

一、工程師在其責任上，應竭力設法減少機械上，或構造上之重大缺點，及工作時之危險情況，並應將各項危險情形詳告事主或雇主，促其注意。

一、倘工程師所利用之資料，非為常識或公眾產物，而由事主或顧主供給者，無論其結果為計劃，

設計，或他種記錄，均不得作爲己有，應視之屬於事主或雇主之物。

一、顧客供給之設計，由工程師或工廠承製時，其設計之所有權，仍屬於顧客。工程師或工廠，在未取得他人特許時，不能翻製或做造。又工程師或工廠與顧客聯合工作，冀得某種設計及計劃或發明時，於工作未開始前，對於將來結果，如發明設計或其他類似事件之所有權所屬問題，應當預先商妥。

一、工程師應盡力協助公衆，使之瞭解真正之工程事業，對於工程上普通知識，亦應盡力設法灌輸於一般民衆，對於刊物上所登載之不真實，不公平以及過分宣傳之工程文件，尤以該項文字宣傳足以引誘羣衆，參加無價值之事業者，應主持正義以阻止之。

一、對於某項工程事件之徵詢，應將其範圍以內，詳細答復，並表示其意見，其所表示之意見，並不應敷衍塞責，含糊了事。

一、工程師應利用工程團體或其他方法，以與其他同業之工程師，互換學識與經驗，對於其他工程師，無端遭人攻擊時，應盡力保護。

美國機械工程師學會，於一九二一年設立職業道德委員會，亦訂有工程師之道德法規凡十條，可與前舉各條互相參看，茲錄如下：

一、工程師必須在他的職業工作上，用正直的精神，對待包工及僱員，對於事主及資方，必須盡職，對於國家，必須忠心，並須重視禮貌及個人的名譽。

二、他必須禁止贊助及任何可以疑慮的事業，並阻止他們利用他的名義。

三、他必須用莊嚴的態度及慎重的敘述來登載廣告。

四、他必須為他的事主，保守一切必要的事業與技術方法上的祕密。

五、他必須誠實地告訴他的事主，他在外邊做過的工作與其他的關係，以免妨害他所接受的工作，並影響他的判斷力。

六、他必須禁止用不正當的方法，來得到工程職業上的工作，並不得接受或使用任何佣金 (Commissions) 來擔任這樣的工作。

七、他為了擔任一種工程上的特別職務，除非得到各關係方面的同意，他僅能接受一方面的經濟或同樣的報酬。

八、他絕對不能用不正直的方法來得到職業上的陞遷，或阻止同人間的陞遷與業業的希望。

九、他必須協助建設工程職業，將他的經驗與工作貢獻給其他的工程師與工程學生，將他的專門論文貢獻給工程學會，工程學校及工程雜誌等。

十、他必須對於公衆事業感覺興趣，利用他的專門學識，訓練與經驗，來爲人類謀幸福。

中國工程師學會於民國二十二年，在武漢舉行年會時，通過工程師信條如下：

- 一、不得放棄責任，或不忠於職務。
 - 二、不得接受非分之報酬。
 - 三、不得有傾軋排擠同行之行爲。
 - 四、不得直接或間接損害同行之名譽及其業務。
 - 五、不得以卑劣之手段競爭業務或位置。
 - 六、不得作虛僞宣傳或其他有損職業尊嚴之舉動。
- 如有違反上列情事之一者，得由執行部調查確實後，報告董事會，予以警告，或取消會籍。

(三)我國第一模範工程師

或謂我國科學知識之落後，各種環境未臻優越，欲求產生一舉世知名之科學家或工程師，實不易得。惟我國自歐化東漸以來，曾有一偉大之工程師，躋於歐美著名工程學者之林，足爲我人楷模者，其人爲誰，即詹天佑是也。詹氏幼年留學美國，於光緒七年時返國。所習土木工程及鐵路專科，然在當時之環境，詹氏實絕無施展抱負之機會。迨光緒十四年，方任爲津榆鐵路之工程師。自此專心於鐵

路事業之服務，垂三十年。國內鐵路如蘆榆關津內外，萍醴，新易，潮汕諸綫之成功，均無不有詹氏之經營。營劃於其間。光緒三十一年，氏卒擔任建築平綏鐵路之總工程師。在吾國鐵路建築史中，以本國人擔任總工程師者，實以氏爲第一人。詹氏之所以成名，以其具有工程師應備之各項條件，平綏路全長三百五十餘里，路綫中山嶺重疊，須經八達嶺居庸關等處著名天險，工程上必須穿山越嶺。全綫須穿山峒四個，最長之八達峒長有三千八百五十餘尺，詹氏既毅然以建築該路之工程自任，是即詹氏不避險阻之偉大精神。當工程尙未着手之初，英國報紙且以「中國建築該路之人材尙無產生」之言譏刺，而詹氏毫不之顧，詹氏之果敢決斷，其勇於打開環境之精神，實至足欽佩。再如該路原定經費九百餘萬元，期間七年，經詹氏埋頭苦幹，全路完成耗時不足四年，動用工程費亦祇五百二十餘萬元。至詹氏之知人善任，猶其餘事，楊銓先生之詹氏傳中，即有「御下以德感人，好獎掖後進，見人一長，薦譽惟恐不及」之記載。綜氏一生服務鐵路界，垂三十年，完全爲福國利民着想，未嘗騫名求利。氏復發起中華工程師學會，開國人發揚工程學術之先河，以上均爲極明白易見之事實，凡從事於工程職務者，當知所取法焉。

第七章 世界著名工程

世界上各著名工程，經大發明家大科學家及大工程家歷年不斷之努力，獲得極偉大之成就。茲分述於後，藉供參考。

第一節 土木工程之成功

土木工程發達最早，古代偉大建築，如城堡、運河、隧道等，吾人至今仍瞻仰其豐功偉烈。至近代建築，則更臻完美。且因機器發達，在昔日須千百人工爲之者，今則假機器之力，一二人已能優爲之。

(一) 橋樑 鋼質及水泥橋樑，進步極速，最著者如美國五年前所建之紐約黑特孫橋 (Hudson Bridge)，其拱闊 (Span) 爲三五〇〇呎。最近舊金山之金門橋 (Golden Gate Bridge) 拱闊爲四五〇〇呎。位於美國舊金山與烏克蘭之間，跨金門灣處而建築。自一九三二年開工，於一九三六年底完成。工程總費爲七七、六〇〇、〇〇〇美金。橋之中央支間爲四、二〇〇呎，兩側支間爲一、一二五呎。橋樑自重及荷重用直徑一九二吋之亞鉛鍍銅綫二七、五七二條束成一直徑三六吋四分之一

鋼索以支持之。(參看本書插圖二)

他如最大之水門汀橋，瑞典京城 (Stockholm) 之曲郎堡 (Tranebergsund) 江橋。水孔爲拱寬六〇〇呎，全橋達兩端橋墩共長一八二五呎。橋寬九十尺。上敷設雙軌鐵道，*Motor* 之汽車道及行人道兩條，拱之下面高出水面八五呎，拱闊爲四、五〇〇呎。我國正在建築中之錢塘江大橋，拱闊爲二二〇呎，橋長凡四、五九〇呎。

(一) 房屋 高聳入雲之建築，在大都市中已成爲應有之點綴品。世界房屋建築之最高紀錄爲紐約之恩派亞大廈 (Empire State Building)，凡八十五層，高度爲一二四八呎。(參看本書插圖三)

(考高屋建築成功之原因凡四：

(1) 屋基工程之進步。

(2) 鋼質水泥棟樑之新發展。

(3) 電梯之運用。

(4) 防火建築品之發明。

(二) 基礎 高屋大橋之基礎，須經水層汙泥而達巖石，庶幾無傾斜或下沉之慮。此項工作，率都以沉箱法爲之。法以巨箱倒豎沉入海底，橋基即建於箱上，箱內則用高氣壓，以免施工時海水之流入。

惟爲箱內工作人員之安全起見，巨箱沉入海底，最深以一百十呎爲度。

(四) 隧道 隧道之開鑿，有在陸地上行之者，如鐵路隧道等，亦有在水底行之者，其工程則較陸地隧道尤爲浩大。世界著名之隧道有五：

(1) 辛蒲卽隧道乃鐵路隧道，介於意大利瑞士二國之間，長二十公里，爲世界上第一長隧道。一九〇六年興工，一九〇六年完成。

(2) 康羅陀隧道，屬加拿大，長八公里，一九一四年興工，一九一六年完成。

(3) 吃司客多隧道，屬加拿大，長十二公里，一九二六年興工，一九二八年完成。

(4) 羅卜隧道，由羅怒河之上流直接成爲馬路塞由郎運河一部份之羅卜隧道，長七公里，爲世界上第一大隧道，一九二六年十二月完成。其寬度足容長六十公尺，寬八公尺，吃水一、八公尺，排水量六百噸之輪船二艘並行其間，毫無妨礙。

(5) 霍萊隧道，由美國紐約市溝通紐球首州，建造於黑特孫河底，全長九千二百五十呎，其位於河底部份佔五百四十八呎，爲世界上專供汽車行駛之大隧道。隧道上部具有換氣塔四座，各塔具有打氣機與吸氣機各十二具，由六千馬力之電動機不絕迴轉之，隧道內全部空氣一小時內可換四十二次。（參看本書插圖四）

(五)運河 運河之開鑿，不僅直接便利運輸，而於水利及灌溉方面，利益亦鉅。世界人工所成最長之水道即爲我國之運河，茲分別彙述如下：

(1)我國之運河，南起浙江省之杭縣，流注經江蘇山東而至今河北省之天津，長二千二百里，以山東之汶水爲上源，至汶上縣西南之南旺，分流南北。北流越黃河至天津，而與白河會。南流入江蘇境，絕於黃河故道，至江都之瓜州口，絕揚子江至丹徒縣，過丹陽、武進、無錫、吳縣，直至浙江杭縣。自清江浦以上，皆置閘束水以濟運。昔之江淮米粟輸於北方者，皆取道於此。運河之功，始於吳王夫差，迨隋唐北宋繼續興建而大成。元代明清兩朝踵而濬之。

(2)巴拿馬運河 自巴拿馬北岸之科倫，迄於南岸之巴拿馬，連絡太平洋、大西洋之運河也。一八七九年法人雷塞布倡議開鑿，預算之費爲二千七百萬磅，乃動工不及五分之一，已費去七千萬磅，事遂敗。一九〇二年美國政府以八百萬元向法人購入，更給金一千萬元，歲租二十五萬元於巴拿馬政府，復得開鑿權，從事工作。至一九一四年開通。一九一五年設巴拿馬萬國博覽會以慶其成。

(3)蘇彝士運河 蘇彝士運河係橫斷蘇彝士地峽而成。於一八五六年開工。一八六九年完成。爲法人雷塞布經營。今股東之權，大半屬於英政府。

(4) 美國伊利運河 伊利 (Erie) 從水牛城 (Buffalo) 至司格乃脫台城 (Schenectady)，1711 年計議，一八二五年成功。長一千哩，闊四十呎，深四呎，爲美國最早最長之運河。

(二) 水力與水壩 水之充分利用，厥爲用以發電及設法導引灌溉農田等。

(1) 世界各國中水力發電最發達之國，首推挪威等國。其發達之原因，或因國內煤產量缺少，不得利用水力爲動力之源泉。或因國內有大瀑布及傾斜之急流，可利用以開發電力，全世界可利用之水力共爲四萬五千五百萬馬力，現已利用者爲百分之七十。茲舉世界著名之水電廠如左：

I 奧塞巨水電廠，位於美國密蘇里州之奧塞巨河上。其附近水位高九十呎，能發二十萬馬力之電力。設計兼建造爲司東韋勃斯透公司。

II 洛克島水電廠，位於美國華盛頓州，可命比亞河上。設計及營造者亦爲司東韋勃斯透建築公司。其附近水位高三十二呎，能發電力八萬四千馬力，并可擴充至二十一萬馬力。此廠完全用三和土築成，主要之特點爲全廠無窗戶。

III 安港水電廠，位於美國本雪文義州澤施奎海納江之上游，主持計劃並監督工事者爲總工程師華爾斯氏。其附近水位比廠基高五十五呎，能發二十五萬五千馬力之電力。

IV 白聖山水電廠，位於威斯康新與上密歇根州交界處之美諾米尼亞上，其附近水位高二十八呎，能發一萬一千二百五十四匹馬力之電力。

V 康諾維古水電廠 (Conowingo Plant) 利用離費城七十哩澤施奎海納江之水力，使每分鐘有二千二百至七十五萬立方呎之水力自九十呎之高處流下，該廠有水輪發電機七具，每具各有馬力五萬四千。

VI 特尼泊羅屈瓏水電廠，位於俄國特尼泊河上，係由美國顧問工程師紐約考伯氏計劃及指導所完成者。其附近水位高一百二十三呎，可發九十萬馬力之電力。

(2) 世界著名之水土壩凡二：

I 美國之胡佛水壩，於一九三〇年年底開工，預定七年完成，估價一萬六千五百萬金元。此壩成後，有灌溉水力防洪航行及供給自來水之效用，堤項高二二〇公尺，為世界最大之水壩。

II 墨西哥最近建築之羅德里格斯水壩 (Rodriguez Dam) 最高處有二百五十呎，蓄水庫之地，為不堅固之地基，絕不能載壩上之重量。設計者新想一法，以石建一拱橋以渡過此處，使上面重量分在此一百呎之兩邊，而兩邊之地基，皆甚堅固，能承載上面重量。

(七)給水與防洪 歐洲於一八九〇年已用沙濾法取水。給水關係市政甚大，最著名如紐約之自來水，係由貓技山方面 (Catskill Mountains) 所供給。該處離紐約百哩，築有石製大蓄水池，利用大水管經黑特孫河安置距離水面一千一百呎之河底，以達紐約城中。按紐約市每日需水十萬萬加侖。該項給水工程總值逾二萬萬元。防洪方面，美國在密西西比河 (Mississippi) 即築有此項巨大之防洪工程。柯勒拉獨 (Colorado) 築有一鮑爾陀堤岸 (Boulder Canon Dam) 高為七三〇呎，底脚之厚為六五〇呎，用以防水。人類控制自然之能力日有進步，而其如何控制之方法，則非假大規模及精密之試驗與研究不可。水力之利用及水患之防禦亦然。

世界最大之水工試驗場，為德國威廉科學促進會所屬之奧貝那水工試驗場。位於南德明奧城外八十公里之奧貝那河旁，佔地十公畝。河水經過水閘，引水渠流入蓄水池，由蓄水池引入各模型槽。餘水經滾水閘再流入河內。引水渠最大流量為每秒八至十二立方公呎，足供四五種試驗之用。我國於民國二十一年間曾委託德教授恩格斯作黃河試驗，即假該場舉行者。

第二節 機械工程之成功

機械工程近年來著有長足進步，為工程界之重大收穫。舉凡吾人所用各項機件之能出品迅速，

製造準確者，均機械工程師之力也。

(一) 蒸汽機 德國樓那廠(Lennawerk)爲世界著名之蒸汽機廠，有蒸汽機四十五座，每座有三千以至四千馬力。總計該廠年可產氮八十二萬噸，用以製成三十萬噸硫酸銻，六萬噸硝酸石灰，一萬五千噸硝酸蘇打，其剩餘之氮則用特製之運輸車，輸送至同一組合之其他工廠。除上述氮及人造肥料物品外，該廠並年產木醃五萬噸合成汽油十萬噸。

(二) 汽輪機 汽輪機之有效率且合乎經濟，超出於任何汽機之上。故原動力之產生，汽輪機有獨霸之勢。所用氣壓，在昔日以每平方吋二百磅爲最高者，今已增加六倍，速度每分鐘三千六百轉，馬力三六〇、〇〇〇匹，用煤異常經濟，最佳者每磅煤可產生一瓩時（卽一度）之電，今日最大之汽輪機有二十萬匹馬力之容量。

(三) 鍋爐之自動加煤法 自動加煤及應用煤粉，各國早已採用。我國大電廠亦用之。美國每年需用白煤七千萬噸，烟煤七萬萬噸。美國珠街愛迪生電廠統計自一八八二年至一九三四年間，每瓩時所用煤（或同等燃料）之消耗比例如次：一八八二年一〇・〇，一八九二年八・〇，一九〇二年六・七，一九〇七年五・四，一九一二年四・四，一九一七年三・三，一九二二年二・五，一九二七年一・八四，一九三二年一・五〇，一九三三年一・四七，一九三四年一・四四，此項效率之逐漸增高，

實鍋爐及加煤法之改進有以造成之。

(四) 汞汽鍋輪發電機 美國紐約斯格乃脫台城於一九三三年採用二五·〇〇〇瓩安汞汽鍋輪發電機，效率頗高。

(五) 輕氣散熱發電機 美國奇異電氣公司，近為渥海渥電力公司 (Ohio Power Co.) 之文特森發電站 (Windson) 及西本電氣公司 (West Penn Electric Co.) 之西佛及尼亞發電所 (West Virginia Power House) 比區波頓 (Beach Bottom) 建造汽輪發電機二座，容量為六〇·〇〇〇瓩，並具有數種特點：此項新製之高壓電機上用無冷凝高熱度式 (Non-Condensing High Temperature Type) 每分鐘轉數為三·六〇〇，乃用輕氣散熱方法，均超出世界最高之記錄。此項新機係依計示壓力一·二〇〇磅華氏九二五度，及迴氣壓二三五磅而設計，約在一九三八年底即可裝竣應用。至透平發電機採用輕氣散熱，乃電機方面新近之改進事業。以前輕氣散熱方法雖已應用於同步容電器 (Synchronous Condenser)，單就奇異電氣公司一家而言，總計已達三七五·〇〇〇瓩安培以上，而用於汽輪發電機，則以西佛及尼亞省羅振地方之阿帕那琴電力公司 (Appalachian E. P. Co.) 之四〇·〇〇〇瓩發電機為始。每分鐘轉數為三·六〇〇之大發電機，如用空氣散熱，則因空氣阻力高，轉運損耗甚大，若用輕氣代替空氣，則轉運損耗可較用空氣減低至十分之一。故發電機之效率採

用輕氣散熱，視電機容量之大小可增進〇·六至一·一%。

(六) 鐵道電機車 蒸汽機車自一八〇二年發明以來，經多次改良，其每座機車之重量達一百萬磅，功能達四千匹馬力，拖力達二千八百四十噸。一八九〇年更進而發明使鐵道電氣化，而試行電機車。今日電機車之進步，已達到重量減少能力增加之美滿目的。電機車之大者，其重量不過七十萬磅，而其功能已達七千匹馬力，其拖力亦達六百二十萬磅。世界各國鐵路合計六十七萬餘哩之中，已經電化之電機車已佔六分之一。鐵道電氣化運動，以美國最爲努力。一八九四年電化巴爾的摩、渥海渥鐵路隧道，實爲嚆矢。一九一三年又電化彪特、安拉可達、太平洋鐵路全綫。美國奇異電氣公司卽爲製造美國電機車之大本營。英國鐵道已經電化之路綫爲四千餘哩，其最大之製造工廠爲通用電器公司。德國有鐵路及非國營之鐵路，如司徒嘎爾城市之地下鐵道，萊潑捷黑至漢爾那鐵路，愛浮耳城市空中鐵道等，幾已全部駛行電機車。法國巴黎至奧婁昂鐵路，米提鐵路，巴黎至里昂至地中海鐵路等綫。西班牙之北方鐵路。意大利之北米蘭鐵路。瑞士國有鐵路。墨西哥鐵路幹綫。印度半島鐵路。摩洛哥鐵路。南非洲鐵路等。亦於歐洲大戰以後相繼電氣化。日本亦於民國十八年間，完成東京橫濱間鐵道電氣化。

(七) 汽車 汽車在未用汽油之前，係藉蒸汽之力以發動之，至一八九一年法人潘氏(Parahand)

及賴氏(Lavasser)始用汽油開車。美國福特(Henry Ford)氏始將汽車完成以供商用。降至今日則以其速率高超，機件堅固可靠，管理簡便經濟，為機械工程之最大貢獻。且汽車之發達，僅數十年，而在此短促之期間，能將各項機件，發展至盡善盡美，實開工程界之新紀元也。

(八)飛機 在飛機未發明以前，一七七六年雖已有氣球，然直至一七八五年始以之飛渡英倫海峽。一九〇〇年雷氏(Orville Wright Wilbur Wright)兄弟二人始發明飛行機。洎今日造製益精，頗有一日千里之勢。飛機式樣分類有滑翔、直昇、無尾、撲翼及旋翼諸式。按發動機之多寡分類，有單機、複機、三機及多機之別。按翼葉分類，有單葉、雙葉、多葉、前後葉等類。按推進方法之分類，有前推、後推及前後並用等類。按軍事用葉分類，有偵察、轟炸、戰鬥、驅逐及運輸等類。按使用地點分類，有陸上用、水面用、水陸兩棲及飛船等類。美國現有軍用飛機約三千架，民用飛機約九千餘架。法國軍用約五千架，民用二千餘架。英國軍用民用均約二千架。意大利軍用約二千架，民用約五百架。蘇俄軍用約四千架，民用二千架。日本軍用約二千架，民用約二百架。世界最大之軍用飛機為意之加普羅尼號，全馬力六千匹，載重一萬五千公斤，時速二〇五公里。最大之商用飛機為德之多尼爾號，全馬力七千二百匹，載重二萬六千五百公斤，時速二一六公里。最大之水陸兩用飛機為美之西可斯基號，全馬力二千三百匹，載重五千八百公斤，時速二二三公里。蘇俄對於飛機工程更有驚人之進展。

(九)運河昇降機 世界最大之運河昇降機，位於德國尼德爾斐腦鎮，機能舉重一千噸之駁船或各重二百二十五噸之駁船四隻至一百十六呎之高度，費時僅五分鐘。昇降機站於一九二六年開始建築，一九三四年完成。站之鋼架能提舉長二百七十八呎闊四十呎之鋼製水槽，槽內儲水深度爲八呎三吋，計其重量當在四千二百噸左右。全部建築共用優等鋼二萬噸，另建一極大之鐵筋混凝土底座以支持之，座長三百六十七呎四吋，闊一百另八呎，高二十六呎，座下有堅實之混凝土墩九個，深入地下七十呎。

(十)冷藏 美國家庭間利用電力機械力之製冷設備，投資額爲一萬萬五千萬美金。一九二二年全美製冷機器可製冰一百萬噸。

(十一)自動機件 今日之工業品價格低廉物質整齊，此皆自動機件成功之賜也。其精確可搖動小如鐘錶輪軸，大至汽車之軀體，無一不用自動機件製造。其精確可搖動終日，無秒分之差，其堅固可駕駛千里，絲毫無損，工程事業，造福人羣，豈淺鮮哉。

第三節 電機工程之成功

五十年來，對於人類貢獻最著，發展最速者，莫若電機工程。發明及試驗經過，報章及雜誌，均有記

載，惟多有爲世人所不曉者，茲再約略述之。

(一)發電機——據研究結果，吾人欲維持最經濟之發電及輸電，惟有建造大電廠，故今日之趨勢均依此進行，如紐約愛迪生公司之汽輪發電機容量爲十六萬瓩或廿一萬匹馬力之巨，卽此一機之容量較密西西比水力廠全廠之容量爲大，其巨可知。現單式蒸汽輪發電機之最大容量每機凡二〇〇・〇〇〇瓩。複式者凡二六〇・〇〇〇瓩。水力發電機以俄國之特尼泊羅屈瑞 (Tneproskoy)爲最大，每機凡五〇〇瓩安。水力發電最發達之國家爲挪威，總容量爲一・五七九・〇〇〇瓩。

(二)輸電——高電壓輸電，較用低者爲經濟。故昔日用六六〇伏或二・二〇〇伏者，今多改用一・〇〇〇伏，二二・〇〇〇伏或六六・〇〇〇伏，有高至一三二・〇〇〇伏者。美國加利福尼亞州之鮑爾陀壩 (Boulder Dam)於一九三四年用二八七・〇〇〇伏，爲世界上採用電壓之最高者。人造電雷試驗，最高電壓則爲一〇・〇〇〇・〇〇〇伏。至於輸電距離，可推至七百五十公里外。

(三)光焰——據吾人統計，美國年需燈泡五萬萬只。運動場航空站及各大建築，均用洪光法 (Good Lighting)。最大之燈泡爲一萬瓦。渥海渥州之大湖展覽會中，曾裝一千四百萬燭光之示向台 (Light Beacon) 爲世界光焰之最大者。

(四)電曳——火車電氣化已詳七、二節中。都市地下車及電車之普遍，使平民於「行」的方面，

獲收便利與經濟之效果，厥功殊偉。

(五)電氣化 二十世紀爲用電世界。舉凡工業製造之原動力，多採用馬達，因其他原動力，每發生管理困難，且不經濟。其他車輛電氣化，船舶電氣化，使運輸及顧客皆蒙其利。家庭電氣化，如掃帚、風扇、火爐、鐘錶、食篋、洗衣機、冰箱等等無一不用電工作。農業方面，則防禦旱災，灌溉農田，皆可利用電力。斥水。最近防治害虫，如誘蠟燈等均可採用電氣施行大規模之捉捕。其他電氣孵育器，在農場上應用，亦著成效。醫藥方面，則自德人 樂琴發明愛克司光線，使醫藥界對於疾病之治療得到更切實之檢驗，俾病源更能確定，醫治更有把握，實增進吾人類莫大之幸福。按愛克司光實爲極短電波之一種，不但可佐吾人透視肌膚決定病源，且可供殺菌療病之用。他如太陽燈、紅外線、紫極線，均係特種電波，可供治療各種病症之用，最近利用高頻電波發熱以切割腐肉，亦爲電氣對於醫藥上之新貢獻。全世界應用電能最普遍之國家爲挪威，平均每人發電容量有○·五六瓩，供電事業最發達之國家爲美國，全國發電總量共計約三六·○○○·○○○瓩。

(六)電氣鍊鐵 輓近測探鑛苗，皆利用電氣以測量土壤之阻力，而斷定鑛藏之有無及其所在之地點。探鑛之事，得以事半功倍。自電冶爐發明後，冶金之術愈形進步，不特可得最高之熱力，亦可控制最適和最精確之熱度，實爲冶金術上之一大貢獻。今日世界所產之純鋼，較諸數十年前，不知精粹

若干，此外且有若干金屬，如鎢及金鋼沙等，爲以前所不能鍛鍊者，已能用電氣冶金爐而製成之。至於以電解方法而製鋁，使鋁之價格低廉至以前之四分之一，無形之中，又使製造飛機等之價格得以減輕成本。

(七)電報 自一八四〇年莫爾斯正式獲得電報之專利後，各國電報，逐漸發達。由單工變工四工多工而採用惠斯登快機，進而有打字電報收報及發報機之發明。各種字母之收發，一如打字機然，可直接收發，不用翻譯。現用成音周波，得更便利之多工收發。

(八)電話 自佩耳教授於一八七六年發明電話後，電話事業，進展甚速。截至一九三四年底止，全世界有電話三三·五三九·八九〇具。內有自動電話爲一五·五六〇·〇〇〇具。美國之自動電話，佔上數之45%，以國家言，美國實爲巨擘，共計有電話一六·八六八·九五五具，平均每百人中，有電話一三·三六具。加拿大及丹麥次之。以城市言，紐約實爲魁首，計有一·四九三·三七四具，其次爲倫敦，計有八九一·七二五具。以城市及人口比例計之，則以華盛頓爲比率特高，平均每百人中，有電話三五·八具，其次爲舊金山，平均每百人中，有電話三五·〇八具。至長途電話，尤有顯著進步，現已能直接撥號，可免中間局接線生轉接之繁。載波電話，增音機等，亦已爲世界各國普遍採用，長距通話，異常清晰。外線用長途電纜及適當之輕負荷，各國多已敷設。能供百萬話路之同心電纜(Co-

Maritime已在紐約與費城九四·五哩間裝置，得話路二四〇對。至於借助無線電，全世界人士，皆能利用電話互相接談，距一九二六年三月七日第一路英美無線電通話正式成立之日，僅十年耳。

(九)無綫電 無綫電進展更速。由長波時間，而入短波與超短波時期，工程學者現從事於微波之研究。陸海陸空方面之應用，亦頗發達。廣播電台自一九二〇年美國KDKA之大規模成立後，現已滿佈全球。短波廣播電台亦如雨後春筍。國際無線電話已使五大洲相互通話。誠稱便矣！

(十)電圖電視 電圖有有綫的與無綫的兩種。關於式樣方面，又有佩耳式、西門子式及日本式數種。紐約之指印，在短時間中可播佈全國。倫敦泰晤士報當日在加拿大可同樣發行。皆在於應用電圖。至於電視，一九二七年四月七日美國之華盛頓紐約間已能試用，嗣後美、英、德、俄等國，先後廣播。英國已有電視電影。德國則有電視電話。五彩電視，亦經試驗成功。

第四節 化學工程之成功

化學工程之發展，雖較其他工程為晚，然進步頗速。茲舉其大者，略述如下：

(1)亞摩尼亞 (Ammonia) 商業綜合法之成功，使肥料業及工業界起一大變化，蓋昔為智利 (Chile) 壟斷之肥料粉，今乃有價廉物美之人造肥田粉，行銷市上矣。

之。
(二) 硫磺開採之新發展，使硫酸之產量大增，每年所用七百萬噸之硫酸，均賴硫酸礦開採供給

(三) 油漆之改良，對於廉價汽車之製造，及機件房屋之防腐裝璜，亦頗重要。

大。
(四) 石油分裂提煉之成功，汽油之生產量增加三倍以上，品質俱優，於汽車事業之貢獻，最稱偉

良油類。
(五) 動植物油類之改良，法國化學師利用鎂粉為媒介，使次等動植物油與氫氣化合，而成為優

(六) 煤中提煉汽油之成功，汽油之產量因以大增，價格亦因之降低。

(七) 電木之製造，電氣用品及家庭用品成爲一新興事業。

(八) 炭酸鈉製法之改進，對於工業上之貢獻，殊不亞於硫酸之改良。

(九) 有機化合物製造之新方法，利用高壓力及媒介物而產生廉價化合物，如以 Co 、 Cd 、及 H 等可製火酒及酸類。舊式之蒸木取酒法，因之淘汰。

(十) 水泥製造法之改進。水泥製造，一七六〇年斯米頓氏 (John Smeaton) 首先發明，德國工程師則於一八九〇年始採用鐵筋混凝土，從事於建築，迨至近年來，更有快燥水泥 (quick setting hy-

draulic cement) 之出品，於建築事業，尤稱便利。

(十一)人造橡皮 橡皮始於一八二三年固特異氏 (Good Year) 用硫磺與橡膠配合成功，汽車之輪胎係湯姆生 (R. W. Thompson) 於一八四五年時發明。近則關於橡皮之製造日廣，且進爲世界十大工業之一。一八六〇年，威廉氏 (William) 首先從橡皮內蒸出 Isoprene 及 Dipentene 等碳氫化合物，一八九二年鐵登氏 (Tilden) 復利用威廉氏 蒸出之 Isoprene 綜合而得與橡皮相類之固體，至一九一〇年復經馬須司 (Matthews) 及哈來司 (Haries) 二氏各自研究，大規模製造人造橡皮始告成功，德國且已設有是項人造橡皮之製造廠。

(十二)人造染料 往昔染料，大多取自天然植物。人造染料之發明，則自一八六九年德人格雷普 (Graebe) 及李白門 (Liebermann) 二氏發明人造茜草色精始。其後又有拜耳氏 (Bayer) 發明人造靛藍。降至最近，人造染料已不下數千百種。至於此種染料之基本原料，皆取之於黑色煤膠內之數十餘種有機物。

(十三)人造樟腦 今之假橡皮，人造皮革，藥物，香料，炸藥等工業品，皆賴樟腦及其他原料所合製而成。一九一四年德人已能用松節油製造人造樟腦。按樟腦本爲台灣之特產，日人固曾一度有壟斷樟腦市場之計劃，今則人造樟腦能代替天然樟腦，而取得其市場。

(十四)人造絲 蠶絲本為我國獨產，行銷世界，獲利頗豐，其後美日相繼植桑育蠶，研究改良，人進我退，利益日衰。一八八五年，法國沙多內氏 (Count de Chardonet) 首先發明硝化纖維素，不五十年其應用已有取蠶絲而代之勢。製造人造絲之方法，約別為四種，即硝化棉絲、膠液絲、銅銨絲及醋酸纖維素絲等。除法國外，意、日、美等國製造均極佳良。

(十五)其他 化學工程，日新月異。分析愈細，方法愈新。使糖、日用品、柏油、煤油、T.N.T. 炸藥、肥皂、紙、油漆、陶磁及玻璃等之出品，愈益精良。皆化學工程師努力之所賜也。

第五節 礦冶工程之成功

機器發達，採礦冶金之工程，隨之發展。民國十七年，胡佛氏統計美國一國已有二百萬礦工。所出礦產，約值美金六十萬萬元。經加工製造後，約值美金一百五十萬萬元。再加運費送達用戶，則值美金二百萬萬五千萬元。美國開礦資本達美金一百二十萬萬元。每年開礦所用之材料及機器工具，達美金三萬萬元。足見今日開礦事業規模之宏大。僅以鐵礦論，在美國明尼蘇達 (Minnesota) 一礦內，二星期之出鐵量，有如埃及金字塔。而此鐵礦竟於十四日內用一百七十五人之力成之，於此又可見機械工程利用於礦業上所產生能力之偉大。茲擇其重要之成就，分述於次：

(一)煤 美國每年產烟煤五萬萬噸，白煤一萬萬噸，佔世界產額之半數。煤炭之產額，美國約五萬萬噸，英國約二萬四千萬噸，德國除約一萬四千萬噸外，褐炭亦一萬四千萬噸，蘇俄一九三一年產八千三百萬噸外，又泥炭一千二百萬噸，日本三千餘萬噸。

(二)鐵 鐵礦於紀元前五千年至二千五百年，在我國及埃及印度等處，已有發現。其始被開採應用則在紀元前一千八百至一千五百年之間。英國於一五四三年時且已知以鐵鑄砲。全世界之產鐵量約爲八千四百萬噸。

(三)石油 石油用途遠較煤炭爲廣，世界最富此種資源者當推美國。石油產量占世界總產量百分之六十五，其在他國取得油礦開採權者復有中美，南美大陸，以及馬來半島等處。其次蘇俄亦爲保有豐富石油礦區之國家，油礦開採係由政府經營，產量適足自給。英國雖在世界各地均設有該國商人投資經營之石油事業，而其本國所產，僅占世界產量百分之十七。其他法、意、德、日等國家，則皆感石油缺乏，或極力鼓勵國內提倡製油工業，或力謀取得石油資源，或獎勵石油事業，並補助試掘費。其法雖異，而其目的均所以謀石油之自足自給。據一九三二年之調查，世界石油總產額爲十三萬萬零五百餘萬桶，美國七萬萬六千三百萬桶，佔百分之六十七，英國及附屬地二萬萬四千四百餘萬桶，蘇俄一萬萬六千萬桶，墨西哥三千萬桶，羅馬尼亞五千萬桶，荷印四千萬桶。

第八章 我國各項重要工程之現狀

我國歷代相沿，素重文哲，致工商見輕，技術落後。復以國民思想一時不易轉移，所事往往不易更張。自國民政府奠都南京以還，凡百一切，俱以建設為前提。十餘年來，銳意改革，生產建設也，國民經濟建設運動也，政府倡導於先，國民踴躍從於後，生氣蓬勃，使我國各項行政，及物質建設，俱上軌道，舊觀頓改，國際方面耳目亦為一新。此雖政府督導之功，而舉國上下努力合作之精神，要為有足稱述者。茲將我國各項重要工程之現狀，條述於後，藉示我工程學者以欲取之徑路，進而謀所以努力焉。

第一節 土木工程

我國國地廣大，土木工程，最為重要，就中尤以鐵道一項，關係重大，試觀產業發達之國家，莫不重視鐵路之建築，以土地論，我國蓋與美國相埒，而美有鐵道三十五萬哩，我祇七千哩，僅及其五十分之一，國人對之，當作何感想耶。

(一) 鐵道 我國需要鐵道，較任何事業為急切，我國現有之鐵路里程以與人口相較，比例殊小，

鐵道必須機車、鋼軌、橋樑三者俱臻完美，始可獲得良好之效果。中山先生所創之物質建設，亦首重鐵道。所擬建築之十萬哩鐵道之偉大計劃，我國人自應努力促其實現。中山先生鐵道計劃，擬有中央鐵路系統，東南鐵路系統，東北鐵路系統，擴充西北鐵路系統，高原鐵路系統，創立機關車客貨車製造廠等項。按我國最初鐵路始於清同治五年，英人之築淞滬綫，旋因人民反對而罷，光緒三年，開平蘆局，唐山至胥各莊綫，爲我國築鐵路之濫觴。現國有鐵路除已成之平漢、北寧、隴海、平綏、津浦、膠濟、京滬、杭甬、南潯暨粵漢路之廣韶段及湘鄂段外，迄二十五年十月粵漢全路業已通車，至省管鐵道，應以民國十六年張靜江先生主浙時，首先創始建造之杭江鐵路爲第一次獲得成功，按杭江鐵路初辦時，僅有資本二十萬元，雖中間歷經困難，逐步籌款興築，主持者之百折不撓，然卒底於成，今且合併爲浙贛鐵路之一段，自杭州可直達南昌，展至湘省，溝通三省矣；繼杭江路而仍由靜江先生主持興建者，尙有隸屬於建設委員會之淮南鐵路，及私資創辦之江南鐵路；滄鐵道部新路建設委員會成立，新路之進行，始現曙光，計先後已測量完竣，開工建築者，有京贛、湘黔、成渝、杭曹等綫。其餘尙有重慶—貴州—廣東綫，貴州—昆明綫，廣東、梅縣綫，樟、贛、梅、川、黔綫等，亦均在積極籌築中。最近湘桂綫亦正測勘籌築。統共約長十萬公里。土木工程人才需要之切可知，而他如若何使平漢路與粵漢路互相連接，由廣州可以直達北平，此則除架設大橋銜接外，將無他途可謀解決。據民國二十四年之統計，全國國營鐵道

乘客總數，爲四五、六四九、一五一一人。收入五三、二九二、七五二元。貨運三三、七八〇、一四八噸。運費九六、三三六、七五五元。較近築成之鐵路，則有隴海綫，自海州至靈寶八二五公里（十八年完成），靈寶至潼關七二公里（二十一年完成），潼關至西安一三二公里（二十三年完成），西安至寶雞一七三公里（二十五年完成），又二十五年四月完成之蘇嘉綫七四公里。更據最新之統計，全國有鐵路幹支綫共八、九二三·八二六公里。公營鐵路幹支綫共一、四九二·八一三公里，民營鐵路幹支綫共七四七·七五二公里，專用鐵路幹支綫共七二八·三三三公里，外人承辦鐵路四六二·四〇公里。東北四省失陷鐵路共五、九八七·一公里。東北最近完工鐵路六八五·九公里，日人在東北承辦及商辦鐵路一、四一三·九公里。總計二〇、四四二·〇二三公里。

(二) 隧道 鐵道路綫各項情形，已如所述，茲復將全國各綫隧道列統計如下：隴海路單綫隧道二十九條，以觀音堂、硤石驛兩站間之四號隧道爲最長，計其長度爲一七七九·五八公尺，平漢路單綫雙綫隧道各一，長度各三百餘公尺。粵漢路單綫隧道二十二條，長度約在四五〇公尺以下。平綏路單綫隧道五，以八達嶺隧道爲最長，計一、〇九一·一八公尺。京滬路雙綫隧道一，長度四〇六公尺。正太路單綫隧道二十三，長度均在六五〇公尺以下。全國各綫隧道，總長二萬一千二百餘公尺。

(三) 橋樑 全國各綫鐵道大橋，其每座橋孔在四〇公尺以上或總長在一〇〇公尺以上者，計

隴海路鋼橋二十三座，最大十四孔。平漢路鋼橋四十五座，磚石橋一座，最大五十二孔。粵漢路鋼橋四十座，鐵筋混凝土拱橋四座，最大十四孔。津浦路鋼橋四十七座，鐵筋混凝土橋三座，最大六十二孔。北寧路鋼橋六十八座，混凝土橋二座，又鐵筋混凝土橋一座，最大一〇〇孔。平綏路鋼橋九座，木橋二座，最大二十六孔。滬杭甬路鋼橋六座，一孔者四，兩孔者二。膠濟路鋼橋十三座，最大九孔。正太路鋼橋八座，石橋五座，均在三孔以下。廣九路鋼橋六座，亦均在四孔以下。新寧路木橋三座，最大五十八孔。南潯路鋼橋六座，最大八孔。同蒲路鋼橋九座，最大四十九孔。浙贛路鋼橋十六座，木橋四座，最大二十七孔。株萍路鋼木橋各一座，鋼橋九孔，木橋二十三孔。江南路鋼橋四，木橋六，最大者十八孔。淮南路鋼橋四座，最大十四孔。廿六年即將完成之錢江大橋，應爲我國目前之一大工程。其設計標準爲：(甲)橋長：江面正橋在錢江控制綫之間，計長一公里(三·二八〇呎)。北岸引橋計長二二〇公尺(七二〇呎)。南岸沙灘引橋計長五百公尺(一·六四〇呎)。共長一七二〇公尺(五·六四〇呎)。(乙)橋寬：橋面可供鐵道、公路及行人之用，計單綫鐵道淨寬四·八八公尺，公路淨寬六公尺，人行道淨寬三公呎，共需淨寬一三·八八公尺。(四·五呎)。(丙)橋高：北岸附近江流中泓之處，橋身距平時水面，淨空九至一〇·五公尺。(丁)墩距：橋墩距離，在江流深水處，最少五〇公尺，以利行舟。(戊)載重：橋樑載重計鐵道部份須能按照鐵道部規定之標準，相當於古柏氏五十級(Cooper's E-50)。公路部份須能

行駛十五噸之汽車，行人道部份須能顧及人羣擁擠之重。(己)坡度：橋面坡度鐵道最大百分之六，公路最大百分之四。(庚)橋式：爲顧慮國防關係，及節省建築費起見，橋樑應取簡單式樣。活橋固不必需，所有連貫橋，翅臂橋，懸橋，拱橋，及其他長徑間之複雜形式，均當避免。(辛)材料：鋼鐵及洋灰材料，均須照鐵道部之規範書。木料及砂石等，依照普通標準，再按前項設計標準，錢江大橋爲雙層式，上承公路，下載鐵道，共長約一千三百九十公尺，合四千五百五十呎，正橋約長三千五百二十呎，分十六孔，每孔二百二十呎，北首五孔平置，自第六孔起，因南岸地勢較低，用坡度萬分之三十三下傾，北岸引橋長約七百四十呎，用約五十呎平台兩座，一百六十四呎拱橋三座，及三十呎框，架橋四座組成，南岸引橋長約三百呎，用約五十呎平台一座，三十呎一座，一百六十四呎拱橋一座，及三十呎框，架橋二座組成。橋橫跨錢塘江，位於杭州閘口六和塔附近。按錢江建橋之主要目的，爲(一)使杭江鐵路直達杭州，並通上海爲出口。(二)使滬杭甬鐵路，自杭州展至百官，完成綫路。(三)浙東浙西公路路綫連接貫通。將來完成以後，北岸鐵路經跑山谷繞烏芝嶺折回江干，即與滬杭甬鐵路接軌，公路過橋登山逕接現有之杭富綫南岸，鐵路公路均繞回西興以與浙贛鐵路滬杭甬鐵路及浙東公路聯絡，將來希望極大。他如粵漢平漢兩路之接軌問題，亦有待架橋，以謀解決。而下列之計劃亦終將有實現之一日，即(甲)以武昌蛇山，漢陽龜山爲揚子江大橋起點。(乙)橋之高度須容輪船經過其下。(丙)橋面寬度

除敷設軌道外，尙須容汽車人力車來往。(丁)於襄河建橋兩座，其下敷設鐵軌，專供火車來往，建築地點當在舵落口一帶，另一座則應建於襄河口，供汽車人力車等來往及人行，職是以觀，我國之橋樑事業，正方興未艾也。

(四)公路 鐵道建築成本甚鉅，倘無大量運輸，則無利可圖，若路綫過短，則上下裝卸，耗時過多，亦有背經濟原則。自經汽車發明，公路應運而生。因汽車行駛速率甚高，公路運輸之特長，得以顯見。蓋公路汽車運輸，無軌道之限制，運輸可以自如，且其營業費用，可與運輸密度相適應，成本甚輕。我國汽車輸入，亦年有增加，民國十四年全國汽車一萬輛，十九年即增至三萬另二百三十三輛。五年間增加三倍有餘，此因受公路擴展影響所應有之必然趨勢也。民十全國公路統計僅有一萬四千餘華里，二十年五月底，竟增至十一萬七千三百四十三華里，十年之間增加幾及十倍。殊可驚人。惟我國幅幘遼闊，全國亟應有一完密之公路網，在全國鐵路系統未完成之前，儘先盡開發內地交通，以利民行。二十一年十一月，蔣委員長爲發展中部各省之公路交通起見，召集蘇、浙、皖、贛、鄂、湘、豫七省公路會議。二十二年二月規定各省應築之聯絡公路，計幹綫十一，長約一萬二千餘公里，支綫六十三，長約一萬餘公里，預定三年內全部完成。同年十月，全國經濟委員會正式成立後，決定自二十三年份起，除督造七省聯絡公路外，復將陝、甘、青、閩等省及贛、粵、閩邊各重要公路，均陸續列入督造範圍，全部聯絡公路綫里

程增至二萬九千餘公里，包括幹綫京滬、京閩、滬桂、京魯、京黔、京川、汴粵、京陝、洛韶等九路。其中除京閩綫已達溫州，京魯綫六合經蔣壩各段正在積極進行，京川綫自浦口至烏江，滬水至九河，孔子河至李家集及恩黔等段均在分別興築及趕修，京陝綫信陽以西經南陽內鄉至陝、豫交界之西坪完成在即，洛韶綫洛陽至臨汝，鄂省孟家樓至老河口各段尙待興築，祇能一部份通車外，其餘各綫概已全部通車。據二十五年六月該會公路處發表，全國已通車路綫爲：有路面者計二〇、一二二公里，土路七七、三五〇公里，總長九七、四七二公里。其已在興工路綫計爲一六、七九三公里，未興工者四九、四五〇公里。又據二十五年年底止之統計，全國各省聯絡公路已成二萬三千八百餘公里，全國得互通之公路里程達十萬公里。

(五)水利 水利包括內河航行，河流疏濬，及沿岸灌溉等。我國黃河與淮水流域至廣，經年無水患，則黎庶相安無事。一遇災澇，則人民陷於水深火熱之中，瀕於生計困絕者，不可勝計。故疏導之道，未能或懈。茲述兩河之現況，以供研習水利工程者，有以善其後。

一、黃河 黃河在我國歷史上爲患最久。自孟津以下至海口一段，潰溢之事，幾於無年無之。且曾有六次大改道。其前四次之改道，皆限於山東河北二省。第五次改道在明孝宗宏治七年，所取之路爲江蘇北部之黃河故道。黃河已入淮，使蘇皖二省頻年受災。清咸豐五年始改爲現行之河道。民國以來，

河患尤頻，二十二年夏冀魯豫三省河水泛濫，決三十餘處，淹沒達二萬方里，災情之重，爲自清光緒十年以後所未有。治水研究，無可緩矣。國民政府於二十二年設立黃河水利委員會，負治導之專責。

二、淮水 中山先生實業計劃載：「淮河出河南省西北隅，東南流，又折而東流至安徽江蘇兩省之北部，其通海之口近年已經淤塞，故其水鬱積於洪澤湖，全恃蒸發以爲消水之路，於是一入大雨期，洪水汎濫於沿湖廣大區域，人民受其荼毒者以百萬計，所以修濬淮河，爲今日中國刻不容緩之問題。」自來導淮主張，有入海入江二說。二者所見各異。其主張入長江者，有美國紅十字會。其說擬在洪澤湖南岸老子山鑿一新河，能容每秒五千六百立方公尺之水量，以洩淮入高寶湖，由湖入運，再由運宣洩入江。預計可免隴水、淮水、洪澤湖之水患，而增加農田數千萬畝。主張導淮入海者，則爲美國工程師費禮門氏。其辦法擬由洪澤湖東北，遶最短途徑開一新河經沭陽，過青伊湖至臨洪口。其長度僅八十五哩，傾斜百萬分之七十八，不至淤塞。宣洩水量，淮水五千六百立方公尺，沂沭諸流半之。折衷其說者，有江淮水利局、安徽水利局及全國水利局，主張大部份入海，一部份入江，尙有一部份，潄於洪澤湖。入江之道，由高寶諸湖經運注江。入海之道，由淮陰導淤黃河或鹽河或射陽入海。最近江蘇省政府決定採用折衷主張，其主要瀉洪河床，出三河，穿高郵，邵伯諸湖，於六合以下循廖家溝等河至三江營注之江。入江水量以不使長江超過民國十年最高水位爲原則。於蔣壩洪澤湖口設活動壩以調節之。卽江

水若漲至民國十年高水位時，則減洩至每秒六千立方公尺，水落則漸增至每秒九千立方公尺，而以洪澤湖爲停蓄之所。入海之道，自洪澤湖經張福河，循淤黃河槽而東，至東坎北，離黃河槽而東北，至套子口入海。規定淮水入海水量，每秒一千五百立方公尺。并擬在楊莊設活動壩一座。前項中之入海工程，即係由江蘇省政府主辦。該項工程自廿三年間開始，本年四月間可以完成。入江之計劃中之淮陰、邵伯、劉老澗三船閘及蔣壩楊莊兩活動壩，則由導淮委員會主辦，茲錄該會民國二十三年份發表之修濬工作計劃，藉悉其詳。按該項修濬工作分三期完成，計甲、防止水災工程。一、建造三河頭活動壩及船閘魚道。二、疏通歸江引河。三、修築洪澤湖圍堤及函洞。四、建造中運河活動壩三座。五、展闢自張福河經廢黃河到套子口入海水道。乙、便利航行工程。一、建造淮陰邵伯兩處船閘。二、自三江營至劉老澗自安徽懷遠至漣水東北蔡工閘，兩河道皆浚深并築堤。三、建造蔡工新浦龍浦三處船閘。四、龍溝建活動壩三座。五、自蔡工至新浦閘河道浚深并築堤。六、建造劉老澗河定得勝三船閘。（中運河）七、自徐州北山東邊境徽山湖叢家口起，至劉老澗閘中間河道浚深，并築堤，另改造鐵路橋。丙、灌溉農田工程。一、添造裏運河各閘洞新閘門。二、改造通楊運河口閘門。三、開挖洪澤湖至涇河閘之幹渠并造進水閘。四、開挖高寶湖區之灌溉水渠。五、開挖涇河閘至鹽城串場河水道。六、開挖鹽河至串場河水道。以上工程定五年內完成，需費則在一萬萬元左右。其淮陰邵伯兩船閘，業已建竣，先後通航。至全國近年建築之

閘壩工程，計已成之船閘、洩水閘、節制閘、活動壩、滾水壩二十三處。涇惠渭惠兩渠，業已完成，可灌田約一百萬畝。洛惠梅惠兩渠，正在施工，不久亦可完成，計可灌田約一百萬畝。

水工試驗所則全國祇有一處，即附設天津河北省立工學院內之中國第一水工試驗所，按該所原名「華北水工試驗所」，初由華北水利委員會與河北省立工業學院合辦，嗣復聯合黃河水利委員會、導淮委員會、太湖水利委員會、建設委員會、模範灌溉管理局、國立北洋工學院、陝西水利局及揚子江水利委員會等九機關合作，擔任試驗所之建築費與經常費，初步工程於民國二十三年六月一日動工，民國二十四年七月底完竣，除清水試驗基本設備外，該試驗所備有黃土水流試驗之基本設備，故適合於我國各項水流之試驗，該所之初步計劃，以研究黃土河流之各項試驗為中心，年餘來該所之工作有：(一)官廳壩第一次消力試驗，二十四年十一月二十二日開始，二十五年五月十四日完成，共作一百三十餘試驗。(二)官廳壩第二次消力試驗，於二十五年六月初開始，八月十八日完結。(三)黃土河流預備試驗。(四)蘆溝橋滾壩消力試驗等。

(六)海港 海港之開闢，中山先生實業計劃內其於商港之開闢，預定原則三項：(一)於中國中部北部南部各建一大洋港口，如紐約港者。(二)沿海岸建種種之商業港及漁業港。(三)於通航河流沿岸建商埠船埠，上述原則所指中部，即東方大港位置杭州灣中乍浦正南面，北部即北方大港，位置

直隸灣中南部即南方大港，使廣州改良爲一世界港。另定營口、海州、福州、欽州建四個二等海港。葫蘆島、黃河港、芝罘、寧波、溫州、廈門、汕頭、電白、海口、建九個三等港。安東、海洋島、秦皇島、龍口、石島灣、新洋港、呂四港、長塗港、石浦、福寧、湄州港、汕尾、西江口、安海、榆林港建十五個漁業港。至現在經營開闢中者，則有下列數處海港：

一、連雲港 土名老窩，本一荒村，在海州臨洪口外墟溝之東，外蔽西連島，港外爲東連西連二島，東連島與雲台山對峙，西連島與連雲港及大浦墟溝隔海相望，地勢北高南下，爲本港之屏障。隴海路爲我國橫貫東西之唯一幹路，連雲港居此路之終點，又與沿海之上海青島等處互相聯絡，其在政治軍事商業上皆爲最重要之地位，現已設市政籌備處，海港碼頭在建築中，位於墟溝，東北相距約二十里，雲台山背其後，鷹遊島面其前，碼頭由南向北伸入海中，有一號與二號兩碼頭，距離爲二百五十公尺，一號碼頭長三百五十公尺，寬六十公尺，碼頭之前面有障浪堤，更延長伸入海中六百公尺，靠岸則墊土石一百五十公尺，使伸入海內，用以建築堆棧。二號碼頭長三百五十公尺，寬五十五公尺，在一號碼頭之西。本港水潮深度，平潮爲四公尺，高潮爲五·三公尺，三千噸之船隻可以自由出入，兩碼頭共有六個船位。至兩碼頭及航道之工程材料，皆爲荷蘭港務公司承包，碼頭費三百五十六萬元，航道百數十萬元，均分別於二十四年底全部告竣。其他煤溝工程爲車站運煤上船之用，現亦竣工，費款三百

餘萬元，其裝運能力每小時可四百噸。黃窩儲水壩亦已興工，約費三百萬元左右，車站建築費五十萬元，發電廠五十萬元（現已開始送電），上列各項建築，雖耗費已逾千萬，要為我國將來極有希望之良港也。

二、三門灣 三門灣居浙江海岸之中心，三面環陸，東面島嶼羅列，宛若屏障，港內水深可容巨舶出入，擅水上交通之便利，港口蛇蟠貓頭白礁三洋連接，魚類繁夥，港南為製鹽區域，灣之週圍達二百餘里，估計約百餘萬畝，可供大規模之墾殖，實兼漁業港與商港之優點。經營辦法，必須甲、建築海塘，以利墾殖，查灣內海塗甚多，如旗門塗、正嶼塗、石明塘塗等處，可闢為農墾區域，惟須籌築海塘，以固基礎，如旗門塗地勢南高北低，若由南岸闕頭山脚之礁頭山嘴起，東至蛇蟠島之佃頭止，築一南堤，北岸由下洋山脚起，東至蛇蟠島之市門止，築一北堤，約可得荒塗四萬畝，又自獅子山脚起，東至市港口止，築一絕港堤，可得荒塗九千畝，如此沿岸一帶，可防鹽水浸入，初步種植棉花、蕎麥、豆類等耐鹽作物，以便逐年沖淡，化海塗為良田，方可種植稻麥等作物，俾得增加農業生產，復興農村。乙、創設漁業公司，於昌盛塘從事漁撈事業，附設水產品製造廠，製罐運銷，創設貝類養殖場於香港內，發展鹽業，該灣一帶煮鹽為業者二千三百餘家，每年產鹽七百五十萬擔，質白價廉，如改用科學方法提煉鹽精，希望必大。預估建築海塘費約一百萬元，墾殖公司資本十萬元，漁業公司資本五十萬元，養殖場資本五萬元，製鹽

廠資本二十萬元。此項估計未免太奢，但浙建廳已擬定發展該灣之步驟，爲（一）提前趕築公路以利開闢工程之進行，（二）調查土壤整理水利，（三）籌議開闢計劃及經費預算，循序推進。現三門灣之交通由臨海至高規間公路已告成功，高規至海源段路基亦告竣工，路面及橋樑則尙待建築，由海源至三門灣健跳所城之路線，則尙未施測，已由公路局擬具工程計劃及預算積極興工。關於土壤之調查，已派員前往一度查勘。水利方面，則擬請全國經濟會外籍水利顧問蒲得利氏負責查勘，漁業情形，則請中央研究院動植物研究所派員協助調查。

三、黃埔港 黃埔位廣東番禺縣東三角江右岸，關埠係爲孫總理所主張，民國十三四年間省港罷工時代，當時廣州國民政府爲期發展內地商業，擬定官民合辦設立開闢黃埔委員會，派定宋子文、孔祥熙等九人爲委員，組織委員會，共商進行。海外華僑及省港商人之投資者亦極多，後因出師北伐事遂擱置，十七年改爲督辦制，十八年改由廣東治河委員會接辦，惟均因經濟關係致進行甚緩，廿四年春，粵當局以開闢黃埔商埠，對於內地商務裨益甚大，且粵漢鐵路已通，則該港之開闢，實不容再緩，乃一面令羅文幹負責籌備進行，一面電請中央撥款補助，工程計劃卽於是年十二月間開始，預計分四期進行，第一期計六個月，預備工作主要者爲：（一）研究確定計劃，（二）水道之測量，（三）暗沙水道之測量，（四）暗沙與黃埔間水道之測量，（五）各島與黃埔港一帶之測量。第二期六個月，預備及實施

工作主要者：(一)建築水港及臨時碼頭，(二)建築長一百公尺之深水碼頭及貨棧，第三期六個月，實施工作主要者：(一)第二號暗沙治理工作，(二)第二號暗沙挖浚工作，(三)建築水碼頭牆，以供外洋船之用。(長二百公尺)第四期實施工作主要者：(一)建築貨棧，(二)第二號暗沙治理工作，(三)第二號暗沙挖浚工作，(四)港身挖浚工作，及江埠填土工作，(五)建築帆船港(二百公尺)碼頭樁，在港內安裝浮樑，預計費時兩年，即可成功，繼以經費無着，迄未成功。二十五年十一月間，粵省重行決定設置黃埔開埠督辦，委廣州市長曾養甫兼監督，初步工程，繼續實施，關於開埠經費，亦由中央規定，由鐵道部、漢鐵路局、廣東省政府三機關按月撥付若干萬元。粵省府並於本年四月一日起，發行開濬粵省港河工程美金公債二百萬元，一部份即係撥充黃埔開港經費，業決定由黃埔督辦統籌辦理，期於運輸上及貿易上得收相輔爲用之功。

四、瓊崖港 瓊崖爲吾國南海之屏障，亦爲我國南方絕好之實業區，天然物產寶藏豐富，礦產有金錫五金等，農產有樹膠、咖啡、薯類、椰子、檳榔、蔗糖、森林等，凡熱帶所有之農產品，無不應有盡有，餘如經營漁業鹽業畜牧，無不適宜，島之東岸有清瀾港，水深可容船舶出入，極適開作商港，現中央有開發之創議，擬撥巨款辦理交通築港等重要事項，全國經濟委員會常務委員宋子文氏並已親往考察，主張歡迎海內外資本家合力投資，最近粵港滬各界且有瓊崖實業考察團之組織，作一有計劃之探討，

預爲將來投資興業之準備，開港進行實現期當在不遠，馬來華僑亦正集資百萬，組織公司，以謀進行該島之橡樹椰樹甘蔗桐樹等之種植業與錫礦等之開礦業。按島上之出產僅以橡皮一項而論，每月即在二三千擔之間。

(七)給水 給水事業隨市政進步而發達，我國現合計僅有廿二處，計在上海者四處，首都、鎮江、常州、杭州、廣州、廈門、汕頭、漢口、武昌、青島、北平、昆明、梧州、重慶、浦東各一處，天津三處，內除二處無統計外，合計各處每日總消耗水量爲一三七、〇四六、三二〇加侖，又湖南長沙自來水計劃，亦已由該省省府會議議決交建廳審查核辦，預算經費約需一百八十萬至二百萬元。

第二節 機械工程

在一切科學化之今日，機器製造促成巨量生產。我國往昔各種工業，無不憑藉手工勞力爲之，國民精力，殊多虛糜。以言出品，則量既稀少，質亦欠佳。降至軌近，國人始漸有翻然覺悟，而從事於改良。鑒於未來世界之恐慌，日用必需之品，固需預爲籌謀。他方面如民族生存自衛救亡之工具，亦不可不事詳加，以備萬一。今試分別申論之。

(一)機製及機器事業 我國歷年輸入貨品之價值，較之輸出者，咸在數倍以上，致國民資財，向

外流洩，永無止境。數十年來，民間財力耗折殆盡，致演成今日農村破產都市凋零之現象，故佔重要位置之輸入品，必求其能自行製造，不仰給於外人，同時國產各種原料，亦不應使其悉數向外輸出，至少應於本國製造廠內製成熟貨，再行輸出，以增殖國家財力，欲求自製自給，則非借助於大量之機器以從事於大量之生產不可。國內主要機器製造廠，除電機部份另詳本章之第三節電機工程外，其他開設上海者，有大隆、寰球、中華、上海、恆昌祥、新民、新中、開泰、三星、安泰、安勤等十一廠。其中以大隆機器鐵廠規模較大。設備方面，有車床一二〇部，刨牀十二部，鑽床十五部，洗床十部，容量五噸之熔鐵爐三座，電動機十座。出品為各種紡織機及農業機器等。其次有中華鐵工廠之內燃機、磚瓦機、搪磁機、上海機器廠之柴油引擎、抽水機、碾米機等，均甚重要。各地有無錫之工藝機器廠、震旦機器鐵工廠、公益鐵工廠等三家。南通之資生鐵廠一家，蘇州之江蘇省立農具廠一家，常州之厚生製造機器廠、常州工務電機製造廠、萬盛鐵工廠等三家，煙台之德順興造鐘工廠一家，濰縣之華豐機器廠一家，濟南之東益鐵工廠一家，鄭州之大東機器廠、豫豐紗廠機器間等兩家，開封之河南省農工機器廠一家，青島之利生鐵工廠一家，北平之北平電車公司修造廠、永增工廠等二家，長沙之湖南民生工廠、湖南第一紡織廠修機部等二家，南昌之江西民生工廠一家，規模均不甚大。最近江西省正計劃設立機械製造廠，資本暫定五十萬元，內分工務、設計、事務三科，鑄工、木工、鐵工、機工、倉庫六部。出品第一期製五金零件

螺絲釘、抽水機、柴油機、曳引機、腳踏車、簡單機械等。第二期製造貨車、機關車、摩托車等。一俟政府核准，即可開辦。國營方面，則有中央機器廠，廠址設上海真如北新涇，預定每年可出無縫管子八千噸，白鐵皮二千六百噸，管子鋼條三千七百八十噸，機器鑄鋼（包括代客鑄鋼及工作機製造機等）二百七十噸，機器鑄鐵（包括代客鑄鐵及工作製造機等）四百噸，管子接頭一百噸，其他機器二百五十噸。該廠所有經費，概由管理中英庚款董事會借撥，不久即將開工。

(二)飛機製造 機械進步，使各種飛機之製造，愈趨精良。考近世軍用飛機之種類甚多，我國皆不能製造。如向外國購買，所得必非精品，我國土地遼廣，空防異常重要。至少須有軍用飛機千架。亟宜自行設廠製造。我國航空委員會第一修理廠雖曾於民國二十三年間完成第一架自製飛機「爪哇」號，而究其木料，係採用美國白銀松。發動機各種儀器，鋼管、鉛皮、鋼條及輪胎等，亦無不仰給外人。所可差強人意者，則膠布採用杭綢，全部零件自行裝配而已。現甯橋有中央飛機製造廠，南昌亦已籌備設廠。其他馬江海軍飛機製造廠，廣東大沙頭航空工廠，廣西沙灣飛機廠，雲南航空工廠等，均辦理裝配與修理工作。據海關二十五年一月份起九個月統計，飛機及附件入口，陸海軍用者不計在內，已值九一五、九一四元。倘合併計之，為數尙不止此。我國民航機合中國歐亞兩公司計之，共為二十六架。

(三)汽車製造 交通發達，公路擴展，直接使汽車之需要量增多。據海關報告，民國十九年之入

口汽車數八、七八一輛，現有之我國汽車總數則約計在八萬輛以上。查公路之擴張，不特關係交通，抑且有輔軍事。故普通汽車之製造，固亟待籌劃進行，而軍用汽車之裝配，亦不容或緩。我國工程界已有木炭及煤氣汽車之試驗，對於節省汽油消耗一點，實有重大貢獻。惟關於汽車本身之製造及裝配方面，固仍有待於汽車工程研究者之繼續努力。上海有福特汽車廠之配裝廠，近我國政府亦已與德國（Benz）廠合作創設中國汽車製造公司（China Automobile Mfg. Co.）在株州及上海兩地組設總分廠各一處。額定資本金為國幣六百萬元，計劃在起首五年，月出汽車一百輛，預計在民國三十年可以達到完全自製之目的。

（四）防空兵器製造 未來戰爭之趨勢，必將側重於空中戰爭。防空之重要，自不待言，防空兵器之製造，其需要不減於飛機。防空兵器大別之為防空槍砲及輔助用之防空兵器數種。按其用途上言之，可分為高射砲、高射機關砲及高射機關槍三種。輔助用之防空兵器則為指揮儀、測高儀、照空燈及測音機等。此項兵器我國目前所採用者，悉係舶來品，尙未能自行製造。

（五）船舶事業 造船關係商務及軍事至大。我國對於此項事業雖有久遠之歷史，而綠鱸巨艦，尙付闕如。其他小艦，莫不購自國外，茲約述現狀如次：我國造船以直屬海軍之江南造船所（同治四年設立）、馬尾造船所（同治五年設立）、廈門造船所（民國九年設立）及青島船塢等處，較為著

名。江南造船所於民國八年時且曾爲美國航務部承造船身重量各一萬噸之輪船四隻，故規模較爲宏大。其外尚有上海造船廠十一處，武昌漢陽各一處，廣州四處。至全國海軍艦隊總噸數爲四〇・六五〇，其中我國自造一六・九一七噸，佔百分之四一・六七。德國造八・九六四噸，佔百分之二二・〇七。日本造八・五七四噸，佔百分之二一・一一。英國造六・一五〇噸，佔百分之一五・一五。我國自辦輪船公司，始於清同治十一年之招商局，航行沿海及長江等埠，現改爲國營。其外尚有政記、三北、民生、北方航業、大通仁記、肇興、大達、寧紹、毓大、達興、中威、直東、民新、鴻安、和豐新記、中國合衆等公司，俱屬商營。總計全國公私營註冊輪船一八九艘，總噸數三十七萬五千以上，以與日本之三・八一二・〇〇噸相較，我國僅及其十分之一。全國外商輪船一四六艘，其中太古公司最多，計五十六艘，其外分屬於怡和、省港澳、兆安、同安、德忌利士、廣安、四邑、潮安、和發、成廉、生和、西江、商業、裕源、合記、和通、日清、大阪、大連等公司及汽船會社，總噸數在三十五萬以上。與我國現有噸數幾相等埒。

(六) 紡織事業 我國人口衆多，棉產居世界之第三位。而日用所需，自給尙感困難。全國九十五家紗廠，總計有紡紗錠子約三百萬枚，紡線錠子約十六萬枚，織布機約二萬五千餘架。如不購用外貨，則全國將有半數之人民衣著無着。歷年我國紡線錠子及布機之增加狀態，計紡線錠子民八、八八九・〇〇〇枚，民十三、二・一七六・〇〇〇枚，民十八、二・三八六・〇〇〇枚，民廿四、三・〇〇九・

〇〇〇枚，布機民九·七·四〇台，民十四·一三·三七一台，民十九·一五·九五五台，民廿四·二四·八六一台。我國全國九十五紗廠之散布地，計上海市卅一，資本約三千五百萬元。河北省十，資本約三千萬元。江蘇省二十二，湖北省七，資本不詳。其他各處二十五，資本約四千萬元以上。總投資額估計在五萬萬元左右。外商紗廠之在國內者，爲英商四，均設上海，資本約二千二百餘萬元。日商四十四，三十家設上海，十四家設其他各處。資本共達五萬五千七百七十七萬日圓之鉅。以上華商紗廠紗錠數二、九二二、九八一，線錠數一七六·八三八，全國毛紡織工廠二十所，中美商兩所，中美合辦一所，日商辦一所，紡錠最大者爲北平軍政部清河織呢廠，計四千八百，織機最多者爲瀋陽日商滿蒙製絨會社，計織機八十架，全國紡織大學祇南通紡織學院一所，高中設有紡織科者有浙江大學附屬高中及蘇州工專，其他祇北平大學設有紡織系，交大於二十五年十月開辦紡織工業短期訓練班，定一年修畢。民國二十二年統計全國有棉田四〇·四五四·〇一三畝，產棉九·七七四·二〇七擔，毛類則產於西北諸省，如甘肅、陝西、河南、河北、山東、綏遠、察哈爾、熱河、寧夏、新疆等地，合計每年約產羊毛六十一萬四千餘擔，駝毛十萬零五千餘擔。江西省政府近有募股三百萬元創設大規模紡織廠之議，深望可以見諸實施，以裕民生。又雲南紡紗廠亦於本年四月可以開工，資本定國幣八十萬元。

第三節 電機工程

人類控制大自然之最有力表現，厥為電氣事業之發展。電氣工程往往僅憑藉一發動機械，可發生電力至數萬匹馬力，已可驚異，且有利用水力，發生巨大之電力，尤令人贊佩科學能力之偉大。按今日全世界水力發電統計，共應有四萬五千五百萬馬力，但已發者約祇三千五百萬馬力，我國應有二千萬馬力，現在僅有一千六百馬力，不及應有數萬分之一，如江淮黃河等大小水流，無一不可以利用發電，而揚子江尤為最大水力發電之源泉，亟應設法利用。尤有進者，電機工程年來因我國努力於交通建設之結果，電信方面進步極速，電力方面亦有可觀。考電機所用材料，除一部份已能自給外，多數機件，固無不購自國外，故自製自給一舉，不容再緩。茲就前述兩端，引伸論之。

(一)發電 我國電氣事業之發電總量，據廿四年份之統計，為公營二十三家，發電六一·三四三瓩，民營四一四家，發電容量二一〇·六七六瓩，官商合辦五家，發電六·一五〇瓩，中外合資四家，發電三一·五〇〇瓩，完全外資十家，發電二七五·二四五瓩，其中以汽輪機發電五一六·九五三瓩，內燃機六五·七五一瓩，水力機二·二一〇瓩。燃料消耗為煙煤二·四六〇·九三九公噸，白煤一二·二六九公噸，柴油四四·〇六六公噸。至於發電概況，目下最大之公營電廠為首都電廠，廠量

一三·九二〇瓩，投資額四·七四九·〇〇〇元。最大之民營電廠爲廣州電廠，廠量二四·〇〇〇瓩，投資額一一·五三四·〇〇〇元。中外合資者則推中日商人合辦之青島電廠，廠量一三·八〇〇瓩，投資額二·〇〇〇·〇〇〇元。完全外資者則以美商經營之上海電力公司爲第一，廠量一八三·五〇〇瓩，投資額一一二·五〇〇·〇〇〇元。

(二)水力發電 我國水力發電，今日尙在萌芽時代，按此項發電事業以雲南商辦耀龍電燈公司爲最早，以外尙有四川瀘州及福建福州之電燈公司等。但水力均不甚大，國民政府前亦注意及此。曾一度於民國廿一年秋派員組織揚子江上游水力勘測隊，前往宜昌一帶從事研究測量。當時認爲有發展水力可能之地點爲1.忠洲相近之黃花城，2.鄧都附近之蠶背磯，3.涪州上游之剪峽，及4.長壽上游之大堆子等處，該項勘測結果之報告，計得結論兩點：一、揚子江之水力自宜昌以上始有利用之可能，宜昌附近有葛洲壩及黃陵廟兩處，堪以建壩設廠；二、就大江本流而言，若利用重慶宜昌間一二五公尺之全部坡降及三·五〇〇秒立方公尺之枯水流量，可得常年四·三七〇·〇〇〇匹馬力，若用每年九個月之流量，即七·〇〇〇秒立方公尺，則九個月中可得八·七五〇·〇〇〇匹馬力。若用每年七個月之流量，即一二·五〇〇秒立方公尺，則七個月中可得一五·六〇〇·〇〇〇匹馬力。

(二) 電信 我國電信事業可概分爲有綫電信及無線電信兩部分。(甲)有綫電信包括1.電報,我國電報始自清同治十二年(丹人所辦之淞滬綫,及光緒五年李鴻章招人承辦之津沽綫,民國元年我國有報局五六五所,收發報機七八七具,報綫六二·五二三公里。民國廿四年,報局已增至一三四六所,收發機二四四三具,報綫九八·八六五公里。2.電話(1)市內電話,民國十六年時國營市內電話全國計廿處,內僅天津一處,係採用自動式及共電式,其餘採用共電式者五處,磁石式者十四處。至廿五年六月,全國已有市內電話卅六處,(尙有設於東北之三處未計入)內採用自動式者四處,自動式與共電式參用者一處,共電式者六處,磁石式者廿五處,全國話機容量亦自四萬八千餘號增至七萬三千餘號。如與省營及商營者合併計之,全國電話機數約共爲一六四·〇〇〇具。其中三分之一在上海,自動話機總數爲九六·〇〇〇具,內旋轉式百分之六十五,餘百分之三十五爲步進式。(2)長途電話,民國元年尙祇平津兩地可以互通,降至近年則各省均已普遍建設,如浙江省,至民國廿五年六月止,共已完成幹綫及支鄉綫八·三四三公里,邊防綫一九〇公里。國營長途電話,在十六年時,綜計全國所有銅質及鐵質長途電話綫僅四千餘公里,通話地點不過數十,而至廿五年六月,全國銅鐵電話綫路已達三萬七八千公里,通話地點增至七百處。省營者除浙江已有說明外,其他省份之有數字可稽者,爲江蘇三、二四四公里,湖北二、〇九九公里,湖南一、三八八公里,河南三六五

·五五公里廣東二六一·八〇公里河北六·八三八·八公里（內銅線一·一七六公里鉛線五·六六二·八公里）山東一一·二一〇公里。又長途綫每因兩局間距離里程太長，致傳輸衰耗超出標準，通話自欠暢達，如欲減少此項衰耗，須採用增音機。浙江省杭州電話總局現已裝有二二式繩路增音機二付，增音效能各爲二十二份，迭經應用，結果極佳。交通部九省話線亦多採用。最近則又有載波電話之發明，祇利用原有線對，中間毋須添築線路，可增加綫路之功效。此項設備不特建築費可較添築綫路爲省，且平日維持所需，亦經濟倍蓰，誠現代通訊之良好的工具也。浙江省電話局首先採用是項設備，自杭州至永嘉一段綫路其距離爲四八七·六九公里。如加掛十二號銅線一對，每公里線路工料費需國幣一百七十元，則杭永間加掛十二號銅線一對，即需線路工料費國幣八二·九〇七元。該局現採用之是段綫路載波電話設備，僅需國幣三一·三〇四元。需費約占造線百分之三十八，再就裝置機械及試驗之時間言，僅需工人四人，工作五日，如加掛一對線路，則至少需工人四十人，工作一百日，始能完成，而所得音量且較載波電話爲低。浙省杭永間是項設備，於本年一月二十五日完成通話，成效殊佳。

(乙)無線電信 我國最早之無線電台係民國十年美人在上海創設中國無線電公司所附設之50瓦電台，同年復有美國開洛公司（Kallogg Co.）設一支行於上海，專售電話及無線電器械，同時設一100瓦電台，迨民國十五年始有國人自設之50瓦新電台，報告商情，新

聞，及播送唱片，同年交通部在天津設立長波電台，北平電話局亦於是年設一20瓦電台，後增至300瓦，繼有遼寧浙江等電台之設立。十六年中央黨部在南京設一500瓦電台，後移至江東門，電力增至75瓦。我國無線電事業之發軔，雖以廣播爲先導，而就其發達方面言，實至速而廣，茲將國內現狀作簡括陳述如次：1. 無線電報，全國無線電報台六〇所，國際方面如菲、港、爪哇、西貢、東京、德、法、瑞、俄、英、意、美、德等處，均可通報。2. 電話，全國無線電話國外可與日本、歐美通話，國內則爲滬、粵、港等數處相互通話。3. 廣播，據廿五年八月份統計，全國現有廣播電台九十九所，東北各處三所，總電力一一・二八七・五瓦。

(四)電機材料製造 因國內電信電力擴展之結果，關於電機材料之需要，在數量方面，因以大增。目下我國已能自製者爲益中、福記、機器、益電公司，出品有變壓器、瓷絕緣體及電動機等，華通公司出品有電扇變壓器、油開關、發電機及電動機等，華生及華成電器製造廠，出品有電扇發電機及變壓器等，建設委員會電機製造廠出品有電池、電動機及無線電收發報機等，亞浦耳電器廠出品有電燈電扇等，亞光製造公司出品有電器、電木及電氣冰箱等。其他則爲合衆電器公司之乾電池，譚泮蓄電池公司之蓄電池，並專造電燈之上海電泡廠、華德工廠、亞爾登電器製造廠及中國電泡廠等若干家。據統計所載，民國二十二年我國電機材料輸入爲電纜七七九、〇〇〇美元，電池一、六六〇・〇

○○美元，電綫一·○○○·○○○美元，電氣度量器五四四·○○○美元，零件一·一○○·○○○美元，其他（電扇在外）四二八·○○○美元，總值共五·五一一·○○○美元。巨量材料仰給舶來，影響國家支出，實非淺鮮，此蓋係平時之需要，倘一遇戰時，海口封鎖，則我國勢將束手無策，故爲未雨綢繆計，電機材料之自行製造，亟應即速進行，以防不虞。

第四節 化學工程

化學工程關係國計民生至鉅，在物產豐饒之我國，化學工程發達最早，惜以墨守成規，罔知改良，致事事均落人後，良可感喟！桐油本爲我國獨佔之事業，今因品質上不加改良，前途極堪憂虞！磁器爲我國唯一發明用品，而今國人日常皿器，且均仰給外貨，製紙亦爲我國發明，徒因故步自封，馴至外貨充斥市場。據一般之統計，我國捲煙一項，全國華洋各煙廠每年需用捲紙一百十萬零七千四百七十二卷。若就價值計算，外貨捲紙每卷平均約售國幣六元，僅捲紙一項，估其總值已爲六百六十四萬四千八百三十二元。餘可概見。惟近數年來國內多數工廠，尙能努力推進，如永利，開成，天原，天利之三酸燒鹼漂粉廠，五洲之固本皂甘油廠，中國化學工業社，家庭工業社，永和實業之化粧品廠，均能自力製造，差堪自慰！第化工方面有待於改進及發展者尙多，深願我國化學工程師不避艱苦，奮鬥到底，以挽

漏卮，實所深望！茲將各項化學工程分述如次：

(一) 植物油 利用菜子、桐子、豆子類等植物種子製成油餅，榨取其中之油質，在我國已有悠久之歷史，不過皆為手工生產，規模甚小。迨清光緒廿一年，英商太古洋行在東北營口設立新式榨油廠，此項企業在我國始走入一新階段。上海一埠在光緒年間所創立之植物油廠即有大德、大盛、立德、同昌、大有等廠，均係國人自營，發展頗稱順利。東北失陷以後，乃受一嚴重打擊。其中惟桐油一項在國際市場上我國仍據首位。按歷年統計，民國二十二年輸出額最高，總量為一·二四六·八四七擔，每擔值二四·二七元，共值國幣數三〇·二六一·二六九元。民國二十四年輸出價格最高，計每擔平均售價為五六·六三元。民國二十五年輸出額約達四五·八二〇·三二八元，數額最高，重要產地為四川、湖南、廣東及江蘇、浙江、福建、廣西、貴州、湖北等省。據專家估計，我國植桐面積為八五二·五〇〇市畝，每畝平均可得桐子六擔，榨油百七十斤左右，年產桐油約百七十萬石。四川出產最多，約計七十餘萬擔，湖南居第二位，亦六十萬擔左右。產額雖讓四川，而品質之佳，則居全國首位。二十五年間實業部為改良桐油生產製造並謀發展對外貿易起見，發起籌備中國植物油料廠，與四川、湖南、湖北、浙江、安徽、五省官商合辦。基金定為貳百萬元，由實業部擔任五十萬元，五省各擔任三十萬元。於八月十五日在牯嶺舉行創立會議，現設總事務所於漢口，分事務所於上海、皖省分廠擬設蕪湖，浙省分廠

擬設蘭谿、湖南之長沙、常德，兩處則各建一煉油廠與貯池，四川則於重慶、萬縣兩處成立油廠，上海分廠並已開工，每日可榨桐油六十噸。

(二)磁器 我國第一產磁之區爲宋景德中所置之江西浮梁縣西南二十里地方之景德鎮，世界聞名。在昔曾有柴窰九十九座，陶工數萬人，極稱繁盛。近頃則法國及日本均能仿造，且加改良，出品已遠勝吾國。夷考吾國所以失敗之原因，厥爲墨守舊法，不知改良。然欲復興磁器，則問題綦多。如原料品質之產地調查，(如浙江龍泉之磁土即頗著名)原料之配合製煉，做坏上釉及燒窰各方面成本之減低，使趨合理化，設備之採用新式科學方法，以從事於大量生產等，其他則技術人才之訓練，製成磁器之推銷，無一不需加以研究改進。往歲實業部爲改進贛省磁器，曾有在景德鎮設立國窰及原料製成廠之議。按該省原設有陶業管理局，專司全省磁器之研究調查，設計改進，指導監督，及磁器工人之訓練管理等事項，惟規模不大，故最近贛省建設廳又有復興該省磁器之計劃，深望實現，以裨益民生。據民國二十五年海關九個月之統計，磁器輸入值國幣四四八、〇〇九元，輸出值八〇八、〇一
一元。

(三)造紙 世界低廉之紙料以木漿爲最。現時歐洲之挪威、瑞典及美國之北部，加拿大之南部諸紙廠，多設於產林之區。以製造木漿便利故也。美國紙廠全國有七百餘家，多半自造木漿，以充紙料。

造料廠之小者，日出二十五噸，（每噸合中國十六擔七十斤）以上。大者日出三百五十噸左右。造紙原料既極充裕，兼之利用天然水力從事製造，所費奇省。此種木漿造成之報紙，每磅成本不過美金二三分。紙廠設備，資本既極充足，機械尤為新穎，加以利用科學方法，故出品精良，銷路廣大。我國實業部曾計劃於距溫州約九十里之溫溪地方，設立造紙廠，利用本地杉木，先造木漿，再製成新聞紙。全部預算為國幣五百萬元，依照計劃估計，將來每日可製機械木漿二十五噸，亞硫酸木漿十噸，合製成新聞紙三十五噸。捲筒與散令二種同時并製，每年以三百三十日計算，可出新聞紙一萬一千五百五十噸。若按每噸國幣二百元計算，則所出新聞紙之價值，可達國幣貳百卅一萬元。吾人深盼是項計劃早日實現，以應需要。最近江西省政府亦擬籌設造紙廠。

（四）硫酸銨 硫酸銨含氮約百分之二十，易溶於水，肥效甚速。作為肥料，能使種植物枝葉繁茂。蓋天然肥料適宜於基肥，而化學肥料則除適宜於基肥之外，尚可用為追肥也。民國十九年是項輸入達二十四萬噸。我國以農立國，肥料之需用，至為殷切。今每年均由國外巨量輸入，自非根本設法挽救，不可聞國內永利化學工業公司已在江蘇六合縣境，設廠製造，現已出貨。深望國人普遍採用，藉挽利權。

（五）本國藥物 邇來國藥研究，漸為國人重視。中央研究院且有國藥研究室之創立，洵足欣慰。

證諸日本長井博士之發明國藥麻黃素，即可測知此後之希望正屬不可限量！即我國之丸散膏丹如六神丸、行軍散、保赤萬應散、虎骨酒等，均本歷代相傳之祕方，由一家專製，服之者往往有效。外人亦多有服用之者。是則亟宜以科學之分析方法，以窮探其究竟，證以近今學理，明其功效，庶我國古代方劑，亦有昌明之一日。

(六)燃料 燃料包括油類及煤炭，關係民生及國防者至鉅。我國本部之石油產額，年祇數千桶，而汽油進口，年達六十萬桶。煤產雖豐，而開採不多，復以交通不便，運費過高，致成本昂貴，嗣至不能與外煤競爭。煤油亦僅安山、撫順、本溪等處可供提煉，所需幾於全部仰給外貨。此在平時，固已影響國民經濟，他日一遇作戰，遭受封鎖時，來源斷絕，煤量缺乏，則一切機器不能發動，火車不能行駛，軍艦不能出港。汽油缺乏，則汽車不能供運輸，飛機將等於廢物。如一九一七年法總統克里孟梭向美求援，其電文中至稱石油為「將來戰爭之血」，其重要性即可想見。關於以上之主要燃料，各國無不殫精竭慮，設法獲得原料產地，或更統制出口，儲藏以備萬一，否則亦另找代用品以應急需。我國雖遠之有木炭，汽車之改進，近之有煤氣汽車之試驗，且有植物油料可以代用煤油，然戰爭命脈之煤與汽油兩種主要發動燃料，終將供給缺乏，此雖關係礦冶的問題，但化學工程界實不能不注意及之，因試驗及發明代用品實我國化學工程師之責任也。按吾國石油產量缺乏，而產煤尚富，亟應自煤中提取柴油及汽

油等燃料。最近資源委員會採取費休法煉煤提取煤油及汽油，現正在試驗中，實行當在不遠。

第五節 礦冶工程

我國礦產蘊藏最富，幾於各省皆是。惟開採沿用舊法，機械不精，交通阻滯，礦業未臻發達。依據統計我國礦產每年開採僅及全世界總產量百分之二·三。如與美國相較，我國僅及其百分之六·六九，良可致慨。此後發展之道有三：即一、積聚資本，從事新法開採。二、注意冶鍊問題，毋使大好原料移供他人使用。三、促進交通建設，竭力避免貨棄於地，致礙發展。據實業部統計民國二十五年六月註冊之全國私營礦業計五六七家，總計鑛田爲二·二三七·九二三畝，另有小鑛四十五家，鑛田總計爲一六·四六二·一一八畝，小鑛四三六家，鑛田二五二·八三三畝，其中非金屬鑛合計煤佔百分之六〇，鑛田煤畝佔百分之八十三，鑛田計爲八四二畝。註冊之非金屬私營礦業計一·一七四家。各省方面則廣西省於民國廿三年成立礦務局，據該年份統計全省有省營商辦之錫鑛區一處，面積四四七畝六方丈八方尺，民營領照探鑛區計有十一類六十六公司，一百零五區，一十九萬五千貳百零貳公畝餘，民營領照探鑛區計三類，五公司，十一區，一萬六千二百六十三公畝餘。最近浙江省政府爲確定開發浙江省礦產計劃起見，有與中央研究院共同組織浙江省礦產調查隊之議，贛省亦將擇贛南

方面設立選礦及鍊錫廠，故礦業前途徵兆殊佳。茲輯我國主要各種礦產及冶鍊廠現狀以供考覽。

(一)煤 據實業部地質調查所之統計，全國藏煤量爲二一七·六二六·〇〇〇噸，(合計二二一·一〇八·〇一六·〇〇〇公噸)其中煙煤佔百分之七九·七一，無煙煤佔百分之二〇·〇三，褐煤佔百分之〇·二六。以省別言，則以山西藏煤爲最富。礦脈之分佈殆及全省，晉城、平定、臨汾、大同附近之處煤層之厚，多有及二三丈者。其他省份較著者爲湖南之南嶺至湘潭一帶，蘊藏之富，僅次於山西。廣西東部之鍾山縣西灣煤田儲煤約一千萬噸，遷江合嶺山煤田儲量約二千四百萬噸，統計全省儲量約爲六千萬噸。其外則江蘇之銅山、賈汪，浙江之長興、江山、衢縣、義烏，安徽之宿縣、烈山，江西自潦水流域萍鄉起，東亘袁水流域，過豐城，至餘干、樂平一帶。河北之臨城、石門、磁縣、房山，山東之濰縣、淄川、博山、嶧縣、臨川，河南，黃河以北之清化鎮、六河溝，黃河以南之密縣、禹縣、滎陽、新安，陝縣，陝西中部之秦嶺脈，南部之巴山脈，北部之橫山脈。福建之邵武，貴州之遵義、畢節、平越、安順、遼寧之撫順、本溪，吉林之穆稜、杉松岡，新疆之哈密、鎮西、吐魯番，熱河之朝陽等，均有礦藏及出產。現時我國雖年產約二千五六百萬噸，然實際祇佔總儲藏量萬分之一，截至廿五年六月底止，各省已設定礦權之礦區爲國營六，面積六一九·六八九·八六公畝，包括贛、冀、魯三省，民營九七九，面積一五·六八五·九〇八·三三三公畝，包括蘇、浙、皖、贛、鄂、豫、冀、魯、晉、甘、川、粵、滇、察、綏、熱、寧、夏等省。

(二)鐵 我國堪作大規模開採之鐵礦，合計在九萬萬噸以上。產額以湖北之大冶鐵山、獅子山、紗帽翅山、象鼻山居全國第一位。其外則安徽之繁昌、桃冲山，江西之袁水流域及永新、虔南、湖南之湘資二水流域，四川之碁江，山東之金嶺鎮，山西之平定、盂縣、長治、高平、臨縣，陝西之沔陽，福建之長汀、廣西之桂林等三十三縣，貴州之清溪、遼寧之遼陽，及新疆之英吉沙等處，均有礦藏。其已調查確實者，尙有浙江長興、景牛山與土王洞之熱液交換而成之赤鐵礦與褐鐵礦，約五百餘萬噸。建德、淳安之接觸變質而成之赤鐵礦約二百餘萬噸，又雲和、麗水、宣平、青田之磁鐵礦鐵砂約六千二百萬噸。除遼寧一省之儲量共爲三八七·五八〇·〇〇〇噸，已全爲日人估據開發外，我國現在自行開採者，僅湖北之大冶及象鼻山、安徽之繁昌及當塗，山西之陽泉，及江蘇之利國驛各礦。而大冶繁昌及當塗三礦所產之鐵砂其全部售給日本，年共五百六十萬噸。其餘自用之鐵不過二十萬噸上下。新式鐵廠僅六河溝煤礦公司之揚子鐵廠日產鐵約一百噸，及保晉公司之陽泉鐵廠日產鐵約二十噸而已。二十三年總計產額二·一三五·〇三二噸。截至二十五年六月底止，各省已設定鑛權之礦區，計爲國營十四，面積二三八·一〇九·五六公畝，包括蘇、浙、皖、鄂、川、熱六省，民營五十二，面積三八〇·九四九·九一公畝，包括蘇、浙、皖、豫、甘、粵、贛、湘、鄂、冀、察、滇十二省。至煉鋼事業除漢陽之漢冶萍公司已停工，東北四省之鞍山鐵廠及瀋陽兵工廠已爲日人攫奪外，(鞍山鐵廠每日產量達三千噸之鉅，瀋陽兵工廠則已

改爲機器廠。計上海設有四處，浦東一處，太原、重慶各一處，內江南造船廠一處除外，合計每日可產鋼二一〇噸，其外有鐵部新辦者，株州鋼鐵廠一處，尙無正確產量。在進行中者，有國營鋼鐵廠，計劃每年可產生鐵九萬噸，鋼料七萬五千噸，鋼軌二萬噸，包括大型鋼料二萬噸，輕鋼軌六千噸，中小型鋼料二萬五千噸，鈎釘一千噸，特種鋼條（三五公釐對徑槍桿鋼）三千噸，焦炭一十二萬六千噸，輕油及其他貴油二千二百五十噸，硫酸銨肥料二千五百噸，苛爾太油八千四百噸。該廠廠址勘定馬鞍山及卸甲甸兩處，全部估價爲四千一百九十萬馬克，將來擬利用外資開辦。

(二)銅 我國發現銅礦之地甚多，而堪以新法採鍊者，據現在所知，僅有雲南之會澤，四川之彭縣及湖北之陽新，大冶等礦。其外安徽之當塗赤金山，四川之彭縣，陝西之鎮安，福建之南平，廣西之鬱林，天寶，雲南之東川等處均產有銅礦。會澤在前清最盛之時，曾年產銅七千噸。近年平均約產銅二百餘噸。貴州大定之大興銅礦，近來則以經費不繼而停辦。此外吉林省之延吉，盤石兩縣，其產量雖不甚大，而礦質頗佳，現已入日本之手。熱河省灤平縣隆化縣之銅礦亦然。二十三年產額總計四七一噸。截至廿五年六月底止，各省已設定鑛權之鑛區爲國營二，面積四・七五三・七〇二・六二公畝，祇湖北一省。民營五，一〇・五八四・七〇公畝，包括鄂，川，滇三省。冶鍊方面，有雲南省會巧家及永北各二處，易門一處，四川省彭縣白水河一處。

(四)錫 我國錫產之富，甲於全球，儲藏量計值爲三·六七七·〇〇〇噸，產量曾達世界總額百分之八十。產地遍佈於西南之湘、黔、滇、桂、粵數省，而尤以湘省爲產錫之中心。產地在資水流域一帶，其產量占全國百分之九十以上，歷年出口總額計爲民三以後年達三萬餘噸，民七以後，減至二萬餘噸，近年以外商故意將錫價抑低，故至民二十一二年，出口僅一萬餘噸。截至二十五年六月底止，已設定鑛權之鑛區省份爲安徽、計國營一區，面積二·〇五二·七五公畝，民營二二八·面積三五九·三九〇·三三三公畝，包括浙、皖、贛、湘、川、滇、及兩廣。

(五)鎢 我國爲世界產鎢最多之國，儲藏量爲一·〇〇〇·〇〇〇噸，產量約佔全世界產額百分之卅七。產地集中於江西、湖南、廣東三省。其次廣西之恭城、賀縣、賓陽及福建省等亦略有出產。惟我國至今尚未自行設廠冶鍊。據民國二十三年之統計，輸出爲六·三〇五噸。截至二十五年六月底止，已設定鑛權鑛區省份爲江西，計國營六區，面積四九〇·五九一·三〇公畝，民營祇湖南一區，計鑛區五十四，面積三四〇·三四八·九一公畝。

(六)錳 我國產錳之地頗多，而以湖南、廣西、廣東、江西等省爲最盛，其中尤以廣西之武宣、三里圩、錳鑛在歐戰期中曾獲厚利，全國儲量估計爲二二·五〇〇·〇〇〇噸，年產鑛石約六七萬噸，因尙無製鍊鐵錳合金之廠，大都銷售國外，自用極少。據二十一年統計，輸出量共爲三四二·八一四擔。

值價約一九八、二五二兩。截至二十五年六月底止，各省已設定鑛權之鑛區省份，計爲浙、贛、湘、鄂、冀、粵、桂、七省，包括鑛區二十五，面積八二·八六三·三九公畝。

(七) 錫 我國最有名之錫礦產地爲福建之寧德、永泰二縣。在民國十年以前曾年產三百噸，現已停採。此外湖南之汝城、江西南部及廣東寶安、惠陽兩縣交界之嶺澳村、浙江青田之石平川及黃坪村均產有錫礦。截至二十五年六月底止，已設定鑛權之省份爲閩、浙兩省，計鑛區七，面積二〇·九七六·一五公畝。屬民營，就中浙江一省計佔一六·六六四·八〇公畝。民國二十四年間，實業部並派員赴該省等產錫地帶，詳密查勘，以期產量增加，準備留爲製鍊特種鋼之用。浙省現正設法開採。

(八) 錫 我國每年產錫之量，次於馬來半島、玻利維亞、荷屬南洋羣島及暹羅四區域，而佔世界第五位。產地以雲南箇舊爲最著名。廣西之富川、賀縣、鍾山次之。湖南之江華、郴縣、臨武又次之。據民國二十一年統計，輸出量二·一〇九噸，值價二·二八三·四六六兩。截至二十五年六月底止，各省已設定鑛權之省份，計爲贛、湘、桂、滇、四省，包括鑛區五十四，面積一九三·〇八五·七五公畝，又三·三三三公畝。

(九) 石油 我國以陝西、四川、甘肅三省儲藏石油最富。其他如熱河、遼寧、山西、廣東、廣西、貴州諸省藏油亦多。分佈狀況：(一) 陝西含油地層有延長、永平、膚施三組。其分佈南自宜川、郿縣，北遍陝北、東

起延長，延川，西至膚施，安定。現開採者，僅延長官礦一處。該處曾由實業部派美籍技師探勘，據稱儲油量能供給全世界三百年之需。(一)四川富順東北之自流井及其附近一帶爲儲油最多之區。其次爲嘉定及嘉陵等區。(二)甘肅馬連河流域入地約在三千至五千尺之間儲有石油。據申報年鑑所載，全國石油儲藏之已知數字，爲中國本部二·二二七兆桶，東北四省二·一一〇兆桶，合計四·三三七兆桶。民國二十三年我國產油六七七·四八一桶，而屬我國本部者，僅二千餘桶。其餘均產於東北四省，已爲日人所攫奪以去。民國二十五年上期輸入統計爲煤油一三七·三五五·二三八公升，價值六·二八一·四四一金元。汽油七五·六七一·三〇三公升，價值四·四〇六·六七三金元。柴油一六九·八九二公噸，價值三·九二九·八五二金元。總值一四·六一七·九六六金元。截至二十五年六月底止，各省已設定礦權之礦區省份爲四川及陝西，計國營礦區五，面積一一·五三七·八七六·八〇公畝。

(十) 氟石 氟石或稱螢石，含高度之氟化鈣。於冶業理化工業磨琢業用途頗廣。國內產量以浙江爲最豐，他省均所弗及。省內臨安、吳興、金華、義烏、武義、永康、浦江、常山、江山、龍游、諸暨、新昌、嵊縣、寧海、象山各縣，無不產之。民國十七八年開採頗盛，年產至一萬二千噸，平均市價每噸約十五元，大都銷往日本。其儲量之調查，有武義約一·六九〇·〇〇〇公噸，義烏五〇七·八二〇公噸，金華一二四·

三六〇公噸，江山二·三八五公噸，常山六·三〇〇公噸，吳興一·〇一〇·〇〇〇公噸。截至二十五年六月底止，已設定礦權之礦區省份爲浙魯兩省，包括民營礦區二十八，面積五一·五〇〇·一七公畝。

參看以上國內各項建設進展情形，工程師需要之殷可想而知。吾人爲復興民族，爲發展國民經濟，實需要大量之優良工程師。目前國內工程師之質量均屬不敷。有志工程研究之國民願急起參加工程訓練，以儲國用，此作者最後之希望。

44

4.98081