

科學概論

# 科學概論 目錄



一 翁文灝：科學在文化上之地位……………一

二 竺可楨：科學與近代思想……………一五

三 科學與近代工業……………三

一、現代工業之特徵

二、科學與工業資源

三、科學與工業動力

四、科學與製造具

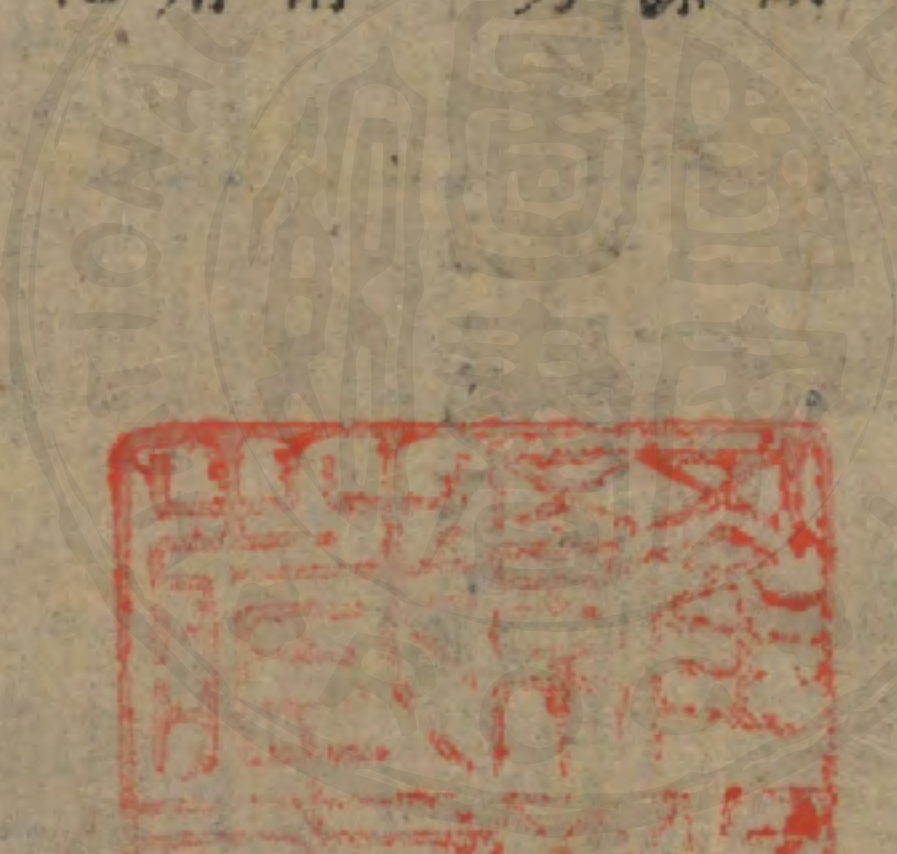
五、科學與製造技術

六、科學與廢物利用

七、科學化與工業化

四 葉企孫：物理科學對近代文化上之貢獻……………四五

目錄



五 杜長明：化學及冶金學對近代文化上之貢獻……………四九

一、序

二、化學與冶金學

三、近代文化之特點

四、工業化之條件：甲、人力。乙、原料。丙、機械。丁、動力

五、創造精神與創造能力：甲、氮氣之固定。乙、煤之氫化。丙、他種創造物

品之舉例

六、結言

六 盧于道：生物科學對近代文化上之貢獻……………六九

一、引言

二、生物學與物質建設

三、生物學與社會建設

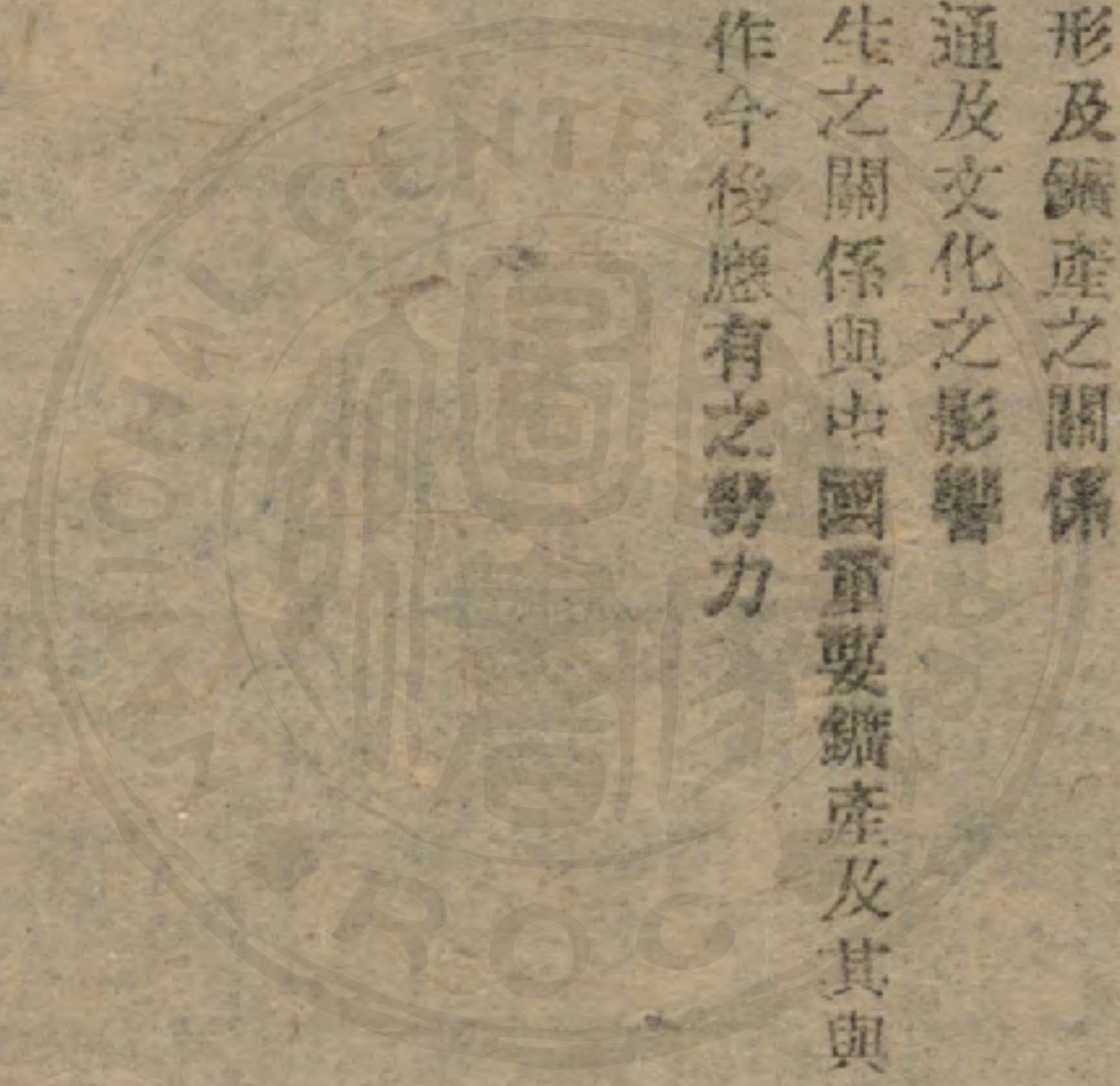
四、生物學與心理建設

307  
8765

五、結 論

七 李春昱：地學對現代文化上之貢獻……………八七

- 一、地學研究之範圍
- 二、地質對於地形及鑛產之關係
- 三、地形對於交通及文化之影響
- 四、鑛產對於人生之關係與中國重要鑛產及其與世界上之比較
- 五、中國地學工作今後應有之勢力



目 錄

三

475711

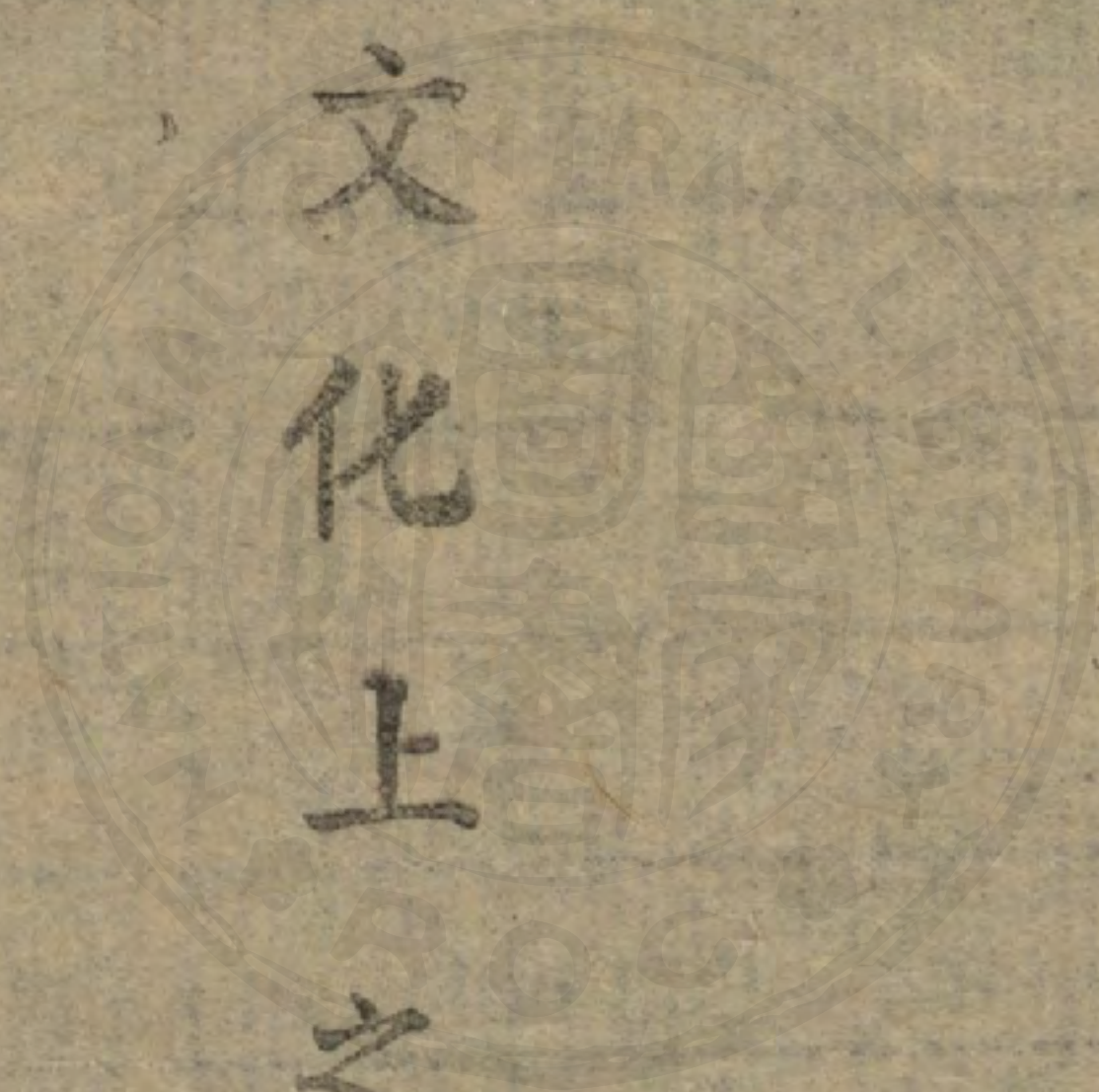
目  
錄



四

43211

科學在文化上之地位





# 一 科學在文化上之地位

近代文化的基本，可分爲二種：一是近代物質力量的發揮，二是近代思想的革新及對於自然規律的認識。物質力量建設於近代工業，近代工業則自十八世紀後半期英國的工業革命方才開始，思想及觀念的革新，其影響於人羣尤甚者，肇始於十八世紀物理及化學研究的進步，及十九世紀初期對於生物種屬嬗變演化的發明，因而引起社會科學的成立。故綜合言之，十八世紀後期及十九世紀初期實爲人類文化革故鼎新最重要的轉捩時代，此種革新的轉機，何以不先不後，成立於此時代，則實因科學研究，萌芽滋長，至此時代，始達成熟程度，而造成此對於思想及物質並皆有關係的偉大效果。

科學發展的歷史可分爲三大時代：一爲艱苦努力的開創時代，二爲研究收獲的成功時代，三爲實際應用的收效時代。

第一個是艱苦奮鬥時代，約自十六世紀開始至十七世紀中期爲止，約當明代的弘治，正德、嘉靖、隆慶、萬歷、天啓、崇禎各朝。歐洲從前思想重於一尊，爲當時羅馬教廷的守舊教義所拘束，求真理與明事實的工作，極不容易實行，所幸的是自十六世紀起，產生了幾位不畏艱難，力求真知的學者，具有至高無上的精力，用一生的工夫，做有意義的觀察，定極



有價值的規律，殷勤致力，從此打定了近代科學的基礎。在此輩學者之中，有若干人尤可敬念，例如哥白尼（Nicolaus Copernicus 1473-1543）觀看星象及星體運動終生從事於此，彼覺當時宗教家所傳地體居中不動，日月星辰繞地運行，按之事實並不相符，彼又試用古時托勒米（Ptolemy 70-147 A.D.）所編 *Almagest* 之學說，據此學說地亦不動，由此以計算星象運行之途徑，紛紜複雜，漫無定理，且又不能適符於地體居中之舊說，反之，如假定地亦繞日而旋，如其他行星且可每日自轉一次，則運行公式與天文現象，皆齊整明瞭。彼又認明繞地而旋者，僅為月球，且離地亦最近，彼並以爲許多星辰距離甚遠，較之地與日之距離，尤更遙遠，由此可見空間之無量偉大，凡此見解均開創近代天文學之先聲；但哥白尼爲避免世間不諒及無聊干涉起見，不願隨便發表，彼嘗自問發表時以公之於世，抑僅用口說傳於友人爲宜，因此謹慎態度故彼倖免因發明真理而受虐待，但四十年之後，博魯諾（Giordano Bruno）爲哥白尼學說，公開講演，並發行著作，以爲人類智識之明燈，竟因此觸怒羅馬教廷，處以死罪，在一六〇〇年遂被燒死。

究竟人類智識的曙光，並不因此虐待而停止，且正如日方昇，不斷的發揮與生長，在此科學長養的途徑中，當然不免仍有若干重大人物的犧牲，最可紀念的是嘉利略（Galileo Galilei 1564-1642）此君亦終生盡力於學術研究，他發明溫度表，使寒暑度數可以測量而數計，他又首先使用望遠鏡以觀察天文，他自手親做的望遠鏡格外精良，遠勝於任何地處所出

產，他並製成望遠鏡多架分送有地位的人士，請他們自行觀望，以期證明他見解的真實，嘉利略從天文的研究發現更多更遠的星宿，認識木星周圍有四個衛星，繞木星旋轉，如月球之繞地，嘉利略從事實的知識，深驚哥白尼學說的偉大，但他的工作在科學上的價值，實尚超過於哥白尼。因為嘉利略對於行動（Motion）惰性（Inertia）均有創見，對於音波（Sound Vibration）回聲（Resonance）亦有瞭解，他的努力幾乎奠定了整個物理學的基礎，而且他不但熱心研究，而且出力宣揚，要使許多人都能明曉他所發見的真理，他始終深信真理必能克服誤解，必能促成進步，所以於苦心研究之餘，不憚屢次公開演講，亦惟其如此，所以當時教廷亦特別注意禁阻。一六一六年教廷開始禁止嘉利略著作的出版，嘉氏對教廷禁阻的態度與博魯諾不同，博氏明白抵抗，嘉氏則陽為服從，而實仍不斷的研究與著作。至一六二四年，新教皇即位，嘉利略親至羅馬，向教廷陳說六次，說明哥白尼學說之真確；以及特向教廷尊重知識之必要，因而請求取消對彼著作的禁令，雖教廷並未允准，但彼在此時完成彼所著的『世界兩大系統的談話』，在此書內彼充份為哥白尼學說說明種種真實證據，有任何駁議所不能抹殺，教廷對此書略加修改之後，竟未禁其發行，因重之增對彼不懷善意耶蘇會教士之怒。遂於一六三二年（明崇禎五年）十月初，將六十九齡之嘉利略，實行拘捕。嚴加訊問，相傳此時嘉氏曾被迫而自認停止工作，但正式記錄至二百五十年後始經公世，其文經曾予改動，故實情已不易確證。惟事實上，嘉氏在此被囚時期內仍著成『兩種新科學的談話』

」，其中對於物理規律，闡發甚多，此有價值的著作，因教廷阻礙，不易出版，直至一六三八年——那時嘉氏已七十四歲——始克編至荷蘭發行。彼時嘉氏在禁監中已雙目失明，身體憔悴，至一六四二年即與世長辭。從嘉氏一生的遭遇，深見十六七世紀科學家工作的艱難，誠如嘉利略所謂『世上決無較愚者對知識更大的仇恨』；但由嘉利略的精誠致力，百折不回的態度，吾輩又不能不欽佩，初期科學家篤志求真理，貧賤不移威武不屈奮鬥到底的精神！亦實靠此精神，終使智識戰勝了愚笨。

又一個很可敬佩的名家是刻卜勒(Thomas Kepler 1571—1630)他是皈依路德(Luther)的新教徒，所以未如嘉利略的痛受羅馬教廷的虐待，但他亦受當時三十年戰爭的影響，亦並未得新教徒們的瞭解及優待，以致一生窮苦，輾轉在數處教學，薪金久欠，以致衰病而死！刻卜勒的生活雖苦，但他的科學成績却極富。他對光學研究有重大的貢獻，光學的幾何原理由他造成，對於光的傳導，反射及透射，均曾測成定律，他並創用雙凸晶片製望遠鏡，較嘉利略方法尤為良佳。他繼續利用蒂谷(Tycho)的天文紀錄，精確計算更求瞭解，因而發明了天文學的三大定律，(一)行星繞日行動的軌道為橢圓，日球居其二心之一，此說打破以前軌道為圓周之說，而使吾人對於行星運動之認識從此特為清晰，(二)連引日球及行星之線，在同一時間內行經同一面積，用此二律為根據，則蒂谷歷年實測之數目可與天文數學上求得之數完全相等，因此亦即可據此定律以算得行星以後運行的現象，(三)各行星旋轉率乘

方之相比等於其距日平均距離之立方。此一律實爲刻氏自身的重大發明，在一六一九年（明萬曆四十七年）始行出版，意義廣大，爲學人所一致欽崇，直至牛頓發明萬有引力律，始知此律不過爲天文學中自然固有之現象。刻氏思想範圍，極爲寬廣，彼並擬設法搜求物質（Matter）與精神（Spirit）的關係，行星行動與人類生活的關係，此項搜求，以後學者多不重視，但亦可見刻氏探尋廣博的景象。

以上事例，說明了科學產生的困苦時代，亦實充份發揮了科學人才堅強剛毅的精神，用此精神，克此困苦，遂以造成初期科學的光榮歷史，各種反動勢力，如教廷的壓迫，亞里士多德的舊說，以及一般腐惡人們的漠視與嫉妬，遇此初升的旭日，雖能放縱一時，究是強弱難敵，終當不住刻苦所得的成績，猶如萬道光芒，蕩漾天地，究竟是振動了全體的人心，克服了積存的惰性，而由此少數學者的努力，竟能發此光芒，提高世界文明，增加人類能力，正是充份表現學者盡瘁治學發明真理的無上光榮。當此歐洲科學誕生之時期，在中國正值明朝的萬曆，天啓，崇禎時代，太監專政，流寇四起，國運正在衰落。但在此時代中，西洋教士利瑪竇，湯若望等相繼東來，用他們比較有系統的科學智識，結交於中國的賢士大夫，中國學者頗能接受西洋文化的優點，尤其天文數學方面，更受中土人士的欽佩，足見當時西洋學者犧牲努力所得的光明。不但照耀歐洲，而且亦能旁及中國，所惜者中國方面並無繼起研究之人，故雖略叨餘瀝，但並未因此產生科學。

在歐洲方面則情形迥不相同，經過此第一時代，科學智識已艱苦產生，社會上對於科學的信用已驟為提高，因此造成了第二個科學受人重視而更有成績的時代，此時代以第十七世紀的後期為中心，牛頓 (Isaac Newton 1643-1728) 可為此時代的代表，牛頓少年時，即天資敏銳，學績昭著，故年方二十七歲即為劍橋大學教授，居此位二十六年，至一六九六年改任造幣廠事，待遇加優，病故時已八十五歲，備受尊敬，葬於 Westminster Abbey 牛頓在一七〇三年被選為皇家學會 (Royal Society) 會長，以此連任至壽終之時，歷時二十五年，其一生，實為科學家成功最早亦終生最受人尊重之人。衡其成績亦誠至可欽佩。牛頓最重要工作多在一六六六至一六九五之間，其最大著作『自然科學的數學原理』係在一六八四年（清康熙二十三年）完成。牛頓科學工作，內容甚富，非此短篇所能盡述。其根本貢獻，大略如次：牛頓首先認清物質 (Mass) 重量 (Weight) 與力 (Force) 的分別，確定動 (Motion) 的三律，並認定此種關係，不論何地，不論何物，一律有效，因此天球上極遠的星宿，應與地球的物質與力量共受治於同一律規。此一原則實為物質科學奠定一根本要義。牛頓又發明物與物間具有引力，二個物體間的引力與物質成正比例，而與兩物體間距離的乘方成反比例，此即所謂萬有引力。其適用範圍，近之如蘋果落地，遠之如列宿懸空，莫不皆然。以後一切科學推察，工程公式，皆本於此，其意義十分宏大，為人類知識中極有價值的收穫。牛頓又規定物質重心的意義，向心力與離心力的分別，推定地球形狀的偏圓，測定潛水與日月吸引的關係。

係，試驗液體氣體的運動，測定聲波的速度，發明白光實含各色以及光線傳達的定律，凡此皆為近代科學造成了極有關係的基礎。迄今讀其著作，見其充實宏偉，精思確判，數學計算非常精密，推想論斷格外遠大，誠覺其人真為人類文化進程中一顆極大明星，光芒四射，通天澈地，在彼特別努力的三十年間將整個人類的智識充份向前推進，其豐功偉烈，良足為後輩學者所敬仰而效法；亦惟其有如此偉大成績，彰明昭著，所以使一般社會對科學專家精誠治學的志願，以及其對於人類宏大貢獻的效能，深信不疑，從此科學家遂得免宗教及成見的拘束而為國家及社會所重視。

牛頓治學時代是在中國的康熙年間，當時中國政府利用西洋天主教士的工作，用新的方法，測定了許多地方的經緯度，此為中國新式地圖的始基。但並沒有中國學者肯專心學習，因而自起工作，所以康熙年間所做的工夫，到乾隆時代已不易有瞭解，這表明西洋科學的光明，雖很早的已照到中土，但因文字的隔閡與文化的差異，只能引起確有先覺先知的極少數的賞識，並未引起學者的追蹤研究，因此也可以說科學還自中國誕生。清初的樸學，用較有系統的方法，整理歷代相傳對於各種經書的註解，考證詳明，顯著進步，故若下人士頗認為中國學人的思想，曾受了明末清初西洋科學方法的影響，此言也許具有相當理由，但此種方法不用於實在可憑的事物，而僅用於故紙堆中的考據，雖比從前的雜亂無章，得有進境，究竟仍是紙上文字，為史學增一光彩，並未從實物得到真識，何況即此學亦並不久傳，轉瞬弄成桐城陽

湖純粹的空文，於義理考證兩蕪所長，使一般靈明份子，沉溺其中，終於國家力量毫無裨益。

第十七世紀的後半期及第十八世紀是近代科學成立的最重要時代，物理學與化學的基礎，都在此時代中確定。法國的巴斯卡爾 (Blaise Pascal 1623-1662) 笛卡爾德 (René Descartes 1596-1650) 喬夫濟 (Etienne Francois Geoffroy 1672-1731) 等，德國的蓋里克 (Otto Guericke 1602-1686) 來柏尼茲 (Gottfried Wilhelm Leibniz 1646-1716) 斯塔爾 (Georg Ernst Stahl 1660-1734) 丹麥的羅麥 (Clans Roemer 1644-1710) 荷蘭的胡依根斯 (Christian Hooftgens 1629-1695) 瑞典的舍雷 (Karl Wilhelm Scheele 1742-1786) 英國的斯納爾 (Willebrord Snell 1591-1626) 普里斯特利 (Joseph Priestley 1733-1804) 布拉克 (Joseph Black 1728-1799) 卡文笛世 (Henry Cavendish 1731-1810) 諸人，都有極輝煌的思想及觀察，使科學智識得到很大的進步。

在此超速的進程中，因為當時通訊方法尚未十分敏捷，以及成績出版，有時略為遲延，竟使在同樣發明上，不同的國家各自擁戴其本國的學者，亦即在科學發展史中，為同一事件，不同的國家各為其自身見解而敘述，此種情形，最為顯明的，莫過於化學初期的史實。在英國推崇波義耳 (Robert Boyle 1627-1691) 為近代化學的始祖 (Father of Modern Chemistry) 法國却將氣壓與體積的數量比例不名為波義耳公律，而名為馬里奧脫公律 (Edme Mariotte 1620-1684) 又盛稱拉佛西埃 (Antoine Lavoisier 1713-1794) 為近代化學的始祖，與

英國說法幾成針鋒相對。其實英法兩國確都有極重大的成績，促進人類知識的前進，茲試略述其重要的經過。

波義耳是一個伯爵的兒子，猶如卡文第世一樣，同為英國貴族後裔，成為科學名家之一人。波氏青年時加入一個討論科學的團體，自稱為無形的大學（The Invisible College）此團體到了英王查理第二提倡科學之後，就成為世界公認為極有權威的英國皇家學會（The Royal Society）波氏曾為會長。波義耳立志終身研究，不願結婚。一六五九年（清順治十六年）波氏因改良抽氣機，將汽壓計裝在抽氣機的鐘罩內，當抽氣時，水銀柱逐漸低降，由是繼續研究遂可推知在一定溫度之下氣質之體積與壓力二者之間，具有一定比例關係，此即後來學者所稱之氣體公律亦即英國學者所謂波義耳公律，實為一極有意義之發明。但波氏本人當時對於此事不甚注重，在一六五九年波氏著作中，並未自行敘及。法國馬里奧脫為一教士，亦為法國新成立的學士會（Académie des Sciences）之一員，馬氏亦因試驗而發見氣體體積與壓力之變化具有一定比例的關係，且馬氏自身對於此種定律當時已即極為重視，因而計算空氣愈益上升必逐層愈為稀薄，遂由此定立氣壓與高度的關係，馬氏著作在一六七六年（清康熙十五年）出版，較波義耳遲十七年，但馬氏對於此律認識更清，利用更廣則誠為事實。

拉佛西埃是一個具有特殊歷史的學者。他的興味範圍極廣，工作能力亦極大，他充份熱心做科學工作，但他亦曾擔任了賦稅銀行，農業和慈善事業的各種任務都有許多貢獻。當時



正值法國大革命的爆發，格氏因受馬拉(Marri)攻擊，在一七九四年(清乾隆五十九年)受革命法庭判決死刑，竟於二十四小時以內實行斬首，宣佈的罪狀中，竟有十分可惜的意見，說是「法國並不需要科學家」(La République n'apas besoin de Savants)但是法國人心對於此種亂命實極不佩服，正如拉格朗士(Lagrange)的名言「他們割去那顆首級，不過是剎那間事但一百年之中，能否再生那樣的一顆呢」。於此可見在那時代，科學家在英國已得到朝野一致的尊重。在法國尚偶有共和不需科學的謬說，此亦為英國較為先進的證明，可是法國人究竟是極有高見的民族，對於拉佛西埃在研究上的績效，人人稱崇，一致公推為科學的大師，化學的始祖，拉佛西埃的科學工作，尤重在用定量方法，證明燃燒的真實意義，創始做有機物質的分析，提倡元素不能再分散的學說，並開始發表元素表，在學術思想上，實具有不可磨滅的功績，他的名著化學概論在一七八九年(清乾隆五十四年)出版，在化學思想上，確有一種革命的影響。同一年內，法國大革命開始，美國公舉華盛頓為大總統，歐洲與北美皆進入嶄新的時代，返觀中國，乾隆當國不失為一盛時，但其盛況乃全賴上代的餘蔭，當時思想及工作，只有實行腐化，並沒有任何新機，所以歐洲當時紛爭極多，民生受累，但揆其歷史地位却是轉弱為強，起衰為盛的轉捩之機；中國當時文治武功頗見盛況，全國人口亦大增加，但按其實際意義，却是轉強為弱，由盛而衰的過渡之會。其分別所在，實首視各民族中有無矢志研究力求真理之人，有無勇往直前百折不回之士，有無自由發展力求進步的思想，有無認真建設

發揚光大的志願。有則日趨強盛，無則難免衰弱，往者如此，來者亦莫不如此，鑒往知來，為吾輩為國努力者，應早知正當不可易的趨向。

科學發達到此程度，即不能不發生實際應用的結果，即由第二時代，進入於第三個應用時代。在此遞嬗期間許多科學家都是專精為發明真理而作試驗及推論，但其所得的結果，往往成為近代工業的始基，在此時代中著名學者如英國的伏爾脫(Alessandro Volta 1745-1827) 達爾東(John Dalton 1766-1844) 台維(Humphrey Davy 1778-1829) 法勒第(Michael Faraday 1791-1867) 法國的古隆(Charles Augustin Coulomb 1736-1806) 拉拍拉斯(Pierre Simon Laplace 1749-1827) 安拜爾(André-Marie Ampère 1775-1835) 羅薩克(Louis Joseph Gay-Lussac 1778-1850) 卡爾諾(Nicolas Leonard Carnot 1796-1870) 德國的奧姆(Georg Simon Ohm 1789-1859) 諸人皆從專門學術中覃精極思，發明自然力的規律，及由燃燒蒸氣及電而發生動力的方法，近代工業遂從此肇其始基。

英京倫敦科學博物院出版電力工程一書，敘述電工發生的歷史，其開篇第一頁，即為物理學家法勒第的照片，因為此君之電磁試驗確是造成新式發電廠的源泉。法勒第家世甚貧，不及受任何高等教育，在某印刷廠充任工匠，但自始即有志於尋求真理，故當科學名家台維公開講演時，彼每次往聽，且繪圖立說，編成筆記，俟積有成數，彼即函商台維求為助手，自此深得工作機會，做了許多出人顯地的物理及化學試驗，他在皇家學院(Royal Institution)

內，將許多氣體的氣，碳酸銨，鹽酸，等物質，皆改成液體，他創製石油苯，以後極有用處，因此他的科學成績，台維固極爲欽佩，其他許多學者，亦一致崇仰，台維死後，法勒第繼任其位，到了十九世紀初期，他創立電磁學（Electro-Magnetism）即用磁生電，爲人工產生大量電力極重要之方法，此種重大發明大抵作爲在一八三一年（道光十年）成立。近代工業動力的歷史，顯然分爲二段，一是蒸汽段，由英人瓦德（James Watt）於一七六四年（乾隆三十九年）首用蒸汽機，遂以發生抽水速機之動力。二爲電力段，即賴法勒第諸人由純粹學理研究而得到至可珍貴的方法，施之實用，遂可發揮更新更大的動力，這種成就，造福無量，實是人類進程中最大的成績。法勒第待人謙和，持身謹敬，他深信科學家的道德觀念應該高過於常人，因他科學研究成績優良，當然被選爲王家學會的會長，但他要專心做他的工作，對此至高榮譽的地位堅不願受，與牛頓之樂任此位至二十餘年之久者，恰相反對，但法勒第與牛頓一樣的都是超越尋常的學人，法勒第終生盡瘁於學術工作毫不外務，但他甚願不時爲公開講演，用通常易懂的詞句，說明他試推所得精深廣大的學理。

當十九世紀初期，西洋文化已由研究而得到實物的力量，而吾國當時正由嘉慶後半期而入道光咸豐年間，一則如旭日方昇向外發展，一則正落陽西墜，極感萎靡，因此遇到接觸，如一八四〇年（道光二〇年）鴉片戰爭一八五八年（咸豐八年）津沽被侵，皆喪師失地，以至於一八六〇年（咸豐十年）北京失守，顯見勢力強弱，大相逕庭，遂使吾國自大自尊之心

理爲之根本動搖，一變而僅知懼外媚外，要其原因所在，良由吾國士大夫溺於空文，昧於事實，以聲韻文字耗其精神，而對於天理定律及物質實力不遑過問，遂致因循沿襲，毫無進步，而西洋科學，則逐步進行，如拾級而登，愈升愈上，故虛實異情，強弱異勢，至於如此。

由科學研究而工業生產，其實效大驗，在英國初期歷史長可證明英國在一七〇〇年（康熙三十九年）僅產煤二百萬噸，至一七七〇年（乾隆三十五年）即增至六百萬噸，至一八〇〇年（嘉慶五年）又增至一千二百萬噸，英國產鐵，在一七七〇年爲五萬噸，至一八〇〇年乃增至十三萬噸，故英國自生產甚少之國，一躍而成爲煤鐵最多之邦，且英國鐵路輪船，亦發達最早，故其國外貿易亦發揮特多，在一七八五年（乾隆五十年）法國人口二千六百萬，其國際貿易二萬萬元，合每人貿易額七元七角，英國人口遠較法國爲少，僅九百萬人，但其國際貿易則達一萬六千萬，合每人十七元七角，當此發達之方始，已見力爭上游，凡此皆充份證明發揚科學及革新經濟致力愈早，即成功愈先，惟揆之歷史，成規可循，到處見功，

七國革新之後，歐有法國，美有北美，德國繼之，皆宏收成效。更近諸國東如日本，西如  
革新，皆卓然有所收穫，前修非遠，績效可期，是在吾國力自振奮，亟起圖之。中  
工業建設；但工業基礎，實在科學研究，物有本末，事有終始，舍本逐末之行  
因的思想，吾人推溯近代文化發生之始原，即可深見吾國倡助科學研究



科

學

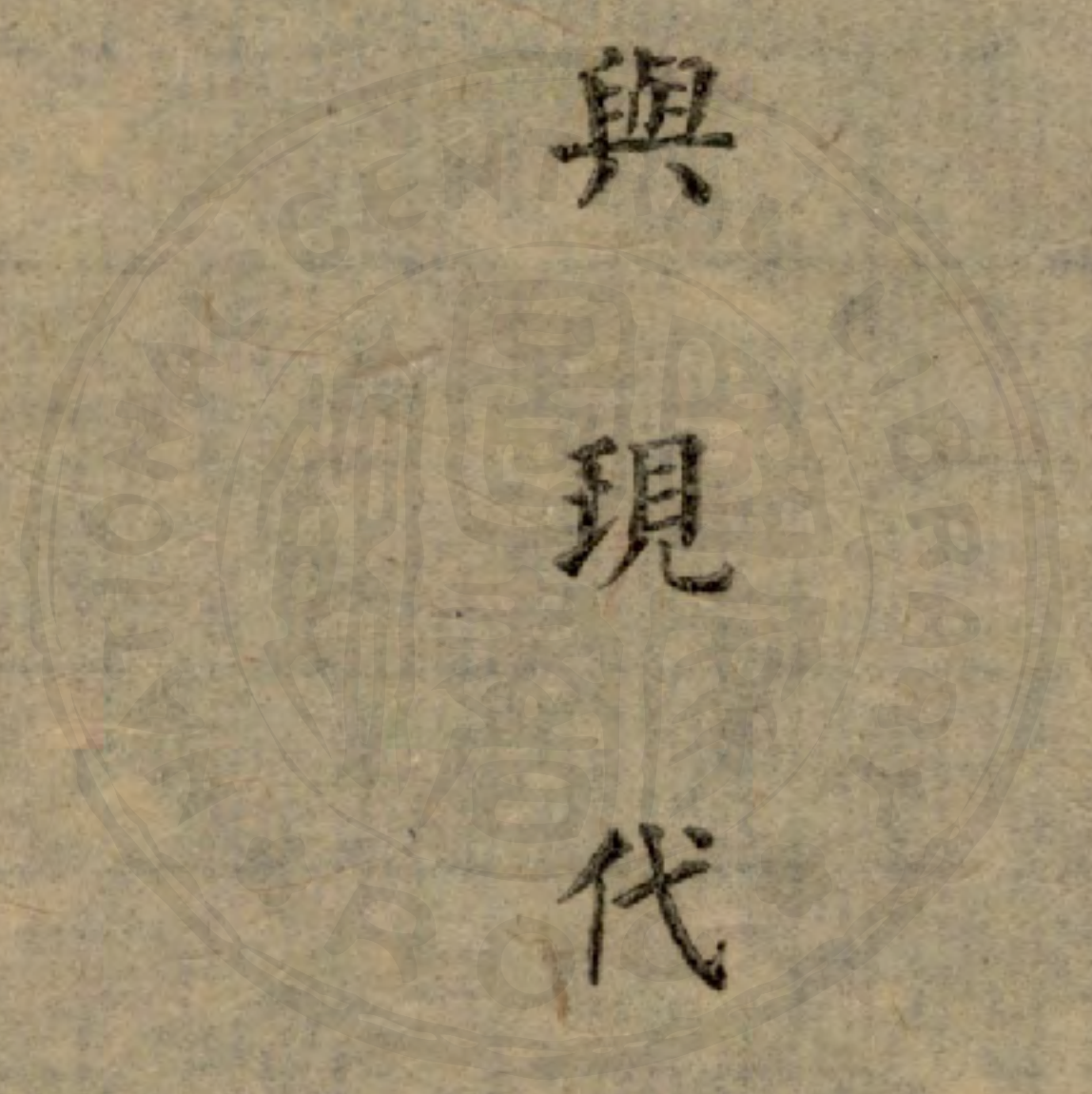
與

現

代

思

想



家

學

典



照

錄

## 二 科學與現代思想

緒言 科學可以左右一個時代的思潮，同時一個時代的思潮也可以影響科學的存亡盛衰。記得十五六年前，國際聯盟派了法國著名物理學家郎傑凡等四人到中國來，調查教育，他們回去以後，製成了一個報告，提出了許多改良中國教育的意見。其中有一點值得國人注意的。他們大意是這樣說，中國一般人有一種誤解，以為西方的近代文化，完全由科學而產生的，所以中國只要把西洋的科學搬到中國來，中國的社會就可以近代化了。不知道這是本末倒置，到是西洋近代的社會環境。產生了近世科學。這幾句話實是我國提倡科學的人應該要牢記在心上的。科學好比是樹上的一朵花，時代的思潮，好比是泥土下的根，而社會情況好比是四周環境，一定要氣候溼潤，土壤膏腴，樹木方能根深蒂固，枝葉繁茂，一到陽春，便能花朵怒放。把一朵鮮花插在泥土裏固然一會兒就要萎謝，就是把一枝菓樹連根拔起，栽在乾燥的沙漠，或寒洑的北極，也是不能生長的；我們要曉得科學非有適當環境，不能發達，只要看一看中國古代和希臘羅馬，為什麼不能產生科學，而歐洲到了十六七世紀，科學忽然應運而生就可知道了。

(甲)中國古代不能產生科學的原因 胡適之先生在他近來寫的中國思想史綱裏面（登



在美國 *Asia* 月刊三十一年十月號）把中國思想史分爲三個時期，各約一千年。自周初到秦漢之交爲第一時期，稱上古期。自秦漢之交至五代爲中古期，亦爲道教佛教興盛時期。自兩宋迄清爲近古期。上古時期又稱爲古典時代。這時代的遺產是人文主義，理智主義，和自由精神三點。中經六朝隋唐佛教的洪流，韓昌黎首先發難，指摘佛教之背謬，乃造成宋代理智主義的復活。中興健將朱晦菴就說，『致知在格物』『至於用力之久而一旦豁然貫通，則衆物之表裏精粗無不到，而吾心之全體大用無不明矣』。可是沒有對於自然本身實驗及處理的方法和技術，終致于這種科學的理想，並沒有能產生自然科學。但他的精神却漸漸在歷史及哲學的研究中被覺察出來了。過去三百年對經典與歷史著作的研究方面，產生了一個科學的方法論，可以憑藉歷史的證據及演繹的推論法，去掃除一切的主觀見解，和傳統的權威，照適之先生這一番議論，我們中國的思想有了人文主義，就可以不受神祕的束縛。有了唯理或理智主義，就可以客觀的眼光來探討事物。再加以自由的精神，那末這種遺傳的思想環境，於自然科學的發達最相宜了，何以在春秋戰國時代以後，兩千年來我國科學並無長足的進步呢？據個人的愚見，以爲這有三個原因：（一）兩漢以來陰陽五行神祕說迷信之深入人心。（二）數字與度量之不正確。（三）士大夫階級以勞力爲苦，不肯動手，因之缺乏實驗。

（一）陰陽五行說 陰陽五行之起源，梁任公先生已有詳細的考據。他說陰陽二字，在孔子以前不相連屬。如詩經，書經，儀禮及易卦爻均無陰陽二字相連。易繫辭始將陰陽合而

言之。如曰『一陰一陽之謂道』。又『陰陽之義配日月』。又曰『立天之道曰陰與陽，立地之道曰柔與剛，立人之道曰仁與義』。但易繫辭不出孔子手，卽出孔子手，亦不過是一種二元哲學論毫無神祕意義。五行二字初見於經傳者在尙書甘誓有虜氏威侮五行，怠棄三正』，洪範『我聞在昔，鯀湮洪水汨陳其五行，一曰水，二曰火，三曰木，四曰金，五曰土。水曰潤下，火曰炎上，木曰曲直，金曰從革，土爰稼穡。潤下作鹽，火上作苦，曲直作酸，從革作辛，稼穡作甘』，後世愚儒乃將凡百事物，均納入於五行中，與原來洪範區分物類爲五類，已失本意。老子論語孟子均不見五行，惟左傳昭二十五年記鄭太叔與晉趙簡子問答有『用其五行，氣爲五味，發爲五色，章爲五聲』之說，但左傳真僞可疑，梁任公認爲非子產語。五行說之有組織而極怪誕者，首見於呂覽，小戴禮記，採爲月令，淮南子又採之將一年之四季分配於五行。春木，夏火，秋金，冬水，所餘之土插入於夏秋之交。於是五方東南西北中，五色青赤黃白黑，五聲宮商角徵羽，五味辛酸鹽苦甘，五穀黍稷稻麥菽，五畜馬牛羊犬豕，五臟心肝脾肺腎，均一一支配於五行之中。五行陰陽之傳說，雖於洪範左傳已見其端倪，而傳播此邪說者，實爲鄒衍，董仲舒與劉向。史記稱『鄒衍，乃深觀陰陽消息，而作迂怪之變』。司馬談作六家要旨，以陰陽家與儒，道，名，墨，法，各家並列，其勢力之大可知。漢書藝文志所載書凡一萬三千二百六十九卷，而陰陽家書乃佔一千三百餘篇約十分之一，董仲舒著春秋繁露，其中祖述陰陽家之言殆居半數，一時經學家皆從風而靡。從此禪祥災稷之

迷信，深中於士大夫云云。按希臘亞里士多德亦分物質爲四類：即水，火，土，氣，其說與洪範相似。四者之中以火最有勢力，以其急速的能改變他種物質。直至十七世紀，歐洲人們仍以火爲重要物質，凡五金鑽石之能發光者以爲其中含有火也。硫黃能燒，以其含火獨多。此種觀念雖有同樣錯誤，但並不如中國之普遍而惑人心，在中國到目今五行陰陽尙是根深蒂固。不但風水，算命，卜課甚靈與死生有關之醫藥亦受其影響。一般人之生活行動，婚喪建築無一不受陰陽五行說支配。適之先生所謂人文主義與理智主義於中國一般社會影響反不及陰陽五行說之盛行。即智識階級中迷信扶乩卜課者亦不乏其人，則安能望科學之興起。

(二) 數字與度量之不正確 科學之基本工具爲數字，欲求數目精確，必須有精密之度量，我國古代觀察事物，但求粗合不求精微，如古人論人之高矮計尺不計寸。漢王充在當時稱博通衆流百家之言，所作論衡卷之九蔡邕視爲秘寶在，當時可稱爲百科全書。王充的眼光亦高人一等，不囿於古俗的見解，所以有問孔刺孟等篇。但他所講的數字，就幼稚得可笑。他講到當時中國的面積，說東西五千里，南北五千里，五五是二萬五千里。一位大名鼎鼎漢朝有數的博學家，他的數學程度，不如目今的小學生。就是我們古代數學書籍，他的數字也極不精確。周髀算經相傳是周公作的；但其名不見於漢書晉書藝文志，而首見於隋書藝文志。大概係兩漢人所著。講到量天之高，謂『測天之高，先立八尺之竿，測夏至日中日影之長。其長在周都爲一尺六寸；自周都向南行千里，日影一尺五寸。自周都向北行千里，日影一尺七寸。每千

里差一寸，故求從太陽直下無影處，至日影長六尺處之距離，以比例推之，得六萬里。依勾三、股四、弦五之關係，由此知日高八萬里。日附於天，故天亦高八萬里』云云。按夏至中午晷影一尺六寸，其緯度約爲三十四度四十六分，與東周洛陽相近。但影差一寸，緯度只差字四十一分，約合七十里公里。無論當時里丈尺寸比較現在爲短但，決不能差至于里，其數實太籠統。卽書中計算圓周，以徑一周三爲率，亦不精密。希臘伊拉託司忒尼以類似的方法，不過當地球是圓的，卽是應用渾天說而不用蓋天說，量得地球的大小，與日今所知數目相着不遠。紀元前二世紀埃及托爾美應用月亮與太陽的距離求得太陽的距離是五百萬英里，雖是失之太小，但比周髀算經就精密得多了。要曉得地球的大小與太陽和地球的距離，是宇宙空間基本的量尺，這兩數字弄錯了，天文學是很難有進步的。而周髀算經影差一寸，地差千里之說，與日高八萬里之說，一直相傳到明末意大利人利瑪竇來中土始行打破，無怪乎中國古代天文學之難有進步了。至於文學家和詩人之只求字句之工，不管事實更是司空見慣。唐張繼楓橋夜泊的名句『姑蘇城外寒山寺，夜半鐘聲到客船』。歐陽永叔已經批評過，說句則佳矣，可惜夜半不是敲鐘的時候何。陸放翁人蜀記，謂詩人某有句『五月臨平山下路，藕花無數滿汀洲』。有人云杭州六月荷花始盛開，他答道，一定要說五月才算得好句，六月臨平山下路，就不是好詩了。用種歪曲事實以牽就字句，創足適履，是一脈相傳的壞習慣。這種習慣，到如今還是盛行着。西人本來有句話，叫數目字不能說謊。但在中國數目字隨便可以上下。

我們只要看一看歷史上人口統計，便曉得數目到處在使我們恍惚於迷途之中。我們從文獻通考續通考和皇朝通考裏，可以檢得西漢末年中國人口已是五千九百萬人，到唐天寶時減至五千三百九十萬，到宋眞宗時，只一千九百萬。在明成祖時，已有六千六百萬，但明神宗又降至五千一百六十萬。到清康熙五十年，只有二千四百萬，但乾隆十四年一躍而至一萬七千七百萬，十八年二萬八千四百萬人。道光二十六年已有四萬三千萬而目今仍只算四萬八千萬。乾隆時戶口所以突增，乃由康熙五十一年有上諭人口永不加賦的緣故。而且戶的口數，各時代不同，西漢以一戶爲五口，東漢五口，唐代五口，但南宋紹興時一戶只三口。這種數字的不精確，到如今還存在，卽如去年河南旱災，是近來一樁極大的災荒。中央已撥了一萬零八百萬賑濟，各處亦正在募款放賑。但放賑災雖已鬧了半年多，而究竟有多少災民，並沒有確實的統計。稅收機關說是三百萬人，省政府報告五百萬人，三主義青年團調查得七百萬，而美國通訊社估計一千萬人。這實是相太差遠了。在這種數字不精確的環境下，社會科學難有立足的餘地。就是我們把西洋的科學搬進來了，不旋踵也會變質，會衰退。試舉一個例，科學必須有數字的根據，而各種表是量度數字的工具。所以各種儀器機械統須用表，一架汽車裏就有許多表，如電表，油表，溫表和里程表。但中國汽車夫最不歡迎這類表，所以汽車到後，不久車裏的表就統壞了。汽車夫情愿爲了缺一加侖油而拋錨於路上，或是溫度高到機件被燒，而決不去看一看表。至於公路上所定行車速度限制，司機完全是用直覺來斷

定，而決不靠我。車子載重的限度，只要車能容，無論客貨，多多益善。所以汽車到了中國，雖可以說把中國相當的近代化了，但是不重視數字的中國社會已把汽車中國化了。

(三) 實驗精神 古代一向傳統觀念以勞心爲高尚以勞力爲苦，所以叫勞工爲苦力，孟子說勞心者役人勞力者役於人。這觀念與古代希臘相似。希臘人對於美術哲學天文數學統有相當的供獻，但是不能產生近代科學，或實驗科學，最大原因是希臘用奴隸制，和中國士大夫階級一樣，希臘的知識階級不肯動手親身去實驗。中國素來稱士大夫爲讀書人，俗語說『萬般皆下品，惟有讀書高』像陶淵明那樣菊東籬下，雅人雅事，讀書人還可以做，像蔣葛武侯躬耕壠畝，弄得手足胼胝，是士大夫階級中極少有的事。所以讀書人一定要養指甲長至數寸，以表示手之高貴，除掉翻書寫字吃飯以外，極不輕易運用。這種觀念未打破以前，實驗科學無法滋生。中國對於世界文化四件大供獻，紙，排字，火藥，和指南針，統不是正統的士大夫階級所發明的。這幾種東西在發明以前，必得去用手來稱量，來試驗才行。但要我們的士大夫配和藥品，和工人一樣就有指威嚴，甚至用以觀察事物之眼睛，亦未盡量應用。通天地人三者爲之儒，既能不出戶知天下，那麼宇宙間的星象總應該是智識階級所留心的事。但從秦漢以後，連至天象方面，除非爲了個人的禍福，皇朝的興衰以外，極少注意到。我們只要一檢歷代星官的數目，就可以知道。史記天官書和漢書天文志所載凡 283 星，晉書天文志載 1464 星，自隋書天文志迄宋鄭樵通志所載幾全與晉書天文志同。可見兩漢以後，亦連觀測

方面亦不注重，只注意到陰陽禍福與捕風捉影之謠言了。如梁武帝時童謠「熒惑入南斗，天子下殿走」。做皇帝的人便亦是向殿下跑了幾周。晉時月犯少微，主于名士不利，當時戴逵享大名，自以為必死，但竟無恙，所以戴逵有求死不得之苦。自漢迄明清，天文觀測只注意到休咎禍福一方面，而近世科學的產生，只不轉要觀測自然，以過去細未來，而且要把人為的方法來在實驗室中將自然重演出來，自一次兩次以至數百千次，把他細細分析一個個因數來試驗，然後來下斷語。譬如火星走近斗宿，應該每隔十五六年一次，我們只要查一查歷史上有沒有每隔十五六年皇帝就蒙塵一次的事，就可知「熒火入南斗天子下殿走」說之不可靠了。但是十五六年的周期還是太長，而且星球的運行很複雜每次未必能位置完全相同，所以必須用人為的實驗方為精確。牛頓萬有引力原理的成立，本是依據地球吸引地面上的物質和吸引二十四萬英哩以外的月球有相同的加速度這一點而來。這原理成立以後，雖可以解釋天文上種種事實，如赤道上時鐘的鐘擺何以要比在巴黎短四公厘，三公斤重的物質何以到了赤道要減少十分分，以及太陽系內各行星的運行，不過並沒有能把這個原理引到實驗裏來詳細觀察一下。直至萬有引力定例發現以後一百多年，愷文狄書于一七九八年發明了扭轉天秤 Torsion Balance 我們方能隨意秤量地面各個物質之吸力，才曉得高山頂上的一塊石頭比同一塊石頭在山底下時要輕一點，始把萬有引力用實驗來證明了。朱晦菴雖講致知格物，雖說用力之久而一旦豁然貫通也，但是應用起來就有困難。他所謂致知，他所謂用力，就變了空想

，並不是手眼並用，親身的體驗，無怪乎王陽明叫他弟子去格竹子的物坐了七天七夜，竹子的物不能格，而反病倒了。

(乙)歐洲近代科學之興起與其對於社會之影響 一個人物無論如何偉大，一種運動無論如何風靡，不能離開時代的背景而得到一個合理的解釋。歐洲近代科學之興起，有人歸功於牛頓和加利略開白兒幾位科學家，牛頓確可稱為空前傑出的一位大科學家，他奠定了近世科學的基礎，他發明的萬有引力定律運動定律及微積分到如今二百餘年，仍不失為近世科學的棟樑柱石。但是要瞭解牛頓之何以能在十七世紀應運而生不先不後，這不能不推想到那時代已經成熟，所以有水到渠成的形勢。

(一)十六七世紀時代歐洲之社會環境及其對於科學之需求 在十五六世紀時代有兩樁事情和近世科學很有關係的。一是一四九二年哥倫布發明新大陸，和以後麥哲倫之環繞全球，引起西班牙、葡萄牙、意大利、和荷蘭、英、法、與南北美洲印度的通商。一是望遠鏡的發明，使加利略於一六一〇年在天文鏡中看到木星的四個大衛星。歐美及歐亞的通航貿易，一方面使歐洲的中下級社會，就是工商階級，漸漸富庶，足與世襲之貴族相抗衡，封建社會沒落，而農工商之知識提高。同時爲了航海，爲了海外殖民，有各種精巧技術的需求。如駕駛船隻，必須有精密之羅盤針，以及關於航海的各種工具。商業繁盛所需資本驟增，貨幣不足應用，乃有大量探掘五金礦產之必要。要開礦，就得具備冶金的知識。掘礦至相當深



度，坑中地下水之如何吸收，非用良好之抽水機不行。西人有句話，說『需要為發明之母』。因時代之風尚，一六〇〇年吉爾白有磁電之研究，一六〇一年柏德 Della Porta 發明抽水機，一六二五年德特萊發明焦炭以熔鐵，哲學家司賓諾利（生一六三二死一六七七）磨鏡子以為航海望遠之用，數學家笛卡兒（生一五九六死一六五七）之發明解析幾何與定砲彈之位置有關。足知十六七世紀歐洲的社會已有許多問題急切的待科學來解決，而工商階級的抬頭，使勞力的人亦可有閒暇來動手作試驗。同時歐洲二千年以來亞里士多德托拉美傳下來種種宇宙結構的謬說，亦於此時推翻。神權的迷信，宗教的威力，漸漸滅除。這種思想的改變，這種迷信的祛除，在當時是經過很熱烈的辨論，凶惡的爭鬥，殘酷的犧牲始克成功。據亞里士多德的學說，地球在宇宙之中而日月五星是繞地而行的。基督教徒就根據這種謬論，以創立中世紀時的一番宇宙觀，以為人是天之驕子，而教皇乃是代替天主在世上行使職權的。亞里士多德的言論，在當時視為金科玉律。他說天空只應有七曜，而加利略於天文鏡中却發現木星的四個衛星，這才證明了亞里士多德經典與事實不符。雖當時尚有不少人，尤其是教會方面為亞里士多德辨護。如意大利天文學家施西 Francisco Siner 其人首只有七竅，地下只有七金，天上只應有七緯。但是此種類似陰陽五行說論調，在望遠鏡發現以後，已如旭日高升後之燭火，闐然無光了。歐洲思想從此脫離了亞里士多德經典之羈絆，而起了一種革命。此時歐洲天文學的觀測亦遠較中國古代為精密。亞里士多德日月五星繞地運行說之

所以被推翻，還有一個重要原因。就是十六世紀丹麥天文學家白萊Tycho Brahe 盡了二十餘年之力，觀測火星位置。死後他的門弟子開白兒根據其老師的紀錄，繪成圖表。照亞里士多德說，火星應該繞地球，而且所有行星軌道統是正圓。因為惟有正圓才完美，豈有天上的東西會不完美的呢？但開白兒用了苦心所畫的圖上，不但火星是在繞着太陽走，而且所走的路線却是一個橢圓，而非正圓。火星軌道的偏心是 $\odot$ 、 $\odot$ 九三，換言之就是火星離日最大距離和平均距離相差不過平均距離十一之一。若使在中國古代，這類精微的分別，一定會被忽略的。開白兒就依據火星和旁的行星的運行，定了三條有名的定律，首見之於他著新天文學，是在一六〇九年出版。所以在牛頓未出世以前，歐洲本有類似陰陽五行的邪說，已被打倒了。數日的觀測已有相當精密了，而當時因為貿易的繁盛，已有工程與科學技術的需求，人們已得了一種量度的習慣 *Measurement* 實驗的精神，所以近代科學之興起豈偶然之事。

(二) 牛頓之崛起 牛頓一向被人稱為自然科學家，但他對於科學的應用是很注意的。在一六六九年當他劍橋大學畢業未久，他的朋友埃司頓 Francis Bacon 要去歐洲游歷的時候，牛頓寫信給他，勸他沿途注意船隻之駕駛與航行，到歐洲各國須留心察看船隻之結構與建築，注意於各國之天賦財物，尤其是礦產之分佈與多寡，以及鍛冶之法。在波希米恩考察以水銀煉金之法，到荷蘭要學習製造玻璃，與荷蘭人如何保護船隻使不腐爛，以及在大洋中以鐘錶定經度之方法。埃司頓比牛頓年紀還青些，牛頓指導他在游歷時應留心的問題，統是那

時候所急待解決的問題，或是需用孔急的方法，而是牛頓所不能忘懷的。牛頓對於科學上三個最大供獻，是萬有引力原則之成立，微積分之發明，與夫白光之能由三稜鏡分析為紅橙黃綠青藍紫七色。若非牛頓出世，在當時的歐洲亦必被旁的科學家所發現，但時期或將延緩而已。望遠鏡之製造，使人們注意到玻璃之性質，故白色光之可分為七色，遲早總必被人所發覺。在牛頓以前加利略已證明物質墜地其速度逐漸增加，但與物質之輕重無關。且證明物質在一平面上運行，如無阻力以遏止之，則將循一定之速度以前進。此即牛頓之運動定律第一條也。同時開白兒之著名三條定律問世，將太陽系內行星之運行，釐定為簡單之規則。開白兒之第三條定律，與牛頓之第二條運動定律合之即可得萬有引力定律。牛頓之偉大，即在於將開白兒加利略已經發現之事實，更簡單化，普遍化。昔之僅能應用於行星運行者，今乃推廣而可應用於萬百事物間，無論其大小遠近。昔之須用三條獨立之定律者，今則一以貫之。欲應用牛頓運動定律第二條，即以在空中移動物質每一秒鐘之位置，以定其加速度，實有微分法之必要。故微分法之應運而生，亦非偶然。實際微積分法與萬有引力定例雖首發現之問題，在當時均有極熱烈之爭執。因德國之賴勃尼茲同時亦發現微積分方法，而牛頓之友人霍克曾在牛頓發表萬有引力原理以前，將二物相吸與其距離之正方作反比之意見報告於英國皇家學會也。昔人有云，英雄所見略同，以英雄乃時勢所造成。時勢同則英雄之見解與造詣亦相同也。

(三) 近二百年來科學之進步及其對於思想之影響。牛頓去世迄今二百一十餘年，在此二百餘年中，科學之猛晉非牛頓之所及料，而二十世紀科學尤有長足之進展。在數理方面一九〇五年愛因斯坦之相對論與一九〇六年勃郎克之量子論二大發現，均為二十世紀最初幾年之產物。相對論不但修正了牛頓萬有引力定律解釋其所不能解釋之疑問，如水星軌道近日點之移行不合規則等問題。且使空間與時間打成一片，質與能亦打成一片，使人們之宇宙觀豁然開朗。而量子論則影響到渺小之宇宙。此兩種理論加以近十年來之量子力學論打破了從前機械式之宇宙觀，其對於思想上之革命，正和十六七時代開白兒之行星運行定律，及牛頓萬有引力定律同一重要。同時在科學應用方面，二十世紀初葉幾年之中，亦有驚人的發見。如馬可尼傳遞無線電橫渡大西洋，自康華爾至紐芬蘭，美國賴忒兄弟用飛機飛行六百英尺，內燃機 Diesel oil Engine 之出產，電爐之應用於熔鐵以及大規模鋁之生產，統是二十世紀初年的事。不久電燈，電話，汽車，均大量的應用。鄉村的交通，城市的繁榮，人們娛樂的方法，職業的種類，大為改觀，而人們的思想當然亦隨之改變。小而言之，如時間問題。在科學未昌明時代，優哉游哉，從容不迫的度日子。從秦漢一直到一百年以前，因為沒有良好交通工具，並無急速旅行或傳遞的方法。明末崇禎帝死於煤山的消息，一個月以後方達到南京。如今則日本人進攻蘆溝橋或珍珠港的新聞不旋踵而遍傳於各國的報紙上。所以昔人之從容者今日不能不倉卒從事。要乘火車的人就覺得輪船走得慢。想坐飛機的人還嫌汽車費時

間多。因為交通速度的增加，人們對於空間與時間觀念就不相同。昔日重洋，今日庭戶。昔人論時論刻今則論分論秒。可知科學進步使一般人對於時間的觀念亦大加精密。大而言之，則吾人之人生觀亦受影響。自一五四三年哥白尼創為地球繞日之說，經開白兒加利略之證明，從前地球為宇宙之中心人類為上帝所創造之說，已不能立足。人類之尊嚴受了一個打擊。到一八五九年達爾文物種由來一書行世，說人類與猿猴類一樣由其他動物慢慢進化而來的，於是人類的尊嚴又受一重打擊。近代世界又稱機器世界，一套機器支配着多數人的生活，威脅着多數人的生命，生殺予奪操之機器，人成為機器的奴隸。這是對於人類尊嚴的第三重打擊。說者遂謂「科學進步的境界使人類陷於卑賤感的深淵之中。如馬克斯以唯物解釋歷史，解釋人生。希特拉賤視大眾，視任何人為機器，為工具，為奴隸。這兩種哲學，雖如冰炭水火，但有一個共同之點，他們都鄙夷基於人性的自由主義」，因此就有主張當此時期我們應該喚回人類的自尊心，提高人的因素（見大公報本年三月卅一號社論）這番議論實在只看到科學影響近代思想的片面。科學的目標是在求真理。真理所在，雖蹈危履險以赴之，亦所不辭。從前地球為天體之主宰人類為上帝之驕子之說，乃妄自誇大之主張，猶如我國閉關自守時代之鄙視西洋一樣缺乏事實的根據，遲早總必被推翻，無可惋惜。但中國文化自有他存在的價值，海禁大開以後，只有日益顯明。正好像人為萬物之靈，自科學昌明以後，更能彰彰昭著。地下的石炭，生成之後數千萬年蘊藏不動，人類始設法燃燒之使發光變熱，已非其他

生物所能。而近世科學，更利用以發電，使黑夜光耀如同白日，炎夏不熱，嚴冬不寒。變成無線電則萬里之外可以覲面可以對談。電力更可以去塵、唱戲、算賬、甚至上飛天空，下掘地道。若使古人復生，到歐美通都大邑去游歷一下，必疑爲仙宮而非凡境了。從前聽天由命的觀念已經變成科學萬能的觀念，在科學昌明的國家水旱災荒與瘟疫幾絕跡了。近世科學之能改造環境，操縱環境，甚至於創造環境，其能力之偉大，應該增進人類的自尊心和自信心。目前的困難，在於人類能假手於近代科學以駕馭環境，但却不能駕馭人類自己，這就是人類的最大危機。這種危機，在第一次歐洲大戰以前已存在着。可惜凡爾賽訂定和約的幾位政治家，統以舊眼光看新世界，第二次世界大戰因之不能避免了。近十餘年來英美科學家已覺悟到科學在社會之應用，有事先計劃之必要。一九三二年英國『自然』週刊就出而主張科學的社會化。不久英國科學促進會成立了科學與社會及國際關係這一股。在目前社會環境下，科學方法和態度未能完全應用，從下而兩位科學家的言論就可知道一斑。英國科學促進會和美國科學促進會於民國廿八年夏在英國開第一次聯合大會時，美國名地理學家鮑曼出席演講，他的題目是『科學與社會新發展』。他說，『我們統信賴科學的進步，但遇到科學所發現的事實不利於目前社會團體時，我們往往不惜否認之。科學的訓練，應該給我們以公正的態度，但在現階段的社會環境中，這是極困難的一件事。遇到與人有爭執的時候，我們的態度極難持平。我們的同情心對於不相干的人們，就非常薄弱。我們用種種設想，使所持的理

論，有利於我們而有害於對方』。前英國皇家學會會長威廉勃拉格在民廿三年所著『科學友乎？敵乎？』一篇文裏，更明白指出科學精神與社會環境的矛盾。他這篇文是赫胥黎『科學研究與社會需要』一本書的緒言。他道『科學應該是能高瞻遠矚而無國界的，但是科學的結果若應用到商業貿易上去，立刻就發生毛病，俗語說道商標一進門，和平立刻就跳出窗外去了。但像我們這樣以貿易製造立國的國家如何能避免與人競爭呢？』對於勃拉格所提出的問題，赫胥黎的書裏並沒有一個好的解答。最近英國出版拉魏 Hyman Levy 教授著的近世科學這部書裏，有這樣一段話：『人類本為世界萬物中之一份子，受種種自然的限制，事事須聽命於天。到了科學昌明以後，人類乃能操縱自然。欲計劃此類操縱之力量，而使之入於正軌，實為一種新的方法，新的過程。為了將來社會的安甯和發展，而犧牲個別的利益，目前的利益，實以代表近代人類進化的新發展。在此我們可以看到科學的昌明，使人類的道德開始向一個新的方向開展着。有害於社會大眾的，即是犯罪，以此定是非之新標準，乃為目今社會所急需』云云。（見第八章）拉魏氏所說，限於人與人所組織的社會，而國際方面，近世科學使新道德標準之確立，更有必要。我國向所謂存亡繼絕講信修睦的觀念，在科學昌明以後，實為國際上必須樹立的一種新道德標準，不然則人類必趨於玉石俱焚，同歸於盡之一途。

科  
學  
與  
現  
代  
工  
業



科

學

集

題

外

卷

第

# 三 科學與現代工業

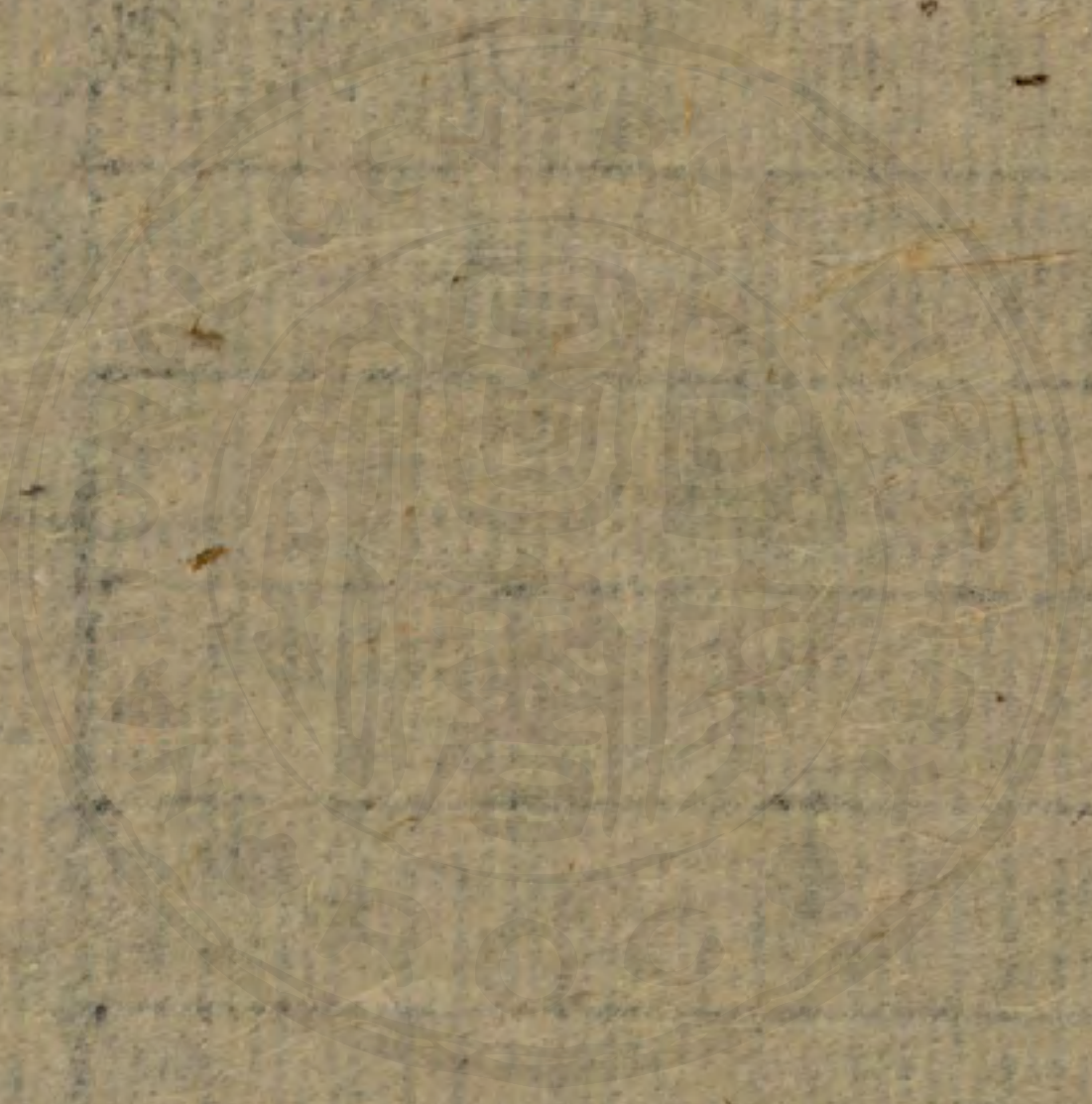
## 目次

- 一 現代工業之特徵
- 二 科學與工業資源
- 三 科學與工業動力
- 四 科學與製造具
- 五 科學與製造技術
- 六 科學與廢物利用
- 七 科學化與工業化

卷之二

一 二 三 四 五

六 七 八 九 十 十一 十二 十三 十四 十五 十六 十七 十八 十九 二十 二十一 二十二 二十三 二十四 二十五 二十六 二十七 二十八 二十九 三十 三十一 三十二 三十三 三十四 三十五 三十六 三十七 三十八 三十九 四十 四十一 四十二 四十三 四十四 四十五 四十六 四十七 四十八 四十九 五十 五十一 五十二 五十三 五十四 五十五 五十六 五十七 五十八 五十九 六十 六十一 六十二 六十三 六十四 六十五 六十六 六十七 六十八 六十九 七十 七十一 七十二 七十三 七十四 七十五 七十六 七十七 七十八 七十九 八十 八十一 八十二 八十三 八十四 八十五 八十六 八十七 八十八 八十九 九十 九十一 九十二 九十三 九十四 九十五 九十六 九十七 九十八 九十九 一百



### 三 科學與現代工業

#### 一 現代工業之特徵

工業是人類的一種經濟活動，利用天賦的物料，製造各項物品，滿足人類的需要。自從人類能利用工具的時候起，亦就是工業開始的時候。工具の利用創造了新的工業，新的工業又變成人類新的工具，未開發利用天然富源。這循環啓發推進了人類的進化。

最幼稚的工業雖然同人類的歷史一樣久長，而工廠工業應該從十八世紀的下半段工業革命算起，而現代工業恐怕要從第一次歐戰以後，總理稱之爲「第一次工業革命」以後算起。工業革命劃時代的變遷，是英國紡織機器的四大發明，同瓦特蒸汽引擎的發明，接着還有美國的工具機器三大發明。這幾種大發明使工業外形改觀，特質變更。

無論英國的紡織機器的四大發明，或美國工具機的發明，或瓦特的蒸汽機的發明，有兩個最重要的特徵：

(一) 利用天然動力來做有利於人類的工作——天然動力代人力；

(二) 將人類的智慧傳遞給機器，使機器替代人類工作——機器工作代人工。

第二次工業革命以來的現代工業的特徵是：

- (一) 工業擴大化；
- (二) 工業專一化；
- (三) 工業標準化；
- (四) 工業機械化；
- (五) 工業合理化。

現代工業一天天擴大與複雜，現代工業技術一天天的專門與精確，現代工業一天天的依賴科學來解決這些問題。

科學是人類了解自然，與利用自然，同克服自然的工具。人類的離不了科學，同工業離不了科學一樣。人類運用科學來推進工業，來推進文化。

## 二 科學與工業資源

工業需要利用天賦的原料，科學就是利用原料的指路碑。譬如最重要的幾種礦產煤與鐵。地質學家告訴我們世界儲煤總量為四、六九二、六一一、二〇〇、〇〇〇公噸。美國儲煤總量三、〇四〇、六四〇、〇〇〇、〇〇〇公噸，佔世界的百分之四十三（第一位）。中國儲煤量二四〇、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇公噸，佔世界之百分五、一二，列世界的第五位。

世界鐵砂儲量，現存儲爲五七、八四、三三、〇〇〇噸，而可能儲量則爲二六六七、六六二、九四〇、〇〇〇噸。中國鐵的儲量爲一、三四八、〇八五、九五二噸，可能儲量或將過之。在全世界各國比較，我們的各項名次亦在第九位。世界各國鐵產估計，常常隨着科學而變動。地質調查的工作，決不能遍歷各地。因此儲藏估計量，每隨地質工作之增進而增加。譬如說，在二十年前，美國外交協會出版一本書「遠東之鐵產及工業」(Far East Iron and Steel)所著，他的結論說：中國爲煤鐵的乏的國家，要工業化是十分困難的；但是經過十餘年中國科學家的不斷努力的調查，到一九三六年時，數字增加了不少。中國煤鐵儲量列世界第五位，鐵儲量列第九位，決非偶然的。

科學技術的進步，亦會增加一國的富藏的量數。譬如我們煤礦儲量的估計是根據地面之下一千公尺的儲量，同時煤層厚度一公尺以下者不計。而比之們儲量多的國家，如美國、英國、德國、蘇聯他們因爲技術進步，所以估量的標準是地面下兩千公尺的儲量。蘇聯就是這樣，在第二次五年計劃以前，煤的儲量估計還是很小，不到現在數字。(一、〇七五、〇〇〇、〇〇〇噸，估世界之百分之二十二。)而一九三四年以後，根據二千公尺的估計不得此數。所以中國煤的儲量，若是照二千公尺來估計，同時像四川的煤礦把煤層一公尺以下的都算進去，儲量決不止此。鐵礦亦是如此。現在儲量與可能儲量相差甚鉅，這相差距離是以科學來決定的。

再講我們視爲血液的石油。世界石油的儲量，爲四五、九九九、〇〇〇、〇〇〇桶。中國（包括東三省）是四、三三七、〇〇〇、〇〇〇桶。美國亦不過七、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇桶。這是前十年的估計，近幾年來科學家工作的結果，一定有所增加。例如美國在二十年前，就在那裏恐慌，說石油的儲量若那時每年消費，產品能供給半半之用。而科學家不斷的努力，在一九三五年一年中間，在塔克賽司一省，已經發現了五十處新的石油，及天然氣的儲藏地點。中國在民國初年，若聽了美孚油公司對於中國石油儲量的結論，我們一定要失望。而這若干年科學家的努力探查，把我們石油的儲量列爲世界第六位，還有若干油地未列入。玉門的油鑽儲量是三〇〇、〇〇〇、〇〇〇桶，以前不是如此之大。新疆的油量尙未列入。油的儲量亦同科學技術有關，以前一千公尺，現在五千公尺不是罕見的事。美國正在鑽開油井，中國若是在二千公尺的地層，可以得到石油一定很多。（玉門出油最多的一層是約五百公尺）。

重要國防材料的名單，各有說法不同，普通說至少有四十一種。其中重要的除煤鐵石油以外，有鋁、錳、鎢、鎳、鉻、銅、鈳、鋅、鉛、錫、汞、銻、鎂、硝、鉀、硫、磷、雲母、耐火材料、橡皮、木材，綠麻、皮革等。戰爭需要這些材料，經濟建設亦需要這些。科學家根據這單子到處找尋，找不到時設法找替代品。

科學找尋這些重要原料的努力，可謂無微不至。譬如說世界上產含鉛最多的礦是克拉烏

拉列脫 (Cp. Polite)，只有格林蘭 (Greenland) 產這種鑛。其次是氧化鉛鑛 (Bauxite) 法國產量最多，其次是意大利及英屬幾內 (British Guiana)，美國的產量是很少。科學在無法之中，從含鉛成分較高之土壤中提取，同時收回鉛器回爐。美國平常日用鉛器皿，每年約四〇〇、〇〇〇、〇〇〇磅。現在儘量收回。鎂是另一種輕金屬，國防所必需的，過去美國從天然鹽水中提鎂，但為求能大量供給，現從海水中提取。每立方英哩之海水含鎂五、七〇〇、〇〇〇噸，够美國杜氏工廠工作八百年之用。另外一來源是一種鑛石，含鎂 20% 至 30%。總量約在二五〇、〇〇〇、〇〇〇噸，美國自產僅及需要量之四分之一，大部從加拿大 (85% 世界產量) 來。每年需要二一、〇〇〇、〇〇〇磅。錫，美國平常常年需四萬噸，戰時一定增加。錫的來源是中國與東印度，一面省用罐頭用錫 10%，年可省二千噸。一面利用特種漆替代錫。錫、產量大部在中國，美國現以鋅來替代。世界鋅的產量以美國為最豐。以前的真鋼是錫銅 (18%)。錫，現在改為鉬鋼。鉬鋼亦以鎳鋼來替代。

工業用原料一大部份是農林產品。以美國為例，全部工業原料百分之六十五是農林產品。重要的種類是植物油、木漿、棉花、澱粉質物品，松香、纖維物料，玉米物品，皮革品及橡皮。化學工業的發達使農產品的用途一天天增加，科學不斷的指示農產品之適應工業的需要。天賦的鑛產品是有限，而農產品可以再生。

美國鑛產素豐，而有農產品代替鑛產運動，叫做「Chemurgy」是海爾博士 (Dr. Wm



Jay Hale) 發起的。一九三五年第廿一次年會，在地屈脫城 (Detroit) 之禱交旁鎮舉行。福特是有力的贊助者。在這運動中，酒精可代汽油。人造橡皮可以用煤及石灰來製造。但在這運動中，主張用玉米或大豆以可塑體物品替代鉛，實是一種新趨勢。一個最新式的英國飛機，有二百多件是純可塑體來製造的。

科學不斷的找出新的天賦蘊藏，更不斷的指出物料的新用途。因此天然給予的各種限制，科學都予打破了。

## 二 科學與工業動力

人類的進化永遠是在設法控制天然的力量，並設法利用。天然的動力如此之大，人類能利用方法如比之小，從下列十張表可以概見：

太陽幅射熱能 (Solar Radiation)  $5 \times 10^{28}$  馬力

地球外層收到之熱能 (Solar Radiation Received by Earth's Outer Atmosphere) 馬力

$2.3 \times 10^{14}$  馬力

地球收到有效的熱能 (Effective Flow of Solar Radiation)  $1.3 \times 10^{14}$  馬力

潮水之力能 (Power Dissipated By Tides)  $1.5 \times 10^9$  馬力

雷電之方能 ( Power Dissipated By Lightning ) 由  $1 \times 10^9$  至  $20 \times 10^8$  馬力

植物吸收的熱能 ( Rough Estima e of Power Corresponding to Radiat Energy Assimil-

ated By Plant Life )  $3 \times 10^{10}$  馬力

現今煤油燃料發生之動力 ( Power Corresponding to Present Rate of Use of Coal And

Oil )  $2 \times 10^9$  馬力

水力發電 ( Estima e Potential Hydro Elect Power )  $1.2 \times 10^8$  馬力

工業動力是現代工業的生命線。等於科學一樣，亦是工業發達的指數動力增加，可增加生產，減低成本。一九〇〇年美國每一工人可得動力兩匹，一九二三年四匹，一九二九年四八六匹，一九四〇年六匹。

### 世界各國每一工人所得馬力

美國	六匹
德國	二、六匹
英國	二、五匹
法國	一、七八匹

中國

○、四二匹

不但工業的盛衰可從這張表上看得出來，即國力之強弱亦可以此為指數。各國科學工業工程師不斷的努力，來提高動力的效率。

一八八〇年每一千瓦小時需煤一〇磅

一九〇〇年每一千瓦小時需煤五磅

一九一八年每一千瓦小時需煤三又三分之一磅

一九三〇年每一千瓦小時需煤一磅

一九三九年每一千瓦小時需煤一磅以下

科學家及工程師亦不斷的求油料引擎及水輪機之效率之改進，使每一滴油發出其最大的工作，每一滴水在流到海洋裏去以前，做了最大的工作。

四 科學與製造工具

大量生產以標準化為基礎。標準化以精確化為基礎。手工製造不能達到最精確而機械製造到不會不精確。

動力是現代工業的生命。機械是現代工業的量尺。下列一表，可以見各國工業之指數。

## 世界各國每人攤到機器之指數

- (1) 美國 四〇三
- (2) 加拿大 二九六
- (3) 英國、瑞士、澳洲、德國、紐西蘭 二〇〇——一〇〇
- (4) 比國、羅森堡、荷蘭、瑞典、丹麥 一〇〇——五〇
- (5) 捷克、南非聯邦、智利、意大利、芬蘭、匈加利、愛爾蘭、澳國、阿根廷、拿威 五〇——二五
- (6) 日本、祕魯、墨西哥、愛沙尼亞、西班牙、波蘭、蘇聯 二五——一〇
- (7) 埃及 一〇——五
- (7) 土耳其、印度 五——一
- (8) 中國 一——〇

機械工業製造的工具，亦是國防的工具。特別是製造機器的機器。平時製造工業用機器，戰時製兵工用器材。德國的四年計劃，機械部份就是專門製造工具機器及樣板。美國的工具機器的製造能力最大，但在歐戰開始時，實在是一個無準備的狀態。美國在一九一四年時工具機器年產量是五〇〇、〇〇〇、〇〇〇元，一九一八年時增至五〇〇、〇〇〇、〇〇〇元。

，一九二九年二〇〇、〇〇〇、〇〇〇元，一九三三年工具機工業三〇、〇〇〇、〇〇〇元。

一九三七年

輸出之工具機

四七、六〇〇、〇〇〇元

國內自用之工具機

二一二、六四三、〇〇〇元

一九三八年

輸出數

七四、六七〇、〇〇〇元

至蘇聯

二六、一六二、〇〇〇元

至日本

一九、四一三、〇〇〇元

至英國

一〇、三八〇、〇〇〇元

至法國

五、〇七〇、〇〇〇元

輸出

九三、〇〇〇、〇〇〇元

一九三九年

蘇聯

一五、四一四、〇〇〇元

英國

二五、五七〇、〇〇〇元

日本

一九、八一二、〇〇〇元

法國

一七、一〇四、〇〇〇元

一九四〇年

工具機之生產從三〇、〇〇〇、〇〇〇元增至四〇〇、〇〇〇、〇〇〇元。

〇〇元。

一九四〇年 一月至七月

輸出量

九九、六七〇、〇〇〇元

英

三八、四六九、〇〇〇元

法國

二八、三六七、〇〇〇元

日本

一二、〇五二、〇〇〇元

蘇聯

一〇、〇一五、〇〇〇元

加拿大

三、七〇八、〇〇〇元

一九四一年

美國自用機器之增加

七五〇、〇〇〇、〇〇〇元

現在戰爭需要的機械武器無一不是從最精確的機器產生出來的，機械工業已成國防工業的中心了。

「電氣」亦是工業的重要工具。除電力轉動了各式機器外，我們利用電的熱來煉製各項金屬，來分解各種物質，來化合各環份子。我們利用看得見的電光來照明，利用看不見的電光（電視）來控制千百種工業工作，是工業最服從的僕人。用電視來開門閉門來控制溫度，來控制物品的顏色，來控制雞蛋的好壞，來數鈔票的數目。肉眼無法檢驗的精確度（1/10,000）對，電視可以很滿意地完成。

## 五 科學與製造技術

天賦的資源一定不能平均分配。有些資源十分富有，許多資源不免貧乏。富有的資源若沒有開發資源的工具與技術還是貧乏。反過來說，若是資源貧乏而具有開發的工具與技術，則還可補資源之不足，雖貧亦富。上面講的許多替代品之例子就可說明製造技術可以補天賦之不足。

現代的科學除以甲種物品來替代乙種物品外，尚有所謂合成技術。合成技術的成功，實是近三十年來科學界及工業界上一件大事。合成的技術主要的是以各種物質的組織成原子，用高壓高溫的方法，來合成化合物。我們所說的巧奪天工，就是合成化學的意義。

大自然是一個化學工廠，許多物品都在自然的製造，但是需要的時間是較長。譬如煤是大自然經過幾千萬年的化合工作而成的。德國試驗室內曾用人工的方法合成人造煤只須數小時。人造煤並無實際的價值；而德國做此試驗是要說明現代科學可以幫助人類仿效大自然的工作，而速度增了多少倍。

亞摩尼亞是一份淡氣，三份輕氣的化合物。在三十年前的教科書上明白說，淡氣因為是十分不活潑的氣體，所以無法與輕氣發生化學作用的。因此以前的亞摩尼亞及硝的來源是從智利硝石來的，德國的化學教授哈蒲於一九〇四時用  $\text{NaNO}_2$  及  $\text{NO}_2$  大氣壓的高壓接觸法，

製成合成亞摩尼亞。一九〇九年勃許協助之，於一九一二年完成工廠。開始製造每天產五十磅，後來每天產三十噸，一九一三年產量六、五〇〇噸，一九一八年產量二〇〇、〇〇〇噸。凡爾賽和約簽訂後，英國美國都要求知其方法之秘密。現在各國都以合成法來製造硝酸及炸藥。一九三三年希脫拉上台提出一個「替代品」口號。要造人造汽油，以一噸煤造一噸汽油。要造人造橡皮，以四十噸煤造一噸橡皮。要造人造絲及人造原羊毛。

現在許多新藥不但用合成方法，且改造原子之結構，並重新排列其次序。所以化學不但利用天然材料的科學，而還是改造物質的科學。

## 六 科學與廢物利用

現代工業發達的社會，是廢物最少的社會，科學不但支配了工業製造，而且利用了各種廢物。

美國為製節省用錫，所以設法收回罐頭上之錫年可得一萬二千噸。雖然每罐僅有了 $\frac{3}{1000}$ 磅之錫，三百三十罐之錫始合一磅，而積少成多。數字便可驚人了。

廢鐵廢鋼可以完全收回。因冶煉技術發達，故一、二、三、四次重複製用，品質還是合於標準。

美國有一廠專門拆舊汽車每年二五〇、〇〇〇輛。



包香煙的鉛紙，每張厚百分之一公厘，0.0133重百分之廿公分。0.0133每人每天吸香煙一包，五十萬人每年吸香煙的鉛紙可夠一個新式轟炸機之鉛之需要（八萬磅）。

玉米桿美國每年有三、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇個，可做炸藥，人造橡皮，及膠水。美國現在有一個工廠每天用四十噸玉米桿。

不但廢物利用，廢熱亦可利用。利用內燃機之廢熱是普遍之事，蒸汽機廢汽之利用更是涓滴不遺。

科學告訴我們物質不滅與能力不滅，同時指點我們利用每一斤物質，每一點熱力。

## 七 科學化與工業化

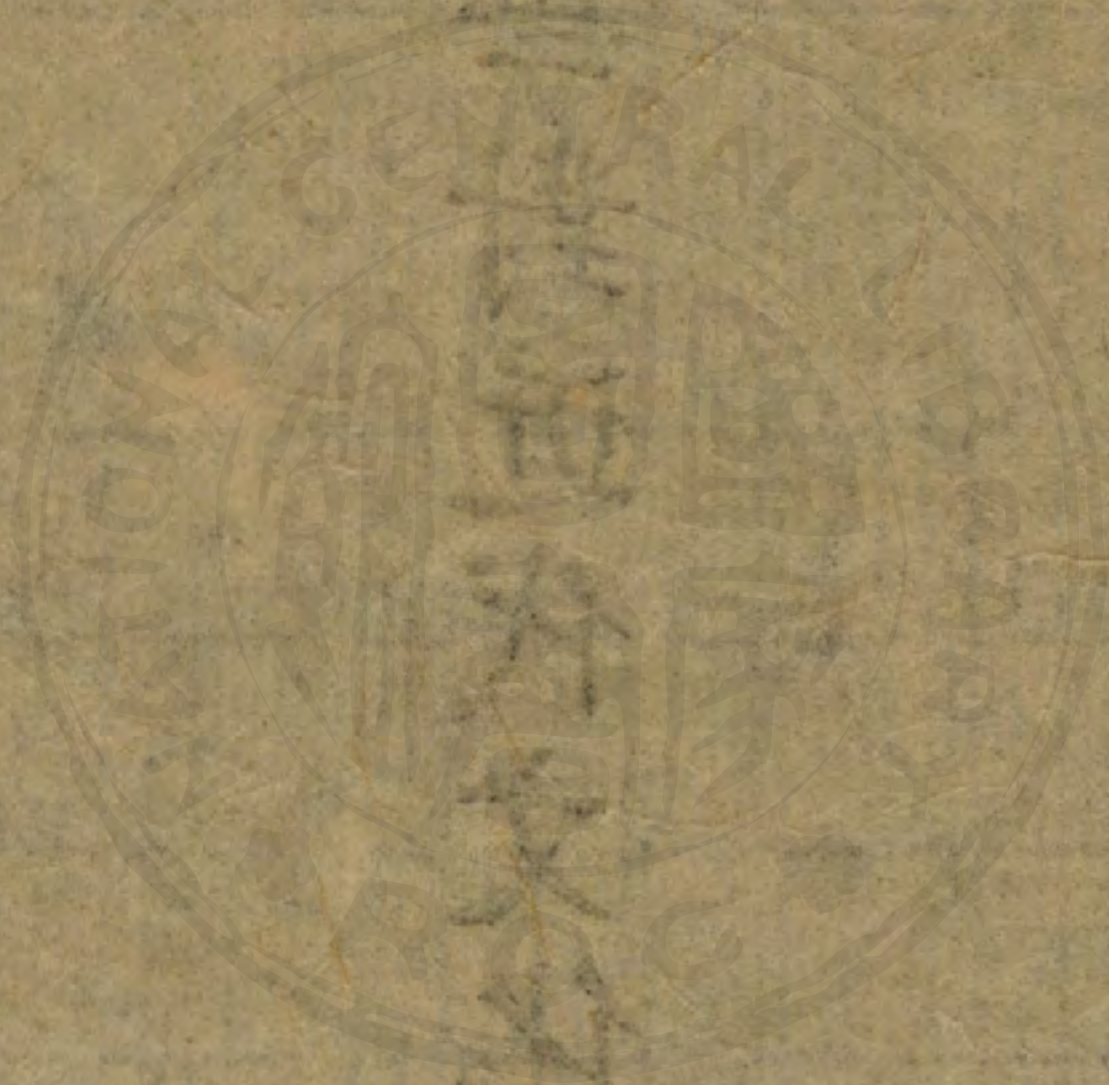
提倡科學而不使社會科學化，結果可以一面有高超的科學，一面有最落後的社會。印度就是一例。

草創許多工廠，而不使社會工業化，結果工廠全無基礎，國力亦未增進。法國就是一例。

科學化與工業化不但提倡科學與工業，而是一種新的認識新的人生觀社會觀。這新的認識與觀念是找尋真理，是人力勝天，利用自然，創造革新，精確配合，銘團成就。

物理科學對近代文化上之貢獻

新道大第 十次 批發



### 三 物理科學對近代文化上之貢獻

#### 新文文學的創造；

(一) 歌白尼 (Copernicus) 打破「地球為宇宙之中心」的觀念。他假設諸行星環繞太陽運行，行星運動的描寫因此比以前簡單得多了。

(二) 地谷 (Tycho Brahe) 創造比以前更精密的方法，用來觀測行星的運動。

(三) 刻白爾 (Kepler) 發現行星運動的三條定律。

(四) 葛利略 (Galileo) 用望遠鏡觀測木星的衛星。

(五) 牛頓 (Newton 1642-1717) 假設物體間互有引力，並用以解釋行星運動的三定律。

#### 新物理學的創造：

(一) 葛利略 (Galileo) 精密觀察物體的自由下墜，物體在斜面上的運動，及擺的運動。

- (一) Hwyllees 精密研究擺的運動——準確量時間方法的產生。
- (二) 牛頓發現運動的三條定律，確定了力學的基礎，也就確定了一切物理科學（包括各種工程科學）的基礎。

### 牛頓的工作的重大意義：

- (一) 初次顯著地將自然定律的普遍的表示出來。
- (二) 初次使人類深切感覺到了解自然界的能力，因此增加了人類能控制自然界的信仰。
- (三) 初次顯著地指出許多似乎很複雜的現象可以用很少數的簡單假設統括起來。
- (四) 啓示了主要的科學方法，是以後一切科學工作的示範。

### 光學的貢獻：

- (一) 望遠鏡——是天文學及測量學的主要工具，也是軍事上的利器。
- (二) 顯微鏡——是一切生物科學（包括醫學及農學）的主要工具。
- (三) 分光鏡——是分析物質的工具，也是天文學上的一種重要工具。
- (四) 光的干涉現象——是各種精測長度方法的基礎。

(丑) 各種光波的效用(無線電波亦內光紫外光，X光R放射)

### 熱學的貢獻：

- (一) 發現熱力學第一律：宇宙間各種能力的總量是不變的。
- (二) 磁定各種能力互相變換時的數量關係(最重要的關係是熱的工作當量)。
- (三) 發現熱力學第二律。這條定律可以用來確定各種熱機的理想效率。

### 電磁學的貢獻：

- (一) 法拉第 (Faraday) 所發現的電磁感應是一切電機工程的基礎。
- (二) 麥克斯威爾 (Maxwell) 所創造的「光的電磁波說」引到無線電的發明。
- (三) Seebeck 所發現的熱電效應是近代工廠中「遠距離管制」的基礎。
- (四) 電子的發現引到各種真空管的發明。
- (五) 電子顯微鏡的發明。
- (六) Cyclotron 的發明與放射原子的人工創造。



化學及冶金學對近代文化上之貢獻



外郡以治金華博近外文名士以貢

# 四 化學及冶金學對近代文化上之貢獻

## 一 序

今天我所討論的題目，是化學及冶金學對近代文化之貢獻。我國現在科學落後，如欲建國，如欲創造出光明燦爛的文化，非特別提倡科學，更非特別注意化學及冶金學不可。除去說明化學及冶金學對近代文化之貢獻外，今天這次談話，也可說明化學及冶金學對我國建國的重要。

## 二 化學與冶金學

在說明本題意義以前，我們須先曉得化學及冶金的內容，及其互相的關係。化學是科學的一種，專門研究物質內部的成份及變化。如何利用化學智識開辦工廠製造化合物，以求解決人類生活所必需的物品，就是應用化學，故應用化學。是包括在化學內的。冶金學是應用科學的一種，專門研究如何由金屬礦物冶製金屬物品。由礦物經過冶煉手續，變為金屬物品，礦物內部成份，必經過變化，故冶金學屬於應用化學，當亦屬於化學。

### 三、近代文化的特點

文化是人類生活在精神上與物質上所表示出的方式。近代的文化與前代的文化是不同的。從衣、食、住、行、風俗、習慣、來說，近代人類生活，與前代人類生活區別很大。現在人類生活遠較以前為合理，為優美，為衛生。總之，近代文化比較前代為高尚。近代文化有牠的特點，而這種特點是前代文化所沒有的。只要我們把這種特點找出來，再研究化學及冶金學對這種特點的貢獻，我們就可明瞭化學及冶金學對近代文化貢獻的所在。

我認為近代文化有兩個特點，為前代文化所沒有的，一為工業化，二為創造熱。所謂工業化，即一切生產事業及交通事業之工業化，即以農業論，亦逐漸採取大量之機械及動力，從事生產，日趨於工業化。所謂創造熱，即近代人類熱心於創造物品，處處喜歡以人造物品，代替自然物品，甚至自然所不產生的物品，人們以可用人為的方法製造出來，以供給人類生活的需要。

### 四、工業化之條件

近代文化特點之一為工業化。現代人類生活方式，可以說是工業化所決定的。為什麼近代能夠工業化，而前代不能工業化呢？我們要解答這個問題，須先明瞭工業化所需的條件。

這條件計有下列四項：甲、人力，乙、原料，丙、機械，丁、動力。

甲 人力 上列四項條件中，人力一項，似與化學關係較淺，但實甚重要。飲食品加工與儲藏，如米、麥、豆、鹽、各種油類、肉類、以及罐頭、食品工業等，均屬於化學工業。預防及治療疾病的各種藥品，均為化學工業產品。他如人類所需衣、住及日常用品，亦多為化學工業所製造，如陶器，瓷、搪磁裂、玻璃器、可塑體物品等，此皆人人所知，不必詳述。若有人而身體不健，時生疾病、則其所能出之力，頗為有限。故利用化學智識製造各種生活必需優美物品以及醫用物品，不特可以增進人類健康，而一切製造事業，凡須要人力者，亦因而加增工作之效能。

乙 原料 關於原料的利用，化學有極大之貢獻，凡可以利用，其品質之高低，影響某種工業的成敗極大。有時原料缺乏，我們，可利用化學智識，解決原料供給的問題。譬如由石油提煉汽油，最初有極大量的洋油（煤油）及燃料油（Fuel Oil）同時產出，現因汽油用處日見重要，煉油技術，亦隨而增進。同量之石油，加裂煉方法，可將洋油與燃料油之產量減少，而增加汽油之產量，如第一表所示：

第一表 煉油技術之增進（產量以百分率表示之）

	1924.	1934.	1935.
汽油	31.20%	43.40%	44.20%

煤油	9.30%	6.00%	5.80%
燃料油	49.80%	37.40%	36.80%

見呂季爾 (Riegl) 工業化學第三版。

如以現在出產汽油每一加侖之量言，則所消耗之石油較以前為少。此項利用原料效率的加高，為化學工業進步之所賜。又如我國自流井之鹽水，所含其他物質頗多，但數百年來，從事此項工業者，只知煮水成鹽，除鹽外，其他一切寶貴物品，或廢棄，或食下，均未利用，實甚可惜。最近數年國人始知利用化學智識，從鹽水中，除煉製鹽外，尚可提出若干副產品，如溴、如碘、如鉀化物，如鎂化物……等等，而這些副產品，原均廢棄，現在只須稍加工作，即可提出，以供其他工業之用，則鹽水對於國人之用處，大為增加。

又如不堪使用之破舊橡膠物品，即行棄去，實為可惜，因此等破舊物品中，仍然含有一部份橡膠，可以利用，故現時破舊的橡膠物品，大部再經煉製，因全世界所產之橡膠，為量有限，我們不得不設法將已有之橡膠作多次之應用。再以汽車所用之輪胎言，其製造的方法，經長時之研究與改良，將其能行之里數加多。初製之輪胎，每個可行一千英里之路程，以後逐加改良，直至現在每個可行二萬五百英里，是現時每個輪胎之效用，等於初製時之二十個，故所製物品使用效能之提高，等於原料之節用，亦即等於原料可能用量之增加。至於利用化學的知識，全以人為的方法，解決原料缺乏問題，以供給各種工業之需用，

如從氮氣製造硝酸，從煤製造汽油等，則化學對於工業的關係，尤為重要。因此段與將要說明的製造物品有關，此時暫不討論。

丙 機械 有人力、有原料，如無機械，則現代的工業化，亦不可能，機械對工業化的關係，實在非常的重要。此處所謂機械，包括製造事業所需的機器，儀器及其他一切設備而言。古人曾說過「工欲善其事，必先利其器」，我們有現代的利器——機械——才有現代的工業，才有現代的文化。各種製造事業，需用各種機械。現世所用的機械，其種類之多，真是五花八門，無奇不有，各種機械所有金屬及非金屬二種。此時雖無統計材料，使我們確實知道金屬或非金屬的材料所佔的成份，究竟有多少；但找敢大膽的說金屬材料，在一切製造工具中，佔最大之成份，而此種金屬材料，固皆為冶金之產品，如鐵、鋼、銅、鉛、鋅、鎳、鋁、等等。非金屬材料中，化學工業之產品，亦復不少，如各種耐熱材料，絕緣材料，工具鋼、砥磨材料……等等。由此可見化學及冶金學對機械的重要。如無化學及冶金學供給各種設備所需的材料，則近代之工業化為不可能，現代的文化，當無法樹立。

非特極大部份設備所需的材料，由利用化學及冶金學之工業以供給之，即工作技術亦因近來化學及冶金學智識之增進，而大為改善。凡有工業常識者，均知製造過程中，溫度與壓力之關係極大，全部製造效率之高低，可以控制溫度及壓力之變化決定之。關於用溫度與壓力之技術，今人較遠前人為優越，其範圍亦較為擴大。在現代化學工業中，如液化空氣以提

取氧氣或氮氣，所用壓力，有高至乙千個氣壓，所用溫度，則低至攝氏表零度下幾或百度者。又如製造石墨，所用溫度竟高至攝氏表四千一百度。若用特殊方法，可得七千七百度之高溫，比太陽溫度尚高一千六百餘度，尤足驚人。如此對溫度及壓力控制之技術，遠非前代之人所能及，亦為促進現代工業化之一大原因，而高溫壓之利用，則有賴於優良之材料，是種材料，固又屬於化學工業及冶金工業的產品。

丁 動力工業化之第四條件，即有大量而低廉之動力，前代人類只能利用小量動力，現代人類，則能利用大量動力，故現代有工業化可能。人能利用大量動力，即等於驅使多數非人奴隸，替人工作。動力之工作效率，可以人力單位表示之，稱之謂能力人，全世界所用動力之總數量，據美國生活雜誌（Life）所載，如第二表：

第二表 世界各國利用動力數量

國名	全年所用之能 ( $10^{15}$ 呎磅)	能力人數百分數	人口	每人能力人數
美國	746	54	130,000,000	153
加拿大	69	5	11,000,000	167
德國	112	8	109,000,000	27

英國(加除外)	69	1,842,500,000	5	450,000,000	41
法國	55	1,474,000,000	4	43,000,000	35
意大利	42	1,105,000,000	3	44,000,000	25
蘇俄	69	1,842,500,000	5	169,000,000	11
中國及日本	83	2,211,000,000	6	557,000,000	4
其他	138	3,655,000,000	10	451,000,000	8
總計	1382	36,850,000,000	100	2,125,000,000	17

〔附註〕：呎磅為能之一種單位，一磅重之物升高一呎所需之能為一呎磅

依據第二表所示，全世界人口，計有二十一萬萬二千五百萬人，而所役使能力人數，即有三百六十八萬萬五千萬人之多，每人可得十七能力人，此衆多能力人，供吾人驅使，日夜不斷地為我們人類工作，就可說明近代工業化可能之原因了。

這巨量動力的來源，各國不同，美國動力主要的來源，依據美國礦務局一九三七年統計如第三表：

（美國礦務局統計數字與生活雜誌所載者有別，但以礦務局統計較為確實，故從之。）





第三表\* 美國動力來源

年 別	1913(年)	1923(年)	1933(年)	1936(年)
煤	64.75%	71.00%	52.20%	52.25%
石油及天然煤氣	12.25%	24.00%	37.80%	37.75%
水 力	3.00%	5.00%	10.00%	10.00%

\*美國 Bureau of Mines Coal Economics Division Feb, 19, 1937.

我國動力的來源，現尚無確實統計數字，可供吾人之參攷。各工廠所用動力，幾全由燃燒煤炭而來，液體燃燒之利用，為量不多，至於水力之用為量尤微，下列數表載明世界用煤、液體燃料，及水力之數量。

第四表\* 各國煤產量 (單位：1,000,000噸計。一九二一年)

國 名	數 量
美 國	452.10
德 國	255.10
英 國	163.30

法提其總 37.90  
 克他 39.90  
 計 179.40  
 1,127.70

\* Putnam's Economic Atlas 1925.

# 美國煤之產量：

1929年	534,990,000 公噸
1931	437,640,000 公噸
1934	416,536,000 公噸
1936	493,667,000 噸
1938	390,729,000 噸

(見The World Almanac-1940)

〔附註〕：一九三六年中國煤之產量 15,000,000 噸

中國煤之儲量 250,000,000 噸

世界煤之儲量 4,000,000,000,000 噸

(見中國地質調查所報告)

### 第五表\* 各國石油產量 (一九三八年)

國 別	產量 (單位 1,000 桶；每桶 42 加侖)
美 利 堅	1,213,200
蘇 俄	202,300
委 內 瑞 拉	187,400
羅 馬 利 亞	48,400
伊 郎	77,200
荷 蘭 東 印 度	57,500
墨 西 哥	34,800
科 倫 比 亞	22,400
全 世 界 產 量	1,978,300

\*The World Almanac 1940

「附註」：一九三四年中國石油產量

677,000 桶

(見中國地質調查所報告)

## 第六表\* 全世界石油產量之增加

年別	產量 (單位 1,000,000 桶)
1900	149.1
1910	327.8
1920	688.9
1923	1,015.7
1930	1,411.9
1935	1,654.9
1936	1,804.9
1937	2,041.7
1938	1,978.9

\*The World Almanac 1940.

## 第七表\* 各國石油儲量 (一九三六年一月)

國名 數量 (單位: 1,000,000 桶)

化學及冶金業對近代文化上之貢獻

產 量 總 量

100

美 國	10,575
蘇 俄	2,830
依 拉 克	2,475
伊 郎	2,150
委 內 瑞 拉	1,350
羅 馬 尼 亞	633
荷 蘭 東 印 度	450
墨 西 哥	420
科 倫 比 亞	275
秘 魯	138
印 度	111
其 他	458
總 計	21,965

\*Garfias & Whersel. Gil Weekly, Feb 1936.

# 1936年 除表中所列外，美國另發現石油 1,088,981,000桶。(Oil and Gas Journal)

「附註」：中國石油儲量：4,337,000,000桶  
 （見中國地質調查所報告）

第八表 世界開發水力數量（一九三九年）

洲別	數量（單位：馬力）	備註
北美洲	27,000,000	（內包括美國之18,093,726馬力）
南美洲	14,000,000	
歐洲	28,000,000	
亞洲	5,125,000	（內包括中國之150,000瓩）
非洲	183,000	
大洋洲	800,000	
總計	64,000,000	

\*The World Almanac 1940.

「附註」：全世界蘊藏水力約計：263,986,000瓩

中國蘊藏水力約計：20,019,000瓩

（見國父實業計劃研究會研究報告）

由上數表，知世界所用動力之主要來源為煤，液體燃料及水力三者。煤之燃燒，液體燃料之提煉燃燒，均與化學有密切關係，蓋任何物質之燃燒，均為化學之現象，我們可利用化學智識，提高燃燒之效率，增高燃燒之效用，如以用煤發電言，在一九一九年時美國每度電（即一瓩小時之電）須用煤三、二〇磅，一九三三年時減為一、四七磅，至一九三九年時再減為一、四一磅，效率提高一倍有餘，以全世界每年所用電量之多論，因燃燒效率提高結果，每年所省之煤，其數量極大，而煤之能夠節省，因有賴乎化學智識之利用，至於利用煤，液體燃料或水力以發生動力之一切機械，其構造材料，幾全為冶金之產品，其最主要者為鐵與鋼，如無是等材料，則各種動力機械無法製造，而動力亦無法發生，故化學工業及冶金工業，非特供給各種動力機械之材料，並可增進動力發生之效能，節用現在所有存儲之燃料，

現時各國文化水準不同，有主張以用鋼鐵的多少來表示文化水準之高低者，因某國鋼鐵用量之多少，即可決定其製造工業所用設備之多少，更以此而判斷其生產能力之大小，及其工業化之程度也。下列之表，列出世界各國鋼鐵產量，由此亦可知我國鋼鐵產量在世界之地位。

第九表\* 世界各國鋼鐵之產量 (單位：英美以1000英噸；其他以1000公噸計)

年	美		英		德		法		蘇		俄	
	鐵	鋼	鐵	鋼	鐵	鋼	鐵	鋼	鐵	鋼	鐵	鋼
1915	534,934	3,774	8,919	8,992	13,293	16,182	1,311	1,748	3,798	4,273		
1923	11,752	40,699	6,192	7,326	9,694	11,539	10,025	9,447	4,982	5,552		
1933	13,346	23,232	7,003	4,124	5,207	7,586	6,325	6,531	7,250	6,920		
#8301	19,161	28,350	6,763	10,394	18,221	22,876	5,954	6,077				

•The World Almanac 1946

1938年各國產量單位全以英噸計每噸為2240磅

「附註」：抗戰前吾國民生產能力每年鐵 1,087,000噸

鋼 118,000噸

我國鋼鐵產量即 1,206,437,000噸

化學及冶金學對於人力，原料，機械，與動力的關係，已如上述，其對於工業化貢獻之，不難推想得到。

### 五 創造精神與創造能力

近代文化的第二個特點，為人類『創製能力』的表現，原來的人類生活於此世界上，由

化學及冶金業對近代文化上之貢獻



低下的文化漸漸而為高尚的文化，其中經過的次序，大致可分為三個時代，第一個時代為適應環境以求生存。第二為改進時代，人類對於原有環境，表示不滿，採取改進態度，以提高人類生活水準。第三為創造時代，人類認為就原有環境，只取改進態度，乃然不能滿足人類的要求，故進而創造物品，以適應較為高尚的生活。各種科學中，最足以表示此創造精神及成績者為化學及冶金學。

科學精神，注重事實的研究，而求進步，創造精神可謂為科學精神之理想的表現，非僅限於現象的研究，而特別注意創造性之工作，創造物品，決非出於偶然巧合，必須先明瞭擬造物品之內部組織，然後設法以人為的方法製造之，故研究物品內部組織，為創造工作的先決條件。對物質內部組織之智識，在科學中，以化學貢獻為最要，凡稍有科學常識者，均知各種物質皆由若干種元素所組成，世界上一切物品的區別，無非由這些原素在各種物品中組織之不同而已。既知物質內部組織，化學家即可利用此種知識，設法將各物質內部之成份，加以變化，而創造新的物質。

世界上的物品，種類極多，但可分為有機及無機二種，以前的人，認為有機物與無機物區別甚大，有機物必由有機物產生之，無機物決不能製造有機物，因有機物內含有一種「生活力」，為無機物所無有的。此種見解，百餘年前，普通人及專習化學者，均認為當然，不容有若何更改。一八一八年，德人物爾（Wöhler）以無機物製造尿素，而尿素為一般人所認為

有機物，從此有機物與無機物之界限打破，而世人對於有機物，另有一番新認識。尿素能在實驗室中，用人為的方法製造出來，其他種物質為什麼不可以？在實驗室製造出來呢？尿素製造之成功，化學家創造物質之能力，得以表現，因而刺激化學方面之創造精神，直至現在，化學之埋頭苦幹之研究工作，創造新物質，為其重要目標。

法國化學家柏塞洛（Berzelius）說，化學為分析及綜合的科學。所謂綜合，即含有創造物品之意。

地球為大體之一，運行於空中，除由空際落下少數之隕石外，地球上之物質，即無法增加。人類在這地球上務須利用原有的物質以供洽其生活之用，如缺乏某種原料，除非人類以創造之能力製造此項原料，即無法享用，現在我們可以利用化學的知識創造物質，以無用的或價廉的物質，創造有用的或價高的物質，則人類生活水準得以提高，而人類財富亦可增加。

現在我舉幾個例子，說明化學創造物質的能力。

甲、空氣之固定。硝酸之用途很多，人類在平時及戰時的生活上，必須應用硝酸，硝酸為主要之原料，為硝，世界上硝之儲量，以智利為最多，如無硝則無法製造硝酸，凡賴硝酸之工業均無法工作，但化學家經多年研究結果，從空氣中，採取氮氣製造硝酸。以硝製造硝酸為普通所用之製造方法，但以氮氣製造硝酸，則為化學家之製造。硝為硝酸之原料，已早為世人所公認。硝與硝酸之性質雖不相同。但其內部組織頗有相似之處。至於空氣中之氮與硝

酸組織則顯然不同，以氮氣為原料，製造硝酸，謂之創造；但以硝製硝酸，不得稱之為創造，只得謂之製造。創造與製造之區別在此。世界上硝之儲量有限，而空氣則無處無之，氮氣佔空氣成份百分之七十九，為量極大，取之不盡，用之不竭。化學家以此量多價廉之原料，製造硝酸，對於人類財富及物資之增加，其功勞偉大，非同小可。在一九三五至一九三六年中，全世界每年所產之氮化物，以氮之量計算之，共二百三十七萬餘公噸，其中從空氣中氮氣所綜合之氮量佔百分之七十五以上，而以硝石所製出之硝酸不過佔全部百分之七、六。綜合氮化物之重要可以想見。

乙 煤之氮化 世界石油儲量有限，其分佈亦極不勻。凡無油之國其存在有賴於產油之國。以現世界每年消耗石油之量言，已發現之石油究能供給若干年之應用，雖不易估計，而石油之儲量有限，終必有枯竭之一日。但現已發現之煙煤礦為量極大，如能設法以煤製油，則液態燃料之產量可以增加，石油枯竭之威脅，當可減少。於是化學家先將石油與煙煤之成份，加以比較，石油中，所含碳質約佔百分之八十五，氮質百分十五，在煤中所含碳質較多，氮質較少，約含碳百分之九十五，氮百分之五。假如我們能夠設法將煤中之氮質加高即每九十份之煤，加入氮十份，則煤即有變為油質之可能。依據這個假定，化學家在實驗室中，將氮氣用高壓力加入煤中，使其氮之成份提高。經過多年試驗結果，煤之液化，已由實驗室小規模的工作，變為工廠中大規模之製造事業，氮化煤以製液體燃料，所用溫度為攝氏表四百

度，所用壓力為一百五十氣壓，每噸煙煤，可得約四十加侖之汽油，五十加侖之柴油；三十加侖之燃料油及一萬立方英尺之可燃氣體。在此次世界大戰中，德國及英國均設廠由氫化煤以製汽油，供給戰爭之用。此二國產量各若干，頗不易於調查，依據美國戰前擬置設備，此時液化煤炭所得之汽油，或已達到一千五百萬加侖之多。

丙 他種創造物品之舉例 從煤膏中製造顏料，其種類多至五百餘項；有多種顏料為在自然界所未發現者，其顏色的鮮明，遠非天然顏料所能及，又如人造橡膠所用之主要原料不過水，煤，石炭三者。他如人造絲，人造羊毛，人造尿素，人造石灰酸，人造木酒精，及各種人造有機化合物，與各種合金及高速工具鋼……等等工業，均為化學及冶金創造之表現。化學對於生物之創造已如上述。對於生物之改進亦有所表現。如甜菜內所含之糖份，吾人已利用化學及生物學之知識逐漸加以提高，如下表所示：

第八表\* 甜菜糖份之增高

1838	1868	1878	1883	1908	1919
8.6%	10.1%	11.7%	15.2%	18.2%	28.5%

\*E. E. Sloson: Creative Chemistry.

此種改進，亦為人類利用創造能力之結果，其他例子很多，在此短時間內，不能一一提

出。

化學及冶金業對近代文化上之貢獻



物理科學對近代文化上之貢獻

殊聖科學博道外文外土之實類

## 六 生物科學對近代文化上之獻貢

### 引言

近代生物科學，是專門研究有生命物質及其活動規律的學問。許多生物學家，拿着剪子，提着瓶子網子，背着採集箱子，跋涉深山大川，捉蟲捕鳥，採花摘果，一起放在採集箱內，背着回去，生物學家以此為野外採集。生物學家在野外採集了許多動物植物標本，帶回到實驗室內之後，就開始命名分類；這種工作，生物學家稱之曰分類工作；這種學問，生物學家名之曰分類學。當生物學家開始分類的時候，他們就要辨別各種生物在構造上的異同，作為分類的標準；專門研究這些生物構造者，生物學家稱之曰解剖工作；這種學問，生物學家名之曰態學。生物學家既察知生物體上各種構造之後，再進一步要研究其各器官之功用何在；研究這些器官之功用者，即為生理學。在生理學裏面，研究者，皆為生命之活動現象，例如各種生命活動有什麼規律？生命活動和無生命活動如理化作用有什麼異同？於是生物學家又在實驗室內拿着顯微鏡，試管，化學品，物理儀器，殺狗殺貓，向生命之謎摸索。假如一個人，將其一身歲月放在這種野外採集，室內解剖，或理化儀器上者，這就是生物學



家，他們將研究所得，有系統地整理起來，這就是近代的生物科學。

近代生物科學，已發達至分門極細地步；不祇有分類學，形態學，和生理學，還有胚胎學，遺傳學，生態學，以及生物化學等門類。所以近代的生物學家，對於生物學家本身，一個人祇能專於一門，難以兼顧到全體。推測其發展由來，當肇始於二百年前的林耐氏。林耐首先創生物定名的方法，將各種動物植物，以屬名及種名連在一起，用這樣的名稱，固定某一種生物的科學名稱。例如人為動物之一種，學名為「智人」；人和猴子不同種，故給猴子又立一個學名。因為有這種定名方法，於是宇宙間動物植物可以分類，由分類而找出生物系統。若以我國年代推算之，林耐的工作成就，乃在清朝初年。故西洋生物科學之發達，是晚近之事。我們大家所熟知的生物學家如達爾文氏，其名著「物種由來」一書，是在一八五九年出版，尚在中英鴉片戰爭發生後十七年。從此一端，可見近代生物科學發展之歷史，不能算是很久遠的。

當作一種學問看待的生物學，任何生物學專家談起來，都是津津有味。例如最小的動物是單細胞的，祇能任高倍顯微鏡下才看得見，這些動物名曰單細胞動物。由單細胞動物進化至多細胞動物；在多細胞動物之中，由無脊椎動物進化至脊椎動物；在有脊椎動物之中，由魚類進化至兩棲類爬蟲類，鳥類，哺乳類；在哺乳類動物之中，由單乳類有袋類食蟲類逐漸進化至靈長類以至於人類。這一連串的進化過程，將動物的發展歷史，呈現在我們面前，

好像是一幅活動電影。又如生物學界有一種很奇怪的現象，一粒很小的種子，下土之後，在適當溫度和陽光之下，就發展成一種植物了；並且其所發展成的植物，和種子所由來的植物相同，豆的種子得豆，瓜的種子得瓜。同樣在動物界可雞卵孵成雞，鴨卵孵成鴨。這種神祕的遺傳現象，現在生物學家找出其原因了，這種原因是伏在卵細胞內染色體上的某種東西，這種東西運用最高倍的顯微鏡都看不見的，那就是基因。所以基因決定了生物體上各種特性的遺傳。像這類新發現，每一件皆可以使你聽了為之驚奇不置，所以許多生物學家，廢寢忘食，終生鑽研而不倦。以上所說，是當作一種學問的生物科學。

如果生物科學祇是一種有趣的學問，如果生物科學家所找不出來的自然界生命現象祇是一種驚奇的事實，那末今天向大家講述這種美妙的事實和有趣的學問，未免過於閑散。我們今天聚在一起，向大家講述生物科學，並不是因為其有趣而美妙，乃是因為其和國家文化建設事業有不可須臾離的密切關係。這才是我們今天要講述生物科學的出發點。

講到此地，我們必須要解釋文化二字的意義。我們聽到文化二字，不免有人想到這是文人搖着筆桿討論的問題，或是書本字面上的理論名辭，與我們的一般社會生活以及國家民族專業無關，這種看法，是對於文化二字的一種誤會。所謂文化二字，雖然大部分由人在討論，其名辭雖然是見於書本字面上；但是這兩個字所代表的內容，則為社會民衆的具體生活和國家民族的具體事業。我們必須看清楚這一點之後，而後對於文化二字方能得到正確的瞭解。

。所以文化是什麼？就是具體的民衆生活和國家事業。

我們現在要進一步，試看民衆生活和國家事業，究竟包含些什麼內容？關於這些內容，可以分三方面來說。衣食住行，這是不可一日或缺的，我們稱之曰物質方面；我們除衣食住行之外，又過着集體生活；在集體生活之中，必得有一個組織，這是無法逃避的，我們稱之曰社會方面；我們的生活，除物質方面和社會方面之外，還有一個生活的觀念，行爲的指針，這是爲我們所必須要，並且亦是最重要的，我們稱之曰心理方面。所以我們的生活，有物質的，社會的，和心理的三方面。這亦就是說，所謂文化，就包含着物質的社會的和心理的三方面具體生活內容。

現在我們再回過頭來看，在這樣一個具體文化裏面，一種學問和生物科學，是否飄蕩在文化之外，抑或滲透在文化之內？如果是滲透在文化之內，究竟和那一方面有關係，抑或和任何方面都有關係？我們的回答，就是說生物科學和文化的任何方面都有關係。非但有關係而已，並且業已構成近代文化進步的一個重要主動力。爲要說明這一點，我們就得要將生物科學與近代物質建設社會和心理建設三方面的關係，予以說明。

## 二 生物學與物質建設

首先我們要看，生物科學對於我們近代的物質建設，曾經有了怎樣的關係？

我們人類的物質生活，就是衣食住行和保健。二百年前，凡衣食住行及保健所需的物品，是用手工製造的。近二百年來，自從歐洲工業革命以後，我們物質生活起了劇烈的變化，這些用品，由手工製造改為機器製造，由人工少量生產進而為機器的大量生產，於是供應物質生活所需的用品問題，即成為國家重要的建設事業。總括起來，這些建設事業，可分為農、工、醫三大部門。這三大部門是任何現代化國家內所首先要注意到的建設事業。在這三大部門的建設事業裏，生物科學究竟佔着怎樣的地位呢？

(一) 農業 近代農業所供給者，如絲麻是衣料，如木竹是住料，如藥草是保健用料，這些都是重要的農產品；還有最重要者，即食物。我們的食物是什麼？不外乎兩種材料，一種是植物，又一種是動物。因之近代農業，亦可以分成兩大部門，即植物實業和動物實業。

所謂近代植物實業，就是稻麥森林果園等事業。亦許我們大家立即想到，中國以農立國，全國的農耕土地在六十萬平方公里以上，農民有三萬萬之多，（具見卜凱著中國土地利用）這些農民皆生產得很好，供應了全國人民的食糧；他們大多數連字都不識，還談得上什麼生物科學麼？然而他們用不着懂得生物科學，還是在田裏山間，實現了所謂植物實業；這豈不是表示沒有生物科學照樣可以有植物實業麼？

是的，我國農民在經營植物實業，他們並不懂得生物科學，這是事實。因為他們的農業

技術，是代代相傳，從來不曾受過生物科學的熏染；若近溯到原始人類祖宗，如神農嘗百草，選擇可治病的藥草，選擇可裹腹的禾穀，取回來教大家，在住宅附近，選一塊土地，除去野草，用人工播種，使以後人們就取這些由人工栽培得的禾穀為食物，不必再每天往外覓食，這是原始的農業。這種原始農業，經過數千年的傳襲，業已有相當進步；例如農具由木製而鐵製，灌溉由自然而加人工，種子由自然種子而人為選種，使現代農夫的耕種收穫，較之原始時代的收穫，質的方面既有改良，量的方面亦有增加。

今日農夫既已傳襲了數千年的耕種技術，他們現既在田野裏從事生產，那末實驗室裏的生物科學，對於他們的工作有什麼用處呢？譬如生物學家在實驗室裏，用許多牛奶瓶子，養着許多奇形怪狀的果蠅，一對一對地交配，研究其遺傳現象，結果找出了遺傳因素，是在細胞內染色體上的基因；那末這種發見，和田間禾穀菜蔬有什麼關係呢？

要說明生物學內基因之發現與農業之關係，我們可以小麥的選種事為例。今日我們種的小麥，上面說過，在幾千年前原是野生的。在該時人類偶然看到某種野生的小麥，可以作為食物用，於是摘取其種子，拿到住宅附近就種起來了。然而小麥的種類很多，當初人類的採用的野生小麥，未必是野生小麥中之最優者；亦許我們再在自然界加以搜索，可以找到更優秀的種子。如果要這麼做，那就該是植物學家的工作；植物學家就必須背着採集標本箱子，往深山荒野採取各種各樣小麥的種子，拿回來在土地試種，仔細觀察，以比較其我們所要挑

選的屬性。這是一種辦法。

然而近代生物科學家，還有進一步的辦法。當他們或是從野外去找得的各種小麥，皆不能合乎理想標準或是根本在野外找不到合乎理想標準的種子時，他們就在實驗室中製成合乎我們標準的新種，以應我們的需要。這種工作就是生物學家的事業了。例如加拿大有一種改良的春麥，名曰「馬奎斯」麥，其產量既豐富，成熟期又早，品質又優良，這是很好的種子。於是美國米尼蘇達州就採用這種種子，大量播種，希望有良好的收穫。待到既播之後，不幸發生了許多病害，麥子上面很容易長黑銹病，因此國家及私人皆受了極大的損失。於是生物學開始研究，怎樣才能得到一種麥種，既具有「馬奎斯」麥種的優點，又能具有抵抗黑銹病的能力？經過遺傳學家的研究，知道麥子抵抗黑銹病的能力，是受種細胞內染色體上基因所支配的。再經過他們在實驗室內的搜索，於是找出有一種麥種，名曰「因墨羅」麥種者，其本身有抗黑銹病的基因；於是將「因墨羅」麥種和「馬奎斯」麥種交配，結果乃得到一種麥種，既能抵抗黑銹病，又復具有優良的品種及豐富的產量，即所謂「馬奎羅」麥種。這種麥種，就是生物學家在實驗室內創造出來的。生物學家怎樣能創造出新麥種的？那就有賴於遺傳學知識。這就是生物學對於植物實業的重要貢獻之一。

這例子，是說明生物學對於農作物選種之貢獻。然而生物學之貢獻，尚不祇此一端。其他如對於植物病虫害之防治，凡是致植物於病害者，或為植物如害菌類，或為動物如昆蟲

類，皆生物學所研究的對象，甚至於益鳥益虫，亦為生物學的研究對象。凡此皆為生物學直接對於農作物極重要之貢獻。

生物學對於植物實業有如許貢獻；對於動物實業之貢獻亦然。所謂動物實業，包括蠶業漁業及畜牧等而言；在這些實業之中，包括有動物習性，動物選種，及動物虫害等問題，須要生物學家去解決。例如我們農場所不可缺乏的牛，這是每個農夫的重要財產，因為牛既用以幫忙耕種，又可以供給乳、肉、骨、及皮子等。然而可恨的是牛，上往往長有一種蒼蠅，學名曰 *Hypodermatitis*。去危害牛的健康。當春夏之交，牛息在綠蔭樹下時，但見牛在擺頭擦尾，皮子顫動，以驅除蒼蠅，此時蒼蠅在牛身上停着吮血，使牛痛苦萬分，輕者影響於牛之健康，重者因病而死亡。據美國的統計，他們每年因牛蒼蠅之損失，值美金一萬萬元之鉅，其為害之烈，於此可見。生物學家鑒有於此，乃開始研究牛蒼蠅之生活史；經過他們細心研究之後，其生活史是這樣的：首先其卵附在牛腿上毛根下；卵成幼虫後，乃鑽入牛皮，藏於牛身內，待明春乃在皮下發孔，以通外面的空氣。幼虫成蛹，乃落於地下，長成牛蒼蠅為害於牛，所以這是一個曲折的生活史。生物學家既將這樣曲折的生活史研究清楚後，於是畜牧家就知道應當將牛腿上毛皮隨時洗刷乾淨，俾牛蒼蠅的卵不得在毛根下附著，以消滅其中長。這些知識，皆為生物學家細心研究所得來的。這就是生物學對於動物實業之貢獻的一個例子。

(二)工業 有許多人不免想到，上面所說的農業，其生產物品根本就是植物和動物，所以生物學對於農業建設是特別重要。現代國家，除農業建設之外，尚有工業建設，這是物質建設項目內極重要的部門，這種建設是否需要生物科學呢？

我們的回答，就是說近代工業亦是需要生物科學的。

首先我們可以舉木材或纖維工業為例。木材在近代工業上的地位，僅次於金屬。非但房屋家具鎗托等，觸目皆是木材，即交通工具如鐵道需要枕木；電話電報需要木桿；造紙需要木漿；甚至如戰時德國，衣服亦用木漿製造。木材用之之廣有如此者。木材之應用既廣，因其用處及所需要木質特性不同，於是所用的樹木種類亦因之不同，要適合某種用途，例如作鎗托，其物理性質必須合乎某種標準。要合乎標準，則第一步工作，就是要鑒定樹木的種類及其學名，而後方能選定某種木材而應用之。要確定各種樹木的種類學名，有待於生物學家的研究了。更進一步既確定其學名後，要去向野外尋找某種樹木，亦得由生物學家去担任。於是作野外採集及實驗室內分類工作的生物學家，就成爲經營木材工業者必需的同伴了。

在工業方面用得着植物的有木材工業，用得着動物的有鞣皮工業。鞣皮工業供給我們各種的皮子，以及工業用皮帶及日用皮帶皮鞋等材料，其所用皮子，就是取諸動物身上。當經營鞣皮工業者購皮子的時候，例如牛皮，當然希望每張皮子都是很完整的。但是事實不上盡然，有許多皮子上面有無數小孔，拿起來看常令人痛惜。現在生學家就要指出：這些小孔



，就是上面曾經說過的牛蒼蠅幼虫鑽破的；如果今後鞣皮工業者要得到完好的皮子，沒有這許多討厭的小孔，那末就應該在牛身上注意這些寄生的牛蒼蠅，使蒼蠅的幼虫，不要生長在牛身上。這就顯出生物學的重要性了。

木材工業需要用植物，鞣皮工業需要用動物，還有一種工業需要用非植物非動物似植物似動物的微生物者，那就是釀造工業。所謂釀造工業，是包括酒精、醬油、醋、酒等發酵工業而言。這些工業，表面上看起來，好像是化學工業；事實上完全是微生物工業，因為發酵作用，完全是微生物作用。各種工業所用之微生物種類不同，例如由黃豆製成醬油，其發酵過程所用之微生物，和用甜菜製酒精其發酵過程中所用的微生物，就是不同。更進而言之，醬油製得好壞，有賴於適當的各種微生物。究竟那一種菌類可以製上好醬油；究竟醬油所用的微生物和製酒精所用的微生物，有那幾種不同的種類？這就有賴日夜守着顯微鏡在研究的細菌學家了。

最後我們還可以提到生物學對於近代食品工業重要性。所謂食品工業，是包括麵包牛乳菜油罐頭等食品工業而言。這些工業的原料，完全是農作物，和生物科學有密切的關係。已為顯而易見的事實。不祇如此，生物科學對於這些食品工業，還有進一步的重要性，那就是食品的营养問題。例如麵包工業而言，以往社會上一般人士，都愛吃白麵包，將麥粉的麩皮去而不用。但是經過近代生物學家研究之後，知道麥粉的麩皮內，有極重要的維生素乙；如

果我們缺少這種維生素，則我們將會得腳氣病。所以近來美國，特別自從歐戰起後，要全國在麵包工廠在製造麵包時滲以麵皮，即爲黑麵包。於是以前視爲低賤的黑麵包，現在經過生物學家研究之後，乃一躍而爲高貴的食品了。在亞洲以米爲主要食品者，亦遭遇到同樣情形，那就是說黃米勝於白米；因爲黃米表皮上帶有一層糠，亦是富有維生素乙的。新進國家如日本，就是吃黃米而不吃白米了。這種維生素知識從那裏來的？就是由實驗室內拿着試管營養着白老鼠的生物學家研究出來的！

(三)醫藥 在近代物質建設內，除農業及工業之外，還有醫藥衛生事業，亦是同樣的重要，並且亦同樣需要生物科學，甚至更爲迫切。

在醫藥科學內，有二大問題，一爲未得病前之預防醫藥，二爲已得病後之治療醫藥。在這兩種問題內，生物學皆佔着極重要的地位。

我們可以先說預防醫藥問題內生物學之重要性。所謂預防醫藥，如預防傷寒霍亂天花等皆屬之。因爲近代醫藥科學，能夠預防這些疾病，所以人類的死亡率減低，平均的壽命增高。然而近代醫藥科學家，是否是神仙，用魔術驅除了病魔呢？當然不是的。我們都知道近代預防醫藥科學，始自十九世紀中葉巴斯德之後，至今尙不到一百年。巴斯德首先發現牛羊炭疽病之微生物並發明打針預防方法時，是在一八七六年，就是說在鴉片戰爭後三十二年。自從巴斯德的發現和發明問世之後，醫藥界起了很大的革命；從此以後醫藥界再不忽視生物學

研究，並且進而盡最大的努力，在顯微鏡下涉獵各種各樣的微生物。由於這種熱烈的研究，於是除發現病菌之外，更發現了看顯微鏡下所着不見的過濾毒素。所以今日人類，已由病菌之俘虜進而為傳染疾病之克服者。這看病菌及其他微生物之研究者，就是生物學家，其研究的工作亦就是生物科學。

預防醫藥既不能離開生物學，那末治療醫藥是不是亦需要生物學呢？在這方面我要指出兩點。第一點，當治療疾病的時候，病人是在疾病狀態之下的。現在要治療這種疾病，就得先澈底瞭解正常的生理狀態。譬如貧血現象，醫生檢查貧血現象，就得要數紅血球的數目；而要從數紅血球中檢查得其貧血現象，就得要知道常態紅血的數目，才能夠有一個比較。數常態的紅血球數目，這就是研究常態生理現象，這就是生理學；而所謂生理學就是生物學之一部門。這是一點。第二點，當治療疾病的時候，就得要用藥；許多藥材亦就是取諸植物；因此現在生物學內，有藥用植物這一科目。這是第二點。從這兩點看起來，就可以知道治療醫藥科學，還是離不開生物科學的。

上面從預防醫藥及治療兩方面看起來，就可以知道醫藥學內如果抽去生物科學，就不能有近代的醫藥。

## 三 生物學與社會建設

我們在上面已經看到了生物科學與物質建設有密切的關係；例如農工醫等，每一項建設事業內皆因生物科學之發展，而得到相當進展。但是這些物質建設在那裏呢？都是建設在社會裏。社會是人羣組織而成，因此在物質建設之外，就產生了社會建設的問題。

一個社會及其組織，我們似乎是眼睛看不見的，是空洞的；但是我們再仔細一想，社會組織是空洞的麼？社會組織是具體存在的，因為社會是由每個活生生的人所組織而成的。社會組織既是具體存在的，於是就發生了問題，那就是組織成分的問題。如果一個社會由螞蟻組織而成，其組織成分就是螞蟻；如果一個社會是由人組織而成；那末其組織成分就是人。更進言之，如果一個社會是身心健康的人們組織而成，這種組織就和病弱的人們組織而成不同。於是談到人類社會組織，社會建設，就不能不考慮到人種健康或優秀與否的問題了。

這是顯然的，如果一個社會組織的成分是健康的，優秀的，那末這些成分所組織成的社會必定是良好的；否則這個社會必定是不好的。在這裏就有兩個問題發生了；（一）人力是否能促成人類本身的進步，使之健康及優秀呢？（二）現在世界上各種民族是否有優劣之分呢？對於第一問題，我們的回答是，人力是能夠促進本身之進步，使之日趨於健康和優秀的。我們之所以應回答者，就是根據於生物學的知識。其一，根據微生物學的研究，知道許多疾病是由於微生物之傳染；所以我們控制了微生物，亦就是控制了傳染病，亦就是促進了人

類的健康。其二，根據於生物學的研究，知道人類是有進化現象的，五十萬年前的人類和今日的一智人不同，即十萬年前的人類亦和今日不同；那末十萬年後的人類是怎樣呢？察往知來，將來亦必然會不同。這就是說，人類體質的進化，我們可以預料其是必然的。因為根據於生物學上這兩種知識，我們就敢斷定說，人力是能夠促成人類本身的進步，使之更健康更優秀。現在生物學內有一部門，專門研究促進人類本身的健康和優秀的方法，那就是人種改良學，或曰優種學。

我們要提到第二問題了，那就是：現在世界上各民族有優劣之分麼？這一點是非常重要的，因為現在侵略國如德國即以此為藉口，內則欺騙本國人，使之冒從其侵略行為；外則侮辱非本國人，作為侵略的口實。但是從生物學眼光看起來，文化方面儘管有工業建設或武力裝備的程度高下不同，這是從歷史而變而成；至在體質和心理方面則祇有差別而無優劣不同。譬如白種人是高鼻子，黑種人是寬鼻子，黃種人矮鼻子，那末是否高鼻子優於寬鼻子，寬鼻子又優於矮鼻子？如果根據這種鼻子的形態，比較各人種的優劣，那豈不是笑話？所以我們根據生物的見地來說，現在世界上各民族是沒有優劣之分；凡是主張民族體質優劣論者，都是政治的偏見。

大家聽到了我上面所說，民族沒有優劣，但是有差別的，亦許心裏會疑惑着，既有差別，那末各民族間如何平等，世界如何能大同呢？在這裏我就要指出，一個社會組織的；所謂

組織就包含有合作的問題在內，這意思就是說才幹不同的人各盡所長，在一個共同目標之下工作。同樣各種體質心理不同的民族，在努力人類社會進化之一個共同目標下，應當有平等機會，去各展所長；當各民族間能有施展其所長的平等機會時，那就是世界大同。所以民族的差別和民族平等是並存。

以上是說生物學知識對於社會建設的貢獻。

#### 四 生物與心理建設

上面我們說過，所謂文化的具體內容，就是物質社會和心理三方面。在物質和社會兩方面的建設事業，皆曾得到了生物學知識的幫助，那末在心理方面是否亦受到了生物科學的影響呢？

要回答這個問題，我們得要先對心理建設的意義，略予解釋。所謂心理建設，表面上似乎很抽象的，其實是很具體的。這種建設，亦可以說是羣衆的一種公共意識或曰共同自覺之建設。譬如以前我們大家以為凡人在社會上生活，知是容易的，行是難的，大家都有這麼一種意識；而國父根據他革命的經驗，知道恰好相反，知是難的而行是易的。所以知難行易學說，是有心理建設作用的，是希望將這種意識和自覺，作為大家行爲的指針。

現在問題就是這種人類共同的意識和自覺作用，是否曾受到了生物科學的影響呢？我們

說是的，現在生物科學內至少有兩種觀念是有相當的影響，那就是進化觀念和機體組織觀念。

第一：我們先要說進化觀念。進化觀念完全是由生物學內進化論所產生。所謂進化論，是十九世紀中葉達爾文盡畢生之力所證實的學說，這是十九世紀生物學內最大的成就，亦可說是牛頓力學以後科學界裏的一件最驚人成就之一。在達爾文以前，生物學裏亦曾經有過進化學說，但是理論不健全，例證不充實。達爾文用畢生之力，蒐集了許多生物界事物，給以週密的思考與考慮，於是樹立了進化論學說。

進化論對於人類意識的普遍作用有二。其一是由於進化論所證示，知道人在自然界的地位，並不是超然的；乃不過是猿猴的近親而已。人既是猿猴的近親，故人類並不是神祕的怪物，不過是一種動物；亦決不是上帝所創造，乃是由猿猴逐漸演變而來。所以我們不必過於妄自誇大，我們要認識人在自然界裏還是有受淘汰之威脅。其二是由於進化論的啓示，我們知道凡生物都得要演變，所以人類亦是要演變的。所以十萬年前的原人，演變而為今日的一智人；今日的智人，亦將演變而為來的新人種。人類的形態是演變的，人類的文化亦是演變的，例如由始石器時代而舊石器時代，由舊石器時代而新石器時代，由新石器時代而銅器時代，由銅器時代而鐵器時代，由鐵器時代而鋼器時代，石油時代，電氣時代等。這種演變觀念，使人類有一個共同的自覺，即我們必須隨時努力發展，不能故步自封；這種意識，就

是人類努力創造文化前途的一種原動力。

其次：我們要說到機體組織觀念。雖然機體組織觀念，沒有像進化論那樣，被某一位生物學家盡畢生之力去闡釋之；但是自從生物解剖學成立以後，機體組織觀念，亦和進化論同樣深入人心，這是不可否認的事實。根據於生物解剖學，我們知道一個生物機體，是由各種組織及器官所構成的有機體。例如我們人身，有肌肉有骨骼，有心臟有血液，有皮膚有毛髮，有消化器官，有腺體分泌，還有腦及神經。各種器官的構造功用皆不同；不同構造和不同功用的器官集合起來，組織起來，乃成爲一個有機體的機體構造。這些事實，非但生物學家已熟知之，即任何非生物學家，亦皆已十分明瞭。

由於生物學內的闡釋，於是社會學家如斯賓塞爾乃利用之，以闡明社會的組織亦應當如是，要各部門有分工，有組織，方能成爲一個健全的社會，所以影響於社會學極大，其影響於政治思想亦極大。根據這種觀念，我們就可以知道非但一國要有組織，即國際間亦要有組織。這就是生物學所啓示的一種意識，使人類有這種自覺。

以上這兩種觀念，即進化觀念和機體組織觀念，是生物學對於我們心理建設的貢獻。

## 五 結語

在上面我們已經說明了生物科學和近代文化的關係及其地位。我們可以零出生物科學業



已構成近代文化之一個重要主動力，對於物質建設，社會建設和心理建設皆有重要的貢獻。

現在我們中國，是由單獨抗日而聯合全世界愛好正義和平的國家共同向黷武主義者鬥爭，這是人類的一個大時代。同時在鬥爭過程中我們口裏除了百年來的不平等條約，和英美訂立了新約，這是我國的一個新時代。在這樣一個大時代和新時代中，目前迫切的任務，就是建設一個嶄新的現代化國家。我們大家都負有一部分建國責任；這就是我們大家都不可以忽視在文化建設事業中佔一個重要地位的生物科學。

我在上面說過，西洋近代生物科學，嚴格地說起來不過是林耐氏分類學成立後的二百年事。二百年是一個很短的歷史。所以我們說以前中國沒有正式的生物科學，並不足為恥。近二三十年我們已從西洋學習了生物科學，雖然尚不及西洋那麼發達，但是已有相當的基礎；那就是說已有了若干人才，若干研究室，若干刊物，和若干成就。同時我們不能否認，生物科學在國內尚未盡其有效的作用。這是因為我國生物學還不夠發達，亦是因為我們尚未能把握住生物科學的實踐效用。

所以我們今後從事於建國者，要認識生物科學的重要性，同時還得要把握住實驗室由埋首研究的生物科學三實踐效用。

地學對近代文化上之貢獻

醫學博士文苑士之貢

# 七 地學對近代文化之貢獻

## 一 地學研究之範圍

普遍所謂地學，包括地理與地質兩種，前者研究地面上之各種現象，如山河之分佈，氣象之變遷，物產之豐脊，人種之異同等。後者研究地殼表面部份之各種組織，如岩石之性質，時代之先後，地層之結構，鑛產之生成等。二者性質不同，但有極密切連帶之關係，蓋今日之地理現象，無非地球生成以來演變之結果，亦即地質學中之最後一頁。而地質學之研究與夫地球之演變固亦根據今日之地理現象以研究者也。地理學中之人種及氣象，非予所習，未便多論。而地質學中之古生物地層與構造，亦多側重學理方面，非此短時所能敘述，選擇與人生最密切之地形與鑛產二者，略為檢討。

## 二 地質對於地形及鑛產之關係

所謂地形，概言之，即海陸之變遷，山川之分佈。地球上大陸與大洋，大概於地球成形不久，即已判明。或謂新舊大陸，原為一體，嗣後始漸分裂者，亦頗言之成理；（Alfred

Wegener-Theory of Continental Shift) 但今之學者，已多否認。大陸之上固曾數度爲海淹沒，惟均係淺海或陸續下沉，陸續沉積，在沉降最烈最久之處，其沉積亦愈厚，此處謂之大內斜，一經地殼變動，則褶曲成山，因此處岩石抵抗力最弱而易褶縐也。地面不平，河流以生，侵蝕久之，則成河谷，隨其與地質構造方向之關係，有順成河後成河；因其對構造發生先後之關係，有先成河，上層遺留河等。考其生成實與地質有極密切之關係，我國舊日地理所謂兩山夾一水者，實多未當，試觀四川盆地之水多自北而南，（長江之外）而大巴山則大體爲東西也。

鑛產對於地質之關係，更不待言。蓋鑛石即等於一塊岩石，或含在岩石之內，在未開發之前，即地殼之一部分，故欲研究鑛床，必須先明瞭地質。如錫錳生於高溫熱液或氣成鑛床，故產錫錳之處常距花崗岩不遠。溫炭生成於氣候混暖雨量充足之幾個造煤時期，世界各處，常多相同。最盛者如石炭紀，二疊紀，侏羅紀，第三紀等；尤以在相距不遠之區域內，變化每不甚大。如奧陶紀志留紀地層內，各處均不產煤，若遇此種地層，即不必妄事尋找。其與地質關係更密切者，厥爲石油，石油之生成，現在多已主張生物來源說，故地下之有無石油，須先研究地下岩層有無生油層之可能；又以其爲流動體，須研究有無儲油層，及合宜之上下不透水層。因地下常有地下水，油較水輕，因每隨水移動，故必須有適當之構造如背斜層，不整合，斷層及 Dishar Structure 等方能儲積。所以研究油田大體實之，即研究該區之岩

石性質及構造現象耳。

### 三 地形對於交通及文化之影響

地形對於交通之關係，任人皆知，無待詳述。尤以在中國鐵路稀少情況之下，其影響更大。凡大山阻隔之處，交通盡屬困難。凡靠河通航之處，交通則稱方便，在鑛產運輸方面，尤有莫大關係；但各重要鑛產生於平地者至為罕見，大半皆在山中，故交通方便之鑛，當不多得。因之許多鑛藏，不能開發；或謂煤鉄等鑛，比較笨重，非有便利運輸工具不可；如開採金鑛，易於攜帶，利用飛機即可運輸；殊不知採金與人工成正比，大凡產金一兩總需三百餘工，而金鑛所在地，往往食糧缺乏，運金固易，運食糧亦相當困難，故即使開採金鑛，亦非有便利之運輸不可也。欲能解決此種困難，必須建築鐵路。意大利缺乏煤鑛，而德國 Ruhr 及 Schlesien 之煤可以經 Simplon 及 Gotthard 山洞穿過阿爾樸斯運到義國。所以交通情形，有時要靠人力打破天然困難。不過地形地質對於工程的繁簡，不能不加以考慮：比如西康的橫斷山脈，皆南北向，河谷侵蝕甚深，亦皆南北向，如果建築鐵路，由成都西行經康定巴安以到拉薩，雖非不可能，而工程之艱鉅，則不知若干倍於平原矣。但各河上游，比較谷寬而緩，故國父鐵路建築計劃，繞道昌都甘孜，職是故也。是又研究地形所應注意者。上次歐洲戰爭，德軍進攻巴黎盆地，對於地形，曾有詳悉之研究，故所謂「軍事地質學」者

，地形爲其主要之一部。

在工業不發達的國家，河道本爲最便利之交通線；但河流通航情形，不盡視水量多寡，而主要者，則視河床坡度，如金沙江中上游水量非不大，而急流澎湃不能行舟，若更上行，則河谷似廳寬緩，此乃河道向源侵蝕之自然現象也。

大山不惟阻障交通，亦且爲氣候變遷之最大界線。吾國秦嶺南北雨量之差至爲顯著，國之物產亦大有區別，人民風俗習慣亦隨之殊異。柴灣木搭里木，諸盆地農產甚貧，固皆受地形之限制也。

#### 四 鑛產對於人生之關係與中國重要鑛產及其與世界上之比較

在工業上在軍事上任何一個國家，必須有他的幾種本重要鑛產，然後才能自立。所以德國四年計劃要派四百多名地質學家尋求鑛產，不僅在本國內，而且跑到羅馬尼亞，西班牙，以及北菲。蘇聯爲推行五年計劃訓練二千名地質人才，在高加索山的南北以及烏拉山西坡調查石油與西伯利亞的煤鐵。在資源缺少之國家尋求不得，則不惜訴諸武力以求之於鄰邦。日本在遼甯辦撫順煤鑛，每年產量八百多萬噸，都運往日本，長江下游的鐵大部爲日本所收買，在戰前每年運出達七八十萬噸。（綦江運重慶每年數萬噸）伊朗的油田大部爲英國所經營。所以鑛產豐富的國家，能以自己利用，是國家之福；如果不能利用，資人覬覦，反胎國

家之患。「匹夫無罪，懷璧其罪」，此尤為國人所應治意者。中國重要鐵產究竟如何，在世界上佔何等地位，固皆國人所應知悉者，茲就歷年調查所知略述如下：

1. 鐵：中國鐵鑛總儲量約十二萬萬噸，以人口論，每人平均不過三噸，不能為多，較之美國約九百四十萬萬噸之儲量，每人分配到七百八十餘噸鑛砂；英國一百二十萬萬噸之儲量，每人分配二百七十噸鑛砂，誠有霄壤之別。但較之日本儲量不過八千萬噸，每人平均不過一噸者，又較勝一籌；惜吾國最大鑛床，均淪陷敵手：如遼陽鞍山鐵鑛約四萬萬噸；弓長鐵嶺鐵三萬七千萬噸；本溪廟兒溝鐵鑛二萬萬噸；察哈爾宣化，龍關鐵鑛九千萬噸；一部且已由敵人從事開採，我們必須及早驅逐倭寇，以免寶藏常罹劫奪。此外如湖北大冶，安徽銅陵，以及長江下游，常有重要鐵鑛；現在吾人後方者約有一萬數千萬噸分佈於江西、湖南、貴州、雲南、四川、西康、甘肅、福建等地，西北各省面積遼闊，調查未及，希望尙可有新鑛發現。

2. 煤：中國煤的藏量二千三百萬萬噸，在世界上列居第五位，佔全世界儲量百分之三，次於美國（三萬八千萬萬噸）蘇聯（一萬六千萬萬噸）加拿大（一萬二千萬萬噸）及德國（四千二百萬萬噸）按人口分配每人可分五百餘噸，和日本之八十萬萬噸相較，佔世界儲量千分之一者，真不能謂天賦為薄。但各省中儲量最大之山西（一千二百七十萬萬噸），其大部淪陷，無法開採，其次如陝北（七百餘萬萬噸），分佈面積甚廣，而煤層并不集中。四



川煤礦，大部地層甚薄，全省儲量三十餘萬萬噸，現時全省每年產煤約三百萬噸，超出全後方之半數，其於抗戰之後方建設，不無貢獻也。日本儲量雖微，然本國及朝鮮每年產煤約五千二百萬噸，由東北及華北運去者，又每年二千萬噸，為吾國現時產量之十數倍。待至抗戰之後，急起直追，即使每年產煤一萬萬噸，固亦可供二千餘年之用也。

3, 石油：中國來源除石炭蒸溜之外，有油田頁岩及原油，最重要之油頁岩，為遼甯撫順，現已由日人經營。液體石油現所知者，為陝北甘肅與新疆，陝北地層平緩不易集中，四川地質甚佳，而原來生油甚少，新甘油田尙值得廣泛調查，詳細研究。世界儲油最多者為美國約十萬萬噸；次為蘇聯約九萬萬噸；又次為伊朗及米索不達米亞為八萬萬噸；又次為南美之北部亦約八萬萬噸；惟油礦之估計不易準確，中國約二萬萬噸，更係渺茫之估計，未足為據也。

4, 金：中國產金地點甚多，大部皆沙金，只有一小部份開採山金，分布雖廣，而產量并不甚豐。在戰前全國不過二十餘萬兩，戰後許多礦區淪陷，雖後方努力生產，亦不及戰前之盛，近年更以物價高漲，產量銳減。去年產量僅數千兩，故不提高金價，其勢無法增產，平均中國金礦用土法開採，每採金一兩約需三百工，若以現時糧價及每兩六百八十圓之金價相比，自將無人從事經營。惟若提高金價或鑄製金幣，則每年產金二千萬兩，即可收回數萬萬元之法幣，可減通貨膨脹之效，即使一部淪入敵手，而對國家經濟似亦利多弊少也。

5, 銅：中國銅鑛，大部在西南各省，準確儲量，尙乏估計，大概所知約含純銅，二百六十萬噸，佔世界銅量四十分之一，而產量更屬甚微。在戰前每年需精銅五千餘噸，大部均自外洋輸入：現在需用倍加，而入口阻障，故除採冶外，又多賴收購舊銅，將來電業發展，需銅更多。日本銅鑛甚少，而每年尙產精銅七萬噸，則中國如使產銅五萬噸，尙不爲多，如前估計數字，不致大錯，似尙足五十年之開採也。

6, 鎢錫：爲中國之二重要出口鑛產品，前者產量佔世界百分之六十以上，後者約佔百分之七八。

7, 銻汞：銻鑛產量約佔世界產量半數以上，但近以銻價低落，運輸困難，產量略減，汞鑛則中國馳名已久，惟係以硃砂結晶著稱，而產量則不及世界十分之一，且舊鑛多已垂竭，增加產量是在努力尋求新鑛區也。（義大利水銀產量一千餘噸，西班牙八百餘噸，美國四百餘噸，墨西哥二百五十餘噸）。

8, 鋁：提製鋁鑛，一自明礬，一自鋁土。明礬產量甚微，鋁土近年在貴州及其他各省，異有所獲：惟砂質略高，是其缺點耳。

9, 其他：近年在雲南有磷鑛發現，亦對吾人有極大貢獻，長江下游土壟中缺乏磷者，農產品每甚脊薄，將來施用磷肥，可使農產品增加生產，亦重要收穫。鎳鉻銻鈷各鑛，中國較缺乏是在吾人今後之尋求也。

## 五 中國地學工作今後應有之努力

中國幅員廣大，迄今未曾調查之鑛尚多。未曾測圖之地亦廣，以言建設，實乏根據，故地形圖應普遍測量；或由陸地，或用航空，必須增加人員與設備，限期完成。地理情形，河道狀況，尤須實地觀察；首先完成交通網，則各項建設可以順利進行。至全國地質圖，亦應從速調查與繪製，以期所有鑛產盡可發現，不致遺落，已知鑛產詳細研究，確知實況，以備開採。所有重要鑛產，希能由我自給，其偶有缺者，當亦可以多易無。既不願以物資之缺乏，侵略他國，更不能因地下寶藏，而遭受外來之侵略，夫然後可謂地盡其利矣。



