

界 世 改 的 學 科



海 上  
新 北 書 局 印 行

1928

## 序

四十年前法國的巴斯篤（Louis Pasteur）曾說道：「在我們這個時代，科學是國家興盛的靈魂，各種進展的有生命的淵源。不幸那日日講談的政治雖然似乎是引導我們，實在只不過是一種空像。真正領導我們向前進步的還只有科學的發明和應用。」他這幾句話在政治學者和一般文人看來雖有失之偏激，實在包含着一部分不可磨滅的真理。譬如弱小民族受帝國主義者的壓迫，與其空言解放，何若聚精匯神的研究科學，應用科學，即以「其人之術，還制其人」？

不幸，普遍的人道主義發展得太緩慢，科學遂成了帝國主義者的專利品。它們撇開人道不顧，而乃濫用科學，製造種種武器，去慘殺那些愛和平而沒有抵抗能力的貧者弱者。試想想這些帝國主義者敢於橫暴殘忍，所仗恃的除去鎗礮，炸彈，毒

氣以外還有什麼呢？

我冒險編成這個小冊子，不是要講什麼科學的全體成就，也並沒有努力給它一個正當系統的解釋。我的主要目的：在使一般了解帝國主義者屢次慘殺我同胞所用的是什麼東西，這是一。現代交通的利器怎樣使人們互相接觸得容易，怎樣促進文化，這是二。現代科學怎樣激發人智，這是三。我最後的願望在使讀者感到科學的必要，感到科學是人類共用共進的利器，尤其是處在重重壓迫下的我們不可不急起直追。在我民族的解放運動上講，我們的成敗利鈍不但關係於我們自己本身，更要直接影響到我們環園的弱小民族的榮辱利害。我們有了這個覺念，更當特別努力了。

最後我要聲明的：這一編，旨在人人可讀，力避專門名詞。偶然用到，也多有註解。唯在毒氣炸藥兩篇內有幾個化學名詞未加註釋，讀者欲知究竟，可翻閱化學字典。

編者 十六年七月

# 目 次

一 引論	一
二 鋼礮	一三
三 炸藥	三五
四 毒氣	四五
五 無線電報術	五五
六 高速電報術	六七
七 電話	七五
八 電影	八三
九 電寫	九三

十 電傳照像	一〇五
十一 電傳活影	一一一
十二 將來的大陸交通	一二一
十三 海上快程	一三九
十四 飛機和飛艇	一五一
十五 航空的將來	一六五
十六 魚雷	一七一
十七 潛水艇	一八三
十八 液體空氣	一九九
十九 人造之光	二二三
二十 索	二二五

# 插畫

## 插圖

- 一 美國人在我北京建造的無線電台.....五三
- 二 一個英國戰艦上的無線電.....六六
- 三 電寫機.....九四
- 四 電寫發收的連絡.....九六
- 五 電傳繪畫.....一〇四
- 六 電傳照像發收的略圖.....一〇八
- 七 電傳活影發收的略圖.....一一三
- 八 電傳活影.....一一六
- 九 德國鐵路局電力機關車用的試驗車.....一三一

## 科學的改造世界

- 十 往來美德間的新式快船 ..... 一四九  
十一 歐戰時德國的一隻全副武裝的潛水艇 ..... 一九七  
十二 液體空氣機器 ..... 二〇四  
十三 液體空氣拔樹圖 ..... 二二一

## 引論——*Sphinx* 爪下的我們

的確 *Sphinx* 是一個大怪物：獅身而生有兩翼，面善胸圓，好似美女，常常蹲在大路旁以謎語以難行人。猜破了方准平安走去；猜不破的就被它的利爪一下捕得緊緊的，送進它的尊口細細嚼掉完事。

「自然」頗與這個怪物相似。它有美女的愛嬌與溫柔；有菩薩的慈善與悲憫；但終究有獅牙與利爪。「自然」雖有天鈞協和的規律；雖屬微妙元通；但仍免不掉黑暗，殘酷與痛苦。你猜不中它的謎，任你如何懇求哀告，它只是不言不語拿自然定裁制你，懲罰你。但若一旦猜中，它却以笑臉相向，表示非常的恩愛，非常的

推薦。

現在我們就在 *Sphinx* 的爪下了；也可說在「自然」環境壓迫之下了。我們對於

「自然」的大謎不但不猜，而且有人反對去猜；不但反對去猜，而且說猜中的要吃虧。「聽天由命」，「抱樸守拙」，一任「自然」的爪牙來抓來嚼，不思擺脫，真是一個大的不可思議。

我們的古聖人說：「贊天地之化育」。更古的「猶龍」的老聖人也說：「法自然」。（按須先懂得「自然」，然後才能「法」）。可見並不像現代聖人反對其所謂「物質文明」一樣。這些反對所謂物質文明的以歐戰的破壞方面歸罪於自然應用的結果。他們又說自然科學發達的結果，人就偏重物質。這好像是說：猜破了自然的謎，能走路是物質；完全不睬它，而被「自然」的利爪抓住，弄得不死不活，才算的是東方文明。那末「穴居野處」，「茹毛飲血」的人類進化而為現代居室食熟，穿衣戴帽的人類也未免太多事了。

按文明與野蠻本為兩個對照的名詞。所謂野蠻的人類，其生活必定是簡陋粗澀，缺乏優美的技術，無有適當的法則，困苦艱難，一任「自然」的支配。他們只能取

自然的現成物應，而不能創造補缺，所以他們常捕人而食（南洋生番尙有喫人者。）所以「野蠻」二字就是可怕的代名詞。文明社會裏的人的生活恰恰與此相反。所以

「文明」二字的含義應爲：

「屬於公共生活的優美技術與施設，其中的個人須力趨於各盡所能，各取所需的均衡狀態。」

而一個社會能進化到這個境界。端賴乎科學。科學的定義，我們都知道，是對於自然界的有組織有統系的知識。質言之，就是由猜謎而得到的事實與公律。我們本着這種知識——「法自然」——來改善環境；來施設建造我們生活所必需的種種，乃是天然的趨向。我們越和「自然」接近，熟悉，了解，我們工作的效律越大；然後我們的生活越豐富，越圓滿；同時也可以說文明也越進步。可見文明和科學的關切，可見文明和科學不可分離。沒有科學就沒有文明。

所謂現代西洋文明是在科學上築根基，近百年來才略具規模。譬如蓋屋才打了

一個架子，還待精細建築。居然橫加指謫，未免太早。但它對於人類解放的程度上，總括的說，其成功與失敗各有相當的理由。應用科學已給人類減少許多疾苦，增加許多快樂幸福。但亦給戰術增加了空前的威力，大反乎人道。雖然是這樣說，我們却不能歸罪於科學的自身。而應當怪那些不長進的惡魔濫用的不得當。同一電話機，可用以談政治，談商業，講愛情，增加事業的效率及相互間的友誼。亦可以用以罵人騙人。同一汽車，可以用以載醫生急速往遠地治療暴病，成全慈善事業，亦可以用以載強盜劫路殺人。同一科學研究的結果，譬如硝酸鈉，施之農業可以獲大宗優良的食料，亦可用以造炸藥作破壞的舉動。同一醫藥，可以醫病，亦可以殺人。同一電力，雖可以用以拉車，遞信，作工，用之不當亦足以出絕大的亂子。炸彈雖可以用以攻城攻國，亦可以用以採礦開山，省却人工。總之，科學家之所成就，乃是一種真理，不帶人間倫理性。其自身無所謂善惡。可以用以建設或破壞，只看一般賢愚不肖的人們如何處置。科學家決不負責。但對其發明在應用上應該明定限制，只准用於

人道方面，而不准假以作惡。

然則科學究竟有什麼功用呢？答這個問題，我先略舉幾件事實，然後歸納起來，考察其如何。

在昔「四夷」的「番王」來「華夏天朝」「進貢」於「天子」，都呈獻極稀罕難得的寶物，如：象牙，珍珠，寶石，香料，染料，檳榔，藥材等類。「天子」得到這類寶物，有時「頒賞大臣」。所以只有皇后皇女和大臣的小姐們才配「戴珠施香」，才配「艷粧麗服」。一般人只有在小說上才見到這類名詞。現在利用科學，對於上述諸種寶物都可以人力造成。豈唯歐美，即我國一般中產人家婦女的服飾也要賽過古時的皇后皇女；北京上海商行公司的女員也比數十年前的高麗后奢華了。我們鄉下人害病時偶或得到機會一嘗糖水的甜味。美國自從獲得產蔗最富的古巴，又有新法製糖，產出巨額，所以美國人食糖食鹽一樣重要。現在看來，一般生活上總是比古昔爲舒適了。

從前遇有傳染病，動輒全城瘦死。現在知有細菌作藥，可以防範。從前遇有凶年饑饉，輒有「易子而食」；現在交通稍便，遠地可以接濟。秦始皇築了四千五百里的長城，勞死人民無算；現在修數百萬里的鐵路，闢數千里的運河，鑿洞，開山，其費事遠在築城以上。然而不聞死去若干工人，這能說不是科學對於人道上的貢獻嗎？

次請略一考察世界的交通。好在我有一架愛恩士坦式的飛機，是打破空間與時間的，想到那里即刻就那里。啊！美國！鐵路電線滿佈成網了。記得民國十二年初夏，著者旅居北美太平洋岸上羅斯安階麗絲(Los angeles)城中時，一天午後在寓中以無線電話聽取報館報告尚未付印的新聞，忽聽說北京清宮不戒於火。不久晚報印出已遍登此項新聞。距火事發生才兩三小時。諸如此類以及內政外交的秘密每年由東交民巷各國使館的無線台傳出去的不知有多少！再到英國。新近羅格貝(Rugby)無線電台成立，場面所佔地基四里半長，三里寬，面積約有三千畝，比直隸舊都保

定府城還大。其無線電報部與英國各屬地各海船各友邦都能隨時通信息。無線電話部暫與歐美兩洲聯絡通話。於是英國與其分散五洲的屬地越能接近，與其友邦越能聯絡。然而反觀我們團聚在東亞一隅的同胞，尙且音聞梗塞，交通斷阻，感情隔核！

飛機逐日高飛了，比火車也平安了，飛的速度也逐日增加了。我們由上海到東京也可以一日往復了。有人計算最近的將來乘駕飛機遨遊五大洲都有朝發夕至之可能！那時地球又要縮小幾百倍了。

再次請一研究化學工業。此項工業範圍極廣：如造紙，製革，油漆，釀造，玻璃，陶瓷，合金，製鋼等等不能備述，爲省事起見，只就那醜劣的煤膏略爲一談也足夠使我們驚嘆了。不是我們廚房的烟囱內日久就有一層黏稠的黑膠嗎？那就叫做煤膏。這本是一種可厭的廢物，自來就沒有人把它放在眼裏。數十年前德國化學家忽加以分溜，乃由此廢物中分出多種化合物。其中有名色精醇（Aniline）的，是人

人造染料的根本化學品。在歐戰前德國已有九百二十五種人造染料獨霸各國市場。因爲人造染料品質純潔，色澤美麗，而價格又較低廉，所以不久即將動植物色素的染料完全代替。德國因而致於富強；中國，日本，印度數千萬畝種植藍靛的肥田因而改種穀麥。農商經濟上不知受多少影響？

人造香料也遠勝過花香以上。在此方面，芳香族化合物中第一個氯炭化合物名 benzine 的最爲重要。Benzine 是一種無色的液體，其與他種化合物的各種結合所生的新物體，有的發橘花香；有的發葡萄香。又有名水楊酸（Salicylic acid）的與木精化合就給冬青香。諸如此類的香料不勝枚舉。德國化學家造成；法國商人把各種香料加減配合就發出「自然」所不會造的香。於是分裝在各式各樣的晶瓶中，去賺各國小姐們的金錢。這些小姐們也因而美上加香。

煤膏中分出第二個芳香氯炭化合物名 toluene 的加硝酸就成強烈的炸藥，名 trinitrotoluene，簡稱 T.N.T.。石炭酸亦由煤膏分出，若與硝酸起作用，就成一

種新化合物，可以作染料，可以作醫藥，亦可以作炸藥。有名的六〇六與大多數醫藥亦多由煤膏產品製成。

煤膏在前時不過是一種廢物，而今能用其產品造出現代文明中所不可少的許多品物。可見科學之下無廢物。真是莊周所謂「以無用爲有用」了。然而我們尙「棄之如遺，只會濫用外人所造的現成品，而不思所自造。無怪乎利權外溢，財源枯竭，受帝國資本主義的壓迫日甚一日。真如馬克斯所言「足以蕩盡全個天國」而有餘了。然而現代人尙有主張什麼「農業立國」者，無知者附而和之，彷彿中國農業改良後真足以成個老號的萬應散。殊不知農業發展有一定的限度，不能與人口的增加成比例，也並不像他們所想像的萬應散，百寶箱。觀於近八十年來外貨的輸入增加無已，以及洋貨充斥全國，便可見得他們主張的危險。他們不知道由農進而爲工和由漁獵進而爲耕牧，是一樣必然的順序，所以甘願囿於一隅而不前進。這真是可惜之至。

以上所談不過是一些粗淺顯明的事實，然而也可見科學的功用能使物質的享用由不平等漸趨平等；生活由困苦漸趨舒適。更可見科學能滿足人類的欲望。然而也正因為如此，又惹起那些有「精神文明」的我們，講究「去欲存理」的我們——在 *Sphinx* 爪下的我們瞧不起科學。

須知人類是會作工的動物，天生要利用能力物質相成的一元變法的排列創造，以謀控御「自然」，抵抗「自然」，以善其生，以淑其世。由其長久的經驗乃生智慧，以漸達到均衡的文明。我們還在怪物爪下大談其「精神文明」的謎夢，豈不是第三十六個大怪事！

你們要整理國故麼？要考古麼？你們要整理一個整個的國故，決不專是從破書堆中找得到的。有時你必須用化學方法去分析（譬如古器物），地質年代去證明（譬如古生物），生理系統去考驗（譬如古人種）。假如你們只以考究某朝「天子」吃什麼飯，喝什麼酒，用幾百甕醬爲考古，那你只可在破紙堆中求生活了。

科學的價值在擴展胸懷，啟發理想，而應知識的欲求。知識充足是可以洞徹心靈，訴諸冥想，提高精神。畏懼科學就是畏懼真理昌明，也就無異於歡喜愚昧，甘願「絕聖棄知」。

所以科學並不就是粗淺的工業，乃是入智之門，進步之階，是「利用厚生」的不二法寶。近年有些化學家正在研究製造一種化合物，欲以注射人體以內，增加精力，減少或廢去睡眠休息的時間。果然成功，則人的壽命無異增加一倍。又有生物化學家預言由調節或增加人體內部的（hormones）可以變化人的性質。膠體化學家與生物學家正在研究生命的起源。將來此二種研究的結論對於人類的行為定有影響發生。

現在的世界，尤其是在重重壓迫下的中國正需要偉大的科學；正希望科學給我們一個新蹊徑，新器物，和廣闊的見識。國故學家可以評判過去的死文明，但不能加以改變；新舊詩家懷古，嘆今，夢想未來，渲染得「像煞有介事」，但不能使他

實現。只有科學家可以「弄假成真」。科學家能「平治洪水」，「奠高山大川」，能變不毛之地爲綠野平疇。他又能利用無盡藏的自然力，如水火電光之力改造環境。所以他的工作都是積極的，一往直前的。他有一件新發明就能影響到政治，經濟和人的生活，習慣，行爲。日本由採用科學而興；美國由應用科學而富且強。可見科學能將古舊衰頹的國家變爲振興的少年；草萊荒僻的大陸變爲煥然一新的國家。換言之，就是科學能改造世界。Soil 爪下的我們還不爭扎奮起麼？

## 鎗 磅

「鎗磅」二字的含義大至巨礮，小至馬鎗靡不包括。追溯起始使用鎗磅的年代雖是由來已久，可是牠們的種類增多，威力加長，乃在前世紀的末葉以至最近的現在。

我國在周代（西歷紀元前一二二二至一二五五年）發明了火藥，元代應用在戰爭，至今二千餘年並沒創造出來第二件殺人的利器。可見我們愛好和平的民族名不虛傳；但也可以見出我們的不求進步了。歐洲人第一次用火鎗在戰爭是一八五九年  
魯章斯拿破崙 Louis Napoleon 攻意大利的戰役。過了兩年就傳到美國，她的陸軍也採用火鎗了。但歐洲在十三四世紀間已有火鎗。一七四一年就有了後膛裝彈的火鎗，並且特許專利。一八一一年美國就有燧發鎗的創造。一八六〇年美國又有連發

鎗製出。自此戰爭增加劇烈，而所謂帝國主義，殖民政策，也得到助力。於是歐美各國爲防衛和侵略的便利乃都競造鎗礮。不久即東漸於日本並及於我國。經過中日日俄兩次戰爭，鎗礮的製造大大進步；經過歐洲大戰，鎗礮又有大進步。現代戰爭武器的製造乃成了一種重要工業；其原理乃分科研究，又成爲專門科學。若欲窺測全體，一人之力竟作不到。

以上所述算作鎗礮史的概略，以下再分談各種武器。

海軍鎗礮可分爲兩類。一爲巨礮，作射擊軍艦或進攻海口上的礮台使用。此類巨礮大小，論粗細有十二寸或十三寸五或十八寸的大礮。這就是說口徑有這樣大。最近甚至有四五十寸口徑四五十尺身長的巨礮。若是把這樣的巨礮豎起來，就可賽工廠裏的煙囪，佛寺裏的高塔。將來世界和平，這些巨礮都可立在公園中，令人仰瞻，真也不愧是一種煌煌巨觀！

第二類爲較小的鎗礮，包括口徑三，四，五寸等類的小礮。用以攻打較小的軍

艦，如魚雷艇和驅逐艦等等。這一類的小艦小艇若用巨礮去打，就有點太不值得。還有一種適中的可以在中等軍艦上用，但巨礮和前一種速射的小礮就足以代表海軍鎗礮的大體了。

衛戍礮就是保衛口岸礮台所用的鎗礮，大體和軍艦上的相似。這自然是應該兩兩相對的，因為這類鎗礮是要用以抵禦軍艦的來襲的。其中巨礮要和軍艦上的針鋒相對；小的用以防禦登陸的軍隊或他項襲擊，恰似軍艦上的小礮可以制止魚雷艇一樣。

野戰礮較為輕小，可以裝載車上伴隨着步兵作戰。但行動比較着緩慢。

反之，馬礮是伴隨着騎兵作戰的，所以比野戰礮還輕，馬駝着還可以快跑。

過山礮更要輕，是由許多零件安插而成的，不用時就拆疊束起，載在馬背上，可以走崎嶇的山徑，登峻嶒的石崖，並且不見得過重。

最末一類是圍攻礮，比野戰礮為重。運轉不必很快，只須能從後方敏捷運用，

協助攻擊正在圍攻的敵人而已。

更有一種可在上述諸情形中與諸種鎗礮共用的就是機關鎗。機關鎗能連續發射。射出來的礮彈分散作扇面狀向前奔飛，常作急雨聲或似爆竹聲。

以上所述的鎗礮統是要從正面一直射擊敵人的。但還有專爲打到敵人的頭上的。這個用意是要子彈由上落下。這一類叫做榴彈礮。在軍艦上不大常用，而在堡壘礮臺上却受歡迎，在戰場上也有時採用。它們發射礮彈是向上斜射，在空中經過一條大弧線，然後投落在目的物上。所以用榴彈礮練習射擊的標的不是平常直立的目標，乃是在地面上劃成方圓的圖形，子彈要落在圖形以內。榴彈礮和前述的大礮不同的地方，看它在礮臺上射擊軍艦就可以曉得。譬如用平常的大礮就要射到艦的側面；若用榴彈礮呢，自然就要使強烈礮彈落在甲板上，炸毀要害。

榴彈礮的特點在其他鎗礮上都是力求避免不喜歡和它一樣的。它們射出礮彈所經過的彈路都是務求平正，務求坦直的。但是常常不容易辦得到。彈路，不論是海

軍礮的或來福鎗的，永遠必定成一條曲線。雖然牛頓的力學上說：「凡動體都要依着直線運行，」但重力的吸引一樣的固執着要把動體拉下；空氣也要阻撓它的前進。所以我們可以想像一個礮彈的行程就是力量和力量繼續戰爭所留的跡象。它的速力催它前進，空氣和地心的引力就聯合起來阻撓它前進，終於被它們拉下來。但是說也奇怪，引力對於連體和靜體。却發生一樣的效果。要是有一個礮彈在空中無所懸系無所依附，自然就要掉下來。現在同時要是在水平的方向和前彈同一高度處從來福鎗口放出來另一個礮彈，它就和前一個礮彈同時落地。

一個礮彈由六尺高的窗臺上一秒鐘，可落在地面。若從這個窗臺上向水平方向以每秒千碼的速度放射礮彈，這個礮彈也要在一秒時內落在地面，但要在近千碼以內的地點，而不是在窗臺下。

若是放射每秒有二千碼的速度，也要在一秒時內落地，但是要落在近二千碼以內的地點。

現在可以明白當礮彈落地以前，走二千碼的路徑必定比走一千碼的路徑近於直線了。所以礮彈走的越快，彈路就越平直。

但是以上所談我們却忘掉一層重要的事情，不可不補充幾句。一個礮彈以每秒千碼的速度前進時，在一秒鐘內却不能行千碼的路程。爲什麼呢？只是因爲速度漸漸減下的緣故。這個礮彈本來是要努力保持着原有的速度的，而空氣必要阻礙它使它不能行如所志，後來就漸次緩慢下去。但它仍在一秒時落地，而行過的路程卻不到千碼。所以空氣的阻力又能使彈路偏於彎曲。

總起來說，製造鎗礮有兩個重要條件要注意：（一）要使礮彈發出的速度很大，（二）要使礮彈僅受空氣的最小阻力。在這兩個條件之下，我們就可以見到許多現代鎗礮發明的來源了。

從前的鎗礮內膛是光滑的；彈丸是圓潤的，而且各不相謀。發放時大部分爆發氣體逃廢而不能作推進彈丸之用，結果是速度遲緩非常。那時造鎗所用質料也是脆

弱的，受不了強烈炸藥的爆發。自從鍊鋼的方法昌明，合金製造的進步，製出種種堅利而輕靈的鋼鐵合金來，因而鎗礮的製造得到優良的資料。子彈由丸球狀變爲長錐狀。爲的是使子彈重量加大因而射擊力加大而空氣的阻力並不加大。圓頭或尖頭的柱狀體直徑不拘多大並不比直徑同大的球體所受空氣的阻力大些；可是重量能有好幾倍大。但是這個樣子是僅限於尖端向前的時候。要是願意確保尖端向前，必要使彈身旋轉。旋轉，纔能使尖端向前。恰似兒童玩籃繩，只要弄得旋轉，牠的尖端就要向下。

然而如何纔能使得旋轉運動呢？現代鎗礮的自身可以告訴我們。不見礮膛內壁上刻着螺旋溝槽麼？又不見彈殼的底部旋繞着有一二個凸起的黃銅環麼？這叫作推逐彈殼使得旋轉而出。如此則所願望之最大速度與最小抵抗可謂大致達到。

上文所述，彈路何以要務求平直呢？在此須略爲解釋。歸總一句話，就是：彈

路越平就越擴大危險界的範圍。向空高射，就不容易射着人。假如你要射的人身高六尺，而鎗彈飛得過高或射在地下，則兩者均不能擊中目的人。所以鎗彈經過六尺高以內和落地的瞬間必要極其迅速，能多麼快就多麼快才可以中的。這個境界就是所謂危險界。人在危險界內生命就極危險。由此可以曉得射擊落下的角度越大，則危險界越小。所以射擊要近於水平，危險界纔有最大的可能性。

### 來 福 鎗

八十年以前，我國軍隊尙用光桿的鳥鎗。經過鴉片戰役，始採用洋鎗。那時所謂洋鎗即是燧發鎗。內膛是光滑的；口徑約半寸許；三尺六寸至四尺長；連刺刀重約九斤。所用鉛丸重八錢有奇。丸用油布包裹以求與鎗膛適合無間。裝法是用鎗杵把彈丸推入膛內火藥中；放時將機紐抑下，發出火星，門藥燃灼，於是轟發。但準度極小。歐洲人有一句軍用秘訣說：「孩子們！頂到你們看見他們的白眼珠時纔放

鎗」。這可見遇着敵人必須很近纔值得放鎗了。

來福鎗的發明約在十五世紀的末葉。在那時只有大人物的衛兵纔配用來福鎗。其後直到十七世紀未見得如何變革和發展。一八三五年使用的纔漸漸增多。歐洲纔有了所謂來福鎗隊者出現於光天化日之下。一八四二年西歐各國軍隊就全採用了。但子彈仍是圓球狀的。它和燧發鎗的不同點只是內膛壁上刻着螺旋線；鎗門凸起，上頭扣上一個內部粘鱗的銅帽用機紐一擊就要發火而已。

內膛刻上螺旋線在鎗礮史上已經是一個大進步。後來不久又發明了長形子彈在實用了。那種子彈是頭尖底空，既容易受爆漲氣體的推動，又能阻擋氣體的廢逃。於是戰術上增加了空前的威力。英國就在一八五二年首先採用了。

同時德國也有人製成所謂針擊鎗者，是一種後門鎗，用附在機紐上的扣針發火。機紐落時，扣針就打在火藥上，衝擊爆發的藥料，就燃灼爆發。但它發明了二十年以後，於一八六六年德奧戰爭時纔大出風頭被人採用。法國人也不相讓，不

久就發明了夏斯樸 chassepot 來福鎗用於軍隊。這是就針擊鎗的原理加以改良的，裝放比前裝鎗快六七倍。前裝鎗必須立着裝；而此則無論坐臥站立都可裝，自然而然的使各國步兵的武裝上發生一次變革。

一八六〇年以後，世界各國漸次採用後門鎗，於是競相仿效，逐漸改良，乃有多種後門鎗製造出來。鎗體重量的減輕；發放速度的增大就成了一般的趨勢。雖然如此，到了十九世紀末葉，這些武器統都作廢了。代之而興的是連發來福鎗，就是連發數響不必再行實彈的鎗。它和連發手鎗不同的所在是只有一個彈室，子彈由後方機紐的簡單動作一一進入室中。等子彈都裝進去了那子彈的空盒子就被機紐拉出來。它的口徑也較小；螺旋線也較緊密；所以射出的彈路也較平直，射擊的力量也較強。又因為使用新式彈藥，反衝力也小。

法國拉伯爾 Lebel 連發來福鎗是歐洲各國現代所用武器的先鋒。雖然美國自一八四九年就有與拉伯爾式相類的武器，而在南北戰爭時纔見之應用。美國那鎗稱爲

很瑞 Henry 來福鎗，後來改良，變爲溫却斯特 Winchester 來福鎗。

最有名的是德國陸軍用的毛瑟 Mauser 來福鎗。一次可裝一盒五個的子彈，盒子空了就自己落出來。最初用於南非洲戰爭；又用於西班牙美國戰爭；後來土爾其和日本都漸次採用。我國在光緒間練新軍時也採用了。

採用奧國曼麗奇 Mannlicher 式的在歐洲大陸上也有幾個國家。克里朱景新 Krug-Jorgensen 見用於北歐各國和美國。這兩種都與毛瑟相似，鎗彈也都用盒裝。英國用的來福名曰李恩非 Lee-Enfield 式，一次可裝十彈。

一隻來福鎗的重要的有趣的特點就是鎗星。前照星爲一小凸起；後照星爲一三角形的小溝槽或小孔。這樣構造是必然的，因爲我們注視時不能將三個距離不同的物體同時集中一點，因爲眼也恰和照像鏡相似。所以三物之中必有其一不見；而其餘二物因同一距離，在同焦點上看得極其分明。所以用鎗瞄準時，只可以穿過後照星而看前照

與遠處物體是否在一條直線上就是了。

各種來福鎗的口徑也不一致。現在列表比較一番，想也是極有價值的：

荷蘭羅馬尼亞希臘所用曼麗奇	○・二五六吋
西班牙毛瑟	○・二七六吋
俄美毛瑟	○・三〇〇吋
比士毛瑟	○・三〇一吋
英李恩 <sup>非</sup> 與加拿大露斯 Ross	○・三〇一吋
德毛瑟	○・三一一时
奧不曼麗奇法拉伯爾與丹麥克里朱景新	○・三一五吋
日本毛瑟	○・七五公分
中華快鎗	○・七五公分

上表是根據英國伯明翰 Birmingham 斯貓兒 Small 兵工廠的調查而寫的。據

說這個工廠造鎗極其審慎，造的鎗很好。例如他們造一個鎗膛至少要試驗十餘次。

若有千分之一寸的差誤就算失敗，作廢，必須另造。只爲測量這一部份的口徑就有七百個測量規。準度可得萬分之一。

無煙藥的發明又爲來福鎗增加了不少威力。這是法國人裴麗 *Vielé* 在一八八四年發明的。現在已通用各國。子彈射中物體時，因爲衝突過猛，往往碰平，增大傷口。所以現在所用子彈都以堅硬金屬，如鎳及錳的合金等作包頭。

### 機 關 鎗

在肩荷鎗和大礮之間，兼有二者的特長與性質的就是機關鎗。機關鎗放射小的子彈恆具非常速度。所謂「彈如雨下」「轟聲如雷」就是牠的最恰當的形容詞。然考其歷史纔不過五六十年。自從美國南北戰爭——一八六二至一八六五——試用簡型

的機關鎗以來，逐漸改良，遂成現代的無上利器。

美國最初試用的機關鎗是蓋特靈 Gatling 發明的，後經改良，至今還未作廢。此鎗有十個鎗腔並成一束，附在中央的鎗桿上。另外有恰適的齒輪可使鎗腔旋轉。子彈可用自動機關相續裝入各腔之內。發動機關以曲柄為發動點。只要搖動曲柄使機紐不住旋轉，則實彈，閉門，發放，卸匣等等作用都相連續着動作。一人來鎗門填彈匣；一人搖曲柄，只此就能使鎗彈紛飛如雨。鎗腔旋轉時，鎗彈就一一由匣中落在各鎗腔的槽內，就被鎗一一打擊發火。正當鎗腔轉得靠前一點的時候，鎗機後退，就把空匣抽出扔掉，預備二次工作。但在動作時常是五個子彈正在裝，而五個空殼則分別往外射。

最新式的機關鎗附有電動機，每分鐘能有一千發，十秒鐘內確能發放八十一！但這樣速度的工作實在不甚安全。偶有未經發火的子彈掉出，就要爆發炸傷人腿。自動機關鎗却與此相反。自動機關鎗只用爆發，沒有意外危險事項的發生。

實鼓能盛子彈一百零四枚，五零四分之一秒就能都卸出又裝入膛內。蓋特靈式  
鎗之小者，實鼓盛子彈四百枚，分十六個隔段，每段二十五枚，可以通行無阻。

鎗裝好以後發放時，可以轉向各方，可以偏向任何角度，並不須移動礮車。  
原式的蓋特靈在一時期被格耐 Gardner 式壓倒。格耐式與蓋特靈式的不同點  
是它的鎗膛都釘死在同一水平面上。膛的數目在四個以下。鎗側有一握柄，可以轉  
動工作。子彈由裝匣中成行的溜到鎗膛，就受鎗機的彈性作用而發火。

諾登斐爾 Nordenfelt 機關鎗是仿照蓋特靈式製造的，它的鎗筒多十個。每個各  
有鎗門，機紐，彈簧，抽條；每個放發和其餘都不相干。鎗在鎗架上可以自由迴  
轉。速射時，一位鎗手司機；另一位實彈還管變動方向，每分鐘能放六百發。

郝其克斯 Hotchkiss 鎗的幾個鎗筒共用一個實彈和發放的機關，拆卸和安置也  
和前一種一樣，不用任何工具。但鎗口較大，可以放射一磅重的子彈。

曼西姆 Maxim 鎗和上述諸鎗都不一樣。它在海陸戰爭都能應用。它是由兩部

分合成的：一是鎗甲；一是鎗筒。鎗筒套在鎗甲裏，發放得太熱了，就被鎗甲裏面所盛的冷水冷卻下去。放射的速度也是每分鐘六百發。

| 珂特Colt氏自動機關鎗的自動射擊不是由於彈簧的動作，乃是由於子彈的爆發作用。裝，放，抽取彈匣所用的動力都是由火藥氣體發生。火藥爆發的時候，一部分氣體從鎗口的旁門溜在槍甲內，逐動機關上的槓桿，就開始自動工作。

珂氏的鎗也是由筒和甲兩部分合成的。筒附在甲上；甲就套住裝放的機關。筒是用堅強的鎳合金製成的。每個子彈匣盛二百五十枚子彈，每分鐘可有四百發。

以上各種機關槍的重量大抵都有四五十磅乃至五六十磅，可以肩扛，可以馬駕。用時就安在三角架上，並且可以向各方旋轉。有的不用支架，自身却有兩輪，連同所帶充盈的子彈箱往往足有半噸。這樣就不用馬駕，而改用馬拉。現在飛機上也用機關鎗，却是另一種安置，那就不須馬拉；也不用人扛了。

## 重 碲

重礮也和小鎗礮一樣，二十年來的改良進步比向來幾千年的還多。不但質料，口徑，長短，樣式，裝放的方法通統改變，就是子彈的重量，發射的速度也都改變了。

幾十年前，兩軍交戰使用抬鎗鐵礮，彼此對立，排成密集的陣勢，到了舉目可以相見，交談可以聞聲的地步才可以開火。所以那時的戰爭動輒「死如山積，尸骸盈野。」

可是人們還嫌殺敵殺得不痛快，於是竭盡智慧，利用最進步的科學，製造攻堅破銳的武器。結果怎麼樣呢？十六吋乃至十八吋口徑的大礮造成了；兩軍交戰各不相見也可以互相射擊了。但和所期望的結果却是相反。這又是什麼道理呢？一則因為交戰者相離得遠，二則陣勢由密集而趨於分散，所以從前戰陣死亡要成千成萬的，移到現在却不過幾千幾百；從前往往為全軍舉喪，現在不過救護些分散各陣線的傷兵送往後防醫院裏去醫養。這就是現代戰爭上的一線曙光了。

最初的鐵礮是用鑄鐵鑄成的；後來改用鍛鐵，就比前堅固。礮膛裏刻上了螺旋紋，採用了新式子彈，就比前射得遠。可是防禦上也做了相當的工夫。軍艦包上鐵皮就是一個相對的例子。到了那時，就有了更大的大礮。十六吋口徑，重百噸的大礮也出現在人間了。但因礮位過重，質料不堅，在軍艦上用發放時常有自身爆裂，毀損自己艦面的危險。

因為這個緣故，又減小到五十四噸，十二吋口徑的了。直到歐戰以前，海軍大礮只是大略如此。

同時鍊鋼方法進步，造出種種堅輕的合金來，供給種種方面應用。鎢，鎳加在鋼內就造成一種極堅硬的合金，適於造礮，可免爆裂的危險。造礮廠得到這種好材料，於是礮身又復增長。但是十二吋口徑的大礮仍然是普通的海軍礮。我們曉得它是怎樣構造，其他大礮就可以推想而知。

礮身最巧妙的構造：是由內外幾個鋼管套合而成的。先用兩個鋼管套緊，然後

在外管上用三百九十里長的極細極細的鋼絲纏起來，或是用極薄極柔韌的鋼片裹得緊緊的，然後在這一層上再套上一個鋼管，照樣的再纏上一層鋼絲，再套上一個鋼管。這樣幾個管子的口徑，長短，大小都量得極準極確，套起來都適合無間。試放以後，一熱一冷，經過一次漲縮，內外就纏裹得更緊。造礮學上特稱作「縮上」的方法。

現代各種大礮大抵都是如此構造。所以要這樣造，只是因為鋼絲可使礮身堅固，免除危險。假如只是一個管子有點破痕，這破痕就越弄越大。要是纏繞的東西有幾處斷絕呢？却是無關大體，照舊可用。

現代大礮的後門機關也是一件極巧妙的製作。造礮家如克魯伯Krupp，阿姆斯創 Armstrong，維克爾 Vickers 等對於這個機關雖然各人設計不是全然相同，他們的旨趣却都一樣。大礮後部都有一門，稱作礮門。礮門都可開可關，開關都是一樣的靈敏，一樣的圓滑，一樣的穩靜。關住就很嚴緊，足以抵住爆發時可怕的強

大力量。

破手有時忽略，開着礮門就發放，往往鬧出極悲慘的亂子。爲得防備這種危險，也有極巧妙的製作。就是把發放機和礮門連鎖一起，機關一動，礮門就先關緊。唯有如此，然後才能燃放。至於燃放的方法：或通電火，或用震擊，那就全看自家方便了。

現代的野戰礮都在礮車上裝載着。礮反衝上配製着一個彈簧。發放時礮的後坐力僅能推動彈簧，而不致使車後退。從前沒有這樣裝置，放一礮，車就往後退一次。現在有了彈簧，礮身自己會返回來。省了屢次推車的工夫，每分鐘就能放二十礮。

飛機和飛艇都是從上往下丟炸彈的，除掉地心的引力外更用不着特別的爆發力量來推進，所以不必定使用大礮。反過來說，要打飛艇飛機却須要高射礮。高射礮都用較輕的子彈，普通所用大約是十四磅乃至四十磅。變動方位，竟可向上直射。

要是偏向四十五度，竟可射穿「三·八」二十四里。子彈也是特別製造的，一離開礮口就自己燃灼，射穿飛艇上的氣囊，使氣體發火，燒壞了氣囊，沈落了艇身。有的高射礮為得大的效率，就安置在莫托車上。飛機雖然可以快飛；車也可以快走，自然而然的就增加了擊中的可能性了。

科學的改造世界

## 炸藥

有些固體或液體一受了打擊或受了熱，電等等的影響立即爆發變成氣體。這樣的物體就稱作炸藥。炸藥的主要成分和我們的身體的主要原質一樣，也是炭，氧，氫，氮（四種）。爆發就是它們猛然間變成氣體的現象。它們所以容易爆發的原因只是因為氮的脾氣古怪。它平常孤僻成性，不好交際，不好和它朋友結合。就是偶然結合了，一受外界的鼓動，也極容易決裂分離。它和一位不愛社交的人很相似，偶然結交一位朋友，有一點不合適就要使性子不留妥協的餘地。人類社會的擾動往往由於這類孤傲的人；原質社會的爆裂就大半起於冷性的氮了。

我國的黑色火藥是在周代發明的，在西歷紀元前三四百年的時候傳到印度，傳到阿拉伯；後來又傳到希臘。它的成分大約是：硝占百分之六一·五，硫占百分之

一五·五，木炭占百分之三三三。西歷六六〇年頃希臘人自己配合了一種火藥稱作「希臘火」。(Greek Fire) 它的成分包含着瀝青，硝石，松香，硫黃四種。

到了十八世紀末葉，有機化學漸漸萌芽；有機物的研究也漸漸有人注意；於是就有有機炸藥的發明。第一種炸藥當推雷酸銻。(mercury fulminate,(C:N.O)<sub>2</sub>Hg) 它是一種極不堅定的化合物，輕輕一擊就會爆發，所以自來都用它作發火藥。

十九世紀中葉，有機化學漸漸進步，有機炸藥的發明也跟着漸漸進步了。一八四六年有了硝化甘油(nitroglycerine, C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(O NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>)和硝化纖維(Nitrocellulose, C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>5</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>)就給炸藥開了一個新紀元。硝化纖維也稱作棉火藥。它的製法可分兩步：第一是棉花的精製。普通的棉花須先泡在百分之二的氫氧化鈉溶液中沸煮兩三分鐘，然後用水洗過，再用極稀薄的硝酸洗淨。這樣就把棉花上的脂肪去掉；這個方法稱作脫脂法；這樣棉花就稱作脫脂棉。脫脂以後，更須十分乾燥。第二是硝化法。取三分硫酸(比重一·八四)注入一分硝酸(比重一·五〇)中，然後

把棉花加入，浸漬十五分至三十分鐘，取出，洗淨，蒸乾，仍不失棉花的舊觀。可是它的性質就完全改變了。你要是仍舊把它當棉花看待，它必定竭力反對你。假如你點火去燒它，很少很少的還不要緊，要是多了，它的立刻爆發就給你很大的危險。它爆發的時候，也不冒煙，也不留灰，可見它完全變爲氣體了。

但是因爲它爆發得太快，惹人害怕，莫敢大規模的應用。到了一八八二年經賴德Walter F. Reid研究的結果才知到棉火藥溶在醋酮(acetone)或醋酸乙烷醣(Ethyl acetate)中溶解，就成膠狀的軟塊。將溶媒澄出，就留下一塊無晶形而透明物體。它的化學成分和原來一樣，可是燃燒和爆發却大大的緩和了。經過這一番手續，棉火藥才能用於鎗砲。那有名的無煙藥就是經過這樣製造的棉火藥的特別名稱。

硝化甘油也是一種強烈的炸藥。現在工業的製造法出產量最多的是用四十六分硝酸和五十四分硫酸。它的配合是漸漸把硫酸加入硝酸。將甘油加入酸液中，停半

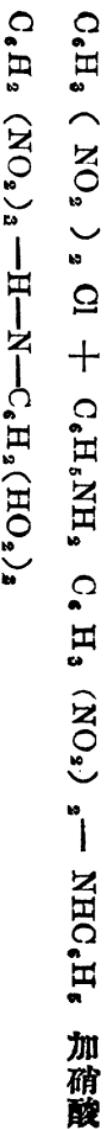
小時就有一層硝化甘油分出來。它是一種微帶黃色的液體，不用強力打擊或發火藥作引火線便不易爆發。它的爆力雖然烈猛，但若溶在酒精中，作為商品，販賣輸送却無危險。

以上兩種是十八世紀中葉發明的最強烈的炸藥。到了一八六〇年至一八六四年之間，就有人開始研究混合的炸藥了。著名的炸藥製造家諾貝爾 Alfred Nobel 首先製成的猛炸藥 (dynamite) 是用多孔的粘土或細砂鋸屑等物吸收硝化甘油製成的。到了一八八七年諾氏又想到把兩種或數種強烈的炸藥混合起來，它的爆炸力當更強烈。他把上述兩種硝化炸藥混合一起去作實驗，果然完全如所期望。從那時起，列強各國就秘密製造起來了。最近受了歐洲大戰的刺激，列強不但更加趕造炸藥，並且極力研究它們的性質。新的試驗，新的研究，新的製造於是大有春筍發長之勢。英日法美各國政府從前為造炸藥不過雇用技師七八人或十幾人，現在却請百人以上之專門化學家實地研究。將來更凶的惡戰就可以想像而知了。

現代最重要的炸藥大抵都是由硝酸( $HNO_3$ )和各種有機化合物起作用製成的。

我們爲方便起見，可以把它們分爲兩大類：一是單純的；一是混合的。

單純的炸藥除去硝化甘油和硝化纖維以外，還有許多種硝化物。三硝化石炭酸（亦稱苦味酸），三硝化香樹脂烷（Trinitrotoluene 簡稱 T.N.T.），三硝化烷（Trinitroethane），四硝化纈基烷（Tetranitroethane），硝酸銠（ammonium nitrate），都是單純的強烈炸藥。歐戰以前新發明一種炸藥歐名 Hexanitrodiphenylamine 簡稱 Hexyl。它是由 dinitrochlorbenzol 與 phenylamine 凝合再行硝化而成的。



這是一種黃色結晶體，它的融點二四九度，比前幾種的爆炸力都強。從一九一五年就用這種炸藥裝魚雷了。要是取四十分的 Hexyl 和六十分的 T.N.T. 混合起來，就成更強烈的炸藥。用以裝魚雷，擊船板，比單純的 T.N.T. 更猛烈，更準確。

六硝化乙烷(Hexanitroethane,  $C_2(NO_2)_6$ )是德國韋爾氏(W. Will)發明的。

一九一三年韋氏得了德國政府的褒獎和專利權，就在歐戰中貢獻了他的發明。

要想製六硝化乙烷須先製四硝化二鉀乙烷( $C_2K_2(NO_2)_4$ )。取溴代苦味酸(Bromopicric acid)一•五克注入適當的容器裏。再取青酸鉀七百五十克溶在七百五十立方厘米的酒精中，全加入上述容器內。再取硝酸鉀三百七十五克溶在一千三百立方厘米的水中，也注入上述容器內，均勻的攪拌，設法不使溫度高過三十度。停半小時，就得一種結晶的四硝化二鉀乙烷。

現在取四硝化二鉀乙烷百克加入五百立方厘米的濃硫酸(比重一•八四)中，慢慢的攪拌，同時溫度要不過五度。再加硝酸(比重一•五一)和濃硫酸各一百五十立方厘米。在這個時候，溫度不宜過十度。然後再為冷却，過濾或倒入多量的水中，洗濯一遍。再然後溶在乙烷基醚(Ethyl ether)中，用石灰水洗濯，中和所沾的餘剩的殘酸。如此可六硝化乙烷八九十克。

它的性狀是無色結晶體。味似亞硝酸；融點一四二度；可溶於醚及熯，而不溶於水，冷的酒精和酸類。它的爆炸力也極猛烈。

混合的炸藥自然是幾種單純的混在一起的；它的爆炸力，不消說，是比較着強大。自從一八八六年以後，列強莫不競造炸藥，各有各的秘方。法國有曼利尼脫（Melinite），是由七十分苦味酸和三十分棉膠（Collodion-cotton）配成的。英國的萊特脫（Lyddite）是由八十七分苦味酸十分硝化熯（nitrobenzene）和三分華賽林配成的。日本的下瀨（Shimose）炸藥，德國的坡臺脫也都是以苦味酸爲主其他炸藥爲副配合而成的。

英國帝國主義者屢次用以慘殺弱小民族的還有多種。Gordite M.K.I. 是用三十七分棉火藥，五十八分硝化甘油，五分華賽林合成的。但是因爲硝化甘油太多，容易使鎗筒生銹，於是又用六十五分棉火藥，三十分硝化甘油，五分華賽林配成一種，單名 Cordite。這樣的配合對於鎗筒內部就比較着爲害輕微了。另有一種，

成分是八十分硝酸鋸和一十分T.N.T.，名爲Onatol，陸戰使用最多。效大價廉（價格僅有苦味酸的三分之二），頗爲帝國主義者所喜。小小一個英格蘭島上每星期就有四千噸的產額。（Armstrong Chem. in the 20th Century, Chap. Explosives）

歐戰中有一時期，英帝國主義者每星期製造炸藥的產額有左列的數目：

Cordite.....11000噸

T.N.T. .... 1500噸

硝酸鋸.....11000噸

苦味酸.....1100噸

而製造這些炸藥所用的原料的數量更爲可驚。

黃鐵礦.....6600噸

硝石.....8300噸

硫黃.....11700噸

甲烷基聯

七二一〇噸

石炭酸.....一六二一噸

礦精.....七〇〇噸

棉花.....七〇〇噸

酒精及醚.....一一〇〇噸

|英帝國主義者除在它本國設立許多大工廠狠的大規模的製造不計外，又在各殖民地設廠製造。在印度設立的工廠有專令造飛機上用的投擲炸彈的；有專令造猛烈炸藥的。據印度某報載稱，他們的政府現在責令某工廠製造飛機上用的投擲炸彈分五百磅，一百磅和二十磅的三種，每月要五千枚以上。這是僅就一處工廠而言！英帝國主義者，若是爲管理印度的民事，決用不了這些炸藥，雖然它慣好大行慘殺愛國的印度人。

然而炸藥並不是專爲互相慘殺用的，開礦，採石，鑿山，穿筒，築路等等都可

## 科學的改造世界

應用。它能在片刻的工夫使地形改觀，省却幾百人幾十日的工作；它能使「高山爲谷，深谷爲陵，」在短時間內又經過一番「滄桑」。這樣看起來，炸藥在現代文明中也是一種不可少的東西了。尤其是被壓迫的民族爲得解除束縛，堂堂的做個人，不可不努力製造炸藥，預備和那非人道的帝國主義者一決雌雄。

## 毒氣

戰爭上大規模的施用毒氣自歐洲大戰開始，將來的應用還不知道怎樣的凶險可怕！首先主張施用的是柏林大學那位馳名全球的物理化學教授奈恩斯特（Nernst）；實驗成功的是位不甚著名的哈臺爾（Hartter）教授。

果然酣戰了八個月以後，就在一九一五年四月二十二日，德國軍隊開始施放氯氣在戰場上了。氯氣是一種黃綠色的氣體，氣味衝鼻，足以損害呼吸機關。多了能致人死命。因為它最容易和氫化合，吸入人的身體以內就攝取筋肉組織中的氫，化合成鹽酸，侵蝕內臟，就把人毒死。但是中了毒的趕快多喫碘精氣，還可以解救。

一九一五年十二月十九日，交戰國把氯氣（Phosgene,  $\text{COCl}_2$ ）也引用在戰

場上了。氯氣化炭是一種無色氣體，氣味異常難堪，嗅了令人窒息。它是由一氧化炭和氯氣在日光之下直接化合而成的。

防禦氯氣的方法，最好是用防禦盔冑，其次是嘴罩。盔冑多是用橡皮做的，內盛炭酸鈉 (Sodium Carbonate,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 或次亞硫酸鈉 (Sodium hyposulphite,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 和少量甘油所浸透的棉花。這種藥料可以吸取氯氣，去掉它的毒性。

防禦氯化炭最好用 Hexamethylene tetramine,  $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ 。

以上兩種毒氣都比空氣為重，也都是借風力施放的。這種施放的方法有不可恃的兩點：一是要施放時未必就有順風，沒有順風放了也是徒然，二是放出去的毒氣往往被空氣沖淡，失了效用。因為這種缺點，乃又有人發明了毒氣彈。毒氣彈和普通炸彈外觀沒有差異，只是內部多用磁製，以防毒氣的侵蝕。它的內膽分為三部；前後兩部分盛炸藥；中部盛毒氣。毒氣的本態有的是固體，如噴嚏氣；有的是液體，如溴如芥末氣；有的是氣體，如氯氣。固、液二體的固然容易裝盛，氣體的必

先壓宿成液體才合用。施放的機關就是一尊大砲。把毒彈放射出去，達到目的地，爆裂了，毒氣就應時而出，開始工作。

歐戰中還有許多種新發明的毒氣，更為猛烈。德國人發明的有淚氣，是由甲烷基烴 (toluene) 的氯化物，溴化物與 xylyl bromide 幾種液體攪和而成的。它的氣化較慢，故為害較長。它的效能在於攻目，使人流淚甚至於失明。毒彈上刻有 T 字的就是裝着淚氣。

噴嚏氣學名是Diphenylchloroarsine，是一種白色固體。它化氣入鼻，能使人噴嚏不止。可是沒有毒性，所以不甚危險。但若全隊兵馬都打起噴嚏來，鬧得擾攘不堪，也足以妨害作戰。凡盛這種毒物的炸彈，殼上都畫着一個藍十字。若有這種炸彈飛來，大抵就是總攻擊的先兆。因為要使敵人只顧噴嚏，不暇迎戰也。

嘔吐氣的化學名為 Chloropicrin 亦名 Trichlor-nitromethane  $\text{Cl}_3\text{C.NO}_2$ ，是一種油狀的液體。它的比重是一，六九一，沸點一一二度，是由硝酸，氯氣對於

多種有機化合物的反應而生成的。它的氣味刺激嚙膜能使嘔吐。過熱了它還會爆發。

立死氣俗名 Superpalite，化學名是 Trichloromethyl chloroformate, ( $\text{CCl}_3\text{CO}_2$ )，是一種氣化很快的液體。性極毒，吸了立死。裝着這種液體的炸彈都印着一個 K 字。這種炸彈飛來就是激烈戰爭的先兆。

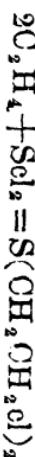
還有印着綠十字的炸彈，內盛雙氯化一氧化碳 (dicarbonyl chloride or diphosgene)，也是一種液體。可是它化氣化得很慢，每入了敵人的戰壕，動輒停留數日。要是遇到潮濕的地方，它就勾留得更久。

最可怕的是印黃十字的炸彈。這種炸彈內中盛着一種毒液，俗稱芥末氣 (mustard gas) 化學名爲 BB'-dichloroethyl sulphide, ( $\text{S}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl})_2$ )。這是一種淺黃，中性，無嗅的油狀液體，比重是一，二七，融點七度，沸點二一七度。到了沸點就稍稍分解。它在水裏幾乎不能溶解。它的蒸氣壓力很大，發生異常的毒性。觸

到皮膚，就發生水泡，痛癢難堪。刺到眼裏，就流淚不止，漸起紅腫。吸到鼻喉，就噴嚏咳嗽，嘔吐大作。甚至於透過衣服去攻刺人的皮肉。用氧化劑可以把它變成無害的氣體如  $\text{SO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl})_2$  和  $\text{SO}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl})_2$ 。

歐戰中一九一七年七月十一日德國開始用芥末氣在伊樸瑞斯(Ypres)戰線攻擊英國，後來移在紐跑特(Neuport)和阿美特瑞斯(Armentières)。在此二城中每日投擲五〇，〇〇〇個芥末氣彈者連續多日。當時德國每日出芥末氣五六十噸；法國每日造二十噸；美國每日造四十噸。

芥末氣的製法，在德國是取(glycol chlorhydrin)加濃的硫化鉀溶液在水熱器上慢慢溫，然後施行蒸發，將餘渣納入絕對酒精中以除掉其中的鹽分。再加五氯化磷，然後倒在冰中，就有油狀的芥末氣分析而出。在英美製造都利用乙烯(ethylene)和氯化硫的反應。



要想增加芥末氣的毒性和揮發性，就給它攪和一些四氯化炭或氯化鎘（Chloro-benzene）。要想防禦它，就用橡皮衣或用過錳酸鹽洗浴。

以上所述是幾種用過的並且比較着重要的毒氣，除此以外還有笑氣溴，氯化錫，氯化砒，氯化磷，溴化氟，溴化酮，Acrolein, ( $\text{CH}_2:\text{CH CHO}$ )，allyl isothiocyanate, ( $\text{CN SC}_3\text{H}_5$ )，Benzyl bromide ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Br}$ )。Perchlormethylmercaptan ( $\text{Cl}_3\text{C SeI}$ )，和美國人路易斯 (Lewis) 在歐戰時發明的「死的露」 (dew of death) 也都可以施用。

歐戰以後，列強各國對於毒氣不但設立工廠實行大規模的製造，而且努力作新的研究。美國政府於一九二一年 (Boston Herald, Nov. 14, 1922) 為研究毒氣聘任化學專家七百人；一年的實驗費達二百萬元。預算還要年年增加。意大利在停戰後立即設立了兩處工廠作大規模的製造。英，法，日本三帝國主義者，不消說，研究得更加勁。華盛頓會議成立的「四強協約」中雖有禁用毒氣的規定，也不過是一種具

文。條約自條約，下次的毒氣戰爭當然都要趕緊預備。

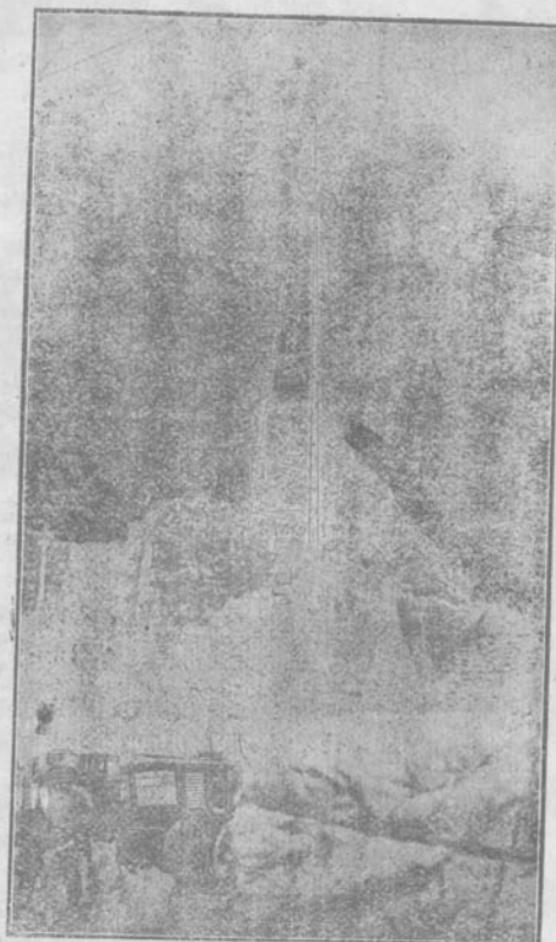
可是他們施用毒氣也有一番道理。據他們最新的理論說：毒氣在戰爭上是一種最合乎人道的武器，所以應該自由的施用。美國富萊斯將軍(General Fries)又給這個理論找出證據來，說是兵士死於他種武器的若有百分之二十四，同樣的死於毒氣的也不過百分之二。而中了毒氣的也不過是暫時失去戰鬥力，不久的時間就恢復了原狀。這樣看起來，施用毒氣實在是一種理想的戰鬥方法。

雖然如此，我們暫且撇開理論，試一想像將來戰爭的慘狀和效果，那世界上一，七五，七，〇〇〇，〇〇〇人口中的一，四六九，三八三，九六二被壓的，弱小的和中立的民族的生命自由都沒有保障，只有那有鎗有毒氣的英，美，日，法，意五大強國的二八七，六一六，〇三八人民可以橫行自由，不，只有那五強國的一部分壓迫階級極少數的人們可以橫行自由。因為只有這少數的壓迫階級的強者可以擰掉他們的兵士，人民，奴隸替他們放鎗，施毒氣慘殺掠奪那最大多數沒有抵抗能

力的民族。

他們向到一座大城裏施放任何毒氣，這城裏的居民無論男女老幼，士農工商，兵丁將領全在被攻之列。中了毒氣的，有的全隊人馬都瞎了眼睛了；有的嘔吐得全都躺在地下了；又有的咳嗽得血管爆裂了；有的哭得眼皮紅腫了；有的笑得人仰馬翻了；甚至於全城人民都被毒死了。可見被毒氣攻打的，人人都有危險，戰鬥員和非戰鬥員都立於同樣地位了。況且他們採用了毒氣，未必就肯廢掉鎗砲。那末，他們先用毒氣毀損對方的戰鬥力，然後大開鎗砲，肆下毒手，沒有抵抗能力的民族只有垂手待斃可無異義了。

將來的戰爭必定更為激烈，沒有武器的民族必定陷於極悲慘的境遇。科學給那些霸道的人們造出武器來，助長他們的暴力，讓他們滅絕人道。從這一點看來，科學誠然當排斥。可是排斥自排斥，他們施用還是施用，實際上有什麼用處呢？



這是美國人在我  
北京建築的無線  
電台的一角。其  
他如英日法意各  
使館也都有同樣  
的建築。而我在  
他國則無此項權  
利；列強相互間  
也沒有這種辦法  
的！

## 科學的改造世界

## 無線電報術

西歷一八四五年有一天英國倫敦警察廳接到一封電報，敘說有殺人罪犯潛逃到倫敦的事件，當即派偵探到車站按照電報所開犯人衣飾面貌把犯人捕獲明正典刑。從那時起，一般公衆纔認明電報的有用，又過了三十年愛爾蘭和紐芬蘭之間纔連上海底電線。同年八月七日第一次由美洲至英國通電報。現在電報已成世界的權威者了。

電報史上第三個新發展是近時的事。一九零一年十一月十二日意大利青年馬孔尼 (Marconi) 用一個天鵝，一條長的鐵絲，一個滿盛銅屑的管子，一個電話耳機，聽見他的朋友從遠方發出的信號。他們所在兩地之間並沒有電線的接連，而竟能傳達信號，真是神祕莫測！這個消息傳出，驚醒不少的科學家。馬孔尼那時纔二

十二歲，居然聲譽鬨動世界各國。

這樣不借電線而能傳達信號的事實，經科學家們研究，乃以爲是「以太」的作用。以太是什麼呢？則又以爲僅是假設存在的東西，如同原子說，分子說一樣。沒有人敢說他曾經確實看見過以太是什麼模樣，或是對於以太有何等經驗。這個假設不過僅能解釋和統一吾人所曾經驗的現象，使能作成理論無背於科學而已。現今科學家以爲凡吾人所見所觸之物，空氣，乃至無限的空間都充滿着些細微的東西。無論如何緊密的物質它的原子和原子之間統被這些東西所充滿。這些東西就是以太。

自然不能從無中生有。取時鐘擋在玻璃罩鐘下，仍可聽見滴答之聲。抽出其中空氣就不聞聲息。故可推知空氣能傳聲。沒有空氣就沒有聲音。次取燃燭擋在空罩他方，仍能望見燭光。可見沒有空氣並不影響於光線。但我們能信光和眼之間絕對間斷而沒有一些東西在中間作傳遞的媒介麼？不。決不！罩鐘之內充滿以太也和外

界一樣能傳達燭光到吾人眼內，這是較為可信的。日月星辰借以太的波動纔能把牠們的光傳到吾人視野以內，也是同樣的可信。太陽的熱也應是憑着以太給我們帶來。不然，空間若沒有瀰漫以太的假設，如何解釋光熱經過太空傳給我們的事實和現象呢？不但如此，電波在以太內也和光波熱波一樣，不過各有長短而已。這是五十餘年以前數學家曼克斯惠 (Maxwell) 研究的結果。我們現在的無線電就是利用電波的傳遞。所以光是永遠在以太中波動進行；電和熱有時在以太中波動進行，有時在其他媒介中進行。它們波動進行的速度同是每秒一八六〇〇〇英里；它們的作用也大都一致；所差的，前已說過，只是波的長短不一而已。波長約為  $1/34,000$  寸的給我們紅光的感覺； $1/64,000$  寸的是紫色。波長僅幾千分之一寸的成輻射熱，就是不借空氣等可感觸的物質的傳遞而直射來的熱。波長自一寸之四分一至數里者是輻射電波。這就是傳遞無線電報的電波。

實驗證明這種波動是上下的，而不同空氣傳聲前後的波動。所以以太不隨波流

動，乃是一個一個以太粒子繼續上下的運動。所以向着或背着我們進行波動時以太本身仍然靜止。總以上所述或者容易證明什麼是以太了。

最好要想波是光，熱，電的原因而不是它們自身。波使發光；波（或輻射熱）使生熱；波（或輻射電）使生電流。把這種因果關係弄清楚，運用思想的時候就可避免許多混擾的麻煩了。

波的透射力也不一樣。例如光波極易透過清晰的玻璃，而熱波則大半被阻隔。熱波遇到黑色粗糙的表面就被吸收變爲平常的熱；遇到光澤的就被反射。電波遇良導體（如金屬線之類）就被吸收變爲平常的電力；遇不良導體如玻璃，磚石之類）就被抗拒。

最早的無線通信則借光傳達。水滸傳三國演義等書所載却含攻城，動輒以「舉火爲號」，便是一例。這就是火光攬動以太以致傳到暗地裏埋伏着的哨兵瞞嚶們的眼中，使他們知道信息，而有所舉動。

其次就有了電報。

其初用完全週迴的電路（往復二線）。在一八三八年有人發明只用一線，其另一線則以地球代替。如此不但經濟，而且比用兩線更為有力。這是走向無線電報的第一步。

第二步自然要廢去所有電線完全不用了。

這是摩兒斯（Morse）教授的工作。摩兒斯在一八四二年隔河發送信號，不用任何線的連絡，只在沿河兩岸張上十數丈長的電線。其一嵌以電池和發信機；其一則僅接受信機。而兩線的兩端都結一大銅板沈入水中。一方發信，他方就能受信。摩兒斯又以為倘用夠長的電線（所謂無線電只是發收兩地不用任何金屬線的連絡。現時無線電台仍須在空中張些電線。）和夠大的銅板能傳達信息至無窮遠。

以上所說統是經過物質，如金類，如地，如水等的傳遞電信法，不過利用傳導或引電流到電路上而已。至於以太的傳達（不用任何電線）則有感應和波動二法的

可能。

感應法：電流通過電線時，週圍的以太內就發生一種力量，可以感動磁石針，因此就稱作磁力。這種現象稱作磁氣現象。磁力所及的範圍以內稱作磁場。電線就成磁場的中心。磁波就向各方伸展至於無窮。一遇和原電線平行的電線就感染牠使發生相似的動電流。無論何處有電力就有磁力；反過來說也全真確。電生磁；磁又生電，實是不可磨滅的真理。電話的發明就是應用這條公律的實例。

一八八五年蒲瑞思(william preece)發明不借任何物質，連地也不利用，而全憑以太傳遞的通信法。在相距不足一里的兩地各豎起絕緣的電線，作成每邊四百四十四碼的四方形。兩形成水平狀互相平行。其一通電；其他即受感應，用電話機可以驗出。後來應用此法相隔數里也能通信了。若非郝滋(Hertz)波的發明足以駕而上之，則此感應法定可達到較大的成功了。

波動法：一八八七年德國青年教授中有一位姓郝滋的發明由蓄電瓶放電通過電

線的空氣間隙時，就現出電氣火花，在間隙中作成環狀。這樣裝置統稱曰電眼，或曰檢電器。間隙的大小可由一方用繩絲調節之。在某一寬度，電氣火花能現最强的作用是有一定的。所以必須調度適當使呈最强作用。到此境界檢電器就和發信機的周波恰相適應。如果檢電器上附有紙筆使相接觸就變作受信機，就能接受信息了。郝滋於是建立了三大公律。

(一) 靜電（即蓄集的電）放出經過空氣間隙即在週圍以太中發生強的電波。

(二) 這種電波可以設法捕獲。

(三) 捕獲器（即上述檢電器或受信機，）在某種情形之下工作最有效用。

從這三件事實乃成就現今所謂馬孔尼無線電報法。馬孔尼的發信機包含着三部分：一個電池；一個感應圈，其上所綁電線的終點有一對黃銅球占在空氣間隙的兩邊；一個發信鍵。電流從電池發出；將鍵抑下；經過感應圈聚在黃銅球上；電力是時，就躍過間隙，呈現電花。間隙越大，聚電須越多，則波動的勢力纔能增大。馬孔尼

又發明在一銅球之上用鉛絲連繫着一個錫箔貼成的天鵝或是一個小氣球，使之飄揚空中就能大增波動的勢力。有時用良導體代替天鵝，放在二三百尺的高竿上也有同樣的效力。輪船上此等裝置則借用桅檣，就是應用此理。

現在我們再說受信機。

一八七九年許士(Hughes, D. E.)實驗證明電話機連上一個顯微音器能聽見感應圈上電流傳來的聲音。顯微音器就是以前所述馬孔尼初次用的盛着金屬粉屑的管子。所以它在電路中是一段很鬆的連絡，能使電流斷續極其頻繁。金屬顯微音器一旦受電感應就黏合成塊；炭製的仍能恢復原狀。後來馬孔尼又製一器，係一長二寸內徑一分的玻璃管。兩端嵌入電線，結於銀製的接電栓上，緊塞管口。兩栓的中間留有三十二分之一寸的空隙，滿裝金屬屑。這種粉屑是由鎳九十六分銀四分和水銀少許混合而成的。在封閉之前須將管內空氣排除淨盡。

金屬屑中間的空隙除受電波打擊時實爲電的不良導體。粉屑互相接觸極其輕

鬆，對於電流有很大的抵抗。但是所謂郝滋電波的若是飛越以太，打擊筒管的時候，這些屑粒就忽然互相緊壓成橋，使電流通過。如此電波忽斷忽續，電路就忽開忽關。而記錄器（即前所云檢電器接連之部分）亦即於紙條上以一點一劃記載信號。

實在發生的是如此：在發信站由擺動的電流送出電波，傳到受信站，打擊受信機，即生同樣的電流，只是極為微弱。所以必須有顯微音器以檢驗電流的有無。

所用特殊的電波分為三百呎五百呎千呎或二千呎等等幾種。電波傳達的速度每秒一八六，〇〇〇哩。所以要生千呎之波，則電送出之波每秒須為一百萬。故在這樣速度之下其電流必在器中前後擺動。馬孔尼逐漸把受信機改良，以至成功。乃於一九〇二年十一月十七日英美之開始通無線電報。

當通行大西洋無線電報成功之後，頗有人批評無線電報仍有缺點者：第一傳信的速度太慢；第二無線電波到處觸動受信機不能保守密秘，且在空中進行不免混雜。馬孔尼答第一類的評語說：遲速只是時間的關係。從前海底電報一分鐘傳一個

字，人們都以爲很好。現在無線電報一分鐘能傳二十二字，將來一定能更加速。至於第二種批評實在是對。但可設法改良。

有一簡單的實驗頗足說明改良無線電報的原理。調節汎渥林和鋼琴各一絃的音調恰相一致。你拿起汎渥林，同時請你一位朋友彈着鋼琴。琴音演奏時你就要感覺出來你的汎渥林上所有絃和全體都在振動着。但無論幾時你的朋友彈動那個和你的汎渥林調和一致和音時，你的汎渥林就特別容易感應。假如你的朋友越彈越溫和越甯靜就能達到一個時期，你的汎渥林僅只感應和鋼琴的相一致的一音。

把這原理應用到改良無線電波也是一樣。只有和發電處調節的受信機纔能接受電報。不一致時就不能收受，也並不感受何等影響。

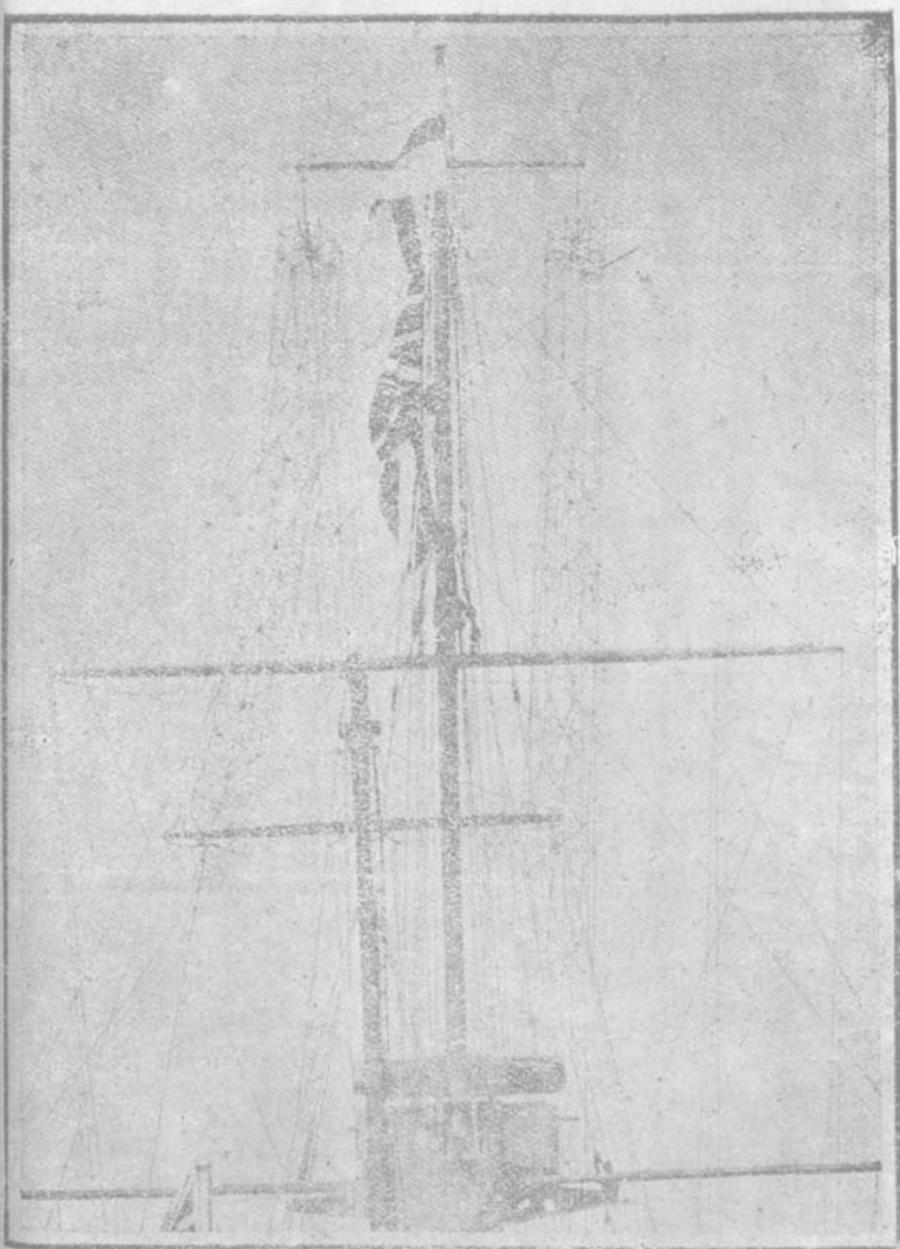
調節的方法須用各種電波調節器。電報手都會調節他的器具使發出一定長的以太波。遇到有調節同長的波的受信機就能感應受信。海船，無線電台各有特定的波長密碼。預備接受電報時就調節器具使用自己的波長密碼。如欲和某處通信，就

調節而用某處的密碼，可以接談。

波長越大，越適宜於遠地的通信。這是因為較長的波似乎容易穿行空間的緣故吧。所以遠行的大船上都有相當的設備，可以接受遠方的電報。遠洋孤舟上小艙中的孤客也能天天讀得世界各國重要新聞；也能發電講談政治商議買賣或問候親友家人。這都是以太奔波的功勞。

無線電台上也有時頻聞驚報。即如船沈事件每年發生。有時電台在可能範圍就發船赴救或電達行近肇事處的其他船隻前往救濟也是往往而有。

撇開其他種種利益不談，只就救生而論，無線電報確是近代一個最奇偉的發明。



一隻英國戰艦上的無線電

## 高速電報術

前章既述無線電報驚奇的發展，同時我們決不可忘掉有線電報趣味的改進：最顯著的就是關於速度大增加。

國家多事之秋，電報局中就非常紛忙。然而最熟習的電報手每分鐘發出五十字也很為難。我國電報每四個數碼代表一個字，每三個多號碼代表一個數碼（註）。五十個字一分鐘就要六百號碼，換一句話說，一分鐘內電報手必須長短有別的按發信機六百下。如此緊速的工作就在很短的時間也不免要感疲乏了。

圖 我國電報以四個數碼表一字；以平均三個多點畫表一個數字，所以傳一個字就須打十二下。我國所用的號碼如左：

號碼———····—··—··—·—

碼一二三四五六七八九十  
數

受信機上收到的是號碼（即點畫）須按表檢出數碼。然後還須拿出電碼新書檢字，纔能懂得說些什麼。兩層翻譯太費工夫。

西文電報每三個號碼代表一個字母，若每字平均爲六個字母算計，則五十個的電報須用九百個點畫，就是在一分鐘內若要發出，須按發信機九百下。雖較我國電報少一層翻譯，然而電報手更要忙迫用力了。

於是就想出方法以機械代人力。

距今八十餘年以前有人（據說是個英國的鐘表匠）想出所謂化學電報法。把要發出的報文先排成金屬製的印版，接連電池的陽極。接地爲陰極。印版上面緊接一把銅刷。刷分五齒，每觸印版，則電路關閉，而向外方送出電流。收信處也有同樣的銅刷以同速度打擊接信的紙條。紙條在碘化鉀溶液中浸着。電力作用即將溶液分

## 高速電報術

解變爲藍紫色。終則空白紙面上顯出字跡。用這個方法每分鐘可傳一千五百字；有談話速度的十倍！不可謂不速矣！然因每次發信須經排版的麻煩，所以不切實用。

近來又有加速的方法，同時在一條線上可以發出去幾個信息。它的方法有四種：

- (一) 同向二報法
- (二) 逆向二報法
- (三) 四報法
- (四) 多報法 是也。

第一種是同時同方向在一條線上發兩個電報的。我們容易作成一個只感強電流而不感弱電流的受信機。我們也容易作成一個只感或強或弱的陽電流，而不感陰電流的受信機。或顛而倒之也是一樣。換句話說，一種是感電流強弱變換的；一種是感電流方向變換的。所以發受兩方各有兩位電報手在工作，讓電流常常在電線上流

着。有一位發信，只要把電鍵一壓，電流立即增強。他方受信機上就見信號了。同時第二發信者也抑壓他的電鍵，則電流方向變換；於是第二受信機上也見信號了。如此發受各不相擾，這就叫做同向二報法。

第二種所謂同時逆向二報法是同時兩地發出兩個方向相反的電流以傳達信息的。沒有甲乙兩地互通電報，同時發出，則因方向相反之故，甲乙兩電流相遇時各被折回由側線而入原器。結果甲乙互代傳遞。於是甲地收到乙地的信；乙地也收到甲地的信。儼然和兩個電流同時交互由一條電線上通過一樣。這就是逆向二報法。

同向變換電流強弱和變換電流方向的兩種又各能照樣改為逆向法。於是就成四報法。就是在同一時間在一條線上可以通四個往復的電報。

不但如此，我們還可以同時在一條線上通許多電報。就是所謂多報法。有了這種方法纔見得電報的加速；纔知道電報的效率。此法有種種。其一，受信機是一種電話機。可容六人坐聽一線傳來的六個不同的點畫信號。這種裝置是每一發信鍵，

(就是用手按動可以啓閉電路的鍵)連一調音叉。我們把鍵抑下，電路一通，發送出  
去的不是單一齊整的電流；而是急速的一陣一陣的微細電流。這是音叉每振動一次  
就生出的一陣微細電流。每一個電鍵各連着一個音叉。這些音叉的振動率又各快慢  
不同，故送出信號的速度也不一致。電話機也可以調節使感應此音叉發送來的電流  
而不感應另一音叉所發送的電流。所以雖有許多電報流着也絕不混擾，這個法子也  
同樣的可以改作逆向法。那末同時在一線上就可以打十二個電報了。

又有一法是在一線上分配各電流通行的時間的。譬如由北京到廣州通電報，假  
設有六七件電報都要利用一條電線同時發出，則非把各發信機通電的時間分配勻適  
不可。並不是分配先後，乃是仍在同一時間。爲達這個目的乃有一種特別裝置。有  
一個圓的導接器，也叫分配器，其中分成數百個弧形的段落，常常旋轉着和各發信  
機相接觸。如甲發信機接觸1, 5, 9, 13等弧段時即通電；乙發信機遇3, 6, 10, 14弧  
段時，丙發信機遇3, 7, 11, 15弧段時即通電是也。其餘以此類推。沿着弧段有

臂接連電線以均勻的速度旋轉着。大約每五百分之一秒時一弧段和發信機連絡一次。北京發電處既有此器具，廣州也須要同樣的器具。兩方必須一一相對。此方的臂接某號弧段時彼方也要一致接觸同號的弧段。如此方免混亂的毛病，而可得到正確的信息。

用此方法同時在一線上可發十六件電報，每分鐘發出的字數可由六百至一千之多。但此法裝置複雜，較用分線的電報法未必能節省多少費用。

又有一種所謂自動發信機者發送電報較前法更多且速，遠超過吾人的腦與手之上。但其法頗費周折不切實用，於是乃又有人發明直寫電報法。此法係每傳一字即只通一次電流。摩兒斯的點畫信碼完全廢掉不用，如同打字的一樣；此方一按電鍵，彼方收信機上就打上一個相當的字母。很為便利。發信機所接的分配器（如上述第一法）上的臂用一種發動機催逐急速的轉動着。外端向一針環上掃動着。每針各表一字母。其下有鍵一排，上寫字母如打字機然。抑壓其一，則與相連的針舉起

而觸於臂。他端有一圓輪，輪的沿邊附有字母，旁有小錘，字母旋轉經過即受打擊。譬如按 A 鍵時，則輪上之 A 恰到錘下，被擊而關閉電路，則電流通達他站。受信處也有同樣的裝置，有錘將紙條壓向輪邊即印上傳來 A 字。隨後各字母一一如法傳來，一一印在紙上就是一通印好的電報。不用翻譯之勞，又無上述各法之煩。速度上較前法快過三分之一而有餘。

此外還有種種方法，有每分鐘傳達字數至一千以上者。在此限於篇幅不能備述。總之歐美電報術已進步至此，而我們仍然沿用舊法落於人後。工程學者何不興起！

科學的改造世界

## 電 話

近世史中對於文明進步最有貢獻的當莫過於便利的交通。交通越便利，吾人交換知識的機會越增多，因而智慧越廣大，對於人生的觀點越明確，對於人類的解放上越容易。它能使人們不見面而對話；能使不費力而行遠。它能縮地，使世界各民族越接近，感情越融恰，使地球變成人類的安居樂土。它還能使你省時節費，增加事業的數量，較古人成就的偉大，無形中，延長了個人的壽命。結果乃有現代大規模事業的出現與勃興。電話就是促成這些事實的利器之一。

現在任到一大都市中，就看見沿街繞屋的電線，條條張佈。我們若尋找到電話局，就看見各路電線結成一束，由屋後穿入屋內。我們再要進踪電線的去向，則到住家密室的也有；到學校，局所，商店，工廠，等處的也有。還有經過茂林修竹的

曠野，岡巒起伏的山鄉，引你到另一座城市。有的誘你走幾百里路，跳入海中，隨着一束海底電線，走幾個鐘頭，而另入一國境。

除去我們舉頭望見的以外，有的地方為避免混雜的觀瞻起見，就另設計劃，把電線埋在地下。也有不出大門，在一座建築內，專為各室接談使用的。也有附在牆內，只在電話機的所在露出一段的。電話和它的朋友電鈴在今日已成一般必須的便利品了。你要和你的遠地朋友談話，假如你朋友家中也安置着電話機，和你的可以接上，你不必命駕車馬輪船往訪，只把電話叫通，就可以接談了。你要喚你的廚子，聽差，車夫，只須把電鈴一按，他們就來了。如此可以省工，可以省時，可以省錢！

電話若非直接連絡，用時須先叫電話局，所有電話用戶都須有電線連通此處。

叫電話時即搖轉電話機上的把柄，機內電磁鐵受了感動，就發生電流，傳至電話局振搖電鈴。接線人——在歐美日本多為妙齡女子；在我國各城都用粗聲橫氣的笨漢，

懶拙慢橫，令人生氣——問明號數再爲搖鈴叫通才給接上。兩方才可談話。這是稍微老一點的電話機，現在不大用了。

新式的電話則以燈代鈴；接線人則以目代耳。叫電話者將耳機摘下，電流一通，電話局中本家電話號數附近就有燈燃灼，接線人即將兩方電路接通。說畢將耳機掛上就又有另一色的燈燃亮，表示電線現已空閒。

美國西方較新發達的各城市村落就連接線人也解雇了。他們用機械代人力，名之曰自動電話機。在機的下部附一圓盤，沿邊附有 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 等數字；當中爲指針。假如你要的號數爲 1 2 5，就以指尖穿入 1 字孔內，把盤轉動一下，回來再如法轉動 2 5 各字，你的電路就接通了。設若你要的人家都不在家，或是他們沒有聽見電鈴響，沒人去接，指針就會告訴你。若是你的對方正和他處談話，指針也會指示你。

現在各國電話都要普遍鄉區了。有人計算若把現在電話所用的電線都接成一條

就可以把地球赤道纏繞幾千萬週，拉在空中向太陽行走，可以達到中途。可是真要這末辦一下，恐怕有些外國人嫌我們拿出的電線太少了吧。美國德國的電線已分佈成網。試一遊其鄉村僻壤也都有電話可通。美國西部山荒處的農家數十里外都可自由通話。就連日本最近遞信省也提出於五年內電話普及三島的計劃了。我們對於此事似乎不甚措意；還未感到電話的必要。因此除去大都市外均無此項設備。將來我國政治入了正軌；各項事業漸漸發達，我們中華民族人人都忙起來，到了非用電話不可的時候，必定建設一個全國的完善電話制度。那時邊僻山荒之地也要變爲繁華興盛的區域了。現在各處的電話公司！你們若放開眼光，願欲讓事業發達，就應該推廣電話用戶。價廉和敏捷兩件事是你們事業發達的根本條件。

電話本是公共利用之一，在我國現時雖未見其如何重要，但一觀興盛的國家就知道了。美國城市中差不多家家都有電話；那威不過一個蕞爾小國，而其山村僻鄉中也設有電話。瑞士雖是山國，而各種電氣事業均極進步。最有趣的是匈牙利的都

城中有一家報館專以電話向各訂戶報告新聞。凡政治，時聞，國際，論文，演說，戲劇，小說等均列目錄，分送各家，以次報告。中間也夾有廣告。雖屬以耳代目，而凡報紙所有各種材料都包括無餘。訂價極廉，每日十二時不過銅子一枚而已。於此可見電話爲公衆利益的巨大了。

電話機上掛着的受話機，或名耳機的，其構造如何呢？說起來實在單簡的很。舊式電話傳話機和受話機分立。受話機是筒狀的，可以移動，不用時就掛在機旁。傳話機附在箱上，不能移動。新式電話則把兩機併在一起，一端爲耳鼓，一端爲口管，拿起來恰與吾人的口耳相副。機的內部構造之簡單爲我們想不到。其初在一八七六年頃蘇格蘭人伯爾（Bell）只用一木製或黑色硬膠製的把柄，內盛磁鐵棒一，一端纏以絕緣的電線圈，即於此端的附近柄的頭上緊緊貼着一塊圓的薄鐵板，以漏斗狀的口管蓋上。如此就可用以傳話。不用時管口鐵板的中心被磁鐵吸引就向下凹。有人說話時，聲浪衝擊鐵板使其中心內外鼓動，引起忽強忽弱的磁力，因而在感應

圈上發生強弱不同的電流。此種電流即沿電線傳至他處同樣電話機內的感應電圈上，也使此中磁鐵感發忽強忽弱的磁力，因而對於彼方的鐵板發生忽收忽放的作用。同時也使此方空氣發起與彼方說話鼓動的同樣波動。如此就可以對話無誤了。若在遠方電談，欲得清晰無遺，則在電路上加一電池，可立使電流增強。

美國安廸生(Edison)於一八七七年發明了炭製電話機。他實驗出來兩塊炭板平面壘在一起壓得越緊，越容易傳電；這大概是因為接觸點的增加因而給電流多搭幾座橋可以自由通過的緣故吧。所以他的電話機內部有一炭板與耳鼓相連；又有一炭板在前一板的附近。說話聲音衝動前板，即與後者貼合。所以安廸生的電話機不過是一種改良的顯音器而已。此器可以調節電流；伯爾式電話機僅只激發電流，這是兩者的區別。現在所用的電話機乃合安廸生式的電話機與伯爾式的受話機而成者。後者感電極其靈敏，極微弱的電流也能驗出。馬孔尼有名的穿行大西洋無線電的實驗即曾用電話機檢得由某地所發信號。其靈敏程度至於如此！

電話亦可用地迴還以代雙線。但因此線常佈露在同竿上的其他電線或地所生感應電流勢力範圍之內，所以現在常用雙線以完成金屬的電路。就是這樣在電話上尙不免聽到隣線上的談話呢。

海底電線都是束成一捆的，比較着難以傳電，所以在水中若非適當的距離便不設電話。然英法間由 St. Margaret 灣至 Sangatte 六十九里設有電話；愛爾蘭與蘇格蘭間設有七十六里的長距離電話。用前線可由倫敦至馬塞相隔兩千七百里談話；用後一線可由倫敦經葛拉斯溝 (Glasgow) 至打不倫談話。我國京津，京保，津奉都有長途電話。世界上最長的直接長途電話當推美國紐約至芝加哥的電話了。全路線用五千七百里長的銅絲，架在三丈多高的線竿上。

電話設置得精美的則甚靈敏，相隔五十里和五百里的談話幾無差別。將來或當更有可驚的成就了。對於此層，法國日曼 (Germain) 氏發明了一種強流電話機，可以負荷較強的電流。如此益可行遠。法國政府已准其專利了。我們普通用的電話因

## 科學的改造世界

爲傳話機內的炭板阻力太大，致使電流傳到電線上的很少。因此傳去的語音也低。  
反之日曼的電話機使大部分電流跑在線上，結果可以傳過去很高的語音，在露天中  
四五丈遠的距離尚可聽見！然則電話的將來定當更有一番光明了。

## 電影

「哥哥！究竟電影是怎麼一回事？怎麼做成的呢？」，這是昨天我和我的小弟弟看電影回來，他很懇切，很莫明其妙似的向我提出來的問題。當時我就用我慣用的方法教他去請問他那愛講物理學的嫂嫂。

嫂嫂默思了一會兒，離開本題，反倒說出這樣話來：

「弟弟！我先問你：在冬天的晚上，你有時玩弄紙枚，你還沒有忘掉吧！我記得你先把紙枚點灼，又用口把火焰吹滅，就亂搖一陣。你用手舉起在昏黑的庭院裏跑，就看着像一條光亮的赤龍；手一旋轉又好像一個紅圈。火頭不僅僅是一個星點麼？為什麼看着像圈兒，還要像龍？那是怎麼做成的呢？」

小弟弟不等話說完便插口道：

「那是因為快的緣故。可是你還沒有答……」她說：

「來！來！我給你變一個戲法，看看多有趣；」說着，就打開抽屜找出一張畫片來，拿剪刀鉸下一隻小老虎，又鉸下一片山景。又都鉸圓，貼在一塊銀幣的兩面。讓弟弟設法同時看見這一面的老虎和那一面的山。這可把弟弟難住了。想了多時，忽然靈機一動，就拿着那銀圓往對面鏡臺前跑。

「看！這不是虎！那不是山麼？」他在鏡前，一手持銀圓在照；一手指着說。

「我的意思是要看着老虎像在山上。」她說。我以為她是開玩笑了；弟弟跳起來就要把老虎掣下，貼在山上。她可着了忙，趕快禁止住，接過來，立着按在棹面上，用兩手一捻，使那銀圓旋轉起來。從側面看去，果然老虎跑在山上：

「我問你：這是怎麼一回事？」

「弟弟單說『快』，真有意思！」

「弟弟單說『快』，真有意思！」

「嘍！原來你要這樣的給他講電影的原理。」

「嘍！什麼原理！誰都和那般教書匠一樣，老實被一些故套拘束着，還要說「原理」「原理」。其實也不過是遇到一種事物，隨機應變的，解釋解釋就是了。一提到「原理」二字就教人害怕，教人頭痛，倒不如避免了好。」

我剛要答話，小弟弟搶着說道：

「請讓我說，我已經明白老虎跑到山上，不，不是，……是看着像在山上的緣故了。我在學校裏學光學的時候，見過一種儀器叫做「驚盤」的，恐怕就和剛才的實驗有點相彷彿吧。那驚盤的樣子恰恰好像一個小的洋鐵筒，並且在一個立軸上支持着，可以旋轉。筒壁的上半部有一條一條的罅隙縱列着。罅隙的下部排列上畫片。用手打轉驚盤的時候，我們從罅隙可以看見畫上的人物在活動。有的張口瞪眼；有的撇嘴大笑；還有……」

「夠了夠了，還有打筋斗的；還有什麼什麼。總而言之，都會活動。」，我這

樣續說。「啊！對了，對了。弟弟能把我那戲法引伸到光學上，實在難得。現在你大概懂得電影的所以然了吧？」她問。

「我懂得一些了。也是快的緣故麼？是不是？」

「是！但是你才說對了一半。除去轉動得快是一個因子，以外還有一個因子。你再想想看。」，那位物理先生又鼓勵他。

他想了老大的工夫，還是找不出門徑來，於是他又被追問道：

「在你注視一個物體以後，它那影子在你眼裏是立刻就消滅了呢？還是能留下一個印象？」

「能留一會兒。至少也比看見得慢。」

「你說得很對。說一句光學上的話，你的意思就是：物體的影子在你的眼裏，消失的速度比傳來的速度慢。那就是影子必定要在你眼的網膜上停一會兒。你屢次說的「快」，就是光線傳得「快」；我說的那「慢」，就是影子消失得「慢」。

明白了這種關係，那紅圈，赤龍，虎山，驚盤等等都可以恍然大悟了。爲什麼呢？譬如一個影子從甲點傳到你眼裏的網膜上，正在停留還沒等到消失的時候，移在乙點的影子也傳來了。推而至於丙丁以至無窮的點上的影子都是這樣。這些影子連貫起來，看着就像一個活的東西。電影也是根據這個事實做成的。你現在可以明白了吧？

弟弟聽了這番議論，彷彿聆悟了電影的原理，「喜現於眉睫間」，不再追問。

從以上的談話中，可以知道：要是有一串之印象一個一個的傳來得比消失得快，它們就要個個相連，而生出下列四種結果之一種：

一・要是只有一個老是不變的影子，生出來的也只是一個老不變化的單調的影子。

二・要是影子都不相同也不相連續，生出來的就是一片混亂。

三・要是兩個或是極少數的物體的影子很有規律的在運動，生出來的就是一種

連合。

四・要是實物都相似，而只有特別的部分不相同，生出來的就要活動。  
關於第一種的例子就像上述的紅圈；第三就像虎山；第四就像驚盤，像電影。

要想得到活動電影，有兩個條件是必要的：一是獲得極迅速照許多一貫的像片的方法；二是必有一種能表演的機器。隨着照像術的進步，電影才漸漸成功。一八三九年發明的照像術必須曝露半小時，才能得到一個笨醜模糊的影像，那自然不會讓它活動。後來感光藥料採用了濕的精醇火棉膠，那被照的人至少還要靜坐十秒鐘。到了一八七八年發明了乾板法，曝露的時間就減到一秒鐘。自從照像採用了銀鹽膠——硝酸銀膠，感光極靈敏——速度大大增加，可以攝取動作極快的影像。現在照得極真極好的像片只不過用千分之一秒的時間就夠了。

所以一八七八年發明的快照的方法對於電影的成功總算大有幫助。在一八七八

年以前雖然有人照過一組連續的像片，但對於本題却沒有多大關係。

自從一八八八年採用了膠片，電影的可能性更增大了。我們用大的膠卷可以照很長很長的像片；加上這一層原因，照像的速度就更要格外增加。在一八九〇年就有人能於半分鐘內照像三百，或一秒鐘能照十個。

其次要特別講解的就是安廸生的活動影戲機。他那影戲機是在一八九四年發明的。但他在一八八七年曾設法製造了一種能生活動電影的機械。他的方法是在一個圓筒上包纏一張感過光的膠片；膠片上又斜纏上一條小的反片。外觀好像老式的留聲機。用電光一照就顯出正影來。後來完成了活動影戲機，那個方法就廢掉不用了。

他那活動影戲機和現在所用的大致相同，影片只有郵票一般大小。方法是老使影片移動着，在後方設置電燈，燈光一照就射出活動的影來。影片經過觀點的速度是每秒四十六個，而每個影子經過鏡口真比「過隙」還快些。爲得保持均勻的速度

度，又在膠片兩邊等距離的間段鑽些小孔，釘在旋輪上。這樣裝置，方得正確的活影。

又爲每秒得到四十六個影子，安廸生發明了一種特別的佈露方法。既是每秒鐘要有四十六個影子，那末每個影子所佔的時間不過只有一秒的四十六分之一，而膠片的新面移在鏡頭所需的時間也要包括在內。安氏本着這個意思裝上一個按期轉動的聯動機。這個聯動機每秒能把膠片向前牽動四十六次。在移動的瞬間就用開關瓣把鏡頭遮住；照射的瞬間又把它打開；所以雖然一個小小的開關瓣，工作倒是很忙。用這個方法投射在銀幕上的活影就更爲明顯更爲整齊了。

現代的電影機很像一個幻燈，鏡頭也佔在前面。移動膠片的裝置大都採用安廸生的方法，片的兩邊有許多小孔，可以扣在齒輪上。輪一轉動，影片就被拉走。裝置處理恰似幻燈上的片子，不過轉換得極快就是了。鏡頭的前端有一個旋盤；盤上有許多小孔。它的動作和運載影片的齒輪這樣的調制着：恰在影片轉到鏡頭後方

## 電影

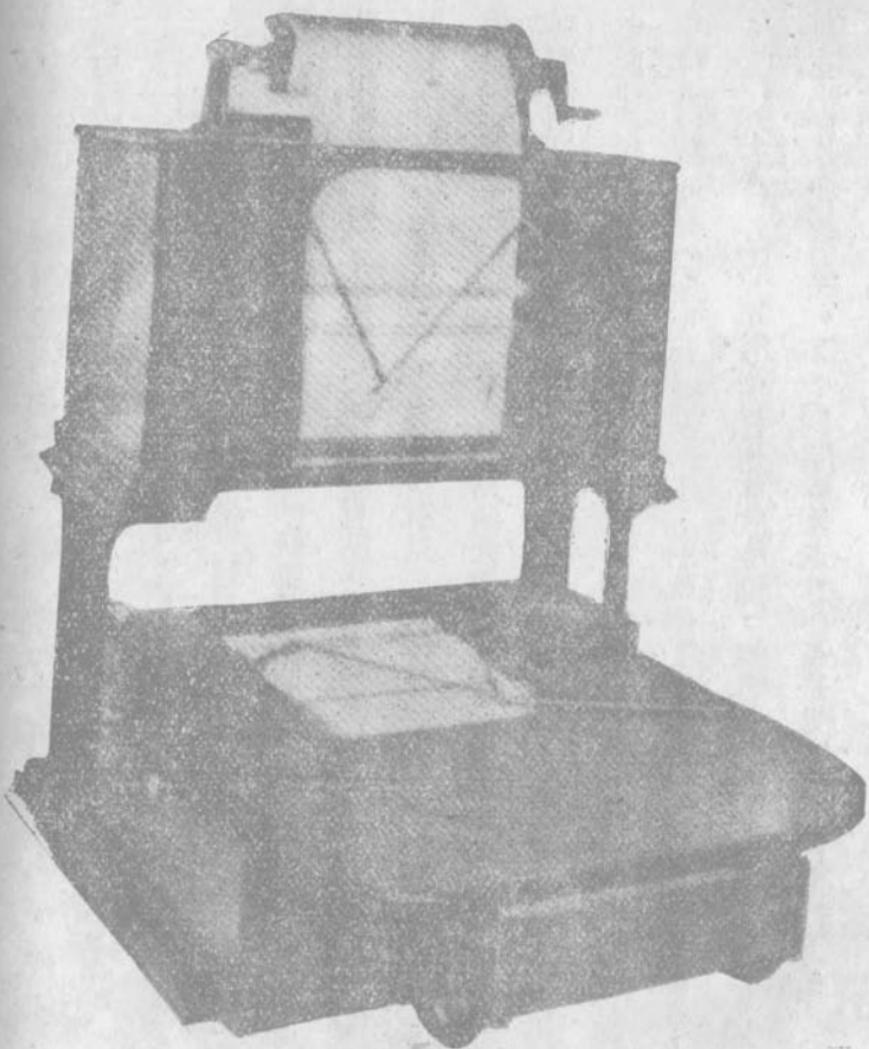
的瞬間，就有盤上的一個小孔也轉到鏡頭的前方，使負載電影的光線穿過去。那是在影片停頓的時候影子就飛射出來，投在銀幕上；而在盤子的實在部分轉到鏡頭前方的瞬間就把光線遮斷。這樣迅速投射的影子投入我們的眼睛裏自然就聯成一個活動的了。這是因為我的弟弟的發問引起的一段敘述。從內容看起來，電影也沒有什麼神祕了。

科學的改造世界

## 電　　寫

要是你看見什麼悟善社同善社等類的妖物扶乩請鬼；什麼呂祖降壇，什麼張天師下界，什麼徐樹錚，什麼袁世凱等等鬼話，你必定莫明其妙，或竟信以為真。然而那里還有兩個活人在扶着。要是你看見一枝筆在一個漆匣的玻窗內自己飛寫人生，你必定以為是你平生第一次所遇見的大奇事。然而一經道破却是平常。

那個漆匣就稱作電寫機。要是你有工夫略為看一看，就知道這枝筆連着兩條靈敏的電線，俱有人類理性的衝動。它寫得和人寫得一樣。一個字一個字寫得很分明；一行一行的也有條理。寫得筆乾了，它就停下，自己向墨水瓶裏去蘸墨。它會寫各種文字；它會各體書法。它會用新式標點，也會用老式句讀。它可以寫斗方，也可以寫小楷。寫有筆誤，它就隨時修正。你要是也拿着扶乩的眼光去看它，而



電寫機

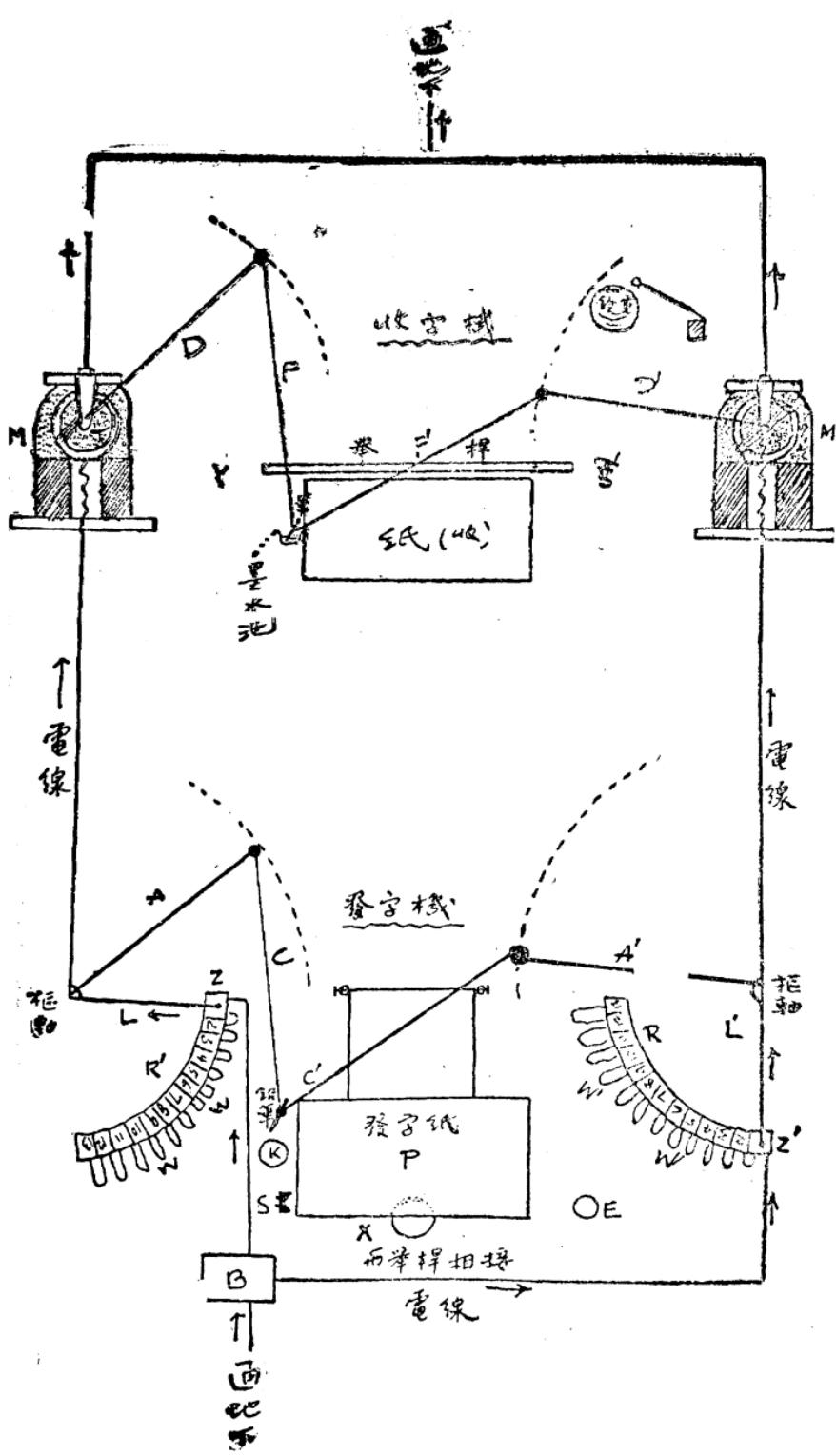
不用科學方法來分析，那必定弄成一個二十世紀的大笑話。

可是我們從外邊看不透它爲什麼能動作。把那漆匣打開，你就看見很精緻的機械在裏頭。所以稱作電寫機，就是因爲可以利用它傳遞我們親筆寫的書信文件之類到遠方的緣故。它完全類似電報的傳達信息。你在電線這一端無論寫什麼都可以傳到那一端，又在同樣的電寫機上照樣的寫出來。不論幾萬幾千里，仍舊是你的親筆字跡。

這個寫字機約有一尺八九寸高，底部約有三方尺。匣的一旁安着一具普通電話機。匣的裏面分爲收發兩部。收字部是直立的，佔在後方。發字部是一個傾斜的寫字臺，佔在前面。兩地的電寫機都是彼此收機與發機相聯接；而在一架機器以內的收發兩部却不相交通。

爲得幫助易於了解，現在我們且畫一個略圖說明它的原委。

它的任務可分爲三種。第一，在發字機上無論寫什麼，都要傳到收字機，再生



出來。第二，再生的，必要是所寫的，而不是手所有的一切動作。第三，必定預備着新紙，以供筆寫；新墨以供筆用。

現在我們從發字機起，一步一步的說明。P是一個小平臺，它的後端用樞鈕釘起，前端，按着鉛筆的壓力一去一來，可以微微的上下移動。橫在它的前方的S軸上是發字用紙。右側的E是一個電鈴接觸鈕；左側的K是一個電鈕。

其次就是寫字用的鉛筆。這枝鉛筆是釘在C C'兩棒相連的關節上的。兩棒的他端又各用樞鈕釘在A A'兩個橫桿的一端。鉛筆一動，就由C C'傳到A A'，又由A A'傳到L L'。L L'是兩個鐵臂，它們的盡端各有一個極小的銅刷。圖中的Z Z'就是。Z Z'可以各在R R'兩個弧上掃動。到了這里，就是我們應該特別注意的第一點。我們看鉛筆在紙上移動的所在，就可以決定銅刷在弧上移動的位置，因而也決定了用多少電流傳送到遠方。那兩個弧形的裝置在電學工程上稱作電流調節器，是管束電流的大小的。每個弧形用絕緣物分隔成四百九十六段，各

段必須另用電線連絡起來，才能使電流經過一段一段的傳過去。我們爲省事起見，在圖中只畫了十三段。弧上一道一道的黑線表示絕緣物。 $W-W'$  是段段相連所用極細的電線圈。要是從 B 電池出發電流來，傳到調節器的 1 部，必要經過所有細電線才能達到 13 部。電流永遠是從 1 部入，而從銅刷( $Z$  或  $Z'$ )所在部出。例如銅刷移在 6 部，則電流經過五個線圈，沿 L 或 L' 臂而至遠方的收字站。要是銅刷偶又移到 13 部，則電流經過十二個線圈，沿着鐵臂而至收字站。

到了這里，我們且按下本題，先講明什麼是電的抵抗，然後，就沒有阻礙。況且電傳字畫本來就導源於抵抗作用，所以更要先把它弄明白。電也和水相似，不願經過窄小的路徑。譬如用半寸口徑的管子打水就不如用一寸口徑的打得容易，就是一個明證。這種難易就由於抵抗的大小。影響到抵抗大小的一是管子或電線的小；二是它們的長短。

圖中  $W-W'$  便是極細的電線，因爲極細的緣故，所以它對於電流抵抗很大。從 B

池發出來的電流走過那些細小的線圈上，被線圈的抵抗——也可說是阻力——所消費，餘下不過十五分之一才去穿行長距離的電線。

線圈的作用是各自獨立的。當鉛筆在發字紙上移動的時候，電流由各線圈分別強弱，先後相續着送到收字站上。

現在我們且談一談收字機。收字機有D'D'兩臂與F'F'兩棒。它們的大小就和發字機上的A'A'與C'C'相當。D'D'，兩臂受M'M'磁鐵上T'T'，電環的推移，就可以上下動作。T'T'中心固定在磁鐵的彎曲部分，可以作環形運動。T'T'對於磁鐵M'M'相離的位置全看從發字站來的電流的強弱。T'T'調置得當，就能實實在在的完全追從發字機上L'L'的動作不差毫厘。這就它最巧妙的構製了。

以上所講電寫機的構造我們已經知道一個大概，現在可以研究研究傳遞的方法。要發字時，先按E鈕使收字站上的人注意。然後按住S軸向左邊推，使與遠站的收字機連通起來。同時掣紙按在P臺上；取鉛筆用力壓寫。這樣，就把P臺壓下

與 X 電接器相觸。鉛筆在紙上移動的時候，C C' 兩棒就老變它們的角度，Z Z' 也在弧上不斷的移動。在這個時候，電流就忽強忽弱的傳到 T T' 上，因而使 D D'，F F' 和寫字用筆相繼作起工來。

電寫機要各部調節得十分和諧，A A' 和 D D' 才能動作一致；筆和鉛筆也才能因此動作相同。

這個電寫機的靈巧發明者瑞啓 (Foster Ritchie) 想了種種方法使他的機器完好有用。我們在前段不是說過電寫機所寫必要只是發出的字麼？假如收字用筆寫字的時候沒有起落老是在紙上劃着，那必定是滿紙亂畫，顯不出字跡來。瑞啓爲免除這種混亂却另有一種製作。自 P 臺以至 Y 桿就是他那巧妙的裝置。當你用鉛筆寫字把 P 臺壓下接觸 X 的鐵頃，X 就和收字站由長途電線接成一條電路。在彼方收字機上的電磁受了感動打破了另一條電路，就使 Y 桿落近紙頭。同時筆尖也就落在紙上寫字。但是 P 臺起來的瞬間，就是鉛筆抬起要另下筆的瞬間，X 處的電路就一時斷

絕；收字機上的電磁也一時失却作用，它所吸引的鐵臂又後落回原位另成一條電路，使Y跳回，把筆懸起來離開紙頭。這樣看起來，只要你不用鉛筆在紙上寫，彼方的筆就不會記錄，雖然它可以在運動着。

一行寫完了，兩方第二行都需要空紙頭。寫字的人把S軸向側面推，就有新紙落下來。在這瞬間又打成一條電路，感動了收字機上某一電磁也就放下紙來。同瞬間可就打斷了寫字的電流，筆就停止工作自己歇在墨池裏。

講到這里或者就有人問：要是電線上通着寫字用的電流，怎麼同時還能感動Y棒呢？我的回答是它們用得是兩種電流，寫字用的是直接電流；舉棒用的是波動電流。直接電流由B池發出來，經過R'R'沿着電線，經由T T'引動D D'而入地下；波動電流每秒變換方向不知若干次可以自相中和。它由一線經舉棒而回至他線，與直接電流完全不相干涉。

## 電寫

消息寫完了，寫者用筆尖把K鋒一推就把他收字機和遠方的發字機接上等候

回信。

電寫機工作的速度全看寫者如何。這用國際文字速記法，每分鐘可得百字以上；華文草書也可以幾十。至於電傳的距離，按理說，應該是「無遠弗屆」。

它勝過普通電報的好處簡括的說有以下幾點：

- 一・凡會寫字的都可以用它；用不着什麼專門的電報手。
- 二・受信人不必在家，收字機可以代他收。他回來就可以見到。
- 三・它是靜默不語，可以保守秘密。普通電報聞聲可以知意；電寫機却是默然無聲。
- 四・每一書信自然就是極原來的真的底稿。
- 五・沒有人能在中間私接信息，除非他的收字機與這裏的發字機完全和。
- 六・它可以和普通電話用一條電線，所以它往往帶着電話機，可以兩用。
- 七・我們千萬不要忘掉還可以用它電傳繪畫。極簡單的圖畫解說一種意義往往

勝過多少頁的文字。

八•它可以帮助巡警偵緝逃犯。畫一個罪犯的面形，幾分鐘內就可以傳達各處。

九•遇到戰事，可以用它傳達前敵和後防的秘密報告和種種策略。

十•它可以給你得到你親友的親筆書信不使你受騙。

將來社會經濟狀況改變，公共處所或各人家庭都能預備一架電寫機，那些街頭奔跑沿門送信的綠衣使者也可以息足另謀他了。



電 傳 繪 畫

## 電傳照像

前篇所述電寫機發明以後，接着又有人研究用電傳印文字，圖畫，像片的方法。從二十年前開始，到最近兩年才算成功。德國的康恩 A. Korn 教授，法國的柏蘭 (Belin)，美國的伊弗思 (H. E. Ives)和斯肯思 (C. F. Jenkins)都是開創這種研究並且及身成功的發明家。他們這件發明都是能用電力將已成的一篇文字，一張圖畫，一枚像片的真影傳到遠方，依樣印出來，不走毫釐。這個方法稱作電傳照像。

電傳照像的原理，也和電寫相似，都是利用字畫筆跡的濃淡，發生忽強忽弱的電流，從甲地傳到乙地，照樣印出的。然而講到方法，各人却有出入。

康恩教授的傳印機上主要的部分是一個礦電池 (Selenium cell)。礦是一種元

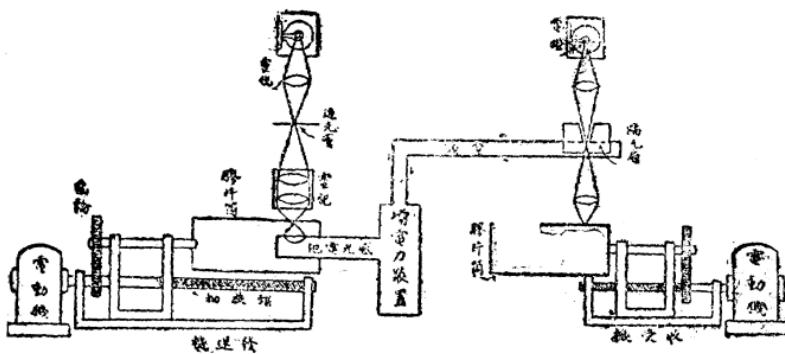
質，和氯，硫，磷同屬一族。用礮裝置的電池就稱作礮電池。礮電池一經感受光線就發生電流。電流的強弱又視光線的強弱而生出異同來。康恩教授就利用這一點去裝置他的傳印機。二十年前他在巴黎作一次實驗，把當時法國總統的照像用電傳到里昂，惹起各地人們的注意。從那時起，就有了這個新名詞了。但是礮有一個天然的缺陷，受一次光，就減小了作用，不容易復原。因為這個緣故，康氏的發明才未得推行在當時。

柏蘭氏的器械是研究了十四年到民國十五年才成功的。發送的主要機關是一個旋轉的圓筒。要發的電報底紙不是平常紙，用濃墨書寫，筆跡所至，就要凸起十分之四耗。把這寫好的電報紙緊緊帖在圓筒上，就專等通電發送。圓筒旁邊有傳送電流的觸針；針的下方接近電鍵。電鍵的開合全依針的動作。收受機關也是一樣的裝置。兩地的圓筒必須同時同樣旋動。發送機上的觸針在紙面上劃行，接觸高低部分，發生微顫的動作，電流因得間續輸出，經導線（有線）或以太（無線）就得傳到

他方。那里收受機的圓筒上捲着一層照像膠片，一經觸針的作用，就感受了傳來的影像。再加一番洗晒，就現出了真影。

美國的電傳照像也分有線與無線兩種。有線的是柏爾電話實驗所研究成功的。

伊弗思就是研究者最有貢獻的一人。研究這個問題至少必須在傳電，感光，攝影等題目上有充分了解，才可以下手。可巧伊弗思就有這個素養，所以他能來解決這個問題。他因為康恩的礮電池不適用，又發明了一種來代替就成功了。他那感光電池是在一個真空管裏，設置陰陽兩極，用鉀鈉一類的金屬塗抹管壁，留下一個小孔，引入光線。光線射在管內就引起電子一羣一羣的結隊——就成電流——流動。要是管外緊接着一條電路，那大隊電子就毫不客氣的假道遠征去了。那隊的大小——就是電流的強弱——全看光司令的威力的大小如何。要是它的力大呢？就多叫出些電子來，於是那隊就大。小呢？它自然喊不出多少來，就結不成大隊。它要不來光顧呢？自然誰也不肯動作。



現在我們要看一看怎麼收發照像。上邊是收發聯絡的略圖。圖中左邊是發送機。光源發出光來，經過集中靈視以下幾處，射在膠片筒——是玻璃的——上。筒上捲着待發的東西——圖片，字畫等等都行。光線透過了圓筒，就射入電池，照上所述，引起電流來。可是因為筒上所捲的字畫或圖像各部濃淡不同，透過的光線自然也有了濃淡，有了強弱；因而引起的電流也有強弱。這種電流雖有強弱之分，它們自身却是很小很弱，沒有傳達到遠方的能力。因為這個緣故，所以就另設法繼接電流以增大它的力量。

圖中右方是收受機。它的上方也是光源。光線經過靈視，射在隔光扇上。隔光扇受了發送方來的電流的作用

用，就可開可合。開合的大小，快慢又全受來方的節制。開的時候，上方的光線就射在膠片筒上，感觸膠片，生出傳來的影像。然後取下沖洗，自不待講。

兩方膠片筒的轉動，和柏蘭氏的裝置一樣。柏蘭氏的圓筒都作螺旋式的迴轉，漸漸向外移動。伊弗思的兩筒也是這樣，漸漸向右移動，使全片依次感受光線，把全影都照出來。兩方的裝置和轉運的快慢也必須完全一致。爲得使它們一致，所以另外有電動機以下的裝置來調節。

這樣看起來，電傳像是用兩種電流：一種傳送影像；一種調節圓筒。但電路却是一條，也如電寫所用的：一是普通電流；一是震動電流。雖然是一條線，却可以同時流通幾種振率不同的電流，到了收受方，自己在分電器裏分離，各赴所職。這就是伊氏的電傳像的大概情形了。

利用無線電波傳送像的是斯肯思和美國無線電話公司的發明。斯肯思的研究目的在電傳活影，已在下篇敍述，在此從略。後者的研究是本有電寫機的原理。而

廢去電線的。方法是不用光源，而用電磁筆，依樣畫葫蘆的。明白了柏蘭氏的裝置，就算大體如是了。若要研究底細，請讀一九二三年以來的各國無線電雜誌。

至於電傳照像將來的影響，留待讀者細心考察，在此不贅述了。

## 電傳活影

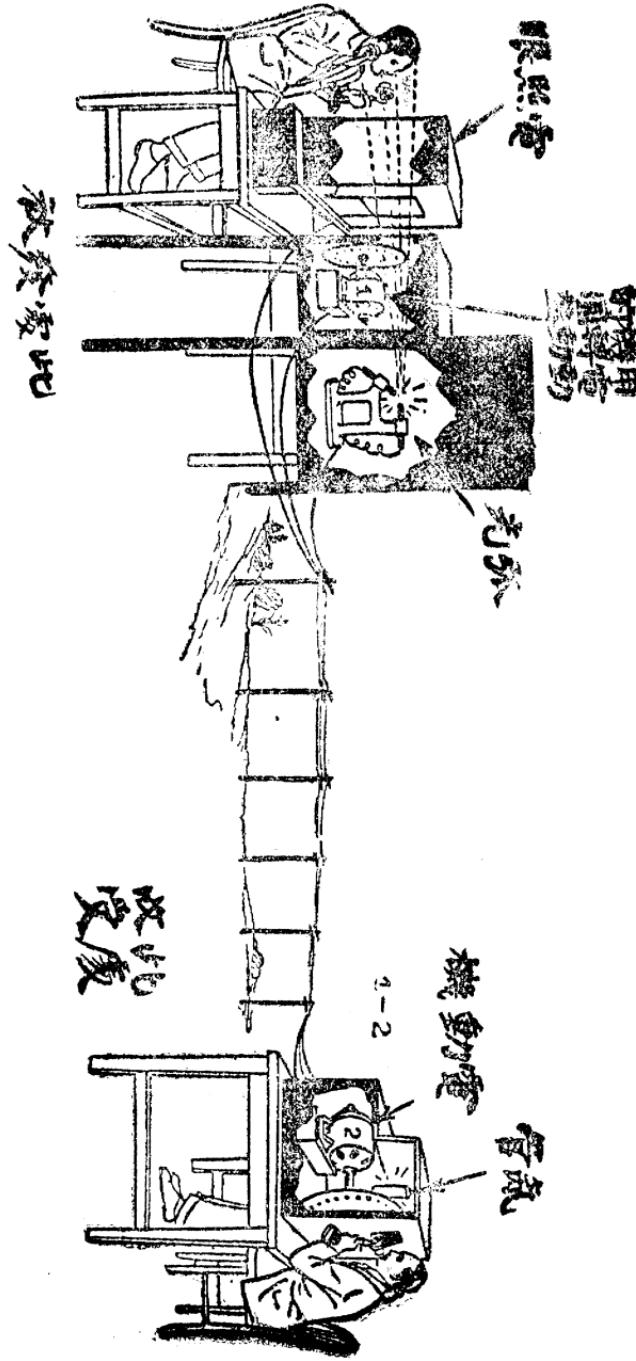
現代科學的進步真是一日千里了。今天以爲是理想的，到了明後天便成了陳跡；我們還未曾聽說的理論，轉瞬之間又成了過去的事物。像前篇所述的電傳照像，和去此不久報紙傳稱的無線電話橫貫大西洋的消息，就是目前的兩個例子。這兩件發明剛要見諸實用的時候，我們忽然間聽說又一個更新奇的發明。那就是電傳活影在昨天我們以爲不過是一個夢想，那料到今天已經成爲事實。這樣看起來，我們準有一天在東半球上一間小屋裏坐着，便能看見西半球上種種政治的活動或社會中的種種現象。甚至兩軍交戰和轟轟的砲聲也可以目見耳聞！

電傳活影據說是一種用電傳送人的聲音像貌的方法。在相離幾千幾百里的甲乙兩地，可以用這種方法見面對談。這種方法就是前篇所述柏蘭，伊弗思，靳肯思的

電傳照像的更進一步。同時還有英國人貝爾德 (Baird) 新發明的方法。

伊弗思等以爲他們研究這種交通新方法有些可信了，就在今年春天裏舉行第一次公開試驗。當時在紐約的收受機的銀幕上現出的活影是由華盛頓京城經過六百多里的電線傳來的。時間只用了二秒的十八份。紐約方面看見傳來的活影儼然如同電影一般，華府方面見到的，也是如同晤對。兩方又用電話對談了好久。真有「晤言一室」的思想。後來改用無線，結果還是一樣。

這個機器的用法，據說是發送的時候，說話的人站立或坐在發送機後面，就有弧光燈放出來的光線射在他的臉上。這些光線的一個一個的小圓圈就從他的臉上穿過去，形成一種帶藍色的光線。另用一種複雜的裝置，光線就彷彿能把人臉分成許多小的四方塊。每一個小方塊相當一個電碼，可以從甲地傳到乙地。這些小方塊又用着不可思議的速度集成一個整個的活影。但是這些小方塊各有各的明暗不同的度數。再由這些明暗的不同，就傳出臉上的光線和陰影，一舉一動，都可以纖悉無



遺。每秒鐘沿電線飛出的小方塊約有四萬五千。而形成一個全影只須二千五百。

當這個試驗完成的第二天，紐約時報記載得很清楚。現在擇要譯出如左：

昨天那個試驗深深感印在觀眾的心坎裏的就是電波從華盛頓到紐約的猛進。最可驚異的成就却是速度與準度的偉大。光點每秒有四萬五千個聚集起來成一個活影，而且每個光點必要佔據恰當的位置。要是發送機和收受機的時速有九千分之一的差誤，那傳過去的光點就要錯亂了地位；集成的活影便不能像樣。但昨天伊弗思說除去那偉大的速度，其餘都很簡單。這可見速度是這件發明最重要的因子了。

表演開始的時候，說話的人就了座位，把弧燈轉開。就有白色的光焰照耀滿室。他的面前有一個圓盤給他遮着光。可是盤上有五十個小孔；光線從這些小孔穿過去，就有五十個光點，從人物或風景依次的傳出來。

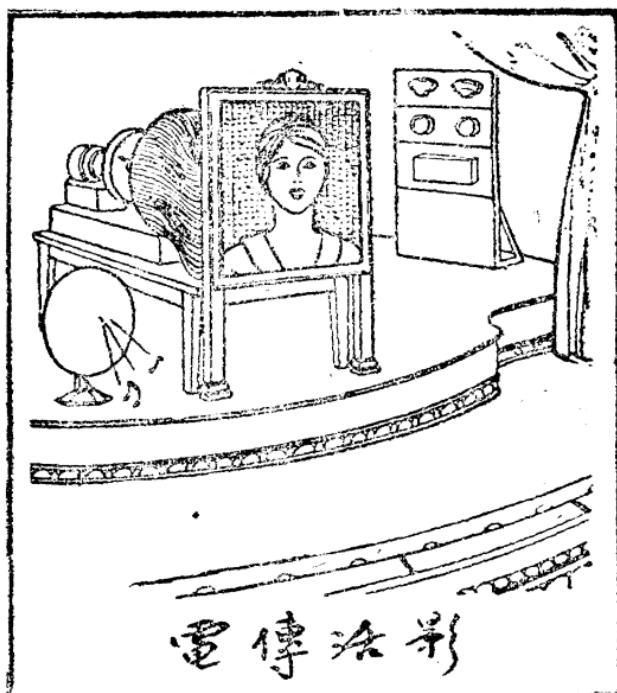
要是這個過程可以無限的遲緩下去，那一個一個的光點就可以看得清清楚楚。

楚。然而實際上光點流動得很快，它們所傳照的影像就彷彿潮湧一般的向前猛進着，並分不出單個的光點來。

臉上的色，線，輪廓可使光點生出明暗不同的度數。光點的明暗又使電流分出強弱的差異。向着人臉的前方，擺着三個大的感光電池。飛動的光點從人臉或景物上反射在電池內，便要逐出一陣一陣的電子來，合成強弱不同的電流。這種電流是隨着臉面或景物的特點時時變異的。但它的力量仍是很小很小，必須再行增大五，○○○，○○○，○○○，○○○，○○○倍才能夠工作。把它增大了然後或用電線，或用廣撥，都可把它發送到收受站上。

發出的電流，就彷彿是一個「飛像」。它每一個量的變化就是所傳人物景色的一個特點；把這些特點集攏起來，就成了一個全體的活影。但是我們所要解決的問題不在這一點，而在如何可使「飛像」飛在正好的地點。

到了收受機，電流就引到一個電刷或電的接觸器上。接觸器是在一個輪子



### 電傳影

上安置着。輪子轉動的時候，電刷就開合電路多至二千五百次。輪外套着一個圓圈；圈上纏繞着二千五百條導線。電刷每觸一導線，就合電路一次。

在這個時候，每一導線就要抓捕「飛影」一層或電流的一點。每一秒鐘，每一導線必須抓捕十八次；而所捕得的片屑的大小必要恰是集成活影所必需的成分。

這樣才能傳來一個毫釐不爽的活影。

「每一條導線必須把它所捕獲的「飛影」都送到銀幕後邊的錫箔上，才算

完却了它的任務。錫箔都是正方形的，排成五十行，每行五十個。電流——也可以說是「飛影的一層——傳到錫箔上的時候，它就從錫箔上跳到另一條導線。跳的時候，要穿過一種稱作氮的氣體。氮氣一經電流穿過，就立刻照得很光亮。在每一片錫箔的前方各有一個氮氣管子，每一秒鐘受電穿行十八次，它就發亮十八次。光亮的強弱也依着遠方傳來的人物或景色各部的濃淡而定。這些光亮集在一起，就是一個人物或景色的活影。」

我們看了這一段記載，便知道美國發明家的成功。然而你以為這個發明便算到了絕頂麼？沒有再進一步的餘地麼？請看貝爾德新近更進一步的成功。

貝爾德在去年（民國十五年）春天表演他研究的結果，已經有了相當成績了。他的機器的構造大致和新肯思伊弗思的機器相似，傳送活影的原理也沒有區別。機器主要部分也有弧燈，也有圓盤。不過圓盤的數目是兩個；圓盤上邊鑲嵌着極多小的凸透鏡，排列成螺旋形狀而已。此外他用的電池仍舊是康恩教授的礮電池。

傳過來的活影雖然可以認識，但是還有點糊縛。這樣看起來，實在也沒有什麼可觀了，爲何說他是更進一步的成功呢？

前段所談不過是略述貝氏去春表演時的成績。只是因爲他自己還不滿足，又努力研究改良，不到一年的工夫，居然又別開了一個新生面。

第一，他那圓盤上的小凸鏡又爲加多，那光點分得就愈細，於是傳去的活影也愈清晰了。

第二，他廢去弧光電燈，而在十分的黑暗中可以傳送人物或景色的活影。這是在今春把弧光取消，設法在發送室內放滿赤外線所得的結果。這樣，就是在昏黑暮夜也可以傳影了。現在節譯英國「自然」週刊今年（一九二七）二月 號所載某君通信的一段，以實吾說。

「一九二六年十一月二十三日我和一位朋友親自去訪貝爾德先生，到了那

里，貝爾德先生就引我們到了他的實驗室內，給我們表演他新近改良成功的電

傳活影。我的朋友和貝先生的一位助理員留在那黑暗的發送室內；我跟着貝先生到了又一層樓上的收受室，把燈關滅，就看見那位助理先生的頭腦很顯明的映在銀幕上。一舉一動，都看得清楚。」

我們讀了這段通信，也可以曉得貝氏新近改良的機器的能力了。他這機器將來實用以後所發生的影響，除掉增加人類的娛樂以外，在戰時用作偵探敵軍的情形，當然也有絕大的威力。無論是晝是夜，敵軍的設防，佈陣，甚至於發號施令或者都可以用貝氏的方法偵察明白。

我們鄉下從前有一個傳說，南蠻子走到人家門口，乞一瓢冷水，就可以照見家藏的寶物，乘便盜去。俗稱作「照眼發」，是一照就發見的意思。傳說雖然荒唐，要是改用電傳機却有幾分可能。將來的世界真就沒有秘密能守了。

科學的改造世界

## 將來的大陸交通

未來的大陸交通

一千二百餘年以前的唐玄奘單人匹馬往印度去取經。史傳記載，說他「爬過高山，渡過黑水，遇到黃風飛砂，見過蠻人異俗，千辛萬苦，幾年纔到。」歷來稱謂偉大的事業，不滅的功績。假若那時已有鐵道火車，或航海已有輪船，他安安穩穩坐上到「西方天竺」買兩千卷外國經，照樣的回來，那他也就沒有什麼大了不得的了。六百年前意大利人馬可波羅步行來遊「君子國」，至今傳爲美談。可見從前對於遠方旅行認爲是一種偉大事業了。六十年前翁同龢「銜命典試陝西」，爲副考官由北京起身走四天到保定就累病了。又過了幾十年到甲午中日戰爭時西太后命翁同龢赴天津面見李鴻章商議機密，往返不得過七日。他出東便門，無船繞行至二閘，自二閘雇舟午正到通州石壩，坐車入北門出東門。店舖爲京兵所占。至恆裕小

坐不得安，移至慶和魚店坐，市人擾雜，兀坐而已。遣人至鹽灘覓得一小舟，挈三僕一打雜行。小舟乃衛膀子之極小者，不能欠伸，真未死入棺材矣。（見翁同龢日記）他如此早行夜宿，兩天半才到天津。事畢，「北洋遣慈航小輪帶長龍船一，甚寬綽矣。酉初二刻開行，戌初二泊北倉，電京初四以車馬來候於通」第七天「歸自東便門而疾作。」當時的大官出行尙如此其不易，小百姓可以想知。這可見「行路難」了。

近百年來歐西的妄人發明了「吞食煤塊，有大力氣的怪物，能爲人作工；五十年前變得會拉車；二十年前就拉到東亞神州的中國，於是此地此時少數人也可以免於翁同龢之疾病矣。

自火車誕生數十年來雖已長大，遍行各國，而其奔馳的速度却未大增。特別快車雖然偶有每時能行二三百里的；但只可行於短距離，普通列車可嫌太慢。我們坐火車行路時，恨不得願意急速趕快達到目的地。一分鐘也不願多停留，總是抱着一

個快快快的心理。於此可見火車照現在仍有加速的欲求和必要吧。

火車所以不能痛痛快快如我們心理所期望的絕塵奔馳有三大原因：

一•火車若以十足的大速率駛行，則車與軌受震動過巨易致損壞；軌上銜接處的釘容易脫落；枕木易致震起。故不可任意奔馳。

二•鐵路不能都直得如髮，不能無彎曲。若以高速奔馳，到彎曲處容易發生出軌的危險。

三•火車在站上裝水裝煤太費時間；出發和達到時速度太小。

關於第一點車及路軌須常注意修理，但經濟上必受損失。第二原因實難去掉。我們實不易修築盡是如髮的直路，怎麼辦呢？以高速度在彎曲處行是一個積極大危險。這個問題只可等待工程學家來解決，我們可以不談。至於第三問題則較容易解決我也來談談。怎麼能裝水裝煤不費時間呢？乾脆不裝水不裝煤就也用不着千萬分之一秒的時間了。火車出發和到站時所以要慢固然別有人爲的理由，也因爲出發

前不能燒足水蒸氣來運轉機輪；到站時不能以平常速度據令停住。所以一出發，一到站，都須多費時間。那末怎麼辦呢？乾脆的把那飲水食煤的火車頭廢掉就好了。廢掉之後怎麼能行呢？

現在有所謂內燃發動機者，如汽車飛機上所用的發動機是不飲水不食煤而在內燃燒汽油的。此機似乎亦可移駕火車代替那個好吃懶做的老怪物。但從何處取得如許汽油呢？我國煤油尙未開採，就是採來恐怕還不夠我們一般平民點燈用。美國的煤油雖較富有，現在開採的還不能移作拉火車之用。日本及歐洲各強國正為油田鬧得烏煙瘴氣不得開腳。他們越曉得煤油的可貴，越競爭得厲害，所以工程師對於火車改用汽油的問題也不大談了。那末究竟怎樣纔好呢？

於是有人主張以電機代汽機者。以電機拉車：第一出發容易，不似火車的曠時費事；第二出發既易，開車的次數自能加多，結果可以增加營業的能力；第三短距離的路程比較經濟。火車頭時常嘆嘆嘆的往外吐汽，把有用的能力白費了不知

若干。試到一發電廠內看看，當不聞嘆嘆之聲。在發電廠內能設法利用蒸汽，不但反復使用以至於盡，而且由機內進入冷室凝結爲水讓出真空，其吸力尚可加入運轉機器之力。蒸汽在活塞一邊推；真空可在一邊拉。更試於黑夜去看火車，就望見陣陣星火由煙窗隨烏煙噴出。這些星火都是半燃的燃料，應在爐內燃燒至盡纔好。然而火車頭竟如此浪費不少的燃料！在發電廠內則無此現象。

簡而言之，用蒸汽機去發電可以弄得適當；凡省煤節汽之法都可應用於此。但不能施於火車頭，就是因為牠須在兩軌上跑並且不便於多轉灣的簡單理由。所以火車頭上的蒸汽機關終究不能和蹲在宏敞的機器房內的蒸汽機關相比。

所以總起來說，我們若把煤變成作工的力量，在靜的機器廠內比在動的車輪上經濟得多。同時用電由靜的廠內把力量傳到動的車上也方便得多。

在發電廠內用汽機轉動發電機，由此發生電流，電流經由導線傳至車上的發動機內。發動機又把電流變為力量。這力量就能轉動車輪，使車前行。所以在電車路

上的設備分為三部：

發電所，

分配電流的導線，

車上的發動機 是也。

發電所亦可利用水力磨電。日本瑞士等多山的地方瀑布甚多，故能用以發電。出費少而收效多，故其工力甚廉。我國西南諸省可用水力的地方不少。龍門巫峽諸處利用水力當可建造很大的發電所。這個希望就在最近的將來了。

電車軌道計分兩種：一曰直接電流制，一曰單相制。二者的區別只是一爲電流向一方均勻的流行；一在短距離內前後流行。這樣不同點雖似相差無幾，而發電所的設置則大相逕庭。

關於電流有兩件事我們必要明白，然後才容易曉得牠的工作是怎麼一回事。是兩件什麼事呢？一是電的力量；二是電的容量。好比自來水管中的水，百斗的水

以百斤的壓力每方寸每分時所作的工必定多於五十斗水二百斤壓力所作的工。但大小減半之管可任後之工作與前者相等。

現在讓我們應用這條原理來講電學。設有一百安培 (Ampere) (這是計量電流容量的單位，恰似量水流每時以若干斗計) 的電流有五百渥特 (Voet) (這是測電力用的單位，好比計重力用的斤兩) 的力或壓力可作一定量的工作，設為五萬瓦特 (Watt) (這是計電流工作的單位)。於此可見瓦特數是安培數和渥特數相乘的積數。更可見十安培以五千渥特所作之工與此相等。其所用導線也要比一百安培所用的小。又導線須為銅絲，其值甚昂，然電流在銅絲上打勝阻力消費能力較少。所以發送電流，為經濟打算，必要電壓甚高。但在高電壓上發電機發生直接電流有很多的難點，並且也不容易弄得恰好。所以不用直接電流。若必用時則由交互電流變為直接電流。故在電車路上發電機發生高壓交互電流。

但電壓太高時電車上的發動機不能任受，且需要直接電流。故沿路須分設轉電

所以轉換電流。電流由發電所經導線傳至轉電所，先到變壓器中——實係一種巨大的感應電圈——由一高壓的電流變為數多低壓的小電流。然後由此而入所謂轉電機者，則由交流轉為直流。再然後則由轉電機流入陽軌上。陽軌是一種鋼軌，設在軌道之外旁，用瓷製的絕緣體支持着。有鐵鞋的列車在其上滑走時即取捨其電流而納入車上的發動機內。電流在機內工作，即經陰鞋而至陰軌。陰軌乃在兩軌之間，由此引還轉電所。

由此觀之，電流在路線上工作實在繁忙的很。它由發電所發出時小而強；到變壓器中時大而弱。次在轉電機內變換性質後才能預備着作工。工作完後，再滴流而回，則「力既竭量既盡」矣。

凡此繁難的設置都是爲得直流發動機的諸種利益。直流發動機「美如名馬，靈過神駿。」開車時只將機紐一觸即發。必要時也能充量奮進。它不浪費我們的工夫；它自身也不枉費一點電力。所以也很值得我們重視了。

但近年又有一種發動機在應用。雖不及直流發動機的「盡善盡美」，然而亦相差不多。它以交流的電作工，名曰單相發動機。

為什麼名為單相發動機須略為解釋。發生交流的發電機用電線纏繞得可以生出幾個電流。每一電流分在一條線上流動。這些電流除去在「相」上變異以外，其餘都是一樣。換言之，一個電流開始向一方流動漸漸增強，然後漸衰就改向另一方向流動。就是電流先向一個方向流動後又向另一個方向在流行着。次一電流也是這樣流行，只是發出的靠後一點。第三個電流也是如此，不過跟着第二個電流發出更晚一點而已。如此電流在平行線上相續流行着，它們發出時間上的相差乃成不同的「相」。三個電流的就叫做三相電流。有兩個電流的就叫做二相電流。只有一個的就叫單相電流。利用單相電流的發動機就叫做單相發動機。

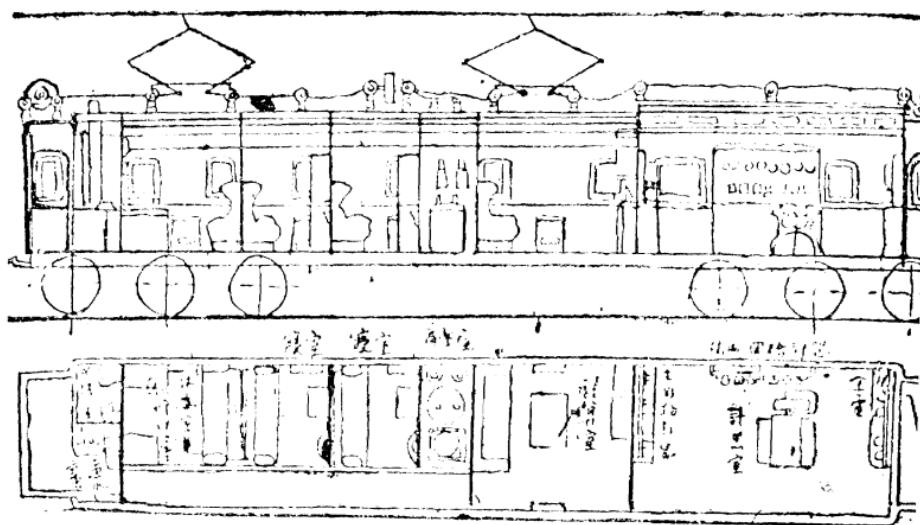
單相電流具有數千渥的特大壓力，在架空的銅質電線上流動着。車行過時，車頂上的收電具就沿途觸切電線，把電流傳至車上的變壓器中，變為適宜的壓力，然

後流入各發動機，而傳至車行的鐵軌上，而回至發電所。但即此單相發動機對於數千渥特的壓力亦不能任受，所以各車上又須有變壓器，先將電壓變低，然後才可以應用。

用此方法可將轉電所免去，轉電機也可廢掉不用，只是車上須添設一個變壓器。車的自身就代替自用的轉電所的一部了。然架空電線的費事的設備與直流制只用鋼軌的相比較，則所費不貲。單相發動機也比同力的直流發動機為重。再加上變壓器的重量就足夠制止車的速進。然而這兩種制度究竟孰優孰劣則頗難判定了。

其次請一談電力機關車。電力機關車不比街上電車的簡單，其中機械除電動機以外還須有種種測驗器。若係交互電流還要用變壓器。這種機關車又須施行定期的檢查和修繕。為此目的，須用試驗車，掛在機關車之次。如左圖所示是兩輛六輪試驗車。凡供給機關車的電流，電壓，電力，並機關車內電機器具之電流，電壓，

德國鐵路局電力機關車用試驗車



電力以至機關車的速度牽引力等都可在試驗車內測定。電流由導線經過車頂上兩個收電具和塞流線輪而入中央之高壓室，由此通過計器用變壓器，油入開閉器再出至車頂，由機關車兩端之結合器而至機關車。又與機關車之間有各以十六條索線結成的導線兩條連接試驗車內的計器。計器室內三面壁上為高壓回路，補助回路與電動機回路之三種計器盤，其中計器種類列如左表

輔助回路	電動機回路
指示電流表	率力表
指示電壓表	電力表

## 將來的大陸交通

高	路	表	表	表	表	表	表
自	回	壓	電	流	數	率	力
自	記	電	電	波	流	流	力
自	記	周	電	電	率	電	電
積	記	記	記	算			

計器室中央置速度及牽引力記錄器，車輪的迴轉可觸動器上的紙條。試驗車的連結構之間插入的牽引力測定器的針和車軸上裝置的速度表的針即在紙上記錄機關車的牽引力和速度。此外尚有電流，電壓，電力等記錄器。電話，無線電話也在此室內裝置着。車在迅速進行着，車上人尚能接遠處的消息，遠行途上乃有家居之樂！

試驗車內還可分設高壓室，計算室，寢室，休憩室，修繕室，化粧室，及煮水室廚房等。車上起居一若家居，於此我們就不能不承認現代科學的價值了。

以上所述已略見用電力拉車的設備和利益了。次請再一考察現時鐵路電化的狀

況，以窺測將來的一斑。鐵路電化開始最早的年代自一八九五；現在最長的路線為美國芝加哥至聖鮑爾 (St. Paul) 一千三百十三里的距離。比較電化路線事業發達之地當推瑞士和斯堪狄內維亞半島。因為此兩地多山多瀑布和急流，可以利用水力發電，自然比用煤煮水的汽機發電經濟得多。所以電化事業特別發達。若有水力而不會利用，真是世界經濟上一個大損失！法國德國近年於鐵路電化事業更加努力，其他各國亦漸次注意及此。今觀左表可見電化路線的概況了。

## 化鐵路概況

電化路程	電化開始年代
1204 公里	1898
842.4	1911
533	1910
1137	1915
1865	1898
62.3	1915
822	1901
88 莫里	1902
1194.5	1895
300.1	1917
171	1925
8.4	1923
31	1925

## 將來的大陸交通

國名	軌道哩數	面積(平方哩)	每百平方哩 內軌道哩數	人應分之	經營	電地	名士國	國維亞	國牙利	蘭國洲	洲蘭哇	大格美	班	大格美	非西	法西意英美	南南紐爪
世界各國鐵路比較	(據列國國勢要覽)																

以上各地大抵就原有幹線漸次電化。瑞士且有全國鐵路電化的計劃。數年後必可實現。日本水力發電事業甚發達，因而電力價格低廉，現在東京橫濱間，京都大阪神戶間已有數百里的電車道。而其國內電工技師學者對於此問題亦研究不遺餘力，將來必有長足之進步，則全國鐵路的電化亦非難事。只有我國鼾睡沈沈，毫不措意，不唯不知此項趨勢，並且已成的區區三條幹路也被軍閥私門私用破壞的不像樣子了！今列世界各國鐵路比較表，讀之可見我國交通狀況居於何等！

科學的改造世界

		阿報庭	軌道哩數
奧國	二三·一五八	一·一五三·四二八	二·〇〇二·四〇私
比國	三·九三九	三二·三九六	二·二六〇·六〇國
比利	六·八九三	二·七五三	五八·六六〇·九二國
中國	五·三〇一	二八九·七九六	一·八三一·四〇國
丹麥	六·八三八	四·二七七·一七〇	〇·一六〇·〇二國
法國	三·〇八六	一七·一四四	一八·〇〇〇·五六國
德國	三三·六一	二二二·六五九	一五·六五〇·八四私
希臘	三五·八三三	一八二·二七一	一九·二七〇·六〇公私各半
印度	一·九八三	四一·九三三	四·七三〇·七五國
意大利	四〇·〇九〇	一·八〇二·六二九	二·三一〇·一三國
	一二·五〇一	一二七·九八二	一〇·六〇〇·三二國

日本	一二・二八四	二六〇・七三八	四・七一〇・一六國
荷蘭	二・一四一	一二・五八二	一七・〇一〇・三〇私
諾威	二・一四一	一二四・九六四	一・七一〇・八一國
波蘭	九・八七二	一四九・一四〇	六・六〇・三六國
俄國	四二・〇八四	八・一六六・一三〇	〇・五二〇・三二國
瑞典	九・四三六	一七三・一五七	五・四五一・六〇國
英國	二四・三九六	二二一・六三三	二・〇六〇・五二私
美國	二六〇・五四四	三・〇二六・七八九	八・六〇二・四六私

## 科學的改造世界

## 海上快程

### 海上快程

在九十年前世界各國尚在閉關自守各過其閉塞的日子。那時若有人航海若干日，則以爲絕大冒險的事業。不必論遙遠的海程，就是高麗和日本相隔一帶之水也很不容易互相往來。自原始時代的筏變成船；由船變成帆船，已是一個很大的進步。到了一八三六年忽然又有西洋人給木船接上輪子，好比魚類生了腳於是比以前更可行遠了。這樣的輪船經過相當的改良進步，由木變爲鐵；發動力由風力水力變爲汽力，七十年前就在海上游泳着來到東亞。從那時黃白人等的交通纔逐漸繁多起來。從前由廣州乘駕木船，一帆風順，半年可到美洲，七十年前的輪船四五十天就可橫渡太平洋了。我們的祖父真有無限的驚訝！那時從英國出發的快船十九天可抵紐約；現在也只是五天的航程了。由上海到美國西岸舊金山也只十四日的航程。

了。

因此各國的商船郵船在海上往來如梭，形成國際商業的織物。

由此可見航海速度的增長了。但是一種物體在水中運行，其所受水的阻力與惰性遠不能和增加速度所用的力量成比例。若欲強以比例表示它們的關係，則在特別情形之下增加速度所要之力須為立方比；那就是要加倍的速度時須要八倍馳逐力；三倍時須要二十七倍馳逐力。

現代快船的機制各部構造都遠勝於逐動我們祖父輩所稱羨的輪船。造船術各方面都較進步，能依照幾何學上「線有長無寬的定義」計劃去造船，使船身受水最小的阻力；同時又要載重增多。依此造出的巨艦乃有海上浮城的徽號。但船的體制無論如何改變，仍不能逃脫自然公律的管束。它仍然以巨掌壓迫得厲害，限制航行的速度。

雖然如此，現代航海的速度終究比前世紀增大許多了。你若願意知道如何她能

加速，頂好請到一個航海的大船上的機關室內考察一下，你就曉得航海技師們許多變燃料爲速力的方法。現在我們上船踱進汽鍋房內，第一就見到一夥汗污滿面赤裸上體的人們在那裡拚命似的往那貪張巨口的爐中添擲煤塊。爐中光亮熾熱異常！燃燒火焰發出的氣體在火道中穿行，就把大部分的熱傳給鐵皮相隔的水。水化而爲汽，即開始作工。這就是蒸氣機關了。船上蒸氣機關所用的汽鍋分水管水管兩種。水管汽鍋是火經管內而水在管外；水管汽鍋是水在管內而火在管外。所以汽鍋是由許多平行的管子結合而成的。後一種發生蒸汽很快，可以擔負大壓力，戰艦上大都採用這一種。汽鍋的製造都要求其受熱的面積比水的容量爲大。戰艦上的燃料多用無煙炭，不但沒有煙，熱力亦強。現在也有用未煉石油的。裝載省工，省時，省地方，而火力更大。機器房內也可省去一大半污穢的工人。

我們前進步入機器房內，就發見我們自己站在輪軸旋動的中間。油臭塞鼻，金聲聒耳，有的人就要眩暈了。什麼讓牠們旋動？就是從汽鍋中引來的蒸氣。在我

們兩旁排列着三四個一個比一個大的圓筒。其中最小的爲高壓筒，直接承受由汽鍋引來的蒸氣。蒸氣經由滑瓣進去即供給力量，推動活塞往返運動。活塞軸棒在筒邊飛動，即藉其相連的軸棒把圓運動變爲往復運動。用過的蒸氣，不像在火車上的蒸汽機關隨便放出來，糟蹋了，乃令跑入次一筒中繼續工作。此中活塞較大，可以補償減小的壓力。如此蒸氣在第二筒內工作完後又進入第三甚至還能進入第四筒內照樣工作。然後入凝結器中，遇冷驟然凝縮即在最後的筒內發生真空，它的吸力又能與後來的蒸氣協力推動活塞。由此可知海上機器強大的力量與經濟的所在就在蒸氣的反復利用。這和普通人家做衣服一樣，棉衣改作夾衣；夾衣改作單衣，一直把衣料穿破了，不能再穿，還要拆洗了打來紙做鞋用。

這種機器的工作效率雖然甚大，但還有許多缺點，很難彌補，最甚的就是震動吵鬧惹得全船人人不安。旋動物體失却均衡時，往往動轉不勻，和它相接觸的東西都要感受顫動的影響。譬如把腳踏車顛倒過放在地上，用踏板猛力旋轉輪軸，則

車的全體都感劇烈的顫動，甚至在彈條的座上上下跳起來。這是因爲輪的一部份稍重或再加空氣的重量均足以打破它的均勢，所以發生如此結果。試想有力的大船上機器房內應當如何！水雷驅逐艦上的盤旋機每分鐘打四百個迴轉。那就是說活塞，活瓣，活軸棒等（重若干噸）的全動量每秒鐘須爲十三四次。這些發動的部位設置得無論如何平衡仍免不掉全船的震動。就是設備頂好的大船用稍慢的速度航行，它的盤旋機的顫動仍可感覺而與搭客以不適。

於此或者有人告訴我們說：震動是速力增加的必然結果。各種車類誠然如此。

火車，電車，汽車，馬車，腳踏車，人力車等在不相讓的地面上馳驅奔走實在顫波的厲害，但非所論於舟船之類。松筏柏舟蕩漾江湖間卽迅速亦不生顫簸，只因其運動起於水上緩恰平靜，容與有度所致。水的性質穩靜謙讓，實在是我們航行的理想媒介物。只一引用動力就惹起麻煩。

然而就是用蒸汽，現在也能設法不要它擾亂我們了。在機器房內改用汽輪機

(Steam-turbine) 業已辦到。汽輪運動盤旋推進機流利不亞於發電機，所以速度很大。汽筒就是爆裂也趕不上它的工作。

汽輪最與巴遜斯 (Charles Parsons) 這一個人名有關聯。巴遜斯是證明汽輪能應用於航海事業的第一人。他最先在小汽船上試用汽輪航行既速且穩，於是頗惹造船界的注意。

欲知汽輪的原理，參觀風磨就可以明白。風磨裝置是在一固定的軸上安着若干帆翼，逆向着風流受風的衝擊即隨而轉動。這樣構造改用水力汽力也是一樣。巴遜斯的汽輪自然採用蒸汽的動力。這是一個圓筒狀而秘閉的箱子，其中有一鼓形輪可以旋轉，週圍有彎曲的帆翼數行，隨輪轉動。箱的內壁上也定着同數的帆翼排成環狀與鼓輪上的間隔相對，如此可使蒸汽對後者，反衝的最有力。箱與鼓輪的直徑向放汽口處，漸漸增大以收漲縮蒸汽較大的槓率利益。

蒸汽由釜入箱以每方寸數百磅的壓力衝擊鼓輪上第一列帆翼，而後折至第一列

箱壁的帆翼，回轉反衝第二列鼓輪帆翼，如此曲折反衝以至箱的彼端。它的強力全起於膨脹的速度，足以排除阻力開闢進路。如水之赴下遇有嶺嶠，則繞之而行，終可斡旋到海。蒸氣在汽輪中也是如此，若障礙不可移動，則繞行而過，以至壓力勝過惰性。汽輪所以異於筒狀汽機者即在此點。

汽輪最先用於發電機。一八八四年巴遜斯製一汽輪機，有十五個以次增大的輪子，每秒迴轉三百次，有十馬力。一八八八年跟着就有一百二十馬力的汽輪機出現，一八九二年就長到二千馬力，並且還附加上生吸力的凝結器了。這個汽扇用在電氣工程，用在抽水與礦井通風均著成績，於是巴遜斯乃決意試用以駛船。他在一個長百尺，樑九尺的小船上安置大中小三個汽輪機，共有二千馬力。按噸數的比例這樣大的動力在當時已是空前了。但試一下水乃大失所望。盤旋機旋動得太快，而生所謂汲空 *vacuum* 的作用，即是盤旋機把水汲出，而運行於宇空的穴中，無所附着，故只能用它的一部力量。後來又將盤旋機改良，二次下水，每時乃能行

四十海里，可以和特別快車相比了。

巴遜斯此次成功以後就自立工廠專造汽輪，軍艦上就漸次採用。現代戰艦不拘大小快慢沒有不用汽輪的了。

驅逐艦用汽輪的一點鐘能行一百二十餘里，多至一百三十二里以上的也有所聞了。就是滿副武裝的戰鬥巡洋艦一點鐘也能行一百十餘里了。由此看來汽輪的大利益不但是增加航海的速度，而且減少船身的震動；不但減少震動，而且能用盡蒸汽，力無白費。

但是汽輪的利益雖然很大；牠的出世雖然不久；而已有和牠抗衡的機器出現。  
德國狄賽爾（Diesel）博士發明一種油汽機，因為要紀念他，就叫作狄賽爾油汽機。這個神奇的機器內部燃燒未鍊的粗石油，不用鍋爐，並且極其可靠，極易管理，可以適當的工作，得適當的速度，而最方便者還在它可以反向逆行，進退如意。只此亦足以賽汽輪而和它抗衡了。將來若再有完全減却震動的裝置；若再和電力運動的

方法相連，那就漸臻於完美。利用鍋爐和煤庫空出的隙地可以安置幾個汽油機和幾個發電機直接聯絡，而發生電流，可以逐動五六個推進機，每個推進機各有一電動機與之相連。

如上所述，此項裝置一旦果能成功，航行的平穩和迅速一定不是今日所能夢見的。在便利靈巧上說，當也沒有能和它競爭的。在這樣的船上，船長的前面只有一列機柄，每個接連着一個推進機。就用這些推進機逐動船的進行，恰似電車上的司機運轉電車一樣。如此用電話傳命令到機器房也不必要了，只有一個司機台管理每個推進機就可代替一切。現在船上盛壓艙水的二重底內可以改用貯藏燃料石油，用時即以唧筒吸上。鍋爐房，煤庫雇用的大批汗臭油污的工人也可以到陸地上另找工作了，因為這些機器可以自己工作，用不着多少人看管。

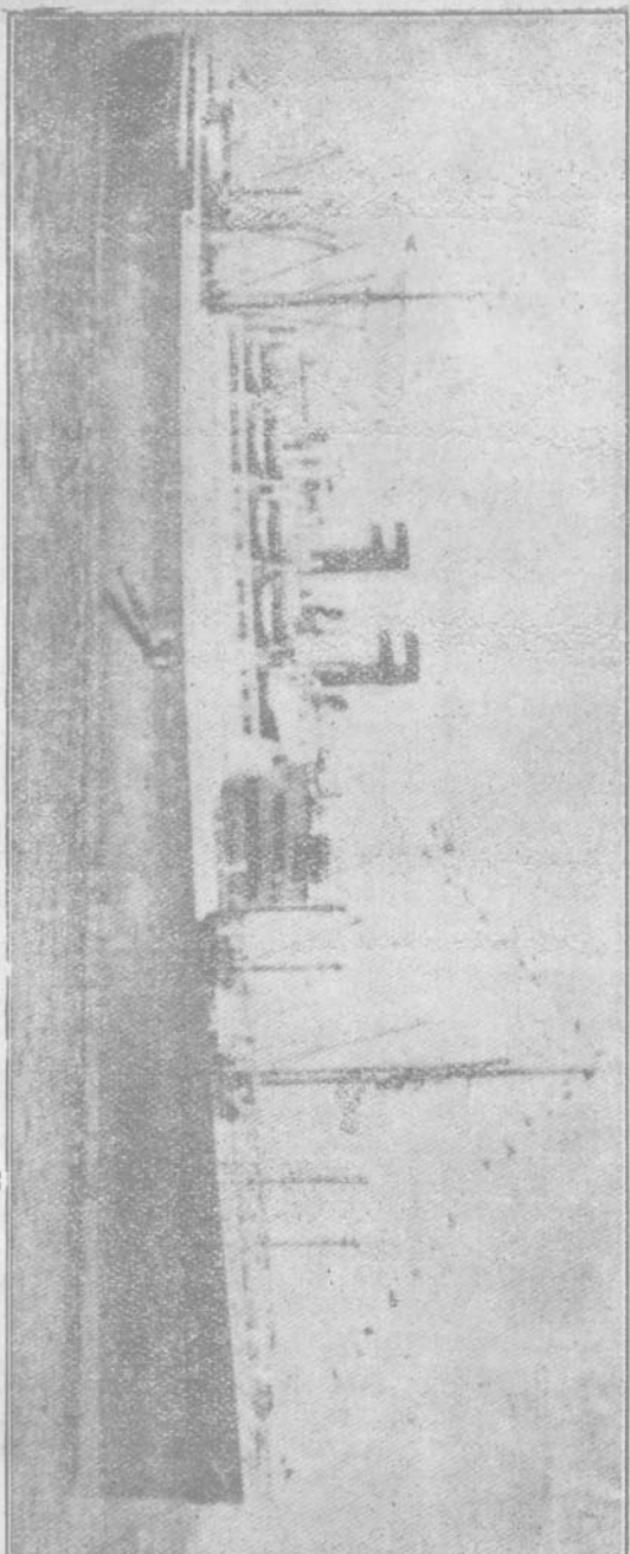
總而言之，這個新機器實在可以為將來的航海界開一個新紀元。不但在速度上有絕大的增進，而且為旅客的舒適上也增加了許多快足。現在船上最好的部位被汽

## 科學的改造世界

筒和鍋爐房必要的氣門所佔據。使用油機就無需乎汽筒；機器房內換氣通風也可另設計劃。

再總而言之，這樣的船的最大而最重要的貢獻還不在她航行的迅速與平穩和給與旅客的舒適，而在她要解放若干若干的苦力。他們在那火炙煙塞聲音噪雜的地獄裏工作不知減損幾許健康，損掉多少生命。我們這個新式的航船一旦出世，旅客也不感受上述非人道的同情了。

所以海上航行的改善實有必要；而發展進步也就在最近的未來。



往來美德間新下水的 21,000 噸的快船

## 科學的改造世界

## 飛機和飛艇

人們起初看見鳥類在天空飛翔得太痛快，太自由了，就由驚嘆變到羨慕，由羨慕變到願意自己也會飛。但是無論如何，那神秘的大「自然」終究不肯再拿兩個翅膀給他們長在身上。於是在他們幻想的神話世界裏，就造出會飛的超人來供他們欽羨。久而久之，所謂超人的神仙終於不可得見，才發生了駕物飛行的理想。什麼「列子御風」；什麼木鴛，什麼飛毯，都是應運而生的產物。這可算人類想要勝過「自然」的第一步理想了。

但是理想自理想，人們不懂得「自然」終究不容易控御「自然」。所以空想了幾千年還沒造成一隻會飛的木鴛，和一幅飛毯。到了十九世紀科學突然飛進，科學家明白了物質輕重浮沈的淺近原理，又考明了氣氣的性質，才造成一個可以昇空的氣氣

球。

氫氣球雖可高昇，而不能駕駛自如，還是不能滿足人們的理想。於是又想到在球下的籃艇中按上一架發動機。首先成功的是紀法德（Henry Giffard）。時期是一八五二年。他在法國巴黎造成一個一百三十尺長的梭狀氣球，籃艇中按上一架三馬力的蒸汽機，籃艇外又按上一對推進翼。他駕上試作飛行，每小時可飛「三，四」十二里。這可算現代飛艇的鼻祖了。

現在我們看起來，他那飛艇笨重的可怕，慢的可笑，並且不能飛多久，固然是幼稚的可憐了。但是它却刺激起來了人們實驗的精神。通過十九世紀可說未曾脫出實驗時代。從最初直到二十世紀開始進步得很少很少。一九〇五年才有可駕駛的飛艇造成功。所謂載普林（Zeppelin），包爾溫（Baldwin），麗寶地（Lebaudy）等等名稱的飛艇都製造成功；造艇廠就像春筍一般的勃然興起了。

飛艇和飛機所以能製造成功，主要原因就在有了輕便的內燃發動機。內燃發動

機燒用汽油很輕便，汽車上所用的就是普通的樣式。最初用到飛行上是在一九〇三年。從那時起，飛行事業才能加速進步。當時所用是十二馬力，後來年年改良，就逐漸增加馬力，到現在能生六七百馬力的航空發動機也很普通了。不但如此，一方面既增加馬力，另一方面每馬力的機體重量漸次減小；每馬力每小時汽油的消耗量也逐漸減少了。

## 飛 艇

飛艇的重要部分除發動機外便是荷載艇身的氣囊。氣囊的形狀，大小和製造所用的質料都要審慎考究。形狀務要能減小空氣的阻力；大小務要合度；質料務要不透泄氣體的，這就是最簡單的條件。德國最有名的載普林式飛艇，一九一二年式的氣囊是鴨卵式的，長五百二十五尺，直徑四十九尺，總容積二萬五千七百餘立方尺；發動機可生五百一十馬力；每小時飛行一百五十六里；載重七噸以上；裝載汽

油能供給九十六小時燃用；還裝置着機關砲，無線電，探照燈，炸彈箱，照像器，望遠鏡等等應用的儀器。

飛艇飛到高寒的空際的時候，氣囊有收縮和爆裂兩種危險。冷了自然要收縮；高處氣壓太低，抵不住囊中的壓力，自然容易爆裂。二者若居其一，都不免發生危險。所以做氣囊用的質料必要堅實而不泄露氣氣的。能滿足這種條件的有一種牛腸皮質製成的東西，稱作金箔皮。這樣的皮自然不只一兩層，普通都是十五層。有人計算，要製成一張足夠一個氣囊的皮子，就須要二〇〇，〇〇〇頭牛！這還不算，一小片一小片的弄在一塊還不知道要多末麻煩，要多少人的工作。一層一層的中間還要用許多的絲線作蟄頭。只是這點人工就費三四百元上下。合計起來，造成一個氣囊就值兩萬元以上。這樣固然可以見得人們的不憚煩，同時也可以證明氣囊的貴重了。

然而這樣貴重的氣囊多說比較着不容易透泄氣體，要是在戰陣中遇到一個彈丸

飛來也不免就被擊破，甚或起火。那危險性就很大很大。爲避免這種危險，現在有兩個方法：一是把氣體分裝在許多小皮球裏，再用大氣囊把它們包起來。這樣就中了一鎗兩彈也不過擊破一兩個小球，氣囊還是照舊無恙。但若球內裝的是氬氣却有發火的危險，所以第二步方法是拿氮氣代替氬氣。氮是一種不燃燒的氣體，美國坎撒斯（Kansas）省所產的自然氣體裏含量特多。但它比氬氣重四倍；它的舉力僅有氬氣的百分之九十三。實驗證明一千立方尺的氮氣可以載重七五·一四磅，而同量的氮氣可載六九·五八磅。這是它不及氬氣的一點。現在又有人實驗取百分之二十的氬和百分之八十的氮混合起來也不發火燃燒，而舉力比純氮的還大些。所以戰時可以用這樣配合的成分去裝氣囊。

其次應當特別注意的就是製造艇身要輕要堅。載普林的龍骨是用鋁製的；多數機件都是鉑鋼和堅輕的合金製成的，所以飛起來靈活敏捷。但是這樣飛艇雖然堅輕，而只因爲它的氣囊不是渾圓的，却不能飛昇得很高，至多很難超過四千五百尺。

## 科學的改造世界

以上。若不飛昇，只有把氣囊改成渾圓形狀，並且可以漲縮，還要載着壓縮的氮氣，以備充泄露。這才可以飛昇得高些。

飛艇成功的初期僅可一直飛行三百里的路程。一九〇七年十月間第一次能行四百八十里，載普林就能行六百里，警動了全球各國。接着它就能行八百一十里，一千零八十里，二千七百里了。最長的飛行時間是四十小時；飛昇得最高點是五千米。這樣，成績由我們現在的眼光看來雖屬平常，却是我們現在成功的先河，將來進步的一個階段了。

爲什麼呢？就是各國因爲見到載普林的威力才自一九〇八年競辦航空學校；各地也創設航空學會。從那時起航空事業才加速邁進。就在那一年發生了空前的穿國飛行；第二年又有一個穿過海峽的飛行。飛行家的膽量也漸漸壯起來了。因此才達到現在的地步。

飛艇現時正在發展，它達到現在的地步，可說是由現代文明的精粹發生的結果。

果。今年它能飛渡大洋，一氣飛行萬里了。它的時速——每小時的速度——可達九百哩；它的容量可載百人，並且極其安全。遇到戰事，它就可以載上幾噸炸彈侵入敵國的腹地任意拋擲。可以停止敵人的工業，農業，教育；可以破壞敵人的交通，阻斷軍需品的輸送；間接的就喪失了敵人的戰鬥力。若有兩三百架的一隊飛艇去攻任何一座現代的大城，不消幾點鐘就把全城的生物如數毀滅了。

## 飛 機

飛機的進步也多賴輕便的內燃汽油發動機，而其所以能飛則有賴於雙翼。這兩層等在後段再說，現在且分辨分辨飛機的種類。

按飛機在海陸空三界起落的不同，它可分為四種：一是陸上飛機，二是海上飛機，三是水陸兩便的飛機，四是飛船。

陸上飛機就是我們常常看見在陸地上起落的飛機。它在起前落後必須在地面上

滑走一陣，爲方便起見，就給它按上一對車輪。海上飛機是在水面上起落的，我們都不常見。可是我們可以想到在水面上游動最圓滑的是船形的漂浮物體，所以海上飛機的下部的起落架就造成船底形狀，恰似一隻小船。水陸兩便的飛機機身似船底並有兩輪。輪是可以起落的。在陸上就把輪落下；在海面就把輪掛起。因爲它在水陸都可起落，所以稱作水陸兩便的飛機。飛船也和海上飛機相似是單單起落在水面的，但前者機身是個船形，沒有另置起落架；後者是機身之下還連帶一個船形的起落架。這就是它們的區別了。

以上這些飛機按着機翼的多寡，又可分爲單葉，雙葉，三葉，多葉等等形式不同的飛機。單葉飛機只有左右兩個機翼；雙葉飛機左右都有上下兩翼，共合有四個機翼。三葉的，多葉的也就按着機翼的數目以此類推。

人們羨慕天上會飛的動物在飛，要想造一隻飛機，自然而然的就要模仿那動物的形狀。他們模仿大鷹就造成一個單葉飛機；他們仿照蜻蜓略加變通，就造成雙

葉，三葉，推而至於多葉飛機。他們在海上看見飛魚，就模造飛船。

據鳥類學者的觀察：鳥類最方便最有力的翅膀是長方形的，而且長度要比闊度大得多。信天翁的翅膀的長廣是十四與一之比；百靈鳥的是四與一之比；而鷄鳴的翅膀幾乎成個方形。論到飛行，信天翁比百靈鳥飛得快且好；鷄鳴則幾乎不會飛。所以飛機製造家就拿信天翁的翅膀——長闊有十四與一之比——當作較好的模範。

但是長度也有限制，到了不便的程度就不能再行增加。不能增加，則載重無力，怎麼辦呢？於是飛機製造家，看了蜻蜓以後，又給它添上一對機翼。添上以後結果還好，就又加上一對乃至多對。這末一來，機翼長闊之比仍然不變，而幾對機翼上下排比，却比一對的所佔面積緊密些；飛力也比較着強些。

然而機翼的增加也不是沒有限制的。上下機翼的中間，氣流常要互相干涉，同時就要減小舉力。機翼越多，氣流的干涉越大，尋至不能飛起，那就失却飛機的本

意了。

以上所述是飛機的外觀，現在總起來把它的全體分析分析。

上面已經說過，飛機的成功多賴乎內燃發動機，所以發動機在機身上可算第一重要部分。飛機的目的既是在飛，而飛又多賴於機翼，我們就把機翼當作第二重要部分。飛機是要載人到天空去的，必得有人坐的艙位，這艙位就是機身，是第三個重要部分。只有這幾部分還不行，在艙位前邊另有一個駕駛人和種種機械的位置，叫作駕駛面，算作第四部分。現在的飛機不能直起直落，在它起前落後在地面必有一陣滑走，所以在機身的下部另有一個起落架，算作第五部分。有了這五部分才可以稱得起一個完全的飛機。

現在我們對於飛機的大體略略明白了，然而它怎麼會飛呢？那就是因為它的發動機工作起來，轉動了另一個機器，稱作推進機的，生出風力來，藉着機翼的反搏力，就漸漸飛起。飛起了，高昇了，而不能左右上下自由活動，那就和氣球一樣，

還是沒有多大用處，所以有駕駛的機械在支配它的行動。如馬之有韁；如船之有舵，可以指揮如意；可以自由飛翔，這就是飛機的運用了。

以上是飛機的構造和飛行的原理也大體明白了，現在飛機的能力達到什麼程度呢？舉一個最近的實例就可見一斑了。最近（十六年五月二十日）美國林德柏（Captain Lindbergh）上尉一人獨駕單翼飛機自紐約展翼飛渡大西洋，用了三十八小時三十分直達法國巴黎。林氏自稱「因在大西洋遇雨，曾不斷升降，以避雲霧，有時降下離水面幾尺；有時高飛萬尺以上」。當他到了巴黎的時候已經「面無血色，困憊異常」了。可是飛機的能力還不算充量至盡，若有兩三人輪流駕駛，一定還可飛得更遠。但由此也可以曉得它的能力的大概情形了。

以上已經把飛艇和飛機分述了一個「大略如此」，以下再合攏起來講講它們的用途，作為本篇的結束。

自然的，它們都可用在戰爭與平和兩個時期。不須說，在平時可以用在交通，

遞信，運貨，地形測量，防備火險，散發傳單等等事務。遇到戰事，它就變作一件極有效率的利器。用它不但可以戰鬥，還可以防禦。不但防禦，還可以偵探，並且可以指揮海陸軍作戰。

怎麼指揮海陸軍作戰呢？在海上作戰，軍艦最怕的是潛水艇，它在水下能看見軍艦，軍艦却不能見它，所以它能暗暗的施放冷彈，不知不覺請艦老爺粉身碎骨。但是潛水艇雖能逃避了軍艦的視線，却逃不了飛在空中的飛機的偵察。這是因為自上而下透視的關係，用望遠鏡一望，就看見水中一條小的黑色東西在潛行，當下就可以用無線電指揮魚雷隊前來應敵，或是親自飛下來送它一枚炸彈，讓它葬身魚腹。若是兩者都來不急的話，就趕快用無線電報指揮本國軍艦急速躲避。

在陸地作戰呢，飛機仍然可以飛在高空偵察敵軍的動靜，指揮本軍的進退。兩軍陣地相離很遠的時候，砲火線不容易瞄準，飛機在上頭窺探清楚；用無線電話報告本軍，使砲隊瞄準方位，就可彈無虛發。

偵探在軍事上尤是重要的任務。「知彼知己，百戰百勝」，自古傳爲美談。兩軍交戰的時候，如能盡悉敵軍的動靜，陣勢，砲位等等，恰似猜謎先知謎底，就可以無往而不利了。用飛機擔任偵探事務固然可以用無線電報或電話作報告，還可以用照像機照取敵軍的陣勢。飛回本營，不久工夫，就把攝影洗曬出來，敵軍形勢一目瞭然。

飛機用作戰鬥或防禦也極有效力。歐洲大戰時期，德國飛機隊攻襲倫敦城一百六十次；投擲炸彈三百噸；敵人死傷五千，敵人財物損失二〇，〇〇〇，〇〇〇元。弄得敵人四散奔逃。其有不得逃的則白日藏在地窖，入夜不敢點燈火。烏煙瘴氣的倫敦城立刻變成了蕭條世界。於是英人調兵五十萬，飛機百十隻，高射砲四百門努力防禦，才保衛住他的都城。

## 科學的改造世界

# 航空的將來

自從前清光緒二十二年初次有人試造飛機航空以來，到今年雖然僅僅三十年的短期，其成績昭著，進步神速，實可驚人。我們據昔視今以推將來，作一個合理的大大夢想，提起一般人的注意，鼓勵科學家的研究，未嘗是不可能的事。

航空的目的在交通神速，在設備簡單，在諸種事務的經濟與便利。但此等目的在今日尚未完全達到。依最近的研究，頗有部分的達到的希望。

## 一 起落地點的自由

飛機由甲地飛至乙地，欲求神速，其自身必要敏捷靈巧，活動自如，起落不浪費時間，不拘地域。此等條件作到，飛行的能力自然就跟隨着加速進步。向來飛機

飛起時必先經過一段長距離的滑走，然後纔能離開陸地上飛。所以飛起的地點必要選擇平原，必要寬廣的面積。遇到窄狹的地方，山岡起伏的城郭村落就不便飛行。不但飛起時如此，落下時也有同樣的困難，也非滑走一陣不能一直落地，那末也要寬廣的平地不可。遇到崎嶇狹小的地方就不能隨意落下。這是何等不方便！

現在研究的就是如何可使飛機無論在何處都能自由起落的問題。此問題的解決，就在最近的將來，也是航空術的一大進步。研究的焦點是設法利用捩力使飛機一直上昇。常見兒童玩具中竹製的丁字形小飛機，玩時用兩手迴措，一經撒放，捩力自生，即可向上飛翔。飛行家就想利用此原理製造一種飛機，所謂迴旋式飛機的，想非不可能。美國航空界即有此計劃。果能成功，則飛機可以到處自由起落，交通上必將大顯敏速靈活；旅客們必大感遠遊的簡易便利。這不是航空界一個光明的將來麼？

## 二 高空界的飛行

現在飛機所昇到的高度大抵在二三千至五六千公尺之間。達到一萬二千公尺的高度的雖然不是沒有，但再高的却未曾聞見。到了一萬二千公尺以上的高空界內，也沒有風，也沒有雨，是一個極平穩的所在。下界正苦拔樹的大風，摧禾的暴雨時，我們一到此界就見到極其平靜毫無動搖的現象，儼然是另一世界。在此界內天氣是恆常不變的。將來飛機如果能上昇此境，其內既無風雨，又少變化，飛行障礙自少。又因此境大氣壓力約不過地上四分之一，故飛行到此阻力既小當具非常的速度往前進。所可慮者，我們在上必感呼吸困難，所以必有吸入氧氣的設備。此雖嫌其笨重，然乃高飛時不可免，不得已的預備，也不足深以爲病了。還有一層，高空界內氣溫較低，須有禦寒的設置。大抵必要有攝氏五六十度的預備纔行。雖有這樣的缺點，然都是不可免的。既可得到非常大的速度。這種利益也可抵過百倍了。按飛機飛行的速度與空氣密度的平方根成反比例，現時飛機在下空中飛行每時可四百五十公里，若在上述高空中行，其速當兩倍下空，就是每時以九百公里的速度飛

行。如此則四十四小時可繞地球赤道一週。我們遊覽五洲都可朝發夕至或朝發午至。從北京到南京也不過一個鐘頭。北京到天津僅用十一分鐘的工夫就夠了！

心想此事決然難以辦到的當亦大有其人。然飛機的上升能達一萬二千公尺之高度爲已然的事實；在空中可以相持四十八小時不着陸地也是已然的事實。然則在最近的將來而謂飛機不再進步，不能飛得再高，時間不能相持得再久，有此理乎？

### 三 平安的航空

現在飛機上所用發動機爲單式內燃發動機；爲得行遠已有用雙式發動機者。與單式的相比，故障自然極少，也就更加上一層平安的保障。若用三四個發動機則故障更減少，漸漸乃至無有。此事的可能性甚大，最近或者就有人嘗試也未可定。更一考察飛機的功能，現時已能到三千馬力，則加至四五千也只是一個極簡單的加法問題。載重加至五六十噸也不過是一個連帶的問題，同樣的容易解決。可容三

四百人的飛機的製出當亦不久可以實現吧。作成一個簡狀的飛機可以直上直下，可以橫飛高空，這個夢想的實現當亦不能太遠吧。因爲這都是正在研究的問題！合各國科學家和技師的心血腦漿來渲染一個飛機而謂不能達到所希求的目標，甯有是理？果然所希求的飛機一旦成功，發動機既甚合用，沒有障礙馬力既大，載重既多，在無風無雨氣流平靜的高空界飛行既易且速，則乘此機者無所牽掛，無所顧慮，真是天上人間活神仙了。比陸上火車電車尙覺平安。豈不休哉！

#### 四 便利的航空

如上所述飛機果能進步那樣，自然在各方面都可應用。戰術固然可以更加烈害；運輸固然可以更形便利；想像可得，不必細談。除此以外，譬如在科學研究上應用當有很大的貢獻：民國十二年的春天美國有人計劃以飛機載砂在雲的上層飛翔，且飛上散已帶電的細砂到雲的深處，使蒸氣的微粒互相凝結，來一次人工下

## 科學的改造世界

雨。只因為沒有合用的飛機未能實現。將來有了這樣有力的飛機就可試行人爲的下雨了。天體的研究，氣象的觀測，高層氣流的考察，也可坐在飛機上去實行了。

總而言之，以上所談雖屬推測之詞，然實是根據現狀對於將來的希望。總有達到的可能。那時世界上又要變一個樣子了。

## 魚雷

兵器的發明是一部攻守利器「鬥奇制勝」的歷史。古時戰爭，要抵禦長矛就用盾牌。後來使用弓箭，盾牌失了效力，就發明了盔甲。這樣進步到了現代，兵器已經改變了原來的形狀，兵器的威力也增大了許多。因而戰術上也起了好些可驚的大革命。現在的戰爭就形成一個炸彈和抵禦所用的鋼鐵的戰爭。

現在海上戰爭，攻勢比守勢為優。戰艦雖然可以用極堅極厚的鐵皮包起來，然而在激烈決戰的時候常有不可抵禦和不能看見的打擊從水下襲來。這種打擊，就是魚雷的工作。魚雷雖不能百發百中，但偶爾中了，它的威力，——制死力——却極偉大。退一步說，它在水下漂遊着，即使不能撞到敵人的軍艦上，也可以使敵人戒備，不敢橫衝直撞，間接的就減小了它的戰鬥力。

發明魚雷的人原來要魚雷適於海上工作，使它遇到敵人就會奔向追逐，並不須人力來支配。但是要製成一個這樣有用的魚雷，就有種種困難。第一，水性雖柔却是不可壓抑的，對於動體，就要發生阻力。所以魚雷必須自身會動，就像一個活的水中動物一樣，才能抵抗阻力。第二，爲要逃避敵人的視線，必須在水面下遊行，但不可沈在水底，也不宜於太靠下方。第三，爲得效力偉大，魚雷必須航行迅速，爆力廣大，而能抵消中途所遇到的逆流。

所有自動的魚雷中，以白頭(Whithead)氏所發明的爲最重要。數十年來它是在海面上工作最方便的。它的構造實在是最妙最能應用的。我們不妨詳細的把它來說明。

一八七三年奧國海軍艦長魯普(Lupus)氏用一個小火船在海面上作了一個實驗。船上裝着炸藥，前面用繩拉着，一旦撞到對面來的船隻，立刻就要爆發。奧國政府因爲他的發明不便於實際應用，未予採納。但他覺着他的創意不錯，於是乎

就求人帮助完成他的計劃。他找到的人是一位費姆 (Fiume) 地方一個工場裏的經理白頭氏。白頭氏很贊成他的計劃，於是就從事研究。後來白頭氏廢掉那麻煩的拉繩，另按照自己的計劃來創造，他和他的兒子還有另一位可靠的機器師三人秘密研究了二年，就造成第一個魚雷。這個魚雷是鋼製的，直徑十四吋，重三百磅，可裝十八磅炸藥。但它的力量有限。逢到合適，每小時僅能走二十餘里。並且有時浮在水面，有時沉在海底，極不一定。然而英國政府看出這種武器的重要，就「資以多金」，還特許了他的專利權，終于製造成功。

白頭氏的魚雷狀如雪笳，頭圓尾尖又形似魚，各部直徑由十四吋至二十一吋，長度直徑的十二倍大。前端是打簧，尾部有一對三刃的螺旋推進機，反向着迴轉，可以調節各方的勢力，免掉曲線狀的進行。此外還有舵兩組；一為直立的一為水平的。這樣的魚雷每小時能行一百五十里。

魚雷的內部用不透水的鋼壁隔作五間。前端是炸藥部，盛着濕的棉花藥或其他

的炸藥。其次是空氣室，滿貯着壓縮的空氣，藉着它的漲縮可以逐動機關；三爲均衡室，盛着保持魚雷在一定深度的器具；四爲機關室；最後爲浮遊室，這浮遊室的四壁極其緊嚴，不泄空氣，可以防止魚雷的沈下。

現在按着次序考察考察魚雷的各部：

魚雷的最前部是自動機和燃放的炸藥所用的發火藥。這一部分曾經特別精心構製，可以免去它對於仇友不分的危險。自動機是一個金屬製成的管子，裏頭有一個銅塞子，可以滑進滑出。它和內面接觸的部分就是發火藥。只要塞子不撞到這個火藥部分，就不致於爆發。爲得免除過早的爆發，就在塞子的前端刻上螺旋線。在這線上又有一個觸水即動的旋輪。魚雷還沒有達到一定距離——假定爲百尺——之前，這個旋輪便不能旋轉到底部，因而塞子亦便不能被迫進去。在此場合就是魚雷的平安界。過了就是危險界。只要在這界內，就沒有危險的發生。

發火部盛着少量雷酸銨，稍稍靠裏就有一個銅筒子，盛着幾片棉花藥。筒的前

端接連着自動機。雷酸銻一受了撞擊，立即膨脹到二千五百倍，猛炸了棉花藥，接着就轟發了內膛的炸藥庫。庫內能裝二百磅炸藥，它的威力可想而知了。

空氣室是用鋼板或青銅製成的，厚有三分之一吋。每方吋可吃一千三百五十磅的壓力。空氣的體積必須壓縮得很小，使在最大魚雷的空氣室中能容到六十三磅。

其次的鄰室是盛調整瓣和指揮聯動機的。調整瓣是一種氣門，將氣室緊閉，直到魚雷將要爆發的時候才能打開。指揮聯動機的構造在魚雷上是頂巧妙的。它的功用在使魚雷能在一定的深度保持着均平。這個可以用兩件裝置就辦得到：一是重壓一是活瓣。魚雷要向下攢進的時候，重壓就趨於前端，壓抑橫桿，把所連的平舵舉起，魚雷因而復轉原位。活瓣的功用呢？它接連着一個振子，由擺動的力量可以使魚雷在水中保持適當的深度。

但是實際上重壓和活瓣的力量每苦不足以牽動平舵，於是白頭氏又爲添上一個

副機，叫作繼力器。這個繼力器佔在機關室內，長度不過四吋，而由壓縮空氣所生的力量却是很大。例如聯動機所用半兩的壓力，對於舵可生一百六十磅的引力，就可以曉得了。

指揮聯動機又加上一個迴轉機——是一個小而重的飛輪，每分鐘可以施轉幾千回——得到強大的助力，就可以使魚雷保持一定的位置和方向，而不致逸出正軌，發生意外的結果。

用壓縮空氣推進魚雷的機關雖然很小，而力量却是極強。這種機關是從空氣室提取空氣用以工作的。空氣本來是縮的，一到了機關室內壓力減小，就要膨脹，可以推動魚雷向前進行。到了空氣快用完的時候，就有預備妥當的化學藥品發起作用，把殘餘的空氣燒得溫熱，體積自然膨脹，就可以保持壓力。這又是對於魚雷的能力上一個大幫助。

白頭氏的魚雷在水面和水裏都能由刺管發放。但刺管在水面上的雖然容易指

準，而有被敵人發見，立即射擊，轟發的危險。所以都採用水下的方式。到了發射的時刻，司令人把電紐一按就可以振動刺管尖端的磁鐵。磁鐵一動，就放鬆了所吸引的重球，落在管裏，觸動刺針，於是就起爆發作用。

海軍兵士演習魚雷的時候，就在魚雷背上附加一種燈火，不拘晝夜都可以看見它的所在。所用的燈是一個箱子的形狀，裏面滿貯着熒化鈣。水由箱壁上的小孔穿射在熒化鈣上，起了作用，就發出一種可燃的氣體。這氣體升在面上，遇着空氣，就燃燒發火，冒出煙來。

白頭氏魚雷的構製既然如此巧妙，那末它的貴重自然可以估料得到。按現在市價，一枚值五六千元以上。這種重價就使當事者不得不珍重保藏了。

它們都應當怎麼樣保藏呢？在武裏，都把魚雷直豎着放置，一個一個的離開不使擠撞。看管者一一檢驗後，就登記在冊簿內。外面必須擦得十分潔淨，再薄薄的塗上一層油，以防止生鏽。否則偶有一個鏽斑點，也足以傷損全體的美觀而有餘

了。

魚雷的效能怎麼樣呢？我們先看一八九四年的中日戰爭，就了然了。鴨綠江一役，敵方用大砲轟擊了幾小時，不分勝負。後來不知如何，我方巡洋艦定遠號忽然沉沒。才知道是中了敵人的魚雷！第二夜裏巡洋艦來遠號也受了轟擊，五分鐘就沉了下去。接着威遠號也被擊沉了。原來是敵人見砲戰不勝，乃巧施狡詭手段，暗暗放出了魚雷。我方不及防備，竟使敵人佔了勝着。結果我國賠款割地至今還受敵人的欺壓，鑄成不可磨滅的大恥辱。這件事體雖尚有其他種種原因，也不能不說是由於魚雷一戰的結果了。

現在兩國海戰的勝敗往往決於白頭氏的魚雷，已經明白了。而在港戰的防守上都可應用芮南或美國西姆愛迪生氏的魚雷。這兩種魚雷都是從岸上用電線燃放的，故不適於遠洋攻襲而却宜於港口防禦。

芮南氏魚雷是一個很有趣味的發明。發明者是澳洲維克省裏的一個鐘表匠。他

是一個很窮的苦人，但他常常抱着一種計劃，要製造一種魚雷。後來他把這個意思向澳洲殖民政府陳述明白，得到幫助，於是就製造成功。一八八一年英國海軍就把他的魚雷帶回英國。英政府實驗的結果，知道這個魚雷在防守有效，就給賞金並且許他專利，於是他就一變而爲富人了。

芮南魚雷的原動力是從岸上一個很強的機關發生的。這個機關的力量有一百馬力強，用兩條堅韌的鐵絲遙繫着魚雷。由這樣裝置，就可以使魚雷在四十度內左右移動。但一經下水，非用船載就不容易取了回來。它也可以裝二百磅炸藥，也有在水中保持一定深度的裝置，和白頭氏的很相似。

西姆愛迪生魚雷和前一種的不同點，在乎容易調遣，並且它的原動力經由單一的海底電線傳來。它的長度在三十呎上，直徑二呎有餘。身上附帶着一個大的銅浮子，漂在水面上，可以表示進行所在。這個魚雷的本身分爲四個部分：（一）是炸藥部；（二）是海底電線連絡室；（三）是電動機室；（四）是引導聯動機室。它的射出彈

丸速度和距離很大，有時竟遠過四千碼。它還可以向各方移動，極其方便，但也有缺點：連絡着很長的電線，偶有損壞就陷於呼應不靈，此其一；浮子漂在水面，易惹敵人注目，反被射擊轟發，此其二。有這兩個大缺點，就減小了不少的威力。然而用作海港防禦，當極有效。

我們談到最新式的魚雷，乃有奧林阿姆斯創兩氏的製作。他們見到電線的不適用，就設法廢掉電線，而代用無線電波去指揮魚雷。這和無線電報借用以太傳播是一樣的道理。據說把魚雷扔在海裏，它就「如魚得水」可以上下游泳，左右進退，直衝橫撞，完全聽從岸上司機人的指揮。這豈不是一個真的怪物麼？

司機人爲得看見魚雷移動的所在，就在魚雷的背上豎起一種桅桿，掛上一方小旗。旗之所在，就是魚雷的歷程。但這樣顯然露出，極容易被敵人覺察，加以毀壞，於是另想出較好的方法。據發明家阿姆斯創自己說是在夢中想到的。一次他在夢中想道『若是魚雷喝了些水隨卽往水下攢，過了一時，又翻上來，把水噴出，不

就和鯨魚噓氣一樣麼？』這不能說不是一種誠意的靈感吧！他實際製成的桅桿果然實現了他的夢想了。桅桿感受了電波，就會隨波上下，行動如意。縱使敵人整日放鎗射擊也不容易射中了。

更奇怪的就是魚雷避網的方法。軍艦爲避魚雷的襲擊，就在艦身下部一臂遠的空間，張出一道鐵網。魚雷來到自然被擒。不料還有似有知覺的魚雷！這魚雷觸到網面稍一停頓，就逆轉機關，自行退却，然後改向前下方走，經過片刻，就上升到網內，只須一擊就把一隻大軍艦毀壞了。

以上所述那些魚雷，雖然算作驚奇的發明，但多少都算是有點失敗了。就是白頭氏的魚雷也不能算作完全成功。日俄戰中雖有許多軍艦被魚雷打擊了，但比較着爲害甚微。實在是他們有些地處減損了軍艦的戰鬥力，並沒有把全體毀壞。從反而考察，水雷有些實例，却能在幾分鐘內把巨大的軍艦轟擊得粉碎。把俄國海軍大將馬加羅夫置於死地的是水雷；毀壞日本八瀨戰艦的也是一個水雷。水雷所異於

魚雷的就是能裝多量的炸藥，它自身就是一個炸藥箱。魚雷本來應該再多裝些炸藥，但因為機件繁多就不能了。

總而言之，魚雷的自身還須在戰場上極力研究。假如有人能再多加些炸藥，那就是他的幸運了。

## 潛水艇

海戰採用了魚雷，自然還要引出更巧妙的武器。魚雷雖夠靈巧，到底不能盡如人意，尤其是在遠洋戰爭，便極不易調遣。於是就有人想製造一種在水下潛行的船隻，可以走近敵船開砲轟打。還有一層，從前兩方戰爭雖然可以乘夜襲擊，而現在有了探照燈，電光一閃，就把夜色洗掉，一如白晝。任憑你駕着多末小的小舟，也不免被敵人發見。那水下潛行船的製造愈是不可緩了。

於是好奇的西洋人，就在近十幾年中，造成所謂潛水艇的東西來，供給戰事的需要。但這並不是出於偶然。若一考察它發展的歷史，便可分作四個時期：

一。從古希臘至一七七三年爲第一時期。二千年前，亞利士多德的記載中，曾述說「一種潛水器，和小的水櫃相類似，只是向上伸着一個象鼻子，可以流通水面

上的空氣」。又說希臘人攻打特瑞 (Tyre) 的時候，曾用過這個水櫃。據說亞利山大也用過一種潛水器去打仗。到了十六世紀，那個水櫃，就變成了一隻皮口袋。吳坡砂拉 (Upsala) 的大僧正，會有詳細的記述。據說他還親眼見過一隻呢。「他說這口袋的用法，是讓一個人攢進去，然後沈在水中，衝在敵船下邊，就可暗放冷箭。」他雖然沒提到那個象鼻子，實際上總不能沒有。不然把一個人裝在口袋裏，不等半小時，就要悶死，那里還能放冷箭？無論如何，總是可用的。又過了幾十年，到一六二九年，地中海裏的水賊也會用潛水器了。

一五七九年，有一個美國人也發明了一種潛水器，各接合處是皮製的，還添上了一個推進機。器身受了推進機的作用，就可大可小。有一氣筒伸上去，可以代替桅檣。底部裝水，用作積壓。居然有些潛水艇的意義了。後來又一位荷蘭人姓追貝爾 (Cornelius van Drebbel) 的，於一六〇〇年以前移居英國。他也發明了一種潛水器，獲得英國王的褒獎。據說他有一種換氣法，可以在水下久待。但他用什麼方

法，現在却不可不考。所可考的，就是追貝爾會得允准在泰晤士河上作實驗，查禮一世還伴過他走一程。一六二六年查禮一世又命他造「在水下走的船」和「水雷水炸彈」。目的是要攻法國。究竟造成與否，或造成果能應用與否，就不可考了。

總而言之，在這個時期中，人們才有一點創意，然並不感到必要。他們既無科學的根據，也沒實驗的意旨，只是遇到一個巧妙的個人，就瞎弄一陣子，結果還是個徒然白廢。然而他們却有一點意思，要造成一種潛水器，所以這第一時期可稱作創意時期。

11・從一七七三年至一九〇〇年為第二時期。一七七三年美國卜士乃 (Bushnell) 造成一種潛水器名為「海龜」(Turtles)，是一個小而直立的小船，可容一人坐，有槳一雙可以自划，有舵可以支配，也有一種朝天的喇叭管可通空氣。美國的海軍曾用這種「海龜」載着魚雷去攻仇英的兵船，但是因為水流太急，沒有達到就被衝炸了。不久又一位美國人就繼續着製成一隻較大的小船。那就是十九世紀初年

最精巧而最不受歡迎的技術匠福爾吞（Fulton）。福爾吞在法國某造船場造成一隻潛水船名爲鸚鵡螺（Nautilus）。銅殼鐵助，外觀好似一枚呂宋烟卷。船長二十四呎四吋；最大直徑七尺。它的推進力量發自船的雙輪，而雙輪須賴人力扳搖船尾中間的手柄去撥動。前端有一尖塔，尾部也有舵舵。這樣構造雖不甚好，然而已具有現代潛水艇的雛形。並且船中還有裝入壓縮空氣的設置。有了多量空氣供人呼吸，所以能在水下潛行幾小時。但在當時各國都不需要這樣的武器，英法德和他本國不但不鼓勵他，並且鄙棄他的發明。福氏受了這樣冷酷的待遇，就不免沮喪勇氣，後來改變方針，把他全副精神改到造船事業上去了。

一八二一年，江森（Johnson）大將——也是美國人——要到海林納（St. Helend）島搶救拿破侖，造了一隻百呎長的潛行船。它大部時間在海上走，遇有必要才下水去。但是出發後下到水裏永遠沒有再上來！

一八二七和一八四六年，又有兩件新製造是爲到海底拾取失物或採集海產用

的。稍後一點，有一位包葉（Bauer）氏在英國得到某親王的資助，造了一隻潛行船，攢進水裏，可惜永遠沒再出頭。水手們也都葬身魚腹了。包氏失敗後，就跑到俄國，爲俄國海軍試造，還是沒有成功。於是他也效法福爾吞改行他就了。

實在的說，在那個時代，戰事應用潛水艇的呼聲還沒有發起；科學也才萌芽，所以未能捷足發展。到了十九世紀的後半紀可就另變了一個樣子。潛艇的發展竟是往前跳進！從美國南北戰爭起，兩方都努力要造有用的潛水艇了。尤其是南方對此事具有冒險進取的決心，乃製造了許多小的潛水船，名爲達維德（David）查禮斯（Charlston）港被封鎖時南軍甚至於用它們去攻北方的鐵甲艦。他們這類潛水艇上並沒有安置着大礮；也不能裝載多少魚雷，不過是把魚雷綑在一根長竿的頭上，發放射敵而已。在這一點上雖說是成功，但對鐵甲船終究是無奈其何。

然而正因爲尚有這一部分的小成功，才提起他們的勇氣，製造成較大的潛水艇。但是其初經過很久的期間除掉走惡運一次一次的淹死水手外並沒有作出什麼。

到後來才達到成功的地步。

這還是查禮斯吞港封鎖中的一段故事。一夜南軍的一隻潛水艇悄悄的出了港口，向遠海中行去，繞到敵艦背後瞄準了一隻新而美好的敵艦，預備着暗下毒手。在那個時候，北軍已得警報，正在防備，以爲敵軍必從岸方來攻，不料那個小「達維」竟得乘間走近前來。趕到看見的時候，她已經來到眼前；軍艦上的大砲竟不能夠再轉低些下來；就是開礮也射不着她了。於是她得審慎從容的找到最適當的地點去放她的水雷，一轟就把大軍艦打了個大窓窿，不久就沈沒海底了。

自來戰事上採用潛水艇的這一回可算唯一的成功。平時演習被淹死的不知有多少，只有這一次幸而擊中了。按她的動作，與其說是潛水船勿甯當她是個海面上的魚雷艇。她從前走的惡運已經把她的水手們吓壞了。他們不願意讓她關在水下了。因爲他們在水下成功的時候，就是沈沒淹斃的時候。但若隱藏得法，還可以死裏逃生。

在這件事成功的第二年，發明家就大乎其忙。有的申述計劃寫在紙上；有的就實際作成下在水裏。怪形怪狀不勝枚舉。只檢其有潛水的資格而實際成功的來分述一番，也不少了。

一八八八年法國造成一隻雪笳形狀的，二十呎九長，六呎寬，排水三十噸。她的原動力是用電的。有蓄電池專備潛行時應用。速度約十浬。五年以後又加改良，便成了當時最大的潛水艇。此艇是青銅製的，有一單式推進機，一百三十一呎長，排水量二百六十六噸，可容九人並載魚雷三枚。水上速度每小時三十浬，在水下僅八浬。

同時美國紐約人郝蘭（Holland）氏也實驗製造潛艇，其後又幾經改良，乃成潛艇的模本。世稱爲郝蘭氏潛水艇。她在海面上燃燒一個一百六十馬力的汽油機，可以一直走四千五百里；在水下則用七十馬力的電動機，可以潛行一百三十餘里。她可以載五個十八寸的白頭氏魚雷。

郝蘭氏原來的船是個腰粗首尾尖的圓筒。船肋是些鋼圈，每個相隔有一尺。船頂上是平的甲板，甲板下方的空間放置繩索鐵錨等用具。甲板中心是船的入口。船尾上有推進機和船舵。從船頭到船尾三分之二的地方是一段平板。平板以下是蓄電池，汽油桶，和潛水槽。其餘三分之一的空間置放推進機關。船身上有十幾個活瓣：有的專管潛水槽的裝放；有的就直通水壓表藉以調節或指示船身所在的深淺。

要是你願欲出在水面，就把水槽放空並扳移船舵，它就載你升上。它若偶然游到海底或撞在泥裏，就會用壓縮空氣自行脫險。你若進了入口，就看見各處都是機器。羅針，水壓表，傳話筒，信號，鐘都列在指揮者的面前。他舉起左手觸動機輪就能指揮船的進退；右手管船的浮沈。

船中唯一開朗的區處就是指揮人的前方。魚雷和八寸口徑的大砲都安置在那裡。沿着甲板有六個壓縮空氣箱，盛着三十立方尺的壓縮的空氣。船中也有通氣器

的設備，潛行時間都可得到充足的新鮮空氣。

自一七七三年到郝蘭式潛水艇的成功是逐步改良漸漸實驗出來的。這個時期，科學也漸漸發達，造船家也會利用科學的發明去製造了。所以這個時期可算作實驗時期。

三・從一九〇〇年以後到歐戰開始，列強都競爭趕造，漸漸達到成功的地步。這個極短的時期可算作成功的時期。但是以前所造的潛水艇都是以大多半時間在海面上走，遇必要時才下到水裏，所以甯可稱作「可潛艇」較為允當。到了二十世紀才有真的潛水艇。美國湖西芒（Simon Lake）造的就是一個實例。它那隻潛水艇名謂船魚，（Argonaut）不但可以潛在百尺的深處，並且可以在海底用三個輪子滑走。在海面上走的時候，它的外觀和普通船隻無異。艇面上有兩個桅檣一個尖塔。塔上有指揮輪，通風器，起重機，唧筒和兩個鐵鋪。有發電機供給全艇裏外應用。艙內的電燈和船頭上的探照燈都仰給它的電力。探照燈是四千燭光的，設在船的

盡頭，在水下可以照路。當艇要停止而令其潛下的時候，水手們就先把測水錘線沈在水裏測準深淺，然後把一切向外的門窗穴戶都緊閉起來，經由尖塔退在艙裏。而舵工就留在塔內繼續掌舵和在外邊一樣。此時可把潛水池上的活瓣打開使海水流入，全艇就漸漸沈潛水中。那兩根桅竿乃是兩根三寸口徑的鐵管子，在甲板上豎起有三十多尺高。只要水沒不了它們，它們就不斷來艙裏輸送新鮮空氣而排除裏面的濁氣。但是水一沒到它們的頂上它們就會自動的把頂口關住。

這個靈敏善變的潛水艇一旦到了海底就開始像一輛三輪自行車。她左右有兩個推逐的車輪，各重五千磅；前邊的舵上還有一個拉輪重二千磅。因為這樣重的緣故所以它可以抵抗強流，可以行經硬底。但若經過旋砂或經過淤泥的時候那推輪就暫緩工作；而推進機就來推進。這樣就是兩三尺深的軟泥也不難過去了。又因為海底上的水壓很大，推進機受了這樣大壓力的帮助，工作時就更有力量。此時上山就更容易了。

這個潛水艇——名船魚的——外觀好像一隻大的呂宋烟卷，它的身上每隔二寸有一根鋼助，外面被着八分之三寸厚的鋼皮。它必須堅強能吃大壓力。因為水到百尺以下每方寸就有四十四磅以上的壓力。不堅強時恐怕要被壓壞了。

艇身的長度原來是三十尺，後來漸漸延長了二十尺。潛下時重五十七噸。內部分隔多間，有住室，餐間，居間室，工作室和機器房。還有一部分為儲藏室，電話室，潛水室。工作室內備置着槓桿，手輪和其他控制運行的機械。有水規指示艇所在的深淺；有準儀測示艇身傾斜的角度。有的槓桿專開積壓槽上的活瓣使水流入；有的就管副龍骨——就是龍骨下部的木板，用以保護龍骨並且可以使艇安穩——的收放。還有測量艇輪轉動的計數器，測速表，蒸氣壓力表等等測量器具。

尖塔中重要的設備有羅針盤。舵工據此就可以指揮進行的方向。尖塔只有六尺高，位在住室的中上方。週圍是些汽油桶供給燃用。還有兩個大鐵桶盛着壓縮空氣，預備在海底久待的時候，供全艇人吸收和作浮起使用。

船魚在水下進行的速度最大每小時不過二十里。若到海底起運貨物——譬如沈沒的煤船——達到目的地的時候，工作隊就先聚集在居間室，隨即把那不透空氣的門關嚴。然後通入壓縮空氣，至與潛器室壓力相等時為止。潛器室一門通居間室，一門通海。這兩個門都用橡皮包裹，空氣和水都不得侵入。艇內的人隔窗可以看見海中工作。工作隊都穿上潛水衣然後下海操作。他們每人盔內各有一個電話機，彼此和艇內都可交談。每人也各有電燈，同時艇頭上的探照燈也照耀得很光亮，彼此可以相見。此時起重機就可運用自如；那個有力的唧筒也可以吸取破船上的煤塊，用每時六十噸的速度吐在水面上的船裏。

由此看來，可見這類船隻的價值了。它既可以作救濟事業又可以測視港底，港口，海岸等等處所。戰時用它可以安設水雷防衛海港，又可以攻擊，毀壞他們的軍艦，魚雷，水彈並且可以一直侵入敵方的港口。歐戰中德國海軍所以可怕就是因他們的潛水艇。

四・從一九一四年直到現在算作應用時期。在這期間又加了不少有趣的方面。

最重要的就是潛望鏡。用這潛望鏡在水下能看見水面上的船隻清清楚楚。它是由望遠鏡，反射鏡，窺視鏡等等結合而成的。構造的重要部分有一個鐵管從船艙伸在水面，管口安着反射鏡，有物映來，就把它影子反射在船艙望遠鏡內，一直映入人的眼中。軍事家一句格言說：「知彼知己，百戰百勝。」戰時用這潛望鏡可以略知敵艦的動靜，也是制勝的一個重要條件了。

還有一條有趣的就是那些潛水器救生衣。偶一遇到災難，艇中人一人穿上一身救生衣尚可逃命。蓋裏備有化學藥品可使空氣新鮮，在一小時內不致悶死。升在水面時，還可把蓋揭開。這樣有了遇救的希望，人們越發勇猛了。

一九一四年歐洲大戰卒然發起，正在酣戰的當中，德國首先施行潛艇政策，便利用它去攻擊敵艦，封鎖海洋，對於敵人的軍事行動很給了些妨害。德國便因此得到一時的勝利，震驚了全球各國。我國將要加入戰團時，反對者就拿德國潛艇的利

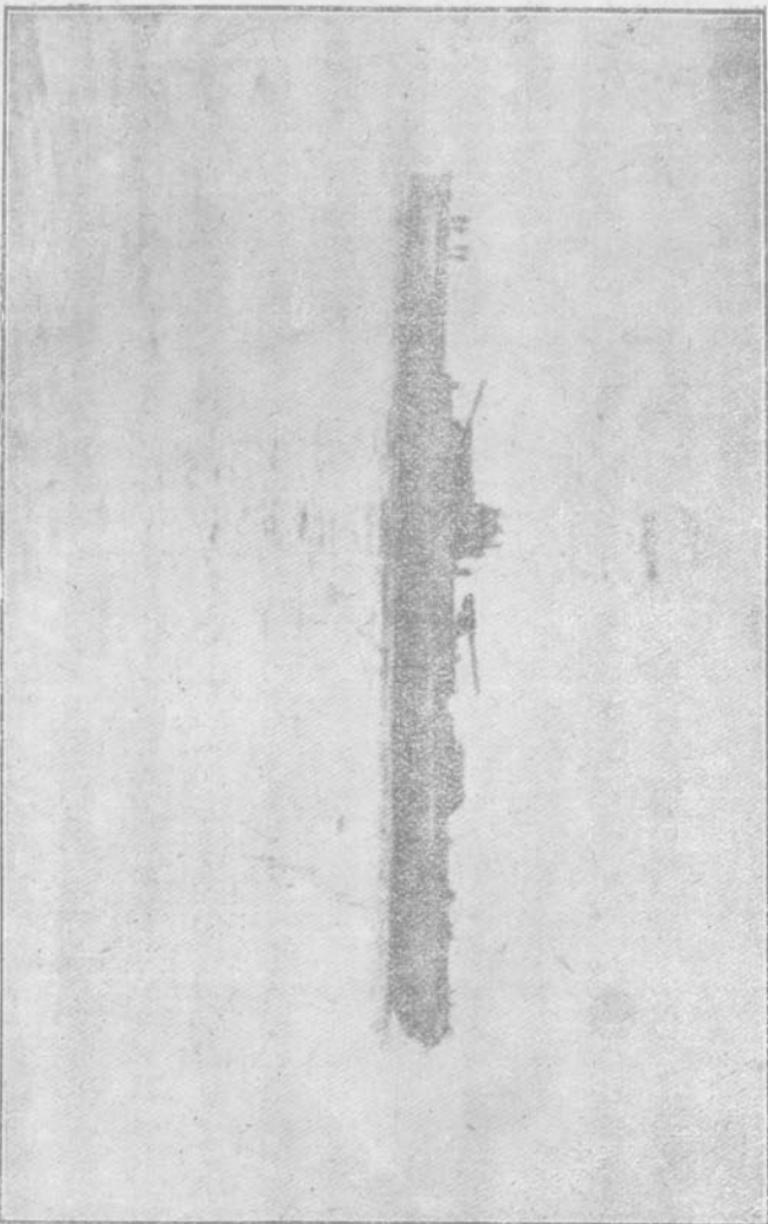
## 科學的改造世界

害爲理由極力主張中立。這可見應用潛艇的影響了。

歐戰停止，列強爭分德國的潛水艇，取得模本彷效製造，預備下次應用。東隣日本也分得幾隻，十年以來加工製造，一旦有事，也可以潛行海下了。只有我國坦然大度毫不介懷。所謂「少年中國」將來不需要這種利器麼？

潛水艇

歐戰時德國的一隻全副武裝的潛水艇



## 科學的改造世界

## 液體空氣

普通現象最有趣的是水的變化。水在平常溫度是液體，一受了冷它就硬得像鐵，脆得像玻璃。但它一遇着火就又變成蒸汽。這雖是一個很平常的例子却可以代表宇宙間所有物質的普遍性質。換句話說，無論什麼東西都可以變化體態，可以成氣體，可以成液體，也可以成固體。這種變化的根本原因却逃不了一個熱「字」。你想把地球上各種金類試試看，讓他們變作氣體麼？你不用強熱便不能達到你的理想。你想使海水變為甘霖麼？那必須假借太陽的光熱才可以。

關於體態的變化固然是外觀改變，而體積也有很顯著的變異。水變成了氣體，它的各個分子都要擴充自己的勢力範圍，都競爭着要獨佔一席位置，於是它的體積就增大幾百千倍。在這個場合，它的分子也就格外活動格外自由了。

這些分子活動，自然就表現出他們的力量來。英國瓦特首先利用這種力量，已經爲人類作工很多，使人類的文化進步不少了。但是我們還莫想到其他類似的力量來利用。我們能想到的却有我們須臾不能離的空氣。「科學」已經告訴我們能用冷和壓力把空氣變成液體的了。我們却當設法利用它的力量。因爲把空氣壓縮了，就好比是受壓的彈簧，它的潛勢力是很大的，壓力一去，就可以表現出來。我們正可以利用這種力量來作工啊。

讀者或有注意過下記的事項的：當火車到了車站停住的時候，常有一位工匠手中拿着鉗鍊一類的工具來到兩輛車的中間。他先把車下的氣管兩端的擋頭卸下，然後把當中的關節斷開，在這個當兒就看見一陣白霧從關節處冒出。這是冷的結果，可不是熱的原因。因爲氣管中滿盛的是用高壓壓縮的空氣，猛然間把它放鬆，它發生的冷足以凍結了週圍的濕氣的各個分子。

你們諸位中一定也有常騎腳踏車的，或者也有不斷弄足球的。你們必定有時候

用唧筒往車輪上的皮袋裏打空氣。你的皮球懶惰了，你必定也用同樣的方法給它灌氣。你那打氣管——唧筒——要是鐵的或是其他金屬製成的，必定是越打越加溫熱。這就是因為你把空氣的分子壓得緊密了，它們相撞相擠得結果自然就生出熱來。也可以說是你的力量變成了熱。

以上兩個例子，一漲一縮就暗示給我們液體空氣——有人說是將來的大力源泉——的創造。

假如我們取一定量的空氣把它擠到原來的百分之一。在這場合，空氣分子互相衝撞的機會大大增加。他們互相狂暴衝撞，就變得很熱。我們若把這空氣的容器冷却。它們就失掉能力，立即平靜下來。但它們就越發親密，越發接近了。現在猛然之間我們又把它放鬆，它們立即呈現活氣；它們的熱力即行分散；它們各個分子也顫動得很厲害。挽句話說，它這百分之一容積所含的熱量忽然分散在膨大的全積各分：結果自然是個大「冷」。更進一步，若是把另一個盛壓縮空氣的器具放在這



冷空氣中，必定要變得更冷。到後來空氣的原子們全失掉活動的能力，猝然間就變成液體了。

液體空氣並不是新近創造的。誰是它的第一個創造家却不十分明瞭。但在一八四六年（Meggers : Hand-Lexikon）瑞士國的物理學者畢克德（Pictet）會製造過液體空氣。三十多年以前也有在實驗室裏試行小規模的製造的。從前的方法只用一種駭人的強壓，只用單純的力量把空氣的分子原子壓得緊密接觸。這不過使它們暫時團聚，壓力一去，仍然回復原來的狀態。據歷史上的傳說第一次造成功的一兩液體空氣價值六千元！

你想把液體空氣弄成一種商品，最要緊的總得設法減小它的生產費。一八九五年德國林德（Karl Paul Gottfried Von Lind. Münchä）理工大學熱力學教授。教授創造一種機器，利用復生方法去製造，（Regenerative Process）則生產費大為節省。現在它的價格低廉，竟可與蒸汽和電競爭了。所謂復生方法就是除去利用強壓

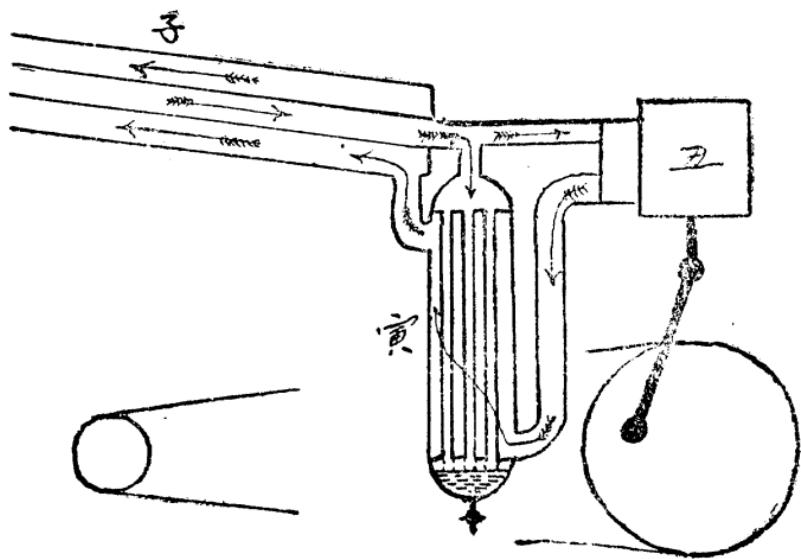
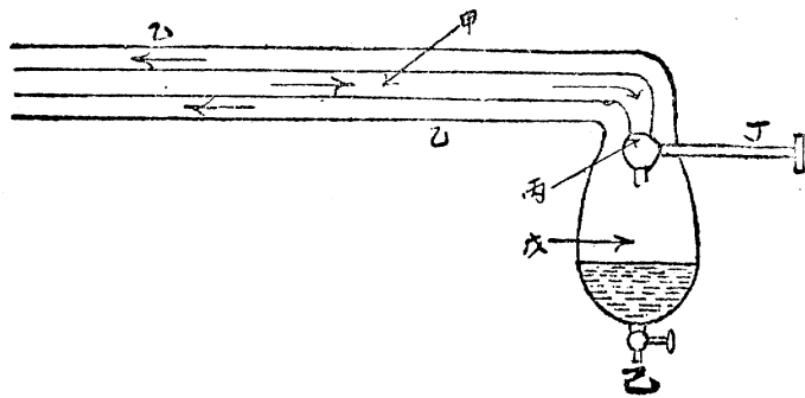
以外還要利用大冷，這冷是利用已經壓縮的空氣再讓它一部分膨脹而生的。這一部分所生的冷再去冷却其餘的空氣，這其餘的空氣就要更冷。如此更迭相冷，結果就變爲液體，所以稱作復生法。

現在我們略略的考察考察這種奇怪液體大規模的工業製法想來也很有趣。第一必要先把空氣壓縮。壓縮所用的機器大致和我國的風箱相似。不過構造上比較着爲複雜；它的原動力用的是蒸氣或電罷了。它的普通樣式大半是筒狀的，裏邊有一個活塞，並且也連着通常的活塞棒，運動棒，曲拐，皮帶飛輪等等。飛輪一轉動，活塞就跟着前後進退。在這場合，空氣就經由機器上的相宜的活瓣被活塞逼進逼出。要是用得壓力很大，空氣變得很熱的時候，就來筒外澆冷水使之冷却。或是把空氣分在幾個機筒，分成幾步漸次來壓縮，也可以免得太熱。

空氣這樣被壓以後，就來到機器的主要部分。這主要部分是有種種不同的。

林德氏的機器如第十二圖所示。壓縮且冷的空氣從(甲)管進入，經過(丁)活瓣就猛

科學的改造世界



然膨脹，因而發生奇冷。這冷空氣又經由（甲）管外的（乙）管回到壓縮器內。當這一陣冷氣經過的時候，自然就冷卻了（甲）管內的第二陣空氣，它的溫度就比前更低。這樣返復流轉，溫度一陣比一陣低，結果就次第變爲液體，集在（戊）處，從（己）處接收。

在克勞德的機器，空氣既經精製，壓縮，冷卻以後就迫入中央管內而致膨脹室（丑）。此室是一種空氣機，裏面有一活瓣，類似蒸汽機。空氣到了這里就膨脹，工作，逐動機塞，結果弄得溫度低降，就跑在一組曲折管（寅）的裏邊旋繞到（子）管裏。這樣返復幾次就次第變成液體了。

這樣看起來，空氣變爲液體恰和蒸汽變爲水是一個道理。所不同的只不過水在零上一〇〇度沸騰；液體空氣在零下一九一。一度就沸騰而已。所以在平常溫度，空氣是不會成液體的。

以上所述是液體空氣的製法；現在要講一講它的性狀。

液體空氣看着輕輕的帶一點淡藍色和水一樣。把它倒些在冰塊上就好像在火上潑水，立即起泡，沸騰，氣化，最後乃至完全飛騰，恢復原來的空氣面目。

你可以把你的手指頭浸在液體空氣裏：要是你立刻就拿回來，還不要緊；要是你的手指在裏頭泡幾秒鐘，你這手指就要掉下來。在你的衣服上倒一些，它就流在地上，猛然暴漲，生成一陣寒冷的雲霧。

來試驗管裏倒些，用木塞塞上，一忽兒的工夫它就沸騰得把木塞迫擠飛射出來。現在要注意看着它沸騰的順序。氮是比較着容易揮發的，就先跑出來，留下純潔藍色的氬。這氬的溫度在零度以下一百九十一度還靠下。若要把它來水裏滴上一些，水面上就結成一層冰。這冰就可以變成一個盛液體氬的杯子，並且越盛得多越堅固。要是你拿一條燒紅的鐵絲插在杯內，它就發出自光熔化為一個一個的小球。

這是什麼意思呢？這就是表明一個需要華氏三千度的實驗在一種零下三百度的液體裏就作成了！

液體空氣對於幾種物體也有特奇的效能。它能把鐵變得更脆。你要是拿鐵勺子去盛液體空氣，過了一忽兒，你用手就能把這勺子措得粉碎。但也奇怪，它却能使鋼器更加剛硬。肉類，鷄蛋，蔬菜和其他凡含水分的物體都能變得硬賽鋼鐵，脆似玻璃。水銀能由它凍結得像鐵；酒精能凍得賽過兩極地方的冰塊。你要是拿普通的測溫表插在液體空氣裏，測量它的溫度，不等你得到結果，測溫表裏的水銀就凍了；表下端的玻璃球恐怕也就崩裂了。所以要是打算測量這樣低的溫度，用普通測溫表是不行的；必須另用特別的器具，依照金屬的收縮去量溫度的高低。尤其是液體氳的溫度不容易測量。它比液體空氣的溫度還低，實在它能把液體空氣變成空氣冰！

收容液體空氣必須用雙層真空玻璃器。用這種容器，裏外的熱都不能傳導，所以能使液體空氣保持得住。

液體空氣有什麼用處呢？至少它是一種生寒劑絕無可疑。它的溫度既然很低很

低，它的效力自然比冰大到多少倍。還有一層，食物中如魚肉蔬果之類若用冰慢慢的去冷藏，結果往往是把這些食物的組織給弄壞。要是用液體空氣急劇的冷却呢？却是不要緊。不但如此，食物所含的生活質也不受什麼影響。因為這個緣故，乃有人計劃在各大通商口岸設廠製造液體空氣專供海船冷藏應用的。果然如此，航海事業上就更加一層便利了。

液體空氣在醫藥中也佔有一席位置了。外科施用手術可用作部分麻醉劑。在熱病醫院裏也很歡迎它冷却的力量。液體空氣可使將死的生命復活相當的時間。

液體空氣還可以用作炸藥。油和木炭攪在一塊，裝入紙製的彈筒內，然後浸沾一些液體空氣，放在目的地就爆炸了。它爆炸的力量有硝化甘油——是一種炸藥——的兩倍，它的市價却僅有硝化甘油的三分之一。並且取攜也較安全，因為液體空氣一經蒸發完了就完全不要緊了。

有時想到利用液體空氣當作一種「力源」或能力的儲藏者。前已說過，液體空

## 液體空氣

氣好比一個大彈簧，它的潛勢是很大的。這樣看起來，它也和水相似了。不過水須用火燒，才能化變蒸汽；而液體空氣就無須乎火。所以蒸汽機關也可以改作空氣機關，週圍的熱就夠使液體空氣膨脹，鍋爐就沒有什麼用處了。

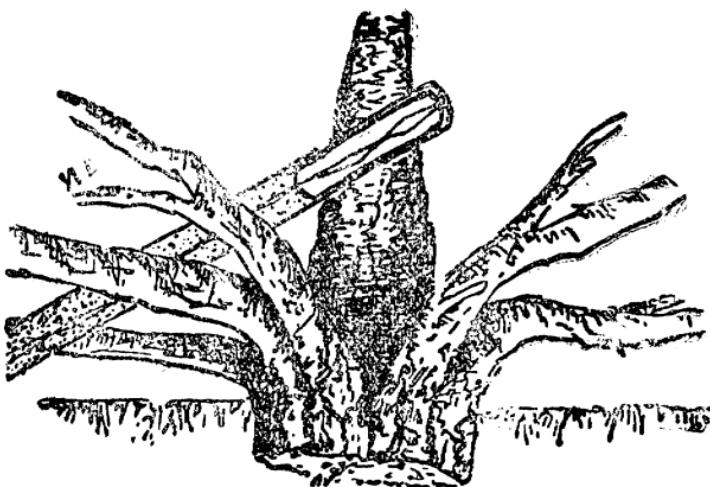
不幸現在液體空氣的價格還嫌太貴；將來製造方法改良，生產費再低些，就可以通用；那時就算另開闢了一種新「力源」。豈不是人類文明史上一件大可慶幸的事體麼？

液體空氣現時在商業上最大的用途是分取氮氧二氣。前已說過，氣在較高的溫度沸騰，若使液體空氣沸騰，則氣先分出，剩下的是純氧。把它們分儲在鐵筒內就成了商品，可以運輸販賣。哈巴 (Haber 德國柏林大學教授) 氏法製造滷精需用多量氮氣，只有從空氣裏才能夠供給這樣的巨額。

液體空氣還可以帮助我們製造冰塊。到了夏天，就是一個小小家庭也需要拿冰來保存他們的日用食品；學校實驗室，醫院，工廠等等處所更是常常要用它。可見

冰在現代社會中已經成了一種必需品，因而冰的製造也成了一個大工業。從來人造冰不是用炭酸就是用滷精蒸氣，更可怕的還有人要用以太。現在有了液體空氣，它們的「冷效」都遠在所用種種藥品以上，就可以代替它們了。

液體空氣



液體空氣可以拔樹

科學的改造世界

## 人造之光

石器時代，有人偶然拿着石頭相擊相碰，發出光來，恐怕那就是人造光的開始。

後來「鑽木取火」，才漸漸廢掉「茹毛飲血」的習慣。他們生活上稍感舒適，就發生智慧的活動，於是在昏夜中又發明了火把。從那時起人們的耳目一新，才有長足的進步，才和其他動物分辨出來。火光的發明，真是人類文明史上最光榮最偉大無以復加的了。

可是無論是「擊石打火」或「鑽木取火」，都很麻煩，而且所生的光焰大小不定。

因為這個緣故，常常怕火熄止了下次再費事，所以男子出外游獵的時候，女子就在洞中守火。「守火」就成了女子的職責。後來文明漸漸進步，昏夜需要光亮漸感迫切，於是就發明了燈燭。燈燭的光亮雖然微弱，却比火把方便，而且可以持久，所

以至今還使用不廢。

燈燭達到現在的地步也不是「一蹴而及」的。其先沒有液體的植物種籽油，我們的祖先就取他們打獵所獲的狐，兔，山羊等類的脂油措成一條，中間加上一種燈心，點起來賽過火把。後人命名造字就把「獵物」的「獵」字「犬」旁改為火旁，統名之為燈燭。後來文明稍稍進步，造出液體的油類，就發明了燈盞。燈盞到現在已經有幾千年的歷史了。

燈盞過了幾千年平安的日子，除去燈燭沒有能和它競爭的。後來忽然採用了石油，燈又改了樣子，燈盞才被壓倒。石油在我國普遍的使用不過是近二十年的事。其初由俄美運來，都稱作洋油。又因為它是從地下開採的和採煤相似，所以也稱為煤油。歐美人則稱之為石油（Petroleum）或礦油（Mineral oil）。它是各級氫炭化合物混合而成的，根本上和動植物油類完全不同。名之曰油是一種錯誤。但在最初發現時，化學還在原始的神話時代，發現的人和當時的科學家自然不知道它的成分

是什麼了。

現代石油工業還能從石油礦中分出一種白色的固體，是高級氫炭化合物的混合，名爲石蠟，可以造洋燭用。石油和洋燭的發火點較低，又能盡量燃燒，所以發生的光亮較強。石油的採用也可算人造光的一個進步了。

石油礦中還有一部分氣體，也是可燃燒的氫炭化合物的混合，俗稱爲自然氣體。煤井中往往失火爆發就是因爲這種氣體作祟。錐井採石油時，往往冒出黑煙，瀰漫空際，也就是自然氣體。大凡產自然氣體的地方往往蘊藏石油。四川自流井地方的鹽井中也有自然氣體，除飛散外都用作熬鹽的燃料。此地既富有自然氣體，大約也不能沒有石油吧。

煤氣工業由煤的乾溜分出來的煤氣也大部分是低級的氫炭化合物。其初只是用作燃料。到了十九世紀的中葉德國一位科學家姓韋爾斯巴和（Welsbach）的發明了一種燈罩，煤氣就能用作燈火了。韋氏燈罩的製法是取氧化釷和氧化鋯混以膠漆，

然後將棉綫織就的網罩浸入，取出烘乾，就可使用。燈罩安在燈口，先把綫網燒掉，就留下一個耐燒的鈦鈸氧化物的架子。煤氣在這架子——網罩——上燃燒得光亮異常。實在的說，並不是煤氣的自身發亮，乃是它成分中的炭的小粒子在罩上燃燒放出來的光亮。

韋氏的煤氣燈加上燈罩就給黑夜中添上一種從來未有的光明。於是十九世紀末葉歐美各大城中多採用煤氣燈了。我國煤氣工業至今尙無萌芽的消息，所以還沒採用煤氣燈。

可是煤氣燈雖然光亮，又有了電燈和它相比，就見出它的種種毛病。第一燃燒所生的炭氣充滿室內，有害衛生。第二熱線比光線不少，在燈下坐，往往熾得腦熱發昏。第三歐美人自殺的往往緊閉門窗，大開燈口，使煤氣充塞而死。這樣看起來，我們有了電燈就沒有採用煤氣燈的必要了。

電燈是何時何人發明的呢？說來話長，然而大體來說，電燈到了今年——一九二

七一已經有一百二十三年的歷史了。一八〇四年英國著名的科學家達維 Humphry Davy 發明了電弧，後來就有了弧光電燈。一八七〇年法國著名的科學家葛蘭木 Gramme 發明了發電機，到了一八七八年巴黎的繁華街市和劇場就安上白熾電燈。時至近代美國安迺生發明了鎢絲，電燈增長了壽命，於是山鄉僻村也有使用電燈的了。

什麼是弧光電燈呢？簡單的說，燈的當中用兩個炭棒，它們的尖端相對向着，中間用巧妙的機械構製常常保持一定的距離。電流通過，就在兩極之間生出一道弧形的電光，所以就稱作弧光電燈。但弧光電燈無論大小都失之過強，而且大半能力不全變作光能，而多變為熱能。有用的電力變作無用，實在是一種不經濟的消費。這樣看起來，弧光電燈也不是我們所理想的電燈了。可幸安迺生又想出方法利用少量電流發出溫和的光來。那就是我們平常使用的白熾電燈。所以我們應該詳細的知道它是怎樣構成的。

在弧光電燈發光的地點，電路是破開的。在白熾電燈中，電流就在不良導不燃燒的燈絲上大放亮光。譬如水流，管孔越細，則使水通過所需的壓力越大。電流也是如此，減細了導線或改變了導體的種類，它就大受阻碍。安廸生在一八七八年用極細的白金絲——三四五〇度鎔化——作電流的阻塞導線，就在這線上發生白熱。把這導線圈在真空的玻璃罩內，就見到白色的光亮。後來發現雖然白金也不耐強流的高熱；於是安氏又另找其他耐燒的物質來代替白金。當時有一位姓斯婉 J. W. Swan 的正實驗炭質燈絲。他把棉線浸在硫酸中，正在研究，安氏即與携手，結果就造成在前幾年盛行的炭質燈絲。那種燈絲可不是用棉線製成的，乃是用竹的纖維製作的。將竹纖維裝置在玻璃罩內，把空氣抽得幾乎完了的時候，一通電流，纖維雖然燃燒，却因氧氣極少，炭質無從化合，就殘留而為極細的炭絲。這種炭絲富有彈性，能耐很大的熱力。

白熾電燈有大小各種，小的至如衣鉗；大至燭光滿千，都可以製造。最可喜的

是電燈發光不借空氣，在其他燈燭不能使用，或用而發生危險的地方，如煤井和海底等處也可以自由使用，方便異常。劇場借助電燈佈成維妙維肖的景色。醫術借用電燈可以探照人體內部的情形。用在圖書館裏，它不損害書籍；用在住室以內，既不腐敗空氣又不污黑牆壁和天板。簡而言之，它的好處實在很多。

廉價的磨電自然是經濟的最要條件。急流多瀑的地方如日本，瑞士，那威和我國西南諸省極宜於利用水力磨電。在此等地方舉辦電氣事業不過只在裝設機器需用一些經費，所用電力無異拾得。試一遊日瑞等國，山村窮鄉的茅舍中亦多設電燈，可見水力發電的經濟了。

但是十九世紀電燈正在發長的中間，韋爾斯巴和的煤氣燈罩忽然出世，加以煤氣價格的低廉和煤氣燈發出微藍的光線宜於人目，電燈事業一時被煤氣壓倒。可是它們的競爭並未停止，到了二十世紀的初年又有人造出金屬的電燈絲代替了炭線，恰和煤氣燈添上燈罩相似，更加合用。於是電燈又復佔了優勝的地位。

我們在前段已經講過炭絲燈了。金屬的燈絲也是一樣。不過從前燈泡裏面的炭絲改爲稀金屬絲就是了。銥 (Osmium) , 钨 (Tantalum) , 鐦 (Wolfram) , 這幾種從來少見少聞的金屬現在都可作燈絲用了。其先製造甚難。那時製銥絲都先把銥錯成細粉，用洋灰黏合，然後擋在模中擠成細絲。把這種細絲裝在燈泡內，通上電流把洋灰燒去，剩下金粒才能鎔接成絲。現在呢？已經有法把上述三種金屬伸延成極細極細的燈絲了。它們都給發出較好的光亮，而且比炭絲消費電流也少。

電燈雖然進步到這種地步，却不是唯一獨尊的事業。按光亮說，最能和弧光燈相比的當推克孫 (Ettson) 氏的油燈。這就是我們在北京車站前，公園前，常常看見在柱頂上懸掛的大油燈。晚上點灼時去看何等明亮！略略考察它的構造，就見得它那發光處的重要部分是些比針尖還細的小孔；外面安着一個網罩，點灼就發出白光。所用的油就是平常的煤油，貯在柱腳的箱內。油的上面留着空間盛壓縮空氣。借空氣的膨脹力就把油壓上去，經由極細極細的管子升到燈內。油到了燈的上部

自動的過了濾，就流在接近燈頭的管中，受了網罩上的熾熱，就化爲氣體噴出燃燒。

這樣的裝置，油化爲氣體，可以充分燃燒，沒有白廢。要發生一千燭光的光亮每小時不過消費一合六勺煤油。在經濟方面講，也可與電燈競賽了。

這種油燈的光亮可以射穿濃霧，所以海中的燈塔上也多採用了。又因爲它的白光極與日光相似，可於夜中照像應用。

還有一種極強的光亮是阿賽台林氣體燃燒生成的。我們要是大規模的製造這種氣體最先要製取原料。用什麼原料呢？我們在京津上海晚上出門常遇見人力車上安着兩盞或四盞光亮眩目的燈，那點的就是阿賽台林。我們又有時看見一種鋪面門前貼着「發賣電石」的字條，那所謂電石的就是製取阿賽台林的原料。電石的化學名是炭化鈣，是石灰和木炭在電爐中燒成的。把小塊的炭化鈣丟在水中或水滴在炭化鈣上就發生我們所要的氣體。德國化學家用經濟的方法製出多量的炭化鈣來，所以

德國城鄉的街燈也多燃用阿賽台林。

總以上所言，可見現代的人造光的優點了。但是科學家還不匱足，常常努力追求更優良的理想的光源。

從太陽上憑藉以太傳給我們的有光波，聲波，磁波，還有其他感覺不到的波。這類的波都相混雜不易分開。我們要是取法太陽試造一種單純的光波或熱波也是同樣的困難。煮飯的爐火放出許多無用的光波；照屋的燈燭又給我們添加多量無用的熱波。

理想的源必要最大部分是光波。理想的熱媒必要最大部分是熱波。不幸我們現在所用最好的方法製造得光還不免包含着許多無用的能力。普通的白熾電燈可算是最完美的了，然而電流只有百分之五或六變為光能。其餘大部分都消費於破除燈絲的阻力和推去進路上偶有的空氣分子。可見發生光亮所用的能力只不過電流的一小部分而已。

自然界中最完美的光當莫過於螢虫和光魚所發的冷光。所謂冷光就是只有純淨的光線，沒有參雜着磁波熱波。現代的科學家就要模仿螢光去造這種理想的冷光。

凡讀過物理學的應當知道光和熱的區別只在波的長短。波越長，溫度越低。例如：

廣播電波長……………三六〇公尺

紅色光線波長……………•〇〇〇〇六八公寸

綠色光線波長……………•〇〇〇〇五二公寸

紫色光線波長……………•〇〇〇〇四二公寸

紫外線波長……………•〇〇〇〇三八公寸

于根線波長……………•〇〇〇〇〇〇〇一公寸

我們平常的經驗上知道：光是可以看見的；熱是看不見的。所以可以說：凡是波長可以用我們的眼睛察得的都稱作光；而凡用眼察看則太長，當作廣播電波又太短的

就稱作熱。我們明白了這層原理，就懂得冷光的所以然了。

最近五六年前有人試造冷光漸次成功了。英人姓台斯拉 (Nikola Tesla) 的發明了一種特別電力振動機；用這機器發出極速的振動，可以顯出來光亮。換言之，它所生的光亮的非常迅速的振動沒有夾雜着熱波。

冷光到現在還沒有施之應用，但它的完全成功恐怕就在最近的將來吧。

總而言之，現代使用電力可算一種最便利的方法，而其進步還在未可限量。但在我國只有都會地方的比較着富裕一些人家才可以使用，離普及人人還差得太遠。所以增加富力是我們目前最急之務。

## 銳

銳是現在所知道的七十種金屬之一；按時價說，恐怕地球上沒有比它再貴的物品了。設使你有二十四萬圓現金，也不過僅僅夠買一克——二分五釐——銳的價值。

銳是怎麼樣找到的呢？為什麼有人發明了銳呢？要想把這些弄清楚，必定要當它是一個孤立的事實。凡大發明都不是憑空孤零零發生的，乃是有所憑藉，和他種事實相因相生漸漸成立的。細細考究起來，便可分清它的線索系統，來龍去脈。譬如蓋屋是一磚一瓦積疊築成的。譬如喬木是由很小的種子漸漸生長起來的。飛機不是造出來就飛得像現在這樣速。汽船的構造其初也沒有現在的那樣複雜。這些成長進步都是經過若干年紀，費盡若干男女的心血造成的結果。銳的發明也是如

此。

一八九五年德國的物理學家于根 (Roentgen) 發明了X光線，震驚了各國的學者。到了第二年——一八九六——巴黎大學物理學教授白奎(Becquerel) 就發見了物質的放射性。這個發見實在是受了于根發明X光線的刺激才得到的。然而窮本溯源，于根的發明也不是出於偶然，乃是本於梁納(Leonard) 的陰極線，梁納本於郝滋(Hertz)，郝滋本於滿克斯惠(Maxwell)，滿克斯惠本於法拉德(Faraday)，法拉德本於奧斯台(Oersted)，奧斯台本於渥塔(Volta)，渥塔又本於福蘭克林(Franklin)放天鵝引下來的電氣火花。如此互相師承，才成了這個燦爛瓊瑩的大發明。以後必定還有本於銻的更奇偉的成就，自然也在我們的意想中了。

銻的發明本事實在很簡單。于根教授在一八九五年研究陰極線時——用高電壓通過真空管，由陰極發出一種由藍變紫的光線叫做陽極線——在這光線的進路中放一鋁板，光透過後就看不見，完全變了性質，可以照見人身的骨骼。這個發見公表

後，最**受感動**的莫過於白奎。白奎要尋求除電以外是否有物質也可以發生相似X光的光線，他自然就注意到能發燐光的物質。他拿鈾作實驗，先在陽光下曝曬，然後放在黑暗的地方就看見它發光。後來知道不用曬也會發光。有一次他無意中把鈾放在用黑紙包着的照像乾板旁邊，孰知取乾板時已照上鈾的影像！他以為這是物質的從來未知的新性質，他就定名為放射性或放射能。又有一次白奎正在倫敦講演他的新發現，他的衣袋忽然起火，求其原因乃係所藏的鈾石所致。於是他又知道了一種新現象。他把鈾石舉向金箔驗電器，裏頭的金箔就張開了。於此金箔驗電器又可用以驗放射性了。他發見放射性以後，巴黎大學化學教授石禮（Pierre Curie）氏和他新婚的夫人斯克羅德斯加（Marie Skłodowska）女士想考究鈾以外的元質的放射性。結果怎麼樣呢？他們先找出鉢（Thorium）也有這樣性質能放射光線。後來又發見瀝青石——含銀，鋁，錫等礦質和百分之五十以上的氧化鈾——感應金箔驗電器的速度比純氧化鈾的感應力大過三四倍。這是什麼緣故呢？居禮氏夫婦的解釋以

爲鈾礦中必定還有潛藏的元質也有同於鈾而大於鈾的放射性。他們本着這個假設從事分析鈾礦，作了三年的苦工就得到結果。他們用什麼方法呢？說起來真是平常極了。他們先把鈾礦砸碎，再用相當的試藥——如鹽酸硝酸等——溶解了，再加相當的試藥使生沈澱，過了濾，然後檢定各份的性質，就曉得它們都是什麼。要是願意知道各份都是多少呢？自然可以用天秤去秤量。這在化學上稱作定量分析；前一種稱作定性分析。定性分析可以檢定物質的性質；定量分析可以測知物質的多寡。這是大學理科學生第一年級必修的課程。可見居禮氏夫婦所用的方法並不特別了。可是他們就用這個方法發見了鈾(Radium)，因此馳名寰球，列爲第一等大科學家，影響到二十世紀的思想界，給化學上起了一個大革命。居禮夫人又發明了一種元質，爲得紀念她的祖國波蘭，就定名爲鉢(Polonium)。鉢只放射一種單純的光線，在研究原子的內容很有幫助。但是這個不在本題範圍以內，不便多談了。

以上是發明鉢的一段故事。說來雖屬簡單，作去却費工夫。爲什麼呢？鉢在三

百二十萬份的鈾礦中只占得一份，換句話講，設若有人願意得到一克——合我國重量二分五釐——鎔必須掘出五百噸鈾礦。除去用水用煤以外，還要用五百噸化學藥料去焙製。打個譬喻說，這件工程就好像從亂草堆裏找繡針，比砂裏淘金還難百倍。就此也可想見發明家的本領了。但是當時所得的不是純鎔，乃是氯化鎔。他們正在研究中，居禮教授偶被馬車軋傷，竟爾身死。居禮夫人獨力繼續研究，到一九一一年纔得到純鎔。居禮夫人更因此獨享盛名。

鎔的效能怎麼樣呢？答這個問題或者能用幾句很簡單的話說明白。取鎔少許，放在暗室內就可以看見它不住的放光。據物理學者的計算，鎔在每秒鐘能射出一，四五〇，〇〇〇，〇〇〇，〇〇〇個小粒子，定名爲甲粒子，又經考驗，甲粒子就是氦（Helium）原子，每秒能飛射三萬六千里。回頭想想，快鎗巨砲放射彈丸的速度每秒不過四里！按殺人說，固然嫌它慘忍苛毒，無道可怕。若拿科學眼光看，還嫌它幼稚笨劣，可笑可憐呢。這些殺人用的快鎗巨砲還配稱作一件器具麼？

鐳既放射甲粒子，同時還放射一種輕微一點的粒子稱作乙粒子或乙線，每秒鐳放射七一〇，〇〇〇，〇〇〇，〇〇〇個。乙粒子的重量每個僅有甲粒子的八千分之一，而速度却有甲粒子的十倍。後經認定這乙粒子都是遊離的電子，負荷着陰電。所謂電子就是電的最小的自然單位。

此猶未已，鐳還放射第三種光線，稱作丙線。丙線不含任何粒子，乃是一種運動，和光波，廣播電波相似。可是振動率每秒鐘為三，〇〇〇，〇〇〇，〇〇〇，〇〇〇，〇〇〇。它和X光線很相似了。

上段所講是鐳的放射性，現在我再談談它的透射力。鐳放出的三種光線的透射力大小各不相同。比較起來，甲粒子的透射力為最小。然而它透過薄的玻璃板恰如無物。單就這一點考察，也足夠給與我們對於物質構造的一個新解釋了。何以故呢？甲粒子本是一種原子，上文已經說過。試想這個原子透過玻板恰如無物，那末原子之所以為原子也不過是空空的一個質點。具體的說，它的體制就好像一個縮小

的太陽系，任有幾多行星，流星圍繞運行，也不致於互相衝撞。乙粒子呢？它比甲粒子既然輕微，那末它透過玻璃板當然更較容易了。據物理學者的測算乙粒子的透射力比甲粒子的透射力大過百倍。丙線本是以太的一種波動，波長很短，波峯極矮，所以它的透射力更偉大。還有一層，丙線透過物質後就具有一種非常速力，能把這物質原子所含的電子逐出。而這些被逐的電子又返過來撞到其他原子的時候，就把他原子的電子叩出，佔領了它的地位。如此循環不已，則此物質的全體另自排列成一種新組織。所以可以利用丙線去治療疾病。這又是什麼緣故呢？就是因為丙線射在病的皮肉上也能使細胞另行排列，把病細胞破壞滅絕，疾病自然減退，停止增長。從前那種癌瘤難治之疾現在用銑治療，雖不是百治百效，但凡一經丙線照過，總可以延長壽命。皮膚病，不消說，用銑治療自然是更有功效的。所以歐美，日本各著名大醫院和北京協和醫院都漸漸採用銑的丙線治療了。

最後我們應該考究考究銑發明以後所發生的影響。略略分析，最重要的當有左

列幾種：

一・自銻發明後又發見了三十幾種放射元質，開元質發見史上未有的速度。

二・銻發明後癌瘤有法可治，減少人生的疾苦。

三・夜光錶是在銻發明以後用氯化銻和氯化鋅製成的。有了夜光錶在夜間不需燈火便可看見錶針所指的時刻，增加便利不小。

這是對於人生實際上的影響，還有影響於思想的更為切要：

一・對於物性觀念的改進。在三十年前若談放射性的物質，絕對沒有人相信，而在發明銻後就有人信了。又因為放射元質老是往外放射，人力不能制止，所以我們可以說：原子自身有不息不滅，不怕大冷極熱，不感任何電力任何化學力的諸種非常性能。這是我們在發明銻後所得到的新事實，新理想。

二・對於物質真像的顯示。自從發明銻後，給電子說添上証據，我們才相信物質的原子是電子旋繞着中心核儼然如同一個縮小的太陽系。英國魯則佛(Rus-

therford)用甲線衝擊氫，氮等原子，而得到氬。這又證明有的原質是由氫或氫和氦結合而成的了。

三・對於物質潛變的確認。古代的方士有變銅鐵爲金銀的想念，但是他們不懂得物性，終是一種妄想。現在我們知道物質內容的真像，固然它們自己可以潛變，有的也可以用人力促成了。鈾是不停不息老往外放射的。它放出一個甲粒子自然就減輕一些，就不是鈾了。它的原子量是二三八；甲粒子本是氯，氯的原子量是四。所以鈾放出一個甲粒子就是減了一個四。它要是再放出三個，就變成銳；再放出五個就變作鉛了。今列表如左，可以見到它們潛變的系統：

原 子 量
.....233
.....234
.....230
.....226
.....222
.....218
.....214
.....210
.....206

原質名
鈾
鈾 ×
鉬
銑
次銑(Radon)
銑甲
銑乙
銑丙
銑 鉛

這樣看起來，鉛是從鈾變起的，由貴變賤了。但是已經有人能從水銀裏製出黃金，這又是由賤變貴了。這兩件都是新知道的事實，是十九世紀的人絕對想不到的。這是對於以前的見解一個大革命。為什麼呢？十九世紀的思想界對於元質都認為是終極不變的；現在我們知道有的是要變的了。雖然全體元質系統的互變莫由證明，但是自從銑發明後思想界才受了深刻的刺激。

四、對於能力解釋上的貢獻。銑一克崩壞變而爲鉛，所放熱量約有同量煤燃燒所放熱量的三十萬倍，這是已知的事實。這就是說：「放射而生能力。」從前天文物理學者不知能力的來源，以爲太陽是個熱體，漸漸往下冷卻。果然如

此，太陽的生命早就應該完了，早就應該沒有熱了。可巧又得了放射性這件事實作證，可以推測太陽是個放射體，一切原子能應是導源於太陽的輻射。如果這個見解不錯，那末能力供給的限制也就不是從前我們所想像的了。請看這個問題的又一面：英國瑞萊（Lord Rayleigh）和喬黎（Joly）教授曾經測量石頭表面的輻射熱量，據所推測，設若地球總積每十萬萬份物質中有兩份是屬於放射性的物質，則地球也不是漸漸冷下去的，却是漸漸熱上來的。所以再經過一萬萬年以後，地心的熱度當該升到攝氏一千八百度以上。在這末高的溫度，所有普通的東西都非熔化了不可！果真是這樣，則吾人向來所想像的星系史也不全對了。怎麼不全對呢？凡屬星類應當和地球相似，不知經過若干若干年代才熱上來；放射浮盡了又縮下去。到了又一發光時期，再借着放射把所含藏的能力發瀉出來。如此循環，無有窮極。那末能力有了來源，天文物理學家也大可不必抱其杞憂了。

總以上所述，可見我們的理想生長都是從學習研究得到的。這個理想固然離應用很遠，但是決不可鄙棄不論。蓋立留發見木星的衛星時，就找不出它在人類的應用上有什麼關係。然而就因為這件事體的刺激才啟發了人們研究科學的思想，創立了研究科學的基礎。科學漸漸進步才產生了今日的工業時代，才在歐美的文明史上放一異彩。如其不信，請將亞歐各國人民的工作，生產的力量與物質的享受比較一番，便可見得兩方有「天淵懸絕」的差異。這能說不是由於一方人肯在理想上找應用；一方人鄙棄不屑道的緣故麼？

從這個論點上看起來，便可以知道世界上重要的事業，和宏遠的理想不在乎立刻應用不應用，而在吾人心靈的發展與偉大觀念的養成和進步。銳的發明就給予吾人一個新的注意所在，給予吾人一個元質成毀的觀念和管束能力，利用能力的可能性的顯示。我們現在雖然莫明其妙，不能預測它和將來的世界發生什麼關係，但它可以增加人類生活的趣味決可無疑。

我相信世界上有我們三條大道是最不可不走的：第一是信仰普遍的人道主義，第二是信仰精神理想的真實，第三是信仰科學的價值的真實。沒有這種信仰，便沒有文明。沒有科學的信仰，專事人道主義的運動，便近於空談；沒有人道主義的信仰，科學不過是強攻弱，富欺貧的工具，沒有價值可說。所以思想和實在合爲真理是絕對不可分離的，必要一致發展進步才好。爲人類的福祉計，最好は人道主義者和科學家協力合作。

## 科學的改造世界

### 參考書目

- Molinari: Industrial Organic Chemistry  
 Washburn: Physical Chemistry  
 Corbin: The Romance of Modern Invention  
 Slosson: Science Remaking the World  
 Slosson: Creative Chemistry  
 Mathews: Application of Dyestuffs  
 Armstrong: Organic Chemistry in the Twentieth Century  
 Millikan: Electron  
 Watson: Physics

### 參考雜誌

科學

日本電氣學會雜誌

Science

Nature

Philosophical Magazine

Science Progress

Scientific monthly



### 年鑑及百科全書

朝日年鑑



80712554

一九二八年一月付排  
一九二八年三月初版

科学的改造世界  
每册實價六角半

著者 李元

發行者 北新書局

發行處 上海

四馬路中市  
新開路仁濟里

北新書局