
航空發展與太空航行

林致平

(一) 前 言

飛機之發明（一九〇三年）與人造地球衛星之發射（一九五七年）同屬本世紀之重要科學建樹，同係人類百折不撓援用科學原理之結果。惟一九〇三年之飛行，未立即引起舉世之注意，且有時過數載，尙不以萊氏兄弟之飛行成功爲可徵信者，此乃因當時國際間之通訊尙欠靈便，而世人猶未普遍警覺於航空功能之故。初期飛機，係摹擬嘗試製成，極少應用是時之工藝技術；研製者類皆獨立試造，製機費用，或由一己負擔，或由贊助者私人支援，是以規模甚小，而費用亦微。及其爲用昭著，特見重於軍事後，各國迅即以航空列入國家預算。以美國言，美空軍分配之預算（註），一九〇九年爲三萬元；一九一九年第一次大戰時爲九萬萬五千萬元；一九四二年第二次大戰時爲二百三十萬萬元；一九五八年爲一百七十九萬萬元，空軍經費約佔全部軍費四分之一，可見航空成長之迅速，兼反映戰爭對於航空所加之影响。

飛機之發明，係源於人類欲遂其凌空飛翔之素願。飛行成功後，初則被視爲時尚之競技，繼有軍用航空，再則有民用航空。前後四十年間，研製工作，率集中於「次音速」或低於音速之飛行上，以活塞內燃機爲唯一之動力來源，用螺旋槳帶動飛機。一九四〇年以後，第二次大戰刺激科學與技術之發展，螺旋槳飛機不復能滿足戰爭對於速度之要求，噴氣推進方法乃應運以生。其後，V2飛彈問世，液體火箭遂另成爲一種新穎之推進動力，無人駕駛之自動飛行，亦於焉着基。

人造衛星在人類向空中發展之歷程上，與飛機之發明，初無二致。所不同者，乃此消息迅行傳佈於世界，立即引起世人之注意，並爲舉世所接受。

人造衛星，不似早期之飛機，開始即廣泛引用各種科學理論與應用技術，如

註：美國空軍初係編隸於陸軍，二次世界大戰後，始劃出獨立。

天文、物理、航空、電子、與自動系統等。因其發展初期與航空有密切關係，故對航空具有重大意義。實則，縱使現尚未發射人造衛星，在航空發展途上，亦必將導出與人造衛星有關之理論及技術。惟如繼續向前發展，太空航行另將需要若干不適用於地球上應用之原理及設計，如離子推進法與噴出放射性物質之核子發動機等。他如太陽能之採用，亦可能用於超越大氣之太空飛行上。

(二) 今日航空發展要項

現在，不論軍用或民用，航空均佔有重要地位。此可由下列事實說明之：各國皆關有航空線，稍強之國家即建有空軍，樹有航空工業，而凡強大國家均擁有的飛彈並爭相研製飛彈。世界上直接或間接參與航空工作之人員，數以百萬計，政府及民間更不惜以巨費用之於航空研究、製造、及設施上。至於太空航行，開創伊始，即已百端相矚，遠景無限，有未可以實用衡其重輕者。

飛機與飛彈之型式，日新月異，卜其發展，殆無止境。新型之航空器，就其用途區分，有高空航機、各式導彈、高空探測火箭、與人造衛星等，茲擇要分述如次：

(1) 高空飛行之飛機

三十年來，民航飛機之性能、經濟性、及安全度等，逐年均有改進。目前活塞發動機與渦輪螺槳發動機仍佔重要地位；惟大型之噴氣運輸機已漸為世界所採用，且將漸形得勢，此類飛機，最宜高空飛行，波音之同溫層噴射客機，及第哈微蘭之慧星機，現均已納入民航，作定期飛行。原子動力飛機，美國與蘇聯已研試多年，諸多困難，已漸次克服。現航空盛用於世，民航機日多，速度日高，航線日見擁擠，影響所及，無線電通訊與雷達助航設施，均有重大成就。

軍用飛機之速度現已超過音速甚多，時速為馬赫數二至三之戰鬥機，已不罕見。即轟炸機亦已達馬赫數二倍（如 B-58）。高度方面，研究機於短時間內會飛達十二萬六千呎，X-15 研究機且計劃飛至百哩以上，晉入「太空邊緣」。航

空醫藥方面，配合高度及高速要求，近年在積極研究供氧、加溫、冷卻、零重力、與增壓及壓力保持等問題。嗣如作長期之太空航行，前列各問題及遭遇之其他困難，均將益趨嚴重。

(2) 各式飛彈

徵諸史實，各國對新武器之研究及製造，類皆諱莫如深，俾於戰時予敵人以意外之致命打擊。今者對於飛彈，則一反慣例，非特不圖隱諱，反大肆宣揚，誇張其威力之可怖。其實，方法不同，目的則一。蓋試驗原子彈或氫彈既不能無聞於世，則轉邀外人觀察，當可令其懷存戒心。長程飛彈亦然，且核子彈頭由飛彈攜帶，始能如虎添翼，於是洲際彈道飛彈遂成為冷戰中誇耀及恫嚇之對象。美國設置飛彈試射基地於人煙稠密之佛羅里達州及加利福尼亞州，固無意亦無法保持機密。

飛彈之問世，源自德國之 V1 及 V2。近經積極發展，型式繁多。大別之有空用火箭、攔截用之飛彈、隨携之飛行炸彈、飛行轟炸飛彈、與彈道飛彈等多種。

空用火箭以「空對空」火箭為主，載於飛機上，作對敵機或敵空攻擊之用。此種火箭，一般體積均甚小，射程亦較近。如「響尾蛇」，徑才五吋，射程約二哩。其可攜帶核子彈頭者，如「兀鷹」，尺碼較大，飛程亦較遠。

攔截用之飛彈以「地對空」飛彈為主，作攔截敵方飛機或飛彈之用。此類飛彈可攜帶普通彈頭或核子彈頭，尺碼較大，飛程較遠。著名之「勝利女神」與「波麻克」為其代表。前者徑二呎半，飛程逾七十哩；後者徑三呎，飛程約二百哩。

隨携之飛行炸彈乃「空對地」之飛彈，外形畧似飛機，但具體而微。載在巨型轟炸機上，釋放後，即以超音速之速度飛向目標。因其較小較快，故可逃避攔截飛彈之截擊，增大轟炸機之威力及安全性。此種飛行炸彈，大小不等，多係用火箭、衝壓噴氣發動機、或渦輪噴氣發動機等推動，飛程自數十哩至一二百哩。

美國之「鵝鶉」、「惡漢」屬之。

飛行轟炸飛彈爲低速之「地對地」飛彈，亦可視爲自地面發射之飛行炸彈。多用渦輪噴氣發動機推動，速度在界音速與音速範圍內，航程有近程、中程、遠程之分。尺碼均較大。如「屠牛士」之航程約六五〇哩，「怪獸」之航程逾五千哩。兩者之速率均爲馬赫數 0.9。後者用惰性天體追綜法導航，命中率甚高，美國曾試射多次，結果滿意。此法之運用成功，乃自動導引技術之一大成就。

彈道飛彈爲高速之「地對地」導彈，尺碼最大。速率自馬赫數 10 至 20，射程亦有近程中程遠程之分。約略言之，飛程在一千哩以下者爲近程飛彈，如「伍長」、「軍曹」；千五百哩左右者爲中程飛彈，如「天帝」、「雷神」；五千哩及其以上者稱洲際飛彈，如「擎天神」、「太陽神」。近年所謂「最後武器」，即指洲際飛彈而言。蓋其威力龐大，携核子彈頭，全球各地，無遠弗屆。擎天神，徑十呎，高八十呎，重約百噸，二十五分鐘內可飛行五千五百哩，上達高度七百哩，最大速度爲馬赫數 20，飛行路線循橢圓軌道。洲際飛彈之製造關鍵在於動力、導引、及「返回」，動力須大且效率高，導引須精密準確可靠，返回須能承受大氣所加之摩擦。其以高速衝回大氣層時所生之摩擦熱極大，以擎天神而論，每平方呎正衝面約受三百萬瓦熱能。

遠程飛彈之最佳導航系統爲慣性天體導航法。飛彈之飛行時間、加速度、角速度、與所受之重力作用等，係參照慣性空間量得，而不以地球爲準；由此求得飛彈對目標地之相對位置，將所得資料輸至自動駕駛儀中，即可使飛彈自奔目標。此法不用無線電操縱，故不受任何干擾。

(3) 高空研究探測火箭

近十年間，美蘇競相發射火箭，以研究大氣性質及高空情況。天文及物理學家欲藉以明瞭高空現象，空氣動力學家則欲瞭解高空超高音速飛行時之反應及性質。發射之初，係利用軍用火箭，如獲自德國之 V2；其後，則專門設計火箭備用，如「航空蜂」與「前鋒」。美國前航空諮議委員會（自去秋起改組爲國立

航空太空總局)發射火箭作空氣動力與熱效應試驗，曾有一具昇高二百二十哩，速度達馬赫數10。X-17三級往返火箭曾上昇離地七百哩，於一萬五千哩之時速下，將其鼻錐罩投回大氣層內。

高空探測火箭發射工作，始自二次大戰後不久。起初，只有美俄兩國進行，近數年來，英國與法國亦從事發射，惟在數量、規模、與成果上，仍以美俄居先，火箭負荷，或僅載探測及記錄儀器，或兼載生物如天竺鼠、猴子、與狗等。此次國際地球物理學年中(註)，發射高空火箭研究大氣及高空等，乃一重要項目。

自地面上發射探測試驗火箭，因地表大氣層濃密，阻力甚大，所及高度，不過百哩或數百哩。美國之「遠方」計劃，以一容積近四百萬立方呎之氣球，將一具重約二千磅之四級火箭携至十萬呎處，再行發射。該處大氣已極稀薄，火箭貫穿氣球而上，據估計曾射達四千哩。

人造地球衛星發射成功後，以其留空久，高空火箭探測工作多被其取代。惟此類火箭仍有其特殊用途，且所費亦低。

(4) 人造衛星

人造衛星之發射，成於火箭之發展；而燃料之進展、精密儀表之製作、導引方法之躍進、及各項工業技術之進步，亦均佔重要地位。火箭，動力大，構造重量小，其尤要者，為不仰取空氣，故能擺脫地球引力，在幾近真空之太空中行進或運行。

高空探測火箭，留空時間短暫，測探地區狹小，人造衛星可長期留空，且可窺察遼濶之地域及天空。如「前鋒」一號約可留空二千年，又如縱向軌道之人造衛星，可遍察全球各地。衛星已離開地球，凌駕大氣層以上，故能正確觀測太空，而不為大氣層淆亂、阻撓、或蒙蔽。至其造成之長期無重量狀態，則非在地球上所可肇致者。人造地球衛星可以觀測地球，研究地球，並致用於地球，另一

註：國際地球物理年，始自一九五七年七月一日，終於一九五八年十二月三十一日，共十八個月。

重要用途爲觀測太空，研究太空，及作爲向太空發展之階梯。所謂「太空站」，亦不過爲人造衛星之變稱，或爲一大型衛星，或爲結合若干個衛星而成之空中航器，供人駐留及工作。

首先發射人造衛星者爲蘇俄，時在一九五七年十月。繼爲美國，在一九五八年一月。英法近始議及。迄今，發射者仍只美俄兩國，都已十餘顆。以重量論，蘇聯最大；以數量言，美國較多。此中，包括射向月球之太空探測器。蘇俄於今年一月曾發射一枚月球探測器，逃離地球，在太陽系中形成一與地球運行類似之軌道。美國繼在今年三月，亦發射「先驅」四號，形成類似之軌道，兩者之軌道均在地球與火星之間。

發表之人造衛星發射工作，以美國之「前鋒」計劃最爲詳盡。是項計劃乃國際地球物理學年重要項目之一，純供和平研究用。「前鋒」工作，進行甚早，惟遭逢之困難與打擊亦最多，迭經失敗，正式衛星終在今年二月發射成功。前鋒火箭爲三級火箭，重二萬二千磅，衛星重才二十磅，負荷比頗小，約爲一千比一。以目前液體火箭之推進效率言，欲使衛星獲得其所需之軌道高速（每秒二萬六千呎），需用三級（或多級）火箭。級數多則負荷比小，故所得之負荷比甚低。「前鋒」如此，美、蘇所發射之其他衛星，大抵亦復如此。倘能採用如洲際導彈用之大推力火射，或採用「比衝」較高之新燃料，則火箭級數當可減少，而負荷比即可加大。發射衛星要求於控制及導引者甚嚴，末速須在預期速度百分之二以內，運行方向須不得較預定者有兩度半之出入。質以火箭動力巨大，機件儀表繁雜，大氣狀況又變化錯綜，欲使火箭依預定之程序，緣一定之路線，將衛星送上軌道且具有定值之高速，實爲一異常嚴格之控制要求。現美蘇均能發射衛星，顯示彼等或已解決，或已初步解決大動力及精確導引問題。

附帶言及者，乃吾人均知空氣包覆地球，阻力頗大。實則，大氣幾均依附在地球表面上。百分之九十九（重量）之大氣，均在離地二十哩（十萬呎）高度以內。在離地六十哩處，空氣密度已減至只及海平面上之百萬分之一。而據估計，

第一顆人造衛星每飛繞地球一周，其所遇空氣之總重尚不及兩克。

(三) 飛機與飛彈將來設計之趨勢

航空工作人員所致力者，係將航空器於空中自一地帶至另一地。目前之工作，着重於性能之改進，將來之設計趨勢，將仍沿此方向，而以高度、速度、與航程等三者為重點。高飛本身即為飛行目的之一。軍用上，居高臨下，進可以克敵制勝，退足以趨避自保。噴氣機在高空始能快飛、遠航，及運用經濟，是皆航空之要旨，故高飛在民航上亦極重要。

增加速度，可以縮短飛行時間。飛機需高速，飛彈尤需高速，飛彈飛行時間短，一則可減小導引差誤，再則可減低被截擊之可能性，此外，高速亦為火箭遠射之先決條件。觀以近今之跡象，飛機與飛彈均係朝向高空與高速發展。關於有人飛機與無人飛彈之取捨，迄今尚無定論，觀乎美政府現仍續撥巨款以發展高速之軍用機，可知有人駕駛之飛機，在最近之將來，仍未可偏廢。

今後高速飛機之動力，將受兩種新興動力支配，一為噴氣發動機，另一為火箭。渦輪噴氣發動機與衝壓噴氣發動機仍在演進中，將來之發展可能遠超過今日適用之速率範圍。美國前航空諮議委員會曾認為渦輪噴氣發動機可用於馬赫數為四之飛行，衝壓噴氣發動機所能適用之馬赫數可高至六。惟此類發動機，需用空氣助燃，雖至盡善境界，恐亦難用於十萬呎以上之高空飛行。作太空飛行時，大部份之能量，均消耗於自地面昇至十萬呎之行程上，因渦輪及衝壓噴氣發動機之比衝遠較火箭為高，故可能作為初期推動機裝用於太空航器上。

火箭動力巨大，且無需仰賴空氣中之氧氣，用於飛機高飛，能使機速大為增加。惟此法雖能將飛機加速至馬赫數10或更高，但於高度却不能依比例遞增。蓋高空中空氣稀薄，浮力至微。如減低翼荷至每平方呎 12.5磅，亦只能使飛機於馬赫數10時飛至十六萬呎之高度。欲在二十萬呎處作平直飛行，將需近乎人造衛星之軌道速度。

近年間，頗多製作大型民用及軍用火箭飛機之建議，其有關之技術問題，如可控制之火箭，超高音速之機型，與操縱及導引問題等，亦多經研討。惟欲此種飛機適於民用，必須先行解決安全、起飛嘈音、及岔航問題等始可。現可申言者，乃超高音速之火箭飛機、飛彈、及太空航器，業已廣泛引起世人之注意。

美國之 X-15 研究機即係第一架此類超高音速之推進滑翔機。該機現已出廠，正作初步試驗中。最高速率為馬赫數 5 或 6，一說可高至 7，高度可達百哩或百哩以上。此機擬附載於巨機 B-52 翼下，帶至後者所能飛達之最大高度，再行放出。釋放後，即藉其自身之火箭發動機昇空飛行。X-15 機主在研究航空器在大氣外圍處之控制與返回問題。該處空氣，幾已絕迹，普通之操縱面失靈，用可調節之小股噴氣作為操縱方法。此機所作之試驗，在超高音速巨型民航機之設計上，或在乘人之太空飛行上，價值均高。

世人一度曾認為地對地之長程彈道飛彈將為最後之戰鬥武器，此說已因近年新武器系之繼續發展而銷斂。此中如射擊飛彈之飛彈，潛艇發射及空中發射之彈道飛彈等均屬之。美國之 B-70 化學轟炸機，重量逾三百噸，時速逾二千哩，航程在七千哩以上。而傳稱蘇俄設計之 T-4A 衝射滑翔轟炸機，用八十萬磅推力之火箭發動機，能上飛一百二十哩，航程在四千至一萬哩之間。由是可知飛機與飛彈之速度，正上增未已。

(四) 幾項重要發展

考事物之發明或誕生，莫非時會之所趨。電之後始有電報、電話、無線電，內燃機之後始有汽車與飛機。太空航行之來臨，亦復如是。過去十數年間，航空理論及技術猛晉，且關連太空航行，而太空航行乃由是以生。在此時期內，航空結構、材料、及製造方法等，進步固大，而動力、導引、及空氣動力學等，則建樹尤多，磁場流體動力學即為因超高音速飛行因成之新興學科。茲就進步中之尤著者，略述如次：

(1) 火箭推進方法

火箭推進方法，為現時產生大動力逸出大氣層或逃脫地球引力之唯一可用方法。各國初係致力於液體火箭之研究與製作，尤重於大型者；近又兼及於固體火箭。彼等用於研製之經費甚夥，進步亦頗顯著。以推力論，十五年前，德國 V2 火箭之推力為五萬餘磅，今之大推力者已達數十萬磅。美國與蘇俄且在競相研製百萬磅以上推力之火箭，可見進展之一斑。

前述之液體及固體火箭，均指使用化學燃料者而言。現下之化學燃料，「比衝」值約為250秒，將來，可望增至350或400秒。關於高能量燃料之研製，頗屬積極，發現亦多，如硼氫化物之烷基氧化硼即屬之，其所含能量甚高。採用高「比衝」之燃料後，火箭之推進效率必可因以增大。至於可望用於高空高速飛行及太空航行之原子動力推進法及離子推進法，美國已研試多年，惟尚未達實用階段。

(2) 導引

近年間，自動導引之發展途徑有二，一為範圍，另一為技巧。範圍所及，廣袤歧異，技巧則注重精密準確。現用之導航方法，計有慣性、乘波、聲響、紅外線、雷達歸航、無線電指揮、與慣性天體導航法等多用，所據原理各別。時至今日，航空器速率甚高，飛行領域遼濶，純粹之地上導引法已不敷用，故慣性天體導航法且將成為導引太空航行及高速遠程飛行之主要方法。

飛機、飛彈、與太空航器所需之導航儀表極為精密，導引系機件之設計及製造，以是曾發生革命性之改進。以線型量度言，長度需準確至十萬分之一至百萬分之一吋，角度需準確至秒，陀螺儀之運轉偏差每小時需準確至分（角度）。其影響所及，電子控制及電子計算裝備，均已廣泛引用。

此外，戰鬥機內之空隙有限，飛彈與太空航器之空隙尤屬可貴，欲將大量之電子裝備裝入其中，則此類裝備勢須極端纖巧，或別求解決及發明新品，因此，乃有所謂「精微技術」。由此而衍生者有電晶體、電子計算系、與印刷電路等。太空航行初期，航器性能之裕度自必甚小，載荷之重量與體積須力求精簡，故精

微儀表之製作頗屬重要，審以近今情形，將來在精微工業上，需要改進及可能發展之處尚多。

(3) 空氣動力學

一九四〇年迄今，空氣動力學上有一大進展。當時以前，航空研究幾均以次音速為歸宿，企求了解次音速範圍內昇力、阻力、推進、與干擾等之正確性質，俾能獲致更佳及更準確之設計。一九四〇年以後，空氣動力學之境界，自界音速進至超音速，更晉至超超音速。自由飛行曾到達23馬赫數；試驗室中，號稱曾造成50及200馬赫數之超高速記錄。可知現今之空氣動力學領域已極廣泛，而實用之馬赫數極限應將到達。蓋人類似尚無以超越人造衛星之速度行進之必要。是以今後之工作，應係研究在此廣大速度範圍內氣動力之性質。

航空器以甚高之速度在空氣中行進時，除其表面溫度升高外，其周圍之氣溫亦因吸收大量之動能而上昇。且速度愈大，上昇數值亦愈高。空氣溫度逐漸增高時，依次將發生震動、分解、與離子化等現象，使其本身由近乎理想氣體之性質，變成截然不同之複雜流體。

近年間，因空氣動力學拓展至高馬赫數，故研究工具及設施亦相隨俱變。風洞設計，即其一端。界範不一，制式各異，普通形式之界音速、超音速、與超高音速風洞，氣流速度自約次音速至馬赫數10；使用震擊管、震擊筒道，與彈道發射法者，馬赫數已高至20以上。

(4) 磁場流體動力學

磁場流體動力學係近年來新興之學科。

空氣在高溫下，除發生物理變化外，尚循序發生一定之化學變化。常溫時，每100體積空氣中，約含氧21體積，氮78體積，兩者均以分子狀態而存在，其餘則為微量之水蒸汽、臭氧、二氧化碳、及稀有氣體等。溫度漸高，分子漸分解成原子，氧氣與氮氣將兼具分子及原子狀態，此外尚可能生成一氧化氮、自由電子與離子等。高速飛行時，如產生之溫度再高，空氣離子化之程度即形加深，終則

形成一種導電性之複雜流體，或稱「漿體」，而受磁場之作用。討論漿體在磁場中運動之科學，謂之磁場流體動力學。磁場流體動力學之公式，可用以說明太陽燦爛時宇宙線之產生，太陽黑子之形成，地心內熔岩之流動，螺旋星雲之穩定性，以及熱核子熔合時之拘束效應等各種不同之現象。現下航空所注意者，為漿體噴射法。美國航空太空總局現正試驗此種漿體噴射推進法，另並製有小型之離子推進器在磁場中加速帶電粒子以產生推力。又當飛行速度接近馬赫數20時，層流層內之電磁效應即形顯著，美國 AVCO 研究試驗室曾建議用電磁阻力以解決人造衛星或太空航器返回時之緩衝問題。

五 目前太空航行之目標

世界第一顆人造衛星昇空距今尚不滿兩年，凡諸發展，均在試探及試驗中。惟不論終極目標如何，短期間內，應以繼續發射人造衛星為主，藉以探測及研究地球表面周圍數千哩高度內空間之物理性質、化學性質、及電化現象等。蓋人類欲從事太空航行，須先熟諳地球周遭情況始可。幾世紀來，物理學家與天文學家研究高空及太空，率只能用間接方法，今者，將可直接測度，從而獲得豐富而翔實之資料。例如圍繞在地球外面之「范埃倫輻射帶」，即係人造衛星之一大發現。

其次，將為發射乘人之人造衛星及對靠近地球之星體如月球、金星、與火星等作初步之探測。在技術方面，首將致力於覓取較佳之燃料，製作更佳之結構，研究精微之導引系與控制儀表，及製造大型之航空器。返回問題乃人類航行太空之先決問題，美蘇兩國於此研究頗力，各方提具之方法亦多。洲際導彈彈頭衝回大氣層之問題，似已解決，乘人之太空艙需要極高之可靠性及安全度，仍待繼續努力。現美、蘇所發射者，仍係小型之研究試驗用衛星，嗣如返回問題滿意解決，空中危難能予克服，且如製就較佳之燃料、導引系、儀表、結構、與航器等，則建立太空站及向太空作進一步之拓展，當可拭目以待。

附 錄

所引飛彈及火箭名稱對照表：

響尾蛇 Sidewinder

兀 鷹 Falcon

勝利女神 Nike-Hercules

波麻克 Bomarc

鵲 鶉 Quail

惡 漢 Rascal

屠牛士 Matador

怪 獸 Snark

天 帝 Jupiter

雷 神 Thor

擎天神 Atlas

太陽神 Titan

伍 長 Corporal

軍 曹 Sergeant

航空蜂 Aerobee

前 鋒 Vanguard

先 驅 Pioneer

RECENT DEVELOPMENTS IN AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS

Chih-Bing Ling, Ph., D. Sc.

Professor of Physics

This paper presents a general survey of the recent developments in aeronautics and astronautics.

Ever since the Wright brothers made the first successful manned flight, aeronautics has progressed tremendously. The two world wars gave aviation great impetuses and fostered it to become an important industry. But before 1940, aeronautical developments were largely limited to subsonic speeds with reciprocating engine as the sole means of propulsion. During the last war, the unceasing demand for higher performance finally resulted in jet propulsion. Thereafter, aircraft speeds increased from subsonic to transonic, and then to supersonic, and operation altitudes became higher than ever.

However, the air-breathing jet still has its speed and altitude limits. With the advent of German V2, rocket power emerged as a new form of propulsion. The rocket can produce much higher thrust and does not require air breathing for its combustion. It thus makes possible a much faster flight in vacuum. The science and technology of rocketry have made great strides in the past decade. And as a result, artificial satellites were launched into orbits and the space era begins.

The first part of this paper reviews the present status of aircraft, missiles, and satellites. The second part lists possible future design trends in aircraft and missiles. The third part relates some important developments in aeronautics and astronautics. The last part discusses the immediate prospects in space flight.

