



**AXTW2018** ASTRONAUTICAL EXPLORATION **TECHNOLOGY WORKSHOP 2018** 

# **AXTW2018**

Astronautical Exploration Technology Workshop 2018

# The 70 Years that Human Think and Do about Manned Mars Missions

Kuang-Han Ke<sup>a</sup>



a台灣臺北市 廣碩系統股份有限公司 Gran Systems Co., Ltd. 110 台北市信義路五段五號3A16室, kke@gransystems.com, 02-2729-8605

# **Abstract**

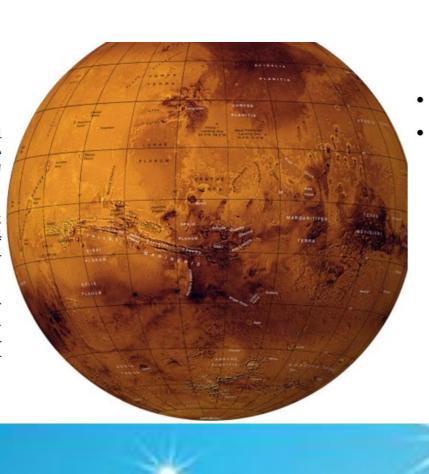
Recent discussions in the new space industry include the announcement by Elon Musks with his plan to send human to Mars starting 2024. Going back in history, human actually started thinking about Mars for a couple hundreds years or longer, and actually doing something about it starting from approximately 70 years ago with Dr. von Braun attempting to write a science fiction, in which he started to layout the mission design and calculated what the mission might need in his novel. This 70-year history is well known in NASA and the space industry in the United States, but not discussed or shared to the same extend in Asia or the rest of the world. For missions as large as the Mars Missions, or even human attempting towards Manned Mars Missions, this might require not only powerful nations or companies with resources, but possibly collaboration from many countries. Hence, it is the goal of this paper to take a long-term view at the 70-year history of human thinking and actually doing something about the Manned Mars Mission, a parallel look at the history of the Apollo Manned Moon Missions, and Elon Musks' program, with the fresh look about the international collaboration, and from the industry partnership perspective. This paper also will look at the technology improvement and the historical reduction of mass required, to accomplish these kinds of missions to address the reasoning why Elon Musks is beginning to think about and act on such mission opportunities and pave ways to establish his supporting industry.

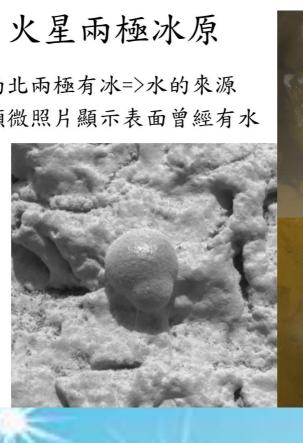
Keywords: Mars Missions, Manned Mars Missions, Historical Overview, Long Term Planning, Industry Partnership, Historical Technological Improvement, Mission Design Concepts, Elon Musks, Mars Base, Moon Base

# Motivation











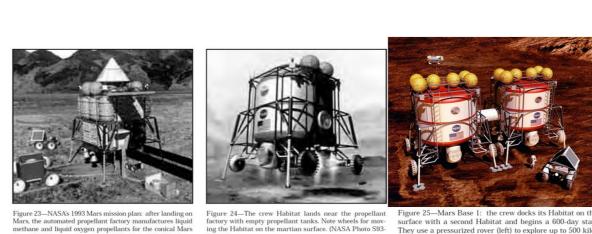
# 全球載人火星探索計畫歷史

- 但是至今尚未實現,因為從地球到火星最快也要數個月的時間,載人
- nans to Mars 65 Years of Mission Planning, 1950–2015
- 則會需要比機器久,考量也會更多
- Humans to Mars 65 Years of Mission Planning, 1950–2015 • 有超過1,000個載人火星任務規劃研究 : 從簡單的任務到艦隊形式
- · Human travel to and from Mars probably would take many months at best. • Biomedical & psychological implication of such long duration space flight, and logistics are daunting!
- The logistics of getting enough food, water, and other supplies to Mars are also challenging at best.

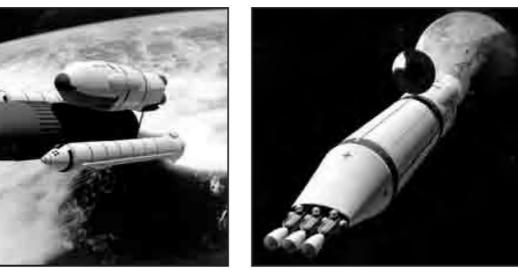
### von Braun的第一個火星探險小說

- 寫了一本火星探險的小說,小說不太受歡迎,但是附件的計算和說明成為1952 年一篇德國文獻「火星計畫」,1953年該計畫的英文版在美國出版 • 當初的計畫非常龐大,包括十架次每艘4000噸的太空船,共載有70位太空人的
- 當初的假設不知道地球軌道的太空站能作為組裝基地;他的太空艦隊是由三節 式帶翼火箭的組件組合而成,在軌道上組裝成這十艘的火星太空船艦隊共需 • 載送40噸承載物到軌道上:全部需花費 5,320,000 噸燃料把十艘太空船全部
- 送上軌道去。 • 其中七艘會載人來回地球,上面載有人員艙,沒有登陸功能 • 其他三艘只單向去火星,沒有人員艙,但載有帶翼登陸滑翔機
- 任務會使用最低能量軌道,離開地球軌道會與消耗完燃料的太空船分離,展開 單趟八個月的無重力的旅程 • 在第一次到達火星之前,這會是人類第一次近距離的認識火星,之前並不會有
- 無人太空船事先經過火星近距離觀測,他那時候不知道技術可以先進到讓機械
- 地,第一個火星登陸點會在從地球軌道出發的時候才會決定。 • 第一台登陸滑翔機會從火星軌道滑向火星的極地冰原,像滑翔機以滑行方式降
- 落火星,他認為這是火星唯一確定光滑的降落地點 • 第一批太空人需要放棄他們的滑翔機在火星南北極,之後展開4,000-mile長征
- 到達赤道附近的火星基地,並且建築一個降落跑道,讓其他在軌道上的滑翔機 可以降落,這樣子的設計概念在之後五十年中沒有出現過。
- 直到在火星軌道上,太空人會以望遠鏡決定火星赤道附近的地表探險地點與基 地,第一個火星登陸點會在從地球軌道出發的時候才會決定。 • 第一台登陸滑翔機會從火星軌道滑向火星的極地冰原,像滑翔機以滑行方式降
- 落火星,他認為這是火星唯一確定光滑的降落地點。 第一批太空人需要放棄他們的滑翔機在火星南北極,之後展開4,000-mile長征 到達赤道附近的火星基地,並且建築一個降落跑道,讓其他在軌道上的滑翔機 可以降落,這樣子的設計概念在之後五十年中沒有出現過
- 其他人員會這樣登陸,剩下足夠的人員在火星軌道上來維持這七艘艦隊的運作 滑翔機登陸之後,會將三角機翼鬆脫,並讓類似V-2的火箭機體單獨存在並且 垂直站立,以因應需要緊急發射的狀況
- 之後設立可充氣式的火星住宅-他們要花400天來探索火星沙漠狀的地表,這是 這些太空人在火星這些日子居住的家,並且會收集火星表面的原生花種和動物 並且會探索19世紀發現的神秘火星大裂痕,他當初認為火星上一定有生物。 • 火星探索任務全程會花費三年時間。 • 他試圖盡量減少重量,使得整個過程不需要使用這麼多的燃料
- 那時並不知道可以透過電視轉播,也不知道無人探索的選擇,而派出這麼多人 的探險隊則是被當時風行的數千人南極探險隊影響深遠。
- 系列報導,瞬間成為美國家喻戶曉的探索太空飛行的白衣火箭科學家 • 這時的概念出現了抗重力的輪型太空站,並以該太空站為太空船組裝基地
- 而這時候他開始考慮三年的時間,太空人有可能會發瘋,所以需要考量一些 心理上和生理與醫學上的議題 • 這時核子推進引擎概念開始被提出
- 計畫也比之前的十艘艦隊小了許多,降低為12位太空人2艘太空船(一艘載人 一艘載貨)的任務編組,共花400次地球軌道的運送,以每天兩次發射,共七 個月準備時間,兩艘總重3740噸,3年後只有38.4噸會回到地球 • 9位登陸火星,直接登陸赤道附近的降落點

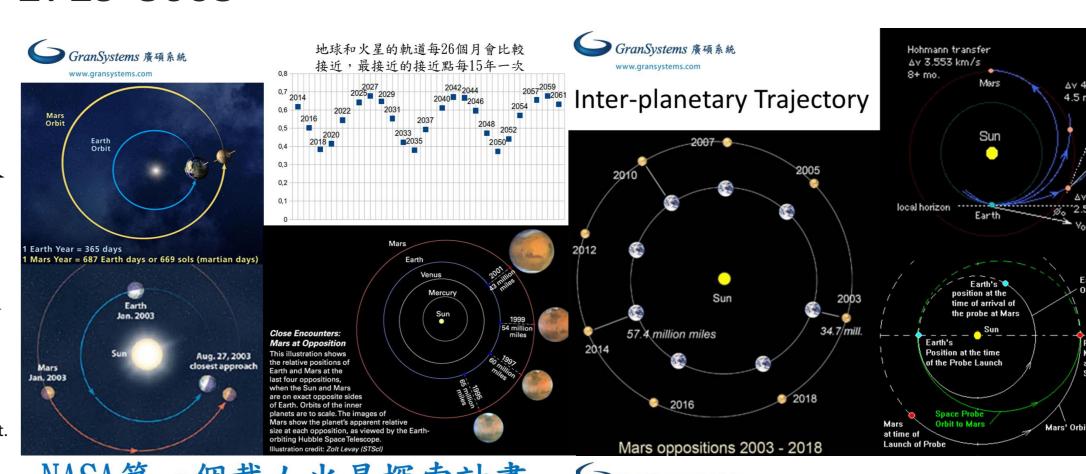
近期概念:火星的家和燃料製造



# 近期概念







GranSystems 廣碩系統

GranSystems 廣碩系統

GranSystems 廣碩系統

登陸火星

回到火星軌道

aunch pad for its ascent stage. Unlike the Lunar Module, it cast off spent propellant tanks as it climbed to orbit. ("Summa Presentation: Study of a Manned Mars Excursion Module," Franklin Dixon, Proceeding of the Symposium on Mann

1968年波音提案

DEORBIT ORIENTATION

# NASA第一個載人火星探索計畫

 1957年NACA開始研究行星飛行所需要的 Nuclear thermal & electric rocket propulsion

• 1960年NASA開始第一個火星任務研究

Lewis 中心研究人員試圖用以上先進的推進系統來降低整體任務的重量 任務是從地球軌道上的太空船系統開始,可以是以一整個系統發射上去或是將 大的模組在地球軌道上組成。

• 太空船將乘載七位太空人,由高推力核子火箭引擎加速,以到達火星轉換軌道 • 到火星時,太空船減速進入火星軌道,由兩位太空人進入火星登陸艇下降至火 星地表,在地表探索一段時間之後從火星表面以化學燃料火箭回到火星軌道與 軌道上其他成員會合,準備回航時加速以回到往地球之轉換軌道,到達地球時 地球登陸艇會與太空船分離,並減速,將所有太空人安全的送返地球表面。 這時的規劃是以全程420天來回40天火星地表探索的任務,假設是1971年的最 佳火星地球的軌道相對位置(19 May 1971) • 通常要越快飛到火星的太空船會需要載越重的燃料,會比慢到火星的多很多

而更多燃料會需要更重的太空船來載這些燃料,所以通常太空船減重會是最重 但Lewis團隊發現在軌道上的人員風險係數也必須同時考量,但是這些風險很難

Explorer 1 和 Explorer 3 (26 March 1958發射)發現了地球周圍有Van Allen Radiation 直到在火星軌道上,太空人會以望遠鏡決定火星赤道附近的地表探險地點與基 · 再也不能像von Braun一樣以很薄的沒有遮蔽的太空船去火星了。現在需要考量 的輻射包括:持續不斷的太空射線、太陽燄、太空船的nuclear-thermal 火箭引擎 太空船人員艙是一個無遮蔽雙層圓柱體,提供太空人每人 50 square feet空間(參

考潛艇人員參數),在正中間有另一個嚴密遮蔽的圓柱體保護艙,可以在太空船 通過Van Allen belts、核子引擎運轉和大規模的太陽燄發生時太空人可以躲避, 太空人也會在其中睡眠,以降低每天暴露在宇宙射線中的時間為每天2/3的時間 420天旅行可能需要23.5~80噸遮蔽重量,甚至140噸遮蔽重量,所以這些輻射相 關參數是需要和旅行天數與燃料重量做最佳化的分析與設計 其他人員會這樣登陸,剩下足夠的人員在火星軌道上來維持這七艘艦隊的運作
Lewis團隊預估1971年來回420天太空旅行的nuclear-thermal太空船(最高可接受 輻射劑量100 REM) 在地球軌道發射時重 675 噸,大約是>空客A380最大起飛重量

## Apollo登月計畫之影響

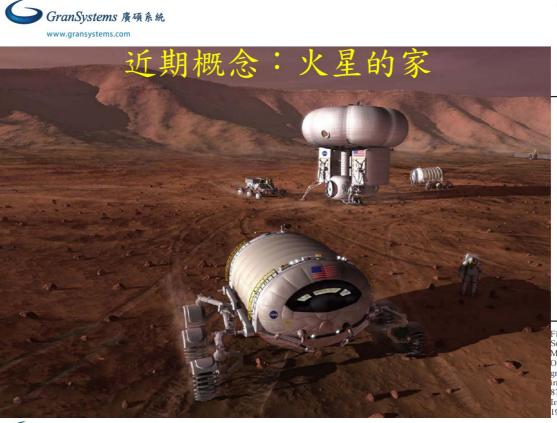
登月讓火星計畫延後,但也讓太空站和大型火箭提前被設計出來 地球軌道交會Earth-Orbit Rendezvous (EOR) and 直接進入軌道Direct Ascent都是 載人火星計畫可以參考的做法 In EOR, two or three boosters launched Moon ship modules into Earth orbit. The

modules docked; then the resultant ship flew to the Moon and landed. Mars planners knew that experience gained through Moon ship assembly could be In Direct Ascent, the spacecraft flew directly from Earth's surface to the lunar surface and back. This called for an enormous launch vehicle which could be used

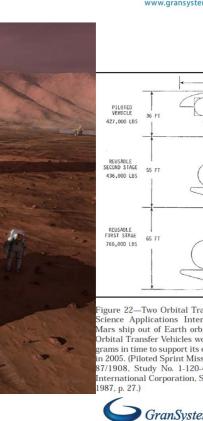
to reduce the number of launches needed to put Mars ship parts and • 登月讓火星計畫延後,但也讓太空站和大型火箭提前被設計出來 地球軌道交會Earth-Orbit Rendezvous (EOR) and 直接進入軌道Direct Ascent都是 載人火星計畫可以參考的做法

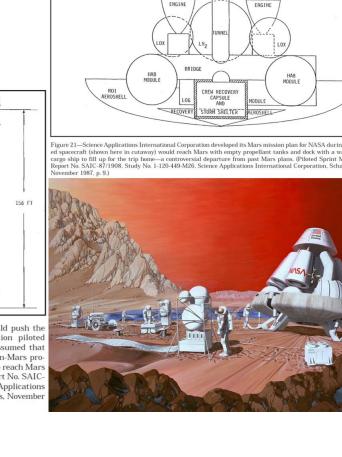
• In EOR, two or three boosters launched Moon ship modules into Earth orbit. The planners knew that experience gained through Moon ship assembly could be

In Direct Ascent, the spacecraft flew directly from Earth's surface to the lunar to reduce the number of launches needed to put Mars ship parts and 1962年NASA 宣布選擇月球軌道交會Lunar Orbit Rendezvous (LOR) 而不是 EOR Apollo登月計畫作為赴火星的技術跨越計畫的機會降低,使得更大火箭的需求 需要被說服,而啟動另一個叫做 EMPIRE的計畫,也就是NASA歷史以來在載



ET Core w/ 4 STME 1.5 Stage Up To 8 Castor Motors





The Vision for Space Exploration



