

【工業】開發太陽系的經濟效益

2018-11-01 10:42:00

原文網址：<http://blog.udn.com/MengyuanWang/119107102>

上周有讀者問我有關外星拓展的經濟效益問題。我想了一想，雖然沒有特別詳盡的細節資料，但這不是我的錯；事實上絕大多數有關這方面的討論，不是空想就是忽悠，所以寫一篇文章來解釋這個議題，還是有意義的。

我們先把基本的分析原則講清楚：一個人類未來的成就是否會發生，必須通過三個層次的考慮（參見前文《從貝爾實驗談起》）：最基本的，是物理上必須可行；其次是工程上能實現；最終則是在實際應用上，是否有經濟效益。如果物理上不可能，那麼自然一切免談。如果理論原則上可以發生，但是因為有層層的物理限制，所以工程上無法實現，結果也是一樣的。但是一般畫科幻餅來充飢的人，主要是沒有考慮經濟效益；現實裏賠錢的生意沒人做，即使為了國家的“光榮”而硬是由政府把稅金投進去，這也頂多只能是特例，不會成為人類社會的普遍常態和經濟活動的重要組成部分。

接著我想要澄清，所謂的外星拓展，只能是太陽系。這是因為人類永遠不可能對其他的星系做直接殖民或開發。我們的這個宇宙，極為浩瀚，星系之間的距離以光年計。很不幸的，相對論限制了飛船的速度：隨著速度的增高，質量因而增大，加減速就越困難。即使假設有了無限而廉價的能源，加減速的過程仍然極度花時間。再加上星系之間的零散粒子，在飛船接近光速的10%這個量級之後，會形成極強的放射性照射，很快就能拆解飛船的結構（更別提裏面的生物細胞了），所以在不考慮費用的前提下，星際飛船的極速仍然在光速的1%上下（亦即時速一千萬公里），到太陽系的近鄰（距離4.2光年）來回一次，仍然是一千多年的事。飛船的乘客或許可以人工冬眠，但是地球的人類社會卻不會一起冬眠來等他們，那麼也就很難想象為什麼要投入接近無限的資金（別忘了，人命是有價的，無限的資金就是無限的人命犧牲；參見前文《政府的第一要務》）來搞這樣一件事。

前面特別說“直接殖民或開發”，是因為如果用間接的手段來做，可以節省4到5個數量級的資源，那麼在非常極端的社會環境下，或許在長遠的未來至少有理論上的可能。這個所謂的間接手段，就是送一個只搭載AI的小飛船來做星際旅行，到達目的地之後，再根據所記錄的DNA來人工合成生物體，進行殖民。如此一來，飛船就不需要保護生物細胞，其載荷可以做得相對很小，那麼在工程上已經做出無限而廉價的能源的前提下，費用或許是人類經濟可以承受得起的。不過這對地球人類自身一點好處都沒有，純粹就是花費，而21世紀的人類連全球暖化這種犧牲現在1塊錢來挽救50年後子孫100塊錢的努力（環保議題的核心，還是經濟效益，只不過是長期、全面的經濟效益，參見前文《有關環保和全球暖化的幾點想法》），都無法達成共識。那麼30世紀的人類要做出如此無私的奉獻，其政治結構和國際環境也必須先有重大的改變（換句話說，必須有絕對中央集權的統一人類政府，在太陽系有整體滅絕的危險威脅下）才可能。

在另一個極端，則是近地軌道。自從Yuri Gagarin在1961年的軌道飛行開始，至今57年來，近地軌道斷斷續續地一直有人類占據。載人航天是有一點經濟回報的，它主要來自進行零重力或者無大氣阻隔的科學實驗（例如前文《丁肇中與高能物理界的牛屎文化》所討論的AMS-02就由Space Shuttle送到ISS上；當然，要做成無人衛星也是完全可行的）。不過這些回報（相對於使用無人衛星技術），比起投入的資源，說是零頭都有點誇張。所以近地軌道載人航天並沒有什麼直接的經

濟效益，它之所以持續了許久的主要原因有二：1）它的工程難度不高，整體費用佔人類經濟體量比例也很低，有許多國家負擔得起；2）20世紀和21世紀的國際社會是分裂而且有強烈對立競爭的，所以載人航天的宣傳性價值，彌補了它在實體經濟上的負面代價。換句話說，如果人類有了統一而理性的政府，就不會再從事載人航天。但是既然21世紀還有霸權交替這個議題，那麼載人航天的市場就會持續、甚至擴展下去。

然而近地軌道並不是“外星”，它就像人類家門口的臺階一樣，走到那裏算是“出了門”，但是並沒有去到哪裏。所以真正的“外星拓展”的前提，是必須脫離地球軌道。

要脫離地球軌道，必須完全剋服地球的重力井（Gravity Well）。相比近地軌道，所用的淨能量是2倍；但是因為火箭必須帶著燃料加速，所需載荷能力大約成長5倍；因為越大的系統越複雜，工業和財政上的投入則大約為10倍，這（指載人脫離近地軌道的任務）就把二流航天國家給統統刷下來了，只剩下直接爭奪霸權的兩大強權才有能力來做。

脫離地球軌道後的第一站是月球。其他的目的地距離都遠上至少百倍（航天飛行不是直線的），並且還有要剋服太陽重力井的問題。雖然月球只像是人類住家旁邊院子裏的棚舍，因為飛往月球比其他太陽系的目的地容易許多，我們還是先仔細考慮一下它的經濟效益。

目前所有載人航天有經濟回報的作業，都不須要離開近地軌道，所以我們必須去找月球獨有的資源。這個問題由全球幾代的科幻作家和熱血青年想來想去，最終也只有一個可能答案，就是氦三（Helium 3）。這是因為我前提過，月球是太陽系形成的過程中，一個火星大小的原行星（Proto Planet）撞擊地球，把地球表層的物質打入獨立的軌道而造成的，所以月殼的岩石和地表的地質一模一樣，那麼自然沒有理由捨近求遠，到月球去開礦。

氦三又是什麼呢？它是氦四的一個同位素，在地表極為罕見，但卻是太陽的重要組成成分之一。太陽的核聚變反應產生巨大的能量，除了以光子的形式輻射出來之外，也持續吐出表面的離子，以星際旅行的速度（即大約光速的0.1%-1%）四散飛出，這叫做太陽風（Solar Wind）。太陽風打到地球的保護性磁層（Magnetosphere），遠在大氣層之外就被排開（否則會把大氣層逐漸吹走，火星就是因為沒有強磁場，才失去了原有的大氣層）或捕捉（成為極光）了。然而月球既沒有磁場，也沒有大氣層，所以太陽風的離子直接打到月表上，就可能被岩層捕捉。但是氦的沸點很低，有一點太陽光照就又飛走了，所以科幻作家就想像它會聚積在月球兩極，日光照射不到的火山口裏（離子在飛行的時候，可以因電磁場而轉彎，所以光子打不到並不代表離子也打不到），經過太陽系40多億年的歷史，可能有足夠工業化開採的累積量。

工業化開採氦三有什麼用呢？我在前文《永遠的未來技術》裏曾解釋過，核聚變除了必須用強磁場來拘束溫度極高的等離子體之外，真正很可能無解的工程難題，在於如何將產生的大量高能中子轉化為可以用來發電的熱能，同時避免維持真空的腔壁被中子打爛。目前國際上所有忽悠政府花大錢來研究核聚變技術的團隊，都還在攻關拘束等離子體的問題，對高能中子的處理一概避而不談。但是有些科幻作家，比這些所謂的科學家還要誠實，他們早就考慮到高能中子的破壞性問題，而且承認它應該是無解的，所以就開始探討是否有完全避免高能中子的選項。

他們發現的可能解決方案中，遠遠最理想的，是把現在常見的氘+氚（Deuterium + Tritium）聚變燃料，改成氘+氦三（Deuterium + Helium 3）。如此一來，聚變的廢料只有氦和氦四，而沒有中子。但是這會有兩個新的大困難：1）聚變溫度又提高不止一個數量級，目前我們連能否用磁場來拘束氘+氚聚變都不確定，要把標靶再提高幾十倍，很可能就完全超出磁鐵製造技術的實用可能範疇；2）地球上沒有任何可靠的氦三來源。

總結來說，假設人類只差高能中子的破壞性問題，能做到把核聚變發電工程化，再假設從那個技術層次，磁場性能還有再提升幾十倍的空間，再假設這樣的發電站能在經濟上與太陽能和風電競爭（實際上由於產量的因素，這是極不可能的；太陽能光板每年生產幾十億片，風電站每年安裝

幾十萬座，核聚變發電站每年能建多少？），那麼將會有工業化開采氦三的需要。假設月球自轉的進動（會讓自轉軸漂移，兩極因而移動）可以忽略，再假設月球岩石能夠捕捉足夠的太陽風，再假設人類有開采月球岩石所含的氦三的技术能力，那麼就會有在月球兩極采礦的必要。

然而這並不代表載人航天會有經濟效益，因為除了報酬之外，討論經濟性還要算入付出。地球到月球之間的飛行，只不過是兩三天的事，但是有關維生系統和放射性防護的考慮，和前面講星際旅行的時候是一致的。除了維生系統的死重之外，近地軌道因為是在前面提到的地球磁層之內，基本不需要對太陽風和宇宙綫做太多的防護，但是載人系統已經比無人衛星貴上許多倍。一旦離開近地軌道，沒有防護的宇航員在幾個禮拜之內，就會因放射性而傷殘甚至死亡。太陽風的能量低，還不算太難阻擋，但是宇宙綫的能量很高，能阻擋它的鉛塊或磁鐵極為沉重，就算月球基地可以包括堅實厚重的保護殼，往返地月的飛行器是無法加裝的。宇航員一生中承受一次這樣的放射性照射，還算是可以接受的代價；如果是例行的工業化作業，從人道和經濟的觀點都說不過去。反正AI的發展已經開始有突破，同樣的工作由AI代勞，自動節省兩個數量級的費用，還沒有人命的危險，絕對比人工作業要有經濟效益。

美國的創投企業，還嫌在月球開采氦三不夠“前瞻”，這幾年又鼓吹到小行星去采礦，連資金都已經搞到了幾億。他們想開采的，是各式各樣的稀有重金屬，例如鉑等等。其實太陽系並不缺這些重金屬，但是地球在剛成型的時候，整體處於熔融狀態，重的元素大部分沉入地心，所以地表就稀缺了。小行星沒有足夠的重力場，所以重金屬還可以留在表面。

雖然小行星上的稀有金屬，不像月表的氦三，是必然存在的，人類工業對稀有金屬的需求，也不像氦三那樣有不確定性，但是地表的已知礦產存量，還足夠200年左右的使用，而且到小行星的飛行時間，大約是地月旅行的百倍，所以要在21世紀開采這些礦產，只能是圈錢的藉口。即使在23世紀，有了真正的需求和技術，基於前面的討論，我們也可以安全地預言，它將是由AI和機器人來執行的。

載人航天，永遠都是形象工程。這並不代表它沒有價值，因為社會需要若干程度的形象工程，例如奧運培訓、世界杯競爭等等。但是由於宇宙綫的限制，短暫登月是載人航天的天然極限。美國圈錢大師的火星殖民夢，連搶先占領“智慧產權”都談不上，純屬欺騙外行人的伎倆。

【後註一】正文中說國際上的主要核聚變研發團隊，都忽略高能中子的破壞性問題。這一直到最近，還是正確的，但是現在已經有了一個例外。MIT的新SPARC反應器，將會專注在兩個真正關鍵的工程問題上：1）高溫超導磁鐵；2）熔鹽中子減速劑。他們對高能中子破壞性的解決方案，是把屏蔽和減速劑管道都事先設計為可以經常更換的。這並不代表他們會成功（因為在工程上和經濟上都有很大的難關，所以機率很小），但是至少這個團隊能直面技術挑戰，而不是在沒有什麼實際意義的“世界紀錄”上向媒體炒作。

【後註二】今天（2020年七月2日）有讀者在《觀察者網》問我有關ITER在研發可做為內壁屏障（Blanket Modules）的新材料並不斷有“突破”，以及裂變/聚變混合堆兩件事，我的回答如下：

候選材料遠遠不止你說的那些，原因是目前根本就沒有任何材料接近所需的性能，但是錢又已經發下來了，結果是百花齊放，哪個教授高興弄點錢，就可以隨便找個合金來做研究，順便發個新聞稿吹噓一番。反正要說幾句“將會”和“可能”簡單得很，浪費政府的錢在自己身上也不是很難受的事。

其實屏蔽中子並非不可能；這裏的真正問題在於內壁不只是一要屏蔽中子，而且要維持真空，然後還不能有太嚴重的二次輻射（Secondary Radiation）。發明沒有揮發性，所以不會污染等離子體的材料已經夠難了，在極強的中子輻射以及定期的等離子雲崩潰衝擊下還要維持晶體結構、不能釋放表層原子，這根本就是天方夜譚。那些教授心裏完全明白，但是選擇一致緘默、悶聲發大

財，已經算是侵占；不時發表有極端誤導性的新聞稿，吹噓沒有意義的所謂進步，則成為主動詐騙。

混合堆不是用來發電，而是利用聚變產生的高能中子處理商用裂變發電廠的廢料，促進半衰期特別不方便的TransUranic元素進行裂變，成為半衰期很短的小原子，這樣可以靠短期儲存來消除放射性。這所需的聚變規模很小，也不要求能量效率，所以至少在理論上是可行的。

24 条留言

呐呐溪

2018-11-01 12:34:00

Neil deGrasse Tyson 前兩年針對「殖民其他星球」講過一句話，我覺得很靠譜：「我們的科技如果連地球上的問題都解決不了，還談什麼移民其他星球」？

“

他是委婉地說Musk是騙子；我這裏直接說清楚了。

深思者

2018-11-01 14:47:00

先可燃冰 再錳核 還有永凍層下的東東 加北極後南極 在地球上還有幾百年的事要做

“

能源是工業的基礎，所以未來科技以解決能源問題為先。太陽能 and 風能在近年產量上去了，價錢也就下來了，已經到達和煤電同價的地步，這還沒算進燒煤的社會成本。現在太陽能和風電的主要問題，在於它們不穩定，時有時無，所以仍然嚴重依賴所謂的Base Load，也就是能24小時持續發電，而且在有需要的時候，能調高出力的電力來源。這也是核（裂變）電還在發展建造的主因。所以我個人認為，與其浪費資源在核聚變這種極不靠譜、又絕對緩不濟急的科幻項目上，真正應該砸錢的，是大型的能量儲存技術，可以把白天的太陽能留到晚上使用，例如全鈳氧化還原液流電池就是一個我很欣賞的未來技術。另一個可能，是用多餘的能量來裂解水，得到氫氣，需要的時候再用燃料電池來發電。如此一來，危險的氫氣可以集中處理，就沒有我前提過的安全問題；這也才是所謂的“氫經濟”的正道。可惜我人微言輕，執政者仍然被學術界的利益團體矇蔽。

南山臥蟲

2018-11-01 16:26:00

Bravo!!! 引出一塊「大玉」，王兄辛苦了。另外，在其他論線上也看到王兄的一段論述：// 我一再強調，21世紀人類的三件大事，依其嚴重性排列，分別是1) 貧富不均，2) 氣候變化，3) 霸權交替。// 那麼，一個有為有力的政府（例如中國政府），應該把公共資源和政治精力（施政能力和大方向）優先集中在上述三個方面，而非一些高大上的外太空項目。至於Musk們，就讓他們繼續在英語世界忽悠吧，千萬別去揭穿他們，科技聖母，好呀！

“

載人航天有很大的象徵性意義，在霸權交替的過程中會有助力。

K.

2018-11-01 18:07:00

太空探索还有一个长期的重要意义：抢地盘，即使不殖民至少也要插旗，建立无人科研基地则比插旗更好，有人则比无人更好 对15、16世纪的旧大陆国家来说，远洋探索也是看不到经济效益的，没有人能预料到大航海时代改变了之后数百年的世界格局 如果不持续进行太空探索，万一以后技术出现突破、或者在太空发现新的资源，使太空探索变得有利可图，那时再启动太空计划就

来不及了，明朝在郑和之后放弃远洋船队被骂了多少年 就像R. A. Heinlein一篇小说的标题，"Columbus Was a Dope" http://www.ddshu.net/23652_1173235.html

“

目前國際法禁止占領地球外的領地，就像南極洲一樣。中國在南極是遲來者，但是並沒有吃什麼虧，反而有後發的選擇優勢。

oboe

2018-11-02 02:21:00

請問王先生：由此推論，也不可能有外星人造訪地球了，是嗎？

“

是的，外星人（指生物）不可能造訪地球。但是他們的AI和機器人是有一點點可能的；尤其是如果生物文明被機械文明取代，那麼幾千年的航渡時間就可以容忍。然而這種事沒有經濟效益的事實，仍然不會改變；很難想象一個理性的AI政權會浪費極大的資源來跨越星際空間的鴻溝。

K.

2018-11-02 03:27:00

您误会了，我不是说现在去占领的意思。虽然太空探索现在无利可图，但随着时代的发展，很可能在未来变得有利可图，如果等到真的有利可图再去做，就会失去先机，因此必须有事先布局的眼光，否则失去的机遇可能以数百年计算。此外，我认为作为世界顶尖的强大国家，有义务为人类扩展边疆，这一方面是物理上的，例如防备出现地球无法继续居住的危机，另一方面是心理上的，从物质利益上来看，冷战时期的太空计划可能耗费重金而所得甚少，但仅仅是“人类第一次进入宇宙”、“人类第一次踏足其他天体”这个事实，就极大地扩展了人类的心理边界，从此之后，整个人类种族的精神世界都被永久改变了，这种效果是不能用金钱来衡量的

“

我很難想像，對能選出Trump和蔡英文這類總統的普羅大眾來說，花幾千億去搞完全沒有回報的形象工程，會有什麼提升精神水準的效應。設法在高中教一點經濟學，不是既簡單、又便宜、還有效得多嗎？

CRYTRADER

2018-11-02 07:13:00

這篇文章，希望300年後的人類可以看到。關於最近大陸準備著手的太空電梯及人造月亮，不知道王博士有沒有想法？

“

我想他們是比殖民火星還要不靠譜的大忽悠。人造月亮還只是經濟效益問題：花幾千億美元來造一個夜間的光源，很不划算。太空電梯則完全是空口說白話，即使能做出那種強度的纖維，工程上也絕對做不出任何容錯裕度，根本不可能進行檢查、維護或修理。幾年之後，纖維弱化，幾萬噸的結構掉下來，不但百萬億美元的投資泡了湯，地上還要死幾十萬人。腦殘之極。

南山臥蟲

2018-11-02 14:18:00

先補充一個回應——內行看門道，當看到“宇宙（射）綫”那一段，心裏咯噔了一下（唉，居然沒想到！）。如果要重寫時（例如有人約專稿），把這一段的論述放得靠前一些，就更省事了。

“

我也是在去年看到了一篇論文，才確定1）一般飛行器無法對Cosmic Rays做防護；2）在幾周內，乘員就會有無可恢復的放射性傷害，尤其是腦部。可惜我閱讀的來源很雜，不記得是哪裏的論文了，可能是《Nature》吧。要把宇宙綫的危險講清楚，我必須先解釋地球的磁層，所以就留到文章的後半了。

剛好，最近觀察者網有兩項事件的報導，再加一項我關注的事件，想就國家科技資源投放的方向和效率等問題，與王兄探討一二。事件一：中鐵總前三季度淨虧損下降98%，負債增至5.28萬億 https://www.guancha.cn/ChanJing/2018_11_01_477817.shtml 事件二：閻政明：談到天眼低薪招聘時，腦海不禁浮現“青科”的臉 https://www.guancha.cn/wenzhengming/2018_10_31_477602.shtml 事件三：藏水入疆（廣義，包括紅旗河及相關的各種研究和勘探，乃至人工氣候調節的探討）

“

有關高鐵，做決定很簡單，因為它是老技術，根本就沒有物理和工程上的疑慮；至於經濟效益，鐵路在中短程是效率最高的交通方式，也是一百多年的老常識了。尤其新的、便宜的、方便的交通渠道是一切工商業的基礎，我覺得這是No Brainer。天眼是純科學，對經濟沒有任何實際貢獻，所以必須靠科學家的熱情和政府或富豪的支持。不過它是真科學；如果我來主政，把高能物理那些做偽科學的錢省下來給天眼，是很合理的。輿論也可以推動馬雲這些人捐錢。藏水入疆這事，我不是專家；不過感覺它不一定合理，必須仔細客觀論證，看看經濟效益到底如何。我最不喜歡它的一點，是所有藏區的主要河流裏，最北、也就是最靠近新疆的，正是黃河的上游，可是黃河的下游，才是中國最缺水的精華地帶。把其他河流的水送進黃河還有道理，把黃河的水送到新疆，就顯然違反經濟學常理了。

南山臥蟲

2018-11-02 14:25:00

（唉，這個討論區的回應系統.....只好分幾次貼上來。）事件一，高鐵的建設和使用效益，應已可證明這一大筆銀子是砸對了，足以載入史冊。事件二，天眼的明星效應很大，實際效益如何，還請王兄和有識之士指教。但相關引出的科技人員待遇問題，卻更值得關注——粗略而言，若“宇宙（射）綫”的技術問題未能於近幾代人解決，則寧可將相關的國家資源，砸在基層科技待遇上，回報應大得多（不僅是科技出品，更是人才和社會風氣的回報）。事件三，參考上述兩事件，是否值得於短期內，投入大量國家資源？個人以為，就上述三個事件（以及相近規模的其他事件），國家是會有審慎而詳盡的前期評估的。若要王兄以極有限的精力和資源作週詳評估，實非所宜。愚以為，王兄相關文章（例如已寫的開發太陽系）的主要目標，是向國人科普相關知識，並示範理性而經濟的評估方法和角度。因為，目前相關的網絡文章，水平太低，更有不少是被帶節奏的，於國情、民智皆有所不利也。王兄請酌，先謝。

“

我覺得天眼花的錢並不太多，做的學術卻是很重要的；雖然它是純科學，在中國已經富強到現在這個地步，建它是很合理的。這裏真正的問題癥結，可能是戶口制度。願意做天文的研究人員，本來就不是以賺錢為職志；不肯到貴州窮鄉僻野落戶，應該還是因為考慮家人的未來，尤其是小孩的教育。這又繞回我上次提到的，鄉下小孩在入大學的競爭中，不但沒有政府的幫助，反而處處受政策牽制，會有極惡劣的社會和經濟後果。其實我個人很喜歡貴州的氣候。明年小孩上了大學，我要找工作，貴州似乎很好。我的物理還沒有忘光，如果天眼願意僱我，我倒是很樂意到貴州鄉下去。

天下為公

2018-11-02 18:28:00

科學界現在有一種非理性的思潮，部分的科學家打著科學的名義做神棍，而且還能偽裝成理性的樣子欺騙政府，而真正的科學家卻無處發聲，這實在是大大的遺憾

“

至少在高能物理這個例子上，他們是從美國學的。這是一個普世問題，我以前把它叫做“Tyranny of Expertise”，“專業的暴政”。我能想到的解決方案，也就只有靠有專業知識、又有良心的人出面揭穿了。

Submarine

2018-11-03 05:29:00

仅仅以银河系外围的空间和银河系存在的时间来看，地球就不可能是唯一产生出生物乃至文明的行星，但是人类至今也没有发现地外文明的印记，或者也是因为宇宙的浩瀚，人类的宇航器连飞出太阳系的奥尔特星云都是难以想象的，宇宙的尺度确实是很可怕的。人类至今对于外星生物和外星文明的想象都是基于自身的，但是很可能外星生物或是文明与地球上的生物和人类文明的差别会是超乎想象的。另外，不知道王先生对于高超音速武器发展的前景有什么看法，个人感觉高超音速武器未来或许会逐步发展成高超音速飞行器（无人？），乃至空天飞行器；如果空天飞行器成真，人类大规模进出近地空间或许也会以此实现。我个人倒是很看好近地空间的商业开发，

或许会在100年之内甚至更快实现。

“

高超音速武器是目前競爭最激烈的下一代武器之一，中美俄都大力開發，應該會很快的進展。它的意義主要在於增加彈道導彈的射程，並且大幅提高攔截的難度。至於載人洲際飛行，當然在幾十年後也能工程化。民用飛行不需要大幅機動，所以反而比轟炸機容易一些。不過可靠性和經濟性必然會是問題，要到真正開發出來才能確定是否有經濟效益。

膠柱鼓瑟

2018-11-06 08:43:00

1.有沒有可能有石墨稀之類或其他新材料的發明，在輕重量之內達成阻擋宇宙射線，讓長程太空變可能?2.電磁彈射進入太空到底可行嗎? 如果有上百公里長的一種巨大電磁軌道以核電廠驅動，在真空管道內，用非火箭的方法能把大量裝備便宜的送到太空，讓複雜又厚防護的大型太空船成為可能?3.俄羅斯最近稱研發成功太空船用的核動力引擎，如果有可能把前往火星的時間壓在一個多月內。這三種技術如果能聯合起來...?

“

1.宇宙綫的能量極高，可以遠超出憑空創造新粒子對的所需，所以被阻擋之後，反而會產生所謂的Secondary Radiation（二次輻射）Jet（噴流），對人體的殺傷性反而更高。2.電磁彈射適合在真空作業，所以月球或小行星基地都可以用。2009年有一部科幻電影叫做“The Moon”，講的就是在月球開采氦三，然後用電磁彈射到地球軌道。3.你如果相信美俄這些新星際發動機的宣傳，我在火星有大片上佳土地可以便宜賣給你。玩笑歸玩笑，載人航天不能超越月球的真正障礙，還是經濟效益問題。就算有了比現有的火箭效率高一百倍的新發動機，在工程上能推得動兩米鉛壁的飛船，它也一定比用AI+Robot貴許多倍，所以就不會發生。美國每年死於車禍的，有三萬多人。如果全國都開防彈車，就可以大幅減少死亡人數，但是卻顯然不可能，對不對？而防彈車只不過增加費用一倍而已；載人航天可是會比AI+Robot貴將近百倍的。

膠柱鼓瑟

2018-11-07 15:20:00

如果不考慮產業化，單純宣示性的一次登陸火星往返有可能嗎還是那些太空人回來必定都得癌，只能找死刑犯當太空人

“

到了23世紀，從小行星運礦回地球成為常態，在貨船上加裝幾個客艙應該不是太難。人類旅行到月球以外，在長遠的未來並不是沒有可能，但是因為沒有實際經濟效益，只能是小規模的富豪旅遊觀光，而不是殖民。

无奈的小猪

2018-11-09 02:39:00

大家似乎都很关注技术上的问题，我提一个偏社会学上的一个问题吧，那就是长期外太空旅行中人类文明的潜在风险。我推荐两个比较有代表性的电影《深空失忆》和《机器人总动员》我重点讲述一下前者：在未来，一艘大型移民飞船前往了预定的殖民星球，由于路途遥远需要耗时数百年之久。所以飞船内采用了改善人体适应能力的药剂+深度睡眠舱的技术来度过这数百年。整个飞船只需要专业船员轮换的方式来操作即可，然而在漫长的过程中由于某些船员精神变得不稳定，违规操作把一部分的人类给提前唤醒了---提前苏醒的人类在高度隔离和药物的作用下，逐渐进化（变异）成了具有部落社会结构的食人族，以自相残杀和捕猎因机械故障而苏醒的人类为食。而《机器人总动员》则是另一个角度。我觉得人类在未来探索外太空的过程中，最大的感触恐怕就是时间概念会与在地球不可同日而语吧，一天的时间在地球上可以过得很丰富，在宇宙旅行的角度看来一天就是沧海一粟了。特别是在长期封闭的飞船之中，人类的时间观，生存观，伦理观不知道会发展成什么样子，如果真的需要旅行数百年之久那简直是不可想象的啊，谁会知道发展成什么样子呢。

“

一個好的科幻作品，是藉著虛構的技術背景，來探討普世的人性問題。它的背景設定是否符合物理定律、工程現實和經濟規則，並不是成敗的因素。這裏的討論則是剛好相反；我不在乎這些科幻作品的藝術價值，我只管它在可見未來被實現的客觀可能性。

王博您怎麼看Oumuamua？前幾天有哈佛的天文學家說它來自外星文明。

“

完全沒有事實和邏輯的基礎，純粹爲了吸睛而憑空瞎說。現代的科學界墮落至此。

狐禪

2018-11-10 19:39:00

只要看看在太空站中做個地球平常家中舉手之勞的修理要花多少成本及人工，就知道所謂「開發太陽系」跟賣大力丸一樣忽悠。

“

是的，如果冷靜、理性地想清楚，就會知道一般人是受主觀欲望主宰，而去夢想星際旅行。其實核聚變也一樣是忽悠。讀者可以很簡單地問問自己，是可控的超音速飛行容易，還是可控的核聚變容易？英法蘇三國爲了虛榮，靠國家財政搞出了工程上完全沒困難的超音速客機，最後仍然無法超越經濟效益的法則，那麼工程上已經極端不靠譜的核聚變會如何呢？

南山臥蟲

2018-11-12 16:06:00

剛說核聚變，核聚變又來了，觀網的消息：中国“人造太阳”首次实现1亿度运行
https://www.guancha.cn/industry-science/2018_11_12_479293.shtml 請王兄就其專業談談，先謝。

“

這正是我已經一再批評過的，他們拼命吹噓無關宏旨的小小工程進步，卻對真正攔路的難關一字不提。

Submarine

2018-12-10 07:59:00

不知道王先生怎么看待电磁推进的前景，不知道电磁推进在未来能否替代火箭的助推器甚至第一级？

“

你說的“電磁推進”，應該就是離子發動機（Ion Engine）吧？這個推力太小，不能在大氣層內使用（嚴格來說是，除了很小的玩具之外，不能在大氣層內使用），但是它的比衝（Specific Impulse）可以遠高於任何化學發動機，所以適合行星間的旅行。我正文裏所提的23世紀到小行星采礦，應該就會用上離子發動機。

南山臥蟲

2019-01-10 18:06:00

剛好又看到一篇相關文章：全球研究人员纷纷开始推进建设月球基地的计划
<https://mp.weixin.qq.com/s/RK4j7bELtoO68zm8STkUGQ> 唉，紛紛，爭着圈錢。唯一有用的資料，是在最後的一部分，提及了一下宇宙射線的問題，並提出以在月球山中的斷層、裂谷建基地，以躲避之。同一個基地，若是在地球的大峽谷（例如）等地建造，都不知要花多少人力物力財力，現在要建到月球上去了，跑火車就是個爽，國際火車變成星際火車了。又，這個“知識分子”，在內地已經算是個嚴謹的媒體了，尚且如此，若聘王兄去任職，真是秒殺之呀！

“

不完全是騙錢，對科學有熱情的人，自然會喜歡意淫這類幻想來自嗨。我是天生冷血，對熱血沖頭有免疫力。

南山臥蟲

2019-02-09 06:08:00

電影“流浪地球”火了，在大陸以外地區還沒上映。趁油管上還沒刪，王兄和有興趣的網友可以先

睹為快。其中的科學原理和宣傳話語權，都可以探討一下 - - 前者有理論意義，後者有現實意義。 https://www.youtube.com/watch?v=kh_7ytBWKqY 流浪地球 The Wandering Earth 高清国語中字版 HD1280 【完整版】

“

我上次看《戰狼2》，覺得很失望：劇情老套、對白浮誇、演技做作，這樣的電影，不論是中國還是美國生產的，我都看不出勁兒來。這個《流浪地球》，我又有不好的預感。

南山臥蟲

2019-02-09 16:06:00

哦，油管的被刪了，但北美據說是二月八號上映，算上時差剛好有得看了 - - 值得一看，因為，宣傳話語權比內容更重要，至少自信心開始建立起來了。 / / 我又有不好的預感 / / I have a bad feeling about this 王兄這星戰梗，哈哈哈哈哈。

“

光靠特效和主題是不夠的，最終一部電影好不好看還是在於敘事和演技。例如我這個周末和兒子一起看丹麥電影《Den Skydige》。整個電影就發生在同一房間裏，除了男主角之外，其他人基本沒有什麼戲份，但是劇本、演技俱佳，戲劇性和震撼力十足。

南山臥蟲

2019-11-27 11:29:00

這一回，共青團中央也出來了，吹的是"地月空間經濟區"。
<https://user.guancha.cn/main/content?id=203714&s=fwzxfbbt> //包为民还预测，到2046年经济区最终建成时，每年的总产值规模可高达10万亿美元以上，其发展成果将惠及普通大众。// 這個包為民，還頂着中國航天科技集團的牌子。以王兄判斷，這是戰略忽悠，還是好大喜功？

“

不是戰略忽悠；美國人搞航天半個多世紀了，怎麼會不知道月球沒有經濟效益？他這裏討論的“產值”，定義是類似GDP的，所以不是為經濟創造了多少價值，而是浪費了多少國家經費。

抱歉，这个问题我实在找不到更贴切的文章，只能发表在这里了，可能稍微有点跑题，但是即对英文媒体界又对工业和科学熟悉而可以给出很好看法的只有您了。不知道您对90年代Phoenix Arizona发生的大型不明飞行体的大规模目击事件是否有印象？我后来在网上看过比较清楚的录像，深深感觉这绝对不是一般人类技术的产物。我有幸在国内见识过一次类似事件，当时是发生在杭州的萧山国际机场，同样是巨型的不明飞行体，大陆绝大多数媒体都跟踪报道了，还有视频流出。可是火了两天后当局突然把大量视频照片从网上抹去，只留下一张夜晚飞机灯光的延时摄影图说是拍到的是飞机，那次目击者同样有至少上万人。大概90年代到2000年初时大陆当局对这类事情还持有开放态度，后来就和美国越来越像了。美国80年代末曾经还有一个叫Bob Lazar的物理学者因为声称曾经在51区从事UFO的逆向仿制工作而出名，他的纪录片现在网上还有。他声称因为违反了保密条例导致以前在Los Alamos实验室的工作履历以及自己的加州理工的学历都被美国抹消了。当时美国的媒体调查后发现确实在旧版的Alamos实验室的通讯录上可以找到他的名字，而且许多年前当地一家媒体的报纸上也提到过他的工作履历。关键他提到了飞碟的曲速引擎动力来自115号元素的稳定同位素，请问您觉得这个人所言是否是有可能的呢？

“

美國政府從來沒有找到UFO的確實證據，這已經反復被幾百個卸任官員（包括所有前總統）證實，他們口徑一致來撒同一個謊的可能是零，因為沒有什麼共同利益。從美國軍事工業和其他尖端科技的發展經驗來看，也沒有任何來自外星的突破。所以你只要看到有文章談Area 51，就可以完全忽略。但是美國軍方的確搜集了一批很奇怪的疑似記錄，尤其是戰鬥機錄下的影像，至今沒有簡單的解釋。從科學的觀點來看，即使是銀河系中心黑洞這類能量級別高於大對撞機百億倍以上的極端系統都無法產生超光速粒子，即使相對論有漏洞，超光速有理論上的可能，要把它工業化成為曲速引擎也不是任何生物能力所及。如果地球上真有UFO，也必然只能是由AI操作、經由幾百甚至千年次光速旅行而來的訪客，而且所費不菲，那麼為什麼外星文明要這樣浪費錢就很難解釋。但這種經濟人文考慮不像物理是絕對的，所以我不願意說Impossible，只是非常非常Improbable。

[返回索引页](#)