



作者：徐業良(2012-08-14)；推薦：徐業良(2012-08-14)。

附註：本文發表於汽車購買指南雜誌，2012年九月號，史丹福專欄。

## 八月份世界風雲車－「好奇號」火星探測車

炎夏八月，史丹福專欄該寫甚麼車呢？

2012年八月份，全世界的焦點都在倫敦奧運會。在這個熱熱鬧鬧的兩個星期中，您有沒有注意到這則汽車新聞，人類歷史上最昂貴、最先進、充滿高科技設備的一部車子，也在2012年8月6日正式「上市」了。

好吧！「上市」這個詞用得不適當，事實上全世界的車主有錢都買不到這部車，該說是2012年8月6日這部車正式「上工」了，而且上工的地點遠在火星。

您猜對了，這裡講的就是最新一代的火星探測車「好奇號(Curiosity)」。

華文媒體對「好奇號」報導的焦點多半是，美國太空總署2009年在網路上舉辦火星探測車命名徵文比賽，最後由堪薩斯州12歲華裔女孩馬天琪命名的「好奇」，從9,000多件參賽作品中脫穎而出。馬天琪2009年6月8日受邀到NASA做客，在火星車上寫下「Curiosity」，並簽名「Clara Ma、馬天琪」，所以中文字也隨著「好奇號」上了火星...

比起前一代的火星探測車「精神號(Spirit)」和「機會號(Opportunity)」，「好奇號」的確是個很棒的名字。不過除了名字之外，您會不會也很「好奇」，這部火星探測車「好奇號」到底是甚麼樣子，和家中您開的那部車有甚麼不同呢？

OK，如果您真的想要訂購一部「好奇號」的話，這部火星探測車造價是25億美元。這個價格包括「好奇號」蚌殼狀的太空船外包裝，以及載運到您指定運送地點的運費，只不過這個運送地點必須是在火星上，而且運送的精度範圍是一個長20公里寬7公里的橢圓，所以可能沒辦法準確地送貨到您在火星的家門口。

美國太空總署 NASA 指定「好奇號」的送貨地點，是火星上的蓋爾火山口(Gale Crater)，大老遠跑這麼一趟，「好奇號」的任務是要確認火星是否適合人類居住，包括有沒有水，氣候、土質如何等等。

您知道，科幻電影裡常見的情節，地球瀕臨毀滅的時候，人類還可以移居火星...

這部身負拯救人類重任的火星探測車「好奇號」，是被裝在一個名為「火星科學實驗室(Mars Science Laboratory)」的蚌殼狀造型太空船內，被運送到火星上。運送過程還挺麻煩的，首先您要知道地球和火星各在不同的軌道上繞著太陽公轉，火星上的一年（也就是火星繞太陽公轉一圈）需要大約 687 個地球天，地球繞太陽公轉一圈則是 365 天，火星與地球的距離時時在改變。火星和地球最近距離大約是 5570 萬公里，相距最遠時距離超過 4 億公里，相差達 8 倍之多，為了節省龐大的運費，NASA 得小心地挑一個黃道吉日，在火星離地球比較近的時候把「好奇號」送上火星。

這個黃道吉日選在 2011 年 11 月 26 日。NASA 在美國佛羅里達州卡納維爾角將「火星科學實驗室」太空船發射至太空後，第一節火箭脫落掉至大西洋，太空船被放在一個地球衛星軌道上運行，等到位置、時間等等所有條件穩定之後，第二節火箭再度發射，推動太空船脫離地球、前往火星。44 分鐘以後第二節火箭脫落，「火星科學實驗室」太空船靠本身的動力單獨展開漫長的火星之旅，途中也接受地球控制室的指令，不時做一些航行偏差的修正。

250 天之後，2012 年 8 月 6 日，「火星科學實驗室」太空船到達火星上空。

「好奇號」要降落火星，又大費了一番功夫。首先是「火星科學實驗室」太空船靠本身的動力調整降落位置，確認降落位置後，一個直徑 16 公尺的巨型降落傘張開來，減緩太空船降落速度；接近火星地面時，降落傘連著太空船蚌殼型外殼脫離開來，露出內層的「飛行吊車(Skycrane)」，停滯在半空中，用 7.6 公尺長的吊繩緩緩將「好奇號」放在火星地面上，飛行吊車完成任務後脫離飛走。

雖然沒有親眼目睹，但「好奇號」降落火星的過程，想像起來就蠻科幻的。

OK，咱們是汽車購買指南，接下來還是得把焦點放在「好奇號」這部火星探測車上。

「好奇號」體型其實不太大，比您家中的房車要嬌小一些，但是已經比前一代火星探測車，2003 年推出的「精神號」和「機會號」大了好幾倍。「好奇號」車長大約 3 公尺，是前一代兩倍多，車重大約 900 公斤，是前一代的 5 倍重。

您看到「好奇號」這部車子的外型，第一個注意到的，可能是「好奇號」採用一種稱做“Rocker-Bogie”的懸載系統，這也是 NASA 最喜歡的懸載系統，好幾代火星探測車都採用這個懸載設計。“Rocker-Bogie”懸載系統總共需要 6 個輪子，一側 3 個輪子一組，前輪、中輪、後輪，都有獨立驅動馬達，兩側兩組車輪之間以差速器連接，每側前後兩個輪子並有轉向功能。

“Rocker-Bogie”這個有些奇特名字的由來，就是這 3 個完全靠連桿連接的輪子，形成兩組搖臂“Rocker”，最後這個字“Bogie”則是指整組車輪機構，像是傳統蒸汽火車的車輪組比較古典的名稱，就叫做“Bogie”。您可以把「搖臂」簡單想成蹺蹺板，中間有一個支點。“Rocker-Bogie”懸載設計中，前輪和中輪構成第一組搖臂，這組搖臂中央的支點則再和後輪以連桿連接，形成第二組搖臂，最後第二組搖臂的支點再連接至車體上。

“Rocker-Bogie”懸載設計主要的目的就是能攀爬崎嶇不平的路面，像是火星的表面。傳統汽車懸載方式當一側前輪攀爬上障礙物時，整個車體在這個角落會抬高，造成車體後仰或側傾，後仰或側傾角度過大的話便容易造成翻覆，所以車體能夠攀爬障礙物高度有限。

“Rocker-Bogie”懸載設計中，前輪攀爬上過一個障礙物時第一組搖臂前輪抬高但中輪下降，第一組搖臂中央支點抬升的高度大約只有前輪抬升高度的一半；第一組搖臂中央支點又和後輪形成第二組搖臂，第二組搖臂的支點再連接至車體上，因此整個車體抬高的高度相當於第二組搖臂中央支點抬升的高度，大約只有前輪抬升高度的四分之一。這種懸載設計在攀爬大型障礙物時，前輪雖然抬升很高，但車身仰角不高仍然不致翻覆。

從這些文字敘述，您不知道可不可以瞭解“Rocker-Bogie”懸載系統攀越障礙物的動作。

“Rocker-Bogie”懸載系統攀越障礙物的動作其實挺漂亮的，您 Google 一下“Rocker-Bogie”，便可以找到不少“Rocker-Bogie”攀越障礙物的影片。慢動作重播一下，第一組搖臂攀上障礙物，首先前輪抬高，貼地的中輪和後輪把前半車體推過障礙物，接著前輪拖、後輪推，中輪也通過障礙物，前兩輪通過之後再合力把後輪和後半車體拖過障礙物。攀越障礙物整個過程之中車體本身高低起伏相對於障礙物的高度來說其實不大，而且始終保持 6 個輪子貼在地面。



Mmm，仔細看了一下「好奇號」懸載的照片，前輪、中輪、後輪的安排順序和前面教科書中對“Rocker-Bogie”懸載系統剛好是顛倒過來的，不過動作原理完全相同就是了。

「好奇號」火星探測車採用 6 個 20 英吋的鋁合機輪圈，理論上來說“Rocker-Bogie”懸載可以讓車子攀爬過超過輪胎直徑兩倍高的岩石，但「好奇號」設定能夠跨越 75 公分高的障礙，車體最大傾斜角度設定在 30 度。「好奇號」6 個輪子胎紋很深，以在火星的軟質沙地上有足夠抓地力，事實上「好奇號」火星探測車在火星沙地上留下的胎紋，也被用來做行駛距離判定辨識的依據。

“Rocker-Bogie”懸載設計沒有彈簧、減震筒之類的元件，不能承受太大衝擊力，加上在攀越障礙物時 6 個輪子都需要大扭力，所以「好奇號」火星探測車的車速被設定為每秒 10 公分的龜速，以減低探測車通過大型障礙物時對車體產生的衝擊力。事實上 NASA 在火星地形上預計每天行駛 200 公尺而已，速度對「好奇號」來說不是問題。「好奇號」的“Rocker-Bogie”懸載也是這部火星探測車降落火星時的起落架。

您如果要到 4 億公里外的火星旅行，而且再也不會回到地球來了，您車上要帶些甚麼呢？

這個問題也是 NASA 科學家們的大問題，他們貪心地嘗試將所有最好的小型科學設備，擠進「好奇號」最小可能的空間中，NASA 的工程師也認為這是目前他們所建造過最複雜的一個東西。「好奇號」火星探測車上攜帶的各種各樣稀奇古怪的設備，包括各式照相機不斷將火星照片傳回地球，車上並有採集、過濾、分類土壤和岩石顆粒的機具，到分析其成分的設備，雷射分光計可以判別是否有含碳的有機物存在，還可藉由同位素含量判別岩石年齡。

「好奇號」採用核子動力，能夠保證在火星沙塵暴中仍然不會失靈。NASA 規劃「好奇號」將在火星上進行至少一個火星年 687 地球天的探測，但是所有的元件測試都是以使用 4 個地球年為目標。

「好奇號」離家那麼遠，通訊設備絕對是很重要的。「好奇號」上的 X-Band 通訊設備可以直接和地球通訊，但是頻寬只有 32 kbit/s，有點慢就是了。「好奇號」主要的通訊管道是透過 NASA 在 2001 年、2005 年發射至火星的兩顆人造衛星 Odyssey 和 Reconnaissance 當作基地台，這兩顆人造衛星和地球通訊的天線強力得多，「好奇號」和 Odyssey 通訊的頻寬是 256 kbit/s，和 Reconnaissance 通訊的頻寬是 2 Mbit/s，

但是因為人造衛星繞行火星軌道的關係，「好奇號」和兩顆人造衛星一天只有大約 8 分鐘的通訊時間。

「好奇號」通訊上的另一個麻煩，是訊號傳輸到地球要花很長的時間。傳輸時間當然和火星和地球當時距離的遠近有關，例如 2012 年 8 月 6 日「好奇號」降落火星當天，訊號從火星傳到地球得花上 13 分 46 秒。

這麼長的通訊傳輸時間也讓駕駛「好奇號」成為一件非常需要耐心的工作。「好奇號」基本上是一部遙控車，NASA 有一組十幾個「駕駛員」從地球控制室操控這部火星探測車。想像駕駛員送出控制指令操作「好奇號」轉向，14 分鐘之後「好奇號」才收到指令做出動作，並且向駕駛員回報，再過 14 分鐘駕駛員才確認「好奇號」動作是否正確...

不管如何，「好奇號」絕對是人類歷史上最昂貴、最先進的一部車。八月份世界風雲車，我選「好奇號」火星探測車。

