



=地心引力=

陳國峯老師 編著

壹、相關章節

高中基礎地球科學(上)【1-1 人與地球環境的綜覽】

(下)【1-1 地球觀的探索】

(下)【2-3 空中遙測】

貳、觀念解析

A：太空環境對生命的險惡（相對於地球環境對生命的保護）

在影片一開始的字幕，列舉了一些太空環境的嚴酷條件：

「在地球上空 600 公里處，溫度在華氏正 258 度到負 148 度(攝氏正 126 度到負 100 度)之間震盪，沒有物質傳遞聲音，沒有大氣壓力，沒有氧氣，生命在太空中是不可能存活的。」

另外還有其他對生命不利的條件：高能短波輻射、快速流星體的轟擊。

B：人造衛星依軌道高度區別：

	軌道高度 (距離地表)	繞行週期	軌道特性	例子
高軌道衛星 (地球同步衛星)	36000 公里	23 小時 56 分鐘 (一個恆星 日)	位在赤道上空， 因為和地球自轉 週期相同，會固 定在同一地點上 空，又稱地球靜 止衛星	氣象衛星 MTSAT2
中軌道衛星	2000~36000 公里	2~12 小時 之間	介於地球同步軌 道和太陽同步軌 道之間	GPS 衛星
低軌道衛星 (繞極衛星)	2000 公里以內	約 90 分鐘	軌道經過南北 極，一天通過同 一地點約兩次， 又稱為太陽同步 衛星	福衛 2 號



參、延伸學習

A：太空垃圾 (space debris 或 space junk)

是指仍在繞地球軌道上，卻已經失去作用的各種人造物體。小的太空垃圾，例如太空維修任務遺留的螺絲，大的例如卡車大小般的廢棄人造衛星或是發射遺留的多節火箭。太空垃圾除了可能在太空中撞擊其他運作中的人造衛星和載人裝置外，也可能在重返地球大氣層後，墜落在人口稠密的地方造成危害。

由於太空垃圾以非常快的速度運行，如果碰撞到其他物體，將會造成非常大的破壞，甚至影響到太空人的人身安全，但受限於經費和技術，目前還沒有確實處理太空垃圾的方法。

B：凱斯勒現象(Kessler Syndrome)

是由美國科學家唐納德·J·凱斯勒 (Donald J. Kessler) 於 1978 年提出的一種理論假設。此理論假設當在近地軌道的物體密度達到一定的程度，一旦出現物體碰撞，產生的大量碎片會有如連鎖反應般製造更多的撞擊，最終會讓太空垃圾充滿整個近地軌道。由於失去可以安全進行運行的軌道，人類將有幾百年的時間無法進行太空任務。

肆、大家來找碴

1. 影片的故事背景，是美國太空人利用太空梭進行哈伯太空望遠鏡維修任務時，遭遇到太空垃圾的襲擊，破壞了太空梭，女主角為了要活下去，克服各種危機，前往國際太空站和中國的天宮一號避難並返回地球。在現實中，太空梭已經在 2011 年 7 月除役，而天宮一號在 2011 年 9 月才發射，所以不可能出現太空梭和天宮一號一同在太空出現的情景。另外，哈伯太空望遠鏡的軌道高度是 5 百多公里，國際太空站的軌道高度是 4 百多公里，天宮一號的軌道高度是 3 百多公里，彼此的相對位置也一直在改變，所以幾乎不可能進行如影片中在三者之間移動的情形。
2. 當女主角進入國際太空站、脫下太空裝，無重力飄浮的時候，頭髮還是緊貼在頭上，現實應該是會像「爆炸頭」一樣，頭髮向四周散開。



《地心引力》片中女主角在國際太空站中飄浮的劇照

圖片來源：http://shaojungle.blogspot.tw/2013/10/blog-post_19.html



女太空人在國際太空站飄浮的情形

圖片來源：

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Karen_Nyberg_STS124_-_2008June07_%28NASA_S124-e007134%29.jpg

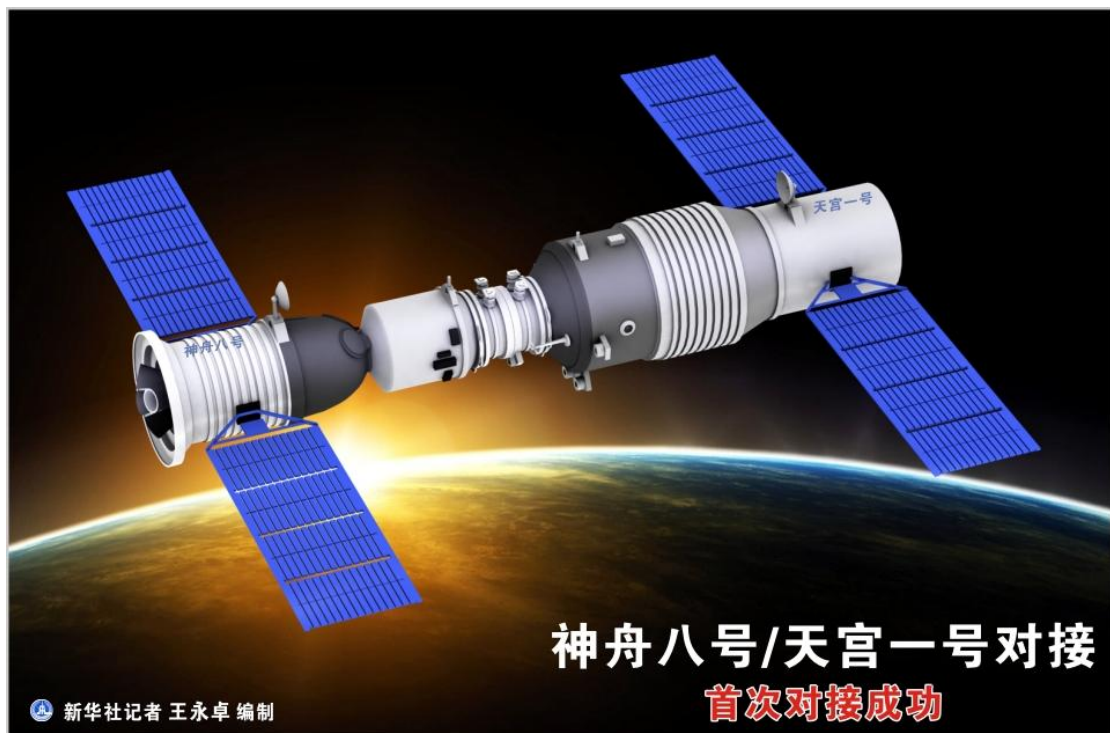
3. 影片最後女主角進入墜落中的天宮一號(太空站，不具重返地球的功能)中，接著利用神舟號太空船返回大氣層。現實中，太空船要返回大氣層是非常危險的，進入大氣層的角度要非常精準，進入角度太小，就會像打水漂一樣彈回外太空，進入角度太大，會在大氣層中燒毀，要像在電影中這樣返回地球，幾乎是不可能的。

4. 影片中的天宮一號，和現實的天宮一號外觀不同，反而比較像俄羅斯的和平號太空站(已在 2001 年於重返地球的過程中燒毀，未燒完的部分掉入南太平洋)。



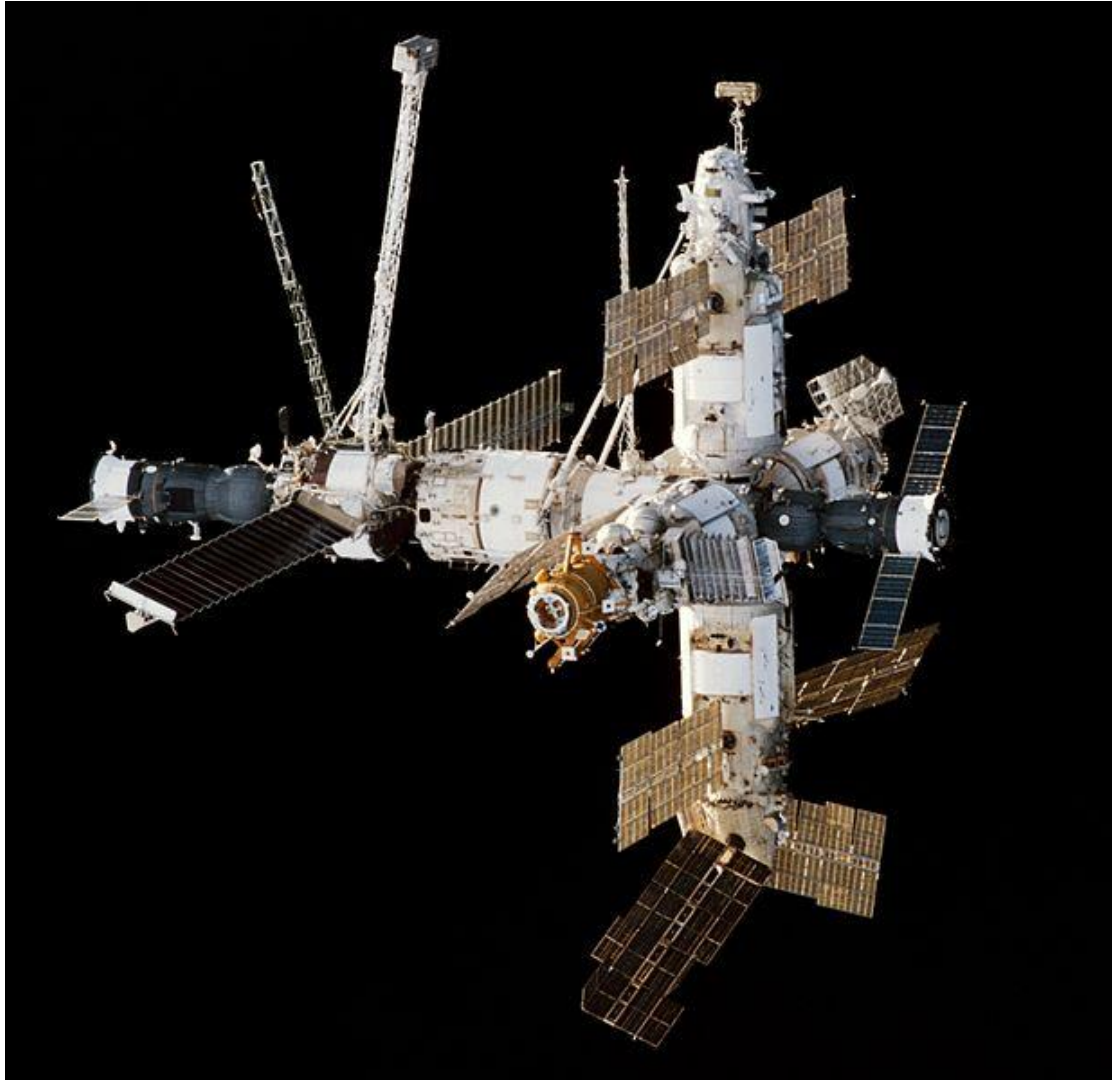
《地心引力》官方同名遊戲的天宮一號與神舟號

圖片來源：<http://military.people.com.cn/n/2013/1008/c1011-23124984-11.html>



神舟八號與天宮一號連接之後的想像圖

<http://gb.cri.cn/mmsource/images/2011/11/03/24/14010943763482008708.jpg>



和平號太空站的實際照片

圖片來源：

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mir_Space_Station_viewed_from_Endavour_during_STS-89.jpg

伍、動腦時間

(1) (**全**) 太空環境中，下列選項中，有哪些威脅生命的項目？ (A)劇烈的溫差 (B)近乎真空的環境 (C)強烈的輻射 (D)快速飛行的物體 (E)沒有氧氣。

解析：在太空環境中，由於沒有空氣，所以溫差劇烈、輻射強烈，另外可以在繞地軌道上的物體，運動速率都比發射的子彈還快，一旦撞擊，會產生嚴重的破壞。

(2) (**C**) 下列哪個衛星的運行軌道高度最低？ (A)GPS 衛星 (B)氣象衛星 MTSAT2 (C)福衛二號 (D)月球。

解析：GPS 衛星的運行軌道高度約 2 萬公里；氣象衛星 MTSAT2 的運行軌道高度約 3 萬 6 千公里；福衛二號的運行軌道高度約 9 百公里；月球運行軌道高度約 38 萬公里。

(3) (**D**) 下列哪個衛星的繞地球週期最長？ (A)GPS 衛星 (B)氣象衛星 MTSAT2 (C)福衛二號 (D)月球。

解析：GPS 衛星繞地球一圈約 12 小時；氣象衛星 MTSAT2 繞地球一圈約 23 小時 56 分鐘；福衛二號繞地球一圈約 100 分鐘；月球繞地球一圈約 27.3 天。

(4) (**D**) 影片的開頭(見附圖)，可以看到有個氣旋，請問這最可能出現在哪裡？ (A)北極 (B)北回歸線 (C)赤道 (D)南回歸線。



解析：這個氣旋呈現順時針旋轉，所以在南半球。

陸、教學說明

《地心引力》是 2013 年底的科幻驚悚大作，描述太空人在險惡的太空環境中遭遇太空垃圾的襲擊，奮力求生的過程。上映以來備受好評，甚至被《阿凡達》的導演詹姆斯·卡麥隆譽為【影史最佳太空題材影片】，當然也引起科學方面的討論，有不合理的地方(如上所討論)，也有合理的地方(例如太空中沒有空氣，所以本片中如果爆炸發生在太空，電影中的音效處理是聽不到爆炸聲的)。

本片有一個驚悚點值得討論：當男女主角檢視同行太空人的遺體時，只見到被太空垃圾貫穿的頭顱，以及飄浮在太空梭內、非常完整的大體。在教【人與地球環境】一章時，課堂上常常會討論一個問題：如果在太空中不穿太空衣，將會有什麼下場？當然下場是「死」，但會怎麼個死法？是因為失壓爆體而亡？全身血液沸騰？冷凍致死？從本片完整、沒有結冰的遺體看來，看來不是爆體而亡(人體的肌膚有彈性，我們習慣的氣壓和真空只有 1 個大氣壓的變化，如果人體能夠



承受潛水 20 公尺、改變 2 個大氣壓的體積變化，差一個大氣壓，應該不至於爆體而亡)，也不是冷凍致死（真空不會熱傳導、熱對流，熱輻射散熱的速率很慢），血液也不會沸騰（血管會提供一定的壓力），最有可能的死法是肺臟破裂、缺氧而死，影片的處理方式是符合科學見解的。

另外在本片中，也不少俯瞰地球美景的絕美畫面，例如影片一開始的畫面，有個氣旋，可以讓同學猜猜看，這是在北半球還是南半球？（圖片、答案在動腦時間的第 4 題）

除了地科或太空科學的知識外，這部片更值得一看的是女主角心態的轉變，從無法走出喪女之痛、封閉內心，在經歷過驚心動魄的求生過程後，最終轉變為懂得放下，百死一生從太空返回地球，當她一邊顫抖一邊奮力站起，也象徵她開始新的人生，很適合當作生命教育和地科教學的融合課程教材。

柒、電影 PLUS

1. 阿波羅 13 (Apollo 13)，1995：改編自真實事件，當中登月太空人如何歷經各種危機，與地面團隊共同解決問題，最終平安返回地球的動人故事。
2. 惑星奇航 (PLANETES)，2003：由漫畫改編成電視動畫，劇情敘述在 2075 年，太空垃圾已經變成棘手的問題，有一群人從事太空垃圾的處理工作，當中詳實描述人在太空環境可能會面臨的疾病，探討了凱斯勒現象，也有哲學層次的深層意涵。