

地球新模式的重建和內部黑暗物質的發現

何 顯 榮 著
Ho Hsien-Jung

1992年2月12日

Reconstruction of the Earth model and Discovery of the Interior Dark Matter

Abstract

Acting on the recommendations of several geophysicists, a revised earth model has been developed. According to that, between the lower mantle and the outer core, the chemical compositions are similar to each other, and the curves of density distributions of both are continuous at the core-mantle boundary. According to the result of this analysis, the components of solid rock in the lower mantle and liquid molten rock in the outer core change states with each other at the core-mantle boundary. In the transition zone of the outer core, where the molten rock is of low viscosity but high diffusivity, some elements and components undergo oxidation-reduction reactions and are separated by gravity. The abundant iron oxides in the outer core are partially reduced into iron, which alloys with some amount of nickel and also combines with some amount of oxides to settle into the inner core and solidify. The great amount of produced heat of chemical reaction and solidification become the geodynamo of a large convection cell, which is a circulation of rock and molten rock migrating up to the crust and down to the transition zone of the outer core. According to the Super-string theory, which contains the characteristics of ten-dimensional space-time and Supersymmetry, detailed figuring out the new earth model, the result shows the earth's mass is only about $5.1185 \sim 5.1429 \times 10^{27}$ g in itself and inside the earth there is a planet of dark matter, whose radius is about 3673~3678 km and the mass is about $0.8313 \sim 0.8557 \times 10^{27}$ g. In this paper, some great scientific problems have been roughly solved, such as: the density jump and the equilibrium at the core-mantle boundary, the composition of outer core and the Chandler wobble in geophysics; dark matter, the solar missing neutrino, the planet-X of solar system and unidentified flying object in astronomy; and the basic geometry of Superstring theory in physics.

一. 摘 要

根據幾位地球科學家的異於一般理論之意見和外核面呈高於十公里起伏的現象，分析地球內部構造、組成、密度和壓力，重新修訂地球模式。依據本文分析所得結論，下部地函和外核之間，密度分布呈連續性，且化學組成相似，僅是固態岩石和液態熔岩的物態變化而已。在外核黏滯性低的過渡區，其組成熔岩的各種氧化物和較活潑的金屬元素，產生氧化還原化學反應和重力分離作用。其氧化還原時所產生的化學反應熱和在內核面凝結時所釋放的凝固熱，成為從外核過渡區到地殼之間一貫性大型對流囊的動力源。根據這種地球新模式，計算地球質量和轉動慣量，得到地球質量僅為 5121.82×10^{24} g，與其實際地球觀測值比較，約為現行地球質量的 85.73 %。引用超越相對論的現代最新物理學理論——超弦理論，其立論基礎在宇宙含有十維時空特性和超對稱性，和近代天文物理學者對宇宙含有 90 % 以上失蹤質量，稱為黑暗物質的詮釋，根據太陽僅發射約三分之一微中子到達地球，其餘失蹤的現象，和地軸有錢德勒擺動疑團的事實，假設將超弦理論的宇宙九維空間分為三重三維空間，和共有的一維時間，形成大宇宙有三重宇宙的結構，而我們所賴以生存的宇宙僅是大宇宙的三分之一而已。依據此種宇宙構造，將其餘地球 14.27 % 的失蹤質量和不足的轉動慣量，看作是黑暗物質的質量和轉動慣量，推算黑暗物質的半徑，結果得到地球內部有一黑暗物質的行星，其半徑為 3700.375 km，質量為 852.38×10^{24} g，約為火星的 1.33 倍，存在另一重宇宙中。由本文的敘述，可以解釋至少十項科學上未解的問題。例如地球科學的地函和外核面起伏、密度跳昇及元素不平衡、外核成分和錢德勒擺動等問題；物理學的超

弦理論十維時空之基本幾何學問題；天文學的黑暗物質、太陽微中子失蹤、太陽系 X 行星和幽浮等問題。其中以威脅地球人類生存的幽浮，我們若脫離現代科學知識的窠臼，考慮科技超越我們的外星人，可能居住在一些接近我們地球的另一重宇宙中的黑暗行星，駕駛幽浮穿入我們這一重宇宙到達地球，甚至進入地球內部的黑暗行星成立基地。若以此解釋外星人和幽浮的來龍去脈，將可解開科學迷題。

相關語：地球模式，對流囊，錢德勒擺動，黑暗物質，十維時空理論。

二. 導 言

1930年代，一位天文學家 Fritz Zwicky 觀測銀河系後，發現有一些特殊而被隱藏的質量，以萬有引力保持銀河系的快速旋轉。一直到七十年代，發現旋渦星系(galaxy)的重力牽引高速旋轉的星球，保持快速運行而不至脫離。這星系的質量可由理論推算，當星球在旋渦星系的邊緣以高速環繞著旋轉時，這個星系的總質量可由此星球的質量和旋轉速率估算出來。但由某種型態的星球及星系的絕對亮度與質量之間有一定的關係，依據星體的絕對亮度調查星體的質量，再乘測量的數量，即能推算出宇宙中看得見的物質之質量。即實際以天文望遠鏡觀測星系的全部星球，所估算的星系質量比前者估算的總質量少很多。在宇宙中，用電磁波觀測到的物質，估計約僅佔全宇宙總質量的一成，其餘觀測不到的九成，是應用天體力學重力作用計算星球運動所得到的黑暗物質(dark matter)，雖經二十餘年的探索，尚無所獲。

探索黑暗物質最理想的方法，就是從我們所賴以生存的地球開始。在現行的地球模式中，地殼和地函部份，已應用許多地球科學的地震方法，例如本體波(body-wave)到達時間、表面波(surface-wave)分散和自由震動週期，測定其化學組成和密度分布，達到相當正確的成果，但是地核部份，仍有許多問題存在。在地函和地核之間的化學元素平衡和詳細構造，仍不能明瞭。雖然一些假說，例如在下部地函有一D''的過渡層和鐵與氧呈合金狀充滿外核，但是仍然有一些差誤在地球的內部(Creager & Jordan, 1986; Morelli & Dziewonski, 1987)。而且在內核和外核的熱力平衡仍沒有獲得結論。

根據地球的各项特徵，合理的分析地球內部構造、組成、密度和壓力，嘗試十二種不同密度分布曲線，計算每一種地球模式的質量和轉動慣量，與現行其地球的觀測值比較，不足數就是失蹤的質量和轉動慣量，即屬於黑暗物質的部份。引用物理學上最尖端的理論——超弦理論(Superstring theory)，其含有十維時空的幾何學特性和 $E_8 \otimes E_8$ 的超對稱性，將地球內部的黑暗物質當作太陽系一顆內行星，以計算各種地球新模式的黑暗物質半徑及密度，再計算地球內部各深度的壓力作為檢討，可以發現地球內部合理的存在著黑暗物質。

三. 地球內部構造的探討

地球內部構造中，在較深的地核部份，尚有一些疑問，不能得到解答。為探討地球內部的構造，依據常被引用的地球模式—1981年 Dziewonski 和 Anderson 所提PREM地球模式(Preliminary Reference Earth Model)，在地函和地核的交界面(core/mantle boundary, CMB)，由地函的岩石礦物密度 5.58 g/cm^3 ，跳為地核熔岩的 9.90 g/cm^3 ，其間密度有77.42%的跳升。根據物理化學的數據，一般固態的物質在大氣壓下，融化為液態時，密度大約降低百分之十。然而地球在 CMB面，由固態地函轉化為液態地核時，違反常態，不但不降低密度，反而大幅跳升。所有觀測方法均不能提出直接數據，以資證明密度跳升的現象，因此地球內部構造模式，在 CMB面以下需要詳加探討。

一般學者認為在 CMB面密度的大幅跳升，主要理論根據有二：

(一). 由彈性力學所導出的地球震波速度和密度的關係式：

$$V_p = \{(\lambda + 2\mu) / \rho\}^{1/2}$$

$$V_s = (\mu / \rho)^{1/2}$$

和 Adams - Williamson 方程式：

$$d\rho/dr = -GM\rho / r^2 \{V_p^2 - (4/3)V_s^2\}$$

式中： V_p ， V_s 各為P波和S波的波速， ρ 為密度， λ 為拉梅常數(Lame' constant)， μ 為剪力彈性係數(shear modulus)， r 和 M 為地球半徑和其內質量， G 為萬有引力常數。地核的外核部份為液態熔岩，在CMB面的 V_p 大幅下降， V_s 和 μ 均為零，由上述三項公式可以導出密度大幅跳升。因為地

球本身的重力，使地核受到強大的壓力，已超出熔岩彈性範圍。因此地核的密度推算，不適用前二項公式。1940年 Bullen 曾用第三項公式算出地核的轉動慣量為 $0.57Mr^2$ ，比均質球體的 $0.4Mr^2$ 還大，是一項錯誤。1952年 Birch 加入一修正項 $(-\alpha\rho\tau)$ 在右方，但是在CMB的不連續性密度，仍然無法由此式求得。同時，在上部地函的兩軟流圈，大致與震波低速帶一致。1972年Solomon認為低速帶，主要是由於含有少量粒間液體所引起的。而在軟流圈的密度分布，不因波速衰減而升高。同理在CMB面波速遽減，可能是由固態地函轉變為液態外核的現象所產生，不可能是密度大幅跳升所引起的。

(二). 由已知地球質量和轉動慣量的觀測值，扣除已有相當可靠數據的地殼和地函部份，所剩餘大量的質量和轉動慣量，唯有採取高密度的地核，以配合地球質量的觀測值，並在CMB面大幅跳升外核部份的密度，以配合地球轉動慣量的觀測值。上述二種方式推測地核的密度分布，第一項已知可不予考慮，第二項在目前的地球科學領域內，被認為理所當然的結果。若是將本項先予保留，暫不作為地核密度分布的根據，而考慮歷年來地核專家的四項研究成果如下：

(一). 1948年 Ramsey 和 1973年 Lyttleton 對鐵地核的模式，持不同的看法。他們認為地函的主要成分矽酸鹽(矽酸鐵和矽酸鎂)，同樣也是地核的主要成分。因為固態的地函，受到高溫和高壓的作用，發生相變(phase transition)，產生低熔點和高導電性的液態地核物質。這種假說，有許多因素，至今仍為一些地球物理學家所認同。

(二). 1965年 Knopoff證明在 CMB面的物態變化，可以算出容積彈性係數(bulk modulus) k 和密度 ρ 是隨深度增加而增大，按照 $k/\rho^{7/3}$ 的比例而變化。由於 k 在CMB面基本上保持不變，因此地函和地核的密度 ρ 在CMB面，應不至有大幅跳升，而保持其連續性。

(三). 1968年 Buchbinder 檢測 CMB面的反射波，得到各種距離所對應的不同振幅，劃出距離和振幅曲線。在列出最短距離的地心角 32° 之處，CMB面的振幅不能與二種不同介質交界面的公式，所算出反射波的振幅相符。按照 CMB面以上地函的 V_p 和密度數據計算，為符合測量所得的振幅，他認為在下部地函和地核之間的密度，應呈連續性。若是考慮地函和地核的物質，有互相混合的狀況，則會呈現上述的連續性現象。

(四). 1987年美國 Harvard 大學地球物理學家Dziewonski和Woodhouse 及一批研究人員，將地球上一萬五千次4.5級以上的地震資料，花了十年輸入該校地震實驗室的電腦，繪製地球內部的三度空間地形圖，和綜合電腦斷層掃描(Computer-Assisted Tomography; CAT)的X光照片，製作立體圖像。由圖像發現在固態和液態交界的CMB面，形成不規則的高山和深谷，高差逾十公里，而且處於極不安定的狀態。在地核的凸處，熾熱濃稠的液態熔岩與大量熱能，正以每年一吋的速度向地面上湧。在地函的交面，地核的熔岩凝結為固態岩石，同時釋出凝固熱(heat of solidification)，部份熔岩因吸收此熱量不能凝結，而瀝入固態岩石中，形成含有熔岩泡，狀如蜂巢的岩石攜帶此熱量上湧，穿過地函，到達地殼的熱點(hot spot)，即地殼裂縫處湧出，在陸地生成大裂縫(great rift)，將陸地分開，在中洋脊(mid-ocean ridge)形成新海床。這股熱能即是大陸飄移(continents adrift)的動力源。由於對流作用，相反的在地表的隱沒帶(subduction zone)，岩石向下沉陷，而產生重力傳遞作用，透過地函的岩層，到達 CMB面，形成地核外圍的凹陷。地函的岩石在此熔化為液態熔岩，因需要融解熱(heat of fusion)而吸收熱量，使周圍損失熱能，熔岩因而黏滯性(viscosity)大，沒入地核的熔岩擴散性(diffusion)較小，其物質間相互流動接觸而發生化學反應的機會不多，故此外核熔岩僅是由固態岩石熔化的物態變化而已。以力學(mechanics)觀點而言，岩石下降速度雖然微小，但是從地表至地核整體岩柱(plume)的質量巨大，故其下降的動量(momentum)仍相當可觀。在液態外核未有相當大的實體或速度可以抵消此動量，而其黏滯性大，僅能將熔岩黏結在一起，不能阻止整體的下降，故熔岩一直沉向內核(inner core)。就如 Dziewonski 指出在外核上層，從液態冷卻而形成的結晶鐵，有些像一片片雪鐵花(snowflake)灑落內核。熔岩下降至內核時，受到整個固體內核的阻擋，其下降的巨大動量，始在此受到抵消。根據 Qamar(1972) 對地核地震波速和振幅的研究，認為在外核最下層有 566 km 寬的過渡區(transition zone)環繞著內核。根據震波在進入外核的過渡區時，有波速跳昇的現象，可知流體在外核過渡區略有不同的性質。因在過渡區約有 $5,000^\circ\text{C}$ 高溫，熔岩的黏滯性已降低到約可自由流動，在下降的熔岩受到內核的阻擋和地球向東自轉以及擴散性的影響，產生熔岩向西流動的現象，這是地磁長期變化(secular variation)的真正來源。熔岩下降的巨大動量雖受到內核的阻擋而被抵消，但是內核的固態如同地函，並非整體成堅固結晶，其在內核面(inner

/ outer core boundary ; ICB)接受下降熔岩的動量後，產生一股壓力傳過地心，在對面向外推擠，形成高聳的地核山頭。此現象可由 Dziewonski 所繪製地球內部的三度空間地形圖看出。降至過渡區的熔岩，一些接收因元素發生氧化還原放出的化成反應熱和元素凝結為固態內核產生的凝固熱，向外對流成為上昇熔岩，到達 CMB面的地核凸出處，在此凝結為含有熔岩的固態地函，如上所述上昇至地殼，形成從地表至外核的過渡區間的一貫性大對流囊(convection cell)。由此可知地函和地核的物質，經常在CMB面有互相交流的現象，符合上述 Buchbinder 的說法，即地函和地核之間，其密度應呈連續性。

對於一些學者認為 CMB面的密度跳升，和有絕緣作用的下部地函，使其上下形成二個各自獨立的對流囊，以及在 CMB面下，外核的上層，有一水平流層，為地磁西移的源頭和發生熔岩成分間化學反應等說法，以本文的研究來看，似乎不無商榷餘地。

由上述資料可以得到初步認定：下部地函和外核之間，僅是固態岩石和液態熔岩的物態變化而已，兩者成分應該相似，而且在CMB面，密度應呈連續性。故可排除外核的成分以液態金屬鐵為主的說法，可免除地函和地核間密度跳昇和元素不平衡問題的困擾。因此現行普遍採用的地球模式，例如PREM模式的密度有77.42 % 跳升，是一種不正確的地球模式。為證明這種認定，必須另外考慮地核化學組成的問題。

四. 地核化學成分的探討

在地球物理學上，地核的化學組成是一件最重要和最難以捉摸的問題。從地震的波速、宇宙的化學元素含量和地磁的需要性，一般學者認為外核是由液態金屬鐵結合少量輕元素如硫或氧等成為液態合金。一些學者採用外核的主要成分為液態鐵結合14-15 % 的硫所組成，因為硫是揮發性元素，在地球生成過程中容易揮發而在地核消失。1977年Ringwood提倡地核的主要輕元素，可能是氧而非硫。然而沒有一種理論說明地函和地核之間的元素平衡問題，可以解釋得很完善。目前最受矚目的是氧化鐵。

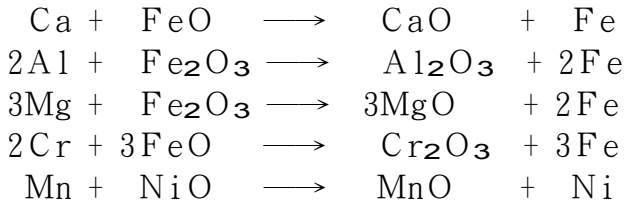
由上節可知下部地函和外核之間，僅是固態岩石和液態熔岩的物態變化而已，兩者之間物質相互流通，成分相似，而且在 CMB面密度應呈連續性，故沒有元素不平衡的問題發生，排除外核的成分以液態金屬鐵為主的說法，並無氧化鐵與鐵結合為合金，成為外核主要成分的可能性。但是由地函部份的深度愈深，氧化鐵的含量愈高的狀況，可知有大量的氧化鐵存在下部地函和外核。

根據前一節所述，地函的主要岩石礦物為玄武橄欖岩(pyrolite)，外核應仍是玄武橄欖岩，僅熔化為液態的岩漿。依據礦物學的觀點看，在其他條件完全相同的情況下，一般礦物形成的溫度愈高，聚合作用(polymerization)的程度愈低，反之亦然。地函的結晶礦物，在接近地核的溫度和壓力下，共用氧的聚合作用漸形減少，化合物鍵合作用漸被破壞，結晶現象逐漸消失。在地核 CMB面熔化為岩漿後，各種離子和分子元素成為未組合的分離狀態。就以地球的主要岩石礦物—橄欖石(olivine)為例說明如下：

橄欖石在常溫常壓下，為體矽酸鹽(Tectosilicates)的複雜結晶體，經加溫後，矽氧四面形的四個氧，和四個不同的矽氧四面形聚合共用的結構，逐漸減少，依次遞變為片矽酸鹽(Phyllosilicates)、鏈矽酸鹽(Inosilits)及環矽酸鹽(Cyclosilicates)等礦物。溫度上升到相當高，矽氧的四面形共用氧減為二個，以共用頂端氧的方式，成為矽酸鹽礦物的基本單位 — 雙矽酸鹽(Solosilicates)。在高溫的岩漿熔體之內，很多的元素都是在未組合的分離狀態之中，矽酸鹽礦物的聚合作用消失，沒有氧離子共用現象，形成一些個別的矽氧四面形。故岩漿在相當高溫時，聚合作用完全消失，離子的鍵合力大部份消失，電子的共價鍵合力仍在，因此岩石礦物分解為一些重金屬元素和混合氧化物，例如矽酸鹽 $MgSiO_3$ 分解成簡單的 MgO 和 SiO_2 的混合氧化物。地核的岩石礦物，熔化為岩漿後，形成氧化物和金屬元素。

地函的岩石礦物，在 CMB面熔化為液態岩漿後，因其黏滯性甚高，各種氧化物和金屬元素，仍將隨熔岩整體作極為緩慢的上下對流流動。地球內部的溫度，隨深度的增加而升高，在地心有 $6,000^{\circ}C$ 以上，然而熔岩的黏滯性隨溫度的升高而降低。在過渡區 $5,000^{\circ}C$ 高溫，熔岩的黏滯性已低，擴散性大，其各種氧化物和金屬元素，受到浮力的影響，各依其比重呈現漂浮或下沉現象。地球磁場的長期變化，包括西移現象，一些學者認為在 CMB面下方的外核上層，有一水平流動層所產生的。但是依照本文所述，在CMB面附近並無水平流動產生，而在外核高溫低黏滯性的過渡區，熔岩含有擴散性，挾著巨大下降動量，遇到下方有固態內核的阻擋，地球自轉(tangentially geostrophic flow)和磁場的環狀流動(toroidal flow)的作用，熔岩的下降流動變為水平流動，才是產生地磁長期變化的主因。

因此在 5,000°C 的高溫下的外核過渡區，含有各種氧化物和金屬元素的熔岩，有上下和水平的移動現象，增大各種氧化物和金屬元素的自由度，和流動性，增加接觸機會，容易發生氧化還原作用。較活潑的輕金屬元素，奪取重金屬氧化物中的氧，而被氧化為輕金屬氧化物呈飄浮；重金屬氧化物被還原為重金屬元素而下沉。尤其在外核含有大量的氧化鐵，其與較輕金屬氧化物發生化學反應，舉例如下：



Ca、Al、Mg、Cr和Mn被氧化為CaO、Al₂O₃、MgO、Cr₂O₃和MnO，而漂浮於外核的過渡區，FeO和Fe₂O₃則被還原為金屬鐵，與少量鎳鎘成合金，挾帶其他輕質物質一起下沉至ICB凝結為固態內核，並釋出凝固熱。此氧化還原作用為放熱反應(exothermic process)，產生的反應熱甚大，和在內核面凝結時所釋放的凝固熱，以及CMB的融解熱，成為從外核過渡區到地殼之間，物質一貫性大型對流囊的主要動力源。倘若對流囊的動力源，僅考慮ICB的凝固熱和CMB的融解熱，似乎過於微小。

一些學者認為地核全部以液態金屬鐵為主要成分的情況下，在ICB面的密度變化當然很小，例如PREM模式採用 0.59 g/cm³的跳升。根據間接的地震波速資料推算，固態內核的密度可能超過液態外核 10%。一般採用兩者之間有 0.3 ~ 1.1 g/cm³的跳升。

依據1969年J. S. Derr建議，內核有 2.18 km/sec 的 S 波波速，而且ICB面的內外核之間，密度有 2.0 g/cm³的跳升。1972年Bruce A. Bolt依據PkikP/PcP的平均振幅比例計算結果，他建議在ICB面密度有 1.40 g/cm³的跳升。

根據A. Jephcoat和P. Olson(1987)研究，他們認為內核非純固態鐵，而含有其他輕質成分。除非地球生成初期，內核已併入輕質元素而凝結為固態，否則若以外核為液態金屬鐵，除了密度大於或等於鐵的重金屬外，Ni、Co，和其他金屬或化合物很難通過2630 km的鐵質外核，到達內核凝固成為內核的成分，尤其必須沉入黏滯性小的外核過渡區，較輕元素必受浮力作用而上浮，難以到達內核。

1972年Henry, T. Hall和V. Rama Murthy認為在固態的內核和較輕的液態外核之間，若單純以固態熔化為液態而產生的體積變化來考量，密度的跳升似乎過大。若依照上述分析地核化學成分的變化，由含有大量氧化鐵的外核熔岩，與以金屬鐵為主的固態內核，二者之間密度的跳升必定很大。就以FeO和Fe來說明，依據1980年R. Jeanloz和T. J. Ahrens所作試驗，在地核溫度及250 GPa壓力下，FeO密度為 10.08 g/cm³，Fe密度為 12.58 g/cm³，兩者相差 2.50 g/cm³，超出所有的估計值。因此在ICB面的密度跳升，本文採用Bolt 的 1.40 g/cm³或Derr所建議的 2.0 g/cm³跳升，計算地球新模式。

五. 地球新模式內部構造的推算

根據密度分布曲線的變化，將地球分成十六層圈，曲線的曲率(curvature)愈大，採用層圈厚度愈薄。因為每一層圈的曲線斜率(slop)變化不大，故其上下限密度相差不大，其間視作線性變化，以簡化計算式。

由均質球體質量公式，求質量：

$$M = (4/3)\pi\rho R^3 \quad (1)$$

式中： ρ 為密度，R 為半徑。

應用(1)式計算地球內部每一層圈質量 ΔM ，

$$\begin{aligned} \Delta M &= (4/3)\pi\rho_t R_t^3 - (4/3)\pi\rho_b R_b^3 \\ &= (4/3)\pi\bar{\rho}(R_t^3 - R_b^3) \end{aligned} \quad (2)$$

式中： $\bar{\rho}$ 為 ρ_t 和 ρ_b 的平均值， ρ_t 為地球內部一層圈的上限密度， ρ_b 為下限密度。 R_t 和 R_b 各為地球內部一層圈的上限半徑和下限半徑。由均質球體轉動慣量公式，求轉動慣量：

$$I = (2/5)MR^2 \quad (3)$$

應用(1)、(3)式計算每一層圈轉動慣量 ΔI ，

$$\Delta I = (8/15)\pi\bar{\rho}(R_t^5 - R_b^5) \quad (4)$$

引用流體靜力學和萬有引力公式：

$$dP/dR = -g\rho \quad (5)$$

$$g = GM/R^2 \quad (6)$$

將上兩式合併，並積分而得：

$$\Delta P = (1/R_b - 1/R_t)G\bar{M}\bar{\rho} \quad (7)$$

式中：P為壓力， ΔP 為地球內部一層圈內，上下限的壓力差， \bar{M} 為球體在一層圈的上限半徑內質量與下限半徑內質量的平均值，G為萬有引力常數 $6.6726 \times 10^{11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$ 。g為重力加速度。但是(7)式在地心為不連續點，不能計算地心層圈的壓力差。故由(1)式代入(5)式和(6)式積分，可得：

$$\Delta P_c = (2/3)\pi G\bar{\rho}^2 R_c^2 \quad (8)$$

式中： ΔP_c 為地心層圈的邊緣與地心之壓力差， R_c 為地心層圈的半徑。各層圈的重力加速度g可由(6)式求得。

為核驗本文上述各項公式的正確性，根本 PREM地球模式的密度分佈資料，由表(一)計算地球質量、轉動慣量、壓力和重力，其結果前兩者由目前地球觀測所得數據作比較，後兩者由Dziewonski與Anderson所提PREM地球模式論文的數據作比較，即可得知。

表(一) 根據 PREM密度分布計算地球內部資料

層次	半徑 R	密度 ρ	各層轉動慣量 ΔI	各層質量 ΔM	各層內質量和 M	壓力 P	重力 g
單位	km	g/cm^3	$10^{40} \text{ g} \cdot \text{cm}^2$	10^{24} g	10^{24} g	$10^8 \text{ dyne}/\text{cm}^2$	$10^3 \text{ cm}/\text{sec}^2$
94	6371.0	1.02000		0.000	5973.307	0.000	981.962
93	6368.0	1.02000		1.560	5971.747	3.006	982.631
92	6368.0	2.60000	428.206	15.869	5971.747	3.006	982.631
91	6356.0	2.60000			5955.878	33.681	983.724
90	6356.0	2.90000	371.613	13.818	5955.878	33.681	983.724
89	6346.6	2.90000			5942.060	60.506	984.351
88	6346.6	3.38076	713.156	26.623	5942.060	60.506	984.351
87	6331.0	3.37906	903.546	33.921	5915.437	112.419	984.776
86	6311.0	3.37688	891.590	33.685	5881.516	178.969	985.345
85	6291.0	3.37471			5847.831	245.516	985.940
84	6291.0	3.37091	1531.877	58.383	5847.831	245.516	985.940
83	6256.0	3.37091	1496.287	57.669	5789.447	361.971	987.049
82	6221.0	3.36710	1461.358	56.960	5731.778	478.430	988.244
81	6186.0	3.36330	1427.024	56.255	5674.818	594.906	989.526
80	6151.0	3.35950			5618.564	711.404	990.898
79	6151.0	3.43578	1834.345	73.258	5618.564	711.404	990.898
78	6106.0	3.46264	1794.932	72.748	5545.306	865.329	992.447
77	6061.0	3.48951	1755.881	72.230	5472.558	1020.698	994.024
76	6016.0	3.51639	1717.177	71.703	5400.328	1177.520	995.634
75	5971.0	3.54325			5328.625	1335.801	997.278
74	5971.0	3.72378	1966.295	83.421	5328.625	1335.801	997.278
73	5921.0	3.78678		83.401	5245.204	1523.157	998.315
72	5871.0	3.84980	1898.963	83.345	5161.803	1713.846	999.246
71	5821.0	3.91282	1864.637	83.256	5078.459	1907.850	1000.073
70	5771.0	3.97584			4995.203	2105.160	1000.798
69	5771.0	3.97584	1278.781	57.945	4995.203	2105.160	1000.798
68	5736.0	3.98399	1250.503	57.359	4937.258	2244.605	1001.297
67	5701.0	3.99214			4879.898	2384.409	1001.853
66	5701.0	4.38071	1949.111	90.762	4879.898	2384.409	1001.853
65	5650.0	4.41241	1856.885	88.027	4789.136	2608.969	1001.049
64	5600.0	4.44316			4701.109	2830.515	1000.275
63	5600.0	4.44317	3556.344	173.161	4701.109	2830.515	1000.275
62	5500.0	4.50372	3351.212	169.215	4527.948	3277.727	998.783
61	5400.0	4.56307	3152.312	165.177	4358.732	3730.282	997.396
60	5300.0	4.62129	2959.904	161.059	4193.556	4188.104	996.153
59	5200.0	4.67844	2774.149	156.869	4032.597	4651.145	995.091
58	5100.0	4.73460	2595.248	152.622	3875.627	5119.380	994.253

57	5000.0	4.78983	2423.302	148.325	3723.006	5592.825	993.685
56	4900.0	4.84422	2258.390	143.989	3574.681	6071.524	993.437
55	4800.0	4.89783	2100.558	139.624	3430.692	6555.562	993.560
54	4700.0	4.95073	1949.785	135.235	3291.068	7045.062	994.114
53	4600.0	5.00299	1806.082	130.833	3155.833	7540.188	995.161
52	4500.0	5.05469	1669.390	126.426	3025.000	8041.154	996.771
51	4400.0	5.10590	1539.636	122.021	2898.573	8548.229	999.019
50	4300.0	5.15669	1416.730	117.625	2776.552	9061.736	1001.991
49	4200.0	5.20713	1300.537	113.243	2658.927	9582.063	1005.780
48	4100.0	5.25729	1190.945	108.884	2545.683	10109.664	1010.490
47	4000.0	5.30724	1087.800	104.551	2436.800	10645.074	1016.237
46	3900.0	5.35706	990.942	100.253	2332.248	11188.918	1023.153
45	3800.0	5.40681	900.189	95.992	2231.996	11741.918	1031.386
44	3700.0	5.45657	579.293	64.681	2136.004	12304.903	1041.103
43	3630.0	5.49145			2071.323	12705.370	1048.889
42	3630.0	5.49145	236.032	27.091	2071.323	12705.370	1048.889
41	3600.0	5.50642	736.277	87.606	2044.232	12878.705	1052.496
40	3500.0	5.55641	138.243	17.025	1956.626	13464.686	1065.778
39	3480.0	5.56645			1939.601	13583.393	1068.683
38	3480.0	9.90349	935.623	118.571	1939.601	13583.393	1068.683
37	3400.0	10.02940	1066.707	142.523	1821.031	14428.861	1051.125
36	3300.0	10.18134	958.880	136.119	1678.507	15480.426	1028.467
35	3200.0	10.32726	858.026	129.655	1542.389	16523.904	1005.053
34	3100.0	10.46727	764.120	123.157	1412.734	17557.258	980.917
33	3000.0	10.60152	677.097	116.651	1289.577	18578.496	956.092
32	2900.0	10.73012	596.837	110.163	1172.926	19585.697	930.614
31	2800.0	10.85321	523.171	103.712	1062.763	20577.008	904.514
30	2700.0	10.97091	455.906	97.323	959.051	21550.631	877.828
29	2600.0	11.08335	394.805	91.015	861.728	22504.850	850.587
28	2500.0	11.19067	339.611	84.809	770.712	23438.012	822.824
27	2400.0	11.29298	290.043	78.721	685.903	24348.543	794.576
26	2300.0	11.39042	245.800	72.770	607.182	25234.947	765.876
25	2200.0	11.48311	206.569	66.971	534.413	26095.801	736.761
24	2100.0	11.57119	172.026	61.341	467.441	26929.770	707.267
23	2000.0	11.65478	141.843	55.892	406.101	27735.600	677.437
22	1900.0	11.73401	115.684	50.640	350.208	28512.131	647.312
21	1800.0	11.80900	93.217	45.595	299.568	29258.295	616.944
20	1700.0	11.87990	74.112	40.771	253.973	29973.133	586.388
19	1600.0	11.94682	58.043	36.176	213.203	30655.803	555.710
18	1500.0	12.00989	44.692	31.822	177.026	31305.590	524.988
17	1400.0	12.06924	33.754	27.718	145.204	31921.934	494.331
16	1300.0	12.12500	20.219	19.050	117.486	32504.465	463.868
15	1221.5	12.16634			98.436	32936.996	440.212
14	1221.5	12.76360	4.943	5.057	98.436	32936.996	440.212
13	1200.0	12.77493	18.826	21.286	93.378	33056.855	432.690
12	1100.0	12.82501	13.142	17.813	72.093	33592.188	397.560
11	1000.0	12.87073	8.845	14.634	54.279	34084.629	362.182
10	900.0	12.91211	5.694	11.754	39.646	34533.484	326.595
9	800.0	12.94912	3.467	9.178	27.892	34938.152	290.800
8	700.0	12.98178	1.966	6.914	18.714	35298.156	254.839
7	600.0	13.01009	1.015	4.964	11.800	35613.164	218.713
6	500.0	13.03404	0.459	3.333	6.836	35883.047	182.456
5	400.0	13.05364	0.171	2.024	3.503	36108.016	146.088
4	300.0	13.06888			1.479	36288.930	109.653
3	200.0	13.07977	0.007	0.384	0.438	36428.297	73.065
2	100.0	13.08630	0.000	0.055	0.055	36535.891	36.699
1	0.0	13.08848			0.000	36559.828	0.000
					合計	80205.906	5973.307

根據觀測所得，兩極軸轉動慣量為 $0.3309MR_e^2$ ，赤道軸轉動慣量為 $0.3298MR_e^2$ ，地球視為圓球體，地球轉動慣量觀測值 I 的計算，採用兩極軸和赤道軸轉動慣量的平均值為 $0.33035MR_e^2$ 。式中 M 為地球質量，採用 $5.9742 \times 10^{27} \text{ g}$ ， R_e 為赤道半徑，採用 6378.14 km ，求得地球轉動慣量觀測值為 $80.2864 \times 10^{43} \text{ g} \cdot \text{cm}^2$ 。將表(二)的數值和地球觀測值及原PREM數值比較如表(二)。

表(二) 根據PREM密度分布應用本法計算結果和地球觀測數值及原數值比較表

	質量 M 10^{24} g	轉動慣量 I $10^{40} \text{ g} \cdot \text{cm}^2$	CMB壓力 P 10^8 d/cm^2	地心壓力 P_c 10^8 d/cm^2	CMB重力 g cm/s^2	地面重力 g cm/s^2
現行或原數值	5974.2	80286.4	13575.09	36385.24	1068.23	981.56
計算結果數值	5973.3	80205.9	13583.39	36559.83	1068.68	981.96
差值 %	- 0.0151	- 0.1003	+ 0.0611	+ 0.4798	+ 0.0421	+ 0.0408

由表(二)可知應用本文所採用公式計算所得的各種數值，與現行數值和原數質比較，相差千分之五以下，故各項所得數值均可接受。由PREM模式核驗，證明本文所採用的公式和計算方法，確實適用。

為研究地核部份的組成和密度分布，以便計算地表至下部地函的質量和轉動慣量，在地表至至 CMB 面部份，採用PREM模式的資料，在 CMB面以下至外核過渡區面(E區)，依據上述各節，可知上部地核的化學成分與下部地函相似，密度曲線呈連續性。故我們延伸下部地函的密度分布曲線。在 CMB面以下，假設十二種不同密度曲線，至外核過渡區的交界面。在交界面過 P 波波速有跳升現象，故渡區部份(F區)的密度，採用較高密度增加率，在ICB的不連續面，密度跳升值較大，採用 1.4 g/cm^3 或 2.0 g/cm^3 。在ICB面(G區)至地心部份，按照 PREM模式的相對部份，採用相同曲率的曲線。因此將地核部份，由十二種不同密度分布曲線，以探求最合理的地球新模式，如圖(一)至圖(六)。

由十二種地球模式探求最適當的一種，計算工作非常繁重，因此先採用較粗糙的方式以簡少工作。將地球內部僅分為十六大層圈，應用公式(2)和(4)計算每一種地球模式的質量和轉動慣量，各層圈的質量和轉動慣量總和，即為地球本體的質量和轉動慣量，將十二種地球模式計算所得的質量和轉動慣量，與經過地球科學家用精密測量所得地球的標準質量和轉動慣量之觀測值 $5.9742 \times 10^{27} \text{ g}$ 和 $80.2864 \times 10^{43} \text{ g} \cdot \text{cm}^2$ 比較，得其不足數，結果列於表(三)。

表(三) 各種地球模式的質量和轉動慣量與現在天文觀測數值比較

新模式種類	單位	觀測數值	模式(一)	模式(二)	模式(三)	模式(四)	模式(五)	模式(六)
地球質量	10^{27}	5.9742	5.4286	5.4122	5.3140	5.2833	5.2605	5.2240
不足數	g	-	0.5456	0.5620	0.6602	0.6909	0.7137	0.7502
轉動慣量	10^{43}	80.2864	77.1563	77.4647	76.8046	76.6969	76.7455	76.5000
不足數	$\text{g} \cdot \text{cm}^2$	-	3.1301	2.8217	3.4818	3.5895	3.5409	3.7864

模式(七)	模式(八)	模式(九)	模式(十)	模式(11)	模式(12)
5.2227 0.7515	5.1898 0.7844	5.1429 0.8313	5.1383 0.8359	5.1142 0.8600	5.1185 0.8557
76.5394 3.7470	76.3843 3.9021	76.2300 4.0564	76.2274 4.0590	76.1543 4.1321	76.1569 4.1295

地球新模式計算結果，地球行星質量和轉動慣量比其觀測質的不足數，即是僅能用與重力有關的測量及計算而得，在我們所居住的空間用其他方法可能探測不到。其質量在天文物理學上稱為失蹤質量(missing mass)，即可稱為地球內部黑暗物質的質量。

根據最近對於宇宙背景輻射所作的觀測資料，一些物理學家提議以低溫黑暗物質 (Cold Dark Matter; CDM) 或可說明宇宙的構造。Lubin(1991)和一群研究人員報導南極的實驗，有效的排除所有的高溫黑暗物質 (hot dark matter) 模式，而非常適於採用 CDM 模式說明宇宙的構造。高溫黑暗物質為一種以接近光速運動而無質量的物質，例如光子和微中子。低溫黑暗物質的運動速度相當低，其重力會聚集粒子成團，就形成我們所看到的宇宙間一般物質。

為尋求地球行星的失蹤質量和轉動慣量之去處，從黑暗物質中的低溫黑暗物質領域去探求。地球內部的黑暗物質與太陽系內行星——火星，作一比較。火星質量為 $0.6386 \times 10^{27} \text{g}$ ，半徑為 3397 km 和密度為 3.940 g/cm^3 ，其轉動慣量根據 Willian M. Kaula (1989) 等教授研究所得為 $0.365MR^2$ ，即 $2.6898 \times 10^{43} \text{ g} \cdot \text{cm}^2$ 。可看出火星與表(四)地球新模式。

(三) 黑暗物質的數值接近。故黑暗物質可能就是一顆和火星相似的一般正常星球，與太陽系內行星的性質相近，令這顆黑暗星球稱為黑暗行星，以計算這顆黑暗行星的半徑。

應用球體轉動慣量計算公式，計算黑暗行星近似半徑 R ，由(4)式改寫為

$$I = CMR^2 \quad (9)$$

式中： C 為係數，均質球體為 $2/5$ ， M 和 I 為黑暗行星的質量和轉動慣量。根據太陽系內行星計算數據， C 值約在 $0.330 \sim 0.4$ 之間，嘗試以 0.330 到 0.4 之間的一個數值代入公式(9)，求出黑暗行星近似半徑 R 。再應用球體質量公式，計算黑暗行星近似密度 ρ 。

根據太陽系內行星的性質，星球半徑愈大，其平均密度愈大(水星除外)。以黑暗行星近似半徑和密度，與火星作一比較，若與火星半徑和密度數值不能配合，例如黑暗行星半徑大於火星，而近似密度低於火星甚多，則捨棄這個新地球模式，停止繼續計算。若是能配合，則依據公式(2)和(4)，進一步詳細計算黑暗行星的半徑、密度、質量和轉動慣量，使符合地球質量和轉動慣量的觀測值。

根據地球和月球表面的岩石資料，黑暗行星的表面密度設為 2.70 g/cm^3 。依據其近似半徑和密度，設定一個球心密度，並將球內各層圈密度隨深度成正比增加，計算各層圈密度。由各層圈密度，應用公式(2)計算黑暗行星的質量。黑暗行星的球心密度為試取值，故算出的質量，不一定符合地球觀測值的不足數。若是不符合，則必須採用試差法 (trial and error method)，重定球心密度，再起算黑暗行星的質量，直到符合為止。

符合地球觀測質量的黑暗行星，根據其密度分佈，應用公式(4)，計算黑暗行星的轉動慣量，再與地球觀測值的不足數比較。若是相差很多，則必須變更黑暗行星的半徑，重新設定球心密度，再從各層圈密度開始計算，至算出黑暗行星的質量和轉動慣量，與地球觀測值的不足數相符合為止，以求出黑暗行星的質量和轉動慣量。

由上述方法可以計算出每一種地球新模式的地球行星密度、質量和轉動慣量，與黑暗行星半徑、密度、質量和轉動慣量，能使每一種地球新模式的地球和黑暗行星之質量和轉動慣量的和，符合其觀測值。

為尋求黑暗行星的定位，引用最新尖端物理理論——超弦理論求解。超弦理論就是應用超對稱性 (Supersymmetry) 的弦論 (string theory)，其具有 $S O(32)$ 和 $E_8 \otimes E_8$ 超對稱性的理論，最可能使量子場論的微觀單位到一般相對論之巨觀單位之間得到連貫，導出所有基本粒子，和統一強力、弱力、電磁力和重力的四種基本相互作用力，將超越相對論。惟發展至今尚未完整，最大的難題，在無法找出理論上所淵源的基本幾何學，即無法解釋其立論基礎的所在——由九維空間和一維時間所構成的十維時空宇宙架構。由於十維時空，不能被一般人所接受，為遷就我們生活其中的四維時空，目前科學家正尋找各種途徑，將十維時空緊緻化 (compactify)，以成為我們所熟悉的四維時空，但是至今仍無法完善達成。享譽國際的宇宙論權威 A. Linde 教授，曾再三強調：宇宙由大霹靂誕生以來，十維時空不一定非要降至四維不可，其他維度也可能同樣存在。根據超對稱性理論，九維空間的方程式為整體對稱 (global symmetry)，對每一維空間而言，均具有對稱性，不應於宇宙發生相變時，被破壞而成為區域對稱 (local symmetry) 狀態。若不考慮緊緻化，則宇宙應仍以等權的九維空間存在。即宇宙至今仍然維持完整的十維時空架構。假使我們以生活於其間的三維空間為一重宇宙的空間，九維空間就有三重宇宙的空間，而時間不會各自分段，仍以同一時間作為事件前後的同一計量標準，因此宇宙的時空架構為三重三維空間和一維時間，即三字一宙的宇宙架構，合稱為三重宇宙。宇為上下四方的三維空間，宙為古往今來的一維時間。有這種宇宙架構，自然能容納地球新模式的黑暗行星，在我們這重宇宙以外的另一重宇宙空間。

這種三重宇宙架構可由太陽失蹤微中子 (neutrino) 的現象察覺出來。因為太陽的能量約有百分之二以微中子輻射出來，而許多科學家接收到從太陽輻射出的微中子數目，約為理論值的三分之一而已，其

餘約三分之二的太陽微中子不知去向，這個問題成為粒子天文領域上的一個大秘密，已困惱了四分之一世紀。1991年科技發展回顧中，對來自太陽微中子新的測量中顯示，仍然無法解釋此問題。根據超弦理論 $E_8 \otimes E_8$ 的超對稱性，任何兩重不同宇宙之間，除重力以外，無其他交互作用力發生，即不能以電磁波探測到另一重宇宙的物質。因此三重宇宙之間，均有重力交互作用存在，即重力場可以涵蓋全部三重宇宙，理論上作為重力場交換的媒介粒子——重力子(graviton)，自然可以穿透全部三重宇宙。根據理論推測，重力子的性質是：靜止質量為 0，電荷為 0，速度為光速，自旋為 2。然而已被檢測證實存在的輕子族微中子，其性質是：靜止質量約為 0，電荷為 0，速度約為光速，自旋為 1/2。微中子和重力子所帶能量均甚小，可知除自旋外其餘性質相同，故非常相似。若以微中子比擬為重力子，則微中子可以貫穿全部三重宇宙的每個空間。所以從太陽輻射的微中子，平均散發於全部三重宇宙的每個空間，輻射到我們這一重宇宙的微中子(電子微中子)，僅有三分之一而已，其餘三分之二散發於另外二重宇宙的空間。此來不但可以揭開太陽微中子失蹤的大秘密，而且可以作為我們的宇宙是三重宇宙十維時空架構的佐證。為求證微中子失蹤的真相，我們可以在核能發電廠附近，進行另一種微中子(反電子微中子)檢測計畫。

根據超弦理論的 $E_8 \otimes E_8$ 的超對稱性，在另一重宇宙的黑暗行星，我們無法以電磁波望遠鏡觀測得到，而其重力會影響地球的運行軌跡。由於地球繞行太陽公轉的軌道，並無異常的跡象，因此可以推測黑暗行星和地球的兩個重心，自遠古至今，已互相吸引而重疊在一起。又由月球以固定的一面朝著地球繞行的現象，可以推測地球內部的黑暗行星，與地球行星可能同步自轉，因此不容易使用科學儀器直接檢測到黑暗行星的存在，但是可以由極移的錢德勒擺動(Chandler Wobble)察覺出來。

地球自轉軸的變動，除歲差(Precision)和章動(Nutation)外，還有擺動(Wobble)現象，這種地球的自轉軸在世人所設定的南北極附近，緩緩打轉的極移，在十九世紀末，由美國人錢德勒(S. Chandler)分析擺動週期，發現有二種：一為週期十二個月的年擺動，一為週期十四個月，被稱為錢德勒擺動。年擺動很顯然是由氣候變化所激發的季節性擺動，至於錢德勒擺動則困擾了地球物理學家近百年，始終疑團未解。若以地球行星與黑暗行星同步自轉，而二者轉軸的方向，不可能完全重合，故二者轉軸必有交角，就如太陽和月球對地球轉軸的交角，產生歲差與章動現象一樣，致使極軸發生錢德勒擺動。如此解說將可解開錢德勒擺動的百年疑團，亦為黑暗行星存在的佐證。

假設採用地球和黑暗行星的重心重疊，黑暗行星對地球的重力影響，產生地球內部的壓力作用，可應用公式(7)改寫，求出每一層圈的壓力差 $\Delta P'$ 。公式(7)中的 \bar{M} 改為地球加黑暗行星在一層圈的上限半徑和下限半徑內，球體質量的平均值，以 \bar{M}' 表示，故(7)式改寫為

$$\Delta P' = (1/R_b - 1/R_t) G \bar{M}' \bar{\rho} \quad (10)$$

但是上式在地心為不連續點，不能計算地心層圈的壓力差。故由(1)式改寫為：

$$\bar{\rho}' = (M_c + M_d) / [(4/3) \pi R_c^3] \quad (11)$$

式中： M_c ， M_d 各為地心層圈和黑暗行星球心層圈的質量。 $\bar{\rho}'$ 為地心層圈加黑暗行星球心層圈半徑 R_c 內的平均密度。將(11)式代入(5)式，與(6)式積分，可得：

$$\Delta P'_c = (2/3) \pi G \bar{\rho} \bar{\rho}' R_c^2 \quad (12)$$

黑暗行星影響地球，由上式計算地心層圈的邊緣與地心之壓力差 $\Delta P'_c$ 。

將各層圈壓力差，由地面計算至地心，可以算出地球內部各深度的壓力。為計算地球內部的各層壓力，依據三重宇宙理論，地球和黑暗行星重心重疊同為一點，二者重力部份計算，依其質量相加，譬如應用於黑暗行星影響地球的(10)式 \bar{M}' 和(12)式的 $\bar{\rho}'$ 。計算地球內部壓力部份，則僅由地球本身的密度，即單位體積的質量來計算，譬如(10)和(12)式的 $\bar{\rho}$ 。

依照前述各種方法和公式，根據圖(一)至圖(六)所示地球內部密度分布曲線，計算十二種地球新模式，發現在CMB面以下，若外核的密度曲線斜率愈高，則黑暗行星的質量愈小。為使黑暗行星的轉動慣量，符合其地球觀測值的不足數，黑暗行星必須採用較大半徑，而因其質量固定為地球行星質量的不足數，故導致黑暗行星密度趨小。根據太陽系內行星的性質，行星半徑愈大，其密度愈大(水星除外)。所計算的十二種地球新模式，其半徑均大於火星，而密度大部份小於火星，甚至小於月球。惟有外核的密度曲線斜率，與地函部份相同或近乎相同，計算所得結果，黑暗行星的密度才能大於火星，符合內行星的性質，例如新模式(9)至(12)。可知地球內部的密度分布曲線，從上部地函(即400Km深以下)至內核之間，成直線或近似直線，即密度與深度成正比增加最恰當，更接近一般的物理現象。將現行地球模式所採用PREM數據和地球新模式(1)至(12)的數值，列於地球模式比較表(五)。由考慮地心密度和黑暗行星

平均密度的適合性以選擇地球新模式，結果較適宜的是地球新模式(9)(10)和(11)，其中以地球新模式(11)最適宜。

由地球新模式(11)的地球內部的密度分布曲線，依照 PREM地球模式的密度分布架構，詳細計算合適的地球新模式各項數值，如表(六)，(七)和(八)所示。其結果地球新模式的數值為地球的質量僅有 5.122317×10^{27} g，轉動慣量有 76.127125×10^{43} g.cm²，平均密度為 4.7288 g/cm³，地心密度為 9.49821 g/cm³，地心壓力為 2.807095×10^{12} dyne/cm²，地球內部的黑暗行星，其半徑為 3700.87 km，平均密度為 4.0122 g/cm³，轉動慣量為 4.0564×10^{43} g.cm²，質量為 0.851883×10^{27} g，約為火星的 1.33 倍。將其結果與現行採用的地球數值比較如表(九)。PREM模式和地球新模式(11)的壓力和重力比較如圖(七)。

表(九). 現行採用地球數值或PREM模式和地球新模式(11)比較表

地球新模式		質量 10 ²⁷ g	轉動慣量 10 ⁴³ g.cm ²	平均密度 g/cm ³	地心密度 g/cm ³	地心壓力 10 ¹² dyne /cm ²	轉距常數 C
現行地球數值		5.974200	80.286400	5.5153	13.08848	3.638524	0.3311
模 式 11	地球行星	5.122317	76.127125	4.7288	9.49821	2.807095	0.3661
	黑暗行星	0.851883	4.159275	4.0122	7.94511	-	0.3565

由表(九)可知地球新模式的中心密度 9.49821×10^{27} g，與PREM地球模式的中心密度 13.08848×10^{27} g 相差甚大。若以地心壓力在 2.80709×10^{12} dyne/cm²，依據 T. J. Ahrens(1980)的金屬鐵 Hugoniot 曲線可查得在此壓力下，鐵的密度為 12.8×10^{27} g，與地球新模式的中心密度相差約 25 %。Jephcoat 和 Olson(1987)認為內核非純固態金屬鐵，而含有其他輕質成分存在，故由此可知內核仍有不少氧化鐵和其他輕質金屬或化合物摻在一起，以致地心密度降低。

六. 討論

- 一. 地球內部的大部分熱源，均集中在大陸地殼之中，主要是由一些放射性元素，如鈾(U)、釷(Th)、鉀(K)等，分解能量所產生。這些元素藏於地殼的酸性岩石中，所產生的熱量逸散至地表，約佔地殼熱量的 80 ~ 90 %，其餘的 10 ~ 20 % 是由地球內部深處所產生。這一小部分的熱量被認為是地球內部物質對流的動力源之一，分析其發生的來源有物理和化學作用兩種，前者在 ICB 鐵和其他氧化物固化為內核與在 CMB 物質對流時，由外核的液態熔岩上升凝結為地函的固態岩石，兩者均產生凝固熱，但在對流囊的另一方的 CMB，地函的固態岩石下降熔化為液態熔岩時，所需的融解熱抵消一部分凝固熱，剩下之熱量很有限，非地球內部熱量的真正來源。後者是在液態外核內產生氧化還原的化學放熱反應所產生的熱量。一般學者認為外核為質量大的液態鐵所充滿，故在 CMB 熔化的熔岩礦物，在外核的最外層成為一股穩定流，其中產生一些化學反應，而釋出熱量。根據本文所述，外核是和地函相似的熔岩所充滿，故在外核的穩定流應在外核下部的過渡區 "F" 區，高溫產生的流動，促使熔岩的各種化學成分，彼此間發生氧化還原反應，放出的大量熱量，可能就是最主要的熱量來源。
- 二. 超弦理論有其超對稱性，可以奇蹟似的消除許多物理數學上發生的異常(anomaly)和發散(divergence)現象。概略的說，可以統一各種自然界的相互作用力和基本粒子，被看為兼賅萬有論(theory of everything)的候選者，為近代尖端科學研究的焦點。因為超弦理論模式尚有缺點，例如目前實驗不能達到所需的超高能量，沒有發現超對稱性的事據(1991年3月歐洲粒子物理研究中心 CERN 宣稱發現超對稱的第一徵象)，粒子加速器所需的能量必須在前所未有的十七次方大範圍中探索，不能解釋宇宙常數(cosmological constant)何以為零，難以從數千種真空高能量降為低能量的方法中選擇正確的一種，和沒有人真正知曉如何將十維時空完善的緊緻化為四維。其中最重要的是最後一項，決定時空維度的幾何學模式，將是預知超弦理論之鑰。目前許多物理學家和數學家將

超弦論所根據的十維時空，尋求緊緻化；另有少數探求其他研究方向，例如 Friedan和 Shenker (1987) 建議探討全部 Riemann面的多維宇宙模數空間(universal modulispace)。有應用一個無限維度空間稱為 Grassmanian，對全部 Riemann面的g數(genus)當作許多單點(single point)，研究單點在無限維度空間中的性質，以探求一些成果，是今後研究的一個方向。為尋求有所突破，本文循此方向，採用十維宇宙時空架構，以合理探討地球內部黑暗物質的存在，作為十維時空三重宇宙的佐證。若是根據此幾何學模式，開啟研究超弦理論的一扇大門，尖端物理數學家，或可於近期內導出完善的超弦理論。

三. 由三重宇宙的架構，可以解釋一些天文物理學上的難題：

(一). 天鵝座 X-1 超巨星，其內部與一般正常的星球相似，觀測其運動時，發現有一顆看不見的伴星環繞著它旋轉，其週期為 5.6日。從這顆超巨星光譜的 Doppler 位移，可以計算這顆伴星約 9倍太陽的質量，絕非中子星或白矮星的質量。又在光學認證及一些其他疑點，被認為這顆伴星不是黑洞。若看成這顆以重力影響 X-1 星運行的伴星，為存在於另一重宇宙中，則可說明這顆伴星是黑暗物質，並獲得解答。

(二). 1972年美國加州大學科學家 Joseph. L. Bray 由哈雷慧星接近太陽的日子，總比預測早或晚到四天的資料，應用太陽系數學模型輸入計算機，求出太陽系有土星三倍大的第十顆 X 行星。1987年美國天文學家 John Anderson 依據十九世紀的天文觀測紀錄，海王星和天王星發生偏離軌道的現象，發表「X 行星學說」。推測太陽系內有第十顆 X 行星存在。其質量約地球的五倍，公轉週期為七百到一千年，軌道與黃道面之間夾角很大，甚至可能與黃道面垂直，而呈狹長的橢圓形。1973年和 1974年先鋒十號和十一號太空探測船接近海王星和冥王星時，並未發現足以影響海王星和天王星運行軌道的未知天體。並經霍伯太空望遠鏡於太空中觀測，也沒有發現 X 行星存在。若以 X 行星為存在於太陽系內，另一重宇宙中的黑暗星球，則可說明哈雷慧星遲到或早退，和海王星及天王星發生偏離軌道的現象。

(三). 世界各地經常發現幽浮，已是不爭的事實，然而在目前宇宙科學的知識領域內，無法解釋來去無蹤的幽浮，及提出一種強而有力的幽浮理論。根據天文資料顯示，在太陽系的行星和衛星，除了地球以外，其他星球均不可能有智慧的生命存在。若以恆星系考慮，與太陽系最接近的恆星——半人馬座的比鄰星，有 4.3光年的距離，依照行星探測船「航海家號」的航行速度，需要八萬年才能到達。因此於我們這一重宇宙中，其他恆星系的星球，不可能有外星人駕駛太空母艦到達地球。所以至今科學界否認外星人和幽浮的存在事實。我們若脫離現在科學知識範圍的窠臼，考慮三重宇宙架構，其他重宇宙的黑暗物質比我們這一重宇宙的物質多九倍。因此其他重宇宙中，可能有一些隱形的黑暗星系非常接近太陽系，或一些隱形的黑暗行星散佈在太陽系內，例如太陽系的第十顆 X 行星。其中有一些觀測不到而接近我們地球的黑暗行星，居住著科技超越我們的外星人，他們已駕駛幽浮進入我們這一重宇宙，或在地球內部的黑暗行星建立基地，時常從基地駕駛幽浮，穿入我們這一重宇宙到達地球的空間飛行。若以此解釋外星人和幽浮的來龍去脈，難題即可迎刃而解了。

四. 本研究根據現有地球科學家的研究成果，嘗試引用尚在發展的超弦理論之十維時空和 $E_8 \otimes E_8$ 的超對稱性的特性，和假設三重宇宙架構存在的創新構想，及黑暗行星為太陽系內行星的性質，所提出的新研究報告，其結果對整個科學界可能影響頗大。除了超弦理論尚需等待物理學家的研究成果給予印證外，所得的地球新模式，尚需加入更多新的研究，以便得到更精確的地球新模式。

五. 為進一步研究地球內部黑暗物質的存在，可以實際進行『黑暗物質檢測計畫』，和尋求三重宇宙結構證據，可以在核能發電廠附近進行『反微中子偵測計畫』。

六. 推演超弦理論的完整性，和探測佔宇宙九成質量的黑暗物質，將由本文研究的結果，維持十維時空的三重宇宙架構，應可開闢一條新研究方向。

七. 結論

一. 本研究分析結果，下部地函和外核之間，僅是固態岩石和液態熔岩的物態變化而已，兩者的成分相似，且相互流通，密度呈連續性。在外核黏滯性較低的過渡區，組成熔岩的各種氧化物和金屬元素，產生氧化還原，重力分離和熔岩西流等作用，使富有氧化鐵成分的熔岩，部份被還原為金屬鐵，與少量鎳夾雜其他不少輕質元素一起沉入內核凝結為固態。其氧化還原時所放出的反應熱和在 ICB凝

- 結時所釋放的凝固熱，成為從地殼到外核過渡區之間一貫性大型對流囊的動力源。
- 二. 本研究導出的新地球模式，符合地球質量和轉動慣量的觀測值。可以解決許多地球內部無法解決的問題，例如在 CMB 的密度跳升及元素不平衡，外核的主要成分，地球磁場長期變化的源頭等問題和解開錢德勒擺動的疑團。
 - 三. 應用超弦理論立論基礎的十維時空和超對稱性，大宇宙可以看成三重宇宙的架構，自然可以容納地球內部的黑暗行星存在。
 - 四. 由地球新模式可以計算出地球內部黑暗行星的質量，密度和半徑，符合太陽系內行星的特性，可以得到宇宙間黑暗物質存在的佐證。
 - 五. 由本研究推測三重宇宙的時空架構，可以揭開許多天文物理學上無法解說之謎題，例如超弦理論的基本幾何學問題，太陽微中子的失蹤問題，天鵝座 X-1 光星的隱形伴星問題，太陽系第十顆 X 行星的存在問題，和對人類最大的隱憂 — 幽浮與外星人的存在問題，可以突破科學上的瓶頸，得到解答。

引用文獻 (References)

- Altshuler, L. V. and Sharipdzhanov, L. V., (1971) On the distribution of iron in the Earth and the chemical distribution of the latter, *Bull. Acad. Sci. USSR, Geophys. Ser.*, (4), 3-16.
- Ahrens, T. J. (1980) Dynamic Compression of Earth Materials, *Science* 207, 1035.
- Birch, F., (1952) Elasticity and constitution of the earth's interior, *J. Geophys. Res.*, 57, 227.
- Bond, J. R., and Lubin P. M. et al., (29 April 1991) Cosmic-Structure Constraints from a One-Degree Microwave-Background Anisotropy Experiment, *Physical Review Letters*, Vol. 66, 2179.
- Bruce, A. Bolt (May 1972) The Chemistry of the Earth's Core from Seismological Evidence, *EOS.*, Vol. 53, No. 5, 599.
- Bruce, A. Bolt (Feb. 1987) 50 Years of Studies on the Inner Core, *EOS*, Vol. 68, No. 10, 73.
- Buchbinder, Geotz G. R. (1968) Properties of the Core-Mantle Boundary and Observations of PcP, *J. Geophys. Res.*, 73, 5901.
- Derr, J. S. (1969) Internal Structure of the Earth Inferred from Free Oscillations, *J. Geophys. Res.*, 74, 5202.
- Dziewonski, A. M. and Anderson, D. L. (1981) Preliminary Reference Earth Model, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 25, 297.
- Dziewonski, A. M. and Woodhouse, J. H. (1987) Global Images of the Earth's Interior, *Science*, Vol. 236, 37-48.
- Friedan, D. and Shenker S. (1986) *Phys. Lett.* B175, 287; 1987 *Nucl. Phys.* B281, 509.
- George D. Garland (1979) Introduction to Geophysics, 2nd ED., pp. 4-8, 28-30, 44-46, 130, 387-389, W.B. Saunders Company, Toronto, Canada.
- Hall, T. H. & Murthy, V. R. (May 1972) Comments on the Chemical Structure of an Fe-Ni-S Core of the Earth, *EOS.*, Vol. 53, No.5, 602.
- James Dodd (23 Aug. 1985) Universal supersymmetry, *New Scientist*.
- Jeanloz, R. & Ahrens, T. J. (1980) Equations of FeO and CaO, *Geophys. J. R. Astr. Soc.* 62, 505-528.
- Jephcoat, A. & Olson, P. (1987) Is the Inner Core of the Earth Pure Iron? *Nature*, Vol. 325, 332-335.
- Knittle, E. & Jeanloz, R. (1991) The High-Pressure Phase Diagram of Fe_{0.94}O: A Possible Constituent of the Earth's Core, *J. Geophys. Res.*, Vol. 96, No. B10, 16169-16180.
- Knopoff, F. (1965) *Phys. Rev.*, 138, A 1445.
- Knopoff, L. & Chang, F. S. (1977) The Inversion of Surface Wave Dispersion Data with Random Errors, *J. Geophys.*, 43, 299.
- Kaula, W. m., Sleep, N. H., & Phillips, R. J. (1989) More About the Moment of Inertia of Mars, *Geophysical Research Letters*, Vol. 16, No. 11, 1333-1336.
- Lyttleton, R. A. (1973) The end of the iron-core age, *Moon*, 7, 422-439.
- Lubin, P. M., Bond, J. R., Efstathiou, G., & Meinhold, P.R. (1991) Cosmic-Structure Constraints from a One-Degree Microwave-Background Anisotropy Experiment, *Physical Review Letters*, Vol. 66, 2179-2182.
- Michael, A. Seeds (1988) Foundations of Astronomy, 2nd ED., pp. 296, Wadsworth Publishing Company, California, USA.

- Michio Kaku (1988) Introduction to Superstrings, pp. 16-19, 224-226. Springer-Verlag New York Inc., New York, USA.
- Nina Hall (6 April 1991) May the forces be unified with Supersymmetry, New scientist, 11.
- Ohtani, E. & Ringwood, A. E. (1984) Composition of the core, I. Solubility of oxygen in molten iron at high temperatures. & — II. Effect of high pressure on solubility of FeO in molten iron, Earth and Planetary Science Letters, 71, 85-103.
- Ramsey, W. H. (1948) On the constitution of the terrestrial planets, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., 108, 406-413.
- Ramsey, W. H. (1949) & (1950) Mon. Not. Roy. Astron. Soc., Geophys. Suppl. 5, 409. & 6, 42.
- Ringwood, A. E. (June 1977) Composition of the Core and Implications for Origin of the Earth, EOS., Vol. 58, No. 6, 519.
- Solomon, S. C. (1972) Seismic-wave attenuation and partial melting in the upper mantle of North America. J. Geophys. Res. 77, 1483 - 1502.
- Strobinskii, A. A. & Za. B. Zel'dovich (Feb. 1988) Quantum Effects in Cosmology, Nature 331, 25.

參考資料 (Bibliography)

- 1 Adrian, E. Scheidegger, 1976, Foundation of Geophysics.
- 2 George D. Garland, 2nd edition, Introduction to Geophysics.
- 3 James Dodd, New Scientist, 23, Aug., 1985, Universal supersymmetry.
- 4 J. H. Schwarz, 1985, Completing Einstein, Science, 85.
- 5 Marcia Bartusiak, Discover, Dec. 1988, Wanted : Dark Matter.
- 6 Michael A. Seeds, Wadsworth Publishing Company, 1988, foundations of Astronomy, P.455.
- 7 Michio Kaku, Springer-Verlag New York Inc., 1988, Introduction to Superstrings, P.331.
- 8 P. V. Shama, 1976, Geophysical Methods in Geology, P.29.
- 9 Robin Brett, Aug., 1976, The Current Status of Speculations on the Composition of the Core of the earth, Review of Geophysics and Space Physics, vol.14, no.3, P.375.
- 10 Scheidegger A. E., 1976, Foundations of Geophysics.
- 11 Sheldon Lee Glassow, Discover 66, Oct. 1989, Closing the Circle.
- 12 S. K. Runcorn, 1967, International Dictionary of Geophysics, General Editor.
- 13 William F. Allman, U.S. News & World Report, Oct. 30, 1989, When the earth rumbles.
- 14 Ginzburg, V. L. 著, 1989, 物理學和天體物理學中的若干重要問題。
- 15 J. H. Schwarz, 牛頓雜誌, 『何謂超弦理論』, 錢凡之審譯。
- 16 蔡章獻審譯, 牛頓雜誌, 『尋找第十顆星』。
- 17 楊維邦審譯, 牛頓雜誌, 66期, 1988, 11月號, 『尋找黑暗物質』。
- 18 Rodolf Kippenhahn, 科學眼雜誌, 1987年6月號, 『擁有宇宙的人』, 傅學海審譯。
- 19 Ernst Deissinger, 科學眼雜誌, 1987年10月號, 『地球內部之謎』。
- 20 田恬, 科學月刊, 第三卷第八期, 『X行星: 第十顆?』。
- 21 王乃龍, 科學月刊, 1985, 9月號, 『棕矮星是黑暗中的物質?』。
- 22 郭中一, 科學月刊, 1988, 12月號, 『遂古之初, 誰傳道之——新章: 宇宙的渾沌膨脹模型』。
- 23 郭中一, 科學月刊, 1989, 4月號, 『黑暗物質的探索』。
- 24 郭中一, 科學月刊, 1989, 7月號, 『理論物理與數學的再結合——[結]的物理學』。
- 25 趙丰, 科學月刊, 1990年11月號, 『見微知著——話地球自轉』。
- 26 陳汝勤譯, 國立編譯館出版, 1984, 『地函之成分與岩石學』。
- 27 梁繼文, 五南圖書出版公司, 1988, 『礦物學』。
- 28 蔡章獻編著, 1991年天文年鑑, 台北市立天文台出版。