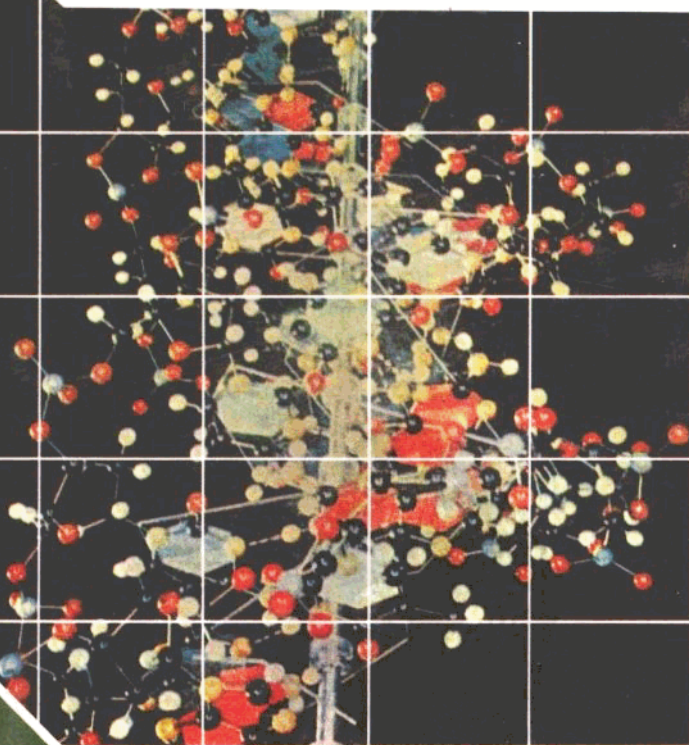


新世紀叢書

構成宇宙的基本實體

物質、質量 和重量

編譯者：林傑斌 等 審定者：周東川



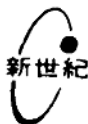
銀禾文化事業有限公司



079
新世紀叢書

物質、質量 和重量

銀禾文化事業公司印行



079
新世紀叢書

物質、質量 和重量

主 編：新世紀編輯小組

編譯者：林傑斌・卓彰賢・陳奇麟

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北市和平東路2段96巷
3-1號

電 話：7335575・7335576

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣100元

新聞局登記證局版台業字第3292號

1987年3月初版

■版權所有・不准翻印■

目 錄

第一章 「一尺之棰，日取其半，萬世不竭」	1
一、物質的世界	1
二、萬物皆動，永無靜止	3
三、古希臘樓閣裡的爭論	10
四、馬格德堡市維多利亞客廳裡的輝光	18
五、神秘的光線	25
六、足球場上的啓發	31
七、向基本粒子王國進軍	44
八、兩個實驗室同時發現非凡的峯值	52
九、多麼幽默的命名——夸克	60
第二章 相等與不相等	73
一、測量質量的基準	73
二、沒有名稱的質量單位	79
三、堆量及其單位——摩爾	86
四、體積相同，質量不相等	94

五、質量的比較·····	100
第三章 突破、創新與探索·····	107
一、月亮爲什麼會這樣運動·····	107
二、變與不變的鬥爭·····	120
三、同一本源的兩個方面·····	128
四、擁有一千克砝碼的彈簧秤指示數的變化·····	137
五、失 重·····	152
六、推翻「絕對時空」，驅散「以太幽靈」·····	170
七、物質的第二種形態——場·····	191
結束語·····	213

第一章 「一尺之棰，日取其半，萬世不竭」

一、物質的世界

你看，遼闊的大地，巍巍的群山，江河激浪滾滾，大海涵湧澎湃，這是多麼雄偉壯麗的自然景色啊！再看那絢麗多采的生物界，鷹擊長空，魚翔淺底，百花吐艷，萬木爭榮，各種奇花異草，飛禽走獸，真是千姿百態一片生機勃勃的景色……。這就是我們周圍客觀存在的大自然界，是形形色色千變萬化的自然界。

古猿人的後代——人類就生活在這物質的世界裏。勞動創造了人類，人類從事生產勞動，人類生存需要衣、食、住、行。在人類進化的漫長過程中，上千萬年的歲月，處於愚昧狀態，對物質世界的認識是無知的。自從人類學會使用工具從事生產勞動以後，經歷了石器時代，青銅器時代，鐵器時代……開始了對物質世界的認識，也開始了對科學知識的累積。一直到十八世紀蒸汽機的誕生，被稱為是第一次工業革命，以後電動機的問世，原子能的發現……直到科學技術達到高度發展的今

2 物質、質量和重量

天——電子技術時代，電腦時代……。人類的智慧與實踐的結合，已爲我們創造了一座鑲金嵌玉，燦爛輝煌的科學知識寶藏。

自從古代發現鑽木取火以來，煤的燃燒，石油的利用發展到今天的電能、原子能和太陽能的利用。製陶、釀酒、煉銅、冶鐵……發展到今天現代化學工業的突飛猛進，新品種物質和新型材料的人工合成。人類生活在物質的自然界裏，不斷地認識自然，改造自然和利用自然，向自然界索取我們所需要的一切物質。

空氣和水，食物和棉布，煤碳和石油，鋼鐵和鋁銅以及人工合成的各種纖維、塑料等等，都是物質。在這世界裏，舉目所望，我們周圍所有的客觀存在都是物質。人體本身也是由高度發展的、特殊運動形式的生命物質構成的物質。就是構成一切物體的實質。

物質和物體，這是常說的兩個詞彙，僅一字之差，其涵義是不同的。由物質構成的，佔有一定空間的個體都稱爲物體。構成物體的、獨立存在於人的意識之外引起感覺的客觀實在的叫物質。同一種物體可以由不同種物質構成例如，可以用玻璃來製造茶杯，茶杯也有鋁製的、鐵製的或塑料的，「杯」是物體，玻璃、鋁、鐵和塑料等是物質。同一種物質可以構成多種多樣的物體，鋁鍋、鋁盆、鋁桶等鋁製品。鋁是物質，鍋、盆、碗等

等是不同的用具，那是物體。

物質的種類形態萬千，物質的性質多種多樣。氣體狀態的物質，液體狀態的物質或固體狀態的物質；單質、化合物或混合物；金屬或非金屬；礦物與合金；無機物和有機物；天然存在的物質和人工合成的物質；無生命的物質與生命物質以及實體物質和場物質等等。

自從人類有史以來，人們在生產和科學實踐中對物質的世界進行觀察、研究和探索。去認識物質的千差萬別的性質；去探索所有各種物質共有的基本屬性；去揭示物質之間的統一規律與矛盾。正是由於人類對物質世界不斷地進行觀察、揭示、探索、研究和利用，才對物質世界的認識不斷地深化，人類的社會、生產以及科學技術才得到不斷地進步和發展。

二、萬物皆動，永無靜止

人們行走、河水的流動、汽車在公路上奔馳、耕耘機在田野裏耕作、輪船在海洋上航行、飛機在空中飛翔……。這些物體的位置都隨著時間發生變化，我們就說它們在做著機械運動，或者簡單地說，這些物體在運動。然而，正確去判斷物體是否運動？還是件不容易的事情哩！

地球是天體太陽系裏的一個運轉著的行星，現在已

4 物質、質量和重量

經是衆所周知的自然常識。但是，在1543年，偉大的波蘭天文學家哥白尼，衝破當時西歐封建宗教勢力的禁錮，勇敢地提出「日心說」之前，人們對於地球處於運動狀態這個事實，却一無所知。幾乎經過一百年的鬥爭，「日心說」才被人們接受。

坐過火車的人都有這樣的體會；在站台上併排著兩列火車，其中一輛是你所坐的，當它緩慢起動時，你望著窗外的那一列火車，很難判斷是你坐的火車向前開動，還是那一列火車向後開動。如果你所坐的火車正以均速筆直的軌道平穩地行駛時，對面有一列火車急駛而來，你望著對面駛過的列車，此刻對自己所乘列車，有行駛速度突然加快之感。如果兩列火車以同一速度併排行駛，兩列車上的乘客隔窗相望，則幾乎感覺不到各自所乘列車在動；當從窗口眺望遠處時，會感覺地面上一切景物都在「向後移動」。爲什麼會使人有這些不同的感覺呢？

原來，一個物體的位置是否發生改變，必須參照別的物體來確定。當觀察和判斷物體運動狀態時，我們總是要選定另一個物體來做標準的，參照這個標準來判斷所研究的那個物體的位置是否發生改變。被我們所選定的作爲標準的物體，叫做參照物（又叫參考系）。馬路上車輛的運動，是拿馬路旁的建築物或樹木等作爲參考

系，來判斷車輛位置的改變。人造衛星在飛行，是以地球作參考系來說的。對同一個物體的運動，由於所選定的參考系不同，往往就會有不同的描述。同是一列火車在運動，觀測時所選定的參考系不同，火車運動狀態就不一樣。脫離參考系去談論物體的運動狀態，是沒有意義的。所以在地球上來判斷地球運動是不可能的，因為在地球上找不到判斷地球運動的參考系，在地球上，也沒有任何人可能看到地球運轉的實際情景，只有駕駛著太空船脫離地球運行於太空的太空人，才能觀察到地球運轉時的奇觀異景。

地球以每秒三萬米令人眩暈的線速度永恒地圍繞太陽公轉，同時還在自轉。地球上的高山峻嶺、江河湖泊、高樓大廈、橋樑樹木、所有的一切一切，都好像是高速飛馳於螺旋軌道上的地球列車裏的乘客，隨著地球列車無止境的運轉，永遠前進著。

太陽也不是不動的，實際上整個太陽系是以巨大的速度，在太空裏的銀河系內飛馳著，銀河系也在飛馳……。宇宙紛紜繁複，天體永恒運動。

自然界是永恒地處於運動狀態，那麼，有沒有靜止呢？我們常說的靜止不動，不過是運動的一種特殊情況。相對於某一個特定的參考系而言，沒有發生位置的變化，稱為相對靜止，相對二字可省略不談，可簡稱靜止

。地球上一切建築物，以地球為參考系，都是相對靜止。等速前進的兩輛汽車，以其中一輛汽車為參考系，另一輛為相對靜止。靜止是相對的，運動是永恒的。

七十年代中期，電視廣播的技術發生革命性的變化。出現了能直接作大範圍電視播送的新技術——衛星電視廣播，這是近代衛星技術和電子技術高度發展成果之一。衛星電視廣播就是在同步衛星上裝設功率較大的電視發射機或轉發機，把地面傳來的電視節目向指定地區轉發，可以大大擴大通訊傳送範圍。只要在電視機上裝配有接收設備就可以收看到來自衛星的節目，或由地面轉播站轉播衛星的節目。

什麼叫同步衛星？先講講「同步」兩字的來歷。你我「同步」而行，只要我們行走的速度相等，以你為參考系，我就是相對靜止，我倆的位置沒有改變。同理，如果一顆人造地球衛星繞地球一週所用的時間跟地球自轉一週所用時間相同，都是24小時，也就是衛星的轉速與地球自轉的轉速相等，以地球為參考系，這個衛星是相對靜止。這時在地球上觀察這顆人造地球衛星，可以見到它掛在高空而不動。這樣的衛星就叫同步衛星，或稱地球同步衛星。因為它位於地球赤道上空約35,860公里的高度，沿圓形同步軌道與地球同步旋轉，所以又叫赤道同步衛星。這就是我們掌握了相對靜止的基本概

念，在現代科學技術上應用的一個實例。

自然界裏有些運動現象是很微小而緩慢的，不易被察覺出來。認為靜止不變的山川河谷，實際上都在變化著。

下面舉個實例說明。

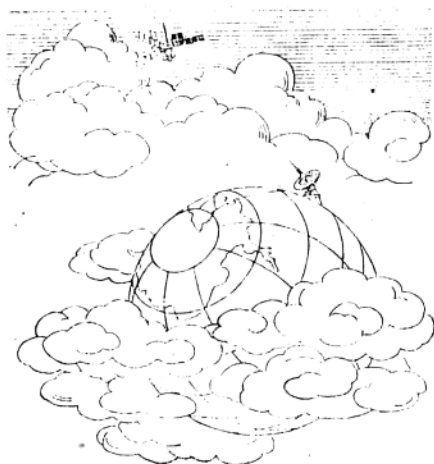


圖 1-1 把通訊衛星發射到赤道上空約 35,860 公里的高度，使它環繞地球一圈所用時間為 24 小時（實際是 23 小時 56 分）和地球自轉一週所用時間相同。它就好像一動不動懸掛在地球上空（通訊衛星與地球相對靜止）

珠穆朗瑪峰挺立於西藏高原喜馬拉雅山脈之巔，海拔 8,848.13 米，有「高山之最」之稱，終年白雪皚皚，

雲霧繚繞，像一把利劍直刺青天。它是屬於第四世紀年青的山脈，除了它隨著地球自轉、公轉，做著複雜的運動以外，相對地球表面，它一天都沒有停止高度的變化。

「萬丈高台，起於累土」。遠在三千多萬年以前，珠穆朗瑪峰地區還是古地中海的一部份海底。大約過了一千多萬年，到了地質年代的第三紀中期，喜馬拉雅山在劇烈的地殼運動中始升為陸地，珠穆朗瑪峰才橫空出世，嶄露頭角。直到第四紀初，珠峰上升海拔3,500米左右高度。此後它繼續上升，有增無減，沒有一天停止高度變化，直至今日的高度。



圖 1-2 屹立於西藏高原的珠穆朗瑪峰，每年以一至五厘米的速度在增高。

根據1978年國外報導，國際地球動力學研究項目考察結果，科學家們採用了深震探測方法考察了地殼和地幔以及往下三百公里深的地球結構，他們得出結論：喜馬拉雅山脈在以每年1—5厘米的速度增高。

十七世紀，光學顯微鏡的問世，武裝了人們的眼睛，它開闢了觀察細微結構（例如生物細胞）的途徑。二十世紀三十年代以後，電子技術的發展，誕生了電子顯微鏡，這真是個寶貝，一下子使我們的眼界擴展到微觀世界裏去了。尤其是近代電子顯微鏡技術的發展，使我們能夠觀察到幾個「埃」的微觀粒子——原子（一「埃」僅僅是一毫米的一千萬分之一）。

最近日本報導。他們利用能放大一百三十萬倍的電子顯微鏡把原子的微妙運動投影在電視攝影機上，再由電視攝影機進一步放大二十倍，以比實際大兩千六百萬倍的圖像放映在畫面上。今天的科學家們就是利用了具有超高分辨本領的電子顯微鏡，給人們揭示出原子世界裏的秘密，使人們窺視到奧妙的原子運動。原來物質的內部也是一個永恒運動的奇妙的世界。

總之，運動是宇宙萬物所發生的一切變化過程，從簡單到複雜，形式多種多樣，內容千變萬化，運動是物質存在的一種表現。自然界是複雜多樣，變化無窮，永恒運動著的物質世界。

三、古希臘樓閣裡的爭論

人類對物質世界的認識是從實踐中來的。只有在改造物質世界，進行生產勞動過程中，才能認識物質。人們對物質的認識，由淺入深，由表及裏，從現象到本質，永無止境。

宇宙之大，常用「無限」二字來形容。地球是夠大的了，半徑約達6,400千米，可是，它只是太陽系裏的一顆不大的行星。太陽系可夠大了吧！可是太陽系僅僅是銀河系的一小部分。銀河系包含一千億以上像太陽一樣的恒星，呈旋渦狀，中間星星密集的部分，直徑約為十萬光年^註。宇宙是否就是銀河系這麼大呢？不是，銀河系外有無數個像銀河系這樣的星系，稱為河外星系。現代天文學上應用無線電望遠鏡觀測的範圍已延伸到一百億到二百五十億光年。在這個範圍內，估計有一千億個以上的河外星系。可以肯定，隨著觀測技術的發展，觀測的範圍還會不斷擴大。宇宙往大的方面去延伸真可謂是無限的。

往小的方面去探索宇宙，是研究物質是由什麼構成

註：光年——光走一年的距離，叫一光年，光年是天文學上應用的長度單位。

1 光年 = 94,605 億千米（公里）

的問題，是對物質世界的根本統一性的探求。無論是什麼物質，我們都可以由大往小裏去分割它。例如，一杯水分成半杯水；半杯水分成四分之一杯水；再分，一直分下去，分到一滴水，還可以再分成半滴水、四分之一滴水、千分之一滴水、萬分之一滴水，最後，分到水的最小微粒，能不能再分割呢？這就是自古以來人們都對它感興趣的問題——物質的分割問題。

我國春秋戰國時代的《墨經》是一本最古老的科學書籍，裏面記載了許多關於自然科學問題的研究，其中包括有關物質的組成問題。《墨經》裏載有，萬物都是由「不可斫^註」的「端」即「點」所構成。這是我國古代研究物質組成問題的最早文字記載。

公元前三百多年，古希臘哲學家們對討論物質的組成和分割問題，曾盛行一時。把物質往小裏去分割，最終將成什麼結果呢？當時古希臘著名的哲學家德謨克利特根據水可以蒸發以及人們可以聞到遠處物體散發出來的香味等現象，提出物質是由許多小得看不見的微粒構成的概念，他把這種微粒叫 Atomos。Atomos 在希臘語中是「不可再分的意思」。我們把這個詞譯作「原子」。這種論點與我國古代《墨經》所提到的物質是由「不可斫的點」構成的觀點相同認為將物質分割起來，最終

註：斫——音 Zhuo，用刀斧砍的意思。

便會達到不可再分割的極限。

當時在分割物質問題上，在古希臘還有另一學派，以安娜塞葛拉爲代表，提出不同的觀點，認爲物質是有連續性的，把物質分割起來，便會永遠不可能達到不能再分割的極限。這正如同我國古代著作《莊子·天下篇》所寫到的一樣，「一尺之棰^註，日取其半，萬世不竭」。所有物質是無限可分的，我們對物質的認識也將是無窮無盡的。



圖 1-3 古希臘樓閣裡關於物質是由什麼構成的爭論

註：棰——音 Chui，短木棍。不竭，就是無限的意思。