

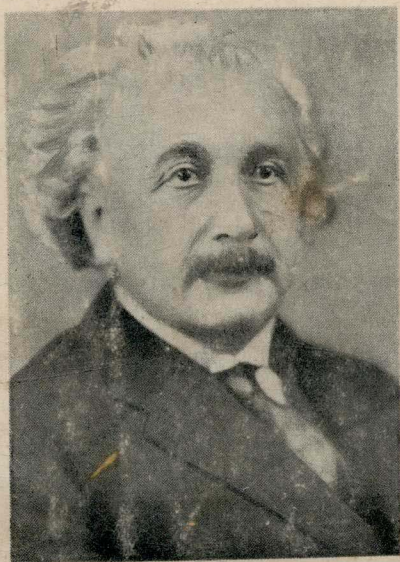
自然科學小叢書  
科學與近代世界

下 冊

A. N. WHITEHEAD 著

王 光 煦 譯

王雲五 周昌壽 主編



商務印書館發行

自然科學小叢書

# 科學與近代世界

下 冊

A. N. Whitehead 著

王 光 煦 譯

王雲五 周昌壽 主編

商務印書館發行

中華民國二十五年七月初版

嚴

自然科學  
小叢書  
科學與近代世界二冊

Science and the Modern World

每部實價國幣柒角伍分

外埠酌加運費匯費

原著者 A. N. Whitehead

譯述者 王光煦

主編者 王雲五

發行人 周昌壽

王雲五

印刷所 上海河南路商務印書館

發行所 上海及各埠商務印書館

\*\*\*\*\*  
版 翻  
權 印  
所 必  
有 究  
\*\*\*\*\*

## 第七章 相對論

前面數章討論造成科學運動之先在條件，并追溯十七世紀至十九世紀的思想進步。在十九世紀此歷史分作三部分，以科學爲中心。這三部分就是：（一）浪漫運動與科學的接觸，（二）該世紀前半期工藝學與物理學之發展，（三）隨生物科學之一般進展而俱來的進化論。

前三世紀的整個期間的特色就是：唯物論的學說供給科學概念以適當的基礎。它實踐上沒有被質疑過。當需要波動的時候，就供給一種以太，便可表演波動的物質之任務。我爲充分表明這裏所含的假臆，特概述一種有機的自然論的學說。生物學的進展，進化論，能力說，分子論，都急速地推翻正統唯物論的妥當性。但十九世紀未結束之前，無人作此結論。唯物論正絕對統治着。

現在的特色是：關於物質、空間、時間及能力，都展開了非常多的複雜性，以致舊來的正統的臆說消失了簡單的妥當性。這些臆說顯然不會有像牛頓時代或馬克斯威爾時代那樣的作用了。必

須有一種改組。今日思想界的新境況的發生是因為科學的理論趕過常識。十八世紀承襲的成績是有組織的常識之勝利。它擺脫了中世紀的幻虛，也擺脫了笛卡兒派的渦旋。結果它充分放縱它由宗教改革期的歷史反叛而生的反理性主義的傾向。它的基礎是個個常人能以眼視或用適中強度的顯微鏡而看到的。它測量應得測量的淺顯易見的事物，它概括應得概括的淺顯易見的事物。例如，它概括普通關於重與厚的總念。十八世紀開始，本着安靜的確信，以為畢竟已擺脫了胡說。今日呢我們的思想適處於正相反對的極端。今天好像是胡說的明天可不曾是證實的真理，天曉得罷。我們又重獲了十九世紀早期的某種風氣，不過在更高度的想像水平上。

我們之所以在更高度的想像水平上，並非因為我們有較精細的想像，而是因為我們有較優良的工具。科學上，前四十年間發生的最重要的事是工具的設計上的發展。此種發展一半由於少數天才如邁克爾孫（Michelson）之流，及德國光學家們。同時亦由於製造上的工藝學的手續之進步，尤其在冶金術的領域裏。設計者如今可隨便料理種種物理特性各殊的材料。藉此他可求得他所要的材料；亦可設立他所要的形狀，僅極微差異。這些工具把思想放到新的水平線上。新鮮

的工具盡了遊歷外國一樣的任務；它表明事物之非常奇異的化合。所獲不止於單純的添加；而是一種轉變。實驗精巧的進步亦由於國家的才力大部分傾注於科學的追求。總之，無論原因若何，精細的靈巧的實驗充溢於此代之中。結果是在自然之領域積集了許多的知識，離人類普通經驗甚遠。

以上所述可由兩個著名的實驗來作例證。一個是伽利略在科學運動發端時所設計的；另一個是邁克爾孫藉其著名的干涉儀而設計的，首先舉行於一八八一年，而重複於一八八七及一九〇五年。伽利略從比薩（Pisa）斜塔之頂擲下重物，指證重量各異的物體，若同時放掉，必一起落到地上。僅就實驗的技巧和儀器的精妙而論，則此種實驗在以前五千年間任何時都可舉行。所含有的觀念不過關涉重與移動的速度，此等觀念乃尋常生活所熟習的。全套的觀念恐在克里脫的米諾斯王（King Minos of Crete）之部族已熟習了，因為他們從岸上高聳的戰壘拋擲石子到海中去。我們要曉得，科學由尋常經驗之組織而出發。正因此，它纔很便當地和歷史反叛之反理性主義的偏見相勾合。它不在追求最後的意義。它專在考究各種聯繫，這些聯繫規定着淺顯易見的

## 事變之相繼。

邁克爾孫的實驗則不能舉行於更早的時期。它必需工藝學上一般的進步，和邁克爾孫的實驗的天才。它關涉地球通過以太的運動之決定，它又假定諸種振動波以任何方向通過以太，照固定的速度而進展着。并且，當然，地球正通過以太而運動着，邁克爾孫的儀器正隨地球而運動着。在儀器的中心有一條光線如此分開：一「半光線」以某方向沿着儀器進行而通過一定的距離，再被儀器裏的鏡折回反射於中心。其它的一「半光線」以同一距離橫過儀器，其方向則與前線或成直角，而亦折回反射於中心。此等復合的光線於是反射於儀器之幕片上。如其仔細，你可看見干涉帶；即是黑色帶條，這裏有一光線之波峯充塞其它光線之波谷，由於那兩「半光線」路程長短之微細差別，乃至幕片之各部分。此種長短的差異可由地球的運動而致。因為足以計及者乃以太中路程之長短。如此，儀器既隨地球而運動，該一「半——光線」的路程即能見擾於運動，而異於另一「半——光線」的路程。試設想你自己在火車裏動着，你的動先沿車身而動，次橫車身而動；記出你在鐵軌上的路程，這鐵軌好比以太。地球的動比起光的動來是很慢的。所以在這類比中你必以為火車

幾乎是停住的，又以爲你自己是動得很快。

在實驗上，這種地球的運動的效應必將影響到干涉帶之幕片上的位置。并且，你若掉轉那儀器，通過直角，則地球的動對於該兩條「半—光線」的影響可被互易，而干涉帶之位置將被移動。我們可計算由地繞日而生之小移動。除此種影響以外，尚有因太陽通過以太的運動而生的影響，儀器之精妙可得而測驗。此等移動之效果（影響）頗足以藉此種儀器來觀察，這是可以證明的。現在要點是，沒有觀察到什麼。當你掉轉了儀器的時候，並沒有發現移動。

結論是，或則地球在以太中常常是固定的，或則實驗之解釋所依據的基本原則有什麼錯誤罷。顯然，在這個實驗上我們絕不是因襲米諾斯王時代的思想行動。關於以太，關於以太中的波，關於干涉，關於地球通過以太的運動，關於邁克爾孫的干涉儀，等等的觀念都與尋常經驗相去甚遠。但儘管相去甚遠，此等觀念畢竟是簡單而淺顯的，較之對於試驗徒然的結果之公認的說明。

說明的根據就是，科學上運用的空間時間觀念是太素樸了，必須修改。這種論斷是直接向常識實行挑戰，因爲以往的科學只憑恃尋常人的尋常總念。這麼樣的對於觀念的徹底改組，勢必受

不到採用，除非也曾獲得許多其它觀念的維持。某種形態的相對論似乎是說明大量事實的最簡易方法，否則每一事實將需要每一種特別的說明。所以，這個理論不僅僅依據產生這個理論的許多實驗。

說明之中心點是一切工具，如實驗上所使用的邁克爾孫的儀器，必然地記錄光的速度，有着相對於工具的同樣確定的速率。我意即是，彗星中之干涉儀與地球上的干涉儀，勢將必然地產生相對於兩干涉儀的同樣價值的光速度。這是淺顯的逆說，因為光以確定的速度通過以太而運動。那末，兩個物體，地球與彗星，以不相等的速度通過以太而運動着，應有不同的速度相對於光線。例如，試想一條路上，兩輛車子每小時各以十哩與二十哩的速度而駛行，再由另一輛車趕過了它們，這第三輛車的速度是每小時五十哩。這快車能以每小時四十哩的相對速度趕過前面的一輛車，又以每小時三十哩趕過前面的另一輛車。講到光的問題，我們若以光線代替快車，則沿着路向的光之速度必正如該快車相對於其所趕過二車之速度。光之速度極大，約每秒鐘三十萬浬。我們必須有總念關於空間和時間，使這種速度恰正有這種特徵。所以我們關於相對速度的一切總念必

須改造。但這些總念是直接出自我們習慣上關於空間時間的總念。所以我們歸結到如此見地，即我們所謂空間與我們所謂時間之通行的解釋上有了忽視。

我們習慣上根本的臆說就是：空間有固定的單一意識，時間有固定的單一意識，所以就地球上面的工具而言的空間關係若有何種固定的意識，則就彗星上面的工具而言的空間關係亦必須有同一意識，又就靜住於以太中的工具而言亦必是同一意識。在相對論即否認此說。僅就空間而論，在相對運動之淺顯的事實上，大家是不難同意的。但是就在這裏，意識上的變更也不受常識的批准。對於時間亦作同樣的要求；所以，事象之相對的定期及其間隙。對於地球上面的工具，對於彗星上面的工具，與對於靜住以太中的工具，各異其計算。這更不是我們所容易相信的。我們毋須再摸索此問題而即作此結論：空間性和時間性，對於地球與對於彗星，隨地球與彗星所呈現的情形（條件）之互殊，而各有不同的意識。因此，速度對於兩個物體有不同的意識。故現代科學的假定是：任何物若有光速度符合於空間時間之任何一種意識，則有此同一速度亦可依照着空間時間之任何它種意識。

這對於古典的科學唯物論是一個嚴重的打擊。古典的科學唯物論預先假定有一確定的現瞬，在此現瞬上，一切物質同時是真的。在現代的理論，就沒有這種單一的現瞬。關於「普遍全自然的同時的瞬」的總念你可找到某種意義，但它對於不同的時間總念會有不同的意義。

有一種趨勢對此新學說給與極端的主觀論的解釋。我意謂空間與時間之相對性被當作是憑依觀察者的選擇。把觀察者拉進來，是全然合法的，如其他有補於說明。但我們要的是他的身，不是他的心。甚至他的身亦只是當作一種很熟悉的器具形態纔有用處。大體上，較適當的辦法還是專注意邁克爾孫的干涉儀而將邁克爾孫的身和邁克爾孫的心置之不顧。問題是，為什麼干涉儀的幕片上有黑帶，又為什麼這黑帶當儀器掉轉時並不略微調動。新的相對論將空間時間加以從來未有想到的密切的聯繫；並且預先假定空間時間在具體事實上的分離可由更替的抽象方式而造成，產生更替的意義。但每種抽象方式以自然中之某事物為注意的方向；由此，為靜觀默察計，使事物隔別孤立。切合實驗的事實就是干涉儀之切合於「自然萬物間的空——時關係的許多交替的系統」之一。

現在我們要求哲學解釋空間時間之本質中的狀態，以保存有交替的意義的可能性。本書不適於精詳刻畫；但不難指出何處探求空間與時間的辨別之原。我先假定着有機的自然說，此說我已略述概要，以爲一種徹底的客觀論的基礎。

一件事情即是諸多面相之抓合而成一模型之統一。一件事情超越本身的有效性乃起於本身的諸面相，此等面相進而形成「其它事情之抓攝的諸統一體」。除出幾何形之系統的面相，此有效性是微末的，如其反照的模型僅僅賦與事情全體。如其模型始終持續事情之相繼的各部分，且在本身中展露全體，使事情即爲模型之生存史，那末，因着該模型，事情就獲得對外的有效性。因爲它自己的有效性可由「它所有相繼的各部分之類似的諸面相」而增添生力軍。事情組成有模型的價值，具着它所有各部分周遍固有的常住性；并且，事情因此固有的持續而對「它的環境之改變」有重要性。

就在此模型之持續中，時間自行從空間分化而出。模型乃是空間上的現在；這種時間的規定便組成它對每部分事情的關係。因爲它被再現於「它自己的生存」的空間性部分之「時間性

相繼」中。我意思即空間秩序上，此種特殊規律容許模型再現於其歷史之每個時間的片段。這樣講，每個持續的對象在自然中找到，並且從自然中要求一種辨別空間與時間的原則。除去「持續的模型」之事實，這原則仍可存在，但它必係潛伏的而且微末的。如此「空間別於時間」以及「時間別於空間」之重要性隨持續的有機體之發展而發展。持續的對象之有意義即在「事情內部成分的諸模型上空間與時間的分化」；換言之，空間之由時間分化，在事情內部成分的模型上，表示「事情為持續的對象而有團集的耐久性。」或可有團集而無對象，但不能有持續的對象而無團集之特種耐久性。

此點必不可誤解。持續的意思就是「一件事情之抓攝中」所展露的模型亦展露於其「各部分的事情之抓攝中」；這些部分的事情乃藉一定規則而辨別，並非全體事情之任何部分能與全體呈同樣模型。例如，試究一個人體在一分鐘中之生存的經過所展露的「總的身體模型」；在同一分鐘之中，拇指之一即為全個身體的事情之一部分。但此部分之模型乃拇指之模型，而非全個身體之模型。故持續必需一定的規則，以獲得各部分。依上例，我們立即知道此規則如下：你必須

取全個身體在該同一分鐘內之任何片段的生存；例如，在一秒鐘或一秒鐘的十分之一。換言之，持續的意義預先爲空——時連續量裏面的時間過渡而假定某種意義。

現在發生這問題：一切持續的對象究否都發現同樣的關於空間時間分化的原理；或在自己的生存史的各殊階段上，一個對象可否不變異其空——時的區別。數年前，個個人還是以爲：關於空間從時間分化，只能發現那樣一個原理。因此，探討一對象的時候，亦如探討另一對象的時候，關於持續必正有同樣的意義。那末空間關係亦必有一種單一的意義。但現在已觀察的對象，其有效性之闡明，似乎只能認定：在彼此相對運動的狀態中的諸對象，爲其持續，而利用着空間時間的諸種意義，這些意義由一對象至另一對象並不是同一的。各個持續對象應視爲「靜住於自己相當的空間，又始終運動於任何空間，」其界說之方式並非其特種的持續所固有。兩個對象若共同靜住，便表示其兩者爲持續而利用同樣的空間時間的意義；若在相對運動中，空間時間便不同了。因此，我們若能設想某個物體在其生存史之某一階段上是相對於其自身之另一階段而動，則該物體在此二階段上即利用着各殊的空間意義，隨而利用着各殊的時間意義。

依照一種有機的自然哲學，關於時間的辨別，在其單一性的舊假設與其殊多性的新假設之間無所決擇。這純然是一件要從經驗取證的事體（參見拙著自然知識之原理（Principles of Natural Knowledge）五十一——三節）。

在前面一章我說一件事情有同時物。這是個有趣的問題：究竟依照新的假設，能否作成那樣的說法，而不限於取徵一定的空一時系統。這樣是可能的，就是在某種時間——系統裏兩件事情是並起的。在別的時間——系統裏，兩件同時的事情就不會是並起的，雖或重疊。同樣，一件事情可先行於另一件事情而無限制，如果在一切時間——系統裏都發生這種先行。顯然的，我們若由一定的事情甲出發，則其它的事情可一般地分成兩組，即「無限制而與甲同時的」和「非先行於甲即後繼於甲的」。但是還錯落一組，即限制以上兩組的各個事情亦自成一組。這裏有一種臨界的情形。你要記得，我們務須計及一種臨界速度，即真空的光之理論的速度（這不是引力場裏或分子電子媒介體裏的光速度）。你又<sup>註</sup>要記得不同的空一時系統之利用就是表示對象物之相對的運動。若將「特定的一組事情對於任何一定事情甲」之此種臨界的關係，加以分析，便能說明臨界速度。我

力除細瑣。陳述之準確顯必藉點、線及瞬之引用。并須討論幾何學之原始；例如，長度之測量，線之直面之平，及垂直。我在以前幾部書裏已曾力作此等考察，以廣延的抽象論爲標題；但這些在目前看來是太過專門的。

如其幾何學的距離關係沒有一個確定的意義，則萬有引力法則顯須重行陳述。因爲表現這個法則的公式就是，兩個質點彼此吸引，與其質量之積及距離之逆方成比例。這種詮釋是默認吸引時的瞬間和距離都應賦有一定的意義。但是距離純屬空間的總念，故在新學說上隨着你採用的空—時系統，便有無限數的那樣的意義。兩個質點若是相對地靜止，則我們可安於兩個所利用着的空—時系統。不幸此種提議沒有指示兩者不共同靜止的時候的行爲。所以，法則有重新建立之必要，這建立的方法不預先假定任何特殊的空—時系統。愛因斯坦做了這層。結果自然是複雜錯綜的。他引給數學物理學以某些純粹數學的方法，使諸公式離開所採用的特殊測量系統而獨立。新的公式引入種種小效應，在牛頓的法則裏是沒有的。但對於大效應，牛頓的法則與愛因斯坦的法則一致。現在愛因斯坦的法則有這些額外效應可用以說明水星軌道的不規則性，那照牛頓

的法則是不可解釋的。這就是新理論的堅確保證。够奇怪的，可更替的公式並不止一個，基於複多的空—時系統之新理論，這種新理論的性質是包容着牛頓的法則而又能說明水星運動的特點。對於這兩者的唯一選擇法就是等待實驗來證明兩樣公式差異的效應。自然界恐怕全然不顧數學家們的審美的偏好。

不過，愛因斯坦恐將擯棄上述的複多的空—時系統之理論。他或將藉「更改測量固有性不變論的空—時扭曲」和「每個歷史路程之相當時間」以解釋他的公式。他的陳述的方式有較大的數學簡潔性，而且只容許一條引力法則，更無可替者。但是，在我看來，這不能調合我們對於「並起性」及「空間配置」之經驗上的一定事實。此外尚有其它更抽象的紛爭。

我們現在達到的「諸事情間的關係」論即首基於此學說：一事情之關聯性全是內在的關係，只要就該事情而論，雖然就其它關係者而論不是必然的。例如，永恆對象就是外在的關聯於諸事情。內在的關聯性即事情之所以能被發見恰恰只在那裏，像它那樣——就是說，恰恰在一組確定的關係性之中。因每種關係性加入在事情之本質中；故若捨去此種關係性，事情將不成其為