

00660

科學叢譯

太陽的光線

H. H. 卡里金著

科學出版社



科學譯叢

太陽的光線

H. H. 卡里金 著
石 燕 譯

科學出版社

1955

Н. Н. Калитин
ЛУЧИ СОЛНЦА
Издательство
Академии Наук СССР
Москва • 1947 • Ленинград

內 容 提 要

本書以通俗的形式敘述太陽的光線對於地球上的作用。着重敘述太陽的光線是地球上能量的最重要的源泉，地面上太陽輻射的強度，地球大氣對於太陽光線的影響，太陽光線和植物界的關係，太陽光線的醫療作用，以及太陽輻射在工程上和日常生活上的應用。

本書中的一部分材料，在我國目前一般教科書及專著上還沒有過的，因此它是有參考價值的一本書。

太 陽 的 光 線

翻譯者	石	燕
校訂者	王	鵬 飛
出版者	科 學 出 版 社	
	北京東皇城根甲42號	
	北京市書刊出版業營業許可證出字第061號	
印刷者	北 京 新 華 印 刷 廠	
總經售	新 華 書 店	

書號：0347

(譯) 212

(京) 0001—3,715

字數：75,000

1955年12月第一版

1955年12月第一次印刷

開本：787×1092 1/32

印張：3 5/8

定價：(8) 0.52 元

Н. Н. Калитин
ЛУЧИ СОЛНЦА
Издательство
Академии Наук СССР
Москва • 1947 • Ленинград

內 容 提 要

本書以通俗的形式敘述太陽的光線對於地球上的作用。着重敘述太陽的光線是地球上能量的最重要的源泉，地面上太陽輻射的強度，地球大氣對於太陽光線的影響，太陽光線和植物界的關係，太陽光線的醫療作用，以及太陽輻射在工程上和日常生活上的應用。

本書中的一部分材料，在我國目前一般教科書及專著上還沒有過的，因此它是有參考價值的一本書。

太 陽 的 光 線

翻譯者	石	燕
校訂者	王	鵬 飛
出版者	科 學 出 版 社	
	北 京 東 皇 城 根 甲 42 號	
	北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 號	
印刷者	北 京 新 華 印 刷 廠	
總經售	新 華 書 店	

書號：0347

(譯) 212

(京) 0001—3,715

字數：75,000

1955 年 12 月 第 一 版

1955 年 12 月 第一次印刷

開本：787×1092 1/32

印張：3 5/8

定價：(8) 0.52 元

目 錄

引言	(1)
§ 1. 太陽是輻射的源泉	(4)
§ 2. 地球大氣對於太陽光線的影響	(12)
§ 3. 太陽光線在大氣裏的吸收	(15)
§ 4. 太陽的輻射	(26)
§ 5. 地面上太陽輻射的強度	(31)
§ 6. 太陽輻射的最大量	(38)
§ 7. 太陽輻射的光譜構成	(41)
§ 8. 太陽輻射的總熱量	(45)
§ 9. 大氣的散射輻射	(56)
§10. 總輻射	(61)
§11. 起因於地球輻射的熱量的散失和輻射能量的損 益計算	(65)
§12. 關於反射率	(71)
§13. 太陽光線和植物界	(73)
§14. 太陽光的醫療作用	(82)
§15. 太陽輻射在工程上和日常生活上的應用	(91)
參考文獻	(109)

引 言

在無垠無際的宇宙空間裏，有恆河沙數的繁星，其中有一粒就是我們的星——我們的太陽，它以每秒 20 千米的速度奔馳不息。在太陽四周，有九粒行星圍繞着旋轉；其中有一粒就是我們所生存起息的地球。地球繞太陽周圍一年旋轉一整圈，飛行的平均速度是每秒 30 千米。同時地球又繞自己的軸旋轉，結果使赤道上每一點以每秒 465 米的速度運動着，而在莫斯科緯度圈上各點的速度則是每秒 265 米。

誠然，地球是運行在溫度為絕對零度的空間之中，但是一般說來，地球溫度相當的高，所以在地球上會展開了有機體的天地，並且有人類生存。把熱和光帶到地球上來的正是太陽的光線。

但是，太陽光線真是熱量的唯一源泉嗎？

我們知道得很清楚：愈往地下面鑽進去，溫度也愈見升高，根據觀測的結果，平均講起來，每往地心下降 35 米，溫度就升高 1° 。

我們可以假定，多少總有些熱量從更深的地層上達地面，因此我們不難計算，在這個場合可以提高地面溫度多少。從這樣的熱量來源，祇能提高地面溫度約 0.1° 。由此可以明白，這個熱量在實際上決無什麼重大關係。每一平方厘米的地面在一年之間從更深的地層獲得了 54 個小卡的熱量，這和每一平方厘米地面在一年中從太陽所獲得的熱量相比較，前者僅及後者的五千分之一。

地球也多少從恆星、行星和月亮的輻射得到些熱量，但是爲量極微。例如地球從天琴座中的織女星——這是天上最光輝的恆星之一——所獲得的熱量和從遠置於 18 千米距離以外的一燭光所獲得的熱量相等。

因此，太陽光線，也就是太陽輻射（солнечная радиация），對地球而言，是實際上唯一重要的能量（熱量）源泉*。

讓我們來檢查一下，人類使機械作功以及人類日常生活上所利用的能量，其源泉的本質是些什麼。人們現在利用的能量的極大部分係從煤的燃燒而取得的。煤本質上又是什麼呢？我們都曉得，它其實是原始時代的植物，因爲多次的地質過程經過數百萬年，才變成煤。可是這種植物的成長正有賴於太陽光線的作用。我們把幾塊煤丟進了火爐，等於我們朝那裏丟進了一束太陽光線，不過是幾百萬年以前積累在那裏的光線而已。

燃燒用的柴和炭，本質上也是積累起來的太陽能量，因爲太陽光線的存在對於植物生命是絕對不可缺少的。

近年來，從水力發電站發出來的電能的應用愈見得重要了。在這個場合，能量的源泉又是什麼呢？這正是太陽光線。祇是因爲太陽熱的作用，地面上無論是海洋或是大陸被曬熱了，因此，從蓄水槽的表面以及從植物發生了蒸發。舉例來說，在我們的緯度上一株樹木——樺樹在 24 小時以內從樹葉可以蒸發 40 升的水。假如在一畝樺樹林內平均有 200 株樺樹，那末在一個夏季，這一部分的樹林要蒸

*本書原著係出版於 1947 年，那時人類尚未掌握原子能的和平使用。現在蘇聯已經首先實現了利用原子能發電，人類歷史已開始進入原子時代，今後太陽輻射將不是地球上的“唯一”重要的能量源泉。——中譯本編者註

發掉 1500 噸的水。太陽藉它的光線使水分從土壤上升到樹木頂端而且使之蒸發。水分不僅因太陽光而蒸發，而且藉上升氣流的幫助，也能把水分帶到高空，至於上升氣流之所以能够形成，也是由於太陽光線加熱的緣故。

根據觀測和計算的結果知道，每年從地球表面整個海洋和大陸上一共蒸發 379,200 立方千米的水分。把如此大量的水提高到上空，需要龐大的能量，這些能量正是太陽光線所供給的。

進入了更上層的大氣以後，水汽發生凝結並以雨、雪以及別種降水的形態重新返回地面。雨水產生了小溪、河流、大江。在江河上建立起堤壩，利用水往下流的力量獲得了電能。歸根到底，我們就利用了把水上升到空中的力量，也就是說，我們利用了太陽光線的能量。

我們又從風那裏獲得了相當量的勞動：風車、風力發動機、帆船。風的能量是從何而來的？其來源又正是太陽光線。因為太陽光線假如把地面加熱得不均勻，那末就會發生氣壓分佈的不均勻，因而造成了大量空氣的流動，這就是風。如果在風運動的路徑上安裝上風車的翼，我們就利用了太陽光線能量使風車作功。

地球上植物的存在是太陽光能所造成的。動物在世界上，其所以能生活、繁殖，大體上是依賴於植物性食料的吸收，因此，動物的生活也與太陽光線關聯着。

甚至人類本身，由於其生存全賴植物性和動物性食料的吸收，所以其整個生命也正繫於太陽光線。

幾乎可以說，發生於地上、空中和水裏的一切變化，莫不基因於太陽的輻射能。所以，我們如果能够了解太陽光線和其對於地上的作用，縱然祇略知其梗概，亦頗饒興趣。

地球物理學內從事研究太陽光線能量的領域，叫做日射學（актинология）。

太陽是輻射的源泉

根據近代的看法，太陽本質上是一個氣體球，其發光表面的溫度將近 6000° 。理論上計算的結果，推測太陽中心的溫度可能在 $40,000,000^{\circ}$ 左右，且壓力也龐大無比。

這個球的直徑是 1,500,000 千米。

我們地球沿着橢圓軌道繞太陽旋轉，太陽位於該橢圓二焦點中的一個。地球軌道和圓相差無幾，地球和太陽間的平均距離是 150,000,000 千米，該距離在一年之間僅有 5,000,000 千米的出入。

距離 150,000,000 千米，這數目太大了，祇光是說出了這一個數目，仍不能使我們懂得什麼；讓我們再說得明白一些。

假定地球和太陽之間用一座橋樑連接起來，又假如每一節橋的骨架長度相當於地球的直徑，那末這一座橋會有 11,640 節骨架。又如果在這座橋上有一列火車以每小時 60 千米的平均速度從地球駛向太陽，那末它雖中途毫不停站，也得過 285 年以後才會到達太陽。換句話說，如果拿人類的通常壽命來講，要七代以後才會到達太陽。

一架快速飛機不作任何停留直駛太陽，也要在將近 30 年的時間以後才可以飛完這個距離。

假定在太陽裏發生了爆炸，而且假設爆炸聲用地面附近大氣裏的傳播速度（每秒 340 米）向四方傳播，那末我們要等 13 年 9 個月以後才可以聽到這個爆炸聲。又如果我們從地球向太陽發砲，假定砲彈以每秒 500 米的常定速度

飛射，那末砲彈必須飛行 9 年 8 個月之久才能到達太陽。

所有人類的感覺當它經過神經傳至頭腦發生感覺印象，都多少需要一些時間。假設有一個人，其手極長，可以一直觸及太陽。可是因為感覺的傳播平均速度是每秒 28 米，所以他必須在 167 年以後才會感到灼傷的疼痛。

太陽光線飛過這個距離直奔地球却祇要 8 分鐘。

現在讓我們再談一下太陽本身的情況。

太陽的直徑是這樣的，沿着直徑，我們可以並排排列 125 個* 地球（地球的直徑大致等於 12,000 千米**）。

太陽的表面積較地球表面積大 12,000 倍，其體積較地球體積大 1,280,000 倍***。如果把地球連月亮放在太陽中心，而讓月亮像以前一樣自由在地球周圍旋轉，那末月亮不過在太陽中心到太陽表面間距離的中點附近。如果我們想用和我們地球同樣大小的“珠子”來填滿太陽內部的話，那末這種“珠子”要 125 萬個****。

太陽比地球重 324,000 倍。如果在天平上要衡量太陽的重量，那末在天平的另一隻盤子上必須有 324,000 個地球才可以平衡。

從太陽每一秒鐘所放出的熱量相當於燃燒將近 116,000

*一般的書上是說 109 個。——中譯本校者註

**根據 C. D. Hodgman 主編的“化學及物理手冊”上的數據，地球的平均直徑約為 12,735 千米。——中譯本編者註

***按太陽直徑為地球直徑的 109 倍計算，則太陽體積約為地球體積的 129 萬倍，和本書所說的 128 萬倍相差不多；但如按本書所說太陽直徑為地球直徑的 125 倍計算，則得太陽體積為地球體積的 195 萬倍。——中譯本校者註

****此處原文是一又四分之十一百萬個，所以就是 125 萬個之意。可是就體積來講，太陽體積較地球體積大 128 萬倍（按本書數字說）。如果真的用和地球同樣大小的“珠子”來填充太陽內部，由於珠與珠雖相密接，其間也仍有空隙存在，所以用不到一百多萬個就可填滿。——中譯本校者註

億噸的煤所放出的熱量。

根據法拉馬里昂（Фламарион）的計算，太陽不斷放射到地球上的能量相當於“21,731,600 萬匹馬力，換句話說，相當於用 54300 萬架的 400 匹馬力的蒸汽機日以繼夜不息地運轉。”

太陽用光線的形式流向地球的能量是如此鉅大，可是這個能量卻不過是太陽向四面八方所輻射出去的總能量的 20 億分之一而已！

還有，太陽光線所產生的照度，如果就太陽高度較大的時候及大氣具有平均透明度的時候來說，相當於照度 29 萬勒克司*。

談到地球在太陽周圍的運行是這樣的，地球在一年之間繞行一周，旋轉的時候，地球自轉軸前後一直保持平行，且和黃道面的交角始終是 66.5° 。

旋轉軸的傾斜始終不變就引起了地球上一年四季的變化，而圍繞軸的旋轉却引起了晝夜的變化。

在冬天的時候，地球距離太陽最近，但因為在這個時候，地球的北半球向反對於太陽的方向傾斜開去，所以太陽光照在北半球上的角度較小，而且白晝的長度較短，這些原因使得流向北半球的太陽光線的熱量比較的小。

隔了半年，到了夏季，雖說地球是比冬天距離太陽遠些，大概差 500 萬千米光景，但是旋轉軸使北半球轉向太陽，在北半球上太陽光線照得比較垂直，同時又因為白晝的長度較長，所以流向地球表面的太陽光線的熱量比較的大，於是溫度也昇高了。

在南半球情況剛剛相反。

*勒克司乃照度的單位，即在距一燭光之光源 1 米處的照度。——譯者註

春天和秋天的時光，地球正好介於兩個狀態之間，南北半球有等量的太陽輻射熱到達。

地球上不同的地方所受到的太陽光線的熱量，基本上取決於太陽高出地平面上方的高度以及白晝的長短。

在不同季節以及不同緯度的地方，太陽的高度*是變化於 0° 及 90° 之間，而白晝的長度有時完全等於零，有時可達 24 小時甚至超過 24 小時。在南北兩極，有半年一直是白晝，另一個半年一直是黑夜。

所以，地球上不同地點所到達的太陽輻射熱可以相差很大，這基本上可以說明各地——從炎熱的熱帶到南北極的冰凍區域，氣候的巨大差別。

太陽表面的構造 如果透過燭煙玻璃或者毛玻璃用肉眼觀察太陽，那末太陽看起來像是一個很勻整的圓面。但是不要用太大倍率的放大鏡就可以看出這個圓面在邊緣上多少要暗一些。假如用放大率很強的望遠鏡去細細觀察太陽，或者用大的倍率攝取照相，那末所看到的情況又不同了。在這個時候，我們可以看見太陽表面並不是完全勻整的，而是在昏暗的背景上有光亮的東西，外觀上很像是雲，這叫做米粒組織 (грануляция)。現在大家把米粒組織看成是局部冷卻的產物，可是並沒有凝結發生。米粒組織的現象顯示了太陽表面各部分溫度的不同，因此產生了不同的亮度。米粒組織的大小不一，其直徑可能到數百千米；其面積往往達 10 萬平方千米。

把短時間先後所照的米粒組織照相加以比較，證明米粒組織一直在那裏移動不已。

*指中午而言。——中譯本校者註

有時在帶有米粒組織的太陽表面上可以看見長而不規則模樣的亮線條，它比個別的米粒組織範圍要廣大得多；它們非常光亮，往往在太陽圓面上顯得很清楚，特別在太陽邊緣上尤其如此。這些東西叫做光斑（факелы）。研究光斑的結果，證明它們位於米粒組織層之上，特別麇集在太陽黑子附近。米粒組織和光斑的所在是太陽發光的主要源泉，這一層我們名之曰太陽的光球（фотосфера）。

在太陽表面有時候可以看見一些暗黑的東西，叫做黑子（пятна）。太陽黑子大多由中心暗黑的核和四周的半影兩部分所組成；後者往往有放射形的構造（圖1）。黑子的

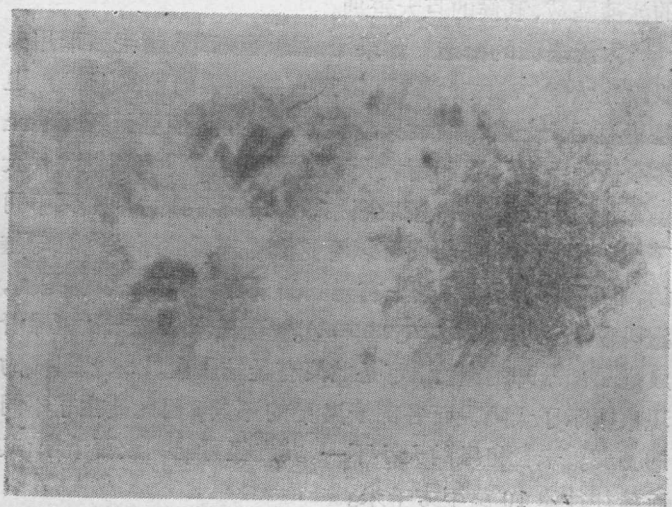


圖1. 1906年七月三十一日所觀測到的太陽黑子

大小不等，最小的將近最強大望遠鏡的分解極限，就是直徑700千米左右，至於最大的黑子則連肉眼也可以看得見。曾經觀測到有些黑子在太陽圓面上所佔有的面積竟會超過地

球橫斷面面積的百倍以上。

黑子及其周圍的半影遠較其四面的光球要暗，大致黑子的亮度僅及光球亮度 5%，至於半影僅 25%。黑子溫度測定的結果，知道其溫度較光球為低，大概等於 4500° ，換句話說，低於後者 1500° 。

黑子大多成羣出現，大黑子往往為小黑子所環繞。無論是用肉眼去觀察太陽黑子的外形，或者攝影的結果，都證明黑子上面一直在發生着很強烈的運動。

藉助於分光鏡和攝譜儀研究太陽黑子中的運動，證明在黑子裏有氣體狀物質上上下下運動不已，運動速度達每秒數百甚至數千米。

很早觀測黑子的時候，就看出它們最初出現在太陽圓面的東邊緣，逐漸向西方移動，而且有時消失到太陽後面去以後，再過了些時候，又可能在東邊緣重行出現。這證明了太陽在旋轉。用各種方法研究太陽自轉速度的結果，證明緯度不同地方的自轉速度亦互相不同。赤道上 25 天旋轉一圈，緯度 30° 地方是 26 天，緯度 60° 地方是 31 天，緯度 80° 地方是 35 天。

有些黑子一共祇生存數小時，但是也有些黑子竟可以繼續存在一年光景。黑子祇發生在兩個帶上：一個帶在赤道以北，另一個帶在赤道以南。這些帶的界限在 5 到 30° 之間，到了更高的緯度，黑子祇偶而出現，在兩極附近從來沒有看見過黑子。而在赤道區域黑子幾乎不存在。

黑子的數目可以明顯地看出有一個 11 年的周期，而在地球上就跟着好許多現象也有 11 年的周期，在地磁和極光方面表現得特別顯著。

就在光球層的上部，有一層密度不大的氣體物質，叫做

色球 (хромосфера)。色球的存在最初在日全食的時候才被發現；此層的高度達兩萬千米。色球基本上由極輕的氣體所構成，像氫、氦以及鈣蒸氣。在色球裏有氣體以極猛烈的力量爆發，這叫做日珥 (протуберанцы)。日珥有時非常地高，甚至要達幾十萬千米；它在太陽的任何部分都能見到。

太陽的溫度 因為輻射強度以及其光譜構成取決於輻射體的溫度，所以對於太陽發光表面的真實溫度的知識是很有興趣的。爲了決定這個表面溫度，不同的時候應用不同的方法，而每一個方法所算出來的數字互相很是接近。爲了我們的所有目的起見，我們可以說光球發光層的溫度等於 6000° 是足夠準確的。在這種溫度之下，所有我們已知的物體不僅都已熔解，而且都變成蒸氣狀態了。

輻射的光譜構成按照下述定律和溫度相關。物體的溫度愈高，它放出愈多的短波，它的輻射強度也愈大。在完全黑體 (абсолютно черное тело)¹⁾ 的輻射的場合，能量按光譜的分佈和其溫度間存在着一定的關聯。曉得了物體的溫度，就可以算出能量的分佈。假若就溫度 6000° 的物體這樣計算的結果，我們就可以知道：由計算而得的能量分佈和太陽輻射光譜上觀測到的能量分佈很相一致 (圖 2)。

太陽光譜是光球輻射的連續光譜，上面滿佈着許多根暗線，即夫琅和斐譜線 (фраунгоферовые линии)，它們是光球輻射受上方的太陽大氣層的吸收而造成的。

當太陽光線經過了地球大氣時，在光譜上又出現了另外的暗線，以及一些暗帶，這些都是地球大氣的吸收作用所

1) 所謂完全黑體是指那些具有吸收一切投射到它表面上的光線之性質的物體，既一點不把光線反射，也不使光線透過它自己。

造成的。其中的暗線基本上是氧和水汽造成的，而暗帶是臭氧、水汽和碳酸氣造成的。

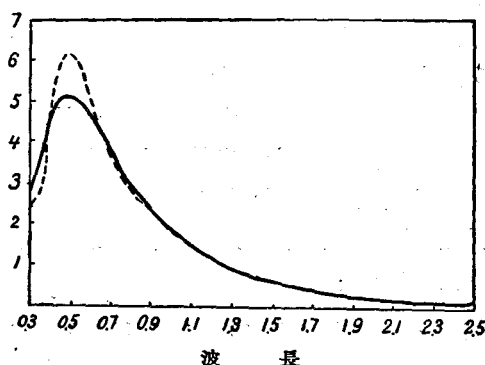


圖 2. 大氣外緣太陽光譜中能量分佈(點線)和溫度 6000° 時完全黑體輻射光譜中的能量分佈(實線)

當太陽光線通過地球大氣的時候，隨着太陽在地平面上方高度的不同，經過大氣的量有多有少，這和光線徑路的長度有關。在圖 3 上表示了太陽光線在太陽的不同高度時經過地面大氣的情況。如以 AB 為地面， CD 為大氣限界，

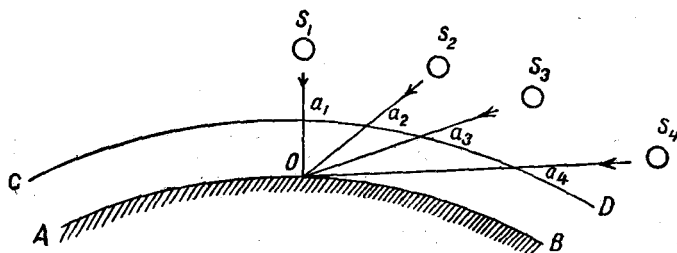


圖 3. 太陽高度和太陽光線在大氣中通過的徑路長度(“大氣質量”)間的關係

那末假若太陽位於 S_1 (在天頂), 太陽光線在大氣中的徑路爲 a_1O ; 若太陽位於 S_2 , 徑路之長爲 a_2O ; 若太陽位於 S_3 , 徑路之長爲 a_3O ; 若位於 S_4 , 徑路之長爲 a_4O 。

不需要經過任何的測量和計算, 立刻可以一目了然, a_2O 較 a_1O 爲大, a_3O 較 a_2O 爲大, a_4O 較 a_3O 爲大, 換句話說, 太陽愈近地平, 太陽光線在大氣中所通過的徑路愈長。

把太陽在天頂位置時太陽光線在大氣中所走的徑路大小作爲單位, 而稱其爲單位大氣質量 (масса атмосферы)。太陽高度和太陽光線所走過的大氣質量之間的相互關係, 可用下列數字來表示:

太陽高度		90°	60°	30°	10°	5°	3°	0.5°
大氣質量		1.0	1.2	2.0	5.6	10.4	15.4	35.4

這張很簡單的表在日射學中佔很重要的地位, 因爲光線透過大氣的徑路愈大, 光線就愈弱。上面的數據意思是說: 太陽在地平面上方的高度愈低, 那末可以到達地面的太陽輻射也就愈少; 太陽愈近地平, 減弱的程度就愈厲害。

當太陽正在地平上的時候, 太陽光線所走過的大氣質量較諸太陽正當頭頂之時, 要大達 35 倍。對於太陽位置較低的時候, 我們這樣說: “太陽雖然照着, 但是並不暖和。”

地球大氣對於太陽光線的影響

太陽輻射能量在穿過地球大氣的時候, 質和量都發生變化。這是因爲大氣並不完全透明的關係。一部分的太陽輻射能在途中被散射, 一部分被吸收。

太陽光線在大氣中的散射發生於構成大氣的氣體分子以及懸浮在空氣裏的粒子——塵埃、水滴、冰晶。如果起散