

〔苏联〕Ф. С. 扎維里斯基 著

时间及其計量



科学技術出版社

時間及其計量

〔苏联〕Ф. С. 扎維里斯基 著

吳 伯 澤 譯

 学 技 術 出 版 社

內 容 提 要

本書敘述時間計量的意義，以及各種計量時間的方法，從古代到近世，從數十億分之一秒到數百億年，從原子核到宇宙空間，都作了扼要的介紹，並說明了所有這些方法與科學技術發展的關係。

本書是一本知識性讀物，供初中以上程度的工人、學生、技術人員閱讀。

時 間 及 其 計 量

ВРЕМЯ И ЕГО ИЗМЕРЕНИЕ

原 著 者 [蘇聯] Ф. С. ЗАВЕЛЬСКИЙ

原出版者 ГОСТЕХИЗДАТ, 1955.

譯 者 吳 伯 澤

*

科 學 技 術 出 版 社 出 版

(上海南京西路 2004 號)

上海市書刊出版業營業許可証出 079 號

大眾文化印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號：13119·133

開本 787×1092 1/32 · 印張 53.8 · 字數 112,000

1958 年 5 月 第 1 版

1958 年 5 月 第 1 次印刷 · 印數 1—2,200

定價：(10) 0.75 元

目 錄

第 一 章	为什么需要会計量時間.....	1
第 二 章	時間和日曆.....	6
	每年日数的計算	6
	紀年和曆元	11
第 三 章	古代是怎样計量時間的.....	15
	日規	15
	沙漏、火鐘和滴漏	20
第 四 章	机械齒輪鐘和擺鐘.....	25
	齒輪代替了沙、火和水	25
	擺——現代時鐘的心臟	28
第 五 章	为什么海員需要准确的時間.....	35
	帶回新的真理的船	36
	怎样才能够多找到一天	38
	新年是从哪里开始的?.....	39
	怎样决定船只在大洋中的位置	42
第 六 章	准确時間的獲得、保持和傳送.....	48
	准确時刻的獲得	49
	准确時間的保持	54
	准确時間的傳送	58
第 七 章	怎样調節鐘錶.....	60
	時間天平	60
	ППЧ 鐘錶檢查儀	61
	時間顯微鏡	64

第八章	計量的單位和校准器	66
第九章	“原子”時鐘	71
	原子校准器	71
	“原子”時鐘的工作原理	74
第十章	短時間間隔的測量	77
	在幾分之一秒中能發生一些什麼事情	77
	火花記時器	79
	電荷積聚電路	83
	帶有計數電路的儀器	86
第十一章	速變過程的研究	89
	怎樣記錄非常快的過程	89
	短期間電現象的測量	95
	短期間非電現象的測量	99
第十二章	利用陰極射綫儀來測量千分之一秒和百萬分 之一秒	100
	陰極射綫計數機構	100
	無綫電測速機構	106
第十三章	百萬分之一秒和十億分之一秒的測量	112
	滯後相符電路	113
	相儀	115
	帶有高壓示波器的儀器	119
第十四章	能計量千年的時鐘	121
	過去的追溯	121
	放射性碳	124
	用千年來進行檢驗	126
	“放射性碳時鐘”	128
第十五章	地球上各種生命形態的年齡, 岩石和地球的 年齡	130
	誰必須知道岩石和地球的年齡和為什麼	130

	尋找能計量億年的時鐘的初期嘗試	136
	能計量百 萬年和十億年的“放射性時鐘”	138
第十六章	太陽和恒星有多少歲	144
	太陽和其他恒星的能量有多大	144
	太陽和其他恒星的能量是从那儿来的	147
	怎样決定太陽和其他恒星的組成和年齡	151
第十七章	在研究巨大的空間和時間方面,科学 已經走 了多远?	154
	空間和時間的範圍	154
	各个重要事件年齡表	158
第十八章	怎样來控制時間	160
	特殊的电影攝影法。“時間放大鏡”	162
	电“變時器”	164
結 束 語		166

第一章

为什么需要会計量時間

成千輛列車正在我們祖國廣闊的原野上向各个不同的方向奔馳着。有些列車向着同一个方向疾駛，有些列車的方向恰好相反，而另一些列車却又橫越过第一、二批列車的道路。只有这些列車的运动在時間上的協調（也就是把每一分鐘都考慮進去的固定列車运行表），鐵路運輸才能够迅速而安全地進行。

在許多生產过程中，正确地計算時間是非常重要的，有时甚至还是工作成功的根本不可缺少的条件。例如，在進行点电焊时，不僅正确地掌握焊接机中电流强度的分量有巨大的作用，而且，正确地控制通电的時間也有十分重要的意义。在电焊有色金屬时，正确支配時間分量的意义就更大了，因为电焊机通电的時間太短，就不能焊得結实牢固，而通电的時間太長，又会使所要焊的那塊金屬的表面起氧化作用。这里不僅僅要計算到秒，而且还得計算到秒的分数。

許多效率很高的先進劳动方法，都是建立在嚴格節省个别操作和整个生產循环的時間的基礎上。許多生產率很高的流水生產法，也就在于各部分操作之間，有着完善的時間協調性。

在苏联國民經濟的条件下，一分鐘的“价值”是非常巨大的，它可以利用下列援引的数字表示出來。1952年，苏联每一分鐘約生產出50噸生鐵，70噸鋼，54噸鋼材。每分鐘約开采出600

噸煤，94 噸石油，生產出 334 000 千瓦小時的電能，10 000 公尺長的布疋，500 雙皮鞋，6600 公斤糖等等。

在蘇聯的大規模生產中，考慮和節省每一分鐘、每一秒鐘工作時間都有重大的意義。因為，“一切節約歸根結底都在于節約時間”（馬克思，參閱馬克思、恩格斯全集）。

但是，需要考慮時間的還不單單是工人和工程師，海員和飛行員需要考慮時間的程度也并不比工人少。要確定船只在太平洋中的位置或飛機在一望無際的太空中的位置，都得利用時間的標記。只有利用時間計算表，領航員才能够在看不到陸地的時候，得知他所處的位置，而正確地开辟自己的船的航程。在這種時候，決定位置的準確度直接依賴于時間測量的準確度。

現在，地球物理學者和地質學者正在研究着地殼的構造、成分及過去和現在在地殼中發生的變化。地球的外表并不是固定不變的。在地球表面的某些地方，海洋正在不斷地退離陸地，而在另一些地方却又在向陸地侵襲。有一些山嶺正在崩陷下去，而另一些山嶺却正在上升起來。現在，在地球表面上雖然很少發生十分劇烈的變化，但是緩慢漸進的、人的眼睛不能立即察覺出來的變化，却是在毫不間斷地發生着的。要決定地殼深處的成分，要查明地殼構造的緩慢的變化，地球物理學者和地質學者就必須會非常準確地決定各個不同的地點的地理坐標。因此，地球物理學者和地質學者就必須能夠比海員更為準確地計量時間。

研究地球生命史的考古學者同樣也必須會計量時間。但是和他們的工作發生關係的時間範圍就大大不同了。考古學者應該測量的是長達數百年、數千年或數萬年的時間間隔，因為許多歷史事件都是發生在這種時間間隔之前的。

如果决定了某一古代民族生存的期間离現在的时间間隔，也就是說，如果測定出各个部落的文化的年齡，考古学者就可以決定出各个民族之間的关系和这些民族間的相互影响了。例如，对許多考古学發現物的制造日期進行鑒定的結果告訴我們，北極地区的某些古代民族的固有文化，比我們过去所推測的还要更早。因此用測量時間的方法就可以証明，某些資產階級学者关于这些民族的文化是低下的那种种族主义的捏造，是不正确的。

但是，最早的書面遺物的年齡并不超过 7000 年，而人类文化的年齡却比这大得多。所以，对于研究史前人类的生活來講，确定發生得更早的物件的年齡是非常重要的。

現在，这个問題已經为物理学家們所解决了。他們已經研究出一种放射性方法，可以用來确定具有生物起源意义的考古学發現物的年齡。

在地球上，有机生命大約起源于十億年前。地球本身的年齡比这还要更大，而我們的太陽和一些別的恒星比地球还要更“老”。因此，地質学者和天文学者就必须會測量几百万年或几十億年这么大的時間間隔。

正如苏联学者 B. A. 維尔納茨基所指出的，对于采礦工業來說，測定礦物和岩層的年齡在实用上是很有意义的。决定了地球、太陽和各个恒星的年齡，就能幫助我們去推測我們的地球和其他天体的过去及未來。

解决这些問題对于建立唯物主义的宇宙观是很重要的。研究地球和恒星的發展及測定它們發展所經過的巨大的時間間隔，不僅能推翻在 3~7 千年前上帝在七天中創造出宇宙的这种

幼稚的神話，而且還能駁倒近代某些資產階級學者關於宇宙是由某些“第一個原子”創造出來的唯心主義的理論等等。

蘇聯學者們——天文學家B. A. 安巴爾祖姆揚、Г. A. 沙因及其他人——的著作曾經指出，在恆星中還有在不久前才形成的，並且還指出，甚至就是現在也還不斷有新的恆星在誕生着。因此，關於宇宙是在某一段時間內一下子產生的這種論調（即使說是離我們幾十億年以前），是毫無科學根據的。

無論是在空間方面，或是在時間方面，學者們的研究都越來越擴大了，不斷地擴展着我們眼界所能及的這一部分宇宙的範圍，可是這些研究卻既不能發現物質的起始，也無法發現出它們的界限。

現在的科學完全証實了唯物主義的宇宙觀的正確性，根據這種觀點，物質和物質的運動都是無止境的。

任何一種物質的變化、運動或發展的过程，都永遠是在時間和空間內發生的。“時間之外的存在，與空間之外的存在，同樣是極大的荒謬”（恩格斯：“反杜林論”）。象空間一樣，時間也是和物質分不開的；如果沒有物質，時間就什麼也不是，而只是一種僅僅存在於人的頭腦中的空洞而抽象的東西罷了（參閱恩格斯的“自然辯証法”）。

“世界上除了運動着的物質以外，沒有別的任何東西，而運動着的物質除了在空間與時間之內就不能運動”（В. И. 列寧，“唯物主義與經驗批判主義”，人民出版社1956年版，第171頁）。

“時間”這一概念反映着客觀存在着的、真實的時間。“關於空間和時間的人的表象是相對的，可是從這些相對的表象中構成着絕對的真理，這些相對的表象在自己的發展中走向絕對的

真理，接近絕对的真理”。（列寧，“唯物主义与經驗批判主义”，171頁）。

時間的測量的根据是：虽然物質的任一种变化、运动、發展过程永远在時間和空間內發生，但是，時間和物質的任一种具体的变化是不同的，因此，我們可以通过这些变化來測定時間（參閱恩格斯的“反杜林論”）。例如，利用地球繞着地軸的自轉，利用地球繞着太陽的公轉，利用單擺的擺動等等，都可以測定時間。

唯物主义的時間概念已經建立起來了，并且已經在反对唯心主义各种荒謬學說的斗争中取得了勝利。因为唯心主义的哲學家們曾經企圖否定時間的客觀現實性，曾經企圖証明時間是我們意識的產物，或是斷言說，時間是不可知的。

列寧曾經指出，还在人类和人类的經驗出現以前的几百万年中，宇宙就已經存在在時間中的这个事实說明了唯心主义的時間和空間的理論是毫無根据的，而時間和空間的感覺能給予人以生物学上合目的的定向这一事实，又証實了存在于人类之外的真实的時間，是人类意識中的客觀的正确的反映（參閱列寧的“唯物主义与經驗批判主义”）。

科学在測量時間方面所得到的成就，無論是从測量准确度的提高來說，或是从所能測量出的時間間隔範圍的擴大來說，都是非常巨大的。在利用特殊的時鐘來決定中等長度的時間間隔时，測量的准确度已經可以达到每晝夜千分之一和万分之一秒了。利用特殊的物理方法和無線电工程方法，已經能够測量出几十億年長或十億分之一秒的時間間隔了。

近代科学和技术所獲得的这一切成就，都促使唯物主义的

宇宙觀向前發展。并且，這些成就也出色地說明了列寧的理論：相對的表象在自己的發展中走向絕對的真理。

第二章

時間和日曆

每年日數的計算

日曆是一種長時間間隔的計量系統，這種系統規定每年中日數計算的方法，并且指出開始計算年數的曆元。

我們現在採用的日曆，並不是唯一的日曆。在這種日曆出現以前，已經有過許多（約二百種）別的日子曆，在這些日子曆中，無論是每年中日數的計算法，或是計算歲序的開始，都和現在的日子曆不同。

只要回想一下古代的情形，就可以斷定，野蠻人是沒有任何日曆的。順便提一提，對現代某些尚未脫離野蠻狀態的部落進行觀察的結果，已經証實了這種說法是正確的。例如，在澳洲中部的莽林中，在印尼和南美的熱帶森林中，現在都還生活着一些既不懂農事，也不會利用陶器的人，他們完全不懂得有系統地計算時間。

只有當社會生活變得複雜化起來的時候，由於農業、畜牧業和航海等的發展，才可能出現多少較為系統化的時間計量。在剛開始時，對時間計量的要求和測量時間的方法，都是相當粗糙的。斯拉夫人和一些別的從事農業的民族曾把第一次收穫到下一次收穫所隔的時間算做一年，美洲的印第安人根據初雪來

計年，而澳洲人則根據雨季的屆臨來計年。

灌溉農業的發展、國家的出現、城市的成長和商業關係的擴展等等，都要求改善和確定時間的計量。在文明發展的這一階段，某些民族開始採用了陰曆。

在陰曆中就已經開始計算每月的日數了。一次新月到下一次新月算為1個月，而一年中有12個太陰月。但是，因為從一次新月到下一次新月大約有 $29\frac{1}{2}$ 天，所以在陰曆中，各個月分就輪流地算做29天和30天。這種計算法和太陽年並不完全相符，因為12個太陰月一共只有354天，而一個太陽年却有 $365\frac{1}{4}$ 天。

為了消除太陰年和太陽年之間的差異，各種太陰曆都有其相應的修正法。例如，回教的陰曆把各年輪流地算做354天和355天。由於每個回教年平均比我們的太陽年短11天，所以在我們的33年中，就有34個回教年了。如果已經知道某一事件是發生在回教曆的某年、某月、某日，那麼，就可以非常迅速而準確地說出那一天的月相，但是，那時到底是冬天還是夏天，那就只有經過一番複雜的計算，才能回答出來。

古埃及還在公元前5世紀，就已經廢止陰曆了。對於埃及的整個經濟生活來講，尼羅河的汎濫有着巨大的意義。知道尼羅河開始汎濫的時間是非常重要的，因為知道這一時間，人們就能夠及時準備進行農事。在一年中，有兩個月的時間天狼星（埃及名叫做蘇鉄斯）和太陽同時從東方升上來，但是人們卻看不到它，因為它的光被太陽的光芒壓倒了。可是，到了7月初，天狼星就會比太陽稍為早一點升起，所以在太陽還沒有出現以前的數分鐘內，人們就可以在東方看到它。這個日期正好就是尼羅

河开始汎濫的日子。

埃及的祭司們曾經用各种各样的神話，來說明尼罗河开始汎濫和天狼星-苏鉄斯在东方初次出現在時間上一致的这件事情（“天上閃耀着苏鉄斯，地上汎濫着尼罗河”）。祭司們所管理的日曆，是和天狼星-苏鉄斯这颗恒星的看得見的运动相符合的。

在这种日曆中，每年有 12 个月，每月各有 30 天，而每年的年底又多閏了 5 天。所以，每一年都有 365 天。

这种時間計算法的誤差是每年 $\frac{1}{4}$ 天，或每四年 1 天，或每 1460 年 1 年（ $4 \times 365 = 1460$ ），所以日曆上的一切節日都会逐漸移动，在 1460 年中就完全移动了一年。这个差异古埃及人是知道的，但是管理日曆的祭司們却因为某些宗教上的理由，不讓人們來改正它。

古羅馬最初是采用太陰曆的。但是被委託計數日子的羅馬祭司們由于疏忽大意和一些自私的原因（因为付款、結賬的期限和日曆上的各个日期有关），漸漸使日子的計數基本上發生混乱，以致有时候他們一年是 12 个月，有时候是 13 个月，有些年只有 355 天，有些年却延續到 377 天。有一次，他們把 10 月 15 日變成 1 月 1 日；外面还是夏天，而日曆上却已經是冬天了。最后，他們的日曆混乱得对市民的正常生活起了妨碍，所以，儒略·凱撒^①就下令整頓日曆。

根据埃及天文学家索志金的建議，古羅馬曾經采用过一年有 12 个月、365 天，并且还有閏年的太陽曆，这种日曆称为儒略曆，大家都把它叫做“旧陽曆”。

太陽曆的基礎是回歸年，回歸年就是太陽的中心点兩次相

① 儒略·凱撒（公元前 100—44 年）是卓越的羅馬統帥，政治活动家和作家。

繼續經過春分點之間的時間間隔。一個太陽年有 365 天 5 小時 48 分 46.1 秒 這種計算準確到 0.1 秒。由於一年中的月數和日數都不能用準確的整數或分數表示，所以，為了計算方便起見，一切日曆都採用一種近似的表示方法。

在儒略曆中，一年被完整地算為 $365\frac{1}{4}$ 天，同時，為了都用整數表示，四年中有三年算為 365 天，而每一個第四年算成 366 天。這種多了一天的年就稱為閏年。如果連這種修正也計算進去，儒略曆的一年的長度就比回歸年的長度大 11 分 14 秒，這相當於每 128 年多一天或 384 年多三天，或粗略地算做每 400 年多 3 天。

公元 325 年，在尼開伊宗教會議^①上，決定沿用儒略曆這種計時系統，並把它確定為基督教的日曆。那一年的春分是 3 月 21 日。根據尼開伊宗教會議的決議，耶穌復活節應該在春天第一次月圓後的第一個星期天慶祝。過了幾百年，春天的真正開始日（日夜平均的日子）和日曆上的開始日越差越遠了，到 16 世紀的下半世紀，已經差了 10 天。對於市民的生活來說，這種差異是發覺不出來的、也是沒有害處的，但是對於宗教來說，它就十分重要了，因為日曆上的春天不斷向后退的結果，就會使春天的復活節基本上向夏天移動。

為了要修正“復活節推算表”，同時又不改變尼開伊宗教會議的決議，羅馬教皇格里果瑞十三世^②在 1582 年引用了所謂格里果瑞曆（或所謂“新陽曆”）。在引用新陽曆時曾經修正了在 1200 年中積集起來的差異，並且決定，在引用新曆以後，每 400

① 尼開伊宗教會議是羅馬皇帝康士坦丁於 325 年在尼開伊召開的。

② 格里果瑞十三世：1572—85 年的羅馬教皇，宗教革新的殘酷的反對者。

年从計算中去掉三天,为了达到这一目的,可以把三个閏年算做平年。于是規定,所有的第一百年(例如1700 1800 1900等年),除了那些去掉两个零还能用4除尽的第一百年(如1600和2000年)外,都算做不閏的平年。

在帝俄时代,由于正教教会害怕引用新曆会“危害复活節推算表”——使基督教慶祝复活節的日子和猶太人的相同,所以就一直没有引用新曆。只有在偉大的十月革命之后,从1918年2月1日起,苏联才开始采用新曆,到这个时候,新旧曆之間的差异已經積集到13天,这个差异已經改正过来了。

1格里果瑞年平均比1回歸年約大半分鐘。每400年,这一差异就达到2小时又53分鐘,或每3300年差1晝夜。对于实际生活,这無疑是可以容許的。

从每年中日数的計算方面說,我們現在所采用的格里果瑞曆有許多缺点。例如,在这种日曆中,各个月分的長度各不相同(有28天的,29天的,30天的,31天的),各个季度的長度也各不相同(从90天到92天),而且每月中的日子和每周中的日子也不相干,所以,知道了某月某日,也無法馬上說出这一天是星期几。我們日曆中月分和日期的名称、七天一周的区分法本身也都早就已經不合时宜,过分陈旧了。

無可爭辯,日曆的革新早就已經成熟了。在1923年,李高伊·納刺就曾經設計出一種新的日曆,在这个日曆中,一年中各个季度都有同样的長度——91天或13个星期,每一季度的第一个月都各有31天,其他各月都各为30天。这个日曆的每一个季度的第一天(包括元旦)都是星期天。因为四个91天的季度总共只有364天,所以在十二月30日的后面,还多加上一天,

这一天沒有日期，它称为新年節日；碰到閏年，就还有一个这种假日，它安插在六月30日的后面。

比起我們現在所采用的日曆，这种日曆有一定的优点。但是，曆年中的各个日子也还可能有更合理的分配。

十分明顯，引用一种新的日曆必須是一种國際性的行动。現在，無論是那一种新日曆，暂时都还没有在生活中开始引用。

紀年和曆元

讓我們翻开古羅馬的史記，來唸一唸下面一段記事：“羅馬城建立后622年，普柏里·李刺尼·克萊斯^①——執政官和最高祭司——被任命率領受过良好訓練的軍隊，为反对阿利斯东尼克^②而战”。

要計算这个歷史事件离开我們的时间間隔，会遇到不小的困难。羅馬日曆中日、月的計算法和我們現在所用的日曆不同，但是，只要知道羅馬日曆的組織，要進行相应的換算就不很困难了。所难的是在決定这种計算的开始。

这段歷史記事的作者不是用我們的紀年法來計算時間的，他用的是一种以羅馬城建立的時刻來作为曆元（計算的开始）的紀年法。只有用許多不同的歷史事件來進行一系列較為复杂的对比，才能确定出，羅馬人所說的“羅馬城的建立”是指我們用公元前753年來表示的那个時刻。因此，羅馬執政克萊斯率領軍隊去鎮压在阿利斯东尼克的帶領下起义的奴隸这一事件，發生在公元前131年。

① 克萊斯（公元前115—53年）：羅馬政治家和統帥，在公元前71年，他曾經殘酷地鎮壓了歷史上有名的斯巴达克斯率領的奴隸起义。

② 阿利斯东尼克（？—公元前129年），公元前133—130年小亞細亞奴隸起义的領袖，他企圖建立一个“平等者之國”。后为羅馬人所俘獲，被絞死于牢中。