天文量時法基礎

Б. С. 庫茲明著

科 學 出 版 社

天文[illegible]

[illegible]

[illegible]

天文量時法基礎

Б. С. 庫茲明 著
韓天芑
孫永庠 譯
鄒儀新 校訂

科學出版社
1957

內 容 提 要

本書係根據蘇聯國家技術理論文獻出版社 (Государственное издательство технико-теоретической литературы)出版的，Б. С. 庫玆明 (Б. С. Кузьмин) 所著"天文量時法基礎" (Основы астрономического метода измерения времени)，莫斯科 1954 年版譯出。

本書共分四章：第一章講球面天文學的一些知識；第二章講時間測量的基本單位；第三章講時間推算系統；第四章講曆法。本書對於上述內容敘述得非常簡要而有條理，很易使初學者得到一個明確的概念。

本書主要的特點在於以馬列主義的觀點，來批評以往一般球面天文學和實用天文學書上所下的關於與時間度量有關的一些不科學的含糊的概念和定義，然後再給以嚴格的合乎科學邏輯的概念和定義。因此書雖是一本在內容方面並不高深的小册子，對於每一個天文工作者和測量工作者，均有一讀的價値。

天文量時法基礎

原著者	[蘇] Б. С. 庫 玆 明
翻譯者	韓 天 芑　孫 永 庠
校訂者	鄒 儀 新
出版者	科 學 出 版 社 北京朝陽門大街117號 北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 號
印刷者	上海中科藝文聯合印刷廠
總經售	新 華 書 店

1957年4月第一版　書號：0747　印張：2
1957年4月第一次印刷　開本：787×1092 1/27
(滬)0001—3375　字數：84,000

定價：(10) 0.32 元

序　　言

時間測量的問題在天文學中是基本問題之一. 同時在現有的課本和手册中，當敍述時間測量原則性的問題時，犯有重大的錯誤. 在許多球面天文學和實用天文學的課本中，在時間的問題上會遇到錯誤的、反科學觀點的說法. 顯然，類似的現象是因爲這些課本的作者還按照早在十九世紀以前所形成了的傳統，從非馬列主義立場敍述時間測量的問題.

著名的 Э. 和 Б. 斯特烈姆格梁著的"天文學"教程可作爲在時間測量問題上那類傳統的敍述法的突出例子. 在該書 §51 標題爲"時角作爲時間的量"中說:

"在以上諸節，我們給予以下三個時間概念的定義: 已知時刻的恆星時等於春分點的時角……; 眞時等於眞太陽時角 $+\ 12^h$……; 平時等於平太陽時角 $+\ 12^h$……

這些定義中，通常是這樣的，就是所有三個定義都是利用時角的概念. 如果我們給予已知時刻以下述的時間定義(實際上是常常如此的): 已知時刻的平時是平太陽過了下中天以後的時間，那麽這樣的定義是很不肯定的，因爲它沒有附帶的條件，什麽樣的時間已經過去了? 它是用平時的時、分、秒表示的呢? 還是用另外不管什麽樣的時間的時、分、秒來表示的呢? 在這種情况下，再藉助於時角來說明的關於時間的概念，其意義就不會含糊了"*).

從這些議論中可見，Э. 和 Б. 斯特烈姆格梁將"三個時間的概念"代替了眞正的時間，並且强調天文時間的觀念是如同一般獨立

*) Э. 斯特烈姆格梁和 Б. 斯特烈姆格梁的"天文學"(由 Н. Ф. 布萊烏斯基和 С. А. 蕭雷吉娜譯自德文，蘇聯國立技術理論書籍出版社 1941 年版) 90 頁. 這裏引文中的重點是作者加的.

此为试读，需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

存在的時間一樣.

其實"藉助於時角所得出的三個時間概念"是不存在的，而存在着的是時間測量的各種不同系統，各系統的區分是按讀數的起點和在系統裏所採取的時間的量. 在"什麽樣的'時間'已經過去?" 問題內所包含的意思應該是用——怎麽樣的量度來表示平太陽已過了下中天以後的時間間隔(眞實的時間!)的問題來表示. Э. 和·Б. 斯特烈姆格梁無論是在該節內，或是在書中的任何其他地方，都沒有提到在天文學中如何藉助於時角來數字地表示恆星時和平時的解釋. 可以藉助於角度的時量而給出這個說明，在這本著作中，甚至連提也沒有提起.

在其他手册中，也發現有同樣荒謬的說法和定義.

在"實用天文學概論"一書中，有這樣的說法："地面上兩點的經度差，是用絕對時間的同一頃刻的兩地地方恆星時之差來表示的"*).

作者在"絕對時間的頃刻"中提示了什麽呢？ 是按照牛頓所說"與外界不發生關係而進行的"絕對時間呢？還是某種其他東西呢？

在以敘述詳細和定義嚴格而著名的 C. H. 勃拉日哥所著的"球面天文學教程"**) 中，天文測量時間方法的原則性問題是這樣解釋的.

在該書 § 34 標題爲"時間測量的基礎"中說："…… 地球繞軸而轉動的完全周期，可作爲時間的基本單位，而地球從某一起始位置所轉的角度，可作爲由此起始位置的時刻以後所流逝了的時間的量度. 取地球子午線所在的平面經過天球上所選定的點的時刻

*) "實用天文學概論" B. B. 卡夫頓斯基編著，蘇聯國立技術理論書籍出版社 1936 年版，32 頁.

**) C.H. 勃拉日哥：球面天文學教程，蘇聯國立技術理論書籍出版社 1948 年版. 譯者按：該書已譯成中文，由高等教育出版社出版，1954 年.

爲起始時刻，……在天文學中，根據天球上所選定的點便採用兩種時間：恆星時和太陽時”(116 頁)．此後在以“太陽時：眞太陽時和平太陽時；時差”，爲標題的 § 36 開始中說：“有兩種太陽時：眞太陽時和平太陽時．眞太陽時的時間是由太陽視面中心自身的周日運動所確定；平太陽時則由所謂平赤道太陽視面中心自身的周日運動所確定”(118 頁)．在把恆星時、眞太陽時和平太陽時的定義相應地作爲春分點，眞太陽和平太陽的時角以後，在 120 頁中有這樣的規定：“顯然，在同一條地球子午線上所有各地，任何一種時間(恆星時、眞太陽時、平太陽時都是一樣)作爲天球上某點的時角，都是相同的，在其他子午線上則時間相差是其地理經度差……”．

由以上摘錄中可見，在該書中是以不同“種類”的時間：恆星時、平太陽時和眞太陽時代替了由我們所測量的確實時間．但是，任何不同“種類”的時間都是不存在的，而只有在天文學中有條件地被稱爲“時間”的不同的時間測量系統．

“地球自轉的周期可作爲時間的基本單位”的說法，可以這樣來觀察：在所謂恆星時、平太陽時和眞太陽時中，地球的周日旋轉是由不同的點子來顯示的，這些點子這樣運動着，它們的時角隨着不同的速度而變化着．換言之，如果地球係由春分點、平太陽或眞太陽來顯示其周日旋轉，那麼，這種旋轉的速度會不相同，也就是地球由這些點所表示的繞軸自轉周期的持續時間也會不同．同時很顯然的，地球在不同的時間內，由不同的點(例如：在兩條子午線的地理經度差上)所旋轉的角度數值是相同的．那麼，不同的天文時時間裏時角的數值應該是符合於不同的時間段的數值．在 § 34—36 中這些情形沒有加以解釋．因此，依據該書而研究這些問題的讀者，可能會錯誤地理解時間測量問題中不同的天文時間的作用和意義．

例如，在日常生活中很確切的說：“現在是什麼時候”，“過 2 點鐘了”．因爲時間是由通用的單位，以及對於該地區通用的起始

數而測量的．因此，沒有必要指出時間的測量系統．但是，如果談話涉及到由於不同的時刻（諸事情的）而顧及時間的時候，那就必需說明："莫斯科時"或"世界時"．

這裏順便說一些令人不滿意而又不幸地十分流行着的應用於下列情況的辭句：當談話涉及到任意某些事件間的時間間隔的時候，例如，"以恆星時（平時）單位表示的時間間隔"，"m個平時的單位"，"s個恆星時的單位"．

例如，在處理距離問題上，決沒有人說："m是公尺的距離單位"，"s是英呎距離的單位"．因爲公尺的和英呎的距離是不存在的，也就是說，沒有不同種類的距離，而只有以不同長度量度所表示的距離．

在處理任何事件間的時間間隔問題上，我們是以某一種時間的量來表示時間的間隔．沒有恆（平）時的間隔，而只有以恆星（平太陽）的時間單位所表示的時間間隔． 因此，在這種情況下應當比較正確地說："以恆星（平太陽）時單位來表示的時間間隔"，"時間的m個平太陽時單位"，"時間的s個恆星時單位"，"2小時恆星時的時間間隔"，"$2^h0^m0^s.00$ 恆星時的時間間隔"，"$2^h0^m0^s.00$ 恆星時"．

在天文學中，"恆時"，"平時"的詞彙是用作爲相當於時間計算系統的簡稱．因此，這樣的詞彙如像"$2^h0^m0^s$恆（或平）時"，僅僅在相應的時間系統中表明一事件的頃刻時才採用，即是在回答何時已發生該事件的問題時才採用．當回答任一時間段是多久的問題時，也就是任何事件間的時間間隔是多久的問題時，"$a^hb^mc^s$ 恆星時（平時）"詞彙是不正確的．

任何人在任何時候決不會把問題"已知的物體在什麼地方"和"已知物體間的距離是多少"的回答混淆起來． 那麼，爲什麼把時間問題的回答混淆起來呢？

在許多天文學的教學指南和不同種類的參考書中，寫作是採

取了很不能令人滿意的方式:"以時間單位表示的角度值". *例如*在 K. A. 茨維特柯夫教授和 И. Ф. 勃拉卡教授合著的"球面和普通天文學教程"一書中說有"……把時間的時、分、秒轉化爲角度的度、分、秒……"*)的用表.

但是,很明顯的,角只能以某一種角的量來表示(或者用某種弧度的量來表示，這亦僅僅在角的單位和弧度的單位彼此相符合的時候),將時間單位變爲弧度單位之不可能,正如將厘米變爲克之不可能一樣. 因此,關於用小時數來表示角應該是說:由小時的數量換算到角度的數量及其反算,而不是由"時間的量度換算到弧度的量度".

所以現有的教程和指南中，在時間測量的原則性的問題敍述上是有着極重大的錯誤.

這些錯誤是表現在作者進行恆時、眞時、平時的敍述時,沒有把它們作爲不同的時間測量系統,而作爲不同的時間種類. 因之,使所說明的"時間"具有不屬於它們的總體性,而引導到不正確地、非馬列主義地瞭解時間.

作者認爲上述的情況足以深信有必要來改變某些根深蒂固的定義、公式、以及天文學中許多時間測量原則性問題的說明.

天文測量時間的方法是一個廣泛的問題. 本書的目的不擬詳細地敍述這個方法，所指的僅僅是主要的問題以及有原則意義的相互關係的探討.

最後，作者衷心愉快地向技術科學博士 A. B. 馬扎耶夫教授、數理科學碩士 П. И. 巴庫利努和 Н. П. 馬卡羅夫以及校閱者 Л.В. 薩莫索寧柯等對原稿提出寶貴的意見和建議，於此表示深深的謝忱.

Б. С. 庫茲明

莫斯科 1954 年

---

*) K. A. 茨維特柯夫教授和 И. Ф. 勃拉卡教授:"球面和普通天文學教程"蘇聯測繪書籍出版社,莫斯科 1945 年版,第 34 頁.

目　　錄

第一章

球面天文學的一些知識

1. 天球及其主要的圈和點

球面和實用天文學的天文課目是：研究關於天體相互間的位置和運動、它們的大小和形狀、它們的坐標測定以及在測量時間和測量地表面點的地理坐標時這些坐標的利用等問題．

球面天文學是一門很古老的天文課目，它研究測量天體的方向位置(且僅是方向)的一般法則．換言之，球面天文學僅是處理直接自天體至觀測者的問題，而到天體的距離僅僅當它對於決定天體方向位置有關係這一範圍內才注意到．

所有的天體在我們看起來都是處在不斷的視運動中．這運動主要的是由於地球繞軸而旋轉所引起的周日運動．因此就不可能選擇那樣不會隨時間本身對於恆星相互間的情况和位置而變化的坐標的方向．在測量天體的方向坐標中，這裏所引用的應該是時間．

應當適宜地選擇起始(坐標的)方向來決定天體的方向．例如：設在某點 O 的方向 OA 和 OB 爲起始方向(圖 1)並要求測定目標 C 的方向 OC 對它們的位置．

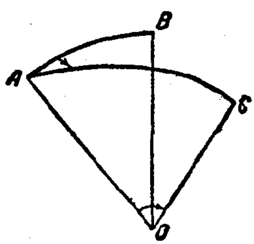

圖 1

採用 OA 方向作爲基本方向，並設想經過基本方向和欲測定的方向 OC 爲一平面．那麼由平面 AOB 和 AOC 所組成的二面角及平面角 AOC 就可完全決定

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

對於坐標方向 OA 和 OB 的 OC 方向位置.

如果令中心爲 O 點，半徑爲任意長的圓球經過我們所研究的方向和平面，那麼球面上的點相當於方向，而大圓相當於平面. 此時我們可以在球面上測量它們的球面角以代替二面角，而以測量其大圓的弧代替平面角. 在圖 2 中，球面上的點 A, B 和 C 相當於方向 OA, OB 和 OC，而對於方向 OA 和 OB 的方向位置 OC 則利用球面角 BAC 和圓弧 AC 來決定.

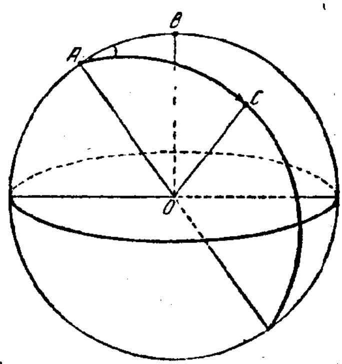

圖 2

在天文學中所說的輔助圓球稱之爲天球.

顯然，這個輔助圓球的中心不僅可安置在地面上所設的點上，而且亦可安置在任意的點上，然後經過此任意點引伸一些與地面所設點的方向相平行的方向.

天球僅是依據人們視覺的特性而產生的假想，不應該與天空混爲一談.

球面天文學僅解決角度數值的問題. 因此輔助圓球的半徑沒有數值，可採用它等於一個單位，這裏意味着任意長度.

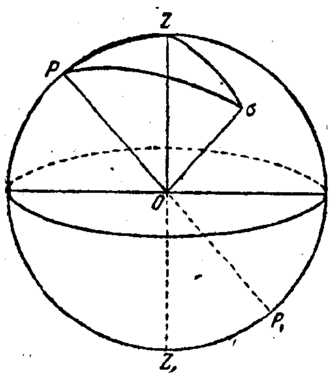

圖 3

假設 O 點爲地面上的某點，而 OZ, OP 和 $O\sigma$ 爲三個方向(圖 3).

設方向 OZ 和 OP 爲確定任意(可動的)方向 $O\sigma$ 位置的起始方向.

可以把地面上每一點的鉛垂線方向 OZ 及平行於地球旋轉軸即所謂天軸的方向 OP 作爲起始方向；在天文學中任意天體或與天體有關

之點的方向是可動方向.

採用O點作爲天球中心；並假設所說明的方向相應地交此圓球於Z, P和σ點. 這裏我們確定: OZ可理解爲鉛垂線向上的方向, 而OP是天軸的北的方向. Z點稱爲地面上某點的天頂, P點爲天球北極. 而與其相對的點Z_1稱爲天底, P_1稱爲天球南極.

顯然，如果我們在輔助圓球上確定σ點對於Z點和P點的位置，這和確定$O\sigma$方向對於OZ和OP方向的位置一樣.

經過地面上某點O的鉛垂線方向OZ和天軸PP_1的平面PZP_1(圖 4)稱之爲天球子午面，而天球和這一平面的截線稱做天球子午線.

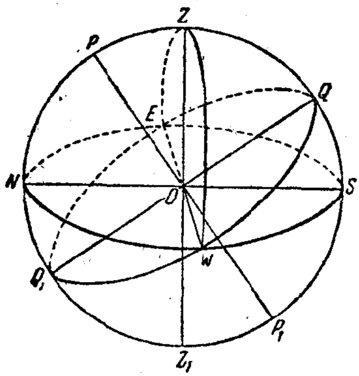

圖　4

垂直於鉛垂線方向並穿過天球中心的平面稱爲地平面. 地平面與天球相交的大圓$NWSE$稱爲天球(數學的)地平面.

天球子午線和天球平面的交點是南點S和北點N.

垂直於地軸並通過天球中心的平面稱爲天球赤道平面，而大圓QWQ_1E就是天球赤道.

天球赤道和天球地平面的交點是東點E和西點W.

通過鉛垂線的任何平面稱爲垂直平面，它與天球的截線是垂直的大圓，或稱垂直圈. 垂直於子午面的垂直圈EZW稱爲卯酉圈.

實際的地球繞軸由西向東旋轉的結果，使所有天體的周日視運動發生由東到西的現象.

每一個天體的周日視運動，在天球上描繪出平行於赤道的小圈，該圈稱爲天球的平行圈或周日平行圈(圖 5 的小圓$q\sigma q_1$).

在天體的周日轉動期間，每一個天體沿着其平行圈兩次經過天球子午面．天體運行經過子午面時稱爲天體的中天，而相應的天球點是中天點．較接近於天頂的那一中天點稱爲上中天點，下面的一個稱爲下中天點．

2. 角的時量和度量

天文測角儀器的度盤其分劃值一般的是 360° 制的量度分劃，而少數的是十進制（400^g 制）的量度分劃．在天文學的理論問題上，如同在每個實用數學的科學中一樣，是廣泛地應用角的弧量．在天文測量作業時，同時也廣泛地採用了角的時量．

在時量中，圓周及其相應的角是分爲 24 等分（小時），以一小時（h）表示的角分爲 60 分（m），而以一分表示的角分爲 60 秒（s）．不應該把角的時量單位與名稱上相同的時間各種度量單位混淆起來，因爲角和時間間隔是不相同的數值．

角的時量和 360° 制的度量，有簡單的對比關係，即

$$1^h = \frac{360^\circ}{24} = 15^\circ, \quad \alpha^h = (\alpha \times 15)^\circ;$$

$$1^m = \frac{15^\circ}{60} = 15', \quad \beta^m = (\beta \times 15)' = \left(\frac{\beta}{4}\right)^\circ;$$

$$1^s = \frac{15'}{60} = 15'', \quad \gamma^s = (\gamma \times 15)'' = \left(\frac{\gamma}{4}\right)'.$$

因而，把角值或弧度值由時量轉換成 360° 制的度量，可寫成下面的公式：

$$\alpha^h\beta^m\gamma^s = (\alpha \times 15)^\circ + (\beta \times 15)' + (\gamma \times 15)''. \quad (1)$$

因爲

$$1^\circ = \frac{24^h}{360} = 4^m, \quad a^\circ = \frac{a^h}{15} = (a \times 4)^m;$$

$$1' = \frac{4^m}{60} = 4^s, \quad b' = \frac{b^m}{15} = (b \times 4)^s;$$

$$1'' = \frac{4^s}{60} = \frac{1^s}{15}, \quad c'' = \frac{c^s}{15},$$

所以把角值或弧度值由 360° 制的量度轉化成時的量度可以寫成公式:

$$a^\circ b' c'' = \left(\frac{a}{15}\right)^h + \left(\frac{b}{15}\right)^m + \left(\frac{c}{15}\right)^s. \qquad (2)$$

爲了使角度的分數不必從分化到度和時,以及從秒化到分,在實際應用公式(1)和(2)轉化時,可用下例的方式進行換算:

$$2^h 10^m 5^s = (2 \times 15)^\circ + \left(\frac{8}{4}\right)^\circ + (2 \times 15)' +$$

$$+ \left(\frac{4}{4}\right)' + (1 \times 15)'' = 32^\circ 31' 15'';$$

$$52^\circ 40' 18'' = \left(\frac{45}{15}\right)^h + (7 \times 4)^m + \left(\frac{30}{15}\right)^m +$$

$$+ (10 \times 4)^s + \left(\frac{15}{15}\right)^s + \left(\frac{3}{15}\right)^s = 3^h 30^m 41^s.2.$$

角值或弧度值的數值由時的量度到 360° 制的量度的互相轉換有現成的表。

在十進制的量度中,圓周及其相應的角是分爲 400 等分,此等分稱之爲百分度,通常以字母 g 表示之. 百分度的百分之一通常以字母 c 表示之(出自法文字 cent——百分之一),並稱之爲百分之一度,而百分度的萬分之一以兩個字母 cc 表示並稱之爲萬分之一度; $1^g = 100^c = 10000^{cc}$. 這個度以下的小數部分間或偶爾以(也是不方便的)向右傾斜的撇(ˋ和ˋˋ)來表示,並且對應地稱爲新分和新秒. 因而時的量度和 400^g 制的量度單位之間的關係爲:

$$\alpha^h = \left(\alpha \frac{400}{24}\right)^g = \left(\frac{100\alpha}{6}\right)^g,$$

$$\beta^m = \left(\beta \frac{400}{24 \cdot 60}\right)^g = \left(\frac{10\beta}{36}\right)^g,$$

$$\gamma^{s} = \left(\gamma \frac{400}{24 \cdot 60 \cdot 60}\right)^{g} = \left(\frac{\gamma}{216}\right)^{g},$$

$$a^{g} = (0.06a)^{h} = (3.6a)^{m} = (216a)^{s}.$$

通常以字母 ρ 表示的弧度數值，其以時的量度單位表示爲：

$$\rho = 3^{h}.81971863 = 229^{m}.183118 = 13750^{s}.9871.$$

3. 球面坐標系統

現在我們轉到測定在天球上點的位置的方法．

通過天球的極和天球上某點的大圓稱之爲該點的赤緯圈或時圈．

在天球北極附近，天球子午線與任意一個天球點 σ 的赤緯圈*）的夾角 $ZP\sigma$（圖 5）稱爲 σ 點的時角，並通常以字母 t 表之，其計算係由南向西，亦即按照天體周日視運動的方向計算．

時角是以度量（從 0 到 360°），弧度量（從 0 到 2π），或者是常以時量（從 0 到 24^{h}）表示之．

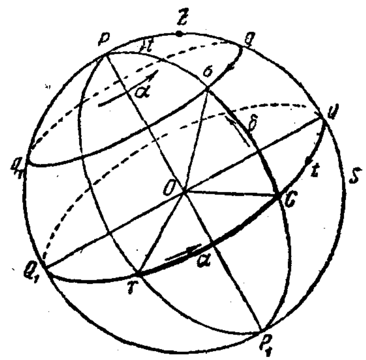

圖　5

在赤緯圈上從天球赤道到 σ 點的弧 $C\sigma$ 稱爲該點的赤緯，並以字母 δ 表之．赤緯由赤道開始計算，從 0 到 ±90°；由赤道往北極計算的赤緯爲正值，往南極的爲負值；並通常以 360° 制的度量表示之．

赤緯圈上從天極到 σ 點的弧 $P\sigma$ 稱爲極距，並以字母 Δ 表之．極距自北極開始計算，從 0 到 180°．

*）較嚴密的說法是"赤緯半圓"或"時半圓"．而普通的說法爲"赤緯圈"及"時圈"，並設想此爲通過指向天體方向的半圓．

如大家所知道的，地球在一年時間內繞太陽一周。 在天體的周日視運動中，太陽對恆星的視運動是地球繞太陽的周年運動的結果。

通過天球中心並且平行於由太陽周年視運動所在的平面的平面和天球的截面 $E\gamma E_1$ (圖 6)，稱爲**黃道平面***)．黃道平面對天球赤道平面的傾斜角約爲 $23°27'$.

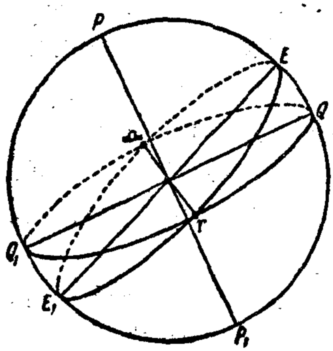

圖　6

天球赤道和黃道共同經過的直徑的兩個端點是：春分點(以白羊座的符號 γ 表之)和秋分點(以天秤座的符號 ♎ 表之)．太陽自南半球向北半球移動時於 3 月 21 日左右到達春分點；自北半球向南半球移動時於 9 月 23 日左右到達秋分點．

春分點的時圈和天體的時圈構成 $\sigma P\gamma$ 角(圖 5)．如果從地球北極方面來看，該角是從春分點起以反時針方向計算，並稱爲天體的赤經，以字母 α 表之，並通常以時量表示(從 0 到 24^h)．

假定點 O (圖 7) 爲地面上某點的天球中心，Z 爲該點的天頂，P 爲北極，γ 爲春分點，及 σ 爲相應於天體方向的天球點．

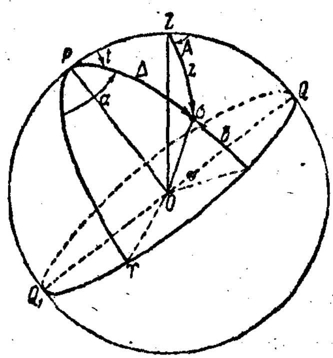

圖　7

從天頂點 Z 到 σ 點的弧 $Z\sigma$ 稱爲**天頂距**，並以字母 z 表示．

*) 此處附帶說明，如此決定的黃道是近似的． 精確的黃道的確定，可於敍述詳細的球面天文學中求得(例如參閱：C. H. 勃拉日哥球面天文學教程，蘇聯國立技術理論書籍出版社，1948)．

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com