

时间系统



主讲人：赵玉新

时间系统

时间系统的概念及重要性

时间系统是现代科学技术的重要组成部分。

在导航定位系统中，只有采用统一的时间基准，各种空间上的距离、方位等参数测量才能具有同步性，导航精度才有可靠保证。

时间系统

时间系统的概念及重要性

➤ 基本含义

- 时间间隔

客观物质运动过程所经历的时间历程。

也称为**相对时间测量**。

- 时刻

客观物质运动某一状态发生的瞬间，通常以离开时间坐标轴原点的距离来表示。

也称为**绝对时间测量**。

时间系统

时间系统的概念及重要性

➤对描述时间基准的周期运动要求

- 时间系统与其他坐标系统一样，其定义应具有**原点**（起始历元）和**测量尺度**（时间单位）。
- 具有以下条件的周期运动，可以做为时间的基准：
 - （1）运动的周期具有充分的**稳定性**；
 - （2）周期运动必须具有**复现性**。

时间系统

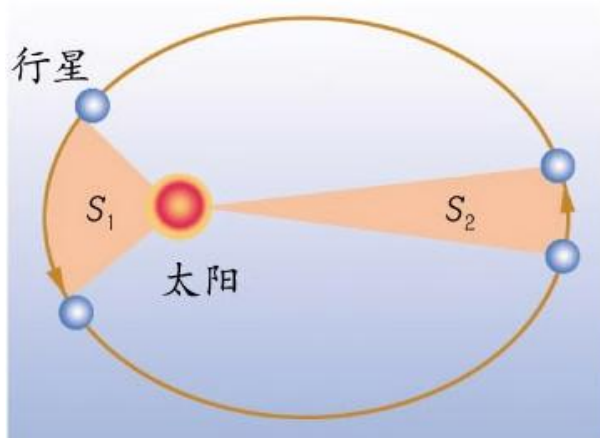
时间系统的概念及重要性

➤ 实践中，用以定义和测量时间的周期运动可分为以下三类：

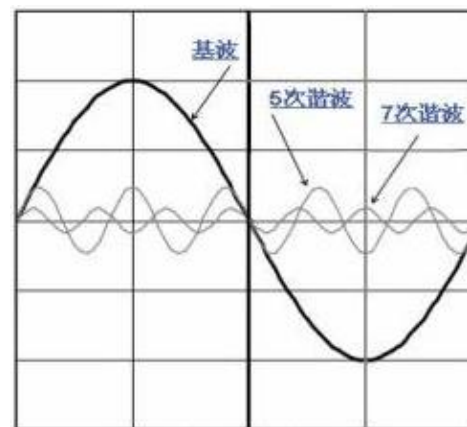
- (1) 转动体的自由旋转；
- (2) 开普勒运动；
- (3) 谐波振荡。



地球自转



行星公转



基波与谐波

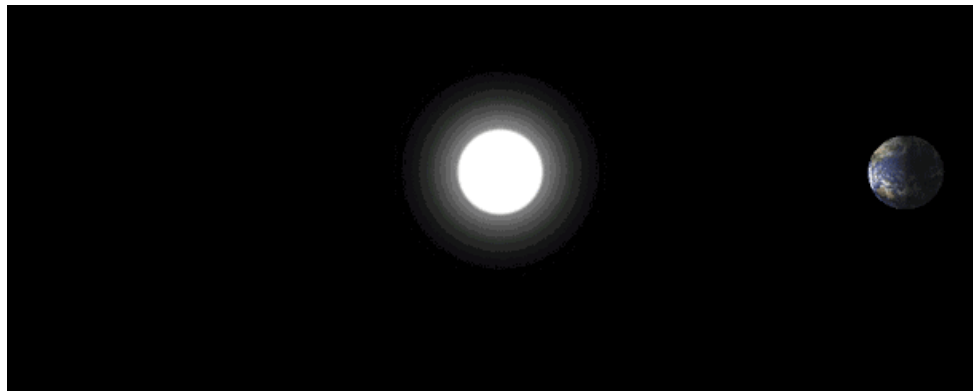
谐波振荡

时间系统

时间系统的概念及重要性



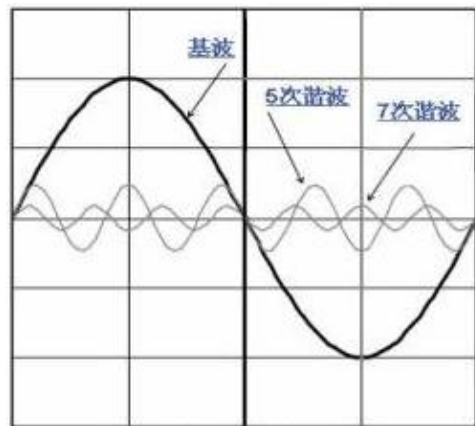
- 恒星时
- 世界时



- 历书时

时间系统

时间系统的概念及重要性



基波与谐波

谐波振荡



机械钟表



电子钟表

时间系统

时间系统的概念及重要性

➤ 时间系统对导航定位的重要性

- 天文学和空间科学技术

时间系统是精确描述**天体和航天器**运行**位置**及其**相互关系**的重要基准；

- 在卫星导航和卫星测量中

时间系统是最重要、最基本的物理量之一。

- 首先，卫星的所有信号播发时间都是由高精度的**原子钟**提供的。
- 其次，卫星导航定位系统的测距，实际上是通过精确测定信号传播时间来实现的。

时间系统

世界时

➤ 以地球自转运动为基础。

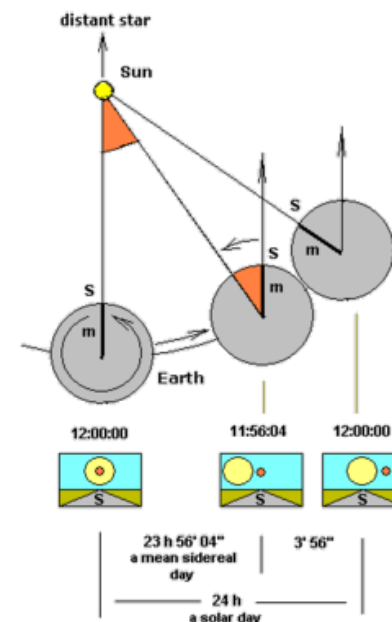
根据观察地球自转运动所选的**空间参考点**不同，世界时分为：

• 恒星时

恒星时是以地球真正自转为基础：

即从某一恒星升起开始到这一恒星再次升起。

我们以春分点为参考点，由春分点的周日视运动所确定的时间为一个恒星日，含**24个恒星小时**。



时间系统

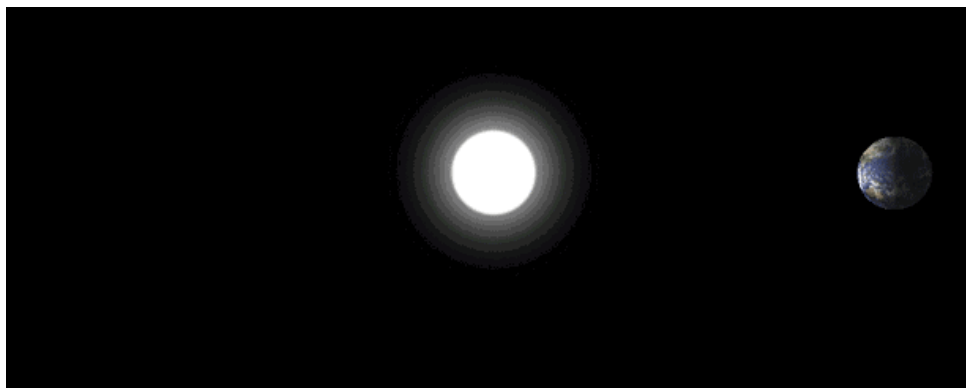
世界时

- 平太阳时

因为地球公转的轨道为椭圆，所以真太阳的运行速度和时角变化率并不均匀，不适于作为计量均匀时间的基准，

在天文学中引入平太阳，它在天赤道上作匀速运动，其速度与真太阳的**平均速度**相一致。

平太阳日的基本单位是**平太阳时**，一个平太阳日包含**24个平太阳小时**。



时间系统

世界时

- 世界时

以平子夜做为零时的格林尼治平太阳时，称为世界时。

由于地球存在极移现象，导致地轴在地球内部的位置是不固定的，而且地球自转的速度也是不均匀的。

解决地球自转轴位置不固定和旋转速率不均匀的改正方法：

$$\begin{cases} UT1 = UT0 + \Delta\lambda \\ UT2 = UT1 + \Delta Ts = UT0 + \Delta\lambda + \Delta Ts \end{cases}$$

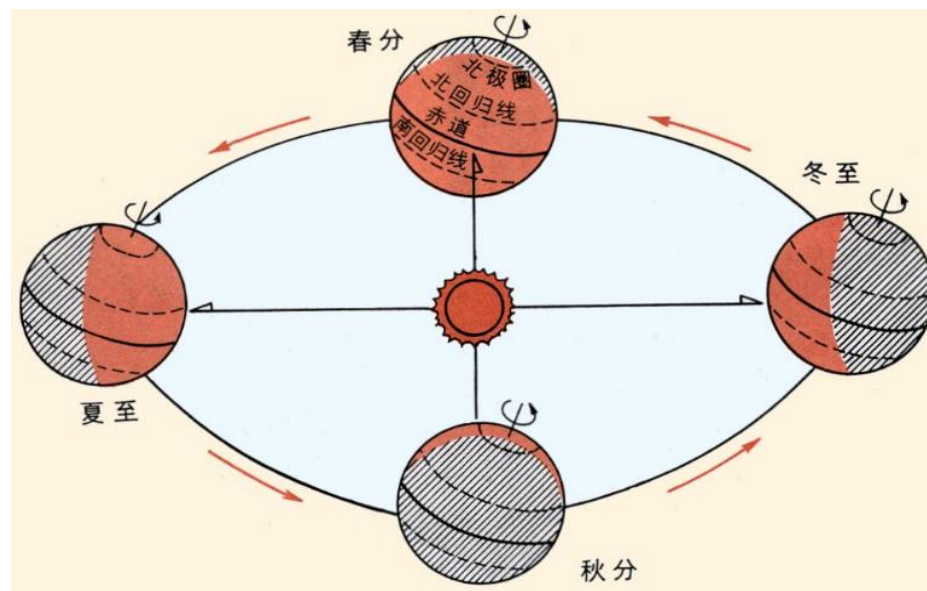
- 这里： $\Delta\lambda$ 是极移改正量， ΔTs 是自转速率季节性变化改正量。

时间系统

历书时

描述**天体运动方程式**中采用的时间系统或**天体星历表**中应用的时间。

- **地球公转运动周期**能满足作为时间测量基准的两个要求，目前尚未发现它有不均匀的现象，采用地球公转周期来取代自转周期，能**避免地球自转速率不均匀**的影响。



地球公转运动

时间系统

原子时

物质内部的原子跃迁所辐射和吸收的**电磁波频率**具有极高的稳定性和复现性。

- **上世纪50年代**起，人们建立了以物质内部原子运动的特征为基础的原子时系统。

➤原子时定义

1967年10月，第13届国际度量衡会议通过了国际秒制时间单位——**原子时秒长**，即位于海平面上的**铯¹³³原子**基态两个超精细能级在零磁场中跃迁辐射的电磁振荡9192631770周所持续的时间，为**1原子秒**。

时间系统

原子时

➤ 原子时起点

为保证与世界时衔接，国际时间局将原子时起点选定在**1958年1月1日世界时零时**的瞬间。

由于技术上的原因，实际的原子时起点是： $TA = UT2 - 0.0039(s)$

➤ 国际原子时

国际上约有100台原子钟通过各种方法互相进行比对，并由国际时间局进行数据处理，推算出**全世界统一的原子时**，称为国际原子时TAI (Temps Atomique International)。



时间系统

协调世界时 (UTC)

➤ 原子时

- **优点**：原子时秒非常稳定，适用于要求时间间隔非常均匀的使用部门。
- **缺点**：没有实际的物理意义，不适用于大地测量、天文和**导航**应用。

➤ 世界时

- **优点**：世界时的时刻反映着**地球自转的位置**，与人们的日常生活息息相关。
- **缺点**：地球自转存在不均匀性。

时间系统

协调世界时 (UTC)

➤ 协调世界时

为了兼顾两者的要求，国际天文学会和国际无线电咨询委员会决定采用一种新的时间标准。

以原子时秒长为基础，在时刻上尽量接近于世界时。

➤ 协调方法

采用原子时秒长，而时刻则要求和世界时之差保持在 $\pm 0.9\text{s}$ 之内。当超过时，采用跳秒（也称闰秒）的办法加以调整。增加一秒叫做正跳秒，反之去掉一秒叫做负跳秒。

协调世界时跳秒改正信息由国际时间局统一发布。