

GNSS 测量原理与应用

李丽华

中国地质大学（北京）测量与导航工程系

lihuali@cugb.edu.cn

2020 春



第四章 GPS卫星信号

4.1 概述

4.2 卫星导航电文

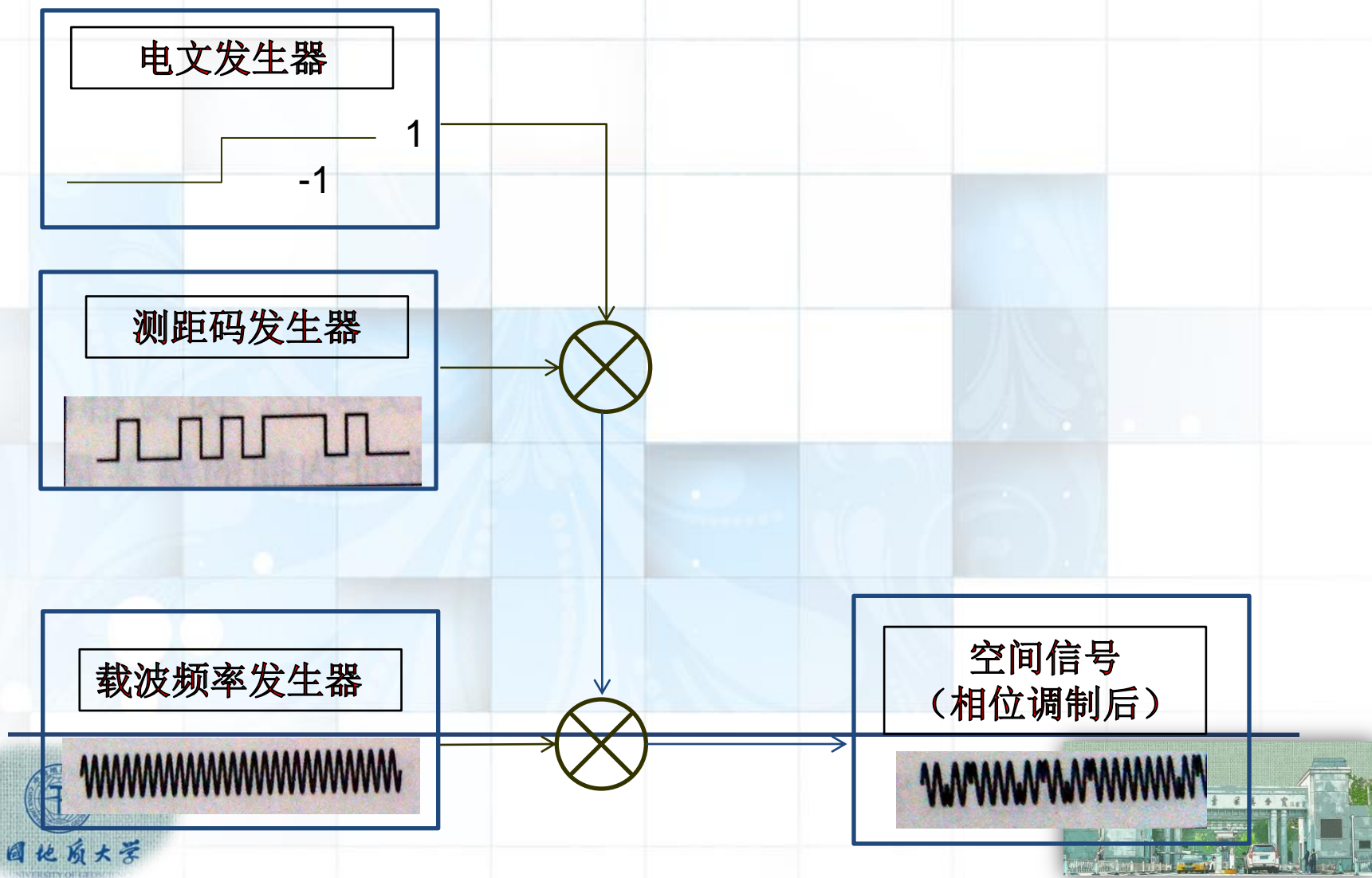
4.3 卫星信号

4.4 GPS接收机



4.1 概述

导航卫星信号



物理基础

- 电磁波
- 表示：谐运动理论的正弦波表示
$$y(t) = a \sin(2\pi ft)$$
- 其中 a 振幅， f 频率， t 时间参数

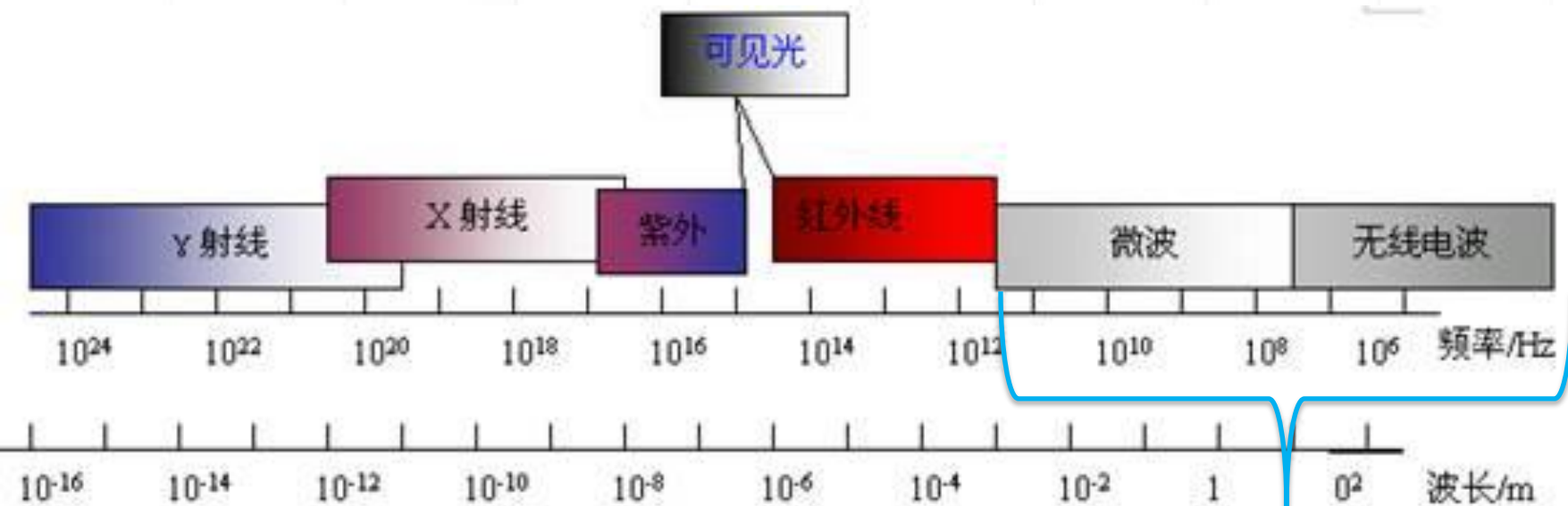


电磁波谱

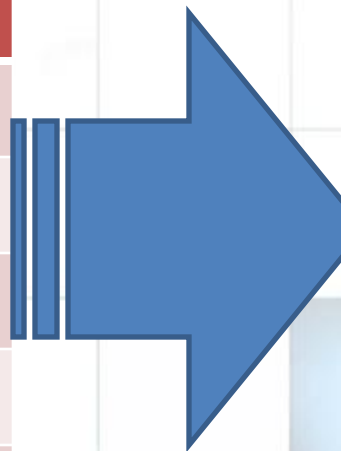
- ITU：国际电讯联合会：针对不同服务分配不同频道；遵循先来先用原则。
- 导航卫星频段：L波段
S波段
C波段

微波频率范围





符号	波长	频率
极高频	0.1-1cm	300-30GHz
超高频	1-10cm	30-3GHz
甚高频	10-100cm	3-0.3GHz
较高频	1-10m	300-30MHz
高频	10-100m	30-3MHz
中频	0.1-1km	3-0.3MHz
低频	1-10km	300-30KHz
甚低频	10-100km	30-3KHz



波段	频率 GHZ
K	26.5-18
Ku	18-12.4
X	12.4-8
C	8-4
S	4-2
L	2-1



- 电磁波传播：反射，散射，折射等
- 能量变化：传输损失，增益；
滤波频率越高，速度越快，但
大气中损耗越大
- 频率选择：服务需求，传播影响，技术等



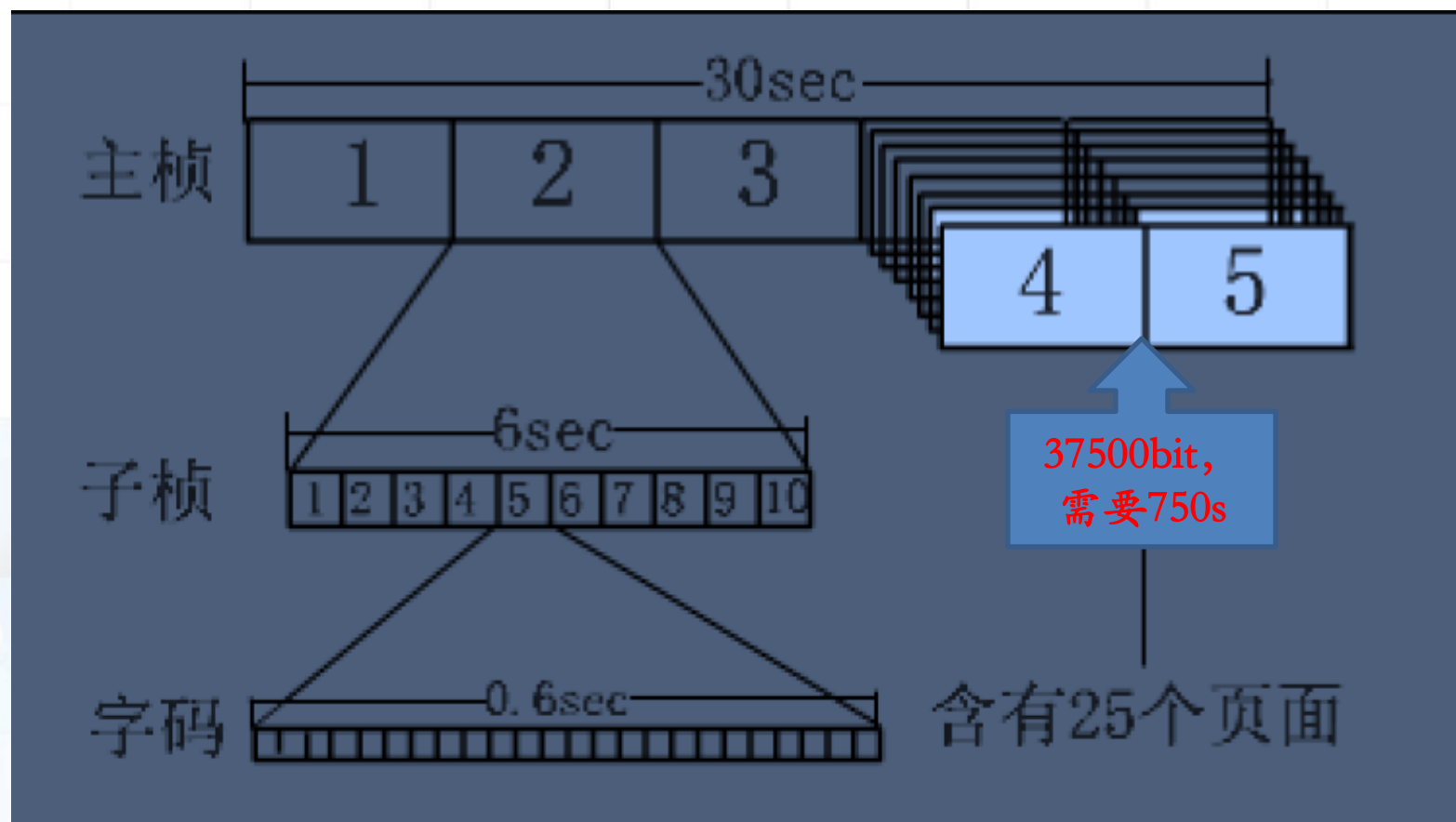
4.2 卫星导航电文

数据码(D码)：定位基础

内容：卫星星历、时钟改正、电离层时延改正、卫星钟参数、卫星状态信息及其它信息。

传输：二进制，以帧向外传送；





播发内容

子帧号 ← 1个子帧6秒长，10个字，每个字30bit →

1	TLM	HOW	数据块 - I 时钟修正参数
2	TLM	HOW	数据块 - II 星历表
3	TLM	HOW	数据块 - II 星历表续表
4	TLM	HOW	数据块 - III 卫星历书
5	TLM	HOW	数据块 - III 卫星历书续

1帧30秒 1500bit



1、遥测码 TLM--Telemetry word

◆遥测码——每个子帧的第一个字码都是遥测码，作为捕获导航电文的前导

◇第1~8bit为同步码（10001001）

◇第9~22bit为遥测电文，包括地面监控系统注入数据时的状态信息、诊断信息和其它信息，以此指示用户是否选用该卫星。

◇第23、24bit无意义，

◇第25~30bit为奇偶检验码。

1	TLM	HRM	数据块 - I 时钟校正参数
2	TLM	HRM	数据块 - II 星历表
3	TLM	HRM	数据块 - III 星历表续表
4	TLM	HRM	数据块 - IIII 卫星历书
5	TLM	HRM	数据块 - IIII 卫星历书续

2、转换码 HOW--Hand over word

- ◆转换码——向用户提供用于捕获P码的Z计数
- ◆Z计数——它表示从每星期六/星期日午夜零时开始播发的D码的子帧数。知道Z计数，就知道观测时刻P码在周期中的准确位置，以此较快地捕获P码



3. 第一数据块

第一子帧的第3--10个字码为第一数据块。它的主要内容是：

(1) 信号内部的**时延改正值** T_{gd} ;

(2) 星期序号WN, **GPS星期数**;

(3) 卫星**时钟改正系数**

$$\Delta t_s = a_0 + a_1(t - t_{oc}) + a_2(t - t_{oc})^2$$

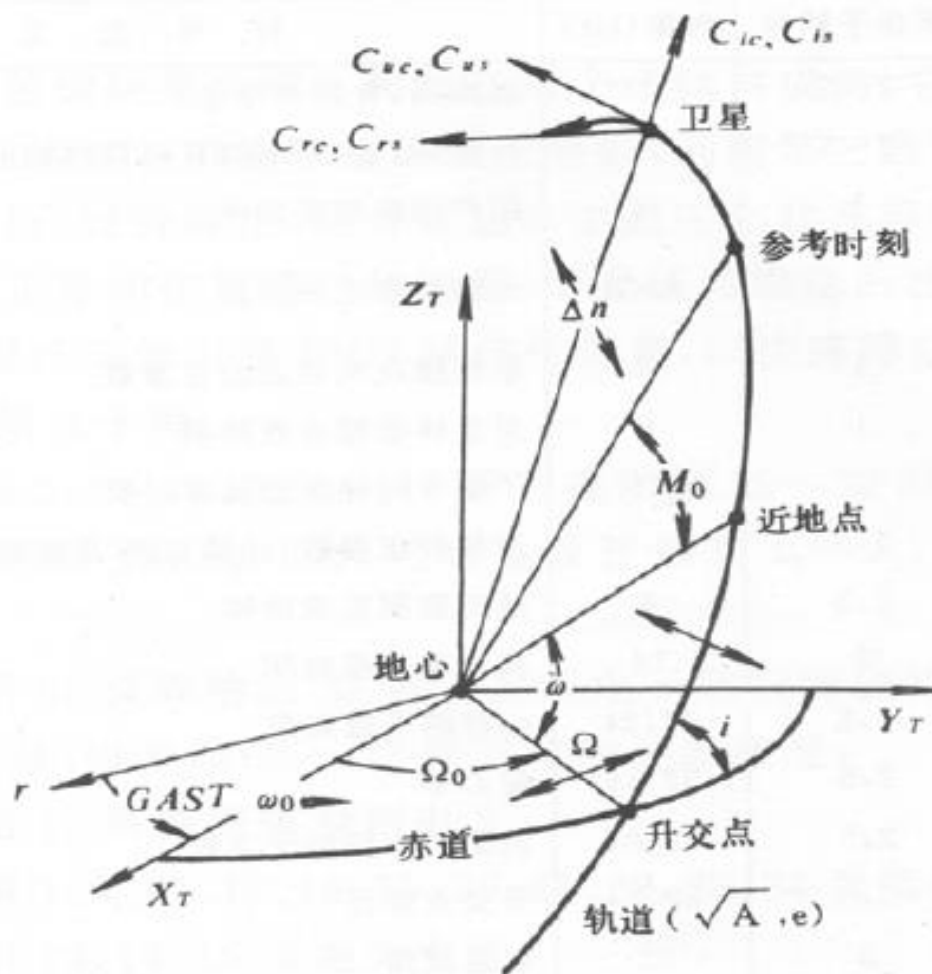
(4) **数据龄期**AODC, 时钟改正数的外推时间间隔;

4. 第二数据块

第二和第三子帧共同构成第二数据块，它表示GPS卫星的星历。

- (1) 开普勒6参数
- (2) 轨道摄动9参数
- (3) 时间2参数

星历参考时刻
星历数据龄期



GPS 卫星轨道参数

5、第三数据块

- ◆第三数据块是由第4和第5两个子帧构成的，它提供**GPS卫星的历书数据**。
- ◆当接收机捕获得某颗卫星后，利用第三数据块提供其它卫星的概略星历、时钟改正、码分地址和卫星工作状态等数据。
- ◆用户不仅能选择工作正常和位置适当的卫星，而且还可根据所在的位置，选择最佳星座，依据已知的卫星PRN号进行设置，以快速捕获和定位

- ◆GPS接收机对导航电文进行解码，输出；
- ◆可以通过随机软件将输出的接收机文件转换成ASCII格式的通用格式的RINEX文件

◆Receiver Independent Exchange format (RINEX)

<ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/data/format/rinex2.txt>

◆文件名称格式：

[4-char][Day of year][Session].[yy]n

e.g. **brdc**0120.02n