

航海的历史、现状和发展



主讲人：赵玉新

# 导航的历史、现状和发展



导航的发展史最早可以追溯到人类  
**新石器时代晚期。**

# 导航的历史、现状和发展

社会文明进步的两大驱动力——商业利益扩张和版图征服的欲望，  
一直是导航技术发展的**原动力**。

因此，导航技术发展具有明显的**时代特征**。

商业利益扩张



版图征服



# 导航的历史、现状和发展

---

1

**传统导航技术（史前 —— 19世纪末）**

2

**近现代导航技术（20世纪初 —— 至今）**

3

**新兴导航技术（现在 —— ）**

## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）

技术特征主要是利用**地理物标**和**自然天体**作为参照物进行定位导航，人类发明了航向、航速、时间和地理坐标的基本测定方法和测量工具。

- 近岸航行法（Piloting）
- 陆标定位（Terrestrial Fixing）
- 推算航法（Dead Reckoning）
- 天文定位（Celestial Fixing）

## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）



大约5500年前，**地中海**和**古埃及**的商人就开始利用船只进行**货物运输**。

## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）



如何引导船舶进行  
航行这个问题？

## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）

### ➤ 近岸航行法 / 引航（Piloting）

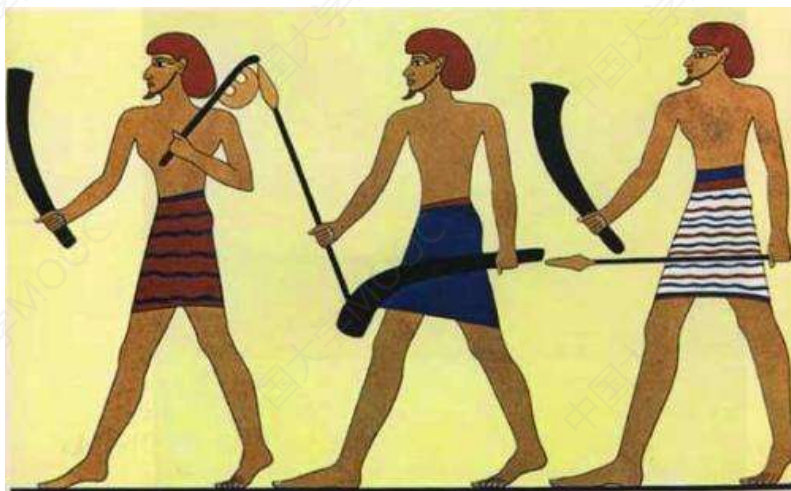


近岸引航

利用**观察沿河流域**或者  
**近海周围的一些参照物**  
辅助航行。

## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）

### ➤ 陆标定位（Terrestrial Fixing）



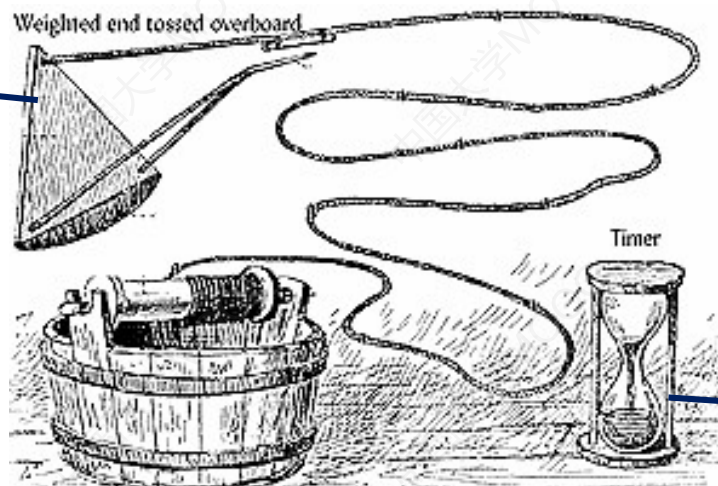
通过观测**陆标**与**船舶**之间的某种相互位置关系进行定位的方法，称之为**陆标定位**。

## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）

### ➤ 推算航法（Dead Reckoning）

为了实现远洋航行，地中海居民很早就掌握了通过**船舶航向、航速和航行时间**确定位置的方法。

航速测量



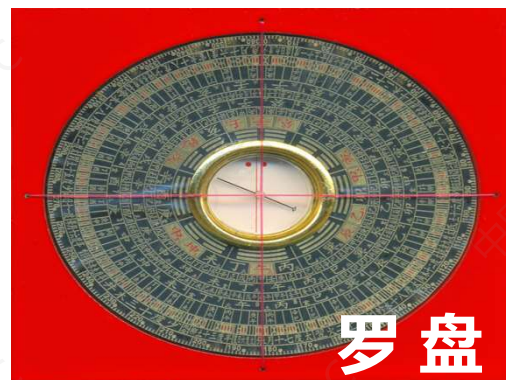
$$S = \int v dt + S_0$$

时间测量

## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）

### ➤ 推算航法（Dead Reckoning）

公元11世纪，中国人将司南演变成罗盘，用于船舶航向测量。



## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）



如何才能准确地  
回到出发地？



# 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）

## ➤ 天文定位（Celestial Fixing）

出发地的  
北极星高度

确定所在  
港口的纬度



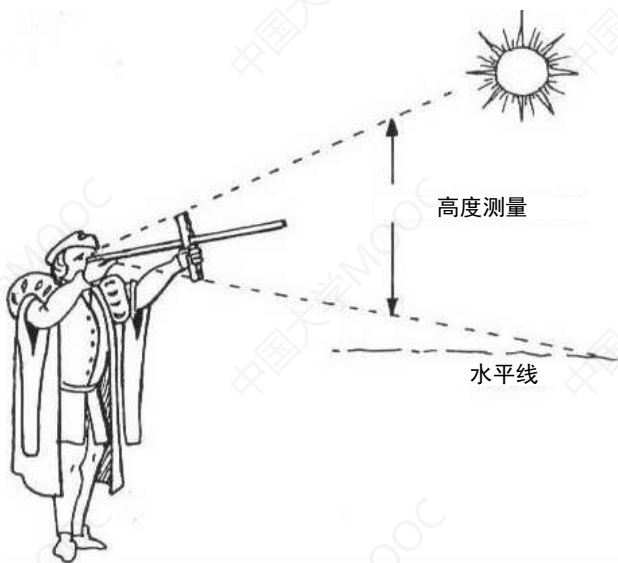
与出发地相同  
北极星高度角

航行至与出发港口  
同纬度的位置



## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）

### ➤ 天文定位（Celestial Fixing）



天体高度观测



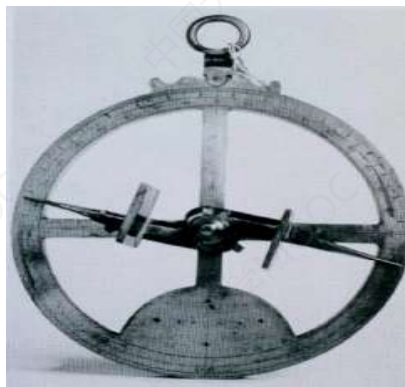
过洋牵星术

## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）

### ➤ 天文定位（Celestial Fixing）



直角仪  
(十字标尺)



星 盘

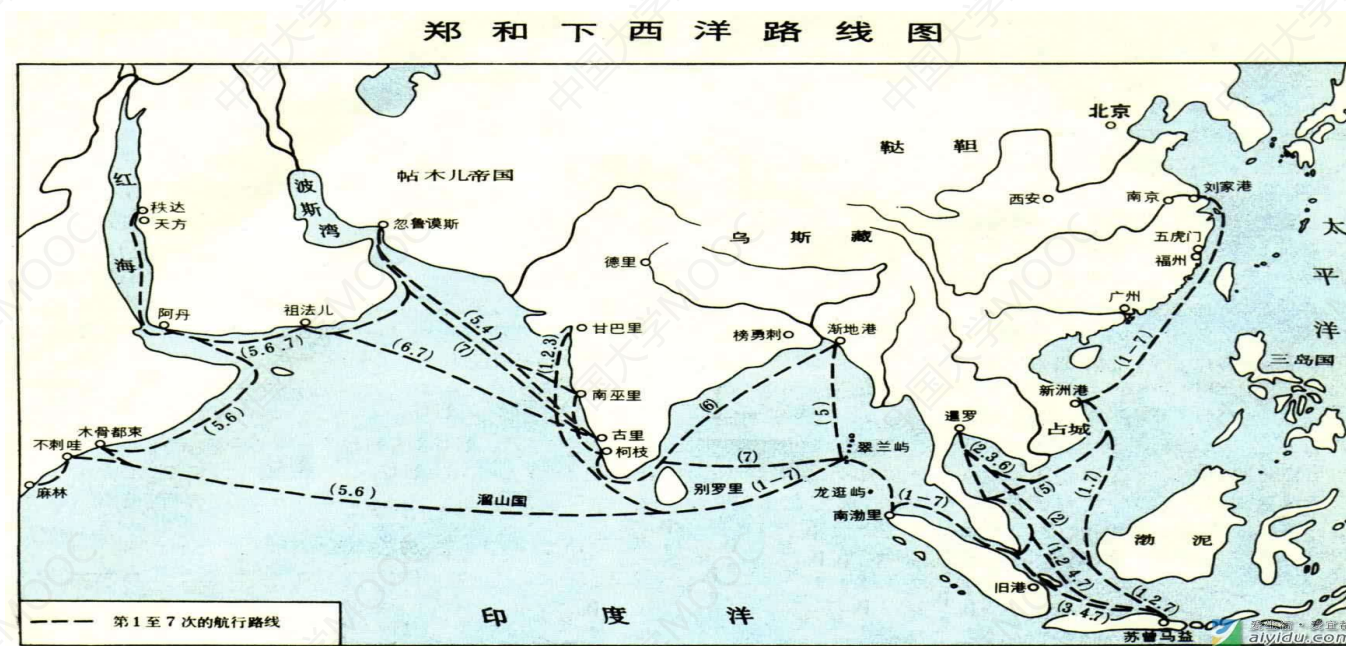


四分仪

公元15-16世纪的大航海时代得到广泛应用

## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）

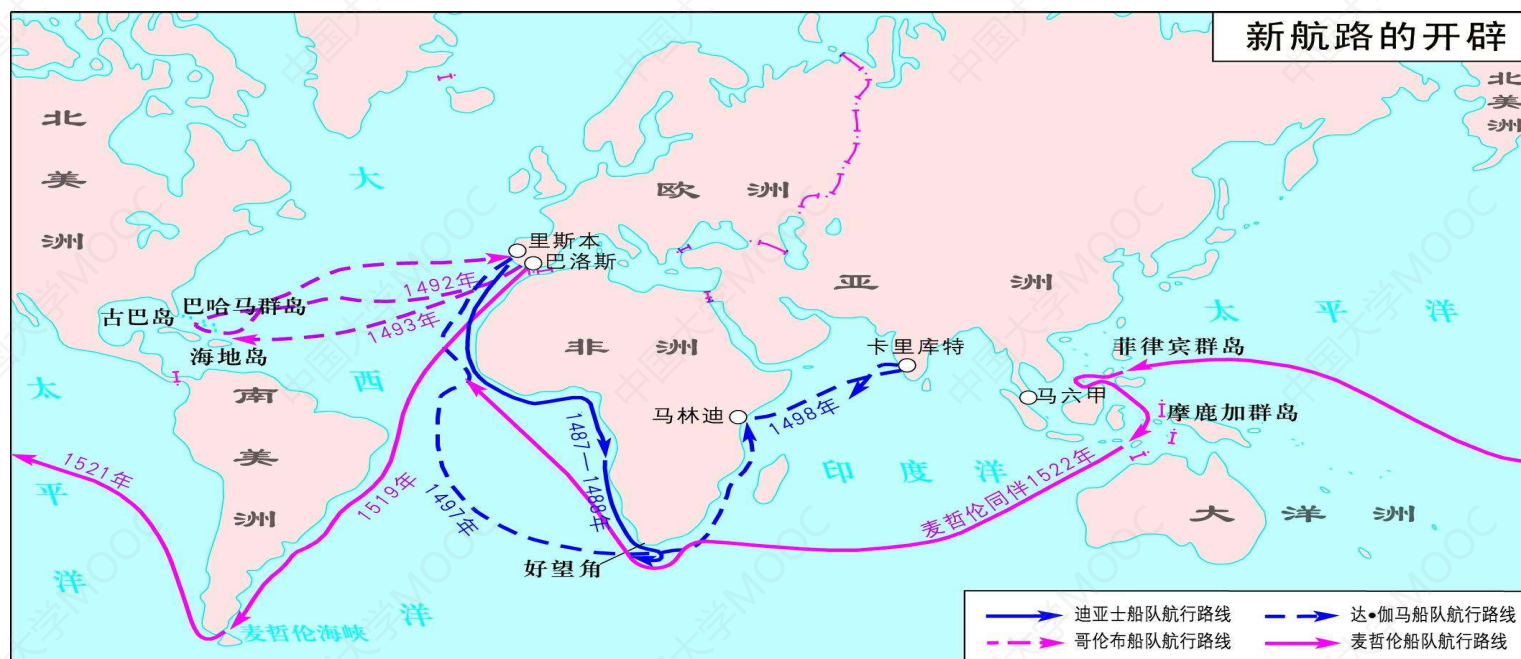
### ► 天文定位 (Celestial Fixing)



郑和七下西洋路线图

## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）

### ➤ 天文定位（Celestial Fixing）



### “大航海”时代开辟的新航路

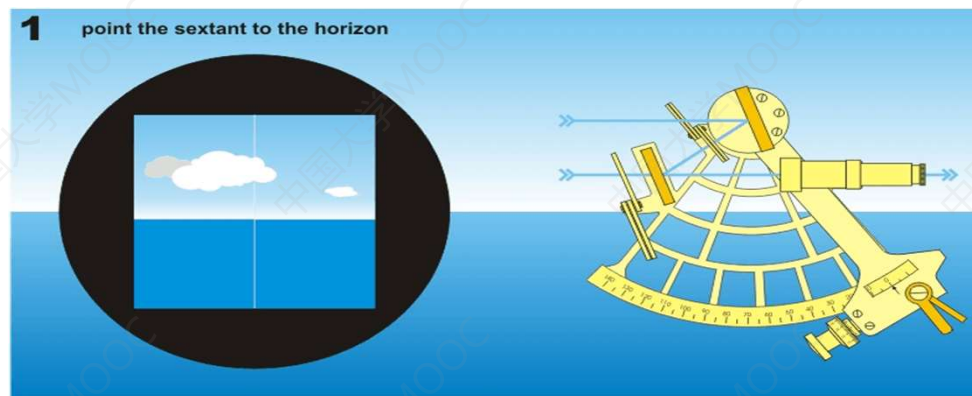
## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）

### ➤ 天文定位（Celestial Fixing）

1731年，英国数学家**哈德利**和费城的高德弗雷先后独立发明了**六分仪**。



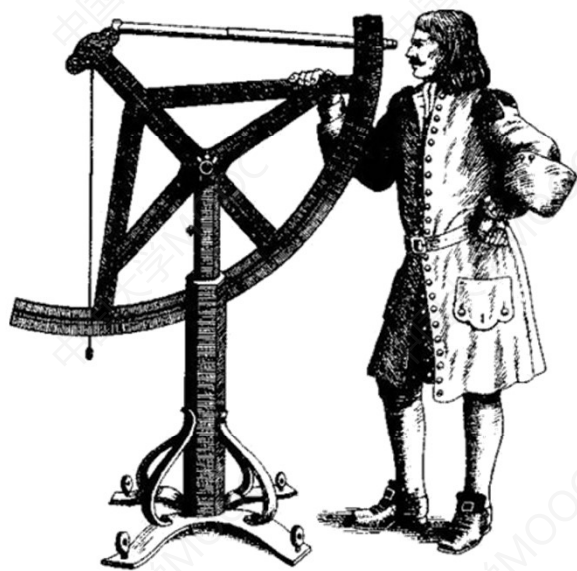
六分仪



六分仪工作原理

## 传统导航技术阶段（史前 — 19世纪末）

### ➤ 天文定位（Celestial Fixing）



约翰·哈里森



英国皇家海军的“德普福德”号战舰  
远征牙买加

## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

### 技术特征：

主要是利用**现代传感器**和**人造信标**作为测量对象进行定位导航，人类发明了陀螺仪、加速度计、无线电信标、卫星星座、原子钟等一系列精密仪器和高精度导航定位方法。

- 惯性导航（Inertial Navigation）
- 无线电定位（Radio Navigation）
- 卫星导航（Satellite Navigation）

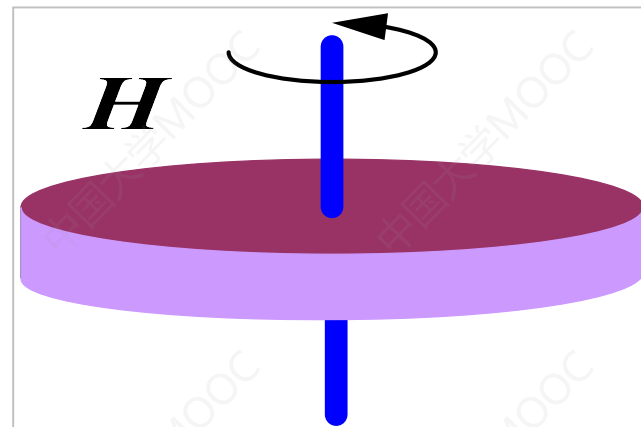
## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

### ➤ 惯性导航（Inertial Navigation）

惯性导航的理论基础是**牛顿力学**。



玩具陀螺



陀螺定轴性

## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

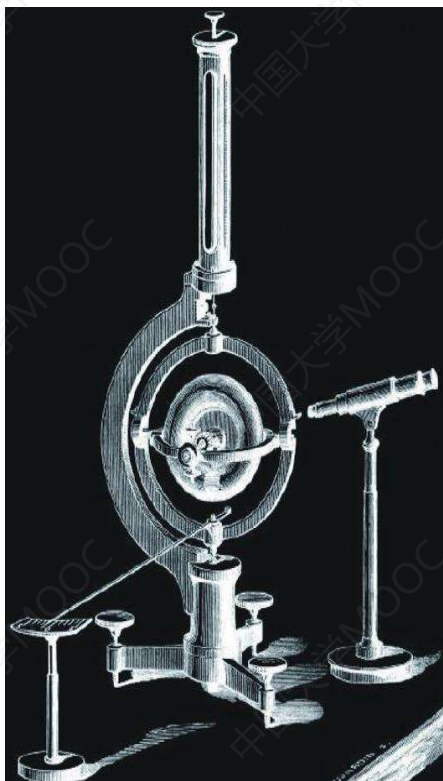
### ➤ 惯性导航（Inertial Navigation）

**1817年，德国人博耐伯格研制了世界上第一只陀螺仪。**



## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

### ➤ 惯性导航（Inertial Navigation）

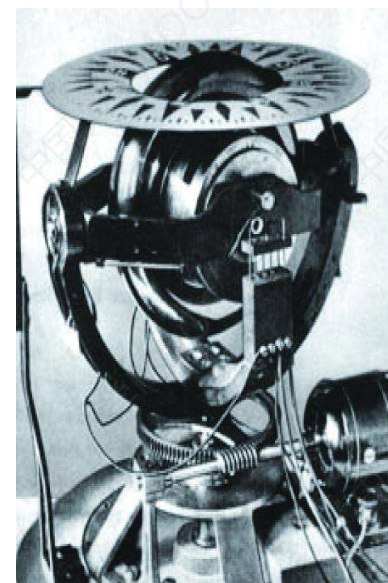
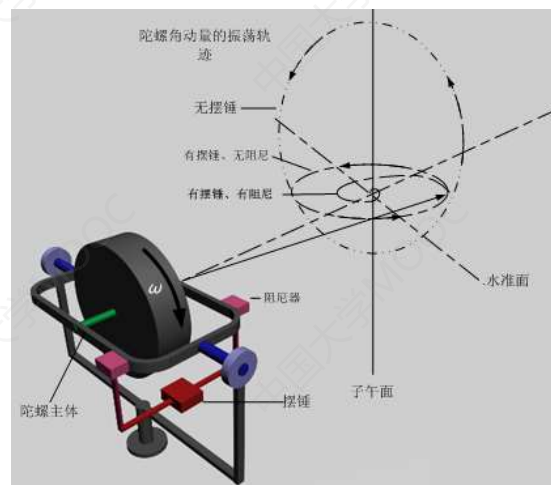


傅科陀螺仪

## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

### ➤ 惯性导航（Inertial Navigation）

1908年，德国科学家**安修茨**，1911年美国科学家**斯佩里**先后制成了船用陀螺罗经。



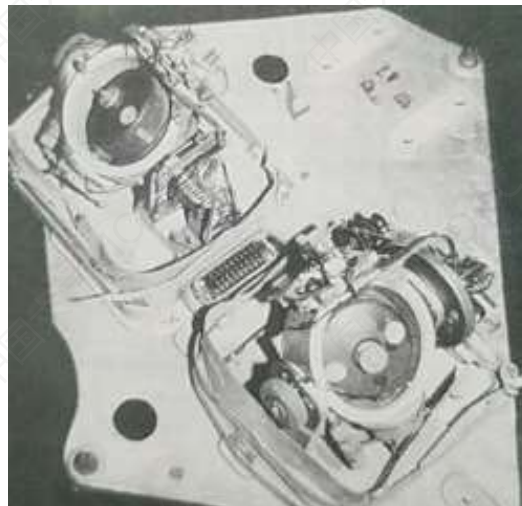
陀螺罗经原理

## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

### ➤ 惯性导航（Inertial Navigation）



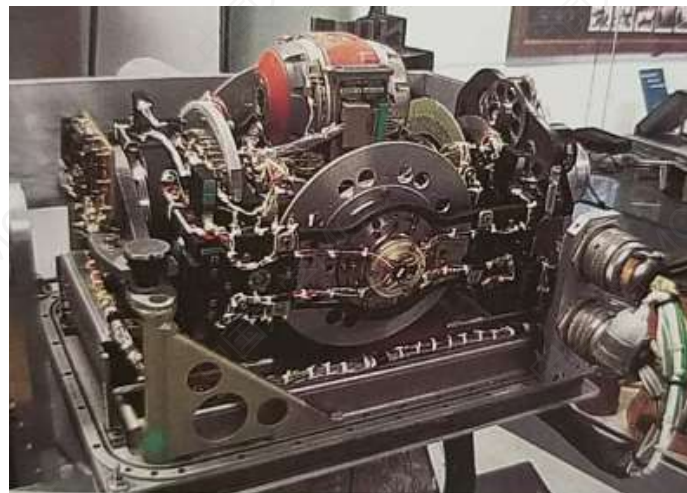
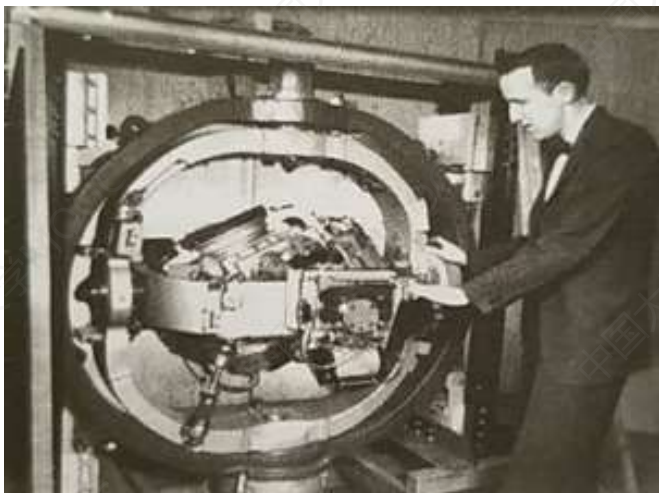
冯·布劳恩



V2火箭安装的惯导

## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

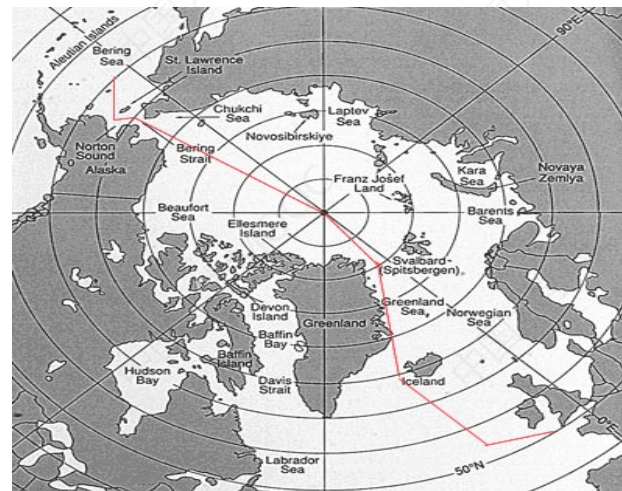
### ➤ 惯性导航（Inertial Navigation）



德雷珀及其领导的惯导项目

## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

### ➤ 惯性导航（Inertial Navigation）

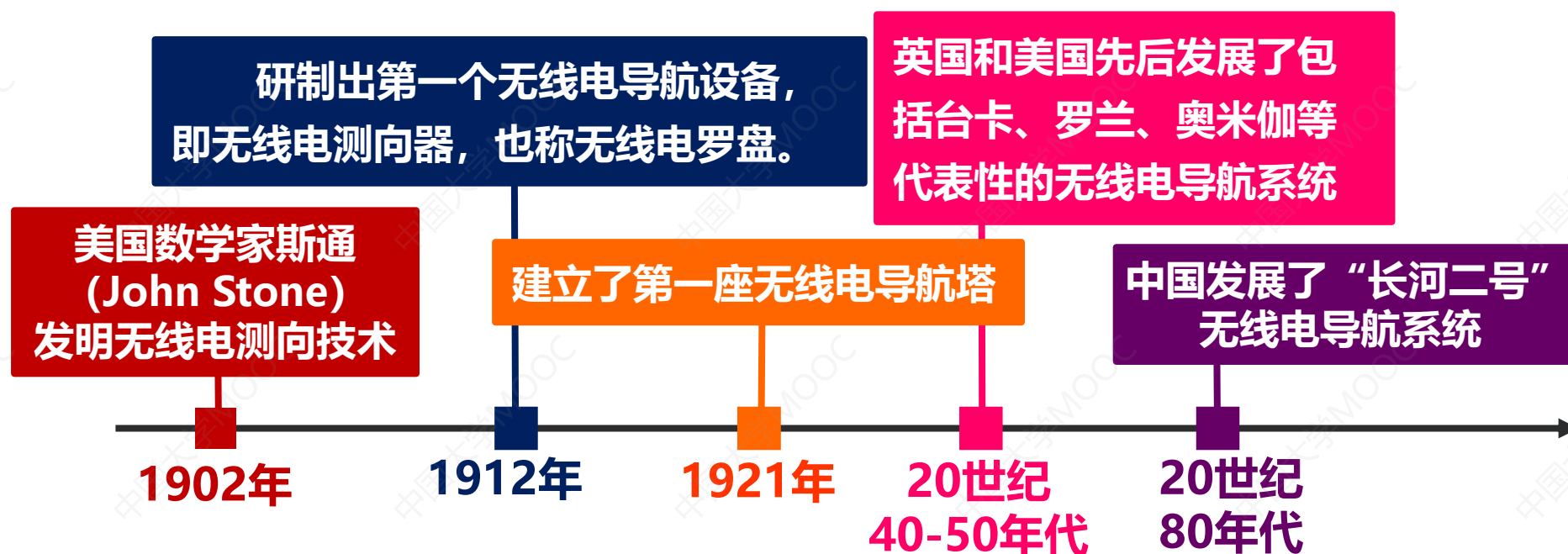


**“鹦鹉螺号”核动力潜艇穿越北极航行试验**

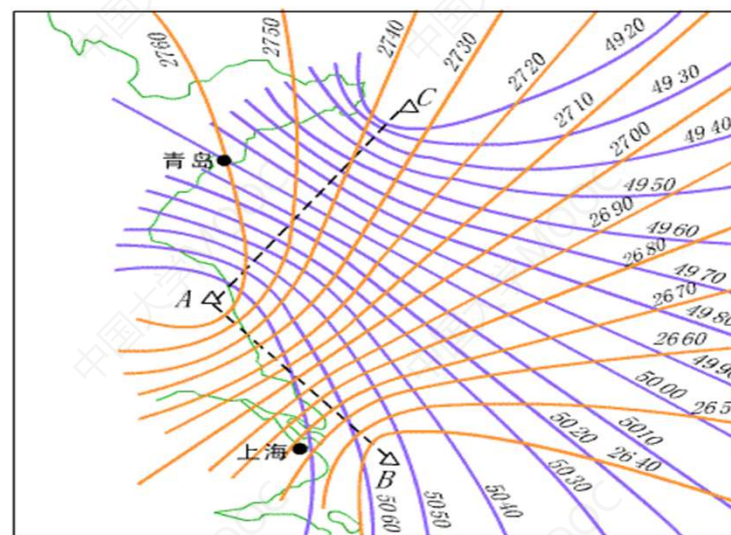
## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

### ➤无线电定位（Radio Navigation）

无线电导航主要是利用测量距离差法进行载体定位。



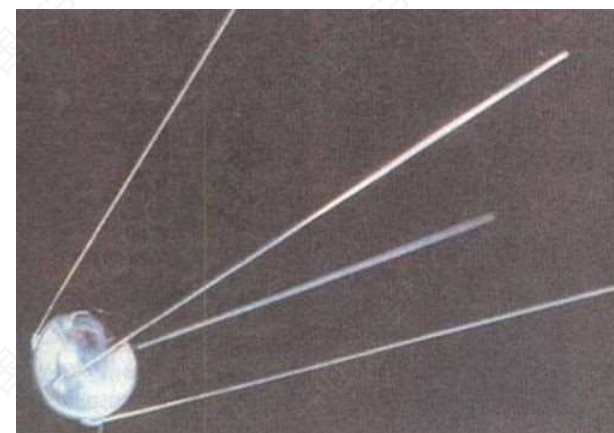
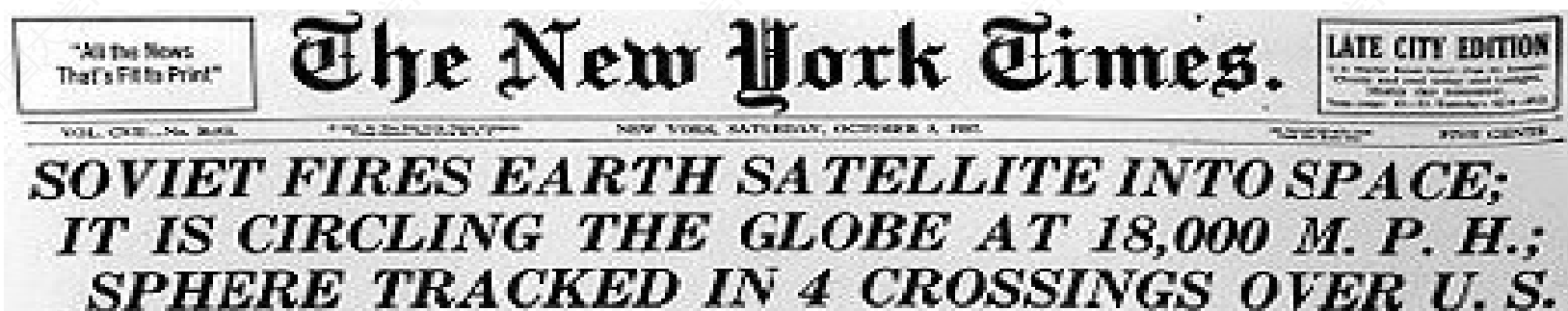
## ➤无线电定位 (Radio Navigation)



## 无线电导航定位原理

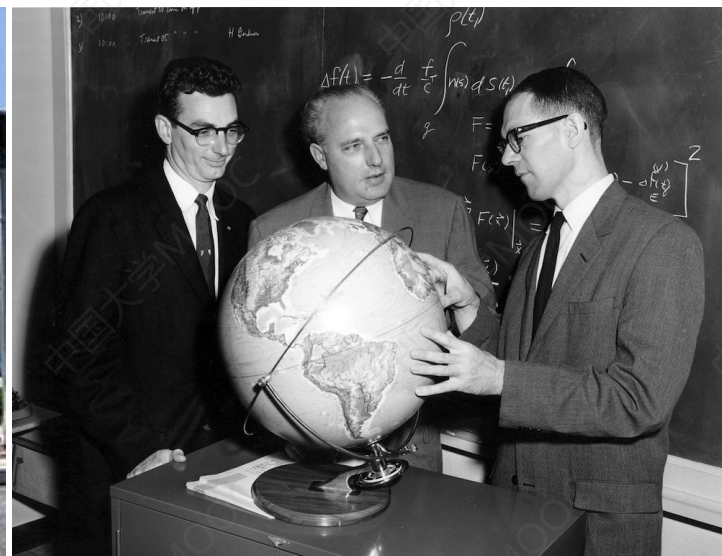
## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

### ➤ 卫星导航 (Satellite Navigation)



## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

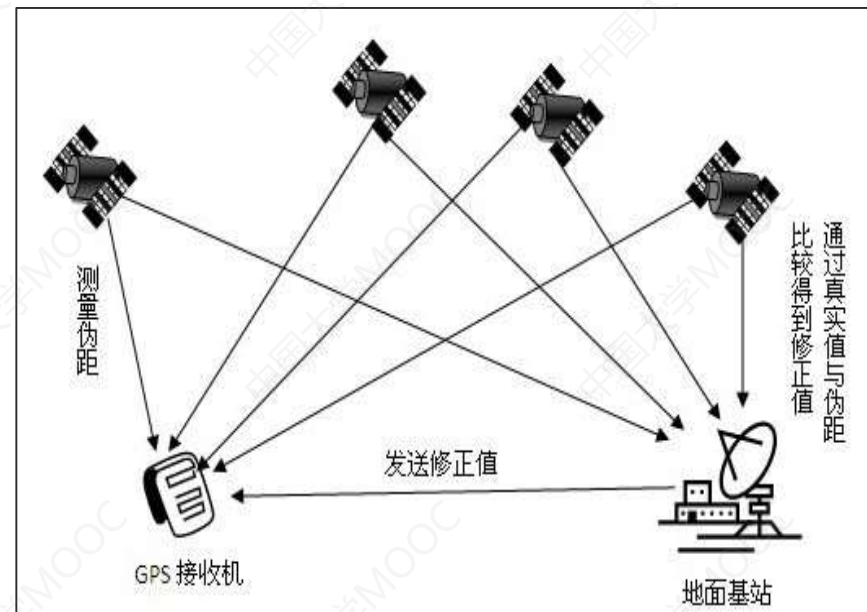
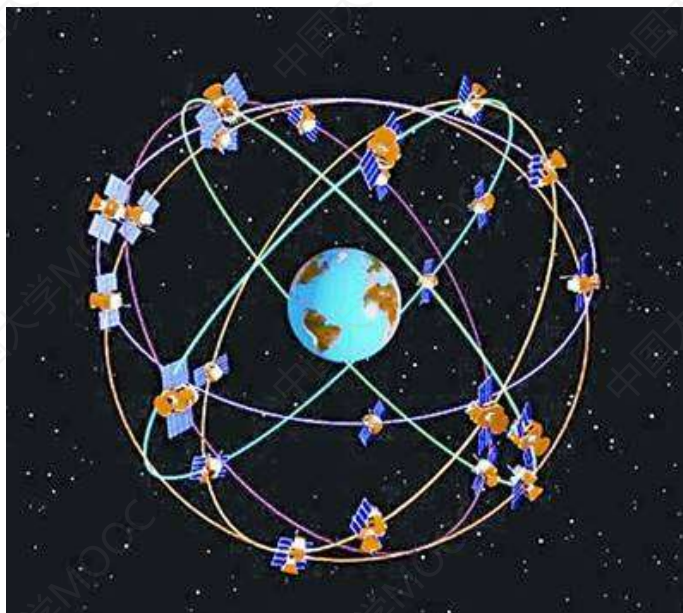
### ➤ 卫星导航（Satellite Navigation）



美国约翰.霍普金斯大学应用物理实验室

## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

### ➤ 卫星导航（Satellite Navigation）



卫星导航系统

## 近现代导航技术阶段（20世纪初—至今）

### ➤ 卫星导航（Satellite Navigation）

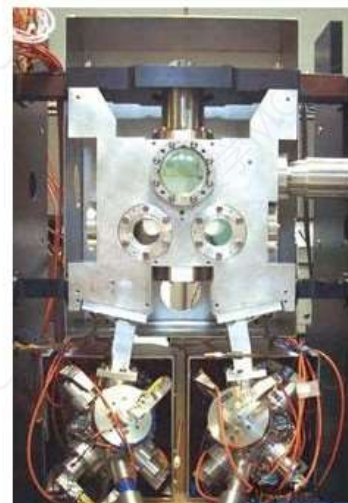


## 新兴导航技术阶段

技术特征：

追求**更高精度**、**轻小型化**、**高可靠性**的定位导航手段。

➤ **量子导航 (Quantum navigation)**



冷原子导航仪

## 新兴导航技术阶段

技术特征：

追求**更高精度**、**轻小型化**、**高可靠性**的定位导航手段。

➤ 微惯性导航  
(Micro-inertial navigation)



微机械陀螺仪及系统

## 新兴导航技术阶段

技术特征：

追求**更高精度**、**轻小型化**、**高可靠性**的定位导航手段。

➤ **全源导航**  
(All Source Positioning  
and Navigation)



全源定位和导航系统