

组合导航系统的工作模式



主讲人：李宁

组合导航系统的工作模式

-  1 利用卡尔曼滤波解决组合导航问题
-  2 直接法和间接法
-  3 输出校正和反馈校正
-  4 松组合和紧组合

利用卡尔曼滤波解决组合导航问题

- **组合导航系统实质是状态估计问题**
- 从具有随机噪声的量测信息中提取或求解状态的真实解。
- 状态：导航参数或其误差量
- 导航参数：运动体的位置、速度等状态量
- 随机误差：惯导的陀螺仪误差，加速度计误差，卫星导航的时间误差等等。

利用卡尔曼滤波解决组合导航问题

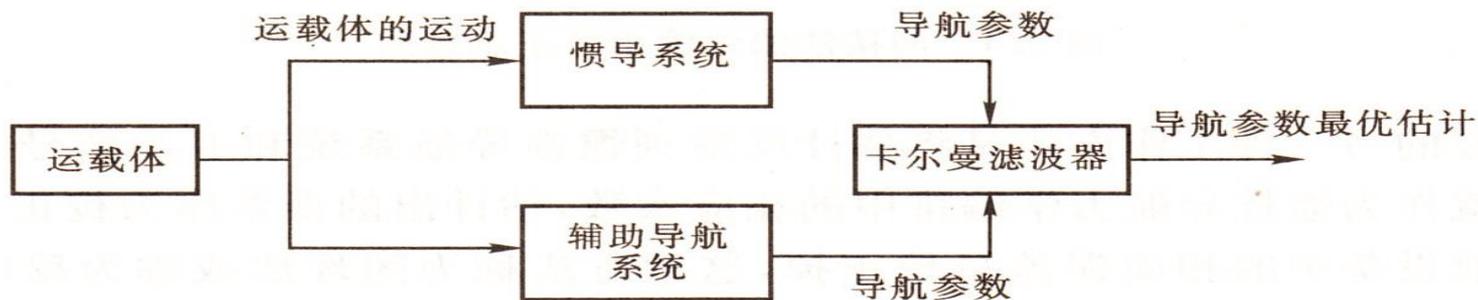
- (1) 选取状态量（直接法、间接法），列写状态方程
- (2) 选取量测量，列写量测方程
- (3) 连续系统离散化
- (4) 利用卡尔曼滤波方程递推估计出状态
- (5) 利用估计出的状态得到导航参数（输出校正、反馈校正）

组合导航系统的工作模式

- 1 利用卡尔曼滤波解决组合导航问题
- 2 直接法和间接法
- 3 输出校正和反馈校正
- 4 松组合和紧组合

直接法和间接法

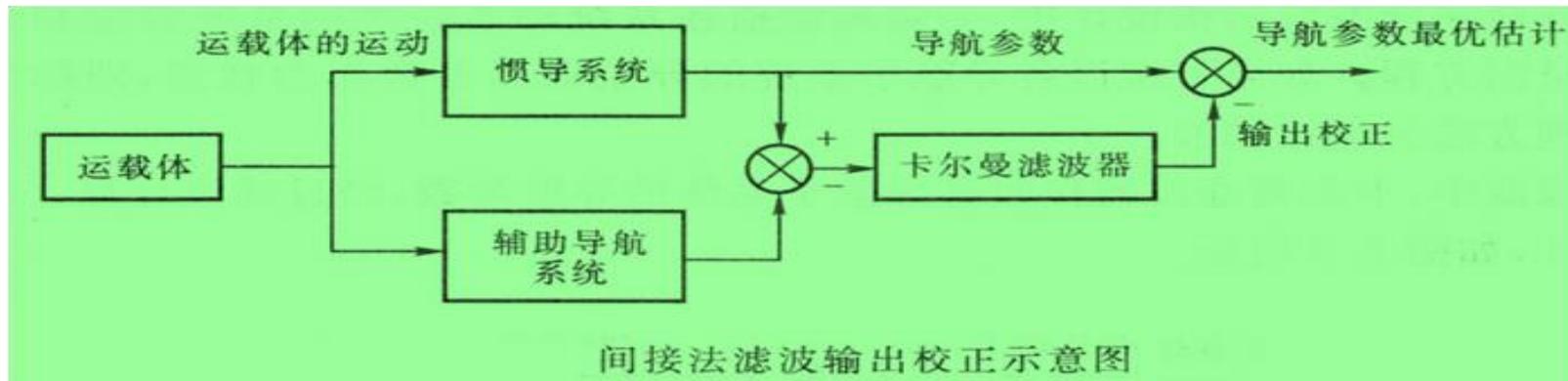
直接法：直接以各导航子系统的导航输出参数作为状态



直接法滤波示意图

直接法和间接法

间接法：以各子系统的误差量作为状态、实现组合导航的滤波处理方法。间接滤波中的各个状态量都是误差量，系统方程是指状态误差量的运动方程，估计出的是误差量。



直接法和间接法

(1) 直接法较准确的反应真实状态的演变情况，间接法是按一阶近似推导出来的，有一定的近似性。

(2) 直接法的方程一般都是非线性方程，而间接法的系统方程可近似视为线性方程。

- *具有一定精度的导航系统的误差量都可看做小量，因此用误差量作为状态的状态方程和量测方程可近似为线性方程。*

直接法和间接法

(3) 直接法中滤波器输出的就是导航参数的估计及某些误差量（平台误差角）的估计，因此可使惯导避免许多重复计算。

(4) 间接法的各状态都是误差量，相应的数量级是相近的。而直接法中，有的是导航参数本身，如速度和位置，有的是数值很小的误差，如姿态误差角，数值相差很大，这给数值计算带来一定的困难，且影响这些误差估计的准确性。

组合导航系统的工作模式

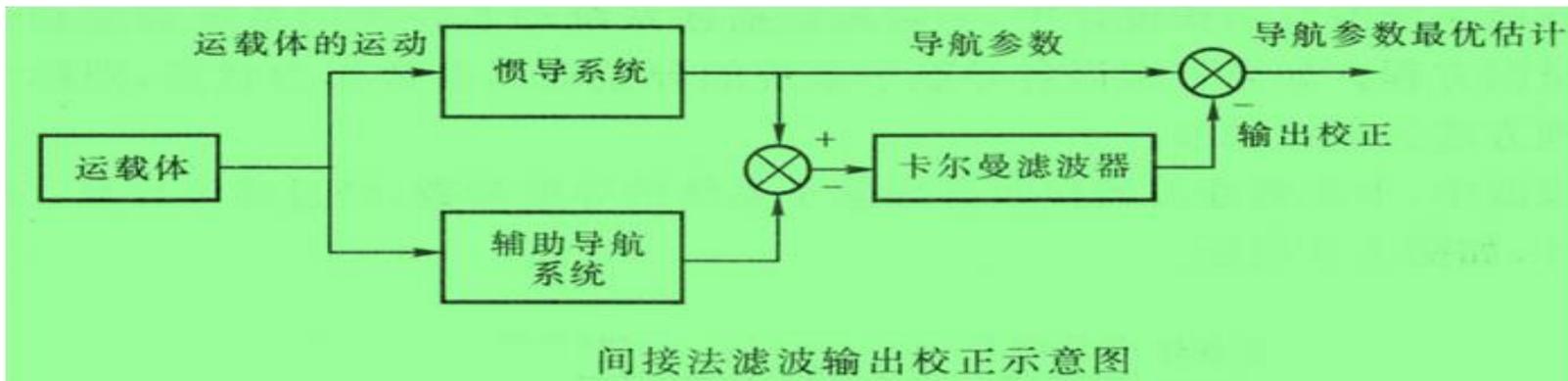
- 1 利用卡尔曼滤波解决组合导航问题
- 2 直接法和间接法
- 3 输出校正和反馈校正
- 4 松组合和紧组合

输出校正和反馈校正

- 怎么利用估计出的误差量？
- 从卡尔曼滤波器得到的估计又有两种利用方法：
 - 开环法或输出校正法
 - 闭环法或反馈校正法

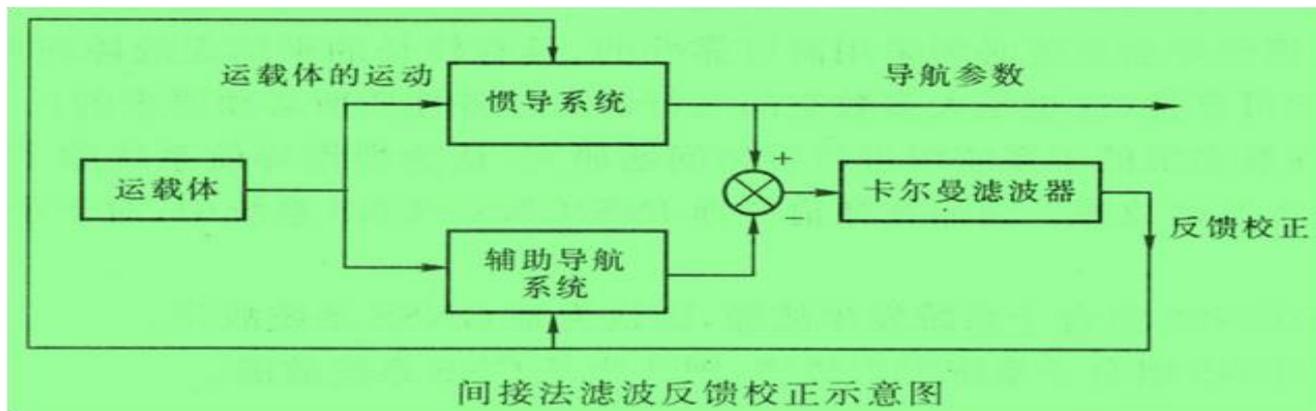
输出校正和反馈校正

开环法或输出校正法将估计值作为组合系统导航参数的输出，或作为惯性导航系统导航参数的校正量。



输出校正和反馈校正

闭环法或反馈校正法是将估计反馈到惯性导航系统和辅助导航系统中，估计出的导航参数就作为惯性导航力学编排中的相应参数，估计出的误差作为校正量，将惯性导航系统或其它导航设备中的相应误差量校正掉。



松组合和紧组合

- ▶ 惯性导航系统与**GPS**导航的组合，根据不同的应用要求可以有不同方式的组合，按照组合的深度，可分为以下三类：

- ◆ 重调法
- ◆ 松组合
- ◆ 紧组合

松组合和紧组合

重调法

- 当获取卫星导航参数时，组合导航系统直接以卫星导航的输出参数代替惯性导航系统的输出参数。
- 在下一次获得卫星导航参数前，惯性系统在被修正后的精度基础上，按固有规律继续工作并输出导航参数，同时也继续产生新的误差积累，直到被下一次获取的卫星导航信息修正。

松组合和紧组合

松组合

- 是指各传感器之间**并不相互修正与辅助**，只是利用各传感器的观测信息，通过状态估计，得到关于导航参数的估计。
- 松组合是一种相对容易实现的组合，其主要特点是GPS接收机和惯性导航系统仍独立工作，组合作用仅表现在用GPS接收机辅助惯性导航系统。

松组合和紧组合



松组合和紧组合

紧组合

- 利用各传感器之间的各自优点以及滤波得到的关于各导航传感器的参数估计值，**在传感器之间进行相互辅助，相互修正**，以减小传感器各自的系统误差与量测误差，提高估计精度。
- 紧组合工作模式是组合程度较深的组合方式，其主要特点是GPS接收机和惯性导航系统相互辅助。GPS不需要导航解算。

松组合和紧组合

- ▶ 紧组合的基本方式是伪距、伪距率组合。
- ▶ 将GPS测得伪距和由惯性导航系统解算得到的伪距之差作为卡尔曼滤波的观测量。

