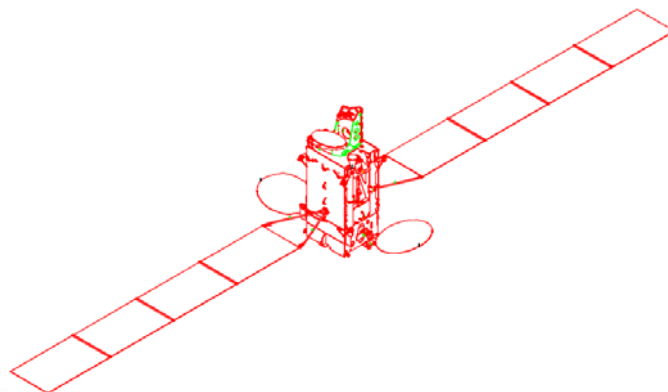


卫星在轨管理

- 卫星同步轨道阶段是指从定点开始到整个寿命终止
- 同步轨道阶段任务的主要特点：
 - 连续不间断卫星状态监测
 - 跟踪测量卫星的轨道参数（轨道六要素）
 - 卫星姿态始终保持在正常范围内：
 - 卫星在软件控制反动量轮和推进器实现姿态保持
 - 姿态的准确保持，确保了卫星天线覆盖区的稳定

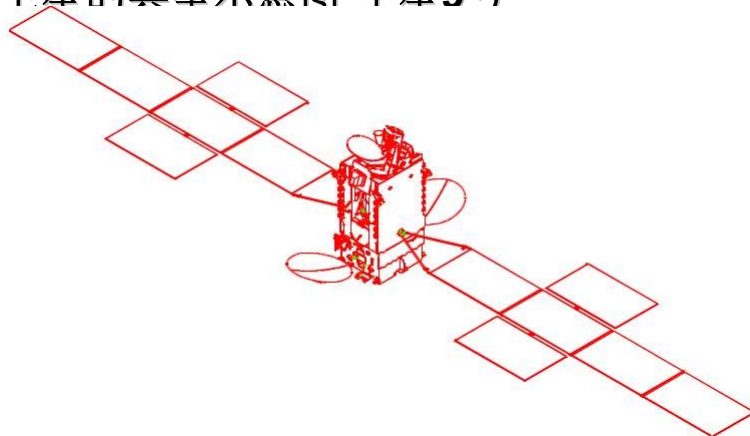
卫星在轨管理

- 卫星的典型示意图-中星6B



卫星在轨管理

- 卫星的典型示意图-中星9号



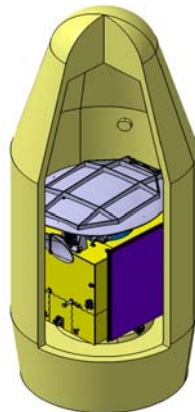
卫星在轨管理

同步轨道阶段任务的主要特点-轨道控制

	CH6B	CH9
定点经度	115.5° E	92.2° E
卫星平台	泰莱斯SB4000	
南北调动 (倾角保持)	0.05°	0.05° (当前没有 双星共轨的情况下)
东西调动 (经度保持)	0.05°	0.05
偏心率保持	与东西调动一起完成	

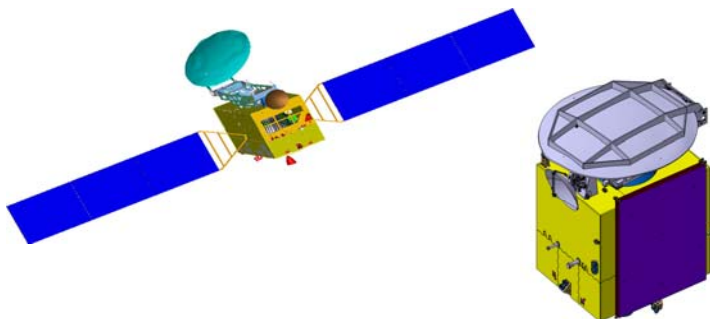
卫星在轨管理

- 鑫诺三号简介：
 - 卫星平台：东方红三号
 - 稳定方式：三轴稳定
 - 轨道位置：**125° E**
 - 覆盖范围：中国及周边国家和地区
 - C频段转发器：**10×36MHz**
 - 满足国家对广播电视和信息传输安全的要求



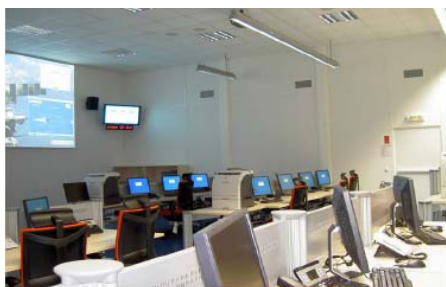
卫星在轨管理

- 卫星的典型示意图-鑫诺3号

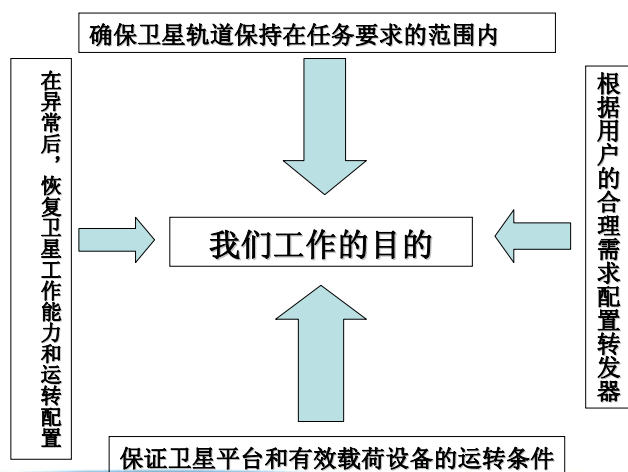


卫星在轨管理

- 我们的工作：
24小时*7天 = 不间断卫星测控

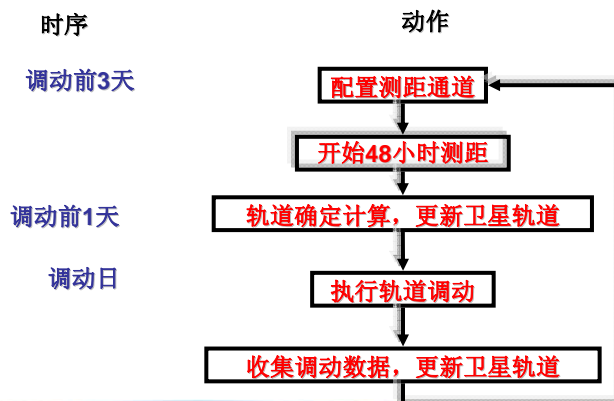


卫星在轨管理



卫星在轨管理

卫星在轨管理流程



卫星在轨管理

测距和轨道确定

Orbit determination

And

Ranging

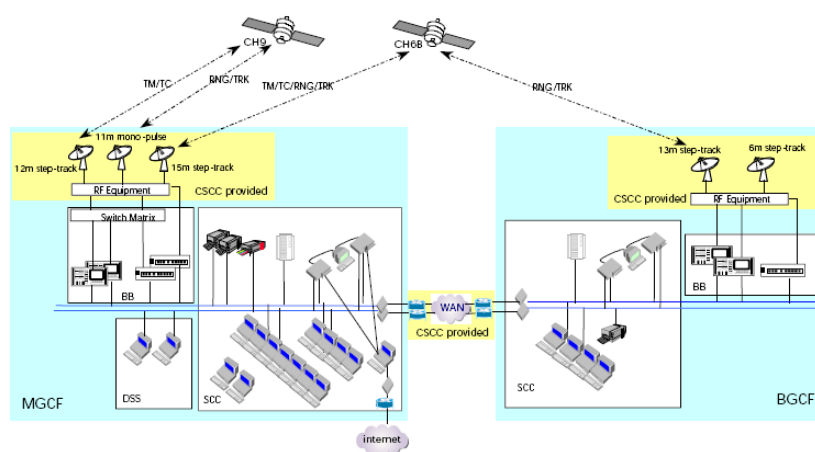
卫星在轨管理

测距配置：

中星6B：北京站+成都站

中星9号：仅用北京站

卫星在轨管理

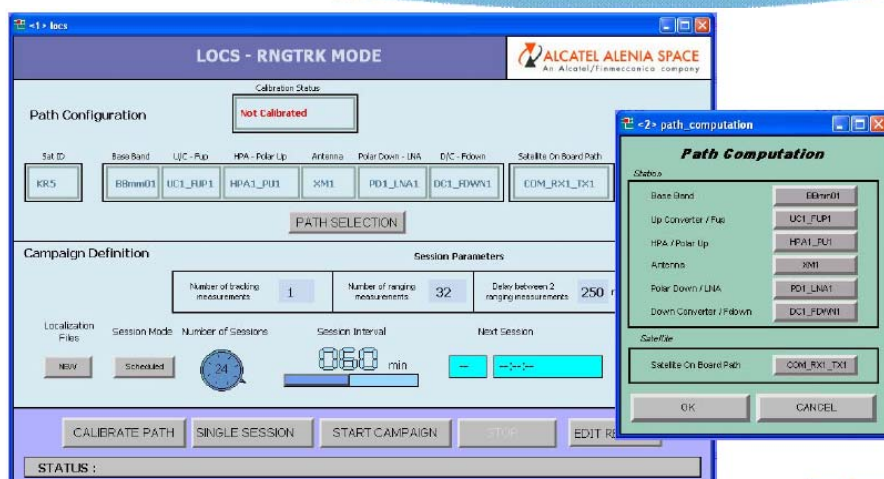


卫星在轨管理

成都站



卫星在轨管理



卫星在轨管理

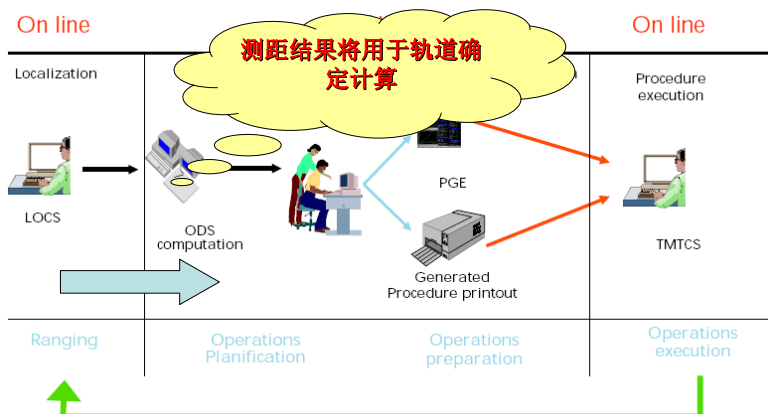
使用专门的测距
配置程序，配置
卫星路径

测距的开始时机：轨道
调动之后、推进器工作
之后、星历表上载之前

卫星测距

测距工作方式：48小时或以上连续进行 2 小
时一次的测距，或根据操作要求临时调整

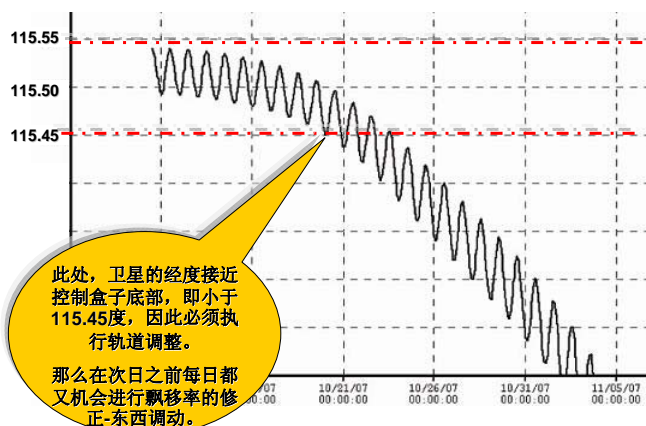
卫星在轨管理



轨道机动

Chemical Maneuvers

同步轨道通信卫星经度自然漂移



同步轨道卫星的经度（东西）方向的位置，随着时间变化会产生向一个方向的漂移。其特点是：

- 1、经度呈现日震荡，振幅与偏心率有关。
- 2、漂移的方向和大小与所处的经度位置有关。

卫星在轨管理

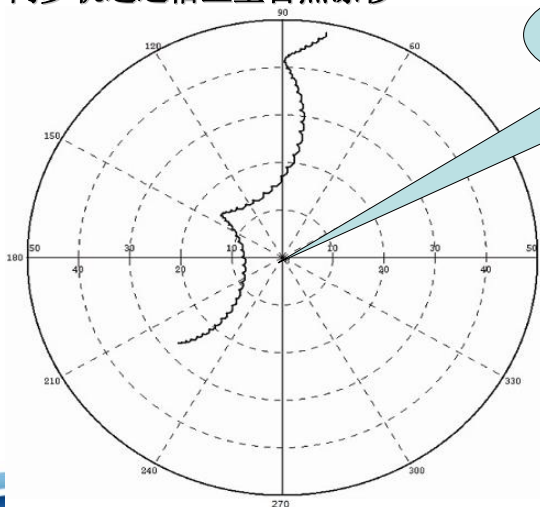
同步轨道通信卫星经度自然漂移

- 看看，有了这些工具我们也可以来安排卫星轨道调动了。
- 加油啊@!
- 后面的南北调动也可以顺利搞定。



卫星在轨管理

同步轨道通信卫星自然漂移



此处为原点，倾角最小，卫星轨道平面与赤道平面重合。

右图为静止卫星的轨道倾角变化趋势。

极坐标的极径为倾角绝对值。

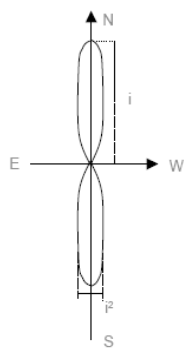
极角为升交点赤经。

一般来说，经过40多天的自由漂移，卫星轨道就会超出 $\pm 0.05^\circ$ 的倾角控制盒。

卫星在轨管理

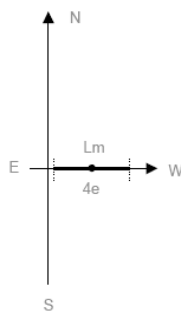
同步轨道通信卫星所受到的干扰效应（星下点）

纯倾角效应



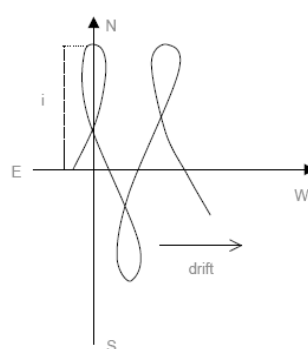
GEO: E/W effect negligible

纯偏心率效应



$$L = L_m + 2.e.\sin M$$

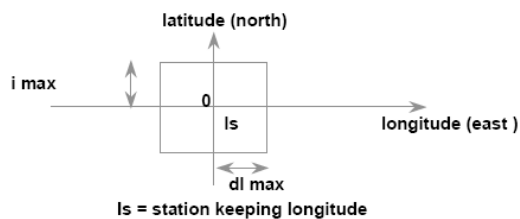
叠加效应-实际情况



Variation of L_m

卫星在轨管理

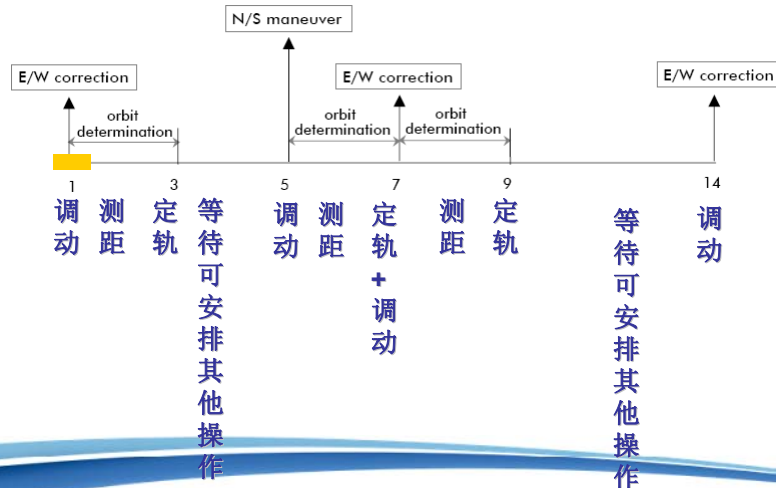
轨道控制窗口



1. 我们把经度和纬度（倾角）控制范围所围成的区域，其形状是一个球面矩形，故称为轨道控制盒。
2. 且在此区域内，卫星无论处于任何位置都能够确保卫星的任务和业务正常进行。

卫星在轨管理

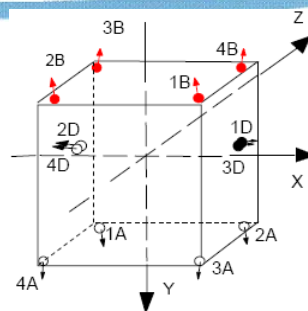
基本的中星6B轨道调动的操作流程（14天周期）



卫星在轨管理

南北调动简介（CH6B为例）：

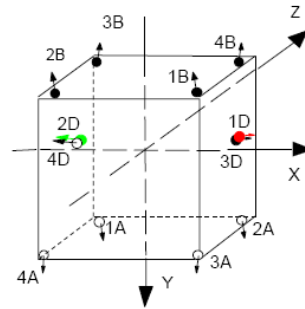
- 大约每14天需要 1.8 m/s
- 南调动使用set B 推进器 (1B, 2B, 3B and 4B)
- 北调动使用set A 推进器 (1A, 2A, 3A and 4A)
- 动量轮卸载可以在南北调动中同时完成



卫星在轨管理

东西调动简介（CH6B为例）：

- 可以使用：
 - 一次点火策略，
 - 修正漂移率实现经度保持，
 - 两次点火策略，具体是：
 - 在卫星当地时间6H和18H点进行点火。
 - 实现偏心率 and 漂移率的同时修正
- 在寿命初期每年需要消耗2.88 m/s,
- 在寿命末期每年需要消耗4.52 m/s
- 在调动之前可以进行反动量轮卸载



卫星在轨管理

- **AOCS**（姿态控制）功能可以实现整个调动过程中的：
 - 姿态控制
 - 力矩补偿
- 调动中**AOCS**功能将卫星设置到调动模式：
- 调动以后要进行连续测距，目的：
 - 确定轨道，
 - 计算下次调动
 - 更新调动增益系数

卫星在轨管理

- 轨道机动简述：
 - 使用相同的操作程序
 - 可以通过指定 ΔV 或点火时间来安排调动
 - 预先设定调动参数（推进器等）
 - 反动量轮卸载，可选
 - 自动计算卫星质量、质心变化、推进器标称推力

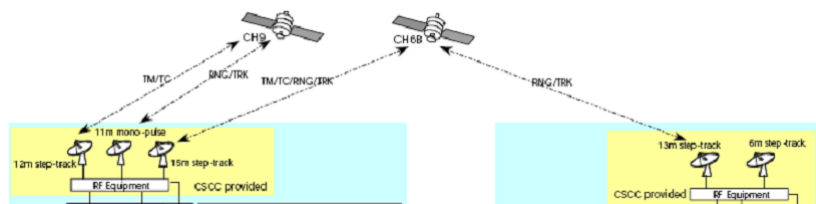
卫星在轨管理

最佳对星时间

卫星在轨管理

两个必要条件：

- 该时刻卫星通过升、降交点（过赤道）；
- 该时刻卫星瞬时经度经过定点中心经度（例如：115.5度）

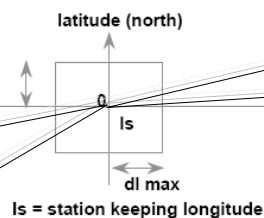


卫星在轨管理

最佳对星时刻的意义：

- 在此点对星可以对准到卫星控制盒子的中心，
- 由于卫星一直保持在控制盒子中，所以一旦对准以后，即使卫星的实际轨道位置变化，其所造成的功率变化最小。

在盒子中心位置，是卫星经度的大概位置，如果对准这点，则天线永远可以保证对到卫星。



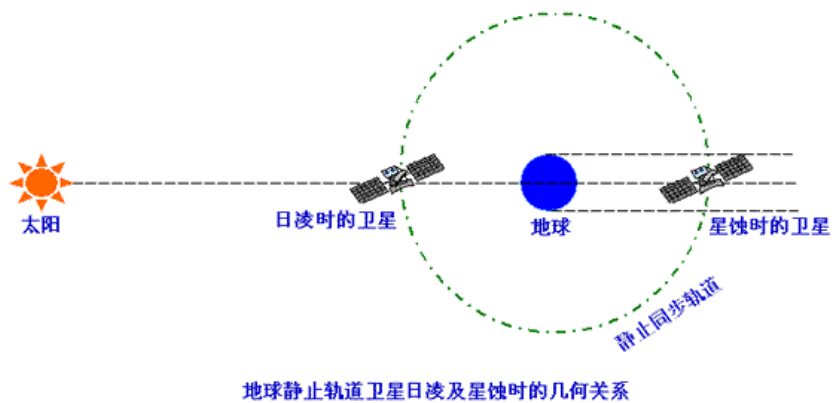
为了对星操作的需要，还要确保卫星实际经过这个位置，所以就产生了最佳对星时刻的概念。

日凌

Sun Outage

- 日凌
 - 太阳每年在春分和秋分的时候两次穿过赤道面，
 - 此时卫星、地球和太阳共处一条直线上，这种现象将导致两种卫星事件，即发生在卫星星下点当地时间子夜前后的星蚀和正午前后的日凌。

卫星在轨管理



卫星在轨管理

• 日凌对地球站的通信造成干扰

- 由于太阳的噪声温度超过了**25000K**，当地球站的天线对准卫星，地球站天线也会接收到极强烈的太阳噪声，系统之信噪比降低到解调门限之下，导致通信中断。
- 对每个地球站，每年有**2次**连续数日都有日凌中断发生。日凌中断的日期与地球站的地理纬度有很大关系。

卫星在轨管理

- 日凌对地球站的通信造成干扰
 - 每年发生日凌的日期
 - 当太阳由南往北穿过赤道面时，即春分前后，北半球高纬度地区首先发生日凌现象；
 - 当太阳由北往南穿过赤道面时，即秋分前后，日凌首先从南半球高纬度地区开始。
 - 发生日凌的时刻：
 - 位于卫星定点位置西边的地球站总是早于卫星定点位置以东的地球站发生日凌。

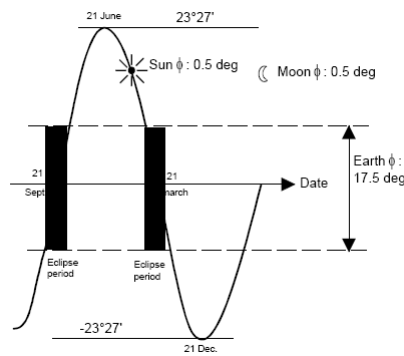
卫星在轨管理

星蚀（地影或月影）

Eclipses

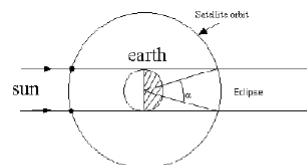
卫星在轨管理

- 当太阳进入地球阴影区（赤纬在 $\pm 17.5^\circ$ 以内），太阳光部分或全部被遮挡
- 地影出现的时间在卫星本地时间**00:00**
- 星蚀期出现在
 - 春分（3月21日）前后
 - 秋分（9月23日）前后
- 每次地影的持续时间大概**45**天左右



卫星在轨管理

- 部分地影发生在星蚀期的头一（两）天或最后一（两）天，时长为**15**分钟多些
- 其余**95%** 的星蚀都是全影
 - 有**50%**的全影超过1 小时
 - 最大地影发生在分点，为**72**分钟



$$\frac{\alpha}{2} = \arcsin\left(\frac{R}{R+h}\right) = \arcsin\left(\frac{6378}{42164}\right) = 8.7^\circ$$

So maximum eclipse duration is: $t = \frac{1440 \times [(8.7 \times 2) + 0.5]}{360} = 71.7 \text{ min}$

卫星在轨管理

- 同样的情况也会发生月影：
 - 当月亮挡住阳光造成卫星接收不到太阳光
 - 但是月影没有地影这样强的规律性，需要根据日、月、地的轨道关系来确定。

- 谢谢各位，欢迎批评指正。