

北斗卫星工程中信息处理系统、时间频率系统和激光测距系统的创新

上海天文台在北斗二号卫星导航系统工程中承担了信息处理系统、时间频率系统和激光测距系统的研制任务，并在相关领域通过技术创新取得了重大突破，圆满完成任务。

信息处理系统作为卫星导航系统的“大脑”，具有多种类型信息的实时数据接收功能。针对我国卫星导航系统的特有设计，上海天文台首次研制了信息处理系统的综合信息处理软件，具有多项技术创新：1) 成功地攻克了 GEO 卫星由于几何位置相对静止而带来的定轨难点，实现了对混合星座导航卫星的高精度轨道确定；2) 通过数据处理手段，在信息处理系统数据处理过程中实现了对 GEO 卫星观测数据中伪距多径误差的实时修正；3) 能够利用多种类型观测数据进行时间同步处理，保障了高精度授时信息的发播；4) 实现了国际上第一个集基本导航与星基增强融合为一体的卫星导航信息处理技术。信息处理精度可与国际先进卫星导航系统进行同台竞技，在卫星导航领域内具有国际先进地位。

时间频率系统是北斗卫星导航定位系统的“心脏”，为地面运控系统提供基准时频信号。上海天文台研发的时间频率系统在满足系统对时间频率需求的过程中，实现了多项技术创新：1) 采用时间频率信号误差预先判别及无缝切换技术，解决双路信号失锁判别问题，提高系统可靠性；2) 首次提出并实现了变频调相和电路延迟的精密控制技术；3) 综合利用直线段拟合和阻尼系数控制算法，实现单次调频量与溯源精度之间的平衡；4) 突破了时间频率信号净化及长距离低损传输的技术瓶颈，提升信号传输末端频率稳定度、相位噪声、信号幅度和脉冲信号的上升沿及抖动的技术指标。

激光测距系统是北斗卫星导航定位系统的“眼睛”。上海天文台在北斗导航系统中建立了专用卫星激光测距系统，研制了超过 20 多套激光反射器，高精度激光时差测量仪，建立了包含卫星端和地面端的整套激光测量链路设备，使高精度激光测距技术首次应用于国家重大专项北斗二号卫星工程。在国际上首先实现同步轨道卫星白天激光观测，及对同步卫星的高精度激光时间比对测量，将单光子探测器国际首次应用于航天，使我国卫星激光测距技术水平达到新高度。作为北斗导航系统唯一厘米级精度卫星测量技术，为卫星精密定轨、轨道检核、星载原子钟性能评估等提供了不可或缺的高精度激光观测数据。

上海天文台在北斗卫星导航系统的研制中，突破了多项导航关键技术瓶颈，实现了关键技术的国产化，摆脱了西方国家的技术束缚，

填补了我国卫星导航体系中大量科技空白。在 2016 国家科学技术奖励大会上，北斗二号卫星工程荣获 2016 年度国家科技进步特等奖，担任部分系统研制任务的上海天文台作为获奖单位排名第九，三位科研人员为特等奖获奖人员。

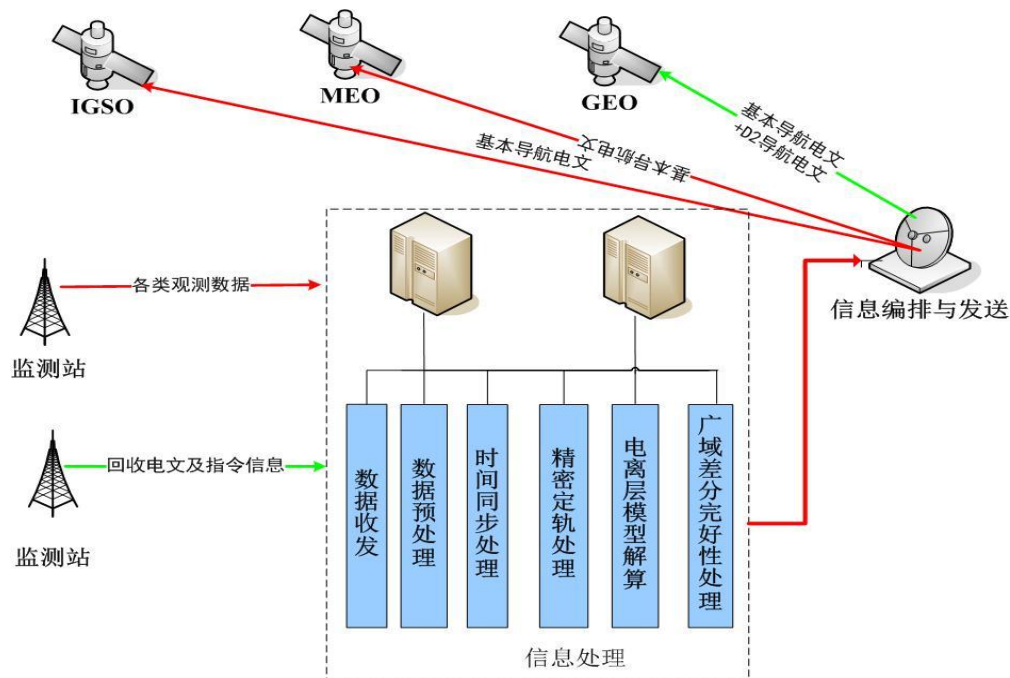


图 1. 北斗信息处理系统示意图



图 2 上海天文台研制的北斗时频系统