

文章编号:1001—893X(2010)03—0099—03

微波统一测控系统对共位目标测控对策^{*}

李润芝¹,丁磊²

(1. 中国西南电子技术研究所,成都 610036;2. 解放军 61541 部队,北京 100094)

摘要:利用目前我国建立的 S、C 频段测控网和发射的多目标共位卫星任务,深入分析和利用波束大小、信号形式、频分法、码分法、综合法等主要测控手段,对共位多目标测控实现的一些方法和思路进行探讨。

关键词:航天测控;微波统一测控系统;共位目标

中图分类号:V556 **文献标识码:**A doi:10.3969/j.issn.1001—893x.2010.03.021

Strategy for Application of Unified Microwave TT&C System in Common Orbit Satellites

LI Run-zhi¹,DING Lei²

(1. Southwest China Institute of Electronic Technology, Chengdu 610036, China;
2. Unit 6154 of PLA, Beijing 100094, China)

Abstract: This paper analyzes the theory and application of such main TT&C methods as beam volume, signal formate, frequency division, code division and integrated methods based on China's S and C band TT&C network and multiple common orbit satellites, and discusses some methods and ideas to implement TT&C of multiple common orbit satellites by Unified Microwave TT&C System.

Key words: aerospace TT&C; unified microwave TT&C system; common orbit satellites

1 引言

随着我国航天事业不断发展,今后几年将发射几十颗卫星和其它航天飞行器。目前,国内外普遍使用的地面卫星测控站,绝大多数针对一次发射一颗卫星设计^[1-2],另外信号形式和处理较单一(如 FM、PM、扩频等任选择一种);使用两种以上信号形式处理不多见,出现两颗卫星发射时,多采用简单的分时法处理^[3],单站单颗卫星的测控已不能满足。多颗卫星组成的各式卫星系统以强大的生命力、高度的灵活性、较好的性价比,越来越受到国内外普遍重视,也将成为我国今后航天领域重要组成部分。针对目前多卫星系统的测控方法和体制发生了较大变化的情况,迅速建立一套相配的地面测控站是不

现实的。本文利用目前我国建立的 S、C 频段测控网和发射的多目标共位卫星任务,深入分析和利用波束大小、信号形式、频分法、码分法、综合法等主要测控手段,对共位多目标测控实现的一些方法和思路进行探讨和研究。

2 共位目标

多颗卫星组成星座、星群、共位卫星系统完成的功能比以往单颗卫星集成各种功能相比更强,并具有抗干扰和抗打击能力,其研制的低成本和快速灵活的发射,更加受到关心未来军事发展人们的青睐。从近几次局部战争使用多星系统的评估来看,收到了明显效果,各国军方都非常重视多颗卫星组成系统研究。结合我国研制了多年的大型测控网,例如

^{*} 收稿日期:2009—09—22;修回日期:2009—12—24

S 频段测控网和 C 频段测控网,以及我国近几年发射的“神舟”飞船、中低轨道卫星、替代同步卫星和“嫦娥”卫星的实际出发,我们对目前的微波统一测控系统进行多颗卫星的测控研究很有必要,具体对共位卫星以及共位飞行目标测控更具有试验条件和现实意义,也为进一步测控更多目标提供成功和积累经验。共位目标是指在某一时刻某一空域各个轨道存在几颗、十几颗或几十颗测控目标,这些目标包括协同目标和非协同目标。本文叙述主要针对多个协同目标在同一个位置或一个空间区域(即一个波瓣内)的共位目标测控。

3 微波统一测控系统

微波统一测控系统是将多个副载波调到一个载波上,每一个副载波实现一个功能,从而实现测控中的多功能综合,即将测控的多种功能统一在一个载波上,又称统一载波测控系统。该系统包括天伺馈、上行链路、下行链路、综合基带、数据处理传输、系统监控、标校、时统等分系统,如图 1 所示。

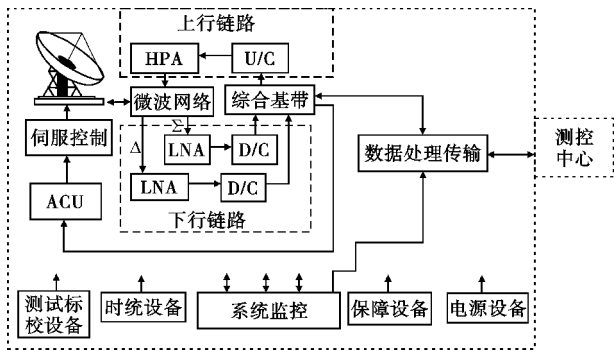


图 1 微波统一测控系统简图

Fig.1 Unified microwave TT&C system

目标(卫星、飞船等)进入天线捕获范围后,全系统自动捕获和跟踪。目标下发的微波信标信号经天线进入馈源,再经微波网络滤波、场放(LNA)和下变频器(D/C),变成中频信号(如 70 MHz)。进入综合基带终端的中频跟踪接收单元,检测出方位、俯仰误差信号,该误差信号送到天线控制单元,指引天线稳定跟踪卫星。

完成角跟踪后,系统进入双捕过程。双向载波捕获成功后,在综合基带终端完成遥控、测距副载波信号的调制,已调副载波上行载波进行再次调制(如 70 MHz),送至上变频器(U/C),经上变频器变成微波信号,经高功率放大器(HPA)放大到足够的功率,馈送至天线发射出去。

卫星上的应答机对接收到的微波信号进行频率

变换,并完成副载波解调,解调后各副载波经分路滤波、放大分别送各终端还原成相应的信号送各执行机构。转发的下行测距信号和卫星下行遥测信号对载波进行调制,经功率放大馈送至天线发射回地面。

系统接收到卫星发回的微波信号,经放大、频率转换并解调出各副载波和测距信号。遥测单元对副载波进行解调,还原出遥测信息。测距单元完成数字滤波、提取和收发相移测量,并进行解相位模糊和目标距离计算,形成测距数据。测速单元从相参转发的载波多普勒信息中提取目标速度数据。测角分系统在跟踪目标时,即可获得连续的目标方位、俯仰角度数据。至此,系统进入全跟踪状态,能完成卫星的测轨、遥控和遥测任务。

4 共位目标测控对策

通过微波统一测控系统和共位目标的深入研究,以及多次多种型号卫星、飞船发射任务的积累,针对多目标任务,充分利用微波统一测控系统的各种功能,我们可以利用如波束大小、信号形式、频分法、码分法、综合法等测控手段对共位多目标进行测控。

(1)天线波束大小

利用了大天线、小天线各自跟踪目标、在小天线波束范围内所有目标都能分时抽样跟踪多目标的方法。小天线的控制范围也是能够测控较多目标,但是它不能同时跟踪,而且跟踪精度不够。大天线跟踪可以弥补小天线的不足,它不仅能分时抽样跟踪小天线范围内所有目标,还可以采用“抓领头羊”模式进行跟踪,对领头星(或中心星)外其它星采用自主测控汇报模式,也可以采用测控系统分时抽样跟踪。故卫星应具备星间自主测控汇总功能,也可与被地面统一测控系统测控的方式相结合,较好解决多目标测控问题。现将 S 频段大小天线波束表(见表 1)、大小天线波束多目标横切面图(见图 2)列出。

表 1 S 频段大小天线波束表

Table 1 Beams of S-band wide and small aperture antenna

名称	大天线	小天线
口径/m	10~12	1.5~1.8
波束/(°)	1.05~0.88	7.0~5.83

(2)信号形式

微波统一测控系统所用信号形式一般有 PM、FM、扩频等模式,这些信号形式完全在接收中频信号(70 MHz)频谱直接测定和区分,这样较少多目标(3~5 个)可以采用不同信号形式,微波统一测控系统根据测到的信号形式分别分送各自对应解调器加

以提取,并加以区分目标。如果结合信道的极化方式(L、R),又可以增加1倍的目标数量。微波统一测控系统根据不同信号形式能较好解决不太多的目标跟踪。

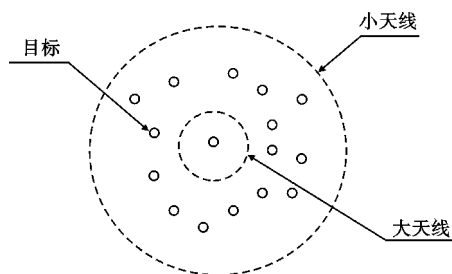


图2 大小天线波束多目标横切面图

Fig.2 Multi-target of wide and small aperture antenna beams transverse section

(3) 频分法

目前,微波统一测控系统常用的S、C频段分别为100 MHz和500 MHz左右,按频分配可以是近无限多个目标,每个目标占有一个频点。实际上每个目标要携带多个调制副载波,多目标数量大大缩减;另外更主要原因是,一个目标对应一条下行链路,在工程实现上较复杂,成本大增,故在较少目标(3~5个)情况下可以采用此方法实现多目标跟踪。

(4) 码分法

它可以允许多个目标在同一时间内使用同一频点,只要每个目标都有其自己的特征码序列,就能在同一频点内多个目标用户被识别和传输信息,达到利用不同地址码进行多目标识别和传输信息的目的,一般地址码选择伪随机码(PN)作为地址码。微波统一测控系统发出一组目标编码,相应星上和地面测控站接收机有相应相关接收,并解码识别目标码,区别出目标。实际上码分法就是一种扩展频谱系统,按这样只要码型结构足够长,可以测控的多目标数量巨大,而且精度也较高,故码分法是未来发展多目标测控首选的方法之一。

(5) 综合法

根据目前我国现存微波统一测控系统的各种功能,以及扩频测控系统正在逐渐发展,单独为多目标设计扩频测控系统不多。所以我们采用天线波束、信号形式、频分法、简化码分法等模式相结合的方式,进行多目标测控具有现实意义,也是现阶段解决多目标测控的较好方法。它充分利用现在的成熟的技术和成果,避免了一定风险,拓宽了微波统一测控系统的使用范围和研制成本。从综合法与单独使用上述方法(除多目标扩频测控方法)相比之下,综合

法具有跟踪目标多(10以上)、跟踪精度可以选择,特别是解决共位多目标测控较好的一种方法,值得推广和应用。

5 结 论

微波统一测控系统利用如波束大小、信号形式、频分法、码分法、综合法等测控手段,能较好解决共位多目标测控。实际上,多目标测控是一个系统问题,不仅协同目标配合设计,地面微波统一测控系统还要得到监控技术、开关矩阵和网络技术、标校和测试技术支持,在一套好的测控计划下完成。多目标测控是近期国内外发展重点和军民市场迫切需求,具有广阔应用前景,值得进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 刘蕴才. 导弹卫星测控系统工程[M]. 北京:国防工业出版社,1996.
LIU Yun-cai. Missile Satellite TT&C System Engineering[M]. Beijing: National Defense Industry Press,1996. (in Chinese)
- [2] 统一载波测控系统讲义[M]. 成都:电子工业部第十研究所,1997.
Unified Carrier TT&C System [M]. Chengdu: The 10th Institute of the Ministry of Electronic Industry, 1997. (in Chinese)
- [3] 王秉钧,王少勇,田宝玉. 现代卫星通信系统[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
WANG Bing-jun, WANG Shao-yong, TIAN Bao-yu. Modern Satellite Communication System[M]. Beijing: Electronic Industry Press,2004. (in Chinese)
- [4] 陈永光,李修和,沈阳. 组网雷达作战能力分析与评估[M]. 北京:国防工业出版社,2006.
CHEN Yong-guang, LI Xiu-he, SHEN Yang. Analysis and Estimation on Combat Capability of Radar Netting[M]. Beijing: National Defense Industry Press,2006. (in Chinese)
- [5] Joseph C Liberti, Jr Theodore S Rappaport. 无线通信中的智能天线[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
Joseph C Liberti, Jr Theodore S Rappaport. SmartAntenna in Wireless communication [M]. Beijing: China Machine Press,2002. (in Chinese)

作者简介:

李润芝(1961—),男,山西山阴人,高级工程师,主要从事航天测控方面的研究;

LI Run-zhi(male) was born in Shanyin, Shanxi Province, in 1961. He is now a senior engineer. His research concerns spacecraft TT&C.

丁磊(1981—),男,山东阳信人,主要从事电子对抗方面的研究。

DING Lei(male) was born in Yangxin, Shandong Province, in 1981. His research concerns electronic countermeasure.