

发展现代小卫星事业的现实思考

Thoughts on Development of Modern Smallsat

徐博明¹ 唐留根²

(上海航天技术研究院, 副院长、研究员¹; 副研究馆员² 上海 200240)

80年代中期以来,以高新技术为基础的现代小卫星事业发展十分迅速。其技术水平之高,应用范围之广远远超出人们当初的预料。由于现代小卫星的研制普遍采用了全新的设计理念和集约化管理的形式,效益成本比大大提高;加之小卫星本身具有的一系列优点和可持续发展的产业特征,已引起众多国家及相关部门领导的关注。我国是发展中国家,财力有限,按照“有限目标,突出重点,讲求实效,有所为,有所不为”的原则,充分利用各方资源和优势,切实加强现代小卫星项目的开发、研制和建设,无疑是一条“好、快、省”的航天技术发展之路。它必将对我国的军事、经济、环境监测和社会生活等诸方面产生重大影响。

一、现代小卫星的特点及其应用

现代小卫星在短短的10几年里,之所以能取得长足的发展,主要取决于它自身的一系列特点:重量轻、体积小、成本低、性能高;研制周期短、安全可靠、快速灵活,并可用多种方式发射等。这些年的实践已经证明,它既能以单颗小卫星廉价快速地完成多项航天任务,又能以多颗小卫星组成星座,完成大卫星难以胜任的空间任务。例如正在运行的全球卫星个人通信系统(全球信息化),以及实现时、空间双高分辨率的全球环境监视(全球生态化)。发展和利用现代小卫星的这些优势,不仅是对中、大卫星功能的互补和促进,也是人类“更快、更好、更省”地利用卫星技术的一种重要手段。

从已取得的成果来看,现代小卫星的作用远比我们原先估计的大得多。它在通信、军事应用、遥感、空间探测、工程技术试验等领域均有不可替代的作用。为适应个人通信全球化需要,小卫星星座可以达到5个“W”,即任何人(whoever)可在任何地点(whenever)和任何时间(whatever)与任何人(whomever)采用任何方式(whatever)进行通信。已投入使用的由48颗“全球星”组成的通信网络,便是全球移动通信的成功例子。有专家测算,在地球同

步轨道采用5颗小卫星,可代替1颗大型通信卫星。相同的通信容量和功能,小卫星成本低、可靠性高、风险小。当小卫星倾角 $i = 0.07^\circ$ 、椭圆率 $e = 6 \times 10^{-4}$ 时,则5颗小卫星将自动围绕定点中心转动,永不相碰。这使它除了通信还兼有区域性导航的作用,也有利于解决地球同步轨道位置拥挤和资源缺乏的问题。若要建立和发射1个以中国为核心的区域性和环球地带(经度不限)的移动通信系统,其最佳方案恐怕非小卫星星座莫属。

小卫星同样也是军用卫星的重点发展对象。在海湾战争、沙漠行动等局部战场上,军用小卫星发挥了异乎寻常的作用。由于它具有快速反应(发射和部署)和依据战场需要进行快速重构的能力,并有效提供战术支持,最适于建立以战术应用为主的军用卫星系统,故深受军方的青睐。可以预言,小型通信、侦察、预警这3类卫星将是军用小卫星发展的重点,它是影响未来军事战果的重要因素之一。据悉,美国“军事星”计划中,已拟有发射120Kg的Ka波段通信小卫星替代目前同步轨道重达4500Kg的大型军用通信卫星的方案;美国国防部在其《空军2025》研究报告中,把由小卫星星座组成的全球信息管理系统(GIMS),列在美空军在2025年前要发展的武器系统的首位。

以往卫星遥感对地球环境进行观察和监测已取得很大成绩,但无论是在民用还是军用方面,都不同程度地存在时间、空间分辨率难以两全的问题。因此,很难满足军、民两者对地球环境监测的进一步需求。现有实例验证:采用小卫星星座是解决上述难题的最佳选择。如地中海区域观测系统,它有4颗雷达和3颗光学(可见光和红外)遥感小卫星,组网于高度500Km的太阳同步轨道上,实现全天时观测。其空间分辨率为米级,时间分辨率在不同地区可以从3~13小时,观测数据可随时传送到用户。而战术侦察小卫星的技术发展更快,其空间分辨率已优于米级,覆盖宽度通过遥感器前后、左右转动扫描,可从数十公里增加到几百公里。

进入21世纪,人类对空间探测分辨率的要求更

高,提出多学科综合观测。这需要彻底改变目前 5~10 年才发射 1 个深空探测器的局面。大量发射小卫星,利用多种遥感探测器组成的多卫星星座构成观测网,才能进行全面系统的观测。

可以确信,随着微电子、微机械、计算机、通信传输、功能结构、纳米材料等技术领域的不断突破,卫星研制技术的日趋成熟,现代小卫星的这些特点和优势,将被运用得更加淋漓尽致。

二、发展现代小卫星的几个前提条件

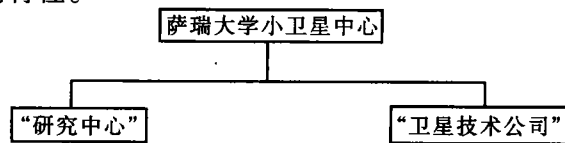
发展现代小卫星事业,当务之先是要转变观念。要有新的思路、新的视角,这比什么都重要。没有创新,何以来突破;没有开拓精神,何以有发展。

首先,现代小卫星的立项应从“指令性计划”的传统思维中跳出。要充分利用小卫星的诸多优势,科学分析其广阔的应用市场,反观以我们现有的实力能否提供更为经济的具有“中国特色”的卫星技术服务,树立自找项目、自选课题的“市场观”。有了市场,才有产业化、规模化,才有相应的经济效益,才有发展后劲。市场调研可从军、民两线分别入手,军用方面要立足于打赢局部战争的大背景,全面了解国外军用小卫星的运作现状,结合国内现有的经济实力和技术平台,提出一系列适合国情、军情的切实可行的战术小卫星应用计划,为军队总装部门的战略决策提供科学而周到的服务;民用方面可先选择中远(海洋运输)、邮电(通讯)这两块,着重了解在通信、导航等方面租用国外卫星系统的情况。

其次,体制上要有所创新。鉴于现代小卫星的研制有别于中、大卫星,故要建立一套同国际行业接轨的、适合市场化运作的体制结构,可成立跨行业、跨国界的合资、合作公司,也可借助托管形式、引进技术、培育产业加工基地,等等。如清华大学与英国萨瑞大学共同组建的“宇航研究中心”,在短时间内成功研制、发射了“清华一号”小卫星,便是这方面国际合作、技术链接的典范。总之,只要有利于我们的小卫星事业发展,什么形式都可以试一试。

第三,要突破科研单位原先搞型号(或课题)研制及管理的那套传统模式。在市场经济的大环境下,逐步实行项目的公开招标、公平竞争;按现代企业制度的要求,进行科学、规范的运作。以“项目”为体,多层面推进(包括体制、技术、管理等),达到联动发展。管理上试行高新技术的“项目经理制”,项目(宏观)领导与项目(具体)负责分离,明确各自职责和权利,管理层次“扁平化”、“集约化”。避免扯皮,降低成本;项目实施过程中全面推行信息的程序化、制度化,排除人为干扰,确保产品质量,提高效率。这些方面做得最为成功的要数英国的“萨瑞大学小卫星中心”,他们 20 年来,完全依靠自

己的力量,艰苦奋斗,推陈出新,发展成为世界“研制小卫星的先驱”、“现代小卫星不断发展的开拓者”。该“小卫星中心”的管理结构既“扁平”又“集约”(见下图),完全符合小卫星相对独立的产业化研制特性。



该“研究中心”负责技术研究、预研与试验,目标是成为欧洲卫星研究机构中最卓越的学术基地。其科研成果转予“卫星技术公司”。“卫星技术公司”系从事研制的实体单位,也兼负开拓市场的任务,是名副其实的小卫星承包商,利用“研究中心”提供的成果转化为“生产力”,加快小卫星产业的产业化进程。

第四,研制现代小卫星要与其地面站的建设配套考虑。只有上下同步、系统筹划,才能充分体现小卫星的整体效益。仍以“萨瑞大学小卫星中心”为例,他们为用户研制建设的地面站,灵活方便、自动化程度高,只需 1~2 个人管理。它可接收 10 多颗小卫星的遥测数据,了解星上各系统的工作状态,并具有上行数据注入与发送遥控指令的能力,一旦发现卫星失态,通过重新注入程序也能把它救活。这些地面站往往成了用户的演示站,操作使用十分方便,用户不仅可自己管理卫星,且能进行开发运用,不必受制于人,其物力、财力也十分经济。这也是萨瑞小卫星深受用户欢迎的重要因素。

三、上海发展现代小卫星的有利因素及相关策略

由于现代小卫星“价廉物美”,一些发展中国家(或地区)也纷纷加入这一行列,借此提高自身的综合国力。地处我国经济发展重心的上海,也应积极参与现代小卫星的研制、建设,为推动相关产业的发展提供平台。当前,国外小卫星技术已从单颗小卫星发展至“星座”阶段,并计划进入“网络星座”的虚拟时代。但由于卫星技术的晚熟性、可继承性,为“后来者居上”提供了可能。上海要利用自身有利条件,抓住后发优势,力争赢得事半功倍的效果。

1. 有利的地域条件

改革开放的 20 年,使上海成为一座国际性的现代化大都市。她具有丰富的文化底蕴及成熟的产业政策,一些萌芽时期的行业都会在这块土地上“开花结果”;上海又是一座历史性的开放城市,人才荟萃、高科技集中,具备厚实的工业基础。这些地域优势为现代小卫星的发展,提供了独特的产业环境。

2. 良好的技术基础

微小卫星技术的发展与思路

Development of Smallsat Technology and Its Thinking

尤政 龚克 陆建华

(清华大学宇航技术研究中心 北京 100084)

随着微电子技术的发展,特别是近年来以微型机电系统(MEMS)和微型光机电系统(MOEMS)为代

表的微米纳米技术的发展,使得微型卫星、纳型卫星甚至皮型卫星的实现成为可能。

若以系统工程观点分析,小卫星要成势、形成规模、占领市场,须对运载、平台、有效载荷及地面站建设等进行全盘的筹划和考量。上海在空间技术方面有数十年发展历史,积累了一定的成功经验。它们又同属一个机构——上海航天技术研究院的领导、管辖,有利于技术资源的合理配置和共享。

3. 关于产业策略

(1) 建议由经委牵头,制定务实的小卫星产业策略。小卫星的立项,起点要高、选点要准,要充分利用上海现有的平台技术、研制基础及卫星研制中的“三总”经验(即总设计、总安装、总测试),借鉴高科技、大学等单位的资源,力争建成几种通用化、系列化和模块化的具有上海特色的平台,以适应不同种类有效载荷的配置,加快应用小卫星的发展。

(2) 就目前国外小卫星的发展水准及国内“各自为战”的状况,上海要注意扬长避短,不搞重复研制,不在“原地踏步”,要有另辟捷径的视角,主动走出去,寻找“抓总”或“配套服务”的切入点。

(3) 积极跟踪、研究国外先进的小卫星技术,全方位、多层次、多渠道地开展国际空间技术的交流与合作,或引进、或购买、或组装、或转让,多头并进,借助外力,壮大自身。这方面的运作,上海自有传统,也不乏成功先例。今天上海的造船业已颇具规模,但它早先走的就是一条从“租船”到“买船”再到“造船”的务实之路;家电行业也是如此,先组装、仿造,再推陈出新,形成自己特色,短短10年走完了国外同行数十年的历程。

四、几点启示

现代小卫星的发展给予我们下列几点启示。

1. 目前我国的小卫星研制正处于起始阶段,却已“多处开花”。航天系统、大学、中科院等部门多在行动,这是市场经济的必然,有利于科研成果的转

化,有利于优胜劣汰竞争机制的形成,也为上海积极参与小卫星的研制、建设提供了契机。

2. 作为现代高新技术结晶的小卫星事业,须有一套与之相适应的运行机制和管理模式予以支持。英国萨瑞大学小卫星中心就是集设计、制造、管理、技术转让等于一身的高效率研制机构。其成功经验和先进的管理方式值得我们借鉴。

3. 现代小卫星的研制宜实行“两条腿走路”的方针。一条腿是基于已有技术基础,充分论证、优化设计,确保高产优质,发展急需的小卫星及其星座系统;另一条腿是利用国外新技术为主,结合自主开发,深入研究、论证小卫星如何用于分布式星座系统,抢占技术制高点,为未来的天基信息系统的建设奠定基础。

4. 结合我国实际,宜以军用为契机,以军带民,共同开发,努力探索出一条技术上有继承、能发展,军民兼顾、技术共享,既经济又快速的小卫星发展之路。

5. 在我国加入WTO之际,空间项目合作与交流的机会将大大增加。小卫星由于其独特的优势,合作的成功率更高。上海可以航天技术研究院为依托,运用其成熟的技术和经验,担当起欧美与东南亚及非洲诸国之间的“中介”角色。

主要参考文献

- [1] 唐留根. 现代小卫星发展概述. 上海航天, 1999(6)
- [2] 黄志澄. 现代小卫星与卫星小型化. 科技导报, 1998(2)
- [3] 闵桂荣等. 赴英、意小卫星技术考察总结报告. 航天技术通讯, 2000(1)
- [4] 王明远. 展望小卫星的发展及其启迪. 空间电子技术, 1998(3)
- [5] 肖敏. 产学研“链接”小卫星. 科技日报, 2000-7-15
- [6] 林来兴. 当今小卫星技术水平和发展我国小卫星应用的对策. 科技导报, 1998(2)

(责任编辑 王宏章)