

卫星通讯

——通讯工程的新时代

COMSAT——A NEW ERA IN COMMUNICATIONS

伯顿·埃德尔森

卫星通讯或许是美国空间投资所得到的最明显的实际利益。可以肯定地说，没有哪一项空间计划能比卫星通讯带来更多的可以数得出来的结果，以及对人类生活有更直接的影响。

本文将简短地回顾过去二十年来在这一领域中所取得的技术上的巨大进展，这些技术怎样导致现在正在运行中的通讯系统，这些通讯系统又怎样开创出一项全球性的事业；也将谈到最近的技术发展趋势及其对未来的通讯系统和通讯服务的潜在影响，包括应用更大、更复杂和功率更强的通讯卫星的可能性。特别要强调的是航天飞机将对这一事业带来的技术和经济方面的贡献。

前面说到卫星通讯是一项“事业”——事实上的确是如此。它每年收入达20亿美元，雇用了几千名工作人员，为上百个国家的机构和个人提供有益的和有利的服务。只要想一想，在同一时刻，全世界可能有四万人正通过卫星在用电话对谈，并且还有成亿的人在通过卫星收看电视。此外，以百万比特/秒计的数字数据通讯也能通过同一卫星传送，它们携带着电子邮件、汇款、股票市场的行情报告，并且连接全球的计算机网。

卫星提供了对各个大陆、国家、城市甚至单个建筑及海上船舶的通讯服务。未来的容量更大、更先进的系统正在计划之中。卫星系统将用来同飞行中的飞机通讯。现在正在设计一个系统，可以通过卫星向各个家庭中的电视机直接提供电视广播。

二十年前，已故总统肯尼迪的一项有远见的政策奠定了这一事业的基础。他认识到地球轨道卫星在商业上潜在的重要性，并且宣布美国的政策是通过民间努力来发展卫星通讯。应该注意到，肯尼迪总统是在美国决定执行阿波罗登月计划之后不久制定这一政策的，当时还没有多少实验证据表明卫星可以用于通讯。实际上，几项重要的潜在能力，象宽带传输，以及把同一个卫星安置在同步轨道上，当时都还没有得到证明。

根据这一政策，美国国会在1962年通过了通讯卫星法案；通讯卫星公司（COMSAT）于1963年成立；国际通讯卫星组织（INTELSAT）于1964年组成；第一个商用卫星（INTELSAT I）于1965年发射并投入使用。

国际通讯卫星的进展

在六十年代的后几年以及整个

七十年代里，国际卫星通讯在质和量两方面都不断成长，达到今天这样规模广泛的系统。在全球系统上的总投资，包括在卫星、发射和运载装置以及地面站上的总耗费，现已超过20亿美元。国际通讯卫星组织现在处理着全世界大约三分之二的越洋远距离通讯业务（见彩图1）。

六大洲上的144个用户国家和地区使用着国际卫星通讯网的800条通路上的300个地面站。现在的系统用了12个卫星以提供一个全球的通讯网，轨道上的容量为60,000条电话线路，加上24道电视频道。

通过国际通讯卫星，全世界看到了诸如人类第一次登月，奥林匹克运动会、世界杯足球赛这样一些重大事件。世界范围的新闻和运动现场报导现在已是很寻常的了。

卫星通讯的最重大的成就之一是价格的降低。1981年，国际通讯卫星组织对每一条电话线路的收费是每年每单程4,680美元，和1965年的收费32,000美元相比还不到后者的六分之一。它去年的收益为2.13亿美元。它已把投资的14%偿还给它的106个成员国。此外，它还给它的通讯网的参与者带来了利润；系统的用户也作为信息载送者而得益。

INTELSAT系统能够很好地

说明它16年的运行历史中所取得进展。到今天为止,该系统一共成功地发射了23颗卫星,各次发射都是用美国的“德尔达”和“半人马”式运载火箭发射的。火箭由美国国家航空和航天局(NASA)提供,但由国际通讯卫星组织付费。“半人马”式火箭(彩图2)是用来发射INTELSAT IV和INTELSAT V卫星的,它能把2,700磅重的空间飞行器送入同步轨道(这条轨道在22,300英里的高空上,在这条轨道上卫星转动的速度与地球同步)。“半人马”火箭的发射费用一次约为5,000万美元,这比一个卫星的价值(约3,000万美元)要高。因此,在最近几年里,每将一颗新卫星送入轨道的费用约需8,000万美元。

INTELSAT系统中的卫星通讯技术已取得了重大的进步,每一代新的卫星都比它的前一代有更大的容量,更好的性能和更高的可靠性。(彩图3)是1965年发射的INTELSAT I和1975年发射的INTELSAT IV-A的比较。INTELSAT IV-A的重量比INTELSAT-I要重二十多倍,功率是后者的12倍。INTELSAT IV-A的容量为6,000条电话线路,为INTELSAT-I(240条线路)的25倍。所以在发射这两个卫星之间的十年里尽管有通货膨胀,但技术上的改进仍然使卫星在轨道上运行期间按每线路每年计的费用降低了97%。

当然,卫星通讯系统的一个很重要的组成部分是地面站。在INTELSAT系统中,共有300个这样的地面站,每一个都能载送几千条电话线路加上电视。这些地面站都位于偏僻的地方。(彩图4)是位于加州卡迈尔(Carmel)谷的一个地面站,价值约500万美元,并且需要大约20个人来维护和运转。它们是用来连接各个国家和地区的地面网,而不是连接单个用户的。

地区性的、国内的 和海上的通讯系统

使得洲际通讯成为可能的电子学技术和空间技术,同样也可以为

同一地区内的一些国家,同一国家内的一些城镇,甚至为单个建筑或海上的船只提供服务。在七十年代里,有好几个国家建立了自己的地区性的或国内的卫星通讯系统,现在正在运行;另外一些国家也利用国际通讯卫星为它们的国内通讯服务。还有一些系统正在建设中,因此在八十年代末,将会有50个或更多的区域性的和国内的卫星通讯系统。

美国现在有四个卫星通讯系统在运转,它们是:WESTAR(由Western Union经营)、SATCOM(属RCA)、COMSTAR(属AT&T),和SBS(由IBM、COMSAT、Aetna、人寿与意外保险四家公司联合经营)。

国内系统一般使用小得多的地面站,以提供更为适合用户要求的服务。SBS系统使用安置在用户房产(房屋或停车场)上的地面站。这样一个地面站的价格一般只有一个国际通讯卫星标准地面站的十分之一。它无需人照料,并且尽可能接近用户。

美国国内通讯卫星对闭路电视、报纸印刷、计算机连成网络和长途电话服务作出了巨大的贡献。

对海上船舶的商用卫星通讯是COMSAT公司于1966年建立的,这个系统的名字叫做MARISAT。今天,这个系统正在向全世界的海上船舶提供高质量的电话和电报服务。现在,至少有12个国家的680艘船只装备了MARISAT通讯终端设备(彩图5)。许多别的国家也对此感兴趣,因而成立了一个新的国际组织INMARSAT,有34个国家参加,它在1982年初提供全球性的海上卫星通讯服务。

未来的通讯卫星

如图3所示,通讯卫星的发展趋势是很明显的。它们变得越来越重、越来越复杂。从1965年的INTELSAT I(图的左上角)到1980年12月发射的新卫星INTELSAT IV(图的下部),卫星尺寸从2英尺增大到50英尺。后者内部,密集着

先进的电子器件和微波集成电路制造的复杂通讯设备。最引人注意的一个特征是天线系统大小和容量的增加。的确,可以说INTELSAT V主要就是天线。它是一个装备着电源的稳定在空中的站台,其主要用途是维持一组复杂的天线反射器和馈电系统。这个卫星使用15台无线电接收机,43台发射机,大约150个单独的馈电元件,从22,300英里高处,向地面发射准确的无线电波束图样,从而获得它的大容量(12,000条线路)。

通讯卫星的这种变得越来越大,越来越复杂的趋势将会继续下去,以满足各个方面(电话、电视、远距离会议、电子邮件、数据通讯)对卫星通讯日益增长的需要,这种增长率大约为每年20%。我们将需要更大的天线,也许达到直径30英尺。这种卫星的重量和大小,用过去那种常规的、消耗性的运载火箭是无法发射的。

在这里我想介绍航天飞机对卫星通讯可能作出的令人兴奋的贡献。新的空间交通系统,和常规的发射工具相比,当然有能力把更重的和更大的飞行器送入轨道。“半人马”火箭能把单个国际通讯卫星送入同步轨道;而航天飞机,则利用一具小的固体燃料火箭把卫星推出它开启的货舱,可以把两个这样的卫星(重约5,000磅)送入同步轨道。但是,如果用一具高能末级推进器,例如一具“半人马”火箭,在近地轨道上从航天飞机上发射,则有可能把重12,000磅的单个卫星送入同步轨道。这么大的载重量能做很多事。我们这些在卫星通讯事业中工作的人都盼望着有机会来试试这些可能性。

简单地讲,航天飞机应当对卫星通讯作出两个主要的贡献。

第一,能更经济地把通常的卫星送入轨道。这是因为航天飞机可以再次使用,从而减少了每次发射的费用。例如,“半人马”火箭把INTELSAT V卫星送入同步轨道的费用约为5,000万美元,而航天飞机能够只用了约3,000万美元做到

悼父亲黄家驊

MOURNING FOR MY FATHER HUAN JIASI

黄文美

老骥伏枥思远程
临危犹为“四化”拼
悲风泪雨医林震
誉满功高恸失星*

振颤心弦的惜别和悲壮的追悼已梦幻般地过去了，转瞬间已是父亲去世周年的日子。父亲留给我们的与其说是永诀的哀伤，不如说是奋斗的勇气。

父亲属马，自幼喜爱马的形象。他的一生是在马不停蹄的开拓进取中度过的。无论是岁月坎坷之日，还是誉满功高之时，他从不畏缩停滞，更不自满苟安，总是辛勤忘我地攀登着新的高度，为后人开拓通向明天的道路。

父亲早年在美国密执安大学医学院攻读胸腔外科，曾被推举为美国胸腔外科专家委员会的创始会员。回国后就职于国立上海医学院，创建我国的胸外科。五十年代起，他担任医学院校的领导工作，为医学科学研究和

医学教育事业呕心沥血，进行了大量的基本建设。1958年调任医学科学院院长后，他以很大的魄力创建了我国第一所八年制的“中国医科大学”。1964年，他发起组织巡回医疗队，并主持创办了全国最早的半农半医训练班，探索普及农村医药卫生事业的途径。

文化大革命中，年逾花甲的父亲虽然备受磨难，但仍坚持行医治病，为群众解除病痛。粉碎“四人帮”后，七十高龄的父亲焕发了新的生命力。他不辞辛劳，不畏风险，整顿和恢复濒于破产的祖国医学科学事业。八年制医科大学恢复招生，国际医学学术交流活动的开展，学会重新建立，协作得到组织。这一系列工作无不倾注了父亲的心血。

1983年，父亲的腹部动脉动了大手术。手术后一个来月，他就如饥似渴地投入了工作。晚年的父亲，更加珍惜有限的光阴。他案头的书刊资料越堆越高，校译、编写专著的工作量也越来越重。

大量的阅读和写作，使他眼底出血。尽管医生限令，他仍每日伏案八、九小时。

正当他争分夺秒，以壮年般的精力奋发工作时，有谁想得到，这竟已是他生命的最后冲刺了。临终的那一天，他前往参加生物医学工程学会理事会，准备把这一新兴学科推向新的高度。途中，心脏病突然发作，夺去了他的生命。他的一生，光明磊落，只有学习和工作，毫无宗派徇私之情，顾不上留下自传，也没有写下遗嘱。他的生命之火虽已熄灭，但他的事业之焰和精神之光却照亮了后辈的征程。

*黄家驊的夫人写的挽诗。

黄文美：黄家驊女儿，现在中国医学科学院基础医学研究所工作。为纪念本刊编委黄家驊教授，特发表此文。

这一点。由于发射费用在整个卫星系统中占很大的比例，这一费用的减少是极为重要的，可望对卫星通讯的整个经济基础产生有利的影响。美国国家航空和航天局已经规定了一直到1985年航天飞机发射的价格，因此就现在正在建造中的通常的卫星而言，我们当然期望着航天飞机投入使用。

第二，能够把很大和很重的载荷送入轨道这一事实，使我们有机会设计完全新型的卫星。我们可以利用过去几年在设计 and 建造通讯卫星工作中得到的一些基本经验。第一条经验就是，卫星越大，它的重量中有效的通讯净载重量（接收机、发射机、天线）所占的百分比就越大，而结构和辅助系统重量所占的百分比就越小。第二条经验就是通

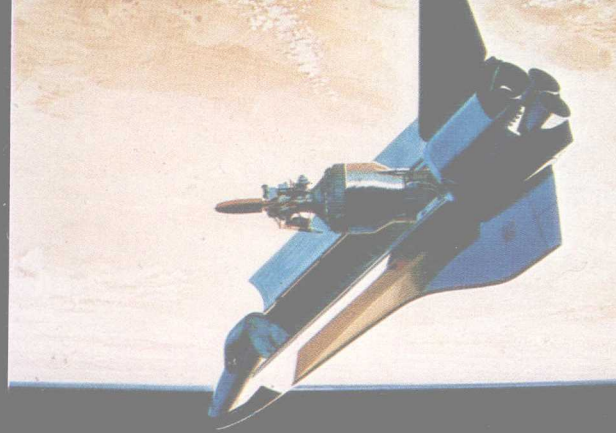
讯净载重量（特别是天线系统）越大，效率就越高，每一磅重量可得到的电话线路数就越多（有人把这个比率叫做“生产率”）。

设想航天飞机在近地轨道（200英里左右的高度）上打开舱门，把一个很重（12000磅）的飞行器连同其末级火箭弹射出去（见彩图6）。自由飞行的飞行器可以在近地轨道上装配和调整，将天线张开，立杆竖直，整个卫星由宇航员和工程师检查一遍。这时卫星已经是一个很大的天线阵列站台了。然后把它向同步轨道推进。最后，站台被安放到同步轨道上，悬浮在赤道之上空22,300英里处（见彩图6），它就可以在许多年里，为许多用户提供多种可靠的通讯服务了。

今天的卫星可以在轨道上有效

地工作10年。如果可以增大它的重量，则可以设计得使它们持续工作20~30年。然后，我们也许可以在轨道上对同步卫星提供补给和维修，或者把几个卫星站连接在一起，变得更大。

每个卫星站不但可以用作地球上不同地点之间的中继站，而且各个卫星站相互之间以及同别的卫星之间，可以用微波或光学手段连接起来。将来，每个卫星站还将具有他自己的计算机系统，以便通过它的通讯信息进行处理，交换和安排通路等。8~10个这样的同步卫星组成的网（我预期在九十年代末将看到这样的网）所能提供的通讯服务，其容量将同100个今天所用的较小的，单用途的常规卫星相同，但是性能更好，而价钱却要低得多。



卫星通讯

—— 通讯工程的新时代

