



“卫星通信需以变革求发展。”电信科学技术第一研究所吴波洋说：“卫星通信需与其他通信方式和信息服务业合作互补，以求继续发展。”

“变革求发展”

BIANGE QIOU FAZHAN

Y 亚太地区的卫星通信行业随着亚洲金融风暴而走入低谷后，仍未在经济复苏期恢复高速增长。随着洲际和国内的光缆干线的不断扩张，通信骨干网中的卫星通信部分已逐渐退居拾遗补缺和灾害备份的地位。与光通信相比，卫星

通信的带宽容量小、传输质量差；与移动通信比，卫星通信的用户终端少，市场份额小。加上长距离的微波传输带来长时延，传输质量也容易受气候条件的影响。而且可用于卫星通信的频谱和轨位资源也是有限的，卫星通信从业者的心态在发生海底光缆事故时才偶得平衡。但是，卫星通信又同时具有特殊的优点，在全球通信中仍起着不可替代的作用。

与发达国家相比，我国国内的卫星通信行业在技术上相对落后，在资源上也受限制。落后可以学习，资源紧缺可以深层开发、高效利用。对于国内同行而言，多多考虑如何立足于自身条件，认真审视自己在通信行业中的地位，学习世界先进水平，使创新跟上变化，合理利用有限资源，降低成本，使卫星通信业随着信息服务业的普及而继续得到发展。电信科学技术第一研究所吴波洋，从多

个层面来谈卫星通信业以何种形式求得发展，目的就是希望通过业内同仁、通信业同行和主管部门的长期努力，共同探讨有利发展途径。

“合作互补觅前程”——从一些著名的卫星制造商和设备供应商都热衷于建立自己的全球卫星通信系统、热衷于投入运营业务看，卫星通信还有很大的发展潜力。由于投资成本和建设周期等原因，光缆和蜂窝都不适于覆盖世界上的大片人口低密度区域。卫星通信需要发挥它在大覆盖、广播、以及建设周期短等方面的优势，走与其它通信方式互为补充和备份之路，找到自己的合适位置。

以信息服务业和通信业为例，虽然IT行业正处于低谷，但是信息时代仍在向前发展。信息服务业和通信行业不能再以技术推动方式、而是以用户可以接受的方式和价格提供服务。在此条件下，用户将会逐渐习惯于购买投其所好的、





服务之间的相互合作将改变现有的通信系统结构，设备供应商除了提供相应的硬件设备外，还需在数据封装和信息格式的转换和处理等方面提供软件服务。

“有效利用频谱资源”——卫星通信的发展瓶颈在于有限的频谱和轨位资源。经过缩小轨位间距、采用交叉极化复用和空间复用等手段（后者因为很少有卫星愿意放弃覆盖热点地区而难以真正实现）充分开发后的C和Ku频段，已经再无潜力可挖。CCIR曾经探讨过使用反向频段（如C频段的上/下行分别工作于4/6GHz）的可能性，结果发现，在分别工作

高性能价格比的信息服务。信息服务业的增长将拉动对通信容量的需求增长。对信息服务和通信容量的社会需求将带动对转发器带宽和卫星通信设备的需求增长。

同样，数据通信和互联网应用的发展给通信行业带来很大的冲击。分组交换方式问世以来，已经历几次大的变革。沿用已久的电路交换也有可能让位于IP交换。随着通信行业的环境变化，数据传输已经成为卫星通信的主流业务，互联网业务在卫星通信中所占的份额也在逐年增加。不过，由于现有的卫星通信资源不敷宽带业务的需求增长，加上技术发展的方向尚不明朗，卫星生产商似乎只是热衷于开发 Teledesic、Skybridge、Spaceway 等新系统，设备供应商也只是在星型网上增加宽带数据广播下载功能等改良措施。能够结合卫星通信特点、并

且被广泛接受的新技术似乎只有基于DVB的IP广播、和会议电视及其在远程教学上的应用。在卫星ATM和卫星IP方面，似乎只是在原有的技术方式上加补丁，并没有为卫星传输而设身定做的相应设计。中国的卫星通信行业应该顺应形势的变化，改变空间系统和地面系统分段经营、以及设备制造、系统集成与系统运营互为甲乙方的传统运作模式。不同通信方式的互补是现代通信网的发展方向，在接入网、数码港（Teleport）和互联网数据中心（IDC）等方面，卫星通信可与其它通信方式共同提供服务。在卫星电视广播、互联网广播和远程教育等方面，卫星操作者、设备供应商、系统集成商和系统服务商可以通过联合、互补，合作经营，在降低运营成本和提高服务质量的前提下谋求共同发展。

不同的通信方式之间、通信与信息

于正、反向频段的地球站之间存在不可接受的互扰。拓展卫星通信容量的努力仍在进行中，例如，因雨衰太高而在应用上并不乐观的Ka与V/Q等毫米波频段的开发，在地球同步轨道以外利用频谱资源的高成本的非静止卫星全球通信系统，以及以牺牲卫星通信的大面积广播性能为代价的密集点波束覆盖结合星上交换方式，等等。

除了增加可使用带宽之外，增加单位带宽所能传输的信息量也有利于提高卫星通信的容量。已采用的相应措施有，使系统能在较为恶劣的载噪比条件下正常工作的高性能地球站设备和纠错编解码方式，能以有限的带宽传输更多信息的高效率的调制解调方式，以及各种使不同用户得以分时共享带宽资源的按需分配方式。可以结合IP技术发展有广播推送和内容缓存等方式。

卫星转发器的带宽成本相当高。以早年的C频段通信卫星为例，卫星的购置、发射和保险成本约为1亿美元，将轨位成本或租金折算在内的运营成本可估算为每年400万美元。若按28个36MHz转发器的总带宽为1GHz、以及10年工作寿命推算，每年每MHz带宽的平均成本约为1.4万美元。考虑到转发器带宽的常年出租率较低、买断和整租转发器的价格可能低于成本、加上融资成本和贷款利息等因素，将单位带宽租金定于平均成本的3到4倍之间是相对合理的。由于转发器租金下调余地很有限，因此只有高效利用带宽资源，方能降低卫星通信的成本，并且提高卫星

通信相对于其他通信手段的竞争力。

“设备研制业的发展”——经过多年的努力，国内的通信设备制造业在程控交换和移动通信等方面已取得长足的进展。但是，国产卫星通信设备与先进水平相比还有很大的差距。除了天线大致能自给自足外，在射频和中频设备方面只有少数厂商分得很小的市场份额。制造商希望通过批量生产降低成本，以在有赢利的前提下提高产品质量和竞争能力。用户则对国产设备不放心，认为既已投巨资建系统，就不值得为降低有限成本而冒通信故障的风险。国内设备的质量问题有其自身原因，也有外部因素。例如，几乎所有的天线型号都能通过认证，这就不利于用户比较产品的质量与性能，不利于质优价高者

在竞争中取胜。在操作者、生产商、集成商和运营商中，任何一方的重销售、轻质量和轻服务都将带来一损俱损的影响。卫星操作者和系统集成商应在这方面起到甄别和把关的作用。

设备研发单位应该要重视和参与ITU-R相关专业研究组的活动。因为了解和熟悉行业标准的制定和修改过程，有助于后来者追近世界先进水平；而参与行业标准的修改和制定，也有助于研发者维护自己的技术和经济利益。

在技术实力落后于人的条件下，要搞技术创新，唯有另辟蹊径。TD-SCDMA被列入IMT-2000是一典型事例。在WCDMA和cdma2000已以FDD模式取得进展之时，TD-SCDMA则以TDD模式插足其间。另辟蹊径需要以技术前瞻为支

撑，仅以现有技术低水平和简单化地仿造一个先进系统，在市场竞争中是没有生命力的。另辟蹊径有时还需要相关的频谱资源，主管部门应与研制单位通力合作，在ITU等场合为国家争取权益。在这一方面，美国的FCC从来都毫不手软。在WRC-97支持Teledesic、同时打压Skybridge就是一例。又如，在高空通信平台（high altitude platform station）的可用频段方面，美国和日本的主管部门也分别在WRC-97和WRC-2000上，为其国内厂商争取到47/48GHz频段和28/31GHz频段的频谱资源。

国外在近年中着力开发的新技术有，应用于毫米波频段卫星系统的相控阵天线、密集点波束和星上交换，由非静止卫星星座和星间链路构成的全球通信系

统, IP 与 ATM 在卫星通信的应用, 能高效利用带宽资源的 n-QAM 和 turbo 码等调制和纠错方式, 等等。对于这些代表着卫星通信先进水平和发展方向的新技术, 国内的研究单位和生产厂商尚无条件的全面出击, 但有可能先从几个局部取得突破。例如, 在射频设备、调制解调器、以及 DVB 等常用设备方面, 应该研制出成熟产品, 并且争取一定的市场份额。在条件接收、数据封装和加密等技术的研发方面, 可以扬长避短, 发挥自己的软件优势。在卫星通信与 IP、ATM、和 IDC 等的结合应用方面, 可以与其他专业的技术人员携手攻关。

“应用机会和发展方向”——在以下几个方面, 可能存在着国内卫星通信行业的应用机会和发展方向。

1) SCPC 设备的按需分配改造

卫星通信应发挥其接续灵活和在多播广播上的优势。随着 DDN 等地面业务的租金下调, 以及 IP 技术在虚拟专用网方面的潜在发展, 点对点 SCPC 业务在成本上已很难竞争。为了提高频谱资源的利用效率, 系统运营商可考虑将现有的预分配点对点 SCPC 业务改造成为宽带和按需分配的虚拟专用 VSAT 网。通过将按带宽计费改为按信息流量计费, 可以降低用户的使用成本。通过大幅度压缩转发器的租赁带宽, 则降低了系统运营商运营成本。从表面上看, 卫

星操作者将因租用带宽的减少而影响收入。但是, 用户可能因通信性能的提高和运作成本的降低而相应增加使用量。

国内某系统运营商为其点对点 SCPC 用户所提供的 C 频段转发器总带宽达数十 MHz。SCPC 小站通常配备 3m 或 2.4m 天线和 5w 功放, 采用 QPSK 调制和 1/2 FEC, 载波信息速率多为 64kbps 和 128kbps。各种型号的调制解调设备都能通过 M&C 口对载波参数进行遥控, 其信息速率大多能上调到 2Mbps。据估算, 这类 SCPC 小站都有能力发送信息速率为 512kbps、带宽约 750kHz 的载波。若能开发出可在卫星链路方面提供按需分配控制功能的网管软件, 以及可以通过 M&C 口控制调制解调设备、并为数据接口提供条件选择接收与数据加密功能的用户设备接口控制软件, 就能使小站具备按需分配功能。用户只在需要传输数据时才向网管中心申请频率资源, 在高速传送数据后, 所用信道将被返还给网管中心。网管中心可按用户的使用量计时收

费。

SCPC 用户所支付的费用中, 卫星信道租金占相当高的比例。对系统运营商而言, 信道租金在成本中所占的比例则更大。假设用户每天实际传输数据的平均时间为 3 小时, 则信道资源在时间上的利用率仅为 1/8 (按 8 小时工作时段计算为 3/8)。据此推算, 将预分配 SCPC 系统改造成为按需分配系统后, 系统运营商只需租赁 1/3 的带宽就能提供原有的服务。减少租赁带宽意味着可以大幅度降低租金, 能以更具竞争力的价格为用户提供服务。在按数据流量计费的系统中, 可以对不同的时段采取不同的收费标准。低使用量时段的收费低, 其带宽资源可被用于提供报刊传版、可视会议和教学培训、以及基于 DVB 或 IP 技术的各种增值业务。

2) 卫星通信与 IDC 的结合

IDC 主要向 ISP、ICP 和工商用户提供



服务器托管和代理服务器业务,并为服务器提供与 Internet 骨干网的宽带连接。服务器托管可以降低用户在服务器安装和维护上的成本。代理服务器和缓存方式可以减少信息在 Internet 骨干网中的传递,并且缩短网页浏览时的访问时间。与骨干网的宽带连接可为用户提高通信效率和质量。用户和访问者将通过数据专线、或者采用拨号上网方式,与位于 IDC 中的服务器相连接。为了便于在各地就近提供服务,互联网业者可能在多个城市的 IDC 分别设置服务器,并开展大致相同的业务。

如果改用卫星链路提供 IDC 到用户和访问者的通信连接,在卫星信道有足够带宽的前提下,ISP 和 ICP 只需将其服务器托管在一个 IDC 中,就可以向全国各地的用户提供服务。IDC 与用户之间的卫星接入分为集团接收和个体接收两种方式。个体接收用户采用小口径单收天线。IDC 可在各地为 ISP 和 ICP 提供反向信息的转驳服务,使用户可以通过本地的拨号上网或其他方式与有关的 ISP 或 ICP 建立联系。集团接收用户可采用

中等口径的双向天线。集团中的个别用户可以经由 LAN、xDSL 或 Cable modem 与卫星设备相连,并且通过卫星线路和 IDC,与有关的 ISP 或 ICP 建立联系。

通过代理服务器访问网页仍属于拉取 (pull) 方式,即服务器按照不同用户的请求,逐次分别下载网页。利用卫星通信的广播特性,ISP 可采用推送 (push) 方式,将有关信息一次

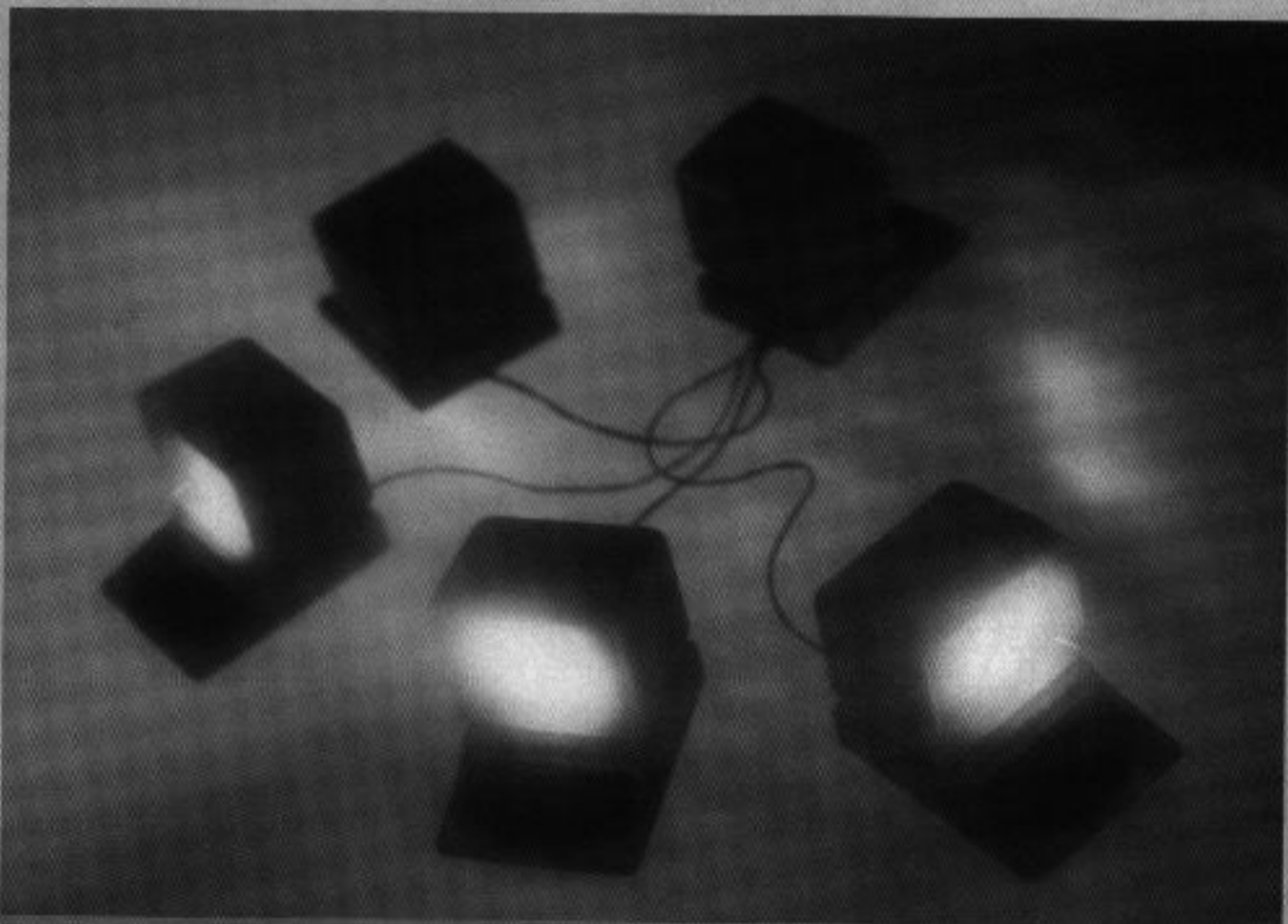
性地向所有的潜在访问者发送。信息将被存储在接收端的计算机或机顶盒的硬盘中,供用户在需要时逐页取出浏览。与逐次传送方式相比,广播方式可以大幅减少 ISP 与访问者之间的通信量。ISP 向收费用户发送的广播信息可采取条件接收方式,而用户对过滥的免费信息也有权选择性地拒收。

3) 卫星 ATM

ATM 论坛与 ITU 对卫星 ATM 标准化进程的推动,使 ATM 可能成为卫星宽带接入的核心技术。ATM 协议层的修订版 S-ATM 将能支持不同层面的固定和移动用户,以及不同连接类型的 QoS。国内如能以目前对 ATM 的研究和认识为基础,及时跟进研究有广泛应用前景的卫星 ATM,有可能赶上先进水平。不过,为能适应各种调制编码方式、多点波束转接、星上交换和缓存技术,并能应用于

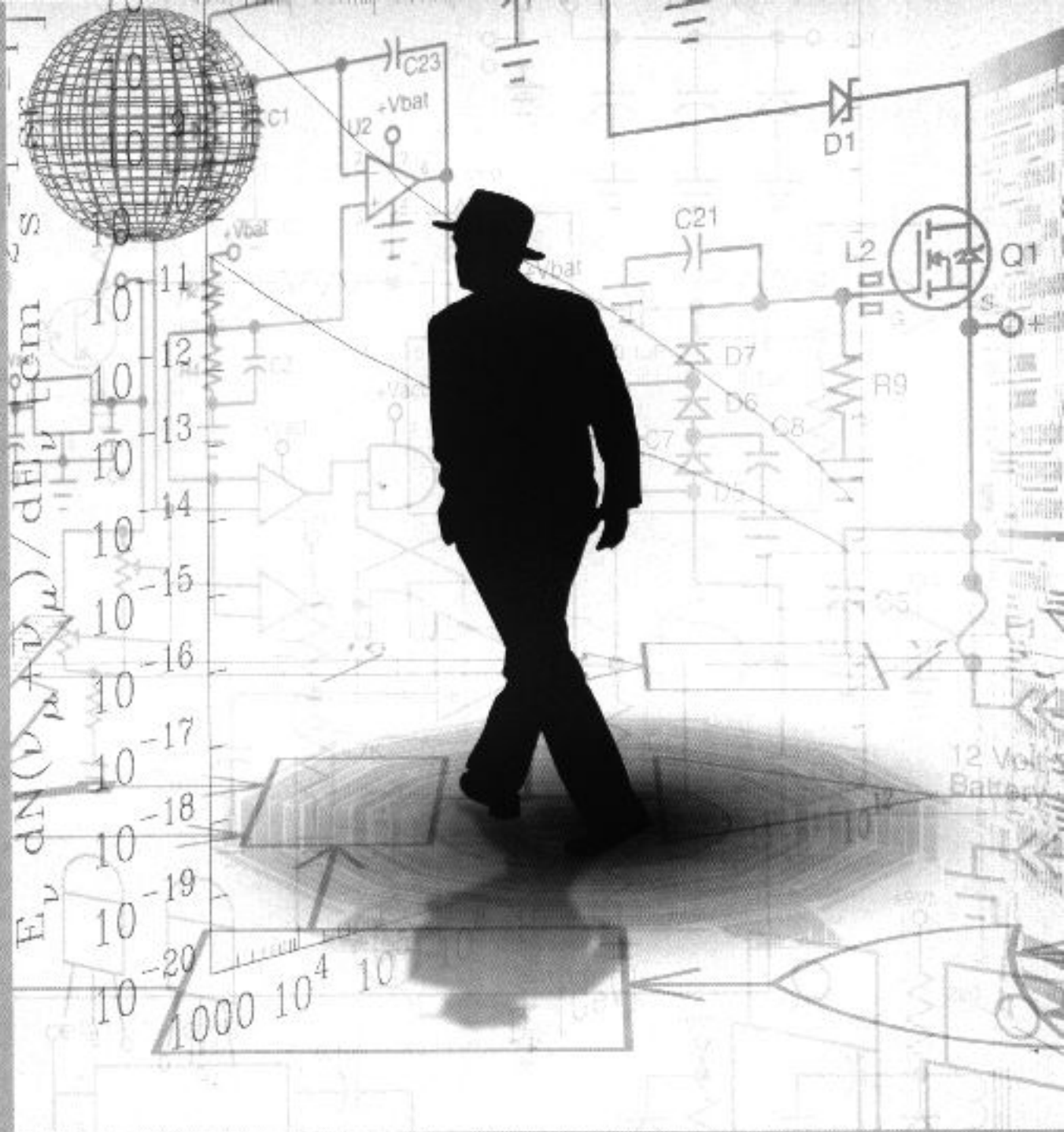
各种 GSO、NGSO 卫星系统及其星间链路,S-ATM 中的用户适配单元 (SAU) 将是非标准化的。这一点不利于我们对新技术的全方位跟踪研究和应用。

为了解决卫星信道因质量不稳定和 burst 误码多,而使信元丢失率高于误码率的现象,卫星 ATM 常对 ATM 信头另加纠错编码,并对信头和信头作其他的数据结构处理。在 N-STAR 的 Ka 频段所作传输和仿真对比实验的结果表明,当误码率为 $1E-4$ 时,直接传输的 ATM 信元丢失率为 $1E-3$,对传输数据作 bit 交织后的信元丢失率为 $1E-5$,对数据作 bit 交织、并对信头作纠错编码处理后的信元丢失率则为 $1E-10$; 当误码率为 $1E-7$ 时,作数据处理前后的信元丢失率则分别为 $1E-6$ 和远优于 $1E-10$ 。实验结果对雨衰条件下的毫米波频段卫星 ATM 应用有鼓



舞作用，同时也表明在C频段等较为稳定的卫星通信条件下，可以不对ATM信元作复杂的数据结构处理，也可以避免另加物理层开销。

国内仍有大量的IDR载波用于长话或其备份业务，传送数字语音类信息。笔者对ATM了解不多，但总觉得存在每个地球站只发送一个ATM载波，以取代发送多个IDR载波的如下可能性。在地球站的VP交换机中，拟发往多个远端站的ATM信元被送往一个出口队列，不加S-STM一类的数据处理，直接经调制后上行。每个地球站所发送的载波将被所有相关的远端地球站接收并解调。解调后的数据流被送往远端站内的VP交换机。经过对VPI的检测，只将应由本地接收的ATM信元传送给相关的本地线路，VPI不指向本地的无关信元将被抛弃。采用ATM信元交换方式时，信头将占用9%的开销，看似效率低于IDR方式。但是，在每个地球站所发送的恒定数据速率的上行载波中，被分配到不同远端站的数据量可以按需动态调整，从而能使带宽资源得到更有效的分配和利用。卫星ATM方式可以提高广播和多播时的传输效率。与基于信道交换的IDR相比，分组交换的ATM方式也更适应GPRS等从第二代转向第三代的数据类移动通信业务。此外，如果每个地球站只发送一个宽带ATM上行载波，转发器上的载波数将远少于采用IDR方式时。由于转发器在单载波和少量载波工作时可以减少输出回退量，这将使转发器的功率资源得到更有效的利用。希望有行家注意到此段文字，并著文批评其可行性。



4)现代中型通信卫星

随着技术的进步，每隔8到10年，单位带宽的通信卫星重量可被减轻一半。尽管如此，欧美的卫星还是越做越大。现代商业通信卫星的发射重量可达5吨，其有效载荷重1吨，可支持100个通信转发器。大型卫星包括发射、保险在内的投资可达3亿美元，从订货、生产、到发射的周期长达2到3年。俄罗斯则从其自身的条件出发，主张研制重0.5到1吨、只搭载8到20个转发器的卫星。中小型卫星的研制和发射周期可短至1年，较容易跟上市场需求的变化。因其成本低、风险小，可以满足发展中国家或小型卫星运营商的需求，宜于适应邻星协调有困难的情况，并且有利于试用新技术。

国产的东方红三号卫星平台已经经过多年的在轨运行。随着直播卫星项目的启动，中国还将研制功率更大、技术更

为先进的通信广播卫星。业内人士都希望能用上国产大型卫星。但是，卫星的技术水平和竞争能力并不在于它的大，而在于它是否先进。除了要能提供数倍于东三的直流功率外，东四卫星还应使有效载荷在卫星的功率和质量(mass)预算中所占的比例远高于东三的相应数据。在此基础上，希望能尽快实现国产现代中型通信卫星的批量生产能力。

现代中型通信卫星应能以重量和体积相当于东三或HS-601的卫星平台，提供3到5kw的直流功率，能支持10到20个射频输出功率为100w的转发器。中型卫星在本土就有相当数量的需求。在直播卫星项目中，每个卫星轨位就可能需要2到3颗中型卫星。只覆盖中国中西部地区的Ku频段通信卫星，可用于新疆和西藏地区内卫星通信网，并为西部开发提供服务。在中型卫星上也可进行Ka频段通信转发器等搭载试验。■