

国际通信卫星IV专集

〔美〕P. L. 巴杰利尼等 编

《国际通信卫星IV专集》翻译组 译

内 容 简 介

本书由三部分组成

(一) 国际通信卫星Ⅳ的卫星本体。介绍星上通信、消旋、天线、电源、遥测、指令、温控和章动阻尼等分系统以及整星的测试和验收。

(二) 国际通信卫星Ⅳ的发射入轨。介绍卫星运载火箭、发射过程、转移轨道、跟踪测轨和进入同步轨道的变轨机动。

(三) 国际通信卫星Ⅳ的通信系统。专门介绍通信分系统的系统设计、天线覆盖、转发器、载波噪声比、传输损害、频率分配、地面站、传输分析模拟和现场测试等。

本书可供从事空间技术和通信技术工程的有关人员和大专院校有关专业的师生阅读、参考。

COMSAT Technical Review
Volume 2 Number 2, Fall 1972
P. L. Bargellini
COMMUNICATIONS SATELLITE
CORPORATION 1973

国际通信卫星Ⅳ专集

〔美〕P. L. 巴杰利尼等 编
《国际通信卫星Ⅳ专集》翻译组 译

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证书字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
国防工业出版社印刷厂印装

850×1168 1/32 印张 9 1/8 230千字

1976年8月第一版 1976年8月第一次印刷 印数：0,001—4,500册

统一书号：15034·1515 定价：1.15元

(限国内发行)

译 者 的 话

卫星通信是一门新兴的通信技术。把人造地球卫星发射到同步轨道，送入“静止”位置，进行全球通信，是空间技术和通信技术相结合发展的产物。目前已经得到了实际应用。为了介绍国外有关同步通信卫星的技术，我们本着“洋为中用”的原则，翻译了《通信卫星公司技术评论（COMSAT Technical Review）》第2卷第2期（国际通信卫星Ⅳ专辑，1972年秋出版），取名为《国际通信卫星Ⅳ专集》，供从事通信卫星和卫星通信的研究、设计和生产人员参考。

本书除介绍了国际通信卫星Ⅳ卫星本体各个分系统以外，还以专文详细地介绍了卫星的发射入轨过程和通信系统。

原书系资本主义国家出版的刊物，希望读者在阅读时，遵照伟大领袖毛主席关于“对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。”的教导，剔除其糟粕，吸收其有益部分。

本书在译校过程中，曾得到北京邮电学院的同志给予指导帮助，特表感谢。

由于我们水平有限，时间仓促，错误之处在所难免，敬希读者批评指正。

前 言 (摘译)

S. Metzger

本期国际通信卫星Ⅳ专辑介绍卫星本体各方面的技术内容，叙述卫星对地面站的要求和卫星的实际应用。

国际通信卫星Ⅰ(晨鸟)是一颗试验型卫星，其目的是试验利用对地静止卫星进行商用电话传输的可能性。国际通信卫星Ⅱ是国际通信卫星Ⅰ的改进型，主要是为协助解决阿波罗载人飞行的通信联系而设计的。国际通信卫星Ⅲ是第一个商用通信卫星系列。国际通信卫星Ⅳ则是第二个系列。

国际通信卫星Ⅰ采用两个带宽为 25 兆赫的转发器，只能覆盖规定的 500 兆赫带宽的百分之十。由于采用的是倾斜环形天线波束，所以只能为北半球提供通信能力；又因为国际通信卫星Ⅰ是与当时商业上普遍使用的频分多路/调频制的多路传输系统联用，因而没有多址通信能力；此外，它没有阴影区工作所需的蓄电池。

不过，国际通信卫星Ⅰ证实了：

- (1) 卫星与地面站的通信联系是成功的；
- (2) 同步卫星所固有的传输延迟是可以接受的；
- (3) 长期进行位置和姿态控制是可实现的。

这就是说，国际通信卫星Ⅰ证明了利用对地静止卫星进行全球范围的商用通信是可行的。接着便提出了全球商用通信卫星的技术要求：

- (1) 能在 500 兆赫的全带宽范围内工作；
- (2) 用高效率的定向天线覆盖地球的整个可见区；
- (3) 装有能与几十个单一的射频载波进行多址通信的设备；

(4) 能在阴影区工作。

国际通信卫星Ⅱ是临时为阿波罗计划服务的过渡型卫星，只能部分地满足全球商用通信的技术要求。它有一个能进行多址通信的、130兆赫带宽的单转发器；采用了隧道二极管放大器和低电平行波管放大器，减少了大量元件；它有供阴影区工作的足够的蓄电池；它的环形天线方向图可覆盖地球的整个可见区。

国际通信卫星Ⅲ使用了机械消旋天线，提高了等效全向辐射功率。

国际通信卫星Ⅳ同时采用宽的覆球波束(18°)天线和窄的点波束天线(4.5°)，既能灵活地传输信息，又能获得较大的等效全向辐射功率。在稳定方式上，由于自旋稳定在国际通信卫星Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ上已取得经验，所以国际通信卫星Ⅳ再次选用自旋稳定，而不用三轴稳定。

国际通信卫星Ⅳ装有12个转发器，每个转发器的带宽为36兆赫，其中四个转发器固定地与覆球波束天线连结，用于电视、SPADE[●]和其他需要大面积覆盖的通信业务；另四个转发器根据地面指令切换到覆球波束天线或者点波束天线；其余的四个转发器可同覆球波束天线相接，或同另一个点波束天线相接。每颗卫星的通信容量为3000到9000条双向话路或12路电视。国际通信卫星Ⅳ的另一重要技术特点是它的陀螺仪旋转稳定技术。这是设计绕最小转动惯量轴自旋的卫星所采取的稳定手段。这种技术适用于“双自旋”稳定的卫星，最早用于战术通信卫星。国际通信卫星Ⅳ和战术通信卫星一样，有一个消旋平台，这个平台通过轴承界面与一绕卫星最小转动惯量轴旋转的自旋段相连接。

一般说来，只有绕最大转动惯量轴自旋的卫星才是稳定的，否则自旋段内部的能量消耗将导致卫星的不稳定。为了消除双自旋卫星的不稳定，必须在消旋平台上装上章动阻尼器。章动阻尼

● SPADE 是以每个信道单个射频载波的按需分配系统，适用于信息量较小的用户或国家。

器是一种能量耗散装置，它产生反方向的力来消除卫星的章动。不稳定的主要起因是推进剂晃动和结构振动。

战术通信卫星在发射前所作的计算指出：引起不稳定的扰动力将小于章动阻尼器的稳定力。但是，战术通信卫星刚入轨，就立即产生章动，章动角并不像预计的那样衰减，而老是保持在1度附近。不过，章动在几星期以后便消失了，偶尔再出现也只是短时间的。由于该卫星的天线波束较宽，所以1度的章动角对通信没带来什么不良影响。

对国际通信卫星Ⅳ的稳定性研究发现，自旋段的四个球锥形贮箱内的液肼晃动所消耗的章动能量大小估计不准，所以必须弄清推进剂晃动所造成的能量耗散率。

试验计划是与分析研究同时并进的。国际通信卫星Ⅳ除装有无源章动阻尼器外，还增加了有源章动阻尼器作为后备。它由两个加速计和若干个轴向推力器组成。

国际通信卫星Ⅳ在轨道上推进剂晃动所引起的不稳定与发射前预计结果相符。有源章动器在发射时已按计划用上了，但在轨道上，由于卫星性能正常，一直未曾使用。

到1972年秋为止发射的四颗国际通信卫星Ⅳ都是成功的。远地点的最大误差为48公里，轨道倾角 $<0.5^\circ$ ，转发器的电性能全部满足设计要求，机械消旋段工作正常。

目 录

前言(摘译)	5
国际通信卫星Ⅳ的卫星本体	9
一、引言	9
二、通信分系统	16
三、消旋控制分系统	32
四、轴承及电能传输组件	48
五、电源分系统	56
六、遥测和指令分系统	74
七、天线定向机构	91
八、定位和定向分系统	92
九、远地点发动机	97
十、章动阻尼器	100
十一、机械设计	103
十二、温度控制	107
国际通信卫星Ⅳ的发射和入轨	121
一、国际通信卫星Ⅳ的发射	121
二、卫星技术控制网	129
三、卫星进入同步轨道的力学问题	152
国际通信卫星Ⅳ的通信系统	165
一、引言	165
二、系统设计	167
三、地面站	202
四、传输模型建立	214
五、传输模拟	252
六、现场测试	272
七、运用计划	281

国际通信卫星IV专集

〔美〕P. L. 巴杰利尼等 编

《国际通信卫星IV专集》翻译组 译

内 容 简 介

本书由三部分组成

(一) 国际通信卫星Ⅳ的卫星本体。介绍星上通信、消旋、天线、电源、遥测、指令、温控和章动阻尼等分系统以及整星的测试和验收。

(二) 国际通信卫星Ⅳ的发射入轨。介绍卫星运载火箭、发射过程、转移轨道、跟踪测轨和进入同步轨道的变轨机动。

(三) 国际通信卫星Ⅳ的通信系统。专门介绍通信分系统的系统设计、天线覆盖、转发器、载波噪声比、传输损害、频率分配、地面站、传输分析模拟和现场测试等。

本书可供从事空间技术和通信技术工程的有关人员和大专院校有关专业的师生阅读、参考。

COMSAT Technical Review
Volume 2 Number 2, Fall 1972
P. L. Bargellini
COMMUNICATIONS SATELLITE
CORPORATION 1973

国际通信卫星Ⅳ专集

〔美〕P. L. 巴杰利尼等 编
《国际通信卫星Ⅳ专集》翻译组 译

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证书字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
国防工业出版社印刷厂印装

850×1168 1/32 印张 9 1/8 230千字

1976年8月第一版 1976年8月第一次印刷 印数：0,001—4,500册

统一书号：15034·1515 定价：1.15元

(限国内发行)

译 者 的 话

卫星通信是一门新兴的通信技术。把人造地球卫星发射到同步轨道，送入“静止”位置，进行全球通信，是空间技术和通信技术相结合发展的产物。目前已经得到了实际应用。为了介绍国外有关同步通信卫星的技术，我们本着“洋为中用”的原则，翻译了《通信卫星公司技术评论（COMSAT Technical Review）》第2卷第2期（国际通信卫星Ⅳ专辑，1972年秋出版），取名为《国际通信卫星Ⅳ专集》，供从事通信卫星和卫星通信的研究、设计和生产人员参考。

本书除介绍了国际通信卫星Ⅳ卫星本体各个分系统以外，还以专文详细地介绍了卫星的发射入轨过程和通信系统。

原书系资本主义国家出版的刊物，希望读者在阅读时，遵照伟大领袖毛主席关于“对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。”的教导，剔除其糟粕，吸收其有益部分。

本书在译校过程中，曾得到北京邮电学院的同志给予指导帮助，特表感谢。

由于我们水平有限，时间仓促，错误之处在所难免，敬希读者批评指正。

目 录

前言(摘译)	5
国际通信卫星Ⅳ的卫星本体	9
一、引言	9
二、通信分系统	16
三、消旋控制分系统	32
四、轴承及电能传输组件	48
五、电源分系统	56
六、遥测和指令分系统	74
七、天线定向机构	91
八、定位和定向分系统	92
九、远地点发动机	97
十、章动阻尼器	100
十一、机械设计	103
十二、温度控制	107
国际通信卫星Ⅳ的发射和入轨	121
一、国际通信卫星Ⅳ的发射	121
二、卫星技术控制网	129
三、卫星进入同步轨道的力学问题	152
国际通信卫星Ⅳ的通信系统	165
一、引言	165
二、系统设计	167
三、地面站	202
四、传输模型建立	214
五、传输模拟	252
六、现场测试	272
七、运用计划	281

前 言 (摘译)

S. Metzger

本期国际通信卫星Ⅳ专辑介绍卫星本体各方面的技术内容，叙述卫星对地面站的要求和卫星的实际应用。

国际通信卫星Ⅰ(晨鸟)是一颗试验型卫星，其目的是试验利用对地静止卫星进行商用电话传输的可能性。国际通信卫星Ⅱ是国际通信卫星Ⅰ的改进型，主要是为协助解决阿波罗载人飞行的通信联系而设计的。国际通信卫星Ⅲ是第一个商用通信卫星系列。国际通信卫星Ⅳ则是第二个系列。

国际通信卫星Ⅰ采用两个带宽为 25 兆赫的转发器，只能覆盖规定的 500 兆赫带宽的百分之十。由于采用的是倾斜环形天线波束，所以只能为北半球提供通信能力；又因为国际通信卫星Ⅰ是与当时商业上普遍使用的频分多路/调频制的多路传输系统联用，因而没有多址通信能力；此外，它没有阴影区工作所需的蓄电池。

不过，国际通信卫星Ⅰ证实了：

- (1) 卫星与地面站的通信联系是成功的；
- (2) 同步卫星所固有的传输延迟是可以接受的；
- (3) 长期进行位置和姿态控制是可实现的。

这就是说，国际通信卫星Ⅰ证明了利用对地静止卫星进行全球范围的商用通信是可行的。接着便提出了全球商用通信卫星的技术要求：

- (1) 能在 500 兆赫的全带宽范围内工作；
- (2) 用高效率的定向天线覆盖地球的整个可见区；
- (3) 装有能与几十个单一的射频载波进行多址通信的设备；

(4) 能在阴影区工作。

国际通信卫星Ⅱ是临时为阿波罗计划服务的过渡型卫星，只能部分地满足全球商用通信的技术要求。它有一个能进行多址通信的、130兆赫带宽的单转发器；采用了隧道二极管放大器和低电平行波管放大器，减少了大量元件；它有供阴影区工作的足够的蓄电池；它的环形天线方向图可覆盖地球的整个可见区。

国际通信卫星Ⅲ使用了机械消旋天线，提高了等效全向辐射功率。

国际通信卫星Ⅳ同时采用宽的覆球波束(18°)天线和窄的点波束天线(4.5°)，既能灵活地传输信息，又能获得较大的等效全向辐射功率。在稳定方式上，由于自旋稳定在国际通信卫星Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ上已取得经验，所以国际通信卫星Ⅳ再次选用自旋稳定，而不用三轴稳定。

国际通信卫星Ⅳ装有12个转发器，每个转发器的带宽为36兆赫，其中四个转发器固定地与覆球波束天线连结，用于电视、SPADE●和其他需要大面积覆盖的通信业务；另四个转发器根据地面指令切换到覆球波束天线或者点波束天线；其余的四个转发器可同覆球波束天线相接，或同另一个点波束天线相接。每颗卫星的通信容量为3000到9000条双向话路或12路电视。国际通信卫星Ⅳ的另一重要技术特点是它的陀螺仪旋转稳定技术。这是设计绕最小转动惯量轴自旋的卫星所采取的稳定手段。这种技术适用于“双自旋”稳定的卫星，最早用于战术通信卫星。国际通信卫星Ⅳ和战术通信卫星一样，有一个消旋平台，这个平台通过轴承界面与一绕卫星最小转动惯量轴旋转的自旋段相连接。

一般说来，只有绕最大转动惯量轴自旋的卫星才是稳定的，否则自旋段内部的能量消耗将导致卫星的不稳定。为了消除双自旋卫星的不稳定，必须在消旋平台上装上章动阻尼器。章动阻尼

● SPADE 是以每个信道单个射频载波的按需分配系统，适用于信息量较小的用户或国家。

器是一种能量耗散装置，它产生反方向的力来消除卫星的章动。不稳定的主要起因是推进剂晃动和结构振动。

战术通信卫星在发射前所作的计算指出：引起不稳定的扰动力将小于章动阻尼器的稳定力。但是，战术通信卫星刚入轨，就立即产生章动，章动角并不像预计的那样衰减，而老是保持在1度附近。不过，章动在几星期以后便消失了，偶尔再出现也只是短时间的。由于该卫星的天线波束较宽，所以1度的章动角对通信没带来什么不良影响。

对国际通信卫星Ⅳ的稳定性研究发现，自旋段的四个球锥形贮箱内的液肼晃动所消耗的章动能量大小估计不准，所以必须弄清推进剂晃动所造成的能量耗散率。

试验计划是与分析研究同时并进的。国际通信卫星Ⅳ除装有无源章动阻尼器外，还增加了有源章动阻尼器作为后备。它由两个加速计和若干个轴向推力器组成。

国际通信卫星Ⅳ在轨道上推进剂晃动所引起的不稳定与发射前预计结果相符。有源章动器在发射时已按计划用上了，但在轨道上，由于卫星性能正常，一直未曾使用。

到1972年秋为止发射的四颗国际通信卫星Ⅳ都是成功的。远地点的最大误差为48公里，轨道倾角 $<0.5^\circ$ ，转发器的电性能全部满足设计要求，机械消旋段工作正常。



国际通信卫星Ⅳ的卫星本体

E. T. Jilg

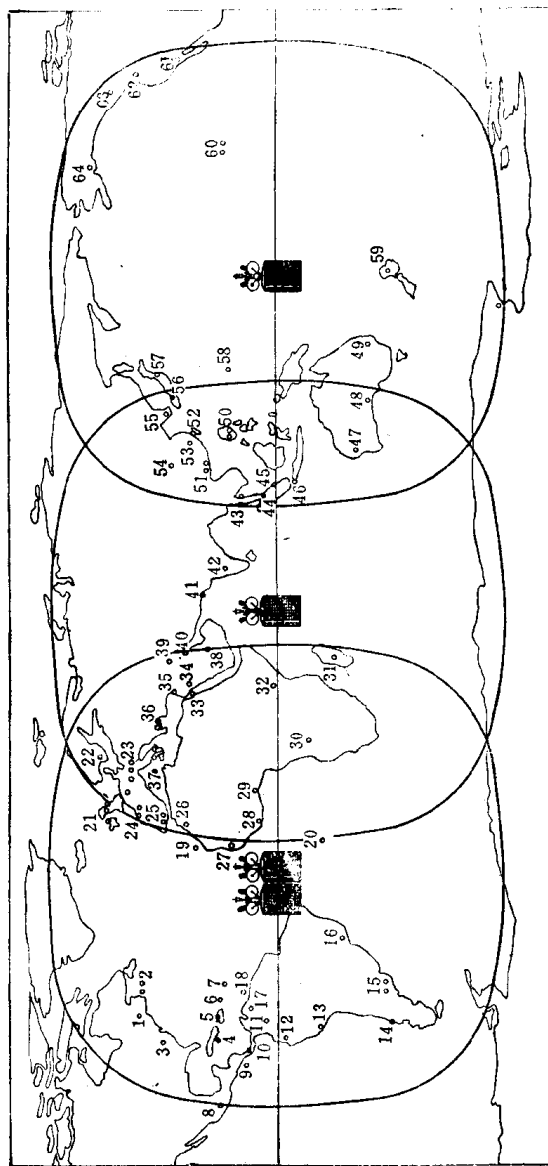
摘要 本文分别介绍了国际通信卫星Ⅳ的卫星本体的各分系统。该卫星设计寿命为七年，发射重量为1410公斤，远地点发动机熄火后卫星的重量为730公斤。整个通信分系统装在卫星的消旋段上。两个6千兆赫的覆球天线分别向一对互为备份的带宽为500兆赫的接收机馈送信号。设有12个带宽为36兆赫的信道，每个信道由一个有备份的输出行波管进行放大。有两个覆球发射天线和两个波束宽度为 4.5° 的可控点波束天线。

卫星主要部分（450公斤）按51转/分的标称转速自旋，这部分包括电源、消旋控制、定位和定向分系统。两个圆筒形太阳能电池阵提供的有效直流电功率为365瓦；在阴影期间，由两组各有25个电池的镍镉蓄电池组维持供电。卫星绕最小转动惯量轴自旋，由两个摆式涡流章动阻尼器维持卫星的稳定性。

一、引言

国际通信卫星Ⅳ是一个重约1400公斤（3100磅）的有源通信中继站，供国际通信卫星财团系统进行商业通信之用。卫星是用宇宙神-人马座火箭发射的，其设计的工作寿命为七年。采用双体自旋稳定。图1是F-3号卫星在封装发射前的照片。图2表示了卫星的主要元部件。

通信分系统是卫星的有效载荷。它包括接收天线、接收机、



国际通信卫星Ⅵ的卫星和地面站的全球系统(根据1972年12月的材料)

1—安多弗(美国); 2—米尔·维莱奇(加拿大); 3—埃当(美国); 4—牙买加; 5—波多黎各; 6—马提尼克; 7—巴巴多斯; 8—图兰辛戈(墨西哥); 9—尼加拉瓜; 10—尤蒂夫(巴拿马); 11—哥伦比亚; 12—厄瓜多尔; 13—汉鲁; 14—朗斯维尔(智利); 15—巴卡尔塞(阿根廷); 16—圣关(巴西); 17—卡马塔瓜(委内瑞拉); 18—特立尼达和多巴哥; 19—加那利群岛; 20—阿森松岛(英国); 21—贡希利(英国); 22—塔努姆(瑞典); 23—瑞典(瑞典); 24—普勒欧·城社(法国); 25—布伊特拉戈(西班牙); 26—圣彼得; 27—塞内加尔; 28—象牙海岸(尼日利亚); 29—兰特特(尼日利亚); 30—扎伊尔; 31—马尔加什; 32—肯尼亚; 33—以色列; 34—巴卡(约旦); 35—阿尔巴尼亚; 36—特莫皮来(希腊); 37—福齐诺(意大利); 38—巴林; 39—阿萨达巴德(伊朗); 40—乌姆·阿奇(科威特); 41—巴基斯坦; 42—阿尔维(印度); 43—是拉差(泰国); 44—查蒂卢胡尔(印尼); 45—桑托萨(新加坡); 46—库安坦(马来西亚); 47—卡那(澳大利亚); 48—塞杜纳; 49—莫里; 50—塔奈(菲律宾); 51—香港; 52—台湾省青山里; 53—上海; 54—北京; 55—锦山(朝鲜); 56—山口(日本); 57—茨城(日本); 58—关岛; 59—瓦尔茨(新西兰); 60—波马卢(美国); 61—詹姆斯堡(美国); 62—布鲁斯特(美国); 63—巴特利特(美国); 64—莱克科威城(美国)。