

通信卫星地面站技术



國防工業出版社

通信卫星地面站技术

上海八一四情报组 译

京字一一三部队 校

国防工业出版社

1972

Conference on
EARTH STATION TECHNOLOGY
The Institution of Electrical
Engineers 1970

通信卫星地面站技术
(只限国内发行)

上海八一四情报组 译
京字一一三部队 校

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

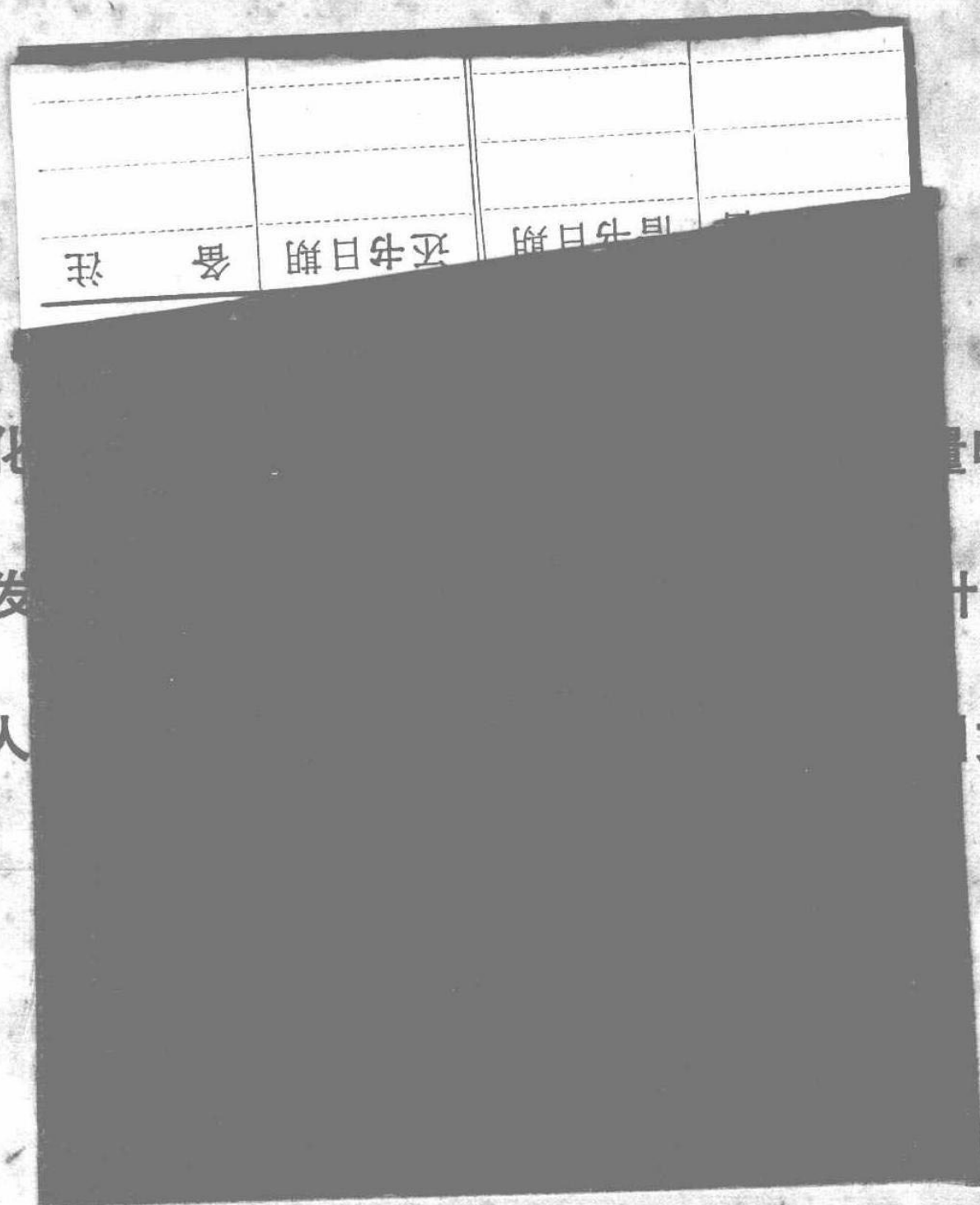
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
国防工业出版社印刷厂印装

787×1092¹/₁₆ 印张 23 533 千字
1972年7月第一版 1972年7月第一次印刷
统一书号: 15034·1273 定价: 1.90元

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

洋为中用。



对于外国文化，要吸收进步的，也要吸收落后的。对于外国文化，以为发
外国文化，以为发
的，应当以中国人
文化。

出版者的话

本书系英国“电气工程师学会电子分部”等团体组织的“地面站技术”讨论会的论文集。该书共六十九篇文章，主要论述“国际通信卫星Ⅱ号”及“国际通信卫星Ⅳ号”系列所用地面站技术。它包括下列几个方面：地面站系统二十篇；跟踪技术三篇；天线和馈源二十二篇；发射三篇；参量放大器五篇；接收机八篇；地面站控制及监视系统四篇；地面站操作人员培训，操纵及维护四篇。

遵循伟大领袖毛主席关于“洋为中用”和“批判地吸收外国文化”的教导，我们翻译出版了《通信卫星地面站技术》这本书，供从事这方面工作的同志们参考。

本书系资产阶级专家和技术人员写的，尽管我们对书中散布的反动观点做了删节，但其中仍掺杂不少资产阶级观点，因此，希望读者遵循伟大领袖毛主席关于“排泄其糟粕，吸收其精华”的指示，批判地阅读它。

由于水平有限，加之时间仓促，错误之处在所难免，希望读者提出宝贵意见，以便再版时更正。

目 录

1. 国际通信卫星Ⅳ号系统的地面站	5	34. 天网卫星Ⅲ号和Ⅳ号地面站的一些机械特性	181
2. 空间区对计划供国际通信卫星Ⅳ号用的地面站的影响	10	35. 海上卫星通信站的三轴稳定装置	186
3. 地面站和卫星参数对 SPADE 系统的影响	17	36. 安装与校验大型反射器表面的位置	191
4. 通过 SPADE 系统的地面站的工作	24	37. 3~30 GHz 无线电传播、控制与通信研究用20呎偏置式卡塞格伦天线	196
5. 接收由卫星直接播送的教育电视节目的地面站技术和经济情况	30	38. 地面站天线所用的波纹馈源	201
6. 区域性卫星通信和广播的发展趋势	36	39. 军用终端站的单脉冲多模馈源	205
7. 10GHz以上区域性通信卫星系统的基本标准	41	40. 具有跟踪能力的高效率馈源	208
8. 成本最低的区域性和全国性卫星系统的参数的最佳化	45	41. 利用波导模转化的选频圆锥扫描	214
9. 卫星抢救失事船只的地面站技术	52	42. 影响卫星地面站大功率放大器选择的一些因素	218
10. 小型舰载终端站 (“SCOT”) 的设计	57	43. FDM-FM 和 SPADE 载波的地面站发射装置	224
11. 舰载终端站设计问题	64	44. 一种减少由行波管和速调管所产生之交调的有源相位和振幅校正装置	227
12. 天网卫星Ⅴ号终端站的设计和工作	70	45. 7.20~7.35GHz 波段用的 VX1747 型二级参量放大器	230
13. 天网卫星Ⅲ和Ⅳ型地面站的技术说明	75	46. 遥控室温 7 GHz 参量放大器	235
14. 海上用小型卫星通信终端设备	81	47. 地面站用非致冷参量放大器	239
15. 南朝鲜卫星通信地面站	87	48. 宽频带低噪声参量放大器设计的某些考虑	244
16. 国际通信卫星Ⅳ号用的美国地面站	94	49. 自动跟踪接收机	247
17. 未来的地面站技术	99	50. 集成接收机柜——一种地面站设备结构的新方法	253
18. 地面站供电	102	51. 宽频带毫米波上变频器和下变频器	257
19. 用步进制跟踪技术的通信卫星自动跟踪	109	52. 卫星通信解调系统	261
20. 用差动速度反馈控制传动齿轮系的共振和牵引传动齿轮的滑动	115	53. 卫星通信用的宽带调制器	267
21. 自动跟踪搜索技术的应用	120	54. 窄带的调频调制器和解调器	271
22. 便携式地面站用的高效率球形反射面天线	126	55. 门限扩展动态跟踪滤波器解调器	276
23. 在卡塞格伦系统中利用倾斜副反射面的波束控制效应的近似算法	129	56. 卫星地面站的中央控制和监控	282
24. 利用球面反射器的多波束天线	134	57. 多址卫星通信系统地面站的控制	287
25. 成形双反射面天线系统增益的理论预言法	138	58. 大型地面站设备的控制设计原理	291
26. 成形双反射器系统因馈源喇叭或副反射器的轴向位移而引起相位误差的影响	143	59. 影响地面站的工作和可靠性的一些因素	299
27. 测量 G/T 的测试设备	147	60. 地面站工作人员训练	304
28. 用调频法确定地面站天线和接收分系统的增益噪声温度比	151	61. 军用地面站的维护	309
29. 在 3.95、11.75 与 17GHz 频率上进行的	155	62. 大型地面站操作和维修的若干考虑	313
的天线噪声温度测量	155	63. 国际通信卫星Ⅳ号地面站设备的设计几则	322
30. 贡希利地面站 1 号天线接收通路用的新型过尺寸波导馈线	162	64. 国际通信卫星Ⅳ号传输系统设计	329
31. 近距离方向图测量	167	65. 大型天线的研制	335
32. 贡希利地面站 1 号天线用的改进型主馈源和跟踪系统	172	66. 天线控制系统的过去、现在和将来	340
33. 结构动态极限对地面站天线中自动跟踪环路性能的影响	176	67. 冷冻剂致冷参量放大器最佳调整的调谐元件	345
		68. 系统控制数据的获得方法	350
		69. 卫星地面站用二次下变频器微带接收机	355

通信卫星地面站技术

上海八一四情报组 译

京字一一三部队 校

国防工业出版社

1972

Conference on
EARTH STATION TECHNOLOGY
The Institution of Electrical
Engineers 1970

通信卫星地面站技术
(只限国内发行)

上海八一四情报组 译
京字一一三部队 校

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 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

787×1092¹/₁₆ 印张 23 533 千字
1972年7月第一版 1972年7月第一次印刷
统一书号: 15034·1273 定价: 1.90元

出版者的话

本书系英国“电气工程师学会电子分部”等团体组织的“地面站技术”讨论会的论文集。该书共六十九篇文章，主要论述“国际通信卫星Ⅱ号”及“国际通信卫星Ⅳ号”系列所用地面站技术。它包括下列几个方面：地面站系统二十篇；跟踪技术三篇；天线和馈源二十二篇；发射三篇；参量放大器五篇；接收机八篇；地面站控制及监视系统四篇；地面站操作人员培训，操纵及维护四篇。

遵循伟大领袖毛主席关于“洋为中用”和“批判地吸收外国文化”的教导，我们翻译出版了《通信卫星地面站技术》这本书，供从事这方面工作的同志们参考。

本书系资产阶级专家和技术人员写的，尽管我们对书中散布的反动观点做了删节，但其中仍掺杂不少资产阶级观点，因此，希望读者遵循伟大领袖毛主席关于“排泄其糟粕，吸收其精华”的指示，批判地阅读它。

由于水平有限，加之时间仓促，错误之处在所难免，希望读者提出宝贵意见，以便再版时更正。

目 录

1. 国际通信卫星Ⅳ号系统的地面站	5	34. 天网卫星Ⅲ号和Ⅳ号地面站的一些机械特性	181
2. 空间区对计划供国际通信卫星Ⅳ号用的地面站的影响	10	35. 海上卫星通信站的三轴稳定装置	186
3. 地面站和卫星参数对 SPADE 系统的影响	17	36. 安装与校验大型反射器表面的位置	191
4. 通过 SPADE 系统的地面站的工作	24	37. 3~30 GHz 无线电传播、控制与通信研究用20呎偏置式卡塞格伦天线	196
5. 接收由卫星直接播送的教育电视节目的地面站技术和经济情况	30	38. 地面站天线所用的波纹馈源	201
6. 区域性卫星通信和广播的发展趋势	36	39. 军用终端站的单脉冲多模馈源	205
7. 10GHz以上区域性通信卫星系统的基本标准	41	40. 具有跟踪能力的高效率馈源	208
8. 成本最低的区域性和全国性卫星系统的参数的最佳化	45	41. 利用波导模转化的选频圆锥扫描	214
9. 卫星抢救失事船只的地面站技术	52	42. 影响卫星地面站大功率放大器选择的一些因素	218
10. 小型舰载终端站 (“SCOT”) 的设计	57	43. FDM-FM 和 SPADE 载波的地面站发射装置	224
11. 舰载终端站设计问题	64	44. 一种减少由行波管和速调管所产生之交调的有源相位和振幅校正装置	227
12. 天网卫星Ⅴ号终端站的设计和工作	70	45. 7.20~7.35GHz 波段用的 VX1747 型二级参量放大器	230
13. 天网卫星Ⅲ和Ⅳ型地面站的技术说明	75	46. 遥控室温 7 GHz 参量放大器	235
14. 海上用小型卫星通信终端设备	81	47. 地面站用非致冷参量放大器	239
15. 南朝鲜卫星通信地面站	87	48. 宽频带低噪声参量放大器设计的某些考虑	244
16. 国际通信卫星Ⅳ号用的美国地面站	94	49. 自动跟踪接收机	247
17. 未来的地面站技术	99	50. 集成接收机柜——一种地面站设备结构的新方法	253
18. 地面站供电	102	51. 宽频带毫米波上变频器和下变频器	257
19. 用步进制跟踪技术的通信卫星自动跟踪	109	52. 卫星通信解调系统	261
20. 用差动速度反馈控制传动齿轮系的共振和牵引传动齿轮的滑动	115	53. 卫星通信用的宽带调制器	267
21. 自动跟踪搜索技术的应用	120	54. 窄带的调频调制器和解调器	271
22. 便携式地面站用的高效率球形反射面天线	126	55. 门限扩展动态跟踪滤波器解调器	276
23. 在卡塞格伦系统中利用倾斜副反射面的波束控制效应的近似算法	129	56. 卫星地面站的中央控制和监控	282
24. 利用球面反射器的多波束天线	134	57. 多址卫星通信系统地面站的控制	287
25. 成形双反射面天线系统增益的理论预言法	138	58. 大型地面站设备的控制设计原理	291
26. 成形双反射器系统因馈源喇叭或副反射器的轴向位移而引起相位误差的影响	143	59. 影响地面站的工作和可靠性的一些因素	299
27. 测量 G/T 的测试设备	147	60. 地面站工作人员训练	304
28. 用调频法确定地面站天线和接收分系统的增益噪声温度比	151	61. 军用地面站的维护	309
29. 在 3.95、11.75 与 17GHz 频率上进行的	155	62. 大型地面站操作和维修的若干考虑	313
的天线噪声温度测量	155	63. 国际通信卫星Ⅳ号地面站设备的设计几则	322
30. 贡希利地面站 1 号天线接收通路用的新型过尺寸波导馈线	162	64. 国际通信卫星Ⅳ号传输系统设计	329
31. 近距离方向图测量	167	65. 大型天线的研制	335
32. 贡希利地面站 1 号天线用的改进型主馈源和跟踪系统	172	66. 天线控制系统的过去、现在和将来	340
33. 结构动态极限对地面站天线中自动跟踪环路性能的影响	176	67. 冷冻剂致冷参量放大器最佳调整的调谐元件	345
		68. 系统控制数据的获得方法	350
		69. 卫星地面站用二次下变频器微带接收机	355

1. 国际通信卫星 IV 号系统的地面站

〔美国〕 F.J.D. Taylor

1. 前 言

卫星系统由一个卫星和有关的地面站组成，系统设计必须以总的技术和经济因素达到最佳为基础。在研制国际通信卫星 IV 号系统时，代表“临时通信卫星委员会”（ICSC）的“国际通信卫星财团”（INTELSAT）就要尽力达到这种最佳化，而且还规定：对于以前的系统来说，增益与噪声温度比为 $40.7\text{dB}/^\circ\text{K}$ 的地面站应认为是标准的。这样的地面站一般应具有一个直径为 85 至 100 呎的天线和一个低噪声宽频带的接收放大器。

ICSC 对某些性能特点作了硬性规定，而对另一些性能特点只作推荐使用。从广义上来说，硬性规定的特性要确保卫星不受到危害以及要确保远距离接收地面站能获得满意的信号；推荐的特性则确保系统接收信道特性令人满意，并且一般要与“国际电报电话谘询委员会”（CCITT）和“国际无线电谘询委员会”（CCIR）规定的特性相符。

ICSC 并不排除采用非标准地面站，但需逐个按情况加以考虑，因为这些非标准地面站具有广泛的系统性影响。

2. 概 况

ICSC 清楚地认识到：地面站是一个动态装置，地面站的某些组成部分在相当长的时间里是不变的，而其他组成部分则需根据通信业务要求的不同和技术的发展而改变；以及如果地面站要和下一代的卫星协同工作的话，那就要作种种变化。然而，只要这个地面站和国际通信卫星 IV 号一起协同工作，就必须规定这个地面站所必须具备的性能特性。

根据现有文献介绍，ICSC 的性能特性考虑了下列传输方式的要求：

- （a）频分多路（FDM）的基带最高达 8120KHz ，采用调频载波；
- （b）视频基带达 6MHz ，采用调频载波；
- （c）单个 PCM（脉码调制）音频信道以移相键控方式（PCM/PSK）调制各自的载波（PCM/PSK）。这些信道可预分配给各特定地面站使用，或者可组成信道组，以便按需分配给各个相当设备的地面站使用（这些信道分别定名为“每载波单信道的预分配”和“SPADE 信道组”）。

人们认为：在国际通信卫星 IV 号系统的使用后期，可能采用其他传输方式，例如可采用“时分多址的 PCM/PSK”传输方式。毫无疑问，那时 ICSC 将会对其性能规格作出应有的补充。

3. 接收增益与噪声温度比

当天线指向卫星时，要求增益（ $G\text{ dB}$ ）和噪声温度（ $T\text{ }^\circ\text{K}$ ）在 3.705 至 4.195 GHz

的频带范围内满足下列两项指标:

$$G/T \geq 40.7 + 20 \log_{10} f / 4 (\text{dB}/^\circ\text{K})$$

$$G \geq 57 + 20 \log_{10} f / 4 (\text{dB})$$

式中 “ f ” 是以 GHz 表示的频率。

在地面站建成之后, 如果发现 G/T 低于 $40.7 \text{ dB}/^\circ\text{K}$, 但不低于 $39 \text{ dB}/^\circ\text{K}$ 的话, 那么该地面站就可认为是标准地面站, 但是因为卫星的信号要求是按地面站能够满足 $40.7 \text{ dB}/^\circ\text{K}$ 这一要求而设计的, 所以信道的性能多少有些下降。

在设计地面站时, 地面站的所有者应该记住: “国际通信卫星财团” 并不保证卫星永远保持在特定的经度; 此外, 还有可能在早先型号卫星的有效寿命结束之前, 就需要有一个天线能与处在不同经度的新型号卫星保持通信; 这种考虑在决定仰角范围时将是举足轻重的, 在该范围上, G/T 和 G 的要求应得到满足, 此外, 这种考虑对天线的操纵能力来说, 也是举足轻重的。

4. 馈源极化

馈源应能从发射方向以不超过 1.4 的电压轴向比来调节圆极化。地面站发射要求用左旋极化, 而接收则用右旋极化。

在设计馈源系统时, 地面站的所有者必须记住: 如果在紧急情况下与早先型号的卫星一起协同工作的话, 或者, 如果与新型号卫星一起协同工作的话, 那么极化特性就需要有所变化。的确, 这也是有可能的, 即通过使用正交线性极化或反旋圆极化, 某些新型号卫星系统能够实现射频的再用。因此, 我们希望所设计的馈源应随时更换, 而不致在一个不可接受的长时期内有损于工作。

5. 全向有效辐射功率 (e. i. r. p.)

大功率射频发射设备是构成地面站成本的一个主要因素; 如果把适当的备用电源设备也包括在内的话, 那更是如此了。发射设备的设备能力, 即它经适当补偿后能够产生的射频功率的瓦数, 当然取决于地面站所要发射的信道数量和类型。因此, 地面站的所有者显然有必要尽可能精确地估计出他的要求, 而且要注意在若干发展阶段中作出选择, 或者选用的设备要足够大, 以满足要求, 其中包括设备寿命的经济目的。

“国际通信卫星财团” 用表格形式列出了迄今各类标准化发射所要求的全向有效辐射功率。

6. 地面站全向有效辐射功率的自动控制

ICSC 的技术指标规定: 地面站向卫星方向的全向有效辐射功率保持在最小公差内, 例如, 就以 FDM/FM/FDMA 方式工作的射频载波而言, 则应保持在 $\pm 0.5 \text{ dB}$ 内。某些地面站设计人员赞成用载波输出功率的自动控制。为了在前几级进行控制, 需要测量靠近馈源和发生器的信号。如果采用这一技术的话, 那么重要的是要设法使控制故障不导致全向有效辐射功率上升到高功率放大器所能达到的最大值。在一个多个载波通过一个公共转发器的卫星系统中, 这种故障会严重地影响全部其它发射。

7. 传输方式

ICSC 迄今采用四种传输方式, 即:

- (a) 基带频率达 8120 KHz 的 FDM/FM;
- (b) 视频基带的 FM;
- (c) 在按需分配基础上音频信道的 PCM/PSK (SPADE 系统);
- (d) 在预分配基础上音频信道的 PCM/PSK (每个载波单信道)。

地面站装备得能够以这些方式中的每一种方式进行工作的程度将取决于地面站所有者的合作对象之间的协议以及取决于 ICSC 的决议。这些方式中的每种方式的技术特性在 ICSC-45-13 号文件中作了详细的叙述。

可以预料, 在许多情况下, 地面站将采用这些方式的组合方式, 而其相对比例将随时间而变化。这就突出地强调了如此设计地面站的合意性, 这种合意性可以随意改变各种类型的信道的数量, 并且可用最低限度的成本和最低限度的业务中断来完成各种发射方式。

在国际通信卫星 IV 号系统的寿命的后期, ICSC 将可能赞成附加下列发射方式:

- (I) 基带大小不同的 FDM/PCM/PSK/FDMA, 在地面站将实施 PCM;
- (II) PCM/TDM/PSK/TDMA (时分多址), 除非有种种合理的实际原因非在地面站有一个信道接口不可, 否则 PCM 将在接近通路中心的位置实施;
- (III) 预分配信道 (固定时隙) 用的 PCM/PSK/TDMA;
- (IV) 按需分配信道 (不固定时隙) 用的 PCM/PSK/TDMA。

在这些候补方式中, 还没有哪一个方式已达到可用以分析和研制的成熟阶段, 所以不值得对它们作出评价。但是, 它们中的一个或更多个方式可准许使用的这种可能性却再一次指明了如此设计地面站的合意性, 如果发现它们有优点, 它们就可随时得以采纳和应用。

值得注意的是, 现正在考虑的某些工艺技术可能会使地面站基本形式信道数减少 (SPADE 系统正是这方面的一个例子)。因此地面站的所有者准备腾出足够的地方以放下这种信道设备。

8. 射频调整

当地面站的所有者为寻求空间部分而提出申请时, 他就会有这样的机会去表明: 在射频发射或接收波段范围内, 是否还留有任何其他区域可使用, 应该说, 在该射频发射或接收波段范围内, 他会这样发现: 要取得调整 (正如 1963 年日内瓦 EARC 会议的“最后议决书”中所规定的) 是不可能的或者是非常困难的。在为采用有效射频频谱而制订计划时, “国际通信卫星财团”的经理人极尽努力地考虑了这些限制。然而, 随着进入“国际通信卫星”系统的地面站数目的日益增加, 要同时满足全部愿望就很快地变得不现实了。因此, 地面站应该这样部署和这样防护, 以致无论在发射 (5.925 至 6.425 GHz) 和接收 (3.700 至 4.200 GHz) 射频波段内不再存在任何射频调整问题。

为了阐明这一点, 任何特定转发器的调频载波将不得不以已定的次序加以分配 (如果交调被保持在令人满意的低电平的话), 而这些载波通常将为许多接收站服务。所以每个发射地面站和有关接收站中的任何频率限制都会引起那种不能解决的问题。

此外，举例说，如果转发器被分配为 SPAD 系统或者被分配为 TDEMA 发射或者被分配为视频发射，那末，显然全部合适的发射和接收频谱就必须被由该转发器所服务的全部地面站所利用。

另外，也常常有这种可能性，出于工作原因或是出于技术原因，就往往需要进行频率再分配。

9. 地面站的可靠性

地面站的可靠性是非常良好的 (99.7%)，但是，鉴于通过地面站的信道数目日益增加，为此地面站的所有者甚至希望对这个非常高的数值也要加以改善。在当前，这些故障的产生主要来源于下述地面站组成部分：

大功率发射放大器；

电源；

天线控制设备。

大多数故障的延续时间是相当短促的，平均仅约 2 分钟。但是，正如众所周知的，在一个复杂的通信网络中，这种比较频繁的短时中断会产生非常强烈的干扰，因此必须尽力使这些中断减为最少。

大功率放大器中的故障看来主要是来源于保护装置的工作，它归因于电源设备中的浪涌或其他类似的情况。现已得出这样的结论：只要对设计给以足够的注意，那么这种故障是可大大地得以消除的。

电源故障主要是来源于公用电源和地面站备用电源设备的不规则性。用一对独立的公用电源辅助路线以及十分注意备用电源设备的设计，那么就可非常有效地改善这种局面。更为重要的是，跟在其他通信中所应用的一样，某些“非中断的”备用电源设备却经常出毛病。某些国家发现：采用并联的柴油机交流发电机组而不采用公用交流电源则能提供最大的可靠性。

全世界的天线的设计和制造是这么繁多和相异，以致要针对性地指出导致天线控制故障的主要缺陷方面就是十分困难的了。然而，卫星的相对角度运动是很缓慢的，因此就容易造成这样的印象：即通信的某些短期中断是因诸如冰负载和风这样一些气候条件所造成的。如果这种假设是正确的话，那么很显然，鉴于气候条件的多变，某些地面站的设计标准可能是过低了。

但是，天线控制之所以产生故障的一个主要原因或许是来源于这样一个铁的事实：相对于地面站的位置来说，标准地球静止卫星的角度运动是相当缓慢的。所以包括角度读出装置、信号传感器和天线驱动机构的伺服环路中的故障可以随时出现但不给予报警或不使通信受到影响。只有当卫星偏离固定波束的时候，由于收不到信号或信号减弱，才明显地成了故障。显然，我们必须采取这样一个措施，使天线控制伺服回路处在连续自动校准和报警的情况下。

我们不应该从上述情况得出这样的结论，即地面站的故障程度是很高的，恰恰相反，我们应该得出这样的结论，频繁的故障只会引起我们对设计应给予更大的注意，特别是对这些方面应给予更大的注意，因为这些方面影响着通过地面站的全部发射，而且从历史上

来说, 这些方面业已表明它们是处于主导地位的。

10. 基带特性的控制

为了有效的利用卫星的功率和带宽, 以及由此而使卫星所能提供的信道数目最多, 要求功率和带宽同时采用尽可能高的利用系数, 但不致发生过载。这项工作是在系统设计阶段进行的, 但是现阶段必须合理地假设传输信号的特性, 并采用“国际电报电话谘询委员会”(CCITT) 和“国际无线电谘询委员会”(CCIR) 推荐书中所记录的有关数据。如果所用信号的特性严重地与系统设计中所假设的特性不相符的话, 那么性能就会下降。

从系统的观点来看, 问题最严重的是由模拟基带中的过量平均功率或峰值功率所引起的那种差异。例如, 在 FDM/FM 系统中, 这种过量值会导致具有潜在的内载波干扰的过量偏差。在基带的一个或更多个信道中的过量电平引起的内载波干扰也会产生这些困难。

于是就得出这样的结论: 地面站的所有者应确保所用信号的特性与设计标准相符合, 这就要适当地限制信道、群或超群电平。

11. 非标准地面站

在 ICSC-45-13 号文件的引言中, 清楚地指出: 在某些情况下证明, 采用某些特性低于标准的地面站比较合适。但是, 需要注意以下几点:

- (a) 这里所说的性能指标低仅指增益与噪声温度比以及发射天线旁瓣而言;
- (b) 所有其必需满足的特性应必须同标准地面站一样;
- (c) 关于使用具有低于标准性能的地面站的申请将依据这些地面站的指标而个别加以考虑;
- (d) 可能需要采纳那种较高的每信道的空间部分使用费。

作为国际通信卫星 IV 号系统的永久性通信组成部分的非标准地面站的作用(若有的话) ICSC 还尚未作出规定, 因此, 在此对其加以讨论就未免过早了。然而, 在国际通信卫星 III 号年代里, 却有过为了非永久性通信之目的而使用非标准地面站的某些历史, 这对我们认识非标准地面站在国际通信卫星 IV 号年代里在提供临时性通信业务方面的作用将会提供某些参考价值。

特别是, 非标准地面站可被用来提供:

- (a) 供某些特定事件使用的电话电路;
- (b) 在标准地面站或地面设备都还适用的情况下, 例如宇宙航行员的“溅落”传输特定事件所需要传输视频和声频信号;
- (c) 如果人们希望接收到画面, 而且允许它的质量低于标准画面, 但当地既无标准地面站又无地面通信设备可资利用, 这时就可用非标准地面站进行视频接收。

2. 空间区对计划供国际通信 卫星Ⅳ号用的地面站的影响

〔英国〕 A.G.Reed, R.A.Bedford

1. 引言

“国际通信卫星财团”发射的国际通信卫星Ⅳ号标志着从功率限制卫星到带宽限制卫星的过渡，这种卫星的单位带宽的全向有效辐射功率较大，载波之间的保护频带最小；这些变化对地面站的设计将产生巨大的影响。本文将说明卫星的工作条件如何达到最佳，以及与国际通信卫星Ⅲ号相比较，这对地面站的设计有哪些主要影响。本文将特别考虑地面站的发射机功率和接收机灵敏度，以及发射机和接收机的较为严格的线性要求，此外还需要在地面站进行滤波，以避免邻近载波的干扰。

2. 地面站发射机和接收机的考虑

2.1. 上行线路和下行线路的最佳功率

鉴于大西洋地区开始使用卫星地面站的头几年就已预见到该地区的繁重的通信业务量，因此必须使国际通信卫星Ⅳ号具有最大的容量，以便与地面站的经济因素相适应。

每个采用多个调频载波的国际通信卫星Ⅳ号转发器在与“标准”地面站一起工作时，将受到带宽限制，因此需要考虑占有一定带宽（例如 5MHz）的一个载波在忽略门限效应的情况下，可以达到的容量。在这种情况下，通过组合调频方程、卡逊（Carson）定律和负载系数等各个表示式，就可得到下面所示的一次近似式（适用于不超过 240 路的基带）：

$$M \propto \frac{(C)^{0.42}}{(N)}$$

其中 M 是调制载波的话路数， C/N 是接收载波与总噪声之比。因此，为了达到最大的利用效率，国际通信卫星Ⅳ号系统不得不如此计划，以取得 C/N 的最高实用和经济价值。 C/N 可以表示为

$$\frac{C}{N_D + N_I + N_U + N_X + N_E + N_S}$$

式中 N_D ——下行线路热噪声；

N_U ——上行线路热噪声；

N_I ——在卫星输出级中产生的载波间交调噪声；

N_X ——由其他地面站输出级中的载波间交调所引起的噪声；

N_E ——由地面站和随频率而变的卫星增益与延迟所引起的噪声；

N_S ——由共用一频带的其他业务的干扰所引起的噪声。

在这些因素中，前三项因素在一个设计良好的系统中处于主导地位。

C 的最大值由卫星输出级的饱和点确定，但采取某些补偿后会有所改善。这是因为尽

管 C/N_D 是随 C 的任何减小而成正比例地下降, 但 C/N_I 则是以大于正比例的速率而增加。图 1 表示用间隔为 10% 保护频带的 8 个不相等的载波加到定点转发器和全球转发器, 并使其满载时, 定点转发器和全球转发器的最佳补偿是如何实现的。 C/N_I 曲线取自参考文献[1]的图 11。 C/N_D 曲线假定总的全向有效辐射功率是在载波之间按其占有带宽的比例进行分配的, 并且假设接收地面站工作的仰角为 10° 。

最佳补偿决定着地面站接收机的载波功率。它还决定着转发器输出级所需的激励电平, 因而它也影响着地面站发射机的功率。然而, 它与国际通信卫星Ⅲ号不同, 每个国际通信卫星Ⅳ号转发器的增益可以由地面上的遥控指令以 3.5dB 一档来加以调准。这就是说在地面站发射机功率范围内, 可以达到正确的激励电平。用低的上行线路功率和高转发器增益来进行工作就可以使地面站发射机的成本减为最小, 但是, 由于 N_D 不变, 所以 C/N_D 就小, 从而使容量减小。图 2 表示, 在采用定点波束●或采用全球波束●的情况下, 如何在这些系数之间取折衷。从图可以清楚地看出, 增大地面站的发射功率, 使其超过定点波束转发器的第 7 档增益和全球波束转发器第 4 档增益所对应的数值, 增加的容量也很小。另一方面, 第一档增益功率最小, 但其结果使这两种情况的容量都受到很大的损失。较好折衷显然是增益档采用 6 和 3, 这时定点转发器和全球转发器的容量损失分别为 11% 和 7% 左右。如果希望把容量损失限制在 5% 以下的话, 则可以采用增益档 7 和 4。

在一个给定的转发器中, 无论每信道的上行线路功率或是每信道的下行线路功率都不会随载波容量而发生巨大的变化, 因此, 取 5MHz 作为载波的典型数值。采用图 1 和图 2 中的数据可以把它们计算出来, 其计算值如下:

表 1

转 发 器	每路的卫星全向有效辐射功率 (W)①	每路的地面站发射机功率 (W)	
定点转发器	0.4	增益档 6	1.1
		增益档 7	2.3
全球转发器	0.12	增益档 3	0.54
		增益档 4	1.2

① 从增益档 6 至 7 (定点转发器) 或从增益档 3 至 4 (全球转发器) 的变化很小。

2.2. 地面站的带外发射

图 2 也可用来确定一个典型的定点或全球波束载波所能容许的地面站的带外发射。我们这样假定: 需要把由于带外发射所引起的最差话路的噪声 (N_x), 比如说, 在总的容许数值 10000pW(峰值) 中限制在 500pW(峰值功率) 范围内^[2]。考虑一个工作在增益档 6 的定点波束转发器, 在 5MHz 载波的最差话路内 20dB 的 C/N 相当于 7500pW(峰值)(见图 2)。因此, 如果干扰发射的功率谱在我们所关心的 5MHz 范围内基本上是“平坦”的话, 则为了使额外的话路噪声限制在 500pW(峰值) 载波与干扰比必须为 31.8dB。

由于所要的载波的地面站有效辐射功率是 81.4dBW (60dB 天线增益), 所以 5MHz 内的干扰有效辐射功率必须不大于 49.6dBW。因此, 带外发射极限就等于 18.6dBW/4KHz。

● 定点波束又称窄波束, 原意为波束指向特定地点的天线。——校者

● 全球波束又称宽波束, 原意为波束覆盖卫星所见地面的天线。——校者