

S / E / S / A / G / A / S

卫星地球站 及地面应用系统

● SATELLITE EARTH STATION AND
GROUND APPLICATION SYSTEM

● 胡以华 郝士琦 蒋孟虎 编著



国防科技大学出版社

NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY PRESS

S / E / S / A / G / A / S

卫星地球站 及地面应用系统

● SATELLITE EARTH STATION AND
GROUND APPLICATION SYSTEM

● 胡以华 郝士琦 蒋孟虎 编著



国防科技大学出版社

NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

卫星地球站及地面应用系统/胡以华, 郝士琦, 蒋孟虎编著. —长沙: 国防科技大学出版社, 2019. 1

ISBN 978 - 7 - 5673 - 0538 - 0

I. ①卫… II. ①胡… ②郝… ③蒋… III. ①卫星通信地面站 IV. ①TN927

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 016306 号

卫星地球站及地面应用系统

WEIXING DIQIUZHAN JI DIMIAN YINGYONG XITONG

国防科技大学出版社出版发行

电话: (0731)84572640 邮政编码: 410073

责任编辑: 熊立桃 王 嘉 责任校对: 梁 慧

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 19 字数: 451 千

2019 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数: 1 - 2500 册

ISBN 978 - 7 - 5673 - 0538 - 0

定价: 48.00 元

前 言

卫星地球站及地面应用系统作为地面用户与外太空飞行器链接的基础，是卫星系统的重要组成部分，是各类卫星走向实用的重要保证。伴随着卫星通信、微电子、计算机等电子信息技术的飞速发展，地球站及应用系统也得到巨大提升。各种类型的地球站及应用系统正朝着新频段、多用途、智能化、新体制和新业务方向发展。卫星地球站应用面越来越广，在军事、宇航、通信、工业、农业、环保、医疗卫生等经济和社会发展各个领域均发挥着重要作用。卫星地球站按其功能来分，主要有完成星地业务信息传输的业务站和对卫星实施监测与控制的测控站。业务站的任务是向卫星发送信号，并接收来自卫星的各种信号，将这些信号通过本地通信枢纽终端传送到本地或者转接到外地。测控站主要对卫星运行进行跟踪测量，控制其进入指定轨道的位置，定期对卫星轨道进行轨道修正和位置保持，并在业务开通前后对卫星进行性能监测和控制。为满足高码速、超大容量、超宽带通信系统的要求，采用大型地球站执行复杂重要任务。为便于运输和使用，特别是应用于边远地区，采用便携式卫星通信地球站，例如甚小口径终端 VSAT 站。这类小型地球站常用于油田、矿区、边防、海岛，为公安、交通、民航和部队等提供应急通信手段。

卫星地球站及地面应用系统依据服务对象和用途不同，其组成架构、设备选用、参数选择具有明显区别，应用人员不仅要掌握常规卫星地球站的基本原理和技术，每一类型地球站的系统构成、设备模式和工作原理，还要熟悉面向各类应用的地球站的特殊技术原理和地面应用方法。此外，站址的选择、保障（辅助）设备的配置、业务的开通、设备的维护、卫星系统的可靠性和有效性等也是应用人员需要了解的内容。作为专业应用业务站的电子对抗卫星地球站，主要对电子对抗卫星和电子侦察卫星进行业务测控和数据发送、接收（这些卫星所需要的运行测控由其他地球站完成）。深入了解电

子对抗卫星地球站,对于保证电子对抗卫星系统的正常工作、改善数据传输质量、发挥地面应用效益有重要意义。因此,全面掌握和深入了解卫星地球站及地面应用系统的原理与技术,对使用、维护、监管、改造完善、研制开发卫星地球站及地面应用系统的人员是基本要求,这也是编著本书的初衷。本书可作为空间工程专业的教材,也可从事卫星应用相关专业研究的有关人员提供参考。

本书的内容基于相关著作、教材等参考资料,并加入了作者团队的部分研究与应用成果。本书是在2007年解放军出版社出版的《卫星地球站原理与技术》的基础上修改完善形成的,原书稿已供原解放军电子工程学院空间工程(航天电子对抗)专业共八届本科生作为教材使用。全书由九章组成,着重阐述了卫星地球站及地面应用系统的组成、基本原理、工程应用等内容。第1章对卫星地球站的组成和分类,以及设备配备的一般原则等进行了简要介绍;第2章介绍了卫星地球站的基本性能参数;第3章介绍了地球站通用系统;第4章至第7章详细介绍了通信地球站(固定站、移动站)、测控地球站、广播电视地球站、业务测控和数据接收系统;第8章介绍了卫星地球站入网测试与接续;第9章具体介绍了对地球站工程设计的要求和相关技术。

本书编写与修订工作的完成,得到了国防科技大学及其电子对抗学院领导和机关的关心,原解放军电子工程学院相关领导和参谋也提供了有益指导和大力支持。本书成稿采用了32032部队提供的部分资料,吸纳了空间工程专业开设以来学员的反馈意见。在此,一并谨致以衷心谢意!

由于编者水平有限,书中疏误在所难免,恳望读者予以指正。

编者

2018年7月

目 录

第 1 章 概 述

1.1 卫星地球站分类和组成	(1)
1.1.1 地球站的分类	(1)
1.1.2 地球站的组成	(5)
1.2 卫星地球站设备配备一般原则	(8)
1.3 卫星地球站及系统的发展趋势	(10)

第 2 章 卫星地球站性能参数

2.1 地球站基本性能参数	(14)
2.1.1 传输损耗	(14)
2.1.2 有效全向辐射功率	(16)
2.1.3 噪声和干扰	(17)
2.1.4 天线增益与波束宽度	(25)
2.1.5 门限载噪比	(25)
2.1.6 地理增益	(27)
2.1.7 接收机品质因数与卫星转发器饱和通量密度	(28)
2.2 地球站性能要求	(29)
2.2.1 地球站的品质因素	(30)
2.2.2 有效全向辐射功率稳定度	(30)
2.2.3 辐射限制	(31)
2.2.4 频率容差及频谱倒置	(32)
2.2.5 地球站传输特性	(33)
2.3 地球站可靠性	(34)
2.3.1 可靠性的参数定义及说明	(34)
2.3.2 可靠性设计	(36)

2.3.3 地球站可靠性设计举例	(38)
2.3.4 可靠性试验	(43)
2.3.5 可靠性评审	(43)

第3章 地球站通用系统

3.1 地球站微波设备	(45)
3.1.1 微波功率放大器	(45)
3.1.2 低噪声放大器	(58)
3.1.3 变频器	(61)
3.1.4 频率源	(65)
3.1.5 天线	(68)
3.1.6 天线跟踪伺服系统	(75)
3.2 信道设备和接口设备	(81)
3.2.1 地面通信设备	(81)
3.2.2 地面接口	(86)
3.2.3 回声抵消器	(87)
3.3 地球站站内监控系统	(88)
3.3.1 站内监控系统原理	(88)
3.3.2 站内监控系统举例	(95)

第4章 卫星通信地球站

4.1 小型卫星通信地球站 VSAT 系统	(101)
4.1.1 VSAT 系统的概述及分类	(101)
4.1.2 VSAT 网的组成特点及工作原理	(102)
4.1.3 VSAT 站微波室外单元	(110)
4.2 移动地球站	(119)
4.2.1 移动卫星通信系统的分类及特点	(119)
4.2.2 国际移动卫星通信系统	(121)
4.2.3 地球同步轨道区域移动卫星通信系统	(130)
4.2.4 低轨道移动卫星通信系统	(134)
4.2.5 中轨道移动卫星通信系统	(139)
4.3 网控与管理	(142)
4.3.1 跟踪遥测指令分系统	(142)

4.3.2 监控分系统	(144)
4.3.3 卫星通信系统的管理	(145)

第5章 卫星测控地球站

5.1 测控站的任务	(148)
5.2 测控站的类型和功能结构	(149)
5.2.1 测控站的类型及使用	(149)
5.2.2 测控站的构成	(149)
5.3 卫星模拟器	(152)
5.4 测控站/测控船布局	(154)
5.4.1 入轨段测控站/测控船的布局	(155)
5.4.2 转移轨道段测控站/测控船的布局	(158)
5.4.3 运行轨道段测控站/测控船的布局	(160)
5.4.4 返回轨道段测控站/测控船的布局	(167)
5.4.5 测控网节点选址条件	(168)

第6章 卫星广播电视地球站

6.1 车载卫星电视系统	(170)
6.1.1 TracVision 车载卫星电视系统	(171)
6.1.2 RaySat 车载卫星电视系统	(172)
6.1.3 Winegard 车载卫星电视系统	(174)
6.1.4 CAMOS 车载卫星电视系统	(175)
6.2 海洋卫星电视系统	(176)
6.2.1 KVH 海洋卫星电视系统	(176)
6.2.2 Raymarine 海洋卫星电视系统	(176)
6.2.3 Sea-King 海洋卫星电视系统	(176)
6.2.4 Sea Tel 海洋卫星电视系统	(177)
6.3 航空卫星电视系统	(180)
6.3.1 Orbit-Tracking 航空卫星电视系统	(180)
6.3.2 Rantec 航空卫星电视系统	(182)
6.3.3 MIJET 航空卫星电视系统	(183)

第 7 章 卫星业务测控和数据接收系统

7.1 卫星业务测控..... (185)

7.1.1 业务测控功能概述..... (185)

7.1.2 业务测控工作流程..... (185)

7.1.3 业务测控相关术语..... (187)

7.2 数据接收系统组成与配置..... (189)

7.2.1 系统概述..... (190)

7.2.2 发射分系统..... (197)

7.2.3 接收分系统..... (203)

7.2.4 天伺馈分系统..... (210)

7.2.5 测试标校分系统..... (216)

7.2.6 综合基带分系统..... (218)

7.2.7 时频终端分系统..... (226)

7.2.8 数传终端分系统..... (230)

7.2.9 监控分系统..... (235)

7.3 数据接收系统业务运行管理 (242)

7.3.1 指标测试..... (242)

7.3.2 系统标校..... (242)

7.3.3 地面站任务流程..... (243)

7.3.4 数据处理..... (244)

7.3.5 数据产品..... (245)

第 8 章 地球站入网测试与接续

8.1 准备工作..... (246)

8.1.1 分系统测试方法..... (246)

8.1.2 系统自环测试步骤与方法..... (247)

8.2 入网验证测试..... (249)

8.2.1 概述..... (249)

8.2.2 测试项目及其方法..... (250)

8.2.3 测试条件..... (256)

8.3 入网验证测试程序及技术规范 (257)

8.3.1 入网验证测试程序..... (257)

8.3.2 入网技术规范	(257)
8.4 地球站与地面网的接续	(262)
8.4.1 一般方法及要求	(262)
8.4.2 地面中继传输方式	(262)
8.4.3 地面中继接续方式	(263)

第9章 地球站工程设计

9.1 概述	(267)
9.1.1 总的要求	(267)
9.1.2 可行性研究	(267)
9.1.3 编制设计任务书	(268)
9.2 地球站工程勘察	(268)
9.2.1 工程勘察准备	(268)
9.2.2 地球站选址技术要求	(269)
9.2.3 地球站选址干扰测试	(270)
9.3 地球站接地、供电与防雷	(272)
9.3.1 接地装置	(272)
9.3.2 防雷保护	(273)
9.3.3 供电负荷的计算	(275)
9.4 地球站微波辐射防护	(276)
9.4.1 微波辐射污染	(276)
9.4.2 微波辐射防护	(279)
9.5 地球站工程设计流程	(279)
9.5.1 编制初步设计文件	(279)
9.5.2 施工图设计	(281)
9.5.3 配合施工及工程总结	(282)

缩略语	(283)
-----------	-------

参考文献	(293)
------------	-------

第 1 章 概 述

自 1957 年第一颗人造卫星发射以来,卫星技术及其应用迅速发展,已成为一个国家综合国力的重要标志。各种通信和广播电视卫星、气象卫星、地球资源卫星、海洋卫星、导航定位卫星、空间科学探测卫星以及军用卫星的应用,已深入政治、经济、军事、科学技术、文化教育、环境和社会发展的众多领域,成为改变生产和生活方式、创造新产业、推动社会进步的有力手段。包括卫星在内的航天器的发射与应用需要多重设备、多个部门的联合而组成一个庞大的运行系统。按照目前的卫星运行模式,卫星运行系统通常由卫星本体系统、运载火箭系统、发射基地、地面跟踪测轨与遥测遥控系统、地面应用中心五大部分组成。这五大部分缺少任何一部分,卫星运行系统都很难发挥作用。卫星地球站是卫星运行系统的重要组成部分,它主要包括地面跟踪测轨与遥测遥控系统和地面应用中心两大部分。为了使卫星按预想的设计状态正常工作,要对轨道参数不断地进行跟踪测量,并对其工作状态不断地进行遥测遥控,这就需要卫星地球站对卫星的各种参数进行遥测;地面应用中心也叫卫星应用地面站,是应用部门把卫星所获得的各种信息、参数、数据等汇集起来,在地面中心进行必要的加工、处理与使用的地方。本书首先简要介绍了卫星地球站的分类、组成、主要性能参数和通用设备,然后重点介绍了通信地球站、测控地球站、广播电视接收站及业务测控和数据接收系统的组成、工作原理,最后介绍了地球站的入网和工程设计。

1.1 卫星地球站分类和组成

根据不同业务标准和技术标准可对地球站进行不同分类。不论承担何种业务的卫星地球站,都能实现卫星到地面之间的数据传输,包括业务数据和测控数据传输,这通常被称作卫星通信。所以,所有卫星地球站都可以被认为是卫星通信地球站。

1.1.1 地球站的分类

地球站是卫星系统的重要组成部分,它可以按不同的方法来分类:

1) 按安装方法及设备规模可分为固定站、移动站(船载站、车载站、机载站等)和可搬动站(在短时间内可拆卸转移)。在固定站中,根据规模大小可分为大型站、中型站和小型站。

2) 按天线反射面口径大小可分为 30m, 20m, 15m, 10m, 7m, 5m, 3m, 1m 等类型的地

球站。

- 3)按传输信号特征可分为模拟站和数字站。
- 4)按用途可分为民用、军用、广播、航空、航海、气象、实验站等。
- 5)按任务可分为测控站和业务站。测控站为卫星系统提供工程测控和业务测控;业务站接收来自卫星的各种信号,并经过处理传送给用户。

此外,地球站还可按工作频段、通信卫星类型、多址方式等进行分类,而且随着科学技术的迅猛发展和社会需求的日益增大,地球站新的种类仍不断涌现,地球站的分类也将随之而有所改变。

但是,目前国际上通常根据地球站天线口径尺寸及地球站品质因数 G/T 值将地球站分为 A、B、C、D、E、F、G、Z 等各种类型。A、B、C 三种称为标准站,用于国际通信。E 和 F 又分为 E-1、E-2、E-3 和 F-1、F-2、F-3 等类型,主要用于国内几个企业之间的话音、传真、电子邮政、电视会议等通信业务。其中 E-2、E-3 和 F-2、F-3 又称为中型站,是为大城市和大企业之间提供通信业务的。E-1、F-1 称为小型站,它们的业务容量较小。各类地球站的天线尺寸、性能指标及业务类型见表 1-1。

表 1-1 各类地球站的天线尺寸、性能指标及业务类型

类型	地球站标准	天线尺寸/m	G/T 最小值/(dB/K)	业务	频段/GHz
大型站 (国家)	A	15~18(原 30~32)	35.0(原 40.7)	电话、数据、TV、IDR、IBS	6/4
	C	12~14(原 15~18)	37.0(原 39)	电话、数据、TV、IDR、IBS	14/11&12
	B	11~13	31.7	电话、数据、TV、IDR、IBS	6/4
中型站 (卫星通信港)	F-3	9~10	29.0	电话、数据、TV、IDR、IBS	6/4
	E-3	8~10	34.0	电话、数据、TV、IDR、IBS	14/11&12
	F-2	7~8	27.0	电话、数据、TV、IDR、IBS	6/4
	E-2	5.0~7.0	29.0	电话、数据、TV、IDR、IBS	14/11&12
小型站 (商用)	F-1	4.5~5	22.7	IBS、TV	6/4
	E-1	3.5	25.0	IBS、TV	14/11&12
	D-1	4.5~5.5	22.7	VISTA	6/4
VSAT TVRO	G	0.6~2.4	5.5	INTERNET	6/4, 14/11&12;
		1.2~11	16	TV	6/4, 14/11&12
国内	Z	0.6~32	5.5	国内	6/4, 14/11&12

注:IBS——INTELSAT 商务服务;VISTA——高密度电话业务;IDR——中等数据速率。

A型站的天线口径原为30~32m, G/T 值原为40.7dB/K, 后来因为卫星星体上辐射功率增加, 天线口径现已降为15~18m, G/T 值也降到35.0dB/K。C型站口径原为15~18m, G/T 值原为39dB/K, 现降为12~14m和37.0dB/K。

下面主要介绍国际通信卫星(INTELSAT)地球站、国内卫星通信地球站及我国电信行业卫星通信地球站分类情况。

1. 国际通信卫星地球站的分类

INTELSAT组织拥有世界上最早、最大和最多的商用地球站。50多年来, 卫星通信技术迅速发展, 业务类别由单一的模拟调频制国际电话、电视发展到多种数字制的TDMA、IDR、数据网、稀路由、按需分配等多种公众业务, 以及以不同形式租用转发器组建的专用网业务和国内网业务, 再加上正在研发的卫星移动通信业务, 呈现一派百花齐放的局面。在技术上, 已由模拟向数字过渡, 各种调制、复用、多址技术与业务的组合种类很多; 频谱也由C频段发展到K频段, 频率复用次数越来越高, 大大地提高了频谱效率。凡此种种, 都要求对地球站制定标准, 以适应不同的业务需求。为此, INTELSAT陆续制定了相应的适合于各频段、不同业务需求的各种地球站的技术规范标准, 到目前为止, 已制定了A、B、C、D、E、F、G、Z共8种地球站的技术规范标准。随着技术发展、业务需求的增加, 今后必将引入并制定更多种类地球站的标准。

为了确保本卫星系统及其他卫星系统的正常运转、高质量地传输各类业务信号、最有效地利用卫星频带和功率资源, 对进入该组织卫星网的各种地球站, 在技术性能和业务范围方面都制定了一整套技术标准(称为“地球站标准”, 简称IESS)及开通入网规范(称为“卫星系统操作指南”, 简称SSOG)。由于其技术上的合理性和权威性, 现已被大多数国家在建立和运行卫星系统时所采纳并作为分类标准, 已成为实际上的国际性的规范。

2. 各国卫星通信地球站的分类

各国国内卫星通信系统因无统一标准, 故种类繁多, 性能各异, 如表1-2所示。从表1-2可以看出, 不仅各国的国内卫星通信系统所采用地球站不同, 而且在同一个国内卫星通信系统中, 所采用的地球站也是多种多样的。

因为各国的国土形状、地理位置、卫星性能、采用的频段、业务类型, 对链路质量要求、技术发展情况和经济实力等都各不相同, 因而可以选用不同类型地球站来建立各自的国内卫星通信系统。即使在同一个国内卫星通信系统中也必须选用不同类型的地球站, 这是因为各国卫星通信系统的地球站不仅分布在大城市, 而且大多数分布于中、小城市和边远地区, 甚至广大农村, 所需的业务种类和所承担的业务量差别甚大。

在一个国家中的经济发达地区, 其地面通信网比较发达, 可有多种通信手段, 而对于边远地区, 其地面网的可用通信手段甚少或需要投资过大, 因此更有赖于卫星通信系统。但边远地区往往业务量小, 又有运输不方便、电源不足、技术落后、维护困难、经济力量薄弱等不利因素, 故不宜建立大型地球站, 而只宜建立较小型的、简单坚固的地球站。因此, 各国卫星通信系统中, 除主站采用大型或较小型站外, 一般多采用中、小型站。

表 1-2 部分国家的国内卫星通信地球站

国家	业务类型	天线尺寸/m	频段/GHz
加拿大	中容量电话	8~10	6/4
	乡镇希路由 2~24 路电话	4.5~8	
	SCPC 可运输站	3.6	
	电缆分配电视单收站	3~4.5	
	网络电视收发站	10	
	用于小功率差转电视	8~4.6	
美国	干线电话和电视传播	13,10	6/4 14/11
	边远地区通信	4,6	
	大城市干线电话和电视	30,20	
	直接数字卫星通信	7,5	
	专用网通信,如办公室通信等	2.4,1.8,0.6	
日本	大(小)容量电话/数据业务,TV 传输业务	11.5	30/20
	利用城市内地球站的专线业务	3	6/4
澳大利亚	电视单收站	2~1.8	14/11
	SCPC 电话	2.4~3	
	单收站、中等质量广播	4.5~6	
	多用途收发站、高速数据传输、高质量全国电视	8~18	

各国国内卫星通信系统用的地球站与国际通信卫星地球站相比,一般来说,比较小而简单。因为:①国内卫星通信一般采用点波束或赋形波束,只覆盖本国领土,服务区小,故卫星天线波束窄、增益大、灵敏度高、辐射功率大。例如我国发展的国内卫星通信,采用国内点波束,其有效全向辐射功率(EIRP)比国际通信卫星的全球波束要高 10dB 左右,因此可简化地面设备(如可用较小天线、低功率固态功放等)。②在国内卫星通信系统中,卫星链路 with 用户之间转接层次较少,有的甚至不需转接,可直达用户,一般比国际卫星通信链路少一个转接层次;因而通路引入的噪声较少,在提供与国际卫星通信链路相同的信号质量下,就可采用 G/T 值较小的地球站。③国内卫星通信链路只服务于本国,其链路的某些质量标准可允许比国际卫星网略低些(如可通率)。这样,各国国内卫星通信系统的地球站可简化和缩小,以利于降低成本。

随着我国卫星通信事业的发展,我国相继建立各种类型的地球站。为了统一规格和便于衡量它们的性能指标,根据所承担的业务范围和我国卫星通信的国情,原邮电部也制定了我国卫星通信行业地球站分类标准。

3. 我国电信行业卫星通信地球站的分类

(1) 分类

按照系统内地球站的品质因数(G/T 值)及它在网络中的作用分为四个标准等级:

1) 一类站; $G/T \geq 31.7 + 20\lg(f/4)$ (dB/K);

2) 二类站: $G/T \geq 28.5 + 20\lg(f/4)$ (dB/K);

3) 三类站: $G/T \geq 23.0 + 20\lg(f/4)$ (dB/K);

4) 四类站: $G/T \geq 18.4 + 20\lg(f/4)$ (dB/K)。

注:① G/T 值规定为天线工作仰角 10° 、晴天微风条件下的测试值;② f 为接收频率 (GHz);③在国内卫星通信系统和租星系统中,一类站包括中央站、公用网和专用网的中心站,其 G/T 值可以比 31.7 dB/K 取得高,以有利于整个系统功率利用;④三类站中,用于租星系统的为 $G/T \geq 24.5 + 20\lg(f/4)$ (dB/K)。

(2) 业务能力

1) 一类站:作为中心站时,负责本系统的运行、操作和监测;与各类站进行 FDMA、TDMA、IDR、SCPC 等各种制式的电话和非话业务的通信,具有较大的通信容量;发送电视信号,接收电视信号并提供转播;必要时,应具有发射参考导频信号的能力,作为 SCPC 系统参考导频备用站;在卫星系统中,负责与 INTELSAT 组织公务联络,配合 INTELSAT 对新建地球站进行入网验证测试和开通测试。

2) 二类站:与各类站进行 FDMA、TDMA、IDR、SCPC 等各种制式的电话和非话业务的通信,具有中等通信容量;发送电视信号(国内卫星系统),接收电视信号并提供转播。

3) 三类站:与各类地球站进行 IBS、VSAT 等业务通信,接收电视信号。

4) 四类站:与各类地球站进行 IBS、VSAT 电话业务,接收电视信号。

1.1.2 地球站的组成

地球站的组成因其种类不同而略有差异,基本由天馈设备、发射设备、接收设备、信道终端设备、监视控制设备、电源设备等组成,如图 1-1 所示。下面以卫星通信地球站为例分别介绍各分系统组成。

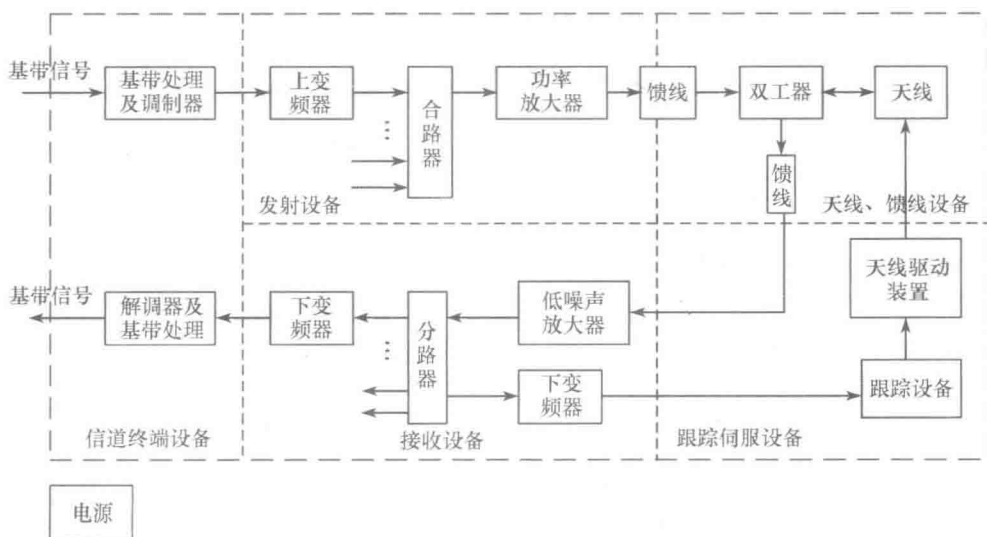


图 1-1 地球站基本组成方框图

1. 天馈设备

卫星地球站的天馈设备包括天线、馈源和跟踪伺服设备。天馈设备是地球站中最主要的设备之一,它是决定地球站质量(品质因数)的关键设备,且大型地球站的天馈设备的投资约占整个地球站投资的三分之一。

天馈设备的基本作用是将发射机送来的射频信号变成对准卫星定向辐射的电磁波,同时收集卫星发来的电磁波,送到接收设备。通常,地球站的天线收、发共用,因此必须有双工器对其进行收发隔离。双工器到收、发信机之间有一定长度的馈线连接,为降低馈线输入端的等效噪声温度,一般大型地球站使用波导作为馈线。由于卫星数据传输大都工作在微波频段,所以地球站天线通常是面天线,目前主要是卡塞格伦天线。

对卫星地球站天线有三个最基本的要求:一是有高的定向增益,二是天线的噪声温度一定要低,三是天线始终对准卫星。对工作在同一频率的地球站天线而言,天线的定向增益主要由天线的口径和天线的效率决定;天线的噪声温度则包括天线固有的电阻性损耗引起的噪声、太阳系噪声(指太阳系中的太阳、各行星及月亮辐射的电磁波干扰被天线接收而形成的噪声,其中太阳是最大的热辐射源)、宇宙(银河系)噪声(是外空间星体的热气体及分布在星际空间的物质辐射形成的噪声)、大气噪声、降雨噪声和地面噪声;天线对准卫星的问题也就是指向的问题,调整天线的指向分为定向和跟踪两个方面。所谓定向,指天线对卫星的初始捕获,捕获方法有人工和程序两种,经过计算给定天线的方位和俯仰两个角度,使天线对准卫星。跟踪是利用一套专门的跟踪设备,调整天线指向,使天线跟踪卫星缓慢漂移运动。如 INTELSAT 的原有 A 标准地球站,采用卡塞格伦天线,其抛物面的直径达到 30m,增益为 63dB,半功率点波束宽度为 0.02° 。主瓣非常尖锐(半功率角小)使地球站指向很容易偏离漂移的卫星,造成信号质量下降,甚至通信中断,所以这种站拥有精密的跟踪系统。

2. 发射设备

发射设备包括上变频器、高功放、合路器及自动转换单元等。图 1-2 所示为地球站发射系统的组成框图。

发射设备的基本作用是把已经调制的中频信号(一般为 70MHz)变换为射频信号,并将功率放大到一定的电平,经馈线送到天线向卫星发射。功率放大器可以是单载波工作也可以是多载波工作,其输出功率可以达到数百瓦至数千瓦。对发射系统的要求是输出功率高、增益大、工作频带宽、线性度好、稳定度高、工作可靠。在卫星地球站发射系统中作为大功率放大器用的功率管有行波管、速调管和场效应管等。

3. 接收设备

接收设备包括下变频器、低噪放、分路器及自动转换单元等。图 1-3 所示为低噪声接收机系统组成框图。

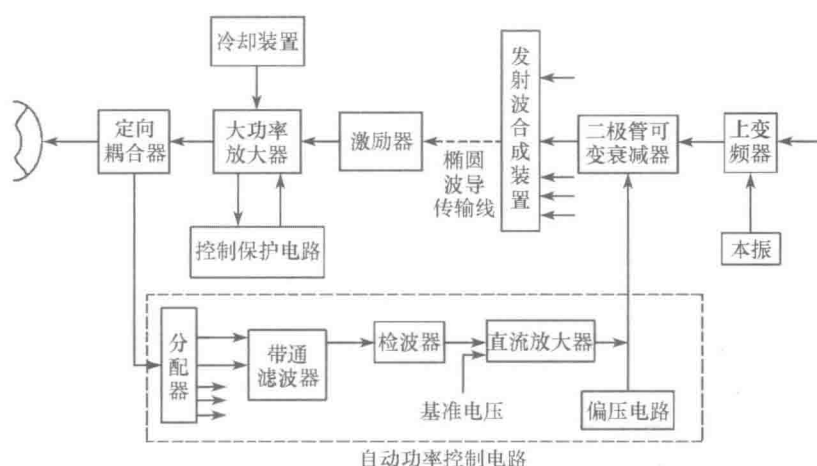
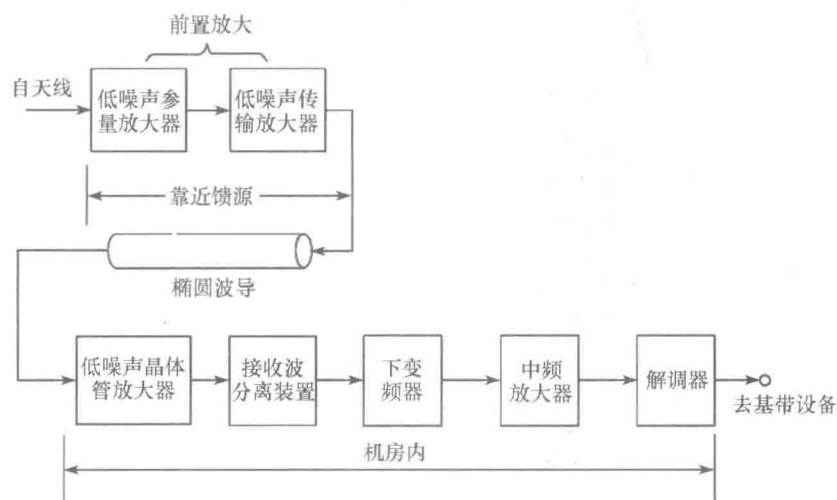
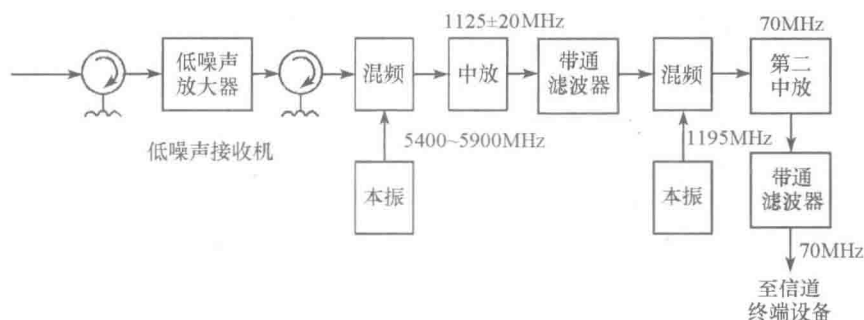


图 1-2 地球站发射系统的组成框图



(a) 采用一次变频的接收机组成方框图



(b) 采用二次变频的接收机组成方框图

图 1-3 低噪声接收机系统组成框图