

双模卫星便携终端系统

廖川¹, 叶家帅²

(1. 四川华能涪江水电有限责任公司, 四川 绵阳 622550;

2. 四川领航未来通信技术有限公司, 四川 成都 611135)

摘要: 卫星通信作为应急通信的建设是重中之重, 利用卫星通信作为应急通信系统能够为救灾活动发挥重要作用, 公网和专网在应急通信中具有互补性。针对目前公网专网分机并存的现状, 目标是设计基于 Ku 频段的一机双网卫星便携终端, 研究公网和专网的平台融合和终端融合技术, 该卫星便携站具有高度的集成化、便携和使用方便的特点, 能解决应急通信中设备复杂, 通信手段单一, 不适合一线力量使用的难题。

关键词: 卫星通信; 公网; 专网; 一机双模; 应急通信

中图分类号: P185.18; N94; TN87

文献标识码: A

文章编号: 1001-2184(2022)05-0005-03

Dual-Modem Portable Satellite Communication Terminal System

LIAO Chuan¹, YE Jiashuai²

(1. Sichuan Huaneng Fujiang Hydropower Co., Ltd., Mianyang Sichuan, 622550;

2. Sichuan Satec Co., Ltd., Chengdu Sichuan, 611135)

Abstract: Satellite communication should be the top priority in the construction of emergency communication. The use of satellite communication as an emergency communication system can play an important role in disaster relief activities. Public and private networks are complementary in emergency communication. In view of the current situation of the coexistence of public network and private network extensions, the goal of this research is to design a one-machine dual-network portable satellite communication terminal based on Ku band, and to research the platform fusion and terminal fusion technology of the public network and the private network. The portable satellite communication terminal is highly integrated. With the convenience of carrying and using, the terminal can solve these problems: the complexity of the equipment to use, the lack of communication means and the unsuitability for front-line forces.

Key words: Satellite Communication; Public Network; Private Network; One-Machine dual-Modem Terminal; Emergency Communication

0 引言

卫星互联网作为通信网络基础设施纳入新基建范畴, 对终端设备提出通信速率高、价格低、终端轻便、组网快捷等独特优势功能要求, 同时具备专网通信具有的行业应用特点。我国在 2020 年 7 月 9 日发射了亚太 6D 卫星, 通信总容量高达 50 Gbps, 这是我国目前第一颗 Ku 频段的高通量商用通信卫星, 目前已经正式投入运营, 标志着我国高通量时代迈进了一步。与传统通信卫星相

比, 高通量卫星带给市场用户更优惠的流量资费(价格仅相当于前者的 1/10~1/5), 更加优化的服务模式, 更加可靠、灵活的使用终端等利好条件。可以预计, 卫星通信将更为广泛地服务于社会生产、教育、科研及管理等方面, 卫星通信专网建设也将迎来一个快速增长时期。

该项目攻克了技术和工程化问题, 具有载波智能切换、伺服跟踪设计和核心网络自组等关键技术, 公网与专网共用一套天线, 可为用户提供无处不在的高速互联网、视频、语音、数据、监控、调度指挥等多种应用服务。实现了真正意义的一机多用功能, 具有随遇接入、自主可控、应用丰富的

收稿日期: 2022-05-30

基金项目: 四川华能涪江水电有限责任公司科技项目资助, 项目编号: HNKJ2020-SCZC28。

优势,双模卫星便携终端系统为国家宽带网络体系“一带一路”,“互联网+”和“宽带中国”的实施战略提供有力支撑。

四川是一个灾害频发、灾害面广的地区,就地震灾害而言,四川省的地震大多分布在东经 104° 以西地区。主要集中在鲜水河、安宁河—则木河、龙门山等七个地震带(区)上。东经 104° 以西地区是四川水电资源最丰富的地区,也是地理条件最恶劣的地区。一旦发生地震可能会造成通信完全中断。此外,四川地区山多水多,也经常发生洪水和泥石流、山体滑坡等地质灾害。在通信系统遭到自然灾害巨大破坏的同时,也伴随着地面交通的中断,抢险救灾、恢复通信的工作难度将大幅度增加。

华能四川公司卫星通信系统的建设,使公司电站形成了各电站通过卫星系统与成都直接通信的能力,极大缓解了自然灾害对于公司水电站的通信中断影响。在“8·28 洪灾”以及“8·17 灾害”中卫星通信系统起到了关键的通信保障作用,为成都集控中心,各电站生产现场和白马管理中心提供了应急通信的保障。但是已有卫星便携站存在体积大,搬运组装困难的问题,且已有便携站只能接入四川公司卫星通信网,无法为现场抢险救灾提供更便捷的通信方式。

该项目将完成 ku 波段双模卫星便携站研究与应用,设计并制造一种能够进行双模切换的卫星便携站。并且要求卫星便携站具有高度的集成化,具有便携和使用方便的特点。能够提供特有的技术方案、原理和方法。

1 双模系统的组成

该双模卫星便携终端系统主要由射频系统、基带系统、伺服转台、路由系统等组成。射频系统由反射面、馈源、LNB 和 BUC 及射频链路组成,完成射频信号的收发功能;基带系统主要由 SKYWAN7 000 和 IQ200 组成,分别完成专网和公网的建链和通信;伺服转台主要由伺服电机、传动机构及和线控制器等部件组成。结构上,转台由俯仰和方位两个相互正交并组合成一体的精密回转轴系组成,具备手动/电动调节接收角度的优点,解决用户在使用产品时调节角度费时费力的问题,可提高用户对产品的安装精度从而缩短产品对星时间,提升用户使用效率和体验,增强产品

可用性和实用性。双模卫星便携终端整体外观见图 1。

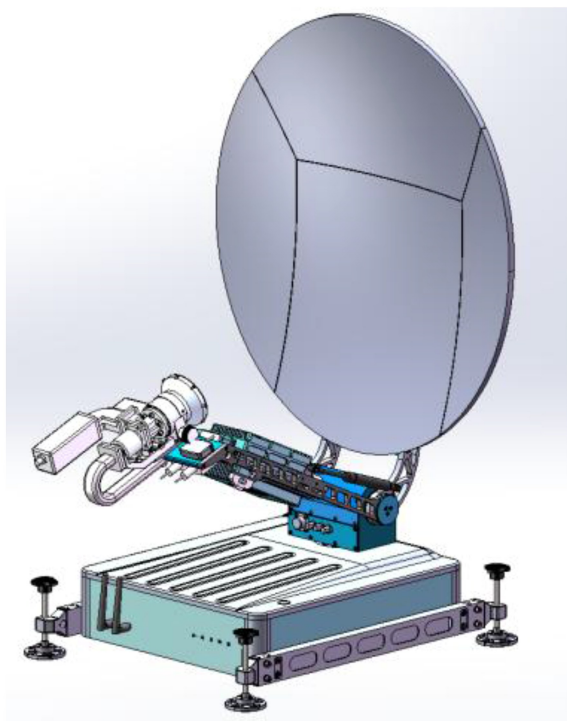


图 1 双模卫星便携终端整体外观图

1.1 系统参数分析

在卫星通信系统中,不仅需要克服长距离空间传输带来的损耗,同时还需要综合终端尺寸,重量和功率要求,有效地为地球站提供可靠的高质量通信链路,必须进行精确的链路预算,确保各项传输参数及噪声和干扰均能满足业务要求。在专网方面,选择了亚洲卫星公司的亚洲 7 号卫星,其定点于 105.5°E ,与四川华能现有业务使用同一个卫星,可以较好地覆盖亚太大部分地区;在公网方面,选择了亚太星通公司的高通量卫星—亚太 6D,其定点于 134°E ,其采用点波束,G/T 值最高可超 $20\text{dB}/\text{K}$,提供下行 20Mbps 和上行 8Mbps 的传输速率,亚太 6D 商业模式也区别于传统频段卫星,以流量计费显得更灵活。

综合便携站承载业务,该次设计专网属于网状网,其占用的功率最多,以其为基准计算链路参数;已知亚洲 7 号卫星转发器的参数和用户使用情况:根据亚洲 7 号卫星的覆盖图,在用户方落地场强为 50dBW ,便携终端需要能够全天候保持在线保障 2MHz 带宽,计算出便携终端的等效辐射功率 $\geq 82\text{dbm}$,根据包装尺寸、便携性和链路

可用性综合考虑,采用 0.6 m 口径天线+40 W 功放;低噪放根据采用专网卫星亚洲 7 号和公网卫星亚太 6D 参数情况,采用双本振宽频低噪声放大器。亚洲 7 号卫星覆盖见图 2,亚太 6D 卫星覆盖见图 3。

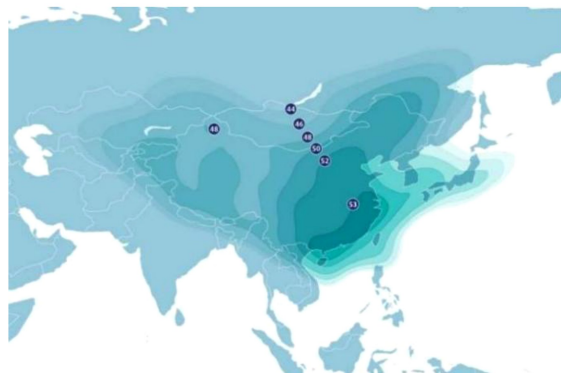


图 2 亚洲 7 号卫星覆盖图

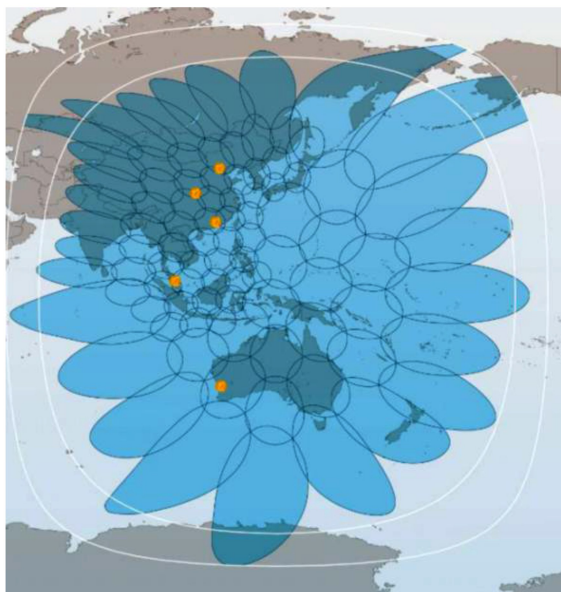


图 3 亚太 6D 卫星覆盖图

1.2 公网和专网转换设计

双模卫星便携终端可以为用户提供多星、多主站、多系统互为备份的公专结合的业务应用模式和场景,远端站根据现场情况灵活选择公网通信保障或者专网保障,应用场景灵活,需要实现公网一键切换、物理隔离,设计采用以下四点。

(1)采用继电器和射频开关来实现两个调制解调器的供电控制及射频传输。其中选用低损耗高品质的合路器,以减小射频网络的传输损耗;继电器和射频开关的状态通过上位机设置,断电可

以保存该状态。

(2)若需将公网与专网的切换时间减少,此方式通电后两个调制解调器都处在运行状态,通过射频开关实现射频链路的无缝切换(100 ms),实现公网与专网的切换,此方式增加能耗。

(3)针对自动便携站在户外使用的用电消耗问题,可以采用上位机关闭未工作的 modem 的电源,能够减少耗能,延长室外电源的工作时间。

(4)便捷公专网物理隔离切换。首先网络不共用路由器等设备,分别设置公网管理口、公网业务口、专网管理口和专网业务口,初次上电时,如果按键是按下去的状态就进行专网参数对星,如果是上电后再按下按键就进行公网参数对星,并通过继电器相对应控制公网和专网的调制解调器供电。

1.3 天线设计

天线的电性能是便携终端最主要的性能之一,保证天线的电性能是便携终端设计的基本要求。天线反射面的面型精度和位置精度是保证天线反射面电性能的前提条件。因此,在天线结构设计过程中,对反射面的面型精度和尺寸稳定性提出了严格的要求;为控制整个便携终端系统重量以实现轻量化的要求,天线主面 0.6 m 采用碳纤维复合材料的反射面天线。采用碳纤维复合材料制造反射面具有质量轻和高强度的特点^[1],在同等厚度下,复合材料反射面天线(含背夹)重 2.5 kg,较相应的铝天线反射面减重 60%,面型精度 RMS 由于 0.06 mm,大大优于铝制天线(0.12 mm)^[2],可以提高整个系统的电性能。而且,随着制造工艺的进一步完善,碳纤维复合材料天线的制造成本将会不断降低;通过工艺设计来满足各种抛物面天线反射面的性能要求,该设计采用碳纤维作为天线面板材料^[3]。

2 系统测试

双模卫星便携终端实现后需要系统测试以保证功能的完备性,测试的主要内容包括天线电性能测试和上星性能测试。按照《国内卫星通信小型地球站 VSAT 通信系统工程设计规范》^[4]。天线的电性能测试结果符合其要求,关键指标如下:

天线的发射增益 ≥ 37.2 dBi@14.25 GHz;
接收天线接收增益 ≥ 35.5 dBi@11.75 GHz;
驻波比 ≤ 1.34 ;

(下转第 12 页)

本文所用方法平均误差为 2.1%，误差来源主要有以下几方面：

(1) 输入量各物理量之间的相关性误差。即当输入量足够多时，空间相关性与时间相关性的输入量之间存在着非线性相关的关系，而本文采用算法中输入量与输入量之间认为是线性相关。

(2) 算法本身误差包含所选用网络误差和输入数据处理误差等多方面因素。

4 结 语

光伏集群出力预测是电网调度、稳定性分析等的基础支撑，常常采用直接叠加、外推和统计升尺度 and 动态分群预测等方式进行。由于光伏出力的随机性和波动性，预测难度较大，算法复杂，因此，本文在集群出力相关性分析的基础上，利用余弦相似度对影响场站出力的数据进行相关性计算，再利用集群内各场站的互信息比值可得权重，最后利用贝叶斯网络进行预测，得到集群总出力值。通过实际数据进行验证，采用本文算法进行集群出力预测结果的平均误差极小，后续可通过改进算法和优化相关系数进行优化。

参考文献：

(上接第 7 页)

极化隔离度 ≥ 32 dB；

上星性能测试方面，专网测试通过亚洲 7 号卫星进行了 4 h 的业务传输试验，通过对测试数据进行分析，完成专网业务 2M 带宽的传输要求，实现华能四川水电有限公司和各子公司的话音视频数据业务的传输^[5]，公网方面通过亚太 6D 完成同时 4 路音视频传输测试。

3 结 语

通过测试结果表明，双模卫星便携终端达到预期的设计要求，对于具有 VSAT 专用通信网的应急通信部门或者企业，同时又具有高速数据传输的业务需求，系统建成后具备公网通信功能，两种网络相互补充提高其应急支撑能力有显著的指导作用。终端性能突出，具有广覆盖、速度快、低成本、短时间、高效率等优势，该轻量化终端设备敏捷高效、韧性抗毁、随遇接入的优良特点，破解了无网断电等极端条件下的应急通信保障问题，一体化设计使该系统可以在几分钟内完全组

- [1] 孟安波, 陈嘉铭, 黎湛联, 等. 基于相似日理论和 CSO-WG-PR 的短期光伏发电功率预测[J]. 高电压技术, 2021(4): 1176-1184.
- [2] 李刚, 刘佳林, 王腾飞, 等. 基于相似日理论和 IPSO-Elman 模型的短期光伏发电功率预测[J]. 测控技术, 2020(2): 91-97+131.
- [3] 杨子民, 彭小圣. 基于集群动态划分与 BLSTM 深度学习的风电集群短期功率预测[J]. 高电压技术, 2021(4): 1195-1203.
- [4] 丁明, 方慧, 毕锐, 等. 基于集群划分的配电网分布式光伏与储能选址定容规划[J]. 中国电机工程学报, 2019(8): 2187-2201+2.
- [5] 石建平, 李培生, 刘国平, 等. 基于改进粒子群优化算法的混沌系统参数估计[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2018(9): 70-76.
- [6] 侯松宝, 王侃宏, 石凯波, 等. 基于相似日和主成分分析的光伏发电系统短期出力预测[J]. 可再生能源, 2018(1): 55-59.

作者简介：

吉 畅(1991-), 女, 贵州毕节人, 工程师, 工学硕士, 主要从事电力系统参数辨识、故障诊断等；

唐辰旭(1988-), 男, 四川成都人, 工程师, 工学硕士, 主要从事电力系统保护与控制、配网调控、配网运营管控等。

(责任编辑: 卓政昌)

装, 单设备具备多星、多主站、多系统、公网结合的通信保障能力。根据现场情况灵活选公网或者专网有效支撑了线上远程调度与线下应急行动相结合的方式, 逐步完善了跨领域、跨层级、跨地域的应急联动机制, 推动了我国通信模式的创新。

参考文献：

- [1] 周晓斌. 应急通信 VSAT 便携站升级改造[J]. 信息通信期刊, 2009(6): 60-64.
- [2] 颜万生, 方芳, 张京, 等. 碳纤维复合材料天线反射面研制[J]. 现代雷达, 1999(6): 104-106.
- [3] 房海军, 涂彬. 卫星天线研制中反射面型面精度和尺寸稳定性的研究[J]. 航天返回与遥感, 2007(3): 68-71.
- [4] 国内卫星通信小型地球站(VSAT)通信系统工程设计规范[S]. YD/T 5028-2018. 0.
- [5] 吕龙, 曹伟. SKYWAN VSAT 卫星通信网络在水电行业的应用[J]. 数字通信世界刊, 2018(11): 159-163.

作者简介：

廖 川(1982-), 男, 四川成都人, 主管, 学士, 从事水电管理工作；

叶家帅(1996-), 男, 四川成都人, 通信系统工程师, 学士, 从事卫星通信研发工作。

(责任编辑: 吴永红)