

doi: 10. 6046/gtzyyg. 2017. 04. 01

引用格式: 钱博, 曹岸杰, 吴莹, 等. 静止轨道微波大气探测技术现状[J]. 国土资源遥感, 2017, 29(4): 1-5. (Qian B, Cao A J, Wu Y, et al. A review on geostationary earth orbit microwave atmospheric sounding technology[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2017, 29(4): 1-5.)

静止轨道微波大气探测技术现状

钱博¹, 曹岸杰², 吴莹¹, 王鹏凯¹

(1. 南京信息工程大学气象灾害教育部重点实验室/气候与环境变化国际合作联合实验室/气象灾害预报预警与评估协同创新中心/中国气象局气溶胶与云降水重点开放实验室, 南京 210044; 2. 上海卫星工程研究所, 上海 200240)

摘要: 极轨卫星的微波大气探测系统可以探测云雨大气,但其较长时间的探测周期在相当程度上限制了其在中小尺度灾害性天气监测中的应用。静止卫星虽然可以实现高时间分辨率的监测,但由于缺少微波载荷无法获取云雨大气的内部信息。综合极轨卫星的微波大气探测和静止卫星的高时效大气探测的优势,发展静止轨道微波大气探测技术,实现对地球大气的全天候、全天时观测,对改进灾害性天气的预报、预测能力意义重大。通过介绍静止轨道微波大气探测 (geostationary earth orbit microwave atmospheric sounding, GEOMAS) 技术的国内外研究现状,阐述了 GEOMAS 技术所面临的困难和挑战,分析了真实孔径天线体制和干涉式合成孔径天线体制的优劣,并对 GEOMAS 的技术发展前景进行展望。

关键词: 静止轨道; 微波大气探测; 干涉式合成孔径天线体制; 真实孔径天线体制

中图法分类号: P 412 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2017)04-0001-05

0 引言

高时效、高精度、全天候、全天时监测台风、暴雨和中小尺度强对流等灾害性天气的发生、发展和消亡过程对提高天气预报的准确性意义重大。极轨气象卫星具有波段宽、通道多、探测范围广和空间分辨率高的特点,尤其通过微波大气探测可以很好地穿透云、雨和大气,利用微波传输过程中与云雨大气产生的吸收、发射和散射效应,反演出大气的微物理特性和热力结构^[1],在地球大气探测方面得到了广泛应用。

1998年5月美国发射的 NOAA (national oceanic and atmospheric administration) 系列业务环境卫星搭载先进的微波探测单元 AMSU-A (advanced microwave sounding unit-A) 和 AMSU-B (advanced microwave sounding unit-B),分别利用 50~60 GHz 的氧气吸收带和 183 GHz 的水汽吸收线探测大气温湿廓线。2005年5月发射的 NOAA-18 卫星上的 MHS (microwave humidity sounder) 取代 AMSU-B 继

续利用 183 GHz 的水汽吸收线探测大气湿度廓线。目前美国国家极轨业务环境卫星系统 (suomi national polar-orbiting partnership, SNPP) 上搭载的星载微波大气探测系统 (advanced technology microwave sounder, ATMS) 于 2011年10月发射成功^[3]。ATMS 在综合性能方面较之 AMSU 有较大提升,ATMS 仅用 2 幅天线即可实现 AMSU 系统中 3 幅天线的探测任务。ATMS 设有 22 个微波通道,大气温度廓线探测仍然采用 50~60 GHz 的氧气吸收带,183 GHz 水汽吸收线附近增加至 5 个探测通道,大大地提升了大气湿度场的探测能力。

我国新一代极轨气象卫星风云三号微波探测系统具有覆盖 50~60 GHz 的大气温度探测仪,150~183 GHz 的微波湿度探测仪和 10.65~89 GHz 的双极化微波成像仪^[4]。2013年9月22日我国成功发射风云三号首发业务星 C 星 (FY-3C),FY-3C 上搭载了 II 型多通道微波温度计 (microwave temperature sounder-II, MWTS-II) 和新增加了 118 GHz 探测通道的微波湿温探测仪 (microwave humidity and temperature sounder, MWHTS),进一步提升了 FY-

收稿日期: 2016-05-05; 修订日期: 2016-06-30

基金项目: 江苏省基础研究计划青年基金项目“微波地表温度计算及其对中国典型地区地表发射率反演改进研究”(编号: BK20150911)、国家自然科学基金项目“FY-3 微波数据 RFI 订正及我国典型地区地表微波发射率反演研究”(编号: 41305033) 和江苏高校优势学科建设工程资助项目共同资助。

第一作者数据 (1980-),男,博士,主要从事大气遥感与大气探测方面的科研与教学工作。Email: bo.qian@nuist.edu.cn。

3C的综合大气探测能力。

但极轨气象卫星较长时间的探测周期在相当程度上限制了其在中小尺度灾害性天气监测中的应用。当前极轨气象卫星约每12 h可完成一次全球探测,在极轨双星观测体系下也只能保障6 h的探测周期,即使未来实现晨昏轨道卫星观测也只能将观测频次提高到4 h。因此,极轨气象卫星对中小尺度灾害性天气的监测存在时效问题。即使未来实现多星组网观测,也难以满足天气预报对多变的大气热力、动力场和中小尺度灾害性天气的监测需求。对这些灾害性天气的监测依然需要静止卫星。然而,目前的静止气象卫星全部以光学和红外载荷为主,其高时空分辨率的特点可以有效监测暴雨、台风和强对流等灾害性天气的产生、发展和消亡过程,但可见光和红外探测无法有效穿透云雨大气,只能获取云顶的辐射信息。

从目前极轨卫星微波温度计和微波湿度计资料的使用情况看,微波大气探测仪可以很好地揭示台风、暴雨等天气系统内部大气热力结构,对于提高天气预报、数值天气预报水平具有重要作用。在静止卫星平台上搭载微波探测仪既可以提高观测频次又可以提高气象卫星对云雨大气的探测能力。发展静止轨道微波大气探测技术,实现对地球大气全天候、全天时和三维内部结构观测,对改进灾害性天气的预报、预测能力意义重大。

1 研究进展

1978年,美国国家宇航局(national aeronautics and space administration, NASA)提出了“静止轨道微波探测”的思想,但经过初步研究和论证后,科学家们认为开发高敏感度、低噪声信号接收机和采用大口径的天线来实现合理的空间分辨率在技术上面临着巨大的挑战^[5]。在欧洲,“静止轨道微波探测”的思想于1984年被提出,目的是服务于欧空局(European space agency, ESA)/欧洲气象卫星应用组织(European organisation for the exploitation of meteorological satellites, EUMETSAT)的第二代气象卫星MSG(meteosat second generation)的业务需求,涉及到的技术难点包括3.5 m口径的大反射面天线及其扫描驱动装置的研制,如何协调辐射计的探测精度、探测的空间分辨率和时间分辨率之间的关系等方面^[6]。然而,由于当时的技术限制,静止轨道微波大气探测未能实现。

1995年,美国成立静止轨道微波大气探测工作组(geosynchronous microwave sounder working group,

GMSWG),并在1997年研究报告中提出了静止轨道微波探测(geosynchronous microwave observatory, GEM)的设想^[7],1998年再次对GEM进行调整,形成了geosynchronous microwave sounder/imager的概念,并希望在下一代静止轨道气象卫星GOES-R上得到验证^[8-9]。GEM考虑了5个频点(54 GHz, 118 GHz, 425 GHz, 183 GHz和380 GHz)共计37个通道。

1998年9月,美国NASA发布了一份针对EO-3(earth observing-3)任务的大气探测新概念的研究公报^[10]。1999年3月,4个新的探测概念入选EO-3任务^[11]:①HORIZON,高空间分辨率的地球静止探测的大口径天线光学成像系统;②地球静止轨道合成孔径微波探测仪(geostationary synthetic aperture microwave sounder, GEO/SAMS);③地球静止轨道傅里叶光谱变换成像仪(geostationary imaging fourier transform spectrometer, GIFTS);④地球静止轨道对流层痕量气体成像仪(geostationary tropospheric trace-gas imager, GEO-TRACE)。其中, GEO/SAMS建议采用将合成孔径技术应用于静止轨道大气探测,但在2000年该想法未被采纳^[12]。

降雨及全天候温湿度探测任务(precipitation and all-weather temperature and humidity, PATH)是美国国家研究委员会(U. S. national research council)提出的15个地球空间探测任务之一,其中重要的一项任务就是在地球静止轨道上放置一颗与极轨卫星AMSU具有相同通道的大气温度和湿度探测器^[13]。2003年,美国喷气推进实验室(jet propulsion laboratory, JPL)提出了静止轨道微波大气探测新概念(geostationary synthetic thinned aperture radiometer, GeoSTAR),并得到了美国国家宇航局新仪器孵化计划(NASA's instrument incubator program, NASA-IIP)的支持,并在2003—2006年间开发出了GeoSTAR地面原理样机^[14-15]。GeoSTAR的初步测试结果完全达到了预期效果,也是当时唯一能够满足PATH观测任务的星载辐射计,这同时也验证了干涉式合成孔径技术在静止轨道微波大气探测上应用的可行性^[16]。

2000年,在欧洲关于静止轨道毫米波/亚毫米波大气探测的研究报告提交至EUMETSAT^[17]。2002年,欧洲科学家向ESA提交了关于开展“微波大气探测静止观测平台计划”(geostationary observatory for microwave atmospheric sounding, GOMAS)的项目建议书。GOMAS采用真实孔径天线体制,保留并继承了美国GEM的特性^[18]。

随后,在2003年由ESA资助,瑞典Saab Space

AB 和 Omnisys AB 公司联合开发了地球同步轨道干涉式合成孔径大气探测仪 (geostationary atmospheric sounder, GAS)。GAS 上共设置 4 个频点 (53 GHz, 118 GHz, 183 GHz 和 380 GHz), 采用先进的 Y 型旋转式稀疏阵列分时采样天线方案, 实现对大气温度、湿度的全天候垂直探测^[19]。

近年来我国也在开展静止轨道微波大气探测方面的预研工作。我国在“十一五”国家高技术发展计划 (863) 重点项目的支持下, 首次开展了静止轨道微波探测仪全尺度样机的研制, 提出了合成孔径圆环天线阵列自旋及重点区域成像的工作体制; 突破了分时采样方式与稀疏天线阵列的联合优化设计、旋转扫描综合孔径微波辐射计成像算法等关键技术^[20]。研制完成了具备 50 km 空间分辨率的地球静止轨道毫米波大气温度探测仪 (geostationary interferometric microwave sounder, GIMS) 原理样机^[21]。GIMS 由 28 个探测单元组成, 每单元有 8 个探测通道, 频率范围为 50 ~ 60 GHz, 采用圆环天线阵列自旋扫描成像合成孔径技术体制^[22]。

在国家“十二五”重点项目的支持下, 我国又成功研制了毫米波/亚毫米波探测仪 (geostationary millimetre and submillimetre - wave sounder, GMSS) 原理样机^[23]。GMSS 是我国在静止轨道真实孔径微波大气探测技术上迈出的重要一步。

2 面临的困难和挑战

提高空间分辨率是静止轨道微波大气探测面临的主要困难。低空间分辨率影像使得探测到的对流胞边缘变得平滑, 大大削弱了精确分辨降雨区和估算雨强的能力^[24]。到目前为止, 世界上所有在轨的微波大气探测仪均搭载在低轨卫星平台上, 且中心频率大都在 183.3 GHz 以下。若在地球静止轨道平台上搭载微波大气探测仪, 面临的首要问题就是如何实现满足气象业务需求的时空分辨率。

星上真实孔径辐射计的空间分辨率受卫星高度、天线孔径和辐射计频率的影响^[25], 即

$$\Omega = k \frac{Hc}{fD}, \quad (1)$$

式中: Ω 为星下点空间分辨率, km; D 为星上真实孔径天线直径, m; f 为电磁波频率, Hz; H 为卫星高度, m; c 为光速, 即 3×10^8 m/s; k 为常系数。由式 (1) 可见, 有 2 种方案可以提高星载辐射计的空间分辨率: ①采用大天线技术, 即增大 D ; ②采用高频通道, 即增大 f 。

通过计算可以得出, 若静止轨道微波探测仪设置频率为 54 GHz 的通道, 天线孔径为 3 m 的条件下, 空间分辨率为 84.2 km; 若加长为 5 m 的条件下, 空间分辨率才能达到 49.6 km。若按照 EUMETSAT 对临近预报空间分辨率的要求, 只有将通道设置为 425 GHz, 天线孔径为 6.5 m 时, 才能够实现 5 km 空间分辨率。因此, 仅靠增大天线尺寸继续提升空间分辨率非常困难。而由于技术的限制, 微波探测仪的频率不可能无限制提高。真实孔径方案往往采用 2 ~ 3 m 的天线覆盖从毫米波到亚毫米波多个探测波段, 所需要的天线口径大, 形面加工要求高, 扫描驱动难度大。同时, 在静止轨道上恶劣的太空环境会使大口径天线反射面产生形变而造成性能的下降。在应用方面, 毫米波低频段难以满足应用需求, 而亚毫米波由于对氧气、水汽的强烈吸收作用使得对大气底层的探测能力受限^[26]。

天线技术问题成为目前制约真实孔径体制发展的一个技术难点。要实现静止轨道高空间分辨率微波大气探测需要从技术上创新天线体制方案。干涉式合成孔径技术是近年来应用于静止轨道微波大气探测的新技术。采用该技术所需的单元天线和接收机数目多, 加工一致性要求高, 系统复杂, 生产成本昂贵。另外, 干涉式合成孔径天线体制制定标技术难度大, 成像时间受到系统复杂度的制约。由 ESA, 法国航天局和西班牙 CDTI (centro para el desarrollo tecnológico industrial) 共同研制的世界上唯一 1 颗合成孔径天线体制的卫星 SMOS (soil moisture and ocean salinity)^[27], 在轨运行 2 a 后性能不断下降并未满足预期设计要求。干涉式合成孔径技术在探测静止目标物方面有其独特的优势, 但对于在满足气象业务需求的条件下如何捕获快速变化的真实大气状态是需要突破的另一关键技术问题。

目前代表真实孔径和干涉式合成孔径 2 种天线体制的静止轨道微波大气探测仪样机统计结果如表 1 所示。

表 1 不同天线体制的静止轨道微波探测仪

Tab. 1 Different antenna systems for geostationary microwave atmospheric sounder

国家或地区	真实孔径天线体制	干涉式合成孔径天线体制
美国	GEM	GeoSTAR
欧洲	GOMAS	GAS
中国	GMSS	GIMS

综上所述, 真实孔径天线体制和合成孔径天线体制各有利弊。真实孔径天线体制探测灵敏度优于合成孔径天线体制, 但仅靠增大天线孔径来提高空间分辨率较为困难; 合成孔径天线体制空间分辨率

高,但定标技术难度大,探测频点扩展代价昂贵,对动态天气现象的捕获能力有限。

3 结论

本文通过介绍静止轨道微波大气探测技术的国内外研究进展,阐述了静止轨道微波大气探测所面临的困难和挑战,分析了真实孔径天线体制和干涉式合成孔径天线体制的优劣,得到以下结论:

1)当前国内外技术现状下,真实孔径体制的载荷在2020年前的技术能力比较接近国际气象组织(world meteorological organisation,WMO)对气象预报的需求。

2)在天线体制方面,干涉式合成孔径技术是解决静止轨道微波大气探测时空分辨率相互制约问题的有效途径。GeoSTAR,GAS和GIMS的出现预示着干涉式合成孔径技术的高空间分辨率优势在静止轨道微波大气探测上有着良好的发展前景。

3)从制订航天计划的角度,目前中国在发展静止轨道微波探测技术方面已经与欧美国家站在同一起跑线上。但无论在仪器制造技术还是在科学基础支撑方面我国与发达国家相比都存在一定差距。

目前世界各国对地球静止轨道微波载荷的技术体制选择仍然处于权衡评估阶段。我国气象卫星发展规划中指出风云四号气象卫星作为中国第二代静止轨道气象卫星将接替风云二号卫星进行观测,并将明确发展静止轨道微波大气探测技术。作为我国第一代静止轨道微波探测仪将以探测台风为主,流域性降水为辅,逐渐实现对强对流降水的观测。

参考文献 (References):

- [1] 卢乃锰. 静止轨道微波探测——风云气象卫星发展的新挑战 [EB/OL]. (2012-09-19). <http://www.meeting.edu.cn/meeting/media/flashmediadetail.jsp?mediaId=11912&url=qixiang2012video/3.flv>.
- [2] NASA官网对AMSU仪器的介绍[EB/OL]. http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/AIRS/documentation/amsu_instrument_guide.shtml. An introduction on AMSU instrument in NASA official website [EB/OL]. http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/AIRS/documentation/amsu_instrument_guide.shtml.
- [3] Muth C, Lee P S, Shiue J C, et al. Advanced technology microwave sounder on NPOESS and NPP [C]//Proceedings of the 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Anchorage, AK, USA: IEEE, 2004: 2454-2458.
- [4] 杨军,董超华,卢乃锰,等. 中国新一代极轨气象卫星——风云三号[J]. 气象学报, 2009, 67(4): 501-509.
Yang J, Dong C H, Lu N M, et al. FY-3A: The new generation polar-orbiting meteorological satellite of China [J]. Acta Meteorologica Sinica, 2009, 67(4): 501-509.
- [5] Staelin D H, Rosenkranz P W. Applications review panel: High resolution passive microwave satellites [R]. Report for NASA contract NAS5-23677. Cambridge, MA: MIT Press, 1978.
- [6] Chedin A, Pick D, Rizzi R. Definition study and impact analysis of a microwave radiometer on a geostationary spacecraft [C]//ESA Second Generation Meteosat Definition Studies on Microwave and Infrared Vertical Sounders. Bracknell, STI, 1986: 58.
- [7] Gasiewski A J, Barret J W, Bonanni P G, et al. Aircraft-based radiometric imaging of tropospheric temperature and precipitation using the 118.75 GHz oxygen resonance [J]. Journal of Applied Meteorology, 1990, 29: 620-632.
- [8] Evans K F, Walter S J, Heymsfield A J, et al. Modeling of sub-millimeter passive remote sensing of cirrus clouds [J]. Journal of Applied Meteorology, 1998, 37(2): 184-205.
- [9] Evans K F, Evans A H, Marshall B T, et al. The prospect for remote sensing of cirrus clouds with a submillimeter-wave spectrometer [J]. Journal of Applied Meteorology, 1999, 38(5): 514-525.
- [10] Gurka J J, Heil J N. The national weather service operational requirements for the evolution of future NOAA operational geostationary satellites [C]//Processing of the 16th International Conference on Interactive Information and Processing Systems (IIPS) for Meteorology, Oceanography, and Hydrology. Copenhagen, Denmark: IIPS, 2000: 69-76.
- [11] Bonczyk W C, Wilson W J, Lambrigtsen B H. The enabling technologies of the geostationary synthetic aperture microwave sounder (GEO/SAMS) [C]//Proceedings of IEEE 2000 International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Honolulu, HI, USA: IEEE, 2000: 3169-3171.
- [12] Lambrigtsen B H. GEO/SAMS - the geostationary synthetic aperture microwave sounder [C]//Proceedings of IEEE 2000 International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Honolulu, HI, USA: IEEE, 2000, 7: 2984-2987.
- [13] Lambrigtsen B, Gaier T, Kangaslahti P, et al. A geostationary microwave sounder for NASA and NOAA [C]//Proceedings of the 16th international TOVS study conference. Angra dos Reis, Brazil: International TOVS Working Group, 2008.
- [14] Lambrigtsen B H, Brown S T, Dinardo S J, et al. Progress in developing GeoSTAR: A microwave sounder for GOES-R [C]//Proceedings of Earth Observing Systems X. San Diego, CA, USA: SPIE, 2005, 5882: 58820L.
- [15] Lambrigtsen B H, Wilson W J, Tanner A B, et al. GeoSTAR: A microwave sounder for geostationary satellite [C]//Proceedings of 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Anchorage, AK, USA: IEEE, 2004: 777-780.
- [16] Tanner A B, Wilson W J, Lambrigtsen B H, et al. Initial results of the geostationary synthetic thinned array radiometer (GeoSTAR) demonstrator instrument [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2007, 45(7): 1947-1957.
- [17] Bizzarri B. MW/Sub-mm sounding from geostationary orbit [R]. Report to EUMETSAT Science W. G., EUM/STG/SWG/9/00/

- DOC/11,2000:11.
- [18] Bizzarri B, Albin J G, David H S, et al. Requirements and perspectives for MW/Sub - mm sounding from geostationary satellite [C]//Proceedings of the 2002 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference. Dublin, Ireland, 2002:97 - 105.
- [19] Christensen J, Carlstrom A, Ekstrom H, et al. GAS: The geostationary atmospheric sounder [C]//Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Barcelona, Spain; IEEE, 2007:223 - 226.
- [20] 中华人民共和国科学技术部. 前沿技术[C]//中国科学技术发展报告 2009. 北京: 科学技术文献出版社, 2010:136. Ministry of Science and Technology of the PRC. Advanced technology [C]//2009 China Science and Technology Development Report. Beijing: Science and Technical Document Press, 2010:136.
- [21] 吴季, 刘浩, 孙伟英, 等. 综合孔径微波辐射计的技术发展及其应用展望[J]. 遥感技术与应用, 2005, 20(1):24 - 29. Wu J, Liu H, Sun W Y, et al. Technical development and application prospect of synthetic aperture radiometer[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2005, 20(1):24 - 29.
- [22] Liu H, Wu J, Zhang S W, et al. The geostationary interferometric microwave sounder (GIMS): Instrument overview and recent progress [C]//Proceedings of 2011 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Vancouver, BC, Canada: IEEE, 2011:3629 - 3632.
- [23] Xiao H, Yu S L, Yao C B, et al. Geostationary millimetre and sub-millimetre - wave sounder for "FengYun - 4" meteorological satellite [C]//Proceedings of the 3rd China - Europe Workshop on Millimetre - Waves and Terahertz Technologies. 2010.
- [24] Dietrich S, Paola F D, Bizzarri B. MTG: Resolution enhancement for MW measurements from geostationary orbits [J]. Advances in Geosciences, 2006, 7:293 - 299.
- [25] 陈洪滨. 利用高频微波被动遥感探测大气[J]. 遥感技术与应用, 1999, 14(2):49 - 54. Chen H B. Remote sensing of the atmosphere with the millimeter and sub - millimeter wave radiometry from the space [J]. Remote Sensing Technology and Application, 1999, 14(2):49 - 54.
- [26] 郭杨, 卢乃锰, 谷松岩. 毫米/亚毫米波探测大气温度和湿度的通道选择[J]. 应用气象学报, 2010, 21(6):716 - 723. Guo Y, Lu N M, Gu S Y. Channel selection of millimeter/submillimeter wave for temperature and humidity sounding [J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2010, 21(6):716 - 723.
- [27] Jiang H B, Su Y Y, Jiao Q S, et al. Typical geologic disaster surveying in Wenchuan 8.0 earthquake zone using high resolution ground LiDAR and UAV remote sensing [C]//Proceedings SPIE 9262, Lidar Remote Sensing for Environmental Monitoring XIV. Beijing, China: SPIE, 2014:926219.
- [28] 欧空局土壤湿度与海水盐度卫星 - SMOS 介绍 [EB/OL]. http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/SMOS/Facts_and_figures. An introduction on ESA soil moisture and ocean salinity - SMOS [EB/OL]. http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/SMOS/Facts_and_figures.

A review on geostationary earth orbit microwave atmospheric sounding technology

QIAN Bo¹, CAO Anjie², WU Ying¹, WANG Pengkai¹

(1. Key Laboratory of Meteorological Disaster, Ministry of Education (KLME)/Joint International Research Laboratory of Climate and Environment Change (ILCEC)/Collaborative Innovation Center on Forecast and Evaluation of Meteorological Disasters (CIC - FEMD)/Key Laboratory for Aerosol - Cloud - Precipitation of China Meteorological Administration, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China; 2. Shanghai Institute of Satellite Engineering, Shanghai 200240, China)

Abstract: The cloudy and raining atmosphere can be detected by the microwave atmospheric sounding system in polar orbit meteorology satellites, but its long sounding cycle is a great limit for small and medium scale of severe weather (SMSSW) monitoring. Although SMSSW can be detected by geostationary earth orbit satellites (GEOS) with high temporal resolution, internal atmospheric parameters cannot be acquired because of the lack of microwave sounder on GEOS. Working in concert, microwave atmospheric sounding and GEOS at high - temporal resolution together comprise the geostationary earth orbit microwave atmospheric sounding (GEOMAS) system. Developing GEOMAS technology is of great significance for improving SMSSW forecast in all - weather and all - time sounding. In this paper, the research status on GEOMAS was described, the difficulties and challenges of GEOMAS were recounted, the advantages and disadvantages of synthetic aperture antenna system (SAAS) and real aperture antenna system (RAAS) were analyzed and the prospects for GEOMAS development were discussed.

Keywords: geostationary earth orbit; microwave atmospheric sounding; interference synthetic aperture antenna systems; real aperture antenna system