第19卷 第1期 空 间 科 学 学 报 Vol.19, No.1
1999 年 1月 CHINESE JOURNAL OF SPACE SCIENCE Jan., 1999

日食对低纬地区 f_0F_2 和 ICF 的影响

张添益
(中国电波传播研究所 新乡 453003)

摘 要

研究了 1995 年 10 月 24 日日食过程中，我国低纬地区广州和海口的 F_2 层临界频率 f_0F_2 和高频干扰重心频率 ICF 变化过程. 鉴于多次日食期间，同处低纬的两地 f_0F_2 的日食变化形态不完全一样，以及多次日食期间同一地方 f_0F_2 变化形态不完全一样，ICF 也并不像预想的那样降低，因而对于低纬电离层，动力学过程可能要比直接与太阳辐射有关的光化学过程起更为重要的作用.

关键词 日食— F_2 层临界频率—高频干扰重心频率

1 前 言

F_2 层临界频率 f_0F_2 是电离层的一个重要参数，也是受太阳辐射影响较大的参数. 日食时，由于电离辐射源被遮挡或部分被遮挡，为观测研究 f_0F_2 的变化原因提供了很好的机会. 最初人们从电离辐射的角度曾认为日食期间由于电离辐射源的减少，f_0F_2 或最大电子浓度会降低，但几十年的多次日食电离层效应的观测结果表明，f_0F_2 的日食表现十分复杂，它既可比平时降低，也可比平时增加或不变 [1−4].

由于高频干扰的相当大一部分能量是从电离层 F_2 层反射回地面的，因此，F_2 层参数的变化也可能会引起 ICF(表征高频干扰能量的重心所在频率) 的变化. 过去曾经做过这方面的研究，并得出结论为 ICF 与 f_0F_2 有较好的相关性，可以由 ICF 的测量推导出 f_0F_2[5].

1995 年 10 月 24 日在我国出现一次日偏食. 我们于 1995 年 10 月 24 日及其前后各 3 天在广州、海口进行了为期 7 天的综合观测，以考察日食对 f_0F_2, ICF 等参数的影响.

2 观测情况

2.1 f_0F_2 的观测

1995 年 10 月 24 日日食过程中，广州和海口的见食情况见表 1. 本文所用时间均为北京时 (海口电离层资料一贯采用 105°E 时间，为便于比较，已将其折算成北京时).

日食期间，广州和海口都用电离层垂直测高仪进行电离层效应观测. 日食前后各 3 天为背景日，两地均从 1000—1600, 每 15 min 观测一次.

1997-12-03 收到原稿， 1998-09-27 收到修定稿

日食日，广州从 1000 到 1040 为 15 min 观测一次，从 1040 到 1500 为 10 min 观测一次，从 1500 到 1600 为 15 min 观测一次；海口从 1035 到 1500 为 5 min 观测一次，从 1500 到 1600 为 15 min 观测一次.

表 1　日食见食时间和食分

地点	初亏	食甚	复圆	食分
广州	1046	1214	1345	0.63
海口	1038	1209	1345	0.75

2.2　ICF 的观测

观测地点：广州. 观测设备及方法：观测设备用 TCP-739 型短波频谱监测仪，天线选用标准宽带天线，馈线为 30 m, 天馈线经过定标测试. 探测指标如下：

扫频范围：2—27 MHz; 探测速度：20 频率点/s; 采样速率：10 kHz; 采样时间：25.6 ms(共采 3480 个频率); 探测带宽：3 kHz.

探测的起始频率 2 MHz, 终止频率为 27 MHz, 频率间隔为 7 kHz, 每次探测 3480 个频率点，以 10 min 为一个周期，在每个周期中，各个频率都探测 3 次，每小时探测 6 个周期，每个周期结束时，将该频率在周期内的 3 个能量探测值取平均，作为该频率在周期内的干扰均值，记作 $D(F_i)$, 其中 F_i 为各频率点的 kHz 值，$F_i=(2000+i\times 7)$ kHz. 共探测 3480 个频率，所以 $i=1,2,\cdots,3480$. 按照下式，每个周期可得到一个干扰重心频率

$$\mathrm{ICF}=\sum_{i=1}^{3480}[F_i\times D(F_i)]\Big/\sum_{i=1}^{3480}D(F_i).$$

3　观测结果

3.1　f_0F_2 观测结果

日食期间的 f_0F_2 观测结果如图 1, 图 2 所示. 图 1 和图 2 中 f_0F_2 的背景值为 10 月 21—23 日，25—27 日共 6 天各相应时刻值的中间值 (文内各图均点线为背景值，实线为日食观测值).

由图 1 可看出，广州的 f_0F_2 值在初亏 (1046) 到食甚 (1214) 之间明显比背景值高，其最大值出现在 1115 左右，约偏高 20%, 但自此时到食甚，f_0F_2 逐步恢复正常值，食甚到复圆阶段，f_0F_2 值和背景值基本一致或略低些. 因此广州的 f_0F_2 的日食表现可表述为先升后平，升幅较大.

由图 2 可看出，海口的 f_0F_2 值从初亏 (1038) 到食甚 (1209) 直到 1230 期间也比背景值高，但高出幅度不大，不像广州那样明显，其最大偏高在 1145, 约为 7%. 从 1230 至复圆前，f_0F_2 总体上说是降低的，但幅度也不大. 因此海口的 f_0F_2 的日食表现可表述为先升后降，但升降幅度都不大.

回顾以前广州、海口日食期间 f_0F_2 的观测结果 [1], 1987 年 9 月 23 日日食时，广州的 f_0F_2 低于背景值，而海口的 f_0F_2 与背景值无明显差异；1988 年 3 月 18 日日食时，广州的 f_0F_2 高于背景值，而海口的 f_0F_2 总体是降低的，特别是食甚后，f_0F_2 明显降低.

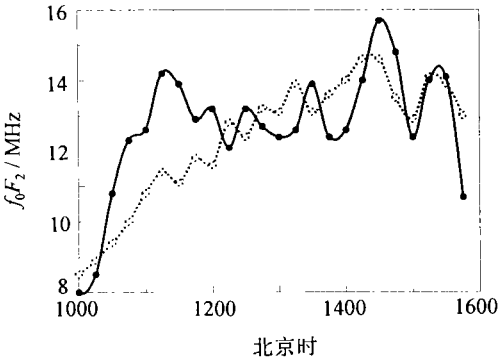


图 1 日食期间广州 f_0F_2 观测结果
Fig.1 Observation result of f_0F_2 at Guangzhou during the solar eclipse

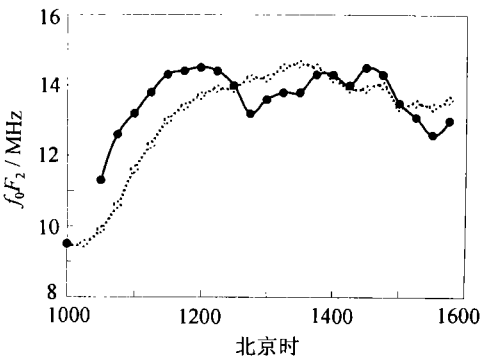


图 2 日食期间海口 f_0F_2 观测结果
Fig.2 Observation result of f_0F_2 at Haikou during the solar eclipse

显然，1995 年 10 月 24 日日食期间，广州地区的 f_0F_2 的变化情况与 1987 年 9 月 23 日的日食时的 f_0F_2 的变化情况相反，而与 1988 年 3 月 18 日的变化情况类似；海口地区的 f_0F_2 的变化与前两次日食情况大体相似. 从变幅不大角度看，它类似于 1987 年的日食表现；从较长一段时间内幅度略有降低来看，它又类似于 1988 年日食表现.

3.2 ICF 的观测结果

本次日食期间，只在广州进行高频干扰重心频率的测量，其结果见图 3.

图中曲线是日食当天的 ICF 与背景值 (日食前后各 3 天，共 6 天，取其中间值) 的 ICF 的变化曲线，从图 3 可看到，初亏后至 1145，ICF 低于背景值，食甚前到食甚这半小时 ICF 高于背景值，食甚后 ICF 又低于背景值，持续约 1 h，复圆后 ICF 高于背景值. 总的来看，ICF 的变化呈振荡形，起伏变化较大.

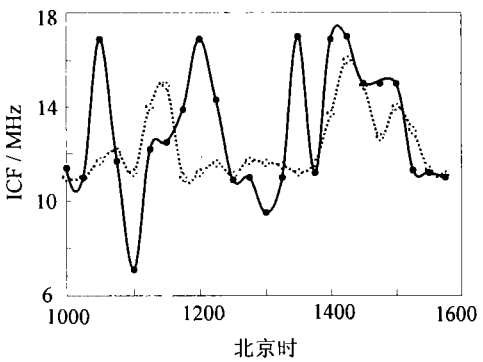


图 3 日食期间广州 ICF 观测结果
Fig.3 Observation result of ICF at Guangzhou during the solar eclipse

由于 ICF 取决于接收点的干扰能量，而干扰能量的大小与传播条件有很大的关系，它不仅受 f_0F_2 的影响，还要受 D 层吸收的影响. 日食期间，由于太阳被挡，遮蔽了太阳电离辐射源，所以 D 层电离减少，电子密度下降，从而 D 层对高频的吸收减弱，特别是对高频低端的吸收减弱，这已为众多的观测所证实 [2,3,6]，此时低端的信号能量增强，从而使 ICF 移向低频段，使得 ICF 降低，这次日食期间从初亏至食甚前 ICF 的确降低，见图 3，而不像广州、海口的 f_0F_2 那样上升，这种令吸收减弱的情况在非日食日是不多见的.

4 讨　论

上述的日食观测结果表明：

(1) 广州、海口两地在日食时刻的初亏至食甚期间 f_0F_2 均比背景日大，特别是广州更为明显. 广州 f_0F_2 的日食表现总体说是先升后平，升幅较大；海口 f_0F_2 的日食表现总体说是先升后降，但升降幅度都不大.

(2) 广州地区 ICF 在整个日食时刻 (从初亏至复圆) 呈不规则振荡形.

将以上结果与前几次日食观测结果比较，可看出低纬地区的广州和海口在几次日食期间 f_0F_2 的反应不一样，有的相同，有的不同，其原因尚不很清楚. 不过我们知道低纬地区电离层特别是 F_2 层的变化原因十分复杂，不仅受太阳辐射所致的光化学过程控制，而且还受动力学过程控制，如："喷泉"效应，磁赤道上空等离子体的收缩和沿场扩散等，使得低纬电离层 F 层有时变化十分剧烈. 如仅就日变化而言，低纬电离层 f_0F_2 有午前午后不对称的"日异常"现象，这是中纬电离层所不具有的. 而日食只挡住了太阳辐射源，换言之，日食只影响电离层中受太阳辐射所致的光化学过程.

而几次日食期间 f_0F_2 的反应不一样这一事实本身似乎又可以反过来证实，对低纬地区电离层的影响因素中，可能是动力学过程起主导作用，而不是直接与太阳辐射有关的光化学过程起主导作用.

至于 ICF, 由于无更多低纬观测的历史资料可供比较，其日食表现原因尚不便分析. 但其日食表现与 f_0F_2 日食表现不一致是和以前的结论 [5] 相矛盾的，对此应引起注意.

这次日食日及日食日前几天 (21—24 日), 地磁活动相对平静. 其中日食日 Kp 指数的 8 个时段值为 (3, 0+, 1, 1+, 3−, 4, 2+, 1+), 因此，排除了较大地磁活动对电离层造成干扰的可能性，可以认为本次日食期间电离层的观测结果不包含较大地磁活动的影响.

致谢　先后参加本次日食观测方案制定与数据观测处理等工作的有何友文、高清、盛佩华、任迎新、张仁芳、杨世泰等以及广州电波观测站和海南电波观测站.

参　考　文　献

[1] 何友文. 广州站、海南站日食电离层效应观测与分析. 见：陶诗言等编. 1987 年 9 月 23 日中国日环食观测研究文集. 北京：科学出版社, 1990. 239—244

[2] 李永生, 何友文. 乌鲁木齐日环食电离层效应的观测与分析. 见：陶诗言等编. 1987 年 9 月 23 日中国日环食观测研究文集. 北京：科学出版社, 1990. 221—225

[3] 黄天锡, 吴世才, 杨承保, 何劲, 郑焰. 上海日环食电离层特性. 见：陶诗言等编. 1987 年 9 月 23 日中国日环食观测研究文集. 北京：科学出版社, 1990. 226—232

[4] 张顺荣, 杨承保, 陈敬梧. 日食对电离层特性参量的影响. 见：陶诗言等编. 1987 年 9 月 23 日中国日环食观测研究文集. 北京：科学出版社, 1990. 233—237

[5] 周国乃, 杨世泰. 高频干扰的重心频率及其在短波通信中的应用. 通信学报, 1987, 8(2):92—96

[6] 肖佐, 邹积清, 张树礼. 日环食期间电离层高频多普勒 D 区吸收的连续监测. 见：陶诗言等编. 1987 年 9 月 23 日中国日环食观测研究文集. 北京：科学出版社, 1990. 267—270

[7] 黄庆铭. 日环食电离层吸收效应. 见：陶诗言等编. 1987 年 9 月 23 日中国日环食观测研究文集. 北京：科学出版社, 1990. 308—311

EFFECTS OF THE SOLAR ECLIPSE ON f_0F_2 AND ICF FOR LOW LATITUDE REGION

ZHANG Tianyi

(*China Research Institute of Radiowave Propagation, Xinxiang* 453003)

Abstract

The variations of the critical frequency of F_2 layer (f_0F_2) and the HF interference centroid frequency (ICF) at Guangzhou and Haikou during the solar eclipse occurring on Oct. 24, 1995, are presented. The morphology of f_0F_2 for two different stations is not completely same for the same solar eclipse; the mophology of the same station is not completely same duing the different solar eclipse; and ICF is not as lower as predicted. So, it is thought that dynamics may play a more important role in low latitude region than photochemistry related directly to the solar radiation.

Key words Solar eclipse, f_0F_2, HF interference centroid frequency

****

《空间科学学报》第五届编辑工作委员会京区编委会会议

1998 年 9 月 20 日，《空间科学学报》第五届编辑工作委员会召开京区编委会. 到会主编、副主编、编委及编辑部共计 15 人.

会上编委们讨论研究了本届期间学报工作. 由学报编辑部汇报了学报的运作情况，充分肯定了成绩，提出了存在的问题，特别强调了当前面临的困难. 编委们围绕提高学报质量问题，特别是针对学报的刊登内容、稿源问题、栏目设置等进行了热烈地讨论，对学报目前的编辑、出版等方面提出了意见和建议.

关于学报内容，到会的编委认为，原定方针是恰当的. 但随着学科的发展，刊载范围应该尽可能地扩大，包括对地观测和应用基础的稿件. 关于学报稿源，与会编委认为稿源是提高学报整体质量的关键，只有充足的稿源，高质量的稿件，学报的各项性能指标才能真正地有所提高. 为此建议增加综述性文章，扩大刊登内容以补充稿源，每期至少发表综述文章一篇. 编辑部应有计划地组织一些综述文章，以及学术会议上交流的优秀文章. 严格要求审稿时间，努力减少稿件在编委审稿和编辑部的滞留时间，加速稿件周转，尽量缩短发表周期.

会上编委们建议将“短文”栏目改为“研究快报”栏目，增加“争鸣”栏目或“读者来信”栏目，这个建议待用通信方式征求各编委意见，汇总后再予变更. 另外，加强文章引言部分的写法，应引入国内、国外该研究工作状况、趋势，注意必要的引文.