第10卷 第2期 空间科学学报 Vol. 10, No. 2
1990 年 4 月 CHINESE JOURNAL OF SPACE SCIENCE Apr., 1990

正相电离层骚扰研究

黄 庆 铭
（中国电波传播研究所，新乡）

摘 要

本文对我国五个电离层站月报资料中的正相电离层骚扰（f_0F_2 增加）作了分析研究，获得了正相骚扰时空变化的规律性，地磁暴与正相电离层骚扰的关系．对正相电离层骚扰的机理也作了讨论．

关键词 电离层骚扰，时空变化，地磁暴

一、引 言

在半个多世纪以来，曾有许多科学工作者对电离层F区骚扰（或称电离层暴）进行过研究．至今，虽然对电离层骚扰机理的了解还不够透彻，但是这些研究已为实际应用作出较大的贡献．因为F区在保证短波通信、雷达、测向等方面有着重要作用，因此近年来，人们对如何完善F区骚扰预报给于了很大重视，已经研究出了很多电离层骚扰预报的方法，并且在电离层骚扰经验模型和物理模型的基础上有所创新．电离层骚扰的类型分为正相骚扰（f_0F_2 增加），负相骚扰（f_0F_2 下降）和双相骚扰（f_0F_2 既有增加又有下降）．过去，我们的工作较着重于研究负相电离层骚扰，对正相骚扰研究极少，这里进行的就是正相电离层骚扰形态的分析与研究．对于某次是否正相电离层骚扰的确定，是从电离层特性月报表中，按照式子 $\Delta f_0F_2 = [f_D(t) - f_N(t)]/f_N(t) \times 100\%$ 计算出 f_0F_2 偏离正常值的偏移 Δf_0F_2，这里 $f_N(t)$ 代表 f_0F_2 正常值，$f_D(t)$ 代表 f_0F_2 实测值，算得 $\Delta f_0F_2 \geqq 15\%$，且连续达6小时以上的就定为正相电离层骚扰．下面根据1965—1982年期间五个电离层观测站的月报资料（满洲里：49°35′N，117°27′E；北京：40°00′N，116°18′E；重庆：29°30′N，106°25′E；广州：23°09′N，113°21′E 和海口：20°00′N，110°20′E）进行了计算和分析．

二、正相电离层骚扰期间的特征偏移

根据上述五个电离层观测站资料的分析，正相电离层骚扰期间持续的时间多数为6—12小时，而且在骚扰期间 $h'F_2$ 有明显的增加，其增加的值一般在10—40 km．正相

本文于1988年11月28日收到．

电离层骚扰的类型中，一种是纯正相骚扰.I 型，有些 I 型骚扰期间 Δf_0F_2 在几昼夜内仍保持正值，并且经过几昼夜重复出现活动期，另一种是 II 型骚扰，即在正相骚扰活动期之后伴随着负相. 由图 1 可以看出，在发生正相骚扰时，f_0F_2 出现突增，很快达到最大值. 对于 I 型骚扰的两个活动期间，Δf_0F_2 的第二个最大值比第一个还要大些，这与文献 [1] 分析的莫斯科站第二个活动期的最大值较小的结果则相反. 对于 II 型骚扰期，在活动期(正相)之后伴随着负相. 关于正相骚扰的预报问题，文献[1]已经提到，当有了正相骚扰起始的预报，基于经验模型可以预报骚扰开始后 30 个小时中纬度的偏移值 Δf_0F_2 或 N_{max}.

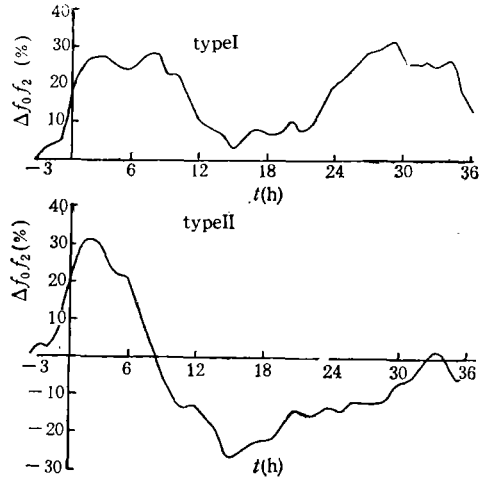
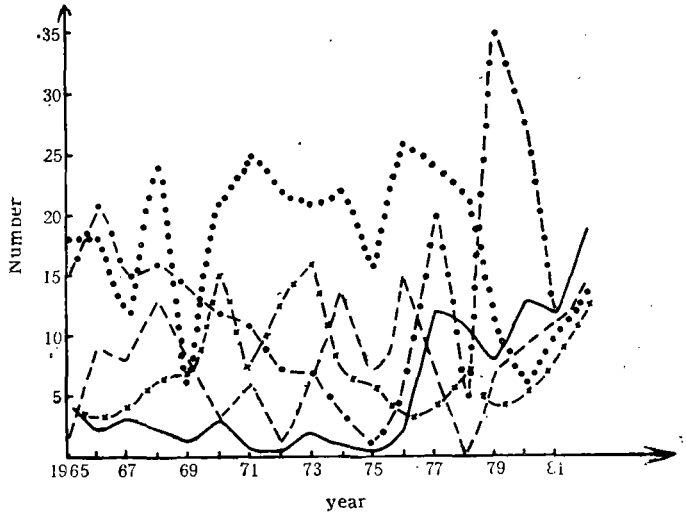


图 1　满洲里站 I 型和 II 型电离层骚扰期间平均偏移值 Δf_0F_2

Fig. 1 The deviation average values, Δf_0F_2, during type I and type II ionospheric disturbances at Manzhouli

三、正相电离层骚扰发生次数、发生次数的年变化、及其与纬度分布关系

在不同纬度发生电离层骚扰的情况不尽相同，对 1965—1982 年五个电离层观测站资料分析的结果，满洲里站发生正相骚扰 195 次，北京站发生 142 次，重庆站发生 247 次，广州站发生 315 次，海口站发生 131 次，

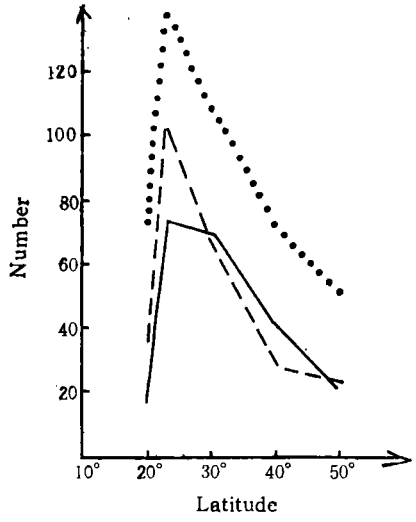


——Manzhouli ----Beijing -·-·-Chongqing ·····Guangzhou -×-×-Haikou

图 2　正相电离层骚扰发生次数年变化

Fig. 2 The annual variations of occurence numbers of the positive phase disturbances

由此可见，广州站发生的次数最多，海口站最少．一般说正相电离层骚扰应该更多的发生在较低纬度的站，如海口站，但是事实上并不是这样，而在广州站发生的次数最多．从图 2 中看出，各站发生的次数，不论在太阳活动性的高年、低年或上升和下降年没有较一致的变化规律性．图 3 是春秋季(3—4，9—10 月)，夏季(5—8 月)和冬季(11—12，1—2 月)发生次数与纬度分布情况，对各个季节都是广州站发生的次数最多，而且冬季发生的次数都比其它季节发生的次数为多．



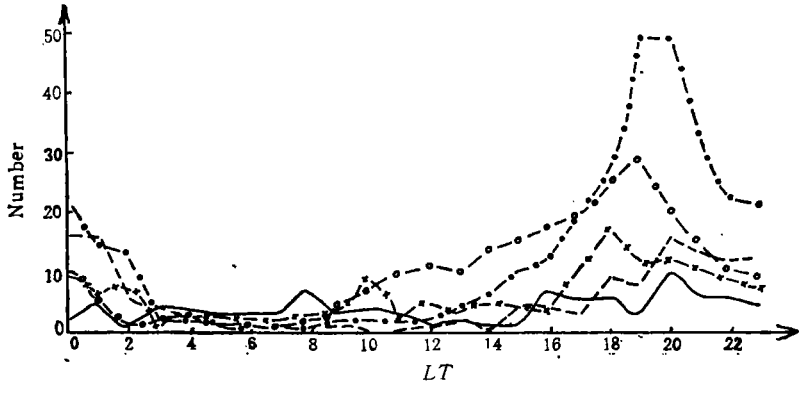
—— Spring and autumn ---- Summer ····· Winter

图 3 1965—1982 年正相电离层骚扰季节发生次数与纬度分布

Fig. 3 The latitudinal distribution of seasonal occurences of positive-phase ionospheric disturbances during 1965—1982

四、正相电离层骚扰开始时间和终止时间的分布

根据五个电离层观测站 18 年正相电离层骚扰资料的分析已获得一些较好的变化规律性．分析时把 $\Delta f_D \geqq 15\%$ 连续达 6 小时以上的最初小时定为开始时间．图 4 表明，各站的开始时间均在日落前后至中夜，发生的峰值在 18:00—20:00 LT，广州站在 19:00 和 20:00LT 这 2 小时中发生的次数占全天各小时发生次数的 31%，各站 03:00—09:00LT 极少发生，可说是发生骚扰的禁期．图 5 中示出的正相骚扰终止时间较集中在下半夜至 10:00 LT，终止次数峰值在 07:00LT，广州站从 06:00—08:00 LT 这三个小时占全天各小时的终止次数 43.5%，而且还可以看出，各站从 11:00—16:00LT 也可认为正相骚扰终止时间的禁期．



——Manzhouli -×-×-Beijing -o-o-Chongqing -·-·-Guangzhou -----Haikou

图 4 1965—1982 年正相电离层骚扰开始时间次数日变化图

Fig. 4 The diurnal variations of the onset time numbers of the ionospheric disturbances with positive phase during 1965—1982

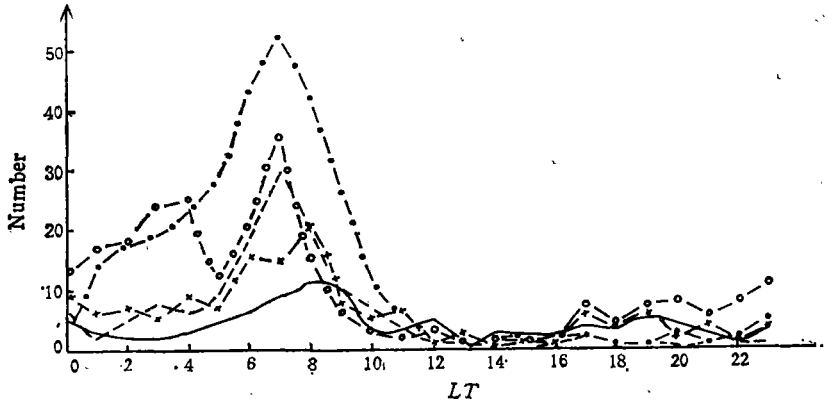


图 5　1965—1982 年正相电离层骚扰终止时间次数日变化图

Fig. 5　The diurnal variations of the end time numbers of the ionospheric disturbances with positive phase during 1965—1982

五、地磁暴与正相电离层骚扰的关系

在地磁暴期间 Δf_0F_2 常常发生增加，即出现正相电离层骚扰，根据 1965—1986 年期间 49 个强烈和中烈磁暴中，利用北京地磁台的地磁资料，计算出每个磁暴水平强度的 ΔH 和五个电离层站 f_0F_2 的 Δf，并对相应时间作图分析它两者的相关关系。结果是：49 个磁暴的初相期和主相是在白天开始的，55% 先出现正相骚扰，并跟随着发生负相骚扰，这种情况是预报负相骚扰的预兆。地磁暴与正相骚扰的相关没有什么强的季节关系，这结果与 Hibberd 和 Ross[2]；Jones[3] 等人的报导是一致的。

六、结果和讨论

现在人们很注意研究正相电离层骚扰，根据本文的分析结果，这种骚扰与太阳的活动性的极大引起的变化无关。目前对预报这种骚扰还是一个比较困难的问题，但是前人已经研究了正相骚扰的时空变化，指出它与磁层活动、行星际磁场、昼夜时间、季节和纬度的关系，建立了正相骚扰期间电离层变化的经验模型。本文对正相骚扰的时空变化和它与地磁暴的分析，也得到了一些较好的结果。关于广州站发生正相骚扰次数最多（负相骚扰发生的次数也是最多），这种异常现象，我们认为可能是与该站位于 f_0F_2 极大值双驼峰北侧峰点附近的特性和某些动力学过程有关[4]。各站发生正相骚扰的开始时间都较集中在 18:00—20:00LT，而 Papagiannis 等人，1971 年曾指出，磁层对流增长的影响可作为这种黄昏效应的解释[5]。在地磁暴期间与正相骚扰关系分析的结果，正相骚扰有 55% 是磁暴初相和主相在白天开始期间出现的，并跟随发生负相骚扰，这种先正后负扰动的规律可以作为负相电离层骚扰预报的预兆。另外，各站发生的正相骚扰较多地出现在冬季，这与

早期 Appleton, King 和 Graham 报道的结果是一致的，认为骚扰的状态有一个非常强的季节变化关系，在冬季趋向于正骚扰[6]。但是为什么正相骚扰较多地发生在冬季呢？其机理还待研究。

对于 F 区域的电离层骚扰的理论，迄今已经提出过许多，但是仍没有一个模型能一致地解释所有主要电离层暴的特性。文献[7]提出，电离层骚扰的产生是磁层骚扰期间能量释入高纬度热层的结果。还提出正相电离层骚扰的产生是由于软性粒子渗入白天极尖区，引起向赤道方向的子午线中性环流进行加热的结果这样的理论。

参 考 文 献

[1] Зевакина Р. А., Киселева М. В., *Геомаднетизм и Аэрономия*, Т. **20**, стр. 746, 1980.
[2] Hibbero, F. H. and W. J. Ross, *J. Geophys. Res.*, Vol. **72**, p. 5331, 1967.
[3] Jones, K. L., *J. Atmos. Terr. Phys.*, Vol. **33**, p. 279, 1971.
[4] 黄庆铭，空间科学学报，第 **7** 卷，第 138 页，1987.
[5] Papaglannis, M. D. and M. Mendillo, *Planet. Space Sci.*, Vol. **19**, p. 508, 1971.
[6] Spurling, P. H. and K. L. Jones, *J. Atmos. Terr. Phys.*, Vol. **35**, p. 922, 1973.
[7] Данилов А. Д., Морозова Л. Д., Мирмовий Э. Г., *Геомагнетизм и Аэрономия*, Т. **25**, стр. 768, 1985.

Some Investigations on Positive Phase Ionospheric Disturbances

Huang Qing-ming

(China Research Institute of Radiowave Propagation, Xixiang, Henan)

Abstract

In this paper, based on the data from five Chinese Stations, the positive phase ionospheric disturbances (f_0F_2 enhancement) are studied. Their temporal and spatial variations, and their relations to geomagnetic storms are obtained. The mechanism of the positive phase disturbances are also discussed.

Key words Ionosperic disturbances, Spatial variations, Geomagnetic storm