

高空高能带电粒子流和地震活动性的关系

林进福
(上海工程技术大学)

A. M. Галбпер
(МИФИ)

提要:本文提出在巴西异常区高能带电粒子流计数率的增大和地震活动性提高之间的关系。并指出,在震中地区,地震形成过程中发射电磁辐射是高能带电粒子流和地震活动性之间存在关系的重要原因之一。

一、引言

为了配合人类的宇宙航行活动,需要研究磁暴,探索太阳黑子活动规律,开展宇宙线成份研究。1967—1969年间,在35km高空气球上安装了附有火花放电室的闪烁切伦科夫望远镜,对能量大于100MeV的正负电子流进行20次测量,发现在固定的高度测得正负电子流数值不是一个常数,而是和地磁状态有关。在地磁暴开始后,正负电子流强度随时间的流逝而减弱^[1]。这现象可解释为,高能正负电子流是从地球辐射带涌出的。为解释在地球辐射带中正负电子流存在,开展了正负电子的电荷比研究。1985年至1986年间,在轨道宇宙联接体“礼炮—7”——“联盟 T—13”——“宇宙 1669”上安装了磁闪烁谱仪的实验装置“Мария”^[2,3],利用三符合线路进行测量。在“礼炮—7”卫星的“Мария”实验装置上偶然发现,在巴西异常地磁区记录到三个增大(10—100倍)的高能带电粒子流强度(计数率)。这现象不能用太阳黑子暴发等常规原因来解释高能带电粒子流强度的改变。而是,好象这些高能带电粒子是从辐射带涌出。经查,发现三个“粒子流突然增大”事件的这一天,正是全球地震活动频繁的一天。可见,在辐射

带内高能带电粒子流和地震活动性之间可能存在着密切关系。

二、高能带电粒子流的测量和分析

1985年10月24日发射了“流星—3”卫星。在这卫星的船舷上安装有“电子”实验设备,获得实验数据。“流星—3”卫星的飞行轨道高度为1250km,倾斜角为82.5°,“电子”仪器的轴和卫星轨道平面相互垂直。利用由闪烁计数器、两个切伦科夫计数器组成的谱仪^[4]对能量 $E_e \geq 30\text{MeV}$ 的电子流和能量 $E_p \geq 400\text{MeV}$ 的质子流进行分析测量。从1985年10月至1986年12月在卫星上收集测量数据,进行65次测量,累计测量时间约100h。根据卫星遥测信号的收集条件,测量区域限制在东经0至120°和西经30°至160°。

测量高能带电粒子流计数率(脉冲数/分钟)和地磁状况的跟踪数据,测量高能带电粒子流的时刻和相应的地理坐标、地磁坐标,均储存在磁盘的数据库内。同样,地震震中的位置(地理坐标)、地震深度和地震的震级也储存在磁盘的数据库内。

在100h的测量中,其有效测量5688min。测得高能带电粒子计数速度大于平均水平10倍以上,持续时间2min以上(包含2min)的事件共计38个,合计总时间为165min。通过分析其地理位置,得到如下结论:30个事件集中在辐射带区域和它的边缘——离巴西异常区

10°的地方,8个事件位于巴西异常区之外,在巴西异常区内计数率平均为200脉冲/分钟。

在巴西异常区或其边界的30个事件中,对每个事件的发生时刻 t_0 和 (t_0+4) h内的所有震级 ≥ 4 的地震次数进行记录,绘制地震数 n 按时间的分布(图1)。发现高能带电粒子计数率开始偏离其平均水平的时刻 t_0 和发生地震的时刻有确定的关系,即地震发生时刻比计数率开始偏离平均水平的时刻 t_0 迟2.5h至2h50min^[5]。

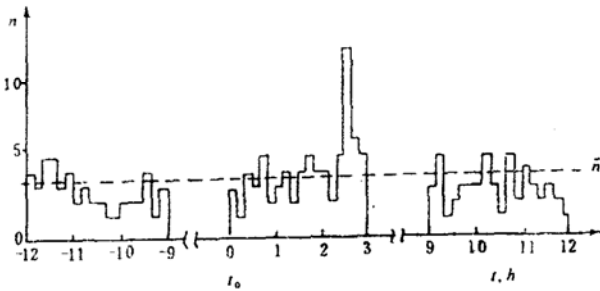


图1 地震数 n 按时间分布

根据“流星-3”卫星的实验事实,绘制夜间地震数 n (震级 ≥ 4 ,地震深度 ≤ 80 km,夜间当地时间为傍晚18时至次日晨6时)按时间分布图2。发现图2的结论和图1一致。

把高能带电粒子流增大的时刻和发生地震的时刻之间相差2.5h至2h50min的地震次数列在表1中。符号(++)表示在巴西异常区存在高能带电粒子流增大(计数率增大),并在 $(t_0+2.5)$ 至 $(t_0+2h50min)$ 之间发生震级 ≥ 4 的地震事件。符号(-+)表示在巴西异常区不存在高能带电粒子流增大而存在地震事件。符号(+-)表示存在高能带电粒子流增大而不发生地震。在表1中,发现在夜间高能带电粒子流计数率开始偏离平均水平的时刻 t_0 和发生地震的时刻有明显的确定关系。在11个(+-)事件中,7个高能带电粒子流增大的事件相应发生磁暴,也就是说,磁暴是以高能带电粒子流增大为先决条件。

在“国际宇宙-保加利亚-1300”卫星

上,利用“Мария”实验装置测得的实验结果支持了地震活动和高能带电粒子计数率偏离平均水平之间存在关系的假设。在这个卫星上测得的11个计数率偏离平均水平的事件中,发现其中5个事件在计数率开始偏离平均水平时刻 t_0 以后的2.5h至3h内发生震级 ≥ 4 的地震。其余6个事件伴随发生极强的磁激发。这种磁激发可能是高能带电粒子计数率偏离平均水平的原因。

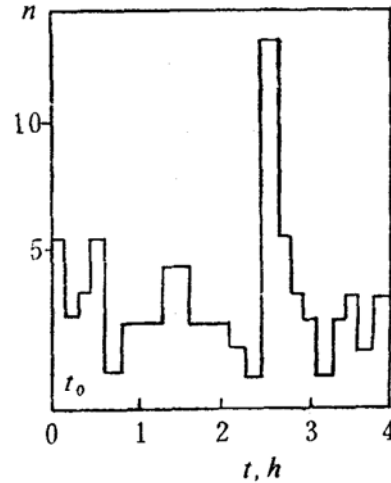


图2 夜间地震数 n 按时间分布

表1

地震特征	震级 ≥ 4	(++)	(+-)	(-+)
地震深度	$h \leq 80$ km, 白天	3		9
	$h \leq 80$ km, 夜间	11		3
	$h > 80$ km, 白天	0		0
	$h > 80$ km, 夜间	5		3
合	计	19	11	15

三、高能带电粒子流和地震活动性之间存在联系的原因

已知在震前地震形成阶段,从震中地区传播出异常电磁辐射。这种电磁辐射分布在地球辐射区和接近震中上面的辐射方向上。

可见,有可能引起在辐射带被俘获的高能带电粒子的径节角扩散。然后,这些粒子自行改变分布,它们均分布在确定的地磁轨道上。所得实验数据证实,仅仅在卫星经过的磁轨道地方才可能记录到这些粒子流。并且,大多数高能带电粒子计数率偏离平均水平的事件集中在磁轨道(磁壳层) $L=11-1.25 \times 10^{-4}T$ 。图3说明在接近地球的地磁轨道受到最大的异常电磁辐射影响。

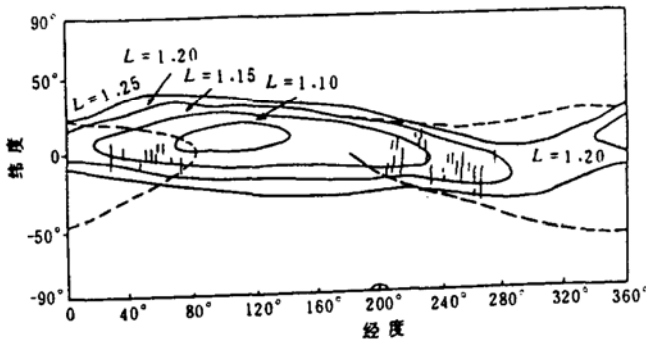


图3 高能带电粒子计数率偏离平均水平持续1min以上事件的地理位置分布

卫星记录的另一个实验事实,可以支持关于高能带电粒子流和地震形成阶段发射异常电磁辐射的相互作用的假设。实验证实,地震震中在陆地的情况下,地震形成阶段发出电磁辐射,传播到地球辐射区。而从海洋地区震中发出电磁辐射是困难的^{[6][7]}。图4表示,高能带电粒子计数率开始偏离平均水平的时刻 t_0 和相对应于发生在陆地、海洋的地震数(震级 ≥ 4)的分布。从图4发现,如果震中在海洋地区,震中发出的电磁辐射很难传出水面,在接近地球的地磁轨道没有受到异常电磁辐射的影响,所以高空高能带电粒子流没有发生异常变化。因此,假如震中发生在海洋地区,则无法在卫星上监察地震活动的情况。

四、结论

(1)在巴西异常区地震之前2.5h至2h50min发生高能带电粒子流增大的事实,可以作为预报地震的时间。特别是,当地时间为

傍晚18时至次日晨6时的夜间发生的地震(震级 ≥ 4 ,地震深度 $l \leq 80\text{km}$)的预报较正确。

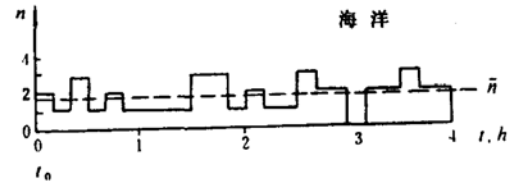
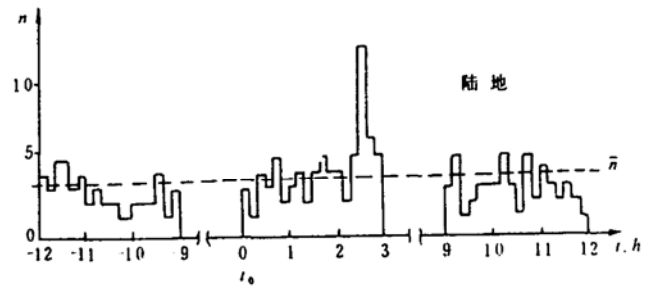


图4 震中在陆地、海洋的地震数 n (震级 ≥ 4)按时间的分布

(2)实验证实,在震前地震形成阶段,存在地震电磁先兆的规律。在接近地球的地磁轨道受到最大的异常电磁辐射影响,被辐射带俘获的高能带电粒子能监察地震活动的发生。

(3)建议在卫星上,建立进行常规监察一辐射带内高能带电粒子流特征和显示其短时间变化的实验装置,可作为精干的预报地震时间新方法的基础,而且可能测到发生地震的地理位置。

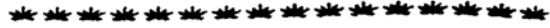
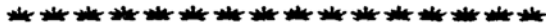
参考文献

- [1] А. М. Галбтер и др., Изв. АН СССР, Сер. Физ., 34 (1970)2275
- [2] V. G. Kirillov—Ugryumov et al., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A248(1986)238
- [3] С. А. Воронов, А. М. Галбтер и др., Геоматнезизм и Аэрономия, 3(1987)492
- [4] В. М. Грачев и др., Высокоэнергичные Электроны по данным Эксперимента на ИСЗ "метеор - 3" М; (下接 24 页)

它将被支撑固定在反冲质量分离器靶子的位置上,这个位置距分离器只有 300mm,因此,能有 50 个 Ge 探测器可以投入使用。如果一切顺利,在 1991 年秋季,将可进行首批

迄今为止最为精彩的实验。

(余坚芳 王积成摘译自 EUROGAM
孙相富审校)



(上接 17 页)

Препринт/МИФИ, 058-87, 1987

[5] А. М. Галблер, 林进福等, 地震学报, (待发)

[6] М. Б. Гохберг и др., Электромагнитные

Предвестники Землетрясений, М, Наука, 1982

[7] М. Б. Гохберг и др., Оперативные Электромагнитные предвестники землетрясений, М, Наука, 1985

