

利用高空高能带电粒子流探索地震

林 进 福

(上海工程技术大学, 上海 200335)

苏联学者在多年实际观测的基础上, 提出了在辐射带内高能带电粒子流计数速度的增大和地震活动性之间存在联系, 并指出在震中地区, 地震形成过程中发射电磁辐射是产生这种联系的主要原因。

早在 1967—1969 年间, 苏联莫斯科工程物理学院的科学家们在 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]。该现象可解释为, 高能带电粒子流是从地球辐射带涌出的。为了检验在地球辐射带内正负电子流的存在并开展正负电子的电荷比研究, 1985—1986 年间, 苏联莫斯科工程物理学院的科学家们又在轨道宇宙联接体“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”卫星的实验装置上, 意外地记录到在巴西异常地磁区三个高能带电粒子流计数速度(强度)增大 10 至 100 倍的事件。这现象不能用太阳黑子爆发等常规原因来解释。经查明, 三个“高能带电粒子流突然增大”事件出现的这一天正是全球地震活动频繁的一天。由此推断, 在辐射带内, 高能带电粒子流增大和地震活动性之间可能存在着密切关系。

为了研究高能带电粒子流和地震的关系, 1985—1986 年间, 苏联莫斯科工程物理学院 Гальпер 教授领导的宇宙线科研组在“流星-3”卫星上安装了“电子”谱仪的实验装置^[4], 采用由两个切伦科夫计数器和一个闪烁计数器组成的三符合装置的线路进行测量。“流星-3”卫星

轨道高度为 1250km, 轨道倾斜 82.5°, 仪器轴线垂直于卫星轨道平面。三符合线路记录被辐射带俘获的能量 $E_e \geq 30\text{MeV}$ 的电子和 $E_p \geq 400\text{MeV}$ 的质子。累计测量 100h, 其中 20h 为在辐射带内的测量资料。对高能带电粒子流计数速度偏离平均水平持续 1min 以上的事件进行分析, 发现高能带电粒子流计数速度偏离平均水平和全球地震水平(24h 内的地震次数)有关, 约 70% 的高能带电粒子流计数速度偏离平均水平发生在全球地震水平线以上(高于两年内的平均昼夜地震次数)。

经过详细的分析, 发现计数速度开始偏离其平均水平的时刻 t_0 和地震发生的时刻有确定的关系, 即地震发生时刻比高能带电粒子流计数速度开始偏离平均水平的时刻 t_0 约迟 2.5h, 如图 1。

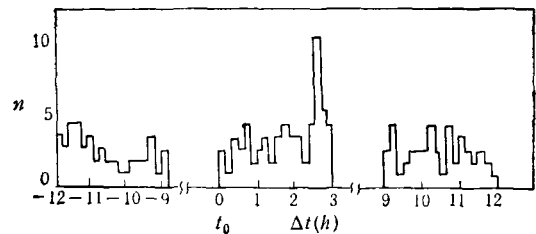


图 1 震级 ≥ 4 的地震次数 n 和计数速度开始偏离平均水平时刻之间的关系

在“国际宇宙-保加利亚-1300”卫星上, 利用“Мария”实验装置测得的结果也支持了地震活动性和高能带电粒子流计数速度偏差之间存在关系的假设。在这里, 从实验测得的 11 个计数速度偏离平均水平的事件中, 发现其中五个事件在计数速度开始偏离平均水平时刻 t_0 以后的 2.5—3h 内, 发生震级 ≥ 4 的地震。其余六个事件伴随发生极强的地磁暴。

此外, 还分析了高能带电粒子流和地震存

在联系的原因。近年来,在探索地震形成的规律时,发现在地震形成阶段,震中地区发出异常电磁辐射。通常,异常电磁辐射分布在纵深几千公里的高空,异常电磁辐射不仅影响电离层,而且影响空间的磁层,也包括辐射带在内。由于辐射带受到异常电磁辐射的影响,在辐射带内的带电粒子可能改变其运动方向,它们将分布在磁轨道上。所以,只有卫星经过的磁轨道位置才能记录到这些粒子流。在卫星上的实验证实,大多数计数速度偏离平均水平的事件(共34个事件)集中在磁轨道(磁壳层) $L = 1.1 \times 10^{-4} - 1.25 \times 10^{-4} T$ 之间。这实验事实说明,在接近地球的地磁轨道受到异常电磁辐射的影响。

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。如果地震震中在海洋地区,震中发射的异常电磁辐射很难传出水平面^[5,6],接近地球的地磁轨道没有受到异常电磁辐射的影响,因而在辐射带内的高能带电粒子流不发生异常变化。如图2所示,震中发生在海洋地区的地震活动无法在卫星上监察。

在以上研究的基础上,建议在卫星上,建立

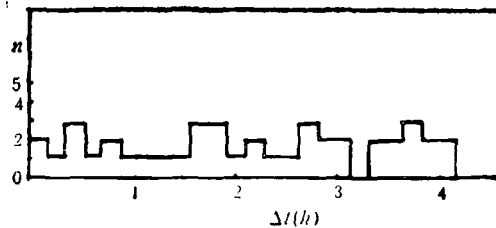


图2 在海洋地区,震级 ≥ 4 的地震次数 n 和计数速度开始偏离平均水平时刻之间的关系

常规监察高能带电粒子流特征和显示其短时间变化的实验装置,可作为预报地震时间的新方法。

- [1] A. M. Гальпер и др., *Изв. АН СССР, сер. физика*, No. 34 (1970), 2275.
- [2] V. G. Kirillov-Ugryumov et al., *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A248 (1986), 238.
- [3] С. А. Воронов и др., *Геомагнетизм и Аэронаука*, No. 3(1987), 492.
- [4] В. М. Грачев и др., *Высокоэнергичные Электроны по данным эксперимента на Исз "Метеор-3"*, М.: Препринт/МИФИ, 058-87, (1987).
- [5] М. Б. Гохберг и др., *Электромагнитные Предвестники Землетрясений*, М.: Наука, (1982).
- [6] М. Б. Гохберг и др., *Оперативные Электромагнитные Предвестники Землетрясений*, М.: Наука, (1985).

1991 年第 12 期《物理》内容预告

知识和进展

一门蓬勃发展的交叉学科——化学物理(马兴孝);

对材料科学发展的认识(陈熙琛);

液晶与生物膜(欧阳钟灿);

光学特征识别(宋菲君);

核磁共振波谱在地球科学中的应用(王义道编译);

玻色子凝聚,费米子排斥,“任意子”呢?(江启杜编译)。

物理学和经济建设

兰州重离子加速器及其应用前景(王义芳等);

等离子体源离子注入——一种材料表面改性的新技术(陈英芳);

彩色电视机的电磁兼容性测量(黄志洵)。

实验技术

物理测量中的不确定度表示指南(刘智敏等)。

物理学史和物理学家

法拉第原子论观点的转变与场概念的起源(阎康年);

原子有核模型的提出——纪念卢瑟福诞生 120 周年(杨懋沧)。