

用电离层特性参量提取等效风场信息^{*}

栾晓莉 刘立波 雷久侯 万卫星 宁百齐

(中国科学院武汉物理与数学研究所 武汉 430071)

摘 要

导出了利用中低纬电离层特性参量获取电离层 F 层峰区高度上等效风场(包含电场和风场信息在内)的基本方程,并尝试用该方法从电离层特性参量(峰高和临频)提取等效风场信息.利用武汉站 DGS-256 电离层数字测高仪数据及由美国 Massachusetts Lowell 大学最新版的剖面反演程序换算得到 F 层峰高,获得了武汉地区夏季至日点附近、冬季至日点附近、冬季地磁特别宁静的九天和冬季平均等效风场的初步特征.并利用 Fejer 经验电场模式计算冬季电场引起的垂直漂移,估计电场和风场对武汉地区的垂直等效风场的贡献大小.结果表明:等效风场呈现出白天与夜晚幅度和方向的差异、至日点附近冬季与夏季白天的幅度差异以及明显的凌晨凹陷现象;平均情况下,垂直等效风场幅度和方向的变化主要是由中性风引起,受电场的影响不大.

关键词 电场—风场—电离层—伺服理论

1 引言

中性风 and 电场显著地影响着电离层乃至等离子体层的结构形态,并在电离层动力学过程、电离层与热层的耦合过程中具有决定性的作用^{[1],[2]},因此电离层中许多问题的研究都依赖电场和风场信息^[3],认识和揭示中低纬和赤道电离层 F 区电场和风场一直为人们所关注.其中,非相干散射雷达、卫星、FPI 仪和 HF 雷达等探测手段是目前我们认识中低纬电离层电场和风场的主要数据来源^[2],但仅限于少数台站与时段,且所需设备费用昂贵、日常维护开支巨大,很难取得长期、连续、大范围的可用资料,有必要从另外的途径获得中低纬电场和风场的信息^[4].

在中低纬 F 层及 F 层峰以上高度,电场和中性风是影响电离层运动最主要的因素.其中,中性风对电离层的调控程度随磁倾角减小而减弱,而东西向电场情形正好相反,随磁倾角减小而增大.峰区电离层高度对电场和风场的依赖使得有可能用中低纬电离层特性数据获取包含电离层风场、电场信息在内的等效电场或等效风场信息.在中纬,依据伺服理论从电离层特性数据获得中性风场的研究工作已经取得了相当的成功^[5].随着纬度的降低,在低纬,特别是近赤道地区,磁力线几乎水平取向,电场逐渐成为影响电离层垂直运动最主要的动力学因素之一.借助风场观测数据或相关的经验模式,有可能从等效风场信息中得到低纬(甚至较大倾角的中纬地区)的电场信息,而借助电场观测数据或相关的经验模式,则有可能得到风场信息,从而为研究电离层动力学行为提供依据.

^{*} 国家自然科学基金(49804008),重点项目(40134020),国家 NKBRSF 项目(G2000078407)资助课题
2001-10-08 收到原稿, 2002-02-08 收到修定稿

本文从连续性方程和动量方程出发, 基于一些假设, 推导出用中低纬电离层特性参量获取电离层 F 层峰区等效风场信息的方程. 并尝试用电离层特性参量提取等效风场信息, 获得了 2000 年夏季至日点附近以及 2000—2001 年冬季三个月内武汉地区等效风场日变化的初步特征, 而关于等效风场季节变化等特征的结果将另文给出.

2 用电离层特性参量获取等效风场的基本原理

峰区电离层高度依赖电场和风场, 使得有可能用中低纬电离层特性数据获取包含电离层风场、电场信息在内的等效电场或等效风场信息. 基于连续性方程和动量方程可推导出从中低纬电离层特性参量获取垂直等效风场 (等效于实际风场和电场在垂直方向上对电离层的作用) 信息的基本方程. 假设电离层水平分层, 连续性方程为

$$\frac{\partial N}{\partial t} = q - \beta N - \frac{\partial}{\partial h}(NV_z), \quad (1)$$

其中, q 、 β 分别为高度 h 处的离子产生率和损失系数, 而 N 、 V_z 为电子浓度和等离子体垂直速度. 假定顶部剖面形状近似维持相同, 且从 F 层峰高 h_m 到电离层顶的积分 $\int_{h_m}^{\infty} N dz = aHN_m$, 顶部电子产生率 $q \propto e^{-h/H}$, 损失系数 $\beta \propto e^{-kh/H}$, 而且有 $\int_{h_m}^{\infty} \beta N dz = a'H\beta_m N_m$, 其中 H 为中性氧原子标高, a 、 a' 和 k 为三个系数. 那么, (1) 式从 $h = h_m$ 到 $h = \infty$ 积分, 有:

$$aH \frac{dN_m}{dt} = q_m H - a'\beta_m N_m H - \Phi_{\infty} + N_m \left(V_{zm} - \frac{dh_m}{dt} \right). \quad (2)$$

下标 m 标记物理量在 h_m 高度处取值, 下同. Φ_{∞} 为电离层等离子体顶部通量. 在 F 层, 动量方程可近似为: $V_{zm} = W - W_d \sin^2 I$. 这里 W_d 为扩散速度, I 是磁倾角, $W (W = V_w \sin I + V_e \cos I)$ 为外加水平中性风场, 在这里 V_w (沿磁场经向) 和北向垂直电场 V_e 为共同引起的垂直漂移速度, 即等效风场在垂直方向上的投影 (简称为垂直等效风场). 假设连续性方程的形式可取为 [6]

$$\frac{dN_m}{dt} = q_m - c\beta_m N_m - \frac{\Phi_{\infty}}{aH}, \quad (3)$$

其中 c 为 1 量级的可调参数. 将上式和 V_{zm} 的表达式代入 (2) 式, 整理得

$$W = \frac{dh_m}{dt} + (a-1) \frac{q_m H}{N_m} + (a' - ac)\beta_m H + W_d \sin^2 I. \quad (4)$$

当分别考虑 O_2 和 N_2 对离子损失的贡献时, (4) 式可进一步表示为

$$W = \frac{dh_m}{dt} + (a-1) \frac{q_m H}{N_m} + (a'_{O_2} - ac)\beta_{O_2} H + (a'_{N_2} - ac)\beta_{N_2} H + W_d \sin^2 I. \quad (5)$$

(5) 式便是利用中低纬电离层特性参量获取电离层 F 层峰高度上等效风场的基本方程. 更为详细的推导请参阅 Liu 等* 的论文.

*Liu Libo et al. Effective winds over Wuhan derived from ionospheric data, *J. Atmos. Terr. Phys.*, 2002

3 数据选取与计算结果

在下面的计算中, 利用 MSIS90 模式提供的中性成分密度和中性成分温度, 以及由 IRI90 模式提供的离子和电子温度, 计算得到氧原子标高 H , 电子产生率 q_m , 峰高处 O_2 引起的离子损失系数 β_{O_2} , 峰高处 N_2 引起的离子损失系数 β_{N_2} 和扩散速度 W_d . (5) 式右边第一项 dh_m/dt 由曲线拟合得到.

如电子浓度剖面取 Chapman- α 剖面, 则峰值浓度以上的板厚因子 $\alpha = 2.8214$. 对于由 O_2 引起的复合, $k = 2$, $a'_{O_2} = 0.4641$. 对于由 N_2 引起的复合, $k = 1.75$, $a'_{N_2} = 0.5217$. 根据 Bounsanto^[7], 半经验值 c 分别取 $c = 1.73$ (晚上) 和 $c = 1.33$ (白天) 作为低纬地区值. 因为 c 是根据伺服理论将扩散对电子浓度的变化率归并到复合损失项后的权重系数, 并且由于扩散过程是光滑的, 我们将白天与夜晚的 c 值光滑地衔接起来.

3.1 数据选取

利用武汉电离层数字测高仪 DGS-256 数据, 以及由美国 Massachusetts Lowell 大学最新版的剖面反演程序 SAO-Explorer 换算得到 F 层峰高, 尝试提取武汉电离层 F 层峰区高度上的等效风场. 武汉电离层观象台所在位置参数如表 1.

表 1 武汉电离层观象台位置参数

地理经度	地理纬度	地磁纬度	磁倾角
114.4° E	30.6° N	20.0° N	45.0°

我们计算了三种情况下武汉地区等效风场在垂直方向的投影 (以下简称垂直等效风场): (1) 两至日点附近共 14 天垂直等效风场的平均日变化特征, 所取 14 天均处于低地磁活动条件 (3 小时地磁指数 $A_p < 30 \text{ nT}$); (2) 2000 年 11、12 月份和 2001 年 1 月份地磁非常宁静条件下 (3 小时地磁指数 $A_p < 10 \text{ nT}$) 的 2000 年以世界时计第 320—322、354—356 天以及 2001 第 19—21 天共 9 天 F 层峰高和垂直等效风场的日变化特征; (3) 利用 2000 年 11、12 月份及 2001 年 1 月份三个月电离层数据获得了冬季垂直等效风场日变化的平均形态. 进而利用 Fejer 经验电场模式^[8] 计算冬季电场引起的垂直漂移, 估计电场对武汉地区垂直等效风场贡献的大小.

3.2 至日点附近的垂直等效风场

图 1(a) 和图 1(b) 分别是夏至点和冬至点附近各 7 天垂直等效风场的平均日变化. 垂直等效风场呈现出三个较明显的特征: 一是垂直等效风场在白天向下, 夜晚向上, 这与中低纬地区热层经向风白天主要是极向 (引起等离子体向下漂移), 夜晚主要是赤道向 (引起等离子体向上漂移) 的日变化趋势一致. 二是夜晚垂直等效风场变化显著, 日落后垂直等效风场在短时间内由垂直向下变为向上, 并到达第一个正的峰值; 之后向上的漂移速度呈减弱趋势, 甚至出现小幅反向漂移 (冬至点附近); 随后约经过 2 个小时垂直等效风场再次增强, 并逐渐形成第二个正峰. 一般夜晚垂直等效风场呈现出两个显著的峰值, 夏季的第一个正峰出现在 2300 LT 左右, 与冬季同. 两峰之间有一凹陷, 冬季较夏季显著, 谷底在 0200 LT 左右, 这与张顺荣讨论的太阳活动低年垂直等效风场速度出现的凌晨凹陷与日出突起现象基本是一致的^[9], 这种现象在下面还将讨论.

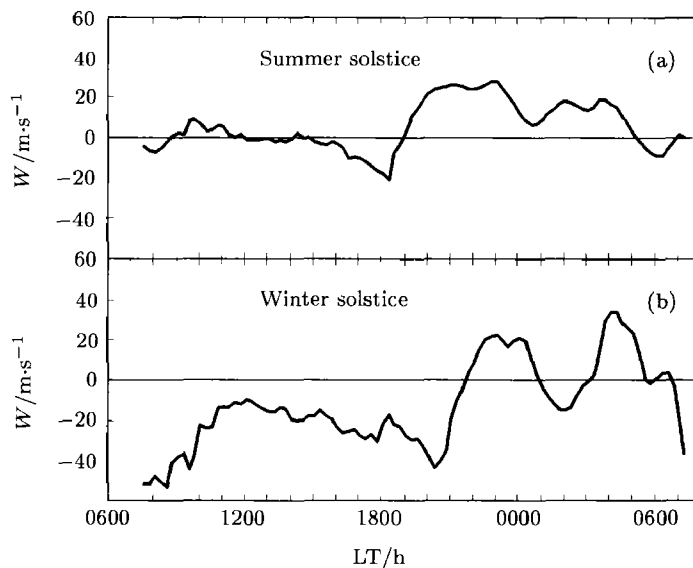


图 1 低地磁活动条件下 ($A_p < 30\gamma$) 2000 年至日点附近各 7 天的垂直等效风场 (正值表示向上的漂移), 图 (a)、(b) 分别对应 2000 年夏季至日点和冬季至日点的情形

Fig.1 The vertical equivalent winds during summer solstices (top panel) and winter solstices (bottom panel) of 2000 under low magnetic activities, Positive upward

第三个特征是冬夏垂直等效风场幅度差异明显. 从日出到日落时段 (0600—1900 LT) 垂直等效风场主要向下, 冬季明显大于夏季: 冬季垂直等效风场最大向下速度超过 50 m/s, 出现在日出时段 (0700—0900 LT), 大部分时间超过 10 m/s; 而夏季向下速度最大约 20 m/s, 出现于日落时段 (1800—1900 LT), 大部分时间速度低于 10 m/s, 个别时段甚至出现了小幅向上漂移. 向上垂直等效风场冬夏两季的最大幅度相当, 在 30 m/s 左右 (见图 1), 其最大值在夏季出现凌晨凹陷之前 (图 1(a)), 冬季则出现在凌晨凹陷之后 (图 1(b)). 冬季和夏季白天等效风场的幅度差异支持了 Hagan 关于太阳高年至点条件下极区热源驱动季节差异的观点^[10]. 在冬季至日点附近, 太阳日下点位于南半球, 北极地区处于极夜. 白天, 热源从北极区向赤道的驱动作用比夏季半球弱, 冬季 (北) 半球中低纬度出现较强的极向风.

向上垂直等效风场冬夏两季最大幅值相当, 但夏天比冬季持续时间长. 考虑到武汉地区电场对垂直等效风场的贡献很小 (见 3.4 小节), 推测夏季赤道向风持续时间长于冬季, 这也支持了冬季半球极区热源赤道向驱动作用比夏季半球弱的观点. 一天平均的垂直等效风场夏季向上, 冬季向下, 与观测的中低纬度地区经向优势风在夏季为赤道向和冬季为极向是一致的.

3.3 地磁宁静条件下 F 层峰高和垂直等效风场

午夜后赤道向风减少, 甚至反向, 伴随 F 层峰高下降. 这是一种在中低纬度尤其是低纬出现率很高的现象^{[11],[12]}. 我们观测到的 F 层峰高和获得的垂直等效风场也显示了明显的凌晨凹陷特征. 图 2 给出了冬季三个月内地磁宁静条件下 ($A_p < 10\gamma$) F 层峰高的日变化, 每一组数据均取自连续的三天. 图中前 6 天的观测为每 5 min 一次, 而后三天每 15 min 一次. 此期间, F 层峰高在 240—420 km 范围内变化, 白天较平稳, 在日出 (0700—0900 LT) 和日落 (1800—2100 LT) 时段下降到 240—260 km 的高度. 夜间大部分时

间峰高在 300 km 以上, 但午夜过后下降到 280—320 km 的较低高度, 日出前又逐渐上升. 除 2000 年第 355 天以外, 其余 8 天均出现午夜后 F 层峰下降现象. F 层峰开始下降的时刻一般在 2200—0000 LT(图 2), 凹陷底部出现在 0200—0400 LT, 位于 280—330 km 高度. 图 3 给出了上述 9 天对应的垂直等效风场, 幅度变化范围为 $-150\sim 80$ m/s. 与峰高的变化相应, 等效风场在日出、日落时段以及午夜过后时段也出现显著变化.

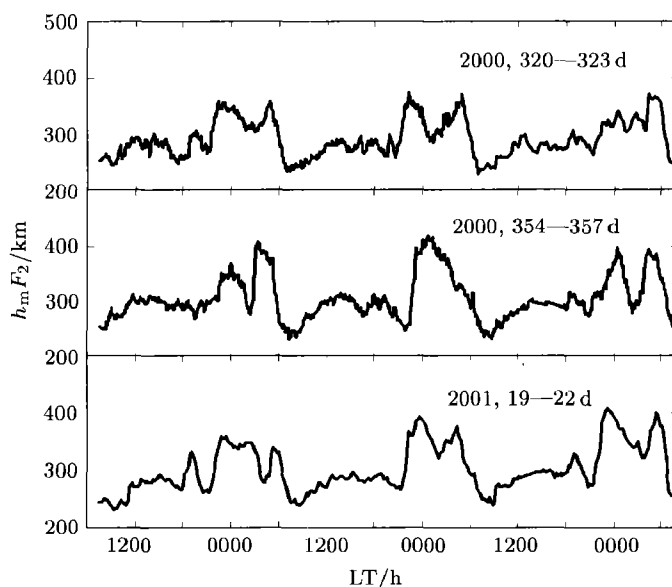


图 2 地磁特别宁静条件下 ($A_p < 10\gamma$) 2000 年第 320—323、354—357 天以及 2001 年第 19—22 天内 F 层峰高的日变化

Fig.2 The diurnal variation of F-layer peak height under very quiet conditions during the No. 320—323, 354—357 day in 2000 and the No. 19—22 day in 2001

由于在日出时段 F 层峰处于较低热层, 离子损失系数比夜间大数倍甚至数十倍, 使得 (5) 式右边第 3、4 项绝对值增大, 垂直等效风场出现大的负漂移. 图 4 列出了 2000 年第 320—322 天内损失系数随时间的变化. 该图表明, 日出时段损失系数 β_{O_2} 和 β_{N_2} 迅速上升, 使得白天离子损失项主控垂直等效风场, 而夜间除凌晨凹陷时段外, 离子损失项作用很小.

凌晨凹陷现象可以用中低纬度午夜后赤道向风减少, 甚至反向来解释. 现已发现, 午夜过后低纬向赤道风的减少及反向与午夜赤道温度的变化 (出现极值) 关系密切^{[13]—[15]}. Herrero 等指出, 夏季午夜赤道温度极大出现得比冬季早且温度梯度大, 因此夏季 F 层峰高开始降低的时刻比冬季早且下降快^[13]. 我们得到的冬夏两季的垂直等效风场 (图 1) 凌晨凹陷的时间变化与 Herrero 等的结论一致, 但冬季的变化更快一些. 夏季垂直等效风场约在 2300 LT 开始减小, 约在 0030 LT 左右到达凹陷底部; 幅度变化约为 20 m/s. 在冬季, 垂直等效风场在 0000 LT 左右开始减少, 经约 2 个小时后到达凹陷底部, 变化幅度与夏季相同. 凌晨凹陷的另一个可能的机制是午夜过后电场的反向.

图 5 是图 2 中 9 天对应的平均等效风场, 也显示明显的凌晨凹陷现象, 在 0130—0230 LT 出现小幅向下垂直等效风场.

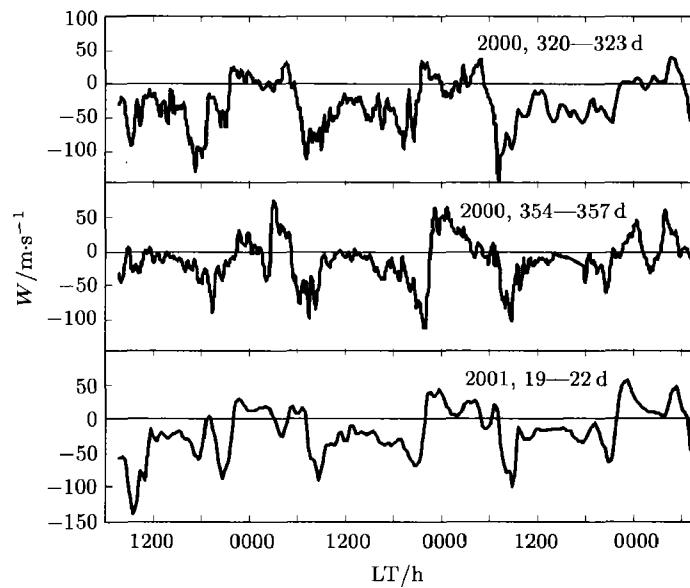


图 3 图 2 情形下的 F 层垂直等效风场的日变化 (正值表示向上的漂移)

Fig.3 Same as Fig.2, but for diurnal variations vertical equivalent winds. Positive upward

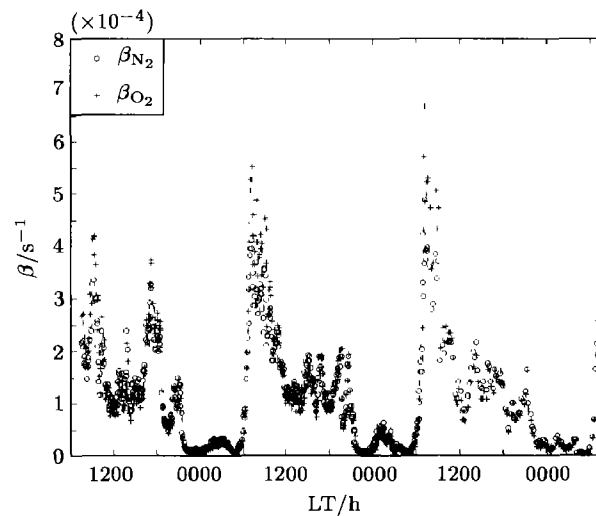


图 4 2000 年第 320—322 天 (UT) 离子损失系数 β_{N_2} 、 β_{O_2} 的日变化特征

Fig.4 The diurnal variation of the loss coefficients β_{N_2} and β_{O_2} from UT day 320 to day 322 in the year 2000

3.4 冬季垂直等效风场平均形态

图 6 给出了冬季三个月垂直等效风场日变化的平均值以及由 Fejer 经验电场引起的垂直漂移。冬季平均垂直等效风场主要特征与冬季至日点及地磁宁静条件下的平均垂直等效风场基本一致, 夜间最大向上垂直漂移约为 25 m/s, 白天则为 65 m/s, 向下。凌晨凹陷约开始于 2300 LT, 在 0200 LT 左右到达凹陷底部。

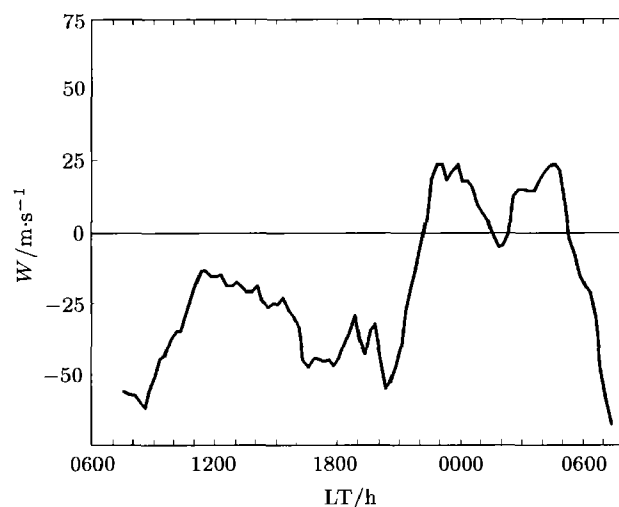


图 5 图 2 情形下垂直等效风场的平均日变化, 正值表示向上的漂移

Fig.5 The same with Fig.2, but for mean diurnal variation of vertical equivalent winds. Positive upward

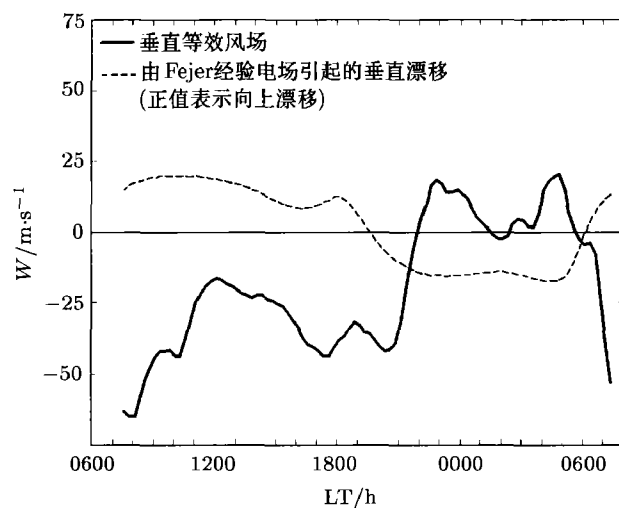


图 6 2000—2001 年冬季三个月垂直等效风场日变化的平均值

Fig.6 The average diurnal variation of vertical equivalent winds during three winter months. The solid and dotted lines are represented for the vertical equivalent winds, vertical drifts due to the Fejer experienced electric field, respectively. Positive upward

由于等效于实际风场和电场对电离层的作用 ($W = V_w \sin I + V_e \cos I$), 在给定的地区垂直等效风场的形态由当地的中性风和电场共同决定. Fejer 经验电场主要使垂直等效风场在白天抬升和夜晚下降了 10—20 m/s; 约在 1930 LT, 电场出现反向, 比垂直等效风场凌晨凹陷开始的时刻早 3 h 以上. 午夜及午夜过后电场维持在垂直向下 15—20 m/s, 对垂直等效风场的凌晨凹陷有一定贡献, 但显然不是决定性的影响. 总的来说, 白天电场漂移在垂直等效风场中所占的比重较小, 垂直等效风场幅度受电场影响不大; 夜间电场漂移对垂直等效风场的幅度有重要影响, 但是由于午夜及午夜过后电场几乎维持在相同的水平, 垂

直等效风场的幅度变化仍主要受经向风的影响. 垂直等效电场的主要变化特征均可用中性经向风的变化来解释 (见 3.2—3.3 小节).

4 讨论与结束语

本文介绍一个用 F 层临频及峰高获取峰区电离层等效风场的新方法. 在用电离层特性参量提取垂直等效风场信息方面, 借鉴了 Rishbeth 等人的传统伺服理论^[6]的思想. 传统伺服方法在获取中纬热层风场方面获得了很大的成功, 因此, 本文沿用了伺服理论关于电离层顶部剖面形状的合理假设、伺服连续性方程的形式以及伺服常数 c 的选取等.

本文方法和传统伺服方法的本质差别为: 伺服理论方法获取等效风场时要考察一个假设的无外加风场和电场条件的电离层平衡态, 需要确定电离层平衡高度 h_e , 新方法只考查实测电离层. 基于第 (5) 式, 利用了电离层峰高处特性参量 F 层临频 (可换算成 N_m) 和峰高及大气条件, 避免用到 h_e . 实际上, F 层临频可以利用测高仪准确测定, 而大多数条件下电离层达到平衡态的时间常数很大, 无外加风场和电场时的 h_e 很难确定, 而且其误差有时较大. 因此, 从理论上可以说本文方法比伺服方法要优越.

运用该方法我们得到了合理的垂直等效风场. 结果表明, 相应于中低纬度地区经向风的主要变化形态, 至日点附近垂直等效风场呈现出三个明显的特征: 白天垂直等效风场主要是向下的垂直漂移, 夜晚则主要是向上; 夜间垂直等效风场变化显著, 在午夜过后垂直等效风场在两个向上的峰值之间出现凹陷并反向, 称为凌晨凹陷现象, 该现象在冬季尤其显著, 与午夜赤道温度极大有关; 垂直等效风场幅度日夜差别大, 大的向下漂移出现在日出日落时段, 至日点附近冬季白天出现显著的向下垂直漂移, 而夏季白天不明显. 地磁宁静条件下垂直等效风场的日变化与 F 层峰高的日变化在时间上是一致的, 峰高和垂直等效电场都呈现出明显的凌晨凹陷特征.

在武汉地区磁倾角 $I = 45^\circ$, 电场与风场对垂直等效风场的形态都不能忽略, 但由于电场垂直漂移夜晚的幅度变化及白天的幅度均比相应的中性经向风的影响要小, 因此垂直等效风场的主要特征均可从中性经向风的角度来解释. 鉴于 Fejer 经验电场模式应用于武汉地区可能存在的误差, 该结论有待于使用更准确的电场漂移来作进一步的讨论. 另外, 伺服常数 c 的选取对垂直等效风场的影响白天大于晚上, 而夜晚等效风场对 O 原子与 O^+ 离子碰撞频率比较敏感.

国内在低纬电离层风场、电场的观测领域还是空白, 借助多年累积的电离层数据获取垂直等效风场, 该方面的研究将为我们获得风场、电场信息提供一种可行的途径.

参 考 文 献

- [1] Titheridge T E. Winds in the ionosphere—a review. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 1995, **57**(14):1681—1714
- [2] Scherliess L, Fejer B G. Radar and satellite global equatorial F region vertical drift model. *J. Geophys. Res.*, 1999, **104**(A4):6829—6842
- [3] 刘立波, 万卫星等. 2000 年 4 月磁暴期间武汉地区 F 电离层突然抬升现象. *空间科学学报*, 2000, **20**(4):318—322
- [4] 沈长寿, 李青等. 用经验模式参数研究电离层发电机效应. *空间科学学报*, 1992, **12**(2):102—110

- [5] Miller K L *et al.* A meridional wind climatology from a fast model for the derivation of meridional winds from the height of the ionospheric F₂ region. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 1997, **59**:1805—1822
- [6] Rishbeth H S *et al.* Field-aligned and field-perpendicular velocities in the ionospheric F₂ layer. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 1978, **40**:767—784
- [7] Bounsanto M J *et al.* Diurnal variations in the flux of ionization above the F₂ peak in the northern and southern hemispheres. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 1987, **49**:1093—1105
- [8] Fejer B G. The electrodynamics of the low latitude ionosphere: Recent results and future challenges. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 1997, **59**:1456—1482
- [9] 张顺荣, 苏元智, 黄信榆. 电离层峰区的等离子体漂移. *空间科学学报*, 1992, **12**(4):298—304
- [10] Hagan M E. Quiet time upper thermospheric winds over Millstone Hill between 1984 and 1990. *J. Geophys. Res.*, 1993, **98**(A3):3731—3739
- [11] Nelson G J, Cogger L L. Dynamical behavior of the nighttime ionosphere at Arecibo. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 1971, **33**:1711—1726
- [12] Harper R M. Nighttime meridional neutral winds near 350 km at low to mid-latitudes. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 1973, **35**:2023—2034
- [13] Herrero F A *et al.* Low latitude thermospheric meridional winds between 250 and 450 km altitude: AE-E satellite data. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 1988, **50**:1001—1006
- [14] Krishna Murthy B V *et al.* Night-time equatorial winds from ionospheric $h'F$ data. *J. Geophys. Res.*, 1990, **95**:4307—4310
- [15] Hanumath Sastri J *et al.* Thermospheric meridional neutral winds associated with equatorial midnight temperature maximum (MTM). *Geophys. Res. Lett.*, 1994, **21**:825—828

DERIVING EQUIVALENT WINDS FROM IONOSPHERIC F-LAYER DATA

LUAN Xiaoli LIU Libo LEI Jiuhou WAN Weixing NING Baiqi

(Wuhan Institute of Physics and Mathematics, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071)

Abstract

Deriving winds or electric fields from ionospheric data is very important for understanding thermospheric dynamics and ionospheric electrodynamics when the direct measurements are very limited. The methods previously used need a non-wind reference height, which is difficult to be accurately determined. In this paper, we develop a method to deduce the equivalent winds including effects of both neutral winds and electric fields from measured ionospheric F-layer data. The method avoids the problem of a non-wind reference height.

Ionospheric data are available from the DGS-256 Digisonde in Wuhan to provide the critical frequency of F layer and its peak height with the aid of the new version SAO-Explorer software by University for Massachusetts Lowell in American. Using this method, some preliminary characteristics of equivalent winds in the ionospheric F layer over Wuhan are deduced during the summer and winter solstices, nine days of

very quiet magnetic conditions in Winter of the year 2000—2001. The mean pattern of the vertical equivalent winds during the winter is also calculated. Results show that there are clearly day-to-day variations of vertical equivalent winds over Wuhan. Obvious morning decent features are showed both in summer solstices and winter months. The difference from summer to winter solstice daytime vertical equivalent winds is discussed. In terms of the winter northward perpendicular drifts calculated from Fejer empirical electric fields, we find that the electric vertical drift generally contributes insignificantly to the vertical equivalent winds over Wuhan. Therefore, the mean equivalent winds are composed mainly from the meridional neutral winds.

Key words Electric field, Neutral wind, Ionosphere, Servo theory

空间探测学术研讨会

中国空间科学学会空间探测专业委员会第十五次学术研讨会将于 2002 年 10 月在安徽召开, 会议研讨的主要内容: 神舟号飞船; 小卫星、气象卫星、地球资源卫星、海洋卫星研制及其探测成果; 科学卫星前期研究; 科学气球、火箭探测; 星载探测仪器; 地面接收与处理; 遥控遥测系统及 GPS 技术在空间飞行器和空间探测中的应用。

空间材料学术研讨会

中国空间科学学会空间材料专业委员会拟定于 2002 年 8 月在广西北海召开学术研讨会。会议的主要内容: 交流近年来在空间材料方面的研究成果 (包括金属、有机、无机、复合材料等) 尤其与国家重大任务, 如 973、861、国家自然科学基金等有关的学术论文; 空间材料在国民经济建设中取得良好经济效益或社会效益的应用成果; 有关空间材料研究最新动态及进展。