

## 东经 120°E 中间层和低热层纬向风结构及变化特征\*

凌超<sup>1)2)</sup> 陈泽宇<sup>1)†</sup> 陈洪滨<sup>1)</sup>

1) (中国科学院大气物理研究所中层大气与全球环境探测重点实验室, 北京 100029)

2) (中国科学院大学, 北京 100049)

(2012 年 6 月 12 日收到; 2012 年 7 月 12 日收到修改稿)

利用热层 - 电离层 - 中间层能量和动力学卫星 (TIMED) 上搭载的多普勒干涉仪 (TIDI) 获取的为期 9 年的纬向风数据, 考察了东经 120°E 子午圈中间层和低热层 (MLT) 平均纬向风的典型结构和变化特征. 结果表明, 在热带外尤其是中高纬度地区, TIDI 观测结果与当前通用的中层大气经验模式有较好的一致性. 但是在热带地区, 观测与模式显著不同. 在 TIDI 测量覆盖的所有高度 (80—105 km) 上, 热带地区纬向风持续地表现为东风, 形成一个以赤道为中心的东风带. 为期 9 年的观测数据显示, 该东风带的宽度平均为 37.5°, 平均变化幅度约为 14°.

**关键词:** 东经 120°E, 热带东风带, 中间层和低热层, TIMED/TIDI

**PACS:** 92.60.Gn, 92.60.Bh, 92.60.Ry, 92.60.Hc

## 1 引言

中间层和低热层大气 (mesosphere and lower thermosphere, MLT) 中的纬向风是描述该区域大气环流结构的重要参数. 在探测方面, 地基遥感可以在特定站点提供高时间分辨率的 MLT 区域风场观测资料, 但全球极少的观测站点在空间覆盖上显得不足. 自 1991 年开始, 美国高层大气研究卫星 (UARS) 上搭载的 HRDI<sup>[1]</sup> 和 WINDII<sup>[2]</sup> 仪器对中层大气风场展开全球观测. 在这些观测数据的基础上, 面向全球 MLT 风场监测的研究取得了相当的进展<sup>[3-5]</sup>; 其中, UARS 参考大气计划 (UARP)<sup>[6]</sup> 已经建立了从地表至低热层的纬向平均大气参考模式. 从 2001 年底开始, 针对 60—180 km 范围大气的能量学和动力学问题, 美国 NASA 开展了 TIMED (Thermosphere Ionosphere Mesosphere Energetics and Dynamics) 卫星研究计划, 该卫星上搭载的多普勒干涉仪 (TIDI)<sup>[7]</sup> 是目前国际上测量 MLT 区域风场的主要星载设备.

在实际开展研究和应用的过程中, COSPAR International Reference Atmosphere (CIRA)<sup>[8]</sup> 和 Horizontal Wind Model (HWM)<sup>[9,10]</sup> 是常用的两个国际参考大气模式, 它们能够提供具有参考意义的 MLT 风场数据. 但是, 分析工作表明这些模式与观测之间存在一定的差别. Fleming 等<sup>[3]</sup> 把 UARS 卫星风场观测数据分别与 CIRA-86 和水平风经验模式 HWM93 在 MLT 区域进行了比较, 指出 UARS 观测与 CIRA-86 模式在中纬度存在一致性, 但在低纬地区差别明显; UARS 观测与 HWM93 模式一致性较好, 但风速比模式要大.

对于东亚 MLT 区域大气风场, 还缺乏足够时间和空间覆盖的观测资料以及系统研究. 通过流星雷达和中频雷达等地基观测, 国内学者取得了一些成果<sup>[11-16]</sup>, 主要集中在中纬度地区观测结果的介绍和分析上. 针对这种情况, 彭永刚等<sup>[17]</sup> 利用多年的 HRDI 资料研究东经 120°E 中层大气纬向风的垂直分布与变化特征, 结果显示大气纬向风具有显著的区域特征, 与 CIRA-86 相比存在显著的不同. 吴振等<sup>[18]</sup> 利用多年 WINDII 资料给出了

\* 中国科学院重点部署项目 (批准号: KZZD-EW-01-1)、国家自然科学基金 (批准号: 41075028) 和国家自然科学基金重点项目 (批准号: 40830102) 资助的课题.

† E-mail: z.chen@mail.iap.ac.cn

东经 120°E 90—120 km 之间平均纬向风的典型结构及季节特征, 在大部分时段赤道和低纬度某些高度 CIRA-86 纬向风与卫星数据结果不一致.

东经 120°E 子午圈是当前国内主要高层大气观测设备集中的位置, 也是正在进行的国家空间环境监测网——“子午工程计划”中地基观测设备的主要监测区域. 为了进一步了解东经 120°E 子午圈 MLT 区域平均纬向风的变化特征, 本文利用 9 年 TIDI 风场数据考察该子午圈 80—105 km 高度范围的平均纬向风状况, 并与 CIRA-86 和 HWM07 模式进行比较.

## 2 数据和处理方法

### 2.1 TIMED/TIDI 纬向风数据

TIMED 是美国面向热层 - 电离层 - 中间层能量和动力学研究的卫星计划<sup>[19]</sup>. 卫星于 2001 年 12 月 7 日发射, 飞行在倾角为 74.1°、高度为 625 km 的圆形轨道上. 它每日完成 15 个轨道观测, 相邻两条轨道之间的经度间隔为 24°. TIMED Doppler Interferometer (TIDI)<sup>[7]</sup> 是搭载在 TIMED 卫星上的多普勒干涉仪, 主要用于中间层、低热层和电离层区域大气风场的探测, 测量精度在中间层为 3 m/s, 在低热层为 15 m/s<sup>[7,20]</sup>.

本文采用密歇根大学空间物理研究实验室发布的 3 级 (Level 3) 第 10 版本数据, 垂直分辨率为 2.5 km. 在向阳面, TIDI 观测覆盖 70—115 km 范围, 在背阳面为 80—105 km 范围<sup>[21,22]</sup>. 同一条轨道中, 相邻两条廓线之间的纬度间隔约为 7°. 陈泽宇和吕达仁<sup>[23,24]</sup> 采用归并连续 60 d TIMED/SABER 资料来获取覆盖 24 h 局地时间 (LST) 的温度资料, 并把得到的集合资料作为 60 d 中第 31 d 的数据. 本文根据此方法并考虑 TIMED 卫星轨道间距, 选择 30° 作为经度宽度, 把落入 105°E 至 135°E 的 TIDI 数据作为东经 120°E 子午圈的资料, 保证该经度间隔内每个测量日至少有一条完整的轨道观测 (上行和下行轨道). 参考同一条轨道中相邻测量廓线之间的纬度间隔, 在子午方向按 7° 间隔设置标准纬度坐标. 利用连续 60 个测量日上行和下行的轨道数据, 得到东经 120°E 子午圈 24 h LST 覆盖的风场观测数据, 并将 60 d 数据集作为该 60 d 中第 31 d 的资料. 通过这种 60 d 滑动归并方法, 可以得到 2002-102—

2011-102 (y-d: y 表示年, d 表示一年中的天数) 共 9 年的资料. 本文主要关注平均纬向风, 所以根据地方时把归并数据集划分为白天 (6:00—18:00 时) 和晚上 (18:00—24:00 和 0:00—6:00) 两部分, 分别计算出白天和晚上的平均值, 最后得到周日平均值.

## 3 经验模式纬向风

本文把 TIDI 纬向风观测结果同经验模式输出结果进行对比, 采用的经验模式包括 CIRA-86 和 HWM07. 从 20 世纪 60 年代开始, 不同版本的 CIRA 模式相继发布, 目前可供下载的最新版本为 CIRA-86. 在 0—120 km, 模式提供南北纬 80° 纬向月平均的温度和纬向风, 其表格数据是由 Fleming 等<sup>[8]</sup> 从几个全球资料集中计算得到的. 总的来说, 模式各层次都满足静力平衡和热成风平衡, 可以准确地再现大气的大部分特点, 包括对流层、平流层和中间层顶的主要结构. 模式数据垂直分辨率约为 2 km, 南北纬 80° 之间纬度分辨率为 5°. 本文按照上述 TIDI 数据的处理方法, 把模式数据插值到纬度分辨率为 7°, 垂直分辨率为 2.5 km 的格点上来.

本文还使用了水平风经验模式 HWM 与 TIDI 观测进行比较分析. 该模式是由 Hedin 等<sup>[25]</sup> 利用 Atmospheric Explorer E 和 Dynamics Explorer 2 卫星观测资料建立起来的, 此后经过多次更新, 当前版本为 HWM07<sup>[10]</sup>. HWM07 模式在原有资料库上增加了大量的卫星、火箭和地基观测数据集, 其中包括 HRDI 和 WINDII 这两个星载测风设备多年的观测. 模式可以提供 0—500 km 一年中任意一天指定地理位置 (经度和纬度)、高度、地方时的纬向风和经向风. 同样, 按照 TIDI 数据的处理方法, 得到 HWM07 模式在东经 120°E 子午圈上的纬向风结果.

## 4 结果

### 4.1 东经 120°E 平均纬向风分布

使用 2002—2011 年期间的 TIDI 测量数据, 得到了多年平均月平均纬向风分析结果. 在年变化的过程中, 全球平均纬向风纬度-高度剖面存在两种典型的分布结构, 分别出现在夏至和冬至. 图 1(a) 和 (b) 给出了夏至 (6 月) 和冬至 (12 月) 纬向风的

分布情况, 其中正值 (暖色标) 为西风. 初步分析结果表明, 在北半球, 从 10 月开始至 3 月, 中纬度 ( $30^{\circ}$ — $60^{\circ}$ N) 95 km 以上纬向风为东风, 95 km 以下为西风. 4 月开始, 95 km 以上纬向风转换为西风. 从 5 月至 9 月, 中高纬度 95 km 以上出现西风急流, 中心位于北纬  $50^{\circ}$ — $70^{\circ}$  之间 100 km 高度, 急流中心风速达 40 m/s, 典型结构出现在夏至. 值得注意的是, 在 4—6 月,  $40^{\circ}$ N 以北 95 km 下方出现东风, 这个现象同 Kishore 等 [26] 描述 Yamagawa 站点 ( $31.2^{\circ}$ N,  $130.6^{\circ}$ E) 结果以及熊建刚等 [12] 给出的武汉地区 ( $30.6^{\circ}$ N,  $114.4^{\circ}$ E) 的结果基本一致. 在南半球, 西风急流中心位于南纬  $60^{\circ}$ — $80^{\circ}$  之间 100 km 附近, 急流中心风速约 40 m/s, 典型结

构出现在北半球冬至 (12 月). 综上所述, 两半球热带外特别是中高纬地区平均纬向风存在明显的季节变化. 夏季半球 80—105 km 以西风为主, 中高纬 95 km 下方会出现约 3 个月的东风, 西风急流中心出现在北半球  $60^{\circ}$  附近 (南半球  $70^{\circ}$  附近) 100 km 高度的位置; 冬季半球 95 km 高度以上盛行东风, 95 km 以下为弱西风.

图 1(c) 和 (d) 给出了 CIRA-86 模式 6 月和 12 月的纬向平均纬向风的分布, (e) 和 (f) 分别是 HWM07 模式东经  $120^{\circ}$ E 纬向风的分布. 从图中可以看到, 两个模式都给出了 MLT 区域夏季西风急流, 这与 TIDI 观测结果有很好的 consistency. 对比分析卫星观测和经验模式结果, 发现它们之间的显著

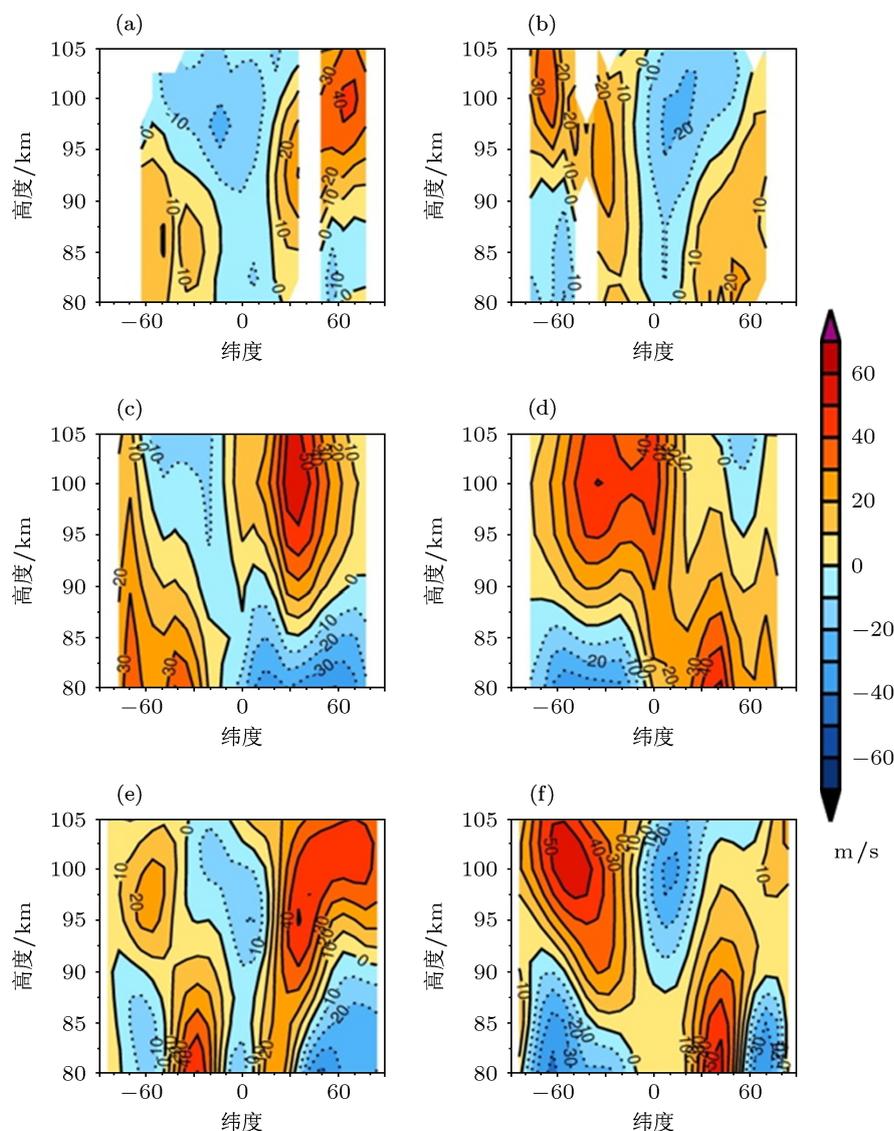


图 1 卫星观测和经验模式平均纬向风在夏至 (6 月) 和冬至 (12 月) 的分布, 左侧为夏至, 右侧为冬至 (a) 和 (b) 是 TIDI 观测结果; (c) 和 (d) 是 CIRA-86 模式结果; (e) 和 (f) 是 HWM07 模式结果. 图中正值 (暖色调) 表示西风

差异主要出现在热带地区. 图 1 中 TIDI 结果显示夏季和冬季热带纬向风在 80—105 km 高度为东风, 而 CIRA-86 和 HWM07 结果都与 TIDI 观测存在相当大的差别.

针对观测和经验模式 MLT 纬向风在热带地区的差异开展定量分析, 图 2 给出了赤道上空 TIDI 观测与经验模式偏差的高度-时间分布, (a) 为 TIDI 与 HWM07 模式的偏差 (简称 T-H 偏差), (b) 为 TIDI 与 CIRA-86 模式的偏差 (简称 T-C 偏差). T-H 偏差在 6—8 月 100—105 km 高度和 11—12 月 85 km 以下超过 12 m/s, 在 4—9 月 80 km 高度也存在较大偏差. 在 2—4 月和 9—11 月 90—100 km 范围, TIDI 观测值大于 HWM07 模式结果. T-C 偏差在 3—4 月特别显著, 在 1 月和 10—12 月 90—105 km 范围也较大, 最大的偏差中心出现在 100 km 附近, 相差 80 m/s 以上. 这样大的偏差结果是由于在大部分时段 TIDI 纬向风风向与 CIRA-86 模式纬向风反向造成的, 因为 CIRA-86 模式纬向风是 Fleming 等<sup>[8]</sup>根据早期的卫星数据和 MSIS 模式温度数据计算得到的, 而这些温度数据垂直分辨率低、覆盖稀疏. 虽然 HWM07 模式在以前资料库基础上增加了大量的观测资料<sup>[10]</sup>, 特别是吸收了 HRDI 和 WINDII 的风场测量结果, 在描述真实大气运动的能力上比 CIRA-86 模式有所提高, 但其与观测之间的偏差依然是不可忽略的.

#### 4.2 MLT 区域热带东风带

图 3 给出了东经 120°E 赤道地区 TIDI 平均纬向风的高度-时间分布. 结果显示纬向风在 80—105 km 整年都表现为东风, 风速在 2—3 月以及 7—8 月 80—90 km 范围较大, 在 16 m/s 以上, 呈现出准半年周期的变化. 纬向风速在 95—100 km 比其他高度要大, 可达 20 m/s, 且全年变化相对较小. 但在 100 km 以上, 纬向东风明显减小. 这些结果与以往针对赤道地区 MLT 纬向风状态研究的主要结果是一致的. Lieberman 等<sup>[27]</sup>利用 2 年 HRDI 资料开展分析的结果表明在 70—90 km 纬向风呈现出东西风的半年交替, 在 90—105 km 为稳定的东风. 在一些研究工作中, 通过联合 HRDI 和 WINDII 观测数据 (为期两年) 开展分析的结果也表明春分时期 75—105 km 平均纬向风为弱东风 (McLandress 等<sup>[4]</sup>和 Zhang 等<sup>[28]</sup>). 另外, Wu 等<sup>[29]</sup>给出的 6 年春分时刻 TIDI 纬向风分布显示, 在 80—110 km

赤道纬向风为东风. John 等<sup>[30]</sup>利用 TIDI 数据与热带 Thumba 站 (8.5°N, 77°E) 流星雷达探测数据的对比结果也进一步证实了图 3 给出的结果是正确的.

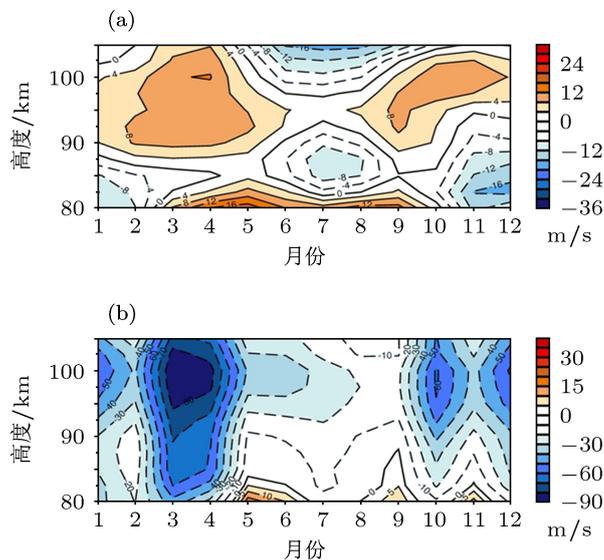


图 2 赤道上空 TIDI 纬向风与 HWM07 模式 (a) 及 CIRA-86 模式 (b) 的偏差

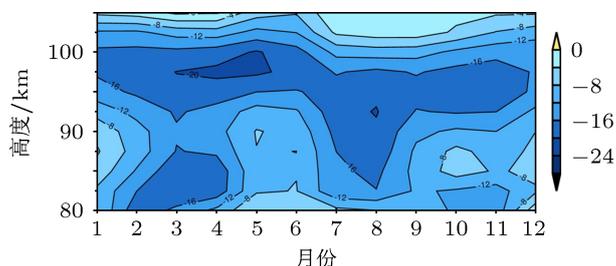


图 3 东经 120°E 子午圈赤道上空 TIDI 纬向风的高度时间剖面, 负值表示东风

分析结果显示, MLT 区域东风不仅出现在赤道上空, 整个热带地区纬向风都表现为东风, 形成一个稳定的热带 MLT 东风带 (图 1(a) 和 (b)). 这个东风带的中心位置随着高度和时间呈现南北漂移, 但是稳定的东风区始终位于赤道上空. 详细的分析结果表明东风带宽度也呈现出一些典型的随时间变化的特征. 本文特别针对这种特征开展了研究. 在此, 将东风带的宽度定义为, 从赤道向两极方向当纬向风为西风的位置之间的纬度间隔 (单位为度), 并且将赤道纬向风为西风的情况定义为零宽度. 针对 90 km 以上高度纬向风的分析结果表明位于赤道上空的纬向风仍为盛行东风, 但与 80—90 km 范围中纬向风呈现东风带的特征有所不同. 从 95 km

高度开始, 冬季半球热带外地区向赤道方向的纬向东风系统总是和上述热带纬向东风系统连接在一起(图 1(a) 和 (b)). 这对于使用上述关于东风带宽度定义开展分析带来不便, 需要通过引入新的指标开展相关研究.

图 4 给出了 80—90 km 范围热带东风带宽度多年平均分析结果. 结果表明, 在 80—90 km 高度, 东风带宽度平均值为  $37.5^\circ$ , 它随高度变化的范围为  $35^\circ$ — $40^\circ$ . 与此同时, 利用上述为期 9 年数据计算了该时段中东风带宽度的标准差(图 4 中各高度误差棒), 结果表明除了在 80 km 高度出现较大数值外, 在其他高度东风带宽度的变化幅度相当一致, 约为  $14^\circ$ . 值得指出的是这种几乎不随高度变化的特征表明, 在 80—90 km 区间热带纬向东风一致地表现为东风, 呈现为一个位于赤道上的东风带.

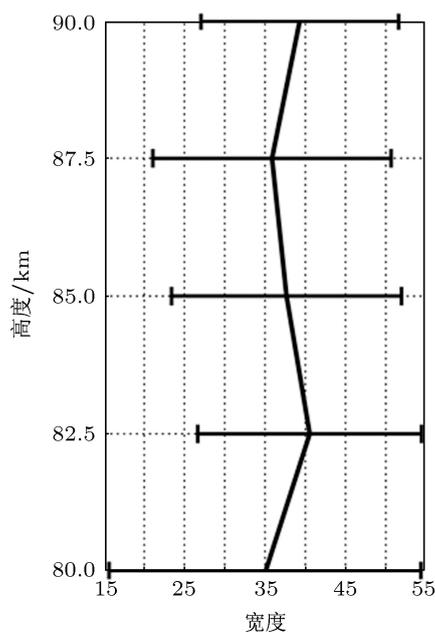


图 4 MLT 热带东风带宽度多年平均结果随高度的变化, 误差棒表示统计标准差, 横坐标表示东风带宽度(单位为度)

## 5 结论和讨论

本文利用为期 9 年(2002—2011)的 TIMED/TIDI 风场观测数据, 分析了东经  $120^\circ\text{E}$  子午圈中间层和低热层 80—105 km 高度纬向风的气候特征. 结果显示, 热带地区 80—105 km 平均纬向风为稳定的东风, 赤道上空 80—90 km 纬向风出现准半年周期的变化. 中高纬地区纬向风存在明显的季节变化, 在夏季半球以西风为主, 西风急流中心出现在北半球  $60^\circ$  附近(南半球  $70^\circ$  附近) 100 km 高度的位置, 95 km 下方会出现约 3 个月的东风; 冬季半球 95 km 高度以上盛行东风, 95 km 以下则为弱西风.

通过与当前通用的纬向风经验模式 HWM07 和 CIRA-86 的比较, 表明在热带外特别是中高纬地区 TIDI 观测与模式结果有相当的一致性, 显著的差别主要出现在热带地区. 其中 TIDI 观测与 CIRA-86 模式的偏差比与 HWM07 模式偏差大, 导致如此大偏差的根本原因是因为 CIRA-86 模式纬向风是通过早期卫星数据和 MSIS 模式温度数据计算得到的, 而这些温度数据垂直分辨率低、覆盖稀疏. 虽然 HWM07 模式在原有基础上吸收了大量的观测数据, 增加了多年的 HRDI 和 WINDII 的风场观测, 使得模拟 MLT 区域风场能力比 CIRA-86 要好, 但与 TIDI 观测之间的差别是不可忽略的.

文中还定义了 MLT 热带东风带及其宽度, 给出了 80—90 km 热带东风带宽度 9 年的平均结果及变化幅度, 结果显示东风带平均宽度为  $37.5^\circ$ , 平均变化幅度约为  $14^\circ$ .

感谢密歇根大学空间物理研究实验室 (Space Physics Research Laboratory, University of Michigan) 提供 TIDI 观测数据; 感谢美国国家空间科学数据中心 (NSSDC) 提供 HWM07 模式和 CIRA-86 模式.

- [1] Hays P B, Abreu V J, Dobbs M E, Gell D A, Grassl H J, Skinner W R 1993 *J. Geophys. Res.* **98** 10713
- [2] Shepherd G G, Thuillier G, Gault W A, Solheim B H, Hersom C, Alunni J M, Brun J F, Brune, S, Charlot P, Cogger L L, Desaulniers D L, Evans W F J, Gattinger R L, Girod F, Harvie D, Hum R H, Kendall D J W, Llewellyn E J, Lowe R P, Ohrt J, Pasternak F, Peillet O, Powell I, Rochon Y, Ward W E, Wiens R H, Wimperis J 1993 *J. Geophys. Res.* **98** 10725
- [3] Fleming E L, Chandra S, Burrage M D, Skinner W R, Hays P B,

- Solheim B H, Shepherd G G 1996 *J. Geophys. Res.* **101** 10455
- [4] McLandress C, Shepherd G G, Solheim B H, Hays P B, Skinner W R 1996 *J. Geophys. Res.* **101** 10441
- [5] Wang D Y, McLandress C, Fleming E L, Ward W E, Solheim B, Shepherd G G 1997 *J. Geophys. Res.* **102** 6729
- [6] Swinbank R, Orland D A 2003 *J. Geophys. Res.* **108** 4615
- [7] Killeen T L, Skinner W R, Johnson R M, Edmonson C J, Wu Q, Niciejewski R J, Grassl H J, Gell D A, Hansen P E, Harvey J D, Kafkalidis J F 1999 *Proc. SPIE* **3756** 289

- [8] Fleming E L, Chandra S, Barnett J J, Corney M 1990 *Adv. Space Res.* **10**(12) 11
- [9] Hedin A E, Fleming E L, Manson A H, Schmidlin F J, Avery S K, Clark R R, Franke S J, Fraser G J, Tsuda T, Vial F, Vincent R A 1996 *J. Atmos. Terr. Phys.* **58** 1421
- [10] Drob D P, Emmert J T, Crowley G, Picone J M, Shepherd G G, Skinner W, Hays P, Niecejewski R J, Larsen M, She C Y, Meriwether J W, Hernandez G, Jarvis M J, Sipler D P, Tepley C A, O'Brien M S, Bowman J R, Wu Q, Murayama Y, Kawamura S, Reid I M, Vincent R A 2008 *J. Geophys. Res.* **113** A12304
- [11] Li F Q, Hu X, Zhang D Y, Zhang X J, Huang Z R, Xiong J G, Zeng Z 2002 *Chin. J. Space Sci.* **22** 65 (in Chinese) [李凤琴, 胡雄, 张冬娅, 张训械, 黄泽荣, 熊建刚, 曾桢 2002 空间科学学报 **22** 65]
- [12] Xiong J G, Wan W X, Ning B Q, Liu L B 2003 *Chin. Sci. Bull.* **48** 1102 (in Chinese) [熊建刚, 万卫星, 宁百齐, 刘立波 2003 科学通报 **48** 1102]
- [13] Zhang S D, Yi F, Hu X 2004 *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.* **66** 15
- [14] Zhao G X, Liu L B, Wan W X, Ning B Q, Xiong J G 2005 *Earth Planets Space* **57** 61
- [15] Zhang D Y, Hu X, Zhang X X, Wu X C, Igarashi K 2005 *Chin. J. Space Sci.* **25** 267 (in Chinese) [张冬娅, 胡雄, 张训械, 吴小成, Igarashi K 2005 空间科学学报 **25** 267]
- [16] Jiang G Y, Xu J Y, Shi J K, Yang G T, Wang X, Yan C X 2010 *Chin. Sci. Bull.* **55** 923 (in Chinese) [姜国英, 徐寄遥, 史建魁, 杨国韬, 王霄, 燕春晓 2010 科学通报 **55** 923]
- [17] Peng Y G, Chen Z Y, Chen H B, Wang Z H 2006 *Chin. J. Space Sci.* **26** 124 (in Chinese) [彭勇刚, 陈泽宇, 陈洪滨, 王振会 2006 空间科学学报 **26** 124]
- [18] Wu Z, Chen Z Y, Peng Y G, Chen H B, Wang Z H, Lü D R 2008 *Chin. J. Geophys.* **51** 44 (in Chinese) [吴振, 陈泽宇, 彭勇刚, 陈洪滨, 王振会, 吕达仁 2008 地球物理学报 **51** 44]
- [19] Yee J H, Cameron G E, Kusnierkiewicz D Y 1999 *Proc. SPIE* **3756** 244
- [20] Skinner W R, Niecejewski R J, Killeen T L, Solomon S C, Gablehouse D, Wu Q, Ortland D, Gell D A, Marshall A R, Wolfe E, Cooper M, Kafkalidis J F 2003 *Proc. SPIE* **5157** 47
- [21] Killeen T L, Wu Q, Solomon S C, Ortland D A, Skinner W R, Niecejewski R J, Gell D A 2006 *J. Geophys. Res.* **111** A10S01
- [22] Wu Q, Killeen T L, Ortland D A, Solomon S C, Gablehouse R D, Johnson R M, Skinner W R, Niecejewski R J, Franke S J 2006 *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.* **68** 408
- [23] Chen Z Y, Lü D R 2007 *Chin. J. Geophys.* **50** 691 (in Chinese) [陈泽宇, 吕达仁 2007 地球物理学报 **50** 691]
- [24] Chen Z Y, Lü D R 2008 *Chin. J. Geophys.* **51** 982 (in Chinese) [陈泽宇, 吕达仁 2008 地球物理学报 **51** 982]
- [25] Hedin A E, Spencer N W, Killeen T L 1988 *J. Geophys. Res.* **93** 9959
- [26] Kishore P, Namboothiri S P, Igarashi K 2000 *J. Geophys. Res.* **105** 24863
- [27] Lieberman R S, Burrage M D, Gell D A, Hays P B, Marshall A R, Ortland D A, Skinner W R, Wu D L, Vincent R A, Franke S J 1993 *Geophys. Res. Lett.* **20** 2849
- [28] Zhang S P, McLandress C, Shepherd G G 2007 *J. Geophys. Res.* **112** D21105
- [29] Wu Q, Ortland D A, Killeen T L, Roble R G, Hagan M E, Liu H L, Solomon S C, Xu J Y, Skinner W R, Niecejewski R J 2008 *J. Geophys. Res.* **113** A05308
- [30] John S R, Kumar K K, Subrahmanyam K V, Manju G, Wu Q 2011 *Ann. Geophys.* **29** 1209

# Global structure and variation of mesospheric and lower thermospheric zonal wind in 120 °E meridian\*

Ling Chao<sup>1)2)</sup> Chen Ze-Yu<sup>1)†</sup> Chen Hong-Bin<sup>1)</sup>

1) (*Key Laboratory of Middle Atmosphere and Global Environment Observation, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China*)

2) (*University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*)

(Received 12 June 2012; revised manuscript received 12 July 2012)

## Abstract

Multiyear (2002-2011) wind observations from TIMED Doppler Interferometer (TIDI) onboard the thermosphere ionosphere mesosphere energetics and dynamics (TIMED) satellite are used for studying the typical structures and variations of mesospheric and lower thermospheric (MLT) mean zonal wind from 80 to 105 km in 120 °E meridian. Comparisons between TIDI measurements and empirical models indicate that TIDI is in good agreement with models in the extratropic regions especially in the middle and high latitudes, but significant differences occur mainly in the tropic regions. In the altitudes of TIDI's coverage from 80 to 105 km, monthly zonal winds are always westward over the tropical regions, forming an easterly band centered at the equator. Results from multiyear observations show complicated variations in the MLT tropical easterlies. The averaged width of easterlies is 37.5 degrees and corresponding variation is about 14 degrees.

**Keywords:** 120 °E meridian, tropical easterlies, mesosphere and lower thermosphere, TIMED/TIDI

**PACS:** 92.60.Gn, 92.60.Bh, 92.60.Ry, 92.60.Hc

---

\* Project supported by the Key Research Program of the Chinese Academy of Sciences (Grant No. KZZD-EW-01-1), the National Natural Science Foundation of China (Grant No. 41075028), and the Key Program of the National Natural Science Foundation of China (Grant No. 40830102).

† E-mail: z.chen@mail.iap.ac.cn