

# 地球的章动和转速与副热带高压和高温干旱

魏 鸣<sup>1</sup>, 欧阳首承<sup>2</sup>

(1. 南京信息工程大学 中美合作遥感实验室 江苏省气象灾害重点实验室, 南京 210044; 2. 成都信息工程学院, 成都 610041)

**[摘要]** 鉴于近10多年来运用地球转速的变化做长期灾害天气预测取得的较好效果, 试图运用地球的章动、地球转速和大气变化的关系, 探索重大灾害天气的深层次原因。仅就2006年发生在四川、重庆的高温干旱问题, 讨论了副热带高压与东风层的关系, 进而对地球的章动、转速的变化做了对比分析。结果显示, 地球大气的重要灾害天气的发生, 不只限于大气本身的原因, 而确有可用于天气预测的星体运行的变化信息。

**[关键词]** 章动; 地球转速; 副热带高压; 逆滚流下沉; 干旱

**[中图分类号]** G201; P429 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2007)08-0040-07

## 1 引言

目前研究大气现象, 尤其是重大灾害天气的发生、发展问题, 一般仅归咎于大气的天气系统。诸如若问某年长江流域的暴雨为什么这么大, 可见到气象预报的分析是“副热带高压滞留于长江流域的南侧”; 对2006年夏季的高温酷暑和四川、重庆的酷旱, 气象上多解释为“副热带高压位置偏北偏西, 冷空气活动偏弱, 高原热状况偏强, 自2005—2006年冬春季青藏高原积雪偏少造成高原热力作用显著从而有利于夏季风偏强”等等原因。若再深究为何有副热带高压滞留于长江流域, 或副热带高压位置为何偏北偏西, 则很少见到对副热带高压形成原因的机理分析。

自20世纪90年代起, 欧阳首承受四川省科技厅的委托, 运用地球转速的变化作长期预测, 并提前3个月给出每个月的旱、涝预测, 效果很好。对2006年长江流域的汛期降水趋势, 曾预测“几乎没有梅雨”, 其预测的主要思路见文献[1]。作者利用IERS(International Earth Rotation and Reference System Service)在互联网上公布的最新数据, 相继分析了地球章动和转速的变化与大气活动的关系, 其中

用 $V-3\theta$ 图<sup>[1]</sup>分析异常高温天气时, 运用了300~100 hPa上层大气东风层的出现、加强、减弱或移动来预测副热带高压的发生、加强、减弱或移动。具有实际意义的是, 东风层的出现、移动和发展先于副热带高压发生、发展和进退, 故可以由东风层直接预测高温天气<sup>[1, 2]</sup>, 已经达到了只要信息无错情而预测无误的程度。

由于知识构成不同和海洋测站稀少等原因, 依据传统方法预测副热带高压是天气预报中较困难的问题。我国的主要灾害天气, 基本上与副热带高压相联系。为此, 副热带高压也往往成为目前气象界分析灾害天气的“最终”原因。此种提法大多源于气象科学研究范畴仅限于地球大气研究的局部观念, 这也许是大气科学目前划归为地学部的原因。笔者将视野放宽到地球转速的相关效应, 从几个因素的相互联系与实际应用角度进行讨论。

## 2 东风层与副热带高压

### 2.1 东风层

由 $V-3\theta$ 图可以揭示副热带高压系统具有高层大气的东风层结构, 强盛的副热带高压的东风层可由100 hPa达到400 hPa以下。500 hPa

**[收稿日期]** 2006-08-21; **[修回日期]** 2006-10-22

**[基金项目]** 国家自然科学基金资助项目(60674074); 江苏省气象灾害重点实验室资助项目(KLME05011)

**[作者简介]** 魏 鸣(1957-), 女, 天津市人, 博士, 南京信息工程大学教授, 博士生导师, 主要从事灾害天气的遥感监测与预报研究

以下的中层大气为干燥层,其对应的天气是云淡风轻,但近地层或地面是热流滚滚。若将高温天气也作为灾害天气,则预报的着眼点可根据其是否有东风层为主要指标,且东风层的厚度和东风的强度也与其酷热程度相联系。下面的信息结构图体现了信息数字化。

图1至图6列出2003年7月福州站、8月南京(江浦)站和2006年8月18日重庆、拉萨、红原、西安站的V-3 $\theta$ 图东风层特征的2006年的扩展情况。

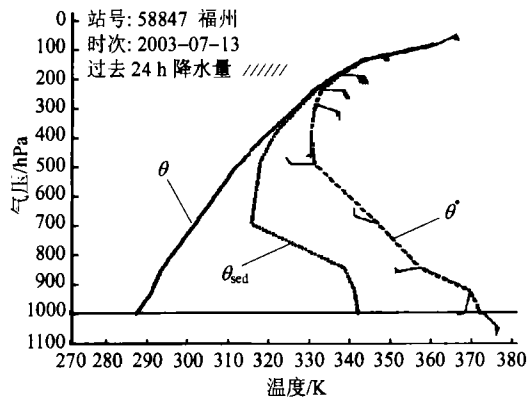


图1 2003年7月13日8时福州站V-3 $\theta$ 图  
Fig. 1 V-3 $\theta$  diagram of Fuzhou at 8:00 (2003-03-17)

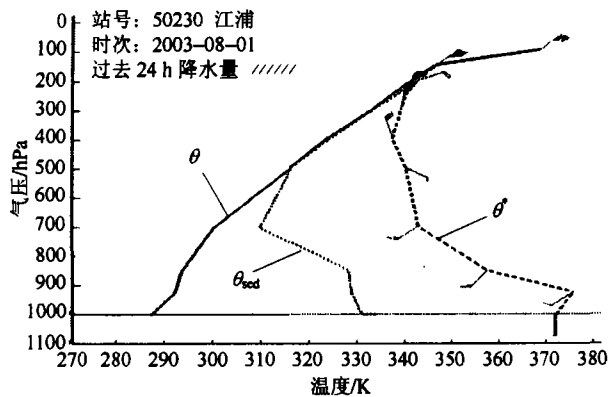


图2 2003年8月1日8时南京站V-3 $\theta$ 图  
Fig. 2 V-3 $\theta$  diagram of Nanjing at 8:00 (2003-08-01)

分析可知:

1) 图1和图2显示了副热带高压体系的高温酷热天气,必须有上层大气的东风层;

2) 由图3至图6可以看出2006年东风层的扩展,其北侧(图3、图4)可以达到红原(即原来的红军过草地的地区)和西安(仔细分析,连延安的

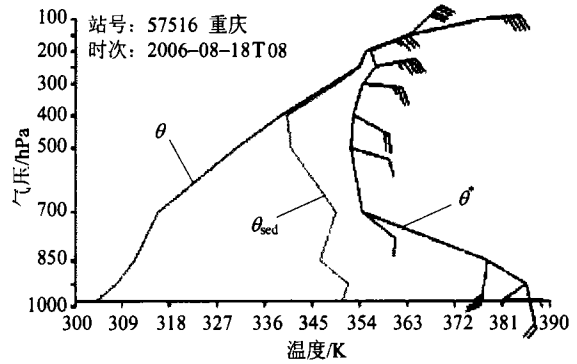


图3 2006年8月18日8时重庆站V-3 $\theta$ 图  
Fig. 3 V-3 $\theta$  diagram of Chongqing at 8:00 (2006-08-18)

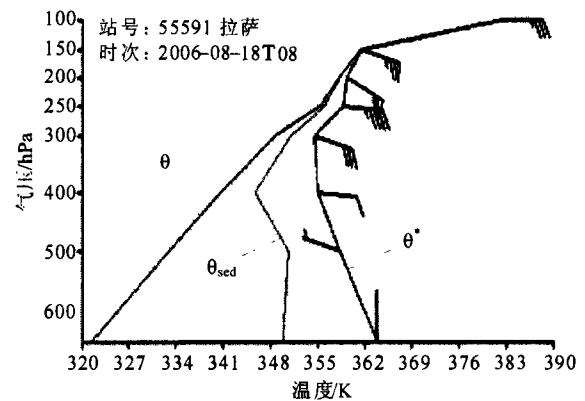


图4 2006年8月18日8时拉萨站V-3 $\theta$ 图  
Fig. 4 V-3 $\theta$  diagram of Lhasa at 8:00 (2006-08-18)

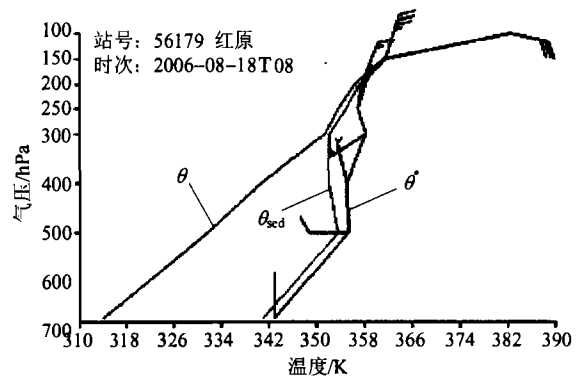


图5 2006年8月18日8时红原站V-3 $\theta$ 图  
Fig. 5 V-3 $\theta$  diagram of Hongyuan at 8:00 (2006-08-18)

100 hPa也可以见到东风),其西侧不仅越过重庆已经达至拉萨,深厚程度远超过2003年,由100 hPa直逼400 hPa以下。

## 2.2 副热带高压预测

有实用价值并可投入业务预测的是,东风层先于副热带高压出现,这就将传统方法分析天气现象

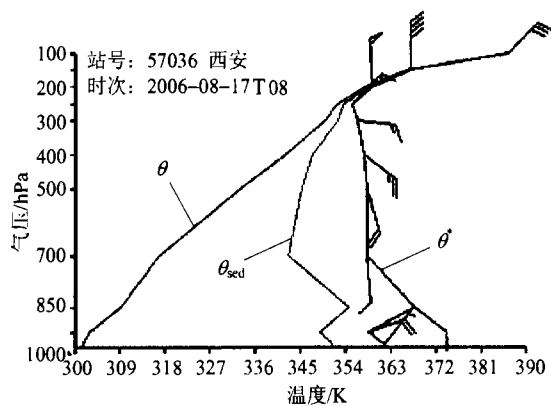


图6 2006年8月18日8时西安站V-3θ图  
Fig. 6 V-3θ diagram of Xi'an at 8:00 (2006-08-18)

仅止于以副热带高压为原因,变为可追溯到以东风层的变化来预测天气,从而改变了传统的以气压系统跟踪的监测式报导,实现了“预知于未然”的预测也提前了预见期。图7是2006年8月1日重庆的V-3θ图,表明重庆上空100 hPa的东风超前于500 hPa的东风。

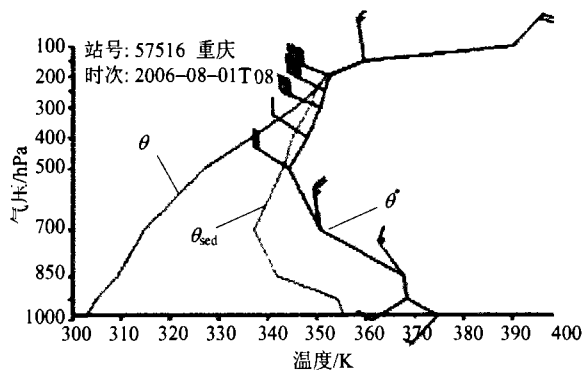


图7 2006年8月1日8时重庆的V-3θ图  
Fig. 7 V-3θ diagram of Chongqing at 8:00 (2006-08-01)

运用V-3θ图预测天气,可以越过副热带高压系统,以其东风层的特征和变化直接预测天气要素。大气上层东风层的来源及其变化的原因?

按气流补偿原理和地转偏向力的西风回流原理,利用V-3θ图还可以追溯高纬度西风带的位置、强度等变化,分析中纬度东风带的变化。图8和图9已经显示西风带退缩到北纬50°以北,其风速的强度基本上是与30°N附近东风带的强度相呼应(图3、图4)。36096站位于52~55°N的贝加尔湖的西侧约600 km,30554站位于贝加尔湖的东侧约300 km。欧阳首承多年的实践表明,若巴尔克什湖

的南、北侧3~5个测站转为同等强度的西北风,则未来2日左右或3日内,30°N一带的副热带高压系统将减弱(图10、图11)。此例的重庆站气温,就是由18日的39℃以上,降为20日的33℃的。其预测的基本思路不在于冷空气的直接南下,而是西北风削弱了西风带的“后援”,其回流引起的中纬度东风层也相应减弱。这是结构预测法<sup>[1]</sup>比目前的外推式预报法超前且准确率较高的原因,也是其预测副热带高压东撤或移动的要点。

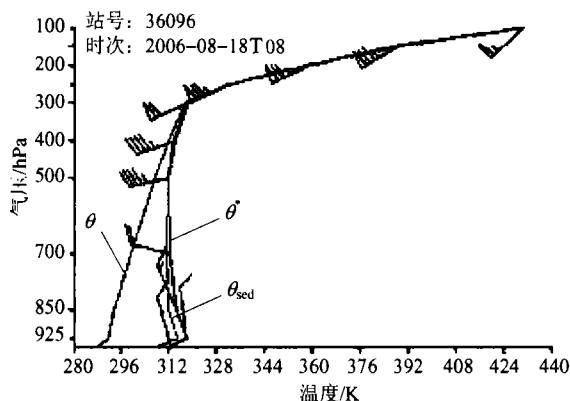


图8 2006年8月18日8时36096站V-3θ图  
Fig. 8 V-3θ diagram of 36096 at 8:00 (2006-08-18)

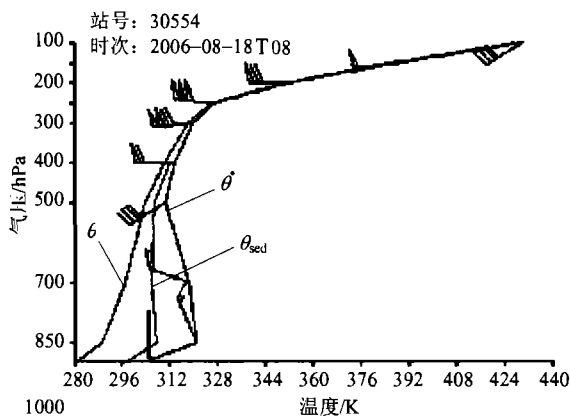


图9 2006年8月18日8时30554站V-3θ图  
Fig. 9 V-3θ diagram of 30554 station at 8:00 (2006-08-18)

考虑2006年的酷热、干旱问题具有全球性,与历史记录相比也有其不同特征,借鉴欧阳首承运用地球转速作长期预测的前期研究积累,根据网上公布的最新信息,对2006年夏季的高温灾害天气进行了深入分析。

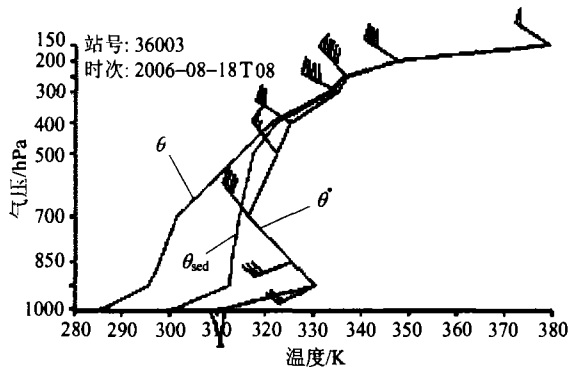


图 10 2006 年 8 月 18 日 8 时 36003 站 V-3 $\theta$  图  
Fig. 10 V-3 $\theta$  diagram of 36003 station  
at 8:00 (2006-08-18)

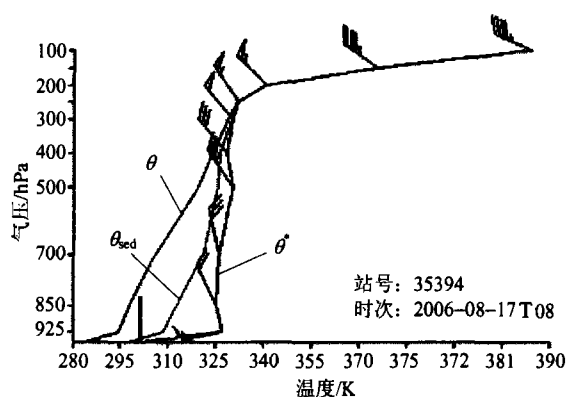


图 11 2006 年 8 月 18 日 08 时 35394 站 V-3 $\theta$  图  
Fig. 11 V-3 $\theta$  diagram of 35394 station  
at 8:00 (2006-08-18)

### 3 地球自转资料分析

使用的地球自转资料源于 IERS 在互联网上公布的及时更新的观测数据<sup>[3]</sup>。

#### 3.1 地球自转轴的章动资料

章动是天文学的名词<sup>[4]</sup>,其含义是地球的自转轴在空间的指向并不保持固定的方向,而是不断发生变化。因为地球的自转轴在运行中有晃动,使极点偏离正常位置而导致地球以摇摆方式运行,并影响地球的转速。其中平稳于某一角度会利于转速加快;频繁改变则会使转速变慢,导致或引发大气、海洋乃至地壳的非规则运动,或气流、海流和地壳的非正常变化;若长期持续某种运动方式也会引发某种持续形式的非正常自然现象。尽管章动本身很小,但由于地球的半径很大,所以章动力矩是很大的<sup>[5]</sup>。相应的地球转速也发生变化,配合地球半径的尺度,其可变化的力矩也不应忽视。所以欧阳首

承一直对传统气象科学将地球转速作为常数的方法持有不同观点,认为气象或地震等问题的研究不能止步于“力学”,而至少应当研究“力矩学”<sup>[6,7]</sup>,由于力矩涉及了结构,这也是研究结构变化而引出结构预测法的由来<sup>[8]</sup>。其中 V-3 $\theta$  图就是针对探空的非规则信息而首先建立的区域灾害天气的结构预测法,目前已经在某些业务台站投入了业务应用。结构方法与传统方法的差别,就在于由传统的“力学”体系深入到力矩的结构,并还包括了力矩的结构变化。因此必然在运用地球的转速时,由传统力学中的常数改为力矩的变数。地球章动和转速的非规则“时序”信息,应当转化为结构信息。鉴于目前多数业内人士还不易理解“时间不占有物质维和相空间的非规则信息的结构化”,这里仅列出“时序”信息的方式,至少可以使人们认识到大气变化的背后还有另外的变化因素。

图 12 是 2005 年 1 月 1 日至 2006 年 11 月 9 日地球章动的“时序”图。由图 12 可见,2005-2006 年地轴章动幅度和频率的“时序”变化是非常明显的。特别是 2006 年以来,章动幅度不仅减小且趋于平稳。章动幅度的减小意味着地球极轴的晃动减小,从而利于地球大气纬向气流的盛行,这里的“纬向气流”是指对流层上层大气。由于气流的补偿原理,配合地转偏向力,必然引发西风回流的高空东风层。回流的东风层因其逆滚流下沉而引发中、低层大气的副热带高压。无疑,这已经将气象上流行的以气压系统作为天气现象原因的提法,追溯到章动和地球转速的变化,并可作为预测气压系统的原因。至少在业务应用上,东风层为预测副热带高压的进、退或加强、减弱等变化已经提供了有效的方法。作为东风层的变化原因,又可以追溯到地球的章动和地球转速变化的作用。目前人们还没有普遍认识到非规则信息的意义和作用,多将其视为随机或不确定而略去或消除<sup>[9]</sup>。

#### 3.2 日长变化资料

图 13 是 1973 年 1 月 2 日至 2006 年 8 月 23 日的地球日长变化 LOD (length of day) 资料。LOD (ms) 是指实际观测的每日时间长度减去日平均时间长度 86 400 s 的差值。由图 13 可见,33 年来 LOD 既有总体上的周期性,又有具体时段的非周期性。2000 年至 2005 年 LOD 处于比较短的时段,2006 年 LOD 有增长的趋向。

地球转速  $\Omega$  ( $\mu\text{rad/s}$ ) 与 LOD (ms) 的关系为<sup>[10]</sup>

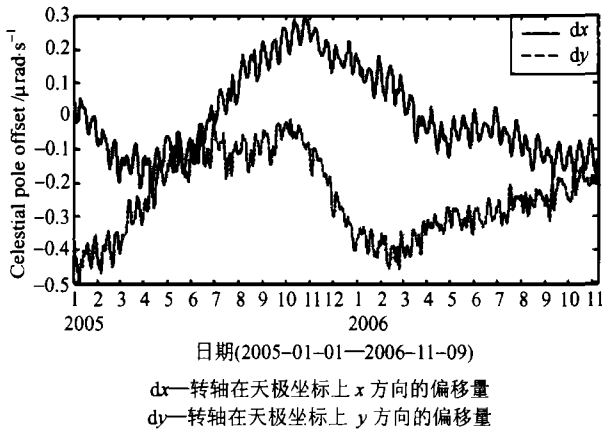


图 12 2005 年 1 月 1 日至 2006 年 11 月 9 日的地球章动

Fig. 12 The earth nutation during 2005 - 01 - 01—2006 - 11 - 09

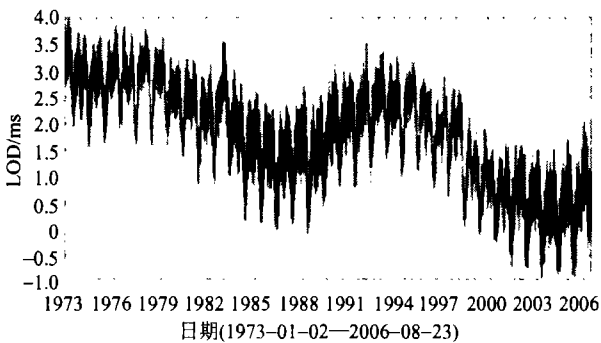


图 13 1973 年 1 月 2 日至 2006 年 8 月 23 日的地球日长变化

Fig. 13 The length of day during 1973 - 01 - 02—2006 - 08 - 23

$$\Omega = 72\,921\,151.467\,064 - 0.843\,994\,809\,LOD \quad (1)$$

由图 12 和图 13 的对比分析可知,2006 年初到目前,章动幅度更小且略趋于不变,LOD 则略有增加或地球转速趋于减缓,配合地球-大气系统角动量守恒的约束,大气变化具有滞后性,则纬向气流还将相对加快。按转速的短期减缓的大气滞后性,约 10~15 日。为此,据 2006 年 8 月 19 日(本文撰写时)所引用的 2006 年 8 月 18 日信息,同时运用 8 月 18 日以前的信息作试预测:2006 年 8 月底到 9 月初,大气东风层还不能完全退出重庆地区,而应仍有 35℃ 以上的高温天气,事后实况检验是:2006 年 9 月 4 日 20 时副热带高压退出重庆地区。

作为存疑问题,地球章动、转速变化的因果关系

还不清楚,或与其他星体的运行有关,这还有待研究。

地球章动、地球转速尽管是影响大气运动的因素之一,但大气总体的变化是更重要的影响因素,一般是通过配合大气结构的变化而引发灾害天气。变化的大气结构,又以不同的滚流方式决定具体的天气特征。故在运用非规则信息的同时,应当掌握某种信息下对应的大气结构和将可能出现的变化趋势,然后才能用好这种方法。这就是以地球转速配合大气上层超低温的高层大气温度场结构,于 2006 年 6 月初预测长江流域几乎没有梅雨的主要依据<sup>[1]</sup>。欧阳首承曾分别提前 3 个月做出 2001 年四川 9 月秋涝、2002 年汛期全国无大灾的正确预测<sup>[11]</sup>和 2003、2004 年汛期预测等<sup>①</sup>。

正如人们所熟知的,长期预测相对于目前的短期预测而言应当是实在意义上的预测。因为一个月以上的预测是无法作到初值外推的,也不能将天气现象的原因只推给气压或高度场的天气系统。目前气象界将长期预测归结为气候问题,而气候问题本身曾流行统计的平均概念,所以长期以来气候学是以统计学为基础理论,并延续了统计方法;随着系统科学的诞生,又将气候学列为系统概念,但方法依然没有摆脱统计的数学方法。实际上,长期预测也是非规则信息的转换问题,只是其非规则信息不限于大气自身,而应当考虑星体的变化信息,并涉及了变化信息的结构转换<sup>[9]</sup>。

#### 4 2005 年与 2006 年夏季的 LOD 比较

在地球-大气系统角动量守恒的约束下,转速减慢即地球角动量的减少会以大气角动量增加的方式来保持动态平衡,所以固体地球的切向减速将导致流体大气的纬向动量相对增加,中纬度大气纬向运动速度加快,西风盛行。因此,地球章动、转速信息具有超前性,可用于长期预测。

图 14 是 2005 年 1 月 1 日至 2006 年 8 月 23 日的 LOD 分布。仔细对比可以发现,总体上 2006 年夏季的 LOD 比 2005 年夏季的 LOD 增大了。相对应地,2006 年地球转速比 2005 年减缓,大气必然有纬向风速加大,东风回流也相应加大,所以副热带高压也强大、稳定而西伸,导致了川渝等地的持续干旱。可以得到印证的是,图 3、图 4 的东风层不仅深

① 成都市气象局预测检验证明. 成都:成都市气象局,2004

厚,风速也大,并为1981年起使用V-3 $\theta$ 图以来所少见。图3、图4不仅揭示了东风层的厚度,也可见到东风的强度。

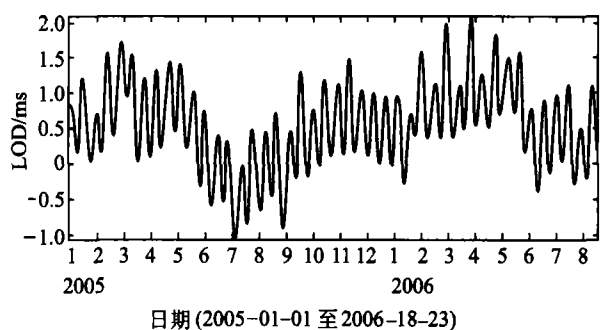


图14 2005年1月1日至2006年8月23日的LOD

Fig. 14 LOD during 2005-01-01-2006-08-23

限于网站公布资料缺乏1962年以前详细的章动、地球转速的信息,所以无法进一步比较检验章动、地球转速的效应。尽管按非规则信息的观点,历史是不会完全重复的,但作为机理的探索,寻求其机制关系而修改人类的知识构成,更利于改进预测效果。

由章动、地球转速的非规则变化性,不难看出大气或天气变化的“无常性”。这至少表明,变化的问题必须研究变化的信息,或“无常的问题”不能运用不变体系的理论和方法。科学也许是探索的过程,还不能完全等同于经过实践检验所构成的知识体系。因为在探索的过程中往往受到人们意识的干扰,所以真正成为知识体系应当是经过实践检验而证实可以解决实际问题的认识。笔者有某些观点或称为笔者的意识,与以往的思维意识可能有某些不同,对错与否不在于理论观念的争论,而应由预测实践来评判,因为实际问题的存在就是对传统理论或观念的挑战。

## 5 讨论

1) 运用东风层预测副热带高压,已经实践证明是有因果关系的,并因其应用的有效性,可将传统上的副热带高压系统作为天气现象的原因,深化到东风层的变化和追溯到西风带的变化。这至少比目前的跟踪式外推“预报”多看出“一步棋”,在认识和方法上实现了真正“预知未然”的预测。或可以说由传统的气压系统的跟踪式监测,进入到毋须通过气

压系统而可直接预报天气,并已经在部分业务台站投入应用了。

2) 鉴于大气结构的调整相对于章动和地球转速具有滞后性,因此章动和地球转速的变化可作为大气变化的超前信息。据资料分析发现:2006年有明显的地球章动幅度减小和转速减慢,由此推测出中纬度西风比往年强盛,进而使副热带高压强大和稳定。这被已经发生的部分观测事实所证实,如2006年夏季冷空气滞留于50°N以北的高纬度,相应的副热带高压西伸至80°E以西、北抬到35°N而导致川渝等地的持续严重干旱。如果此发现再往复地被今后的实践证实,则天气预测问题可以做到多看出“两步棋”,并实质上进入演化科学。

3) 限于信息来源,此工作还只是探索性研究,前期虽然有长期试预测的实际应用,效果的实践检验也仅是初步的。至今为止的信息取样,依然是按规则化或拟线性化处理的。人们认识非规则信息,还有待知识构成的转变。“非规则信息是变化信息”<sup>[9]</sup>直接冲击了概率宇宙观的随机性和牛顿以来的初值外推的不变性,也不能列为“宿命论”的确定性,对于物质不变的问题而提“确定性或非确定性”,已经是毫无意义的概念。信息的数字化表达了信息的结构化,确定性概念必须建立在物质变化的基础上,不变化的问题实质上没有预测意义,所以,物质的演化或演化科学的预测问题直接挑战了当代科学体系的确定和不确定认识观<sup>[1,12]</sup>。

## 参考文献

- [1] 欧阳首承, McNeil D H, 林 益, 走进非规则[M], 北京: 气象出版社, 2002
- [2] OuYang S C, Wei M. Discussion on super high-temperature weather and city construction [J]. Engineering Science, 2006, 4 (1): 56 ~ 64
- [3] IERS Conventions 2000 [EB/OL]. <http://www.iers.org/products/9/1379/orig/finals2000A.all>, 2000
- [4] Capitaine N, Chapront J, Lambert S, et al. Expressions for the celestial intermediate pole and celestial ephemeris origin consistent with the IAU 2000A precession-nutation model [J]. Astron Astrophys, 2003, 400: 1145 ~ 1154
- [5] 高福晖. 地震力学[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1995
- [6] OuYang S C, Peng T Y, Xiao T Q, et al. The second stir and incompleteness of quantitative analysis [J]. Kybernetes, 2000, 29(1): 53 ~ 70
- [7] 欧阳首承. 线性化与形式分析丢失的世界[J]. 气象科学, 2000, 20(3): 354 ~ 359
- [8] 欧阳首承, 天气演化与结构预测[M]. 北京: 气象出版社, 1998

- [9] 欧阳首承, 陈刚毅. 随机性的破灭与“量化可比性”的终结 [J]. 科学研究月刊, 2006, 14(2): 141~143
- [10] Seidelmann P K. 1980 IAU Nutation; the final report of the IAU Working Group on nutation [J]. *Celest Mech*, 1982, 27: 79~106
- [11] 汪伟林. 欧阳首承教授正确做出 2002 年全国汛期无大灾的长期预测[J]. 中国地球物理学会会讯, 2002, 75: 23
- [12] 欧阳首承. 介质波与介质的破碎[J]. 科学研究月刊(香港), 2006, 18(6): 1~4

## On Subtropical Anticyclone and High Temperature Drought in Relation to the Earth Nutation and Rotation

Wei Ming<sup>1</sup>, OuYang Shoucheng<sup>2</sup>

- (1. *Nanjing Sino-America Cooperative Remote Sensing Laboratory, Jiangsu Key Laboratory of Meteorological Disaster, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China;*  
2. *Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610041, China*)

[**Abstract**] In view of the effective results about the long term disaster weather prediction based on the variation of the earth rotation in the recent 10 years, the authors try to explore the deep reason of major disaster weather with the relationship among the earth nutation, rotation and atmospheric change. The relationship between the subtropical anticyclone and subtropical easterlies is discussed, aiming at the problem of high temperature and drought in the globe. Further more, the comparison analysis is made on earth nutation and the variation of rotation. The research results show that the reasons of important disaster weather not only involve atmosphere itself, but have some variation information of earth movement which could be used for the weather forecast.

[**Key words**] nutation; earth rotation; subtropical anticyclone; inverse rolling sinking; drought