



# GPT2w 模型在中国大陆地区的精度分析

## 摘要

全球气温气压(GPT)系列模型可用于计算全球任意位置的气温、气压和水汽压等各种气象参数,目前国内外广泛使用且精度较高的全球气温气压模型主要为GPT2w模型.本文利用2012—2016年中国大陆地区102个国家气象站实测的气温、气压和水汽压数据对GPT2w模型进行精度分析.结果表明:GPT2w模型的气温误差均值为 $-0.45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,标准偏差均值为 $10.04\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;气压误差均值为 $2.05\text{ hPa}$ ,标准偏差均值为 $6.55\text{ hPa}$ ;水汽压误差均值为 $0.11\text{ hPa}$ ,标准偏差均值为 $6.15\text{ hPa}$ .总体而言,GPT2w模型计算出的气温、气压和水汽压值在中国大陆大部分地区具有较高的精度.同时,三种气象参数的精度在中国大陆地区分布不均匀,不同纬度区间存在一定差异且以年为周期均具有明显的季节性.

## 关键词

GPT2w模型;气温;气压;水汽压;精度分析

中图分类号 P412;P228.4

文献标志码 A

收稿日期 2021-01-21

资助项目 国家自然科学基金(41674036);中国科学院战略性先导科技专项(A类)(XDA23040100);江苏省高等教育教改项目(2019JSJG143);南京信息工程大学2020年度地球科学虚拟仿真实验教学课程建设项目(XNFZ2020A01)

## 作者简介

陈发源,男,硕士生,主要从事GNSS气象学相关研究.631074939@qq.com

王新志(通信作者),男,博士,副教授,主要从事GNSS气象学、工程测量和大地测量等相关研究.48984755@qq.com

1 南京信息工程大学 遥感与测绘工程学院, 南京,210044

2 江苏省协同精密导航定位与智能应用工程研究中心,南京,210044

## 0 引言

对流层延迟是全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System, GNSS)定位测量中重要的误差来源<sup>[1]</sup>,同时也是GNSS气象学中的重要研究内容<sup>[2]</sup>.通常使用霍普菲尔德(Hopfield)模型、萨斯塔莫宁(Saastamoinen)模型和勃兰克(Black)模型,根据实测的气温、气压及水汽压数据计算对流层延迟,然后对其进行改正或用于气象学等相关研究.

在实际中,通常通过气象仪器测定和模型获取气温、气压及水汽压数据,全球气温气压(Global Pressure and Temperature, GPT)模型便是常用的模型之一.文献[3]利用全球大地观测系统格网产品和探空站资料对中国地区GPT2w模型计算的加权平均温度精度进行分析,结果表明 $1^{\circ}$ 分辨率的GPT2w模型精度优于 $5^{\circ}$ 分辨率的,但模型具有显著的系统性误差;文献[4]利用中国区域参与全球气象交换的86个气象探空站2013—2015年的观测数据对GPT2w模型得到的气象参数进行精度分析,结果表明GPT2w模型在中国范围内具有较高的精度且模型计算出的气象参数具有一定的年周期性;文献[5]利用广西区域陆态网GNSS数据和探空站实测数据对GPT2w模型在广西地区的适用性进行了检验分析,得出了GPT2w模型计算的天顶对流层延迟具有显著的季节偏差的结论;文献[6]利用探空站数据资料提供的气压值对GPT2\_5w模型计算的气压值及其对GNSS反演大气可降水量的精度进行研究,结果表明GPT2\_5w模型计算的气压能够在中国大部分地区用于GNSS反演大气可降水量;文献[7]利用南极区域分布的探空数据和我国南极第33次科考期间的实测探空气球数据计算的对流层延迟来分析GPT2w模型的精度,结果表明GPT2w的日精度与月平均精度相当,但模型未考虑日周期项的变化会对精度产生一定影响.众多相关学者均利用探空站数据对GPT系列模型在不同区域的精度进行检验分析<sup>[3-10]</sup>,但探空站获取的是高空气象数据,该数据与人类日常活动环境的气象数据相差较远,且探空站数量远少于地面气象站.因此,本文选取中国大陆地区102个国家气象站地面观测的气温和气压和水汽压数据对GPT2w模型进行精度分析,为在中国大陆地区更好地使用该模型模拟人类日常生活环境的气象参数提供参考.

## 1 GPT 系列模型

GPT 模型采用欧洲中期天气预报中心 (European Centre for Medium-range Weather Forecasts, ECMWF) 提供的 40 年的空间分辨率  $15^\circ \times 15^\circ$  的全球气温和气压月平均格网数据 ERA40, 基于 9 阶 9 次球谐函数建立的一种经验模型<sup>[11]</sup>, 这导致 GPT 模型水平分辨率相对较差, 且初始相位固定为 1 月 28 日, 因而时间精度相对较低。

针对 GPT 模型的上述缺点, 文献[12]在模型中加入了半年周期变化, 并分别估计每个格网点上平均周期、半年周期和年周期的气温和气压递减率, 最后利用  $5^\circ \times 5^\circ$  的格网代替 9 阶 9 次球谐函数得到了 GPT2 模型。在 GPT2 模型的基础之上, Böhm 等在模型中加入了水汽压垂直梯度和大气加权平均温度两个参数, 建立了 GPT2w 模型<sup>[13]</sup>, 且将模型水平分辨率提高到了  $1^\circ \times 1^\circ$ 。因而, 在 GPT 系列模型中, GPT2w 模型的精度最高。

## 2 GPT2w 模型的精度检验与分析

本文利用中国大陆地区 102 个国家气象站 2012 年 2 月 1 日—2016 年 12 月 31 日的气温、气压和水汽压实测数据, 检验、统计 GPT2w 模型在中国大陆地区的精度和可靠性, 其中气温的分辨率为  $0.1^\circ\text{C}$ , 气压的分辨率为  $0.1\text{ hPa}$ <sup>[14]</sup>。实测数据来源于国家基准气候站和国家基本气象站的地面观测。气象站按省份选取, 保证中国大陆陆地区域每个省、自治区、直辖市至少 1 个气象站。对于新疆、内蒙古和西藏等面积较大的行政区选取多个气象站, 并尽量保证气象站分布均匀。气象站实测数据每整点取一组, 全天共收集 24 组。剔除不完整数据, 本文所用有效数据共计 446 万余组。

首先, 利用 IGS Analysis Center Coordinator (ACC, <http://acc.igs.org/tropo/>) 提供的 GPT2w 模型参数和插值计算程序, 依据气象站的经度、纬度、高程和观测时间计算相应的气温、气压和水汽压值。然后, 用气象站实测数据减去 GPT2w 模型的插值数据, 得到相应的误差值。最后, 利用误差值对中国陆地区域 GPT2w 模型的精度和可靠性进行统计、分析。

### 2.1 气温

首先对气温误差进行分析统计, 结果如表 1 所示。2012—2016 年气温误差的年均值分别为  $-0.47$ 、 $-0.51$ 、 $-0.22$ 、 $0.03$  和  $-1.09^\circ\text{C}$ , 其均值为  $-0.45^\circ\text{C}$ ; 年标准偏差分别为  $10.58$ 、 $10.04$ 、 $9.90$ 、 $9.79$  和

$9.87^\circ\text{C}$ , 其均值为  $10.04^\circ\text{C}$ , 说明在中国大陆地区 GPT2w 模型对气温模拟的整体精度很高且稳定。

表 1 2012—2016 年中国大陆地区气温误差统计

气温	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
平均值	-0.47	-0.51	-0.22	0.03	-1.09
标准偏差	10.58	10.04	9.90	9.79	9.87

统计各气象站点气温误差的年均值, 结果如图 1 所示。图 1 表明, 大部分气象站点的气温年均误差值在  $-1.5^\circ\text{C}$  到  $1^\circ\text{C}$  之间且存在地域性差异。其中, 内蒙古、黑龙江和新疆大部分地区的气温误差年均值为负值, 说明这些地区 GPT2w 模型模拟的气温值普遍大于实测气温值; 西藏东南部地区的气温误差均值为正值, 说明该地区 GPT2w 模型模拟的气温值普遍小于实测气温值。

分析 5 年间各气象站点气温误差的最大正、负值, 结果如图 2 所示。图 2 表明, 最大正、负误差值出现在内蒙古东北部和黑龙江境内。

对内蒙古东北部和黑龙江境内相关气象站的月均气温误差值进行统计, 如图 3 所示。图 3 (图示 1~8 分别对应图 2 中站点 1~8) 表明, 每年产生正误差较大的时间段集中在内蒙古东北部与黑龙江境内的 4—5 月, 产生负误差较大的时间段集中在内蒙古与黑龙江境内的 10—12 月, 说明 GPT2w 模型在上述时间段内模拟出的气温值精度较低。

图 4 表明, 2012—2016 年,  $40^\circ\text{N}$  以下气象站点的气温年均误差较小,  $40^\circ\sim 90^\circ\text{N}$  之间气象站点的气温年均误差较大,  $0^\circ\sim 30^\circ\text{N}$  之间 GPT2w 模型模拟的气温值比实测气温值小,  $40^\circ\sim 90^\circ\text{N}$  之间 GPT2w 模型模拟的气温值比实测气温值大。总体而言, 气温年均误差随纬度增大而增大, 这是因为 GPT2w 模型计算出的气温值主要取决于格网文件中对应区域的平均气温值且高纬度地区昼夜气温变化较大并四季分明, 故高纬度地区整体精度较低, 低纬地区四季变化较小且昼夜气温变化不明显, 故精度较高。

2012—2016 年各气象站点的气温日均误差统计结果如图 5 所示。图 5 表明, 气温日均误差均值在各个气象站点存在一定的差异, 但气温日均误差的浮动差异较小, 说明模型计算出的气温值较为稳定。气温的精度以年为周期存在明显的季节性, 春季和秋季气温精度较高, 夏季和冬季气温精度较低, 其中夏季气温误差多为正值, 说明夏季 GPT2w 模型模拟出

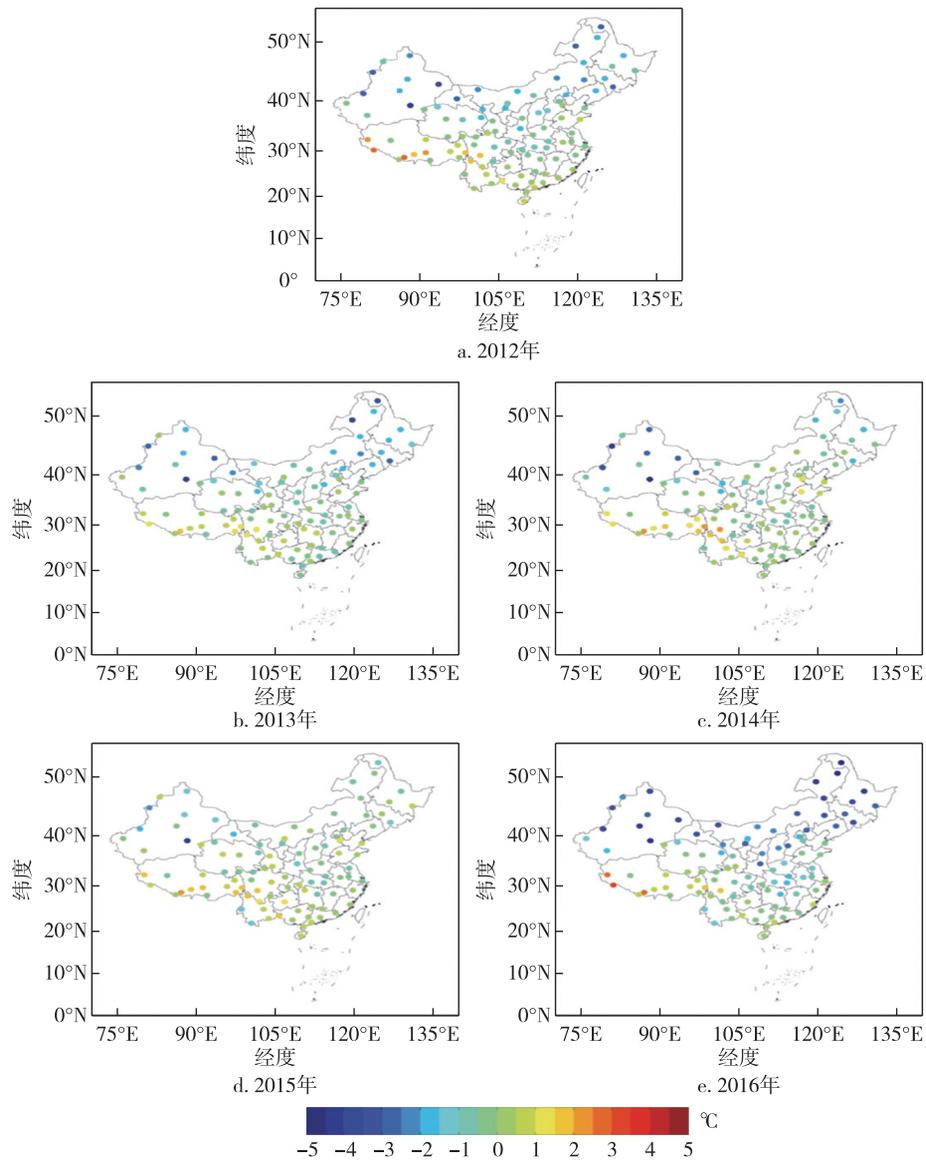


图1 2012—2016年中国大陆地区各气象站点气温年均误差分布

Fig. 1 Average annual temperature error distribution map of meteorological stations in China's mainland during 2012–2016

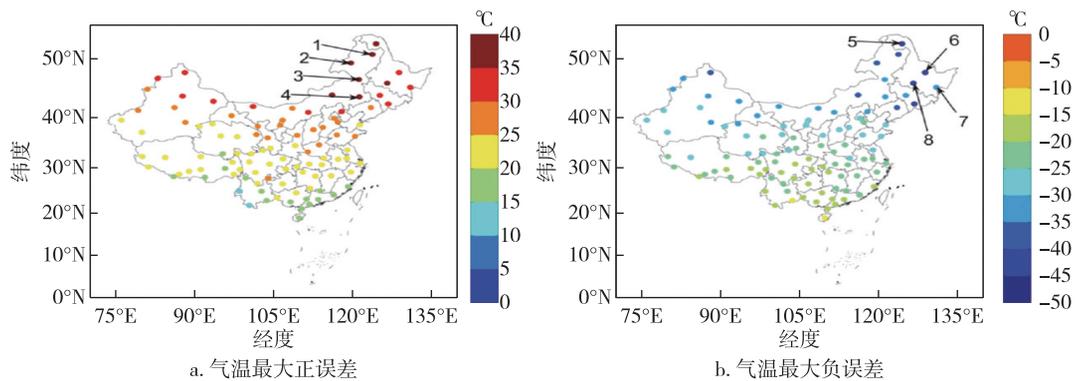


图2 2012—2016年气温最大正负误差分布

Fig. 2 Maximum positive (left) and negative (right) temperature error distribution during 2012–2016

的气温值普遍小于实测气温值,冬季气温误差多为负值,说明冬季 GPT2w 模型模拟出的气温值普遍大于实测气温值.

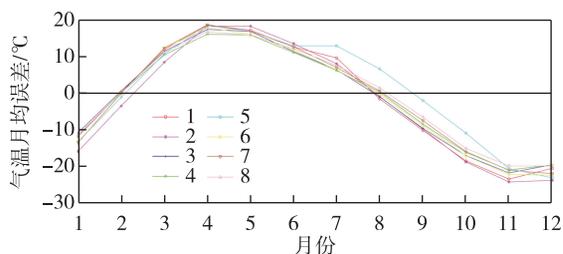


图3 2012—2016年气温月均误差结果统计

Fig. 3 Monthly mean temperature error during 2012–2016 for 8 stations in high latitude

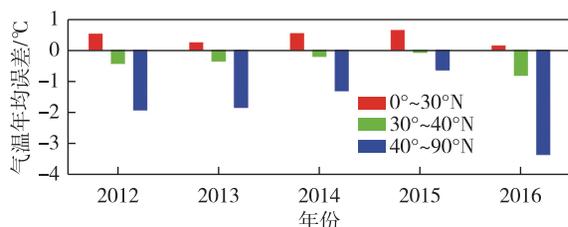


图4 2012—2016年中国大陆地区3个纬度区间气温年均误差柱状图

Fig. 4 Annual mean temperature error in three latitudes over China during 2012–2016

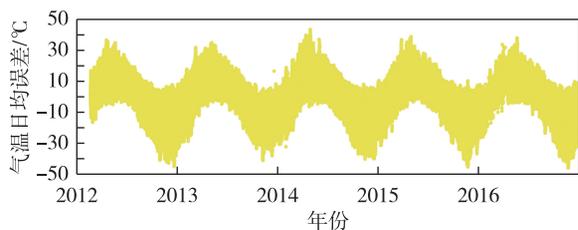


图5 2012—2016年中国大陆地区气温日均误差散点图

Fig. 5 Average daily temperature error over China's mainland during 2012–2016

## 2.2 气压

对气压误差进行分析统计,结果如表2所示。表2表明,研究时段气压误差的年均值分别为2.05、1.75、2.03、2.00和2.41 hPa,其均值为2.05 hPa;年标准偏差分别为6.68、6.54、6.33、6.47和6.71 hPa,其均值为6.55 hPa,说明在中国大陆地区GPT2w模型对气压模拟的整体精度很高且稳定。

表2 2012—2016年中国大陆地区气压误差结果统计

Table 2 GPT2w pressure error statistics for China's mainland during 2012–2016 hPa

气压	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
平均值	2.05	1.75	2.03	2.00	2.41
标准偏差	6.68	6.54	6.33	6.47	6.71

统计各气象站点气压的年均误差值,如图6所示。图6表明,大部分气象站点的气压年均误差值在-4~5 hPa之间且存在地域性差异。以105°E经线作为分界线,大于105°E经线的陆地区域各气象站点气压年均误差值较小,说明该区域GPT2w模型模拟出的气压值精度较高;小于105°E经线的陆地区域各气象站点气压年均误差值较大且大部分地区的气压误差均值为正值,说明这些地区模型模拟出的气压值普遍小于实测气压值。图6表明各气象站点气压年均误差值分布规律与中国地势特点(西高东低)类似,说明GPT2w模型模拟出的气压值精度在中国大陆地区随海拔的上升而降低。

分析5年间各气象站点气压误差的最大正、负值,结果如图7所示。图7表明,最大正误差值出现在陕西、河北境内,最大负误差值出现在黑龙江、吉林、辽宁境内。

对陕西、河北、黑龙江、吉林、辽宁境内相关气象站的月均气压误差进行统计,结果如图8所示。图8中图示1~6,分别对应图7中站点1~6。图8表明,每年产生正误差较大的时间段集中在河北、陕西境内的9—11月,每年产生负误差较大的时间段集中在黑龙江、吉林、辽宁境内的4—6月,说明GPT2w模型在上述时间段内模拟出的气压值精度较低。

图9表明,2012—2016年间30°N以下气象站点的气压年均误差均在1.5 hPa上下波动,30°~90°N之间气象站点的气压年均误差在0.5~3 hPa之间。5年间气压年均误差均为正值,说明在中国大陆大部分地区3个纬度区间中GPT2w模型模拟的气压值比实测气压值小。

2012—2016年各气象站点的气压日均误差统计结果如图10所示。图10表明,GPT2w模型的气压值精度以年为周期的季节性不如气温的明显。5年中气压日均误差值在各个气象站点存在一定差异,其中2012年2—9月各气象站点的气压日均误差差异较大,各年份存在个别气象站点的气压日均误差在某些时段会产生较大的波动,说明GPT2w模型计算出的气压值没有气温值稳定。

## 2.3 水汽压

对水汽压误差进行统计分析,结果如表3所示。表3表明,5年间水汽压年均误差值分别为-0.14、-0.06、0.09、0.26和0.38 hPa,其均值为0.11 hPa;年标准偏差分别为6.67、6.17、5.84、5.65和6.44 hPa,其均值为6.15 hPa。说明在中国大陆地区

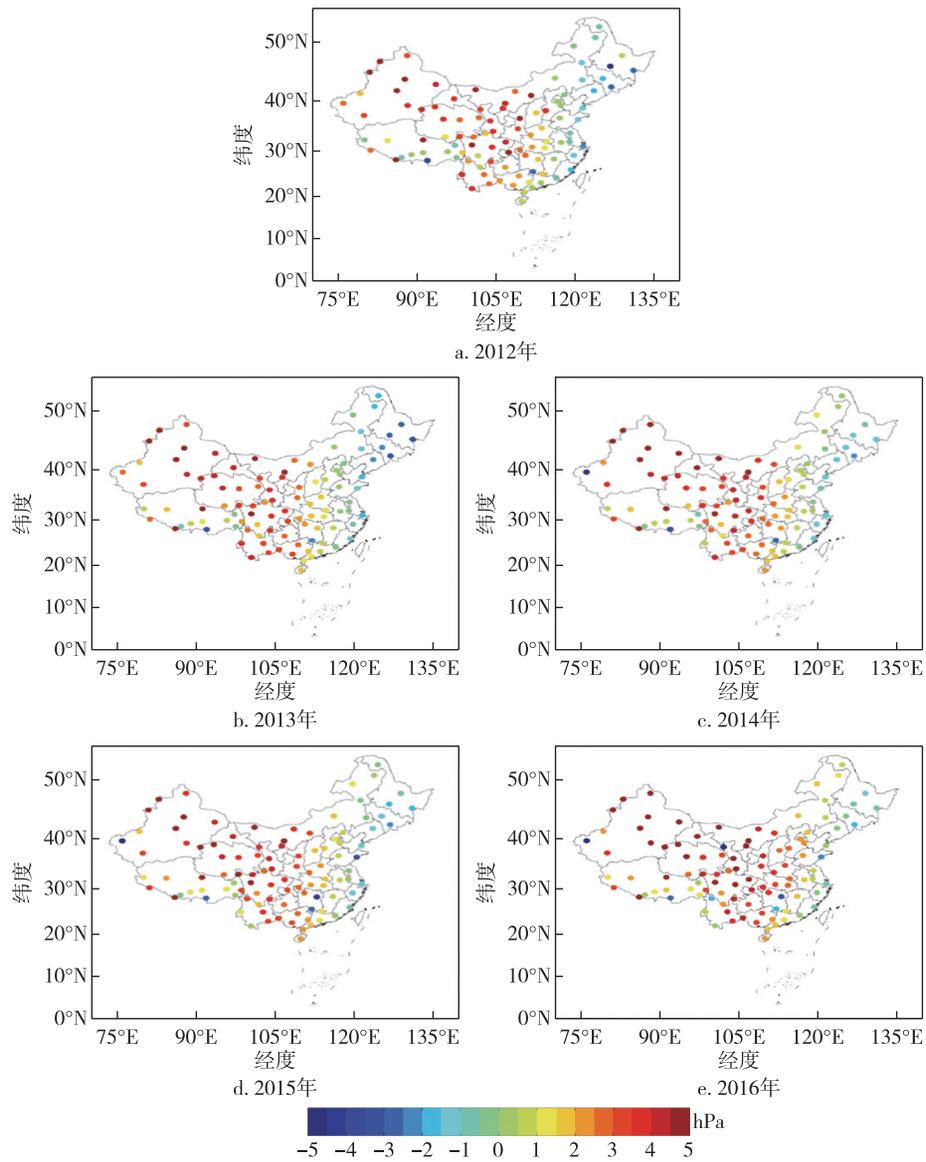


图6 2012—2016年中国大陆地区各气象站点气压年均误差分布

Fig. 6 Average annual pressure error distribution map of meteorological stations in China's mainland during 2012–2016

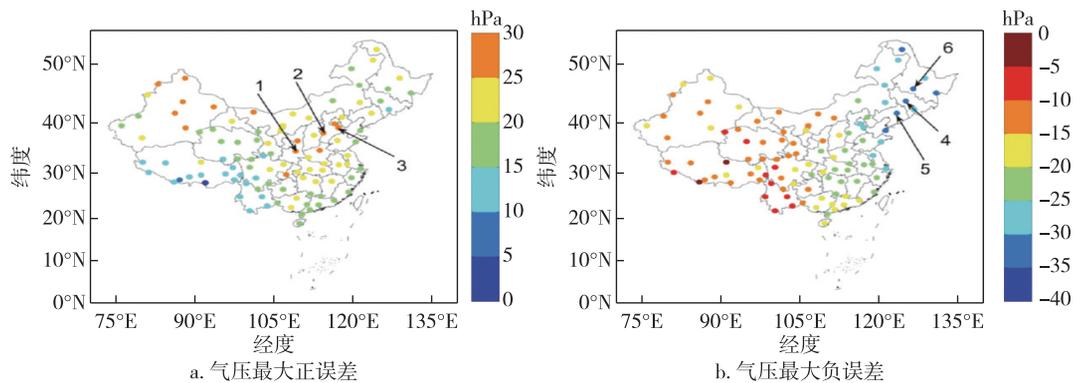


图7 2012—2016年气压误差最大正、负值分布

Fig. 7 Maximum positive (left) and negative (right) pressure error distribution during 2012–2016

GPT2w 模型对水汽压模拟的整体精度很高且稳定性 比气温和气压的要高。

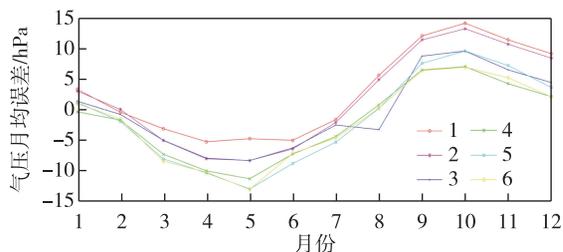


图 8 2012—2016 年气压月均误差结果统计  
Fig. 8 Monthly mean pressure error during 2012–2016 for 6 stations in middle latitude

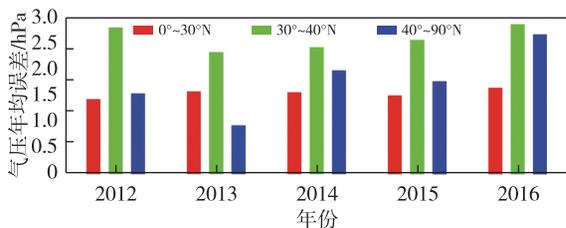


图 9 2012—2016 年中国大陆地区 3 个纬度区间气压年均误差柱状图  
Fig. 9 Annual mean pressure error in three latitudes over China's mainland during 2012–2016

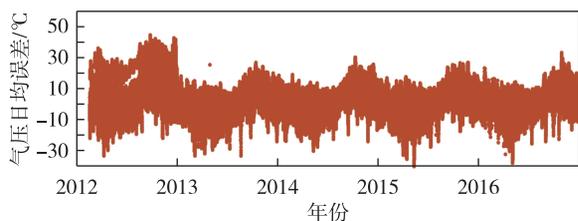


图 10 2012—2016 年中国大陆地区气压日均误差散点图  
Fig. 10 Average daily pressure error over China's mainland during 2012–2016

表 3 2012—2016 年中国大陆地区水汽压误差结果统计  
Table 3 GPT2w water vapor pressure error statistics for China's mainland during 2012–2016 hPa

水汽压	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
平均值	-0.14	-0.06	0.09	0.26	0.38
标准偏差	6.67	6.17	5.84	5.65	6.44

统计各气象站点水汽压的年均误差值,如图 11 所示.图 11 表明,5 年间中国大陆大部分地区水汽压误差均值在 0 附近,说明 GPT2w 模型模拟出的水汽压值精度很高,模型在西藏东南部地区的水汽压误差均值多为负值,说明该地区 GPT2w 模型模拟出的水汽压值普遍大于实测水汽压值.

对水汽压误差的最大正、负值进行统计,结果如

图 12 所示.图 12 表明,水汽压最大正、负误差集中在安徽、江苏、河北与河南境内.

对安徽、江苏、河北与河南境内相关气象站的月均水汽压误差进行统计,结果如图 13 所示.图 13 中图示 1~7,分别对应图 12 中站点 1~7.图 13 表明,每年产生正误差较大的时间段集中在安徽、江苏、河北与河南的 6—7 月,每年产生正误差较大的时间段集中在安徽、江苏、河北与河南的 10—11 月,说明 GPT2w 模型在上述时间段内模拟出的水汽压值精度较低.

图 14 表明,5 年中 30°~90°N 之间水汽压年均误差值均为正值,说明在该纬度区间 GPT2w 模型模拟的水汽压值比实测气压值小;0°~30°N 间水汽压年均误差值均为负值,说明在该纬度区间 GPT2w 模型模拟的水汽压值比实测气压值大.

统计 2012—2016 年各气象站点的水汽压日均误差,结果如图 15 所示.图 15 表明,水汽压的精度以年为周期存在明显的季节性,春季和冬季水汽压精度较高,夏季和秋季水汽压精度较低,其中每年的 1—8 月水汽压误差多为正值,说明该时段内 GPT2w 模型模拟出的水汽压值普遍小于实测水汽压值,每年的 9—12 月水汽压误差值多为负值,说明该时段内 GPT2w 模型模拟的水汽压值普遍大于实测水汽压值.5 年中水汽压日均误差值在各个气象站点之间虽然有一定的差异,但该模型计算出的水汽压值精度比计算出的气温、气压值精度更稳定.

### 3 结束语

本文选取中国大陆地区 102 个国家气象站 2012—2016 年实测的气温、气压和水汽压数据对 GPT2w 模型模拟出的气温、气压和水汽压在中国大陆地区的精度进行分析.结果表明:1) GPT2w 模型模拟出的气温、气压和水汽压在中国大陆地区整体的精度很高,但精度在中国大陆地区不同的地方分布并不均匀,个别地区模型计算出的气温、气压和水汽压值与真实值存在较大差异.2) GPT2w 模型模拟出的气象参数中,水汽压值的精度最高,气温的精度次之,气压的精度不及气温和水汽压的精度.3) 以年为周期 GPT2w 模型模拟出的气温、气压和水汽压日均误差具有明显的变化规律, GPT2w 模型模拟出的气温精度以年为周期存在明显的季节性.4) GPT2w 模型在内蒙古与黑龙江大部分地区的 4—5 月、10—12 月模拟出的气温精度较低;在河北、陕西大部分地区的 9—11 月、黑龙江、吉林和辽宁大部分地区的 4—6

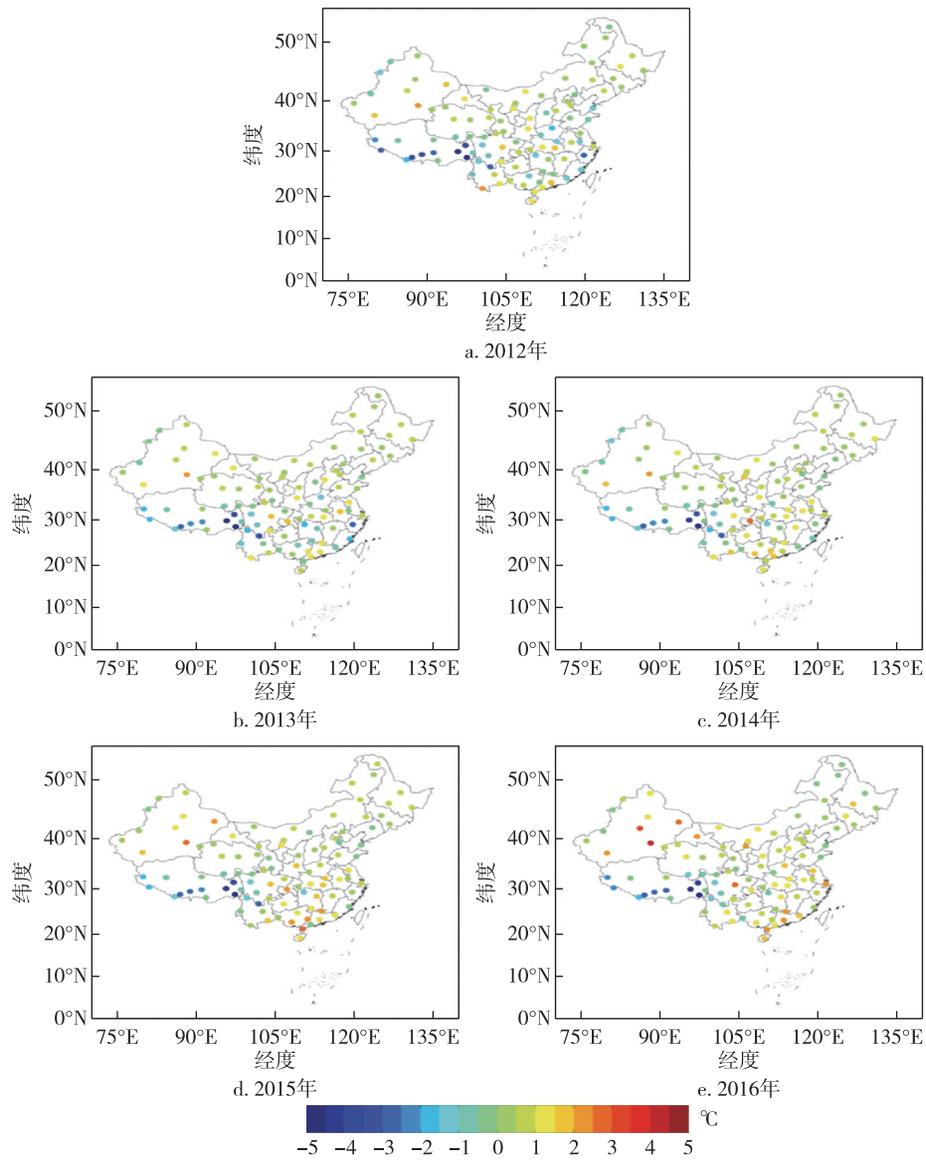


图 11 2012—2016 年中国大陆地区各气象站点水汽压年均误差分布

Fig. 11 Average annual water vapor pressure error distribution map of meteorological stations in China's mainland during 2012–2016

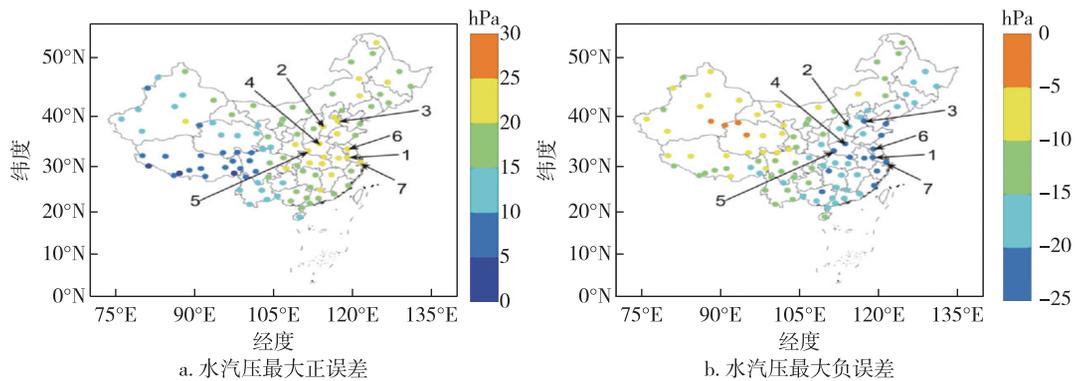


图 12 2012—2016 年水汽压最大正负误差分布

Fig. 12 Maximum positive (left) and negative (right) water vapor pressure error distribution during 2012–2016

月模拟出的气压精度较低;在安徽、江苏、河北与河 南大部分地区 的 6—7 月和 10—11 月模拟出的水汽

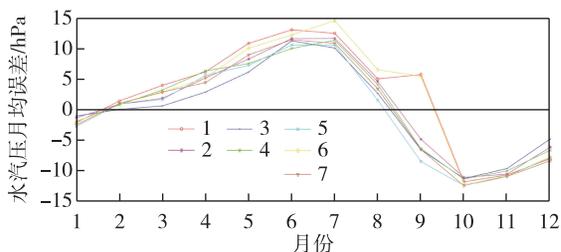


图 13 2012—2016 年水汽压误差月均值统计

Fig. 13 Monthly mean water vapor pressure error during 2012–2016 for 7 stations in middle latitude

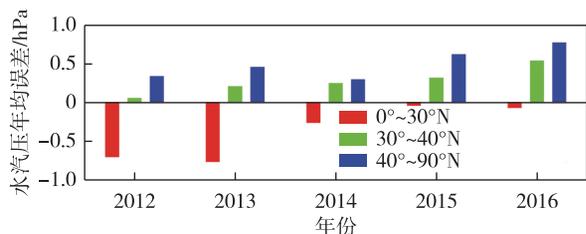


图 14 2012—2016 年中国大陆地区 3 个纬度区间水汽压年均误差

Fig. 14 Annual mean water vapor pressure error in three latitudes over China's mainland during 2012–2016

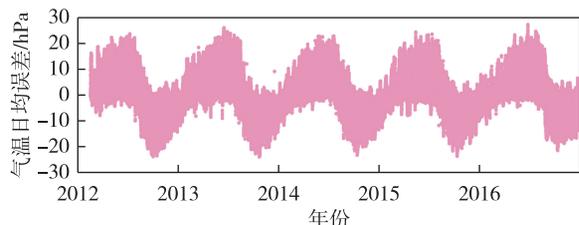


图 15 2012—2016 年中国大陆地区水汽压日均误差散点图

Fig. 15 Average daily water vapor pressure error over China's mainland during 2012–2016

压精度较低。

整体而言,GPT2w 模型模拟的气温、气压和水汽压在中国大陆大部分地区具有较高的精度和稳定性,该模型在某些地区模拟出的气温、气压和水汽压精度较低,因此要进一步提升模型精度,后续研究可考虑在模型中加入关于地区地理分布特征、气候特征和气象参数在时间上的变化参数,对模型进行改良精化。

### 参考文献

#### References

[ 1 ] 李业坤,吴丰波.对流层延迟经验模型改正影响因子分析[J].测绘技术装备,2019,21(3):86-88

LI Yekun, WU Fengbo. Analysis on correction of impact factor of troposphere delayed empirical model [ J ]. Geomatics Technology and Equipment, 2019, 21( 3 ): 86-88

[ 2 ] 范士杰,臧建飞,刘焱雄,等.GPT/2 模型用于 GPS 大气可降水汽反演的精度分析[J].测绘工程,2016,25(3):1-5  
FAN Shijie, ZANG Jianfei, LIU Yanxiong, et al. Accuracy analysis on GPS precipitable water vapor inversion using GPT/2 models [ J ]. Engineering of Surveying and Mapping, 2016, 25( 3 ): 1-5

[ 3 ] 黄良珂,李琛,王浩宇,等.基于 GPT2w 模型计算中国地区对流层加权平均温度的精度分析[J].大地测量与地球动力学,2019,39(5):496-501  
HUANG Liangke, LI Chen, WANG Haoyu, et al. Precision analysis of the tropospheric weighted mean temperature derived from GPT2w model over China [ J ]. Journal of Geodesy and Geodynamics, 2019, 39( 5 ): 496-501

[ 4 ] 朱明晨,胡伍生,王来顺.GPT2w 模型在中国区域的精度检验与分析[J].武汉大学学报(信息科学版),2019,44(9):1304-1311  
ZHU Mingchen, HU Wusheng, WANG Laishun. Accuracy test and analysis for GPT2w model in China [ J ]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2019, 44( 9 ): 1304-1311

[ 5 ] 黄良珂,李琛,黄军胜,等.广西地区 GPT2w 对流层延迟模型适用性分析[J].桂林理工大学学报,2018,38(2):289-294  
HUANG Liangke, LI Chen, HUANG Junsheng, et al. Assessment of GPT2w tropospheric delay model over Guangxi [ J ]. Journal of Guilin University of Technology, 2018, 38( 2 ): 289-294

[ 6 ] 李光磊.GPT2\_5w 气压的精度检验与分析 [ C ] // 第九届中国卫星导航学术年会论文集: S01 卫星导航应用技术, 2018: 177-180  
LI Guanglei. Accuracy assessment and analysis for GPT2\_5w pressure [ C ] // Proceedings of the 9th China Annual Conference on Satellite Navigation: S01 Satellite Navigation Application Technology, 2018: 177-180

[ 7 ] 孔建,姚宜斌,单路路,等.GPT2w 模型在南极地区精度分析[J].测绘学报,2018,47(10):1316-1325  
KONG Jian, YAO Yibin, SHAN Lulu, et al. The accuracy analysis of GPT2w at the Antarctic area [ J ]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2018, 47 ( 10 ): 1316-1325

[ 8 ] 姚宜斌,曹娜,许超钤,等.GPT2 模型的精度检验与分析[J].测绘学报,2015,44(7):726-733  
YAO Yibin, CAO Na, XU Chaoqian, et al. Accuracy assessment and analysis for GPT2 [ J ]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2015, 44( 7 ): 726-733

[ 9 ] 胡应剑,吴丕团,黄良珂.新疆地区 GPT2w 模型计算加权平均温度适用性分析[J].地理空间信息,2020,18(3):109-111,130,8  
HU Yingjian, WU Pituan, HUANG Liangke. Applicability of using GPT2w model to calculate weighted mean temperature in Xinjiang [ J ]. Geospatial Information, 2020, 18 ( 3 ): 109-111, 130, 8

[ 10 ] 姚翔,陈明剑,王建光,等.高纬度地区 GPT2w 模型的适应性分析[J].空间科学学报,2020,40(2):242-249

- YAO Xiang, CHEN Mingjian, WANG Jianguang, et al. Adaptability analysis of GPT2w model in high latitudes [J]. Chinese Journal of Space Science, 2020, 40 ( 2 ) : 242-249
- [ 11 ] Boehm J, Heinkelmann R, Schuh H. Short Note: a global model of pressure and temperature for geodetic applications [ J ]. Journal of Geodesy, 2007, 81 ( 10 ) : 679-683
- [ 12 ] Lagler K, Schindelegger M, Böhm J, et al. GPT2: empirical slant delay model for radio space geodetic techniques [ J ]. Geophysical Research Letters, 2013, 40 ( 6 ) : 1069-1073
- [ 13 ] Liu J Y, Chen X H, Sun J Z, et al. An analysis of GPT2/GPT2w+Saastamoinen models for estimating zenith tropospheric delay over Asian area [ J ]. Advances in Space Research, 2017, 59 ( 3 ) : 824-832
- [ 14 ] 中国气象局. 地面气象观测规范: 自动观测 GB/T 35237—2017 [ S ]. 2017  
China Meteorological Administration. Specifications for surface meteorological observation: automatic observation GB/T 35237—2017 [ S ]. 2017

## Accuracy analysis of GPT2w model for China's mainland areas

CHEN Fayuan<sup>1,2</sup> WANG Xinzhi<sup>1,2</sup> JIN Shuanggen<sup>1,2</sup>

1 School of Remote Sensing & Geomatics Engineering, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

2 Jiangsu Engineering Center for Collaborative Navigation/Positioning and Smart Applications,  
Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

**Abstract** The Global Pressure and Temperature (GPT) series models can be used to calculate temperature, pressure, water vapor pressure and other meteorological parameters for any area in the world. At present, GPT2w is the most widely used global pressure and temperature model with high precision. In this paper, the accuracy of GPT2w model for China's mainland areas was analyzed by comparison with the measured data of temperature, pressure and water vapor pressure from 102 national meteorological stations during 2012 to 2016. The results showed that the mean error and mean standard deviation of GPT2w temperature were  $-0.45\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $10.04\text{ }^{\circ}\text{C}$ , respectively. The mean error and mean standard deviation of pressure were  $2.05\text{ hPa}$  and  $6.55\text{ hPa}$ . While for the water vapor pressure, the mean error was  $0.11\text{ hPa}$  and the mean standard deviation was  $6.15\text{ hPa}$ . In general, the GPT2w can calculate temperature, pressure, and water vapor pressure with high accuracy for most of China's mainland areas, though the accuracy varies between different areas, latitudes and seasons.

**Key words** GPT2w model; temperature; pressure; water vapor pressure; accuracy analysis