

引用格式:Li Ang,Lu Qifeng,Yang Xiaofeng,*et al.* AMSR-E Soil Moisture Compared with ECWMF and NECP Soil Moisture[J]. Remote Sensing Technology and Application,2013,28(4):666-673. [李昂,陆其峰,杨晓峰,等. AMSR-E 卫星反演土壤湿度与 ECWMF、NECP 再分析土壤湿度比较分析[J]. 遥感技术与应用,2013,28(4):666-673.]

# AMSR-E 卫星反演土壤湿度与 ECWMF、NECP 再分析土壤湿度比较分析

李 昂<sup>1,2</sup>,陆其峰<sup>2</sup>,杨晓峰<sup>2</sup>,张建伟<sup>1</sup>

(1. 南京信息工程大学,江苏 南京 210044;2 国家卫星气象中心,北京 100081)

**摘要:**土壤湿度是气象学、气候学研究领域的重要环境因子和过程参数。AMSR-E 可提供全球范围的较长时序的卫星反演土壤湿度产品,将 ECWMF 和 NECP 再分析资料与 AMSR-E 土壤湿度产品进行时空比较,在评价三者一致性的同时对 AMSR-E 土壤湿度进行检验,并进一步使用站点观测资料(土壤湿度、降水量)对中国区域的 AMSR-E、ECWMF 以及 NECP 土壤湿度进行检验。结果表明:全球及中国区域 AMSR-E、ECWMF 与 NECP 土壤湿度空间分布特征一致性较好,但与 ECWMF、NCEP 相比 AMSR-E 土壤湿度在数值上明显偏小,尤其当 AMSR-E 土壤湿度数值较小时,与另两者的差距较大;三者土壤湿度均与降水量有较好的对应关系,比较而言,ECWMF 和 NECP 土壤湿度与降水量的对应关系更好;与站点土壤湿度相比,ECWMF 和 NECP 土壤湿度偏大,AMSR-E 土壤湿度偏小,全国范围内 2009 年 159 个站点统计结果显示:ECWMF、NECP 与站点的均方根误差(0.107、0.124)小于 AMSR-E 的均方根误差(0.127)。

**关 键 词:**AMSR-E;ECWMF;NECP;土壤湿度

**中图分类号:**TP 722.6      **文献标志码:**A      **文章编号:**1004-0323(2013)04-0666-08

## 1 引 言

土壤水分是土壤的重要组成部分,在地—气界面间物质、能量交换中起着重要的作用,是农作物生长发育的基本条件也是农业气象学中产量预报的重要参数,是气象学、气候学等研究领域的重要环境因子和过程参数<sup>[1]</sup>。土壤水分是陆面过程模式研究必不可少的参量,是监测土地退化的一个重要指标<sup>[2]</sup>,对改善区域和全球气候模式预报结果,进行旱情监测发挥着重要作用。土壤水分通过水蒸气和地表热量对大气圈底层动力学也具有重要影响<sup>[3]</sup>。研究大范围地表土壤水分分布以及估测土壤含水量对于水文过程研究、洪水预报、干旱评估以及土壤水存储相关的降水形态分析具有特殊意义。精确的土壤湿度数据直接影响着我们对于气候变化以及陆—气相互

作用认识的客观准确性,因此,对土壤湿度遥感数据的分析具有重要的现实意义。研究表明,传统的测量方法、光学遥感获取土壤水分都存在一定的限制,微波遥感被认为是监测土壤含水量最有效的手段之一<sup>[4]</sup>,我国风云三号卫星上的微波成像仪 MWRI (Microwave Radiation Imager)以及 Aqua 卫星上的 AMSR-E(Advanced Microwave Scanning Radiometer-Earth Observing System)均可提供全球范围内空间分辨率为 0.25°的土壤湿度产品。我国风云三号从 2011 年开始才有土壤湿度产品,数据累积量还不是很多,而 AMSR-E 土壤湿度产品从 2002 年开始,有较丰富的数据量积累,长期的数据积累为我国乃至全球的土壤含水量监测提供了数据基础。

AMSR-E 是 NASDA (Nation Space Development Agency) 在 AMSR (Advanced Microwave

收稿日期:2012-07-03;修订日期:2013-04-03

基金项目:气象行业专项(GYHY201106014、GYHY201206002)和国家自然科学基金项目(40705037)支持。

作者简介:李 昂(1987—),男,辽宁大连人,硕士研究生,主要从事陆面同化方面的研究。E-mail:lalaile@126.com。

通讯作者:张建伟(1965—),男,江苏常州人,教授,主要从事图像处理方面的研究。E-mail:zhangjw@nuist.edu.cn。

Scanning Radiometer)基础上进行研发的,有12个通道,6个波段,波段范围为6.9~89 GHz,采用水平、垂直双极化模式<sup>[5]</sup>。AMSR-E是改进型的多频段、双极化的被动微波辐射计,它与SMMR等被动微波辐射计相比,提供了更高的空间分辨率以及更多的微波波段信息<sup>[6]</sup>,能够同时反演大气和地表参数,其生成产品主要用于气候变化研究<sup>[7]</sup>。AMSR-E土壤湿度产品采用单通道算法反演得到,基于1993年Jackson<sup>[8]</sup>的算法,它的主要思路为:将通过单个微波探测轨道(10 GHz左右)获得的亮温值转化为发射率,在转化过程中可通过植被和地表粗糙度来订正;使用菲涅耳方程通过获得的发射率确定出介电常数;使用电解质混合模型由介电常数推导出土壤含水量。由此可见,AMSR-E土壤湿度产品在气象学、气候学中有着极大的应用潜力,AMSR-E土壤湿度产品的精度一直备受关注,陈洁等<sup>[9]</sup>在锡林浩特草地对AMSR-E土壤湿度精度进行检验,对AMSR-E土壤湿度中国及全球的大区域精度研究仍较少。

再分析资料是利用最先进的数值天气预报资料同化系统给出过去几十年具有高度一致性的全球客观分析资料,目前国际上比较流行的有NECP(National Centers for Environmental Prediction)、ECWMF(European Center for Medium-Range Weather Forecasts)、JMA(Japan Meteorological Agency)等,再分析资料已经成为一种最主要的资料来源。较多学者已对再分析资料的可信度做了分析,如黄刚<sup>[10]</sup>利用中国探空资料与再分析资料进行比对,20世纪70年代以前在研究东亚气候的年际变化时,ECWMF中的ERA-40比ECEP-2更好。再分析资料中的土壤湿度数据也是水文研究和干旱监测的主要数据来源,由于地面土壤湿度观测资料的缺失,目前针对再分析资料中土壤湿度数据的中国及全球的大区域精度评价工作较少。

对土壤湿度产品精度进行检验是更好地使用土壤湿度产品的前提,也可作为土壤湿度产品的应用提供科学支持,但由于全球土壤湿度地面观测资料的缺失,无法直接进行精度检验。因此,使用ECWMF和NECP再分析土壤湿度与AMSR-E土壤湿度进行时空比较,对AMSR-E土壤湿度精度进行评价的同时,也对再分析资料自身土壤湿度的精度进行评估;同时在中国区域,可使用农气站土壤湿度数据和常规观测站的降水量数据对AMSR-E、ECWMF和NECP土壤湿度进行检验和分析,以进一步确定三者的精度。

## 2 数据来源及处理方法

### 2.1 数据来源

AMSR-E土壤湿度来源于美国NOAA网站,空间范围为90°N~90°S,0°E~360°E,空间分辨率为0.25°;ECWMF数据来源于欧洲中期天气预报中心,空间范围为90°N~90°S,0°E~360°E,空间分辨率为0.25°;NCEP/NCAR数据来源于美国NOAA网站,空间范围为88.542°N~88.542°S,0°E~358.125°E,全球范围内的格点数为192×94。

降水数据:选择全国区域的站点日降水资料,从中国气象科学数据共享网中的中国地面气候资料日值数据集获取。时间为2009年全年,空间范围为中国区域(73.66°~135.08°E,4°~53.52°N),全国752个站点。

农气站土壤湿度资料:来源于中国气象科学数据共享网中国农作物生长发育和农田土壤湿度旬值数据集,时间为2009年全年,观测时次为每旬一次,空间范围为中国区域(73.66°~135.08°E,4°~53.52°N),全国778个站点。农气站观测数据的缺失率较大,同时在对AMSR-E土壤湿度进行检验时不能直接使用,需要使用田间持水量和土壤容重参数将农气站相对湿度转化为体积含水量。

地表类型:采用IGBP制定的分类系统,IGBP制定的分类系统将地表类型分为17类,本文经过重分类将其分为草地、裸地、森林、城市及其他4类。

### 2.2 数据处理

AMSR-E数据预处理:AMSR-E数据为升轨数据和降轨数据,根据陈洁<sup>[11]</sup>2010年硕士论文中阐述,升降轨日平均值最大差仅1.2%,大部分均在1%以下,由此可见,AMSR-E升降轨数据在表征土壤水分特征上有很好的 consistency,因此为了得到空间分布较连续的数据,将升降轨数据进行拼接处理得到一套完整数据是可行的。若升降轨数据均为有效值,则取两者平均值;若均为无效值,则仍为无效值;若两者有一个为有效值,则取有效值。

数据匹配:由于AMSR-E的空间分辨率为0.25°,一个像元内的土壤湿度所代表的是面信息,而站点仅仅是一个点信息,理论上两者无法直接匹配,但目前由于地面观测点数较少,无法实现一个像元内多点观测,因此仅使用站点数据与像元数据直接匹配。ECWMF资料中的表层土壤湿度数据的水平空间分辨率也为0.25°,所以可直接与AMSR-E进行匹配。NCEP再分析资料的空间分辨率约为

187 km,远大于 AMSR-E 和 ECWMF,因此在单像元匹配时,NECP 一个像元与多个 AMSR-E 和 EC-WMF 像元进行匹配,多个像元进行算术平均。

数据转化:国站点日降水数据为了存储方便而扩大了 10 倍存储,因此文章在对该数据处理前需将数据进行缩小。

农气站土壤相对湿度转化为体积含水量,转化公式为:

$$\theta_v = q \times fc \times sc \tag{1}$$

其中: $\theta_v$  为土壤体积含水量, $q$  为土壤相对湿度, $fc$  为土壤田间持水量, $sc$  为土壤容重。由于土壤容重和田间持水量数值的缺失,本文只在单点对比验证中使用该公式将站点数据转化为体积含水量后进行数值比较。

3 结果与分析

3.1 全球区域 ECWMF、NECP 以及 AMSR-E 土壤湿度比较

使用卫星遥感土壤湿度产品进行气候研究及干旱监测时,要求土壤湿度产品有较合理的空间分布特征,目前还没有针对全球土壤湿度的地面观测,因此针对土壤湿度产品的全球精度检验仍有很大的困难。本文使用 ECWMF 和 NECP 再分析土壤湿度与 AMSR-E 土壤湿度进行比较,评价 AMSR-E 土壤湿度空间分布合理性的同时,也可对三者一致性进行评价,从而为 ECWMF、NECP 再分析资料的应用提供科学支持。

图 1 为 AMSR-E、ECWMF 以及 NECP 的年平均土壤湿度在全球区域内的空间分布示意图。

由图可见,三者土壤湿度大、小值的空间分布相似,三者的小值区主要出现在澳大利亚大陆中西部,非洲大陆南部,欧亚大陆中西部,北美大陆西南部,南美大陆西、南部;大值区均出现在非洲大陆中部,欧亚大陆南部以及中北部,北美洲大陆东北部以及南美洲大陆中、北部。

ECWMF 土壤湿度小值分布在 15~20%之间,NECP 土壤湿度小值分布在 10%~15%之间,而 AMSR-E 土壤湿度小值分布在 5%~10%之间;ECWMF 土壤湿度大值分布在 40%~45%之间,NECP 土壤湿度大值分布在 35%~40%之间,而 AMSR-E 大值分布在 20%~25%之间。可见,AMSR-E 土壤湿度较 NCEP 以及 ECWMF 明显偏小,与 AMSR-E 和 ECWMF 相比,NECP 土壤湿度空间变化缓和一些,这主要由于其低空间分辨率所致。

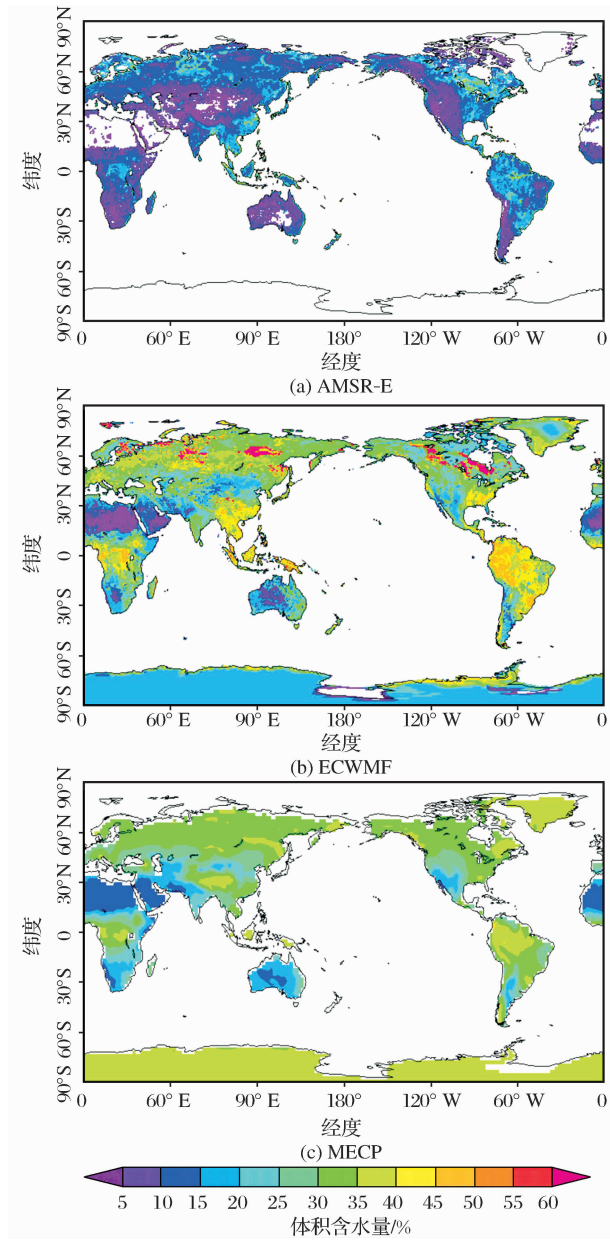


图 1 AMSR-E(a)、ECWMF(b)及 NECP(c)土壤湿度全球空间分布

Fig. 1 The global spatial distribution of soil moisture of AMSR-E(a), ECWMF(b) and NCEP(c)

为了进一步比较三者在时间上的变化特征,以 AMSR-E 为基准分别选择非洲、欧洲、北美洲的 AMSR-E 土壤湿度大值点(a、c、e)和小值点(b、d、f),如图 2 所示,比较这 6 个点所在像元的 AMSR-E、NECP 以及 ECWMF 土壤湿度年变化。总体上来说,ECWMF 土壤湿度与 NCEP 土壤湿度一致性更好;AMSR-E 土壤湿度与 ECWMF 和 NECP 土壤湿度有相似的变化特征,但 AMSR-E 土壤湿度明显偏小;比较而言,当 AMSR-E 土壤湿度较大时(a、c、e),AMSR-E 土壤湿度与 ECWMF 和 NECP 更加接近。

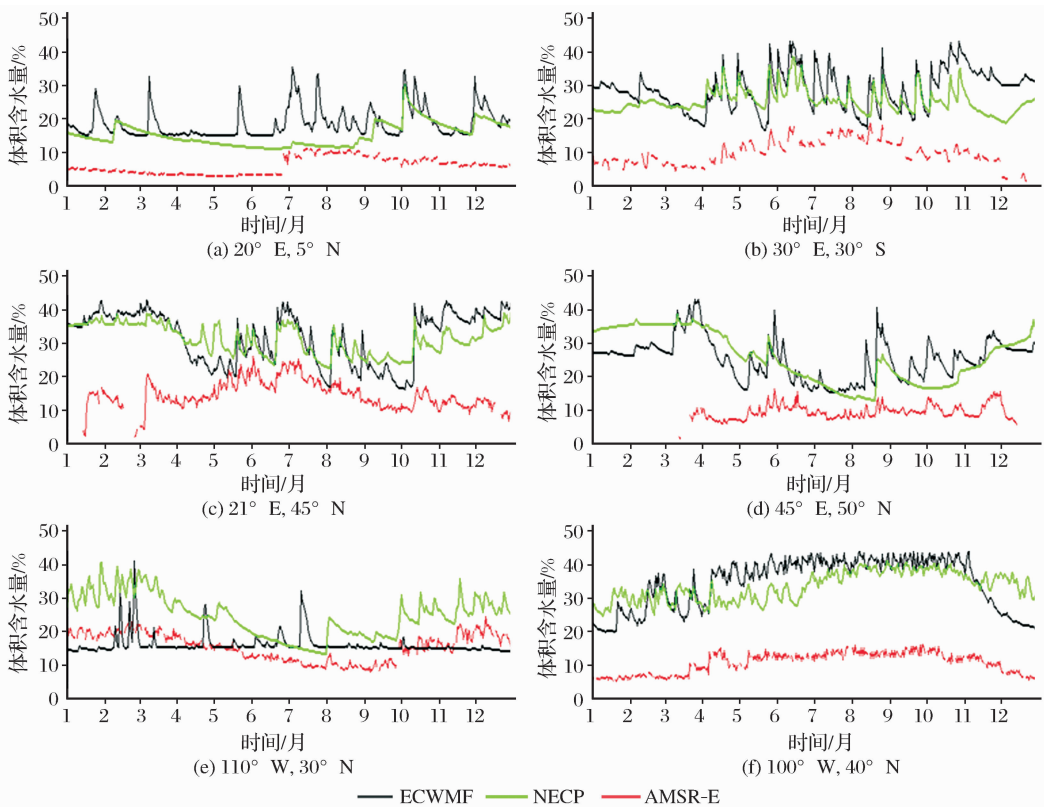


图 2 20°E,5°N(a),30°E,30°S(b),21°E,45°N(c),45°E,50°N(d),110°W,30°N(e)和100°W,40°N(f)的 AMSR-E、ECWMF 及 NCEP 土壤湿度时间序列图

Fig. 2 The tends of soil moisture of AMSR-E,NCEP and ECWMF at 20°E,5°N(a),30°E,30°S(b),21°E,45°N(c),45°E,50°N(d),110°W,30°N(e) and 100°W,40°N(f)

3.2 中国区域 ECWMF、NECP 以及 AMSR-E 土壤湿度比较

图 3、4 分别给出了 AMSR-E、NECP 以及 EC-WMF 中国区域平均土壤湿度年变化的时间序列图和年平均土壤湿度空间分布图。AMSR-E 土壤湿度空间分布小值区与 ECWMF 和 NECP 对应较好,均分布在我国西北部地区;大值区 AMSR-E 和 EC-WMF 较为一致,均分布在我国东南部地区以及东北部地区,而 NECP 除了东北部地区的大值区分布一致,另外一个大值区分布在我国西南地区。图 3 为中国区域平均土壤湿度年变化的时间序列图,虽然没有考虑由于下垫面的差异等客观因素,但图中依然可以大致反映出 AMSR-E、NECP 以及 EC-WMF 三者的总体情况,其中 ECWMF 和 NCEP 土壤湿度更加接近,AMSR-E 反演土壤湿度虽与两者有相似的变化特征,但却明显偏小。

3.3 站点资料对 AMSR-E、ECWMF 和 NECP 土壤湿度检验

我国气候特征、植被分布复杂,为了对 AMSR-

E、ECWMF 以及 NCEP 土壤湿度进一步进行全面细致的精度分析,采用 IGBP 制定的分类系统将地表类型重分类为草地、裸地、森林、城市及其他 4 大类,如图 5 所示,在不同的植被条件下对三者的一致性及其精度进行检验。

由于我国农气站土壤相对湿度地面观测缺测数较多,同时土壤容重和田间持水量参数的缺失,因此无法大范围地使用土壤湿度地面观测数据对 AMSR-E、ECWMF 以及 NCEP 土壤湿度进行精度检验。鉴于此,首先引入降水量数据对 AMSR-E、

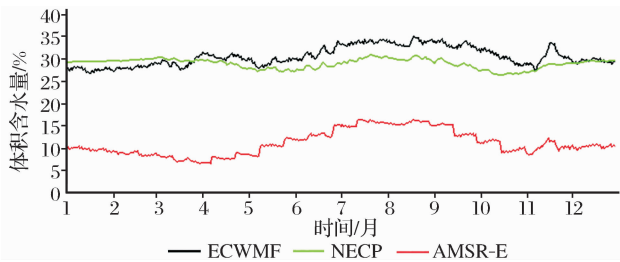


图 3 AMSR-E、ECWMF 及 NCEP 中国地区土壤湿度平均值时间序列图

Fig. 3 The tends of soil moisture average of AMSR-E, NCEP and ECWMF in China

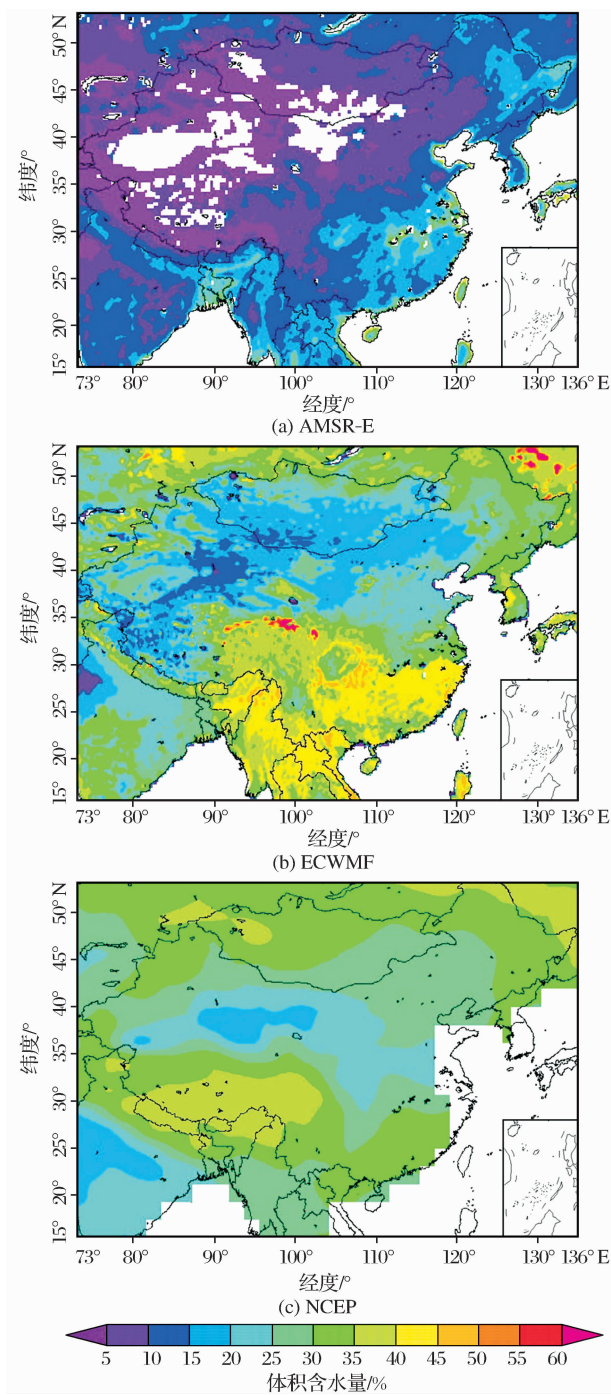


图 4 AMSR-E、NCEP 及 ECWMF 土壤湿度中国空间分布

Fig. 4 The Chinese spatial distribution of soil moisture of AMSR-E(a), ECWMF (b) and NCEP (c)

ECWMF 以及 NCEP 土壤湿度进行辅助检验,同时尝试对土壤湿度和降水量相互关系进行研究,然后选择我国甘肃景泰、陕西榆林及河南安阳 3 个农气站土壤相对湿度数据对 AMSR-E、ECWMF 以及 NCEP 土壤湿度进行检验。

如图 5,本文按照以上植被类型选择 5 个区域。

分别为:a 区为草地植被类型,地理范围为  $27^{\circ}\sim 34^{\circ}\text{N}$ 、 $91^{\circ}\sim 104^{\circ}\text{E}$ ,包含 7 个有效降水量地面观测站点;b 区为城市及其他地区,地理范围为  $32^{\circ}\sim 35^{\circ}\text{N}$ 、 $113^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$ ,包含 17 个有效降水量地面观测站点;c 区为森林,地理范围为  $42^{\circ}\sim 48^{\circ}\text{N}$ 、 $125^{\circ}\sim 130^{\circ}\text{E}$ ,包含 10 个有效降水量地面观测站点。d 区和 e 区为地表类型相对复杂的区域,地理范围分别为  $37^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 、 $110^{\circ}\sim 117^{\circ}\text{E}$ 、 $24^{\circ}\sim 29^{\circ}\text{N}$ 、 $105^{\circ}\sim 116^{\circ}\text{E}$ 。分别包含 7 个和 2 个有效降水量地面观测站点。

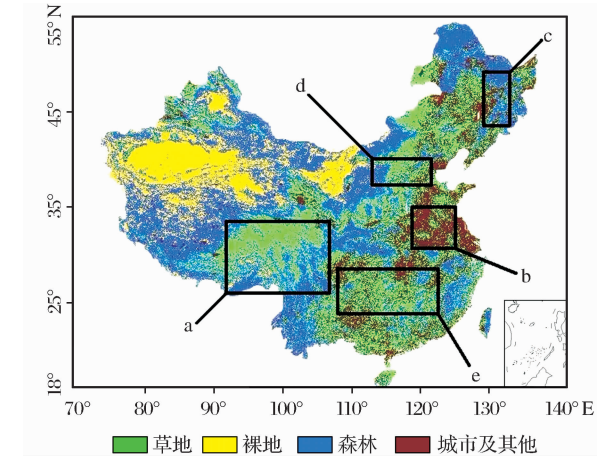


图 5 中国地区植被类型遥感图

Fig. 5 Remote sensing images of the vegetation types

图 6 为 5 个区域的 AMSR-E、ECWMF 以及 NECP 平均土壤体积含水量与区域内所有有效站点总降水量比较时间序列图。由图可以看出,在不同地表类型条件下,AMSR-E、ECWMF 和 NECP 土壤湿度与降水量的变化趋势基本相同,有较大降水量时土壤湿度出现明显的增大,但持续无降水量时,土壤湿度有明显下降的趋势,与 ECWMF 和 NECP 比较,AMSR-E 土壤湿度与降水量的这种相互关系要表现的差一些。AMSR-E、ECWMF 和 NECP 的总体关系和上文结论相似,AMSR-E 较 ECWMF 和 NCEP 明显偏小,在 AMSR-R 土壤体积含水量较小的 a 区域,AMSR-E 与 ECWMF 和 NCEP 有明显差距,而在 AMSR-R 土壤体积含水量较大的 b、c、d 区域,AMSR-E 与 ECWMF 和 NCEP 的差距要小的多。代表草地植被的 a 区域降水量较少同时时间变化较为平缓,因此土壤湿度变化也相对平缓。城市及其他地区以及森林条件下,冬季 AMSR-E 与 ECWMF 和 NCEP 的差距较大,这可能是由于冬季地表的积雪覆盖使得 AMSR-E 土壤湿度反演出现问题造成的。

由上述分析可见,当有明显的降水量时,土壤湿

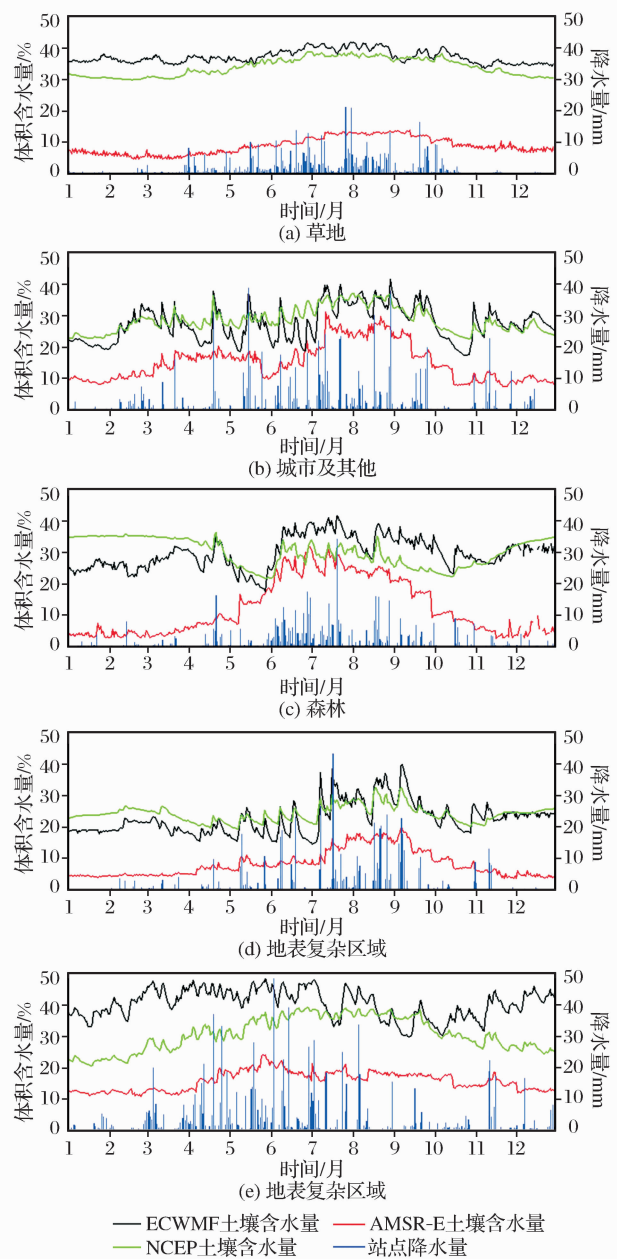


图 6 草地 (a)、城市及其他 (b)、森林 (c)、地表类型相对复杂 (d、e) 区域 AMSR-E、ECWMF 以及 NECP 土壤湿度与有效站点降水量比较时间序列图

Fig. 6 The tends of AMSR-E, ECWMF, NECP soil moisture and precipitation in the effective site compared in grass (a), the city and other (b), forest (c), the type of surface is relatively complex (d, e) regions

度会有明显的增大过程,但从 5 个区域土壤湿度和降水量的相互关系来看,并不是降水量越大土壤湿度就会越大,如 c、d 区域,d 区域在 7、8 月份出现的降水均大于 c 区域,但 c 区域的土壤湿度要大于 d 区域,这由于土壤湿度的大小不仅仅取决于降水量的大小,还取决于降水的持续时间、近地层大气相对

湿度、近地层大气温度以及日照时数等参数。

为了更加深入地了解 AMSR-E 土壤湿度在单点的有效性,从农气站中选择缺测数相对较少同时土壤容重和土壤体积含水量参数齐全的 3 个站点(甘肃景泰、陕西榆林及河南安阳)的土壤湿度年变化与该站点所在相元的 AMSR-E、ECWMF 以及 NECP 土壤湿度年变化进行对比分析,由于农气站的建设必须是在地形平坦的地区,甘肃景泰、陕西榆林及河南安阳站点周围的植被类型都为草地,且在 2009 年数据缺测较少,所以选择以上 3 个站点进行分析比较。如图 7 所示。

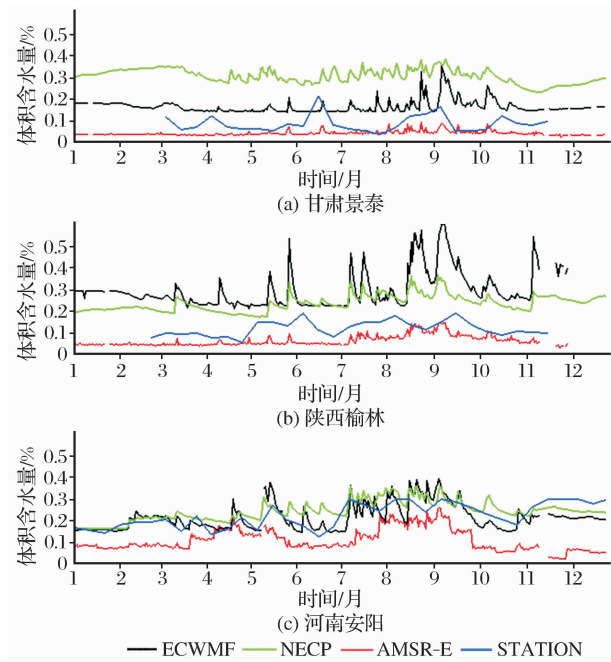


图 7 甘肃景泰 (a)、陕西榆林 (b) 及河南安阳 (c) 农气站观测土壤湿度与 AMASR-E、ECWMF、NECP 土壤湿度对比

Fig. 7 The site observations of soil moisture and AMASR-E, ECWMF NCEP soil moisture contrast in Jingtai (a)、Yulin (b)、Anyang (c)

由图可见 AMSR-E、ECWMF、NECP 土壤湿度与农气站的点观测土壤湿度变化趋势基本相同,AMSR-E 较站点明显偏小,而 ECWMF 和 NCEP 较站点相对偏大,景泰、榆林、安阳的 AMASR-E 土壤湿度值年平均值分别为 5.00%、6.49%、12.71%,ECWMF 土壤湿度值年平均值分别为 16.24%、29.80%、21.44%,NECP 土壤湿度值年平均值分别为 30.44%、23.32%、24.26%,而农气站土壤湿度年平均值分别为 8.36%、11.50%、22.39%。从全国范围内 159 个站点中选取四者均为有效值的数据,分别将其他 3 种数据与站点资料进

行比较, AMSR-E、ECWMF、NECP 与站点观测资料的均方根误差分别为 0.127、0.107、0.124。ECWMF 的均方根误差明显小于 AMSR-E,而 NECP 的均方根误差略小于 AMSR-E,这可能是由于 NECP 数据分辨率较低,在进行与站点比较时受影响较大造成的。

AMSR-E 主要算法为半经验回归算法和单通道反演算法,这两套算法主要存在过低地估计土壤水分,过高地估计地表粗糙度的影响等问题,我们可以通过采用施建成等<sup>[12]</sup>2006 年提出的基于 Qp 参数化模型发展的裸露地表土壤水分反演模型进行反演以及采用双通道反演算法等方式对其进行改进。

4 结 语

本文对全球区域以及中国区域 AMSR-E、ECWMF 和 NCEP 土壤湿度进行了时空比较,三者间有较为相似的时空分布特征,相比而言,ECWMF 和 NCEP 之间的差别较小,AMSR-E 比 ECWMF 和 NCEP 要明显偏小,当 AMSR-E 土壤湿度较小时,AMSR-E 与另两者的差距明显,当 AMSR-E 较大时,与另两者的差距要小的多。

在中国区域使用降水量数据对三者进行精度检验的同时,探讨了降水量和土壤湿度间的相互关系。在不种地表类型条件下,AMSR-E、ECWMF 和 NECP 土壤湿度与降水量的变化趋势基本相同,有较大降水量时土壤湿度出现明显增大。

使用农气站土壤湿度观测数据对 AMSR-E、ECWMF、NECP 土壤湿度进行检验,三者与农气站的点观测土壤湿度变化趋势基本相同,AMSR-E 较站点观测值明显偏小,而 ECWMF 和 NCEP 较站点观测值相对偏大,ECWMF 和 NCEP 对站点观测值的均方根误差(0.107、0.124)均小于 AMSR-E 对站点观测值的均方根误差(0.127)。

参考文献 (References):

[1] Tong Zhaoyuan,Zhang Wanchang. Progress of Soil Moisture Monitoring by Remote Sensing[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation,2007,27(4):107-113. [全兆远,张万昌. 土壤水分遥感监测的研究进展[J]. 水土保持通报,2007,27(4):107-113.]

[2] Yao Chunsheng,Zhang Zengxiang,WangXiao. Evaluating Soil Moisture Statusin Xinjiang Using the Temperature Vegetation Dryness Index(TVDI)[J]. Remote Sensing Technology

and Application,2004,10(6):473-478. [姚春生,张增祥,汪潇. 使用温度植被干旱指数法(TVDI)反演新疆土壤湿度[J]. 遥感技术与应用,2004,10(6):473-478.]

[3] Zhao Jiepeng,Zhang Xianfeng,Liao Chunhua,*et al.* TVDI based Soil Moisture Retrieval from Remotely Sensed Data over Large Arid Areas[J]. Remote Sensing Technology and Application,2011,26(6):742-750. [赵杰鹏,张显峰,廖春华,等. 基于 TVDI 的大范围干旱区土壤水分遥感反演模型研究[J]. 遥感技术与应用,2011,26(6):742-750.]

[4] Schmugge T,Gloersen P,Wilheit T T,*et al.* Remote Sensing of Soil Moisture with Microwave Radiometers[J]. Journal of Geophysical Research,1974,79 (2):317-323.

[5] Jackson T J. Passive Microwave Remote Sensing for Land Application[J]. Advances in Land Remote Sensing,2008:9-18.

[6] Yan Hao. A Comparison of MODIS and Passive Microwave Snow Mappings[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2005,27(4):515-519. [延昊. 利用 MODIS 和 AMSR-E 进行积雪制图的比较分析[J]. 冰川冻土,2005,27(4):515-519.]

[7] Mao Kebiao,Qin Zhihao,Li Manchun,*et al.* Introduction of Passive Microwave-AMSR-E and Their Research and Application Fields[J]. Remote Sensing Information,2005,(3):63-65. [毛克彪,覃志豪,李满春,等. AMSR-E 被动微波数据介绍及主要运用领域分析[J]. 遥感信息,2005,(3):63-65.]

[8] Jackson T J. Measuring Surface Soil Moisture Using Passive Microwave Remote Sensing[J]. Hydrology Process,1993,7 (3):139-152 .

[9] Chen Jie,Yang Zhongdong,Wu Shengli. Validation of AMSR-E Soil Moisture Products in the Xlinhot Grassland Plot[J]. Meteorological Monthly,2011,37(3):334-338. [陈浩,杨忠东,武胜利. AMSR-E 土壤湿度产品在锡林浩特草原样区的精度验证[J]. 气象,2011,37(3):334-338.]

[10] Huang Gang. The Assessment and Difference of the Interdecadal Variations of Climate Change in Northern Part of China with the NCEP/NCAR and ERA-40 Reanalysis Data[J]. Climatic and Environmental Research,2006,11(3):310-320. [黄刚. NCEP/ NCAR 和 ERA-40 再分析资料以及探空观测资料分析中国北方地区年代际气候变化[J]. 气候与环境研究,2006,11(3):310-320.]

[11] Chen Jie. Validation of AMSR-E Soil Moisture Products in Northwest of China[D]. Beijing:Chinese Academy of Meteorological Sciences,2010. [陈洁. AMSR-E 土壤湿度产品在我国西北部地区的精度验证[D]. 北京:中国气象科学研究院,2010.]

[12] Shi Jiancheng,Jiang Lingmei,Zhang Lixin. A Parameterized Multi-Frequency-Polarization Surface Emission Model [J]. Journal of Remote Sensing,2006,10(4):502-514. [施建成,蒋玲梅,张立新. 多频率多极化地表辐射参数化模型[J]. 遥感学报,2006,10(4):502-514.]

# AMSR-E Soil Moisture Compared with ECWMF and NECP Soil Moisture

Li Ang<sup>1,2</sup>, Lu Qifeng<sup>2</sup>, Yang Xiaofeng<sup>2</sup>, Zhang Jianwei<sup>1</sup>  
(1. *Nanjing University of Information Science&Technology, Nanjing 210044, China*;  
2. *National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081, China*)

**Abstract:** Soil moisture is an important environmental factor and procedure parameter in fields of meteorology and climatology. Global and sequential products of satellite retrieval soil moisture were provided by AMSR-E. In this study, ECWMF and NECP reanalysis data and AMSR-E soil moisture were compared in time and space, the AMSR-E soil moisture was verified with consistency evaluation of three methods which mentioned above and the AMSR-E, ECWMF and NECP soil moisture in China were confirmed by observation data, such as soil moisture and precipitation. The result indicated that AMSR-E, ECWMF and the NECP soil moisture spatial distribution characteristics in globe or China have good consistency, but AMSR-E soil moisture was smaller than the others, especially when the value of the AMSR-E was low, the gap was bigger between them; Besides, the soil moisture and precipitation have perfect corresponding relation and there was better the corresponding relation between ECWMF and NECP relatively; Compared with the soil moisture of observation stations, ECWMF and NECP soil moisture was larger and AMSR-E soil moisture was smaller. Furthermore, the root mean square errors of ECWMF, NECP and observation station were all smaller than AMSR-E during 1 645 times data which acquired on a national scale.

**Key words:** AMSR-E; ECWMF; NECP; Soil Moisture