

李德萍,张凯静,耿敏,等. 青岛上合峰会期间延伸期气候趋势预测与检验[J]. 陕西气象,2019(3):43-48.

文章编号:1006-4354(2019)03-0043-06

上合青岛峰会期间延伸期气候趋势预测与检验

李德萍^{1,2},张凯静^{1,2},耿敏^{1,2},郭丽娜^{1,2},张璐^{1,2}

(1. 青岛市气象灾害防御工程技术研究中心,山东青岛 266003;

2. 青岛市气象局,山东青岛 266003)

摘要:利用青岛1961—2017年5—6月逐日降水量、平均气温和大雾等气象资料,采用年代际气候背景分析、相似分析结合数值模式客观预报方法,于2018年5月制作了上合青岛峰会期间包括月尺度在内的延伸期气候趋势预测。主要预测结论为:5月中旬至6月上旬降水偏多,延伸期(主要时段6月上旬)降水正常略少;气温正常略高。根据中国气象局印发的《月、季气候预测质量检验业务规定》检验,降水延伸期气候趋势预测评分为67~100分。峰会期间天气过程预测采用韵律法,对开幕式日(6月9日)前后有一次冷空气或降水过程的预报把握较好,为决策气象服务争取了主动。对大雾趋势预测也进行了尝试,采用统计分析、环流形势分析与海雾数值模式预报相结合方法,对10 d内预测较准确;对延伸期(6月上旬)趋势预测出现偏差。

关键词:延伸期预测;气候背景;相似分析;数值模式产品;韵律;大雾;趋势预测检验

中图分类号:P456

文献标识码:A

目前我国气候预测业务提供的预测产品,在空间尺度上包括全球、亚洲区域、全国精细到县尺度;在时间尺度上包括延伸期(10~30 d)、月(次季节)、季和年尺度。预报对象也从原来的气候要素和重要过程发展到气候现象、气候事件、气象灾害和行业预测^[1-2]。青岛市地处山东半岛东南部,濒临黄海,属温带季风气候。2018年6月9—10日“上合组织”成员国元首理事会第十八次会议在山东青岛举办。上合峰会期间(6月上旬)青岛市短期气候趋势预测着眼点主要为热带太平洋(ENSO循环)、西太平洋副热带高压等主要影响因子及前兆信号^[3-6]。国内外学者^[7-9]研究发现,大气中普遍存在10~30 d,30~50 d等低频震荡。延伸期预报弥补了中期预报与短期气候预测之间的缝隙。峰会期间延伸期气候趋势预测从气象要素自身变化规律^[10-11]出发,兼顾了相似年份青岛市降雨和气温等气象要素状况和国内外多家数值模式客观预测结果。介绍峰会期间延伸期气

候趋势预测方法和预测结果,并进行预测检验,为重大活动气象保障提供参考。

1 资料来源及方法

所用资料一是青岛国家基本气象站1961—2017年5—6月逐日降水量、平均气温和大雾日数资料;二是奥帆基地区域站(会议地点,距离青岛站约6 km)2008—2017年6月逐日风向风速、平均气温等资料;三是国家气候中心的DERF2.0数值模式、美国环境预测中心CFSv2数值模式和东京气候中心TCC数值模式预报产品。

采用降水、气温年代际变化分析,相似分析与模式预报相结合方法,制作青岛峰会期间延伸期气候趋势预测。峰会期间天气过程预测主要采用韵律及本地区“隔季相关”预报经验制作。韵律形成与海气相互作用有密切的关系^[12],其预测准确率一般可达到65%~80%^[13]。峰会期间大雾趋势预测,主要通过海雾影响因子分析、历史数据统计、短期环流形势及决策树海雾客观预报等方法

收稿日期:2018-11-16

作者简介:李德萍(1962—),女,山东烟台人,学士,高级工程师,从事气候变化及预测研究。

基金项目:中国气象局气候变化专项(CCSF201317);青岛市气象局科研项目(2015qdxm10)

制作而成。趋势预测检验方法依据中国气象局2013年9月下发的《月、季气候预测质量检验业务规定》。

2 5月中旬—6月上旬短期气候趋势及延伸期气候趋势预测

5月中旬—6月上旬短期气候趋势预测结论为:预计青岛(5月11日—6月10日)降水量正常略多(常年值56.2 mm,常年值为1981—2010年平均值,下同);平均气温正常略高(常年值18.0℃)。延伸期气候趋势预测结论为:青岛5月16日—6月10日(延伸期26 d)降水量正常略多(常年值44.4 mm),5月22日—6月10日(延伸期20 d)降水量正常略少(常年值34.3 mm),6月上旬(延伸期10 d)降水正常略少(常年值14.5 mm);各时段平均气温预测均正常略高。

2.1 预测依据和结果

2.1.1 降水量年代际变化分析 从青岛市降水百年变化规律看,20世纪40年代中期—70年代中期基本上为多雨时段,其他时段基本上为少雨时段^[10]。图1为1961—2017年5月中旬—6月上旬降水量距平百分率年际变化图。可见,20世纪70年代、80年代后期—90年代初为降水偏多时段,21世纪以来降水多偏少,但近10年降水距平变化大致呈2~3 a的周期。预计未来2 a呈偏多趋势,因此预报2018年5月中旬—6月上旬降水偏多。

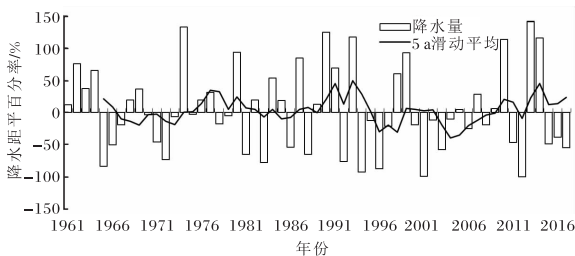


图1 青岛市1961—2017年5月中旬—6月上旬降水量距平百分率年际变化

图2为青岛1961—2017年6月上旬降水量距平百分率年际变化图。可见,6月上旬20世纪60—70年代为降水偏多时段,90年代后期降水以偏少为主,但近5 a有2 a偏多。预计未来(2018年)偏少的可能行较大。因此预报2018年6月上旬(延伸期主要时段)降水偏少。

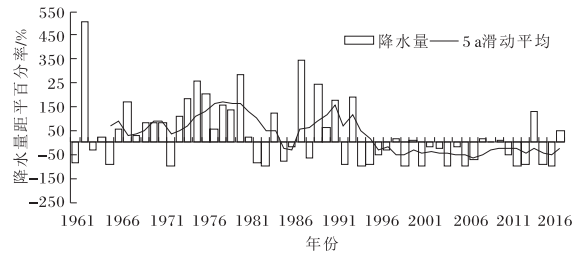


图2 青岛市1961—2017年6月上旬降水量距平百分率年际变化

降水量年代际变化分析得出预报:2018年5月中旬—6月上旬降水偏多;6月上旬降水偏少。

2.1.2 相似分析

(1)海温相似

ENSO循环不同阶段能引起我国夏季降水异常不同分布^[14],因此海温背景场是我国夏季降水预测的重要依据之一。2018年是拉尼娜衰减年,1981年以来共出现9个相似年份。表1为海温相似年份5月中旬—6月上旬青岛各时段降水距平性质表(各时段日数分别为31、26、20、10 d,下同)。由表1可见,青岛月尺度(31 d)9 a之中有6 a负距平,表明降水偏少(偏少概率为66.7%);延伸期(26、20 d)9 a之中有7 a负距平(降水偏少概率均为77.8%);6月上旬9 a之中有5 a负距平(降水偏少概率为55.6%)。另外,根据气候相似确定2001、2008和2012年为3个最佳相似年。而这3 a的6月上旬降水量除2008年为正距平外,均为负距平,以偏少为主。因此,海温相似年青岛5月中旬—6月上旬各时段降水均偏少。

表1 海温相似年份5月11日—6月10日青岛各时段降水距平性质表

年份	0511—0610	0516—0610	0522—0610	6月上旬
1984	+	+	+	+
1985	+	-	-	-
1989	+	+	+	+
1996	-	-	-	-
2000	-	-	-	+
2001	-	-	-	-
2008	-	-	-	+
2011	-	-	-	-
2012	-	-	-	-

注: +表示偏多,-表示偏少,下同。

(2) 副高相似

西太平洋副高与我国汛期降水有着密切关系,其强度和位置变化对我国夏季降水都有一定的制约作用^[5-6]。9个海温相似年份的副高指数(表略)显示,5—6月副高偏弱、偏东,脊线偏北。ECWMF模式预报副高强度正常,脊线偏北(图略)。综合分析,预报2018年6月副高强度接近常年,位置略偏北。

副高脊线位置偏北的年份亦为9 a。表2为副高相似年5月中旬—6月上旬青岛各时段降水距平性质表。由表2可见,青岛5月中旬—6月上旬各时段降水均以偏少为主(9 a之中6 a为负距平),偏少概率均为66.7%。可见副高相似年青岛5月中旬—6月上旬各时段降水亦偏少。因此预报2018年5月中旬—6月上旬及6月上旬降水偏少。

表2 副高相似年份5月11日—6月10日
青岛各时段降水距平性质表

年份	0511—0610	0516—0610	0522—0610	6月上旬
1981	—	—	—	+
1990	+	+	+	+
1994	—	—	—	—
1996	—	—	—	—
1998	+	+	+	+
2001	—	—	—	—
2012	—	—	—	—
2013	+	+	+	—
2016	—	—	—	—

2.1.3 数值模式预报 利用国家气候中心DERF2.0模式、东京气候中心TCC模式和美国环境预测中心CFSv2模式5月中旬—6月上旬预测产品进行预测。DERF2.0和TCC预报降水偏多,CFSv2预报降水正常。模式预报月尺度降水以偏多为主。上级业务单位指导预报为5月青岛降水偏多。各家模式预报2018年6月上旬降水趋势分别为:DERF2.0预报偏少;TCC预报偏多;CFSv2预报6月上旬前期正常,后期偏多。即6月上旬预报意见有分歧。

2.1.4 预测结果 综合降水年代际变化、相似分析、数值模式预报结果和上级业务部门指导预报,得出青岛5月中旬—6月上旬降水正常略多;6月上旬降水正常略少。

2.2 预测检验

2.2.1 趋势预测检验 根据《月、季气候预测质量检验业务规定》,对青岛5月中旬—6月上旬各预报时段气候趋势预测进行检验,评分结果见表3。由表3可见,上合青岛峰会期间延伸期降水气候趋势预测检验评分为67~100分。

2.2.2 预测方法检验 降水年代际变化和DERF2.0模式预报的月尺度和延伸期(6月上旬)预测上均与实况相符合;相似分析6月上旬预测与实况相符;TCC模式月尺度降水预报与实况一致,CFSv2模式月尺度及延伸期预报均与实况有差距。因此,本次峰会气候趋势预测中,降水年代际变化分析和DERF2.0模式预报表现较好。可见气候规律分析、相似分析、数值模式客观预报及上级业务单位指导预报相结合方法,是上合青岛峰会期间延伸期趋势预测的有力支撑。气温趋势预测依据与降水基本一致(略)。

3 降水过程预测

预测5月中旬—6月上旬主要有5次冷空气或降水天气过程,9日(开幕式当日)前后有一次冷空气或降水天气过程。

3.1 预测依据

根据大气的相似性原理及青岛地区“隔季相关”的气候规律,实际工作中发现青岛地区天气气候具有90~120 d的韵律和周期活动^[15]。图3为2018年5月中旬—6月上旬气温、水汽压、气压三线图。该图依据青岛站4个月前14时平均气温、水汽压和本站气压逐日变化制作而成,曲线波动代表当日气象三要素的变化情况,当本站气压低值、水汽压高值同时出现时,可判断当日前后有冷空气活动或降水天气过程。由图3可知,5月中旬—6月上旬主要有5次冷空气或降水天气过程,分别在5月16日前后、21日前后、28日前后,6月5日前后、9日前后。其中6月5日的过程经过华东区域中心及山东省气候中心业务会商进行了调整,而9日过程始终不变。

表 3 青岛市 2018 年 5 月 11 日—6 月 10 日短期及延伸期气候趋势预测评分

预报时段	降水量			气温/℃				
	预报值 /mm	实况 /mm	距平百 分率/%	预报 得分	预报值 /℃	实况 /℃	距平	预报 得分
0511—0610	67~70 正常略多	73.9	31.5	100	18~19 正常略高	18.0	0	100
0516—0610	45~55 正常略多	61.3	38.1	100	18~19 正常略高	18.5	0	100
0522—0610	25~35 正常略少	0.0	-100	67	18.5~19.5 正常略高	18.8	-0.1	0
6 月上旬	正常略少	0.0	-100	67	19~19.5 正常略高	19.0	-0.3	0

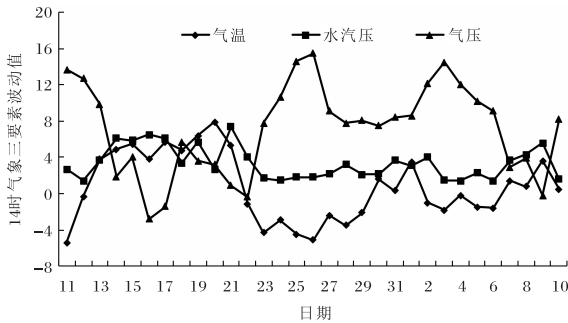


图 3 青岛 2018 年 5 月中旬—6 月上旬气温、水汽压和气压三线图(气温单位为℃;水汽压、本站气压单位为 hPa)

3.2 预测检验

表 4 为青岛市 2018 年 5 月中旬—6 月上旬降水过程预报与实况对照表,预报青岛市 5 月中旬—6 月上旬有 5 次冷空气或降水过程,实况出

现了 3 次降雨天气过程。16 日前后、21 日前后两次过程预报正确,11 日漏报,空报 3 次(5 月 28 日、6 月 5 日和 9 日)。尽管对青岛站预报准确率不高,但开幕式当天(9 日)天气复杂,南面有 2018 年第 4 号台风“艾云尼”活动,北面高空有冷涡天气系统。9—10 日青岛站周边多区市(黄岛、胶州、平度和莱西)出现小雨。其余空报的两次过程在周边区市也出现了降雨(5 月 28 日莱西出现降雨;6 月 4 日平度、莱西出现小雨)。因此,就全市范围而言,5 次过程预报正确,1 次漏报,预报准确率 83%。采用韵律法做降水过程预测有局限性,只能预报冷空气或降水的“有”和“无”,无法预报雨量大小和落区。

表 4 青岛市 2018 年 5 月中旬—6 月上旬降水过程(或冷空气活动)预报与实况对照表

日期	11	12	15	16	17	20	21	22	28	4	9	10
预报	无	无	无	有	无	无	有	无	有	有	有	无
实况雨量/mm	青岛站	5.8	—	6.7	32.4	0.5	1.9	—	26.5	—	—	—
	全市	3.6	0.1	3.2	32.4	2.5	1.7	—	32.6	0.4	0.4	0.1

注:“有”代表预报当日或者前后两日有降水,“无”代表未预报降水,“—”表示未出现。

4 大雾趋势预测

本次峰会期间大雾趋势借助统计分析方法,参考短期预报的环流形势和海雾数值模式预报方法(决策树海雾客观预报),预测 5 月下旬有 2 d 左右大雾;延伸期预测采用相似分析等方法,预测

6 月上旬有大雾 2~3 d。

4.1 6 月上旬海雾分析

青岛年平均 53.5 d(1981—2010 年平均)大雾,其中 63.7% 出现在 4—7 月(俗称雾季)。青岛大雾亦称海雾,可分为平流雾、混合雾、辐射

雾和地形雾^[16]。2008—2017年6月上半月共出现51 d大雾,其中平流雾90.2%。由于平流雾的生成机理比较复杂,涉及风场、海温与气温、大气层结与海流等气象、水文和地形等因素,历来都是预报难点^[17]。影响海雾形成的三个主要因子分别为偏南风向、风力适中和一定海陆温差。由于地形的原因,青岛海雾生成的具体条件为:南东南风(西南风不易出雾),风力在2~6 m/s,气温与海温差在0.5~3.0℃^[18]。统计近10 a青岛站6月5—10日风向资料得出:青岛偏南风(南东南风)平均出现概率70.1%;青岛站和奥帆基地站6月8—10日平均风速分别为3.2 m/s和3.4 m/s,风速适中;近10 a青岛6月上旬平均气温19.3℃,海温17.0℃左右(小麦岛水文资料),气温与海温差值约2.3℃。近10 a青岛6月上旬风向、风速及陆地与海面的温差均满足海雾生成的条件,因此峰会期间为海雾多发时段。

4.2 预测依据及检验

4.2.1 5月下旬大雾 据短期未来7 d天气预报,青岛22—24日北风转西南风4~5级,阵风6级。因此判断25日前出雾的概率较低。25~26日转为南风—东南风,26日以后为偏南风流场,出雾的概率加大,月底转北风后出雾的概率降低。据海雾决策树客观预报,26日有雾(图略)。据此预报5月下旬大雾2 d左右,出现在26日之后。

预报检验:实况为5月下旬2 d大雾,出现在5月28、29日,预报正确。

4.2.2 6月上旬大雾 统计青岛1961—2017年6月上旬逐年大雾分布,得出6月上旬青岛平均大雾3.2 d。最佳相似年(2001、2008和2012年)6月上旬大雾分别为1、4、2 d,平均2.3 d。据此预报6月上旬大雾2~3 d。

预测检验:6月上旬出现5 d大雾,在5—8日、10日,预报比实况偏少2~3 d。这是因为只是采用统计和相似分析方法,未参考相关的海雾数值模式预报,因此,预报误差比较大。

5 结论

(1)预测青岛上合峰会延伸期(6月上旬)降水正常略少,结论基本正确。根据《月、季气候预测质量检验业务规定》检验,延伸气候趋势预测评

分为67~100分。冷空气或降水过程预报方法适用可行,对6月9日开幕式冷空气或降水过程预报基本准确,并保持了预报的一致性。不足之处是降水落区预报不理想。

(2)适合本地气候特点预测方法为降水和气温年代际变化分析,今后应重视其业务应用。本次青岛峰会期间延伸期气候趋势预测,国家气候中心DERF2.0模式表现较好,优于国外模式。统计分析、相似分析与模式预报相结合的预测方法,是地市级延伸期气候趋势预测的有力支撑。韵律法在本次峰会期间天气过程预报中发挥了不可或缺的作用。

(3)峰会期间大雾趋势预测,分析量化了影响青岛6月上旬海雾生成的平均风向、风速及海陆温差等影响因子。结合最佳相似年和短期预报环流形势及决策树海雾客观预报,对延伸期大雾趋势预报做出了有益尝试。实践证明,由于可以参考高空环流形势和海雾数值模式预报产品,大雾短期(10 d内)预报相对准确。而延伸期趋势预测效果较差,还需对其预测方法进一步研究。

致谢:感谢国家气象中心提供的决策树海雾客观预报方法;感谢任兆鹏对青岛2008—2017年6月上半月大雾的统计分析。

参考文献:

- [1] 贾小龙,陈丽娟,高辉,等. 我国短期气候预测技术进展[J]. 应用气象学报,2013,24(6):641-655.
- [2] 陈丽娟,袁媛,杨明珠,等. 海温异常对东亚夏季风影响机理的研究进展[J]. 应用气象学报,2013,24(5):521-532.
- [3] 陈兴芳,赵振国. 中国汛期降水预测研究及应用[M]. 北京:气象出版社,2000:21-35.
- [4] 陈永利. ENSO与海洋环境和中国气候异常[M]. 北京:科学出版社,2013:139-154.
- [5] 陈丽娟,顾薇,丁婷,等. 2015年汛期气候预测先兆信号的综合分析[J]. 气象,2016,42(4):496-506.
- [6] 李维京. 1998年大气环流异常及其对中国气候异常的影响气象[J]. 气象,1999,25(4):20-25.
- [7] KRISHNAMURTI T N, SUBAHMANYAM D. The 30-50 day mode at 850 mb during MONEX [J]. J Atmos Sci,1982,39(9):2088-2098.

赵奎锋. GrADS 网络交互绘图技术及应用[J]. 陕西气象, 2019(3): 48-50.

文章编号: 1006-4354(2019)03-0048-03

GrADS 网络交互绘图技术及应用

赵奎锋^{1,2}

(1. 陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室, 西安 710016;

2. 陕西省气象科学研究所, 西安 710016)

摘要: GrADS(grid analysis and display system, 格点分析和显示系统)是国内外气象界通用的标准图形环境之一, 具有操作简单、功能强大、显示快速、出图类型多样化、图形美观等特点。气象服务工作中经常需要实时绘制气象要素分布图。利用 Python CGI 交互技术, 在网络环境中, 查询全国综合气象信息的站点数据, 通过在线订正处理后, 对离散数据进行格点化转换, 在网页 CGI (common gate interface, 公共网关接口)控制绘图参数, 叠加 SHP 格式的地质灾害、江河、行政区划等地图文件, 输出适用于气象服务的图形文件。交互条件下绘图既可以对奇异数据进行识别处理, 又能根据需求叠加气象防灾减灾所需的地理信息, 同时又能简便选择数据的时段, 极大方便了业务人员处理数据。

关键词: GrADS; Python; CGI; 在线交互; 绘图; 气象

中图分类号: P409

文献标识码: B

气象实况观测数据是站点离散数据, 在气象预报服务和科研工作中, 常常用到科学绘图技术对这些离散数据进行分析, 勾画气象要素面上的分布情况, 以便直观地呈现其分布特点。实际业务中, 经常使用的科学绘图软件有 Golden Surfer、NCL(the NCAR command language)、GrADS

(grid analysis and display system, 格点分析和显示系统)等^[1-4], 其中 GrADS 是当今气象学科中广泛使用的数据处理和显示软件系统, 可读取格点或站点气象资料(二进制或 GRIB 码格式), 并进行加工处理。可实现等值线、流线、填图、地图、曲线等多种图形显示。随着网络技术的发展, 基

收稿日期: 2018-11-14

作者简介: 赵奎锋(1978—), 男, 山东泰安人, 高级工程师, 硕士, 主要从事气象服务和系统开发工作。

- [8] 李崇银. 大气中的季节内震荡[J]. 大气科学, 1990, 14(1): 32-45.
- [9] 何金海, 梁萍, 孙国武. 延伸期预报的思考及其推广应用研究进展[J]. 气象科技进展, 2013(1): 11-17.
- [10] 张凯静, 李德萍, 郭丽娜, 等. 青岛百年气温变化特征分析[J]. 山东气象, 2013, 33(3): 1-4.
- [11] 吴结晶, 李德萍, 李瑞光. 青岛市降水百年变化规律的初步探讨[J]. 黄渤海海洋, 1999(1): 16-22.
- [12] 赵宗慈, 王绍武, 陈振华. 韵律与长期预报[J]. 气象学报, 1982, 41(4): 80-90.
- [13] 王绍武, 赵宗慈. 长期天气预报基础[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2013: 5.
- [14] 曹继平, 李崇银, 陈英仪, 等. ENSO 循环机理和预测研究[M]. 北京: 气象出版社, 2013: 4.
- [15] 李德萍, 董海鹰, 郭丽娜, 等. 东亚地区 8 月候平均形势场预报及应用[C]//青岛市气象局. 2008 年奥帆赛及残奥帆赛气象服务论文集. 北京: 气象出版社, 2009: 198-106.
- [16] 王彬华. 海雾[M]. 北京: 海洋出版社, 1983: 15.
- [17] 史得道, 吴振玲, 高山红, 等. 海雾预报研究综述[J]. 气象科技进展, 2016, 6(2): 49-55.
- [18] 阎丽凤, 杨成芳. 山东省灾害性天气预报技术手册[M]. 北京: 气象出版社, 2014: 230-236.