

T63 模式对暴雨短期预报能力的分析检验

杨克明 赵梅 钱传海

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

利用 T63 模式的 500hPa 数值形势预报图和客观分析实况图,对 1994 年 7—9 月我国出现的 12 次较大范围暴—大暴雨天气过程的影响天气系统进行了预报能力的分析检验,并分析了产生误差的原因,所得结果有利于数值预报产品的释用及实时预报业务。

关键词: 数值形势预报 分析检验 误差

引 言

1994 年 6 月 1 日国家气象中心 T63 模式的数值预报产品投入业务,为了解模式对夏季暴雨的预报性能,以便更好地开展产品的业务释用,本文利用 1994 年 7—9 月 T63 模式的数值形势预报图,对我国出现的 5 次西风槽、2 次低涡切变线和 5 次热带气旋造成的 12 次较大范围的暴—大暴雨天气过程进行了 24、48 和 72 小时的 500hPa 环流形势预报与实况场之间的误差分析检验。在 10—50°N、60—140°E 的亚欧区域内,着重分析检验暴雨的影响天气系统,如国内低槽、低涡切变线、热带气旋、中高纬度高压脊、中纬度锋区、副热带高压同实况的误差,并对误差产生的原因进行了分析。

1 暴雨影响天气系统的检验

我们对 12 次大范围暴—大暴雨天气过程的主要影响低值系统(称影响低槽)进行分析,规定槽的移速误差值 ≤ 5 个经度、槽长误差值 ≤ 3 个纬度为正确。

1.1 500hPa 影响低槽

1.1.1 预报概况和移速误差

T63 对影响低槽预报统计概况如表 1 所示,各预报时次的实况图上共出现 104 个低槽,24、48、72 小时 T63 均报出,无空漏报现象。预报准确率分别达到 97.4%、94.1% 和 74.2%,与用相同方法统计出 T42 的 90.9%、54.5% 和 36.4%^[1] 相比,精度显著提高,说明 T63 模式预报能力较强。

表 1 暴雨过程 500hPa 影响低槽移速预报误差统计(单位:经度)

预报时次	偏快		偏慢		吻合		0-5		6-10		>10		极端误差		平均误差
	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	快	慢	
24	6	15.4	14	35.9	19	48.7	38	97.4	1	2.6	0	0	2	8	1.2
48	12	35.3	16	47.1	6	17.6	32	94.1	2	5.9	0	0	6	10	2.2
72	10	32.3	16	51.6	5	16.1	23	74.2	7	22.6	1	3.2	8	15	3.9
总计	28	26.9	46	44.2	30	28.9	93	89.4	10	9.6	1	0.1	/	/	/

在这些槽中移速最快的差 2 个经度,最慢的差 8 个经度,平均误差为 1.2 个经度,可

信度很高。48 小时同实况一致的明显减少,占 17.6%,反映出低槽移速随预报时效延长

误差变大。另外,最快的快8个经度,最慢的差10个经度,平均差2.2个经度。72小时移速极端误差快8个经度、慢15个经度,平均3.9个经度。在短期预报期间,低槽移速偏慢、偏快、吻合的分别是46、28、30次,各占44.2%、26.9%和28.9%,偏慢的居于首位,使用时应考虑快一些。

1.1.2 强度误差

表2是500hPa影响低槽强度预报误差统计,24、48、72小时预报准确率分别为87.2%、79.4%、61.3%,较之T42同时次的81.8%、63.6%、72.7%,24、48小时的准确

率也明显提高。在104次影响低槽中,预报偏强的为46次,占总数的44.2%;偏弱的33次,占31.7%;与实况吻合的25次,占24.1%,偏强的最多。强度极端误差分别是4、6、8个纬度;偏弱的极端误差是4、5、5个纬度;与实况符合的为11、10和4次。由此可见,预报时效增大,槽预报偏强的次数和频数逐渐减小,偏弱的次数和频数不断加大,揭示了T63对影响低槽越报越弱,误差增大,由此,24、48小时须往弱、72小时须往强订正使用。

表2 暴雨过程500hPa影响低槽强度预报误差统计(单位:纬度)

预报时效	偏强		偏弱		吻合		0-3		4-6		>6		极端误差		平均误差
	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	强	弱	
24	21	53.9	7	17.9	11	28.2	34	87.2	5	12.8	0	0	4	4	1.5
48	15	41.1	9	26.5	10	29.4	27	79.4	7	20.6	0	0	5	5	2.2
72	10	32.3	17	54.8	4	12.9	19	61.3	11	35.4	1	6.3	8	5	2.8
总计	46	44.2	33	31.7	25	24.1	80	76.8	23	22.1	1	1.0	/	/	/

1.2 沿海高压脊

我国东部沿海高压脊与暴雨的发生发展密切相关,高压位置及强度决定了其西侧暖湿气流的强度和输送路径,直接影响暴雨落区和强度。在12次强降雨过程中,除9月19—22日的暴雨过程,我国东部沿海是平直

西风气流外,都存在着高压脊。

1.2.1 预报概况和移速误差

由表3可见,客观分析实况共出现96次沿海脊,24、48、72小时无空漏报,准确率分别为94.1%、90.6%和83.3%,表明T63对我国东部沿海脊有很强的预报能力。

表3 暴雨过程沿海脊位置预报误差统计(单位:经度)

预报时效	偏快		偏慢		吻合		0-5		6-10		>10		极端误差		平均误差
	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	快	慢	
24	15	44.1	4	11.8	15	44.1	32	94.1	2	5.9	0	0	7	8	1.7
48	16	50.0	5	15.6	11	34.4	29	90.6	3	9.4	0	0	8	4	2.3
72	11	36.7	14	46.7	5	16.6	25	83.3	5	16.7	0	0	8	7	3.4
总计	42	43.8	23	24.0	31	32.2	86	89.8	10	10.4	0	0	/	/	/

从表中还可知,24小时预报偏快的及同实况吻合的为偏慢的近4倍,48小时偏快的是偏慢的近3倍。72小时偏快的减小成11次,偏慢的递增为14次,吻合的急降到5次。极端平均值分别是1.7、2.3和3.4个经度,都表现出模式预报能力随时间衰减,预报误差明显加大,预报性能不稳定,偏快的居多。

1.2.2 强度误差

由沿海脊北端表示强度的预报误差统计

(表4)可见,短期内各预报时次的预报准确率为94.1%、93.8%、66.7%,48小时之内的预报是可信赖的,完全能直接用于业务预报,而72小时误差偏大。24、48小时预报偏弱的及同实况一致的大体相当,占总数的35%—45%,偏强的较少;72小时偏弱的明显增大,与实况吻合的陡然下降,由此可见,在使用时要增大高压强度。3个时次累计偏强的22次,占22.9%,偏弱的43次,占44.8%,吻合

的31次,占32.3%,偏弱的占多数。

表4 暴雨过程沿海脊北端预报误差统计(单位:纬度)

预报时数	偏强		偏弱		吻合		0-3		4-6		>6		极端误差		平均误差
	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	强	弱	
24	5	14.7	14	41.2	15	44.1	32	94.1	2	5.9	0	0	5	3	1.0
48	8	25.0	12	37.5	12	37.5	30	93.8	2	6.2	0	0	3	4	1.1
72	9	30.0	17	56.7	4	13.3	20	66.7	8	26.7	2	6.6	4	15	3.1
总计	22	22.9	43	44.8	31	32.3	82	85.4	12	12.5	2	2.1	/	/	/

1.3 西亚高压脊

西亚高压脊的地理位置和强弱直接关联着脊前低值系统的位置和振幅,因此与暴雨的发生发展、分布及雨强有密切关系。

1.3.1 移速误差

由表5可见,24、48小时西亚脊移动预报偏快或偏慢的约是10-12次,同实况一致

的都为15次。72小时,偏快的次数增至17次,偏慢的稍有下降,吻合的明显变少。西亚脊移速预报误差一般小于5个经度,24、48、72小时各有37次占97.4%、33次占91.7%、33次占94.2%,共103次,误差较大的只有6次,短期内各时次的预报平均误差为1.5、2.2、2.8个经度。

表5 暴雨过程西亚脊移速预报误差统计(单位:经度)

预报时数	偏快		偏慢		吻合		0-5		6-10		>10		极端误差		平均误差
	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	快	慢	
24	12	31.6	11	28.9	15	39.5	37	97.4	1	2.6	0	0	6	5	1.5
48	11	30.6	10	27.8	15	41.6	33	91.7	3	8.3	0	0	10	8	2.2
72	17	48.6	8	22.9	10	28.5	33	94.2	1	2.9	1	2.9	8	20	2.8
总计	40	38.7	29	26.6	40	36.7	103	94.5	5	4.6	1	0.9	/	/	/

1.3.2 强度误差

从西亚脊北端预报误差统计(表6)可看出,在短期内,脊顶预报误差小于3个纬度,共97次,各占总数的97.4%、88.9%、80.0%,频数逐时下降,反映误差值在逐步加大,24小时的预报差值大于3个纬度只一例,72小时增至7例,占20%;各预报时次平

均误差为0.9、1.8、1.5个纬度,都较小。表明T63对该脊有很强的预报能力,可以直接用于业务预报。另外,在表6中,西亚脊北界三个时次预报偏强的有3、6、9次,偏弱的24、48小时为22次,72小时减小了约一半,起伏变化大。短期内偏弱的最多,吻合的次多,偏强的最少。因此,一般使用应注意强度订正。

表6 暴雨过程西亚脊北端预报误差统计(单位:纬度)

预报时数	偏强		偏弱		吻合		0-3		4-6		>6		极端误差		平均误差
	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	强	弱	
24	3	7.9	22	57.9	13	34.2	37	97.4	1	2.6	0	0	2	4	0.9
48	6	16.7	22	61.1	8	22.2	32	88.9	4	11.1	0	0	7	5	1.8
72	9	25.7	10	28.6	16	45.7	28	80.0	7	20.0	0	0	4	4	1.5
总计	18	16.5	54	49.5	37	34.0	97	89.0	12	11.0	0	0	/	/	/

1.4 中纬度锋区

夏季,在亚洲中纬度30-45°N之间常有一锋区,是主要降水系统,预报员非常关心锋区及其变化,从而确定暴雨落区和强度。对此,我们将500hPa形势预报图上表征锋区特征线同实况场作比较,规定锋区预报位置

与实况误差≤3个纬度、锋区强度预报与实况误差≤4℃为正确进行统计。

从中纬度锋区位置及强度预报误差统计结果(表7)可见,24、48小时锋区预报位置有一半(均有18次)比实况偏南;72小时预报较实况偏北,占一半多(19次)。对应24、48

小时锋区强度一般报强 2—4℃,72 小时多数报弱 2—4℃。因此,48 小时内锋区预报应进行减弱、72 小时要进行加强订正。

表7 中纬度锋区位置和强度预报误差(单位:纬度)

预报时效	0-3		4-6		>6		0-4℃		5-8℃		总计
	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	
24	29	82.9	6	17.1	0	0	33	94.3	2	5.7	35
48	30	88.2	2	5.9	2	5.9	33	97.1	1	2.9	34
72	22	66.7	9	27.3	2	6.0	28	84.8	5	15.2	33

1.5 西太平洋副热带高压

西太平洋副热带高压活动对东亚地区的天气变化有极大的作用,直接控制和影响我国的暴雨天气过程。我们规定副高脊线位置与实况偏差≤3 个纬度、5880gpm 线西脊点≤5 个经度为正确加以统计。

1.5.1 副高脊线误差

从表8 副高脊线 24、48 小时预报准确率

表8 副高脊线预报误差统计(单位:纬度)

预报时效	偏北		偏南		吻合		0-3		4-6		>6		极端误差		平均误差
	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	北	南	
24	16	40.0	10	25.0	14	35.0	34	85.0	6	15.0	0	0	4	5	1.6
48	18	46.2	12	30.8	9	23.0	30	76.9	8	20.5	1	2.6	5	15	2.5
72	16	43.2	16	43.2	5	13.6	20	54.1	14	37.8	3	8.1	7	15	3.5
总计	50	43.1	38	32.8	28	24.1	84	72.4	28	24.1	4	3.5	/	/	/

为 85.0%和 76.9%可见,多数脊线位置预报基本同实况一致,有相当的预报能力。72 小时准确率仅 54.1%,反映了在东亚大形势稳定条件下的预报能力,其它预报效果不太好。48、72 小时的极端误差甚大,达 15 个纬度,各时次平均误差为 1.6、2.5、3.5 个纬度,说明通常预报与实况不能完全一致,预报时效越长,精度越小,需订正方能使用。

1.5.2 西脊点误差

从副高西脊点预报误差统计(表9)可知,24 小时其准确率为 80%,有较好使用价值,48、72 小时准确度明显变小。西脊点预报偏东的累计占总数的 56.9%,偏西的占

28.4%,吻合的 24 小时预报 9 次,48、72 小时各为 4 次,揭示了多数副高预报偏东、强度偏弱,而且极端误差值竟达 35—40 个经度,平均误差也分别达 4.0、7.9、9.0 个经度,可信度较小,只能作一般参考。

表9 副高西脊点预报误差统计(单位:经度)

预报时效	偏东		偏西		吻合		0-5		6-10		>10		极端误差		平均误差
	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	东	西	
24	21	52.5	10	25.0	9	22.5	32	80.0	2	5.0	6	15.0	35	11	4.0
48	25	64.1	10	25.6	4	10.3	23	59.0	7	17.9	9	23.1	40	16	7.9
72	20	54.1	13	35.1	4	10.8	21	56.8	7	18.9	9	24.3	37	28	9.0
总计	66	56.9	33	28.4	17	14.7	76	65.5	16	13.8	24	20.7	/	/	/

2 误差分析

在欧亚大尺度环流稳定情况下,T63 模式对深槽型、冷锋低槽型、低涡切变型以及台风登陆型的高度场预报均与实况场很接近,但在环流形势发生调整、西风带系统急剧变化时,预报偏差较大,据分析有下列几种情况:

2.1 中阻塞形势调整,西亚地区有高压脊突然发展,西西伯利亚一带有小槽沿脊前西北气流东移加强进入西北或华北地区,这种长波不连续后退或在蒙古国中西部一带有高空冷涡,涡后部有槽南摆加深替换华北地区的槽,使之北缩减弱。另外,当东亚中高纬为宽阔低槽区,西端低槽向南加深替代东端槽(图

