

## 湘潭 2012 年 7 月 16 ~ 17 大暴雨天气过程分析

袁红松, 林明丽, 尹宝蓉, 欧阳也能, 辜倩, 黄娟 (湖南省湘潭市气象局, 湖南湘潭 411100)

**摘要** 利用常规观测资料、NCEP 分析资料、卫星云图、雷达资料、数值预报产品等资料, 对 2012 年 7 月 16 ~ 17 日湘潭的暴雨天气过程进行综合分析和数值预报检验。结果表明, 此次大暴雨在高空低槽、中低层切变及地面冷空气的共同作用下产生, 其强降水区对应一个从地面发展至对流层顶的正负涡度柱耦合、正负散度柱耦合的典型双偶结构, 构造成产生暴雨的动力机制; 雷达回波特点是强度不强且分布均匀, 但其持续时间长, 同时速度图上大值区的范围与暴雨落区有很好的对应关系; T639、德国、日本数值预报降水产品对此次降水过程落区的预报均较好。

**关键词** 大暴雨; 双偶结构; 预报检验; 过程分析; 湘潭

中图分类号 S161.6 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)30-12104-04

## A Heavy Rainstorm Weather Process Analysis during Jul. 16 - 17, 2012 in Xiangtan

YUAN Hong-song et al (Xiangtan Meteorological Bureau, Xiangtan, Hunan 411100)

**Abstract** Using conventional observation data, NCEP analysis data, satellite imagery, radar data, numerical forecast product data, comprehensive analysis and numerical validation was conducted on a heavy rainstorm weather process in Xiangtan during Jul. 16 - 17, 2012. The results showed that the rainstorm in the action of the upper trough, the lower level shear and surface cold air, typical dual structure corresponding to the heavy precipitation area a development from the ground to the tropopause, positive and negative vorticity column coupling, positive and negative divergence column coupling, tectonic dynamic mechanism of rainfall characteristics; radar echo strength is not strong and uniform distribution, but its long duration, while the speed chart large range and rainstorm fall area has a good corresponding relationship; The forecasting effects of T639, Germany, Japanese numerical forecast precipitation products on the precipitation process of falling area are good.

**Key words** Heavy rain; Dual structure; Forecasting verification; Course analysis; Xiangtan

2012 年 7 月 16 ~ 17 日湘潭出现入汛以来的最强降水过程, 降水集中在 16 日 04:00 ~ 17 日 15:00, 且地域差异很大, 北大南小。据湘潭市中小尺度区域自动站雨量资料统计, 全市 98 个站点有 83 个站点降水量在 50 mm 以上, 其中有 50 个站在 100 ~ 200 mm, 9 个站超过 200 mm。此次强降水过程造成城市内涝, 部分农田、水利设施和房屋等受灾, 全市共有 15.16 万人受灾, 造成直接经济损失 4 706 万, 其中农业经济损失 3 475 万。在此, 笔者利用常规观测资料、NCEP 分析资料、卫星云图、雷达资料、数值预报产品等资料, 对此次大暴雨天气过程进行综合分析和数值预报检验。

## 1 大气环流背景及主要影响系统

15 日 08:00, 500 hPa 西太平洋副高位置偏东, 亚欧中高纬为两槽一脊型, 中低纬为波动气流, 湖南处于冷涡延伸低槽的底部, 至 17 日 08:00 副高中心位置少动, 中心逐渐加强。16 日 08:00 700 和 850 hPa 分别在四川东南角和贵州北部有低涡环流, 配合有切变线, 湘潭位于切变南侧的西南气流中, 并有风速的辐合; 17 日 08:00 700 hPa 低涡继续南压至贵州的望漠, 湘北段横切变位置少动, 850 hPa 切变东段有所北抬, 南段有所南压, 湘潭仍处切变南侧, 切变两侧辐合明显加强, 西南急流重新建立(图 1), 17 日 06:00 ~ 09:00 湘潭出现了强降水时段。地面图上, 15 日 17:00 地面倒槽发展, 湘潭处其北侧, 16 日 11:00 倒槽锋生, 直到 17 日 20:00, 锋面一直在湘南一带摆动。

此次过程系统维持时间长, 是一个加强—减弱—再加强的过程。由于高空低槽引导地面冷空气南下, 而副高的加强阻挡使得冷暖气流对峙, 系统维持少动; 中低层低涡切变位

置相近, 导致强烈的上升运动, 西南急流及当地的风速辐合提供了充足的水汽, 地面倒槽锋生及锋面的摆动提供了动力条件, 各层的配合对强降水的形成均十分有利<sup>[1-2]</sup>。

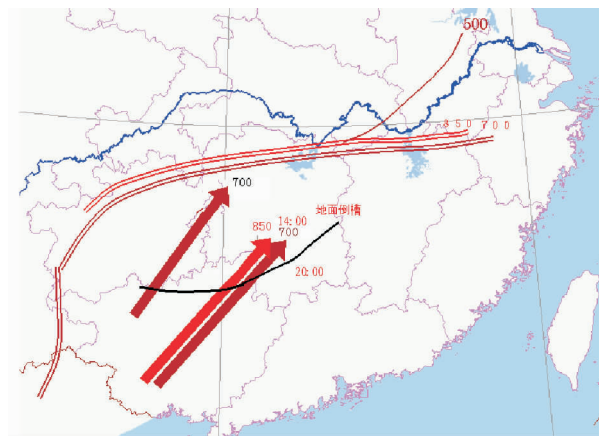


图 1 2012 年 7 月 17 日 08:00 主要影响系统

## 2 物理量诊断分析

**2.1 水汽条件** 从 850 hPa 水汽通量图(图略)可以看出, 16 日 08:00 850 hPa 西南急流加强, 华南西部水汽输送通道建立, 并在湘西、湘中分别存在 2 个明显的水汽辐合中心, 湘潭正好处于其中一个辐合中心, 同时在湘中一线有一条明显的湿度锋区, 湘潭位于高湿中心, 这一时段湘潭出现短时强降水; 16 日 20:00 水汽通量中心减弱并向西南退, 湘潭雨势弱, 之后随着水汽输送的加强、减弱, 降水强度也随之发生变化。由此可见, 水汽输送对强降水的发展和维持起到了重要的作用<sup>[3]</sup>。

**2.2 动力条件** 从湘潭暴雨区(112° ~ 113°E, 27° ~ 28°N)的平均涡度和散度的时间—高度剖面图(图 2)可知, 16 日 08:00, 暴雨区为低层正涡度(负散度)和高层负涡度(正散

度),是典型的暴雨涡散场耦合模式;16日14:00~20:00,对流层850~500 hPa正涡度减小,正散度加大,期间湘潭强降水间歇;16日20:00之后,正涡度区同时向下和向上发展,到17日02:00,最高伸展至350 hPa,正涡度区中心达最大值,此时对流上升运动强烈;17日04:00开始湘潭的强降水又发展

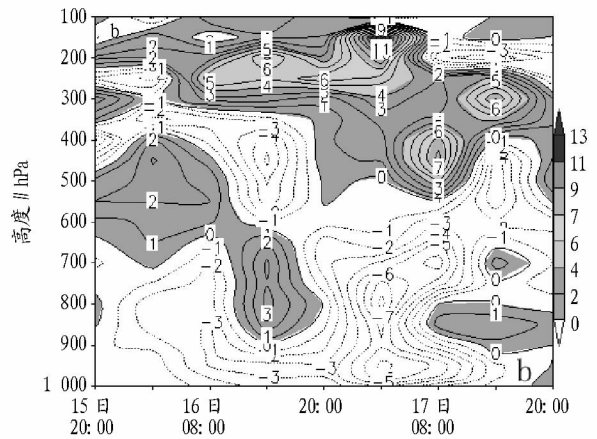
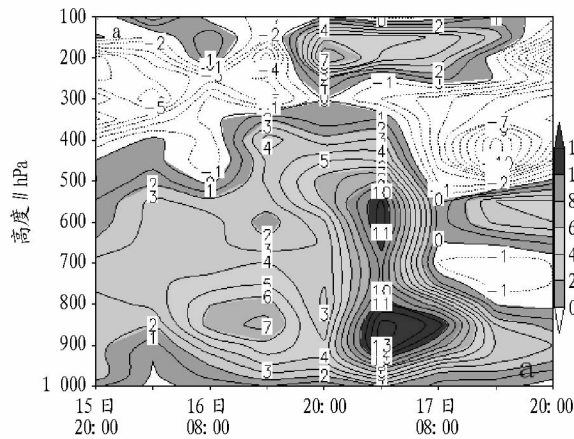


图2 2012年7月15~17日暴雨区(112°~113°E, 27°~28°N)平均涡度(a)和散度(b)的时间—高度剖面(单位:10<sup>-5</sup> m/s)

**2.3 热力及不稳定条件** 由850 hPa假相当位温( $\theta_{se}$ )和700 hPa垂直速度的叠加图(图略)可知,16日08:00假相当位温的高值区在贵州西部,并向东伸展,就本省而言,湘中地区的假相当位温相对较高, $\theta_{se} > 362$  K,有较高的不稳定能量,此时垂直上升区位于湘西、湘中及以北,不稳定层结配合垂直上升运动造成湘潭的强降水;16日20:00假相当位温的高值区加强并向东伸展,湘潭地区的不稳定能量加大,但此时湘潭上空为弱下沉区,所以降水微弱。由此可见,强烈的垂直上升运动是形成暴雨的必要条件,若无垂直上升运动的触发,不稳定能量就得不到释放<sup>[5]</sup>。17日02:00垂直上升区开始发展并逐渐东移,08:00上升中心位于湘潭,其南北两侧各有一个下沉中心,下沉中心速度达0.5 Pa/s,形成上升和下拽2支气流,此时湘潭出现暴雨。由此可见,降水增强时段与上升速度增强时段有较好的对应关系。另外,分析发现对流性的强降水与上升和下拽2支气流密切相关。

### 3 中尺度特征分析

**3.1 卫星云图演变特征** 分析7月16日08:00~17日08:00逐小时TBB云图演变过程发现,在这次暴雨过程中并无明显的大尺度强对流云团活动,而是中小尺度的对流云团影响,且强度并不是很强。16日08:00,湘西南有对流云团存在,湘潭市处于该云团移动方向的东北方,TBB≤60℃的强对流中心位于湘潭市的西南方;随着云团向东偏北方向移动,湘潭境内08:00~10:00出现了强降水,3 h雨量有34个站超过了25 mm;云团继续东移过程中湘潭境内降水由强减弱;到14:00,湘潭境内又有TBB≤60℃的小范围的对流云团存在,强度较之前明显减弱,其西、西南部已无对流云团存在,对应15:00~18:00出现间歇性的强降水。分析暴雨过程的另一强降水时段(17日04:00~08:00)的TBB云图,发现该时段内并无对流云团影响湘潭。17日04:00在湘西南有强对流云团发展,湘潭处于其东北方,而强对流云团向东移

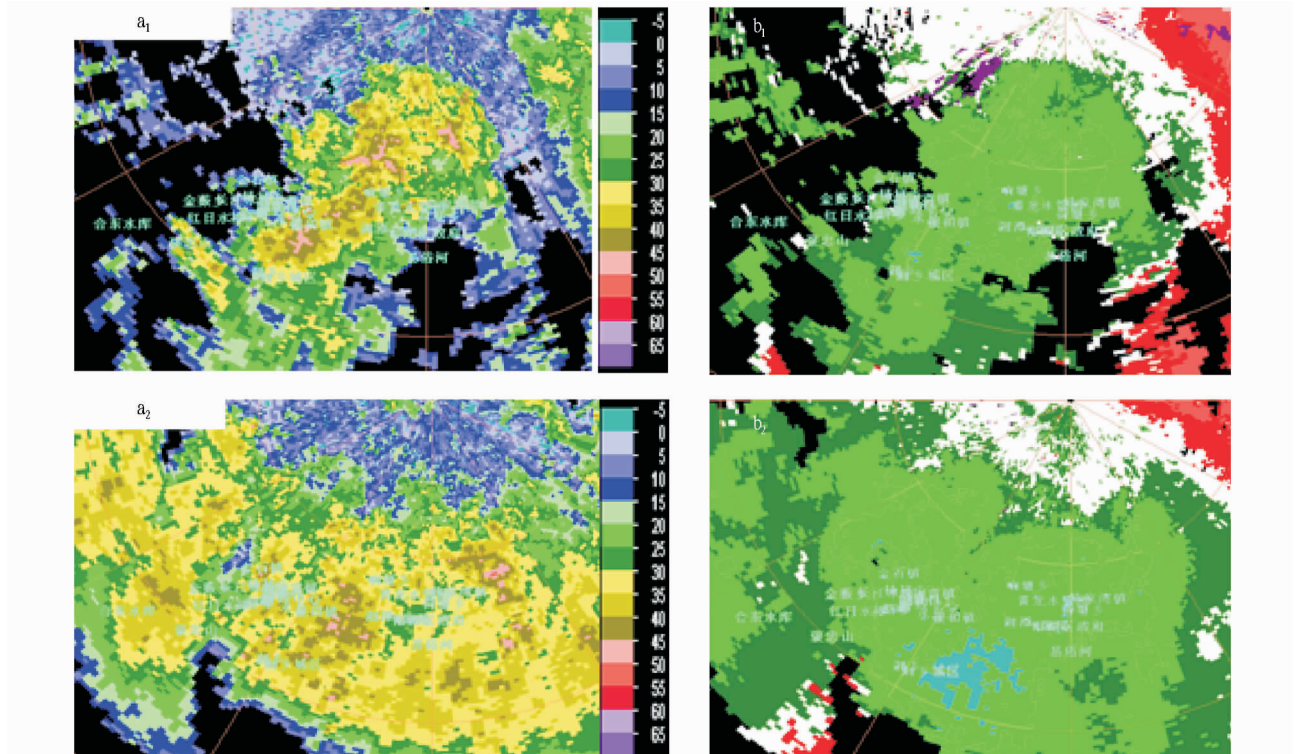
增强,至08:00达最强。由此可见,强降水区对应一个从地面发展至对流层顶的正负涡度柱耦合、正负散度柱耦合的典型双偶结构,构造成产生暴雨的动力机制<sup>[4]</sup>。另外,分析发现涡度场耦合结构在暴雨发生前出现,这对此类暴雨预报预警有指示意义。

动,并未影响湘潭境内。但在强对流云团向东移动的过程中,江西北部有小的强对流泡发展,与湘西南的强对流云团连成一线,湘潭处于该连线上。上述分析表明,强降水不仅仅发生在强对流云团的影响范围内,也出现在强对流云团连线上的无明显强对流云团的范围内。

**3.2 雷达回波演变特征** 据长沙雷达2.4°仰角基本反射率和对时次的基本速度演变,16日08:05,雷达探测区域内均无强回波存在,湘乡、韶山已有分布均匀的降水回波,在大范围30 dBz的回波上有40或45 dBz的较强回波,且30 dBz回波的持续时间较长,湘潭的南部衡阳境内也有大片的30 dBz回波,回波向北偏东方向移动;对应的基本速度图上,在湘乡东北部与韶山境内存在一个负速度的大值区,在回波的移动过程中,该负速度的大值区一直存在,且位置变化不大,08:00~09:00韶山境内出现降水集中,与负速度的大值区及强回波区相对应。16日10:17,回波发展成较大的块状回波,整个湘潭市北部及以北地区均为30 dBz以上的回波覆盖;此时的速度图上,负速度中的大值区范围向东湘北扩大,10:00~11:00在湘潭市区出现强降水,降水持续到13:00,随着块状回波断裂,湘潭境内的降水减弱。17日05:05,湘潭市中部—东北部—长沙形成了一条东北—西南向的强回波带,沿着回波带上有50 dBz的小对流泡(图3a<sub>1</sub>);同时次的速度图上是均匀的负速度区(图3b<sub>1</sub>),对应的强降水出现在涟水河流域及湘潭市区,与强回波带位置相对应。回波带不断向东、向西发展,17日07:59,东北—西南向的对流云带转变成一个对流云块覆盖湘中一线,并有小范围的没有规律50 dBz的强对流泡(图3a<sub>2</sub>);同时次速度图上湘潭县中东部与湘乡交界处有个负速度的大值区(图3b<sub>2</sub>),该时段的强降水就出现在该负速度中大值区范围内的湘潭县中部。综上所述,这次过程属于层状云降水回波,无明显的强对流云团出现。降水回波强度均匀、持续时间长是这次过程的特点。同

时速度图上有明显的负速度的大值区存在,大值区的范围与

暴雨落区有很好的对应关系<sup>[6-7]</sup>。



注: a<sub>1</sub>、b<sub>1</sub> 为 05:05, a<sub>2</sub>、b<sub>2</sub> 为 07:59。

图3 2012年7月17日长沙雷达2.4°仰角的基本反射率(a)与基本速度(b)演变

#### 4 数值预报产品分析和应用效果检验

**4.1 500 hPa 高度场** 分析 EC 和 T639 模式发现,7月16日20:00 亚洲中高纬均为两槽一脊型,中低纬主要影响系统是西太平洋副高;13~15日对中高纬形势的预报与实况基本一致,而对中低纬主要是副高位置与强弱的预报与实况有差异。欧洲数值预报模式结果显示,对位于华南的副高边缘 588 dagpm 线,15日预报(24 h)与实况基本一致,48、72 h 预报较实况偏南偏弱;T639 模式预报,对位于华南的副高边缘 588 dagpm 线,13~15日各时效预报较实况明显偏东偏弱,在华南没有预报 588 dagpm 线的范围。由此可见,这次天气过程 EC 模式在预报副高位置和强弱上优于 T639 模式;且从模式的修正来看,初始场时间越接近实况时间,EC 模式预报的形势越向实况靠近,而 T639 模式不随初始场时间的变化而调整,有时会出现预报偏差或不稳定的现象。

**4.2 850 hPa 风场** 比较7月17日08:00 850 hPa 风场预报与实况发现,位于江南及西南地区切变系统的预报,EC 模式对于西段的各时效预报较实况一致,尤其是中部位置与实况较接近,东段离散度相对较大一些;T639 模式对于西段的各时效预报较实况位置稍偏南,但整体与实况基本接近,而东段各时效预报中,24 h 的预报与实况基本一致,48、72 h 的预报偏南风场且离散度较大。可见,3个时段预报17日08:00 850 hPa 切变线的位置,EC 模式均较 T639 模式略胜一筹。从模式的修正能力来看,EC 模式各时效的预报性能比较稳定,而 T639 模式在初始场时间越接近实况时间,模式预报的形势越向实况靠近。

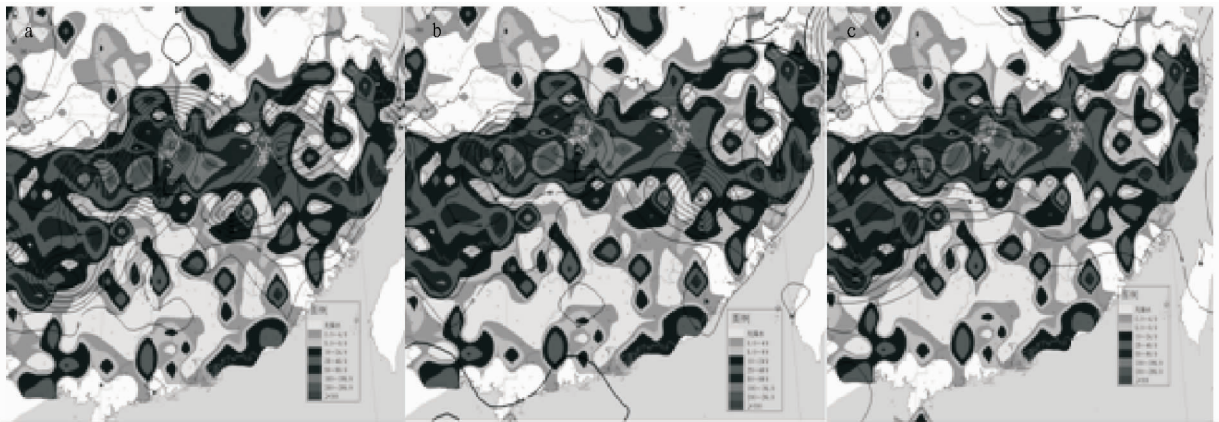
#### 4.3 T639、德国、日本 3 家模式预报降水落区效果检验

从图4可以看出,16日08:00~17日08:00,湖南省降水实况,湘中略偏北部出现了大范围的暴雨区,有3个强降水中心,最大降水量为211.5 mm(怀化),其次是娄底的新化171.2 mm、岳阳的湘阴166.9 mm;强降水落区与850 hPa 切变线的位置一致,为东西向的带状分布。从 T639 数值预报降水落区和量级看,预报降水落区与实况基本一致,预报出2个强降水中心,但呈 NE-SW 向,尤其是对东部的强中心预报不理想;从量级预报来看,T639 预报的最大降水量中心达190 mm,与实况最接近,但对此强中心落区预报比实况偏北。德国的数值预报的降水落区与实况比较接近,报出了2个中心,呈东西向分布,但降水中心范围较实况偏小且偏北,预报最大降水中心为70 mm,量级比实况偏小;日本数值预报的降水落区与实况基本一致,预报出2个降水中心,对强降水中心落区预报与实况较接近,但对东部中心的预报出现空报区域,预报最大降水中心为60 mm,量级比实况偏差最大。综上所述,3家模式的降水预报对此次降水过程落区的预报均较好。T639 模式的降水预报产品在中心量级上预报得最好,德国模式的降水预报产品在强降水分布上预报较好,而日本模式的降水预报产品对强降水中心的落区预报较好。

#### 5 小结

(1) 这次过程由于高空低槽引导地面冷空气南下,而副高的加强阻挡使得冷暖气流对峙,使得系统维持少动;中低层低涡切变位置相近,导致强烈的上升运动,西南急流及当





注:等值线表示数值预报降水量,色斑表示实况降水,黑色方框为该区域降水,单位:mm。

图 4 2012 年 7 月 16 日 08:00 ~ 17 日 08:00 T639 (a)、德国 (b)、日本 (c) 3 家模式降水预报产品与实况叠加图

地的风速辐合提供了充足的水汽,地面倒槽锋生及锋面的摆动提供了动力条件,各层的配合对强降水的形成均十分有利。

(2) 强降水区对应一个从地面发展至对流层顶的正负涡度柱耦合、正负散度柱耦合的典型双偶结构,构造成产生暴雨的动力机制。降水增强时段与上升速度增强时段有较好的对应关系。

(3) 雷达回波特点是强度不强且分布均匀,持续时间长。同时速度图上有明显的大值区存在,大值区的范围与暴雨落区有很好的对应关系。应用雷达回波的动态,做好预警预报的跟踪服务,弥补前期预报量级上的不足。

(4) 对比 T639、德国、日本数值预报模式的降水预报产品可看出,3 家数值预报对此次降水过程落区的预报均较好。T639 模式的降水预报产品在中心量级上预报得最好,德国模

式在强降水分布上预报较好,而日本模式对强降水中心的落区预报上较好。

#### 参考文献

- [1] 孙建华,周海光,赵思雄. 2003 年 7 月 4 ~ 5 日淮河流域大暴雨中尺度对流系统的观测分析[J]. 大气科学, 2006, 30(6): 1105 - 1107.
- [2] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理与方法[M]. 3 版. 北京: 气象出版社, 2000: 637 - 638.
- [3] 韩桂荣,何金海,梅伟. 2003 年江淮梅雨期一次特大暴雨的研究——中尺度对流和水汽条件分析[J]. 气象科学, 2008, 28(6): 652 - 654.
- [4] 李峰,杨克明,毛冬艳,等. 2005 年“5. 31”湖南大暴雨中尺度模拟和发生机制[J]. 高原气象, 2007, 26(3): 444 - 448.
- [5] 郑仙照,寿绍文,沈新勇. 一次暴雨天气过程的物理量分析[J]. 气象, 2006, 32(1): 105 - 106.
- [6] 黄小玉,陈媛,顾松山,等. 湖南地区暴雨的分类及回波特征分析[J]. 南京气象学院学报, 2006, 29(5): 635 - 643.
- [7] 李军霞,汤达章,李培仁,等. 中小尺度的多普勒径向速度场特征分析[J]. 气象科学, 2007, 27(5): 557 - 563.

(上接第 12088 页)

布置不同种类的梅花盆景(劈干式、梅桩式、龙游式等),充分调度不同主打风格的公司,协调资源,选择具有代表全国梅花盆景流派特点的优质盆景,确保展览效果。

(3) 参展作品的运输。梅花盆景作品的运输是一个不可忽视的重要环节。展品都是精心雕凿的作品,成品周期长。一旦在运输过程中粗心大意,极有可能毁于一旦。为保证催花效果,尽量选用冷藏运输。运输途中避免盆盎破碎、枝条断折。

(4) 展览过程中措施应对。布展具体实施过程要以实际情况适当调整方案。会展期间为保证人员、物资安全,要根据会展期间的具体天气情况、人流量状况、突发状况等合理调节展厅的灯光、温度,限制人流量,组织游览,加强管理,严格控制单向参展。夜间对植株加强小气候环境调节,保证植物的生长所需及展出效果。

#### 5 结语

现阶段,“洋花”占据了我国超过半数的盆景盆栽市场。梅花在盆栽花卉界让出了半壁江山,但在现代旅游、园林应用中还占有一席之地。由于季节影响,梅花以盆景的方式展出,直观地表现了梅花的色、香、姿、韵,提高人们对梅花的美

化、文化、保健、产业的认识,为梅花产业的发展注入新活力。

梅花盛开于初春,正逢我国春节花卉高消费季节,这就为梅花产业的开发与发展带来了巨大的商机。季节性花卉在重大庆典中积极供应,减少了因催花而造成的能源消耗,梅花的应季使用正是低碳环保的具体表现。中国花卉博览会旨在为国内外花卉、园艺、园林业的交流提供平台,成功的花卉布展可以增进企业间的贸易合作,促进花卉产业持续健康发展,因此,如何在纷繁的展厅中独树一帜显得尤为重要。诚然,会展期间难免有些花卉处于非自然花期,这就需要运用一些科学有效的规划、设计、技术、管理措施予以保障。

#### 参考文献

- [1] 李庆卫. 梅研究进展[J]. 北京林业大学学报, 2004(S1): 116 - 122.
- [2] 李庆卫. 梅学术和产业化进展[J]. 北京林业大学学报, 2010(S2): 198 - 202.
- [3] 李树华. 中国梅花盆景史考[J]. 北京林业大学学报, 2004(S1): 101 - 105.
- [4] 贾祥云,李峰,贾曼. 中国盆景起源研究——中国喷就能够艺术形成于魏晋南北朝[J]. 中国园林, 2004(7): 51 - 53.
- [5] 周武忠. 中国盆景艺术鉴赏[J]. 中国园林, 1997, 13(5): 46 - 49.
- [6] 程永生. 观赏植物花期调控技术研究进展[J]. 现代园艺, 2011(2): 7 - 9.
- [7] 虞佩珍. 花期调控原理与技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1986.