

## 论自然景观的季节节奏\*

杨国栋

(首都师范大学地理系 北京 100037)

陈效速

(北京大学城市与环境学系 北京 100871)

摘要 植物物候现象是景观季节节奏宏观、综合的表现,因此,研究物候季节的划分及其波动特点,并进行季节到来早晚的判断和预报,在实践上有助于从整体上把握景观的季节动态,在理论上则有助于丰富和深化对于景观生态环境的认识。本文根据作者近年来的研究成果,对利用植物物候资料进行景观季节节奏研究的主要内容、方法及其应用,作了系统的论述。

关键词: 植物物候, 景观季节, 节奏性。

## ON THE SEASONAL RHYTHM OF NATURAL LANDSCAPE

Yang Guodong

(Department of Geography, Capital Normal University, Beijing, 100037, China)

Chen Xiaoqiu

(Department of Urban and Environmental Sciences, Beijing University, Beijing, 100871, China)

**Abstract** Since plant phenological phenomena are one kind of integrative indicators of the seasonal rhythm in nature, studying the phenological season and its fluctuation and then making the season diagnosis and forecast will contribute to revealing the essential characteristics of the seasonal dynamics of natural landscape and to deepening and to enriching the knowledge of landscape ecology. The principal content, the methodology and the application in research of landscape seasonality using phenological data have been fully and systematically discussed.

Season determination, season diagnosis and season forecast are considered as the three principal contents in research of landscape seasonality. They also indicate a course from basic scientific research to its application.

The method of phenological accumulated frequency for dividing seasons is minutely introduced through examples of the season determination in Shenyang, Beijing, Xuzhou, Wuhan and Guangzhou. This kind of season can be called "landscape season" which can not only represent the macroscopic difference of seasonality between large landscape regions, but also reflect the fine distinction of seasonal changes in a small area.

The seasonal rhythm is an important attribute of landscape dynamics. It means the in-

\* 国家教委留学回国人员科研资助费支持项目。

收稿日期: 1996-01-20, 修改稿收到日期: 1996-10-01。

terannual fluctuation of the beginning date of a season or the length of growing season. Whether the rhythm of a season in a given year belongs to normal or abnormal year-type can be judged using two statistical criteria. Moreover, a close relationship between rhythms of the landscape season and the monthly mean temperature has been found in West Germany. This corresponding relationship has an obvious difference in different landscape regions.

Three simple statistical models have been recommended to forecast the seasonal variation for a site and a region. The case study in Beijing area shows that the regression model can be used to forecast the occurrence date of the indicator phenophase of a season in a given year and to quantitatively describe the dynamic relationship between beginning dates of different seasons.

**Key words:** plant phenology, landscape season, rhythm.

随着景观生态学的兴起,对于景观动态的研究,越来越引起关注。从时间尺度方面考察,景观的动态包括有日变化、季节变化、多年变化以及可持续几十年甚至几个世纪的演替。景观随时间变化的特点,可以由3个独立的参数即变化的韵律、趋势和振幅予以表征<sup>[1]</sup>。一般来讲,景观的日变化和季节变化属于某种规则的韵律波动或周期性变化;景观的多年变化和演替则多属于不规则的韵律波动,并且在某一时期内,呈现出具有一定方向性的趋势变化特点。在景观各种时间尺度的动态中,季节变化构成了诸如能量流、物质流,以及信息流等以年为周期变化的时间背景。由于一定地域内生物第一性生产力的高低和风景旅游资源时序变化的特点等,都在很大程度上取决于当地的季节状况,所以,季节这一尺度的时间背景,与人类的物质生产和精神文化生活的关系特别密切。R. 福尔曼和 M. 戈德罗恩甚至说:“人类历史上最壮观的变革产生于改变自然季节节律的思想<sup>[1]</sup>。”

在季节的认识与利用方面,我国古代很早就有基于天文学知识的二十四节气的季节划分。这种天文季节反映了地球上太阳辐射收支状况的年内差异,因而它在一定程度上体现了天气、气候的季节变化,然而按照这种季节划分,不同地区和同一地区不同年份的季节起讫日期都是相同的,这显然与实际情况不相符合。在近代和现代则有依据大气环流形势和气象要素划分的自然天气季节<sup>[2,3]</sup>和气候季节<sup>[4]</sup>。前者考察的是空间尺度在数千公里以上的大气运行状况的季节变化,因此在相当广阔的地域内,同一季节的起讫日期仍然是相同的;后者考察的虽然是地方性的季节变化,但由于仅用气温单一要素为指标,无法综合地表现自然景观季节动态的特征。

C. 特罗尔曾指出:“我创造了‘景观生态学’这个词,表示支配一个区域不同地域单位的自然-生物综合体的相互关系的分析<sup>[5]</sup>。”而各种生物物候现象正是生物体与自然环境季节性变化之间相互关系的综合表现。因此,从景观生态学的角度考察季节问题,应该以物候作为指标进行季节的划分。正如日本农业气象学家日下部正雄指出的,“在了解季节的演变上,是否还有比利用物理学方法观测各个气象要素更适当的方法,就成为一个值得考虑的问题。其中有一种方法是:调查研究各种植物的发芽、开花、红叶、落叶现象;或者调查鸟类和昆虫以及其他动物的飞来、从冬眠中苏醒过来的姿态、开始鸣叫或隐失不见、停止鸣叫等现象,根据上述这些现象来判断季节的演变<sup>[6]</sup>。”这就是物候学的方法,利用这种方法划分的季节可称之为景观季节。

如果掌握了一个地方或区域不同营养级的物候季节演变特征,以及非生物环境的季节性变化参数,便可以认识生态系统内的各种季节现象是如何相互依存和同步出现的,进而揭示出调节季节性现象的机理<sup>[7]</sup>。这正是研究景观季节及其划分的生态学意义。

此外,由于植物物候现象是景观生态环境季节节奏性的综合指示器<sup>[8]</sup>和气候因子变化的积分仪<sup>[9]</sup>,它

农业生产的关系,比起无机环境的季节动态与之的关系更加密切,这是因为“物候的数据是从活的生物上得来,用来指导农事活动就很直接。”<sup>[10]</sup>因此,依据物候现象划分季节,研究其演变特征,还具有重要的生产实践意义。

### 1 景观季节节奏的划分

以物候现象划分季节,大体有两种方法。一种是依据经验,采用单一物候现象的出现,作为某个季节到来的标志,例如在德国,连翘(*Forsythia suspensa*)始花的日期被认为是春季开始的标志<sup>[11]</sup>,在我国一些地方,把洋槐或苦楝开花作为初夏开始的标志<sup>[12]</sup>,这种划分季节的方法在确定物候标志时任意性较大;另一种方法采用几十种植物某一物候现象发生日期的特定累积频率数值,作为划分季节的指标,如以10%的树木芽开始膨大作为一个地方初春开始的指标等(详见表1),称为物候频率统计法<sup>[1]</sup>,该方法以统计分析为依据,可从总体上比较客观地反映一个地方自然景观季相变化的阶段性。

表1 指示景观季节开始的物候期及其累积频率

Table 1 Phenophases and their accumulated frequencies indicating the beginning of landscape seasons

| 季节<br>Season                           | 春季<br>Spring          |                      |                          | 夏季<br>Summer             |                            | 秋季<br>Autumn               |                      | 冬季<br>Winter                     |                      |
|----------------------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|
|                                        | 初春<br>Early<br>spring | 仲春<br>Mid-<br>spring | 晚春<br>Late<br>spring     |                          | 初夏<br>Early<br>summer      | 仲夏<br>Mid-<br>summer       | 晚夏<br>Late<br>summer | 初冬<br>Early<br>winter            | 隆冬<br>Mid-<br>winter |
| 物候期<br>Phenophase                      | 芽始膨大<br>Budburst      | 花盛<br>Full<br>bloom  | 展叶始<br>Leaf<br>emergence | 展叶盛<br>Leaf<br>spreading | 叶始变色<br>Leaf<br>coloration | 叶始变色<br>Leaf<br>coloration | 落叶始<br>Leaf<br>fall  | 落叶末<br>Shedding of<br>all leaves | 落叶末<br>Leaf fall     |
| 累积频率(%)<br>Accumulated<br>frequency(%) | 10                    | 10                   | 50                       | 90                       | 5                          | 50                         | 50                   | 50                               | 100                  |

利用物候频率统计法,对北京城近郊区景观季节的划分结果<sup>[13]</sup>列如表2,对我国东部一些地方景观季节划分的结果<sup>[16]</sup>见表3。

表2 北京平原各景观季节的到来日期及其标准差(1962~1968年,1972,1976~1979年)

Table 2 The average date and the standard deviation of landscape seasons on the Beijing Plain

| 季节<br>Season              | 春季<br>Spring          |                      |                      | 夏季<br>Summer          | 秋季<br>Autumn         |                      | 冬季<br>Winter          |                      |      |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------|
|                           | 初春<br>Early<br>spring | 仲春<br>Mid-<br>spring | 晚春<br>Late<br>spring | 初秋<br>Early<br>autumn | 仲秋<br>Mid-<br>autumn | 晚秋<br>Late<br>autumn | 初冬<br>Early<br>winter | 隆冬<br>Mid-<br>winter |      |
| 平均日期<br>Average date      | 2.28                  | 4.4                  | 4.17                 | 5.5                   | 9.18                 | 10.4                 | 19.21                 | 11.12                | 12.7 |
| 标准差<br>Standard deviation | 6.5                   | 5.0                  | 4.3                  | 7.3                   | 8.8                  | 7.4                  | 6.2                   | 1.2                  | 8.2  |

依据表2中各季节开始的平均日期,很容易从北京的物候历<sup>[14]</sup>中找到这些季节到来的标志性物候现象。例如初春的标志性物候是山桃和垂柳芽始膨大,旱柳芽开放;初夏的标志性物候是油松和构橘花末,洋槐始花至花盛等。这些在统计分析基础上确定的季节到来的物候标志,具有宏观季相的指示意义和明显的地区性特征。不同地区同一季节开始的物候标志不相同,正说明各地在植物群落及其景观季节节奏方面的差异性。

由表3可知,我国东部几个城市各季节开始的日期及其区域差异的情况,并可据此进一步计算出它们沿纬度方向进展的速率。概括地讲,在沈阳与北京之间,武汉与徐州之间,各季节到来日期的纬向进展速率较慢,分别为2.5~16.0d/1纬度和4.3~5.1d/1纬度;而在北京与徐州之间,武汉与广州之间,各季节到来

日期的纬向进展速率则较快,分别为 $0.0\sim 3.6\text{d}/1^\circ$ 纬度和 $0.0\sim 1.3\text{d}/1^\circ$ 纬度。这一结果反映出东北、华北、中等自然地理区域内部季节更替具有趋于一致的特点。由此可见,大的景观生态区域特征的一致性不仅表现为各种景观生态要素组合性质的相似,而且也表现在景观季节变化的相似上。

表3 1967年中国东部5城市各季节开始日期(月·日)

Table 3 The beginning date of landscape seasons of the five cities in the Eastern China in 1967 (Month·Date)

| 地点<br>Sites  | 春季<br>Spring          |                      |                      | 夏季<br>Summer | 秋季<br>Autumn          |                      |                      | 冬季<br>Winter          |                      |
|--------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
|              | 初春<br>Early<br>spring | 仲春<br>Mid-<br>spring | 晚春<br>Late<br>spring |              | 初秋<br>Early<br>autumn | 仲秋<br>Mid-<br>autumn | 晚秋<br>Late<br>autumn | 初冬<br>Early<br>winter | 隆冬<br>Mid-<br>winter |
| 沈阳 Shenyang  | 3.17                  | 4.16                 | 4.26                 | 5.11         | 9.3                   | 9.28                 | 10.8                 | 10.23                 | 11.23                |
| 北京 Beijing   | 2.25                  | 4.6                  | 4.16                 | 5.1          | 9.18                  | 10.3                 | 10.23                | 11.17                 | 12.12                |
| 徐州 Xuzhou    | 2.20                  | 3.22                 | 4.11                 | 5.1          | 9.23                  | 10.23                | 10.28                | 11.27                 | 12.22                |
| 武汉 Wuhan     | 2.15                  | 3.7                  | 4.1                  | 4.26         | 10.13                 | 11.7                 | 11.17                | 12.7                  | 12.27                |
| 广州 Guangzhou | 2.10                  | 3.2                  | 3.22                 | 4.26         | 10.23                 | —                    | —                    | —                     | —                    |

从沈阳景观季节开始日期与当地一些关键性农业界限温度出现日期的比较来看,它们之间有着较好的吻合关系。例如,日均温稳定通过 $0^\circ\text{C}$ 的日期,在沈阳多年平均为3月19日,而沈阳初春到来的平均日期为3月22日<sup>[13]</sup>,二者相差只有3d。“这时正是冬过春至,农田土壤开始解冻,进入冬麦开始返青,油菜、春麦等早春作物开始播种,烟草进行保温育苗的季节”,亦即田间作业的开始期<sup>[13]</sup>。此外,在农业气候资源的研究中,通常以日均温稳定通过 $10^\circ\text{C}$ 期间的日数,表示大多数作物的活跃生长期。这一时期在沈阳多年平均是从4月22日开始到10月8日结束,也恰与该地景观季节的仲春开始到仲秋结束的多年平均日期4月19日至10月6日相近。这种以物候频率统计法划分的景观季节与农事季节可以相互参照的情况,不独在沈阳,在对北京地区同类问题的研究中亦得到了验证<sup>[17,14]</sup>。应该指出的是,这种比较,只是就平均状况而言。当进行逐年的比较时,二者的差异要大得多,大体是物候的年际波动较小,而同期日均温的年际波动较大。有关的研究还表明,物候期和与其多年平均日期接近的日均温大于等于某一界限温度初、终日之间,相关系数很少达到显著的水平。因此,就某一年而言,二者并不具有可比性和相互替代性<sup>[16]</sup>。

运用物候指标进行季节划分,不仅具有上述揭示广大地域之间景观季节宏观差异的作用,而且还具有诊断小尺度景观季节细微差别的功能。后者可以从对北京樱桃沟自然保护区的景观季节研究,予以说明。

樱桃沟位于北京城西北方向约20km的香山附近,是一个走向近于北北西,具有常年流水的狭窄沟谷。沟里的景观季节大体构成一种春短(71d)、夏长(130d)、秋短(49d)、冬长(115d)的节奏性循环<sup>[19]</sup>。在这年复一年的季节循环中,花开花落、叶绿叶黄,构成了那里景观季相变化的时序之美:初春草木萌动,“草色遥看近却无”;仲春花潮起伏,万紫千红结队来;晚春“绿肥红瘦”;夏季浓荫匝地,万绿丛中几点红;初秋山色初染;仲秋叶色斑斓;晚秋落叶萧萧;初冬霜叶凋零;隆冬万木萧疏。如果将北京城区与樱桃沟的景观季节来临早晚作一比较<sup>[14,19]</sup>,便可以发现,除了晚秋和冬季的到来时间樱桃沟比近城平原地区稍微提前几天之外,其余各季节到来的时间都是樱桃沟稍晚。这虽然不过一两天、三五天的季节早晚之差,却可以引发“洛阳城里花如雪,陆浑山中今始发”的审美新奇感。在仲春至初夏期间,当北京城里一些春花先凋无处寻觅时,到樱桃沟却可以惊奇地重新发现(表4)。可见,这种景观季相上的时间差,是一种宝贵的旅游资源。

从以上的例证可以看出,景观季节的研究,不仅有助于考察各地生物第一性生产的潜力,以促进物质财富的创造,从而改善人们的物质生活;而且在揭示景观的审美价值,特别是在揭示一个地方的景观时序美方面,具有不可替代的作用。如果对于后者予以科学的总结、分析和研究,将有助于设计和改善人类的景

生态环境,使之具有更多的精神文化内涵<sup>[20,15]</sup>。

表4 樱桃沟与城区春至初夏平均花期的比较(月·日)

Table 4 Comparison of average flowering dates between Yingtao Valley and the city proper of Beijing from the spring to the early summer (Month, Date)

| 地点<br>Sites              | 山桃始花<br>First flowering date<br>of <i>Prunus davidiana</i> | 杏始花<br>First flowering date<br>of<br><i>Prunus armeniaca</i> | 紫丁香始花<br>First flowering date<br>of<br><i>Syringa oblata</i> | 黄刺玫花盛<br>Full bloom date<br>of <i>Rosa xanthina</i> | 洋槐花盛<br>Full bloom date of<br><i>Robina pseudoacacia</i> |
|--------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 城区<br>City proper        | 3. 22                                                      | 4. 4                                                         | 4. 15                                                        | 4. 25                                               | 5. 8                                                     |
| 樱桃沟<br>Yingtao Vally     | 3. 30                                                      | 4. 12                                                        | 4. 18                                                        | 4. 30                                               | 5. 13                                                    |
| 相差天数<br>Difference(days) | 8                                                          | 8                                                            | 3                                                            | 5                                                   | 5                                                        |

## 2 景观季节节奏的判断

以上是就景观季节的多年平均状况而言的。这种平均状况构成了认识逐年景观季节节奏的准绳。有了这一准绳才可以考察各年景观季节节奏的变化。在一年之内,各季节开始的早晚及其延续时间的长短,形成一个地方该年实际的季节节奏,二者之中,季节开始的早晚又是决定性的。所以,判断景观季节节奏逐年的具体状况,首先要注意各季节开始日期的早晚,其判据有两个<sup>[21]</sup>,

第一个是:

$$X, -\bar{X} \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} 0$$

式中  $X$ , 表示用来指示季节的物候现象在某一年的发生日期, $\bar{X}$ 是该物候现象的多年平均发生日期。当  $X, -\bar{X} < 0$  时,表示季节偏早; $X, -\bar{X} > 0$  时,表示季节偏晚。

从以上判据只能了解某个季节到来的相对早晚,还无法据此判断其提早或推迟的程度是否属于正常。对此可以使用第二个判据:

$$|X, -\bar{X}| \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} S,$$

式中  $X$ , 和  $\bar{X}$  的含义同判据一, $S$ , 表示季节性物候标志发生日期的标准差。

当  $|X, -\bar{X}| < S$ , 时,表示该年季节早晚属于正常年型,若  $(X, -\bar{X}) < 0$ ,表示正常偏早;若  $(X, -\bar{X}) > 0$ ,表示正常偏晚。

当  $|X, -\bar{X}| > S$ , 时,表示该年季节早晚属于异常年型,若  $(X, -\bar{X}) < 0$ ,表示异常偏早;若  $(X, -\bar{X}) > 0$ ,表示异常偏晚。

表5 北京玉渊潭公园景观季节年型的判断结果(1979~1986年)

Table 5 The year-type of landscape seasons in Yuyuantan Park of Beijing

| 年份 Year      | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 春季<br>Spring | 异早*  | 正常   | 正常   | 正常   | 正常   | 正常   | 异晚   | 正常   |
| 夏季<br>Summer | 异晚** | 正常   | 异早   | 异早   | 正常   | 正常   | 正常   | 正常   |
| 秋季<br>Autumn | 异早   | 正常   | 正常   | 正常   | 正常   | 正常   | 异晚   | 正常   |
| 冬季<br>Winter | 正常   | 正常   | 正常   | 异晚   | 正常   | 正常   | 异早   | 正常   |

\* 异常偏早 \*\* 异常偏晚

运用以上判据对北京地区景观季节变化年型划分的结果列如表5。由表5可以看出,就一个特定的年份而言,存在着春季到来正常,其后一些季节到来的早晚亦趋正常(如1980,1981,1983,1984,1986年);春季到来异常,其后一些季节到来的早晚亦趋异常(如1979,1985年)的大致对应关系。因此,对于春季到来早晚年型的判断,具有推断全年各季节早晚的作用。此外,还可以据春季到来的早晚推估当年生长季节持续时间的长短趋势<sup>[11]</sup>。这样就可以为当年农业生产的因时制宜,做到不违农时,提供季节背景方面的依据。

对德国西部近30年来(1960~1989年)代表性景观区季节变化年型的划分结果表明,自前春至初夏这段时期,一些地区的植物物候年型与该物候现象发生时的月均温年型之间存在着明显的节奏性对应,也即月均温异常偏高的年份往往对应着物候上季节异常偏早的年份;月均温异常偏低的年份则对应着物候上季节异常偏晚的年份。这种物候早晚年型与气候冷暖年型的对应性,具有明显的区域差异。就前春到来的物候标志欧洲榛子(*Corylus avellana*)始花和1、2月月均温来说,这种偏暖(气候)-偏早(物候)年型和偏冷(气候)-偏晚(物候)年型组合所对应的年份在北德平原、南德台地和阿尔卑斯山前山三个景观区基本一致,但它们与中德和南德中、高山区上述年型组合所对应的年份却很少相同;后两个景观区在气候冷暖和物候早晚年型组合所对应的年份方面则完全一致<sup>[12]</sup>(表6)。由此可见,景观季节的年型具有指示一定景观区内较长时段(如两个月)气候冷暖波动的作用。这对于研究景观季节节奏对气候变化的动态响应和评价一个区域内气温条件的空间差异及其年际波动特点,都具有科学价值和实践意义<sup>[13]</sup>。

表6 德国西部欧洲榛子始花期早晚年与1、2月气候冷暖年的对应关系

Table 6 Cold-late and warm-early years based on the mean temperature of January and February and the first flowering date of *Corylus avellana* in West Germany

| 景观区                                               | 冷-晚年                   | 暖-早年             |
|---------------------------------------------------|------------------------|------------------|
| Landscape region                                  | Cold-late year         | Warm-early year  |
| 北德平原                                              | 1963, 1979, 1985, 1987 | 1974, 1975, 1988 |
| North German Plain                                |                        |                  |
| 南德台地                                              | 1963, 1985, 1987       | 1974, 1975, 1988 |
| South German Tableland                            |                        |                  |
| 阿尔卑斯山前山                                           | 1963, 1985, 1987       | 1974, 1975, 1988 |
| Foreland of the Alps                              |                        |                  |
| 中德中高山区                                            | 1963, 1986             | 1961, 1966, 1989 |
| Middle and High Mountain Areas of Central Germany |                        |                  |
| 南德中高山区                                            | 1963, 1986             | 1961, 1966, 1989 |
| Middle and High Mountain Areas of South Germany   |                        |                  |

### 3 景观季节节奏的预测

在实际应用中,不仅需要在一季节到来之后及时判断其到来的早晚和是否属于正常,而且尤其需要在它之前对未来季节到来的早晚做出预报。依据竺可桢阐明的物候现象发生的顺序性、相关性规律<sup>[1]</sup>,可以用以下三种模式对具有明显季节指示意义的物候现象发生期进行推算,从而对不同季节到来的早晚做出预报<sup>[14,15]</sup>:

$$Y = X - (\bar{Y} - \bar{X}) \quad (1)$$

$$Y = \bar{Y} - S_y/S_x(X - \bar{X}) \quad (2)$$

$$Y = a - kX \quad (3)$$

式中,

$Y$ : 预报对象发生日期的预测值

$\bar{Y}$ : 预报对象发生日期的多年平均值

$X$ : 预报因子发生日期的多年平均值

$X$ : 预报因子发生日期在预报年份的观测值

$S_y$ : 预报对象  $Y$  多年观测值的标准差

$S_x$ : 预报因子  $X$  多年观测值的标准差

$a$ : 回归常数

$b$ : 回归系数

遵循以上的建模思路,以一个地方物候现象发生的平均日期、标准差(1)、(2)式和多年物候观测记录(3)式,即可求得适用于该地的推算标志景观季节变化的物候期的经验公式。这些经验公式不仅可以用来进行当地逐年景观季节到来早晚的预报,还可以定量地描述那里季节节奏的变化情况。例如,利用竺可桢对北京城区几种乔灌木24a的观测记录,通过回归分析得到了下面一组经验公式<sup>[23]</sup>:

$$\bar{Y}_{\text{杏始花}} = 19.8 + 0.85X_{\text{山桃始花}} \quad (4)$$

$$\bar{Y}_{\text{紫丁香始花}} = 27.5 + 0.82X_{\text{杏始花}} \quad (5)$$

$$\bar{Y}_{\text{紫丁香始花}} = 39.0 + 0.75X_{\text{山桃始花}} \quad (6)$$

$$\bar{Y}_{\text{洋槐花盛}} = 91.7 + 0.35X_{\text{紫丁香始花}} \quad (7)$$

$$\bar{Y}_{\text{洋槐花盛}} = 99.1 + 0.31X_{\text{杏始花}} \quad (8)$$

当把某年观测到的预报因子山桃始花、杏始花、紫丁香始花的日期,以序日(即某月、日从元旦计起的排序日)分别代入(4)~(8)式,就可以推算出该年杏始花、紫丁香始花、洋槐花盛期发生的序日。此外,从这些经验公式还可以得知,在北京城区平均来说,如果山桃始花每提前或迟后1d,其后开花的杏树和紫丁香的始花则相应地分别提前或迟后0.85d((4)式)和0.75d((6)式);如果杏始花每提前或迟后1d,其后的紫丁香始花和洋槐花盛则相应地分别提前或迟后0.82d((5)式)和0.31d((8)式);如果紫丁香始花每提前或迟后1d,其后的洋槐花盛则相应地提前或迟后0.35d((7)式)。这种物候现象发生的先后有序,迟早相随的情况,反映着一个地方景观季节节奏的特征。

在以上建模思路的基础上,如果采用一个地区的物候时空样本序列(多个地点的逐年物候发生期序列组合),建立物候期预报的区域性经验公式,则可以进行采样区域内多个地点的景观季节早晚的推算,这已被华北地区 and 新疆地区物候区域测报模式的个例研究所证实<sup>[21,25]</sup>,从而表明,景观的季节节奏在一定的时间和地域范围内,具有某种统一性。

#### 4 结语与展望

4.1 使用植物物候资料划分景观季节,进行季节早晚的判断和预报,这是一个从基础研究到实际应用的进程。景观季节节奏的状况构成了一个地方以年为周期因时制宜、不违农时的基本时间背景。我国古代编制的《月令》、二十四节气、以及七十二候等,是当时对于这种时间背景的研究成果。在现代科学的物候观测基础上,编制各地的物候历,利用数理统计的方法进行景观季节的划分,可以比较客观并综合地揭示广大地域之间以及局地小环境景观季节节奏的状况,使之成为进一步考察季节节奏动态的准绳。

4.2 景观季节节奏的年际波动直接影响到当年时宜的把握。通过计算植物物候期的某些统计特征量如距平和标准差,可以确定季节节奏早与晚、正常与异常的不同年型。由于一些地区春季到来的早晚与其后某些季节到来早晚和持续时间长短之间存在着较好的对应关系,所以,通过对每年春季早晚的判断和预报,就可以为更好地把握当年的时宜,安排、组织农业物质生产和社会精神文化生活,使之与自然界的节奏性尽量协调,提供一种科学的依据。此外,景观季节节奏的年际波动还具有指示气候冷暖年际波动的作用,然而,两者波动节奏的时间对应性关系表现出明显的区域差异,揭示这种动态的区域差异规律性,将丰富景观区划的理论,并可拓展景观区划的应用范围<sup>[22]</sup>,对于研究全球环境变化的区域响应问题,也具有重要意义。

4.3 在人与自然界季节节奏性谐和关系的探求中,进行景观季节动态的预测,无疑是十分重要的。本文介绍了3种简便、常用的统计模式。对此,还有待于众多地区的验证和深入探索,使之臻于完善。

#### 参 考 文 献

- 1 R. 福尔曼, M. 戈德罗恩. 景观生态学. 北京: 科学出版社, 1990, 226~228, 148

- 2 叶笃正,朱抱真.从大气环流变化论东亚过渡季节的来临.气象学报,1955,26(1~2):71~87
- 3 刘匡南,邬鸿勋.近五年东亚夏季自然天气季节的划分及夏季特征的初步探讨.气象学报,1956,27(3):219~242
- 4 张宝坤.中国四季之分布.地理学报,1934,1(1):1~18
- 5 C.特罗尔.景观生态学.(林超译).地理译报,1983,(1):1~7
- 6 日本农业气象学会编.农业气象学基础.北京:科学出版社,1963.334
- 7 H.利思主编.颜邦调等译.物候学与季节性模式的建立.北京:科学出版社,1984.1~12
- 8 H. Leser. *Landschaftsoekologie*. Eugen Ulmer Verlag Stuttgart, 1994
- 9 张福春,丘宝剑.县级农业气候分析和区划.北京:气象出版社,1984.157
- 10 竺可桢,宛敏渭.物候学.北京:科学出版社,1980.4,79
- 11 Deutscher Wetterdienst. *Anleitung fuer den phaenologischen Beobachter*. Offenbach am Main, 1991, 37, Anlage 2(1)
- 12 宛敏渭主编.中国自然历选编.北京:科学出版社,1986.6
- 13 杨国栋.中国东部地区物候季节划分的初步探索.河南师范大学学报(自然科学版),1983,1:69~76
- 14 杨国栋,陈效述.北京地区物候季节的初步研究.北京师范学院学报(自然科学版),1980,2:110~119
- 15 杨国栋,陈效述.北京地区的物候日历及其应用.北京:首都师范大学出版社,1995.123~156.3~58
- 16 辽宁省气象局编.辽宁农业气象实用手册.沈阳:辽宁人民出版社,1981.130
- 17 高汉民,王伟民.北京农业气候资源利用中的主要问题.气象,1980,8:15~16
- 18 Xiaoqiu Chen. *Untersuchung zur zeitlich-raeumlichen Aehnlichkeit von phaenologischen und klimatologischen Parametern in Westdeutschland und zum Einfluss geoekologischer Faktoren auf die phaenologische Entwicklung im Gebiet des Taunus*. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Nr. 189, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main, 1994, 43~73, 80~84
- 19 杨国栋.樱桃沟的物候季节与时序美.见:袁在富主编.《北京樱桃沟自然保护区试验工程论文集》.北京:中国林业出版社,1992.32~41
- 20 龚高法.北京城市绿化中的若干物候学问题.见:《环境变迁研究》第2~3合辑.北京:海洋出版社,1989.106~112
- 21 陈效述.华北地区春夏季的物候季节节奏研究.地理科学,1990,10(2):69~76
- 22 Xiaoqiu Chen. *Phaenologische und klimatologische Raumgliederung Westdeutschlands*. *Geographische Rundschau*, 1995, 47(5):312~317
- 23 杨国栋,陈效述.树木物候期之间的相关回归分析.农业气象,1985,1:49~52
- 24 杨国栋.季节预报的准最适物候回归模式研究.首都师范大学学报(自然科学版),1994,4:79~84
- 25 杨国栋,徐克.新疆地区物候测报模式的统计研究.北京师范学院学报(自然科学版),1991,1:85~90