

基于耦合协调模型的恩施州茶旅融合发展研究

郝胜远¹, 翟绪军^{2*}

(1. 黑龙江八一农垦大学, 黑龙江大庆 163319; 2. 闽江学院, 福建福州 350108)

摘要 以2009—2018年恩施州茶产业和旅游业数据为研究对象, 确立评价指标体系, 测度产业发展水平, 构建耦合协调模型, 进行定量分析。结果表明, 恩施州茶旅产业的耦合度较强且稳定, 耦合协调度逐年增长, 协调等级从2009年的极度失调到2018年的优质协调。根据研究结论, 从茶旅融合政策、基础设施、茶旅组合产品、茶旅品牌和人才队伍建设提出相应建议。

关键词 耦合协调; 茶产业; 旅游业; 融合

中图分类号 S-9 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)17-0226-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.17.057



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research on the Integration Development of Tea Industry and Tourism Industry in Enshi Prefecture Based on Coupling Coordination Model

HAO Sheng-yuan¹, ZHAI Xu-jun² (1. Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319; 2. Minjiang University, Fuzhou, Fujian 350108)

Abstract Based on the data of tea industry and tourism in Enshi Prefecture during 2009 - 2018, this paper established the evaluation index system, measured the industrial development level, constructed the coupling coordination model and carried out quantitative analysis. The results showed that the coupling degree of Enshi tea tourism industry is strong and stable, the coupling coordination degree increases year by year, and the coordination level is from the extreme imbalance in 2009 to the high-quality coordination in 2018. According to the research conclusion, the paper puts forward corresponding suggestions from the aspects of tea tourism integration policy, infrastructure, tea tourism portfolio products, tea tourism brand and talent team construction.

Key words Coupling coordination; Tea industry; Tourism; Integration

随着经济的高速增长和现代社会的迅速发展, 迫切需要新的生产模式代替传统生产模式, 以适应产业发展的新要求。而产业融合能够有效地解决此问题, 产业之间的融合是经济发展的必然趋势。2018年, 文化旅游部发布的《关于促进乡村旅游可持续发展的指导意见》中提出, 加快乡村旅游与农业等领域的深度融合, 推进农村一二三融合发展。《中国茶叶产业“十三五”发展规划》也提出, 要推动茶叶产业与旅游产业的融合发展。截至2018年底, 恩施州茶园总面积超10.667万hm², 茶叶综合产值约140亿元, “恩施玉露”品牌价值达到18.07亿元, 是湖北第一历史名茶, 获得中国优秀茶叶区域公用品牌。2018年恩施州接待旅客7117万人次, 旅游总收入533亿元, 旅游业呈现井喷式发展。在2018年恩施晒茶产业发展大会上, 提到当前在茶旅融合方面上成效显著, 取得了产业融合的承载效益, 在这方面还大有文章可做, 因此要坚持茶产业与旅游业融合发展。恩施州具有良好的茶产业基础和丰富的茶文化资源, 随着交通的不断便捷, 恩施州的旅游业正在蓬勃发展。

由于茶产业的特殊性, 国外对于茶旅融合研究较少。国内对茶产业和旅游业融合的研究主要集中在三大方面, 一是茶旅融合的开发模式进行大量的探讨和分析, 形成了具有地区特色的融合模式, 包括综合主题和附会型模式^[1]、山区产业协同发展模式^[2]、茶旅一体化模式^[3]、生态观光、茶旅小镇、创意空间和田园模式^[4]、民宿发展模式^[5]、一体化山水景

观模式^[6]; 二是对茶文化旅游的概念和类型进行了界定, 认为茶文化旅游是一种多功能性的新型旅游, 具有多种类型^[7-9]; 三是针对不同地区和不同地域茶旅融合问题、现状, 提出相应的对策^[10-13]。通过对文献进行梳理可以发现茶产业与旅游业融合的研究多以定性为主, 缺乏定量分析, 旅游与茶叶作为恩施州优势产业, 却鲜有对恩施州茶旅融合现状、机理等方面的研究。基于此, 笔者依据恩施州茶旅相关数据通过建立物理耦合模型, 定量研究二者的融合发展水平, 把握二者的融合特点与规律, 并对恩施州茶产业和旅游业融合进一步发展提出建议。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区域与研究对象 恩施州是中国茶树起源地之一, 茶叶面积、产量均居湖北省第一位, 在全国地市级产茶区中居第五位, 旅游资源也十分丰富, 拥有独特的自然景观资源和少数民族文化资源, 目前全州有5处国家自然保护区, 3处省级以上地质公园, 7处省级及以上森林公园, 3处省级及以上风景名胜区和1处国家湿地公园。以恩施州茶产业和旅游业作为研究对象, 就融合程度进行研究, 数据选择限定在2009—2018年。

1.2 研究方法

1.2.1 评价指标体系的构建。 在前人研究的基础上, 考虑到恩施州茶产业的现实数据和发展现状, 在茶产业系统内选取茶园面积、茶叶产量、茶叶综合产值、茶叶企业数量、茶叶龙头企业5个指标; 在旅游业指标选取过程中, 根据统计数据的完整性和数据获取的便利性, 考虑恩施州旅游业的发展现状, 选取旅游总收入、国内旅游人数、国外旅游人数、4A级以上景区数、旅行社数量和三星及以上饭店数5个指标, 最后构建恩施州茶产业和旅游业的评价指标体系(表1)。

基金项目 国家社会科学基金资助项目(19BJL054)。

作者简介 郝胜远(1996—), 男, 湖北恩施人, 硕士研究生, 研究方向: 农业经济与政策。*通信作者, 教授, 博士, 从事乡村振兴、区域经济理论与政策研究。

收稿日期 2020-11-02; **修回日期** 2020-12-06

1.2.2 确定指标权重。采用熵值法来确定指标的权重。

第一步,求 i 年份第 j 指标占指标的比重:

$$A_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad (1)$$

第二步,计算第 j 项指标的熵值 b_j :

$$b_j = \frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n A_{ij} \ln A_{ij}, 0 \leq b_j \leq 1 \quad (2)$$

第三步,计算第 j 项指标的差异性系数 c_j :

$$c_j = 1 - b_j \quad (3)$$

第四步,定义指标权重 W_j :

$$W_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j}, j=1, 2, \dots, m \quad (4)$$

最后根据公式得出恩施州茶产业和旅游业产业的综合评价指标权重(表 1)。

表 1 恩施州茶产业和旅游业评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of tea industry and tourism in Enshi Prefecture

一级指标 First level indicator	二级指标 Secondary indicator	权重 Weight
茶产业 Tea industry	茶园面积(hm^2)	0.207 5
	茶叶产量(t)	0.232 0
	茶叶综合产值(亿元)	0.217 2
	茶叶企业数量(个)	0.224 8
	茶叶龙头企业(个)	0.118 4
旅游业 Tourism	旅游总收入(亿元)	0.252 7
	国内旅游人数(万人)	0.215 5
	国外旅游人数(万人)	0.143 4
	4A 级以上景区数(个)	0.165 5
	旅行社数量(个)	0.133 1
	三星及以上饭店数量(个)	0.089 7

1.2.3 产业综合评价。根据标准化数据和权重,分别建立差产业和文化产业发展水平评价函数。

茶产业:

$$E(x) = \sum_{i=1}^m W_i Y_{ij} \quad (5)$$

旅游业:

$$F(y) = \sum_{i=1}^m W_i Y_{ij} \quad (6)$$

式中, $E(x)$ 表示恩施州茶产业的综合发展水平函数; $F(y)$ 表示恩施州旅游业的综合发展水平函数; m 表示文化和旅游产业的指标量; W_i 表示两产业各项指标的权重; Y_{ij} 表示数据的标准化值。

1.2.4 耦合协调模型构建。采用耦合原理对恩施州茶产业与旅游业融合发展的耦合协调程度进行定量分析。

耦合度模型:

$$C = \sqrt{\frac{E(x) \times F(y)}{[E(x) + F(y)]/2}} \quad (7)$$

耦合协调度模型:

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (8)$$

其中,

$$T = \alpha E(x) + \beta F(y) \quad (9)$$

式中, C 表示耦合度, $C \in [0, 1]$, C 越大,表示两系统的耦合

程度越好; T 表示整体协调 α, β 待定系数,他们分别表示茶产业和旅游业的重要程度,这里认为它们二者同等重要,故取 $\alpha = \beta = 0.5$; D 表示耦合协调度, $D \in [0, 1]$,越趋近于 1,表示茶产业和旅游业的融合程度越高。依据学者侯兵等^[14-15]对耦合等级和耦合协调等级的划分,确定茶产业和旅游业耦合协调度等级划分标准(表 2)。

表 2 耦合协调度等级划分标准

Table 2 Classification criteria of coupling coordination degree

耦合协调度 D 值区间 Coupling coordination degree D value interval	协调等级 Coordination level	耦合协调程度 Degree of coupling and coordination
(0.0~0.1)	1	极度失调
[0.1~0.2)	2	严重失调
[0.2~0.3)	3	中度失调
[0.3~0.4)	4	轻度失调
[0.4~0.5)	5	濒临失调
[0.5~0.6)	6	勉强协调
[0.6~0.7)	7	初级协调
[0.7~0.8)	8	中级协调
[0.8~0.9)	9	良好协调
[0.9~1.0)	10	优质协调

1.3 数据来源与处理 数据来自 2009—2018 年《恩施州统计年鉴》和《恩施州国民经济和社会发展统计公报》。缺失数据由恩施州统计局提供。

由于茶产业和旅游业的评价系统以及评价指标不同,每个评价指标的度量单位也不同,为了比较和联系茶产业和文化产业的两个系统和指标,需要统一处理全部的数据。该研究采用无量纲化的方式进行数据处理,公式如下:

$$Y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (10)$$

式中, i 代表年份; j 代表指标; Y_{ij} 表示数据的标准化值, x_{ij} 表示原始指标值, $\max x_{ij}$ 和 $\min x_{ij}$ 分别表示为 x_{ij} 的最大值和最小值。为了避免在取对数时出现没有意义的情况,对指标数据标准化统一加上 0.000 1,公式如下:

$$Y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} + 0.000 1 \quad (11)$$

2 结果与分析

结合上述模型和公式,计算 2009—2018 年恩施州茶产业和旅游业的产业综合评价指数 $E(x)$ 、 $F(y)$ 、耦合度 C 、协调指数和两者的耦合协调度 D ,结果见表 3。

2.1 产业评价指数 构建 2009—2018 年恩施州茶产业和旅游业融合发展变化图(图 1)。从图 1 和表 3 中看出,2009—2018 年恩施州茶产业和旅游业评价指数呈现稳步上升的趋势。恩施州茶产业评价指数从 0.000 1 上升到 0.976 2,旅游业产业评价指数从 0.013 4 上升到 0.981 3,期间两者都没有出现下降的趋势。根据茶产业和旅游产业发展水平的不同,可以将融合度划分为 3 种不同类型:①当 $E(x) > F(y)$ 时,属于旅游产业发展滞后型;②当 $E(x) = F(y)$ 时,属于茶产业旅游产业发展同步型;③当 $E(x) < F(y)$ 时,属于茶产业发展滞

后型^[14]。由此判定,2009—2013年,为茶产业发展滞后型,说明旅游业对茶产业的影响更大;2014—2017年,为旅游业

发展滞后型,说明茶产业对旅游业的影响更大;2018年,两产业发展基本同步,说明两产业的发展水平逐渐相近。

表3 恩施州茶产业和旅游业融合测评结果

Table 3 Evaluation results of tea industry and tourism integration in Enshi Prefecture

年份 Year	茶产业评价指数 Tea industry evaluation index [$E(x)$]	旅游业评价指数 Tourism evaluation index [$F(y)$]	耦合度 Coupling(C)	协调指数 Coordination index(T)	耦合协调度 Coupling and coordination(D)	协调等级 Coordination level
2009	0.000 1	0.013 4	0.171	0.007	0.034	极度失调
2010	0.145 3	0.155 1	0.999	0.150	0.387	轻度失调
2011	0.225 4	0.307 1	0.988	0.266	0.513	勉强协调
2012	0.335 4	0.452 1	0.989	0.394	0.624	初级协调
2013	0.397 9	0.446 5	0.998	0.422	0.649	初级协调
2014	0.574 8	0.445 0	0.992	0.510	0.711	中级协调
2015	0.728 3	0.627 7	0.997	0.678	0.822	良好协调
2016	0.814 7	0.750 4	0.999	0.783	0.884	良好协调
2017	0.923 0	0.798 8	0.997	0.861	0.927	优质协调
2018	0.976 2	0.981 3	0.999	0.979	0.989	优质协调

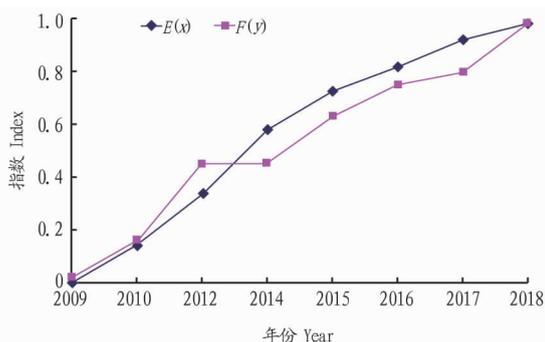


图1 2009—2018年恩施州茶产业和旅游业融合发展变化

Fig. 1 Development of tea industry and tourism industry in Enshi Prefecture during 2009—2018

2.2 耦合度和综合协调指数 运用 SPSS 22.0 软件对恩施州茶产业和旅游业的相关性进行研究,发现两者的相关系数为 0.97,这表明恩施州茶产业和旅游业融合具有极大的可能性。从表 3 中看出,恩施州茶产业和旅游业耦合度在 2009 年为 0.171,因为恩施州产业融合未进行,两产业发展水平低,2010—2018 年都维持在 0.98 以上,一直处于较为平稳的状态,总体处于高水平,且波动幅度较小,表明恩施州茶产业和旅游业两者相互作用、相互影响的程度很高,发展速度较为接近。此外恩施州茶产业和旅游业的综合协调指数也呈现上升的趋势,表明茶产业和旅游业之间的相互影响程度不断提升,协调度越来越高。

2.3 耦合协调度 从表 3 看出,2009—2018 年恩施州茶产业和旅游业耦合协调度呈现上升的趋势,从 0.034 上升到 0.989,增长了近 29 倍。耦合协调等级从 2009 年的极度失调到 2018 年的优质协调,中间经历了极度失调、轻度失调、勉强协调、初级协调、良好协调和优质协调 6 个等级阶段,表明随着经济的不断发展,产业间的联系日益密切,茶产业和旅游业两个行业系统间的相互影响作用从浅层次的联系和低协调度逐渐发展到高层次的联系和高协调度,两个产业系统之间的相互影响、相互促进和相互作用变得更加明显,茶旅融合的一体化实践逐渐有效。“以茶促旅,以旅哺茶”的局面

逐步形成,产业融合得到加深,产业链进一步延伸,同时茶旅消费群体不断增加,市场规模逐渐扩大。

3 结论与建议

3.1 结论 通过对 2009—2018 年恩施州茶产业和旅游业融合进行定量分析,构建相应的耦合模型,得出以下结论:2009—2018 年,恩施州茶产业和旅游业都有了较大的发展,有较高的水平;恩施州茶产业和旅游业具有很高的耦合度,并且保持稳定,说明两者之间的影响和作用较为强烈;恩施州茶产业和旅游业耦合指数逐年稳步上升,说明两者之间的协调水平稳步上升;恩施州茶产业和旅游业耦合协调等级在 10 年间从极度失衡阶段到优质协调阶段,茶旅融合的发展局面已经初步形成。

3.2 建议

3.2.1 实施全方位的茶旅融合。由于文化和旅游产品的需求是不同的,因此茶旅融合还必须进行多种形式的整合。茶旅融合的整合包括初期、中期和后期,初期以茶叶和旅游资源的整合为主,中期以茶的生产过程和旅游产品的整合为主,后期以两产业的经济和文化功能的整合为主。虽然恩施州茶产业和旅游业的发展具有良好的基础,但整合过程复杂且漫长。因此,在实现茶旅融合的过程中要配套综合考虑,探索新方式,实施全面的茶旅融合。

3.2.2 加快茶旅基础设施建设。由于茶文化旅游是一种新型的生态休闲旅游形式,具有不成熟和不完整性,因此需要加强基础设施建设。要加强恩施州重点茶乡镇以及茶园和生态旅游旅游景点的交通建设,提高高速公路和道路扩建改造的建设速度,充分考虑茶文化旅游的交通便利性。加大恩施州旅游公共设施建设,建设具有竞争力的茶文化旅游饭店、茶馆、茶文化旅游场所,规范改造旧茶园和旅游景点的生态设施和服务设施,使饮食、旅游、住宿、娱乐、购物等要素全面覆盖。积极建设“女儿城·晒茶小镇”项目,提升恩施土家文化和晒茶文化的展示度。

3.2.3 大力开发茶旅组合产品。加强茶旅主体产品的开发,提升两产业产品组合的深度和宽度。分别以茶文化和茶

体验为主题,开发种植、采摘、生产和品茶等一系列的茶艺活动,使游客亲身体会茶艺文化,设计茶文化特色旅游路线和项目,如茶文化探寻、茶居制作和欣赏、茶文化产业游、土家族茶文化体验等。加强茶旅游景区的配套产品的生产,如茶文化馆、茶文化纪念品、茶品食品等。因此,恩施州要结合茶产业富硒的特点,结合自身少数民族文化,开发具有民族特色和地理标志的茶旅组合产品,将茶叶园和旅游景区、茶叶企业和旅游企业结合起来,为游客提供更多品种的茶旅旅游产品。

3.2.4 增加宣传力度,提升茶旅品牌影响力。打造茶旅品牌,加强宣传,发挥品牌效应。在 2018 年中印领导人非正式会晤上,恩施“一绿一红”成为习近平同志会见印度总理莫迪的官方用茶,使得“恩施玉露”和“利川红”的品牌知名度大大提升。恩施州政府应建立茶旅论坛和平台,增强平台影响力,注重新媒体技术的运用,通过微博、APP、网站等新媒体平台,扩大传播范围和传播路径。恩施州茶叶应依托自身“恩施玉露”“利川红”等著名品牌的优势,重点发挥品牌效应,实施“恩施玉露”“利川红”公用品牌战略,研发打造“恩施玉露”“利川红”等茶叶精品产品。此外,举办和参加茶叶博览会、茶品牌展览会等活动,提升宣传力度,从而提高恩施州茶叶的影响力。

3.2.5 加强和培养高质量人才队伍。茶文化旅游人才队伍的缺乏是茶旅融合发展的普遍问题。目前,恩施州尤其缺乏茶文化知识和旅游服务技能的专业人才。整合和培养高层次人才,需要政府、学校和企业共同努力。首先,政府制定人才培养的政策和规划,提供稳定的茶旅环境,引导企业引进和培养茶文化旅游的人才,邀请专家现场授课或开设线上课程,普及茶叶种植技术、加工技术、茶文化和茶园管理等基础知识,提高相关人员的素质。其次,企业根据自身茶旅发展

的需要征集各种人才,鼓励企业员工进行茶文化旅游知识培训,提高专业技能和水平,加强茶叶生产技术和开发更多的旅游资源。最后,依靠湖北民族大学、恩施职业技术学院等高等院校的教育资源,针对性地将茶文化融入相关课程,实施理论培养和实践训练的方式,提升学生的能力,培养茶文化旅游人才,并且鼓励相应人才到基层实习。

参考文献

- [1] 吴文浩,章咏秋. 茶旅产业互动发展的机理及现实策略:以黄山市为例[J]. 重庆科技学院学报(社会科学版),2013(12):64-66.
- [2] 张耀武,龚永新,黄啟亮. 山区茶业与旅游业协同发展研究:以秭归县九畹溪镇为例[J]. 茶叶,2013,39(2):83-87.
- [3] 单晓娅,李霞,任松. 咸宁探索茶旅融合一体化发展新模式[J]. 环境经济,2020(18):51.
- [4] 杨雨晴. 乡村振兴视角下信阳茶旅产业融合发展模式研究[J]. 现代商贸工业,2020,41(9):12-14.
- [5] 张婕,黄仕坤. 基于贵州茶旅体验的民宿发展模式研究[J]. 福建茶叶,2017,39(7):139-140.
- [6] 杨广谊,朱威,潘伟忠. 茶旅融合,创新缙云茶产业发展模式[J]. 茶业通报,2016,38(3):102-105.
- [7] 王京传,赵修华. 我国茶文化旅游的发展[J]. 中国茶叶,2005,27(6):22-23.
- [8] 林朝赐,张文文,刘玉芳,等. 茶文化旅游与茶业经济发展[J]. 中国农学通报,2008,24(2):385-388.
- [9] 姜卫卫. 我国茶文化旅游研究领域文献的可视化分析:基于 CiteSpace 的分析[J]. 科技和产业,2015,15(7):48-51,56.
- [10] 李华丽. 茶旅融合与精准扶贫策略:以海南省为例[J]. 社会科学家,2019(6):68-75.
- [11] 刘黎,张吉昌,张锡友,等. 汉中市茶旅融合发展现状、存在问题与对策[J]. 茶叶,2020,46(3):170-172.
- [12] 程慧林,顾冬珍. 衢州茶旅融合发展的现状和对策[J]. 中国茶叶,2019,41(4):57-59.
- [13] 王厅,张平喜,赵大兴,等. 论常德市“茶旅一体化”发展优势、现状与策略[J]. 安徽农业科学,2020,48(10):114-116.
- [14] 侯兵,周晓倩. 长三角地区文化产业与旅游产业融合态势测度与评价[J]. 经济地理,2015,35(11):211-217.
- [15] 易开刚,李解语. 茶旅融合与互动发展:模型建构与效果测度:基于浙江省的实证研究[J]. 茶叶科学,2017,37(5):532-540.
- [16] 方巍,庞林,王楠,等. 人工智能在短临降水预报中应用研究综述[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版),2020,12(4):406-420.
- [17] 邵月红,张万昌,刘永和,等. BP 神经网络在多普勒雷达降水量的估测中的应用[J]. 高原气象,2009,28(4):846-853.
- [18] 张国平,高金兵,胡骏楠,等. 全国雷达分钟降水预报系统介绍[C]//第 32 届中国气象学会年会 S14 第五届气象服务发展论坛——气象服务与信息化. 北京:中国气象学会,2015.
- [19] 张国平,高金兵,胡骏楠,等. 全国分钟降水预报技术[C]//第 32 届中国气象学会年会 S1 灾害天气监测,分析与预报. 北京:中国气象学会,2015.
- [20] 张国平,张文生,王萍,等. 全国分钟预报技术与应用[C]//第 34 届中国气象学会年会 S11 创新驱动智慧气象服务——第七届气象服务发展论坛论文集. 北京:中国气象学会,2017.
- [21] 张国平,王曙东,匡兵明,等. 全国分钟降水预报系统 V2.0 版技术方法[C]//第 34 届中国气象学会年会 S7 水文气象、地质灾害气象预报理论与应用技术论文集. 北京:中国气象学会,2017.
- [22] 周俊成. 巢湖流域径流量时间分配及趋势变化分析[J]. 治淮,2018(11):9-11.
- [23] 王赵飞,林晨,许金朵,等. 巢湖流域非点源颗粒态磷负荷的空间差异及关键影响因子研究[J]. 农业环境科学学报,2019,38(3):659-670.
- [24] 窦鸿身,姜加虎. 中国五大淡水湖[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2003.
- [25] MARSHALL J S, PALMER W M K. The distribution of raindrops with size[J]. J Meteor, 1948,5(4):165-166.
- [26] GIBSON J J. The ecological approach to visual perception[M]. Boston: Houghton Mifflin, 1950.
- [27] 曹春燕,陈元昭,刘东华,等. 光流法及其在临近预报中的应用[J]. 气象学报,2015,73(3):471-480.
- [28] 韩雷,王洪庆,林隐静. 光流法在强对流天气临近预报中的应用[J]. 北京大学学报(自然科学版),2008,44(5):751-755.
- [29] 王丹,王政利,刘黎平,等. 基于雷达回波外推和中尺度模式预报的短时降水对比分析[J]. 高原气象,2014,33(3):811-822.
- [30] 薛峰,王兴,吴双,等. 雷达外推与数值模式动态融合降水概率预报方法[J]. 气象科技,2017,45(6):1036-1042.
- [31] 张蕾,魏鸣,李南,等. 改进的光流法在回波外推预报中的应用[J]. 科学与技术工程,2014,14(32):133-137,148.
- [32] ALVAREZ L, WEICKERT J, SÁNCHEZ J. Reliable estimation of dense optical flow fields with large displacements[J]. International journal of computer vision,2000,39(1):41-56.
- [33] YANG X, KUANG Q, ZHANG W, et al. Learning new Z-R relationships with multilevel radar reflectivity for QPE[J]. Quarterly journal of the royal meteorological society,2015,00:1-8.

(上接第 225 页)