

涂朝勇,倪长健,朱育雷,等. 基于投影寻踪动态聚类模型的川东北雷暴预警的分析[J].暴雨灾害,2018,37(6):582-586

TU Chaoyong, NI Changjian, ZHU Yule, et al. Analysis of thunderstorm warning in northeastern Sichuan based on projection pursuit dynamic cluster model [J]. Torrential Rain and Disasters, 2018, 37(6): 582-586

基于投影寻踪动态聚类模型的川东北雷暴预警的分析

涂朝勇¹, 倪长健¹, 朱育雷¹, 郑云华²

(1. 成都信息工程大学大气科学学院 高原大气与环境四川省重点实验室, 成都 610225; 2. 巴中市气象局, 巴中 636000)

摘要: 基于达州市2015年10月—2016年9月的闪电定位和探空观测资料,以850 hPa与500 hPa温差、大气可降水量、K指数、对流有效位能、对流抑制和抬升指数作为雷暴预警因子,利用投影寻踪动态聚类方法对该时段内的雷暴个例构建了预警模型。结果表明:(1)模型预报结果定量评估的临界成功指数为72.00%,该模型对个例达到了识别和预警效果;(2)该预警模型与常规预警方法相比,具有识别率高,计算简便,客观性强等特点,可为雷暴预警提供了一种新的客观预报方法。

关键词: 雷暴预警; 预报因子; 投影寻踪动态聚类; 模型

中图分类号: P446 文献标志码: A DOI:10.3969/j.issn.1004-9045.2018.06.012

Analysis of thunderstorm warning in northeastern Sichuan based on projection pursuit dynamic cluster model

TU Chaoyong¹, NI Changjian¹, ZHU Yulei¹, ZHENG Yunhua²

(1. College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Plateau Atmosphere and Environment Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610225; 2. Bazhong Meteorological Bureau, Bazhong 636000)

Abstract: Based on data of lightning locations and sounding observation data in Dazhou from October 2015 to September 2016, taking temperature difference between 850 hPa and 500 hPa, precipitable water, K Index, convective available potential energy, convective inhibition energy and lifting index as thunderstorm warning factors, the projection pursuit dynamic cluster method is used to construct the warning model for thunderstorms in the period. The results are as follows. (1) The critical success index for quantitative evaluation of model prediction results was 72%, and the case mentioned above was identified by this method. (2) Compared to conventional warning methods, this model has advantages of high recognition rate, simple calculation and objectivity. The model provides a new objective method for thunderstorm warning.

Key words: thunderstorm warning; forecast factor; PPDC; model

引言

雷暴常伴有短时强降水、破坏性大风和冰雹等灾害性天气,其每年造成的国民经济损失和人员伤亡较重,一直是党和政府关注的焦点之一^[1-3]。因此,加强对雷暴天气的分析和研究,提高雷暴监测、预警和防御能力,对防灾减灾和工农业服务有重要意义。国内许多学者展开了雷暴及其预警方法的研究,俞小鼎等^[4]系统阐述了雷暴的临近预报方法,指出以主观预报为主,结合客观算法,更有利于促进雷暴预报的进一步

发展和提高。郝莹等^[5]对比分析了指标叠加法和判别法制作的雷暴潜势预报结果,指出指标叠加法的预报效果较好,并验证了对流有效位能对雷暴发生有较好的指示作用。胡晓等^[6]选取对流参数作为预报因子,在分析并确定阈值的基础上运用权重法建立了雷暴潜势预报模型,检验表明其对雷暴有较好的预报作用。王秀明等^[7]澄清了雷暴发生三要素容易混淆的概念,阐明了雷暴预报中的几个基本问题。田琨等^[8]基于贝叶斯分类法和Logistic回归分析法建立雷暴预报模型,模型预报结果表明Logistic回归分析法对雷暴具

收稿日期: 2017-04-24; 定稿日期: 2017-11-03

资助项目: 国家重点研发计划项目(2018YFC0214004); 四川省科技厅重点研发项目(2018SZ0287)

第一作者: 涂朝勇, 主要从事短期天气预报研究。E-mail: dq308615992@qq.com

有一定的预报能力。上述研究对提高雷暴预报效果有很大帮助,但不足之处在于因子的选取和阈值的确定具有一定的主观性,整体而言识别率不高或识别率高的方法复杂、计算量大。

由于传统雷暴预报方法的主观性和信息不完整性,业务应用上常呈现预报准确率不高、预警时效短、有效防御措施低等弊端。作为自驱动的技术,投影寻踪聚类^[9-10]方法在上世纪70年代被提出,现已在水文、气象上得到广泛应用并取得了较好效果。倪长健和崔鹏^[11]综合利用动态聚类方法和投影寻踪思想,构造投影指标并建立了投影寻踪动态聚类新模型。模型具有计算过程中不需要人为给定参数和聚类结果客观、明确的优点,同时又具有稳定性好、操作简便等特点^[12-13]。本文从达州市2015年10月—2016年9月雷暴个例的层结条件、水汽条件出发构建指标体系,以850 hPa与500 hPa温差、大气可降水量、K指数、对流有效位能、对流抑制和抬升指数作为雷暴预警因子,构建雷暴预警投影寻踪动态聚类模型,以期雷暴潜势预报提供一种新思路,进而为雷暴预警提供更加科学的参考依据。

1 资料与方法

1.1 资料说明

使用的资料为2015年10月—2016年9月达州市闪电定位和探空观测资料,闪电定位资料时间间隔为1 h,探空观测资料时间间隔为12 h,个例探空资料统一选取08时(北京时,下同)。闪电现象是雷暴处于发展旺盛成熟状态的明确指标^[14],云中的放电强度和频次取决于雷暴云垂直伸展高度及强度。利用闪电定位资料来确定达州站(107.50°E, 31.2°N)周围半径50 km范围内的雷暴活动^[15]。若观测中无地闪记录则认为无雷暴发生^[8]。随机选取时间段内的50个样本作为雷暴预警研究样本,其中发生雷暴的样本26个,未发生雷暴的样本24个。

1.2 投影寻踪动态聚类模型简介

为最大程度地挖掘数据信息和反映数据特征,从不同角度分析数据用以查找最优投影方向,这就是投影。将高维数据信息投影到低维空间,有利于常规方法处理分析和直观形象分析数据结果。设第*i*个样本第*j*个指标为 x_{ij}^0 ($i=1, \dots, n; j=1, \dots, m$ 样本容量用*n*表示,选取的指标数目用*m*表示),可按照下述步骤构建投影动态聚类模型:

第一步,数据无量纲化,目的在于使各评价指标的量纲差异尽可能的消除,对于越大越优的指标,有

$$x_{ij} = \frac{x_{ij}^0 - x_{j\min}^0}{x_{j\max}^0 - x_{j\min}^0} \quad (1)$$

若指标是越小越优,则有

$$x_{ij} = \frac{x_{j\max}^0 - x_{ij}^0}{x_{j\max}^0 - x_{j\min}^0} \quad (2)$$

其中, $x_{j\min}^0$ 和 $x_{j\max}^0$ 分别为第*j*个指标的样本最小值和最大值。

第二步,线性投影,即在线性空间实现高维数据的投影。设 \bar{a} 为*m*维投影方向向量,其分量为 a_1, a_2, \dots, a_m ,分别对应于*m*个指标的权重,并有 $\sum_{j=1}^m a_j = 1$,则 x_{ij} 投影特征值 z_i 可表示为

$$z_i = \sum_{j=1}^m a_j x_{ij} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

第三步,构建投影指标,这是把高维数据投影聚类到低维空间遵循的关键所在,也有利于寻找最优投影方向。全部样本的投影特征值序列所构成的集合表示为 $\Omega = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$,以动态聚类法为依托,将其聚为*p* ($p \leq n$)类,即:

(1)随机选取*p*个点,并作为*p*个聚核,记为 $L^0 = (A_1^0, A_2^0, \dots, A_p^0)$;

(2)以 L^0 把 Ω 中的点分为*p*类,记做 $\Theta^0 = (\Theta_1^0, \Theta_2^0, \dots, \Theta_p^0)$ 。其中 $\Theta_i^0 = \{z \in \Omega | d(A_i^0 - z) \leq d(A_j^0 - z), \forall j=1, 2, \dots, p, j \neq i\}$, $d(A_i^0 - z)$ 为点 A_i^0 和集合 Ω 中任一点的绝对值距离。

(3)由 Θ 出发,对新的聚核 $L^1, L^1 = (A_1^1, A_2^1, \dots, A_p^1)$ 加以计算。其中, $A_i^1 = \frac{1}{n_i} \sum_{z_i \in \Theta_i^0} z_i$,类 Θ_i^0 中有 n_i 个点。

(4)重复以上步骤,由此得到一个分类结果序列 $\check{v}^k = (L^k, \Theta^k), k=1, 2, \dots$ 。 $D(A_i^k, \Theta_i^k) = \sum_{z_i \in \Theta_i^k} |z_i - A_i^k|$, $U_k = \sum_{i=1}^p D(A_i^k, \Theta_i^k)$,若 $\frac{|U_{k+1} - U_k|}{U_{k+1}} \leq \varepsilon$,则终止算法。其中,允许误差范围的充分小量用 ε 表示。这种算法理论证明是收敛的。

属于第*h*类的所有样本投影特征值构成的集合用 $\Theta_h (h=1, 2, \dots, p)$ 表示,定义所有两投影特征值间的绝对值距离为 $d(z_i, z_j)$ 。 $dd(a) = \sum_{h=1}^p D_h(a)$ 表示类内样本的临近程度,其中 $D_h(a) = \sum_{z_i, z_j \in \Theta_h} d(z_i, z_j)$ 为类内聚集度, $dd(a)$ 越小,表示类内样本越高的聚集程度。另记投影分散度为 $ss(a) = \sum_{z_i, z_j \in \Omega} d(z_i, z_j)$,它表示所有样本序列投影特征值的离散程度,所有样本序列投影特征值

随着 $ss(a)$ 愈大,其离散程度则意味着越高。

以 $ss(a)$ 和 $dd(a)$ 的定义为依据,投影寻踪动态聚类模型的投影指标 $QQ(a)$ 为

$$QQ(a) = ss(a) - dd(a) \quad (4)$$

由此可见,投影指标的值随着投影分散的程度越大或者类内聚集的程度越小而越大。如果 $QQ(a)$ 值取最大时,类间样本尽量散开和类内样本尽量集中的聚类要求就达到了。

第四步,模型求解,其关键在于寻找满足达到最大值时的 $QQ(a)$ 对应的最优投影方向向量 \vec{a}^* ,所以,下面优化相关问题能够通过投影寻踪动态聚类模型加以描述

$$\text{Min } QQ(\vec{a}) \quad (5)$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^m a_j = 1 \quad (6)$$

其中, $s.t.$ 表示受约束,本文应用免疫进化算法^[16]

求解上述优化问题。

2 指标选取

基于雷暴发生的要素,探空资料 850 hPa 与 500 hPa 温差 ($\Delta T_{850-500}$)、大气可降水量 (PW)、 K 指数 (KI)、对流有效位能 ($CAPE$)、对流抑制 (CIN) 和抬升指数 (LI) 共 6 个因子对雷暴潜势有较好的指示意义,其中 $CAPE$ 经过虚温订正。 $\Delta T_{850-500}$ 表示大气层结静力稳定度。 PW 是单位面积上整层大气中所有水汽全部凝结并落到地面的降水量。 K 反映大气层结稳定情况,其值越大表示大气层结越不稳定。 $CAPE$ 为大气浮力对流有效位能的大小。 CIN 反映处于大气底部的气块若要能自由地参与对流至少要从其他途径获得的能量下限,雷暴的发生往往要求 CIN 有一个较为合适的值。 LI 指数表示气块先干绝热上升然后湿绝热线上升到 500 hPa 处的温度与该处实际大气温度的差值,差值的绝对值越大预示着出现对流天气的可能性越大。

表 1 川东北雷暴样本的预报因子及对应的特征值

Table 1 Predictors and corresponding projection values of thunderstorm samples in northeast Sichuan.

序号	$\Delta T_{850-500}$ /°C	PW /mm	KI /°C	$CAPE/$ ($J \cdot kg^{-1}$)	$CIN/$ ($J \cdot kg^{-1}$)	LI /°C	$z^*(i)$	序号	$\Delta T_{850-500}$ /°C	PW /mm	KI /°C	$CAPE/$ ($J \cdot kg^{-1}$)	$CIN/$ ($J \cdot kg^{-1}$)	LI /°C	$z^*(i)$
1	21	40	33	58	2	1.9	0.17	26	23	63	41	3 347	0	-0.3	0.88
2	25	39	39	92	0	-0.6	0.45	27	20	66	37	0	4	-1.2	0.38
3	21	34	28	24	21	2.3	0.07	28	23	52	37	1 331	0	-0.8	0.55
4	22	31	31	267	0	2.9	0.12	29	18	46	31	890	0	-0.9	0.26
5	25	31	36	383	10	-1.9	0.45	30	23	51	38	2 311	0	-1.1	0.70
6	27	39	37	4	501	-1.8	0.76	31	24	55	39	479	176	-3.2	0.71
7	25	40	38	2 259	0	0.8	0.64	32	24	58	41	3 523	0	-3.2	1.00
8	29	38	36	1 646	0	-2.3	0.72	33	25	54	36	2 900	0	-5.5	0.93
9	20	38	26	59	0	3.3	0.00	34	26	49	36	1 122	0	-2.1	0.61
10	19	46	32	90	1	1.8	0.13	35	24	55	37	449	130	-3.1	0.63
11	24	55	42	50	330	-0.6	0.71	36	27	59	42	720	205	-3.0	0.88
12	29	34	29	1 803	0	-2.7	0.59	37	24	57	42	169	165	-0.6	0.64
13	29	42	37	56	422	-0.1	0.70	38	25	56	44	1 122	148	-2.2	0.86
14	24	38	30	1 315	0	0.4	0.34	39	24	52	40	160	48	-1.5	0.55
15	27	43	36	710	0	-0.5	0.51	40	21	54	37	2 340	0	-2.0	0.69
16	23	45	32	1 535	0	-3.3	0.54	41	26	52	40	926	121	-1.2	0.71
17	25	50	37	1 959	0	-2.4	0.73	42	26	50	40	1 584	0	-1.3	0.73
18	22	46	32	857	0	0.5	0.30	43	22	61	40	1 605	1	-3.2	0.75
19	23	56	39	2 800	0	-2.7	0.85	44	25	54	41	602	102	-4.6	0.80
20	22	60	39	3 367	0	-0.1	0.81	45	21	60	39	24	128	-0.2	0.46
21	23	68	41	2 364	0	-1.6	0.83	46	25	56	40	836	187	-1.6	0.74
22	27	49	33	1 632	0	-6.8	0.80	47	23	51	34	62	153	-1.5	0.44
23	23	57	39	184	85	-2.5	0.58	48	21	56	37	0	171	2.0	0.35
24	24	59	38	219	191	0.7	0.52	49	18	50	33	119	0	2.4	0.13
25	26	55	40	3 089	0	-2.3	0.94	50	19	44	31	79	1	2.3	0.10

注: $\Delta T_{850-500}$ 、 PW 、 KI 、 $CAPE$ 、 CIN 、 LI 和 $z^*(i)$ 分别表示 850 hPa 与 500 hPa 温差、大气可降水量、 K 指数、对流有效位能、对流抑制、抬升指数和特征值。

3 应用实例

雷暴是伴有雷击和闪电的局地对流天气,它产生于强烈的积雨云中,常伴有强烈阵雨或暴雨,有时伴有冰雹和龙卷风。雷暴预警的实质就是如何把各雷暴样本的多维分类指标综合成一维或二维指标,然后进行聚类分析,由于该问题涉及到层结条件、水汽条件等诸多不确定因素,而各单因素指标的结果往往是不相容的,现有方法对此类问题的处理在客观性、可操作性方面尚存在一定的局限。选取2015年10月—2016年9月的50个样本作为研究实例,雷暴分类指标体系由 $\Delta T_{850-500}$ 、 PW 、 KI 、 $CAPE$ 、 CIN 和 LI 共6个指标组成,将其聚为2类,按投影寻踪动态聚类模型的算法流程,其中 $m=6$, $n=50$, $p=2$,得到投影方向向量为 $\vec{a}^* = (0.125, 0.0467, 0.2083, 0.295, 0.1417, 0.1833)$ 。

表1(见上页)给出川东北雷暴样本的预报因子及对应的特征值,根据投影特征值 $z^*(i)$ 的大小和雷暴样本的聚类结果分析可知,(1)其投影特征值在 $[0.5068, 1]$ 范围,可判为有雷暴发生;若其特征值在 $[0, 0.4610]$ 范围为第II类,其值小于等于0.4610,可判为无雷暴发生。(2)对模型预报结果进行定量评估^[17],命中率(POD)为92.31%,漏报率(MR)7.69%,虚警率(FAR)23.40%,临界成功指数(CSI)为72.00%,表明该模型对雷暴有一定的预报能力。(3)6—9月是川东北雷暴的高发期,雷暴潜势较大,一般来说 $\Delta T_{850-500}$ 越大、 KI 越大、 $CAPE$ 越大、 LI 负值越小、一定的 PW 和 CIN ,雷暴发生的潜势越大。6个指标中 $CAPE$ 所占比重最大,表明雷暴发生时对流有效位能的重要性;其次是 KI 和 LI ,它反映了大气层结稳定性和出现对流天气的可能性;然后是 $\Delta T_{850-500}$ 和 CIN ,它反映了大气上下层温差和对流抑制; PW 占比重最小,但反映了雷暴发生需要一定的水汽条件。

图1给出雷暴样本投影特征值的散点图,从中可见,样本实测中有雷暴发生26个,没有雷暴发生24个,样本容量和选取较为合理。模型计算结果有无两类的分隔区间为 $(0.4610, 0.5068)$,靠近分隔区间范围的点相对较少,表明模型有较好的类内聚合性和类间分离性。当模型预报结果和实测在参考线同侧时,预报正确,否则为错误;当实测出现而模型未预报出,则为漏报,当实测未出现而模型预报出,则为空报。通过分析得出,模型虚警率相比同类预报结果偏高,命中率和漏报率优于同类模型结果,临界成功指数与同类模型预报结果相当。

综上所述,投影寻踪聚类模型在川东北雷暴潜势预报的应用表明,该方法所得结果明确、客观,具有良好的类内聚合性和类间分离性,能合理地反映雷暴潜

势的层结条件、水汽条件等特征,为雷暴预警提供相应的理论依据。

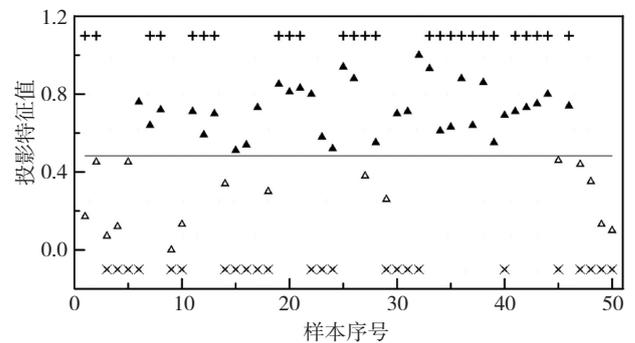


图1 雷暴样本投影特征值的散点图(+表示实测有雷暴发生, ×表示实测无雷暴发生, ▲表示模型结果有雷暴发生, △表示模型结果无雷暴发生)

Fig.1 Scatter points of projection value of thunderstorm samples (+ Indicates that a thunderstorm occurred, × indicates that no thunderstorm occurred, ▲ indicates that a thunderstorm occurs in the model result, and △ indicates that a thunderstorm does not occur in the model result).

4 结论与讨论

本文利用川东北闪电定位和高空观测资料,从层结条件、水汽条件出发选取850 hPa与500 hPa温差、大气可降水量、 K 指数、对流有效位能、对流抑制和抬升指数作为雷暴预警因子构建指标体系,使用投影寻踪聚类模型对雷暴进行预警,得出如下结论:

(1)模型预报结果定量评估,命中率 POD 为92.31%,虚警率 FAR 为23.40%,临界成功指数 CSI 为72.00%,表明该模型对川东北雷暴潜势预报是有效、合理的。

(2)与常规预警方法相比,该模型具有识别率高,计算简便,客观性强等特点,为雷暴预警提供一种新的客观方法。但由于雷暴预报的复杂性,上述模型有待进一步完善,如增加物理量预报因子,提高 CSI 评分。另外,模型虽然给出了有、无雷暴的特征值结果,然而在预报和实测中还存在雷暴强度和等级划分,鉴于此,可考虑进行雷暴强度的分级预报模型研究。

参考文献:

- [1] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等.天气学原理和方法[M].北京:气象出版社,2000
- [2] 陈洪滨,朱彦良.雷暴探测研究的进展[J].大气科学,2012,36(2):411-422
- [3] 陈雷,戴建华,汪雅.近10 a长三角地区雷暴天气统计分析[J].暴雨灾害,2015,34(1):80-87
- [4] 俞小鼎,周小刚,王秀明.雷暴与强对流临近天气预报技术进展[J].气象学报,2012,70(3):311-337
- [5] 郝莹,姚叶青,陈焱,等.基于对流参数的雷暴潜势预报研究[J].气象,2007,33(1):51-56
- [6] 胡晓,蒋飞燕,徐璐,等.基于不稳定参数统计的雷暴潜势预报方法研究[J].浙江气象,2016,37(3):11-17

- [7] 王秀明,俞小鼎,周小刚.雷暴潜势预报中几个基本问题的讨论[J].气象,2014,40(4):389-399
- [8] 田琨,郭凤霞,曾庆峰,等.南京地区雷暴活动强度潜势预报[J].气象科技,2013,41(1):177-183
- [9] Friedman J H, Tukey J W. A Projection Pursuit Algorithm for Exploratory Data Analysis [J]. IEEE Transactions on Computers, 2006, 23(9): 881-890
- [10] David M. Glover.Exploration of multivariate atmospheric particulate compositional data by projection pursuit [J]. Atmospheric Environment, 1994,28(8):1 411-1 424
- [11] 倪长健,崔鹏.投影寻踪动态聚类模型[J].系统工程学报,2007,22(6): 634-638
- [12] 王顺久.水资源评价的投影寻踪动态聚类模型[J].四川大学学报:工程科学版,2008,40(5):22-26
- [13] 张鹏洲,倪长健.基于投影寻踪动态聚类模型的边坡稳定性评价[J].四川环境,2010,29(1):126-129
- [14] Hagen M,Bartenschlager B,Finke U. Motion characteristics of thunderstorms in southern Germany [J]. Meteorological Applications,1999,6(3): 227-239
- [15] 张坚,袁松,姚叶青.江淮地区雷暴的闪电定位系统与人工观测的一致性分析[J].暴雨灾害,2015, 34(3):286-292
- [16] 倪长健,丁晶,李祚泳.免疫进化算法[J].西南交通大学学报,2003, 38(1):87-91
- [17] 陈勇,匡方毅,肖波.基于Web GIS的长沙市雷暴天气短期预报模型的研究与应用[J].暴雨灾害,2008, 27(3):258-263

(责任编辑 唐永兰)

《暴雨灾害》征稿简则

《暴雨灾害》是由中国气象局武汉暴雨研究所主办的中文学术期刊(双月刊),主要刊载与暴雨、强对流天气及其灾害或次生灾害相关的最新研究成果及综合评述。本刊为中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)。欢迎国内外从事大气科学研究或气象业务、服务、管理等工作的科技人员投稿。

1. 来稿要求

1) 来稿要求论点明确、文字精练、数据可靠。其书写顺序为:中文题名(一般不超过20个汉字)、作者姓名、单位、摘要(400字左右,一般应含研究目的、资料、方法、结果和结论)、关键词(4~6个为宜);英文题名、作者姓名、单位、摘要、关键词;正文;结论与讨论;参考文献。

2) 论文具体样式参考“《暴雨灾害》论文格式模板”(见本刊网站首页下载中心),或参考本刊网站首页最新发表论文。投稿时,建议使用word文本格式。版权转让协议待论文录用后另行提交。

3) 论文首页脚页处附各类资助项目名称(一般应提供编号)以及第一作者的姓名、主要研究领域和E-mail。除第一作者外,可附一位通信作者,并注明其姓名、主要研究领域和E-mail。通信作者承担该文可能带来的政治、学术、法律等相关连带责任。

4) 来稿中计量单位一律采用中华人民共和国法定计量单位。

5) 所附插图、表格宜少而精,图表应随文给出,并提供英文图(表)题。一篇论文插图不宜超过10幅,要求图像清晰;附表一般应制成三线表(表中数据宜采用word文档录入)。图(表)中的量和单位用“/”隔开,物理量用斜体,并注明图(表)号、图(表)题、图(表)注以及符号文种、大小写、正斜体、黑白体、上下脚码等。

6) 参考文献采用顺序编码制,按其在文内出现的

先后顺序连续编码。文献作者不多于3人,列出全部作者;多于3人,只列前3位,余后省略并加“等”。

2. 投稿须知

1) 请勿一稿多投。稿件初审时限为40 d。修改稿务必在45 d内修回(另有约定除外),否则,视作自动撤稿。若6个月内未见刊用通知,可自行处理。

2) 请作者通过本刊网站([http://www .byzh.org](http://www.byzh.org))提交稿件并查询稿件处理进展。

3) 本刊编辑可能会对录用稿件作适当的文字性和技术性删改处理。不同意者,请书面说明。

4) 本刊已入编《中国学术期刊(光盘版)》、“中同期刊网”、数字化期刊群“万方数据库”、《中文科技期刊数据库》及“博看网数据来源期刊”。来稿一经录用,将同时被光盘版和数据库收录。若作者不同意收录,请投稿时说明。

5) 本刊对录用稿件收取论文版面费。印刷出版后一次性支付稿酬(包含纸质版、数字版稿酬以及网络版著作权使用费),并赠送当期《暴雨灾害》2册。

3. 通联方式

来信(函)请寄至“湖北省武汉市东湖高新技术开发区金融港二路6号《暴雨灾害》编辑部”,也可通过邮箱(byzh7939@163.com)或电话(027-81804932, 81804935, 81804915, 81804908)联系。



微信扫一扫
关注《暴雨灾害》