

刘银焕,毛家燊,覃建,等. 桂西南不同季节雨滴谱特征[J]. 气象研究与应用,2023,44(3):50–56.

LIU Yinhuan, MAO Jiashen, QIN Jian, et al. Characteristics of raindrop size distribution over Southwestern Guangxi in different seasons [J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2023, 44(3): 50–56.

## 桂西南不同季节雨滴谱特征

刘银焕<sup>1</sup>, 毛家燊<sup>1</sup>, 覃建<sup>2</sup>, 韦靖<sup>3</sup>, 陆官<sup>4</sup>

(1.崇左市气象局, 广西 崇左 532200; 2.江州区气象局, 广西 崇左 532200;

3.扶绥县气象局, 广西 扶绥 543200; 4.凭祥市气象局, 广西 凭祥 532600)

**摘要:** 利用崇左国家基本气象站 2019—2022 年的雨滴谱观测数据, 研究桂西南不同季节雨滴谱特征。结果表明:(1)降水微物理参数的平均值具有季节性差异,夏季雨强( $R$ )最强,春季、秋季和冬季则依次递减。质量加权平均直径( $D_m$ )、雨水含量( $W$ )、雷达反射率( $Z$ )的季节演变趋势与  $R$  一致。广义截距参数( $N_w$ )则以秋季为最高,冬季略低于秋季,夏季最低,春季次低。(2)小雨滴是雨滴数浓度的主要来源。不同季节之间的各类雨滴对雨强的贡献存在差异,春季、夏季降雨以中、大雨滴贡献为主,秋季、冬季则以中、小雨滴贡献为主。

**关键词:** 雨滴谱;微物理特征;桂西南;不同季节

**中图分类号:** P426.6

**文献标识码:** A

**doi:** 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2023.3.09

雨滴谱是指单位空间体积内不同尺度雨滴的数量随雨滴直径的分布,开展雨滴谱观测和特征分析,对了解降水的微物理过程和云内成雨机制、提高雷达定量降水估测的准确性以及检验人工增雨效果等具有非常重要的意义。近年来,国内外学者对雨滴谱特征进行了众多的研究<sup>[1-7]</sup>,研究表明不同地区、不同季节和不同天气系统的降水雨滴谱存在显著差异,如彭思越等<sup>[8]</sup>对比分析青藏高原东南部石渠等 3 个地区的雨滴谱特征,发现青藏高原东南部地区雨滴数浓度随雨强增大而上升,石渠在相同雨强下可以产生少量更大的雨滴,中大雨滴的数浓度由大到小依次为石渠、新龙、泸定。赵城城等<sup>[9]</sup>对比分析北京山区和平原地区夏季雨滴谱特征,发现北京山区滴谱粒径偏大、数浓度偏低。黄泽文等<sup>[10]</sup>分析福建安溪雨滴谱表明,季节差异明显,整体上夏季雨滴粒径最大、总数浓度最高,冬季粒径最小,春季总数浓度最低。毛家燊等<sup>[11]</sup>对比分析台风“韦帕”(201907)影响期间内陆背风侧和近海岸迎风侧不同降水阶段的雨滴谱结构特征,发现台风眼墙较螺旋雨带具有更

大的粒径谱宽,且各粒径段内均比弱对流螺旋雨带具有更高的数浓度;强烈的对流上升运动导致近海岸迎风侧的雨滴数浓度、雨滴直径明显大于内陆背风侧。

广西各国家站的降水现象仪自 2018 年 8 月 1 日起转入降水现象平行观测第二年,以自动观测结果作为正式观测记录。之前由于样本数据积累不够多,对广西各地区的雨滴谱特征研究较少,且崇左市作为广西第一大甘蔗生产基地,人工增雨在抗旱减灾中发挥了趋利避害作用,因此研究分析崇左市的雨滴谱特征,掌握桂西南降水的微观特征和变化,可为科学开展人工增雨作业及效果评估、雷达定量估测降水等提供理论支撑。本文使用崇左国家基本气象站 2019 年 3 月—2022 年 2 月的 DSG1 型降水现象仪雨滴谱观测数据,较全面地分析桂西南地区不同季节的雨滴谱特征。

### 1 资料与方法

DSG1 型降水现象仪采样时间为 1min,采样面

收稿日期: 2023-06-13

基金项目: 广西壮族自治区气象局面上项目(桂气科 2022M03、桂气科 2023M29)、崇左市气象局面上项目(崇气科 202203)

第一作者简介: 刘银焕(1987—),女,高级工程师,主要从事中长期气候预测和天气预报预警服务。E-mail:289115848@qq.com

积为  $54 \text{ cm}^2$ , 测量的数据矩阵共有 32 级尺度通道 ( $D_i, i=1, 32$ , 测量范围为  $0 \sim 26 \text{ mm}$ ) 和 32 级速度通道 ( $V_j, j=1, 32$ , 测量范围为  $0 \sim 22.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )。考虑到仪器的测量误差, 本文采取以下方法进行质量控制: (1) 由于前两个尺度通道的雨滴直径很小, 易受湍流、地面飞溅等因素影响而导致信噪比很低, 并且自然界降雨几乎不存在  $8 \text{ mm}$  以上的雨滴, 故剔除前两个尺度通道的数据及直径大于  $8 \text{ mm}$  的异常记录<sup>[10]</sup>, 即雨滴直径的有效观测记录是  $0.25 \sim 8.0 \text{ mm}$ 。(2) 参照 Friedrich 等<sup>[12]</sup>研究, 剔除偏离雨滴理论下落末速度  $\pm 60\%$  以外的降水粒子以便消除测量误差。(3) 由于 2020 年 11 月 24 日 10—11 时和 2021 年 11 月 9 日 18 时对降水现象仪开展年度现场核查而导致该时段雨滴谱数据有误, 该时段实际上无降水天气现象, 故剔除该错误数据。(4) 降水现象仪在瞬时雨强较大时偶尔会出现仪器卡死的情况, 导致小部分的分钟雨滴谱数据缺失, 本研究剔除缺失的分钟雨滴谱数据, 并相应剔除对应时段的雨量传感器分钟降雨量, 以便更合理地进行对比分析。

经过数据质量控制的雨滴谱资料, 即可用于计算雨滴数浓度  $N(D_i)$ :

$$N(D_i) = \sum_{j=1}^{32} \frac{n_{ij}}{A \cdot \Delta t \cdot V_j \cdot \Delta D_i} \quad (1)$$

式(1)中,  $n_{ij}$  为第  $i$  个直径通道、第  $j$  个速度通道的雨滴数;  $A$  为降水现象仪采样面积, 单位:  $\text{m}^2$ ;  $\Delta t$  为采样时间间隔, 单位:  $\text{s}$ ;  $V_j$  代表第  $j$  个速度通道的雨滴下落末速度, 单位:  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $\Delta D_i$  代表对应通道的尺度宽度, 单位:  $\text{mm}$ 。

利用雨滴谱数浓度可进一步计算得到雨滴谱 6 个积分量, 包括降水强度  $R$  (单位:  $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ )、雨水含量  $W$  (单位:  $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ )、总数浓度  $N_T$  (单位:  $\text{mm}^{-3}$ )、质量加权平均直径  $D_m$  (单位:  $\text{mm}$ )、广义截距参数  $N_w$  (单位:  $\text{m}^{-3} \cdot \text{mm}^{-1}$ ) 和反射率因子  $Z$  (单位:  $\text{mm}^6 \cdot \text{m}^{-3}$ ):

$$R = \frac{6\pi}{10^4} \sum_{i=3}^{23} \sum_{j=1}^{32} V_j \cdot N(D_i) \cdot D_i^3 \cdot \Delta D_i \quad (2)$$

$$W = \frac{\pi \cdot \rho_w}{6000} \sum_{i=3}^{23} N(D_i) \cdot D_i^3 \cdot \Delta D_i \quad (3)$$

$$N_T = \sum_{i=3}^{23} N(D_i) \cdot \Delta D_i \quad (4)$$

$$D_m = \frac{\sum_{i=3}^{23} D_i^4 \cdot N(D_i)}{\sum_{i=3}^{23} D_i^3 \cdot N(D_i)} \quad (5)$$

$$N_w = \frac{(4.0)^4}{\pi \cdot \rho_w} \left( \frac{10^3 W}{D_m^4} \right) \quad (6)$$

$$Z = \sum_{i=3}^{23} N(D_i) \cdot D_i^6 \cdot \Delta D_i \quad (7)$$

雷达反射率通常用 dBZ 表示, 即  $\text{dBZ} = 10 \lg Z$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 降水现象仪与雨量传感器的观测结果对比

很多学者<sup>[1,13]</sup>在应用雨滴谱资料时会考虑雨滴下落过程中一般呈现非球形, 因而参照 Battaglia 等<sup>[14]</sup>的方法对雨滴进行形变订正处理, 即把粒径小于  $1 \text{ mm}$  的雨滴认为是球形粒子、粒径  $1 \sim 5 \text{ mm}$  的雨滴认为是轴率为  $1 \sim 0.7$  的扁椭球形粒子、粒径大于  $5 \text{ mm}$  的雨滴认为是轴率为  $0.7$  的扁椭球形粒子。而 Tokay 等<sup>[15]</sup>研究指出, Parsivel 雨滴谱仪升级后观测质量有所提高。Wen 等<sup>[16]</sup>分析发现第二代雨滴谱仪观测资料不进行形变订正, 计算得到的累计降雨量与自动站累计雨量更加相近。下面将计算形变订正前、后的降水现象仪雨量, 并与雨量传感器相应的观测雨量进行对比分析, 以便了解降水现象仪的观测性能。

表 1 列出了降水现象仪、雨量传感器在不同季节及整个统计时段内的观测结果。由表可知, 降水现象仪共观测到降雨样本 80436 min, 其中春季、夏季、秋季、冬季分别为 20512 min (25.5%)、18752 min (23.3%)、23490 min (29.2%)、17682 min (22.0%), 均明显大于雨量传感器观测到降雨样本, 这主要由于观测仪器的灵敏性所导致, 降水现象仪在观测到降水粒子时即可计算出降雨量, 而雨量传感器需雨量累积到  $0.1 \text{ mm}$  才翻动记录一次, 降雨样本会明显减少, 表明降水现象仪更加灵敏、能较好反映实际降水的变化状况<sup>[17-18]</sup>。雨滴形变订正前(后)的降水现象仪在春季、夏季、秋季、冬季累计降雨量分别达 898.9 mm (811.0 mm)、935.7 mm (857.3 mm)、759.6 mm (717.2 mm)、341.0 mm (325.7 mm), 与雨量传感器累计降雨量的相对误差分别为  $-9.58\%$  ( $-18.42\%$ )、 $-4.60\%$  ( $-12.59\%$ )、 $0.72\%$  ( $-4.91\%$ )、 $-5.57\%$  ( $-9.80\%$ ), 整个统计时段内的降水现象仪形变订正前(后)总降雨量与雨量传感器相对误差为  $-5.02\%$  ( $-12.26\%$ ), 反映了降水现象仪不进行形变订正处理得到的累计降雨量与雨量传感器更加相近。从形变订正前(后)降水现象仪小时雨量与雨量传感器小时雨量相关性分析(图 1)可看到, 观测数据较好地分布在拟合线附

近,降水现象仪形变订正前(后)小时雨量与雨量传感器小时雨量的线性拟合系数为 0.8894(0.7953),线性拟合程度指标  $R^2$  达到 0.9833(0.9818),表明降水现象仪小时雨量相对于雨量传感器呈现出系统性偏小,但两者之间的相关性较好,尤其是雨滴形变订

正前的降水现象仪小时雨量。  
综上所述,降水现象仪能较好反映实际降水状况,不进行雨滴形变订正处理得到的累计降雨量与雨量传感器更加接近。故下文的雨滴谱特征分析研究中,使用雨滴谱资料时不进行雨滴形变订正处理。

表 1 2019 年 3 月—2022 年 2 月降水现象仪(RS)与雨量传感器(RG)观测结果对比  
([ ]内为形变订正后的数值)

观测仪器		降雨样本/min	累计降雨量/mm	雨量相对偏差 $\frac{RS-RG}{RG} \times 100\%$
春季	RG	4483	994.1	-9.58% [-18.42%]
	RS	20512	898.9 [811.0]	
夏季	RG	5314	980.8	-4.60% [-12.59%]
	RS	18752	935.7 [857.3]	
秋季	RG	4919	754.2	0.72% [-4.91%]
	RS	23490	759.6 [717.2]	
冬季	RG	2956	361.1	-5.57% [-9.80%]
	RS	17682	341.0 [325.7]	
总合集	RG	17672	3090.2	-5.02% [-12.26%]
	RS	80436	2935.2 [2711.2]	

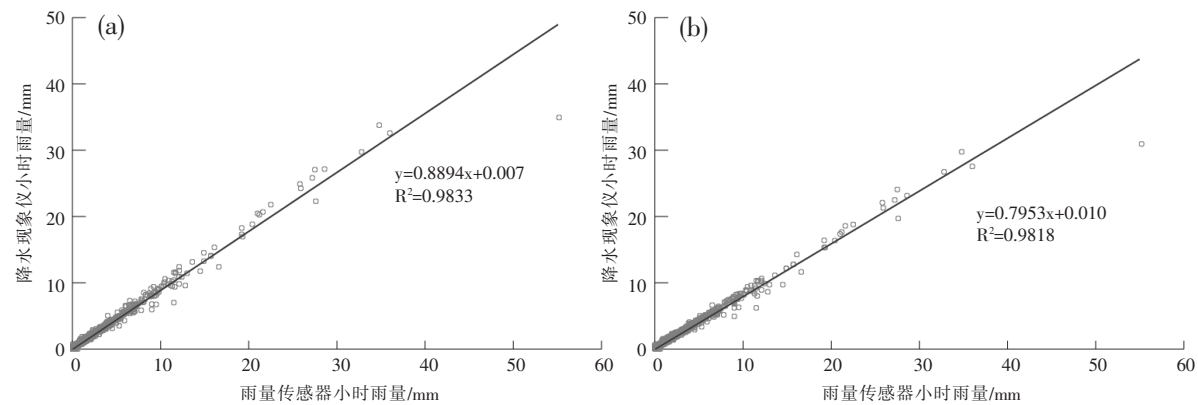


图 1 形变订正前(a)和订正后(b)降水现象仪小时雨量与雨量传感器小时雨量相关性分析

2.2 雨滴谱季节变化特征

2.2.1 平均谱特征

粒子数浓度  $N(D)$ 表征了雨滴在不同粒径大小上的粒子数浓度分布特征,图 2 展示了崇左站不同季节降水的平均粒子数浓度随雨滴直径的分布情况。从图 2 可以看出,各季节降水的雨滴谱均呈单峰分布,平均数浓度峰值均出现在粒径 0.44 mm 附近,秋季雨滴数浓度峰值最大,达到  $3.35 \times 10^3 \text{ mm}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ ,冬季次之,夏季最小,春季则略小于冬季;在粒径谱

宽方面,春季和夏季最大,达到 7.5 mm,秋季次之,冬季最小,仅为 5.9 mm。不同季节雨滴数浓度之间的差异随粒径增大而变化,将雨滴按粒径大小划分为小雨滴( $D \leq 1 \text{ mm}$ )、中雨滴( $1 < D \leq 3 \text{ mm}$ )和大雨滴( $D > 3 \text{ mm}$ ),可以看到小雨滴粒径段内的数浓度以秋季为最高,冬季和春季次之,夏季最低;中雨滴粒径段内,则以夏季数浓度为最高,春季次之,冬季最低,秋季次低;大雨滴粒径段内,春季、夏季均具有较高的数浓度,秋季、冬季的数浓度明显较低,尤其是

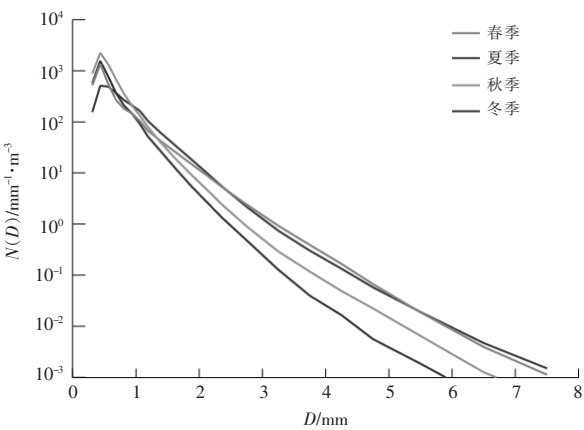


图2 不同季节降水的平均雨滴谱分布

冬季。总而言之,秋季、冬季雨滴直径整体偏小且具有较高浓度的小雨滴,春季、夏季雨滴直径则整体偏大,但夏季小雨滴数浓度明显偏低。

2.2.2 微物理参数特征

质量加权平均直径( $D_m$ )和广义截距参数( $N_w$ )常用于比较各类降水系统的雨滴直径和数浓度的差异特征,图3绘制了崇左站统计时段内降水的月平均 $D_m$ 值和平均 $\lg N_w$ 值的变化情况。由图可见,不同年份的月平均 $D_m$ 值具有相似的变化特征(图3a),不同年份的月平均 $\lg N_w$ 值也具有较为类似的变化特征(图3b)。平均 $D_m$ 值从3月至次年2月呈现出波

动增长后下降、再增长的变化趋势,6月前后达到峰值,12月降至谷值;平均 $\lg N_w$ 值从3月至次年2月则表现为先波动下降后增长、再下降的变化趋势,6月前后降至谷值,12月升至峰值, $\lg N_w$ 与 $D_m$ 呈现出负相关的变化趋势。总体上看,平均 $D_m$ 值和平均 $\lg N_w$ 值呈现出明显的月变化特征,春季、夏季平均 $D_m$ 值偏大而平均 $\lg N_w$ 值偏小,秋季、冬季平均 $D_m$ 值偏小而平均 $\lg N_w$ 值偏大,这与表2所反映的情况相一致。

从中表2可看到,夏季雨强( $R$ )最强,其次依次为春季、秋季、冬季;质量加权平均直径( $D_m$ )、雨水含量( $W$ )、雷达反射率( $Z$ )的季节演变趋势与 $R$ 一致; $\lg N_w$ 则以秋季为最高,冬季略低于秋季,夏季最低,春季次低。已有研究<sup>[19-20]</sup>表明,对流云降水具有更大的雨强和雨水含量,对流云的 $R$ 和 $W$ 与 $D_m$ 演变趋势保持一致。刘显通等<sup>[21]</sup>对比分析了暖区、飑线和台风等三类型强降水系统的雨滴谱特征,结果表明台风降水的雨滴尺寸最小、数浓度最高,飑线降水的雨滴尺寸最大、数浓度最低。陈涛等<sup>[22]</sup>研究表明,暖区中尺度系统降雨的 $N_w$ 、 $D_m$ 高于锋面中尺度系统降雨,暖云降水效率更高。桂西南不同季节降雨受不同类型天气系统影响<sup>[23-24]</sup>,雨滴谱微物理参数的季节变化与各季节不同类型天气系统密切相关。春季桂西南以锋面型降水和层状云降水为主;夏季桂西

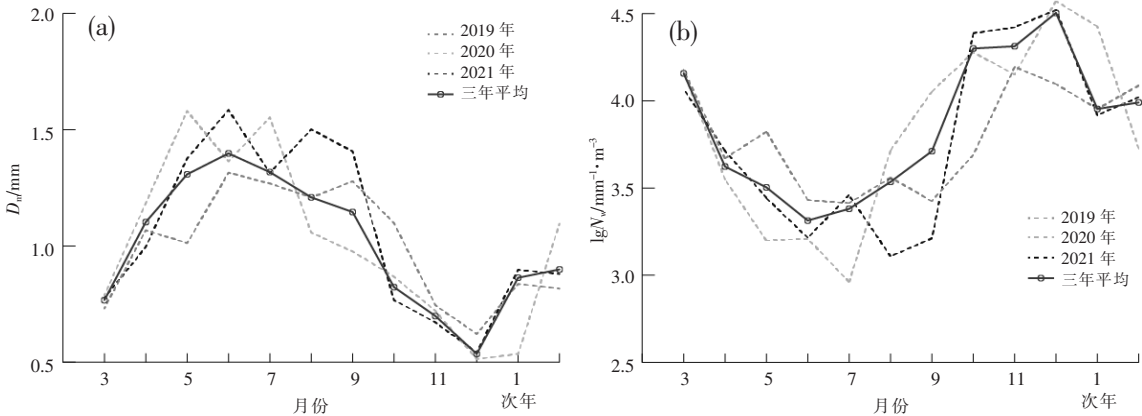


图3 平均 $D_m$ 值(a)和平均 $\lg N_w$ 值(b)月变化情况

表2 不同季节雨滴谱特征量平均值

	$R/\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$	$D_m/\text{mm}$	$\lg N_w/\text{m}^{-3}\cdot\text{mm}^{-1}$	$W/\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	$10\lg Z/\text{dBZ}$
春季	2.63	1.04	3.78	0.15	19.0
夏季	2.99	1.29	3.43	0.17	24.6
秋季	1.94	0.88	4.17	0.14	18.8
冬季	1.15	0.83	4.05	0.09	16.4



南不仅受西风带系统影响,还受热带系统影响,以锋面降水、暖区降水和台风降水为主,对流性强降水出现频繁,雨滴直径最大、数浓度最低;进入秋季,降水量开始锐减,强降水几率大为减少,降水的重要来源是热带气旋带来的降雨,雨滴直径小于春季、夏季,但数浓度高于其余三个季节;冬季盛行东北季风,暖湿气团退出广西,冷空气南下影响,降水以层状云降水为主,雨滴直径最小,数浓度高于春季、夏季。

### 2.2.3 不同粒径雨滴对降水的贡献

为进一步了解不同尺度类型雨滴在各季节降雨过程中所起到的作用,分别计算并绘制小雨滴、中雨滴、大雨滴占总雨滴数浓度的百分比以及各类雨滴对降雨的贡献率情况分布图(图4)。由图4a可以看到,各季节降雨以小雨滴数浓度占比最高,都在78%以上,秋季、冬季超过93%;中雨滴占比远小于小雨滴,夏季占比比较大(约为21%),秋季、冬季较小(约为6%);大雨滴占比非常小,不超过0.21%,春季、夏季

的大雨滴占比大于秋季、冬季。由此可知,小雨滴是雨滴数浓度的主要贡献者。图4b显示,各季节的中雨滴对降雨贡献率明显较大,达60%以上,春季、夏季的中雨滴对降雨贡献大于秋季、冬季;小雨滴对降雨贡献率远小于中雨滴,春季、夏季的小雨滴对降雨贡献率约为12%,秋季、冬季的小雨滴对降雨贡献率在30%左右;大雨滴对降雨的贡献也十分重要,春季、夏季的大雨滴对降雨贡献率明显大于小雨滴,秋季、冬季的大雨滴对降雨贡献率虽小于小雨滴,但也占据了较明显的比重。各季节的大雨滴数浓度占比非常小,但对降雨均具有比较明显的贡献,体现了大雨滴在降雨过程中的重要性。不同季节之间的各类雨滴对雨强的贡献存在差异,春季、夏季降雨以中、大雨滴贡献为主,秋季、冬季则以中、小雨滴贡献为主,这与春季、夏季对流性降雨出现频率较高有关,与前面结论一致。

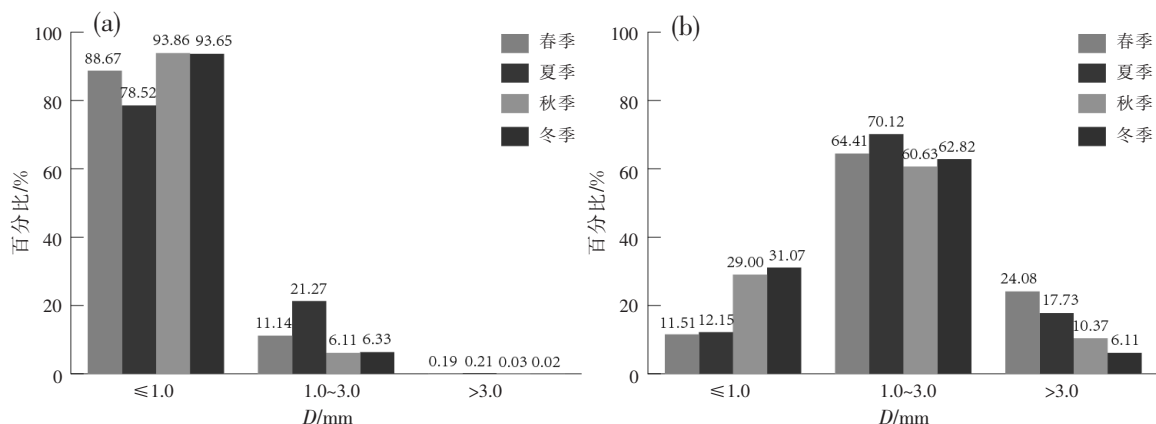


图4 不同季节的各类雨滴数浓度占比(a)以及各类雨滴对降雨的贡献率(b)

## 3 结论

本文使用崇左市国家基本气象站2019年3月—2022年2月DSG1型降水现象仪的雨滴谱观测数据,分析不同季节的雨滴谱特征和差异,主要结论如下:

(1)降水现象仪能较好反映实际降水状况,不进行雨滴形变订正处理得到的累计降雨量与雨量传感器更加接近。

(2)平均 $D_m$ 值和平均 $\lg N_w$ 值呈现出明显的月变化特征,春季、夏季平均 $D_m$ 值偏大而平均 $\lg N_w$ 值偏小,秋季、冬季平均 $D_m$ 值偏小而平均 $\lg N_w$ 值偏

大。夏季雨强( $R$ )最强,其次依次为春季、秋季、冬季;质量加权平均直径( $D_m$ )、雨水含量( $W$ )、雷达反射率( $Z$ )的季节演变趋势与 $R$ 一致; $\lg N_w$ 则以秋季为最高,冬季略低于秋季,夏季最低,春季次低。雨滴谱特征量的季节变化与各季节不同类型天气系统密切相关。

(3)小雨滴是雨滴数浓度的主要来源,各季节小雨滴的数浓度占比都在78%以上;大雨滴数浓度占比非常小,但对降雨具有比较明显的贡献。不同季节各类雨滴对降雨的贡献存在差异,春季、夏季降雨以中、大雨滴贡献为主,秋季、冬季则以中、小雨滴贡献为主,这与春季、夏季对流性降雨出现频率较高有关。

## 参考文献:

- [1] 梅海霞,梁信忠,曾明剑,等.2015—2017 年夏季南京雨滴谱特征[J].应用气象学报,2020,31(1):117–128.
- [2] 张庆池,刘端阳,武艳,等.淮东北地区不同类型暴雨雨滴谱特征及其 Z-R 关系研究[J].气象学报,2022,80(6):967–985.
- [3] 朱红芳,王东勇,杨祖祥,等.“海葵”台风(1211 号)暴雨雨滴谱特征分析[J].暴雨灾害,2020,39(2):167–175.
- [4] 姜舒婕,程莹,黄旋旋,等.兰溪不同季节雨滴谱特征分析[J].科技通报,2022,38(7):7–12.
- [5] 彭旺,李琼,魏加华,等.柴达木盆地东北缘山区和平原区雨滴谱特征对比研究[J].高原气象,2021,41(6):1471–1480.
- [6] 王俊,丛春华,王洪,等.台风温比亚(2018)登录后雨滴谱演变特征分析[J].气象,2022,48(11):1449–1459.
- [7] 韦靖,汤耀国,毛家桑,等.桂北一次极端强降雨过程宏观物理特征分析[J].气象研究与应用,2023,44(1):81–86.
- [8] 彭思越,王莹珏,黄泽文,等.青藏高原东南部不同地区的雨滴谱特征研究[J].高原山地气象研究,2022,42(3):13–21.
- [9] 赵城城,张乐坚,梁海河,等.北京山区和平原地区夏季雨滴谱特征分析[J].气象,2021,47(7):830–842.
- [10] 黄泽文,彭思越,张浩然,等.福建安溪雨滴谱特征[J].应用气象学报,2022,33(2):205–217.
- [11] 毛家桑,陈逸伦,张晔祺,等.崇左和防城港两地的台风韦帕(201907)降雨雨滴谱对比分析[J].大气科学,2023,47(3):655–666.
- [12] FRIEDRICH K, KALINA E A, AIKINS j, et al. Raindrop Size Distribution and Rain Characteristics during the 2013 Great Colorado Flood[J]. Journal of Hydrometeorology, 2016,17(1):53–72.
- [13] 金祺,袁野,刘慧娟,等.江淮之间夏季雨滴谱特征分析[J].气象学报,2015,73(4):778–788.
- [14] BATTAGLIA A, RUSTEMEIER E, Tokay A, et al. PAR-SIVEL Snow Observations: A Critical Assessment [J]. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 2010,27(2): 333–344.
- [15] TOKAY A, WOLFF D B, PETERSEN W A. Evaluation of the new version of the laser-optical disdrometer, OTT Parsivel2 [J]. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 2014, 31(6):1276–1288.
- [16] WEN L, ZHAO K, ZHANG G F, et al. Impacts of instrument limitations on estimated raindrop size distribution, radar parameters, and model microphysics during Mei–Yu season in East China[J]. Journal of Atmospheric & Oceanic Technology, 2017, 34(5): 1021–1037.
- [17] 胡子浩,濮江平,张欢,等.Parsivel 激光雨滴谱仪观测较强降水的可行性分析和建议[J].气象科学,2014,45(1):25–31.
- [18] 周坤论,张哲睿,成振华,等.北海一次强降雨过程的雨滴谱特征分析[J].气象研究与应用,2022,43(2):16–22.
- [19] 胡雅君,张伟,张玉轩,等.闽南沿海 2018—2019 年季风爆发前后雨滴谱特征对比分析[J].气象学报,2022,80(4):618–631.
- [20] 张玉欣,韩辉邦,康晓燕,等.三江源隆宝高寒湿地不同云系降水雨滴谱特征[J].高原山地气象研究,2022,42(1):24–29.
- [21] 刘显通,冯璐,万齐林,等.华南地区典型强降水系统微物理特征差异分析[C]//中国气象学会年会.2018:152–154.
- [22] 陈涛,陈博宇,于超,等.华南前汛期锋面对流系统和暖区对流系统的多尺度特征和集合预报敏感性对比分析[J].气象,2020,46(9):1129–1142.
- [23] 刘瑞鑫,孙建华,陈鲍发.华南暖区暴雨时间的筛选与分类研究[J].大气科学,2019,43(1):119–130.
- [24] 《广西天气预报技术和方法》编写组.广西天气预报技术和方法[M].北京:气象出版社,2012:14–26.

## Characteristics of raindrop size distribution over Southwestern Guangxi in different seasons

LIU Yinhan<sup>1</sup>, MAO Jiashen<sup>1</sup>, QIN Jian<sup>2</sup>, WEI Jing<sup>3</sup>, LU Guan<sup>4</sup>

(1.Chongzuo Meteorological Bureau, Guangxi Chongzuo 532200, China; 2. Jiangzhou Meteorological Bureau, Guangxi Chongzuo 532200, China; 3. Fusui Meteorological Bureau, Guangxi Fusui 543200, China; 4. Pingxiang Meteorological Bureau, Guangxi Pingxiang 532600, China)

**Abstract:** Based on raindrop size distribution (DSD) measurements from 2019 to 2022 observing in Chongzuo National Basic Meteorological Station, the DSD variation characteristics in southwestern Guangxi in different seasons are analyzed. The results show that: (1) The mean values of precipitation microphysical parameters have seasonal differences, with the strongest rainfall intensity ( $R$ ) in summer, followed by spring, autumn, and winter. The seasonal evolutionary trends of mass weighted average diameter ( $D_m$ ), liquid water content ( $W$ ), and radar reflectivity ( $10\lg Z$ ) are consistent with that of  $R$ . The general truncation parameter ( $\lg N_w$ ) is the highest in autumn, slightly lower in winter, lowest in summer, and second lowest in spring. (2) Small raindrops are the main source of raindrop number concentration. There are differences in the contribution of various raindrops to rainfall intensity between different seasons, with medium and large raindrops dominating the contribution of rainfall in spring and summer, and medium and small raindrops dominating in fall and winter.

**Key words:** characteristics of raindrop size distribution; microphysical characteristics; southwestern Guangxi; different seasons