

顾立霞,吕萍,马芳,等.不同数据源下毛乌素沙地风况及输沙势特征[J].中国沙漠,2022,42(5):54-62.

不同数据源下毛乌素沙地风况及输沙势特征

顾立霞,吕萍,马芳,陈国祥,梁准,许明静,杨迎

(陕西师范大学 地理科学与旅游学院,陕西 西安 710119)

摘要: 风是干旱、半干旱区风蚀风积地貌发育的动力基础,我们通常使用风速资料探讨区域风况,但选取不同的风速资料研究同一区域风况时结果存在差异。以毛乌素沙地为例,分别选取中国气象数据网(CMDC)的日最大风速及风向与美国国家气候数据中心(NCDC)的日8个定时观测风速及风向,对比分析起沙风特征。结果表明:(1)毛乌素沙地平均起沙风速相差较小,但起沙风频率明显在CMDC数据源中较高;(2)毛乌素沙地年起沙风向均以WNW、W和NW为主,但年起沙风次风向、不同区域夏季和秋季起沙风次风向组成均在CMDC数据源中较复杂,且起沙风主次风向频率均在CMDC数据源中较高;(3)毛乌素沙地整体均属于低风能环境,中等风向变率,锐双峰或宽单峰风况,但以最大风速计算的年输沙势约是以定时观测风速计算结果的3.3倍。基于两套数据源定量对比分析毛乌素沙地风况及输沙势,这对区域风况研究是一种新的尝试,以期提高对不同数据源提供的风速差异的认识,为今后不同区域的起沙风分析提供一定的参考。

关键词: CMDC; NCDC; 风况; 输沙势; 毛乌素沙地

文章编号: 1000-694X(2022)05-054-09

DOI: 10.7522/j.issn.1000-694X.2022.00014

中图分类号: P931.3

文献标志码: A

0 引言

风是干旱、半干旱区除流水外塑造地球景观的第二大流体^[1]。区域风况受控于大气环流,而大气环流控制全球的水热空间交换和平衡,并形成各种气候模式。因此,区域风环境的变化是全球气候变化的重要组成部分^[2-3],正确认识区域风况及风能环境变化有助于理解全球风沙活动的形成^[4]。只有大于区域起动风速的风即起沙风才能搬运地表沙物质形成风沙流,塑造全球各类风沙地貌^[5]。数据选取影响起沙风分析结果,以往学者们在毛乌素沙地开展的研究表明,不同风速数据下沙地风况存在差异。庞营军等^[6]应用野外实测风速研究发现,毛乌素沙地起沙风向以NW、NNW和N为主,这与Cui等^[7]应用中国气象数据网(CMDC)的最大风速发现毛乌素沙地盛行北风(N、NNW、NW)、西风(W、WNW)和偏南风(S、SSE、SE)有所偏差;Joseph等^[8]应用美国国家气候数据中心(NCDC)的定时观测风

速研究发现,毛乌素沙地起沙风向以NW、W为主,这与庞营军等^[6]、Cui等^[7]的研究结果均有差别。由此可见,基于不同数据源的风速数据分析同一区域的风况,结果存在差异。然而造成差异的原因及偏差的具体表现尚不明确。

毛乌素沙地是中国的四大沙地之一,处于干旱、半干旱到湿润的过渡地带,自然环境恶劣,人类活动密集,是典型的生态脆弱区和自然地理区的过渡地带^[9]。近年来,由于政府措施^[10]和气象因素^[11]的影响,生态环境有所改善,植被覆盖度增加,在一定程度上抑制了沙丘的活化。但多期遥感影像显示,西北部地区仍存在沙丘活化现象,活化的沙丘对当地人们的生态环境和生命财产安全带来严重威胁。因此,正确认识毛乌素沙地风况及输沙势的变化特征,可为区域风沙灾害防治提供科学依据。

当前,关于毛乌素沙地生态环境的研究多在沙漠化的起源^[12]和发育的古环境^[13-14]、沉积物特征^[15-18]、沙漠化演变进展^[19-20]、风况对沙丘移动及形

收稿日期:2021-12-12; 改回日期:2022-02-27

资助项目:国家自然科学基金项目(41871011);中央高校基本科研业务费专项资金项目(GK202107008)

作者简介:顾立霞(1997—),女,河南信阳人,硕士研究生,研究方向为风沙地貌、区域开发与环境治理。

E-mail: gulixia18337278057@163.com

通信作者:吕萍(E-mail: lvping@lzb.ac.cn)

态演变的影响^[21-23]等方面。少有人关注不同风速数据研究沙地风况时带来的差异。因此,本文基于CMDC的最大风速与NCDC的定时观测风速数据,分析毛乌素沙地起沙风速、风向和输沙势等的差异,以期在今后指导生产实践时不同数据源提供的风速差异引起学者们足够的重视,丰富区域风沙地貌学的研究内容。

1 研究区概况

毛乌素沙地(37.45°—39.37°N,107.67°—110.50°E)主要位于鄂尔多斯高原与黄土高原之间的湖积冲积平原凹地上,是中国季风边缘区的四大沙地之一,面积约4.22万km²。沙地整体自西北向东南倾斜,海拔1100—1300 m(图1)。沙地属于典型的温带半干旱大陆性季风气候,年均气温6.54—10.28℃,年降水量250—440 mm,年蒸发量1800—

2500 mm^[24]。冬季盛行偏西风,夏季盛行偏南风,多年平均风速2.9—3.5 m·s⁻¹,多年平均大风日数为20—40 d^[10]。沙地流动、半固定和固定沙丘广泛分布,沙物质主要来源于裸露基岩(白垩纪和侏罗纪砂岩)、晚第四纪河湖相类风积相沙、早第四纪河湖相沉积、沙质黄土残积沙^[25]。沙地西北部以流动的新月形沙丘及沙丘链为主^[26],西南部以灌丛沙丘为主^[27-29],东部以固定沙丘为主^[10,30]。流动沙丘的局部地方有沙米(*Agriophyllum squarrosum*)、沙鞭(*Psammochloa villosa*)等先锋植物和一些灌木,固定和半固定沙丘上有油蒿(*Artemisia ordosica*)和柠条锦鸡儿(*Caragana korshinskii*)群落,水分条件较好的丘间低地或滩地上有沙柳(*Salix psammophila*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)等灌木以及芨芨草(*Achnatherum splendens*)、盐爪爪(*Kalidium foliatum*)等生长^[31]。

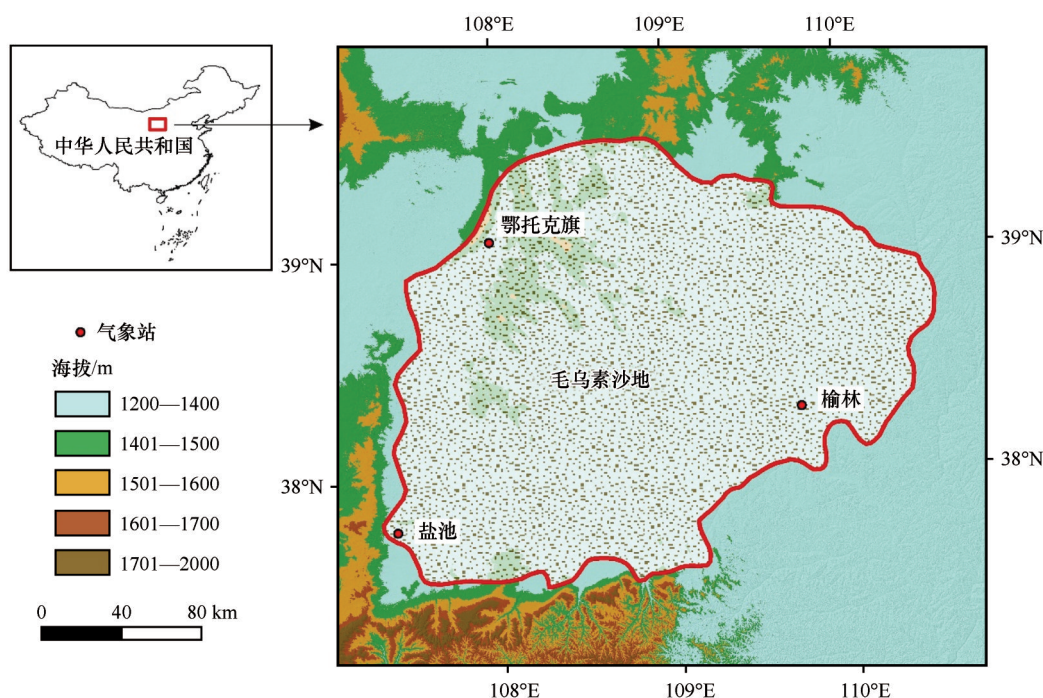


图1 毛乌素沙地地理位置(改绘于[7])

Fig.1 Geographical location of the Mu Us Sandy Land (modified from[7])

2 数据与方法

2.1 数据来源

风况数据分别来源于CMDC (<http://data.cma.cn>)、NCDC (<https://gis.NCEI.noaa.gov>),包括毛乌素沙地周围的鄂托克旗、盐池和榆林3个气象站点。选取两套数据源下3个站点记录的2005年3月1日

至2019年2月28日的风况数据。1月和2月归为上一年度进行统计。两套数据源均是基于全球地面气象站,观测高度10 m。CMDC数据集中记录日平均风速和最大风速及风向,平均风速为每日02:00、08:00、14:00和20:00共4次连续10 min平均风速的算术平均值,最大风速为一日内连续10 min平均风速的最大值。NCDC数据集中记录一日8个定时观

测风速(连续 10 min 平均风速)及风向。两套数据源发布的数据均通过严格的质量控制且经过许多权威学者的检验,可信度高,故可用于本文的研究。

2.2 研究方法

平均风速是衡量区域风速活动强度的指标之一,可由年平均风速、月平均风速和日平均风速等表示不同时间尺度的风速变化^[32]。数据处理时,选取 CMDC 的平均风速和 NCDC 的定时观测风速,计算两套数据源下的年平均风速和月平均风速。在风沙地貌研究中,起沙风速比平均风速更有意义,因为只有风速达到起动风速时地表沙粒才开始运动形成风沙流。学者们在应用 CMDC 数据源开展研究时均选用其提供的一日 1 个最大风速及风向分析起沙风,故本文亦做同样处理。同时,本文选取 NCDC 的一日 8 个定时观测风速及风向分析起沙风。比较两种处理方式对起沙风速、风向的影响。由于 CMDC 与 NCDC 提供的均是 10 m 观测高度的风速资料,故本文沿用前人在沙地研究的结论^[6,26],临界起沙风速定义为 $6.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,将两套数据源下 16 个方向上 $\geq 6.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的风速作为起沙风进行统计,并计算平均起沙风速及频率等特征值。输沙势反映了某一方位起沙风在一段时间内搬运沙子的能力^[33],计算两套数据源下的沙地输沙势,采用方程^[34]:

$$DP \propto V^2(V - V_t)t \quad (1)$$

式中: DP 为输沙势,矢量单位(VU); V 为风速(节); V_t 为起动风速(节); t 为观测时段内起沙风时间数与总观测次数的百分比。风能环境依据 Fryberger^[34] 的划分方法,分为高能($DP > 400 \text{ VU}$)、中能(DP 为 $200\text{—}400 \text{ VU}$)和低能($DP < 200 \text{ VU}$)环境。合成输沙势(RDP)为各个方向输沙势的矢量合成;合成输沙方向(RDD)为合成输沙势的方向,可反映区域总体输沙方向;合成输沙势与输沙势的比值($RDP/$

DP)定义为风向变率^[35-36]。最后,基于两套数据计算的结果进行制图制表对比分析。

3 结果

3.1 风速对比

风速是评价区域风沙活动的基础^[37]。以 CMDC 最大风速和 NCDC 定时观测风速计算的沙地平均起沙风速基本无差别,且不同区域平均起沙风速变化趋势一致,但不同区域起沙风频率明显在 CMDC 数据源中较高。

应用 CMDC 的平均风速和最大风速计算的沙地年平均风速为 $2.1\text{—}2.7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 、年平均起沙风速为 $7.6\text{—}8.1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,这与应用 NCDC 的定时观测风速计算的平均风速($2.2\text{—}2.9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)、平均起沙风速($6.8\text{—}7.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)接近。以 CMDC 最大风速计算的鄂托克旗、盐池和榆林年起沙风频率分别为 46.5%、31.1%、40.8%,这远高于以 NCDC 定时观测风速计算的结果(9.1%、5.0%、6.4%,表 1)。从季节和月变化来看,两套数据源计算的鄂托克旗和榆林平均风速、平均起沙风速均春季最大,秋、冬季次之,夏季最小,且均 4 月最大,1 月最小;盐池平均风速与鄂托克旗和榆林情况相似,但根据最大风速和定时观测风速计算的平均起沙风速均冬季最大,春季次之,夏、秋季最小,且均 12 月最大,9 月最小(图 2)。

3.2 起沙风风向对比

3.2.1 年起沙风风向

风向是塑造区域风沙地貌的重要动力条件^[38]。两套数据源计算的结果显示,沙地年起沙风向以 WNW、W 和 NW 为主,但以 CMDC 最大风速计的年起沙风次风向组成结构比以 NCDC 定时观测风速计的起沙风复杂,且主次风向频率也在 CMDC 数据源中较高。

表 1 毛乌素沙地各站点年风况对比

Table 1 Comparison of annual wind conditions at each station in Mu Us Sandy Land

站名	年平均风速/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)		年平均起沙风速/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)		年起沙风频率/%	
	CMDC	NCDC	CMDC	NCDC	CMDC	NCDC
鄂托克旗	2.5	2.6	8.1	7.0	46.5	9.1
盐池	2.1	2.2	7.6	6.8	31.1	5.0
榆林	2.7	2.9	7.9	6.9	40.8	6.4

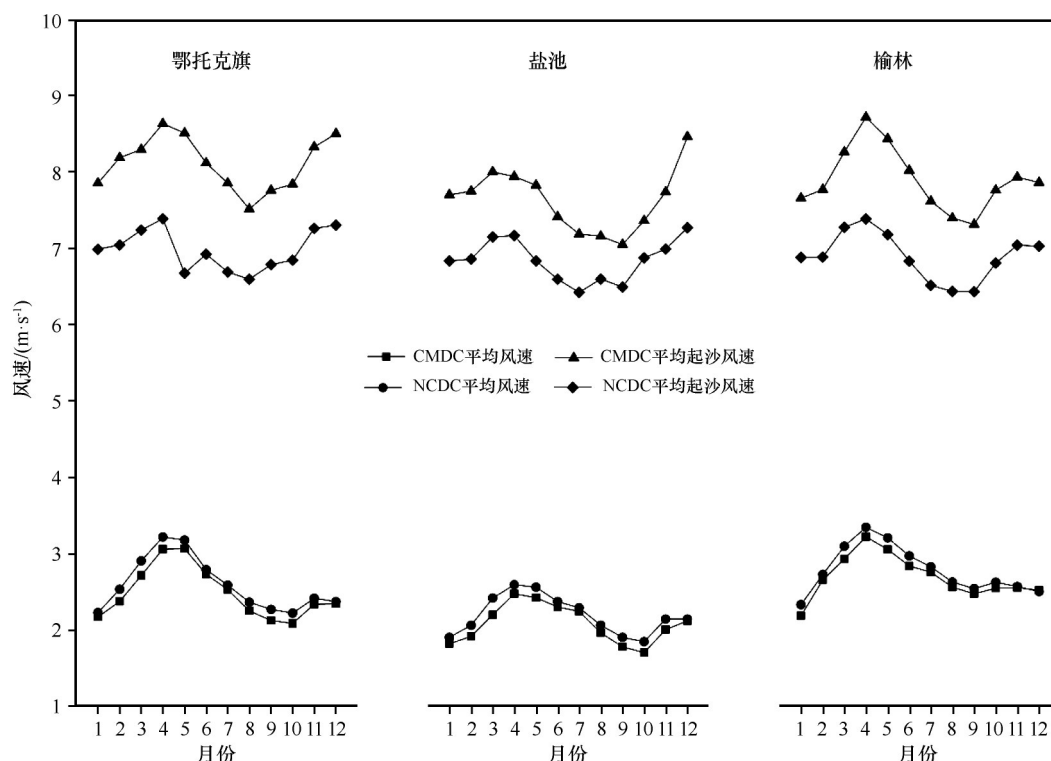


图2 毛乌素沙地平均风速和平均起沙风速月际变化对比

Fig.2 Comparison of monthly variation of mean wind speed and mean sand-driving wind speed in Mu Us Sandy Land

以CMDC最大风速分析的结果显示,鄂托克旗以偏西风(WNW、W、NW)为主,偏西风频率最大,为44.6%,其次是偏北风(NNW、N、NNE, 29.3%),再次是偏南风(SE、SSE、S、SW、WSW, 15.4%);盐池亦以偏西风(W、WNW)为主,偏西风频率最大(45.1%),其次是偏南风(SSE、S、SSW、WSW)与偏北风(N、NNW),频率和为36.1%;榆林以西北风(NW、WNW)为主,西北风频率最大(42.8%),其次是偏南风(SSE、S、SE, 27.3%),再次是西风与西北偏西风,频率和为11.7%(图3A)。以NCDC定时观测风速分析的上述各个站点起沙风主风向与CMDC数据源中的结果较为一致。但起沙风次风向组成结构明显在NCDC数据源中更简单,如鄂托克旗起沙风次风向仅由NNW、N、NNE组成,盐池次风向仅由N、WSW组成,榆林次风向仅由SE、SSE、S组成,且上述各个站点起沙风主风向频率(31.4%、31.7%、27.8%)、次风向频率(16.1%、6.4%、11.7%)均明显在NCDC数据源中较低(图3B)。

3.2.2 季节起沙风向

年风向的区域差异可反映风向在空间上的变化规律,季节差异则体现风向的时间变化特征^[39]。沙地不同区域季节起沙风向以CMDC最大风速和

NCDC定时观测风速分析时情况相似,即鄂托克旗、盐池、榆林春季、冬季起沙风风向组成结构相似;但上述各区域夏季、秋季起沙风次风向组成结构均在CMDC数据源中较复杂,且各区域的各季节起沙风主次风向频率均在CMDC数据源中较高。

以CMDC最大风速分析的结果表明,鄂托克旗春季、秋季和冬季均以偏西风(WNW、NW、W)为主,偏西风频率最大,分别为44.2%、54.4%、63.7%,其次是偏北风(N、NNW、NNE),频率分别为31.8%、23.0%、25.2%。盐池和榆林与鄂托克旗有相似情形。盐池春季、秋季和冬季均以偏西风(W、WNW)为主,亦是偏西风频率最大(41.2%、56.2%、69.9%);榆林春季、秋季和冬季均以西北风(NW、WNW)为主,西北风频率最大(52.9%、49.2%、64.5%)。3个站点夏季起沙风风向差异较大(图4A、图5A、图6A)。具体而言,鄂托克旗夏季以偏北风(NNE、N、NNW、NE)为主,偏北风频率最大(38.1%),其次是偏西风(WNW、NW、W)和偏南风(S、SSE、SE、SW、WSW、SSW),风频率分别为22.6%、26.4%;盐池夏季盛行3组风向,包括偏南风(WSW、SSW、S、SSE、SE)、偏西风(W、WNW、NW)和偏北风(N、NNW、NNE、NE),风频率分别为31.0%、24.0%、23.7%;榆林夏季

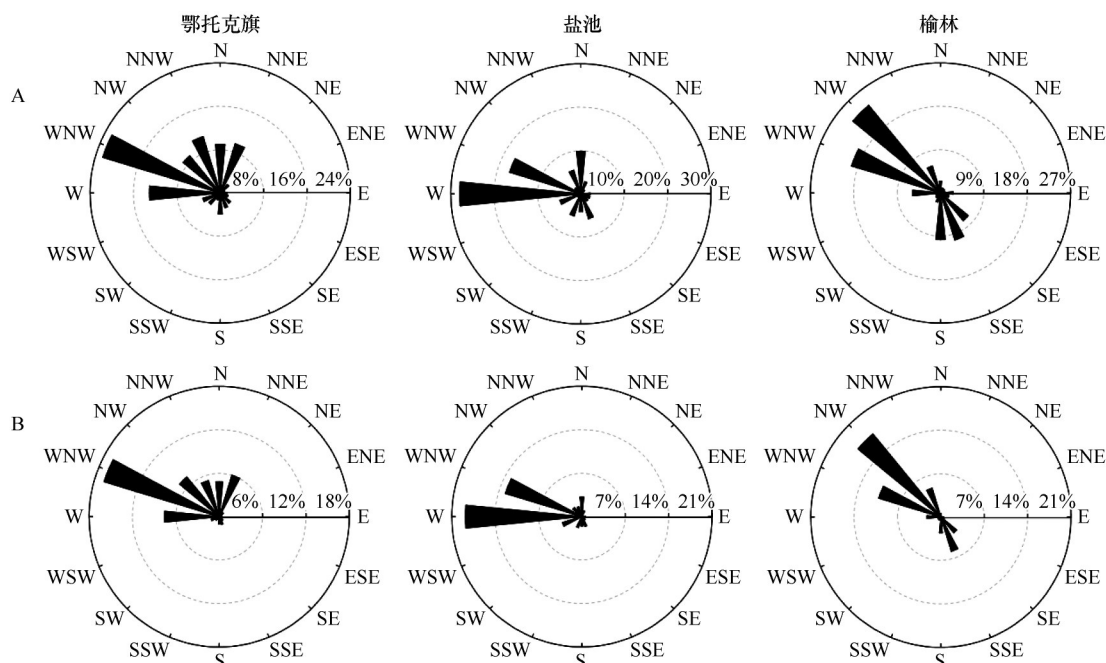


图3 基于CMDC(A)、NCDC(B)数据的毛乌素沙地各站点年起沙风玫瑰对比

Fig.3 Comparison of annual sand-driving wind roses at each station in Mu Us

Sandy Land based on CMDC (A) and NCDC (B) data

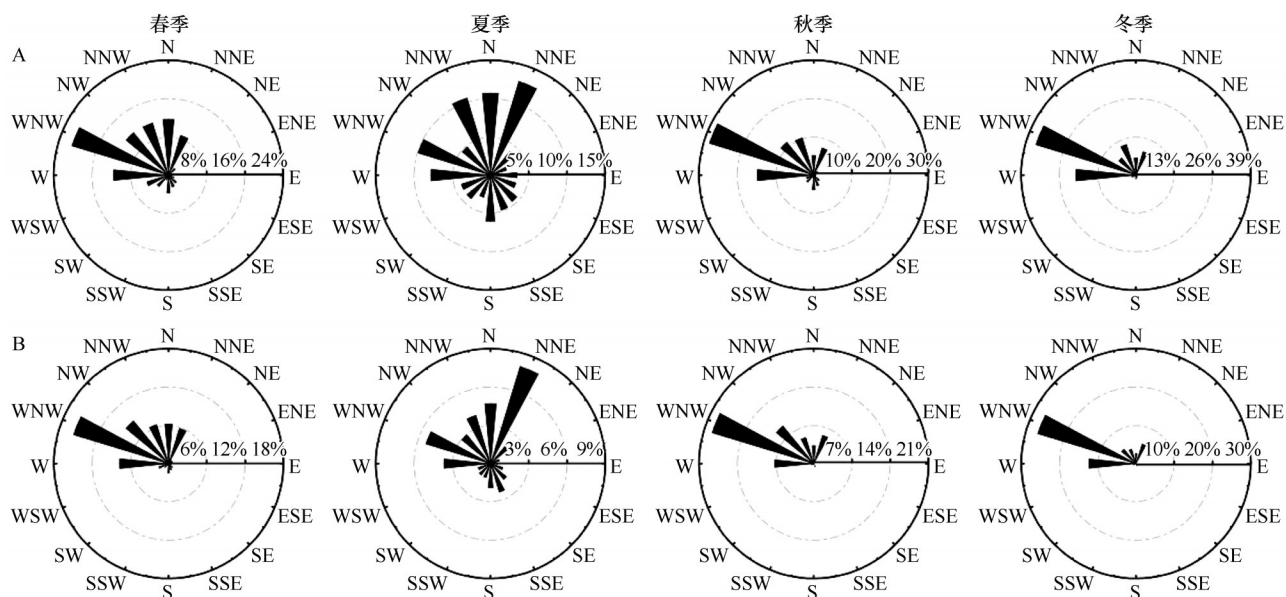


图4 基于CMDC(A)、NCDC(B)数据的鄂托克旗季节起沙风玫瑰对比

Fig.4 Comparison of seasonal sand-driving wind roses at Etuoke Station based on CMDC (A) and NCDC (B) data

以偏南风(SSW、S、SSE、SE)为主,偏南风(SSW、S、SSE、SE)频率最大(40.7%),西北风次之(22.5%)。此外,3个站点秋季亦有少量偏南风出现。其中鄂托克旗秋季偏南风(SE、SSE、S、SW、WSW)频率为15.4%,盐池偏南风(SSE、SSW)频率为13.1%,榆林偏南风频率为31.6%。

以NCDC定时观测风速分析的上述各站点春季、冬季起沙风主次风向与CMDC数据源中的结果

较为一致,但各个站点各季节的主次风向频率均在NCDC数据源中较低,且各站点夏季、秋季起沙风风向组成结构也在NCDC数据源中较简单(图4B、图5B、图6B)。具体而言,鄂托克旗夏季仍以偏北风(NNE、N、NNW、NE)为主,但次风向仅由WNW、NW和W等组成,秋季仍以偏西风(WNW、NW、W)为主,但次风向仅由N、NNW和NNE等组成,且以NCDC定时观测风速计算的春季(32.0%、18.4%)、

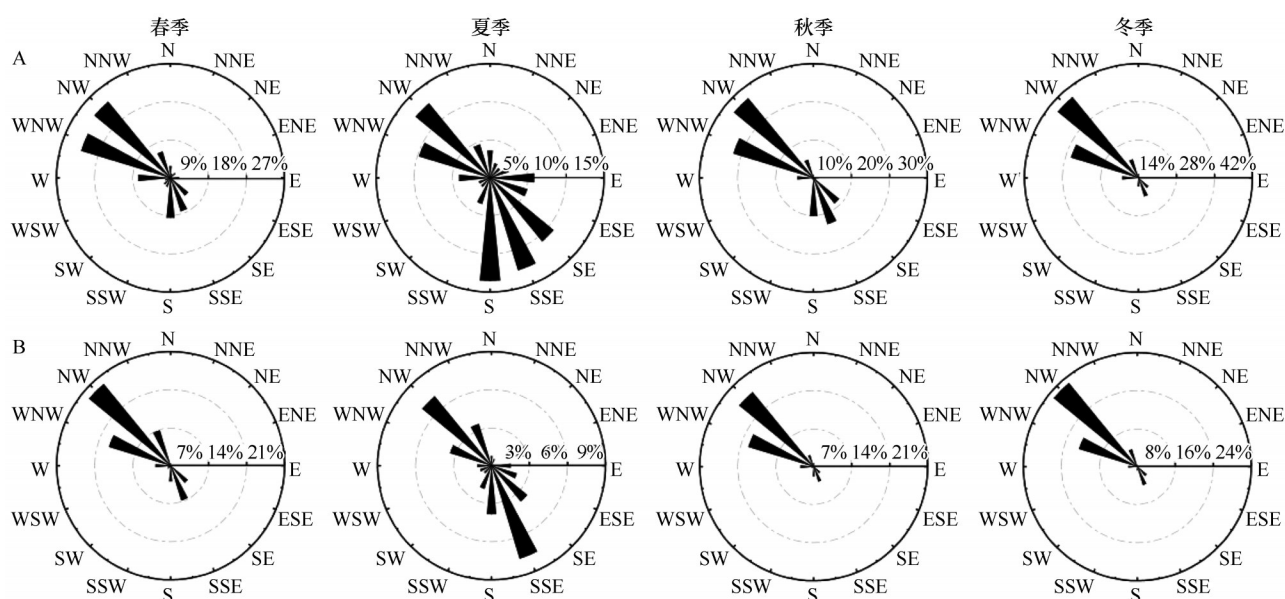


图5 基于CMDC(A)、NCDC(B)数据的盐池季节起沙风玫瑰对比

Fig.5 Comparison of seasonal sand-driving wind roses at Yanchi Station based on CMDC (A) and NCDC (B) data

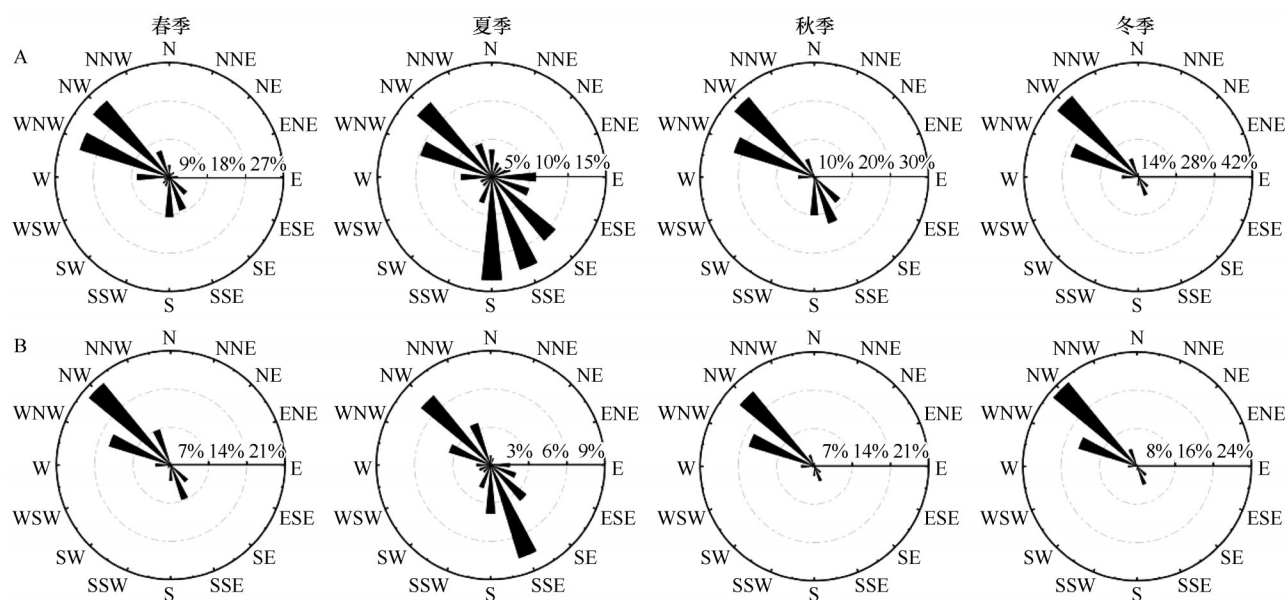


图6 基于CMDC(A)、NCDC(B)数据的榆林季节起沙风玫瑰对比

Fig.6 Comparison of seasonal sand-driving wind roses at Yulin Station based on CMDC (A) and NCDC (B) data

夏季(18.4%、11.9%)、秋季(35.6%、13.9%)、冬季主要风向频率(44.3%、12.0%)均低于以CMDC最大风速计算的结果;盐池夏季仅盛行两组风向,即以偏西风(W、WNW、NW)和偏南风(WSW、SSW、S、SSE)为主,风频率分别为13.5%、10.3%,秋季仅盛行偏西风(W、WNW),风频率为36.5%;榆林夏季仍以偏南风(SSW、S、SSE、SE)为主,但次风向仅由W、WNW和NNW等组成,风向频率和为16.0%,秋季仍以西北风(NW、WNW)为主,但仅有极少量来自SSE、W和NNW等方位的起沙风,风向频率和为

7.6%。

3.3 输沙势对比

输沙势是衡量区域风沙活动强度的重要指标^[40]。基于两套数据源计算的结果表明,沙地整体属于低风能环境,中等风向变率,宽单峰或锐双峰风况,但以CMDC最大风速计算的沙地年输沙势(DP)约是以NCDC定时观测风速计算结果的3.3倍。

如图7所示,基于CMDC与NCDC数据源计算

的各区域风向变率指数(0.72、0.65、0.62)较为接近(0.74、0.75、0.66),且以最大风速和定时观测风速分析的沙地合成输沙方向较为一致(103.6° — 128.9° 、 101.2° — 128.9°);以CMDC最大风速计算的鄂托克

旗、盐池和榆林DP分别为187.1VU、81.7VU、151.3VU,大约是以NCDC定时观测风速计算结果的3.3倍(61.0VU、26.3VU、41.2VU),且各区域的RDP与DP有相似情况。

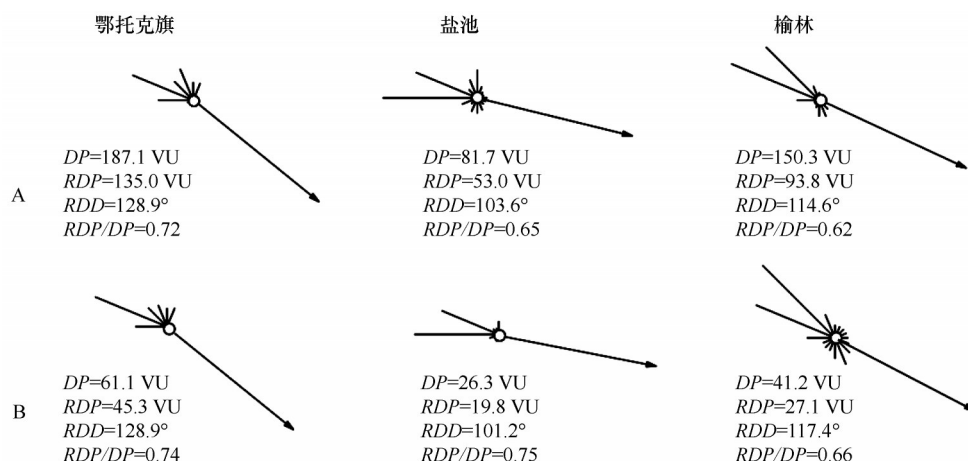


图7 基于CMDC(A)、NCDC(B)数据的毛乌素沙地年输沙玫瑰对比

Fig.7 Comparison of annual drift potential roses in Mu Us Sandy Land based on CMDC (A) and NCDC (B) data

4 讨论

以CMDC最大风速与NCDC定时观测风速计的沙地输沙势范围分别为81.7—187.1VU、26.3—61.0VU,这与庞营军等^[6]的研究结果不一致,其中以最大风速计的输沙势值偏大,以定时观测风速计的输沙势值偏小。我们推测产生上述差异的原因有3个方面:一是风速监测点的位置差异,本文的两套数据源均是基于沙漠外围的全球地面气象站点,而庞营军等^[6]使用的野外实测资料是基于架设在内蒙古自治区鄂尔多斯市乌审旗固定沙地的自动气象站。二是风速观测高度的差异,本文的两套数据源提供的均是10 m高度的风况数据,而庞营军等^[6]的实测资料是2 m高度的风况数据。三是数据统计时段的差别,本文的两套数据起始时间均为2005年3月1日至2019年2月28日,而庞营军等^[6]的实测数据时间为2008年8月1日至2011年7月31日。因此,我们认为上述这些方面均是本文研究结果与庞营军等^[6]有所差别的原因。

两套风况资料数据统计时段相同、风速观测高度(10 m)及监测点位置(鄂托克旗、盐池和榆林)一致。在此前提下,分别选取CMDC的日最大风速及风向与NCDC的日8个定时观测风速及风向,分析起沙风,结果存在差异。首先,由于CMDC与NCDC发布的数据均通过严格的质量控制且经过许

多权威学者^[41-45]的检验使用,故数据源本身可信。其次,由于总输沙势为各方向输沙势的代数和,与方向无关,且以最大风速计的输沙势反映的是总输沙势的上限,故以CMDC最大风速计算的输沙势约是以NCDC定时观测风速计算结果的3.3倍。此外,两套数据源下的风速分析结果显示,沙地合成输沙方向、风向变率均较为接近,这表明一日内风向变化不大,故CMDC最大风速的风向与NCDC定时观测风速的风向均可代表日起沙风风向。本文仅以毛乌素沙地为例,量化不同风速分析起沙风时带来的差异,并期望学者们今后开展研究时重视不同数据源提供的风速差异。未来应加强野外实测数据的积累,着力探究沙地风况变化特征及其对沙丘形成与演变的影响。

5 结论

分别以CMDC最大风速和NCDC定时观测风速数据分析起沙风时,沙地平均起沙风速相差较小,沙地年起沙风均以偏西风(WNW、NW、W)为主,且沙地合成输沙方向、风向变率均较为接近,沙地整体属于低风能环境,中等风向变率,宽单峰或锐双峰风况;但起沙风频率、起沙风主次风向频率均明显在CMDC数据源中较高,沙地年起沙风次风向、夏季和秋季起沙风次风向组成结构均明显在CMDC数据源中较复杂,且以最大风速计算的输沙

势约为以定时观测风速计算结果的3.3倍。

不同数据源提供的风速存在差异,这造成起沙风分析结果有所差别。本文两套数据源均是可信的,最大风速的风向与定时观测风速的风向在今后均可用于区域风况研究。

参考文献:

- [1] 董治宝,吕萍.70年来中国风沙地貌学的发展[J].地理学报,2020,75(3):509-527.
- [2] Azorin-Molina C, Vicente-Serrano S M, McVicar T R, et al. Homogenization and assessment of observed near-surface wind speed trends over Spain and Portugal, 1961-2011[J]. Journal of Climate, 2014, 27(10): 3692-3712.
- [3] Wan H, Wang X L, Swail V R. Homogenization and trend analysis of Canadian near-surface wind speeds[J]. Journal of Climate, 2010, 23(5): 1209-1225.
- [4] 吕萍,董治宝,张正偲,等.腾格里沙漠近地面层风、气温、湿度特征[J].中国沙漠,2009,29(5):977-981.
- [5] 吴正.风沙地貌与治沙工程[M].北京:科学出版社,2010:36-37.
- [6] 庞营军,吴波,贾晓红,等.毛乌素沙地风况及输沙势特征[J].中国沙漠,2019,39(1):62-67.
- [7] Cui X J, Sun H, Dong Z B, et al. Temporal variation of the wind environment and its possible causes in the Mu Us Dunefield of Northern China, 1960-2014[J]. Theoretical and Applied Climatology, 2019, 135: 1017-1029.
- [8] Joseph A M, James B S, Lu H Y, et al. Limited change in dune mobility in response to a large decrease in wind power in semi-arid northern China since the 1970s[J]. Geomorphology, 2008, 102(3): 351-363.
- [9] 刘彦随, Jay Gao. 陕北长城沿线地区土地退化态势分析[J]. 地理学报, 2002, 57(4): 443-450.
- [10] 吴正. 中国沙漠及其治理[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 68-69.
- [11] 王立新, 刘华民, 杨劼, 等. 毛乌素沙地气候变化及其对植被覆盖的影响[J]. 自然资源学报, 2010, 25(12): 2030-2039.
- [12] 白壮壮, 崔建新. 近2 000 a毛乌素沙地沙漠化及成因[J]. 中国沙漠, 2019, 39(2): 177-185.
- [13] 刘荔昀, 鲁瑞洁, 刘小楝. 风成沉积物色度记录的毛乌素沙漠全新世以来气候变化[J]. 中国沙漠, 2019, 39(6): 83-89.
- [14] 王晓伟. 毛乌素沙地东南缘晚第四纪风成沉积及其环境意义[D]. 兰州: 兰州大学, 2020.
- [15] 刘倩倩, 杨小平. 毛乌素沙地和库布齐沙漠风成沙粒度参数的空间变化及其成因[J]. 中国沙漠, 2020, 40(5): 158-168.
- [16] 哈斯, 庄燕美, 王蕾, 等. 毛乌素沙地南缘横向沙丘粒度分布及其对风向变化的响应[J]. 地理科学进展, 2006(6): 42-51.
- [17] 陈国祥, 董治宝, 崔徐甲, 等. 毛乌素沙地中部风成沙的组成与微形态特征[J]. 中国沙漠, 2018, 38(3): 473-483.
- [18] 舒培仙, 牛东风, 李保生, 等. 毛乌素沙地现代沙丘沙的粒度特征及其意义[J]. 中国沙漠, 2016, 36(1): 158-166.
- [19] 韩雪莹, 杨光, 秦富仓, 等. 毛乌素沙地近30年沙漠化土地时空动态演变格局[J]. 水土保持研究, 2019, 26(5): 144-150.
- [20] 沈关东. 毛乌素沙地东南缘沙漠化演变趋势及其与气候因子的相关性分析[D]. 西安: 西北大学, 2017.
- [21] 王静璞, 王光镇, 韩柳, 等. 毛乌素沙地不同固沙措施下沙丘的移动特征[J]. 甘肃农业大学学报, 2017, 52(2): 54-60.
- [22] 王静璞, 刘连友, 沈玲玲. 基于Google Earth的毛乌素沙地新月形沙丘移动规律研究[J]. 遥感技术与应用, 2013, 28(6): 1094-1100.
- [23] Zhang D, Liang P, Yang X, et al. The control of wind strength on the barchan to parabolic dune transition[J]. Earth Surface Processes And Landforms, 2020, 45(10): 2300-2313.
- [24] 吴徽. 近50年来毛乌素沙地的沙漠化过程研究[J]. 中国沙漠, 2001, 21(2): 164-169.
- [25] 王涛. 中国沙漠与沙漠化[M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 2003.
- [26] 许明静, 吕萍, 肖南, 等. 毛乌素沙地西北部植被覆盖对沙丘移动的影响[J]. 中国沙漠, 2020, 40(4): 71-80.
- [27] 王训明, 李晋昌, 郎丽丽. 中国干旱半干旱区灌丛沙丘的形成演化及其对环境变化的影响[M]. 北京: 科学出版社, 2017: 36-37.
- [28] 刘海霞, 李晋昌, 苏志珠, 等. 毛乌素沙地西南缘灌丛沙丘沉积物的粒度和元素特征[J]. 中国沙漠, 2015, 35(1): 24-31.
- [29] 高国雄, 吴卿, 杨春霞. 毛乌素沙地东南缘人工植被结构与生态功能研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2010: 48-49.
- [30] 徐志伟, 鹿化煜. 毛乌素沙地风沙环境变化研究的理论和新认识[J]. 地理学报, 2021, 76(9): 2203-2223.
- [31] 朱震达, 吴正, 刘恕, 等. 中国沙漠概论[M]. 北京: 科学出版社, 1974.
- [32] 陈宗颜, 董治宝, 汪青春. 青海共和盆地风况及风沙地貌[J]. 中国沙漠, 2018, 38(3): 492-499.
- [33] 马芳, 吕萍. 新月形沙丘与线性沙丘共存区域风况特征[J]. 中国沙漠, 2019, 39(3): 98-106.
- [34] Fryberger S G. Dune forms and wind regime[M]//Mckee E D. A Study of Global Sand Seas. Washington, USA: US Government Printing Office, 1979.
- [35] 鲍锋, 董治宝, 张正偲. 柴达木盆地风沙地貌区风况特征[J]. 中国沙漠, 2015, 35(3): 549-554.
- [36] 胡光印, 董治宝, 张正偲, 等. 若尔盖盆地起沙风况与输沙势特征[J]. 中国沙漠, 2020, 40(5): 20-24.
- [37] 张正偲, 董治宝, 赵爱国. 输沙势计算中的“时距”问题[J]. 干旱区地理, 2010, 33(2): 177-182.
- [38] 张正偲, 董治宝, 赵爱国, 等. 库姆塔格沙漠昼夜风向变化特征[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(8): 126-130.
- [39] 田敏, 钱广强, 杨转玲, 等. 柴达木盆地东北部哈勒腾河流域风况特征及其对风沙地貌发育的影响[J]. 中国沙漠, 2021, 41(1): 1-9.
- [40] 王兆云, 牛改红, 柳本立. 风沙活动强度3种估算指标对比及适用性分析[J]. 中国沙漠, 2021, 41(3): 118-126.
- [41] 俎瑞平, 张克存, 屈建军, 等. 塔克拉玛干沙漠地面风场特征及周边地区沙丘排列关系分析[J]. 应用气象学报, 2005, 16(4): 468-475.

- [42] 李红军,何清,杨青.近 40 a 新疆输沙势的分析[J].中国沙漠, 2004,24(6):46-50.
- [43] 李振山,陈广庭.塔克拉玛干沙漠起沙风况[J].中国沙漠, 1999,19(1):44-46.
- [44] 陈渭南,董治宝,杨佐涛,等.塔克拉玛干沙漠的起沙风速[J]. 地理学报,1995(4):360-367.
- [45] Yizhaq H Z, Xu Z W, Ashkenazy Y. The effect of wind speed averaging time on the calculation of sand drift potential New scaling laws [J]. Earth and Planetary Science Letters, 2020, 544:1-10.

Drift potential characteristics of Mu Us Sandy Land calculated with different data sources

Gu Lixia, Lv Ping, Ma Fang, Chen Guoxiang, Liang Zhun, Xu Mingjing, Yang Ying

(School of Geography and Tourism, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China)

Abstract: Wind is the dynamic basis for the development of wind erosion and aeolian geomorphology in arid and semi-arid areas. We usually use wind speed data to discuss the regional wind regime, but there are differences in the results when different wind speed data are selected to study the same regional wind regime. Taking the Mu Us Sandy Land as an example, the daily maximum wind speed and wind direction data from the China Meteorological Data Service Center (CMDC) and the daily observation wind speed and wind direction data from the US National Climatic Data Center (NCDC) were selected to analyze the sand-driving wind. The results show that: (1) The difference of average sand-driving wind speed is small, but the frequency of sand-driving wind is obviously higher in CMDC data source. (2) The annual sand-driving wind direction in the sandy land is mainly WNW, W and NW, but the composition of annual sand-driving wind direction, summer and autumn sand-driving wind direction in different regions is more complex in CMDC data source, and the frequency of primary and secondary sand-driving wind direction is higher in CMDC data source. (3) The sandy land as a whole belongs to low wind energy environment, medium wind direction variability, sharp double peak or wide single peak wind conditions, but the annual sand drift potential calculated by maximum wind speed is about 3.3 times that calculated by timing observation wind speed. Based on the above two sets of data sources, quantitative comparative analysis of wind regime and sand drift potential in Mu Us Sandy Land is made, which is a new attempt to study regional wind regime, in order to improve our understanding of wind speed differences provided by different data sources, and provide certain reference for the analysis of sand-driving wind in different regions in the future.

Key words: CMDC; NCDC; wind regime; drift potential; Mu Us Sandy Land