

新疆策勒不同类型流动和半流动沙丘运移规律

毛东雷^{1,2,4}, 雷加强^{2,4}, 周杰^{2,3,4}, 薛杰^{2,3,4}, 王翠^{2,3,4}, 再努拉·热和木吐拉^{2,3,4}

(1. 新疆师范大学 地理科学与旅游学院, 新疆干旱区湖泊环境与资源实验室,

乌鲁木齐 830054; 2. 中国科学院 新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011;

3. 中国科学院大学, 北京 100049; 4. 新疆策勒荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站, 新疆 策勒 848300)

摘要:通过对新疆策勒流动沙丘地、半流动沙丘地、砾质戈壁不同类型流动沙丘进行观测,研究了不同下垫面不同类型流动沙丘年运移速度、方向及其规律,为沙丘运移规律及保护绿洲生态安全提供理论依据。结果表明:沙漠—绿洲过渡带流动和半流动沙丘年平均前移距离为 4.76~12.92 m,半流动沙丘比流动沙丘前移速度明显减小,沙丘移动方向为东南东(99.82°—115.48°)。砾质戈壁 2 m 高新月形流动沙丘年移动距离为 9.37 m,年移动方向为东南东(105.1°)。0.9 m 高盾状沙丘年运移距离 19.15 m,移动方向为东南东(93.77°),流动沙丘移动方向与年合成输沙势方向东南东(108°)基本一致,沙丘高度与运移速度呈二次函数反比关系。如果不采取有效的防沙措施,流动沙丘将会对策勒绿洲产生潜在的人侵威胁。

关键词:流动沙丘; 半流动沙丘; 运移规律; 策勒

中图分类号:P931.3

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2016)03-0278-05

Movement Rules of Different Shifting Sand Dunes and Semi-Shifting Dunes in Cele, Xinjiang Uygur Autonomous Region

MAO Donglei^{1,2,4}, LEI Jiaqiang^{2,4}, ZHOU Jie^{2,3,4}, XUE Jie^{2,3,4},

WANG Cui^{2,3,4}, Zainula · Rehemutula^{2,3,4}

(1. *Xinjiang Laboratory of Lake Environment and Resources in Arid Zone, College of Geographical Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China*; 2. *Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China*; 3. *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*; 4. *Cele National Station of Observation and Research for Desert-Grassland Ecosystem in Xinjiang, Cele, Xinjiang 848300, China*)

Abstract: Through field observation of shifting sand dunes on surfaces of shifting sandy land, semi-shifting sandy land and gravel Gobi desert, we investigated the migration velocity, direction and regularity of shifting sand dunes and semi-shifting sand dunes in different landscape types within a year in order to provide the theory basis for dune migration law and protection of oasis ecosystem. The results showed that annual migration distances of shifting and semi-shifting sand dunes on Cele oasis-desert ecotone were between 4.76 m and 12.92 m, the migration speeds of semi-shifting dunes decreased significantly compared with the shifting sand dunes. Moving direction of sand dunes was ESE (99.82°—115.48°). Annual migration distance of crescent dune on Gravel Gobi desert with 2 m high was 9.37 m, the moving direction was ESE (105.1°). The annual migration distance of shield dune with 0.9 m high was 19.15 m, the moving direction was ESE (93.77°), and the movement direction of shifting sand dunes was primarily in accord with resultant sand transporting potential direction for ESE (108°) within a year. Dune height and migration velocity followed the polynomial function inversely proportional relationship. If the effective prevention measures are not taken, shifting sand dunes will pose potential invasion threat to Cele oasis.

Keywords: shifting sand dunes; semi-shifting sand dunes; migration rule; Cele

收稿日期:2015-04-21

修回日期:2015-05-27

资助项目:新疆师范大学博士科研启动基金项目“新疆策勒绿洲—沙漠过渡带 3 个典型下垫面风场及输沙通量特征”(XJNUBS1527);新疆维吾尔自治区重大科技专项项目子课题“绿洲外围节水型生物防护体系构建及可持续经营技术开发与示范”(201130106-1);新疆师范大学地理学博士点支撑学科和新疆干旱区湖泊环境与资源实验室课题“新疆策勒河流域下游塔克拉玛干沙漠南缘风沙环境演变研究”(XJDX0909—2013—08)

第一作者:毛东雷(1975—),男,新疆石河子人,博士,讲师,主要从事风沙地貌及荒漠化防治研究。E-mail: donglei6325@sina.com

通信作者:雷加强(1961—),男,陕西高陵人,博士,研究员,主要从事荒漠化防治及风沙物理研究。E-mail: desert@ms.xjb.ac.cn

研究风沙运移规律是防沙治沙的理论基础,掌握流动沙丘的运移规律可为绿洲农田和交通道路防沙治沙提供理论依据。周兴佳等^[1]研究指出策勒县西部1~3 m高流动新月形沙丘年前移距离5~18 m,沙丘移动距离与沙丘高度存在负相关性,策勒县的沙丘主要向东(东南东)方向移动。张鹤年^[2-3]、刘铭庭^[4]等研究指出策勒适宜采取综合防沙措施,通过封育、造林、引洪灌溉在绿洲外围建立植物固沙带。谭芳等^[5]研究了古尔班通古特沙漠风沙运动规律及防沙措施。凌裕泉等^[6]指出新月形沙丘形成过程始于风沙运动的“波粒二重性”,并经历沙物质积累和形体塑造两个发育阶段。李兰晓^[7]、姚洪林^[8]等研究了流动沙丘的风蚀积沙规律,选择抗逆性强的树种和先进造林方法可治理风蚀沙地。李生宇等^[9]研究了草方格固沙带对垄间新月形沙丘形态和移动的影响。朱震达等^[10]指出沙丘移动速度大小的因素很复杂,包括风向、风速、气流中的含沙量、沙粒机械组成、植被覆盖程度、沙子湿润状况和沙丘本身形态规模等。本文以策勒沙漠—绿洲过渡带和策勒河下游干河床砾质戈壁流动和半流动沙丘为研究对象,研究不同类型流动沙丘年运移规律,为策勒流沙的防治和为防止绿洲农田遭受风沙危害提供理论依据和科学支撑,具有一定的理论意义和实践价值。

1 研究区概况

策勒县位于新疆塔克拉玛干沙漠南缘与昆仑山北麓之间,地理位置为80°03'24"—82°10'34"E,35°17'55"—39°30'00"N,属典型内陆暖温带荒漠气候,夏季炎热,干旱少雨,昼夜温差大,极端最高气温41.9℃,极端最低气温-23.9℃。多年平均降水量为35.1 mm,年潜在蒸发量2 600 mm。由于地处塔里木盆地两大主导风向(NW,NE)的下风区域,风沙灾害频繁,多年平均沙尘日数25.2 d,最多年高达59 d,每年8级以上大风3~9次^[11]。在历史上策勒县城曾3次因风沙淹没而被迫迁移,风沙灾害天气严重制约着当地社会经济的发展。研究区风向以WNW,W风为主,频率占62.43%~76.25%,NW风次之,频率占17.75%^[12];策勒绿洲区流动沙丘沙粒度平均值以极细沙为主,其中极细沙含量多在70%左右,粉沙含量20%,细沙含量较低^[13]。在策勒西北方向分布大面积沙漠—绿洲过渡带,流沙前沿分布密集的流动沙丘,半流动沙丘地分布稀疏的半流动沙丘。策勒河下游砾质戈壁滩分布大面积的高大沙山沙垄和分散的新月形、锥形新月形、盾状和饼状流动沙丘。

2 野外试验设计及研究方法

2011年11月初在策勒沙漠—绿洲过渡带流沙

前沿选取3个形态和高度、大小不同的流动沙丘,用全站仪测定地形并用木桩对测站点等进行标记,在半流动沙丘地选取2个半流动沙丘用全站仪测定地形,2012年11月再次测定上述3个流动和2个半流动沙丘地形。2012年12月在策勒河下游砾质戈壁滩上选取2个独立的形态不同的流动沙丘进行地形测量,在2013年12月再次进行定位测量,分析不同类型流动和半流动沙丘在1年内运移规律。沙丘运动的距离和方向是根据在同一坐标内沙丘最高点或沙舌前沿东西横坐标和南北纵坐标上距离变化,用三角勾股定理和反正切函数计算得到。所有沙丘数据采用Surfer 8.0,Origin 8.0软件分析并制图。

3 结果与分析

3.1 沙漠—绿洲过渡带流动沙丘和半流动沙丘运移规律

1号新月形流动沙丘在1年内前移了11.63 m,沙丘顶部高度为2.5~2.7 m,落沙坡坡面变陡窄,沙丘顶部最高处高度变化不明显,约为2.6 m,1年内仅减少了0.086 m(图1),沙丘的东南翼变得更加明显和发育,长度明显增加。沙丘年移动方向为115.48°,自西北向东南方向运动,与计算的本地年合成输沙势方向108°基本一致^[14],由于受地形及周边流动沙丘的影响整体略向南偏移一点。

2号流动沙丘(纵向沙垄)1年内的形态变化是由宽变窄,沙丘前缘落沙坡变陡,沙丘两侧落沙坡坡度也变陡(图2),沙丘前缘顶部的积沙面积有所减小,沙丘的顶端最高处高度增加了1.7 cm,沙丘总体高度变化不大,沙丘顶部最高点高度保持在1.75 m左右。沙丘1年内前移距离为12.92 m,由于受旁边其他流动沙丘的影响,年移动方向为ESE,自西北向东南方向运动,运移方向为99.82°。

3号流动沙丘1年内的形态变化是沙丘前缘变高变窄(图3),沙丘后部变矮变窄,沙丘西南侧落沙坡仍较陡,沙丘前缘顶部高度增加3 cm,沙丘1年内前移了4.76 m。沙丘移动方向自WS方向向NE方向。由于此沙丘位于一个较长的纵向沙垄前缘,不是一个独立的流动沙丘,虽然沙丘高度不大但整体前移速度明显小于临近高度较大的独立的流动沙丘2。

沙漠—绿洲过渡带半流动沙丘1在1年内形态变化表现为沙丘前缘似饼状沙丘变陡(图4),饼状沙丘后缘的高大流动沙丘形态变化不大,沙丘1年内前移6.32 m,沙丘丘顶高度增加了0.732 m,运动方向自WN方向向SE方向,与年合成输沙势方向基本一致,沙丘年运移方向为102.79°。

沙漠—绿洲过渡带半流动沙丘2是靠近绿洲最

近的半流动沙丘,沙丘分为 2 支,都呈东西向分布,两支呈纵向沙垄,自东北向西南方向都有一条沙脊线,落沙坡倾角约为 50° 。2 号半流动沙丘在 1 年内前移了 7.85 m,沙丘前缘顶端沙丘高度增加了 1 cm,沙丘高度维持在 35 cm 左右,变化很小(图 5),沙丘形态总体变化不大,沙丘东北缘落沙坡仍较陡。沙丘 1 年内移动方向自 WN 向 SE,年前移方向为 112.73° ,与当地的年合成输沙势方向基本一致。由于此流动沙丘形态的不规则性和受周边怪柳灌丛沙堆及地表植被盖度较大的影响,半流动沙丘的前移速度明显减慢。

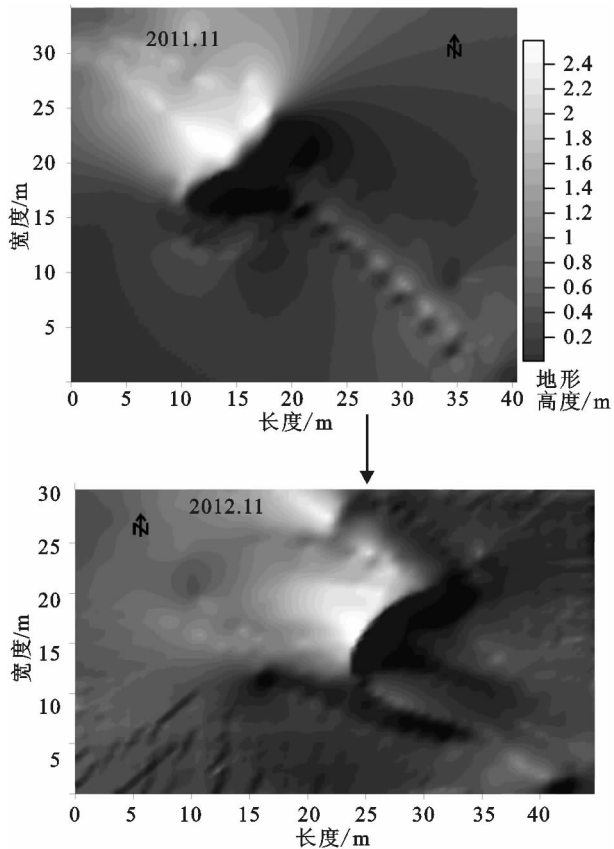


图 1 1 号流动沙丘地形及 1 年内变化

独立的流动沙丘高度越矮,其 1 年内前移的速度也就越快,高度越高,其前移的速度就会变慢,纵向沙垄长度较长,一般高度小,其年前移速度明显减慢,这是由于纵向沙陇后部的沙丘对流场的影响,随着地表植被盖度的增加,半流动沙丘的前移速度也明显减慢,低矮半流动沙丘年前移距离只有 6.32 m。

3.2 策勒河下游砾质戈壁流动沙丘运移规律

对 2 m 高的新月形流动沙丘进行观测,可以看出(图 6),在 1 年内新月形沙丘自西北向东南方向前移了 9.37 m,沙丘的高度和形态未发生明显变化,沙丘顶部变得稍平缓,沙丘的东南翼相对比较发达,东北翼变化不明显,这主要受到西北主风向的影响。沙丘年移动方向为 105.1° ,与流动沙丘地年合成输沙势方向基本一致。

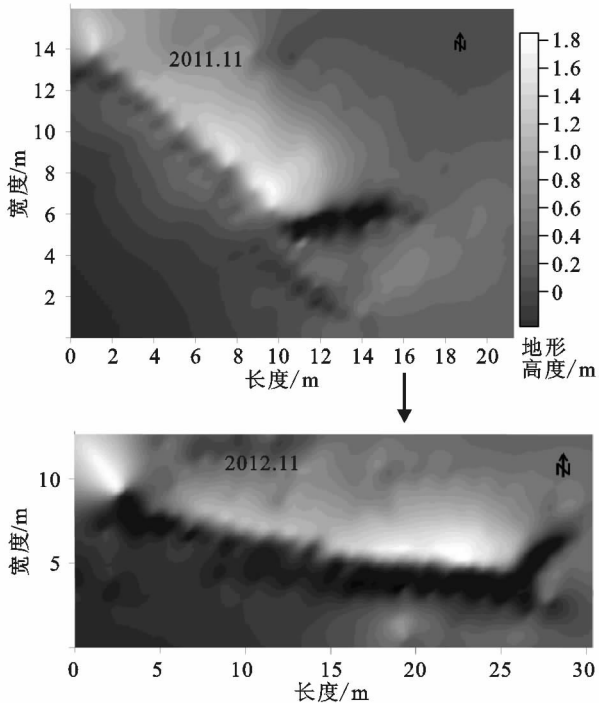


图 2 2 号流动沙丘地形及 1 年内变化

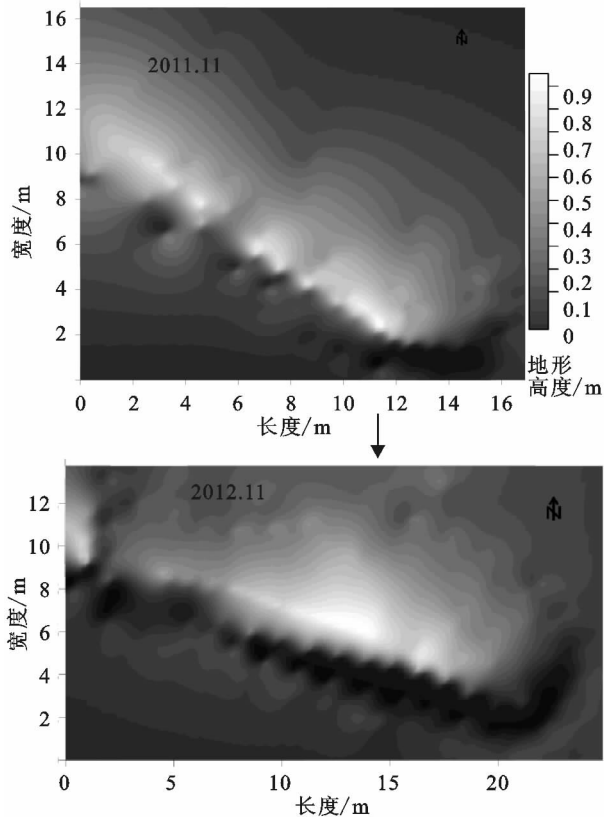


图 3 流动沙丘 3 地形及 1 年内变化

高 0.9 m 左右的盾状流动沙丘在 1 年内移动了 19.15 m,移动方向为从西北向东南,沙丘顶部高度增加 0.05 m,沙丘的长度有所变长,沙丘整体形态变化不大(图 7)。沙丘年移动方向为 93.77° ,沙丘运动方向向正东方向偏移,因为在盾状沙丘的西北方向还有一条开始相连接的片状沙丘。

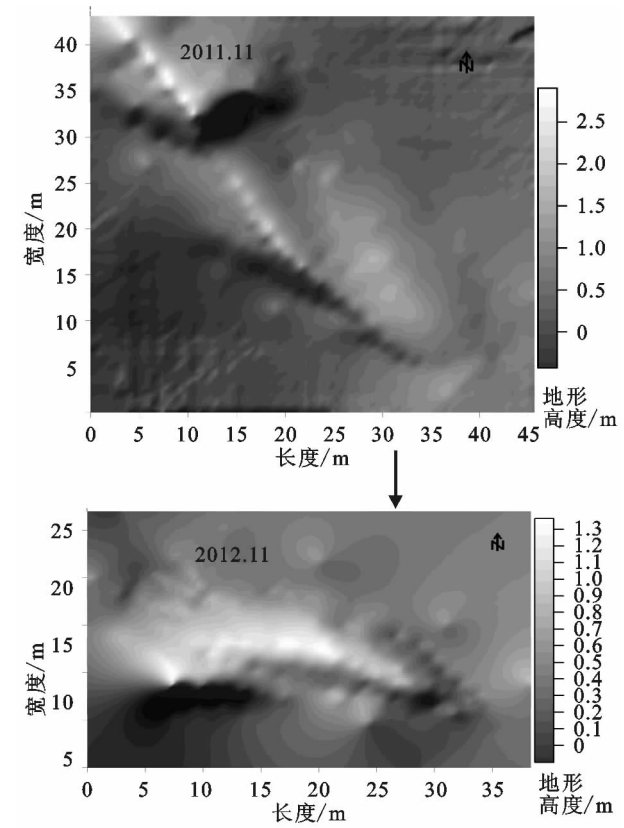


图 4 半流动沙丘 1 地形及 1 年内变化

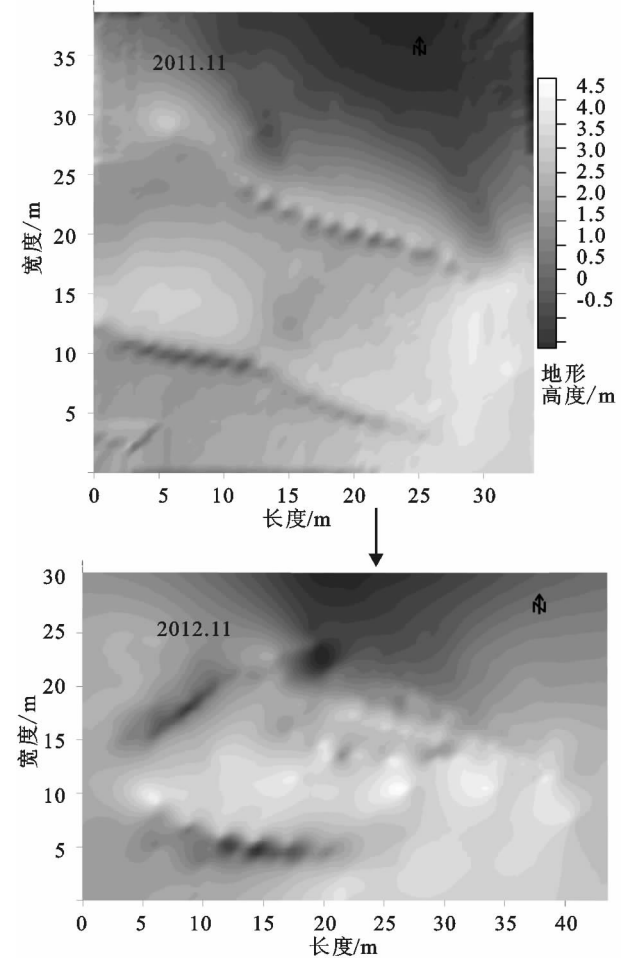


图 5 半流动沙丘 2 地形及 1 年内变化

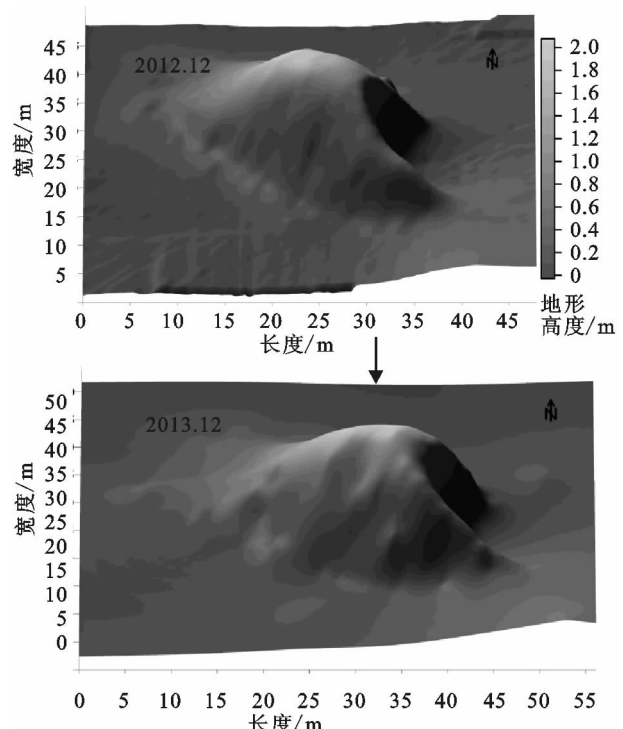


图 6 策勒河下游新月形沙丘 1 年内运移变化

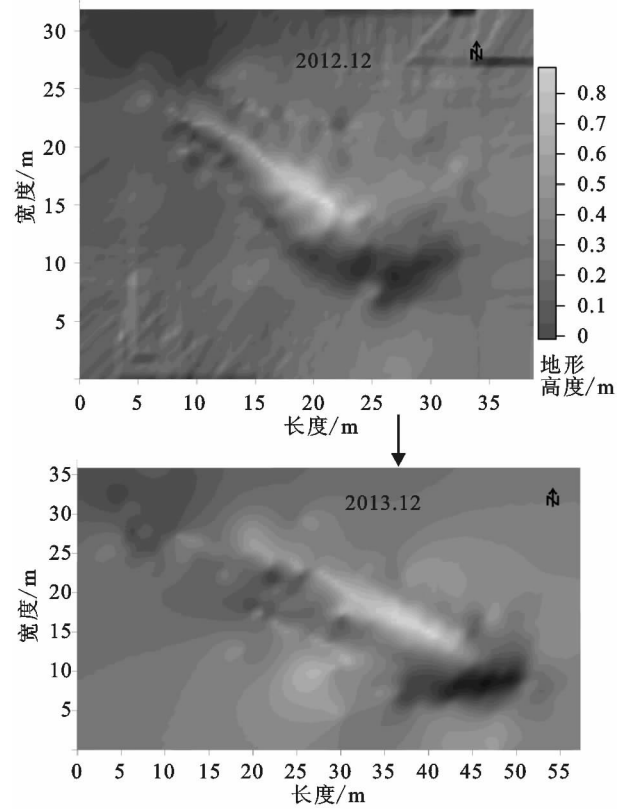


图 7 策勒河下游盾状沙丘 1 年内运移变化

选择不同高度的几个独立流动沙丘,拟合沙丘高度与年运移距离的关系,发现流动沙丘的高度与年运移距离符合多项式函数关系(图 8), R^2 为 0.79,拟合程度较好,表明流动沙丘高度越矮,其运移速度越快。如果不采取有效的防沙措施,流动沙丘的快速运移将会对策勒绿洲形成潜在的入侵威胁。

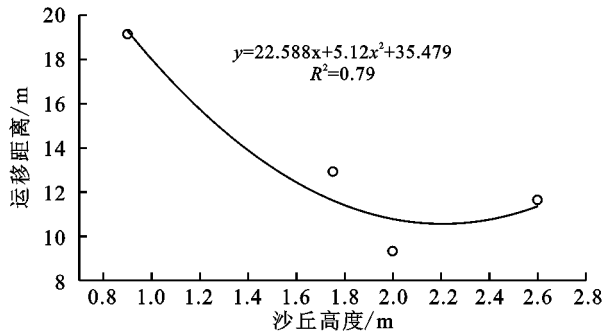


图8 独立流动沙丘高度与运移距离拟合关系

4 讨论与结论

4.1 讨论

朱震达等^[15]指出策勒绿洲西南沙丘年前移值为5~10 m,属于快速类型。本研究观测的有部分流动沙丘年前移速度超过10 m,这是由于流动沙丘的高度、年平均风速大小、起沙风向的变异性、流动沙丘空间分布密度、流动沙丘类型等都会影响到沙丘年运移的速度。流动沙丘分布密度越大且沙丘间相隔的越近,流动沙丘运移会受到邻近流动沙丘的干扰,运移速度会明显减小,同时也会影响到独立流动沙丘年运移的方向(如过渡带2号流动沙丘)。策勒当地曾提出过循环理论,即在靠近绿洲河床的南侧和东侧分别修建拦沙渠,通过夏季洪水的排放使靠近绿洲的流动沙丘进入河水中分解,沙物质被河水带入下游,风沙运动又会把河床下游的沙物质搬运到河床的南侧,然后又被防沙渠分解带到下游,而流动沙丘始终进入不了绿洲。拦沙河是综合体系的重要组成部分,发挥的作用是其他措施不能替代的,是一项既经济又简便的措施^[2]。随着策勒河上游修建水库,排放到下游的水量日益减少。同时,策勒河下游砾质戈壁边缘也开始了“围床造田”活动,洪水下放是季节性的,拦沙河的作用将会大大降低,只有多引用洪水漫灌到策勒河下游地区,使地表自然植被得到有效恢复,同时合理开发沙漠—绿洲过渡带的沙土资源,采取避免盲目垦荒、撂荒甚至大量开采地下水等措施才能有效地阻止流动沙丘快速前移,否则半流动和固定沙丘将会活化前移,将会对绿洲存在潜在的2个方向的流沙威胁。

4.2 结论

(1) 沙漠—绿洲过渡带流动和半流动沙丘年平均移动距离为4.76~12.92 m,半流动沙丘比流动沙丘前移速度明显减小,沙丘移动方向为ESE(99.82°—115.48°)。

(2) 砾质戈壁2 m高新月形流动沙丘年移动距离为9.37 m,年移动方向为ESE(105.1°)。0.9 m高盾状沙丘年移动距离19.15 m,移动方向为ESE(93.77°)。

(3) 流动沙丘移动方向与年合成输沙势方向108°基本一致。独立流动沙丘高度与年运移距离呈多项式反比函数关系,沙丘高度越大其运动速度越慢,沙丘越矮小其运动速度也会越快。

(4) 如果继续开垦沙漠—绿洲过渡带和不采取有效的防沙措施,沙丘快速前移将威胁到绿洲农田及交通道路等生态安全。

参考文献:

- [1] 周兴佳,李崇舜,雷加强,等. 塔克拉玛干沙漠南缘策勒县沙丘移动规律的初步研究[J]. 干旱区研究,1990(1): 39-44.
- [2] 张鹤年. 新疆策勒县绿洲沙害的治理[J]. 中国沙漠,1990,10(3):68-73.
- [3] 张鹤年. 新疆策勒县流沙治理试验研究[J]. 干旱区研究,1988(3):1-8.
- [4] 刘铭庭. 新疆策勒县绿洲外围固沙植物带的建设[J]. 中国沙漠,1994,14(2):75-77.
- [5] 谭芳,张岩,郭擎宇. 古尔班通古特沙漠风沙运动规律及防沙治沙研究[J]. 科学中国人,2003(4):55-57.
- [6] 凌裕泉,吴正,刘绍中,等. 新月形沙丘形态的模拟实验研究[J]. 地理科学,1998,18(1):88-93.
- [7] 李兰晓,苏世平,李金昌. 流动沙丘的风蚀堆积特征对造林固沙的影响[J]. 水土保持通报,1994,14(7):37-44.
- [8] 姚洪林,阎德仁,胡小龙,等. 毛乌素沙地流动沙丘风蚀积沙规律研究[J]. 内蒙古林业科技,2001(1):3-9.
- [9] 李生宇,雷加强,徐新文,等. 草方格固沙带对垄间新月形沙丘形态和移动的影响[J]. 干旱区地理,2006,29(5):632-638.
- [10] 朱震达,郭恒文,吴功成. 塔克拉玛干沙漠西南地区绿洲附近沙丘移动的研究[J]. 地理学报,1964,30(1):35-50.
- [11] 张鹤年. 塔克拉玛干沙漠南缘—绿洲过渡带生态环境区综合治理技术与试验示范研究[J]. 干旱区研究,1995,12(4):1-9.
- [12] 杨佐涛. 戈壁与绿洲内的风向风速关系:以新疆策勒县为例[J]. 中国沙漠,1990,10(3):33-39.
- [13] 钱亦兵,张希明,李晓明. 塔克拉玛干沙漠南缘绿洲沙物质粒度特征[J]. 中国沙漠,1995,15(2):131-135.
- [14] 毛东雷,雷加强,曾凡江,等. 策勒绿洲—沙漠过渡带风沙活动强度的空间分布特征[J]. 水土保持学报,2013,27(2):13-19.
- [15] 朱震达,吴正,李钜章,等. 塔克拉玛干沙漠风沙地貌研究[J]. 科学通报,1966(13):620-624.