

王慧玲, 吐尔逊·哈斯木. 近 40 年米兰绿洲农用地变化及其生态承载力研究[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(9): 263–268.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.09.050

近 40 年米兰绿洲农用地变化及其生态承载力研究

王慧玲, 吐尔逊·哈斯木

(新疆大学资源与环境科学学院, 新疆乌鲁木齐 830046)

摘要:为了量化研究新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州若羌县米兰绿洲农用地利用变化特征及其生态承载力, 利用生态足迹模型分析法, 对米兰绿洲 1978—1987 年、1988—1997 年、1998—2007 年、2008—2017 年 4 个阶段农用地数量特征、内部农用地类型结构特征以及 1998—2017 年米兰绿洲生态承载能力时间演变特征进行分析。结果表明: (1) 从农用地数量及类型特征看, 40 年间米兰绿洲耕地面积出现先增后减的总趋势。1998—2017 年, 经济型作物逐渐代替传统作物, 2017 年水果园面积占总农用地面积的 41.9%。(2) 从农用地利用程度看, 1978—2017 年, 米兰绿洲的棉花用地利用程度较低, 水果园地利用程度逐渐上升, 且增长迅速。(3) 1998—2017 年, 米兰绿洲人均农用地生态承载力呈现稳步上升趋势, 生态压力指数不断增大, 生态环境逐渐改善, 但人均生态足迹远大于人均生态承载力, 该地区的农用地可持续性较弱。

关键词: 土地变化; 农用地利用; 生态足迹; 米兰绿洲; 生态承载力; 生态压力

中图分类号: F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)09-0263-06

21 世纪初以来, 我国现代农业经济发展迅速, 农业装备水平不断提高, 对农业资源生态建设的环境保护和支持力度不断增加, 农业可持续发展取得了积极进展^[1-3]。我国农业和农村经济取得巨大进步的同时, 农业资源过度开发, 地下水过度开采以及农业内外源污染相互叠加等问题日益突出, 农业可持续发展面临重大挑战^[4-6]。十八大将生态文明建设纳入“五位一体”的总体布局, 为农业可持续发展指明了方向。2015 年发布的《全国农业可持续发展规划(2015—2030 年)》中强调坚持生产发展与资源环境承载力相匹配的基本原则, 需要妥善处理农业生产, 环境治理与生态恢复的关系, 适度有序地进行农业资源的恢复, 不断加强对生态农业的保护和建设, 促进资源可持续利用, 加强农业综合生产能力和防灾减灾能力, 提高资源承载能力和环境容量的匹配度^[7]。

目前, 农业可持续发展相关研究大多以耕地为研究主体, 分为对耕地可持续利用的影响因素分

析、对策探讨的定性研究^[8-10]和耕地利用可持续性的定量测度研究^[11-13]这两大类, 对于以不同农用地类型为视角的农业可持续发展评价较少。生态足迹模型是以土地为度量单位定量评价生态可持续性的方法, 该模型由于紧扣可持续发展理论, 可操作性强, 同时注重系统性、公平性和发展性, 是众多学者用于土地可持续发展测度研究的热点方法^[14-16]。

绿洲是新疆维吾尔自治区农业经济承载的主体^[17], 绿洲农业是干旱荒漠地区有水源灌溉地方特有的农业景观。新疆农业经济的核心在绿洲, 绿洲农业发展的趋势决定着新疆农业的发展方向^[18-20]。因此, 绿洲农业的可持续发展评价成为新疆农业重要的研究内容。米兰绿洲的主体经济为农业, 笔者以米兰绿洲为研究目标, 结合实测资料与野外实地考察, 运用生产性生态模型, 并引入生态压力指数, 对米兰绿洲 40 年的农用地变化及生态承载力进行研究分析, 以期当地政府制定农业政策提供基础参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

米兰, 又称磨朗、密阮^[21], 隶属于新疆巴音郭楞蒙古自治州若羌县, 地理位置介于 88°30′~89°44′E, 38°10′~39°30′N 之间(图 1)。米

收稿日期: 2019-05-29

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 41761046, 41061047)。

作者简介: 王慧玲(1994—), 女, 新疆五家渠人, 硕士研究生, 主要从事干旱区生态资源与环境方面的研究。E-mail: 704478179@qq.com。

通信作者: 吐尔逊·哈斯木, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要从事干旱区地貌与环境方面的研究。E-mail: tursun_kasim@aliyun.com。

兰绿洲南靠阿尔金山脉,北接塔里木盆地的罗布泊洼地,西邻若羌河,东面与库木塔格沙漠接壤。米兰(伊循城)是古代丝绸之路南道上的重镇,对中西文化交流、经济发展起着桥梁作用,至今仍是南疆通往青海的要道^[22]。米兰绿洲地处欧亚大陆腹地,远离海洋,周围环绕着沙漠、戈壁和高山,具有典型的大陆性暖温带特征。来自印度的暖湿气流受阿尔金山的阻挡,难以进入该区域,来自大西洋、太平

洋的水汽经过长途跋涉,到达米兰绿洲已经所剩无几,又因受到沙漠干旱的影响,难以形成降水,干旱指数>50。研究区主要气候特征表现为冬季寒冷,夏季炎热少雨,降水量稀少,蒸发量大,日照充沛,无霜期长,春秋大风多。米兰绿洲农业现以红枣种植为主,已形成红枣种植基地。现有农业灌溉面积为0.733万hm²,林地面积为0.167万hm²,园地面积为0.280万hm²。主要种植香梨、蜡桃、葡萄、红枣等。

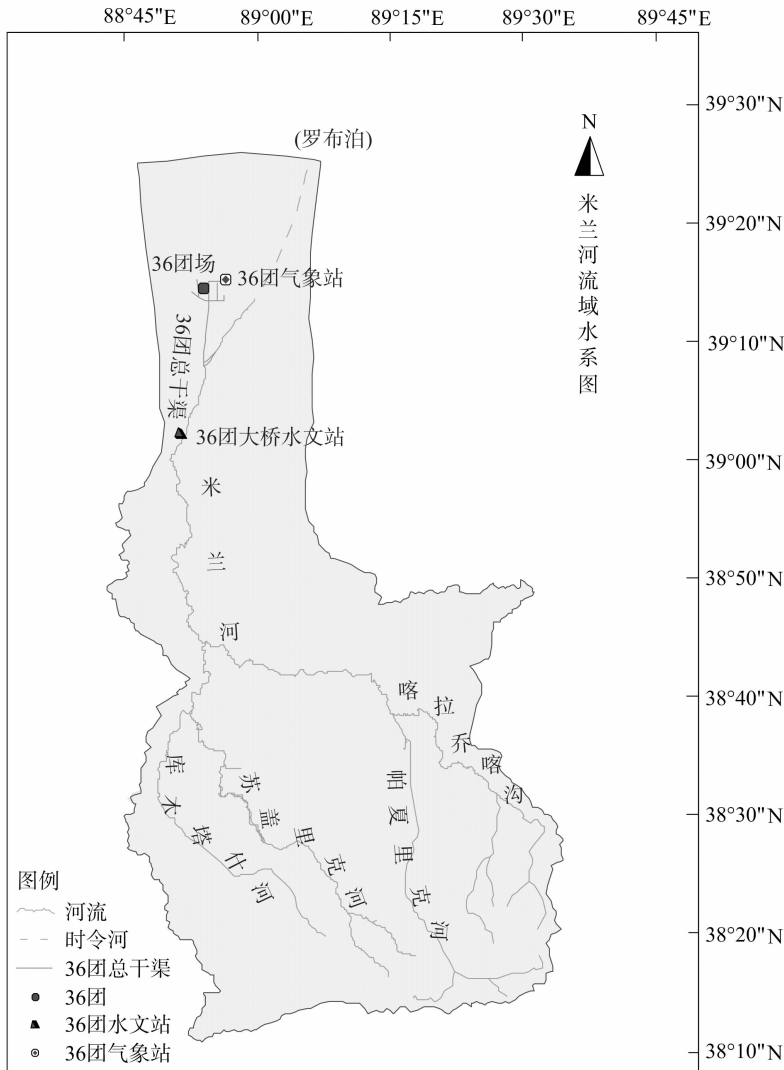


图1 研究区示意

1.2 数据来源与研究方法

1.2.1 数据来源 新疆第二师36团的人口数据来源于《新疆建设团统计年鉴》(1991—2018年);耕地数据,主要作物播种面积数据其中包括玉米、小麦、棉花及其他、果园面积数据(1987—2017年)由国家统计局新疆调查大队提供;各类作物产量来源于《新疆建设兵团统计年鉴》(1999—2018年);作物的全球平均产量数据来源于《国际统计年鉴》

(1999—2017年);2018年作物的全球平均产量数据来源于联合国粮农组织(<http://www.fao.org>)。

1.2.2 研究方法

1.2.2.1 农用地利用动态度 区域农用地利用变化包括农用地利用类型的面积变化及其质量变化。面积的变化主要反映在各类土地的总变化中,通过分析农用地利用类型总数的变化幅度,可以了解农用地利用变化总趋势和农用地内部利用结构变化。

本研究通过单一土地利用动态度^[23] (指研究区一定时间范围内,某种土地利用类型数量变化的速率)来衡量研究区农用地利用变化,笔者注重研究农用地利用类型变化,因耕地与农作物播种面积有一定区别,因此将耕地与农作物播种面积分开分析,以下将粮食用地代替农作物播种面积,公式表示如下:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: K 代表某一种农用地利用类型的动态度; U_a 和 U_b 分别为研究期始末某一种农用地利用类型的面积; T 为研究的时间段。

1.2.2.2 农用地利用类型转换的趋势 状态指数通过比较土地利用类型和转换率来反映土地利用/覆盖类型的变化趋势和状态^[24]。本研究采用仙巍等提出的土地利用状态指数(D_i)^[25]对本研究区的农用地进行计算,计算公式为

$$D_i = \frac{v_{out} + v_{in}}{v_{out} - v_{in}} \quad (2)$$

式中: v_{in} 和 v_{out} 分别表示某一时间段农用地利用类型 i 的转入和转出速度,当 $-1 \leq D_i < 0$ 时,说明农用地利用 i 类型土地转入速度大于转出速度,整体呈扩张趋势;当 D_i 趋近于 0 时,说明土地利用面积呈现平衡态势;当 $0 < D_i \leq 1$ 时,说明农用地利用 i 类型土地转出速度大于转入速度,整体呈缩减趋势。

1.2.2.3 农用地利用程度 土地利用程度可以反映土地利用的广度和深度,王爱民等依据自然系统和人文系统之间的物质、能量交流方向和强度,将不同土地利用分成土地未利用类、土地自然力再生利用类、土地自然力与经济力交互作用类、土地非自然生产力利用类 4 种不同利用程度类型^[26]。研究对象为农用地,属于土地自然力再生利用类。因此,用单项指标法与之相结合对研究区农用地利用程度指数(f)、土地利用程度变化量(f_{b-a})进行计算,用于表达研究领域农业土地利用特征和趋势特征的变化。表达式为

$$f = \sum f_i \times (S_i/S); \quad (3)$$

$$f_{b-a} = f_b - f_a \quad (4)$$

式中: f_i 表示土地利用程度差异性指数; f_a 和 f_b 分别为某区域 a 时间、 b 时间土地利用程度指数; S_i 为 i 级土地利用面积; S 为评价区域的土地利用总面积。

1.2.2.4 生产性生态足迹模型 生态足迹模型通过需求和供给 2 个方面计算生态足迹及生态承载力

的大小,比较二者来衡量自然资源的可持续状况。因生产性生态足迹(即一个区域每年从生态系统中实际取得的生物产量所需的生态生产性面积)更能真实地反映人类对地区的实际生态需求,笔者采用熊德国等提出的生产性生态足迹^[27]对本研究进行分析;以及笔者主要对农用地利用进行研究,因此引入生态压力指数来表示研究区生态承载能力,公式如下:

$$ef = EF/N = \sum_{j=1}^m (r_j \sum_{i=1}^n C_i/P_i)/N; \quad (5)$$

$$ec = EC/N = \sum_{j=1}^m A_j \times r_j \times y_j/N; \quad (6)$$

$$ETI = (ec - ef)/ec \quad (7)$$

式中: ef 、 ec 分别为区域人均生态足迹和生态承载力; EF 、 EC 分别为区域总的生态足迹和生态承载力; m 为农用地类别数; r_j 为第 j 类农用地的均衡因子; n 为消费项目类别数; C_i 为第 i 类作物生产量; P_i 为第 i 类消费项目的世界平均产量; N 为区域人口数; A_j 为区域内第 j 类农用地的面积; y_j 为第 j 类农用地的产量因子; ETI 为农用地生态压力指数, $ETI > 0$ 说明区域内生态盈余, ETI 越大表示区域农用地承压能力越强,农用地利用可持续性越强;反之, $ETI < 0$ 说明区域生态赤字, ETI 越小表示区域农用地承压能力越弱,农用地利用可持续性越弱; $ETI = 0$ 表示该区域农用地生态承载平衡。

2 结果与分析

2.1 农用地利用变化幅度特征

从图 2 可以看出:(1)21 世纪之前,随着人口增加,米兰绿洲主要农用地类型为耕地和粮食用地;20 世纪 90 年代末,该地区开始出现棉花用地;21 世纪初期,该地区开垦了水果园地;近年来,该地区的主要农用地从耕地和粮食用地变为水果园地,从农用地类型的转变可以看出,该地区在经济政策支持下,开始种植经济型作物,从而带动当地的经济展。(2)米兰绿洲从 20 世纪 80 年代起,耕地面积呈现先增大后减少,逐渐保持稳定的趋势。从 1978 年的 1 742 hm^2 增加至 1997 年的 3 357 hm^2 ,而后 2007 年减少至 2 874 hm^2 ,2017 年保持在 2 960 hm^2 ,40 年来,耕地的动态度为 1.8%。该地区贯彻实行了 2009 年国土资源部提出的“保经济增长、保耕地红线”的耕地保护制度。(3)该地区粮食用地面积逐年减少,1978—1997 年粮食的动态度为 -1.4%,2007 年粮食面积仅为 131 hm^2 ,2017 年

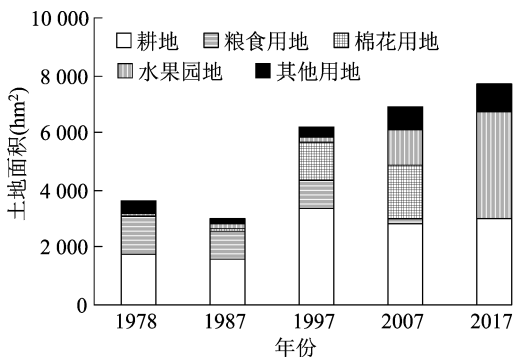


图2 米兰绿洲近 40 年农用地利用变化

该地区已无粮食用地;1987—2007 年棉花的动态度为 12%,2017 年该地区不再种植棉花;1978—2017 年,40 年水果园动态度为 12.6%,水果园地面积由 1978 年的 995 hm² 增长至 2017 年的 3 001 hm²,该地区水果园地面积增长幅度最大。

2.2 农用地利用类型转换趋势特征

从表 1 可以看出:(1)1978—1987 年,耕地和粮食用地的转出速率略大于转入速率,粮食用地的变化幅度稍大,出现缩减的趋势,而棉花用地和水果

表 1 米兰绿洲农用地利用状态指数

农用地类型	利用状态指数				
	1978—1987 年	1988—1997 年	1998—2007 年	2008—2017 年	1978—2017 年
耕地	0.13	-0.36	0.39	-0.17	0.10
粮食用地	0.22	-0.28	0.14	0.13	0.14
棉花用地	-0.21	-0.17	-0.09	0.23	-0.17
水果园地	-0.21	0.13	-0.20	-0.32	-0.39

2.3 农用地利用程度分析

从表 2 可以看出:(1)1978—2017 年 40 年间,研究区耕地利用程度指数呈现先增大后减小的趋势,在 1997 年最大,为 0.54,2017 年减小至 0.39,为 40 年来最小值,耕地的利用程度变化量也出现负值,耕地不再是该地区的主要农用地类型。(2)1997 年前,粮食用地的利用程度指数趋于稳定,保持在 0.35 左右,2007 年出现大幅减少,至 2017 年

表 2 农用地利用程度指数及变化量

农用地类型	农用地利用程度指数					农用地利用程度变化量		
	1978 年	1987 年	1997 年	2007 年	2017 年	1978—1997 年	1998—2017 年	1978—2017 年
耕地	0.48	0.52	0.54	0.42	0.39	0.06	-0.15	-0.09
粮食用地	0.38	0.34	0.34	0.02	0	-0.04	-0.34	-0.38
棉花用地	0	0.02	0.22	0.27	0	0.22	-0.22	0
水果园地	0.03	0.07	0.03	0.19	0.50	0	0.47	0.47

2.4 农用地生态承载力评价

从图 3 可以看出:(1)1998—2004 年,米兰绿洲人均生态足迹变化幅度不大,但在缓步上升;2005

园地则是出现相反现象,其转入速率大于转出速率,种植面积不断在扩增。(2)1988—1997 年,耕地、粮食用地以及棉花用地都出现了扩张趋势,其中耕地的扩张趋势最明显,粮食用地也是近 40 年来唯一的扩张时期,这也是兵团大力开垦的时期,水果园地则相应地出现了缩减趋势。(3)1998—2007 年,耕地和粮食用地出现缩减趋势,耕地在这一阶段出现转出速率远大于转入速率,出现了明显的面积减小,而棉花用地和水果园地则出现了扩张趋势,水果园地的种植面积出现小幅度增加。(4)2008—2017 年,耕地和水果园地出现了扩张趋势,而粮食用地和棉花用地出现缩减趋势,棉花种植面积在这一阶段逐渐减少,至 2017 年,该地区已不再种植棉花,而水果园地的种植面积大幅度增加,成为该地区的主要农用地类型,红枣成为该地区的主要经济型作物。(5)1978—2017 年 40 年间,耕地和粮食用地呈现缩减趋势,而棉花和水果园地则是扩张趋势,意味着该地区的农用地内部结构发生了转变。

不再有该种农用地类型,40 年间,粮食的利用程度变化量也大幅度减少。(3)棉花在该地区的利用程度普遍偏低,种植棉花需要消耗大量的水资源,而棉花的经济效应远低于红枣。目前,该地区已经不再种植棉花。(4)该地区水果园地的利用程度指数从 1978 年的 0.03 增至 2017 年的 0.50,40 年来的利用程度变化量也是农用地类型中最大的,水果园地已经成为该地区的主要农用地利用类型。

年出现明显增加,2006—2007 年出现小幅度下降,2008—2012 年人均生态足迹在稳步增长,2013—2015 年则呈现小幅度减少趋势,2016 年增长至 20

年来最大值,为 $4.6 \text{ ghm}^2/\text{cap}$,2017 年人均生态足迹又开始下降。总体来看,20 年来人均生态足迹的变化波动比较大。(2)1998—2007 年米兰绿洲人均生态承载力保持平稳状态,基本保持在 $0.25 \text{ ghm}^2/\text{cap}$ 左右,2008—2016 年开始出现逐渐上升趋势,2016 年达到近 20 年来的峰值,人均生态承载力为 $1.18 \text{ ghm}^2/\text{cap}$,2017 年呈现减小趋势。同时,米兰绿洲 20 年来人均生态承载力远远小于人均生态足迹。(3)1998—2004 年,米兰绿洲的生态压力指数变化趋势剧烈震荡,在增加和减小之间反复变化,说明该地区的生态承压能力十分不稳定,2005—2012 年呈现逐渐增加的趋势,2013—2015 年生态压

力指数增加幅度变大,逐渐接近 0,表明该地区的生态状况逐渐好转,生态承压能力不断增强,2016—2017 年生态压力指数呈现减小趋势,生态承载力出现不稳定状态,与当地农用地类型出现变化密不可分,当农用地类型丰富,且分配均衡时,其生态压力指数会不断增大,且保持良好。总体而言,米兰绿洲的生态压力指数全都是 <0 ,说明该地区一直为生态赤字状态,这与当地的气候条件与土地条件有关,但 20 年来,该地区的生态压力指数是一个增大的趋势,说明该地区的生态承载力在不断增强,生态环境不断改善。

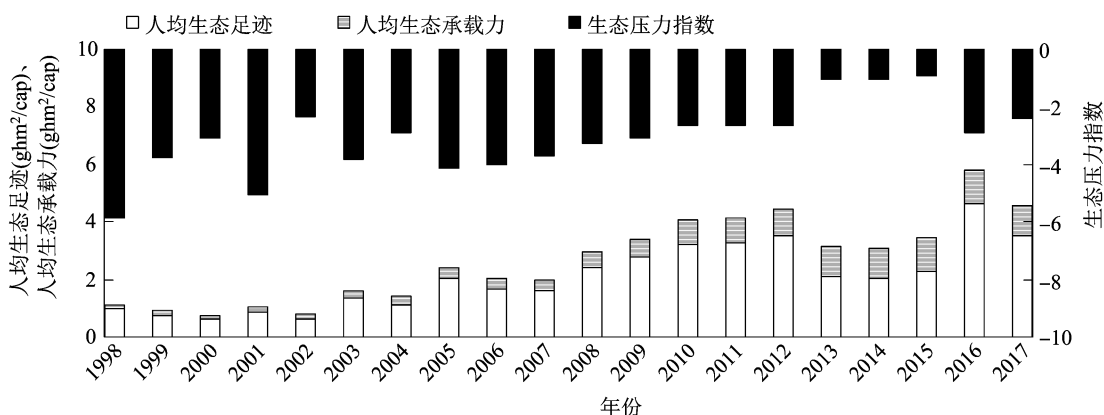


图3 1998—2017 年米兰绿洲农用地的人均生态足迹、人均生态承载力及生态压力指数

3 讨论

3.1 米兰绿洲农用地类型转变原因

40 年间,米兰绿洲的农用地类型不断发生变化,从以耕地和粮食用地为主转变为以水果园地为主要的农用地类型。主要原因:(1)米兰河流域气温升温快,且不稳定,春寒严重。年内最大月平均气温出现在 7 月,为 27.4°C ,最小月平均气温出现在 1 月,为 -8.5°C (图 4)。历年极端最高气温为 43.6°C ,历年极端最低气温为 -27.2°C 。历年最大风速为 33 m/s ,相应风力为 11 级。8 级以上大风天数多年平均为 37 d,多发生在 4—6 月,且常挟带沙尘,遮天蔽日,形成沙尘暴危害。由于极端的气温以及沙尘暴的影响,该地区不适宜大范围种植香梨等瓜果,棉花的种植则需要大量的水资源,红枣十分适应于当地的气候,且因为光照资源充足,果实甜美且种类繁多。(2)2001 年,若羌县为大幅度提高农牧民收入,进一步加快农村产业结构战略性调整,实施退耕还林政策,并依据若羌县得天独厚的光热资源条件,确立实施了若羌县红枣产业发展战

略。2010 年 11 月 23 日,原国家质检总局批准对“若羌红枣”实施地理标志产品保护。红枣已经逐步成为该地区的代表产品。

3.2 米兰绿洲合理的农用地利用结构

米兰绿洲处于塔克拉玛干沙漠东南缘,属于典型的内陆干旱区,降水量少,蒸发量大,气候干燥,水资源相对匮乏,生态环境较为恶劣,沙漠化始终威胁着绿洲生存,这也是本研究分析中出现生态压力指数始终 <0 的原因。从 1998—2017 年农用地生态承载力分析可以看出,当地农用地类型丰富,且分配均衡,其农用地生态承载力高、可持续性强。因此,对农用地类型转换及其可持续发展地深入研究,有利于解决农用地利用与社会经济以及生态环境之间的矛盾。建议合理分配区域内水资源、优化区域内部农用地类型,不要过于单一发展农用地类型,提高农业培育技术以及农用地利用程度。

4 结论

1978—2017 年,40 年间米兰绿洲农用地利用变化较大,通过对农用地数量特征、农用地利用类型

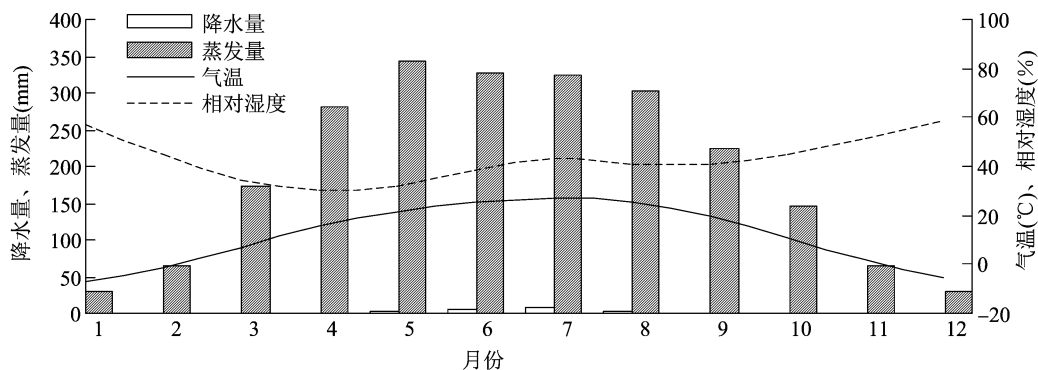


图4 多年月平均气象要素曲线

变化特征以及农用地生态承载力进行分析,得出以下结论:(1)1978—2017年,米兰绿洲耕地面积出现先增后减的总趋势,粮食用地逐渐减小。40年间,从以耕地、粮食用地为主转变为以水果园地为主要的农用地类型,经济型作物逐渐代替传统作物,2017年水果园面积占了总农用地面积的41.9%。(2)1978—2017年,米兰绿洲的棉花用地利用程度较低,水果园地利用程度逐渐上升,且增长迅速。该地区粮食用地和水果园地的利用程度变化量最大,粮食用地逐渐缩减,而水果园地逐渐增多,这是在该地区政策导向下产生的。(3)1998—2017年,米兰绿洲人均农用地生态足迹不断上下浮动,人均农用地生态承载力呈现稳步上升趋势,生态压力指数不断增大,生态环境逐渐改善,但人均生态足迹远大于人均生态承载力,该地区的农用地可持续性较弱。

参考文献:

- [1]姜玉佃,刘计明.提高农业机械化水平,推动农业可持续发展[J].农业开发与装备,2017(5):55.
- [2]罗德福.提高农业机械化水平促进农业可持续发展[J].南方农机,2017,48(14):156.
- [3]李侠,张春平.我国农业可持续发展的现状与思考[J].农业装备技术,2017,43(2):8-10.
- [4]罗其友,唐曲,刘洋,等.中国农业可持续发展评价指标体系构建及研究[J].中国农学通报,2017,33(27):158-164.
- [5]郭凯,郭越.新常态下农业可持续发展路径探究[J].农业经济,2017(3):23-24.
- [6]尹芳,张无敌,赵兴玲,等.农业面源污染对农业可持续发展影响分析[J].灾害学,2018,33(2):151-153.
- [7]中华人民共和国农业农村部.全国农业可持续发展规划(2015—2030年)[J].农村实用技术,2016(4):5-15.
- [8]肖思思,吴春莺,储金字.1980—2005年太湖地区土地利用变化及驱动因素分析[J].农业工程学报,2012,28(23):1-11.
- [9]马聪,刘黎明,袁承程,等.快速城镇化地区不同生计类型农户耕地利用集约度评价——以上海市青浦区为例[J].中国土地

科学,2017,31(10):69-78.

- [10]谢庭生.宁夏回族自治区耕地资源高效利用途径[J].干旱区资源与环境,2017,31(2):178-184.
- [11]邱丽娟,杨倩,林爱文,等.基于ESDA-GIS的湖北省耕地生态承压能力时空演变分析[J].生态经济,2015,31(7):85-90.
- [12]王雅敬,谢炳庚,李晓青,等.喀斯特地区耕地生态承载力供需平衡[J].生态学报,2017,37(21):7030-7038.
- [13]叶菁,谢巧巧,谭宁焱.基于生态承载力的国土空间开发布局方法研究[J].农业工程学报,2017,33(11):262-271.
- [14]郭荣中,申海建.基于生态足迹的澧水流域生态补偿研究[J].水土保持研究,2017,24(2):353-358.
- [15]张佩佩,董锁成,李泽红,等.甘南藏族自治州生态足迹与生态承载力分析[J].生态科学,2017,36(2):171-178.
- [16]靳相木,柳乾坤.基于三维生态足迹模型扩展的土地承载力指数研究——以温州市为例[J].生态学报,2017,37(9):2982-2993.
- [17]徐敏,罗剑朝,崔彩贤.新疆绿洲农业可持续发展状况及协调性分析[J].干旱区资源与环境,2011,25(2):20-23.
- [18]胡红波,杜宏茹,倪天麒.传统绿洲农业区农户土地流转意愿影响因素分析——以新疆和田为例[J].干旱区研究,2017,34(3):677-684.
- [19]雷军,张小雷,阚耀平.新疆绿洲农业结构调整战略研究[J].干旱区资源与环境,2004,18(1):1-6.
- [20]徐文修.新疆绿洲农业耕作制度演变驱动因子分析[J].新疆农业科学,2010,47(9):1837-1841.
- [21]李亚萍.汉唐时期米兰遗存与历史角色研究[D].上海:上海师范大学,2018.
- [22]李炳泉.西汉西域伊循屯田考论[J].西域研究,2003(2):1-9.
- [23]王宏志,李仁东,毋河海.土地利用动态双向模型及其在武汉郊县的应用[J].国土资源遥感,2002,14(2):20-22.
- [24]余新晓,张晓明,牛丽丽,等.黄土高原流域土地利用/覆被动态演变及驱动力分析[J].农业工程学报,2009,25(7):219-225.
- [25]仙巍,邵怀勇,周万村.嘉陵江中下游地区近30年土地利用与覆被变化过程研究[J].地理科学进展,2005,24(2):114-121.
- [26]王爱民,刘加林,缪磊磊,等.人地关系研究中的土地利用特征指标分析——以兰州市为例[J].经济地理,1999,27(1):63-67.
- [27]熊德国,鲜学福,姜永东.生态足迹理论在区域可持续发展评价中的应用及改进[J].地理科学进展,2003,22(6):618-626.