

# 基于最小累计阻力的农村居民点整治优化研究

邵新娟<sup>1,2</sup>, 张永福<sup>1,2</sup>, 陈文倩<sup>1,2</sup>, 郑丽<sup>1</sup>, 雷亚君<sup>1,2</sup>, 王文杰<sup>1,2</sup>

(1. 新疆大学 资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046; 2. 新疆大学 绿洲生态教育部重点实验室, 乌鲁木齐 830046)

**摘要:** 农村居民点的现状适宜性评价是进行整治优化的基础, 合理的整治范围为居民点的优化提供迁村合并的具体方案。以伊犁河谷察布查尔锡伯自治县为研究区, 结合研究区实际地形特点, 综合运用最小阻力模型、GIS空间分析和变异系数等方法构建了基于察县居民点的整治阻力及现状适宜性评价体系, 并且将获得的察县综合累计阻力面与居民点现状适宜评价结果叠加, 确定察县农村居民点整治类型, 结合加权 Voronoi 图进行居民点的整治分区。结果表明: 地势较陡且距大型水系越近的区域整治阻力越大, 居民点现状适宜性越低。通过对居民点进行整治分类, 对重点发展、内部改造、建议保留和迁移合并 4 种不同的整治分区进行初步整合, 进而对农村居民点优化布局进行合理的引导, 为农村居民点的整治优化提供决策支持。

**关键词:** 农村居民点; 最小阻力模型; 累计阻力面; 加权 Voronoi; 整治分区

中图分类号: F301.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2016)03-0309-05

## Research for Regulation Optimization of Rural Residential Areas Based on the Model of Least Resistance

SHAO Xinjuan<sup>1,2</sup>, ZHANG Yongfu<sup>1,2</sup>, CHEN Wenqian<sup>1,2</sup>, ZHENG Li<sup>1</sup>, LEI Yajun<sup>1,2</sup>, WANG Wenjie<sup>1,2</sup>

(1. College of Resources and Environmental Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;

2. Key Laboratory of Oasis Ecology Ministry of Education, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

**Abstract:** The status suitability evaluation of rural residential areas is the foundation of optimization for remediation. A reasonable range of remediation can provide specific solution for optimizing rural residential areas. We took Qapqal Xibe Autonomous County in Yili River Valley as the study area, combined with the actual terrain characteristics of the research area, integrated the method of the model of least resistance, GIS spatial analysis, and coefficient of variation and other methods to construct the status suitability evaluation system of residential areas renovation resistance based on the Qapqal Xibe Autonomous County, and superposed the result of integrated cumulative resistance surface and status suitability evaluation of residential areas to determine the type of residential areas renovation resistance, combined with weighted Voronoi diagram to regulate partition of residential areas. The results show that the terrain is steep and near the large river, the greater the resistance is, the lower the status suitability evaluation of residential areas is. Through the renovation and classification of residential areas, the preliminary integration of four different remediation divisions focusing on key development, internal transformation, suggestion retention and migration and consolidation was carried out, and then the reasonable optimizing layout of rural residential areas was guided, optimized layout, decision support for remediation optimization of rural residential areas was offered.

**Keywords:** rural residential areas; the model of least resistance; cumulative resistance surface; weighted Voronoi; different remediation divisions

农村居民点是农村人口居住在一起进行经济、政治和文化等活动而聚集的定居场所<sup>[1-2]</sup>。由于我国长期处于农村居民点建设缺乏统一规划和管控的阶段, 因而引

起农村居民点空间布局散乱, 集聚能力差的现象, 这种现象不利于土地集约利用和城乡一体化建设。

目前进行居民点整治布局方面的评价案例较多,

收稿日期: 2015-05-14

修回日期: 2015-06-02

资助项目: 察布查尔锡伯自治县国土资源局“察布查尔锡伯自治县土地利用总体规划(2010—2020年)中期评估项目”

第一作者: 邵新娟(1990—), 女, 新疆阿勒泰人, 硕士研究生, 研究方向为土地资源规划、土地资源评价。E-mail: sxjxl\_15@sina.com

通信作者: 张永福(1964—), 男, 新疆乌鲁木齐人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事土地资源评价及土地利用规划、土地整治开发研究。E-mail:

zyf431@sina.com

各学者运用不同的评价方法对不同的研究区进行评价。如冯电军等<sup>[3]</sup>运用加权 Voronoi 图扩展断裂点模型,确定被迁移居民点的迁移方向和范围;石诗源等<sup>[4]</sup>运用人均建设用地标准法测算江苏省农村居民点整治的潜力;孔雪松等<sup>[5]</sup>进行平原地区农村居民点用地适宜性评价的整治分区研究;朱晓华等<sup>[6]</sup>使用遥感判断法测算了山东省禹城市农村居民点整治潜力。朱雪欣等<sup>[7]</sup>利用 GIS 的空间分析和统计功能进行了不同整理类型的农村居民点空间格局优化研究;李鑫等<sup>[8]</sup>运用构建的限制修正系数来修正理论潜力值,进而获得居民点实际整理潜力,对研究区进行整治分区;刘超等<sup>[9]</sup>从自然、社会、经济和生态角度出发分析了农村居民点的影响力及其等级划分,结合加权 Voronoi 图等空间分析技术确定各居民点的整理方向;张颖等<sup>[10]</sup>利用最小累积阻力模型进行农村居民点适宜性分区,且为金牛湖街道未来居民点整理和村镇建设提供了科学依据。

基于以上研究成果来看,对于最小累积阻力模型结合加权 Voronoi 图农村居民点整治优化的研究较少,本文结合研究区地形特点综合运用最小阻力模型、GIS 空间分析和变异系数等方法构建了察县居民点的整治阻力面体系和居民点现状适宜性评价体系,叠加居民点整治综合累计阻力面与居民点现状适宜评价结果,确定察县农村居民点的整治类型,并且结合加权 Voronoi 图对不同整治类型的居民点进行分区,制定明确的居民点整治优化方案,为察县未来移民安置及新增居民点选址提供一定依据和借鉴。

## 1 研究区概况与数据处理

### 1.1 研究区概况

察布查尔锡伯自治县(本文简称为“察县”)位于新疆西天山支脉乌孙山北麓,伊犁河以南辽阔的河谷盆地。地形东窄西宽,南高北低,由东南向西北倾斜。地理位置位于东经 80°30′00″—81°45′00″,北纬 43°15′00″—43°57′30″。

全县土地总面积 364 041.95 hm<sup>2</sup>(不含兵团面积),辖 2 镇、11 乡、5 场、1 军分区,2013 年末全县地方常住人口 16.73 万人,其中户籍农业人口 11.16 万人,GDP 达 39.89 亿元,地方财政总收入 9.99 亿元。根据察县土地利用变更数据库,全县 2013 年农村居民点用地 8 314.34 hm<sup>2</sup>,占全县土地总面积的 2.28%,按常住人口计算,人均农村居民点用地高达 496.74 m<sup>2</sup>,远远高于国家标准规定的上限,农村居民点整理的理论潜力较大,因此选用该研究区为靶区进行探讨。

### 1.2 理论基础及数据处理

物种景观特征的分布,是通过对不同阻力的控制和覆盖来实现的,进而阻力面可以用来反映物种空间的分布变化趋势,农村居民点的分布受到来自自然、社会、生态等多方面因素的影响,故本文运用最小累计阻力模型(Minimum Cumulative Resistance,简称 MCR<sup>[11-12]</sup>)建立阻力面,通过阻力面来反映物种运动的潜在性和趋势。将 Knanpen 等<sup>[11]</sup>的最小累计阻力模型结合地理信息系统的费用距离<sup>[12]</sup>,重点考虑源、距离及景观的基面特征。公式如下:

$$MCR = f \min \sum_{j=n}^{i=m} (D_{ij} \cdot R_i) \quad (1)$$

式中: $f$ ——反映空间任意一点最小阻力与到源的距离和景观基面特征的正相关的未知函数; $D_{ij}$ ——指物种从源  $j$  到某一点所经过的景观基面  $i$  的空间距离; $R_i$ ——景观  $i$  对某物种运动的阻力。

本文以农村居民点整治阻力及其现状适宜性为研究对象,研究中用到的数据主要来源于察县 1:100 000 土地利用现状图(2013 年)、数字高程模型数据 DEM、察县城市总体规划(2012—2030 年)、察县土地利用总体规划(2010—2020 年)以及察县基本农田保护区图(2013 年)等。

首先将栅格图件扫描几何校正进行矢量化然后将不同的矢量数据类型利用 ArcGIS 9.3 统一转为 shp 格式进而提取本研究所需的数据信息,主要包括农村居民点、建制镇、基本农田等面状要素,交通、水系等线状要素以及地形高程、坡度等数据。

### 1.3 源的确定

城市源,以 2013 年察县土地利用现状中城镇用地,包括察县中心城区及爱新舍里镇城镇建设用地。农村居民点源,以 2013 年全县各乡镇场农村居民点,包括辖 2 镇、11 乡、5 场、1 军分区。

## 2 结果与分析

### 2.1 阻力面及阻力系数的建立

农村居名点的分布是与众多自然、社会和生态因素都有极其密切的关系,而居名点的整治优化是改善居民生活、生产的过程,其受多种因子的制约和影响,要结合研究区未来规划模式与区位要求,按照因地制宜及效益兼并的原则,对影响农村居民点各种限制及驱动因子进行评价,本文主要针对地形地貌、用地阻力、区位阻力方面来建立阻力面,研究一些自然环境对居民点分布的驱动及趋势。

(1) 地形地貌主要选取了高程、坡度和坡向。由于察县位于新疆西天山支脉乌孙山北麓、伊犁河以南

辽阔的河谷盆地,可见察县地形分布复杂多变,研究表明地形复杂且坡度较大的地区容易发生地质灾害,而在比较平坦的土地上建设可以减少其工程量与经济投入,因此居民点的布局与地势的起伏具有明显的关联性<sup>[13-14]</sup>,一般高程越高坡度越大的地形,农村居民点适宜性越低,其阻力值越大。

(2) 用地阻力主要选取水体、土地利用类型、保护区和耕居面积比。水体包括内部河流与伊犁河河面。察县滨临伊犁河且位于天山山麓地带,县内有诸多冰川河流穿流。研究表明河流对居民点的建设不仅有关联性也存在水体污染等限制性,从古至今居民点大多依水而建,邻近河流生产、生活方便快捷,但是随着科技的发展,根据生态环境保护要求居名点建设应该与河流保持距离<sup>[15]</sup>。不同的土地利用类型影响到居民点整治规划的便利性和可行性。

为保证建设不破坏生态且保障基本农田不占用的前提下,将基本农田、生态保护区、人文景观保护区定为本研究的保护区范围。基本农田作为不可建设区,为保障国家粮食安全的特殊用地,故在基本农田中禁止居民点的布局建设。生态保护区是为保护生态环境而设立的禁止建设区,且在保护区周围一定区域内要保证其生态的原始性,不易就近建设居民点。

人文景观保护区作为人类发展的瑰宝,我们应该传承下去,故居民点的建设应该远离保护区,保证不破坏保护区的原始建设面貌,可见距离保护区越近农村居民点的建设阻力越大。

察县作为伊犁河谷沿岸干渠土地整治重点区域,全县第一产业比重较高,研究表明耕地质量及耕作面积越高的地方居民点的分布越密集,一般耕居面积比越大,居民点分布越密集,整治阻力越小。

(3) 区位阻力选取道路及村镇极点的缓冲距离。交通的便利程度直接影响到居民的生产和出行,进而影响着居民点经济和生活水平。交通便捷度的衡量可以根据不同半径缓存区分析,划分不同的适应性等级,距离道路越近的,道路便捷度越高,其适应性越大,整治阻力越小。村镇极点的分析是根据选取特定的极点,根据这些极点利用缓冲区分析,研究不同等级极点在不同缓存距离内对居民点建设的影响分值大小。本文选取建制镇及各乡镇中心村为极点,据对不同等级的极点设定不同的缓冲区半径,用于了解不同等级极点对居名点建设的影响度和适应性。按指标等级划分 5 个阻力系数:1,2,3,4,5。在此基础上根据察县居民点现状分布情况,结合专家及相关部门的意见运用变异系数法确定不同阻力等级指标权重与量化标准(表 1)。

表 1 农村居民点评价因子整治阻力系数

一级指标 (权重)	二级指标 (权重)	阻力系数等级划分				
		1	2	3	4	5
地形地貌 (0.212)	高程(0.0643)	<710 m	710~906 m	906~1118 m	1118~2267 m	>2267 m
	坡度(0.0604)	<6°	6°~15°	15°~25°	25°~35°	>35°
	坡向(0.0873)	平地	西北、东	东南、东北	西、北	南、西南
用地阻力 (0.5042)	土地利用类型(0.1012)	农村居民点	耕地	园地、林地	其他农用地、未利用地	城镇、其他建设用地、水域
	内部河流(0.1281)	100~500 m	500~1000 m	1000~1500 m	>1500 m	≤100 m
	伊犁河(0.0704)	>2000 m	2000~1500 m	1500~1000 m	1000~500 m	≤500 m
	保护区(0.0862)	>1000 m	800~1000 m	500~800 m	<500 m	保护区范围
	耕居面积比(0.1183)	>335.57	335.57~29.4	29.4~25.23	25.23~5.05	≤5.05 hm <sup>2</sup>
区位阻力 (0.2837)	道路(0.0152)	<300 m	300~600 m	600~900 m	900~1200 m	>1200 m
	中心村缓冲距离(0.1467)	<500 m	500~1000 m	1000~1500 m	≥1500 m	—
	城镇缓冲距离(0.1218)	—	—	<3000 m	≥3000 m	—

(4) 综合阻力面通过栅格计算。本文统一采用 30×30 的栅格进行计算得到综合阻力面,再利用 ArcGIS 的 Reclassify 工具将综合阻力面划分为 5 个等级,分别为最小阻力区、低度阻力区、中度阻力区、高度阻力区和最大阻力区(图 1)。

2.2 农村居民点现状评价

只有清楚了解居民点的分布现状,才能制定具有针对性的整治方案。根据察县农村居民点的现状,建立评价体系,来确定农村居民点的现状适宜性等级。本文选取地形、居民点数据、区位影响因素,构建农村居民点现状适宜性评价体系。

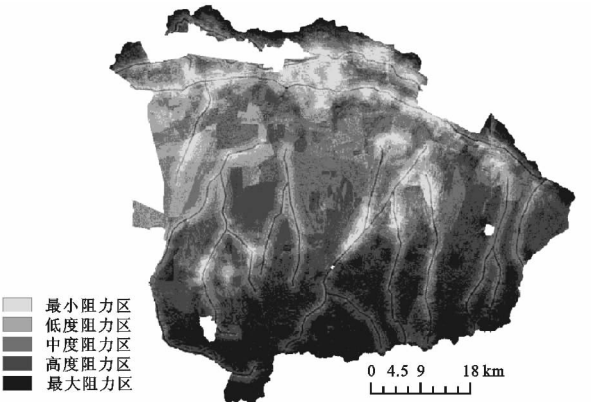


图 1 研究区农村居民点整治阻力分区

现有居民点的分布地势高低决定了居民点是否会由于地势过于陡峭而进行迁移或限制发展,而相较于陡峭的区域,地势平坦的地区,居民点的集聚发展的可能就越大。针对农村居民点的整治,其自身现状数据是确定居民点整治方向的基础,选定居民点的经济、人口及用地规模来综合表示居民点现状数据,居民点自身条件越优越其发展的可能性越大。区位因素可以表达现有居民点是否具有继续发展的潜力,若区位条件较好的地区更能吸引居民点在此集聚,反而区位较差的居民点搬迁的可能性越大。

根据各居民点实际情况,结合当地有关部门及专家意见并且综合运用变异系数法确定农村居民点现状适宜性评价体系权重(表 2)。

表 2 农村居民点分布现状适宜性评价因子体系

一级指标 (权重)	二级指标 (权重)	现状指标值 范围
地形 (0.3474)	高程(0.1721)	527~1958 m
	坡度(0.1753)	0°~47.27°
居民点数据 (0.3389)	经济(0.1183)	0.69~4894.87 万元
	人口(0.1084)	19~5844839 人
区位 (0.3137)	图斑规模(0.1122)	1.2~377.86 hm <sup>2</sup>
	距离道路(0.1262)	58~17743.38 m
	距离河流(0.1054)	23.8~15162.36 m
	城镇扩展阻力 0.0820)	0~1406.12 元

在 ArcGIS 当中对各单因子的分布图进行叠加分析得到察县农村居民点现状分布评价图层,最后运用最小累计阻力模型且结合实际情况将察县现有居民点分为最适宜区、高度适宜区、中度适宜区、低度适宜区、

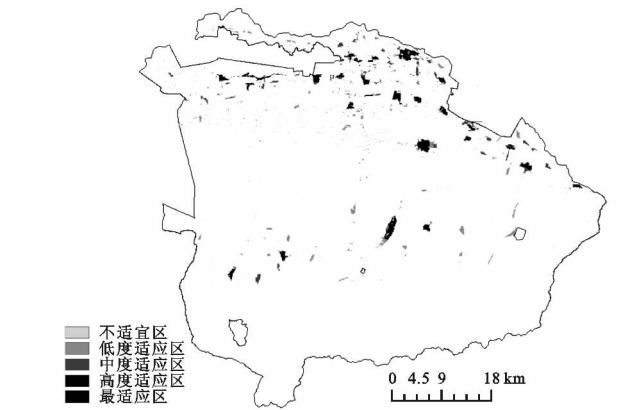


图 2 研究区农村居民点现状适宜性评价分区

3 结论

可以看出察县北部靠近伊犁河较为平坦的地区,这里交通便利,河流密布并且距察县县城较近,利于居民点的建设,这里的整理阻力最小并且农村居民点现状适宜性最高,该区内规模较大的居民点基本为重点发展;而察县中部地势较为平缓的地区,这里主要地类为未利

不适宜区 5 个分区(图 2)。如图 2 所示,察县在北部沿伊犁河较为平坦的区域内居民点现状适宜性分值较高,而且建设面积越大的居民点其适应性分值越高;而南部一些零散分布的居民点适宜性分值较低。

2.3 居民点整治分区方法

2.3.1 农村居民点等级划分及整治分区策略 将农村居民点现状适宜性评价结果与察县农村居民点整治阻力面进行叠加分析,将现有农村居民点分为重点发展、内部改造、建议保留和迁移合并 4 种整治类型。

未来居民点的发展趋势是由规模小、分布离散的居民点逐渐向规模较大、连片的区域集聚。在重点发展区,作为未来居民点发展的重点,应提高其基础设施的完善度,提高居民生活质量,加速城镇化的发展;内部改造区应优化其内部用地结构,同时提高基础设施投入力度,为整治并村提供支持;建议保留区除政策保留具有民族特色、历史文化底蕴或旅游特色的农村居民点斑块外,一些位于整治阻力大区域的已经成规模且适宜性较低的居民点,为保证整治的成本,建议保留其规模,发展好其自身即可,不做迁并村处理;迁移合并区居民点,需根据整治迁并方向进行整理。

2.3.2 被迁移的农村居民点的迁移方向 从重点发展区农村居民点中,选取优势居民点作为加权 Voronoi 图发生源,以该居民点的现状评价权重值,生成加权 Voronoi 图<sup>[16]</sup>,建立其对居民点空间影响区域,将分布于该范围内被迁移合并的农村居民点迁移至附近重点发展及内部改造的农村居民点(图 3)。

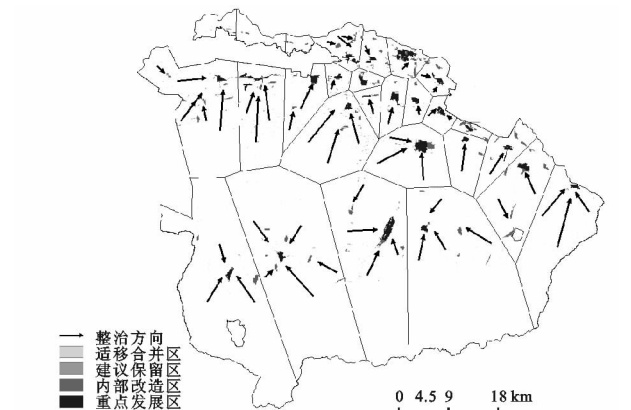


图 3 研究区农村居民点整治分区规划

用草地等,且这里河流相对减少,对居民的生活和生产有一定的限制,故该区主要为中度阻力区,部分高度阻力区,该区居民点大多为建议保留或需要迁并处理,但该区有部分居民点其规模较大且处于在阻力值较小区域,故这部分居民点可以作并村的中心;最大阻力区主要分布在南部地势陡峭的山区及伊犁河沿岸一些湿地滩涂等不利于建设的区域,该区域农村居民点的适宜性

也普遍较低,用地规模较小,适合迁并处理。

(1) 地形起伏及多样性与居民点的分布具有高度相关性。高程和坡度较大不仅会造成滑坡、泥石流等自然灾害,对居民点的建设成本等要求也比较高,而且复杂的地形不利于农作物的种植,进而一定程度制约了居民点集聚。研究表明,察县位于天山山麓,地势南高北低,故察县南部整治阻力都较大。

(2) 由于察县整治阻力最小区及居民点现状适宜区均分布在北部靠近伊犁河较为平坦的地区,故重点发展的农村居民点大多分布在此处,少数分布在察县中部的中度适宜居民点,由于北部这些居民点用地规模较大且区域整治阻力值较小其可以作为重点发展区。可见居民点的整治分区与原有居民点用地规模具有很大关联性。

本文通过对察县农村居民点进行现状评价分等并且结合综合整治阻力面对察县初步整治分区,为察县未来居民点的整治优化提供科学依据。论文中由于数据的因素,综合阻力面的确定及农村居民点现状评价考虑的因素还有待于进一步完善。

#### 参考文献:

- [1] 孙华生,黄敬峰,金艳,等. 基于GIS技术的县域居民点空间分布特征分析及其优化布局[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2007,33(3):348-354.
- [2] 柏延臣,李新,冯学智. 空间数据分析与空间模型[J]. 地理研究,1999,18(2):185-190.
- [3] 冯电军,沈陈华. 基于扩展断裂点模型的农村居民点整理布局优化[J]. 农业工程学报,2014,30(8):201-209.
- [4] 石诗源,张小林. 江苏省农村居民点用地现状分析与整理潜力测算[J]. 中国土地科学,2009,23(9):52-58.
- [5] 孔雪松,刘耀林,邓宣凯,等. 村镇农村居民点用地适宜性评价与整治分区规划[J]. 农业工程学报,2012,28

(18):215-222.

- [6] 朱晓华,陈秧分,刘彦随,等. 空心村土地整治潜力调查与评价技术方法:以山东省禹城市为例[J]. 地理学报,2010,65(6):736-744.
- [7] 朱雪欣,王红梅,袁秀杰,等. 基于GIS的农村居民点区位评价与空间格局优化[J]. 农业工程学报,2010,26(6):326-333.
- [8] 李鑫,甘志伍,欧名豪,等. 农村居民点整理潜力测算与布局优化研究:以江苏省江都市为例[J]. 地理科学,2013,33(2):150-156.
- [9] 刘超,杨海娟,龙冬平,等. 基于加权Voronoi图的农村居民点等级评价与整理方向研究[J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2014,42(3):91-96.
- [10] 张颖,徐辉. 基于MCR模型的农村居民点布局适宜性分区及优化模式研究:以南京市六合区金牛湖街道为例[J]. 长江流域资源与环境,2014,23(11):1485-1492.
- [11] Knaapen J P, Scheffer M, Harms B. Estimating habitat isolation in landscape planning[J]. Landscape and Urban Planning,1992,23(1):1-16.
- [12] Yu K J. Security Patterns in Landscape Planning: With a Case In South China[D]. Cambridge: Harvard University,1995.
- [13] 李胜坤,张毅,闫欣,等. 竹溪县农村居民点景观格局及空间分布特征[J]. 水土保持研究,2014,21(4):203-218.
- [14] 姜磊,雷国平,张健,等. 农村居民点空间布局及优化分析[J]. 水土保持研究,2013,20(1):224-229.
- [15] 李珊珊,曹广超,赵鹏飞. 秦巴山区农村居民点空间分布及其影响因素分析:以陕西省宁强县为例[J]. 水土保持研究,2014,21(3):186-191.
- [16] Dong Pinliang. Generating and updating multiplicatively weighted Voronoi diagrams for point, line and polygon features in GIS[J]. Computers & Geosciences,2008,34(4):411-421.

(上接第308页)

- [10] 李志. 黄土高原1961—2009年参考作物蒸散量的时空变异[J]. 生态学报,2012,32(13):4139-4145.
- [11] 蔡辉艺,余钟波,杨传国,等. 淮河流域参考蒸散发量变化分析[J]. 河海大学学报:自然科学版,2012,40(1):76-82.
- [12] 刘园,王颖,杨晓光. 华北平原参考作物蒸散量变化特征及气候影响因素[J]. 生态学报,2010,30(4):923-932.
- [13] 曹雯,申双和,段春峰. 中国西北潜在蒸散时空演变特征及其量化成因[J]. 生态学报,2012,32(11):3394-3403.
- [14] 施雅风,沈永平,李栋梁,等. 中国西北气候由暖干向暖湿转型的特征和趋势探讨[J]. 第四纪研究,2003,23(2):152-164.
- [15] 刘波,马柱国,冯锦明,等. 1960年以来新疆地区蒸发

皿蒸发与实际蒸发之间的关系[J]. 地理学报,2008,63(11):1131-1139.

- [16] 张山清,普宗朝. 新疆参考作物蒸散量时空变化分析[J]. 农业工程学报,2011,27(5):473-479.
- [17] 石鑫,吴普特,王玉宝,等. 近50a新疆参考作物蒸发蒸腾量的时空演变分析[J]. 灌溉排水学报,2012,3(1):10-14,32.
- [18] 普宗朝,张山清. 近48a新疆夏半年参考作物蒸散量时空变化[J]. 中国农业气象,2011,32(1):67-72.
- [19] 蒋冲,王飞,刘思洁,等. “蒸发悖论”在秦岭南北地区的探讨[J]. 生态学报,2013,33(3):844-855.
- [20] 张守红,刘苏峡,莫兴国,等. 阿克苏河流域气候变化对潜在蒸散量影响分析[J]. 地理学报,2010,65(1):1363-1370.