

# 基于 GIS 的 2010 年中国人口分布与耕地利用状况研究

孙文莫<sup>1,2</sup>, 肖文<sup>2</sup>, 李德品<sup>2</sup>, 马驰<sup>2</sup>, 宋金易慧<sup>2</sup>

(1. 西南林业大学, 云南昆明 650200; 2. 大理学院东喜玛拉雅资源与环境研究所, 云南大理 671003)

**摘要** 根据 2010 年全国分县行政区划电子地图、第六次人口普查结果等数据, 运用地理信息系统和理论性演绎分析等手段分析中国人口分布、流动趋势与耕地利用情况。结果表明, 2010 年中国人口分布特点为东密西疏, 东南部人口密中有疏, 西北部人口疏中有密, 人口分布格局没有明显变化, 人口集中程度高; 2000~2010 年全国人均耕地面积由 0.103 hm<sup>2</sup>/人下降到 0.091 hm<sup>2</sup>/人, 耕地利用率下降, 同时不同海拔阶梯地区农业生产效率不同, 第二阶梯最高, 第三阶梯最低; 人均耕地面积的减少使得人口压力增加, 第三阶梯人口压力明显高于第一、二阶梯, 在农业生产效率提高的因素下第三阶梯地区人口会向较低人口压力的第一、二阶梯地区流动, 即中国东南半壁范围向西北方向扩散。

**关键词** GIS; 人口普查; 海拔; 耕地; 农业产值

中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)26-10839-04

## Research of Chinese Population Distribution and Cultivated Land Utilization Status in 2010 Based on Technique of GIS

SUN Wen-mo et al (College of Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650200)

**Abstract** According to 2010 national county administrative zoning map and the results of the sixth national census, using geographic information system and theoretical deduction, Chinese population distribution, flow trend and the farmland utilization were analyzed. The results showed that the characteristics of Chinese 2010-year population distribution is that east area is dense while west area is sparse, there are sparse areas in southeast dense areas and there are also dense areas in northwest sparse areas, the population distribution pattern did not have obvious changes, the degree of population concentration was high. The agricultural acreage per capita of whole China decreased from 0.103 hm<sup>2</sup> per capita to 0.091 hm<sup>2</sup> per capita in decennium, the capacity factor of farmland descended, at the same time agricultural production efficiency in different elevation steps is also different, in which the second elevation step was the highest while the third elevation step was the lowest. The reduce of agricultural acreage per capita means the increase of population pressure, the population pressure of the third elevation step exceeded the population pressure of first and second elevation steps obviously, but under the factor of agricultural production efficiency increase the populations of third elevation may flow to first and second elevation steps which had less population pressure, in other word the boundary of east area may diffuse towards the west area.

**Key words** GIS; Population census; Elevation; Farmland; Agricultural output

人口地理研究对于地域辽阔、人口众多的中国有着重要意义。人口分布是人口地理学的核心问题, 它是指人口在某一特定时间内于一定地理空间的集散状态, 或称之为人口的空间形式<sup>[1]</sup>。人口密度指单位土地面积上的人口数量, 它是衡量人口分布状况的一个重要指标。人口密度提供的只是一个平均数, 它掩盖了所计算范围的内部差异, 事实上, 任何地区的人口分布都不可能是“平均的”, 计算的范围越是缩小, 就越能反映出人口分布的真实面貌<sup>[2]</sup>。人口分布的变化也会影响耕地利用情况, 该研究以县域人口及耕地数据为基础, 就人口分布与不同地域的耕地面积、农业产值变化进行讨论。

## 1 数据来源与研究方法

**1.1 数据来源** 各县域面积数据来源于 2010 年全国分县行政区划电子地图, 各县域人口数量来源于第六次人口普查各地区公布结果。历年全国人口密度数据来源于已知文献。海拔阶梯为对中国三级阶梯各地形图进行数字化得出(第一阶梯省份包括西藏自治区与青海省; 第二阶梯省份包括新疆维吾尔自治区、云南省、甘肃省、贵州省、四川省、山西省、宁

夏回族自治区、内蒙古自治区和陕西省, 其中重庆市由于在 1997 年设立直辖市, 2000 年统计数据有所缺失, 因此将 2000 年的重庆数据合并至四川省内进行统计; 第三阶梯省份包括黑龙江省、吉林省、辽宁省、山东省、河南省、安徽省、湖南省、广西壮族自治区、海南省、江西省、湖北省、江苏省、福建省、河北省、天津市、浙江省、广东省、上海市和北京市。人口与耕地的关系研究中以省为空间单元, 数据来源为中国区域监测评价系统 2000 和 2010 年统计数据, 未统计港、澳、台及南海诸岛数据。

**1.2 研究方法** 利用 ArcGIS10.0 软件将中国各县域面积与第五、六次人口普查结果的人口数量进行对应统计, 计算各县域人口密度。然后就不同人口密度的县域进行范围性划分, 计算各段人口密度地区所占面积。以胡焕庸线为界, 划分分属东南与西北的各县域地区县域, 统计人口数量与密度的变化。在 ArcGIS10.0 软件下数字化中国海拔 500~3 000 m 区域范围, 统计 3 级阶梯上各个县域数量及县域人口。统计公布的中国各省人口数量、耕地面积的数据, 得出人均耕地情况, 同时结合公布的农业产值数据讨论中国 3 级阶梯的农业生产效率。

## 2 结果及分析

**2.1 中国人口分布格局概况** 第六次人口普查结果显示 2010 年中国人口为 1 370 536 875 人, 约占当年世界人口的 19.1%。利用 GIS 工具对此次人口普查结果进行统计分析, 得到 2010 年中国分县密度分布(图 1)。

**基金项目** 东喜玛拉雅资源与环境研究所项目“横断山区人类动态与野生动物灭绝关系的研究——以黑白仰鼻猴为例”(31260145); 东喜玛拉雅资源与环境研究所项目“生态旅游对野生动物保护和生态安全的影响评价研究”(31260149)。

**作者简介** 孙文莫(1987-), 男, 山东德州人, 硕士研究生, 研究方向: 地理信息系统, E-mail: qmzp556@gmail.com。

**收稿日期** 2013-07-08

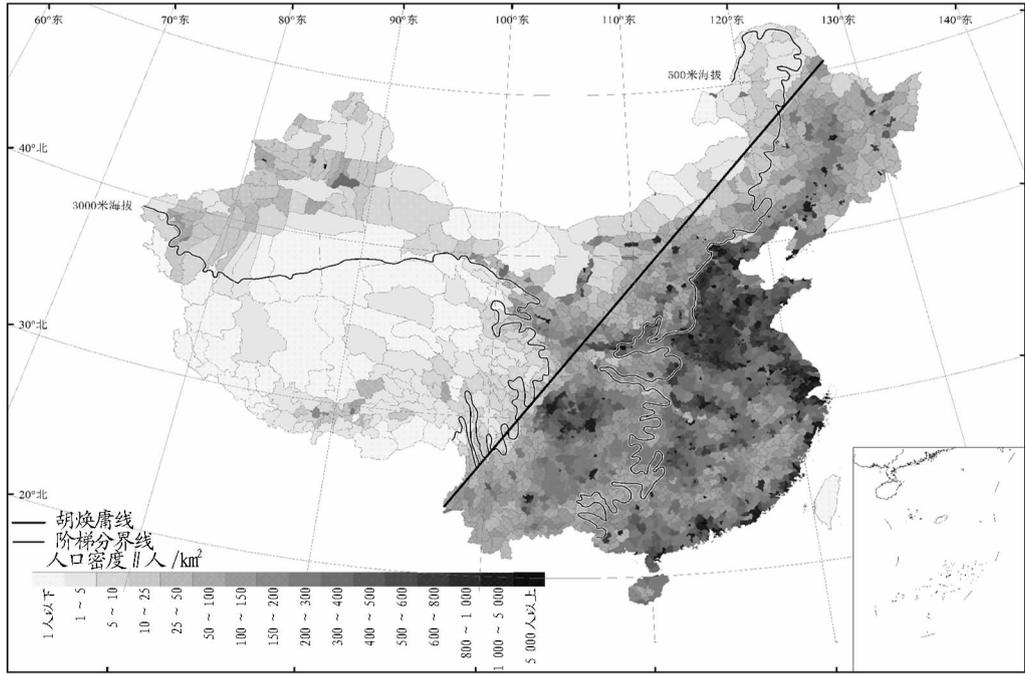


图1 2010年中国分县人口密度分布

地理学家胡焕庸 1935 年提出胡焕庸线,中国可以分为东南和西北2个部分,人口数量比例为94:6<sup>[3]</sup>。2010年中国人口分布之大势依旧为西疏东密,与胡焕庸研究对比,东南与西北半壁的人口比重发生了细微的变化,但仍保持在 94:6的水平。

统计 2010 年以胡焕庸线为界中国东南、西北半壁地区各县域人口数量与面积得出,西北半壁人口分布稀疏,土地面积占全国的 55.2%,人口只占全部人口的 6.0%;人口密度

仅有 15 人/km<sup>2</sup>。而东南半壁土地面积占到全国的 44.8%,人口却占全国人口的 94.0%,人口密度为 293 人/km<sup>2</sup>,约为西北地区人口密度的 20 倍。

表 1 显示了 2010 年中国各级人口密度与面积在全国范围内的比重情况。其中人口密度在 100 人/km<sup>2</sup> 以上的地区所占人口的比重为 91.20%,面积比重为 32.24%。人口密度在 100 人/km<sup>2</sup> 以下地区人口比重仅为 8.80%,占地面积比重高达 67.76%。由此可见中国人口分布聚集度较高。

表 1 2010 年中国人口密度与面积比重

人口密度 人/km <sup>2</sup>	全国		东南		西北	
	占总人口比重	占总面积比重	占东南人口比重	占东南面积比重	占西北人口比重	占西北面积比重
1 以下	0.03	13.21	0.00	0.00	0.43	23.94
1 ~ 5	0.39	21.97	0.00	0.19	6.48	39.66
5 ~ 10	0.45	8.81	0.04	1.34	7.01	14.88
10 ~ 25	0.87	43.99	0.04	1.53	13.92	78.48
25 ~ 50	0.85	7.54	0.20	3.57	11.11	10.77
50 ~ 100	1.71	6.31	1.03	7.88	12.29	5.03
100 ~ 200	5.37	9.92	4.86	18.81	13.45	2.71
200 ~ 300	7.93	23.77	6.10	30.26	36.85	18.50
300 ~ 400	6.81	7.64	6.64	15.56	9.49	1.20
400 ~ 500	6.03	4.82	5.91	9.89	8.05	0.70
500 ~ 600	12.84	12.45	12.55	25.45	17.53	1.90
600 ~ 800	11.38	6.50	11.56	13.85	8.46	0.53
800 ~ 1 000	10.42	4.16	10.57	8.81	8.08	0.38
1 000 ~ 5 000	9.26	2.87	9.79	6.36	0.87	0.03
5 000 以上	31.05	13.53	31.92	29.03	17.41	0.94
500 以上	6.46	1.66	6.83	3.67	0.69	0.02
	11.08	2.28	11.72	5.06	0.86	0.02
	5.43	0.85	5.44	1.80	5.16	0.08
	18.42	1.34	19.11	2.91	7.58	0.06
	5.91	0.13	6.29	0.29	0.00	0.00
	47.30	6.25	49.40	13.73	14.29	0.18

**2.2 东南、西北半壁人口变化趋势** 近 30 年的人口普查结果均显示,中国人口数量基本保持持续增长的状态,但东南与西北半壁人口比重却在持续变化。第六次人口普查的统计结果显示,东部与西部人口比重在数字上又出现了轻微变化。1935~2010 年中国东南、西北人口变化见图 2<sup>[4]</sup>。

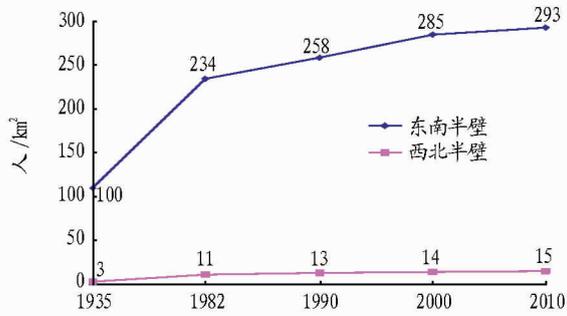


图 2 1935~2010 年中国东南、西北人口变化

由图 2 可知,东南地区与西北地区人口密度变化均呈上升趋势,两地区人口密度增长幅度不同。2000 年以后西部地区人口密度的增长速度已经高于东部地区。

### 2.3 不同区域因素对人口分布的影响

**2.3.1 海拔高度。**中国是一个以山地为主的国家,地势自西向东呈现出三级阶梯;东部季风气候区,其西部界限是从大兴安岭西麓,经辽西山地和燕山山地的背部,鄂尔多斯高原的中部,往西至青藏高原的东缘。根据各县域所处不同阶梯面积比重判定属于哪一阶梯进行划分,得到各阶梯人口分布情况(表 2)。

表 2 中国地势三级阶梯人口分布情况

阶梯	人口规模	占全国比	面积	占全国比重	人口密度
	人	重//%	万 km <sup>2</sup>	%	人/km <sup>2</sup>
第一阶梯	13 692 614	1.04	233.91	24.72	6
第二阶梯	334 994 407	25.33	427.78	45.21	78
第三阶梯	973 755 184	73.63	284.53	30.07	342
总计	1 322 442 205	100.00	946.22	100.00	140

中国绝大部分人口都分布在比较低平的平原和丘陵地区。随着海拔高程的上升,人口密度迅速下降。由表 2 可以看出,第三阶梯至第二阶梯人口密度从 342 人/km<sup>2</sup> 迅速降至 78 人/km<sup>2</sup>,这个趋势是非常明显的。一般来说,山地和高原上的气候与同一纬度带的平原相比,都具有寒冷、风大的特点,每升高 100 m,气温平均要下降 0.5~0.6℃;高度增加,积温逐渐减少,农作物的生长期越来越短,在中国的北方地区,每升高 100 m,≥10℃ 的活动积温减少 150~200℃,持续时间减少 3~6 d,不仅农业生产深受局限,对于其他经济活动来说不利因素也比较多<sup>[5]</sup>。因此山地和高原的人口都不如平原地区稠密,形成了表 2 所显示的人口分布特点。

**2.3.2 耕地与农业产值。**耕地关系到农业产值,而农业产值又影响从事第一产业人口的数量,因此此处就耕地面积与农业产值讨论对人口分布的影响。2000 和 2010 年中国大陆各省份人口数量、耕地面积及农业产值变化情况见表 3<sup>[6]</sup>。统计上述数据得到全国各省份人口增长百分比与耕地减少百分比线性关系图(图 3)。

表 3 2000 和 2010 年中国各省份人口数量、耕地面积及农业产值变化情况

地区	2000 年			2010 年		
	年末总人口	年末实有耕地	农业总产值	年末总人口	年末实有耕地	农业总产值
	万人	面积// ×10 <sup>3</sup> hm <sup>2</sup>	亿元	万人	面积// ×10 <sup>3</sup> hm <sup>2</sup>	亿元
全国	126 743	130 039.2	13 873.6	134 091	121 715.89	36 941.1
北京	1 357	343.9	91.1	1 962	231.69	154.2
天津	1 001	485.6	83.4	1 299	441.09	168.3
河北	6 674	6 883.3	846.7	7 194	6317.30	2 470.1
山西	3 248	4 588.6	218.3	3 574	4 055.82	669.0
内蒙古	2 372	8 201.0	308.4	2 472	7 147.24	900.4
辽宁	4 184	4 174.8	463.5	4 375	4 085.28	1 140.3
吉林	2 682	5 578.4	320.3	2 747	5 534.64	866.9
黑龙江	3 807	11 773.0	414.4	3 833	11 830.12	1 369.2
上海	1 641	315.1	89.8	2 303	243.96	155.3
江苏	7 327	5 061.7	1 096.0	7 869	4 763.79	2 269.6
浙江	4 596	2 125.3	520.4	5 447	1 920.85	1 041.3
安徽	6 286	5 971.7	675.3	5 957	5 730.19	1 544.4
福建	3 410	1 434.7	421.0	3 693	1 330.10	976.6
江西	4 149	2 993.4	387.3	4 462	2 827.09	801.4
山东	8 998	7 689.3	1 300.4	9 588	7 515.31	3 670.1
河南	9 488	8 110.3	1 264.3	9 405	7 926.37	3 540.8
湖北	5 960	4 949.5	615.7	5 728	4 664.12	1 921.7
湖南	6 562	3 953.0	633.8	6 570	3 789.37	2 059.6
广东	7 707	3 272.2	807.9	10 441	2 830.73	1 760.2
广西	4 750	4 407.9	418.8	4 610	4 217.52	1 339.6
海南	789	762.1	145.0	869	727.51	341.7
四川	11 694	9 169.1	1 030.1	10 930	8 183.33	2 692.6
贵州	3 756	4 903.5	279.6	3 479	4 485.30	587.3
云南	4 241	6 421.6	416.4	4 602	6 072.06	925.6
西藏	258	362.6	26.4	301	361.63	46.1
陕西	3 644	5 140.5	327.8	3 735	4 050.35	1 107.2
甘肃	2 557	5 024.7	239.0	2 560	4 658.77	757.6
青海	517	688.0	24.9	563	542.72	92.1
宁夏	554	1 268.8	47.0	633	1 107.06	195.1
新疆	1 849	3 985.7	360.5	2 185	4 124.56	1 376.9

注:数据来源于中国区域监测评价系统;未统计港、澳、台及南海诸岛数据。

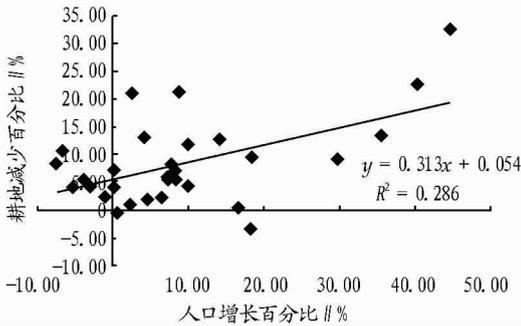


图3 全国各省人口增长与耕地减少线性关系

图3显示,中国各省随着人口的增长耕地面积逐渐减少,耕地的减少使得人们面临粮食生产空间减少的问题,人口压力随之而来。中国大陆所有省份中耕地减少水平高于上述线性关系的有12个,其中8个省份地处第二、三阶梯,因此在讨论人口与耕地面积的关系时进行了阶梯划分。

人均耕地面积显示出土地压力的情况,即人均耕地面积越小,土地压力越大。统计3级阶梯不同人均耕地占有量得到图4。

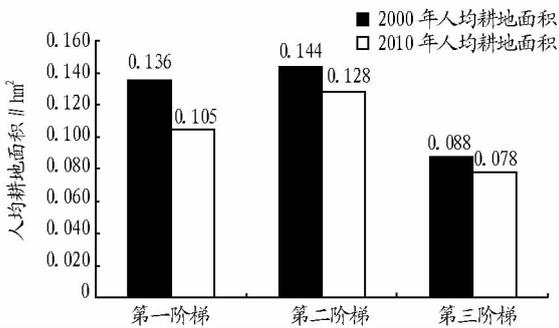


图4 中国3级阶梯人均耕地面积变化

由图4可知,2000~2010年全国人均耕地面积总体减少,土地压力加大。而横向比较中,由第三阶梯至第二阶梯人均耕地面积增加;由第二阶梯向第一阶梯人均耕地面积减少,但减少程度低于第二向第三阶梯,土地压力较小。总体而言第二阶梯耕地可利用情况最好,第三阶梯耕地可利用情况最差。

农业产值可以显示一个地区农业生产效率的高低,3级阶梯农业产值统计见图5。

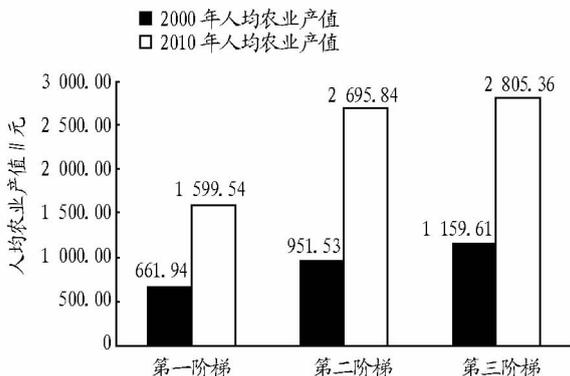


图5 中国3级阶梯人均农业产值变化

由图5可看出,第三阶梯农业产值在2000与2010年均远远高于第一、二阶梯,但10年间各阶梯农业产值增长率分别为第一阶梯141.65%,第二阶梯183.32%,第三阶梯141.92%,第二阶梯农业产值增长率比第三阶梯高了41.67%,第一阶梯农业产值增长率也十分接近第三阶梯,可见第一、二阶梯农业生产效率提高。而农业生产效率的提高又会促使第一、二阶梯从事农业的人口增加,当地农村人口越来越多地留守家乡进行农业生产,同时优于第三阶梯的农业政策又有可能促使第三阶梯的农业劳动者流向第一、二阶梯地区,因此出现人口分布由东南向西北方向流动的趋势。

### 3 结论与讨论

(1)2010年中国人口总体分布趋势较1935年胡焕庸所描述的人口分布格局没有发生大的变化,东南半壁人口占全国的94.0%,面积占全国的44.8%,西北半壁人口占全国的6.0%,面积占全国的55.2%。相比2000年第五次人口普查结果,西北半壁人口数量所占比重有所增加,人口集中程度高。初步预测西北半壁的人口压力的变化程度速度加快。

(2)东南地区的经济发展程度以及适合人居住的地理条件造成了人口密度显著提高,而西北地区经济相对落后、自然条件相对恶劣使得人口变化浮动不大。尽管如此,两地区人口比重仍然保持在94:6的相对平稳状态,且西北地区人口比重出现上升的趋势,人口数量增长速度逐渐加快,且有超过东南地区的可能,即中国人口可能会向西北地区流动。西北地区的经济与自然条件与东南地区相差较大,但人口依旧向西南流动,主要原因为:

中国政府近年来大力支持西部大开发建设,划定了数个重点经济区、农产品生产区和重点生态区,区域的发展提供了更多的就业机会,国家政策吸引了人口聚集。

相比于东南地区较大的就业生存压力,西北地区荒地、森林、煤矿多,开发历史短,客观上劳动力比较缺乏,故谋生之路较广,只要肯吃苦,能干活,挣钱就比较容易,这对人口压力大、经济收入低的人员显然是一种强大的吸引力<sup>[7]</sup>。同时国家对西北地区尤其是农村地区的经济补贴丰厚,促使人们将更多地留守本地。

中国城市化发展呈明显的点状分布,即依托各大城市扩散发展。东南地区城市化点状分布较为密集,而经济发展的相对落后使得西北地区城市化的点状分布较为稀疏。城市化发展吸引了更多农村人口的聚集,但人口的过度聚集势必造成地区经济压力的提高、人均资源量下降。西北地区的城市化发展程度不高潜在说明其发展空间大,加之丰富的资源、广阔的土地、较低的生存压力,促使人们更多地聚集到西部地区。

(3)中国第二阶梯耕地可利用情况最好,第三阶梯耕地可利用情况最差,其原因主要为:

中国第三阶梯虽然海拔较低,土壤能力较高,适合耕地开发,但人口的快速增长使得地区发展迫切,加之城市化发展的因素,越来越多的耕地被开发为建筑用地,人均耕地占

### 3.5 生成填挖方数据表

填挖方数据表(如图7):浅灰色 Net Gain 表示填方部分,黑色 Net Loss 表示挖方部分。

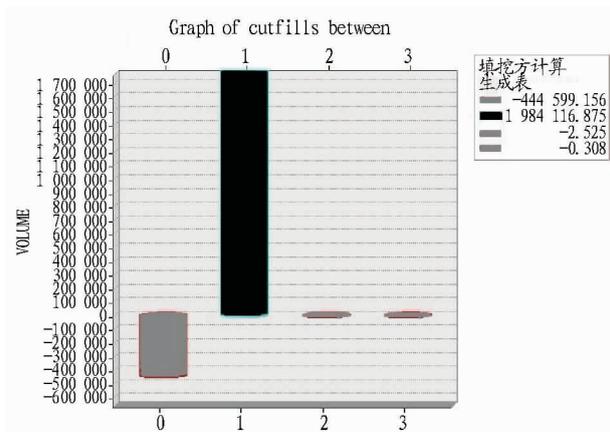


图7 填挖方数据表

表4 运算结果对比分析

计算方法	填方量 m <sup>3</sup>	挖方量 m <sup>3</sup>	填方相 误差//%	挖方误 差//%	运算时 间//s
CASS	428 116.200	1 893 298.700	-4.63%	-9.1%	≈60
ARCGIS	444 601.989	1 984 116.875	≈ -1%	-4.7%	≈30
实际填挖方量	约 448 900	2 083 000			

算的精确度和可靠度。与传统的土方量计算方法相比,基于 TIN 的计算方法更具优势。这种方法操作简便易行,计算精确高效,节约计算时间和计算成本。因此,在地形起伏较大、精度要求高的一些地区更适合运用基于 TIN 的计算方法。但是同时也要考虑到其本身数据量大,数据储存量的问题。

#### 参考文献

- [1] 柳长顺,杜丽娟. Arcview 在土地整理项目土方量计算中的运用[J]. 农业工程学报, 2003,19(2): 224-227.
- [2] 王先鹏,曹荣林. 土方量计算的原理与方法及 ArcGIS 的应用前景[J]. 地理空间信息,2009,7(5):139-141.
- [3] 鲁成树,吴次芳,汪峰,等. 农地整理土方工程量计算及调配中地理信息系统的应用[J]. 农业工程学报,2003,11(6):289-292.
- [4] 胡巍. GIS 在城市竖向设计中的应用——道路纵断面设计与土方工程

量计算[J]. 城乡规划·园林建筑及绿化,2009(4):143-147.

- [5] 陈勇,陶锐. DEM 在丘陵地区土地整理项目中的应用研究[J]. 测绘科学,2008,31(1):170-172,251.
- [6] 黄俊华,刘家兴,曾宇怀. GIS 支持下的 TIN 表面模型体积的计算[J]. 现代农业装备,2010(4):63-65.
- [7] 潘红飞,赵翠薇. 基于 TIN 模型较高精度土方量计算方法[J]. 价值工程.
- [8] 张成才,秦昆,卢艳,等. GIS 空间分析理论与方法[M]. 武汉:武汉大学出版社,2004.
- [9] 汤国安,杨昕. 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [10] 许捍卫,马文波,赵相伟,等. 地理信息系统教程[M]. 北京:国防工业出版社,2010.
- [11] 王铁生,袁天奇. 测绘学基础[M]. 郑州:黄河水利出版社,2008.

#### 4 结论

该文利用三棱柱法土方量计算原理,借助于 ARCGIS 软件,基于 TIN 模型,应用涪池县红花窝土地开发整理项目基础数据,建立土方量计算模型,并详细介绍了如何在 ARCGIS 中计算土方量的具体步骤。在该方法的三角网中,地表特征的表达可以利用点和线的分布密度和结构来实现,其中以网格结点作为原始资料,这样就不改变原始数据和精度,且采用线性的插入方式保存原有地形的关键特征,就能够很好地适应复杂、不规则地形,达到更好地表达真实地面特征的目的。因此利用 TIN 计算出的土方量就很大程度提高了计

(上接第 10842 页)

有量减少。

第一、二阶梯阶梯地区山地多、平地少,干旱区与高寒区面积积达,无效土地资源比重大,宜耕地资源比重低,总体土地资源质量不高<sup>[8]</sup>。与第三阶梯相比,第一、二阶梯耕地基础储量小,人口增长幅度小,使得第一、二阶梯人均耕地面积减少程度不大。

但第二阶梯地区中存在诸如吐鲁番盆地、四川盆地和准格尔盆地等海拔较低、地势较平坦的区域,同时海拔较低的山地又可以开垦出梯田等,因此在未来随着耕地利用技术的发展及资源调控政策的变化,第二阶梯可能会成为很好的耕地储备区域。耕地面积的增加会吸引人口聚集,随着东南半壁经济的持续发展,人口压力的限制与政府政策的调控,东南半壁的范围可能会向西北扩散。

(4)农业生产效率增长速度的加快对缓解人口压力有着重要作用,中国第一、二阶梯地区农业生产效率的提升在缓解自身人口压力的同时也会缓解第三阶梯的人口压力,有利于第三阶梯人口向一、二阶梯方向流动,因此中国东南半壁范围可能会向西北方向扩散。

#### 参考文献

- [1] 祝卓. 人口地理学[M]. 北京:中国人民大学出版社,1991.
- [2] 张善余. 中国人口地理[M]. 北京:科学出版社,2003:249.
- [3] 胡焕庸,张善余. 中国人口地理[M]. 上海:华东师范大学出版社,1984:196-197.
- [4] 许庆明,孙菲菲,范帅邦. 自然条件、人口流动与区域经济均衡发展[J]. 兰州商学院学报,2009(6):58-62.
- [5] 张善余. 中国人口地理[M]. 北京:科学出版社,2003:263.
- [6] 中国区域监测评价系统[EB/OL]. <http://region1.cei.gov.cn/default.aspx>.
- [7] 张善余. 中国人口地理[M]. 北京:科学出版社,2003:370.
- [8] 李润田. 中国资源地理[M]. 北京:科学出版社,2003:46.