

中国 102 个人群的身高与地理环境 相关性研究

马立广^{1,4}, 曹彦荣², 徐玖瑾³, 何建邦²

(1. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;
3. 中国科学院遗传与发育生物学研究所, 北京 100101; 4. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 本文对分布在中国 16 个不同行政区域的 102 个人群(汉族 23 个, 少数民族 79 个)的人体发育指标——身高, 应用地理信息系统(GIS)的空间分析功能和制图表达方法, 对身高受地理环境因素影响的程度进行了综合分析。研究结果显示: 随着地理纬度的升高, 身高呈现逐渐增高的趋势。随着地区太阳总辐射量的增大, 该地区的群体身高水平呈现增高的趋势; 随着降雨量和湿度的增大, 群体的身高水平呈现降低的趋势; 随着地区平均风速指数的增加, 身高亦呈现增高趋势。此外, 研究还表明区域海拔和气压等因素对身高无明显影响。地理信息系统的技术与方法为分析人体身高发育受地理环境因素的差异性影响提供了新的技术手段和解决方案。

关键词: 身高; 地理环境; 地理信息系统(GIS)

中图分类号: Q984 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3193 (2008) 03-0223-09

1 前言

人体身高的发育水平是基于多种基因调控和环境影响双重作用的结果, 是人体生长发育一个重要的生理参数^[1]。对人体身高的发育水平进行研究不仅可以阐明与人体生长发育有关的生理过程, 反映人体的体质发育状况, 并且对人类学、遗传医学、运动学、个体识别等领域的研究都有非常重要的意义^[2]。在 20 世纪 90 年代, 有关人体身高发育的地域性差异研究就已有报告^[3-9]。但受到研究人群的地域或种族范围的限制, 这些研究工作没能很好的综合分析多种地理环境因素对群体身高差异的影响, 其中较为详细阐述这一研究内容的是林琬生在 1990 年的人类学学报上发表的《中国青年生长发育环境差异的研究》一文, 指出人体的发育与自然环境因素有很大的关系, 而且是人体生长发育的一个重要因素。但是该研究工作的采样数据主要集中在全国大型省会城市, 并且主要把汉族青年男女作为研究对象^[4]。同时, 所有这些研究的分析方法都基于数据的统计分析。

随着信息技术的进步, 地理信息系统(GIS)技术作为地理学科发展的一个重要标志, 如今已经成为各行各业实践应用的主要技术工具和方法。近年来, 地理信息系统技术已逐步

收稿日期: 2007-10-22; 定稿日期: 2008-01-14

作者简介: 马立广(1980-), 男, 汉族, 博士研究生, 主要从事地理环境与人口健康研究, 以及空间信息共享与 GIS 应用研究。E-mail: maliguang@irsa.ac.cn

通讯作者: 何建邦, E-mail: jhbhe@reis.ac.cn

应用在公共卫生和疾病控制领域,特别在流行病学调查研究、疾病的病理分析研究以及处理突发性公共卫生事件中都发挥了重要作用。这一技术也正在慢慢地涉足于综合分析遗传与环境综合因素对慢性病的研究工作,在一定程度上推动了地理医学研究的发展^[10-11]。

地理信息系统是以空间数据为基础,在计算机软硬件和网络技术的支持下,对空间数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示,采用地理模型分析方法,适时提供各种空间和动态的地理信息,为管理与决策服务而建立起来的信息系统。地理信息系统以其对海量数据组织与管理的强大功能,以及综合评价能力而著称。它能够动态的分析各种疾病的时序和空间变化,是现代医学地理学研究有力的辅助工具^[12-14]。

本文对分布在中国 16 个省、市、自治区的 23 个汉族人群和 43 个少数民族以及白马藏族和徕人等未识别民族等 82 个人群,共计 105 个人群中的 102 个人群的身高数据,应用 GIS 空间分析和制图分析表达方法,研究各个群体的身高发育水平,并结合各个人群的地理位置、气候等外界环境因素,综合分析身高发育水平受地理环境因素的综合影响。探索原生地理环境因素对人体身高的影响,试图客观的评价环境因素对多个不同民族人群的身高影响程度的差异。

2 材料与方 法

2.1 数据来源

本文的研究数据包括 102 个群体的身高指标数据和各个人群所处地理位置的地理环境指标因素。其中 102 个人群的身高数据是选取截至 2001 年底,我国 16 个省、市、自治区的 23 个汉族人群和包括塔吉克族,柯尔克孜族,维吾尔族,哈萨克族,回族,裕固族,撒拉族,保安族,土族,东乡族,蒙古族,满族,锡伯族,赫哲族,鄂伦春族,鄂温克族,朝鲜族,达斡尔族,藏族,羌族,彝族,傈僳族,纳西族,普米族,苗族,土家族,仡佬族,畲族,水族,白族,拉祜族,哈尼族,基诺族,阿昌族,景颇族,侗族,瑶族,壮族,黎族,傣族,德昂族,布朗族,高山族等 43 个少数民族,以及白马藏族和徕人等未识别民族共 82 个人群中的多项观察和测量数据中的身高观察和测量数据(共计 44 个民族,102 个人群的身高测量数据)。数据资料来源于杜若甫主编的《中国人群体遗传学》一书中的第十章“人体测量学指标与人体特征”一章中的数据。其中男性 24 243 人,女性 18 959 人。汉族男性 7 330 人,女性 4 739 人,少数民族男 16 913 人,女 14 220 人^[15]。

研究数据所包括的 102 个人群横跨了北纬 18.7 度到北纬 50.6 度,各个人群的地理位置分布图如图 1 所示。

2.2 地理环境因素

地理环境因素包括 102 个人群各自所处的地理位置(即地理经度和地理纬度)和海拔高度因素;不同地区气候要素中的年平均气温、气温年较差、太阳总辐射、年光合有效辐射、年平均降水量、日照时数、地区年平均风速和相对湿度,以及该地区平均气压因素等。

各地区的地理经纬度数据和海拔数据,来自于国家基础地理信息中心的 1 400 万地形数据^[16]。各人群所处地理区域的年平均气温,日照时数,年气温较差,相对湿度,太阳总辐射,平均风速,气压等气象数据来自于国家各个监测站点的监测数据^[17,18]。



图 1 102 人群的地理位置分布图
Distribution map of 102 populations

2.3 分析工具与方法

将 102 个人群按照性别进行分组,分别把男、女组各自的身高数据作为因变量,利用各个分组所在的环境地理要素作为自变量,在 SPSS13 统计软件中对 2.2 中所述的多个地理环境因素,应用多元回归分析方法,研究各个因素与其对应人群群体的平均身高的影响。利用 ESRI 公司的 ArcGIS9.0 制图软件,结合中国国家 1:400 万的基础地理底图,对 102 个人群的男、女组身高的平均值,进行空间分布专题制图,从中分析数据的区域分布特征,以及它们的规律及相关性。

3 结果与分析

3.1 102 人群身高的总体分布状况

在 102 个人群中,按照性别划分为两组,从数据分析得出,男女两组人群的平均身高均以大连市所包括的群体平均身高最高,这与唐锡麟在 1994 年的报道的“环渤海地区青年平均身高最高”的结论相一致^[3]。上海地区人群的平均身高次之,而以云南禄劝彝族苗族自治县的人群群体平均身高水平最低。用 ArcMap9.0 制图软件分别对 102 个群体的男性组和女性组平均身高数据进行专题分布图绘制,结果如图 2 所示。

对同一地理区域的男女组的平均身高值进行比较,结果显示不同群体的男女平均身高呈现一定的相似特征,如图 3 所示。

3.2 地理环境对身高的影响分析

有关研究表明,人体的身高是遗传和环境双重作用的结果,人体的发育与遗传因素以及人们的生活条件、经济水平、民族文化等易改变的社会环境有直接关系,也与不易改变的地理及气候等自然环境因素有关系。对于这些不易改变的地理要素,本文集中分析 2.2 节中

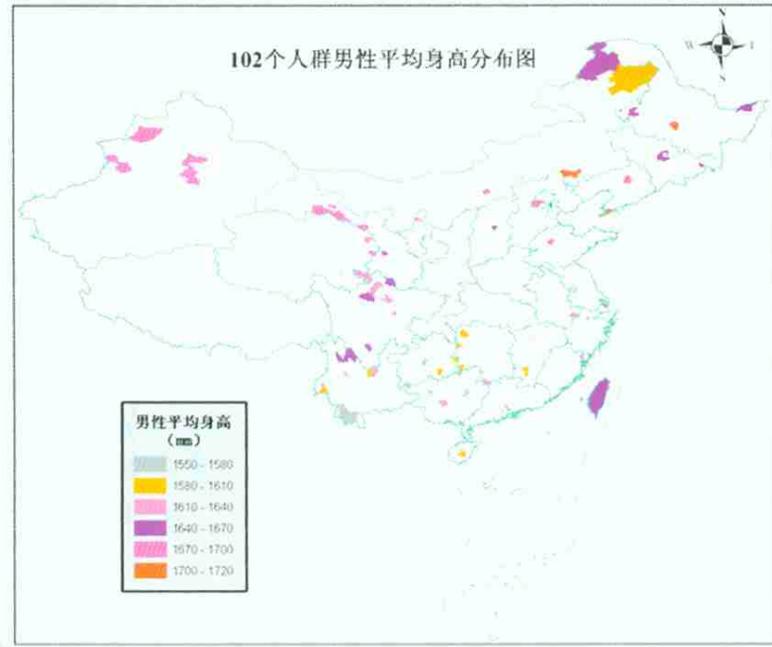


图 2-A 102 个人群的男性平均身高分布图

Thematic map for average stature of male in 102 populations



图 2-B 102 个人群的女性平均身高分布图

Thematic map for average stature of female in 102 populations

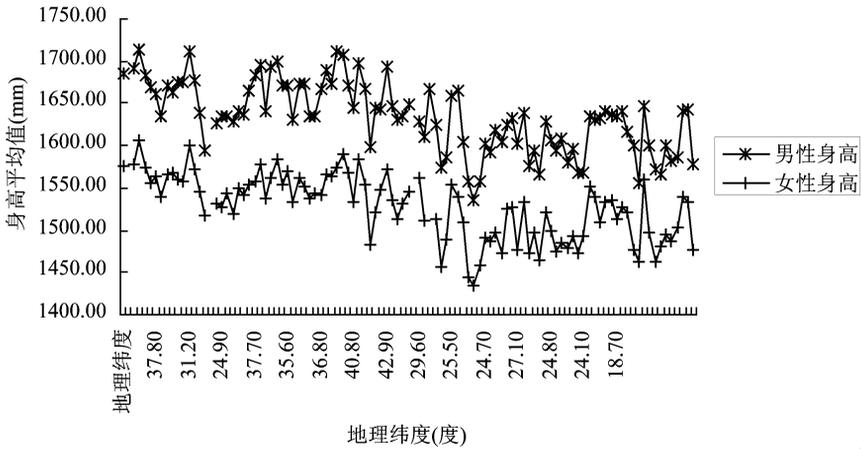


图 3 同一地理区域人群中男、女身高对比

A comparison between male and female stature value in same population

列举的地理经、纬度,地区年平均温度,气温年较差,相对湿度,降雨量,太阳总辐射,日照时数,平均气压,海拔等地理因素和气候影响因素对身高的影响。虽然长期以来,有关地理环境因素对身高发育影响的研究已有很多,但时至今日,相关地理因素的影响程度还是未知,且是不确定的。本文试图揭示与人体身高有直接关系的地理环境因素,并尝试确定各个因素的影响因子。

季成叶指出,“无论男女,其身高、体重与日照、纬度和气温年均差间均有 0.7 以上的高度正相关,日照和海拔是在对身高相对指数所作回归分析中起主要作用的两个因素,但它们与该指数的单相关值实际上很低^[5]。但是,在本文的研究过程中,通过对各地理环境要素的分析得出,人群的平均身高数据值与地区的年平均温度、气温年较差、降水量、日照时数、平均风速和相对湿度以及地理纬度有很大的线性关系。相关 Pearson 系数如下表 1 和表 2 所示:

表 1 102 个人群男性组平均身高与地理环境因素的相关系数表

Correlation coefficient between male stature and geo-environmental factors in 102 populations

	男性身高	纬度	经度	年平均温度	气温年较差	降雨量	日照时数	平均风速	相对湿度	海拔	太阳总辐射
男性身高	1.000	0.632	- 0.110	- 0.544	0.551	- 0.559	0.463	0.381	- 0.534	0.000	0.371
纬度	0.632	1.000	- 0.086	- 0.894	0.934	- 0.861	0.692	0.299	- 0.715	0.119	0.294
经度	- 0.110	- 0.086	1.000	0.135	0.048	0.352	- 0.191	0.336	0.267	- 0.532	- 0.465
年平均温度	- 0.544	- 0.894	0.135	1.000	- 0.799	0.816	- 0.637	- 0.271	0.700	- 0.386	- 0.389
气温年较差	0.551	0.934	0.048	- 0.799	1.000	- 0.745	0.562	0.319	- 0.610	- 0.061	0.134
降雨量	- 0.559	- 0.861	0.352	0.816	- 0.745	1.000	- 0.675	- 0.067	0.840	- 0.387	- 0.506
日照时数	0.463	0.692	- 0.191	- 0.637	0.562	- 0.675	1.000	0.164	- 0.656	0.280	0.647
平均风速	0.381	0.299	0.336	- 0.271	0.319	- 0.067	0.164	1.000	- 0.214	- 0.307	- 0.004
相对湿度	- 0.534	- 0.715	0.267	0.700	- 0.610	0.840	- 0.656	- 0.214	1.000	- 0.426	- 0.623
海拔	0.000	0.119	- 0.532	- 0.386	- 0.061	- 0.387	0.280	- 0.307	- 0.426	1.000	0.596
太阳总辐射	0.371	0.294	- 0.465	- 0.389	0.134	- 0.506	0.647	- 0.004	- 0.623	0.596	1.000

已有的文献研究显示,中国人的身高发育水平存在着“随地球纬度变化而改变”的趋势。在本文的分析过程中,通过对 102 个人群男女组平均身高的分析结果显示,在地理区域分布上,人群的群体平均身高水平呈现出北方地区群体平均身高较高,南方地区人群群体平

均身高较低的趋势。随着纬度的增加身高逐渐增高这一现象,在极个别人群出现偏差。如在本文研究的群体对象中,内蒙古自治区额尔古纳左旗的鄂温克族人群所处的地理纬度最高,但该地区的人群平均身高水平并非最高,而处于中纬度地区的上海人群的身高平均值却很高。

表 2 102 个人群女性组平均身高与地理环境因素的相关系数表

Correlation coefficient between female stature and geo-environmental factors in 102 populations

	女性身高	纬度	经度	年平均温度	气温年较差	降雨量	日照时数	平均风速	相对湿度	海拔	太阳总辐射	
女性身高	1.000	0.564	- 0.068	- 0.478	0.516	- 0.505	0.488	0.355	- 0.537	- 0.013	0.408	
纬度	0.564	1.000	- 0.088	- 0.894	0.935	- 0.861	0.702	0.297	- 0.722	0.123	0.300	
经度	- 0.068	- 0.088	1.000	0.137	0.045	0.352	- 0.205	0.333	0.264	- 0.530	- 0.464	
相 关 系 数	年平均温度	- 0.478	- 0.894	0.137	1.000	- 0.800	0.817	- 0.644	- 0.269	0.707	- 0.392	- 0.397
	气温年较差	0.516	0.935	0.045	- 0.800	1.000	- 0.748	0.558	0.314	- 0.624	- 0.053	0.147
	降雨量	- 0.505	- 0.861	0.352	0.817	- 0.748	1.000	- 0.691	- 0.067	0.844	- 0.389	- 0.509
	日照时数	0.488	0.702	- 0.205	- 0.644	0.558	- 0.691	1.000	0.151	- 0.696	0.309	0.697
	平均风速	0.355	0.297	0.333	- 0.269	0.314	- 0.067	0.151	1.000	- 0.224	- 0.301	0.005
	相对湿度	- 0.537	- 0.722	0.264	0.707	- 0.624	0.844	- 0.696	- 0.224	1.000	- 0.420	- 0.618
	海拔	- 0.013	0.123	- 0.530	- 0.392	- 0.053	- 0.389	0.309	- 0.301	- 0.420	1.000	0.590
太阳总辐射	0.408	0.300	- 0.464	- 0.397	0.147	- 0.509	0.697	0.005	- 0.618	0.590	1.000	

对 102 人群的平均身高按照从低纬度到高纬度的增长趋势绘制散点图(见图 4),发现男、女组人群的平均身高与地理纬度关系呈明显的正相关性,这一结果与已有文献的研究成果是相符合的。从 102 个人群的男、女组平均身高的标准差值随地理纬度变化的散点图(见图 5)显示,与季成叶在《农村青年学生生长发育的环境差异》男女受纬度影响的“差异”明显不同的这一结论是相符合^[5],即男性组人群平均身高受地理纬度的影响比较大,而女性组人群平均身高受地理纬度影响较小。

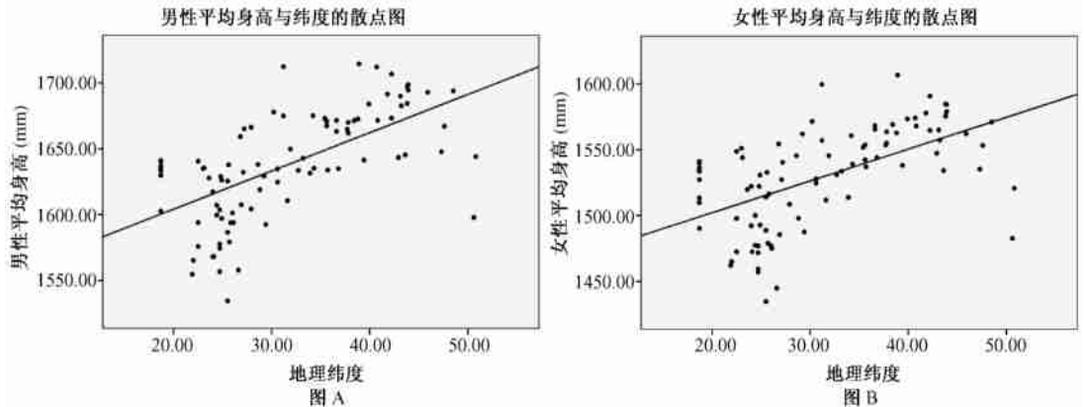


图 4 102 个人群平均身高与地理纬度散点图(图 A:男,图 B:女)

Scatter plot of average stature in 102 populations (A: male; B: female)

对于地理经度因素,从该因素与各群体平均身高的散点分布图分析发现,并没有与身高数值表现出明显的线性关系,即身高水平与地理经度的线性相关程度不大。此外,分析结果显示,平均海拔因素与身高指数并没有表现出高度的正相关特性,而在回归方程中,海拔因素都没有起到主要作用,这与季成叶文献^[5]的结果是不相同的,具体的原因还有待进一步探

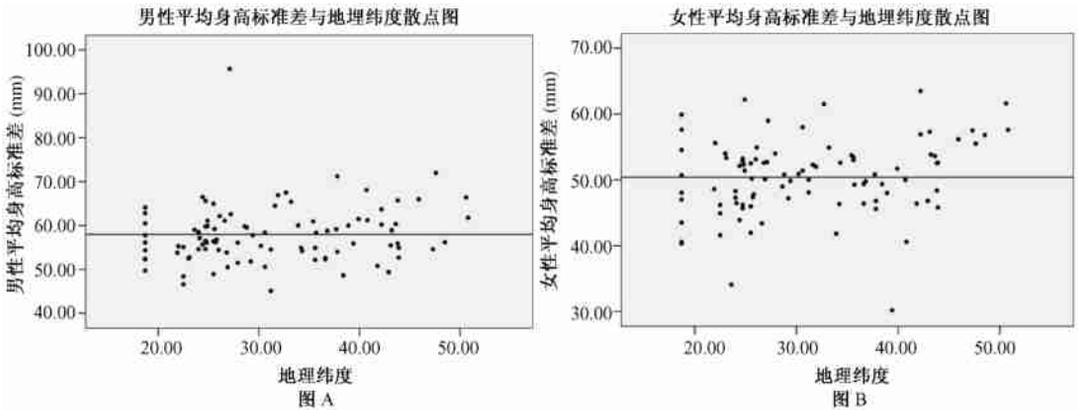


图 5 102 个人群平均身高标准差与地理纬度散点图(图 A:男,图 B:女)

Scatter plot of standard deviation of stature in 102 populations (A: male ; B: female)

究。

同时,数据分析结果显示,年平均气温、降雨量和相对湿度与人群平均身高值呈现很强的线性负相关性,但是在回归方程中也没有显现较强的回归系数,而相对湿度与降雨量和年平均气温是参数间高度相关,即参数不独立,二者共同参与回归方程计算不具有统计意义。

此外,气温年较差与身高数值呈现高度的正相关特性,太阳总辐射(或年光合辐射)因素也与身高水平呈现出较强的正相关性。而地区的年平均风速也与群体的身高水平呈现正相关特性,并且在回归方程中表现为很高的相关性。

3.3 综合分析

从对身高数据的分析和人群所处地理区域的身高专题制图比较中发现,102 个人群的平均身高水平与地理环境因素之间有很强的线性关系,在回归分析模型中,身高与各个地理因素直接的关系变量 $R = 0.704$,这说明身高指数与地理环境因素是高度相关的。分析过程剔除了参与计算的多个因素之间的相关性影响,以确保回归模型有效。综合而言,地理环境因素是影响群体身高水平的一项重要指标,但它并不是决定人群身高水平的决定性因素。除受地理环境因素影响外,人群所处地理环境(城市,乡村)的发达水平,如城市人口数、社会经济发展水平等,家庭收入、饮食结构及营养和医疗保健条件等社会环境因素,以及生物因素(遗传因素)或者是群体的种族特征也是人体身高发育的重要影响因素^[5,19-22]。

本文应用地理信息系统专题制图功能和分析方法为分析与群体发育水平受自然环境因素的影响研究提供了新的解决策略和方案。

4 讨论

人体的身高发育水平取决于遗传因素和环境因素的双重作用,在一定程度上而言,中国人群所呈现的身高状况不仅受地理环境因素的影响,它还与历史上中国各个民族的起源以及其发展过程关系密切,如自然环境、人口迁徙以及不同区域的社会经济发展水平等因素都有密切关系。

通过对中国 102 个人群平均身高水平受地理环境因素影响的分析结果中得出,人群的

平均身高水平受地理纬度因素的影响最大,呈正相关(男: + 0.632;女: + 0.564),其次是降雨量(男: - 0.559;女: - 0.505)和气温年较差(男:0.551;女:0.516)、年平均气温(男: - 0.554;女: - 0.478)和相对湿度(男: - 0.534;女: - 0.537)的影响;日照时数(男:0.463;女:0.488)和平均风速(男:0.381;女:0.355)因素对身高的影响也十分显著,虽然这几个因素之间存在着一定的相关性。此外,地区的有效太阳辐射(男:0.371;女:0.408)也是地理环境要素中直接影响群体的身高发育水平的因素。而群体的身高指数与平均气压和海拔高度因素并无明显的线性关系。这与现有的部分报道结果是有差异的。并且地理环境因素对不同性别(男,女)人群的身高发育的影响程度也有所不同,但除纬度因素外,这些影响并没有表现很高的显著特性。

本文的研究对象人群涉及到少数民族的 79 个人群,其群体的遗传特征在某种意义上对群体的身高发育水平起到了重要的作用。虽然分析结果的总趋势是符合“身高发育从赤道向温带增高的趋势,即人体的身高与平均气温成负相关:离赤道越远,身高越高”的规律,但影响人体身高发育的因素还有很多,如各人群的饮食结构,营养结构、劳动及体育运动^[9],民族遗传特征的差异,民族文化差异以及社会经济水平和医疗保健服务水平等等都是影响群体身高发育水平的主要因素,不容忽视。

102 个人群中的人体平均身高与地理环境之间所呈现出这些特点,除与地理环境因素有关系外,还应该与种族及遗传因素的差异、社会 and 经济发展水平以及各地区的医疗水平和人群的饮食结构的差异有关系。当今,随着社会经济的发展和生活水平的提高,各个地区的人群平均身高水平都呈现出增加趋势^[19-21],本文所研究的群体平均身高并不代表当前该地区的群体身高水平。本文着重强调的是应用新的分析方法,从不同的视角研究身高发育问题。同时,受篇幅的限制,本文没有对人体身高发育水平起主导作用的社会经济及健康饮食结构和医疗水平等可变因素进行综合的分析,具体的工作有待进一步深入。

参考文献:

- [1] 郝永义,霍塞虎,梁小锋,等.健康成人身高相关基因研究进展[J].国外医学遗传学分册,2005,28(3):177-179.
- [2] 霍塞虎,郑秀芬.影响人体身高发育的遗传基因研究进展[J].承德医学院学报,2006,23(4):415-418.
- [3] 唐锡麟,王志强,王冬妹.中国汉族青年身高水平的地域分布[J].人类学学报,1994,13(2):143-148.
- [4] 林琬生,胡承康.中国青年生长发育环境差异研究[J].人类学学报,1990,9(2):152-159.
- [5] 季成叶.农村青年学生生长发育的环境差异[J].中国校医,1991,5(3):1-5.
- [6] 王兴田,胡世云,刘锦桃.云南省不同地区不同民族不同时期儿童身高相关因素分析[J].中国妇幼保健,2006,21(13):1801-1803.
- [7] 林秀玉,毛宗秀.浙江省人体身高与遗传及环境关系的初步研究[J].遗传学报,1986,13(2):155-159.
- [8] 王忆军,唐锡麟.中国 28 个城市 18 岁青年身高、体重在坐标图上的分布[J].中国学校卫生,1995,16(2):83-84.
- [9] 徐玖瑾,杜若甫.北京与重庆地区成人身高变化的研究[J].人类学学报,1985,4(2):151-159.
- [10] 陈述彭.地球信息科学[M].北京:高等教育出版社,2007.
- [11] 李群伟,张钦凤,李德云,等.地理流行病学[M].北京:中国医药科技出版社,2006.
- [12] 张永强,刘泽军.地理信息系统(GIS)在公共卫生中的应用[J].中国公共卫生统计,2005,21(5):632-633.
- [13] 邓吉秋,吴堃虹,刘爱忠.基于 GIS 逻辑信息法的 SARS 流行环境因素分析[J].中国卫生统计,2006,23(4):301-305.
- [14] 廖永丰,杨林生,王五一.GIS 在环境健康信息学中的应用[J].环境科学,2004,25(3):171-176.
- [15] 杜若甫.中国人类群体遗传学[M].北京:科学出版社,2004,495-546.
- [16] http://nfgis.nsd.gov.cn/nfgis/chinese/c_xz.htm

- [17] <http://cdc.cma.gov.cn/>.
- [18] 中国科学院地理科学与资源研究所中国自然资源数据库, <http://www.naturalresources.csdb.cn/index.asp>.
- [19] 张迎修. 中国 27 省市汉族儿童青少年近十年身高的发育趋势[J]. 现代预防医学, 2000, 27(1): 51-53.
- [20] 杨晓光, 李艳平, 马冠生, 等. 中国 2002 年居民身高和体重水平及近 10 年变化趋势分析[J]. 中华流行病学杂志, 2005, 26(7): 489-493.
- [21] 朱鹏, 张洪波, 黄锟, 等. 安徽省 7~18 岁学生 1985~2005 年身高变化趋势研究[J]. 中国学校卫生, 2006, 27(7): 567-569.
- [22] 张迎修. 中国沿海 11 省市儿童青少年的生长发育状况[J]. 人类学学报, 2004, 23(2): 159-163.

The Relationship between the Stature and the Geo-environmental Factors of 102 Populations in China

MA Li-guang^{1,4}, CAO Yan-rong², XU Jiu-jin³, HE Jian-bang²

(1. *Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101;*

2. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101;*

3. *Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101;*

4. *Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)*

Abstract: This paper analyzes the geo-environmental factors effecting on the human stature, which were implemented in 102 populations (23 Han nationalities and 79 minority nationalities) distributed in 16 prefectures in China, using GIS spatial analysis function and the cartography method for the first time. The study results show that (1) The human body height increased with the latitude value increasing; (2) The human body height increased with the increasing of solar effective radiation; (3) the human population stature in region with higher rainfall and the higher percentage relative humidity is lower than other regions; (4) the average wind speed is a positive factor to the population stature; (5) the research results showed that the altitude value and air pressure value have no significant effect on human body height. Finally, it demonstrated that the GIS tools and function have great benefit to the human body growth research and it is a renovation among disciplinary intersection.

Key words: Stature; Geo-Environment; Geographic Information System (GIS)