

基于GIS的青藏高原史前交通路线与分区分析

朱 燕¹, 侯光良^{1,2*}, 兰措卓玛³, 高靖易¹, 庞龙辉¹

(1. 青海师范大学地理科学学院, 西宁 810008; 2. 青海师范大学 青海省自然地理与环境过程
重点实验室, 西宁 810008; 3. 青海大学财经学院, 西宁 810016)

摘 要: 青藏高原自然环境恶劣, 但并非是生命的禁区。确切证据表明, 末次冰消期人类已扩张至高原地区, 并通过长期实践形成了较为稳定的交通路线格局。通过构建自然因子模拟—遗址分布校正方法, 利用GIS得到青藏高原史前交通路线模拟结果, 再结合考古证据对模拟路线进行印证。依据模拟结果将高原分为以下4个区: 东北区、东南区、西南区以及西北无人区。其中东北区路线遗址点密度高, 落入路线内的遗址点数量占总数的88.56%。路线形成于旧石器时期, 其方向为东西向, 密切联系东北区的内部, 并向外沟通黄土高原与北方地区, 其形成与发展为彩陶、粟黍、小麦的传播以及丝绸之路的形成奠定了基础。东南区路线为南北走向, 北与黄河上游地区连接, 南与四川盆地、云贵高原沟通, 加强了南北方地区的文化交流, 是民族融合与交流的大走廊。西南区位于高原的腹心地带, 模拟的路线体现了人类对青藏高原主体的征服, 其线路总长度4602.32 km为3个区域内最长, 是人类向高原进军的第2条重要通道。西北无人区主要为高寒荒漠区, 其自然环境极端恶劣不适宜人类生存, 故无路线分布。

关键词: 交通路线; 考古遗址; 模拟; GIS; 青藏高原

1 前言

青藏高原平均海拔超过4400 m, 是世界最高的高原(Yao et al, 2012), 因其海拔高, 氧气稀薄、太阳辐射强、气候寒冷干燥、冻土广布、生物生产力低, 自然环境极端而严酷, 素有“第三极地”之称。通常认为严酷的自然环境, 人类活动较晚, 强度较低; 但近年考古发现表明, 青藏高原人类活动较早且较为活跃。古人类在晚更新世晚期开始扩散至青藏地区, 经过漫长的适应最终在全新世中晚期定居在青藏高原海拔3000 m以上的高海拔地区(张冬菊等, 2016)。目前大量的考古证据表明, 高原旧石器文化与华北平原、黄土高原等史前文化存在密切联系。到了新石器时代和青铜时代, 青藏高原与周边地区的交往和联系得到进一步拓展(霍巍, 2013)。另外, 青藏高原位于亚欧大陆的中心地带, 其北通

新疆的塔里木盆地, 西至中东, 南抵印度次大陆, 东南接中南半岛, 东达东亚, 地理位置非常重要, 是沟通东亚与西亚、北亚与南亚的中枢。

迁徙与交流的路线常伴随着人类活动而出现。因此对青藏高原史前交通路线的研究, 不仅有助于了解人类对极端环境的适应与征服, 也有利于理解跨大陆文化的交流与影响。历来交通的发展状况与社会经济以及文化的进展息息相关, 交通发展可以加速人类的进程(吴汝祚, 1990)。愈是信息发展较原始的时代, 交通条件对文化传播的影响愈显著, 交通发展与文化传播在很大程度上相互影响(龚际平, 1997)。

2 数据来源

本文所使用的数据为: 青藏高原范围与界线数

收稿日期: 2017-09-26; 修订日期: 2017-11-16。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41761018); 青海省科技厅自然科学基金项目(2017-ZJ-903)[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41761018; Natural Science Fund Project of Science and Technology Department of Qinghai Province, No.2017-ZJ-903]。

作者简介: 朱燕(1994-), 女, 河北邢台人, 硕士研究生, 主要从事全球变化与人类适应研究, E-mail: 18232291326@163.com。

通讯作者: 侯光良(1972-), 男, 青海大通人, 教授, 主要从事全球变化与人类适应研究, E-mail: hgl20@163.com。

引用格式: 朱燕, 侯光良, 兰措卓玛, 等. 2018. 基于GIS的青藏高原史前交通路线与分区分析[J]. 地理科学进展, 37(3): 438-449. [Zhu Y, Hou G L, Lan C Z M, et al. 2018. GIS-based analysis of traffic routes and regional division of the Qinghai-Tibetan Plateau in prehistoric period[J]. Progress in Geography, 37(3): 438-449.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2018.03.014

据(张镱锂等, 2002);中国科学院计算机网络信息中心国际科学数据镜像网站(<http://www.gscloud.cn>)中的1000 m×1000 m空间分辨率的DEM数据产品;中国科学院资源环境科学数据中心的100万植被类型空间分布数据(<http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=122>);研究区内早期遗址点数据(国家文物局, 1996; 国家文物局, 2001; 谢端琚, 2002; 国家文物局, 2009; 国家文物局, 2010; 国家文物局, 2012), 包括青藏高原范围所覆盖的西藏、青海, 以及四川、云南、甘肃、新疆部分地区, 涵盖的文化类型包括旧石器时代(15-6 ka B.P.)、新石器时代的仰韶中晚期文化(6-5 ka B.P.)、马家窑文化(5.3-4 ka B.P.)和卡若文化(5-4 ka B.P.)、曲贡文化(4-3.5 ka B.P.)、青铜时代的齐家文化(4.2-3.6 ka B.P.)、卡约文化(3.6-2.7 ka B.P.)、辛店文化(3.6-2.6 ka B.P.)、诺木洪文化(3-2.2 ka B.P.)等(图1)。

3 研究方法

本文构建了自然因子模拟—遗址分布校正方法, 用于重建青藏高原早期交通路线, 主要可以分为以下2类: 一是依据河流、坡度等自然因子对史前交通路线进行模拟和通过考古遗址点证据校正模拟结果; 二是对原始数据——青藏高原1:1 km的DEM数据进行了河流提取、坡度计算、植被以及海拔归类的处理, 并对遗址点进行矢量化, 以备校正使用。

3.1 基于自然因子路径的模拟

地理环境在人类早期文明的形成过程起到了关键性的作用, 通过对遗址的研究发现, 早期人类主要沿河居住(Groucutt et al, 2015), 河流成为古人选址的重要影响因素, 而河谷则是天然交通线路; 在地形选择上选择坡度较缓的地方, 这不仅适于居住与开展生产活动且利于出行; 早期高原人类主要的生产方式是狩猎采集以及农牧业, 一般不会选择植被覆盖率高的森林或者很低的沙漠地区, 植被覆盖率适中的地区适合人类之间的交流与沟通; 空气含氧量伴随海拔升高而降低, 人类向高原地带扩张, 海拔高度是其限制要素之一, 故本文通过河流、坡度、植被与海拔要素来模拟史前交通路线。

在GIS软件的空间分析(Spatial Analyst Tools)工具箱中, 应用水文分析(Hydrology)工具集对青藏高原地区河流进行提取(汤国安等, 2012)。首先, 在

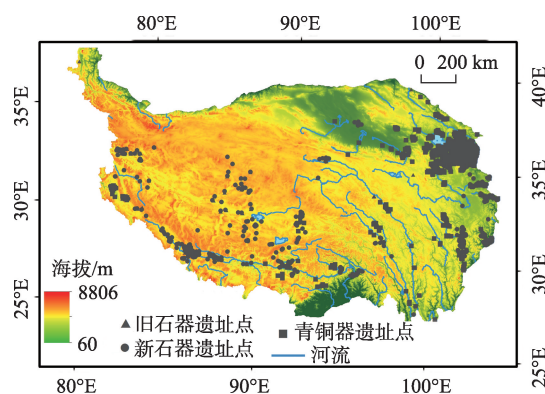


图1 研究区概况

Fig.1 Overview of the research area

GIS水文分析模块中, 对青藏高原地区DEM数据进行了洼地填充(Fill)和流向计算(Flow Direction), 在此基础上生成了研究区的累积流量(Flow Accumulation)数据。其次, 运用地图代数(Map Algebra)模块中的栅格计算器(Raster Calculator)工具, 通过设定阈值计算累积流量数据得到栅格河网。利用DEM提取的河流会因提取阈值的变化而变化。如果阈值设定过小, 则导致提取的河流过于稀疏, 二级、三级支流则无法体现; 如果阈值设定过大, 所提取的河网会过于密集, 无法突出主要的河流, 不利于探讨路线的形成。本文研究的时间跨度主要为全新世以来15-2.2 ka B.P., 其时间跨度长, 气候经历过冷暖交替以及干湿变化, 但河流情况与现今河流状况较为相似。经GIS处理得到青藏高原阈值为600000的河谷分布情况, 其生成的河网能较好地反应早期青藏高原的水文要素状况, 有利于路线的模拟。生成后的河网依据1 km、2.5 km、5 km、7.5 km和10 km生成5个等级的河流缓冲区, 并对各缓冲区进行赋值。本文将自然因子按照0-5分为6级, 级别越高存在路线可能性越大(表1), 以下类同。以河流因子为例, 水源在人类生产生活中起到了关键性的作用, 人类多居住于河流附近。因此距河越近赋值越高, 即距离河流0~1 km赋值为5, 依次类推; 距河流10 km以外地区存在遗址点可能性小, 此区域赋值为0, 将缓冲区依据赋值指数进行重分类, 最终生成河流缓冲区分级图(图2)。

坡度>70°人类将无法行走, 在人类可行走的地形中, 人类活动主要集中于坡度<40°的地形(Groucutt et al, 2015), 故对坡度<40°的地形进行分析。过GIS表面分析(Surface)工具集中的坡度(Slope)工具, 提取出研究区内DEM的坡度数据, 并对人类活动集

表1 自然因子分级与赋值
Tab.1 Classification and scores of natural factors

河流/km	赋值	坡度/°	赋值	植被	赋值	海拔/m.a.s.l	赋值
0.0~1.0	5	0~5	5	温性草原—森林植被(如温带落叶灌丛等)	5	<1600	5
1.0~2.5	4	5~10	4	温性森林—灌丛植被、较干旱的森林植被(如亚高山落叶阔叶灌丛、温带针叶林等)	4	1600~2400	4
2.5~5.0	3	10~20	3	针阔混交林与草甸植被(如亚热带落叶阔叶混交林、禾草、杂类草草甸等)	3	2400~3600	3
5.0~7.5	2	20~30	2	亚热带植被与稀疏草原植被(如亚热带常绿阔叶林、矮半灌木荒漠草原等)	2	3600~4500	2
7.5~10	1	30~40	1	热带植被与荒漠植被(如热带雨林带、灌木荒漠、高山垫状植被等)	1	4500~5500	1
>10.0	0	>40	0	无植被地段(如沙漠、裸地等)	0	>5500	0

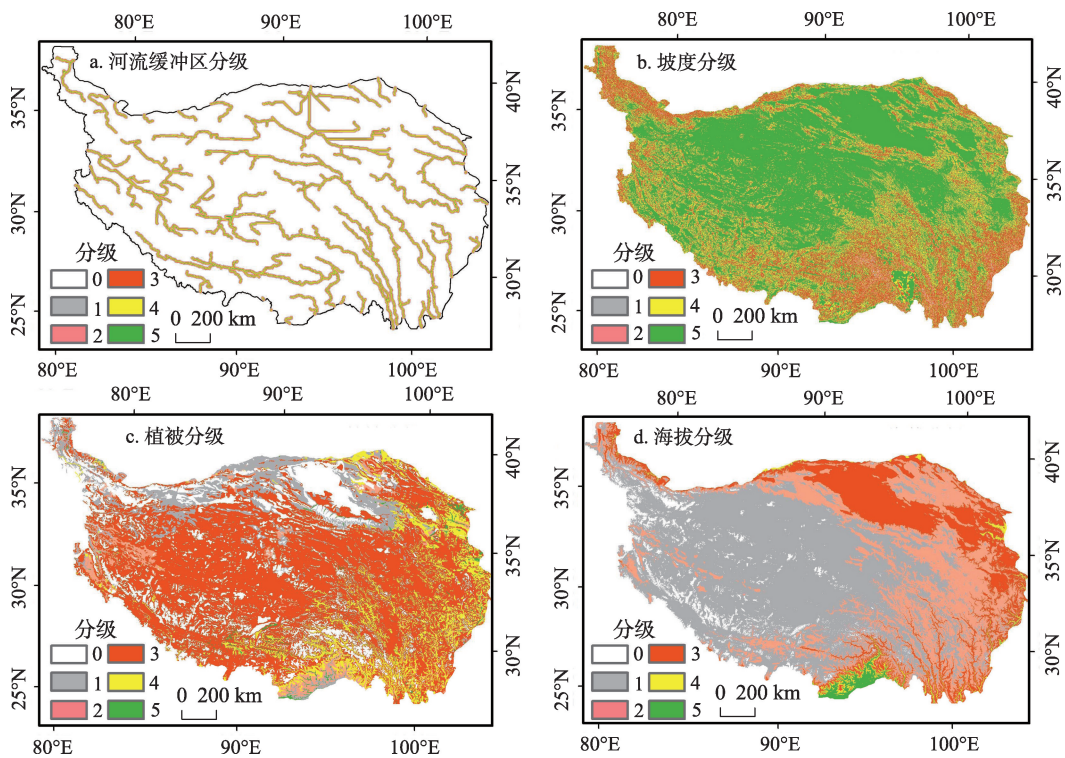


图2 自然因子分级
Fig.2 Classification of the natural factors

中的坡度地形中以5°、10°、20°、30°、40°为间隔分成5类。坡度>40°为人类活动较少区域,统一划分为一类,并进行赋值。海拔因子是人类向高原扩张,在高原内长期发展必不可少的考虑因素之一。随着海拔的升高,空气中含氧量不断减少,医学研究表明,当海拔高于5500 m时,人类将面临严重身体伤害,无法在此区间内长期生存,当海拔低于1600 m时,人类基本无缺氧反应,适宜开展生产活动(吴天一, 2006)。海拔越低越容易被人类征服和利用,本文按照人体对海拔的适应程度不同,运用GIS对青藏高原DEM数据重分类。

人类活动开展依托于物质基础,早期社会经济发展水平低,储食条件差,因此,人类迁移、活动无

法离开丰富的生物资源。对早期高原人类而言,可食用的生物资源最丰富的地区为草原和森林交界的地带而非纯草原、纯森林或戈壁荒漠区域,人类活动集中于相对较干旱的草原-森林交错带(陈胜前, 2006)。因此,温性森林草原赋值最高为5,湖泊、沼泽等无植被地带赋值最低为0,因植被类型较多具体赋值见表1。

自然因子中,水源是人类生存活动不可或缺的要 素,因此河流因子在模拟要素中最为重要。坡度决定人类行走的范围,在早期社会经济发展水平低,人类生产方式主要以狩猎采集经济为主,若植被覆盖率过低,则无法支撑人类生存,故坡度和植被指数分别为本文考虑的第二、三要素。利用层次

分析法,得到各因子权重,构建自然因子模拟结果。层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)是将与决策有关的元素分解成目标、准则、方案等层次,在此基础上进行定性和定量分析的决策方法(徐建华, 2004)。首先,构造层次结构模型。本文将自然因子指数层次结构模型分成2个层次,第1层次是目标层O,旨在计算不同点的自然因子模拟指数;第2层次是准则层C,包括河流(R)、坡度(S)、植被(V)和海拔(H)因素4类,从整体上反映不同点的自然因子状况。其次,构造判断矩阵。依据各自然因子的重要性不同,构造判断矩阵,如表2所示。最终得到各因子权重,并构建自然模拟指数公式,其公式为:

$$I=0.339\times R+0.241\times S+0.221\times V+0.199\times H \tag{1}$$

式中: I 为自然模拟路线指数; R 为河流因子; S 为坡度因子; V 为植被因子; H 为海拔因子。模拟结果指数愈高,则意味着其重要性愈大。

3.2 结合遗址点的路线的模拟

古人类居住、生活的栖身之地被称为遗址,它是当时人类社会所处的自然环境、社会关系和经济水平的一个综合印证(夏慧君, 2010)。显然遗址的分布并非随机,而是具有内在的地理分布规律与特征。遗址的分布规律与特征是在长期的人地关系相互作用下形成的,是周围自然环境和人文环境密切结合的体现(阮浩波等, 2016)。对于遗址空间格局的研究,能反映聚落迁移的方向,是推演古代交通路线的重要途径。任何交通路线与网络的形成,都与人类聚落密不可分,聚落是人类开展各类活动的依托与节点,而节点之间的联通依赖路线得以实现。因此交通路线的选择不仅仅取决于自然因子,还需要考虑社会人文因素,遗址点是人文社会因素的重要体现。遗址点分布的区域往往伴随着贸易、交流等人类活动而出现,而贸易与交流则依托于道路进行,故在路线模拟中使用遗址点分析的方法是可行的。

首先,利用GIS提取与研究区相关的早期文化遗址点,其时间跨度是15-2.2 ka B.P.,按照不同时期将遗址点分成3类:旧石器时期(15-6 ka B.P.)、新石器时期(6-4 ka B.P.)和青铜器时期(4-2.2 ka B.P.)(在对遗址点数量的统计中,若某个遗址点同时存在2种及以上的时期种类,则该遗址点重复计算,分别计入相应的时期遗址点中)。基于中国文物地图集等资料,共提取遗址点4695个,各时期遗址点数量分别为:旧石器时期83个,新石器时期1221个,青铜器时期3391个。统计各时期遗址的数量可以发现旧石器时期遗址点数量较少,时代愈晚其遗址数量愈多,表明人类在青藏高原的活动规模与强度伴随时代的发展不断得到提高。

将基于自然条件因子模拟结果与遗址点的空间分布格局综合集成,并作进一步分析。研究区内无遗址分布的区域,代表人类活动微弱或无人类活动,其赖以沟通的路线存在可能性极低;而遗址分布密集区,交流更为频繁与密切,必然存在路线。本文在地图选项卡的选择组(Selection)中,使用按位置选择(Select by Location)工具,将遗址点落入自然因子模拟结果的栅格图中,筛选出具有遗址点分布的路线,将缺少遗址点分布的路线去除。

4 结果与分析

4.1 基于自然因子模拟结果

利用GIS中栅格计算工具,将生成的河流、坡度、植被、海拔分级图,依据式(1)得到自然因子模拟结果图(图3a)。经计算,自然模拟线路指数范围值为:0~5。某点的指数范围越大,则该点重要程度越高,这便代表着人类从此通过的可能性高,则越有可能成为路线。依据其指数范围值计算其重要性,考虑模拟结果的连贯性和可行性,本文将占模拟线路指数最大值60%以上的范围定义为路线。

4.2 结合考古证据模拟结果

将自然因子模拟结果图与矢量化遗址点相结合,筛选出具有遗址点分布的路线,最终生成遗址校正模拟结果(图3b)。图3b可以发现:路线的走向主要为东西向、南北向以及东南—西北向;路线所沟通的外部区域分别为黄土高原、四川盆地、云贵高原以及中国境外的南亚地区;遗址点主要集中在青藏高原东北缘,而高原北部几乎不存在遗址点分布。

表2 O-C判断矩阵

Tab.2 Judgment matrix of objectives-criteria (O-C)

O	R	S	V	H
R	1	5	5	8
S	1/5	1	2	6
V	1/5	1/2	1	4
H	1/8	1/6	1/4	1

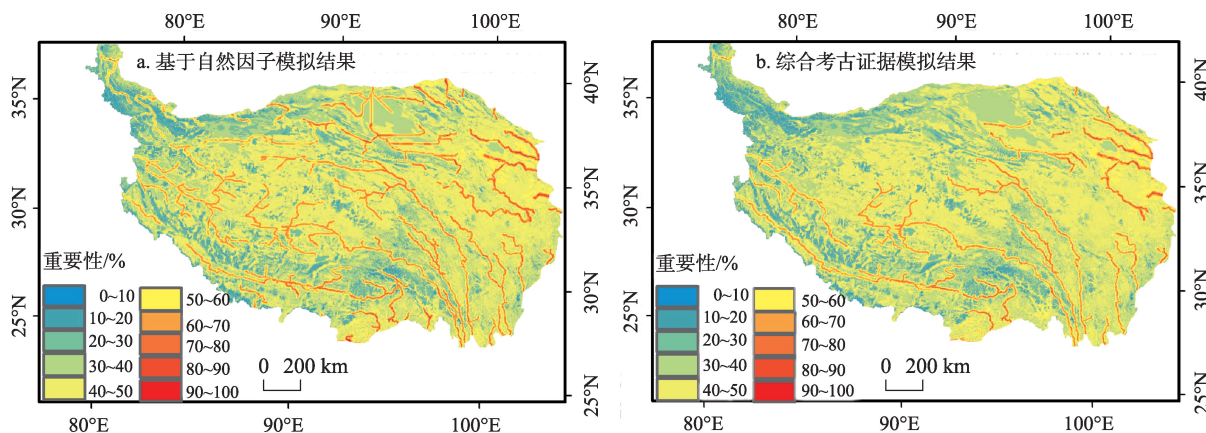


图3 模拟结果对比

Fig.3 Comparison of simulation results

将基于自然因子模拟—遗址分布校正得到的结果,依据路线走向以及沟通外部区域的差异,分成以下4个区,分别为东北区、东南区、西南区以及西北无人区(图4)。因西北区气候寒冷、干燥且冻土广布,地理环境相对较封闭,自然环境恶劣,在史前基本无人类生活遗迹乃至现今仍有部分地区属于无人区,在此区绝大部分无路线分布,故本文不再讨论此区域。

4.3 东北区

青藏高原东北区为人类最早踏足高原和早期人类活动最活跃的地区之一(Brantingham et al, 2006; Madsen et al, 2006),目前,在高原东北缘发现多处 15-10 ka B.P.的古人类活动遗迹,包括用火遗迹、石制品、动物碎骨等遗迹。高原东北区的遗迹与黄土高原地区发掘遗迹有很大相似之处(高星等, 2008),这表明东北区与毗邻地区存在人类迁移,本区模拟的路线在高原文化交流与传播当中发挥重要的作用。

本文主要从模拟路线的走向、长度、海拔落差、

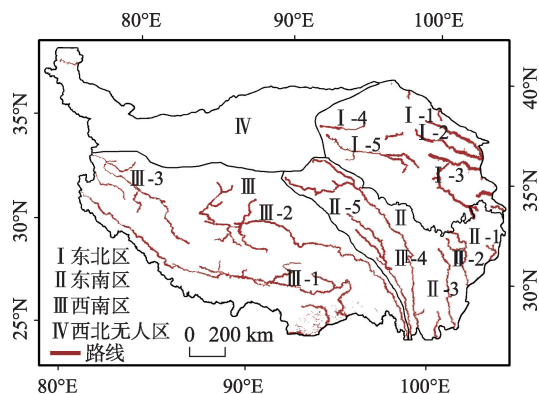


图4 线路分区

Fig.4 Regional division of the routes

遗址点数量、遗址点密度、沟通区域等几方面进行分析讨论(表3)。

东北区内共模拟5条路线(表3),其路线总长度共计 2895.23 km,在3个分区内路线长度最短,但其遗址点数量最多(4146个)。东北区遗址密度高、人类交流频繁,区内路线重要程度高:

I-1 大通河谷线:此路线主要从民和县川口镇沿大通河河谷走向至刚察县阿力扎地区。大通河河谷线形成于新石器时期,其遗址点主要落在此路线的民和地区,主要是因为民和县海拔较低,纬度近东,水热条件好,人类多在此处定居。

I-2 湟水河谷线:此路线主要从民和县川口镇沿湟水河主干道过青海湖北缘至布哈河流域到天峻县新源镇。线路沟通了东北区内部较低海拔的湟水谷地与较高海拔的青海湖盆地,并向外连接黄土高原地区。落入遗址点数量为总数的第2,共 1793个,占比38.19%。

I-3 黄河河谷线:此路线主要从循化县积石乡沿黄河主干道溯源而上,在龙羊峡出现分支,一分支沿西北向沙珠玉河至共和县沙珠玉乡;另一分支继续沿黄河主干道方向至玛曲县尼玛镇。黄河河谷线内共落入遗址点 2034个,占总遗址点的43.32%,是模拟路线中遗址点落入数量最多的路线,体现其在文化传播上的重要性。该路线向南沟通了高原西南部,将中国北方文化扩散至西南地区,此路线不仅在高原内部促进了文化交融,同时在高原外部文化沟通交流起到了重要作用。

I-4 乌图美仁河谷线:其起始与乌图美仁河起始基本一致,位于柴达木盆地的中心地带。目前在此路线内发现遗址数量仅有7个,遗址数量少,主要考

表3 模拟路线相关参数

Tab.3 Relevant parameters of the simulated routes

序号	名称	走向	长度/km	海拔落差/m	遗址点数量/个	遗址密度	沟通外部区域	形成时期
I-1	大通河谷线	东西向	445.17	1908	1793	4.03	黄土高原	新石器
I-2	湟水河谷线	东西向	440.84	2553	281	0.64	黄土高原	新石器
I-3	黄河河谷线	东西向	1110.75	1629	2034	1.83	黄土高原	旧石器
I-4	乌图美仁河谷线	东西向	297.49	296	7	0.02	—	旧石器
I-5	柴达木盆地线	东西向	600.98	1261	31	0.05	—	青铜器
I	东北区汇总	东西向	2895.23	7647	4146	1.43	黄土高原	旧石器
II-1	黑水河谷线	南北向	161.45	1787	44	0.27	四川盆地	新石器
II-2	大金川河谷线	南北向	530.03	2039	115	0.22	四川盆地	新石器
II-3	雅砻江线	南北向	510.33	2018	3	0.01	四川盆地	旧石器
II-4	金沙江线	南北向	1774.58	2260	31	0.02	云贵高原	旧石器
II-5	澜沧江线	南北向	1100.84	2746	24	0.02	云贵高原+南亚地区	新石器
II	东南区汇总	南北向	4077.23	10850	217	0.05	四川盆地+云贵高原+南亚地区	旧石器
III-1	雅鲁藏布江线	东南—西北向	2158.92	2118	197	0.09	南亚地区	旧石器
III-2	怒江线	东南—西北向	1608.29	3068	89	0.06	云贵高原+南亚地区	旧石器
III-3	高原湖泊河流线	东南—西北向	835.11	549	38	0.05	—	旧石器
III	西南区汇总	东南—西北向	4602.32	5735	324	0.07	云贵高原+南亚地区	旧石器

注:遗址密度=遗址点数量/长度。

虑此地区在柴达木盆地中心地带,降水稀少,蒸发量大,不适宜人类定居。

I-5 柴达木盆地线:此路线位于柴达木盆地南缘,从乌图美仁河西侧起始点沿今109国道向东,途经格尔木市和都兰县。人类在青铜器时期对柴达木盆地实现了永久性占据,该路线形成为研究探索古人类适应柴达木盆地的恶劣环境提供了依据(Dong et al, 2016)。

4.4 东南区

青藏高原的东南区主要指川西高原和西藏高原东部,川西高原西与西藏高原相接,东与成都平原相邻,北邻甘、青,南抵云南西北部,是从东部通向青藏高原腹心地带的交通枢纽,也是沟通青藏高原内部南北方的重要要道。本区内路线的遗址点数量最少,遗址密度最小为0.05,本区路线重要程度与其他两区相比较为薄弱,其路线走向为南北走向,南部沟通了四川盆地和云贵高原,区域内主要路线分为:

II-1 黑水河谷线:自黑水县维古村沿黑水河至汶川县城。黑水河路线长度仅为161.45 km,其长度最短,但遗址点密度位居第四位。

II-2 大金川河谷线:一路自阿坝县柯河乡沿阿柯河至马尔康县,另一路自壤塘县县城沿多柯河至马尔康县,两条路线在此汇合后沿大金川河方向至

丹巴县县城,再沿大渡河方向至泸定县县城。

II-3 雅砻江线:自炉霍县四通达村沿雅砻江支流鲜水河至雅砻江主干道,再沿其主干道方向至九龙县八窝龙乡。该线路早在旧石器时期已形成,向北沟通了东北区,向南连接了四川盆地,其遗址文化类型与我国北方相似。

II-4 金沙江线:自治多县叶格子村沿金沙江主干道向南至德钦县。金沙江线为东南区最长的路线,是东亚人群实现传播和发展的重要通道之一。

II-5 澜沧江线:自维西傈僳族自治县巴迪县沿澜沧江至囊谦县县城。其北至高原内部唐古拉地区,南接云贵高原是通往南亚地区的主要途径。

4.5 西南区

青藏高原西南区指西藏高原南部以及青海省西南地区。西藏高原是青藏高原的主体部分,平均海拔在4500 m以上,其范围指昆仑山脉以南、喜马拉雅山脉以北、西至喀喇昆仑山脉、东为横断山脉之间区域(张懿铨等, 2002)。本区内线路长度最长,遗址点密度位居第2,是人类向高原探索的次重要的区域。其走向分为东南—西北向以及南北向,其中东南—西北走向道路为此区主要路线,沟通了云贵高原以及南亚地区;南北走向线路则沟通藏西与藏北地区,但南北向线路为东南—西北向路线的分支连接而形成,本文不再详细描述南北向线路。区

域内线路为:

Ⅲ-1 雅鲁藏布江线:起于墨脱县县城沿雅鲁藏布江主干道、朗钦藏布河至札达县县城。此线路长2158.92 km,遗址点数量197个,是本区长度最长且遗址数量最多的路线,故其重要性大于其他两条路线。并为重要的沟通境外地区的路线,其西南向沟通印度、克什米尔地区。

Ⅲ-2 怒江河谷线:此线路始于贡山独龙族怒族自治县县城沿怒江河谷至青藏高原湖泊区域,高原湖泊区河网密集,汇湖河流众多,共同构成南北向路线,向北沟通藏北地区,向南与滇南地区相接并与缅甸等南亚地区实现交流。

Ⅲ-3 高原湖泊河流线:此线路自西藏日土县至措勤县主要由高原内众多湖泊和河流连接而成,沟通西南区内部地区。

5 路线及分区的考古证据

本文依据考古证据对模拟结果进行分区讨论,因西北无人区无路线模拟结果,故在此不再进行分析讨论。

5.1 东北区

青藏高原东北区作为人类向高原进军的跳板,其范围主要为甘肃省西部和青海省的黄河上游地区,这里河网密集,提供了丰富的天然河道作为人类迁移的通道。

在15-14 ka B.P.的旧石器晚期,位于青海湖盆地的江西沟和黑马河(Madsen et al, 2006)遗址出土的石制品主要为北方小石片工业制品和少量细石叶技术制品。江西沟和黑马河遗址的发现,证明在旧石器晚期青藏高原东北区与北方地区的文化层存在交流,反映出人类在旧石器时代已开始向高海拔地区探索。同时期在柴达木盆地边缘小柴旦遗址(刘景芝, 1995)发现了大量石制品组合,主要有石核、石片、刮削器等。小柴旦遗址石器在类型上与中国北方传统石器类型相近(张森水, 1990),证明早在旧石器晚期中国北方文化已扩散至青藏高原地区,人类已在旧石器时期通过模拟通道抵达东北区。

在8-2.5 ka B.P.的新石器—青铜器时期,彩陶在此阶段盛行并为重要的文化要素之一,其起源于陕甘地区不断向西扩展至青藏高原地区。随着民和胡李家遗址(中国社会科学院考古研究所甘青工作队等, 2001)、阳洼坡遗址(青海省文物考古队, 1984)

以及同德宗日遗址(青海省文物管理处等, 1998)等遗址中具有黄土高原特征的仰韶—马家窑时期的陶器被发现,印证了青藏高原东北区与陕甘地区在新石器时期密切交流的文化特征。以喇家遗址为例,该遗址内发现的漆器与长江流域内漆器相似,黄河上游地区还出土过一些反映竹编工艺的器物,在喇家遗址中亦发现类似痕迹。叶茂林认为,喇家遗址是黄河上游与长江上游文化交流的体现(叶茂林, 2005),进一步验证了高原东北区路线的可行性。

与陶器的产生和发展息息相关的农业也在新石器—青铜时期传播至青藏高原地区。黄河流域是中国粟类作物的发源地,目前在青藏高原及其毗邻地区发现粟作物的遗址主要有:甘肃秦安大地湾(张朋川等, 1981)、甘肃兰州白道沟坪(甘肃省文物管理委员会, 1957)、甘肃临夏马家湾(黄河水库考古队甘肃分队, 1961)、青海乐都柳湾(青海省文物管理处考古队等, 1976)、青海民和喇家遗址(赵志军, 2003)、青海互助丰台卡约文化遗址(中国社会科学院考古研究所等, 2004)等遗址。通过遗址点的位置,发现粟类作物主要是依赖黄土高原向西传播至青藏地区。同样对青藏高原地区乃至中国地区起到重要作用的农作物——小麦,其传播路线印证了模拟路线的真实性。小麦起源于西亚并东渐传入中国,赵志军(2015)认为,小麦传入中国至少有2个途径,即草原通道和绿洲通道。其中绿洲通道的传播路线为:西亚-中亚-帕米尔高原-塔里木盆地南北两侧的绿洲-河西走廊-黄土高原地区。小麦绿洲通道的传播路线与本区路线模拟结果相近,佐证了路线模拟的准确性。10.5-4.5 ka B.P.麦类、粟黍作物主要分布为:麦类作物在土壤肥沃的新月地区,而粟黍作物在黄河流域及河西走廊地区,两类农作物并无交集。经过不断交流与扩散,在3.5-2.2 ka B.P.,小麦和大麦的混合利用扩大到欧亚大陆的西部和东部边缘,且农作物混合利用集中在中亚和青藏高原东北缘地区(Dong et al, 2017)。表明欧亚东西方文化交流互动的强度大且范围广,其在高原东北缘传播的路线,可能为古代丝绸之路奠定了基础。

东北区的路线发源于旧石器晚期,并在全新世以来达到鼎盛,其主要道路与黄河、湟水谷地、大通河等天然河谷相似甚至一致。高原东北区的遗址点数量最多(4158个),占总遗址点的88.56%。本区路线在人类向高原扩张时非常重要,此区间人类之间交流频繁、道路密集。

5.2 东南区

青藏高原东南区发现的旧石器遗址较少,主要遗址为新石器晚期和青铜文化遗址。通过对考古证据的探讨,可发现东南区文化类型与黄河上游文化类型相似,且汉藏语系的分化与东南区路线模拟的结果存在重要关联。

遗传学科学家通过对东亚人群Y染色体单倍型的研究,得到汉藏语系人群最早起源于南方,并在25-30 ka B.P.开始从南方向北迁徙并定居于黄河、长江上游地区(蔡晓云,2009);之后大约在6 ka B.P.左右,黄河、长江上游人群的一分支通过横断山脉三江地区向西南方向迁移至西藏高原地区,汉藏语系的分化由此而产生。通过东亚人群的起源与迁徙过程,本文依据其扩散方向推测其迁移路线,其迁移过程主要依靠金沙江线、澜沧江线以及雅砻江线而实现。位于高原东南区西缘的昌都卡若遗址出土了10枚穿孔贝饰(童恩正,1985),其发掘者童恩正认为此类贝主要产生于南海,但却广泛分布于距离南海甚远的且自身并不生产贝的青藏高原诸多石器时代文化中,这一发现直接证明了当时部落之间有货物往来,从侧面佐证了青藏高原西南区与南方地区存在沟通的线路,推测其传播依赖于澜沧江路线。

目前在富林、狮子山和迴龙湾洞穴遗址中发现的石器类型主要为小石器和非几何形细石器,此类石器最早发现于中国北方地区,是川西高原地区在旧石器时期受到中国北方文化影响的重要证据(石硕,2004),高原东南区与中国北方早在13.5 ka B.P.已存在密切的文化联系。结合模拟结果认为,在旧石器时代,中国北方人群主要从黄河上游地区沿黑水河谷线、大金川河谷线两线将北方文化传入高原东南区。新石器至青铜器时期,在川西和滇北地区的文化遗址中均可发现来自黄河上游地区的原始文化因素,例如川西地区的“石棺葬”文化。在四川丹巴中路遗址发现了与西北黄河上游马家窑文化遗址(主要指甘肃和青海地区)相似的石棺葬(李水城,2011),且随葬物品的铜器和陶器造型显露出浓郁的北方色彩;茂县营盘山地区发现了大量马家窑文化时期的聚落遗址(孙智彬,1990),印证了高原内部相互联系密切,东南区和东北区存在文化交流,推测交流路线为小金川河谷线。在茂县营盘山遗址发现了大量的粟、黍颗粒(赵志军等,2011),据前文所描述可知,粟、黍作物起源于黄河中上游地区,

在此发现粟、黍作物的岷江上游营盘山地区,是新石器时期受到黄河中上游地区影响的体现。在怒江流域两侧的石岭岗遗址以及海门口遗址,发现完全不同的农作物遗存——海门口遗址中发现大量的大麦和小麦遗存,而石岭岗遗址为稻、粟作物。其年代同期且地域相近,但生业模式却存在较大差异,原因可能是4000年前干冷事件,使得甘青地区的资源匮乏,部分地区不适合人类进行生产生活,大批西北居民南迁,海门口遗址是西北人群迁徙必经之路,农业形式受甘青地区人口影响(黎海明等,2016),进一步印证高原东南区和东北区存在文化传播、扩散的路线。

青藏高原东南区的模拟路线与费孝通先生提出的“藏彝走廊”(李绍明,2006)北部地区的路线走向相一致,模拟路线的置信度得到了进一步的提升。东南区路线开始于旧石器时期却一直影响到现在,古代南方丝绸之路的西南部分受此区路线影响,现今这里多民族融合的局面与该区路线的带来的东西、南北的人口迁移与文化交流所产生的影响密切相关。因此,东南区路线在民族交流层面上意义非凡。

5.3 西南区

西南区路线是人类进军高原主体的主要通道,西南区由于独特的地理位置,区内路线沟通中国与境外地区,中外文化在此交汇融合并相互影响。

在青藏高原西部的克什米尔河谷地区布鲁扎霍姆遗址发现的半地穴式房屋、陶器底部纹路等因素与高原西南区新石器时代文化要素相似;在同为青藏高原西侧的斯瓦特河谷洛伊班史前墓葬中也曾发现过一件玉珠(霍巍,2013),但整个南亚次大陆史前遗址中均不见玉器,此玉器的发现必与西藏地区玉器的传播有极大相关,反映了高原西侧地区受到青藏地区文化的影响,并认为这一现象是沿雅鲁藏布江线自东向西文化扩散的结果。同时,青藏高原西侧地区也影响着青藏地区的发展,其中西藏昌果沟遗址(傅大雄,2001)出土了栽培的青稞、小麦等农作物,经对比与克什米尔地区新石器时代第三期农作物相似。

建筑的相似性、玉器西传以及麦类作物东渐现象,是青藏高原西南区与周围地区的文化密切交往的印证,其中南部地区人群北至黄河、长江上游地区,位于横断山区的文化已经西渐影响到了雅鲁藏布江中游地区,而克什米尔河谷的某些因素也东渐

至雅鲁藏布江中游地带(吕红亮, 2007), 这些证据的发现与高原西南区位置进行对比, 结合路线模拟结果, 认为史前人类主要通过横断山区三江流域进入雅鲁藏布江中心地带, 并向西延伸至克什米尔地区。

西南区内存在南北向沟通藏北、新疆和阿里地区的路线。旧石器时期, 位于藏北高原湖泊区的尼阿木底遗址中发现了文化面貌独具特色的石叶技术, 这种石叶加工技术在旧石器时期并不发达, 主要分布于新疆地区(张晓凌, 2017)。新石器至青铜器时期, 拉萨河谷地区发现了具有西方特色的带柄铜镜, 阿里地区发现了具有“欧亚草原特色”的岩画(李永宪等, 1994), 以及在西藏盛行的起源于西北部象雄地区苯教。上述证据表明在青藏高原西部有一条南北向的路线沟通西藏与羌塘高原、新疆等地区。

6 结论

自末次冰消期以来人类在青藏高原的活动从未间断, 青藏高原与周围地区一直存在紧密的联系。通过对青藏高原地区进行自然因子模拟—遗址分布校正得到模拟路线, 并将其分为4个区: 东北区、东南区、西南区以及西北无人区。经分析路线后发现:

东北区遗址点数量为4158个, 占总数的88.56%, 高原人类活动频繁, 该区内路线最重要、密集, 主要有: 湟水河谷线、大通河谷线、黄河河谷线、乌图美仁河谷线以及柴达木盆地线。上述路线将东北区内部紧密联系起来, 并对外沟通黄土高原地区, 对高原内部及黄土高原地区、北方地区的文化交流发挥了重要作用。

东南区模拟路线主要为: 黑水河谷线、大金川河谷线、雅砻江线、金沙江线和澜沧江线。东南区路线为南北向, 其遗址点密度仅为0.05, 是3个区遗址密度最小的区域。但东南区路线将青藏高原地区与四川盆地、云贵高原地区相连接起来, 促使南方文化相互交流, 南北方文化通过此通道的碰撞与融合而得到发展。同时, 东亚人群迁移至中国北方地区, 也主要依赖于本区路线。

西南区位于高原的腹心地带, 其区域路线模拟表明人类对青藏高原主体的征服。区域内模拟路线总长度为3个区域最长, 达4602.32 km。该路线可深入沟通高原腹心地带, 是人类向高原进军的次重要通道。其中雅鲁藏布江线、怒江河谷线, 还对

外分别沟通南亚地区, 是中外文化相互交流与影响的重要途径。

参考文献(References)

- 蔡晓云. 2009. Y染色体揭示的早期人类进入东亚和东亚人群特征形成过程[D]. 上海: 复旦大学. [Cai X Y. 2009. Y ranseti jieshi de zaoqi renlei jinru Dongya he Dongyaren-qun tezheng xingcheng guocheng[D]. Shanghai, China: Fudan University.]
- 陈胜前. 2006. 中国狩猎采集者的模拟研究[J]. 人类学学报, 25(1): 42-55. [Chen S Q. 2006. Modeling hunter-gatherers of China[J]. Acta Anthropologica Sinica, 25(1): 42-55.]
- 傅大雄. 2001. 西藏昌果沟遗址新石器时代农作物遗存的发现、鉴定与研究[J]. 考古, (3): 66-74. [Fu D X. 2001. Discovery, identification and study of the remains of Neolithic cereals from the Changguogou Site, Tibet[J]. Archaeology, (3): 66-74.]
- 甘肃省文物管理委员会. 1957. 兰州新石器时代的文化遗存[J]. 考古学报, (1): 1-12. [Gansu Provincial Cultural Relics Management Committee. 1957. Lanzhou xinshiqi shidai de wenhuayicun[J]. Acta Archaeologica Sinica, (1): 1-12.]
- 高星, 周振宇, 关莹. 2008. 青藏高原边缘地区晚更新世人类遗存与生存模式[J]. 第四纪研究, 28(6): 969-977. [Gao X, Zhou Z Y, Guan Y. 2008. Human cultural remains and adaptation strategies in the Tibetan Plateau margin region in the Late Pleistocene[J]. Quaternary Sciences, 28(6): 969-977.]
- 龚际平. 1997. 古代交通和信息传播关系发微[J]. 淮阴师专学报, 19(4): 56-59. [Gong J P. 1997. Gudai jiaotong he xinxi chuanbo guanxi fawei[J]. Journal of Huaiyin Teachers College, 19(4): 56-59.]
- 国家文物局. 1996. 中国文物地图集: 青海分册[M]. 北京: 中国地图出版社. [State Administration of Cultural Heritage. 1996. Zhongguo wenwu dituqi: Qinghai fence[M]. Beijing, China: China Cartographic Publishing House.]
- 国家文物局. 2001. 中国文物地图集: 云南分册[M]. 昆明: 云南科技出版社. [State Administration of Cultural Heritage. 2001. Zhongguo wenwu dituqi: Yunnan fence[M]. Kunming, China: Yunnan Science and Technology Press.]
- 国家文物局. 2009. 中国文物地图集: 四川分册[M]. 北京: 文物出版社. [State Administration of Cultural Heritage. 2009. Zhongguo wenwu dituqi: Sichuan fence[M]. Beijing, China: Cultural Relics Press.]
- 国家文物局. 2010. 中国文物地图集: 西藏自治区分册[M]. 北京: 文物出版社. [State Administration of Cultural Heritage. 2010. Zhongguo wenwu dituqi: Xizang zizhi qu fence

- [M]. Beijing, China: Cultural Relics Press.]
- 国家文物局. 2012. 中国文物地图集: 新疆维吾尔自治区分册[M]. 北京: 文物出版社. [State Administration of Cultural Heritage. 2012. Zhongguo wenwu dituji: Xinjiang Weiwuer zizhiqu fence[M]. Beijing, China: Cultural Relics Press.]
- 黄河水库考古队甘肃分队. 1961. 甘肃临夏马家湾遗址发掘简报[J]. 考古, (11): 609-610, 10. [Yellow River Reservoir Archaeological Team Gansu Branch. 1961. Gansu linxia Majiawanyizhi fajue jianbao[J]. Archaeology, (11): 609-610, 10.]
- 霍巍. 2013. 从考古发现看西藏史前的交通与贸易[J]. 中国藏学, (2): 5-24. [Huo W. 2013. Cong kaogu faxian kan Xizang shiqian de jiaotong yu maoyi[J]. China Tibetology, (2): 5-24.]
- 黎明海, 左昕昕, 康利宏, 等. 2016. 植物大化石和微体化石分析揭示的云贵高原新石器—青铜时代农业发展历程[J]. 中国科学: 地球科学, 46(7): 926-938. [Li H M, Zuo X X, Kang L H, et al. 2016. Prehistoric agriculture development in the Yunnan-Guizhou Plateau, Southwest China: Archaeobotanical evidence[J]. Science China: Earth Sciences, 59(8): 1562-1573.]
- 李绍明. 2006. 费孝通论藏彝走廊[J]. 西藏民族学院学报: 哲学社会科学版, 27(1): 1-6. [Li S M. 2006. Fei Xiaotong's theory on the corridor of the Tibet-Yi Minority[J]. Journal of Tibet Nationalities Institute: Philosophy and Social Sciences, 27(1): 1-6.]
- 李水城. 2011. 石棺葬的起源与扩散: 以中国为例[J]. 四川文物, (6): 64-69. [Li S C. 2011. Shiguanzang de qiyuan yu kuosan: Yi Zhongguo weili[J]. Sichuan Cultural Relics, (6): 64-69.]
- 李永宪, 霍巍. 1994. 西藏岩画艺术[M]. 四川: 四川人民出版社. [Li Y X, Hou W. 1994. Xizang yanhua yishu[M]. Sichuan, China: Sichuan People's Publishing House.]
- 刘景芝. 1995. 青藏高原小柴达木湖和各听石制品观察[J]. 文物季刊, (3): 6-20. [Liu J Z. 1995. Qingzanggaoyuan Xiaochaidamuhu he getingshizhipin guancha[J]. Journal of Chinese Antiquity, (3): 6-20.]
- 吕红亮. 2007. 公元前第一千纪跨喜马拉雅的文化互动: 西藏西部早期金属时代考古学研究[D]. 成都: 四川大学. [Lv H L. 2007. Gongyuanqian diyiqianji kua Ximalaya de wenhua hudong: Xizang xibu zaoqi jinshushidai kaoguxue yanjiu[D]. Chengdu, China: Sichuan University.]
- 青海省文物管理处, 海南州民族博物馆. 1998. 青海同德县宗日遗址发掘简报[J]. 考古, (5): 1-14. [Cultural Relics Administration Department of Qinghai Province, Hainan National Museum. 1998. Qinghai Tongdexian Zongriyizhi fajue jianbao[J]. Archaeology, (5): 1-14.]
- 青海省文物管理处考古队, 中国科学院考古研究所青海队. 1976. 青海乐都柳湾原始社会墓地反映出的主要问题[J]. 考古, (6): 365-377, 401-404. [Archaeological Team of Cultural Relics Administration of Qinghai Province, Institute of Archeology, CAS. 1976. Qinghai Leduliwan yuanshi shehui mudi fanying chu de zhuyaowenti[J]. Archaeology, (6): 365-377, 401-404.]
- 青海省文物考古队. 1984. 青海民和阳洼坡遗址试掘简报[J]. 考古, (1): 15-20. [Archaeological Team in Qinghai Province. 1984. Qinghai Minheyangwapo Yizhi shijue jianbao[J]. Archaeology, (1): 15-20.]
- 阮浩波, 王乃昂, 牛震敏, 等. 2016. 毛乌素沙地汉代古城遗址空间格局及驱动力分析[J]. 地理学报, 71(5): 873-882. [Ruan H B, Wang N A, Niu Z M, et al. 2016. Spatial pattern of ancient city sites and its driving forces in Mu Us Sandy Land during Han Dynasty[J]. Acta Geographica Sinica, 71(5): 873-882.]
- 石硕. 2004. 从旧石器晚期文化遗存看黄河流域人群向川西高原的迁徙[J]. 西藏研究, (2): 33-39. [Shi S. 2004. To see the migration of the people of Huanghe River area toward the western Plateau of Sichuan from the cultural inheritance left in the late period of the Old Stone Age[J]. Tibetan Studies, (2): 33-39.]
- 孙智彬. 1990. 1989年四川主要考古发现概述[J]. 四川文物, (2): 33-34. [Sun Z B. 1990. 1989 nian Sichuan zhuyao kaogu faxian gaishu[J]. Sichuan Cultural Relics, (2): 33-34.]
- 汤国安, 杨昕, 等. 2012. ArcGIS地理信息系统空间分析实验教程[M]. 2版. 北京: 科学出版社. [Tang G A, Yang X, et al. 2012. ArcGIS dili xinxixitong kongjian fenxi shian jiaocheng[M]. 2nd ed. Beijing, China: Science Press.]
- 童恩正. 1985. 西藏考古综述[J]. 文物, (9): 9-19. [Tong E Z. 1985. Xizang kaogu zongshu[J]. Cultural Relics, (9): 9-19.]
- 吴汝祚. 1990. 中国沿海史前文化的交往和海上交通[J]. 东南文化, (2): 43-49. [Wu R Z. 1990. Zhongguo yanhai shiqian wenhua de jiaowang he haishang jiaotong[J]. Southeast Culture, (2): 43-49.]
- 吴天一. 2006. 高原低氧环境对人类的挑战[J]. 医学研究杂志, 35(10): 1-3. [Wu T Y. 2006. Challenges to human being under hypoxia environment on plateau[J]. Journal of Medical Research, 35(10): 1-3.]
- 夏慧君. 2010. 基于GIS的历史文化遗址空间分布特征研究: 以榆林市为例[D]. 西安: 西安建筑科技大学. [Xia H J. 2010. Study on the spatial distribution characteristic of the historical and cultural sites based on GIS: Case study

- about Yulin City[D]. Xi'an, China: Xi'an University of Architecture and Technology.]
- 谢端琚. 2002. 甘青地区史前考古[M]. 北京: 文物出版社. [Xie D J. 2002. Ganqing diqu shiqian kaogu[M]. Beijing, China: Cultural Relics Press.]
- 徐建华. 2002. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社. [Xu J H. 2002. Mathematical methods in contemporary geography[M]. Beijing, China: Higher Education Press.]
- 叶茂林. 2005. 青藏高原东麓黄河上游与长江上游的文化交流圈: 兼论黄河上游喇家遗址的考古发现及重要学术意义和影响[J]. 中华文化论坛, (4): 55-58. [Ye M L. 2005. Qingzanggaoyuan donglu Huanghe shangyou yu Changjiang shangyou de wenhua jiaoliuquan: Jianlun Huanghe shangyou Lajia yizhi de kaogu faxian ji zhongyao xueshu yiyi he yingxiang[J]. Forum on Chinese Culture, (4): 55-58.]
- 张东菊, 董广辉, 王辉, 等. 2016. 史前人类向青藏高原扩散的历史过程和可能驱动机制[J]. 中国科学: 地球科学, 46(8): 1007-1023. [Zhang D J, Dong G H, Wang H, et al. 2016. History and possible mechanisms of prehistoric human migration to the Tibetan Plateau[J]. Science China: Earth Science, 59(9): 1765-1778.]
- 张朋川, 周广济. 1981. 试谈大地湾一期和其它类型文化的关系[J]. 文物, (4): 9-16, 86. [Zhang P J, Zhou G J. 1981. Shitan dadiwan yiqi he qita leixing wenhua de guanxi[J]. Cultural Relics, (4): 9-16, 86.]
- 张森水. 1990. 中国北方旧石器工业的区域渐进与文化交流[J]. 人类学学报, 9(4): 322-333. [Zhang S S. 1990. Regional industrial gradual advance and cultural exchange of Paleolithic in north China[J]. Acta Anthropologica Sinica, 9(4): 322-333.]
- 张晓凌. 2017. 西藏尼阿木底旧石器遗址考古获重要发现[N]. 中国文物报, 2017-03-14(008). [Zhang X L. 2017. Xizang Niamudi jiushiqi yizhi kaogu huo zhongyao faxian[N]. Weekly of China's Cultural Relics, 2017-03-14(008).]
- 张懿铨, 李炳元, 郑度. 2002. 论青藏高原范围与面积[J]. 地理研究, 21(1): 1-8. [Zhang Y L, Li B Y, Zheng D. 2002. A discussion on the boundary and area of the Tibetan Plateau in China[J]. Geographical Research, 21(1): 1-8.]
- 赵志军. 2013. 青海喇家遗址尝试性浮选的结果[N]. 中国文物报, 2003-09-19(007). [Zhao Z J. 2013. Qinghai Lajia Yizhi changshixing fuxuan de jieguo[N]. Weekly of China's Cultural Relics, 2003-09-19(007).]
- 赵志军. 2015. 小麦传入中国的研究: 植物考古资料[J]. 南方文物, (3): 44-52. [Zhao Z J. 2015. Ximai chuanru Zhongguo de yanjiu: Zhiwu kaogu ziliao[J]. Cultural Relics in Southern China, (3): 44-52.]
- 赵志军, 陈剑. 2011. 四川茂县营盘山遗址浮选结果及分析[J]. 南方文物, (3): 60-67. [Zhao Z J, Chen J. 2011. Sichuan Maoxian Yingpanshan Yizhi fuxuan jieguo ji fenxi[J]. Cultural Relics in Southern China, (3): 60-67.]
- 中国社会科学院考古研究所, 青海省文物考古研究所. 2004. 青海互助丰台卡约文化遗址浮选结果分析报告[J]. 考古与文物, (2): 85-91. [Chinese Academy of Social Sciences Institute of Archeology, Qinghai Institute of Cultural Relics and Archeology. 2004. Qinghai Huzhufengtai kayue wenhuayizhi fuxuan jieguo fenxi baogao[J]. Archaeology and Cultural Relics, (2): 85-91.]
- 中国社会科学院考古研究所甘青工作队, 青海省文物考古研究所. 2001. 青海民和县胡李家遗址的发掘[J]. 考古, (1): 40-58, 101-102. [Chinese Academy of Social Sciences Institute of Archeology Ganqing Task Force, Qinghai Institute of Cultural Relics and Archeology. 2001. Excavation at the Hulijia Site in Minhe County, Qinghai[J]. Archaeology, (1): 40-58, 101-102.]
- Brantingham P J, Xing G. 2006. Peopling of the northern Tibetan Plateau[J]. World Archaeology, 38(3): 387-414.
- Dong G H, Ren L L, Jia X, et al. 2016. Chronology and subsistence strategy of Nuomuhong culture in the Tibetan Plateau[J]. Quaternary International, 426: 42-49.
- Dong G H, Yang Y S, Han J Y, et al. 2017. Exploring the history of cultural exchange in prehistoric Eurasia from the perspectives of crop diffusion and consumption[J]. Science China: Earth Science, 60(6): 1110-1123.
- Groucutt S H, White S T, Clark-Balzan L, et al. 2015. Human occupation of the Arabian Empty Quarter during MIS 5: Evidence from Mundafan Al-Buhayrah, Saudi Arabia[J]. Quaternary Science Reviews, 119: 116-135.
- Madsen D B, Ma H Z, Brantingham P J, et al. 2006. The late Upper Paleolithic occupation of the northern Tibetan Plateau margin[J]. Journal of Archaeological Science, 33(10): 1433-1444.
- Yao T D, Thompson L G, Mosbrugger V, et al. 2012. Third Pole Environment (TPE)[J]. Environmental Development, 3: 52-64.

GIS-based analysis of traffic routes and regional division of the Qinghai-Tibetan Plateau in prehistoric period

ZHU Yan¹, HOU Guangliang^{1,2*}, LAN Cuozechuoma³, GAO Jingyi¹, PANG Longhui¹

(1. School of Geography Science, Qinghai Normal University, Xi'ning 810008, China;

2. Physical Geography and Environmental Process Key Laboratory of Qinghai Province, Xi'ning 810008, China;

3. School of Finance and Economics, Qinghai University, Xi'ning 810016, China)

Abstract: The environment of the Qinghai-Tibet Plateau is harsh, but it is not a restricted area for life. Evidence suggests that humans have entered the plateau area during the last deglacial period, and formed relatively stable patterns of traffic routes through long-term practices. Through the construction of a natural factor simulation-site distribution correction method and using GIS tools, this study obtained the traffic route simulation results of the Qinghai-Tibet Plateau in the prehistoric period and verified the results with archaeological evidence. The plateau area is divided into four regions based on the simulation results, namely: the northeast, southeast, southwest, and northwest regions. The routes site density of the northeast region is high and the number of sites falling into these routes accounted for 88.56% of the total number of sites in this area. The earliest routes were formed during the paleolithic period and are in the east-west direction. These routes and closely linked within the region and reach out to the Loess Plateau and the northern area of China. The formation and development of these routes laid the foundation for the spread of pottery, wheat, and millet and the emergence of the Silk Road. The direction of the routes is north-south in the southeast region. The northern part of the routes connects the upper reach of the Yellow River, and the southern part of the routes connects the Sichuan Basin and Yunnan-Guizhou Plateau. The routes strengthen the cultural exchanges between the south and the north, and are the large corridors of national integration and communication. The southwest region is located in the center of the plateau. The routes of this area reflect the conquest of the main body in the Qinghai-Tibet Plateau. The total length of the routes is about 4600 km and is the longest in the three regions. The routes are the second important corridor for humans to enter the plateau. The northwest region mainly consists of alpine desert and its natural environment is unsuitable for human survival, so the area is void of prehistoric traffic routes.

Key words: traffic routes; archeological site; simulation; GIS; Qinghai-Tibet Plateau