

基于 3S 的森林公园游步道设计应用

杨尧兰¹, 米鸿燕¹, 李铭诺² (1. 昆明理工大学 国土资源工程学院, 云南昆明 650231; 2. 巴中恩阳区规划局, 四川巴中 636064)

摘要 以广东省新丰县某森林公园为例,通过 GPS 选定建设景点,同时选择高程、坡度、地类和坡向作为影响游步道选线的因子,结合专家意见,通过层次分析法和等级赋值法确定各因子在游步道选线中的权重及得分,采用 GIS 最佳路径选择技术,实现原始森林公园游步道的选线。
关键词 GPS;GIS;森林公园;游步道
中图分类号 S759.91 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)24-166-04

Study on Application of Tour Line in Forest Park Based on 3S Technology
YANG Yao-lan¹, MI Hong-yan¹, LI Ming-nuo² (1. Faculty of Land Resources Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650231; 2. Bazhong Enyang District Planning Bureau, Bazhong, Sichuan 636064)
Abstract Taking a forest park in Xingeng County, Guangdong Province as an example, using GPS to choose construction sites, at the same time selecting elevation, slope, land types and slope as influencing factors, combined with experts opinion, analytic hierarchy process and hierarchical assignment method were adopted to determine the weights and scores of each factor in tour line selection. Finally adopting GIS optimal path selection technique, the tour line of forest park was designed.
Key words GPS; GIS; Forest park; Tour line

随着森林公园的开发建设,许多学者将 GIS 运用于风景区、城市规划等领域进行研究。廖嵘从风景的空间构成入手,以灵山森林公园总体规划原则为依据,通过改善客观空间以及提供不同的主观感受条件两条途径,重新组织、完善了灵山森林旅游的风景空间序列,为灵山森林公园的游览线路规划提供依据。付晶等人基于 Arc View 软件平台,以广东省南昆山七仙湖生态旅游区为例,分析旅游区内各景点之间的最短路径关系,设计了该旅游区内的 5 条一日游线路,以此验证了将 GIS 技术应用于旅游线路设计时的技术路线的可行性^[1]。陈永贵等人通过运用 GIS 技术的分析功能,对规划地环境进行空间分析,并结合传统辅助设计软件进行科学合理的道路选线及规划,为解决道路选线规划过程中所出现的若干问题提供了一种行之有效的方法^[2]。

综上所述,目前我国对于森林公园旅游线路的设计缺乏对地形、地貌、坡向等方面的考虑及研究,同时规划应用软件和设计手法上具有一定的局限性,而将 GPS 定位与 GIS 最佳路径分析完美结合应用于森林公园游步道选线的例子更加罕见。为此,笔者以广东省某森林公园为例,充分考虑高程、坡度等因子对原始森林公园游步道设计的影响,在专家意见的基础上,充分结合 GPS 定位系统和 GIS 最佳路径选择,实现森林公园游步道的科学设计。

1 技术路线

选定该森林公园的景点,通过 GPS 定位获取各景点坐标,选择高程、坡度、坡向、地类作为影响游步道选线的因子,咨询相关专家意见,确定因子之间的重要性,采用层次分析法确定各因子的权重,通过等级赋值法得到影响游步道选线的专题信息图,结合 GIS 最佳路径分析优化,选出最佳游步道。

2 实验过程

2.1 资料的收集

由三维测绘公司提供广东省新丰县某森林

林公园分辨率为 1m 的航拍图和该森林公园的 DEM 图。

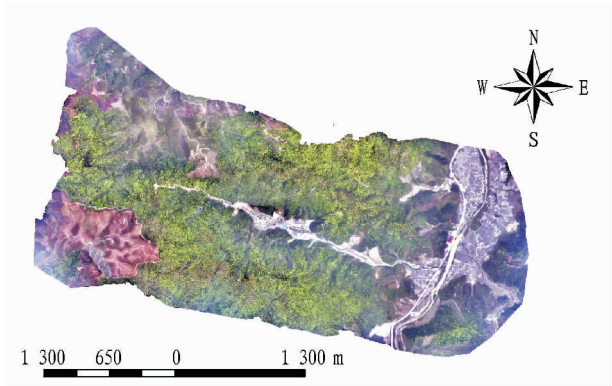


图 1 森林公园航拍图

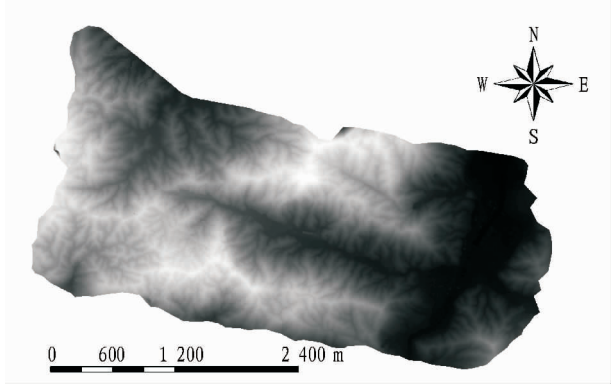


图 2 森林公园 DEM 图

2.2 景点的选择及相应 GPS 坐标的获取

2.2.1 GPS 采集的方法。根据该森林公园的特点和当地传说及具体地貌,考虑公园整体发展规划,结合地形地貌等各要素确定相应景点,并通过 GPS 采集 13 个景点坐标。在原始森林公园入口采集第一个景点坐标,然后按照景点顺序依次采集坐标,以走走停停的方式,平均每 2 min 采集一个点,信号稳定之后读取坐标,每个点采集 3 次后取平均值^[3]。
2.2.2 GPS 采集的结果。各景点的名称及编号坐标见表 1。

作者简介 杨尧兰(1989-),女,云南大理人,硕士研究生,研究方向:3S 的集成及应用。
收稿日期 2015-06-05

表 1 景点名称及坐标

ID	景点	x	y
1	观景亭	207 885.31	2 653 801.22
2	松鼠园	207 162.01	2 653 791.78
3	天然氧吧	206 935.58	2 653 989.90
4	游客休息点	206 333.35	2 654 057.51
5	桉树园	205 672.94	2 654 472.63
6	瀑布	206 138.37	2 654 497.79
7	果园	206 962.31	2 654 120.41
8	出入口	205 691.81	2 654 793.40
9	狮子山	206 207.56	2 655 032.40
10	竹林深处	206 786.20	2 654 982.09
11	日光寨	207 383.72	2 654 805.98
12	桃花园	207 748.52	2 654 365.70
13	客家风俗村	208 144.76	2 654 227.33

2.3 游步道影响因子的选择和专题信息的提取及赋值 根据因子选取原则,应考虑易操作且稳定性较强的因子,以弥补传统选线的主观性,使选线更加合理,节约修建成本,有利于游步道选线及其优化^[4]。笔者查阅相关文献,选取高程、地类、坡度、坡向 4 个因子,并对其进行分析。

2.3.1 高程因子。根据实地调查可知,森林公园最低海拔为 182.7 m,最高海拔 597.0 m,两点高程差为 414.3 m,森林的海拔高度主要集中于 182.7~348.0 m。高程越低,修建难度和修建成本越低,游览适宜性就越高,得分越高。通过游步道纵坡的要求,将高程进行分类及等级赋得分值,分值由高到低分别为 10、8、6、4、2。图 3 为高程得分图。

2.3.2 地类因子。根据实际情况将森林公园划分为 5 类,分别为交通运输用地、林地、水域及水域设施用地、住宅用地、耕地。该原始森林公园的主要功能是供游客观赏景观、休闲娱乐等,因此林地、水域得分较高,住宅用地次之。鉴于森林公园的开发程度较低,交通不便,游步道选线需要和原有交通运输用地相结合,得分最高。耕地相对于森林公园景观观赏的角度,作用不明显,得分最低。图 4 为地类得分图。

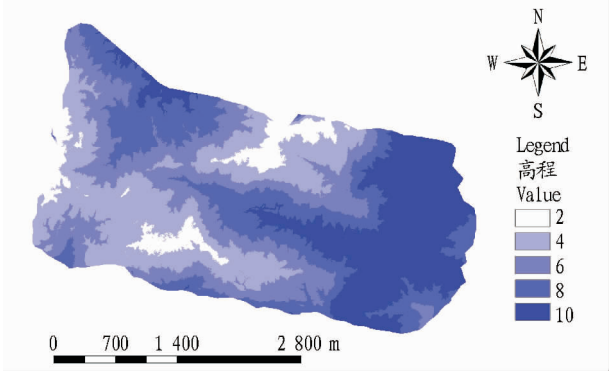


图 3 高程得分

2.3.3 坡度因子。坡度的陡缓程度是影响游步道选择的重要因子。坡度越低,修建难度和修建成本越低,游览适宜性就越高,得分越高。根据实地调查结果和一般坡度分类依据,对森林公园进行分类和赋值,其坡度得分结果见图 5。

2.3.4 坡向因子。游步道的日照时间、温度、湿度和风速受

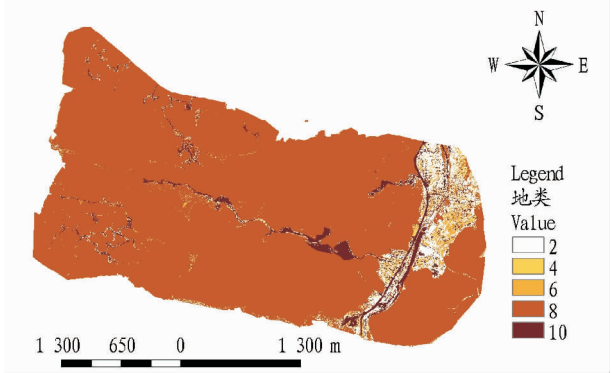


图 4 地类得分

坡向影响,坡向变化度越大,修建的难易程度越大,适宜群体变小,得分越低。根据地形坡向大小和实地调查情况对森林公园进行分类和赋值,图 6 为坡向得分图。

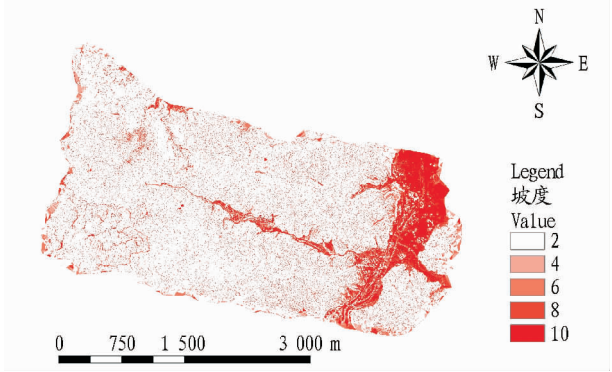


图 5 森林公园坡度得分

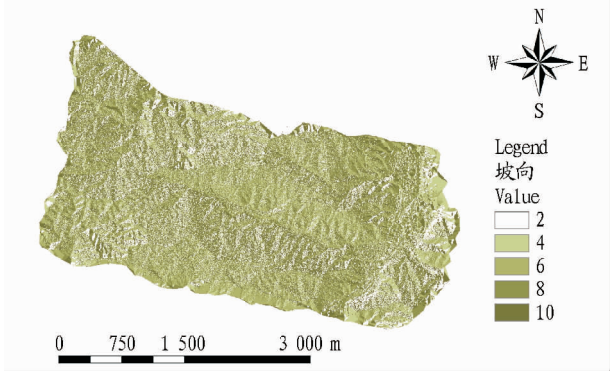


图 6 森林公园坡向得分

2.4 因子权重的确定 将影响游步道的指标因子高程、地类、坡度、坡向栅格化,采纳专家意见,用层次分析法获得因子权重及得分。层次分析法把复杂的问题分解成各个组成因素,将这些因素按支配关系分组形成有序的递阶层次结构,通过对这些因素的成对比较,可以得到各因素在层次中的相对重要性,较合理地解决了定性问题定量化的处理过程^[5]。

权重计算方法有很多种,该研究采用的是几何平均法。其计算公式为:

$$W_i = \frac{[\prod_{j=1}^n A_{ij}]^{1/n}}{\sum_{i=1}^n [\prod_{j=1}^n A_{ij}]^{1/n}}$$

通过计算获得各因子的权重得分,分别为地类(0.061 0)、高程(0.161 5)、坡度(0.490 5)、坡向(0.287 8)。

2.5 影响游步道因子的叠加 通过 GIS 技术,提取森林公园的高程、地类、坡度、坡向 4 个因子并将其栅格化,根据研究所确定的各因子权重及得分值,叠加分析获得每个栅格的累计得分值。具体操作如下:

点击 Spatial Analyst – Raster Calculator 进行运算,得到森林公园游步道选线最终累计得分图(图 7)。

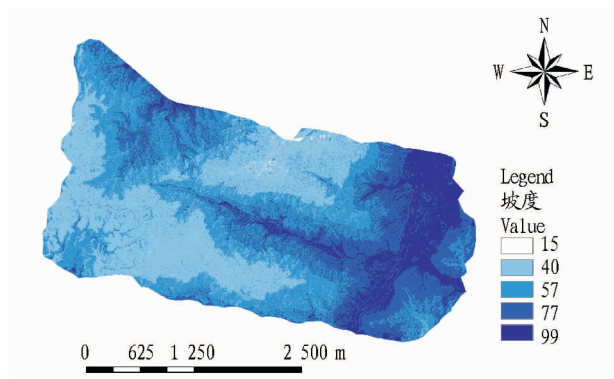


图 7 森林公园游步道选线累计得分

2.6 游步道的选线过程

2.6.1 最佳路径原理.游步道选线的含义是通过函数获得从一个源(即目标点或目的地)或一组源出发,到达一个目标地或一组目标地的最佳路径。

游步道最佳路径的选择主要考虑的因子有高程、地类、坡度、坡向。首先要获取选线因子累计得分,其次执行选线加权距离函数,根据各因子的权重,每个栅格累计值可以表达为一个线性方程:

$$R = 0.061\,0 \times A + 0.161\,5 \times B + 0.490\,5 \times C + 0.287\,8 \times D$$

式中, A 为地类因子; B 为高程因子; C 为坡度因子; D 为坡向因子。

2.6.2 选线过程.通过以上阐述,高程、地类、坡度、坡向为游步道最佳选择的因子。通过层次分析法和等级赋值法获得因子权重和得分,按因子权重进行栅格形式的因子叠加得到各累计值,计算出每个栅格到景点最近、最少的得分值,最后通过执行最短路径功能获得最优路径^[6]。研究所求的最优路径就是该森林公园所采集的景点 1 到景点 13 之间的最优路径,把这景点按顺序标记为 1~13。

由累计得分图可以获得景点间的游步道,下面以点 1 到 13 间的最佳路径为例,说明其具体过程:

单击 Spatial Analyst – Distance – Cost Weighted,设置参数,可以得到成本距离图和方向图。

单击 Spatial Analyst – Distance – Shortest Path,设置参数,通过函数获得由点 1 到 13 的最佳路径。使用该方法,可以获得景区游步道(图 8)。

3 游步道选线结果

3.1 游览时间的估计 人一般的步行速度为 5~8 km/h,但从公园游憩考虑,一般步行速度为 3 km/h。因此,将森林公园徒步的速度设为 3 km/h,即 50 m/min。游客乘车或驾车

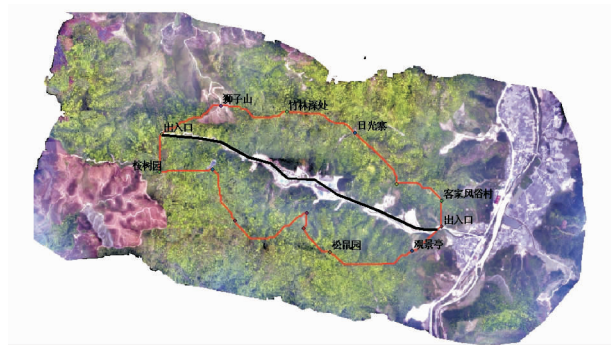


图 8 游步道选线

到风景区,游步道两侧的景观对行驶的乘客来说是一道动态风景线。经文献查找,观赏风景的最佳车速拟定为 30~40 km/h,即 500 m/min。

在森林公园游览中,景点路径间的距离因受地形因子、坡度、景点分布状况的影响,将不再是两点间直线距离,而是一组随地形变化的曲线段。用 ArcGIS 测量工具得到的两个景点间的距离是两点间的投影距离,需要再次量算在数字化游步道中添加测量出的实际距离^[7]。根据上文确定的步行和驾车游览速度,用“距离=速度×时间”公式,并考虑不同景点的特色,预留景点的停留游憩时间,最后累计游步道的游览时间。详细的景点距离、到达时间及停留间隔见表 2。

3.2 游览路线的设计结果 通过森林公园游步道选线得到 3 条游览路线,分别为:①路线一,出入口 1—观景亭—松鼠园—天然氧吧—果园—游客休息点—瀑布—桉树园—出入口 2—狮子山—竹林深处—日光寨—桃花园—客家风俗村—出入口;②路线二出入口 1—观景亭—松鼠园—天然氧吧—果园—游客休息点—瀑布—桉树园—出入口 2—原有步道—出入口 1;③路线三,出入口 1—客家风俗村—桃花园—日光寨—竹林深处—狮子山—出入口 2—原有步道—出入口 1。

路线一几乎环绕整个原始森林公园,途经森林茂密区、水库瀑布区、动物活动区、花圃区、农业种植区和最佳景观点,适于疗养放松健身等游览;路线二是茂密森林和动物活动区及水域的结合,适于学习和研究型的游览,比较适合青少年和青年人游览;路线三有果园和桃花园和可攀爬的山坡,具有适于周末都市人群体验农业生活和放松等游览功能(图 9)。

4 总结

森林公园游步道的设计结合了 GIS 最佳路径分析和 GPS 定位技术,确定景点的坐标和最佳游览路径。同时,以上两种技术的结合还可应用于旅游度假区、道路规划等的设计。

传统的景区游步道的设计比较注重路线主题的设计。从行为地学的角度或者旅行社的角度出发,使用一些数学模型或运筹规划模型分析景点之间的关系,总结旅游线路的安排,但是往往对旅游活动量和活动时间的安排不够重视。以上两种技术解决了传统游步道选线的不足。使用 GIS 技术设计游步道,其优势在于根据复杂的道路网络中点到点关系

表 2 景点距离时间

代号	两景点名称	景点停留时间//min	交通方式	速度//m/min	两点距离//m	抵达时间//min
1	出入口 - 观景亭	10	徒步	50	660	13.2
2	观景亭 - 松鼠园	30	徒步	50	880	17.6
3	松鼠园 - 天然氧吧	20	徒步	50	345	6.9
4	天然氧吧 - 果园	30	徒步	50	155	3.1
5	果园 - 游客休息点	20	徒步	50	780	15.6
6	游客休息点 - 瀑布	30	徒步	50	480	9.6
7	瀑布 - 桉树园	15	徒步	50	490	9.8
8	桉树园 - 出入口	10	徒步	50	350	7.0
9	出入口 - 狮子山	20	徒步	50	570	11.4
10	狮子山 - 竹林深处	25	徒步	50	645	12.9
11	竹林深处 - 日光寨	25	徒步	50	680	13.6
12	日光寨 - 桃花园	20	徒步	50	620	12.4
13	桃花园 - 客家风俗村	30	徒步	50	460	9.2
14	客家风俗村 - 出入口	10	徒步	50	250	5.0
15	东出入口 - 西出入口		行车	500	3 000	6.0
总计游览时间						452.0

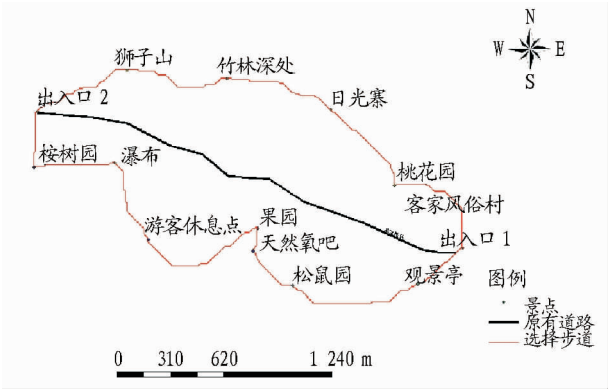


图 9 游步道选线结果

的分析,筛选出路径通路合理的景点组合,从而避开了人为分析设计的主观性。这样组合设计的游步道不仅在时间安

排上有可靠的确定性,也增大了实际操作的弹性,而且在旅游活动的结合上也比较丰富、舒适,旅游活动的主题突出,这是较传统游步道设计更为科学的一大特点。

参考文献

[1] 龚建周,夏北成,陈健飞,等. 基于 3S 技术的广州市生态安全景观格局分析[J]. 生态学报,2008,2(9):4323-4333.
[2] 陈永贵,陈英存,杨润,等. GIS 技术支持下森林公园道路选线的辅助设计[J]. 西北林学院学报,2008,23(4):184-188.
[3] 吴朝阳,许志华. GPS 测量原理及应用简介[J]. 科教文汇,2009(16):262-263.
[4] 徐恺. 面向城市交通最佳路径选择的嵌入式 GIS 研究[D]. 武汉:武汉科技大学,2007.
[5] 张晓,高海清,郭东敏,等. 层次分析法在陕北退耕还林可持续发展影响因子评价中的应用[J]. 水土保持通报,2010,30(5):147-151.
[6] 卜文娟,陆净岚. 湿地公园游步道设计的探讨——以杭州西溪国家湿地公园为例[J]. 人文地理,2009(4):110-114.
[7] 刘桂萍,张晓帆,陈川,等. 最短路径在 Arcgis 空间分析中的实现[J]. 新疆大学学报,2008,25(3):353-355.

(上接第 74 页)

仅为 21.03%。虽然磷肥利用率最低,钾肥利用率最高,但肥料利用率本身偏低。

3 结论与讨论

(1) 根据该次试验得到的 3 个配方施肥处理产量结果,发现 3 个配方施肥处理产量间差异不明显,但是配方 2 与缺素区、无肥区产量间差异达到 0.05 显著水平,与无肥区产量比较差异达到 0.01 显著水平,而配方 1 和配方 3 与缺素区、无肥区产量间差异不显著。由此可知,3 个配方中的配方 2 作为优化施肥是可行的,高于或低于配方 2 的施用水平都会不同程度地造成水稻减产。利用配方 2 设置缺素区,发现氮肥利用率仅为 17.2%,磷肥利用率仅为 15.1%,钾肥利用率仅为 21.03%。肥料利用率趋势与以往结果一致,但肥料利用率本身偏低,与以往研究结果出入较大,需要进一步论证

配方的准确性。

(2) 在栽培管理一致的条件下,3 个配方处理中可以筛选出配方 2 作物优化施肥配方使用,原因是高于或者低于配方 2 的施肥水平都会造成水稻减产、经济效益下降^[3-5],只是特殊年份得出的特殊结果能否指导大面积水稻生产需要进一步试验论证。

参考文献

[1] 王社英,汪建军,潘顺彪,等. 石阡县黄泥田水稻氮磷钾肥配施试验初报[J]. 贵州农业科学,2009(5):61-63.
[2] 杨小刚,邱治龙. 配施氮磷钾肥对水稻产量和效益的影响[J]. 贵州农业科学,2002(6):54-55.
[3] 冯跃,王伯伦,王慧新,等. 不同施肥水平和种植密度对水稻根部性状的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2007(4):467-471.
[4] 赵仁全,罗光琼,韩秋珍,等. 黔两优 58 施用氮磷钾肥及栽培密度的效应[J]. 山地农业生物学报,2011(1):77-81.
[5] 赵仁全,罗光琼. 超级稻 Q 优 6 号栽培密度及氮、磷、钾施肥试验初报[J]. 山地农业生物学报,2010(3):199-203.