

数字地形模型在濒危动物 生境研究中的应用

刘雪华

(中国科学院地理研究所, 北京 100101)

M. C. Bronsveld, A. G. Toxopeus, M. S. Kreijns

(International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, the Netherlands)

张和明 谭迎春 汤纯香 杨 建 刘明聪

(四川汶川卧龙自然保护区, 四川 623006)

摘 要 本文建立了卧龙自然保护区 2 000 km² 范围的数字地形模型, 并将其应用在濒危珍稀动物大熊猫的生境研究上。通过计算机叠加大熊猫可分布的高度、坡度及竹子分布区域, 获得了大熊猫在卧龙自然保护区内的潜在生境区, 其比实际的熊猫分布范围大出近一倍, 文章还对潜在生境的适宜性进行了划分。

关键词 数字高程模型 数字地形模型 生境

卧龙自然保护区位于 30°45′ ~ 31°20′ N, 102°52′ ~ 103°24′ E, 处于四川盆地到青藏高原的过渡地带, 海拔由 1 120 m 变化至 6 250 m, 地形复杂^[1,2]。该保护区面积约 2 000 km², 海拔高度差异大, 决定局地小气候及植被分布是山地垂直分异的基础。而植被的分布又常常决定着一定动物群的分布。大熊猫就是依赖于竹子分布的珍稀濒危动物, 在卧龙现大约只存有 90 只^[3]。

海拔高度是山地植被和土壤类别判定的一个有效参数, 可用作不同类型之间的分界线。为了将地形特征纳入一个便于计算机分析处理的统一的数据系统, 必须将地形以数字形式来表示。

数字地形模型 (Digital Terrain Model, 简称 DTM) 是代表地形特征空间分布的一个数组。它可用坐标值 (xyz) 的阵列来表示, 或者用多项式和富氏级数定义的地形表面的方程组来表示, 故它是地形的一种数字和数学的描述^[4]。数字地形模型有着多方面的应用, 本文将数字地形模型应用于濒危动物生境的研究上。

1 卧龙数字高程模型的建立

数字高程模型 (Digital Elevation Model, 简称 DEM) 是利用地形方程式建立的表示地理海拔高度的数字地形模型。陈述彭等^[4]从概念上将数字高程模型与数字地形模型区分开

* 本文成文后, 由国家自然科学基金项目 49671034 资助发表。
来稿日期: 1998-02

了。DTM 含 DEM, 可包括地面的其它各种特征, 如水系、坡度等特征参数。而 DEM 是地形特征的各种数字模型中的一种, 应用较多。

文中将由地形方程值建立的表示高程的模型称 DEM, 而将由 DEM 推导出来的坡度地形特征参数模型以及与高程相关的竹子分布模型, 与 DEM 本身一起称 DTM。

1.1 数字高程模型的数据采集

数据采集按采集的方式分, 有选点采集、随机采集、沿等高线采集和沿断面采集等; 按数据的来源分, 有从现有的地形图或航空像片上采集、进行地面测量或由机载测高仪上直接获得; 按采集的方法分, 则有人工、半自动和自动采集^[4]。

本研究是沿 1:100,000 地形图的等高线由人工进行的数据采集, 等高线间隔是 200 m。人工采集数据的优点是不需要昂贵的仪器设备, 而且简便易行。

1.2 数字高程模型的数据内插处理

内插(Interpolation)是数据采集完后的一个重要步骤, 它是形成地形高程模型的关键。一般来讲, 应用上所要求的点的位置并不正好是采集点的位置, 这些点的值只能通过采集点的值内插求得。内插法归纳有六类^[4], 本研究用的是地形特征线区域的内插法, 即以地形特征线为控制进行内插, 一般在剖面线和地形特征线之间的相交点之间作线性内插。

1.3 数字高程模型的显示

经内插后, 研究范围内的每一点都具有了高度值, 图 1 是将高程分为五级后通过计算机显示的卧龙自然保护区地形。



图 1 卧龙自然保护区的海拔高度分级

Fig.1 Elevation situation map in Wolong Nature Reserve

2 坡度参数模型的提取

坡度参数模型是从形成的数字高程模型发展来的。二个方向性的 3×3 滤波器 (Filter) 被用来过滤数字高程模型, 得到的分别是 x 和 y 方向上的高程差, 然后通过梯度公式计算出所有点的坡度值, 最后单位为度。图 2 是将坡度分为适宜和不适宜两级后显示的坡度模型, 本文采用的适宜坡度范围为 40° 的范围。

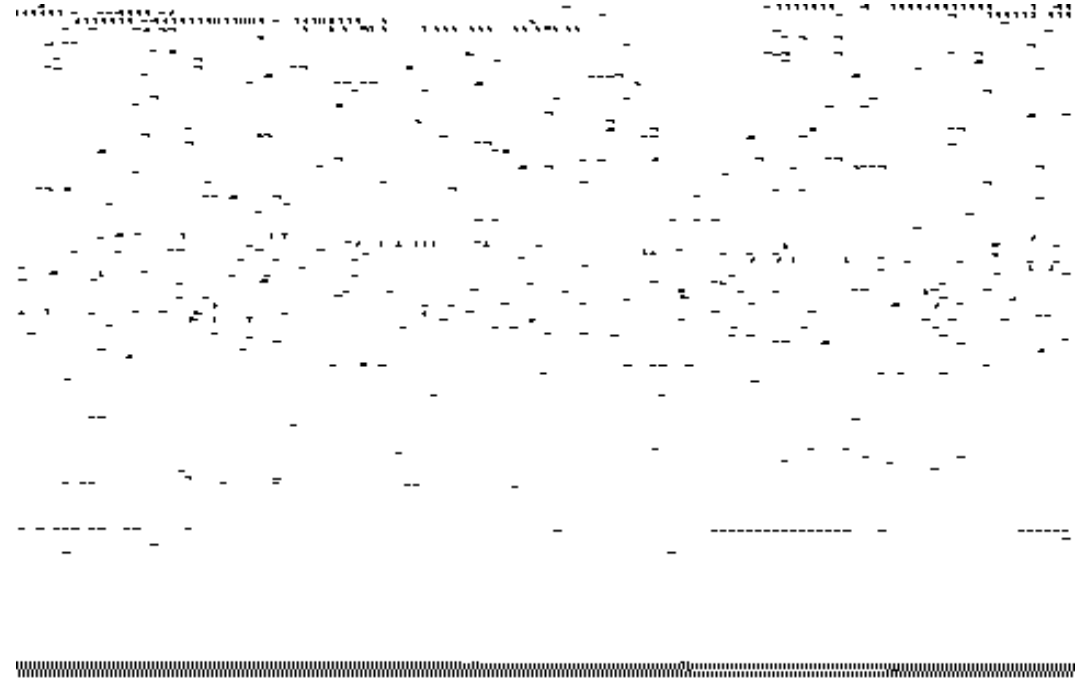


图 2 卧龙大熊猫的坡度适宜范围

Fig. 2 Area with suitable slope steepness for panda in Wolong Nature Reserve

3 卧龙竹子的自然分布区域

竹子分布是影响大熊猫分布的关键因子之一。卧龙有 7 种不同的竹子种类, 它们分布在不同的海拔高度。调查表明, 大熊猫分布区与海拔高度、竹子种类及其分布、以及冠层森林类型密切相关 (见图 3)^[5]。竹子种类的拉丁学名是根据易同培 1985 年文章^[6,7]统一的。

为了建立卧龙大熊猫的潜在生境, 除了以上的 DEM 和坡度模型是必须的外, 竹子分布区也必须通过计算机表示并与 DEM 相联系。

本文采用的是 1985 年由胡锦涛等人^[5]公开发表的卧龙竹子分布图。数字化后以 DEM 的坐标系统为参考进行地理校正 (Georeference), 形成的竹子分布模型具有与 DEM 及坡度模型相同的坐标系统 (见图 4)。至此, 竹子分布模型和数字高程模型及坡度参数模型共同构成了本研究所定义的数字地形模型。图中仅给出了其中 6 种竹子的分布范围, 原因是第 7 种竹子的分布范围非常小, 且种类在当时未被最后确定, 故未在图中显示。

海拔高度 m

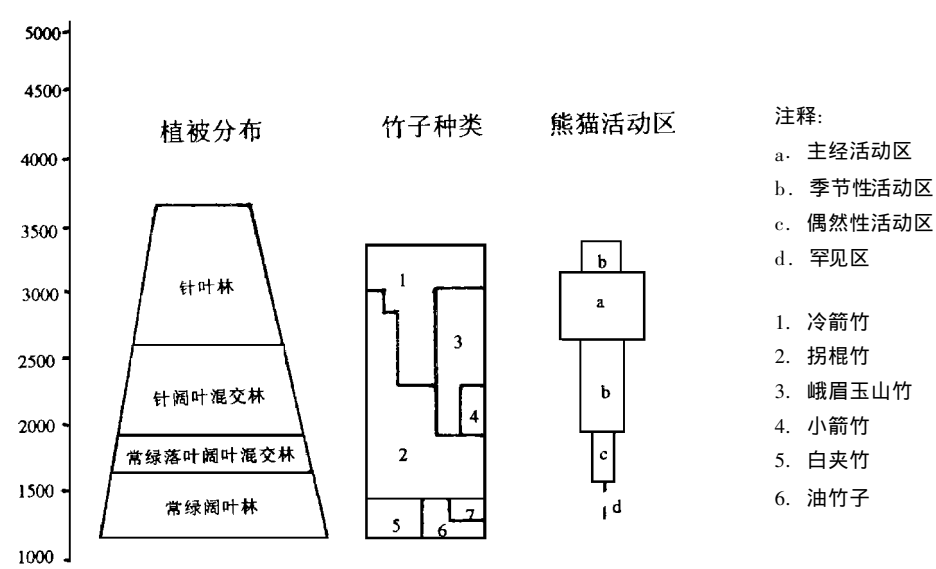


图 3 大熊猫活动区域与不同竹子种类的分布以及冠层森林类型之间的关系

Fig.3 Relationships between the panda areas, bamboo areas and canopy forests
(* the original botanic name is *Sinarundinaria confusa*)

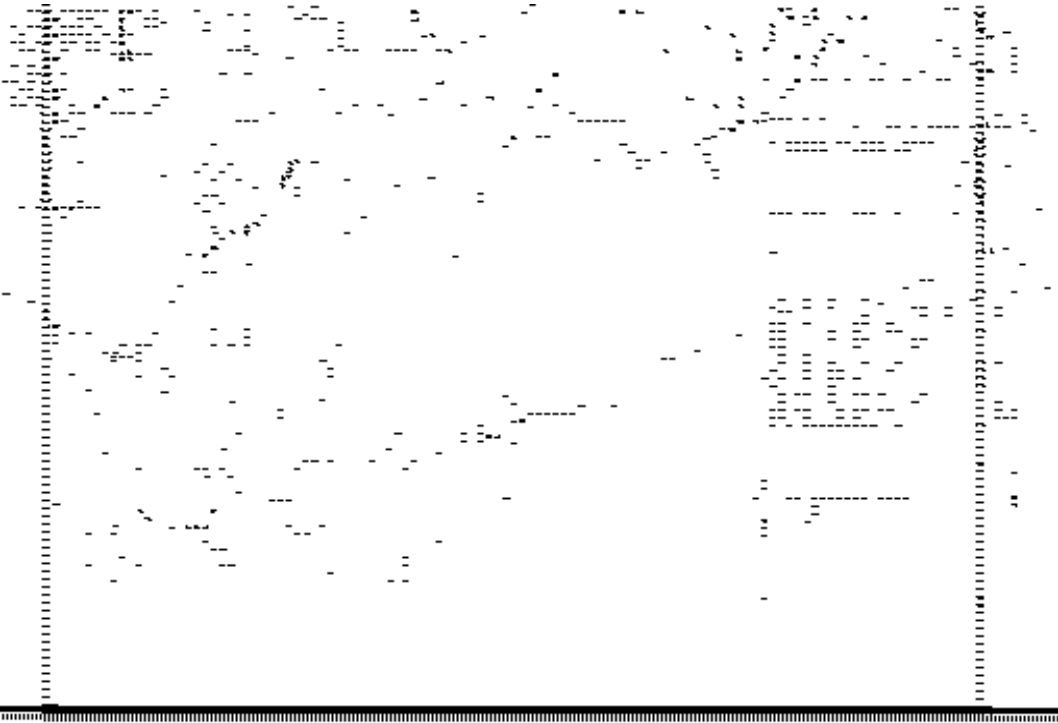


图 4 卧龙自然保护区内 6 种竹子的空间分布

Fig.4 Distribution map of 6 bamboo species in Wolong Nature Reserve

4 数字地形模型在大熊猫潜在生境设计中的应用

本项研究中, 潜在生境设计的指标是适宜的海拔高度, 适宜的坡度以及竹子的分布。根据文献检索分析, 大熊猫分布的上限可至 3 800 m, 而在卧龙, 3 600 m ~ 3 800 m 是由亚高山针叶林向寒带灌丛及高山草甸变化的一个带, 为避免过大的误差, 本文选择 3 700 m 作为卧龙大熊猫分布的上限, 并认为, 如果没有人类活动的干扰或其干扰很小, 卧龙低于 3 700 m 海拔的范围为卧龙大熊猫分布的适宜海拔高度。

欧阳志云等人^[8]认为大熊猫喜欢在坡度小于 20 的地方活动和取食。胡锦矗等人^[5]指出大约 63% 的熊猫喜欢坡度小于 20 的区域, 25% 的熊猫在坡度为 20 ~ 30 的地方活动, 只有 12% 的熊猫去坡度大于 30 的地方。根据 A. Young 的坡度分类系统, 坡度大于 40 被归为近于垂直的陡崖。因此, 40 被定为本文大熊猫潜在生境的坡度上限 (见图 2)。

在卧龙的 7 种竹子中, 大熊猫最爱吃两种, 冷箭竹和拐棍竹。根据易同培 (1985) 研究, 图 4 中所示的 6 种竹子都是大熊猫的可食竹种, 故文中将这 6 种竹的总分布区作为卧龙大熊猫的潜在食物区域, 以使大熊猫在环境条件恶化情况下能有较宽的食物选择机会。

计算机根据 DTM 的坐标系统, 能根据要求自动算出斑块面积。在卧龙, 满足适宜海拔高度的范围有 1 192 km², 满足适宜坡度的范围有 1 733 km², 而所有的竹子分布面积是 908 km²。通过计算机叠加 (利用 Cross Function) 这三个区域获得了面积为 754 km² 的共有区域, 本文称这一区域为卧龙大熊猫潜在生境 (见图 5)^[9]。

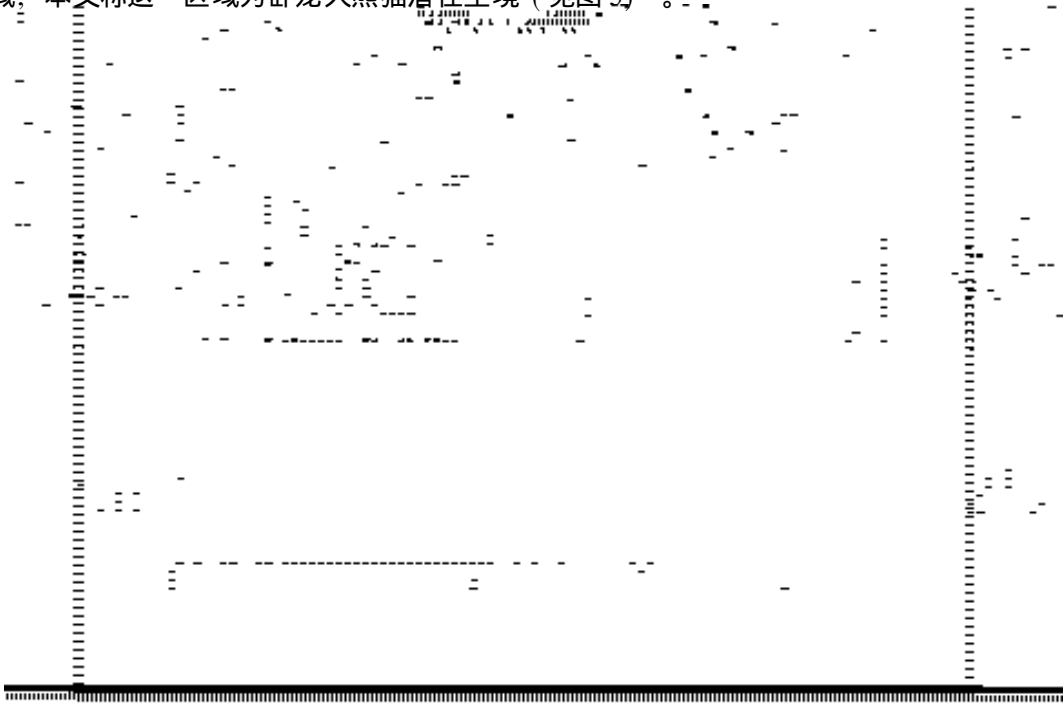


图 5 卧龙大熊猫的潜在生境区

Fig. 5 The potential panda habitat in Wolong Nature Reserve

5 实际卧龙大熊猫分布区与潜在生境的对比

根据 1974 年 4 月至 7 月的野外大熊猫区域调查, 胡锦涛等人^[5]绘制了卧龙大熊猫的实际分布图, 本文将该图数字化后以 DEM 的坐标系统为参考进行了地理校正 (见图 6)。实际的大熊猫分布区在卧龙被分割为 4 块, 其总面积约为 477 km², 仅比潜在生境面积的 1/3 略大一些, 也就是说, 卧龙的大熊猫失去了将近一半的生境。



图 6 卧龙自然保护区大熊猫的实际分布范围
Fig.6 Real panda distribution in Wolong Nature Reserve

6 卧龙大熊猫潜在生境的适宜性分析

754 km²的大熊猫潜在生境区, 就自然条件而言, 并不是处处都一样, 大熊猫经常出没的地方是它的最适宜生境。潜在生境的适宜性等级被分为三级: 最适宜、中等适宜、一般适宜, 其余的范围均划归不适宜。划分的指标仍然是海拔高度, 坡度及竹子种类, 均被分为最适宜、中等适宜、一般适宜和不适宜四个等级, 具体划分见表 1, 分别用 1、2、3 代表前三个等级, 0 代表不适宜。最后的潜在生境适宜图是根据表 2 中三个指标适宜性等级的合理组合而形成的 (见图 7), 不同的灰度代表不同的适宜性。

表 1 大熊猫分布的海拔高度、坡度及竹子种类的适宜性等级

Tab. 1 Suitability classes of three bio-physical criteria

适宜性等级	海拔 (m)	坡度 (°)	竹子种类
1. 最适宜	2 600~3 200	0~20	冷箭竹, 拐棍竹
2. 中等适宜	1 600~2 600, 3 200~3 400	21~30	峨眉玉山竹, 小箭竹
3. 一般适宜	1 120~1 600, 3 400~3 700	31~40	白夹竹, 油竹子
0. 不适宜 (非潜在生境)	3 700~6 250	> 40	没有竹子

表 2 潜在生境适宜性分析的二维分类表

Tab. 2 2-D tables for classifying the potential panda habitat map



图 7 卧龙大熊猫潜在生境的适宜性分析

Fig. 7 Suitability assessment of the potential panda habitat

由图 7 经计算机计算, 最适宜的潜在生境范围约有 205 km^2 , 中等适宜的潜在生境范围约有 297 km^2 , 一般适宜的潜在生境有 252 km^2 , 剩下的全为不适宜环境。

7 小结

本研究建立了数字高程模型, 并与坡度参数模型及竹子分布模型共同构成数字地形模型, 并在大熊猫生境的研究上得到了很好的应用。

由数字地形模型根据三个指标(海拔高度、坡度及竹子分布)形成的大熊猫潜在生境面积要比 1974 年调查获得的大熊猫实际分布面积大出近一倍。

对 754 km^2 的大熊猫潜在生境进行适宜性分析, 得出约有 205 km^2 为最适宜生境, 297 km^2 为中等适宜, 252 km^2 为一般适宜。

参 考 文 献

- 1 郎楷永. 四川卧龙自然保护区兰科植物的地理分布和区系特点. 青藏高原研究横段山脉考察专集(). 北京 科学技术出版社, 1986. 432 ~ 441.
- 2 张万儒. 卧龙自然保护区的森林土壤及其垂直分布规律. 林业科学, 1983, 19(3) 254 ~ 268.
- 3 何乃维, 梁崇其, 尹小青. 卧龙自然保护区社区持续发展的研究. 生态经济, 1996, 3 1 ~ 9.
- 4 陈述彭. 区域地理信息分析方法与应用——以腾冲航空遥感试验区为例. 科学出版社, 1990. 14 ~ 23.
- 5 胡锦矗, 夏勒, 潘文石, 朱锦. 卧龙的大熊猫. 四川科技出版社, 1985.
- 6 易同培. 大熊猫主食竹种的分类和分布(). 竹子研究汇刊, 1985, 4(1) 12 ~ 27.
- 7 易同培. 大熊猫主食竹种的分类和分布(). 竹子研究汇刊, 1985, 4(2) 21 ~ 45.
- 8 Ouyang Zhiyun, Yang Zhiqiang, Tan Yingchun, Zhang Hemin. Application of Geographical information system in the study and management in Wolong Biosphere Reserve. China Man and Biosphere Annually, 1995. 47 ~ 55.
- 9 Liu Xuehua, Bronsveld M C et al. GIS Application in Research of Wildlife Habitat Change——A Case Study of the Giant Panda in Wolong Nature Reserve. The Journal of Chinese Geography, 1997, 7(4) 51 ~ 60.

作 者 简 介

刘雪华, 女, 1964 年 9 月生, 助理研究员(在读博士生)。1986 年毕业于南京大学生物系。1991 年获中科院生态环境研究中心硕士学位。1997 年又获荷兰国际航测地球学院(ITC)硕士学位。期间一直在中科院地理所从事研究工作。多年来主要从事植被生态及环境生态等方面的研究, 发表论文近 20 篇。

APPLICATION OF DIGITAL TERRAIN MODEL (DTM)
IN THE HABITAT RESEARCH OF ENDANGERED
ANIMAL SPECIES

Liu Xuehua

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

M. C. Bronsveld A. G. Toxopeus M. S. Kreijns

(International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, the Netherlands)

Zhang Hemin Tan Yingchun Tang Chunxiang Yangjian Liu Mingcong

(Wolong Nature Reserve, Wenchuan, Sichuan 623006)

Abstract

Digital elevation model (DEM) was built in the research. DEM, slope model and bamboo distribution model formed digital terrain model (DTM) together. DTM was applied very well in the research of Giant Panda Habitat.

Comparing with the real panda distribution area of the survey result in 1974, the area of potential panda habitat, which was formed from DTM according to three criteria (elevation, slope and bamboo area), is bigger and almost double.

The suitability assessment of 754 km² potential panda habitat shows 205 km² as most suitable habitat, 297 km² as moderately suitable habitat and 252 km² as marginally suitable habitat for Giant Panda.

Key words Digital elevation model, Digital terrain model, Habitat