

文章编号: 1008-2786-(2017)4-572-08

DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000255

1:50 000 DLG 建立 DEM 适宜栅格尺寸的确定

何 珊,王春梅,杨勤科*

(西北大学 城市与环境学院 西安 710127)

摘 要: 利用数字线划图(Digital Line Graphic, DLG)插值建立数字高程模型(Digital Elevation Model, DEM)时,栅格尺寸影响对所生成的 DEM 质量,并且不同地形类型区 DEM 的适宜栅格尺寸应该是不同的,如何确定不同地形类型区适宜的栅格尺寸成为亟须解决的问题。本文以 1:50 000 DLG 数据为基础,在东北漫岗丘陵区 and 黄土丘陵沟壑区选择典型样区,基于信息含量和采样定理两种方法确定 DEM 适宜栅格尺寸,并通过地形形态分析、等高线套合分析和水文地貌关系分析三种方法对结果进行验证。实验结果表明,基于 1:50 000 DLG 建立 DEM 时,东北漫岗丘陵区适宜栅格尺寸可设为 20 m,黄土丘陵沟壑区可设为 10 m。本研究为通过 DLG 插值建立 DEM 时适宜栅格尺寸的确定提供了参考。

关键词: DEM; 分辨率; 栅格尺寸; 信息含量; 采样定理

中图分类号: P282

文献标志码: A

引言

尽管基于遥感测量的高程数据日益增多,但是由于遥感源高程数据中包含了植被、建筑物等,因而不是严格意义上的 DEM,所以基于地形图插值生成 DEM 仍然是获取 DEM 的重要方法之一^[1]。在利用地形图插值生成 DEM 时,其分辨率是指保持 DEM 表面与地形图地形信息量相等的最大栅格尺寸^[2]。合适的栅格尺寸保证矢量到栅格转换过程中地形图具有的地形信息不被损失,使插值生成的 DEM 客观有效地描述地形特征^[3]。研究表明^[4],分辨率对于地形表达能力以及对地形属性的提取具有很大影响。总的来说,随着 DEM 分辨率降低(有效栅格尺寸增加),其上提取的坡度平均值和标准差变小,坡度变化主要发生在陡坡部位^[5-7],提取的坡长会增加^[8];基于 Topomodel 的水文预报中,粗分辨率

DEM 会使坡度减小,地形指数值会增大,水文预报值偏大^[7,9]。这些都增加了水文和土壤侵蚀评价的不确定性。因而,利用 DLG 数据建立 DEM 时,确定合适的栅格尺寸十分重要。

DEM 适宜栅格尺寸常用的确定方法可归纳为三种^[10]:(1)利用等高线、高程点等数据源确定适宜栅格尺寸。例如,Hengl 从制图和统计理论出发,根据数据本身的属性(比例尺、运算能力、地形复杂度等)与栅格尺寸的关系来确定栅格大小^[11,12];王东华等提出根据国外已有相近比例尺地形图的插值栅格尺寸大小,通过类比的方法确定我国适宜的栅格尺寸^[13,14]。(2)根据所提取地形因子的精度确定 DEM 适宜栅格尺寸。例如,Hutchinson 提出的基于信息含量的方法,用坡度均方根(RMS Slope)和 DEM 栅格尺寸的关系来确定 DEM 分辨率^[3,15];汤国安根据平均坡度误差与栅格尺寸、沟壑密度之间的量化关系,为确定 DEM 分辨率提供了理论依

收稿日期(Received date): 2016-08-21; 改回日期(Accepted date): 2017-03-22

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金项目(41371274; 41301284) [National Natural Science Foundation of China (41371274; 41301284)]

作者简介(Biography): 何珊(1992-),女,陕西汉中,硕士研究生,研究方向为侵蚀地形分析[He Shan(1992-),female,born in HanZhong, Shaanxi province, M. Sc. candidate, research on erosional terrain analysis]E-mail: shanhu_May@126.com.

* 通讯作者(Corresponding author): 杨勤科(1962-),男,陕西陇县人,博士,教授,主要从事区域水土流失、遥感和 GIS 研究[Yang Qinko(1962-),male,born in Longxian, Shaanxi Province, Ph. D, professor, engaged in the regional water and soil loss, remote sensing and GIS.]E-mail: qkyang@ms.iswc.ac.cn.

据^[16];王雷研究了基于全数字摄影测量数据建立 DEM 时 根据平均坡度、高程中误差等确定 DEM 分辨率^[17]。王春梅等讨论了坡度等地形因子随分辨率变化的地统计学解译,并用变异函数拟合的方法确定了地形空间频率组分及这些组分随分辨率变化的规律^[18]。(3) 根据不同的应用和需求确定 DEM 栅格尺寸。如 Florinsky 提出在小尺度下进行土壤水分模拟时可根据研究区地形因子(坡度、地形曲率等)与栅格尺寸的关系来确定 DEM 分辨率^[19]; (4) 尝试利用采样定理来确定 DEM 分辨率,如 Hengl(2006)^[11]和 Florinsky(2016)^[20]。

国内外学者关于 DEM 栅格尺寸的确定进行了大量研究,取得了一定的成果,然而对于不同地形类型区、不同方法间的 DEM 适宜栅格尺寸对比研究仍然不足。国家测绘行业技术标准(CH/T9009.2-2010)规定 1:50 000 DLG 建立 DEM 时分辨率为 25 m^[21],全国第四次土壤侵蚀普查中基于 1:50 000 地形数据的坡度坡长因子提取与制图分析,也根据国家规范和土壤侵蚀评价要求,建立了覆盖全国的 25 m 分辨率水文关系正确的 DEM(Hc-DEM)^{*}。但是从地貌学、地图学和数字地形分析的角度看,各地区地形结构特征有所不同^[22],地形图上对地形表达的一些参数(如等高距)也不同,因而分辨率应该是不同的。本研究将在典型丘陵区进行试验,以 Hutchinson 的信息含量法、采样定理相关理论为基础,结合我们的前期研究^[23-25],探讨基于 1:50 000 比例尺 DLG 建立 DEM 的适宜栅格尺寸。

1 研究方法

1.1 研究样区与数据

本文以东北漫岗丘陵区(位于黑龙江省拜泉县,以下简称东北样区)和黄土丘陵沟壑区(位于陕西省绥德县,以下简称黄土样区)为试验样区。东北样区为典型的漫岗丘陵,地形相对比较完整,地势平缓,平均坡度不足 2°。黄土样区为典型的黄土丘陵,地形较为破碎,地势比较陡,平均坡度接近 25°。在两个地形特征不同的样区展开研究,富有理论和实际意义。

利用国家基础地理信息中心提供的 1:50 000 DLG 数据(包括等高线、高程点、河流和湖泊数据),基于 ANUDEM 软件^[26],插值生成两个样区的

DEM。为保证数据质量,对数据进行必要的预处理:检查高程点有无异常值,修改或者删除有误的高程点数据;检查河流流向和湖泊位置是否正确,是否存在双线河流,将双线河流修改为单线河流;利用修改好的 DLG 数据建立较低分辨率(25 m) DEM,检查 DEM 及其坡度表面是否有高程异常或者突变部位,如有则重新检查 DLG 并修改。

1.2 栅格尺寸确定方法

1.2.1 基于信息含量的方法

Hutchinson 的信息含量分析法认为,随着 DEM 栅格尺寸逐渐减小,坡度均方根值(RMS Slope)不会持续增大,而是在某一个栅格尺寸值开始逐渐趋于平稳^[2,3]。据此,在东北样区和黄土样区将初始分辨率分别设置为 5 m 和 2.5 m,利用 ANUDEM 软件建立两个样区的 DEM,并在 ANUDEM 的运行文件中读取不同栅格尺寸所对应的坡度均方根值(RMS Slope),绘制“坡度均方根-栅格尺寸”关系图,如图 2 所示,图中曲线明显趋于平稳的点所对应的栅格尺寸就是 DEM 适宜栅格尺寸。

1.2.2 基于采样定理的方法

采样定理基本原理为:在模拟、数字信号的转换过程中,如果采样的频率(f_s , max)大于信号中最高频率(f_{max})的 2 倍(f_s , max > 2 f_{max}),那么采样之后的数字信号可完整地保留原始信号中的信息^[27]。

依据采样定理,DEM 适宜栅格尺寸应近似为两条等高线最小水平距离的二分之一或更小。根据这一原理,在等高线上均匀采点,计算每一点至相邻等高线的距离和累积频率,累积频率值反映了由矢量数据(DLG)转换为栅格数据过程中信息的保留程度,即 DLG 信息转换量。以距离的一半(对应 DEM 的栅格尺寸)为横轴,以大于等于该距离的累积频率为纵轴绘制“DLG 信息转换量-栅格尺寸”曲线,如图 3 所示,图中曲线发生明显转折的点所对应的距离的一半,即可作为 DEM 适宜栅格尺寸。

1.3 结果验证方法

为验证上述两种方法(信息含量法和采样定理法)所确定的栅格尺寸是否适宜,参考相关研究^[15, 23, 25, 28],本文采用以下三种方法进行分析验证:①地形形态分析:统计两个样区适宜栅格尺寸 DEM 的地形参数,绘制其山体阴影和坡度图,分析地形特征;②等高线套合分析:在所建立的适宜栅格尺寸的

* 杨勤科,郭明航,王春梅,等.“全国坡度坡长因子计算分析与制图”验收报告. 2014 陕西杨陵.

DEM 上提取等高线,与原始等高线进行套合对比分析,对比所提取的等高线与原始等高线是否吻合;
③水文地貌关系分析:在所建立的适宜栅格尺寸的 DEM 上提取水系,与原始水系进行叠加分析,对比水系结构是否正确。④与 25 m 分辨率 DEM 的对比分析:利用经过查错的 DLG,生成 25 m 分辨率 DEM,与适宜分辨率下的 DEM 进行对比。

1.4 技术路线

本文主要技术路线如下图 1 所示,对 DLG 数据进行投影转换、查错等预处理后,根据信息含量法和采样定理法确定两个样区适宜的栅格尺寸,据此建立东北样区和黄土样区适宜栅格尺寸的 DEM,利用地形形态分析、等高线叠加分析和水文地貌关系分析三种方法验证所确定的分辨率是否适宜,并对结果进行分析讨论。

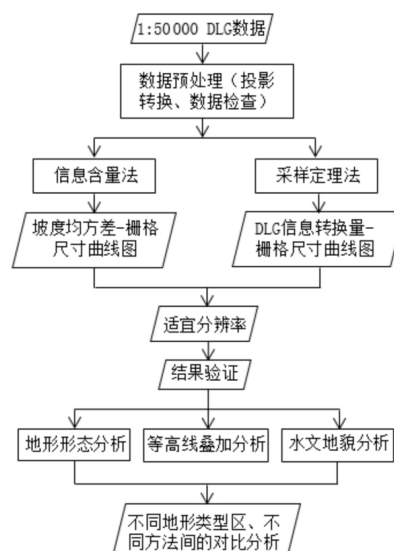


图 1 技术路线图

Fig. 1 Flowchart illustrating the process of the optimizing cellsize

2 结果与分析

2.1 基于信息含量的 DEM 分辨率确定

绘制两个样区的“坡度均方根-栅格尺寸”曲线图,曲线趋于平稳时的栅格尺寸为适宜栅格尺寸。由图 2 可见,东北样区的栅格尺寸为 20 m,黄土样区的栅格尺寸为 5~10 m 时,曲线趋于平稳。“坡度均方根变率-栅格尺寸”曲线(图 2(b)中虚线)在栅格尺寸为 10 m 时变缓,因此黄土样区适宜栅格尺寸可设为 10 m。由此可初步认为在东北样区适宜的栅格尺寸为 20 m,结合前期研究^[29],黄土样区适宜分辨率为 10 m。

2.2 基于采样定理的 DEM 分辨率确定

依据采样定理^[27],绘制“DLG 信息转换量-栅格尺寸”曲线(如图 3),东北样区在栅格尺寸为 20 m

时,DLG 信息转换量约为 99.8%,栅格尺寸大于 20 m 后 DLG 信息转换量呈下降趋势;黄土样区在栅格尺寸为 7 m 时,等高线信息转换量达到 99.6%,当栅格尺寸为 10 m 时,DLG 信息转换量约为 96.5%,栅格尺寸大于 7 m 后 DLG 信息转换量呈下降趋势。为了便于数据处理,凑整成 10 m。据此,东北样区和黄土样区的适宜 DEM 栅格尺寸可分别设为 20 m 和 10 m。

2.3 结果的验证

从地形形态表达、等高线叠加分析和水文地貌关系三个方面,对基于本文所确定的适宜栅格尺寸建立的 DEM 予以分析。

2.3.1 地形形态分析

东北样区建立 20 m 分辨率 DEM,黄土样区建立 10 m 分辨率 DEM,提取两个样区的山体阴影和坡度图,如图 4。由图可见,生成的 DEM 上东北漫

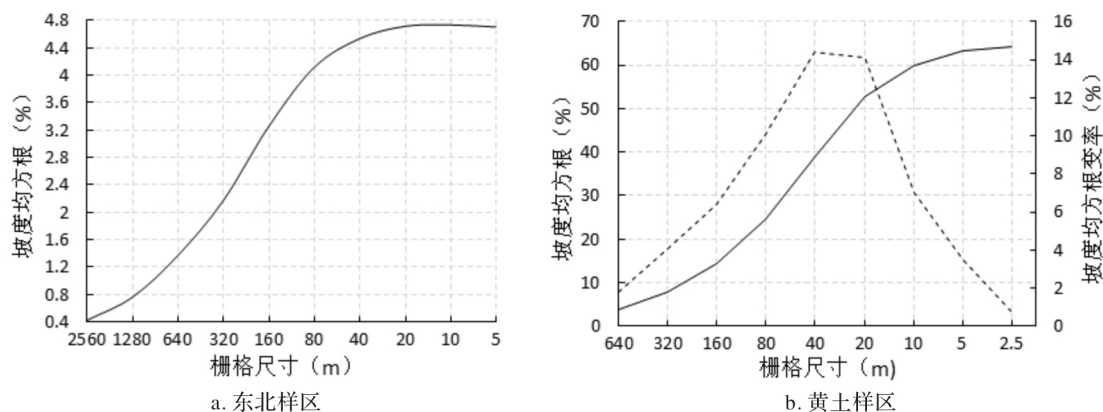


图 2 坡度均方根-栅格尺寸关系曲线图

Fig. 2 Optimal cellsize of DEM with information content analysis

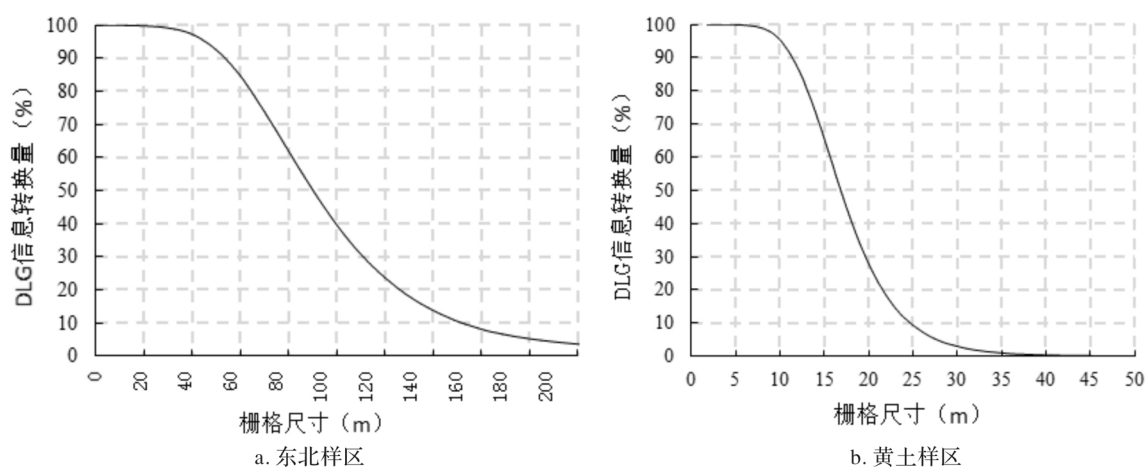
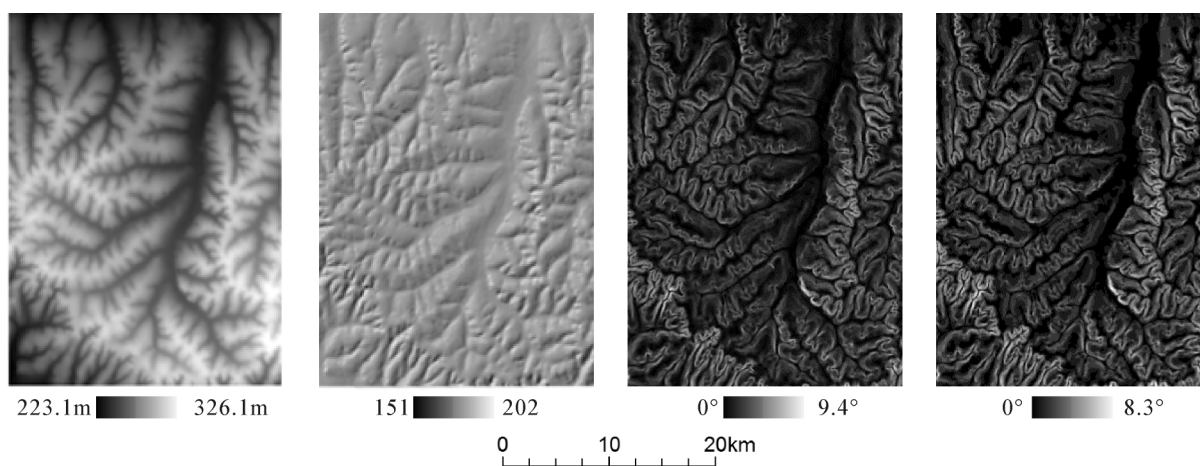
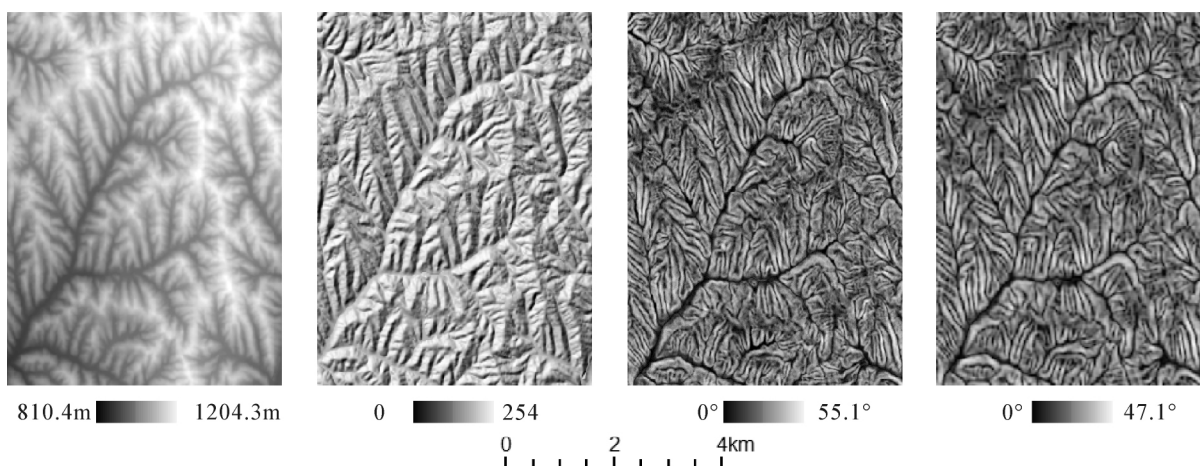


图3 基于采样定理的DLG信息转换量-栅格尺寸曲线图

Fig. 3 Optimal cellsize of DEM with sampling theorem analysis



a. 东北样区20 m分辨率DEM、山体阴影、坡度和25 m分辨率坡度图



b. 黄土样区10 m分辨率DEM、山体阴影、坡度和25 m分辨率坡度图

图4 基于适宜栅格尺寸建立的DEM与25 m分辨率DEM的对比

Fig. 4 Comparison of terrain attributes derived from optimal cellsize and 25 m resolution DEMs of study sites

岗地势平缓、黄土丘陵地势较陡,东北样区坡度平均值和标准差分别为 1.9°和 1.2°,黄土样区坡度平均值和标准差分别为 24.2°和 10.2°,与两个样区的地貌特征相符,可见两个样区的基本地形特征均得到良好的表达。相对于适宜分辨率 DEM,两个样区 25 m 分辨率 DEM 计算的坡度均有衰减现象,在地势起伏较大的黄土样区表现尤其明显,平均坡度减少 3.5°(表 1 和图 5)。

表 1 地形参数统计

Tab. 1 Terrain parameter statistics

	适宜分辨率坡度(°)				25m 分辨率坡度(°)			
	min	max	mean	std	min	max	mean	std
东北样区	0	9.4	1.9	1.2	0	8.3	1.9	1.1
黄土样区	0	55.1	24.2	10.2	0	47.1	20.7	8.7

在黄土样区,如果采用 5 m(信息转换量 99.9%)则在生成的坡度和曲率表面都有明显的、沿等高线分布的纹理,这是一种过采样的结果(图 6)。但这种纹理在 10 m 分辨率的坡度和曲率表面

基本没有出现。由此也说明 10 m 分辨率既保持了比较好的信息转换量,也使其表面没有出现多余的纹理特征。

2.3.2 等高线分析

基于 DEM 提取等高线,并与原始等高线进行比较(如图 7)。可见,东北样区 20 m 分辨率 DEM 和黄土样区 10 m 分辨率 DEM 上提取的等高线与原始等高线重合度均较高,走向也一致。但是基于 25 m 分辨率 DEM 的回放等高线则与原始等高线有些差别,东北样区差别较小,而在黄土样区差别比较明显。

2.3.3 水文地貌关系分析

基于 DEM 提取两个样区的水系,与原始水系进行比较,如图 8 在所建立的 DEM 上(东北样区 20 m 分辨率 DEM,黄土样区 10 m 分辨率 DEM)提取的水系主河道与原始水系基本吻合,水系基本连续,水系网络结构合理。可见,东北样区栅格尺寸确定为 20 m、黄土样区确定为 10 m 是适宜的。

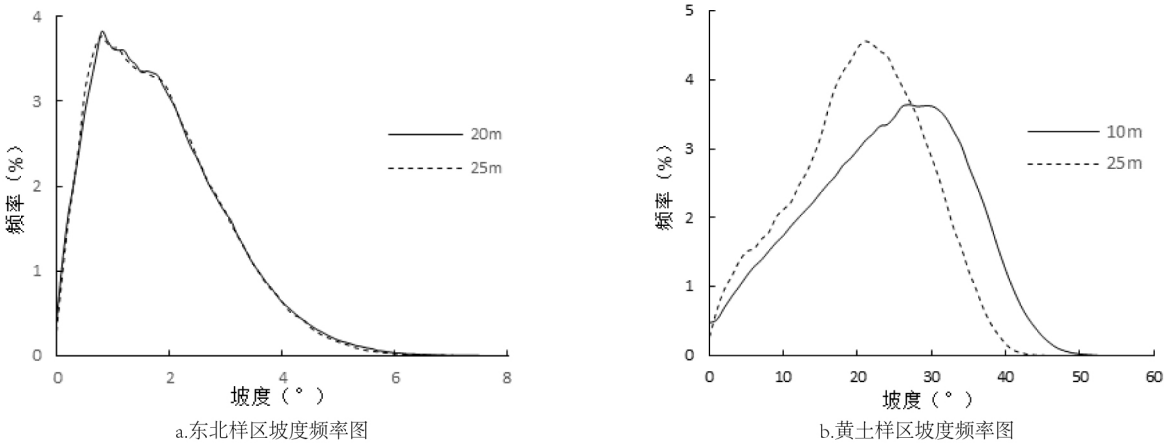


图 5 东北样区和黄土样区坡度频率曲线
Fig. 5 Slope frequency of study sites

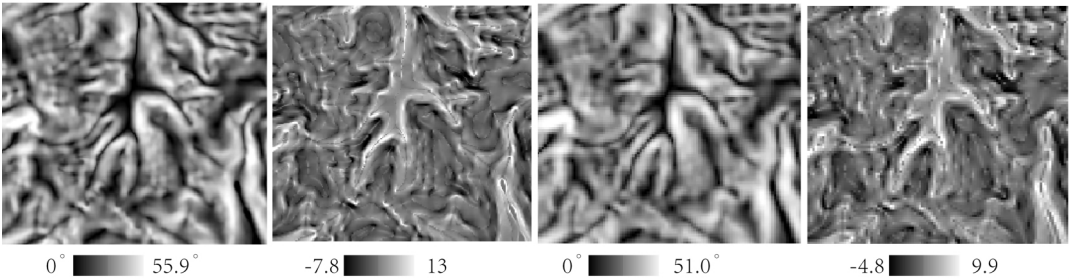


图 6 黄土样区 5 m 和 10 m 分辨率地形属性的对比

Fig. 6 Comparison of terrain attributes derived from 5m and 10m resolution DEMs in Loess-hilly site

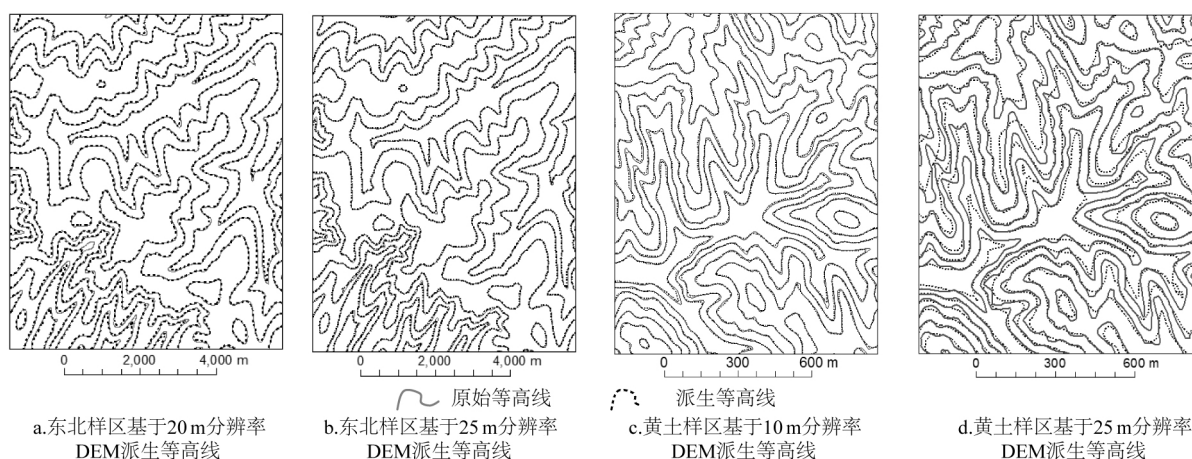


图7 派生等高线与原始等高线比较

Fig. 7 Comparison of contours between the digitized and the DEM derived

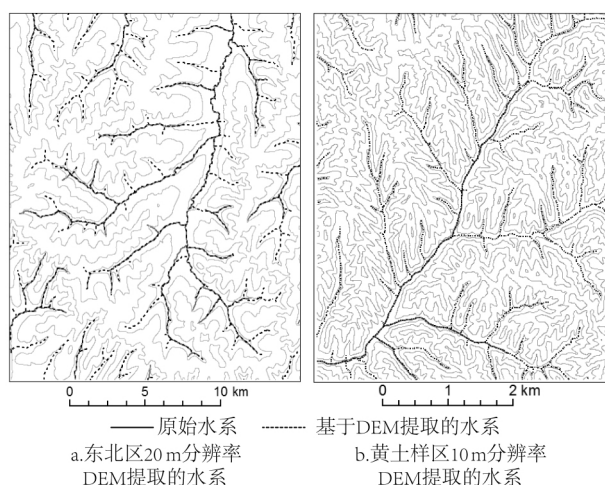


图8 基于DEM提取的水系网络与原始水系比较

Fig. 8 Comparison of stream network between the digitized and the DEM derived

3 结论和讨论

3.1 讨论

本文采用基于信息含量和采样定理两种方法,以地形比较完整、地势比较平缓的东北漫岗丘陵区 and 地形切割破碎、地势比较陡的黄土丘陵沟壑区为对象,分析基于DLG建立DEM时的适宜栅格尺寸(分辨率)确定方法。本文的基本认识是基于相同比例尺的地形图建立DEM,在不同地形类型区,分辨率有所不同。从本文分析看,地形比较陡的地方适宜栅格尺寸比较小(10 m),而在地形比较平缓的地方,适宜栅格尺寸较大(20 m)。这种认识符合地形变化特征,符合采样定理,但不同地区分辨率不

同,会对DEM数据生产带来什么影响有待进一步研究。

本研究形成的认识,与已有的行业规程(如CH/T 9009.2-2010^[21])规定的指标(DEM分辨率统一规定为25 m)有所不同。从前述分析中可见,基于DLG建立的25 m分辨率DEM在黄土样区有明显的地形信息损失(坡度衰减、回放等高线上弯曲减少),同时我们还注意到,地理国情普查项目中基于1:5万DLG生产的“精细化DEM数据”分辨率也为10 m,这都说明现有测绘技术规范中的指标值得斟酌。但是本文的认识与现有行业规范的规定如何接轨,建议在有关规范的修订中考虑。

本研究中,借鉴了Hengl^[11,12]的研究,试图将采样定理应用于分辨率的确定。通过对等高线之间距离的统计分析,比较科学、客观的推求出一个适宜的栅格尺寸。但是这种方法与Hutchinson的信息含量分析法得到的结果有细微差异。可能的原因是没有考虑等高线的弯曲程度以及高程点的分布状况。在前期研究基础上^[30],完善等高线曲率计算方法,可能会使采样定理得到更好应用。

3.2 结论

本文基于1:50 000 DLG数据,采用信息含量和采样定理两种方法,确定东北漫岗丘陵区 and 黄土丘陵沟壑区通过地形图插值建立DEM时的适宜栅格尺寸,基本结论如下:

(1) 东北样区通过两种方法得到的DEM适宜栅格尺寸均为20 m;黄土样区基于信息含量法得到的适宜栅格尺寸为10 m,基于采样定理法得到的适宜栅格尺寸为7 m,结合对其表面纹理特征的分析,

可利用 10 m 作为适宜栅格尺寸。

(2) 通过地形形态分析、等高线叠加分析和水文地貌分析等方法对所建立的 DEM 进行了分析。结果表明采用本研究提出的分辨率建立的 DEM 与 25 m 分辨率 DEM 相比,可更加准确表达两个样区的地形形态,所提取的等高线和水系与输入的原等高线和水系在位置和形状方面保持一致。说明本研究确定的适宜栅格尺寸是合适的。

(3) 将信息含量分析和采样定理结合,可更为客观准确的确定基于 DLG 建立 DEM 的分辨率。相对于单纯考虑信息含量分析方法,采样定理的应用,使确定适宜栅格尺寸的方法更加科学严密。

参考文献 (References)

- [1] NELSON A, REUTER H I, GESSLER P. DEM production methods and sources [J]. *Developments in Soil Science*, 2009, **33**(08): 65–85.
- [2] 杨勤科, 张彩霞, 李领涛, 等. 基于信息含量分析法确定 DEM 分辨率的方法研究 [J]. *长江科学院院报*, 2006, **23**(5): 21–23, 28. [YANG Qinke, ZHANG Caixia, LI Lingtao, et al. Optimizing DEM resolution with information content analysis [J]. *Journal of Yangtze River Scientific Research Institute*, 2006, **23**(5): 21–23, 28]
- [3] HUTCHINSON M F, GALLANT J C. Digital elevation models and representation of terrain shape [J]. *New York*, 2000: 29–50.
- [4] PRADHAN N R, TACHIKAWA Y, TAKARA K. A downscaling method of topographic index distribution for matching the scales of model application and parameter identification [J]. *Hydrological Processes*, 2006, **20**(6): 1385–1405.
- [5] CHANG K T, TSAI B W. The effect of DEM resolution on slope and aspect mapping [J]. *Cartography and Geographic Information Systems*, 1991, **18**(1): 69–77.
- [6] YIN Z Y, WANG X. A cross-scale comparison of drainage basin characteristics derived from digital elevation models [J]. *Earth Surface Processes and Landforms*, 1999, **24**(6): 557–562.
- [7] QUINN P, BEVEN K, CHEVALLIER P, et al. The prediction of hillslope flow paths for distributed hydrological modelling using digital terrain models [J]. *Hydrological Processes*, 1991, **5**(1): 59–79.
- [8] 郭伟玲, 杨勤科, 程琳, 等. 区域土壤侵蚀定量评价中的坡长因子尺度变换方法 [J]. *中国水土保持科学*, 2010, **8**(4): 73–78. [GUO Weiling, YANG Qinke, CHENG Lin, et al. Rescaling method of slope length factor in soil erosion assessment of regional scale [J]. *Science of Soil and Water Conservation*, 2010, **8**(4): 73–78.]
- [9] WOLOCK D M, PRICE C V. Effects of digital elevation model map scale and data resolution on a topography based watershed model [J]. *Water Resources Research*, 1994, **30**(11): 3041–3052.
- [10] 刘学军, 王彦芳, 晋蓓, 等. 顾及数据特性的格网 DEM 分辨率计算 [J]. *地理研究*, 2010, **29**(5): 852–862. [LIU Xuejun, WANG Yanfang, JIN Bei, et al. Resolution analysis of grid digital elevation model based on data property [J]. *Geographical Research*, 2010, **29**(5): 852–862]
- [11] HENGL T, EVANS I S. Finding the right pixel size [J]. *Computers and Geosciences*, 2006, **32**(9): 1283–1298.
- [12] HENGL T, EVANS I S. Mathematical and digital models of the land surface [J]. *Developments in Soil Science*, 2009(33), 31–63.
- [13] 王东华, 吉建培, 刘建军, 等. 论国家 1:50 000 数字高程模型数据库建库 [J]. *地理信息世界*, 2003, **1**(2): 12–15. [WANG Donghua, JI Jianpei, LIU Jianjun, et al. Design and establishment of national 1:50 000 Digital elevation model database [J]. *Geomatics World*, 2003, **1**(2): 12–15]
- [14] 王东华, 吉建培, 商瑶玲, 等. 全国 1:25 万数字高程模型数据库的设计与建库 [J]. *测绘通报*, 2001(10): 27–28, 31. [WANG Donghua, JI Jianpei, SHANG Yaoling, et al. The Design and Establishment of 1:250 000 Digital Elevation Model of China [J]. *Bulletin of Surveying and Mapping*, 2001(10): 27–28, 31.]
- [15] LOCALLY A, THE T O. A Locally Adaptive Approach to The Interpolation of Digital Elevation Models [J]. *Molecular Microbiology*, 1996, **47**(5): 1395–1406.
- [16] 汤国安, 赵牡丹, 李天文, 等. DEM 提取黄土高原地面坡度的不确定性 [J]. *地理学报*, 2003, **58**(6): 824–830. [TANG Guoan, ZHAO Mudan, LI Tianwen, et al. Modeling slope uncertainty derived from DEMs in Loess Plateau [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2003, **58**(6): 824–830]
- [17] 王雷, 杨勤科, 龙永清, 等. 基于全数字摄影测量数据建立 DEM 时分辨率的确定 [J]. *水土保持通报*, 2013, **33**(5): 152–155. [WANG Lei, YANG Qinke, LONG Yongqing, et al. Determining DEMs' resolution with digital photogrammetric data [J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2013, **33**(5): 152–155]
- [18] WANG C M, YANG Q K, JUPP D L B, et al. Modeling change of topographic spatial structures with DEM resolution using Semi-Varian analysis and filter Bank [J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2016, **5**(7): 107.
- [19] FLORINSKY I V. Determination of grid size for digital terrain modelling in landscape investigations—exemplified by soil moisture distribution at a micro-scale [J]. *International Journal of Geographical Information Sciences*, 1998, **14**(8): 815–832.
- [20] FLORINSKY I V. Digital Terrain Analysis in Soil Science and Geology [M]. 2016.
- [21] 国家测绘局. 中华人民共和国测绘行业标准 CH/T9009.2–2010: 基础地理信息数字成果 1:5000、1:10 000、1:25 000、1:50 000、1:100 000 数字高程模型 [S]. 北京: 标准出版社, 2010. [National Administration of Surveying. Digital Products of Fundamental Geographic Information 1:5000 1:10 000 1:25 000 1:50 000 1:100 000 Digital Elevation Models [S]. Beijing: Standards Press of China, 2010.]
- [22] WANG C M, YANG Q K, GUO W L, et al. Influence of resolution on slope in areas with different topographic

- characteristics [J]. *Computer&Geosciences*, 2011, **41**(2012): 156 – 168.
- [23] YANG Q K, MCVICAR T R, VANNIEL T G, et al. Improving a digital elevation model by reducing source data errors and optimising interpolation algorithm parameters: an example in the Loess Plateau, China [J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation (JAG)*, 2007, **9**(3): 235 – 246.
- [24] 李俊 杨勤科 杜继龙,等. 陕西省水文地貌关系正确的 DEM 的建立及评价 [J]. *西北农林科技大学学报*, 2010, **38**(11): 227 – 234. [LI Jun., YANG Qinke, DU Jilong, et al. Establishment and evaluation of hydrological correct DEM in Shaanxi province [J]. *Journal of Northwest A&F University*, 2010, **38**(11): 227 – 234]
- [25] 张彩霞 杨勤科 段建军. 高分辨率数字高程模型构建方法 [J]. *水利学报*, 2006, **37**(8): 1009 – 1014. [ZHANG Caixia, YANG Qinke, DUAN Jianjun. Method for establishing high resolution digital elevation model [J]. *Journal of Hydraulic Engineering* 2006, **37**(8): 1009 – 1014.]
- [26] HUTCHINSON M F. ANUDEM Version 5. 2 user guide [M]. Canberra: The Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies, 2010.
- [27] SHANNON C E. Communication in the presence of noise [J]. *Proceedings of the IRE*, 1949, **37**(1): 10 – 21.
- [28] 周启鸣 刘学军. 数字地形分析 [M]. 北京: 科学出版社, 2013. [ZHOU Qiming, LIU Xuejun. Digital Terrain Analysis [M]. Beijing: Science Press, 2013.]
- [29] 师维娟 杨勤科 赵东波,等. 中分辨率水文地貌关系正确 DEM 建立方法研究——以黄土丘陵区为例 [J]. *西北农林科技大学学报*, 2007, **35**(2): 143 – 148. [SHI Weijuan, YANG Qinke, ZHAO Dongbo, et al. The research on generating a hydrologically correct DEM of mesoscale in the loess-hilly region [J]. *Journal of Northwest A&F University*, 2007, **35**(2): 143 – 148]
- [30] 张亮 杨勤科 兰敏. 等高线曲率计算方法研究 [J]. *水土保持研究*, 2014, **21**(03): 125 – 129. [ZHANG Liang, YANG Qinke, LAN Min. Study on the algorithm of contour curvature in topographic map [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2014, **21**(03): 125 – 129.]

Optimizing Cellsize for DEM Generation with 1:50 000 DLG

HE Shan, WANG Chunmei, YANG Qinke*

(College of Urban and Environmental Sciences, Northwest University, Xi'an 710127, China)

Abstract: When Digital Line Graphic (DLG) is used to generate DEM with interpolation, the qualities of DEMs quite depend on preferred cellsizes. For generation of acceptable landscapes by selection of an optimal one from cellsizes, it would be quite concern of engineers working on remote survey. In this study, for case study, it selected two typical research sites at an undulating hill of northeast China and a loess hill of northwest China, respectively. By using 1:50 000 DLG, a preferred cellsize was determined by combination of information content analysis and sampling theorem analysis. Then, terrain analysis, contour line overlay analysis and stream network analysis were utilized to evaluate the qualities of the generated DEMs. The results showed that if using 1:50 000 DLG for DEM generation, the preferred cellsize of hilly region was 20 m in northeast China, and 10 m in Loess Plateau. This study provides a reference to determine the preferred cellsize to generate appropriate DEM from DLG.

Key words: Digital Elevation Model; resolution; cellsize; information content; sampling theorem