

水土流失定量监测中的 DEM 精度评价新方法*

卜兆宏¹ 杨晓勇² 王 库¹ 杨林章¹ 张祖兴² 朱克诚³ 钱惠康³

(1 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

(2 水利部海河水利委员会科技咨询中心, 天津 300170)

(3 江苏省水利厅水土保持办公室, 南京 210029)

摘 要 提出了由像元坡度评价法和数值评价法组成的 DEM 精度评价新方法, 介绍了它在两类 DEM 实验区应用的结果, 显示了它在 DEM 精度评价中具有准确可靠、快速直观、评价客观、精度数值符合 DEM 实际的特点, 并能醒目突显 DEM 的局部错误, 使其能用 DEM 构建文件改正后建成较高精度的 DEM。该评价新方法, 已在江苏全省和密云水库流域 DEM 建成中得到充分应用和证明。

关键词 DEM 精度; 像元坡度图; 评价新方法
中图分类号 S159 文献标识码 A

数字高程模型(Digital Elevation Model, 常称之为 DEM, 也有称 DIM 的), 是描述地表单元空间位置和地形高程属性分布的有序集合, 并表示在二维的空间上^[1,2]。DEM, 是水土流失定量监测中计算像元坡度坡长因子 SL_i 的基础数据, 其质量的优劣将对监测结果产生重大影响。因此, 在水土流失定量监测中首先必须对 DEM 进行精度评价。

建立 DEM 的方法很多, 有基于地形图建栅格网读网点高程的方法, 有基于 DOS 操作系统的 HMI 法, 现较流行的是国内吉奥之星(GeoStar 公司)的 DEM 模块^[3]和 Arc/Info、ArcGIS、ArcView 的基于 TIN 三角网内插和基于 GRID 内插或将两种结合内插的建 DEM 的方法(其中有后面被称之为 A 法和 B 法的)。众多的建 DEM 方法, 加上不同的应用目标, 在我国已有大量 DEM 了。为确保已建和在建 DEM 能被广泛应用, 构建者和应用者都需要有一种比任意点法^[4-6]更直观、可重现的新的 DEM 精度评价方法。

研究出对已建 DEM 精度的评价新方法, 并将其应用于已建 DEM 的精度评价或在建 DEM 的构建软件选用和作业措施中, 使所建 DEM 成为该区域包括水土保持在内的多数产业部门都能应用的基础数据, 则是本文的研究目的所在。

1 DEM 精度的评价新方法

DEM 精度的评价新方法, 由像元坡度评价法和精度数值评价法两部分组成。坡度, 是反映地形起伏特征的一个很重要标志。只有通过了像元坡度评价的 DEM, 才值得和有必要进行数值评价。

1.1 DEM 精度的像元坡度评价法

1.1.1 像元坡度新算法的算式、确定依据与原则

像元坡度新算法属 9 种坡度计算中的 9 点法^[7,8], 待求像元 i 的坡度是在算出 8 个方向的坡度后才确定。9 个像元及其高程 h_i, h_j 如图 1。待求像元坡度 α 的算式为:

$$\alpha_i = \max_{j=1-8} \tan^{-1} [(h_i - h_j) / D] \quad (1)$$

式中, h_i 为待求像元高程; h_j 为其邻像元的高程; D

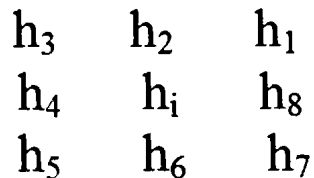


图 1 9 个像元及其高程

Fig. 1 Nine pixels and their altitudes

* 国家自然科学基金(No. 40171060)和中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-413)资助

作者简介: 卜兆宏(1940~), 江西于都人, 中国科学院南京土壤研究所研究员, 主要从事水土流失定量监测方法及其应用研究

收稿日期: 2003-12-04; 收到修改稿日期: 2004-02-16

为两相邻像元中心距,当 j 为 2 或 4、6、8(即北、西、南、东)时 $D = d$ (像元边长),而当 j 为 1 或 3、5、7(即东北或西北、西南、东南)时, $D = 2^{1/2}d$; \tan^{-1} 是反正切符: \max 及其下的 $j = 1 \sim 8$ 意为 8 个方向中的最大值。

像元坡度的确定依据,是像元中心的水流方向。自然降雨形成的地表水流方向,总是由高处向低处流,且总是沿着坡度最陡的方向流动。因此,待求像元坡度的确定原则,是 8 个方向坡度中的最大值;它才被确定为其坡度值。

1.1.2 DEM 精度的像元坡度评价法 像元坡度评价法,是利用软件对已建 DEM 运算出像元坡度结果图,通过其显示,和与建 DEM 的等高线、高程注记点文件叠加显示,可观察全区域和局部的坡度形成的山川体的地形特征线是否符合当地地形实际,从而对 DEM 精度作出能否使用的综合评价结论。自然,像元坡度评价法需要一些软件。为此,要有像元坡度新算法的软件,就是要将(1)式用高级编程语言研制出视窗环境下运行的计算像元坡度的 `podu.exe` 软件。同时,还要研制出将 ArcGis 数据格式与 `*.img` 格式之间互为转换的软件和 `*.img` 格式数据的变换软件。

在用像元坡度评价法时,首先,用转换软件将 DEM 转换为 `*.img` 格式,并用变换软件使 DEM 配置水系,且水域数值为 -20 000,区域界外 -9 999 改为 32 766;然后,运行计算像元坡度的软件,输入经转换、变换过的 DEM 后,一幅 1:5 万的 DEM 只需几秒钟,一个 15 000 km² 的流域只需 2 个小时,就可获得该幅或该流域的像元坡度评价结果图;最后,将该结果图转换为 ArcGis 格式,在 ArcView 中单独或与等高线、高程注记点文件一起叠加显示、观察分析,并可对其很快作出能用或不能用的综合评价结论。当观察到山川体的山脊坡度皆缓变、较小和白色相连,山谷线也如此且与山脊成犬牙交错之势,而山谷两侧山坡则以红色或深红色显示为较大坡度,并且与等高线的疏密十分一致时,就可评价该 DEM 为能用的结论。反之,则可作出不能用或要做大量修改补充构建 DEM 文件或改用构建软件而必须重建 DEM 等的结论。

像元坡度评价法作出的 DEM 精度评价结论,较为客观,不存在也不可能有评价者的主观随意性。不过,该法的结论仍属定性评价,虽能作出坡度数值的精度评价,但较繁。

1.2 DEM 精度的数值评价法

DEM 精度的数值评价法,可以采用有关测绘规范的原理。具体评价方法是,利用构建 DEM 时的地形图的高程注记点和等高线文件,在 ArcView 中显示和叠加在 DEM 上,并读取各高程注记点和多于 20 个地形特征点的 DEM 高程值。它们与地形图的相应点位的高程差,是我们对 DEM 作数值评价的依据。然后,就可了解该 DEM 最大、最小误差和按下式计算出其中误差,即 DEM 精度的数值。

$$S_d = \{[(Hd_i - Hd_{em_i})^2] / (N - 1)\}^{1/2} \quad (2)$$

式中, S_d 为中误差或称标准差; Hd_i 为地形图上高程注记点或地形特征点 i 的高程值; Hd_{em_i} 为 DEM 相应点 i 的高程值; N 为用于评价的地形特征检测点数。1:5 万图幅用 28 个或“不少于 20 个”“均匀分布”检测点的质检规定^[4~6],是难以作出确切的、可重现的 DEM 精度评价,至少应利用地形图上的所有高程注记点数和多于 20 个山脊、山谷和鞍部无高程注记的特征点,才能获得较切实的、大部可重现的 DEM 精度评价结果。

2 评价新方法应用的实验区与结果

2.1 评价新方法应用的实验区

DEM 评价新方法应用的实验区,选择了两类:一类是已建 DEM 的实验区;另一类是在建 DEM 的实验区。

已建 DEM 应用的实验区,是地跨南京市溧水县和镇江市句容市的方便水库流域,面积 76 km²,高程变化于 20~ 293 m,已于 2002 年初用两幅 1:5 万地形图建成像元为 10 × 10 m² 的 DEM,构建 DEM 的文件齐全。该实验区有平原、岗地、丘陵和陡坡高丘,在江苏省很具代表性。另一个实验区位于三峡长江与乌江汇合处,面积 28 km²,高程变化于 82~ 1 492 m,由别人用 1:1 万地形图建成的像元为 10 × 10 m² 的 DEM,缺构建的文件。

在建 DEM 应用的实验区,首先应用的实验区,是江苏全省 10.26 万 km² 面积的在建 DEM,高程变化于 1~ 625 m。已作从 1:5 万(山丘岗区 80 幅)和 1:10 万(平原区 69 幅)地形图的地形信息采编、检查等作业,历时年余,将各幅拼接成完整的全省地形信息,各类信息文件齐全,解决了各幅接边误差,但因占总量 4% 的等高线和高程点赋值错误未查出改正,所建 DEM 连最大值都不符合实际,急需应用评价新方法。第二个应用实验区,是密云水库流域,面

积 1.5 万 km^2 , 高程变化于 137~2 291 m, 初步将 58 幅 1:5 万地形图采编的地形信息用 B 法构建 DEM 后拼接成全流域的在建 DEM, 需用评价新方法确认其在水土流失定量监测中的适用性和精度。

2.2 评价新方法应用的结果

DEM 评价新方法, 通过实验区的应用, 获得较多的应用结果, 具体由下述三方面体现。



图 2 方便水库流域两种不同方法构建 DEM 的坡度图(A 法, B 法)

Fig. 2 Pixel slope DEM established with two methods (A and B) in the Fangbian Reservoir catchment

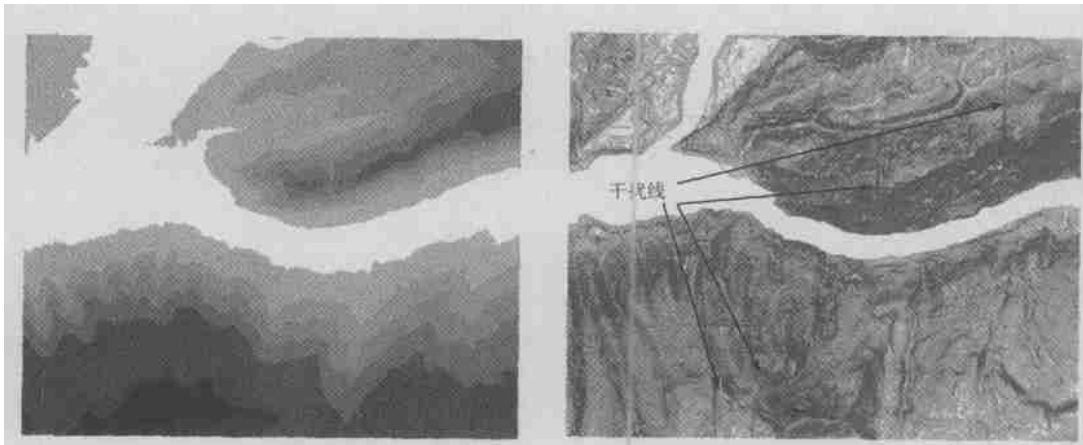


图 3 三峡长江与乌江汇合处的 DEM(左)及其像元坡度图(右)

Fig. 3 DEM (left) of the conflux of the Yangtze River at the Three Gorges and the Wu River and its pixel slope map (right)

(1) 获得快速评价的结果已建 DEM 以醒目显示的坡度图, 并获得可重复检查的数值精度评价结果。图 2(左)和表 1 左、图 4 分别是方便水库流域已建 DEM 的坡度图和数值精度。图 3(右)是图 3(左)三峡长江与乌江汇合处 DEM 的坡度图, 虽缺构建文件而无法作出数值精度评价, 但依据坡度图可说明: 该幅 DEM 绝大部分符合山川体实际, 也存在至少四条较长的大坡度(大于 70 度)的干扰线的 DEM 值不合实际。

(2) 获得构建高精度 DEM(包括软件选用在内的方法和作业措施。表 1 中的 A 法和 B 法及其图 4 和图 5 清楚地表明: 在 954 个高程注记点上 B 法精度高, 但在加入 23 个(实际上全区有数百上千个) B 法无法准确内插出山脊、山谷特征点的高程后, B 法的 DEM 反映不了山川体实际, 精度数值评价结果就明显变低, 因此总体上 A 法优于 B 法。诚然, A 法在等高线稀少的山谷或平原上的小丘也存有错误内插现象, 需有具体作业措施保证, 才能获得高精度的 DEM。

表 1 方便水库流域 A 法已建 DEM 和 B 法 DEM(10×10 m²) 及 A 法 DEM(30×30 m²) 的数值精度评价

Table 1 DEM of Fangbian Reservoir established with A method and B method (10×10 m²), and DEM (30×30 m²) accuracy established with A method

点号 No. point	地形图 高程 Elevation of map (m)	A 法 DEM 高程 Elevation of DEM by A method(m)	高程差 Difference of Elevations (m)	B 法 DEM 高程 Elevation of DEM by B method(m)	高程差 Difference of Elevations (m)	点号 No. point	地形图 高程 Elevation of map (m)	A 法 DEM(30× 30m ²) 高程 Elevation of DEM by A method(m)	高程差 Difference of Elevations (m)
1	38.0	37.999	-0.001	37.956	-0.044	1	36	36.000	0.000
2	22.0	22.000	0	22.002	0.002	2	36	36.068	0.068
3	295.0	292.871	-2.129	292.982	-2.018	3	42	41.948	-0.052
4	55.0	54.919	-0.081	54.198	-0.802	4	42	40.116	-1.884
...	5	33.8	33.540	-0.260
954	36.0	36.001	0.001	35.999	-0.001	6	33.8	32.956	-0.744
均值	56.49	56.35		56.37		7	27	26.893	-0.107
精度			0.4993		0.2782	8	33.2	33.102	-0.645
955	62.0	62.271	-0.271	60	2.0	9	27	26.893	-0.107
956	102	102.098	-0.098	100	2.0	10	34	33.355	-0.645
957	111	111.392	-0.392	110	1.0	11	33.2	33.102	-0.098
958	122	121.852	0.148	120	2.0	12	37	36.863	-0.137
959	152	151.797	0.203	150	2.0	13	43	42.945	-0.055
...
970	95	96.081	-1.081	100	-5.0	101	37	36.863	-0.137
971	105	106.451	-1.451	110	-5.0	102	34	32.979	-1.021
972	135	135.541	-0.541	136.306	-1.306	103	33.2	33.102	-0.098
973	126	126.628	-0.628	130	-4.0	104	27	26.260	-0.740
974	95	96.830	-1.830	90	5.0	105	227	227.002	0.002
975	85	88.232	-3.232	80	5.0	106	209.1	195.336	-13.764
976	76	77.676	-1.676	70	6.0	107	111	109.077	-1.923
977	58	57.987	0.013	50	8.0	108	53	50.75	-2.250
978	47	46.910	0.090	50	-3.0	109	52.4	52.28	-0.12
均值	57.69	57.56	-0.139	57.54	-0.082	均值	91.68	91.68	-2.178
精度		Avedev	0.2827	Avedev	0.3527			绝对偏差均值	2.214
		Devsq	306.83	Devsq	625.06			偏差平方和	867.57
		Sd	0.5604		0.8005	精度		标准差 Sd	2.8343

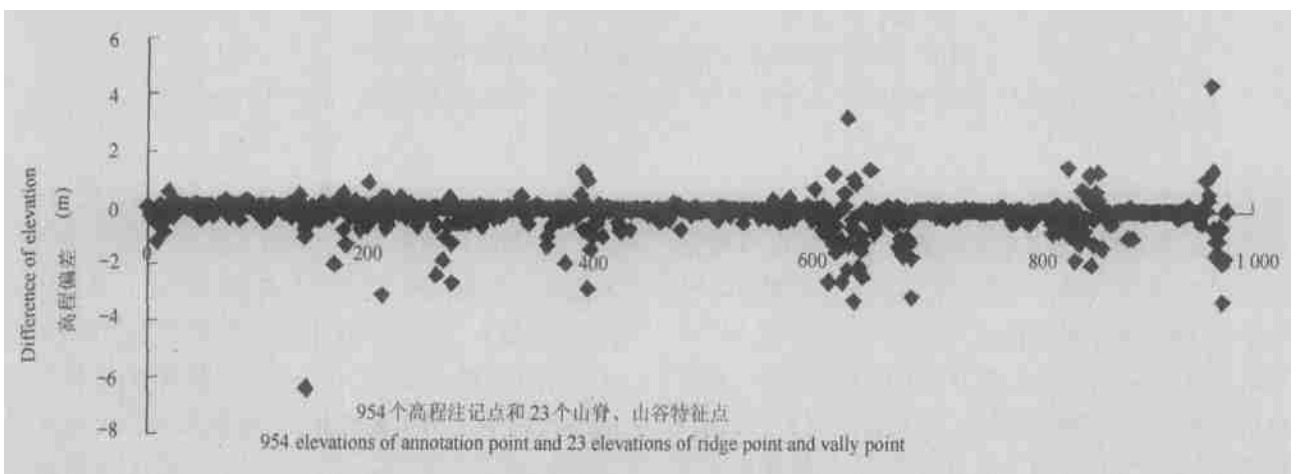


图 4 A 法 DEM 的精度数值评价(< 0.5604 m)

Fig. 4 Accuracy value evaluation of DEM by using A method(< 0.5604m)

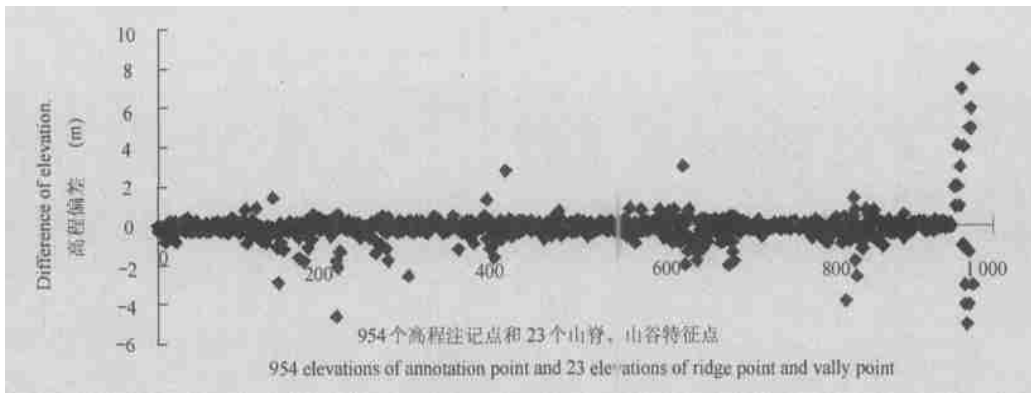


图 5 B 法 DEM 的精度数值评价(> 0.800 5 m)

Fig. 5 Accuracy value evaluation of DEM by using B method(> 0.800 5 m)

(3) 快速建成了适用江苏全省的较高精度 DEM, 也为密云水库流域的 DEM 建成提供了技术保障。虽然使用 ArcView 的功能查找、改正了地形信息采编中 4% 的绝大部分的错误, 但对于在北部山区一条 60 m 的和南京汤山一条 90 m 的等高线分别错赋为 110 和 150 m, 以及用 A 法建 DEM 需增点、线处的显示, 都是靠新方法的像元坡度图评价后发现、改正和增补的。图 6 是江苏全省 DEM 的缩小图, 表 1 右的 A 法 DEM ($30 \times 30 \text{ m}^2$) 是以方便水库流域的边界从江苏全省 DEM 中切割出作数值评价的, 其精度为 2.834 3 m, 比国家测绘局 DEM 生产技术规定(暂行本)^[4] 的 1:5 万平地允许中误差 4 m、丘陵地为 7 m 的精度高。图 7(右) 为评价新方法对密云水库流域在建 DEM 的像元坡度评价图, 图 7(左) 为其 1/4 幅的原文件用 A 法构建 DEM 的坡度评价图, 清楚显示原在建 DEM 的问题和宜采用 A 法构建 DEM 的必要。

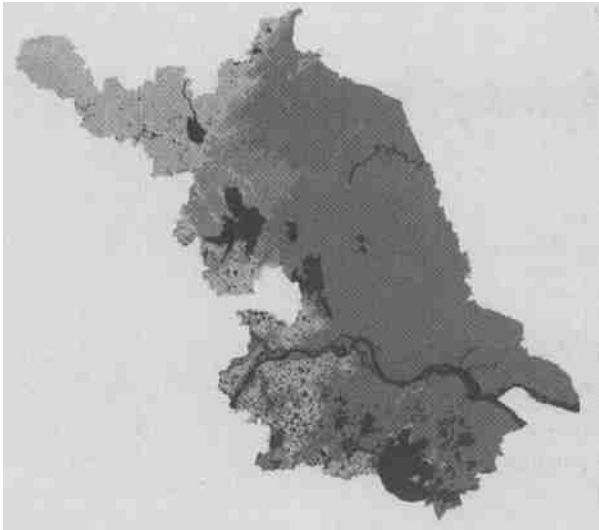


图 6 江苏省全省 DEM

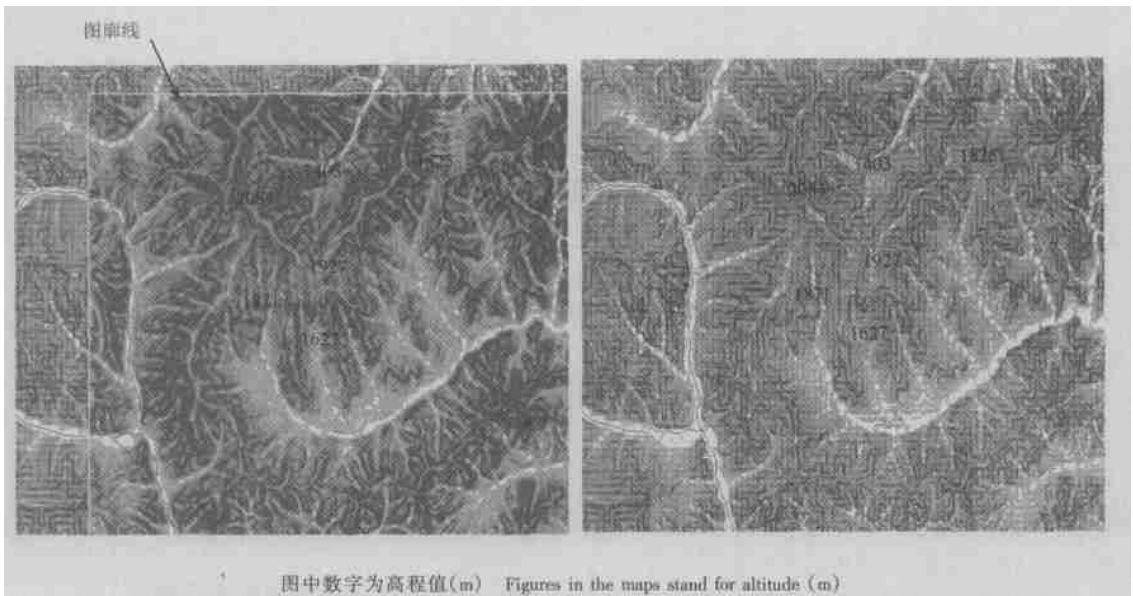
Fig. 6 DEM of Jiangsu Province

3 评价新方法的讨论

3.1 DEM 在应用前必须客观评价

目前, 我国已建有不少 DEM。就全国性 DEM 而言, 有用 1:100 万地形图建的, 有用 1:25 万建的, 也有局部用 1:5 万或 1:1 万建的 DEM。尤其在区域数字化的今天, DEM 已成为其必备的基础数据。然而, 已建的或将建的 DEM 能否发挥其应有作用, 尤其是能否应用于水土流失定量监测? 是 DEM 应用者特别关心的问题。也许 DEM 的构建者, 用任意点法可给出一个“满足技术规定”的精度数据。如果所选购的 DEM 像图 5 或图 8B 评价的那样, 其精度数值仅用 954 个或 239 个高程注记点而不用山脊、山谷地形特征点评价, 那就很可能被误认为“该 DEM 能用, 且比图 4 或图 8A 的 A 法精度高”; 然而, 从图 2(右) 或图 7(右) 评价后, 清楚显示出其 DEM 由于没有准确内插出无高程注记地形特征点的高程, 使大量山脊、山谷、山头成为平顶山、平底谷, 使有坡度的山脊、山谷成为“台阶路”, 甚至图 7(右) 两侧的山坡坡度也成台阶了, 这显然与山川体的实际不符, 至少在水土流失定量监测中不能用它。可见, 随着地形特征点的增加, 图 5 或图 8B 的数值精度将变低, 会作出不能用的结论。因此, 对已有 DEM 在应用前进行客观评价十分必要; 只有经客观评价后, 才能放心使用。

DEM 的客观评价, 自然不能有评价者的主观性“任意”选评价点, 而应有由该 DEM 生成的、给 DEM 的应用者提供一个直观的、可重显的、造假不了的、能全面评价其是否符合当地地形高程和山川体实际的精度评价结果——像元坡度图, 使应用者放心用。凡通过这样客观评价而能用的 DEM, 其数据精度一般都高于有关的技术规定。



图中数字为高程值(m) Figures in the maps stand for altitude (m)

图7 密云水库流域中部分地区用 A 法建 DEM 的坡度(左)与原在建 DEM 坡度评价图(右)比较

Fig. 7 Comparison in accuracy between DEM with A method (left) and DEM with B method (right) of the same area of the Miyun Reservoir catchment

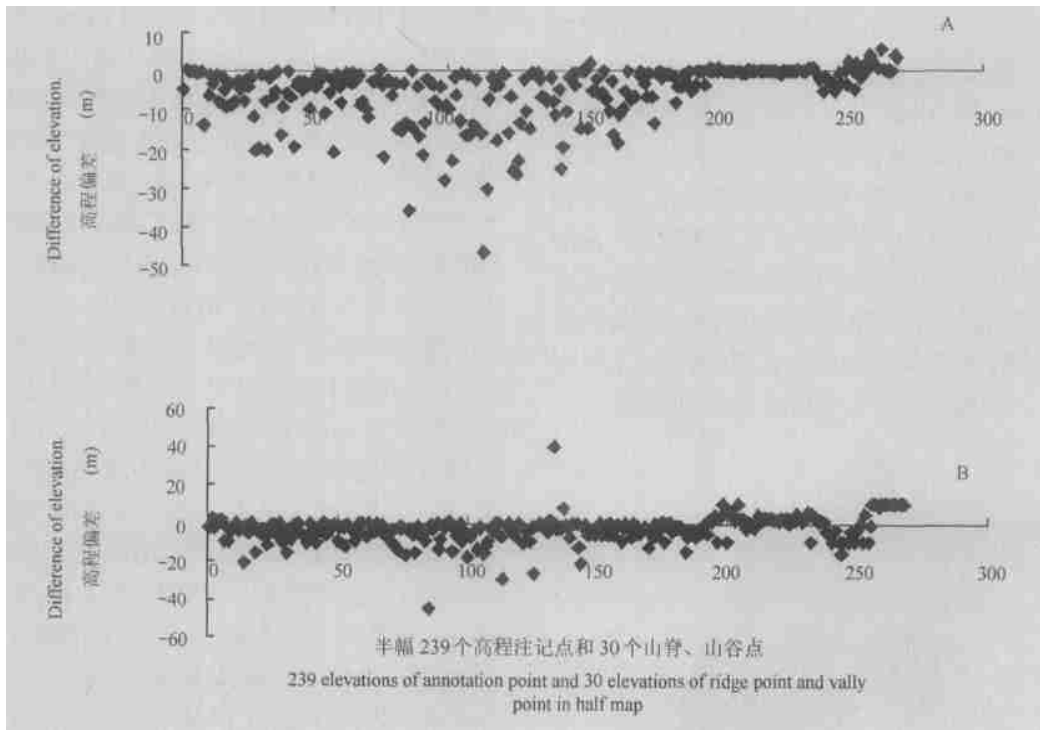


图8 密云水库流域部分地区 A 法 DEM 数值精度评价结果(A, < 7.226 2 m)与原在建 DEM 数值精度的评价结果(B, > 7.245 2 m)比较

Fig. 8 Comparison in accuracy evaluation between DEM with A method (A, < 7.226 2) and DEM with B method (B, < 7.245 2) of the part of the Miyun Reservoir catchment

3.2 拥有构建文件比有 DEM 更重要

也许所选 DEM 经客观评价后,或者如图 7(右)不能用,或者只是局部有问题(如图 3),但这仅说明

DEM 构建不好,而其构建文件还是很有用的。有了 DEM 的构建文件,在查改了坡度评价图显示发现的编辑错误或增补地形点、线措施后,选用 A 法软件

运行, 完全可以获得较高精度的 DEM。江苏全省 DEM(图 6) 的建成及其精度(见表 1 右下), 以及完全相同构建文件只是改用 A 法软件运行所获得的 DEM 及其像元坡度图(图 7(左)), 都清楚说明了这点。因此, DEM 的应用者在购买 DEM 时要重视收集其构建文件。

随着“3S”技术结合的实用化, 实施局部地形和 DEM 的更新, 也需要用到原 DEM 的构建文件。此外, DEM 的精度也与栅格边长有关, 如表 1 中用 30 m 栅格边长的 DEM 就比用 10 m 的精度低。

3.3 评价新方法的可靠性与特点

3.3.1 评价新方法的可靠性 DEM 评价新方法中的像元坡度评价法, 主要来源于像元坡度新算法^[7,8]。该新算法发表 10 年来, 已在山东、福建、江西、太湖流域苏皖区、云南、江苏等地应用于水土流失定量监测, 累计约 20 万 km², 且所监测的流失量与水文站测算的泥沙数据相比有 83% 的一致^[9]。其用于 DEM 精度评价的可靠性, 不仅在原文中对所算坡度可靠有详论, 而且已为各地应用所证明。

3.3.2 评价新方法的特点 DEM 评价新方法, 除准确可靠的特点外, 还有: (1) 评价速度快, 它能利用其软件将 DEM 数据快速运算出评价结果——像元坡度图; (2) 评价结果直观, 它将数值变化于数百上千的 DEM 转换为 0~90 数值的坡度图, 比观察 DEM 直观, 尤其能将 DEM 内插有问题的局部以醒目显示(如图 3), 利于查改错误; (3) 评价结果客观, 它以坡度的连续变化, 显示了 DEM 的地形特征线(山脊、山谷及两侧山坡)所组成的山川体是否符合实际, 使评价者一目了然(如图 2(左)、(右)和图 7(左)、(右)), 快速作出其能否使用的客观评价结论; (4) 数值评价更能反映 DEM 的实际精度, 评价新方法强调只有通过像元坡度评价后才进行精度数值评价, 而且除选高程注记点外更应选多于 20 个反映山川体实际的地形特征点, 比“任意”选点评价的数值精度更符合 DEM 的实际精度。

3.4 评价新方法的应用前景

基于 DEM 在应用前必须客观评价和只有先通过坡度评价后的精度数值评价才较符合 DEM 的实际精度, 以及评价新方法在对已建和在建 DEM 应用结果中已显示了的作用, 使它有着广为应用的前景。

4 结 论

DEM 精度评价新方法, 由像元坡度评价法和数

值评价法组成。它能醒目显示 DEM 和其构建文件的局部错误, 为建成较高精度的 DEM 提供了技术保障。它在对我国已建的 DEM 应用前的客观精度评价中, 将发挥其应有的作用。

参 考 文 献

- [1] 柯正谊, 何建邦, 池天河. 数字高程模型. 北京: 中国科学技术出版社, 1993. Ke Z Y, He J B, Chi T H. Digital Elevation Model (In Chinese). Beijing. Chinese Science and Technology press, 1993
- [2] Doyle F J. Digital terrain model: An overview. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1978, 44(5), 1481~1486
- [3] 李志林, 朱庆. 数字高程模型. 武汉: 武汉大学出版社, 2001. Li Z L, Zhu Q. Digital Elevation Model (In Chinese). Wuhan: Wuhan University press, 2001
- [4] 唐新明, 林宗坚, 吴岚. 基于等高线和高程点建立 DEM 的精度评价方法探讨. 遥感信息, 1999, 55(3): 7~10. Tang X M, Lin Z G, Wu L. Methods of precision evaluation of DEM building by digitizing contour and elevation point (In Chinese). *Remote sensing information*, 1999, 55(3): 7~10
- [5] 中华人民共和国测绘行业标准. 基础地理信息数字产品 1:10 000、1:50 000 数字高程模型. 北京: 国家测绘局, 发布, CH/T 1008-2001. Mapping Industrial Standard of the People's Republic of China (CH/T 1008-2001): Digital Products of Fundamental Geographic Information 1:10 000, 1:50 000 Digital Elevation Models (In Chinese). Beijing: mapping press, 2001
- [6] 中华人民共和国国家标准. 数字测绘产品检查验收规定和质量评定. 国家质量技术监督局发布, GB/T 18316-2001. National Standard of the People Republic of China (GB/T 18316-2001): Check-up Regulation and Quality Evaluation of Digital Mapping Product (In Chinese). Beijing: Supervision Bureau of national quality and technology, 2001
- [7] 国家自然科学基金委员会. 土壤流失量遥感监测中 GIS 像元地形因子新算法软件研制成功. 国家基金资助项目优秀成果选编(二), 北京: 科学出版社, 1996. The National Natural Science Foundation. Developing software of new algorithm of pixel slope based on GIS in monitoring soil loss by remote sensing methods (In Chinese). Beijing: Science press, 1996
- [8] 卜兆宏, 唐万龙, 李士鸿. 像元坡度新算法的初步研究. 遥感技术与应用, 1993, 8(1): 1~7. Bu Z H, Tang W L, Li S H. Preliminary study on the new algorithm of pixel slope (In Chinese). *Remote sensing technology and application*, 1993, 8(1): 1~7
- [9] 卜兆宏, 孙金庄, 董勤瑞等. 应用水土流失定量遥感方法监测山东全省山丘区的研究. 土壤学报, 1999, 36(1): 1~8. Bu Z H, Sun J Z, Dong Q R, et al. Study on quantitative remote sensing method for soil erosion losses and its application in Shandong province, China (in Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 1999, 36(1): 1~8

NEW METHOD FOR ACCURACY EVALUATION OF DEM

Bu Zhaohong¹ Yang Xiaoyong² Wang Ku¹ Yang Linzhang¹ Zhang Zuxing² Zhu Kecheng³ Qian Huikang³

(1 *Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, 210008, China*)

(2 *Sci. & Tec. Consultation Center of HWCC, Ministry of Water Conservancy, Tianjin 300170, China*)

(3 *Water Conservancy Department of Jiangsu Province, Nanjing 210029, China*)

Abstract A new method was proposed to evaluate the accuracy of DEM by combining the pixel slope evaluation method with numerical value evaluation method. Results obtained from two types of DEM experiment sites, the Miyun Reservoir in Beijing and Jiangsu Province showed that the new method for DEM evaluations was characterized by credibility, accuracy, quickness, intuitiveness, and objectivity, and could quickly turn out a precise DEM after correcting a few mistakes in general imaginary of DEM. The accurate values are true to the reality. Since the method can make errors standing out in DEM and hence easy to correct, it is very useful to work out a precise, intuitionistic and actual DEM. The new method has been fully proved in establishing DEM of Jiangsu Province and the upstream region of the Miyun Reservoir in the Haihe watershed.

Key words DEM; Accuracy evaluation; Slope map of pixels