

基于 Global Mapper 的 DEM 坐标系统转换

方 青, 蒋丹妮, 聂怀昌, 付 浩

(西安测绘总站 陕西 西安 710054)

摘要: 数字高程模型 (DEM) 作为重要的测绘成果基础数据, 在道路规划、城市建设等国民经济以及国防领域有着重要的作用, 但是, 由于 DEM 生产过程中, 所用的坐标系不尽相同, 在 DEM 实际使用中存在诸多不便。本文首先简要介绍常用坐标系及坐标系转换的概念, 然后通过利用 Global Mapper 软件实现 DEM 数据坐标系转换, 并对转换结果进行精度统计分析, 为 DEM 在实际使用中坐标系转换提供借鉴。

关键词: 数字高程模型; 坐标系转换; 精度检测

中图分类号: P208 文献标识码: B 文章编号: 1672-5867(2014)05-0153-03

DEM Transformation from 54'Beijing to WGS-84 with Global Mapper

FANG Qing, JIANG Dan-ni, NIE Huai-chang, FU Hao

(The Technical Division of Surveying & Mapping, Xi'an 710054, China)

Abstract: As a basic product of surveying and mapping, DEM plays an important role in national economy and national defense. Generally produced in one coordinate system, DEM can hardly be reused in another system. The present study develops a method which transforms DEM from 54'Beijing coordinate to WGS-84 coordinate with Global Mapper. The present proposed method has been proved to be able to meet the accuracy standards and might possibly be useful in DEM application.

Key words: DEM; coordinate transformation; accuracy detection

0 引言

数字高程模型 (DEM) 是重要的国家基础地理信息数据, 在摄影测量与遥感、地质、矿业工程、土地规划以及军事工程方面有着广泛的应用。特别是近年来, 随着空间数据基础设施的建设和“数字地球”战略的实施, 更加快了 DEM 与地理信息系统、遥感等一体化进程, 为 DEM 的应用开辟了更加广阔的前景。经过几代测绘人的不懈努力, 我国基本完成了全国 1:50 000 DEM 数据库的生产建设。在全国 DEM 基础数据生产过程中, 为适应测绘科学的发展要求, 我国先后建立了 1954 年北京坐标系、1980 年西安坐标系、2000 中国大地坐标系, 这些坐标系建立的时间、所用的资料、模型参数以及处理方法都各不相同。DEM 成果数据在生产时的大地坐标系不尽相同, 使得现有 DEM 成果数据很难直接应用于同一工程或同一项目, 同时给 DEM 基础数据的统一入库管理工作带来了极大困难。通过将不同大地坐标系下的 DEM 成果转换到同一大地坐标系下, 可以极大地提高 DEM 成果的利用效率, 节省大量的人力物力, 具有极高的实用价值。

本文简要介绍目前我国常用的几种大地坐标系及其

主要参数以及不同坐标系间相互转换的主要方法, 通过利用 Global Mapper 实现 DEM 数据由 1954 年北京坐标系转换到 2000 中国大地坐标系, 通过精度检测分析, 验证转换结果精度。

1 常用坐标系介绍

1.1 1954 年北京坐标系

1954 年北京坐标系是新中国成立后建立的一种参心坐标系, 其采用了克拉索夫斯基椭球参数, 并与前苏联 1942 年坐标系联测, 通过计算建立了我国大地坐标系。克拉索夫斯基椭球主要参数为: 长半轴 $a = 6\,378\,245\text{m}$, 椭球扁率 $f = 1/298.257\,223\,563$ 。

随着测绘理论技术的发展和进步, 人们逐渐发现 1954 年北京坐标系有以下缺点: ① 椭球参数有较大误差; ② 克拉索夫斯基椭球参数与现代精确的椭球参数相比, 长半轴大约差 109 m; ③ 参考椭球面与我国大地水准面存在着自西向东明显的系统性倾斜; ④ 几何大地测量和物理大地测量应用的参考面不统一; ⑤ 定向不明确。此外, 1954 年大地坐标系是按照局部平差逐步提供大地点成果的, 因此, 不可避免地出现一些矛盾和不够合理的地方。

收稿日期: 2013-07-10

作者简介: 方 青 (1986-) 男, 陕西靖边人, 助理工程师, 学士, 主要从事航空摄影测量生产工作。

1.2 1980 年西安坐标系

1980 年西安坐标系采用了 1975 年 IUGG 大会推荐的一组数据,其长半轴 $a = 6\,378\,245\text{ m}$, 椭球扁率 $f = 1/298.257$, 其原点选在我国中部,位于西安市泾阳县,简称西安原点。

1.3 2000 中国大地坐标系

2000 中国大地坐标系是全球地心坐标系在我国的具体体现,其原点为包括海洋和大气的整个地球的质心,2000 中国大地坐标系采用的地球椭球参数为:长半轴 $a = 6\,378\,137\text{ m}$, 扁率 $f = 1/298.257\,222\,101$ 。

1.4 WGS-84 世界大地坐标系

WGS-84 世界大地坐标系是美国国防部 1984 年建立的一个地心坐标系,其坐标原点为地球质心, X 方向指向零度子午面与赤道的交点, Y 轴与 Z, X 轴成右手坐标系,其椭球参数为长半轴 $a = 6\,378\,137\text{ m}$, 扁率 $f = 298.257\,223\,563$ 。

2 坐标系转换的概念

坐标系统转换可以分为两类,一类是同一大地坐标系下不同坐标形式的转换,如空间直角坐标系、大地坐标系、平面直角坐标系等,该类转换有着严格的公式,计算相对标准、简单。另一类是不同大地坐标系间的相互转换,如 1954 年北京坐标系转换到 2000 中国大地坐标系,该类转换需要利用两个大地坐标系的已知公共点,根据一定的数学模型,确定两个坐标系间的转换关系,然后根据确定的模型转换其他点的坐标。目前,比较常用的转换方法有三参数、七参数、格网内插模型等,一般来说,大范围坐标系转换时,三参数法转换精度为 5~10 m,七参数法转换精度为 0.5~5 m,格网内插模型法精度优于 0.5 m,小范围采用不同模型转换精度差异不大。

3 利用 Global Mapper 的 DEM 坐标系统转换

Global Mapper 是 Global Mapper 软件公司推出的制图软件,该软件预置了世界上数千个常用大地坐标系的定义和转换参数,并且提供了用户自定义大地坐标系的方法。下面以若干幅 1:50 000 (20 m 格网) DEM 数据由 1954 年北京坐标系转换到 2000 中国大地坐标系为例,介绍利用 Global Mapper 实现 DEM 数据坐标系转化的步骤和方法。

在 Global Mapper 软件里实现投影/坐标系的定义方法有两种,一是在读取数据时,根据提示定义读取数据的投影/坐标系信息;二是通过软件菜单里的 Tools/Configure/Projection 标签改变/定义数据的投影/坐标系信息。Global Mapper 定义了 3 种大地坐标系到 WGS-84 的转换方法,实现坐标系之间的相互转换,包括三参数转换模型、七参数转换模型以及格网内插模型。其中,格网内插模型相比于三参数转换模型和七参数转换模型其精度以及可靠性更高,因此,下面介绍格网内插模型实现 DEM

的坐标系统转换。

利用 Global Mapper 实现 DEM 数据的坐标转换有两种方法,一是单个文件实现坐标系转换;二是批量文件坐标系转换。下面以批量文件为例,介绍利用 Global Mapper 实现 DEM 数据由 1954 年北京坐标系转换到 2000 中国大地坐标系的方法和步骤。

选择 File/ Batch Convert/Reproject, 根据提示分别设定输入/输出数据文件类型,弹出 Batch Convert 标签。在 Batch Convert 窗口内添加需要输入和输出的文件或者文件夹目录,如图 1 所示。选择 Projection 选项内的 Specify Projection 选项,弹出标签,在弹出标签内定义输出数据的投影/坐标信息,如图 2 所示。设置完成后单击“OK”按钮,弹出标签,在弹出标签内设定输入数据的投影/坐标信息,如图 3 所示。1954 年北京坐标系需要用户自定义,椭球选择克拉索夫斯基椭球,转换模型选择基于控制点位移文件的格网内插方法,选择计算好的格网数据文件,如图 4 所示。设置完成后,单击“确定”按钮,DEM 数据开始由 1954 年北京坐标系到 2000 中国大地坐标系下的批量转换。

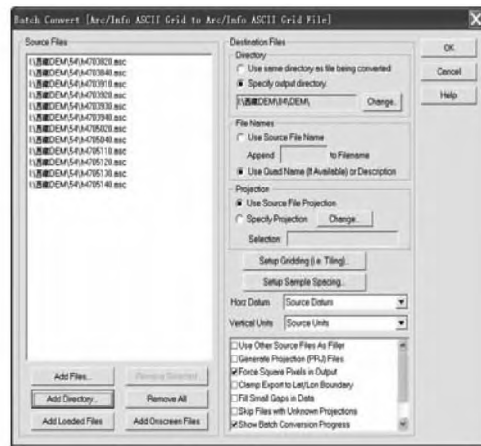


图 1 选择输入输出数据路径

Fig. 1 Choose the input output data path



图 2 设置输出数据投影/坐标信息

Fig. 2 Set the output data projection/coordinate information



图 3 设置输入数据投影/坐标信息

Fig.3 Set the input data projection/coordinate information



图 4 自定义 1954 年北京坐标系

Fig.4 The custom of the 1954 Beijing coordinate system

4 转换结果及精度检测

按上述步骤将 DEM 数据由 1954 年北京坐标系转换到 2000 中国大地坐标系下。为验证转换结果是否满足国家相关精度要求,需要对转换结果进行精度检测。首先,将转换后的 DEM 数据在立体模型上进行套合检查,通过检查发现,转换后的 DEM 数据套合良好,然后,分别对转换前后的 DEM 进行精度检测。根据相关规定,1:50 000 数字高程模型限差见表 1,由表 1 可知山地 DEM 格网点高程中误差为 11 m,格网点最大高程误差为中误差的 2 倍,即不超过 ±22 m。在进行精度检测过程中,检测点应该均匀分布到每幅图内,且每幅 DEM 检测点个数不应少于 20 个,检测时在图幅内均匀选取 30 个检测点与最新航测成果进行精度检测,转换前后的 DEM 精度检测结果见表 2。

表 1 1:50 000 数字高程模型限差规定

Tab.1 Tolerance specified 1:50 000 digital elevation model

地形类别	基本等高距/m	地面坡度	高差/m	格网点高程中误差/m	DEM 内插点高程中误差/m
平地	10(5)	2°以下	<80	4	4×1.2
丘陵地	10	2°~6°	80~300	7	7×1.2
山地	20	6°~25°	300~600	11	11×1.2
高山地	20	25°以上	>600	19	19×1.2

表 2 转换前后 DEM 精度检测结果

Tab.2 DEM precision test results before and after conversion

地形类别	检测点个数	格网点高程中误差/m	格网点最大高程误差/m
转换前 山地	30	7.3	15.3
转换后 山地	30	7.8	16.1

5 结束语

利用 Global Mapper 软件批处理功能,采用格网内插模型法可以快速高效地实现 DEM 数据由 1954 年北京坐标系到 2000 中国大地坐标系的转换,通过精度检测可知,转换后的 DEM 数据精度完全符合 1:50 000 DEM 精度要求。利用这种方法为不同坐标系下的 DEM 数据在同一个项目中的应用提供解决方案,具有较高的使用价值。

参考文献:

- [1] 施建平,杨帆,江滨,等.数字高程模型坐标系统转换方法及精度分析[J].测绘与空间地理信息,2012,35(9):170-172.
- [2] 王小华. ArcGIS 平台矢量数据高精度转换实现方法[J].测绘与空间地理信息,2012,35(9):92-94.
- [3] 孔祥元,郭际明,刘宗泉,等.大地测量学基础[M].武汉:武汉大学出版社,2001.
- [4] 许家琨.常用大地坐标系的分析比较[J].海洋测绘,2005,25(6):71-74.
- [5] 李平,卢立. ArcGIS 中几种坐标系转换方法的应用研究[J].城市勘测,2012,27(1):87-90.

[编辑:栾丽杰]