

珠穆朗玛峰自然保护区地层地貌与植被覆盖 变化关系的研究

陈颖锋, 彭培好

(成都理工大学 地球科学学院, 成都 610059)

摘要:根据 2000—2009 年 MODIS NDVI/EVIMOD13Q1 数据、2004—2007 年 TM、ETM 数据、SRTM 90 m 分辨率高程数据和国家 1:250 万地质图,通过对图像的处理和解译,生成珠穆朗玛峰自然保护区的地质图、植被图、高程图、NDVI—Max 变化状况图以及坡度图。在分析了各图间空间分布关系之后得出,珠穆朗玛峰自然保护区内出露最多的岩层为中—上元古界地层和第四系地层,其中在 2000—2009 年间,中—上元古界地层之上的植被覆盖变化情况要好于第四系地层之上的植被。其原因主要是因为中—上元古界地层主要位于珠峰南坡,该区域地形相对复杂,海拔落差较大,平均坡度也较大;第四系地层主要位于珠峰北坡,这一区域海拔高度较为稳定,地势相对平缓,坡度较小。虽然珠峰南坡的气候条件优于北坡,但地质地貌的因素造成北坡的环境更适合人类居住。因此造成了这两种地层上植被覆盖变化的不同。

关键词:珠穆朗玛峰自然保护区; 植被覆盖变化; 地层地貌

中图分类号:Q948.15

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)02-0091-04

A Research into the Relationship between Vegetation Changes and Stratum of the Mt. Qomolangma National Nature Reserve

CHEN Ying-feng, PENG Pei-hao

(College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: According to the MODIS NDVI data from 2000 to 2009, TM, ETM data from 2000 to 2007, SRTM DEM data and Geological map in this study area, the maps of stratum, vegetation cover, DEM, change of NDVI—Max and slope were generated by interpretation and processing. We can draw a conclusion after analyzing the relationship each map that the major stratum in this nature reserve is the Middle—Upper Proterozoic and Quaternary. The vegetation cover on Middle—Upper Proterozoic showed a better trend than that is on Quaternary from 2000 to 2009. Most of the Middle—Upper Proterozoic is on the southern slope of the reserve, which has the more complex topography, wider range of elevation, and steeper slope. Compared with the Middle—Upper Proterozoic, the Quaternary is on the northern slope, which has the opposite kind of topography, elevation and slope to the southern slope. Due to the topography condition, although the southern slope has the better climate condition, the northern slope is more suitable to survive for human beings.

Key words: Mt. Qomolangma nature reserve; vegetation cover change; stratum

喜山运动以来,青藏高原在不同阶段经历了不同程度的隆升,形成了其巨大的高原陆面和复杂的地貌形态,因此青藏高原备受国内外地质学家的青睐^[1];同时,由于青藏高原海拔高,面积巨大,并且地处中纬地区,对全球气候变化有重大影响,使得青藏高原对周围环境的影响成为研究的热点^[2-3];再者,青藏高原植物种类繁多,植被类型复杂、植物资源丰富,使得大

量学者对该地区植被类型和植被覆盖变化进行了深入研究^[4-7]。对于以上三个方向各自的研究,都已经取得了成果。但到目前为止,国内外学者主要对气候因素与植被分布及覆被变化之间关系进行了深入研究^[8],对不同植被分布与地层、地质构造以及气候、环境等要素三者之间关系的研究尚不多见。本文以珠穆朗玛峰自然保护区为研究范围,从植被类型分布、

收稿日期:2011-09-27

修回日期:2011-11-04

资助项目:国际科技合作项目(2008DFA11020)

作者简介:陈颖锋(1985—),福建厦门市人,硕士研究生,研究方向为环境评价与生态景观修复。E-mail:inphone@163.com

通信作者:彭培好(1963—),男,山东浦城人,教授,博士生导师,主要从事区域生态环境评价、生物多样性保育等研究。E-mail:peihaop@163.com

植物覆被变化特征和地层、地貌等因素出发,通过遥感图像解译,以及对地层、地貌和植被覆盖变化的空间关系分析,研究该区域内植被覆盖变化与地质地貌之间的关系,为植被变化、人类活动和水土保持等方面的相互关系研究提供参考和依据。植被覆盖的变化是气候、环境及人类影响等多方因素共同作用的结果,而地层、地貌对植被变化的内在影响还有待于今后更深入地研究。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

珠穆朗玛峰自然保护区(以下简称珠峰自然保护区)位于 $84^{\circ}27'—88^{\circ}E, 27^{\circ}48'—29^{\circ}19'N$, 我国西藏自治区与尼泊尔王国交界处^[9], 海拔 $1\,448\sim 8\,844\text{ m}$ 。全区面积约 $33\,819\text{ km}^2$, 行政区划上包括定日、吉隆、聂拉木和定结 4 个完整的县级行政单元。根据珠峰的地理位置可将珠峰自然保护区分为南坡和北坡。其中南坡面积占全区面积的 14.18% , 以湿润、半湿润性气候为主, 主要植被类型有山地亚热带常绿阔叶林、山地暖温带针阔叶混交林、山地寒温带针叶林、亚高山寒带灌丛草甸、高山寒冻草甸垫状植被和高山寒冻冰碛地衣带; 北坡则多属半干旱型气候, 面积占全区面积的 85.82% , 植被主要由高原寒冷半干旱草原、高山寒冻草甸垫状植被组成^[1,10]。

本区自南至北依序分布着三个沉积地质构造带: 高喜马拉雅岩带、特提斯喜马拉雅南部沉积构造带和特提斯喜马拉雅北部沉积构造带。南部高喜马拉雅岩带分布大片中—上元古界各种片岩、片麻岩、变粒岩、混合岩夹大理岩。该带在喜马拉雅运动作用下强烈挤压, 迅速降升为高山, 并形成许多由北向南的褶皱和仰冲断层; 保护区中部是地质构造运动剧烈的地区, 地层错综复杂, 向斜与背斜相互交替, 并广泛分布断层。佩枯错湖及纳木错湖周边有第四纪松散堆积物。岩层主要由灰岩、沙岩和轻变质的页岩、板岩组成。该地区在喜马拉雅北坡前出现一系列断陷盆地和断裂谷地, 形成这里高原山地与湖盆、宽谷相间的地貌景观; 特提斯喜马拉雅北部沉积构造带在珠峰保护区仅见于吉隆县强拉, 马拉山以北的地区, 该沉积构造带主要由一套厚度大、岩性复杂从早古生代直到第三纪初的海相沉积岩组成。

1.2 研究方法

1.2.1 数据源 植被变化的数据本文采用 NASA 提供的 2000—2009 年 MODIS NDVI/EVI-MOD13Q1 数据, 空间分辨率为 250 m , 时间分辨率为 16 d 。高程数据和坡度数据来自于 CIAT 提供的

SRTM 90 m 分辨率高程数据。地质图采用 $1:250\,000$ 地质图西藏珠峰地区部分。植被类型图使用本保护区 2004—2007 年间 10 月、11 月的陆地卫星图像为主要遥感信息源, 包括 TM、ETM 两种遥感数据, 分辨率 30 m , 共 8 景。

1.2.2 数据处理 以年为单位, 对 2000—2009 年共 90 幅 MODIS—NDVI 分年份进行最大值合成(Maximum Value Composite)。在 ArcGIS 9.3 中, 利用 Max 命令实现最大化处理, 从而得到 2000—2009 年 10 幅生长季 NDVI—Max(最大化 NDVI)数据。利用 NDVI 的年际线性变化趋势判断植被覆盖变化性质和强度, 在每个像元的基础上, 对近 10 a 的 NDVI—Max 进行线性拟合, 趋势斜率用最小二乘法来计算^[11], 公式如下:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

式中: b ——趋势斜率; x, y ——年份以及该年的 NDVI—Max 值; \bar{x}, \bar{y} ——年份平均值以及 2000—2009 年的 NDVI—Max 均值。斜率为负值表示植被覆盖度下降, 反之表示植被覆盖度上升。数值越大说明植被覆盖度增加的趋势越明显, 越小说明植被覆盖度减少的趋势越明显。按马飞等介绍的办法^[12]将 NDVI—Max 平均值的线性趋势斜率的运算结果划为 5 个等级: 显著退化(<-0.006)、轻微退化($-0.006\sim -0.002$)、稳定($-0.002\sim 0.002$)、轻微改善($0.002\sim 0.006$)、显著改善(>0.006)。利用 ArcGIS 9.3 和 ERDAS 8.7 软件将 TM、ETM 遥感影像格式转换、几何校正、最佳波段组合和投影转换图像增强处理后, 并使用 Workstation 软件进行遥感影像的解译, 利用监督分类、非监督分类和目视解译相结合的方法对影像进行分类, 并消除云对图像的影响, 解译精度达到研究要求, 得出珠峰自然保护区植被类型数据。将 NDVI—Max 变化状况图、地质图、植被图、高程图和坡度坡向图通过 MapGIS 6.7 中的空间分析模块, 对图像分别进行去空间分析, 得出各图之间的空间分布关系。

2 结果与分析

2.1 植被覆盖与变化特征

2.1.1 植被分布特征 珠峰自然保护区内植被类型丰富, 分布最广的为小嵩草草甸, 面积占保护区的 26.54% , 其次为三指雪莲花、西藏扁芒菊稀疏植被, 其面积占保护区的 13.31% , 藏籽蒿、针茅草原, 紫花针茅草原和风毛菊、红景天、垂头菊稀疏植被分别占

9.33%,8.46%和 6.82%。此外糙皮桦林、喜马拉雅冷杉林和高山栎林等在南坡分布较为广泛,这几类植被总面积占保护区面积的 2.11%。

2.1.2 植被覆盖变化特征 根据 2000—2009 年间 NDVI—Max 平均值的线性趋势斜率的分类(除去湖泊、常年积雪等无植被覆盖区域),在此 10 a 时间内珠峰自然保护区内植被显著退化的面积占全区的 19.47%,轻微退化的面积占全区的 23.06%,变化相对稳定的面积占全区的 36.81%,有轻微改善的面积占全区的 13.56%,显著改善的面积仅占全区的 7.11%(附图 11)。

2.2 地貌特征

珠峰自然保护区内海拔最低点为 1 448 m,最高点为 8 844 m,若以每 1 000 m 作为一级,可得保护区 93%的区域处于海拔 4 000~6 000 m(表 1),而 4 500~5 500 m 这一区域占 81%。

表 1 保护区高程分布

海拔/m	面积百分比/%
<2000	0.01
2000~3000	0.40
3000~4000	2.89
4000~5000	52.91
5000~6000	41.25
6000~7000	2.44
7000~8000	0.10
>8000	0.01

把保护区内地表坡度按每 15°分为一级,可得坡度在 0°~15°的区域占保护区面积的 47.879%,而坡度在

15°~30°,30°~45°,45°~60°,60°~75°和 75°~90°的区域分别占保护区面积的 36.398%,13.952%,1.726%,0.045%,0.001%。

2.3 地层分布特征

珠峰自然保护区南部广泛出露中—上元古界地层,以片岩、片麻岩为主。这也是整个保护区分布面积最多的地层,其面积达到 980.936 km²,占全保护区的 20.64%。其次是第四系冰积地层,该地层主要分布于佩枯错湖周边,聂拉木—定日交界处河谷地区和定结县东北部海拔较低地区一带(附图 12)。

2.4 地层与植被覆盖变化关系分析

将地质图与植物覆被变化图叠加,2000—2009 年,中—上元古界和第四纪以来形成的花岗岩、二长花岗岩地层上,植被覆盖变化趋势呈明显的好转趋势(表 2),其植被显著增加的面积远高于保护区平均水平。第四系冰积地层主要分布于佩枯错湖周边,聂拉木—定日交界处河谷地区和定结县东北部海拔较低地区。该地层上植被覆盖显著减少的区域占该地层总数的 24.20%,有所减少的地区占 36.67%,变化稳定的 30.76%,此 3 项均远低于保护区平均水平。

奥体系地层分布于保护区中南部,处于高喜马拉雅岩带和特提斯喜马拉雅南部沉积构造带的过渡地带,这一区域植被变化以稳定为主,该区域在 2000—2009 年间植被覆盖变化稳定的面积占奥陶系地层面积的 56.10%,远高于保护区平均水平 36.81%,其显著减少和减少的比例系数也远小于保护区平均水平。可见奥陶系地层上的植被变化属稳步好转状态。

表 2 2000—2009 年保护区主要分布地层与植物覆被变化关系

地 层	占保护区面积 百分比/%	显著减少/%	减少/%	稳定/%	增加/%	显著增加/%
中—上元古界	20.64	14.46	16.8	33.26	18.31	17.16
第四系冰积	10.23	24.20	36.67	30.76	6.18	2.19
上三叠统	6.87	21.67	24.96	37.07	11.99	4.31
上白垩统	4.17	31.40	26.81	26.10	10.70	4.99
上侏罗统	7.48	24.49	20.70	35.92	14.74	4.15
第四系二长花岗岩	2.92	18.09	19.50	32.3	13.3	16.8
下白垩统	8.94	30.07	26.63	30.75	11.35	1.20
中—上侏罗统	7.17	23.57	28.81	35.14	9.70	2.78
下—中侏罗统	5.60	20.23	25.71	39.74	11.26	3.06
下—中三叠统	6.39	19.17	26.52	34.08	14.04	6.19
奥陶系	4.17	8.74	14.54	56.10	19.8	0.82
珠峰保护区总计	100	19.47	23.06	36.81	13.56	7.11

在中—上元古界地层上,植被分布最广泛的为风毛菊、红景天、垂头菊稀疏植被,其面积占该地层面积的 27.41%,而该类型植被覆盖变化形势较好,其显著增加和有所增加的面积占该类型 21.10%和 20.29%,均远高于平均水平。而第四纪冰积地层上

主要的植物类型有藏北嵩草草甸,固沙草草原,藏籽蒿、针茅草原,藏南蒿、固沙草草原以及昆仑针茅草原,这几种植被类型在植物覆被趋势上均以显著减少和有所减少为主。

在海拔分布上,第四系地层分布主要集中在海拔

4 200~4 800 m 范围之内,中—上元古界地层较第四系则高程范围较广,海拔 3 700~6 000 m 为主要分布区域(图 1)。

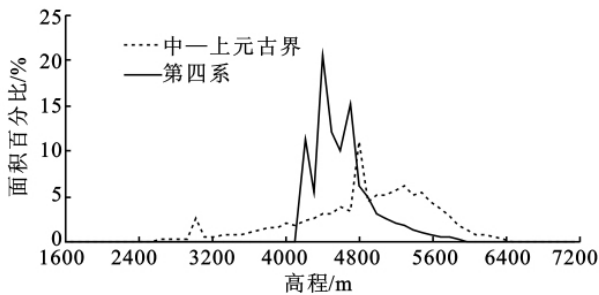


图 1 保护区中—上元古界、第四系地层高程分布

把坡度图与地质图进行叠加可得,第四系地层多以平缓地为主,其中 88.5% 以上的面积坡度都在 15° 以下,而中—上元古界地层地处南坡,以山地为主,坡度 $30^\circ \sim 45^\circ$ 的区域占了 31.24% (表 3)。

表 3 保护区地层—坡度等级关系

坡度分级	第四系/%	中—上元古界/%
$0^\circ \sim 15^\circ$	88.5781	24.8871
$15^\circ \sim 30^\circ$	10.2437	39.2581
$30^\circ \sim 45^\circ$	1.1701	31.2451
$45^\circ \sim 60^\circ$	0.0081	4.5018
$60^\circ \sim 75^\circ$	0.0000	0.1028
$75^\circ \sim 90^\circ$	0.0000	0.0051

3 结论

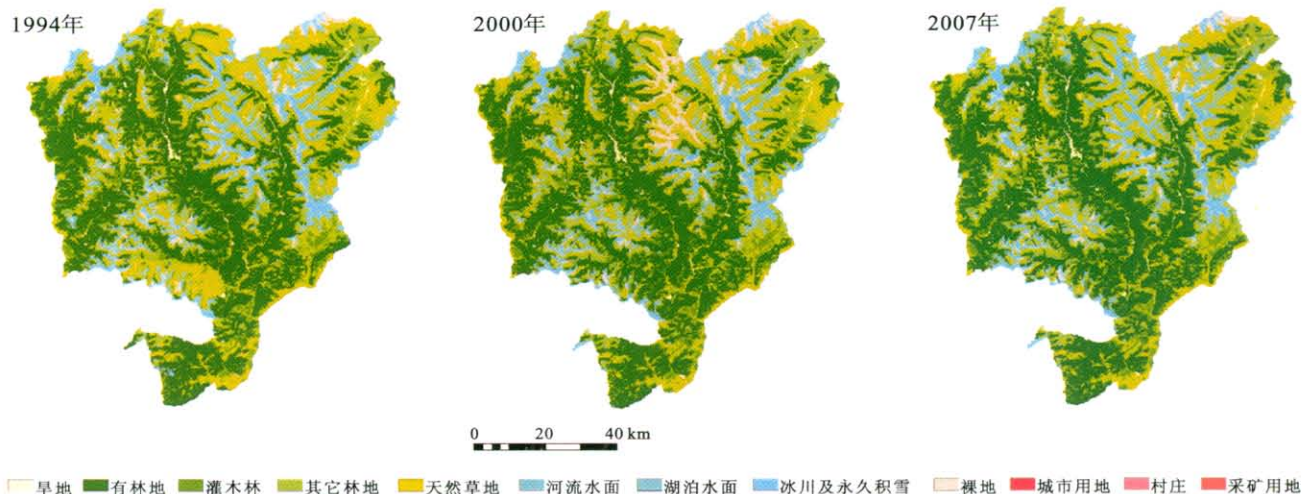
珠穆朗玛峰南坡受到印度洋暖气流的强烈影响,降水充沛,具有海洋性季风气候特征,发育着湿润的山地森林生态系统。而北坡由于喜马拉雅山脉的屏障作用极其显著,印度洋暖湿气流不仅受到重重阻挡,翻山后耗尽大量水分的气流下沉,更加剧了北坡气候的旱化。使这里呈现出大陆性高原气候特点,发育了半干旱灌丛和草原生态系统。

珠峰自然保护区内植被破坏最严重的区域集中在北坡第四系地层之上,这一区域海拔高度较为稳定,地势相对平缓,坡度较小,发育大片嵩草草甸和草原,适合发展畜牧业。南坡中—上元古界地层之上植被恢复状况较好,植被覆盖度往良性方向发展,多数地区植被覆盖有所增加。该区域在青藏高原隆升过程中经过强烈挤压,迅速上升为高山,并形成许多由北向南的褶皱和断层,出露的地层较为古老,并且该

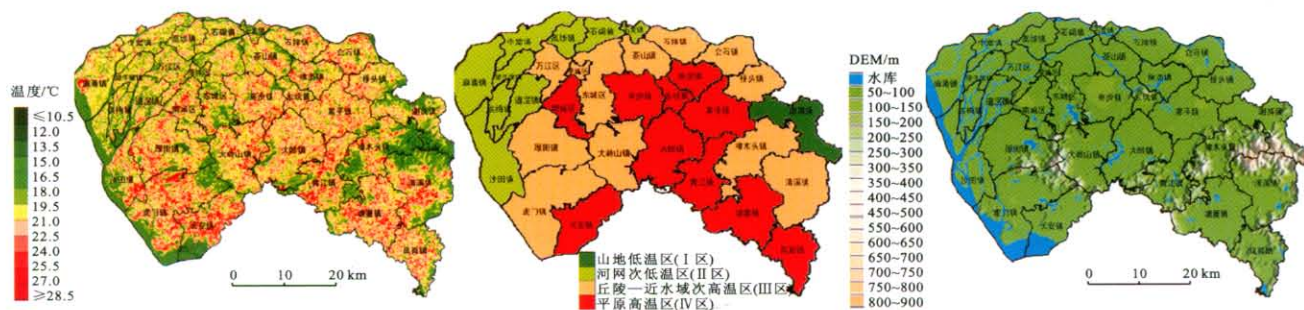
区域地形相对复杂,海拔落差较大,平均坡度也较大,虽然气候条件较北坡更好,但不适合人类居住和农释放牧,因此该区域植被破坏程度较小,相对恢复情况也较好。在定结县东北部和定日县东北部珠峰北坡地区有小部分中—上元古界地层出露,该区域坡度以 $15^\circ \sim 30^\circ$ 为主,植被恢复程度也较好。因此中—上元古界地层的出露伴随地表的复杂地貌,形成了特定的植物生长环境和人类生存环境。而第四系地层形成时间较晚,尚未完全固结成岩,多为松散堆积物,地势相对平缓,坡度较小,高程范围比较稳定,适合人类活动,因此相应造成环境的破坏,植被破坏程度也就相对严重。

参考文献:

- [1] 郑度,胡朝炳,张荣祖. 珠穆朗玛峰地区的自然分带[M]. 北京:科学出版社,1975:198-201.
- [2] 刘东升,张新时,熊尚发,等. 青藏高原冰期环境与冰期全球降温[J]. 第四季研究,1999,5(9):385-396.
- [3] 汤懋苍,程国栋,林振耀. 青藏高原研究丛书:青藏高原晚新生代隆升与环境变化[M]. 广州:广东科技出版社,1998:127-138.
- [4] 丁明军,张镱锂,刘林山,等. 1982—2009 年青藏高原草地覆盖度时空变化特征[J]. 自然资源学报,2010,25(12):2114-2122.
- [5] 杨元合,朴世龙. 青藏高原草地植被覆盖变化及其与气候因子的关系[J]. 植物生态学报,2006,30(1):1-8.
- [6] 邵伟,蔡晓布. 西藏高原草地退化及其成因分析[J]. 中国水土保持科学,2008,6(1):112-116.
- [7] 梁四海,陈江,金晓媚,等. 近 21 年青藏高原植被覆盖变化规律[J]. 地球科学进展,2007,22(1):33-40.
- [8] 汤懋苍,程国栋,林振耀. 青藏高原研究丛书:青藏高原近代气候变化及对环境的影响[M]. 广州:广东科技出版社,1998:311-319.
- [9] 次旦伦珠. 珠穆朗玛峰自然保护区概况[J]. 中国藏学,1997(1):3-22.
- [10] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 青藏高原科学考察丛书:西藏植被[M]. 北京:科学出版社,1988.
- [11] 丁明军,沈振西,张镱锂,等. 青藏公路与铁路沿途 1981—2001 年植被覆盖变化[J]. 资源科学,2005,27(5):128-133.
- [12] 马飞,李景吉,彭培好. 珠穆朗玛峰自然保护区南北坡植被覆盖变化[J]. 地理科学进展,2010,29(11):1427-1432.



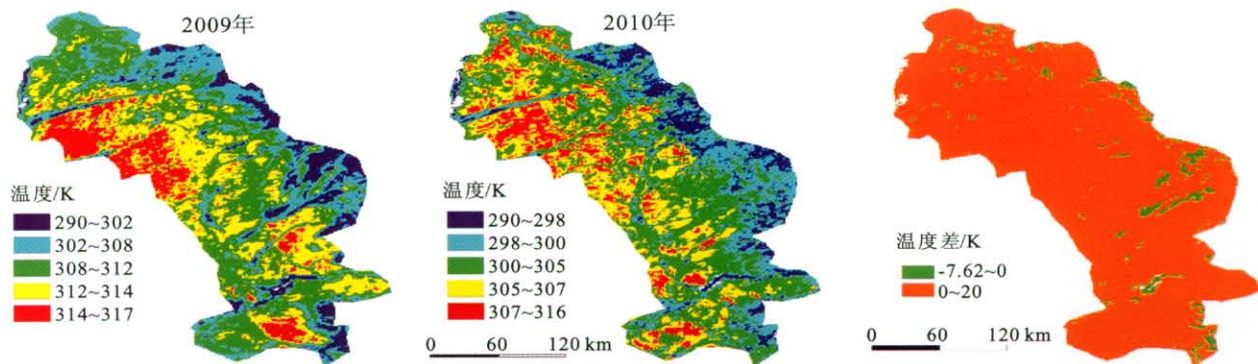
附图5 四川省九龙县不同年份土地利用分布



附图6 2007年1月29日东莞市地表温度分布

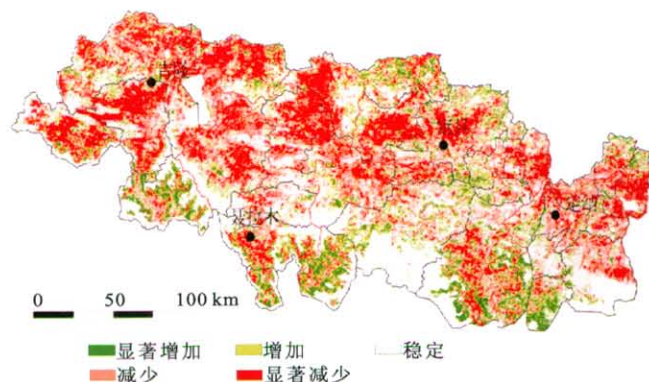
附图7 东莞市地表温度地理分区

附图8 东莞市数字高程模型

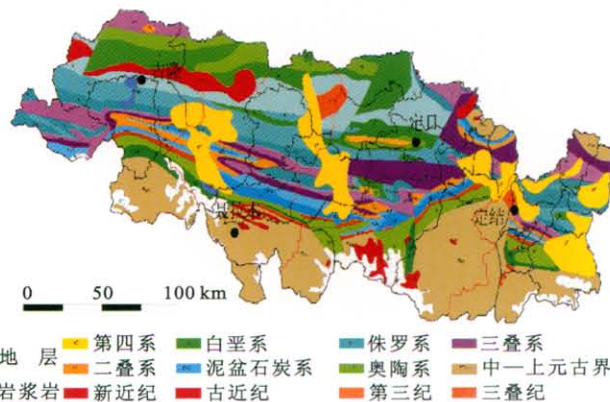


附图9 黑龙江省黑土带不同年份地表温度分布

附图10 2009年与2010年黑土带地表温度差异分布



附图11 2000—2009年珠穆朗玛峰自然保护区植物覆盖变化分级



附图12 珠穆朗玛峰自然保护区地层分布