

文章编号:1007-7588(2005)05-0128-06

# 青藏公路与铁路沿途 1981 年~2001 年植被覆盖变化

丁明军<sup>1,2,3</sup>, 沈振西<sup>2</sup>, 张镜铨<sup>2</sup>, 刘林山<sup>2,3</sup>, 张 玮<sup>2,3</sup>, 王兆锋<sup>2,3</sup>, 摆万奇<sup>2</sup>

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810008;  
2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘 要:**在青藏公路与铁路沿途区域,利用 1981 年至 2001 年的 8km 分辨率 Pathfinder NOAA/NDVI 数据,基于每个象元变化的年植被峰值计算进行了像元水平的线性趋势分析,并运用地理信息系统(GIS)软件研究了区域植被覆盖的空间分布和动态变化特征。主要结论:在研究区内,反映植被覆盖的 NDVI 值在空间上呈现出两端高中间低的态势,依次是农作区和森林区>高寒草甸>高寒草原>荒漠草原;20 年间,研究区植被覆盖程度变化总体趋于稳定,覆盖程度呈减少趋势的区域明显高于增加的区域,植被覆盖程度增减因区域而异;植被覆盖程度增加和显著减少地区主要分布在农作区和高寒草甸区,轻微减少地区主要分布在高寒草原和荒漠草原区;植被覆盖变化程度在拉萨河谷地、湟水谷地和黄河流域等人类活动比较频繁的区域增减趋势比较明显;而在可可西里地区等人类活动比较少的区域变化轻微。

**关键词:**青藏公路;青藏铁路;植被覆盖变化;NDVI

土地利用及其造成的土地覆被变化对区域水循环、环境质量、生物多样性以及陆地生态系统的生产力和适应能力有着极为深刻的影响,同时也是可持续发展的一个重要影响因素。素有“世界屋脊”、“地球第三极”之称的青藏高原,不仅是我国乃至世界的气候调节器,而且是我国和南亚地区的“江河源”,是世界上仅有的独特生态系统和世界山地生物物种的一个重要起源和分化中心。自上个世纪中期以来,该地区土地覆盖变化显著,荒漠化发展迅速<sup>[1-3]</sup>。特别是青藏公路和铁路的修建运行,带动了沿途区域的经济发展和人口聚集,从而加大了对沿途区域土地资源的利用强度。

利用遥感影像分析,研究土地利用和土地覆被变化(LUCC)的历史状况,进而探索土地利用和土地覆被的变化机制,建立区域和全球的 LUCC 动态模型将成为今后 LUCC 研究的核心内容<sup>[4]</sup>。目前用于土地覆被和土地利用调查研究的遥感资料主要有 NOAA/AVHRR、Landsat TM 和 SPOT。与后两者相比,NOAA-AVHRR 具有对地观测范围广,观测重复性好的优点,使得大范围地表植被监测成为可能。通过

遥感影像来研究西部干旱区的文献众多,但通过 20 年连续的遥感分析植被变化的文献并不多见<sup>[5,6]</sup>,而且这些都是基于传统的两期图像对比的基础上,缺少必要时间序列分析,不能对土地覆被变化进行详细描述。

目前对青藏公路与铁路的影响研究主要集中在冻土研究<sup>[7]</sup>,道路修建对沿途区域生态环境影响研究<sup>[8]</sup>以及土地利用与土地覆被变化研究等。而对沿途区域的土地利用与土地覆被变化研究,也主要是截取其中某一段进行<sup>[2,9]</sup>,对全线的研究还未见报道。本文利用 1981 年~2001 年连续 20 年,空间分辨率为 8km×8km 的 NOAA/AVHRR-NDVI 数据,对青藏公路与铁路沿途区域植被覆盖进行了分析,得出该区域植被覆盖的空间分布以及随时间变化的特征,为进一步研究植被覆盖的变化机制以及应对措施奠定基础。

## 1 研究区域概况

青藏公路与铁路起于青海西宁,终止于西藏拉萨,长度分别为 2 055km 和 1 956km。其中青藏铁路既有段(西宁至格尔木)位于青海省境内,在建段(格尔

收稿日期:2004-12-14 改稿日期:2005-03-26

基金项目:国家自然科学基金(编号:90202012;40471009);国家重点基础研究发展计划(编号:2005CB422006);中国科学院知识创新重点方向项目(KZCX3-SW-339);中国科学院地理科学与资源研究所主干科学计划(编号:CXI0G E01-01)。

作者简介:丁明军(1979~),男,湖北谷城人,硕士生,研究方向为植被生态。

通讯作者:张镜铨, E-mail: zhangyl@igsnrr.ac.cn

木至拉萨)位于青藏高原腹地,青藏公路自 50 年代建成通车后历经多次改线,除了青海境内(湟源-格尔木段)改动较大外(既采用较近的南线),其他路段变动很小,基本与铁路并行。沿途区域跨越 9 个纬度和 12 个经度,地势南部高于北部地区,海拔分布在 2 200m~6 500m,年均降水量在 40mm~500mm;极端最低温 -33.6,最高温 35.5。由于青藏高原的强烈隆起,使气候由低海拔的热带-亚热带向高寒环境发展,成为地球上中低纬度地带的高寒中心,而沿线地区横穿青藏高原,是高原气候特征的一个缩影<sup>[10]</sup>,其独特的生境造就了沿途区域丰富的植被和土壤类型。植被类型主要包括灌丛草原、高寒草原、高寒草甸、冰缘垫状植被、灌丛和荒漠等;土壤类型主要包括高寒荒漠土、高山草甸土、高山草原土、黑钙土、栗钙土、棕钙土、风沙土、盐土、沼泽土等。本研究区以青藏公路与铁路为基础,在铁路与公路两边分别建立 100km 的缓冲区,由于青藏公路与铁路间隔距离并不远,在有些地方甚至形成并行齐驱的现象,因此二者的缓冲区大部分相互重合。形状上,该研究区域呈条带状,面积约为 399 963km<sup>2</sup>。

## 2 数据与方法

### 2.1 植被指数简介

土地覆被是指地球表面可被观测的(生物)自然的覆盖<sup>[11]</sup>。植被具有明显的年际变化的特点,并且是联结土壤、大气和水分的自然“纽带”,在一定程度上能够代表土地覆被的变化<sup>[12]</sup>。反映植被覆盖的一个重要参数是植被指数,NDVI(归一化植被指数: Normalize Difference Vegetative Index)是广泛应用的植被指数,是植物生长状态和植被空间分布密度的指示因子,与植被分布密度呈线性相关<sup>[12]</sup>。其计算公式为:  $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$ ,式中: NIR 表示近红外波段的反射率, Red 表示可见光红波段的反射率。归一化植被指数其比值在 [-1, 1] 范围内,但是对于陆地目标, NDVI 的值域下界近似为 0, 上界 0.8 以上基本上为纯植被。这使得 NDVI 指数在陆地植被的应用中存在饱和度的问题<sup>[13]</sup>。在本文中应用了 NDVI 第三代产品,其数值在 0~254,该产品在一定程度上解决了 NDVI 对于陆地目标饱和的问题,拉伸了 NDVI 对陆地目标的有效值域。

### 2.2 数据预处理

本文遥感数据采用美国 NASA Pathfinder AVHRR 陆地数据集的 8km 旬 NDVI 数据<sup>[1]</sup>,时间从

1981 年~2001 年(1994 年 NDVI 资料不全,因此在 NDVI 序列中不包括该年的数据)。为了尽量消除云的影响,月、旬 NDVI 采用最大值合成法(maximum value composite),这种方法的基本假设是云层的位置是不断变化的,在一定的时段内,比如 10 天的期间,任何一个位置点都存在没有被云层覆盖的 1 天(晴天),该位置点这一天的值要高于有云层的值,将该点的值作为旬值,在 1 个月里取该点的最高值作为本月的值,从而消除云层的影响,提供了近似于晴空、无云的大气条件。初始影像投影为 Goode Interrupted Homol sine Projection,我们将其投影转换为等积圆锥投影(Albers Projection),考虑到单位象元面积过大,进行了重采样,采样后的象元面积为 (2.2km × 2.2km, 该面积为下文中所称的像元面积),然后在 ArcMap 中以青藏公路与铁路为基础,在其两边分别建立缓冲区,利用 GRID 模块中 GRIDCLIP 命令在此缓冲区的基础上,从数据源中截取研究区域,得到研究区内具有相同投影方式的 NDVI 影像。

### 2.3 方法

由于植被的变化与气候一样在年际间发生波动,而且随植物生长季节的不同,植被在年内也存在季节性变化(图 1)(利用地理信息系统 ArcGIS 软件在数据源中截取托托河乡的 NDVI 数据分析得到),所以植被覆盖动态变化研究需要植物生长季节内连续的多年影像数据集。在研究区域,通过分析发现年 NDVI 的最大值出现在 7 月~9 月(图 2),本研究取 7 月、8 月和 9 月 NDVI 的平均值作为一个生长季的植被峰值,这样可以在一定程度上降低个别图象的噪声,以它作为研究植被覆盖年际变化趋势基础。年际线性变化趋势采用 Micael C. Runnström (2000) 的方法<sup>[14]</sup>,在每个象元的基础上,对 20 年的峰值 NDVI 进行线性拟合,趋势斜率用最小二乘法来计算,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:  $b$  为趋势斜率,  $x$ ,  $y$  分别为年份以及该年的 NDVI 值,  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  分别为年份 NDVI 的平均值以及 20 年

1) Agbu P. A, James M E. The NOAA/NASA Pathfinder AVHRR Land Data Set User's Manual, Goddard Distributed Active Archive Center, NASA, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, 1994.

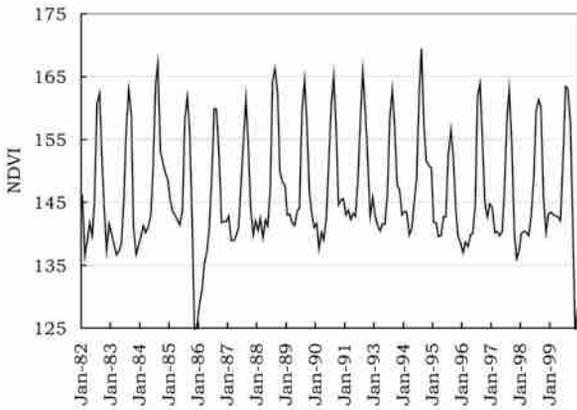


图1 1982年~2000年托托河乡的月NDVI值变化

Fig.1 Fluctuation of NDVI in Tuotuohe from 1982 to 2000 by month

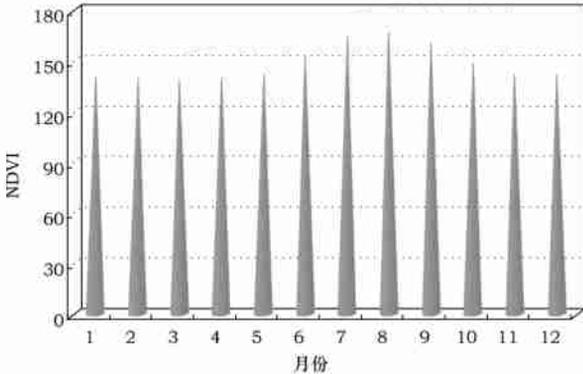


图2 1981年~2001年月平均NDVI值的年内变化

Fig.2 Monthly average NDVI NDVI from 1981 to 2001

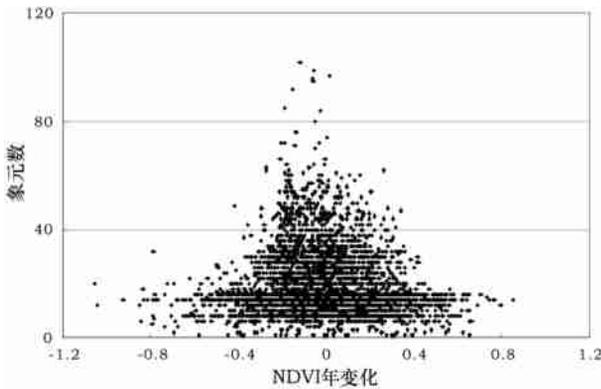


图3 1981年~2001年青藏公路与铁路沿途区域NDVI变化量统计

Fig.3 Statistic of NDVI change along the Qinghai-Xizang highway and railway from 1981 to 2001

NDVI均值。负的斜率表示植被覆盖度下降,反之,正的表示植被覆盖度上升<sup>[14]</sup>,运用地理信息系统(GIS)软件获得趋势斜率的散点图(图3),从图3可以看出,NDVI年变化基本上呈正态分布,表明该区域NDVI既有增大也有减少,变化幅度在-1.2~+1.2之间。为了确定研究区NDVI的自然波动范围,我们结合1:100万植被图,在整个高原内选择无植

被类型的湖泊、冰雪、沙漠、盐壳等覆被类型,选取了13个面积大小为200km<sup>2</sup>的训练区,通过分析实验区20年间7月、8月和9月份NDVI平均值的拟合线性趋势斜率,发现该斜率几乎全部落在-0.2~0.2范围内,因此把此范围内的NDVI变化幅度设定为高原地表自然波动变幅;同时对全高原峰值拟合线性趋势斜率进行统计分析得出:方差为0.21,在此把无变化的边界向外延伸2倍方差得到±0.62,把此值作为区域植被轻微变化与显著变化的界限。基于此我们把每个象元20年间NDVI的线性趋势系数划分为5个等级进行描述:显著增长:>0.62;轻微增长:0.2~0.62;无变化:-0.2~0.2;轻微减少:-0.2~-0.62;显著减少:<-0.62。

### 3 结果分析

#### 3.1 植被覆盖的空间分布特征

利用地理信息系统(GIS)软件绘出了沿途区域植被覆盖空间分布图,即沿途区域20年NDVI峰值平均值的空间分布格局(图4)。结果表明,公路与铁路沿途区域植被覆盖具有明显的空间差异性。在研究区的两端,主要是青海海东、海北、海南地区,柴达木盆地的绿洲地区,以及西藏的那曲和拉萨地区的东部,这里分布的主要是农作区(和少量林区)、高寒灌丛和高寒草甸,NDVI最大,大于180,与整个研究区相比,这些地区海拔相对较低,气候条件较好,农业发达,植被覆盖度最大。在柴达木盆地东、南部的山麓地带、可可西里地区青藏公路以南以及西藏的那曲、拉萨地区西部,这里主要分布着高寒草原,NDVI在160~180之间,在整个研究区中,这些地区植被生长条件居中,植被覆盖度较好。在柴达木盆地的部分地区以及可可西里青藏公路以北部分地区,植被生长条件极端恶劣,主要分布着高寒草原植被、荒漠植被以及冰缘垫状植被,覆盖度很低,NDVI在140~160之间。在柴达木盆地的东北部这里主要分布的是盐碱化荒漠,并附带有稀疏植被,NDVI值<140。水域的NDVI值比较小,趋近于1。

#### 3.2 植被覆盖的年际变化

通过对研究区各像元的变化趋势统计分析得出(表1),覆盖程度无变化的区域为主,占研究区总面积的67.61%;显著增加的区域为238个象元,占研究区总面积的0.29%;轻微增加的区域占研究区总面积的14.86%;轻微减少的区域占研究区面积的16.70%,显著减少的区域占研究区总面积的0.57%。

表 1 青藏公路与铁路沿途区域 NDVI 变化的象元统计

Table 1 Statistic of pixels where NDVI changed

	线性趋势系数值 (NDVI 单位)	变化的像元数	比例 (%)
显著增加	> 0.62	238	0.29
轻微增加	0.2 ~ 0.62	12 274	14.86
无变化	- 0.2 ~ 0.2	55 858	67.61
轻微减少	- 0.62 ~ - 0.2	13 795	16.70
显著减少	< - 0.62	472	0.57
合计		82 637	

1981 年至 2001 年间,植被覆盖程度减少象元数与增加象元数的比值为 1.14,表明研究区内植被覆盖程度下降的区域明显大于植被覆盖增加的区域。

NDVI 变化趋势的空间分布图(图 5)显示,显著减少的象元主要分布在农作区,尤其是荒漠中的绿洲地区,行政上主要散落在青海省的乌兰、都兰、德令哈、贵南、玛多等县市,在西藏自治区的当雄县也有分布;轻微减少的地区主要在荒漠草原,高寒草原中分布,如青海的柴达木盆地、共和盆地、可可西里自然保护区以及长江源头区;显著增加的地区主要分布在青海的湟水谷地、柴达木盆地、德令哈市以及西藏的拉萨河谷地等农作区;轻微增加的部分主要分布在青海的海东、海北以及昆仑山山麓地带,在西藏的拉萨和那曲地区也有分布。整个研究区域内植被覆盖变化趋势的空间分布特点与以往的相关报道基本一致,如关于玛多县草地退化的研究<sup>[15]</sup>;江河源区草地退化研究<sup>[16,17]</sup>;那曲地区草地退化研究<sup>[18]</sup>;以及柴达木盆地的草地退化研究<sup>[19-21]</sup>。

从海拔高度来看,覆盖变化趋势显著增加或显著减少的象元都分布在地势比较低的河谷和盆地,如拉萨河谷地,黄河谷地、湟水谷地以及柴达木盆地,这里人类活动比较频繁,农业相对比较发达。而在海拔较高的羌塘高原、可可西里地区覆盖变化趋势处于轻微变化或不变,这些地区大都属于以牧为主的地区或者无人区。

### 4 讨论

基于像元水平的植被峰值的变化趋势时空分析表明,研究时段内,青藏公路与铁路沿途区域内植被覆盖变化总体趋于稳定,

变化程度呈减少的区域高于呈增加的区域,增减幅度在空间上存在明显的区域分异。造成植被覆盖变化的原因除了人为因素外还有自然因素,区域不同主导因素也不相同。根据吴绍洪(2005)对青藏高原气候变化趋势分析以及其他研究成果的比较,发现农作区内的植被覆盖变化一方面与人类活动、土地利用政策有关<sup>[17-21,23]</sup>,另一方面与高原气候变化有关;例如,拉萨河谷地和湟水谷地,1981 年以来一直处于温度升高和降水增加的趋势<sup>[22]</sup>,温湿条件的改善,有利于植被生长;同时,由于人类生产力水平提高以及环保意识增强,促使这些地区植被普遍变好。在柴达木盆地虽然有些地区气候条件有所改善,但

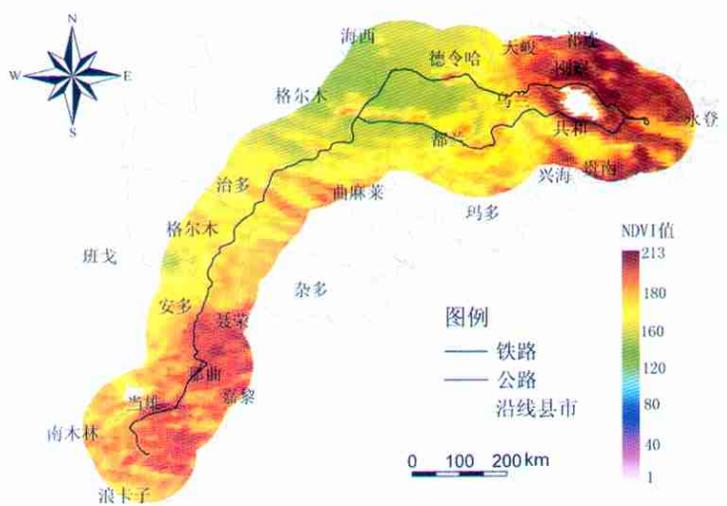


图 4 1981 年~2001 年青藏公路与铁路沿线最大 NDVI 均值的空间分布  
Fig. 4 Spatial distribution of the yearly maximum average NDVI along Qingzang highway and railway from 1981 to 2001

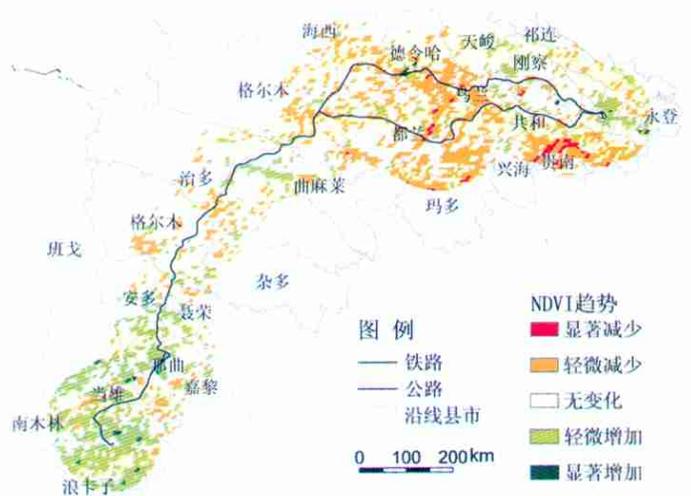


图 5 1981 年~2001 年青藏公路与铁路沿线 NDVI 变化量分布  
Fig. 5 Distribution of change about NDVI along the Qingzang highway and railway from 1981 to 2001

由于人类过度利用内流河上游的水资源致使下游得不到充足的水资源,而且出现地表旱化、裸露,组成物质比较粗,不易涵养水分,造成一些天然植被萎缩;加上农作区内一些农田由于管理不当、使用过度造成的撂荒,致使植被覆盖普遍下降<sup>[19-21]</sup>;而在黄河谷地,如贵南地区,1981年以来一直处于温度升高,降水减少的干旱化趋势<sup>[22]</sup>,同时由于以前土地政策的失误导致大量土地撂荒<sup>[24]</sup>,造成这一区域植被覆盖显著降低。

高寒草原和高寒荒漠区的植被覆盖程度增减幅度较小,该区域内人类活动较少,其变化可能更多地体现了自然条件的改变。在研究区内,高寒草原、高寒荒漠植被覆盖程度增加和降低的区域分异明显,在可可西里北侧靠近昆仑山部分地区,降水增加温度升高,属于气候改善区,表现为植被覆盖程度增加;而在其南侧靠近唐古拉山北麓的长江源地区,降水减少温度升高,属于干燥区<sup>[22]</sup>,再加上一定的过牧<sup>[16]</sup>,造成植被覆盖程度下降,而植被的退化具有促进气候更加干燥的反馈作用,从而导致恶性循环,致使土地退化面积进一步加大,最终的结果有可能造成长江源头河水流量不断减少,甚至可能出现断流的危险,可能步入黄河源头的后尘<sup>[16]</sup>。唐古拉山南边的安多、那曲、当雄等地高寒草甸地区,属于气候改善区<sup>[22]</sup>,植被覆盖程度普遍升高。

致谢:在相关问题的讨论中,北京大学李双成博士和中国科学院地理科学与资源所朱会义博士提出了宝贵建议,特此感谢。

#### 参考文献 (References):

- [1] 牛亚菲. 青藏高原生态环境问题研究[J]. 地理科学进展, 1999, 18(2): 164~171. [NIU Ya-fe. The study of environment in the Plateau of Qinghai-Tibet[J]. *Progress in Geography*, 1999, 18(2): 164~171.]
- [2] 张镜铨, 阎建忠, 刘林山, 等. 青藏公路对区域土地利用和景观格局的影响[J]. 地理学报, 2002, 57(3): 253~271. [ZHANG Yi-li, YAN Jian-zhong, LIU Lin-shan, et al. Land use and Landscape pattern change along Qinghai-Xizang Road[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 57(3): 253~271.]
- [3] 李明森. 青藏高原环境保护对策[J]. 资源科学, 2000, 22(4): 78~82. [Li Ming-sen. Counter measures for environmental protection in the Qinghai-Tibet plateau[J]. *Resources Science*, 2000, 22(4): 78~82.]
- [4] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20世纪90年代中国土地利用时空特征及其变化分析[J]. 地理研究, 2003, (2): 1~12. [LIU Ji-yuan, ZHANG Zeng-xiang, ZHUANG Da-fang, et al. Spatial-temporal dynamic changes of land use and changes of China in the 1990s[J]. *Geographical Research*, 2003, (2): 1~12.]
- [5] 马明国, 角媛梅, 程国栋, 等. 利用 NOAA-CHAIN 监测近 10a 中国西北土地覆盖的变化[J]. 冰川冻土, 2002, 24(1): 69~71. [MA Ming-guo, JIAO Yuan-mei, CHENG Guo-dong, et al. Change in land coverage in Northwest China during the past decade monitored by NOAA CHAIN[J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2002, 24(1): 69~71.]
- [6] 师庆东, 陈利军, 潘晓玲, 等. 利用 20 年遥感影像分析西部干旱区植被演变特征[J]. 资源科学, 2003, 25(5): 85~88. [SHI Qing-dong, CHEN Li-jun, PAN Xiao-ling, et al. Characteristics of vegetation evolution in arid land of Western China 1982 to 2000[J]. *Resources Science*, 2003, 25(5): 85~88.]
- [7] 吴青柏, 李新, 李文君. 全球气候变化下青藏公路沿线冻土变化响应模型的研究[J]. 冰川冻土, 2001, 23(1): 1~5. [WU Qing-bai, LI Xin, LI Wen-jun. Computer simulation and mapping of the regional distribution of permafrost along the Qinghai-Xizang Highway[J]. *Journal of Glaciology Geocryology*, 2001, 23(1): 1~5.]
- [8] 陈辉, 李双成, 郑度. 青藏公路铁路沿线生态系统特征及道路修建对其影响[J]. 山地学报, 2003, 21(5): 559~567. [CHEN Hui, LI Shuang-cheng, ZHENG Du. Features of ecosystems alongside Qinghai-Xizang highway and railway and the impacts of road construction on them[J]. *Journal of Mountain Science*, 2003, 21(5): 559~567.]
- [9] 阎建忠, 张镜铨, 刘林山, 等. 高原交通干线对区域土地利用和景观格局的影响——以兰州至格尔木段为例[J]. 地理学报, 2003, 58(1): 1~12. [YAN Jian-zhong, ZHANG, Yi-li, LIU Lin-shan, et al. Main effect of plateau traffic on land use and landscape pattern change: from Lanzhou to Golmud[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(1): 1~12.]
- [10] 赵济主编. 中国自然地理[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998. [ZHAO Ji. Natural Geography of China [M]. Beijing: High Education Press, 1998.]
- [11] Antonio Di Gregori, Nairobi, Kenya, et al. Land Cover Classification System[R]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2000.
- [12] 孙红雨, 王长耀, 牛铮, 等. 中国地表植被覆盖变化及其与气候因子关系[J]. 遥感学报, 1998, 2(3): 205~210. [SUN Hong-yu, WANG Chang-yao, NIU Zheng, et al. Analysis of the vegetation cover change and the relationship between NDVI and environmental factors by using NOAA time series data[J]. *Journal of Remote Sensing*, 1998, 2(3): 205~210.]
- [13] 刘玉洁, 杨忠东. MODIS 遥感数据的原理及算法[M]. 北京: 科学出版社, 2001. 229~301. [LIU Yu-jie, YANG Zhong-dong. Treatment Principle and Arithmetic of MODIS Remote Sensing Information[M]. Beijing: Science Press, 2001. 229~301.]
- [14] Micael C. Runnström. Is Northern China winning the battle against desertification? - Satellite remote sensing as a tool to study biomass trends on the Ordos Plateau in Semiarid China[J]. *AMBIO*, 2000, 29(8): 468~476.

- [15] 摆万奇,张锦锂,谢高地,等. 黄河源区玛多县草地退化成因分析[J]. 应用生态学报,2002,13(7):823~826. [BAI Wan-qi, ZHANG Yi-li, XIE Gao-di, et al. Analysis of formation causes of grassland degradation in Maduo County in the source region of Yellow River[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*,2002,13(7):823~826.]
- [16] 严作良,周华坤,刘伟,等. 江河源区草地退化状况及成因[J]. 中国草地,2003,25(1):73~78. [YAN Zu-liang,ZHOU Hua-kun, LIU Wei, et al. Preliminary discuss on grassland degradation in the source region of Yangtze and Yello River[J]. *Grassland of China*, 2003,25(1):73~78.]
- [17] 郑度,姚檀栋,等. 青藏高原隆升与环境效应[M]. 北京:科学出版社,2004. [ZHENG Du, YAO Tan-dong, et al. Uplifting Tibetan Plateau With Its Environmental Effects[M]. Beijing: Science Press, 2004.]
- [18] 周麟. 那曲地区草地退化过程及原因剖析[J]. 山地研究, 1998,16(3):239~243. [ZHOU Lin. Process and reasons of rangeland degeneration in Naqu prefecture of Tibet autonomous region [J]. *Mountain Research*,1998,16(3):239~243.]
- [19] 魏生柱,乌兰英,海花. 德令哈草地退化现状及防治[J]. 青海草业,2003,12(2):33~36. [WEI Sheng-zhu, WU Lan-hua, HAI-hua. Thoughts on the survey for pastureland relocation in Goluo prefecture[J]. *Qinghai Prataculture*,2003,12(2):33~36.]
- [20] 周立,胡令浩,等. 柴达木盆地开发与可持续发展[M]. 西宁: 青海人民出版社,2003. 133~143. [ZHOU-li, HU Ling-hao, et al. The exploitation and sustainable development of Chaidamu Basin[M]. Xining: Qinghai Press,2003. 133~143]
- [21] 安部加. 格尔木市草地退化原因及治理[J]. 青海草业,2003, 12(2):26~28. [AN Bu-jia. The cause and control measure for pastureland degradation in Ceremu city[J]. *Qinghai Prataculture*, 2003, 12(2):26~28.]
- [22] 吴绍洪,尹云鹤,郑度,等. 青藏高原近 30 年气候变化趋势[J]. 地理学报,2005,60(1):1~11. [WU Shao-hong, YIN Yun-he, ZHENG Du, et al. Climate changes in the Tibetan Plateau during the Last Three Decades[J]. *Acta Geographica Sinica*,2005,60(1):1~11.]
- [23] 李森,董光荣,董玉祥,等. 西藏“一江两河”中部流域地区土地沙漠化防治目标、对策与治沙工程布局[J]. 中国沙漠,1994, 14(2):56~63. [LI Sen, DONG Guang-rong, DONG Yu-xiang, et al. Desertification control objective, measures and engineering layout in the central “One-River- Two- Tributaries” basin in Tibet [J]. *Journal of Desert Research*, 1994,14(2):56~63.]
- [24] 苏大学. 天然草原在防治黄河上中游流域水土流失与土地荒漠化中得作用与地位[J]. 草地学报,2000,8(2):78~81. [SU Da-xue. The effects and position of natural grassland on controlling soil erosion and desertification in watershed of the middle and upper research of Yellow River[J]. *Acta Agrestia Sinica*, 2000,8(2):78~81.]

## Vegetation Change along the Qinghai Xizang Highway and Railway from 1981 to 2001

DING Ming-jun<sup>1,2,3</sup>, SHEN Zhen-xi<sup>2</sup>, ZHANG Yi-li<sup>2</sup>, LIU Lin-shan<sup>2,3</sup>, ZHANG Wei<sup>2,3</sup>, WANG Zhao-feng<sup>2,3</sup>, BAI Wan-qi<sup>2</sup>  
 (1. Northwest Plateau Institute of Biology, CAS, Xining 810008, China;  
 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;  
 3. Graduate School of the Chinese Academy of Science, CAS, Beijing 100039, China)

**Abstract:** In this article, spatial distribution and dynamic change of vegetation cover along Qinghai-Tibet highway and railway were studied using NOAA AVHRR-NDVI monthly data from 1981 to 2001. By analyzing the data, we found that the NDVI value in July, August and September are rather higher among a year, and obtained a linear trend by calculating NDVI of each pixel which was computed through average value of NDVI in July, August and September. The map showed the spatial and relative changes of NDVI in each pixel by means of GIS. The results are as follows: 1) Vegetation cover of the research area by NDVI tends to be high at the two ends of the area and low in the middle, and agriculture area > alpine meadow > alpine grassland > desert grassland; 2) In the research area, the area of high increase, slight increase, no change, slight decrease and high decrease are 0.29%, 14.86%, 67.61%, 16.7% and 0.57% of the whole region. The increase and high decrease of vegetation cover pixels distribute in the agriculture and alpine meadow, light decrease pixels distribute in the alpine grassland and desert grassland; 3) In the area where human being live, the trend of change is obvious, such as the valleys of Lasha river and Huangshui river and area along the Yellow river; on the high altitude area with fewer people living in, the trend of change is relatively low, like the area of Kekexili; 4) Human being's behaviors is a key factor followed by the climate changes affecting vegetation coverage.

**Key words:** Qinghai-Xizang highway; Qinghai-Xizang railway; Vegetation cover change; NDVI