

公路绿化带植物群落特征与土壤理化特性^{*}

郑海峰¹, 管东生¹, 梁爱珍², 刘巧玲¹

(1. 中山大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510275)

2. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012)

摘 要: 应用野外调查与室内分析方法, 分析比较了新建公路绿化带 (< 1 a)、旧建公路 (15 a) 绿化带以及研究区内针叶林和两类不同年龄常绿阔叶林的植物群落结构、生物多样性和土壤理化性质。结果表明, 新路绿化带植物群落的群落结构最简单, 旧路绿化带植物群落次之; 与常绿阔叶林群落相比, 公路绿化带植物群落的生物多样性较低, 尤其是木本植物的物种多样性降低明显。新、旧公路绿化带土壤受扰动严重, 土壤容重较大, 粗砂粒含量偏高, 粘粒含量偏低, 新路尤为突出; 新、旧公路绿化带植物群落土壤有机质含量和土壤速效养分含量相对其他三种植物群落偏低, 新路绿化带相差较大, 旧路绿化带相对新路绿化带稍有恢复。

关键词: 公路; 公路绿化带; 植物群落; 生物多样性; 土壤性质

中图分类号: Q149 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2006) 02-0114-05

公路逐渐成为自然界中一种重要的土地利用形式。公路建设主要的生态影响表现为^[1]: 生境损失、生态干扰、阻碍作用、廊道作用、公路致死和景观破碎化等。从 20 世纪 70 年代开始, 许多学者对公路的生态影响进行了深入的研究^[3-9], 如公路对动物生态行为的影响、公路致死分析、公路对区域景观过程和格局动态变化的影响以及减缓公路生态影响的措施等^[2-9]。本文主要分析了公路建设后, 公路绿化带植被与土壤的特性。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于广东省江门市新会区 (22° N 113° E)。研究区热量充足, 多年平均降雨量为 1784.6 mm, 区域土壤类型主要为低山山地赤红壤, 围田区高地潮沙土和低地水稻土。本研究野外群落调查对象为区域内新、旧公路绿化带, 公路附近的马尾松林和常绿阔叶林。

1.2 主要群落类型

新公路 (< 1 a) 绿化带宽约为 8 ~ 10 m, 现有植物群落为人工种植的白千层群落, 群落结构不完整, 无草本层, 整个群落只有 3 种物种: 白千层 *Melaleuca leucadendra*, 木棉 *Bombax ceiba* 和大红花 *Hibiscus rosa-sinensis* 其中白千层个体数占乔木层

总个体数的 78.13%; 由于在施工过程中土壤受到碾压、深挖、踩踏等活动, 土壤理化性质极差。

旧公路 (15 a) 绿化带宽约为 10 ~ 15 m, 现有植物群落为尾叶桉群落, 该群落具有完整的乔木层、灌木层和草本层, 但群落结构比较简单, 群落主要物种有: 尾叶桉 *Eucalyptus urophylla*, 高山榕 *Ficus altissima*, 木棉、大红花、黄花蟛蜞菊 *Wedelia chinensis*, 龟背竹 *Monstera deliciosa* 和水鬼蕉 *Hydrocallis littoralis* 其中尾叶桉个体数占乔木层个体总数的 81.82%; 在长期的植被作用下, 绿化带的土壤质量有所改善。

马尾松群落林木生长年龄约为 12 ~ 16 a, 群落发育较好, 乔木层有马尾松 *Pinus massoniana* 和木荷 *Schima superba*, 其中马尾松个体数占总个体数的 88.23%, 灌木层物种较多, 主要有山麻杆 *Alchornea tiliacifolia*, 梅叶冬青 *Ilex asprella*, 春花 *Raphiolepis indica* 等, 草本层有芒萁 *Dicranopteris dichotoma* 和扭黄茅 *Heteropogon contortus*, 盖度较大。

常绿阔叶林分别为 40 a 生的木荷群落和 20 a 生的朴树群落。木荷群落结构完整, 群落较高, 盖度大, 乔木层除木荷外, 还有野漆树 *Toxicodendron succedaneum*, 樟树 *Cinnamomum camphora*, 山乌桕 *Sapium discolor*, 黄牛木 *Cratogeomys cochinchinensis* 和

* 收稿日期: 2005-02-21

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目 (021740); “985 工程” GIS 与遥感的地质应用科技创新平台资助项目 (105203200400006)

作者简介: 郑海峰 (1979 年生), 男, 硕士; 通讯联系人: 管东生; E-mail: eesds@mail.sysu.edu.cn

逼迫子 *Bridelia monoica*等，其中木荷的生物量约占乔木总生物量的 62.29%，灌木层物种丰富，草本层物种相对较少。经长期自然发育，土壤质量较好。朴树群落乔木层主要有朴树、潺槁树 *Litsea glutinosa*、樟树、山乌桕、黄牛木、山黄麻 *Trena orientalis* 朴树的生物量约占乔木层总生物量的 64.58%，该群落灌木层物种较多，草本层只有 4 种物种，且盖度较小；植物群落的土壤肥力较高。

1.3 植物群落调查与分析

乔木层样方调查面积设置为 400 m²，其中公路绿化带调查设置的样方为 8 m×50 m 其他群落调查设置的样方为 20 m×20 m 灌木层样方均为 5 m×5 m 草本层样方均为 1 m×1 m 乔木层调查记录物种名称、个体数量、高度和冠幅；灌木层和草本层则记录物种名称、个体数量、高度和盖度。

本研究生物多样性测度指数^[6-7]选择物种丰富度指数 SOM 优势度 Simpson 指数、多样性 Shannon-Wiener 指数和物种均匀度 Pielou 指数，其公式为：

物种丰富度指数： $S_o = S/N$
多样性指数（Shannon-Wiener 指数）： $H' = -\sum P_i \ln P_i$ ，（ $P_i = N_i/N$ ）
优势度指数（Simpson 指数）： $D = 1/\sum P_i^2$
均匀度指数（Pielou 指数）： $J_{sw} = (-\sum P_i \ln P_i) / \ln S$

式中，N 为所有物种个体数之和，N_i 为群落中第 i 个物种的个体数，S 为物种数目，P_i 为第 i 个物种个体数占总个体数比率。

1.4 土样采集与分析

采用混合取样法（每个土样由 X 形 5 个样点混合）。每个样点采样深度为 0~15 cm、15~30 cm 两个层次，用环刀测定土壤容重；将混合土样装入袋中，带回实验室，风干，以备测定土壤 pH 值、机械组成、有机质、总 N 速效 N 速效 P 和速效 K。

用吸管法进行土壤颗粒物分析；土壤 pH 值用

甘汞复合电极 pH 计测定；土壤有机质含量用浓硫酸—重铬酸钾氧化，硫酸亚铁滴定法；土壤全氮用 Flash EA1112 型元素分析仪测定；土壤速效 N 用凯氏定氮分析仪测定；土壤速效 P 用盐酸—氟化氢提取，钼锑抗比色法测定；土壤速效 K 用醋酸铵提取，火焰光度计测定。

2 结果与分析

2.1 公路绿化带植物群落特征

公路建设项目（包括路面、路缘及其服务设施）占用大面积的自然生境，严重破坏了地表植被，同时也会简化植物群落结构，降低生物多样性。

2.1.1 植物群落的结构特征 由表 1 所见，各群落乔木层盖度大小次序与群落总盖度一致，其顺序为：白千层群落<尾叶桉群落<马尾松群落<朴树群落<木荷群落；各群落灌木层盖度比较接近，草本层盖度马尾松群落最大，其次是尾叶桉群落，白千层群落无草本层。新路绿化带白千层群落的植物由于刚刚栽培，其群落高度和盖度明显低于其他 4 个群落，旧路绿化带尾叶桉群落的群落结构有所恢复，接近于马尾松群落。

2.1.2 植物群落的物种多样性 由表 2 可见，在调查的 5 个植物群落中，白千层群落、尾叶桉群落和马尾松群落是人工种植的群落类型，与自然植物木荷群落和朴树群落相比，其乔木层的多样性指数偏低；在人为管理的条件下，公路绿化带白千层群落和尾叶桉群落灌木层的物种数较少，仅有一种物种，多样性指数和优势度指数均为 0 而马尾松群落在没有人工管理的条件下，其灌木层多样性相对较好，灌木层的物种丰富度指数（0.2813）甚至超过常绿阔叶林木荷群落（0.1857）和朴树群落（0.2297）。这一结果表明人工培育 and 管理的公路绿化带群落其木本植物的物种多样性很难达到在自然条件下发育群落的水平。

表 1 不同群落的高度与盖度
Tab 1 The height and coverage of different communities

群落类型	乔木层		灌木层		草本层		群落	
	盖度/(%)	高度/m	盖度/(%)	高度/m	盖度/(%)	高度/m	盖度/(%)	高度/m
木荷	23	75	1.2	35	0.25	10	23	90
朴树	18	70	1.4	30	0.60	15	15	85
马尾松	13	50	1.3	15	0.50	70	13	80
尾叶桉	16	45	1.3	25	0.40	20	16	75
白千层	6	35	0.9	20	—	—	6	45

表 2 不同群落的物种多样性

Tab 2 The species diversity of different communities

群落类型	层次	物种丰富度指数	多样性指数	均匀度指数	优势度指数
木荷	Tree	0.1539	2.1060	0.9146	0.8469
	Shrub	0.1857	2.2088	0.8612	0.8335
	Herb	0.1111	1.1989	0.8648	0.6528
朴树	Tree	0.2222	1.9875	0.9558	0.8272
	Shrub	0.2297	2.2168	0.7825	0.8294
	Herb	0.1333	1.2525	0.9035	0.6844
马尾松	Tree	0.0345	0.4012	0.5788	0.2378
	Shrub	0.2813	1.8171	0.8269	0.7441
	Herb	0.08	0.5004	0.7219	0.32
尾叶桉	Tree	0.0727	1.0953	0.7901	0.6341
	Shrub	0.0667	0	0	0
	Herb	0.1364	1.0376	0.9445	0.6240
白千层	Tree	0.0625	0.5253	0.7579	0.3418
	Shrub	0	0	0	0
	Herb	—	—	—	—

2.2 公路绿化带土壤的特性

2.2.1 公路绿化带土壤物理性质 公路建设项目沿线区域，由于受砍伐、扰动等影响，土壤物理性质发生较大变化。由表 3 可见，除白千层群落外，其他四种群落上层土壤容重均小于下层；新路白千层群落上层土壤容重为 1.706 g/cm³，大于旧路尾叶桉群落上层土壤容重 1.579 g/cm³，也大于广州市城市行道树 A 层土壤容重 1.590 g/cm³ [8]，说明

公路建设对表层土壤的压实较为明显，表现为土壤容重急剧增大。

土壤颗粒组成是土壤物理性质的重要指标，根据国际制土壤粒级划分方案，可分为土壤粗砂（2~0.2 mm）、细砂（0.2~0.02 mm）、粉粒（0.02~0.002 mm）和粘粒（<0.002 mm）4 个级别。从表 4 中可以看出，新路白千层群落粘粒含量较低，而经过恢复多年的旧路尾叶桉群落土壤粘粒含量有所增

表 3 不同群落土壤的容重与 PH 值

Tab 3 Soil bulk density and PH of different communities

项 目		木荷群落	朴树群落	马尾松群落	尾叶桉群落	白千层群落
容重/(g·cm ⁻³)	上层	0.685	1.003	1.577	1.579	1.706
	下层	1.280	1.539	1.680	1.701	1.613
PH 值	上层	3.54	3.70	3.75	4.34	6.15
	下层	3.84	3.94	4.07	4.84	4.86

表 4 不同群落土壤颗粒物比例

Tab 4 Soil particle proportion of different communities

土壤粒径/mm		2—0.2	0.2—0.02	0.02—0.002	<0.002 %
木荷群落	上层	11.303	29.815	25.926	32.956
	下层	12.098	21.322	34.355	32.225
朴树群落	上层	18.356	33.079	21.348	27.217
	下层	21.388	34.091	19.676	24.845
马尾松群落	上层	18.382	35.312	22.624	23.682
	下层	31.342	26.021	19.313	23.324
尾叶桉群落	上层	23.901	35.652	21.148	19.299
	下层	26.358	26.707	28.567	18.368
白千层群落	上层	32.960	30.191	21.213	15.636
	下层	31.588	28.685	22.989	16.738

加，但与木荷群落和朴树群落相比，其土壤粘粒含量仍然较低。这一现象说明，随着植物群落年龄的增长，土壤的质地会有所改善；受干扰严重的公路绿化带，土壤质地恢复的进程较慢。

2.2.2 公路绿化带土壤化学性质 华南红壤呈酸性，其 pH 值变化范围为 4.0~5.5^[4]。由表 3 可见，只有新路白千层群落上层土壤 pH 值大于下层，而其他四种群落均为上层土壤 pH 值小于下层；可能由于道路建筑材料水泥、沙石等影响，新路白千层群落上层土壤 pH 值高于其他群落，其值也超过红壤正常 pH 值范围；旧路尾叶桉群落土壤 pH 值基本恢复正常。

土壤有机质含量是土壤肥力的一个重要指标。表 5 显示，新路白千层群落土壤有机质含量最低，上、下层有机质含量均低于我国赤红壤有机质平均含量 2.13%^[10]，更低于鼎湖山季风常绿阔叶林 0~20 cm 土壤有机质含量 4.47%^[11]；木荷群落土壤有机质含量最高，上层为 8.369%，远高于我国赤红壤有机质平均含量；尾叶桉群落土壤上层有机质含量虽大于白千层群落，但明显低于其他 3 个植物群落，说明被公路建设扰动的土壤其有机质在短期难以恢复。

土壤速效形态的 N、P 和 K 对土壤的肥力起着决定性的作用。表 5 显示，木荷群落的速效 N、P 和 K 含量最高，但其表层土壤速效 N 含量刚接近鼎湖山季风常绿阔叶林 0~20 cm 速效 N 含量，表层速效 P 和 K 含量低于全国红壤、赤红壤速效组分的平均值 88.1 和 7.12 mg·kg⁻¹^[10]，说明研究区土壤的速效组分含量低；旧路尾叶桉群落土壤的速效养分含量高于新路白千层群落，说明植被恢复对于土壤速效组分含量提高有较大作用；白千层群落土壤表层由于受到严重的破坏，速效成分相对其他 4 个群落偏低。

土壤 C:N 比值反映土壤有机质矿质化和腐殖化的进程，随着动植物残体向动植物残体半分解状态、土壤腐殖质的转化，有机质 C:N 比值逐渐减小^[12]。从表 5 可知，所研究 5 种植物群落上层土壤 C:N 比值均大于下层；各群落土壤 C:N 比值大小顺序为：白千层群落<尾叶桉群落<马尾松群落<朴树群落<木荷群落；公路建设铲除了原有表层土壤，有机质严重受损，大量有机碳流失，致使现有公路绿化带土壤 C:N 比值偏小；由于植被重建，有机碳蓄积，旧路绿化带尾叶桉群落土壤有机质 C:N 比值高于新路绿化带白千层群落。

表 5 不同群落土壤的化学性质
Tab. 5 Soil chemical properties of different communities

群落类型	C:N		有机质		速效 N		速效 P		速效 K	
			(%)				(mg·kg ⁻¹)			
	上层	下层	上层	下层	上层	下层	上层	下层	上层	下层
木荷	14.087	10.611	8.369	2.169	257.04	80.64	3.209	3.166	47.08	29.99
朴树	19.697	15.086	4.985	1.266	104.16	40.36	1.88	1.46	28.90	15.94
马尾松	15.300	9.314	2.615	0.469	95.76	41.16	2.833	2.097	29.21	25.27
尾叶桉	9.878	7.153	0.799	0.414	89.88	26.68	1.507	1.396	26.43	22.37
白千层	7.452	2.606	0.372	0.234	56.28	22.68	0.905	0.856	24.91	21.84

3 结 论

公路的生态影响日益严重，导致大面积自然环境质量下降。本文选择两条不同年份公路的绿化带作为研究的切入点，分析了公路绿化带植物群落特征与土壤特性，主要结论有：

- (1) 人工种植的新、旧公路绿化带，植物群落结构简单。新路绿化带无草本层，群落的高度和盖度都较小，旧路绿化带虽具有完整的乔木层、灌木层和草本层，但其群落高度和盖度与研究区内生长良好的木荷群落仍有较大差距。
- (2) 公路绿化带群落的物种多样性偏低，尤其是灌木层，两个群落都仅有一种物种，其多样性指数均为 0。新路绿化带白千层群落乔木层的物种

丰富度指数、多样性指数和优势度指数仅约为木荷群落的 20—40%；旧路绿化带尾叶桉群落乔木层的物种多样性相对新路绿化带有所提高，但与木荷群落、朴树群落和马尾松群落相比，物种多样性仍然较低。

- (3) 新、旧公路绿化带土壤与研究区内的其他三种植物群落土壤相比，土壤质量较低。新路绿化带表层土壤受压实严重，土壤物理性质极差，同时，表层肥力较高的土壤基本完全被铲除，上层土壤有机质含量不及木荷群落的 10%，上层土壤速效 N 含量也低于木荷群落土壤的 25%；旧路绿化带土壤经过长期恢复（包括自然作用与人工作用），土壤质量相对新路绿化带有显著的提高，尤其是上层土壤质量提高明显，其中，土壤有机质含

量增加了一倍之多。

探讨公路建设引起的生态影响对于区域生态环境建设具有重要意义。目前, 国内对公路生态影响的研究尚处于起步阶段, 公路生态影响的大尺度性和长时期性还没有得到深刻地理解。个别公路的研究以及公路个别特征的研究不足以反映大尺度区域公路的整体生态影响, 因此, 许多相关课题仍有待我们进一步深入研究。

参考文献:

- [1] SPELLERBERG I F Ecological Effects of Roads [J]. Biological Conservation, 2004, 116: 149—151.
- [2] KNUTSON R M Flattened Fauna: A field guide to common animals of roads, streets, and highways [J]. Berkeley, CA: Ten Speed Press, 1987: 23—56.
- [3] 郑海峰, 管东生. 公路建设的主要生态影响 [J]. 生态学杂志, 2005, 24 (12): 1520—1524.
- [4] CAITHARINUS F J, GEERT P A W. Reducing habitat fragmentation by minor rural roads through traffic calming

[J]. Landscape and Urban Planning, 2002, 58: 125—135.

- [5] 宗跃光, 周尚意, 彭萍, 等. 道路生态学研究进展 [J]. 生态学报, 2003, 23 (11): 2396—2405.
- [6] 马克平. 生物多样性的测度方法 I α 多样性的测度方法 (上) [J]. 生物多样性, 1994, 2 (3): 162—168.
- [7] 马克平. 生物多样性的测度方法 I α 多样性的测度方法 (下) [J]. 生物多样性, 1994, 2 (4): 231—239.
- [8] 管东生. 广州城市绿地土壤特征及其对树木生长的影响 [J]. 环境科学研究, 1998, 11 (4): 51—54.
- [9] 管东生. 旅游干扰对白云山土壤和植被的影响 [J]. 环境科学, 1999, 20 (4): 6—9.
- [10] 全国土壤普查办公室 [M]. 中国土壤. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [11] 刘菊秀, 周国逸, 褚国伟, 等. 鼎湖山季风常绿阔叶林土壤酸度对土壤养分的影响 [J]. 土壤学报, 2003, 40 (5): 763—767.
- [12] 庞学勇, 刘世全, 刘庆, 等. 川西亚高山人工云杉林地有机物和养分库的退化与调控 [J]. 土壤学报, 2004, 41 (1): 126—133.

Characteristics of Plant Communities and Soil Properties of Road Green Belts

ZHENG Hai-feng, GUAN Dong-sheng, LANG Ai-zhen, LIU Qiao-ling

(1. Department of Environmental Science, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;

2. Northeast Institute of Geography and Agriculture Ecology, Chinese Academy of Science, Changchun 130012, China)

Abstract: Serious destruction of vegetation and heavy disturbance of soil were brought about by roads construction. The structure, species diversity, soil properties of forest in new road green belt (<1 year), old road green belt (15 years), Pinus massoniana forest and evergreen broad-leaved forest are compared in this study. The results show that the approximate order of the cover degree of forest is 40 years old evergreen broad-leaved forest > 20 years old evergreen broad-leaved forest > Pinus massoniana forest > forest in old road green belt > forest in new road green belt. Compared with evergreen broad-leaved forests, species diversity of forest in road green belts is low. This is especially true for woody plants. The soil of new and old road green belts is seriously disturbed. Their soil bulk densities and coarse sand content are high, soil clay content, organic matter, available N, P and K are low compared with the other three forest communities. The differences are especially obvious in soil between new road green belt and evergreen broad-leaved forest.

Key words: roads, roads green belts, plant community, biodiversity, soil properties