

# 抚顺市环城林整体环境效益分析\*

谢 维 杜 华 王振新

(抚顺市环境保护监测站, 抚顺 113006)

李承海 阎明山

(抚顺市林业科学研究所, 抚顺 113008)

**摘要** 在抚顺市环城林带3个不同功能区,进行连续5天每天3次采样,对环城林净化、滞尘、杀菌和减噪的整体环境效应进行了系统的监测分析。结果表明,林带区内与林区外大气均值浓度相比,SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、TSP分别降低了13.3%、16.0%和42.7%。不同地区刺槐(*Robinia pseudoacacia* L.)叶片吸硫量排序为:市区>林区外>林区内;空气中主要污染菌种为细菌,占88.4%;环城林对1~4 kHz频段噪声的减噪效果最大,减噪效应取决于声源距离和树种。树种减噪效应排序为:油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)>落叶松[*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.]>刺槐。

**关键词** 环城林;环境效应;监测

**Research on integrated environmental efficiency from urban-circulating forest in Fushun City** Xie Wei, Du Hua, Wang Zhen-Xin (Fushun Environmental Protection Monitoring Station, Fushun 113006), Li Cheng-Hai, Yan Ming-Shan (Fushun Institute of Forestry, Fushun 113008), *J. Plant Resour. & Environ.* 1998, 7(2): 42~47

The integrated environmental efficiencies of purification, stagnant dust, kill airborne microbe and reducing noise exerted by urban-circulating forest were systematically monitored and analysed by installing monitoring spots and continually sampling for 5 days (3 times a day) in 3 function districts in Fushun City. The results showed that the average concentrations of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, TSP inside forestbelt were reduced 13.3%, 16.0% and 43.2% respectively in comparison with that outside forest belt. The sulphur content in *Robinia pseudoacacia* L. leaves at different districts was in following order: urban>forest outside>forest inside. The bacteria in air was main one in polluted microbe variety with a composing of 88.4%. There was a substantial effect of killing airborne microbe in urban-circulating forest. The most noise reduction effect from urban-circulating forest was within 1~4 kHz frequencies, varying on distance from forest belt, also on tree species, that is, *Pinus tabulaeformis* Carr. > *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. > *Robinia pseudoacacia* L.

**Key words** urban-circulating forest; environmental efficiency; monitoring

## 1 引 言

环城森林是城市生态的建设者,其群体稳定,生物量高,不但绿化、美化了现代化城市,增

\* 抚顺市政府科研基金资助课题

谢 维,女,1951年12月生,大学,生态室主任,高级工程师,一直从事植物污染生态、城市生态学方面的监测和科研工作。

收稿日期 1997-12-15

加了动植物多样性,而且还具有改善环境的多种功能和作用。以往的研究多偏重于城市绿地建设及林带在调节气候、涵养水源、防风固沙等方面的作用<sup>[1-3]</sup>。对城市森林群体在城市环境变化中的作用和地位的研究目前仍处于探索阶段。受抚顺市政府委托,作者等对抚顺市环城森林吸收有害气体、杀菌、减噪、滞尘的环境效益进行监测研究,旨在对环城森林的整体环境效应进行科学的、定性和定量的综合评价。为城市规划及生态建设的决策提供科学依据。

## 2 抚顺市环城林概况与研究方法

### 2.1 环城森林概况

抚顺市位于辽宁省东部,三面环山,市区面积  $657 \text{ km}^2$ ,市区人口 123 万人。是一个以能源、动力、原材料工业为主的综合性重工业城市,全市每年排放粉尘、二氧化硫、氟化物等污染物总量达  $37.8 \times 10^4 \text{ t}$ 。抚顺市环城森林包围市区,新植林与既有林总面积达  $3 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。在市区迎城面荒山、近郊周围山地和进入市区的主要河流、道路两旁,形成一条周长 145 km,宽 1.5~15.8 km 的绿色环带,如此规模和配置的环城绿化带,在我国也不多见。

林带结构划分为内、中、外三圈。内圈包括已绿化的荒山和可绿化的矸子山,为风景林区;中圈包括城区、抚顺县部分乡(镇)和高湾林场以及矿区山林,为环境保护林区;外圈包括城市中、远郊区的山林,为城市生态保护林区。造林树种主要为:刺槐(*Robinia pseudoacacia* L.)、落叶松 [*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.]、油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)、紫穗槐(*Amorpha fruticosa* L.)、沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.)以及果树、花灌木等。

### 2.2 研究方法

2.2.1 研究区域和监测点的确定 根据本区的气候条件和主导风向在环城林选取英石沟、老虎台矿、阿金沟三区作为环城林带监测区域,以大伙房水库边的萨尔浒区作为清洁对照区。为便于比较分析,每个区域在距离为 20 倍树高处同时设林内和林外空旷地 2 个监测点,市内也同时布点(见图 1)。在各监测点同步进行环城林净化、滞尘、杀菌和减噪作用的对比测定。

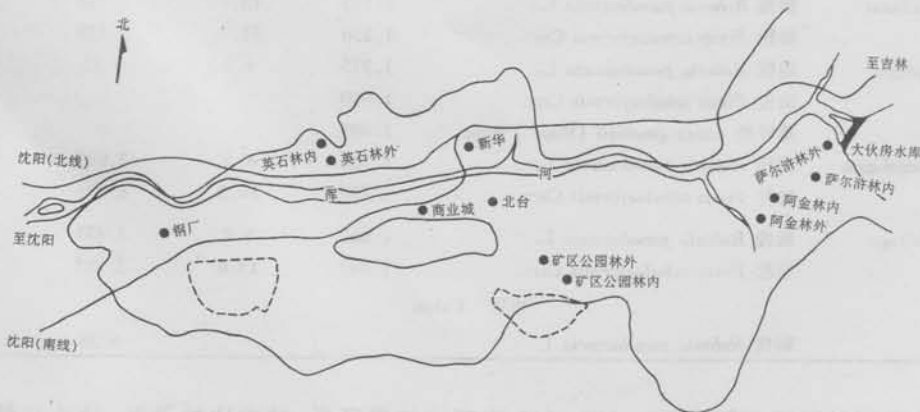


图 1 采样点位置分布示意图

Fig 1 The position distribution of sampling spots

2.2.2 材料与amp;方法 以8~12年生的刺槐、油松和落叶松作为监测的代表树种(3 000~4 000株/hm<sup>2</sup>),其株高和胸径刺槐分别为6.4~10.0 m和6.8~12.0 cm;油松分别为3.0~4.0 m和4.6~6.0 cm;落叶松为10~12 m和9~11 cm。监测时间为7~9月生长旺期。每天采样3次,连续5天,按《大气污染生物监测方法》<sup>[4]</sup>和《环境监测技术规范》<sup>[5]</sup>提供的方法进行树木净化、滞尘、杀菌和减噪作用各项监测。

### 3 结果与分析

#### 3.1 环城林的净化效应

空气中通常存在的SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、HF等有害气体,在浓度较低时可以被树木叶片同化吸收<sup>[6,7]</sup>。环城林通过其群体的吸收作用,吸滞和累积相当数量的大气污染物,从而产生了明显的净化环境效应(见表1和表2)。

从表1可见,叶片中硫和氟的含量以市区最高,清洁对照区最低,在林带区则林外高于林内。同一树种因采样地区不同,叶片中硫、氟含量变幅也很大,刺槐叶片硫和氟含量在对照区内仅分别为0.275 g/kg和3.9 mg/kg,在市区则分别上升到6.28 g/kg和78.1 mg/kg。这表明树木叶片有相当大的吸收有害气体的能力。

表1 环城林带树木叶片中硫和氟的含量  
Tab 1 The content of sulphur and fluorine in leaves of tree in urban-circulating forest belt

采样点 Sampling spot	树种 Tree species	林内 Forest inside		林外 Forest outside	
		全硫 Sulphur (g/kg)	氟 Fluorine (mg/kg)	全硫 Sulphur (g/kg)	氟 Fluorine (mg/kg)
清洁区 Clean area (CK)					
萨尔浒 Saerhu	刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	0.275	3.9	0.462	4.4
	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.	0.301	2.2	0.463	1.1
	落叶松 <i>Larix gmelinii</i> (Rupr.) Rupr.	0.380			
环城林带区 Urban-circulating forest belt					
老虎台 Laohutai	刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	2.125	13.7	2.738	16.0
	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.	1.250	11.7	2.438	10.6
阿金沟 Ajingou	刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	1.375	4.9	3.75	13.3
	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.	1.000			
	落叶松 <i>Larix gmelinii</i> (Rupr.) Rupr.	1.405			
英石沟 Yingshigou	刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	1.500	8.5	3.937	36.2
	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.	1.190	14.2	1.776	16.5
平均值 Average	刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	1.667	9.0	3.475	21.8
	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.	1.147	13.0	2.107	13.6
市区 Urban					
	刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i> L.			6.28	78.1

表2表明对照区空气中SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、HF浓度比林带区低,林内比林外低,林外又低于市区各点。其中林带区SO<sub>2</sub>均值林内比林外低0.002 mg/m<sup>3</sup>,降低了13.3%,林内比市区低0.012 mg/m<sup>3</sup>,降低了48.0%。NO<sub>x</sub>均值林内比林外低0.004 mg/m<sup>3</sup>,降低了16.0%,林内比市区低

0.044 mg/m<sup>3</sup>, 降低了 67.7%。氟化物属特异性污染物, 林带内外含量都很低, 市区较高为 0.008 mg/m<sup>3</sup>, 以上数据表明环城林对空气有明显的净化作用。

表 2 不同区域林带内外 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、HF 和总悬浮微粒(TSP)的 5 日均值(mg/m<sup>3</sup>)

Tab 2 The average values per 5 days of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HF and TSP inside and outside of forest belt at different districts

大气污染物 Air pollutant	对照区 Control (CK)		环城林带区 Urban-circulating forest belt								市区 Urban
	萨尔浒 Saerhu		阿金沟 Ajingou		英石沟 Yingshigou		老虎台 Laohutai		平均值 Average		
	林外 Outside	林内 Inside	林外 Outside	林内 Inside	林外 Outside	林内 Inside	林外 Outside	林内 Inside	林外 Outside	林内 Inside	
SO <sub>2</sub>	0.006	0.007	0.016	0.011	0.016	0.013	0.014	0.015	0.015	0.013	0.025
NO <sub>x</sub>	0.010	0.010	0.029	0.030	0.036	0.024	0.011	0.010	0.025	0.021	0.065
HF	0.0004	0.0004	-	-	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.00045	0.00035	0.008
TSP	0.077	0.073	0.125	0.088	0.324	0.132	0.106	0.098	0.185	0.106	0.330

### 3.2 环城林的滞尘效应

各区大气中的 TSP 含量和叶片的滞尘量, 见表 2 和表 3。可以看出, 林内 TSP 含量显著低于林外, 其中林带区林内含量比林外低 0.079 mg/m<sup>3</sup>, 降低了 42.7%。即使在清洁区林内也比林外含量低 0.004 mg/m<sup>3</sup>, 降低了 5.19%。从表 3 可见, 10 年生刺槐每公顷叶面平均每周可滞尘 128.63 kg, 其中市内新钢点滞尘量高达 202.24 kg, 是对照区萨尔浒点的 2.28 倍, 可见空气中所含的尘埃等悬浮微粒(TSP)通过环城林时被阻挡、吸滞, 沉积在叶片上, 从而使空气得到净化。树木的这种滤尘、滞尘效果在污染较重的市区尤为显著。

表 3 10 年生刺槐叶片的滞尘量

Tab 3 The stagnant dust content (SDC) on leaves of ten-year-old *Robinia pseudoacacia* L.

地点 Spot	大气降尘量(t/km <sup>2</sup> /M) Air dust fall	每平方米叶滞尘量(g) SDC on leaves per m <sup>2</sup>	每株叶面滞尘量(kg) SDC on leaves per plant	每公顷叶面滞尘量(kg) SDC on leaves per hm <sup>2</sup>
新钢 Xingang	54.0	3.33	0.1309	202.2405
新屯 Xintun	22.4	2.93	0.1160	179.2200
北台 Beitai	23.1	2.00	0.0860	124.5270
宁远 Ningyuan	34.5	1.73	0.0696	107.5320
塔峪 Tayu	-	1.60	0.0650	100.4250
前甸 Qiandian	-	1.60	0.0634	97.9530
萨尔浒 Saerhu	9.8	1.47	0.0573	88.5280
平均值 Average	28.7	2.09	0.0833	128.6323

### 3.3 环城林的杀菌作用

不同功能区不同采样点位的微生物种群数见表 4。测定结果表明:

(1) 大气存在的各类微生物中细菌是主要的污染菌种, 占总菌量的 88.4%, 其次是真菌, 占 10.9%, 放线菌最少为 0.6%。

(2) 市区各点菌类的总种群数及各菌种数均明显高于环城林区; 而在环城林区, 林外的微生物种群数也明显高于林内。如英石沟林内总菌量只有 476 CFU/m<sup>3</sup>, 而对应的英石沟林外则有 8 748 CFU/m<sup>3</sup>, 表明林木对菌类有明显的杀灭作用。

### 3.4 环城林减弱噪声的作用

3.4.1 不同功能区噪声随距离衰减情况 噪声的能量随着传播距离的增加而减少,噪声传播和传播的距离,与通过的障碍物有关<sup>[6,8]</sup>。噪声在空旷地和林带衰减变化结果见表5。

表4 不同功能区微生物种群数<sup>[9]</sup>

Tab 4 The number of microbe variety in different function districts

采样点 Sampling spot	菌类 Microbe variety (CFU/m <sup>3</sup> )			
	总菌数 Total microbe variety	细菌 Bacteria	真菌 Fungus	放线菌 Actinomycetes
市区 Urban				
新华街 Xinhua street	59 293	55 616	3 527	150
商业城 Commercial city	24 281	23 294	925	62
钢厂 Steel plant	4 489	3 934	441	115
北台 Beitai	3 989	2 578	1 235	176
市区平均 Average	23 013	21 356	1 532	126
环城林外 Urban-circulating forest outside				
萨尔浒 Saerhu	3 108	265	2 816	27
阿金沟 Ajingou	13 228	12 496	556	176
老虎台 Laohutai	5 001	3 810	1 190	0
英石沟 Yingshigou	8 748	8 158	591	0
林带外平均 Urban-circulating forest outside average	7 521	6 182	1 288	51
环城林内 Urban-circulating forest inside				
萨尔浒 Saerhu	1 259	617	642	0
阿金沟 Ajingou	2 147	1 294	766	88
老虎台 Laohutai	1 498	554	944	0
英石沟 Yingshigou	476	150	326	-0
林带内平均 Urban-circulating forest inside average	1 345	654	670	22
总平均值 Total average	10 626	9 397	1 163	66

由表5可见,在距声源25、50和75m的不同范围内,林带均有减弱噪声的作用,噪声分别衰减12、14.8和18.1dB,可见林带比空旷地具有明显的减弱噪声效果。

3.4.2 不同树种林带减弱噪声的效果 油松、落叶松和刺槐林带减弱噪声的效果见表6。

表6说明,林带由于组成树种不同,减噪效果有明显差别,油松林减噪效果最好,这是因为油松树冠比落叶松、刺槐矮而密的缘故。

表5 在不同功能区噪声随距离衰减变化

Tab 5 The attenuation change of noise with distance at different function districts

离声源距离 Distance from sound source (m)	噪声 Noise (dB)		衰减值 Attenuation value (dB)
	空旷区 Open area	林带区 Forest belt area	
25	87.1	75.1	12.0
50	80.4	65.5	14.8
75	77.9	59.8	18.1

表6 不同树种组成的林带对噪声的减弱效果

Tab 6 The attenuation change of noise caused by forest belt composed of different tree species

树种 Tree species	声级 (dB)		衰减值 Attenuation value (dB)
	空旷区 Open area	林带区 Forest belt area	
油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	87.1	71.3	15.8
落叶松 <i>Larix gmelinii</i>	87.1	74.5	12.6
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	87.1	76.6	10.5

3.4.3 林带对不同频率噪声的减弱效果 由于噪声是由不同频率构成的,通过林带后不同频



率噪声衰减情况不一样,本研究对林带进行了1/3倍频程分析,分析结果见表7。

表7 林带对不同频率噪声的减弱效果

Tab 7 The attenuation situation of noise in different frequency caused by forest belt

区域 District	1/3 倍频程中心频率 Centre frequency in frequency range of 1/3 time (Hz)									
	100	160	250	400	630	1k	1.6k	2.5k	4k	6.3k
空旷区 Open area	46.8	44.5	48.9	48.0	55.7	48.4	87.0	76.3	58.8	49.1
林带区 Forest belt area	43.7	41.4	43.6	44.7	52.7	42.3	70.1	65.4	50.2	45.4
衰减值 Attenuation value	3.1	3.1	5.3	3.3	3.0	6.1	6.9	10.9	8.4	3.9

声级单位: dB Noise unit: dB

表7表明:林带对不同频率噪声减弱效果有所不同。减噪效果比较好的频段是1~4 kHz。

## 4 结 论

(1) 抚顺市环城林环境效益显著,有害气体  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、HF 和 TSP 通过环城林时,被树木吸收、净化。分析结果表明,林内比林外空旷地大气  $\text{SO}_2$  浓度降低 13.3%,  $\text{NO}_x$  浓度降低 16.0%, 树木叶片能吸收大气中的污染物,叶片含污量随树种和地区而变化。不同地区刺槐叶片吸硫量排序:市区>林区外>林区内。

(2) 环城林树冠茂密,具有显著的滞尘效果,是城市的天然吸尘器。在林带区,林内与林外空旷地比较,TSP 降低 42.7%。

(3) 环城林树木能分泌多种有机化合物,对菌类具有较强的吸附作用和显著的杀菌作用。抚顺市区和环城林带气挟菌的分布有明显的梯度划分:市区>林区;林外>林内。

(4) 环城林可构成声波屏障,阻挡和减弱噪声的传播。且林区越宽,噪声衰减的效果就越好。环城林树种不同,减噪能力也不同,减噪效果为:油松林>落叶松林>刺槐林。环城林对于不同频率的噪声衰减作用也不一样,对高频噪声衰减比较明显。

## 参 考 文 献

- 冯宗炜,王效科. 全球和全国生态环境变化与林业的关系. 见:王如松,方精云,高林等主编. 现代生态学的热点问题研究(下). 北京:中国科学技术出版社,1996. 489~495.
- 冷平生主编. 城市植物生态学. 北京:中国建筑工业出版社,1995. 40~76.
- 朱坦,吴武汉,赵棣佳等. 天津外环线绿化带综合效益评价及调控对策研究. 中国环境科学,1994,14(3):170~176.
- 余叔文主编. 大气污染生物监测方法. 广州:中山大学出版社,1993. 1~29,137~146.
- 国家环境保护局主编. 环境监测技术规范. 北京:中国环境科学出版社,1990. 1~39.
- 王谋,张恩光,沈海亮. 农田林网环境效益监测研究. 生态学杂志,1992,11(4):31~35.
- 栗德水,王开曦,王效科. 铜川市绿色空间分布特征及其在生态系统中的作用. 见:中国生态学会主编. 生态学研究进展. 北京:中国科学技术出版社,1991. 26~27.
- 江苏省植物研究所主编. 城市绿化与环境保护. 北京:中国建筑工业出版社,1977. 59~121.
- 李承海,沈玉兰. 抚顺市区及环城林带气挟菌分布研究. 辽宁大学学报,1995,22(3):83~88.

(责任编辑:许定发)