

徐连过渡带低山丘陵森林植被次生演替模式与生态恢复重建策略

阎传海, 徐科峰

(青岛理工大学建筑学院, 山东 青岛 266033)

摘要: 徐连过渡带位于江苏省北部, 地当南北要冲, 为一典型的生态过渡带; 低山丘陵生态环境遭到严重破坏, 生态系统的恢复与重建任重道远。基于 10 个样地 $4\ 650\text{ m}^2$ 的野外调查资料, 建立了徐连过渡带低山丘陵森林植被分类系统, 包括 2 个植被型组、3 个植被型、3 个植被亚型、6 个群系组、12 个群系。根据建群种与光照强度的关系, 分析了 12 个森林植被群系间的演替关系, 构建了徐连过渡带低山丘陵森林植被次生演替模式。以次生演替模式为指导, 论述了徐连过渡带低山丘陵生态恢复重建策略。

关 键 词: 徐连过渡带; 低山丘陵; 森林植被; 次生演替模式; 生态恢复重建

中图分类号: S718.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2005)01-0094-08

退化生态系统 (degraded ecosystem) 是指在人为干扰 (人类活动) 或自然干扰 (自然灾害) 下形成的偏离自然状态的生态系统, 与原生态系统相比, 退化生态系统生物多样性较低, 结构较简单, 生产力较弱, 环境调节功能较差。退化生态系统的恢复与重建是当前生态学、地理学极为关注的焦点之一^[1-2]。

生态过渡带 (ecotone) 即相邻生态系统的交接地带, 由于其脆弱性又称为生态脆弱带。生态过渡带是边缘效应产生区, 生物多样性出现区。生态过渡带具有 5 种重要功能^[3]: (1) 栖息地 (habitat); (2) 通道 (conduit); (3) 过滤器 (filter); (4) 源 (source); (5) 汇 (sink)。由于特殊性, 生态过渡带一直受到生态学家、地理学家的关注。

徐连地区位于江苏省北部, 包括徐州、连云港两市及所辖 10 县 (市), 约当 $116^{\circ}22' \sim 119^{\circ}48'E$, $33^{\circ}43' \sim 35^{\circ}07'N$, 东西长约 300 km, 南北宽约 100 km, 土地面积 $18\ 702\text{ km}^2$ 。徐连地区地处海陆交接地带, 位于黄泛平原、海积平原、鲁中南低山丘陵的接壤区, 属于中国东部暖温带落叶阔叶林区域、亚热带常绿阔叶林区域的过渡地带, 生态环境脆弱, 为一典型的生态过渡带。

徐连过渡带地当南北要冲, 人类活动历史悠

久, 低山丘陵生态环境遭到严重破坏, 生态系统的恢复与重建任重道远。

生态系统的退化过程亦即生态系统的逆向演替过程, 植物群落演替理论是退化生态系统赖以恢复的最重要的理论依据。本文拟在多年野外工作的基础上, 分析构建徐连过渡带低山丘陵森林植被次生演替模式, 以此为指导, 对徐连过渡带低山丘陵的生态恢复重建策略进行研究。

1 群落调查方法与样地设置

采用典型样地记录法 (Relevé Method 即 Braun-Blanquet 学派样地记录法) 进行群落调查。具体调查内容包括: (1) 群落环境特征, 如海拔、坡度、坡向、母岩、土层厚薄等; (2) 群落结构特征, 分层 (主林层、林冠亚层、灌木层、草本层) 记录其高度和盖度; (3) 种的数量特征, 分层按种记录种的数量特征, 包括多盖度和聚生度。

根据徐连过渡带低山丘陵森林植被特点, 分别在徐州泉山、云龙山、安徽萧县皇藏峪、连云港云台山设置 2, 1, 3, 4 个样地, 共 10 个样地 ($4\ 650\text{ m}^2$)。各样地的基本特征、种类组成及其数量特征分别如表 1、表 2 所示。

表 1 样地基本特征

Table 1 Basic characteristics of each plot

类别	样地编号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
植被类型	侧柏林	刺槐林	黄连木 – 黄檀林	青檀林	小叶朴林	鹅耳枥林	栓皮栎林	栓皮栎林	白栎林	栓皮栎 – 红楠林
样地面 (m ²)	400	400	800	400	450	400	600	400	400	400
取样地点	泉山	泉山	皇藏峪	皇藏峪	云龙山	云台山	皇藏峪	云台山	云台山	云台山
海拔 (m)	180	120	90	150	140	180	110	200	300	150
坡度 (°)	15	30	2	24	10	35	3	20	5	20
坡向	NE	NW	SE	SE	NW	EN	NE	E	NE	SE
母岩	石灰岩	石灰岩	石灰岩	石灰岩	石灰岩	片岩 片麻岩	石灰岩	片岩 片麻岩	片岩 片麻岩	片岩 片麻岩
土层	薄	薄	较厚	薄	薄	薄	较厚	薄	较厚	薄
T ₁ : 高度 (m)	8	16	14	25	10	12	16	12	13	12
T ₁ : 盖度 (%)	65	85	90	90	70	90	85	85	85	50
T ₂ : 高度 (m)	–	–	8	12	6	–	10	–	–	–
T ₂ : 盖度 (%)	–	–	3	10	10	–	3	–	–	–
S: 高度 (m)	4	5	1.5	5	3	2	2.5	4	3	2
S: 盖度 (%)	35	30	40	15	30	70	20	50	60	40
H: 高度 (m)	0.5	0.6	0.3	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	0.8
H: 盖度 (%)	50	20	40	15	40	85	75	30	30	20

表 2 各样地种类组成及其数量特征

Table 2 Species composition and their quantitative characteristics of each plot

种类	样地										种类	样地									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
主林层 (T ₁)																					
五角枫							+				刺楸					1• 1					
臭椿					2• 2						栎树					+					
山合欢							1• 1				枫香									1• 1	
鹅耳枥						3• 3					黄连木			4• 3		+	+		1• 1		
板栗									1• 1		化香									+	
楸树				1• 2							侧柏	4• 3				1• 2					
小叶朴					3• 3						青檀				4• 3						
黄檀			3• 3						2• 2		麻栎					1• 1					
君迁子					2• 2						白栎									3• 3	
厚壳					+						短柄枹							+			
丝棉木					1• 1						栓皮栎					+	5• 3	4• 4		3• 3	
梧桐				+	2• 2						刺槐			4• 5							
林冠亚层 (T ₂)																					
鹅耳枥						3• 3					红楠										1• 1
板栗									1• 1		桑树						+				
大叶朴				1• 1							黄连木									1• 1	
朴树			+								侧柏			+		+					
黄檀			+						+		白栎									2• 2	
野柿									+		短柄枹						1• 1				
君迁子					1• 2						栓皮栎										1• 1
厚壳					+						白乳木									1• 1	
梧桐							+				糠椴										+
刺楸						1• 1					南京椴						+		+		
栎树								+													
乔木层种数																					
	1	1	4	4	8	7	7	2	8	4		1	1	4	4	8	7	7	2	8	4
灌木层 (S)																					
五角枫			+			1• 1					构树	3• 3	3• 3			1• 2					
山合欢									+		鹅耳枥						2• 2				
糙叶树						+		+			板栗									+	
臭椿	+										小叶朴					1• 2					

续表 2

乔木层种数																			
1	1	4	4	8	7	7	2	8	4	1	1	4	4	8	7	7	2	8	4
灌木层 (S)																			
朴树	+	1• 1	+			+	1• 1			黄连木	+	+			+		+		
流苏树					+				+	侧柏		+							
毛榉				+						野樱桃									+
木防己	+				+					麦李							+		
野山楂		+		+						青檀			1• 2						
柘树	+	+					1• 1			棠梨			+						
君迁子		+			+					麻栎					+	• 2			
卫矛		+				+	• 2	2• 2	+	白栎								1• 1	
丝棉木					+					短柄枹					2• 2		2• 2	+	
野鸭椿								+		栓皮枹		+	+	• 2			+	• 2	
梧桐				3• 3						猫乳	+								
白蜡树					+				2• 2	圆叶鼠李		+			+				
皂荚				+						盐肤木							+		+
扁担杆	+	1• 2	2• 2			+	2• 2			刺槐	+	+		+					
刺楸					1• 1		1• 1			蔷薇					+				
美丽胡枝子								+		山莓								+	
细梗胡枝子					+					水榆花楸					+				
女贞	+	+			+					小野珠兰								2• 2	
小叶女贞			+	1• 3			+			野茉莉								1• 1	1• 1
山胡椒							+		1• 1	郁香野茉莉								2• 2	
三桠乌药						+	• 2			白檀					+			2• 2	
郁香忍冬				+						南京椴				+				1• 1	
金银木		+								白榆					+				
枸杞					+					榔榆	+	+		+	+				
湖北海棠								+		宜昌茱萸					+				
桑树		+	• 2							牡荆			3• 3				+		
赤松								+		花椒		+							
灌木层种数																			
11	17	7	7	12	18	4	13	13	6	11	17	7	7	12	18	4	13	13	6
草本层 (S)																			
铁苋菜			+							南蛇藤									+
茶条								+		大叶朴				+		+			
五角枫			+	+		+	• 2	+		朴树			+		+	• 2	+		
牛膝				1• 2	1• 2					藜		+		+					
芹苣	+					+	+		+	细穗藜				+					
龙牙草	+									甘菊							+		
臭椿					+					野菊	+			+			+		
筋骨草				+						中华薊	+								
木通				+						北京隐子草	1• 2		2• 3			3• 3			
瓜木				+						铁线莲				+					
山合欢			+				+			太行铁线莲	+					+			
细叶韭	+									蜈蚣兰								+	• 2
光叶草葡萄			+							风轮菜	+								
马兜铃	+		+	+	+		1• 1			木防己		+		+			+		
绵毛马兜铃		1• 2	+	+			+			鸭跖草				+					
南牡蒿							+	+		小白酒草			+						
白莲蒿									+	光果田麻	+	+	• 2						
蒙古蒿							+			毛榉						+			
海边铁角蕨									+	东北延胡索					+				
三脉马兰					+	+	+	+		野山楂		+							
女苑							+			柘树						+			
华东蹄盖蕨					+					飞来鹤				+		+			
毛崖棕					3• 3					徐长卿						+			
披针苔草	+				1• 2	4• 4	2• 2	+	1• 1	鹅绒藤			+						
烟管头草	+									黄檀			+						+
鹅耳枥						+	• 2	+		圆蓼叶山蚂蝗						+			
板栗								+		波叶山蚂蝗						+			
乌荑梅	+									短叶马唐				+					

续表 2

灌木层种数																							
11	17	7	7	12	18	4	13	13	6		11	17	7	7	12	18	4	13	13	6			
草本层 (S)																							
君迁子				+							委陵菜	+											
宝铎草					+						翻白草		+			+							
山东万寿竹								+	+		委陵菜				+								
油芒						+					麦李							+					
卫矛				+	+						蕨								2•	2			
泽兰								+			青檀			+									
泽漆	+					+					有柄石韦					+				+			
野鸭椿								+			麻栎					+	•	2					
梧桐				1•	1			+			短柄枹							1•	1	+			
白蜡树									1•	1	栓皮栎			+			+	+	•	2	+		
猪殃殃	+										山薄荷			+									
老鹳草			+								冻绿					+							
霞草					+						盐肤木							+	•	2	+	+	
菝葜				+							杂交鹅观草			3•	3								
金丝桃	+										蔷薇									+			
齿缘苦蕒						+					爵床				+	•	2		+				
苦蕒菜						+			+		茜草				+		+						
禾叶苦蕒菜						+					山莓									+	•	2	
抱茎苦蕒菜								+			茅莓	2•	2	2•	3	+	+						
白射干	+										地榆	+											
刺楸					+						白乳木								+				
栎树						+					韩信草					+	•	2	+				
山萵苣	+					+					中华卷柏	+	•	2									
中华胡枝子						+					卷柏					+							
美丽胡枝子	+						+		+		狗舌草						+						
红百合									+		大狗尾草	+											
山胡椒								+	•	2	狗尾草			+		+							
三桠乌药					+						菝葜		+		+		+	1•	2	+	+		
阔叶土麦冬					+	•	2	+	+		牛尾菜									+			
土麦冬		+	•	2			+		+	+	土茯苓						+						
麦家公			+								白英	+				+				+			
梓木草						+	•	2			地构叶	+											
金银花								+			直立百部					+							
金银木						+					小野珠兰								1•	1	+	•	2
海金砂								+			白檀								1•	1			
楝树		+									蒲公英				+								
大花臭草				3•	3						黄背草	1•	2				+						
萝藦	+										糠椴										+		
竹叶茅	+										南京椴			+									
柔枝莠竹						1•	1				野漆树									+			
麦冬									+		络石			+		2•	2	+	+	+	1•	1	
求米草			3•	3	2•	2	+	1•	2	+	+			+									
直芒草	3•	3									箭叶堇菜				+								
酢浆草			+		+						毛果堇菜						+						
鸡矢藤					+			+		+	心叶堇菜		+						+				
爬山虎					+	+					牡荊			+			+						
白花败酱					+						桑叶葡萄			+									
泰山前胡						+					黄鹌菜					+					+		
透骨草				+							崖椒							+					
黄连木		+			+	+			+		酸枣	1•	1										
桔梗									+		草本层种数	31	10	19	25	21	30	49	19	24	28		
囊丝黄精					+				+		种类总数	43	26	25	33	33	43	54	28	38	34		

2 森林植被类型及其特征

根据《中国植被》^[4]的分类原则与分类系统,可将徐连过渡带低山丘陵森林植被划分为 2 个植

被型组、3 个植被型、3 个植被亚型、6 个群系组、12 个群系(表 3 不包括竹林)。

徐连过渡带低山丘陵森林植被种类组成较为简单, 各样地乔木层种数 1~ 8 种, 灌木层种数 4~

表 3 徐连过渡带低山丘陵森林植被分类系统

Table 3 Classification system of forest vegetation of low mountains and hills in Xu-Lian Ecotone

植被型组	植被型	植被亚型	群系组	群系
针叶林	温性针叶林	温性常绿针叶林	温性松林	赤松林 黑松林
			温性侧柏林	侧柏林
			刺槐林	刺槐林
阔叶林	落叶阔叶林	典型落叶阔叶林	杂木林	黄连木、黄檀林 青檀林 小叶朴林
				鹅耳枥林
				麻栎林
			栎类林	栓皮栎林 白栎林
			常绿落叶阔叶混交林	落叶常绿阔叶混交林

18种,草本层种数 10~ 49种,种类总数 25~ 54种 (见表 2)。

由表 2可以看出,乔木层多盖度 ≥ 3 的种类有鹅耳枥、小叶朴、黄檀、黄连木、侧柏、青檀、白栎、栓皮栎、刺槐,它们与赤松、黑松、麻栎等是乔木层的优势种;灌木层多盖度 ≥ 2 的种类有构树、鹅耳枥、卫矛、梧桐、白蜡树、扁担杆、短柄枹、小野珠兰、郁香野茉莉、白檀、牡荆,它们是灌木层的优势种;草本层多盖度 ≥ 1 的种类有牛膝、马兜铃、绵毛马兜铃、毛崖棕、披针苔草、北京隐子草、大花臭草、柔枝莠竹、求米草、直芒草、蕨、杂交鹅观草、茅莓、菝葜、黄背草、络石等,它们是草本层的优势种。

根据吴征镒种子植物属地理成分划分方法^[5],对表 2所列 139种子植物属进行统计,可以发现徐连过渡带低山丘陵森林植被区系具有下列特点: (1) 北温带成分最多,泛热带成分次之,东亚成分第三,东亚至北美成分第四; (2) 温带成分 78属,占 62 4%,热带成分 45属,占 36 0%,具南北过渡性质,但以北方成分为主; (3) 建群属多为温带起源属,如松属 (*Pinus*)、栎属 (*Quercus*)、鹅耳枥属 (*Carpinus*)为北温带分布,侧柏属 (*Platycladus*)为东亚分布,刺槐属 (*Robinia*)为东亚至北美分布,黄连木属 (*Pistacia*)为地中海区、西亚至中亚分布。

3 森林植被次生演替模式

根据森林建群种与光照强度的关系,可以把森林建群种与森林各划分为 3类: 强阳生树种与强阳生森林、阳生树种与阳生森林、耐荫树种与耐荫森林^[6]。现据此分析构建徐连过渡带森林植被次生

演替模式。

1) 赤松林: 赤松是分布于日本、朝鲜和中国北方沿海低山丘陵的常绿针叶树种,连云港云台山是中国赤松分布的南界。赤松在其分布区内能天然更新,即所谓“飞籽成林”。据报道^[7],赤松林采伐迹地赤松更新苗数量 $(1.5 \sim 2.4) \times 10^4$ 株 / hm^2 ,郁闭度 0.3~ 0.4赤松林地赤松更新苗数量 $(1.2 \sim 1.5) \times 10^4$ 株 / hm^2 ,郁闭度 0.5赤松林地赤松更新苗数量 4 500株 / hm^2 ,密闭的赤松林地赤松更新苗数量 $< 1\,500$ 株 / hm^2 。据研究^[8],郁闭度较好 (平均 0.7~ 0.8)、土层较瘠薄 (平均厚度 0.376 m,落叶乔木可进入性差)的稳定的赤松林分,林下一年生幼苗的枯损率 93%,幼树枯损率 54%,林冠层枯立木占活立木总数的 4%,这种稳定赤松林分很有可能通过林中空地来更替,其应属于地文顶极群落 (physiographic climax)。上述事实说明,光照条件在赤松林天然更新中起到了主导作用。因此,我们把赤松称之为强阳生树种,赤松林称之为强阳生针叶林。

2) 侧柏林: 侧柏对土壤要求不严,能生长在干燥瘠薄的山坡甚至石缝中,是石灰岩山地极其重要的造林树种。岩石裸露、土层浅薄生境上的侧柏林是一种相对稳定的群落,可视为一种地形顶极 (topographic climax),因为落叶阔叶树无法在此生长。徐连过渡带的侧柏林多为纯林,林冠亚层缺失,灌木层、草本层中不见有侧柏幼树、幼苗 (见表 2),说明侧柏也是强阳生树种,侧柏林也是强阳生针叶林。

3) 刺槐林: 刺槐是重要的速生用材树种,徐连过渡带低山丘陵土层较深厚地段有较大面积刺槐

林的分布。刺槐林常为单层纯林, 灌木层、草本层不见刺槐幼树、幼苗 (见表 2)。刺槐喜光, 不耐荫蔽, 即使在幼苗阶段也不耐荫蔽^[9 10]。刺槐是强阳生树种, 刺槐林是强阳生落叶阔叶林。

4) 黑松林: 黑松与光照的关系与赤松、侧柏、刺槐相似, 黑松也是强阳生树种, 黑松林也是强阳生森林^[9 10]。

5) 栎林: 徐连过渡带的栎林主要包括 3 个群系: 麻栎林、栓皮栎林与白栎林。云台山有较大面积麻栎林、栓皮栎林的分布, 距徐州市 30 余 km 的安徽萧县皇藏峪自然保护区的主体森林是栓皮栎林, 白栎林面积很小, 仅出现在云台山的局部地段 (宿城悟正庵)。栎林是徐连过渡带的地带性森林, 即气候顶极 (climatic climax)^[4]。麻栎与栓皮栎的幼苗、幼树耐荫蔽, 郁闭度 (0.7~0.8) 较大林分中的麻栎、栓皮栎高生长迅速, 干形良好^[9 10]。表 2 表明, 栓皮栎可以出现于林冠亚层、灌木层与草本层 (需要说明的是, 徐连过渡带的森林人为干扰严重, 即使在自然保护区, 采拾果实、割草、打柴等活动仍屡见不鲜)。因此, 我们把麻栎、栓皮栎等栎属树种称之为耐荫树种, 栎林称之为耐荫落叶阔叶林。

6) 杂木林: 徐连过渡带的杂木林主要包括 4 个群系: 黄连木 + 黄檀林、青檀林、小叶朴林、鹅耳枥林 (见表 3)。杂木林面积很小, 分布局限, 为栎林所包围, 似有被栎林替代的趋势 (生境条件恶劣处的杂木林, 如青檀林, 较为稳定, 可视为地形顶极)。南京灵谷寺森林 100 余年的发展说明, 非栎属树木 (枫香除外) 很难成为南京地区典型落叶阔叶林的优势树种^[11-18], 而南京地区的森林植被与徐连过渡带的森林植被具有可比性^[19 20]。因此, 我们把黄连木、黄檀、青檀、小叶朴、鹅耳枥等非栎属树木 (杂木) 称为阳生树木, 杂木林称为阳生落叶阔叶林。

综上所述, 徐连过渡带低山丘陵森林植被次生演替规律如图 1 所示。

4 生态恢复重建策略

4.1 关于裸地

由于人类的长期破坏, 徐连过渡带低山丘陵目前存有相当面积的石质裸地。石质裸地具有经济价值, 开采可作为建筑材料, 可制作水泥, 因此应首先做好石质裸地的开发利用规划。徐州市、连云港

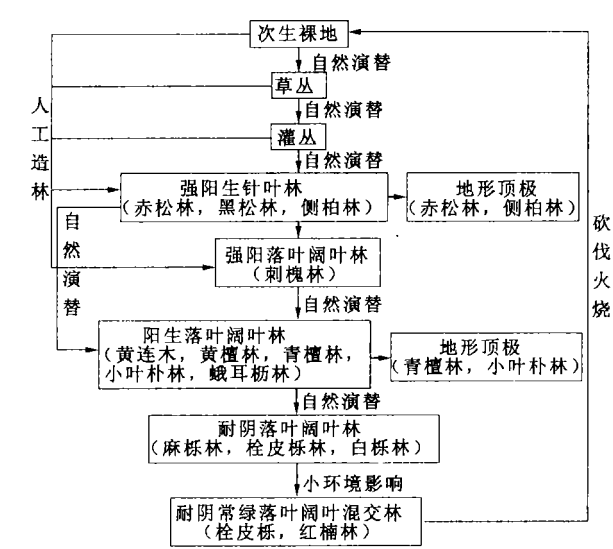


图 1 徐连过渡带低山丘陵森林植被次生演替模式
Fig 1 Secondary succession model of forest vegetation of low mountains and hills in Xu-Lian Ecotone

市现已形成“山包城、城包山”的空间格局, 城区周围的石质裸地无疑应进行生态保护与恢复, 以适应当前生态城市与城市森林建设的潮流。石质裸地的人工生态恢复需投入大量的人力、物力与财力, 要根据经济实力量力而行, 人工暂时无法恢复的地段严格保护起来, 让其自然恢复。石质裸地的营林造林可采用鱼鳞坑法^[21], 徐州市附近石灰岩裸地的营林造林树种应选择侧柏, 连云港附近片岩片麻岩裸地的营林造林树种应选择赤松、黑松。

4.2 关于草丛与灌丛

草丛与灌丛是森林逆行演替或裸地进展演替的结果。徐连过渡带低山丘陵草丛的建群种主要有黄背草、白茅 (*Imperata cylindrica* var. *major*)、狗尾草、白羊草 (*Bothriochloa ischaemum*)、求米草、苔草 (*Carex* sp.) 等, 灌丛的建群种主要有构树、柘树、酸枣、牡荆、短柄枹、化香、盐肤木等。草丛与灌丛有保持水土、改善区域生态环境质量的功能。超载放牧 (牛、羊) 是目前徐连过渡带低山丘陵草丛与灌丛面临的严重问题, 草丛与灌丛正在向次生裸地演化。因此, 加强草丛与灌丛的管理与保护, 严禁超载滥牧, 阻止其逆行演替, 加速进展演替。

4.3 关于针叶林

针叶林是徐连过渡带低山丘陵重要的森林类型, 东部片岩片麻岩山地以赤松林、黑松林为主, 西部石灰岩山地以侧柏林为主。

如前所述,徐连过渡带的针叶林大多为纯林。纯林树种单一,昆虫相简单,害虫一旦发生,数量增殖快,各虫期天敌寄生率低,容易造成灾害^[22]。赤松毛虫 (*Dendrolimus spectabilis*)、日本松干蚧 (*Mat-sucoccus matsuurae*)曾给云台山赤松林以致命打击,侧柏毒蛾 (*Parocneria furva*)严重威胁徐州地区侧柏林的存在。徐连过渡带针叶林的保护、管理与改造势在必行。

第一,发展针阔叶混交林。混交林树种多,昆虫相复杂,害虫侵入后数量增殖慢,各虫期天敌捕食和寄生率高,不易造成灾害^[22]。针叶林的改造要因地制宜:土层较厚、立地条件较好处的针叶林可改造成针阔叶混交林,改造树种可选择麻栎、栓皮栎、白栎、黄连木、黄檀、青檀、小叶朴、鹅耳枥等;岩石裸露、土层浅薄处的针叶林无需改造^[23]。

第二,稀疏郁闭度过大林分。赤松、黑松、侧柏均为强阳生树种,择伐郁闭度过大 (≥ 0.8) 林分上层林木,有利改善林内光照条件,提高幼苗幼树的生长量和生活力,增强群落稳定性与抗虫害能力。

第三,加强虫害的综合防治。研究虫害发生发展规律,加强虫情预报,因时因地开展生物、物理或化学防治,控制低虫口,做到有虫不成灾,实现森林生态系统的稳定发展。

4.4 关于落叶阔叶林

徐连过渡带低山丘陵落叶阔叶林包括栎类林、杂木林与刺槐林 3 个群系组。刺槐林系用材林,为人工营造,常为单层纯林,不稳定,应通过择伐上层成熟林木加速其向杂木林或栎类林演变。栎类林与杂木林是徐连地区的自然、半自然森林,栎类林为地带性群落,即气候顶极,杂木林或为地形顶极,或处在演替过程中。由于人类的长期破坏,目前徐连过渡带的栎类林与杂木林的面积已很小,栎类林与杂木林的保护迫在眉睫。虽然徐连地区在云台山、皇藏峪、泉山等地建立自然保护区,但由于种种原因,自然保护区内诸如砍柴、割草、采药、采拾果实甚至开荒等活动时有发生,自然保护区内的栎类林与杂木林仍受到严重威胁。因此,栎类林与杂木林的保护应首先建立在自然保护区的科学管理上,对自然保护区进行功能分区,划分出核心区、缓冲区与经营区,严格保护核心区^[24]。

4.5 关于常绿落叶阔叶混交林

徐连过渡带低山丘陵常绿落叶阔叶混交林是局部小气候影响的结果,栓皮栎、红楠林出现在云

台山向阳面海的柳河谷地中,但它为该地区带常绿阔叶树种的引种提供了科学依据。随着气候的变暖(如果温室气体浓度仍持续上升,2020年中国平均增温可能达到 0.83°C , 2050年可能会达到 1.79°C ^[25]),除红楠、女贞外,一些耐寒的常绿阔叶林建群种,如苦槠 (*Castanopsis sclerophylla*)、青冈 (*Cyclobalanopsis glauca*)、青栲 (*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*)等,可能适生于该地区。常绿阔叶树种的引种驯化对于美化徐连过渡带城镇冬季的景观具有重要的意义。

4.6 关于退耕还林

事实反复证明,毁林开荒导致水土流失,生态恶化,有百害而无一利,退耕还林是必由之路。徐连过渡带低山丘陵区返退的耕地应以发展经济林为主,如板栗 (*Castanea mollissima*) 林、核桃 (*Juglans regia*) 林、山楂 (*Crataegus pinnatifida*) 林、柿树 (*Diospyros kaki*) 林、枣树 (*Ziziphus jujuba* var. *inermis*) 林、石榴 (*Punica granatum*) 林、樱桃 (*Prunus pseudocerasus*) 林、桑树 (*Morus alba*) 林等,云台山区还可开辟茶 (*Camellia sinensis*) 园,种植竹林,如毛竹 (*Phyllostachys pubescens*) 林、金镶玉竹 (*Phyllostachys spectabilis*) 林、鸟哺鸡竹 (*Phyllostachys vivax*) 林、阔叶箬竹 (*Indocalamus latifolius*) 林等。

参考文献:

- [1] 彭少麟. 热带亚热带恢复生态学研究与实践 [M]. 北京: 科学出版社, 2003
- [2] 阎传海, 张海荣. 宏观生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 2003
- [3] Forman R T T. Land mosaics: the ecology of landscapes and regions [M]. London: Cambridge University Press, 1995
- [4] 中国植被编辑委员会. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1980
- [5] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型 [J]. 云南植物研究, 1991 (增刊IV): 1~139
- [6] 阎传海. 植物地理学 [M]. 北京: 科学出版社, 2001
- [7] 王仁卿, 周光裕. 山东半岛赤松林的天然更新及其发展前途的研究 [J]. 生态学杂志, 1989, 8(2): 18~22
- [8] 魏宏图, Gary L Walker, 贺善安, 等. 江苏省云台山宿城自然保护区赤松林年龄结构及其更新的特点 [J]. 植物生态学与地植物学学报, 1992, 16(1): 52~63
- [9] 中国树木志编辑委员会. 中国主要树种造林技术 [M]. 北京: 农业出版社, 1978
- [10] 山东森林编辑委员会. 山东森林 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1986
- [11] Chen Y (陈嵘). The change of forest-region in Nanking [J]. Series of the Agronomic Society of China (中华农学会丛刊), 1928

(64, 65): 31– 33.

[12] Chien S S (钱崇澍). The wood of Chung Shan, Nanking[J]. Contributions from the Biological Laboratory of the Science Society of China– Botanical Series 1932 7(7): 191 – 204

[13] 曲仲湘, 文振旺, 朱克贵. 南京灵谷寺森林现况的分析[J]. 植物学报, 1952 1(1): 18~ 49.

[14] 熊文愈, 韩福庆, 姚琢. 南京灵谷寺森林的变化分析[J]. 南京林产工业学院学报, 1983, (2): 1~ 23

[15] 安树青, 赵儒林. 紫金山次生森林植被特征分析[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1990, 14(1): 13~ 22

[16] 阎传海. 琅琊山的顶极群落与江淮地区的地带性植被[J]. 地理科学, 1994 14(3): 233~ 239

[17] 阎传海, 张伸, 宋永昌. 南京地区森林植被性质的初步研究[J]. 植物生态学报, 1995 19(3): 280~ 285.

[18] 郝日明, 魏宏图. 紫金山森林植被性质与常绿落叶阔叶混交林重建可能性的探讨[J]. 植物生态学报, 1999 23(2): 108~ 115

[19] 阎传海. 南京地区与连云港地区森林植被的比较研究[J]. 生态学杂志, 1996 15(3): 1~ 5

[20] 宋永昌. 中国东部森林植被带划分之我见[J]. 植物学报, 1999 41(5): 541~ 552

[21] 罗汝英. 江苏省地质地貌与林业土壤的关系[J]. 土壤学报, 1978 15(1): 23~ 31

[22] 中国森林编辑委员会. 中国森林• 总论[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997

[23] 阎传海. 徐州泉山自然保护区评价[J]. 生态科学, 1998, 17(1): 70~ 75.

[24] 阎传海. 苏北低山丘陵森林植被多样性研究[J]. 山地研究, 1997 15(3): 157~ 161.

[25] 阎传海, 张海荣, 于法展等. 江苏北部城镇绿化策略研究[J]. 城市环境与城市生态, 2001, 14(4): 38~ 39

Secondary Succession Model of Forest Vegetation and Strategies of Restoration and Rehabilitation of Low Mountains and Hills in Xu-Lian Ecotone

YAN Chuan-Hai, XU Ke-Feng

(Department of Architecture, Qingdao Institute of Architecture and Engineering, Qingdao, Shandong 266033)

Abstract Xu(Xuzhou)-Lian(Lianyungang) Ecotone, located in the north of Jiangsu Province, is militarily a very important region in the eastern China. Its ecological environment has been damaged severely, and the burden of ecological restoration and reconstruction is heavy. Based upon the field survey material of 10 plots(4 650 m²), the classification system of the forest vegetation on the low mountains and hills in Xu-Lian Ecotone is established, including 2 vegetation type groups, 3 vegetation types, 3 vegetation subtypes, 6 formation groups and 12 formations(i. e., *Pinus densiflora* forest, *Pinus thunbergii* forest, *Platycladus orientalis* forest, *Robinia pseud-acacia* forest, *Pistacia chinensis*+*Dalbergia hupeana* forest, *Pteroceltis tatarinowii* forest, *Celtis bungeana* forest, *Campanis turczaninowii* forest, *Quercus acutissima* forest, *Quercus variabilis* forest, *Quercus fabri* forest and *Quercus variabilis*+*Machilus thunbergii* forest). According to the effects of light intensity on forest edificators, the successional relationships among the 12 formations are analyzed, and the secondary succession model of the forest vegetation of the low mountains and hills in Xu-Lian Ecotone is built. Guided by the model, its strategies of ecological restoration and rehabilitation are discussed.

Key words Xu-Lian Ecotone, low mountains and hills, forest vegetation, secondary succession model, ecological restoration and rehabilitation