粤东岩质海岸困难立地造林树种选择*

林文欢 詹潮安 郑道序 李 莉 蔡庆芸 黄宏光
（汕头市林业科学研究所，广东 汕头 515041）

摘要 选用大头茶（*Gordonia axillaris*）、大叶相思（*Acacia auriculiformis*）、台湾相思（*A. confusa*）、小叶榕（*Ficus concinna*）和杨梅（*Myrica rubra*）等5个树种，在粤东4个区县的岩质海岸困难立地进行造林试验。结果表明：种植后4年，各树种平均保存率排序为：大头茶（90.1%）> 大叶相思（85.5%）> 台湾相思（84.5%）> 杨梅（76.7%）= 小叶榕（76.7%）。大叶相思生长最快，平均树高为1.84 m，平均地径为4.03 cm，平均冠幅为1.35 m；大头茶、杨梅和台湾相思生长较快。这4个树种是适宜粤东岩质海岸困难立地造林的优良树种。小叶榕保存率低、生长慢、长势差，不适合作为粤东岩质海岸困难立地造林的优选树种。

关键词 人工林；岩质海岸；树种选择；粤东
中图分类号：S728.6 **文献标志码**：A **文章编号**：2096-2053（2018）05-0086-07

Tree Species Selection in Rocky Roast in the Eastern Guangdong

LIN Wenhuan ZHAN Chao'an ZHENG Daoxu LI Li
CAI Qingyun HUANG Hongguang
(Shantou Insititute of Forestry Science,Shantou, Guangdong 515041, China)

Abstract Based on the afforestation test that *Gordonia axillaris*, *Acacia auriculiformis*, *A. confusa*, *Ficus concinna* and *Myrica rubra* were transplanting in rocky roast in four districts in the east of Guangdong province after four years. The results showed that the order of each average survival rate of tree species was *G. axillaris*(90.1%) > *A. auriculiformis*(85.5%)> *A. confusa*(84.5%)> *M. rubra* (76.7%)= *F. concinna* (76.7%). *A. auriculiformis* grew most quickly. The average tree height was 1.84 m.The average round diameter was 4.03 cm. The average crown width was 1.35 m. *G. axillaris*, *M. rubra* and *A. confusa* grew relatively quickly. These four tree species are the superior tree species which are suitable for rocky coast in the east of Guangdong province. The survival rate of *F. concinna* is low, the growth is slow cnd poor, which is not suitable as a preferred tree for afforestation on rocky roast in eastern Guangdong.

Key words plantation；rocky roast；species selection；eastern Guangdong

沿海环境退化治理与保护是沿海生态系统管理和可持续发展研究的热点问题。随着我国沿海防护林体系建设向纵深层次发展，很多海岸困难立地的造林绿化工程都已进入攻坚阶段。如何克服沿海困难立地特殊生境，建设高效益沿海防护林体系一直被作为重要的研究课题[1]。我国大陆海岸线长18 400 km[2]，主要的海岸类型有岩质海岸、沙质海岸和泥质海岸3种[3]。

粤东沿海岸区属于典型的岩质海岸困难立地。受盐雾、海风、干旱、土壤瘠薄等生境的影响，

* **基金项目**：国家林业公益性行业科研专项经费项目（201104038）；广东省林业科技创新项目（2016KJCX013）。
第一作者：林文欢（1985— ），男，高级工程师，主要从事森林培育研究，E-mail:linwenhuan@126.com。

该区植被恢复自然更新困难，需要人工造林促进植被恢复。适生树种选择是困难立地植被恢复与生态重建成功与否的关键[4-5]。近年来有关岩质海岸困难立地植被恢复树种选择的研究已有相关报道，主要集中在适宜造林树种的调查[6-8]，造林树种抗逆性研究[9-10]，树种引种和筛选试验[11-13]；树种结构配置[14]，造林技术措施研究[15-16]。但是，粤东地区岩质海岸困难立地造林树种选择的研究报道仅见 1 篇[11]。本研究在粤东不同地区的岩质海岸困难立地开展了树种选择造林试验，以期筛选出适合的树种，为岩质海岸困难立地植被恢复和防护林建设提供科学依据。

1 研究区概况

试验点设在广东省汕头市，位于 116° 14′ 40″ ~ 117° 19′ 35″ E，23° 02′ 33″ ~23° 38′ 50″ N，海岸线长 298 km，属南亚热带海洋性季风气候，年平均气温 21.3 ℃，最冷月（1 月）平均气温 14.8 ℃，最热月（7 月）平均气温 27.9 ℃，年均日照时数 2 000~2 500 h，年平均降水量 1 300~1 800 mm，主要集中在 4—9 月。常年风大，自然灾害以台风和干旱为主。岩质海岸带以低山丘陵、海蚀崖和岩质海岛为主，由花岗岩类和海相沉积发育而来，地带性土壤类型为赤红壤，呈酸性，土层薄且含较多粗砂粒，肥力差，水源涵养能力弱[17]。

2 材料与方法

2.1 材料

选择了大头茶（*Gordonia axillaris*）、大叶相思（*Acacia auriculiformis*）、台湾相思（*A. confusa*）、小叶榕（*Ficus concinna*）和杨梅（*Myrica rubra*）共 5 个粤东地区造林常用树种作为参试树种，5 个树种均在粤东地区育苗，如为壮苗。具体信息见表 1。

2.2 试验设计

分别在汕头市濠江区、潮南区、潮阳区和南澳县等 4 个区县的岩质海岸困难地带设置了试验点。试验采用 5 × 5 拉丁方设计，共设置 25 个小区，每小区 16 株（种植同一个树种），各小区随机块状混交，5 次重复，每种树种种植 80 株。2009 年 4 月整地、挖穴（40 cm × 40 cm × 30 cm），植前每穴施复合肥 200 g，施保水剂 20 g；5 月定

表 1 树种信息

Table 1 The information of tree species

树种 Species	苗龄 /a Age	苗高 /m Height	地径 /cm BD	产地 Origin
大头茶 *G. axillaris*	1	0.42	0.62	广东省揭西县
大叶相思 *A. auriculiformis*	1	0.54	0.85	广东省汕头市
台湾相思 *A. confusa*	1	0.41	0.59	广东省汕头市
小叶榕 *F. concinna*	2	0.83	1.16	广东省汕头市
杨梅 *M. rubra*	1	0.49	0.70	广东省普宁市

表 2 4 个试验点基本概况

Table 2 The soil physical properties of four sites

试验点 Site	海拔 /m Altitude	坡度 /(°) Slope	坡位 Slope position	坡向 Aspec	离海直线距离 /m Distance from the sea	土层厚度 /cm Soil thickness	主要植被 Main vegetation	经纬度 Longitude and latitude
濠江区 Haojiang	85	15	中下坡	东偏南 20°	2 650	40	桃金娘（*Rhodmyrtus tomentosa*）、芒萁（*Dicranopteris pedata*）	E116° 40′ 31″, N23° 19′ 12″
潮南区 Chaonan	126	12	中坡	西偏北 30°	860	36	桃金娘、芒萁	E116° 30′ 04″, N23° 08′ 20″
潮阳区 Chaoyang	240	23	中上坡	东偏北 10°	1 580	38	桃金娘、芒萁	E116° 37′ 10″, N23° 16′ 08″
南澳县 Nan'ao	328	18	中下坡	北偏东 35°	1 050	45	桃金娘、芒萁	E117° 05′ 22″, N23° 25′ 27″

植造林，株行距为2 m×2 m。从2010年至2012年，造林地每年5—6月进行一次抚育，同时施复合肥250 g。除草松土以幼树为中心，半径0.5 m。4个试验点基本概况见表2。

2.3 保存率及生长调查

2013年4月（种植后4年），调查林木的保存率以及树高、地径和冠幅生长指标。

2.4 数据分析

采用Microsoft Excel 2007和SPSS Statistics 17.0软件进行统计分析。

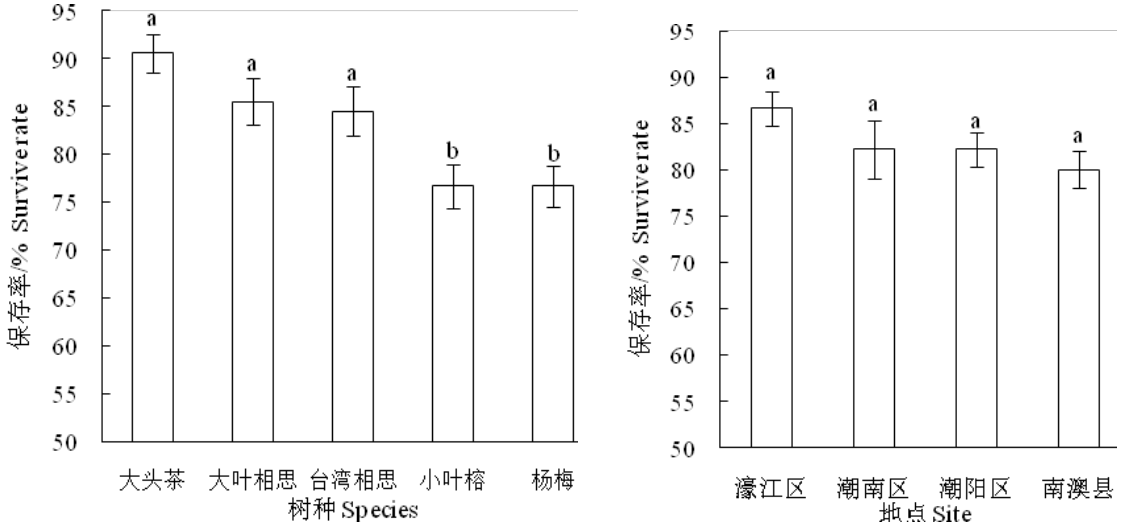
3 结果与分析

3.1 林木保存率

3.1.1 林木保存率总体特征 从图1可见，林木种植后4年，4个试验点间树种保存率无显著差异，保存率都达到80%以上，营造混交林可以提高造林效果；不考虑地点，各树种保存率均超过70%，树种间存在显著差异（$P < 0.05$），其中大头茶、大叶相思和台湾相思保存率显著大于杨梅和小叶榕。

3.1.2 相同地点不同树种保存率 相同地点不同树种的保存率见表3。濠江区试验点各树种保存率存在显著差异（$P < 0.05$），排序为大叶相思（93.3%）> 大头茶（91.1%）> 台湾相思（86.7%）> 杨梅（82.2%）> 小叶榕（80.0%）。潮南区试验点5个树种中大头茶保存率最高，达100.0%，显著大于其它树种，其它4个树种不存在显著差异。潮阳区试验点也是大头茶保存率最高，达91.1%，显著大于其它树种；其次为台湾相思和大叶相思，为82.2%；杨梅和小叶榕保存率最低，仅为77.8%，显著小于其它树种。南澳县试验点5个树种中台湾相思保存率最高，达88.9%，显著大于其它树种；大叶相思次之，为82.2%；杨梅和小叶榕最低，仅为73.3%，显著小于其它树种。

3.1.3 相同树种在不同地点的保存率 表4表明：台湾相思、小叶榕和杨梅在粤东不同地区的



注：不同小写字母表示在0.05水平差异显著。Note: The different lower case letters indicate significant difference (α = 0.05).

图1 林木保存率总体特征

Fig.1 The survival rates of tree species

表3 相同地点不同树种保存率

Table 3 The survival rates of different tree species in same site %

试验点 Site	大头茶 *G. axillaris*	大叶相思 *A.auriculiformis*	台湾相思 *A. confusa*	小叶榕 *F. concinna*	杨梅 *M. rubra*
濠江区 Haojiang	91.1 ± 2.2 ab	93.3 ± 2.7 a	86.7 ± 6.5 ab	80.0 ± 4.1 b	82.2 ± 2.7 b
潮南区 Chaonan	100.0 ± 0.0 a	82.2 ± 6.7 b	80.0 ± 6.5 b	75.5 ± 6.5 b	73.3 ± 6.7 b
潮阳区 Chaoyang	91.1 ± 4.2 a	82.2 ± 2.7 ab	82.2 ± 4.4 ab	77.8 ± 3.5 b	77.8 ± 3.5 b
南澳县 Nan'ao	80.0 ± 2.2 ab	84.4 ± 5.7 ab	88.9 ± 3.5 a	73.3 ± 4.4 b	73.3 ± 2.7 b

注：数据为平均值 ± 标准差，同行不同字母表示在0.05水平差异显著。Note: The data in the column chart is average ± standard error, the different lower case letters within a column indicate significant difference (α = 0.05).

表 4 相同树种不同地点保存率

Table 4 The survival rates of tree species in different sites %

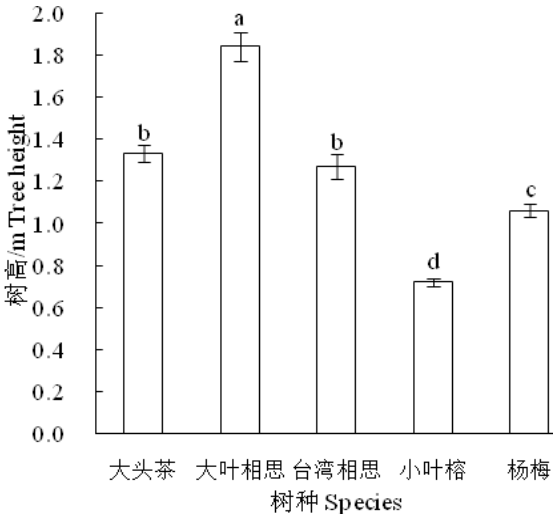
树种 Species	濠江区 Haojiang	潮南区 Chaonan	潮阳区 Chaoyang	南澳县 Nan'ao
大头茶 *G. axillaris*	91.1 ± 2.2 b	100.0 ± 0.0 a	91.1 ± 4.2 b	80.0 ± 2.2 c
大叶相思 *A.auriculiformis*	93.3 ± 2.7 a	82.2 ± 6.7 b	82.2 ± 2.7 b	84.4 ± 5.7 b
台湾相思 *A. confusa*	86.7 ± 6.5 a	80.0 ± 6.5 a	82.2 ± 4.4 a	88.9 ± 3.5a
小叶榕 *F. concinna*	80.0 ± 4.1 a	75.5 ± 6.5 a	77.8 ± 3.5 a	73.3 ± 4.4a
杨梅 *M. rubra*	82.2 ± 2.7 a	73.3 ± 6.7 a	77.8 ± 3.5 a	77.8 ± 3.5 a

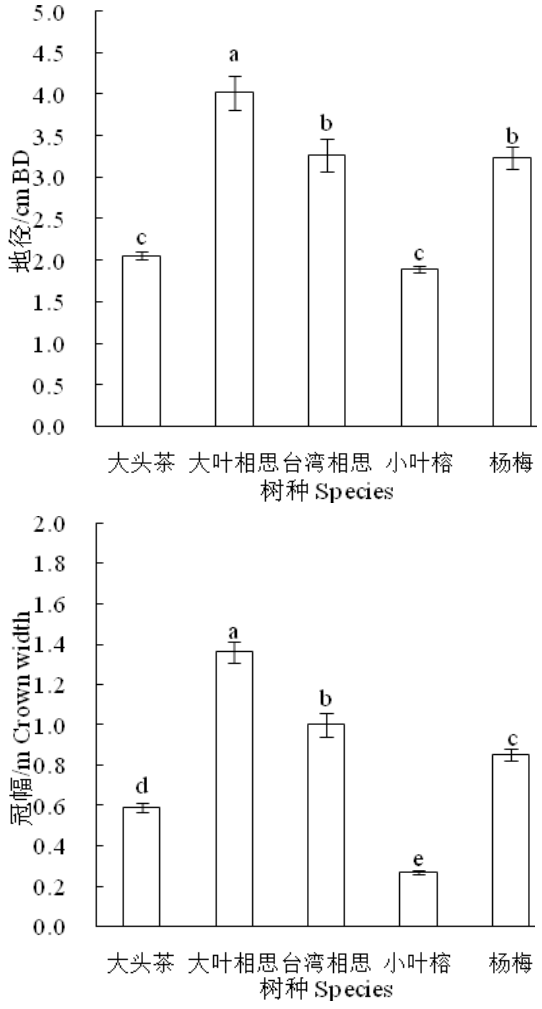
注：数据为平均值 ± 标准差，同行不同字母表示在 0.05 水平差异显著。Note: The data in the column chart is average ± standard error, the different lower case letters within a column indicate significant difference ($\alpha = 0.05$).

岩质海岸困难立地有较强的稳定性，4 个不同试验点中的保存率均不存在显著差异；大头茶和大叶相思在粤东岩质海岸困难立地表现出很强的适应性，平均保存率较高，分别为 90.6% 和 85.5%，但在不同地区存在显著差异。

3.2 林木生长

3.2.1 林木生长总体特征 从图 2 可见，林木种植后 4 年，不考虑地点间差异，各树种平均树高存在显著差异（$P < 0.05$），其中大叶相思平均树高最大，达 1.84 m，显著大于其它树种；大头茶和台湾相思次之，分别为 1.33 和 1.27 m；小叶榕最小，仅为 0.72 m，显著小于其它树种。各树种平均地径存在显著差异，其中大叶相思平均地径最大，达 4.02 cm，显著大于其它树种；台湾相思和杨梅次之，分别为 3.27 和 3.24 cm；小叶榕最小，仅为 1.90 cm。各树种平均冠幅存在显著差异，排序为大叶相思（1.36 m）> 台湾相思（1.00 m）> 杨梅（0.85 m）> 大头茶（0.59 m）> 小叶榕（0.27 m）。





注：不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。Note: The different lower case letters indicate significant difference ($\alpha = 0.05$).

图 2 林木 4 a 生生长总体特征

Fig.2 The growth of species at age 4

3.2.2 相同地点不同树种生长情况 相同地点不同树种生长情况见表 5。濠江区试验点大叶相思生长最快；大头茶和杨梅生长较快；台湾相思生长中等；小叶榕生长最慢。潮南区试验点大头茶、

表5 相同地点不同树4 a生生长比较

Table 5 The growth of different tree species in same site at age 4

试验点 Site	树种 Species	平均树高/m Average tree height	平均地径/cm Average BD	平均冠幅/m Average crown width
濠江区 Haojiang	大头茶 *G. axillaris*	1.69 ± 0.07 b	2.06 ± 0.07 c	0.70 ± 0.02 bc
	大叶相思 *A.auriculiformis*	1.93 ± 0.07 a	2.98 ± 0.14 a	1.64 ± 0.7 a
	台湾相思 *A. confusa*	1.00 ± 0.03 c	1.92 ± 0.04 cd	0.66 ± 0.02 c
	小叶榕 *F. concinna*	0.95 ± 0.04 c	1.76 ± 0.07 d	0.30 ± 0.02 d
	杨梅 *M. rubra*	1.02 ± 0.04 c	2.60 ± 0.09 b	0.77 ± 0.02 b
潮南区 Chaonan	大头茶 *G. axillaris*	1.24 ± 0.06 a	2.10 ± 0.07 b	0.54 ± 0.02 c
	大叶相思 *A.auriculiformis*	0.92 ± 0.04 b	2.22 ± 0.08 b	0.68 ± 0.03 b
	台湾相思 *A. confusa*	0.55 ± 0.03 c	1.46 ± 0.04 c	0.36 ± 0.02 d
	小叶榕 *F. concinna*	0.88 ± 0.03 b	2.30 ± 0.08 b	0.30 ± 0.02 d
	杨梅 *M. rubra*	0.93 ± 0.05 b	3.18 ± 0.14 a	0.86 ± 0.05 a
潮阳区 Chaoyang	大头茶 *G. axillaris*	0.99 ± 0.03 b	1.61 ± 0.05 c	0.42 ± 0.01 d
	大叶相思 *A.auriculiformis*	1.73 ± 0.08 a	3.12 ± 0.19 a	1.14 ± 0.06 a
	台湾相思 *A. confusa*	1.01 ± 0.04 b	2.22 ± 0.12 b	0.76 ± 0.04 b
	小叶榕 *F. concinna*	0.51 ± 0.01 d	1.55 ± 0.04 c	0.26 ± 0.01 e
	杨梅 *M. rubra*	0.76 ± 0.04 c	1.87 ± 0.09 c	0.55 ± 0.03 c
南澳县 Nan'ao	大头茶 *G. axillaris*	1.43 ± 0.09 c	2.52 ± 0.13 c	0.75 ± 0.04 d
	大叶相思 *A.auriculiformis*	2.76 ± 0.16 a	7.78 ± 0.42 a	1.94 ± 0.10 b
	台湾相思 *A. confusa*	2.43 ± 0.04 b	7.18 ± 0.21 a	2.12 ± 0.04 a
	小叶榕 *F. concinna*	0.51 ± 0.05 d	1.97 ± 0.10 c	0.23 ± 0.02 e
	杨梅 *M. rubra*	1.59 ± 0.08 c	5.47 ± 0.16 b	1.23 ± 0.04 c

注：数据为平均值 ± 标准差，同列不同字母表示在0.05水平差异显著。Note: The data in the column chart is average ± standard error, the different lower case letters within a column indicate significant difference ($\alpha = 0.05$).

大叶相思和杨梅生长较快，台湾相思和小叶榕生长较慢。潮阳区试验点大叶相思生长最快；台湾相思生长较快；大头茶和杨梅生长中等；小叶榕生长最慢。南澳县试验点大叶相思和台湾相思起到先锋树种的作用，无论树高、地径还是冠幅，都显著大于其他3个树种（$P < 0.05$）；大头茶和杨梅生长较快；小叶榕生长最慢。

3.2.3 相同树种在不同地点的生长情况 从表6可以看出，种植后4年，大头茶、大叶相思、台湾相思、小叶榕和杨梅在粤东不同地区的岩质海岸困难立地生长存在显著差异（$P < 0.05$），不同立地条件对林木生长具有影响。大叶相思在4个不同试验点都表现出较快的早期生长速度，平均树高达1.84 m，平均地径达4.03 cm，平均冠幅达1.35 m；大头茶、台湾相思和杨梅在4个不同试验点都能正常生长，且长势较好，其中，台湾相思在南澳县试验点表现出较快的生长速度；小叶榕在4个不同试验点的长势都较差，在潮南区试验点和南澳县试验点呈现负增长。

4 结论与讨论

4.1 5个树种在粤东4个区县的岩质海岸困难立地种植后4年的平均保存率为：大头茶（90.1%）> 大叶相思（85.5%）> 台湾相思（84.5%）> 杨梅（76.7%）= 小叶榕（76.7%）。其中，大头茶、大叶相思和台湾相思在4个试验点的保存率都在80%以上，表现出较强的适应性。在生长方面，大叶相思生长最快，在4个不同试验点都表现出较快的早期生长速度，4 a生平均树高为1.84 m，平均地径为4.03 cm，平均冠幅为1.35 m；大头茶、台湾

表 6 相同树种不同地点生长比较

Table 6 The growth of tree species in different sites

树种 Species	试验点 Site	平均树高 /m Average tree height	平均地径 /cm Average BD	平均冠幅 /m Average crown width
大头茶 *G. axillaris*	濠江区	1.69 ± 0.07 a	2.06 ± 0.07 b	0.70 ± 0.02 a
	潮南区	1.24 ± 0.06 c	2.10 ± 0.07 b	0.54 ± 0.02 b
	潮阳区	0.99 ± 0.03 d	1.61 ± 0.05 c	0.42 ± 0.01 c
	南澳县	1.43 ± 0.09 b	2.52 ± 0.13 a	0.75 ± 0.04 a
大叶相思 *A.auriculiformis*	濠江区	1.93 ± 0.07 b	2.98 ± 0.14 b	1.64 ± 0.70 b
	潮南区	0.92 ± 0.04 c	2.22 ± 0.08 c	0.68 ± 0.03 d
	潮阳区	1.73 ± 0.08 b	3.12 ± 0.19 b	1.14 ± 0.06 c
	南澳县	2.76 ± 0.16 a	7.78 ± 0.42 a	1.94 ± 0.10 a
台湾相思 *A. confusa*	濠江区	1.00 ± 0.03 b	1.92 ± 0.04 b	0.66 ± 0.02 c
	潮南区	0.55 ± 0.03 c	1.46 ± 0.04 c	0.36 ± 0.02 d
	潮阳区	1.01 ± 0.04 b	2.22 ± 0.12 b	0.76 ± 0.04 b
	南澳县	2.43 ± 0.04 a	7.18 ± 0.21 a	2.12 ± 0.04 a
小叶榕 *F. concinna*	濠江区	0.95 ± 0.04 a	1.76 ± 0.07 bc	0.30 ± 0.02 a
	潮南区	0.88 ± 0.03 a	2.30 ± 0.08 a	0.30 ± 0.02 a
	潮阳区	0.51 ± 0.01 b	1.55 ± 0.04 c	0.26 ± 0.01 ab
	南澳县	0.51 ± 0.05 b	1.97 ± 0.10 b	0.23 ± 0.02 b
杨梅 *M. rubra*	濠江区	1.02 ± 0.04 b	2.60 ± 0.09 c	0.77 ± 0.03 b
	潮南区	0.93 ± 0.05 b	3.18 ± 0.14 b	0.86 ± 0.05 b
	潮阳区	0.76 ± 0.04 c	1.87 ± 0.09 d	0.55 ± 0.03 c
	南澳县	1.59 ± 0.08 a	5.47 ± 0.16 a	1.23 ± 0.04 a

注：数据为平均值 ± 标准差，同列不同字母表示在 0.05 水平差异显著。Note: The data in the column chart is average ± standard error, the different lower case letters within a column indicate significant difference ($\alpha = 0.05$).

相思和杨梅生长较快；小叶榕生长最慢，长势也较差，种植后 4 a，生长量几乎没有增加，在潮南区试验点和南澳县试验点呈现负增长。根据各树种的保存率和生长情况，初步得出大叶相思、大头茶、台湾相思和杨梅 4 种树种适合作为粤东岩质海岸困难立地造林的优选树种，而小叶榕不适合作为粤东岩质海岸困难立地造林的优选树种。

4.2　受立地条件的影响，5 个树种生长速度都较慢。据现场调查，试验林部分植株叶片、顶芽枯黄，有些植株树干、枝条折断，有些植株冠幅只向背风的一面生长，临风的一面树冠枯黄。这说明沿海困难立地植物生长不只是受土壤瘠薄的限制，还受到盐雾和海风（含有大量的盐离子水滴）的严重影响。了解盐雾和海风胁迫危害特性，防治沿海地区植物受盐雾和海风的胁迫危害以及筛选抗盐雾和海风的树种将是建设高效沿海防护林体系下一步的研究重点。

4.3　林业生态建设与可持续发展已成为世界林业发展趋势之一。目前，我国对林业生态建设的重视达到了前所未有的高度。林业生态建设并非像以前用材林那样，采用纯林经营，而是营造近自然的混交林。更长远地说，就是恢复混交林为主体的、稳定的地带性森林植被 [18]。多树种造林具有明显的优势，是林业生态建设必走之路。尤其困难立地的造林，更须选用多树种。本试验结果表明，多树种造林可以提高和扩大造林成效，减少造林风险。不同树种的合理混交能够充分利用水分和肥力，改善林地的立地条件，更好地维护地力和提高地力 [19]，增强对外界不良环境影响的抗性 [20-21]。

参考文献

[1] 阮光忠, 许基全. 高效益沿海防护林体系建设初探[J]. 中国林业, 2010(5) : 39.

[2] 安树青, 张久海, 张纪林, 等. 海岸带林草复合系统环境及其效应研究[J]. 植物生态学报, 2001, 25(1) : 57-64.

[3] 许景伟, 王卫东, 王月海. 沿海防护林体系工程建设技术综述[J]. 防护林科技, 2008(5) : 69-72.

[4] 徐庆, 潘云芬, 程元启, 等. 安徽升金湖淡水森林湿地适生树种筛选[J]. 林业科学, 2008, 44(12) : 7-14.

[5] 刘文耀, 盛才余, 刘伦辉, 等. 南涧干热河谷退化山地植被恢复重建的研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(3) : 9-13.

[6] 王玉娟, 卢明革. 辽西沿海石质山地适宜绿化树种的调查与分析[J]. 河北林业科技, 2010(1) : 22-24, 26.

[7] 孙彤江, 王天玲. 辽西基岩质海岸造林树种适宜性调查分析[J]. 辽宁林业科技, 2005(6) : 20-23.

[8] 蒋妙定, 高智慧, 康志雄, 等. 浙江省沿海基岩海岸主要树种的调查研究[J]. 浙江林业科技, 1995, 15(2) : 3-8.

[9] 陈顺伟, 高智慧, 岳春雷, 等. 盐雾胁迫下杜英等树种生理特性的变化[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2003, 27(5) : 11-14.

[10] 高智慧, 陈顺伟, 卢庭高, 等. 沿海岩质海岸不同地形条件下湿地松生长的变异研究[J]. 浙江林业科技, 2000, 20（6）：16-20.

[11] 林文欢, 詹潮安, 郑道序, 等. 5种树种在粤东岩质海岸困难立地的早期生长[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32（8）：18-21.

[12] 贺位忠, 李玉芬, 高大海, 等. 舟山海岛困难地造林树种选择与配套技术研究[J]. 浙江林业科技, 2008, 28（4）：39-42.

[13] 高智慧, 康志雄, 刘亚群, 等. 浙江省舟山群岛几种主要树种生长的初步研究[J]. 林业科技通讯, 1994（11）：25.

[14] 钟承贝, 高智慧, 陈顺伟, 等. 沿海岩质海岸防护林体系树种配置设计[J]. 浙江林业科技, 2004, 24（1）：29-32.

[15] 卢明革, 柴兵, 孙彤江, 等. 辽西岩质海岸侧柏造林试验[J]. 防护林科技, 2008（2）：31-32.

[16] 陈顺伟, 高智慧, 卢庭高, 等. 不同造林措施对岩质海岸防护林造林保存率及其生长的影响[J]. 防护林科技, 2001（2）：1-3.

[17] 李莉, 林文欢, 詹潮安, 等. 粤东沿海第一重山主要造林树种生长分析及选择[J]. 林业与环境科学, 2016, 32（3）：55-60.

[18] 林文欢, 詹潮安, 陈红跃, 等. 林木种间的化感作用[J]. 世界林业研究, 2011, 24（5）：13-17.

[19 孙翠玲, 朱占学, 王珍, 等. 杨树人工林地力退化及维护与提高土壤肥力技术的研究[J]. 林业科学, 1995, 31（6）：506-511.

[20] 曹兵, 徐锡增. 臭椿、新疆杨混交林对光肩星天牛选择寄主行为的影响[J]. 林业科学, 2006, 42（9）：57-60.

[21] 李孟楼, 郭新荣, 庄世宏, 等. 混交林的多样性及其光肩星天牛的抗性研究[J]. 林业科学, 2005, 41（1）：157-164.