

栖霞山红叶景观营建及管理策略的探讨

唐桂兰, 柏小娟*

(南京林业大学, 江苏 南京 210037)

摘要:栖霞红叶素有“栖霞丹枫”之美称,与北京香山、苏州天平山、长沙岳麓山共同形成中国4大赏枫胜地。近些年来由于大气污染等环境问题红叶呈现衰退现象,很难再现漫山红叶景观。该文立足于栖霞山现状,分析了红叶景观衰退的内外原因,并从环境因子调控、景观提升、养护管理3个方面对栖霞山红叶景观营建及管理策略进行初步探讨,以期有效逆转景观衰退现象,提升栖霞山红叶景观质量,再现满山红叶。

关键词:栖霞山;红叶;景观营建;管理策略;南京

中图分类号:S727.5

文献标志码:C

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2017.02.011

Discussion on the construction and management of red-foliage landscape in Qixia Mountain

TANG Gui-lan, BAI Xiao-juan*

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: Qixia Mountain is famous for its red-foliage scenic forest, which forms four favorite tourist attractions with Fragrant Hill, Tianping Mountain, Yuelu Mountain in China. In recent years, its red-foliage landscape is not ideal because of air pollution and other environmental problems. Basing on the status quo of Qixia Mountain, in this article, the internal and external causes of the decline of red-leaved scene were analyzed and the corresponding construction and management strategies were discussed from three aspects including landscape planning, environmental factor regulation and scene maintenance, in order to reverse effectively the phenomenon of landscape decay timely.

Key words: Qixia Mountain; Red-foliage; Scene construction; Management Strategy; Nanjing

栖霞山自然资源丰富,山、林优美独具特色,以“栖霞丹枫”最为著名,每到深秋,漫山红叶营造“层林尽染”的壮丽景观,被乾隆皇帝誉为“金陵第一明秀山”。栖霞山是南京大江风貌区的重要组成部分,集中体现了山、水、林、寺等浑然一体的宏伟气度,是从长江下游进入南京市区的东门户,最能代表南京滨江城市风貌的窗口地区^[1]。

1 栖霞山自然概况

1.1 栖霞山的地理位置、土壤及气候条件

栖霞山位于南京城东北22 km处的栖霞镇,隶属于栖霞区,北临长江,东以江南水泥厂为界,西至

九乡河与南北象山相连,与南京长江第四大桥为邻,南以国道为界,属宁镇山脉西段北支,整个山体呈东西走向,有3个山峰,主峰三茅峰海拔286 m,东北一山是龙山;西北一山是虎山,总占地面积1 019 hm²^[1]。地理坐标为北纬32°,东经119°。

栖霞山位于宁镇山脉褶皱带,北坡为侏罗纪火山岩覆盖,南坡被下中侏罗统象山群覆盖,轴部有古生界岩层出露,整个山体主要由石灰岩、砂岩组成,北部分布带状花岗岩,在地质学上被德国地理学家李希霍芬命名为“栖霞组”,后被我国著名的地质学家李四光更名为“栖霞灰岩”^[1]。山坡谷地堆积有第四系松散层或坡积层,以砂粘土夹碎石为

收稿日期:2017-03-17;修回日期:2017-04-05

作者简介:唐桂兰(1961-),女,江苏南京人,高级实验师,大专学历。研究方向为森林生态。E-mail:860510418@qq.com。

* 通信作者:柏小娟(1992-)女,山东临沂人,硕士研究生。E-mail:932750015@qq.com。

主,土层深厚,透水性好,另有少量的岩性土山红土、紫红土、石灰岩土和望江亭东侧的老红土。

栖霞山属北亚热带湿润气候和季风环流的海洋性气候,为北亚热带向暖温带过渡区,季风显著,冬冷夏凉,四季分明,日照充足,水资源充沛。自然植被保存良好,植物种类丰富。降雨量7月最多,12月最少;无霜期达322 d。

1.2 栖霞山的红叶景观

栖霞红叶素有“栖霞丹枫”之美称,如诗如画的枫叶让无数游人沉醉。每年的10—12月,栖霞山风景区都会举办红枫文化节,深受好评。游客可以尽情的赏红、品红、育红、赞红,畅游于自然美景之中,寻觅历史文化,享受精神生活。

2 栖霞山色叶植物资源及呈色机理

栖霞山的色叶植物种类丰富,根据叶片色彩可划分为红色系和黄色系2大类,由于红色系植物种类丰富且数量较多,故以红色为主。栖霞山秋季叶色呈现红色的植物有枫香树(*Liquidambar formosana*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、乌桕(*Sapium sebiferum*)、野柿(*Diospyros kaki*)、黄栌(*Cotinus coggygia*)、重阳木(*Bischofia polycarpa*)、卫矛(*Euonymus alatus*)、丝绵木(*Euonymus maackii*)、南蛇藤(*Celastrus orbiculatus*)、榉树(*Zelkova serrata*)、小叶榉(*Zelkova sinica*)、白栎(*Quercus fabri*)、槲栎(*Quercus aliena*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、三角枫(*Acer buergerianum*)、秀丽槭(*Acer elegantulum*)、茶条槭(*Acer ginnala*)、鸡爪槭(*Acer palmatum*)等20余种^[2]。此外,近些年来又新引进一些新的色叶树种,如北美枫香(*Liquidambar styraciflua*)、挪威槭(*Acer platanoides*)、美国红栎(*Quercus rubra*)、花楸(*Sorbus pohuashanensis*)、南酸枣(*Chorospodias axillaris*)等,呈色效果均较好。叶片呈色自10月中上旬开始至12月中旬结束。

树叶之所以能够呈现红色,是因为树叶内除了叶绿素、叶黄素、胡萝卜素外,还有一种特殊的成分——花色素。花色素的合成受到温度、光照、水分、土壤酸碱性等诸多因素的影响。随着秋季的降临,气温逐渐降低,日照时间缩短,促成了花色素的不断生成,使得整个叶片呈现红色^[3]。

3 影响栖霞山红叶景观效果的原因探析

近年来,栖霞山红叶景观有着日益衰退的趋

势,秋叶不红、叶色不艳、红叶期短,且变色时期不一致等诸多现象,难现漫山红叶景观。红叶景观效果受到严重影响,如果不采取措施,风景区的旅游质量、价值将会严重下滑,“秋栖霞”、“赏枫胜地”的美誉也将不复存在。对影响栖霞山红叶景观效果的原因进行深度剖析,结论如下:

3.1 自身因素

植物自身因素是影响红叶效果的内在动因。通过对栖霞山风景区红叶植物调查,发现红叶林群落的建群种为金缕梅科的枫香树,其次是壳斗科的一些树种,其他红叶植物数量较少且较为分散^[1]。研究发现,枫香属植物在古地质历史时期就已出现,在光叶糯米椴林、栓皮栎林、水冬瓜林、枫香树+光叶糯米椴+榉树林等阔叶林中,枫香树的重要值最大,但多处于老龄阶段,因此树木自身的衰弱是导致叶色减退的直接原因^[4]。群落调查显示,目前栖霞山枫林湖、红叶谷等红叶林区自然萌发的小苗数量不多,在人为干扰和环境条件变化的情况下,群落自然更新能力很弱。尽管后来又新引进一些新的色叶树种,如北美枫香、挪威槭、美国红栎、花楸、南酸枣等,但由于苗木规格较小且数量较少,还未形成一定规模的红叶景观。此外,新补植树种如红枫(*Acer palmatum* ‘Atropurpureum’)、鸡爪槭等苗木规格较小,且种植较为分散,不足以形成成片的红叶景观。

3.2 外界因素

除了自身因素,外界环境也是影响红叶景观的重要因素,主要包括温度、光照、土壤、大气污染物等。

3.2.1 温度 温度是影响花色素苷合成积累的主要外界因素之一。秋季叶片变红需要一定的低温和温差。低温使得色叶植物的叶色呈现变化:一方面,低温阻碍光合色素的合成,促进花色素的合成^[5-8];另一方面,低温具有保持花色素稳定的特性^[9-10]。昼夜温差大有利于植物体内花青素的形成及糖分的积累。研究表明,昼夜温差大于15℃时,有利于叶片中花色素苷的合成^[11]。气温变化影响植物叶全变色期的迟早,气温偏高使物候期推迟,反之则提前。相对平均气温而言,最低气温对叶全变色期的影响更大,最低气温每升高(或降低)1℃,植物叶全变色期平均推迟(或提前)约3 d^[12]。然而在全球变暖的大环境下,高温持续时间长、低温到来时间迟缓等现象,阻碍了叶片花色素的合成。

此外,栖霞山风景区较高的夜温可能是限制红叶景观的潜在因素。在较高的夜温下,叶片呼吸作用加强,导致糖分消耗增加,不利于花色素苷的积累,故呈现褪色趋势。

3.2.2 光照 光照是影响红叶景观的又一重要因素,包括光照度、光照质量和光照时长。不同的植物对光照度的反应表现并不完全相同。对于一般阳性的彩叶植物,需要阳光直射,叶片色彩才会显得艳丽^[13-14];而有些色叶植物只有在较弱的散射光下才呈现斑斓色彩,强光会使彩斑严重褪色^[15]。光照时长对彩叶植物的叶色表现也有影响^[16-18]。除光照度和光照时长外,光质对植物叶色也起着一定的作用^[17,19]。对栖霞山红叶景观而言,光照影响其表现效果主要体现在光照度上。栖霞山部分林分密度较大,高郁闭度下的光照度较弱,影响了中下层红叶植物的生长。此外,由于未考虑到其需光特性,前期设计或施工上的失误导致部分红叶植物被植于遮光或光照弱的环境下,因而红叶效果不尽人意。

3.2.3 土壤 土壤对植物叶色的影响可大体分为 2 个方面,包括土壤含水量和重金属含量。

(1)土壤含水量。土壤含水量的多少会影响植株的生长及发育^[10]。近年来,栖霞山铅锌银矿的不断开采导致山体滑坡、地面塌陷等环境、地质问题日益突出,地下水位逐年下降,干旱情况较严重^[20]。此外,随着栖霞山景区知名度的不断扩大以及人们对红叶持续高涨的热情,前来观赏的游客逐年增加。大量的游客对景点反复践踏,导致土壤板结,使植株根系生长受限,不利于地上叶片的生长。

(2)土壤重金属含量。土壤重金属对植物生长及叶色变化均有影响,且迫害程度随着含量的增大及时间的延长而加重^[21]。栖霞山铅锌银矿开采导致土壤受到 Pb, Cd, Cu, Zn, Cr 等重金属的污染,且随着采矿的不断延续污染范围已经开始扩大,由之前的矿厂、矿口和坑道排风井口等污染源,扩散至明镜湖、桃花湖、御花园和枫林湖等外围景区^[22]。

3.2.4 大气污染物 栖霞山的红叶植物除受上述提及的温、光、土影响外,也受到周边大气污染物的重要迫害。多年来,栖霞山周边地区的炼油厂排放了大量的 CH₄, SO₂, NO₂ 等气体^[23]、形成生境胁迫,使栖霞山植物群落的结构与景观观赏功能出现退化迹象。水泥厂排放的大量灰尘富集叶片表面,堵塞了植物的气孔,妨碍了植物光合作用和呼吸作

用的正常进行,尤其是色叶树种叶色鲜艳程度降低,红叶持续时间缩短,弱化了景区的观赏效果^[24]。

4 栖霞山红叶林景观营建策略

4.1 红叶景观的环境因子调控

城市环境和气候变化影响了栖霞山风景区红叶观赏效果,因此有必要对风景林进行合理的择伐,保持合理的林分结构。郁闭度控制在 0.6 左右^[23],利于通风,可促进林区热量的散发,使林区昼夜温差加大,从而促进花色素的形成。于红叶区适当补植先锋常绿针叶树种松、柏等,既可改良瘠薄土壤,又可改善小气候。此外,及时的温度观测,也有助于为叶片变色进行较为准确的预测预报。

栖霞山部分林分密度较大,中下层植物光照度较弱,因此对栖霞山植物群落进行改造势在必行。对枯枝、徒长枝进行及时修剪,清伐一些杂树及生长不良、适应性弱、影响景观效果的树种。通过林相改造保持合理的林分密度,确保中下层植被有充足的光照,从而达到红叶效果。此外,也可根据实际立地情况,于秋季落叶后或春季萌芽前,将中下层次色叶植物移栽至光照充足处。

针对栖霞山“地下水位低,雨水留不住”的特殊状况,建议于高坡或较陡处修筑水平条、鱼鳞坑等,此措施可以截留水分、保持水土、优化小环境,增加地面植被覆盖率^[25]。对于游客践踏较严重的地块,要加强中耕翻土,保证植株根系正常生长,必要时加以围栏遮挡。此外,加强人为供水管理,满足植物生长的季节性需求,促进叶色观赏效果。对于重金属污染的土壤,可通过种植适应性强的乡土树种,如构树(*Broussonetia papyrifera*)、黄连木等,达到吸附污染物,净化土壤的作用,而对于污染过重的土壤可采取换客土的方式。

在红叶植物周边设置生态防护带,选用抗污染、吸附能力强的高大乡土树种作为屏障,如构树、臭椿(*Ailanthus altissima*)、合欢(*Albizia julibrissin*)等,丰富植物群落多样性的同时,一定程度上也降低了空气污染物的浓度,为色叶树种的正常生长提供保障^[23]。植物养护还要做到定期高空喷水,通过叶面淋水,冲掉叶片表面积淀的污染物,使叶色更加艳丽,同时保证孔隙通畅,利于叶片光合作用,促进花色素苷的形成。

4.2 红叶景观提升方法

4.2.1 补植适应能力强的红叶树种 适当引进一些

新的色叶树种 本着因地制宜,适地适树的原则,适当补植较大规格的乡土色叶树种,如鸡爪槭、枫香树、黄连木等,既能够在短时间内形成理想的红叶景观又能实现生态效益、社会效益与经济效益的最大化。同时引进新的色叶树种,如南酸枣、美国红栎、花楸等,丰富充实栖霞秋色,扩大“秋栖霞”这个品牌的影响力。引种以乡土树种为主,切勿盲目引种,如美国红枫(*Acer rubrum*)病虫害严重,不宜选用,而乡土树种金陵黄枫、“金陵红”三角枫、拧筋槭(*Acer triflorum*)、茶条槭、卫矛等则具有较强的适应性,以丛植、片植为主,可营造片区景观。此外,在林下空间补植秋季观花观果植物,打破叶色的单一,增加观赏趣味性,起到点缀优化的效果。观花植物可选择适应性强的矮小花灌木,如牡荆(*Vitex negundo*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、结香(*Edgeworthia chrysantha*)、地被可选择较耐荫的紫花地丁(*Viola philippica*)、老鸦瓣(*Tulipa edulis*)、威灵仙(*Clematis chinensis*)、千里光(*Senecio scandens*)等。观果植物可选择果实红艳,具有较高观果价值的南天竹(*Nandina domestica*)、菝葜(*Smilax china*)、金银木(*Lonicera maackii*)、枸杞(*Lycium chinense*)、紫珠(*Callicarpa bodinieri*)等。此外,红瑞木(*Swida alba*)等观茎干植物也是不错的选择。

4.2.2 增添冬春夏观赏植物,打造栖霞山四季景观 栖霞红叶有季节局限性。为了打破只到秋天才到栖霞山来游玩的瓶颈,可以增添冬春夏观赏植物,从而打造栖霞山四季景观。冬天观赏价值较高的植物有山茶(*Camellia japonica*)、茶梅(*Camellia sasanqua*)、蜡梅(*Chimonanthus praecox*)、梅花(*Armeniaca mume*)、芫花(*Daphne genkwa*)、结香等;春天百花齐放,可选择大众喜爱的山桃(*Amygdalus davidiana*)、海棠属(*Malus*)、樱花(*Cerasus* sp.)、玉兰(*Magnolia denudata*)、山茱萸(*Cornus officinalis*)、杏花(*Armeniaca vulgaris*)等成片种植;夏天植物选择以清爽纯洁的白色为主,如珍珠梅(*Sorbaria sorbifolia*)、绣线菊(*Spiraea salicifolia*)、六月雪(*Serissa japonica*)等。各季节植物种类不宜过多,配植模式以丛生为主,打造精品节点植物景观。

4.3 红叶景观的养护管理对策

重点加强红叶区养护,对红叶林建群种枫香树、壳斗科植物等色叶植物进行系统研究,对林区常见病虫害进行预防和及时治理。一要掌握红叶风景林主要树种的常见病虫害种类及其发生规律,

如槭树类枝叶上常会有侵食枝叶的害虫金龟子、刺蛾、蚜虫、红蜘蛛等,危害枝干、造成枝枯甚至整枝死亡的蛀干性害虫天牛、蛀心虫等;二是要兼顾环保与成效,采用物理、化学、生物相结合的防治方法。为保护环境,降低空气污染物,病虫害防治药剂均采用生物药剂和低毒药剂。另外,可进行人工摘除虫卵、悬挂黄板、利用灯光诱虫的方法。采取生物防治的方法,如释放肿腿蜂、瓢虫、周氏啮小蜂等^[25]。

此外,要加强对新植苗木的抚育工作,如清除新植苗木根系周边的杂草,混合施用复合肥和有机肥,及时浇水,以保证充足的水肥供应,还要注意加强看管,尤其在秋季旅游旺盛季节,确保植株不受游人破坏,必要时可设围栏遮挡。

参考文献:

- [1] 王会宁.南京栖霞山植物区系地理及野生植物资源研究[D].南京:南京林业大学,2006.
- [2] 邵 妍.南京市秋冬季植物景观的研究[D].南京:南京林业大学,2006.
- [3] 姜卫兵,庄 猛,韩浩章,等.彩叶植物呈色机理及光合特性研究进展[J].园艺学报,2005,32(2):352-358.
- [4] 陈乃玲.南京城市森林生态价值研究[D].南京:南京林业大学,2008.
- [5] 郭春生.沧州市彩叶植物种类及应用调查研究[D].保定:河北农业大学,2012.
- [6] GRAHAM T L. Flavonoid and flavonol glycoside metabolism in *Arabidopsis* [J]. *Plant Physiology & Biochemistry*, 1998, 36(1): 135-144.
- [7] SAURE M C. External control of anthocyanin formation in apple [J], *Scientia Horti culturae*, 1990, 42(3): 181-218.
- [8] OREN-SHAMIR M, LEVI-NISSIM A. Temperature effect on the leaf pigmentation of *Cotinus coggygia* 'Royal Purple' [J]. *Journal of Horticulture Science*, 1997(3): 425-432.
- [9] 洪 丽.茶条槭(*Acer ginnala*)幼树叶色变化的生理特性研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2008.
- [10] DEAL D L, RAULSTON J C, HINESLEY L E. Leaf color retention, dark respiration, and growth of red-leaved Japanese maples under high night temperature [J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1990, 115(1): 135-140.
- [11] 张启翔,吴 静.彩叶植物资源及其在园林中的应用[J].北京林业大学学报,1998,20(4): 126-127.
- [12] 仲舒颖,郑景云,葛全胜.近40年中国东部木本植物秋季叶全变色期变化[J].中国农业气象,2010,31(1): 1-4.
- [13] McPHEETERS K, SKIRVIN R M. Histogenic layer manipulation in chimeral 'Thornless Evergreen' trailing blackberry [J]. *Euphytica*, 1983, 32(2): 351-360.
- [14] 张 琰,卓丽环,赵亚洲.遮荫处理对‘血红鸡爪槭’叶片色素及

- 碳水化合物含量的影响[J].上海农业学报,2006,22(3):21-24.
- [15] 梁 蕴,刘 燕.森林公园中的植物景观设计探讨[J].亚热带植物科学,2004,33(2):47-50.
- [16] 史宝胜.紫叶李叶色生理变化及影响因素研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2006:43-50.
- [17] 李秋红,隋瑞芬.火焰绣线菊叶色多变的原因[J].林业科技,1998(4):49-50.
- [18] 洪 丽,王金刚,龚束芳.彩叶植物叶色变化及相关影响因子研究进展[J].东北农业大学学报,2010,41(6):152-156.
- [19] TSUKAYA H, OHSHIMA T, NAITO S, et al. Sugar-dependent expression of CHS-A gene for chalcone synthase from *Petunia* in Transgenic *Arabidopsis* [J]. Plant Physiology, 1991, 97(4):1414-1421.
- [20] 褚桂棠.南京栖霞山环境地质问题的研究[J].江苏地质,1986,10(4):40-44.
- [21] 沙翠芸.铅胁迫对两种彩叶植物生理特性及叶色的影响[D].保定:河北农业大学,2011.
- [22] 储彬彬,罗立强.南京栖霞山铅锌矿地区土壤重金属污染评价[J].岩矿测试,2010,29(1):5-8.
- [23] 苏继申,赵永艳.南京栖霞山风景区色叶树种资源的利用与保护[J].南京林业大学学报(人文社会科学版),2003,3(1):16-18.
- [24] 赵永艳.南京市近郊典型森林群落结构特征与恢复技术研究[D].南京:南京林业大学,2007.
- [25] 周肖红.红叶风景林营建和管理策略的探讨——以香山红叶风景林为例[J].中国园林,2010,26(10):87-90.

(上接第 27 页)

这一结果与大多数木本作物的研究结果并不一致。这可能是因为牡丹是一种小型灌木,枝梢每年的生长量不大,而顶部果实的存在,增加了生长类激素如生长素和赤霉素的合成与供给,促进了果实下部枝梢的生长和营养的积累。

3.2 夏季修剪对幼年凤丹生长结果的影响

刘吉祥等^[4]研究表明,各种夏季修剪方法均能不同程度地抑制梨树新梢的生长,提高其成花率;黄志琼等^[5]研究表明对密蔽东魁杨梅开展不同程度的夏季修剪,树冠内膛成枝量、内膛坐果量、单株产量及果实品质均受影响,其中以修剪量控制在全树枝干量的20%左右单株产量最高,果实品质较好。

作者对凤丹进行了4种修剪程度的试验结果表明,随着修剪程度的加大,树体当年的花芽数量依次下降,树体翌年的营养生长也受到相应抑制,产量相应下降。说明幼年凤丹的修剪反应与其他木

本植物存在差异,通过控制牡丹当年枝梢生长量,来促进当年花芽分化和提高翌年种籽产量,是不可行的。

因此,凤丹的整形修剪不能按照果树修剪的方法进行。幼年凤丹的枝条适宜采取任其自然生长的缓放处理,这样不仅节省用工成本,而且能提高牡丹早期产量。

参考文献:

- [1] 李育材.中国油用牡丹工程的战略思考[J].中国工程科学,2014(10):58-63.
- [2] 胡三英,宋保林,崔淑琴.油用牡丹栽培技术[J].陕西林业科技,2014(6):116-117.
- [3] 马会萍,彭正锋.牡丹秋季修剪[J].中国花卉园艺,2012(16):11.
- [4] 刘吉祥,阎永齐,刘照亭.夏季修剪对梨树新梢生长及成花的影响[J].江苏农业科学,2013,41(7):149-151.
- [5] 黄志琼,李顺辉,卫双荣,等.密蔽东魁杨梅园夏季修剪的坐果效应[J].南方农业学报,2011,42(1):79-81.
- sonal variability of photosynthetic parameters and their relationship to leaf nitrogen in a deciduous forest[J].Tree Physiology,2000,20(9):565-578.
- [94] TANG Z, MAS S, CHAMBERS J L, et al. Interactive effects of fertilization and throughfall exclusion on the physiological responses and whole-tree carbon uptake of mature loblolly pine[J].Canadian Journal of Botany,2011,82(6):850-861.
- [95] JEAN-MARC L, LAURENT M, ANNE-VIOLETTE L, et al. Do photosynthetic limitations of evergreen *Quercus ilex* leaves change with long-term increased drought severity? [J]. Plant Cell & Environment, 2010, 33(5):863-875.
- [90] OOLER P A, FRANKIE G W, BAKER H G. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica[J]. Journal of Ecology,1980,68(1):167-188.
- [91] 张国盛.干旱、半干旱地区乔灌木树种耐旱性及林地水分动态研究进展[J].中国沙漠,2000,20(4):363-368.
- [92] LIMOUSIN J M, LONGEPIERRE D, HUC R, et al. Change in hydraulic traits of Mediterranean *Quercus ilex* subjected to long-term throughfall exclusion [J]. Tree Physiology, 2010, 30(8):1026-1036.
- [93] WILSON K B, BALDOCCHI D D, HANSON P J. Spatial and sea-

(上接第 39 页)