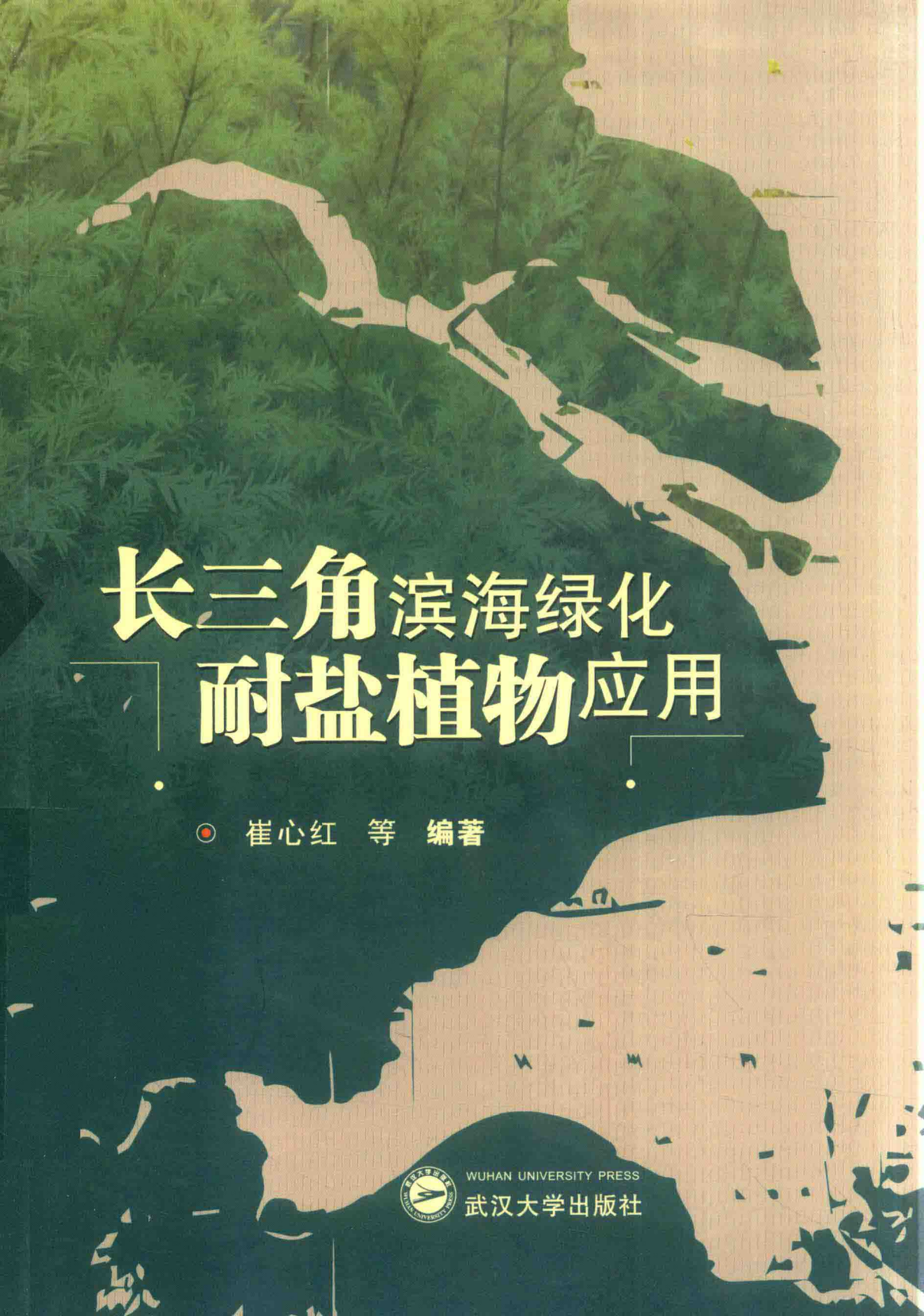




长三角滨海绿化 耐盐植物应用

● 崔心红 等 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

国家林业公益性行业科研专项项目(201404119)

长三角滨海绿化 耐盐植物应用

崔心红 等 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

长三角滨海绿化耐盐植物应用/崔心红等编著. —武汉:武汉大学出版社, 2016. 7

ISBN 978-7-307-18172-4

I. 长… II. 崔… III. 长江三角洲—滨海盐碱地—园林植物—观赏园艺 IV. S688

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 136046 号

责任编辑:郭 芳

责任校对:王小倩

装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:虎彩印艺股份有限公司

开本:720×1000 1/16 印张:19.5 字数:277 千字 插页:8

版次:2016 年 7 月第 1 版 2016 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-18172-4 定价:68.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

主要研究人员

(按姓氏笔画排序)

王 钺	王 斌	有祥亮	毕华松
朱 义	何小丽	沈烈英	宋 晴
张 琪	张 群	张庆费	郑思俊
林满红	罗国雄	孟庆瑞	夏 樵
顾燕飞	钱又宇	黄一青	崔心红
樊 华	鞠云福	魏凤巢	

前 言

近几十年来,华东滨海特别是近海区域出现了一批新城或开发园区,如上海的临港新城、金山化工工业园区、浙江的杭州湾新区和江苏启东工业园区等。随着社会经济发展,这些新城或开发园区还会扩大其规模,实施区域或项目的中远期规划目标,其结果是近海区域的城市化将迅速扩张。由于华东滨海新城或开发园区大多是在近百年淤涨成陆盐渍土上新建的,区域地下水位高,土壤盐渍化、结构极为简单、有机质含量低,加上海风等不利因素,华东滨海新城或开发园区的园林绿化难度大,可用“一年活,二年黄,三年见阎王”的谚语形容,成为华东滨海新城或开发园区生态建设一大难题。要有效解决这一难题,也就是本书重点研究和讨论的问题——盐渍土生态绿化,总结十多年的研究成果和实践经验,本书认为需要从以下几个方面做起。

一是构建排水排盐系统。由于“盐随水来,盐随水去”,排水洗盐仍是降低滨海盐渍土含盐量的主要办法。华东近海区域地下水位高,特别是人工吹填的地方与堤坝外海平面高差相差不大,必须通过水利工程措施构建排水排盐系统(如排盐盲沟—排盐支沟—排盐沟等),并尽量降低区域内水位,加快排水排盐效率;近海区域地势低且平坦,在进行园林绿化时也可根据需要挖低成湖,利用挖出的土方适当抬高周边地势,便于排盐和抑制返盐。

二是应用一系列盐渍土生态改良技术措施,使盐分上、下双向移

动改变为只向下的单向移动,减少或控制向上移动的盐分(抑制返盐过程)。围绕这一原理的系列措施有:在地下水位上铺设一定厚度的隔离层,隔断盐分向上的毛细管运动;采用不同覆盖物尽量覆盖地面,不裸露,以减少水分蒸发作用导致的返盐;在种植初期或夏季,通过适当修剪,减少植物叶面积或使用叶面蒸腾抑制剂等,以减少绿化植物蒸腾作用导致的返盐等。

三是筛选大量适合不同盐度的耐盐绿化植物种类,丰富盐渍土园林绿化景观。盐生植物多为草本,适宜在近海区域环境条件下生长的盐生植物种类更少,不能满足园林绿化景观多样化的要求,因此筛选更多的耐盐绿化植物是丰富近海区域园林绿化景观的重要基础。本书中耐盐绿化植物是指除盐生植物种类外的具有耐盐能力的绿化植物种类,包括在盐渍土绿化中已经应用的植物种类(进一步试验确定耐盐范围)和大量目前还没有应用的绿化植物(通过在不同盐度环境下进行耐盐试验,筛选出潜在能用于盐渍土绿化的种类及其耐盐范围)。

四是重视耐盐植物种类的选用和植物群落乔灌草配置。华东滨海盐渍土大多是逐步淤积成陆的,在近海处修筑堤坝或塘阻止海水侵蚀。经历淋溶脱盐等作用,由于淤积成陆时间不同,堤坝间盐渍土含盐量就形成了梯度。根据盐渍土含盐量,选择能在这一含盐量环境中生长的绿化植物,把盐渍土盐分浓度与绿化植物耐盐能力结合起来(适配性),即使在不采取改良措施的情况下也能成活。近海区域海风大,地下水位高,不适合高大乔木和深根系植物生长,同时考虑减少地面蒸发,园林绿化植物群落配置应是以中小规格乔木和灌木为主地被全覆盖的群落配置模式。这一配置模式明显不同于城市绿地常规乔灌草搭配比例,是盐渍土园林绿化的一个重要特征。

五是施用有机肥料,增加有机质,改善盐渍土理化性状。近海成陆区域盐渍土有机质含量普遍偏低,土壤结构简单,土壤保肥保水能

力差。通过施用有机肥料,增加土壤有机质,改善盐渍土理化性状,只有这样才能保证种植的园林绿化植物成活并生长。

本书简单综述了植物耐盐机理和耐盐植物选育方法,以上海临港新城为例研究分析其年内盐水月动态以及近 60 年来成陆区域的盐度梯度分布和植被特征;采用不同筛选试验方法和近海不同试验地点,测试了 150 余种常见绿化植物的耐盐性或耐盐范围,为不同盐度的盐渍土绿化提供了较为丰富的植物资料,强调了土壤盐度与绿化植物耐盐能力适配性。本书中另设单独章节较详细地介绍了沼泽小叶桦(*Betula microphylla* var. *Paladosa*)在上海的引种适应性、快速繁殖、耐盐生理、繁育及其示范应用工作。

本书介绍的内容只是阶段性研究和应用工作总结,旨在总结成熟技术和材料推广应用,促进滨海盐渍土园林绿化工作健康发展。由于作者水平有限,书中不正确的地方还请各位读者海涵或批评指正。

崔心红

2016 年 5 月

目 录

第一章 全国滨海绿化概况	(1)
一、全国滨海分区概况	(1)
(一) 沿海防护林体系建设	(1)
(二) 滨海城镇绿化的主要特征	(3)
(三) 滨海城镇绿化主要发展概况	(4)
(四) 耐盐植物在滨海城镇绿化应用中的概况	(9)
二、耐盐植物特性	(10)
(一) 盐渍土和耐盐植物概述	(10)
(二) 植物的耐盐机理	(11)
(三) 耐盐植物的选育	(14)
第二章 长三角地区滨海盐渍土水盐动态及植被特征	(19)
一、长三角地区滨海盐渍土基本特征	(20)
二、滨海盐渍土水盐动态特征	(22)
三、基于水盐动态研究的盐渍土改良措施	(25)
(一) 水利工程措施	(25)
(二) 化学改良措施	(26)
(三) 有机物料改良措施	(27)
(四) 地表覆盖和隔离改良措施	(28)
四、上海临港新城滨海盐渍土及其植被特征	(29)
(一) 临港新城新成陆区域盐水动态	(30)

(二) 临港新城近 60 年成陆盐渍土及其植被特征	(45)
第三章 绿化耐盐植物筛选及其耐盐性	(54)
一、绿化植物在可控条件下的耐盐试验	(55)
(一) 盐池栽培	(55)
(二) 原土栽培	(70)
二、绿化植物在大田条件下的耐盐试验	(87)
(一) 崇明东滩湿地公园 82 种绿化植物耐盐能力	(87)
(二) 杭州湾新区(慈溪)滨海滩涂绿化植物耐盐能力	(103)
(三) 白龙港厂区 22 种耐盐植物筛选及其耐盐性	(131)
第四章 沼泽小叶桦适应性、耐盐生理、扩繁及应用	(146)
一、沼泽小叶桦的适应性	(146)
(一) 沼泽小叶桦的引种	(147)
(二) 沼泽小叶桦的适应性研究	(149)
二、沼泽小叶桦的耐盐生理	(152)
(一) 沼泽小叶桦的耐盐性	(153)
(二) NaCl 和 Na ₂ SO ₄ 胁迫对沼泽小叶桦生理特性的影响	(167)
三、高温高湿对沼泽小叶桦光合作用等生理特征的影响	(174)
(一) 试验设计	(174)
(二) 试验结果	(177)
四、沼泽小叶桦的扩繁	(185)
(一) 沼泽小叶桦的组织培养	(186)
(二) 无菌外植体的获得	(188)
(三) 沼泽小叶桦的增殖培养及壮苗	(189)
(四) 沼泽小叶桦生根培养	(189)
(五) 沼泽小叶桦组培苗的大量制备	(191)
(六) 沼泽小叶桦组培苗耐盐试验	(192)
(七) 生根沼泽小叶桦组培苗的炼苗及移栽	(193)

(八) 沼泽小叶桦的扦插试验	(196)
五、沼泽小叶桦在上海地区的示范应用	(201)
(一) 沼泽小叶桦在白龙港厂区的示范应用	(201)
(二) 沼泽小叶桦在崇明东滩自然保护区的示范应用	(207)
(三) 沼泽小叶桦在临港新城的示范应用	(210)
第五章 新优耐盐植物绿化应用	(211)
一、灌木类	(212)
(一) 伞房决明	(212)
(二) 单叶蔓荆	(213)
(三) 大花秋葵	(214)
(四) 海滨木槿	(215)
(五) 金森女贞	(217)
(六) 海桐	(219)
(七) 滨柃	(220)
(八) 火棘	(222)
(九) 钝齿冬青	(223)
(十) 红千层	(224)
(十一) 千层金	(226)
(十二) 考来木	(228)
(十三) 金叶莢	(229)
(十四) 连翘	(230)
(十五) 月季	(231)
二、乔木类	(233)
(一) 厚叶石斑木	(233)
(二) 乌桕	(234)
(三) 弗吉尼亚栎	(237)
(四) 舟山新木姜子	(238)

(五) 墨西哥落羽杉	(239)
(六) 滨海盐松	(241)
(七) 北美落羽杉	(243)
(八) 黄连木	(245)
(九) 全缘冬青	(247)
(十) 普陀樟	(248)
(十一) 金叶皂荚	(250)
(十二) 红楠	(252)
(十三) 白蜡树	(253)
(十四) 丝棉木	(255)
(十五) 栾树	(256)
附录	(258)
附录一 成果	(258)
附录二 植物名录	(262)
参考文献	(274)
后记	(297)

第一章 全国滨海绿化概况

一、全国滨海分区概况

(一) 沿海防护林体系建设

中国大陆海岸线北起辽宁鸭绿江口,南至广西北仑河口,长达 18340 公里,处于陆海交替、气候多变地带。海陆之间巨大的热力差异,形成了显著的季风气候,台风暴雨、洪涝干旱、风沙海雾、低温干热等自然灾害发生频率很高,这些自然灾害一直威胁着沿海地区人民的生命财产安全。同时,沿海地区经济发达、城市化水平高、人口密度大、工厂企业密集,沿海 11 个省、区、市的 GDP 总量约占全国的 70%,分布有 100 多个中心城市和 630 多个港口,是带动我国经济、社会快速发展的“火车头”,其地位和作用十分重要。党和国家领导人历来关心沿海地区的防灾减灾和人民生命财产安全,早在 20 世纪 80 年代,邓小平、万里等领导人先后就沿海地区防护林建设作出过重要批示。1991 年实施了全国沿海防护林体系建设工程,各地不断加大建设力度,取得了明显的生态、经济和社会效益,为沿海地区改革开放做出了重要贡献。截至 2005 年年底,沿海地区累计新建和改造基干林带 9384 公里,基干林带总长度达到 1.78 万余公里,建设区域森林覆盖率由 24.9% 提高到 35.6% (周生贤,2005)。从 2005 年开

始,国家林业局组织开展沿海防护林体系建设工程规划修编工作,全面加快沿海防护林体系建设步伐,为了突出“全面”和“体系建设”,在目标定位上,实现从一般性生态防护功能,向以应对海啸和风暴潮等突发性自然灾害为重点的综合防护功能扩展;在建设布局上,由过去的一条绿化带、防风固沙林带的单一布局,调整为由消浪林带、海岸基干林带和纵深防护林网 3 个层次构成的复合布局,实现由单一线状布局向因害设防、网状立体布局扩展;在建设内容上,由过去海岸基干林带建设、荒山荒地绿化、村屯绿化,向以基干林带为主,滩涂红树林、城镇乡村防护林网、荒山绿化有机配合的多层次防护林体系扩展,将沿海防护林体系建设与农田、道路、矿区、居民区绿化、美化有机地结合起来。

根据沿海防护林体系建设的层次结构,从浅海水域向内陆延伸主要划分为三个层次。第一层次是位于海岸线以下的浅海水域、潮间带、近海滩涂,由红树林、怪柳、芦苇等灌草植被和湿地构成的消浪林带;第二层次是位于最高潮位以上的宜林近海岸陆地,主要由乔木组成的具有一定宽度(200~500 m)的海岸基干林带;第三层次是位于海岸基干林带向内陆延伸的广大区域,由宜林荒山荒地、护路林、农田防护林、城乡绿化等构成的纵深防护林网。其中,第一层次和第二层次统称为沿海基干林带,是国家重点生态公益林。回顾沿海防护林体系建设的发展历程,在实施初期,其主要目标定位在绿化海疆、防风固沙之上,为此突出了海岸基干林带、农田林网建设和荒山绿化,而忽视了滨海湿地、红树林保护和城乡绿化一体化,难以形成多个层次、相互衔接的复合型防护体系,在一定程度上制约了抵御自然灾害和维持生态安全的功能,已无法适应沿海地区新形势发展的需要。

(二) 滨海城镇绿化的主要特征

沿海地区不但有通往海外的港口,还有适宜居住的环境和人类赖以生存的淡水资源、农地资源,自然地理条件比较优越,所以城市带一般都位于沿海地区。中国沿海地区分布有以上海为核心的长江三角洲,以北京、天津为核心的京津冀,以香港、广州、深圳为核心的珠江三角洲等3个全国一级城市群,以及山东半岛、辽中南、温(台)城镇连绵地区、福建沿海、粤东城市圈和广西北部湾等区域级城市群(带)。通过高速公路、铁路串联的城镇、产业园区和港口形成的沿海巨型城市带雏形已经形成(胡刚,2004)。按照全国主体功能区规划,沿海地区的开发强度、开发区、城市和交通基础设施均处在全国最高等级。滨海城镇风景园林化作为沿海防护林体系建设城乡一体化绿化、美化的重要内容之一,在目标定位、功能需求和技术路径上与滨海湿地和红树林保护,以及宜林荒山荒地、农田防护林等沿海基干林带的生态公益林建设存在巨大差异,主要表现在以下两个方面。

一是成陆过程差异导致立地条件不同。滨海地区城镇、产业园区和港口的滨海盐碱地在成陆过程与滨海湿地、海岸基干林带、农田防护林及沿海村庄绿化、美化等其他类型沿海防护林存在较大差异。数千年来,人类对滨海湿地的利用和改造主要是基于自然淤涨成陆后的围堤开垦,进行农业、林业和渔业生产活动,进而形成零星聚集村落,而绿化建设的立地条件——表层土壤则是经过“海底淤泥—植被促淤成陆—脱盐熟化”等土壤演化过程而形成的与海岸线垂直、呈条带状分布、具有盐度梯度差异的滨海盐渍土,以滨海湿地和海岸基干林带保护和造林为目标的沿海防护林体系建设主要是基于此类自然淤涨“成陆围堤”。然而,随着中国社会经济发展和城市化进程加速,特别是2000年以后,滨海滩涂作为各地政府重要的国土后备资源,大规模人工围海造陆兴建港口、产业园区、新城等活动成为各地

社会经济发展的重大举措,不同于以自然淤涨为基础的“成陆围堤”利用方式,以开发建设城镇、产业园区和港口为目标的沿海防护林体系建设主要是基于人工吹泥填埋的“围堤造陆”。因此,这种由海底淤泥吹填形成的表层土壤在土壤理化和生物性状指标方面与自然淤涨的滨海盐渍土存在较大差异。

二是目标定位差异导致绿化形式不同。滨海地区城镇、产业园区和港口的绿化、美化建设属于城市建成区的国土绿化,其功能定位是风景园林化,与滨海湿地和红树林的保护与恢复,以及海岸基干林带、荒山荒地、农田道路防护林和村庄绿化美化的造林绿化不同。城镇、产业园区和港口的绿化、美化主要以公园绿地、生产绿地、防护绿地、附属绿地和其他绿地 5 种类型城市绿地作为主要表现形式,突出改善城市人居环境、提高城市美景度和提供休闲游憩功能。

综上所述,滨海城镇绿化是沿海防护林体系建设总体框架下的一种城镇区域国土绿化形式,但是从立地条件和目标定位方面,都与狭义的沿海防护林概念和滨海湿地有所区别,风景园林化和滨海盐渍环境两个关键特征,决定了滨海城镇绿化的种植土壤改良、植物种类筛选和群落配置、养护管理都具有其特殊性。

(三) 滨海城镇绿化主要发展概况

中国从北到南海岸线跨越温带、亚热带、热带三种类型气候带,沿海地区拥有泥质、沙质和岩质等不同海岸类型。气候和立地条件差异对滨海盐渍土的形成与演变具有重要影响。滨海盐渍土一般分布于泥质或沙质海岸,种植层土壤盐度大于 0.1%。沙质海岸的土壤颗粒组成和土壤结构有利于自然降雨淋溶脱盐,且不利于底层可溶性盐分随蒸发形成毛细管上行水流导致的土壤盐分表聚现象,因此滨海盐渍土大都分布于泥质海岸,特别是地貌以平原、河口三角洲和滩涂为主,在海洋和陆地的相互作用下大量泥沙沉积的地带,土壤类

型主要为滨海盐土类、潮土类和水稻土类(王遵亲,1993)。中国海岸线的泥质海岸占 48.5%,根据全国海岸带自然资源调查和全国林业区划,主要分布区可划分为辽中泥质海岸平原区、渤海湾泥质海岸平原区、长江三角洲泥质海岸平原区、珠江三角洲泥质海岸平原区及其他零星分布泥质海岸。在综合各分布区划滨海盐渍土农业生产和林业造林的基础上,考虑到降雨量和温度差异对土壤水盐运移、脱盐碱化演变和植被等产生的重要影响,一般以 800 mm 年均降水量为界线(与中国 1 月 0℃大致一致),沿秦岭—淮河将全国滨海海岸划分为北方区和南方区,滨海城镇绿化发展围绕风景园林化和滨海盐渍环境形成了符合各区域自身特征的盐水调控、土壤改良、植物种类筛选和群落配置及后期养护管理等技术措施,主要包括以下两类。

① 以改土适树为目的的土壤改良措施。从宏观上,利用淡水洗盐、暗管排碱、挖沟排盐等工程措施,可以降低地下水位,减少土壤盐分含量,但也带来一些副作用。例如,利用淡水洗盐措施,在洗碱盐的同时,除把 Na^+ 、 Cl^- 等盐离子排走外,土壤中一些植物必需的矿质元素也被排走,且这种措施造价比较高,还受淡水资源的制约。滨海盐渍土的形成决定了随着淡水资源的进一步短缺,淡水资源一旦枯竭,土壤含盐量又会很快恢复。从微观上,创造性地利用微区改造、隔离客土等方法取得了很好的成效。客土绿化收到了很好的绿化效果,城市绿化面积迅速增大,城市绿地覆盖率达到 20%,改善了城市环境,对促进当地经济发展起到了积极作用。但是客土绿化存在很大的弊端和危机。一是绿化成本高,仅种植成本每平方米就达到 100 元以上;二是绿化面积小,不能从根本上增加滨海盐碱地植被覆盖和改善环境;三是绿化效果受到制约,由于局部隔离换土,面积太小,植物根系生长受到限制。

② 以选树适土为目的的生物改良利用盐碱地措施。筛选、培育不同耐盐程度的植物,以适应不同的盐渍土壤。国内外研究表明,生

物措施是改良、开发利用盐碱地的最佳途径。引种具有一定经济价值的抗盐碱、耐海水植物,增加地面覆盖以减少地表蒸发,既可改良土壤,扼制土地的盐渍化,又可改善盐荒地的生态环境。

1. 北方滨海城镇绿化发展概况

以天津经济技术开发区为代表的北方滨海城镇盐碱地,年均降水量不足 500 mm,而年均蒸发量达 1900 mm,约为年均降水量的 4 倍,降水集中在 6—9 月。每年 12 月至次年 2 月平均气温在 0℃以下,1 月最低,平均气温为 -3.9℃。地势低洼,地下水埋藏浅,矿化度高,土壤含盐量高,1 m 厚土体平均含盐量为 4.73%,最高达 7%以上,为 Na-Cl 型滨海盐土。土壤黏重,通气、透水不良,植被稀少、地被覆盖度低,在原生盐土上几乎没有自然植被,为盐滩裸地。风暴潮频繁,盐尘对植物危害严重,直接填垫客土极易产生次生盐渍化。在耐盐植物资源应用方面,已编制形成了天津经济技术开发区主要园林绿化树种、草本植物 270 种(含变种、栽培变种等),隶属 52 科 107 属,将树种和植物的耐盐能力按照 0.1%~0.2%、0.2%~0.4%、0.4%~0.6%、0.6%~1% 和 1% 以上划分为 5 级。该地区主要运用的滨海绿化技术包括:

① 排盐设施和客土填垫抬高。天津经济技术开发区具有土壤基质软、潜水浅、海水容易回渍等特殊的水文地质条件,结合滨海地区水文地质条件和城市排水特点,通过 20 年的探索、完善,在水盐平衡的基础上提出“允许深度”概念,优化和创建了浅密式高效排水降盐新工艺及配套的集成技术体系,使水平暗管排水技术得以在滨海浅潜水淤泥质软基础地区广泛应用。

② 利用有机肥改良盐碱地。利用盐渍土区“淡化肥沃层”,即在不减少土体盐分储量的前提下,通过提高土壤肥力,以肥对土壤盐分进行时间、空间、形态的调控,增加土壤有机质熟化表层团,增加土壤