

滨海盐碱地基盘法造林试验初报^{*}

岳增璧, 张学培, 朱金兆, 魏天兴, 李国华, 景峰

(水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘要: 该研究以唐山市南堡盐场重盐碱地为例, 采用基盘育苗、台田整地、客土穴移植树苗等措施, 探讨滨海盐碱地基盘法造林技术。结果表明: 基盘具有一定阻隔盐碱的作用, 客土、草炭、蛭石和珍珠岩体积比以 5 : 1 : 2 : 2 的种基盘出苗率最高, 且蛭石和珍珠岩组合占优势的基盘配方出苗率高于草炭占优势的基盘配方, 基盘苗早期受外界环境的不利影响较大, 不同配方的基盘对基盘苗的根系发育和地上部生长量的影响大小还有待研究。台田的排盐阻盐效果以南北两条“十”字型(炉渣)的最好, 炉渣隔离层比建筑垃圾隔离层的排盐阻盐效果明显。客土穴具有较好的阻盐效果, 大部分移植树苗成活。研究结果可为滨海盐碱地造林提供一定技术支持。

关键词: 滨海盐碱地; 台田整地; 隔离层; 电导率; 基盘

中图分类号: S156.4; S741

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)04-0234-05

Approach of Seed-base for Afforesting in Seashore Saline Land

YUE Zeng-bi, ZHANG Xue-pei, ZHU Jin-zhao, WEI Tian-xing, LI Guo-hua, JING Feng

(Key Lab of Soil and Water Conservation and Desertification Combating of Ministry of Education, College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Taking a badly seashore saline land in the city of Tangshan as an example, adopting some measures, such as sowing by seed-bases to breed seedlings, building stair-fields, transplanting seedlings in carrying soil columns etc, a new technology of seed-base for afforesting was developed in seashore saline land. The results showed that the seed-bases had a certain function of anti-salt. Vermiculite and perlite had a better effect compared with peat in the rate of emergence, and the seed-base that was made by carrying soil, peat, vermiculite and perlite in the volume ratio of 5 : 1 : 2 : 2 had the highest rate of emergence. The seed-base seedlings were vulnerable to the external environment when they were young, and how much the influence of different prescriptions of the seed-bases for the seed-base seedlings' roots development and later growth was still to be further studied. The isolation layer of slag was better than the one of construction waste in anti-salt, and the stair-field with a slag layer in the shape of two stripes from south to north and one strip from east to west had the best effect on anti-salt. The carrying soil columns could prevent transplanting seedlings from the harmful effects of salt, which made most of transplanting seedlings survive. The results could provide a certain technical support for afforesting in Seashore Saline Land.

Key words: seashore saline land; build stair-fields; isolation layer; electrical conductivity; seed-base

随区域开发和经济的发展, 滨海地区的生态建设越来越受到重视, 但土地盐碱化一直是影响滨海地区造林绿化的主要因素, 成为当地经济发展的障碍。近年来, 在筛选耐盐性植物、盐碱地土壤改良、灌溉技术、综合措施治理等方面做了大量的研究^[1],

取得了很多成功经验, 盐碱地造林技术尚不完善, 以植苗造林为主, 基于播种造林的研究还未见报道。

盐碱地播种造林的关键技术是要保证种子免受盐害影响, 使其顺利发芽, 因此, 采用可提高种子发芽率、苗木成活率和初期生长量的局部改善植物生

* 收稿日期: 2009-02-27

基金项目: “948” 国家林业局引进项目“保育基盘法播种造林成套技术引进”(2006-04-47)

作者简介: 岳增璧(1981-), 男, 硕士, 主要研究方向: 水土保持与荒漠化防治。E-mail: andyyue_001@yahoo.com.cn

通信作者: 张学培(1954-), 男, 副教授, 硕导, 主要研究方向: 水土保持与荒漠化防治。E-mail: zxp@bjfu.edu.cn

长环境的绿化技术——种基盘造林技术。该技术在日本主要应用于工程绿化领域,包括公路边坡造林、高陡山坡造林、采石迹地造林、人工林近自然改造等^[2-3],但在盐碱地尚未进行此类研究。

借鉴沿海地区以往的改造经验,通过修筑台田、挖排水沟、铺隔离层、客土穴移植树苗等技术措施^[4-5]与基盘法造林技术措施相结合,探讨滨海盐碱地基盘法造林技术模式,为滨海盐碱地造林绿化提供技术依托。

1 试验区概况

试验区位于唐山市丰南区黑沿子镇南堡盐场,属滨海平原区,地势低洼,地面高程 0.5~10.0 m,地面坡降 0.12‰。年平均气温 11.9℃,最高气温 35.4℃,最低气温 16.3℃,最大冻土深度 0.7 m。年主导风向为西南风,夏季为西南风,冬季为西北风。多年平均降雨量在 530~600 mm 之间,降雨主要集中在 6~9 月,占全年降雨量的 78%~85%,为“脱盐期”。年平均陆面蒸发量在 520~550 mm 之间,春季几乎无降雨,陆面蒸发强烈,为“返盐期”。全年土壤平均含盐量超过 6.0‰。试验地临近晒盐池,台面高出大潮基准面 0.6 m,由于空旷多风,气候干燥,土地裸露,陆面蒸发量很大,强烈的土壤蒸发使土壤表层积盐,形成盐土和盐化土。

2 试验方法

2.1 台田整地

试验区台田的规格均为 12 m×12 m,台田间由宽 3 m 深 1.1 m 的排水沟相隔。同时参照沿海地区的经验,采用铺隔离层的方法,以利于台田洗盐和排盐。具体措施如表 1 所示。

表 1 台田铺设方式和隔离层的种类

台田处理措施	台田铺设方式	隔离层种类
1	全铺型	炉渣
2	全铺型	建筑垃圾
3	南北两条加塑料布型	建筑垃圾
4	南北两条型	建筑垃圾
5	南北两条型	炉渣
6	南北两条“十”字型	炉渣
7	南北两条“十”字型	建筑垃圾
8	对照台田	无

隔离层均以大潮基准线为基准位置,基准位置以上为 60 cm 厚的养虾池池埂土,以下是 30 cm 厚的隔离层,隔离层上半部分是 10 cm 厚的芦苇秆稻

乱层,下半部分是 20 cm 厚的建筑垃圾或炉渣层。其整体层次剖面图见图 1。

全铺型为 12 m×12 m 的台田田面下全部铺设隔离层,以便于隔离层上土层洗盐和排盐;南北两条型和南北两条“十”字型为在 12 m×12 m 的台田田面下呈条带状局部铺设隔离层,条带隔离层的宽度均为 1 m,相当于暗排水沟,便于田面上层土体内的盐碱水向条带隔离层内聚集并排出;南北两条加塑料布型的隔离层铺设方式与南北两条型相同,并与条带状隔离层上端齐平,在隔离层以外区域的田面下加铺塑料布,一方面防止塑料布下方土体向上返盐,另一方面塑料布上方土体的盐碱水可由隔离层排出。隔离层的具体铺设范围如图 2 所示。



图 1 台田隔离层整体层次剖面

2.2 种子选择及处理

试验选用刺槐(*Robinia pseudoacacia* L.)和火炬(*Rhus typhina* L.)共 2 种耐盐碱植物的种子进行试播。根据种子特性,试播前分别对其进行处理,其中刺槐初用 80℃ 左右的热 水浸种,随时搅拌至凉,浸泡 24 h,然后用冷水浸泡 1~2 d,捞出放入筐内,盖上湿布置温暖处,待种子露白即可播种;火炬种子初用 90℃ 水浸泡,让其自然冷却 24 h,使具胶质、蜡质的种皮软化、吸水,且水温高过 60~90℃ 的时间不超过 1 h。

2.3 基盘制作及施工

制作基盘的材料包括客土、草炭、蛭石、珍珠岩、海藻复混肥(氮磷钾含量比为 10:6:9)、粘合剂。

种基盘共 4 种不同体积比配方,具体体积比见表 2。

表 2 种基盘 4 种基质体积比

种基盘配方编号	客土	草炭	蛭石	珍珠岩
1	5	5	0	0
2	5	3	1	1
3	5	1	2	2
4	5	0	3	2

基盘用特制模具压制而成,各配方的基盘中海藻复混肥和粘合剂的含量均相同。

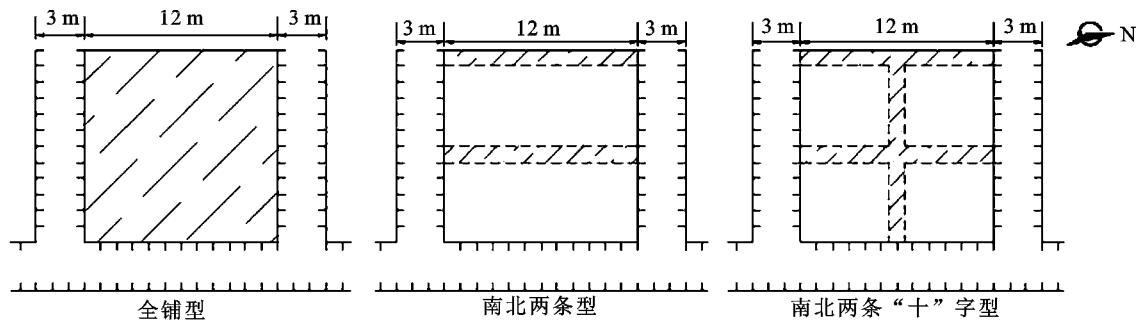


图 2 台田不同隔离层处理下平面示意图

基盘施工一般有 2 种方法,一种是基盘移入定植穴内直接播种,另一种是基盘播种后在室内管理一段时间,待种子萌发出苗且根系未生长出基盘前,将基盘苗移入定植穴内。试验采用的是第 1 种施工方法,具体做法是,在台田上按行列挖穴,每块台田挖穴 4 行,每行 6 个穴,每行相隔 2 m,每列相隔 2 m,所有行的基盘都按相同的配方排序移入穴内,埋好并留出中央播种孔,在种基盘的中央孔内回填客土到顶 2~3 cm 处,将处理好的种子播入,根据实验室测定的种子发芽率,确定刺槐和火炬播 5~8 粒,播种后盖上客土,浇足水,以后每隔 2 周浇 1 次水。刺槐和火炬在每块台田播种 1 行,并将刺槐播种在西侧,火炬播种在东侧。

直接在 2 个基盘穴的中间位置的台田土壤中播与基盘中相同种类与数量的种子作为对照,即每种种子作 6 个对照,每块台田作 12 个对照。

2.4 树苗移植

为了使试验区尽快出现绿化效果,在台田上移植 4a 生白蜡(*Fraxinus chinensis* Roxb.)和香花槐

(*Robinia pseudoacacia* cv. *idaho*) 树苗(截干),每块台田移植 2 行,行距为 5 m,行向与南北两条型台田的条带状隔离层一致,每行 3 棵,每棵间隔 4 m。树苗移植前,首先在选定的位置上挖 50 cm ×50 cm ×50 cm 的圆柱形穴,在穴内沿围一周塑料布,然后回填 1/3 客土,将树苗根部放入穴内,然后再填满土,使塑料布将全部客土围住,用脚踩实,浇足水,最后表面覆塑料薄膜,保墒。之后每 2 周浇 1 次水。

2.5 盐分动态监测

采用 EC-3000(温度、水分、盐分)三参数仪对台田的土壤水分和盐分进行动态监测,测定的土壤层次为 0-10 cm、10-30 cm,监测频率为每月 1 次。

3 结果与分析

3.1 台田土壤水盐动态

利用 EC-3000(温度、水分、盐分)三参数仪从 5-10 月对 8 种处理下的台田土壤进行电导率的测定,应用 SPSS 软件进行单因素方差分析及多重比较,结果如表 3 所示。

表 3 各类台田土壤电导率的多重比较结果

土壤层次/ cm	隔离层种类	台田铺设方式				对照台田
		全铺型	南北两条型	南北两条“十”字型	南北两条加塑料布型	
0-10	建筑垃圾	5.49b	6.27d	5.86c	6.20d	5.94c
	炉渣	5.53b	5.82c	5.18a		
10-30	建筑垃圾	10.72b	11.36d	10.74b	11.11d	10.82c
	炉渣	10.67b	10.86c	9.87a		

由表 3 可知,不同处理下台田的电导率变化差异显著($P<0.05$)。土壤的电导率越高,土壤的含盐量越高^[68]。就 5-10 月整个时间段来看,0-10 cm 和 10-30 cm 土层土壤的含盐量均以南北两条“十”字型(炉渣)最低,全铺型次之,南北两条型(建筑垃圾)和南北两条加塑料布型最高。就隔离层种类而言,炉渣处理的电导率相对建筑垃圾处理的小。根据各处理台田的电导率的显著水平,分别选取全铺型(炉渣)、南北两条型(炉渣)、南北两条“十”字型(炉渣)、南北两条加塑料布型和对照台田,对其 0-10 cm 和 10-

30 cm 土层土壤的水盐动态情况进行比较。
如图 3 和图 4 所示,各类台田在 0-10 cm 土层的土壤盐分和土壤水分的变化趋势是相反的。5-8 月期间,该土层的土壤盐分随着土壤含水量的增加而减小,8 月均达到最低,电导率介于 2~4 mS/cm 之间(含盐量介于 1‰~3‰之间),为中度盐化土,且以南北两条“十”字型(炉渣)的 2.12 mS/cm 为最低。在 8-10 月期间,该土层的土壤盐分随着土壤含水量的减小而增大,10 月均达到最高,电导率介于 8~10 mS/cm 之间(含盐量介于 5‰~6‰之间),

为重盐化土。究其原因,该层土壤的水盐状况主要受气候条件的影响,并且以降雨和蒸发的影响最大。7 - 8 月降雨较集中,该层土壤盐分受雨水淋洗

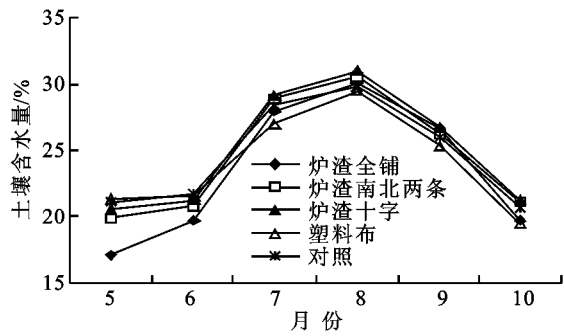


图 3 各类台田 0 - 10 cm 土层土壤含水量的变化趋势

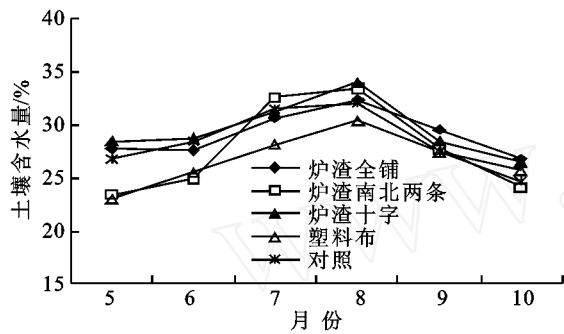


图 5 各类台田 10 - 30 cm 土层土壤含水量的变化趋势

如图 5 和图 6 所示,各类台田在 10 - 30 cm 土层的土壤盐分和土壤含水量的变化趋势基本是一致的,土壤盐分随土壤含水量的增加而增加,减小而减小。8 月各类台田该土层的电导率均达到最高,介于 13 ~ 16 mS/cm 之间(含盐量介于 8 ‰ ~ 10 ‰ 之间),为重盐化土,且以全铺型(炉渣)的 15.54 mS/cm 为最高。分析原因为:台田隔离层以上的土层为养虾池池埂土,初始电导率在 5 ~ 10 mS/cm 之间,为盐化土或重盐化土,隔离层以下原状土的初始电导率在 15 ~ 18 mS/cm 之间,为极重盐化土。6 - 7 月,表层土壤盐分受雨水淋溶下移,使该层土壤电导率小幅度增加。7 月下旬和 8 月初连续 5 次降大暴雨,台田排水沟内开始集聚碱水,到 8 月排水沟内水位达到最高,且超过了隔离层的高度。台田隔离层上方的土层和隔离层下方的土层因碱水而连通,造成 8 月该层土壤电导率达到最高。9 - 10 月随着排水沟内水位的下降,各类台田该层土壤的电导率也不同程度的下降。

盐随水动,降水和灌溉可以让土壤水分下行,降低上层土壤的含盐量,蒸发和潜水位上升等也可以使土壤水分上行,增加上层土壤的含盐量。隔离层具有很好的导水率,盐碱土层在隔离层之上时,可看作小毛管接在大毛管上,水盐运移主要靠重力作用,因而下降速度快^[9]。如果做好灌溉和排水工作,台

明显降低,9 - 10 月降雨减少,在多的风天气作用下,土壤的蒸发效应加强,该层土壤出现明显的返盐现象。

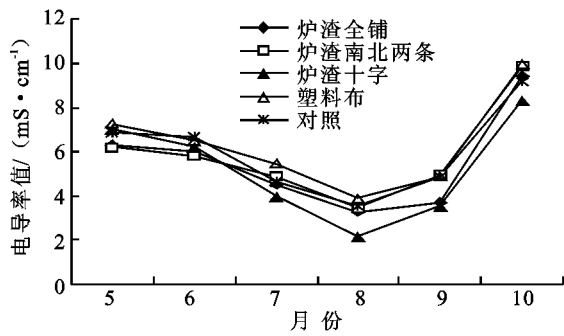


图 4 各类台田 0 - 10 cm 土层土壤电导率值的变化趋势

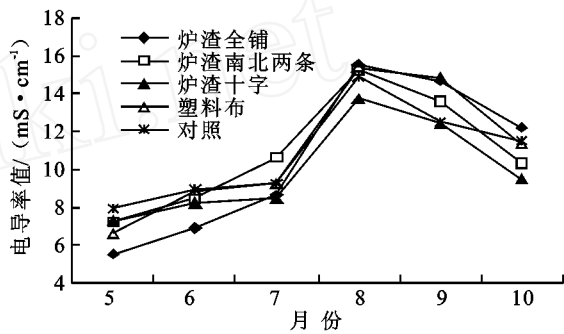


图 6 各类台田 10 - 30 cm 土层土壤电导率值的变化趋势

田隔离层以上土壤层的含盐量将从上至下逐层降低,达到淡化盐碱土的目的。

3.2 基盘苗和大树苗生长状况

种基盘定植播种日期为 2007-07-27,对刺槐和火炬的生长状况进行比较,由表 4 可知,直接在台田土壤中播下的种子均未发芽出苗,在基盘中播下的种子部分出苗,说明基盘能够保证种子在发芽时免受盐害影响,具有一定阻隔盐碱的作用。

在 4 种不同的基盘配方下,种基盘出苗率降序排列依次为 、 、 、 ,即客土、草炭、蛭石和珍珠岩体积比为 5 1 2 2 的种基盘出苗率最高,且蛭石和珍珠岩组合占优势的基盘配方出苗率高于草炭占优势的基盘配方。由于基盘中肥料和粘合剂的用量是相同的,差异只能是基质造成的。基盘配方中客土为黄黏土,质地黏重。草炭可疏松黏土,毛管孔隙度大,保水、持水力强。蛭石可以缓冲肥料,毛管孔隙度大,具有隔热、保水保肥的功能。珍珠岩的通气孔隙度大,具有长久疏松透气的作用^[10]。因此,蛭石和珍珠岩组合占优势的基盘的气、热条件可能比草炭占优势的基盘要好,更有利于种子发芽生长,出苗率相对就高。

8 - 10 月期间,基盘苗的存活率逐月下降,到 10 月火炬苗全部枯死,只有少部分刺槐苗存活。这是由太阳辐射、风、温度、土壤水分和土壤盐分等诸多

因素综合决定的。因基盘播种较晚,基盘苗早期受外界环境的影响较大,导致存活率很低,所以不同配方的基盘对基盘苗的根系发育及地上部分生长量的影响大小还有待研究。

表 4 不同基盘配方下基盘苗的成活情况

树种	配方	8 月		9 月		10 月	
		出苗率/ %	平均苗高/ cm	出苗率/ %	平均苗高/ cm	出苗率/ %	平均苗高/ cm
刺槐		30.8	3.10	0		0	
		38.5	4.87	15.4	12.25	7.7	14.20
		61.5	4.21	38.5	11.50	23.1	12.33
		46.2	4.33	15.4	10.75	15.4	11.05
	对照	0		0		0	
火炬		38.5	1.60	0		0	
		38.5	1.86	7.7	3.50	0	
		46.2	1.92	15.4	3.75	0	
		38.5	2.07	15.4	4.25	0	
	对照	0		0		0	

大树苗移植日期为 2007-04-29,所用客土的初始电导率值为 0.6~0.8 mS/cm,经过 6 个月的连续观测,大部分树苗移植成活,现将树苗成活情况统计如表 5。

表 5 移植树苗成活情况

树种	台田处理措施							
	1	2	3	4	5	6	7	8
白蜡	1/4	1/2	1/2	2/2	3/4	2/2	3/4	3/4
香花槐	1/2	2/4	1/4	3/4	2/2	4/4	2/2	2/2

注:其中分子代表树种成活数量,分母代表树种栽植数量。

如表 5 所示,除全铺型和南北两条加塑料布型的台田上移植树苗的成活率相对较低外,其他台田移植树苗成活率均超过 75%,取得了一定的绿化效果。客土穴下面是隔离层,四周铺塑料布,上面覆塑料膜,这样保证浇水后水分能够在土壤中顺利向下移动,又避免周围盐分流向栽植穴,底部由于隔离层的原因,盐分难以上升,保证树苗在短期内不受盐害。据 9 月 19 日测定,在 2 号处理下的台田上,成活的植树穴内土壤的电导率平均为 3.02 mS/cm,土壤为中度盐化土;1 号和 3 号处理下的分别为 5.17 mS/cm 和 4.57 mS/cm,土壤为盐化土;其他台田处理下的介于 1.18~1.99 mS/cm 之间,土壤为非盐化土。死亡的植树苗穴内土壤的电导率在 4.81~12.15 mS/cm 之间,土壤为盐化土或重盐化土,可能是因为四周塑料布在施工过程中出现部分破损或碱水通过隔离层进入客土穴内造成的。成活的植树苗穴内土壤的电导率均比台田土壤的电导率低很多,客土穴起到了较好的阻盐效果,为树苗提供了良好的生长环境。

4 结论与讨论

种基盘具有一定阻隔盐碱的作用,其出苗率降序排列依次为 、 、 、,即客土、草炭、蛭石和珍珠岩体积比为 5 1 2 2 的种基盘出苗率最高,且蛭石和珍珠岩组合占优势的基盘配方出苗率高于草炭占优势的基盘配方。杨喜田、董惠英在干旱半干旱地区基盘法造林研究中指出应用种基盘技术进行播种造林,可以促进植物健壮根系系统的形成,使植物根系能像天然林一样向土壤深处发展,并且能够提高地上部分的生长量^[2]。具体到盐碱地,土层越深,盐峰下移速度越慢,持续时间越长,脱盐难度越大^[11],植物根系早期很难向深层土壤生长,改进基盘配方使之有利于侧根生长,让基盘苗根系向广处发展是可行的。滨海盐碱地植物生长的限制因子众多,基盘苗早期受外界环境影响很大,基盘对基盘苗的根系发育和地上部分生长量的影响大小还有待研究。

修建台田是为了缓解土壤的盐碱化,田面下铺隔离层是为了增强台田排盐的效果,提高其阻盐的能力^[4,12-13]。通过观测发现南北两条“十”字型(炉渣)的排盐阻盐效果最好,全铺型的次之,此外,炉渣隔离层比建筑垃圾隔离层的排盐阻盐效果要好。台田表层土壤的盐分随着降水的增加而减小,所以可以通过人工灌溉对该层的土壤盐分加以调控。台田较深层次土壤的盐分一方面跟隔离层的铺设方式和材料有关,另一方面受排水沟集聚的碱水影响很大,所以做好排水沟的排水工作是降低该层土壤盐分的关键。

(下转第 243 页)

同样把不合格单元的相应内容进行校正,使之符合实际,对其级别也做了相应调整。

3.3.3 用级差收益值验证 由于耕地图斑分布广泛,调查样点多,故采用粮田的级别纯收益进行验证,各级别级差收益对比表见表 7。

表 7 级差收益对比表

土地级别	一级	二级	三级	四级	五级
纯收益 (元·hm ⁻²)	13214.85	11106.6	9365.7	8258.7	6887.25

由表 4 可知,初步划分的土地级别具有明显的正级差,说明划分的农用地级别在理论上是合理的。

4 结 论

(1)因素法和修正法虽然都能对县域内的农用地进行等级评定,但二者特点不同、应用目的和适用范围也略有差异。《农用地定级规程》(TD/ T1005 - 2003)设定两种方法以上的目的,是考虑到既要注意定级工作与分等工作的关联性,又要满足缺乏农用地分等成果的地区能够顺利开展定级工作的要求。

(2)因素法定级独立性强,自成体系,受等指数干扰小,易于操作,但由于受人为为习惯的影响,在因素、因子选择及其权重的确定上,易于偏重于自然条件,轻视经济因素。修正法定级的特点是与农用地分等成果衔接性好,受等别指数的影响较大,但修正

时重视区域经济因素,易于和估价结果相协调。

(3)将两种方法有机结合在一起,将采用两种定级方法初步确定的级别进行对比分析,相互补充,综合确定最终农用地级别,并对级别进行验证,增强了定级成果的科学性和可靠性,研究成果以期为加强农用地资源管理与土地资产管理打下良好基础。

参考文献:

[1] 王令超. 农用地定级方法初探[J]. 国土资源科技管理,2001,18(1):4-9.

[2] 吴群. 农用地质量等级划分依据及其基本思路[J]. 南京农业大学学报:社会科学版,2002,2(1):38-42.

[3] 关文荣. 农用地的分等定级与估价[J]. 中国土地,2000,(4):22-24.

[4] 温修春,吴群,范黎. 灰色多层次综合评判与模糊聚类法在农用地定级中的应用[J]. 国土资源科技管理,2004,21(1):59-63.

[5] David G P. ALES: a framework for Land Evaluation using a Microcomputer[J]. Soil and Management,1990,6(1):7-20.

[6] 王淑梅,张永福,范兆菊. 基于 GIS 的农用地定级数据处理浅探[J]. 测绘与空间地理信息,2004,27(2):26-29.

[7] 叶方,周生路,李爱军. 两种目的农用地定级及其结果比较研究.[J]. 经济地理,2005,25(1):105-108.

[8] 中华人民共和国国土资源部. 农用地定级规程(TD/ T1005 - 2003)[Z](2003).

(上接第 238 页)

滨海盐碱地基盘法造林技术是一项系统工程,包括基盘育苗、台田脱盐、客土穴移植大树苗等环节。客土穴移植大树苗主要是为了尽快实现一个初步的绿化效果,最终的绿化效果要靠基盘苗自然成长为大树来实现。台田的主要作用是通过自然降雨、人工灌溉和排水来淡化土壤盐分,降低土壤盐度对基盘苗的胁迫水平。基盘苗早期没有改良盐碱土的作用,待根系长出基盘后,随着时间的推移,基盘苗对土壤理化性质的改良作用将越来越明显,具体试验尚需进一步深入研究。

参考文献:

[1] 牛东玲,王启基. 盐碱地治理研究进展[J]. 土壤通报,2002,33(6):449-455.

[2] 杨喜田,董惠英,山寺喜成,等. 播种造林种基盘基质的改良研究[J]. 中国水土保持科学,2003,1(4):87-91.

[3] 山寺喜成. 关于水土保持绿化的建议[J]. 水土保持科技情报,1999(2):34-35.

[4] 李万海,田永峰,张延新,等. 采用隔离层阻碱法进行盐碱地造林[J]. 林业科技,2001,26(4):12-23.

[5] 尹建道,杨勇,阮建岭,等. 滨海盐碱地区公路绿化技术

试验研究[J]. 山东农业大学学报,2000,31(3):286-290.

[6] 万书勤,康跃虎,王丹,等. 微咸水滴灌对黄瓜产量及灌溉水利用效率的影响[J]. 农业工程学报,2007,23(3):30-35.

[7] 管孝艳,杨培岭,吕焯. 咸淡水交替灌溉下土壤盐分再分布规律的室内实验研究[J]. 农业工程学报,2007,23(5):88-91.

[8] 陈明林,张云华,严密,等. 盐胁迫下外来种铜锤草和本地种酢浆草的生理指标比较研究[J]. 上海交通大学学报,2007,25(3):282-287.

[9] 冯永军,陈为峰,张蕾娜,等. 滨海盐渍土水盐运动室内研究及治理对策[J]. 农业工程学报,2000,16(3):38-42.

[10] 陈振德,黄俊杰,蔡葵,等. 几种常见的育苗基质主要特性的研究[J]. 土壤,1997(2):107-108.

[11] 尹建道,姜志林,曹斌,等. 滨海盐渍土脱盐动态规律及其效果评价[J]. 南京林业大学学报,2002,26(4):15-18.

[12] 段登选,杨立邦,刘树云,等. 低洼盐碱地薄膜隔盐碱效果的研究[J]. 土壤,2000(5):274-277.

[13] 李光山,朱金钢,林瑛. 工程措施与灌溉措施相结合改造盐碱地调研分析[J]. 黑龙江水利科技,2003,30(3):47.