

目 录

绪言	(1)
----------	-----

第一篇 农田防护林营造的历史和现状

第一章 东北西部内蒙古东部农田防护林区	(8)
第一节 基本概况	(8)
第二节 农田防护林营造的历史和现状	(14)
第二章 华北北部农田防护林区	(19)
第一节 基本概况	(19)
第二节 农田防护林营造的历史和现状	(25)
第三章 华北中部农田防护林区	(33)
第一节 基本概况	(33)
第二节 农田防护林营造的历史和现状	(38)
第四章 西北农田防护林区	(46)
第一节 基本概况	(46)
第二节 农田防护林营造的历史和现状	(53)
第五章 长江中下游农田防护林区	(61)
第一节 基本概况	(61)
第二节 农田防护林营造的历史和现状	(65)
第六章 东南沿海农田防护林区	(70)
第一节 基本概况	(70)
第二节 农田防护林营造的历史和现状	(75)
第七章 西藏拉萨河谷农田防护林区	(80)
第一节 基本概况	(80)
第二节 农田防护林营造的历史和现状	(82)

第八章 国外农田防护林的营造概况	(84)
------------------------	------

第二篇 农田防护林的防护效应

第一章 林带的结构	(100)
第一节 林带结构和类型	(100)
第二节 林带结构和疏透度、透风系数	(103)
第三节 林带结构的变化规律	(111)
第二章 农田防护林气象效应的研究方法和观测仪器	(115)
第一节 野外实地观测法	(115)
第二节 模型实验法	(127)
第三章 林带的动力效应	(141)
第一节 林带动力效应的基础知识	(141)
第二节 林带附近气流的结构特征	(147)
第三节 影响林带防风效应诸因子的分析	(160)
第四节 林带防风效应和林带结构特征的关系	(164)
第五节 林带防风效应和天气条件的关系	(189)
第六节 林带防风效应和地体因子的关系	(198)
第七节 林带防风效应和配置形式的关系	(200)
第八节 林带附近的乱流交换	(204)
第四章 林带的热力效应	(209)
第一节 林带对太阳辐射的影响	(210)
第二节 林带对空气温度的影响	(215)
第三节 林带对土壤温度的影响	(225)
第五章 林带的水文效应	(229)
第一节 林带对蒸发、蒸腾的影响	(229)
第二节 林带对空气湿度的影响	(233)
第三节 林带对土壤湿度的影响	(235)
第四节 林带对降水、径流和积雪的影响	(236)
第五节 林带对地下水位的影响——生物排水作用	(240)
第六章 林带的土壤改良效应	(244)
第一节 林带防止土壤风蚀的作用	(244)

第二节	林带对土壤理化性质和成土过程的影响	(254)
第三节	林带对盐渍化土壤的改良作用	(257)
第七章	林带的生物效应	(262)
第一节	林带对植被和动物的影响	(262)
第二节	林带对作物生理的影响——增产机制	(267)
第八章	农田防护林体系改善气候、净化环境的效应	(273)
第一节	大面积林网化对地方气候的影响	(273)
第二节	农田防护林体系净化环境的作用	(279)
第九章	农田防护林的经济效应	(286)
第一节	林带对农作物增产作用的调查研究方法	(286)
第二节	我国主要农田防护林区林带对农作物的增产效果	(295)
第三节	其他国家林带对农作物的增产效果	(309)
第四节	林带胁地及其对产量的影响	(312)
第五节	林带木材产品的经济效益	(320)
第六节	林带资源的综合利用	(324)
第七节	林带经济效益的分析与评价	(328)

第三篇 农田防护林的规划设计

第一章	农田防护林规划设计的原则和类型区划分的依据	(342)
第一节	规划设计的原则	(342)
第二节	农田防护林类型区划分的依据	(347)
第二章	林带、林网规划设计主要参数的确定及其它应注意的问题	(351)
第一节	林带走向(方位角)	(351)
第二节	带间距离	(356)
第三节	林带宽度	(361)
第四节	其它应注意的问题	(363)
第三章	农田防护林规划设计的方法和步骤	(367)
第四章	主要类型区农田防护林的规划设计	(376)

第一节	风沙区和风害区农田防护林的规划设计	(376)
第二节	灌溉地区农田防护林的规划设计	(386)
第三节	丘陵低山地区农田防护林综合体系的规划设计	(392)
第四节	沿海农田防护林综合体系的规划设计	(395)
第五章	其它防护林种的规划设计	(398)

第四篇 农田防护林的营造和经营管理

第一章	农田防护林的树种选择和搭配	(412)
第一节	树种选择的原则	(413)
第二节	各农田防护林区的主要造林树种	(417)
第三节	农田防护林区的立地条件与适宜造林树种	(442)
第四节	农田防护林的树种搭配	(453)
第二章	农田防护林的造林技术	(466)
第一节	造林的整地	(466)
第二节	造林方法和季节	(476)
第三节	农田防护林主要树种的造林技术	(483)
第三章	农田防护林的抚育和更新	(502)
第一节	幼林抚育	(502)
第二节	修枝	(508)
第三节	间伐	(512)
第四节	更新	(515)
第四章	农田防护林的保护	(519)
第一节	主要虫害及其防治	(519)
第二节	主要病害及其防治	(541)
第五章	农田防护林的改造和树种更替	(561)
第一节	小老树林带及其改造	(561)
第二节	结构不良林带及其改造	(565)
第三节	自由林网及其改造	(569)
第四节	农田防护林的树种更替	(570)
参考文献		(581)
主要造林树种中拉名称对照		(606)
附：照片		(611)

绪 言

几千年来，农业的发展，在广大的平原和部分丘陵山地，淘汰了原始植物群落中绝大多数的种类，特别是淘汰了作为现代的顶极群落的优势种类——高大的针阔叶树，而保留和进一步培育了主要是属于1年生的植物，因而，造成了这样的结果：只能有限地利用空间和地下的潜在能源；气候、水文、土壤等条件的恶化，破坏了自然界的生态平衡；有益于人类的动物包括害虫的天敌因无处栖身而趋于消灭，破坏了自然界的生物平衡，农作物的产量不高不稳，产品单一，主要是粮食和较少的植物油料、纤维和果品，狩猎物几乎完全消失，普遍出现了所谓四料（木料、燃料、肥料、饲料）俱缺的现象；因而牧业也难以发展；森林在农业地区的退缩和消失造成越来越严重的后果。因此，使人们越来越深刻地认识到树木与人类生活息息相关的重大意义。

然而，完全恢复为原始的森林状态是不可能的，但是，把森林这一因素重新纳入农业生态系统中来，则不仅是必要的，也是可能的。农田防护林正是适应这种需要逐渐纳入农业生态系统中的森林因素。

农田防护林就是为了防止自然灾害，改善气候、土壤、水文条件，创造有利于农作物和牲畜生长繁育的环境，以保证农牧业稳产高产，并对于人民的生活能够提供多种效用的人工林生态系统。

农田防护林的形式大致有3种：第一种是林带的形式，即在农田四周营造的带状林分，林带往往在农田之中交织成网，称为

农田防护林网。这种形式在国内外应用的最普遍。第二种是林农间作的形式，即在农田内部间种树木，其株行距均较大，近于散生状态。我国华北有些地区采用泡桐、椿树、枣树、柿树等在农田中间作；非洲塞内加尔采用合欢树间作于小麦与花生田之中。第三种是林岛的形式，即树丛或小片林。苏联西西伯利亚森林草原地带星罗棋布地分布着面积不过 0.5—1.5 公顷的这种林岛式防护林。

我国营造农田防护林的历史悠久，目前在风沙危害严重的地区，还能见到早期农民自发营造的小型林网，现存的有的已有一百多年的历史。但是大规模有计划地营造农田防护林，是从解放以后开始的。五十年代初就已在东北西部、内蒙古自治区、河北坝上、陕北、冀西等地区营造了大面积的农田防护林网，以后逐渐扩展到西北、华北平原、长江中下游、东南沿海等地。截至 1980 年共营造农田防护林约 1200 万亩。其规模之大，发展之迅速，大有形成全国性防护林体系的趋势。

通过几十年的实践，我国广大群众和林业生产部门已经积累了丰富的生产经验。与此同时，许多地区的林业科学研究单位也广泛深入地开展了农田防护林科学研究，从理论到技术都取得了丰硕的成果。中国林学会于 1964 年召开了北方农田防护林学术讨论会；1979 年召开了“三北”防护林体系建设学术讨论会；1980 年召开了平原绿化学术讨论会，三次会议共提出论文报告 260 多篇。此外，许多地方林学会也召开过农田防护林专题学术讨论会。所有的学术会议都在不同程度上体现了我国农田防护林研究的规模、广度、深度和主要成就。

从生态学观点出发，今后农田防护林的建设和科研的重要任务之一是要解决农田防护林这一生态系统的多样性和稳定性问题。

所谓多样性，即指农田防护林生态系统结构和功能的多样性，

把营造农田防护林只是为了防止风沙机械危害的单一目的逐渐发展为改造旧有的农业生态系统而发挥多种效用。它不仅能防止各种自然灾害和改善这些地区的气候、水文、土壤和生物因素，从而促进农牧业的稳产高产；而且，由于有了生态系统结构的多样性，更能充分地利用空间和地下的潜在能源，大大地提高这些地区的生物生产力（生物量）和经济生产力，为人类提供更大量的多种多样的产品和更适宜的生活环境等多种效用。很多防护林的典型报告都不仅提到了林带防止灾害和促农促牧的效益，而且指出了林带本身也是“生产者”，还能起到用材林、薪炭林、经济林、绿肥林和饲料林的作用，提供了过去平原地区普遍缺乏的木材和林副产品。因此，特别是在当前挽救“生态危机”的强烈呼声中，建立多效用的防护林生态系统就尤其有着重要的现实意义。

必须指出，农田防护林是人为的森林生态系统，它的建设历史还很浅近，因此还没有发展成为一个完整的生态系统，它本身还缺乏很多必要的可以互相辅助、彼此制约的动植物成分，也就是说，还没有达到至少是相对的平衡状态或稳定状态。一方面表现为生物稳定性的缺乏，即由于树种之间的矛盾造成的不稳定或由于病虫害造成的不稳定；另一方面表现为生态稳定性的缺乏，即树木对水分的需要与土壤水分供应不足的矛盾、树木与极端气候因子的矛盾、树木和土壤养分、盐分的矛盾等造成的不稳定。严重时可能导致这种人工林体系的毁灭性灾害。

在农业地区建设防护林的过程也就是建立具有多样性和稳定性生态系统的过程。解放以来，我们在建设防护林的事业中取得了很大的成绩，但是，从我们现在已经建立起来的防护林体系来看，则距离实现多样性、稳定性的生态系统的目标还很远，还需我们从生产实践和科学实验上为之继续努力。

我国幅员辽阔，但森林覆被率却很低，而且分布极不均衡。平原和盆地是重要的农业地区，但基本处于无林状态，因而农田

防护林的营造在我国林业建设上占相当重要的地位。原农林部曾于 1977 年在河南省、1980 年在山东省先后召开平原绿化现场会，提出了以营造农田防护林为主体的平原绿化任务。1978 年 11 月国务院正式批准了“三北”防护林体系建设任务书，为改变“三北”地区的自然面貌，恢复生态平衡指明了方向。与此同时，长江中下游、珠江下游、东南沿海等地区，为防止台风、寒露风等灾害也开展了相当规模的农田防护林的营造工作。

为了系统地总结我国解放以来在农田防护林建设方面的生产经验和科研成果，以适应当前农田防护林建设的需要，我们编写了这本《农田防护林学》。本书着重以林带的模式为基础，论述其营造历史和现状、结构和效应、规划设计以及经营管理等方面的有关理论与技术。

第 一 篇

农田防护林营造的历史和现状

我国农田防护林营造的历史大致可分为三个阶段。第一阶段，是以防止风沙的机械作用为目的，农民自发营造的自由林网的阶段。如东北西部、河南东部、陕西北部、内蒙古伊盟南部等地区，群众在田边地角营造各种不同规格的小林网，特点是网眼小、不规整、分布零散，虽然起到了一定防风固沙作用，并兼有获得一部分烧柴用材的功效，由于没有统一规划、规模小、多局限在风口处，是小农经济的产物，可考证的已有百年以上的历史。第二阶段，是以更全面地改善农田小气候为主要目的，国家或集体规划营造大规模农田防护林阶段。如东北、华北、西北和东南滨海的边缘地带营造的农田防护林带，这个阶段包括由解放后到六十年代末的一段时期。从五十年代开始规划营造的这些农田防护林带（网格）整齐划一，主带走向与主害风垂直，带距按有效防护距离确定在 200—500 米之间，一般在一定范围内采取统一的设计规格。第三阶段，是以改造旧有农业生态系统为目的，把农田防护林做为农田基本建设的一项重要内容，实现山、水、田、林、路综合治理，建立农田防护林综合体系的新阶段，为了适应社会主义大农业集约经营的需要，实现方田林网化的建设工程，现已由农业的边缘地带扩展到辽河、海河、黄河、淮河、长江、珠江等中下游的广大腹地，有的省区已出现了全县连片、全地区连片，乃至几个地区连片的方田林网。截至 1979 年北方 635 个平原县，

已有10%左右完成了农田林网化。营造林网较早的地区已收到了促进农牧业增产和改善人民生活环境的显著效果。

日前，第一阶段留下来的小型林网正在改造利用，五十年代开始营造的大型林在不断地巩固充实提高，而方田林网则处于大发展之中。显然这三个阶段的林网具有不同的历史和地理背景，其目的性由单一防护效用发展为多种效用，其配置、结构、树种组成和经营方式也均有相应的由简单到复杂的变化。

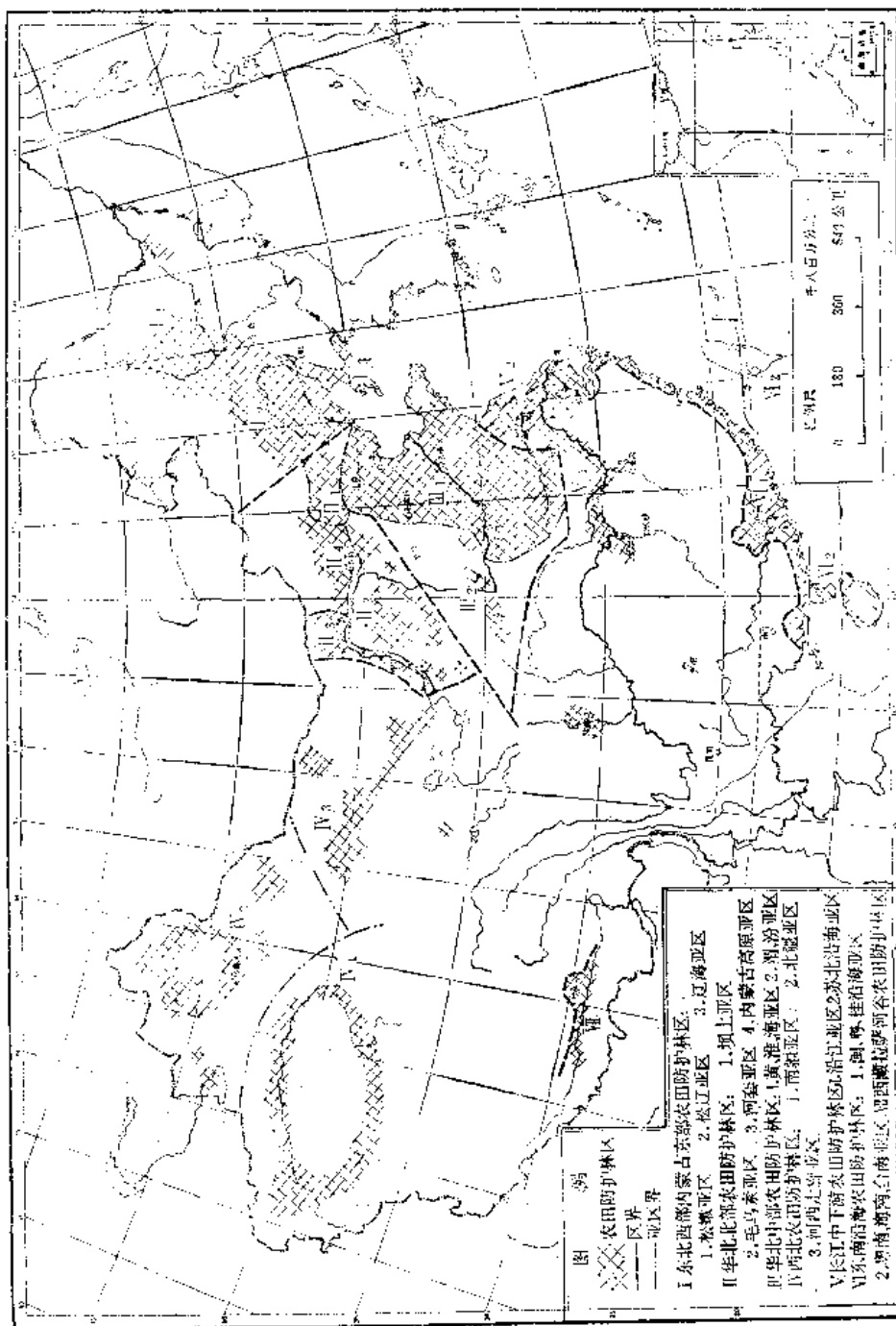
我国营造农田防护林的地区还在继续扩展，根据其地理位置、气候特征（气候分区及气象灾害的性质），并参照自然区划的界线，大致可以分为7个主要的农田防护林区：

1. 东北西部内蒙古东部农田防护林区；
2. 华北北部农田防护林区；
3. 华北中部农田防护林区；
4. 西北农田防护林区；
5. 长江中下游农田防护林区；
6. 东南沿海农田防护林区；
7. 西藏拉萨河谷农田防护林区。

上述各区又可根据地形地貌特征并参照气候区划，自然区划中的第三级分区分成若干亚区（见图101）。

本篇将分别简述各农田防护林区的自然概况及农田防护林营造的历史和现状。

另外，世界上不少国家，为保护农作物免受自然灾害的侵袭，同样地很重视农田防护林的营造，并作了很多研究工作。如苏联、美国、日本、加拿大、澳大利亚、新西兰，以及欧洲与北非的许多国家，都先后营造了相当规模的农田防护林。为吸取其它国家在这方面的经验教训，本篇也将简单介绍一些国家农田防护林营造的历史和现状，供读者参考。



中国农田防护林分区示意图

第一章 东北西部内蒙古东部 农田防护林区

第一节 基本概况

一、地理位置

东北西部内蒙古东部农田防护林区南起渤海、黄海北岸,北至嫩江,中部位于哈尔滨至沈阳铁路线的西侧,包括沿海农田防护林地区、东北大平原的西部、三江平原垦区以及内蒙古东部的昭盟和哲盟地区。

本区可分为三个亚区:

(一) 松嫩平原农田防护林亚区,包括北部的松花江、嫩江流域;

(二) 松辽平原农田防护林亚区,包括四平以西的西辽河流域及第二松花江流域;

(三) 辽海农田防护林亚区,包括四平以南辽河下游及沿海防护林区 本区地势低平,海拔多在 200 米以下,北部较高,南部略低,大部为平原,仅西南部内蒙古自治区的昭乌达盟和哲里木盟的部分地区为大兴安岭南余脉的低山丘陵,地势略高,海拔 500 米左右。

二、气候特征

这一地区冬季受极地大陆冷气团控制,严寒而漫长,是 7 个农田防护林区中最冷的地区之一;夏季受副热带高压北移的影响,

炎热多雨；春、秋两季较短，是冬夏交替的过渡季节。

本区的热量条件较好，年总辐射平均为 130—140 千卡/厘米²。年。日照率较高，一般可达 60—70%，全年日照时数多在 2800 小时以上。年平均温度由南向北递减，等温线基本上呈纬向分布，辽海亚区的新民、黑山等地约为 8℃，至松嫩亚区的齐齐哈尔市降低到 2℃左右。一月平均等温线纬向分布更明显，纬度每增加一度，气温降低 1.5℃左右。7 月受大气环流和地形影响，平均等温线稀疏，经向分布明显，表现为由东向西降低。如阜新为 24℃，林西则降低到 21.0℃。无霜期一般为 130—160 天，仅松嫩亚区北部较少，如嫩江为 120 天左右，大连可达 200 天以上。生长期（日平均气温大于 6℃的日期）一般在 170—200 天，而最北的嫩江仅为 162 天。大于 10℃的积温多数地区为 2500—3500℃，在生长季节。热量条件基本能保证作物的正常生长。

本区年平均降水量一般在 350—600 毫米之间，由东南向西北递减。松辽亚区的西部丘陵地区有的不足 400 毫米，如赤峰为 371.1 毫米。降雨主要集中在夏季 6、7、8 月份，占全年降水量的 60—70%，这一时期正是作物生长需水时期，对于农林业的发展是一个有利条件，但该区冬、春季降水量很少。年蒸发量较高，一般为 1300—1800 毫米，最高可达 2000 毫米以上。干燥度*为 1.00 左右。因此，减少蒸发保持水分也是这一地区营造农田防护林的目的之一。

三、土壤条件

（一）地带性土壤

* 干燥度 K 由下式计算：

$$K = \frac{0.16 \sum t (\geq 10^{\circ}\text{C 稳定期})}{r (\geq 10^{\circ}\text{C 稳定期})}$$

其中：r——降水量；t——气温。

1. 黑土 分布在松嫩亚区的最东部,北起北安,南至四平,表层腐殖质含量(耕地)在3—6%,含氮0.2—0.5%,含磷0.1—0.3%,中性或微酸性,质地为中壤至轻粘土,结构良好,为本区最肥沃的土壤。

2. 黑钙土 分布于大兴安岭以东松嫩亚区西部的狭长地带,所占面积甚广,大部分已经开垦。由于气候比较干燥,天然植被稀疏。土壤有机质约为2—4%,质地为沙壤土、轻壤土或壤土,表层以下有明显的碳酸钙积聚层,中性或微碱性反应,可影响林木的正常生长。

3. 栗钙土 分布于松辽亚区的西部,大致成弧形与黑钙土带相接。由于气候干燥,植被稀疏,土壤表层普遍有风蚀现象。有机质含量一般为2—3%,但也有低于2%的,含氮0.05—0.15%,含磷0.05—0.1%,质地为沙壤土或轻壤土,中性至微碱性,表土以下有明显的碳酸钙聚积层,土壤坚实,结构不良,是林木生长发育的主要障碍性因子。

4. 褐色土 褐色土分布于松辽亚区中西部,具有明显的钙积层,全剖面呈强石灰反应,土壤呈微碱性至碱性, $pH7.0—8.0$,腐殖质含量小于1.0%,含氮量不到0.1%,机械组成表层一般为轻壤土,心土为中壤土,对林木的生长发育造成严重障碍。

5. 棕色森林土 分布于辽宁省东部和西部平原中的高阶地,如沈阳、锦州、兴城一带。从理化性质来看,土壤呈酸性, pH 值为6.0左右,辽海亚区西部的棕色森林土接近中性,无石灰反应,腐殖质和氮、磷含中等。

(二) 非地带性土壤 本区非地带性土壤主要有:

1. 沙土 分布在古代和现代河流沿岸及冲积平原,分布地区广泛,可分为黑钙土型沙土和栗钙土型沙土;根据生草作用和腐殖质积累的强度又可进一步分为强生草沙土、中生草沙土、弱生草沙土和流沙。

沙土属幼年土壤。一般为中性，微酸性或微碱性，瘠薄，腐殖质含量通常 $<1\%$ ；含氮量 $<0.1\%$ ；含磷量 $0.02-0.1\%$ ；粘粒含量极少，绝大部分为粒径 $0.05-0.25$ 毫米的沙粒组成，结构松散，保水保肥力差，易受风蚀，是营造农田防护林的主要土壤类型。

2. 草甸土 为直接受地下水影响并在草甸植被下形成的土壤，适于林木生长。该类土壤主要分布在河流两岸的低阶地和泛滥地，以及局部沟壑地带，多呈狭带状贯穿于各类地带性土壤之间，地下水位较高，土壤潮湿，呈微酸性、中性或微碱性，随分布地区而变。草甸土的腐殖质及养分含量变幅较大，质地由沙壤、轻壤直至较粘重土壤，视母质而定。分布于栗钙土及黑钙土地区的草甸土，时常含有少量盐分，而分布于地形低洼的草甸土常常有明显的沼泽化现象。

3. 盐碱土 包括盐土、盐化草甸土和碱土，分布在松嫩亚区中西部、松辽亚区内部、沿海及西辽河流域的低洼地区，由弱度矿化地下水引起，地下水距地表只有 $0.5-1.5$ 米。该种土壤是影响农林业生产的主要土壤类型之一。

四、主要灾害

(一) 大风、风沙灾害 大风和风沙是本区的主要农业灾害。

春季经常出现7—8级西南大风，局部地区最大风力甚至可达10级以上，多年平均最大风速一般为20米/秒左右。年平均大风日数(≥ 8 级)多在20天以上，双辽县气象站1961—1970年10年平均竟达98.6天。大风日数以3、4、5月份最多，可占全年大风总日数的60%以上。在本区广泛分布着结构松散、粘结力差的沙土、沙壤土，极易引起风蚀和积沙，经常出现浮尘、扬沙和沙暴，以致造成风沙灾害。由于风沙危害，有的地区一年可毁

种 2—3 次，以致贻误农时，造成减产，甚至颗粒无收。风沙灾害以松辽亚区最重，松嫩亚区稍轻，辽海亚区仅局部地区受害。例如 1976 年 5 月松辽亚区西部的昭盟和哲盟遭受一次 30 年来最严重的风沙危害。偏北的几个旗、县极大风速达 30 米/秒。巴林左旗野猪沟公社 35000 亩耕地中有 12000 亩受到严重的风剥沙压，重新播种的有 8000 亩，扒苗抢救的 4000 亩。林西县冬不冷公社大川大队无林网保护的 175 亩种谷子的沙地，地面被风剥去 15 厘米厚的一层，幼苗和表土全被刮走。通辽市胜利公社 21.5% 耕地受灾，个别地块风剥土层达 1 米厚；在风速降低的地方形成的积沙，使当地的灌溉渠道和公路普遍受到堵塞，草牧场被沙埋 1000 余亩。又如松辽亚区最北部的扶余县，沿松花江一带有长约 150 公里、宽约 3 公里的流动沙丘群，每年移动 7—10 米，平均每年吞没良田 1500 多亩；在 1950 年以前的 20 年间，仅扶余镇公社就被流沙埋没房屋 900 多间。足以看出风沙危害的严重程度。

该区大风对农业的危害也很严重。春季大风在水田区吹起的水浪可在插秧期间造成拔秧的危害；在果园可造成落花落果，导致减产。秋季大风危害主要表现为：高秆作物易被大风吹折，有的矮秆作物如水稻等也可因风吹袭而倒伏；大风吹袭还可使作物茎穗互相摩擦掉籽粒。风害可使农作物减产 15% 以上。辽海亚区夏秋季节有台风的侵袭，风力常在 8 级以上，有时可达 10 级以上，造成的危害更为严重。

（二）干旱 春季降水很少，且气温逐渐升高，西南大风频繁，土壤水分消耗很快，常常出现土壤干旱。土壤湿度有的地方可小于 3%，甚至曾观测到 1.47%（曹新孙，1979）。另外，春季还出现大气干旱。如双辽气象站 1961—1970 年 10 年内曾有 10 天观测到最小相对湿度近于 %。春季土壤干旱影响种子发芽、出苗，大气干旱则影响幼苗植株的正常生长发育。秋季干旱可影响作物