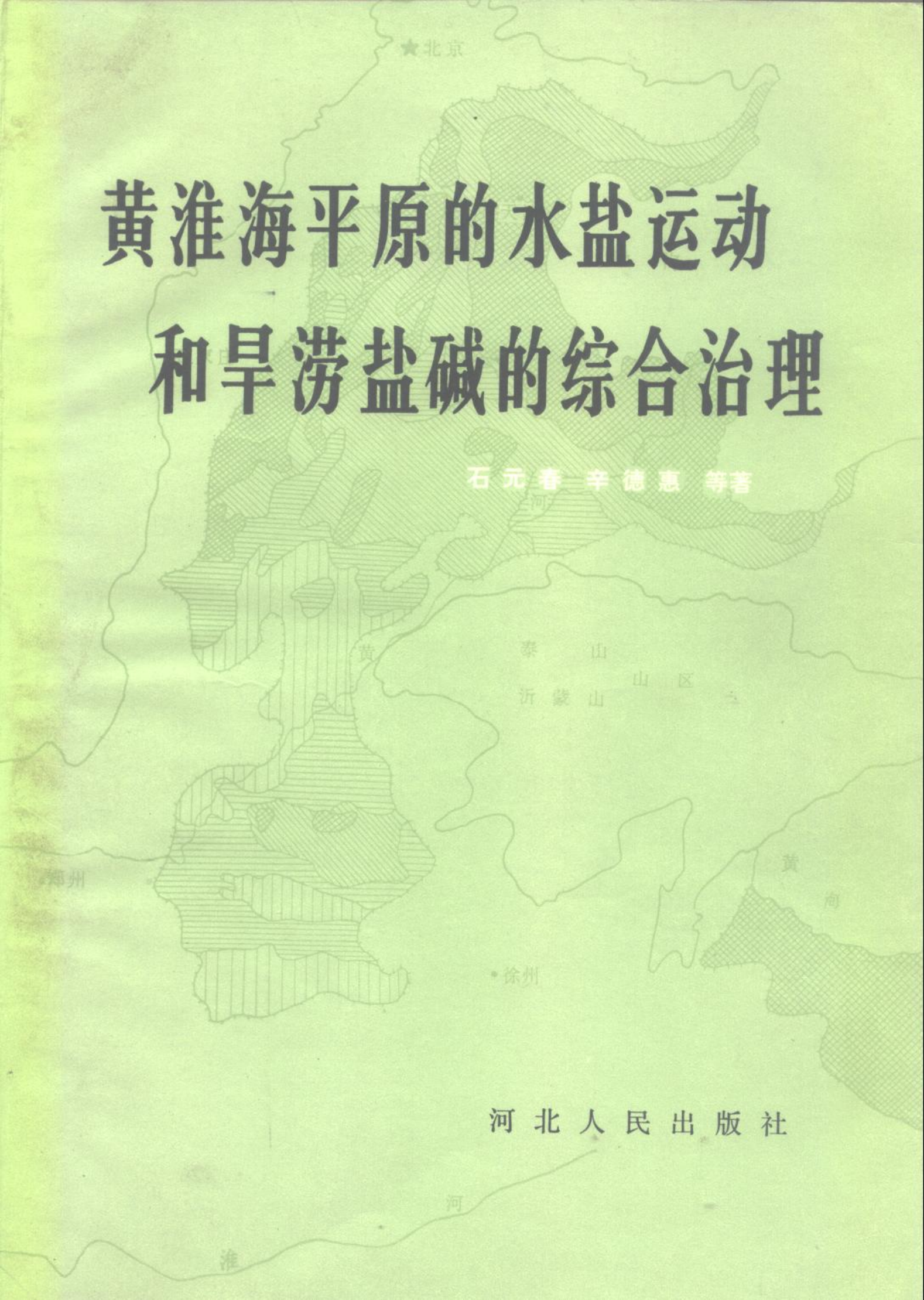




★北京

黄淮海平原的水盐运动 和旱涝盐碱的综合治理

石元春 辛德惠 等著

河 北 人 民 出 版 社

黄淮海平原的水盐运动 和旱涝盐碱的综合治理

石元春 辛德惠 等著

河北人民出版社

一九八三年·石家庄

黄淮海平原的水盐运动和旱涝盐碱的综合治理

石元春 辛德惠 等著

河北人民出版社出版（石家庄市北马路45号）

河北新华印刷一厂印刷 河北省新华书店发行

787×1092毫米 1/16 14 3/4印张 2插页 319 000字 印数 1—1 400 1983年5月第1版
1983年5月第1次印刷 统一书号·16086·372 定价·3.00元

前 言

干旱和半干旱地区降水少，蒸发强，盐渍土广为分布。湿润和半湿润地区降水量大，易溶盐被淋出土体，土壤不易盐化。但是，在我国东部的半湿润区，虽然年降水量可高达500—1,000毫米，土壤盐渍化现象仍普遍存在。究其原因，主要是在季风影响下，降水分配不均，70%左右的雨水集中降于夏季，其他季节却很干旱。半湿润季风气候，使水分和盐分在土壤中的蒸发积盐过程和下行脱盐过程呈季节性的更替，水盐运动表现得十分复杂。黄淮海平原即在此半湿润季风气候的影响和控制之下。

黄淮海平原跨冀、鲁、豫、苏、皖五省和京、津二市，总面积32万平方公里，耕地2.54亿亩，约占全国耕地面积的六分之一。这里地处暖温带，光、热、水资源丰富，可种冬小麦、玉米、棉花、水稻等多种作物，一年两熟或两年三熟。这里地形平坦，土层深厚，交通发达，是我国重要的农业区域。但是，由于季风的影响和低洼冲积平原的地质条件，使这里春旱夏涝，土地盐碱，北部还有大面积的地下咸水。这些不利因素，限制了这里农业生产的发展，丰富的农业资源得不到充分利用，成为我国农业上的一个多灾低产的地区。

建国以来，整理疏浚河道，修库筑渠，打井平地，抗旱排涝能力有了很大提高。盐碱地的治理也取得了不少成绩和经验。但是，由于自然条件十分复杂，人在干预自然中，稍有不慎，就会遭到自然界的惩罚。30年来，在治理旱涝盐碱上，走过不少弯路，存在着较大的盲目性。究其原因，主要是对这里的自然条件，特别是对水盐运动的特点和规律认识不足，对水盐运动调节管理不当所致。

自1973年至今，我们在曲周试验区进行了半湿润季风区水盐运动及其调控，旱涝盐碱综合治理方面的研究。1979年参加了黄淮海平原旱涝盐碱综合治理区划工作。通过研究实践，我们对黄淮海平原的水盐运动规律和在旱涝盐碱的综合治理方面得到了一些初步的资料和认识。此书就是在此基础上编著的。

我国是个著名的季风气候国家。研究半湿润季风气候区的水盐运动的理论和实践，对科学地和有效地改善黄淮海平原的自然条件，发挥其巨大的农业生产潜力，为实现我国农业现代化有着重要的意义。

我们在曲周试验区的研究工作得到了河北省和邯郸地区的大力支持。特别是曲周县委和张庄、王庄等大队的广大社员和干部，八年如一日，政治上的鼓舞，工作上的支持和生活上的关怀，是我们永志不忘的。1978年以来，国家科委、原国家农委和农业部亲自领导了这项研究工作，给予了及时的指导和支持。沈其益教授和李连捷教授对这项

研究给予了指导。曲周县的沈厂成、安延修、李学彬等同志在此项研究中作了大量的实际工作。周吉昌和周京华同志承担了该书的整个插图清绘任务。在此一并致以谢忱!

本书第一、二、四章由石元春编写;三、六、八章由辛德惠编写;第五章由李韵珠、陆锦文编写;第七章的第一节由周斐德编写,第二节由黄仁安编写,第三节由石元春编写。

石元春

辛德惠

1982年4月

目 录

第一章 黄淮海平原自然条件概述	(1)
一、气候.....	(2)
二、地貌.....	(4)
三、水文地质.....	(6)
四、土壤.....	(8)
第二章 季风现象和黄淮海平原的水盐运动	(12)
一、季风现象和我国的季风区域.....	(12)
二、我国东部季风区的降水特征和黄淮海平原的旱涝.....	(14)
三、黄淮海平原水盐运动的一般特征.....	(16)
四、易溶盐的古地球化学过程.....	(20)
五、近代易溶盐的地球化学空间分异.....	(25)
六、水盐运动的季节性.....	(30)
七、水盐运动的调控.....	(37)
第三章 黄淮海平原盐渍化农田生态系统的综合治理	(45)
一、系统的概念.....	(46)
二、发展农业的统一理论.....	(48)
概述 农田生态系统的结构与功能 农田生态系统的质量评价	
低质量农田生态系统类型	
三、盐渍化农田生态系统的综合治理.....	(56)
综合治理概念 综合治理的系统思考和实践程序 多层次的人工	
控制系统 浅井——深沟体系中农水工程系统的结构与功能	
第四章 半湿润季风区的水盐平衡	(72)
一、概述.....	(72)
二、水盐平衡类型.....	(74)
根据自然地理条件划分水盐平衡类型 根据平衡状况和产生原因	
划分水盐平衡类型 根据研究目的和地区范围划分水盐平衡类型	
三、土壤的盐量平衡.....	(77)
四、地块及区域的水盐平衡.....	(83)
土区的水盐平衡 地下水区的水盐平衡	
五、大区 and 流域的水盐平衡以及黄淮海平原的水均衡分析.....	(96)
概述 黄淮海平原的水均衡分析	
第五章 盐渍土地地区的水盐运动及其调节	(107)
一、概述.....	(107)
土壤的水分运动 土壤的盐分运动	

二、旱季土壤的水分运动·····	(112)
土壤的导水性能和积盐 土壤水吸力的变化特征 地下水埋深与蒸发	
三、旱季土壤的盐分运动·····	(120)
四、旱季土壤水盐运动的调控·····	(125)
地下水位控制深度的依据 旱季土壤的水盐运动的人工调节	
五、雨季土壤水盐运动·····	(130)
影响土壤水盐运动的因素 浅井对雨季地下水位及排水排盐能力的调节 浅井抽水与雨季土壤脱盐	
第六章 地下咸水化学 ·····	(139)
一、地下咸水的概念及分布·····	(139)
二、地下咸水利用和改造的必要性和可能性·····	(140)
三、地下咸水的化学特征·····	(142)
矿化度 化学组成 曲周试验区水化学及其变化规律	
第七章 地下咸水的利用 ·····	(170)
一、咸水灌溉中作物的盐害诊断和耐盐性指标·····	(170)
小麦盐害的形态诊断和耐盐性指标 棉花盐害的形态诊断和耐盐性指标 玉米盐害的形态诊断和耐盐性指标 关于作物耐盐性指标表示方法问题	
二、小麦和棉花的咸水灌溉·····	(181)
小麦的咸水灌溉 棉花的咸水灌溉	
三、咸水灌溉的土壤盐动态及其预测·····	(192)
咸水灌溉的土壤盐状况 咸水灌溉的土壤盐动态类型 咸水灌溉中土壤盐动态平衡。土壤水盐动态的有关计算和预报 关于咸水灌溉中的诊断方法 咸水灌溉中的某些技术问题	
第八章 地下咸水的改造 ·····	(206)
一、抽咸过程中地层的水流运动特点·····	(206)
二、地下咸水的淡化·····	(208)
抽咸换淡 抽咸换(补)淡的方法	
三、咸水利用改造的综合指标·····	(222)
四、咸水改造的阶段性的·····	(225)
五、小结·····	(226)
主要参考文献 ·····	(228)

第一章 黄淮海平原自然条件概述*

黄淮海平原西起太行山和伏牛山东麓，东临渤海、黄海，北沿燕山南麓，南迄淮河，位于北纬 32° — 40° ，东经 114° — 121° 之间，总面积约 32 万平方公里。

黄淮海平原属暖温带半湿润季风气候区。我国东部的半湿润季风气候区包括东北

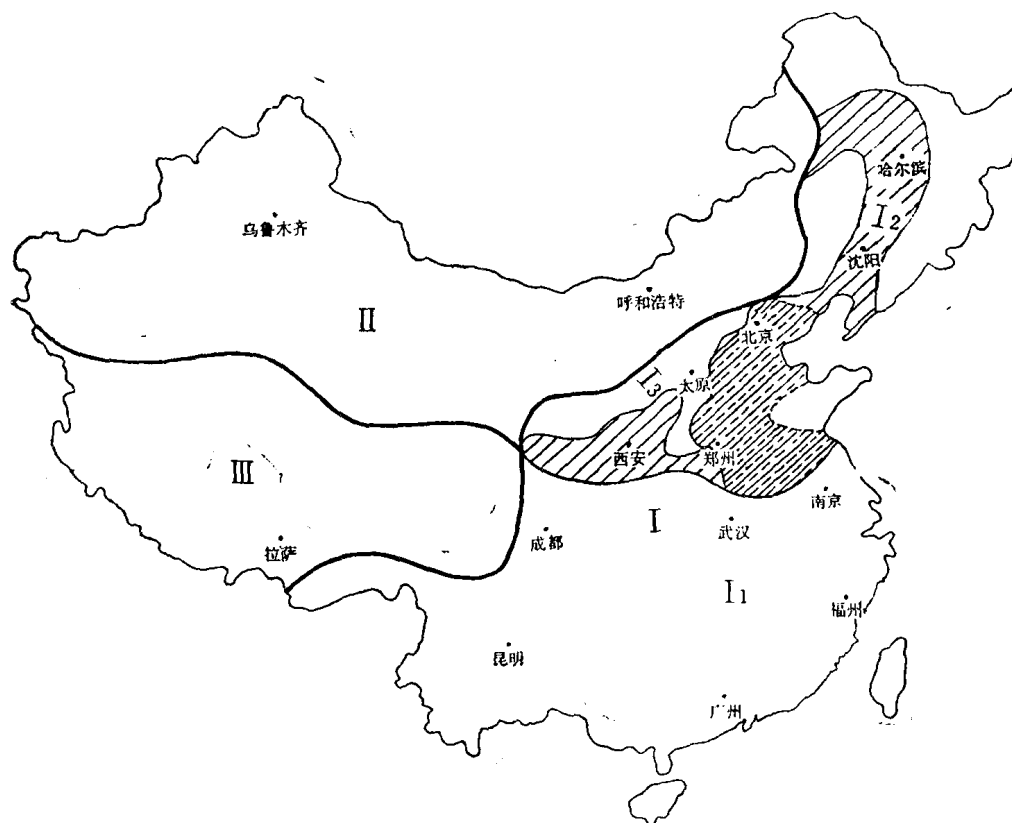


图 1-1 我国半湿润季风气候区示意图

I. 东部季风气候区

I₁ 湿润区

I₂ 半湿润区 (有斜线符号, 其中夹有斜虚线者为黄淮海平原)

I₃ 半干旱区

II. 西北干旱半干旱区

III. 青藏高寒区

* 本章资料是作者参加黄淮海平原旱涝盐碱综合治理区划工作时收集和整理的。其中气候部分主要由曲曼丽和韩湘玲二同志提供。

地区的大兴安岭，松辽——三江平原，华北地区及汾渭谷地(见图1-1)。这里季风现象明显，降水量较多而集中，干湿季分明，具有独特的水盐运动特征和规律。

一、气 候

黄淮海平原属暖温带半湿润季风型气候区。这里的气候受纬度、距海远近和大区地形的控制。自北而南，大于 0°C 的积温由 $4,200^{\circ}\text{C}$ 提高到 $5,500^{\circ}\text{C}$ ，年降水量由500毫米增加到1,000毫米，干燥度由1.5下降到1.0左右，日照也由2,800小时/年减少到2,200小时/年。东西方向上的变化明显显示出海洋的影响，沿海的积温和降水量均较西部为高。

黄淮海平原的年平均气温为 $10-15^{\circ}\text{C}$ ，无霜期175—225天。作物生育期间水、热、光资源较丰富，适于稻、麦、玉米等作物生长，为我国的重要粮食产区之一。其农业气候特点为：

(1) 热量资源较丰富，冬季较冷，春季升温迅速，秋季降温快。本地区大于 0°C 积温为 $4,200-5,500^{\circ}\text{C}$ ，大于 10°C 积温为 $3,800-4,900^{\circ}\text{C}$ ，其分布特点为：由唐山、昌黎一带向西、向南热量逐渐增加，沿海热量略低于内陆。最热月平均气温 $24-28^{\circ}\text{C}$ ，作物生长季节气温较高，可以满足喜温作物的要求，为两年三熟及一年两熟地区。最冷月平均气温高于 -8°C 。年绝对最低平均气温为 $-19--8^{\circ}\text{C}$ ，南北差异较大，在河北省霸县、高阳、绕阳一带出现了 $-18--19^{\circ}\text{C}$ 的低温区。冬季低温与冬麦能否安全越冬关系密切，北部地区及低温区需注意采用抗寒性强的冬性品种，以保证麦苗的安全越冬。

本地区除沿海外，受大陆性气候影响，春季气温回升很快，3月到5月温差可达 $11-16^{\circ}\text{C}$ ，比江南、华南等地升温为快(见表1-1)。因此抓紧早春农事活动，充分利用早春热量具有重要意义。秋季8月到10月温度可达 $10-12^{\circ}\text{C}$ ，降温也比南方稍快，秋季一般在9月中下旬气温降至 20°C 以下(喜温作物安全成熟的下限指标)。秋季降温快使秋作物籽粒正常成熟受到威胁，因此，要注意根据秋季热量特点合理搭配作物和品种。

表 1-1 不同地区 3—5 月，8—10 月气候特点($^{\circ}\text{C}$) (1951—1970 年)

月 份 地 点	3 月	4 月	5 月	3-5 月 差 值	8 月	9 月	10 月	8-10 月 差值
北 京	4.4	13.2	20.2	15.8	24.6	19.5	12.5	12.1
徐 州	7.2	14.1	20.1	12.9	26.5	21.3	15.3	11.2
南 昌	10.9	17.0	22.0	11.1	29.4	25.1	18.9	10.5
广 东	17.7	20.8	25.7	8.0	28.2	27.0	23.8	4.4

(2) 年降水量季节分配不均，年变率高，旱涝灾害频繁。本地区年降水量为500—1,000毫米，干燥度为0.9—1.6。因受纬度和海洋影响，降水量由北向南，由内陆向沿

海逐渐增加，干燥度逐渐降低。降水量等值线呈东北、西南向倾斜。在河北省境内又受地形影响，使之降水量等值线几乎与沿海呈平行走向，并在南部地区（以衡水、南宫为中心）出现年降水量在 550 毫米以下，干燥度大于 1.5 的少雨干旱区。

降水量的年内分配特点为：①年降水量主要集中在生长季节。据统计，在作物旺盛生长期（4—10月）降水量占全年降水量的85—90%以上，因此对满足作物生长的需水要求是有利的。②季节分配不均匀。冬春降水量只占全年降水量的15%左右，雨量主要集中在夏季，6—8月降水量占全年降水量的55—70%左右（见表 1-2），这样的季节分配特点，造成该地区春旱重，而夏季在排水不良的地区易造成涝害。

表 1-2 不同地区年内降水量分配特点

		北 京	德 州	淮 阳	新 乡
年降水量（毫米）		682.9	573.7	982.1	622.1
4—10月	毫 米	654.0	530.1	826.5	538.0
	占全年%	95.8	92.4	84.2	86.5
12—2月	毫 米	12.1	20.3	70.1	23.8
	占全年%	1.8	3.5	7.2	3.8
3—5月	毫 米	67.6	73.3	173.5	112.5
	占全年%	9.9	12.8	17.7	18.1
6—8月	毫 米	510.5	411.3	551.6	359.9
	占全年%	74.8	71.7	56.2	57.9

降水的另一特点是降水量年际间变化大，年相对变率为20—34%。近30年内该地区多雨年与少雨年降水量相差可近5—6倍之多，如北京1959年降水量达1,406.0毫米，而1965年仅有261.8毫米；又如沧州1964年降水量达1,160毫米，1968年只有246.5毫米。出现旱涝灾年。

(3) 光照充足，增产潜力较大。本地区年总辐射为120—140千卡/厘米²，年日照时数由北部的2800小时/年向南逐渐减少，平原南缘为2,200小时，其中河北省光照条件大部在2,600—2,800小时。河南、山东、安徽及江苏部分地区年日照为2,300—2,500小时。本区光照条件比江南、华南地区优越得多，尤其3—5月（36—40千卡/厘米²，600—750小时）更为突出。在此期间光照条件好，气温回升快，相对湿度低，使麦类作物光合效率高，病害少。从全年看，5—8月为光、温、水条件最优时期，生育期间光、热、水基本同季，在有水浇条件下，能充分利用本地丰富的气候资源，作物增产潜力很大。

二、地 貌

中生代晚期，在燕山运动的影响下，形成了华北构造盆地。由于周围山体急剧上升和盆地不断下降，使这里长期承受了来自我国北半部大多数河流带入的物质，堆积了厚达数百米的第四纪松散沉积物。河源最长，携带泥沙最多，对本区影响最大的是黄河。除近山麓的狭长洪积平原以外，整个平原都有黄河的沉积物，对现代地貌的构成有着深刻的影响。

黄河横贯平原中部，自西向东入海。由于河道高抬，超过两岸地面 4—8 米，成为整个平原的一道天然的分水岭。北部属海河和滦河水系，南部属淮河水系，进入黄河的支流（平原部分）仅有金堤河和天然文岩渠。

黄淮海平原地貌由三个部分构成：山前洪积冲积平原、滨海平原和主体部分——冲积平原。

太行山和燕山的山前洪积冲积平原由一系列的山前洪积冲积扇组合而成，处于黄淮海平原的最高地形部位。地面倾斜，坡降多大于 $1/1,500$ 。沉积物质主要由两个部分组成，一是中更新统（ Q_2 ）或上更新统（ Q_3 ）的黄土状沉积物，一是近代的河流出山后堆积的洪积冲积物。后者切入早期的黄土状沉积物构成的山前平原。这里地下径流状况良好，为全淡水富水区，地下水埋深多大于 5 米。土壤类型以褐土为主。由于这里自然条件优越，大多是农业上的高产稳产区。

冲积平原是整个黄淮海平原的主体部分，主要有三种地貌组合，即冲积扇地貌组合、黄河沉积地貌组合和河间平原地貌组合。

除黄河构成的大型的冲积扇外，主要有滦河冲积扇、潮白蓟运河冲积扇、永定河冲积扇、滹沱河冲积扇、漳河冲积扇等。这些冲积扇具有一般扇形地的特征，纵坡自轴部向外缘逐渐减小，沉积物质逐渐变细。地表常有河泛或改道的砂垄，平铺砂地和浅平洼地呈指状相间分布。地面排水条件尚好。土质偏砂，以潮土为主，有轻中度盐化潮土零星分布。这里古河道发育，地下径流条件较好，多为全淡富水区，扇形地下部才有咸水层出现。地下水埋深 2.5—4 米。滹沱河冲积扇的中下部和前缘部分，延伸较远，其地形和土质虽同于一般扇形平原，但地下径流滞缓，有咸水层，盐渍土分布比较普遍。

冲积扇扇缘一线，断续地排列着大大小小的交接洼地。特别是自豫北进入河北境内的西南东北向的黄河漳河故道缓岗地的阻截，使卫河冲积扇扇缘到天津一线，扇缘洼地断续相接，河北就有“南北七十二连洼”之说。交接洼地中以白洋淀和鲁西的南四湖最大，常年积水。其他洼地在近一二十年修建大量蓄水排水工程以后，大多成为浅平洼地，只是部分洼地中心有季节性的积水。洼地地形平坦，起伏很小，地下水埋藏很浅（小于 2 米），除近海的文安洼和贾口洼为咸水区外，多为浅层淡水区。从洼地中心到边缘，土壤多为沼泽土、潮土和盐化潮土。

黄河沉积地貌组合中，一部分是现代黄河的河床、内滩地、决口扇形地和背河浸润洼地，一部分是古黄河的高滩地、缓岗坡地和背河洼地。

内滩地主要分布在河南境内黄河滩地上。有的河段由于随着河床淤积和堤岸的逐渐升高而在现河床之下形成大片滩地。它低于河床而又高于背河洼地。地上地下水丰富,地下水属全淡富水区。土壤为砂壤质潮土。

决口扇形地系黄河决口堆积而成,地形起伏不平,主要包括决口时形成的指状大溜、大溜两侧堆积的砂岗砂丘等地貌类型。有些地方经风力搬运,成为不连续的砂丘和砂洼。沉积物砂性强,易受旱。地下径流条件一般较好,溜道两侧和积水砂洼的周边土壤常有轻度盐化。

古河滩高地为古黄河河道、河漫滩及自然堤堆积并经风力和人为活动的影响而形成。

黄河故道在地面以高滩地表现的主要有四条,河北境内一条,豫北鲁北一条,豫、鲁、皖、苏交界处一条,金堤河一条。古河滩高地高出两侧地面2—8米,宽度2—30公里不等。以砂质或砂壤质褐土化潮土和潮土为主。潜水埋深3—5米,河北、豫北、鲁北的河滩高地的浅层淡水较发育,上游厚近百米,下游二、三十米,富水性较好,局部有浅层咸水。地面和地下水径流比较通畅,涝和盐碱的危害较小。

在河北境内的古黄河高滩地与漳河故道的沉积相重合,构成一个古河道带。地表的微地貌复杂,正负地形相互穿插,既有古河床砂质缓岗分布(如威县、南宫等地),又有各种洼地分布,但总的地势高于东西两侧的平原。沉积物以砂质为主,古河道带的浅层地下水淡水发育。

黄河两岸大堤以下的背河浸润洼地一般较河床低5—10米,为常年受黄河水侧渗补给的封闭或半封闭条带状洼地。西起郑州,东到利津,全长700公里,地势低洼,微地形受决口泛滥影响而有起伏。排水不畅,又受黄河水的浸润,地下水埋深1—2米,雨季可接近地面,地下水为淡水富水区。土壤多为砂质和砂壤质,盐渍化严重。

古黄河背河洼地主要分布在卫河右岸古黄河河滩高地的两侧和兰考以下豫、鲁边界的古黄河河滩高地的两侧,背河洼地与上述浸润洼地同属一地貌类型。由于没有现黄河的影响,自然条件更差。它不仅低洼,排水困难,潜水位高,涝害严重,而且缺乏黄河水砂资源,浅层地下水又为微咸水。盐渍土分布广而程度重。

冲积平原的第三种地貌组合是河间平原。在冲积扇,现黄河及数条古黄河河滩高地之间为大片面积的由大小河道分割的河间平原。按所处的地形部位、地面坡降、沉积物质、水文地质条件以及土壤的不同,有微斜平原,低平原和低洼平原三种类型。

微斜平原是指处于河流上中游,地势较高,有一定地面坡度(1/3,000—1/5,000)的河间平原,如猪笼河、滹沱河河间微斜平原、徒骇——马颊河河间微斜平原、新万福河河间微斜平原、金堤河河间微斜平原、涡惠河河间微斜平原等。这些平原的地形平坦,地上地下径流排洩条件尚可,潜水埋深2—3米,多为淡水和较富水区,土壤以潮土和盐化潮土为主,盐化程度不高。

低平地是指上述河间微斜平原的下游部分。地面坡降更加低缓,沉积物质渐细,地面排水条件变差。特别是由于受到滨海、湖泊(如南四湖区)、河流(如南运河)、低山残丘等因素对地下径流的阻截作用,使这里径流滞缓,浅层淡水不发育,厚度小于20米,

多数地区为浅层微咸水和咸水，矿化度 2—5 克/升，也有 5—10 克/升的。潜水埋深仅 2 米左右，这里盐渍土分布广，盐化程度较重。

低洼平原是指黄河冲积扇形地南翼的末端，诸河下梢的淮北大片河间低洼地。颍河、涡河、浍河、沱河等河流多为半地上河，沿河有高起的自然堤及人工堤，犹如凸起的网络将河间平原分割为各种形状和大大小小的浅平洼地。这里地形封闭平缓，涝严重。地下径流滞缓，潜水埋深 1—2 米，水质淡。土壤为质地粘重、结构不良的砂姜黑土。

滨海平原高程一般在海拔 10 米以下，宽 30—40 公里，地面坡降极缓，分布着大大小小的浅平洼地和泻湖。这里地下径流几近停滞，潜水埋深 1 米左右，矿化度多在 10 克/升以上，距海愈近，矿化度愈高。土壤普遍盐化，以滨海盐土为主。渤海滨海平原和黄海滨海平原处于不同气候带，温度和降水上的巨大差异使得这两处在土壤盐化、地下水矿化和农业利用程度上都有着很大的不同。

黄河三角洲为现代黄河河口的堆积，可达海拔 13 米。地面坡度较滨海低平地为大，在受海水浸渍的沉积物之上覆有一层原约 1—4 米的含盐量低的黄河现代沉积物，且又有黄河水的浸润补给，所以土壤盐化程度不高。古黄河三角洲位于黄海之滨，由于没有黄河水砂资源的补给，土壤盐化严重，有大面积盐渍土和径流几近停滞的高矿化地下水。

三、水 文 地 质

黄淮海平原属构造沉降带，堆积了深厚的第四系沉积物，地下水主要赋存于这些第四系的砂层、卵砾石层及亚砂土的孔隙中。平原上的水文地质条件是气候、区域地貌特征以及古地理条件密不可分的。从山前平原到滨海有着明显的水平分布规律。

山前洪积冲积平原的地下径流条件较好，为全淡水富水区。冲积平原的北部和中部普遍出现咸水层，南部无咸水层分布。咸水层的分布除与水文地质条件有关外，主要和上更新统古气候以至目前的气候条件有关，而滨海平原的深厚咸水层首先是受海水的影响。

山前平原含水层厚，主要是卵砾石和砂砾石组成，水质好，水量大，单井单位出水量达 20—50 立米/时·米。地下水位埋深多大于 5 米。

冲积平原部分是由长期的河流泛滥堆积而成，堆积物多为不同粒径的砂和粘性土交互成层。含水砂层层数多而厚度不大，富水性不如山前平原，单井单位出水量为 5—30 立米/时·米，愈往东愈差，仅 5—15 立米/时·米。浅层地下水的埋深多在 2—4 米。浅层地下水受当地大气降水、河流、渠系和灌溉水等地上水的入渗补给和山区地下潜流的侧向补给，同时，潜水又通过土壤毛管作用上升供应植物需要和从地面蒸发，所以和旱涝以及土壤盐渍化的关系很大。这部分水容易开采和回补（开采后年内或多年周期中可以得到补充恢复），又可调节地下水位，以利防涝和盐渍土改良。

平原北部和中部的地下咸水层，因水质不良而极少利用，又是土壤盐渍化的主要盐源。地下咸水层有时直接出现在地面以下，有时在咸水层以上有厚薄不一的浅层淡水。

咸水层以下均为深层淡水。所以，地下水质的垂直结构主要有两种类型：咸（浅）——淡（深）型和淡（浅）——咸（中）——淡（浅）型。

有咸水区的面积为 98,985 平方公里，其中浅层咸水（包括厚度小于 10 米的浅层淡水）区的面积为 46,996 平方公里，浅层淡水区（下有咸水层）的面积为 51,995 平方公里。在浅层咸水区，小于 5 克/升的咸水占 80% 以上。

咸水顶界面受浅层淡水的发育程度所控制。浅层地下淡水的厚度和水量对旱涝盐碱的综合治理关系很大。海河冲积平原区浅层淡水的发育程度和古河道的分布有着密切的联系。在大名——临西——故城——景县一线的黄河漳河古河道带内，浅层淡水的底板深达 30—50 米，局部达 50—80 米。鲁北的徒骇——马颊河流域，浅层淡水底板埋深自西向东，自上游到下游逐渐变浅。莘县、冠县一带约 70—80 米，茌平、高唐约 50 米，而临邑、宁津仅 20—30 米。

咸水层的底界面自西而东呈台阶式逐渐加深，由中部平原的 10—40 米、40—80 米至滨海平原 160—280 米。青县东北部，黄骅及海兴东南为全咸区。

冲积扇前缘和扇缘交接洼地的咸水层厚度不大，一般不到 40—50 米，矿化度 2—5 克/升，水化学类型为硫酸盐重碳酸盐——钠镁或硫酸盐——钠镁及硫酸盐重碳酸盐氯化物——钠镁水为主。冲积平原中部的咸水层厚度增至 100—120 米，矿化度多为 2—5 克/升，部分 5—10 克/升，水化学类型以硫酸盐氯化物——钠镁及氯化物硫酸盐——钠镁水为主。而东部受海浸影响的咸水层厚度达 150—300 米以上，矿化度多大于 10 克/升，高者超过 35 克/升，水化学类型以氯化物——钠水为主。

深层淡水均具有承压性，其顶界面的埋深自西向东逐渐加大，由四、五十米增加到二、三百米，而含水层的厚度由百米左右降低到二、三十米。单井单位出水量也由 30—50 立方米/时·米逐渐降低到 5 吨/时·米以下。深层淡水的矿化度多小于 1 克/升。东部接近滨海平原的河北运东地区，深层淡水的碱度高，灌溉对作物和土壤产生不同程度的不良影响。

地质部最近利用地下水长期观测资料，进一步核算了现有自然和人为因素作用下的浅层地下水资源，结果列入表 1-3。

表 1-3 黄淮海平原浅层水补给资源

地 区	淡水资源 (亿立方米/年)	咸水资源 (亿立方米/年)		合 计
		矿化度 2—5 克/升	矿化度 >5 克/升	
黄 河 以 北	204	38	23	265
黄 河 以 南	272	16	14	302
全 平 原 合 计	476	54	37	567

地下水的开采利用量，据水利部门的统计资料，在偏早的 1978 年是 271 亿立方米，其中黄河以北地区的开采量为 185 亿立方米。地下水资源虽有较大开采潜力，但主要在黄河以南部分。

黄淮海平原水文地质条件有利于近期开发地下蓄水的地段共 74 个, 包括砂层裸露和砂层浅埋两大类型。地下蓄水地段的总面积为 2.76 万平方公里, 可蓄水近百亿立米, 详见表 1-4。

表1-4 黄淮海平原地下蓄水条件表*

类别	地段数 (个)	合计面积 (平方公里)	占全区面积 (%)	可蓄水量 (亿立米/年)	黄河以北		黄河以南	
					地段数 (个)	可蓄水量 (亿立米/年)	地段数 (个)	可蓄水量 (亿立米/年)
裸露型	20	3733.5	1.2	19.24	13	16.82	7	2.42
浅埋型	54	23,855.0	7.9	79.16	32	50.84	22	28.32
总计	74	27,588.5	9.1	98.40	45	67.66	29	30.74

※ 地质部水文地质工程地质局: 黄淮海平原地下蓄水文地质图说明书, 1979.12.

四、土 壤

黄淮海平原幅员广大, 地形平坦, 土层深厚。分布面积较广的土壤有褐土、潮土、盐渍土和砂姜黑土。此外, 尚有棕壤、沼泽土和水稻土零星分布。黄淮海平原自南而北, 气候条件差异显著, 对土壤的空间分布影响较大。沂濛山南麓及苏北、皖北孤山山前酸性母岩上发育的地带性土壤为棕壤, 而中部和北部的太行山, 燕山山麓为褐土。在盐渍土方面, 北部和中部以盐化为主, 苏北、皖北则多碱化及苏打化土壤。除气候因素外, 多种地学因素也影响着土壤的形成和分布。下面对几种主要土壤类型的分布和特性加以简要介绍。

1、棕壤

黄淮海平原上棕壤的面积不大, 主要分布在苏北沂蒙山山麓洪积冲积扇台地和花岗岩、片麻岩等酸性岩石的残积物上。此外, 淮河河岸高阶地上分布有潮棕壤。

棕壤地区, 气候温暖湿润, 年平均温度为 12℃ 以上, 无霜期约 220 天, 年降雨量 750—900 毫米。土壤矿物质风化和有机质分解比较强烈, 淋溶作用比较明显, 土壤中可溶性盐基和碳酸盐都被淋失。土壤一般呈微酸性至中性反应, 无石灰反应, 代换性盐基总量一般为 10—20 毫克当量/100 克土, 胶体的硅铝铁率在 2 以上, 有机质含量低, 含钾量较高。

2、褐土

褐土是黄淮海平原主要的地带性土壤, 多发育于太行山、燕山山麓平原第四纪洪积冲积物上。在太行山山麓平原及冲积扇上多为黄土性洪积冲积物, 而在燕山山麓平原冲积扇, 多为山地岩石风化的洪积冲积物。在淮北和苏北, 褐土主要发育在石灰岩、页岩、玄武岩等风化残积物、坡积物及黄土性物质上。

褐土多发生于暖温带季风气候下。夏季高温多雨, 春秋干旱少雨。年降雨量 500—

700 毫米，蒸发量大于降雨量 2—3 倍。褐土分布地势较高，排水条件良好，地下水埋藏较深，除潮褐土外，地下水埋深均大于 4—6 米，土壤形成过程已经脱离地下水影响。地下水矿化度一般小于 0.5 克/升，水质属钙质重碳酸型水。褐土地带由于干湿季节明显，排水条件良好，土壤有一定淋溶作用。可溶盐淋洗殆尽，土壤无盐碱化现象，亦无内涝，但旱情比较突出。土壤中游离石灰有不同程度淋洗，形成含有不同程度石灰质的土壤。有粘化作用，表土以下粘粒含量较多，呈核状、棱块状结构。各层次的硅铁铝率无大变化，约在 2.5—2.8 之间。土壤胶体呈盐基饱和状态，土壤盐基交换量很低，约 15 毫克当量左右/100 克土。pH 值呈中性至微碱性。有机质多在 1% 左右。

3. 潮土（浅色草甸土）

潮土广泛分布于黄淮海平原，为主要的农业土壤。潮土系指地下水直接参与成土过程，地表有机质积累少，颜色较浅的土壤。这种土壤有机质含量低，一般低于 1%（耕层）。潮土的成土母质主要为近代黄河泛滥沉积物。富含钙质，微碱性反应，质地变化大，从砂土到粘土均有，且质地剖面多为不同质地层次交互排列。常见的潮土类型有：

(1) 褐土化潮土：在平原高起的地形部位，地下水埋深多在 3—4 米，使土壤发育由潮土过程向褐土过程发展，土壤的淋溶作用加强，可溶性盐分充分下淋，有时可见到假菌丝体淀积。地下水由毛管上升仍可达一定高度，在 50—70 厘米以下，可见灰暗具有胶膜及锈色斑纹的底土，亦可见锥形石灰结核。

(2) 潮土：分布地形比褐土化潮土低，一般分布在缓平坡地和缓平洼地。地下水位 1.5—3 米，地下水可借毛管作用上升到地表。一般土壤质地多为壤质和粘质，剖面中常有粘土夹层。地下水矿化度 1 克/升左右，表土含盐量在 0.1% 以下。由于地形平缓地面地下径流不畅，雨季地下水位升高，易受涝灾。

(3) 滨海潮土：现代黄河三角洲，为现代黄河河口堆积而成。在原来滨海盐质母质上覆盖一层淡质黄河现代沉积物，厚度 1—4 米。有大片天然灌木和草地，土壤含盐量不高，为潮土过程。在苏北滨海平原脱离海水影响较久的地区，因长时间自然脱盐，目前多已发育为滨海潮土，也称脱盐潮土，是苏北的重要粮棉产区。

此外，还有盐化潮土，将在下面的内陆盐渍土中介绍。

4. 内陆盐渍土

盐渍土是一种发生盐化过程和碱化过程土壤的总称，既包括盐土和碱土，又包括各种盐化和碱化的土壤（黄淮海平原上主要是盐化潮土）。黄淮海平原有盐渍土 3,850 万亩（不包括京津二市），盐碱荒地约 1,000 万亩，共 5,000 万亩左右。

各种类型的盐化土壤、碱化土壤、盐土、碱土以及各种非盐化土壤，大多是按一定的组合，以复区的形式分布。为了便于叙述和考虑盐渍土的改良问题，我们把盐渍土集中起来介绍，而未用完全发生学分类系统介绍。又考虑到盐渍土的形成和改良条件，可以分为内陆盐渍土和滨海盐渍土，本节介绍内陆盐渍土。

在冲积平原上，地形平坦低洼，坡降很缓，排水不畅，地下水位较高。当地下水埋深超过土壤积盐的临界深度，含盐（主要指易溶性盐类）的地下水通过土壤的毛管作用而上升到地面，不断蒸发，盐分即在土壤中不断积聚。所以在潮化过程中同时发生了盐

渍化过程。土壤盐渍化过程不仅受气候因素的影响，同时，地下水埋深越小，矿化度越高，积盐过程越强。此外，偏砂偏粘的土壤的积盐过程的强度远不及壤质（主要是轻壤和砂壤）土壤。

此外，地貌和地形与土壤盐渍化的关系极为密切。因为在一定的地貌部位上，往往有着相应地形、沉积物、土壤（包括质地和质地剖面）以及地下水的埋深和矿化度的一定的组合。从中小地貌来说，盐渍土主要分布在河间微倾平原（二坡地）、冲积扇扇缘、背河洼地和由于地貌和水文条件造成的地下径流滞缓区。从黄淮海平原土壤图中可以看到，盐渍土比较集中地分布在以下的地貌部位：

黑龙港低平原（曲周——南皮一线）；

徒骇——马颊河下游低平原；

南四湖西低平原；

淮北低平原；

黄河背河浸润洼地；

古黄河背河洼地。

在盐渍土的划分中，当地群众常以盐分的组成和性质作为划分依据，主要类型有：

盐碱——以氯化钠为主，硫酸钠次之；

白碱——以硫酸钠为主，氯化钠次之；

卤碱——以氯化钠，氯化钙，氯化镁为主；

瓦碱（牛皮碱、岗碱）——以重碳酸钠为主的碱化土壤；

马尿碱——以重碳酸钠和碳酸钠为主的苏打盐化土壤。

按土壤形成过程和盐化碱化程度划分主要有以下四种类型：

（1）盐化潮土：盐分含量较碱化潮土高，较潮盐土低，表土含盐量一般为0.15—0.6%。分布地形为微斜平地，地下水位2米左右，地下水矿化度1—2克/升，浅层地下淡水比较丰富。

（2）碱化潮土：土壤含盐量低，表土含盐为0.1—0.3%，碱性强，pH8.5—9.5，土壤中阴离子以 HCO_3^- 为主并有 CO_3^{2-} 出现，阳离子以 Na^+ 为主。地表有灰白色碱化层，质地较轻，渗透性弱，多与盐化潮土成复区分布。

（3）盐化沼泽潮土：分布在地势比较低洼地带，地下水位高，每年雨季地表有不同程度的积水，土壤剖面有潜育化的特征，土壤盐渍化中度至重度，一般表土层含盐量0.4—0.7%，心土含盐量0.2—0.5%。降低地下水位，消除涝害是改良盐化沼泽潮土的关键措施。

（4）潮盐土：一般呈斑状分布在背河槽形洼地和碟形洼地等重盐渍区，表土含盐量可达1%以上，严重影响农作物生长，自然植被有怪柳、盐蒿、黄须菜等耐盐植物，地下水位1—1.5米，地下水矿化度2—5克/升或者更高，盐分组成以氯化物硫酸盐或硫酸盐氯化物盐类为主。

易溶性盐类随水分的运动而运动，是一个十分活跃的因素。经过改良，盐渍土可以