

中国科学院黄淮海平原综合治理研究 (1986-1990)

土壤盐化、碱化的 监测与防治

俞仁培 尤文瑞 主编



科学出版社

中国科学院黄淮海平原综合治理研究 (1986—1990)

土壤盐化、碱化的 监测与防治

俞仁培 尤文瑞 主编

科学出版社

1993

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书为黄淮海平原治理与开发研究文集之一,共15篇论文,包括黄河
慢润苏打盐渍区自然环境条件及水盐动态监测,土壤水盐运动数学模型及
水盐动态预报方法,蒸发条件下不同质地构型土壤的水盐动态及其调节,
黄淮海平原碱化土壤和低矿化碱性水的分级,碱化土壤的改良和土壤次生
碱化的防治,并以天然文岩渠流域盐渍土演变为例,探讨整个黄淮海平原
土壤盐渍化问题。本书对发展该地区工农业生产有重要的参考价值。
本书可供土壤学、环境科学和农学工作者参考。

中国科学院黄淮海平原综合治理研究(1986—1990)

土壤盐化、碱化的监测与防治

俞仁培 尤文瑞 主编

责任编辑 陈培林

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100017

北京市朝阳区东华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1990年10月第1版

1991年10月第一次印刷

印数:1—700

开本:787×1092 1/16

印张:11 1/4

字数:243 000

ISBN 7-03-003492-9/S·101

定价:10.60元

中国科学院黄淮海平原综合治理研究 (1986—1990)

编辑委员会名单

主 任 王天铎

副主任 王毓云 王遵亲 余之祥 罗焕炎

编 委 (以姓氏笔画为序)

王天铎	王恢鹏	王毓云	王遵亲
王 燕	由懋正	田魁祥	许越先
余之祥	李松华	吴长惠	罗焕炎
周明枏	俞仁培	姚培元	黄荣金
程维新	傅积平		

中国科学院黄淮海平原综合治理研究 (1986—1990)

专著

洼地整治与环境生态

豫北平原旱涝盐碱综合治理

区域农业与缺水盐渍区综合治理

淮北地区综合治理与农业开发

海河低平原水土资源与农业发展研究

资源配置理论与农业发展

论文集

河间浅平洼地综合治理配套技术研究

土壤培肥与农业环境生态研究

土壤盐化、碱化的监测与防治

豫北平原渔业发展与渔业生态研究

近滨海缺水盐渍区综合治理技术研究

淮北地区水土资源开发与治理研究

黑龙港地区综合治理与农业资源开发利用

黄淮海平原用水问题研究

序

黄淮海平原是我国最大的冲积平原，也是我国政治、经济和文化的中心区域，其范围包括北京、天津、河北、山东、河南、安徽、江苏五省二市的316个县（市），总面积35万平方公里，人口近2亿，耕地1800万公顷。

黄淮海平原地处暖温带，雨热同期，地势平坦，土层深厚，自然条件比较优越，是我国重要农业区域之一。据1987年统计，粮食和棉花产量分别占全国总产量的20%和57%，油料和肉类产量分别占17%和14%。因此，黄淮海平原农业生产状况和发展速度，对全国农业和国民经济发展有着重要的影响。区域内交通便利，工业发达，劳动力充足，农业生产发展潜力很大。但是，由于受季风气候的影响，降水时空变率大，旱涝盐碱和风沙等自然灾害依然是阻碍农业生产稳定发展的关键因素。

新中国成立后，党和政府十分重视黄淮海平原的治理工作。先后对海河、黄河、淮河进行了大规模整治，60年代列为全国十大农业综合试验区，“六五”、“七五”期间又将中低产地区综合治理纳入国家科技攻关计划。经多部门、多学科联合攻关，不仅查清了该区自然资源数量与分布状况，阐明了旱涝盐碱成因与发生规律，而且提出了中低产田综合治理的配套技术，同时进行了大面积推广，取得了明显的经济、生态、社会效益，为黄淮海平原农业综合开发奠定了良好的基础。

黄淮海平原农业生产条件虽然发生了巨大的变化，但是目前尚存在不少问题，依然影响着农业生产潜力的发挥。这些问题主要是：中低产田占耕地一半左右，限制了农业稳定发展；旱涝、盐碱、风沙仍威胁着农业生产的发展，改造任务带有长期性；农业水资源紧缺、利用率低、浪费严重，部分地区因采补失调发生地下水漏斗，引起地面沉降，沿海局部地区甚至出现海水地下入侵；农业结构不尽合理，林牧副渔业比重过低，传统的生产技术和方法仍占主导地位，等等。

基于国情，黄淮海平原农业的进一步发展必须走资源节约型高产农业的道路。这是黄淮海平原农业发展的道路，也是我国农业发展的根本出路。它的具体指导原则可以概括为以下6条：资源采补平衡，资源高效利用，非再生资源重复利用，多种资源合理匹配投入，巧妙利用非可控制资源和传统技术与新技术结合的原则。所谓资源节约型高产农业，其实质就是在有限资源条件下，充分挖掘现有资源潜力，提高资源的综合生产效率，增加单位资源产出量，减少资源的浪费和破坏，保护生态环境，保持农业的持续稳定增长。

自50年代以来，中国科学院会同有关部门，在黄淮海平原开展了土壤普查，60年代完成了部分地区农业区划和规划，先后建立河南封丘和山东禹城6667公顷与9333公顷井灌井排旱涝碱综合治理试验区；80年代又建立了河北南皮试验区。1987年封丘农业生态实验站、禹城综合试验站成为对国内外开放台站，同时也是中国科学院承担国家科技攻关任务的重要基地。

在“六五”基础上，“七五”期间黄淮海平原综合治理研究又有创新和发展。5年共取得重大科研成果26项，其中8项达到国际领先或国际先进水平，13项国内领先水平，5项国内先进水平。例如：国内最大的土壤水盐动态模拟实验室和数据自动采集处理系统的建立，土壤盐化、碱化监测预报与防治研究，计算机指导大面积经济施肥咨询系统，雨养麦田水分平衡研究，农业资源配置模型，潮土养分供应能力和化肥经济施用等研究成果，都达到了国际领先或国际先进水平。鱼塘-台田生态工程综合治理低湿地，乔灌木和经济林川结合治理季节性风沙化土地，强排强灌，开发利用微咸地下水等研究，也都具有较高的水平和实用、快速和高效的特点。

“八五”期间，中国科学院将承担黄淮海平原中低产地区农业持续发展综合技术研究的国家重点科技攻关项目。在重点试验区，研究不同生态类型区资源合理利用、农林牧协调发展、农业持续高产稳定、社会经济生态效益明显的综合治理、综合发展模式和先进适用的配套技术，以指导大面积推广。中国科学院将继续组织力量，为黄淮海平原农业持续、稳定、协调发展作出应有的贡献。

《“七五”黄淮海平原综合治理研究》系列著作，包括6部专著和8本论文集，系统地反映了中国科学院“七五”黄淮海平原科技攻关的主要工作。希望这套书的出版能为该地区的农业发展和科学研究起到一定的促进作用。

李振声

1991年5月

前 言

盐化和碱化曾是黄淮海平原土壤退化的主要形式之一。

近十年来,由于科学技术的发展,一些综合治理盐碱地成功经验和技术的推广普及,使盐碱地区面貌和生产发生了巨大的变化,因而人们产生了一个错觉,似乎土壤盐化、碱化问题已不存在了。但事实并非如此,影响土壤发生盐化、碱化的自然因素,如季风气候、地形地貌、沉积母质等是难以改变的,而水文和浅层地下水状况,则可因人类经济活动而改变,土壤盐化、碱化威胁依然存在。人们可以清楚地看到,在井灌区,由于机井的抽水灌溉,降低了地下水位,使地下水位保持在4—5m以下,避免了土壤盐渍化。然而在自流灌区中的灌排工程不配套或者渠道蓄水时间过长的地方,仍然有土壤次生盐渍化现象。灌溉农业地区的土壤盐化、碱化是一个全球性尚待解决的问题,而且土壤盐化、碱化的治理具有反复性,我们绝不能掉以轻心。

黄河沿岸,有引水发展自流灌溉之便。但如何引黄?如何灌溉?如何避免土壤盐渍化?这是需要认真研究的课题。

“七五”期间,我们参与“区域水盐运动规律和水盐监测预报技术”和“土壤盐化、碱化的监测和防治”国家攻关课题的研究,在封丘苏打盐渍土区设置了70余平方公里的土壤水盐动态监测区和水盐动态模拟地下实验室,开展了土壤盐化、碱化的应用基础理论研究,通过大量室内外的试验研究,取得的成果被专家鉴定组评为国际先进水平。

本文集是“七五”国家科技攻关课题的阶段总结,共收集了15篇论文。

有关土壤盐化研究方面的6篇论文,阐述了黄河浸润苏打盐渍区自然环境条件及土壤-地下水水盐动态监测与建立土壤盐渍化预报模型的探讨,从而为土壤次生盐渍化的预报提供了依据。室内外的土壤水盐动态模拟试验的设置,是为了剖析不同质地、不同地下水位条件下的土壤水盐运动规律,为研究黄淮海地区土壤盐渍化提供理论依据。

碱化土壤研究方面有8篇论文,作者提出了采用pH、总碱度、碱化度、钠吸附比等四个土壤碱化特征指标建立的碱化土壤分级模式和采用pH、碱化度、残余碳酸钠、钠吸附比、可溶性钠百分率等五个特征指标,建立低矿化碱性水的分级模式。应用这两个分级模式对监测区土壤的碱化、地下水碱性程度进行检验,证明基本符合实际情况。这对研究土壤盐渍地球化学也具有理论意义和实用价值。

最后一篇则是从宏观角度,以天然文岩渠流域盐渍土演变为例,探讨整个黄淮海平原土壤盐渍化问题。

由于编写时间短促,作者水平有限,难免有错误与不足之处,恳请读者指正。

编者

1991年9月

RESEARCH ON THE INTEGRATED MANAGEMENT
OF THE HUANG-HUAI-HAI PLAIN
THE CHINESE ACADEMY OF SCIENCES
(1986—1990)

MONOGRAPH

Reclamation and Ecology of Lowlands
Integrated Management of Drought, Waterlogging, Salinization and Alkali
nization in the North Henan Plain
Regional Agriculture and Integrated Management of Salinated Soils under-
Water shortage
Integrated Management and Agricultural Development in the Huaibei Re-
gion
Studies on Water and Soil Resources and Agricultural Development in the
Lowlands of Haihe Plain
Theory of Resource Allocation and Agricultural Development

COLLECTION OF THESES

Combined Techniques for Integrated Management of Interfluvial Lowlands
Studies on Soil Fertility and Agroecology Improvement
Monitoring, Prevention and Amelioration of Salinization and Alkalinization
of Soils
Studies on Fishery Development and Ecology in North Henan Plain
Integrated Management Techniques for Salinized Soils in Water Short Re-
gion Near Seashore
Exploitation and Management of Water and Soil Resources in Huaibei Region
Integrated Management and Development of Agricultural Resources in Heilo-
nggang Lowlands, Hebei Province
Problems of Water Use in Huang-Huai-Hai Plain

目 录

序

前言

黄河浸润苏打盐渍区自然环境条件及水盐动态监测·····	张丽君	尤文瑞	王福利	(1)
土壤水盐运动数学模型及水盐动态预报方法·····	王福利	张丽君	尤文瑞	(19)
淡地下水蒸发过程中土壤的水盐动态·····	尤文瑞	欧阳丽	孟繁华	王学锋 (40)
山东打渔张引黄灌区粉砂壤土水盐动态及其调节·····				
·····	孟繁华	肖振华	尤文瑞	马知勛 宗学才 (50)
蒸发条件下有粘土夹层粉砂壤土水盐动态·····	欧阳丽	孟繁华	肖振华	尤文瑞 (61)
蒸发条件下非饱和粘土水盐动态的研究·····	孟繁华	尤文瑞	王福利	(74)
黄淮海平原碱化土壤的分级·····	俞仁培	石万普	张绍德	杨道平 唐万龙 (83)
黄淮海平原土壤次生碱化的预测与防治·····				
·····	俞仁培	张绍德	石万普	杨道平 蔡阿兴 (90)
有机物料改良碱化土壤的作用·····	张绍德	俞仁培		(97)
瓦碱的改良利用·····	石万普	俞仁培		(107)
黄淮海平原低矿化碱性水的分级·····				
·····	俞仁培	杨道平	蔡阿兴	石万普 张绍德 唐万龙 (115)
防治土壤次生碱化的研究初报·····	杨道平	俞仁培		(139)
土壤碱化过程和碱化实质的研究				
(Ⅰ) 交换性钠的解吸·····	杨道平	俞仁培		(146)
土壤碱化过程和碱化实质的研究				
(Ⅳ) 氯化钠和硫酸钠对土壤碱化的作用·····	杨道平	俞仁培		(152)
从豫北天然文岩渠流域盐渍土的演变论黄淮海平原土壤盐渍化问题				
·····	黎立群	王遵亲		(160)

CONTENTS

FOREWORD

PREFACE

- The physioenvironmental conditions and the monitoring of soil salt-water regime in the soda-saline soil area with lateral infiltration by the yellow river.....*Zhang Lijun, You Wenrui and Wang Fuli* (1)
- The mathematical models of water flow and salt transport in saturated-unsaturated zone of soil and predicting methods of salt-water regime*Wang Fuli, Zhang Lijun and You Wenrui* (19)
- The salt-water dynamics of soils under evaporated process of fresh groundwater*You Wenrui, Ouyang Li, Meng Fanhua and Wang Xuefeng* (40)
- The salt-water dynamics of soil and its management in Dayuzhang irrigation area of Shandong Province.....*Meng Fanhua, Xiao Zhenhua, You Wenrui, Ma Zhixu and Zong Xuecai* (50)
- The salt-water dynamics in silt-loamy soil with intercalated layer of clay under evaporated condition.
.....*Ouyang Li, Meng Fanhua, Xiao Zhenhua and You Wenrui* (61)
- Salt-water dynamic in unsaturated clay under evaporated condition.
.....*Meng Fanhua, You Wenrui and Wang Fuli* (74)
- The gradation of alkaline soils in the Huang-Huai-Hai Plain.
.....*Yu Renpei, Shi Wanpu, Zhang Shaode, Yang Daoping and Tang Wanlong* (83)
- The monitoring and prevention of secondary alkalization of soils in the Huang-Huai-Hai Plain.
.....*Yu Renpei, Zhang Shaode, Shi Wanpu, Yang Daoping and Cai Axing* (90)
- Preliminary study on the mechanism of amelioration of alkaline soils using organic materials.*Zhang Shaode and Yu Renpei* (97)
- Reclamation and utilization of alkaline soil.
.....*Shi Wanpu and Yu Renpei* (107)
- The gradation of lowy mineralized alkaline water in the Huang-Huai-Hai Plain.*Yu Renpei, Yang Daoping, Cai Axing, Shi Wanpu, Zhang Shaode and Tang Wanlong* (115)
- Preliminary report of the research on the prevention of secondary alkalization of soil,*Yang Daoping and Yu Renpei* (139)

- Study on the process and mechanism of soil alkalization Ⅲ. Desorption
of exchangeable sodium.....*Yang Daoping* and *Yu Renpei*(146)
- Study on the process and mechanism of soil alkalization Ⅳ. The
effect of sodium chloride and Sodium sulphate on the alkalization of
soil.....*Yang Daoping* and *Yu Renpei*(152)
- Discussion on the Salinization of soils in the Huang-Huan-Hai Plain
through studying the evolution of saltaffected soils in the Tianra-
nwenyan Canal Basin of Northern Henan Province.
.....*Li Liqun* and *Wang Zunqin*(160)

黄河浸润苏打盐渍区自然环境 条件及水盐动态监测*

张丽君 尤文瑞 王福利

(中国科学院南京土壤研究所)

黄淮海平原封丘苏打盐渍区紧临黄河,是一个既受黄河水灌溉之利,又受黄河水侧渗补给抬高地下水之害的地区。历史上由于本区旱、涝、盐碱灾害频繁交替发生,对农业生产带来严重危害。50年代末,不合理的引黄灌溉曾引起了大面积的次生盐碱化,60年代中期开始采取了以井灌为主的综合改良措施,取得了明显的效果,盐碱地的面积大大缩小、盐渍化程度变轻,但是形成盐碱化土壤的自然环境条件并没有多大变化,特别是气候和地形地貌条件,为此研究该区自然环境条件与旱涝盐碱的关系,分析形成旱涝盐碱原因,掌握土壤水盐运动规律,进行土壤次生盐碱化的监测预报,对防治旱、涝、盐碱灾害,稳定地发展该区农业生产具有重要意义。

一、自然环境条件概述

监测区位于黄河下游北岸,河南新乡市封丘县西南部,属天然、文岩渠流域,东以文岩九支二分支为界,西临原阳县齐街乡,北部为文岩九支,南抵天然渠。全区包括獐鹿市全乡应举和姜堤乡部分村庄,总面积74.3km²(图1)。

(一) 气候条件与旱涝灾害

本区属暖温带太平洋季风气候,季节分明,冬春干旱多风沙,夏秋炎热多雨。全年平均气温为14℃,冬季平均最低温度为-1℃,夏季平均最高温度为27.2℃,无霜期214天,适宜种植小麦、玉米、棉花、大豆等多种作物。降水年际、年内分配不均,据1959—1989年气象资料统计,年平均降水量为606.6mm,但年际变化较大,最大年降水量为973.5mm(1964年),最小年降水量为269.2mm(1966年),二者相差3—4倍,年内降水主要集中在7—9月,占全年降水量的50%—70%,如1984年全年降水量为843.3mm,而7—9月达607.2mm,占全年的降水量72%。降水少而蒸发大,本区年平均水面蒸发量为1831mm,蒸降比为3,特别是冬春之际,蒸降比超过6,形成冬春干旱,夏秋渍涝,旱涝交替的灾害性天气。据封丘县1949—1983年水旱灾情统计,涝灾31年,旱灾18年,无灾的仅1年,全县每年平均涝灾面积25.9万亩,旱灾面积20.3万亩,旱涝灾害给农业生产带来极大的危害。

* 李冬顺同志参加部分野外工作,顾萍同志承担室内分析工作。

分布、水文地质条件及土壤盐碱化都有很大的影响。如黄河在大功、祥符朱两处决口，形成了以文岩九支二分支为洼底逐向东西两侧升高的岗、坡、洼多种形态特征的泛滥平原的地貌类型，全区由西南向东北的条网状泛溜浅槽洼地连接着扇顶微倾斜平地、泛溜微高地、扇前低平地。扇顶微倾斜平地，以粉砂、亚砂土为主，盐碱化面积较大，分布在范寨—南邢庄一带的泛溜微高地，系古河流泛溜时心滩堆积物、沉积物皆属轻砂壤质；在二坡地上亦有盐斑分布，东部自郭庄、南宫屯一带扇前低平地，地势低洼，沉积物以亚粘土为多，洼地边缘分布有碱化土壤，在獐鹿市乡西部有南南西—东东北向的零星砂丘分布，这种砂丘是较老的黄河故道经风运堆积而成，目前都已固定，但仍有痕迹可见。

（三）水文地质条件

据史料记载，黄河在本流域内溢决近百次，其中造成河床变迁改造的就有5—6次之多。由于河流的改道决口，堆积了砂粘相间的深厚松散第四纪沉积物，在60m深度内，普遍埋藏有20—30m厚的含水砂层，岩性以浅黄色的粉细砂、中细砂和中砂为主，顶板埋深2—20m不等，渗透系数为5—10m/日，最大可达15m/日，单井出水量一般在40—60m³/时^[1]。地下水主要来源于降水及渠道侧渗补给，本区南部邻近天然渠，据估算每年可有 $3.411 \times 10^7 \text{m}^3$ 水侧渗补给，此外还有灌溉回水补给等，因此地下水储量尚丰富。

（四）土壤盐渍化特点

封丘地处中原，是受黄河摆动影响最大的地区。汉书曾记载公元1194年（金明昌二年）至1494年，在原阳境内的黄河段决口，东流封丘，因此，封丘曾是历史上的黄河故道。据县志记载，本区的盐碱地明代就已存在，历史上黄河决口频繁。泛滥变迁与土壤盐碱化的发生发展有着密切关系。

本区土壤母质以近代黄土性河流沉积为主，大致以牙铺、凤凰坡、西獐鹿市、大王庄为界，其西表层主要为砂壤质土，其东以轻壤质土为主，局部扇缘低平地有中壤质土分布，2m土层内有夹粘层埋藏，其埋藏深度及厚度受河流沉积影响。

本区土壤属潮土类，土壤有不同程度的盐化和碱化过程，是封丘县的老盐碱土地区。土壤盐碱化有如下特点：

1. 盐碱土呈斑状分布于潮土中：由于微域地形和土体构型的差异，造成土壤水分运动的不均一性，致使土壤盐碱化程度不同，经常在同一块农田里相距几十米，甚至几米会出现不同程度的盐化、碱化土，同时盐化、碱化土常相邻呈复区形式出现。

2. 盐分表聚性强，夹粘层含盐高：一般整个土壤剖面（0—200cm）平均含盐量在0.07—0.1%，但盐分都集中在0—5cm的表层（表1），对作物生长影响较大，土壤剖面中夹粘层的含盐量比其他土层为高。

（五）水系及灌排渠系现状

本区北部属文岩渠流域，南部为天然渠流域，区内主要灌溉渠系有西一干、西二干及其支渠，总长25.3km，总过水能力为15.5—8m³/s。排水渠道有文岩九支一分支、二分支、长垣排、无名渠、文岩九支排和丁寨排。试区北部以井灌为主，井灌面积约占全区

表 1 封丘测报区土壤含盐状况

样号 电导率及全盐 深度(cm)	季 ₈		J ₂		J ₇		J ₁₄		816		846	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0—5	0.83	2.6	1.84	5.6	1.49	4.5	1.05	3.3	0.41	1.2	0.49	1.5
5—20	0.41	1.4	0.57	1.8	0.50	1.3	0.36	1.4	0.24	0.6	0.37	1.3
0—100	0.29	1.0	0.57	1.8	0.48	1.4	0.26 ^{a)}	0.9	0.19 ^{a)}	0.6	0.26 ^{a)}	0.7
采样日期	1986.6		1986.6		1986.6		1986.6		1988.3		1988.3	

注: a) 为0—200cm加权平均值。A: 为电导率mS/cm。B: 为全盐g/kg。

耕田面积的45%，共有机井287眼，机井深度约40m左右；南部利用引黄灌溉，发展部分渠灌，渠灌面积约占耕地面积20%。中部为井渠结合灌溉，即以井灌为主渠灌为辅或渠灌为主井灌为辅。由于采用井、渠灌溉的方式不同，因此对潜水及土壤水盐动态亦就产生了不同的影响。

二、土壤和潜水水盐动态监测

灌溉土壤次生盐碱化是一个世界性问题，国内外大量的实践表明：在发展灌溉农业的同时，因灌溉管理不善或措施不当而造成大片土地次生盐碱化^[2-4]。黄淮海平原50年代末，亦曾因在无排水设施的条件下大量引黄灌溉，引起大面积土地次生盐碱化。停灌后，盐碱地面积虽逐步缩小，但从本区的自然环境条件来看，仍有潜在的旱涝盐碱威胁存在。为了有效地调控水盐动态，改善农业生态环境，使之向良性循环方向转变，必须通过长期的区域水盐动态监测，掌握土壤水盐动态变化规律，为预测预报土壤次生盐渍化提供可靠的依据。为此我们对本区的潜水位、水质、土壤水盐动态等进行了监测。现将几年的监测结果，分述如下：

(一) 潜水的水盐动态特征

1. 潜水的水平流动较畅：测报区的潜水流向和地形相一致，为西南东北向，潜水面的坡降为1/1000—1/2000，潜水埋深自西南向东北由浅变深，南部埋深一般在2—2.5m，北部埋深为3.5—4.5m，甚至可达5m之多（图2）。

2. 潜水动态主要受降水、灌溉水入渗和机井抽水灌溉的影响，具有明显的季节性和周期性变化：潜水位随着降水季节和灌溉的周期变化而变化。1984年降水量比常年偏多，特别是7、8、9月降水集中，常暴雨成灾，地下水位迅速抬高，几近地表，并在较长时间内摆动在1m左右，而1985—1988年降水比正常年偏少（<500mm），潜水位逐步下降（图3）。图4、5、6分别为1989年试区不同时期（春灌、雨季、冬季）的潜水等水位曲线，由图可明显地看出，随着春灌开始，南部采用引黄渠灌，潜水位抬高，而北部采用井灌抽水，潜水位下降（图4）。雨季因降水入渗和放淤种稻造成局部的

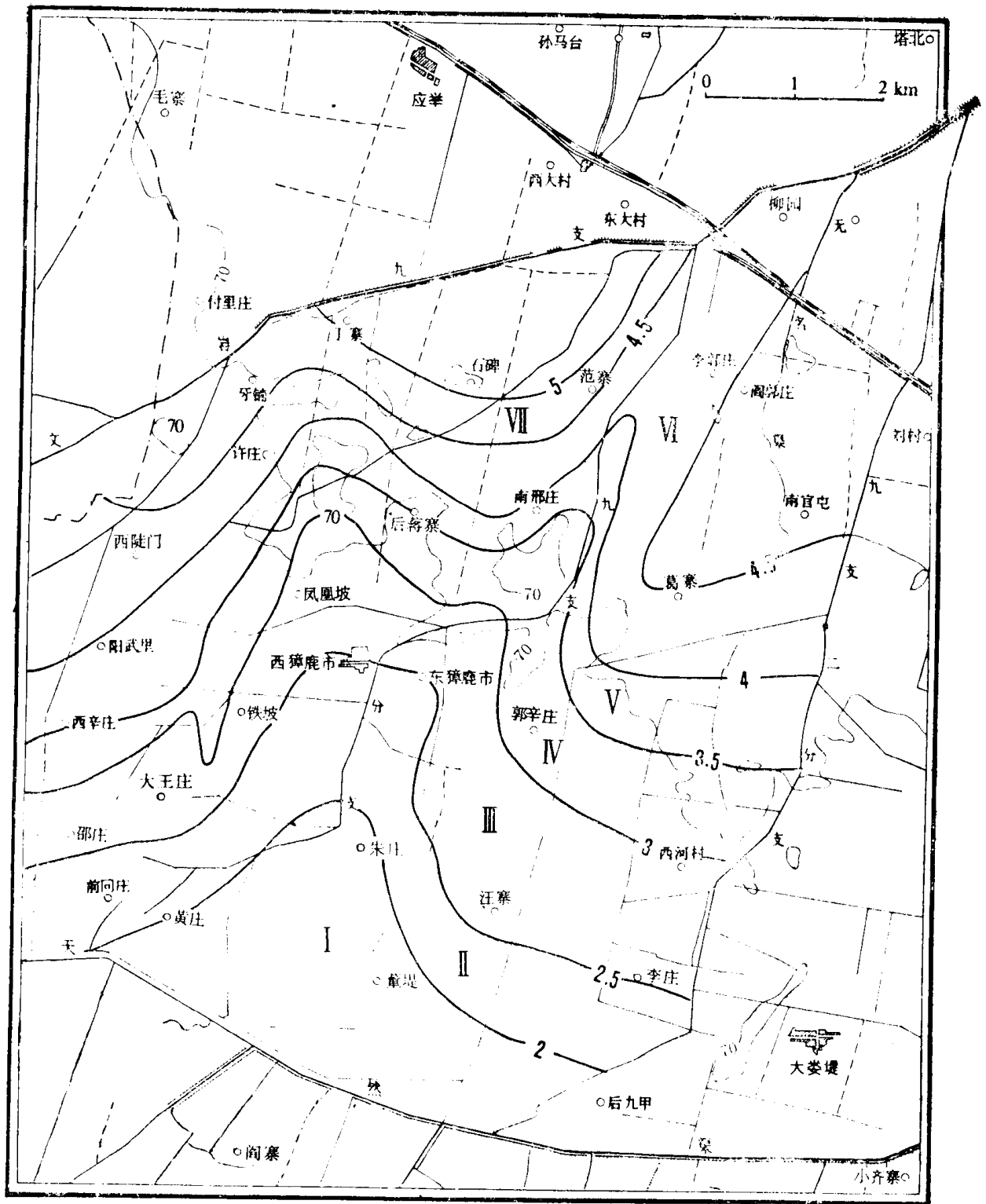


图 2 高集区地形图 (1988年3月)