

丛书总主编：孙鸿烈 于贵瑞 欧阳竹 何洪林

中 国 生 态 系 统 定 位 观 测 与 研 究 数 据 集

农田生态系统卷

NONGTIAN SHENGTAI XITONG JUAN

河北栾城站 (1998—2008)

胡春胜 程一松 主编

 中国农业出版社

丛书总主编：孙鸿烈 于贵瑞 欧阳竹 何洪林

中国生态系统定位观测与研究数据集

农田生态系统卷

河北栾城站

(1998—2008)

胡春胜 程一松 主 编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国生态系统定位观测与研究数据集·农田生态系统
卷·河北栾城站: 1998~2008 / 孙鸿烈等主编; 胡春
胜, 程一松分册主编. —北京: 中国农业出版社,
2010. 4

ISBN 978-7-109-15529-9

I. ①中… II. ①孙…②胡…③程… III. ①生态系
—统计数据—中国②农田—生态系—统计数据—栾城县—
1998~2008 IV. ①Q147②S181

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 041206 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 刘爱芳 李昕昱

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 14.5

字数: 406 千字

定价: 45.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

中国生态系统定位观测与研究数据集

丛书编委会

主 编 孙鸿烈 于贵瑞 欧阳竹 何洪林

编 委 (按照拼音顺序排列, 排名不分先后)

曹 敏	董 鸣	傅声雷	郭学兵	韩士杰
韩晓增	韩兴国	胡春胜	雷加强	李 彦
李新荣	李意德	刘国彬	刘文兆	马义兵
欧阳竹	秦伯强	桑卫国	宋长春	孙 波
孙 松	唐华俊	汪思龙	王 兵	王 堃
王传宽	王根绪	王和洲	王克林	王希华
王友绍	项文化	谢 平	谢小立	谢宗强
徐阿生	徐明岗	颜晓元	于 丹	张 偲
张佳宝	张秋良	张硕新	张宪洲	张旭东
张一平	赵 明	赵成义	赵文智	赵新全
赵学勇	周国逸	朱 波	朱金兆	

中国生态系统定位观测与研究数据集·农田生态系统卷
河北栾城站

编委会

主 编：胡春胜 程一松

编 委：（以姓氏笔画为序）

李红军 李晓欣 沈彦俊 张玉铭
张喜英 胡春胜 程一松 董文旭
雷玉平

【序 言】

.....
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

随着全球生态和环境问题的凸显，生态学研究的不断深入，研究手段正在由单点定位研究向联网研究发展，以求在不同时间和空间尺度上揭示陆地和水域生态系统的演变规律、全球变化对生态系统的影响和反馈，并在此基础上制定科学的生态系统管理策略与措施。自 20 世纪 80 年代以来，世界上开始建立国家和全球尺度的生态系统研究和观测网络，以加强区域和全球生态系统变化的观测和综合研究。2006 年，在科技部国家科技基础条件平台建设项目的推动下，以生态系统观测研究网络理念为指导思想，成立了由 51 个观测研究站和一个综合研究中心组成的中国国家生态系统观测研究网络（National Ecosystem Research Network of China，简称 CNERN）。

生态系统观测研究网络是一个数据密集型的野外科技平台，各野外台站在长期的科学研究中，积累了丰富的科学数据，这些数据是生态学研究的第一手原始科学数据和国家的宝贵财富。这些台站按照统一的观测指标、仪器和方法，对我国农田、森林、草地与荒漠、湖泊湿地海湾等典型生态系统开展了长期监测，建立了标准和规范化的观测样地，获得了大量的生态系统水分、土壤、大气和生物观测数据。系统收集、整理、存储、共享和开发应用这些数据资源是我国进行资源和环境的保护利用、生态环境治理以及农、林、牧、渔业生产必不可少的基础工作。中国国家生态系统观测研究网络的建成对促进我国生态网络长期监测数据的共享工作将发挥极其重要的作用。为切实实现数据的共享，国家生态系统观测研究网络组织各野外台站开展了数据集的编辑出版工作，借以对我国长期积累的生态学数据进行一次系统的、科学的整理，使其更好地发挥这些数据资源的作用，进一步推动数据的

共享。

为完成《中国生态系统定位观测与研究数据集》丛书的编纂，CNERN 综合研究中心首先组织有关专家编制了《农田、森林、草地与荒漠、湖泊湿地海湾生态系统历史数据整理指南》，各野外台站按照指南的要求，系统地开展了数据整理与出版工作。该丛书包括农田生态系统、草地与荒漠生态系统、森林生态系统以及湖泊湿地海湾生态系统共 4 卷、51 册，各册收集整理各野外台站的元数据信息、观测样地信息与水分、土壤、大气和生物监测信息以及相关研究成果的数据。相信这一套丛书的出版将为我国生态系统的研究和相关生产活动提供重要的数据支撑。

孙鸿烈

2010 年 5 月

【前 言】

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

中国科学院栾城农业生态系统试验站（以下简称“栾城站”）建于 1981 年，1989 年加入中国生态系统研究网络（CERN），成为第一批基本站。

CERN 的发展历程，也是栾城站不断成长和发展的过程，期间有网络同仁和各级领导的帮助，老一代科学家的辛勤工作，也有年轻的研究骨干和学术带头人的努力。现在，栾城站在农业生态系统研究领域孜孜探索，为中国农业可持续发展、全球生态系统安全和人类的文明进步贡献自己的智慧和力量，也为中国生态系统研究网络的发展尽到了一份责任。

CERN 成立之初就把长期生态学的观测作为基础工作之一，并注重基础观测数据的连续性。从 1998 年起，栾城站按照 CERN 网络监测规范全面开展水、土、气、生各生态要素的监测工作。2000 年 CERN 开始统一规范上报数据以来，栾城站不断加强监测技术队伍建设和数据质量控制的工作，监测数据上报和数据管理方面的工作逐步走向规范。

2005 年栾城站进入中国国家生态系统观测研究网络（CNERN）序列，成为 51 个国家野外台站之一。2006 年开始，在国家科技基础条件平台建设项目“生态系统网络的联网观测研究及数据共享系统建设”的支持下，栾城站作为参加单元之一，在台站层面上，挖掘与整理历史资料，丰富完善台站信息共享系统中的数据库的内容，充分发挥栾城站数据在时间序列定位研究中的宝贵价值；在 CNERN 的层面上，按照统一规范的监测指标和技术方法，开展生态系统的水、土、气、生等生态要素的长期定位观测，建立数据共享信息系统，构建分布式的国家网络数据共享信息系统。

作为项目成果之一，国家生态系统观测研究网络决定出版《中国生态系

统定位观测与研究数据集》丛书,并由 CNERN 综合研究中心牵头编撰了《农田、森林、草地与荒漠、湖泊湿地海湾生态系统历史数据整理指南》(以下简称《指南》),作为各台站编写数据集的格式依据。为此,我们以该指南中“农田生态系统研究站数据整理指南”内容为指导,将栾城站 1998—2008 年的监测数据和部分研究数据加以整理和分析,编写出版了《中国生态系统定位观测与研究数据集·农田生态系统卷·河北栾城站》(以下简称《数据集》)。

该《数据集》是对栾城试验站长期生态学定位观测成果的一种全面展示,也是为今后 CNERN 及相关科学研究提供基础数据保障。本次数据集整理出版的内容主要包括以下 4 个部分:(1) 栾城站数据资源目录;(2) 栾城站观测场和采样地;(3) 栾城站长期监测数据;(4) 栾城站研究数据集目录。其中长期监测数据包括生物、土壤、水分和气象四个部分。

对于从本《数据集》中获得的栾城站长期观测与研究数据,应遵循以下引用规则:

(1) 所有用户对从《数据集》中获得的数据,只享有有限的、不排他的使用权。

(2) 用户不得有偿或无偿转让其从《数据集》中获得的数据,包括用户对这些数据进行了单位换算、介质转换或者量度变换后形成的新数据。

(3) 用户不得直接将其从《数据集》中获得的数据向外分发,或用作向外分发或供外部使用的数据库、产品和服务的一部分,也不得间接用作生成它们的基础。

(4) 用户在使用数据产生的一切成果中必须标注数据来源,用户发表论文时必须引用数据提供者,并在中文论文首页的“基金项目”中或在英文论文“Acknowledge”中说明“数据来源:中国科学院栾城农业生态系统试验站提供”。并向栾城站反馈数据利用情况的相关信息,将其所发表成果(论文或报告等)提交栾城站存档。

(5) 遵守栾城站关于数据使用的其他规定。

(6) 用户若有违反以上《数据集》引用规则的行为，栾城站保留根据国家相应的法律规定进行追究的权利。

本《数据集》由胡春胜和程一松组织编写，其中第一章由胡春胜、程一松编写；第二章、第三章由程一松编写，第四章生物、土壤、水分、气象数据分别由董文旭、张玉铭、李晓欣、程一松编写，第五章试验元数据由程一松编写，研究数据部分的主要编写者为：张喜英，张玉铭，沈彦俊，程一松，李红军，雷玉平。最后由胡春胜和程一松进行统稿并负责清样稿的审校。

感谢曾经在栾城站工作的老一辈科学家，感谢参与栾城站建设和发展的科研人员和研究生，感谢长期坚守在野外的观测员和技术服务人员，感谢关注和支持栾城站的国内外同行。同时，受各种主客观因素的限制，本《数据集》可能存在疏漏或错误之处，敬请读者批评指正。

如果读者在数据使用过程中存在疑虑或有其他需求，也可登录“栾城站数据共享平台网站”查询，网址为：<http://www.luancheng.cern.ac.cn>。

编 者

2011年3月

【目 录】

.....
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

序言
前言

第一章 栾城站介绍 1

1.1 栾城站基本背景 1

1.1.1 气候类型 1

1.1.2 地貌与土壤类型 1

1.1.3 水文特征 1

1.1.4 植被类型 1

1.2 区域及生态系统类型代表性 2

1.2.1 区域代表性 2

1.2.2 生态系统类型代表性 2

1.3 研究方向 4

1.4 基本任务 4

1.5 研究成果 5

1.6 基础条件 5

1.6.1 主要野外试验观测仪器 5

1.6.2 主要实验室仪器设备 6

1.6.3 试验观测场及基础设施 8

1.7 合作交流 9

第二章 栾城站数据资源目录 10

2.1 生物数据资源目录 10

2.2 土壤数据资源目录 11

2.3 水分数据资源目录 13

2.4 气象数据资源目录 14

第三章 观测场和采样地 16

3.1 概述 16

3.2 栾城站观测场介绍 17

3.2.1 栾城站综合观测场 18

3.2.2 栾城站气象观测场 24

3.2.3 栾城站土壤生物监测辅助观测场 29

3.2.4 栾城站灌溉地下水水质监测调查点	30
3.2.5 栾城站农田土壤生物监测站区调查点	30
3.2.6 栾城站静止地表水质监测调查点(八一水库)	31

第四章 栾城站长期监测数据

4.1 生物监测数据	32
4.1.1 农田作物种类与产值	32
4.1.2 农田复种指数与典型地块作物轮作体系	35
4.1.3 农田主要作物肥料投入情况	37
4.1.4 农田主要作物农药除草剂生长剂等投入情况	40
4.1.5 农田灌溉制度	45
4.1.6 小麦、玉米生育动态	48
4.1.7 作物叶面积与生物量动态	49
4.1.8 耕作层作物根生物量	53
4.1.9 作物根系分布	58
4.1.10 小麦、玉米收获期植株性状	61
4.1.11 作物收获期测产	68
4.1.12 农田作物矿质元素含量与能值	72
4.1.13 农田土壤微生物生物量碳季节动态	91
4.1.14 分析方法	92
4.2 土壤监测数据	92
4.2.1 土壤交换量	92
4.2.2 土壤养分	94
4.2.3 土壤矿质全量	98
4.2.4 土壤微量元素和重金属元素	99
4.2.5 硝态氮和铵态氮	101
4.2.6 土壤速效微量元素	108
4.2.7 土壤机械组成	110
4.2.8 土壤容重	111
4.2.9 长期试验土壤养分	112
4.2.10 肥料用量、作物产量和养分含量	113
4.2.11 长期采样地空间变异调查	116
4.2.12 土壤理化分析方法	116
4.3 水分监测数据	119
4.3.1 土壤含水量	120
4.3.2 地表水、地下水水质状况	137
4.3.3 地下水位记录	137
4.3.4 农田蒸散量	148
4.3.5 土壤水分常数	150
4.3.6 水面蒸发量	150
4.3.7 雨水水质状况	150
4.3.8 水质分析方法	151
4.4 气象监测数据	152
4.4.1 温度	152
4.4.2 湿度	154

.....	目 录
4.4.3 气压	157
4.4.4 降水	159
4.4.5 风速	161
4.4.6 地表温度	164
4.4.7 辐射	166
第五章 栾城站研究数据集及论文目录	169
5.1 长期（或短期）试验数据元数据	169
5.1.1 长期（或短期）科研数据资源积累	169
5.1.2 长期（或短期）科研数据元数据	170
5.2 长期（短期）试验部分研究结果	173
5.2.1 SPAC 系统水热传输机理的实验研究	173
5.2.2 农田水分循环与提高农田水分利用效率机理研究	174
5.2.3 农田生态系统氮素循环及其环境效应研究	181
5.2.4 农田光谱特征与营养诊断研究	183
5.2.5 精准农业技术的研究和示范	188
5.2.6 区域蒸散遥感模型与旱情监测研究	197
5.3 长期（短期）试验的论文目录	201

第一章

栾城站介绍

中国科学院栾城农业生态系统试验站（以下简称为栾城站）隶属于中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心。栾城站始建于 1981 年，是中国科学院生态系统研究网络（CERN）的野外台站，也是联合国粮农组织“全球陆地生态系统监测网络（GTOS）”的成员单位，河北省农业高新技术示范基地。2005 年成为国家生态系统观测研究网络（CNERN）台站，全称为河北栾城农田生态系统国家野外科学观测研究站。

1.1 栾城站基本背景

栾城站位于河北省中部平原的栾城县聂家庄村，距河北省省会石家庄市 27km、距北京 270km，地理位置为 114°41'E、37°53'N，海拔 50.1m。栾城站代表华北平原北部潮褐土集约高产的农业生态类型。站区拥有完全产权土地 27.8hm²。

1.1.1 气候类型

栾城站所在区域属于暖温带半湿润半干旱大陆性季风气候，年平均气温 12.2℃，7 月份平均气温 26.4℃，1 月份平均气温 3.9℃，太阳总辐射 724.2kJ/cm²·a，全年日照时数 2 521.8h，大于 10℃ 积温 4 713℃，降水量 536.8mm，水量的 2 / 3 集中于夏季，雨热同期，有利于农作物生长。无霜期 200d 左右。

1.1.2 地貌与土壤类型

本区为典型的山前冲积扇平原，地势平坦而微有倾斜，坡降 1/1 000~1/2 000。土壤类型主要为第四纪黄土性洪积冲积物发育的潮褐土，并伴有部分褐土、潮土、风沙土。土壤耕层深厚、质地轻壤、耕性良好，疏松多孔，心土有钙积层和黏粒淀积层，保水保肥性能好。土壤有机质含量 1%~1.5%，pH 多为中性至微碱性。地势较高，排水条件良好，无盐分积累和盐碱化威胁，是典型的高产土壤。

1.1.3 水文特征

本区位于海河南系的滹沱河和滏阳河之间。地表年迳流深度 25~50mm，在滏阳河和滹沱河之间形成年迳流深度不足 25mm 的最低区，其迳流系数为 0.05，是华北平原产流量最小的地区。本区处于山前洪积扇中、上部位，地下水侧渗补给及降水入渗补给条件较好，地下水埋藏富集，综合补给模数 20~25 万 m³/km²，水质良好，大部分地区矿化度 0.5~1g/L 之间，多为重碳酸盐钙、镁型水。地下水位埋藏较浅，促进了该区域自 20 世纪 70 年代以来农田井灌面积迅速扩展，连续多年严重超采地下水，地下水位埋深大部分在 15m 以下，造成水资源紧缺与农业持续高产稳产之间的严重矛盾。

1.1.4 植被类型

地带植被类型为落叶阔叶林，现广泛栽种的有杨、柳、榆、槐等阔叶林树种。该区开垦历史悠

久,原始植被早为小麦、玉米、棉花、杂粮和蔬菜等人工植被所代替。小麦—玉米一年两熟是本区主要的农田种植形式。

1.2 区域及生态系统类型代表性

1.2.1 区域代表性

本站代表区域为太行山山前平原。该区域位于华北平原北部的海河流域、太行山东麓,北起永定河,南至黄河,是由拒马河、大清河、滹沱河、滏阳河、漳河、卫河等大小河流洪积—冲积物形成的复合冲积扇平原。全区包括河北省和河南省的68个县市,总土地面积4.98万 km^2 ,耕地255万 hm^2 ,人口2500万。其中河北省境内的51个县(市)的总耕地面积185.4万 hm^2 ,农业人口1961.25万人,人均耕地0.095 hm^2 ,有效灌溉面积165.6万 hm^2 ,占总耕地的89.3%,旱涝保收面积132.6万 hm^2 ,占71.6%,小麦,玉米两季年单产11250 kg/hm^2 。

本区北临京津,境内有保定市、石家庄市、邢台市、邯郸市和河南省的安阳、新乡等大中城市,京广铁路、京深高速纵贯全境,是我国重要的经济发展带。其北部已被纳入我国三大都市圈之一的京津冀首都经济圈。

本区处于我国的中纬度地带,是我国东西水分梯度和南北热量梯度相交汇的中心区域,是潮土和褐土的过渡区域,具有较好的地域代表性和典型性。本区是由半湿润气候向半干旱气候的过渡区域,是暖温带的重旱区,是华北平原干旱气候的中心区域,年降水量不足600mm,水分亏缺量最严重,年缺水在300~400mm之间。自20世纪70年代以来,农业生态系统在自然和人为双重作用力驱动下发生着最为剧烈的演变过程,这些演变过程包括气候干旱化趋势加重、土地利用格局和植被覆盖演变剧烈、水资源过度利用、农业集约化过程加快、生产力大幅度提高等。因此,本区是开展气候干旱化—人类活动—水土资源演变—水、碳、营养循环响应机制、节水农业等资源节约型技术和生态系统管理研究的理想区域。

1.2.2 生态系统类型代表性

栾城站代表的生态系统类型为华北平原北部潮褐土高产农业生态系统,具有集约高产型、资源约束型、井灌农业类型和城郊型等特征。在太行山山前平原具有广泛的代表性,并在华北平原及同类区域具有示范性。

1.2.2.1 典型的集约高产农业生态类型

本区是我国传统的重要粮、油、菜商品化生产基地。光热资源丰富、水土条件优越、农业历史悠久,自古以来就是华北平原农业精华之所在。据考证,在新石器时代早中期,先民们主要聚集在太行山东麓,向东北延伸至燕山南麓的山前洪积扇地带。大约7000~8000年前先民们就开发了这些地带,进入以农业生产为主的社会经济阶段,出现了华北平原最早的农业。建国以来,特别是20世纪70年代后随着农田水利化和物质能量投入的增加,如粮田化肥氮投入高达450 $\text{kg N}/\text{hm}^2$,粮食生产迅速发展,成为我国北方最有代表性的高产集约农区与重要的商品粮基地。90年代以后,这里大部分区域农田已达到“吨粮田”。国内具有一定影响的集中连片的规模蔬菜生产和集散基地在沿京广线两侧发展迅速,如河北省定州市、永年县等。

1.2.2.2 典型的井灌农业生态类型

本区是我国北方具有代表性的井灌农业类型区。本区位于海河流域南系,是我国水资源严重紧缺的地区之一,人均占有量不足300 m^3 。历史上海河流域就旱灾频繁,特别是20世纪70年代以来持续干旱化的趋势加重,自此大规模开凿机井,依靠大量超采地下水来发展农业生产。本区机井密度高达每百公顷20眼,地下水用量占总灌溉用水量的70%以上,是我国北方最具代表性的井灌农业类型区。

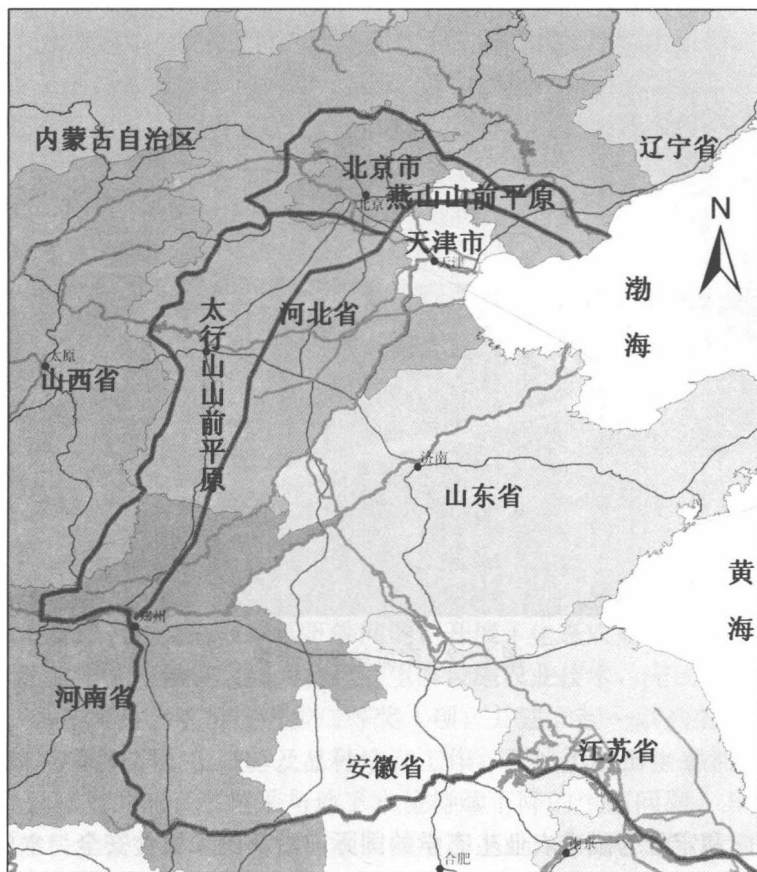


图 1-1 栾城站代表生态类型区示意图

1.2.2.3 典型的水资源约束型农业生态类型

本区是我国北方最具代表性的地下水严重超采区。地下水资源的过度开采造成地下水位的急剧下降和地下水漏斗面积的扩大。根据我站多年的监测资料，太行山山前平原自 20 世纪 70 年代以来地下水位以每年约 1m 左右的速度下降，目前正在开采的是 5 000 年左右的古水。其中石家庄石德铁路以南、邢台市以北、东部以宁晋泊一大陆泽为界这一三角地带属于急剧下降区。另一下降幅度较大的区域位于邯郸中部的肥乡、广平和成安三县。上述两区域地下水埋深一般在 30.0m 以上，有的已超过了 40.0m。据不完全统计，太行山山前平原区第一含水组疏干面积 1 700km²。在沿京广线的几个大中城市周围已形成相应的大的漏斗，如石家庄、保定、邯郸等城市为中心，已形成 3 个大范围的水位降落漏斗，尤其是石家庄地区，2000 年漏斗面积总和达 12 645km²，水位埋深最大的宁柏隆漏斗已形成超大复合形地下水位下降漏斗，漏斗面积超过 3 700km²。第二含水组 2010 年前石家庄地区、邢台市区、元氏县、宁柏隆漏斗区、永年和磁县等地也将被疏干，石家庄以南的疏干区将连成一片。本区农业的可持续发展正在并将长期受到水资源危机的威胁。

1.2.2.4 典型的城郊型农业生态经济类型

本区是我国北方具有代表性的城郊型农业生态类型。本区大中城市密集，历史上服务于核心城镇，就是本区农业生态系统的重要功能之一。随着农业产业结构的调整，依托大市场的畜牧业、蔬菜、花卉优势产业及其产业化链发展迅速，特别是围绕京津冀都市圈，区域经济协作区域正在形成，伴随城镇化的发展，这一传统的城郊型农业生态经济将得到进一步加强。城郊型农业也存在农业生态系统受密集型工业、城镇生活废弃物及高强度农业投入的影响，潜在的面源污染和点源污染相对严重。

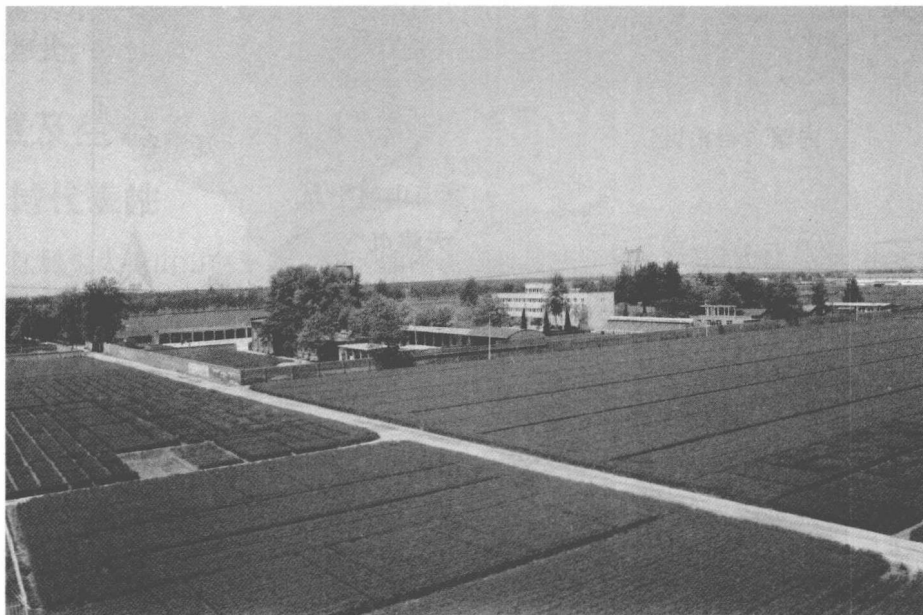


图 1-2 栾城站站区全貌

1.3 研究方向

栾城站的研究方向和定位为瞄准农业生态学的国际前沿和国家粮食安全、水资源安全的需求,围绕华北平原地下水超采区的生态环境问题和城郊型农业可持续发展目标,开展区域农业生态系统结构、功能及其演变过程的长期综合观测及对全球变化与集约化过程中的响应机制研究;探索农田生态系统界面能量、水分、养分传输过程及其内在调节机制和农业生态—经济复合系统的结构功能优化调控机制;重点研发、集成现代节水农业技术、清洁施肥管理技术、分子育种技术和精准农业应用技术等资源节约高效利用与管理技术;发展华北平原可持续农业生态系统管理的理论体系和区域优化示范模式。

建站目标是建成具有国际一流水平的长久性农田生态系统综合观测与研究平台;具有区域特色的华北平原现代农业与水资源研究与示范中心,为我国北方农业生态系统优化管理提供示范模式和配套技术,为全球变化与国家生态环境评估提供科学依据,为我国社会和经济可持续发展提供宏观决策依据。

1.4 基本任务

(1) 开展长期农业生态学综合监测,观测农业生态系统结构、功能长期演变过程及对全球变化和人类活动的响应机制与反馈作用机制。

(2) 针对华北平原高产集约农区地下水超采和农业面源污染等问题,重点开展农田水分、养分循环与生产力形成机理的实验研究;重点研发节水农业技术、清洁施肥管理技术、优质品种育种技术和精准农业应用技术;集成资源节约型可持续农业生态系统综合管理模式;制定区域资源优化布局 and 农业可持续发展战略等。

(3) 加强支撑条件和能力建设、规范台站开放式管理机制,为国内外科学家开展农业生态学领域的合作研究提供试验基地、交流平台和长期观测研究数据共享,为区域农业生态系统优化管理提供示