

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

### 陕西长武站 (1998—2008)

刘文兆 党廷辉 主编

 中国农业出版社



长武站农田生态系统  
长期定位试验场



长武站俯视



长武站区三维透视景观图



封面设计 田 雨

ISBN 978-7-109-16868-8



9 787109 168688 >

定价：45.00元

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

# 陕西长武站

(1998—2008)

刘文兆 党廷辉 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·陕西长武站: 1998~2008 / 孙鸿烈等主编; 刘文兆, 党廷辉分册主编. —北京: 中国农业出版社, 2012. 6

ISBN 978-7-109-16868-8

I. ①中… II. ①孙…②刘…③党… III. ①生态系-统计数据-中国②农田-生态系-统计数据-长武县-1998~2008 IV. ①Q147②S181

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 116975 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  
2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 10.25

字数: 280 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·陕西长武站

---

**编委会**

主 编 刘文兆 党廷辉

参编人员 (以姓名笔画为序)

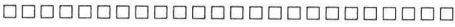
王继军 甘卓亭 朱元骏 刘勇刚

杜社妮 杨 光 李双江 张万红

张晓萍 郝明德 高长青 郭明航

郭胜利 楚良海

# 【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, 各册收集整理了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】

oooooooooooooooooooooooooooo

陕西长武农田生态系统国家野外科学观测研究站（简称长武站）位于黄土高原南部高塬沟壑区的陕西省长武县境内。1984年由中国科学院水利部水土保持研究所建立，1991年加入中国生态系统研究网络（CERN），名称为“中国科学院长武黄土高原农业生态试验站”。2005年12月经科技部批准，成为农田生态系统国家野外科学观测研究站。2007年入选为水利部“水土保持科技示范园区”。

通过近30年的建设，长武站已建成了由研究试验场和定位观测场组成的较为完整的试验观测体系，形成了农田—小流域—区域三个层面上具有不同立地条件和利用类型的试验监测分布格局。长期以来，长武站坚持以监测、研究及示范推广工作为主要任务。从1998年开始CERN的监测工作，2003年进入全面实施，并不断完善场地布局与设施建设，加强数据的采集和管理。为使数据资源规范化保存，更好地为科研和农业生产服务，在国家科技部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”支持下，依据中国国家生态系统观测研究网络（CNERN）制定的《农田、森林、草原与荒漠、湖泊湿地海湾生态系统历史数据整理指南》（以下简称《指南》）编制了本数据集。本书整编的数据包括两部分，一是CERN规定的生物、土壤、水分、气象长期定位监测数据；二是长武站所在的王东村的社会经济数据与部分课题研究数据（以表、图和文字等形式列出）。生物、土壤、水分及气象数据的监测运行由CERN运行费资助，农田生态系统长期定位试验场的监测运行由CERN运行费及相关项目课题资助。社会经济数据的调查由“七五”以来的国家科技攻关与科技支撑计划课题资

助。辐射与通量观测系统 2004—2007 年由中日合作项目资助,随后由有关项目课题资助。读者在使用本数据集时,也可登录“长武站联网观测研究及数据共享网站”查询,网址为 <http://www.changwu.cern.ac.cn>。

本数据集中,生物、土壤、水分、气象、社会经济五大类监测数据、数据目录及观测方法分别由张万红、党廷辉、甘卓亭(宝鸡文理学院)、朱元骏、王继军执笔整理;气象数据部分的长武县降水量、气温与水面蒸发数据由长武县气象局提供;研究数据的表、图、文字源于标注的参考文献;引言与观测场地说明由刘文兆、党廷辉、杜社妮执笔;田间监测与采样中,杨光、郭胜利、高长青、刘勇刚、李玉成等做了大量工作;长武站数据库建设由杜社妮、郭明航负责;全书汇总与统稿由刘文兆和党廷辉负责。凡引用本书数据的人员,请遵循 CERN 的管理规定,并标明数据出处。由于编者水平所限,本书疏误或不当之处在所难免,敬请批评指正。

编者

2009 年 12 月



3.3.1	生物要素观测方法	23
3.3.2	土壤要素观测方法	25
3.3.3	水分要素观测方法	25
3.3.4	气象要素观测方法	27
3.3.5	社会经济要素观测方法	28
<b>第四章 长期监测数据</b>		<b>29</b>
4.1	生物监测数据	29
4.1.1	农田作物种类与产值	29
4.1.2	农田复种指数与典型地块作物轮作体系	31
4.1.3	农田主要作物肥料投入情况	32
4.1.4	农田主要作物农药、除草剂等投入情况	35
4.1.5	小麦生育动态	37
4.1.6	作物叶面积与生物量动态	38
4.1.7	作物根系生物量	39
4.1.8	作物根系分布	40
4.1.9	小麦收获期植株性状	40
4.1.10	作物收获期测产	41
4.1.11	农田作物矿质元素含量与能值	43
4.2	土壤监测数据	46
4.2.1	土壤交换量	46
4.2.2	土壤养分	48
4.2.3	土壤矿质全量	59
4.2.4	土壤微量元素和重金属元素	62
4.2.5	土壤速效氮含量	65
4.2.6	土壤速效微量元素	67
4.2.7	土壤机械组成	71
4.2.8	土壤容重	74
4.2.9	长期试验土壤养分	76
4.2.10	肥料用量、作物产量和养分含量	77
4.2.11	区域土壤肥力调查	80
4.2.12	长期采样地空间变异调查	82
4.2.13	土壤理化性质分析方法	84
4.3	水分监测数据	85
4.3.1	土壤含水量	85
4.3.2	地表水、地下水水质状况	92
4.3.3	地下水位	93
4.3.4	农田蒸散量(田间水量平衡法)	99
4.3.5	土壤物理性质及主要水分常数	107
4.3.6	水面蒸发量	108
4.3.7	雨水水质状况	108
4.3.8	农田蒸散日值(大型蒸渗仪)	109
4.3.9	农田土壤水水质状况	113
4.3.10	水质分析方法	114
4.4	气象监测数据	116

4.4.1	温度	116
4.4.2	湿度	118
4.4.3	气压	119
4.4.4	降水量	121
4.4.5	风速和风向	122
4.4.6	地表温度	124
4.4.7	辐射	125
4.4.8	长武县气象局数据	127
4.5	王东村社会经济数据资源	132
4.5.1	人口与粮食生产	133
4.5.2	农业土地利用	133
4.5.3	农业经济(纯)收入	134
<b>第五章 长武站研究数据集</b>		<b>135</b>
5.1	旱塬农田生态系统长期定位试验元数据	135
5.1.1	轮作试验元数据	135
5.1.2	肥料试验元数据	135
5.2	长期施肥下旱作生产力与肥料利用率	136
5.3	长期施肥下土壤碳、氮的变化	137
5.4	旱地土壤剖面硝态氮累积分布	138
5.5	长期不同施肥措施对土壤磷素吸附特征的影响	139
5.6	不同降水年型的施肥效应	139
5.7	施肥水平与降水年型对麦田及苜蓿地土壤深层干燥化的影响	141
5.8	作物产量、耗水量与水分利用效率间的关系	143
5.9	王东沟试验区地形及土地类型结构	144
5.10	长武县域尺度土地覆被格局及其耕地结构特征演变	144
5.11	通量观测系统	145
5.11.1	数据的采集和初步分析	145
5.11.2	涡动相关试验的部分结果	146



属暖温带半湿润大陆性季风气候, 年均降水 580mm, 年均气温 9.1℃, 无霜期 171d, 地下水位 50~80m, 地带性土壤为黑垆土, 母质是深厚的中壤质马兰黄土, 土体疏松, 通透性好, 具有良好“土壤水库”效应。

通过多年的建设, 长武站已建成了由研究试验场和观测场地组成的比较完整的试验观测体系, 形成从农田—小流域—区域三个层面不同立地条件和利用类型上的试验监测分布格局。野外试验地与监测设施主要包括, 旱塬农田生态系统长期定位试验场 (1.5hm<sup>2</sup>), 大型称重式农田蒸渗仪 (Lysimeter), 自动及人工气象观测系统, 辐射与通量观测系统, 流域径流泥沙监测系统 (坡地径流场与沟口径流泥沙监测站), 可移动式野外测定仪器包括, LI-6400 植物光合测定系统、LI-8100 土壤碳通量测定系统、中子水分仪、植物茎流计、时域反射仪 (TDR)、GPS、植物水势仪、叶面积仪等。

长武站所在的王东村位于陕西省长武县洪家镇。1986 年水土保持研究所在实施“七五”农业科技攻关项目时, 选取王东村及其相邻的丈六村建立王东试验示范区, 面积 8.3km<sup>2</sup>。地貌分为塬、梁、沟三大类型, 其面积分别占总土地的 35%、35.5%、29.5%。塬面位于北部, 海拔高度 1 215~1 225m, 以 0°40′ 向东南倾斜, 塬边长漫坡, 坡度大者可达 5°, 现已修成宽条田。由塬边向南伸出的长梁, 直达黑河河谷, 一些梁的末端出现崩状地形。梁的横断面普遍呈现显明的古代沟谷与现代沟谷组成的“谷中谷”地形。典型地段从上到下顺序分为梁顶、梁坡 (古代沟谷坡, 多数在 25°~30°)、台坪 (古阶地)、沟坡 (现代沟谷坡) 和沟床。梁顶与沟床的高差, 上游为 190m, 下游为 160m, 梁的上下端高差 80~90m, 纵坡降 2°~3°, 梁顶已修为宽条田 (埝地), 梁坡部分修成窄梯田, 部分仍保留 30°左右的原坡面, 台坪多耕垦为农田。现代沟谷中没有农业用地。王东沟小流域面积 6.3km<sup>2</sup>, 位于试区内的面积为 5.3km<sup>2</sup>。王东沟沟道长 4.97km, 沟壑密度为 2.78 条/km<sup>2</sup>, 主沟道平均比降 5.47%, 其中上游为 14.7%, 中游为 2.8%, 下游为 2%。塬面最高点海拔 1 226m, 沟口最低点 946m, 高程差 280m。

王东试验示范区人口密度已达到 300 人/km<sup>2</sup>, 属黄土高原人口高密度区。1986 年科技攻关之初, 人均收入 230 元, 粮食亩\*产 186 公斤\*\*, 年人均粮食不足 300 公斤。1986 年以来, 王东试验示范区的科技人员根据区域的特点, 提出“提高塬面产出, 开发沟坡资源”的综合治理方针, 经过 20 多年的综合治理, 王东试验示范区农村面貌发生了巨大变化, 具体表现在: 粮食生产持续发展; 农村产业结构发生重大变化; 低等级沟坡土地资源得到高效开发利用; 水土保持措施配置进一步优化, 水土流失量大幅减少等方面。

### 1.1.3 研究方向与任务

研究方向: 面向黄土高原南部, 以高原沟壑区农田生态系统为重点, 研究农业生态系统的结构、功能与生产力, 建立节水型生态农业的理论与技术体系, 为区域农业持续发展与改善生态环境提供科技支撑。

研究任务:

- (1) 农业生态系统要素动态监测, 包括气象、水文、土壤、生物、农业经济等。
- (2) 农田生态系统的结构、功能与生产力, 包括不同结构农田生态系统生产力演变及其驱动力研究; 农田生态系统地块尺度水分循环与养分迁移、平衡及利用效率研究; 以及农田生态系统水肥耦合及其优化机制研究。
- (3) 小流域多元农业生态系统的结构、功能及其可持续发展, 包括多元生态系统空间结构模式及

\* 1 亩=1/15 公顷

\*\* 1 公斤=1kg

其水土环境效应与评价；高产农田与林草生态系统土壤干燥化过程及可逆性分析；果园生态系统生产力演变、投入产出比较与物质循环；以及小流域尺度水循环模式演变及定量模型。

(4) 环境变化条件下农业生态系统的响应及其演变趋势，包括多元农业生态系统结构演变与稳定性分析；区域土壤水、碳、氮含量变化与土地利用变化的响应；土地利用/覆被变化动态、驱动力与调控；以及未来气候变化条件下区域农业生态系统的潜在响应。

(5) 节水型生态农业发展模式建设与示范，包括蓄保调用四位一体的旱作农业的理论与技术；农业与生态节水的理论与技术；以及节水型流域管理与可持续发展模式建设与示范。

### 1.1.4 研究成果

长武站从建站迄今，先后实施的项目有“七五”、“八五”、“九五”、“十五”国家科技攻关项目及“十一五”国家科技支撑计划项目，国家自然科学基金重大项目一课题、重大研究计划项目、面上项目，“973”项目一课题，“863”项目一课题，中科院知识创新工程重大及重要方向项目、CERN研究与监测项目，中科院百人计划项目，国家引进海外杰出人才项目，中日、中澳、中美国际合作项目，国际原子能机构协作项目等。20多年来，以长武站为科研基地发表学术论文500多篇，其中被SCI收录论文60余篇。获国家科技进步一、二等奖各1项，省部级一等奖3项，获国家授权发明专利5项。以“提高塬面生产力，高效开发低产沟坡”为主要内容的“王东经验”，为区域农业生产与经济发展做出了重大贡献。

### 1.1.5 合作交流

随着长武站试验研究条件和生活设施的改善，对外开放也不断得到加强。近10年来，多个国际合作项目、与国内其他单位的合作项目在站上实施，投入的实验监测设施与科研经费超过1000万元，其中包括中科院“引进海外杰出人才”项目以及中日合作项目等。这些重大科研项目的开展，对长武站的科研产出与人才培养起到了积极的促进作用。

长武站不仅是重要的野外科研基地，同时也是教学实习基地。除中科院水利部水土保持研究所与西北农林科技大学的博士、硕士研究生与本科生外，另有来自中科院生态环境研究中心、复旦大学、西北大学、兰州大学、陕西师范大学、河北农业大学等高校的博士、硕士研究生与本科生在长武站从事试验研究及毕业论文实习。国外单位如日本名古屋大学、千葉大学等多名研究生在站进行试验研究，完成学位论文。

## 1.2 数据整理出版说明

### 1.2.1 数据资料内容与来源

整编的数据包括两部分，一是CERN规定的水分、土壤、气象、生物长期定位监测数据，这些数据将全部整编出版；二是长武站所在的王东村的社会经济数据与部分课题研究数据，这些数据资源将以表、图和文字等形式呈现。

### 1.2.2 数据统计项目与综合方法

#### (1) 生物数据

生物监测数据内容与数据处理方法如表1-1所示。



表 1-1 生物数据内容

序号	监测数据内容	处理方法
1	农田作物种类与产值	原始数据
2	农田复种指数与典型地块作物轮作体系	原始数据
3	农田主要作物肥料投入情况	原始数据
4	农田主要作物农药除草剂等投入情况	原始数据
5	小麦生育动态	原始数据
6	作物叶面积与生物量动态	作物生育期按样地平均
7	作物根系生物量	按作物生育时期平均
8	作物根系分布	按作物生育时期平均
9	小麦收获期植株性状	按次(年)平均
10	作物收获期测产	按次(年)平均
11	农田作物矿质元素含量与能值	按采样部位平均

## (2) 土壤数据

土壤监测数据内容与数据处理方法如表 1-2 所示。土壤数据的主要特点是分层采样, 耕层按 0~20cm (或 0~10cm、10~20cm), 剖面按 0~10cm、10~20cm、20~40cm、40~60cm、60~100 (cm) 分层。

表 1-2 土壤数据内容

序号	监测数据内容	处理方法
1	土壤交换量	按年度分层汇总
2	土壤养分	按年度分层汇总
3	土壤矿质全量	按年度分层汇总
4	土壤微量元素和重金属	按年度分层汇总
5	土壤速效氮含量	按年度分层汇总
6	土壤速效微量元素	按年度分层汇总
7	土壤机械组成	按年度分层汇总
8	土壤容重	按年度分层汇总
9	旱塬农田生态系统长期定位试验典型处理土壤养分	按年度分别汇总
10	长期采样地肥料用量、作物产量和养分含量	多点采样实测值
11	站区土壤肥力调查	多点采样实测值
12	长期采样地空间变异性调查	按年度分层汇总
13	土壤理化性质分析方法	

## (3) 水分数据

水分监测数据内容与数据处理方法如表 1-3 所示。

表 1-3 水分数据内容

序号	监测数据内容	处理方法
1	土壤水分含量	(1) 0~300cm 分层含水量数据分样地按月平均 (2) 0~20cm 与 0~300cm 储水量数据分样地按月平均
2	地表水地下水水质状况	样地尺度, 月或干湿季平均
3	地下水位	样地尺度, 原始数据
4	农田蒸散量(田间水量平衡法)	样地尺度, 多年月均变化和年际变化
5	土壤物理性质及主要水分常数	样地尺度, 原始数据
6	水面蒸发量	月总蒸发量
7	雨水水质状况	样地尺度, 月或干湿季平均
8	农田蒸散日值(大型蒸渗仪)	原始数据
9	农田土壤水水质状况	样地尺度, 月平均
10	水质分析方法	方法名称及参照的国标名称