

侯马市

耕地地力评价与利用

HOUMASHI GENGDI DILI PINGJIA YU LIYONG

孟宪昌 主编



 中国农业出版社

侯马市

耕地地力评价与利用

孟宪昌 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

侯马市耕地地力评价与利用 / 孟宪昌主编. — 北京:
中国农业出版社, 2015. 10

ISBN 978 - 7 - 109 - 20885 - 8

I. ①侯… II. ①孟… III. ①耕作土壤—土壤肥力—
土壤调查—侯马市②耕作土壤—土壤评价—侯马市 IV.
①S159.225.4②S158

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 208679 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 杨桂华

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 9.25 插页: 1

字数: 220 千字

定价: 80.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

□□□□□□□□□□□□□□□□

本书共七章。第一章：自然与农业生产概况；第二章：耕地地力调查与质量评价的内容与方法；第三章：耕地土壤属性；第四章：耕地地力评价；第五章：中低产田类型分布及改良利用；第六章：耕地地力评价与测土配方施肥；第七章：耕地地力调查与质量评价的应用研究。

本书适宜农业、土肥科技工作者及从事农业技术推广与农业生产管理的人员阅读。

编写人员名单

主 编：孟宪昌

副 主 编：杜宇红

编写人员（按姓名笔画排序）：

于书菊	于金平	马 勇	王水娟	王社芳
甘志杰	田克明	宁 波	宁翠平	杜宇红
杨龙生	杨林涛	张秀玲	赵兰枝	赵建荣
赵振宇	胥四社	郭明升	郭彩霞	梁海兰
葛跃文	程慧敏	靳治平	裴丽娟	

农业是国民经济的基础，农业发展是国计民生的大事。为适应我国农业发展的需要，确保粮食安全和增强我国农产品竞争的能力，促进农业结构战略性调整和优质、高产、高效、生态农业的发展，针对当前我国耕地土壤存在的突出问题，2009年在农业部精心组织和部署下，侯马市成为测土配方施肥县级市。根据《全国测土配方施肥技术规范》积极开展测土配方施肥工作，同时认真实施耕地地力调查与评价。在山西省土壤肥料工作站、山西农业大学环境资源学院、临汾市土壤肥料工作站、侯马市农业委员会广大科技人员的共同努力下，2012年完成了侯马市耕地地力调查与评价工作。通过耕地地力调查与评价工作的开展，摸清了侯马市耕地地力状况，查清了影响当地农业生产持续发展的主要制约因素，建立了侯马市耕地地力评价体系，提出了侯马市耕地资源合理配置及耕地适宜种植、科学施肥及土壤退化修复的意见和方法，初步构建了侯马市耕地资源信息管理系统。这些成果为全面提高侯马市农业生产水平，实现耕地质量计算机动态监控管理，适时提供辖区内各个耕地基础管理单元土、水、肥、气、热状况及调节措施提供了基础数据平台和管理依据。同时，也为各级农业决策者制订农业发展规划，调整农业产业结构，加快绿色食品基地建设步伐，保证粮食生产安全以及促进农业现代化建设提供了第一手科学资料和最直接的科学依据，也为今后大面积开展耕地地力调查与评价工作，实施耕地综合生产能力建设，发展旱作节水农业、测土配方施肥及其他农业新技术普及工作提供了技术支撑。

本书系统地介绍了耕地资源评价的方法与内容，应用大量的调查分析资料，分析研究了侯马市耕地资源的利用现状及问题，提出了合理利用的对策和建议。该书集理论指导性和实际应用性为一体，是一本值得推荐的实用技术读物。我相信，该书的出版将对侯马市耕地的培肥和保养、耕地资源的合理配置、农业结构调整及提高农业综合生产能力起到积极的促进作用。

郭建民

2014年2月

耕地是人类获取粮食及其他农产品最重要、不可替代、不可再生的资源，是人类赖以生存和发展的最基本的物质基础，是农业发展必不可少的根本保障。新中国成立以来，山西省侯马市先后开展了两次土壤普查。这为侯马市国土资源的综合利用、施肥制度改革、粮食生产安全做出了重大贡献。近年来，随着农村经济体制的改革以及人口、资源、环境与经济发展矛盾的日益突出，农业种植结构、耕作制度、作物品种、产量水平，肥料、农药使用等方面均发生了巨大变化，产生了如耕地数量锐减、土壤退化污染、水土流失等诸多问题。针对这些问题，开展耕地地力评价工作是非常及时、必要和有意义的。特别是对耕地资源合理配置、农业结构调整、保证粮食生产安全、实现农业可持续发展有着非常重要的意义。

侯马市耕地地力评价工作，于2010年6月底开始到2012年12月结束，完成了侯马市3个乡、2个农村办事处（路东、路西和浍滨街道办事处为城市街道办事处），76个行政村的15.01万亩耕地的调查与评价任务，3年共采集土样3500个，并调查访问了400个农户的农业生产、土壤生产性能、农田施肥水平等情况；认真填写了采样地块登记表和农户调查表，完成了3500个样品常规化验、中微量元素分析化验、数据分析和收集数据的计算机录入工作；基本查清了侯马市耕地地力、土壤养分、土壤障碍因素状况，划定了侯马市农产品种植区域；建立了较为完善的、可操作性强的、科技含量高的侯马市耕地地力评价体系，并充分应用GIS、GPS技术初步构筑了侯马市耕地资源信息管理系统；提出了侯马市耕地保护、地力培肥、耕地适宜种植、科学施肥及土壤退化修复等办法；形成了具有生产指导意义的多幅数字化成果图。收集

资料之广泛、调查数据之系统、内容之全面是前所未有的。这些成果为全面提高农业工作的管理水平,实现耕地质量计算机动态监控管理,适时提供辖区内各个耕地基础管理单元土、水、肥、气、热状况及调节措施提供了基础数据平台和管理依据。同时,也为各级农业决策者制订农业发展规划、调整农业产业结构、加快绿色食品基地建设步伐、保证粮食生产安全、进行耕地资源合理改良利用、科学施肥以及退耕还林还草、节水农业、生态农业、农业现代化建设提供了最基础的第一手科学资料和最直接的科学依据。

为了将调查与评价成果尽快应用于农业生产,在全面总结侯马市耕地地力评价成果的基础上,引用大量成果应用实例和第二次土壤普查、土地详查有关资料,编写了本书。首次比较全面系统地阐述了侯马市耕地资源类型、分布、地理与质量基础、利用状况、改善措施等,并将近年来农业推广工作中的大量成果资料录入其中,从而增加了该书的可读性和可操作性。

在本书编写的过程中,承蒙山西省土壤肥料工们作站、山西农业大学资源环境学院、临汾市土壤肥料工作站、侯马市农业委员会广大技术人员的热忱帮助和支持,特别是侯马市农业委员会广大工作人员在土样采集、农户调查、数据库建设等方面做了大量的工作。山西省土壤肥料工作站(简称土肥站)的贺玉柱、赵建明以及侯马市农业委员会甘志杰、靳治平安排部署了本书的编写,由孟宪昌完成编写工作,参与野外调查和数据处理的工作人员有:孟宪昌、王社芳、杜宇红、宁翠平、胥四社、裴丽娟、杨龙生、梁海兰,土样分析化验工作由侯马市土壤肥料工作站及临汾市土壤肥料工作站检测中心共同完成,图形矢量化、土壤养分图、数据库和地力评价工作由山西农业大学资源环境学院和山西省土壤肥料工作站完成,野外调查、室内数据汇总、图文资料收集和文字编写工作由侯马市农业委员会完成,在此一并致谢。

编 者

2014年2月

序 前言

第一章 自然与农业生产概况	1
第一节 自然与农村经济概况	1
一、地理位置与行政区划	1
二、土地资源概况	2
三、自然气候与水文地质	3
四、农村经济概况	5
第二节 农业生产概况	5
一、农业发展历史	5
二、农业发展现状与问题	6
第三节 耕地利用与保养管理	7
一、主要耕作方式	7
二、耕地利用现状、生产管理及效益	7
三、施肥现状与耕地养分演变	8
四、农田环境质量与历史变迁	8
五、耕地利用与保养管理简要回顾	9
第二章 耕地地力调查与质量评价的内容与方法	10
第一节 工作准备	10
一、组织准备	10
二、物质准备	10
三、技术准备	10
四、资料准备	11
第二节 室内预研究	11
一、确定采样点位	11
二、确定采样方法	12
三、确定调查内容	12
四、确定分析项目和方法	13

五、确定技术路线	13
第三节 野外调查及质量控制	14
一、调查方法	14
二、调查内容	14
三、采样数量	16
四、采样控制	16
第四节 样品分析及质量控制	16
一、分析项目及方法	16
二、分析测试质量控制	17
第五节 评价依据、方法及评价标准体系的建立	20
一、评价原则依据	20
二、评价方法及流程	21
三、评价标准体系建立	23
第六节 耕地资源管理信息系统建立	24
一、耕地资源管理信息系统的总体设计	24
二、资料收集与整理	25
三、属性数据库建立	27
四、空间数据库建立	31
五、空间数据库与属性数据库的连接	34
 第三章 耕地土壤属性	35
第一节 耕地土壤类型	35
一、土壤类型及分布	35
二、土壤类型特征及主要生产性能	35
第二节 有机质及大量元素	43
一、含量与分布	44
二、分级论述	47
第三节 中量元素	50
一、含量与分布	50
二、分级论述	51
第四节 微量元素	52
一、含量与分布	52
二、分级论述	55
第五节 其他理化性状	57
一、土壤 pH	57
二、土体构型	58
三、土壤结构	59

四、土壤孔隙状况	59
第六节 耕地土壤属性综述与养分动态变化	60
一、耕地土壤属性综述	60
二、有机质及大量元素的演变	61
第四章 耕地地力评价	62
第一节 耕地地力分级	62
一、面积统计	62
二、地域分布	62
第二节 耕地地力等级分布	63
一、一级地	63
二、二级地	64
三、三级地	65
四、四级地	66
第五章 中低产田类型分布及改良利用	68
第一节 中低产田类型及分布	68
一、干旱灌溉改良型	68
二、瘠薄培肥型	68
三、坡地梯改型	69
四、盐碱耕地型	69
第二节 生产性能及存在问题	69
一、干旱灌溉改良型	69
二、瘠薄培肥型	69
三、坡地梯改型	70
四、盐碱耕地型	70
第三节 改良利用措施	70
一、对于干旱灌溉改良型中低产田的改良措施	72
二、对瘠薄培肥型中低产田的改良措施	72
三、对坡地梯改型中低产田的改良措施	72
四、对盐碱耕地型中低产田的改良措施	72
第六章 耕地地力评价与测土配方施肥	74
第一节 测土配方施肥的原理与方法	74
一、测土配方施肥具体内容	74
二、测土配方施肥的核心	74
三、测土配方施肥的含义	75

四、测土配方施肥的应用前景	75
五、测土配方施肥的依据	75
六、测土配方施肥确定施肥量的基本方法	77
第二节 田间肥效试验及施肥指标体系建立	79
一、测土配方施肥田间试验的目的	80
二、肥料效应田间试验法的主要内容	80
三、测土配方施肥田间试验方案的设计	80
四、测土配方施肥田间试验设计方案的实施	81
五、田间试验实施情况	82
六、初步建立了小麦测土配方施肥丰缺指标体系	85
第三节 主要作物不同区域测土配方施肥方案	87
一、小麦科学施肥指导意见	87
二、玉米科学施肥指导意见	88
三、果树施肥指导意见	90
四、蔬菜施肥指导意见	92
第四节 小麦的施肥技术	94
一、侯马市小麦生产简况	94
二、小麦施肥技术	96
三、小麦科学施肥方案	97
第五节 玉米的施肥技术	98
侯马市玉米生产简况	
第六节 侯马市棉花、蔬菜施肥技术	100
一、棉花施肥技术	100
二、蔬菜施肥技术	102
第七节 侯马市果树施肥技术	105
一、侯马市果业生产情况	105
二、果树科学施肥方案	106
第八节 侯马市中药材施肥方案	108
一、侯马市中药材生产情况	108
二、侯马市中药材养分投入状况分析及施肥建议	109
第七章 耕地地力调查与质量评价的应用研究	111
第一节 耕地资源合理配置研究	111
一、耕地数量与人口发展现状分析	111
二、耕地地力与粮食生产能力现状分析	111
第二节 耕地地力建设与土壤改良利用对策	112
一、耕地地力现状及特点	112

二、存在主要问题及原因分析·····	113
三、耕地培肥与改良利用对策·····	113
第三节 农业结构调整与适宜性种植 ·····	114
一、农业结构调整的原则·····	114
二、农业结构调整的依据·····	115
三、种植业布局分区建议·····	115
四、农业远景发展规划·····	116
第四节 耕地质量管理对策 ·····	116
一、建立依法管理体制·····	116
二、建立和完善耕地质量监测网络·····	117
三、国家惠农政策与耕地质量管理·····	117
四、扩大无公害农产品生产规模·····	118
五、加强农业综合技术培训·····	118
第五节 耕地资源管理信息系统的应用 ·····	119
一、领导决策依据·····	119
二、动态资料更新·····	119
三、耕地资源合理配置·····	120
四、科学施肥体系与灌溉制度的建立·····	121
五、信息发布与咨询·····	122
附录 ·····	124
附录 1 测土配方施肥技术总结专题报告一 ·····	124
附录 2 测土配方施肥技术总结专题报告二 ·····	127
附录 3 测土配方施肥技术总结专题报告三 ·····	132

第一章 自然与农业生产概况

第一节 自然与农村经济概况

一、地理位置与行政区划

侯马古称新田，公元前 585 年，晋景公以新田“土厚水深，居之不疾，有汾、浹以流其恶，且民从教，十世之利”迁都于此，历时 209 年。侯马市位于山西省南部的临汾盆地和运城盆地之间，汾河与浹河交汇处的平原地带，地理坐标为北纬 $35^{\circ}34'02''\sim 35^{\circ}52'09''$ ，东经 $111^{\circ}23'05''\sim 111^{\circ}41'01''$ 。侯马市最低海拔为 395 米，最高海拔为 1 114.5 米。东连曲沃县；西接新绛县；南屏紫金山，与闻喜、绛县毗邻；北隔汾河与襄汾相望。境域随侯马市建制的设立与撤销，有过 3 次较大变化。1956 年 11 月至 1957 年 12 月为侯马市筹备处，辖一乡一镇；1958 年 10 月至 1963 年 5 月，侯马市辖原曲沃县、新绛县、襄汾县汾城区域和乡宁县关王庙区域，总面积 1 517 千米²；1971 年 8 月从曲沃县分出，总面积 220.9 千米²，总人口 23.3 万人。

侯马市辖 5 个街道办事处、3 个乡，下设 76 个村民委员会、26 个社区和 2 个居委会，见表 1-1。

表 1-1 侯马市行政区划与人口情况（2011 年）

乡（街道办事处）	总人口（人）	村民委员会（个）	社区（个）	居委会（个）
路东街道办事处	33 453	0	9	0
路西街道办事处	28 356	0	7	0
浹滨街道办事处	35 861	0	8	0
新田乡	45 181	23	0	2
凤城乡	18 473	14	0	0
高村乡	17 915	10	0	0
上马街道办事处	28 348	19	1	0
张村街道办事处	25 622	10	1	0
合 计	233 209	76	26	2

2011 年，全市总人口 23.3 万人。其中，农业人口 114 591 人，农业人口中新田乡 32 115 人、上马街道办事处 24 385 人、高村乡 17 915 人、张村街道办事处 21 730 人、凤城乡 18 473 人。

二、土地资源概况

据 2005 年统计资料显示,侯马市国土总面积为 220.9 千米² (折合 331 350 亩^①)。其中:河谷平原为 262 761 亩,占总面积的 79.3%,丘陵区为 68 589 亩,占总面积的 20.7%。耕地(灌溉农田、水浇地、旱地、菜地)面积 150 064 亩,占土地总面积的 45.29%;园地(果园、其他园地)12 377 亩,占土地总面积的 3.74%。

侯马市属于晋南盆地一部分,紫金山屹立于市区南侧,峰峦起伏,奇观壮丽。汾河环绕西北,浍河横贯东西,构成一块天然富饶的平原。地势由南向北倾斜,海拔最高点为紫金山三县顶,海拔 1 114.5 米;最低处为汾河滩,海拔为 395 米。境内因地形之差明显分为山地丘陵和河谷平原区两大主体地貌单元,紫金山及丘陵区面积 68 589 亩,占全市总面积的 20.7%,海拔 500~1 114 米;河谷平原区面积 262 761 亩,占全市总面积的 79.3%,海拔 410~420 米。二者分裂明显,俗称山区、平原,形成独特的南高北低的地貌景观。

1. 山地丘陵区

(1) 土石山亚区:主要分布在凤城乡和上马街道办事处,东起山根底,西至隘口沟。紫金山属于低山区,最高海拔 1 114.5 米(三县顶),为阴坡单面山。其特点是土山石山交错,山顶覆盖黄土深厚,山腰岩石裸露,大都是石灰岩,交错处土层厚薄不一,山谷切割处深度为 200~500 米。土壤类型主要为黄土母质和花岗片麻岩残积母质所发育形成的山地褐土。虽有耕地,但由于水土流失严重,养分贫乏,产量低微。紫金山植被多为草本,林、灌木稀少,矿藏贫乏,荒山秃岭,谓之“穷山”。

(2) 丘陵亚区:主要分布在上马街道办事处隘口至庄里一带,海拔为 420~500 米。本区域地形复杂,起伏不平。土壤为黄土母质发育而成的碳酸盐褐土性土和耕种碳酸盐褐土纵横,地形支离破碎,自然植被稀少,地下水埋藏很深,土壤质地通体壤质,常年干旱,人畜吃水困难。干旱是限制本区农业发展的主要障碍因素,土壤养分不足,广种薄收。

(3) 山区丘陵冲积沟壑亚区:山区丘陵由于地形切割,冲沟纵横,汇聚于前缘,形成了大小不等、长短不一、宽窄各异的冲沟。以陡斜坡形式面临浍河,最大的是山区和丘陵之间的分界隘口沟,长达 5.5 千米,宽 50~350 米,深 20~100 米,两侧支沟纵横,沟壁直立,呈 U 形,沟底多平,大部分为耕地。

(4) 山前洪积扇亚区:山区由于大小山谷峪口洪水冲积于山前,形成大小各异的洪积扇,有的相连形成洪积扇裙,使整个山前形成南高北低的倾斜平原。上部发育多为砾石,中部为耕种洪积砾质碳酸盐褐土性土,下部为耕种洪积沙砾质碳酸盐褐土性土。本亚区虽为农田,但土层浅薄,漏水漏肥,收成甚微,适宜发展经济林。

2. 河谷平原区 主要包括汾河、浍河、河谷二级阶地和二级阶地以上的广大地区。

(1) 二级阶地平原亚区:是指侯马市广阔平原,它是古老的河谷底部。因地壳上升,

^① 亩为非法定计量单位,1 亩=1/15 公顷。

汾、浍两河下切而形成，本区海拔为410~420米，成土母质为新生代的次生黄土，形成典型的碳酸盐褐土。本区域地势平坦，交通方便，农业生产历史悠久，土壤理化性状良好，盛产粮棉。主要问题是水肥不太充足，只要这两个因素得以改善，夺取农业稳产高产是大有希望的。

(2) 汾、浍河谷一级阶地冲积平原亚区：是汾河、浍河二河漫滩以上的广大地区。本区土壤是河流冲积母质形成的隐域性土壤——草甸土盐土和沼泽草甸土。其特点是地势低平，土壤养分含量丰富，地下水位浅，灌溉方便，但由于形成不同程度的盐化，影响着农业生产。只要积极采取措施，综合治理盐碱，本区便可成为良好的农业生产基地。

(3) 河漫滩亚区：是指汾河浍河洪水泛滥季节可被淹没的部分，又有高河漫滩和低河漫滩之分，其宽度不一。土壤系为近代河流中冲积母质发育而成，沉积层次明显，沙黏相间，质地近河粗，远滩细，一般多为沙土和沙壤土。近年来由于干旱，河水泛滥减少，多开垦为农田，但由于涝时洪水袭击，土地不稳，多为间荒，此区发展方向多以营造防护林为宜。

侯马市土壤分三大土类，分别是褐土、草甸土、盐土，7个亚类，18个土属，38个土种，以褐土为主，其次是草甸土。三大土类中以褐土为主，面积占79.5%；其次为草甸土，面积占15.5%。在各类土壤中，宜农土壤比重大，适种性广，有利于农、林、牧业全面发展。

三、自然气候与水文地质

(一) 气候

侯马市地处北纬35°左右，属暖温带大陆性季风气候区，气候温和，四季分明。具有冬季寒冷干燥，夏季高温多雨，春温高于秋温，秋雨多于春雨，降水高度集中，地面风向紊乱的气候特征。

1. 气温 年平均气温12.7℃，1月最冷，平均气温-2.7℃，极端最低气温-21.4℃（1991年12月28日）；7月最热，平均气温为26.1℃，极端最高气温为42℃（1996年6月21日）。>5℃积温为4667.4℃，初日为2月15日，终日为11月15日，初终间日数为270.1天；>10℃的积温为4265.0℃，初日为4月3日，终日为10月27日，初终间日数为208.1天；平均无霜期为194天，初霜冻日为10月下旬，个别年份9月可见早霜，终霜冻日为4月上旬。

2. 地温 随着气温的变化，土壤温度也发生相应变化。20厘米深年平均土温为14.4℃，略高于气温，8月最高为27.4℃，1月最低为-0.1℃。通常12月23日开始封冻，翌年1月15日到2月24日解冻，极端冻土深度为56厘米（1971年）。

3. 日照 年平均日照时数为2271.42小时，最长为2703.1小时（1965年），最短为1834.8小时（1964年）；5月日照时数最多，平均为242.6小时，2月最少，为159.8小时。

4. 降水量 年际变化很大，以1957—1970年14年的资料统计，侯马市年平均降水量为564.9毫米，而1957—2000年的统计结果为年平均516.8毫米，但1971—2000年的统计结果表明，年均值仅为493.0毫米。多雨年降水量可达946.9毫米（1958年），最少