



瓦房店

土壤与耕地资源 评价

贾树海 王治祥 主编

许大志 徐冰 付波 关勤 吴祖善 副主编

本书对瓦房店耕地肥力状况及动态变化,耕地基础
生产能力及障碍限制因子,耕地土壤养分的时空变化特征及变化趋势进行系统分析

 中国农业出版社

瓦房店土壤与耕地资源评价

贾树海 王治祥 主 编

许大志 徐冰 付波 关勤 吴祖善 副主编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

瓦房店土壤与耕地资源评价 / 贾树海, 王治祥主编.
北京: 中国农业出版社, 2009. 5
ISBN 978-7-109-13770-7

I. 瓦… II. ①贾…②王… III. 耕作土壤-土地资源-
评价-瓦房店市 IV. F323. 211

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 045425 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 刘明昌

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 16
字数: 390 千字 印数: 1~1 000 册
定价: 48.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 审 汪景宽 孙忠铁

副主审 于成发 孙仁宽 张照利 王选华

主 编 贾树海 王治祥

副主编 许大志 徐 冰 付 波 关 勤 吴祖善

编著者 沈阳农业大学:

孙继光 王 冰 钱凤魁 刘洪彬 周 德

孙福军 张 琦 韩 璐 白 静 孟维军

裴久渤 邱志伟 杨秀华 马 月 王 晋

沈玉玉

瓦房店市农业技术推广中心:

桂巨德 谭 琪 张从慧 邵日晶 尹同波

于运祥 王永生 王 薇 王玉江 王传仕

王继善 任 意 刘万和 孙文栋 刘庆福

刘洪艳 刘福奎 那成勇 吴 君 朱淑云

张 娟 张红玲 张秋菊 苏晓萌 林淑敏

宫文超 矫成顺 张荣华 范 荣 王福忠

毛佰传 高国生 吴家川 刘玉军 张 红

曲长德 孙晓霞 韩荣华 都 娟 姚立新

沈阳市环境科学研究院:

靳之更

序

“民以食为天，食以土为本”，精辟地概括出了人类与土壤之间的关系。农业是人类生存的基础，土壤是农业的基础。马克思曾经说过“土壤是世代相传的，人类所不能出让的生存条件和再生产条件”，土壤作为特殊的自然资源，为人们生产和生活提供丰富的动植物产品，对人类社会的存续和发展起着基础性的支撑作用。土壤又具有可持续利用的特点，地可以越种越肥、可以祖祖辈辈使用下去，但这要以合理科学利用为前提。如果利用不合理、不科学，土壤质量降低，良田甚至可以变成不毛之地，历史和现实这样的例子比比皆是。因此，保护土壤，特别是保护耕地土壤的数量和质量，理所当然成为国家的基本国策。

党和国家历来十分重视土壤/土地资源的利用和保护，近期国家先后安排专项资金开展了“农用土地的分等定级与估价”（国土资源部）、“第二次土地资源大调查”（国土资源部）和以配方施肥为目的的“耕地地力评价”（农业部）等工作。“耕地地力评价”是配方施肥的基础和依据。配方施肥工作的全面开展及其效果如何，事关我国粮食安全、社会稳定，也直接关系到土壤资源特别是耕地资源的持续利用。另一方面，近年来以计算机技术为代表的信息技术快速进步并广泛应用于土壤、土地管理，使土地、土壤肥料工作建立在了更加科学的基础之上，推动了土壤肥料技术水平的迅速提高，并展示出了良好的发展前景。其中，建立土壤资源特别是耕地土壤资源的数据库，并以此为基础应用计算机技术开展耕地地力评价，在当前具有十分重要的现实意义。

辽宁省瓦房店市作为农业部配方施肥的试点县（区），为更好地完成任务，该市农业技术推广中心与沈阳农业大学密切配合，历时两年多时间，共同完成了瓦房店市耕地资源信息数据库建设、耕地地力和适宜性评价任务。这一成果运用先进的地统计学方法系统地研究了瓦房店土壤养分、肥力性质 25 年来的时间变化（1981—2006 年）和在不同区域上空间变化，对瓦房店市

耕地地力、土地适宜性进行了全面评价，建立了完整的瓦房店土壤资源/耕地资源的数据库，为瓦房店市今后土壤/土地资源的合理利用提供了科学的依据。这项工作的系统性、数据的完整性、数据库的可应用性和成果的实用性是值得充分肯定的。这项工作不仅为当地土地管理、土壤培肥和科学施肥奠定了基础，也为辽宁省乃至东北地区开展这方面工作积累了成功的经验。将这一成果编辑成书，以《瓦房店土壤与耕地资源评价》为题予以出版，则是十分有意义的事情。

尤其值得称道的是，瓦房店市与沈阳农业大学校地共建、校地合作的做法。在多年来合作的过程中，双方各自发挥自己的长处，相互支援，密切合作，成为校地合作的典范，为今后高校与地方紧密合作、实现多赢积累了经验。应该书作者之邀，在《瓦房店土壤与耕地资源评价》一书付梓之际，写以上的话，以为序。

张玉龙

2008年10月

前 言

土壤是人类赖以生存和发展的重要物质基础和自然资源，耕地是农业生产和人们获得粮食及其他农产品不可替代的生产资料。耕地质量及可持续利用是确保粮食安全的前提，也是食品安全的基础和人类健康的基石。在 20 世纪 80 年代瓦房店市进行了第二次土壤普查，这次普查建立了瓦房店市土壤分类系统，对土壤理化性质进行了分析化验，编制了土壤图、土壤养分分布图等图件，形成了大量的资料，这些资料为合理利用开发土壤资源、调整农业生产布局和农业综合规划、土壤改良提供基础资料和科学依据。第二次土壤普查已过去了 20 多年，随着人口的增长、生态环境的恶化、农田基础设施薄弱，加之不注重土壤培肥和耕地资源的保护，耕地土壤质量、数量都在不断地下降，已严重制约瓦房店市农业的健康发展。因此，自 2005 年起瓦房店市开展了新一轮的耕地养分状况调查与质量评价，借以摸清耕地及土壤资源的底数，实现耕地资源的科学化管理，推进农业可持续发展和资源节约型、环境友好型农业的建设。21 世纪世界进入了信息化时代，以计算机技术、互联网技术和数据库技术为代表的信息技术渗透到各个领域，成为推动区域经济发展和社会进步的强大动力。2006 年沈阳农业大学和瓦房店市农业技术推广中心合作，运用“3S”技术，对第二次土壤普查海量资料进行了抢救式挖掘和整理，并利用最新的土壤调查资料，构建了瓦房店市耕地资源基础数据库，并以此数据库平台与地力评价模型、耕地适宜性评价模型相结合，建立耕地资源管理信息系统。

本书的编写就是在这样一个背景下开始的，作者结合各自的理论与实践，对瓦房店耕地肥力状况及动态变化、耕地基础生产能力和障碍限制因子、耕地土壤养分的时空变化特征以及变化趋势进行系统分析，科学地评估了瓦房店市耕地综合生产能力，建立了耕地地力评价和适宜性评价指标体系，对耕地地力和适宜性进行评价。这部专著反映了瓦房店市第二次土壤普查及最近几年来耕地养分调查和质量评价的成果，对瓦房店土壤的形成、分类及分布、

土壤的形态特征及理化性质、耕地土壤的养分状况做了全面的介绍，揭示土壤质量的时空变化规律，找出了影响时空变化的因素及影响机制，为瓦房店市耕地资源高效、持续利用和科学施肥提供科学依据，为合理配置资源、优化产业结构提供决策支持。它可以满足瓦房店市农业决策者、农业技术人员和农民等不同层次读者的需要，充分体现了这部专著的针对性和实用性。

本书在编写过程中，参考了原瓦房店市农牧业局 1985 年编写的《复县土壤》，在此对主持瓦房店市第二次土壤普查工作、主笔《复县土壤》的赵秀兰研究员表示衷心感谢。

感谢沈阳农业大学校长、博士生导师张玉龙教授在百忙之中抽出大量时间审阅本书，并为本书出版作序。

由于编著者水平有限，书中定有不少错漏，恳请各位读者批评指正。

编著者

2009 年 1 月

目 录

序

前言

第一章 瓦房店市自然条件与农业资源	1
一、地理位置	1
二、自然条件	2
(一) 气候条件	2
(二) 地质与地貌	9
(三) 植被	11
(四) 水系	11
三、农业生产概况	13
第二章 土壤的形成、分类及分布	16
一、影响土壤形成的因素	16
(一) 生物气候因素	16
(二) 地形因素	16
(三) 母质因素	16
(四) 人为活动对土壤成土方向的影响	18
(五) 时间因素的作用	18
二、土壤的形成过程	18
(一) 棕壤的形成过程	18
(二) 草甸土的形成过程	19
(三) 风沙土的形成过程	19
(四) 沼泽土的形成过程	19
(五) 水稻土的形成过程	19
(六) 盐土的形成过程	20
三、土壤分类系统	20
(一) 土壤分类制	20
(二) 土壤命名	21
四、土壤分布特点	25
(一) 不同地貌单元的土壤分布特点	25
(二) 棕壤性土的分布特点	27
(三) 不同地形部位的土壤分布特点	27

第三章 土壤的形态特征及理化性质	29
一、棕壤	29
(一) 棕壤性土	29
(二) 棕壤	53
(三) 潮棕壤	70
二、草甸土	86
(一) 草甸土	86
(二) 碳酸盐草甸土、盐化草甸土	97
三、风沙土	103
(一) 流动风沙土	107
(二) 半固定风沙土	107
(三) 固定风沙土	107
四、盐土	110
五、沼泽土	111
(一) 淤泥沼泽土	113
(二) 草甸沼泽土	113
六、水稻土	114
(一) 潜育型水稻土	116
(二) 盐渍型水稻土	118
第四章 耕地土壤理化性质与养分性状	120
一、土壤物理性状	120
(一) 土壤质地	120
(二) 土壤的容重、孔隙度和毛管持水量	127
二、土壤化学性质	129
(一) 酸碱性	129
(二) 阳离子交换量	131
三、土壤养分性状	132
(一) 土壤有机质	142
(二) 土壤氮磷钾	143
(三) 土壤养分变化规律	145
第五章 耕地土壤养分的时空变化分析	147
一、国内外研究进展	147
(一) 国内研究进展	147
(二) 国外研究进展	148
二、研究方法、内容和技术路线	148
(一) 研究方法	148
(二) 研究内容	150

(三) 技术路线	151
三、土壤养分的地统计学分析	152
(一) 趋势分析	152
(二) 半方差分析	152
四、土壤养分的时空分布	155
(一) 土壤有机质	155
(二) 土壤有效磷	157
(三) 土壤速效钾	159
第六章 耕地地力评价	161
一、国内外研究进展	161
(一) 在评价指标选取方面	161
(二) 在评价方法研究方面	161
(三) GIS在耕地地力评价的应用	162
二、研究方法	163
(一) 资料准备	163
(二) 技术准备	164
(三) 研究方法	165
三、数据处理	165
(一) 养分等级图的生成	165
(二) 坡度图的生成	168
四、数据库建立	169
(一) 空间数据库	169
(二) 属性数据库	169
五、耕地地力评价	171
(一) 评价要素选择与分级	171
(二) 确定评价单元	177
(三) 确定评价指标的权重	177
(四) 单因素评价	181
(五) 计算综合地力指数	183
六、评价结果	183
(一) 耕地地力等级划分	183
(二) 耕地地力各等级分述	185
(三) 地力等级分布	189
第七章 耕地适宜性评价	192
一、国内外研究进展	192
二、评价方法	193
(一) 遵循的原则	193
(二) 技术流程	194

(三) 评价步骤	194
三、评价结果分析	206
(一) 玉米适宜性评价结果分析	206
(二) 苹果适宜性评价结果分析	208
第八章 耕地资源管理信息系统	211
一、耕地资源管理信息系统建立的背景	211
二、国内外研究进展	212
三、耕地资源管理信息系统 (CLRMIS) 的总体设计	213
(一) 总体目标	213
(二) 总体框架	213
四、耕地资源管理信息系统的设计	215
(一) 数据库的建立	215
(二) 系统开发	220
(三) 系统的界面设计	220
(四) 系统的主要图层	222
五、耕地资源管理信息系统功能	222
(一) 基础地理信息模块	222
(二) 土壤环境信息模块	222
(三) 土壤属性信息模块	222
(四) 专项评价模块	223
(五) 信息查询服务模块	223
(六) 施肥专家咨询模块	225
附录	226
参考文献	240

第一章 瓦房店市自然条件与农业资源

一、地理位置

瓦房店市位于辽东半岛中西部、大连市北端，东靠普兰店市，西临渤海，南隔普兰店湾与金州区相望，北与盖州市接壤。地理坐标东经 $121^{\circ}13'21'' \sim 122^{\circ}16'36''$ ，北纬 $39^{\circ}20'00'' \sim 40^{\circ}07'15''$ 。南北长 110km，东西宽 56km。瓦房店市的地理位置如图 1-1 所示。

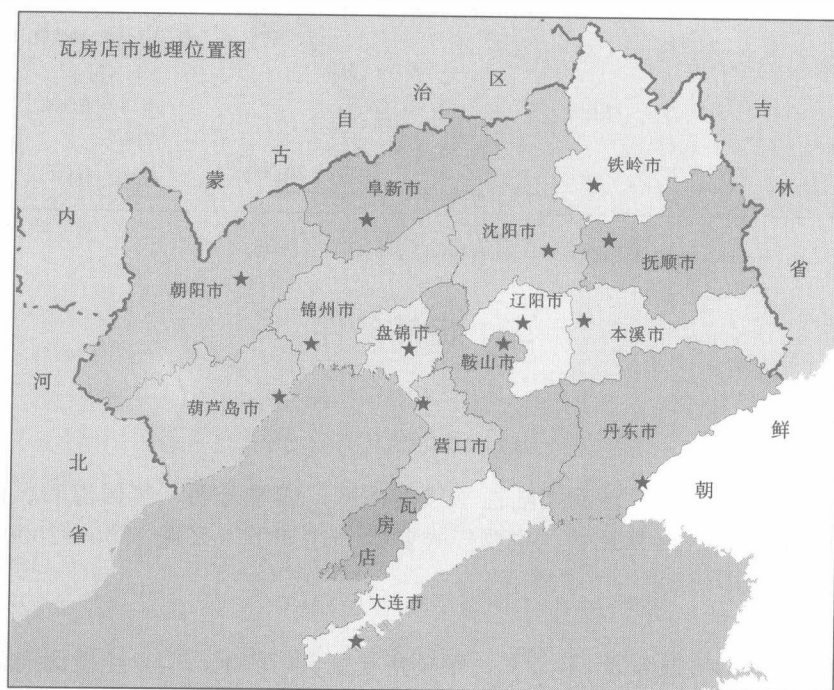


图 1-1 瓦房店市地理位置图

瓦房店市辖 9 个乡、13 个镇、4 个农村街道、387 个行政村（2005 年），总人口 103 万人（2003 年），行政区划如图 1-2 所示。

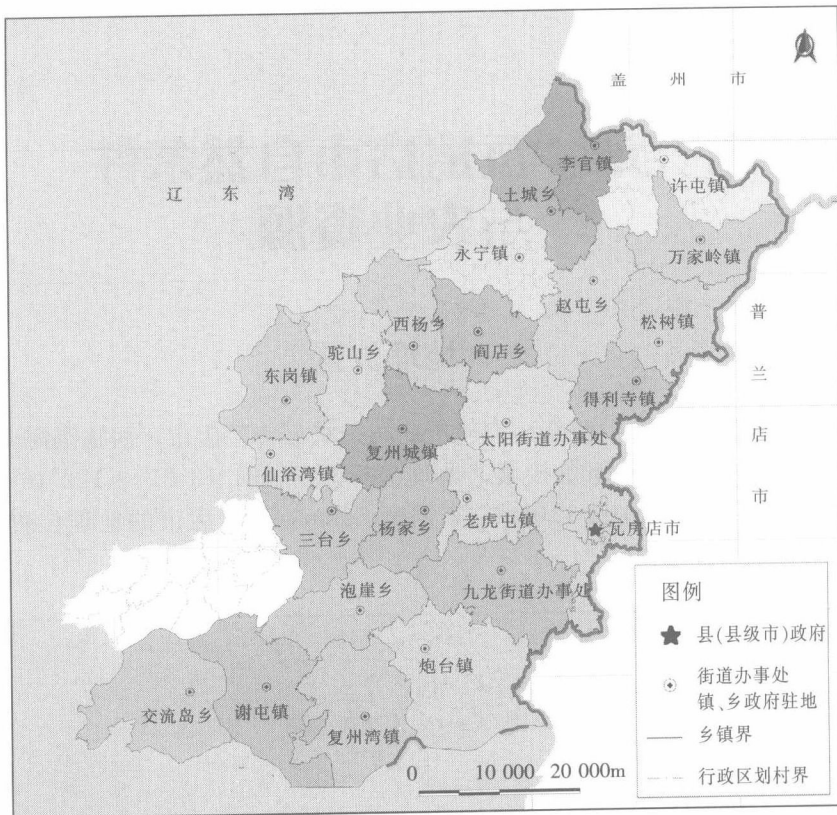


图 1-2 瓦房店市行政区划图 (2006 年)

二、自然条件

(一) 气候条件

瓦房店市地处暖温带亚湿润大陆性季风气候区, 四季分明、气候温和、雨热同季、日照充足、冬长于夏、春秋短暂。主要气候要素分述如下 (采用 1960—2000 年气象资料)。

1. 气温

瓦房店市年平均气温 $8.3 \sim 10.3^{\circ}\text{C}$, 年最高气温 $32.7 \sim 36.9^{\circ}\text{C}$, 年最低气温 $-19.3 \sim -28.1^{\circ}\text{C}$ 。稳定通过 0°C 的气温是 3 月中旬至 11 月下旬, 间隔期 244~260d, 活动积温 $3\,700 \sim 4\,200^{\circ}\text{C}$; 稳定通过 10°C 生长季的气温是从 4 月中旬至 10 月下旬, 间隔 177~191d, 活动积温 $3\,300 \sim 3\,750^{\circ}\text{C}$ 。月平均气温、月平均积温变化如图 1-3 和图 1-4 所示。数据分析显示 1981—2000 年月均温比 1960—1980 年上升了 1°C 。

年平均气温和年平均积温 1960—2000 年间呈上升趋势, 变化曲线如图 1-5、图 1-6 所示。将 1960—2000 年分成 1960—1980 年和 1981—2000 年两个时间段进行比较分析, 其分析结果见表 1-1。

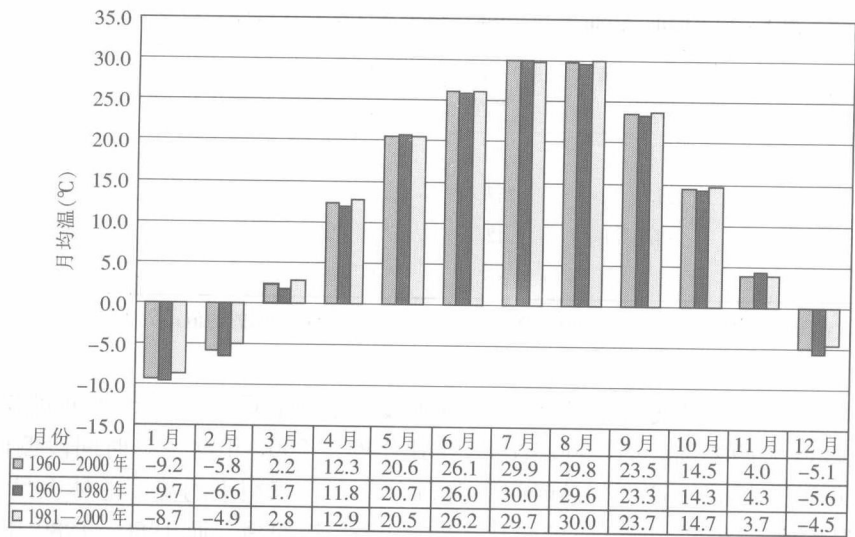


图 1-3 1960—2000 年瓦房店市月平均气温图

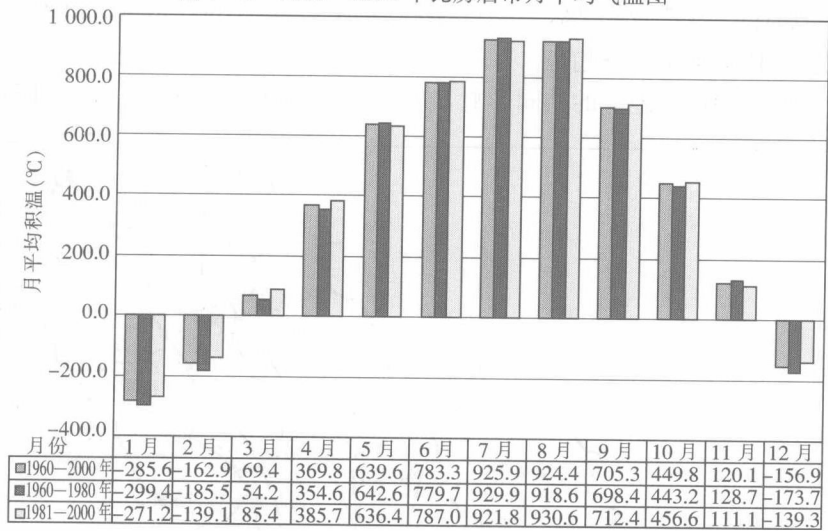


图 1-4 瓦房店市月平均积温图

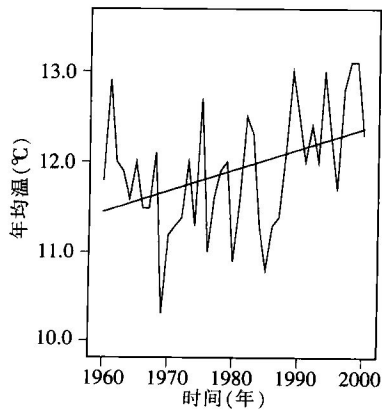


图 1-5 瓦房店市平均气温历年变化曲线图

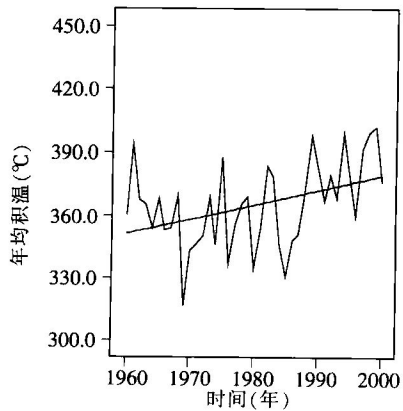


图 1-6 瓦房店市平均积温历年变化曲线图

表 1-1 1960—1980 年与 1981—2000 年 4 项气象指标分析结果对比表

项 目	1960—2000 年 均值	1960—1980 年 均值	1981—2000 年 均值	$(Y_1 - Y_3)/Y_3$ (%)	$(Y_2 - Y_3)/Y_3$ (%)
平均温度 (°C)	11.9	11.7	12.2	-2.11	2.21
平均积温 (°C)	365.2	357.6	373.1	-2.07	2.17
平均风速 (m/s)	38.8	42.1	35.3	8.55	-8.98
平均相对湿度 (%)	65.5	66.6	64.4	1.65	-1.73

注: Y_1 代表 1960—1980 年各指标的均值; Y_2 代表 1981—2000 年各指标的均值; Y_3 代表 1960—2000 年各指标的均值。

从表 1-1 可以看出气温与积温近 40 年的变化趋势: ①1981—2000 年的年平均温度比 1960—1980 年的要高, 而 1960—1980 年比 1960—2000 年这一总时间段偏低 2.11%, 1981—2000 年比 1960—2000 年总时间段偏高 2.21%, 表明平均温度总体上呈上升趋势; ②平均积温均值, 1981—2000 年的年比 1960—1980 年的高, 而 1960—1980 年比 1960—2000 年这一总时间段偏低 2.07%, 1981—2000 年比 1960—2000 年总时间段偏高 2.17%, 表明平均积温总体上也呈上升趋势。

气温受经度、纬度及地势的共同影响, 1 月、7 月等温线分布如图 1-7 所示。

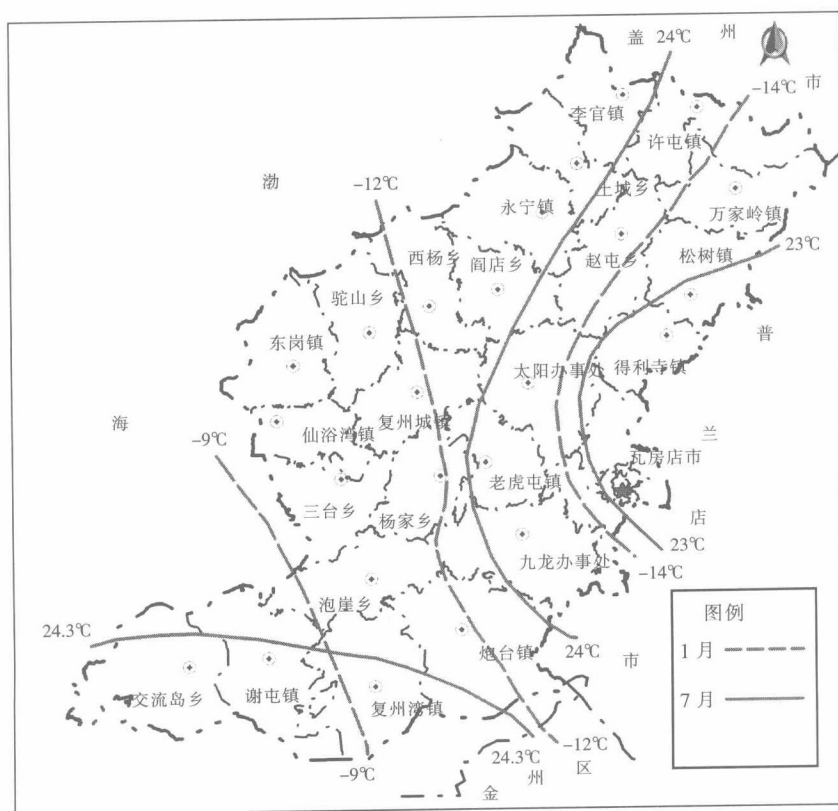


图 1-7 瓦房店市 1 月、7 月气温等值线图

年平均无霜期 165~185d, 初霜期最早 10 月中旬, 终霜期最晚 4 月中旬, 无霜期等值线分布如图 1-8 所示。稳定结冻日期为 11 月末, 结冰期为 110~130d, 冻土层为 80~100cm。

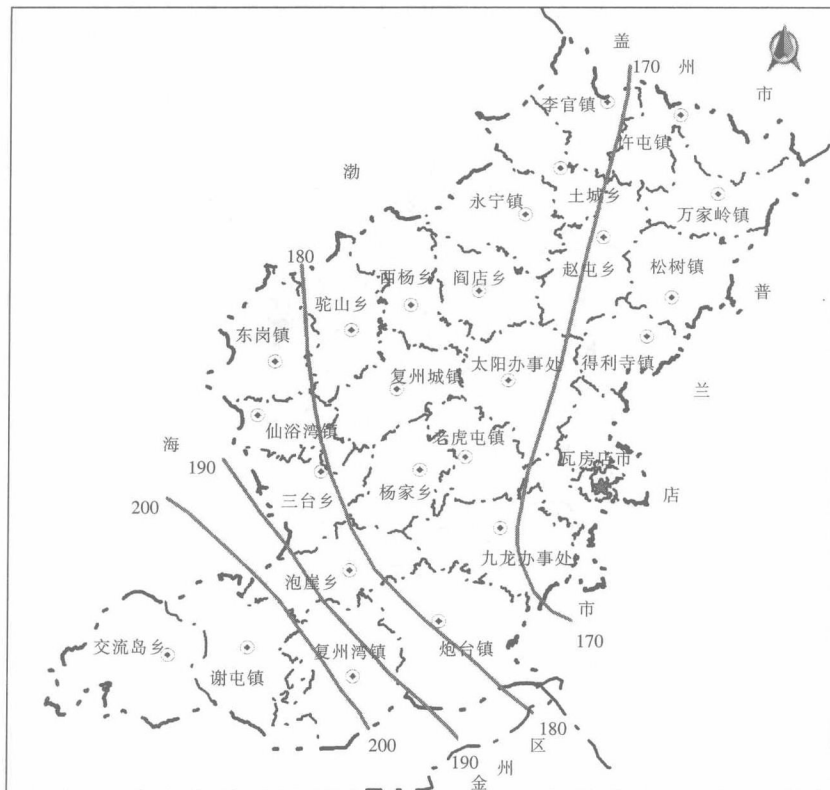


图 1-8 瓦房店市无霜期等值线图

2. 降水、蒸发

瓦房店市年平均降雨量为 580~750mm, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 生长期的雨量在 570~720mm, 占全年降雨量的 96%; $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 生长季的雨量在 520~660mm, 占全年降雨量的 86%, 降雨多集中在 7 月、8 月份, 雨量为 310~400mm, 占全年降水量的 53%, 降雨量年平均相对变率在 15%~20% 之间, 瓦房店市降水等值线分布如图 1-9 所示。

年平均蒸发量为 1 969.1mm, 5 月份最大, 可达 341.9mm, 1 月份最小, 仅 42mm, 蒸发量大于降雨量, 如图 1-10 所示。

3. 相对湿度

瓦房店市年平均相对湿度为 66.7%, 一年内各月份间湿度变化很大, 雨季到来之前, 随着温度升高, 相对湿度降低, 3 月份为最低点, 相对湿度为 49%。6 月份后随着气温进一步升高和降雨次数、降水量增加, 相对湿度逐渐提高, 8 月份达最高点, 相对湿度为 84%。平均干燥度 (K) 为 0.9~1.02 ($K = \frac{0.16\epsilon t}{r}$, 式中: ϵt 为 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温, r 为同时期降雨量), 如图 1-11 所示。