

山西农业节水理论与 作物高效用水模式

王仰仁 孙小平 主编

 中国科学技术出版社

山西农业节水理论与作物 高效用水模式

王仰仁 孙小平 主编

中国科学技术出版社
·北京·

图书在版编目(CIP)数据

山西农业节水理论与作物高效用水模式/王仰仁,孙小平主编.
—北京:中国科学技术出版社,2003.7

ISBN 7-5046-3564-2

I. 山... II. ①王...②孙... III. 农田灌溉-节约用水-研究-山西 IV. S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 053975 号

中国科学技术出版社出版
北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081
电话:62179148 62173865
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国科学院印刷厂印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:27 字数:640 千字
2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷
印数:1—2000 册 定价:58.00 元

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

山西农业节水理论与作物高效用水模式

编 委 会

主 任 孙小平

副 主 任 张建中 周丽芳

编 委 (以姓氏笔画为序)

王仰仁	申正源	李 贇	刘 斌
刘 星	张建国	张裕厚	郝 江
贾云茂	高 军	柴存英	

山西农业节水理论与作物高效用水模式

编写人员

主 编	王仰仁	孙小平		
审 稿	康绍忠			
撰 稿	第一章	孙小平		
	第二章	王仰仁	孙小平	
	第三章	王仰仁		
	第四章	王仰仁	邢黎明	贾云茂
	第五章	王仰仁	张建中	周丽芳
	第六章	邢黎明		
	第七章	贾云茂	胡笑涛	杜太生
	第八章	孟 翀	曹红霞	龚道枝
	第九章	温守光		

序 言

水资源是 21 世纪稀缺的基础自然资源,是一个国家或一个区域社会经济发展中的重要战略资源。当前,随着经济和社会的发展,水资源短缺的问题越来越突出,干旱缺水已经成为国民经济和社会可持续发展的一个最重要的制约因素。

我省地处黄土高原,十年九旱,是全国水资源缺短最严重的省份之一。全省多年平均降水量为 518 毫米。多年平均水资源总量仅 142 亿立方米,人均水资源占有量仅为全国平均占有量的 1/5,亩均水资源只有全国平均水平的 13.5%。我省的省情决定了灌溉事业在经济社会发展中占有极其重要的作用。目前,全省的农田灌溉面积已由建国初期的 379 万亩,发展到 1880 余万亩。其中,大中型灌区达 175 处,设计灌溉面积 1265 万亩,固定资产总值达 34 亿元。水地粮食产量已占到全省总产量的 2/3 以上。实践证明,水地不仅是全省农业增产的骨干,而且已成为灾年保命的根本。在水资源供需矛盾日益尖锐的情况下,持续巩固和提高农业灌溉效益是我省水利事业和经济社会可持续发展必须率先解决的课题。党的十五届三中全会提出“大力发展节水农业,把推广节水灌溉作为一项革命性措施来抓,大幅度提高水的利用率”。

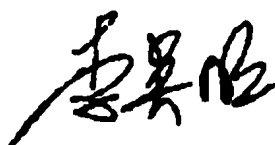
大力开展农业灌溉节水工程建设,研究和采取先进的高效灌溉技术,是实现水资源可持续利用和农业可持续发展的重要措施。从上世纪 50 年代开始,我省水利技术人员就坚持不懈地开展灌溉试验研究工作,积累了大量的田间用水技术试验资料,提出了充分供水的灌溉制度、非充分供水的节水效益性灌溉制度和田间灌水技术;针对我省水资源、气候和农业种植特点,提出了指导全省水利工程建设和节水灌溉管理的农业节水理论,为实施农业节水灌溉“总量控制、定额管理”提供了精确的科学依据,为合理开发全省水土资源,保护农田生态环境,促进农业可持续发展提供了有效的技术支撑。

为了更好地把这些研究的成果系统化、科学化、理论化,更好地推广应用并指导实践,山西省水利厅水利管理处组织山西省水利科学研究所和山西省中心灌溉试验站等单位有关人员,对近 20 多年来的灌溉试验研究成果进行了系统分析整理,编写了《山西农业节水理论与作物高效用水模式》一书。该书以农业高效用水为中心,以非充分灌溉理论和农田水土管理技术为重点,既含有作物用水的基础理论研究成果,又包括田间灌水的实用技术,内容十分丰富。该书的出版不仅可为全省水利工程规划设

计、节水工程建设和管理,以及水资源的合理评价提供有益的参考,而且在一定程度上丰富和发展了我国农田灌溉技术理论。

2003年,山西省委、省政府提出了今后着力建设“节水山西”的战略决策。农业灌溉作为用水大户,农业节水潜力巨大,节水发展任重道远。相信本书的出版,可以说是对“节水山西”建设的献礼,必将对全省农业高效用水和节水事业的发展起到积极的推动和促进作用。

山西省水利厅厅长

A stylized, handwritten signature in black ink, likely belonging to the official mentioned in the text.

2003年7月

前 言

多年来我省的灌溉试验工作为灌溉用水管理科学化、现代化积累了大量的、系统的、宝贵的资料,许多灌溉试验成果被教科书、省和国家重大项目研究以及一些科普专著所采用,获得了显著的社会效益和经济效益。为了更好地把这些研究成果系统化,更便于推广应用,为农田合理灌溉提供可靠依据,为节水灌溉提供理论基础,为实施农业灌溉的“总量控制,定额管理”提供科学的依据,我们对近二十多年来的灌溉试验研究成果进行了系统分析整理,编写了该书。

本书以为生产部门提供实用技术参考为主要目标,在注重系统性、理论性的同时,尽量多的列举了试验观测数据及其分析结果。并对现代新型灌溉技术和理论及其应用,进行了较为系统的介绍,提出了一些具有重要学术价值和生产实用价值的模型、方法和参数。本书中包含的主要内容有,冬小麦、玉米、棉花、高粱、谷子等几种主要作物在充分供水和非充分供水条件下的需水量与需水规律及其灌溉制度;二十六种蔬菜及其不同茬口组合下的需水量与灌溉制度;十八种作物二十六种间作套种组合种植模式的耗水量与耗水规律,十种组合种植模式的需水量与需水规律及其灌溉制度;不同地下水埋深条件下裸地和种植作物地的潜水蒸发规律研究,不同作物地下水利用量及其灌溉制度的研究;地下水浅埋区土壤水盐运行规律、水盐生产函数及其在制定作物咸水灌溉决策计划中的应用;地膜覆盖与秸秆覆盖节水增产增效型灌溉技术和储水灌溉技术等。

书中的研究成果包含了广大灌溉试验研究人员的辛勤劳动,特向他们表示诚挚的敬意。也向关心和支持,并为我省灌溉试验工作的发展做出了重要贡献的老一辈专家表示衷心感谢,向一直给予我省灌溉试验工作大力支持的历任有关领导表示衷心感谢。书中引用了由山西省永济市水利局王仲熊、山西省运城地区水利局孙新忠、段中锁等完成的《咸水灌溉及水盐动态模型的研究与应用》成果中部分内容,在此向他们表示衷心感谢。武朝宝、杨丽霞和梁艳芳等同志参加了部分章节的校稿和打印,在此一并向他们表示感谢。

对于书中缺点、错误,恳请广大读者给予批评指正。

编著者

2003年1月7日

目 录

序 言	李英明
前 言	
第一章 概况	(1)
第一节 自然地理概况	(1)
第二节 地形地貌概况	(1)
第三节 气候	(2)
一、气温	(2)
二、降水	(2)
三、蒸发	(8)
四、干旱指数	(8)
第四节 水资源特点	(8)
一、水资源总量及地表水概况	(8)
二、地下水概况	(10)
三、用水概况	(12)
第五节 农业种植状况	(12)
一、农业种植分布	(12)
二、种植制度分区	(12)
第六节 灌溉工程供水状况	(13)
一、灌溉工程发展及现状	(13)
二、单位面积年灌溉次数	(14)
第七节 灌溉在农业生产中的地位和作用	(15)
第八节 山西省灌溉试验基本概况	(15)
一、全省灌溉试验站网分布情况	(16)
二、全省历年开展的试验研究项目	(17)
参考文献	(17)
第二章 作物需水量及田间水分转化关系	(18)
第一节 作物需水量的概念	(18)
一、作物需水量及几个相关的概念	(18)
二、作物需水量的影响因素	(18)
第二节 作物需水量的测试方法	(20)
一、作物需水量测定	(20)
二、旱作物农田潜水蒸发量测定	(24)
第三节 作物需水量试验结果与分析	(25)
一、粮食作物和棉花需水量	(25)
二、蔬菜作物需水量	(30)

三、结论·····	(33)
第四节 作物需水量的计算·····	(34)
一、惯用法·····	(34)
二、通过参考作物蒸发蒸腾量计算作物需水量·····	(35)
第五节 作物系数·····	(52)
一、由彭曼公式计算作物系数·····	(52)
二、由水面蒸发量法计算的需水系数 α 值·····	(56)
第六节 作物需水量与灌溉需水量等值线图·····	(61)
第七节 供水不足条件下作物蒸发蒸腾量的计算·····	(65)
一、不考虑根系层下界面水分通量时作物蒸发蒸腾量的计算·····	(65)
二、考虑根系层下界面水分通量时的作物蒸发蒸腾量计算·····	(80)
第八节 地下水对作物需水量的影响·····	(95)
一、处理设计与测坑建设·····	(95)
二、试验结果分析·····	(96)
参考文献·····	(98)
第三章 作物水分生产函数与非充分灌溉·····	(100)
第一节 作物水分生产函数概念·····	(100)
一、问题的提出·····	(100)
二、作物水分生产函数的基本概念·····	(100)
第二节 作物水分生产函数的形式与分类·····	(101)
一、作物水分生产函数的单因子模型·····	(101)
二、作物水分生产函数多因子模型·····	(109)
三、基于作物生长模拟模型的作物水分生产函数·····	(113)
第三节 作物水分生产函数模型及其检验·····	(115)
一、模型的基本概念·····	(115)
二、模型的类型·····	(115)
三、模型的作用·····	(116)
四、模型建立的主要过程·····	(117)
五、水分生产函数参数求解·····	(117)
第四节 主要农作物水分生产函数·····	(120)
一、作物产量与全生育期蒸发蒸腾量关系的研究·····	(120)
二、作物产量与阶段蒸发蒸腾量关系的研究·····	(121)
三、作物水分生产函数专项试验研究·····	(126)
第五节 作物水分生产函数在灌溉制度优化中的应用·····	(131)
一、田间蒸发蒸腾量的计算·····	(132)
二、动态规划分析的数学模型及其参数·····	(134)
三、举例·····	(135)
第六节 存在的问题及其研究进展与展望·····	(143)
一、作物水分生产函数建模中的问题·····	(143)

二、作物水分生产函数应用中的问题	(147)
三、作物水分生产函数研究进展与展望	(149)
第七节 非充分灌溉的基本概念	(151)
一、充分灌溉的基本概念	(151)
二、非充分灌溉的基本概念	(151)
三、非充分灌溉研究目的与主要研究内容	(152)
四、经济灌溉与有限灌溉	(152)
五、非充分灌溉的理论依据	(153)
参考文献	(155)
第四章 灌溉制度	(158)
第一节 充分供水的灌溉制度	(159)
一、粮食作物和棉花充分供水的灌溉制度	(159)
二、蔬菜灌溉制度	(164)
第二节 非充分灌溉条件下的灌溉制度	(166)
一、省水灌溉制度	(166)
二、经济用水灌溉制度	(167)
三、经济、省水和高产三种灌溉制度的比较	(171)
第三节 限额供水的灌溉制度	(173)
一、各类灌区配水方式和限额水平	(174)
二、不同限额供水灌溉制度的节水增产效果	(174)
三、限额供水灌溉制度制定的理论方法及其结果	(178)
四、灌溉制度各种制定方法的评述	(187)
第四节 群众灌溉技术经验总结	(188)
一、冬小麦灌溉技术经验	(188)
二、棉花灌溉技术经验	(189)
三、玉米灌溉技术经验	(191)
四、高粱灌溉技术经验	(192)
五、谷子灌溉技术经验	(193)
第五节 储水灌溉	(195)
一、储水灌溉的理论依据及其意义	(195)
二、储水灌溉的节水增产效果	(195)
三、播前储水灌溉	(196)
四、生育期储水灌溉	(198)
五、储水灌溉适宜的灌水时间和灌水定额	(198)
六、引洪灌溉	(200)
参考文献	(201)
第五章 立体种植农业高效灌溉技术	(202)
第一节 概述	(202)
一、立体种植的概念与主要形式	(202)

二、立体种植技术的发展	(204)
三、山西省开展立体种植灌溉试验基本情况	(206)
第二节 主要试验成果	(211)
一、试验的主要种植模式	(211)
二、立体种植耗水量及其水分生产效率	(217)
第三节 立体种植节水增产机理分析	(220)
一、节水机理	(220)
二、增产机理	(225)
第四节 立体种植的灌溉制度	(226)
一、间作套种组合种植形式的特点	(226)
二、立体种植灌溉制度制定的依据、原则与方法	(228)
三、间作套种组合种植形式灌溉制度的制定	(229)
第五节 田间灌水方法与要求	(239)
一、畦灌	(239)
二、节水型畦灌技术	(241)
三、沟灌	(243)
四、节水型沟灌技术	(244)
五、涌流灌溉	(244)
第六节 立体种植高效用水理论探讨	(245)
一、存在问题	(245)
二、几个关键问题的初步研究	(246)
三、实例	(248)
第七节 结论与建议	(250)
一、结论	(250)
二、建议	(253)
参考文献	(254)
第六章 咸水灌溉技术	(255)
第一节 国内外咸水灌溉研究动态	(255)
一、国外研究动态	(255)
二、国内研究动态	(256)
第二节 灌溉水水质及其指标	(257)
一、咸水概述	(257)
二、灌溉水水质及指标	(257)
三、灌溉水中离子态有害物质及其特性描述	(261)
四、灌溉水中的盐分组成与组合描述	(262)
第三节 浅层地下咸水分布与咸水灌溉试验	(264)
一、北方浅层咸水分布及特点	(264)
二、咸水的成因	(264)
三、咸水灌溉试验及方法	(265)

第四节 咸水灌溉试验及其主要成果	(265)
一、概况	(265)
二、试区地下咸水的分布与改造	(270)
三、咸水灌溉制度与灌溉技术	(288)
第五节 水盐动态模型的研究与应用	(307)
一、研究的方法和主要内容	(307)
二、试区的基本情况	(307)
三、咸水灌溉测坑试验	(310)
四、咸水灌溉中作物耐盐性指标研究	(313)
五、咸灌条件下的水盐变化动态与水盐生产函数	(321)
六、长系列水盐动态和产量的模拟	(326)
七、咸水灌溉的经济效益分析与开发利用策略	(333)
八、主要结论、建议及存在问题	(338)
参考文献	(340)
第七章 不同地下水埋深条件下作物潜水蒸发现律试验研究	(341)
第一节 农田潜水蒸发现律试验布置与测试方法	(341)
第二节 裸地条件下农田潜水蒸发现律及其模拟	(342)
一、裸地条件下潜水蒸发的动态变化规律	(342)
二、潜水蒸发量与潜水埋深的关系	(343)
三、大气蒸发能力对潜水蒸发的影响	(344)
四、降水对裸地潜水蒸发的影响	(344)
五、裸地潜水蒸发的计算公式	(345)
第三节 作物生长条件下农田潜水蒸发现律及其模拟	(346)
一、作物生长和裸地条件下潜水蒸发的对比分析	(346)
二、不同作物条件下潜水蒸发的变化规律	(347)
三、不同作物生长条件下全生育期累积潜水蒸发与埋深的关系	(348)
四、作物全生育期潜水蒸发量与降水量及大气蒸发能力之间的关系	(351)
五、作物全生育期潜水蒸发量与地下水埋深和大气蒸发能力之间的关系	(351)
第四节 考虑地下水埋深、气象因子和作物影响的潜水蒸发模型	(352)
一、潜水蒸发的经验模型及其检验	(353)
二、潜水蒸发计算的理论模型及其检验	(356)
第五节 不同地下水埋深条件下作物对地下水的利用量	(361)
第六节 动水位条件下汾河灌区潜水蒸发总量计算公式	(362)
一、区域潜水蒸发总量计算的理论模型	(362)
二、模型的离散化处理	(363)
三、汾河灌区潜水蒸发总量的计算	(363)
参考文献	(363)

第八章 有地下水补给条件下的作物需水量与灌溉制度	(364)
第一节 不同地下水埋深条件下的作物需水规律	(364)
一、不同地下水埋深条件下冬小麦需水量的变化	(364)
二、不同地下水埋深条件下玉米需水量的变化	(366)
第二节 地下水埋深对作物产量和蒸发蒸腾量的影响	(368)
一、不同地下水埋深对作物生长和产量构成的影响	(369)
二、不同地下水埋深条件下作物水分生产效率的变化	(370)
三、不同地下水埋深条件下作物系数的变化	(371)
第三节 不同地下水埋深条件下的作物灌溉制度	(374)
一、不同地下水埋深条件下冬小麦丰水高产型灌溉制度	(375)
二、不同地下水埋深条件下玉米丰水高产型灌溉制度	(377)
三、水量有限条件下的作物非充分灌溉制度	(379)
四、小结	(382)
参考文献	(382)
第九章 农田覆盖节水灌溉技术	(384)
第一节 秸秆覆盖节水灌溉技术	(384)
一、秸秆覆盖节水增产机理	(384)
二、秸秆覆盖作物的耗水规律	(386)
三、秸秆覆盖节水增产效果	(386)
四、秸秆覆盖效益评价	(388)
五、农田秸秆覆盖的技术要求和亟待研究解决的问题	(389)
第二节 地膜覆盖节水灌溉技术	(390)
一、我国地膜覆盖栽培技术的引进与推广	(390)
二、冬小麦地膜覆盖节水灌溉技术	(391)
三、玉米地膜覆盖节水灌溉技术	(400)
四、棉花地膜覆盖节水灌溉技术	(405)
参考文献	(417)

第一章 概 况

第一节 自然地理概况

山西省位于我国北方阴山山脉和秦岭之间,华北平原西侧的黄土高原区。东及东南以太行山脉与河北、河南省为邻,西及西南隔黄河与陕西、河南省相望,北界外长城与内蒙古自治区接壤。南起北纬 $34^{\circ}75'$,北抵北纬 $40^{\circ}43'$;西自东经 $110^{\circ}14'$,东至东经 $114^{\circ}33'$ 。南北长约 550km,东西宽约 290 km,呈北东—南西狭长的平行四边形分布。全省国土面积 15.63 万 km^2 ,其中耕地面积 434.19 万 hm^2 ,占全省国土总面积的 23.6%;实有森林面积 270.13 万 hm^2 ,占全省国土总面积的 17.3%。2001 年全省人口 3279.6 万人,约为全国人口的 2.5%。其中城镇人口 1147.9 万人,乡村 2131.7 万人。全省共辖一个专区、10 个省辖市、119 个县(市、区)。

第二节 地形地貌概况

山西境内地形比较复杂,山地、高原、丘陵、台地、盆地平原等均有分布。山丘区面积占全省总面积的 80% 以上,因此,总体上山西呈现山地高原地形地貌特征,东北高、西南低,地形高低起伏悬殊。最高点五台山叶斗峰海拔 3058m,最低点垣曲县的黄河谷地,海拔 245m,相对高差 2813m。山西地形大体可分为三大部分:东部山地、西部高原山地和中部断陷盆地,这种东、西及南部太行山脉、吕梁山脉、中条山脉隆起,挟持中部断陷盆地的地形构架,形成山西地高水低自产外流型产流特征(仅与内蒙古接壤处有少量入境水);吕梁山西侧入黄河支流坡陡流急,太行山东侧径流外泄,低水高用不利开发;中部断陷盆地径流汇聚有利开发等基本特征。

东部山地分布于本省境东部及东南部,以太行山脉为主,自北而南有恒山、五台山、系舟山、太岳山、中条山。除太行山、太岳山呈近南北向走向外,其他诸山均为北东—南西走向,海拔在 1500m 以上,且多为东坡陡峻,西坡宽缓。恒山主峰(北岳)为我国五岳之一,五台山为我国四大佛教圣地之一,在地貌上为变质岩断块高中山及中山。在上述山地间还有一系列山间小盆地,如广灵、灵丘、孟县、长治、晋城等盆地分布。东部及东南部分布大面积的碳酸盐岩,多呈溶蚀侵蚀中山或低中山地貌。河流深切,形成两岸陡峭的岩溶干谷,娘子关等岩溶大泉于边境出露在河谷中。太行山西侧,除霍山为变质岩剥蚀构造断块高中山外,大部分为中生界砂页岩地层覆盖的剥蚀侵蚀中山或中低山。

西部高原山地分布于省境西部和西北部,以吕梁山脉为骨干,总体呈南北向分布。但其以北的云中山、芦芽山、管涔山、洪涛山则呈北东—南西向走向。吕梁山脉主峰关帝山海拔 2830m,一般山峰海拔亦在 1500m 以上。地貌上西部分水岭地带以变质岩、碎屑岩为主的剥蚀构造断块高中山。吕梁山脉以西至黄河谷地之间的黄土高原面积约 3.1 万 km^2 ,海拔在 800 ~ 1400m。由北至南属堆积侵蚀地貌型的梁状黄土丘陵、梁峁状黄土丘陵和破碎黄土塬。兴县—中阳一带高出黄河谷地 300 ~ 600m,隰县—乡宁一带高出黄河谷地 400 ~ 500m。黄土覆盖厚

度 10~100m,沟壑纵横,地形破碎,坡陡流急,为山西省水土流失最严重地区。惟南部汾河与涑水河之间的黄土塬(峨嵋台地)地貌保留较完整。

中部为呈舒缓拉伸的 S 形且不对称的新生代断陷盆地。各盆地周边以断裂为界,分布不连续和不对称的黄土台丘。盆地边缘为洪积扇、洪积倾斜平原,向中心为冲积平原或湖积平原。地势平坦,土壤肥沃。地表水、地下水由两侧山区向盆地径流汇聚,为山西省水资源相对丰富的主要开发区。由北而南依次为阳高盆地、大同盆地、忻定盆地、太原盆地、临汾盆地和运城盆地。各盆地面积、高程见表 1-1。

表 1-1 山西省各盆地面积及高程

盆地名称	分布面积(km ²)	海拔高程(m)	盆地名称	分布面积(km ²)	海拔高程(m)
阳高盆地	1206	1050~990	太原盆地	4822	900~700
大同盆地	6631	1200~1000	临汾盆地	4686	600~400
忻定盆地	2853	950~700	运城盆地	4703	500~350

第三节 气 候

山西属中纬度大陆性季风气候。按全国气候带划分,中南部属暖温带,内长城以北属温带。水汽主要来源于太平洋和印度洋。由于受恒山、太行山、中条山及吕梁山环绕、阻隔,使水汽环流受到影响。山西气候特点总的来说是,春季干旱多风,升温快,蒸发强;夏季降水集中,雨热同步;秋季降水骤减,降温迅速;冬季降水稀少,寒冷干燥。四季分明,光热资源比较丰富。水分资源不足,气象灾害多,“十年九旱,旱涝交错”。

一、气温

山西气温的分布与变化受地理纬度、太阳辐射和地形等条件的综合影响。气温比同纬度的华北平原偏低。全省绝大部分地区年平均气温为 4~13℃,气温稳定在 0℃以上的总积温为 2500~5100℃,无霜期一般为 80~205 天。气温、积温与无霜期的分布,均呈由南向北,由盆地向山区递减的规律,详见图 1-1,图 1-2 和图 1-3。山西的温度条件,可以满足温带植物正常生长发育的需要。

一年中最低气温出现在 1 月,介于 -2~-15℃之间,极端最低气温为 -44.8℃(1958 年 1 月五台山顶)。最高气温出现在 7 月,介于 25~33℃之间,极端最高气温为 42.7℃(1966 年 6 月运城)。气温年较差大,一般为 29~36℃,最大年较差高达 52~66℃。

太阳光能是植物进行光合作用的能量源泉。山西光能资源比较丰富,全年实际日照时数为 2200~2950 小时,日照百分率为 51%~67%,年总辐射量(502~607)×10³J/cm²。

二、降水

山西降水量大部分地区介于 400~650mm 之间。多年平均降水量(1956~1993 年共 38 年系列均值,下同)为 515.7mm。500mm 等雨量线从东北繁峙馒头山到西南石楼县的西山,成斜交分布。降水量分布呈由东南向西北递减的趋势,但与地形高程有密切关系。以五台山 920mm 为最大,大同市艾庄 356mm 最小,详见图 1-4。由于夏季风带来的暖湿气流是形成山

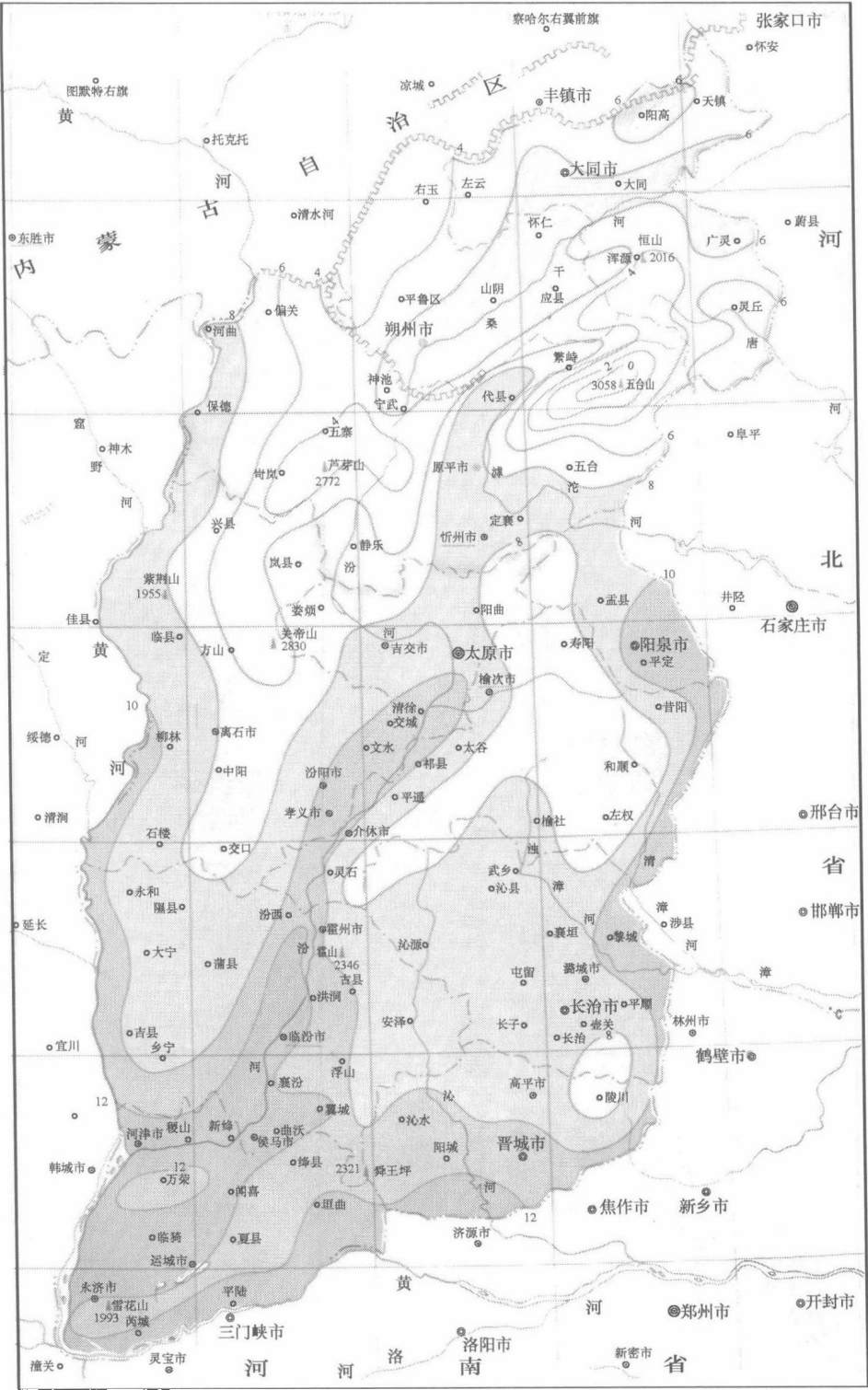


图 1-1 年平均气温(℃)等值线图