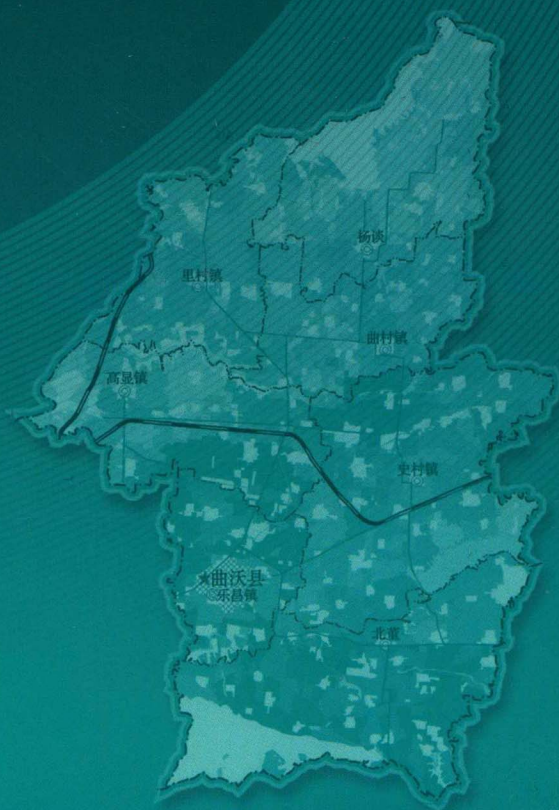


曲沃县

耕地地力评价与利用

QUWOXIAN GENGDI DILI PINGJIA YU LIYONG

雷振宇 主编



 中国农业出版社

曲沃县

耕地地力评价与利用

雷震宇 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

曲沃县耕地地力评价与利用 / 雷震宇主编. —北京:
中国农业出版社, 2014. 2

ISBN 978 - 7 - 109 - 18619 - 4

I. ①曲… II. ①雷… III. ①耕作土壤—土壤肥力—
土壤调查—曲沃县②耕作土壤—土壤评价—曲沃县 IV.
①S159. 225. 4②S158

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 277228 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 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 5 月第 1 版 2015 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 9.25 插页: 1

字数: 230 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)

本书是对山西省曲沃县耕地地力调查与评价成果的集中反映。是在充分应用“3S”技术进行耕地地力调查并应用模糊数学方法进行成果评价的基础上,首次对曲沃县耕地资源历史、现状及问题进行了分析、探讨,并应用大量调查分析数据对曲沃县耕地地力、中低产田地力、耕地环境质量和果园状况等做了深入细致的分析。揭示了曲沃县耕地资源的本质及目前存在的问题,提出了耕地资源合理改良利用意见,为各级农业科技工作者、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、无公害农产品基地建设步伐,保证粮食生产安全,科学施肥,退耕还林还草,进行节水农业、生态农业以及农业现代化、信息化建设提供了科学依据。

本书共八章。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:耕地土壤环境质量评价;第六章:中低产田类型分布及改良利用;第七章:耕地地力评价与测土配方施肥;第八章:耕地地力调查与质量评价的应用研究。

本书适宜农业、土肥科技工作者以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：雷震宇

副 主 编：高艳云 刘玉萍 巨和平

编写人员（按姓名笔画排序）：

于冬慧	卫志云	王慧杰	巨和平	史先进
兰晓庆	刘玉萍	刘建军	李巧俊	李连科
李怀义	杨晓东	张 海	张立军	张君伟
张集才	陈小叶	陈安云	赵者叶	赵建明
侯红兵	贺玉柱	高艳云	雷 震	雷震宇

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，2008年在农业部精心组织和部署下，曲沃县成为第四批测土配方施肥县。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、山西农业大学资源环境学院、临汾市土壤肥料工作站、曲沃县农业技术推广中心广大科技人员的共同努力下，2010年完成了曲沃县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，摸清了曲沃县耕地地力状况，查清了影响当地农业生产持续发展的主要制约因素，建立了曲沃县耕地地力评价体系，提出了曲沃县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，初步构建了曲沃县耕地资源信息管理系统。这些成果为全面提高曲沃县农业生产水平，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最基础的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，分析研究了曲沃县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，该书的出版将对曲沃县耕地的培肥和保养、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。



2013 年 10 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，山西省曲沃县先后开展了两次土壤普查。两次土壤普查工作的开展，为曲沃县国土资源的综合利用、施肥制度改革、粮食生产安全做了重大贡献。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，产生了诸多如耕地数量锐减、土壤退化污染、次生盐渍化、水土流失等问题。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。

曲沃县耕地地力评价工作，于 2008 年 6 月开始到 2010 年 11 月结束，完成了曲沃县 5 镇、2 乡、158 个行政村的 38 万亩耕地的调查与评价任务。3 年共采集土样 5 150 个、蔬菜地土样 50 个，并调查访问了 600 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 5 150 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；基本查清了曲沃县耕地地力、土壤养分、土壤障碍因素状况，划定了曲沃县农产品种植区域；建立了较为完善的、可操作性强的、科技含量高的曲沃县耕地地力评价体系，并充分应用 GIS、GPS 技术初步构筑了曲沃县耕地资源信息管理系统；提出了曲沃县耕地保护、地力培肥、耕地适宜种植、科学施肥及土壤退化修复办法等；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，在全面总结曲沃县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曲沃县耕地资源类型、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作站、山西农业大学资源环境学院、临汾市土壤肥料工作站、曲沃县农业技术推广中心的技术人员的热忱帮助和支持，特别是曲沃县农业技术推广中心的技术人员在土样采集、农户调查、数据库建设等方面做了大量的工作。参与野外调查和数据处理的工作人员有巨和平、张海、李怀义、高艳云、刘玉萍、李巧俊、卫志云、钱玉秀、杨晓东、雷震、魏爱红、侯红兵、雷永安、刘建军、巩军舰、李雅洪、陈小叶、张集才、王秀珍、于冬慧、李新民、孙国良、常慧云、李敏、胡春萍、常春英、赵爱琴、张丽、张晓香、陈安云、文金保。土样分析化验工作由曲沃县土壤肥料工作化实验室完成，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协助完成，野外调查、室内数据汇总、图文资料收集和文字编写工作由曲沃县农业技术推广中心完成，在此一并致谢。

编 者

2013年11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、历史源流、地理位置与行政区划	1
二、土地资源概况	2
三、农村经济概况	4
第二节 农业生产概况	4
一、农业发展历史	4
二、农业发展现状与问题	5
第三节 耕地利用与保养管理	6
一、主要耕作方式及影响	6
二、耕地利用现状，生产管理及效益	6
三、施肥现状与耕地养分演变	7
四、农田环境质量与历史变迁	7
五、耕地利用与保养管理简要回顾	7
第二章 耕地地力调查与质量评价的内容与方法	8
第一节 工作准备	8
一、组织准备	8
二、物质准备	8
三、技术准备	8
四、资料准备	9
第二节 室内预研究	9
一、确定采样点位	9
二、确定采样方法	10
三、确定调查内容	10
四、确定分析项目和方法	11
五、确定技术路线	11

第三节 野外调查及质量控制	12
一、调查方法	12
二、调查内容	12
三、采样数量	14
四、采样控制	14
第四节 样品分析及质量控制	14
一、分析项目及方法	14
二、分析测试质量控制	15
第五节 评价依据、方法及评价标准体系的建立	18
一、评价原则依据	18
二、评价方法及流程	20
三、评价标准体系建立	22
第六节 耕地资源管理信息系统建立	25
一、耕地资源管理信息系统的总体设计	25
二、资料收集与整理	27
三、属性数据库建立	28
四、空间数据库建立	32
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	36
第一节 耕地土壤类型	36
一、土壤类型及分布	36
二、土壤类型特征及主要生产性能	36
第二节 有机质及大量元素	48
一、含量与分布	49
二、分级论述	54
第三节 中量元素	58
一、含量与分布	58
二、分级论述	60
第四节 微量元素	60
一、含量与分布	61
二、分级论述	65
第五节 其他理化性状	67
一、土壤 pH	67
二、耕层质地	68
三、土体构型	69
四、土壤结构	69
第六节 耕地土壤属性综述与养分动态变化	69

一、耕地土壤属性综述	69
二、有机质及大量元素的演变	70
第四章 耕地地力评价	71
第一节 耕地地力分级	71
一、面积统计	71
二、地域分布	71
第二节 耕地地力等级分布	71
一、一级地	71
二、二级地	72
三、三级地	73
四、四级地	74
五、五级地	75
第五章 耕地土壤环境质量评价	77
一、肥料对农田的影响	77
二、农药对农田的影响	79
第六章 中低产田类型分布及改良利用	80
第一节 中低产田类型及分布	80
一、盐碱耕地型	80
二、干旱灌溉型	80
三、瘠薄培肥型	81
第二节 生产性能及存在问题	81
一、盐碱耕地型	81
二、干旱灌溉型	81
三、瘠薄培肥型	82
第三节 改良利用措施	82
一、盐碱耕地型中低产田的改良利用	83
二、干旱灌溉改良型中低产田的改良利用	83
三、瘠薄培肥型中低产田的改良利用	83
第七章 耕地地力评价与测土配方施肥	84
第一节 测土配方施肥的原理与方法	84
一、测土配方施肥的含义	84
二、应用前景	84
三、测土配方施肥的依据	85
四、测土配方施肥确定施肥量的基本方法	86

第二节 主要作物测土配方施肥技术	88
一、小麦施肥技术	89
二、玉米科学施肥指导意见	92
三、苹果科学施肥指导意见	95
四、葡萄科学施肥指导意见	96
五、桃科学施肥指导意见	97
六、大蒜科学施肥指导意见	97
七、白萝卜科学施肥指导意见	98
八、设施西葫芦科学施肥指导意见	99
九、设施番茄科学施肥指导意见	100
十、设施黄瓜科学施肥指导意见	101
 第八章 耕地地力调查与质量评价的应用研究	102
第一节 耕地资源合理配置研究	102
一、耕地数量与人口发展现状分析	102
二、耕地地力与粮食生产能力现状分析	102
三、合理配置耕地资源	103
第二节 耕地地力建设与土壤改良利用对策	104
一、耕地地力现状	104
二、存在主要问题及原因分析	104
三、耕地培肥与改良利用对策	105
第三节 农业结构调整与适宜性种植	105
一、农业结构调整的原则	106
二、农业结构调整的依据	106
三、种植业分区建议	106
四、农业远景发展规划	107
第四节 耕地质量管理对策	107
一、建立依法管理体制	107
二、建立和完善耕地质量监测网络	108
三、国家惠农政策与耕地质量管理	108
四、加强农业综合技术培训	109
第五节 耕地资源管理信息系统的应用	109
一、领导决策依据	110
二、动态资料更新	110
三、耕地资源合理配置	111
四、科学施肥体系与灌溉制度的建立	112
五、信息发布与咨询	113
第六节 曲沃县无公害普通大白菜生产操作规程	113
第七节 曲沃县无公害白萝卜生产操作规程	115
第八节 曲沃县无公害番茄生产操作规程	116
第九节 曲沃县无公害葡萄生产操作规程	118

附录	121
附录 1 施标准化生产的对策	121
附录 2 测土配方施肥技术总结专题报告之一	123
附录 3 曲沃县测土配方施肥专题报告之二	125
附录 4 曲沃县测土配方施肥专题报告之三	127

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、历史源流、地理位置与行政区划

曲沃之名，始于西周初期。秦汉为绛县，东汉改绛县，北魏太和十一年（487）置曲沃县，县名自此历代无更动，当时县址设“曲沃古城”（今县城西南 1 千米处）；北周建德六年（577），浍水冲毁县城南部，县址移于乐昌堡（今县城南 1 千米安吉村）；隋开皇十年（590），浍水再次冲毁县城南部，徙址新城（今县城）。曲沃为古晋国建都之地，早在公元前约 900 年时，西周晋成侯即迁都曲沃，历成、历、靖、僖、献 5 世。周平王二十六年（公元前 745 年），晋昭侯封桓叔于曲沃，号称“沃国”，传三世至武公，灭晋自代，定都曲沃。

曲沃，人文历史积淀丰厚，源远流长，中国第一部诗歌总集——《诗经》，其中相当的篇幅，即产生于此。自宋至清，有据可查的进士就达百余人之多。其中卫周祚，历任康熙年间吏、户、刑、工四部尚书，保和殿大学士，太子太师。曾主持修订了《大清律》。曲沃县地处山西省南部，临汾市南端，境内北有太行山余脉塔儿山，南有中条山支脉紫金山。北部和襄汾县以塔儿山为界，南面隔紫金山同绛县为邻，西北与襄汾县隔河相望，西南与侯马市紧相毗连，东与东南同翼城县、绛县接壤。全县南北长 29.5 千米，东西宽 15.4 千米，总面积 437 千米²，地理坐标为北纬 35°33′~35°52′，东经 111°22′~111°37′。全县最高海拔为 1 420 米，最低海拔为 400 米。

全县共辖 5 镇 2 乡，158 个行政村，2008 年末农户 4.1 万户，全县总人口 23.1 万人，其中农业人口 19.6 万人，占总人口的 82.3%。详细情况见表 1-1。

表 1-1 曲沃县行政区划与人口情况

乡（镇）	总人口（人）	村民委员会（个）	村民小组	自然村（个）
乐昌镇	25 994	15		
史村镇	42 107	35		
曲村镇	25 102	21		
高显镇	26 485	21		
里村镇	18 300	15		
北董乡	36 879	34		
杨谈乡	21 600	17		
城镇居民	34 533			
总计	231 000	158		

二、土地资源概况

据 2008 年统计资料显示,曲沃县国土总面积为 437.3 千米² (折合 65.65 万亩^①),其中,耕地面积 38 万亩。在耕地中水浇地 25 万亩,占总耕地面积的 65.8%;旱地面积 13 万亩,占已利用土地面积的 34.2%。

(一) 地形地貌

曲沃县地形地貌是东高西低,由东向西逐渐倾斜,南北两山对峙,构成了全县天然屏障。正如古人所述“曲沃沃地,簸箕其形”。两山之间分布有大小河流,中小垣地,登高遥望则山川河流昌东西走向,垣川阶地绿水相伴。全县地貌类型可分为低山丘陵区、黄土垣地区、山前倾斜平原、湖积平原、现代河谷等五个主要单元。

低山丘陵区包括南部紫金山和北部塔儿山。紫金山海拔 500~1 000 米,相对高差 600 米。西部为花岗片麻岩,中部为石灰岩,夹有少量的砂页岩,东部是黄土丘陵,石质山顶部有成片的黄土覆盖层,大部分被耕种。北部塔儿山海拔在 700~1 420 米,相对高差 800 米,表层以闪长岩为主,夹有少量的石灰岩,西部是以低山相接的黄土丘陵。

黄土垣地包括北董垣、史村垣、北白集垣。北董垣由浍河和黑河切割而成,史村垣由浍河和湫河切割而成,北白集垣由湫河切割而成。

山前倾斜平原包括特色塔儿山山前倾斜平原和紫金山山前倾斜平原,塔儿山山前倾斜平原北高南低,东高西低,冲沟皆自南北向发育,谷峡沟深,多呈“V”形沟谷,倾斜平原上部坡度较大,下部地形变缓,沟谷趋减。紫金山山前倾斜平原南高北低,西高东低,西部南北向沟谷发育,谷峡沟深,冲沟中多以砾石堆积。

平川区主要分布于海拔 500 米以下,包括太子滩、史村北部和曲村大部、乐昌镇大部以及汾河滩。太子滩和曲村、西常平原区为一封闭沼泽化湖积平原,乐昌镇和汾河滩为汾河一级、二级阶地。

现代河谷区主要是湫河河谷和浍河河谷。湫河河谷东西切割曲村、西常湖积平原,河谷两岸较对称。浍河河谷,由于深部断层影响,形成现代不对称河谷。浍河北岸地形低平,坡度较缓,南岸岸壁直立,如刀切斧劈,垂直高度 100 多米。黑河南岸地形尤为平缓,其北岸岸壁陡峭,黄土直立。

地形是影响土壤和环境之间进行物质和能量交换的主要条件之一,直接影响着气候、植被、侵蚀程度,并使水、热在地表进行再分配。从而影响土壤中所进行的化学和生物作用的方向及速度。

曲沃县塔儿山 1 400 米高处,由于降水和空气湿度相对较大,地面绿色植被较好,因而淋溶作用较强,故成为淋溶褐土。而 1 400 米以下,则植被稀疏,侵蚀强烈,致使该土壤长期处于幼年阶段,从而形成了以闪长岩母质为代表的粗骨性山地褐土。

史村、北董、北白集三大垣的周围的沟坡地,由于侵蚀沉积频繁,使土壤很难发育成完善的剖面;倾斜平原的上部,由于坡度大,侵蚀重,则无黏化层,形成褐土性土。中部

^① 亩为非法定计量单位,1 亩=1/15 公顷。考虑基层读者的阅读习惯,本书“亩”仍予保留。——编者注

由于坡度小，侵蚀轻，成土时间较长，则剖面发育完整，成为碳酸盐褐土。

（二）水文

境内主要河流有：湟河、浍河，均自东向西注入汾河，皆为季节性河流。除上述两河外还有浍河支流——黑河，黑河的支流——天河。天河以紫金山沸泉水为其源，随季节而不同，流量大小有异。

另外，在史村镇东海村有东海温泉，水温 $28\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，泉水出自奥陶系灰岩，泉水流量 $0.116\text{ 米}^3/\text{秒}$ 。

在乐昌镇席村有太子滩温泉，水温 $46\sim 48^{\circ}\text{C}$ ，流量 $0.83\text{ 米}^3/\text{秒}$ ，用于洗浴和农田灌溉等。

高显镇热水自流井，位于高显村南，水温 37°C ，流量 $9\text{ 升}/\text{秒}$ ，目前用于洗浴、养鱼及农田灌溉。

汾阴热水自流井，位于汾阴村东的汾阴农场附近，水温 38°C ，流量 $19.07\text{ 升}/\text{秒}$ ，目前用于洗浴、农田灌溉和人畜饮用。不同情况的地表水和地下水对全县土壤形成过程都起着不同的影响，汾河、浍河的一级阶地，土壤受地下水影响，具备草甸化过程，形成草甸土，到二级阶地及垣地，水位下移，土壤在成土过程中，受地下水影响越来越小，主要受地带性气候的影响，形成碳酸盐褐土。太子滩和海头温泉灌区，水位高，土壤受地下水影响，具备草甸化过程，形成了草甸土。

（三）气候

曲沃县地处典型的暖温带大陆性季风气候区，气候温和，四季分明。具有春季风大、雨少，冬夏温差悬殊，夏季最高气温 39.7°C ，冬季最低气温 -21.2°C ，最大年温差 60.9°C ，年平均气温 12.6°C ，平均无霜期为 185 天，多年平均降水量 518 毫米，最大降水量 874.1 毫米，最小年降水量 329.1 毫米，降水量多集中在 7、8、9 三个月，占全年降水量 49% 以上。水量分布不平衡，东南偏多，西北偏少。最大风力 6 级，年平均风力 2.6 级。最大冻土层深 56 厘米。结冰期为 12 月 13 日至翌年 1 月 12 日，解冻期为 1 月 26 日至 2 月 24 日。年平均蒸发量最高达 1 763.6 毫米，是年降水量的 3 倍。

气候因素直接影响着成土过程中的水热状况，水分和热量不仅直接和间接的影响着母质的风化过程，而且制约着土壤中有机的合成与分解，同时还控制着植物和微生物的生长与繁殖。因此，气候因素是影响土壤成土过程的方向和强度的基本因素之一。

曲沃县属于暖温带大陆性季风气候，冷暖干湿季节十分明显。7 月、8 月、9 月这 3 个月，高温多雨，植物生长茂盛，土壤中生物化学作用强烈进行。同时土体中水分充足，下渗水处于优势，淋溶沉积作用加强，土壤中次生矿物在一定部位发生沉积，从而形成具有曲沃县特色的地带性土壤——碳酸盐褐土。冬春季节，低温少雨，气候干燥，土体中生物化学作用缓慢进行，蒸发量大于降水量，其土体中上行水处于优势，在曲沃县地下水补给充足的地区，形成了盐化草甸土及盐土等隐域性土壤。

（四）成土母质

母质是土壤形成的物质基础，母质的种类不同，不但直接影响着成土过程的速度和性状，有时往往在同一生物气候带内，在很大程度上影响甚至改变了原来土壤形成发育方向。