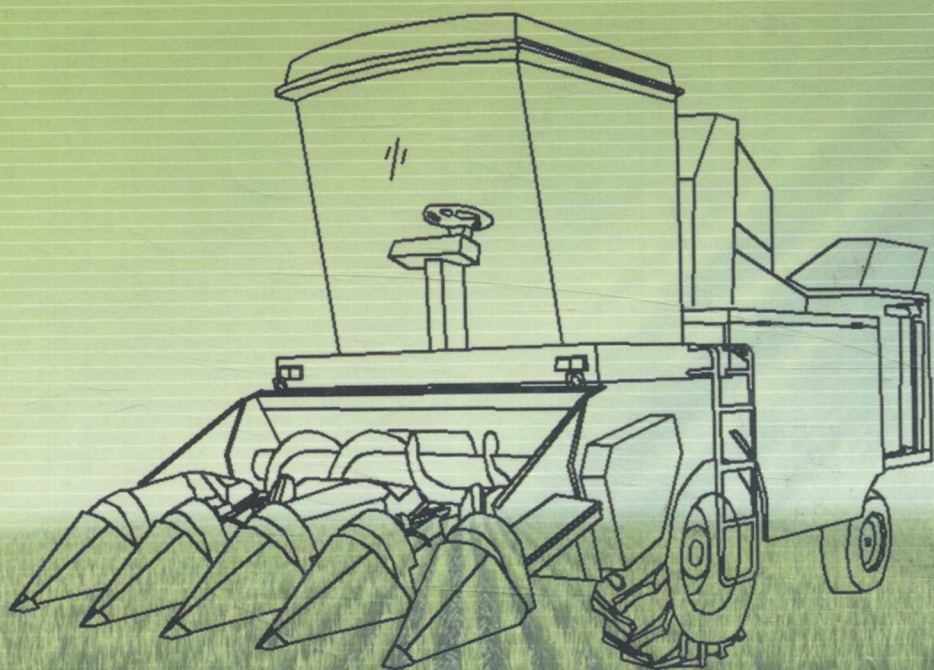


玉米全价值收获 关键技术与装备

陈 志 编著



科学出版社

玉米全价值收获关键技术与装备

陈 志 编著



科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

玉米现已成为我国第一大粮食作物,但是玉米籽实和秸秆收获机械化一直是我国农机化发展的薄弱环节和瓶颈技术。本书以玉米植株全价值收获技术思想为指引,在对国内外玉米收获机械化发展情况梳理的基础上,围绕玉米果穗、籽粒、秸秆及青贮机械化收获工艺,详细介绍了果穗收获、摘穗、果穗剥皮、脱粒分离、籽粒清选、玉米秸秆调质、打捆及青贮收获等各环节的工作原理及装置设计,对玉米植株收获全价值机械化装备技术做了全面而深入的介绍,特别介绍了针对我国不同种植模式所做的积极探索,如可实现不分行收获的拨禾星轮式玉米收获台、先割后摘式穗茎兼收型玉米收获台、背负式玉米收获机、小2行自走式玉米收获机以及综合摘穗、排杂装置等,形成了较为完整的我国玉米植株全价值收获机械化装备技术体系。

本书可供玉米收获机械装备领域从事科研、设计、生产的工程技术人员阅读,也可供从事玉米生产机械化教学、研究的工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

玉米全价值收获关键技术与装备/陈志编著. —北京:科学出版社,2014
ISBN 978-7-03-042347-4

I. ①玉… II. ①陈… III. ①玉米收获机 IV. ①S225.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 253923 号

责任编辑:姚庆爽 / 责任校对:郭瑞芝

责任印制:肖 兴 / 封面设计:陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年1月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2015年1月第一次印刷 印张:20 插页:8

字数:400 000

定价:120.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

玉米是全球种植范围最广、产量最大的谷类作物之一。我国是玉米生产和消费大国,播种面积、总产量和消费量仅次于美国,均居世界第二位。随着工业化、城镇化快速发展和人民生活水平不断提高,我国已进入玉米消费快速增长阶段。从未来发展看,玉米将是我国需求增长最快、也将是增产潜力最大的粮食品种。抓好玉米生产,加快玉米发展,保持玉米基本自给,是确保国家食品安全的关键。

我国玉米区域生态和生产条件差异很大,受不同地域玉米种植农艺特别是种植行距差异的限制,玉米收获机械的功能需求也呈现出多样化,因而增加了玉米收获机械化的实施难度,玉米收获已成为玉米生产全程机械化的“瓶颈”。以人工作业为主的玉米收获方式作业环境差、作业效率低且劳动强度大,劳动量约占整个玉米生产的55%以上,已不能满足现代农业和新农村建设的需求。机械化收获已经成为推进我国玉米产业健康发展的重要因素。

近年来,随着农业劳动力价格的大幅度攀升,在主要生产环节用机械替代人畜力作业的呼声越来越高,加之国家各项支农惠农政策的支持,特别是农机购置补贴政策将玉米收获机列为重点补贴机型,形成了市场的刚性需求。玉米机收率快速提高,市场的飞跃式增长极大地促进了行业科研的发展,相关企业、高校和科研单位在玉米收获机械新技术、新结构和新装置方面做了大量的创新研究工作。一改我国农业机械装备普遍以参考国外产品进行研学仿制的基本发展模式,迅速建立了国内特有的玉米收获技术体系。

陈志研究员长期从事农业机械化技术与装备研究,他率领的科研团队为充分发挥玉米作为粮食、饲料、能源和工业原料的多重功能需要,首次提出了玉米植株全价值利用的理念,突破玉米籽实与秸秆收获机械技术瓶颈,进行了具有自主知识产权产品技术的研发与集成。特别是首创基于人工收获手指动作仿真的三点动态扶持单株有序导入的不分行玉米收获技术,以及圆盘式无支撑低茬切割的玉米青饲收获技术、玉米秸秆调质、捡拾打捆技术等,大大提升了我国玉米籽实与秸秆收获装备技术水平,提升了我国玉米生产机械化水平,为保障我国食物安全和农业可持续发展作出了积极贡献。

该书以玉米植株全价值收获技术思想为指引,在对国内外玉米收获机械化发展情况梳理的基础上,全面而深入地介绍了玉米果穗、籽粒、秸秆及青贮机械化收

获装备,详细分析了各工艺环节的工作原理及装置设计,特别介绍了针对我国玉米不同种植模式所做的积极探索,形成了完整的玉米植株全价值收获机械化装备技术体系。

该书内容丰富,实用性强,对于从事该领域的科研、工程技术人员具有重要的参考意义。

罗锡文

2014年8月

前 言

民以食为天,食以粮为源。玉米作为兼具粮、经、饲、能等多元属性的重要战略物资,玉米生产对于确保国家粮食安全,发展畜牧业,拉动相关产业,增加农民收入至关重要。从产量上看,玉米已经成为国内第一大粮食作物;籽实方面,玉米是我国第一大饲料作物;秸秆方面,玉米是我国第一大秸秆来源,其全价值利用的特点决定了机械化收获技术的复杂性和装备的多样性。

对玉米植株全价值收获关键技术和装备开展的系列研究工作进行梳理,提高对玉米全价值收获机械化的认识,进一步推动玉米全程机械化发展是本书的撰写目的。本书共6章,具体安排如下:

第1章概论。在介绍玉米生产和消费情况的基础上,对国内外玉米收获的技术模式进行了分析,介绍了国内外玉米收获机械化发展情况,详实地阐述了我国玉米收获机械化发展历程及玉米收获机械化技术发展现状,并对我国玉米收获机械的发展趋势和技术装备发展方向进行了描述。

第2章玉米果穗收获。目前我国普遍采用“摘穗-剥皮-秸秆粉碎还田”的收获工艺,收获机械机型繁多,但核心工作部件工作原理与结构型式大同小异。该章介绍了玉米果穗收获的工艺,并按照工艺流程,介绍了分禾装置、拨禾输送装置、摘穗装置、果穗输送装置、果穗升运器、果穗剥皮装置、果穗收获机动力配置型式及果穗收获后秸秆处理装置的原理、分类及设计参数。

第3章中国特色的玉米收获技术探索。该章详细介绍了可实现不分行收获的拨禾星轮式玉米收获台,其关键工作部件设计参数及试验情况,介绍了窄行距、锥螺旋式、“喇叭口”形双链条喂入式、横置卧辊式、先割后摘式穗茎兼收型、倒伏玉米等多种玉米收获台及我国特有的背负式玉米收获机、小2行自走式玉米收获机的相关内容。

第4章玉米籽粒收获。随着科技进步和农业生产模式的变化,籽粒收获将成为玉米收获的主要方式。该章主要介绍了籽粒收获的工艺要求及关键技术装备,对收割装置、脱粒分离、籽粒清选、籽粒处理装置及联合作业机械进行了阐述。

第5章玉米秸秆收获。玉米秸秆作为玉米生产产出的重要组成部分,蕴藏着丰富的能量和营养物质,其机械化收获是规模化利用的前提。该章介绍了玉米秸秆目前的利用现状和国内外的收获工艺,分析了玉米秸秆的机械特性及切割原理,

对玉米秸秆调制原理和打捆原理进行了阐述,并对玉米秸秆调质装置、小方捆打捆机、大方捆打捆机的主要工作参数进行了研究。

第6章青贮玉米收获。青贮玉米营养价值完善,适口性好,易于消化,是养殖业重要的基础饲料。该章阐述了牵引式、悬挂式和自走式青贮玉米收获机的工作原理,并对青贮玉米收获中的各种割台、喂入装置、切碎装置、揉搓或籽粒破碎装置、抛送装置及监控系统进行了详细分析和研究。

在本书编写过程中,作者参考和引用了业界同仁公开发表的相关资料和文献,在此谨向原文献作者表示感谢。

玉米收获机械化是一项复杂的系统工程,应该也必须全面系统多方位多视角去分析、协调、解决,因作者水平有限,难免挂一漏万,不妥之处敬请指正。

作者

目 录

序

前言

第 1 章 概论	1
1.1 玉米生产概况	1
1.1.1 世界玉米生产情况	1
1.1.2 我国玉米生产情况	1
1.1.3 玉米的用途和消费	3
1.1.4 玉米的国际贸易	5
1.2 国内外玉米收获工艺与模式分析	6
1.2.1 我国玉米种植模式分析	6
1.2.2 我国玉米收获模式分析	8
1.2.3 国外玉米收获机械化技术模式及分析	12
1.3 国内外玉米收获机械发展概况	13
1.3.1 国外玉米收获机械化发展概况	13
1.3.2 国内玉米收获机械化发展历程	15
1.3.3 我国玉米收获机械化技术发展现状	17
1.3.4 我国玉米收获机械与国外的差距	22
1.3.5 我国实现玉米机械化收获的重要意义	25
1.4 我国玉米收获机械的发展趋势	26
1.4.1 现有机型技术发展趋势	26
1.4.2 玉米收获机技术突破方向	27
1.4.3 玉米收获技术装备发展方向	28
第 2 章 玉米果穗收获	30
2.1 果穗收获工艺	30
2.2 果穗收获台	30
2.2.1 分禾装置	30
2.2.2 拨禾输送装置	35
2.2.3 摘穗装置	39
2.2.4 果穗输送装置	54
2.3 果穗升运器	57

2.3.1	工作原理与构造	57
2.3.2	带式升运器	57
2.3.3	链板式升运器	58
2.3.4	输送装置的主要参数	63
2.4	果穗剥皮装置	66
2.4.1	工作原理与构造	67
2.4.2	果穗剥皮辊	67
2.4.3	压送器设计	79
2.4.4	籽粒回收装置	85
2.5	玉米果穗收获机动力配置型式	88
2.5.1	牵引式玉米果穗收获机	88
2.5.2	背负式玉米果穗收获机	88
2.5.3	自走式玉米果穗收获机	91
2.6	秸秆处理装置	97
2.6.1	玉米秸秆切碎装置	97
2.6.2	茎秆切碎还田装置	102
第3章	中国特色的玉米收获技术探索	104
3.1	拨禾星轮式玉米收获台	104
3.1.1	不分行玉米收获台仿真研究	104
3.1.2	拨禾星轮式玉米收获台关键部件	107
3.1.3	试验	113
3.2	窄行距玉米收获台	115
3.3	锥螺旋式玉米收获台	117
3.4	“喇叭口”形双链条喂入式玉米收获台	118
3.5	横置卧辊式玉米收获台	119
3.6	先割后摘式穗茎兼收型玉米收获台	119
3.6.1	玉米植株夹持切割装置	119
3.6.2	玉米植株夹持输送装置	120
3.6.3	横置拉茎摘穗装置	121
3.6.4	玉米茎秆切碎回收装置	121
3.6.5	田间试验	121
3.7	倒伏玉米收获台	122
3.8	背负式玉米收获机	124
3.9	小2行自走式玉米收获机	125
3.10	综合摘穗装置	127

3.11 排杂装置试验研究	129
第4章 玉米籽粒收获	134
4.1 玉米籽粒收获技术	134
4.1.1 籽粒收获工艺	134
4.1.2 籽粒联合收获机的收割装置	136
4.1.3 倾斜输送机	138
4.1.4 籽粒收获评价方式	139
4.2 脱粒分离	141
4.2.1 作物籽粒的脱粒与分离原理	141
4.2.2 脱粒分离装置形式	143
4.2.3 脱粒装置的结构与调节	148
4.2.4 轴流脱粒分离装置	154
4.3 籽粒清选	156
4.3.1 清粮原理与清粮方式	157
4.3.2 筛选装置	159
4.3.3 清粮装置的风机	162
4.3.4 气流筛子清选装置	164
4.4 籽粒处理	168
4.4.1 籽粒处理系统	168
4.4.2 籽粒升运装置	169
4.4.3 复脱装置	170
4.4.4 籽粒粮箱	171
4.5 脱粒机与籽粒联合收割机	175
4.5.1 玉米脱粒机	175
4.5.2 籽粒联合收割机	178
4.5.3 中国玉米籽粒联合收获的主导产品	179
4.5.4 国际大型籽粒联合收割机	181
第5章 玉米秸秆收获	183
5.1 玉米秸秆综合利用现状	183
5.1.1 燃料技术	183
5.1.2 饲料技术	184
5.1.3 肥料技术	184
5.1.4 工业加工原料技术	185
5.2 玉米秸秆收获工艺	186
5.2.1 国外收获工艺	186

5.2.2 国内收获工艺	191
5.3 玉米秸秆机械特性	197
5.3.1 玉米植株的物理特性	197
5.3.2 玉米秸秆的微观结构	198
5.3.3 玉米秸秆的机械特性	199
5.4 玉米秸秆切割技术	202
5.4.1 切割机理分析	202
5.4.2 切割装置研究	203
5.4.3 玉米秸秆切割试验研究	209
5.5 玉米秸秆调质技术	216
5.5.1 玉米秸秆调质机理分析	216
5.5.2 玉米秸秆调质装置试验研究	216
5.5.3 玉米秸秆调质装置作业效果	219
5.6 玉米秸秆打捆技术	221
5.6.1 打捆机械	221
5.6.2 方捆打捆机原理	221
5.6.3 小方捆打捆机	230
5.6.4 大方捆打捆机	247
第6章 青贮玉米收获	259
6.1 青贮玉米收获机工作原理	259
6.1.1 牵引式青贮玉米收获机工作原理	259
6.1.2 悬挂式青贮玉米收获机工作原理	259
6.1.3 自走式青贮玉米收获机工作原理	260
6.2 割台	263
6.2.1 对行割台	263
6.2.2 往复式不分行玉米割台	267
6.2.3 圆盘式不分行玉米割台	271
6.3 喂入装置	283
6.3.1 链板输送机式喂入装置	283
6.3.2 卧式8辊喂入装置	284
6.3.3 卧式5辊喂入装置	284
6.3.4 立式4辊喂入装置	286
6.3.5 喂入装置切段长度	286
6.4 切碎装置	287
6.4.1 滚刀式切碎装置的主要构成	287

6.4.2	动刀为螺旋曲面形的滚刀式切碎滚筒	287
6.4.3	动刀为平板型的滚刀式切碎滚筒	290
6.4.4	弯刀型动刀的切碎滚筒	292
6.4.5	4组动刀的平板型滚刀式切碎滚筒	292
6.4.6	动刀为凹面型的滚刀式切碎滚筒	292
6.4.7	盘刀式切碎装置	293
6.4.8	滚刀式切碎装置的磨刀机构	295
6.4.9	盘刀式切碎装置的磨刀机构	295
6.5	揉搓或籽粒破碎装置	296
6.5.1	凹版上加孔的揉搓装置	296
6.5.2	凹版上加纹杆的揉搓装置	296
6.5.3	凹版上加横条的揉搓装置	297
6.5.4	滚筒上加摩擦块的揉搓装置	297
6.5.5	鼓式籽粒破碎装置	297
6.5.6	圆辊式籽粒破碎装置	297
6.6	抛送装置	298
6.6.1	抛送筒	299
6.6.2	直装叶片抛送风扇	299
6.6.3	斜装叶片抛送风扇	300
6.7	监控系统	300
6.7.1	生产率自动测量系统	300
6.7.2	金属和石头探测系统	300
6.7.3	割茬高度自动控制系统	301
6.7.4	自动对行行驶控制系统	301
6.7.5	自动磨刀控制系统	301
6.7.6	接料车自动跟踪系统	301
参考文献		302
后记		306

第 1 章 概 论

1.1 玉米生产概况

1.1.1 世界玉米生产情况

玉米是禾本科 *Maydeae* 族成员之一,它是一种茁壮的雄雌同株一年生植物,需要在人的帮助下播种、繁殖和生存。玉米是最高效捕捉太阳能并将其转换为食物的植物之一,它有很大的可塑性,可适应极端和不同条件下的湿度、日照、海拔高度和温度。玉米是世界上种植分布最广的粮食作物,从北纬 58°到南纬 35°~40°的地区均有大量种植。目前,除南极洲之外,世界各大洲有 70 多个国家种植玉米,世界上有三大黄金玉米带,分别为中国玉米带、美国玉米带和乌克兰玉米带。北美洲玉米种植面积最大,亚洲、非洲和拉丁美洲次之,此外,近年来南美地区玉米种植区域不断扩大。

在世界谷类作物中,玉米的种植面积和总产量仅次于小麦、水稻而居第 3 位,平均单产则居首位。主要玉米生产国为美国、中国、巴西、墨西哥和阿根廷等,近十年来,乌克兰玉米总量增加速度较快。除主要生产国外,南亚、东南亚和欧盟等国家和地区的玉米产量也在增加。2012 年,全球玉米产量前 5 位国家和地区的产量占全球的比重超过 75%。全球 5 个主要玉米生产国家和地区占全球玉米产量比重依次为美国 32.30%、中国 24.53%、巴西 8.61%、欧盟 7.72%及阿根廷 2.48%。艾格农业数据库预计,2013/14 年预计全球玉米的播种面积和产量分别为 1.81 亿 hm^2 和 10.22 亿 t,较上年分别增长 14.10%和 2.91%。全球历年玉米产量如图 1-1 所示。

1.1.2 我国玉米生产情况

水稻、小麦、玉米和大豆是我国的四大主要粮食作物,其中水稻是我国最重要的口粮作物,玉米是最重要的非口粮粮食作物。玉米是我国近年来发展最快的主要粮食作物,受到单产水平和种植收益远远高于大豆的影响,黄淮、东北、西南地区大量的豆类的种植面积转向玉米种植,玉米的播种面积持续增长,2007 年玉米播种面积达到 2947.8 万 hm^2 ,超过了稻谷的 2891.9 万 hm^2 播种面积,成为播种面积最大的粮食作物,近年来,我国玉米播种面积、总产量及占粮食总产的比重如图 1-2 所示。2000~2012 年,我国玉米产量由 1.06 亿 t 增长到 2.08 亿 t,增长 96%,年均增长 5.8%,2013 年我国玉米产量达到 2.15 亿 t 以上,成为我国产量最

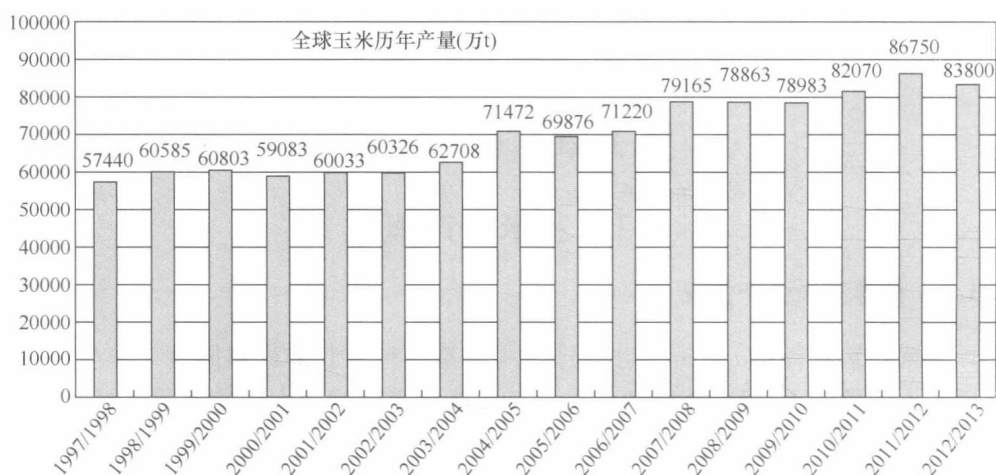


图 1-1 1997/1998~2012/2013 全球玉米产量

大的粮食作物,也是我国第二个总产量超过 2 亿 t 的粮食作物。2003 年以来玉米产量实现“十连增”。

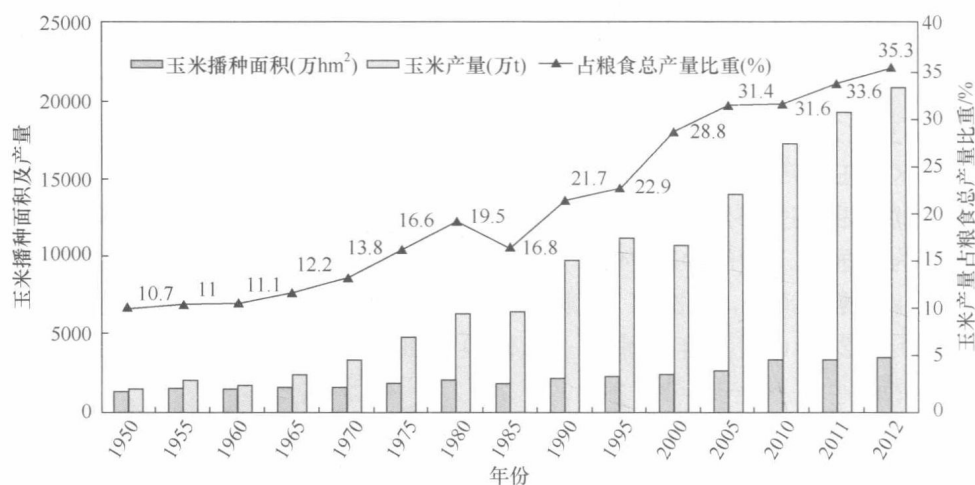


图 1-2 1950~2012 年我国玉米播种面积、产量及占粮食总产量比重

根据《中国粮食安全中长期规划纲要》的预测,到 2020 年我国稻谷、小麦、玉米的需求量分别达到 1.885 亿 t、0.980 亿 t 和 1.810 亿 t,其中稻谷需求与当前相比基本持平,小麦略有下降,玉米需求年均增长 3.05%。农业部韩长赋部长在《玉米论略》中指出,玉米是我国今后一个时期消费需求增长最快的粮食品种。主要来自两个方面:一是畜牧业快速发展,增加了对玉米的需求。国际经验表明,进入工业化和城镇化中期以后,人们的膳食结构会发生明显变化,肉蛋奶消费显著增加。美

国 1965~2000 年玉米饲料消费量年均增长 1.6%, 日本为 4.1%。我国也进入这个阶段, 玉米饲料消费增加加快。2010 年全国肉类、禽蛋、牛奶、水产品产量分别比 2003 年增长 23%、18.5%、105%、31.8%。同期, 饲料用粮消耗玉米, 由 0.9 亿 t 增加到 1.2 亿 t, 增长 33%。畜牧业养殖方式的转变也增加了饲料用粮, 随着畜禽规模化养殖快速发展, 由过去一家一户以青饲料、米糠麦麸、剩菜剩饭喂猪, 转变为使用工厂化饲料, 对玉米的需求明显增加。二是深加工快速发展, 增加了对玉米的需求。2000 年以前, 我国玉米深加工年消费玉米不足 0.1 亿 t, 占玉米消费比重不到 10%。近年来, 玉米深加工业产能迅速扩展, 未来在目前 0.9 亿 t 的基础上有可能进一步扩大。预计“十二五”末我国玉米消费总需求量将在 2.2 亿 t 左右, 即科学家预测的到 2020 年消费量将提前到来, 玉米供求紧平衡的格局有可能被打破, 个别年份甚至会出现产不足需的情况。

同时, 随着一部分乙醇汽油等生物质能源的消耗, 国际市场上玉米供需矛盾和市场波动的风险也将更为突出。所以, 从某种意义上而言, 我国未来粮食安全的问题就是饲料用粮的问题, 尤其是以玉米为主体的饲料用粮的保障问题, 长期来看, 玉米成为未来粮食安全保障的关键作物。

1.1.3 玉米的用途和消费

玉米是世界上种植最广泛的谷类作物, 具有“粮-饲-经”三元结构属性。

(1) 玉米是重要的传统食品。玉米籽粒含有 73% 的淀粉、8.5% 的蛋白质、4.3% 的脂肪, 富含维生素。其蛋白质含量高于大米, 脂肪含量高于面粉、大米和小米。含热量高于面粉、大米及高粱。

(2) 玉米是“饲料之王”。目前世界上生产的玉米 70%~80% 作为饲料, 它是近代用于生产蛋、奶、肉、水产品、油等动物产品的重要饲料来源。玉米籽粒是精饲料, 其饲用价值是燕麦的 135%, 高粱的 120%, 大麦的 130%。玉米鲜嫩的茎叶是良好的青饲料或青贮饲料。

(3) 玉米是重要的工业原料。以玉米为原料的深加工工业被称为“朝阳工业”、“黄金产业”。据统计, 玉米籽粒及其副产品为原料加工的工业产品达 500 多种, 其中最主要的有玉米淀粉、玉米果葡糖浆、玉米油等。玉米籽粒中的淀粉含量达 70% 以上, 玉米淀粉被认为是化学成分最纯的淀粉之一(纯度 99.5%), 是医药、化工等行业必不可少的原料。玉米籽粒含油率为 4.5%~5.0%, 85% 集中在胚部, 每百公斤玉米胚可以榨油 30~40kg, 玉米油营养价值高, 被称为健康营养油。玉米果葡糖浆含果糖达 77%~90%, 其甜度超过蔗糖, 且风味好, 被誉为食糖后起之秀。在能源紧张的将来, 以玉米淀粉生产酒精代替石油能源, 亦成为发展玉米工业一道新风景。目前, 美国是世界上最大的燃料乙醇生产国, 其燃料乙醇的生产主要以玉米为原料。

在工业化国家的玉米有两个主要用途：一是饲养动物，直接以原料的形式，出售给饲料加工业；二是作为工业提取物的原材料，在大多数工业化国家，玉米作为人类食物的意义已经不大。在欧盟，玉米主要是用作饲料以及工业原材料产品，因此，美国和欧盟玉米育种家的重点已经转移，力图开发它在动物饲料工业的农艺性状和另一些工业原料的农艺性状，如高果糖玉米糖浆，燃料酒精，淀粉和葡萄糖等。

在发展中国家玉米的用途是多变的，在非洲和拉丁美洲，玉米主要的用途是食品，而在亚洲它主要用于牲畜饲料。在许多拉丁美洲国家玉米是基本主食，是这些人口的一个重要饮食成分。玉米的不同部位有不同的用途：作为面团被加工成“饼”，“tamales”和“tostadas”；作为粮食被加工成“pozole”，“pinole”和“pozol”；干秸秆用来建围栏；一种特殊类型的耳朵芯真菌（玉米黑穗病或 *Ustilago maydis*），可被用来作为食品。

世界玉米消费主要分布在美国、中国、巴西以及墨西哥、东南亚、日本、加拿大、韩国等国家和地区。分布范围广，但世界半数以上的消费量相对集中在美国和中国，如图 1-3 所示。近年来，全球玉米一直保持产销同步增长态势，产销量已经从 1999/2000 年度的 6 亿 t 左右增长到 2011/2012 年的 8.68 亿 t，其中美国以 2.5 亿 t 的消费量位居第一，中国以 2 亿 t 的消费量居于第二位，第三位是欧盟，消费量为 0.7 亿 t 左右。世界玉米消费量比上年增长，其中工业消费进一步压缩，饲用消费呈刚性增长，库存消费比继续下降，供需形势紧张。

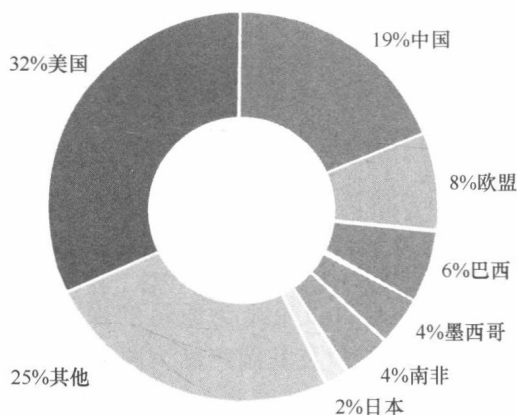


图 1-3 全球玉米消费分布

由于我国畜牧业和玉米深加工的快速发展，玉米消费增长更为强劲。2000～2012 年玉米表观消费量翻了一番，从 0.96 亿 t 增长到 2.13 亿 t，年均增长 6.9%，比同期玉米产量年均增长率高 1.1 个百分点。其中，饲用玉米消费从 0.8 亿 t 增长到 1.24 亿 t，年均增长 3.7%，2012 年饲用玉米约占玉米总需求的 64%；深加工玉米消费从 1279 万 t 增长到 5300 万 t，增长 315%，年均增长 12.6%，2012 年工业

用玉米消费约占玉米总需求的 27%。玉米深加工产品中淀粉类产品(含淀粉糖)约占 60%左右,酒精类产品约占 25%,赖氨酸、柠檬酸、味精和玉米油等产品约占 15%,2000~2012 年我国玉米消费需求情况如图 1-4 所示。

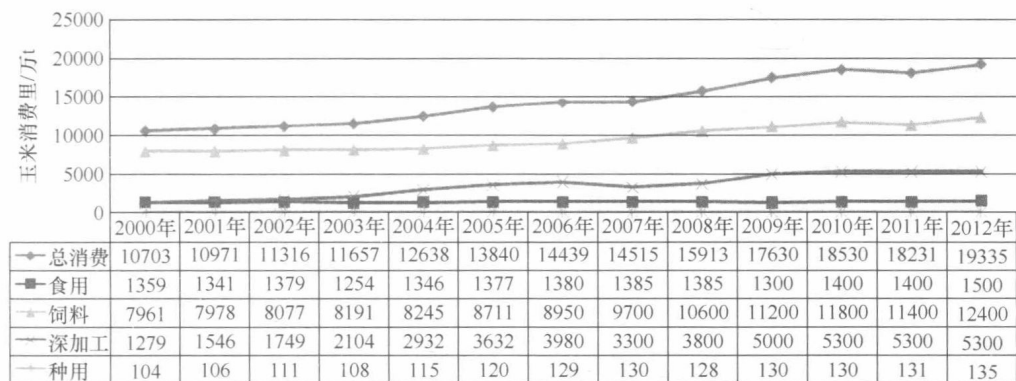


图 1-4 2000~2012 年我国玉米消费需求情况

1.1.4 玉米的国际贸易

在粮食贸易结构中,小麦是粮食贸易的主体,占世界谷物年贸易总量的 50%左右,其次是玉米,约占 30%,2012 年世界玉米贸易量达到 9400 万 t。美国、巴西、阿根廷是主要的玉米产品出口国,日本、韩国是主要的玉米进口国。

出口国:美国等玉米主产国家是玉米出口大国。美国年出口玉米在 5000 万 t 以上,占全球玉米贸易总量的 65%~70%。目前,世界玉米出口格局逐步发生变化,主要是美国玉米出口绝对数量 and 市场份额均下降,而巴西和乌克兰玉米出口量增长较快,阿根廷则较为稳定。

进口国:玉米的主要进口国集中在亚洲地区。其中日本年进口量约为 1600 万 t,主要来自美国;韩国 800 万 t 左右,主要来自中国。中国台湾省 400 万~500 万 t,欧盟 250 万~500 万 t,墨西哥 400 万~600 万 t,加拿大 100 万~400 万 t。

1985 年以来我国玉米基本处于净出口状态。2003 年,我国玉米出口数量达到峰值的 1639 万 t。从 2007 年开始,我国玉米出口数量开始急剧下降,而玉米进口逐年增加。据我国海关统计,2010 年我国玉米进口量激增,达到 157.2 万 t,进口金额 3.7 亿美元,首次成为玉米净进口国。2012 年我国全年进口玉米 520.74 万 t,同比增长 197.08%,主要进口来源为美国。虽然我国玉米进口的绝对数量并不大(2009~2010 年度我国玉米进口占世界进口总量的 1.4%,排名世界第 17 位),并没有对国内玉米产业造成冲击,但是由于国内需求快速增长而且增速高于产量增速,玉米消费总量呈刚性增长,我国玉米净进口将成为常态。2000~2012 年我国