



QUANGUO GAODENG
NONGYE YUANXIAO
JIAOCAI

全国高等农业院校教材

畜牧业机械化

第二版

东北农学院 主编

畜牧专业用

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

畜 牧 业 机 械 化

第 二 版

东北农学院 主编

畜 牧 专 业 用

中国 农业 出版 社

第二版编写说明

根据农牧渔业部〔1986〕农(教)函字第18号通知,畜牧业机械化全国试用教材于1986年开始了修订工作。根据通知精神,于1986年10月利用发函的形式征求了全国高等农业院校对使用这本教材的意见,然后综合了大家的意见,编写出修订的编写大纲讨论稿,再次寄给各院校征求意见,最后确定了修订教材的编写大纲。1987年开始由修订教材编写组进行编写。1989年9月在南京农业大学召开了审稿会,根据审稿会的意见进行了修改。最后由主编和副主编对全稿进行了校核、修正和定稿。

这次修订工作得到了全国各高等农业院校任课老师的关心和帮助,有:华南农业大学李修忠,福建农学院高玉瑟,广西农学院潘锋远,云南农业大学刘大衡,浙江农业大学俞祖泰,安徽农学院许建中,江苏农学院黄以澄,华中农业大学庞声海、张华珍,新疆八一农学院暴纯武、董富民,甘肃农业大学徐兰,四川农业大学畜机组,西北农业大学聂自强,河南农业大学李保谦,河北农业大学付长兆,山西农业大学李槐年,沈阳农业大学苏永亮、马德懿,吉林农业大学黄桂琴,黑龙江八一农垦大学石海星,东北农学院朱世浩等19所院校22位同志提出了宝贵意见。综合起来有如下几方面。

1. 总的来讲,1981年版的畜牧业机械化试用教材是比较好的,在发行后数年中,对各院校该课程的教学起了良好的作用。

2. 畜牧业机械化是个新兴事业,试用教材编写出版以来数年中,国内外的畜牧业机械化又有了较大的发展,新修订的教材必须进行内容的更新,特别是反映国内近年来的进展。

3. 关于饲养机械化部分,过去是按养猪机械化、养鸡机械化和养牛机械化等来分章编写,好处是概念比较分明,但在饲养机械化的各个环节上难免有重复和不够深入的弊病。

4. 畜牧业机械化与机械以外的一些工程手段是分不开的,所以现在有畜牧工程的提法。国际上利用一些新的工程技术,如合理的畜禽舍建筑、畜禽舍环境控制、畜禽粪便处理工程等,发展了工业化畜牧业。在新修订的教材中应加以反映。

根据这些意见,这次修订对原试用教材作了较大的修改。删去了繁琐部分,参阅了国内外80年代的文献资料进行充实,并将各类畜禽的饲养机械化改为按各环节分章编写,以避免重复,并能深入展开,使学生获得足够的知识;其中增添了畜禽舍环境控制和畜禽粪便处理设备两章。为了建立完整的概念,最后增设机械化畜牧场功能设计一章,其中包括畜禽舍建筑和辅助设备,各类畜禽的机械化畜牧场功能设计的知识和资料,以及国内外行之有效的机械化猪鸡牛场实例。这次编写虽然增添了内容,但由于删去了不适宜部分,总字数仍略有缩减。

畜牧业机械化课程的教材建设事业相对比较年轻,这次修订的教材比原教材又完善了一步,但恐难免还会有疏漏和不妥之处,深望广大教师和读者继续提出批评和指正,使本书能不断得到改进。

编者

1990年元月

第二版修订者

主 编 姚维祯 (东北农学院)
副主编 奚传模 (南京农业大学)
编写者 朱世浩 (东北农学院)
潘忠礼 (东北农学院)
应勇峰 (南京农业大学)
马德懿 (沈阳农业大学)
乌恩巴图 (内蒙古农牧学院)
主 审 庞声海 (华中农业大学)
审稿者 俞祖泰 (浙江农业大学)

第一版编写说明

本教材是根据 1977 年 12 月全国高等农业院校畜牧专业会议所定的畜牧专业教学计划进行编写的。

根据畜牧专业会议的决定,《畜牧业机械化》课程的全国试用教材由东北农学院主编,南京农学院为副主编,根据这一精神,于 1978 年 3 月在哈尔滨东北农学院召开了《畜牧业机械化》教材编写会议,成立了教材编写组,讨论和拟定了编写大纲,并开始分工编写。1979 年 3 月在扬州江苏农学院召开了有十三所高等农业院校参加的教材审稿会议,对初稿进行了审阅和提出了修改意见,在此基础上由编者进行修改,最后于 1979 年 11 月至 1980 年 1 月在南京农学院由主编和副主编进行校核、修订、定稿。

自 60 年代以来,国内外的畜牧业机械化有了较迅速的发展,因此这次教材和 1961 年全国试用教材相比,在内容安排上作了较大幅度的变动,根据生产发展的需要,增添了草原建设机械、青饲料收获机械和畜舍通风设备,充实了养猪机械化、养鸡机械化、养牛机械化和养羊机械化等章节,对某些章节进行了合并归拢。

由于牧区和农区的畜牧业生产有一定的差异,因此对本课程的侧重面也有所不同,本教材在编写时照顾了这两个方面,各地区院校可根据教学大纲作适当取舍。

本书在编写过程中,承东北农学院吴克驹教授多次指导,各院校参加审稿的同志提出了很多宝贵意见,南京农学院叶治钊同志协助进行了校对等工作,特此致谢。

编 者

1980 年 1 月

第一版编审者

主 编	东北农学院	姚维祯		
副主编	南京农学院	奚传模		
编 者	东北农学院	刘启文	朱世浩	安国邦
	江苏农学院	黄以澄		
	福建农学院	高玉瑟		
	内蒙古农牧学院	马德懿	乌恩巴图	
主 审	东北农学院	吴克驹		
审 稿	北京农业机械学院	吴春江		
	华中农学院	饶应昌		
	沈阳农学院	王芝祿		
	南京农学院	叶治钊		
	新疆八一农学院	暴纯武		
	西北农学院	庞声海		
	广西农学院	潘锋远		
	西南农学院	陈历多		
	福建农学院	叶素梨		
	黑龙江八一农垦大学	甘执中		
	华南农学院	常康宁		

目 录

绪论	1
第一篇 机械基础和动力机械	
第一章 常用材料、零件和机构	6
第一节 金属材料	6
第二节 非金属材料	9
第三节 通用零件	10
第四节 传动机构	14
第二章 输送装置	21
第一节 机械式输送装置	22
第二节 气力输送装置	26
第三章 电动机及控制设备	30
第一节 三相异步电动机	30
第二节 单相异步电动机	44
第三节 低压配电线和熔断器	46
第四节 畜牧场内常用控制电路	50
第四章 内燃机	60
第一节 内燃机的基本概念	60
第二节 柴油机	61
第三节 汽油机	73
第四节 内燃机基本指标及特性	77
第五节 小型内燃机的使用	79
第二篇 饲草生产机械化	
第五章 草原建设机械	82
第一节 概述	82
第二节 围栏	84
第三节 牧草松土补播设备	89
第四节 草籽采集和清选设备	92
第六章 牧草收获机械	99
第一节 概述	99
第二节 割草机	101
第三节 搂草机	113
第四节 散长草收获工艺的机械设备	117
第五节 捡拾压捆收获工艺的机械设备	118

第六节 捡拾集垛收获工艺的机械设备	129
第七节 牧草收获机具系统	131

第三篇 饲料加工机械

第七章 饲料清理和粉碎设备	134
第一节 加工工艺和机器类型	134
第二节 饲料清理设备	135
第三节 饲料粉碎机	137
第八章 青粗饲料加工设备	146
第一节 加工工艺和机器类型	146
第二节 青饲料收获机	147
第三节 饲草切碎机	150
第四节 青贮设备	158
第五节 青饲料细切碎和打浆机械	162
第六节 块根洗涤切碎机	164
第九章 配合饲料加工设备	165
第一节 料仓和计量装置	165
第二节 饲料混合机	173
第三节 饲料压粒设备	177
第四节 饲料加工机组	181
第五节 饲料加工厂工艺设计	183

第四篇 饲养机械化

第十章 畜禽供水系统	187
第一节 需水量计算	187
第二节 供水系统的组成	189
第三节 供水系统的设备选择	193
第四节 畜禽饮水器	197
第十一章 畜禽喂饲设备	204
第一节 机械化喂饲系统的类型	204
第二节 干饲料喂饲系统	204
第三节 湿饲料喂饲系统	214
第四节 稀饲料喂饲系统	217
第十二章 畜禽粪便收集和处理设备	221
第一节 概述	221
第二节 畜禽粪便收集设备	222
第三节 畜禽粪便输送设备	230
第四节 畜禽粪便贮存设施	232
第五节 畜禽粪便处理设施	235
第六节 畜禽粪便收集和处理设备的选择	244
第十三章 畜禽环境控制设备	246
第一节 概述	246

第二节	畜禽环境控制系统	248
第三节	畜禽环境控制计算	264
第四节	畜禽舍通风设备的选择	274
第十四章	孵化育雏设备	278
第一节	孵化设备	278
第二节	育雏设备	284
第十五章	奶牛挤奶及牛奶冷却贮存设备	287
第一节	概述	287
第二节	挤奶器和真空装置	290
第三节	挤奶装置的类型和组成部分	297
第四节	挤奶装置的使用	304
第五节	国内外对现有挤奶装置的改进情况	306
第六节	牛奶输送和冷却贮存设备	308
第十六章	绵羊剪毛和防疫设备	312
第一节	概述	312
第二节	剪毛机组的分类和组成	312
第三节	剪毛机组的安装	318
第四节	剪毛机的使用	320
第五节	辅助设备	321
第六节	药浴设备和气雾免疫机	322
第十七章	机械化畜牧场功能设计	324
第一节	机械化养猪场功能设计	324
第二节	机械化养鸡场功能设计	337
第三节	机械化奶牛场功能设计	357
第四节	机械化肉牛场功能设计	369
参考文献		378

绪 论

一、畜牧业机械化的主要内容

畜牧业是农业的重要组成部分，是人类的动物性食物的主要来源。一个工业国家的人均畜产品量将是标志国家的发达程度和衡量人民生活水平的主要标志之一。

畜牧业现代化是农业现代化的重要组成部分，所以也将是我国畜牧业的发展方向。

畜牧业机械化能减轻畜牧业劳动强度，提高劳动生产率，提高畜产品的产量和质量，以及开发生产资源。它是畜牧业现代化的重要组成部分。

畜牧业现代化主要包括两个方面，一是畜牧业的生物技术现代化，另一就是畜牧业机械化。这两部分有时不易区分，但可以认为：后者旨在消除或减轻繁重劳动、提高劳动生产率和开发生产资源，而前者旨在发展畜牧业生物技术。某些设备如家畜的精液冷冻设备和配种器械，妊娠和脂肪厚度测定仪，兽医的注射器和治疗仪等，很明显是属于畜牧业生物技术现代化的设备。但是有一些设备如绵羊的机械化药浴设施和气雾免疫机等则是两者相结合的，也可以归入畜牧业机械化设备的范畴。

有一些内容如畜禽舍建筑、畜禽舍环境控制设备和畜禽粪便处理工程，一般说是属于农业建筑工程的内容，但又是畜牧业机械化不可分割的一部分，可以说是两者交叉的内容。

随着牧工商联合企业的出现，使在畜牧业中发展畜禽产品加工得到了广泛的重视，畜禽产品加工设备也就成为畜牧业工作者应具备的知识，但作为课程来讲，它还是应属于畜产品加工的范畴，畜牧业机械化中只能包括畜禽产品的初加工，即产品送出饲养场以前所必须的一些加工工序，如鸡蛋的清洗、冷却、贮藏，牛奶的冷却贮藏和小型分离机，羊毛的分级、捆包等。

综上所述，畜牧业机械化应包括：草原建设机械化、牧草收获机械化、饲料加工机械化和畜禽饲养机械化，其中饲养机械化包括各类畜禽的喂饲、供水、清粪和粪便处理、畜禽舍及其环境控制、畜禽产品采集和初加工等方面的机械化设施。

牧区和农区的畜牧业机械化的侧重面将有所不同。一般来讲，牧区应侧重于草原建设、牧草收获以及牛羊的畜产品采集等方面的机械化并兼顾其它；而农区则应侧重于饲料加工机械化和饲养机械化等方面并兼顾其它。

二、我国畜牧业机械化发展概况和展望

（一）我国畜牧业机械化的发展概况

1. 在草原建设方面 我国从 60 年代开始采用工程技术措施来恢复草原生产力，研制和生产草皮划破机和松土补播机，目前已有 7 种机型通过鉴定，同时网围栏、提水灌溉、草原喷灌、种草、牧草种子收获、人工草场建设等机具也相继研制成功。“六五”期间新建人工草场和改良草场达 666.7 万 hm^2 ，新建草地围栏累计 466.7 万 hm^2 ，建设草籽基地 66.7

多万 hm^2 。

2. 在牧草收获方面 我国的牧草收获机械化始于 20 世纪初, 1914 年今鄂温克族自治县牧民开始从国外购入割草机和搂草机。我国生产割、搂草机始于 1953 年。1975—1982 年相继投产了旋转式割草机、割草压扁机、指盘式和斜角滚筒式侧向搂草机、小方捆和圆捆式捡拾压捆机、以及捡拾集垛机等, 形成了先进的牧草收获系统, 相当于国外 70 年代水平。目前我国每年收贮青干草近 700 万 t, 对抗灾保畜和发展畜牧业生产发挥了重要作用。

3. 在饲料加工方面 我国在 50 年代开始生产饲料粉碎机。1972 年和 1976 年先后完成了爪式粉碎机和锤式粉碎机的系列化。1973 年研制出饲料压粒机。1980 年起相继生产了各种类型的饲料加工机组, 建立了配合饲料厂。至 1984 年, 全国共建立年班产 2000t 以上的饲料厂 2600 多个, 年产配合饲料已从 1979 年的 40 万 t 增至 1200 万 t。

4. 在饲养机械化方面 在 50 年代基本上处于实行单项机械作业的半机械化, 如奶牛的机器挤奶, 绵羊的机器剪毛, 以及猪、鸡、牛场中利用吊车或地面小车实行饲料和粪便运送的半机械化等。于 60 年代初出现了全盘机械化的猪场、鸡场和牛场, 但大部都没有坚持。

70 年代, 饲养机械化有了新的发展, 其中特别是机械化养鸡业发展较快。在 1975 年以后, 广州、北京、上海等十多个大城市先后建立了规模较大、机械化程度较高的养鸡场 50 余个, 不少是 10 万只以上的大型鸡场, 其饲料加工、喂饲、饮水、清粪、集蛋、孵化、育雏等生产环节全部或部分地实现了机械化和自动化。1981 年集中了全国有关的科技力量研制出机械化养鸡成套设备, 由工厂成批生产, 从而在各地建立了更多的机械化养鸡场, 至 1983 年我国已投产大中型鸡场 150 多个, 总饲养量 2500 多万只, 劳动生产率: 大型 5000 只/人, 中型 1500~3000 只/人, 小型 1500 只/人。与此同时, 农村养鸡专业户不断增加, 目前已有 100 多万户, 养鸡总数 1 亿只, 据统计, 全国机械化、半机械化养鸡所占比例约为 10%。

在 70 年代, 机械化养猪场也有一定发展, 在 1975—1979 年间, 各大城市建立了一批机械化养猪场, 至 1979 年底, 全国已有机械化、半机械化猪场 20 余个, 其中万头猪场 11 个。但和机械化养鸡比较, 发展较缓慢, 同时也没有形成工厂成批生产的成套机械设备。机械化猪场的劳动生产率: 管理良好的每 100kg 猪肉需 15~30 工时, 个别利用进口成套设备的每 100kg 猪肉需 6.4 工时。料肉比 3.5~4.4, 年产每头产品猪所需建筑面积 0.87~2.48 m^2 , 个别达 0.42 m^2 。

70 年代以来, 我国的奶牛场机械化仍主要集中在挤奶作业的机械化上, 目前我国已生产出各种型式的挤奶设备 10 余种, 包括移动车式、提桶式、管道式和挤奶间式挤奶设备, 其中包括有一些自动控制装置, 如控制挤奶真空度、光电检测奶流、挤奶杯自动脱落回收等先进设施。但由于易生乳房炎等原因, 机器挤奶至今仍不普遍。

70 年代以来的养羊机械化主要集中在剪毛机械, 1970 年研制出工频直动式剪毛机, 1977 年研制气动剪毛机, 1981 年研制出中频直动式剪毛机, 从而使剪毛机有了新的发展。1981 年全国机剪绵羊 296.11 万只, 占绵羊总数的 6.05%, 新疆、青海的个别县, 机剪绵羊达 89%。

(二) 我国畜牧业机械化的展望

1. 在加速发展我国草原改良建设的同时, 大力发展人工草场, 使我国的草原畜牧业有

一可靠的物质基础。同时,在高产草场上推广使用高效牧草收获机械。

2. 饲料工业进行合理布局,以大中城市的大型饲料工厂和预混料饲料厂与县城乡镇的中小型饲料厂相结合,以便充分利用本地饲料资源和减少运输过程。在饲料加工机械方面开发新产品,对已有型号繁多的产品加速实行三化。

3. 逐步发展养猪机械化。在广大农户和专业户的养猪场推行部分作业机械化,以提高劳动生产率,同时,在沿海城市和各大城市郊区、工矿区发展机械化工厂化养猪场。研制成套养猪机械设备。

4. 在养鸡机械化方面,积极发展肉鸡饲养设备。发展半阶梯式蛋鸡笼,部分地取代现有的全阶梯鸡笼,以提高舍饲密度和劳动生产率,同时发展一些深型笼,部分地取代现有的浅型笼,以适应中型鸡的发展。在喂饲机械方面,发展索盘式和轨道车式喂饲机,以部分地取代单一的链板式。深入研究鸡粪处理设施和鸡舍环境控制设施。积极研究水禽、火鸡的饲养机械设备。

5. 我国的养牛机械化仍将针对消除乳房炎和提高效率来继续发展挤奶机械设备。随着奶牛业的发展,逐步实行饮水、饲料调制、喂饲、清粪等作业的机械化。

三、国外畜牧业机械化的概况和趋势

(一) 饲草生产方面 世界上发达国家都很重视草原建设,同时,人工草场面积占草场总面积的比例较大,一般多在10%以上,有的总面积较小的国家,此比例高达60%。

近年来,栽培的牧草制作成干草的比例逐渐下降,而制作成低水分青贮料的比例逐年上升。这是因为低水分青贮料的营养损失较低,可以代替奶牛和肉牛日粮中的干草、青贮料和块根块茎饲料,且由于切得细碎能和配合饲料混合而容易实现喂饲机械化。

在美国西部草原地区,有的将草场的90%面积作为夏季放牧场,进行草原保护、草原改良和划区轮牧,而10%左右草场作为冬季牧场。在冬季牧场内建立畜舍和人工草场,这样可以避免冬季的畜群转移和减少牧草的长距离运输。

欧美的牧草收获常在高产草场进行,以发挥机器的效率。牧草收获机械趋向于高速作业或联合复式作业,并广泛采用液压技术,以提高其劳动生产率。

(二) 饲料加工方面 欧美的饲料加工厂正向大型和生产过程自动化方向发展,如美国的饲料工业已居十大工业的第九位。据1985年统计,美国的配合饲料加工厂总数已达8300座,其中有3727座生产规模在1000~10000t之间,有864座是年产超过5万t的大型饲料加工厂。自动控制生产过程较为普遍,大型厂用电脑控制,只需输入配方代号即能自动按配方控制生产。美国自动化程度高的大型饲料厂,劳动生产率为每人每年6000余吨。

有些国家如美国 and 英国等,牲畜的饲养大量分布在自家生产谷物的家庭农场,趋向于由饲料工厂大量生产预混料和浓缩料直接供应农户,由农户利用饲料加工机组将自产饲料和购入的预混料制成配合饲料。而有的国家如日本、法国、原联邦德国和澳大利亚等则趋向于以全价配合饲料供应农户,预混料只供应给中型饲料厂。

(三) 饲养机械化方面 欧美的畜禽饲养机械化的迅速发展始于20世纪的50至60年代。至70年代,机械化饲养已比较普遍,使劳动生产率大大提高。以美国为例,从30至70年代,畜禽产品的劳动生产率的提高如下表。

种 类	猪 (工时/100kg 肉)	肉 鸡 (工时/100kg 肉)	火 鸡 (工时/100kg 肉)	奶 牛 (工时/100kg 牛奶)	肉 牛 (工时/100kg 肉)
1935—1939 年 畜禽产品劳动生产率	7.04	18.7	52.1	7.48	9.24
1970—1974 年 畜禽产品劳动生产率	2.2	0.66	1.76	1.32	3.74

注：资料来源：美国农业统计年鉴，1975。

前苏联的饲养机械化的迅速发展始于 20 世纪 60 年代，至 1983 年，全盘机械化的猪场达 66%，鸡场达 79%，牛场达 48%。目前其畜禽产品劳动生产率的先进指标如下表。

种 类	猪 (工时/ 100kg 肉)	蛋 鸡 (工时/ 1000 枚蛋)	肉 鸡 (工时/ 100kg 肉)	奶牛(拴养) (工时/ 100kg 牛奶)	奶牛(隔栏散养) (工时/ 100kg 牛奶)	肉 牛 (工时/ 100kg 肉)
畜禽产品劳动 生产率先进指标	2.4	1.8	4.8	2.5~4.0	1.6~3	2.3

注：资料来源：《Механизация Животноводства》，1987。

1. 养猪机械化 在机械化猪场的规模方面有两种情况。一类如法国、日本和美国，趋向于中小型规模，以减少环境污染和适于家庭农场，美国认为自繁自养场适宜规模为年产 1500~6000 头，单育肥场为 1500~15000 头。前苏联和罗马尼亚等推行大型猪场，如前苏联推荐工厂化养猪场规模为年产 1.2 万~10.8 万头。目前国际上大多数国家都倾向于中小型猪场。

在猪的喂饲机械化方面，前苏联的年产 5.4 万头和 10.8 万头的工厂化猪场中，断乳仔猪采用干料不限量喂饲设备，其余猪皆用稀料（配合饲料加水，含水率 78%~85%）限量喂饲设备。美国认为稀料限量喂饲将延长肥猪的饲养周期，从而影响到各项经济指标，所以美国机械化养猪场绝大多数采用干料喂饲设备。

猪舍的除粪机械化趋向于采用猪舍缝隙地板下深粪坑或缝隙地板下水冲除粪等设施来代替除粪刮板，以减少故障和提高效率。

目前机械化工厂化养猪达到的最先进指标是：劳动生产率 1~2 工时/100kg 肉，料肉比 3~3.3，育肥猪 160~180 日龄体重达 100kg，年产 1 头肥猪所需建筑面积 0.4~0.6m²。

2. 养鸡机械化 随着养鸡的机械化工厂化的发展，鸡场的规模逐渐增大。目前规模最大的蛋鸡场为 45 万~200 万只，肉鸡场为年产 1000 万~2000 万只。

在组织方面，许多国家盛行大型养鸡联合企业，它包括养鸡设备制造、饲料加工、孵化、养鸡、鸡粪处理、屠宰、禽产品加工等工厂和部门，其中养鸡场采用由联合企业向农户提供技术和部分生产条件、农户向联合企业提供禽产品的经营形式。

蛋鸡饲养趋向于笼养，笼架型式美国和日本趋向于阶梯式，欧洲国家趋向于叠层式或半阶梯式。肉鸡目前仍以平养为主，但笼养有增加的趋势。

机械化工厂化养鸡先进的技术指标是：劳动生产率：每生产 100kg 鸡蛋和鸡肉需工时 0.72 和 0.67，料蛋比和料肉比分别为 2.5 和 2.1，蛋鸡年平均产蛋 275 个。

3. 奶牛饲养机械化 随着机械化的发展，奶牛场的规模也不断扩大，如英国在 70 年代初，奶牛场平均规模比 60 年代初大了 1 倍。前苏联近年来发展的工厂化奶牛场规模定为 800~2000 头奶牛。

奶牛的散放隔栏饲养方法已获广泛采用,目前和拴养法同时并存。据统计,美国的北部地区采用拴养法多于散放隔栏饲养法,而中部和南部地区,使用拴养法的已经很少。

利用电子计算机控制的自动识别奶牛精料喂饲系统由于能节省饲料、增加产奶量和提高劳动生产率,已由示范趋向于推广。用来喂饲由低水分青贮料、精料、预混料构成之混合料的固定式或移动式喂饲系统,在欧美应用已较普遍。

在发达国家,机器挤奶已经普及,在已有的挤奶机先进技术(自动计量、挤奶杯自动脱落等)的基础上,目前正在研究电子计算机辅助下的奶牛状态监测装置,装在挤奶装置上,能根据奶流温度或其它状态参数来判断奶牛的发情和乳房炎情况。

4. 肉牛饲养机械化 随着机械化的发展,国外肉牛场的规模在不断扩大,目前美国有饲养 100 头到 10 万头规模的肉牛场。前苏联有饲养 1000 头到 2 万头规模的肉牛场。

在具有草原的一些国家,肉用的繁殖母牛以及幼畜趋向于在草原地区饲养,幼畜喂养七八个月达到 200kg 即转卖到粮食产区进行育肥,经过 10 个月左右达到 500kg 屠宰。或在草原地区喂养一年,至粮产区育肥 4~5 个月。

目前,肉牛育肥的舍内饲养和围场饲养两种方法并存。前者用于中小型育肥场,采用前开式牛舍,常设有缝隙地板和地下粪坑或水冲粪沟。

喂饲机械化方面,小型育肥场常采用固定式喂饲机,大型场则常采用喂饲车。

5. 畜禽舍环境控制 在发达国家,畜禽舍环境控制已作为一种工程技术而普遍采用。其发展趋向是采用各种自动控制和减少能量消耗。其中,在环境自动控制方面,趋向于自动控制的自然通风与自动控制的机械通风同时发展,用于不同气候条件、不同畜禽种类和不同日龄组。

新型建筑材料如岩棉等在发达国家的畜舍建筑中已得到广泛应用。

6. 畜禽粪便处理 在 50 年代以前,各国的大量小型畜禽饲养场中,畜禽粪便都以传统的固态粪方式进行收集贮存,并作为肥料施入地内,不存在任何问题。60 年代以后,由于大型畜禽饲养场的建立,为了实现机械化和提高效率,大量采用了水力清除的方法而形成了大容量的液态粪。大大增加了运入农田的运输负荷。许多国家为了防止地下水源被污染,还对施液态畜禽粪肥作出一定限制,如原民主德国就规定 1hm^2 地只能负担 22.5 头猪(或 6 头牛,或 700 只鸡)的液态粪。同时,很多大型畜禽饲养场周围没有或只有很少的田地,液态部分最终不得不排入河流或水溪。例如,匈牙利在 1973 年调查了 25 个大中型猪场和 1 个牛场,其中就有 10 个是最终排入地表水源的,按牲畜头数计约占 35%。基于这样的情况,畜禽粪便处理在大型的机械化畜禽饲养场中就成了十分重要的环节。在许多国家,一个新的畜禽饲养场的建立,必须同时提出符合要求的粪便处理的方案后才能得到批准。

对于周围没有田地或田地不足的大型畜禽饲养场,比较典型的处理系统是先经过沉淀分离,液态部分再经过若干级的生物学处理,最后再经过沉淀。如需排入河流,最后沉淀的上层清液经氯化消毒后即可排入水体。也可循环作畜禽清粪的水冲液,但有些国家,这项也需经过有关部门批准。生物学处理后的液态部分也可施入农田,此时,单位农田担负的牲畜数可提高到 $1000\sim 1300$ 头猪/ hm^2 。

在粪便的固液分离上,机械分离正作为一种新的方法以取代沉淀法,但目前尚未普及。

粪便有进行综合利用趋势,如产生沼气、加工成饲料等。后者目前仍处于研究阶段。

第一篇 机械基础和动力机械

第一章 常用材料、零件和机构

第一节 金属材料

金属材料是制造畜牧机械的主要材料，它包括铸铁、钢、铜、铝等。

力学性能是金属材料的重要性能，常用的力学性能有：强度极限、延伸率、冲击韧度和硬度等。

强度极限是材料抵抗破坏作用的最大能力，单位为兆帕 (MPa) 或兆牛每平方米 (MN/m²)。强度极限可分抗拉强度、抗压强度和抗弯强度，分别表示受到不同外力时抵抗破坏作用的最大能力。钢、铜、铝以及铸铁中的可锻铸铁和球墨铸铁，只以抗拉强度表示其强度极限；而灰铸铁等脆性材料的强度极限则以其抗拉强度、抗压强度和抗弯强度来表示。

延伸率是材料的试件被拉断以后其伸长的长度与原有全长之比，是衡量材料塑性的指标。钢、铜、铝等材料的力学性能中一般都表示出延伸率；灰铸铁等脆性材料延伸率很小，一般不予表示。

冲击韧度是材料对冲击载荷作用的抵抗能力，单位为焦/毫米² (J/mm²)。灰铸铁等脆性材料的冲击韧度很小，一般不表示在性能内。

硬度是材料抵抗硬的物体压入表面的能力，可以用布氏硬度 (HB)、洛氏硬度 (HRA, HRB, HRC) 及维氏硬度 (HV) 来衡量。

一、铸 铁

铸铁是将生铁加入一定的配料熔炼而成。熔化的铁水浇注入砂型或金属模型内，即可铸造出各种形状的零件，铸铁之名即因此而得。

铸铁是一种铁和碳的合金，其中碳的含量占 2.2%~3.8%，在铸铁中除了碳以外还含有少量硅、锰、硫和磷等，它们对铸铁的性能有很大的影响，其中硫和磷是有害物质，含量过大将使铸铁发脆。

铸铁分灰铸铁、白口铸铁和球墨铸铁。

(一) 灰铸铁 灰铸铁是铁水浇注在砂型内逐渐冷却而成，其断口呈灰色，是铸铁中最常用的一种。灰铸铁中的碳游离呈片状石墨状态。它的抗拉伸、抗弯曲和抗冲击的能力较差，但质地较软而便于机械加工，抗压强度也较大，且因含有石墨而具有减磨性。常用来制作轴承、机座、皮带轮和负荷不大的齿轮链轮等。由于灰铸铁较脆，故在使用时切忌敲击。

畜牧业机械中常用的灰铸铁牌号为 HT150 和 HT200，HT 代表灰铸铁，数字代表抗拉强度。

(二) **白口铸铁** 铁水在型模(往往是金属型模)内迅速冷却,即形成白口铸铁,其断口呈银白色。白口铸铁中的碳是以碳化铁状态存在。它很硬,因而不能进行机械加工;延伸性和抗震性较灰铸铁差,也即非常脆;但它的耐磨性很好。白口铸铁常用于需要耐磨的地方,如饲料粉碎机的齿板等。

(三) **可锻铸铁** 可锻铸铁是由白口铁的铸件经过焖火处理而成,铸件里的碳化铁在高温的作用下分离成游离的石墨,这种石墨为颗粒状而不是片状,因此它有一定的变形能力,强度高,有韧性,能很好地承受振动和冲击。常用来制作传动用的钩形链和割草机的护刃器等。

常用的可锻铸铁型号为KT330-08和KT350-100,KT代表可锻铸铁,第一组数字代表抗拉强度,第二组数字代表延伸率。

(四) **球墨铸铁** 球墨铸铁是在熔化后的铁水内加入球化剂(镁或镁的合金)而成,它的石墨呈球状。它具有很好的机械加工性能,强度较高,能延伸,耐冲击,可以用来代替钢材。通常多用来制造曲轴、连杆、齿轮等。

常用的球墨铸铁型号为QT500-05、QT420-10等,其中:QT代表球墨铸铁,第一组数字代表抗拉强度,第二组数字代表延伸率。

二、钢

将生铁放在炼钢炉中经过冶炼,将其中的杂质及一部分碳氧化后成为渣子除去,就炼成了钢。钢也是铁和碳的合金,但它的含碳量较少,在 $0.07\% \sim 1.35\%$ 之间。钢的力学性质优于铸铁,它强度大,韧性高,有延伸性,能进行铸造、锻压、切削、焊接等加工,经过热处理后还能显著地提高其强度和硬度。

(一) **钢的种类和特点** 钢的种类很多,各种钢的特点也有所不同。钢可以作如下分类。

1. 按所含成分分类 根据所含成分不同,钢可分碳素钢和合金钢。

(1) **碳素钢** 除碳以外其它元素含量很少的钢称为碳素钢,它具有一定的力学性能和工艺性能,且价格较低廉,是较常用的材料。

碳素钢中含碳量愈多,其强度和硬度也愈高,但延伸率却愈低。习惯上常将碳素钢分成低碳钢、中碳钢和高碳钢。

低碳钢含碳量在 0.2% 以下,它的延伸性好,但强度和硬度较低,不能进行热处理,一般用来制造普通的螺栓、铆钉、开口销、拉杆以及负荷不大的心轴和短轴等。

中碳钢含碳量在 $0.2\% \sim 0.6\%$ 之间,它的强度和硬度较高,韧性也较大,常用来制造齿轮、轴、连杆等。

高碳钢的含碳量 $>0.6\%$,它的强度和硬度高,但延伸性差,用来制作工具、刀具等。

按照碳以外的其它微量成分的不同,碳素钢又有许多种类,常用的有普通碳素钢、优质碳素结构钢和碳素工具钢。

普通碳素钢分甲、乙两类。甲类钢是按机械性能供应的,钢号为 $A_1, A_2, \dots, A_7$,其中钢号只代表力学性能,不代表含碳量,一般 $A_1 \sim A_3$ 为低碳钢, $A_4 \sim A_6$ 为中碳钢, A_7 为高碳钢。乙类钢是按化学成分供应的普通碳素钢,钢号为 $B_2 \sim B_7$,其应用不如甲类钢普遍。

优质碳素结构钢中的杂质(硫、磷)含量较低,所以其强度、延伸性和韧性都较好。根据其含锰量的多少又分普通含锰量和较高含锰量两种。普通含锰量碳素结构钢的含锰量在

0.8%以下,钢号为05~85,数字代表含碳量,例如45号钢的含碳量即为0.42%~0.50%,属于中碳钢,常用于载荷中等的零件,如转轴等。较高含锰量碳素结构钢的含锰量为0.7%~1.2%,其钢号为15Mn~70Mn,钢号前面的数字也代表含碳量。和同类钢号的普通含锰量钢相比,它的强度和硬度都较大。钢号中的65Mn常用于锤式粉碎机的锤片、饲料粉碎机的刀片和搂草机的弹齿等。

碳素工具钢的含碳量在0.7%以上,主要用来作各种刀具和工具,其钢号为T7~T13,钢号后面的数字代表含碳量。例如,T9即含碳量为0.85%~0.94%的碳素工具钢,常用来制作饲料切碎机的刀片,割草机的割刀和底刀等;T13A即含碳量为1.25%~1.35%的碳素工具钢,是制造剪羊毛机的刀片和梳状底板的材料之一,A代表是含硫、磷量较低的高质量钢。

(2) 合金钢 钢内含有超过0.3%的铬,0.4%的镍,1.0%的锰,0.5%的硅,0.1%的钼,以及含有任何数量的钒、钨、钴和钛的钢皆称为合金钢。合金钢应用在须具有高强度、高耐磨性的重要零件上。例如,45Cr就是含碳量为0.42%~0.50%的铬钢,含铬量为0.8%~1.1%,和碳素结构钢中的45号钢相比,强度提高1倍,硬度提高50%,剪毛机中的很多零件如加压杆、滚子、关节齿轮和传动小轴等都采用了这种材料,可以达到耐磨和减轻重量的目的;又如含铬量高达13%~18%的合金钢,耐腐蚀能力很强,称为不锈钢,为乳品加工机械的重要材料。

2. 按形成的方法分类 按形成的方法不同,钢又可分为铸钢、锻钢和型钢。

(1) 铸钢 铸钢是将炼钢炉内的钢水直接浇铸在砂型内,冷却后即成为已成形零件。和其它方法相比,其延伸性和韧性较低,一般应用在受冲击不大形状较复杂的零件。铸钢有碳素铸钢和合金铸钢之分。碳素铸钢牌号为ZG15~ZG55,ZG代表铸钢,数字代表含碳量。

(2) 锻钢 锻钢是经过锻打,形成一定形状的钢,锻钢的强度高,韧性大,常用来制造比较重要的零件,如受负荷较大的心轴、转轴、齿轮、曲轴等。

(3) 型钢 将钢锭加热以后用轧钢机轧成各种断面的钢材,称为热轧型钢,有时为了提高钢材的强度和精度,将热轧型钢在常温下进行再加工,形成冷轧钢和冷拉钢。

根据断面形状的不同,型钢有如下几种:

① 钢板 按厚度可分为薄钢板(厚度<4mm),中厚钢板(厚度4~20mm)和厚钢板(厚度20~60mm)。其中厚0.25~2mm的薄钢板有的制成镀锌钢板,可防锈蚀。在畜牧业中常用薄钢板制作料箱、水箱、饲槽、水槽等。

② 圆钢 圆钢有热轧和冷拔两种。热轧圆钢直径为5~250mm,一般为A₂~A₅或35~45号钢。圆钢可用于轴、齿轮、链轮等。

③ 角钢、槽钢和工字钢,一般常为A₂~A₅号钢,通常用来制作机架、支架等。角钢有等边和不等边两种,其规格一般用边长×边长×边厚表示,等边角钢也可用号表示,号为边长毫米数的1/10,生产规格有2~14号。槽钢和工字钢皆用号表示,号数为其高度毫米数的1/10,一般槽钢有5~40号,工字钢有10~63号。

④ 钢管 分焊接钢管和无缝钢管,可用作钢制构件或输送管道。畜牧业中输送水和饲料常用镀锌输送钢管。输送钢管以内径英寸数表示,有1/8~6英寸(英寸为非法定计量单位,1英寸=2.54cm)。