



全国高等农林院校规划教材

畜牧工程学

● 黄 涛/主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

畜牧工程学/黄涛主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2007. 3

ISBN 978 - 7 - 80233 - 210 - 2

I. 畜… II. 黄… III. 畜牧学 - 高等学校 - 教材
IV. S81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 024943 号

责任编辑: 杜 洪

责任校对: 贾晓红 康苗苗

出 版 者: 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电话: (010)62145303 传真: 62189012

发 行 者: 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

经 销 者: 新华书店北京发行所

印 刷 者: 北京雅艺彩印有限公司

开 本: 850mm × 1168mm 1/32

印 张: 8.375

字 数: 220 千字

版 次: 2007 年 3 月第 1 版

印 次: 2007 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1 ~ 2 300 册

定 价: 26.00 元

版权所有 · 翻印必究

主 编：黄 涛（辽宁医学院动物科学技术学院）

副 主 编：吴 颖（辽宁医学院动物科学技术学院）

王 芬（辽宁医学院动物科学技术学院）

刘进辉（辽宁省农业经济学校）

编写人员：李万君（辽宁医学院动物科学技术学院）

黄艳丽（辽宁医学院成人教育学院）

潘 峰（辽宁医学院成人教育学院）

简 介

畜牧工程学是改善畜牧生产手段、建筑设施和生态环境的各种工程技术、工程管理和工程理论的总称。畜牧工程学是研究畜禽饲养工艺、畜禽舍建筑、畜禽饲养机械设备、畜禽舍内外环境控制等的一门综合性学科，是农业工程学的一个重要分支。

畜牧工程技术在现代畜牧生产中发挥着重要作用，采用适用的畜牧工程技术，可以极大地提高劳动生产率，减轻劳动强度，改善畜禽的生产环境，提高畜产品的产量和质量，更好地为现代畜牧业发展服务。

国内外畜牧工程技术发展的变化很快，本书主要介绍适合当前畜牧生产现状的饲料加工机械、畜禽饲养管理机械设备、畜产品采集机械、畜禽舍基本结构与环境控制等方面的内容。

本书适合高等学校本科、高职高专等相关专业的学生和生产现场的畜牧兽医人员作为参考资料。

前 言

当今畜牧工程实践证明，随着电子计算机更为广泛应用和信息技术革命向畜牧工程领域内渗透，必将对畜牧工程理论研究与技术开发提出新的课题和更高的要求。所以，展望今后发展，畜牧工程必将成为一个由包括生物工程、机械工程和建筑工程等各个领域内的相关学科互相渗透，综合发展成为一个新的学科——畜牧工程学。

本书是在各级领导的支持下，经过多位有丰富实践经验和教学经验的老师积累的各种资料进行整理，介绍适合当前现代畜牧业生产实际的畜牧工程技术和设备，为畜牧生产提供相关的技术支持。

黄涛编写绪论、第二章、第三章，吴颖编写第一章，王芬编写第四章，刘进辉编写第三章第四节与实验实习一、二、三，黄艳丽编写实验实习四，潘峰编写实验实习五，李万君编写实验实习六。本书在编写过程中，得到王立权、席克奇、周海英老师的热情帮助，特表谢意！

由于编者教学任务多，工作繁忙，对专业方面的理解、认识水平有限，书中会有不同的观点和错误，请读者见谅，并提出批评意见。

编者

2007. 1

目 录

前言	(1)
绪论	(1)
第一章 饲料加工机械	(8)
第一节 饲料输送机械	(8)
一、机械式输送机械	(9)
二、气力输送设备	(14)
三、附属设备	(17)
第二节 饲料清理设备	(18)
一、饲料清理的目的	(18)
二、饲料清理设备	(19)
第三节 饲料粉碎机	(21)
一、粉碎的目的与粉碎方法	(21)
二、锤片式粉碎机	(23)
三、其他类型饲料粉碎机	(27)
第四节 配料计量装置	(28)
一、人工称重	(29)
二、电子配料秤	(29)
第五节 饲料混合机械	(31)
一、概述	(32)
二、立式混合机	(32)
三、卧式环带式混合机	(33)
四、双轴桨叶式高效混合机	(34)
五、连续式混合机	(35)
六、影响混合质量的因素	(36)

第六节 饲料制粒机械	(37)
一、饲料制粒的工艺流程	(37)
二、饲料制粒机	(38)
三、挤压膨化设备	(44)
第七节 饲料加工机组	(45)
一、饲料加工设备的生产规模	(46)
二、饲料加工的工艺流程	(46)
三、饲料加工机组的选型	(47)
四、饲料加工机组举例	(49)
第八节 饲草切碎机	(51)
一、滚筒式饲草切碎机	(51)
二、圆盘式饲草切碎机	(53)
三、饲草切碎机的使用	(54)
第二章 畜禽饲养管理机械	(57)
第一节 孵化设备	(57)
一、孵化设备的类型	(57)
二、对孵化机的要求	(60)
三、孵化机的结构	(62)
四、孵化机的使用	(68)
第二节 育雏设备	(69)
一、育雏设备的类型与特点	(70)
二、电热育雏器	(70)
三、育雏保温伞	(72)
四、自动控温锯末炉	(74)
第三节 饲养设施	(75)
一、鸡的笼养设备	(76)
二、猪栏	(80)
三、牛的饲养设备	(84)
第四节 畜禽喂饲机械	(86)

一、技术要求和类型	(86)
二、干饲料喂饲机械设备	(86)
三、湿饲料喂饲机械设备	(99)
第五节 畜牧场供水设备	(102)
一、供水系统	(102)
二、离心式水泵	(103)
三、深井泵	(111)
四、饮水器	(115)
第六节 清粪设备	(128)
一、畜牧场的清粪方法及粪便处理	(128)
二、固定式清粪机	(129)
三、清粪车	(132)
第三章 畜产品采集加工设备	(134)
第一节 挤奶设备	(134)
一、机器挤奶的生理要求	(134)
二、机器挤奶过程	(135)
三、机器挤奶的性能要求及影响因素	(136)
四、挤奶器和真空装置	(138)
五、挤奶设备的类型和组成部分	(151)
六、挤奶设备的使用	(165)
第二节 鸡蛋收集及处理设备	(167)
一、集蛋设备	(167)
二、鸡蛋处理设备	(172)
第三节 剪毛机械	(177)
一、机械化剪毛的意义	(177)
二、机械化剪毛系统	(178)
三、剪毛机组的分类和组成	(179)
四、剪毛机组的安装	(187)
五、剪毛机的使用	(189)

绪 论

畜牧工程学是改善畜牧生产手段、建筑设施和生态环境的各种工程技术、工程管理和工程理论的总称。畜牧工程学是研究畜禽饲养工艺、畜禽舍建筑、畜禽饲养机械设备、畜禽舍内外环境控制等的一门综合性学科，是农业工程的一个重要分支。

畜牧工程技术与畜牧业现代化的关系：畜牧业现代化，包括畜禽品种优良化、动物饲料营养化、疾病防治科学化、饲养管理规范化和畜牧工程技术现代化，畜牧业现代化必须用现代化的畜牧工程技术进行武装，才能更好地适应现代畜牧业的发展。

畜牧工程技术在畜牧业生产中的重要作用是提高劳动生产率，减轻劳动强度；改善畜禽的饲养环境，提高畜产品的产量和质量；规范畜禽饲养工艺；节约土地和减少资源浪费；扩大饲养规模；促进畜牧业向规模化、规范化、机械化、现代化方向转变。

当今畜牧工程实践证明，随着电子计算机的广泛应用和信息技术革命向畜牧工程领域内渗透，必将对畜牧工程理论研究与技术开发提出新的课题和更高的要求，所以展望今后发展，畜牧工程必将成为一个由包括生物工程、机械工程和建筑工程等各个领域内的相关学科互相渗透，综合发展成为一个新的学科——畜牧工程学。

一、我国畜牧工程技术产业化的现状

我国畜牧工程技术的现状，经过 20 多年的发展，在畜禽饲养工艺与饲养管理机械设备方面：

- (1) 蛋鸡笼养设施与饲养工艺发展得很好；
- (2) 蛋种鸡笼养与人工授精技术得到普及；
- (3) 肉种鸡笼养与人工授精技术得到推广；

- (4) 猪的规模化圈养工艺与设施正在普及;
- (5) 北方大棚养猪工艺和技术得到推广;
- (6) 奶牛全混合日粮饲喂技术和集中挤奶方式得到推广与应用;
- (7) 饲料加工机械大中小齐全配套合理;
- (8) 从禽类孵化、育雏、饲养管理中的喂料、饮水、清粪、灯光控制、通风换气、集蛋等都有相应配套的机械设备。

畜牧工程技术具体体现在以下几个方面:

(一) 畜禽舍建筑

从过去主要参考工业与民用建筑规范设计建造的砖混结构畜禽舍,到研究开发并推广了具有中国特色的简易节能开放型畜禽舍、大棚式畜禽舍、拱板结构畜禽舍、复合聚苯板组装式拱形畜禽舍等多种建筑形式。近年来,在综合了传统的密闭式和开放式畜禽舍各自的特点后,研究开发了开放型可封闭畜禽舍和采用屋顶自然采光的大型连栋鸡舍等新型畜禽舍建筑形式。

自20世纪70年代末以来,我国的规模化畜禽养殖业取得了举世瞩目的成就,各地相继建起了一大批大中型工厂化畜禽养殖场。这里面除与畜禽品种、饲料科技、兽医防疫技术进步有关外,与畜牧工程技术发展也是分不开的。20多年来,我国的畜牧工程科技人员对畜禽场的建筑,通风、降温、加温及其自动控制、废弃物处理与利用等环境工程技术及配套设备进行了大量的研究与开发,推动了规模化畜牧生产水平的不断提高,成绩显著。

以畜牧工程领域的畜禽场规划设计为例,其发展过程是先引用工业技术,而后根据畜牧生产需要,经过科研单位,大专院校等专业机构与从事农业工程设备制造及工程建设有关企业共同进行实验研究,开发试制,并不断总结民间大量实际经验,逐步形成畜牧工程学科的理论体系和配套的应用技术。通过这阶段畜牧工程项目建设和运行实践证实,完全照搬欧美发达国家的畜禽场建设标准和规范,成套引进其设备与设施产品这条路不符合我国畜牧业发展国

情, 20 世纪 80 年代引进的许多密闭式工厂化养猪场、养鸡场都被自行改造了。经过市场淘汰, 保留下来的绝大多数还是我国自己设计建造的畜禽场建筑设施。

从 1992 年起农业部就组织人力着手编制我国的工厂化养鸡场、养猪场建设标准, 1999 年正式颁布了我国第一份有关畜禽场建设的国家标准。1994 年起在引进消化吸收国外设备的基础上, 先后开发研制出反刍动物用全自动饲料搅拌车, 智能化全自动粪肥连续发酵设备等畜牧工程专用设备, 并形成产业化生产。随着新型建材工业发展, 1995 年我国第一个经过正式设计建造的彩色复合保温钢板轻型结构装配式养猪场正式建成投产。随着改革开放进程, 许许多多涉及畜牧工程领域的各种经济组织形式的国家、集体、民营的科研机构以及国内合资、独资的设备制造企业和厂商, 如雨后春笋般迅速发展壮大, 尤其进入 21 世纪, 我国狠抓农牧业可持续发展, 保护生态环境, 生产无公害食品, 保证食品安全等落实工作, 这又给畜牧工程提出了更高的新要求, 涉及农牧业食品安全, 生产无公害食品的方方面面, 如对畜禽饮用水、畜禽场环境卫生质量、养殖业污染物排放标准及饲养管理规程, 饲料生产加工与使用, 兽药生产与使用等现在都有农业部行业标准可作为技术依据。到 2004 年农业部又审查批准了有关种牛、猪、鸡养殖场建设的行业标准。许多畜牧工程企业进一步和大专院校和科研单位紧密联合, 走出了一批从事畜禽场建设工程的规划设计, 设备制造, 现场施工安装一体化的专业公司, 这又大大缩短了我国畜牧工程从科研成果到生产应用的距离, 有些新技术新产品, 一经开发出来, 马上就推向市场, 加之近几年随着畜牧业发展, 畜牧工程领域人员和技术力量的不断发展壮大, 国内外技术交流活动也十分频繁, 这些都有力推动了我国畜牧工程科学理论和应用技术的快速发展。

(二) 畜禽舍通风设备与纵向通风技术的研究与应用

在 20 世纪 70 年代末和 80 年代初, 我国自行设计建造的工厂化养畜禽场, 由于没有农牧业用的低压头风量型风机, 只能采用工

业风机通风。畜禽舍内噪声大, 能耗高, 设备投资也大, 不仅给畜禽场造成了很大的浪费, 而且舍内环境条件差, 影响了畜禽的生产性能。1983 年以来, 我国在引进、消化、吸收的基础上, 设计并研制成功了国产 9FJ 农用低压大流量高效节能轴流风机系列, 于 1988 年通过农业部新产品鉴定, 填补了我国低压大流量风机的空白。随后, 结合我国砖混结构畜舍的特点, 研究并推广了畜禽舍的纵向通风新技术。将 9FJ 系列风机用于替换畜禽舍的原工业风机, 结果节能 40% ~ 70%, 噪声小于 70dB。经在全国 20 余个省、市、自治区的畜禽场应用, 在节约电能, 减少设备投资和运行维修费用, 降低噪声与改善舍内外环境等方面效果十分显著。纵向通风技术的发展, 还使畜禽场的净污区自然分开, 对净化场区环境, 减少栋舍间的相互感染, 提高卫生防疫等效果显著。也为高密度叠层笼养和大型连栋鸡舍的发展提供了技术保障。

(三) 蒸发降温设备的研究与开发

目前我国畜舍中所采用的蒸发降温设备主要有两类, 一是喷雾降温系统, 二是湿帘风机降温系统。其中喷雾系统由于舍内湿度较大, 且因喷头质量和水质需处理等原因, 目前国内的畜禽舍采用不多。湿帘蒸发降温系统则以其降温效率高, 系统造价与运行费用较低等特点, 受到广大用户的欢迎。我国自 1983 年开始自行研制纸质蒸发降温湿帘以来, 对湿帘的材料、结构及其强度与性能等进行了深入系统地研究, 于 1988 年在北京农业大学研制成功, 并通过农业部新产品鉴定, 填补了我国纸质湿垫降温产品的空白, 并与 9FJ 系列风机一起被列入国家级新产品向全国推广应用。该项技术于 1993 年获农业部科技进步二等奖和 1996 年国家科技进步三等奖。湿帘降温与纵向通风结合采用, 基本可确保高温季节畜禽的正常生产。

(四) 畜禽舍加温技术研究

近年来, 已将正压管道送风技术引入到畜禽舍内, 即使用暖风机和热风炉, 用风机将引进舍内的新鲜空气先经加热后再送到畜禽

舍内。这可以把供热和通风相结合,从根本上改善了寒冷季节畜禽舍内的环境。同时换热器和热风炉应用机动,投资较少,热效率高,耗煤少,劳动强度也大大降低。在热风供暖方面,今后尚应进一步加强畜禽舍专用热风炉系列的研究。

(五) 畜禽舍环境自动控制技术的研究

我国畜禽舍环境自动控制水平还较低,所采用的都是单因素控制,如温度控制、光照控制、通风换气控制等。近年来,尤其在“八五”期间,对畜禽舍环境控制技术进行了重点研究与开发,以8098单片机为核心开发了以畜禽的日龄为基准的温度、湿度、光照度等多因素闭环控制系统的硬件与软件技术,现已投入批量生产,初步实现了畜禽舍环境的智能化控制。对畜禽舍环境的自动控制系统目前尚需进一步完善与优化,如对畜禽舍通风换气设备实现调速控制,降低成本,把畜禽舍的环境控制与生产管理技术结合起来真正实现系统地优化控制等。

(六) 畜禽场粪污处理与利用技术的研究

国内一些集约化畜禽场已与科研部门合作,按各地条件对多种畜禽粪便加工处理方法进行了初步研究。如:沼气厌氧发酵法、快速发酵法、高温高压真空干燥法、塑料大棚好氧发酵法、高温快速烘干法、热喷膨化法、微波干燥法等均已在生产中开始应用,并程度不同地见到一定效果。但它们各有优缺点,相比之下,高温快速烘干法使用推广较多。这种方法的优点是:不受季节、天气的限制,可连续生产,设备占地面积小,能将含水率75%以下的鲜湿畜禽粪,一次烘干至含水率达13%的安全贮存要求,并能达到消毒、灭菌、除臭和保存营养的目的,从而使烘干的畜禽粪可直接变成产品,或作为生产配合饲料和有机无机复合肥的原料。缺点是能耗较高,干燥过程排出的废气臭味较大,影响周边环境的空气质量。

(七) 饲料加工机械设备

20世纪80年代中期我国自行设计建造的第一个万吨级配合饲

料加工厂建成投产,标志着我国配合饲料加工产业开始起步发展,到2006年全国饲料总产量已达1亿吨。在引进消化吸收的基础上,结合中国的国情,我国在饲料加工机械设备方面已形成大、中、小齐全,从单机产品到各种规格的全套机械设备基本能够自己制造。有些大的饲料加工机械设备企业的产品已经全套出口,从厂房设计、工艺流程设计,电脑配料控制软件的设计到机械设备制造、安装、调试、操作人员培训等成为交钥匙工程。为畜牧业提供不同畜禽和水产动物需要的各种类型的饲料,促进了畜牧业的发展。

二、我国在畜牧工程方面存在的问题

存在的主要问题有:

- (1) 畜禽养殖工程饲养工艺和模式研究不够。
- (2) 畜禽舍建筑设施产业化技术落后,缺乏畜禽舍建筑设施的标准化与规范化。
- (3) 环境工程与饲养设备不配套。
- (4) 农村养殖专业户的畜禽生产环境调控技术较为落后。

三、我国畜牧工程的发展方向

畜牧业的进一步发展,将由传统的粗放型向现代集约型转变,由单纯追求数量向追求质量效益型转变,无公害清洁生产方式将是畜牧业发展的大趋势,这就要求采用先进的畜禽养殖工程工艺和与之配套的畜舍建筑设施和环境控制技术。随着养殖规模的扩大,迫切要求畜牧工程的各个学科领域及时跟上生产发展的需要,拿出科学合理,经济适用的各类畜牧工程项目规划设计及设施配套技术及产品。

世界畜禽舍建筑与环境控制技术发展的趋势是,更多地从动物福利角度考虑畜舍的建筑空间和饲养设备,从环境系统角度,综合考虑舍内通风、降温与加温等的环境控制技术将得到发展与推广应

用。结合当地自然条件，充分利用自然资源的综合环境调控技术及其配套设施设备的开发应用是世界各国都在追求的目标。

根据我国的国情，尽快研究开发不同地区、不同规模的有关畜禽养殖工程饲养工艺和模式及其配套的环境调控设施与设备。具体内容如下：

(1) 规模化畜禽饲养工艺定型化、标准化。

(2) 实现畜禽舍建筑设施的标准化、装配化、系列化、产业化。

(3) 畜禽环境控制技术系统化、实用化。

(4) 畜禽场粪污处理技术的实用化与简易化，实现清洁生产绿色养殖。

(5) 研究开发符合农村生产方式的饲养工艺、设施和机械设备，以促进社会主义新农村建设。

国内外畜牧工程技术的发展变化很快，本书主要介绍适合当前畜牧生产现状的饲料加工机械、畜禽饲养管理机械设备、畜产品采集机械、畜禽舍基本结构与环境控制等方面的内容。

第一章 饲料加工机械

饲料是畜牧业和水产养殖业发展的重要物质基础。按成分和配制方法不同，可分为混合饲料和配合饲料。混合饲料是两种以上单一饲料的均匀混合物；配合饲料是根据动物对各种营养物质的需要，将多种不同的饲料，科学地按一定的比例均匀混合而成的营养比较全面的商品饲料。由于饲料的种类多，用途不同，加工的工艺也不一样。

混合饲料的加工工艺包括：

- (1) 精饲料加工工艺：除杂去铁—粉碎—混合；
- (2) 粗饲料加工工艺：切碎—混合或去铁—初切—粉碎—混合或切碎—氨化（氨化）处理；

配合饲料的加工工艺：

配合饲料的工艺流程由单个的饲料加工设备按照一定的生产程序和技术要求排列组合而成。饲料厂的规模大小不同，生产工艺流程差别很大，选用的设备也有所不同。根据饲料生产的基本流程可将饲料加工工艺分为：原料接收及清理、粉碎、配料、混合、制粒、冷却、筛分、包装等工序。饲料加工工艺流程各工序中的设备可进行不同的组合，从而构成不同的生产工艺。

第一节 饲料输送机械

饲料加工厂中，输送机械的作用就是将原料、半成品和成品从一工序运送至另一工序。被输送的物料多为固体（块状、粒状和粉状）物料。为达到较好的输送效果，应根据输送物料的性质、工艺要求及输送位置的不同，选择适当形式的输送机械。输送机械

按其工作原理可分为机械式和气力式两大类。

一、机械式输送机械

常用的机械式输送机械有带式输送机、刮板输送机、螺旋式输送机、斗式提升机和自流设备等。

(一) 带式输送机

带式输送机可水平或倾斜输送粉状、粒状、块状及袋装物料。它的优点是：在输送过程中物料不会损伤。输送能力和输送距离较大；在整个输送带上都可装料和卸料；动力消耗低；工作可靠、操作方便、易于管理、工作时无噪声。

带式输送机的结构如图 1-1。它是由输送带、支承装置、传动装置及张紧装置等组成。物料由进料斗直接落到输送带上，被输送到输送机的另一端。若需要在输送带的中间部位卸料，可另设卸料器。通常输送带采用橡胶带。

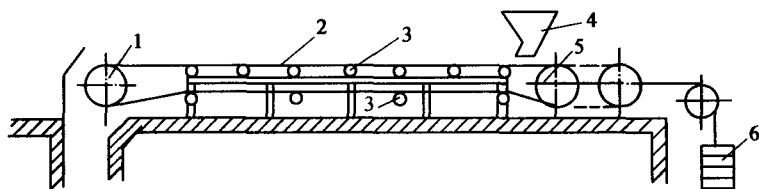


图 1-1 带式输送机结构

1. 驱动轮 2. 输送带 3. 托架 4. 进料斗 5. 张紧轮 6. 张紧用重物

支承装置用托辊承托输送带及其上的物料。上带支承装置有单辊式和多辊组合式两种见图 1-2。平面单辊式支承装置上，输送带面平直，物料运送量较少，适合运送成件物品，输送带寿命较长。多辊式支承装置使输送带弯曲槽状，输送量大，生产率高，适合输送散粒物料，但输送带易磨损。下带支承装置只起承托输送带的作用，多采用平面单辊。

为避免输送带跑偏，通常偏斜安装支承辊柱。也就是在安装