

*Xiandai Xumu Shouyi Keji
Fazhan Yu Yingyong Yanjiu*

现代畜牧兽医科技 发展与应用研究

■ 王世雄 ○ 著



吉林科学技术出版社

ISBN 7-5384-4317-7

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

现代畜牧兽医科技发展 与应用研究

王世雄 著
廖冰 编著

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林出版集团 吉林科学技术出版社

吉林科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代畜牧兽医科技发展与应用研究 / 王世雄著.

— 长春 : 吉林科学技术出版社, 2018.6

ISBN 978-7-5578-4511-7

I. ①现… II. ①王… III. ①畜牧学②兽医学

IV. ①S8

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第133453号

现代畜牧兽医科技发展与应用研究

作 者 王世雄 廖 冰
出 版 人 李 梁
责任编辑 隋云平 端金香
封面设计 晟 熙
制 版 晟 熙
开 本 787mm×1092mm 1/16
字 数 270 千字
印 张 12
版 次 2018 年 10 月 第 1 版
印 次 2018 年 10 月 第 1 次印刷

出 版 吉林出版集团
吉林科学技术出版社
发 行 吉林科学技术出版社
地 址 长春市人民大街 4646 号
邮 编 130021
网 址 www.jlstp.net
印 刷 北京市迪鑫印刷厂

书 号 ISBN 978-7-5578-4511-7
定 价 39.00 元

如有印装质量问题可寄出版社调换
版权所有 翻印必究

前言

畜牧学是研究与畜牧业生产有关的知识理论和技术的科学，为农学学科门类的一级学科。中国是畜牧业生产大国，畜禽的存栏量和肉类、禽蛋及奶类的生产总量居世界前列，畜牧学科为畜牧业提供了不可或缺的技术支撑。现代畜牧科学技术在促使传统畜牧业向现代畜牧业转变中发挥了举足轻重的作用，畜牧学科为改善我国人民的营养膳食结构、增强民族体质作出了不可磨灭的巨大贡献。

本书由云南农业职业技术学院的王世雄担任著者，由沈阳工学院的廖冰担任编著。具体编写分工如下：王世雄编写了第四章、第五章、第六章和第七章；廖冰编写了第一章、第二章和第三章。

本书在撰写过程中，在收集国内外大量文献资料的基础上，结合多年的教学、科研、生产经验，使编选内容更加充实、详尽、可靠。力求反映畜牧兽医的最新研究动态和发展水平。由于科学技术发展迅速，畜牧兽医新知识、新技术日新月异，本书仅对畜牧兽医部分内容的研究进展作聊介绍，尚不能涵盖畜牧兽医的发展全貌。

目 录

第一章 互联网 + 畜牧兽医的融合发展	1
第一节 畜牧兽医信息技术应用	1
第二节 畜牧与物联网技术	14
第二章 畜禽遗传育种技术发展与应用	32
第一节 畜禽遗传育种技术概论	32
第二节 我国畜禽遗传育种技术应用研究	33
第三章 动物繁殖技术发展与应用	57
第一节 动物繁殖技术概论	57
第二节 我国动物繁殖技术应用	57
第四章 动物营养研究发展与应用	79
第一节 动物营养概论	79
第二节 我国动物营养技术应用	80
第五章 畜牧生态环境保护与产业发展	96
第一节 畜禽品种资源的保护及利用	96
第二节 生态畜牧业及其发展模式	104
第三节 畜禽养殖污染及废弃物的处理	110
第四节 转基因技术及转基因动物研究现状	119
第六章 现代先进医学技术在兽医领域的应用	127
第一节 兽医病理常用技术	127
第二节 常见家禽重大疫病防控技术	138
第三节 新型生物制剂在兽医临床的应用	158
第七章 畜产品风险评估技术	169

第一节	动物及其产品风险预警系统的研发与应用	169
第二节	基于 Android 系统的肉牛质量安全溯源系统	175
第三节	牛肉质量安全溯源多边平台的设计和平台	180

目 录

1.1	肉牛生产与经营	第一章
1.2	肉牛生产与经营	第二章
1.3	肉牛生产与经营	第三章
1.4	肉牛生产与经营	第四章
1.5	肉牛生产与经营	第五章
1.6	肉牛生产与经营	第六章
1.7	肉牛生产与经营	第七章
1.8	肉牛生产与经营	第八章
1.9	肉牛生产与经营	第九章
1.10	肉牛生产与经营	第十章
1.11	肉牛生产与经营	第十一章
1.12	肉牛生产与经营	第十二章
1.13	肉牛生产与经营	第十三章
1.14	肉牛生产与经营	第十四章
1.15	肉牛生产与经营	第十五章
1.16	肉牛生产与经营	第十六章
1.17	肉牛生产与经营	第十七章
1.18	肉牛生产与经营	第十八章
1.19	肉牛生产与经营	第十九章
1.20	肉牛生产与经营	第二十章
1.21	肉牛生产与经营	第二十一章
1.22	肉牛生产与经营	第二十二章
1.23	肉牛生产与经营	第二十三章
1.24	肉牛生产与经营	第二十四章
1.25	肉牛生产与经营	第二十五章
1.26	肉牛生产与经营	第二十六章
1.27	肉牛生产与经营	第二十七章
1.28	肉牛生产与经营	第二十八章
1.29	肉牛生产与经营	第二十九章
1.30	肉牛生产与经营	第三十章
1.31	肉牛生产与经营	第三十一章
1.32	肉牛生产与经营	第三十二章
1.33	肉牛生产与经营	第三十三章
1.34	肉牛生产与经营	第三十四章
1.35	肉牛生产与经营	第三十五章
1.36	肉牛生产与经营	第三十六章
1.37	肉牛生产与经营	第三十七章
1.38	肉牛生产与经营	第三十八章
1.39	肉牛生产与经营	第三十九章
1.40	肉牛生产与经营	第四十章
1.41	肉牛生产与经营	第四十一章
1.42	肉牛生产与经营	第四十二章
1.43	肉牛生产与经营	第四十三章
1.44	肉牛生产与经营	第四十四章
1.45	肉牛生产与经营	第四十五章
1.46	肉牛生产与经营	第四十六章
1.47	肉牛生产与经营	第四十七章
1.48	肉牛生产与经营	第四十八章
1.49	肉牛生产与经营	第四十九章
1.50	肉牛生产与经营	第五十章

第一章 互联网 + 畜牧兽医的融合发展

第一节 畜牧兽医信息技术应用

一、我国畜牧业信息化的物联网技术应用

伴随信息技术的高速发展，物联网技术和产业异军突起，成为新一轮产业革命的重要发展方向和世界产业格局重构的重要推动力量。在这样的大背景下，党的十八大及时做出了“四化”同步发展的战略决策，把加快发展信息化提升到了前所未有的高度。党中央、国务院尤其重视物联网发展。习近平总书记强调，要让物联网更好促进生产、走进生活、造福百姓。李克强总理指出，要大力发展战略性新兴产业，在集成电路、物联网、新一代移动通信、大数据等方面赶上和引领世界产业发展。近年来，国务院出台了一系列强有力的政策措施，推动物联网有序健康发展，并取得了显著成绩，包括国家发改委、科技部、农业部等在内的各个部委及省市纷纷启动物联网项目的研究与实施，这些都为农业物联网的发展提供了难得的历史机遇和良好的发展环境。包括畜牧业在内农业物联网作为物联网家族中的重要成员，因其作用对象的不同，具有其自身的特殊性。由于感知的对象是具有生命特征及不断生长与变化的动、植物与生存环境（土、肥、水、气、种），使得动态感知的难度大，数据传输的环境条件复杂，数据的分析与处理专业性强，涉及的领域广泛，导致推进的难度较其他领域略显缓慢。畜牧业是整个农业生产中规模化程度最高，技术、设备与资金投入集中的领域之一。在一批致力于畜牧业信息化、物联网技术基础研究的科研院所、创新型研发企业的推动下，更有一批具有前瞻性 & 敏感性的行业龙头企业的引领，我国畜牧业信息化、物联网技术的理论研究与应用实践也取得了可喜的进展。从对畜禽的个体的编码与标识，生产过程的数据采集与传输，畜禽个体的精细饲养控制，到畜产品全程质量安全溯源等环节，获得了相应的技术产品、标准或规范，具有智能控制的计算网络平台，并且这些技术与解决方案在具有一定信息化基础的生产企业得到了应用，初步展示了物联网技术成为提高生产力的主要要素，改变了长期以来人们对农业信息技术的应用只是摆设的观点。总之，中国畜牧业信息化、物联网技术应用对畜牧业的现代化发展带来了新的动力。



(一) 畜禽编码标准与标识技术研究

1. 国际上家畜标识标准的制定现状

制定不同畜禽的个体或小群体的编码标准是畜牧业信息化,尤其是物联网技术应用的基础,是实施基于畜禽个体及小群体精细化饲喂与数字化管理的前提,更是建立畜产品质量全程监管的技术基础。

在国际上,国际标准化组织(ISO)发布有动物管理系列标准即 ISO/TC 23/SC 19,它负责制订动物管理 RFID(radio frequency identification) 方面标准,主要包括 ISO 11784 / 11785 和 ISO 14223 3 个标准。ISO 11784 编码结构规定了动物射频识别码的 64 位编码结构,动物射频识别码要求读写器与电子标签之间能够互相识别。代码结构为 64 位,其中的 27 至 64 位可由各个国家自行定义。ISO 11785 技术准则规定了应答器的数据传输方法和阅读器规范。工作频率为 134.2 kHz,属于低频 RFID。ISO 14223 高级标签规定了动物射频识别的转发器和高级应答机的空间接口标准,可以让动物数据直接存储在标记上,每只动物的数据就可以在离线状态下直接取得,进而改善库存追踪以及提升全球的进出口控制能力。通过符合 ISO 14223 标准的读取设备,可以自动识别家畜,它所具备的防碰撞算法和抗干扰特性,即使家畜的数量极为庞大,识别也没有问题。ISO 14223 标准包含空中接口、编码和命令结构、应用 3 个部分,它是 ISO 11784 / 11785 的扩展版本,但标准的实施成本较高。

动物电子标识的编码及技术准则标准目前主要在美国农业部推广应用,而且采用的编码均为 15 位编码,且前 3 位以“840”开头代表美国,符合 ISO 3166 规范。图 1-1 是美国应用于家畜标识的 RFID 标签。

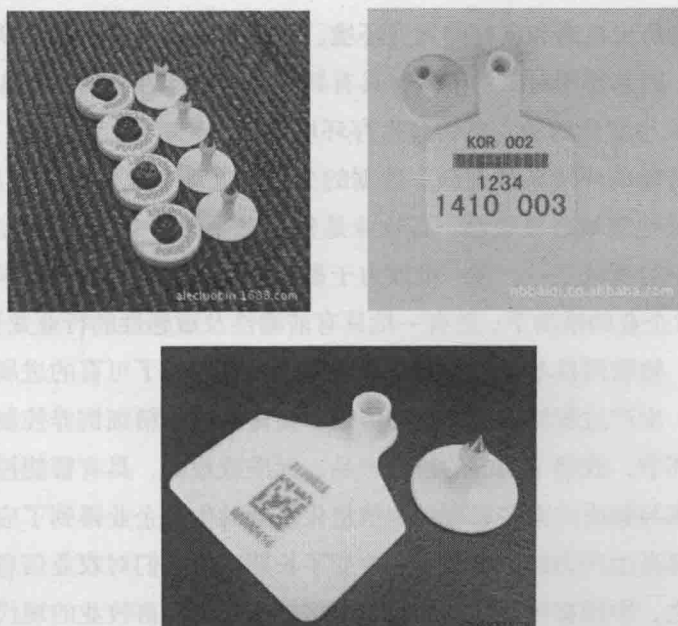


图 1-1 RFID 标签



图 1-1 耳标是一种电子标签与一般肉眼识读耳牌的复合标签。去掉上部的电子标签部分就是广泛使用的肉眼识读耳标了,这种条码耳标没有国际标准,但有生产企业的内部标准或规范,主要由美国安乐福(Allflex)公司生产,并取得美国农业部的许可。电子标识技术的应用成本较高,主要应用于自动饲喂的家畜如奶牛、种猪等,但大量散养的家畜如肉牛、羊等采用肉眼可识读的,或者是印有条码的(一维或二维)耳牌式耳标。

在欧盟,对家畜的标识尽管有统一的标识规范,甚至包括了对转基因动物的标识,但各成员国是否采用无硬性规定。法国作为畜牧业发达的国家,对大家畜的标识采用符合国际动物编码委员会(International Committee for Animal Recording, ICAR)的编码规则,但对猪只个体编码采用养殖场的官方编码加上个体在场内带有年份的顺序号,由此构成的个体唯一编码从 13 位到 17 位不等,这主要是由于养殖场的官方编码长度不等造成的。在荷兰,因为猪只的饲养量少,则采用内部统一的编码-7 位 UFN,非常实用、有效。

2. 国内畜禽标识标准的制定现状

自 2006 年来,农业部兽医局实施了“动物标识及疫病可追溯体系建设”试点工作,同时中国农业部早前发布的 67 号令对家畜编码规则进行了定义:对猪、牛、羊的编码规则采用 15 位数字,第 1 位为动物的种类:1 为猪,2 为牛,3 为羊,暂对家禽尚未定义;从第 2 位到第 7 位共 6 位定义为养殖场所在地的县市行政区划代码,服从 GB/T 2260-1999,最后 8 位为指定的县市内、相同类别动物个体的顺序号。这种编码方法存在的问题:首先,编码中没有带养殖场的编号(码),养殖场对自己的饲养对象完全没有编码权利,统一由国家畜牧兽医管理部门对畜禽养殖场个体进行事先编码。这种编码方法事实上是先有编码与标识载体,养殖场在领取标识载体并配戴后才能登记上个体标识号。因此,在不同时期内领取的耳标,同一养殖场的编号可能是断开的,按此方法编码,如果未将所有的编码信息通过网络上传到数据系统,就无法确定标识的个体来自哪家养殖场(户),编码的可读性差。其次,对家畜个体标识采用了加密的二维码技术,而二维码制没有公开,只有采用指定的条码阅读器才能识别耳标,势必影响新的高性能阅读器的使用。指定的阅读器一种基于 windows Mobile 平台由北京平治东方科技发展有限公司生产提供,而另外一种则由福建新大陆科技集团公司生产。后者采用的嵌入式系统平台为 Linux 系统(图 1-2)。

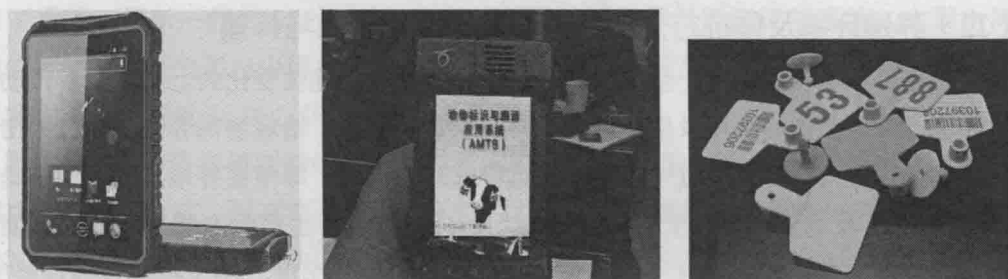


图 1-2 指定的 2 种阅读器及其识别的二维耳标

图 1-2 所示 2 种阅读器均为智能阅读器,具有对耳标的识别、数据采集、贮存与数据



传输的功能。当有 GPRS 无线信号时,识别与采集的数据,可直接通过无线信号将数据传输到农业部动物疫病溯源数据库中;无 GPRS 信号时,可将采集的数据暂存于 IC 卡中,等到有 2G 信号时,再通过无线或有线上传数据。这种数据采集与传输的设想是好的,但应用效果很不理想,主要是进入数据采集系统的时间长、传输速率慢,信号盲区多,即使当前具有 3G 甚至 4G 的公用无线网络,如此频繁地采集与传输数据,也会遇到速率瓶颈问题,并且存在运行维护成本较高的问题。

RFID 电子标签的应用可以期待。为解决 RFID 的成本较高,大量应用于畜牧业生产面临的经济压力问题,国内为数不多的几家高新技术企业非常执着地攻坚克难,终于突破 RFID 生产的关键技术瓶颈,可自主生产 RFID 的芯片与标签,为此还实现制定相关的技术规范。例如,上海市早在 2005 年发布了《动物电子标识通用技术规范》,该地方标准中采纳了 RFID 相关国际标准,结合了 ISO11784 中的国家或区域编码,与 ICAR 的规定相符。其后,新疆维吾尔自治区于 2011 年也发布了《动物电子标识(射频识别 RFID)通用技术规范》(DB 65/ T3209_2011)。该标准主要就低频($134.2\text{ kHz} \pm 5\%$)RFID 标识的物理特性与环境适应性进行了规定,尤其是将中国的行政区划代码和动物的 64 位二进制编码相结合进行了实例化。在自主 RFID 芯片生产上,代表产家有上海生物电子标识公司和无锡富华科技责任有限公司。两家企业均获得了 ICAR 的认证,并获得了 ICAR 赋予的企业编码,意味着它们生产的标签编码的前 6 位在国际上是唯一的。目前,2 家公司自主生产的 RFID 标签成本下降,仅为过去进口产品的 1/3 左右,而且他们生产的 RFID 标签及其阅读器不仅远销东欧、西欧及东南亚国家,而且打破了进口标签价格居高不上的局面。

在肉牛生产及产品溯源领域,国内的北大荒牛业有限公司及阳信亿利源清真肉类有限公司在构建企业的肉牛及牛肉产品的安全溯源体系中,以农业部 67 号令为基础,提出了标识肉牛活体的企业编码规则,对 67 号的 15 位编码的后 8 位进行了重新定义,后 8 位的前 2 位为养殖企业编码,接着的 2 位为年份的后 2 位,最后 4 位为年内出生或者购入的肉牛顺序编号。肉牛个体编码规则的修改后,养殖企业具有个体的编码权,无须去申请。在中国台湾,开发家畜电子耳标的企业主要由台湾农委会委托丰田生技资讯股份有限公司依照 RFID 的 ISO 标准研发产品,但 RFID 标签封装的规格与式样针对猪舍及猪个体有明显的区别,识读器为手柄式阅读器,且主要应用在生猪的全程生产及质量溯源体系建设上。

(二) 养殖环境及体征行为的远程监测、数据采集与传输

畜禽的养殖环境(温湿度、空气质量等)及体征行为是连续变化的。为营造养殖动物的舒适环境,根据动物的生理及生产需求及时提供饲喂控制,给现场饲养管理人员提出了较高的要求。管理人员可否通过一种技术来远程管理畜禽场,即使去外地,既能用移动终端(手机、iPad 及笔记本电脑)查看养殖现场的环境参数、生产状态甚至场景,还能通过无线或有线网络遥控畜舍的环境控制设备,调节畜舍的温湿度,甚至精准投喂饲料等。典型案例如下:在科研方面,中国农业科学院北京畜牧兽医研究所联合河南南商农牧科技公司,研究开发了畜禽养殖环境监控物联网,主要利用环境感知传感器,如温湿度传感器、



光照度传感器,氨气传感器,二氧化碳等,对连续变化的环境参数进行远程监测,监测的数据首先通过 2G 或 3G/4G SIM 卡传输到数据服务器中贮存,开发的手机客户端 APP 文件则可在在线查看连续变化的环境参数及历史数据,依据监测的数据及预设的环境参数的阈值,系统会提醒用户开启相应的控制设备,如水帘、电暖、风机的开启与关闭等。显在企业内部的物联网建设方面,作为中国最大的畜禽养殖企业——温氏集团,率先开展了企业畜牧业物联网与信息化的应用研究,建成了畜牧养殖生产的监控中心、畜禽养殖环境监测物联网系统、畜禽体征与行为监测传感网系统等。主要采用物联网技术及视频编码压缩技术,将企业所属各地养殖户及加工厂的重要位点部署实时监控视频,自动感知与收集主要位点的传感器检测数据,如温度、湿度、空气质量、水质、冷库温度等,并在指挥中心的大屏幕上集中显示,管理者通过点击鼠标可获得相应养殖户或工厂的各项实时数据,或查看历史数据、统计报表及视频等,方便地提出与当前关注问题相关的、重要的信息,由此进行可视化的日常管理、巡查会应急指挥。在该企业的物联网系统的应用中,不自觉中采用了大数据的理念,这就是建立不同类型数据之间的关联,寻求数据或信息之间的规律。

前已述及,畜禽环境监测物联网构建的核心不仅仅是实时获得环境监测的状态数据,更重要的通过对数据的分析,获得对环境控制设备的远程操作,从而形成物联网系统的闭环。

(三) 物联网数据分析与饲喂控制

1. 智能母猪电子饲喂站

母猪生产力水平代表了一个国家养猪业的科技含量,首先影响到商品猪饲养的成效,最终还影响一个地区甚至国家的价格指数。因此,近些年来,国内外针对母猪电子饲喂站的开发与应用均进行了大量的研究,其宗旨是通过智能数字化控制,满足母猪个体的生理变化、营养需求的动态变化及动物本身的福利,最终提高母猪的生产力水平。就 ESF (electronic sow feeding) 系统本身而言,具有典型的物联网核心技术特征,包含了感知、数据采集与传输及饲喂控制的 3 个层面,也可称之为母猪精准饲喂物联网系统。

在国内从事母猪 ESF 研究的相关设备制造企业较少,代表性的有河南河顺自动化设备公司、河南南商农牧科技责任公司等。上述公司在设备的研究与制造方面,实现了由先期的模仿阶段到目前的自主创新研制的转变过程,为中国母猪饲养物联网的设备的国产化做出了贡献。最新一代的 ESF 即第 5 代妊娠母猪及哺乳母猪智能饲喂系统,主要由河南南商农牧科技责任公司与中国农业科学院北京畜牧兽医研究所联合研制,已经获得发明专利及实用新型专利近 10 项,获得计算机软件登记 3 项。

图 1-8 所示为最新研制的妊娠母猪电子饲喂站,进入门采用传感器+电动门+中央控制器协同工作的方式,提高猪只有序进入饲喂器的效率;根据感知的猪只的标识信息,通过计算机提出其历史档案,决定饲喂的数量及次数,实施具有阈值设定下的自动饲喂,形成了基于感知、数据分析及饲喂控制的完整闭环控制生产,基本达到了在无人控制下的、按个体体况的精细化饲喂,是通过物联网技术应用提高畜牧业生产力的典型案例。



图 1-8 妊娠母猪电子饲喂站

图 1-9 所示的哺乳母猪自动饲喂器，同样地通过采集母猪个体的体况数据，包括质量，哺乳胎次及抚养的仔猪头数，根据日粮养分需要量模型，计算不同哺乳天数的采食量作为阈值，通过中央控制器或移动智能手机控制饲喂次数及每次饲喂量，实现基于物联网技术与阈值下的精细饲喂。特别地，如果中央控制器中嵌入 SIM 卡，将手机端 APK 文件与 SIM 卡关联，再通过手机端可以实时查看每头母猪的采食数据，并对每头母猪的饲喂程序进行远程控制，也就是可以通过手机远程养猪了。



图 1-9 哺乳母猪自动饲喂器

2. 种畜生产数字化监管与云分析计算平台

畜牧业生产中，种畜的生产过程极为复杂，尤其在奶牛及种猪的生产周期中，不断发生的生理与生产节律的变化。从发情、配种、孕检、妊娠到分娩、空怀或干奶或断奶，直到下一个繁殖周期或淘汰，不断地产生个体及群体的状态数据及周期性数据，周而复始。因此需要不断的记录和模型化分析繁殖性能、泌乳性能、断奶性能等参数的变化，及时对繁殖、育种及营养调控方案进行优化，以保持种畜的高效与稳定的生产。



国际上,从20世纪70年代初就开始利用信息技术对种畜禽场进行计算机管理,为基于物联网技术的云计算及大数据分析奠定了数据基础。在种猪生产的信息化领域,代表性的有新西兰开发的种猪场 pigwin 系统,及西班牙农业技术软件公司开发的 porcitec 系列系统等。凡是成熟的系统,均配制有相应的硬件数据采集器,以及支撑硬件及系统运行的、完整的数据采集规范。相比较而言, pigwin 系统的数据规范更完整。国际上在奶牛精准饲喂物联网系统方面进行了更多的开发研究。其中,与奶牛发情监测计步器及牛奶品质在线检测系统物理连接的阿菲牧管理软件系统是一个典型的牧业物联网管理系统,在各国大到奶牛养殖企业得到广泛的应用。其优势在于研发的系统与挤奶设备相结合,实现了阅读器、传感器及计量设备,与数据的采集、传输及计算机软件进行了内在的嵌入,可将动物个体体况、乳品品质与产奶量,以及繁殖与营养状况之间的数据进行内在的关联,然后通过业务逻辑模型在线分析采集的数据后,给出各种智能提醒或阈值的报告。总之,整个系统的感知—传输—分析—控制的闭环效果明显。

在国内,研制开发种畜场计算机网络管理系统的企业及科研队伍逐步壮大。其中,孙德林等最早开发了我国第一套单机版的“工厂化养猪信息化管理系统”,提出了工厂化养猪信息化的基本功能框架;中国农业科学院北京畜牧兽医研究所联合江苏省农业科学院、东北农业大学等一直结合物联网技术的快速发展,充分融合畜牧业的专业领域模型与种畜禽场的生产实际,主要研制了种猪场及奶牛场的全程生产过程与数据分析网络平台及出版多部专著,还专门针对山黑猪的繁殖与生产特点,开发了山黑猪繁殖数字化网络平台。取得了一系列的计算机软件版权登记。在2013版的管理软件分析系统中,特别增强了从已知录入或采集的数据中,通过数据的关联与业务逻辑模型的嵌入,挖掘出最大量的繁殖与生产性能参数,并进行在线可视化分析,为管理者提升数据的升值服务。

这样的平台管理与分析的不是一个种猪场,而且通过网络数据库群将数以百计或千计的种猪场的基础数据,采用规范的元数据规范进行物理的或虚拟的集中式管理与分析,实时云存贮与云计算。该项基础性工作已由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所与伟嘉集团在联合构建与应用实施,图1-12为种猪场场际间的云计算平台的界面。系统研发的主要目的通过网络集成数以百计或千计的种猪养殖企业的繁殖甚至育种数据,进行不同场际间各种种猪繁殖性能数据的分析比较,从而获得对不同区域母猪生产力水平的评估数据。



图 1-12 种猪场场际间的云计算平台的界面



种畜禽场的业务数据计算平台的建设与维护是一个长期的、基础性的数据工程,面临的挑战是日常性变化数据的采集工作量大、数据性质繁杂。如果全依赖手工采集,会大大增加管理人员的负担;若采用自动采集势必增加相关硬件与软环境条件的改造。比较有效的方法就是要充分发挥智能移动互联技术,即智能手机+无线公网通信(2G/3G / 4G)与 Internet 的融合,一方面将现场的部分数据通过智能移动终端采集后,直接通过 WI-FI 或无线公网上传到远程服务器中,其次,结合桌面计算机终端系统,批量处理需要录入的数据,多管齐下,提供数据采集处理的灵活性与效率,才能推动日常性数据管理系统的高效运行。

总之,日常性的数据采集与维护是构建物联网系统的一个关键所在,缺乏动态的、连续的基础性数据,何谈数据的云存贮与云计算。

3. 具有智能性的专业计算机软件的开发与应用

在畜牧业科学及生产领域,与科学计算与智能判断最为密切的领域是畜禽的育种理论、饲料配方优化理论及畜禽疾病的决策诊断,因此本领域的育种、配方理论与诊断模型的不断更新,对应的软件产品的开发非常活跃,软件系统的推广应用大大提高畜禽育种的效率与数据的积累,提高了畜禽饲料配方的便捷性、科学性 & 提高饲料资源的转化效率,投资者的效益,最终为缓解我国日益紧张的饲料资源供给量,监控畜禽的健康状况等做出了主要的科技贡献。

在国际上,最早开发的种猪育种软件 GBS 系统是由中国农业大学开发,并在国内的种猪场得到较好的推广应用,并在应用中结合育种理论的更新及计算机软件、硬件技术的升级,尤其是近些年借助于专业的畜牧业软件开发公司——南京丰顿科技有限公司的加盟,对 GBS 不断升级换代,至目前的最新版本为丰顿种猪管理与育种分析系统 GBS5.0,同时还开发了丰顿种羊场管理与育种分析系统软件 SGBS V2.0,较好地通过计算机软件技术与育种理论的融合,为实施畜禽的育种提供了快捷的使用产品。

在饲料配方技术领域,不同版本软件系统的开发与应用已经有 30 多年的历程,最早的配方软件是在具有计算功能的 PC1211 便携计算器上开发的,开发语言为 BASIC 语言,是我国最早的饲料配方计算模块,计算速度慢,计算与处理功能弱。其后随计算机的内存、软件系统的升级,配方系统不断改进,直到 1993 年,才有第 4 代配方系统 -CMIX 系统的商品化,大大促进了配方技术电算化的发展。该产品 1994 年获得浙江省科技进步 2 等奖。其次,随着 PC 计算机的操作平台从 DOS 版本开始向 Windows 桌面过渡,计算机软件也需要随着平台的变化而升迁,因此又出现了三新饲料配方系统、资源配方师等。其中,三新饲料配方系统 1998 年获得北京市科技进步 2 等奖,其在全国范围内推广应用在 2 000 套以上。尽管这些系统是在 Windows 平台上使用,但仍然是单机版本,不能实现多人在线使用与远程后台数据库的共享。因此,进入 21 世纪后,具有网络特征的第六代饲料配方,率先由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所开发成功,形成的成果“网络远程畜禽饲料知识咨询与配方系统”2004 年获北京市科技进步 2 等奖。其后,还有不少涉足畜牧业领域



的专业软件公司,也相继开发了具有不同功能特点的动物饲料配方系统,典型的有北京佑格科技发展公司,进一步推动了饲料配方系统的商业化应用。尽管如此,配方技术的软件开发并没有就此止步,是因为移动互联技术,Android技术与智能手机终端的快速发展,为从远程获取饲料养分数据及移动计算提供了与过去PC机还要强大的功能。为此,新一代移动智能手机端的饲料配方系统应运而生。中国饲料数据库情报网中心率先开发了手机端的“奶牛安卓版饲料配方”,申请软件著作权登记,产品很快投入商品化应用。

畜禽疾病诊断专家系统领域的研究起步于20世纪90年代,从知识库的构建,到病理图谱的采集与数字化,借助于早期的智能开发工具Prolog2.0来获取领域知识并相继开发了针对多种畜禽、水产动物的疾病诊断专家系统,并随着国际互联网及无线通信技术(2G/3G/4G)的发展,又逐步拓展到开发网络版本的远程诊断与移动智能诊断系统的开发,总之,信息及通信技术的快速发展,为开发针对各种畜禽的疾病诊治专家系统提供了技术上的保障。此外,在通过计算机实施疾病诊断的理论研究上,诊断系统根据任务对象和应用领域的特点,通过集成控制决策、智能推理、机器学习、人工智能、模拟仿真等技术来提高系统决策的精确性、智能性和实用性,为研究和构建农场动物的疾病诊断系统或公共平台积累了较好的前期理论基础与经验。典型的畜禽疾病诊断系统有“鸡常见疾病计算机临床诊断专家系统,肉羊疾病诊断专家,鸡病诊断多媒体专家系统,鱼病诊断推理系统,猪鸡健康管理及疾病辅助诊疗系统,以及“基于安卓的动物疫病远程诊断系统”等。尽管至目前开发的各种类型的畜禽疾病诊断系统在诊断疑似病症的准确率上与实际情况有出入,但在促进疾病诊断科学的研究与信息技术的应用上发挥了作用,自然还有巨大的发展空间。

(四) 畜牧业信息化与物联网技术研究存在的问题

尽管我国畜牧业信息化与物联网技术的应用顺应规模化养殖企业生产的需求与政府监管的要求,从软、硬件的开发到解决方案的优化方面,获得了一批自主知识产权,形成了一批产品,得到了不同程度的应用,但从物联网系统的技术环节本身而言,我国畜牧业信息化与物联网技术的应用与产品的开发还处于初级研究阶段,主要体现在如下几方面:

(1) 最基础的技术标准与规范亟待修订或者重新制定。就家畜个体的编码标准或规则而言,农业部的67号未与国际标准接轨,需要尽快重新修订。而地方标准如上海的DB31/T 341-2005及新疆的DB65/T 3209-2011考虑了与国际标准的接轨及RFID技术的应用,但在编码上于中国没有全局性。因此,应从编码的前瞻性、国际性、唯一性、可读性及可扩展性等方面,做好中国国家畜个体编码的顶层设计。其次,在规模化饲养的家禽编码规范上还是空白,由于按个体编码与标识具有不现实性,可考虑将养殖场代码与生产批次结合起来进行编码,不能停滞不前。在采集畜禽生产过程数据的标准上,目前还是各行其是,处于无约束状态。由于不同系统采集的基础数据在数据的内涵、单位及数据类型上不一致,导致数据的整合难度大,数据的重复建设频繁,人力资源浪费严重。因此,也亟待从不同



畜禽的繁殖、育种、饲养与健康管理等技术层面及管理层面，标准化采集数据的单元与定义，数据采集的方法及派生数据的计算模型等，为实现物联网数据的交换与共享解决最基本的数据标准问题。

只有采集的数据元与数据标准规范化，从不同的系统或不同的途径采集的数据才可以无障碍地交换，杜绝数据孤岛，为大数据的积累与数据的分析典型必要的基础。

(2) 关键技术与产品的缺乏，表现在专业的感知生命信息的传感器或识别产品类型少，能选用的产品价格高，投入大范围的应用对于畜禽养殖企业有困难。其次，高通量、低资费的通信技术没有整体解决途径，采用市面上的3G或4G通信技术于畜牧行业算高消费了。再者，基于牧业生产的知识模型及应用控制阈值研究远远不够，缺乏像PIGWIN或阿菲牧这样的将软件及硬件高度融合的专业物联网解决方案。因为不同地区、不同养殖模式及不同管理水平的养殖动物，不可能选用相同的控制阈值，即使是针对同一类型的畜种，控制阈值也是有别的，需要领域理论专家与饲养管理专家，甚至物联网技术信息专家协同制定，才能让物联网系统具有智能性、区域性及物种差异性的特点。

(3) 在整个畜牧业领域，尤其是政府层面对信息化和物联网技术在畜牧业领域应用的作用与效果，从认识上并没有提升到应用的高度。往往关注的是品种的改良、生物技术对繁殖率的提高等，导致信息技术、物联网技术应用规模小，分散，应用的环境单一，稳定的维护运行投入不足。从政策层面有良种补贴，农机补贴等，寄希望未来有物联网技术应用补贴。究其原因是多方面的，但应清醒看到，现有的畜牧业的物联网技术与解决方案在畜牧业生产上的应用，也是有局限的，关键是大多数解决方案未形成“感知—传输—控制”的应用“闭环”。仅感知、采集与分析数据不是目的，终极目标是要将数据分析结果应用于生产控制，指导生产如调整繁殖计划、种畜淘汰与更新计划，或调整饲喂计划等，以最合理的投入品投入，获得最大的效益，使物联网技术、产品或解决方案的应用能转化为现实生产力。唯有如此，政府决策者，经营管理者才会重视物联网技术的应用。

(4) 缺乏可持续发展的商业模式，包括缺乏成熟的技术应用模式及商业运作模型。前已述及，中同最新一代的母猪电子饲喂站解决了多项技术瓶颈，因其价格优势，特别适合在中国中小规模种猪场推广应用，但国家的农机补贴目录中还未列上。因此物联网技术的运营者需要探索成熟的商业运作模式，力争政府的政策支持，将好的产品包装进入市场，发展壮大中国牧业物联网产业。

(5) 缺乏行业大数据平台的构建。尽管目前建立有中国饲料数据库、中国家养动物遗传资源数据库、动物科学与动物医学数据库等。上述数据库目前还是建在科研院所，依靠科研单位的部分力量在维护，很多数据不是自动进入后台数据库，但从大数据的定义来评价目前构建的行业数据库，还不是真正的大数据。行业大数据平台需要行业的实体运行企业将不断产生的过程数据，经济贸易数据，科学研究数据及相关产业数据，通过不同的数据采集模式与数据共享机制，有序进入到行业数据库中，使数据的贮量大，覆盖的相关领域广和年限长，才能通过数据模型的构建，建立不同类型数据之间的关联，实现真正的行



业大数据平台的构建与运行。

中国是畜牧产业大国，但不是强国。畜牧业产值占大农业产值的比例，按农业部“十二五”发展规划，到规划末期将达到 36%，远低于畜牧业发达的国家这一水平。后者一般在 60% 以上。这表明中国畜牧业具有巨大的发展空间。而物联网技术的应用，能够大大减少对劳动力的依赖，例如，一台智能母猪电子饲喂站可以自动饲喂 40 头母猪，而一个管理者可管理好几十台自动饲喂站；能够节省最主要的投入品——饲料的用量，并减少饲粮的浪费，达到节本增效的效果；能够及时发现与分析生产过程中的技术问题，通过精细化的管理，将人为的管理失策造成的损失最小化，从管理要效益等。据测算，如果中国存栏的能繁母猪约 50% 以上采用母猪电子饲喂站，将妊娠母猪从围栏饲养模式中解放出来，并配合使用哺乳母猪的电子自动饲喂技术，因综合提高母猪的繁殖率水平，在保证提供相同数量的出栏商品猪的前提下，可减少能繁母猪的存栏数在千万头以上。仅此一项可大大缓解对土地、环境、劳动力及饲料资源的需求压力，还能最终稳定猪肉的供给量，维护 CPI 的稳定。其次，信息化与物联网技术向畜牧业生产全过程的应用，将大大提高对各个环节的监控能力，尤其提高对畜产品质量安全监管的能力，对保障食品安全，维护社会的公共卫生秩序，同样意义深远与重大。

中国畜牧业向标准化、规模化与智能装备化的发展态势不可逆转，迫切需要现代物联网技术的支撑，需要信息化技术的全覆盖。这也是在畜牧业领域践行“四化”同步的发展战略。没有物联网技术的应用，何谈畜牧业的现代化与信息化！而物联网技术的应用也需要同各个领域的结合，才能发挥其内在的能量，反过来在应用中促进物联网产业的良性发展。我们相信，如农业部余欣荣副部长在 2014 年的第二届全国农业物联网天津大会上指出的那样，农业物联网应成为改变农业、农村及农民的新力量。对于畜牧业更是如此。

二、图像处理技术在养殖中的应用

随着经济发展，中产阶级规模壮大和城镇化进程加快，促进了乳制品行业消费增长。现在，奶乳制品已经成为人们日常饮食中的必需品。据统计显示，2014 年，我国牛奶产量达到 3 725 万 t，同比增长 5.5%，奶乳制品销售额达 3 100 亿元。在当前经济新常态以及居民刚性需求的促进下，奶牛养殖业也在不断寻找新的转型机会。进入 21 世纪以来，信息技术如雨后春笋般迅速崛起，信息技术的应用改变了许多产业的发展模式。如何将信息技术利用到奶牛养殖中，实现养殖的智能化，以便更好地提高奶制品的产量和质量，是当前相关学者一直在研究的问题。

物联网技术已经被很好地用在了养殖业中，它的发展为奶牛养殖业的发展模式带来了新的契机。图像处理技术是物联网发展的重要支柱之一。本文中主要研究图像处理技术在奶牛养殖中的应用。图像具有实时性，可视性以及非接触性的优势，使图像处理技术应用到奶牛养殖中能提高奶牛的福利同时使奶牛养殖更加精细化、智能化、现代化，促进奶牛