

基于专家系统的智能化饲喂系统的设计

张亮, 谢富强, 赵宇红, 李浩杰 (南华大学电气工程学院, 湖南衡阳 421001)

摘要 为了提高母猪饲养现代化管理水平, 实现母猪饲养自动化控制和管理, 设计一种基于专家系统的智能化饲喂系统, 该系统以 AT89S52 单片机为核心处理器, 采用了射频技术、信息采集、总线拓扑结构、专家系统等技术。介绍系统中主要模块的设计原理, 并详细的介绍专家系统中知识库的建立方式、推理机的原理、控制算法的设计。经过现场调试, 测试结果满足项目控制指标, 实现母猪的精确化饲养。

关键词 饲喂系统; 专家系统; 模糊推理; 智能控制

中图分类号 S818.9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)32-11593-04

The Design of Intelligent Feeding System Based on the Expert System

ZHANG Liang, XIE Fu-qiang, ZHAO Yu-hong et al (College of Electric Engineering, University of South China, Hengyang, Hunan 421001)

Abstract In order to improve modern management level of the sow breeding and carry out the aquaculture automatic control and management, it designed a intelligent sow feeding system based on expert system, the system put the AT89S52MCU as the core and adopt some technology about radio frequency technology, information collection, bus topology technology, expert system. This paper introduces the principle of each sub-system and expert system about the way of establishment of a knowledge base, the principle of reasoning machine, the design of control algorithm. After the commissioning, test results meet the project control indicator, it can realize sow breeding with accuracy.

Key words Feed system; Expert system; Fuzzy reasoning; Intelligent control

未来我国养猪业发展方向是规模化生产, 其规模化程度越来越大, 养猪业迫切需要找到一种能够提高生产效率和经济效益的现代化养猪设备和相应系统。饲喂系统的出现解决了这一问题, 不同的公司设计出不同的饲喂系统。荷兰 Nedap 公司设计了一种 Velos 系统, 该系统能够实现自动供料、自动管理、自动数据传输、自动报警的功能, 但该系统没有考虑饲喂过程中的多个方面的因素^[1]。余泳昌等提到的饲喂系统是基于电机转速与进食量的函数关系式, 忽略了环境因素对进食量的影响。刘伯强提到的基于专家系统的饲喂系统没有考虑无法获取机理模型、确定规则或者统计模型的情况。基于上述原因笔者设计了一种全新的基于专家系统的智能化饲喂系统, 实现了母猪生长过程中进食量的精确控制。

1 系统的工作原理

母猪智能化饲喂系统由上位机和下位机两部分组成。上位机为信息化管理系统, 它由专家系统、人机交互界面、PC 机组成。下位机为自动饲喂子系统, 它由射频模块、采样模块、电机控制模块组成。系统总体结构图如图 1 所示。

母猪进站吃食料时进站门打开, 母猪耳朵上的电子标签进入读卡器的读卡范围, 读卡器读取母猪个体信息, 同时采集模块采集猪舍的环境参数和母猪体重, 将采集的数据传输给单片机, 单片机将数据传输给上位机, 数据传输到 PC 机后对数据进行显示和处理, 然后将数据传输到专家系统中, 作为专家系统的决策依据, 经过专家系统的一系列推断后, 将调控目标传递给下位机, 由下位机发出操作指令对执行机构进行操作, 同时控制电机进行操作。母猪进食完毕后采集食槽内剩余饲料的重量并记录到数据库中, 用户在操作系统中

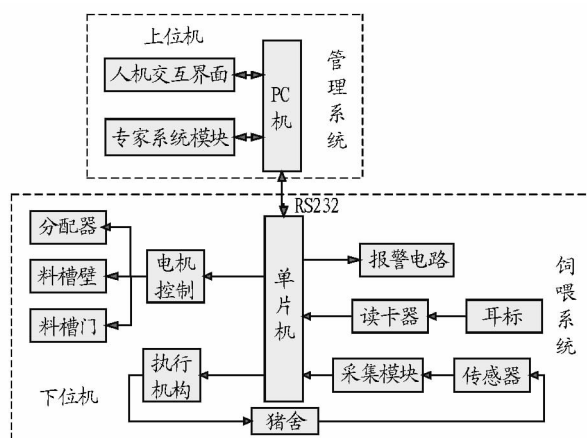


图 1 系统整体框

设置报警线, 当出现异常情况时报警电路发出警报。

2 系统软硬件设计

2.1 RFID 射频识别系统 为了实现母猪个体信息的快速识别, 设计了 RFID 射频识别系统, 该系统主要利用无线电射频识别控制器与电子标签的数据传输, 从而实现非接触式目标识别与跟踪^[4]。RFID 射频识别系统包括 4 个部分: 标签、天线、控制器和主机 (PC)。标签用于记录母猪个体信息。天线的作用是无线电波从标签中读数据或写数据到标签中。射频控制器控制天线与 PC 机之间的数据通信, 与天线合称读写器, PC 机根据读写器捕捉到的数据完成相应的过程控制^[5]。

根据项目选择集成了 13.56 MHz 的非接触通信的射频基站芯片 MFRC500, 通过 Mifare 卡操作来完成 Mifare 卡与 MFRC500 之间的信息传输, Mifare 卡操作包括请求操作、反碰撞操作、选择操作、认证操作、读写操作等流程^[6], 如图 2 所示。请求操作主要把 Mifare 卡的序列号传给阅读器, 反碰撞操作主要保证阅读器只对一张卡进行响应, 选择操作主要

是确定即将操作的 Mifare 卡,认证操作将 Mifare 卡的序列号与阅读器中存储的序列号进行认证以便进行读写操作,读写操作主要是 Mifare 卡的读、写、减值、增值、回复、存储和传送等操作。

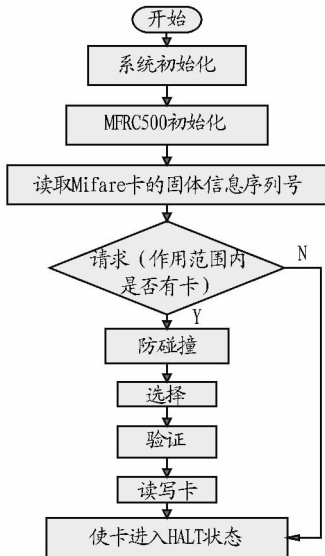


图2 RFID流程

2.2 环境信息采集系统 采集模块主要作用是将母猪个体的体重以及猪舍内部的环境温度、湿度、二氧化碳浓度等参数进行采集,将采集后的数据传输到控制模块,控制模块以 STC89S52 单片机为控制核心,由于猪场里有多个独立的采食区,采用多机通信方式对不同区域通信,因此将控制模块作为主机,采集模块作为从机,通过 232 总线完成数据的传输。

采集模块程序执行时初始化传感器和串口通信接口,然后依次循环读取各个传感器传来的数据,对主机传来的地址信息位进行检测,当检测到主机对自己地址请求后,置 SM2=0,进行数据的处理和通信,处理完毕以后 SM2=1,等待下一次主机的地址请求,当系统进入通信中断后,接收主机传来的数据,将数据接收到数据缓冲区,设置标志位 Receive-OK,通知协议处理程序,同时将发送缓冲区的数据发送出去^[6],流程如图3所示。

2.3 通信模块 通信方式最常用的是并行通信和串行通信两种方式。并行通信方式传输速度快,传输距离较远,一般使用 RS-485 接口标准实现长距离通信,但占用硬件资源较大。通信线路成本增加,通信设备复杂化,串行通信方式虽然传输速度慢,传输距离较近,但占用硬件资源少、大幅度降低通信线路的成本、简化通信设备,一般使用 RS-232 接口标准实现短距离通信。从系统的经济性、稳定性、可行性等几个方面综合考虑最终选择异步串行通信方式。系统的串行通信电路设计如图4所示。射频读卡器作为前置机进行采样,采样的数据传输到单片机,单片机通过 P3.1、P3.2 端口与 MAX232 的 T2IN、R2OUT 连接实现电平的转化和数据的传输。

3 专家系统设计

专家系统是一个拥有专门知识和经验的程序系统,它将

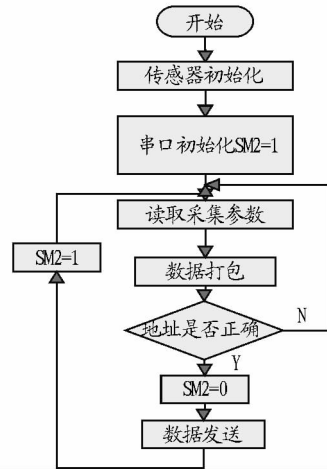


图3 采集模块程序流程

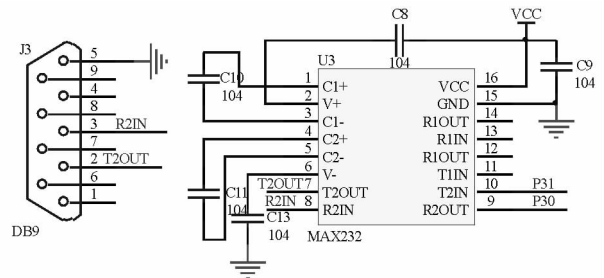


图4 串行通信电路

计算机技术与专家提供的知识和经验紧密结合在一起,通过内部推理程序的不断搜索与匹配,最终实现模拟人类专家解决具体问题的思维过程^[7-8]。专家系统主要由人机交互界面、知识获取机构、知识库、推理机、解释机构等几个部分组成,如图5所示。母猪的生长过程中由于控制的目标多、对于不同的品种的母猪以及各自生长的阶段的环境参数以及生长参数都不相同,因此采用传统的方法无法实现多目标的控制,也不能有效地参考农业专家意见和历史数据,控制效果一般。基于专家系统的饲喂系统主要将母猪的生长状态与环境 and 生长参数之间联系,通过案例匹配和模糊推理决策出适合母猪生长的最佳条件,这样能够有效地把专家经验参数和历史参数结合实现母猪生长控制。

3.1 专家系统知识库的建立 知识表示方法有产生式规则、框架表示法、图表式表示法、基于面向对象表示法,由于母猪饲养包含的知识较为广泛,有许多属于建设性、描述性的知识,这些知识与逻辑性、过程性、运算性知识交织在一起运用,因此采用框架表示法来表示知识。框架相当于一组槽和槽值,用于定义典型的对象,每一个槽有一个槽值或若干个侧面,框架基本结构如下:

<框架名>

<槽名1> <槽值1>

<槽名2>

<侧面名21> <侧面值211,侧面值212,侧面值213,

.....>

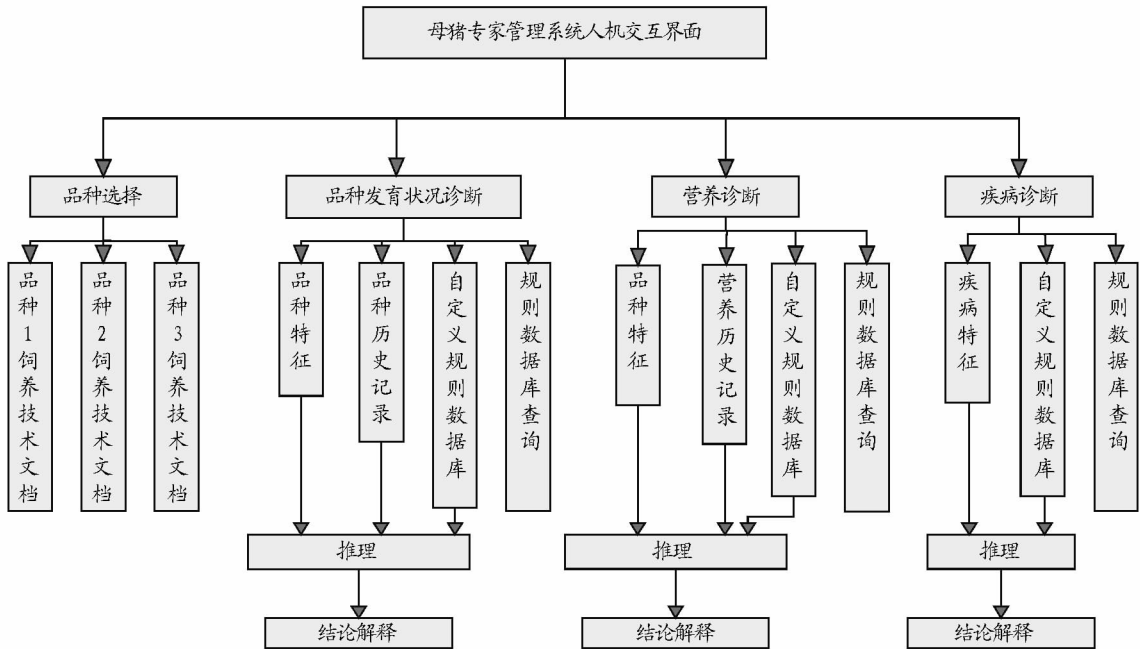


图5 母猪专家管理系统的结构

<侧面名 22 > <侧面值 221,侧面值 222,侧面值 223,
..... >
.....

其中框架名相当于知识对象,槽名相当于知识的范畴,槽值相当于具体的对象,侧面名就是对象的属性,侧面值相当于取值范围、默认值等数据。

单个知识相互作用构成综合知识体,综合知识体由描述框架、“规则架+规则体”规则组和黑板结构组成。其中描述框架:描述母猪个体在不同生长时期的条件和规则,分别存放在不同的描述框架中,“规则架+规则体”规则组:通过一组规则的关系描述进行相关推理过程,得到专家推理结果。黑板结构:专家系统作为监控系统的控制模型,需要向下位机传送最优参数控制目标,而黑板结构正是系统相互通信的枢纽,它能记录用户输入的信息及保存推理结果^[9]。

3.2 专家系统推理机 推理机是运用一定的推理方法和推理策略,以动态数据库为工作存储器,根据动态数据库的当前内容,采用相应的推理控制策略,决定如何使用知识库中的知识,同时,可以控制规则库中的规则不断与动态数据库中的数据、事实相匹配,匹配成功后则触发相应的规则,通过执行该规则来修改动态数据库的内容,经过不断的推理得到结果。

以品种生长发育状态诊断为例,通过查阅分析母猪饲喂管理流程,总结专家的建议和经验,建立选择项。首先用户选择母猪的品种,经过规则库 1 匹配得到该品种在不同阶段的理想环境参数、母猪体重、带仔数量、进食量参数;用户通过人机交互界面选择母猪的实际体重信息,该信息与规则库 2 进行匹配,推理出母猪体重诊断结论;将该诊断数据作为规则库 3 中的事实数据驱动,然后根据用户输入的母猪实际带仔数的信息与规则库 3 进行匹配,得到母猪带仔数的诊断结论;将该诊断数据作为规则库 4 中的事实数据驱动,与用户

输入的母猪实际进食量的信息与规则库 4 进行匹配,得到母猪进食量的诊断结论;将实时采集的参数与规则库 4 中的推理诊断结果作为规则库 5 的事实数据驱动,将规则库 1 的诊断数据作为目标驱动,结合运算法则得到最优参数调节目标,如图 6 所示。

3.3 专家控制算法的设计 专家系统的关键在与控制器的设计,控制器向系统提供控制信号,并直接对受控过程产生作用,专家控制器的一般模型可表示为:

$$U = f(E, K, I) \quad (1)$$

式中, f 为智能算子,其基本形式为 IF E AND K THEN (I THEN U); $E\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ 为控制器的输入集; $K\{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ 为知识库中经验数据与事实集; $I\{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ 为推理机构的输出集; $U\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 为控制器的输出集。

该系统有 7 个状态变量,并对这 7 个状态输入量定义 7 个模糊子集,需要建立 7 个模糊控制器,由于模糊控制器较多,以猪舍温度模糊控制器为例。

(1) 确定模糊控制器的输入、输出语言变量。模糊控制器的输入语言变量为猪舍温度误差 $e_i(t)$ 和误差变化率 $ec_i(t)$,计算公式如下:

$$e_i(t) = x_s(t) - x_i(t) \quad (2)$$

$$ec_i(t) = e_i(t) - e_i(t-1) \quad (3)$$

式中, $x_s(t)$ 为系统设置猪舍的温度; $x_i(t)$ 为实际猪舍温度。

输出为母猪的进食量的变化量 u 。

(2) 确定语言变量误差 E 、误差变化率 EC 以及输出量 U 的赋值表。误差 E 的基本论域为 $[-3, +3]\%$,选定 $e(t)$ 的等级量化论域 $E = \{-4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4\}$,量化因子 $k_e(t) = \frac{2 \times 4}{3 - (-3)} = \frac{4}{3}$, E 的模糊集取为 $\{NB, NS, Z, PS, PB\}$,建立模糊变量 E 赋值表 1。

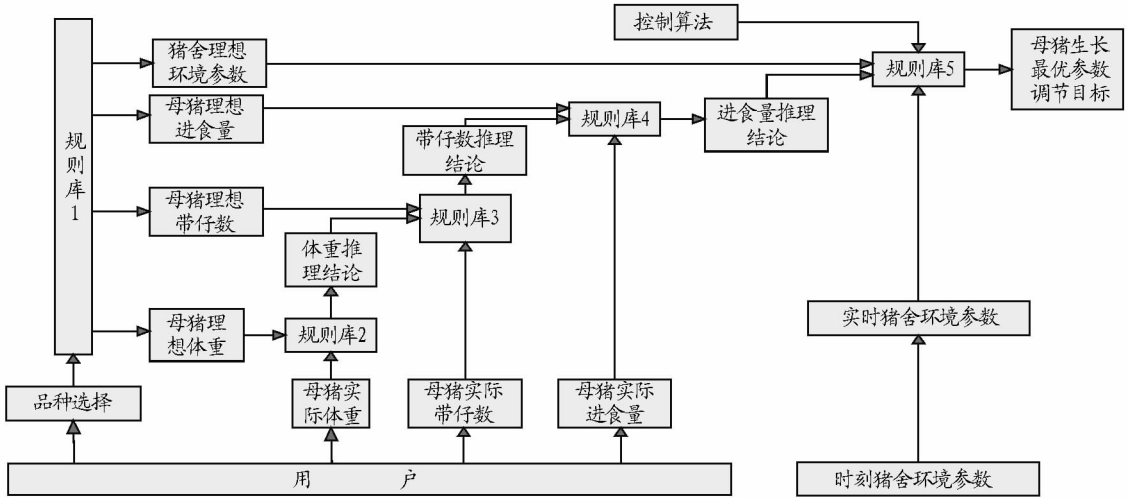


图6 专家系统推理机

表1 模糊变量E的赋值

E	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4
PB	0	0	0	0	0	0	0.4	0.7	1.0
PS	0	0	0	0	0	0.6	1.0	0.5	0
Z	0	0	0	0.5	1.0	0.5	0	0	0
NS	0	0.5	1.0	0.6	0	0	0	0	0
NB	1.0	0.7	0.4	0	0	0	0	0	0

误差变化率 EC 的基本论域为 $[-3, +3]\%/s$, 选定 $ec(t)$ 的等级量化论域 $EC = \{-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3\}$, 量化因子 $k_{ec}(t) = \frac{2 \times 3}{3 - (-3)} = 2$, EC 的模糊集取为 $\{NB, NS, Z, PS, PB\}$, 建立模糊变量 EC 赋值表 2。

表2 模糊变量EC的赋值

E	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
PB	0	0	0	0	0.3	0.7	1.0
PS	0	0	0	0.3	0.5	1.0	0
Z	0	0	0.5	1.0	0.5	0	0
NS	0	1.0	0.5	0.3	0	0	0
NB	1.0	0.7	0.3	0	0	0	0

输出量 U 的基本论域为 $[1.5, 3]kg$, 选定 $u(t)$ 的等级量化论域 $U = \{-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3\}$, 量化因子 $k_u(t) = \frac{2 \times 3}{3 - 1.5} = 4$, U 的模糊集取为 $\{NB, NS, Z, PS, PB\}$, 建立模糊变量 EC 赋值表 3。

表3 模糊变量U的赋值

E	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
PB	0	0	0	0	0.2	0.6	1.0
PS	0	0	0	0.2	0.7	1.0	0
Z	0	0	0.5	1.0	0.5	0	0
NS	0	1.0	0.7	0.2	0	0	0
NB	1.0	0.6	0.2	0	0	0	0

语句构成的控制规则, 如表 4 所示。

表4 模糊控制规则

EC	ENB	NS	Z	PS	PB
NB	PB	PB	PB	PS	Z
NS	PB	PS	PS	Z	NS
Z	PB	PS	Z	NS	NB
PS	PS	PS	NS	NS	NB
PB	PS	NS	NB	NB	NB

根据上面的表格求出猪舍温度的偏差及偏差变化率与进食量之间的模糊关系 $R = (E \times U) \cdot (EC \times U)$, 进而得到模糊控制器输出量 $U = (E \times EC) \cdot R$, 最后可以得到实际的输出 $u = k_u(t) * U$ 。

3.4 开发工具机实现方式 该系统以 Visual C++ 为开发工具, 以 SQL Server 2005 为数据库, 实现系统的人机界面的设计, 用户通过界面输入母猪的品种和生长状态选择项, 经过专家系统的推理决策, 得到最终的诊断结论和控制方法, 将控制方法传输到单片机为核心的控制平台上, 在由控制平台对执行机构进行控制。

4 结论

该研究设计的基于专家系统的智能化饲喂系统采用了射频技术、信息采集、总线拓扑结构、专家系统等技术手段, 实现了母猪生长过程中的进食量的控制, 既能体现母猪生长的内在规律, 又能发挥农业专家在农业生长中的指导作用, 保证了母猪的营养需求, 减少饲料的浪费, 提高了养猪业的发展, 提高了养殖业的收益, 具有重要的社会意义和经济价值。

参考文献

[1] 叶娜, 黄川. 荷兰 Velos 智能化母猪饲养管理系统在国内猪场的应用[J]. 养猪, 2009, 2(1): 41-42.
 [2] 余泳昌, 栗文雁, 胡丰收, 等. 基于单片机的奶牛精细饲喂系统的设计研究[J]. 农机化研究, 2008, 9(21): 108-111.
 [3] 刘伯强. 哺乳期母猪饲喂专家系统的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2010.

(3) 模糊控制规则的设计。根据饲养过程中遇到的各种情况和相应的控制策略汇总, 得到一组由 25 条的模糊条件

环境毒理学与农药发展的简史的关系的作业,让学生自己复习,完成作业;与《农药环境毒理学》相关的视频上传到网络教学平台上去让学生下载与观看,然后就所看内容写一份500字左右的观后感。通过这种教学方式,学生会利用网络资源,并促进学生的自我学习能力。另外,有什么问题与建议可在网络教学平台上进行。在现如今信息网络发达的时代,利用网络学习是一种终生学习的好方法,教学中要引导学生利用信息资源获取知识,提高其综合素质。

2 构建考核体系,提高教学质量

专业选修课大多数专业性较强,闭卷考试难度大,所以理论考试多采用开卷考试。开卷有益,但成绩拉不开距离,影响学生的学习积极性。要改变这种学习态度、学习效果与课程成绩相关性不大的考核方式,构建合理、有效的课程考核体系,以考促学。

2.1 重视学习过程 学习不是为了考试,而考试是检查学习效果的一种手段。要重视学习过程,发现学习过程中存在的问题,改进方法,从而提高掌握专业知识的能力。《农药环境毒理学》课程共2学分,其总成绩将由理论课学习成绩、平时成绩和上课出勤成绩组成。各部分在总成绩中所占的比例分别为50%、30%和20%。其中平时成绩包括实验成绩、课堂提问、课堂讨论、课程论文等。平时成绩不给具体分数,用A、B、C和D表示,分别为优秀、良好、及格和不及格,同时还规定平时成绩若为D,那么总成绩就为不及格。课程以考核成绩为指挥棒,引导学生重视平时的学习过程,真正学到知识,有所收获。

2.2 加强实践环节 实践教学对于培养大学生的实践能力和创新能力具有重要作用^[8]。《农药环境毒理学》共有8个学时的实验,结合理论讲授实验内容,提前一周将实验室内容布置下去,让学生查阅资料,了解实验原理,依据实验原理设计实验方案,根据实验方案进行实验,可以划分小组,3~5人为一组,相互配合。如土壤中农药的监测,在设计实验方案之前,首先要知道土壤中哪种农药对土壤污染是主要问题,该种农药的监测方法有哪些,各种方法的优缺点,结合实验条件选择一种监测方法。实验还可以与科研训练与毕业论文等结合,通过实验课的改革,学生学习兴趣,动手能力均有很大提高,同时也培养了团结协作精神。

2.3 优化考试内容 考试成绩反映学习效果,也能引导学

生的学习方向,所以要认真优化考试内容,从而达到教学目标。《农药环境毒理学》考试内容主要有三部分,一是基本知识的考核,占总成绩70%,主要是该门课中的基本概念与原理;二是自学内容的考核,占总成绩的10%,主要是在授课过程中,将一部分内容布置给学生,让其自学,主要内容为与农药相关的国家的法规文件等;三是实践内容的考核,占总成绩的10%,主要让学生根据课程中的原理设计实验,要求有实验步骤及对实验中出现问题处理方法等;四是综合能力的考核,占总成绩的10%,主要针对目前社会上出现的与该门课程相关的现象,让学生用所学知识来分析和解决这些问题,要求有自己的观点和解决问题的具体方法。

3 总结

专业选修课在培养全方位人才计划中具有极其重要的作用。如何提高专业选修课教学的质量,发挥专业选修课教学在人才培养中的重要作用,需要老师和同学们不断努力探索。笔者在《农药环境毒理学》专业选修课的教学过程中,精选与更新教学内容,探索研究型教学方法,合理利用网络教学平台,改进教学方法,使学生的学习积极性大大提高。近3年来学生的选课率均在95%以上,评教成绩均在95分以上,说明了学生对该课程的教学改革较为认可。该课程的考核注重学习过程、强调实验动手能力及综合素质的提高,让学生乐于学习专业选修课,让师生发现专业选修课的美。今后,还要与时俱进,不断完善《农药环境毒理学》的教学改革,将实践教学与理论教学紧密结合起来,为培养高能力、高素质的植物保护专业人才而继续努力。

参考文献

- [1] 余霞,夏菁.关于高校本科专业选修课的若干思考[J].中国电力教育,2012(32):72-73.
- [2] 罗兰.《农药环境毒理学》课程的建设与改革[J].考试周刊,2011(36):13-14.
- [3] 王福莲.重视专业选修课培养个性化创新型人才[J].考试周刊,2007(35):5-6.
- [4] 张文英,王喜萍.专业选修课教学中素质教育与创新能力培养的研究与实践[J].吉林农业科技学院学报,2013,22(3):112-115.
- [5] 郑春龙,邵红艳.以创新实践能力培养为目标的高校实践教学体系的构建与实施[J].中国高教研究,2007(4):85-86.
- [6] 周珏宇,马文丽,李凌.研究型教学法在生物化学教学中的应用[J].科技信息,2010(13):14,38.
- [7] 董蕾.网络教学平台关键技术与智能生成试卷功能实现[J].信息技术与信息化,2008(4):107-109.
- [8] 莫测辉,李桂荣,李彦文.专业选修课实践教学的改革与实践[J].实验室科学,2009(2):10-12.

(上接第11596页)

- [4] 牛斗,常国权,李丹等.基于MF-RC500和Mifare射频卡识别模式的设计[J].微计算机信息,2007,23(2):216-218.
- [5] 胡圣杰.基于RFID的母猪自动饲喂控制系统的研究[D].武汉:华中农业大学,2008.
- [6] 陈新忠.基于RS485总线的单片机多机通信软件设计[J].现代电子技术,2002,3(1):8-10.
- [7] 徐利.自动化生猪饲养管理系统的设计与实现[D].南京:南京理工大学,2013.

- [8] 李娟,明德廷,杨璐.基于模糊推理的农业专家系统研究[J].安徽农业科技,2010,38(6):3277-3279.
- [9] 商庆健,张金敏,商登峰.基于专家控制系统的育苗大棚设计[J].兰州交通大学学报,2014(3):139-145.
- [10] 杨军,乔晓军,王成.基于专家系统的禽舍环境监控系统设计[J].农机化研究,2007,6(6):163-169.