

# 蛋鸡个体生产性能参数监测装置设计与试验

李丽华<sup>1</sup>, 黄仁录<sup>2\*</sup>, 霍利民<sup>1</sup>, 李久熙<sup>1</sup>, 陈辉<sup>2</sup>

(1. 河北农业大学机电工程学院, 保定 071001; 2. 河北农业大学动物科技学院, 保定 071001)

**摘要:** 为了方便、准确记录不同环境下蛋鸡个体生产性能参数, 解决手动测定误差大, 对鸡造成应激等问题, 设计了蛋鸡个体生产性能参数自动记录系统。通过传感器、光电传感器获取蛋鸡个体采食量、饮水量、排泄量、产蛋时间、蛋质量等生产性能参数, 借助于 C#程序进行数据处理, 实现了蛋鸡个体生产性能参数的实时连续记录。试验结果表明: 系统运行稳定, 采食量相对误差为 0.32%; 饮水量相对误差为 0.24%; 排泄量相对误差为 0.48%; 蛋质量相对误差为 0.17%, 产蛋时间记录精度可以满足个体蛋鸡产蛋时间记录要求。该研究可为蛋鸡个体生产性能参数自动监测提供参考。

**关键词:** 监测, 生产, 性能, 产蛋时间, 蛋鸡, 设计, 试验

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.04.026

中图分类号: S126; TN919.72

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-04-0160-05

李丽华, 黄仁录, 霍利民, 等. 蛋鸡个体生产性能参数监测装置设计与试验[J]. 农业工程学报, 2012, 28(4): 160-164.  
Li Lihua, Huang Renlu, Huo Limin, et al. Design and experiment on monitoring device for layers individual production performance parameters[J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(4): 160-164. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

随着计算机技术和自动控制技术与传统家禽养殖业的结合, 对养鸡生产管理的应用进行系统综合研究已成为可能。国外家禽业计算机应用始于 20 世纪 60 年代, 用于一般统计分析和饲料配方计算。20 世纪 70 年代通过数据处理和数据库开发用于家禽遗传育种; 日本杉木等研究蛋鸡模拟模型, 由产蛋曲线变化来诊断疾病。20 世纪 80 年代转向知识处理, 美国采用计算机分析脑电图 (EGG) 来测定小鸡维生素 B6 缺乏症; 日本对养鸡场兽医卫生检验与对策进行计算机管理<sup>[1]</sup>; 美国 Timmons-MB 等 (1989) 开发了家禽管理专家系统, 将家禽生物学模型和鸡舍环境控制模型结合到专家系统, 在控制鸡舍温度、计算通风和加热成本时, 能确定不同的饲料、燃料、电和肉鸡价格及室外温度的条件下, 获得最大经济效益所需的鸡舍温度<sup>[2-4]</sup>。但是蛋鸡的生理指标和生产参数主要是靠手动测定, 这样做不但耗费了大量的时间和精力, 而且人工观察到的数据主观性强, 不利于精确、稳定、连续地记录。为此, 本文设计了蛋鸡生产性能个体记录<sup>[5-9]</sup>系统。系统以多个 ATmega16 芯片为从控节点进行数据采集<sup>[10]</sup>, 采用 RS-485 方式与中心节点进行信息通讯, 使数据能实时传送给中央监控计算机, 实现了个体蛋鸡采食量、饮水量、排泄量、产蛋时间、蛋质量等生产性能参数的实时监测, 对家禽品系育种、饲料、营养等问题

中精确、稳定、连续地记录各项参数、减小工作量具有重要意义。

## 1 结构和工作原理

### 1.1 结构设计

蛋鸡采用单鸡单笼饲养, 每只鸡设置一个测量子系统, 每个子系统采用 Atmega16 单片机为处理核心, 设置单独的地址与笼位对应, 实时采集蛋鸡生产性能参数, 将采集的数据进行 AD 转换。监测装置设置 n 个子系统同时采集多只鸡的生产性能参数。远程计算机通过 RS-485 通讯接口每隔一段时间向测量子系统发送命令, 每个测量子系统将采集的数据传给远程计算机, 远程计算机进行数据分析处理, 统计蛋鸡生产性能参数, 生成图表。

系统主要电路原理图如图 1 所示。

### 1.2 工作原理

#### 1.2.1 采食量、排泄量、饮水量及蛋质量采集模块设计

采食量, 排泄量, 饮水量、蛋质量检测采用 HL-8 型悬臂式荷重传感器<sup>[11-12]</sup>。传感器置于塑料模具盒内, 盒子采用燕尾槽嵌入式结构, 料槽、水箱、粪盘能直接卡在上面便于拆装、方便使用。考虑料槽、水箱、粪盘的质量以及在试验过程中不可避免的冲击、振动、偏载等因素, 采集模块传感器量程为 8 kg。

#### 1.2.2 产蛋时间采集模块

产蛋时间检测采用光电传感器来实现<sup>[13]</sup>。产蛋时间检测利用鸡笼子本身具有倾斜角的特点, 在笼子前方放置一个光电传感器, 当鸡蛋滚下通过时反射式光电开关的电平有变化由高电平转变为低电平, 通过 Atmega16 单片机的外部中断接口 INTO 记录光电开关电平高低的变化, 从而实现蛋鸡产蛋时间的检测。为了避免外界干扰使产蛋时间记录不准确, 系统实时检测蛋槽质量的变化, 将产蛋时间和蛋槽同时返回数据的时间作为产蛋时间。

收稿日期: 2011-03-24 修订日期: 2011-07-13

基金项目: 国家蛋鸡产业技术体系 (nycytx-41-g20)

作者简介: 李丽华 (1979-), 女, 河北唐山人, 博士, 主要研究方向: 农业机械化工程。保定 河北农业大学机电工程学院, 071001。

Email: llh717@sina.com。

\*通信作者: 黄仁录 (1957-), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 动物营养与饲料科学。保定 河北农业大学动物科技学院, 071001。

Email: dkhr1@126.com

监测装置效果图如图 2 所示。

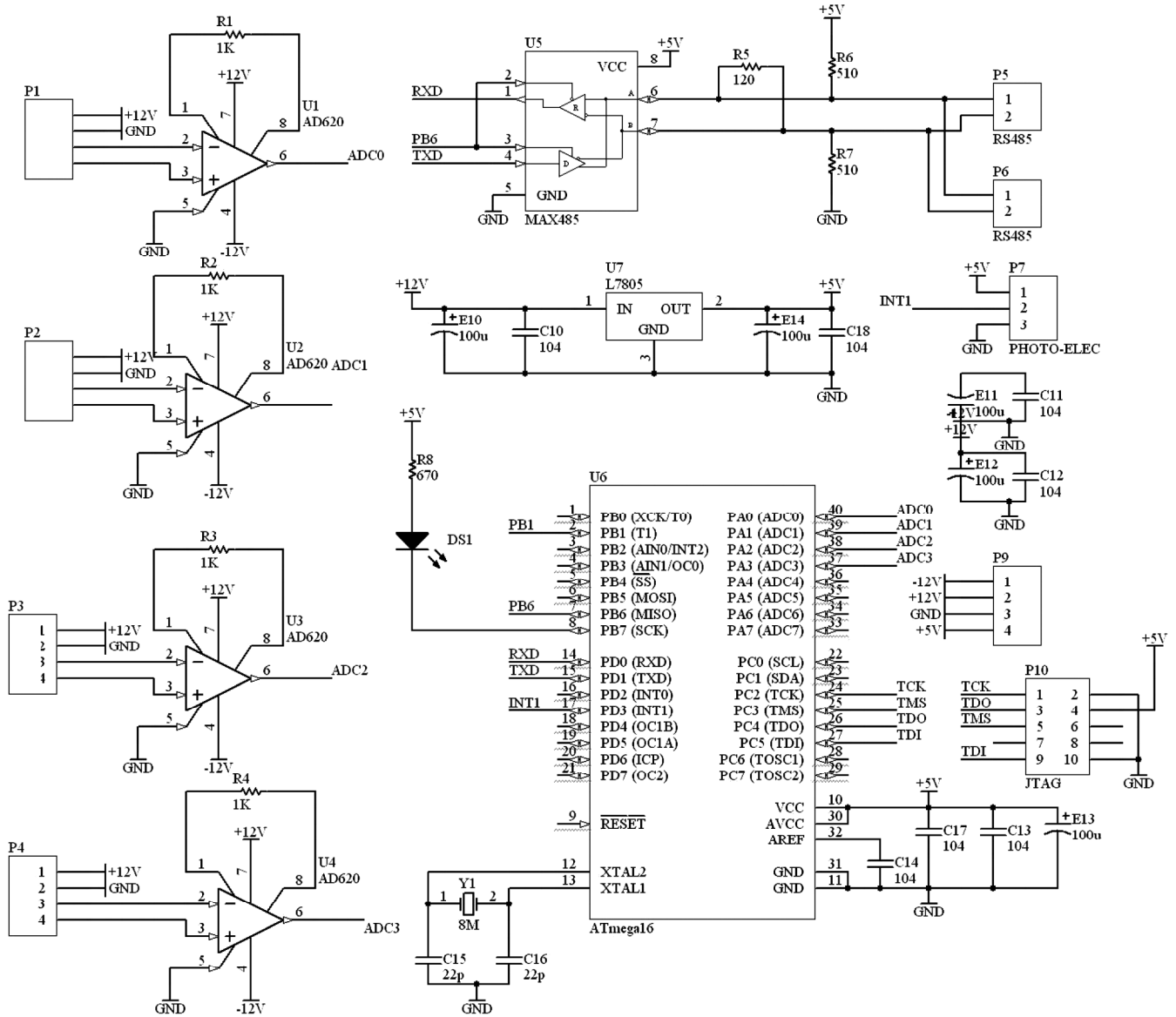


图 1 电路原理图

Fig.1 Circuit principle diagram

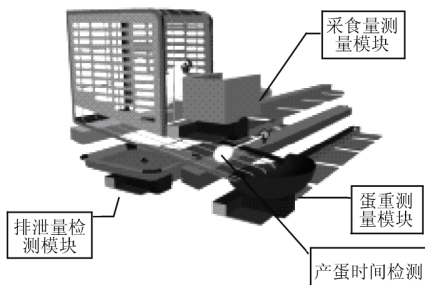


图 2 监测装置效果图

Fig.2 Monitoring device rendering

## 2 系统参数确定

### 2.1 初始值标定

用串口调试助手对食槽、蛋质量槽、粪盘以及水箱的空载值进行测量、记录，然后加砝码，从 0 到 500 g，记录对应

的 AD 值，用 MATALAB 分别绘制参数曲线，记录函数，并把此函数存入到数据分析系统。表 1 为初始值标定结果。

表 1 不同参数初始值标定  
Table 1 Calibration of initial parameters

排泄		采食		蛋质量	
标称值/g	测量值	标称值/g	测量值	标称值/g	测量值
0	166	0	141	0	78
50	185	50	161	250	128
100	206	100	181	500	177
150	225	150	199	750	228
200	245	200	219	1000	278
250	265	250	239	1250	333
300	285	300	258	1500	384
350	304	350	278	1750	435
400	325	400	298	2000	485
450	344	450	317	2250	536
500	365	500	337		
Y=2.516x-416.7		Y=2.556x-360.6		Y=4.09x-600.3	

## 2.2 数据采集系统精度校验

### 2.2.1 采食量、排泄量、饮水量及蛋质量精度校验

选取 10 只鸡进行试验验证。

**采食量校验：**采集系统自动统计每只蛋鸡一天的采食量，电子天平测量前每只蛋鸡一天的添加饲料量和当天的剩余饲料量，差值为每只蛋鸡一天的采食量。

**排泄量校验：**采集系统自动统计每只蛋鸡一天的排泄量，电子天平测量每只蛋鸡前一天的清理粪便后的接粪盘质量和当天的清理粪便前的接粪盘质量，差值为每只蛋鸡一天的排泄量。

**饮水量校验：**采集系统自动统计每只蛋鸡一天的饮水量，电子天平测量每只蛋鸡前一天的添加水质量和当天的剩余水质量，差值为每只蛋鸡一天的饮水量。

**蛋质量校验：**采集系统自动记录每只蛋鸡产蛋的质量，电子天平测量每只蛋鸡产蛋质量。

表 2 为鸡采食量的比较，表 3 为排泄量的比较，表 4 为饮水量的比较，表 5 为蛋质量的比较。

表 2 采食量对比表  
Table 2 Intake contrast

鸡号	手工测量值/g	采集系统测量值/g	系统测量与手工测量差值/g
1 号	147	146	1
2 号	127	126	1
3 号	112	112	0
4 号	132	130	2
5 号	131	130	1
6 号	120	122	2
7 号	103	102	1
8 号	115	115	0
9 号	127	125	2
10 号	121	123	2
平均相对误差 0.32%			

表 3 排泄量对比表  
Table 3 Excretion contrast table

鸡号	手工测量值/g	采集系统测量值/g	系统测量与手工测量差值/g
1 号	128	126	2
2 号	86	89	3
3 号	123	124	1
4 号	112	112	0
5 号	145	146	1
6 号	129	128	1
7 号	102	100	2
8 号	181	170	1
9 号	128	130	2
10 号	114	117	3
平均相对误差 0.48%			

表 4 饮水量对比表  
Table 4 Water intake contrast table

鸡号	手工测量值/g	采集系统测量值/g	系统测量与手工测量差值/g
1 号	163	163	0

续表

鸡号	手工测量值/g	采集系统测量值/g	系统测量与手工测量差值/g
2 号	141	140	1
3 号	180	179	1
4 号	191	190	1
5 号	265	266	1
6 号	200	199	1
7 号	243	244	1
8 号	212	210	2
9 号	232	233	1
10 号	252	250	2
平均相对误差 0.24%			

表 5 蛋质量对比表  
Table 5 Egg weight contrast table

鸡号	手工测量值/g	采集系统测量值/g	系统测量与手工测量差值/g
1 号	62	63	1
2 号	65	65	0
3 号	60	60	0
4 号	61	60	1
5 号	54	55	1
6 号	50	50	0
7 号	61	60	1
8 号	48	48	0
9 号	68	69	1
10 号	64	64	0
平均相对误差 0.17%			

由表 2 可见采食量相对误差为 0.32%；由表 3 可见排泄量相对误差为 0.48%；由表 4 可见饮水量相对误差为 0.24%；由表 5 可见蛋质量相对误差为 0.17%。

### 2.2.2 产蛋时间记录精度校验

利用视频监控验证系统的产蛋时间记录精度，表 6 为一天中系统自动记录产蛋时间和视频监控记录产蛋时间结果。

表 6 产蛋时间对比表  
Table 6 Laying time contrast table

鸡号	系统记录产蛋时间	视频监控记录产蛋时间
1 号	2010-11-1 8:44	2010-11-1 8:44
2 号	2010-11-1 8:19	2010-11-1 8:19
3 号	2010-11-18:29	2010-11-18:29
4 号	2010-11-1 11:49	2010-11-1 11:49
5 号	2010-11-1 8:58	2010-11-4 8:58
6 号	0	2011-11-2 15:44
7 号	2010-11-1 9:13	2010-11-4 9:13
8 号	2010-11-1 11:18	2010-11-4 11:18
9 号	2010-11-1 11:18	2010-11-4 11:18
10 号	2010-11-1 16:34	2010-11-1 16:34

表 4 中视频监控 6 号鸡有产蛋，系统没有记录 6 号蛋鸡产蛋时间，原因是 6 号鸡的鸡蛋被卡在了笼子下边，没有滚落下来。从表 4 中对比结果可见系统记录产蛋时

间精度可以满足个体蛋鸡产蛋时间记录要求。

### 3 数据分析系统

数据分析系统采用 C#编写，自动记录填加饲料前料槽质量，添加饲料后料槽质量，自动计算每天添加饲料质量，统计每只鸡每天的采食量、饮水量、排泄量、蛋质量、产蛋时间，生成报表、曲线。图 3 为其系统运行界面。



图 3 系统运行界面

Fig.3 System operation interface

### 4 试验结果与分析

选取 10 只蛋鸡进行试验，试验周期为一周，采用乳头式饮水器，自由饮水，供日粮相同。间歇光照：电子定时器控制光照，光照周期一天 24 h 中实行 8 h 照明：4 h 黑暗：2 h 照明：10 h 黑暗（即 8L：4D：2L：10D）的照明方法。间歇光照下 10 只鸡采食量、排泄量平均值如图 4 所示，如图 5 所示为 10 号鸡一周产蛋时间图。

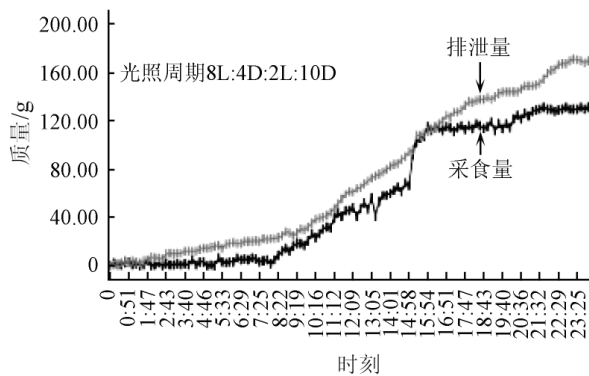


图 4 一天采食量、排泄量曲线图（10 只鸡测量均值）

Fig.4 Daily intake excretion curves (mean values of 10 hens)

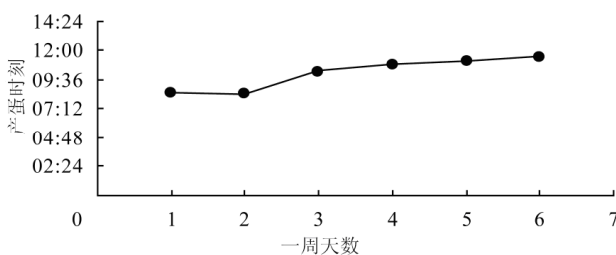


图 5 一周产蛋时间曲线图

Fig.5 Weekly laying time curve

### 5 结论

采用 Atmeg16 单片机为核心器件设计了自动记录蛋鸡个体采食、饮水、排泄与产蛋性能参数监测装置，与人工测试相比，该装置具有信息量大、减少应激等优点，更接近自然状态。

试验结果表明该系统运行稳定，具有较高的检测精度，采食量相对检测误差为 0.32%；饮水量相对检测误差为 0.24%；排泄量相对检测误差为 0.48%；蛋质量相对检测误差为 0.17%，产蛋时间记录精度可以满足个体蛋鸡产蛋时间记录要求。

#### 【参 考 文 献】

[1] 陆昌华, 吴孜恣, 王立方, 等. 规模化蛋鸡场现代化生产管理系统的建立与应用[J]. 农业工程学报, 2003, 19(6): 256—259.  
Lu ChangHua, Wu Zimin, Wang Lifang, et al. Establishment and application of computerized production management system for large scale poultry farm[J]. Transactions of the CSAE, 2003, 19(6): 256—259. (in Chinese with English abstract)

[2] 胡肄农, 窦少春, 王立方, 等. 蛋鸡规模化养殖场的自动监控系统[J]. 江苏农业学报, 2002, 18(3): 176—180.  
Hu Yinong, Dou ShaoChun, Wang Lifang, Lu Changhua. layers of scale farms Automatic monitoring and controlling system[J]. Journal of Jiangsu Province Agriculture, 2002, 18(3): 176—180. (in Chinese with English abstract)

[3] 刘玮. 规模化蛋鸡养殖场数字化监视系统的研制[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.  
Liu Wei. Large-scale Digital Surveillance System of Farms Layers Developed[D]. Wuhan: The Central China Agricultural University, 2009. (in Chinese with English abstract)

[4] 左伟勇. 蛋鸡摄食行为及大豆黄酮和 F89 对摄食产蛋及有关内分泌的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2002.  
Zuo Weiyong. Feed Intake of Hens and the Role of Daidzein and F89 in Control of Feed Intake and Laying Performance in Hens and Endocrine Mechanisms Involved[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2002. (in Chinese with English abstract)

[5] 倪志江, 高振江, 蒙贺伟, 等. 智能化个体奶牛精确饲喂机设计与实验[J]. 农业机械学报, 2009, 40(12): 205—209.  
Ni Zhijiang, Gao Zhenjiang, Meng Hewei. Design and experiment on intelligent precisening feeding machine for single dairy cow[J]. Transactions of the CSAM, 2009, 40(12): 205—209. (in Chinese with English abstract)

[6] 熊本海, 钱平, 罗晓清, 等. 基于奶牛个体体况的精细饲养方案的设计与实践[J]. 农业工程学报, 2005, 10(10): 118—120.  
Xiong Benhai, Qian Ping, Luo Qingyao, et al. Design and realization of solution to precision feeding of dairy cattle based on single body status[J]. Transactions of the CSAM, 2005, 10(10): 118—120. (in Chinese with English abstract)

[7] 谭春林, 坎杂, 曾明军, 等. 奶牛饲喂技术与设备的现状分析[J]. 农机化研究, 2007(12): 240—245.

- Tan Chunlin, Kan Za, Zeng Mingjun, et al. Analysis of hesituation about cow-feeding technique and equipment[J]. *Journal of Agricultural Mechanization Research*, 2007(12): 240—245. (in Chinese with English abstract)
- [8] 花俊国, 周永亮, 花俊治, 等. 奶牛自动饲喂系统的研究与开发[J]. *农业工程学报*, 2006, 22(14): 79—83.  
Hua Junguo, Zhou Yongliang, Hua Junzhi, et al. Development of the auto-feeding equipments for dairy cattles[J]. *Transactions of the CSAE*, 2006, 22(14): 79—83. (in Chinese with English abstract)
- [9] 方小明. 智能化移动式奶牛装置的设计及试验研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2008.  
Fang Xiaoming. Design and Experimental Investigation on the Movable Intelligent Feeding Machine for Dairy Cow[D]. Beijing: China Agricultural University, 2008. (in Chinese with English abstract)
- [10] 沈文, Eaglelee 詹卫前. AVR 单片机 C 语言开发入门指导[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [11] 张洪润. 传感器技术大全[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.
- [12] Wark T, Swain D, Crossman C, et al. Sensor and actuator networks: protecting environmentally sensitive areas[J]. *IEEE Pervasive Computing*, 2009, 8(1): 30—36.
- [13] Rebecca N Handcock, Dave L Swain, Greg J, et al. Monitoring animal behaviour and environmental interactions using wireless sensor networks, GPS collars and satellite remote sensing[J]. *Sensors*, 2009, 9(5): 3586—3603.
- [14] Widrow B, Lehr M. 30 years of adaptive neural network: perceptron, madaline and BPC[J]. *Proc of IEEE*, 1990, 78(9): 1415—1442.

## Design and experiment on monitoring device for layers individual production performance parameters

Li Lihua<sup>1</sup>, Huang Renlu<sup>2\*</sup>, Huo Limin<sup>1</sup>, Li Jiuxi<sup>1</sup>, Chen Hui<sup>2</sup>

(1. College of Mechanical and Electrical Engineering, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China;

2. College of Animal Science and Technology, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China)

**Abstract:** In order to easily and accurately record individual layers production performance under different environment, reduce errors and chicken stress caused by manual measurement, the individual layer production performance monitoring system was designed. Feed intake, excretion, water intake, egg weight, laying time parameters can be recorded through sensors and photoelectric sensors. These data were stored in PC and analyzed by C# program. The results showed that the system was stable, the relative error of feed intake was  $(1.96 \pm 2.14) \%$ ; water intake relative error was  $(2.31 \pm 2.01) \%$ ; excretion relative error was  $(2.50 \pm 2.38) \%$ ; egg weight relative error was  $(1.32 \pm 1.23) \%$ . The laying time recording accuracy can meet the requirements. The research can provide reference for automatically monitoring laying hens individual production performance parameters.

**Key words:** monitoring, production, performance, laying time, laying hens, design, experiment