

# 小窗砖拱鸡舍的设计研究

景栋林<sup>1</sup>, 古少鹏<sup>2</sup>, 古麟<sup>2</sup>

(11 山西师范大学生物技术与工程学院; 21 山西农业大学动物科技学院)

**摘要:** 针对我国黄土高原山区海拔高、冬季低温持续时间长、经济基础薄弱的特点, 为了满足蛋鸡生产的要求, 设计建造了小窗砖拱鸡舍, 分析并测试了鸡舍的主要环境因子参数。结果表明, 该鸡舍冬季无需人工供暖, 采用自然通风, 全年舍内月平均温度为 10.12 ~ 26.15, 相对湿度为 53.19% ~ 62.15%, CO<sub>2</sub> 浓度在 0.115% 以下, 造价比同期砖木结构和水泥屋顶结构的鸡舍分别低 29.14% 和 35.15%。蛋鸡生产率显著提高, 适用于黄土高原地区发展养鸡业, 有推广前景。

**关键词:** 砖拱鸡舍; 设计; 环境因子; 黄土高原山区

**中图分类号:** S831.145

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1002-26819(2002)02-0080-04

黄土高原山区海拔高、风沙大、冬季低温持续时间长、经济基础薄弱, 经济而又适用的蛋鸡鸡舍。但迄今为止, 尚未见有关报道。为此, 作者参考现代化鸡舍建造的技术要求, 从黄土高原山区缺乏林木, 但土质好所烧制的粘土砖质量高、价格低的实际出发, 因地制宜, 就地取材, 在山西省临县设计建造了一种小窗砖拱鸡舍, 以期能较好地满足蛋鸡生产要求, 为在黄土高原山区建造鸡舍提供合理的参数。

## 1 鸡舍内环境设计参数选择

### 1) 空气温度

考虑山区气候特点, 鸡舍内设计温度按冬季寒冷时取值。成年蛋鸡适宜的温度范围为 5 ~ 28, 产蛋适宜温度为 13 ~ 20<sup>[1]</sup>。根据产蛋的经济效益和蛋鸡的生理调节范围内所允许温度, 选择舍内空气温度计算参数略低于鸡群产蛋适宜温度的下限, 即 10 进行鸡舍设计。

### 2) 空气湿度

鸡只适宜的相对湿度为 60% ~ 70%, 如温度适宜, 相对湿度低至 40% 或高至 72%, 对鸡只均无显著影响<sup>[1]</sup>。只有在高温或低温时, 高湿影响最大。而黄土高原山区大都气候干燥, 只要加强舍内管理, 勤清粪, 搞好通风换气, 一般不会出现高湿现象。

### 3) 通风换气

一般认为, 舍内 CO<sub>2</sub> 浓度不超过 0.12%, 有害气体浓度就不会超过卫生标准<sup>[2]</sup>。本设计采用舍内

CO<sub>2</sub> 最大允许量 0.115%<sup>[1]</sup> 计算通风换气量。

### 4) 舍内采光

为了充分利用自然光照又不至于发生光害, 同时考虑冬季鸡舍的保温, 本设计选择的鸡舍采光系数比平时要求的 1 (10~ 12)<sup>[3]</sup> 小, 为 1 (14~ 15)。人工补充光照采用白炽灯泡, 标准为 4 W/m<sup>2</sup>。

## 2 小窗砖拱鸡舍建筑设计

### 2.1 平面设计

对产蛋鸡采用“全进全出”饲养制度, 三层全阶梯鸡笼饲养。舍内鸡笼排列方式为三列四走道, 东西走向。水槽供水, 人工给料, 集蛋、清粪。每栋鸡舍的饲养量为 2 880 只。

每栋建筑面积为 273136 m<sup>2</sup>, 蛋鸡占用的舍内面积为 215146 m<sup>2</sup>。鸡舍平面设计见图 1。

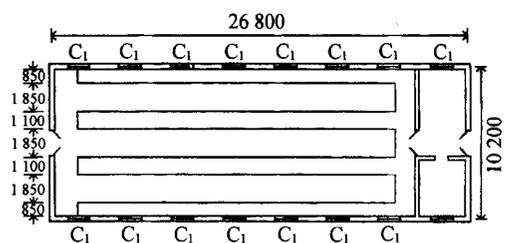


图 1 鸡舍平面图

C<sub>1</sub>: 1 400 mm × 650 mm

Fig 1 Plane view of the hen house

鸡舍粪沟设计宽度为 1 850 mm, 深度为 500 mm, 即在设计粪沟处下挖 200~ 250 mm, 再把挖出的土填在走道上夯实, 把粪沟末端与出粪门之间做成 100 的斜坡, 用水泥处理所有地面。工人用粪车进入粪沟中清粪, 既防止在走道上清粪给鸡舍造成的污染, 又方便了操作。

收稿日期: 2001-07-26

基金项目: 山西省扶贫局资助项目, 获山西省科技进步二等奖  
作者简介: 景栋林, 硕士, 教授, 山西省临汾市解放东路 63 号山西师范大学生物技术与工程学院, 041000

### 212 立面设计

鸡舍南、北墙结构相同, 见图 2。

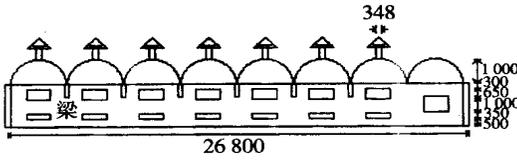


图 2 鸡舍立面图

梁: 850(高) × 250(宽)

Fig 2 Elevation drawing of the hen house

Beam: 850(height) × 250(width)

在南墙和北墙 118 m 处各设窗户 7 个, 每个有效采光面积为 0171 m<sup>2</sup>, 在 015 m 处各设窗户 7 个(地窗), 每个有效采光面积为 0133 m<sup>2</sup>, 窗户总有效采光面积为 14156 m<sup>2</sup>。舍内采光系数为 1/1418。对在值班室和饲料调剂室的南、北墙上各开设面积为 115 m<sup>2</sup> 的窗户 1 个。

地窗在采光的同时, 又起进气口的作用。为了能调节进风量, 避免冬季冷风直接吹向鸡体, 较好地保证入舍气流到达需要的地方, 在地窗上还安置进风调节板, 使之成为导流式活动进风口<sup>[4]</sup>。采用进风调节板, 在天气晴朗时, 对鸡舍内各部位的照度影响不大, 但在天气阴暗时, 则会降低下层鸡笼的照度, 此时, 应采用人工照明补充光照。

东、西墙中央各设 1 个 115 m × 2 m 的双扇门。

### 213 外围护结构的设计

鸡舍采用砖拱结构, 钢筋水泥梁建造。鸡舍设计墙体厚为 370 mm, 内表面抹一层沙灰, 一层白灰, 厚度为 15 mm, 外表面为清水墙水泥钩缝。

屋顶砖拱上抹一层沙浆, 砖厚 120 mm, 砖上铺一层油毡, 再垫 300 mm 粘土夯实。

每根梁横截面积为 850 mm × 250 mm, 内设 7 根 22 号 E 级钢筋。经过结构计算, 符合承载力要求<sup>[5]</sup>。

砖拱屋顶中央设 14 个通风排气管, 总面积为 1133 m<sup>2</sup>。管内设调节板, 以控制风量。排气管高出屋顶最高处 1 m, 与鸡舍通道的垂直距离为 5115 m。

### 214 基建造价

小窗砖拱鸡舍所采用的主要原材料为当地丰富且价格低廉的粘土砖, 1995 年的鸡舍建筑造价仅 127 元/m<sup>2</sup>, 而同期砖木结构的造价为 180 元/m<sup>2</sup>, 水泥屋顶结构的造价为 197 元/m<sup>2</sup>, 相比较, 分别降低了 2914% 和 3515%。

## 3 舍内热量平衡计算

鸡舍内不采用人工供暖, 唯一的热源是鸡体本身产生的可感热。失热包括屋顶、墙、地面、门窗等

围护结构的散热以及通风换气带走的热。

山西省临县舍外最冷月份平均温度为 -7.17<sup>[6]</sup>, 累年气温最低日平均温度为 -18, 供暖设计的室外计算温度则为 -12<sup>[7]</sup>。舍内外平均温差  $t = 22$ 。

### 311 鸡舍产热量计算

一般来说, 由于饲养过程中鸡只的死亡或淘汰, 鸡舍实际饲养量往往达不到设计规模, 为使计算的产热量与实际产热量更好地吻合, 取设计饲养量的 90% 计算产热量。

取鸡只平均体重 1 500 g, 环境温度为 10 时, 每只鸡产生的可感热为 31193 W<sup>[8,9]</sup>。舍内产热量  $Q_{\text{产}} = 82 76216 \text{ W}$ 。

### 312 鸡舍散热量计算

围护结构的散热( $Q_1$ )应用公式(1)计算。

$$Q_1 = K \times F \times \Delta t \times a \quad (1)$$

式中  $K = 1/R$ ,  $R = \frac{1}{a_n} + \frac{D}{K} + \frac{1}{a_w}$ ;  $K$ ——围护结构总传热系数;  $R$ ——围护结构热阻;  $a_n, a_w$ ——围护结构内、外表面的换热系数;  $D$ ——各层围护材料厚度, m;  $K$ ——各层围护材料导热系数;  $\Delta t$ ——舍内外平均温差;  $a$ ——朝向修正系数;  $F$ ——各围护结构面积, m<sup>2</sup>。

地面蒸发散热量( $Q_2$ )用公式(2)计算。

$$Q_2 = 2147 \times 011q \quad (2)$$

式中 2147 为水的汽化热, kJ/kg; 011 为地面蒸发占鸡产汽量的系数;  $q$ ——鸡的水汽总产量, g/h, 每只鸡每小时水汽产量为 7165 g<sup>[3]</sup>。

计算各围护结构和地面蒸发散热量, 得出鸡舍的总散热量  $Q_{\text{散}} = 26 24518 \text{ W}$ 。

### 313 鸡舍通风换气量及换气带走热量计算

#### 1) 应换气量

鸡舍所需通风换气量( $L$ )按设计饲养量的 CO<sub>2</sub> 产量计算。公式为

$$L = \frac{mp}{c_1 - c_2}$$

式中  $m$ ——鸡舍设计饲养只数;  $p$ ——每只鸡的 CO<sub>2</sub> 产量, L/h·只;  $c_1$ ——舍内 CO<sub>2</sub> 允许含量, 115 L/m<sup>3</sup>;  $c_2$ ——舍外大气中 CO<sub>2</sub> 含量, 013 L/m<sup>3</sup>。

当鸡只体重为 1 500 g 时,  $p = 2155 \text{ L/h·只}$ <sup>[3]</sup>。

鸡舍应换气量  $L = 6 120 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

#### 2) 排气口大小确定

根据通风设计要求, 确定排气口大小时, 舍外温度以最冷月平均温度计算<sup>[7]</sup>, 舍内外平均温差  $t = 18$ , 排、进气口落差为 5 m 时, 排气管中的风速为

1129 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> [3], 为了满足鸡舍应有的通风换气量, 排气管总面积应为 1132 m<sup>2</sup>。本文设计为 1133 m<sup>2</sup>。

### 3) 换气带走热量(Q<sub>换</sub>)计算

当  $t = 18$  时, 鸡舍实际通风换气量为 6 17615 m<sup>3</sup>ö/h。空气容重  $r = 1134 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 比热  $C = 1 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。则  $Q_{\text{换}} = L \times C \times r \times t = 41 38216 \text{ W}$ 。

在  $t = 22$  时, 排气口全部开放的情况下, 由于排气管中的风速将达 1144 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> [3], 实际换气量为 6 89417 m<sup>3</sup>ö/h。  $Q_{\text{换}} = 56 46010 \text{ W}$ 。

### 3.14 舍内热量平衡计算

将上面结果代入公式  $Q = Q_{\text{产}} - Q_{\text{散}} - Q_{\text{换}}$ , 得  $Q = 82 76216 - 26 24518 - 56 46010 = 5618 \text{ W}$ 。

### 3.15 讨论

1) 舍内热量平衡计算结果表明, 舍内总热量为正值, 说明理论上舍内冬季不采用人工供暖, 平均温度完全可以达到 10℃ 以上, CO<sub>2</sub> 浓度在 0.115% 以下, 小窗砖拱鸡舍能满足蛋鸡的饲养环境要求。

2) 鸡舍冬季的自然通风主要靠热压, 在气温很低 ( $t > 22$  ) 时, 由于舍内外温差加大, 排气管中气流速度加快, 全部开启排风口无疑难以保持舍内温度; 另外, 在鸡只体重较小、产热量少的情况下, 实

际所需通风换气量也相应减少。此时, 则应根据鸡的产热量和天气情况及时调整进、排气口的大小。

3) 由于黄土高原地区风力较大, 在温暖季节应开启门窗, 借助风压进行自然通风, 以期能达到满意效果。

## 4 舍内主要环境指标测试

鸡舍建成投产后, 先后饲养了 Hisex 白鸡、Hisex 褐鸡、Hy-line W-36 鸡、ISA 褐鸡和北京白鸡等, 都表现出良好的生产性能。尤其是北京白鸡, 21~72 周龄的入舍母鸡产蛋率达 73.105%, 饲养日产蛋率达 77.159%, 期末存活率 88.130%, 蛋重 58.133g, 日均耗料 113.121g/只。这些成绩的取得, 固然有着诸如鸡种的育种水平高、营养合理、管理精细等多方面的原因, 但对地处黄土高原山区的临县, 该小窗砖拱鸡舍的合理设计, 为蛋鸡生产提供适宜的环境也发挥了很大作用。

### 4.1 温度

取鸡舍对角和中间为测温点, 每天 6:00、14:00 和 22:00 时在鸡笼的上层和下层各点测定舍温, 取其平均值作为舍内一天的平均温度。结果见表 1。

表 1 舍内温度和大气温度

Table 1 The changes of temperature in the hen house and the air temperature

项目	月份												年较差
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
舍温													
平均	1012	1019	1417	2112	2316	2510	2615	2412	2112	1913	1312	1113	1613
最低	810	916	1013	1218	1611	1613	2014	1817	1611	1516	1012	817	
最高	1212	1315	1813	2611	2616	2818	3012	2916	2610	2514	1419	1418	
气温													
平均	- 717	- 4	313	1017	1711	2114	2217	2113	1518	918	114	- 611	3014
最低	- 2418	- 2318	- 1513	- 814	- 016	616	1117	917	010	- 715	- 1910	- 2218	
最高	1015	1714	2515	2915	3217	37	3612	3517	2919	2619	2112	1117	

### 4.12 相对湿度

测湿点和测湿时间与测温相同。结果一年中 1 月份相对湿度最低, 平均为 53.19%, 7 月份最高, 平均为 62.15%。

### 4.13 光照

自然光照下, 舍内照度变化较大, 鸡笼上、中和下层的照度平均分别为 65、50 和 35 lx。人工补充光照下, 鸡笼各层照度平均为 12.13 lx。

### 4.14 CO<sub>2</sub> 浓度

舍内 CO<sub>2</sub> 浓度采用红外线 CO<sub>2</sub> 分析仪测定。结果在大气温度较低的 12~2 月份, 根据需要调节通风换气量时, 舍内 CO<sub>2</sub> 浓度较高, 平均为 0.1139%

(0.1120% ~ 0.1146%); 而在气温较高, 鸡舍门窗可全部开启进行通风时, 舍内 CO<sub>2</sub> 浓度平均只有 0.1063%。

## 5 结论

1) 由表 1 可见, 在当地小窗砖拱鸡舍冬季无需人工供暖, 全年舍内月平均温度在 10.12 ~ 26.15 之间, 符合成年蛋鸡的适宜温度要求, 达到了设计标准。舍外温度变化剧烈, 年较差达 30.14, 相对而言, 舍内温度变化平稳, 年较差仅 1.613, 较少受到舍外的影响, 说明鸡舍的外围护结构有良好的保温、隔热性能, 设计是合理的。

2) 本设计结果显示舍内全年月平均相对湿度为 53.19% ~ 62.15%, CO<sub>2</sub> 浓度最高时为 0.1146%, 控制在 0.115% 以下, 说明鸡舍的自然通风系统设计合理, 完全避免了因机械通风增加的设备、电力和维修费用。

3) 小窗砖拱鸡舍的设计与建造, 做到了因地制宜, 就地取材, 造价低廉, 比同期砖木结构和水泥屋顶结构的鸡舍造价低 29.14% 和 35.15%, 各项指标均达到了设计要求。适用于陕、甘、宁、晋等与山西临县气候特色相似的黄土高原地区发展养鸡业。

#### [参 考 文 献]

- [1] 邱祥聘, 杨 山, 艾文森等. 家禽学[M]. 第 3 版. 成都: 四川科学技术出版社, 1993. 5. 138~ 140.
- [2] 杨 宁, 单崇浩, 朱元照等. 现代养鸡生产[M]. 第 1 版. 北京: 北京农业大学出版社, 1994. 3. 19.
- [3] 东北农学院. 家畜环境卫生学[M]. 第 2 版. 北京: 农业出版社, 1994. 10. 180~ 280.
- [4] 俞宏军, 施正香, 李保明等. 鸡舍有组织通风的侧挡导流式活动进风口[J]. 中国农业大学学报, 1997, 2(4): 84~ 88.
- [5] 于庆荣, 颜德 , 程文 . 混凝土结构(上册)[M]. 第 1 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997. 6. 65~ 100.
- [6] 钱林清, 郑炎谋, 胡慧敏等. 山西气候[M]. 第 1 版. 北京: 气象出版社, 1991. 12. 430~ 431.
- [7] 陈耀庆. 供暖通风设计手册[M]. 第 1 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 1987. 12. 66~ 107.
- [8] 黄昌澍. 家畜气候学[M]. 第 1 版. 南京: 江苏科学技术出版社, 1989. 6. 13.
- [9] Van Kampen M. Environmental Aspects of Housing for Animal Production (J. A. Clard, ed.) [M]. Butterworths: London, 1981, 131.

## Hen House of Brick Arch Structure With Small Windows

Jing Donglin<sup>1</sup>, Gu Shaopeng<sup>2</sup>, Gu Lin<sup>2</sup>

(1. College of Biotechnology and Engineering, Shanxi Teachers University, Linfen 041000, China;

2. Shanxi Agricultural University, Taigu, 030801, China)

**Abstract** According to the characteristics of the high altitude, the long period of low temperature in winter and the poor economic base in the Loess Plateau mountainous areas, the hen house of the brick arch structure with small windows was designed and built. The parameters of the primary environmental factors in the hen house were analysed and measured. The results showed that adopting the natural ventilation system but not artificial heating installation, the average month temperature in a year was within 10.12 ~ 26.15 °C, the relative humidity was within 53.19% ~ 62.15% and the CO<sub>2</sub> concentration was below 0.115% in the hen house. Moreover, the cost of building the hen house of the brick arch structure was 29.14% lower than that of the brick log structure and 35.15% lower than that of the concrete roof structure. The production performance of layers in the hen house was improved. So the hen house was suitable in the Loess Plateau areas to develop the poultry industry.

**Key words:** hen house of the brick arch structure; design; environment factors; mountainous area of the Loess Plateau