

鸡舍有组织通风的侧挡导流式活动进风口^①

俞宏军^② 施正香 李保明 马永武
(中国农业大学水利与土木工程学院) (北京宏基公司)

摘要 采用纵向通风的密闭式蛋鸡舍, 冬季舍内的环境一直存在温度分布不均、垂直温差和水平温差均较大、进风口处的鸡群长时间处于冷应激状态和产蛋率低等问题。根据气体贴附射流的基本原理对传统的进风口进行了改进, 并将改进前后进风口对舍内环境的影响作了实测比较。结果表明, 改进后的进风口, 具有避免鸡群冷应激、使舍内温度和二氧化碳分布趋于均匀、消除屋顶积灰、提高产蛋率等作用。对冬季蛋鸡舍进风口的适宜宽度作了分析, 建立了确定冬季蛋鸡舍的进风口数量及其布置的实用模型。

关键词 蛋鸡舍; 冬季环境; 进风口

中图分类号 S831.45

Study on Variable Side-Windshield Air-inlet in Layer Housing

Yu Hongjun Shi Zhengxiang Li Baoming Ma Yongwu
(College of Water Conservancy and Civil Engineering, CAU) (Beijing Hongji Co.)

Abstract The problems of the inside environment of laying hen buildings with tunnel ventilation system in winter have not been fully solved. The inside temperature is not uniformed, the CO₂ distribute with obviously drafts. Therefore in the local of air-inlet are always in cold-stress with low production rate. Using the principles of air-inlet jet, the traditional air-inlet is improved. It has been shown that the improved air-inlet can be used to avoid the cold-stress on layers, and to uniform the inside air temperature, and to increase the production rate, to clear the dust piled under the roof together. The rational width of air-inlet used in winter is analysed. An applied model for determining the amount of air-inlet and its arrangement is put forward.

Key words layer housing; environment in winter; air-inlet

自 80 年代末起, 纵向负压通风系统在畜禽舍中逐渐得到推广, 我国绝大部分商品畜禽舍都进行了从传统的横向通风向纵向通风的改造^[1]。该系统是在畜禽舍的一端开设矩形进风口, 另一端安装低压大流量风机进行抽风, 排走舍内多余的热量和有害气体, 并在畜禽舍内形成较大的风速。这样, 夏季可有效降低畜禽的体感温度, 但是到了冬季, 大部分畜禽舍忽略了进风口在通风组织中的作用, 直接把侧墙上靠近夏季进风口的应急窗打开, 挡住下半部分, 上部留出 10~30 cm 作射流进风口(见图 1), 继续采用一端进风另一端排风的气流组织形式, 造成了舍

收稿日期: 1997-02-18

①国家“九五”重点攻关项目“规模化鸡场鸡舍环境控制关键技术研究”子专题

②俞宏军, 北京清华东路 17 号中国农业大学(东校区)67 信箱, 100083

内温度、二氧化碳等环境因子的分布很不均匀,且从进风口吸进的冷风往往直吹鸡群,对进风口附近的蛋鸡产生严重的冷应激,引起鸡舍内局部环境恶化,影响鸡群的健康和产蛋率。

对矩形进风口的测试结果显示:在进风口局部受冷风直吹的扇形区域内有40只蛋鸡,该处的日平均温度只有 $3.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,鸡群周围的风速达 $0.8\sim 2.2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,产蛋率只有60.0%;

在影响范围内有100~120只蛋鸡,日平均温度也仅 $5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,产蛋率只有72.5%,比整舍平均产蛋率84.3%低11.8%。测定结果同时表明,舍内鸡笼以上屋顶以下部分空间内滞留大量的热空气,该空气层的温度比整舍平均温度高,最大温差可达 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

蛋鸡舍内冬季的通风气流组织应满足舍内温度场均匀、有害气体不超标等条件。通过对蛋鸡舍通风条件下的热平衡理论计算可知,在冬季环境下(如北京地区),对于饲养密度不低于 $17\text{ 只}\cdot\text{m}^{-2}$ 的密闭式蛋鸡舍(37外墙,200厚加气混凝土屋面),可以利用蛋鸡自身的产热来保持舍内的平均温度不低于 $8.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[1]。理想的通风组织是将舍外的冷空气预热后均匀地散布到鸡群周围,因此,人们用管道均匀送风、天窗或风帽分段进风等气流组织形式,效果良好。笔者设计的侧挡导流式进风口便是其中的一种。

1 侧挡导流式活动进风口的设计

传统的矩形进风口射流速度小,射程短,尤其对于三角型屋架或其他拱型屋架,即使风口位于檐口下,仍不能产生明显的贴附射流。而侧挡导流式活动进风口,利用狭缝温差射流和浓差射流原理^[2~4],通过完全射流,将引入的冷空气与滞留在屋面下的热空气充分混合,之后它们在重力作用下缓慢下沉到鸡群周围,这样便可把舍外的新鲜冷空气直接“加热”供鸡群呼吸,不会对鸡群产生冷应激。

鸡群周围的风速与射流进风口的高度、排风机引起的舍内静压,以及鸡群本身离风口的距离有显著的相关关系^[5]。侧挡导流式活动进风口(见图2(b)),集中了几种进风口的优点:专门设计的侧挡板保证了进风口不侧漏,形成集中的风向,使射流具有良好的方向性,并且可提高风速;导流板比进气口(HL)高尺寸 a ,宽尺寸 $2b$,确保进来的冷空气贴着屋面而不直吹鸡群;进风口宽度 w 可随季节变化进行调节。

2 测试结果与分析

测试日期:1997年1至2月;测试对象:规模为20万只的北京某鸡场蛋鸡舍;测试参数:进风口改进前后舍内温度、湿度、二氧化碳体积分数、风速及产蛋率。

蛋鸡舍原有的矩形进风口宽度固定为24 cm,风口中心高度1.9 m,改进后的活动进风口,其宽度为8~24 cm,中心高度2.02~2.13 m。温度、湿度和二氧化碳体积分数的测试点分布如

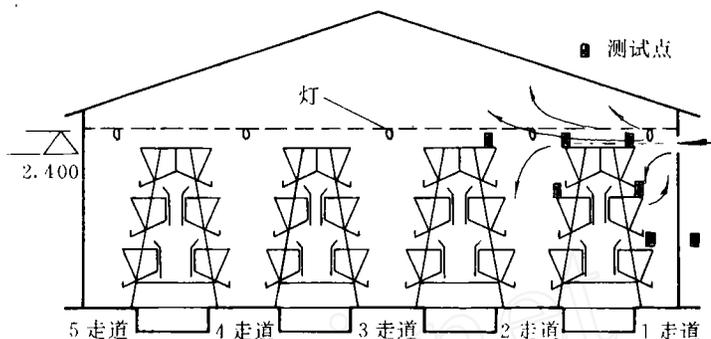


图1 矩形进风口射流示意图

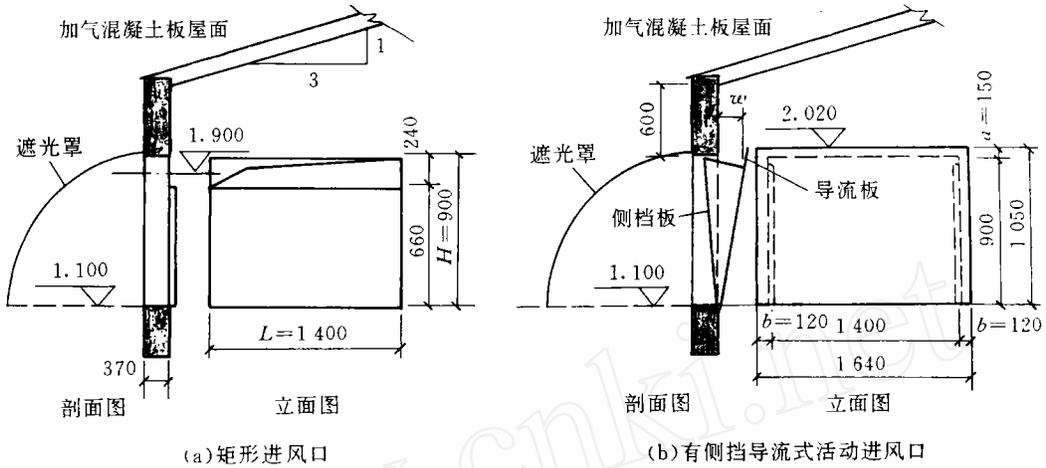


图2 蛋鸡舍进风口简图

图3所示。

2.1 温热环境的变化

当舍外温度相同时,侧挡导流式活动进风口局部温度与矩形进风口的局部温度相比较,前者温度在纵深方向最小升幅为 3.1°C ,最大升幅为 6.9°C ;在垂直方向上,第1走道的鸡群周围平均温度提高了 3.5°C 。第2面中层是背风点,进风口改进之后,在原有温度较高的基础上也上升 1.5°C 。

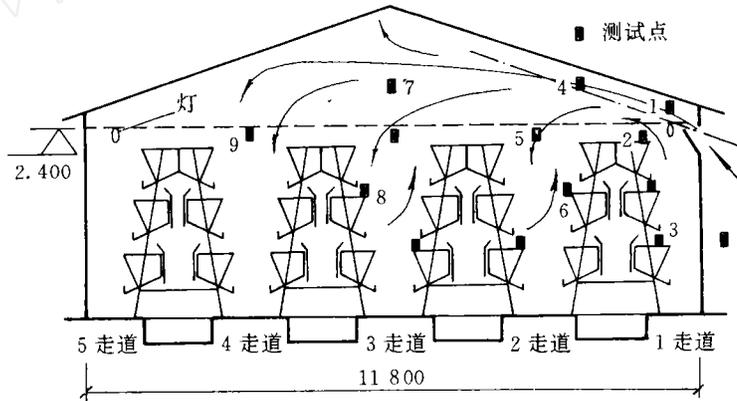


图3 侧挡导流式活动进风口射流与进风口测点布置

$^{\circ}\text{C}$ 。进风口的局部平均温度较矩形进风口提高了 4.1°C ,舍内总的平均温度也上升了 0.8°C 。同时,进风口局部温度的均匀度也提高了(见表1)。

表1 进风口改进前后对舍内进风口处局部温度的影响

层次	改进前后	舍外温度	第1面	第2面	第3面	舍内平均温度
上层	改前	-4.2	3.2	4.1	4.9	13.4
	改后	-4.2	7.0	10.0	11.8	14.2
中层	改前	-4.2	5.0	10.1		13.6
	改后	-4.2	8.1	11.6		13.8
下层	改前	-4.2	5.6			11.0
	改后	-4.2	9.1			10.8

说明:舍内只开1台风机。

矩形进风口宽度 240 mm ,平均风速 $2.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,进风量 $2420\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$;

活动进风口宽度 150 mm ,平均风速 $3.5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,进风量 $2650\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ 。

采用矩形进风口时,从风口进来的冷风正好直吹第1走道上层甚至中层笼架的鸡群,一直

影响到第3面上层鸡群,鸡群周围的风速达 $0.8\sim 2.2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。在采用侧挡导流式活动进风口的蛋鸡舍进风口的局部区域,当舍内开启1~2台风机、风口宽度在 $8\sim 24\text{ cm}$ 变化时,直吹风速都在 $0.3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以下(参见表4),符合冬季蛋鸡周围的风速低于 $0.3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的卫生指标^[6]。

2.2 二氧化碳分布的变化

表2是2种进风口射流在舍内形成不同的二氧化碳体积分数 $\varphi(\text{CO}_2)$ 的实测结果。舍内1台风机运行的情况下,布置侧挡导流式活动进风口时,舍内局部二氧化碳的纵向分布量较小,进风射流影响很深,达 9.0 m 以上,几乎覆盖整个跨度;而矩形进风口的进风射流只有 $4\sim 5\text{ m}$,冷风直吹上层鸡群,导致靠近进风口侧的上层鸡群周围 $\varphi(\text{CO}_2)$ 值很小。侧挡导流式进风口的进风射流将舍外冷空气与滞留在屋面板下的热空气搅和,落到鸡群周围时,既无温度过低也无冷风直吹的冷应激现象。进风口二氧化碳分布的改变进一步说明侧挡导流式进风口的进风射流效果比矩形进风口有明显的改善。

表2 进风口改进前后舍内 $\varphi(\text{CO}_2)$ 的变化

$\times 10^{-6}$

进风口型式	测点位置								
	顶层			上层			中层		下层
	1	4	7	2	5	9	6	8	3
侧挡进风口	650	1 200	1 900	1 950	1 950	2 200	2 000	2 000	18 00
矩形进风口	2 150	2 350	2 050	950	1 150	2 700	1 800	2 000	1 100

说明:测点位置参见图3。

2.3 进风口鸡群产蛋率的变化

表3中第1面上层5~11#笼位是原进风口的冷风直吹点,进风口改进后该点蛋鸡的产蛋率提高了 21.5% ,达 81.3% ,接近舍内平均产蛋率 84.0% 。在进风口的影响范围内鸡群产蛋率达到 78.4% ,比原有产蛋率提高 5.9% (见表3)。

表3 进风口处鸡群的周平均产蛋率

%

位置	改进前后	第1面			第2面	第3面	整舍
		1~4#	5~11#	12~15#			
上层	改前1周	73.3	59.8	74.1	69.3	70.9	83.6
	改后1周	81.0	81.3	70.6	78.6	76.4	83.3
中层	改前1周	75.0	85.7	89.6			85.5
	改后1周	84.8	84.2	89.3			84.9
下层	改前1周	79.2	88.1	72.9			83.7
	改后1周	82.1	88.3	87.5			83.8

说明:蛋鸡日龄为 $252\sim 266\text{ d}$ 。第1面共统计了5组15个笼位,上层有61只蛋鸡,中层和下层都是60只;第2面统计了3组笼共39只蛋鸡;第3面统计了2组笼共24只蛋鸡。

2.4 进风口宽度对射流效果的影响

为了对改进后的进风口作定量研究,笔者通过改变进风口宽度和排风机台数来研究它们对舍内环境的影响。从表4可见,风机排风量一定的情况下,从单个进风口进来的风速和风量并不随风口的宽度而增大,舍内开启1台排风机(风量 $25\ 000\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ 左右,与冬季最大通风量

相当)时,随着风口宽度的增大,进风口的风速和风量都逐渐增大,当风口宽度在 12 cm 左右时风速达到最大,宽度为 15 cm 时进风量最大。当舍内开启 1 台或 2 台风机时,进风口的风速(y)与宽度(x)间的关系可用回归出的二次函数关系式(相关系数 $R^2 > 0.97$)表示如下:

$$y = -0.2414x^2 + 1.1926x + 2.072 \quad R^2 = 0.9944 \quad (1 \text{ 台风机时})$$

$$y = -0.306x^2 + 1.583x + 3.214 \quad R^2 = 0.9729 \quad (2 \text{ 台风机时})$$

表 4 不同宽度的进风口测试结果

开启 风机数/台	排风量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	进风口测试项目	改进后的进风口宽度/cm				原进风口宽度/cm
			8	12	15	18	24
1	25 000	进风口风速/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	3.0	3.53	3.5	2.91	2.03
		进风量/($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	1 210	2 140	2 650	2 640	2 460
		直吹风速/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	0.22	0.2		0.16	0.8
2	48 000	进风口风速/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	4.47	5.16	5.35	4.49	3.57
		进风量/($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	1 800	3 120	4 040	4 070	4 310
		直吹风速/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	0.27	0.26		0.2	2.2

说明:进风口风速是进风口断面上 15 个点的平均值;直吹风速指第 1 列笼架迎风侧上层鸡笼鸡群周围的风速。

另外,进风口改进后,对于不同宽度的进风口,高速进气射流贴着屋面板运动,沉积在屋面板下的尘埃都被吹走了。启动 2 台风机时,利用宽度为 18 cm 的进风口可把整个开间(6 m 范围)内的积尘全部清除干净。

3 结 论

1) 采用侧挡导流式活动进风口,可使蛋鸡舍内的温度分布趋于更加均匀,且可提高鸡群周围的平均温度, CO_2 扩散均匀;进风口无侧漏,无冷风直吹鸡群现象,提高了鸡群的产蛋率。

2) 进风口宽度可调,可通过计算确定所需进风口的大小和数量,使适合于不同的气候条件。

3) 这种进风口对屋面以下的积尘具有自动去除功能,防止细菌在蛋鸡舍内繁殖。

参 考 文 献

- 李保明. 大型连栋鸡舍环境的研究:[学位论文]. 北京:中国农业大学,1996
- 周谟仁主编. 流体力学泵与风机,北京:中国建筑工业出版社,1985. 176~179
- D'alforiso T H, Manbech H B, Roush W B. A case study of temperature uniformity in three laying hen production buildings. trans of the ASAE, 1996, 39(2):669~675
- 崔引安主编. 农业生物环境工程. 北京:中国农业出版社,1994. 86~93
- Hoff S J. Isothermal airflow characteristics in the animal-occupied zone of a slot-ventilated swine facility. Trans of the ASAE, 1995, 38(6):1843~1852
- Design of Ventilation System for Poultry and Livestock Shelters. Standards of ASAE, EP270. 5, Dec 94