

# 养猪场恒温供水科学养殖系统的设计研究

李帅旗 杨承志 冯自平 黄冲 何世辉

中国科学院广州能源研究所广东省新能源和可再生重点实验室 (广东广州 510640)

中图分类号: S818.9 S828.4\*6 文献标识码: B 文章编号: 1002-2996(2017)03-0004-04

## Design Research of constant temperature water supply scientific breeding system for pig farms

LI Shuai-qi, HUANG Chong, YANG Cheng-zhi, HE Shi-hui

(Guangdong Key Laboratory of New and Renewable Energy Research and Development, Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** With rapid increasing of meat demand in the market, the intensive and large-scale pig farms rise gradually. Then farm hygiene environment has been improved, but it also has a big gap in aspects of scientific management and drinking water quality, compared with the developed countries. This paper design a scientific breeding system of constant temperature water supply for pig farms, providing clean constant temperature water about 30°C over the year. It can reduce the risk of diseases such as diarrhea and improve growing weight in the young pigs. At the same time, it can compensate heat consumption that keeping a pig normal body temperature in cold winter, by drinking constant temperature water. This effectively reduces the feed consumption and farmers feeding cost, has a remarkable benefit.

**Key words:** Pig farm; constant water; heat pump; scientific drinking

**摘要:** 随着肉类市场需求量的快速加大,我国集约化、规模化生猪养殖场逐渐兴起,养殖场卫生环境得到改善,但在科学管理及饮用水质量等方面跟发达国家相比,还有很大差距。笔者设计了一种养猪场生猪恒温供水科学养殖系统,常年为生猪提供 30°C 左右的洁净恒温水,可以有效减少猪仔腹泻等疾病的发生,提高猪仔日增重量。饮用恒温水能补偿生猪在寒冷条件下保持正常体温所需热量,减少了饲料消耗,降低了饲养成本,效益显著。

**关键词:** 养猪场; 恒温水; 热泵; 科学饮水

民以食为天,猪肉是我国居民最主要的肉类食品。据统计,我国生猪存栏 5 亿头,年出栏超过 6.5 亿头,在世界饲养总量中占有相当大的比例。近十几年来,随着市场对肉类需求量的逐步加大,集约化、规模化生猪养殖场逐渐兴起,大量针对改善猪舍环境卫生、废水处理及疾病预防的科学研究和工程实践都相继展开。目前,大型生猪养殖场卫生条件已经有了很大程度的改善,但在科学管理及饮用水质量等方面与发达国家相比,还有很大差距。

水是生命之源,生猪每天大概需要饮用 30 L 水。有研究表明,猪的生长发育、健康质量与水温有着紧密的联系。例如,在寒冷的冬季,饮用水温度过低会引发胃溃疡、消化不良等多种疾病,影响生猪的发育成长。冬季外界温度和自来水温度都较低,生猪需要进食多的饲料,才能抵御严寒气候,也无形中增加了养殖成本。因此,对于大型生猪养殖场而言,特别是北方寒冷时间较长的地区,开展大型养猪场恒

温水供水科学养殖技术研究非常必要,可以显著提高效益。

### 1 养猪场恒温供水装置原理

恒温供水装置工作流程如图 1 所示。系统由恒温水箱、空气源热泵、控制器、UV 水箱及阀门、过滤器等装置构成。水箱内置有液位浮球,通过 LS 开关控制电磁阀进行注水,注满水后电磁阀自动关闭。水箱底部内置 2 个温度传感器,根据实际水温与设定值的差值,通过控制器控制热泵开关和流量调节阀进入加热阶段,达到设定温度后,关闭热泵调节阀进入保温阶段。需要恒温水供应时,通过控制器定时开启(或关闭)供水阀门,实现自动控制恒温水供水。系统供水侧装有 UV 水箱,保证恒温水的无菌供应。

### 2 养猪场恒温供水系统方案

#### 2.1 系统冷热负荷分析

本套恒温供水系统设计思路是利用空气源热泵加热自来水,通过一系列调节控制措施,达到自动恒温供水的目的。把系统看作一个整体进行热平衡分析,进入系统总热量  $Q_1$  包括自来水带入热量  $Q_{1s}$ 、蒸发器吸收热量  $Q_e$ 、压缩机做功  $W$ ,即:

$$Q_1 = Q_{1s} + Q_e + W$$

系统流出总热量  $Q_2$  包括供应恒温水热量  $Q_{rs}$ 、恒温水箱漏热量  $Q_l$  及系统热损量  $Q_s$ ,即:

$$Q_2=Q_{rs}+Q_1+Q_{s0}$$

从以上分析可以得出,为使整个系统能源守恒,除了常规的密封和保温方式减少漏热和散热损失外,系统经济能效最优化方向是减少压缩机功耗W或者增加蒸发器吸热量 $Q_0$ 。

### 2.2 热泵装置

本套系统设计恒温供水量为5 t/d,自来水进水温度按6℃计算,恒温水箱温度达到32℃后进入保温阶段。热泵的制热循环分析见图2。由图2可以简单得出结论:热泵的制热量及蒸发温度和冷凝温度有关。在冷凝温度一定的情况下,蒸发温度越低,热泵的制热能力越差,且下降的趋势越来越明显;在蒸发温度一定下,冷凝温度越低,热泵的制热能力越好。冬季环境温度大幅度下降,使用热泵时,其蒸发温度也比较低,因此,系统制热能力降低,热泵装置的设计要充分考虑这种情况。

经计算,选定额定工况下制热量为10 kW、额定功率为2.5 kW的空气源热泵,用以保证即便在温度较低的冬季,系统出口温度也能在设定值范围内。

### 2.3 系统自动控制

本套装置工作模式包括注水阶段、加热阶段、保温阶段和排水阶段。电源接通开启注水阀进入注水阶段,水箱内水位到达低位液位后,系统进入加热阶段,开启供水水泵1和流量调节阀4;当水箱内水温达到32℃时,通过温度传感器传递信号到控制器,到保温阶段,此时流量调节阀4关闭,供水阀13打开,进入正常恒温水供应状态(见图1)。水箱内置有高低液位开关,控制注水阀开启(或关闭)进行自动注水。自动控制系统硬件组成如图3所示。

### 2.4 低温制热辅助措施

空气源热泵的热量主要来自空气。在寒冬季节,外界气温下降,热泵从空气中获取能量就变得困难。同时,湿冷的空气经过热泵室外换热器时容易结霜,进一步影响制热效果。

本系统通过双感温动态智能除霜技术,根据室外盘管以及气温的变化速率,准确判断结霜及化霜的时刻,进行有效快速的除霜。同时,通过旁通热气增焓技术,增加热泵主机压缩机的吸气量,增强冬季制热能力。

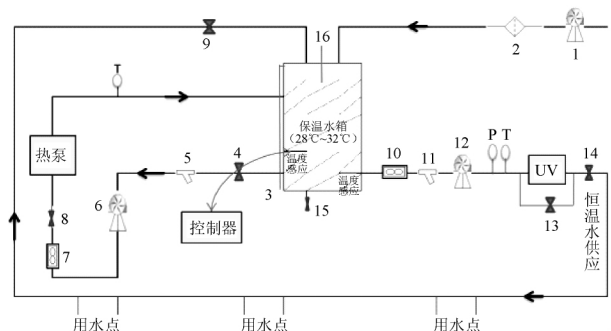
### 2.5 恒温水箱和水管的保温

本套系统设计要求恒温供水在30℃左右,要求水箱内的水在达到设定值要求后,在12 h内上下波

动不超过2℃,要对水箱及水管进行全面保温。水箱体积为1.8 m×1.8 m×2.5 m,水箱制造材料为不锈钢板,顶部设有水箱盖,方便工作人员定期清洗。经计算,水箱外整体和水管均采用30 mm厚的聚氨酯保温棉覆盖。

### 2.6 供水管路回水作业

本套恒温供水系统还采用了回水循环的作业模式,即通过供水管道中水的回水作业使出水管道的水与恒温水箱中的水保持动态回流,能够有效预防管路及饮水器出口堵塞问题,降低由此带来的供水管道维修和饮水器更换等成本。采用回水循环作业还能使出水温度始终保持在设定温度范围内,避免生猪一开始饮用凉水的情况。



注:1为供水水泵,2为袋式过滤器,3为溢流管,4、14为流量调节阀,5、11为Y型过滤器,6为循环水泵,7、10为流量计,8、9、13、15为手动阀,12为给水水泵。

图1 恒温供水系统流程示意

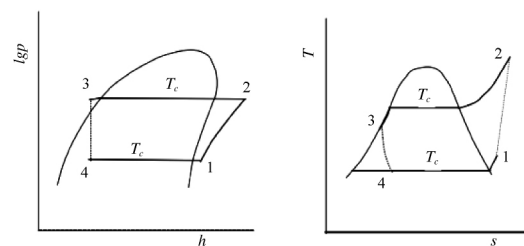


图2 制热循环分析示意

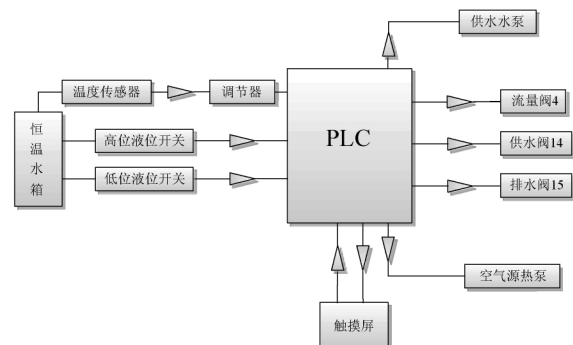


图3 自动控制系统硬件组成

### 3 试验装置及方法

#### 3.1 试验装置

本试验装置包括 1 个 6 m<sup>3</sup> 的恒温水箱、1 台空气源热泵、2 个 UV 杀菌管、1 个给水泵和供水泵、温度感应器、电磁阀、手动阀、液位开关、PVC 管和饮水器等。试验装置实物见图 4。

恒温水箱下部设有温度传感器,水箱注满水后,传感器感应水温低于设定值下限,系统开始加热自来水;当温度超过设定值上限时,进入保温供水阶段。供水泵下游恒温水出口处放置温度传感器,用于保证出口水温在系统供水温度范围内。

#### 3.2 试验方法

试验分 2 阶段进行,阶段 1:验证设计的恒温供水系统在不同环境温度下均能满足要求,在室内(有暖气 20℃左右)和室外(6℃左右)分别进行一次开机,加热到保温阶段,观察恒温水箱内温度变化。

阶段 2:选用科学养殖基地猪场 100 头猪仔进行,按体重相近和性别比例分为对照组和试验组各 50 头。2 组猪仔在同一栋猪舍内进行,日常饲料供应量和品质均相同,对照组采用自来水供水,试验组采用上述恒温水装置供水,进行为期 1 个月的试验。

### 4 试验结果分析

#### 4.1 系统验证

在试验装置测试正常后,分别于不同外界温度对水箱温度进行测试分析,结果如图 4 所示。从图中可以看出,环境温度较高时,恒温箱内温升趋势均匀且较快,基本与理论温升相同;环境温度较低时,刚启动后恒温箱内温升相对缓慢,水温超过 15℃后,上升趋势均匀,同比增速小于前者,但 2 种环境温度下系统均能保证自来水在 20 h 左右到达恒温设定值,满足设计要求。

#### 4.2 动物试验结果

试验期间,猪舍环境温度在 4℃~12℃范围内波动,自来水温在 6℃左右,1 个月的试验结果如表 1 所示。

本套装置能为生猪提供温度合适的净水,可以减少疾病发生,确保猪仔健康成长。由以上试验证明,喝恒定 32℃温水的小猪,比喝自来水的猪仔日均增重多 30.1 g,腹泻率降低 75%。

#### 4.3 经济效益

养猪场恒温供水养殖的另一个优势还体现在减少饲料消耗方面。寒冬季节下,生猪饮用水的温度

低于体温时,需要多吃饲料来补充能量,以弥补水温的不足和抵御外界的严寒。若这些热量通过饮用恒温水产生,则饲料消耗量可大大减少,运营成本能大



图 4 试验装置实物

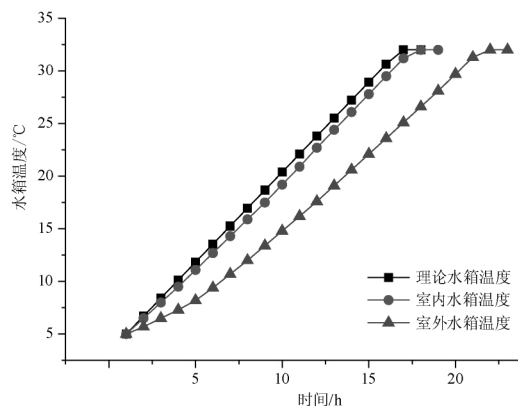


图 5 测试温升曲线

表 1 饮用恒温水对猪仔生长发育的影响

项目	对照组	试验组	结论
头数	50	50	
腹泻头数	8	2	腹泻率 降低 75%
腹泻率 / %	16	4	
初重 / kg	7.32	7.29	日均增重 30.1 g
末重 / kg	14.29	15.16	
日增重 / g	232.23	262.33	

表 2 冬季热量补偿成本分析

项目	通过饲料 补偿热量	通过热泵产生 补偿热量
单头生猪饮用水量		20 L/d
生猪数量		100 头
水温升高 20℃所需热量	4.2 × 20 × 20 × 100 = 168000 kJ	
单位产热量	8200 kJ/kg	14400 kJ/kW·h
所需饲料或电力	168000/8200 = 20.49 kg	8.75 kW·h
饲料或电能单价	2.2 元 / kg	0.61 元 / kW·h
成本总计	20.49 × 2.2 = 45.08 元	8.75 × 0.61 = 5.3 元
节省数额: 3000 头猪的猪场, 1 年按 300 d 计算, 全年可以节省	50.52 万元	

# 现代规模猪场管理要点探究

曾 鲁

四川省眉山市彭山区畜牧局观音畜牧站 (620864)

中图分类号: S828.4\*6 文献标识码: C 文章编号: 1002-2996(2017)03-0007-02

摘要: 随着我国经济的不断发展,现代化产业的发展壮大速度明显加快,规模化养殖成为现代养殖业的普遍发展模式。为了实现生猪养殖经济效益的普遍提升,做好规模猪场的管理非常重要。目前,我国规模猪场还存在管理手段落后、理念陈旧等问题,这些问题的出现严重影响了管理效率的提升。所以,笔者就规模猪场的管理问题以及要点进行分析,旨在强化管理认识,完善管理措施,并最终实现管理效率的提升。

关键词: 现代规模猪场;管理要点;管理标准

随着我国畜牧业现代化的推进和产业规范化的不断完善,养殖业的发展也在向规模化和标准化迈进。笔者从养殖实践中发现,规模猪场在理论上与传统养殖相比可以获得更高的经济收益,但是必须要有相应的管理来进行辅助,如若不然,猪场规模越大,损失的可能性也会越大。为了进一步提高规模

猪场的养殖效益,探讨规模猪场的养殖管理问题和要点具有重大意义。

## 1 现代规模猪场的特点

规模猪场已经成为生猪养殖的一种主要形式,而规模猪场在实际利用中也表现出3个方面的显著性特点:第一是规模大。规模大主要表现在场地方面和生猪数量方面。因为有了较大的场地,所以生猪的养殖数量明显提升,猪场的养殖密度增加。第二是专业性强。规模猪场相比于小型养殖和私人化养殖具有更强的专业性。第三是集中化程度高。规模猪场的集中化程度高主要体现在幼苗入栏、生长和出栏这3个方面。通过集中化的管理实现全进全

(接上页)

大降低。

从表2中的比较分析可以看出,仅仅从减少饲料消耗方面而言,采用本项目的技术和设备,100头生猪1d就可以减少56.1元的饲料费用。以3000头猪的猪场,1年按300补偿天计算,全年可以节省50.52万元,效益非常可观。

## 5 结语

笔者根据空气源热泵热水器的相关规范及用户要求,设计出一套养猪场恒温供水科学养殖系统,用于提供洁净恒温水供生猪饮用,可以有效减少生猪腹泻等疾病产生。并且在冬季寒冷条件下,恒温饮水可以代替饲料补偿生猪保持正常体温所需热量,有效减少了饲料消耗,降低养殖者饲养成本,效益显著。

### 参考文献

[1] 董继柱,赵晋远,李艳春.我国养猪产业的现在及发展前景[J].南方农机,2016(1):37.  
 [2] 支太焕.农村养猪产业问题与对策分析[J].北京农业,2012(24):75.  
 [3] 吴君.推动养猪产业升级的模式创新[J].兽医导刊,2013(9):4-12.  
 [4] 赵廷举.规模化生态养猪模式考察[J].农技服务,2011,28(11):1590.

[5] 顾招兵,徐顺来,刘作华.国外养猪业现状与发展趋势[J].Animal Husbandry & Veterinary Medicine,2012,44(7):88-92.  
 [6] Landbrugsavisen.The British Pig Executive's (BPEX) Export Bulletin for January 2011 reports pig industry trends from around the world [R].BPEX Export Bulletin-January 2011.  
 [7] 季邦,王春光,刘涛.我国生猪饲养设备的研究现状及发展趋势[J].黑龙江畜牧兽医,2016,292(7):57-59.  
 [8] 江滨.多功能热泵热水器与新型冷凝换热器系能的研究[D].中国科学技术大学,2009.  
 [9] 杜伟.低温气候空气源热泵系统设计研究[D].大连理工大学,2013.  
 [10] Torrella E,Llopis R. Experimental energetic analysis of the subcooler system in a two-stage refrigeration facility driven by a compound compressor [J].HVAC&R Research,2009,15(3):583-596.  
 [11] 张海强,黄克钦,欧阳荣开.常低温恒温恒压供水系统的研制[J].家电科技,2015,252(2):41-45.  
 [12] 王洋浩,王志华,郑煜鑫.低温环境下空气源热泵的研究现状及展望[J].制冷学报,2013,34(5):47-54.  
 [13] 雷飞.地源热泵空调系统运行建模研究及能效分析[D].华中科技大学,2011.  
 [14] 吴方义,陈海初,熊相良.基于Fluent软件的恒温出水混水阀模拟[J].过程工程学报,2013,13(1):23-27.

项目基金:广东省科技计划项目(2013B091500088)。

通讯作者:冯自平。