

夏季奶牛室通风喷淋降温控制系统的设计

丁永前, 许大好, 丁为民, 徐大华 (南京农业大学工学院, 江苏南京 210031)

摘要 针对目前夏季奶牛室降温措施少, 严重影响奶牛夏季产奶量的现状, 结合奶牛的生理特性设计了一套降温控制系统, 具有控制电路结构简单、成本低的优点。经过实地试验, 证明该控制系统性能可靠, 运行稳定, 适用于中小型奶牛室。

关键词 奶牛室; 降温; 喷淋; 控制

中图分类号 S815.4 文献标识码 A 文章编号 0517 - 6611(2006) 23 - 6203 - 02

Design of Cooling Control System with Fan and Sprinkler in Dairy Cattle Shed in Summer

DING Yong qian et al (College of Engineering, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210031)

Abstract Based on the physiological characteristics of dairy cattle, a cooling control system with fan and sprinkler, which aimed at the deficient measures for cooling in dairy cattle shed in summer, was advanced. This system had a merit of simple structure, understandable principle of electrocircuit and low cost. Dependable performance and stable running were testified. Middle or small-size cattle shed was considered to be the fitting place for its application.

Key words Dairy cattle shed; Cooling; Sprinkling; Control

环境因素对奶牛生产性能的影响已经为大量的研究所证实。夏季高温对奶牛的产奶量有很大的影响。我国大多数牛舍夏季对环境的调节功能十分有限, 一些大型牛舍主要通过风扇来强制通风和配合喷水等措施来降温, 而大部分中小型牛舍主要靠自然通风来降温, 这种生产状况与实际需求是亟待解决的矛盾。针对这种生产现状并结合奶牛的生理特性, 笔者设计了一套夏季奶牛室降温控制系统。

1 系统整体构成

整个控制器都是由模拟电子元气件设计而成的, 系统主要由温度传感器、定时控制电路、控制模式切换电路、数码显示电路、风扇和喷淋管路总成所构成。为了尽可能地减少成本, 温度传感器采用 AD590 配合简单的模拟电路设计而成, 定时电路由 555 实现, 控制模式的切换通过 74LS138 控制, 数码显示由 IC7107 驱动, 喷淋管路总成主要由增压泵、主副水管和扇形喷头构成。系统的工作原理如图 1 所示。

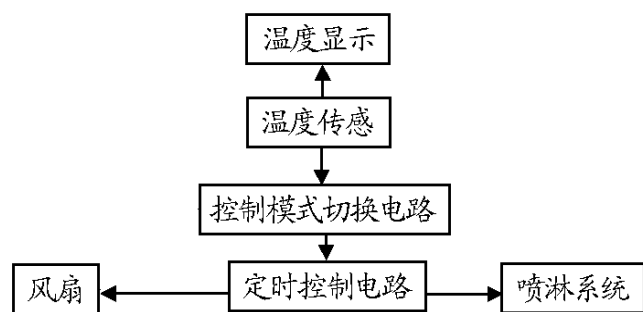


图1 控制系统工作原理

2 控制系统的生理学依据——控制模式

为了有效防止热应激对奶牛生产的影响, 根据奶牛的生理特征和长期的科学研究表明, 在夏季可采用以下几种降温控制模式: 气温高于 22℃ 时, 风扇开始启动, 并连续运行;

气温高于 28℃ 时, 喷淋系统开始工作, 并 1 h 喷洒 1 次;

气温高于 32℃ 时, 喷淋系统每 40 min 喷洒 1 次; 气温高于

36℃ 时, 喷淋系统每 30 min 喷洒 1 次。需要注意的是, 喷淋系统的喷头应置于奶牛上方, 所形成的扇形水雾沿着牛身方向, 这样可以使喷洒的水绝大部分被牛身接受(一般为几十秒左右), 在风扇风力带动下通过体表蒸发可以有效地带走

奶牛的热量, 降低体温。另一方面, 根据上述的降温措施还可以有效地节约水量, 降低成本。

3 系统主要功能实现

3.1 温度传感模块 温度传感模块的传感头采用 AD590, AD590 是美国模拟器件公司生产的单片集成两端感温电流源, 主要特征是流过器件电流(mA) 等于器件所处环境的热力学温度度数, 其测量范围为 -55 ~ +150℃, 线性度好, 电路实现简单。图 2 是配合该系统显示电路的温度传感电路。

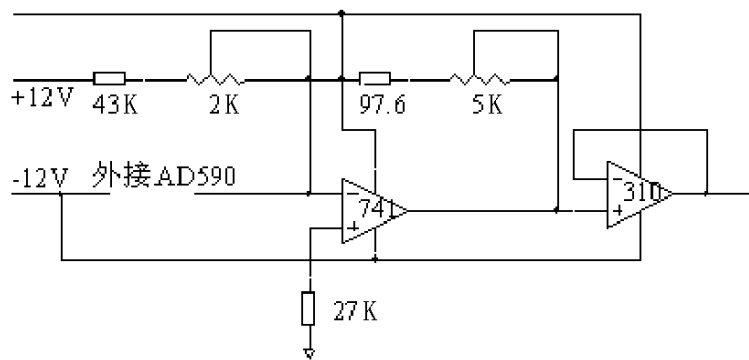


图2 温度传感电路

图中 2 K 可调电阻用于调零, 5 K 可调电阻用于调整 741 的增益。使用前先进行标定, 将 AD590 置于冰水混合物中, 使电压跟随器 310 输出为零, 然后将 AD590 置于沸水中并调整 5 K 可调电阻使 310 输出为目标电压值即可。

3.2 控制模式切换电路 整个电路(图 3) 可分为 3 个层次, 首先是最左边的手动开闭开关, 可以强行开启和关闭某种工作模式; 其次是中间的 4 个 741 运放单元, 每个运放的正向输入端与温度传感器的输入端连接在一起, 负向输入端分别固定为对应于控制温度的电压值, 通过可调电阻来调节, 当外间实际温度高于设定温度时, 对应的运放便输出高电平; 最后是右侧的 74LS138, 74LS138 是 3 线至 8 线的译码器, 可以表示 8 种工作状态。其有 3 路输入端和 3 路选通端, 3 路选通端中有 2 路是低电平有效, 1 路高电平有效。由于实际工作过程中喷淋系统开启时, 风扇始终是开启的(参见控制模式), 因此将对应于 22℃ 控制模式的运放输出端接入 74LS138 的高电平有效选通端, 另 3 个的运放输出端作为 74LS138 的输入端。由于工作在每种控制模式时各运放的输出电平的组合方式 4 种是已知的, 因此, 可以选取 74LS138 的 4 个特定的输出端控制后继定时电路的工作状态。

3.3 定时电路 该系统采用 555 构建喷淋定时控制电路,

由于只有喷淋部分需要定时,因此共有3个定时电路(见图4)。从控制模式可知,每个定时电路需要有2个定时功能,一为喷淋时间,二为喷淋间隔时间。为解决这一问题,实际中采用了如图4所示的电路,其工作原理为:555的工作电源导通与否受74LS138输出端的控制,当定时器启动时,由于2脚电平低于 $1/3U_{cc}$ (U_{cc} 指电源电压),此时3脚输出为

高电平,于是电路中C1通过R1开始充电,当C1电压达到 $2/3U_{cc}$ 时,3脚复位为低电平,C1充电停止,此时C1通过R2开始放电,直至C1电压回落至 $1/3U_{cc}$ 时,重新充电,重复上述过程。由上可知,C1的充电过程实际上是喷淋装置喷水的过程,放电过程是喷淋间隔期,当选择合适的阻容匹配时便可实现所要的定时时间。

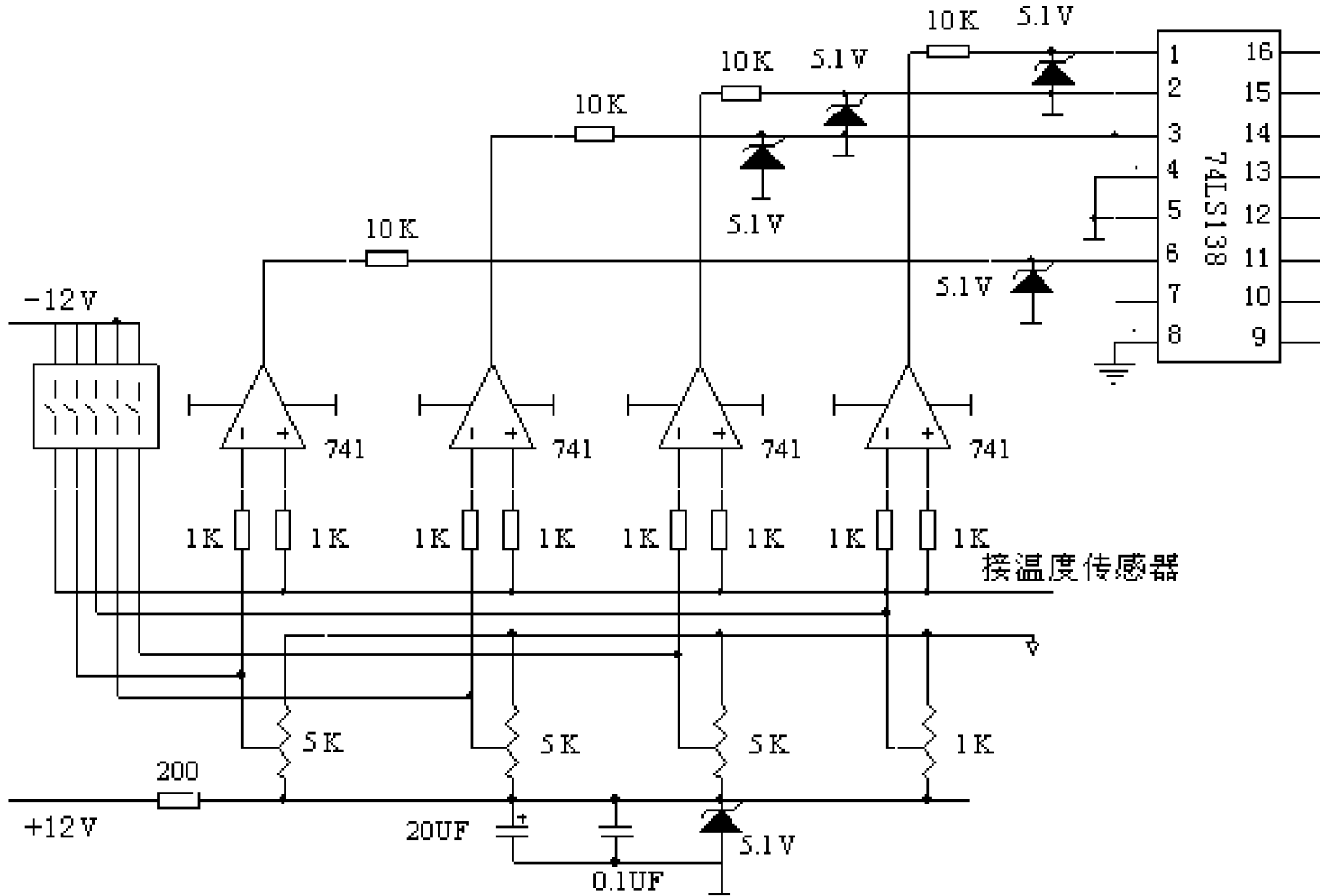


图3 控制模式切换电路

图4中控制端是接74LS138的输出端,此处的三极管起开关作用,其目的是为了在定时器未被选中时使电容C1迅速放电,以确保在下一次被选中时电容从零电压开始工作,保证定时的精度。

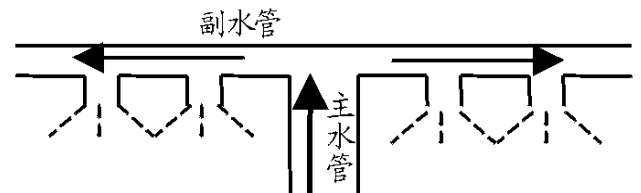


图5 传统管路系统示意

十米长度内要使各喷头压力建立尽可能同步,那么势必要求主水管的流量和压力足够大,这必然会增加成本和制作难度;否则有可能在主水管附近的喷头喷足设定时间后,管路末端的喷头可能远不足期望时间,于是达不到应有的效果。笔者曾用30m的喷水管幅按上图接法做过试验,在主水管采用8分管,喷水管采用6分管,进水压力为 1.2 kg/cm^2 的试验条件下,每次喷洒时间设为30s,发现末端喷头出水时间仅有10s左右,只有期望时间的 $1/3$ 。这种管路设计的主要弊端是每次喷淋结束后管道内的水通过喷头漏完了,因此,使得每次喷水开始时首先要建立主、副管内的压力,然后才传递到喷头上,从而造成了较大的延时。为此,可将管路做出改进,如图6所示。

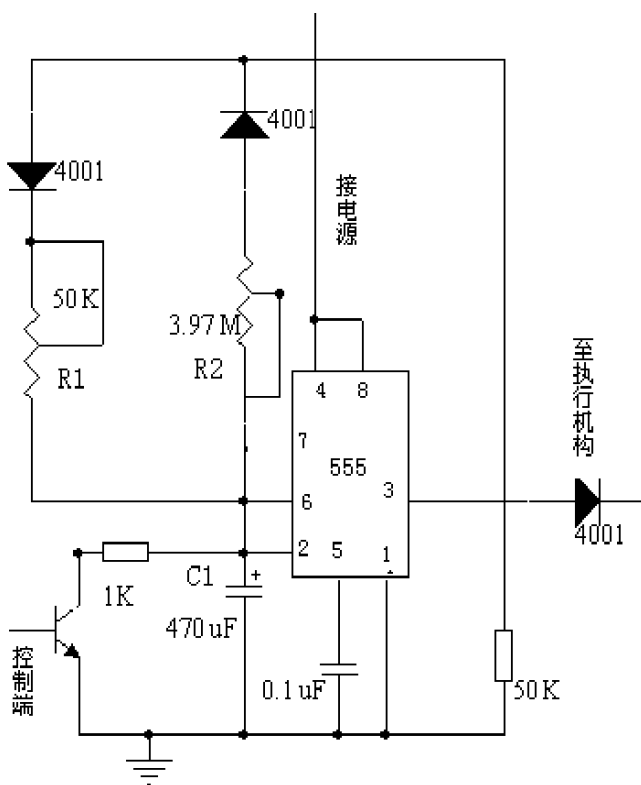


图4 定时电路工作原理

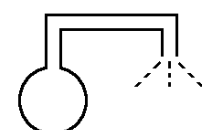


图6 管道剖面

3.4 喷淋管路总成 在该系统的喷淋控制模式中,每次启动时的喷淋时间默认设定为30s,因此各喷头压力建立的同步性显得很重要。传统的管路系统设计如图5所示。

这种管路设计是将喷头位置放到上面,使喷头口高于(下转第6206页)

然而,养殖场的奶牛室一般长度都有几十米,如果在几

(上接第6204页)

副水管,这样每次喷淋结束后可以使管路内的水不会流失,水压的建立就要迅速得多。笔者同时又进行了试验,发现每个喷头的起喷时间几乎同步,很好地解决了上述问题。

4 结论

该控制系统曾在奶牛室做过现场调试,随着温度的变化,控制模式能够正确切换,定时稳定正确,说明系统性能稳定,运行良好。整个控制系统实现简单,成本低,控制模

式有较强的理论和试验基础,适合在中小型奶牛室推广。

参考文献

- [1] 孙跃飞,郭景峰.干热气候下奶牛舍环境调节的理想设备——蒸发降温系统[J].中国奶牛,2005(5):46-47.
- [2] 魏学良,尹思明,张家骅,等.家畜微电脑自控喷雾降温装置对奶牛热应激防制效果的考核[J].黄牛杂志,2004,30(4):4-6.
- [3] MONTOYA R E, BUCKLIN R A, NORDSTEDT R A, et al. Factors affecting water usage in fan and sprinkler cooling systems for dairy cattle[J]. American Society of Agricultural Engineers, 1995, 11(1): 125-130.
- [4] 陈有卿.实用555时基电路300例[M].北京:中国电力出版社,2005.