

井下防爆胶轮车冷却系统的智能控制研究

李永峰（华阳新材料科技集团有限公司二矿，山西 阳泉 045008）

摘要：作为我国核心的基础能源之一，煤炭资源的开采对于我国经济发展及国计民生都具有重要的影响，顺应智能化发展的趋势，采矿工业也逐渐向着自动化与智能化发展方向加速转变。但是相较于国际先进水平，我国采矿工业设备自动化与智能化的水平还是处于相对落后的情况，其发展进度与煤炭在国民经济中的重要性是并不相配的，因此采矿行业必须进一步探究设备智能化发展的方向。而本文针对矿井下防爆胶轮车冷却系统智能化发展这一课题展开了深入的探究，从传统冷却系统工作方式及缺点出发，展开了智能化冷却系统设计探究，希望能够为相关研究人员提供一定的参考借鉴。

关键词：防爆胶轮车；冷却系统；智能化；防爆柴油机；可靠性

Abstract: As one of China's core basic energy, the mining of coal resources has an important impact on China's economic development and the national economy and people's livelihood. In line with the trend of intelligent development, the mining industry has gradually accelerated toward the direction of automation and intelligent development. However, compared with the international advanced level, the level of automation and intelligence of China's mining industry equipment is still relatively backward, and its development progress does not match the importance of coal in the national economy. Therefore, the mining industry must further explore the direction of the development of intelligent equipment. In this paper, an in-depth study on the intelligent development of the underground explosion-proof rubber wheel car cooling system was carried out. Starting from the working mode and disadvantages of the traditional cooling system, the study on the design of intelligent cooling system was carried out, hoping to provide some reference for relevant researchers.

Key words: explosion-proof rubber wheel truck; Cooling system; Intelligent; Explosion-proof diesel engine; reliability

0 前言

煤炭一直是关系到我国国计民生的重要基础能源，而煤炭行业也应该伴随着社会科技的发展而不断进步，鉴于煤炭行业在国民经济发展中的重要地位，以及智能化时代的到来，煤炭工业设备应向着自动化与智能化方向不断发展。目前，我国煤炭井下辅助运输装备以防爆胶轮车为主，该装备的动力源为防爆柴油机，在应用中呈现快捷、便利、效率高、动力足等优势，但因防爆柴油机燃料为易燃液体柴油，导致防爆胶轮车在应用过程中存在一定的安全隐患，因为柴油的表面辐射热较高，因此必须通过冷却系统保障防爆胶轮车应用的安全性。防爆胶轮车冷却系统的作用对象不仅是防爆柴油机本体及防爆部件，还包括变距器和传动装置。而传统的防爆柴油机冷却系统在运行的过程中存在诸多弊端，因此，为了优化防爆胶轮车的工作效率及安全性，应加强对智能化防爆胶轮车冷却系统的研究。

1 传统冷却系统的工作方式及缺点

传统防爆胶轮车的冷却系统是以风扇对散热器进行散热的，而风扇主要受防爆柴油机直接驱动。冷却系统的安装范围普遍位于防爆胶轮车车头或车尾，而受排布方式及空间的影响，风扇的安装位置普遍位于车架狭小空间内，这也会影响散热器及防爆柴油机附近的空气流动性，而流动性的降低会进一步使风扇的效率下降，一般来说，风扇的效率在 30% 左右，对防爆柴油机额定功

率的消耗为 10% 左右。大部分防爆胶轮车的散热器其厚度较高，因为胶轮车会将水散热器、油散热器与空中冷器进行叠加作为散热器，而散热器的厚度会进一步提高空气通过阻力，从而导致风扇风速下降，不能实现较高的散热效率，其散热能力与散热效果普遍偏差。

传统冷却系统中节温器的反应介质一般为乙醇或石蜡，其呈现出明显的反应滞后迟缓、节流明显等缺点，这会导致冷却液流量损失大，从而降低系统散热的效率。而煤矿井下防爆胶轮车在运行过程中受车速的限制导致其自然风的流速相对偏低，且热源密集的排布于密闭矮小的空间内，这导致胶轮车冷却系统在夏天会长期处于高温状态，在冬天若散热功率大又会使防爆柴油机持续处于低温状态，高温或低温都会使其产生较大的磨损，降低其运行可靠性。

2 智能冷却系统的设计

2.1 电动部件设计

由电动风扇代替机械传动风扇；由电控节温器代替以石蜡为反应介质的节温器。电动风扇转速与电液节温器开度的智能化控制主要通过防爆柴油机的 ECU 电控系统完成。与传统冷却系统相比，防爆柴油机的智能控制冷却系统虽然在运行程序上更加复杂，但是更具合理性、节能性与智能性。风扇的运行状态主要受防爆柴油机冷却系统的液温控制，当液温处于 78℃ 以下时，电动风扇将不会被启动，处于不通电的停止状态；当液温处

于 78℃ 时, 温度传感器会向防爆柴油机的 ECU 传达开启电动风扇的指令, 电动装置接收到指令控制后会开启电动风扇, 并使其保持在低速运行的状态; 当液温处于 90℃ 时, 电动风扇会在防爆柴油机的 ECU 的控制下调整至高速运行状态, 从而保障冷却系统的液温能够保持在 90℃ 左右; 若防爆柴油机受异常状况的影响而使冷却系统液温高达 90℃, 在 ECU 的控制下, 电子安全保护系统会自动开启, 从而紧急终止防爆柴油机的运行。

当防爆柴油机液体的温度不足 78℃ 的时候, 电动节温器就会处于关闭的状态, 在这种状态下, 防爆柴油机的冷却系统循环便会从防爆柴油机本体经缸盖、排气歧管、水冷增压器、双层波纹管至机油冷却器最后返回防爆柴油机的水泵回液口, 整个过程中冷却液不经过散热器。但当防爆柴油机冷却系统的液体温度超过了 78℃ 时, 由于接收到了温度传感器的信号, ECU 便会发出指令, 对电动节温器进行控制, 使电动节温器开启, 防爆柴油机的冷却液会从防爆柴油机本体经缸盖、排气歧管、水冷增压器、双层波纹管至散热器, 等待冷却后再返回到防爆柴油机的本体内, 如图 1 所示为防爆柴油机智能冷却系统的结构图。

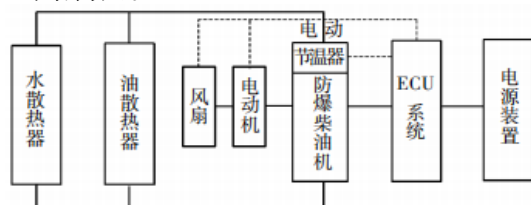


图 1 防爆柴油机智能冷却系统结构图

2.2 防爆胶轮车冷却系统控制原理

如图 2 所示为防爆胶轮车冷却系统电控原理。通过温度传感器防爆柴油机可以对冷却系统的水温和液压系统的油温进行检测, 将检测后的信号进行放大后, 由信号转换装置进行转换处理, 将检测信号发送到 ECU, 在接收到信号后, ECU 会按照设定的逻辑程序将动作指令发出, 然后将动作指令送到电动控制装置使得控制下的风扇或电动节温器能够得到驱动并打开; 如果防爆胶轮车的冷却液温度与液压油温开始下降, 那么温度传感器就会将所检测到的信号反馈到防爆柴油机的系统内, 积温度一旦低于设定值, 那么 ECU 同样会发出指令, 要求电动控制装置进行关闭, 停止风扇运转, 或者是停止电动节温器的运行。保障防爆胶轮车的工作状态处于最适宜的温度下, 延长其使用寿命。

2.3 控制系统电路及硬件设计

在智能控制系统设计过程中, 防爆胶轮车的冷却系统控制电路设计是非常重要的组成部分, 通常情况下煤矿井下巷道中的工程情况比较复杂, 在防爆胶轮车运行过程中很容易受到碰撞、颠簸以及电气系统的磁干扰, 所以关于其电路的设计, 要保障其系统符合防爆要求。

防爆柴油机和其周围的设备均属于冷却系统, 控制系统硬件设施在防爆胶轮车冷却系统的控制系统内是重要的基础设施, 系统硬件结构的合理性, 防爆性以及可

靠性, 对于整个系统的性能会起到直接的影响, 如图 3 所示是防爆胶轮车冷却系统的控制系统组成原理图。

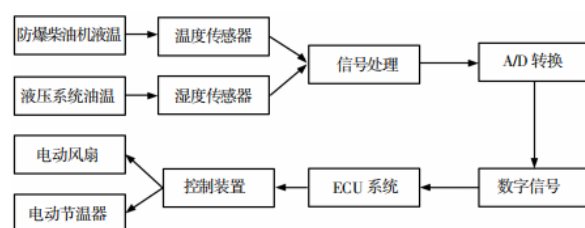


图 2 防爆胶轮车冷却系统电控原理图

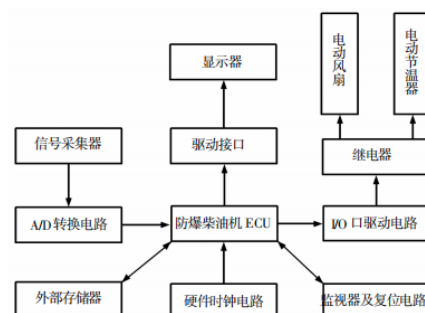


图 3 防爆胶轮车冷却系统的控制系统组成原理图

3 结语

对于煤矿井下防爆胶轮车冷却系统的智能控制进行研究, 得到以下三个方面结论: 首先, 利用电动风扇替代传统机械转动风扇, 将电控节温器替代传统节温器, 可以有效的实现对防爆胶轮车散热和循环的电动控制; 其次, 防爆胶轮车在工作时大部分情况下都处于比较适宜的冷却温度下, 这有效的保障了低速与高速时不同的循环和散热效率可以实现对防爆胶轮车冷却系统的智能控制, 促进其工作效率的提升, 避免柴油机以及相关传动部分的磨损, 有效提高了整体的可靠性, 使防爆胶轮车的使用寿命得到了延长; 最后对防爆胶轮车的传统冷却系统进行改进, 有效地降低了防爆柴油机的热损失, 这是当前煤矿井下辅助运输的重要发展区是, 更是防爆胶轮车性能的必由之路, 对于环保节能而言意义重大。

参考文献:

- [1] 鲁德刚. 煤矿井下防爆柴油机无轨胶轮车制动系统故障及改进 [J]. 机电信息, 2020(27):58-59.
- [2] 冯肖利. WC6E 防爆柴油机无轨胶轮车的研究与开发 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020,40(16):164-165.
- [3] 杨骁. 煤矿井下防爆无轨胶轮车安全系统的设计研究 [J]. 机械管理开发, 2020,35(07):225-227.
- [4] 张瑞峰, 周甲. 防爆型履带式物料运输车在韩家洼煤矿井下的应用 [J]. 机械管理开发, 2020,35(04):115-116.
- [5] 陈利东. 基于超级电容的混合动力防爆无轨胶轮车的仿真分析 [J]. 蓄电池, 2020,57(01):26-30+37.
- [6] 李智伟. 煤矿用防爆胶轮车溜车原因及解决措施的分析 [J]. 煤矿机械, 2019,40(06):161-162.

作者简介:

李永峰 (1980-), 男, 汉族, 本科, 2016 年 1 月毕业于太原理工大学采矿工程专业, 采矿助理工程师, 现主要从事煤矿安全运输工作。