

文章编号:1671-251X(2016)05-0011-03 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2016.05.003
毛继伟.掘进机温度自动控制系统设计[J].工矿自动化,2016,42(5):11-13.

掘进机温度自动控制系统设计

毛继伟

(中煤科工集团太原研究院有限公司,山西太原 030006)

摘要:针对传统掘进机外接冷却水的冷却方式应用受限的问题,提出一种掘进机温度自动控制系统设计方案。该系统采用风冷却器作为强制散热单元,采用PLC作为控制单元,通过温度信号采集及处理、PID控制等,使掘进机截割电动机和液压系统温度保持在允许范围内。井下工业性试验结果表明,在掘进机没有外接冷却水的情况下,该系统有助于掘进机长时间稳定运行。

关键词:掘进机;温度控制;截割电动机;液压系统;风冷却器

中图分类号:TD632.2 文献标志码:A 网络出版时间:2016-04-29 11:14

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20160429.1114.003.html>

Design of automatic temperature control system for roadheader

MAO Jiwei

(CCTEG Taiyuan Research Institute, Taiyuan 030006, China)

Abstract:For limited application problem of traditional roadheader cooling methods by external cooling water, a design scheme of automatic temperature control system for roadheader was proposed. The system uses air cooler as a mandatory cooling unit and PLC as a control unit, and can make temperatures of roadheader cutting motor and hydraulic system within allowable range through temperature signal acquisition and processing and PID control. Underground industrial test result shows that the system helps roadheader run long and stably without external cooling water.

Key words:roadheader; temperature control; cutting motor; hydraulic system; air cooler

0 引言

中国采矿业的高速发展对部分断面掘进机的作业能力提出了更高要求。掘进机工作能力的提高必然要求掘进机整机功率不断增加,进而导致能耗增加,发热现象严重。目前主流的掘进机普遍采用喷雾水冷却的方法降温,即利用巷道中的供水为掘进机冷却,然后通过喷雾降尘装置将水喷洒在巷道里,达到一定的降尘效果。随着掘进机使用范围的不断扩大,在新建的矿山巷道或公路、铁路隧道往往没有供水系统,且这些巷道大多为全岩巷道,掘进机工作负载大,发热量更大,往往掘进机工作时间不长,其液压系统和截割电动机就超出了额定工作温度,只

能采取停机冷却措施,极大降低了工作效率和工程进度。本文通过研究掘进机液压系统和截割电动机的发热情况,设计了一套基于PLC的掘进机温度自动控制系统,以解决掘进机在没有外接冷却水情况下无法长时间工作的问题。

1 相关计算及元部件选型

掘进机温度自动控制系统冷却部分采用风冷却器作为强制散热单元。

1.1 掘进机发热功率计算

掘进机的发热功率取决于截割电动机和液压系统的装机功率及运行效率,其表达式为

$$P = (1 - \eta_1) P_1 + (1 - \eta_2) P_2 \quad (1)$$

收稿日期:2015-11-02;修回日期:2016-03-16;责任编辑:李明。

基金项目:国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2012AA06A405)。

作者简介:毛继伟(1981—),男,河南叶县人,副研究员,硕士,现主要从事掘进机等煤矿装备的研发工作,E-mail:mjwok123@163.com。

式中: η_1 为截割电动机效率; P_1 为截割电动机功率, kW; η_2 为液压系统效率; P_2 为液压系统输入功率, kW。

掘进机截割电动机功率为 300 kW, 效率为 95%; 液压系统输入功率为 150 kW, 效率动态变化, 根据同型号掘进机在多个巷道的工作情况统计研究, 液压系统的平均效率为 62%。由此得掘进机需要强制冷却的发热功率为 72 kW, 其中截割电动机发热功率为 15 kW, 液压系统发热功率为 57 kW。需要指出的是, 液压系统的油箱具有一定的自然散热能力, 但其散热能力较小, 对系统影响较小, 因此不予考虑^[1-3]。

1.2 风冷却器散热面积计算与选型

风冷却器的散热面积为

$$A = \frac{P'}{K \Delta T_m} \quad (2)$$

式中: P' 为风冷却器散热功率, kW; K 为风冷却器的表面传热系数, W/(m² · K); ΔT_m 为液压系统工作时, 液压系统油箱与周围空气允许的温度差, K。

咨询相关制造企业后, 确定风冷却器的传热系数为 55 W/(m² · K), 计算出风冷却器所需散热面积为 23.03 m²。按照相关手册, 实际选用的风冷却器散热面积比计算结果需增加 20%~30%, 因此确定风冷却器的散热面积为 30 m²。由于掘进机安装尺寸的限制, 选用 2 台 FL-15 型风冷却器。

1.3 截割电动机所需的最小冷却液流量计算

将截割电动机保持在合理温度时所需的最小冷却液流量为

$$Q_a = \frac{P_w}{\rho c_m \Delta T} \quad (3)$$

式中: P_w 为截割电动机发热功率, kW; ρ 为冷却液的质量密度, kg/m³; c_m 为冷却液的比热容, J/(kg · K); ΔT 为冷却液通过截割电动机后允许的温升, K, 本文取 303.15 K, 即 30 °C。

经式(3)计算得所需的最小冷却液流量为 7.2 L/min。只要冷却液的流量不低于该值, 即可确保截割电动机温度在允许范围内。根据相关经验、规定和泵的规格, 确定泵的排量为 10 mL/r, 驱动电动机的功率为 1.5 kW。冷却截割电动机后的冷却液需经过风冷却器进行冷却。采用 1.2 节所述方法计算所需风冷却器的面积, 计算结果小于 23.03 m²。为了简化准备过程, 截割电动机冷却回路中同样采用 FL-15 型风冷却器。

2 系统设计

2.1 循环冷却部分

掘进机温度自动控制系统的循环冷却部分包括截割电动机冷却回路和液压系统温度控制回路, 如图 1 所示。截割电动机冷却回路采用 1 台电动机驱动 1 台冷却液泵作为动力源, 泵出的冷却液直接冷却截割电动机, 经大功率风冷却器将热量散发出去, 然后冷却液回到水箱, 形成循环冷却系统。液压系统的液压油在回油时直接经过大功率风冷却器散热, 将液压系统温度保持在合理范围内。

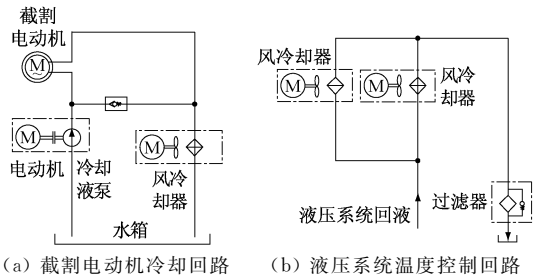


图 1 掘进机温度自动控制系统的循环冷却部分结构

2.2 温度自动控制系统

掘进机温度自动控制系统组成如图 2 所示。该系统针对液压系统温度控制回路和截割电动机冷却回路, 通过温度信号采集及处理、PID 控制、温度实时显示等处理, 对液压系统油箱内的液压油温度、截割电动机绕组温度、水箱内冷却液温度进行实时监控, 将掘进机整机温度控制在合理范围内^[4]。

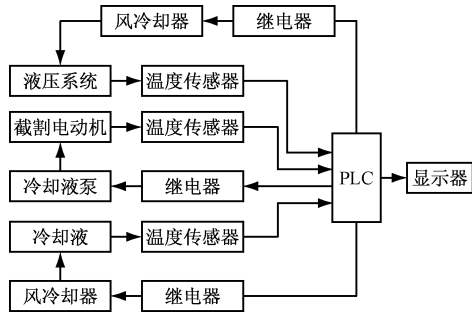


图 2 掘进机温度自动控制系统组成

系统采用 S7-300 PLC。其具有强大的计算能力, 输入、输出模块数量多, 具有较强的扩展能力, 为系统的升级改造留下了一定空间。掘进机启动后, PLC 建立与各温度传感器的通信, 将采集到的温度信号与其设定的温度值进行比较, 并将采集数据显示在操作台显示器上。当采集数据高于设定值时, PLC 将进行 PID 控制参数的智能化自动整定, 启动风冷却器和冷却液泵运行, 保证液压系统和截割电动机在允许的温度范围运行; 当采集数据超过液压

系统或截割电动机的允许温度时,系统在显示器上提示停机冷却,提醒工作人员进行故障排查。

系统软件主要功能包括传感器数据处理与分析、各执行元件控制、温度显示、超温报警及消警、数据记录、数据上传等。软件主要包括基于 S7-300 PLC 的主程序和显示器显示程序。主程序采用 PLC 专用语言编写^[5],显示程序采用满足 Windows 运行环境的 VB 进行编写。局域网内的数据上传采用 TCP/IP 协议^[6]。

3 结语

掘进机温度自动控制系统已安装在 EBZ300 型掘进机上进行了 3 个月的井下工业性试验,期间掘进机在没有其他外接冷却水的情况能够长时间稳定工作,液压系统温度保持在 60~65 ℃,截割电动机温度保持在 80~85 ℃。

接下来尝试将该系统与掘进机机载湿式除尘系

统相结合,开发掘进机温度控制、湿式除尘为一体的自动化控制系统。

参考文献:

- [1] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京:化学工业出版社, 2003.
- [2] 雷天觉,杨尔庄,李寿刚. 新编液压工程手册[M]. 北京:北京理工大学出版社,1998.
- [3] 李贵轩. 掘进机械设计[M]. 阜新:阜新矿业学院出版社,1982.
- [4] 陈国平,张弛,张金威,等. 基于液压系统的油温智能控制系统的设计[J]. 工业控制计算机, 2011, 24(1): 21-22.
- [5] 马笑潇. 深入浅出西门子 S7-300 PLC[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [6] 石红伟. 蒸发式冷凝器冷却水节能自动控制系统设计[J]. 工矿自动化, 2014, 40(8):107-109.